

学位論文 博士（工学）

プロダクトデザインにおける
スケッチスキルの構造モデル

2013 年度

慶應義塾大学大学院理工学研究科

伊豆 裕一

目次

第1章 序論	(1)
1.1 研究の背景	1
1.1.1 プロダクトデザインにおけるスケッチスキルの活用	1
1.1.2 スケッチ研究の現状と課題	2
1.1.3 スケッチ教育の現状と課題	3
1.2 研究の目的と構成	4
第2章 スケッチスキル構造モデルの提案	(7)
2.1 緒言	7
2.2 スケッチスキルの抽出	7
2.2.1 スケッチスキル教育の観察	7
2.2.2 表現スキルと展開スキルの抽出	10
2.3 大学生のスケッチ分析に基づくスケッチスキル構造モデルの提案	14
2.3.1 スケッチスキル間の相関	14
2.3.2 スケッチスキル間の階層構造	18
2.3.3 スケッチスキルの分類	20
2.3.4 スケッチスキル修得レベルに基づくスケッチスキル構造モデル	26
2.4 スケッチスキル構造モデルのデザイナーのスキル分析への適用	30
2.4.1 デザイナーと学生によるスケッチの比較実験	30
2.4.2 デザイナーと学生間におけるスケッチスキルの差異分析	34
2.4.3 デザイン系と工学系の学生間におけるスケッチスキルの差異分析	35
2.5 デザイナー間におけるスケッチスキルの活用法の分類	37
2.5.1 デザイナーにおけるスケッチスキルの活用	37
2.5.2 デザイナー間におけるスケッチスキルの差異分析	40
2.6 結言	45

第3章 ラフスケッチとアイデアスケッチにおけるスケッチスキル構造モデルの有効性の確認	(47)
3.1 緒言	47
3.2 ラフスケッチとアイデアスケッチの差異分析	47
3.2.1 デザインプロセスにおけるラフスケッチとアイデアスケッチ	47
3.2.2 ラフスケッチとアイデアスケッチの比較分析手順	48
3.2.3 ラフスケッチとアイデアスケッチの判別要因	50
3.3 ラフスケッチとアイデアスケッチにおけるスケッチスキルの考察	54
3.3.1 デザイナーとスケッチスキルの高い大学生におけるラフスケッチ	54
3.3.2 ラフスケッチにおけるイメージ表現スキルと平面表現	56
3.3.3 ラフスケッチとアイデアスケッチにおけるスケッチスキル	59
3.4 結言	61
第4章 キーワード抽出におけるスケッチスキル構造モデルの有効性の確認	(63)
4.1 緒言	63
4.2 キーワード抽出の実態調査	64
4.2.1 調査の手順	64
4.2.2 調査の結果	64
4.3 キーワード抽出とスケッチスキル相互間の影響分析	66
4.3.1 キーワード抽出とスケッチ描画を交互に行うデザインワーク手順	66
4.3.2 キーワード抽出とスケッチ描画手順間における差異分析	67
4.4 キーワード抽出におけるスケッチスキルの考察	72
4.4.1 多空間デザインモデルを用いたキーワード分類	72
4.4.2 キーワード抽出におけるスケッチスキルの効果	74
4.5 結言	81
第5章 スケッチスキル構造モデルのデザイン領域における研究および教育への応用の可能性	(83)
5.1 緒言	83
5.2 デザインにおけるスケッチスキルの効果	83
5.3 スケッチスキルの効果を応用したデザイン学研究	90
5.4 スケッチスキルの効果を応用したデザイン教育	93

5.5 結言	94
第6章 結論	(95)
6.1 本研究の成果	95
6.2 今後の展望	96
謝辞	99
参考文献	100
著者論文目録	105
補遺	107

第1章

序論

1.1 研究の背景

1.1.1 プロダクトデザインにおけるスケッチスキルの活用

プロダクトデザインにおいて、スケッチには、新たなデザイン解の導出を促す効果のあることが多く指摘されている。たとえば、デザイナーに対するインタビューにおいて、「仮に意図したようにスケッチが完成しなかったとしても、それは新しい考えや創造性を刺激する糧となる」(Utterback 2008)との回答がある。これは、スケッチには、単にデザイン解の候補を表示するだけでなく、描く行為にデザイナーの発想を促す効果のあることを示している。また、「手の動きは、頭で完全にはコントロールできない。たくさん描いているうちに、偶然思いがけない線が描けて、そこから新たなデザインに発展していくことがある」(奥山 2006)との回答がある。これは、スケッチを描くことでデザイナーは偶然なアイディアの発見に遭遇しやすくなることを示している。他にも、スケッチの効果について「言葉で形成された発想を乗り越える意思を伝達する」(Utterback 2008)や「あらゆる要素を同時に関連付ける」(Baxton 2007)などが報告されている。以上のようにスケッチには、デザインの発想において多くの効果のあることが認識されている。

スケッチを描くためには、立体形状を表現する透視図法や形状・構造の展開などに関するスケッチスキルが必要とされる。しかしながら、上記のインタビューにおいて、どのようなスケッチスキルを活用することにより、どのような効果が得られるかについては述べられていない。すなわち、スケッチ全体に関する効果は述べられているものの、その描画過程で必要とされる各スケッチスキルの効果は明らかにされていない。これは、各スケッチスキルの効果に加えて、各スキル間の関係性が明らかにされていないためでもある。

以上より、プロダクトデザインにおけるスケッチには多くの効果のあることが指摘されるものの、各スケッチスキルの効果やその関係性は明らかではなく、スケッチを用いたデザインの創造過程の解明には至っていないことがわかる。このため、

スケッチを用いたデザインの創造過程の解明に向け，各スケッチスキルの効果やそれらの関係性を表す構造モデル(以下スケッチスキル構造モデルと称する(Izu 2012, 伊豆 2012))の構築が望まれる。

1.1.2 スケッチ研究の現状と課題

プロダクトデザインにおけるスケッチについて，デザイン行為を研究対象とするデザイン方法論分野では，以前より多くの効果のあることが示唆されている．ジョーンズ (Jones 1970) は，デザイナーの頭のなかで発散された多くのアイディアの組み合わせのなかから，実現性のある解決を可能にするような有効なパターンをつくり上げる効果を示唆している．また，森 (森 1993) は，キーワードにより発想されたデザイン対象のイメージに対して，付与すべき形状の特徴を表現する効果を示唆している．しかし，これらの研究者により示唆されたスケッチの効果は，前項で述べたデザイナーへのインタビューと同様にスケッチ全体に関するものであり，個々のスケッチスキルについては言及されていない．そのなかで，実際にスケッチを描かせることで効果を確認した研究として，永井 (永井 2001) らによる，デザインにおける創造的思考の構造の解明を目的とした研究があげられる．そこでは，キーワードを基に被験者にスケッチを描かせる実験の結果，抽象的なイメージをスケッチに描きながら徐々に形状を完成させることで，キーワードから直接連想される複数のスケッチを描いた場合に比べて，創造的なデザインが発想されることが報告されている．しかし，同研究における創造なデザインの判断は，描かれたスケッチの具体性や抽象度の高さを基準に行われ，個々のスケッチスキルについては言及されていない．また，機械工学分野において，工学系学生のスケッチスキルと機械設計能力の比較を行った研究 (Yang 2007) が報告されている．そこでは，スケッチを描かせる演習と機械設計演習の評価を比較した結果，スケッチスキルの高い学生には，デザイン対象全体を包括的に考えた設計が観察される傾向が報告されている．このことから，スケッチスキルの修得は，デザイナーに限らず機械設計者にとっても効果のあることが示唆される．しかし，同研究ではスケッチスキルの高低は総合的に評価され，個々のスケッチスキルについては言及されていない．一方，スケッチを描くことと創造的な思考の関係を考察した研究は，認知科学分野においても報告されている (諏訪 1999)．そこでは，建築家を被験者としてスケッチを描く課題を課すことで，推論行為を助けるスケッチの役割として“予期せぬビジュアルな属性の発見”，“ビジュアルな属性の再解釈による新たなコンセプトの連想”，および“新たなデザイン要求の創造”が報告されている．しかし，同研究ではスケッチを描く

行為に焦点が当てられ、個々のスケッチスキルについては言及されていない。

以上より、スケッチを描くことにより創造的な思考が可能となることが示唆される。しかし、これらの報告では、前項で述べたデザイナーに対するインタビュー結果と同様、どのようなスケッチスキルを活用することにより、どのような効果が得られるかについては言及されていない。すなわち、図 1-1 に示すようなスケッチ全体を対象とした効果は多く報告されるものの、図 1-2 に示すような、各スケッチスキルの具体的な役割やその修得がデザインの発想におよぼす効果は明らかになっていない。このため、各スケッチスキルの効果とそれらの関係性を表す、スケッチスキル構造モデルを構築することで、デザイン分野に加えて、機械工学や認知科学分野においてもスケッチを用いたデザインの創造過程の解明が可能となることが考えられる。

近年、人間の創造行為であるデザインを科学的に説明するために、デザインを行う実務、方法、方法論、理論を統合的に研究するデザイン科学が注目を集めている。本学問においては、デザイン知識に基づく、発想、分析、および評価プロセスを想定したデザインの思考モデルが提案されるなど、デザイン方法論からのアプローチによる、デザイン発想過程の解明が進んでいる（松岡 2008a, 松岡 2008b, Matsuoka 2010a, Matsuoka 2010b, Matsuoka 2012）。このため、スケッチを用いたデザインの創造過程の解明に向けた基礎のモデルとして、スケッチスキル構造モデルを構築することで、デザインという創造的行為における法則性の解明に向けた一助とすることが期待される。

1.1.3 スケッチ教育の現状と課題

プロダクトデザイン教育において、スケッチスキルの修得はデザイン教育の土台として重視されている。このため、大学のデザイン教育では、スケッチスキルの修得は基礎課程において課され（Mozoda 2010）、スムーズな直線や曲線をフリーハンドで描く技術に加え、透視図法表現や陰影表現など多くのスケッチスキルの修得が求められる（Ott 2005, 清水 1990）。

以上より、デザイン教育においてスケッチスキルの修得が重視されることがわかる。しかし、前項までに述べたように、デザイン教育において修得が重視される各スケッチスキルの効果については明らかにされていない。そのため、現在のデザイン教育では、各スケッチスキルの効果が不明のまま、描画技術の修得を中心とした長時間のスケッチ演習が課され、1日で100枚ものスケッチを描かせる教育が行われることもある（須永 2005）。このため、各スケッチスキルの効果とそれらの関係

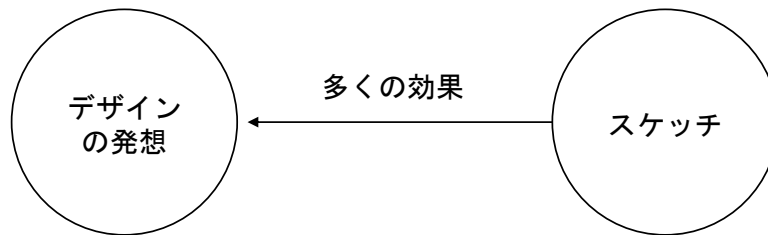


図 1-1 スケッチ全体の効果

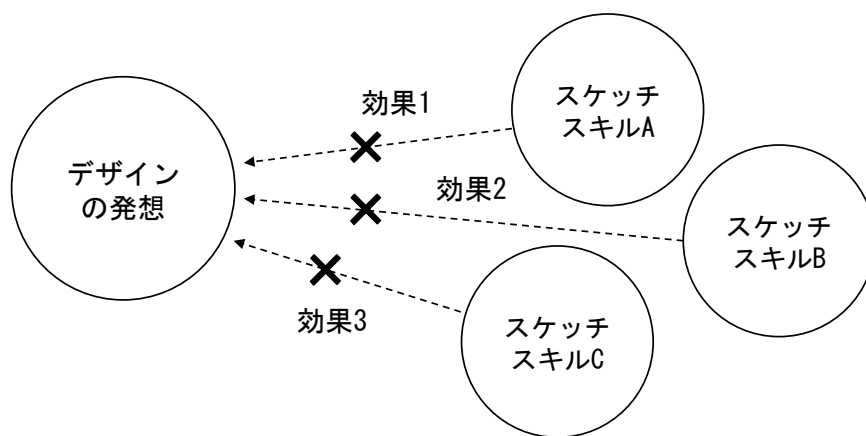


図 1-2 各スケッチスキルの効果

性を表すスケッチスキル構造モデルを構築し，デザイン教育に応用することで，効果的な発想技術の修得に向けたスケッチ教育の提案が可能となることが期待される。

1.2 研究の目的と構成

本研究では，前節で述べたような，デザイン領域における研究や教育への応用に向けた基礎のモデルとして，プロダクトデザインにおけるスケッチスキル構造モデルを構築することを目的とする。そのために，まず，大学生を対象者としたスケッチ教育を行い，修得レベルの差異からスケッチスキルを抽出・階層化し，分類・構造化することで，各スケッチスキルの関係性を表すスケッチスキル構造モデルを提案する。つぎに，本モデルをデザイナーのスケッチ分析に適用し，デザイナーのスケッチ分析に対する有効性を確認する。さらに，ラフスケッチとアイディアスケッチ

チの差異とキーワード抽出におけるスケッチスキルの効果を明らかにし、本モデルの有効性を確認することで、本モデルを構築する。最後に、各分析の過程で明らかになったスケッチスキルの効果を統合し、構築した本モデルに対する今後のデザイン研究と教育に向けた応用の可能性を示す。

上述した内容に基づく本研究のフローチャートを図 1-3 に示すとともに、第 2 章以降の構成を以下に示す。

第 2 章では、まず、大学生を対象者としたアイディアスケッチの教育を行い、修得レベルの差異からスケッチスキルを抽出し、評価基準を定めることで評価を行う。つぎに、スケッチの評価データをもとに、ISM 法による階層化、数量化Ⅲ類およびクラスター分析による分類・構造化を行うことで、スケッチスキル構造モデルを提案する。さらに、デザイナーのスケッチ分析に適用することで、デザイナーが活用するスケッチスキルの効果を示し、デザイナーのスケッチ分析においても本モデルが有効であることを示す。

第 3 章では、第 2 章で提案した本モデルを用いて、デザインにおいてイメージの創出を狙いとしたラフスケッチと、形状、構造、および仕様の導出を狙いとしたアイディアスケッチの両スケッチに影響するスケッチスキルを分析する。それにより、ラフスケッチとアイディアスケッチの判別に影響するスケッチスキルを明らかにするとともに、両スケッチの分析においても本モデルが有効であることを示す。

第 4 章では、本モデルを用いて、スケッチとともにデザイン展開に多用されるキーワード抽出に影響するスケッチスキルを分析する。その際、デザイン思考の枠組みを内包する多空間デザインモデルを用いることでキーワードを分類し、分析を進める。それにより、キーワードの抽出に影響するスケッチスキルを明らかにするとともに、キーワード抽出においても本モデルが有効であることを示し、スケッチスキル構造モデルを構築する。

第 5 章では、第 2 章から第 4 章において明らかにした各スケッチスキルの効果を統合し、整理することで、構築した本モデルに対する今後のデザイン研究と教育への応用の可能性を示す。研究面では、過去のすぐれたデザインにおいて描かれたスケッチの分析への適用方法、教育面では、新たなイメージの創出を目的としたスケッチ教育への応用方法をそれぞれ例示することで、研究・教育の両面における本モデルの応用の可能性を示す。

第 6 章では、各章で得られた成果を統括し、スケッチスキル構造モデルを、デザイン領域における研究や教育における、基礎のモデルとして応用する将来の展望を述べる。

第1章 序論

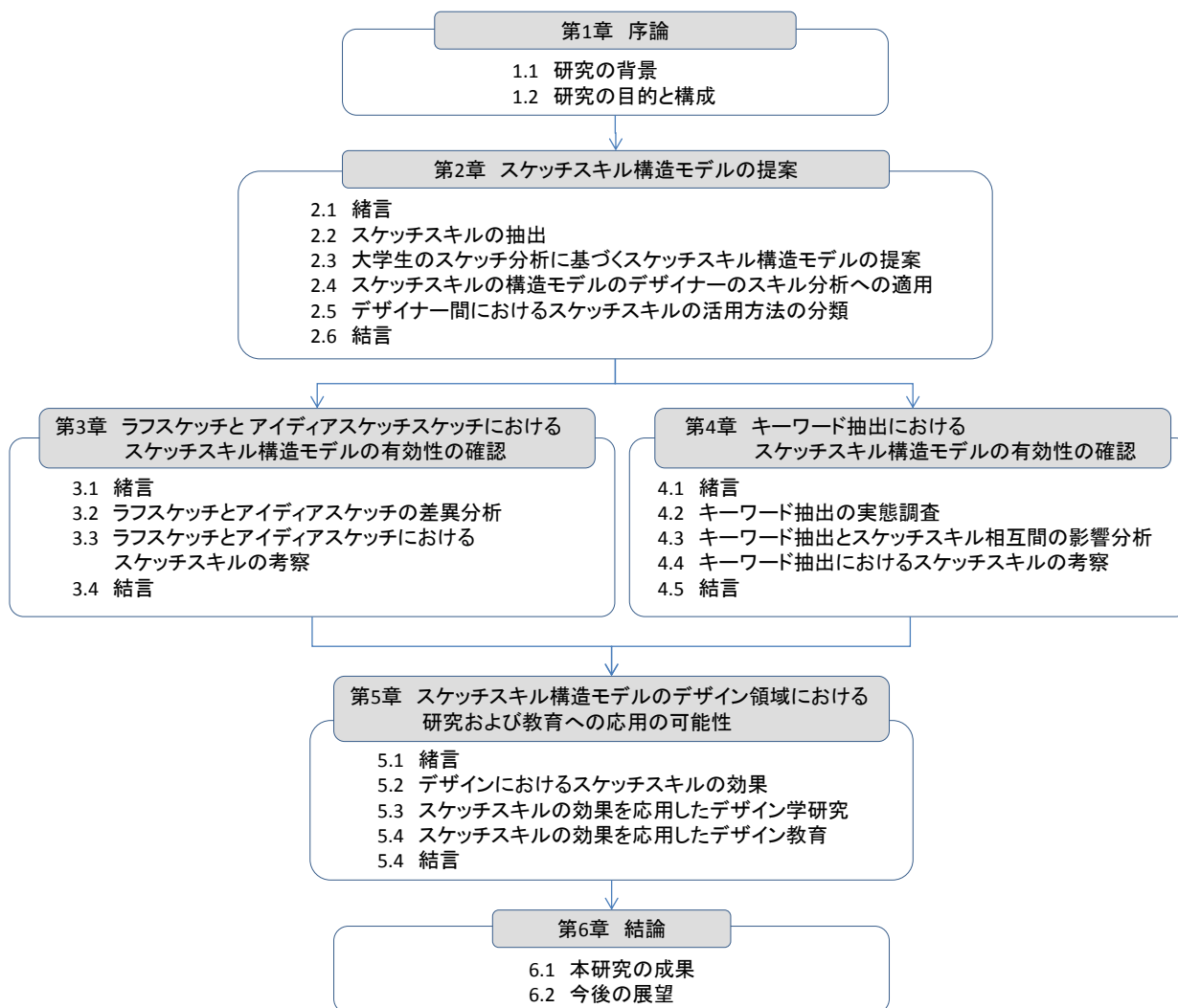


図 1-3 研究のフローチャート

第2章

スケッチスキル構造モデルの提案

2.1 緒言

本章では、スケッチスキル構造モデルの提案について述べる。そのために、まず、大学生のスケッチスキル修得レベルの差異から、スケッチスキルを抽出・評価し、分類・構造化することでスケッチスキル構造モデルを提案する。つぎに、本モデルをデザイナーのスケッチ分析に適用することで、デザイナーにおける有効性を示す。

その方法として、大学生を対象者としたスケッチ教育を行うことで、修得レベルの差異からスケッチスキルを抽出する。つぎに、各スケッチスキルの評価基準を定めることで、修得レベルの異なる対象者によって描かれたスケッチを評価する。さらに、評価結果に対する相関分析、ISM(Interpretive Structural Modeling)法を用いた階層化、数量化Ⅲ類、およびクラスター分析による分類により各スキル間の関係性を明らかにし、構造化することでスケッチスキル構造モデルを提案する。最後に、本モデルを用いて、デザイナーと大学生が同一条件で描いたスケッチの分析を行う。それにより、デザイナーと大学生間のスケッチスキルの差異を明らかにするとともに、デザイナー間の差異を明らかにすることで、本モデルが、デザイナーのスケッチ分析においても有効であることを示す。

2.2 スケッチスキルの抽出

本節では、大学生を対象者としたスケッチ教育における、スケッチスキルの抽出について述べる。

2.2.1 スケッチスキル教育の観察

本項では、スケッチスキルの抽出を目的としたスケッチ教育における、修得過程の観察について述べる。

これまでデザイン教育を受けたことのない大学生を対象としたスケッチ教育を行い、スケッチスキルの修得プロセスを観察した。教育の対象者は、機械設計に関する知

識はあるものの、デザイン教育を受けた経験はない理系の大学生13名である。

まず、基礎的なスケッチスキルの修得を目的に、90分間の講義と、210分間の演習を受講させた。講義では、デザイン実務におけるスケッチの活用事例の紹介後、透視図法を理解させた（堤 1991）。演習の前半では、基礎的なスケッチスキルの修得を目的に、図 2-1 に制作例を示す立方体や円柱など基本図形の描写や陰影表現による立体感の表現方法を練習させた。演習の後半では、稜線や曲面を表現する描画技術の修得を目的に、アイディアスケッチとして携帯電話機やマウスなどの工業製品をフリーハンドで描く練習をさせた。さらに、スケッチを活用したデザイン演習として、自走式のロボット掃除機（以下ロボットクリーナーと称する）を課題として、スケッチを描くことでデザイン案を創出させた。本課題においては、図 2-2 に示す内部パーツの使用を条件として、対象者全員に機構や基本的な機能を理解させた。その後、図 2-3 に様子を示す180分間の演習を行い、スケッチを描きながらデザインコンセプトを検討させた。最後に、課題演習として、決定したデザインコンセプトに基づいて、90分間で出来るだけ多くのアイディアスケッチを描かせた。

以上の、スケッチスキルの修得を目的とした基礎的な演習と、ロボットクリーナーを課題とした演習を通してスケッチスキルの修得過程を観察した。具体的には描画過程の観察に加えて、演習で描かれた全てのスケッチに通し番号を記入させることで、修得レベルの変化を把握できるようにした。演習過程の観察結果から、基礎的なスケッチスキルの修得を目的とした演習では、多くの被験者に正確な透視図法表現や基本図形に対する的確な陰影表現が観察された。一方、ロボットクリーナーを課題とした演習では、曲面形状の表現や、フリーハンドによる外形形状の表現において対象者間で修得レベルの違いによる差異が観察された。

以上から、透視図法や陰影表現など、デザイン案を的確に表現するためのスケッチスキルは、以下のように分類できると考えられた。

(1)修得の難易度が低いスキル

透視図法による立方体や円柱などの基本図形の描写や陰影による立体感の表現は、多くの対象者が、基礎的なスケッチスキルの修得を目的とした演習時間内で修得した。このため、これらのスキルは相対的に修得の難易度が低いスキルであると考えられた。

(2)修得の難易度が高いスキル

フリーハンドによるスムーズな外形線や曲面の表現は、演習時間内の修得



図 2-1 基本図形を表現する演習で描かれたスケッチ

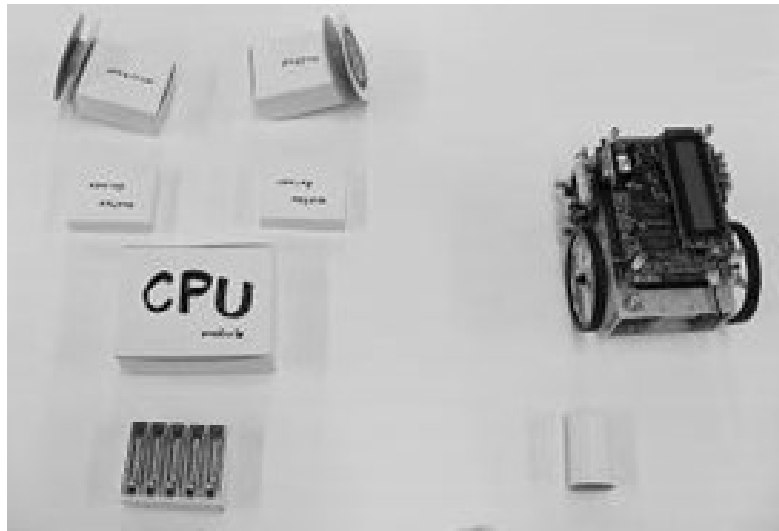


図 2-2 課題としたロボットクリーナーの内部パーツ

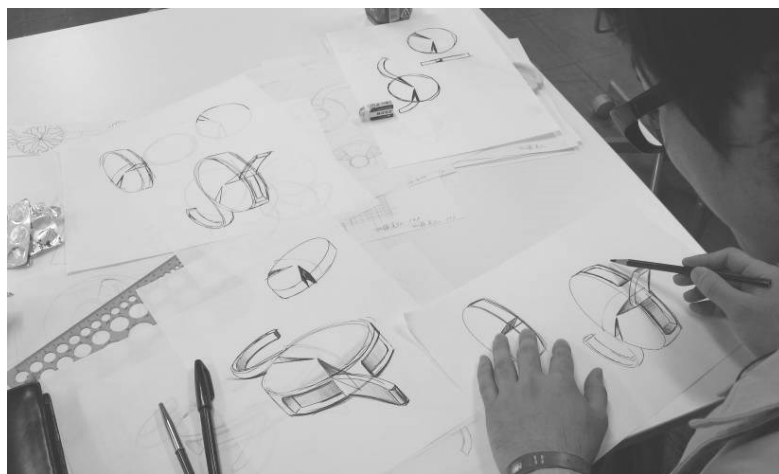


図 2-3 課題によるスケッチ演習風景

に対して対象者間で差が確認された。このため、これらのスキルは相対的に修得の難易度が高いスキルであると考えられた。

つぎに、異なる外形形状の展開とデザイン対象を構成する操作部や駆動輪などの構成要素の展開を観察した。ロボットクリーナーを課題とした90分間の演習では、形状全体が描かれた透視図法によるデザイン案が13名の被験者から合計91案観察された。1人あたり3案から14案の連続して描かれたデザイン案の観察から、デザイン案を展開するスケッチスキルは、以下のように分類できると考えられた。

(1)構造のデザイン展開

図2-4の左図に示した球形状のデザイン案から図2-4の右図に示した立方体形状のデザイン案のような基本構造の異なるデザイン案の展開が合計38案確認された。このような展開は、あるデザイン案を描いた後、その案とは構造が異なるデザイン案を描いた、構造のデザイン展開であると考えられた。

(2)形状のデザイン展開

図2-5の左図に示した左右に開閉するデザイン案に続けて描かれた、図2-5の右図に示したような、同一の構造で異なる外形形状のデザイン案が合計63案確認された。このような外形形状の展開は、同一構造のデザイン案に対して、形状（シェイプ）、面の曲率や稜線、および角R（かどアール）と呼ばれるコーナーの曲率などを変化させた、形状のデザイン展開であると考えられた。

(3)要素のデザイン展開

図2-4の左図に示されるウイング状の可動部のような構成要素や部品の展開が合計27案確認された。このような展開は、工業製品としての機能やスペックを表す操作部や機能部品などを描いた、要素のデザイン展開であると考えられた。

2.2.2 表現スキルと展開スキルの抽出

本項では、前項で述べたスケッチ教育の観察結果に基づく、スケッチスキルの抽出と評価について述べる。

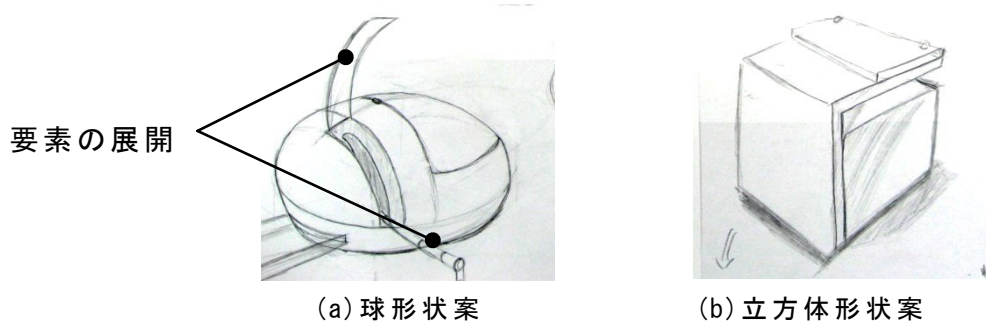


図 2-4 対象者のスケッチに観察された構造と要素のデザイン展開例

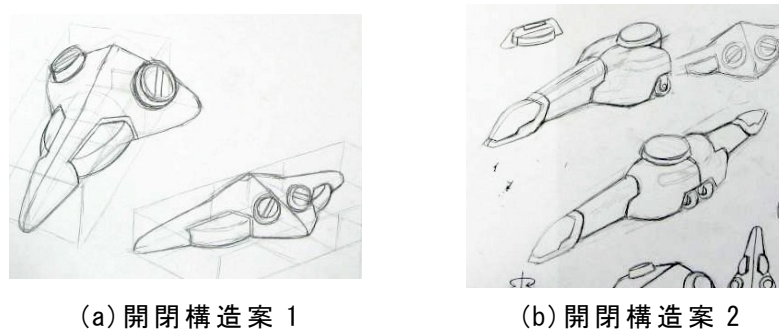


図 2-5 対象者のスケッチに観察された形状のデザイン展開例

前項において、スケッチの活用には、透視図法や陰影表現など形状を的確に表現するスキルと、異なる外形形状やデザインを構成する要素を展開するスキルが観察された。そのため、本研究ではスケッチスキルを、形状を的確に表現するスキル（以下表現スキルと称する）とデザイン案の候補を展開するスキル（以下展開スキルと称する）に大別し、それぞれのスケッチスキルを抽出することとした。

(1) 表現スキルの抽出

表現スキルの抽出を目的に、まず、前項の演習において描かれた 91 案のスケッチを 13 名の被験者ごとに比較した。つぎに、比較によって明らかになった差異を、基本的な表現スキルを紹介したデザイン技法書（阿部 1982）に解説される表現法と比較することで、透視図法、対象物に応じた視点設定、および陰影表現を伴う立体感の表現法に分類した。さらに、高度な表現テクニックを紹介したデザイン技法書（清水 1990）に解説される表現法と比較することで、デザインのイメージを強調するスキルやスムーズな輪郭表現を行うスキルに分類することで、表現スキルとして以下に示す 10 項目を抽出した。

(E1)透視図法表現：

立体形状を的確に表現する，正確な透視図法表現の是非．

(E2)陰影・素材表現：

立体感や素材感を的確に表現する，陰影や質感表現の是非．

(E3)立体形状把握表現：

立体としての形状を破綻なく的確に表現する，形状把握表現の是非．

(E4)透視図法適用表現：

対象物の大きさや形状を的確に表現する，適切な視点や消失点の設定に基づいた透視図法適用表現の是非．

(E5)稜線表現：

曲面により構成される稜線や角 R と呼ばれる頂点の形状を的確に表現する，稜線表現の是非．

(E6)曲面表現：

面の柔らかさやカーブを的確に表現する，曲面形状表現の是非．

(E7)輪郭表現：

外形形状をあらわす輪郭線を的確に表現する，輪郭表現の是非．

(E8)構成要素表現：

デザインのアクセントとなる操作部や可動部など，構成要素の大きさや形状を的確に表現する，構成要素表現の是非．

(E9)フリーハンド表現：

フリーハンドにより線や面を的確に表現する，フリーハンド表現の是非．

(E10)強調表現：

デザイナーの意図する形状の特徴を強調し的確に伝えるために描かれる，勢いのある輪郭線や濃淡表現など，強調表現の是非．

(2)展開スキルの抽出

展開スキルの抽出を目的に、表現スキルと同様に、13名の被験者ごとのスケッチを観察し、展開されたスケッチを比較した。その結果、形状の展開には、前項で観察された構造の展開と形状の展開に加えてフォルムの展開が確認された。一方、要素の展開には、操作部や可動部など機能的な要素に加え、アクセントとなる詳細な形状の要素の展開が確認された。さらに、スケッチの総数や異なる視点からの透視図法の展開を加えることで、展開スキルとして以下に示す9項目を抽出した。

(D1)パース展開数：

描き直しなど同一デザインの複数表示も含めた、透視図法で表示されたスケッチの総数として数えられる展開数。

(D2)形状展開数：

描画過程の観察において外観のデザインの展開として観察された、同一の構造や部品配置に対する縦横の比率、面の曲率や稜線、および角Rの大きさの変化などによるスケッチの展開数。

(D3)構造展開数：

描画過程の観察において構造のデザインの展開として観察された、異なる構造や部品構成により展開されたスケッチの展開数。

(D4)1構造あたり形状展開数：

連続して描かれた一連のスケッチにおいて、被験者ごとに形状展開数を構造展開数で割った、同一構造に対する形状展開数の平均値。

(D5)フォルム展開数：

円筒形や直方体など、デザインのモチーフとなる基本フォルムの展開数。

(D6)構成要素展開：

工業製品としての機能や部品構成などを説明するために描かれる、デザイン対象物の操作部や機能部品など、構成要素表示の展開。

(D7)形状説明展開：

一方向からの視点だけでは表現しきれない形状を説明するための、異なる視点からの透視図表示など、立体形状を説明する補足説明表示の展開。

(D8)構造要素展開：

デザイン案の構造上の要素となる部品や、構造に関わる可動部分など、構造要素の展開。

(D9)詳細要素展開：

デザイン上のアクセントとなるディテールや詳細な形状要素の展開。

(3)スケッチスキルの評価

13名の対象者が、90分間で描いたスケッチを上記の19項目で評価した。評価は電機メーカーに勤務するデザイナー2名とデザイン分野の教員1名の、合計3名による合議により行った。表現スキル10項目は、項目ごとに修得レベルが一番高いものを5とし、低い物を1とした5段階で評価し、展開スキル9項目は、項目ごとに展開を数えることで評価した。図2-6に被験者により描かれた一連のスケッチと評価結果の例を示す。なお、評価に際して細かな評価基準は定めなかったものの、評価者間において評価値に大きな差は生じなかった。この理由として、スケッチスキルを19項目に細分化したことが考えられる。

2.3 大学生のスケッチ分析に基づくスケッチスキル構造モデルの提案

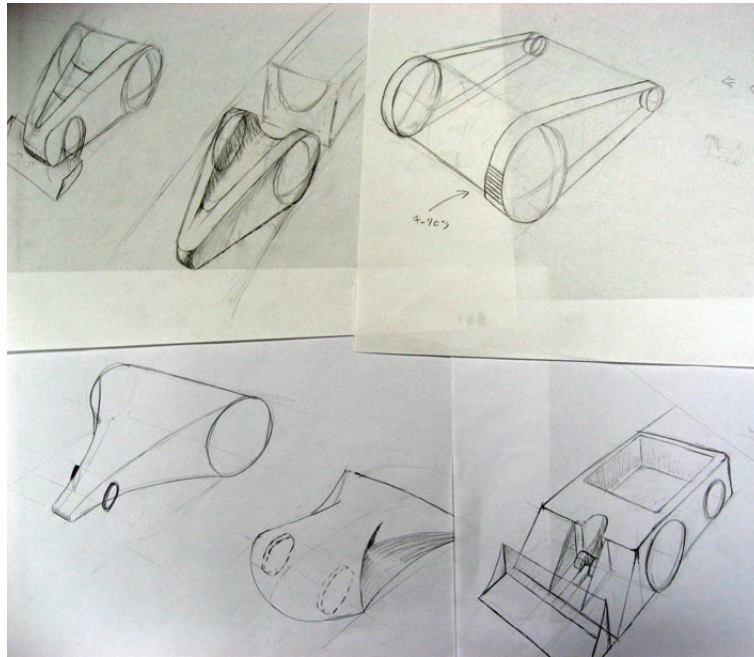
本節では、前節で抽出したスケッチスキルの評価結果に対する相関分析、ISM法、数量化Ⅲ類、およびクラスター分析を用いた階層化と分類・構造化について述べる。それにより、各スケッチスキル間の関係性を明らかにすることで、スケッチスキル構造モデルを提案する。

2.3.1 スケッチスキル間の相関

本項では、前項で評価した、表現スキル10項目と展開スキル9項目の評価値に対する相関分析の結果について述べる。

(1)表現スキル評価10項目間の相関

表現スキル評価10項目間の相関係数を求めた結果、表2-1に示した相関係数が得



透視図法表現	3
陰影・素材表現	3
立体形状把握表現	3
透視図法適用表現	4
稜線表現	2
曲面表現	2
輪郭表現	3
詳細形状表現	3
フリーハンド表現	2
強調表現	1

パース展開数	6
形状展開数	6
構造展開数	4
1構造あたり形状展開数	1.5
フォルム展開数	3
構成要素展開	2
形状説明展開	1
構造要素展開	2
詳細要素展開	3

図 2-6 対象者により制作された一連のスケッチの展開例と評価値

られた。演習時間内の修得に対象者間で差の確認された「(E5)稜線表現」「(E6)曲面表現」「(E7)輪郭表現」「(E8)構成要素表現」「(E9)フリーハンド表現」および「(E10)強調表現」間の相関係数は、すべての項目間において 0.7 以上となった。また、「(E3)立体形状把握表現」と「(E4)透視図法適用表現」「(E5)稜線表現」「(E7)輪郭表現」「(E8)構成要素表現」および「(E9)フリーハンド表現」間、「(E4)透視図法適用表現」と「(E5)稜線表現」「(E7)輪郭表現」「(E8)構成要素表現」および「(E9)フリーハンド表現」間の相関係数も 0.7 以上となった。一方、多くの対象者に時間内での修得が確認された「(E1)透視図法表現」は「(E3)立体形状把握表現」のみに 0.8 以上の高い相関が確認されたものの、その他のスキル間に高い相関は確認されなかった。なお、「(E2)陰影・素材表現」はどのスキルとも相関関係は確認できなかった。

以上から、表現スキルは修得に要する時間により類型化できると考えられる。

(2) 展開スキル評価 9 項目間の相関

展開スキル評価 9 項目間の相関係数を求めた結果、表 2-2 に示した相関係数が得られた。「(D3)構造展開数」と「(D2)形状展開数」は、「(D5)フォルム展開数」との間に相関係数 0.7 以上の相関関係を有することが確認された。このことから、デザインのモチーフとなる基本フォルムを発想することは、構造のデザイン展開と形状のデザイン展開の双方と相関関係をもつ基本的な展開スキルであると考えられる。また、「(D1)パース展開数」と「(D7)形状説明展開」は、「(D2)形状展開数」と間に相関係数 0.7 以上の相関関係を有することが確認された。一方、構造のデザイン展開を示す「(D3)構造展開数」と他の展開スキル間には前述の「(D5)フォルム展開数」を除いて高い相関係数は確認されなかった。

以上から、形状のデザイン展開は、スケッチの展開総数や異なる視点からの透視図数と高い相関関係を持つ一方、構造のデザイン展開と他の展開スキルとの相関関係は低い傾向があると考えられる。

