

# メタ認知による内省効果が図形描画の学習に与える影響について

## Study on Effect that Metacognition Gives to Figure Drawing

メタ認知 (Metacognition) 内省 (Introspection)

環境計画学部門

図形描画 (Figure Drawing)

M07402 今川 晶太

### 1. 研究の背景・目的

建物は立体であり、製図作業において紙面上に1つの図としてこれを正確に再現できないため、建物に対する多くの情報が複数の図に描画されている。そのため、建物を正確に描画するには、建物全体をイメージし、理解する能力が必要である。しかし、立体の理解の不足による表現の誤りが、製図学習の初期段階にある学生の描画した図から見られる。現在の学生の描画する図を見る限り、こうした学習方法が十分な成果を上げていないと思われる。

建物のような立体の形状を認識し理解することは、人間が習得している能力であるが、経験や学習の違いにより、能力の発揮に個人差がある。今井ら<sup>1)</sup>は、繰り返し学習を重ねることで目的を達成するための知識が獲得され、能力の向上が見られるように、学習以降の行為が変化することを述べている。図を描画する学習の初期段階において立体の形状を正確に認識し、描画する方法を身に付けることはその後の図形描画作業に影響を与えると考える。よって、本研究は学習後の行為に着目し、図形描画の学習に与える影響を探ることが狙いである。

D. A. ノーマン<sup>2)</sup>は認知心理学における学習法の1つとして学習者に内省的認知をさせる方法がスキルの向上に効果的であることを述べている。これによると内省は、比較対照や思考、意思決定など自分自身の心のはたらきや状態を指し、内省を繰り返し行うことで目的を達成するための知識が獲得されるとしている。本研究は学習者に内省をさせる方法として、認知心理学の分野にあるメタ認知の概念を用いる。人間は主に外界から視覚によって情報を探索する。得られた情報に対し知覚をし、認識する過程を認知というが、メタ認知はこの状況を俯瞰した状態のように第3者の視点として捉え、知覚の仕方を知

覚することをいう(図1)。また、本研究ではメタ認知できる能力をメタ認知力とする。

本研究は、単純な形状を描いた等角投影図を用いて平行投影図を描くテスト(以下:図形描画テスト)において、正確に描画できる学生(以下:正解群)と描画できない学生(以下:不正解群)の認知の仕方の違いを明らかにする。その後、内省的学習をするための手段としてメタ認知を用いる。これまでメタ認知を用いた学習効果の研究は身体の運動や教科教育のプログラムとして用いられてきたが、図形描画の学習に関して研究が行われていない。よって本研究はメタ認知を用いた支援が図形描画の学習に与える影響を探ることを目的とする。

### 2. 研究概要

#### 2.1 研究の流れ

研究の流れを図2に示す。最初に、被験者のメタ認知力を把握するとともに、本研究の目的であるメタ認知を用いた学習後の影響を確認するため質問紙法によるアンケートを行う。次に、図形描画における知覚の仕方を把握すると共に、正確に描画できた被験者の思考を促す要素を抽出することを目的とした、単純な図形を用いた描画のテストを行う。結果から図形の理解度、描画の仕方を分析することで、正解群、不正解群それぞれの思考の過程を検討する。次に、正解群から抽出した思考過程を促すため、メタ認知によって学習効果が期待できる支援を考える。その後、不正解群を対象とし図形描画の調査において、メタ認知による行為の変化を確認するため、メタ認知を用いた支援による図形描画を行う群(以下:実験群)と通常の図形描画を行う群(以下:統制群)に分ける。両群共に図形描画テストを行うが、実験群はメタ認知による内省を促す設問を回答してもらうことで、図形描画の学習に与える影響を確認する。統制群との図形描画における思考過程の変化、誤りが発生する要因の変化から図形描画の学習に与える影響を分析する。最後に被験者の支援前後のメタ認知力の変化から学習の効果を分析するため、再度質問紙によるアンケートを行うことで行為の変化を裏付けする。なお、本研究では最初に行う質問紙の調査に関して、比較するデータの抽出を行った後、分析をするため、4.4に述べる。

