

洞察問題解決に試行と他者観察の交替が及ぼす影響の検討

清河 幸子* 伊澤 太郎** 植田 一博***

本研究では、他者との協同の中で頻繁に生じると考えられる、自分自身での課題への取り組み(試行)と他者の取り組みの観察(他者観察)の交替が、洞察問題解決に及ぼす影響を実験的に検討した。具体的には、Tパズルを使用し、①1人で課題に取り組む条件(個人条件)、②20秒ごとに試行と他者観察の交替を行いながら2人で課題に取り組む条件(試行・他者観察ペア条件)、③1人で課題に取り組むが、20秒ごとに試行と自らの直前の試行の観察を交互に行う条件(試行・自己観察条件)の3条件を設定し、遂行成績を比較した。また、制約の動的緩和理論(開・鈴木, 1998)に基づいて、解決プロセスへの影響も検討した。その結果、試行と他者の取り組みの観察を交互に行うことによって、言語的なやりとりがなくても、解決を阻害する不適切な制約の緩和が促進され、結果として、洞察問題解決が促進されることが示された。その一方で、試行と観察の交替という手続きは同一であっても、観察対象が自分の直前の試行である場合には、制約の緩和を促進せず、ひいては洞察問題解決を促進することにはならないことが明らかとなった。

キーワード：洞察問題解決、試行と観察の交替、協同、制約の動的緩和理論

はじめに

学校での学習活動は、通常、学級という集団単位で営まれる。そのため、自分で問題に取り組むとともに、同じ問題に取り組む仲間の問題解決プロセスを観察する状況は、頻繁に生じているものと考えられる。しかし、この自ら課題に取り組むつつ、時折、共通の問題に取り組む他者の様子を観察することの効果は、これまで十分に検討されてきておらず、実践場面においてその効果が生かされていないように思われる。

そこで、本研究では、このような活動が洞察問題解決に及ぼす影響について、実験的アプローチを用いて検討することを目的とする。

問題と目的

1. 協同が問題解決に及ぼす影響とその生起因に関する検討

これまで多くの研究によって、他者との協同が問題解決を促進することが示されてきている(清河, 2002; Kiyokawa, Ueda, & Okada, 2003; Miyake, 1986; Okada & Simon, 1997; Shirouzu, Miyake, & Masukawa, 2002; 植田・丹羽, 1996)。また、促進効果がどのようにして生じるのか

という点に関しても、様々な検討が行われてきている。

例えば、Miyake(1986)は、ミシンの仕組みについてペアで話し合いながら理解するという状況を設定し、その過程を詳細に検討している。その結果、二者間のやりとりの中で、自然に「課題遂行役」と「モニター役」とに役割が分化し、「モニター役」から出された質問に答えることで、「課題遂行役」の理解が深化していくことが示された。

また、植田・丹羽(1996)は、画期的な洗剤の開発を行った企業の研究者へのインタビュー結果から、上司からなされたメタレベルの知識の提供、すなわち、問題の見方や考え方の論理性・無矛盾性などに関する知識の提供が、表象変化を生じさせる上で重要な役割を果たしていたと述べている。

さらに、清河(2002)は、上述の研究に見られる「課題レベル-メタレベルの分業」という形をとる協同、すなわち、問題解決活動に直接関与する「課題遂行役」と、「課題遂行役」をサポートする形で間接的に課題に関与する「相談役」とに役割が固定された状態での協同によって、表象変化が促進されることを実験によって明らかにしている。同様に、Kiyokawa et al.(2003)でも、パートナーの問題解決状況を積極的に吟味することがなされれば、メタレベルの知識を提供するだけでも、パートナーの仮説変更を促進する効果が得られることが示されている。

加えて、Okada & Simon(1997)は、科学的な発見

* 東京大学大学院教育学研究科

** 東京大学大学院学際情報学府・現所属：ペイン・アンド・カンパニージャパン

*** 東京大学大学院総合文化研究科

課題に関する個人と協同のパフォーマンスを比較した結果、協同の方がよい成績となることを示している。そして、詳細なプロトコル分析の結果から、協同の優位性は、対立仮説の考慮や仮説の根拠づけといった説明活動が促進されることで探索の仕方が効率的になったことによると述べている。

これらの研究の共通点として、協同の中で生じる言語的なやりとりに着目した検討を行っているという点が挙げられる。事実、上述の研究が示すように、特定の言語的なやりとりは、問題解決を促進する効果を持っていることから、言語的なやりとりに着目することは重要である。しかし、他者との協同の中で生じている様々なプロセスのうち、問題解決を促進する力をもつのは言語的なやりとりだけなのかという点に関しては疑問が残る。もし、言語的なやりとりによってのみ促進効果が生じているのであれば、それが制限された状況での協同は、問題解決を促進する力をもたないことになる。

2. 言語的なやりとり以外の側面に着目する必要性

それでは、他者との協同において、言語的なやりとり以外のどのようなプロセスが、問題解決に影響していると考えられるであろうか。協同問題解決時には、自分自身が課題に取り組むということに加えて、他者が課題に取り組んでいる様子を観察するというプロセスが頻繁に生じる。

この他者を観察するというプロセスのもつ効果については、古くは「観察学習 (observational learning)」という枠組みで検討されてきた (Bandura, 1986 ; Schunk, 1987; Webb & Farivar, 1994)。これらの研究では、他者が問題に取り組む様子を観察するだけで、その観察された行動と類似のパターンが観察者の行動パターンの中に頻繁に見られるようになることが示されてきている。このことから、「お手本」となるような適切な問題解決プロセスを辿っている他者を観察することによって、問題解決が促進されると考えられる。しかし、このことは、適切でない方略を適用している他者を観察しても、促進的な効果は期待できない可能性があることを意味する。ここで、他者の問題解決プロセスを観察することによる促進効果は、観察対象が「よき」遂行者である場合に限定されるのかという疑問が生じる。

この問いに関しては、Shirouzu et al. (2002) が、観察学習研究とは異なる見解を示している。すなわち、観察対象である他者が必ずしも適切な問題解決プロセスを辿ってなくても、他者の取り組みを観察することと、自らが課題に取り組むことを交互に行うことに