(3) 表現スキル評価 10 項目と展開スキル評価 9 項目間の相関

表現スキル評価 10 項目と展開スキル評価 9 項目間の相関係数を求めた結果、表 2-3 に示した相関係数が得られた。「(D9)詳細要素展開」には「(E2)陰影・素材表現」を除いた全ての表現スキル間に相関係数 0.7 以上の相関関係を有することが確認された。このことから、表現スキルの向上に従ってデザイン上のアクセントとなるディテールや詳細要素の展開が可能となると考えられる。被験者間で修得時間に差の確認されたスキルである「(E7)輪郭表現」および「(E9)フリーハンド表現」と、形状のデザイン展開である「(D2)形状展開数」間に 0.7 以上の相関係数が確認された。また、「(E9)フリーハンド表現」と要素のデザイン展開である「(D7)形状説明展開」間、「(E10)強調表現」と「(D6)構成要素展開」、および「(D7)形状説明展開」間に 0.7 以上の相関係数が確認された。一方、多くの被験者により時間内での修得が確認されたスキルと展開スキル間には、前述した「(D9)詳細要素展開」との相関を除いて高い相関係数は確認されなかった。

このことから、演習時間内の修得に対象者間で差の確認されたスキルは形状のデザイン展開と要素のデザイン展開の双方と相関関係を持つ傾向があり、一方、多くの対象者に時間内での修得が確認されたスキルと他の展開スキルの相関関係は低いと考えられる。これに対して、「(E2)陰影・素材表現」と他のすべてのスキル間、「(D8)構造要素展開」と他のすべてのスキル間には複数の負の相関係数が示されたが、いずれも弱い相関係数であることに加え、散布図により曲線相関がないことも確認さ

表 2-1 表現スキル評価 10 項目間の相関係数

	(E1) 透視図法 表現	(E2) 陰影・素材 表現	(E3) 立体形状 把握表現	(E4) 透視図法 適用表現	(E5) 稜線 表現	(E6) 曲面 表現	(E7) 輪郭 表現	(E8) 構成要素 表現	(E9) フリーハン ド表現	(E10) 強調 表現
(E1)透視図法表現	1.00									
(E2)陰影・素材表現	0.53	1.00								
(E3)立体形状把握表現	0.82	0.50	1.00							
(E4)透視図法適用表現	0.63	0.45	0.72	1.00						
(E5)稜線表現	0.57	0.50	0.76	0.80	1.00					
(E6)曲面表現	0.30	0.48	0.58	0.65	0.79	1.00				
(E7)輪郭表現	0.54	0.13	0.72	0.71	0.80	0.71	1.00			
(E8)構成要素表現	0.62	0.33	0.78	0.92	0.87	0.70	0.87	1.00		
(E9)フリーハンド表現	0.59	0.30	0.77	0.82	0.90	0.75	0.89	0.87	1.00	
(E10)強調表現	0.37	0.19	0.60	0.65	0.82	0.79	0.72	0.70	0.89	1.00

網掛け：0.7 以上

表 2-2 展開スキル評価 9 項目間の相関係数

	(D1) パース 展開数	(D2) 形状 展開数	(D3) 構造 展開数	(D4) 1構造あたり 形状展開数	(D5) フォルム 展開数	(D6) 構成要素 展開	(D7) 形状説明 展開	(D8) 構成要素 展開	(D9) 詳細要素 展開
(D1)パース展開数	1.00								
(D2)形状展開数	0.82	1.00							
(D3)構造展開数	0.37	0.42	1.00						
(D4)1構造あたり形状展開数	0.63	0.50	-0.09	1.00					
(D5)フォルム展開数	0.57	0.77	0.71	0.17	1.00				
(D6)構成要素展開	0.33	0.29	-0.23	0.38	0.31	1.00			
(D7)形状説明展開	0.69	0.78	0.17	0.22	0.61	0.57	1.00		
(D8)構成要素展開	0.06	-0.28	0.07	0.07	0.00	0.33	-0.13	1.00	
(D9)詳細要素展開	0.31	0.54	0.09	0.33	0.60	0.53	0.53	0.00	1.00

網掛け：0.7 以上

表 2-3 表現スキル評価 10 項と展開スキル評価 9 項目間の相関係数

	(D1) パース 展開数	(D2) 形状 展開数	(D3) 構造 展開数	(D4) 1構造あたり 形状展開数	(D5) フォルム 展開数	(D6) 構成要素 展開	(D7) 形状説明 展開	(D8) 構成要素 展開	(D9) 詳細要素 展開
(E1)透視図法表現	0.45	0.52	0.54	0.28	0.59	0.17	0.45	0.06	0.70
(E2)陰影・素材表現	-0.10	0.06	-0.01	0.21	0.03	-0.03	0.10	-0.24	0.45
(E3)立体形状把握表現	0.58	0.58	0.19	0.36	0.46	0.38	0.66	-0.07	0.80
(E4)透視図法適用表現	0.46	0.66	0.09	0.60	0.46	0.54	0.54	-0.07	0.78
(E5)稜線表現	0.39	0.52	0.01	0.45	0.51	0.61	0.61	0.00	0.87
(E6)曲面表現	0.25	0.45	-0.08	0.34	0.48	0.53	0.49	-0.18	0.76
(E7)輪郭表現	0.62	0.73	0.15	0.50	0.65	0.48	0.62	0.00	0.82
(E8)構成要素表現	0.57	0.66	0.03	0.66	0.49	0.66	0.60	0.00	0.82
(E9)フリーハンド表現	0.54	0.75	0.06	0.43	0.65	0.63	0.78	-0.06	0.91
(E10)強調表現	0.47	0.67	0.09	0.23	0.70	0.72	0.84	-0.07	0.74

網掛け：0.7 以上

れた。以上より、「(E2)陰影・素材表現」と「(D8)構造要素展開」は、他のスキルと相関関係を持たないスキルであると考えられる。

なお、「表現スキル」評価 10 項目間、展開スキル評価 9 項目間、および表現スキル評価 10 項目と展開スキル評価 9 項目間において相関係数 0.7 以上が確認された各項目間の散布図に曲線相関は確認されず、無相関検定の結果も有意であり、高い正の相関が認められた。

2.3.2 スケッチスキル間の階層構造

本項では、2.2 節において評価した、表現スキル 10 項目と展開スキル 9 項目のそれぞれのスキル間の影響の確認を目的とした、評価結果に対する ISM 法を用いた構造化について述べる。

(1)表現スキルの構造化

表現スキル 10 項目の評価結果に対し、各評価項目間の関係を確認するために、ISM 法を用いて構造化を行った（豊田 2003）。

要素間の関係を表す隣接行列の作成には、2.2 節で行った表現スキルにおける評価結果を用いた。具体的には、ある表現スキル A を有する被験者のうち 8 割以上が、表現スキル B も有する場合に、表現スキル B は表現スキル A の必要条件（表現スキル A の修得は、多くの場合、表現スキル B の修得を前提とする）であると判断した。

可到達行列から図 2-7 に示す表現スキルの階層構造モデルが求められた。同図では、強連結関係が示されたスキルを枠で囲んで示している。全体の構造は 4 つのレベル（階層）に分類された。2.2.1 項で確認された被験者により修得に差が確認されたスキルである「(E10)強調表現」と「(E9)フリーハンド表現」および「(E5)稜線表現」が他のスキルの修得を前提とする側であるレベル 4 およびレベル 3 に示された。一方、「(E1)透視図法表現」「(E3)立体形状把握表現」「(E4)透視図法適用表現」および「(E7)輪郭表現」はレベル 1 に示された。このことからレベル 4 およびレベル 3 に示されたスキルは他のスキルの修得を前提として修得される応用的な表現スキルであり、レベル 1 に示されたスキルは他のスキルを修得するための前提となる基礎的な表現スキルであると考えられる。また、レベル 3 に示された「(E9)フリーハンド表現」と「(E5)稜線表現」間、レベル 1 に示された「(E1)透視図法表現」「(E3)立体形状把握表現」「(E4)透視図法適用表現」および「(E7)輪郭表現」間にはそれぞれ強連結関係が示された。これらのスキルは同時に修得され、その結果、矢印が示す方のスキルを修得するための前提となると考えられる。レベル 2 に示される「(E6)曲面表

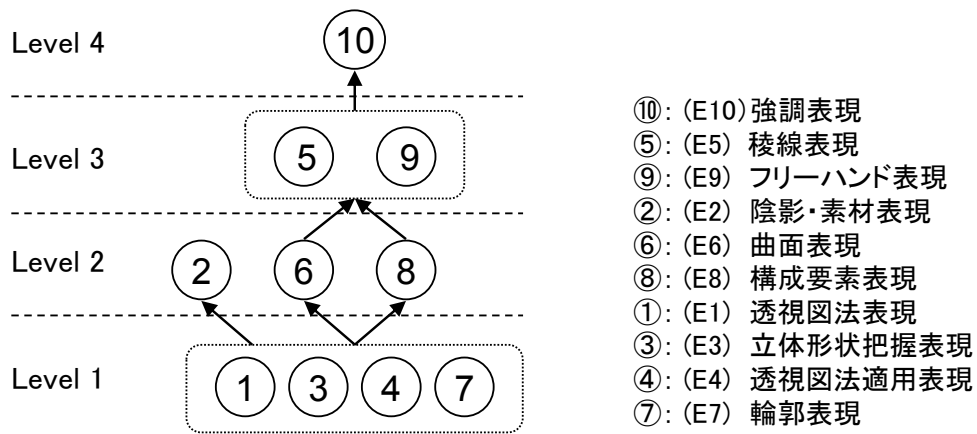


図 2-7 表現スキルの階層構造モデル

現」および「(E8)詳細要素表現」は応用的な表現スキルの前提となり基礎的な表現スキルを前提とするスキルであると考えられる。「(E2)陰影素材表現」は他のスキルの前提とはならず基礎的な表現スキルを前提として修得されるスキルであると考えられる。

(2)展開スキルの構造化

展開スキル9項目の評価結果に対し、各評価項目間の関係を確認するために、ISM法を用いて構造化を行った。

2.2節で行った展開スキルにおける各被験者の評価結果を用いて、表現スキルと同様の手順により、図2-8に示す展開スキルの階層構造モデルが求められた。全体の構造は3つのレベルに分類された。「(D2)形状展開数」「(D4)1構造あたりの形状展開数」および「(D9)詳細要素展開」など、2.2.1項において形状のデザイン展開と確認されたスキルが他のスキルの修得を前提とする側であるレベル3とレベル2に示された。一方、「(D3)構造展開数」および「(D5)フォルム展開数」など構造のデザイン展開に関わると確認されたスキルと、要素のデザイン展開である「(D1)パース展開数」および「(D6)構成要素展開」がレベル1に示された。これらのことから、形状のデザイン展開は構造のデザイン展開および要素のデザイン展開の修得を前提とするスキルであると考えられる。レベル2に示された「(D7)形状説明展開」は「(D1)パース展開数」「(D3)構造展開数」および「(D5)フォルム展開数」を前提とする。また、「(D8)構造要素展開」は「(D4)1構造あたり形状展開数」と「(D9)詳細要素展開」の前提となるスキルであると考えられる。また、レベル1に示された「(D3)構造展

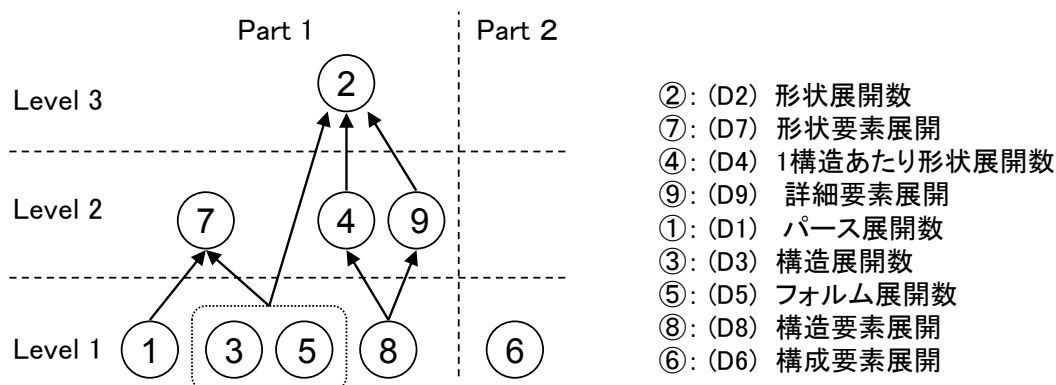


図 2-8 展開スキルの階層構造モデル

開数」と「(D5)フォルム展開数」間には強連結関係が示されたことから、これらのスキルは同時に修得され、その結果、「(D2)形状展開数」および「(D7)形状説明展開」修得の前提となると考えられる。一方、「(D6)構成要素展開」は他のスキルとの間に前提関係を持たないスキルであると考えられる。

2.3.3 スケッチスキルの分類

本項では、2.2節で抽出した、表現スキル10項目と展開スキル9項目のそれぞれの評価結果に対する、数量化Ⅲ類による分類を表す軸の抽出とクラスター分析による類型化について述べる。

(1)表現スキルの分類

表現スキル評価10項目の分類を目的に、2.2節で述べた評価データに対し、平均値を境に相対的に評価の高いグループと低いグループに分けたカテゴリーデータにて数量化Ⅲ類(有馬 1987)を行い、累積寄与率から判断して第3軸までを抽出した。表2-4に示すような3軸の固有値と寄与率が抽出され、図2-9に示す各軸のカテゴリースコアが得られた。各軸は以下のように解釈できる。

第1軸（修得の難易度軸）：

第1軸の正側には「(E10)強調表現」や「(E9)フリーハンド表現」などが位置し、負側には「(E3)立体形状把握表現」や「(E7)輪郭表現」などが位置する。これらは階層構造モデルにより応用的な表現スキルと判断した項目と、基礎的な表現ス

キルと判断した項目であることから、第1軸は基礎や応用など修得の難易度を示す軸と解釈できる。

第2軸（立体形状の表現軸）：

第2軸の正側には「(E2)陰影・素材表現」や「(E6)曲面表現」などが位置し、負側には「(E7)輪郭表現」や「(E8)構成要素表現」などが位置する。これらは立体感を的確に表現するスキルと輪郭を表現するスキルであることから、第2軸は立体形状の表現を示す軸と解釈できる。

第3軸（曲面形状の表現軸）：

第3軸の正側には「(E6)曲面表現」や「(E7)輪郭表現」が位置し、負側には「(E1)透視図法表現」や「(E8)構成要素表現」などが位置する。これらは曲面形状の表現と立体の基本形状の表現であることから、第3軸は曲面形状の表現を示す軸と解釈できる。

数量化Ⅲ類で得られた表現スキルの第3軸までのカテゴリースコアに対し、クラスタ分析（ワード法）を行った。クラスタ分析による分析樹形図を図2-10に示す。最大距離からクラスタ化されていく過程での類似性に着目し以下の4類型に分類した。

類型1「イメージ表現スキル」：

「(E5)稜線表現」「(E9)フリーハンド表現」および「(E10)強調表現」からなる。フリーハンド描画による線の強弱表現やスムーズな稜線表現などにより、デザイナーが意図したデザインのイメージを的確に表現するスキル。

類型2「曲面形状表現スキル」：

「(E6)曲面表現」からなる。陰影の変化や曲線による外形線からなる柔らかな面表現により、曲面的なデザインを的確に表現するスキル。

類型3「立体形状表現スキル」：

「(E3)立体形状把握表現」と「(E7)輪郭表現」からなる。立体の大きさや形状を把握し、的確な輪郭線で表現するスキル。

表 2-4 表現スキルの固有値と寄与率

軸 No.	固有値	寄与率	累積寄与率
1	0.218	39.2%	39.2%
2	0.139	25.0%	64.2%
3	0.087	15.8%	80.0%

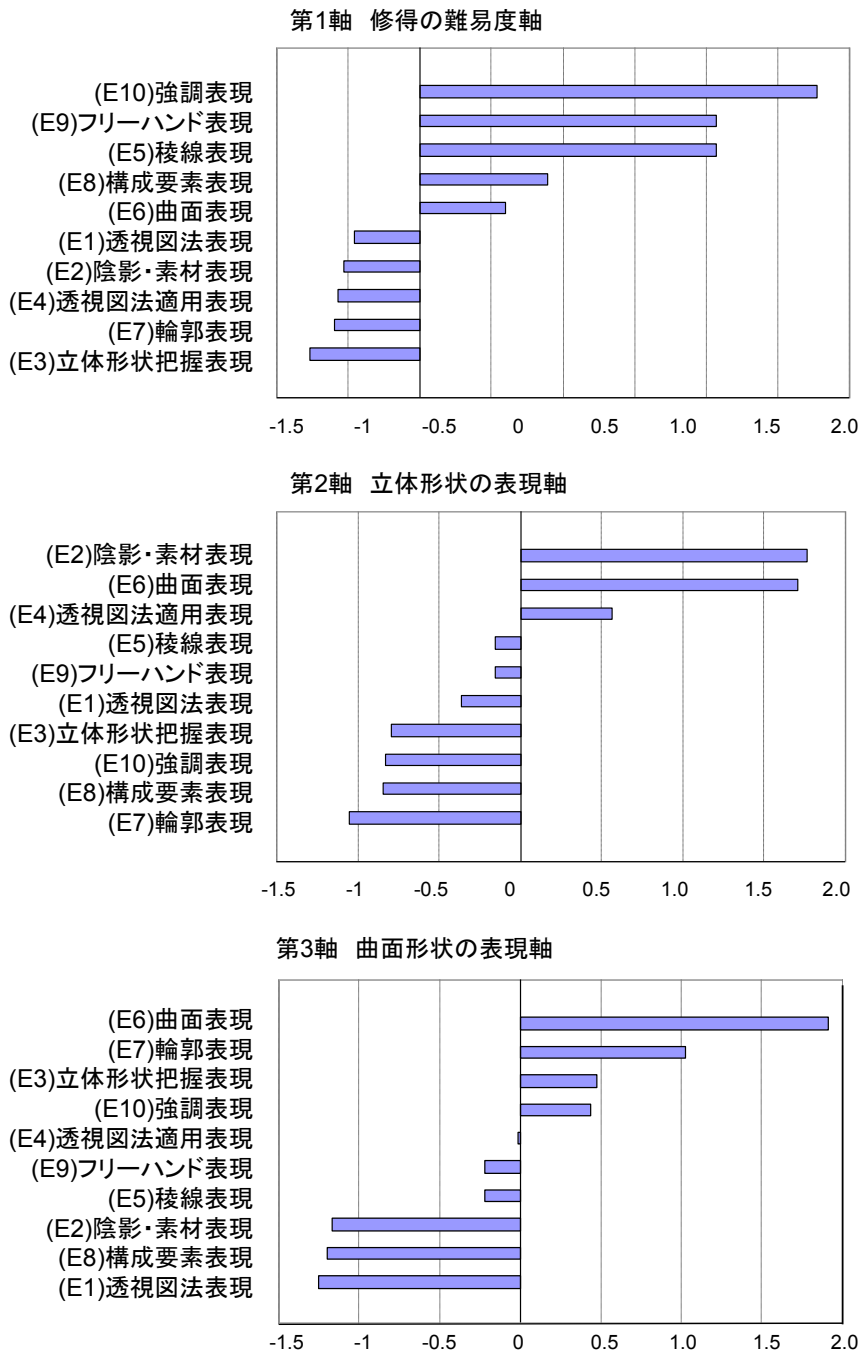


図 2-9 表現スキル評価のカテゴリースコア

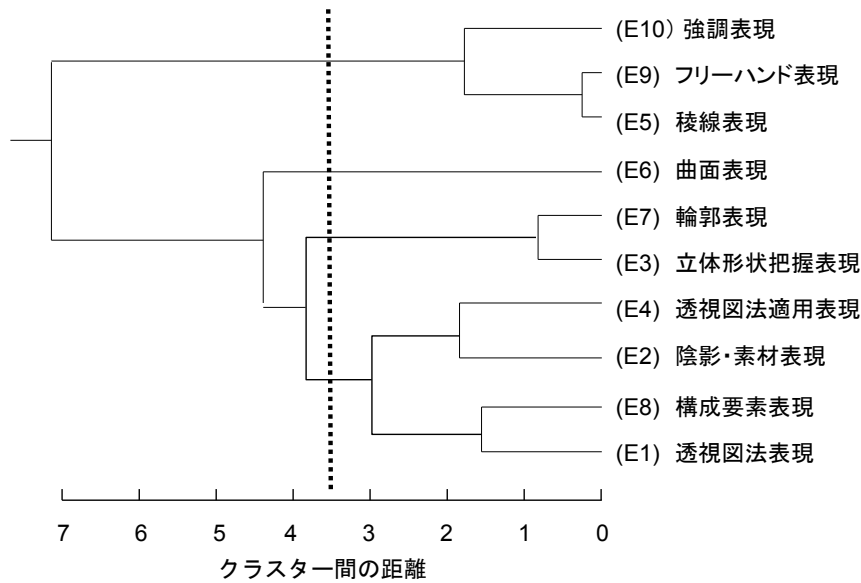


図 2-10 表現スキル評価のクラスタ分析樹形図

類型 4「透視図法表現スキル」:

「(E1)透視図法表現」「(E2)陰影・素材表現」「(E4)透視図法適用表現」および「(E8)構成要素表現」からなる。対象物の大きさや形状に合わせた正確な透視図法と陰影により、立体を的確に表現するスキル。

(2)展開スキルの分類

展開スキル評価 9 項目の分類を目的に、2.2 節で述べた評価データに対し、平均値を境に展開数の多いグループと少ないグループに分けたカテゴリーデータにて数量化Ⅲ類を行い、累積寄与率から判断して第 3 軸までを抽出した。表 2-5 に示すような 3 軸の固有値と寄与率が抽出され、図 2-11 に示す各軸のカテゴリースコアが得られた。各軸は以下のように解釈できる。

第 1 軸（構造の展開軸）:

第 1 軸の正側には「(D5)フォルム展開数」や「(D3)構造展開数」が位置し、負側には「(D8)構造要素展開」や「(D4)1 構造あたり形状展開数」が位置する。これらは構造の展開と、構造要素の展開であることから、第 1 軸は構造の展開を示す軸と解釈できる。

第2軸（要素の展開軸）：

第2軸の正側には「(D6)構成要素展開」や「(D7)形状説明展開」が位置し、負側には「(D9)詳細要素展開」や「(D2)形状展開数」が位置する。これらはデザインの形状に関わる構成要素と詳細に関わる構成要素であることから、第2軸は要素の展開を示す軸と解釈できる。

第3軸（形状の展開軸）：

第3軸の正側には「(D4)1構造あたり形状展開数」や「(D2)形状展開数」が位置し、負側には「(D8)構造要素展開」や「(D7)形状説明展開」が位置する。これらは形状の展開とそれを説明する要素であることから、第3軸は形状の展開を示す軸と解釈できる。

数量化Ⅲ類で得られた展開スキルの第3軸までのカテゴリースコアに対し、クラスター分析（ワード法）を行った。クラスター分析による分析樹形図を図2-12に示す。最大距離からクラスター化されていく過程での類似性に着目し、以下の4類型に分類した。

類型1「詳細要素展開スキル」：

「(D8)構造要素展開」と「(D9)詳細要素展開」からなる。デザインを構成する形状要素や特徴となる詳細な形状を展開するスキル。

類型2「構成要素展開スキル」：

「(D6)構成要素展開」からなる。デザイン対象を構成する機能部品や操作部など構成要素を展開するスキル。

類型3「形状展開スキル」：

「(D2)形状展開数」と「(D4)1構造あたり形状展開数」からなる。同一の基本構造やフォルムをベースに、異なる外形形状（シェイプ）を展開するスキル。

類型4「構造展開スキル」：

「(D1)パース展開数」「(D3)構造展開数」「(D5)フォルム展開数」および「(D7)形状説明展開」からなる。基本構造やフォルムを展開するスキル。

表 2-5 展開スキルの固有値と寄与率

軸 No.	固有値	寄与率	累積寄与率
1	0.305	31.6%	31.6%
2	0.244	25.3%	56.9%
3	0.139	14.4%	71.3%

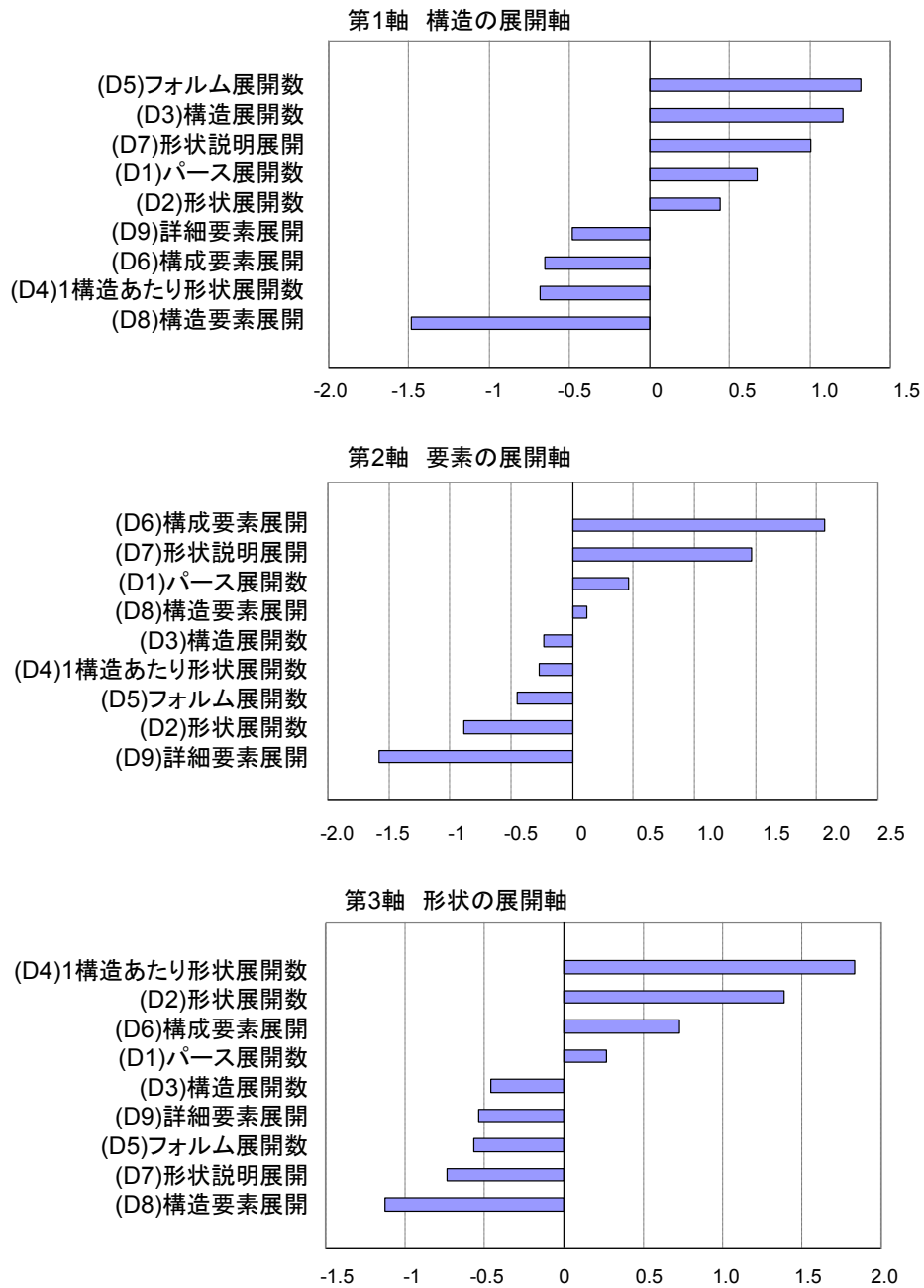


図 2-11 展開スキル評価のカテゴリースコア

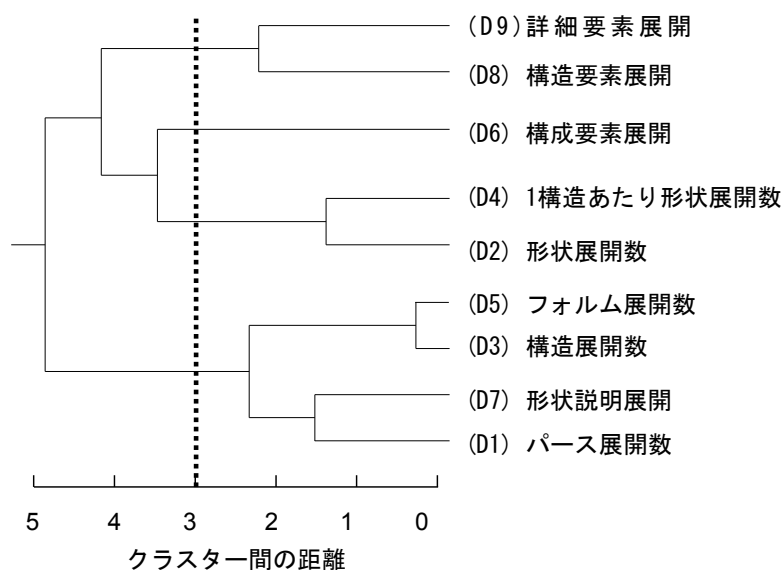


図 2-12 展開スキル評価のクラスター分析樹形図

2.3.4 スケッチスキル修得レベルに基づくスケッチスキル構造モデル

本項では、前項で分類した、表現スキル4項目と展開スキル4項目の関係性を表すスケッチスキル構造モデルの提案について述べる。

(1)表現スキルの構造

前項で確認された、表現スキルの第1軸と第2軸におけるカテゴリースコアの散布図を図 2-13 示す。同図には図 2-7 に示した、スキル修得の前提を表す矢印と、前項で述べた類型を囲む破線を記入している。

図 2-13 に示される矢印より、「イメージ表現スキル」を構成する「(E5)稜線表現」「(E9)フリーハンド表現」および「(E10)強調表現」は、「透視図法表現スキル」を構成する「(E8)構成要素表現」を前提とし、さらに「(E1)透視図法表現」と「(E4)透視図法適用表現」も前提とするスキルであることが示される。このことから「イメージ表現スキル」は「透視図法表現スキル」を前提とし、同様に「曲面形状表現スキル」と「立体形状表現スキル」も前提とするスキルであると考えられる。同様に、「透視図法表現スキル」と「立体形状表現スキル」は相互に前提となる（同時に修得される）スキルであり、「曲面形状表現スキル」の前提となることが示される。

(2)展開スキルの構造

展開スキルについて表現スキルと同様の手法で得たカテゴリースコアの散布図

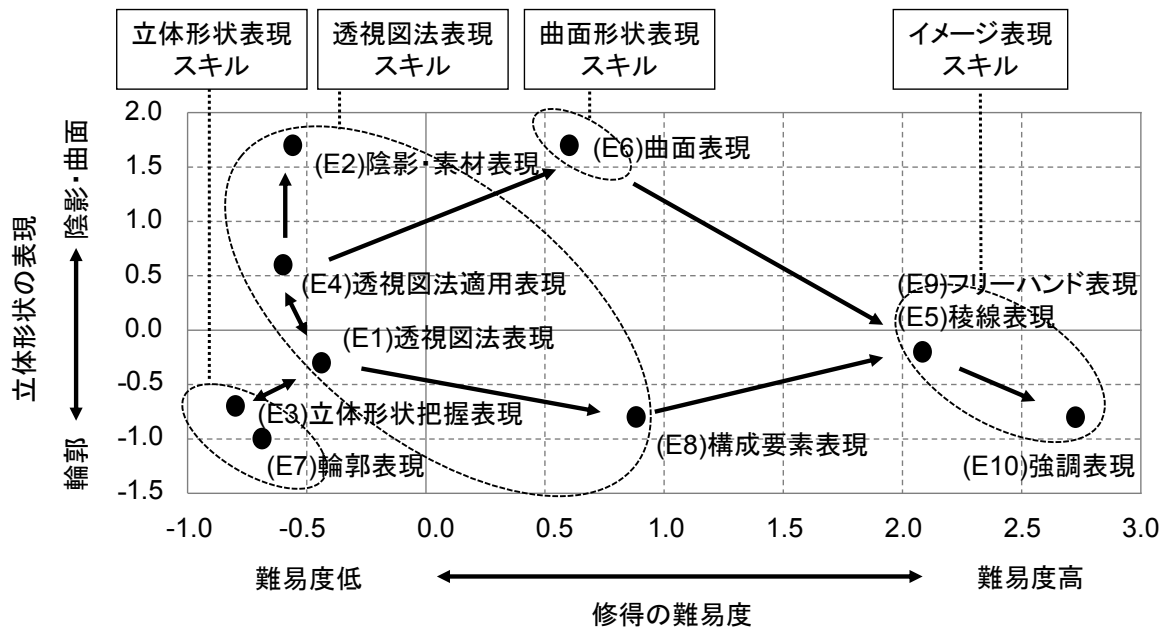


図 2-13 表現スキルのカテゴリースコアの散布図

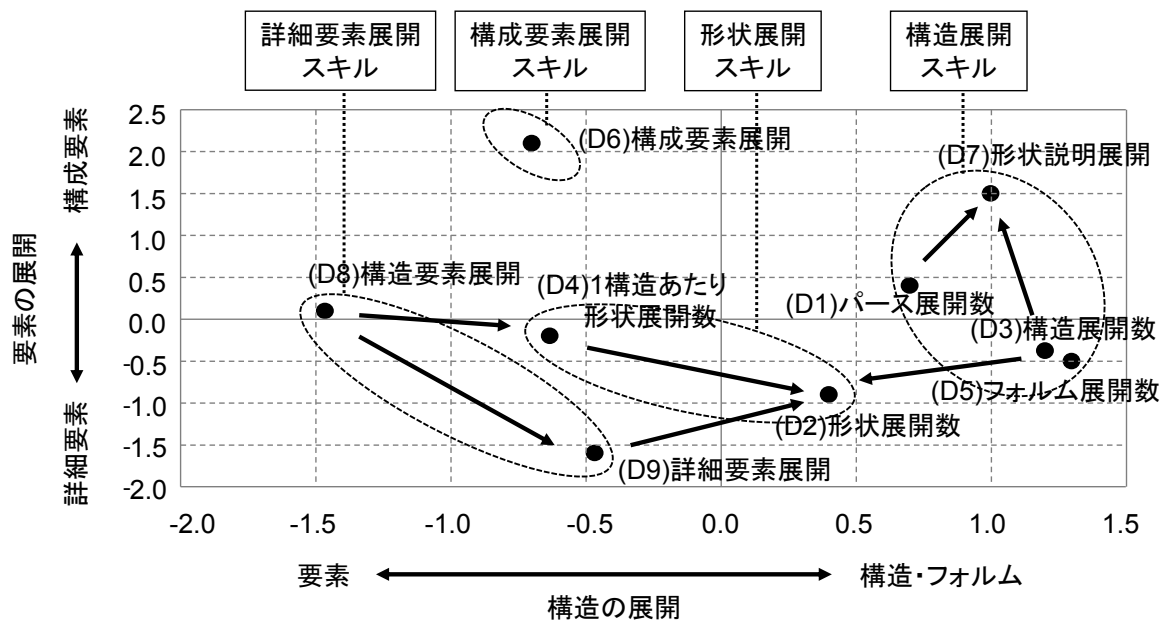


図 2-14 展開スキルのカテゴリースコアの散布図

を図 2-14 に示す。同図には図 2-8 に示した、スキル修得の前提を表す矢印と、前項で述べた類型を囲む破線を記入している。

図 2-14 に示される矢印より、「形状展開スキル」を構成する「(D2)形状展開数」は、

「構造展開スキル」を構成する「(D3)構造展開数」と「(D5)フォルム展開数」を前提とするスキルであると考えられる。このことから、「形状展開スキル」は多くの部分で「構造展開スキル」を前提とし、同様に「(D2)形状展開数」と「(D9)詳細要素展開」の関係などから「詳細形状展開スキル」も前提とするスキルであると考えられる。なお、「構成要素展開スキル」は他の展開スキルの修得に影響しなく、かつ、他のスキルの修得も必要としない独立したスキルであると考えられる。

(3)表現スキル4類型と展開スキル4類型間の関係

表現スキル4類型と展開スキル4類型間の関係性を確認するために、これら8類型を構成するスキルの評価データの合計値を求め、平均値を境に評価の高いグループと低いグループ、もしくは展開数の多いグループと少ないグループに分けたカテゴリデータにて数量化Ⅲ類を行った。表2-6に示す累積寄与率から判断して第3軸までを抽出後、第3軸までのカテゴリースコアに対し、クラスター分析（ウォード法）を行った。クラスター分析による分析樹形図を図2-15に示す。最大距離からクラスター化されていく過程での類似性に着目し、以下の4類型に分類した。

類型1：形状のデザイン展開に関わるスキル

「イメージ表現スキル」「曲面形状表現スキル」および「形状展開スキル」からなる。表現スキルと展開スキルのそれぞれにおいて修得の難易度の高いスキルからなり、「イメージ表現スキル」と「曲面形状表現スキル」の活用が「形状展開スキル」による形状の展開に影響することが示唆される。

類型2：構造のデザイン展開に関わるスキル

「立体形状表現スキル」「透視図法表現スキル」および「構造展開スキル」からなる。表現スキルと展開スキルのそれぞれにおいて修得の難易度の低いスキルからなり、「立体形状表現スキル」と「透視図法表現スキル」の活用が「構造展開スキル」による構造の展開に影響することが示唆される。

類型3：構成要素の展開に関わるスキル

「構成要素展開スキル」からなる。

類型4：詳細要素の展開に関わるスキル

「詳細要素展開スキル」からなる。

表 2-6 スケッチスキル 8 項目の固有値と寄与率

軸 No.	固有値	寄与率	累積寄与率
1	0.258	32.5%	32.5%
2	0.213	25.3%	59.4%
3	0.113	14.3%	73.6%

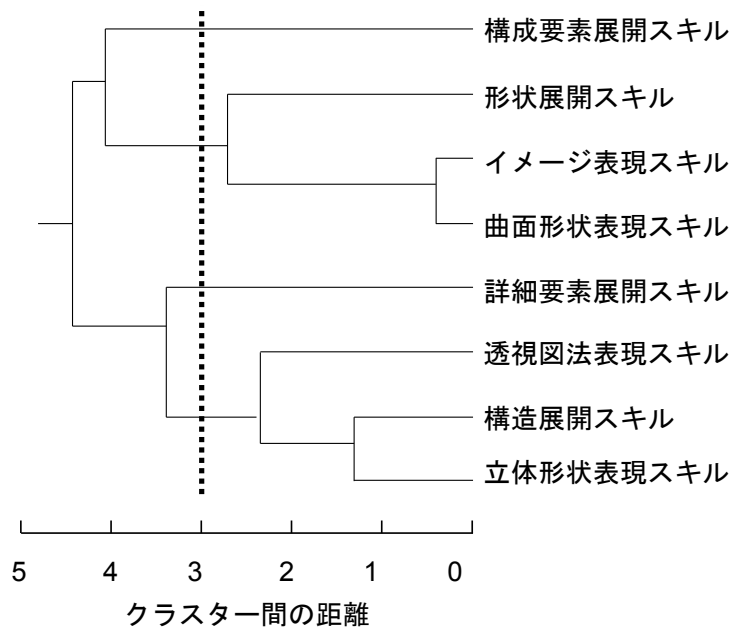


図 2-15 スケッチスキル 8 項目のクラスター分析樹形図

(4) スケッチスキル構造モデル

表現スキル 4 項目と展開スキル 4 項目の関係を包含するスケッチスキル構造モデルを図 2-16 に示す。

本モデルにおいてスケッチスキルは、デザイン案を的確に表現するスキルである表現スキルとデザインの候補を展開するスキルである展開スキルから構成される。表現スキルは、「立体形状表現スキル」「透視図法表現スキル」「イメージ表現スキル」および「曲面形状表現スキル」の 4 項目から構成され、展開スキルは、「構造展開スキル」「形状展開スキル」「詳細要素展開スキル」および「構成要素展開スキル」の 4 項目から構成される。各スキルは、スキル間の関係性から、構造のデザイン展開、

