

類推と知識操作における空間表象の効果

光田 基郎*

Effects of figural illustrations in text comprehension

Motoo MITSUDA

The question of whether facilitative effects of figural illustrations are obtained in text comprehension is studied following a two-pronged approach.

First, imagery manipulation ability of first grades predicted their geometry remarks in computer aided learning, while no such causal relations were obtained for mentally handicapped students. Second, cumulative effects of the figural illustrations and advance organizers are obtained for college students as they used analogies in their comprehension tasks. The data are discussed with reference to contextual cues and working memory models.

キーワード：類推，散文理解，先行オルグ，幾何学習，電算画面

本報告は、筆者がこれまでに行って来た散文理解に関する文献展望(光田, 1982: 1983: 1984: 1985: 1987: 1988: 1989: 1990: 1991: 1992: 1993 a)と同様、散文理解における情報処理の巧緻化に関する文献展望の一部である。

上記の各報告では散文の記銘と理解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)、散文の閲読者が自らの情報処理過程をモニターしてその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閲読文の再認成績との関連(光田, 1987)、上記のモニター活動の効率化に及ぼす若干のメタ認知的変数の効果(光田, 1988)、算数文章題の解決過程で示された若干の問題中心に、文章閲読の過程で成立する数量的な関係性の理解、操作とその効率化に関する諸変数の効果(光田 1989)、これらの文章題達成過程の発達的变化として、課題達成に必要な下位能力の統合と活性化(光田 1990)、算数文章題達成の過程で示された空間表象による促進効果(光田, 1991)、散文と空間表象の理解における類推と知識利用の様相並びにその促進に関する若干の変数の効果(光田, 1992)並びに類推の問題をも含めた知識利用の過程における空間表象とその操作に関する若干の変数の効果を指摘して来た(光田, 1993 a)。これらの指摘に引き続き、本

*行動科学教室

報告は類推と幾何概念の獲得における空間表象と作業記憶の効果についての文献展望を試みることをその目的としたものである。

Chap. 1 年少児と知的発達遅滞児の幾何学習における電算利用

1-1 文章題達成過程における記憶容量とスキーマの効果

本章は、知的発達遅滞児と年少学童の幾何学習の効率を規定する諸変数についての文献展望の試みである。その目的は線対称に関する学習内容を電算画面上で動く絵として図示した場合には閲読者の知識利用が精緻化される可能性を指摘し、この様な知識利用の効率化が文章題の達成過程で費やされる処理資源の節減を生じる可能性を強調するほか、次章で述べる類推過程への促進効果についての序論を構成することの3点である。以上の目的で、提示された文章題で扱われた空間的な構造的な理解とその操作の過程で示された知識利用の様相に関して若干の文献展望を試みる事が本節での課題となる。昨年展望では類推の成立過程におけるスキーマとその一般化について述べたが、本節ではスキーマの利用についてさらに検討を試みる。具体的には、算数文章題の達成過程における問題スキーマの機能とそれらが活性化される条件について文献展望を試み、次節以下で述べる年少学童と遅滞児の幾何学習の効果を規定する要因の指摘が本節の課題となる。

算数文章題の達成過程では、問題文の表象を手掛かりに数量または空間的な構造的な関係性を理解し、これらと質問された内容とを統合する過程と（例えば Kintsch と Greeno, 1985）、その様な情報処理の場となる作業記憶（Brainerd と Reyna, 1988）を効率的に運用するための技能とが不可欠と考えられる。その技能の代表として問題スキーマが挙げられよう。問題スキーマの指標としては、Swanson と Cooney による一連の研究（1990, 1992）では問題の類型についての分類の妥当性が挙げられたほか、スキーマの機能としては Briars と Larkin (1984) による先行研究の場合と同様、課題解決における推論成立への促進と課題解決に不必要な情報を問題の表象から除く活動を挙げている。スキーマ研究の方向としては、作業記憶の容量と課題のスキーマとの対応の有無が問われている現状を指摘し得よう。例えば、Shoenfeld など (1982) が大学生について代数と幾何の課題解決の初心者と熟達者との差異を指摘している。ここでは32課題の類似性についてクラスター分析を行わせた結果、初心者は文章題の語句や対象などの表層的な類似性に従って分類し、熟達者では解決に必要な方法や規則に従った分類がドミナントになる傾向を指摘した。さらに上記の初心者が課題解決について1ヶ月の教授学習活動を経た後には熟練者に類似した分類基準を用いた結果からは、知識構造の精緻化の意義が強調されている。課題の想起についての実験（例えば Meyer, 1982）では、同一の課題についても出現頻度の高いバージョンほどよく再生される傾向が指摘された他、「車が120マイル走る」という様に課題に数値を与える命題は「AはBの2倍早い」という様に数量的な関係性を述べた命題よりもよく想起される傾向を指摘し、前者の命題は後者以上に基本的であるとの指摘を行っている。さらに Cooney と Swanson (1990) は、上記の関係性を述べた命題の想起と記憶範囲との間に正の相関、課題解決に不要な命題の想起と記憶範囲との間には負の相関が示された結果に基付いて、問題の類型に関するスキーマとそれに従った表象の操作が算数文章題の解決過程の個人差を決定する傾向を強調している。この報告は問題文を保持し得る容量の規定要因として、当初の処理容量から当面する入力情報の符号化と変換処理に必要な容量を差し引いた残差を挙げた (Dempster, 1985) 容量

観をその基調としたと言えよう。このような発想は作業記憶容量と問題スキーマとの対応を想定した点にその特色を指摘し得よう。その点で上記のスキーマ観は、記銘学習におけるスキーマ利用と知的発達とを関連付けた Piaget と Inhelder (1973) 以来のスキーマ観のみでなく、Dark と Benbow (1992) が文章題の達成過程における読文の要旨の保持とその間の一連の操作過程を扱い、数学の熟達者の特色を作業記憶での保持でなく情報操作能力に求めたほか、言語的な表象から数学的な表象への変換とその操作の役割を強調したのとも軌を一にするものと言えよう。その反面、Swanson など (1993) の指摘する様に、読文の理解の程度が記憶範囲 (Daneman と Carpenter, 1980) と算数文章題の達成 (Muth, 1991) の両者を規定する傾向を考えた際には、読文の理解成績の統制が必要と考えられよう。さらに文章題の理解成績の統制が不徹底な場合には、記憶容量とスキーマの関係のみでなくこれらが文章題の達成に寄与する過程も不明瞭になる可能性をも指摘し得よう。以上より、課題達成の際には問題スキーマの適用過程が問われるのみでなく、限られた処理資源の弾力的な運用を可能にする目的での処理の効率化 (Just と Carpenter, 1992) が作業記憶研究の第 2 の焦点となる可能性を指摘し得よう。従って文章題の表象の形成と操作に関する今後の研究では、問題文として提示された命題の表象の符号化と操作のみでなくこれに関連する知識や操作の表象が正しくアクセスされ、想起される過程にも注目すべきとの提言も行い得よう。

Swanson など (1993) は、問題スキーマの活性化の程度が処理に費やされる記憶容量とは独立である可能性を想定する立場から、算数文章題の達成成績を従属変数とした回帰分析を試みている。ここでは課題達成の説明変数として処理操作に関する知識と文章理解の成績とを指摘し得た一方で、上記の作業記憶の容量も問題の分類成績を指標とした問題スキーマも課題達成成績の主要な説明変数ではない結果を強調した。さらに因子分析の結果からも、上記の作業記憶容量と問題の分類成績は別の要因をなす結果を指摘し、記憶容量と問題スキーマとは独立に機能する傾向を指摘している。文章題の達成に際して活性化される作業記憶容量の機能として Swanson などは、読文の表象的または逐語的な表象や意味的な表象のみでなく、課題達成のための知識操作に関連した表象に至るまでの多様な表象の活性化と操作とを行う可能性を想定している。このような観点から上記の Swanson などの報告では、課題の要点理解とその達成に必要な知識 (例えば Howe と Rabinowitz, 1991) と課題そのものの記銘とは別の記憶系の出力であるとの提言がなされている。ここでは課題達成に必要な知識や操作の表象が問題の構造的と課題達成に必要な操作とを正しくアクセスする活動に依存する一方、問題スキーマの指標となる分類行動は問題文とそれに関連する操作の想起のみに留まる傾向が指摘されている。

以上の様に記憶容量と課題達成成績とが独立または低い相関関係をなす傾向を考えた先行研究との対応付けとして上記の Cooney と Swanson の報告は、課題達成とは無関係の情報が想起される際には限られた記憶容量の内の多くの部分が費やされる可能性を挙げ、直後再生に関してのみこれを支持する結果を得ている。ここでは、無関連の情報が想起から課題達成迄の抑制または効率の低下を生じる過程とその抑制についての個人差を強調し、その一例としては Bjorkland など (1990) による抑制効果の研究が挙げられている。しかしながら Cooney と Swanson の結果では遅延再生においては無関係情報のみでなく、数値の割り当てなど課題達成に必要な命題の想起が作業記憶容量と課題達成成績のいずれとも正の相関を示している。以上のほか、Case (1985) による発達観はその基調を処理操作の効率化に求め、

作業記憶の容量そのものの増加には否定的であるほか、発達に伴う処理操作の効率化と処理資源の節減とが作業記憶容量の増加をもたらすとの指摘を試みている。このような視点から Swanson など(1992) は記憶容量そのものと個々の課題スキーマとの無相関を指摘したほか、発達に伴って作業記憶と課題達成成績との相関も低下する傾向を示唆した。その一方では、課題達成と論理判断において作業記憶の容量が果たす効果は評価されている。しかしながら Swanson の結論では、文章題の達成を規定する要因として課題の逐語的な想起、作業記憶での処理資源の配分または問題スキーマ以上に処理操作の理解と解決方略のアクセスを重視している。さらに学習障害の程度を規定する要因の検討 (Swanson, 1993) においても、個々の課題解決方略の欠如から教科学習の遅延が生じる可能性を否定し、作業記憶における処理の効率と限界が果たす役割を強調している。以上並びに、文章題の全体像または個々の命題の表象の統合から得られた問題のイメージを手掛かりとして行われた解決過程への制御を重視する提言(例えば Brainerd と Reyna, 1991) をも併せて考えた際、個々の具体的な問題スキーマの理解と記憶容量との直接的な関係を強調するには時期尚早であって題意に則した効率的な知識利用と記憶容量との関係についての詳細な検討が不可欠と言えよう。この点が次節以下での課題となる。

1-2 記憶容量と算数文章題達成との関連付け

本節では記憶容量の運用が課題解決過程の効率を規定する過程について若干の展望を試みる事が課題となる。この点に関する基本的な指摘としては、作業記憶容量の一元性を想定した Anderson (1983) に代表される立場と、Baddeley と Hitch (1974) の様に空間的及び言語的な作業記憶を区別し、空間表象の操作をメモ、言語表象の操作を構音運動とその聴覚的なフィードバックから構成されたループという象徴的な表現を試みる立場との対比を指摘し得よう。