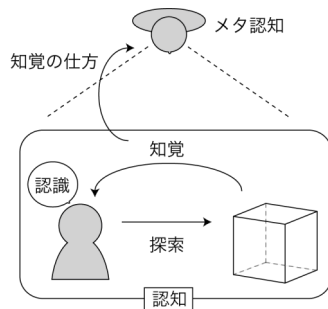


図1 メタ認知のモデル

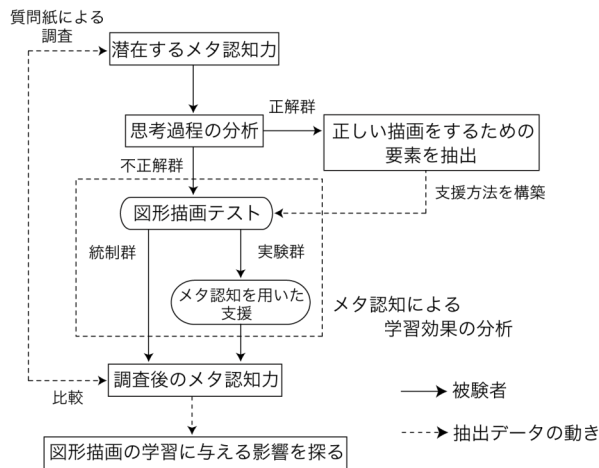


図2 研究のフローチャート

## 2.2 被験者の属性

調査は、八戸工業大学(以下：本学)の学生を対象とした。本研究では、学習の初期段階にある学生を対象とし、メタ認知を用いた図形描画の学習効果を探ることが目的である。そのため、本学工学部の1学年から選出した。ただし、在学2年目の学生は対象外とした。属性として、選考する学科問わず、高校にて製図または設計の授業を受けたことのある計25名の学生を対象とした。出身高校によって習得した図学の内容は異なるが、本研究は図学的思考の変化ではなく知覚の変化を対象としているため結果に与える影響は少ないと考える。なお、授業内容の条件として手描き、あるいはPCを用いた図の描画を経験していることとした。被験者の詳細は表1に示す。

表1 被験者の内訳

学科	人数 ( )は女性の数
機械情報技術	6
環境建設工学	7
建築工学	9 (2)
システム情報工学	3 (1)

## 3. 図形描画における思考過程の分析

### 3.1 調査の概要

本調査は、図形描画テストにより正解群と不正解群の描画時における思考の差異を確認することを目的とする。図形描画テストに用いた図、および解答を図3に示す。矢印の方向からの正面図を、図形の輪郭を実線、見えがかりの部分を破線で描画してもらった形式とした。図形描画テストに設けた図形は奥

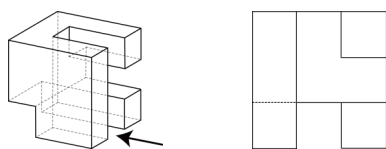


図3 図形描画テスト(左:設問、右:解答)

行を認知しにくく描画の際、誤りを誘発する図形の特徴を持つ。また、斜面や貫通部分を持つ図形は認知のしにくさに偏りがあるため、立方体で貫通しない図形を用いた。調査は、時間、定規、フリーハンドのように描画時の制限は設けなかった。調査場所は、被験者が異なる学科であるため、講義中にまとまった人数が得られないことから、各学科の講義室および研究室にて調査を行った。図形描画テストの様子をビデオ撮影した。テスト後、被験者から撮影したビデオを基に、描画の順番、考え方、確認の有無を口頭で説明するよう指示した。

### 3.2 分析方法

分析は、D. A ノーマン<sup>3)</sup>の行為の七段階理論に基づいて行った。行為の七段階とは、人間の行為を七段階に分類し、個々の行為を組み合わせ、行動をするという考えである。人間は、七段階の行為の中から、目的を達成するために必要とする行為を選定し、サイクルを構成する。そのため、行動に伴うプロセスは、人間によって必ずしも同じとはいえない。本研究では、行為の七段階理論のうち主要である認知、判断、評価の3つに着目し、学生の図形描画における思考過程を当てはめることで分析した。

