

散文の結束性の理解における類推と教授活動の効果

光田 基郎

Effects of instructional aids and analogies on coherence of text passages.
Motoo Mitsuda

The aim of this review is to summarize facilitative effects of instructional aids and analogies on comprehension of the content and the structure of the text. Following the author's previous reviews on text comprehension studies, this article reviewed current studies on how comprehension skills, prior-knowledge and analogy test remarks are related to use of global coherence of text structures.

キーワード：教授活動, テキストの結束性, 類推, 算数学習.

序

本報告は、筆者による散文理解に関する文献展望（光田, 1982:1983:1984:1985:1988:1989:1990:1991:1992:1993:1994:1995:1996a:1996b）と同様、散文理解における巧緻化された情報処理に関する文献展望の試みの一部である。

上記の各報告で考察を試みた具体的なトピックは、散文の理解と記銘における情報処理の方向性（光田, 1982）、散文の構造的性理解に関する発達的变化（光田, 1983）、情報処理スキーマまたは記憶内の知識構造が情報の統合と理解とを促進する過程（光田, 1984）、散文のマクロ構造を利用した効率的な処理によって記銘努力または処理資源の節減を生じる可能性と、さらにそこで捻出された処理資源がメタ認知的処理に振り向けられる過程（光田, 1985）、散文の読者が自らの情報処理過程をモニターして記銘学習の成立過程を自己評価し得る程度と、そこで実際に示された読文の再認成績との関連（光田, 1988）、上記のモニター活動の効率化に関する諸変数の効果（光田, 1989）、算数文章題の達成過程で示された空間表象による促進効果（光田, 1990:1991:1992）、散文と幾何概念の理解における類推と知識利用の促進を意図した教授活動の効果（光田, 1993:1994）、対称概念の理解における類推と空間操作能力の効果に関する年齢差（光田, 1995）、一般的類推能力と教授・学習活動とが比例関係の理解に及ぼす効果（光田, 1996a）及び、分数概念の理解と算数文章題の達成過程における教授活動が上記の類推能力と記憶容量とを活用させる機能（光田, 1996b）のそれぞれである。以上に引き続き本報告では、散文の構造的特徴である結束性（coherence）が教授活動によって向上させられない場合にはこれを補償するための類推の活性化が顕著に示される可能性の指摘を試みるのがその目的となる。

以上の目的に従って、第1章では散文の構造としての結束性が散文の百科事典的または逐語的な表象の想起を促進する一方、既有知識の自由な利用と能動的な推論への制約を示す傾向を指摘する。散文の結束性の定義としてNelson-Spivey(1997)は散文を構成する単位

の解釈の結果が別の構成単位と関連付けられて理解される程度を強調している。ここで問題にされる関連性とその操作に関しては、集合の構成と比較のみでなく時間的、因果的な関連付けが果たす役割(p. 75)も強調されている。上記の結束性を向上させる目的で既存の知識の活性化と推論とが自発的に行われ、散文には記述されてはいない情報が補充されて文全体の意味理解が容易になれば能動的な情報処理は不必要となり、学習の効率化も制約されるとの指摘(McNamara, Kintsch, Songer & Kintsch, 1996)すら行われている。本報告の第1章では、散文の閲読中に教授活動を与えて上記の結束性を向上させた場合にはその再認に対する推論の寄与が低下する傾向を指摘する。ここでは上記の推論として類推の機能に注目し、閲読内容とは無関係の類推の能力が閲読後の再認に与える促進効果の低下について文献展望を試みる。

第2章は算数文章題の達成過程における上記の類推の寄与についての文献展望である。本章では中学生と大学生を被験者として最小公倍数の概念の理解を求める過程で類推能力が寄与する程度の年齢差を指摘し、二つの数の協応関係を理解する過程で示された類推能力の寄与の様相の発達的变化を強調する。以上の2章での指摘を通じて、散文理解の過程で上記の結束性が損なわれて文の理解が困難になった場合には、従来の先行オルガナイザーが規定する文脈以上により多様な文脈を用いた知識利用が必要(Mannes, 1994)となる傾向を強調することが本報告の課題となる。

第1章 散文理解の成立過程における教授活動が文の結束性に与える効果

散文の理解と閲読文の表象形成過程における個人差の説明に際しては、上記の結束性に代表されるテキストの要因のみでなく、この要因と相互作用する読み手の要因として作業記憶容量または処理資源(Perfetti, 1985; DannemanとCarpenter, 1983)や読み手の自己制御活動などのメタ認知活動(秋田, 1990)の寄与が強調されている。本章では最初に上記の結束性の高い散文の閲読には能動的な推論は不必要となる傾向を指摘した報告の要約を試み、散文理解における教授活動が結束性の欠如を補充する場合には能動的な情報処理への制約が生じる可能性を示す事が直接の課題となる。以上の目的に従って、本章第1節では上記の結束性が散文の理解に果たす役割を指摘した後、第2節以下では教授活動による文の結束性の向上の様相に関した文献の展望を試みる。第2節以下では上記の教授活動として文の閲読に先立って与えられる先行オルガナイザーと閲読中に挿入された質問の各々が結束性を向上させる程度を検討する。ここでは教授活動が能動的な情報処理を制約する過程に注目し、閲読文とは無関係の類推の能力が文の理解に寄与する程度を求めて上記の教授活動の条件間で比較してそれらの効用と限界とを指摘する。

第1節 散文の結束性の効用と限界

1-1-1. 散文の結束性、能動的処理と理解との関係

散文理解において結束性が示される事態としてMillerとKintsch(1980)は入力された命題相互間に共通のアイデアが得られない場合を挙げ、そこでは閲読者が推論によって命題相互間の結合を試みる過程を想定した。以後のKintschによる一連の研究(Kintsch, 1988: 1993)においては散文理解における命題の結束性の機能が指摘された。一例としてこの様な推論によって命題相互間の結束性が得られた散文は学習容易となる傾向と、命題相互間の

結束性が高いためにその理解には推論を必要としない散文の学習は容易である結果の指摘（例えば、BeckとMcKeown, 1991；BrittonとGulgoz, 1991）とがなされている。上記の結束性の機能全般の指摘、特に散文の理解と学習における結束性の効果に関しては深谷（1997）による展望と要約とが試みられている。この要約においては散文の読者が構築する心的表象の2水準としてテキストベースと状況モデルが区別され、前者はテキストからの意味情報の抽出とテキストの記憶表象であってその再生、再認と要約とを可能にする一方、後者はテキストの情報と既存の知識とが統合された表象であって、その成立には文全体の内容理解に向けての推論と知識の検索などの能動的な処理が必要とされた。

この展望においてはテキストと読者の2要因の相互作用の条件または読者にとってテキストの果たす役割が指摘された。最初に、上記の結束性が高いテキストであってその処理に多くの処理容量または負荷を必要としない場合に上記のテキストベースの水準の表象が形成されるならば、テキストの読読と理解には能動的な推論が不必要または不可能と考えられ、その読読の後ではテキストの再生、再認と要約が促進される可能性のみが想定された。他方、テキストが適度の困難さを示して、しかも読者が能動的な推論を行い得る程度の処理資源と既得の知識体系を持つ場合の処理としては、これらのテキストから得た情報に対する推論が行われ、テキストの情報と既得の情報とが統合された形で一つの状況モデルが構築される可能性が強調された。この様な形で上記のテキストベースと状況モデルとが対比された際には前者の所産としてテキストの学習が、後者からはテキストからの学習が生じる可能性が指摘されている。

深谷による上記の展望の基調は、上記の状況モデルという発想の下でKintschとそのグループが展開して来た散文の結束性に関する研究成果の要約と補充である。その一例として、大学生を被験者として産業における細菌の利用に関するテキストの理解を求めた際に与えられた先行オルガナイザーの特性の効果が指摘された。ここではテキストと似た順序的な構造と視点を持つ概要を先行オルガナイザーとして与えた場合と、百科事典的な内容に終始して上記の様に産業における細菌の利用に触れない形で読み手の知識とは直接に適合しない概要にした条件の対比を試み（MannesとKintsch, 1987）ている。前者は読み手の知識と適合した場合であって逐語的表象の想起が促進され、後者は読み手の知識とは適合し難い課題場面となる故に単なる要約の課題では低い成績を示す反面、能動的に読読した後で推論と知識利用とを必要とした真偽判定課題では優れた成績を示した結果が引用されている。以上の指摘から、後者の条件下では結束性の低いテキストの理解にはこれを補充する能動的な推論と、テキスト内容と既存知識との統合によって豊かな状況モデルが構築される傾向が強調されている。さらにこの展望の基調として、結束性を高めて読者の処理負荷を低減したテキストではその表象の学習または再生が促進され、結束性の低い場合は能動的な推論による課題解決またはテキストからの学習が促進される傾向が強調された。

