

Title	合同図形弁別時におけるシート使用の有無がもたらす課題解決方法の差異
Author(s)	黒田, 恭史
Citation	大阪大学教育学年報. 2004, 9, p. 95-106
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/10565
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

合同図形弁別時におけるシート使用の有無がもたらす 課題解決方法の差異

黒田 恭 史

【要旨】

本稿では、平面上の合同な図形の弁別課題において、合同な図形の輪郭が記された透明なシート使用の有無が、学習行動にどのような影響を及ぼすのかを検討した。図形の合同の可否が正確に判別可能な大学生を被験者とし、ビデオ録画による行動記録と事後の感想をもとに両者の違いを分析した。実験は3回に渡って実施された。第1回目は、シート使用の有無毎に5試行実施し、正答率、所要時間を観察した。第2回目は、同一の被験者に対して3ヶ月後に同レベルの課題を実施した。第3回目は、異なる被験者に対して試行オーダーを変更した課題を実施した。

第1回目の実験より、シート使用時には合同でない図形の判別に、シート不使用時には合同な図形の判別に多くの時間を要することが明らかになった。第2回目より、各試行において大幅な時間短縮が確認された。第3回目より、オーダー変更によっても判別に要する時間の特徴が保持されることが示された。

1. 研究背景と研究目的

1.1. 研究背景

図形の合同の可否を頭の中で図形を回転して考えるといった問題は、認知科学における「メンタル・ローテーション」問題として、1970年代以降活発に研究がなされてきた。Shepard & Metzler (1971) は、二つの角度の異なる立体の投影図を用いて、合同の可否の判別を繰り返した結果、両者の図形の間角度の大きさと回答に要した反応時間とが正比例の関係となることを多数の実験データから導き出している。また、Sayeki, Y. (1981) は、立体図形の一部に顔を描くことで、角度差に関わらず反応時間が一定となることを示しており、被験者が立体に対する何らかのイメージ、ここでは人間の体を構成すれば、角度による「見え」の反応差は生じないことを示している。竹内 (1998) は、人間の空間認知について、年齢差、個人差、性差等を変数として詳細な検討を行っており、各変数における空間認知の差の要因についても言及している。こうした一連の研究は、人間の空間認知の思考過程の特徴を明示化する試みといえる。

一方、図形教育の研究分野においては、学習時の子どもの理解を促進するために、様々な教材・教具が開発され、実験が重ねられてきた。例えば、平面図形の運動(平行・対称・回転)の学習では、合同な図形を見つけ出すために、合同な図形の輪郭が記された透明のシート(以下、シートと略記)を教具として活用し、その有効性が検討された。そこでは、学習者が教具を用いた具体物操作(シート使用)を繰り返すことで、やがては頭の中だけで合同な図形を見つけ出すといった念頭操作(シート不使用)への移行が期待された。実際、具体物操作と念頭操作で合同な図形を見つけ出すといった尾迫ら(2002)の実験によれば、両者を比較した場合、小学校1・2年生の段階にあっては、いずれも具体物操作の正答率が高く、とりわけ回転運動や、対称運動と回転運動を組み合わせた図形にその傾向が顕著であるとされる。これは、シートによる具体物操作が合同な図形を確認する際に有効な手だてとなることを示しているといえる。

しかし、たとえ具体物操作による学習活動を繰り返したとしても、念頭操作への移行が極めて困難な子どもたちも存在してきた。それに対し、従来の図形教育研究では、教具の開発、教具活用の有無、各年齢段階における正答率の差の推移等を見ることに主眼を置いた研究や、Piagetの発達段階説を基底とした発達段階モデルによる研究が大勢を占めてきた(Richard W. Copeland 1974, Richard R. Skemp 1971, 中原 1995)。

認知科学や発達心理学が現象の記述とその精緻化に主目的があるのに対し、教科教育学では具体的な子どもの実態をもとに、その打開策を考案、実践、検証していくことに重点が置かれている。従って、現在

の図形教育の検討課題をもとに実験課題を考案し、各図形課題に対する理解の特徴を記述し、図形教育の内容を構築していくといった視点が重要となる。例えば、合同図形に関する教育であれば、シートの活用が果たして子どもの学習行動にどのような変化をもたらすのか、またシートを活用することが念頭操作への移行に有効であるのかといった点についての詳細な実験と検証が必要である。

1.2. 研究目的

本稿では、平面上の合同な図形の弁別課題遂行時における外的観察と被験者の事後の感想をもとに、シート使用の有無が、課題の解決方法においてどのような差異として現れるのかを明らかにすることを目的とする。つまり、具体物操作と念頭操作による課題が、被験者においてどのような種別の課題となっているのかを明らかにすることがここでの目的である。これは、前述した図形教育構築に際しての、学習行動の分析方法の考案と、合同図形弁別時の特徴を示す基礎資料として位置づけることができるものであり、合同図形の教育内容構築といった一連の研究の初期段階のものといえる。