### 3.3 分析結果・考察

結果、25名中12名が誤った解答をしていた。口頭による説明から正解群、不正解群の知覚の差異を認知、判断、評価の3つから分析した(表2)。

認知の段階において正解群は13名中9名が図形を分解する、想像した立体を回転させて考えるなど、独自に考えやすい方法で立体を把握していた。一方、不正解群は描画のプランが組み立てられないため、描画しながらゴールの形成を模索する学生が半数を占めていた。また、不正解群において12名中8名は設問図形の面と線の位置関係が理解できていなかった。判断の段階では、正解群において13名中7名が図形を認知した部分ごとに描画する傾向が見られた。また、スケッチをする学生が13名中5名抽出された。

表2 思考過程の差異

行為の要素	正解群(13名)	人数	不正解群(12名)	人数
認知	・認知するための思考が構成されている	9/13	・面の位置関係が理解できない	8/12
	・立体をイメージしてから描画する	9/13	・描画しながら立体をイメージする	7/12
	・図形の手前部分から認知する	13/13	・図形の奥行き部分から認知する	3/12
判断	・認知した立体の部分ごとに描画する	7/13	・輪郭から描画する	11/12
	・スケッチをする	5/13		
評価	・解答の見直しをする	13/13	・非評価	5/12
	・面の評価	8/13	・設問に対する誤った判断	3/12
	・異なる思考方法の選択	8/13		

不正解群にスケッチを描く学生が見られなかったことから、スケッチを描く行為は図形を理解するための手段として効果があると考えられる。不正解群は、12名中11名が図形の輪郭から描画を行っていたが、半数は輪郭部分からの誤りが抽出された。判断の段階において解答した図形の見直しを行った学生は13名中13名であった。また13名中8名は、描画の結果、認知において形成されたゴールと異なった場合、評価の段階において図形を理解するための新たな方法を形成していた。一方、不正解群は、12名中5名が見直しなどの確認の行為を行っていなかった。

結果、正解群は認知の段階において図形を理解するため、独自の考え方をを用いて描画をしている。よって、認知された図形の部分を判断の段階にて遂行していると考えられる。その後、確認の段階にて解答の見直しをすることで正しい図形を描画している。認知の段階で形成された図形のイメージと比較異なる結果の場合、認知の段階にフィードバックされ、行為のサイクルが行われていると考えられる。結果を踏まえ、不正解者に正しい図形を描画するためのメタ認知を用いた支援を考える。

#### 4. メタ認知による学習効果の分析

##### 4.1 調査の概要

本研究では、被験者にメタ認知を行うため、図形の描画および以下に挙げる項目を質問し、書いてもらうことで支援をした。

- ・ 正確な図形を描くための考え方
- ・ 解答した図形の描き方(描き順、考え方)
- ・ 図形のイメージができにくかった部分

質問項目はそれぞれ認知、判断、評価に対応している。調査は不正解群の12名を対象とし実験群と統制群それぞれ6名ずつ無作為に選出し、メタ認知の変化、正解率の変化から分析をする。図形描画は、図4に示す図形を用い、前回の図形描画テスト同様の条件下で調査を行った。なお、実験群におけるメタ認知に関する設問の解答時間の制限は設けていない。設問に対して回答が困難であった場合、無記入でも可能とした。この調査を1日ごとに行い計5回実施した。対象の図形は同様の特徴を持つ別な図とし、正解の図を解答後、学生に確認させる。

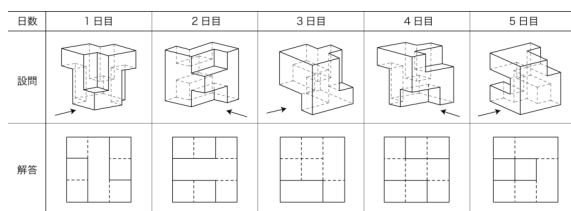


図4 設問図形と解答

##### 4.2 図形描画における思考過程の分析

抽出されたデータを表3に示す。分析方法は、前調査にて抽出された正解群の思考過程を基に統制群、実験群の行為の変化を抽出する。また、被験者によって正解群から抽出された要素を持つため本調査の母数は項目によって異なる。変化した人数を伸び率として示した。

