

## 協働の形態が洞察的問題解決に及ぼす影響<sup>†</sup> —数理パズル「タングラム」を用いた検討—

児玉 佳一\*

東京大学大学院教育学研究科

中野 良樹\*\*

秋田大学教育文化学部

本研究は、協働の形態が洞察的問題解決にどのような影響を及ぼすかについて検討した。実験には、数理パズル「タングラム」を使用した。「タングラム」は、三角形と四角形の7つのピースで構成されたパズルであり、洞察問題の一種とされている。実験参加者(N=75)は、個人で問題解決を行う“個人条件(15名)”, ペアで1つのタングラムを操作して問題解決を行う“協働条件(15ペア)”, ペアに2つのタングラムが与えられ各々が操作しながら話し合うこともできる“並列条件(15ペア)”にランダムに分けられ、ライオンの図形を完成させることが求められた。実験の結果、協働の形態は、完成時間や完成率に有意な影響を及ぼさなかった一方で、制約緩和や会話の傾向に有意な影響を及ぼしていた。最後に本研究の結果と、タングラムを用いた協働学習への示唆について考察した。

**キーワード**：協働的問題解決、洞察問題、タングラム、協働の形態、制約緩和

### 1. 問題と目的

#### 1-1. 協働的問題解決への関心の高まり

国際的プロジェクトである Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ACT21S) では、近い将来訪れる情報知識基盤社会において必要とされる、21世紀型スキルを提唱している(Griffin, McGaw, & Care, 2012 三宅他訳 2014)。この21世紀型スキルを包括するスキル領域として「協働的問題解決(Collaborative problem solving)」と「デジタルネットワークを使った学習(Learning in digital network)」の2点が挙げられている。中でも協働的問題解決は、2015年からOECDで行われているPISA調査項目の1つとなることが発表されている

(OECD, 2013)。こうした動向から、子どもたちにとって将来的に身に付けるべきスキルとして、協働的問題解決スキルへの社会的関心が高まっていることがうかがえる。

なぜ、協働的問題解決への関心が高まっているのだろうか。その答えの1つは、協働による問題解決が個人で行う問題解決よりも、創造性や知識リソースの面で優れていると考えられているためである。こうした点は、“三人寄れば文殊の知恵”, “Two heads are better than one”といった日常経験を表した諺からも示唆される。また、例えば学術の世界においても、学問領域を超えた学際的な共同研究が着目されており(Schunn, Crowley, & 岡田, 2000)、多種多様な知識リソースをもつメンバーの協働によって、新たな知識の構築が期待されている。こうした点から、協働的問題解決スキルの育成方法の開発や、効果的な協働的問題解決プロセスの解明は、社会的な課題として急務を要していると考えられる。

2015年1月8日受理

<sup>†</sup>Effects of Collaboration Styles on Insightful Problem Solving: Using the Puzzle Game of “Tangram”.

\*Keiichi KODAMA, Graduate School of Education, The University of Tokyo.

\*\*Yoshiki NAKANO, Faculty of Education and Human Studies, Akita University

## 1-2. 協働的問題解決のプロセス

では、協働的問題解決はどのようなプロセスによって有効に機能するのだろうか。多くの先行研究は、協働的問題解決における相互作用の質に着目してきた。そして、この相互作用の質が協働的問題解決において重要であると指摘している (e.g., 清河・伊澤・植田, 2007; Miyake, 1986; 小寺・清河・足利・植田, 2011; Okada & Simon, 1997; Teasley, 1995; 富田・丸野, 2005)。

先行研究では、協働的問題解決における相互作用の質として、問題解決グループ (ペア) における「会話」に着目してきた。例えば Miyake (1986) は、「ミシンはどのようにして縫うことができているのか」という問い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た。その結果、ペアで課題に取り組む中で、ペアのうちの1人の提案や確認などに対して、一方の1人が批判を行うといった建設的な相互作用が、協働的問題解決における理解の深化に重要であることを示した。以上のように、協働的問題解決では、単なる発話や言語化でなく、協働で解決を行うための他者への提案や、時に批判や質問といった建設的な会話が重要であると考えられる。

また、協働的問題解決における相互作用の質は、会話といった言語的相互作用以外にも、非言語的相互作用からも影響を受けると考えられる。例えば、清河・伊澤・植田 (2007) は、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、Tパズル (図1) を使った洞察問題解決に及ぼす影響を実験的に検討した。その結果、他者の試行を観察する「試行・他者観察ペア条件」の完成率が高く、言語的なやり取りがなくても洞察問題解決が促進されることや、一方で自分の試行を観察する「試行・自己観察条件」は問題解決を促進しないことが明らかになった。小寺・清河・足利・植田 (2011) は、清河ら (2007) で行われた3条件

に加え、試行と自己観察を交互に行うが、自分の過去の試行を「他者の試行」と教示されて問題にあたる「偽他者観察条件」を導入した。その結果、偽他者観察条件は、他者観察条件と同等の問題解決力を示した。こうした結果は、言語的相互作用以外にも、他者観察といった非言語的相互作用が、協働的問題解決において重要であることを示唆している。

## 1-3. 協働的問題解決プロセスに影響する要因

先述した協働的問題解決における言語的・非言語的相互作用の質は、メンバー同士の関わり方を規定する「協働の形態」や、問題構造を規定する「課題の質」によって変化することが先行研究で指摘されている。

協働の形態に関して、西野・西端・石桁 (1995) は、グループ学習の形態を2つに分類して考察している。1つは、個々のメンバーに与えられた学習目標をグループの中で個別に到達させようとする形態で、西野らはこれを「構成員並列型グループ学習 (以下、並列型)」と呼んだ。もう1つの形態は、グループに与えられた学習目標をメンバー全員で合意した学習内容と方法に従って、全員が個々の役割を果たしていく形態で、「構成員合意統括型グループ学習 (以下、統括型)」と呼んだ。並列型では、メンバーが互いに相互作用はするが、各自が独自に意志決定をしながら課題達成を目指す形態である。一方で統括型は、メンバーはグループ全体の視点で、課題の企画、分担、進捗状況の把握、分担部分間の調整などを行いながら、1つのグループとして課題達成を目指す形態である。

一般に協働の形態は、西野ら (1995) が示した統括型が想定されやすい。一方で、並列型の協働の形態が存在することも事実である。協働的問題解決では対人関係が問題解決に影響することが示されているが (e.g., Barron, 2003)、並列型であれば、個人での活動の自由が担保され、社会的な圧力を受けた協働では起こり得ないような洞察が起きる可能性もある (Czikszenmihalyi & Sawyer, 1995)。また、清河ら (2007) や小寺ら (2011) の結果は、並行的に課題を操作する並列型の協働的問題解決において他者観察を行うことが問題解決を促進する効果をもつことを示唆する。しかし、並列型の協働的問題解決のプロセスを扱った研究はほとんどなく、さらなる解明が必要である。