被験者は、問題の正答率よりもむしろ課題遂行時の外的差異に着目するために、図形の合同の可否が正確に判別可能であると考えられる大学生とする。実験に際しては、合同の弁別に要する時間測定が可能となる複雑な図形を実験課題として採用する。

実験は3種類実施し、それぞれ次の点を明らかにすることを目的とする。第1回目は、シート使用時の試行と不使用時の試行をそれぞれ5回ずつ実施し、正答率、試行回数による所要時間の変化、合同図形の可否による試行時間の変化を変数としてその特徴を明らかにする（原実験）。第2回目は、第1回目実施約3ヶ月後の時点で、同一の被験者に対して、同レベルの課題を実施し、獲得された課題解決の方法がどの程度保持されるのか、またその保持の特徴は具体物操作と念頭操作においてどのような相違を見せるのかについて明らかにする（追実験）。第3回目は、第1、2回目と異なる被験者に対して、試行のオーダーを変更した課題を実施し、所要時間にどのような差異が見られるかを明らかにする（オーダー変更実験）。

2. 方法

2.1. 実験環境

3回の実験とも、被験者ごとに単独で実施する。測定者は、課題の遂行状況の観察者（問題用紙の差し替え含む）と、時間計測者の2名とする。

2.2. 実験概要

1) 実験日時：

第1回目 2002年11月 第2回目 2003年2月 第3回目 2003年4月～5月

2) 被験者：

第1、2回目 7名（19歳～22歳、男性1名・女性6名、教育学部教育学科大学生、全員右利き）
第3回目 7名（19歳～22歳、男性3名・女性4名、教育学部教育学科大学生、全員右利き）

3) 測定方法：

3回の実験とも、被験者は椅子に座り、机上で課題に取り組む。顎固定台を用いて、顔の位置を固定する。被験者前方よりビデオカメラにて課題遂行時の被験者の机の上（課題と手の動きの全体）を録画する。併せて、ストップウォッチ計測によって、課題間の休息時間等の設定を行う。問題用紙の移動は不可とする。

4) 測定装置：

デジタルビデオカメラ、ストップウォッチ

2.3. 課題

2.3.1. 第1回目課題

課題は、シート使用（5枚）とシート不使用（5枚）の計10枚があり、それぞれの用紙に模様の描かれた一辺が3.2cmの正方形が格子状に9枚置かれており、中心部の正方形の模様と合同な図形全てを回答さ

せる（図1：矢印で示された図形が合同な図形，3個）。シート使用（具体物操作）では，中心部の正方形の模様と合同な模様が赤色で描かれた透明なシートを被験者に与え，それを用いて回答させる。シート不使用（念頭操作）では，目視のみによって回答させる。シート使用の5枚において中心部の正方形の図形は同一のものを採用する。従って，シートは1種類のみを使用する。シート不使用においては，シート使用と異なる模様の正方形を中心部に置くが，シート不使用の5枚の試行内においては同一模様の正方形を使用する（図2）。

また，合同となる図形の運動には8種類があり，本実験ではこの8種類を満遍なく使用することで，試行間の難易に差が生じないようにした（図3：平行運動1種類，対称運動2種類[左右反転，上下反転]，回転運動3種類[90°回転，180°回転，270°回転]，対称運動×回転運動2種類[左右反転×90°回転，左右反転×270°回転]）。

さらに，合同な図形の個数は，試行毎に異なるようにした（表1左側）。というのも，個数を一定にすると，該当個数分を選択した段階でその他の図形の考察を行わなくなるためである。そのため被験者には，「回答用紙毎に合同な図形の個数が異なるので全ての図形を確かめるようにしてください。」との指示を口頭で行った。

シート使用，シート不使用とも，第1試行と第5試行の合同図形の個数を同じにした。試行の最初と最後の段階での所用時間差の考察の際に，合同な図形の個数による影響を避けるためである。

2.3.2.第2回目課題

3ヶ月後の第2回目の実験で用いた回答用紙では，第1回目のもと同様の図形を用い，図形の位置を対角線毎に入れ替えたものを使用した（図4）。従って，各試行における合同な図形の個数は，表1と同様である。また，第2回目の実験の最初の段階で，回答用紙が第1回目と異なっていることを，被験者に口頭で伝えた。

