

# 協働的な洞察問題解決における言語的相互作用の効果<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・日本学術振興会特別研究員

中野 良樹\*\*

秋田大学教育文化学部

本研究は、協働的な洞察問題において言語的な相互作用が問題解決にどのような影響を与えている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、5個の三角形（大2個、中1個、小2個）と2個の四角形（正方形、平行四辺形）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（ $N=140$ ）は、それぞれペアで協力してライオンの図形を完成させることが求められた（計70ペア、最終的な分析には42ペアが使用された）。構造方程式モデリングの結果、「疑問・批判」が多いペアは、完成と正の関連がある「正解の配置」の出現率が増加していること、また、完成と負の関連がある「ずれた配置」の出現率が減少していることが示された。そのため、協働的な洞察問題の解決には「疑問・批判」といった建設的な言語的相互作用が重要であることが示唆された。

**キーワード**：協働的問題解決、洞察問題、タングラム、言語的相互作用、制約緩和

## 1. 問題と目的

### 1-1. 協働的な洞察問題解決への着目

2015年実施のPISA調査において「協働的問題解決 (Collaborative Problem Solving)」の項目が新たに追加された。このことは協働的問題解決に対する意識が国際的に高まっていることを示唆している。旧来から協働的問題解決については、例えば“三人寄れば文殊の知恵”，“Two heads are better than one”のような諺からも窺えるように、その利点が日常的にも感じられ、また、実証的にも示されていた (e.g., 清河, 2002; Shirouzu, Miyake, & Masukawa, 2002; 植田・丹羽, 1996)。

協働的な問題解決の研究は、様々な課題を対象に進められてきた。古典的な課題ではShaw (1932) による宣教師の川下り問題が有名であり、近年では日常場面で経験することの多い議論課題 (富田・丸野, 2005) や創造性課題 (三浦・飛田, 2002) でも検討されている。前者は解が1つに定まる“良定義問題”，後者2つは解が1つに定まらない“不良定義問題”と呼ばれている。鈴木・邑本 (2009) は、良定義問題と不良定義問題それぞれの協働的問題解決の特徴を比較検討している。

その一方で、児玉・中野 (2015) は、洞察問題に対する協働的問題解決の研究はあまり進展していないことを指摘している。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)”とされており、解自体は1つに定まるため良定義問題の一種と考えることができるが、非定型的な解法が必要とされるためインパス (行き詰まり: impasse) が発生し、こうしたインパスから新たな問題表象を作り出すことが必要で

2017年11月27日受理

<sup>†</sup>Effects of Verbal Interaction in Collaborative Insightful Problem Solving: Using the Puzzle Game of “Tangram.”

\*Keiichi KODAMA, Graduate School of Education, The University of Tokyo, and Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science.

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

あると考えられている。答えを聞けば子どもでも了解可能であるものであることが多い点から、単純な“難易度の高い良定義問題”と異なる（鈴木・開, 2003）。

児玉・中野（2015）の指摘から、協働的問題解決をより精緻に理解・解明していくためには、洞察問題における協働的問題解決についての知見を積み重ねることが必要であると考えられる。また、“ひらめき”を解決に必要なとする洞察問題解決プロセスを検討することは、イノベーションが生起するメカニズムを科学的に解明する上で重要な基礎資料の提供につながると考えられる。そこで本研究は協働的な洞察問題解決に焦点を当てて検討する。

## 1-2. 協働的な洞察問題解決のプロセス

協働的な洞察問題に関する研究は少ないながらも存在している。本節ではその協働的な洞察問題解決の先行研究について概観する。しかしその概観の前に、先行研究において指摘されてきた協働的問題解決の規定因と洞察問題の解決過程について簡単に概観し、本研究の着眼点について整理する。

協働的問題解決の規定因に関しては、研究の中心はメンバー間の相互作用の質にある。例えば Miyake（1986）は、なぜミシシは縫うことができるのかという問題を対象に、ペアで話し合いながら理解するプロセスを精緻に検討している。結果として、ペアのうちの1人の提案や理解に対して、もう一方の1人が批判や質問を行うといった建設的な相互作用が理解の深化において重要であることを見出した。また、Okada & Simon（1997）は、科学的発見課題において、仮説やその根拠について説明する活動が問題解決に有効であったことを報告している。これらを踏まえると、協働的問題解決における言語的な相互作用の質が、問題解決に寄与していることが想定される。そこで本研究でも言語的相互作用の質に着目して検討する。

