JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	デザインの創造性と概念生成
Author(s)	田浦，俊春；永井，由佳里
Citation	認知科学，17(1)：66-82
Issue Date	2010-03-01
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/12082
Rights	Copyright (C) 2010 日本認知科学会．田浦俊春，永井由佳里，認知科学，17(1)，2010，66-82．
Description	

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

Cognitive Studies, **17**(1), 66-82. (March 2010)

デザインの創造性と概念生成

田浦 俊春・永井 由佳里

Thus far, cognitive studies on concept have not focused on its creative features. The process of concept generation is still an open issue. In order to clarify the concept generation process, we discuss design from the perspective of creativity. First, we consider previous studies on design and segregate design into three categories: drawing, problem solving, and pursuit of the ideal. Next, we discuss each category from three perspectives: time direction, driving force, and creativity as a rational novelty. Following this, we define the generation process of a design image as a model of concept generation related to metaphors, abductions, and operations of abstract concepts. Finally, we redefine design — that is the process of composing a desirable figure toward the future — and address that creativity in design is a criterion for the desirable figure on the basis of the knowledge gained from our studies.

Keywords: concept generation（概念生成）, design（デザイン）, creativity（創造性）

1. はじめに

本論文では，デザインにおける概念の生成過程について，創造性の観点から論じる．はじめに，本論文の取り扱う‘概念’について述べる．本論文では，デザインを対象に議論を展開するので，デザイン理論の先駆的研究として広く知られている一般設計学 (吉川, 1979) を参照する．

一般設計学では，‘実体概念’と‘抽象概念’が定義されている．実体概念とは，人間が実体に関して形成する概念であり，抽象概念とは，人間が意味ないし価値に導かれて実体概念を類に分類したとき，その各類に関する概念のことである．いわゆる機能や属性は抽象概念として取り扱われる．そして，集合論を用いて，実体概念は集合の元として，抽象概念はそれらの部分集合として記述される．

ここで，デザインでは，“未だ世の中に存在しない”機能・属性・実体に関する概念が取り扱われることを確認したい．すなわち，“現在存在している，あるいは，過去に存在していた”機能・属性・実体に関する概念のいわゆる‘認識’や‘理解’との違いを強く意識しながら，議論を進めることにしたい．

筆者らは，‘デザインにおける概念’を,「人間が心のなかに抱く，既存，あるいは将来存在可能な実体，あるいはその類や属性に関する表象」と定義している (永井・田浦・向井, 2009)．さて，本論文において議論すべき‘概念’は，実体概念と抽象概念のどちらであろうか？ デザインの最終目的は実体をつくることにあるという観点にたてば，実体概念ということになろうが，デザインの本質は新たな機能や属性を導くことにあるという観点にたてば，抽象概念ということになる．また，後述するが，抽象概念の用いられ方が実体概念の生成に大きく関係している．本論文では，デザインの直接的な対象は実体であると考え，実体概念の生成過程について議論するが，同時に，そこにおける抽象概念の役割を重要な検討課題とする．以下，単に概念という場合には，実体概念をさす．

以降，デザインにおいて，どのように概念が生成されるか，そして，その過程で抽象概念がどのように用いられるか，について筆者らによる最新の知見

Concept Generation and Creativity in Design, by Toshiharu Taura (Kobe University) and Yukari Nagai (Japan Advanced Institute of Science and Technology).

を交えながら議論を展開する．そこでは，‘創造性’を主要な観点とする．デザインアイデア（デザインの成果物）の創造性，デザインする人の創造性，など，デザインは，いわゆる創造性の視点から議論されることが多い．一般的に，デザインの創造性は，デザイン成果物がどの程度新しいものであるか（新規性）とどの程度実用的なものであるか（実現可能性と有用性）の２つの観点から評価されることが多い (Finke et al., 1992)．一方で，筆者らは，デザインにおける創造性には別の観点からの定義もあると考えている．本論文では，まず，デザインにおける概念生成と創造性に関する従来の議論を総括し，つぎに，これらの議論をふまえて，‘デザイン’と‘創造性’についての再定義を試みる．

2. デザインの類型

‘デザイン’という用語は多様な意味に用いられる．その全てを網羅することにはならないが，筆者らは，‘デザイン’には，おおよそ３つの類型（カテゴリー）があると考える．以下，それぞれの類型について，デザインの指向する時間的方向，デザインの駆動力，（従来からの新規性と実用性に関する）創造性の観点から考察を行う．

カテゴリー A：図案表現型

形や色を表現すること，あるいは，図面を描く行為のことを‘デザイン’とよぶことがある．実際には，‘デザイン’という用語は，この意味に用いられることが多い（原, 2003）．本論文では，図案を表現する行為を，心的に浮かび上がったイメージ，あるいは外部に存在する曖昧なイメージに対して，具体的な‘かたち’を与えるプロセスとしてとらえる．心的にイメージが形成されるプロセスとそれが外的に表出されるプロセスは区分できない (村山, 1988; 野口, 2007)，あるいは，区分すべきではない (諏訪, 2004)，という考え方もある．とくに，デザイン行為を対象とした認知プロセスの研究においては，表現行為に焦点を当てているためこれらを区分しない立場でスケッチ等の視覚的情報の役割が議論されてきた (Goldschmidt, 2001; Tseng et al., 2002)．しかし，本論文での議論はこれとは異なるところに焦点を当てているので，両者を区分する立場をとる．そして，いずれにしても‘かたち’の源を成しているイメージは脳内に‘記憶’されると考えられる．

以上のことから，本論文では‘図案表現型のデザイン’を，内的に‘記憶’されているイメージに具体的な形を与え外的に表出する行為と定義する．それが記憶を参照するととらえることは，図案表現型のデザインが，時間的方向としては‘過去’を指向していることを意味している．すなわち，‘過去’の‘記憶’に駆動されるプロセスということができる．

次に，図案表現型のデザインの創造性について考察する．心的なイメージを‘見えるかたちにする’ということは，言い換えると「実世界に未だ存在していない新しいかたちをつくり出す」ということもできる．その側面においては，図案表現型のデザインは創造的であるといえよう．もちろん，かたちとして表す際，その技術が巧みであれば，より創造的とみなされる．しかしながら，これは，いわゆる‘表現力’に類する創造性である．すなわち，表現されるべき内的なイメージはすでにあって，それを見えるかたちに表現し直すという観点における創造性である．イメージを表現する行為を繰り返しながら，内的なイメージとより一致するように徐々に整えていくプロセスもこれに含まれる．一方で，表現の源を成している内的なイメージがどのようなものであるかによって，表出されるデザイン（の成果物）は大きく異なってくる．それを左右するのは，表現する能力よりも内的なイメージそのものを生成する能力である．真に新しい概念を生成する，という観点からは，この能力に，より本質的な創造性が内在していると思われる．