2.3.3.第3回目課題

第1回目と同様の課題を使用し，オーダーを第4試行→第5試行→第2試行→第3試行→第1試行の順に変更した。従って，合同な図形の個数は，表1の右側のようになる。

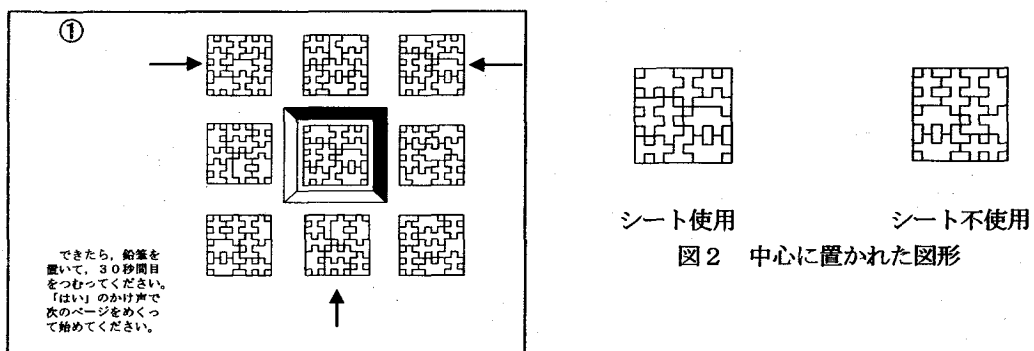


図1 回答用紙（実物はA4サイズ，横長置）

表1 各試行における合同な図形の個数

	第1回目・第2回目		第3回目	
	シートあり	シートなし	シートあり	シートなし
第1試行	3	3	1	1
第2試行	2	2	3	3
第3試行	4	4	2	2
第4試行	1	1	4	4
第5試行	3	3	3	3

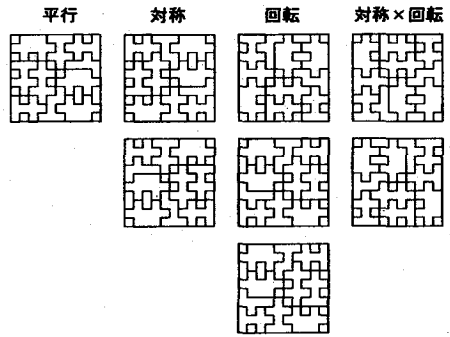


図3 運動の種類(8種類)

2.4. 試行

3回の実験とも同様である。

- ①プレテスト実施(簡単な図形を用い、問題回答方法及び透明シートの使用法を説明)
- ②シート使用: 30秒間閉眼・安静状態の後、「はい」の合図とともに開始。1枚目終了時点で被験者は赤色ボールペンを置く。30秒間閉眼・安静状態で休憩。「はい」の合図で2枚目開始。以下、5枚目まで同様。
- ③シート不使用: シート使用試行終了後、30秒間閉眼・安静状態で休憩。その後、シート不使用の回答方法説明。30秒間閉眼・安静状態で休憩の後、「はい」の合図とともにシート不使用を開始し、1枚目終了時点で被験者は赤色ボールペンを置く。
その後、30秒間閉眼・安静状態で休憩。「はい」の合図で2枚目開始。以下、5枚目まで同様。
- ④課題終了。
- ⑤課題遂行時の感想記述。

3. 結果

上記の実験により次のような結果を得た。

3.1. 正誤について

各被験者に対して、試行は10回行われ、各試行8問において合同な図形(以下、○と記す)であるか合同でない図形(以下、×と記す)であるかを問うものであった。従って、問題総数は80問であった。

第1回目においては、完全正答は4名、誤答が最も多い被験者においても、正答率は94%(75/80)であった。第2回目においては、完全正答は4名、誤答が最も多い被験者においても、正答率は98%(78/80)であった。第3回目においては、完全正答は4名、誤答が最も多い被験者においても、正答率は95%(76/80)であった。これらの結果より、正答率による被験者の差異はほとんど見られず、被験者は今回の課題の意図を正確に把握していると判断した。

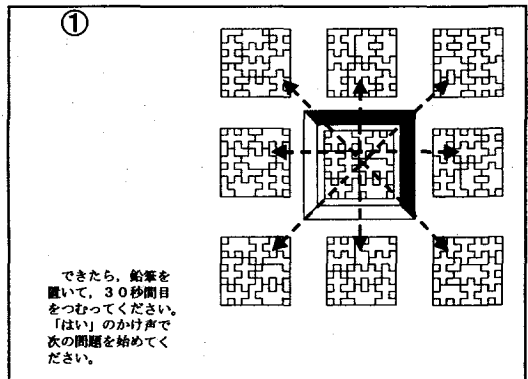


図4 第2回目実験回答用紙(位置変更)