洞察問題の解決過程に関しては、上述したように、インパスを抜け出すための新たな問題表象の生成が必要であると考えられている（e.g., 鈴木・開, 2003）。鈴木・開（2003）は、従来の洞察問題の解決過程のメカニズムを概観し、制約論的アプローチの説明可能性を評価している<sup>1</sup>。ここで言う制約

<sup>1</sup> さらに鈴木・開（2003）は、制約論的アプローチの問題点を克服した「制約の動的緩和理論」を提唱している。

（constraint）とは、無限にある情報の中から不要なものを排除し、適切なものを選択するフィルタや基準とされる。制約は、通常の問題解決においては認知を円滑に行うために利用されるが、洞察問題においては逆にインパスを生じさせてしまうため、洞察問題の解決においては制約を緩和させることが重要となる（鈴木・開, 2003）。この点を踏まえ、本研究でも制約の緩和に着目して洞察問題の解決過程を検討する。

言語的相互作用の質に着目することを踏まえて、洞察問題における言語化の効果についても簡単に概観する。洞察問題における言語化の効果についての先駆的研究として、Schooler, Ohlsson, & Brooks（1993）が挙げられる。彼らは洞察問題解決において自身の思考を言語化することは、問題解決を阻害する言語隠蔽効果（verbal overshadowing effect）をもつことを指摘している（レビューとして Chin & Schooler, 2008も参照）。また、Kiyokawa & Nakazawa（2006）はTパズルと呼ばれるパズルを用いて、自身の解決過程の言語化が制約の緩和を抑制していることを見出している。一方で Kiyokawa & Nagayama（2007）は上述と同様にTパズルを用いて、解決者に「自身の解き方のうち、『よくなかった』と思うところ」を言語化させる「反省的言語化（reflective verbalization）」を行わせたところ、問題解決が促進されるという結果を示している。このように洞察問題における言語化の効果は、解決に促進的にも抑制的にも働くことが示されており、知見が一貫していない。

では、改めて協働的な洞察問題解決の先行研究について概観する。言語的相互作用<sup>2</sup>について検討した研究として、大川・佐藤（2016）は、Tパズルを用いた洞察問題解決における言語化の効果を検討した。この研究では、自己説明群、他者説明群、相談群の3群が設定された。自己説明群は個人で課題に取り組み、①ピースの動かし方、方針、その理由、②課題への取り組み方の振り返り、③その他に課題について気づいたことを発言した。他者説明群は1人が遂行者として、もう1人は「聞き手」として参加した。遂行者が上記の①～③について発言するよう求められ、聞き手は発言が禁止されていたが相槌

<sup>2</sup> 非言語的相互作用として他者観察の効果については、清河・伊澤・植田（2007）や小寺・清河・足利・植田（2011）において検討されている。

を打ったり首を傾げたりすることを求められた。相談群は1人が遂行者として、もう1人は相談役として参加し、遂行者のみがピースを操作できるが、会話は自由に行うことができた。実験の結果、完成率や完成時間については有意な差は示されなかったものの、完成者と未完成者の言語化内容を比較すると、完成者は課題解決過程を振り返る発話や解き方の方針を考える発話である「メタ的発話」が多く、メタ的な内容の言語化が洞察問題解決を促進することが示唆された。また、清河（2002）においては、地図構成課題における協働的洞察問題解決について検討している。清河（2002）は洞察問題として地図構成課題を位置づけていないが、「四つ辻は東西南北に直行する2本の道」という制約を緩和しなければ解けない問題であるため、洞察問題の一種として考えることができる（問題の詳細は清河，2002を参照）。この研究では個人解決条件とペア間で「課題遂行役」と「相談役（Shirouzu et al., 2002のモニター役に相当）」に役割分担した相談条件、そして個人条件の結果を基に架空のペア状態を作成する名義ペア条件を作成し比較検討した。その結果、相談条件が最も成績が良く、相談条件の発話プロトコルを分析したところ、「課題遂行役」は具体的な地図イメージに関する発話が多く、「相談役」は解決方針を提案する発話が多いことが示された。さらに児玉・中野（2015）は、協働の形態が洞察問題解決においてどのような影響を及ぼすかについてタングラム（図1）というパズルを用いて検討している。この研究ではペアで1つのタングラムを操作して問題解決を行う協働条件と、ペアに2つのタングラムが与えられ、各個人が自分のタングラムを操作しながら話し合うこともできる並列条件、そして個人条件が設定された。結果として、3つの条件において完成率や完成