カテゴリー B：問題解決型

一方で，デザインは，問題解決の枠組みのなかでとらえられることも多い．とくに，意匠および工学設計の領域で今日までに提案されているデザインプロセスモデルの多くは，問題解決プロセスの枠組みを用いて議論されている (Cross, 2007; Buchanan & Margolin, 1995; ポールら, 1995)．ここで，‘問題’を，目標（ゴール）と現状との差であるとすると (佐藤, 1994)，目標（ゴール）に向かって解決策を立案することがデザインということになる．いわゆる‘問題解決’とよばれる状況では，目標（ゴール）が，自然災害や事故といった不幸な状態の改善，あるいは顧客からの要求のように明確な場合が多い．そのような場合，‘問題解決型のデザイン’においてなすべき主たることは，目標（ゴール）と現

表 1 デザインの類型

	時間的指向の方向	駆動力	基本的能力
図案表現型	過去	記憶	表現力
問題解決型	現在	現状認識	分析力
理想追求型	未来	感性	構成力

状の間にどのようなギャップがあるかを分析し，それに基づいて解決策を立案することである．また，その問題は，‘現存している’場合が多い．

このようにとらえると，問題解決型のデザインとは，その時間的方向は‘現在’を指向し，目標（ゴール）と現状の間のギャップを分析的に現状認識することによって駆動されるものである，ということになる．

次に，問題解決型のデザインの創造性について考察する．容易には思い浮かばないような新規性の高い解決策が提案された，あるいは，策そのものには新規性はないが，その実現において多大の困難を乗り越える必要があった，というような場合は，そのデザインは創造的であるといえよう．一方で，目標に照らして現状をよく分析することが重要であるということは，問題解決における解決策が，問題そのもののなかに隠されている，といい換えることもできる．このように考えると，問題解決型のデザインにおける創造性は，いわゆる問題の‘分析力’（目標に照らして所与の対象である現状を分析すること，すなわち，それを構成する部分や要素などに分け入って解明する能力）に深く関係しているということができる．

カテゴリー C：理想追求型

自明の問題を解決するのではなく，理想的な姿を追究することを，デザインとよぶ場合がある．たとえば，社会のデザイン，というような表現にはこのような意味合いが含まれている (Nagai & Taura, 2009)．このカテゴリーのデザインは，理想を描くことに主眼をおくものであり，描くのは，‘未来’の姿である．したがって，このカテゴリーのデザインでは，時間的方向としては，‘未来’が指向される．

理想追求型のデザインでは，どのような理想像を描くかが創造性の重要な要因となる．それは，工学設計の観点からは，将来の人工物の備えるべき理想的な機能を考案する能力を意味し，意匠の観点からは，ユーザーに理想的な印象を与え得るような形状やインタフェースを考案する能力を意味する．なお，本カテゴリーにおける‘理想’とは，現状の分析からは容易にでてこないものであるとする．かりに現状分析から容易に抽出されるのであれば，それは，カテゴリー B の範疇に近いものとなる．理想像を描くためには，なにかを分析するだけでなく，‘構成’する能力が必要となる (Nakashima, 2009)．一般的に，いくつかの既存の概念あるいは抽象概念を総合（シンセシス）して新しい概念を生成する方法（詳細は次節以降に述べる）があるが，そのプロセスを駆動するためには，デザイナの内的な感性が重要な役割を演じていると筆者らは考えている (Taura & Nagai, 2009)．本論文では，概念あるいは抽象概念を総合し新たな概念を生成するプロセスを駆動する能力に対して，感性のようなものを含めて‘構成力’という用語を用いることにする．このようにとらえると，理想追求型のデザインにおける創造性は，理想像の‘構成力’に深く関係しているということができる．

以上に述べた 3 つのデザインのカテゴリーは，表 1 のようにまとめることができる．

これまでに，筆者ら (永井・田浦・向井，2009; Taura & Nagai, 2009) は，生成 (generation)—評価 (evaluation) の系を拡張したデザインプロセスのモデルを提案している．以上に述べた 3 つのカテゴリーの関係は，このモデルを用いて説明できる．以下，本論文では，デザインされたアイデア（デザイン成果物の概念）の源を成している内的なイメージに注目し，それを中心に据えそれがどのように生成されるかについて議論する．本論文では，この概念を‘デザインイメージ’とよぶことにする．筆者らのモデルでは，目標（ゴール）をたよりに概念が生成される（引っ張られる）pull 型と，概念がデザイナの内的な感性から生み出される（押し出される）push 型に，デザインプロセスが大別される．上述の 3 つのカテゴリーは，図 1 に示すように本モデ

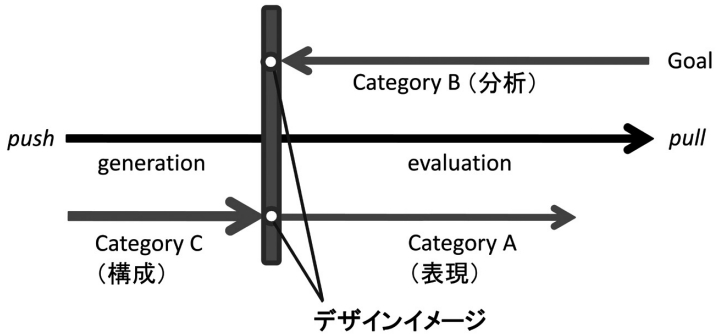

図 1　図案表現型，問題解決型，理想追求型の各デザインモデルの関係

ルに当てはめることができる．デザインイメージが内的な感性からの push により‘構成’されるのが，カテゴリー C であり，目標（ゴール）から‘分析’的に pull されるのがカテゴリー B であり，デザインイメージからその具体像が‘表現’されるのがカテゴリー A ということになる．

3. デザインにおける概念生成プロセスの類型

本節では，デザインにおける概念生成のモデルとして，メタファー，アブダクション，抽象概念の（積）演算を用いる方法をとりあげ，それらに対する考察をもとに，デザインイメージの生成過程の類型化を試みる．

3.1　類似的性質に基づく概念生成

メタファー（隠喩）とは，あるものをその対象と似ている別のものにたとえる表現方法であり，A をたとえるもの，B をたとえられるもの，としたとき，A is B と表現する方法である (佐藤, 1994, 2006). たとえば,「彼女は女神だ」というような表現をとる．このとき，この表現の意味するのは,「彼女」と「女神」の共通的な性質であり，図 2 に示すように,「彼女」と「女神」は共通の性質のつくる抽象概念（たとえば,「美しい」など）に属する．