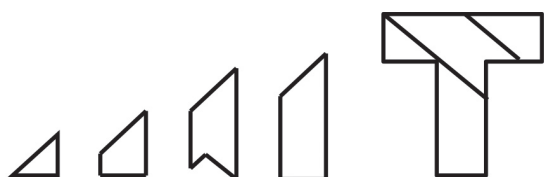


図1 Tパズルのピース構成 (左) と正解の配置 (右)。

また、課題の質も協働的問題解決の相互作用に影響を与えていると考えられる。鈴木・邑本(2009)のように、解が1つに定まる良定義問題と解が1つに定まらない不良定義問題を比較した研究も多数あるが、協働的問題解決では、特に不良定義問題(e.g., 丸野・堀・生田, 2002; 富田・丸野, 2005)や創造性課題(e.g., 石井・三輪, 2001; 三浦・飛田, 2002)に着目して研究が進められてきた。

他にも、少数ではあるが、洞察問題に関する協働的問題解決の研究も存在する。洞察問題とは、“その解決にひらめき、あるいは発想の転換が必要とされる問題(鈴木, 2004 p.145)”とされている。ゆえに、洞察問題を解決するためには自ら解決方法を創造する必要がある、しばしば創造的問題解決の例として扱われる。洞察問題を扱った協働的問題解決は、前述の清河ら(2007)や、小寺ら(2011)が該当する。また、佐藤・大川(2014)は、Tパズルを用いた洞察問題解決における説明の効果を検討した。その結果、完成者と未完成者を比較すると、完成者は解決へのアドバイス、解き方の見直し、解き方の方針といった「メタ的発話」が多いことが示された。

#### 1-4. 本研究の目的および扱う課題

洞察問題を扱った協働的問題解決は先行研究が少ないのに加え、清河ら(2007)や小寺ら(2011)では、他者観察に焦点化しているため、言語化の影響については検討されていない。また佐藤・大川(2014)では、一方向的な「説明」の機能に焦点化しており、こうした説明に対する「応答」といった相互作用の効果は明らかにされていない。つまり、突発的な“ひらめき”を要する洞察問題における言語的相互作用の影響は、先行研究では明らかにされていない。また、個人の発話思考による洞察問題解決における言語化では、問題解決に促進的(e.g., Kiyokawa & Nagayama, 2007; Kiyokawa & Nakazawa, 2006; 佐藤・大川, 2014)にも、抑制的(e.g., Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993)にも影響することが示されており、言語化の効果は定まっていない。不良定義問題では、建設的な議論を重ねることにより理解や意見が漸進的に精緻化されることが示されているが(e.g., Miyake, 1986)、急進的に解が発生する洞察問題においても、同様の言語的相互作用の効果があるかは疑問である。ゆえに、洞察問題における言語的相互作用の影響を明らかにすることは、協働的

問題解決が急進的な解の発見をも促進する可能性を示すことに繋がり、また、その過程で言語化が果たす役割も明らかになる。

本研究が教育実践に果たす貢献について考えると、理科の実験は1班に1つの器具で行われる一方で、算数科の協働学習では個々人に思考ツールが提供されるなど、教室場面の協働学習でも協働の形態が異なる状況は容易に想定される。そのため協働の形態による解決プロセスの違いを明らかにすることは、学校教育における協働学習にも示唆を与えるものになる。そこで本研究は、協働の形態が洞察的問題解決に及ぼす影響について検討することを目的とする。

本研究で扱う洞察問題は、数理パズル「タングラム」とする。タングラムとは、正方形から切り取った7個の三角形や四角形のピースを組み合わせ、様々な形を作るパズルゲームの一種である(図2)。タングラムを洞察問題として使用する理由は2点ある。1点目は、後述するように、洞察問題として扱うことが可能であると実験的に証明されているためである(e.g., 中野, 2009; 渋谷・中野, 2010)。2点目は、タングラムは算数科における「図形」領域において教科書で扱われており(e.g., 橋本他, 2008)、タングラムを用いた図形学習の実践報告も多い(e.g., 黒田・山田・愛木, 2001; Lin, Shao, Wong, Li, & Niramitranon, 2011)。ゆえにタングラムを用いて実験することで、本研究の結果が、タングラムを用いた協働学習への示唆を示すことができると考えられるためである。

タングラムが洞察問題である証拠となる先行研究として、中野(2009)は、Tパズルとタングラム

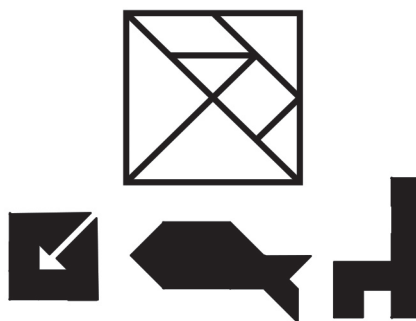


図2 タングラムを構成する7個のピース(上)と作成できる図形の例(下)。

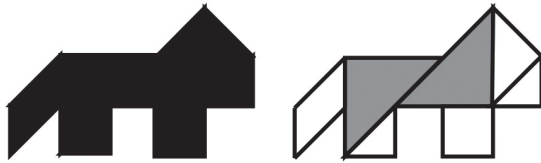


図3 タングラムのライオン課題のシルエット（左）と正解のピースの配置（右）。

の類似性に着目し、タンングラムの問題解決過程を説明する上で、洞察問題の解決過程論の1つである制約論（e.g., 開・鈴木, 1998）が適用できると考えた。そこでタンングラムが洞察問題として制約論を適用できるかについて、ライオンを課題図形（図3）として、作業中のプロトコルとピース操作を精査した。その結果、洞察を得た指標になると考えられる“AHA体験”に特徴的な発話が、課題完成前に77.7%の参加者に確認された。また洞察時には、図3の正解配置にグレーで示した2つの大きい三角形を操作しており、この2つの三角形ピースの組合せを全参加者で抽出したところ、解決過程の初期段階では正方形や平行四辺形などの「きれいな形」を作る傾向があった。つまりタンングラムには、ピースの置き方や組合せについてきれいな形を作るという制約が存在し、制約論の適用が可能であることが示唆された。

また渋谷・中野（2010）は、制約論では、意識下において制約の緩和・逸脱が進行していることが想定されていることに着目し、洞察が生じる前の解決可能性に対する参加者の主観的な評価と、意識下の潜在的な評価について検討した。主観的な評価は、解決可能性を評定する visual analog scale である「見通しメーター」で測定し、潜在的評価は、7種類の大三角形2つの組合せについてどちらが正解の配置に使いそうか一対比較によって測定した。実験の結果、主観的な評価は課題開始前に比較的高く、時間の経過によってその評定値が下降した。また、潜在的な評価は完成群・未完成群のどちらも「きれいな形」をしている組合せを評価する傾向から、時間の経過に伴って、正解の配置に近い「ずれた配置」の組合せを評価する傾向へと変化した。主観的な評価はほとんど上昇しなかった一方で、潜在的な評価は両群とも漸進的に正解へと近づいていたことから、解決へと至る制約の緩和は完成群・未完成群に関わらず潜在的には進行していることが示された。この結果も、制約論の適用可能性を高め、タンングラムを