よって、問題解決が促進されることを指摘している。より具体的には、彼らは、「折り紙の3分の2 (4分の3) の4分の3 (3分の2) のところに線を引いて下さい」という2つの課題を解く際に、個人とペアで解法の変化がどの程度生じるかについて検討を行った。その結果、個人で解く場合には、「折り紙を実際に折る」という状況に依存した解法が使われ続ける傾向があるのに対し、ペアの場合には状況に依存した解法から、「計算して解く」というより抽象的な解法に移行しやすいことが見出された。そして、詳細なプロセス分析の結果、ペアでは、「課題遂行役」と「モニター役」という2つの役割への分化が生じ、さらに、役割交替が頻繁に起こることで解法の変化が促されたと述べている。

上述のように、他者との協同において生じる言語的なやりとり以外の側面に着目した研究は数少なく、さらに、言語的なやりとり以外に着目した研究も大半が観察学習の効果の検討という文脈内で行われた研究である。よって、Shirouzu et al. (2002) によって指摘された、自分自身で課題に取り組むこと (以下、試行) と、パートナーである他者の取り組みを観察すること (以下、他者観察) を繰り返すこと自体が持つ効果に着目することは、協同によってもたらされる促進効果の新しい側面を描き出すことにつながると考えられることから、注目に値する。しかし、彼らによって指摘された効果に関しては、いくつか検討すべき点が残されている。

1) まず、彼らの研究では、解法を変化させることに成功した少数の事例を詳細に検討するというアプローチがとられているため、この効果がどの程度一般性を持って観察されるものなのかについては明らかでない。

2) また、やりとりに制限を加えない、自然な協同状況を対象としているため、役割交替以外のプロセスが生じており、役割交替自体の効果がどの程度であるのかが明らかでない。すなわち、役割交替に加えて、言語的・非言語的なやりとりが促進的な働きをした可能性が残されている。

3) さらに、彼らの用いた課題では、「折り紙を実際に折る」方法と「計算して解く」方法のいずれの方法でも正解に到達することが可能であり、前者の解法から後者の解法へと変化することがもつ意味が明らかではない。そこで、役割交替が表象変化に及ぼす影響を直接検討できるように、表象変化が課題の解決にとって必要不可欠であるような課題を用いる必要がある。

3. 本研究の目的

以上を踏まえて、本研究では、Shirouzu et al. (2002)

で十分に検討されなかった点を克服した上で、言語的・非言語的なやりとりを制限した状況でも、試行と他者観察の交替によって問題解決が促進されるのかどうかについて検討することを目的とする。具体的な改善点は以下の通りである。

1) 試行と他者観察の交替がもつ効果の一般性を検討するために、実験的アプローチを採用し、試行と他者観察の交替を行うよう教示された条件(試行・他者観察ペア条件)において、他の条件と比較して平均的に課題成績がよくなるかどうかを検討する。なお、比較条件としては、①個人条件に加えて、②試行・自己観察条件を設定する。

この②試行・自己観察条件では、試行・他者観察ペア条件同様、試行と観察を繰り返すという手続きを用いる。しかし、1人で実験に参加するため、他者の試行ではなく、自分の直前の試行を観察対象とする。なお、この条件では、試行に従事する時間が他の2条件の半分になってしまうことから、比較の際には、その点を修正した値を用いることとする(修正値の算出方法は「結果」で詳述する)。この値との比較を行うことで、ペアで問題に取り組む際に、試行と観察を交互に行うという手続きは共通であっても、観察対象が他者の試行か、自分自身の直前の試行かという違いによる影響を検討することが可能になる。

2) また、言語的・非言語的なやりとりの影響を排除するために、課題遂行中の発話は禁ずるとともに、相手の遂行状況に直接働きかけることを禁止する。この状況でも試行と他者観察の交替の効果が得られれば、この効果は言語的・非言語的なやりとりに媒介されたものではないことが示される。

3) さらに、試行と他者観察の交替によって表象変化が促進されるかどうかを、より直接的に検討するために、洞察問題を用いることとする。先行研究によると、洞察問題の大きな特徴として、一般的な問題解決とは異なって、解決者がもつ自然な傾向性に従って問題解決に取り組むことが妨害的に働く点が知られている(開・鈴木, 1998; Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; Ohlsson, 1992)。そして、この自然な傾向性によって作られる制約が、解決の初期においては、解決の行き詰まり(「インパス」)を形成する要因となる。しかし、課題に取り組む中で、制約に従った問題解決の取り組みが失敗することを経験することによって、解決を阻害する不適切な制約が次第に緩和されていき、最終的には解決に至ると考えられている。このことから、洞察問題の解決の成否によって、試行と他者観察の交替

が表象変化に及ぼす影響を検討することが可能と考えられる。

また、洞察問題の中でも、Tパズルに関しては、開・鈴木(1998)によって提唱された制約の動的緩和理論に基づいて、解決過程を詳細に検討することが可能である。よって、本研究では、Tパズルを用いて、試行と他者観察の交替が、自然な傾向性の影響から逃れて、適切な解法をとることを促進するかどうかという点を、解決成績および制約緩和プロセスを指標として検討することにする。

以上より、本研究では、試行と他者観察の交替が表象変化に及ぼす影響を検討する。より具体的には、課題に直接的に関わる役割と、その役割をとる他者の活動をモニターする役割とを交互にとることが、問題表象を変化させることを必要とする洞察問題解決を促進するかどうかを検討する。課題解決の指標としては、解決率および解決時間を用いる。加えて、制約の動的緩和理論(開・鈴木, 1998)に基づいて、試行と観察の交替が、解決を阻害することが明らかとなっている不適切な制約を緩和することに貢献するのかどうかという点についても検討を行う。

方 法

1. 実験参加者

関東圏の大学生60名が実験に参加し、以下で詳述する個人条件、試行・他者観察ペア条件、試行・自己観察条件の3条件のいずれかにランダムに割り当てられた。なお、試行・他者観察ペア条件に割り当てられた実験参加者は、同性の友人1名と一緒に実験に参加するよう求められた。

2. 課題

Tパズルと呼ばれる図形パズル(Figure 1)を用いた。具体的には、4つの木製ピースを用いて、完成図(実際のパズルの3分の2の大きさで呈示)と同じ形を作るよう教示した。なお、制限時間は20分間とした。