以上の指摘に代表される様に、深谷の展望では自然科学系のテキストでは結束性の高いテキストからはテキストベースが、低い場合は既存知識を用いた状況モデルが構築される傾向が強調された反面、社会科学のテキストの場合では一貫した結果を得ていない。具体的には、命題間の関係の理解が途切れる場合に行う処理として命題の並べ替えから既存の知識を用いた推論の記述までの広範囲の修正を行う条件を加えた実験（BrittonとGulgoz, 1991）が引用され、文の末梢的な特性のみでなく本質的な特徴も補充し得た条件下で状況モ

デルを構築し得る傾向が強調された。以上の指摘では、結束性と読み手の知識及び読解能力の関連性の交絡を指摘した研究成果 (Voss と Stilfies, 1996)とも関連付けられた後、上記の状況モデルの構築が既存知識に規定される理由としてテキストの内容を読み手の知識に統合する過程の役割が強調される一方、テキストベースの場合は知識よりも読書の技能に規定されるとの結論が導かれている。ここでは知識と読書技能との補償関係 (Perfetti, 1989)並びに、知識利用の程度がテキストの構造に規定される可能性も強調された。具体的には、命題相互間の因果関係の理解が必要な自然科学系のテキストでは知識を用いた推論が顕在化する一方、社会科学系のテキストではテキストからの学習に際して結束性というテキスト側の条件のみでなく読書目標の状態とそれに従う情報の取捨選択並びにその技能の必要性 (秋田, 1996)が強調されている。その結果として、社会科学系のテキストの読書は自然系の場合よりも領域の特性に規定され、自然科学系のテキストの場合に一般的に見られたテキストからの学習とその操作である状況モデルの構築は行われないと結論された。

深谷の展望は Kintsch とその共同研究者による散文理解とそのモデル化の過程を簡潔に要約し、今後の展開の方針として「テキストからの学習よりもテキストの学習」という提言を行い得た点は注目に値しよう。しかしながら、この展望もテキストの学習における推論とその可能性並びにその促進を意図した教授活動の各々については多くを述べていない点で以前のこの領域の展望 (例えば小嶋, 1996)と軌を一にする点をも指摘し得よう。以上の観点から次項以下では社会科学系のテキストの理解における類推と、その展開を可能にする教授活動に関する研究の展望を試みる事が本報告の基本的な課題となる。

1-1-2. 散文の結束性を得るための知識利用

前項で散文理解におけるテキストベースと状況モデルとの対比を試みたのに引き続き、本項ではこれらの成立における知識利用の様相を指摘する。ここでは入力された命題の表象が作業記憶で選択的に処理される過程が最初の問題となる。この点に関して Albrecht と O'Brien (1993)は新たに入力された命題の表象が既得の表象に統合され、写像される過程として局在的な結束性 (local coherence) と根底的 (global) な結束性との区別を強調している。前者は新たに入力された命題がこれに先立って入力された命題の表象との間に統合または写像関係を示す場合であってしかも作業記憶の範囲内での統合と写像という制約を示し、後者は作業記憶の範囲外となった既得の知識表象と新たな入力との統合または写像関係に対応付けられた。上記のいずれの結束性が成立するかによって散文理解のモデルが異なった様相を示す傾向を指摘した研究は多様な展開を示している。

例えば McKoon と Ratcliff (1992)の実験では局在的な結束性が見られないが根底的な結束性が保持された散文の例として「ダイアンの自転車は壊れたが代わりに入手出来なかったので、彼女はグレープフルーツとヨーグルトを買った」という散文を理解して「彼女は減量中である」という結論の理解を求めた。さらに、以上とは逆に局在的な結束が見られても根底的な結束性を欠いた例では、「カーチスの腕の傷は回復の途上であって、大試合の前の練習が必要であった」という文の読後さらに無関連の3文を挿入した後、「だから彼は帰宅して代わりにビデオで自分のサーブを研究しようと決めた」という形で全体としての整合性を欠いた散文の理解をも求めている。これらの結果から、上記の局在的な結束性を損った読書条件では上記の結論への反応時間が少ない結果を得るが、局在的な結束性が

見られない場合には、推論を用いて「彼女は減量中」という文の表象に対応する上記の根底的な結束性の理解するための情報が容易に得られる必要性が指摘された。

散文の閲読者が局在的結束性のみを重視せずに根底的な結束性に注目する傾向を強調した立場の初期の研究としては、SanfordとGarrod(1981)による作業記憶での焦点付けを指摘し得る。この報告は散文の理解に必要なとされる作業記憶の機能として明示的(explicit)及び暗黙的(implicit)な焦点付けを挙げた。前者は閲読文の登場人物に代表される様に散文に明示された表象に、後者はシナリオや背景という形で示されたテキストの記述内容の表象に対応付けられた。前者の変化を示す命題が新たに入力された際には、その変化が後者に写像され、テキストに記述された内容も書き換えられる過程が想定された。この際は暗黙的な焦点付けの変化も不可避となり、文の登場人物の特色付けや位置付けを可能にする情報の内容が先行の文から得られた表象と矛盾したならばその理解は困難とされた。このような焦点付けという発想とその展開は、テキストベースの表象を短期記憶と長期記憶の各々に対応する部位別に結束性の点検を可能にした(例えばGlenbergとLangton, 1992)。

上記のMcKoonなどの研究は、閲読の目標が明確にされた条件下での特定の方略が見られない条件を扱ったものであり(Mannes, p. 586), Sanfordなどの研究では作業記憶における焦点付けの際に必要な基本の方略の様相が明らかでなく、情報の新近性、重要性や登場人物の企図と目標という具体的な選択方略を指摘して作業記憶におけるこれらの展開を強調(例えばFletcher, 1986)していない点を批判し得る。以上を補足し、散文の結束性を理解する目的で読み手が用いる方略と推論の指摘が本項に残された課題となる。

文の閲読者が上記の結束性を理解する過程としてvan DiekとKintsch(1978)は、テキストを構成する命題が入力された際にそれらが作業記憶で保持され、その間に新たな入力と先行の命題との間に何らかの結束性の抽出と統合が試みられること、そこで記憶容量の範囲外となった先行の命題は順次、作業記憶から長期記憶に転写される反復過程を強調する。上記の結束性を保てない命題が入力された際の方略としてはvan Den broek(1990)は長期記憶の検索によってこのような結束の中断に対処し得る知識表象の想起と、作業記憶での統合を指摘している。しかしながら、この方略は個別の知識表象の想起と統合を意図したものであって、単一のテキストとその理解の文脈の操作に論及したものではない。

閲読文の特性に応じた処理とその促進についてはEinstein, McDaniel, OwenとCote(1990)による処理観が挙げられよう。その焦点は散文を学習した結果からは直接に符号化されない情報とその形式であり、内容としては個別の概念や命題などに対応する情報、それらの関連性に関する情報とそれらの処理の区別以外に、処理の困難度が上記の符号化を促進するとの提言が試みられた。具体的な実験操作としては上記の処理の困難度の操作の試みとして、個々の概念や命題の理解と注意の焦点付けを操作する目的で閲読中に質問を挿入する手続きと文章の欠落を補充させる課題の各々を、命題と概念の関係性の理解の困難度の操作にはランダムな順序で提示された文の再構成及び、要約と類似したアウトラインの作成課題を設定した。以上の実験の結果からは、物語文を材料とした際には上記の個々の概念や命題などの材料そのものの処理の負荷となる挿入質問などの操作による促進効果、科学的な説明文の場合は閲読文には明示されない状態で個々の命題を関連付ける機能の情報の必要性と、上記のアウトライン課題がこれらを強化する傾向が強調された。以上は閲読課題の困難度または負荷が特定の記銘努力と再生とを向上させる傾向を強調し得た反面、

再認では再生とは別の記銘努力が活性化される傾向がEinstein 自身によって示唆された。

以上のように散文の結束性を理解する過程で負荷または困難度を加えた際に課題解決に向けた努力が活性化される傾向を指摘した例では、マクロ構造の処理の促進 (E. Kintsch, 1990)、先行オルガナイザーの効果以上に多様な視点や文脈を与えて提示された概念相互間に多様な関連付けを行い、概念の活性化の様相を多様化した例 (Trabasso と Sperry, 1985) が挙げられよう。このような形で散文の理解を困難にした条件下で推論が活性化される過程についての実験的な検討の試みが本章の基本的な課題となる。

