

アイデア生成プロセスにおけるドローイングの

認知作用に関する予備的研究

Cognitive process of designing abstract shapes: An explorative study

江口倫郎[†] , 岡田 猛[‡]

Michiro Eguchi, Takeshi Okada

[†]東京大学大学院学際情報学府, [‡]東京大学大学院教育学研究科

Graduate School of Interdisciplinary Information Studies/ Graduate School of Education, The university of Tokyo

eguchi@e-guide.ne.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract:

In order to understand the cognitive process of designing shapes, we compare the processes of drawing simple abstract shapes of an expert designer and a novice. Such a drawing process is regarded as one of the core activities of design. We quantitatively analyze the shapes that the participants drew, and qualitatively analyze the records of the verbal descriptions they gave while they were drawing. We find that the expert uses more strategic and effective ways to solve the design problem than the novice.

Keywords — Drawing, Design, Abstract shape, Visual analyzation, Protocol analyzation

1. ドローイングとは？

ドローイングとは日本語では描画もしくは素描に相当し、描く行為および描かれた成果物を一般に指す。幅広い創造行為の中でも、特に美術のジャンルにおける代表的な概念といえる。ほぼ同じ意味合いでデッサンと呼ばれることもある。現代美術作家である藤幡（2008）が、描画を私的、個人的、共同体、社会的という目的と、具体的、想像的、記号、不定形という結果の組み合わせで分類して見せたように、描画の種類はきまぐれで描いた地面の落書から、国家規模による精巧な寺院の大壁画まで幅広く展開している。その行為は歴史的に見ても、紀元前3万年ごろの後期旧石器時代

にまでさかのぼり、オーリニャック文化期の狩猟者たちも絵を描いたことが知られている（ホグベン, 1979）。またドローイングには図面の意味も含まれており、その点では美術にとどまらず、科学・工学の分野にまで広がって適用される行為といえる。最近ではコンピュータの高度化と普及を背景とし、ドローイングもデジタルテクノロジーにより新たな展開を見せている。以上述べたようにドローイングには様々な種類と呼称があるので、本論文では描画行為と、描画全般をさす場合にドローイングという言葉を使用し、その他のデッサンやスケッチといった様々な描画を表す言葉は、記述の状況や専門分野の慣習に従って使い分けることとする。

1.1 デザインにおけるドローイング

本研究の関心は幅広いドローイングの中でも、デザインのための描画行為にある。デザインにおけるドローイングの特徴は、絵画のようにドローイングそのものが最終の成果となるのではなく、デザインの手段として主に使われる点に特徴がある。例えば自動車のデザインでは1台の車をデザインするため、時には数百枚のアイデアスケッチ¹やレンダリング²、そして図面が描かれるが、自

1 独創的アイデア抽出のきっかけとして、あるいは発想の原点として描かれるメモ程度の軽いものから、陰影・色彩をとまなうものまで表現方法の幅は広い（福田, 2009）。

2 完成予想図として第三者への提案説明用に使われる（福田, 2009）。

動車が発売される時には誰の目に触れることなく、時には廃棄されることもある。しかしデザインの創造性を解明するには、そこで描かれたプロセスとしてのドローイングを抜きには語れない。

ドローイングとデザインは、現在でもイタリア語でディセーニョ (Disegno) という同一語で表されるように、ルネッサンスの時代から、ディセーニョ (素描) は、コロリート (彩色)・コンポジツィオーネ (構図)・インヴェンツィオーネ (創意) とともに絵画・建築・彫刻という芸術に欠かせない重要な 4 要素とされていた (森田, 1989)。ディセーニョには高度な創造性が含まれているという認識があり、有名なレオナルド・ダ・ヴィンチも、彫刻よりも絵画の方がより崇高なものと主張していた。つまりディセーニョはどの芸術分野でも、作家の素養として重要だと考えられていたのである (Vasari, 1568)。