3.2.全体の所要時間の平均について

図5は、第1～3回目の実験における7名の被験者が要した1試行あたりの平均所要時間と標準偏差を示したものである。特徴としては、次の点が挙げられる。

- (1-1)第1回目(原実験)の平均所要時間では、シート使用の方がシート不使用よりも長い(110秒と102秒)。
- (1-2)第2回目(追実験)の平均所要時間では、シート使用の方がシート不使用よりも短い(54秒と65秒)。
- (1-3)第3回目(オーダー変更実験)の平均所要時間では、第1回目同様、シート使用の方がシート不使用よりも長い(114秒と108秒)。
- (1-4)シート使用、シート不使用ともに、第1回目から第2回目にかけて、所要時間の大幅な短縮が見られ、とりわけシート使用にその傾向が顕著である。
- (1-5)所用時間全体では、第1回目と第3回目は、ほぼ同じである。
- (1-6)シート使用、シート不使用ともに、第1回目より第2回目の標準偏差が小さくなっている。
- (1-7)第1回目～第3回目とも、シート使用の方がシート不使用よりも標準偏差が小さい。

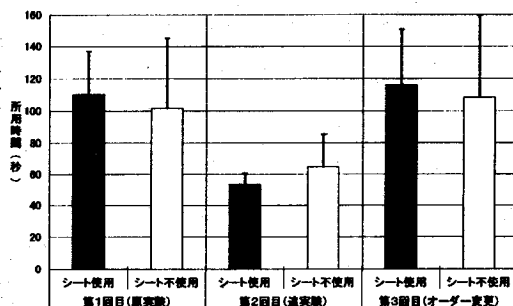


図5 所要時間の平均値と標準偏差

3.3.問題別所要時間について

図6は、第1回目～第3回目の実験における被験者が問題毎に要した所要時間の7名の平均と標準偏差を示したものである。特徴としては、次の点が挙げられる。

- (2-1)図6(左)より、シート使用の課題では、第1回目～第3回目とも問題順に所要時間が順に減少している。
- (2-2)図6(左)より、第1回目と第2回目の問題①と問題⑤は、合同な図形の個数が同数(表1参照)であるが、いずれの場合も所要時間が減少している。
- (2-3)図6(右)より、シート不使用の課題では、第1～第3回目の所要時間も順に減少せず、ばらつきが見られる。
- (2-4)図6(右)より、第1回目と第2回目の問題⑥と問題⑩は、合同な図形の個数が同数(表1参照)であるが、いずれの場合も所要時間が減少している。
- (2-5)シート使用、シート不使用の各問題において、第1回目より第2回目の所要時間が大幅に減少している。
- (2-6)シート使用、シート不使用の各問題において、第1回目より第2回目の標準偏差が小さくなっている(但し、シート不使用の問題⑨のみ若干増加)。

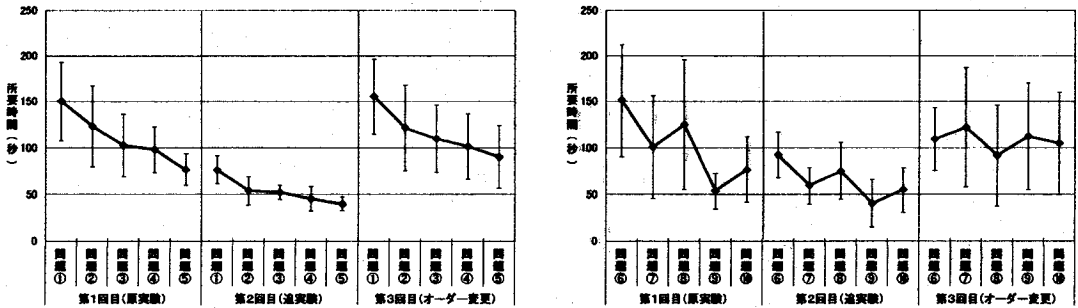


図6 問題毎の所要時間の平均値と標準偏差 (左がシート使用, 右がシート不使用)

3.4.問題別所要時間 (○×に分類) について

図7は、被験者が問題毎の回答に要した時間を、○と×を考察している時間に分割し、被験者毎に一つの○、あるいは×を付けるのに要した時間の平均を算出し、その値の7名の平均値を記したものである。○と×を考察した時間への分割は、デジタルビデオカメラに録画した画像をもとに、前問で○ないし×をつけた時点から当該の問題で○ないし×をつけるまでの時間を測定し、当該の問題を回答するのに要した時間とした。この測定を全ての問題について実施した。特徴としては、次の点が挙げられる。