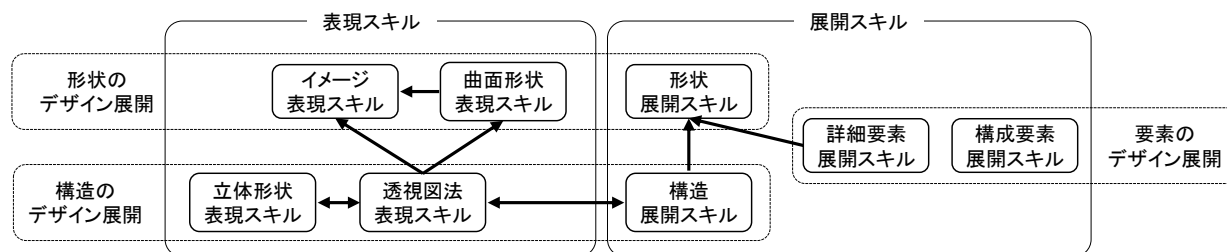


図 2-16 スケッチスキル構造モデル

形状のデザイン展開，および要素のデザイン展開に関わるスキルに分類される。

なお，本構造モデルにおける矢印は，図 2-7 と図 2-8 に示した階層構造モデルと同様の意味であり，矢印の元となる方のスキルは，矢印に示される方のスキルの必要条件（修得の前提条件）であることを表す。

2.4 スケッチスキル構造モデルのデザイナーのスキル分析への適用

本節では，前節で提案したスケッチスキル構造モデルが，デザイナーのスケッチ分析においても有効であることの確認を目的とした，同モデルのデザイナーのスケッチ分析への適用（Izu 2013, 伊豆 2013）について述べる。

前節では，大学生のスケッチ教育における修得レベルの差異から，スケッチスキルを抽出・階層化し，分類・構造化することでスケッチスキルの関係性を表すスケッチスキル構造モデルを提案した。しかし，本モデルは，大学生のスケッチスキル分析により提案したものであるため，すでにスケッチスキルを修得したデザイナーのスケッチ分析に適用することで，デザイナーにおける有効性を確認する必要がある。そこで，スケッチスキル構造モデルを構成する8項目を用いて，デザイナーと大学生によって描かれたスケッチを評価し，その結果を分析することで両者のスケッチスキルの差異を明らかにした。

2.4.1 デザイナーと学生によるスケッチの比較実験

本項では，スケッチスキル構造モデルを用いたデザイナーと学生間のスケッチスキルの差異の分析について述べる。

スケッチスキル構造モデルを構成するスケッチスキル8項目を用いて，電機メーカーに勤めるデザイナー（以下デザイナーと称する），デザイン教育を受けた経験のあるデザイン専攻の学部4年生と大学院生（以下デザイン系学生と称する），および

それまでデザイン教育を受けた経験はない工学部の学部4年生と大学院生（以下工学系学生と称する）が、同一課題に対して描いたスケッチを分析した。

(1)スケッチの描画手順

デザイナーとスケッチスキルの修得段階にある学生のスケッチを、以下の条件で収集した。

課題：

液晶プロジェクター。

描画時間：

60分間に、課題のデザインの発想過程で描かれたスケッチ。

被験者：

デザイナー経験2年から7年のデザイナー6名、デザイン系学生10名、および工学系学生6名による合計22名。

スケッチの要件：

外形形状に加え、操作部や放熱孔などの要素や仕様も表示したアイディアスケッチとし、60分間でできるだけ多く描く。

課題は、デザイナーおよび学生が共に日常の業務や講義などで使用し、機能、使用目的、および操作方法を把握している液晶プロジェクターとし、持ち運びが可能な小型のものとした。スケッチの描画に際して、被験者には内部の構造を示した構造図を提示し、発光部、レンズ、および基板など内部部品の大きさ、配置、およびコストに関する条件を共有した。画材については、特に指示は行わず、普段から使い慣れたものを使用するよう指示した。図2-17に、各被験者により60分間で描かれたスケッチの代表例を示す。工学系学生は機械工学を専攻している学部4年生と大学院生であり、デザイン教育を受けた経験はないものの、機械設計演習を経験し、製図や透視図法に関する知識を有している。なお、工学系学生は、課題のスケッチを描くにあたり、基礎的なスケッチスキルの修得を目的とした、4時間のスケッチ教育を受講している。



図 2-17 各被験者によって描かれたスケッチの代表例

表 2-7 表現スキルの評価基準

評価項目	立体形状表現スキル	透視図法表現スキル	イメージ表現スキル	曲面形状表現スキル
評価基準	描かれた全てのスケッチにおいて、立体としての形状把握や適切な視点からの形状俯瞰により、立体が的確に表現されたスケッチの割合。	描かれた全てのスケッチにおいて、対象物の大きさや形状に合わせた適切な透視図法の適用や陰影表現により、立体が正確に表現されたスケッチの割合。	描かれた全てのスケッチにおいて、フリーハンドによる外形線の強弱や濃淡により、形状の特徴が効果的に表現されたスケッチの割合。	描かれた全てのスケッチにおいて、適切な面表現や稜線処理により、立体を構成する曲面が的確に表現されたスケッチの割合。
評価	5: 90～100%			
	4: 80～89%			
	3: 60～79%			
	2: 40～59%			
	1: 0～39%			

表 2-8 展開スキルの評価基準

評価項目	構造展開スキル	形状展開スキル	詳細要素展開スキル	構成要素展開スキル
評価基準	デザインのモチーフとなる、基本的な構造やフォルムの展開。	同一の基本構造やフォルムをベースに展開された異なる外形形状(シェイプ)の展開。	デザイン上のアクセントとなるディテールの形状など詳細な要素の展開。	デザイン対象の機能的な特徴となる機能部品や操作部など構成要素の展開。
評価	展開数			

(2) スケッチスキルの評価方法

各被験者により描かれたスケッチを、スケッチスキル構造モデルに示された8項目のスキルにより評価した。表現スキル4項目は、表2-7に示した評価基準により5段階で評価し、展開スキル4項目は、表2-8に示した評価基準により描かれたスケッチ数もしくは展開される要素数で評価した。なお、表現スキルの評価基準は、最もスキルの高い被験者が評価5、最もスキルの低い被験者が評価1となるように設定した。評価者は、10年以上のデザイナー経験を持つ、自動車メーカーにて実務経験のあるデザイン分野の教員、電機メーカーにて実務経験のあるデザイン分野の教員、および電機メーカーに勤務するデザイナーの3名とし、3名の合議により評価した。上記の評価基準を使用した結果、各評価者の評価に大きな差は生じないことが確認された。

(3) スケッチスキルの評価結果

表2-7による評価の結果、表現スキル4項目には、デザイナーにおいて4～5、デザイン系学生において3～5、工学系学生において2～4の評価が多く示された。表2-8による評価の結果、展開スキルには、「構造展開スキル」と「形状展開スキル」において2～7、「構成要素展開スキル」と「詳細要素展開スキル」において2～5の評価が多く示された。

2.4.2 デザイナーと学生間におけるスケッチスキルの差異分析

本項では、前項において評価した、デザイナーと学生のスケッチスキルの評価値に対する、平均の差の検定、等分散性の検定（F検定）、およびt検定を行うことによる差異の分析について述べる。以下に、それにより明らかになったデザインの実務経験がスケッチスキルの修得に与える影響について述べる。

デザイナーと学生（デザイン系学生および工学系学生）の各スケッチスキルの評価値に対して、評価項目ごとに基準化を行い平均の差を検定した結果、スケッチスキル8項目において表2-9に示す平均、不偏分散、および標準偏差が示された。

平均において、デザイナーの8項目のスキルすべてに、学生と比較して高い値が示され、デザイン実務の経験がスケッチスキルに影響を与えることが示された。不偏分散と標準偏差では、学生の表現スキル4項目と展開スキルの2項目（「構成要素展開スキル」および「詳細要素展開スキル」）がデザイナーよりも大きくなった。その理由として、多くのスケッチスキルを修得途中である学生間では、修得の程度に応じたスキル差が示された一方、デザイナー間のスキル差の少ないのは、すでにスケッチスキルを修得しているためと推測する。一方、「構造展開スキル」と「形状展開スキル」ではデザイナーの値が学生よりも大きくなった。その理由として、これらの展開スキルは、他のスケッチスキルの修得により、展開数に個人差が示される傾向のあるスキルであることが考えられる。

スケッチスキルの評価データに対する等分散性の検定（F検定）の結果と、等分散性が確認されたスキルに対するt検定の結果、または異なる分散が確認されたスキルに対するWelchの方法によるt検定の結果を表2-10に示す。等分散性検定の結果、6名のデザイナー全員に最高評価が示されたことにより、分散が0となった「立体形状表現スキル」を除いた表現スキル3項目と展開スキル4項目においてP値が0.05を超え、デザイナーと学生の評価値間の等分散性が示された。

等分散性の検定結果に基づくt検定、またはWelchの方法によるt検定の結果、表現スキル4項目と展開スキル4項目すべてにおいて片側P値が0.05以下となりデザイナーのスケッチスキルは学生よりも高いことが示された。このうち、「透視図法表現スキル」と「構造展開スキル」の片側P値は他のスキルに比べ大きく、平均値の差は相対的に小さいことが確認された。その理由として、これらのスキルは図2-16に示したスケッチスキル構造モデルにおいて、他のスケッチスキル修得の前提となる基礎的なスキルであり、学生においても、デザイン教育によって一定のレベルが修得されたことが考えられる。

以上より、スケッチスキル構造モデルにより、デザイナーと学生間のスケッチスキ

表 2-9 デザイナーと学生のスケッチスキル評価値の平均と標準偏差

	デザイナー (n:6)			学生 (n:16)		
	平均	不偏分散	標準偏差	平均	不偏分散	標準偏差
曲面形状表現スキル	0.95	0.25	0.50	-0.36	0.82	0.91
イメージ表現スキル	0.83	0.49	0.70	-0.31	0.86	0.93
透視図法表現スキル	0.50	0.46	0.68	-0.19	1.11	1.05
立体形状表現スキル	0.89	0.00	0.00	-0.31	0.97	0.99
構成要素展開スキル	1.08	0.29	0.54	-0.41	0.66	0.81
詳細要素展開スキル	1.07	0.40	0.64	-0.40	0.63	0.79
形状展開スキル	0.89	0.85	0.92	-0.34	0.68	0.82
構造展開スキル	0.72	1.25	1.12	-0.27	0.70	0.84

網掛け：値の大きい方

表 2-10 デザイナーと学生間のスケッチスキルの等分散性と平均の検定結果

	F検定 (自由度1:5, 自由度2:15)			t検定 (or Welchの方法によるt検定) 自由度：20		
	統計量:F	P 値		統計量:t	両側P値	片側P値
曲面形状表現スキル	3.57	0.17		3.69	0.00	0.00 **
イメージ表現スキル	3.65	0.16		3.21	0.00	0.00 **
透視図法表現スキル	2.07	0.44		1.90	0.08	0.04 *
立体形状表現スキル	7.E+31	0.00	**	4.99	0.00	0.00 **
構成要素展開スキル	2.25	0.38		4.12	0.00	0.00 **
詳細要素展開スキル	1.56	0.66		4.07	0.00	0.00 **
形状展開スキル	1.25	0.67		3.03	0.01	0.00 **
構造展開スキル	1.79	0.35		2.25	0.04	0.02 *

*:有意水準 5% **:有意水準 1%

ルの差異が確認されるとともに、その差異は、本モデルにおいて修得が難しいとされるスケッチスキルであるほど大きくなる傾向が確認された。また、「形状展開スキル」と「構造展開スキル」の不偏分散と標準偏差はデザイナーが学生に比べて大きく、デザイナー間でスキルの使い方が異なる可能性が考えられる。

2.4.3 デザイン系と工学系の学生間におけるスケッチスキルの差異分析

本項では、前項と同様の方法によるデザイン系学生と工学系学生間のスケッチスキルの差異の分析について述べる。それにより、デザインの教育経験がスケッチスキルの修得に与える影響について述べる。

デザイン系学生と工学系学生に対して、前項と同様に評価したスケッチスキル 8 項目の平均、不偏分散、および標準偏差を表 2-11 に示す。平均において、デザイン系学生の表現スキル 4 項目と展開スキルの 3 項目（「構造展開スキル」「形状展開スキル」および「詳細要素展開スキル」）が工学系学生よりも大きくなった。一方、「構成要素展開スキル」は、工学系学生がデザイン系学生よりも大きくなった。この理

表 2-11 デザイン系と工学系学生のスケッチスキル評価値の平均と標準偏差

	デザイン学生 (n:10)			工学学生 (n:6)		
	平均	不偏分散	標準偏差	平均	不偏分散	標準偏差
曲面形状表現スキル	0.13	0.59	0.77	-1.17	0.14	0.37
イメージ表現スキル	0.21	0.62	0.79	-1.18	0.00	0.00
透視図法表現スキル	0.12	0.70	0.83	-1.07	0.30	0.55
立体形状表現スキル	0.29	0.33	0.57	-1.38	0.19	0.44
構成要素展開スキル	-0.56	0.60	0.77	-0.14	0.77	0.88
詳細要素展開スキル	-0.18	0.85	0.92	-0.77	0.10	0.32
形状展開スキル	0.16	0.32	0.57	-1.16	0.16	0.40
構造展開スキル	0.16	0.53	0.73	-0.99	0.16	0.40

網掛け：値の大きい方

表 2-12 デザイン系と工学系学生間のスケッチスキルの等分散性と平均の検定結果

	F検定 (自由度1:9, 自由度2:5)			t検定 (or Welchの方法によるt検定) 自由度：14		
	統計量:F	P 値		統計量:t	両側P値	片側P値
曲面形状表現スキル	4.27	0.12		3.86	0.00	0.00 **
イメージ表現スキル	1.E+31	0.00	**	5.58	0.00	0.00 **
透視図法表現スキル	2.33	0.36		3.12	0.01	0.00 **
立体形状表現スキル	1.71	0.58		6.11	0.00	0.00 **
構成要素展開スキル	1.29	0.70		1.00	0.33	0.17
詳細要素展開スキル	8.38	0.03	*	1.87	0.09	0.04 *
形状展開スキル	2.00	0.46		4.93	0.00	0.00 **
構造展開スキル	3.22	0.21		3.54	0.00	0.00 **

*:有意水準 5% **:有意水準 1%

由として、機械設計の演習経験を持つ工学系学生は、デザイン系学生に対して機器の構成要素に関して多くの知識を有することが影響したためと考えられる。

不偏分散と標準偏差において、デザイン系学生の表現スキル4項目と展開スキルの3項目（「構造展開スキル」「形状展開スキル」および「詳細要素展開スキル」）が工学系学生よりも大きくなった。この理由として、多くのスケッチスキルを修得途中であるデザイン系学生間で、修得程度に応じた差が示されたことに加え、スケッチスキル教育を初めて受講した工学系学生間では差が少ないことが考えられる。一方、「構成要素展開スキル」では、工学系学生の値がデザイン系学生よりも大きくなった。この理由として、機器の構成要素を含む機械設計の知識を修得途中である工学系学生間で、修得程度に応じた差が示されたためと考えられる。

前節と同様に求めた等分散性の検定（F検定）の結果と、等分散性が確認されたスキルに対するt検定の結果、または異なる分散が確認されたスキルに対する Welchの方法によるt検定の結果を表 2-12 に示す。等分散性検定の結果、工学系学生の全

員に最低評価が示されたことにより、分散が 0 となった「イメージ表現スキル」と、工学系学生の多くに最低評価が示されたことにより、分散がごく小さくなった「詳細要素展開スキル」を除いた表現スキル 3 項目と展開スキル 3 項目において P 値が 0.05 を超え、デザイン系学生と工学系学生の評価値間の等分散性が示された。

等分散性の検定結果に基づく t 検定、または Welch の方法による t 検定の結果、表現スキル 4 項目と展開スキルの 3 項目（「構造展開スキル」「形状展開スキル」および「詳細要素展開スキル」）において片側 P 値が 0.05 以下となった。これより、デザイン系学生のスケッチスキルは工学系学生よりも高いことが示された。このうち、「詳細要素展開スキル」の片側 P 値は他のスキルに比べ大きく、また、平均値の差は相対的に少ないことが確認された。その理由として、「詳細要素展開スキル」の修得の難易度が高く、評価値が一部のデザイン系学生において低くなったことが考えられる。一方、「構成要素展開スキル」の平均値において、工学系学生がデザイン系学生に比べ高い値を示したものの、スキル差は示されなかった。この理由として、同スキルは機器の構成要素に関する知識に影響を受けることが考えられるものの、工学系学生とデザイン系学生間における差は少なかったことが考えられる。

以上より、スケッチスキル構造モデルにより、デザイン系学生と工学系学生間のスケッチスキルの差異が確認され、その差異は、本モデルにおいて修得が難しいとされるスケッチスキルであるほど大きくなる傾向が確認された。また、「構成要素展開スキル」は機器の構成要素に関する知識に影響を受ける可能性が考えられる。

2.5 デザイナー間におけるスケッチスキルの活用法の分類

本節では、スケッチスキル構造モデルを用いて、デザイナーが描いたスケッチを分析することで、デザイナーが活用するスケッチスキルの効果を示す。

2.5.1 デザイナー間におけるスケッチスキルの活用

本項では、スケッチスキル構造モデルによる、デザイナーのスケッチ分析について述べる。6 名のデザイナーにより指定時間内に描かれた一連のスケッチを図 2-18 に示す。各デザイナーのスケッチには輪郭線や陰影などの描き方から以下のような特徴が観察される。

デザイナー1：

図 2-18 (a)に示した、サインペンを使用することで明快に描かれた輪郭線の表現が特徴となる、メリハリの利いた印象のスケッチ。

デザイナー2：

図 2-18 (b) に示した，ボールペンを使用することで細部まで繊細に描かれた輪郭線と，マーカーによる陰影表現を組み合わせによる，精緻な印象のスケッチ。

デザイナー3：

図 2-18 (c) に示した，ボールペンを使用することで精緻に描かれた輪郭線と，色鉛筆による陰影，背景，および色彩の組み合わせによる，立体的な印象のスケッチ。

デザイナー4：

図 2-18 (d) に示した，ボールペンを使用することで精緻に描かれた輪郭線とメッシュ状に描かれた陰影の組み合わせによる，精緻で立体的な印象のスケッチ。

デザイナー5：

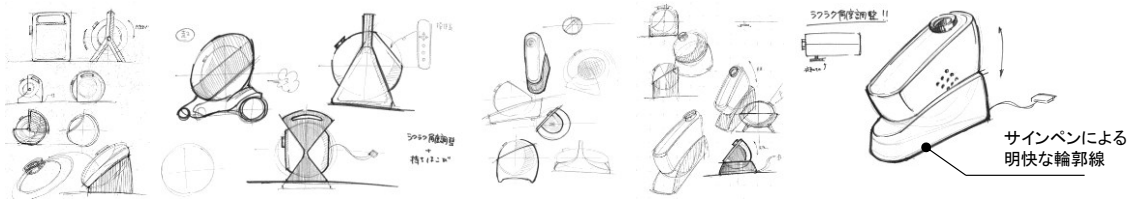
図 2-18 (e) に示した，サインペンを使用することではっきりと描かれた輪郭線と，マーカーによる陰影や色彩の組み合わせによる，メリハリの利いた印象のスケッチ。

デザイナー6：

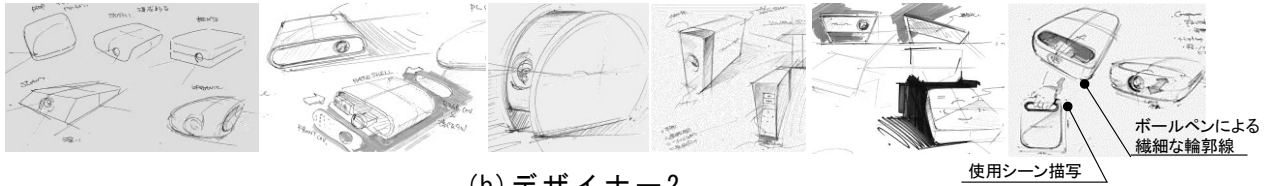
図 2-18 (f) に示した，色鉛筆を使用することでソフトに描かれた輪郭線と，色鉛筆によるグラデーション表現を含む柔らかな面構成の組み合わせによる，立体的な印象のスケッチ。

デザイナーのスケッチにおいて，デザイナー間でスケッチの表現方法や，使用する画材が異なることが観察された。その理由について，デザイナーにヒアリングした。その結果，決められた時間内に多くのデザイン解を発想することを目的としたため，各自が得意とする表現方法や画材を使用してスケッチを描いたとの回答が得られた。以上より，デザイナー間においてスケッチの表現方法は異なり，また，デザインの目的や制作時間などの制約条件に応じて，デザイナーはスケッチを描くための画材や表現方法を変えることが考えられる。

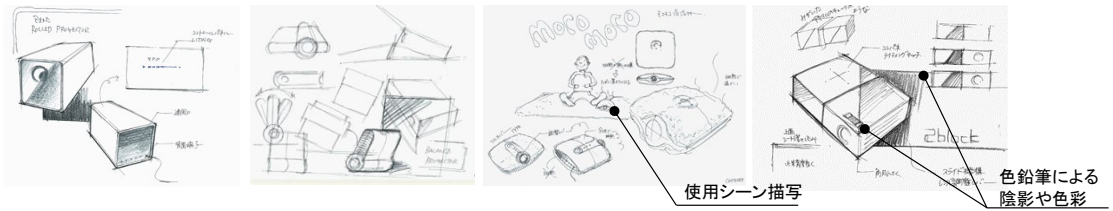
第2章 スケッチスキル構造モデルの提案



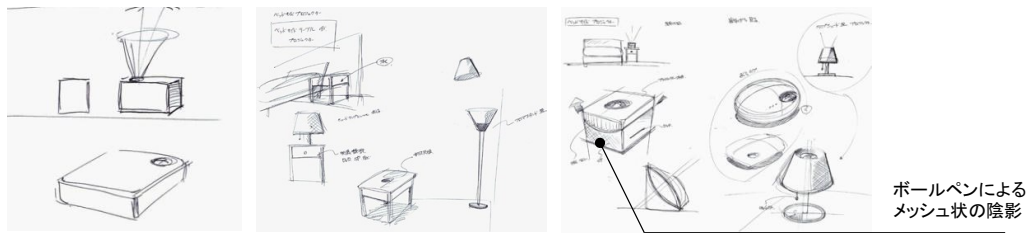
(a) デザイナー1



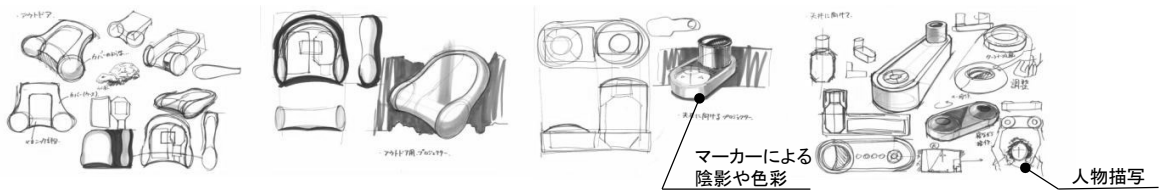
(b) デザイナー2



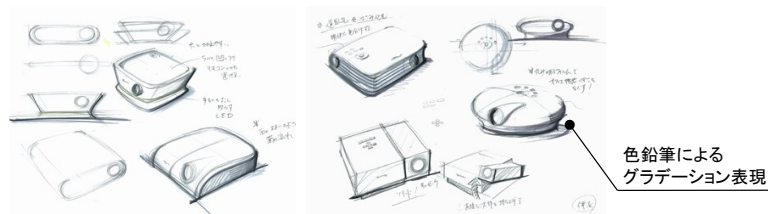
(c) デザイナー3



(d) デザイナー4



(e) デザイナー5



(f) デザイナー6

図 2-18 デザイナーによるスケッチ

2.5.2 デザイナーにおけるスケッチスキルの差異分析

デザイナーが活用するスケッチスキル間の関係の確認を目的に、デザイナーと学生のスケッチスキル評価値に対する因子分析を行った。累積寄与率が80%を超えた因子3までに関するバリマックス回転後の固有値、寄与率、および累積寄与率には表2-13、因子負荷量には表2-14の値が示された。因子負荷量から、各因子は以下のように解釈することとした。

因子1：

「立体形状表現スキル」や「透視図法表現スキル」をはじめとする表現スキル4項目の因子負荷量が大きいため、「表現」を表すと解釈できる。

因子2：

「詳細要素展開スキル」の因子負荷量が大きく、「構成要素展開スキル」において他の因子に比べ因子負荷量が大きいことから、「要素」を表すと解釈できる。

因子3：

外形形状の展開を表す「構造展開スキル」と「形状展開スキル」の因子負荷量が大きいため、「外形」を表すと解釈できる。

因子分析で得られた第3因子までの因子得点に対し、クラスター分析（ウォード法）により分類されたグループを破線で示した散布図を図2-19に示す。最大距離からクラスター化される過程の類似性に注目して、4つのクラスターに分類したクラスター分析による分析樹形図を図2-20に示す。表2-15に示した各クラスターの特徴を示す各クラスターにおける各因子得点の平均値と、表2-16に示した各クラスターにおけるデザイナーのスケッチスキル評価値から、各クラスターのデザイナーには以下のような特徴が示される。

クラスター1の特徴：

「外形」と「要素」に強く関与し、輪郭表現に特徴があるデザイナー1とデザイナー2が該当する。「イメージ表現スキル」が高く、輪郭を強調した正確な透視図法（「透視図法表現スキル」）を伴う線描写が特徴となる。「構造展開スキル」「形状展開スキル」「詳細要素展開スキル」および「構成要素展開ス

表 2-13 バリマックス回転後の固有値と寄与率

	因子1	因子2	因子3
固有値	2.859	1.992	1.588
寄与率(%)	35.74	24.90	19.85
累積寄与率(%)	35.74	60.64	80.49

表 2-14 バリマックス回転後の因子負荷量

		因子1	因子2	因子3
表現	立体形状 表現スキル	0.897	0.238	0.372
	イメージ 表現スキル	0.744	0.495	0.329
	透視図法 表現スキル	0.694	0.514	0.265
	曲面 表現スキル	0.684	0.480	0.282
要素	詳細要素 展開スキル	0.421	0.860	0.287
	構成要素 展開スキル	0.144	0.363	0.153
外形	構造 展開スキル	0.345	0.319	0.883
	形状 展開スキル	0.484	0.470	0.554

網掛け： 0.55 以上

スキル」の評価が高く、イメージを強調した表現により多くの外形形状や要素を導出する。

クラスター2の特徴：

「表現」に強く関与し、立体感を出すための面表現に特徴があるデザイナー3、デザイナー4、およびデザイナー6が該当する。「曲面形状表現スキル」と「構成要素展開スキル」が高く、正確な曲面表現に構成要素を加えていくことで、形状に加えて材質や仕様を表す要素も表現したデザイン案を導出する。

クラスター3の特徴：

「要素」と「表現」に強く関与し、マーカーを使用した高度な表現に特徴があるデザイナー5が該当する。表現スキル4項目すべてが高い一方展開スキルは低い。「立体形状表現スキル」の活用により、視点を変えて描かれた多く

のスケッチが観察される。デザイン対象の視点を変えて描くことでデザインのイメージを膨らませ、最適な形状を導出する。

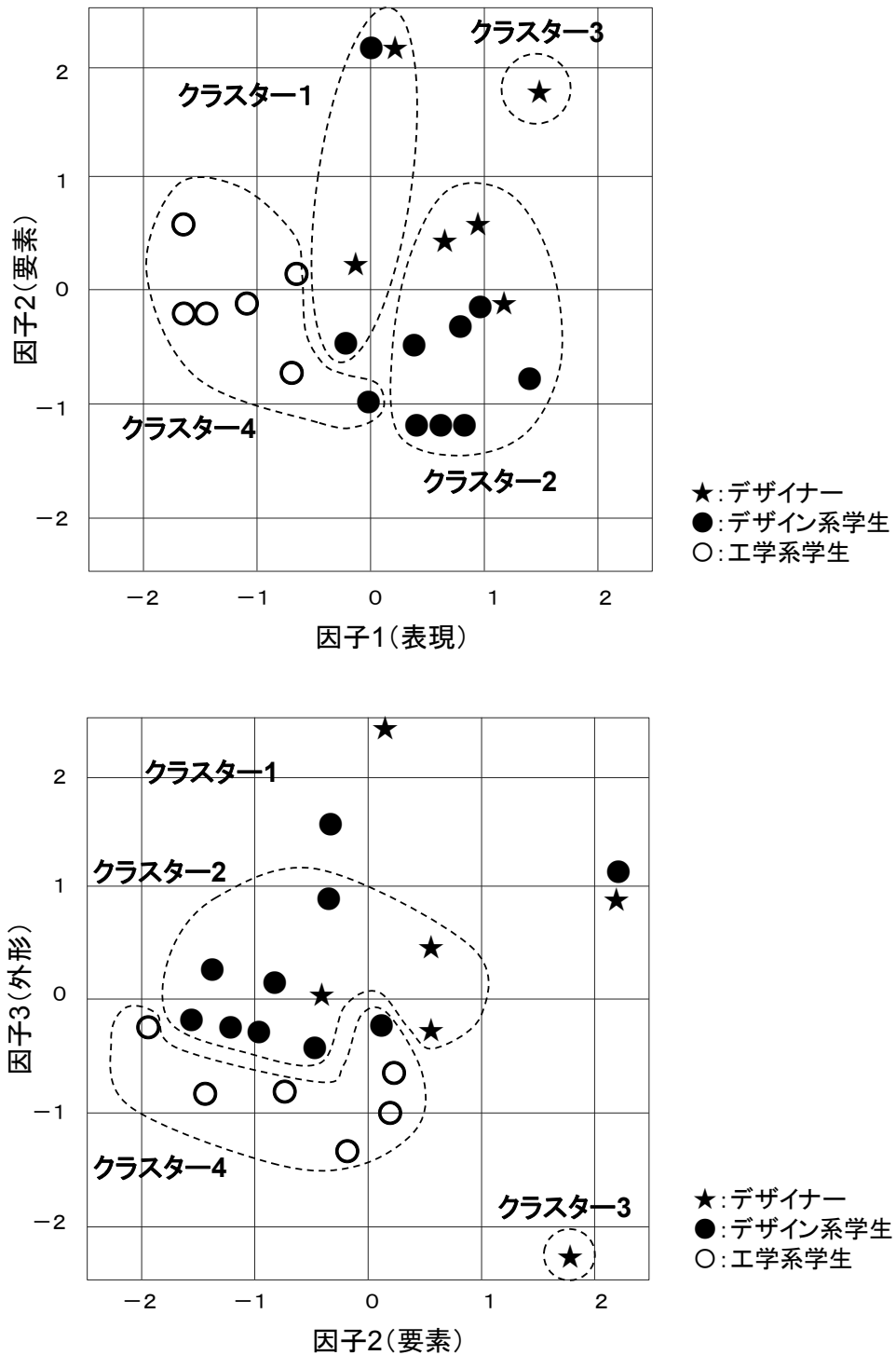


図 2-19 因子得点による散布図

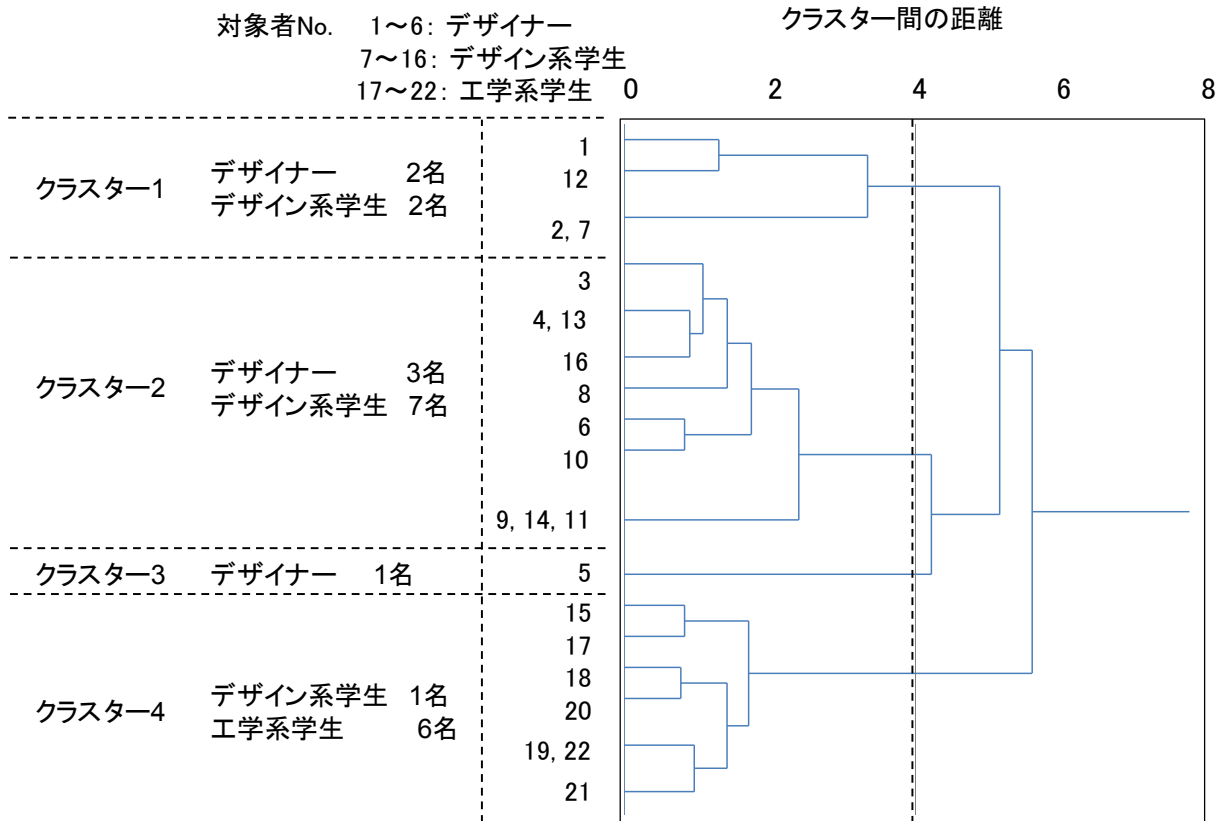


図 2-20 対象者のクラスター分析樹形図

表 2-15 各クラスターにおける各因子評価値の平均値

クラスターNo.	因子1 「表現」	因子2 「要素」	因子3 「外形」
クラスター1	-0.105	0.923	1.484
クラスター2	0.745	-0.502	0.002
クラスター3	1.491	1.778	-2.343
クラスター4	-1.217	-0.065	-0.516

表 2-16 各クラスターにおけるデザイナーのスケッチスキルの評価値

クラスターNo.	デザイナーNo.	立体形状 表現スキル	透視図法 表現スキル	イメージ 表現スキル	曲面 表現スキル	構造 展開スキル	形状 展開スキル	詳細要素 展開スキル	構成要素 展開スキル
クラスター1	デザイナー1	5	4	4	4	7	9	4	5
	デザイナー2	5	5	5	5	6	10	6	5
クラスター2	デザイナー3	5	4	4	4	4	8	4	5
	デザイナー4	5	5	4	5	4	7	3	5
	デザイナー6	5	4	4	5	5	5	4	5
クラスター3	デザイナー5	5	5	5	5	2	6	5	4

網掛け: 各スキルにおける最高評価

各デザイナーの表現スキルは総じて高く、特に基礎的な表現スキルである「立体形状表現スキル」はデザイナー全員が最高評価を得た。以上より、デザイナーは、すでに修得している基礎的な表現スキルである、「立体形状表現スキル」と「透視図法表現スキル」をベースに、「イメージ展開スキル」により多くの形状や要素を展開する、あるいは「曲面形状表現スキル」により丁寧な面表現のデザインを表現するなど、意図的にスケッチスキルを使い分けることが考えられる。

デザイナーのスケッチに示された差異の理由として、「曲面形状表現スキル」の活用による、丁寧な面表現の観察されたクラスター2のデザイナー3名は、相対的に実務経験の長いデザイナーであり、1案のデザインごとに時間を多くかけることで、質の高いデザインを検討したことが考えられる。これに対し、「イメージ展開スキル」の活用による、輪郭線描写を中心としたスケッチにより多くの形状や要素を展開が示された、クラスター1のデザイナー2名は相対的に実務経験が短く、多くのデザイン解の候補をスケッチとして描くことで、新たなデザインの展開を試みたことが考えられる。また、「立体形状表現スキル」の活用による、視点を変えて描いた多くのスケッチが示されたクラスター3のデザイナーは最も実務経験が短く、多くのスケッチを描くことで、製品の構造、形状、および仕様を含むデザイン検討を行ったことが考えられる。

以上から、デザイナーはすでに修得している基礎的な表現スキルをベースに、デザイン対象に関する知識や経験に合わせて、以下のスケッチスキルの効果を活用することで、デザインを展開することが考えられる。

(a) 「イメージ表現スキル」の活用：

フリーハンドによる外形線の濃淡や強弱で、イメージを強調することによる外形形状、構成要素、および詳細要素の導出。

(b) 「曲面形状表現スキル」の活用：

グラデーション表現を含む柔らかな面構成で、曲面や稜線を的確に描くことによる外形形状や構成要素の導出。

(c) 「立体形状表現スキル」の活用：

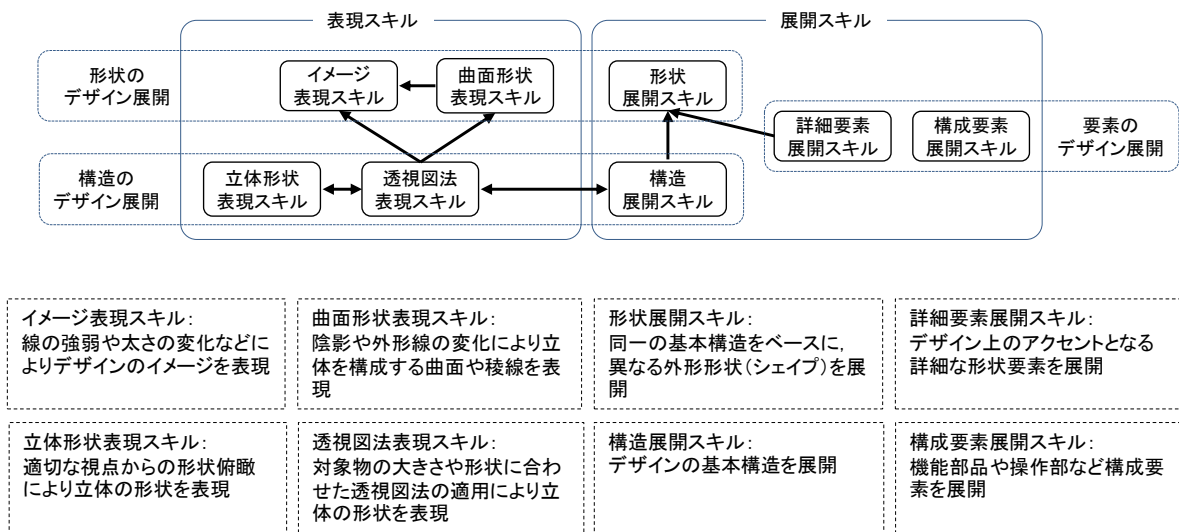
デザイン対象を異なる視点から描くことで、構造や仕様の検討も含めた形状の導出。

2.6 結言

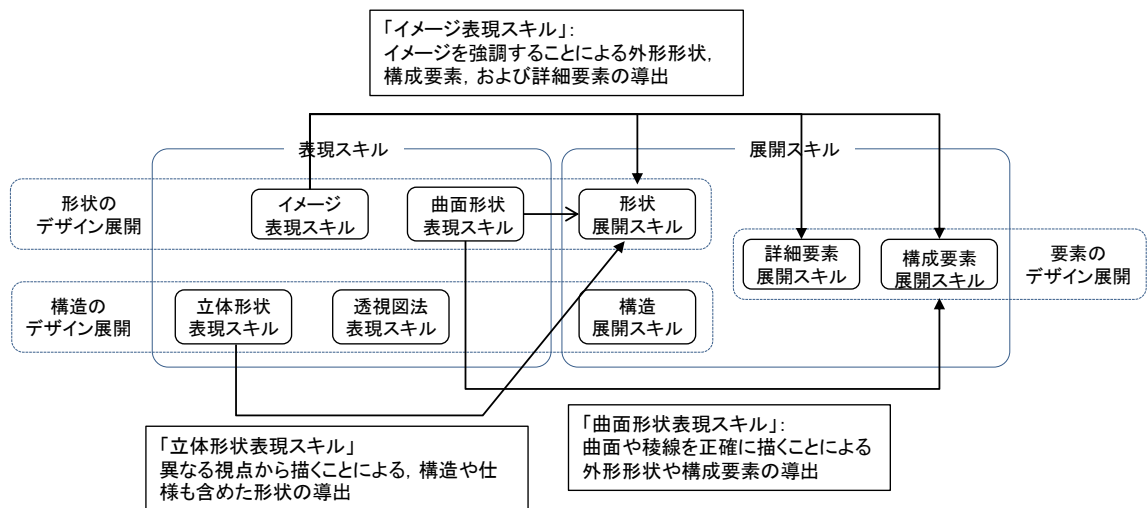
本章では、まず、スケッチスキルを抽出・階層化し、分類・構造化することでスケッチスキル構造モデルを提案し、つぎに、デザイナーのスケッチ分析に活用することで、本モデルがデザイナーのスケッチ分析においても有効であることを示した。