時間に有意な差は見られなかったものの、協働条件と並列条件における言語的相互作用と制約緩和には有意な相関が見られた。具体的には協働条件においては「同意」の発話が制約緩和と正の相関を示し、曖昧な返事や無視といった「曖昧・無視」が並列条件において負の相関を示した<sup>3</sup>。大川・佐藤（2016）や清河（2002）は、協働的問題解決における言語的相互作用の影響について検討しているが、解決か未解決か、あるいは役割ごとの発話の特徴といった点での検討に留まっており、プロセス部分である言語的相互作用と制約の緩和の関連性については検討できていない。また、児玉・中野（2015）は、制約緩和と言語的相互作用についての関連について検討しているが、制約緩和と課題解決プロセスの関連の詳細が明確ではなく、加えて、サンプル数も各条件で15ペアであるため、一般化を考えるうえでは、よりサンプル数を増やした検討が必要であると考えられる。

### 1-3. 本研究の目的および使用する課題

上記の研究の概観を踏まえて、本研究は、協働的な洞察問題解決における言語的相互作用が、洞察問題の解決にどのように影響するか、特に制約緩和にどのように影響するかについて明らかに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1）。また、算数用教材や幼児用玩具としても使用されている（e.g., Lin, Shao, Wong, Li, & Niramitranon, 2011）。中野（2009）や渋谷・中野（2010）は、ライオン図形（図2）を用いたタングラム課題（以下、ライオン課題）が洞察問題であることを実証している。ライオン課題では、完成図の中心にある2個の大三角形の組合せに制約があり、解決初期には正方形や平行四辺形といった組合せを作り続けるといったインパスが生起する。中野（2009）では、洞察問題の解決時に見られるAha体験に特徴的な発話（Kaplan & Simon, 1990）が、解決者の約80%に見られたことが確認されている。渋谷・中野（2010）

<sup>3</sup> ただし有意ではなかったものの、並列条件においても「同意」は正の相関を示し（ $r=.55$ ）、協働条件においても「曖昧・無視」は負の相関を示している（ $r=-.67$ ）。

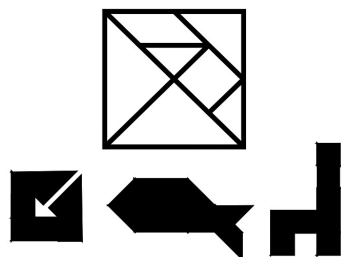


図1 タングラムを構成する7個のピース（上）と作成できる図形の例（下）

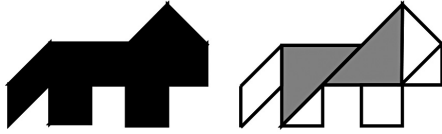


図2 タングラムのライオン課題のシルエット(左)と正解のピースの配置(右)

は、制約論的アプローチでは潜在的には制約緩和が進行していると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。実験の結果、解決可能性の主観的な評価は課題開始前に比較的高く、時間経過に伴って評定値が下降した。また、潜在的な評価は完成群・未完成群のどちらにおいても、制約となっている大三角形の組合せである「きれいな配置 (e.g., 正方形, 平行四辺形)」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。主観的な評価は下降する一方で、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、制約緩和は完成群・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。この結果は、ライオン課題が洞察問題の特徴を持つことと同時に、制約論的アプローチの適用可能性を示している。以上の知見に基づき、本研究もタングラムにおけるライオン課題を洞察問題として取り上げる。

## 2. 方法

### 2-1. 実験参加者

140名の大学生が実験に参加した(男性38名, 女性102名, 平均年齢 $19.93 \pm 1.30$ 歳)。参加者はタ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。参加者は同じサークルや研究室における同性の友人でペアになるように事前に調整した。本研究で分析する参加者は、ペアで1つのタングラムが与えられて問題を解決する協働条件(15ペア)と、協働条件の設定に加えて以下に述べる手続きも実施する「発話的省察条件」, 「非発話的省察条件」, 「観察的省察条件」も分析に含めた。発話的省察条件は、課題中に取り組み方に対して発話しながら振り返る(ペアに説明する)時間を設けた条件である(15ペア)。非発話的省察条件は、課題中に取り組み方に対して発話せずに振り返る(頭の中で思考する)時間を設けた条件である(15ペア)。観察