ドローイングという言葉からは、一般的には美術系の表現活動を思い浮かべるだろう。しかし、実際には美術以外の分野、例えば工学系における設計という創造行為にとっても重要なプロセスとなっている。日本でも古くは 1877 年、東京大学の前身ともなった工部省管轄の工学寮に、工部美術学校が設置され、イタリアから招聘したフォンタネージ達によって、デッサンや絵画が教授された。これは東京藝術大学の前身である東京美術学校の設定 (1887 年) に先立つものである。また東京帝大の時代、工学部の入学試験科目には物理学・数学・化学・外国語の他に図画も含まれていた (今岡, 1987)。中でも建築設計においては、その外観が重要視される特性もあって、ドローイングは建築家の基礎的な素養として、必要不可欠なプロセスとして認識されている。「建築家のドローイングに描かれているかたちは、思考の結果というよりは、むしろ思考の道具なのである」(香山, 1994)。よってドローイングを主題とした本研究は、美術以外の多くの創造分野にとっても有意義と考える。

デザインのためのドローイングにも、様々な種類が存在する。素早く描かれる「クイックスケ

ッチ」、レストランで思いついたアイデアを紙ナプキンに描きとめた「サムネールスケッチ」、図面のように遠近法を使わず描かれる「エレベーションスケッチ」、黒い紙に白色で描かれる「ハイライトスケッチ」等々。これらが開発の進捗に従い、制作される環境・目的や提示される状況によって使い分けられる。実際のデザインの現場では、スケッチを主な媒体として個人と組織が協働して開発を進めている。藤幡が定義した描画の社会的分類をもとにデザインの実務に対応させると、スケッチには主に 3 つの機能が存在する (図 1)。

- アイディア発想：思いついたことを描き残すと共に、その過程で新たな発想が生まれる
- 自己主張：プレゼンテーション・比較・コンペティションに供する
- 他者への説明：空間的伝達と、記録という時間的伝達に利用する

自己主張と他者への説明の機能に関しては CAD への代替が進み、手で描くという行為は減っている。しかし依然として、初期のアイデア発想には手描きのドローイングが重要であるとの認識が、デザインや教育の現場では強い。本論文はドローイングがそのように代替不能、かつ高い機能を発揮するアイデア発想のための思考の道具として、どのように作用しているかを解明することをめざすものである。



図1 スケッチの状況と機能

1.2 デザイン創造性の研究

Finke, Ward, & Smith (1992)は心理実験に基づいて、制約条件の下で、いろいろな要素を組み合

わせた発明先行形状を生成し、さらにその意味を概念的に探索するというサイクルを繰り返すことで、発明が生まれるというジェネプロアモデルを提唱している。しかし、デザインの現場では、心理実験のような比較的簡単な制約とは異なり、より厳しい制約がかかっている。例えば、ほとんどのデザインプロジェクトでは、厳密な市場やベンチマークとなる仕様が綿密に企画された上で、デザイン部門へ課題が投げかけられる。さらには、締め切りまでの決められた期間の中で、デザイナーは目標とされた条件に適合するデザインを完遂する必要がある。さらには、頭の中の思考活動だけではなく、実際に手を使ってドローイングやモデルを作ることによって、新しいアイデアが生まれてくることもデザインの現場の特徴である。また、洞察問題の研究のように目標が明確に決まっているような活動とも異なり、デザインにおいては、新しい形を創造することこそが重要な目的である。これらの意味で、デザインは厳しく限定された制約条件の中で、正解の見えない悪定義問題に対して、身体を使って創造的な答えを探す活動なのである。