最初に Anderson の記憶容量観の基本は処理資源に求められよう。ここで処理資源とは Lehrer など (1993) の定義に従えば、作業記憶容量のみでなく入力 of 符号化と記憶系からの想起などの入出力を規定する基礎的な過程全てであって、具体的な経験の符号化とそれらを規定する教授・学習活動からの所産である表象とは区別されている。Anderson によれば、作業記憶とは現在活性化されている知識構造であって、具体的な課題解決状況で長期記憶系の一部が注目され、意識化された結果として生じたものである点が強調されている。さらに Turner と Engle (1988) の指摘では数や単語の記憶範囲は上記の Anderson の指摘に従った作業記憶の所産であってリハーサルによる促進効果を得ていない僅かな部分と、リハーサルの所産とが加算された結果である点が強調された。Turner などによる短期記憶の定義としては、これらは上記の作業記憶の内で意識化されたごく限られた部分であって、リハーサル活動なしに保持され得る要素に対応付けられている。さらにリハーサル妨害の目的で与えられた演算作業の効果として、上記の短期記憶の容量に相当する部分のみを取り出し得る可能性を指摘している。Anderson による認知構造観はさらに上記の Lehrer など (1988, 1993) のロゴ言語の学習とその転移に関する実験においても取り入れられている。ここでは処理資源の典型として作業記憶の容量が指摘された他、それ以外の要素としては上記の表象、メタ認知及び 4 番目の要素としては操作の効率を挙げ、効率の指標としてはロゴ言語で用いられる角度や位置の理解を想定している。さらにこれらを説明変数、ロゴの操作から数学的操作(数または角度)への転移及び類推の 3 者のいずれかへの転移の成績を従属変数としてパス解

析を行い、作業記憶とロゴの操作との直接の因果的な対応関係を指摘し得たほか、作業記憶は類推並びに角度の理解という2種類の転移課題についても因果的な対応関係を指摘した。以上より、Lehrerなどはロゴ言語の使用とその転移課題とが宣言的または手続き的知識についての共通の構造を持つべきとの指摘を試みたほか、両者について作業記憶での操作がなされる必要性をも強調した。Anderson以外の観点で作業記憶の一元性を指摘した例としてはChapman (1990)は上記のPiagetの発達観の立場から、注意の容量がその発達段階で協応し得るスキーマの数を決定するとの指摘を試みている。ここでは前操作的な段階では1件の関係性またはクラスに対応するスキーマが活性化され、具体操作の段階では2変数の関係が第3の変数値を決定するという3者関係の理解に到達するとの指摘が試みられている。さらに上記のCase (1985)は処理容量全体は操作の容量と短期記憶の容量から加算的に構成されること、処理容量そのものは発達に伴って変化する傾向はないこと、発達に伴って操作の効率化が進行した場合には処理に費やされる操作の容量は節減され、その結果として情報の保持に用いられる容量は増加するとの指摘を試みている。これらの指摘に関してHalford (1992)は、これらのモデルが発達に伴う処理の効率化に注目した点を評価する一方で、上記のChapmanに関しては数量的な取り扱いと電算によるシミュレーションの余地がない点を批判した他、Caseに対しては処理の速度と効率についての計測が独立した形で行われていない点と、発達に伴った短期記憶の容量の増加を指摘する際の指標について批判している。ここでは上記の効率に関してはチャンク化の程度として明らかにされ、さらに処理速度は上記のチャンク化、処理技能と方略との関数として扱われるべきとの提言がなされている。上記のHalfordによる作業記憶観の特徴としては、表象とそれが作業記憶で操作される過程の強調を指摘し得よう。ここでは散文理解の成立とはメンタルモデル-Glenbergなど(1987)の定義では説明文に記述された状況についての表象一の構築であって、このモデルが課題と環境またはその概念構造の表象となる機能が想定された。このモデルの機能として上記のHalfordは、課題解決の過程で活性化されたメンタルモデルが情報操作の単位と空間とを構成するゆえに作業記憶の機能をも促進するほか、情報の統合、技能と方略との活性化の筋立てを行い、さらにモデル自体も別の課題に転移し得るとの指摘を試みている。ここでは課題または環境とその表象とが類似する必要はなく、表象が妥当なものであるか否かの基準としてはその整合性と対応性が指摘されている。表象の整合性とは原則的には表象するものとされるものが1対1の対応関係を示すほか、例外的には多数の対象が一つの表象に対応するカテゴリー化(Hollandなど1986)機能をも認めている。表象の成立を規定する2番目の要因である対応性とは、表象するもの、または二者間の関係性という形で示された表象と、この表象を用いて表象されるものまたは別の二者間の関係性との間の厳密な対応関係を示すものと考えられている。さらにメンタルモデルの保持と活性化は、論理的または数学的な定義よりも意味的な文脈に規定された典型例とその表象に依存する傾向も指摘された点からは、Halfordによると理解と学習観が知識そのものの獲得と帰納過程を重視した点が示唆されよう。この点は上記のAnderson (1983)の指摘では知識が命題のネットワークとされたほか、理解そのものよりも技能と方略の習得が重視された点とは対照的であるとも言えよう。

BaddeleyとHitch (1974)による作業記憶容量観の特色はその容量が入力の処理系と情報保持の構造とに2分され、前者は多様な入力制御と処理の統制などの処理操作に、後者は処理の成果を保持する構造に対応付けられた。上記の保持の機構はさらに2分され、視空間

的な表象を保持する部門と構音運動とその聴覚的なフィードバックループに対応付けられている。後の報告 (Baddeley, 1986) では、記憶範囲が時間的な制約と上記のループの運用過程に規定される傾向が指摘された。ここではさらに作業記憶の操作が課題解決の方略や課題提示のモダリティとは独立した形で行われる可能性が指摘されている (p. 35)。上記の Turner と Engle (1989) の報告でも視覚的な記憶の容量と文章理解成績との間に高い相関値が示され、これは言語記憶の容量と文章理解との相関の場合と同様であった結果が強調されている。Benbow (1988) は中学生の数学学習では提示された文章題の表象の形成の意義を指摘し、短期記憶系においてその保持と操作とを行う能力の効果を強調したほか上記の Dark と Benbow (1990) の実験においても、上記の視空間的な表象を保持する記憶系の活性化のみでなく空間表象の操作の効率も数学の課題達成成績を規定する傾向が強調された。以上のように記憶容量の一般性を強調する立場は課題や領域に固有の作業記憶容量を指摘する Just と Carpenter (1992) や、読書の遅滞を示す被験者について言語的な記憶課題での成績低下を、数学の低得点者ではドットパターンまたランダム図形の記憶の低下をそれぞれ指摘した (Fletcher, 1985) 立場とは対照的であると言えよう。この様な形で示された記憶観の不一致への対処の一例としては、上記の Swanson (1993) が学習障害児の特徴を指摘する過程で図形や言語的な情報などの特定の記憶の処理の効率低下を否定し、これらの記憶のそれぞれを協応させる過程の効率の低下を重視している。この観点は、幾何学習における図示の効果を扱った本研究に対しては示唆的であると言えよう。

推論の成立過程における作業記憶容量の効果を指摘した最近の例では Chapman と Lindenberger, 1989) が、三段論法の成立過程においては関連する 3 変数 ($X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z$, 従って $X \rightarrow Z$) には同時に値が与えられることの必要性を指摘し、そこで費やされる作業記憶と注意の容量の意義を強調した例が挙げられよう。Halford (1993) は上記の三者関係の内最初二つが同時に成立するならば、後は推論され得るとの反論を試みているものの、作業記憶容量が年少の被験者の推論成立過程で果たす役割に関しては肯定的である。例えば Halford など (1986) は、複数の命題の統合を求めた条件下ではこれに先行して与えられた 2 次的な作業である数系列の記銘と保持成績の低下を生じない結果を指摘し、命題の統合という高次の処理が短期記憶容量に干渉しない理由として上記の Baddeley などが指摘した処理とループでの保持とが独立の記憶系の所産をなす可能性を挙げている。この他、Oakhill (1984) は 8 歳児と 9 歳児とを被験者として、三者間の上下関係についての推論成立の実験を試み、その 3 者名に対応した 3 枚のカードと「最善」及び「最悪」というラベルとを使用させた場合には 3 者関係についての表象操作の促進を指摘した。上記の Halford (1993) は、この手続きが要素の操作と配列を行う手段であって保持の手段ではないゆえに作業記憶での操作への促進手段となるとの解釈を試み、この手続きが三者関係の推論において作業記憶への負荷を軽減するとの提言を試みている。以上より、外的な表象が順序操作と配列作業を促進する効果は指摘されたが、これらが空間表象の操作と対応付けにおいても示し得るか及び、作業記憶の容量が不足し、自発的には上記のメンタルモデルを構成し難い (Mitsuda, 1991) 知的発達遅滞児の幾何学習、特に電算画面で幾何概念の説明分を提示してその閲読と理解とを求めた際でも上記の外的表象による促進効果が得られるかの検討が次章での課題となる。

1-3 知的発達遅滞児と健常の小学 1 年生の幾何学習における記憶容量の効果

本節は幾何学習において電算画面で動く絵を用いた場合の促進効果についての文献展望の

試みである。光田(1993 b)は、電算画面に提示されるモデルを観察しながら折り紙を作成する際には、その作図手続きと折り方が言語化される必要を指摘し、言語化されねば図形の直観的な理解に終始するほか、手続きの一般的定義が不徹底な事態を生じる可能性を指摘した。以上並びに昨年(1992)の文献展望(光田 1993 a)を要約した場合、説明文の内容の図示によって理解への促進効果を得る条件として、(1)説明文に記述された数量的、または空間的な構造性に注意が焦点付けられ、(2)図示された表象と、その根底にある数量的または空間的な構造性とは対応付けられ、さらに(3)画面で動く絵やおはじきなどの別の現実で見立てられた数学的な規則性や構造性が一般化された形で操作される事の3点を指摘し得よう。この際には、注意の容量が協応可能なスキーマの数を決定する(例えば Chapman, 1987)可能性をも併せて考えた際には、作業記憶容量の幾何学習に対する因果的な関係性の検討も必要と言えよう。特に説明文の図示が作業記憶での表象操作への促進をもたらす過程として Glenberg と Kruley (1992)は(1)図示が表象の保持と想起を行わせる機能を重視し、提示された文と長期記憶への検索の負荷を節減し得る効果を挙げたほか、(2)作業記憶での情報の統合としては、Glenberg と Langston (1992)の報告を引用する形で、図示によって閲読内容の統合への促進と記述内容の表象が形成される過程への促進を強調している。ここでは図示によって処理の負荷が節減された結果として、作業記憶への促進が想定されている。しかしながら閲読文の表象が形成される過程と操作の巧緻化については具体的な論究が行われていない現状を指摘し得よう。筆者の助言下で本田(1993)、大垣(1993)と中尾(1993)は電算画面上で動く説明図と線対称に関する説明文とを提示し、上記の記憶容量とイメージ操作能力とが幾何学習を促進する程度を明らかにする試みを行った。ここでは高等部在学中の精神発達遅滞児と健常の小学1年生に上記の文と説明図とを1文ずつ画面に提示して閲読させ、その各々の閲読後には提示画面に装着したタッチパネルに手を触れて電算機を操作させる手続きを用いて画面の入れ換えを行わせた。閲読後には同様の手続きで対称図形の選択を行わせた他、絵を用いた記憶容量の測定以外にも直線と直線を示す図形の選択も行わせた。ここでは遅滞児が上記の下位技能を統合して対称の理解に活用し得ない傾向を示すことが研究目的となる。以下ではこれらの研究内容について具体的な展望を試みる事が本節の残された課題となる。

1. 問 題

本田などによる一連の報告は、知的発達遅滞児に幾何概念の理解を行わせる過程で電算画面で動く絵を導入した基礎実験の一部である。ここでは電算機を単に「応答する教科書」として用いるのみでなく、画面上で動く絵を知識表現の手段として活用する手続きを用いた。その直接の目的は、画面上で動く絵を利用した算数の教授・学習活動を教育現場に普及させ、障害児や年少学童が抽象的な幾何概念の学習に興味を持って取り組むための社会的文脈の一つを徳島の教育現場に準備する事である。知的発達遅滞児は健常児と比較した場合、概念とその具体例とを対応付ける課題の達成が困難である上に、言語的な表象を用いてこれらを一般化し難いこと、さらに既得の概念を修正して未知の課題に対処する能力が劣る傾向は既に明らかにされている(例えば梅谷, 1971)。障害児や年少学童が線対称の概念の理解に際しても上記の傾向を示すなら、その教授・学習活動の電算化の効用として下記の2点を指摘し得よう。