的省察条件は、課題中に自身の取り組みを撮影した動画を見ながら省察する時間を設けた条件である(10ペア, これらの条件間の相違については、児玉・中野, 2013; Kodama & Nakano, 2016参照)。さらに、ペアで2つのタングラムが与えられて2人が各々にタングラムを操作しながら話し合うことでもできる並列条件(15ペア)も分析に含めた(児玉・中野, 2015)。これらの条件の相違は解決プロセスに影響を与えることが示されている(児玉・中野, 2013, 2015; Kodama & Nakano, 2016)。しかし、本研究の主目的である言語的相互作用と制約緩和との関連を調査することを踏まえて、サンプルサイズを大きくするために、各条件で得られたデータは条件内で標準化しプールして分析した。

### 2-2. 実験器具と環境

課題は「木製タングラム 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2)。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(見通し)を評定するためのメーター(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分ごとに実験者の合図を受け、その時点でどれだけ完成に近づいていると感じるのかについて、備え付けてある矢印を移動させて示した。

作業の様子はデジタルビデオカメラ(Panasonic NV-GS100, HDC-TM90)で参加者の手元と評定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。

実験環境として、まず机の上に、タングラム(ペアで1セット, 並列条件のみ参加者各々に1セットずつ)、裏返して伏せられたシルエット用紙(ペアで1枚, 並列条件のみ参加者各々に1枚ずつ)、評定メーター(各々に1つ)、ビデオカメラ(1台, 並列条件のみ参加者各々に1台ずつ)が配置された。

並列条件以外の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、タングラムはペア間の等距離に配置されており、評定メーターはペア相手の反対側に配置されていた。並列条件の参加者は横に並んで着席し、タングラムと評定メーターは参加者の目の前に配置されていた。

### 2-3. 実験の手続き

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評定方法（メーターの操作方法）、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、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当てはめてはいけないことを教示した。最後に質問や不安な点がないか確認した。

実験開始時には、参加者は裏返して隠されていた課題図形のシルエットが印刷された用紙を表にすると同時に、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）、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働き掛けはしなかった。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

分析は以下の手順で行った。第1に、タングラム実験で得たデータをオフラインで解析し、以降の分

析で使用する指標を抽出した。その際、前述の4つの条件による影響を統制するため、各条件で得られたデータは条件内で標準化して分析した。次に、協働的な洞察問題解決に言語的相互作用がどのように影響しているかを検討するために、構造方程式モデリングを用いて検討した。

なお分析においては、実験状況の録画・録音の不調等により、以下に示す指標が取得できなかったペア、および3分以内にライオン課題を解決したペアは以降の分析から除外した<sup>4</sup>。そのため、最終的な分析に使用されたペア数は42ペアであった。

### 3-1. タングラム実験の分析

オフラインの解析によって、パフォーマンスの指標として完成ペア数、プロセスの指標として2つの大三角形の組合せの出現率、そして言語的相互作用についての指標を抽出した。

完成ペア数については、課題時間（12分）以内にタングラム課題を完成させたか否かを算出した。その結果、完成が18ペア（42.9%）、未完成が24ペア（57.1%）となった。

制約として機能する2つの大三角形の組合せについては、まず、参加者ごとに2つの大三角形の組合せを全て抽出した。そして児玉・中野（2015）を参考に、正方形や平行四辺形などの既存の図形の組合せを「きれいな配置」、上記で説明できない組合せを「ずれた配置」、正解となる組合せを「正解の配置」としてカテゴリー化した（図3）。「きれいな配置」は制約状態を表していると考えられ、「ずれた配置」は制約を緩和させている状態を表していると考えられる。そして「正解の配置」は、制約から逸脱した状態を表しており、課題の完成に直結すると考えられる。研究内容を知らない大学生1名とのカテゴリー分類の一致率は99%以上であり、不一致部分は協議の上決定した。課題時間を前半・後半に分け<sup>5</sup>、各カテゴリーの出現数を全組合せの出現数で除した数値（出現率）を求め、後半の出現率から前半の出現率の差を算出した。この差の値を変化率とした。