1-1-3. コネクショニズムに従った結束性の問題

散文の表象が結束性を得られない場合に見られる推論については前項でその概略を述べたが、その推論を規定する原則としてのコネクショニズムについて若干の展望を試みる事が本節の残された課題となる。河原(1997)の展望では、類推は上記の関係性のシステムの写像に代表される構造依存的な過程であって、従来のコネクショニズムの立場では扱い難いとされた反面で表象の補完、類似性に従った一般化などコネクショニズムの発想の下で柔軟に操作しやすい領域をも対象とする点が強調されている。以下では上記の操作が結束性の理解に与える効果に関して若干の展望を試みる事が本項の課題となる。

上記の河原による展望の基調は最初に類推のサブプロセスとして目標領域の表象、長期記憶から基礎領域の検索、写像と正当化を挙げたほか、これらが再帰的に統合される必要性の指摘を挙げ得よう。ここで提唱された再帰的ネットワークはシステムの内的状態、またはレイヤー（情報を描いた層）において活性化パターンを保持し、次の層の入力の際の文脈として付加する過程を想定している。2番目に類推的思考を類似、構造と目的という多重的な側面と理解して、それら相互間の制約を同時に処理する過程でコネクショニズムに従ったモデル化、河原による定義では比較的単純な単位が相互に結合し、活性値をやりとりする間に全体として意味のある動作をするシステムとして扱う可能性を示唆したこと、3番目の指摘として上記のコネクショニズムに近い視点から類推の柔軟性を指摘する手段として類推を高次知覚モデル (Hofstadter と Mitchell, 1995) で説明する立場と問題解決型の類推 (Holyoak と Thagard, 1995) との対比の試みが挙げられる。具体的には、前者は Copy-cat というモデルで状況からの圧力に応じた概念の置き換えを強調して類推の柔軟性を示唆する。例えば、 $abc \rightarrow abd$ の変化に対応して $ijk \rightarrow ijl$ という解答を行った後で $aabc \rightarrow aabd$ という変化に対応して $ijkk$ に対する変化を求めた際は $ijll$ という答えが得られる。理由として、最初に用いられた方略は右端の文字をアルファベットの次の文字に置き換える手続きであったが、次の問題では右端の文字の重複に注目して重複した文字の置き換えが試みられた。ここでは文字の概念が文脈の圧力に従って重複した文字の集団に置き換えられた点が強調されたが、この様に状況の圧力に応じて概念間の置き換えを可能にする機構に類推の柔軟性を求めた点に上記の copycat の特色を指摘し得る。他方、問題解決型の類推モデルでは検索よりも写像過程に注目したモデル作成にその特色が求められる。ここでは基礎領域と目標領域との対応関係に関する仮説とその成立に関する制約が重視される。その制約は命題の述語相互間の関係を規定する構造的整合性と写像における 1 対 1 対応関係に代表される内的制約と、意味的な類似性に代表される外的制約とが区別され、さらにこれらに従った制約のネットワークで高い活性値を保ち得たリンクが写像関係であるとの指摘 (Thagard と Holyoak, 1989) が基本とされる。この様な写像過程に関しては、河原による

展望ではこれらが文法的に可能な組み合わせの力まかせの検索であって、人間の被験者の解答に対応したものでないとの批判が試みられている。以上、河原の展望はコネクショニズム・モデルが捉える動的で複合的な規則性の一部として写像過程を重視し、類推モデルの対比を行った反面、写像過程における情報の圧縮と単純化並びに活性値のやりとりの全てを上記のモデルで説明したHinton(1991)などの立場に論及しないほか、上記の写像以外の段階については結束性が類推に与える効果の指摘が不十分な点をも示唆し得よう。

結束性が類推に与える効果をコネクショニズム・モデルで説明するための手がかりの探索が本項の残された課題となる。この点に関しては、Seifert(1995)が類推における先行経験の想起とその文脈または処理の目標が果たす役割を強調した例を最初に挙げ得よう。具体的には、基礎領域の想起においては処理の目標から導かれた入力解釈、焦点付けと企図の理解に代表される処理制御機能以外に、これと相互作用する機能としてコネクショニズム・モデルに従った重み付けによる表象の活性化と抑制の機能が挙げられた。上記のネットワーク構造を特徴としたコネクショニズム・モデルの中でSeifertは自らの提唱した上記の目標が効果を示すための条件として入力の諸様相の取捨選択の操作(p.117)を挙げた。

コネクショニズム・モデルに従った類推成立の条件を指摘した例としては、Barnden(1995)による作業記憶の機能の強調が挙げられよう。従来のコネクショニズム・モデルに従えば作業記憶は上記のレイヤー上の活性化のパターンに、長期記憶における知識の符号化はネットワーク上のリンクの重み付けにそれぞれ対応すると考えられた(p.350)。これに反してBarndenは上記の重み付けが作業記憶でも可能となる傾向を強調し、基礎領域と目標領域の表象の各々がその類似性に従って照合される過程を想定した点に独自性を指摘し得る。

上記のBarndenの結論をも含めて、コネクショニズム・モデルに従った場合に類推の促進を示し得た理由として、規則そのものとその適用に必要とされる可塑性(p.370)が強調されたが、類推における符号化においてコネクショニズム・モデルに従った一般化は未だに無力である現状(HolyoakとBarnden, 1995)を考えた際は、上記の結束性を操作する過程でこの様な可塑性をも含めた一般化のモデルを導入するにはより慎重な条件設定が必要となる。

1-1-4. 総括：類推が命題相互間の結束性を高める機能

前項では類推が果たす一般化の機能を強調したのに引き続き、上記の一般化と単純化の機能の問題点の指摘が本項の課題となる。数学教育の観点からDreyfusとEisenberg(1996)は多くの複雑な課題に対処する過程で類推の一般化と単純化の機能が可塑的な思考を可能にした効果を評価(p.262)している。しかしながら、この視点の不備としては、類推を成立させる際に不可欠な意味の同一性、具体的には特定の観点に従って基礎-目的領域間に想定された意味的な同一性とその操作的な定義への配慮が欠けた際には類推が単なる当てはめとなる可能性(鈴木, 1997, p.84)についての配慮と操作に欠けた点をも指摘し得よう。

以上より、類推が散文理解における結束性を補償する効果を示す過程を明らかにする手段としては、鈴木が指摘する様に基礎領域と目標領域とが同一のカテゴリーの事例という関係性を示すための抽象化が注目に値しよう。ここで指摘された抽象化は一般化とそれに従った演繹とは一線を画した点がその特徴をなしている。具体的には、鈴木モデルは演繹の基本となる一般性を成立させる規則性に関する制約を重視し、一般性を保障する変数の検索・確定とその解釈並びに課題場面と変数との対応付けの困難さが抽象化の制約を生

じる傾向を強調した点にその特徴を指摘し得よう。鈴木の種類推モデルでは、以上の観点から、目標達成を意図した特定視点に従った抽象化と論理的な推論の前提である一般性のみで規定された抽象化とを区別した上で、前者を準抽象化という目標関連の操作と対応付けている。上記の準抽象化モデルは記憶の階層構造とそれに従った焦点付けへの関心から開発されたモデルではあるが、機能的には類推における演繹的掃納という操作を強調した過去のモデル（例えばMichalski, 1989）の実験的な展開とも理解し得よう。

Michalski(1989)は新たな事例を概念に包含する目的で最小限の一般化を行うと同時に、そこで概念そのものの結束性を維持しつつ上記の入力とそれが含まれる概念体系の簡素さを最大限にする企図の下で、概念的な体制化またはゲシュタルト化の試みの基本として概念的結束性を想定する。ここでは概念と事例との照合操作として推論の機能を強調したのみであって、類推そのものには論及していない。以上の概念的な結束性の獲得操作とその過程に対する類推の寄与についての実験的な検討の試みが次節の課題となる。

第2節 散文理解における結束性に対する類推の効果

本節は散文を構成する命題相互間の結束性の理解に対して類推が果たす役割と、教授活動によるその促進に関する実験報告を試み、類推が上記の結束性を補償する傾向を指摘する。