そのような現実的な制約をともなったデザイン研究として、これまでいくつかの先行研究が行われてきた。例えば、多くのデザイン系学校でも採用されている、実際のテープカッターをデザインさせるという課題を使った研究が行われている（永井・野口，2003）。テープカッター課題は、機構の複雑性を回避しながら実用的なデザインを学ぶという点で優れており、創造性の課題としても有効である。しかし、この研究では、デザイン専攻の学生が被験者となっており、エキスパートのデザインプロセスの解明は不十分である。また、建築家の創造性をドローイングプロセスに視点を当てて解明した Suwa & Tversky (1997) の研究では、スケッチによる外化が新しいアイデアを生み出すことを示した。この研究はエキスパートを対象にしているが、ノービスとの比較は行われていなかった。また、実際に生産された自動車スケッチを分析することで、カーデザイナーの認知作用

を示した研究（Eguchi & Okada, 2010）もあるが、過去のプロジェクトで残されたスケッチを分析したものであり、同時発話プロトコルの欠如等、デザインプロセスの解明のための情報が不十分であった。そこで本研究では実際のデザイン条件に近い課題を用いた心理実験的なアプローチを採用することとした。

なお、創造性の研究以外にも、感性評価や歴史的な分析、デザインプロセス手法等の研究が行われてきた。しかし、視覚的なデザインの核となる「描くこと」の中で起こっていること、つまり、デザインのためのドローイング過程に含まれている筈の、発想・表現・造形機能、およびそれらの相互作用の解明はまだ十分に行われていない。そこで、本研究では概念化や外化等の先行研究をふまえ、エキスパートのデザイナーとノービスに実際のアイディアスケッチを描いてもらい、その過程を詳細に分析することによって、描くこと自体の持つ認知作用の解明をめざすことにする。

なお、ここで報告する研究は、上述の目的を達成するための探索的な予備的研究という性格をもっている。この予備実験で我々のアプローチの有効性を確認した上で、今後、今回2名のみであった被験者数を増やした本実験へと発展させる予定である。

2. 本研究の方法

本研究はエキスパートとノービスの被験者が、与えられた悪定義課題に対して実際にアイディアスケッチを描くことでデザインを行う、実験的アプローチを採用している点に特徴がある。課題は約30年間という経験を備えたプロのデザイナーが考案したもので、簡略化されてはいるが、適切な時間的・空間的制約をもった造形課題である。例えば自動車のような実用的な課題としなかったのは、エキスパートとノービス間における知識や経験の大きな差異を減らし、アイディア生成プロセスの差異を明確かつ客観的に抽出するためである。ただし、時間と用紙の描画スペースの制限という、現実のデザイン環境と同様の制約を持たせた。こ

これは、課題を現実近似させるだけではなく、その後の分析を行いやすいという長所もある。実験においては課題の生成物とともに、状況を記録したVTR、プロトコルの録音テープ、事後インタビューが採取され、マルチメソッドによる分析を可能としている。

なお、本課題を考案したプロのデザイナーとは第1筆者であるが、その考案とエキスパートの実験データの収集は全く認知心理学の知識をもたない2004年に行い、その後、創造性の認知心理学を学んだ上で、改めてノービスのデータを収集した。

2.1 実験方法

課題と手続き：実験は1部屋に、被験者1名と実験者1名、必要に応じ、立会人が同席するという環境で行われた。被験者に与えられた課題は「X軸を中心とした半径8cm・高さ20cmの回転形をデザインする」というもので、非常にベーシックな造形課題といえる。しかしデザイン教育初期に与えられる造形課題に類似しており、非現実的なものではない。被験者に対して、この造形を実際の製品に応用することを示唆してはいないが、例えば収納容器や玩具等の工業製品への転用も可能な造形課題といえる。被験者にはA4サイズのアイデアスケッチ用紙と、A4サイズの最終決定スケッチ用紙が与えられる。アイデアスケッチ用紙には予め2分の1の寸法で課題枠がプリントされており、使用枚数の制限はない。最終決定スケッチ用紙には実寸の課題枠が予めプリントされている。この課題に対しては、最小限の情報で回転体形状を特定できる、中心部断面の約半分の描画だけが求められた(図2)。