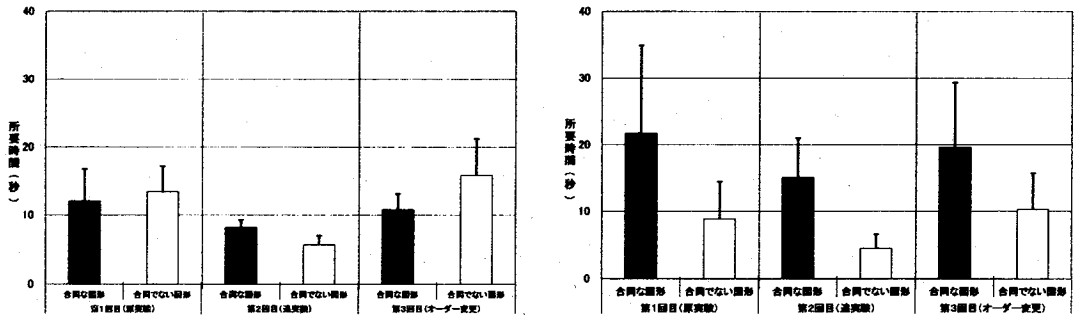


図7 ○×の所要時間の平均値と標準偏差 (左がシート使用, 右がシート不使用)

- (3-1)図7(左)より、シート使用の場合、第1回目と第3回目は、合同でない図形の所要時間の方が長い。一方、第2回目は、合同な図形の所要時間の方が長い。つまり、第2回目の合同でない図形の所要時間の短縮が顕著である。
- (3-2)図7(右)より、シート不使用の場合、第1回目～第3回目とも合同な図形の所要時間の方がそれぞれ2倍程度長い。
- (3-3)第1回目と第2回目の対応する全ての項目において、所要時間、標準偏差が減少している。

3.5.○×別所要時間（問題毎）について

図8～図10は、第1回目～第3回目の実験における被験者が問題毎の回答に要した時間を、○と×を考察している時間に分割し、被験者毎に一つの○、あるいは×を付けるのに要した時間の問題毎の平均を算出し、その値の7名の平均値と標準偏差を問題毎に記したものである。特徴としては、次の点が挙げられる。

- (4-1) 図8(左)より、第1回目のシート使用の場合、○×とも問題順に所要時間は順に減少していることが有意に示された ($F(2,24)=4.775, p<.01$)。
- (4-2) 図8(右)より、第1回目のシート不使用の場合、×の所要時間は順に減少している。一方、○の所要時間の変化が順に減少しているとは言えないことが有意に示された ($F(2,24)=6.083, p<.01$)。
- (4-3) 図9(左)より、第2回目のシート使用の場合、○×の所要時間は、いずれも○の所要時間が長いことが有意に示された ($F(1,6)=10.737, p<.05$)。また、○×とも問題順に所要時間が減少していることが有意に示された ($F(2,24)=6.083, p<.01$)。
- (4-4) 図9(右)より、第2回目のシート不使用の場合、○×の所要時間は、いずれも○の所要時間が長いことが有意に示された ($F(1,6)=17.188, p<.01$)。また、○×とも問題順に所要時間が減少していることが有意に示された ($F(2,24)=6.104, p<.01$)。
- (4-5) 図8(右)と図9(右)より、○の所要時間において、それぞれ対応する項目についての標準偏差が、第2回目において減少している。