1-2-1. 実験1 先行オルガナイザーと挿入質問による類推の促進

最初に光田(1997a, 未発表)の実験では上記のEinsteinなど(1990)が指摘する様に先行オルガナイザーが文章全体のアウトラインへの規定を可能にするほか、命題または概念相互間の関係性の理解とその困難度を操作する機能を指摘し、挿入質問については個々の概念や命題の理解と注意の焦点付け機能を想定する。この様な仮定の下で上記の先行オルガナイザーが与えられた際には、類推が活性化された結果として結束性が補償される傾向が顕著に示される可能性を検討することが本実験の課題となる。

方法としては、材料文として山本七平著「人材が人材でなくなる時」(プレジデント誌'91.5)より、「スターリンは旧政権の人材を入れ替える事の必要性を正しく理解していたが、方法が極端過ぎて失敗する。旧人材を全て死刑や流刑にする様では、旧政権の要人だけでなく新たに登用された者も萎縮したり反抗して本来の力量を発揮出来ない。反対に、旧日本軍は近代の戦争の教訓よりも元老の唱える精神主義に従って惨敗する。勝敗は限られた駒の取り合いでなく経済力と補給に決定されることが元老には理解出来ないせいである。いくら相手の駒を取っても相手がポケットから新たな駒を出して並べる様では将棋に勝てない。織田信長の政策は斬新ではあったが、古い秩序や制度の意味を理解しないために政権を維持出来ない。寺を焼いたり将軍を追放する様では古い秩序を用いて自分を守れない。信長に逆らう者を将軍や仏教への反逆として罰する理由が無く、体制維持の名目が無いならば力で制圧せねば政権は維持出来ない。豊臣秀吉も体制維持の困難差を理解せずに滅びる。旧人材の処遇を考えずに、旧秩序を無視して閥白に昇進すれば古い秩序の中で生きた者が背く。徳川家康は過去の支配者の失敗から多くを学んでその成果を自らの政権の安定に役立てる。将軍という低い地位にいて一応は古い権威を尊重する姿勢を示しながら、自らの正当性を主張する。加賀藩主は戦国時代からの重臣や老臣を農村から排除して時代に適した農村経営を試みる。そのために家臣の農地と管理権を没収して農村から絶縁し、その代わりに俸禄米を支給して彼らを農村から追放して人材の入れ替えに成功する」

という41文、計2400字程度を1文ずつ被験者ペースで画面で閲読させた。被験者の1/3は「この文は新旧の人材の処遇が組織の指導者の明暗を分ける」との先行オルガナイザーを、次の1/3は閲読文の各文節の後で計4点の挿入質問を、残る1/3には教授活動は与えられない。被験者は徳島大学総合科学部1年生29名が個別に参加した。彼らは散文の閲読と閲読後に上記の登場人物相互間の主観的な類似性の5段階評定値とその確信度の5段階評定値の各々を求められたほか、その反応時間の記録を行った。さらに閲読文とは無関係の類推課題として、「涼しいの寒いに対する関係は風のそよ風、風力、台風、風車のいずれに対する関係か、正しい項目をマウスでクリックせよ」という例で示される課題系3題及び、閲読文の逐語再認と推理再認課題を計6題の各々に対してマウスを用いて正反応の指摘を求めたほか、課題のそれぞれに対しては反応の正しさに関する主観的確信度の5段階評定値をマウスで入力させた。

結果として最初に上記の教授活動の3条件毎に類似性評定値のクラスター分析を行い、そこで得られたクラスター内外の平均反応時間を求めた結果が下の表1である。

表1 教授活動と主観的類似度のクラスター別に見た反応時間

	先行オルガナイザー	挿入質問	教授活動なし
クラスター外	9.125sec.	23.857sec.	23.667sec.
内	4.550sec.	7.000sec.	4.222sec.

以上並びに分散分析の結果より、先行オルガナイザー条件下ではクラスター内外での反

1. スターリン、2. 日本軍、3. 織田信長 4. 豊臣秀吉 5. 徳川家康 6. 加賀藩

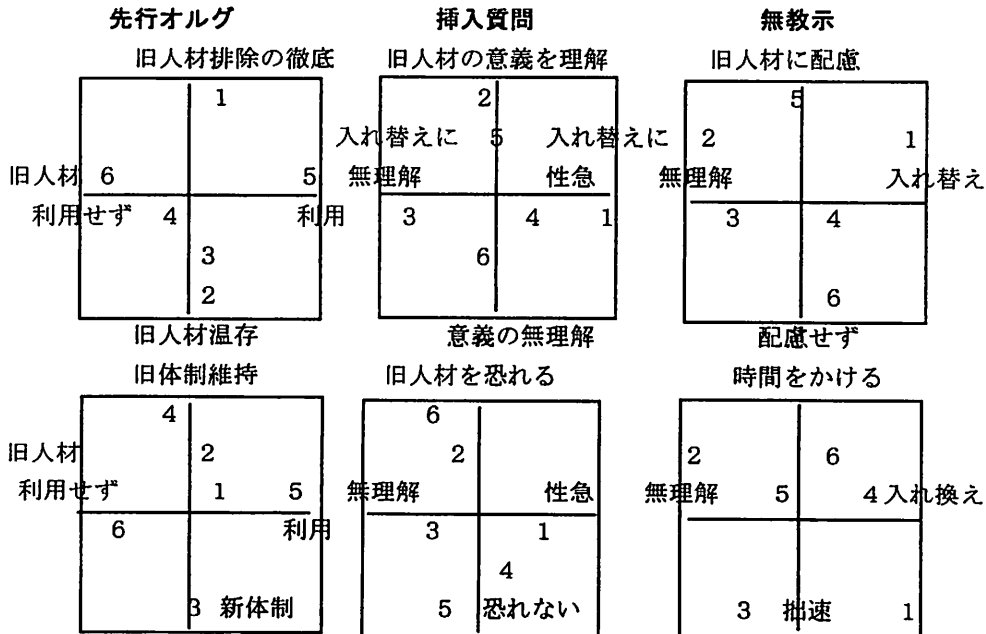


図1 類似性判断結果のINDSCAL分析結果

応時間の差が得られない傾向が示された。以上と文全体の結束性との対応が課題となる。

次に閲読とは無関係の類推課題の達成成績と文の逐語再認成績の相関係数値を求めた結果、先行オルガナイザー、挿入質問と無教示の各条件別に $r = .590, -.202, -.067$ という相関係数値が得られたほか、共分散分析の結果からは上記の先行オルガナイザー条件下では挿入質問条件または教授活動の与えられない場合以上に相関係数値が高い結果が得られた。

教授活動の各条件別に得た類似性評定値についてINDSCAL分析を試みた結果が図1である。

以上の結果からは、Einsteinなどが指摘する様に先行オルガナイザーによって文全体の結束性が向上させられる場合には、閲読と無関係の類推が文の再認に寄与する傾向を指摘し得るほか、教授活動の条件別に見た反応時間の差が示す様に、先行オルガナイザーの促進効果はクラス内という部分的な結束性に関しては顕著には示されない傾向を指摘し得る。

この様に類推が文全体の結束性の理解に寄与する傾向に注目した際には、上記の先行オルガナイザーのみでなく閲読後に与えた要約によっても類推が促進され、散文全体としての結束性の欠如に対する補償が可能とされるか否かの検討が以下での課題となる。

1-2-2. 類推による結束性の補償を促進する教授活動

光田(1997b, 未発表)は上記の類推の促進を試みる目的で、先行オルガナイザーの提示と文の閲読後にオルガナイザーと同一の文を要約として与えた条件との比較を試みた。

方法としては、材料文として「No.2の人間学」(ザビグマン誌, '91.11)より「組織のNo.2が生きるため条件を挙げた」の先行オルガナイザー及び「源義経は次期のトップの気配を感じさせて失脚し、豊臣秀吉の弟は兄を補佐する実務家に徹底して戦国武将のまとめ役として政権維持に貢献した。足利尊氏の弟は野心のない実務家であるが兄と争う事態となる。周恩来はトップへの野心を否定した補佐役に徹底して生き残り、黒田如水は策士で野心家であるゆえに引退させられる」という40文,1750字(「No2」文)及び、山本七平著「日本における人望の条件」(will誌 '83.4)より「日本の首領はピラミッド型でなく合意と相互契約によってブドウの房型の集団を統率する」という先行オルガナイザーと「西欧の雇い兵は宣誓によって無頼の盗賊を組織したピラミッド型の組織である。これに近いものは信長がヘッドハントした部下に組織させた軍隊のみである。大抵の戦国大名は地元の有力者の連合体から推されねば指導性を発揮出来ない。強力な一揆集団でもその結束の基本は相互契約の原則である。ワンマン社長を解任したのは株主でなく社長の側近で組織した役員会である。元首相は派閥のまとめ役に徹底したためにその指導性を疑われて失脚する」という41文,約2100字(「派閥」文)の2点の説明文を電算画面に1文ずつ提示して被験者ペースでの閲読を求めた。被験者は徳島大学総合科学部3年生32名が個別に参加した。その1/3は上記の先行オルガナイザーを、次の1/3は上記のオルガナイザーと同一の文を閲読後に、残る1/3は教授活動は与えられない。散文の閲読後に与えられる類似性の5段階評定とその確信度の5段階評定、閲読内容の再認テスト、閲読とは無関係の類推能力テスト並びに歴史と読書の苦手意識の5段階評定の手続きは全て前項で述べた実験の場合と同様である。