発話思考法の訓練を含んだ事前説明の後、1時間の時間制限をもって課題は遂行された。その間、ICレコーダーによるプロトコル録音データと、VTR撮影による状況記録が採取された。終了後、生成されたスケッチに関して説明を聞くために、VTRを再生しながら事後インタビューが行われ、その間の音声と画像のデータが同様に記録された。

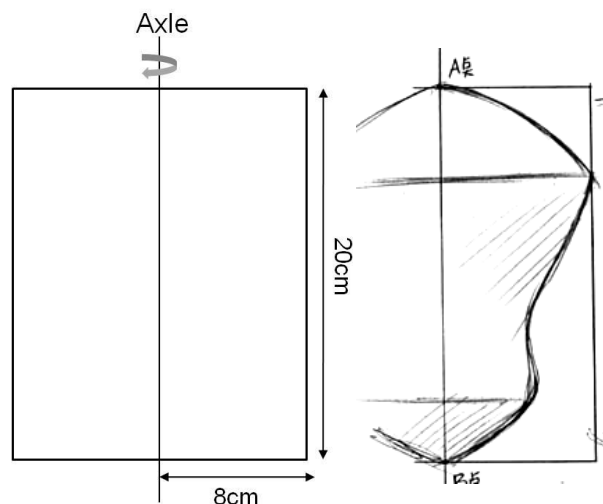


図2) 課題空間と、右側にのみ描かれた作例

2.2 被験者

エキスパートの被験者 E-01 は実験時、50代の男性で、企業内外における社会的な経験を備えたプロのカーデザイナーであり、国内外の大学におけるデザインの学習歴がある。造形・実務経験も豊富で、デザインと描画の能力は、美術系大学において非常勤講師として教えているレベルである。実験日時は2004年2月16日である。前述したように第1筆者だが、当時、認知科学に関する知識は全くない状態であった。

一方、ノービスの被験者 N-01 は実験時、30代の女性で、海外における造形学習歴はあるが、デザインに関する実務経験や具体的な造形活動経験はない。描画技術は一般レベルで特に優れてはいない。実験日時は2011年9月13日である。

3. 結果

実験の結果、E-01(エキスパート)が36のアイデアスケッチと1つの最終案、N-01(ノービス)が93のアイデアスケッチと1つの最終案を描画した。実際の描画時間、プロトコル量、図形数の関係を表1に示す。

描画時間はほぼ等しいが、合計図形数はノービスの方が約3倍と多く、逆に発言量はエキスパートの方が約3倍と圧倒的に多かった。

表1 描画実験の結果比較

	E-01	N-01
合計図形数	37 枚	94 枚
描画時間	59 分 06 秒 (3160 秒)	52 分 40 秒 (3546 秒)
描画時間/案	96 秒	34 秒
プロトコル文字数	8307 字	2585 字
プロトコル文字数/案	225 字	28 字

3.1. 図形の数値化

描画された図形の変遷を客観的に捉えるために、問題空間を座標として解釈し、生成された様々な形状を数値群で同定できるようにした。これにより、その変化をある程度客観的に分析することが可能となった。各図形を数値化する方法を次に述べる。まず、描画スペースを高さ方向 (000~200) に 10 分割する。次に、分割された各高さの横方向の長さを計測する。これにより、各図形が 11 個の数値群として同定できることとなる。なおこの場合、横方向の長さとは回転体の半径に該当する。ここでは、エキスパート E-01 の最初の 10 図形である F.1 から F.10、および最終図形 F.F の計測結果を参考として表す。E-01 の場合、全ての形状の上下端が尖っているため、H:000 と H:200