2.2 節と 2.3 節において、大学生を対象者としたスケッチ教育を行うことで、スケッチスキルを抽出し、評価基準を定めることで、修得レベルの異なる大学生によって描かれたスケッチを評価した。つぎに、評価結果に対する相関分析、ISM 法を用いた階層化、および数量化Ⅲ類とクラスター分析による分類により各スキル間の関係性を明らかにし、構造化することでスケッチスキル構造モデルを提案した。なお、本モデルは、形状の的確な表現に影響する表現スキル 4 項目と、デザイン解候補の展開に影響する展開スキル 4 項目からなり、修得レベルの差異から明らかになった各スケッチスキルの効果と因果関係を表す。

2.4 節と 2.5 節において、大学生のスケッチを基に提案した本モデルを、デザイナーと学生によって描かれたスケッチの分析に適用することで、両者間のスケッチスキルの差異を明らかにした。さらに、デザイナー間の差異を明らかにすることで、本モデルがデザイナーのスケッチ分析においても有効であることを示した。図 2-21 に本章において提案したスケッチスキル構造モデルと、本モデルを用いた分析で確認されたデザイナーが活用するスケッチの効果を示す。デザイナーは、すでに修得している基礎的な表現スキルをベースに、各自の知識や経験に合わせて、「イメージ表現スキル」「曲面形状表現スキル」および「立体形状表現スキル」の効果を活用することで、デザイン対象の形状に加えて要素や仕様を導出する。



(a) スケッチスキル構造モデルと各スケッチスキルの効果



(b) デザイナーによる活用が確認されたスケッチスキルの効果

図 2-21 スケッチスキル構造モデルとデザイナーにおけるスケッチスキルの活用

第3章

ラフスケッチとアイディアスケッチにおける スケッチスキル構造モデルの有効性の確認

3.1 緒言

第2章では、大学生のスケッチ教育における修得レベルの差異を基にスケッチスキル構造モデルを提案し、デザイナーの活用するスケッチスキルの効果を明らかにすることで、デザイナーにおける有効性を示した。本章では、本モデルの、デザインにおいてイメージの創出を狙いとしたラフスケッチと、形状、構造、および仕様の導出を狙いとしたアイディアスケッチの両スケッチに影響するスケッチスキル分析への適用について述べる。それにより、両スケッチにおけるスケッチスキルの効果を明らかにすることで本モデルの有効性を示す。

3.2 ラフスケッチとアイディアスケッチの差異分析

本節では、スケッチスキル構造モデルによる、同一の被験者により描かれたイメージの創出を目的としたラフスケッチと形状、仕様、および構造の導出を目的としたアイディアスケッチの差異の分析について述べる。

3.2.1 デザインプロセスにおけるラフスケッチとアイディアスケッチ

プロダクトデザインにおけるスケッチの分類方法はデザインの技法書により異なり、明確な定義はない。しかし、表現方法と描画時間から、メモ程度の簡単な表現を短時間で描くものと、形状に加えて構造や材質感などを含む表現を一定の時間をかけて描くものに大別される（阿部 1982, Essen 2007, 福田 2009, Lewin 2003, Pipes 2007）。前者は、ラフスケッチと呼ばれることが多く、このうち、名前の通りごく小さく描かれたものはサムネイル、形状の特徴が強調されたものはコンセプトスケッチやクイックスケッチとも呼ばれる。一方、後者は、アイディアスケッチと呼ばれることが多く、このうち、デザイナー自身による形状の確認以外に、プレゼ

ンテーションや関係者に対するコミュニケーションを目的に、形状の詳細や素材感が表現されたものはデザインスケッチ、プレゼンテーションドローイング、およびレンダリングとも呼ばれる（阿部 1982, Essen 2007, Lewin 2003, Pipes 2007, 塚原 2009）。すなわち、ラフスケッチはおもに概念デザインにおいて、イメージの創出を目的として短時間に描かれる特徴があり、アイデアスケッチはおもに基本デザインにおいて、形状、構造、および仕様の導出を目的として一定の時間をかけて描かれる特徴があるといえる（阿部 1982, Lewin 2003, 松岡 2006, 塚原 2009）。プロダクトデザインにおけるアイデアスケッチは、透視図法により立体の形状を平面に表現できることが必須とされる。一方、ラフスケッチは、自動車のように表現方法が確立されているデザイン対象を除けば、その表現方法について特別な定義がなく、デザインの技法書においても表現方法や修得方法に関する解説はみられない（Lewin 2003）。このように、両スケッチは、その表現方法や描画時間が異なるため、活用されるスケッチスキルも異なる可能性がある。

以上の背景から、本節では、スケッチスキル構造モデルに基づいて、ラフスケッチとアイデアスケッチのそれぞれに活用されるスケッチスキルの確認を目的とする。そのために、まず、デザイナーとデザイン系学生により描かれたラフスケッチとアイデアスケッチを、本モデルに基づいて評価することで、両スケッチの描画に活用されるスケッチスキルの差異を確認する。つぎに、判別分析を用いて、ラフスケッチとアイデアスケッチの判別に影響するスケッチスキルを確認する。

3.2.2 ラフスケッチとアイデアスケッチの比較分析手順

本項では、デザイナーとデザイン系学生を被験者とした、ラフスケッチとアイデアスケッチの比較分析について述べる。2.4 節で分析したアイデアスケッチを描いた被験者にラフスケッチを描かせることで両スケッチの分析を行った。

(1) スケッチの描画

デザイナー6名とデザインを学ぶデザイン系学生10名に、以下の条件でラフスケッチ描かせ、2.4 節で分析した以下の条件によるアイデアスケッチと比較した。

ラフスケッチ

課題：スチームアイロン。

スケッチの要件：5分間で、頭に思い浮かんだイメージを表現するラフスケッチとして、できるだけ多く描く。

	デザイナー1	デザイナー2	デザイナー3	デザイナー4	デザイナー5	デザイナー6
ラフスケッチ						
アイデアスケッチ						
	デザイン系学生1	デザイン系学生2	デザイン系学生3	デザイン系学生4	デザイン系学生5	デザイン系学生6
ラフスケッチ						
アイデアスケッチ						
	デザイン系学生7	デザイン系学生8	デザイン系学生9	デザイン系学生10		
ラフスケッチ						
アイデアスケッチ						

図 3-1 被験者全員により描かれたラフスケッチとアイデアスケッチ

アイデアスケッチ

課題：液晶プロジェクター。

スケッチの要件：60分間で、形状に加えて仕様や構造も表現するアイデアスケッチとして、できるだけ多く描く。

各被験者により描かれたスケッチを図 3-1 に示す。ラフスケッチは描かれたすべてのスケッチを示し、アイデアスケッチは描かれたうちの一部のスケッチを示している。2つの課題はともに用途・構造が把握されている製品とした。

(2) スケッチスキル構造モデルによる評価

各被験者により描かれたスケッチを、スケッチをスケッチスキル構造モデルにより、2.4節（表 2-7、表 2-8）と同様の基準により評価した。評価は、10年以上のデザイナー経験を持つデザイン分野の教員2名と電機メーカーに勤務するデザイナー1名の3名による合議により行った。

表 3-1 に、全員のラフスケッチの評価結果を示す。同表より、表現スキルにおいて、複数の被験者の「イメージ表現スキル」と「立体形状表現スキル」における評価が高い一方で、「曲面形状表現スキル」と「透視図法表現スキル」における評価はそれよりも低いことがわかる。

表 3-2 に、全員のアイデアスケッチの評価値を示す。同表より、表現スキル4項目と展開スキル4項目において、多くの被験者の評価が表 3-1 に示したラフスケッチの評価と比べて高いことがわかる。表 3-1 と表 3-2 より、ラフスケッチとアイデアスケッチの評価値は、スケッチスキルごとに異なり、両スケッチの間で活用されるスキルが異なることが考えられる。そこで、次項では、スケッチスキル構造モデルによる評価結果に対して、平均の差の検定、等分散性の検定（F検定）、およびt検定を行うことで差異を比較し、さらに、判別分析を行うことで、ラフスケッチとアイデアスケッチの判別に影響するスケッチスキルを確認することとした。

3.2.3 ラフスケッチとアイデアスケッチの判別要因

本項では、まず、前項で得られたラフスケッチとアイデアスケッチの評価データに対する、平均値、不偏分散、および標準偏差を見ることで、両スケッチの差異を示す。つぎに、判別分析を用いることで、両スケッチの判別に影響するスケッチスキルを示す。

(1) 平均値と分散における差異

全員におけるスケッチスキル8項目の評価値の平均値、不偏分散、および標準偏差を表 3-3 に、ラフスケッチとアイデアスケッチの平均値の差の検定（t検定）の結果を表 3-4 示す。表 3-3 より、アイデアスケッチにおいて、表現スキルと展開スキルの全8項目における各平均値が、ラフスケッチのそれらよりも大きいことがわかる。すなわち、アイデアスケッチはラフスケッチよりも的確に表現される（表現スキルの評価が高い）一方で、多くのデザイン案の候補が展開される（展開スキルの評価が高い）傾向があることがわかる。しかし、表 3-4 のt検定の結果より、「イメージ表現スキル」と「立体形状表現スキル」については、ラフスケッチとアイデ

表 3-1 被験者全員のラフスケッチ評価

	曲面表現 スキル	イメージ 表現スキル	透視図法 表現スキル	立体形状 表現スキル	構成要素 展開スキル	詳細要素 展開スキル	形状 展開スキル	構造 展開スキル	対象者ごとの 平均
デザイナー1	3	5	2	5	3	1	4	3	3.3
デザイナー2	3	5	4	5	2	2	3	2	3.3
デザイナー3	3	5	1	5	4	2	3	2	3.1
デザイナー4	4	4	5	5	4	3	2	2	3.6
デザイナー5	4	5	1	5	2	2	2	2	2.9
デザイナー6	4	4	3	5	3	2	2	2	3.1
デザイン系学生1	2	4	4	5	3	1	2	2	2.9
デザイン系学生2	3	5	2	5	2	2	3	3	3.1
デザイン系学生3	2	3	2	4	3	1	2	2	2.4
デザイン系学生4	3	4	3	5	2	2	2	1	2.8
デザイン系学生5	1	2	1	3	2	0	3	3	1.9
デザイン系学生6	2	3	3	4	3	1	2	2	2.5
デザイン系学生7	3	4	3	3	2	1	2	1	2.4
デザイン系学生8	2	2	3	3	2	0	1	1	1.8
デザイン系学生9	2	2	1	2	2	2	2	2	1.9
デザイン系学生10	2	2	2	3	3	1	3	3	2.4
スキルごとの平均	2.7	3.7	2.5	4.2	2.6	1.4	2.4	2.1	

網掛け：各スキル評価における最高値

表 3-2 被験者全員のアイディアスケッチ評価

	曲面表現 スキル	イメージ 表現スキル	透視図法 表現スキル	立体形状 表現スキル	構成要素 展開スキル	詳細要素 展開スキル	形状 展開スキル	構造 展開スキル	対象者ごとの 平均
デザイナー1	4	4	4	5	5	4	9	7	5.3
デザイナー2	5	5	5	5	5	6	10	6	5.9
デザイナー3	4	4	4	5	5	4	8	4	4.8
デザイナー4	5	4	5	5	5	3	7	4	4.8
デザイナー5	5	5	5	5	4	5	6	2	4.6
デザイナー6	5	4	4	5	5	4	5	5	4.6
デザイン系学生1	5	5	5	5	3	6	9	6	5.5
デザイン系学生2	4	4	4	5	4	2	6	3	4.0
デザイン系学生3	3	3	3	4	2	1	5	3	3.0
デザイン系学生4	3	4	5	5	3	3	6	5	4.3
デザイン系学生5	3	3	3	4	4	1	6	3	3.4
デザイン系学生6	4	4	4	4	3	2	6	5	4.0
デザイン系学生7	5	4	4	5	3	3	6	4	4.3
デザイン系学生8	3	3	3	4	2	1	5	3	3.0
デザイン系学生9	3	2	3	3	3	2	6	3	3.1
デザイン系学生10	3	3	4	4	4	2	5	3	3.5
スキルごとの平均	4.0	3.8	4.1	4.6	3.8	3.1	6.6	4.1	

網掛け：各スキル評価における最高値

アイデアスケッチの平均値有意な差は確認されなかった。両スキルの差は、表 3-1 と表 3-2 よりスケッチスキルの低い被験者（デザイン系学生 8 や 10 など）の多くにおいて確認されるものの、スケッチスキルの高い被験者（デザイナー 2 や 4 など）の多くにおいては確認されない。このことから、スケッチスキルの高い被験者は、ラフスケッチにおいても、外形形状の特徴の的確な表現（「イメージ表現スキル」の活用）や、外形形状を俯瞰できる適切な視点からの表現（「立体形状表現スキル」の活用）を十分に行ったことが考えられる。

また、表 3-3 に示したアイデアスケッチとラフスケッチの評価値の不偏分散と標準偏差において、ラフスケッチの表現スキルの 3 項目（「イメージ表現スキル」「透

表 3-3 ラフスケッチとアイディアスケッチの評価値の平均と標準偏差

	全員 ラフスケッチ (n:16)			全員 アイディアスケッチ (n:16)		
	平均	不偏分散	標準偏差	平均	不偏分散	標準偏差
曲面形状表現スキル	2.69	0.76	0.87	4.00	0.80	0.89
イメージ表現スキル	3.69	1.43	1.20	3.81	0.70	0.83
透視図法表現スキル	2.50	1.47	1.21	4.06	0.60	0.77
立体形状表現スキル	4.19	1.10	1.05	4.56	0.40	0.63
構成要素展開スキル	2.63	0.52	0.72	3.75	1.13	1.06
詳細要素展開スキル	1.44	0.66	0.81	3.06	2.73	1.65
形状展開スキル	2.38	0.52	0.72	6.56	2.53	1.59
構造展開スキル	2.06	0.46	0.68	4.13	1.98	1.41

網掛け：値の大きい方

表 3-4 ラフスケッチとアイディアスケッチの平均値の差の検定結果

	t検定 自由度 : 30		
	統計量t	両側P値	片側P値
曲面形状表現スキル	4.20	0.00	0.00
イメージ表現スキル	0.34	0.73	0.37
透視図法表現スキル	4.35	0.00	0.00
立体形状表現スキル	1.23	0.23	0.11
構成要素展開スキル	3.50	0.00	0.00
詳細要素展開スキル	3.53	0.00	0.00
形状展開スキル	9.60	0.00	0.00
構造展開スキル	5.28	0.00	0.00

**有意水準 1%

「透視図法表現スキル」および「立体形状表現スキル」が、アイディアスケッチのそれらと比較して大きいことがわかる。表 3-1 と表 3-2 よりこれらのスキルに関する被験者ごとの評価を確認する。まず、「イメージ表現スキル」と「立体形状表現スキル」については、アイディアスケッチにおいて高い評価を得た被験者が、ラフスケッチにおいても高い評価を得る傾向があり、ラフスケッチにおいて評価の下がった被験者との間で分散が大きくなったことが考えられる。そのため、本研究における被験者を、スケッチスキルに差があるデザイン系学生からデザイナーまでとしたことが大きく影響したと考えられる。一方、「透視図法表現スキル」については、表 3-1 と表 3-2 よりデザイナー3 や 5 などスケッチスキルの高い被験者が、アイディアスケッチにおいて高い評価を得る一方で、ラフスケッチにおいて低い評価を得た。このことから、ラフスケッチにおける「透視図法表現スキル」の活用は、被験者によって異なることが考えられる。

表 3-5 ラフスケッチとアイディアスケッチの判別係数

変数	判別係数	標準化判別係数	F 値	P 値
透視図法表現スキル	0.422	0.428	3.504	0.072
曲面形状表現スキル	1.242	1.098	11.107	0.003
イメージ表現スキル	-0.858	-0.885	9.501	0.005
形状展開スキル	1.009	1.245	57.791	0.000
詳細要素展開スキル	-0.746	-0.972	7.383	0.012
定数	-5.147			

以上より、ラフスケッチとアイディアスケッチにおけるスケッチスキルの活用は、単に被験者のスケッチスキルの高さだけでなく、スケッチスキルの高い被験者が有する何らかの意図によって異なると考えられる。

(2)ラフスケッチとアイディアスケッチの判別に影響するスキル

ラフスケッチとアイディアスケッチに影響するスケッチスキルを確認するために、表 3-1 と表 3-2 に示したデータに対して判別分析（増減法, P_{in} : 0.2, P_{out} : 0.2）を行い、両スケッチを判別するうえでのスケッチスキルの影響度を算出した。具体的には、量的データである 8 項目のスケッチスキルの評価値を説明変数とし、質的データであるスケッチの種類を目的変数として、判別分析を行い表 3-5 に示す結果を得た（松岡 2006）。「透視図法表現スキル」を x_1 、「曲面形状表現スキル」を x_2 、「イメージ表現スキル」を x_3 、「形状展開スキル」を x_4 、「詳細要素展開スキル」を x_5 として、 p 値 0.0001 未満で次式に示す線形判別関数式を得た。

$$Z=0.422x_1+1.242x_2-0.858x_3+1.009x_4-0.746x_5-5.147 \quad (3-1)$$

ここで、 Z は、0 より小さいとラフスケッチと判別され、0 より大きいとアイディアスケッチと判別されることを意味する。3-1 式より、ラフスケッチとアイディアスケッチの判別には、「曲面形状表現スキル」が強く影響し、ついで「形状展開スキル」「イメージ表現スキル」「詳細要素展開スキル」および「透視図法表現スキル」が影響することがわかる。さらに、「イメージ表現スキル」や「詳細要素展開スキル」が高いほどラフスケッチと判別され、一方、「曲面形状表現スキル」「形状展開スキル」および「透視図法表現スキル」が高いほどアイディアスケッチと判別されることがわかる。

3.3 ラフスケッチとアイディアスケッチにおけるスケッチスキルの考察

本節では、前節における各分析により示された、ラフスケッチとアイディアスケッチに影響を与えるスケッチスキルに注目して、描かれたスケッチを分析する。それにより、両スケッチにおける各スケッチスキルの具体的な効果を示す。

3.3.1 デザイナーとスケッチスキルの高い大学生におけるラフスケッチ

前節における判別分析の結果、ラフスケッチにおいては「イメージ表現スキル」と「詳細要素展開スキル」が重要であり、アイディアスケッチにおいては「曲面形状表現スキル」「形状展開スキル」および「透視図法表現スキル」が重要であることが示された。そこで、本項では、ラフスケッチにおいて重要となる「イメージ表現スキル」と「詳細要素展開スキル」、アイディアスケッチにおいて重要となる「曲面形状表現スキル」「形状展開スキル」および「透視図法表現スキル」について、それぞれ高い評価を得た被験者と低い評価を得た評価者に注目した。つぎに、それらの被験者によるスケッチを比較することで、両スケッチにおいて重要なスケッチスキルが、両スケッチにどのように影響するのかを確認することとした。

表 3-1 と表 3-2 よりラフスケッチに影響を与える 2 つのスケッチスキルとアイディアスケッチに影響を与える 3 つのスケッチスキルの、各合計値が高い被験者を確認した。まず、ラフスケッチにおける「イメージ表現スキル」と「詳細要素展開スキル」については、デザイナー全員（6 名）とデザイン系学生 2 と 4 の合計 8 名が平均値を超える評価を得ている。一方、アイディアスケッチにおける「曲面形状表現スキル」「形状展開スキル」および「透視図法表現スキル」においては、デザイナー 1～5 とデザイン系学生 1 と 7 の合計 7 名に平均を超える合計値が示された。ここで、ラフスケッチにおいて合計値が平均を超えたものの、アイディアスケッチにおいて平均値を超えなかった被験者は、アイディアスケッチの上位 10 名に一致し、アイディアスケッチにおいて合計値が平均値を超えたものの、ラフスケッチにおいて合計値が平均を超えなかった被験者は、ラフスケッチの上位 10 名に一致することが確認できた。そこで、どちらかのスケッチにおいて、合計値が平均値を超えた上位 10 名であるデザイナー 6 名とデザイン系学生 4 名に着目することとした。なお、これらの被験者は、表 3-1 と表 3-2 よりすべてのスケッチスキルの平均値においても高い値が示されていることから、スケッチスキルの平均値の高い被験者であるともいえる。これらの被験者における、スケッチスキル 8 項目の評価値の平均値、不偏分散、および標準偏差を、ラフスケッチとアイディアスケッチに分けて表 3-6 に示すとともに、それ以外の被験者（合計値の低い被験者）の同様の値を表 3-7 に示す。

表 3-6 と表 3-7 より、殆どのスケッチスキルにおいて、アイディアスケッチの平均値がラフスケッチの平均値よりも高いものの、表 3-6 に示した被験者における「イメージ表現スキル」だけは、ラフスケッチの平均値のほうが高いことがわかる。このことは、前項で確認された、スケッチスキルの高い被験者が、ラフスケッチにおいてもアイディアスケッチと同等に高い「イメージ表現スキル」の評価を得たことと一致する。また、合計値の高い被験者における「透視図法表現スキル」について、ラフスケッチにおける不偏分散と標準偏差が他のスキルに比べて高く、このことは、前項で確認された、ラフスケッチにおける「透視図法表現スキル」の活用は被験者によって異なることと一致する。

以上の結果から、次項では、「イメージ表現スキル」と「透視図法表現スキル」の活用に注目することで、各スケッチスキルにおける、ラフスケッチとアイディアスケッチへの影響を確認することとした。

表 3-6 合計値の高い被験者におけるラフスケッチとアイディアスケッチの評価値の平均と標準偏差

	合計値の高い対象者 ラフスケッチ (n:10)			合計値の高い対象者 アイディアスケッチ (n:10)		
	平均	不偏分散	標準偏差	平均	不偏分散	標準偏差
曲面形状表現スキル	3.20	0.40	0.63	4.50	0.50	0.71
イメージ表現スキル	4.50	0.28	0.53	4.30	0.23	0.48
透視図法表現スキル	2.80	1.73	1.32	4.50	0.28	0.53
立体形状表現スキル	4.80	0.40	0.63	5.00	0.00	0.00
構成要素展開スキル	2.70	0.68	0.82	4.20	0.84	0.92
詳細要素展開スキル	1.80	0.40	0.63	4.00	1.78	1.33
形状展開スキル	2.50	0.50	0.71	7.20	2.84	1.69
構造展開スキル	2.00	0.44	0.67	4.60	2.27	1.51

網掛け：値の大きい方

表 3-7 合計値の低い被験者におけるラフスケッチとアイディアスケッチの評価値の平均と標準偏差

	合計値の低い対象者 ラフスケッチ (n:6)			合計値の低い対象者 アイディアスケッチ (n:6)		
	平均	不偏分散	標準偏差	平均	不偏分散	標準偏差
曲面形状表現スキル	1.83	0.17	0.41	3.17	0.17	0.41
イメージ表現スキル	2.33	0.27	0.52	3.00	0.40	0.63
透視図法表現スキル	2.00	0.80	0.89	3.33	0.27	0.52
立体形状表現スキル	3.17	0.57	0.75	3.83	0.17	0.41
構成要素展開スキル	2.50	0.30	0.55	3.00	0.80	0.89
詳細要素展開スキル	0.83	0.57	0.75	1.50	0.30	0.55
形状展開スキル	2.17	0.57	0.75	5.50	0.30	0.55
構造展開スキル	2.17	0.57	0.75	3.33	0.67	0.82

網掛け：値の大きい方

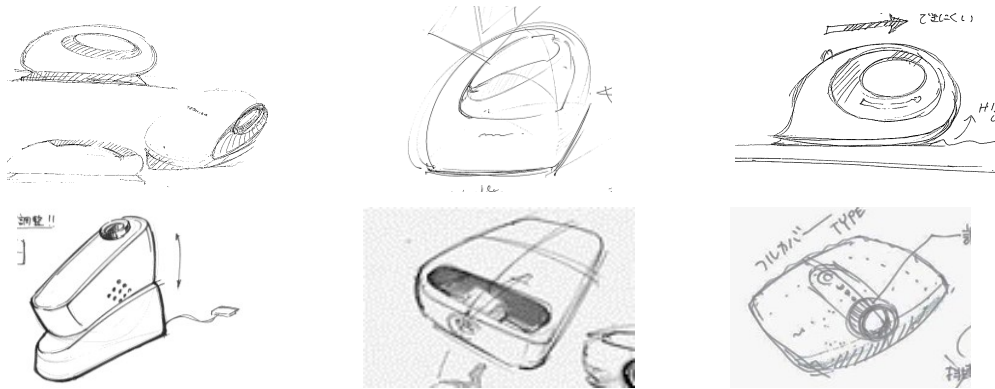
3.3.2 ラフスケッチにおけるイメージ表現スキルと平面表現

前項において、スケッチスキルの高い被験者であるデザイナー6名とデザイン系学生4名の「イメージ表現スキル」のラフスケッチにおける平均値がアイディアスケッチの平均値よりも高くなった。そこで、本項では「イメージ表現スキル」に注目することで、被験者により描かれたスケッチを分析する。

(1)ラフスケッチにおけるイメージ表現スキル

表 3-1 に示した被験者のなかで、ラフスケッチにおける「イメージ表現スキル」において最高評価（評価：5）を得たデザイナー1～3, 5, およびデザイン系学生 2 のラフスケッチとアイディアスケッチの例を図 3-2 に示す。つぎに、表 3-7 に示した被験者のなかで、ラフスケッチにおける「イメージ表現スキル」において低い評価（評価：2）を得たデザイン系学生 5, 8～10 のラフスケッチとアイディアスケッチの例を図 3-3 に示す。図 3-2 上段に示した 5 つのラフスケッチと図 3-3 上段に示した 4 つのラフスケッチを比べる。前者は、図 3-2 (a)と(b)に示したように「イメージ表現スキル」により、線の太さや濃淡などの違いにより外形形状の特徴を表現しているのに対し、後者は、均一な太さの線により外形形状を表現している。また、図 3-2 (a)と(b)に示されているように、前者は「立体形状表現スキル」による、外形形状を俯瞰できる適切な視点からの表現により“持ち手部分”の形状が検討され、的確に表現されているのに対し、後者は、視点が的確でないため“持ち手部分”の角度や本体とのクリアランスなどが理解されにくいスケッチとなっている。さらに、前者は、図 3-2(c)に示したように、「詳細要素展開スキル」により“かけ面”の先端部のような、アイロンにおいて形状全体や商品性に影響を与える詳細な要素の展開が確認されるのに対し、後者は、基本形状以外は表現されず、それらの要素の展開は少ない。しかし、これらのラフスケッチの「曲面形状表現スキル」や「透視図法表現スキル」の評価は、図 3-3 だけでなく図 3-2 においても低い。例えば、図 3-2 (b)に示したデザイナー2 のラフスケッチには、曲面を表現する陰影は確認されない。また、図 3-2(c)に示したデザイナー3 のラフスケッチには透視図法の活用は確認されず、平面表現によるスケッチとして描かれている。

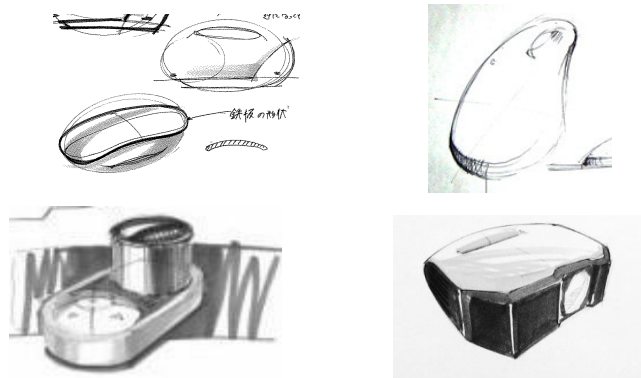
これに対し、図 3-2 下段に示した 5 つのアイディアスケッチには、「透視図法表現スキル」により、正確な透視図法で表現された形状や構造が確認される。つぎに、「曲面形状表現スキル」により、立体を構成する曲面や稜線が的確に表現されることが確認される。また、これらの被験者には、表 3-2 に示されるように「形状展開スキル」による、同一構造からの多くの形状展開が確認され、その結果「構成



(a) デザイナー1

(b) デザイナー2

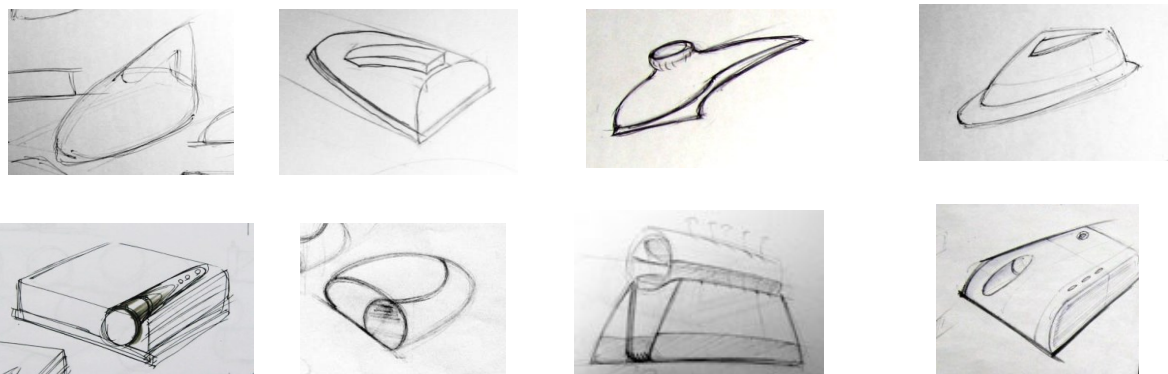
(c) デザイナー3



(d) デザイナー5

(e) デザイン系学生 2

図 3-2 ラフスケッチにおけるイメージ表現スキルにおいて高い評価を得た被験者によるスケッチ例(上段:ラフスケッチ, 下段:アイデアスケッチ)



(a) デザイン系学生 5

(b) デザイン系学生 8

(c) デザイン系学生 9

(d) デザイン系学生 10

図 3-3 ラフスケッチにおけるイメージ表現スキルにおいて低い評価を得た被験者によるスケッチ例(上段:ラフスケッチ, 下段:アイデアスケッチ)

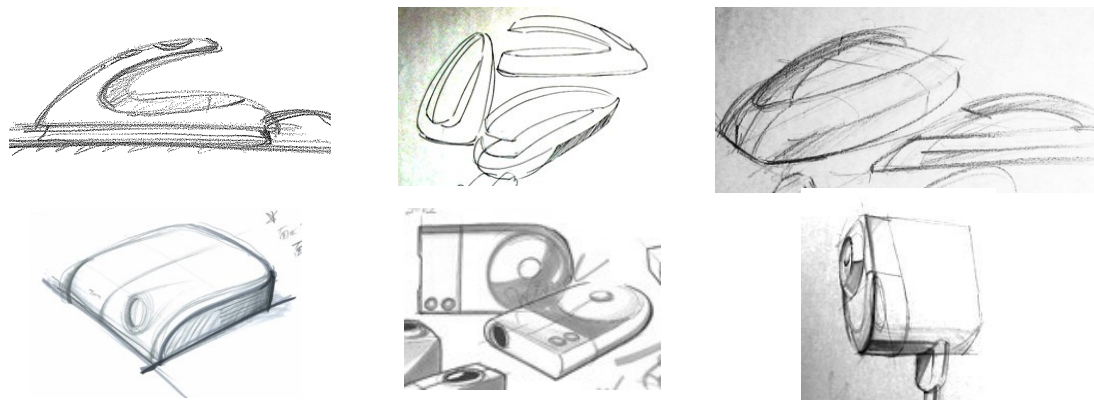
要素展開スキル」により“レンズ”や“操作部”などの構成要素を展開し、「詳細要素展開スキル」により詳細な形状や要素を展開することが確認される。なお、図 3-3 下段に示した 4 つのアイディアスケッチには、透視図法や曲面表現の正確さは低いものの、図 3-2 下段に示したアイディアスケッチと同様に、外形形状の詳細な表現や構成要素が展開されている。以上より、図 3-2 のラフスケッチを描いたスケッチスキルの平均値の高い被験者は、外形形状の特徴を強調して表現する「イメージ表現スキル」「立体形状表現スキル」および「詳細要素展開スキル」を活用することが考えられる。つぎに、同被験者は、アイディアスケッチにおいて、外形形状を正確に表現する「透視図法表現スキル」と「曲面形状表現スキル」を活用し、「構成要素展開スキル」「詳細要素展開スキル」および「形状展開スキル」の活用により多くの要素や形状を展開することが考えられる。一方、図 3-3 にスケッチを示したスケッチスキルの平均値の低い被験者は、アイディアスケッチにおいて、スケッチスキルの平均値の高い被験者と同様のスキルを活用するものの、ラフスケッチにおいて、「イメージ表現スキル」を殆ど活用せず、アイディアスケッチと同様のスキルを活用していることが考えられる。

以上から、スケッチスキルの平均値の高い被験者は、ラフスケッチとアイディアスケッチにおいて、異なるスケッチスキルを活用することが考えられる。

(2)ラフスケッチにおける透視図法表現スキル

スケッチスキルの平均値の高い、図 3-2 の (a), (c), および(d)に示したデザイナー1, 3, および 5 のラフスケッチに、平面表現によるラフスケッチが確認され、「透視図法表現スキル」が活用されていないことが示された。そこで、スケッチスキルの平均値が高い被験者における、「透視図法表現スキル」と平面表現によるスケッチについて考察することとした。

表 3-6 に示した被験者のなかで、平面表現によるラフスケッチが確認された、デザイナー6 とデザイン系学生 1 と 4 のラフスケッチとアイディアスケッチの例を図 3-4 に示す。図 3-2 の (a), (c), および(d)に示したデザイナー1, 3, および 5 のラフスケッチと、図 3-4 上段に示した 3 つの平面表現によるラフスケッチは、「透視図法表現スキル」が活用されていないにもかかわらず、容易に立体形状を想像することができる。その理由として、「イメージ表現スキル」による、外形形状の特徴の効果的な表現が挙げられる。例えば、図 3-4 の (a)に示したデザイナー6 のラフスケッチは、アイロンならではの丸みをおびた立体感や“持ち手部分”の詳細な形状が、輪郭線の濃淡や陰影により表現されている。また、平面表現と透視図法表現を併用して描



(a) デザイナー6 (b) デザイン系学生 1 (c) デザイン系学生 4

図 3-4 デザイナーとスケッチスキルの高いデザイン系学生に観察された側面視によるラフスケッチの例
(上段：ラフスケッチ，下段：アイデアスケッチ)

かれたラフスケッチも確認された。例えば，図 3-2 の(a)に示したデザイナー1，図 3-4 の(b)に示したデザイン系学生 1，および図 3-4 の(c)に示したデザイン系学生 4 は，同じデザイン案に対して，透視図法によるものと平面表現によるものの両方を描くことにより，デザイン対象の側面形状の確認を行っている。このことから，これらの被験者はデザイン対象の形状を把握したうえで，形状に応じて「透視図法表現スキル」のかわりに短時間で描画可能な平面表現を活用し，効率的にデザインを創出していると考えられる。なお，平面表現を活用する際には，「イメージ表現スキル」を用いて線の太さや濃淡などの違いにより立体感を表現することで，外形形状をわかりやすく表現している。これに対して，図 3-4 下段に示した3つのアイデアスケッチには，図 3-2 に示した各被験者のアイデアスケッチと同様に「透視図法表現スキル」による正確な透視図法と，「曲面形状表現スキル」による曲面と稜線表現により外形形状が正確に表現されている。

以上から，スケッチスキルの平均値の高い被験者は，ラフスケッチを描くために，形状の特徴を短時間で表現するのに適したスケッチスキルを活用し，アイデアスケッチを描くために，形状を正確に表現するために必要とされるスケッチスキルを活用することが考えられる。

3.3.3 ラフスケッチとアイデアスケッチにおけるスケッチスキル

本節では，前節における各分析により示された，ラフスケッチとアイデアスケッチに影響を与えるスケッチスキルに注目して，描かれたスケッチを分析すること

で以下の内容を確認した。

まず、ラフスケッチに強い影響を与えるスケッチスキルとして以下の効果が確認された。

「イメージ表現スキル」:

外形形状の特徴を強調して表現することでイメージを創出する。

透視図法表現に替わりに、平面表現において輪郭線の強弱により短時間で立体感を表現する。

「詳細要素展開スキル」:

全体のデザインイメージに影響する形状の詳細な特徴や要素を展開する。

「立体形状表現スキル」:

全体形状を俯瞰した適切な視点からの表現によりイメージを創出する。

また、ラフスケッチにおいて上記以外のスケッチスキルには以下の効果が確認された。

「曲面形状表現スキル」:

輪郭線や中心線の描写などにより、陰影表現に替えて曲面のイメージを表現する。

「透視図法表現スキル」:

透視図法の視点を変えることでデザイン対象の特徴を強調する。

「構成要素展開スキル」:

全体の形状イメージに影響を与える構成要素を展開する。

「形状展開スキル」:

連想的に展開されるイメージを展開する。

「構造展開スキル」:

単純形態のバリエーションとしての構造を展開する。

つぎに、アイディアスケッチに強い影響を与えるスケッチスキルとして、以下が確認された。

「透視図法表現スキル」と「曲面形状表現スキル」:

デザイン対象を正確・的確に表現することで構造、形状、仕様を導出する。

「形状展開スキル」:

同一の構造から多くの形状を展開することで形状に加えて、構成要素や詳細要素を展開する。

「構成要素展開スキル」と「詳細要素展開スキル」:

デザイン対象を構成する要素の展開により形状の詳細や仕様を展開する。

また、アイディアスケッチにおいて、上記以外のスケッチスキルには以下の効果が確認された。

「イメージ表現スキル」:

質感や陰影の強調によりデザイン対象の材質感や高級感などを表現する。

「立体形状表現スキル」:

デザイン対象を異なる視点から描くことにより構造や形状を導出する。

「構造展開スキル」:

デザインの対象の内部構造検討も含めた基本構造を展開する。

3.4 結言

本章では、スケッチスキル構造モデルを、イメージの創出を目的としたラフスケッチと形状、仕様、および構造の導出を目的としたアイディアスケッチの分析に適用することで、両スケッチに影響するスケッチスキルの効果を明らかにした。そのために、まず、同一の被験者により描かれた、ラフスケッチとアイディアスケッチの平均値と分散における差異を分析するとともに、両スケッチの判別に影響するスケッチスキルを判別分析により求めた。つぎに、その結果を基に、スケッチスキルの高い被験者と低い被験者のラフスケッチとアイディアスケッチを比較することで、

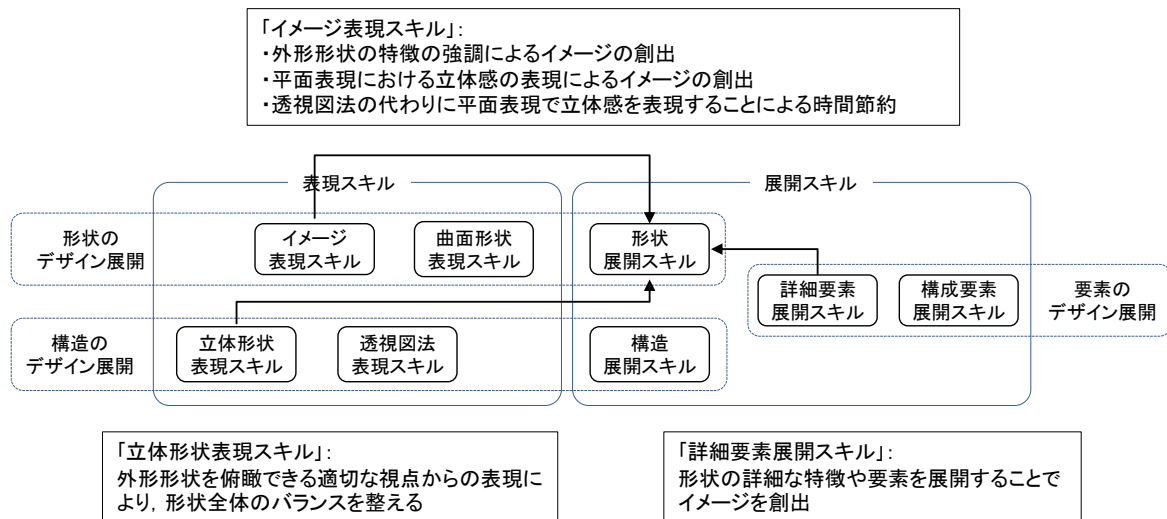


図 3-5 ラフスケッチに強く影響するスケッチスキル

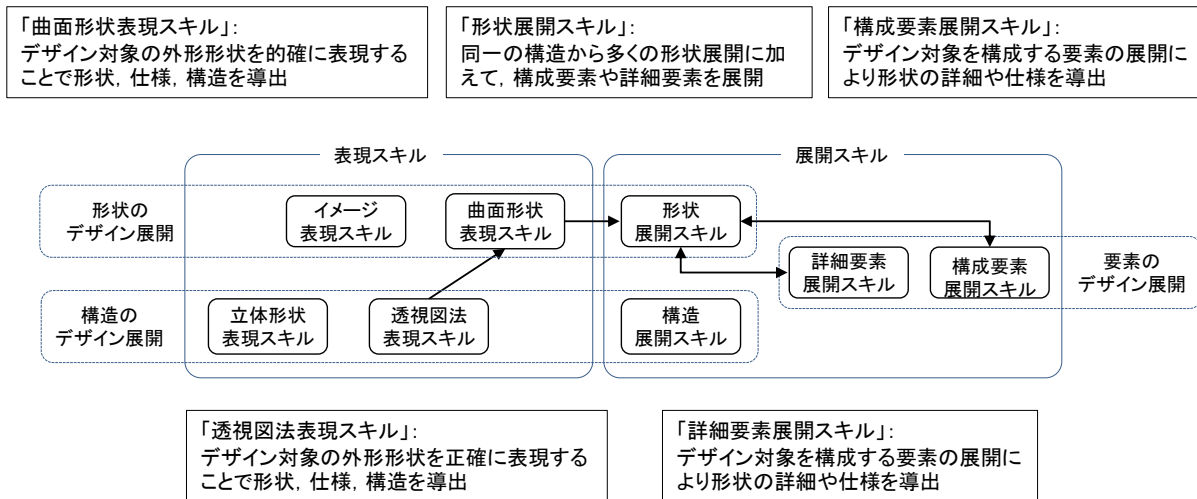


図 3-6 アイデアスケッチに強く影響するスケッチスキル

両スケッチに影響を与えるスケッチスキルを抽出した。その結果、ラフスケッチには輪郭線の強弱を含む「イメージ表現スキル」を中心に、形状の特徴表現に関わるスケッチスキルが強い影響を与え、アイデアスケッチには「透視図法表現スキル」を中心に、形状の正確な表現に関わるスケッチスキルが強く影響することが確認できた。両スケッチに強い影響を与えることが確認されたスケッチスキルを図 3-5 と図 3-6 にそれぞれ示す。

以上より、スケッチスキル構造モデルにより、デザインにおいてイメージの創出を狙いとしたラフスケッチと、形状、構造、および仕様の導出を狙いとしたアイデアスケッチの両スケッチに影響するスケッチスキルを明らかにし、合わせて本モデルの有効性を示した。

第4章

キーワード抽出におけるスケッチスキル構造モデルの有効性の確認

4.1 緒言

本章では、スケッチスキル構造モデルを用いた、デザインにおいてスケッチとともに多用される、キーワード抽出に影響するスケッチスキルの分析について述べる。それにより、キーワード抽出に影響するスケッチスキルを明らかにし、キーワード抽出においても本モデルが有効であることを示し、スケッチスキル構造モデルを構築する。

デザインにおいて、スケッチとともにキーワード抽出が多用される。デザインにおけるキーワードの効果については、過去の研究において、デザイナーの頭になかにある概念を、形をコントロールする言葉であるデザインコンセプト用語へ置き換える役割が報告されている（森 1995, 渡辺 1989）。また、デザイン科学分野において、キーワードとして表現されるデザイン要素やデザイン知識の集合である空間を用いて、それらの関係性を記述することでデザインの思考過程を明らかにした、デザイン思考モデルが報告されている（松岡 2008a, 松岡 2008b, 松岡 2008c, Matsuoka 2010a, Matsuoka 2010b, Matsuoka 2012）。以上のように、デザインにおけるキーワードについては多くの効果のあることが報告されている。このため、スケッチスキル構造モデルを構築するためには、本モデルが、キーワード抽出においても有効であることを示す必要がある。

そのために、まず、デザインにおけるキーワード活用の実態を調査する。つぎに、大学生を対象として、スケッチ描画とキーワード抽出の手順を入れ替えたデザインワークの結果を、スケッチスキル構造モデルを用いて分析することで、キーワード抽出とスケッチ描画の相互の影響を明らかにする。さらに、抽出されたキーワードを、複数の空間にデザイン行為とそれに用いるデザイン知識を記述することが可能な、多空間デザインモデルの空間に基づいて分類する。それにより分類されたキー

ワードと、スケッチスキル構造モデルを用いた分析結果を総合的に考察することで、キーワード抽出におけるスケッチスキルの効果を示す。

4.2 キーワード抽出の実態調査

本節では、デザイナーと学生が同一のテーマで描いたスケッチに記入されたキーワードに対する分析について述べる。

4.2.1 調査の手順

デザインにおけるキーワード活用の実態調査を目的に、2.4 節で分析した以下の条件で描かれたスケッチにおけるキーワードの抽出を調査した。なお、スケッチの描画に際して、キーワードに関する指示は行っていない。

課題：

液晶プロジェクター。

被験者：

電機メーカーに勤務するデザイナー6名とデザイン系学生（学部4年生と大学院生）10名。

スケッチの要件：

60分間で、外形形状だけでなく、操作部や構成要素も含むアイデアスケッチをできるだけ多く描く。

4.2.2 調査の結果

スケッチスキルについては、前章の評価結果を使用し、キーワードの抽出については、記入されたキーワード数を数えることで評価した。

デザイナー6名全員とデザイン系学生10名のうち6名にキーワード抽出が観察された。表4-1に全員により抽出されたキーワードの数（以下キーワード数と称する）とスケッチスキルの評価値を示す。デザイナーには、一人当たり3から22個（平均9.83個）、キーワードを抽出したデザイン系学生には1から8個（平均4個）のキーワード数が示された。多くのデザイナーの表現スキルと展開スキルに、キーワードを抽出したデザイン系学生よりも高い評価が示された。さらに、キーワードを抽出したデザイン系学生の多くに、キーワードを抽出しなかったデザイン系学生より

表 4-1 被験者のスケッチスキルの評価とキーワード数

		表現スキル				展開スキル				キーワード数
		立体形状 表現スキル	透視図法 表現スキル	曲面 表現スキル	イメージ 表現スキル	構造 展開スキル	形状 展開スキル	詳細要素 展開スキル	構成要素 展開スキル	
デザイナー (キーワード有)	デザイナー1	5	4	4	4	7	9	4	5	3
	デザイナー2	5	5	5	5	6	10	6	5	22
	デザイナー3	5	4	4	4	4	8	4	5	5
	デザイナー4	5	5	5	4	4	7	3	5	9
	デザイナー5	5	5	5	5	2	6	5	4	10
	デザイナー6	5	4	5	4	5	5	4	5	10
デザイン系学生 (キーワード有)	学生1	5	5	5	5	6	9	6	3	8
	学生2	5	4	4	4	3	6	2	4	3
	学生4	5	5	3	4	5	6	3	3	6
	学生6	4	4	4	4	5	6	2	3	5
	学生7	5	4	5	4	4	6	3	3	1
	学生8	4	3	3	3	3	5	1	2	1
デザイン系学生 (キーワード無)	学生3	4	3	3	3	3	5	1	2	0
	学生5	4	3	3	3	3	6	1	4	0
	学生9	3	3	3	2	3	6	2	3	0
	学生10	4	4	3	3	3	5	2	4	0

網掛け：各評価項目における最高値

も高い評価が示された。

キーワードを抽出した理由と抽出方法についてデザイナーにインタビューした。その結果、「言葉として思い浮かんだイメージを忘れないように記入した」(キーワードをスケッチ描画より先に抽出)や「描いたスケッチのイメージの補足を目的に、経験的にキーワードを記入するようになった」(キーワードをスケッチ描画の後に抽出)などの回答が得られた。ここで、スケッチの技法書(Essen 2007, Ott 2005, Pipes 2007)にキーワードについての記述はないため、キーワード抽出は、デザインの経験を通して修得されたことが考えられる。デザイナーのスケッチに抽出された合計59個のキーワードの内訳を確認した。「やさしい」や「包まれたような」などのようにイメージに関わるものが18個(30.5%)、「角度調整」や「天井に向けて使える」などのように機能性に関わるものが30個(50.8%)、その他に「ガラス天板」や「サイドテーブル」などのように材質やデザイン対象の周辺物に関わるものなどが11個(18.6%)であった。

以上から、デザイナーは、スケッチ描画と合わせて、デザイン対象のイメージや機能性に関わるキーワードを多く抽出することが確認できた。なお、キーワード抽出とスケッチ描画の手順において、キーワードを先に抽出する場合と、スケッチを先に描画する場合が確認された。そこで、次節では両者の順番を入れ替えたデザインワークの結果を比較することで、スケッチスキルとキーワード抽出が相互におよぼす影響を確認することとした。

4.3 キーワード抽出とスケッチスキル相互間の影響分析

本節では、キーワードを抽出しながらスケッチによるデザインを行った経験はない大学生を被験者とした、キーワード抽出とスケッチ描画の順番を入れ替えたデザインワークについて述べる。デザインワークにより抽出されたキーワードと描かれたスケッチの関係を分析することで、両者が相互に与える影響を示す。

4.3.1 キーワード抽出とスケッチ描画を交互に行うデザインワーク手順

本項では、大学生を対象者とした、スケッチ描画とキーワード抽出の順番を入れ替えたデザインワークの手順について述べる。

課題：

ステーブル，テーブルタップ，およびデスクライト。

被験者：

それぞれ10名の大学生からなるA，B，およびCの3グループ。

手順：

- ①キーワード抽出後にスケッチ描画（以下K→Sと称する）。
- ②スケッチ描画後にキーワードを抽出（以下S→Kと称する）。
- ③スケッチ描画とキーワード抽出を並行して行う（以下K⇔Sと称する）。

スケッチの要件：

外形形状だけでなく、操作部や構成要素も含むアイディアスケッチをできるだけ多く描画する。

各グループは、それぞれ、デザイン系学生6名と工学系学生4名の10名とし、事前の調査により各グループのスケッチスキルの平均値がほぼ同等となるようにした。各課題と各グループにおける、スケッチ描画とキーワード抽出の手順（以下手順と称する）と作業条件を表4-2に示す。K→Sでは、課題に対して時間内にキーワードを思いつく限り附箋やノートに抽出した後、抽出したキーワードを見ながらスケッチを描画させ、対応するキーワードをスケッチの近くに貼りつけ、もしくは記入させた。S→Kでは、課題に対して時間内にスケッチを思いつく限り描画した後、スケッチ描画時点で思いついたキーワードを記入させた。K⇔Sでは、時間内にスケ

表 4-2 スケッチ描画とキーワード抽出の作業条件

手順	作業	時間	課題1 ステーブル	課題2 テーブルタップ	課題3 デスクライト
K→S	キーワードの発想・記述	15(min)	Aグループ	Bグループ	Cグループ
	キーワードに基づくスケッチ制作	75(min)			
S→K	スケッチの製作	75(min)	Cグループ	Aグループ	Bグループ
	思い出しながらのキーワード記述	15(min)			
K⇔S	スケッチ制作, キーワード記述の 交互(同時)進行	90(min)	Bグループ	Cグループ	Aグループ

ッチ描画とキーワード抽出を並行，あるいは交互に実施させた．3つの課題は，被験者が構造や用途などを把握している製品とした．

以上のデザインワークにより描かれたスケッチのスケッチスキルを前章と同様の評価基準と評価者により評価し，キーワードは記入されたキーワード数を抽出数として数えた．

4.3.2 キーワード抽出とスケッチ描画手順間における差異分析

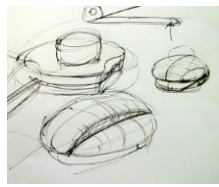
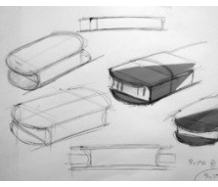
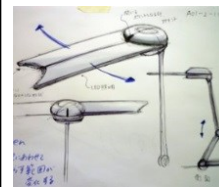
本項では，前項に示したデザインワークの評価結果を分析することで，キーワード抽出とスケッチスキルの関係を示す．

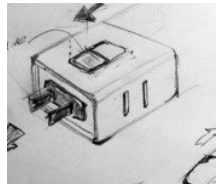
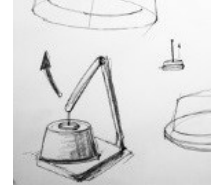
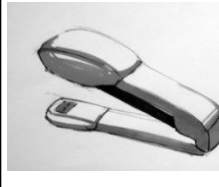
(1)異なる手順によるスケッチの特徴

同一の被験者により描かれた，手順ごとのスケッチの代表例を図4-1に示す．各手順に観察されるスケッチの傾向として，K→SにおけるスケッチはS→KとK⇔Sにおけるスケッチと比較して，外形線による形状の描写が中心となり，色や質感の表現に加えて，操作部などの構成要素の展開は少ない傾向が観察された．この理由として，K→Sでは，先にキーワードとして抽出されたイメージを表現するために，スケッチにおいて，まず構造や外形形状を表現したことが考えられる．一方，S→KとK⇔Sでは，先にスケッチを描くことで，構成要素や詳細要素も含めた検討を多く行ったことが考えられる．

(2)異なる手順によるキーワードの抽出数とスケッチスキルの評価値

手順および課題ごとの，キーワード数とスケッチスキルの評価値を表4-3に示す．展開スキルは手順ごとに評価し，表現スキルは3つの手順を合わせた総合評価としている．各課題に共通して，キーワード数はK→S，「構造展開スキル」と「形状展開スキル」はS→K，「詳細要素展開スキル」と「構成要素展開スキル」はS→Kと

Aグループ		
K→S	S→K	K⇔S
ステーブル	テーブルタップ	デスクライト
		

Bグループ		
K→S	S→K	K⇔S
テーブルタップ	デスクライト	ステーブル
		

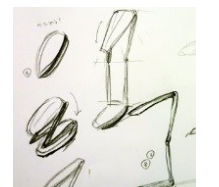
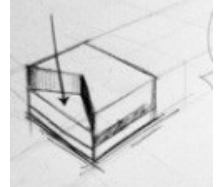
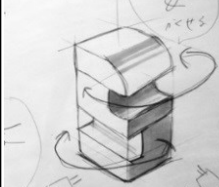
Cグループ		
K→S	S→K	K⇔S
デスクライト	ステーブル	テーブルタップ
		

図 4-1 各グループの被験者により描かれた手順ごとのスケッチ例

K⇔S に、それぞれ高い評価が示された。

手順および課題ごとの、キーワード数とスケッチスキルの評価値間の相関係数を表 4-4 に示す。各手順間において共通する傾向は示されず、各課題間においても共通する傾向は示されなかった。

表現スキルとキーワード数間において、K→S のステーブルに 0.4 を超える複数の相関係数が示された。しかし、K→S における他の課題や他の手順において共通する傾向は示されず、両者の相関は弱いことが示唆された。一方、展開スキルとキーワード数間において K→S におけるすべての課題に 0.5 を超える相関係数が観察され、さらに複数の 0.4 を超える相関係数が示されるなど、K→S において展開スキルとキーワード数間には多くの正の相関関係が示された。以上より、キーワード抽出は、課題により差はあるものの、手順において K→S、スケッチスキルにおいて展開スキルとの間に高い相関を持つ傾向が示された。

表 4-3 キーワード数とスケッチスキルの評価値（1人当たり抽出数，描画数）

		K→S			S→K			K⇔S		
		ステーブル	テーブル タップ	デスクライト	ステーブル	テーブル タップ	デスクライト	ステーブル	テーブル タップ	デスクライト
		A	B	C	C	A	B	B	C	A
	キーワード数	18.7	18.9	19.3	8.6	11.5	12.0	6.8	8.4	7.7
表現 スキル	立体形状表現スキル	3.4	3.6	3.2	3.2	3.4	3.6	3.6	3.2	3.4
	透視図法表現スキル	2.8	3.0	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	2.8	2.8
	イメージ表現スキル	2.4	3.3	2.6	2.6	2.4	3.3	3.3	2.6	2.4
	曲面表現スキル	2.4	3.0	3.0	3.0	2.4	3.0	3.0	3.0	2.4
展開 スキル	構造展開スキル	2.2	1.7	1.4	1.9	3.4	2.1	1.3	2.4	1.7
	形状展開スキル	2.9	2.0	1.8	3.6	5.1	3.5	3.3	3.7	3.4
	詳細要素展開スキル	2.0	0.6	1.6	2.2	2.3	1.3	2.0	1.9	2.8
	構成要素展開スキル	3.9	3.4	4.2	3.7	4.2	4.6	4.3	3.7	4.6

網掛け：キーワード数と展開スキルにおける課題ごとの最高値

表 4-4 キーワード数とスケッチスキルの評価値間の相関係数

		K→S			S→K			K⇔S		
		ステーブル	テーブル タップ	デスクライト	ステーブル	テーブル タップ	デスクライト	ステーブル	テーブル タップ	デスクライト
		A	B	C	C	A	B	B	C	A
表現 スキル	立体形状表現スキル	0.56	0.04	-0.14	-0.11	-0.21	0.23	0.08	-0.07	0.21
	透視図法表現スキル	0.49	0.05	-0.36	-0.50	-0.19	0.30	-0.09	-0.23	0.13
	イメージ表現スキル	0.46	-0.01	0.42	-0.11	-0.10	0.10	-0.09	-0.10	0.14
	曲面表現スキル	0.44	-0.17	0.32	0.05	-0.25	-0.11	0.06	0.10	0.33
展開 スキル	構造展開スキル	0.26	0.79	0.23	-0.32	0.33	0.19	0.50	0.33	0.04
	形状展開スキル	0.66	0.78	0.21	-0.14	0.11	0.43	0.54	0.21	0.35
	詳細要素展開スキル	0.44	0.38	0.50	-0.14	0.52	0.09	0.34	-0.01	0.67
	構成要素展開スキル	0.40	0.03	0.32	-0.38	0.09	-0.13	0.41	-0.41	-0.02

網掛け：0.5 以上

(3) 表現スキル 4 項目の 3 グループ間の差異

表現スキル 4 項目の評価における，3 グループの平均値，標準偏差（SD 値），および標準誤差（SE 値）を表すグラフ（以下：差異を表すグラフと称する）を図 4-2 に示す．同データに対する多重比較検定（Turkey）の結果，全項目について，3 グループの有意差は確認されなかった（ $P>0.05$ ）．以上より，以降のキーワード数と展開スキルの分析は，表現スキルに有意差は確認されなかったグループ間に対して行われていることとする．

(4) 異なる手順によるキーワード数の差異

各手順間におけるキーワード抽出数の差異を表すグラフを図 4-3 に示す．同図には，多重比較検定（Turkey）により有意水準 5% で帰無仮説（スキルは等しい）が棄却された項目間が矢印で表されている．各手順間におけるキーワード数は，各課題に共通して $K \rightarrow S > S \rightarrow K > K \Leftrightarrow S$ となり，さらに $K \rightarrow S$ と $S \rightarrow K$ 間， $K \rightarrow S$ と $K \Leftrightarrow S$ 間に優位差が確認された．この理由として表 4-3 より， $K \rightarrow S$ におけるキーワード数は形状展開数を表す「形状展開数スキル」評価値よりも 6～11 倍と多く，スケッチに

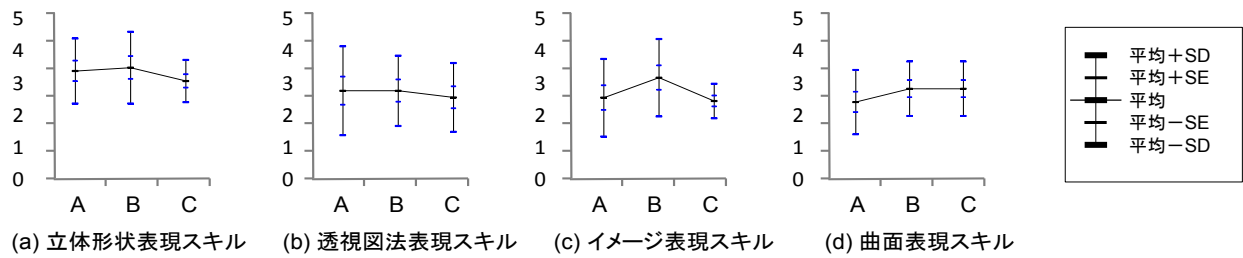


図 4-2 表現スキル 4 項目の 3 グループ間の差異

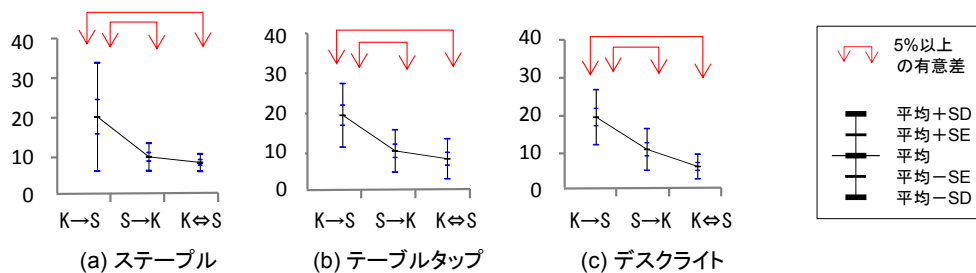


図 4-3 各課題における手順間のキーワード抽出数の差異

反映されなかったキーワードも多く抽出されたことが考えられる。一方、 $S \rightarrow K$ と $K \Leftrightarrow S$ 間におけるキーワード数は「形状展開数スキル」評価値の 2~3 倍程度であり、同一課題における両手順間のキーワード数の差異は、おおむね「形状展開スキル」評価値の差異に対応することが示された。以上より、 $S \rightarrow K$ と $K \Leftrightarrow S$ におけるキーワードはスケッチを反映したの多い一方、 $K \rightarrow S$ におけるキーワードにはスケッチに反映されなかったものも多く抽出されたことが考えられる。

(5)異なる手順による展開スキルの差異

各手順間における展開スキル 4 項目の評価値の差異を表すグラフを図 4-4 に示す。まず、ステープルについて、他の 2 つの課題と比べて、すべてのスキルにおいて $K \rightarrow S$ に相対的に高い評価が示されたが、手順間に有意差は示されなかった。つぎに、テーブルタップについて、すべての展開スキルに共通して、 $S \rightarrow K > K \Leftrightarrow S > K \rightarrow S$ が示され、「構造展開スキル」「形状展開スキル」および「詳細要素展開スキル」の $S \rightarrow K$ と $K \rightarrow S$ 間と「構造展開スキル」の $S \rightarrow K$ と $K \Leftrightarrow S$ 間、および「形状展開スキル」の $K \Leftrightarrow S$ と $K \rightarrow S$ 間において有意差が示された。最後に、デスクライトについて、テーブルタップと比べて、すべてのスキルにおいて相対的に $K \Leftrightarrow S$ に高い評価が示され、「形状展開スキル」の $S \rightarrow K$ と $K \rightarrow S$ 間と $K \Leftrightarrow S$ と $K \rightarrow S$ 間に有意差が示された。

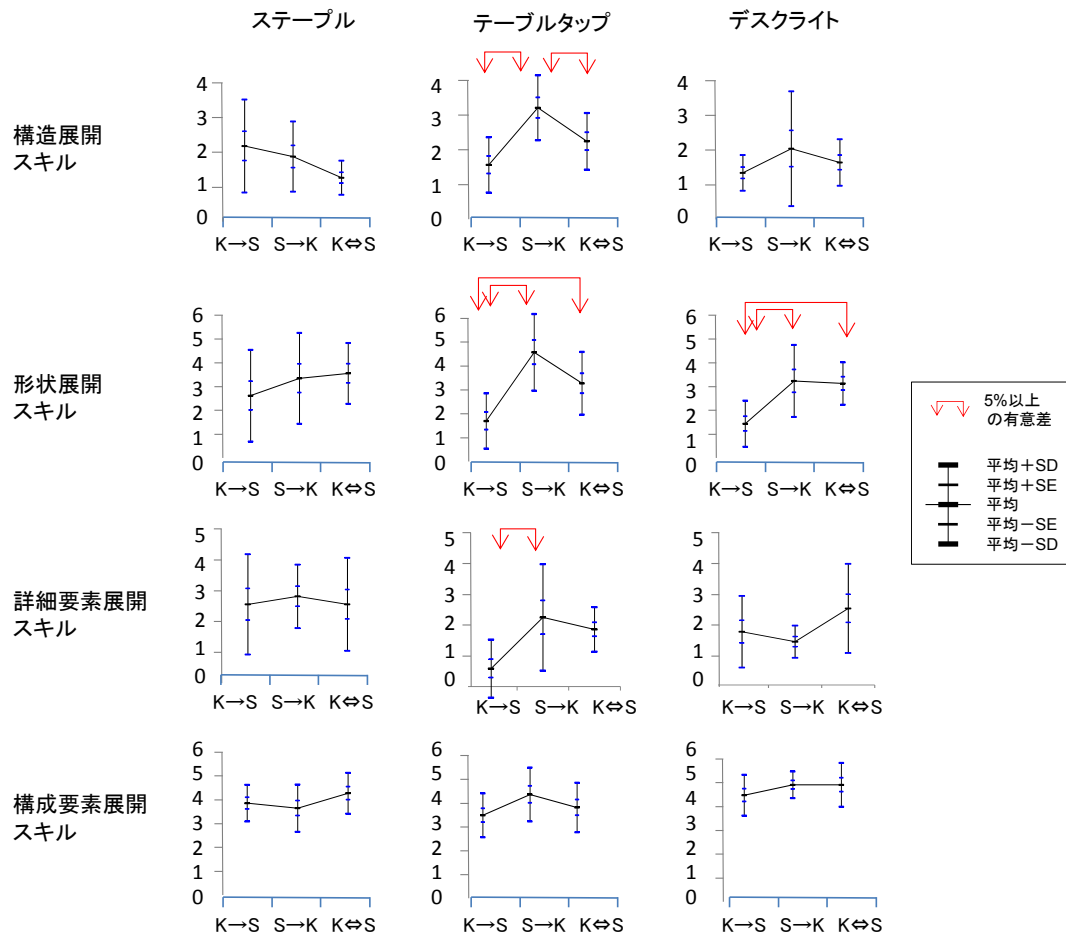


図 4-4 各課題における各手順間の展開スキルの差異

以上について、表 4-3 より、まず、操作性に関わる構造が重視されると考えられるステープルについて、他の課題において展開数の少ない $K \rightarrow S$ において「構造展開スキル」に最高値が示された。この理由として、操作性に関わる構造は、キーワードとして抽出された機能性やイメージからの展開が容易であったことが考えられる。つぎに、比較的構造が単純で形状の展開が自由であると考えられるテーブルタップについて、 $S \rightarrow K$ においてすべての展開スキルに最高値が示された。この理由として、形状の展開の自由度の高い課題では、先にスケッチを描くことで展開が容易となったことが考えられる。最後に、ランプシェードやアームなど複数の構成パーツからなるデスクライトについて、 $K \leftrightarrow S$ における「詳細要素展開スキル」と「構成要素展開スキル」に最高値が示された。この理由として、キーワード抽出とスケッチ描画を並行することで、各パーツにおける要素の展開が多く行われたことが考えられる。以上より、手順による展開スキルの差異は、相対的に形状の展開が自由な課題で大きく、「形状展開スキル」で大きくなることが考えられる。

4.4 キーワード抽出におけるスケッチスキルの考察

本節では、さまざまなデザイン行為の包括的な扱いを可能とする、デザイン理論の枠組みの1つである「多空間デザインモデル」を用いたキーワードの分類について述べる。デザインワークにより抽出されたキーワードの、「多空間デザインモデル」による分類結果と描かれたスケッチのスケッチスキル構造モデルによる評価結果を比較分析することで、キーワードの抽出におけるスケッチスキルの効果を明らかにする。

4.4.1 多空間デザインモデルを用いたキーワード分類

図4-5に示した、さまざまなデザイン行為の包括的な扱いを可能とするデザイン理論の枠組みの1つである「多空間デザインモデル」(松岡 2008a, 松岡 2008b, Matsuoka 2010a, Matsuoka 2010b, Matsuoka 2012)により、4.2節における実態調査と4.3節におけるデザインワークで確認されたキーワードを分類した。本モデルは、吉川らによって提唱された一般設計学(吉川 1979, 吉川 1981, 吉川 1985)を基礎とし、価値や意味の概念、場の概念などを扱えるように拡張されたものである。「多空間デザインモデル」は思考空間と知識空間から構成され、デザイン行為を知識空間の知識に基づく思考空間の推論として定義している。本モデルを用いることで、デザインの思考空間と知識空間における各空間に対応したキーワードの分類が可能となる。

思考空間は、社会的価値、文化的価値、個人的価値などの多様な価値が含まれる価値空間、機能性やイメージが含まれる意味空間、人工物の周辺(ヒト、環境、他の人工物)におけるさまざまな要素である場および場と対象の関係から生まれる特性(状態)が含まれる状態空間、場に依存しない対象そのものの特性が含まれる属性空間の4空間から構成される。そして、価値空間と意味空間から心理空間が構成され、状態空間と属性空間から物理空間が構成される。また、知識空間は、自然科学、人文科学、社会科学などに基づく一般性を有する客観的知識、デザイナーや設計者の個人的な経験や地域性などに基づく一般性を有さない主観的知識の2つから構成される。

A, B, およびCグループにより描かれた3つの課題、3つの手順によるスケッチに抽出された合計1,110のキーワードを多空間に基づく以下のカテゴリーに分類した。

価値：社会的価値、文化的価値、個人的価値を示す

意味：機能性やイメージを示す

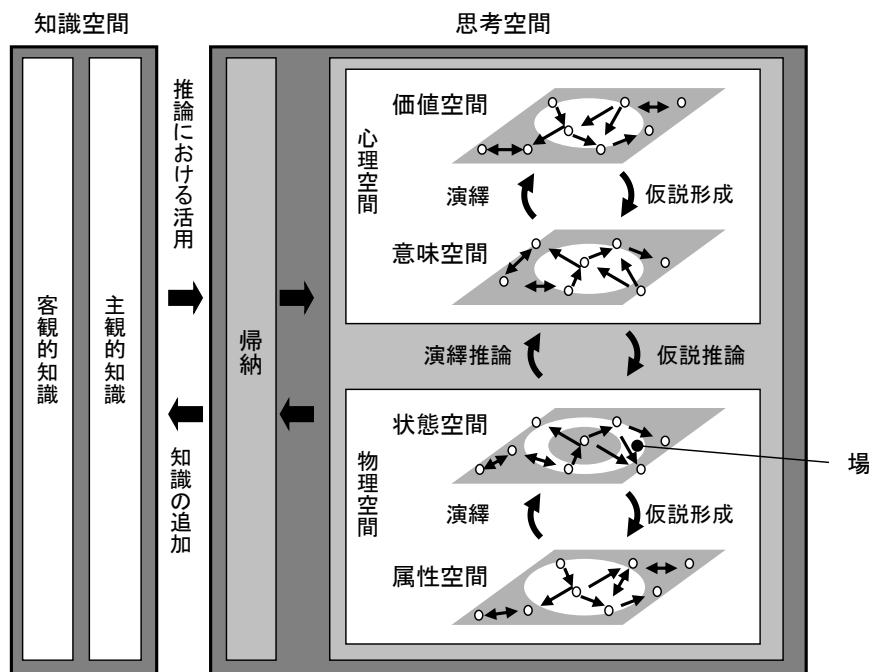


図 4-5 多空間デザインモデル

表 4-5 キーワード活用の実態調査により確認されたデザイナーのキーワードの分類(1人当たり抽出数)

空間	抽出数
価値	0.2
意味	8.0
状態(場)	0.7 (0.3)
属性	0.7

表 4-6 デザインワークにおいて抽出されたキーワードの分類(1人当たり抽出数)

	K→S			S→K			K⇔S		
	ステーブル	テーブルタップ	デスクライト	ステーブル	テーブルタップ	デスクライト	ステーブル	テーブルタップ	デスクライト
	A	B	C	C	A	B	B	C	A
価値	1.2	0.5	0.7	0.1	0.3	0.2	0.1	1.1	0.1
意味	13.6	15.0	13.3	4.9	8.4	7.0	4.6	4.7	4.3
状態(場)	0.5 (0.9)	0.8 (1.5)	1.2 (1.1)	1.0 (0.9)	1.1 (0.4)	2.4 (0.5)	0.6 (0.2)	2.9 (0.1)	1.6 (0.2)
属性	2.5	1.1	3.0	1.7	1.4	1.9	1.4	0.7	1.3

網掛け：抽出数における課題ごとの最大値

状態：場と対象の関係から生まれる特性(状態)を示し人工物の周辺(ヒト、環境、他の人工物)における要素である場を含む

属性：場に依存しない対象そのものの特性を示す

表 4-5 に 4.2 節の実態調査において確認されたデザイナー6名のキーワード、表 4-6 に 4.3 節のデザインワークにおいて抽出された、各課題と各手順におけるキーワードの多空間に基づく分類結果を示す。両方の表から、意味の抽出は多い一方、価値、状態、属性、および場の抽出は少ないことが示される。また、表 4-6 に示した

網掛け部分より，各課題において，価値と意味は $K \rightarrow S$ に高い値が示される一方，状態，属性，および場は課題により $S \rightarrow K$ と $K \leftrightarrow S$ にも高い値が示される．このことから，価値と意味は $K \rightarrow S$ において多く抽出される一方，状態，属性，および場は課題により $S \rightarrow K$ と $K \leftrightarrow S$ においても多く抽出されることが示唆される．

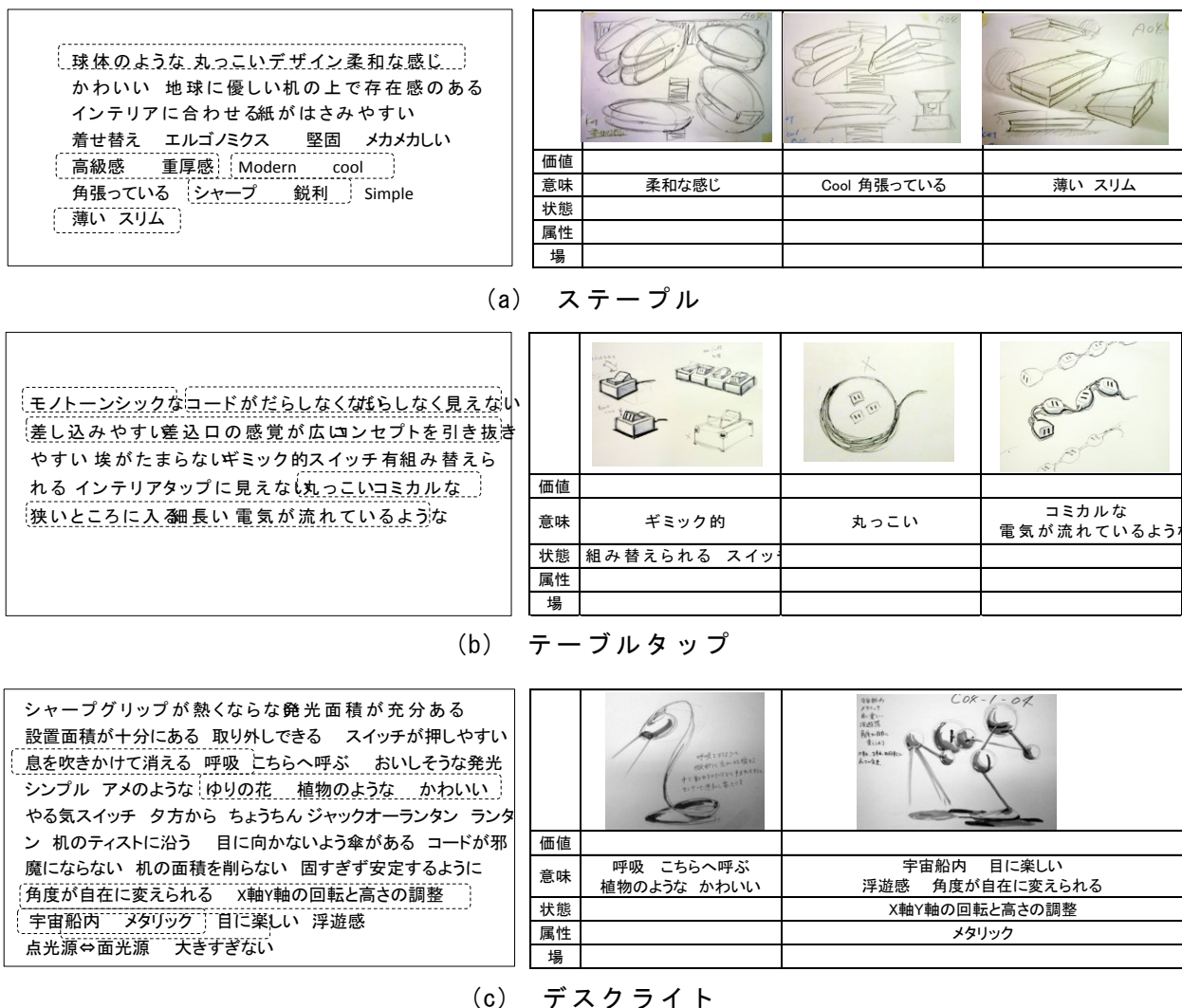
4.4.2 キーワード抽出におけるスケッチスキルの効果

本項では，デザインワークにより抽出されたキーワードに対する「多空間デザインモデル」を用いた分類と分類結果を用いたスケッチの分析について述べる．手順ごとに抽出されたキーワードの特徴を明らかにし，スケッチスキル構造モデルによる分析で明らかになったスケッチの特徴と比較することで，キーワード抽出におけるスケッチスキルの効果を明らかにする．