洞察問題として扱うことのできる実証的証拠を提供していると考えられる。

## 2. 方法

### 2-1. 実験参加者

75名の大学生が実験に参加した（男性15名、女性60名、平均年齢19.99±1.21歳）。参加者はタンングラム課題に取り組んだことがないことを事前に確認して決定した。参加者は西野ら（1995）を参考に、ペアにつきタンングラムが1セット与えられ、ペア内でピースの操作の合意を取りながら課題を行う「協働条件」（15ペア）と、ペアではあるがタンングラムが1人ずつに与えられ、各々で課題に取り組みながら話し合うことも可能であった「並列条件」（15ペア）、そして「個人条件」（15名）にランダムに分けられた。協働条件は西野ら（1995）が示す「統括型」、並列条件は「並列型」に該当する。協働条件と並列条件のペアはサークルや研究室の同性の友人で構成された。

### 2-2. 実験器具と環境

課題は「木製タンングラム ちえしほり（エド・インター製）」を用いて行った。課題図形は「ライオン」を使用した（図3）。課題のシルエットは、課題完成時と同じ原寸大（縦12.6cm×横21.0cm）で、A4用紙に印刷したものを、オレンジ色の台紙（縦26.2cm×横37.0cm）の中央に貼って使用した。

また、参加者の主観的な解決可能性を評定するために「見通しメーター（e.g., 渋谷・中野, 2010）」を設置した。このメーターは左端から2段階ごとに「ぜんぜんできそうにない」、「あまりできそうにない」、「どちらかといえばできそうにない」、「どちらかといえばできそう」、「だいたいできそう」、「ほとんどできそう」と表記し、12段階の目盛を設定した。参加者は3分ごとに、その時点でどれだけ完成に近づいていると感じるかについて、備え付けてある矢印を移動させて示した。参加者は実験者の合図を受けて評定を行った。

作業の様子はデジタルビデオカメラ（Panasonic NV-GS100, HDC-TM90）で参加者の手元と見通しメーターのみが映るように、作業台の上方約60cmから撮影した。また撮影に支障が出ないように、参加者の作業範囲を固定するA3用紙を用意し、参加者はA3用紙の上で課題を行うように教示された。



個人条件では、タングラム、裏返して伏せられたシルエット用紙、見通しメーター、ビデオカメラが机の上に事前に配置されており、参加者はタングラムの前に着席した。協働条件では、タングラム（ペアで1セット）、裏返して伏せられたシルエット用紙（ペアで1枚）、見通しメーター（各々に1つ）、ビデオカメラ（1台）が机の上に配置された。参加者は机の角を利用して、お互いが90°で向き合うように着席した。並列条件では、タングラム（各々に1セット）、裏返して伏せられたシルエット用紙（各々に1枚）、見通しメーター（各々に1つ）、ビデオカメラ（各々に1台）が机の上に配置された。参加者はお互いが平行に並ぶように着席した。

### 2-3. 手続き

作業用の台にはピースが事前に決められた形で並べてあり、参加者はピースの前に着席した。最初に、ビデオ撮影と音声の録音を行うこと、撮影は手元のみであること、得られたデータは研究の目的のみに使用し個人が特定される形で公開しないこと、実験をやめたい場合にはいつでもやめられることを教示した。次に課題の取り組み方として、7つのピース全てを使って課題の図形を作成すること、制限時間は12分であること、3分ごとに完成の見通しを評定することとその方法、課題終了後に振り返りとして内省報告を行うことを教示した。そして実験中の注意として、個人条件は、頭に浮かんだことをできるだけ声に出すこと<sup>1</sup>（ただし強制はしなかった）、協働条件や並列条件は、参加者同士でお互い話し合うなどして、協力して解決すること、課題のシルエットを示した紙にピースを直接あてはめることはできないことを教示した。また個人条件は、利き腕によって課題を示した紙を右側に置くか左側に置くか選択できるようにした。最後に質問や不安な点がないか確認した。

これらの手続きに加えて並列条件では、ペアのうちのどちらかが解決した時点で課題を終了すること、相手の操作状況を見ることはできるが、相手のピースを直接操作することはできないとした。

実験開始時には、参加者は課題図形のシルエットが印刷された用紙を裏返すと同時に、最初の見通し評定を行い、課題を開始した。評定は0秒（開始前）、

<sup>1</sup> 個人条件の参加者は、課題に没頭しており自発的な発話はほとんどなかった。

180秒、360秒、540秒の最大4回行った。評定を行っている間はタイマーを止め、制限時間からは除外した。個人ごとに評定を行うため、評定を行う際に、協働条件と並列条件ではペアの間に衝立を置き、お互いの評定値が見えないようにした。作業中は参加者の思考を妨害することを避けるため、実験者の方から発話を促すようなはたらきかけはしなかった。参加者が課題図形を完成させた、または12分が経過した時点で作業を終了した。課題作成終了後は、正解の図形配置を示した紙を見せ、課題が未完成の場合はその紙を見ながら参加者は正解の図形配置を作成した。そして参加者はその図形配置を見ながら内省報告を行った。

## 3. 結果

### 3-1. 問題解決のパフォーマンス

以下では、問題解決のパフォーマンスとして、完成者と完成時間について結果を示す。

**完成率および平均完成時間** 表1は、各条件における完成率および平均完成時間について示したものである。完成率を比較するために、カイ二乗検定を行ったところ、有意な差は検出されなかった ( $\chi^2(2) = 1.67, n.s., \text{Cramer's } V = .19$ )。ゆえに協働の形態は、課題の完成率には有意に影響しないことが示された。また、完成時間を比較するために、1要因参加者間分散分析を行ったところ、条件の主効果は有意とならなかった ( $F(2,15) = 1.38, n.s., \eta^2 = .16$ )。ゆえに協働の形態は、完成時間にも有意に影響しないことが示された。

表1 各条件における完成率および平均完成時間

	完成者 (ペア)	完成率 (%)	平均完成時間 (秒)	SD
個人条件	5	33.3	310.20	188.43
協働条件	5	33.3	290.40	154.43
並列条件	8	53.3	469.38	223.04

**累積完成率の推移** さらに、各条件の完成者（完成ペア<sup>2</sup>）が時間の推移によってどのように増加しているかについて、累積完成率を算出した（図4）。ここでは、各条件の完成者のみを用いているため、ある完成時間における完成率は、ある完成時間にお

<sup>2</sup> 以下では、個人条件の“完成者”も、協働条件や並列条件の“完成ペア”も“完成者”と表記する。

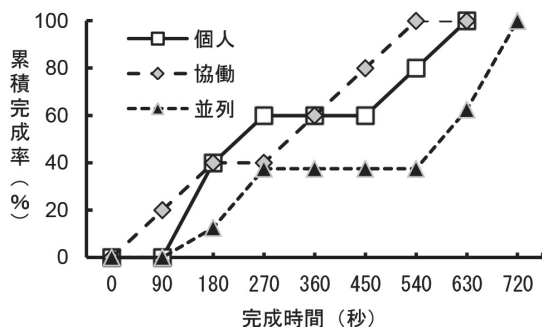


図4 各条件の累積完成率.