デザインにおいても，メタファーはしばしば用いられる．たとえば，図 3 に示す椅子は「白鳥椅子」としてよく知られている．これは 1958 年にデンマークのデザイナであるアルネ・ヤコブセンがロイヤルホテルのためにデザインした椅子で，白鳥が羽ばたく姿がモデルといわれ，現在でも人気の高い，北欧家具の代表的作品である．

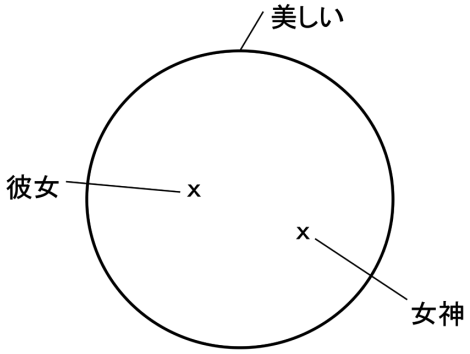

図 2　メタファーの構図

“Swan Chair” by Arne Jacobsen の模写 (筆者)

図 3　白鳥をメタファーとした椅子のデザイン例

白鳥のような椅子，は文字通り白鳥の形をまねた椅子である．この関係は,「ヤコブセン作の椅子は白鳥だ」と表される．これは,「彼女は女神だ」と同じようにみえるが，その内容は大きく異なっている．

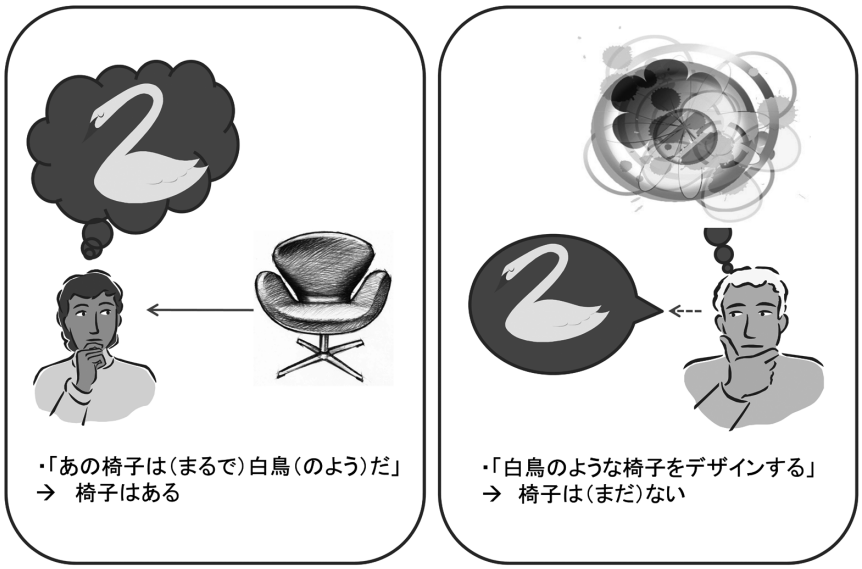

図 4 椅子をたとえることと，メタファーによるデザインの違い

「彼女は女神だ」では，これを表する時点において彼女は既に存在している．一方で,「ヤコブセン作の椅子は白鳥だ」では，その関係は複雑である．かりに，図 3 を見せられて，そこに示されている椅子について表したのであれば,「彼女は女神だ」と同じように既に存在しているものをたとえたことになるが,「白鳥のような椅子をデザインしよう」と，新たな椅子をデザインする状況で表したのであれば，未だ存在していない概念（場合によってはデザインイメージさえも浮かんでいない）をたとえたことになる（図 4）．この場合は,「新しくデザインされるところの椅子は白鳥だ」と表するのが適切である．この場合においても,（未だ形はなく，これからデザインされる）椅子と白鳥の間における類似の関係がポイントとなる．メタファーを用いたデザインでは，デザインイメージが，結果として，たとえられるものに類似するようにするのである．いずれにしても，このカテゴリーのデザインでは，類似性をたよりに，椅子を普通では全く関係のない白鳥と関係づける，あるいは，それと類似するように新しい椅子の概念を生成する，というようなことが行われるといえよう．

よく発明の事例として引用される折刃式のカッターも同じように説明できる．折刃式カッターの基となるアイデアは，板チョコレートを参考に発明されたと報告されている (岡田, 2005)．寿命の長いナイフを開発しようと思考を重ねていくうちに，摩耗した刃先を折って切り取ることで，鋭利な刃先を継続的に確保できるのではないかというアイデアが浮かんだといわれている．このプロセスは,「新しいカッターナイフは板チョコレートだ」というメタファーの枠組みを用いて説明できる．具体的には，折って切り取ることができるという共通の性質をたよりに，カッターナイフを普通ではそれと全く関係のない板チョコレートと関係づけた，あるいは，板チョコレートと類似性が確保されるように新しいカッターナイフをデザインした，というように説明できる．

筆者らは，過去に「雪」と「トマト」の例を用いてデザインイメージの生成プロセスを検討している (永井・田浦・向井, 2009)．本論文においても，この例を用いて考察する.「雪のようなトマト」をデザインすることを想定してみよう．容易に,「白いトマト」というデザインイメージが思い浮かぶ．このデザインイメージの生成プロセスは,「新しくデザインされるトマトは雪だ」というメタファーの枠組みにおいて，新しいトマトが，普通では全く関係のない雪と関係づけられることによってデザインされた，と説明できる．

一方で，推論の枠組みを用いてデザインプロセスが議論されることも多い．ディダクション，インダクション，アブダクションの 3 つの推論のタイプ

∀x（ 板チョコレート (x) → 折って切り取る (x) ）（1）
折って切り取る (新しいカッターナイフ)　（2）

板チョコレート (新しいカッターナイフ)　（3）

図 5　アブダクションによる
デザインイメージ生成

のなかで，アブダクションが最もよくデザインの特徴をとらえている，といわれている (吉川, 1997). それは，デザインが仮説形成の一種であると考えられるからである．本論文では，アブダクションとして概念生成プロセスを説明することが，それをメタファーの枠組みを用いて説明することとほぼ同じ構造であることを以下に述べる．

折刃式カッターナイフのアイデアが，板チョコレートを参考に生成されるプロセスは，図 5 のように記述される．図 5 において，(1) は，板チョコレートという抽象概念（部分集合）が，折って切り取ることのできるものを表す抽象概念（部分集合）に含まれ，(2) は，新しいカッターナイフ（オルファカッター）の概念（元）が，折って切り取ることのできるものを表す抽象概念（部分集合）に属していることを意味している．そして，(3) によって新しいカッターナイフと板チョコレートが関係づけられている．これらの推論は，折って切り取ることのできるという共通の性質をたよりに，新しいカッターナイフ（オルファカッター）と板チョコレートが関係づけられている，と解釈できる．すなわち，類似的性質をたよりに，2 つの概念が関係づけられる，あるいは，類似的性質を確保するように，新しい概念が生成される，というように解釈できる．これは，メタファーによる説明の構造と同じである．しかも，(3) の「新しいカッターナイフ（オルファカッター）は板チョコレートだ」という表現は，メタファーのそれと形式的にも同じである．