の数値が 0 となっている。また、H:合計は面積そのものではないが、各図形の大まかな面積比を表している。

3.2. 図形の数値的分析

各形状から得られた数値データを比較することで、図形の変遷過程を観察した。比較方法としては、① 各図形と最終決定図形との比較、および、② 直前に描いた図形との比較、という 2 種類を設定し、表計算ソフトで数値の差を算出した。①は最終決定図形へと、近づいたり離れたりしながら集約していくパターンを、「最終決定図形との数値差」で示し、②は最終決定形状へとまとめ上げていく改変の大小パターンを、「直前に描いた図形との数値差」で示している。①、②の両方法で比較した E-01、N-01 の大まかな変化傾向に、極端な差はみえないので、本論文では①の結果のみを示す。

両者の変化を示したエクセルデータ全体をここで示すには、量が多過ぎるので、まず、E-01 の最初の 10 図形と最終図形の、①各図形と最終決定図形との比較データを示す (表 3)。実際の計算では、数値差に正負が生じるが、変化量を見ることが重要なため、絶対値で表示してある。

表2 数値化されたエキスパート E-01 の最初の 10 図形と最終図形

	高さ	F.1	F.2	F.3	F.4	F.5	F.6	F.7	F.8	F.9	F.10	F.F.
半 径 値	H:000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H:020	52	77	45	48	23	37	80	79	32	22	38
	H:040	74	73	60	64	52	58	80	74	43	31	50
	H:060	77	68	69	60	80	74	79	70	51	38	47
	H:080	67	63	76	75	78	80	78	63	55	54	53
	H:100	56	58	79	78	76	74	77	53	59	54	68
	H:120	47	57	80	79	71	66	69	73	65	63	75
	H:140	44	66	51	73	65	58	78	75	80	71	73
	H:160	49	74	36	43	49	65	76	66	66	76	61
	H:180	33	47	44	57	13	42	44	31	46	53	43
	H:200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H:合計	499	583	540	577	507	554	661	584	497	462	508	

表3 E-01 の最終決定図形と、各図形の高さ毎の数値差。(例：最初の10図形)

	高さ	F.1	F.2	F.3	F.4	F.5	F.6	F.7	F.8	F.9	F.10	F.F.
最終 形状 との 差	H:000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fv:020	14	39	7	10	15	1	42	41	6	16	0
	Fv:040	24	23	10	14	2	8	30	24	7	19	0
	Fv:060	30	21	22	13	33	27	32	23	4	9	0
	Fv:080	14	10	23	22	25	27	25	10	2	1	0
	Fv:100	12	10	11	10	8	6	9	15	9	14	0
	Fv:120	28	18	5	4	4	9	6	2	10	12	0
	Fv:140	29	7	22	0	8	15	5	2	7	2	0
	Fv:160	12	13	25	18	12	4	15	5	5	15	0
	Fv:180	10	4	1	14	30	1	1	12	3	10	0
	Fv:200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fv:合計	173	145	126	105	137	98	165	134	53	98	0

このような膨大な量の数値データ変化を、より分かりやすく概観するため、今回、新しい3次元表示法「モザイクグラフ」を考案した。これは平面のグラフ上に、数値の大小を視覚的に表示するために、彩色したマス目の色彩差、または、明度差を利用している。この方法により、複雑な数値の分布状況を直観的に概観することが可能となった。表4に示すように、数値データのままで概観不可能な、両者によるデザインの操作量の推移が高さ毎に一目でわかる。

表3の操作量の数値に対し、0~9:白色, 10~19:明るい灰色, 20~29:中間の灰色, 30~39:暗い灰色, 40~49:黒色を今回割り当ててある。なお、表3内の合計値は含まれていない。グラフの幅は観察の目的に応じて調節できる。ここでは全体時間ではなく、制作した作品1個の幅を統一した。よってグラフ全体の幅は、両者の作品数に比例する。

モザイクグラフにおける上下関係は図形の上下とも一致するため、時間経過にともなう全体の操作量変化の概観とともに、上下の領域や特定の部位における、時間経過にともなう操作量変化も捉えることができる。