結果として、最初に逐語再認と推理再認とを込みにして再認テスト成績と類推成績との相関係数値を求めた結果が表2である。相関係数値と共分散分析の結果からは、教授活動が与えられない条件下では閲読文の再認と類推能力テスト成績との相関係数値が高い傾向を示す。以上より、教授活動によって文全体の結束性を高める機会がない場合には、前節

で指摘した様に意図的な類推が活性化され、文全体の表象の構成とその再認に寄与する可能性を示唆し得よう。この点が下記のパス解析の課題となる。

表2 教授活動の条件別に見た閲読内容の再認と類推テスト成績との相関係数値

	「No.2」文	「派閥」文
教授活動なし	$r = .461$	$r = .537$
先行オルガナイザー	$r = -.172$	$r = -.168$
閲読後にオルガナイザー	$r = -.198$	$r = -.474$

教授活動の条件別に上記の類推をも含めた変数相互間の相関関係を求めてパス解析した結果が図2である。

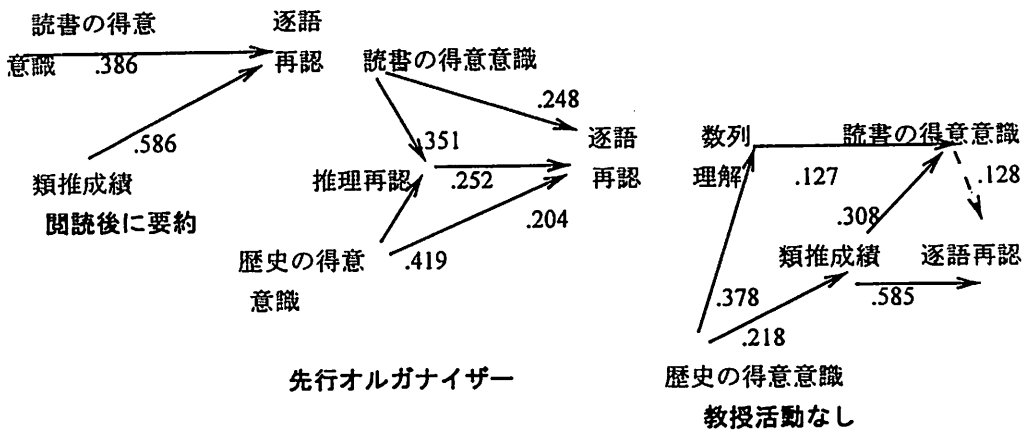


図2 教授活動の条件別のパス解析結果

以上に示す様に、先行オルガナイザーを与えた条件下では類推成績が閲読内容の再認に正の寄与を示す結果が見られない。これらはオルガナイザーを与えた条件での類推では抽象的な基礎領域の情報によって文全体の結束性の理解に明確な方向を示す結果であり、鈴木(1996)が指摘する様に特定の閲読目標に従った抽象化と具体化とを求める教授活動となること、従って閲読文の表象の再認に対する類推の寄与が示されない可能性を想定し得よう。

類似性評定値のINDSCAL分析して教授活動の条件別に示した結果及び、クラスター分析によって登場人物相互間の主観的なまとまりの程度を図示した結果の一部が図3である。

さらに教授活動と課題の条件別にクラスター内外の反応時間求めた結果が表3である。

表3 教授活動と再認課題別に見たクラスター内外の反応時間(「No.2」文)

	クラスター内	クラスター外
教授活動を与えない条件	7.50sec.	19.00sec.
先行オルガナイザー条件	4.00sec.	11.00sec.
閲読後に要約	5.00sec.	9.00sec.

以上並びに分散分析の結果からは、同一のクラスターに位置付けられた登場人物相互間の類似性判断の反応時間は教授活動が与えられた条件下で減少する傾向以外に、閲読後に

文章全体の要約が与えられた条件下では反応時間の減少を指摘し得よう。この結果は上記のMcKoonなど(1992)による結論の付加に伴う文全体の結束性の向上とそこで得られた反応時間の減少とも対応させられよう。以上並びに上記の表2に示す様に閲読後に文全体の要約を与えた条件下では類推成績と閲読内容の再認成績との相関係数値が低い傾向をも併せて考えた際には、この条件下では文全体の結束性が向上させられた結果として自発的な類推によって結束性を補償する必要がないこと、従って上記の類推成績と再認成績全体との直接の相関関係が見られないが、図2のパス解析結果に示す様に、閲読文の逐語的な表象の再認には類推が寄与する傾向をも指摘し得よう。この結果に関しては、閲読後に要約が提示されて文全体の結束性が得られた場合にはそのマクロ構造の表象が形成され、そこから逐語的な表象が検索される過程をも想定し得よう。そこでは類推機能が活性化されて上記の逐語的な表象の検索を促進する可能性も想定し得よう。この様な逐語的な表象の検索における類推の寄与が想定される事態を避けて類推による結束性の補償過程を明らかにすることが次章以下の課題となる。以上の目的で第2章では数学文章題の達成過程における類推の寄与とその発達的变化の様相を明らかにすることが課題となる。

第2章 数学文章題の達成過程における類推の寄与とその年齢差

数学学習は学習すべき表象が構造化されて結束性を備えたネットワークへの組み入れであり、そのネットワークは類似性、差異と包含等の関係性によって成立する(HiebertとCarpenter, 1992)ほか、その教授活動の課題は上記のネットワークの構築の促進のみでなく知識構造を用いた推論と課題解決手続きの再構成にある(SteinerとStoeklin, 1997)と言えます

1. 源義経、2. 周恩来、3. 秀吉の弟 4. 元就の弟 5. 尊氏の弟 6. 黒田如水

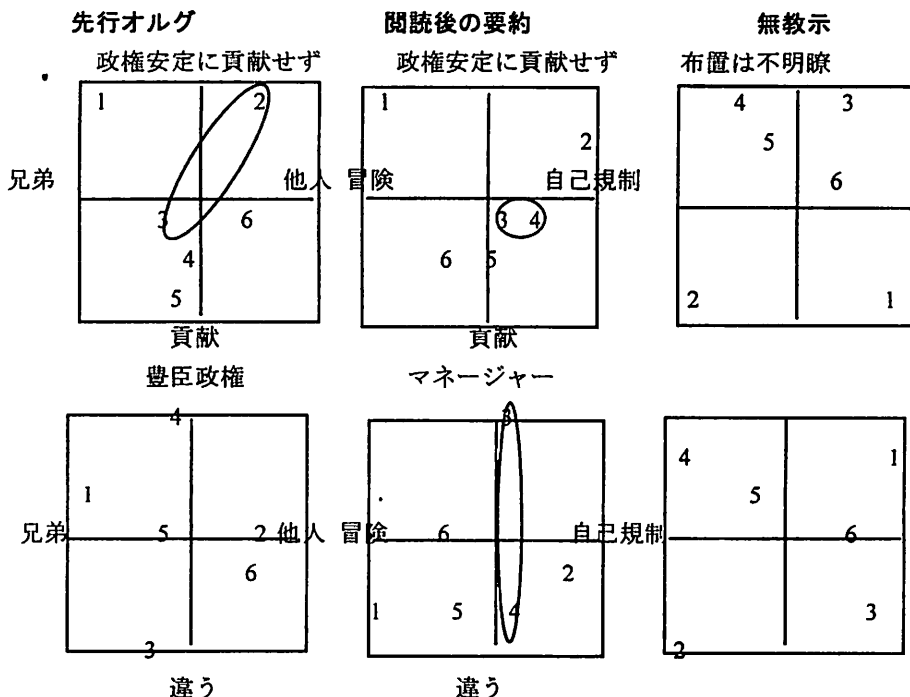


図 3 類似性判断結果のINDSCAL分析結果

よう。以上の観点から本章第1節では数学文章題の理解における結束性とそれを補償する類推の機能について文献展望を試みるほか、第2節では最大公約数の学習における類推の寄与を明らかにする目的で中学生と大学生を被験者とした実験を試み、表象操作の年齢差を指摘する。以上の指摘を通じて文章題を構成する命題の統合とそれを補償する類推の機能を強調する事が本章全体としての課題となる。