上述の考察により，メタファーやアブダクションによって説明されるデザインプロセスでは，デザインイメージが普通では全く関係のない概念との類似性をたよりに関係づけられる，あるいは，共通の類似性が確保されるように新しいデザインイメージが生成される，というプロセスが意味されていることがわかる．この関連づけは,「グルーピング」とよぶことができる.（新しくデザインされる）椅子と白鳥が同じグループ,（新しくデザインされる）カッターナイフと板チョコレートが同じグループ，あるいは,（新しくデザインされる）トマトと雪が同じグループとみなされるように，新しい椅子，新しいカッターナイフ，新しいトマトがデザインされるのである．

以上に述べた議論は，概念生成の基本はグルーピングとして説明できる，という伊東の言説 (1997) とも整合している．伊東は，ポラニー (1993) によって提案された暗黙知やアブダクションの性質について言及し，メタファーやグルーピングの基本操作である提喩がそれらの基本プロセスになっていると述べている．そして,「パターン化とグルーピングが，従来の枠に囚われないカテゴリー越えを行う独創的なものであり，かつ，他の人びとを納得させるような場合，問題の設定や発見が画期的であるといわれるのである.」と指摘している．そのほか，いわゆる KJ 法 (Oiwa et al., 1990; 川喜田，1996; Scupin, 1997) も，その基本はグルーピングである．結局，従来知られている概念生成のモデルの多くは，グルーピングをその基盤としているということができる．

本論文では，このようなグルーピングによって生成されるグループ（抽象概念）のことを，‘一次の抽象概念’とよび，それをたよりに概念を生成することを，‘一次の概念生成’とよぶことにする．

一次の概念生成プロセスにおいては，デザインイメージは，共通の性質（一次の抽象概念）を既存の概念に加える（重ね合わせる）ことによって生成される．たとえば，オルファカッターのデザインイメージは，折って切り取ることができる，という性質を従来のカッターナイフに加える（重ね合わせる）ことにより生成され，ヤコブセン作の椅子のデザインイメージは，白鳥の形を従来の椅子に重ねることにより生成され，白いトマトのデザインイメージは，雪の白いという性質をトマトに重ねることによって生成される．このようなプロセスは,「転写」とよばれている．

結局，メタファーやアブダクションを用いてデザインイメージを生成することは，結果的に「グルーピング」できるように「転写」を行うことであるといえる．

ところで，これらのプロセスにより生成されるデザインイメージは，新しいもののようであるが，所詮，椅子であり，カッターナイフであり，トマトで

しかない．すなわち，椅子，カッターナイフ，トマトのそれぞれの範疇を超える全く新しい範疇の概念が生成されることはない．デザインの求める創造性が，既存の範疇の亜種を求める程度のものであれば,「グルーピング」を背景とする「転写」は有効な方法であるが，全く新しい範疇のデザインイメージが求められる場合には，対応できない．

一方で，メタファーやアブダクションは,「転写」の後付け的な説明しかできない．すなわち，新しい椅子は白鳥を参考にして，新しいカッターナイフは板チョコレートを参考にして，新しいトマトは雪を参考にしてデザインできると説明はできるが，では，白鳥や板チョコレートや雪をどうして参考にしようとしたのか，という問いについては，答えることができない．このことについては，第 4 節で言及する．

3.2 抽象概念の演算による概念生成

新しい概念を生成するためのより高度な方法として，複数の抽象概念を総合する方法がある．一般設計学では，抽象概念の演算について厳密な議論が展開されている．本論文では，その概要を以下に説明する．なお，一般設計学では，‘設計’という用語が用いられており，本論文では，そのまま引用するが，‘デザイン’と読み替えて全く問題ない．

一般設計学では，公理 3 が抽象概念を総合するプロセスと強く関係している．

（公理 3）操作公理
抽象概念は実体概念集合の位相である．

ここでいう位相とは，数学の位相空間論における位相であり，つぎのように定義される．

（定義）集合 X に，つぎの性質をもつ部分集合の族 ∂ が与えられたとき，X を位相空間という．

① $O_\gamma \in \partial\ (\gamma \in \Gamma)$ を ∂ のなかからとった集合族とする．このとき $\cup_{\gamma\in\Gamma} O_\gamma \in \partial$
② $O_1, O_2 \in \partial$ ならば $O_1 \cap O_2 \in \partial$
③ $X \in \partial$
④ $\phi \in \partial$

実体概念の分類としての抽象概念は，設計における主役であるが，その抽象概念に高い操作性を与えるのがこの公理であり，これによって，設計において要求を表現したり，それを詳細化したり，また解の発見，表現，修正というような作業が数学的な操作としてモデル化されることになるのである．

一般設計学では，これらの公理を用いて定理が導出されている．以下にそのいくつかをあげよう．

（定理 1）理想的知識（スーパーマンの知識）は，ハウスドルフ空間の性質を備えている．

これは，理想的知識は現実の世界を完全に知っている（一対一対応）ということから導かれる．現実世界では異なるものの混同はありえない．したがってこれが概念として混同しないためには，どんな異なる二つの実体も，位相（近傍）として分離可能ということであり，これは数学的にはハウスドルフ空間の条件である．この条件を満たす位相空間は，分類能力のきわめて高い性質をもつともいえる．

（定理 2）要求は適当に選んだ抽象概念（一般には機能概念）の積として表現される．

これから要求というものが，数学的に明快になる．これは，かならずしも積でなくても，和集合でも許される．

次に，抽象概念を総合することにより新たな概念を生成する設計プロセスとして，範例モデルを図 6 に示す (吉川, 1981).