ける完成者数を、各条件の全完成者数で除して算出している。その結果、個人条件や協働条件の完成者の60%は、前半終了(360秒)までに完成を示しており、また個人条件の40%の完成者は270秒から450秒まで完成率が停滞したのちに完成していた。一方で、並列条件の完成者は前半終了までに40%程度しかおらず、残りの60%の完成者は270秒から完成率が停滞していた。そして、後半の540秒以降に急激に完成率が増加していた。

### 3-2. 問題解決のプロセス

以下では、問題解決のプロセスとして、完成の見通し評定、操作数および長考時間、制約となる大三角形の組合せの出現状況、ペアで行った条件における会話について分析する。

**完成の見通し評定** 図5は、各条件における見通し評定値の平均値を、時間の推移に沿ってプロットしたものである。完成者は、完成時点で課題を終了しているため、4回目(540秒)まで評定していない場合もある。そのため各時点のサンプル数は異

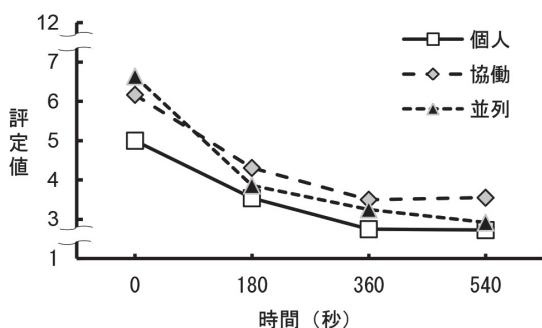


図5 各条件の見通し評定値.

なっている。そこで、4回目まで評定した参加者(参加ペア)についてのみ、条件(3)×時間(4)の2要因混合分散分析を行った<sup>3</sup>。その結果、時間の主効果が有意であった( $F(3,90) = 30.82, p < .01, \eta_p^2 = .51$ )。時間の主効果について多重比較(Ryan法<sup>4</sup>)を行った結果、1回目(0秒)と、2回目(180秒)、3回目(360秒)、4回目(540秒)の間にそれぞれ有意差が示された( $ps < .05$ )。

**ピースの操作数および長考時間** 表2は、各条件の完成者・未完成者ごとの1分あたりの平均操作数・平均長考時間である。また表3は、操作数の減少がタングラムの解決を予測することを示した児玉・中野(2014)に倣い、ピース操作数および長考時間の時間経過による推移を示す一次回帰直線の傾きを示した<sup>5</sup>。操作数は児玉・中野(2014)と同様に、1つのピースに触れて離す行為を1回の操作とし、

表2 各条件における1分あたりの平均操作数・平均長考時間

	個人条件	協働条件	並列条件
平均操作数 (SD)			
完成	18.39 (3.54)	23.70 (5.58)	19.80 (2.84)
未完成	20.64 (3.54)	23.13 (4.74)	21.47 (3.32)
平均長考時間 (SD)			
完成	7.86 (9.63)	22.09 (10.9)	6.40 (3.05)
未完成	9.28 (7.29)	23.35 (7.64)	7.79 (4.45)

注 個人条件は完成 $n=5$ 、未完成 $n=10$ 、協働条件は完成 $n=5$ 、未完成 $n=8$ 、並列条件は完成 $n=8$ 、未完成 $n=7$ 。

表3 各条件における操作数・長考時間の推移傾向

	個人条件	協働条件	並列条件
操作数の推移 (SD)			
	-0.45 (0.48)	-0.39 (0.29)	-0.45 (0.26)
長考時間の推移 (SD)			
	0.41 (0.97)	0.08 (0.12)	0.15 (0.16)

注 数値は一次回帰直線の傾き。3分以内の完成者(ペア)は回帰直線の傾きが安定しないために、分析から除外した(個人条件3名、協働条件1ペア、並列条件1ペア)。

<sup>3</sup> 個人条件は11名(完成1名)、協働条件は10名(完成0ペア)、並列条件12ペア(完成5ペア)であった。全参加者のデータを用いたグラフと比較し、形状や数値に大きな相違がないことを確認した。

<sup>4</sup> 以降の多重比較も全てRyan法で行っている。

<sup>5</sup> 個人条件や協働条件は完成時間が180秒以下の完成者が4割を占め、安定した回帰直線の傾きを算出しづらいため、完成・未完成の要因は分析から除外した。

実際にピースを動かさない場合もカウントした。長考時間は5秒以上操作が停止した時点から、操作が開始されるまでの時間とした。5秒以内に操作を再開した場合は、長考時間として記録しなかった。長考時間中に、ピースを触るのみで回転させたり移動させたりしない場合や、微少なズレを修正するために触るような場合は長考時間の継続とみなした。協働条件では、ビデオの不調により2ペアの操作状況データが得られず分析から除外した<sup>6</sup>。協働条件は、操作数はペアの合計値、長考時間はペアの平均値を使用し、並列条件は操作数も長考時間もペアの平均値を使用した。条件(3)×結果(2)の2要因参加者間分散分析を行ったところ、操作数・長考時間のいずれにおいても、条件の主効果の有意差または有意傾向が示された(操作数: $F(2,37) = 3.01, p = .06, \eta_p^2 = .13$ ; 長考時間: $F(2,37) = 16.34, p < .01, \eta_p^2 = .46$ )。操作数、長考時間においてそれぞれ多重比較を行ったところ、操作数では個人条件と協働条件に有意な差が( $p < .05$ )、長考時間では協働条件と他の2つの条件に有意な差が示された( $ps < .05$ )。協働条件は操作や長考について他の条件と違いがあることが示された一方で、個人条件と並列条件は、操作や長考については大きな違いは示されなかった。また、操作数や長考時間の回帰係数の傾きを比較するために1要因参加者間分散分析を行ったところ、どちらも有意差は示されなかった(操作数: $F(2,33) = 0.10, n.s., \eta^2 = .01$ ; 長考時間: $F(2,33) = 0.97, n.s., \eta^2 = .06$ )。