第1節 算数文章題を構成する命題の結束性

2-1-1. 文章題の結束性とその理解に関する最近の指摘

数学学習と課題解決は本来上記のネットワークに従った数量的な知識の利用と推論に従って行われるべきであるにも関わらず、記号操作の機械的な適用に終始する傾向は多く指摘されている。このような事態を避ける目的で、Hiebert (1988)は数とその記号体系が日常の具体的な対象に結び付けて操作され、さらにその操作のアルゴリズムが洗練された形でより複雑な課題に適用される必要性を強調する。このような構想は文章題達成の失敗の原因を数量的な構造的な未発達(例えばOkamoto, 1996; Case, 1985)または部分-全体関係の理解に代表される論理と数学知識自体の欠陥(例えばRiley とGreeno, 1988)に求める立場及び、文章題自体の理解を扱った下記の諸研究並びに文章題の理解成立の条件となる作業記憶などに焦点付けられた研究(例えばCoony とSwanson, 1990)と比較して方法論的な厳密さに欠け、電算モデル化(LeBlancと Weber-Russell, 1996)や教授活動の基調として引用され難い。

文章題自体の理解を扱う立場では、算数文章題について前章第1節2項で述べた様な命題の結束性を扱う諸実験(Trabassoなど, 1985)以外にも文章題の表現を変化させる方法(例えばCummins, 1991)が挙げられよう。これらの諸研究は課題解決過程と方略の具体化を行い得た現状とは言えない傾向は上記のLeBlancなどの論文でも示唆された(p. 358)ほか、文章題の表象に対してイメージ、命題または図式などを用いて抽象化の水準を異にした処理が行われる過程に関してもさらに詳細な検討の必要性を指摘し得よう。本章第2節の実験はこの点の検討をも意図したものである。ここではCase(1985)の指摘する様な先行する構造と手続きが反復される再帰的な構造的な理解について検討する。実験の目標は最小公倍数と最大公約数の基本的特性の理解における類推の寄与を示すことであり、数学的な下位技能と並んで類推とイメージ操作能力の寄与の程度とその年齢差を図式化する事である。

2-1-2. 文章題達成過程における操作と構造の理解

多くの数量的な操作が一般化されて抽象的な数学的概念の成立に至る過程としてSfard (1994)は操作過程と構造との二元説を提唱する。具体的には $4(y+6)+2$ という数式は一定の計算手続きではあるが、 y に対応する数値が明らかでなくても上記の手続きに従った計算結果である数値に対応すると考えられる際にはこれは同時に対象として扱われる。さらに上記の y の数値の変化を伴ってこの手続きが反復されるならば、この数式は函数という形で一般化され、構造化された対象となる。Sfardの指摘する数学的概念の成立過程では、以上に示した様に最初に上記の操作的な概念が成立した後、上記の関係性や構造的な表象が成立する事、その段階として個々の操作の習熟とその表象の内面化、その体制化による操作の効率化と上記の函数関係の理解とその抽象化を経た効率的な使用が挙げられる。

Mason(1989)の実験は、上記の抽象化とその発達の特色を具体的な対象とその図式的表象次に対象の象徴を操作した経験に求め、一般化した形での操作及びその転移が可能な対象へ

の写像への過程を重視する。上記の抽象化と構造化の発達に関しては、EnglishとSharry (1996)はその端緒を数式等の数学的に構成された対象を操作する手続きとその探索の経験に求めている。この様な一連の操作の経験が結束性を持つ表象として一般化された場合には、抽象化された形で操作可能となった表象を用いて新たな数学学習が可能と考えられた。ここでは操作される対象そのものと操作または演算の手続きの双方に注意の焦点付けが可能となるほか、個別の課題の達成過程で必要とされる操作手続きに共通する関係性や構造性と類似性に従った類推の活性化が重視された (p. 141)。上記のEnglish などによる報告で指摘された様に、関係性の理解とそのモデル化に従った類推とその成果の一般化とが行われた場合は理論構成が可能であるほか、その年齢発達についても最初は数式の表層的な類似性に規定された類推が、次いで公式の一般的な特性に関するメンタルモデルの構成が試みられ、次にこのモデルを用いた公式の発見と適用が指摘された。次項では、最大公約数と最小公倍数を題材として上記の数量的な関係性またはその抽象的な構造性 (SfardとLinchevski, 1994)の理解における類推の寄与とその年齢差の指摘が直接の課題となる。

第2節 最大公約数と最小公倍数の理解における類推の寄与とその年齢差

数学課題の構造の理解の基本が特定の目標への焦点付けとそれに適合した事例の検索である (Vollmeyer, Burns, Holyoak, 1996)ならば、課題解決に必要で適切な操作とその表象とが体制化された形で活性化されねばならない。しかしながら、前項で述べたネットワークモデルは、数量的な表象相互間の質的な関連性が検索される過程の内省報告に依存 (SteinerとStoecklin, 1997)し、類推機能そのものの寄与を明らかにし得ない。さらに上記の諸研究も類推能力そのものが課題の結束性を補償する過程を具体的に捉えてはいない現状では、教授活動と被験者の年齢差による上記の補償過程の検討が不可欠となる。

以上の目的で光田 (未発表)は最大公約数を扱った文章題に示された数量的な関係性を図式的に表現し、これらに対応する表象を既得の数量的な表象のネットワークから検索する手続き (Thompson, 1990)に準じた手段で表象の結束性とその補償に関する検討を試みた。

方法としては図4に例示する様な形で3と2の倍数とその系列を電算画面に図示し、その説明文の内容としてこの図の系列の中央に位置付けられた数が最大公約数または最小公倍数である事を述べた計12画面を提示して、被験者ペースでの閲読とタッチパネル(NEC-PC-9873L)による画面の入れ替えとを求めた。被験者は鳴門教育大附属中学1年生24名(男女ほぼ等数、最大公約数の概念は履修済み)及び徳島大学1年生22名が個別に参加した。各学年共に半数の被験者には上記の説明文の閲読中に挿入質問(例:最小の約数は1、最大の約数は自分自身か)計4点が与えられ、残る半数には挿入質問は与えられない。これらの説明文の閲読後には筆者のこれまでの発表(光田, 1995; 1996)の場合と同様に、人形及び単語と数系列を用いた類推テスト、定量推理、十進法の理解テストを与えた以外に約数と最大公約数並びに最小公倍数の理解を求めたテストで上記のタッチパネルによる反応を求めた計11画面を提示して選択肢への反応を求めた他、その各