範例モデルでは，まず，与えられた仕様に対応するものとして，すでに知っている実体のうち，もっともよく仕様を充足するものを選択する．しかし，一般的にはそれは仕様を完全には満足しないので，階層の一段下の構成要素に分解し，構成要素のうちのいくつかをこれもすでに知っているべつの要素と交換する．このようなプロセスによって解に収束させるというモデルである．

一方で，この範例モデルは，図 7 のように近傍探索としてモデル化できる (田浦・吉川, 1991a, 1991b, 1992)．この図より，範例モデルは，ある領域を出発点として，つぎつぎに隣の領域に移動するプロセスであることが分かる．このようなプロセスを可能にするためには，それぞれの領域が，部分集合（抽象概念）の重なりあるいは差として定義されていなければならない．どのような部分集合が定義される必要があるのか，図 8 を用いて説明する．

M1 と M2 の二つの部分集合があったとする．M1 は元として a と c を有し，M2 は b と c を有している．この空間を数学的な意味において位相空間に

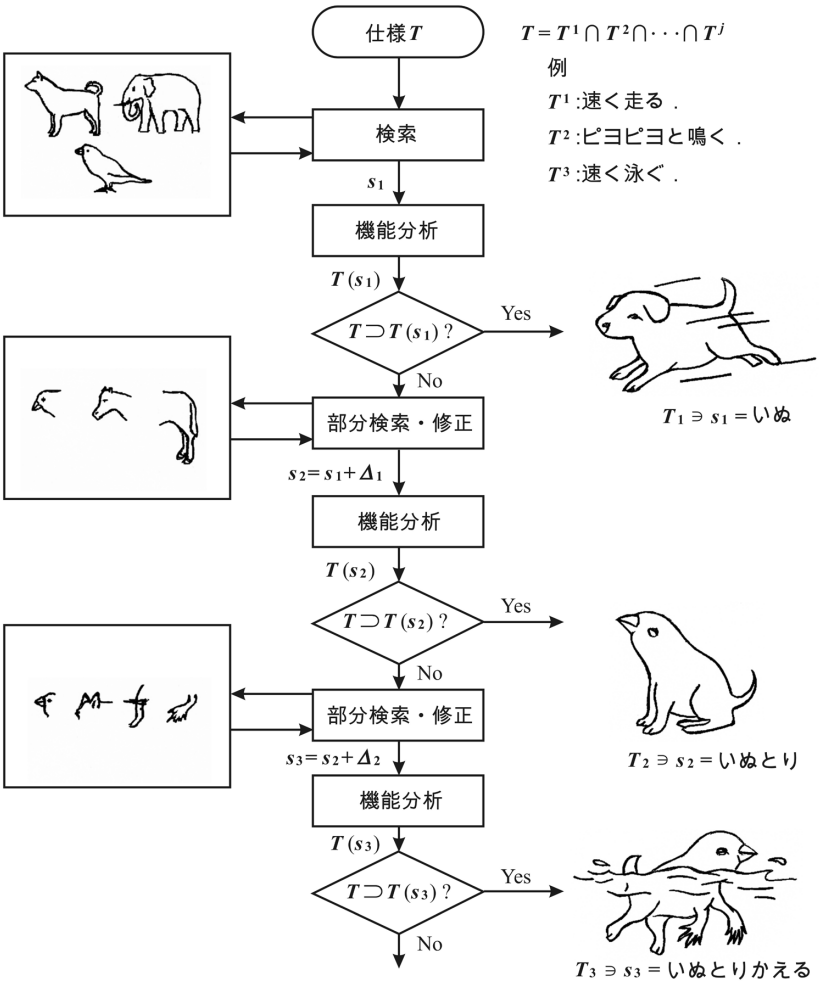

図 6　一般設計学における範例モデル（例：速く走り，ピヨピヨと鳴き，速く泳ぐ動物をデザインする）

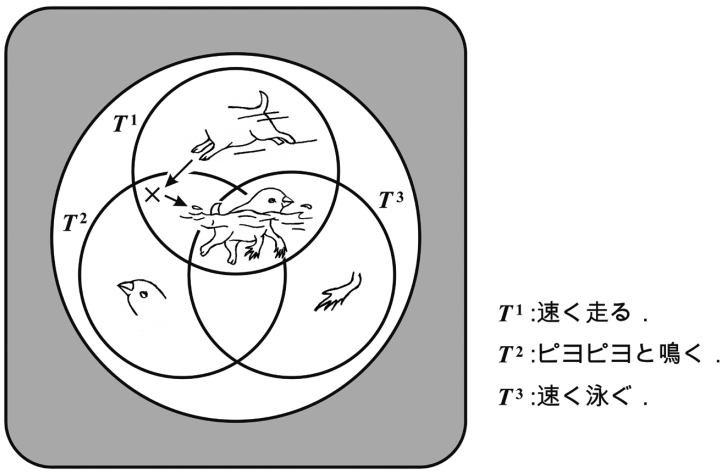

図 7　近傍探索としての範例モデル

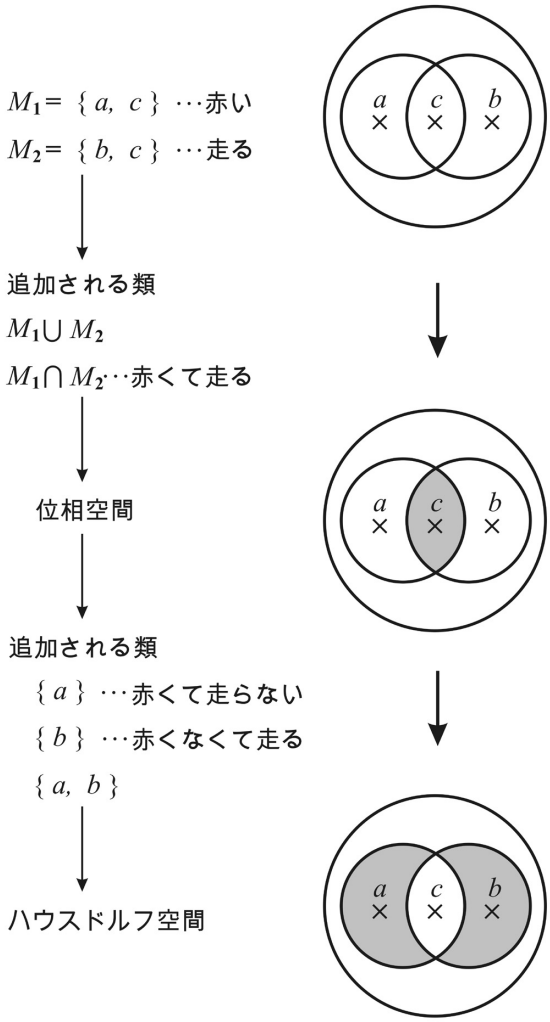

図 8 設計空間の構造化のプロセス

するということは，M1 と M2 の積集合と和集合もこの空間に属するようになるということである．すなわち，{a,b,c} と {c} が新たな部分集合として加えられることになる．このことは，たとえば M1 が赤いという抽象概念であり M2 が走るという抽象概念であったとすると，はじめは赤いということと走るということしか認識できなかったのが，赤くて走るという，たとえば消防自動車のようなものを認識できるようになることを意味している．さらに，これがハウスドルフ空間になるということは，それぞれの概念を分離できるようになるということであり，赤くて走らないものや赤くなくて走るものが認識できるようになることである．このようにすることによって，おなじ赤いものでも，赤鉛筆と消防自動車が区別されるようになる．