**制約緩和** 続いて、制約として機能する大三角形

の組合せの出現状況について検討した。参加者ごとに課題時間を前半・後半に分け、制約状態である「きれいな形」の大三角形の組合せの出現数を、各時間の大三角形の全組合せの出現数で除した数値を求め、これを制約出現率とした。各条件の制約出現率の推移について図6に示した<sup>7</sup>。条件(3)×時間(2)の2要因混合分散分析を行ったところ、時間の主効果( $F(1,35) = 12.47, p < .01, \eta_p^2 = .26$ )、および条件と時間の交互作用が示された( $F(2,35) = 2.77, p = .08, \eta_p^2 = .13$ )。条件と時間の交互作用について、単純主効果を求めたところ、前半において条件の単純主効果( $F(2,70) = 3.03, p < .05$ )が示され、多重比較を行ったところ協働条件が並列条件よりも制約が有意に強いことが示された。また、協働条件における時間の単純主効果も示され( $F(1,35) = 15.55, p < .01$ )、協働条件は時間の経過に伴って、制約を緩和していることが示された。

**ペア間の会話** さらに、ペアで課題に取り組んだ

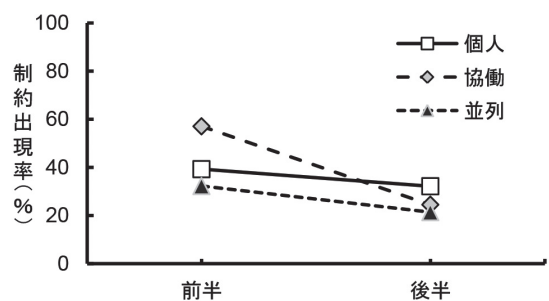


図6 各条件の制約出現率の推移。

表4 会話カテゴリーの定義

カテゴリー	定義	例
提案	ピースの操作方略や着眼点の提案	「これは尻尾になるんじゃない？」 「この胴体部分を作っていく感じだよね」
同意	提案に対して同意を示す発話	「うん」「あー、なるほどね」
疑問・否定	提案に対して疑問や否定を示す発話	「え、どういうこと？」「違うんじゃない？」
曖昧	提案に対して同意、疑問、否定といった自身の意見を示さないが反応はした発話	「あー……」「うーん」
無視	提案に対して、何も反応しない、もしくは全く別の提案を始めた発話	A 「これは尻尾になるんじゃない？」 B 「ていうかさ、大きい三角形どうする？」

<sup>6</sup> 以下の大三角形の配置の分析でも除外している。

<sup>7</sup> 180秒未満の完成者は分析から除外したため、完成群のサンプル数が少なくなったことから、完成・未完成の要因は分析から除外した。

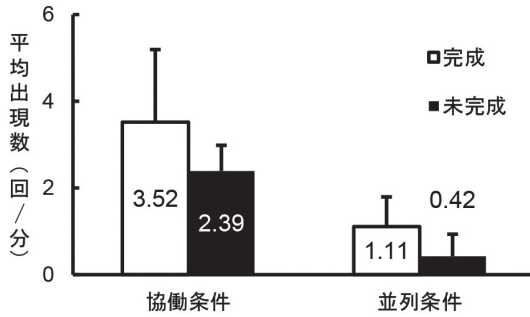


図7 各条件における1分あたりの「提案」の平均出現数（エラーバーはSD）。

協働条件と並列条件の会話について検討した。表4は富田・丸野（2005）や佐藤・大川（2014）を参考に作成した発話カテゴリーである。各参加者の会話プロトコルをカテゴリーごとに分類した。「提案」はペアの会話の始点に対応し、それ以外のカテゴリーは「提案」に対する応答である。分析単位は、個人の発話を命題ごとに分節化したものを1発話とした。カテゴリー分類の信頼性について、第三者とのカテゴリー分類の一致率を算出したところ、どのカテゴリーも85%以上であった。なお、応答のカテゴリーにおいて、「曖昧」と「無視」は統合して「曖昧・無視」として分析した。

まず、各条件において「提案」がどの程度行われていたかについて分析した（図7）。1分あたりの「提案」の出現数について条件（2）×完成・未完成（2）の2要因参加者間分散分析を行った結果、条件の主

効果（ $F(1,25) = 36.42, p < .01, \eta_p^2 = .59$ ）および完成・未完成の主効果（ $F(1,25) = 6.37, p < .01, \eta_p^2 = .20$ ）が示された。協働条件は並列条件に比べて多く「提案」を行っており、また完成群は未完成群に比べて多く「提案」を行っていることが示された。

また、「提案」に対する応答がどのように行われていたかについて分析した（図8）。また、並列条件の未完成群において3ペアは「提案」が一切行われなかったため、分析から除外した。条件（2）×完成・未完成（2）×カテゴリー（3）の3要因混合分散分析を行ったところ、カテゴリーの主効果（ $F(2,44) = 8.20, p < .01, \eta_p^2 = .27$ ）、条件とカテゴリーの交互作用（ $F(2,44) = 2.95, p = .07, \eta_p^2 = .12$ ）、完成・未完成とカテゴリーの交互作用（ $F(2,50) = 4.79, p < .05, \eta_p^2 = .18$ ）、2次の交互作用が示された（ $F(2,44) = 2.59, p = .09, \eta_p^2 = .11$ ）。2次の交互作用について、単純・単純主効果を求めたところ、完成群の「疑問・否定」に条件の単純・単純主効果が示された（ $F(1,66) = 5.01, p < .05$ ）。つまり、協働条件の完成群は並列条件の完成群よりも「疑問・否定」の応答が多かった。また、未完成群の「曖昧・無視」に条件の単純・単純主効果（ $F(1,66) = 5.50, p < .05$ ）が示された。つまり、並列条件の未完成群は協働条件の未完成群よりも「曖昧・無視」の応答が多かった。並列条件の「同意」においては、完成・未完成の単純・単純主効果が示された（ $F(1,66) = 8.20, p < .01$ ）。つまり、並列条件の完成群は並列条件の未完成群よりも「同意」の応答が多かった。また、並列条件の「曖昧・無視」において完成・未完成の単純・単純主効