(1) $K \rightarrow S$ におけるキーワード抽出とスケッチスキル

3つの課題において $K \rightarrow S$ の手順で抽出されたキーワードと描かれたスケッチの代表例を図 4-6 に示す．キーワードは抽出された順番に左上から表示し，スケッチは描かれた順番に左から表示している．各スケッチの下側には，スケッチに対応して選択したキーワードを，「多空間デザインモデル」によるカテゴリーに分類することで表示している． $K \rightarrow S$ では，まず 20～30 個程度のキーワードを抽出させた後，そのなかから 1～6 個程度のキーワードを選択し，それらに対応したスケッチを描いたことが示される．

$K \rightarrow S$ におけるキーワードの特徴として，図 4-6 のキーワード欄に点線で囲んで示した，連続して抽出された同義語や類似語（以下連想語と称する）が多く含まれることがあげられる．図 4-6(a)に示したステープルにおける左側のスケッチは，曲線的なイメージを表す「球体のような」から連想された「丸っこいデザイン」と「柔和な感じ」に対応して描かれ，このうち「柔和な感じ」が選択されたことが考えられる．同様に，図 4-6(b)に示した，テーブルタップにおける右側のスケッチは「狭いところに入る」と「細長い」から連想された「電気が流れているような」に対応し，図 4-6(c)に示したデスクライトにおける左側のスケッチは「ゆりの花」から連想された「植物のような」と「かわいい」に対応したことが考えられる．表 4-7 に，各課題，各手順において抽出された連想語数，各展開スキルによる展開数，および形状展開数を構造展開数で割った 1 構造あたりの形状展開数を示す． $K \rightarrow S$ には各課題において，他の手順と比較して 4～7 倍の連想語が示される．連想語の多くは，心理空間における意味に関連して抽出された機能性やイメージを表現し，これらのな



視図法表現スキル」の活用により構造を中心に展開（「構造展開スキル」の活用）されたことが考えられる。さらに、表 4-7 より 1 構造あたりの形状展開数から、形状展開数（「形状展開スキル」）は構造展開数（「構造展開スキル」）とほぼ同数であり、 $K \rightarrow S$ では、ほとんどの外形形状が「構造展開スキル」により展開されることが示される。また、4.3.2 項から、キーワードとして抽出された機能性やイメージから構造の展開が容易であることが示される。以上より、 $K \rightarrow S$ において意味に関連して抽出されたイメージは「構造展開スキル」により展開されたことが考えられる。

なお、表 4-6 より、 $K \rightarrow S$ には他の手順に比べて多くの価値が抽出されていることがわかる。具体的には、図 4-6(a)に示したステーブルにおいて価値となる「地球にやさしい」、図 4-6(b)に示したテーブルタップにおいて価値となる「差し込みやすい」が観察される。しかし、これらはスケッチに対応して選択されていない。この理由として、 $K \rightarrow S$ におけるスケッチは、これらの価値も意味に集約してスケッチに表現したことが考えられる。

以上から、 $K \rightarrow S$ においてキーワードの多くは、心理空間において機能性やイメージを表す意味に関連して抽出され、「構造展開スキル」はそれらのイメージを写像し、展開することが考えられる。

(2) $S \rightarrow K$ におけるキーワード抽出とスケッチスキル

3 つの課題において $S \rightarrow K$ の手順で描かれたスケッチと抽出されたキーワードの代表例を図 4-7 に示す。 $S \rightarrow K$ の手順では、まず 4~6 案のスケッチを描いた後に、おのおののスケッチに対応した 1~5 個程度のキーワードを抽出したことが示される。

$S \rightarrow K$ におけるスケッチの特徴として、同一の構造をベースにした形状の展開や、同一の形状をベースとした構成要素や詳細要素の展開があげられる。図 4-7(a)に示したステーブルにおける左側の 3 案は同一構造による形状展開であり、「握りやすさ」（意味に分類，以下（意味））から「握った時に指に対応する溝」（属性）の抽出が確認できる。図 4-7(b)に示したテーブルタップにおける左側の 2 案は同一形状による構成要素展開であり、「タップが目立たない」（意味）から「タップの口にはほこりがたまらない」（状態）と「シリコン」（属性）の抽出が確認できる。図 4-7(c)に示したデスクライトにおける左側の 2 案と、中央とその右の案は、それぞれ同一形状のランプシェードからの構造と形状展開であり、このうち中央とその右の案では「古い雰囲気」（意味）から「傘の上下で ON/OFF」（状態）の抽出が確認できる。

表 4-8 に各手順、各課題において抽出されたキーワード数と展開スキルの評価値

第4章 キーワード抽出におけるスケッチスキル構造モデルの有効性の確認

価値				
意味	握りやすさ 曲線的	握りやすさ 曲線的 手にフィットする		針の位置の正確性 先進的な クールな
状態				
属性			グリップ 握ったときに指に対応する溝	本体黒 一本緑やオレンジ などの色のバリエーション
場				

(a) ステープル

価値					
意味	タップが目立たない		コードがたばねられる 横にしても縦にしても使える		持ちやすい形状 まるっぽい
状態		タップの口にほこりがたまる ない		ひとつひとつ可動できる	
属性		シリコン			
場					

(b) テーブルタップ

価値					
意味	横長のイメージ	柔らかい感じ	古い雰囲気	おもちゃっぽい	植物 はり感
状態		ダイヤルでON/OFF	スイッチの入れ方	傘の上下でON/OFF	
属性		キノコ		小さい	曲線
場	壁際に置く				

(c) デスクライト

図 4-7 S→K の手順で抽出されたキーワードとスケッチの例

表 4-8 各手順, 各課題において抽出されたキーワード数と展開スキルの評価値 (1人当たり抽出数)

		K→S			S→K			K⇄S		
		ステープル	テーブルタップ	デスクライト	ステープル	テーブルタップ	デスクライト	ステープル	テーブルタップ	デスクライト
		A	B	C	C	A	B	B	C	A
キーワード	価値	1.2	0.5	0.7	0.1	0.3	0.2	0.1	1.1	0.1
	意味	13.6	15.0	13.3	4.9	8.4	7.0	4.6	4.7	4.3
	状態 (場)	0.5 (0.9)	0.8 (1.5)	1.2 (1.1)	1.0 (0.9)	1.1 (0.4)	2.4 (0.5)	0.6 (0.2)	2.9 (0.1)	1.6 (0.2)
	属性	2.5	1.1	3.0	1.7	1.4	1.9	1.4	0.7	1.3
展開スキル	構造展開スキル	2.2	1.7	1.4	1.9	3.4	2.1	1.3	2.4	1.7
	形状展開スキル	2.9	2.0	1.8	3.6	5.1	3.5	3.3	3.7	3.4
	詳細要素展開スキル	2.0	0.6	1.6	2.2	2.3	1.3	2.0	1.9	2.8
	構成要素展開スキル	3.9	3.4	4.2	3.7	4.2	4.6	4.3	3.7	4.6

網掛け: キーワード数と展開数における課題毎の最大値

を示す。同表より, S→K では全ての課題において他の手順よりも多くの形状が展開 (「形状展開スキル」を活用) され, 詳細要素と構成要素の展開数が多い (「詳細要素展開スキル」と「構成要素展開スキル」を活用) ことが示され, 描かれたスケッチから, 的確な曲面表現 (「曲面表現スキル」) やイメージの強調 (「イメージ表現ス

キル」の活用)が観察される。以上より、 $S \rightarrow K$ では、スケッチを描くことで構造から形状、形状から要素が展開されやすくなったことが示唆される。このことは、4.3.2項で分析された、形状の展開の自由度の高い課題は、先にスケッチを描くことで展開が容易となったことと一致する。また、 $S \rightarrow K$ におけるキーワードの特徴として図4-7(a)に示した「握った時に指に対応する溝」、図4-7(b)に示した「タップの口にほこりがたまらない」、および図4-7(c)に示した「傘の上下でON/OFF」など説明的な内容が多いことがあげられる。これらは、「詳細要素展開スキル」や「構成要素展開スキル」により展開された詳細要素や構成要素の補足を目的に抽出されたことが考えられる。

以上から、 $S \rightarrow K$ において、「形状展開スキル」はスケッチにおいて構造から形状を展開し、「構成要素展開スキル」と「詳細要素展開スキル」は形状から要素を展開することで、物理空間における状態や属性を表すキーワードの抽出に影響することが考えられる。

(3) $K \Leftrightarrow S$ におけるキーワード抽出とスケッチスキル

3つの課題において $K \Leftrightarrow S$ の手順で描かれたスケッチと抽出されたキーワードの代表例を図4-8に示す。被験者は、1案のスケッチの描画と並行して、1~5個程度のキーワードを抽出しながら、4~6案程度のスケッチを描いたことが示される。

$K \Leftrightarrow S$ におけるスケッチの特徴として、同一の構造や形状のデザインを基に、外形線の曲率や構成パーツの大きさの比率などのわずかな変更や、透視図法の視点を変えた(「立体形状表現スキル」の活用)同一案の描き直し(以下同一デザインと称する)があげられる。図4-8(a)のステーブルに示した6枚のスケッチのうち、中央の2枚には、同一デザインの4案が描かれ、「かわいらしさ」(意味)と「曲線」(属性)から「ごろっ」(意味)と「まる」(属性)の抽出が確認できる。さらに、右の2枚のスケッチには同一デザインの5案が描かれ、「しゅっとしている」(意味)から「つばめのような」(意味)の抽出が確認できる。同様に、図4-8(b)に示したテーブルタップの右側の2枚には、同一デザインの展開により、「まわせる」(意味)から「おもちゃっぽい」(意味)や「ブロック型」(属性)などが抽出され、さらに、図4-8(c)に示したデスクライトの右側の3枚のスケッチには「Flexible」(状態)から「Flat」(意味)や「Silicon」(属性)の抽出が確認できる。なお、同一デザインは展開スキルとして評価をしていなかったため、各手順、各課題における、同一デザインの展開数を描画数で評価した結果を表4-9に示す。 $K \Leftrightarrow S$ において、他の手順と比較して高い値が示され、多くの同一デザインが確認された。

価値						
意味	Lovelyでない	女性っぽい	かわいらしさ	ごろっ	しゅっとしている	つばめのような
状態(場)						
属性			曲線	まる		

(a) ステープレ

価値				
意味	プラグを挿しても邪魔にならない	安定感 たくさん	まわせる 自由な向き まわる&隠せる	省スペース おもちゃっぽい 隠せる
状態(場)	二連にもなる			抜けにくさ
属性				ブロック型

(b) テーブルタップ

価値						
意味	Metal Plate	Mono Eye	Ball			Flat Snake
状態(場)				Flexible		Flexible
属性					点光源 面光源	Silicon

(c) デスクライト

図 4-8 K⇔S の手順で抽出されたキーワードとスケッチの例

同一デザインを描くことにより抽出されたキーワードの特徴として、「かわいらしい」から「ごろっ」, 「しゅっとしている」から「つばめのような」など新たな意味の抽出があげられる。この理由として、同一デザイン案を描くことで、デザインの再解釈が行われ、新たな意味が抽出されたことが考えられる。同一デザインにおけるスケッチの差異はわずかな形状の変化を基にした「構成要素展開スキル」や「詳細要素展開スキル」による要素の追加からなる。このことは、4.3.2 項で述べた、キーワード抽出とスケッチ描画を並行することで、要素の展開が多く行われるようになったことと一致している。

4.3 節で分析したデザイナーのスケッチとキーワードの例を図 4-9 に示す。図 4-9(a)に示したデザイナー1 は、3 案の形状展開から同一デザインを含む 7 案のスケッチを描くことで、「カバーのような」(意味) を抽出したことが示される。また、図 4-9(b)に示したデザイナー2 は、同一のデザインに対して使用シーンを含む 3 案のスケッチを描くことで、「どこでもプロジェクター」(意味) を抽出したことが示され

表 4-9 同一デザイン案の制作数（1人当たり制作数）

手順 \ 課題	ステーブル	テーブルタップ	デスクライト
K→S	0.9	0.6	0.4
S→K	0.7	1.0	1.4
K⇔S	2.2	1.3	2.6

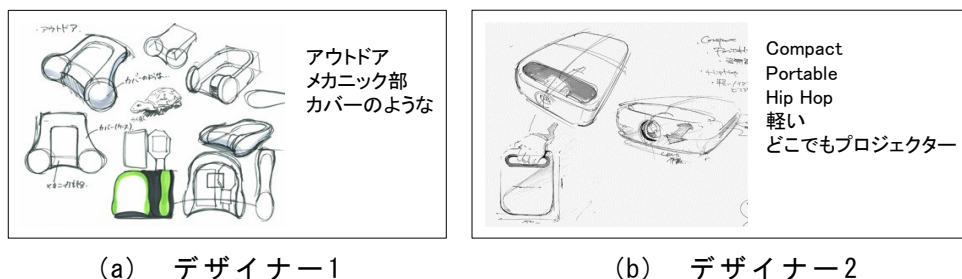


図 4-9 デザイナーによるキーワードの抽出とスケッチ

る。このことから、デザイナーは K⇔S の手順に観察された、同一デザイン案の描画によるデザインの再解釈を行っていることが考えられる。

以上から、K⇔S において、「構成要素展開スキル」と「詳細要素展開スキル」は、デザインの再解釈を促すことで、心理空間における新たな意味を表すキーワードの抽出に影響することが考えられる。

(4) スケッチスキル構造モデルにおけるキーワード抽出の効果

スケッチ描画とキーワード抽出の手順を入れ替えたデザインワークの各手順において、「多空間デザインモデル」により分類したキーワードとスケッチスキル構造モデルにより評価したスケッチスキルの関係を分析した結果、各手順において以下の効果が示された。

K→S における効果：

キーワードの多くは、機能性やイメージを表す意味に関連して抽出され、「構造展開スキル」はそれらをスケッチに展開することに影響する。

S→K における効果：

「形状展開スキル」はスケッチにおいて構造から形状を展開し、「構成要素展開スキル」と「詳細要素展開スキル」は形状から要素を展開することで、状態や属性を表すキーワードの抽出に影響する。

K⇔Sにおける効果：

「構成要素展開スキル」と「詳細要素展開スキル」は、デザインの再解釈を促すことで、新しい意味を表すキーワードの抽出に影響する。

4.5 結言

本章では、スケッチスキル構造モデルを用いて、デザインにおいてスケッチともに多用されるキーワード抽出におけるスケッチスキルの効果を分析することで、本モデルのキーワード分析における有効性を示した。その際、デザイン思考の枠組みを内包する多空間デザインモデルを用いてキーワードを分類することで、デザインにおけるキーワード抽出とスケッチスキルの関係を分析した。その結果、「構造展開スキル」は意味に関連して抽出されたキーワードからスケッチを展開し、「形状展開スキル」は構造から形状を展開することで、状態や属性を表すキーワードの抽出に影響することを明らかにした。さらに、「詳細要素展開スキル」と「構成要素展開スキル」は状態や属性に加えて意味を表すキーワードの抽出に影響することを明らかにした。以下に、本章において明らかになった、キーワード抽出において、影響が大きいスケッチスキルの効果を以下に示す。

「構造展開スキル」：

意味を表すキーワードから構造を展開する。

「形状展開スキル」：

形状を展開することで、意味を表すキーワードから状態や属性を表すキーワードを抽出する。

「構成要素展開スキル」：

構成要素を展開することで、意味を表すキーワードから状態や属性を表すキーワードを抽出する。

状態や属性の展開から新たな意味を表すキーワードを抽出する。

「詳細要素展開スキル」：

詳細な要素を展開することで、意味を表すキーワードから状態や属性を表すキーワードを抽出する。

状態や属性の展開から新しい意味を表すキーワードを抽出する。

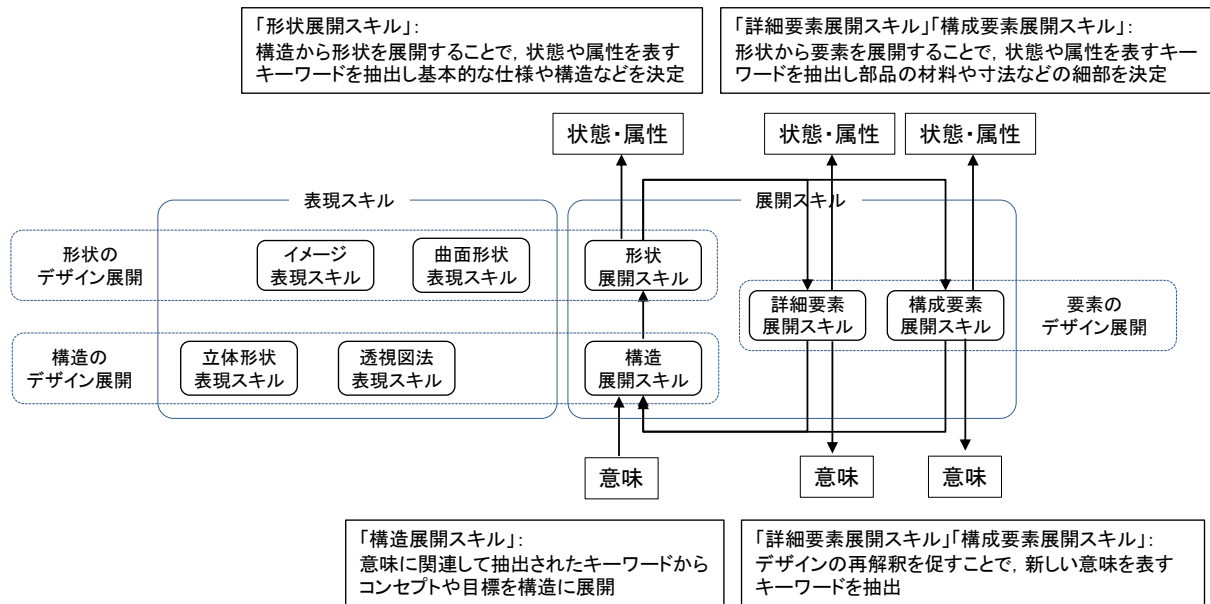


図 4-10 スケッチスキル構造モデルにおけるキーワード抽出への効果

図 4-10 に、以上により確認されたスケッチスキル構造モデルにおける、展開スキル 4 項目のキーワード抽出への効果を示す。実際のデザインワークでは、スケッチ描画とキーワード抽出は交互に、あるいは並行して行われるため、これらの効果は交互に、あるいは同時に発生することが考えられる。なお、図 4-10 に、表現スキル 4 項目のキーワード抽出への効果は示されていない。しかし、第 2 章と第 3 章の分析結果より、各表現スキルは各展開スキルに影響することでキーワード抽出に影響することが考えられる。

以上より、本章では、第 2 章で提案後、第 3 章においてラフスケッチとアイディアスケッチの分析における有効性を確認したスケッチスキル構造モデルが、キーワード抽出に影響するスキルの分析においても有効であることを示し、スケッチスキル構造モデルを構築した。

第5章

スケッチスキル構造モデルのデザイン領域における 研究および教育への応用の可能性

5.1 緒言

本章では、前章までに明らかになった各スケッチスキルの効果を統合し、整理するとともに、構築した本モデルに対する今後のデザイン研究と教育に向けた応用の可能性について述べる。研究面では、過去のすぐれたデザインにおいて描かれたスケッチの分析への適用、教育面では、新たなイメージの創出を目的としたスケッチ教育への応用方法をそれぞれ例示することで、研究・教育の両面における本モデルの応用に向けた可能性を示す。

5.2 デザインにおけるスケッチスキルの効果

スケッチスキル構造モデルの構築過程で示された修得レベルの差異、デザイナーの活用、ラフスケッチとアイディアスケッチへの影響、およびキーワード抽出への影響における各スケッチスキルの効果を以下に示す。

(1) スケッチスキルの修得レベルの差異から抽出された効果

「イメージ表現スキル」:

フリーハンドによる線の強弱表現やスムーズな稜線表現などにより、デザイナーが意図したデザインのイメージを的確に表現。

「曲面形状表現スキル」:

陰影の変化や曲線による外形線からなる柔らかな面表現により、曲面的なデザインを的確に表現。

「透視図法表現スキル」:

対象物の大きさや形状に合わせた正確な透視図法と陰影により、立体を的確に表現。

「立体形状表現スキル」:

立体の大きさや形状を把握し、的確な輪郭線で表現。

「構成要素展開スキル」:

デザイン対象を構成する機能部品や操作部など構成要素を展開。

「詳細要素展開スキル」:

デザイン上のアクセントとなる詳細な形状を展開。

「形状展開スキル」:

同一の基本構造やフォルムを基に異なる外形形状（シェイプ）を展開。

「構造展開スキル」:

デザイン対象の基本構造やベースとなるフォルムを展開。

(2)デザイナー間におけるスケッチスキルの差異分析において示された、デザイナーが活用するスケッチスキルの効果

「イメージ表現スキル」:

イメージを強調することによる外形形状、構成要素、詳細要素の導出。

「曲面形状表現スキル」:

曲面や稜線の的確な描写による外形形状、構成要素、詳細要素の導出。

「立体形状表現スキル」:

異なる視点から描くことによる、構造や仕様検討も含めた形状の導出。

(3)ラフスケッチにおけるスケッチスキルの効果分析から得られた、ラフスケッチに強く影響するスケッチスキルの効果

「イメージ表現スキル」:

外形形状の特徴を強調して表現することによるイメージ創出.
平面表現における輪郭線の強弱による短時間での立体感表現.

「詳細要素展開スキル」:

全体のイメージ創出に影響する形状の詳細な特徴や要素の展開.

「立体形状表現スキル」:

外形形状を俯瞰した適切な視点からの表現による全体のイメージ創出.

(4) アイディアスケッチにおけるスケッチスキルの効果分析から得られた, アイディアスケッチに強く影響するスケッチスキルの効果

「曲面形状表現スキル」:

デザイン対象を的確に表現することによる構造, 形状, および仕様の導出.

「透視図法表現スキル」:

デザイン対象を正確に表現することによる構造, 形状, および仕様の導出.

「形状展開スキル」:

同一の構造から多くの形状を構成要素や詳細要素も含めた展開.

「構成要素展開スキル」:

デザイン対象を構成する要素の展開による形状や仕様の展開.

「詳細要素展開スキル」:

デザイン対象を構成する形状要素の展開による形状の詳細や仕様の展開.

(5) キーワード抽出におけるスケッチスキルの効果分析から得られた, キーワード抽出に強く影響するスケッチスキルの効果

「構成要素展開スキル」:

構成要素の展開により, 意味を表すキーワードから状態や属性を表すキーワ

ードを抽出.

状態や属性の展開から新たな意味を表すキーワードを抽出.

「詳細要素展開スキル」:

詳細な要素を展開することで, 意味を表すキーワードから状態や属性を表すキーワードを抽出.

状態や属性の展開から新しい意味を表すキーワードを抽出.

「形状展開スキル」:

形状を展開することにより, 意味を表すキーワードから状態や属性を表すキーワードを抽出.

「構造展開スキル」:

意味を表すキーワードから構造を展開.

図 5-1 に, 各章における分析の結果を表す, スケッチスキル構造モデルの一覧を示す.

図 5-1(a)より, スケッチスキルの修得レベルにおいて, まず, 構造のデザイン展開に関わるスキルの活用が可能となり, つぎに, 形状のデザイン展開に関わるスキルの活用が可能となることが示される. これに対して, 図 5-1(b)に示したデザイナーが活用するスケッチスキルの効果, 図 5-1(c)に示したラフスケッチに影響するスケッチスキルの効果, および図 5-1(d)に示したアイディアスケッチに影響するスケッチスキルの効果より, 各表現スキルが, 各展開スキルに影響することでデザインが展開されることが示される. このうち, 図 5-1(c)に示した, ラフスケッチに影響するスケッチスキルの効果に加えて, 図 5-1(b)に示した, アイディアスケッチにおいてデザイナーが活用するスケッチスキルの効果から「イメージ表現スキル」や「立体形状表現スキル」など, 全体のイメージや形状俯瞰に関わる表現スキルが形状や要素の展開に影響を与えることが示される. 一方, 図 5-1(d)に示した, アイディアスケッチに影響するスケッチスキルの効果から「透視図法表現スキル」や「曲面表現スキル」など, 正確・的確な形状表現に関わる表現スキルの活用が, 形状や要素の展開に影響を与えることが示される. 以上より, ラフスケッチやアイディアスケッチといったスケッチの種類に加え, アイディアスケッチ間においても, 表現スキルを使い分けることでデザインの意図, 目的, およびデザイン対象に対する知識に

対応したデザインの創造や展開が可能となることが考えられる。

一方、図 5-1(e)からキーワード抽出への強い影響は展開スキル 4 項目に示され、表現スキルには示されない。しかし、表現スキルの展開スキルに対する効果より、表現スキルは、展開スキルを通してキーワード抽出に影響することが考えられる。このことから、表現スキルの、展開スキルやキーワード抽出に及ぼす効果を応用することで、さまざまなデザインへの対応が可能となることが考えられる。

以上により確認されたデザインにおける各スケッチスキルの効果を、表 5-1 に横軸を 8 項目のスケッチスキル、縦軸を以下に示す 4 項目に整理した。本表を、過去に描かれたスケッチの分析に適用することで、スケッチの制作時点における意図や目的の推測が可能となることが考えられる。また、本表に示されるスケッチスキルの効果を活用することで、効率的にデザイン案の候補を展開できるようになることが期待される。なお、図 5-1(b)に示したデザイナーが活用するスケッチスキルの効果は、アイディアスケッチの描画において確認された効果であるため、アイディアスケッチにおける形状導出効果に含めた。

修得レベルの差異から抽出された基本効果：

第 2 章における、スケッチスキル構造モデルの提案時に確認された修得レベルの差異から示された基本的な効果。

ラフスケッチにおけるイメージ創出効果：

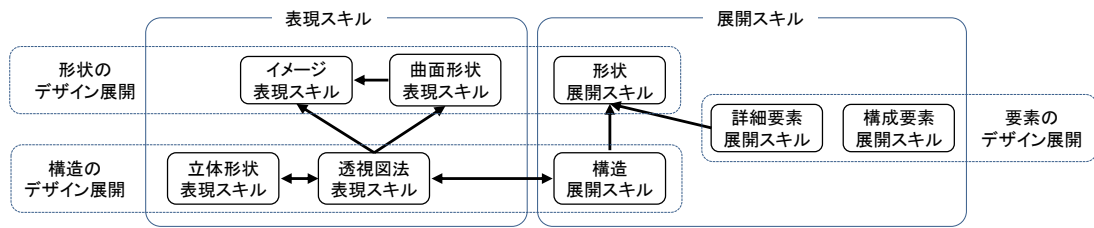
第 3 章における、ラフスケッチに影響するスケッチスキルの効果分析時に確認された、ラフスケッチにおけるイメージの創出効果。

アイディアスケッチにおける形状導出効果：

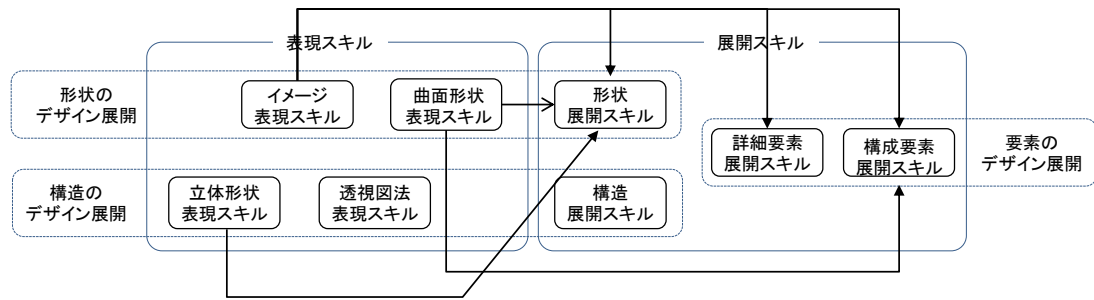
第 2 章における、デザイナー間におけるアイディアスケッチの差異分析と第 3 章における、アイディアスケッチに影響するスケッチスキルの効果分析時に確認された、アイディアスケッチにおける形状、構造、および仕様の導出効果。

キーワード抽出とデザイン要素の展開効果：

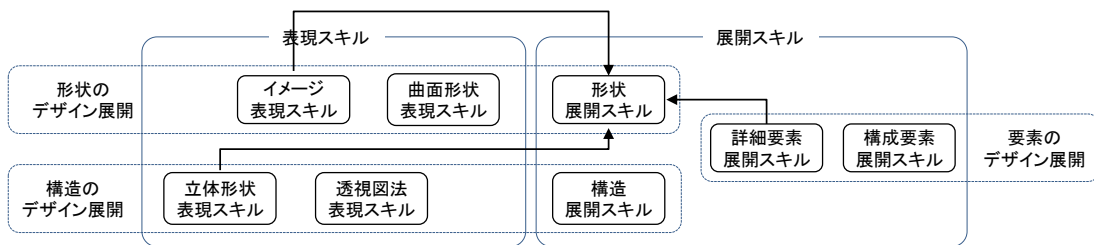
第 4 章における、キーワード抽出におけるスケッチスキルの効果分析時に確認された、キーワードの抽出とデザイン要素の展開効果。



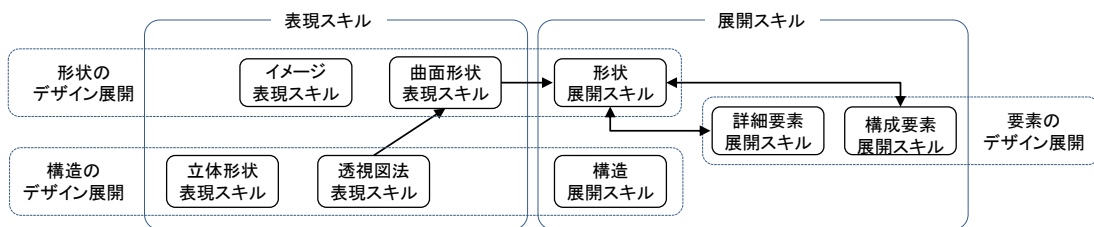
(a) スケッチスキルの修得レベルの差異から抽出された効果



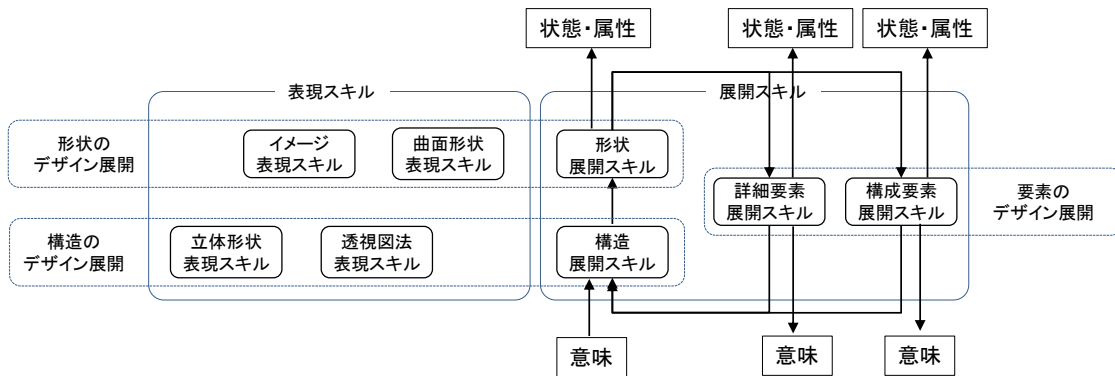
(b) デザイナーが活用するスケッチスキルの効果



(c) ラフスケッチに強く影響するスケッチスキルの効果



(d) アイディアスケッチに強く影響するスケッチスキルの効果



(e) キーワード抽出に強く影響するスケッチスキルの効果

図 5-1 スケッチスキル構造モデルにおけるスケッチスキルの効果

表 5-1 デザインにおけるスケッチスキルの効果

		修得レベルの差から抽出された効果	ラフスケッチにおけるイメージ創出効果	アイディアスケッチにおける形状導出効果	キーワード抽出とデザイン要素の展開効果
表現スキル	イメージ表現スキル	フリーハンド描画による線の強弱表現やスムーズな稜線表現などにより、デザイナーが意図したデザインのイメージを的確に表現	外形形状の特徴を強調して表現することによるイメージ創出 平面表現において輪郭線の強弱により短時間で立体感を表現	フリーハンドによる外形線の濃淡や強弱でイメージを強調し、外形形状、構成要素、および詳細要素を導出 質感や陰影の強調によるデザイン対象の材質感や高級感などの表現	イメージを強調した表現で形状を展開することによる状態や属性要素を表すキーワードの抽出
	曲面形状表現スキル	陰影や外形線の変化による、柔らかな面表現により曲面的なデザインを的確に表現	輪郭線や中心線の描写などにより、陰影表現に替えて曲面のイメージを表現	グラデーション表現を含む柔らかな表現で、曲面や稜線を的確に描くことによる外形形状や構成要素の導出 デザイン対象の形状を的確に表現することによる形状や仕様の導出	正確な曲面表現で形状や要素を展開することによる状態や属性要素を表すキーワードの抽出
	透視図法表現スキル	対象物の大きさや形状に合わせた正確な透視図法と陰影により立体を的確に表現	透視図法の視点を定めることでデザイン対象の特徴を強調	デザイン対象の形状を正確に表現することによる構造、形状、および仕様の導出	正確な形状描写で構造や形状展開を行うことによる、意味を表すキーワードからの状態や属性を表すキーワードの抽出
	立体形状表現スキル	立体の大きさや形状を把握し、全体を俯瞰して的確な輪郭線で表現	外形形状を俯瞰できる適切な視点からの表現による全体的なイメージの創出	デザイン対象を異なる視点から描くことによる、構造や仕様も含めた形状の導出	視点を変えて描くことで多くの要素を転嫁することによる、状態や属性の展開から新たな意味を表すキーワードの抽出
展開スキル	構成要素展開スキル	機能部品や操作部など構成要素を展開	デザイン対象全体のイメージに影響を与える構成要素を展開	デザイン対象を構成する、機能部品や操作部などの要素の展開により形状の詳細や仕様を展開	意味のキーワードから状態や属性を表すキーワードの抽出 状態や属性の展開から新たな意味を表すキーワードの抽出
	詳細要素展開スキル	デザインを構成する形状要素やアクセントとなる詳細な形状を展開	全体のデザインイメージに影響する形状の詳細な特徴や要素を展開	デザイン対象を構成する形状の特徴となる要素の展開により形状の詳細や仕様を展開	意味のキーワードから状態や属性を表すキーワードの抽出 状態や属性の展開から新しい意味を表すキーワードの抽出
	形状展開スキル	同一の基本構造を基にした異なる外形形状(シェイプ)を展開	連想的に展開されるイメージを展開	同一構造からの多くの形状を詳細要素や構成要素も含めて展開	意味を表すキーワードからの状態や属性を表すキーワードの抽出
	構造展開スキル	デザインの基本構造やベースとなるフォルムを展開	単純形態のバリエーションとしての構造を展開	内部構造検討も含めた基本構造を展開	意味に関連するキーワードからの構造の展開

5.3 スケッチスキルの効果を応用したデザイン学研究

本節では、前章までに明らかになったスケッチスキルの効果の、過去のすぐれたデザインにおいて描かれたスケッチ分析への適用について述べる。液晶テレビのデザインにおいて描かれたスケッチと著名な建築家により描かれたスケッチを、本モデルを用いて分析することで、デザイン研究における本モデル応用の可能性を示す。

(1)液晶テレビのスケッチ分析

液晶テレビのデザインにおいて描かれたスケッチを、前節の表 5-1 に示した各スケッチスキルの効果を用いて分析した。

図 5-2 (Toshiba 2006) は液晶テレビのデザインにおいて連続して描かれたスケッチである。一連のスケッチには全体の形状を表した 4 案のスケッチと、スピーカー部の形状を表した 19 案のスケッチが確認される。このことから、液晶テレビのデザインでは、全体形状のデザイン検討に加えて、スピーカー部の形状を中心とした、デザインの要素の検討が重視されることが確認できる。スピーカー部のスケッチの一部にはスピーカーに加えて周辺のフレームも描かれており、「詳細要素展開スキル」を用いることで、アクセントとしての詳細な要素を表現しながら、全体の形状検討も行ったことが考えられる。また、「詳細要素展開スキル」は、液晶画面を囲むフレームの端面形状の検討にも活用され、詳細な形状要素の検討を重視したことが考えられる。一方、形状全体を表すスケッチは正確な透視図法で描かれ、「構成要素展開スキル」を用いることで、スピーカー部に加え、脚部やロゴマークなどを構成要素として展開することで全体のバランスやプロポーションを検討したことが考えられる。

以上より推測される、スケッチを用いた創造過程を図 5-3 に示す。デザイナーは、まず、イメージしたデザインの特徴を、正確な「透視図法表現スキル」をベースに「詳細要素展開スキル」や「構成要素展開スキル」を活用することで展開する。つぎに、それらを統合し全体的なバランスやプロポーションを検討したことが考えられる。

以上から、ディテールの形状や仕上げの良さが商品性に大きな影響を与える情報機器のスケッチにおいて、正確な「透視図法表現スキル」を基に「詳細要素展開スキル」や「構成要素展開スキル」の活用が重視されることが確認できた。

(2)建築家のスケッチ分析

2 人の著名な建築家により描かれたスケッチを前節の表 5-1 に示した各スケッチスキルの効果を用いて分析した。

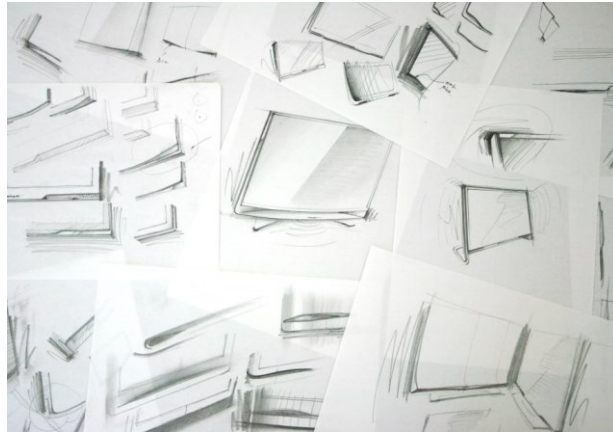


図 5-2 液晶テレビのデザインにおいて描かれたスケッチ
(画像提供：株式会社東芝 デザインセンター)