図 8 に示すようにすべての領域が認識できるようになることによって図 7 における近傍探索が可能となるのである．図 8 のプロセスは，さらに，コンパクトという性質が加えられることで，ウリゾーンの定理が適用できるようになり，その結果として，位相空間に距離が導入できるようになる．設計空間に距離が導入されると，設計解の探索が容易になる．

逆にいうと，設計を行うために，人間は，概念空間を図 8 のように構造化していると推察される（田浦・吉川, 1991a, 1991b, 1992）．以上に述べた数学的な考察より，抽象概念の演算によって新しい抽象概念をより高度に生成するためには，類似性だけでなく差異性も認識できるように設計空間が構造化される必要がある，ということが示唆（予見）される．

さて，抽象概念を演算することによって得られる新たな抽象概念は，既存のカテゴリーにない全く新しい抽象概念となる可能性がある．この場合，その抽象概念に属する概念も，既存のどのカテゴリーにも属さない，きわめて新しい概念になると期待される．本論文では，抽象概念の演算によって生成される抽象概念のことを，‘高次の抽象概念’とよび，その元として新たな概念を生成することを‘高次の概念生成’とよぶことにする．

高次の抽象概念（抽象概念の積の部分）は，下記の 2 通りに解釈される．このことについて，2 つの概念（これを基底概念とよぶ）を総合する操作をモデルに説明する．

一般的に，概念間の関係には，分類学的関連 (taxonomical relation) と主題的関連 (thematic relation) の 2 種類があると指摘されている (Shoben & Gagne, 1997)．2 つの抽象概念の積の部分は，この 2 種類の関係に対応して解釈することができる．

前者の関係に基づくと，2 つの基底概念の両方の性質の一部を有しているが，そのどちらの概念ともいえない新しい概念を元とする抽象概念として解釈される．このような関係に基づいて新たな概念を生成するプロセスを筆者らは (永井・田浦・向井, 2009)，Fauconnier (1994) らの言説を参考に「概念合成 (concept blending)」とよんでいる．認知言語学の分野において，Fauconnier (1994) は，概念を統合することにより，どのように心的な空間 (mental space) の間のマッピングと合成 (blending) が行われるかを分析し，概念的な統合により 2 つの心的空間から 3 番目の空間の生成が導かれることを明らかにし，これを“合成 (the blend)”と名づけている．この合成された空間は，入力された空間から部分的構造は継承するが，一方で，新たに創発された第 3 の空間に固有の特徴を有する (Fauconnier & Turner, 2002)．

たとえば,「雪」と「トマト」の 2 つの概念からは,「パウダタイプのケチャップ（パウダタイプのチーズと同じように，食卓上に置いておき，食事中に必要に応じて料理にふりかけるもの）」というアイデアが，雪のパラパラ降るという性質とトマトの調味材の性質の異なる性質（抽象概念）を合成することによって生成される．

一方で，後者の関係に基づくと，2 つの基底概念から構成される状況（片方がもう一方を動かす，など）をもとに生成される概念を元とする抽象概念として解釈することができる．筆者らは (永井・田浦・向井, 2009)，このような関係に基づいて新たな概念を生成することを,「主題的関連に基づく概念統合 (concept integrating in thematic relation)」とよんでいる．デザインされるモノは人間にとって意味のあるものでなくてはならない．ゆえに，デザイナは，その属性（形，材質など）だけでなく，それの有する機能や利用者とのインタフェースにも配慮する必要がある．いい換えると，デザインされたモノの人間的要素が重要である．このように考えると，概念を主題的関連に基づいて結びつけることは，デザインにおいて重要な役割を演じると考えられる．先の「雪」と「トマト」の例では,「湿度を保つ冷蔵庫」というアイデアが，トマトが雪の中に包まれるというシーンから生成される．

「概念合成」や「主題的関連に基づく概念統合」は,「転写」による概念生成過程の拡張であるという見方もできるかもしれない．しかし，その意味は，両者で大きく異なっている．それは，生成される概念が，既存の抽象概念の亜種として生成されるか，新しい抽象概念のひとつの元として生成されるかで大きく違うと思えるからである．また,「転写」による概念生成では，類似性に基づく「グルーピング」がその基本操作であったが，抽象概念の演算に基づく「概念合成」や「主題的関連に基づく概念統合」では，一般設計学における数学的な考察や上述の例から推察されるように，基底概念間の差異性が重要な要因となっており，その背景となっている認識プロセスも異なっている（図 9）．

一方で，メタファーやアブダクションによる概念生成過程のモデルが,「転写」の後付け的な説明しかできなかったのと同様に，抽象概念の積演算による概念生成過程のモデルも,「概念合成」や「主題的関連に基づく概念統合」の後付け的な説明しかできない．すなわち，既定の 2 つの基底概念に対して，そ

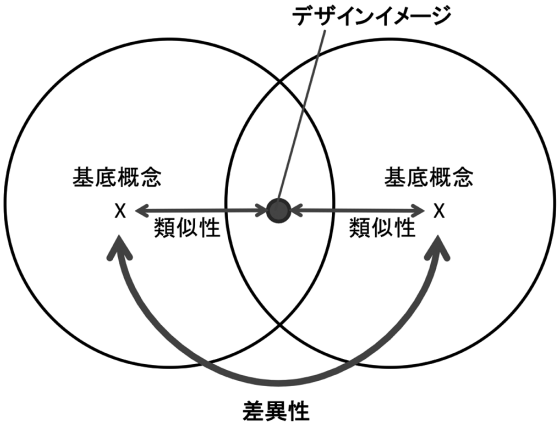

図 9 概念生成における類似性と差異性の関係

れを抽象化し，その抽象概念を積演算して新しい概念を求めるというプロセスがありえる，あるいは，あるデザインプロセスがそうであったということはいえるが，では，そもそも 2 つの基底概念はどのようにして選択されるのか，という問いに対しては，答えられないからである．このことについても，次節で言及する．

4. デザインの類型と概念生成プロセスの類型との関係

前節では,「転写」（一次の概念生成）において参照すべき概念をいかに選択するか，そして，抽象概念の積演算による概念生成（高次の概念生成）における基底概念をどのように選択するか，検討すべき重要な課題が残った．本節ではこの問いについて検討する．