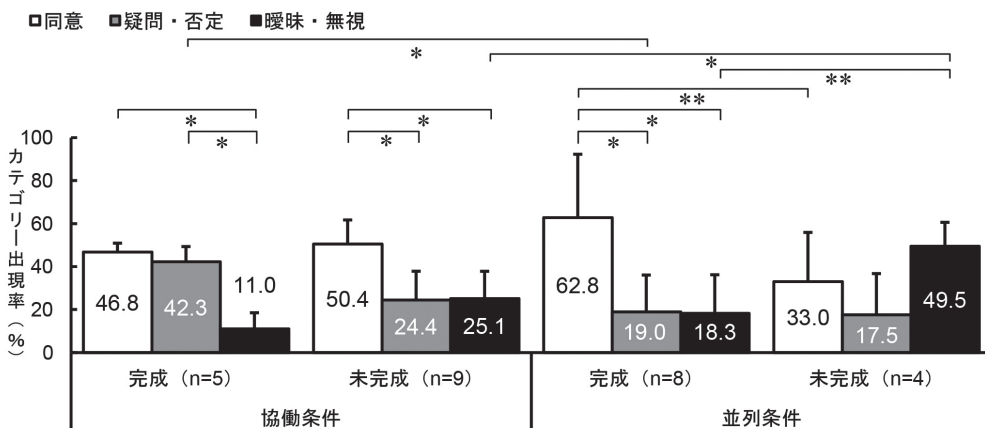


図8 各条件における1分あたりの応答カテゴリーの平均出現率（エラーバーはSD）。



表5 各条件のペア会話の応答カテゴリと制約緩和率との相関係数

	同意	疑問・否定	曖昧・無視
協働条件	.60 †	-.08	-.41
並列条件	.55	-.07	-.67 *

† :  $p < .10$ , \* :  $p < .05$ 

表6 並列条件における大三角形の出現状況の一致性

	制約状態	逸脱状態
完成	3	9
未完成	10	3

果 ( $F(1,66) = 9.01, p < .01$ ) も示され、並列条件では未完成群は完成群よりも「曖昧・無視」の応答が多かった。さらに、協働条件の完成群のカテゴリの単純・単純主効果 ( $F(2,44) = 4.67, p < .05$ )、協働条件の未完成群のカテゴリの単純・単純主効果 ( $F(2,44) = 2.71, p = .08$ )、並列条件の完成群のカテゴリの単純・単純主効果 ( $F(2,44) = 8.00, p < .01$ )、並列条件の未完成群のカテゴリの単純・単純主効果 ( $F(2,44) = 3.15, p = .052$ ) もそれぞれ示された。カテゴリの単純・単純主効果についてそれぞれ多重比較を行ったところ、協働条件の完成群では「同意」と「曖昧・無視」、「疑問・否定」と「曖昧・無視」の間にそれぞれ有意な差が、協働条件の未完成群と並列条件の完成群では「同意」とその他のカテゴリの間に有意な差が示された ( $p < .05$ )。並列条件の未完成群では有意な差は示されなかった。

さらに、ペア間の会話の応答カテゴリと制約緩和の関係について分析した(表5)。制約緩和については、前半の制約出現率と後半の制約出現率の差分値を算出し、これを制約緩和率とした。制約緩和率は、正の値であれば時間の推移によって制約が緩和されていることを示す。制約緩和率とペア会話の応答カテゴリとの Pearson の積率相関係数を算出したところ、協働条件の「同意」と制約緩和率に正の相関 ( $r = .60, p = .06$ )、並列条件の「曖昧・無視」と制約緩和率に負の相関が示された ( $r = -.67, p < .05$ )。

**他者観察の効果** 最後に並列条件のペア間の他者観察を検討するため、大三角形の出現状況の一致性を分析した(表6)。ペアの片方が作成した大三角形の組合せが別の組合せに変わったり崩されたりする前に、ペアのもう片方が同様の組合せを作成した

数を組合せの状態(制約状態・逸脱状態)ごとにカウントした。制約状態は「きれいな形」の組合せを、逸脱状態は「きれいな形」以外の組合せを指す。完成・未完成(2) × 状態(2)について Fisher's exact test を行った結果、有意となった ( $p < .05$ )。完成ペアは逸脱状態の組合せが類似し、未完成ペアは制約状態の組合せが類似していた。

## 4. 総合考察

### 4-1. 本研究からの示唆

本研究は、協働の形態が洞察的問題解決に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、洞察問題として数理パズル「タングラム」を用いて検討した。協働の形態は、西野ら(1995)を参考に、ペアにつきタングラムが1セット与えられ、ペア内でピースの操作の合意を取りながら課題を行う「協働条件」、ペアではあるがタングラムが1人ずつに与えられ、各々で課題に取り組みながら話し合うことも可能であった「並列条件」、そして「個人条件」を設定した。

協働の形態は、タングラムを用いた洞察的問題解決における問題解決のパフォーマンスに有意な影響を及ぼさなかった(表1)。多くの先行研究が、様々な課題において、協働で解決する方が個人で解決するよりも平均的なパフォーマンスがよいことを述べている(レビューとして亀田, 1997)が、こうした結果は示されなかった。この点については、検定力(Power)の低さが原因である可能性が指摘できる。完成率と完成時間に対して検定力分析を行ったところ、完成率において  $1 - \beta = .27$ 、完成時間において  $1 - \beta = .70$  と示された。Cohen(1992)は検定力が.80以下であるときに第2種の過誤を犯す確率が高まる、つまり、「本当は差があるにも関わらず差がない」と判断してしまう確率が高まることを指摘している。こうした検定力の低さのために、パフォーマンスの点で有意な差が検出されなかったのではと考えられる。ゆえに、「協働の形態がパフォーマンスには有意な影響を及ぼさない」という結論には慎重な吟味が必要である。また、検定力向上のために、さらにサンプルサイズを増やすことが求められる。

一方で、各条件の累積完成率の推移には条件による相違が示された(図4)。具体的に、個人条件と協働条件は前半終了時点(360秒)で完成者(協働条件では完成ペア)の半数以上が完成しているのに対して、並列条件の完成ペアは、前半終了時点では

40%程度しか完成しておらず、後半540秒から完成率が急増していた。この結果は、社会的手抜き、つまり並列条件は課題解決の責任がペアで分散されたために個人の解決への動機づけが低下し解決が後半までかかったと説明できるかもしれない (e.g., Darley & Latané, 1968)。しかし、個人条件と並列条件の間に操作数や長考時間に有意差は示されていない (表2, 表3)。並列条件の操作数や長考時間の平均値はペアの平均値であるため、責任感の分散 (Darley & Latané, 1968) によって個人の取り組み量が低下したために解決が遅れたとは考えにくい。むしろ、各条件のプロセスの質が解決を促進・抑制した可能性が考えられる。

各条件の問題解決プロセスについて、協働の形態は様々な影響を与えていた。制約緩和について、協働条件は取り組みの前半には、他の条件よりも強い制約がかかっていた一方で、取り組みの後半にはその制約は他の条件と同程度にまで緩和されていた (図6)。協働条件の初期の制約に関しては、集団思考 (e.g., Janis, 1972) によって説明できるかもしれない。つまり協働的問題解決において、他者との親和や斉一性の圧力のために、制約状態にある大三角形の組合せについて、過度な否定や疑問提示を行わないようにしていたのかもしれない。特に洞察問題のような解決過程の適切な評価が難しい課題は、他者を否定したり疑問を呈したりすることが難しいことが予想される。