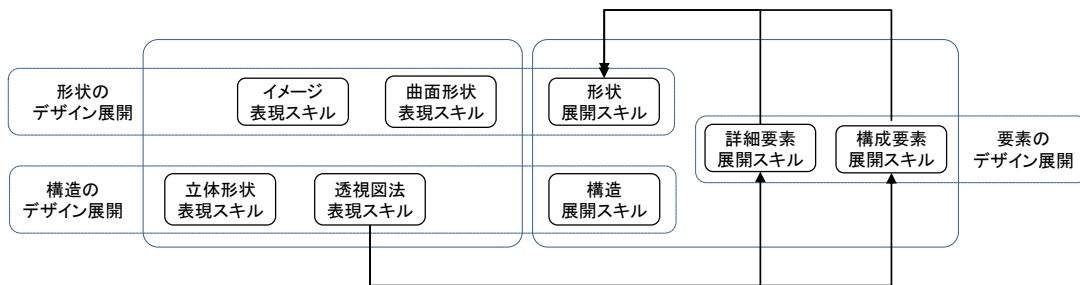


図 5-3 スケッチから推測される液晶テレビのデザイン創造過程

図 5-4 の左図 (Pfeiffer 1991) は、1943 年に描かれたフランク・ロイド・ライトによるソロモン・R・グッゲンハイム美術館ニューヨークのスケッチ，図 5-5 の左図 (二川 2011) は、2006 年に描かれたフランク・オーウェン・ゲーリーによるグッゲンハイム美術館アブダビのスケッチである。まず，図 5-4 の左図を，表 5-1 に示したスケッチスキルの効果により分析する。本スケッチに透視図法は活用されていないが，2.5 節で確認された「曲面形状表現スキル」を用いることでデザインの構成要素を導出したデザイナーのスケッチと同様に，円筒状の曲面を正確に描くことで螺旋状の回廊となる内部構造や詳細な要素を検討したことが考えられる。つぎに，図 5-5 の左図を同様に分析する。「イメージ表現スキル」を用いることでデザインの特徴を強調しながら，複雑な構成要素や特徴的な屋根の端面形状などの詳細要素を検討したことが考えられる。図 5-4 の右図(Pfeiffer 1991)と図 5-5 の右図(二川 2011)に，それぞれのスケッチの最終ドローイングと CAD によるドローイングを示す。図 5-4 の左図は，最終ドローイングと比べると螺旋状の構造が強調して描かれ，図 5-5 の左図は各建築物が複雑に絡み合った全体の構成が，強調して描かれていることが確認できる。

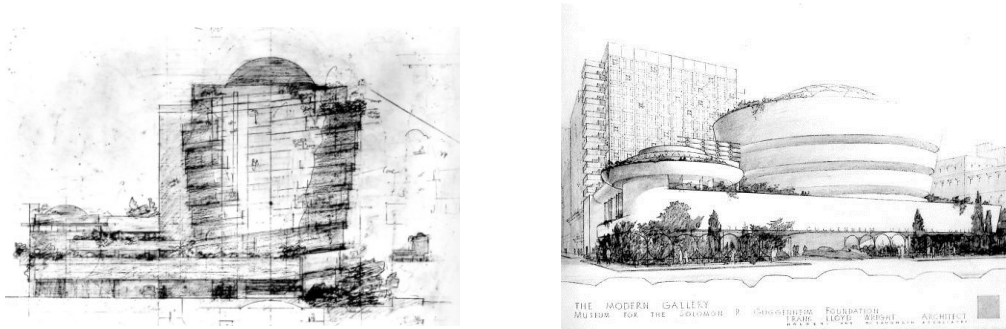


図 5-4 フランク・ロイド・ライトによるスケッチ(左図)と精密なドローイング(右図)(Pfeiffer 1991より)

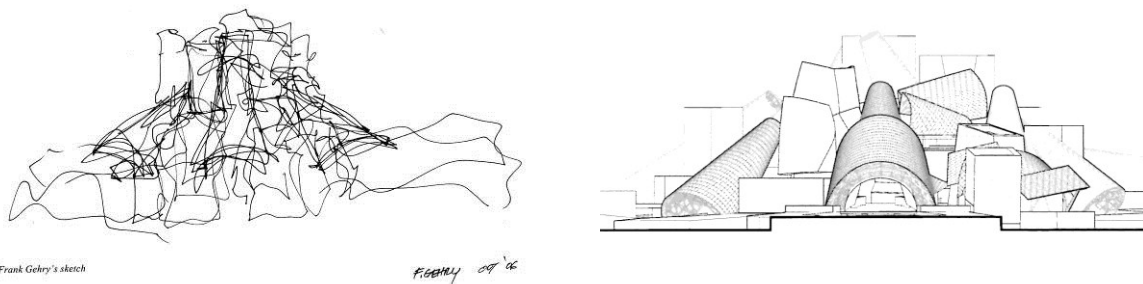


図 5-5 フランク・オーエン・ゲーリーによるスケッチ(左図)とCADによるドローイング(右図)(二川 2011より)

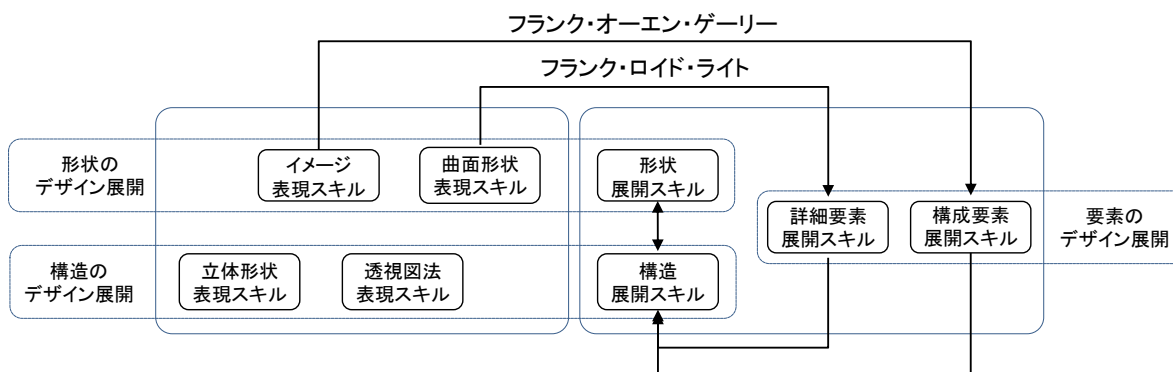


図 5-6 スケッチから推測される 2 人の建築家のデザイン創造過程

以上より推測される, スケッチを用いた創造過程を図 5-6 に示す. 2 人の建築家は, まずイメージしたデザインの特徴を「曲面形状表現スキル」または「イメージ表現スキル」を活用することでスケッチを描く. つぎに, 「詳細要素展開スキル」や「構成要素展開スキル」により特徴となる形状の詳細や要素を検討する. さらに, それらを統合することで構造と外形形状を検討したことが考えられる.

以上から, 図 5-4 に示した 2 つのスケッチの印象は異なるものの, どちらも特徴となる要素を強調することで, それぞれの時代における革新的なデザインを創出し

たとえることができる。スケッチの描き方が大きく異なった理由として、ソロモン・R・グッゲンハイム美術館設計当時は、現在に比べると建築設計の分業化は進んでおらず、建築家は外装デザインから構造や構成パーツの細部に至る多くの情報をスケッチに表す必要があったことが考えられる。一方、現在の建築では設計作業の分業化が進んだことに加え、CAD やスケールモデル用の材料など他の表示技法が進化したことにより（繁昌 2008, Forster 1998）、スケッチの活用は、イメージの創出を目的としたものへと変化していることが理由として考えられる。

5.4 スケッチスキルの効果を応用したデザイン教育

本節では、スケッチスキル構造モデルの、新たなイメージの創出を目的としたスケッチ教育への応用について述べる。それにより、デザイン教育における本モデル応用の可能性を示す。

3.3 節における、ラフスケッチに影響するスキルの分析において、デザイナーとスケッチスキルの高い大学生のラフスケッチに「イメージ表現スキル」による、線の太さや濃淡などによる形状の特徴表現が確認された。また、これらの被験者には、「透視図法表現スキル」を活用しない平面表現によるラフスケッチが確認された。これらのスケッチは「透視図法表現スキル」は活用されていないにもかかわらず、「イメージ表現スキル」により外形線が効果的に表現され、容易に立体を想像することができた。このことから、これらの被験者はデザイン対象の形状を把握したうえで、形状に応じて「透視図法表現スキル」のかわりに短時間で描画可能な平面表現を活用し、効率的にデザインを創出することが考えられた。

「透視図法表現スキル」をまだ十分に修得していないデザインを学び始めた大学生を対象に「イメージ表現スキル」教育を行った。3.3 節で確認されたデザイナーとスケッチスキルの高い大学生の平面表現によるラフスケッチを参考に、線の強弱や濃淡を使い分けることで、デザイン対象の特徴表現が可能となることを教えた。30 分間の事例紹介と簡単な演習の後、輪郭線の強弱表現が容易なやわらかい鉛筆の使用を指示し、ラフスケッチを描かせた。教育の後に描かせた平面表現によるラフスケッチの例を図 5-7 の下段に示す。図 5-7 の上段に示した、同一の大学生が教育前に描いた透視図法表現によるラフスケッチに比べ、立体感を含むイメージが的確に表現されていることが確認できる。この理由として、これらの大学生は「透視図法表現スキル」の修得が不十分なため、透視図法表現でスケッチを描く場合には輪郭線の表現が不安定になった一方、平面表現ではイメージしたとおりの輪郭線が描けたことが考えられる。

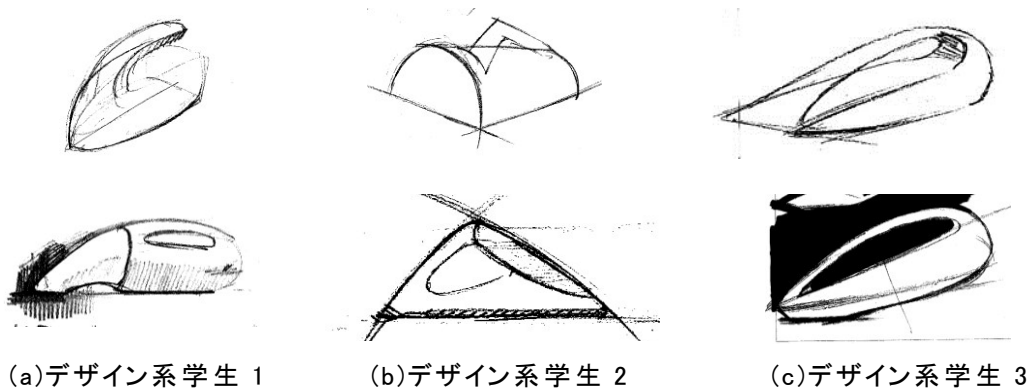


図 5-7 同一の被験者による透視図法（上側）と平面表現（下側）によるラフスケッチの描画例

以上より，デザイナーとスケッチスキルの高い大学生のラフスケッチに確認された，「イメージ表現スキル」を活用した平面表現における立体感表現は，比較的短時間の教育により修得が可能であることを確認した．

5.5 結言

本章では，まず，本研究で明らかになった，スケッチの修得レベル，デザイナーの活用，ラフスケッチとアイディアスケッチの差異，およびキーワード抽出におけるスケッチスキルの効果を統合することで，表現スキル，展開スキル，およびキーワード抽出間の関係を整理した．その結果，表現スキルが，展開スキルとキーワード抽出に及ぼす効果を応用することで，さまざまなデザインへの対応が可能となることを示した．

つぎに，整理した各スケッチスキルの効果を基に，過去のすぐれたデザインにおいて描かれたスケッチを分析した．その結果，液晶テレビのデザインにおける正確な「透視図法表現スキル」，著名な建築家によって描かれたスケッチにおける「曲面形状表現スキル」や「イメージ表現スキル」の活用を明らかにし，本モデルがデザインの研究分野においても応用可能であることを示した．さらに，本研究において確認された「イメージ表現スキル」を活用した平面表現における立体感表現を大学生のスケッチ教育に応用し，比較的短時間の教育により修得が可能であることを確認することで，デザイン教育においても応用可能であることを示した．

第6章

結論

6.1 本研究の成果

本研究では、デザイン領域における研究や教育に向けた基礎のモデルとして、プロダクトデザインにおけるスケッチスキル構造モデルを構築し、その応用の可能性を示した。

以下に各章における研究成果の概要を示す。

第1章では、まず、プロダクトデザインにおけるスケッチに対するデザイナーの認識、従来の研究、およびデザイン教育の現状について述べた。つぎに、スケッチを描くためには、立体形状を表現する透視図法や形状・構造の展開などに関するスケッチスキルが必要とされるものの、その効果や関係性は明らかでなく、デザインの創造過程の解明や、効果的なデザイン教育への応用には至っていないことを示した。それにより、スケッチスキル構造モデルを構築する必要性を述べた。

第2章では、スケッチ教育における修得レベルの差異を分析することでスケッチスキル構造モデルを提案した。そのために、大学生を対象者としてスケッチ教育を行い、スケッチスキルを抽出・評価し、ISM法による階層化、数量化Ⅲ類およびクラスター分析による分類・構造化を行うことで、表現スキル4項目と展開スキル4項目を求め、その関係性を明らかにした。つぎに、本モデルをデザイナーのスケッチ分析に適用することで、デザイナーと学生のスケッチスキルの差異を明らかにするとともに、デザイナーがデザイン対象に対する知識や経験に合わせて活用するスケッチスキルの効果を確認した。それにより、デザイナーのスケッチ分析においても、本モデルが有効であることを示した。

第3章では、本モデルを用いて、デザインにおいてイメージの創出を狙いとしたラフスケッチと、形状、構造、および仕様の導出を狙いとしたアイディアスケッチ

の両スケッチに影響するスケッチスキルの効果を示した。そのために、判別分析を用いた分析結果を基にスケッチスキルの高い被験者と低い被験者に分けたグループのラフスケッチとアイディアスケッチを比較した。その結果、ラフスケッチにはイメージを俯瞰し表現する「イメージ表現スキル」や「立体形状表現スキル」、アイディアスケッチには正確に形状を表現する「透視図法表現スキル」や「曲面表現スキル」が強く影響するスケッチスキルであることを明らかにするとともに、両スケッチの分析において本モデルが有効であることを示した。

第4章では、本モデルを用いて、スケッチとともにデザインにおいて多用されるキーワード抽出に影響するスケッチスキルの効果を示した。そのために、スケッチ描画とキーワード抽出の手順を入れ替えたデザインワークの結果を分析することで、キーワード抽出とスケッチ描画が相互に与える影響を確認した。さらに、デザイン思考の枠組みを内包する多空間デザインモデルを用いてキーワードを分類することで分析を進めた。その結果、「構造展開スキル」は意味に関連して抽出されたキーワードからスケッチを展開し、「形状展開スキル」は構造から形状を展開することで、状態や属性を表すキーワードの抽出に影響し、「詳細要素展開スキル」と「構成要素展開スキル」は状態や属性に加えて意味を表すキーワードの抽出に影響することを明らかにした。併せて、キーワード抽出においても本モデルが有効であることを示し、スケッチスキル構造モデルを構築した。

第5章では、構築した本モデルに対する、今後のデザイン研究と教育への応用の可能性を示した。まず、各章において明らかにしたスケッチスキルの効果を統合することで、表現スキルが展開スキルやキーワード抽出に及ぼす効果を整理した。つぎに、明らかになった各スケッチスキルの効果を基に、デザイン領域における研究や教育分野に向けた基礎のモデルとしての、本モデルの応用の可能性を示した。研究面では、過去のすぐれたデザインにおいて描かれたスケッチの分析への応用方法、教育面では、新たなイメージの創出を目的としたスケッチ教育への適用方法をそれぞれ例示した。

6.2 今後の展望

スケッチスキル構造モデルを、デザイン領域における研究や教育に向けた基礎のモデルとすることで、スケッチを用いたデザインの創造過程の解明や、効果的なデザイン教育への応用が考えられる。それにより、本モデルを、デザインという創造

的行為における法則性の解明に向けた一助とすることが期待される。しかしながら、現実には、いろいろなタイプのデザイナーが存在するため、モデルの一般性を築くためには、さらに多くの事例を分析することで信頼性を向上させていくことが必要である。

以下に、今後の展望について述べる。

(1) プロダクトデザイン以外のデザイン分野におけるスケッチ分析

本研究におけるスケッチスキル構造モデルは、プロダクトデザインにおけるスケッチの分析結果を基に構築したものである。しかしながら、スケッチの活用はデザインの領域により異なる。建築デザインにおいてはアイソメトリック（投映法）が使用されることも多く（Lockard 2000）、ファッションデザインにおいては、まず8頭身のプロポーションを描けるようになることが基本となる（長沢 2011）。

このため、プロダクトデザインを基に構築した本モデルの適用範囲を他のデザイン分野にも広げることが望まれる。今後、本モデルを、各デザイン分野におけるスケッチスキルの効果分析に適用し、分析事例を増やしていくことで、信頼性を向上させていくことが必要と考える。

(2) デザインにおける発想過程の解明

デザインにおける発想過程について、デザインを行う実務、方法、方法論、理論を統合的に研究するデザイン科学において、デザイン知識に基づく、発想、分析、および評価プロセスを想定したデザインの思考モデルが提案されるなど、デザイン方法論からのアプローチによるデザイン発想過程の解明が進んでいる（松岡 2008a, 松岡 2008b, Matsuoka 2010a, Matsuoka 2010b, Matsuoka 2012）。

このため、デザイン科学分野における、スケッチを足掛かりとしたデザイン発想過程の解明に向け、本モデルの適用事例を増やしていくことが望まれる。CADの使用を前提としたデザインと手描きスケッチの活用を中心としたデザインにおけるスケッチスキルの差異の分析など、デザイン創造過程の異なる事例の分析に本モデルの適用していくことで、分析精度を上げていくことが必要と考える。

(3) 効率的にスケッチスキルを修得するための教育法の開発

プロダクトデザイン教育において、スケッチスキルの修得はデザイン教育の土台として重視されている。しかしながら、現在のデザイン教育においては、各スケッチスキルの効果が不明のまま、描画技術の修得を中心とした長時間の演習が課され

ることも多い。

このため、本モデルを応用した教育法の開発に向けて、スケッチスキルの修得方法の開発に加えて、修得レベルの確認を可能とすることが望まれる。そのために、デザイナーと学生間のスケッチスキルの判別要因を特定しその結果を体系化することでチェックリスト化を図るなど、本モデルを基にした評価法の構築が必要と考える。

本モデルを活用することで、デザインの研究や教育において多くの効果が期待される。今後、上述した各研究や教育への本モデルの適用を進め、デザインの創造過程を解明していくことで、スケッチを用いたデザインの創造が多くの人にとって身近なものとなることを目標に研究を続けていきたい。

謝辞

本研究は、慶應義塾大学大学院理工学研究科 総合デザイン工学専攻 松岡由幸教授のご指導のもとで行われたものです。松岡教授には、研究に関する事柄のみならず、研究者・教育者としてあるべき姿についてもご指導を頂きました。松岡教授のご指導ならびにご鞭撻に対して心より感謝の意を表します。

また、本論文の執筆に際し、多くの貴重なご指導・ご助言を頂きました慶應義塾大学大学院理工学研究科 総合デザイン工学専攻 青山英樹教授，同大学院理工学研究科 開放環境科学専攻 萩原将文教授，同大学院理工学研究科 総合デザイン工学専攻 中澤和夫准教授，千葉大学名誉教授・放送大学客員教授 青木弘行名誉教授に心より御礼申し上げます。

つぎに、研究の開始時に方向性を示して頂いたばかりでなく、研究に望む基本的な姿勢についても温かくご指導して頂きました故氏家良樹氏に心より感謝いたします。また、頼りない私にも関わらず、辛抱強く研究に協力して頂きました慶應義塾大学大学院理工学研究科 総合デザイン工学専攻助教，佐藤浩一郎氏，ならびに東海大学工学部講師，加藤健郎氏に心より御礼申し上げます。

さらに、本研究において研究対象としたスケッチの評価に協力して頂きました湘南工科大学教授 高野修二氏，株式会社 東芝 デザインセンター主務 浅沼尚氏に感謝の意を表します。また，株式会社 東芝 デザインセンターの皆様，千葉大学 大学院理工学研究科 デザイン科学専攻・工学部 デザイン学科 材料計画研究室の皆様，信州大学 繊維・感性工学系 感性工学課程の皆様，松岡研究室の皆様には研究対象としたスケッチの収集に協力して頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

最後に、筆者の健康を気遣い、私生活において筆者を支えてくれた妻 里美に、心よりありがとうございますの気持ちを伝えたいと思います。

2014年2月
伊豆 裕一

参考文献

- (阿部 1982) 阿部公正：工業デザイン全集 4，デザイン技法，日本出版サービス，1982.
- (有馬 1987) 有馬哲，石村貞夫：多変量解析のはなし，東京図書株式会社，1987.
- (Baxton 2007) Bill Baxton: Sketching User Experiences, Morgan Kaufmann Publisher, pp.105-120, 2007.
- (Essen 2007) Koos Essen, Roseline Steur: Sketching, BIS Publishers, 2007.
- (Forster 1998) Kurt W Forster, Hadley Arnold: Frank O. Gehry The Complete Works, The Monacelli Press, 1998.
- (福田 2009) 福田哲夫（該当ページ執筆）：JIDA プロダクトデザイン商品開発に関わるすべての人へ，株式会社ワークスコーポレーション，pp.138-139，2009.
- (二川 2011) 二川幸夫：Frank Gehry Recent Project: エーディーエー・エディター・トーキョー，2011.
- (範 2007a) 範聖璽，野口尚孝：デザイン思考におけるカテゴリーの階層構造と形態の新規性の関係，デザイン学研究，Vol.53 No.5, pp.53-60, 2007.
- (範 2007b) 範聖璽，野口尚孝：デザイン思考におけるカテゴリー拡張と独創性の関係，デザイン学研究，Vol.53 No.5, pp.61-68, 2007.

参考文献

- (Izu 2012) Yuichi Izu, Koichiro Sato, Takeo Kato, Yoshiki Ujiie, Yoshiyuki Matsuoka: Structural Model of Sketching Skills for Design Education, Proceedings of the Fourth Asian Conference on Education, pp.368-384, 2012.
- (伊豆 2012) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 加藤健郎, 氏家良樹, 松岡由幸: プロダクトデザインにおけるスケッチスキルの構造モデル, 日本デザイン学会デザイン学研究, 第 59 巻第 4 号, pp.61-70, 2012.
- (Izu 2013) Yuichi Izu, Koichiro Sato, Takeo Kato, Yoshiyuki Matsuoka: Structural Model of Sketching Skills and Analysis of Designers' Sketches, 5th IASDR 2013 Tokyo, pp.1733-1742, 2013.
- (伊豆 2013) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 加藤健郎, 松岡由幸: スケッチスキルの構造モデルを用いたデザイナーのスケッチ分析, 日本デザイン学会デザイン学研究, 第 60 巻第 4 号, pp.61-68, 2013.
- (Jones 1970) John Cris Jones: 工芸ニュース, 第 38 巻第 2 号, pp.56-72, 1970.
- (Lewin 2003) Tony Lewin: How to Design Cars Like a Pro, MBI Publishing Company, 2003.
- (Lockard 2000) William Kirby Lockard: Design Drawing Experience, W.W.Norton & Company 2000.
- (松岡 2006) 松岡由幸, 栗原憲二, 奈良敢也, 氏家良樹: 製品開発のための統計解析学, 共立出版, 2006.
- (松岡 2008a) 松岡由幸, 宮田悟志: 最適デザインの概念, 協立出版株式会社, pp.4-23, 2008.
- (松岡 2008b) 松岡由幸, 氏家良樹 他: デザインサイエンス, 丸善出版, pp.8-27, 2008.

参考文献

- (Matsuoka 2010a) Yoshiyuki Matsuoka, Yoshiki Ujiie, et al. : Design Science, Maruzen Co., Ltd., 10-34, 2010.
- (Matsuoka 2010b) Yoshiyuki Matsuoka: Multispace Design Model as Framework for Design Science towards Integration of Design, Proceedings of International Conference on Design Engineering and Science 2010 (ICDES2010), 2010.
- (Matsuoka 2012) Yoshiyuki Matsuoka: Multispace Design Model towards integration between industrial design and engineering design, Proceedings of International Conference on Design Research Society 2012 (DRS2012), 2012.
- (森 1993) 森典彦：左脳デザインニング，海文堂出版株式会社，1993.
- (Mozoda 2010) ブリジット・ボージャ・ド・モゾタ：戦略的デザインマネジメント，同友館，2010.
- (永井 2001) 永井由佳里，野口尚孝：ドローイングに表れたデザイン専攻学生の思考タイプと創造性の関係，デザイン学研究 Vol.148, pp.131-138, 2001.
- (奥山 2006) 奥山清行：どらく追跡フロントランナー（朝日新聞 Be フロントランナー，2006年12月9日付），2006.
- (小内 1989) 小内克彦，森典彦，杉山和雄：ファジィ理論によるデザインコンセプト用語の階層化，デザイン学研究，No.73, pp.65-72, 1989.
- (Ott 2005) Alexander Ott: Darstellungstechnik, Tools INT'L Corp., 2005.
- (Pfeiffer 1991) Bruse Brooks Pfeiffer, Frank Lloyd Wright Drawing, Douhou-sha, 1991.
- (Pipes 2007) Alan Pipes: Drawing for Designers, Laurence King Publishing Ltd, pp.12-41, 2007.

参考文献

- (繁昌 2008) 繁昌朗：フランク・O.ゲーリー，鹿島出版会，2008.
- (清水 1990) 清水吉治：マーカーテクニック，株式会社グラフィック社，1990.
- (須永 2005) 須永剛司：デザイナーはどうしてスケッチを描くのか，デザインにおける創造性とは？，デザイン学研究特集号第12巻3号，pp.12-13, 2005.
- (諏訪 1999) 諏訪正樹：ビジュアルな表現と認知プロセス，可視化情報，Vol.19 No.72, 1999.
- (Toshiba 2006) 株式会社東芝デザインセンターより提供，2006.
- (豊田 2003) 豊田武俊，堀井秀行：構造モデル化手法の社会問題への適用～原子力発電所トラブル隠しを題材に～，社会技術研究論文集，Vol.1, pp.16-24, 2003.
- (堤 1991) 堤浪夫：美術系 図学・製図，鳳山社，1991.
- (Utterback 2008) ジェイムス・M・アッタバーグ：デザイン・インスパイアード・イノベーション，株式会社ファーストプレス，pp.124-148, 2008.
- (渡辺 1989) 渡辺誠，森典彦，杉山和雄：腕時計デザインにおけるイメージ用語，デザイン学研究 No.72, pp51-58, 1989.
- (Yang 2007) Maria C. Yang: An Analysis of Sketching Skill and Its Role in Early Stage Engineering Design, Transaction of the ASME, Vol.129, 2007.
- (吉川 1979) 吉川弘之：一般設計学序説，一般設計学のための公理的方法，精密機械，Vol.45, No.8, pp.906-912, 1979.
- (吉川 1981) 吉川弘之：一般設計学過程，精密機械，Vol.47, No.4, pp.405-410, 1981.

参考文献

(吉川 1985) 吉川弘之：一般設計学，機械の研究，Vol.37, No.1, pp.108-116, 1985.

著者論文目録

1. 原著論文

- (1) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 加藤健郎, 氏家良樹, 松岡由幸, “プロダクトデザインにおけるスケッチスキルの構造モデル”, デザイン学研究, Vol. 59, No. 4, pp.61-70, 2012.
- (2) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 加藤健郎, 松岡由幸, “スケッチスキルの構造モデルを用いたデザイナーのスケッチ分析”, デザイン学研究, Vol. 60, No.4, pp.61-68, 2013.
- (3) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 加藤健郎, 松岡由幸, “スケッチスキルの構造モデルによるラフスケッチとアイディアスケッチの分析”, デザイン学研究, [掲載決定].
- (4) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 加藤健郎, 松岡由幸, “キーワード抽出におけるスケッチスキルの効果分析”, デザイン学研究, [掲載決定].

2. 国際会議論文

- (1) Izu, Y., Sato, K., Kato, Kato, T., Ujiie, Y., and Matsuoka, Y., “Structural Model of Sketching Skills for Design Education”, Proceedings of the Fourth Asian Conference on Education (ACE2012, Osaka, Japan), pp.368-384, 2012.
- (2) Izu, Y., Sato, K., Kato, Kato, T., and Matsuoka, Y., “Structural Model of Sketching Skills and Analysis of Designers’ Sketches”, 5th IASDR 2013 Tokyo (IASDR2013, Tokyo, Japan), pp.1733-1742, 2013.
- (3) Izu, Y., Sato, K., Kato, Kato, T., and Matsuoka, Y., “Application of Designers’ Sketching Skills in Design Education”, Proceedings of the Fifth Asian Conference on Education (ACE2013, Osaka, Japan), pp.576-585, 2013.

3. その他の国際会議発表

- (1) Izu, Y., and Matsuoka, Y., “Research on the Role of the Sketch in Design Idea Generation”, 14th International Conference on Human-Computer Interaction, pp.29-32, 2011.

4. 国内学会発表

- (1) 伊豆裕一, 松岡由幸, “工学部学生に対するスケッチ教育とデザイン発想”, デザインシンポジウム 2008 講演論文集, pp.207-211, 2010.
- (2) 伊豆裕一, 氏家良樹, 松岡由幸, “デザイン発想教育におけるスケッチ活用”, 日本デザイン学会 第 58 回研究発表大会講演論文集, pp.92-93, 2010.
- (3) 伊豆裕一, 松岡由幸, “デザインにおける表示技法と発想の関係”, 日本機械学会関東支部第 17 期総会講演会論文集, pp.361-262, 2011.
- (4) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 松岡由幸, “デザインにおけるスケッチと発想の関係”, 日本デザイン学会 第 59 回研究発表大会講演論文集, pp.64-65, 2011.
- (5) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 加藤健郎, 氏家良樹, 松岡由幸, “プロダクトデザインにおけるスケッチスキルの構造モデル”, 日本デザイン学会 第 60 回研究発表大会講演論文集, pp.268-269, 2012.
- (6) 伊豆裕一, 佐藤浩一郎, 松岡由幸, “デザイナーと学生間におけるスケッチスキルの差異”, 日本デザイン学会 第 61 回研究発表大会講演論文集, pp.238-239, 2013.

補遺

補遺 1：第 2 章関連

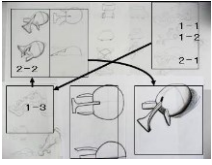
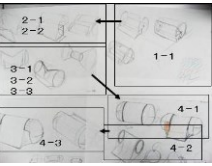
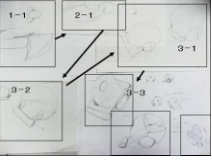
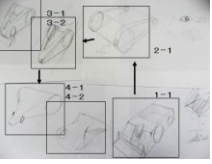
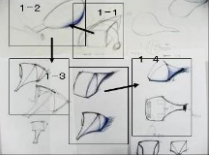
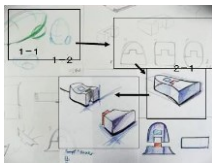
補遺 2：第 4 章関連

補遺 1

補遺 1.1

2.2 節, スケッチスキルの抽出において全被験者により描かれたスケッチの一覧と評価結果.

実験日 : 2006 年 3 月
 場所 : 慶應義塾大学 矢上キャンパス
 被験者 : 慶應義塾大学 理工学研究科 総合デザイン工学専攻
 慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 (4 年生)

		表示力										展開力								
		1. 透視図法表現	2. 陰影・素材表現	3. 立体形状把握表現	4. 透視図法適用表現	5. 稜線表現	6. 曲面表現	7. 輪郭表現	8. 詳細形状表現	9. フリーハンド表現	10. 強調表現	1. パース展開数	2. 形状展開数	3. 構造展開数	4. 1構造あたり形状展開数	5. フォム展開数	6. 構成要素展開	7. 形状説明展開	8. 構造要素展開	9. 詳細要素展開
1		4	4	4	4	4	5	4	4	4	2	7	5	2	2.5	2	2	2	3	4
2		3	2	3	3	2	2	3	2	2	1	14	9	4	2.3	3	2	3	3	1
3		3	1	3	3	1	2	3	3	1	1	8	5	3	1.7	2	3	2	3	1
4		3	3	3	4	2	2	3	3	2	1	6	6	4	1.5	3	2	1	2	3
5		3	3	3	3	1	3	3	2	1	2	7	4	3	1.3	3	1	3	1	2
6		2	3	2	3	2	3	2	2	1	2	4	3	2	1.5	2	3	1	3	1

		表示力										展開力								
		1. 透視図法表現	2. 陰影・素材表現	3. 立体形状把握表現	4. 透視図法適用表現	5. 稜線表現	6. 曲面表現	7. 輪郭表現	8. 詳細形状表現	9. フリーハンド表現	10. 強調表現	1. パース展開数	2. 形状展開数	3. 構造展開数	4. 1構造あたり形状展開数	5. フォーム展開数	6. 構成要素展開	7. 形状説明展開	8. 構造要素展開	9. 詳細要素展開
7		5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	10	8	6	1.3	6	4	5	2	5
8		3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	6	5	5	1	4	2	2	4	3
9		3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	4	1	1	1	1	3	3	3	2
10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	2	1	2	1	1	3	1
11		5	2	4	5	5	4	5	5	4	4	12	7	2	3.5	4	5	4	5	5
12		2	2	2	2	3	3	4	2	2	2	3	2	2	1	2	2	1	3	3
13		3	3	3	4	4	1	4	4	3	3	6	6	2	3	2	2	2	3	3

補遺 1.2

2.3 節, スケッチスキル間の相関分析における無相関検定の結果.

表 2-1 表現スキル評価 10 項目間の相関係数(網掛け, 0.7 以上)

	(E1) 透視図法 表現	(E2) 陰影・素材 表現	(E3) 立体形状 把握表現	(E4) 透視図法 適用表現	(E5) 稜線 表現	(E6) 曲面 表現	(E7) 輪郭 表現	(E8) 構成要素 表現	(E9) フリーハンド 表現	(E10) 強調 表現
(E1)透視図法表現	1.00									
(E2)陰影・素材表現	0.53	1.00								
(E3)立体形状把握表現	0.82	0.50	1.00							
(E4)透視図法適用表現	0.63	0.45	0.72	1.00						
(E5)稜線表現	0.57	0.50	0.76	0.80	1.00					
(E6)曲面表現	0.30	0.48	0.58	0.65	0.79	1.00				
(E7)輪郭表現	0.54	0.13	0.72	0.71	0.80	0.71	1.00			
(E8)構成要素表現	0.62	0.33	0.78	0.92	0.87	0.70	0.87	1.00		
(E9)フリーハンド表現	0.59	0.30	0.77	0.82	0.90	0.75	0.89	0.87	1.00	
(E10)強調表現	0.37	0.19	0.60	0.65	0.82	0.79	0.72	0.70	0.89	1.00

表 2-1 に対する無相関検定結果

	(E1) 透視図法 表現	(E2) 陰影・素材 表現	(E3) 立体形状 把握表現	(E4) 透視図法 適用表現	(E5) 稜線 表現	(E6) 曲面 表現	(E7) 輪郭 表現	(E8) 構成要素 表現	(E9) フリーハンド 表現	(E10) 強調 表現
(E1)透視図法表現										
(E2)陰影・素材表現	0.06									
(E3)立体形状把握表現	0.00	0.08								
(E4)透視図法適用表現	0.02	0.13	0.01							
(E5)稜線表現	0.05	0.15	0.00	0.00						
(E6)曲面表現	0.32	0.10	0.04	0.02	0.00					
(E7)輪郭表現	0.02	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00				
(E8)構成要素表現	0.03	0.28	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00			
(E9)フリーハンド表現	0.03	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
(E10)強調表現	0.30	0.39	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	

表 2-2 展開スキル評価 9 項目間の相関係数(網掛け, 0.7 以上)

	(D1) パース 展開数	(D2) 形状 展開数	(D3) 構造 展開数	(D4) 1構造あたり 形状展開数	(D5) フォルム 展開数	(D6) 構成要素 展開	(D7) 形状説明 展開	(D8) 構成要素 展開	(D9) 詳細要素 展開
(D1)パース展開数	1.00								
(D2)形状展開数	0.82	1.00							
(D3)構造展開数	0.37	0.42	1.00						
(D4)1構造あたり形状展開数	0.63	0.50	-0.09	1.00					
(D5)フォルム展開数	0.57	0.77	0.71	0.17	1.00				
(D6)構成要素展開	0.33	0.29	-0.23	0.38	0.31	1.00			
(D7)形状説明展開	0.69	0.78	0.17	0.22	0.61	0.57	1.00		
(D8)構成要素展開	0.06	-0.28	0.07	0.07	0.00	0.33	-0.13	1.00	
(D9)詳細要素展開	0.31	0.54	0.09	0.33	0.60	0.53	0.53	0.00	1.00

表 2-2 に対する無相関検定結果

	(D1) パース 展開数	(D2) 形状 展開数	(D3) 構造 展開数	(D4) 1構造あたり 形状展開数	(D5) フォルム 展開数	(D6) 構成要素 展開	(D7) 形状説明 展開	(D8) 構成要素 展開	(D9) 詳細要素 展開
(D1)パース展開数									
(D2)形状展開数	0.00								
(D3)構造展開数	0.21	0.19							
(D4)1構造あたり形状展開数	0.01	0.01	0.70						
(D5)フォルム展開数	0.04	0.00	0.01	0.40					
(D6)構成要素展開	0.26	0.36	0.44	0.31	0.30				
(D7)形状説明展開	0.01	0.00	0.59	0.16	0.03	0.04			
(D8)構成要素展開	0.86	0.36	0.82	0.83	1.00	0.27	0.66		
(D9)詳細要素展開	0.30	0.03	0.77	0.13	0.03	0.06	0.06	1.00	

表 2-3 表現スキル評価 10 項と展開スキル評価 9 項目間の相関係数(網掛け, 0.7 以上)

	(D1) パース 展開数	(D2) 形状 展開数	(D3) 構造 展開数	(D4) 1構造あたり 形状展開数	(D5) フォルム 展開数	(D6) 構成要素 展開	(D7) 形状説明 展開	(D8) 構成要素 展開	(D9) 詳細要素 展開
(E1)透視図法表現	0.45	0.52	0.54	0.28	0.59	0.17	0.45	0.06	0.70
(E2)陰影・素材表現	-0.10	0.06	-0.01	0.21	0.03	-0.03	0.10	-0.24	0.45
(E3)立体形状把握表現	0.58	0.58	0.19	0.36	0.46	0.38	0.66	-0.07	0.80
(E4)透視図法適用表現	0.46	0.66	0.09	0.60	0.46	0.54	0.54	-0.07	0.78
(E5)稜線表現	0.39	0.52	0.01	0.45	0.51	0.61	0.61	0.00	0.87
(E6)曲面表現	0.25	0.45	-0.08	0.34	0.48	0.53	0.49	-0.18	0.76
(E7)輪郭表現	0.62	0.73	0.15	0.50	0.65	0.48	0.62	0.00	0.82
(E8)構成要素表現	0.57	0.66	0.03	0.66	0.49	0.66	0.60	0.00	0.82
(E9)フリーハンド表現	0.54	0.75	0.06	0.43	0.65	0.63	0.78	-0.06	0.91
(E10)強調表現	0.47	0.67	0.09	0.23	0.70	0.72	0.84	-0.07	0.74

表 2-3 に対する無相関検定結果

	(D1) パース 展開数	(D2) 形状 展開数	(D3) 構造 展開数	(D4) 1構造あたり 形状展開数	(D5) フォルム 展開数	(D6) 構成要素 展開	(D7) 形状説明 展開	(D8) 構成要素 展開	(D9) 詳細要素 展開
(E1)透視図法表現	0.13	0.03	0.06	0.30	0.04	0.57	0.12	0.85	0.01
(E2)陰影・素材表現	0.74	0.55	0.97	0.34	0.91	0.92	0.75	0.43	0.13
(E3)立体形状把握表現	0.04	0.01	0.52	0.09	0.11	0.21	0.02	0.82	0.00
(E4)透視図法適用表現	0.12	0.01	0.78	0.03	0.12	0.06	0.06	0.81	0.00
(E5)稜線表現	0.12	0.02	0.92	0.04	0.06	0.01	0.02	0.85	0.00
(E6)曲面表現	0.41	0.07	0.79	0.09	0.10	0.06	0.09	0.56	0.00
(E7)輪郭表現	0.01	0.00	0.53	0.01	0.01	0.06	0.01	1.00	0.00
(E8)構成要素表現	0.04	0.01	0.92	0.02	0.09	0.02	0.03	1.00	0.00
(E9)フリーハンド表現	0.06	0.00	0.84	0.04	0.02	0.02	0.00	0.84	0.00
(E10)強調表現	0.22	0.02	0.87	0.23	0.06	0.02	0.00	0.49	0.01

補遺 1.3

2.3 節, ISM 法における可到達行列とスケルトン行列.