3. 条件と手続き

個人条件、試行・他者観察ペア条件、試行・自己観察条件の3条件を設定した。全条件に共通の教示として、①実験中には発話しないこと、②20秒ごとに合図があること、③課題遂行中は完成図を参照できないことを伝えた。また、実験中の様子は全てデジタルビデオカメラによって記録した。以下では、条件ごとの手続きについて述べる。

個人条件(15名) 本条件の実験参加者は、1人で課題に取り組むよう求められた。

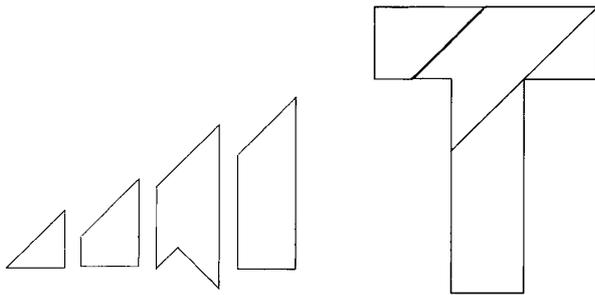
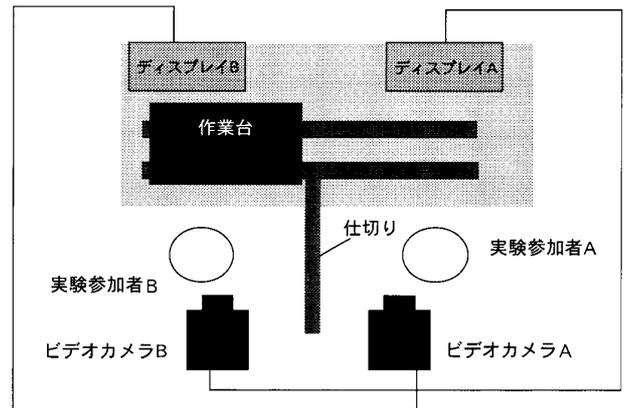


FIGURE 1 Tパズル

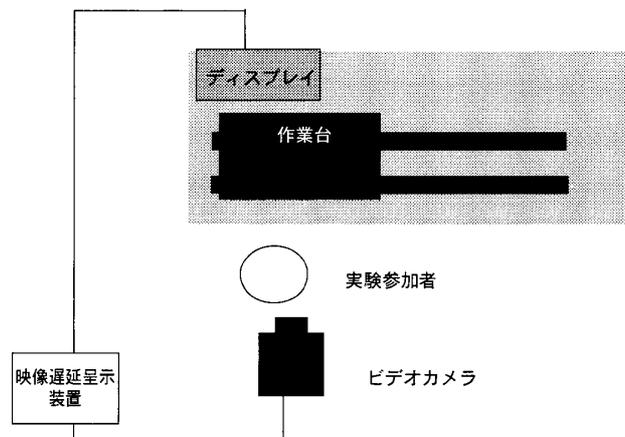
試行・他者観察ペア条件 (15組 30名) 本条件の実験参加者は、FIGURE 2(a)に示した環境で、2人で一緒に課題に取り組むよう求められた。この環境では、2人の実験参加者は並んで座るが、間に仕切りをおくことで、パートナーの様子を直接見ることができないようになっていた。これは、パートナーの作業を観察する際に、斜めからピースを見ることがヒントとして作用することを防ぐためである。

具体的な教示としては、作業台が前に置かれた実験参加者はピースを実際に動かしながら(試行)、もう一方の実験参加者は、正面に配置されたディスプレイを見ながら(他者観察)、どのようにしてパズルを完成させればよいかを考えるよう求められた。なお、正面のディスプレイには、FIGURE 2(a)にあるように、実験参加者の肩越しに手を撮影した映像を映し出した。よって、ディスプレイを通して観察を行う実験参加者は、試行を行う実験参加者とほぼ同じ視点からTパズルの配置を捉えることができたものと考えられる。また、20秒ごとの合図に合わせて、ルールを使って作業台をパートナーに手渡すことで、役割を交替するよう教示した¹。なお、他者観察から試行へと役割が交替した時には、パートナーから手渡された状態のまま試行を開始するよう求めた。

試行・自己観察条件 (15名) 本条件の実験参加者には、FIGURE 2(b)に示した環境で、個人条件同様、1人で課題に取り組むよう求めた。ただし、20秒ごとの合図に合わせて、ピースを実際に動かしながら考えること(試行)と、正面に配置されたディスプレイを見ながら考えること(自己観察)を交互に行うよう教示した。なお、このディスプレイには、映像遅延呈示装置を用いて、実験参加者自身の試行の様子を肩越しに撮影した映像を、20秒遅らせて呈示した。また、試行・他者観察ペア条件の手続きに近づけるために、試行から自己観察に切り替わる際には、ルールをつたって、作業台を脇に移動させ、再び合図があるまでは一切手を触



(a)試行・他者観察ペア条件



(b)試行・自己観察条件

FIGURE 2 実験状況

れないよう教示した。なお、この条件では、上述の試行・他者観察ペア条件とは異なり、仕切りを設置しなかった。そのため、作業台を脇に移動させた後にパズルのピースを斜めの角度から直接見ることが可能な状況であると考えられた。よって、実験者が実験参加者の視線を常にチェックし、観察時には作業台ではなく、モニターを見るよう促した。

¹ 試行と他者観察(もしくは自己観察)の交替のタイミングを設定するため、予備実験を行った。具体的には、交替のタイミングを10秒と30秒に設定し、本実験と同じ手続きで、各々1組のペアに課題に取り組んでもらった。また、課題終了後には交替のタイミングに関して感じたことについて自由記述で回答を求めた。その結果、10秒ではピースをまとまった形で動かすには短く、30秒では観察時に実験参加者の集中力が途切れる可能性があることが示唆された。そのため、本実験では試行と観察のタイミングを中間の20秒に設定した。