では、どのようなプロセスによって制約緩和が生じたのだろうか。ペア間の会話を分析すると、協働条件は並列条件に比べ、また、完成ペアは未完成ペアに比べ、解決方略の提案を行っていることが示された (図7)。協働条件はペアにつき1つのタングラムを操作して解決することが求められたため、必然的に解決方略の提案が生じやすい環境であり、妥当な結果と考えられる。また、完成ペアは未完成ペアよりも解決方略の提案を行っていた。「提案」には解決方略の見直し、解決方略の方針の発話が含まれていることから、佐藤・大川 (2014) が示したメタ的発話に類似するものと考えられる。佐藤・大川 (2014) では、洞察問題の完成者はメタ的発話が多いことを示しており、同様の結果が得られていると考えられる。

そして、提案に対する応答は条件や完成・未完成によって異なっていることが示された (図8)。具

体的には、協働条件の完成群は、同意や疑問・否定の応答を曖昧な応答や無視よりも多く行っていた。一方で協働条件の未完成群や並列条件の完成群は、同意の応答を他の応答よりも多く行っていた。また、並列条件の未完成群は有意ではなかったが、曖昧な応答や無視を他のカテゴリーよりも多く行っていた。さらに、こうした応答と制約緩和の関連性を検討したところ、協働条件は同意の応答が制約緩和と正の関連を、並列条件では曖昧な応答や無視が制約緩和と負の関連を示した (表5)。疑問や否定は建設的な議論を構築する要素として、問題解決に重要な役割を果たす (e.g., Miyake, 1986)。ゆえに一般的には、提案に対して建設的な応答を行うことが、制約緩和を促進すると想定される。しかし本研究の結果は、協働条件では同意の応答を行うほど制約が緩和されるというものだった。富田・丸野 (2005) は不良定義問題の議論において、同意を多く行った者は自分の考えを棄却しており、同意を多く受けた者は新しい考えを生成することを示している。この点を踏まえると、洞察問題における協働においても、同意の応答が自らの考えを棄却したり、新たな考えを生成したりするきっかけとなり、結果として制約緩和が促進されているかもしれない。また、曖昧な応答や無視が行われた場合には、それ以上議論が発展しないために、制約が緩和されにくかったと考えられる。

洞察問題における協働的問題解決の先行研究では、言語的相互作用には着目していなかった (清河ら, 2007; 小寺ら, 2011; 佐藤・大川, 2014)。また、個人の発話思考による洞察問題における言語化の先行研究では、言語化の効果が研究間で一貫していなかった (e.g., Kiyokawa & Nagayama, 2007; Kiyokawa & Nakazawa, 2006; 佐藤・大川, 2014; Schooler et al., 1993)。他者への応答内容が制約緩和に影響を与えるといった、洞察に至るプロセスを左右する可能性を示した本研究の結果は、個人の発話思考のみで検討されてきた洞察問題解決における言語化の効果について、新しい知見や研究の可能性を示すものである。今後、同意や曖昧な応答、無視が発生した後の個人の行動や発話、また、課題の進行に伴う会話の変化を検討する必要がある。

並列条件においては、他者の試行を観察することができた点で他の条件とは異なる特性をもつ。こうした他者観察について検討したところ、未完成ペア

は制約状態にある組合せが多く一致していたが、完成ペアは制約を逸脱した組合せが一致していた（表6）。ペアの一方が制約を逸脱した組合せを作成したとき、もう一方がそれを観察すると、制約を逸脱した組合せがペア内で維持され、結果的に課題の解決を促進したのではと考えられる。並列条件の完成群は、他者観察といった非言語的な相互作用が行われることによって、制約緩和が促進された可能性が高い。並列条件で完成ペアが後半に増えたのも、こうした逸脱の維持を反映していたのかもしれない。

#### 4-2. タングラムを用いた協働学習への示唆

タングラムは算数科において図形学習の文脈で使用されている（e.g., 黒田ら, 2001; Lin et al., 2011）。本研究の結果は、タングラムを用いた協働学習に対する示唆を提供していると考えられる。そのためここでは、タングラムを用いた協働学習の実践について考察する。

協働学習の効果は、知識リソースの増大の他に、言語的な説明による思考促進や、言語的なフィードバックによる自己の思考のモニタリングなどがある（e.g., 秋田, 2010）。しかし並列型の協働学習は、言語的な相互作用を必ずしも必要とせず、個人志向の学習に陥る可能性がある。また、並列条件の未完成群では曖昧な応答や無視が多かったことから（図8）、言語的な相互作用が発生しても、こうした非建設的な応答が行われる可能性も考えられる。ゆえに、言語的な相互作用による協働学習の恩恵が、並列型の協働学習では少なくなってしまうかもしれない。一方で、協働条件は並列条件に比べ、解決方法の提案などの言語的な相互作用の機会が多かった（図7）。また、協働条件の完成群では疑問や否定の応答が曖昧な応答や無視よりも多いことから（図8）、統括型の協働学習は並列型の協働学習に比べ、建設的な応答が行われ、言語的な相互作用による協働学習の恩恵を受けることができるかもしれない。

ただし、上記の考察はあくまで協働学習の言語的相互作用の利点から見た考察である。図形学習においては、“図形についての感覚を豊かにすること（文部科学省, 2008）”が目標とされており、こうした感覚は図形と多く触れあうことが重要であると考えられる。この点を踏まえると、自身も操作することで図形と触れあい、さらに他者の作成した図形を見ることが図形と触れあうことのできる並列型の協

働学習が、むしろ効果的といえるかもしれない。今後、タングラムを用いた協働的な図形学習において、操作、観察、言語的相互作用のそれぞれが図形学習に及ぼす効果の特徴づける必要がある。

制約緩和の観点からは、協働条件が他の条件よりも、時間の推移に伴って制約を緩和していることを踏まえると（図6）、統括型の協働学習の方が並列型の協働学習よりも制約が緩和されるプロセスを経験しやすいと考えられる。美術創作における熟達者は、既存の制約を積極的に緩和しようとする（岡田・横地・難波・石橋・植田, 2007）が示されている。このことから、制約が緩和されるプロセスを協働学習の中で経験することは、創造的問題解決スキルを向上させる機会となる可能性が考えられる。しかし、制約緩和と創造的問題解決スキルの関係性は、まだ明らかにされていない。今後、創造的問題解決スキルに限らず、制約緩和が教育実践において学習者に与える影響について検討する必要がある。

#### 4-3. 今後の課題

最後に本研究の課題について述べる。本研究で得られた結果は、タングラムを用いた洞察問題の文脈という限定性が伴う。そのため、今後、他の課題においても協働の形態の違いによって、学習過程が異なるのか検討する必要がある。また、同じ条件下でも、完成・未完成によって問題解決のプロセスが異なることも示された（図8）。しかし、多くの分析において、サンプルサイズの問題から、完成・未完成の要因を除外せざるを得なかった。よって今後、サンプルサイズを増やし、各条件内の完成・未完成の影響も検討する必要がある。さらに、個人条件と協働条件（並列条件）に有意なパフォーマンスの差が見られなかったことを踏まえ、協働的問題解決を促進する介入を考えることも、今後の課題となるだろう。

#### 5. 引用文献

- 秋田喜代美 (2010). 協働学習の過程. 秋田喜代美・藤江康彦 授業研究と学習過程 (pp.126-142). 東京: 放送大学教育振興会
- Barron, B. (2003). When smart groups fail. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 307-359.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159.