言語的相互作用については、児玉・中野（2015）

<sup>4</sup> 3分以内に解決したペアを除外した理由は、プロセスに関する安定した指標が抽出できないためであった。

<sup>5</sup> 課題が完成したペアは、完成時間を半分に分割して前半と後半とした。未完成のペアは、前半6分、後半6分で算出した。

表1 各要因間の相関係数

	1	2	3	4	5	6
1. 完成	—					
2. きれいな配置	.04	—				
3. ずれた配置	-.20	-.17	—			
4. 正解の配置	.47**	-.19	.14	—		
5. 同意	.11	.04	-.19	.22	—	
6. 疑問・批判	.24	-.15	-.19	.30†	.65**	—
7. 曖昧・無視	.17	.11	-.06	.19	.62**	.81**

注)「完成」に関しては、完成=1、未完成=0でコーディングした点双列相関係数である。  
 $p<.01^{**}$ ,  $p<.10^{\dagger}$

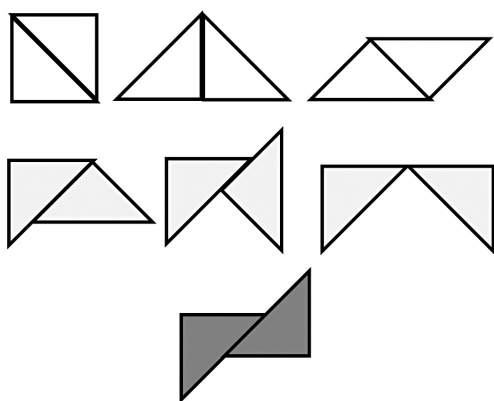


図3 2つの大三角形の組合せにおけるカテゴリーの例  
 (上:きれいな配置, 中央:ずれた配置, 下:正解の配置)

を参考に、「同意」、「疑問・批判」、「曖昧・無視」の3カテゴリーを抽出した。「同意」は、提案された事項への同意を示す発話であり、「疑問・批判」は、提案された事項への疑問や批判を示す発話であり、「曖昧・無視」は、提案された事項について曖昧にしたり無視して別の事項について発言したりするような発話であった。研究内容を知らない大学生1名とのカテゴリー分類の一致率は73%以上であり、不一致部分は協議の上決定した。

### 3-2. 協働的な洞察問題解決における言語的相互作用の効果

協働的な洞察問題解決における言語的相互作用の効果について、構造方程式モデリングによって検討した。分析にはAmos 25.0を使用した。

表1は使用した変数間の相関係数である。本研究

では3つの仮説モデルを設定した(図4)。第1のモデル(モデルA)は、課題の完成に対して、大三角形の組合せの3カテゴリーがそれぞれ影響を示し、そして組合せの3カテゴリーに対して、言語的相互作用の3カテゴリーがそれぞれ影響を示すモデルである。言語的相互作用の3カテゴリー間には相関関係を仮定した(図4上)。第2のモデル(モデルB)は、言語的相互作用の影響はモデルAと同様であるが、制約緩和の時系列的变化を想定したモデルである。具体的に、「きれいな配置」から「ずれた配置」へのパス、「ずれた配置」から「正解の配置」へのパス、そして「正解の配置」から「完成」へのパスを描いたモデルである(図4中)。第3のモデル

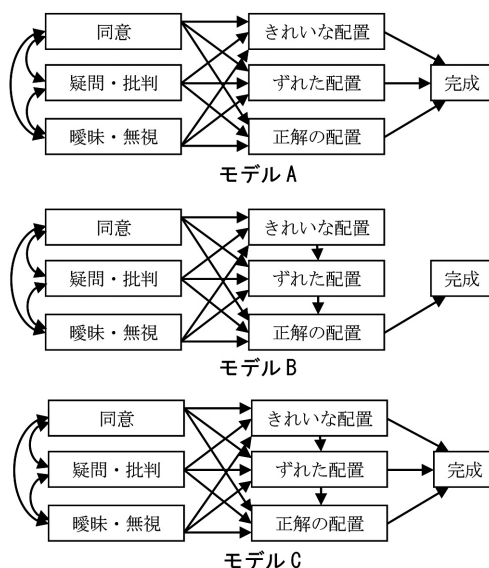


図4 3つの仮説モデル(誤差分散および誤差分散間の相関は省略)

表2 各モデルの情報量規準

	AIC	BIC	CAIC
モデルA	50.17	88.40	88.91
モデルB	50.72	88.95	89.47
モデルC	49.98	91.68	92.25