結 果

1. 課題成績への影響

試行と他者観察の交替が洞察問題解決の成績に影響するかどうかを検討するために、まず、実験参加者の課題成績を、制限時間の20分以内に正解に達したかどうかという点から分類した。その後、正解に達した実験参加者に関しては、先行研究 (Suzuki, Miyazaki, & Hiraki, 1999) にならって、制限時間を三分割した「解決(400秒以内)」、「解決(400~800秒)」、「解決(800~1200秒)」の3つのカテゴリに分類し、全体としては4つのカテゴリに分類した。なお、上述のように、試行の総時間を統制するために、試行・自己観察条件で得られたデータは、そのまま比較に用いるのではなく、個々人が試行と自分の直前の試行の観察を繰り返す架空のペア状況を表す修正値 (以下、「試行・自己観察条件 (名義ペア修正値)」と呼ぶことにする) に置き換えて比較した²。具体的には、以下の手続きを用いて、修正値を求めた。①試行・自己観察条件に参加した15名からペアを作る状況を考える。結果として、 ${}_{15}C_2=105$ 組のペアが構成される。②次に、ペアを構成する2名のうち、よい成績、すなわち、短い時間で正解に達した方の解決時間をペアとしての成績としてみなす。つまり、2人のうち、一方が解決でき、もう一方が正解に到達できなかった場合には、解決できた方の解決時間をペアとしての解決時間とみなし、両者が解決できた場合には、より速く解決できた方の解決時間をペアの成績としてみなした³ (条件ごとのカテゴリ分布をFIGURE 3に示す)。

条件によって課題成績が異なるかどうかを検討するために、Fisherの直接確率検定を実施したところ、条件と課題成績の独立性の仮定が有意に棄却された ($p < .001$)。また、残差分析の結果、試行・他者観察ペア条件では、「未解決」が少なく ($z = -3.20, p < .01$)、「解決(400秒以内)」が多い ($z = 2.45, p < .05$) のに対し、試行・自己観察条件 (名義ペア修正値) では、「未解決」が多いということが示された ($z = 2.59, p < .01$)。

² 試行・自己観察条件 (観測データ) では、「解決(400秒以内)」が2名(13.3%)、「解決(400~800秒)」が1名(6.7%)、「解決(800~1200秒)」が0名(0%)、「未解決」が12名(80%)という分布であった。

³ 試行・自己観察条件 (名義ペア修正値) のデータ数を105としたままで分析を行うと、自由度が増加し、有意な結果が得られやすくなる。この影響を統制するために、他の2条件同様全体データ数が15となるよう、試行・自己観察条件 (名義ペア修正値) の各カテゴリのデータを全て7で割ったものを分析に用いた。

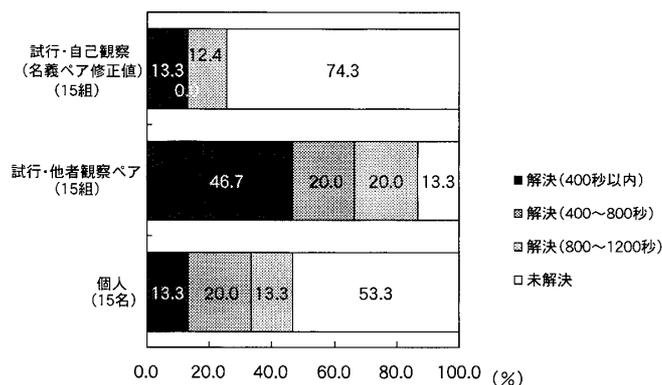


FIGURE 3 解決成績 (条件別)

以上より、自分自身で探索することとパートナーの試行の観察を交互に行うことによって、解決率が上昇するとともに、解決に要する時間も短くなるという形で、洞察問題の解決が促進されることが確認された。その一方で、試行と観察という手続きは同一で、観察内容がパートナーの試行か、自らの直前の試行かという点だけが異なる試行・自己観察条件においては、促進効果は示されなかった。よって、試行を中断して観察を行うことを繰り返すという手続きは、観察対象によって効果が異なることが明らかとなった。

2. 制約緩和への影響

開・鈴木 (1998) によって提唱された制約の動的緩和理論によると、洞察問題解決には、対象レベル、関係レベル、ゴールの3つの制約が関連している。そして、問題解決の初期には、これらの制約が強く働いているため、インパスが生じるが、失敗を重ねるに従って制約が徐々に緩和されて、ある時点で解決に至ると説明されている。本研究でもこの理論に基づき、試行と他者観察の交替の影響を制約緩和の観点から検討する。

Tパズルにおける制約 開・鈴木 (1998) によって、Tパズルを解く際には、以下のような制約が働いていることが特定されている。

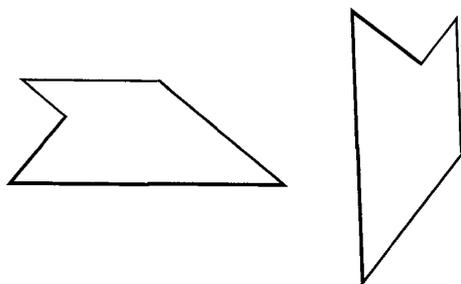
(1) **対象レベルの制約** 対象レベルの制約とは、個々の図形の捉え方に関するものである。本研究で用いたTパズル解決時には、五角形の長辺が机のヘリなどの基準線と垂直もしくは平行になるように置かれるという傾向が顕著に見られる。このことから、この傾向を「対象レベルの制約」と定義した。したがって、五角形の長辺が基準線に対して斜めになるように置かれた場合は、対象レベルの制約からの逸脱を表すと捉えた (制約に従った置き方の例と逸脱した置き方の例をFIGURE 4に示す)。

(2) **関係レベルの制約** 関係レベルの制約とは、図

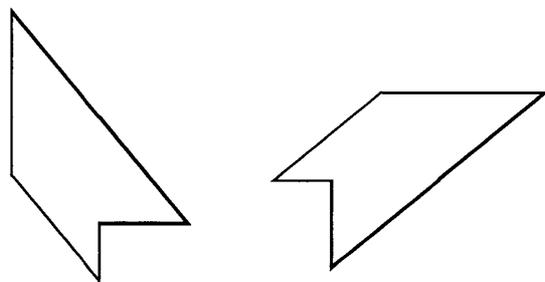
形間の関連づけ方に関する制約である。本研究で用いたTパズル解決時には、五角形のピースのくぼみ(ノッチ)を他のピースと接合する傾向が頻繁に見られる。よって、この傾向を「関係レベルの制約」と定義した。この制約に従うと、ノッチと他のピースの直角部分の接合が頻繁に生じるが、逆に、五角形の平行辺と他のピースの斜辺との接合は生じにくいことになる。このことから、五角形のノッチを埋めることなく、五角形の平行辺のいずれかと他のピースの斜辺とを接合した場合に、関係レベルの制約からの逸脱を表していると考えた(制約に従った置き方の例と逸脱した置き方の例をFIGURE 5 に示す)。