表現スキルの構造化

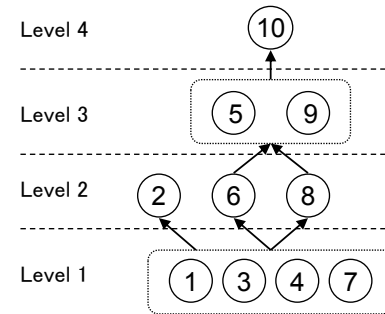
(1)可到達行列

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
3	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
4	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
6	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
7	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
8	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
9	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
10	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1

(2)スケルトン行列

		p_1		p_2			
		i_1	i_2	i_3	i_4		
i_1	1'	0	0	0	0	0	0
i_2	2	1	0	0	0	0	0
i_3	5'	0	0	1	1	0	0
i_4	10	0	0	0	0	1	0

(3)階層構造グラフ



- ⑩: (E10)強調表現
- ⑤: (E5) 稜線表現
- ⑨: (E9) フリーハンド表現
- ②: (E2) 陰影・素材表現
- ⑥: (E6) 曲面表現
- ⑧: (E8) 構成要素表現
- ①: (E1) 透視図法表現
- ③: (E3) 立体形状把握表現
- ④: (E4) 透視図法適用表現
- ⑦: (E7) 輪郭表現

展開スキルの構造化

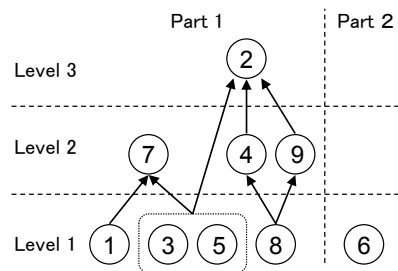
(1)可到達行列

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	1	0	0	1	1
3	0	0	1	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	1	0
5	0	0	1	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	1	0	1	0	1	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	1

(2)スケルトン行列

		p_1						p_2	
		i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6	i_7	i_8
i_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
i_2	3'	0	0	0	0	0	0	0	0
i_3	8	0	0	0	0	0	0	0	0
i_4	4	0	0	1	0	0	0	0	0
i_5	7	1	1	0	0	0	0	0	0
i_6	9	0	0	1	0	0	0	0	0
i_7	2	0	1	0	1	0	1	0	0
i_8	6	0	0	0	0	0	0	0	0

(3)階層構造グラフ



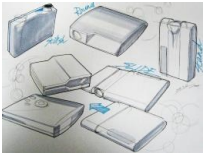

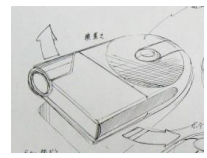
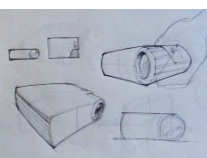
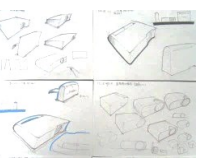
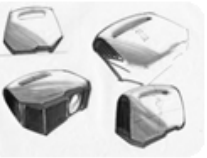
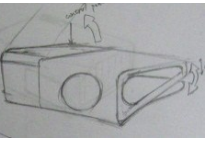
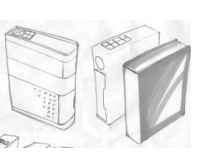

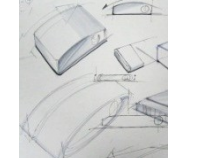


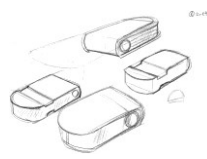
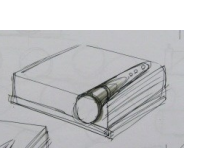
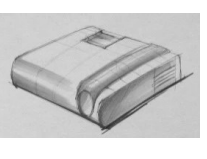
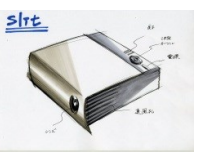
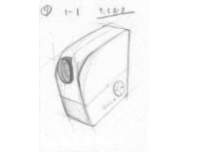

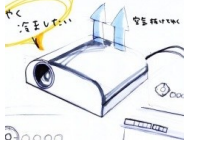
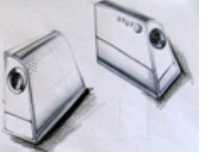
- ②: (D2) 形状展開数
- ⑦: (D7) 形状要素展開
- ④: (D4) 1構造あたり形状展開数
- ⑨: (D9) 詳細要素展開
- ①: (D1) パース展開数
- ③: (D3) 構造展開数
- ⑤: (D5) フォーム展開数
- ⑧: (D8) 構造要素展開
- ⑥: (D6) 構成要素展開

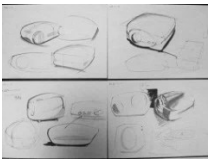
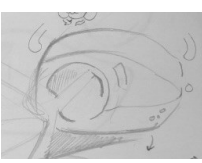
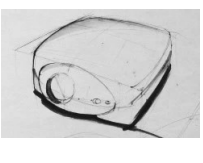
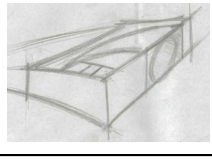
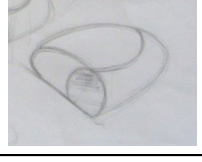
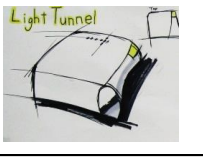
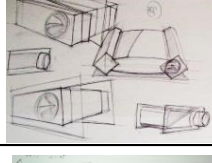
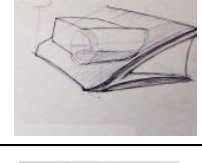
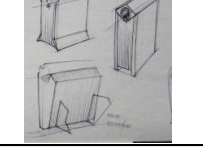
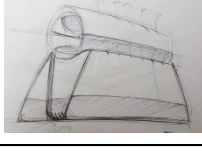
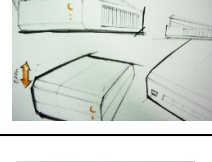
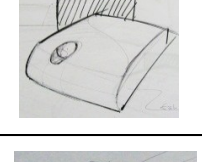

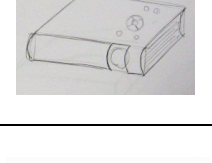
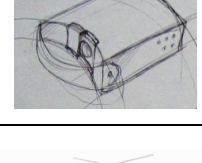

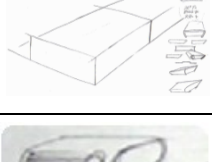

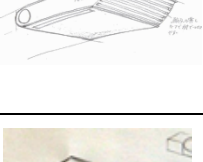

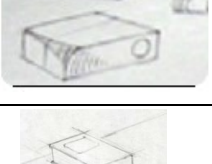
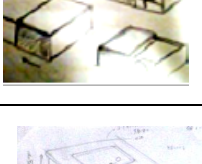
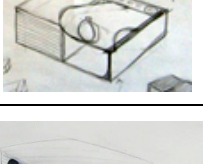
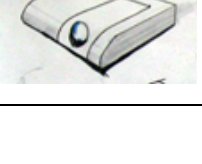
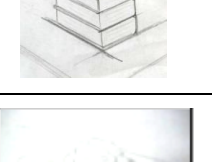
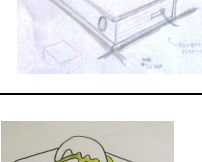
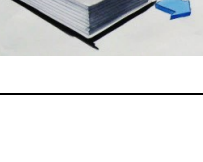
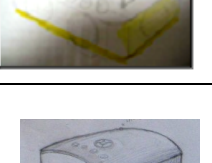
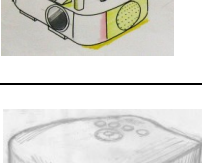
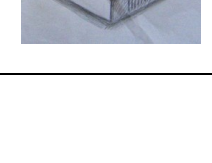


補遺 1.4

2.4 節, スケッチスキル構造モデルのデザイナーのスキル分析への適用における, プロジェクターを課題とした実験において描かれた全スケッチ.

実験条件 (デザイナー) 実験日 : 20012 年 3 月 場所 : 株式会社 東芝 (東京都 港区) 被験者 : 東芝デザインセンター デザイナー * スケッチ : 本文に表示

実験条件 (学生) 実験日 : 2009 年 8 月 場所 : 4 大学合同デザインゼミ (長野県 上田市) 被験者 : (デザイン系学生) 千葉大学 大学院工学研究科・工学部 デザイン学科 (工学系学生) 慶應義塾大学 理工学研究科 総合デザイン工学専攻 理工学部 機械工学科 信州大学 繊維学部 感性工学課程

デザイン系学生	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				

デザイン系学生	13				
	14				
	15				
	16				
工学系学生	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				

補遺 2

補遺 2.1

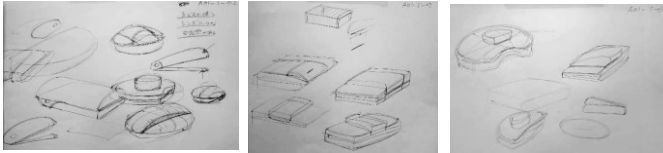
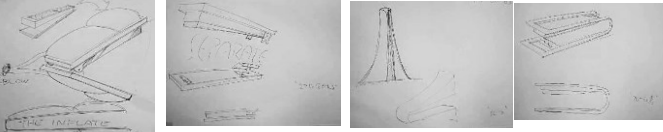





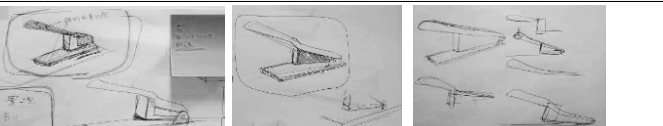


4.3 節, キーワード抽出とスケッチスキル相互間の影響分析において, 抽出された全キーワードと全スケッチ.

実験日 :
2010 年 8 月

場所 :
5 大学合同デザインゼミ (神奈川県 箱根)

被験者 :
千葉大学 大学院工学研究科・工学部 デザイン学科, 18 名
慶應義塾大学 理工学研究科 総合デザイン工学専攻, 理工学部 機械工学科, 6 名
信州大学 繊維学部 感性工学課程, 6 名

手順 : K→S
 課題 : ステープル
 被験者 : グループ A

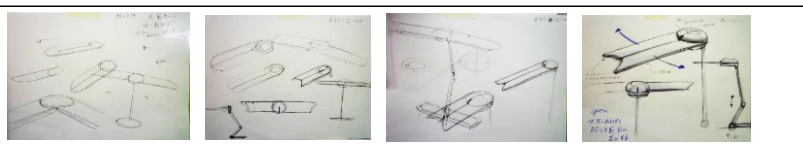
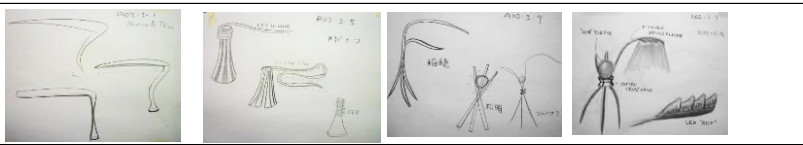
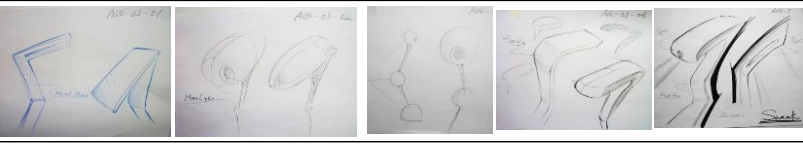
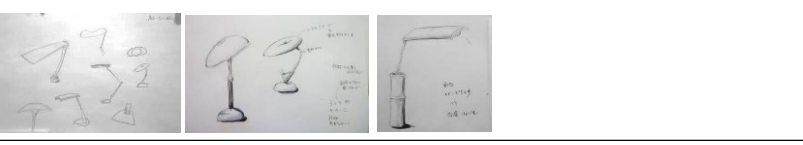
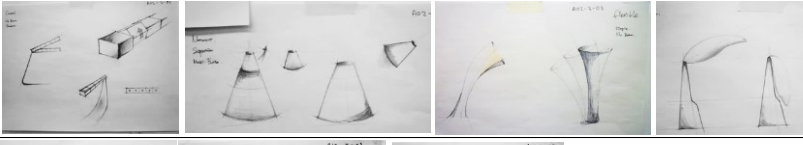
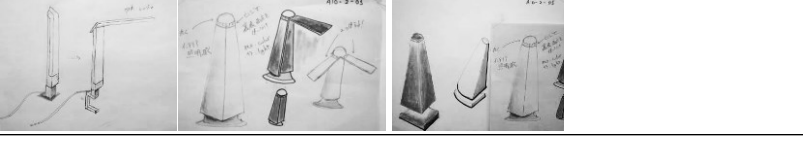
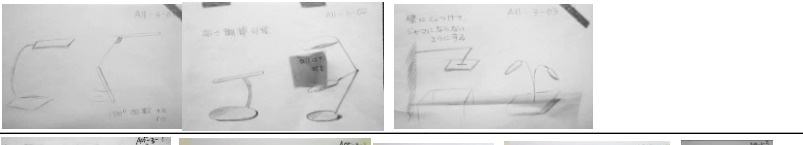
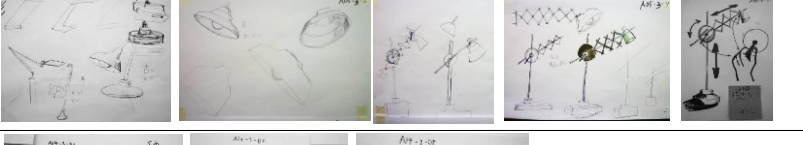
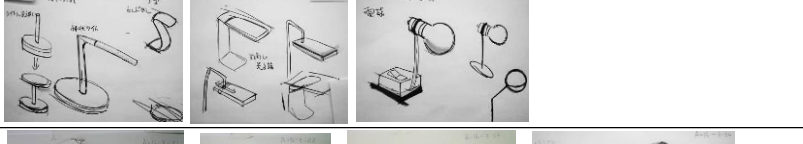

AA01	<p>手にフィットする 薄い 親しみのある キャラクター的 シンボリックな かわいい 働く女性が使う 事務の人が使う やわらかい 押し心地が良い 握にしまえる 筆入れに収納できる ビジネスマンが使う 小学生が使う モダン スタイルッシュ Rが大きい 軽い どりりしている ハード 複雑な 円柱形 コンパクト ナチュラル 握って使う 滑りにくい 目立たない 丈夫な メタリックな カラフルな 金属質な プラスティックな 角張っている 安定している 針を打つ場所が分かりやすい メカっぽい ポケットに入れやすい 針の残量が分かりやすい 直線的 細長い 紙をたくさんはさめる 引き出しにしましやすい 力の入れやすい シンプルな スマートな おもちゃっぽい 曲線的 内部構造が見える</p>	
AA03	<p>ふくらむ 変形する 2つに分かれる つながる フレーム感 輪 重い 高級感 軽い 親しみやすい 立つ マガジン 両方打ち 逆 不可逆変化 薄い Oミミックが見える 中空感 電話っぽい 人工的な</p>	
AA04	<p>球体のような 丸っこいデザイン 柔らかな感じ かわいい 地球に優しい 机の上で存在感のある インテリアに合わせる 紙がはさみやすい 着せ替え エルゴノミクス 堅固 メカメカしい 高級感 重厚感 Modern cool 角張っている シャープ 鋭利 Simple 薄い スリム</p>	
AA12	<p>丸み 握って使う 形状は従来のものに近い形 やわらかい 誰にも使いやすい 針部分の分かりやすい形 滑りにくい 流線型 手になじむ ゴムっぽい</p>	
AA02	<p>One Touch, Gradation (Hand Grip)</p>	
AA10	<p>針の後処理 一紙の裏の針の形状、失敗した針を引っ掛ける機構 色 一金属光沢 一プラスチック 一木 一樹脂 形状 一机の上で自立するかしらないか 一丸or資格 持ち運びしない 一使いやすさ重視 一有る程度の枚数綴じられる 機能美 一たくさん綴じられる 一丈夫(長く使える) 一そして使いやすい 一重厚 一メカを見せる デザイン重視 一見た目が良い 一柔らかいイメージ 持ち運びする 一スタイルッシュ 一軽い 一小さい</p>	
AA11	<p>広い年代の人が使える 人々の愛着を受けそうな形状 親指の部分の質感 なくしやすい けがをしにくくなる 何十枚も一度に綴じられる 針の入れ替えのらくな</p>	
AA05	<p>オールドリック 用の美 機能主義 柔らかい雰囲気 温もりのある シンプル 日常的な シャープ エッジの立った スタイルッシュ 主強い おもちゃっぽい かわいい コンパクト 装飾的な 有機的な 直線的な 華奢な 子供も使える 安全性の高い ゆるい エンターテイメント性 味のある 経年による価値上昇 愛着 エコロジー あかぬけない</p>	
AA14	<p>ポップな感じ 置いたときにさまになる 穴あけパンチっぽい 置いて使う テーブルの上 音がいい 重い 重厚な 切符切っぽい 持ちやすい 持って使う 軽く押せる はさまない V型じゃない 針が収納できる</p>	
AA16	<p>シンプル 使っていないときもカッコイイ 文房具らしさを減らす 高級感 カッコイイ 流線型 光沢 思わず押したくなる</p>	

手順 : S→K
 課題 : テーブルタップ
 被験者 : グループ A

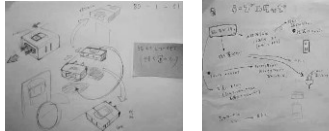


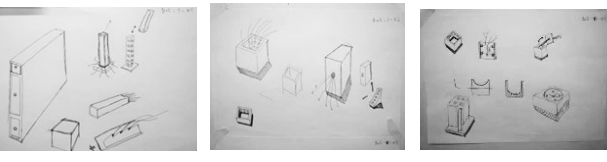
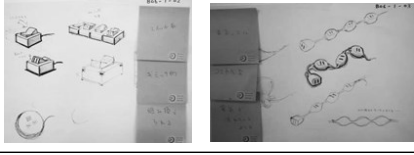



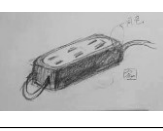
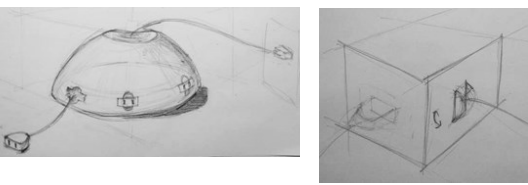
<p>AB01</p> <p>タップが目立たない タップの口にほこりがたまらない コードがたばねられる 横にしても縦にしても使える 一つ一つ可動できる 持ちやすい形状 まるっぽい</p>	
<p>AB03</p> <p>アーク 安定感 シンプルな 光沢の有る表面 平べったいと感じる ライトカバーはアクセント マットな素材 ライトカバーがアクセント 少しメカニクな 小型 連結</p>	
<p>AB04</p> <p>集まる離れる マグネット 単体でも使える パームユニット 角に合わせる 折りたためる 曲がる 組み込める</p>	
<p>AB12</p> <p>インテリアになじむ 差込口は横で邪魔にならない 平べったい 安定感 丸みがあってやさしいイメージ 台形ぼくして滑りにくい コンセントは横で邪魔にならない 花びら かわいさ 素材はシリコンのようだ やわらかいもの いやし 壁にもかけられる</p>	
<p>AB02</p> <p>Moving Move Slide Simple Use the same time Movement Easy to use Arrangement Shape Clean Unique Design</p>	
<p>AB10</p> <p>コードがからまないようになっている コンパクトに見える 側面は磁石になっている ファスナーでくっつけられる</p>	
<p>AB11</p> <p>一般的なイメージだがコードの巻取りを行なう 下に置き邪魔にならないようにする 角を丸くして子供受ける デザイン イメージは鉛筆削り 上の蓋をあげるとコンセントが挿せる コードは伸縮できる</p>	
<p>AB05</p> <p>キューブ 丸 煙突 つるして使う ぽてっとした ゼリーの シリコンの肉付け うすさ 植物 つるして使う ぽてっとした 立てて使う T-pod的な 水滴 材質のおもしろい LEGO 好きなように組み立てる パーツ くみたてビル? 街?</p>	
<p>AB14</p> <p>薄く 存在感なく 輪っかのつべり シンプル つつみこむ 拡大 親と子 お化けコンセント 壁につける 壁のコンセントがいっぱいあったら どこでもさせる 挿す 間隔がランダム ささっていない時かっこよい 薄い 突き抜ける クリア リアル ゴムカバーで突き抜けるように見える</p>	
<p>AB16</p> <p>コードは邪魔 適当な長さに調整できるようにすべし コード巻き取り部分をつくる コード巻き取り部分は丸くなるので全体を丸くする 回転させたら便利そう つるつるしたもの タワー型にすればたたくささせる 球にすれば挿すところが増える 回転円柱型 カバーを空けたところに何のコードが挿せるのが楽しくなるタイプ 面白いタップ 楽しい 娛樂 差込自体のしくなる かわいいタイプ コード差込口がプタの鼻</p>	

補遺

手順 : K⇔S
 課題 : デスクライト
 被験者 : グループ A

AC01	広い範囲から狭い範囲まで状況に合わせて照らすことができる 広げるときに取っ掛けになる形状 閉じるポイントとなる印	
AC03	Narrow and Thin メガホン LED in Line As you like 稲穂 松明 Joint 稲穂+松明 LED"RICE"	
AC04	Metal Place Mono Eye Ball Flexible 点光源 面光源 Flexible Silicon Flat Sneak	
AC12	蓮をイメージ 蛍光灯を隠す 機能は従来とほぼ同じ 子供机 かわいさ 丸み 柔らかい 和風素材を生かす 竹 部屋になじむ	
AC02	Control, No button, Moment, Separation, Multi-Function, Flexible, Simple, No button, Folding, Easy to Use, Unique	
AC10	インテリア照明っぽく ヒンジで裏表両方を使い分け オモテ:Color 裏:Light 2つ使える 四角シンプル ケータイの画面のイメージ いろいろなことに使える 発熱を抑えるために有機ELをつかう 光が漏れるのを利用 開いたり閉じたりしていろいろな種類の照明として使える	
AC11	180度回転するもの 高さ調整機能 取り外し可能 壁に付けてじゃまにならないようにする	
AC05	ガラス ガレ 古いホーロー 用の美 構造を見せる レトロ 構造で見せる	
AC14	ライトに見えない 棒状ライト ヒンジ無し 四角い 光る箱 電球	
AC16	シンプル Z型 曲線・直線が滑らかにつながる 反射光 包み込むような形 広がる光 まぶしすぎない	

手順 : K→S
 課題 : テーブルタップ
 被験者 : グループ B

BA01	<p>夜はひかる 部屋にいつもある 電気通っている コンセントにささってひかる ささっていないのも分かる テーブルタップほくなく インテリアグッズのひとつ 家具と合わせやすい シンプル 足を照らす テーブルタップの機能半分 ライトの機能半分</p>	
BA02	<p>空間節約 Colorful Friendly 堅固 安心 Organic やわらかい 便利 数多い 明るい 安定感 USB 電気節約 コードの長さ 子供 Simple 楽しい 壁に似合う 壁に張る 固定 抜きやすい Fun Compact おもしろい 保管 コードの延長 転がる 動きながら</p>	
BA03	<p>家の中でも外でも使える ほこりがたまらない 危険が少ない 有機的な シンプルでない さすがに楽しい 楽しい さし方 さしかえしやすい 片手で抜ける 抜くのが楽しい 新しい抜き方 何がたがられているかわかる エコロジー</p>	
BA05	<p>コードがからまない すっきり しゅっとしている なにコレかっこいい! 穴がそとに見えない ハコ コードがたまる 隙間に入る 中に何か入っているのWood スマート こんなのじゃま もうコードがひどいことになる もっさり たくさんずっと挿しておける 集約 家中のコードが挿してある なんと! 床にころがらない 口が多い 何かにひっかける 超デカイ ださい なにこれ! カワイイ 丸い On/Off可 色がださくない ファブリック 抜きやすい 形が変わる 挿しやすい プラスティック ひかる 透ける</p>	
BA06	<p>モトーン シックな コードがだらしない だらしない見えない 差し込みやすい 差し込口の感覚が広い コンセプトを引き抜きやすい 埃がたまらない ギミック的 スイッチ有 組み替えられる インテリア タップに見えない 丸っこい コミカルな 狭いところに入る 細長い 電気が流れているような</p>	
BA09	<p>メカニカルな 未来的な メタリックな 重厚間のある テーブルタップに見えないような 目立ちすぎない コンパクトな シャープな シンプルな スッキリした 高級感のある 落ち着いた おしゃれな 差し込みが多い 使いやすい ON-OFFスイッチのついた 多方向から差し込める コードが じゃまにならないような 差し込みやすい メカニカルな 重厚感のある メタリックな</p>	
BA10	<p>手の届くところにおける 取り出しやすいはずしやすい 場所に合う 重みのある 壁にあるコンセントを延長させる コンセント数を増やす コンセント3つ以上 うれしい 美しい コードがからまない 壁にかけられる 立つ 固定される 安定するもの</p>	
BA12	<p>線がまとめられる コンセント挿した時にごちゃごちゃしない 使いやすい さかこよさがある 四角い シンプル カラーバリエーション おしゃれ 収まった感じが出る スイッチがある コンセントが差し込みやすい 幅が広い(携帯の充電器にあわせる)</p>	
BA13	<p>誰⇒子供から大人まで どこで⇒学校、会社 コンセントが多い スイッチ コード長く、軽く 家具とのバランス 色:明るい 形:丸い スッキリとした 飽きない 踏んでも痛くない 子供がおもちゃにしないような 机にくっつく</p>	
BA17	<p>コンセントの抜きやすさ 穴の多さ 各ユニットが別々に動かせる 多方向にコンセントを挿すことが可能 360° 回せるコンセント かわいらしさ 丸みを帯びた形状 親機と子機 機器とコンセントの中継 整然とコンセントが集まる、並ぶイメージ コードの優先度がわかる 視覚的に主張 重そうな質感 コードの乱雑さ 重要なコードが外せない コンセントがカギまわす かどばった形 正確さ 指すことで なにか変化のあるような 面白いタップ 視覚的なわかりやすさ 電気の伝わるイメージ</p>	

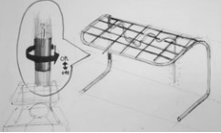
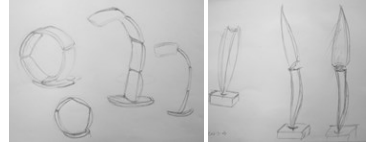
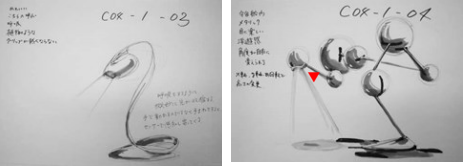
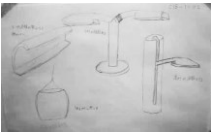
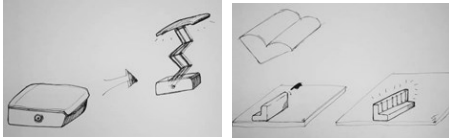
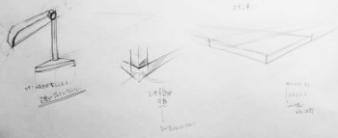
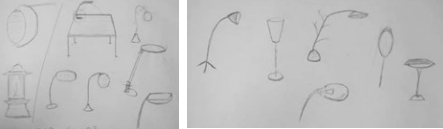



手順 : S→K
 課題 : デスクライト
 被験者 : グループ B

BB01	<p>横長の形 壁際に置く 柔らかい感じ 少し古い雰囲気 キノコ ダイアルでON/OFF 傘を下につけるとOFF上げるとON スイッチの入れ方 小さな おもちゃっぽい 植物 曲線 はり感</p>	
BB02	<p>FLAT THIN TRANSFORM プラインド EMOTIONAL FUN EASY_ADJUSTMENT Lighting Direction Height Adjustment オブジェ ななめ Fun Lighting Direction</p>	
BB03	<p>テーブルの小物を照らせる オシャレ 横にハロゲンライトが ついていて5のレベルで角度調整 多方面から照らせるライト 作業用のイメージ インテリア 彫刻 金属製 足の一体感 (問題提起有り)</p>	
BB05	<p>可動部無し 斜めに 直立でたっている ちょっと動く シンプル 直線的 ななめ 面光 可動 動く→On/Off 引き上げる まわす スライド 少しの動き 片手でもまわせる ツートン カラー! 充電式 コードレス</p>	
BB06	<p>仕事に使う オーソドックスな 横からのシルエットがシンプル 丸っこい ゆるやかな 女性的な 植物的な 首がフレキシブル ライト部分が曲面的 不安定な 土台が安定している どっしりと薄い 可変</p>	
BB09	<p>衛星をイメージ 大勢で使うテーブルの中央に置く 無機質な 生き物のような ロが開いてライトがつく メタリックな 生き物 のような ロが開いてスライドする シンプルな上品な ライト カバーはアクセント マットな質感 うねるようなアーム部分 好きなようにアームを曲げられる 生き物が口を開けたような 感じ 不気味な ニつの部分が両側に開いてライトが付く 合 座がらうそくのような インテリアのような雰囲気 ロボットのような メタリックで迫力ある 金属製</p>	
BB10	<p>ムダのない 四角い 郵便ポストのような アナログ 光の量 を調整できる 好きな光の形を照らせる 背が高い 四角い レトロ 無機質</p>	
BB12	<p>方向を自由に変えることができる 小型のちよとしたスタンド 自由に曲げることができる スタイリッシュな</p>	
BB13	<p>ダサイ感じ ゴミになっても心が痛まない 自作できる なか なか壊れない よく曲がる 兄弟喧嘩の武器になる ライトつ って人間っぽい 家事しているオカンみたいな とにかく明るい サブライトX2</p>	
BB17	<p>一般的なスタンド機構 可動式 シャープな形状 一体型 机 の側面取り付け 角ばったシェード 丸みを帯びたシェード 有機的丸み 骨のようなイメージ 360度自由度の高い機構</p>	

手順 : K⇔S
 課題 : ステープル
 被験者 : グループ B

BC01	ステープラ ⇒ ガシャーンと大きな音が出る ⇒ 強い怖いイメージ ⇒ 硬い石 上部を大きくして安定感があるように見せる 縦に置くことができる 強そうなイメージ 台形 ⇒ 安定感 素材はABS 針をしまっている部分を見せる	
BC02	押す部分は大きく 押しやすい 下の部分が見える 自分でチェック 針の位置 2つの針を一回で SIMPLE 持ちやすい 針の位置を表示	
BC03	万年筆を取り出すように 実際使用する部分を隠す 革でできたペンケースから取り出す 女性的 装飾的 化粧品のような こだわり有る人 万年筆	
BC05	Lovelyでない 女性っぽい かわいらしき つばめ 曲線 しゅっとしている まる ごろっ	
BC06	逆手 力強い 持ちやすい	
BC09	光沢感 金属素材 置いたときの安定感 未来的なデザイン 使用していない時の美しさ	
BC10	シンプル四角く 親指にフィット 必要な物のみ	
BC12	上から見てどこに針が刺さるのかわかる目印 丸っぽい 握りやすい 小さめ 片手サイズ 幅の細い形 軽そうな溝に紙をはさむ よこに握る	
BC13	すべりにくい やわらかシリコン カスタネット 本みたいな 滑りにくい まるい シンプル やさしい	
BC17	カーブ形状 ロング ワイド 三箇所同時可能 2箇所同時にとめられる 大きな力がかかりやすい シャープに	

手順 : K→S
 課題 : デスクライト
 被験者 : グループ C

CA01	自由に動かすこと可能な 光が直接目に入らない 手元に影の出来にくい コンパクトな 安定感のある 遊び心のある 無駄の無い 曲線的な 複雑な 直線的な シンプルな	
CA03	思い, Trasformer, 操作简单, 子供用, 明るさ調整することができる, 軽い, 省スペース, 明るい, 曲線のデザイン, シンプル, 自由に調整できる, 高科技感, 多機能, ECO, 延長性(伸縮), 手に合う(人間工学), SEXY, Digital, たためる(折り畳み)	
CA04	シャープ グリップが熱くならない 発光面積が充分ある 設置面積が十分にある 取り外しできる スイッチが押しやすい 息を吹きかけて消える 呼吸 こちらへ呼ぶ おいしいような発光 シンプル アメのような ゆりの花 植物のような かわいい やる気スイッチ タ方から ちょうちん ジャックオーランタン ランタン 机のテイストに沿う 目に向かないような傘がある コードが邪魔にならない 机の面積を削らない 固すぎず安定するように 角度が自在に変えられる X軸Y軸の回転と高さの調整 宇宙船内 メタリック 目に楽しい 浮遊感 点光源⇄面光源 大きすぎない	
CA15	(コンセプト)ほんやりと照らす 温かみのある 存在感がある (安全性)倒れにくい ライトでやけどしにくい (イメージ)かっこいい シャープな形 (照明方法)テーブル全体が明るくなる ライトで照らす範囲を調整できる ライトが複数ある 影が出にくい 自由にライトを動かせる (形状)細長い 薄い 邪魔にならない (操作性)高さが調整できる ライトがつけ易い	
CA07	ケーブルの制限無くどこでも置ける カによって明るさの強弱も変化する 光の色が調整できる ライトだけでなくほかのデスク用品としても使える 部屋の光によって明るさも変化する たためる どのような机でも合うような雰囲気 シンプルな 一体感 おちつけられる形 どの方向でも照明できる 倒れにくい 学習の間に気分転換することができる ボタンが押しやすい 学習しやすい 目にやさしい	
CA08	点等、消灯がしやすい構造 光量が調整できるもの ライト部分が動かしやすい 低い位置から照らす形 上から照らす形 机の上で台座が邪魔にならないもの スタンド自体が動かしやすいもの コンセントの位置を問わない構造 電球が交換しやすい構造 冷たい印象のある素材 温かみのある素材 高級感 色、素材 全体的に丸い形 直線的な形 コンセント部分が可動 触れるだけで綱領調整が可能	
CA09	木の机に適した かわいい 丸 繊維 (ライト)広がりある光 温かみある光 自然光 ろうそく (コンセプト)優しい 自然な 癒し (外観)曲線 丸系 シンプル (素材)ガラス 繊維 障子 (参考)ランタン 行灯 つるす 木 動かない 可動部 土台とライト部 広がりある光 あたかかみのある光 ろうそく 黄光	
CA10	大人向け 高級感 つや無 スタイリッシュ 黒 角張った アルミ シルバー 三角形 四角形 子供向け やわらかい 丸み 安全性 白 カラフル プラスティック つや消し 角度・位置の調整しやすさ 明るさの調整しやすさ	
CA14	家庭用 オフィス 明るい あったかい 落ち着いた かっこいい かわいい 面白い シンプル 低価格 高級感 強い ほんのり 堂 整った ふりそそぐ つめたい やさしい 収納 狭い範囲に光が届く 光の調節 大きい 丸い 小さい 硬い やわらかい	
CA05	象徴的な スイッチが強調された 安定感のある 曲線的な 植物のような 地味な 存在感のうすい シャープな 浮遊感のある	

手順 : S→K
 課題 : ステープル
 被験者 : グループ C

CB01	和鉄 鉄板からの脱出 手元が見える ナナメガイド ホッチクル 何か変化はないものか?	
CB02	シンプル, 手に合う, 携帯性, 曲線	
CB04	押し込みたくなる形状 指にフィットする 押すことをアフォードする ダンベル形状	
CB15	角がない 握りやすい 触りたくなる 球体 一度に2箇所とめられる 机において使う スライド式 押すと気持ちよい 机において使う 安定する 針の刺さる場所を見ながら使える 紙留めが有る 机において使う	
CB07	単純な構造 両指で なじみやすい 小さくて軽い 紙のどこにでも装丁できる 一指で押せる	
CB08	押す部分が針みたいな形 収納できる ペン立てに収納できるような 三角形で 針の取替えは蓋みたいに上の部分がスライドして外れる 事務用品ほいかわいさ 持ちやすさ 持つ部分がくぼんでいたら 持ちやすいですか	
CB09	はし入れ 携帯のスライド式のような 箱状 シンプル シャープ ブラックボックス つるつる丸っこい USBサイズ 握りやすい 形 スイッチ握ってそのまま親指で 手に収まる 細長い	
CB10	握りやすさ 曲線 握りやすさ 手にフィットする 曲線 握ったときに指に対応する溝 本体黒 一本緑やオレンジなどの色のバリエーション 針の位置の正確性 (レーザーポインター) 先進的な クールな(スタイリッシュ)	
CB14	使いやすい 押す部分に注目 出っ張り 押しやすい 目立たせる 安定感 ボタン 押すだけ 指 形状変化 基本の形を思い出す 押しやすさ 安定感	
CB05	握るタイプ 押すところが強調される 凹みによって押すところを指示 紙の端をとめるガイド 大量にとめるシーンで ボタンは凹 プリントの端三角形のモチーフ 丸っこく	

手順 : K⇔S
 課題 : テーブルタップ
 被験者 : グループ C

<p>四角錐 墓のごとく 床に転がっていると邪魔 縦置き 三脚 スプリング型 現代アート風</p>	
<p>Combination, Plug in, 収納,</p>	
<p>ON/OFFの状態がわかる 挿している状態がオブジェのよう からまない 何のコンセントかわかる Fanが付属しており冷却する ホコリがたまらない 互い違いに挿すことで省スペース</p>	
<p>プラグ部分を隠す, 蓋つき 余分なコードをしまえる好きな向きに置ける ふたをはずす スイッチで各プラグON/OFF 興味引く形(UFO型) 車輪つき(引っ張ってもコード抜けない) プラグを隠す コードをまとめる 余分なコードをしまおう 転がる スッキリしたデザイン 転がって移動する</p>	
<p>固定 Hold on 取りやすい 片手で取り出せる</p>	
<p>丸いやつ 黒ひげ危機一髪みたいな 壁に対してはりつくような形 アコーディオンの蛇腹みたいな感じ コード部分が背骨的な 3方向に延長 稲妻 火災防止用のふた(ごみが入りにくそう)</p>	
<p>ひっかける コンセント部接合 名刺サイズ ポケットサイズ 持ち運び 名刺のようにおしゃれに 下においても壁にかけても景観くずさない 遊び感覚 飛び出るかセーフか? コンセント同士のキス 挿した時間の位置に 時間を意識することで電力削減 エコに繋がる</p>	
<p>回転 挿し口を隠す 回転 安定 コンセント部は使わない時は閉じることができる エコ 地球</p>	
<p>コンセントが家に帰る カバー コンセントベット 可動する 家 コンセント挿し口回転 コード収納可能 屋根に小物収納 コンセントがアパートに帰ってくる イメージ 使用中は在室しているので部屋の電気が点く マンション 帰宅</p>	
<p>プラグを挿しても邪魔にならない 二連にもなる 安定感 たくさん まわせる 自由な向き まわる&隠せる 省スペース 抜けにくさ おもちゃっぽい 隠せる ブロック型</p>	