注) 網掛けは最小値を示している。

ル(モデルC)は上記のモデルAとモデルBの両方を組み合わせたモデルである(図4下)。

表2はモデルの情報量規準である。これらは最小値を示したモデルが最良のモデルとされている。値を見ると、モデルAが2つの情報量規準において最小値を示している。よって、本研究ではモデルAを採用し、推定値の計算を行った(最尤法)。

分析の結果、モデルは十分な適合度を示した( $\chi^2(6)=6.17, p=.41, GFI=.96, AGFI=.80, CFI=1.00, RMSEA=.03$ )。モデル図に標準化係数および決定係数を示した(図5)。言語的相互作用の影響として有意となったのはいずれも「疑問・批判」であり、「正解の配置」の変化率とは正の関連、「きれいな配置」と「ずれた配置」の変化率とは負の関連を示した。2つの大三角形の組合せの影響として有意となったのは「ずれた配置」と「正解の配置」であり、「正解の配置」の変化率が「完成」と正の関連、「ずれた配置」の変化率が「完成」と負の関連を示した。

## 4. 総合考察

### 4-1. 本研究からの示唆

本研究の目的は、協働的な洞察問題解決における言語的相互作用の効果を検討することであった。洞

察問題として数理パズル「タングラム」を用いて検討したところ、「疑問・批判」の発話が制約に関わる2つの大三角形の組合せと関連が示された。具体的には、「疑問・批判」が多いペアは、「きれいな配置」や「ずれた配置」の出現率が減少しており、「正解の配置」の出現率が増加していることが示された。また、大三角形の組合せの変化率と完成か否かの関連を見ると、「正解の配置」とは完成と正の関連を示し、「ずれた配置」とは負の関連を示した。これらの結果から考えると、「疑問・批判」のような言語的相互作用は、インパス状態である「きれいな配置」の増加および課題の完成に負の関連をもつ「ずれた配置」の増加を抑制し、課題の完成に正の関連をもつ「正解の配置」の増加を促進する可能性が示唆される。

協働的な問題解決において、疑問や批判を提示することの重要性は様々な先行研究で指摘されてきた(e.g., 伊藤・垣花, 2009; Miyake, 1986)。先行研究では、提案した事項に対して疑問や批判を提示されることによって、提案した者が自身の考えをモニタリングする機会となることが指摘されている。洞察問題においても、疑問や批判が解決プロセスに関するモニタリングの機会となった可能性が考えられる。例えば大川・佐藤(2016)においても、解決プロセスを振り返ったり、解決方針を提案したりするような「メタ的発話」が洞察問題の解決者(ペア)に多かったことを示している。疑問や批判は活動の振り返りや新たな解決の手続きの提案を促すと考えられるため、本研究においても共通性のある結果が示されたと考えられる<sup>6</sup>。

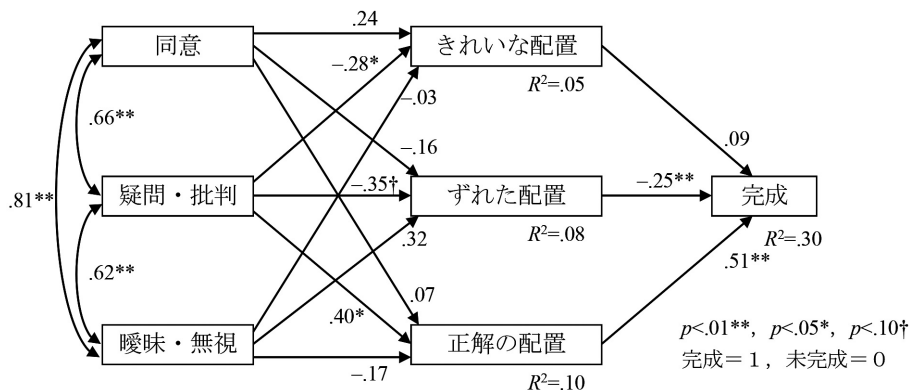


図5 協働的な洞察問題解決における言語的相互作用の効果(誤差分散および誤差分散間の相関は省略)

一方で、児玉・中野（2015）において示されていた「同意」や「曖昧・無視」の発話の効果は、本研究においては有意に示されなかった。富田・丸野（2005）においては、不良定義問題に対する議論において、同意による相互作用が考えの棄却や生成に関連することを示している。児玉・中野（2015）における結果も、富田・丸野（2005）のように同意による効果が考察されていたが、本研究ではその効果は示されなかった。この点については、児玉・中野（2015）における協働条件および並列条件に特有の現象だった可能性が考えられる。本研究では条件をプールし、条件の影響を受ける要因については条件内で標準化することで条件の影響を取り除いている。このような手続きの結果、児玉・中野（2015）で見られたような関連の在り方が示されなかったのかもしれない。しかし、この点については推察の域を超えないため、さらなる実証研究において「同意」や「曖昧・無視」による言語的相互作用の効果について検証する必要がある。