(3) **ゴールの制約** ゴールの制約とは、「ゴールに対するイメージであるとともに、現在の状態とそのイメージ間の適合の度合を評価する関数も含んでいる(開・鈴木, 1998, p.71)」。Tパズルにおいては、まさにTの形のイメージに対応する。上述の2つの制約とは異なり、この制約は、現状と目標状態のズレを評価する際に影響を及ぼすと考えられている。

以上を踏まえて、本研究では、1) 対象レベルの制約、2) 関係レベルの制約各々からの逸脱がどの程度生じるのかに加えて、2つのレベルの制約からの逸脱が同時に生じている場合には、より緩和の程度が大きいと考えられることから、3) 両制約から同時に逸脱が生じている場合の3点について検討を行った⁴。な

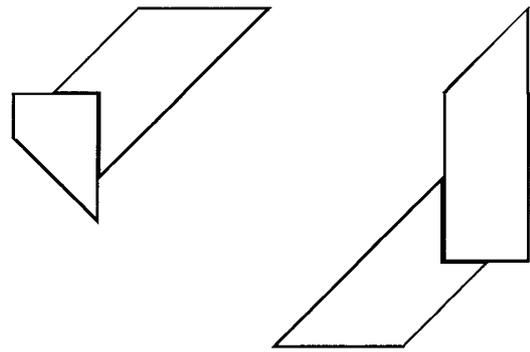


(a)対象レベルの制約に従った例

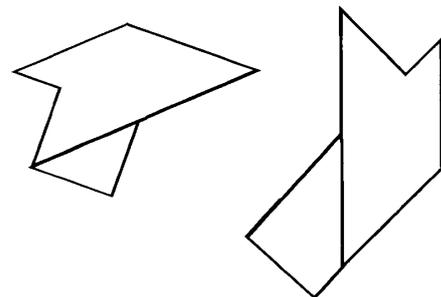


(b)対象レベルの制約からの逸脱例

FIGURE 4 対象レベルの制約に関する分類例



(a)関係レベルの制約に従った例



(b)関係レベルの制約からの逸脱例

FIGURE 5 関係レベルの制約に関する分類例

お、分析に際しては、20秒を1つの試行(ターム)として捉え、制約緩和の程度の変化が、条件ごとに異なるかどうかを検査するために、解決に要したターム中制約からの逸脱が見られたタームが前半・後半において何割見られるかを制約緩和の指標とした。

制約からの逸脱と課題成績の関連の検討 条件間の比較に先立って、各制約からの逸脱の程度と成績との間に関連があるかどうかを検査するために、成績と時

⁴ ビデオの記録状況が悪く、ピースの動きに関する詳細な検討が困難なデータは分析から除外した。除外されたデータは、個人条件の1名分、試行・自己観察条件の1名分と別の1名の1ターム分のデータであった。

なお、課題成績の検討と同様、制約からの逸脱度に関する分析でも、試行・自己観察条件に関しては、名義ペア修正値を使用した。具体的には、次の手続きを用いて修正値を算出した。①試行・自己観察条件の14名からペアを作る状況を考える。結果として、 ${}_{14}C_2=91$ 組のペアが構成される。②次に、ペアを構成する2名のうち、より短い時間で正解に達した方の解決時間で、実験が打ち切られたものと考えた。③実験が打ち切られるもしくは制限時間の20分間が経過するまでのタームのうち、各制約からの逸脱があったかどうかをカウントし、ペアとして集約した。なお、どちらから試行を開始したのかによって、2通りの結果が想定されるが、その2通りの値の平均値をペアの値として分析に使用した。

期を独立変数、各制約からの逸脱割合を従属変数とした二要因混合計画の分散分析を実施した（解決の成否および時期別の各制約からの平均逸脱割合をTABLE 1に示す）。その結果、全ての制約に関して、成績と時期の交互作用が有意となった（対象レベル： $F(1,118)=4.81, p<.05$ 、関係レベル： $F(1,118)=16.18, p<.01$ 、両レベル： $F(1,118)=32.63, p<.01$ ）。

単純主効果の検定を行ったところ、対象レベルの制約に関しては、前半は成績の単純主効果が有意傾向であったのに対して（ $F(1,118)=3.25, p=.07$ ）、後半には有意ではなくなっている（ $F(1,118)=0.18, p>.10$ ）。また、解決群では時期の単純主効果が有意でないのに対して（ $F(1,118)=2.50, p>.10$ ）、未解決群では有意となっている（ $F(1,118)=32.49, p<.01$ ）。以上より、対象レベルの制約に関しては、前半に解決群と未解決群で緩和の程度に若干の差があるものの、後半には未解決群でも同程度の逸脱が生じており、その緩和の程度と成績には明確な関連が見られないということが示唆された。

それに対して、関係レベルの制約、および対象レベルと関係レベルの両制約からの同時の逸脱に関しては、どちらも、前半は成績の単純主効果が有意ではなかったのに対して（関係レベル： $F(1,118)=0.22$ 、両レベル： $F(1,118)=0.88$ 、ともに $p>.10$ ）、後半には有意となっている（関係レベル： $F(1,118)=11.01$ 、両レベル： $F(1,118)=30.10$ 、ともに $p<.01$ ）。以上より、関係レベルの制約からの逸脱および、対象レベルと関係レベルの制約からの同時の逸脱に関しては、解決群で後半に逸脱割合が高くなるという成績との関連が示された。

制約からの逸脱についての条件間比較 以上を踏まえて、条件によって制約緩和の程度が異なるかどうかを検討するために、時期と条件を独立変数、各制約からの逸脱割合を従属変数とした二要因混合計画の分散分析を実施した（条件および時期別の各制約からの平均逸脱割合をFIGURE 6～FIGURE 8に示す）。その結果、対象レベルの制約からの逸脱および両制約からの同時の逸脱に関して、時期と条件の交互作用が有意となった（対象レベ

ル： $F(2,117)=3.72, p<.05$ 、両レベル： $F(2,117)=5.16, p<.01$ ）。また、関係レベルの制約からの逸脱に関しては、時期と条件の交互作用が有意傾向であった（ $F(2,117)=2.83, p=.06$ ）。