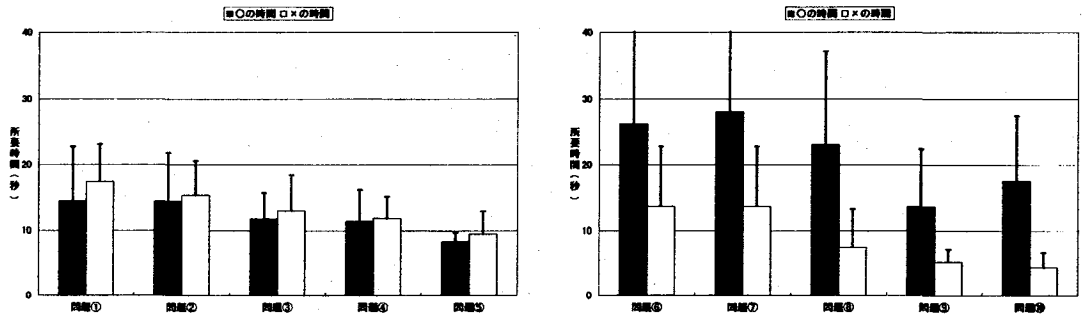


図8 ○×の所要時間の平均値と標準偏差：第1回（左がシート使用，右がシート不使用）
（問題⑥，問題⑦の標準偏差は16.8，26.2）

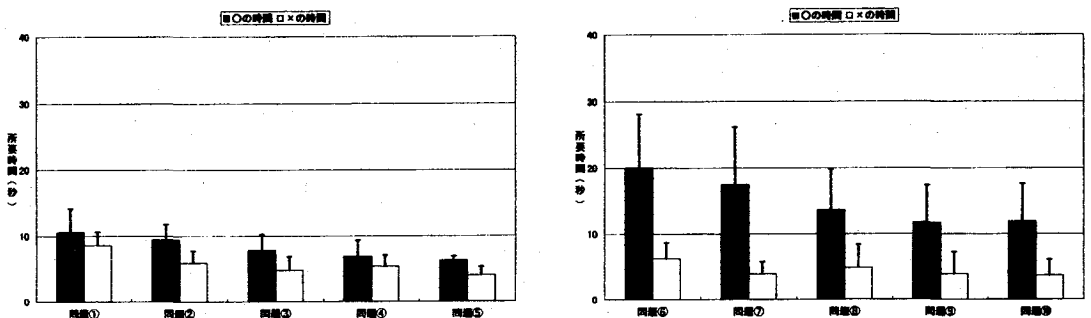


図9 ○×の所要時間の平均値と標準偏差：第2回（左がシート使用，右がシート不使用）

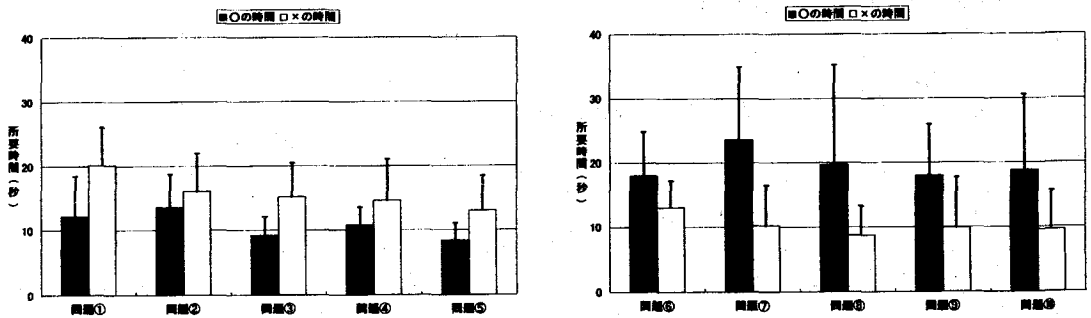


図10 ○×の所要時間の平均値と標準偏差：第3回（左がシート使用，右がシート不使用）

(4-6) 図10(左)より，第3回目のシート使用の場合，○×の所要時間は，いずれも×の所要時間が長いことが有意に示された ($F(1,6)=11.556, p<.01$)。また，○×とも問題順に所要時間が減少していることが有意に示された ($F(2,24)=3.77, p<.01$)。

(4-7) 図10(右)より，第3回目のシート不使用の場合，○×の所要時間は，いずれも○の所要時間が長いことが有意に示された ($F(1,6)=14.714, p<.01$)。

3.6.被験者による事後の感想

7名の被験者に対して，実験後に課題遂行時の感想を記述させた。その結果，次のような記述が見られた。

3.6.1.第1回目の実験

【シート使用の場合】

- ・シートに頼ってしまい，頭の中で回転運動などをしなかった。
- ・合同でないときに何度もシートを合わせて確認した。
- ・シートの表で4回，裏で4回確かめればよいと気付いた。

【シート不使用の場合】

- ・特徴的な図形の部分を何箇所か決め，その合同の可否を調べて異なるものには×を記入した。
- ・第4試行あたりから，図自体を頭の中で回転させることが出来始めた。
- ・回答方法に気付けば，シートを使わない方が簡単だった。

3.6.2.第2回目の実験

【シート使用の場合】

- ・シートを無理に使うのではなく，確認のために使った。
- ・確認に使うシートの利用で，問題を解く安心感につながった。
- ・○だと思っていたも，シートがぴったり合わないとおと書けず，線にぴったり合わせようとした。

【シート不使用の場合】

- ・慣れてくるとどんどんストレスを感じずに，ぱっぱと判断できるようになった。
- ・一箇所でも違うと思えば，即座にチェックできた。

3.6.3.第3回目の実験

【合同な図形の場合】

・合同であることを判断する場合は，シートがあるとぴったりと当てはまるとすぐにわかるが，シートがないと一つずつ確認していかないとだめなのでややこしい。

【合同でない図形の場合】

・シートを使う問題よりも，シートを使わない問題の方が合同でないという判断をしやすかった。違う箇

所がひとつあれば合同でないということが判断できる。逆にシートを使う方では、これは違うかなあと思っても、シートを何回か回して当ててみないと、違うということが判断しきれない。