加えて、児玉・中野（2015）において制約緩和率としていた「きれいな配置」の出現率の変化（変化率）と課題の完成には、本研究においては関連が示されなかった。この結果については、Nakano（2017）の知見が参考になる。Nakano（2017）においてもライオン課題を用いているが、完成者と未完成者の相違は後半に「正解の配置」を出現させる割合が有意に多くなるか否かであり、「きれいな配置」や「ずれた配置」については完成者と未完成者に有意な相違は示されなかった。また、「ずれた配置」の出現率の増加は、本研究において課題の完成を抑制する要因として示されている。このことを踏まえると、「きれいな配置」の出現率の減少、または「ずれた配置」の出現率の増加といった制約緩和の捉え方は、課題の完成を予測として機能しないことが考えられる。ゆえに、制約緩和（「きれいな配置」の減少や「ずれた配置」の増加）と制約の逸脱（「正解の配置」の発見）は、少なくとも具体的な操作物上では独立的に考える必要がある。また、これら組合せの3カテゴリに対する説明率も決して高いとはいえない点も注意が必要である（ $R^2 = .05 - .10$ ）。例えば渋谷・

<sup>6</sup> 疑問や批判は、ペア同士の良好な関係性が構築されていないと提示されにくく、また、モニタリングとして機能しないことも考えられる。本研究は、同性の友人という良好な関係性が想定されるペアのため、疑問や批判が機能した可能性もある。ペア同士の関係性については今後の課題である。

中野（2010）は、潜在的には漸進的に制約の緩和・逸脱が進行していることを示している。具体的な操作物との関連の他に、こうした潜在的な解決プロセスと言語的相互作用の関連を検討することが、今後の課題となるだろう。

洞察問題の研究において、言語化による効果は解決の促進と抑制の両方が示されていた（e.g., Kiyokawa & Nakazawa, 2007; Kiyokawa & Nagayama, 2006; Schooler, et al., 1993）。さらに、協働的な洞察問題解決の文脈においては、例えば解決方針の提案といったような、初発の発話を持つ効果については検討されていた（e.g., 清河, 2002; 児玉・中野, 2015; 大川・佐藤, 2016）。本研究においては、疑問や批判といった応答の発話を持つ効果について実証することができており、洞察問題における言語化および協働的な洞察問題解決における言語的相互作用の両者において基礎的な知見を提供していると考えられる。“ひらめき”を必要とする洞察問題は、単純な“難易度の高い良定義問題”と異なり、その解決の見通しを主観的に捉えにくい点に特徴がある（e.g., Metcalfe, 1986）。キーコンピテンシーや21世紀型スキルに代表されるように、現在、世界的に協働的に問題を解決することが重要視されている。洞察問題のような見通しが持ちにくい問題に対して、どのように他者と言語的に関わることで解決に近づけるかについて、本研究は1つの示唆を示している。

#### 4-2. 本研究の限界と今後の課題

一方で、本研究にはいくつかの限界点がある。

第1に、初発の発話と応答の発話の関連性については明らかにできていない。本研究では「同意」、「疑問・批判」、「曖昧・無視」を言語的相互作用のカテゴリとして使用している。これらのカテゴリからは、応答の発話としての機能を捉えることができる一方で、どのような初発の発話に対する応答の発話であるかという点については十分に検討できていない。今後の課題として、これらのカテゴリをさらに精緻化した形での分析が必要である。

関連して第2に、本研究で扱った言語的相互作用同士の関連性についても十分に検討できていない。本研究における言語的相互作用の3カテゴリは高い正の相関係数を示している（ $r = .62 - .82$ ）。これは例えば「疑問・批判」を多く提示しているペアは「同意」や「曖昧・無視」も多く提示していることを示



す。構造方程式モデリングでは、他の変数の影響を除外したでの推定値であるため、個々の言語的相互作用単体の効果は把握できるが、それらが複雑に入り混じる状況下での効果は説明できない。こうした点に対応するため、それぞれの言語的相互作用がどのように関連し合っているか（例えば、出現タイミングの共起性など）についても検討が必要である。