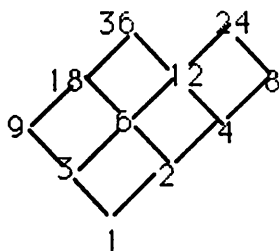


図 4 図示した最小公倍数

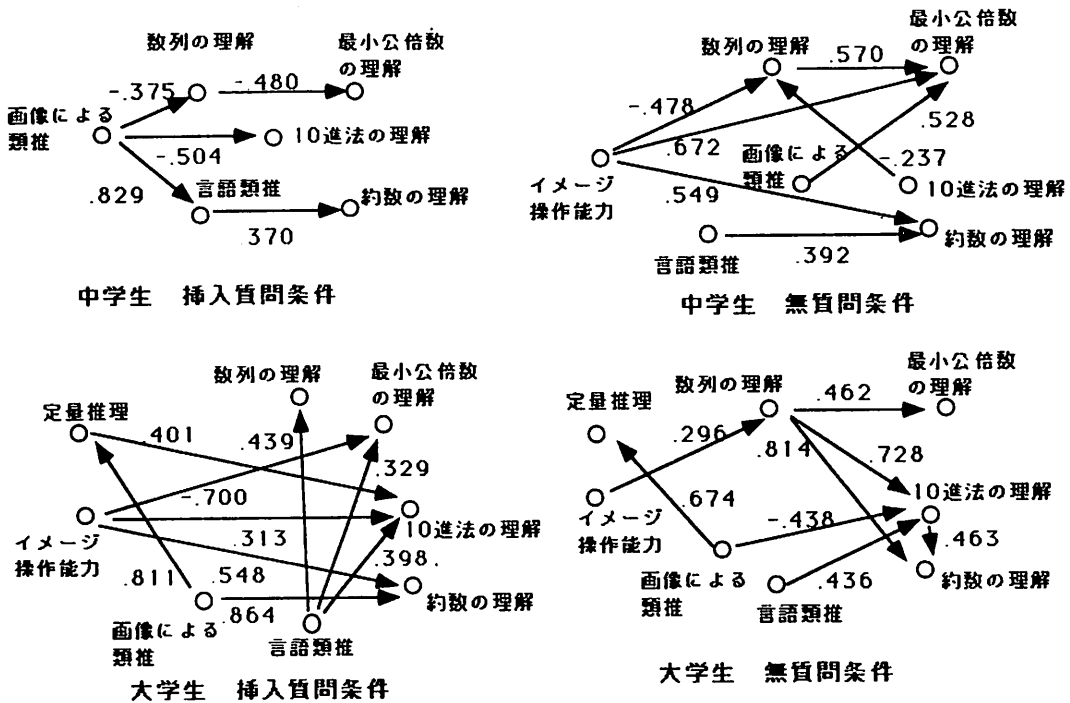


図5 被験者と挿入質問の条件別に見た変数間の因果関係を示すパスダイアグラム
 反応の確信度の3段階評定値をもタッチパネルで入力する様に教示が与えられた。

結果として、最初に上記の各テスト項目への選択反応とその各々の確信度の入力結果から正反応と誤反応との弁別の指標を求め、被験者と挿入質問の条件別にパス解析した結果が次ページの図5である。以上の結果からは、図5の上のパネルに示す様に中学生では無質問条件下で公約数の理解に対するイメージ操作能力の寄与を、大学生では逆に挿入質問が与えられた条件下でイメージ操作能力の寄与を指摘し得た。以上の結果からは、年少の被験者では課題に対する直接の反応としてのイメージ操作と、年長の場合は教授活動に対するメタ認知反応としてのイメージ操作（光田, 1994）の寄与を指摘し得よう。

公倍数の概念の理解に到達する過程に必要な下位技能の統合またはこれらの表象の結束性という視点から上記の結果を考えた際、イメージ操作は具体的ではあっても状況を分析する思考には適合しない(DreyfusとEisenberg, 1996, p. 273) 傾向を強調し得る。図5に示した様に数列の理解の説明変数について考えた際、中学生では上記のイメージ操作と画像（人形の絵）による類推のいずれもが負の因果関係を示す一方、大学生では言語による類推と上記のイメージ操作のいずれもが正のパスを示している。さらに数列の理解が最小公倍数の理解に対する説明変数となる過程では右下のパネルに示す様に、大学生のみが全て正のパスを示し得た。さらに類推が最小公倍数の理解に寄与する傾向としては、中学生の無質問条件下では画像を用いた類推、大学生では挿入質問条件下で言語を用いた類推のそれぞれの寄与を指摘し得た。以上の結果からは、数量的な構造的な関係性を理解して

再帰的に同一の手続きを反復して最小公倍数の理解に到達する過程では、年少の被験者はイメージ依存の状態であって、類推能力が表象または命題の結束性を補償する過程も類推課題の提示モダリティに規定される傾向を指摘し得よう。以上より、イメージ操作能力が類推の文脈を指示する機能を示唆し得よう。

上記の得点の共分散分析の結果からは、図形（人形）を用いた類推と公約数の理解との相関は大学生の方が有意に高い傾向が指摘し得た。さらに定量推理（早さ、時間と距離の関係を理解する課題）と約数の理解との相関関係についても上と同様の結果が示された。以上の結果からは、数学的思考の効率化には多様な表象が並列的に活性化されてそれらの可塑的な結合が可能となるべきことのほか、その結果として数量的な関係性と構造的な表象が課題の具体的な様相とは独立した抽象的な形で操作される状態が数学的な概念化の基本（Dreyfus, 1991）であること、従って類推能力が数学文章題の理解と課題達成に寄与する際も課題のモダリティとの独立がその基本となる可能性を強調し得よう。

第3節 総括—類推の機能の効用と限界

上記の散文理解の実験結果に関しては、教授活動が与えられない条件下では閲読とは無関係の類推と散文理解の成績との相関係数値が高い傾向を指摘したほか、最小公倍数の理解における類推能力の寄与としては大学生では挿入質問条件下で言語による類推が、中学生では無質問条件下で画像による類推が最小公倍数の説明変数となる結果を指摘し得た。

他方、基礎領域の選択と写像のいずれかの不適正さは類推の失敗を生じる（例えばBen-Zev, 1996, p. 61）可能性が指摘され、前者は推論とその結果の間違った適用を、後者は基礎領域から目標領域に不適切な写像を行う操作に対応付けられている。これらの操作は類推の失敗を生じる反面、必ずしも命題や数量的な表象相互間の結束性や透明性を損なう結果に結び付かない点を指摘し得よう。さらに数学学習における類推の機能は上記の規則性を手続き化して一連の行動の図式またはスキーマの形で写像する過程で顕著に示される（例えばNovickとHollyoak, 1991；Anderson, 1993）現状をも考えた際は、上記の散文理解と文章題達成過程で示された結束性とそれを補償する類推には閲読内容の概念的整合性と数量的構造的に正しく焦点付けられた教授活動が必要であり、数式の表層的な類似やそれらの言語表現に関する結束の度外視と規則性の表象のみを操作する必要性を強調し得よう。例えば数学文章題の達成過程では上記のスキーマが活性化されるべき事態として変数や定数への対応が挙げられた（Sebrechts, Enright, Elliot-Bennett とMartin, 1996）。ここでは具体的な手続きによる解決なら可能な被験者でもより抽象的な数式と複数の変数相互間の関係性に対しては結束性のある表象の活性化と上記のスキーマの適用との困難さが示唆された。

類推の教授過程については発達段階に応じた類推の下位過程の理解とそれらの相互作用並びに類推の誤りの典型の実験（NicholsとMittelholtz, 1997）が検討課題として残された。

文献
秋田喜代美 1990. 文章理解. 内田伸子（編） 新児童心理学講座第6巻 言語理解の発達
東京：金子書房. p. 111-147.

秋田喜代美 1996. 科学的認識・社会的認識の学習と教育. 大村彰道（編） 教育心理学I
発達と学習指導の心理学. 東京大学出版. pp. 63-88.

Albrecht, J. E., & O'Brien, E. J. 1993. Updating a mental model: Maintaining both local