(1) 電算化による言語化、概念化の促進としては、線対称に関する説明文と同時に具体的な運動を示す説明図を電算画面上に提示した場合には、(イ)作業記憶の内容の体制化が得ら

れ、(ロ)具体的な運動の表象を媒介としたイメージの操作と、直角や対称軸などの言語的な概念との対応付けが促進される。次に、(ハ)その対応付けの結果として、言語的な表象に依存した知的操作への移行が推進されるほか(ニ)動く絵を用いてこの様な体制化が効率的に行われる条件下では、文の理解に必要な作業記憶容量の節減をも想定し得よう。筆者は電算を用いない先行研究(Mitsuda, 1993)で小学2年生から大学生までを被験者とした対称の理解を扱った一連の実験を試みた。以下ではその実験結果と、電算画面と年少の被験者を用いて前回と同一実験を試みた本回の結果との対比を試み、下記の結果(4)の項では電算化された教授活動の意義を検討する。

Mitsuda(1993)による先行研究では、年少の被験者に対称概念の説明文を閲読させ、その間に挿入された質問の効果を検討した。この実験では、無質問の場合には年少の被験者ではイメージ操作能力が対称概念の理解の規定要因となり、質問を挿入した条件下では逆に年長の被験者のイメージ操作能力がその学習成績を規定する結果を指摘した。この結果と本実験との対応付けが以下の結果(3)の項及び総合考察の第2での課題となる。

さらに上記の先行研究では遅滞児の算数文章題達成過程に対する挿入質問の効果を指摘し得た。ここでは文章題の達成を規定する要因間の因果関係を分析した結果、遅滞児に問題文を閲読させる際に質問を挿入する手続きの下では、被験者の記憶容量は文の中で表現された集合を理解する成績の説明変数となった。以上の結果に関しては、挿入質問が重要な命題の想起と記憶容量の効果的な運用とを促進する可能性を強調した。上記の結果と本研究で得られた挿入質問の効果との対比が本節での総合考察の(2)項の検討課題となる。この他、年少の被験者による対称性の理解は、具体的文脈に依存した直観的な理解の段階に終始するか、または一般的、概念的な理解に移行し得るかの検討も本研究の課題となる。本節では、閲読内容を図示してその体制化を得るための教授活動の問題点を指摘し、その総合考察(1)では、閲読に費やされる作業記憶容量を節減する際の条件を検討した。

(2) 概念化の徹底と直観的理解の排除

電算画面で動く絵をモデルにした折り紙作成を扱った先行研究(光田, 1993 b)の場合と同様、電算画面で動く絵は空間的な構造への注意集中を可能にする傾向を想定し得よう。その一方で、対称性についての概念化、一般化を目指して学習活動が直観的な理解を生じた結果、線対称を構成する操作の一般的な定義とその下位技能の理解が不徹底になる可能性をも指摘し得よう。この様な直観的な理解の下では線対称の概念的、または一般化された形での理解とそれに従った下位技能の統合が見られない傾向を指摘し得よう。特に年少学童と遅滞児を被験者とした本研究では、線対称を扱った先行研究(Mitsuda, 1993)の場合と同様にこれらの被験者が教授・学習活動に従って空間表象を操作し得ない傾向を強調し得よう。従って、年少の被験者に教授・学習活動が与えられた条件下では、イメージ操作能力と対称概念の理解との低い相関が示される可能性を指摘し得よう。本実験ではこの点を検討し、それらに対処する教授・学習活動の開発の必要性を指摘したものである。ここでは線対称に関する説明文の閲読と理解の下位技能として、記憶容量、直線と直角の理解並びにイメージ操作能力に関するテストを行った。以下では、共分散分析、重回帰分析とパス解析を用いて、これらの下位技能の各々が対称概念の理解に寄与する程度を健常児と知的発達遅滞児の各々について検討する。この他、説明文の閲読中に与えられた挿入質問によってこれらの下位技能の寄与の程度が変化する過程についても上記の被験者別に図示することが二次的な目的となる。

2. 方 法

(イ) 被験者：鳴門教育大学附属小学校1年生17名（平均年齢6歳9ヶ月，男子8，女子9名）と，鳴門教育大学附属養護学校高等部の生徒18名（精神年齢の平均値は8歳6ヶ月，男子16，女子2名）が個別に参加した。(ロ) 材料，手続き：チョウや鏡映像を例に用いた線対称の説明文（その一部は図1に示す）計13画面の閲読後にイメージ操作能力，直線と直角の理解と線対称についてのテスト（図2）を行い，さらに記憶容量の検査としてTOP (Temporal Order Perception) テスト（高木，1978）を行った。これは画面上に1点ずつ継時的に

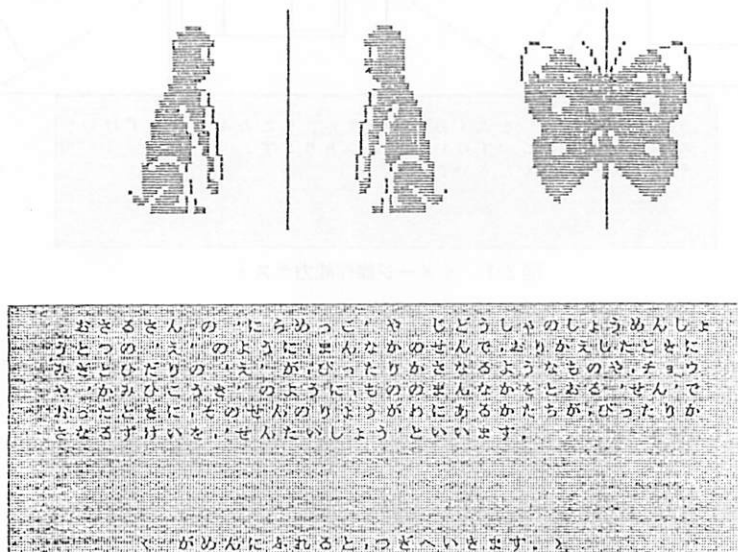


図1-1 説明文と説明図の一部

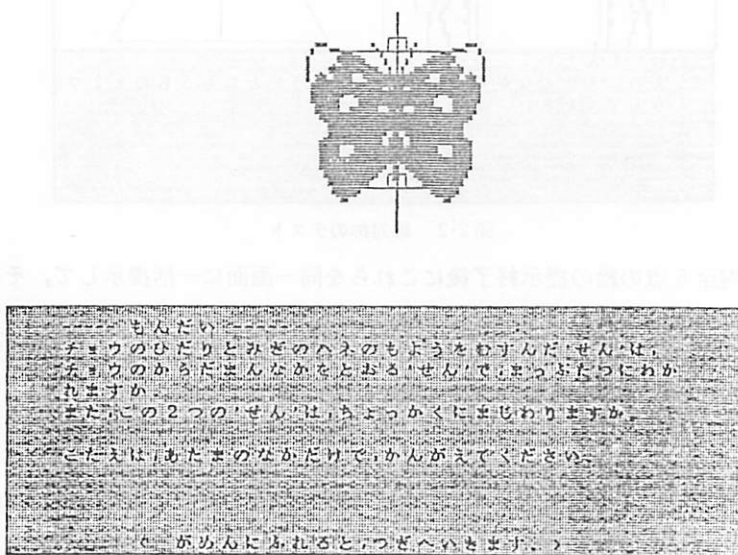


図1-2 挿入質問の例

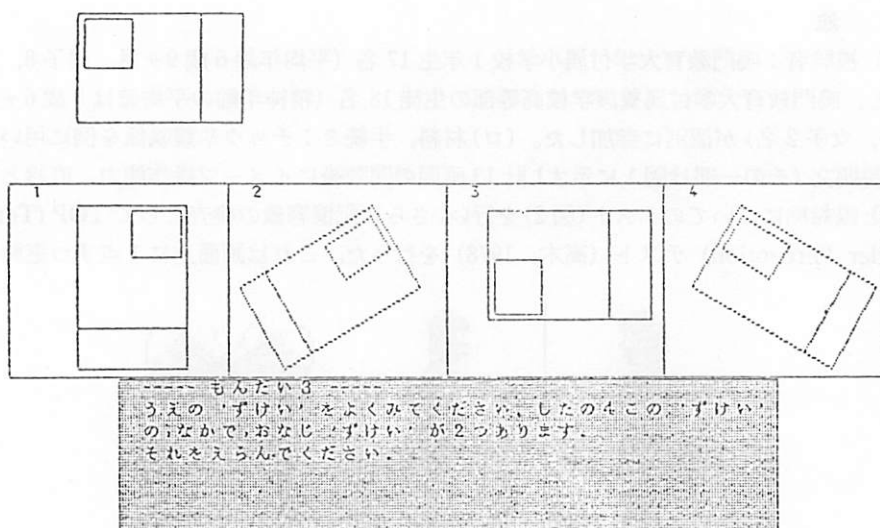


図2-1 イメージ操作能力テスト

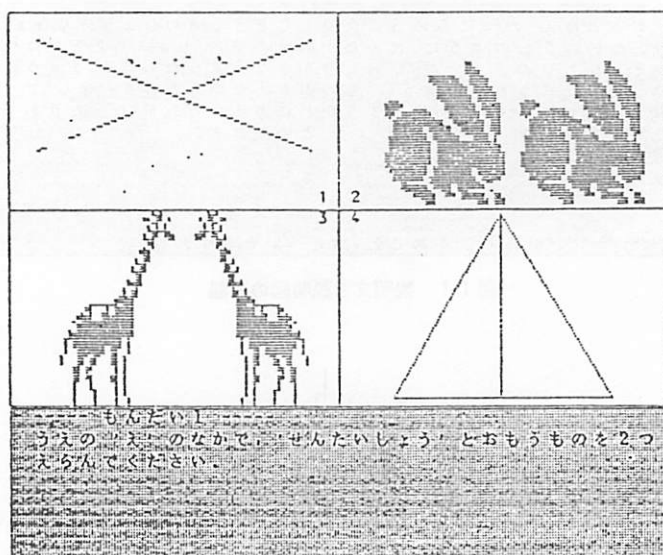


図2-2 線対称のテスト

提示された3内至5点の絵の提示終了後にこれらを同一画面に一括提示して、その各々が最初に提示された順序に従って画面に触れる事を求めた手続きを用いている。この他、健常児と遅滞児の各々の半数には説明文の閲読中に4点の挿入質問を与えた。以上の線対称の説明文と画面上で動く説明図(対称軸中心の回転など)は合計13の画面に提示され、被験者はこれらと挿入質問とを自らのペースで閲読し、読み終わったら画面全体を覆った透明のタッチスクリーン(NEC-PC9873L)に右手の指を触れて画面を入れ換える様に教示が与えられた。文全体の閲読に与えられた線対称のテストとその下位技能のテストについても、被験者は上記のタッチスクリーンを用いて画面上の正しい絵に触れて反応する様に求められた。各被験者はタッチスクリーンを使用法についての説明を受け、その操作について簡単な練習を行った

後に、線対称の説明文の閲読と上記のテスト画面への反応が求められた。平均所要時間は上記の TOP テストが 13 分、別の日に行った説明文の閲読と上記のテストが 15 分である。