4. 考察

4.1. 試行内の習熟による所要時間の変化とその要因について

第1回目～第3回目の試行において、シート使用、シート不使用の場合とも、試行の最初と最後の段階(試行①と試行⑤、試行⑥と試行⑩)を比較すると試行時間の減少が見られることから、課題遂行によって習熟がなされたと判断される(結果の2-2, 2-4より)。但し、シート不使用の場合には、その間の試行において所要時間のばらつきが見られた(2-3より)。この要因としては、一試行における○と×の個数の差が所要時間に影響を与えたのではないかと考えられる。つまり、表1に記したように、第1回目と第2回目の○の個数は、第1試行目から順に、3, 2, 4, 1, 3となっており、この数値の上下と、グラフのW字の形状が対応していると考えられるからである。また、第3回目においても、○の個数が第1試行目から順に、1, 3, 2, 4, 3となっており、この数値の上下と、グラフのM字の形状が対応していると考えられる。一方、シート使用の場合は、○の所要時間と×の所要時間の平均値の差が小さいため、合同な図形の個数の違いによる影響は少ないと考えられる。

さらに、第1回目～第3回目において、シート使用とシート不使用所要時間の平均にそれほど違いが見られないことから、シート使用によって所要時間が著しく減少するといったことはなかったと判断される(1-1, 1-2, 1-3より)。

4.2. シート使用とシート不使用試行における着目する図形の違いとその要因について

シート使用とシート不使用の試行において、○と×の所要時間に分類して測定した結果から、シート不使用では、合同であると判断する際に使用した時間が極端に長く、その影響が試行に反映したと考えられる(3-2より)。合同な図形の判別に多くの時間を費やした要因としては、被験者の多くが図形の特徴的な箇所に着目し、その箇所でも合同の可否を判断していたことによると考えられる。つまり、一箇所でも異なる部分があれば「合同でない図形」と判断できるのに対して、「合同な図形」であると判断するためには特徴的な箇所止まらず全ての箇所を綿密に調べる必要があるために時間を要したと推測される。

一方、シート使用では、むしろ合同でない図形を判断するのに時間を要している(3-1より、但し第2回目の試行は逆)。これはシート使用によって「合同な図形」はぴったりと重なり、判断に時間的なロスが少ないのに対して、「合同でない図形」の場合は、表面で4回、裏面で4回の確かめが必要となるため、時間を要する結果となったことによると考えられる。

従って、シート使用では合同でない図形の検証に、シート不使用では合同である図形の検証に被験者の意識が集中していたと考えられる。

4.3. 追実験における解決方法の保持について

第2回目の実験において所要時間の大幅な短縮が見られたことから、被験者は第1回目の実験段階で課題解決の方法を獲得し、3ヶ月後の実験においてもその方法を十分に活用することが可能であったと考えられる(1-4より)。シート使用の場合であれば、合同な図形の個数がいずれも3つである第1回目の問題⑤の所要時間(77秒)と第2回目の問題①の所要時間(76秒)とがほぼ同じになっていることから、学習経験が2回目の実験開始時から適用されたことが窺える。さらに、シート不使用の場合においても、第1回目の問題⑩の所要時間(77秒)と第2回目の問題⑥の所要時間(93秒)とが近い値になっていることから、学習経験がある程度適用されていたと予想される(2-5より)。

また、第2回目において、シート使用の×の所要時間が大きく減少している(3-1より)。これは「合同でない図形」の判断の際に、第1回目のようにシートを用いて表面と裏面の合計8回の確かめをするのではなく、第1回目のシート不使用の際に用いられた図形の特徴的な箇所を比較し、異なる場合は×を記すというようにしたことによって大幅な時間短縮が見られたと考えられる。つまり、第2回目では、第1回

目の際に獲得した念頭操作による判断方法を図形に合同の可否に応じて使い分けるようになったため、図5にも示されたような、シート使用の所用時間の大幅な減少が認められたと考えられる。

所要時間の変動の傾向が3ヶ月後の第2回目においても同様であったことから、被験者の学習経験が、所要時間の変化の傾向、例えば、シート不使用の所要時間のグラフに見られるW字の形状に影響を及ぼすことはないと思われ（図6(右)より）。

一方、シート不使用では、第1回目において○の判断の時間推移に規則性が見られなかったが、第2回目は順に減少している(4.2, 4.4より)。また、標準偏差が第1回目よりも第2回目において減少している(4.5より)。このことは、念頭による合同図形の判別の際においても、第2回目の時点では解決方法を獲得、つまりは着目する図形の場所の同定が安定した状態で行われるようになった結果ではないかと予想される。

4.4. 被験者の事後の感想より

被験者の感想から、シート使用とシート不使用の場合とでは、同一の図形であっても着目する視点が異なっていることがわかる。つまり、シート使用では機械的な操作の習熟に、シート不使用では合同を弁別する際の着目する箇所の決定に意識が集中したといえる。