時期と条件の交互作用が有意となったものについて、単純主効果の検定を行ったところ、まず、対象レベルの制約に関しては、前半、後半ともに、条件の単純主効果が有意となった（前半： $F(2,117)=5.92, p<.01$ 、後半： $F(2,117)=4.02, p<.05$ ）。多重比較（Bonferroni法）の結果、前半では試行・他者観察ペア条件で他の条件と比較して逸脱割合が有意に高いことが示された（個人条件との比較： $p<.01$ 、試行・自己観察条件（名義ペア修正値）との

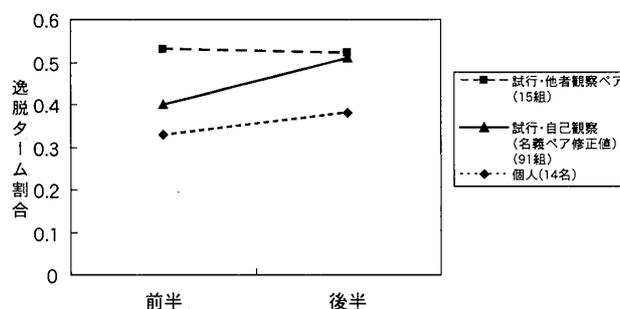


FIGURE 6 対象レベルの制約からの逸脱が生じたタームの割合

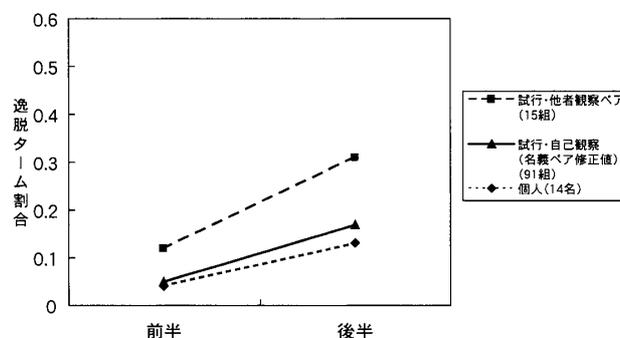


FIGURE 7 関係レベルの制約から逸脱が生じたタームの割合

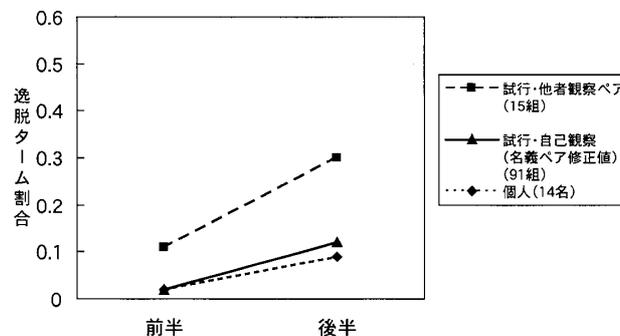


FIGURE 8 対象レベル・関係レベル両制約から同時に逸脱が生じたタームの割合

TABLE 1 課題成績と時期別制約逸脱割合

		前半	後半
対象レベルの制約	解決 (44名・組)	0.45(0.22)	0.49(0.17)
	未解決(76名・組)	0.39(0.12)	0.50(0.17)
関係レベルの制約	解決 (44名・組)	0.05(0.10)	0.24(0.17)
	未解決(76名・組)	0.06(0.05)	0.15(0.11)
両レベルの制約	解決 (44名・組)	0.04(0.10)	0.22(0.18)
	未解決(76名・組)	0.03(0.03)	0.09(0.09)

()内はSD

比較： $p < .05$ ）。それに対して、後半では、個人条件に比較して、試行・自己観察条件（名義ペア修正値）での逸脱割合が有意に高い（ $p < .05$ ）という差しか見られなかった。また、条件別に時期の単純主効果を検討したところ、試行・自己観察条件（名義ペア修正値）でのみ、時期の単純主効果が有意となり（ $F(1,117) = 36.70, p < .01$ ）、後半でより逸脱割合が高いということが示された。

次に、対象レベルと関係レベルの制約から同時に逸脱を示す割合に関して単純主効果の検定を行ったところ、前半、後半ともに条件の単純主効果が有意となった（前半： $F(2,117) = 11.18$ 、後半： $F(2,117) = 13.83$ ともに $p < .01$ ）。多重比較（Bonferroni法）の結果、前半、後半ともに、試行・他者観察ペア条件が他の条件に比較して逸脱割合が有意に高いことが示された（すべての比較において $p < .01$ ）。

なお、条件と時期の交互作用が有意とならなかった関係レベルの制約からの逸脱に関しては、条件の主効果（ $F(1,117) = 10.99, p < .01$ ）および時期の主効果（ $F(1,117) = 69.40, p < .01$ ）が有意となった。条件間の差については、試行・他者観察ペア条件が他の条件に比較して有意に逸脱割合が高いということが示された（Bonferroni法によるいずれの比較においても $p < .01$ ）。また、時期に関しては、後半において逸脱割合が有意に高かった（ $p < .01$ ）。

以上より、試行と他者観察の交替によって、解決と関連の強い制約の緩和が促進されることが示された。その一方で、試行と観察を交互に行うという点は共通でも、観察対象が他者ではなく、自らの直前の試行となった場合には、制約からの逸脱が促進されるわけではないということが明らかとなった。

なお、これらの結果のうち、試行・他者観察ペア条件で見られた促進効果は、先に示した課題成績への影響と整合的であった。すなわち、試行・他者観察ペア条件では、問題解決にとって不適切な制約からの逸脱が生じやすくなった結果として、短い時間で正解に到達できたと解釈できる。

考 察

1. 結果のまとめ

本研究では、自分自身で課題に取り組むことと、同じ問題に取り組む他者の様子を観察することが問題解決に及ぼす影響を実験的アプローチによって検討した。具体的には、洞察問題の一つであるTパズルを用いて、解決の成否および所要時間を指標として課題成績への影響の検討を行った。加えて、制約の動的緩和理論（開・

鈴木, 1998）に基づいて、解決プロセスへの影響を検討した。その結果、以下の2点が明らかとなった。

1) 自分で問題に取り組むことと、パートナーの取り組みの観察とを交互に行うことによって、言語的・非言語的なやりとりがなくても、解決を阻害する制約の緩和が促進され、結果として、洞察問題解決が促進される。