3. 実験結果

(1) 記憶容量について、小学 1 年生は遅滞児に対する優位を示した。具体的な記憶容量のテスト得点の平均値は挿入質問条件下では、小学生で 8.13、無質問条件下では同様に 8.00 と 3.22 となった。被験者と挿入質問についての 2 要因分散分析の結果からは、被験者の要因についての有意な差が得られた ($F(1, 29) = 34.565, P < .01$)。同様に、線対称の理解テストの正反応比についても 1 年生は遅滞児に対する優位を示した。具体的な正反応比は挿入質問条件下では 1 年生で .83、遅滞児で .45、無質問条件下では同様に .81 と .43 である。さらに被験者と挿入質問についての 2 要因分散分析の結果からは、被験者の要因についての有意差を得た ($F(1, 29) = 14.810, P < .01$)。

記憶範囲と線対称の理解との関連性を明らかにする目的でこれらの 2 要因の相関を求めた結果、1 年生ではこの 2 要因の間に正の相関（挿入質問条件下、相関係数 $r = .475$ 、無質問条件下では $r = .437$ ）が示された一方、遅滞児群ではより低い相関係数値と負の相関が得られた（挿入質問条件下では $r = -.372$ 、無質問条件下で $r = .164$ ）。被験者と挿入質問の 2 要因共分散分析を行った結果、被験者の要因が有意となった ($F(1, 28) = 5.717, .01 < p < .05$)。以上より、遅滞児が対称概念の理解に際してその記憶容量を効率的に運用し得ない傾向と、その傾向は挿入質問条件下で顕著に示される可能性を指摘し得よう。

以上の結果は、遅滞児が説明文の閲読中の挿入質問の内容と説明文の文脈とを言語的な水準では正しく調和させ得ないこと、さらに挿入質問は提示された対称図形の特徴の理解への干渉効果すら生じる傾向を示唆する。

(2) 記憶容量、直線と直角の理解及び、イメージ操作能力の各々が線対称の理解に寄与する程度を被験者と挿入質問の有無の条件別に比較する目的で、線対称の理解テストの得点を従属変数、上記の下位技能の各々について得られたテスト得点を説明変数とした重回帰分析を被験者と挿入質問の条件別に行った。以上の結果についてはさらにパス解析を試み、線対称概念の理解とその下位技能に関する諸変数間の因果関係を求めて図示したものが下記の図 3 である。

以上の結果については、最初に記憶容量が対称概念の理解に与える効果を指摘した。図 3-d に示す様に閲読中に挿入質問が与えられない条件下でのみ、小学 1 学年生の記憶容量は線対称概念の理解に対する説明変数となった。以上の結果から、対称性についての理解が成立する過程で下位技能が統合的に活性化され、その際には作業記憶の容量が理解への促進を示す効果が示唆されよう。

(3) 記憶容量の場合と同様に、被験者のイメージ操作能力と線対称の理解との関連の様相を明らかにする目的で両者の相関を求めたほか、被験者と挿入質問の 2 要因共分散分析を試みた。結果からは、遅滞児のイメージ操作能力と対称の理解との間に負の相関（挿入質問条件下での 2 要因の相関係数値は $-.243$ 、無質問条件下では $-.398$ が、1 年生の場合には無質問条件下で相関が高くなる結果（挿入質問条件下で $.09$ 、無質問条件下で $.305$ ）が得られたほか、2 要因共分散分析の結果は被験者間の有意差 ($F(1, 28) = 14.613, p < .01$) を示した。以上並びに図 3-a と 3-c に示した結果からは、遅滞児は説明文とその説明図に示された具体的文脈からの一般化を示し得ない傾向と、彼らが幾何概念の説明文を理解する際にはその下位技能

を統合し難い傾向とを指摘し得よう。さらに記憶容量の要因の場合と同様に、被験者のイメージ操作能力が直角の理解に対する説明変数となる傾向が上記の図 3-a と 3-c から示唆された。この結果は、遅滞児が、画面で動く絵を手掛かりにそのイメージ操作能力を働かせ、対称軸中心の回転運動の方向性を理解する可能性を示す。遅滞児と健常の小学生との差異として、そのイメージ操作能力が直接には線対称の理解を促進し難い傾向が図 3-c と 3-d から示唆されよう。

結果についての補足としては図 3-d に示す様に、健常の小学 1 年生に挿入質問を与えない条件下では記憶容量とイメージ操作能力が線対称の理解の説明変数となる結果を指摘し得よう。この結果は電算を用いない先行研究で 2 年生から得た結果と対応させ得よう。挿入質問条件下ではこの様な因果関係を指摘し得ない結果については最初に、小学 1 年生の段階では知覚的なイメージに依存した情報処理の段階から言語的概念による知識操作が可能になるという Piaget (1950) の指摘との対応を想定し得よう。言語的表象が利用可能な発達段階では、説明文の閲読中に与えられた挿入質問が文章相互間の因果関係またそれ以外の構造的な検索と、それらを用いた類推をも促進する傾向をも想定し得よう。この様な条件下では、閲読文に表現された内容またはその具体的な文脈から離れた一般化 (例えば Brown と Kane, 1989) と文全体の要旨の理解への促進を生じる可能性も想定し得よう。その様な体制化の結果として、文の理解に必要とされる作業記憶容量の軽減を生じる可能性が想定される一方、遅滞児の場合にはこの様な体制化と一般化が得られない。この様に考えた場合、遅滞児は閲読内容またはその具体的な文脈に規定された理解に終始し、画面に提示された文脈からの一般化が困難であって、その作業記憶容量を効率的に運用し得ない傾向をも想定し得よう。さらに遅滞児が画面で動く図を併用して説明文の理解を行う過程で質問を挿入した際には、対称の理解と記憶容量との間に負の相関値が示される。この結果からは、挿入質問から想起された表象が電算画面で得られた文脈への干渉効果を生じる可能性も示唆された。

(4) 補足的な結果としては、同一の説明文、説明図とテストとを冊子を用いて小学 2 年生に提示してテスト得点を求めた先行研究 (Mitsuda, 1993) と本研究の対比から、電算利用の効果を指摘し得よう。先行研究は挿入質問条件下での正反応比が .73 (電算画面で動く絵を小学 1 年生に提示した本実験の場合には正反応比は .813)、無質問条件下では .75 (本実験では .833) という結果を示した。線対称概念の履修は小学 2 年生のカリキュラムで行われる現状をも併せて考えた場合には、電算による幾何概念の理解への促進効果、具体的には、コンピュータグラフィックスが様々な視点から対称軸中心の回転を捉えて (例えば松原, 1988) 一連の運動として表現し、そのイメージ化と体制化を促進する効果を強調し得よう。

4. 本節での総合考察

本項では、説明文の閲読中に与えられた挿入質問が閲読内容の体制化に与える効果について 2 点の指摘を試みた。

(1) 被験者の記憶容量と線対称の理解との関連として最初に、小学生に挿入質問を与えた際には記憶容量と対称概念の理解との直接的な相関関係は見られない。挿入質問が文に表現された命題の強化とそれに従った類推とを促進する可能性を考えた場合、小学 1 年生は図形の表象と言語的な表象の両者を併用して閲読文を理解する可能性を指摘し得よう。1 年生が図形よりも言語的な表象に依存して閲読内容の一般化と体制化を行った際には、この結果は上記の体制化と言語的な表象の操作から得られた処理資源の節減効果を反映したものと見え

類推と知識操作における空間表象の効果

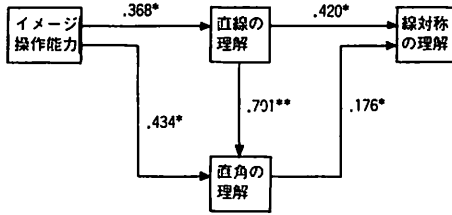


図3a 遅滞児 挿入質問条件

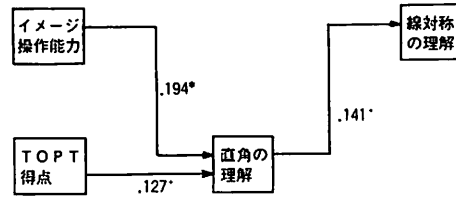
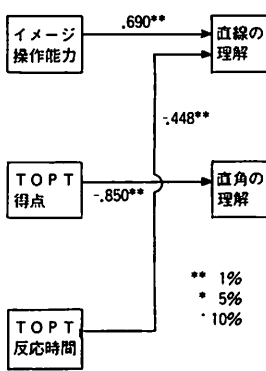


図3c 遅滞児群 無質問条件



** 1%
* 5%
· 10%

図3b 健常児 挿入質問条件

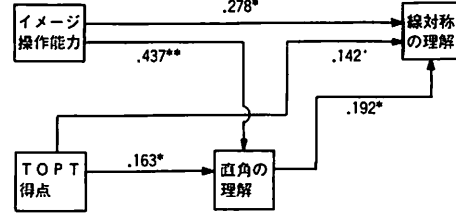


図3d 健常児群 無質問条件

図3 被験者と挿入質問の条件別に見たパスダイアグラム

よう。

図3 a-b に示した下位技能相互間の因果関係からは、遅滞児がその下位技能を統合された形で活性化し得ない傾向が示唆されよう。遅滞児の理解は、提示された具体的な文脈に規定され、図形の運動と理解の下位技能との対応付けが不十分な可能性を指摘し得よう。

(2) 無質問条件下でのみ1年生のイメージ操作能力が対称概念の理解に対する説明変数となった結果を強調し得よう。この結果からは、挿入質問条件下では質問に関連した文の想起が行われた結果、これまでの閲読内容の体制化と文脈理解への干渉効果を生じる傾向を想定し得よう。幾何学習における図示の機能としては、新たな表象の獲得とそれに従った操作の推進以上に幾何概念の理解、体制化とその操作についての妥当性を保証する具体的な情報の提示効果（例えば Laborde と Laborde, 1992）が強調されている。この様な妥当性の判断に至る過程に挿入された質問は、文脈理解を目指した自己制御と自己評価活動への干渉を生じる可能性をも想定し得よう。

遅滞児の場合、そのイメージ操作能力と対称概念の理解とが負の相関を示した上に、その記憶容量も対称の理解に対する説明変数ではない傾向が顕著に示された。この結果は、遅滞児が画面で動く絵から得られた表象と閲読文の命題とを統合し得ず、さらにこれらを一般化した形で理解する機能が未発達である可能性と、その処理過程を効率的に制御し得ない傾向とを顕著に示すものと言えよう。

この様に遅滞児と1年生のいずれに関しても挿入質問による促進効果が見られない結果からは、年少学童や発達遅滞児の幾何学習では画面で動く絵の表象に対する自発的、具体的なフィードバックと想像がドミナントになる可能性を指摘し得よう。具体的には、上記の被験

者は年長児の様に教授・学習活動に即して自らのイメージ操作の調整を行う活動（例えば Mitsuda, 1993）が不可能であるゆえに、線対称に関する説明文の閲読中に質問を挿入した場合、その質問からは閲読文の表象と質問の内容との強調または強化よりも閲読行動に対する干渉を想定し得よう。以上より、数の操作や集合の理解を求めた先行研究の場合とは違って、イメージの操作が課題となる幾何学習課題では年少の被験者に与えられた挿入質問が文の要点理解の手掛かり、または要旨への焦点付けの効果を示し難い傾向を指摘し得よう。