まず,「転写」（一次の概念生成）について検討する.「転写」において参照すべき概念は，デザインの対象である既存の概念の性質を分析することによって明らかになる場合が多いと考える．たとえば，オルファカッターの発明プロセスは，既存のナイフは寿命が短い，という問題を日々考え続けている最中に，たまたま板チョコレートを折って食べる機会があり，そこでチョコレートを折った面が目にとまって，そこからから刃を折るという発想が生まれた，というように想定できる．このように,「転写」（一次の概念生成）では，既存の概念に内在する問題点をよく分析することにより，参照すべき概念が特定される場合があると思われる．つまり，既存概念をいかに「分析」するかが,「転写」（一次の概念生成）における概念選択の重要なポイントであると思われる．そのようにとらえると，このプロセスは，その基本的能力を分析力においているカテゴリー B の問題解決型のデザインに近いと考えられる．実際に，デザインにおいては，転写による問題解決の例が数多く報告されている．たとえば，フランク・ロイドライトによる有名な建築 ‘Fallingwater’（落水荘）は，立地の問題を「滝」の転写により解決したといわれている．また，デザインを課題とした実験で, ある文具について，それを押しボタンで開く仕組みを考えていた被験者が，文具の部品を「ガレージのドアのように」ロール式にするという転写で問題解決した例が報告されている (Christensen & Schunn, 2007; Ball et al., 2009)．よって,「転写」（一次の概念生成）は，デザインのカテゴリーとしては，問題解決型のデザインに関係していると思われる．

つぎに,「概念合成」や「主題的関連に基づく概念統合」（高次の概念生成）について検討する．田浦 (Taura, 2008) は，基底概念をどう選択すべきかというような問題を「時間の先取り問題」と名付け，その性質について議論している．そこでは，それを評価する空間と距離が保存されるような探索空間（つまり，探索空間において互いに近い解候補は，近い評価を受ける）が効率的な解探索を導くという仮説が示されている．逆にいうと，それを評価する空間と距離が保存されるように探索空間を構築すればよいことになる．この知見を，基底概念をどう

選択すべきか，という課題に当てはめてみると，より優れたデザインアイデアのつくる空間（評価の空間）と距離が保存されるように，基底概念を選択する空間を構築すればよいことになる．結局，基底概念の性質と，それをもとに生成されたデザインアイデアの評価値の間の関係が，それらの間の距離の保存性が確認できる程度に求まればよいことになる．筆者らは，これまでに，2つの基底概念から新たな概念をデザインするプロセスについて，継続的に研究を進めてきており，下記の知見を得ている．

(1)　2つの基底概念の間の距離が適当な場合に，独創性の高いデザインアイデアが得られる (Taura, Nagai, & Tanaka, 2005).

(2)　より多くの概念を連想するような基底概念において，より独創性の高いデザインアイデアが得られる（森田・永井・田浦・岡田, 2006）.

これらの関係を用いることにより，独創的なデザインアイデアを生成する可能性の高い基底概念を選択することができる．

さて,「概念合成」や「主題的関連に基づく概念統合」（高次の概念生成）では，選択された基底概念をもとに，新たな概念が生成されるが，そのプロセスの主体は，いくつかの要素（性質など）からひとつのまとまりを構成することにある．その意味において，高次の概念生成は,「構成」的であるといえよう．一方で，基底概念を抽象化するプロセスや，抽象概念を総合するプロセスや，演算によって得られた新しい抽象概念から具体的なデザインイメージ（概念）を描くプロセスには，ほぼ無限の選択肢が存在し得る．それを適切に認識し処理していくためには，デザイナ自身の感性が重要な役割を演じると思われる．外部から目標（ゴール）や制約が与えられており，それを遵守し分析することで所望の概念が生成できるのであるならば，その場合は，一次の概念生成を行えばよい．高次の概念生成を行う主たる動機は，より創造的なデザインアイデアをつくりたい（構成したい）というデザイナの内面的な感性にあると思われる．このような感性の存在も含めて,「概念合成」や「主題的関連に基づく概念統合」（高次の概念生成）は「構成」的であると考える．

そのようにとらえると，このプロセスは，その基本的能力を構成力においているカテゴリーCの理想追求型のデザインに近いと考えられる．すなわち,「概念合成」や「主題的関連に基づく概念統合」（高次の概念生成）は，デザインのカテゴリーとしては，理想追求型のデザインに関係していると思われる．

以上，デザインの類型，デザインの基本的能力，デザインにおける概念生成プロセスの類型，概念間の関係について述べてきたが，それは表2のようにまとめることができる．

5.　デザインと創造性の再定義

5.1　デザインの再定義

筆者らは,「デザインは，カテゴリーCの理想追求型を中心にとらえるべきである」と考える．それは，自明な問題を効率よく解決するだけでは，なにをつくるべきか？ あるいは，なにをすべきか？ という現代の抱える問いに答えることはできないし，また，人間が人間たる所以としてのデザインは，理想の追求にあると思われるからである．カテゴリーAの図案表現型とカテゴリーBの問題解決型のデザインは，人間以外の動物でも，当然そのレベルの差はあるものの，行い得ると考えられる．以上のことより，筆者らは，

「デザインとは，未来に向かって，あるべき姿を構成すること」

と定義する．

上述のデザインの再定義は，理想追求型を強く意識したものであるが，図案表現型を排除したり，問題解決型の価値を否定するものでない．

以下，この定義に関して，考察を加える．まず,「未来に向かって」という部分について考察する．この部分は，デザインの時間的方向を定めている.「未来」という用語の示す意味内容は，極めて抽象度が高い．たとえば,「未来」の意味内容そのものを絵に描くことはできない.「未来の東京」や「未来の生活」など，なにかの未来の姿は描くことはできるが,「未来」そのものは描くことはできない．このような意味内容は，いわゆる「ことば」を用いることによって，はじめて表現が可能になる．すなわち，人間でこそとらえることのできるきわめて高度な認識である．デザインにおける「未来」には，市場予測のような帰納的にとらえることのできる将来の姿としての「未来」と，芸術のような内的誘発に先導される認識・表現の能力・願望としての「未来」の2通りがあると考えられる.「もの」と「こと」の議

表 2 デザインの類型，デザインの基本的能力，概念生成プロセス，概念間の認知プロセスの関係

デザインの類型	基本的能力	概念生成プロセス	概念間の認知プロセス
図案表現型	表現力	——	——
問題解決型	分析力	転写（一次）	類似性
理想追求型	構成力	概念合成，概念統合（高次）	差異性

論 (木村, 2007) に対応させると，前者が「もの」であり，後者が「こと」である．また，時間論における客観的時間と主観的時間の違い (植村, 2003) にも，それぞれ対応していると思われる．筆者は，デザインにおいては，双方の意味において未来を見据える（洞察する）必要があると考える．

次に,「あるべき姿」の部分について考察する．この部分は，デザインの対象を定めている.「あるべき姿」は，問題解決型の目標（ゴール）のように自明な場合と，理想追求型において理想を描くような場合があると思われる．後者の場合では，いわゆる「心に響く」という感覚が，理想性を与えるひとつの根拠になる．人工物のあるべき姿のひとつの考え方として,「自然さ」がある．しかし，たんに，自然界に実在するものに近い，というだけでは,「心に響く」ものにはなり得ない．逆に，凡そ自然界に存在しないようなものが「心に響く」ことがある．たとえば，音楽がその例である．人間の作り出した音楽のほとんどは，自然界に存在する音とは大きく異なっている．しかし，心に響く．したがって，人工物のあるべき姿に近づくためには，たんに自然界を模倣するのではなく，人間が心の底から感じ取るような印象の源のようなものを探る必要があると考える (Yamamoto, Taura, & Nagai, 2009).