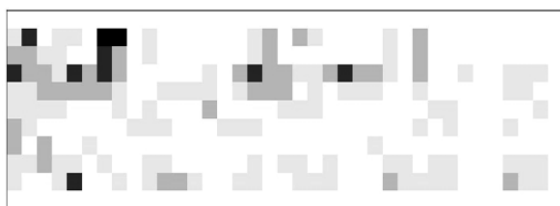
表4から、E-01については、N-01に比べて作

成数が少ないこと、最初大きかった変化量が、時間経過に従ってだんだん少なくなっていく傾向がある、ということがわかる。内容的にも、N-01と比べると、上下端の数値は0のままで、上下が尖った形状に固執している。前半期での操作は上半部に集中しており、逆に後半期では下半部を少量操作するが上半部の操作は僅かで、最終形に向けて意思が固まっているとも判断できる。中間部は全般を通し、比較的操作量は少ない。

N-01については、作成数が非常に多く、最初大きかった変化量が、終了間際になっても大きのまま継続している。上半部、下半部の両領域とも同様の傾向が続く。また、上下の先端部における操作量の変化も全般域で大きく、最後まで幅広い検討が継続しているが、その傾向は上半部においてより顕著である。中間部における操作量は他の領域に比べ少ないが、E-01よりは大きく、最後まで継続している。

以上のように、図形の数値的分析とモザイクグラフの手法によって、両被験者による作品の量的な変化傾向が明示された。

表4 E-01（上・36+1案）とN-01（下・94+1案）のモザイクグラフによる比較



3.3 プロトコルデータの分析

両者の発言は E-01 が 8307 文字，N-01 が 2585 字と，量的に大きな差があり，内容にも違いがあるようなので，両者の違いを比較するため，発話プロトコルの KJ 法による分類を行い，その結果 5 群 17 項目のカテゴリに集約できた．その分類結果を表 5 に示す．時間的経過の中での両者の発言傾向の変化を見るため，作品数の前・後半の比較も行った（表 5）．

なお，2 群目の「ずらし」とは，既有知識に基づいて，ソースの一部を変更しながらターゲットを生成する類推的認知操作である（岡田・横地・難波・石橋・植田，2007）．

この比較からは，「ビジョンやイメージの利用」および「ずらしの使用」が E-01 が多いという大きな差が見られ，図形の操作が意図的に行なわれている高い可能性を示す．また，評価全体に関しての差は少ないが，E-01 は肯定的評価も否定的評価も多く，否定的評価の場合にはその理由が明確に述べられている場合が多い．N-01 で目立つのは，理由を伴わない否定的評価の多さである．もともと，E-01 と N-01 とは，文字数で 8307 字：2585 字，1 案当たりの文字数 225:28 と，発言量の差も大きくプロトコル数も少ない．その中での約 3 分の 1 を占める否定的評価の多さは際立っている．

なお，ドローイングのような身体性をともなう活動は，その操作時にスポーツと同様なオノマト

ペをともなう傾向がある．そこで，KJ 法の分析とは別に，プロトコルを利用してオノマトペの使用について比較してみた．これも，E-01 と N-01 の比が 19:2，全文字数当たりで 1 回/437 文字，1 回/1293 文字と E-01 の方が圧倒的に多かった．

4. 考察

E-01 と N-01 の図形の変化の比較結果からは，エキスパートデザイナーが，手堅く時間内に課題をまとめるための段取りを効率的に行っていることが示唆された．そのプロトコル内容から判断しても，この時間的段取りと最終案へと導く量的・質的变化を統合すると，エキスパートデザイナーはドローイングの実行中に，課題を解決するための有効な認知的な戦略を実行している可能性が高い．ただし今回は，最初に述べたように描画行為を主に図形という視覚的データから分析するという探索的研究であるので，その細部については分析が進められなかった，少なくとも今回の結果から，本研究の手法が，デザイナーの描画時における認知的戦略を調べるための有効な手段であることが確認できた．