5. 本章の結論と今後の検討課題

以上の総括としては、電算画面で動く絵と説明文とを併用して障害児と年少学童に幾何概念の理解を行わせる際には、下記の問題点を指摘し得よう。

(1) 電算画面を用いた幾何概念の学習は、画面で動く絵の表象についての直観的な理解に終始したものでなく、その下位の概念と技能とが統合された形で活性化されることの必要性を指摘し得よう。実験結果の項で指摘した様に、幾何学習の下位技能相互間の因果関係とこれらが幾何概念の理解に寄与する程度とは、現場での教授・学習活動の中でつねに検討されるべきであろう。

(2) 電算画面を用いた幾何概念の教授活動では、年少の被験者が画面から得た具体的なフィードバックと想像への配慮が不可欠となる。年少の学童と遅滞児では、年長の被験者の場合の様に教授・学習活動に即して自らの反応を制御する目的でのイメージ操作（例えば Mitsuda, 1993）は見られない。さらに算数文章題の理解の場合とは違って、挿入質問による命題的な表象の強化は得られず、むしろ画面から得られた理解の文脈への干渉効果を示唆する結果が得られた。この結果は上記の先行研究と一致した傾向である。以上より、画面で動く幾何図形の運動から児童が如何なる表象を得ているかを具体的に理解し、その表象と教授活動との調整が必要となる。本実験の結果1の項で指摘した様に、遅滞児のイメージ操作能力は線対称の説明変数になり得ない一方、その下位技能である直角の概念の理解に寄与を示す説明変数となった。この結果が示す様に、児童・生徒の教材理解の限界をも配慮した木目細かな教授・学習活動の企画と可塑性を持った教材の整備が必要とされよう。この様な教授・学習活動の実施と評価の段階では、現場で児童・生徒から得られたフィードバックを詳細に分析し、その問題点に適切に対処し得る可塑性のある教材構成とその運用が必要とされよう。特に幾何学習における図示の機能として、新たな表象の獲得よりも理解や操作の妥当性に関する情報の提示 (Laborde と Laborde, 1992) が指摘されている現在、閲読文の図示から得られたメタ認知的操作への促進について検討を試みる事が次章での課題として残された。

(3) 遅滞児の記憶容量が線対称よりも直角の理解についての説明変数となった上記の結果からは、画面で図示された表象の要約とその抽象化の限界を指摘し得よう。この点は Forbus と Gentner (1986) による物理学の学習におけるメンタルモデルの発達に関する4段階説での類推との対応を想定し得よう。このモデル観では最初に典型例の段階として、経験の要約とその典型的指摘は可能でも、その抽象化と理論化の出来ない段階が想定されている。次いで因果関係の集積の段階として、写像を中心とした類推活動が重視されているが、経験を矛盾なく適切に記述する活動は3番目の段階である素朴な物理学の成立に持ち越される。この3番目の過程での課題は、直接には観察出来ない対象や特性について仮説する機能が挙げられている。最後の段階は専門家モデルの段階であり、これは表象の一般化と厳密さ並びにその処理の自動化によって特徴付けられている。遅滞児は、対象の属性が共有されないチョウ

や鏡映像という基本領域の図からどの様な構造性や類似性を抽出すべきかを理解し難いほか、構造性を別の対象図形へ写像して両者を比較する過程では学習者のデータベースへのアクセスが不徹底となる可能性が想定されよう。特に遅滞児は表象の抽象化が不十分（梅谷，1971）である上に記憶容量も不足した故に，以前に抽象化した構造の記銘と想起（Gick と Holyoak, 1983）が不十分であるほか，抽象化の不徹底な状態での直観的な理解からは幾何図形の法則性を明らかにし得ない可能性を想定し得よう。この他，健常の1年生に電算画面上で対称軸中心の回転を図示した場合には，動く絵を用いない2年生の場合よりも線対称の理解の促進が示された。この様な結果からは，対称軸中心の回転運動は小冊子による学習では直接には仮説し難いが，画面で動く絵を手掛かりとして具体的な表象を得た際にはその理解が促進される傾向を想定し得よう。

以上より，類推のための写像の規則を提示する方法として文の要点の図示と先行オルグの効果挙げ，それらの促進効果について基礎的な実験を試みる事が次章の課題となる。

Chap. 2 図示による知識の構造化への促進

2-1 学習における類推の位置付け

本章の目的は説明文の理解における類推の位置付けと，類推成立の過程で文の内容についての図示と先行オルグの提示を行った際に得られる促進効果についての検討にある。

Forbus と Gentner (1986) による類推の定義においては，「熱は水の様だ」という表現に示される様に関係術語を基礎領域から目標へと写像する際の比較が類推の基本であるとの指摘がなされ，水のある局面が熱の領域に写像される傾向が示唆されている。ここでは対象の属性は省略され，いくつかの関連術語のみが処理の対象として残されるほか，どの様な関係性が写像されるかの決定は対象の系統性によるとの指摘が試みられた。上記の例で系統性の原則を問題にする際には，「熱と水は移動し，さらに管と金属棒はその導体となる」という表現に示される様に，写像可能な連鎖の一部としての一貫性と予測力に関する暗黙の選択と写像の実行可能性との対応が想定されている。さらに上記の比較の成立を規定する2要因に関しては最初に検索の可能性として照合に気付く程度が指摘され，その程度は基礎領域の親近性及び，基礎領域と目標領域間との類似性に依存する可能性が挙げられる。比較に関する第2の規定要因として照合の有用性が挙げられる。これは検索された照合関係から演繹し得る可能性と対応させられ，その規定要因として検査可能性が挙げられた。有用性は照合関係を意識的，且つ明確に表現し得る程度であるほか，照合の内容が課題解決に適切かの程度と対応付けられている。表層的な類似が目立つ材料などについての具体的な水準での照合は，その処理操作が容易で具体的である故に検索可能性が高い反面，上記の検査可能性が欠けている。逆に抽象化された表象を用いての比較では，上記の検査可能性は高い反面で検索可能性が低い傾向が指摘され，類推が上記の両者の中間に位置付けられている。表層的な類似性についての照合は類推や抽象的な水準での照合に先立って示される傾向の例として Forbus などは，物理学の課題の分類の際に熟達者は力学などの原則的なカテゴリーに従う反面，初心者は斜面や滑車など表層的な類似性に従って課題を分類する傾向（Chi など 1981）を引用している。この報告の特徴としては，学習の初期の表象は具体的であること，その発達的な変化としては抽象化を示す傾向とさらにその様な構造性の写像とを強調した点を指摘し得よう。ここでは記憶された知識と現在の課題状況との間の比較や構造性についての写像を問題にし

た一方で、記憶の検索過程とその制御過程については具体的なモデルを欠き、上記の系統性という表現で知識構造へのアクセスを指摘するに留まった点と、年少児でも類推を成立させ得る可能性（例えば Goswami, 1993）に対処し難い点をも批判し得よう。

上記の Halford (1993) は表象は類推と同様に構造的な写像である点を強調し、それらの写像の妥当性はその独自性と対応性に規定される可能性を指摘する一方、表象活動が認知構造から環境の一部への写像である一方、類推は表象活動の成果相互間の写像となる点を強調する。さらに写像される構造的な水準に対処した4水準の処理を想定している。要素の写像の段階は最も初歩的な処理とされている。ここでは過去経験と類似性に基いて、任意の構造の要素が他の構造の要素であって類似したものに写像される過程が想定される。第2の写像は大小関係、上下関係などの関係性に基いて2組のペアを対応付ける過程である。ここでは長さの異なった2本の棒から構成されたペアと、大人と子供のペアとの対応が例として挙げられる。ここでは要素間の類似性は問題でなく、抽象的な関係性を写像し得るほか、3-4歳児でもこの段階の写像が可能との指摘 (p. 250) も行われている。第3の写像は上記の類似性や関係性とは無関係に3者またはそれ以上多数から構成された構造体相互間の写像を行うものとされている。ここでは3者間で行われた「最善-最悪」などの任意の順位付けの結果が上下関係に写像される過程との対応付けが試みられる。最後に複数のシステム間の写像が指摘されている。ここでは $(7[3])[4]=1$ という数式の空白を埋める課題の達成過程で、 $(7-3)/4=1$ という回答に到達するまでには4点の要素（数値）を取り扱った2件の操作のペア（加減、乗除）が実行される過程の必要性が指摘される。ここでは課題のシステムから4点の要素並びに2通りに変化する2件の操作とが別のシステムである数式に写像されると言えよう。以上より Halford は、表象にどのような操作と写像とが行われ得るかによって課題解決と概念の理解の可能性が規定されるとの提言を試みている。さらに年齢発達に伴ってより複雑な構造的な処理が可能になる傾向を指摘する一方、このような課題の困難度が処理の負荷に対応する条件を明らかにするべきとの提言を試みている。以上の Halford の提言では、類推による写像が思考の基底となる理由としてスキーマを基礎領域、解決すべき課題を目標とした写像の関係が想定されているものの、類推成立過程における基礎領域の機能についての論究が不徹底である点をも指摘し得よう。

昨年の展望 (光田, 1993 a) では Holland など (1986) の類推観に関してその概略のみを指摘したが、以下ではこれに引き続き Holland などの写像についての提言と問題点について検討を試みる。ここでは類推による課題解決の過程の例として「腫瘍を治療する目的でその周囲から弱い放射線の照射」という課題解決の方略を基礎領域とした場合、これが「軍隊を分散させ、砦の周囲からの集中攻撃」という方略へと写像される過程が挙げられている。上記の2例に共通する方略は「分散した力の集中」という抽象的な構造的なものであり、この構造はスキーマまたは課題の典型的な表象 (p. 294) と考えられている。スキーマが類推の適用過程で顕在化される以前の課題解決過程は、最初に目標領域の課題の表象の形成が挙げられ、これは類推の方向を決定する過程として重視されている。2番目に課題解決の目標、資源、操作とその制約並びに方略の各々のカテゴリ毎に基礎領域と目標領域との関連付け、3番目として2領域間で対応させ得る項目の決定とその写像、さらに4番目にその写像の結果から「分散した力の集中」という一般化された規則生成が指摘されている。さらに上記のスキーマが新たな課題に適用される過程ではスキーマ自体も変容し、上記2のカテゴリを統合して新

たな方略のカテゴリー化とその写像が行われると言えよう。この様な写像観は Holyoak (1984) による写像過程の4類型に対比し得よう。このモデルでは最初に基礎領域と目標領域の双方の要素間に見られた同一性への注目が行われ、目標領域での規則の構成が指摘されている。上記の例では「力による目標制圧」というスキーマの構成がその典型となる。2番目には確定しない状態での対応として、新たな写像の発見と写像の失敗との理由付けの段階が、3番目には上記の例では「放射線」と「軍隊」の差異の様にスキーマの構造化を保全し、2領域間で対応付け可能な操作または新たなスキーマが生成される状態での差異が指摘されている。ここでは放射線は実際には見えないが、軍隊は見えるという差異は問題にされない。これらの差異は新たに構造化や規則の生成と保持には無関係であり、これらの差異からは構造化への干渉または写像と特定のスキーマの適用の停止とを生じる点が注目され、4番目の写像機能として分類される。写像の成立過程でこの様な構造化の保全とスキーマの変容の機能が重視されるならば、閲読内容の図示はこの保全とスキーマの変容に対する促進効果を示すかの検討が次節での課題となる。Holland などによる写像観の2番目の特徴としては類推の基礎領域に関する詳細な検討を指摘し得よう。ここでは上記の目標領域の符号化の結果として、基礎領域の表象の具体化とその一部の強調とが想定されている。具体的には、類推の成立過程では目標領域の変換とこれに関連する表象を長期記憶系から想起する過程の意義が強調され、さらにこれらと対応させられる基礎領域の課題が構造的に簡素であれば容易にモデル化し得る一方、目標課題の解決に必要な因果的な関連性の表象を保持し得る事の必要性が強調されている。しかしながら課題の構造が簡素な場合には、上記の目標領域の課題達成に必要とされる因果的な関連性は保持され難い点も指摘されている。Holland などはこの様な関連性の検索とその手掛かりの発見が類推の効率に与える効果を強調しているほか、類推がメンタルモデル構築の中心となる傾向を強調する。Clement (1982) の類推研究でも、物理学の熟達者が目標領域からの連想によって効率的に類推を成立させる傾向が指摘されている。以下では閲読内容の図示と先行オルグによってこの様な構造化の理解が促進されるかの検討を試みる事が本章の残された課題となる。