- and global coherence. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 1061-1070.
- Anderson, J. R. 1993. *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Barnden, J. A. On the connectionist implementation of analogy and working memory meaning. In A. Barnden & K. J. Holyoak (Eds.), *Advances in connectionist and neural computation theory. vol. 3. Analogy, Metaphor, and Reminding*. Chap. 8 Norwood, NJ: Ablex. pp. 327-374.
- Beck, I. L., & McKeown, M. G. 1991. Substantive and methodological considerations for productive text analysis. In J. P. Shaver (Ed.), *Handbook of research on social studies teaching and learning* (p. 496-512). New York: McMillan.
- Ben-Zeev, T. 1996. When erroneous mathematical thinking is just as "correct": The oxymoron of rational errors. In S. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. chap3. p. 55-79
- Britton, B. K., & Gulgoz, S. 1991. Using Kintsch's computational model to improve instructional text: Effects of repairing inference calls on recall and cognitive structures. *Journal of Educational Psychology*, 83, 329-345.
- Case, R. 1985. *Intellectual development: Birth to Adulthood*. New York: Academic Press.
- Cooney J. B., & Swanson, H. L. 1990. Individual differences in memory for mathematical story problems: Memory span and problem perception. *Journal of Educational Psychology*, 82, 570-577.
- Cummins, D. D. 1991. Children's interpretation of arithmetic word problems. *Cognition and Instruction*, 8, 261-289.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. 1983. Individual differences in integrating information between and within sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and Cognition*, 9, 561-584.
- Dreyfus, T. 1991. Advanced mathematical thinking processes. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking*. Dordrecht, Netherland: Kluwer. p. 25-41.
- Dreyfus, T., & Eisenberg, T. 1996. On different facet of mathematical thinking. In R. J. Sternberg, & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. chapter 9. p. 253-284.
- Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Owen, P. D., & Cote, N. C. 1990. Encoding and recall of texts: The importance of material appropriate processing. *Journal of Memory and Language*, 29, 566-581.
- English, L. D., & Sharry, P. V. 1996. Analogical reasoning and the development of algebraic abstraction. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 135-157.
- Fletcher, C. R. 1986. Strategies for the allocation of short-term memory during comprehension. *Journal of Memory and Language*, 25, 43-58.
- 深谷 優子 1997. テキスト学習研究. 文部省科研報告書 (代表者 大村彰道, 課題番号 064451022). p. 88-96.
- 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.
- Hinton, 1991. *Connectionist symbol processing*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hiebert, J. 1988. A theory of developing competence with written mathematical symbols. *Educational Studies in Mathematics*, 19, 333-355.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. 1992. Learning mathematics with understanding. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan. pp. 65-97.
- Hofstadter, D. R., & Mitchell, M. 1995. The copycat project: A model of mental fluidity and analogy making. In J. A. Barnden & K. J. Holyoak (Eds.), *Advances in connectionist and neural computation theory: vol. 2. Analogical connections*. Norwood, NJ: Ablex. pp. 31-112.
- Holyoak, K. J., & Barnden, J. A. Introduction. In A. Barnden & K. J. Holyoak (Eds.), *Advances in connectionist and neural computation theory. vol. 3. Analogy, Metaphor, and Reminding*. Norwood, NJ: Ablex. pp. 1-27.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. 1989. A computational model of analogical problem solving. In S. Vosniadou & A. Orthony (Eds.), *Similarity and analogical Reasoning*, Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. 1995. *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 河原 哲雄 1990. 認知過程のコネクショニスト・モデル. 文部省科研報告書 (代表者 大村彰道, 課題番号 064451022). p. 23-34.
- Kintsch, E. 1990. Macroprocesses and microprocesses in the development of summarization skill. *Cognition and Instruction*, 7, 161-195.
- Kintsch, W. 1988. The use of knowledge in discourse processing: A construction-Integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- Kintsch, W. 1993. Information acceration and reduction in text processing: Inferences. *Discourse Processes*, 16, 193-202.
- Kintsch, W. & van Diek, T. A. 1978. Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- 小嶋恵子 1996. テキストからの学習. 波多野誼余夫 (編) 認知心理学 5 : 学習と発達 東京 : 東京大学出版. p. 181-202.
- LeBlanc, M. D. & Weber-Russel, S. 1996. Text integration and mathematical connections: A computer model of arithmetic word problem solving. *Cognitive Science*, 20, 357-407.
- McKoon, G., & Ratcliff, R. 1992. Inference during reading. *Psychological Review*, 99, 440-466.
- McNamara, D. S., Kintsch, E, Songer, N. B., & Kintsch, W. 1996. Are good texts always better? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text. *Cognition and Instruction*, 14, 1-43.
- Mannes, S. 1994, Strategic processing of text. *Journal of Educational Psychology*, 86, 577-588.

- Mannes, S., & Kintsch, W. 1987. Knowledge organization and text organization. *Cognition and Instruction*, 4, 91-115.
- Mason, J. 1989. Mathematical abstraction as the result of a delicate shift of attention. *For the learning of mathematics*, 9, 2-8.
- Michalski, R. S. 1989. Two-tired concept meaning, inferential matching, and conceptual cohesiveness. In S. Vosniadou, & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press. Chapter 4. p. 122-145.
- Miller, J. R., & Kintsch, W. 1980. Readability and recall of short prose passages: A theoretical analysis. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 6, 335-354.
- 光田 基郎 1982. 散文の理解と記銘学習における情報処理の方向性について. 徳島大学学芸紀要 (教育科学) 第32巻, 61-72.
- 光田 基郎 1983. 散理解におけるスキーマの効果. 徳島大学学芸紀要 (教育科学) 第33巻, 57-68.
- 光田 基郎 1984. 散文の理解と精緻化された情報処理. 徳島大学学芸紀要 (教育科学) 第34巻, 28-38.
- 光田 基郎 1985. 文章の理解におけるモニタリングの発達について. 徳島大学総合科学部創立記念論文集, pp. 285-304.
- 光田 基郎 1988. 散文の理解と記銘学習におけるモニターリングについて. 徳島大学社会科学研究所, 第1号, 131-164.
- 光田 基郎 1989. 文章課題の解決過程における発達の要因. 徳島大学社会科学研究所, 第2号, 123-156.
- 光田 基郎 1990. 算数文章題の解決過程における発達の要因. 徳島大学社会科学研究所, 第3号, 127-163.
- 光田 基郎 1991. 算数文章題の解決過程における空間表象の効果. 徳島大学社会科学研究所, 第4号, 133-169.
- 光田 基郎 1992. 散文と空間表象の理解における知識利用. 徳島大学社会科学研究所, 第5号, 181-216.
- 光田 基郎 1993. 類推と空間処理における知識利用. 徳島大学社会科学研究所, 第6号, 203-239.
- 光田 基郎 1994. 類推と知識操作における空間表象の効果. 徳島大学人間科学研究, 第1巻, 53-78.
- 光田 基郎 1995. 説明文理解における図示と類推の効果. 徳島大学人間科学研究, 第2巻, 1-25.
- 光田 基郎 1996a. 類推成立における図示と教示の効果. 徳島大学人間科学研究, 第3巻, 1-22.
- 光田 基郎 1996b. 類推成立における教授活動の効果. 徳島大学人間科学研究, 第4巻, 67-86.
- Nelson-Spivey, N. 1997. *The constructivist metaphor*. San Diego, CA: Academic Press.
- Nichols, P. D., & Mittelholtz, D. J. 1997. Constructing the concept of aptitude:

- Implications for the assessment of analogical reasoning. In Phye, G. D. *Handbook of academic learning: Construction of knowledge*. San Diego, CA: Academic Press.
- Novick, L. R., & Holyoak, K. J. 1991. Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and Cognition*, 17, 398-415.
- Okamoto, Y. 1996. Modeling children's understanding of quantitative relations in texts: A developmental perspective. *Cognition and Instruction*, 14, 409-440.
- Perfetti, C. A. 1985. *Reading ability*. New York: Oxford University Press.
- Perfetti, C. A. 1989. There are generalized abilities and one of them is reading. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction: Essays in honor of Robert Glazer*, Hillsdale: NJ. Lawrence Erlbaum Associates. pp. 307-336.
- Riley, M. S., & Greeno, J. B. 1988. Developmental analysis of understanding language about quantities and of solving problems. *Cognition and Instruction*, 5, 49-101.
- Sanford, A. J., Garrod, S. 1981. *Understanding written language*. New York: Wiley.
- Sebrechts, M. M., Enright, M., Elliot-Bennett, R., & Martin, K. 1996. Using algebra word problems to assess quantitative ability: Attributes, strategies and errors. *Cognition and Instruction*, 14, 285-343.
- Seifert, C. M. 1995. The role of goals in retrieving analogical cases. In A. Barnden & K. J. Holyoak (Eds.), *Advances in connectionist and neural computation theory. vol. 3. Analogy, Metaphor, and Reminding*. Chap. 2 Norwood, NJ: Ablex. pp. 95-125.
- Sfard, A. 1994. The gains and the pitfalls of reification—the case of algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1-36.
- Sfard, A. & Linchevski, L. 1994. The gains and pitfalls of reification: The case of algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 191-224.
- Steiner, G. F., & Stoecklin, M. 1997. Fraction calculation—didactic approach to constructing mathematical networks. *Learning & Instruction*, 7, 211-233.
- 鈴木 宏昭 1997. 類推と思考. 認知科学会 (編) 認知科学モノグラフ 1. 東京: 共立出版.
- Thompson, P. W. 1990. *A theoretical model of quantity based reasoning in arithmetic and Algebra*. Technical Report No. 101. Normal: Illinois State University.
- Trabasso, T., & Sperry, L. L. 1985. Causal relatedness and importance of story events. *Journal of Memory and Language*, 6, 612-630.
- van Den Broek, P. 1990. The causal inference maker: Towards a process model of inference generation and comprehension. In D. A. Balota, G. B. Flores d' Arcais, & K. Rayner (Eds.), *Comprehension process in reading*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 423-445.
- Vollmeyer, R., Burns, B. D., & Holyoak, K. J. 1996. The impact of goal specificity on strategy use and the acquisition of problem structure. *Cognitive Science*, 20, 75-100.
- Voss, J. F., & Silfiles, L. N. 1996. Learning from history text: The interaction of knowledge and comprehension skill with text structure. *Cognition and Instruction*, 14, 45-68.

(1997年9月19日受付, 1997年9月30日受理)