今後の課題として，被験者の増加とより精緻な数値的分析が求められる．さらには，熟達のレベルやタイプの異なる被験者を比較する必要であろう．例えば，エキスパートとして，現役のアシスタントデザイナーとチーフデザイナー，ノービス

表5 発話プロトコルの内容と時間的变化

群	項目	E-01 前半	E-01 後半	E-01 全体	N-01 前半	N-01 後半	N-01 全体
㉠ ビジョンや イメージの 利用	1 ビジョンへの言及	2	2	4	1	0	1
	2 モノのイメージの利用	0	4	4	0	3	3
	3 形容詞のイメージの利用	5	4	9	0	0	0
	4 比喩の利用	6	6	12	1	3	4
	小合計	13	16	29	2	6	8
㉡ ずらしの 使用	1 変化の意向	2	1	3	0	0	0
	2 形態に含まれる属性値の変更	17	5	22	14	4	18
	3 ディテールの変更	11	12	23	2	4	6
	小合計	30	18	48	16	8	24
㉢ 評価	1 否定的評価（理由の言及あり）	14	7	21	4	2	6
	2 否定的評価（理由の言及なし）	7	5	12	14	17	31
	3 肯定的評価	6	8	14	0	1	1
	4 最終作品の選択	0	7	7	0	10	10
	5 鑑賞者の視点にたった評価	0	0	0	1	0	1
	小合計	27	27	54	19	30	49
㉣ 進行の調整	1 単純なプランニング	6	6	12	5	3	8
	2 単純なモニタリング	2	8	10	4	2	6
	小合計	8	14	22	9	5	14
㉤ その他	1 デザイン熟達過程で獲得した知識の説明	13	7	20	0	0	0
	2 実験における表現手続きへの意見	8	16	24	0	0	0
	3 実験の制約条件に関する発言	1	2	3	7	2	9
	小合計	22	25	47	7	2	9
	総合計	100	100	200	53	51	104

として美術系大学の学生1年生～4年生等が候補者として考えられる。また、本研究手法を発展させることで、芸術系に多い描画志向性の強いタイプのデザイナーと、工学系に多い概念志向性の強いタイプのデザイナーのデザインスタイルの違いなどについても明らかにすることが可能になるだろう。

文献

Eguchi, M. & Okada, T. (2010). Art-ethnography to analyze the role of sketches in car designing. ICDC Kobe, Design Society.

Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.

(小橋康章 訳 (1999). 『創造的認知：実験で探るクリエイティブな発想のメカニズム』。東京：森北出版。)

藤幡正樹 (2008). 『描画過程研究とは』。描画過程研究会, 東京大学工学部 2008年3月31日。

福田哲夫他 (2009). 視覚化のための手法, プロダクトデザイン8章, 日本インダストリアルデザイナー協会 (編). ワークスコーポレーション。

ホグベン L. 寿岳文章・他 (訳) (1979). 洞窟絵画から連載漫画へ。岩波書店。

今岡和彦 (1987). 東京大学第二工学部。講談社。

Jaarsveld, S. (2005). Sketches from a design process: Creative cognition inferred from intermediate products. *Cognitive Science*, **29**, 79-101.

香山壽夫 (1994). 建築家のドローイング。東京大学出版会。

森田義之 (1989). イタリア・ルネサンスにおける建築家と彫刻家の活動, 『ルネサンス彫刻

家建築家列伝』森田義之 (監訳), 417-452. 白水社。

永井由佳里・野口尚孝 (2003). 追体験的解析に基づくデザイン思考過程の仮説的モデルへの試み, デザイン学研究第50巻第1号。日本デザイン学会。

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.

Suwa, M. & Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies*, **18**, 385-403.

Vasari, G. (1568). *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*. Firenze. (森田義之監訳 (2008). 『ルネサンス彫刻家建築家列伝』。東京：白水社。)