結果、認知の段階において実験群はメタ認知の記述、口頭での説明から図形描画時の認識が明確であり描画をする上での考え方が構成されていた。5名中4名に変化が見られ、伸び率は80.0%となった。判断の段階において、実験群は6名中2名がスケッチを行い、描画している結果となった。伸び率は33.3%である。図形描画の学習への影響は、解答が困難な場合、異なる考え方を模索し模索していたため、スケッチのように調査前では見られなかった行為が見られたと考えられる。異なる思考方法の選択は、評価と関連しており、実験群で6名中3名抽出され伸び率50.0%となった。評価の段階では、解答の見直しをする行為において統制群が2名中1名(50.0%)、実験群が4名中3名(75%)抽出された。実験群はメタ認知の記述によって見直しをする意識が促されたため伸び率が高くなったと考えられる。

表3 思考過程の変化

行為の要素	項目	統制群		実験群	
		人数	伸び率	人数	伸び率
認知	認知するための思考が構成されている	2/5	40.0%	4/5	80.0%
	立体をイメージしてから描画する	3/5	60.0%	1/2	50.0%
	図形の手前部分から認知する	0/2	0.0%	1/1	100%
判断	認知した立体の部分ごとに描画する	3/4	75.0%	2/3	66.7%
	スケッチをする	1/6	16.7%	2/6	33.3%
評価	解答の見直しをする	1/2	50.0%	3/4	75.0%
	面の評価	1/4	25.0%	2/5	40.0%
	異なる思考方法の選択	1/6	16.7%	3/6	50.0%
変化なし		3/6 (50.0%)		1/6 (16.7%)	

##### 4.3 図形描画の誤りの変化に対する分析

図形描画テストの解答からメタ認知による支援が学習者へ与える影響を探るが、本研究は支援後の行為の変化から分析を行うため後者のテストは5回目に行ったテストのデータを比較対照とする。比較は正解、不正解に関わらず図形描画時における考え方、描画順を対照とし、支援前後の変化から考察する。

結果、実験群はメタ認知による支援前、実線、見えがかり線の不足による表現の誤りが発生していたが、支援後、図形の正誤に関わらず線が描画される部分に実線、破線のいずれかの線が描画されていた。

一方、統制群にはこの行為の変化は見られなかった。描画時の様子として変化のあった学生は支援前、線一本ずつ描画をすることで正解の描画を形成していたが、支援後、実験群は図5に示すように図形を

線や面の位置関係を確認し、解答を描画する傾向が6名中3名見られた。

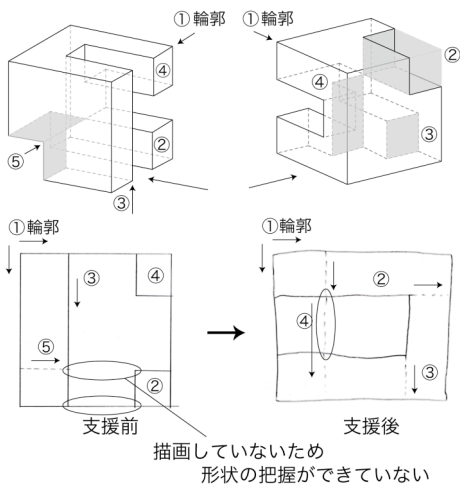


図5 実験群の図形描画

#### 4.4 質問紙法によるメタ認知力の調査

##### 4.4.1 調査の概要

本調査では、懸田ら<sup>4)</sup>が使用した質問項目を基に質問紙を作成した。調査内容は、普段の生活において、各設問での出来事に対しての自分の考え、および行動について尋ねるものである。解答は、A(いつもある)～E(ほとんどない)の5段階評価とし、当てはまる箇所丸を付ける形式とした。設けた質問は20項目である。解答を1～5点に得点化し、各個人の点を算出した。得点から、統制群と実験群の図形描画前後におけるメタ認知力の変化を探る。なお本調査は、統計学的処理にてメタ認知力の変化を考察するものではなく、前述にて抽出された行為の変化に対し裏付けをするために行ったものである。

