

(様式 5)

「秋田大学研究者海外派遣事業」帰国報告書

平成 28 年 2 月 1日

所属・職名：教育文化学部 准教授

氏名：中野 良樹

派遣期間：2015年3月17日～9月7日

派遣研究機関名：英文 Lancaster University

：和文 ランカスター大学

研究課題：数理パズル“タングラム”における洞察的問題解決の研究

○研究概要（2000字程度）

研究の背景

タングラムとはパズルゲームの一種で、正方形から切り取った7個のピースを組み合わせ、物体や動物などの形を作る（図1）。国内の算数・数学教育では、しきつめ課題や「図形感覚」を育む教材として用いられる。小学5年生の算数の教科書では、「形づくり」の発展学習として掲載されている（図2）。また小学3年生の「形」の単元では、タングラムを利用し、「図形感覚」を高める実践もある（井上・山田・細貝，2006）。このように、タングラムは幾何学的思考力、創造的思考力、問題解決力を高める教材とされる。

認知心理学では、タングラムは洞察問題の一種とされ、定型的な知識では解決できず、発想の転換や「ひらめき」を要する。洞察問題の解決が困難である理由は、制約論により説明できる。制約とは「多様な情報の中から特定の仮説を選び出す生体の内的傾向性」で、本来は情報処理を効率化する。しかし、洞察問題ではそれが逆に解決を阻害する。中野(2009)では、ライオンを課題図形（図3）として、作業中の発話とピース操作の関連を検討した。その結果、洞察を得た指標になる“AHA体験”に特徴的な発話が、77.7%の参加者で課題完成直前に確認された。またライオン課題では、図3の正解配置にグレーで示した2つの大きい三角形の配置が解決を困難にしていた。

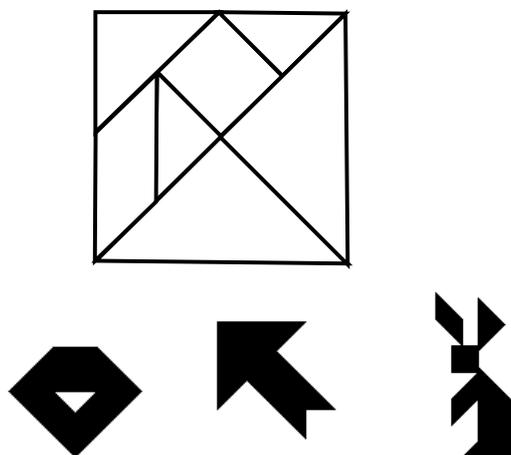


図1 タングラムを構成する7個のピース(上)と課題シルエットの例(下).

(様式 5)

全参加者の作業映像から、この2つの三角形ピースの配置を抽出したところ、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かかっている。

今回の派遣期間では、以下の3つの研究に関して本学で取得した実験データを、受け入れ大学の資源を活用して分析し、国際学会にて報告することを目的とした。



図2 タングラムを活用した発展学習.
「たのしい算数5年」大日本図書より.

研究Ⅰ：タングラムの洞察的問題解決における潜在的評価と主観的評価

タングラムの解決過程において、作業者の解決できる自信の程度、意識下での適切性評価、実際のピース操作の関係について検討した。実験の結果、実験開始当初はピースを「きれいな形」に配置する傾向が強かったが、後半には正解に含まれる「ずれた配置」(図3 灰色部分)を試す頻度が増えた。この傾向は全作業者に共通していた。一方、適切性評価に関しては、作業者に2個の三角形の組み合わせパターン2組を瞬間対提示し、正解に使いそうな方を選択させた。作業開始当初は、共通して「きれいな形」を選択する傾向があったが、時間の経過に伴って「ずれた配置」を選択する傾向が強まった。この傾向は、その後、ライオンの正解配置を完成させた作業者ほど顕著だった。すなわち、この適切性評価の妥当性が、洞察が生起する鍵になっていた。解決への自信度は、すべての作業で課題開始前に高かったが、時間の経過に伴って低下した。つまり主観的評価、潜在的評価、ピース操作はそれぞれ異なる傾向を示しており、結論として、これらのシステムはいずれも独立した処理系として洞察的問題解決に寄与することが明らかになった。

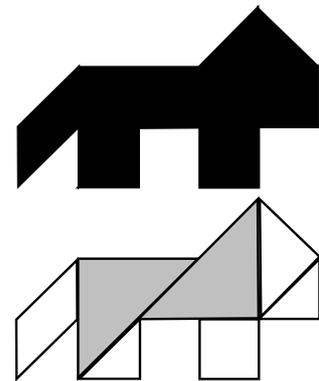


図3 ライオン課題のシルエット(上)と正解のピース配置(下).

本研究の成果はイタリア・ミラノで開催された 14th European Congress of Psychology (2015年7月7日~10日)において報告した。

研究Ⅱ：タングラムを活用した協働的問題解決の研究

協働的な問題解決の研究に、タングラムを応用する試みも行っている。協働による問題解決は、個人で行う問題解決よりも創造性や知識獲得の面で優れているとされる。本研究の取り組みは、仲間と協働して問題解決を図るスキルの育成や、効果的な協働学習プロセスの提案など、

(様式 5)

社会的な要請にも応えうる。大人から子どもまで楽しんで取り組めるタングラムは、協働的問題解決を探求する道具としても最適である。実験では、ペアにつきタングラムが1セット与えられた「協働条件群」と、単独で取り組む「個人条件群」を設定した。また、休憩時間中に解決に向けて熟考を求めた熟考群と、単に休憩を求めた統制群を設けた。実験の結果、熟考を求めることで個人条件でも協働条件でも解決率が上がった。一方で、休憩時間での熟考を促した協働条件群では、解決までの所要時間が延長した。