2-2 類推の成立過程における図示と先行オルグの効果

本節は、説明文の内容の図示とその閲読に先立って与えられて先行オルグによる文の内容理解への促進効果について若干の文献展望を試みる事をその目的としたものである。閲読文に示された対象の空間的な配置が理解される過程としては、Ehrlich と Johnson-Laird (1982) によるメンタルモデルが挙げられよう。ここでは大学生の被験者に対象の位置関係を述べた「ナイフはガラスの右にある」などの3文を閲読させた後、それらの文に表現された4点の対象の配置を想起して図示させる手続きを用いた。この実験結果からは、被験者が継時的に提示された3文を統合した形のイメージまたは意味的な整合性を示すメンタルモデルを構成する傾向が指摘された他、文の内容がこの様に一貫した形では統合され得ない場合には、個別の命題の表象が保持される可能性も示唆された。さらにこの様な形で行われた空間的な配置の推論とメンタルモデルの構成に関しては、モデルとしての整合性が得られた際には文全体の記銘と想起の成績が向上する (Mani と Johnson-Laird, 1982) 一方、イメージの形では保持し得ない程度に具体性を欠いたり類推が困難な場面描写であっても命題の水準の表象としては保持し得る可能性が指摘されている。上記のイメージの機能に関しては、イメージは文のマイクロ構造の符号化と検索の手掛かりであって文全体のマクロ構造の構築への促進機

能は果たさない傾向（例えば Denis, 1991）が指摘されたほか、この報告ではイメージが散文の意味的表象の図式化と抽象化がなされた状態である点を強調している。さらに昨年（光田, 1993 a）においても、イメージは空間的な関係性の表象であって命題的な表象とは区別されること、さらにこれらが散文の意味的表象を補足するほか、函数グラフの様に推論の実行、制御とモニタリングをも可能にする傾向を指摘した。この様な空間表象とそのモデルの構成が可能になる条件として Zwaan と van Oostendorp (1993) は、上記の対象の配置を述べた文が隣接する対象の配置を述べた文に引き続いて提示される事と内容が十分な整合性を持つ事を挙げた。さらにこの様な条件を満たす散文が少ない事を理由として、彼らは散文理解の手掛かりとしては命題相互間の空間的な関連性よりも因果的な関連性を重視している。さらに理解への促進手段としては閲読の目標の意義が重視されている。上記の因果関係の理解における類推の効果としては物理学の学習における類推の形成とその制御の問題を指摘し得よう。Forbus & Gentner (1986) は上記の理解が成立する過程として、プロトヒストリーの構成による現象の要約→因果関係の集積→プロセス中心のモデル構築を挙げ、文脈依存の状態から、文脈からは独立した一般的な体系が構築される過程と、系統的な関係・構造の理解は類推の生成とその制御とを可能にする傾向を強調する。上記の Holland など(1986) による Gentner (1983) への批判では、基礎-目標領域の関係性の図式化とその変容の軽視は、学習の転移についての理解を不十分にしている点が指摘されている。いわばバネという概念について曲がるという基礎領域の属性が活性化され、伸びるという属性は無視される事態すら想定されよう。この様な表層的な類似性による図式化は機能性に欠ける可能性を考えた際には、写像されるべき構造的な検索のみでなくその側面のいずれかへの焦点付け（例えば Ortony, 1979）の意義を強調し得よう。この様な観点から、上記の閲読目標として先行オルグの提示を、メンタルモデル構築への促進手段として閲読内容の図示を、そして上記の因果関係の理解の過程の検討としては類推を課題とした筆者の実験（光田 1993 c, 1993 d）についてその概略を述べる事が以下での課題となる。

光田 (1993 c) は図示の機能として、理解や操作の妥当性に関する情報をもたらす（例えば Laborde と Laborde, 1992）ほか、略図によって閲読内容を見立てて操作する過程では地図の様な表示機能とは異なって思考や操作の出発点の機能が示される（佐伯, 1986）可能性を想定した。さらにここでは閲読に先立って与えられた先行オルグから図示された構造的な焦点付けが生じる可能性についての実験的検討を試みた。具体的にはこれまでの実験（光田 1992）に引き続き、文の閲読後にその登場人物相互間の主観的類似性に関する評定値を求めて INDSICAL 分析する手続きを用いた場合には、上記の評定値の配置は図示と先行オルグとが併用して与えられた条件下でより適切になるとの仮説の検討が実験の目的となる。

方法としては、被験者は徳島大学 2 年生 35 名がほぼ等数ずつ、先行オルグと閲読内容の図示の有無に対応した 4 群に割り当てられた。彼らは電算画面上に 1 文ずつ提示された下記の材料文の被験者ペースで閲読し、閲読後には登場人物相互間の主観的な類似性について 5 段階評定値を入力する様求められた。その閲読文と先行オルグは下記の通りである。

材料 (1)：山本七平著「日本における人望の条件」(Will '84, 4) より、「日本の組織はブドウの房型をなすこと、これは宣誓によって組織された西洋の雇い兵とは違う。一揆集団は相互契約の連合体から成立し、戦国大名も有力家臣団の組織体のトップである。現在でも下部組織への浸透と意志の疎通を怠るワンマン社長は株主からではなく、部下である重役会で

解任された。元首相は組織維持と根回しに終始したが、指導力を疑われて失脚した。」という42文、計1940字を提示し、半数の被験者は「日本の首領はブドウの房型の組織を率いる」という先行オルグが与えられ、その半数とオルグ無し群の半数にはブドウの房の図が閲読の途中で画面に提示された。(2) 堺屋太一著「官僚が神になってはいけない」(週刊東洋経済'91, 9.14)より「日本の官僚は所管主義の原則の下で企業を保護し監督する。所管以外に配慮しない官僚をチェックし調整すべき政治家が業界と官僚の応援団である族議員に徹底すれば、コメの消費者の利益は守れない。コメに限らず、日本の消費者は権利を持たない不特定多数に過ぎないゆえ、他の自由主義国家の消費者の様に自国の企業をチェックし、企業の自由競争を見守れる様な優位な立場ではない。」という44文、合計2200字、半数の被験者には「この文は官僚が企業を保護し、経営の管理をすると不正や拙劣な経営を生じる」という先行オルグと縦割りの組織図(図4)を提示した。

結果と考察：

(1) 登場人物相互間の主観的類似度の評定値及びその判断の確信の程度に関する5段階評定値を求めてINDSCAL手続きで分析した結果の内、確信度評定値についての結果を図示したものが下記の図5である。以上より閲読中に図と先行オルグとが与えられた条件下では適正な布置が得られた反面、先行オルグのみの条件下ではより不徹底な理解が示唆されよう。

(2) 確信度得点については、先行オルグと説明図を与えた際には文に表現された人物相互の関係性の構造化と、これを未知の対象に移転する類推過程への促進効果を指摘し得た(IN-DSCAL)といえよう。さらに類似性の確信度得点についてクラスター分析した結果は上記と同様、図形と先行オルグの効果を指摘出来た。「官僚」文(図形とオルグの併用条件下では、消費者のクラスターと残る3者上記のクラスター内の平均距離3.500、「首領」文では成功した首領のクラスターと、その他のクラスター間の平均距離は3.502となる。

(3) 概念をペアにして、そのメンバー間の類似度の判断に要する反応時間を計測して、これをオルグと図形の有無の条件間で比較した。上記の「官僚」文の閲読に際して図とオルグを与えた際には、下記の様に異なったクラスター間での類似度を求めた際にはオルグのみで図を提示しない条件よりも反応時間の現象を示し、(政治家-自由主義国の消費者：6.50 vs 8.44 sec.)、オルグなしで逆の傾向となる。同様の結果は「首領」文でも得られた他(大名-ワンマン社長：6.33 vs 8.50 sec.)、オルグなし条件下で逆の傾向となったが、2要因分散分析の結果はいずれも先行オルグと図示との間に優位な交互作用(「官僚」文： $F(1, 30)=8.881, p<.01$ ；「首領」文： $F(1, 30)=6.791, p<.01$)を示した。

読み終わったらスペースバーを押して下さい

コメに限らず 複雑に相互作用する諸問題は全て個別の所管という視点で処理される

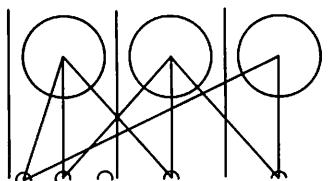


図4 実験に用いた図示の例

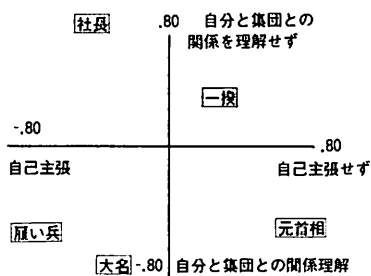


図5-a オルグと図示との併用条件
 (「首領」文)

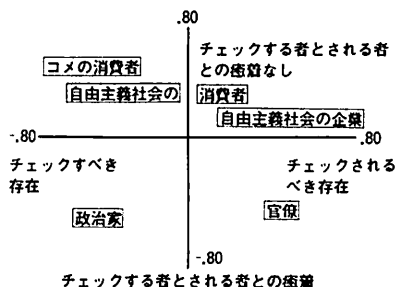


図5-c 先行オルグと図示の併用条件下での類似性判断の確信度
 (「官僚」文)

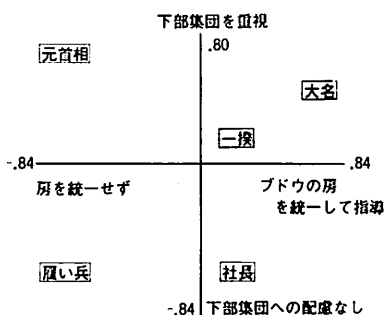


図5-b 先行オルグのみ提示条件(不徹底な理解となる)
 (「首領」文)

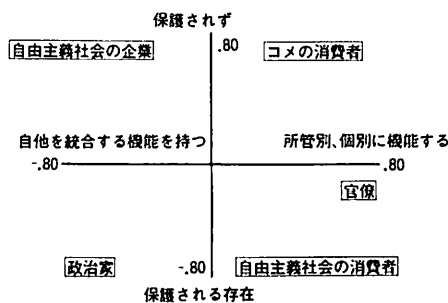


図5-d 先行オルグ条件(不徹底な理解となる)
 (「官僚」文)

図5 確信度評定値に関する INDSICAL 分析結果

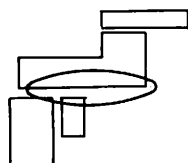


図6 実験に用いた「焦点」の略図

以上の結果の考察としては、先行オルグが閲読文相互間の関連性に関する手掛かりを与える (Risco & Alvarez, 1989) のみでなく、略図に意味を与える可能性を指摘し得よう。ここでは、どのような操作をイメージに投影し、形成するかが課題になる (例えば城, 1987) と言えよう。この点について検討する目的で、類似性の比較が行われる対象数を増加させた条件下で類似性に関するクラスター内外の比較を試みる事が次の実験課題となる。