2) 自分で問題に取り組んだ後、その取り組みについて観察することを繰り返しても、制約の緩和を促進することにはならない。

2. 結果の解釈

それでは、本研究で得られた上記の結果は、どのように解釈できるだろうか。

一つの解釈としては、観察することによって得られる情報内容の影響を考慮することができる。すなわち、自分自身の直前の試行を観察する場合には、既に試行中に目にした情報を再び観察することになるため、そのパターンの出現がその後も高められることになる。その結果、制約の影響を受けた特定のパターンから抜け出すことが困難となり、洞察が生じにくくなる。この解釈は洞察問題解決の途中で、自分自身の直前の試行を言語的に振り返ることが妨害的に働くことを示した Schooler, Ohlsson, & Brooks (1993) の研究結果とも整合的である。本研究では、Schooler et al. (1993) とは異なり、観察時に言語的な説明を求めていないものの、同様のプロセスが自発的に生じた可能性は否定できない。

それに対して、他者の試行を観察する場合には、自分の試行とは異なるパターンが出現する。この他者の遂行で見られたパターンを手がかりとして、次の試行では、自分自身の以前の遂行とは異なるパターンが生じやすくなる。その結果、制約から逸脱したパターンが生じる可能性が高まり、解決に至りやすくなったのではないだろうか。

また、別の解釈としては、観察の情報源の影響を考慮することができる。つまり、自分自身の遂行に関しては、その取り組みの様子を観察する際にも、確証的に捉えてしまうため、別の視点が取りにくくなる。その結果、観察を行ったとしても、制約からの逸脱が促進されることはない。

それに対して、他者の遂行として観察する場合には、自分のものとして捉える場合に比較して、懐疑主義的に捉える傾向が強まるので、その結果、別の解釈を行うことが容易となる。そのため、それまでの試行で生じたパターンに固執する傾向が減じられ、制約からの

逸脱が促され、結果的に解決が促進されるのではないだろうか。

この情報源の影響については、Schunn & Klahr (1993) や清河・植田・岡田 (2004) によって指摘されてきている。具体的には、同じ内容であっても、自分のものとして評価するのか、他者のものとして評価するのかによって、評価のあり方が異なり、他者のものとして評価した方が、懐疑主義的な評価がなされやすくなるという指摘である。いずれの研究も、ルール発見課題を用いた検討であるため、厳密には本研究での課題状況とは異なるが、ともに一旦形成した不適切な仮説を別の仮説に変更することが求められる状況を設定していることから、本研究で用いた洞察問題とも特徴を共有していると考えられ、同様の効果が生じたとしても不思議ではない。

以上、2つの解釈に関しては、現時点で得られたデータだけをもとにして評価することは困難である。今後は、試行と他者観察の交替によって問題解決の促進効果がなぜ生じるのかという点について検討を行っていくことが必要である。

3. 今後の課題

前節で述べた試行・他者観察による問題解決の促進効果の生起メカニズムの解明に加えて、今後の課題としては、以下の4点が挙げられる。

自然な協同状況との比較 本研究では、個人条件および試行・自己観察条件の名義ペア修正値を比較対象として、試行と他者観察の交替が洞察問題解決を促進することを確認した。このことから、個人で問題に取り組む場合および、2名の問題解決者が相互作用のない状況で、試行と自己観察を交互に行う場合と比べると、試行と他者観察の交替を行う協同状況が洞察問題解決を行う上で効果的であることが示されたと言える。しかし、自然な協同状況との比較を行っていないことから、言語的な相互作用や直接的な他者の遂行への介入を含んだ協同と比較して、試行と他者観察の交替が単独でもつ促進効果がどの程度の大きさであるのかについては明らかではない。この点については、今後検討していく必要がある。

交替の仕方の影響に関する検討 本研究では、自分自身で課題に取り組むことと、パートナーの取り組みを観察することを、20秒という比較的短い時間間隔で強制的に交替させた。

Shirouzu et al. (2002) では、自然に生じる役割の交替によって、異なる解法へのシフトが生じることが示されていたが、教示によって役割の交替を強いた場合

にも、同様の効果が生じたことから、交替の自発性は、促進効果の生起にとって決定的な要因ではないことがうかがえる。今後は、交替の時間間隔やタイミングが、試行・他者観察の効果に影響するかどうかについて検討することで、効果の一般性を確認していく必要がある。

他の課題への影響 本研究では、同じ問題に取り組む二者間での言語的なやりとりを完全に排除していたにもかかわらず、自分自身で問題に取り組むことと、パートナーの取り組みを観察することを繰り返すだけで、問題解決が高められた。しかし、本研究で用いたTパズルを例とした図形パズルは、解決にとって言語が必須の情報とされていないため、その点が効果の発現に関わっている可能性がある。

Schooler et al. (1993) によって、自分の思考に関して言語的な説明を行うことは、洞察問題と非洞察問題で異なる影響を生じさせることが示されている。具体的には、洞察問題でのみ、言語的な説明が妨害効果を生じさせることが見出されている。このことを裏返すと、洞察問題解決時に言語的な情報を媒介させないことがむしろプラスに作用した可能性が考えられる。

よって、今後は、言語情報が必須となるような課題や非洞察課題においても、本研究で得られたのと同様の効果が得られるかどうかを検討していく必要がある。

内省 (reflection) の効果に関する先行研究との矛盾解消 本研究では、試行と観察を繰り返すという手続きは同一でも、観察内容を自己の直前の試行とした場合には、促進効果が得られなかった。この結果は、試行を一旦中断し、自らの試行を振り返るという内省 (reflection) が問題解決において有効なことを示す知見 (Berardi-Coletta, Dominowski, Buyer, & Rellinger, 1995 ; Berry & Broadbent, 1984 ; Gagne & Smith, 1962 ; Wetzstein & Hacker, 2004) とは矛盾する知見である。この矛盾を解消する手がかりを探っていくことも今後の課題であろう。

おわりに

本研究では、個人で取り組んだ場合には、特定の見方に固着してしまうことが予想される課題に関しては、自分自身で問題に取り組むことと、同じ問題に取り組む他者の様子を観察することを繰り返すことが有効となることが明らかとなった。注目すべきは、観察対象となる他者は必ずしも「お手本」となるような優れた遂行者である必要がないという点である。この点は、観察学習に関する研究 (Bandura, 1986 ; Schunk, 1987 ;