本研究の成果は、英国・カンタベリーのケント大学で行われた British Psychological Society, 32nd Annual Cognitive Psychology Section Conference (2015年9月1日～3日) にて報告した。このときの発表をきっかけに交流したケント大学の Dr. Erika Nurmsoo から、共同研究の提案を受けた。帰国後に継続的に連絡を取る中で、本研究を子どもの協働学習の発達研究へと拡張した「数理パズル『タングラム』の学習・発達過程と教育応用に関する領域横断的研究」の研究プロジェクトへと発展した。(平成28年度科学研究費基盤研究(C)(一般)に申請)

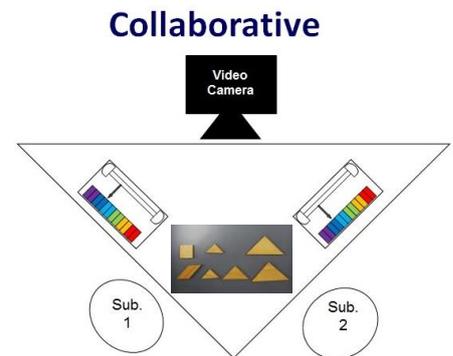
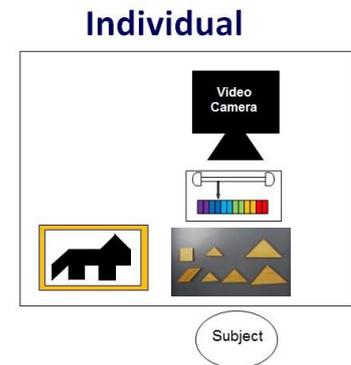


図4 個人条件(上)と協働条件(下)における作業者と実験装置の配置図

研究Ⅲ：多様なタングラム課題における制約の特定と眼球運動の解析

タングラムには図形や動物など多様な課題シルエットがあり、それぞれ正解配置は異なる。つまり、制約がかかるピースやその配置の豊富なバリエーションが特長である。本研究では、ライオン課題に加えて矢印、アヒル(図1参照)を新たに追加した実験を継続している。これらはライオン課題とは異なるパターンの配置が正解であり、新たな制約の特定が期待できる。また試みとして、作業者の眼球運動を測定した。「視覚は心の窓」といわれるように、眼球運動軌跡は人間の認知や思考過程を反映する。例えば、好みの画像を選択する課題では、眼球は画像を選択する前からすでに好みの画像の方により長い時間停留する。パズルゲームの洞察過程において、眼球運動を測定した研究はこれまでにない。上記の3つの課題を解決中の作業者について、眼球運動を追跡したデータを国内で測定し(図5)、滞在中にランカスター大学から人的・物的資源の援助を得て、Yarbusの手法を応用した画像解析と Linear differential analysis による統計解析を行い、現在も継続している。

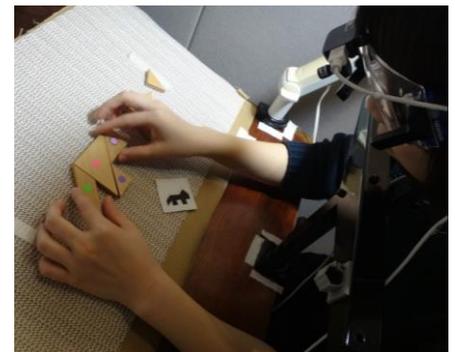


図5 タングラム操作中の眼球運動測定

(様式 5)

○研究期間全般にわたる感想

ランカスター市はイギリス北西部にある人口 14 万人ほどの、街も人々も穏やかな地方都市でした。薔薇戦争（1455 年～1485 年）に登場したランカスター家のかつての所領で、街並みは古い歴史を感じさせます。薔薇は今でも市のシンボルで、滞在期間中にはランカスター大と（敵方の）ヨーク大との対抗戦が開催されていました。

ランカスター大学は 1964 年創立の比較的新しい大学で、特に国際交流に力を入れ、100 以上の国から 12000 人以上の学生が集まっています。様々な人種や宗教の学生が集う、国際色豊かなキャンパスでした。心理学科は理工学部 に属し、統計数理学科と同じカレッジ内にあるため伝統的に実験の測定技法やデータ解析に優れた人材が多くいます。定期的にセミナーが開かれ、最新の心理統計法を学ぶことができました。学科は教員 34 名、研究員 17 名、事務・技術員 13 名のスタッフを抱え、100 万ポンド（日本円で 2 億円弱）を超える研究費を獲得し、大規模な実験施設を保有するなど、欧州でも有数の子ども発達研究の拠点です。教授陣とは、資金獲得の方法や組織の管理運営について情報交換し、今後のチーム研究の進め方や学生の教育組織に関してとても参考になりました。

受け入れ担当の Charlie Lewis 教授は、学科長も務められていましたが、多忙なスケジュールの合間に、研究の方向性や学会発表、論文執筆など多岐にわたってご指導くださいました。また、ご自宅にも招待いただき、温かい歓待にただただ感謝するばかりでした。Lewis 教授に限らず、英国の教員と学生との関係は日本よりずっとフレンドリーで、廊下ですれ違うときでも必ず世間話や近況報告をし、それが研究の進展につながっていました。そんな様子を見て、私も学生との接し方を大いに反省しました。

末筆となりましたが、多くの方々の支援を受け充実した期間を過ごすことができました。快く送り出してくださいました教育文化学部の先生方、出国前の手続きに迅速に対応していただいた事務方のみなさま、この場を借りて御礼申し上げます。英国で得た成果を、大学ならびに学部での教育・研究に最大限還元していければと願っております。



街のシンボル、ランカスター城への坂道



ランカスター大学の上空写真



心理学科大学院生の研究発表会