第3に、本研究は個人間変動を捉えるアプローチであり、個人内変動と必ずしも混同した解釈はできない。つまり、「疑問・批判」を多く発したペアは「正解の配置」が正の変化率（増加傾向）にあることは示されたが、「疑問・批判」を多く発するほど、「正解の配置」が増加するという解釈は必ずしも妥当ではない。今後、個人内変動を捉えるような分析手法の使用も必要であると考えられる。

第4に、本研究の知見はある程度解決に時間がかかった参加者にのみ適用できる知見である点が考えられる。本研究では、3分以内の完成ペアは、大三角形の組合せや言語的相互作用の指標の抽出が安定しないために分析から除外している。そのため、本研究が示したような言語的相互作用の効果が制約緩和・逸脱に影響をもつためには、ある程度の時間はインパスに陥っている場合に限定される。しかし、洞察問題は、こうしたインパスに陥らずに、また言語的相互作用もなく解決できることもある。このような解決過程を説明するための研究も必要である。

## 5. 引用文献

- Chin, J. M., & Schooler, J. W. (2008). Why do words hurt? Content, process, and criterion shift accounts of verbal overshadowing. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20, 396-413.
- 伊藤貴昭・垣花真一郎 (2009). 説明はなぜ話者自身の理解を促すかー聞き手の有無が与える影響 教育心理学研究, 57, 86-98.
- Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990). In search of insight. *Cognitive Psychology*, 22, 374-419.
- 清河幸子 (2002). 表象変化を促進する相互依存構造ー課題レベルー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.
- 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? *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1791.
- Kiyokawa, S. & Nakazawa, M. (2006). Effects of reflective verbalization on insight problem solving. *Proceedings of 5th International Conference of the Cognitive Science*, 137-138.
- 児玉佳一・中野良樹 (2013). 数理パズル「タングラム」における洞察問題解決 (2)ー協同学習におけるメタ認知の活性化 日本心理学会第77回大会発表論文集, 583.
- 児玉佳一・中野良樹 (2015). 協働の形態が洞察的問題解決に及ぼす影響ー数理パズル「タングラム」を用いた検討 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 37, 159-71.
- Kodama, K., & Nakano, Y. (2016). The effects of verbal and nonverbal reflection on collaborative insight problem solving. *International Journal of Psychology*, 51 (Supplement S1), 500.
- 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.
- Metcalf, J. (1986). Premonitions of insight predict impending error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 623-634.
- 三浦麻子・飛田 操 (2002). 集団が創造的であるためにはー集団創造性に対する成員のアイディ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.
- 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.
- Nakano, Y. (2017). Cognitive and attentional process in insight problem solving of the puzzle game "tangram". *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2778-2783.
- 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ー観

- 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.
- Okada, T. & Simon, H. A. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 21, 109-146.
- 大川 愛・佐藤浩一 (2016). 思考の言語化が洞察問題解決に及ぼす影響 群馬大学教育実践研究, 33, 161-166.
- Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 166-183.
- Shaw, M. E. (1932). A comparison of individuals and small groups in the rational solution of complex problems. *The American Journal of Psychology*, 44, 491-504.
- 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.
- Shirouzu, H., Miyake, N. & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, 26, 469-501.
- 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.
- 鈴木宏昭・開 一夫 (2003). 洞察問題解決への制約論的アプローチ 心理学評論, 46, 211-232.
- 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.
- 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.
- 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.

## 6. 謝辞

本研究は第69回東北心理学会にて発表された内容を再分析したものです。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 verbal interaction in insight problem solving at a collaborative situation. We used a puzzle game called "Tangram." Tangram is a game that is consisted of seven pieces of five triangles and two squares and is considered as a kind of insight problem. Participants ( $N=140$ ) were required to arrange the pieces to the shape of a "lion" with a pair (total of 70 pairs, and 42 pairs were analyzed finally.) The result of structural equation modeling indicated that the pairs who had frequent utterances of "question or criticism" increased "correct combination" that related positively to completion of the task and decreased "irregular combination" that related negatively to completion of it. These results of this present study suggest that the constructive verbal interaction by the utterances of "question or criticism" is important in collaborative insight problem solving.

**Key Words** : Collaborative problem solving, Insight problem, Tangram, Verbal interaction, Constraint relaxation

(Received November 27, 2017)