- Czikszentmihalyi, M. & Sawyer, K. (1995). Creative insight: The social dimension of a solitary moment. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *The nature of insight*. (pp.329-363). New York: Cambridge University Press.
- Darley, J. M., & Latané, B. (1968). Bystander intervention in emergencies: Diffusion of responsibility. *Journal of Personality and Social Psychology*, **4**, 377-383.
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. New York: Springer. (グリフィン, P. マクゴー, B. ケア, E. 三宅なほみ (監訳)・益川弘如・望月俊男 (編訳) (2014). 21世紀型スキル——学びと評価の新たなカタチ—— 京都: 北大路書房
- 橋本吉彦他 (2008). 新版たのしい算数5上 大日本図書株式会社
- 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.
- 石井成郎・三輪和久 (2001). 創造的問題解決における協調認知プロセス 認知科学, **8**, 151-168.
- Janis, I. L. (1972). *Victims of groupthink: A Psychological study of foreign policy decisions and fiascoes*. Boston: Houghton, Mifflin.
- 亀田達也 (1997). 合議の知を求めて——グループの意思決定—— 東京: 共立出版
- 清河幸子・伊澤太郎・植田一博 (2007). 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 教育心理学研究, **55**, 255-265.
- Kiyokawa, S. & Nagayama, Y (2007). Can verbalization improve insight problem solving? *Proceeding of the 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1791.
- Kiyokawa, S. & Nakazawa, M. (2006). Effects of reflective verbalization on insight problem solving. *Proceeding of 5th international conference of the cognitive science*, 137-138.
- 児玉佳一・中野良樹 (2014). 数理パズル「タングラム」の洞察的問題解決における解決を予測する要因の探索 秋田大学教育文化学部研究紀要—教育科学部門, **69**, 121-131.
- 黒田桂子・山田雅博・愛木豊彦 (2001). 基礎的経験を豊かにするための図形教育の実践——タングラムを用いたしきつめ—— 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), **26**, 23-33.
- Lin, C. P., Shao, Y. J., Wong, L. H., Li, Y. J., & Niramitranon, J. (2011). The impact of using synchronous collaborative virtual tangram in children's geometric. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, **10**, 250-258.
- 丸野俊一・堀憲一郎・生田淳一 (2002). ディスカッション過程での論証方略とメタ認知的発話の分析 九州大学心理学研究, **3**, 1-19.
- 三浦麻子・飛田 操 (2002). 集団が創造的であるためには——集団創造性に対する成員のアイデアの多様性と類似性の影響—— 実験社会心理学研究, **41**, 124-136.
- Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, **10**, 151-177.
- 文部科学省 (2008). 小学校学習指導要領解説算数編 東洋館出版社
- 中野良樹 (2009). 数理パズル「タングラム」における洞察的問題解決 秋田大学教育文化学部研究紀要—教育科学部門, **64**, 65-72.
- 西野和典・西端律子・石桁正士 (1995). 情報教育においてグループ学習を効果的に成立させる形態と条件の検討 教育情報研究, **10**(4), 21-32.
- 小寺礼香・清河幸子・足利 純・植田一博 (2011). 協同問題解決における観察の効果とその意味——観察対象の動作主体に対する認識が洞察問題解決に及ぼす影響—— 認知科学, **18**, 114-126.
- OECD (2013). PISA2015 DRAFT COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING FRAMEWORK (<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf> 2014年9月18日)
- Okada, T. & Simon, H. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, **21**, 109-146.
- 岡田 猛・横地早和子・難波久美子・石橋健太郎・植田一博 (2007). 現代美術の創作における「ずらし」のプロセスと創作ビジョン 認知科学, **14**, 303-321.
- 佐藤浩一・大川 愛 (2014). 他者との協同と思いの言語化が洞察問題解決に及ぼす影響 日本教育



- 心理学会第56回総会発表論文集, 702.
- Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, **122**, 166-183.
- Schunn, C. D., Crowley, K., & 岡田 猛 (2000). 認知科学——その学際性について—— 植田一博・岡田 猛 (編) 協同の知を知る——創造的コラボレーションの認知科学—— (pp.167-198). 東京: 共立出版
- 渋谷 宗・中野良樹 (2010). 数理パズル「タングラム」の洞察的問題解決における解決可能性への主観的評価と潜在的評価 秋田大学教育文化学部研究紀要—人文科学・社会科学部門, **65**, 47-56.
- 鈴木宏昭 (2004). 創造的問題解決における多様性と評価——洞察問題からの知見—— 人工知能学会論文誌, **19**, 145-153.
- 鈴木俊太郎・邑本俊亮 (2009). 協同問題解決における協同促進行動および客観評価が成員の満足感に与える影響について 認知科学, **16**, 39-50.
- Teasley, D. S. (1995). The role of talk in children's peer collaborations. *Developmental Psychology*, **31**, 207-220.
- 富田英司・丸野俊一 (2005). 曖昧な構造の協同問題解決における思考進展過程の探索的研究 認知科学, **12**, 89-105.

## 6. 謝辞

実験は、多くの学生の皆様のご参加によって実施することができました。また、秋田県立稲川養護学校教諭 森田紗也子さん、秋田大学大学院教育学研究科 柏崎真歩さんをはじめとする、秋田大学教育文化学部発達科学選修・障害児教育選修（当時）の皆様には多大なるご協力を賜りました。記して感謝いたします。なお本研究の一部は、科学研究費補助金・挑戦的萌芽研究（課題番号：26540060）による助成を受けて実施されました。

## Summary

The purpose of this study was to investigate the effect of collaboration styles on insight problem solving. We used a puzzle game called "Tangram." Tangram is a game that is consisted of seven pieces of triangles and squares, and is considered as one kind of insight problem. Participants ( $N = 75$ ) were randomly assigned to either solo condition, collaborative pair condition, or parallel pair condition, and were required to arrange the pieces to the shape of a "lion." In the solo condition, participants were asked to solve a Tangram alone. In the collaborative pair condition, participants were given one Tangram per pair and were asked to solve it together. In the parallel pair condition, participants were given two Tangrams per pair and were able to solve it individually while having discussions. The result indicated that the collaboration styles did not significantly affect the complete rate and the complete time. However, it had significant effect on the constraint relaxation rate and the content of the conversations. Finally, we discussed the result and implication for collaborative learning using Tangram.

**Key Words** : Collaborative problem solving, Insight problem, Tangram, Collaboration style, Constraint relaxation

(Received January 8, 2015)