Webb & Farivar, 1994) で示されてきた知見とは大きく異なっており, 新しい観察の影響プロセスを捉えていると言える。

冒頭にも述べたように, 学級環境では, 自分と同じ問題に他者が取り組む状況が頻繁に生じていると考えられる。しかし, 多くの場合, 他者が問題を解く様子を観察する場面は, 正解できた者ができていない者に対して解決過程を披露する, もしくは, 多様な解法を検討し合うといった状況に限定されているのではないだろうか。もちろん, このような他者観察の形態も有効ではあるが, それらに加えて, 本研究で示されたように, 必ずしも「お手本」とはいえない他者の様子を観察する場面を設定していくことも有用であると考えられる。本研究で得られた知見を授業場面において具体的にどのような形で活用していけばよいかについては, 今後, 実際の教室場面を対象とした事例の積み重ねによって明らかにしていく必要があるだろう。

引用文献

- Bandura, A. 1986 *Social foundations of thought and action : A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Berardi-Coletta, B., Dominowski, R. L., Buyer, L. S., & Rellinger, E. R. 1995 Metacognition and problem-solving : A process-oriented approach. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, **21**, 205-223.
- Berry, D. C., & Broadbent, D. E. 1984 On the relationship between task performance and associated verbal knowledge. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **36A**, 209-231.
- Gagne, R. M., & Smith, E. C. 1962 A study of the effects of verbalization on problem solving. *Journal of Experimental Psychology*, **63**, 12-18.
- 開 一夫・鈴木宏昭 1998 表象変化の動的緩和理論 : 洞察メカニズムの解明に向けて 認知科学, **5**, 69-79. (Hiraki, K., & Suzuki, H. 1998 Dynamic constraints relaxation as a theory of insight. *Cognitive Studies*, **5**, 69-79.)
- 清河幸子 2002 表象変化を促進する相互依存構造—課題レベル—メタレベルの分業による協同の有効性の検討— 認知科学, **9**, 450-458. (Kiyokawa, S. 2002 The interdependence structure facilitating representational change : Collaborative problem solving dividing activities into a task level and a meta-task level. *Cognitive Studies*, **9**, 450-458.)
- Kiyokawa, S., Ueda, K., & Okada, T. 2003 The effect of meta-cognitive suggestions on viewpoint change in collaborative problem solving. In P. Slezak (Ed.), *Joint International Conference on Cognitive Science, with the Australasian Society for Cognitive Science*, Sydney, New South Wales. P. 90.
- 清河幸子・植田一博・岡田 猛 2004 科学的推論プロセスにおける他者情報利用の効果 認知科学, **11**, 228-238. (Kiyokawa, S., Ueda, K., & Okada, T. 2004 The effects of other-generated hypotheses on scientific reasoning. *Cognitive Studies*, **11**, 228-238.)
- Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. 1999 Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, **5**, 1534-1556.
- Miyake, N. 1986 Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, **10**, 151-177.
- Ohlsson, S. 1992 Information processing explanations of insight and related phenomena. In M. T. Keane & K. J. Gilhooly (Eds.), *Advances in the psychology of thinking* : Vol. 1. Hertfordshire, UK : Harvester.
- Okada, T., & Simon, H. A. 1997 Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, **21**, 109-146.
- Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. 1993 Thoughts beyond words : When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology : General*, **122**, 166-183.
- Schunk, D. H. 1987 Peer models and children's behavioral change. *Review of Educational Research*, **57**, 149-174.
- Schunn, C. D., & Klahr, D. 1993 Self- vs. other-generated hypothesis in scientific discovery. *Proceedings of the 15th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 900-905.
- Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. 2002 Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, **26**, 469-501.

- Suzuki, H., Miyazaki, M., & Hiraki, K. 1999 Goal constraints insight problem-solving. *Proceedings of the 2nd International Conference on Cognitive Science*, 159-164.
- 植田一博・丹羽 清 1996 研究・開発現場における協調活動の分析—「三人寄れば文殊の知恵」は本当か? 認知科学, **3**, 102-118. (Ueda, K., & Niwa, K. 1996 Analysis of collaborative activities in actual research and development sites : Is “two heads are better than one” true? *Cognitive Studies*, **3**, 102-118.)
- Webb, N. M., & Farivar, S. 1994 Promoting helping behavior in cooperative small groups in middle school mathematics. *American Educational Research Journal*, **31**, 369-395.
- Wetzstein, A., & Hacker, W. 2004 Reflective verbalization improves solutions : The effects of question-based reflection in design problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, **18**, 145-156.

謝 辞

本研究の一部は、平成19年度科学研究費補助金・萌芽研究(課題番号19650060, 研究代表者 植田一博)からの助成を受けている。ここに謝意を記す。

(2006.1.20 受稿, 10.19 受理)

Role Exchange Between Task-Doing and Observing Others as a Means of Facilitating Insight Problem-Solving

SACHIKO KIYOKAWA (GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION, THE UNIVERSITY OF TOKYO), TARO IZAWA (GRADUATE SCHOOL OF INTERDISCIPLINARY INFORMATION STUDIES, THE UNIVERSITY OF TOKYO), KAZUHIRO UEDA (DEPARTMENT OF GENERAL SYSTEM STUDIES, UNIVERSITY OF TOKYO) *JAPANESE JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY*, 2007, 55, 255-265

The present article reports an experimental examination of effects of role exchange between doing a task and observing others doing the task, on insight problem-solving. Undergraduates were randomly assigned to 1 of 3 conditions : solo trial, trial and other-observation pair, and solo trial and self-observation. In the solo condition ($N=15$), the participants were asked to solve a T puzzle alone. In the trial and other-observation pair condition (15 pairs), each pair of participants was required to carry out the task by alternating every 20 seconds the role of working with the pieces and the role of watching the partner's performance. In the trial and self-observation condition ($N=15$ solos), the participants were instructed to alternate the same roles within an individual as in the trial and other-observation pair condition. That is, they were required to work with the pieces and to watch their own performance alternately. Solution rates and solution processes were compared, based on the dynamic constraint relaxation theory proposed by Hiraki and Suzuki (1998). The results showed that role exchange between doing a task and observing others doing the task had a facilitative effect on insight problem-solving, whereas role exchange within an individual did not.

Key Words : insight problem-solving, exchange between task-doing and observing others, collaboration, dynamic constraint relaxation theory