5. まとめ

本稿では、平面上の合同な図形を弁別する課題において、教具としてのシート使用の有無が、学習行動にどのような影響を及ぼすのかを、学習者の行動記録と被験者の事後の感想をもとに分析した。また、同一被験者に対して、同様な課題を約3ヶ月間の間隔をおき実施した際の、課題解決方法保持の有無、及び異なる被験者に試行オーダーを変更した課題を実施した際の所要時間の特徴について検討した。

その結果、明らかになったことを纏めると次のようになる。

- ①第1回目の実験において、シート使用の有無によって、被験者が課題に費やす時間に差が生じた。つまり、具体物操作（シート使用）では合同でない図形の判別に多くの時間を費やし、一方、念頭操作（シート不使用）では合同な図形の判別に多くの時間を費やした。
- ②シート使用の有無によって被験者は無意識的に異なる図形に着目するとともに、異なる視点から図形を観察していたと考えられる。つまり、具体物操作が作業行為そのものに着目するのに対して、念頭操作が運動の意味や心的な操作に着目していると考えられる。
- ③第2回目の実験における所要時間の変化の傾向、及び各項目における標準偏差の減少から、被験者が第1回目の実験終了時に課題解決の方法を獲得すれば、特別なトレーニングを施さなくとも、3ヶ月を経ても十分にその方法が保持される。
- ④第2回目の実験における所要時間の短縮は、具体物操作にその傾向が顕著である。このことは、念頭操作で獲得した方法（合同でない図形の弁別方法）を具体物操作時に活用するなど、図形の形への着目という視点が獲得されたならば、その方法を具体物操作においても適宜活用したためと考えられる。
- ⑤第3回目の実験における所要時間は、オーダーを変更したことによっても、その特徴的な傾向が保持された。オーダーに関係なく、シート不使用では、合同な図形の判別に時間を要することが示された。

上記の結果は、シート使用の有無によって、同一の課題を行ったとしても、異なるレベルの課題としてではなく、異なる種類の課題として被験者は捉える場合が存在することを指摘するものである。従って、実際の図形教育の場面でこうした教具（シート）を用いることが、果たして念頭操作への移行を誘発するものであるのかといった点についての検討が必要である。また、本実験では、大学生を被験者としたが、年齢が異なる場合も同様の傾向を有するか否かという問題は、今後の課題である。

<参考文献>

- 波多野完治編 1965 『ピアジェの認識心理学』国土社。
- 空間認知の発達研究会編 1995 『空間に生きる』北大路書房。
- 黒田恭史, 高橋一夫, 高嶋重行, 竹内温子, 菅井勝雄, 前迫孝憲 2003 「合同図形弁別時におけるシート活用の有無がもたらす影響」『日本教育工学会論文誌』, 27(Suppl.).
- 中原忠男 1995 「数学教育における構成的アプローチ」日本数学教育学会編『数学学習の理論化に向けて』産業図書, 330-340頁。
- 尾迫瞳美, 黒田恭史 2002 「小学生の平面の図形教育について —平行・対称・回転運動に着目して—」『第6回数学教育学会大学院生部研究会発表論文集』, 36-40頁。
- Richard R. Skemp 1971, 藤永保・銀林浩訳『数学学習の心理学』新曜社 1973.
- Richard W. Copeland 1974 “How Children Learn Mathematics Second Edition Teaching Implications of Piaget’s Research”, Macmillan Publishing Co., New York.
- Sayeki, Y. 1981 “‘Body analogy’ and the cognition of rotated figures” The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition, 3, pp.36-40.
- Shepard, R.N. & Metzler, J. 1971 “Mental rotation of three-dimensional objects. Science”, 171, pp.701-703.
- 高野陽太郎 1987 『傾いた図形の謎 (認知科学選書11)』東京大学出版会。
- 竹内謙彰 1998 『空間認知の発達・個人差・性差と環境要因』風間書房。

The Difference of Method according to Whether the Subjects Use the Sheet When Congruity Figure is Discriminated

KURODA Yasufumi

The purpose of this study is to investigate what difference is in the problem solution method according to whether the subjects use the sheet. We used the following procedures in this experiment. The problem is to select the congruity figure from some figures using parallel, rotation, and symmetry movement. During the first experiment, the subjects use and answer a transparent sheet where the figure was drawn. In the second experiment, they are to answer only in the image by their mind. We considered the change repeating five trials with both experiments for university student's subjects.

From the data of the experiment, we conclude three elements. 1) The subjects pay attention to a different figure according to whether they use the sheet. 2) In the double check experiment after three months, the accomplishment time of the subject is greatly shortened. 3) In the experiment to which the order of the problem is changed, the feature at the accomplishment time of the subject is maintained.