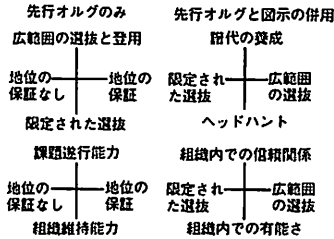
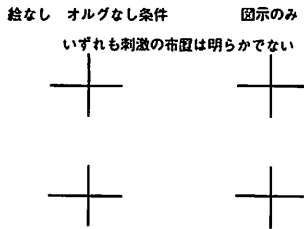
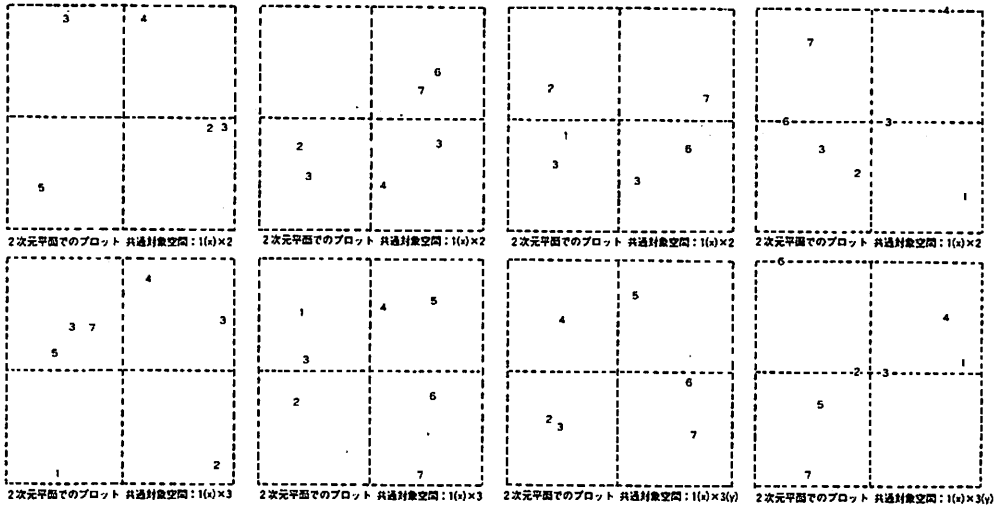
光田 (1983 d) の実験では、材料として (1) 堺屋太一著「群化の構造」より 1750 字 45 文を選択し、半数の被験者には先行オルグとして「この文は日本が 2 個の焦点を持つ楕円構造をなす事を述べた」という文及び、略図化した焦点の図 (図 6) を画面に提示した。閲読文の要旨は下記の通りである。「江戸は近畿の経済力と文化に対抗する軍事政権の拠点である。もう一つの焦点は、工業、物流と金融の中核であった以前の大阪である。高度成長時代は大量生産と大量消費の時代であり、規格品の流通の時代である。そこでは大阪の商才より官僚及

びマスコミへの浸透が課題になる。現代の大阪は衰退し、生産現場となり、文化の発信地は東京に集中する。これでは東京の文化を消費するだけで管理機能しか持たない札幌と変わらない。ニューヨークは文化と経済の中心であるが、人口集中とその負担増に悩む。負担増による課税は企業の流出を呼ぶのは東京と同じである。デトロイトは自動車業界の中核であるが、生産と管理部門は近接し、東京の様に首都に管理部門を置いていない。商品と市場の多様化が東京へのコンプレクスと情報の集中を解消する。」

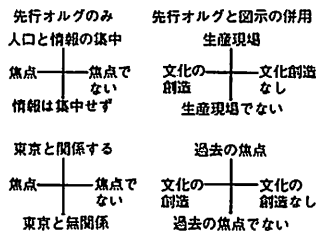
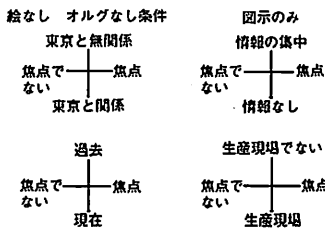
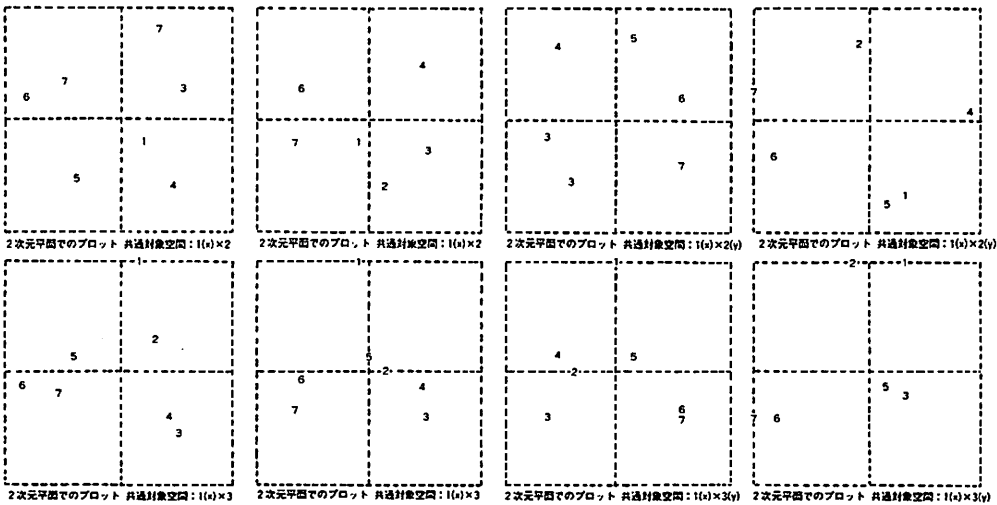
(2) 渡部昇一著「能力主義組織の興亡に学ぶ」(プレジデント'87, 2) より 1820 字, 47 文を選択し、半数の被験者には先行オルグとして「譜代という発想はヘッドハンティングと両立しない」という文及び略図としては樹状図の一部を別の色にして画面に提示した。

閲読文は下記の通りである。「秀吉は農民出身で、譜代の部下を持たずヘッドハントによって軍隊を組織する。この様な集団は成長志向の時代なら急速に力を付ける。大戦前のアメリカがそうであった。上昇の時代が終わったアメリカではヘッドハントされた人材は登用されない。経済と清治の中核はホワイト アングロサクソン. . . というワズプで占められる。譜代という発想と同様に、能力ある者の自己主張よりも社会的信用を考えたせいであろうか。日本の企業も異質の要素を避けて、限られた大学の出身者に企業内教育を徹底した。他社での実績や経営学修士よりも社会的信用を考え、ヘッドハントを想定しない時代であったからであろうか。プロシアでは將軍のヘッドハントすら珍しくない。雇われた將軍は裏切り者ではないが、軍政の専門家として扱う。彼らは荘園を持つ地元の貴族と違って、皇帝との一体感や社会的信用は得ていない。華僑は企業家として成長しても、日本の様に大企業を設立しない。譜代を養成せず、親族しか信用しないからである。ヘッドハントで得た部下に機能追求を徹底すれば耐えられない。明智光秀がその例である。だからといって、譜代の地位に安住して機能遂行と相互点検を怠れば組織は崩壊する。旧ソ連の官僚やトルコ帝国の崩壊がその典型である。」以上の文は 1 文ずつ電算画面を用いて被験者ペースでの閲読を行わせた。被験者は徳島大学 2 年生計 34 名をほぼ等数ずつ、上記のオルグと略図との併用、オルグのみ、図のみ、手掛かりなしの 4 条件に割り当てた。文の閲読後に登場人物に関する類似性判断及びその確信度 (5 段階評定値) を求めて INDSCAL 分析した結果が図 7 である。

結果として、(1) 以上の確信度評定値について先行オルグと図示の有無の 4 条件別にクラスター分析した結果からは、図形と先行オルグを併用した条件下では明白なクラスターを指摘し得た。具体的には「焦点」文では文化の消費のクラスターとそれ以外のクラスターとの距離は 3.370, 「譜代」文ではヘッドハントのクラスターとそれ以外のクラスターとの距離は 3.741 となる。以上より、主観的な類似度に関する評定の確信度を分析した結果からは、図 7 に示す様に図をオルグとを併用した条件下では文の内容に関する理解とそのモニタリングが徹底する結果が示唆されよう。以上より変数を増やしても上記の実験と一致した結果が示されたと言えよう。(2) 概念をペアにしてそのメンバー間の類似度の判断に要する反応時間を求めて、図形とオルグの有無、及び上記のクラスターの内外という 3 要因の分散分析を試みた。結果としては、先行オルグも図示も与えられない条件下では反応時間が最大となる(「焦点」文： $F(1, 56)=5.730$, 「譜代」文： $F(1, 48)=5.721$ 及び、いずれも $.01 < p < .05$)。図示またはオルグが与えられた際にはクラスター内のペアへの反応時間が少ない傾向が示された例としては、「焦点」文ではオルグ条件下で ($F(1, 56)=4.409$), 「譜代」文では図示が与えられた条件下で ($F(1, 48)=3.991$) それぞれ 10%水準の交互作用が示された。この他、「焦点」



1. 豊臣秀吉
2. 大戦前後のアメリカ
3. ワスプ
4. 日本企業の幹部要員
5. プロシアの将軍
6. 幕僚
7. 旧ソ連の官僚



1. 江戸
2. 過去の大坂
3. 現在の大坂
4. 現在の東京
5. 札幌
6. ニューヨーク
7. デトロイト

図7 条件別に見た確信度得点の布置 (INDSCAL分析結果)

文では先行オルグ条件下での反応時間の減少傾向 ($F(1, 56) = 5.395, p < .05$) も指摘し得た。さらに類似度についての確信度の評定値がクラスター内で高い評定値が得られる傾向 (「焦点」文: $F(1, 56) = 7.054, .01 < p < .05$, 「譜代」文: $F(1, 46) = 3.134, p < .010$) の他, 「譜代」文に関しては図示条件下で評定値が高い ($F(1, 48) = 8.10, p < .01$) 傾向が示された。(3) 次に上記の反応時間と確信度評定値との相関を求め, 図示, 先行オルグと上記のクラスター内外の3要因共分散分析を試みた結果からは, 「譜代」文で図示と先行オルグとを与えた条件下で ($F(1, 47) = 15.278$ 及び, $F(1, 47) = 7.946$), 「焦点」文では先行オルグを与えた条件下で ($F(1, 55) = 4.155$) それぞれ反応時間と確信度得点との間で有意に高い相関係数値が示された。さらにクラスター内での相関値が高い傾向 (「焦点」文: $F(1, 55) = 4.896$: 「譜代」文: $F(1, 47) = 5.062$, いずれも 5%水準) が示された。この他, 図示を欠く条件下ではクラスター外のペアについて負の相関が得られた。