##### 4.4.2 結果・分析

質問項目への無回答や非該当の回答はなかった。分析結果を表4、表5に示す。なお、t分布は標本の分布が棄却する域に入る確率を指し、評価の間に有意差があるかを示す数値である。結果、両群共にメタ認知力は図形描画後増加する傾向にあった。しかし、図形描画における行為の変化が実験群から抽出されたことから、メタ認知の増加は図形描画の学習に効果のあるメタ認知であると考えられる。

表4 集計結果(統制群)

被験者	A	B	C	D	E	F	t分布
調査前	49	52	81	76	57	75	0.03
調査後	56	56	83	89	59	75	
差	+7	+4	+2	+13	+2	0	
正解率	60.0%	0.0%	20.0%	100%	40.0%	60.0%	

表5 集計結果(実験群)

被験者	G	H	I	J	K	L	t分布
調査前	74	56	63	66	67	69	0.07
調査後	81	61	65	60	74	81	
差	+7	+5	+2	-6	+7	+12	
正解率	80.0%	40.0%	100%	20.0%	40.0%	40.0%	

## 5. まとめ

本研究では、メタ認知を用いた図形描画が学習に与える影響を探った。調査結果を行為の七段階理論に照らし合わせ分析を行うことでメタ認知が与える影響を確認する(図6)。

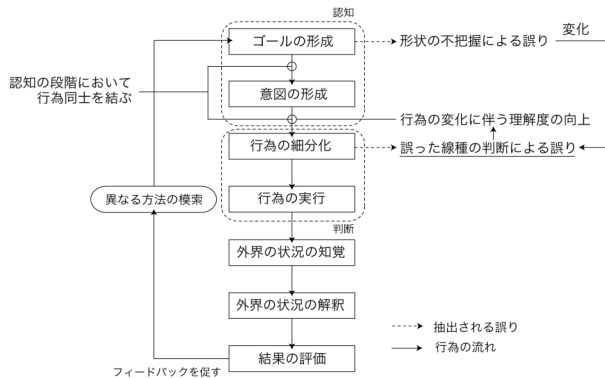


図6 メタ認知が与える影響

結果、メタ認知による支援後、図形描画の誤りに対する行為の変化として設問図形を分割し描画する状態が抽出された。この要因としてメタ認知が前の意図の形成の段階において断片化された外界からの図形に関する情報を整理し、機能させたためと考えられる。これに伴い、描画の誤りが図形の形状を把握する段階から稜線の使い分けの段階へ変化したことから、意図の形成において図形の形状を把握する示唆が含まれていると考えられる。

結果の評価の段階では異なる描画方法の模索を促し、結果ゴールの形成へのフィードバックを図る行為の変化が抽出された。これらのことからメタ認知が与える影響は以下にまとめられる。

- ・認知において行為同士をむすび、機能させる。
- ・意図の形成の整理、明確化に伴う理解の向上を図る。
- ・フィードバックを促す。

本研究より、メタ認知による内省効果は図形描画の学習において図形の理解の向上および正確に描画するための影響を与えていることが分かった。これまで、メタ認知は身体の運動による支援や教科教育の向上に用いられてきたが、図形描画の学習にも効果があると見える。

## 参考文献

- 1) 今井つみ、野島久雄:人が学ぶということ -認知学習論からの視点- 北樹出版 (2003.4)
- 2) D.A. ノーマン著、野島久雄訳:人を賢くする道具 -ソフト・テクノロジーの心理学- 新曜社 (1996.12)
- 3) D.A. ノーマン著、佐伯 胖監訳、岡本明、八木大彦、藤田克彦、嶋田敦夫訳:誰のためのデザイン? -認知心理学者のデザイン原論- 新曜社 (1990.2)
- 4) 懸田孝一、宮崎拓弥、吉野巖、浅村亮彦:メタ認知尺度開発のための予備的研究 北海道教育大学紀要(教育科学編) 第58巻第1号 pp. 279-293 (2007.8)