以上の結果からは, 先行オルグが略図に文脈的な手掛かりを与え, 略図を手掛かりとした情報の検索と操作並びにその制御の促進を行う機能が示唆されよう。

2-3 結 論

上記の類推成立過程としては Keder-Cabelli (1988) による要約が示唆的であろう。ここでは最初に目標領域に対応させ得る表象を基礎領域から検索し, 次に推論などを用いて基礎領域から得られた表象を巧緻化した後に3番目の過程として目標領域への写像が試みられ, 4番目の過程としてその写像の妥当性が確認される過程が想定されている。さらにデバッグと類推からの学習過程として, ここでは写像された構造の記銘とその一般化または法則化が追加されている。この様な類推過程の基底をなすものとして, Darden と Rada (1988) は基礎領域とは別の領域から検索された知識の利用を挙げ, その知識を用いた写像の可能性を模索する過程で目標領域に関する新たな仮説が形成される可能性を指摘する (p. 344)。さらに類推成立過程の限界として, どの様な関係が写像されるべきかの教授・学習活動が与えられないほか, 形式的, 構造的に同一の問題についても同一の類推が成立し得ない可能性も否定出来ない点も指摘されている。ここでは写像の過程で問題にされるべき関係として, 視点を変えて見た場合の同一性, 部分と全体の関係, 因果関係及び函数関係が挙げられている。この様な関係性の問題に対処する手段として, 閲読内容を略図で見立てて操作する方法と先行オルグとが生産的な手段として機能する可能性は十分に想定されよう。大須賀と佐伯 (1987) は, 問題解決に際しての知識の適用の可能性が問題の形式や構造的な特性に依存せず, その意味的, 文脈的または内容的な側面に規定される可能性を強調し, 知識は文脈的な整合性また「許可」という文脈の下で広範囲に適用される可能性を指摘し, 知識自体の「準抽象性」を想定している。この様な指摘並びにその基底となった Chen と Holyoak (1987) の「実用的推論スキーマ」の活性化をも考えた際には, 閲読内容の図示と先行オルグとが散文理解における主観的判断に及ぼす効果の検討からは多くの成果を期待し得よう。知識の「準抽象性」の具体化についての検討が今後の課題として残された。

文 献

- Anderson, J. R. 1983. *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press. p. 148-149.
 Baddeley, A. D. 1986. *Working memory*. Oxford Psychology series vol. 11. Oxford: Oxford University

- Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. 1974. Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. vol. 8. New York. Academic Press.
- Benbow, C. P. 1988. Neuropsychological perspectives on mathematical talent. In L. K. Obler, & D. Fein (Eds.), *The exceptional brain: Neuropsychology of talent and special abilities*. p. 48-69.
- Bjorklund, D., & Harnishfeger, K. 1990. The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition. *Developmental Review*, 10, 48-71
- Brainerd, C. J., & Reyna, V. F. 1988. Generic resources, reconstructive processing, and children's mental arithmetic. *Developmental Psychology*, 24, 324-334.
- Brainerd, C. J., & Reyna, V. F. 1990. Gist or the grist: Fuzzy trace theory and new intuitionism. *Developmental Review*, 10, 3-47.
- Briars, D. J., & Larkin, J. H., 1984. An integrated model of skill in solving elementary word problems. *Cognition and Instruction*, 1, 245-296.
- Brown, A. I., & Kane, M. J. 1988. Preschool children can learn to transfer: Learning to learn and learning by example. *Cognitive Psychology*, 20, 493-523.
- Case, R. 1985. *Intellectual development: Birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Chapman, M. 1987. Piaget, attentional capacity, and the functional limitations of formal structure. In H. W. Reese (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior*, 20. New York: Academic Press. p. 289-334.
- Chapman, M. 1990. *Cognitive development and the growth of capacity: Issues in neo-Piagetian theory*. In J. T. Enns (Ed.), *The development of attention: Research and theory*. Amsterdam: North Holland. pp. 263-287.
- Chapman, M., & Lindenberger, U. 1989. Concrete operations and attentional capacity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 47, 236-258.
- Cheng, P. W., & Holyoak, K. J. 1985. Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. 1981. Categorization and representation of physics problem by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-151.
- Clement, J. 1982. Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.
- 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.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. 1980. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Darden, I., & Rada, R. 1988. Hypothesis formation using part-whole interrelations. In D. H. Helman (Ed.), *Analogical reasoning*. Dordrecht, Netherland: Kluwer Academic Publishers. p. 341-375.
- Dark, V. J., & Benbow, C. P. 1990. Enhanced problem translation and short term memory: Components of mathematical talent. *Journal of Educational Psychology*, 82, 420-429.
- Dempster, F. N. 1985. Short term memory development in childhood and adolescence. In C. J. Brainerd, & M. Pressley (Ed.), *Basic processes in memory development: Progress in cognitive development research*. (pp. 209-248). New York: Springer Verlag.
- Denis, M. 1991. *Image and Cognition*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Ehrlich, C. R., & Johnson-Laird, P. N. 1982. Spatial descriptions and referential continuity. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 296-306.
- Fletcher, J. 1985. Memory for verbal and nonverbal stimuli in learning disability subgroups: Analysis of selective reminding. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40, 244-259.
- Forbus, K., & Gentner, D. 1986. Learning physical domains: Towards a theoretical frame work. In R. M. Michalski, J. Carbonell, & T. Michell (Eds.), *Machine learning: An artificial intelligence approach* (vol. 2, pp. 311-348). Los Altos, CA: Morgan Kaufman. (知識獲得と学習シリーズ第7巻, 知識獲得と認知科学. 電総研人工知能グループ訳 東京: 共立出版).
- Gentner, D. 1983. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. 1983. Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Glenberg, A. M., & Kruley, P. 1992. Pictures and anaphoria: Evidence for independent processes. *Memory & Cognition*, 20, 461-471.

- Glenberg, A. M., & Langston, W. 1992. Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language*, 31, 129-151.
- Glenberg, A. M., Meyer, M., & Lindem, K. 1987. Mental models contribute to foregrounding during text comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 69-83.
- Goswami, U. 1992. *Analogical reasoning in children*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Halford, G. S. 1993. *Children's understanding: The development of mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Halford, G. S., Maybery, M. T., & Bain, J. D. 1986. Capacity limitations in children's reasoning: A dual task approach. *Child Development*, 57, 616-627.
- Holland, H., Holyoak, K., Nisbett, R. E., & Thagard, P. R. 1986. *Induction: Processes of inference, learning and discovery*. Cambridge, MA: MIT press.
- Holyoak, K. J. 1984. Analogical thinking and human intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, vol. 2. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- 本田光美 1993. 精神発達遅滞児の幾何概念理解に関する実験的研究 (4) - 遅滞児と健常児における差異 - 徳島大学総合学部卒業研究.
- Howe, M. I., & Rabinowitz, F. M. 1991. Gist, another panacea? Or just the illusion of inclusion. *Developmental Review*, 11, 305-316.
- 城 仁士 1987. 空間表象課題における変換操作の発達. 神戸大学教育学部研究収録. 第 79 集 37-54.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. 1992. A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 129-149.
- Kedar-Cabelli, S. 1988. Analogy-From a unified perspective. In D. H. Helman (Ed.), *Analogical Reasoning-Perspectives of Artificial Intelligence, Cognitive Science, and Philosophy*. Dordrecht Netherland: Kluwer Academic Publishers. p. 65-103.
- Kintsch, W., & Greeno, J. G., 1985. Understanding and solving arithmetic word problems *Psychological Review*, 92, 109-129.
- Laborde, C., & Laborde, M. 1992. Problem solving in geometry: From micro worlds to intelligent computer environments. In Ponte, L. P., & Matos, J. F. (Eds.), *Mathematical problem solving and new information technologies*. Berlin: Springer. p 177-192.
- Lehrer, R., Randle, L., & Sancilio, L. 1989. Learning preproof geometry with Logo. *Cognition and Instruction*, 6, 159-184.
- Lehrer, R., & Littlefield, J. 1993. Relationships among cognitive components in Logo learning and transfer. *Journal of Educational Psychology* 1993, 317-330.
- Mani, K., & Johnson-Laird, P. N. 1982. The mental representation of spatial descriptions. *Memory and Cognition*, 10, 503-518.
- 松原道男 1988. 理科学習における視点移動を重視したコンピューターグラフィックスに関する研究. 金沢大学教育学部教育工学研究 第 14 巻, 97-105.
- Meyer, R. E. 1982. Memory for algebra story problems. *Journal of Educational Psychology*, 74, 199-216.
- 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 31 巻, 61-72.
- 光田基郎 1983. 散文の構造的な手掛かり利用能力の発達. 徳島大学学芸紀要 (教育科学) 第 32 巻, 61-72.
- 光田基郎 1984. 散文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 1985. 散文の理解と巧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 1987. 文章理解におけるモニター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. 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第 3 号, 127-163.
- 光田基郎 1991. 数学文章題の達成過程における空間表象の効果. 徳島大学社会科学研究第 4 号, 133-169.
- Mitsuda, M. 1991. Successive processing abilities and question aids as determinants of solving arithmetic word problems in mentally handicapped students. *Japanese Psychological Research*, 33, 115-125.
- 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第 5 号, 181-216.
- 光田基郎 1993 a. 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第 6 号, 203-239.
- 光田基郎 1993 b. 電算画面による示範についての基礎的, 実験的研究. 文部省科研報告書 (総合 A-02305007)

- 代表者 山内光哉)。P. 63-83.
- 光田基郎 1993 c. 類推成立過程における図示と先行オルグの効果—判断の主観的妥当性に関する INDSICAL 分析—。日本心理学会第 57 回大会発表論文集 P. 561.
- 光田基郎 1993 d. 類推成立過程における図示と先行オルグの効果—概念数の増加した際の比較—。中国四国心理学会第 36 回大会発表論文集。(印刷中)
- Mitsuda, M. 1993. Effects of imagery representations and question aids in comprehension of geometry texts by elementary school children, junior-highschool and college students. *Japanese Psychological Research*, 35, 45-55.
- Muth, K. D. 1991. Effects of cuing on middle school student performance on arithmetic word problems containing extraneous information. *Journal of Educational Psychology*, 83, 173-174.
- 中尾伊佐子 1993. 精神発達遅滞児の幾何概念理解に関する実験的研究(2)—イメージの効果を中心として—徳島大学総合科学部卒業研究。
- Oakhill, J. 1984. Why children have difficulty reasoning with three-term series problems. *British Journal of Developmental Psychology*, 2, 223-230.
- 大垣あずさ 1993. 精神発達遅滞児の幾何概念理解に関する実験的研究(1)—電算利用による理解の促進—徳島大学総合科学部卒業研究。
- 大須賀節雄, 佐伯 胖 1986. 知識の獲得と学習—知識工学講座 3。東京：オーム社 p. 44-46.
- Ortony, A. 1979. Beyond literal similarity. *Psychological Review*, 67, 161-180.
- Piaget, J. 1950. The psychology of intelligence. New York: Harcourt Brace.
- Piaget, J., & Inhelder, B. 1973. *Memory and intelligence*. New York: Basic books.
- Risco, V. J., & Alvarez, M. C. 1986. An investigation of poor readers' use of a thematic strategy to comprehend text. *Reading Research Quarterly*, 21, 298-315.
- 佐伯 胖 1986. コンピューターと教育。東京：岩波書店。p. 114-136.
- Schoenfeld, A. H., & Herrmann, D. J. 1972 Problem perception and knowledge structure in expert and novice mathematical problem solvers. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 8, 484-494.
- Swanson, H. L. 1993. Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 87-117.
- Swanson, H. L., Cooney, J. B., & Brock, S. 1993. The influence of working memory and classification ability on children's word problem solution. *Journal of Experimental Child Psychology*, 55, 374-395.
- 高木和子 1978. 幼児における継時的情報処理能力の発達—Temporary Order Memory について。山形大学紀要。教育科学, 7, p. 83-105.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. 1989. Is working memory capacity independent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- 梅谷忠勇 1971. 精神遅弱児における概念達成の過程に関する研究—学習材料の抽象性の効果を中心として—。教育心理学研究第 19 巻, p. 29-38.
- Zwaan, R. A., & van Oostendorp, H. 1993. Do readers construct spatial representations in naturalistic story comprehension? *Discourse Processes*, 16, 125-143.

※文部省科学研究費(一般 C-05610110)及び佐藤玩具文化財団の助成を得た。