「構成する」の部分は，デザインのプロセスを説明している．デザインでは，自然界に存在しないものが創り出される場合が多い．その方法として，第 3 節で述べたようないくつかの既存の概念を総合する方法がある．筆者らは，その総合においては，とりわけ，あるべき姿を求める場合には，与えられた目標（ゴール）を分析するだけでなく，先に述べたようにデザイナの内的な感性に駆動されて未来の姿を描くことが重要であると考える．本定義では，前説で述べたように，これらを含むものとして,「構成」という用語を用いる．

5.2 デザインの創造性の再定義

第 1 節で述べたように，一般的に，デザインの創造性は，デザインされたアイデアが新しいものであるか（新規性）と実用的なものであるか（実現可能性と有用性）の 2 つの観点から評価されることが多い (Finke et al., 1992)．一方で，本論文での議論に則り筆者らは,「デザインにおける創造性とは，あるべき姿への尺度」と定義する．すなわち，あるべき姿に，どれほど近づくことができたか，の程度を規準に，そのデザインが創造的であるか否かを評価できるのではないかと考える．新規性は，創造性の要因ではなく，結果であると筆者らは考える．この定義は，いわゆる「奇をてらう」という方法では，決して，あるべき姿に近づくことはできない，ということを意味するものでもある．

6. 考 察

6.1 デザインの再定義の根拠

筆者らは (永井・田浦・向井, 2009)，先行研究において，言語解釈タスク（…を解釈してください，というタスク）との比較のなかで，デザインタスク（…をデザインしてください，というタスク）における概念生成プロセスの創造的側面を分析している．具体的には，概念の組み合わせプロセスの類型と，概念間の関係の観点から分析している．その結果として，まず，デザインタスクにおける概念の組み合わせプロセスを「転写」「概念合成」「主題的関連に基づく概念統合」の 3 つに分類することは，すでに言語解釈プロセスの研究において提案されている 3 つのカテゴリーと対応関係がとれることより，妥当であることを確認している (本論文における「転写」は先行研究における「類推」と同義である)．そして，3 つの概念の組み合わせプロセスのなかでは「概念合成 (concept blending)」が,「類似性」「整列可能な差異性」「整列不可能な差異性」の概念間の関係の種類のなかでは整列不可能な差異性 (nonalignable difference) が，デザインタス

クにおける概念生成プロセスの主たる要因であることを明らかにしている（本論文における「類似性」は先行研究における「共通性」と同義である）．さらに，整列不可能な差異性が，概念合成により生成されたデザイン成果物の独創性の評価値に関係していることも明らかにしている．なお，ここで，整列不可能な差異性とは，整列可能な差異性に対して用いられる用語であり，その違いは,「整列可能な差異性とは，単一の軸にそって並べられる，その値の違いを認識することをいう (Markman & Gentner, 1993a, 1993b)．たとえば，そりとスキーの違いのように，そりは一人以上の人間を運べるがスキーは一人しか乗れない，ということを明示的に，あるいは暗黙的に認識する場合などである．整列不可能な差異とは，それ以外の差異性という．整列不可能な差異性は，共通の軸をおかずに，2 つのことがらの違いに着目することである．整列不可能な差異性の例は,「飛行機は固体であるが，こね土はそうではない」，というように説明されている (Markman & Wisnewski, 1997)．整列可能な差異性は，類似性の認識に基づいて生じる差異性であり，前述の概念生成プロセスにおいては，転写の操作をもたらすものである．たとえば，白いトマトは，普通の（赤い）トマトとは整列可能な差異の関係にある．また，前述の議論において単に差異性と述べていたのは，整列不可能な差異性を指していると考えられる．以上のことより，筆者らの実験結果より得られた整列不可能な差異性が概念生成の主たる要因であるという知見は，差異性が高次の概念生成において重要な役割を演じるとの数学的な予見を認知科学的に実証したことになる．さらに，高次の概念生成がデザインタスクを特徴づける要因であることが実験的に確認されたことは，それをデザインの中心にとらえる筆者らのデザインの再定義に根拠を与えると考える．

一方で，筆者らの行った実験は，ゴールを与えずに，2 つの基底概念から新規性の高いアイデアをデザインするというタスクであったが，筆者らは，実験の被験者であったプロダクトデザイン学生のいずれもが，このようなゴールの与えられていないデザインタスクをごくあたりまえにデザイン課題として理解しそれを遂行しえたこと，具体的には「合成語から，イメージを膨らませて，新しいコンセプトをデザインしてください」というタスクが，デザインタスクとして意味ある課題と受け取られたことを重視したい．つまり，上記のような概念生成に特化したタスクが，デザイン課題としてなんら違和感なく素直に受け止められたという事実から，デザインを概念生成に着目して議論することの妥当性が確認され，必ずしも問題解決課題を用いずともデザインにおける思考をとらえる方法が導かれたことに注目している．このことは，目標（ゴール）の存在を必ずしも前提とせず，デザイナの内的な感性に主眼をおく筆者らのデザインの再定義の考え方を支持するものであると考える．

6.2 高次の概念生成の意味

前述のように，筆者らは，高次の概念生成が重要なデザインプロセスであると考えている．しかしながら，実際に行われているデザインでは，このプロセスは直接的には表にでてこない．いわゆる目標（ゴール）の明確でないデザインは実際にはあり得ないからである．たとえば,「雪」と「トマト」から高次の概念生成を行うことでいろいろなデザインアイデアが生成されるが，どのような範疇のアイデアが生成されるかやってみないと分からないのでは，とうてい現実的ではない．かりに，実際のデザインプロセスを後付け的に説明できても，高次の概念生成のモデルをそのまま実際のデザインに適用することはできない．椅子のデザインをする際は，やはり椅子がデザインされなければならないのである．

では，高次の概念生成は，一般的なデザインにおいてどのような意味があるのだろうか？ 筆者らは，それは，デザインの本質を知るための重要な要素であると考えている．デザインアイデアは，椅子のデザインであれば椅子でなくてはならない．しかし，新しいアイデアを考える際には，ひろく思考を広げる必要があり (Nagai & Taura, 2006)，そこでは，必ずしも，有意味なアイデアだけが最終のデザインアイデアに貢献するわけではない．いろいろなアイデアを構成してみる，という動機のもとに広くかつ深く思考することが，結果として優れたアイデアにつながると思われる．逆にいうと，ゴールばかりを意識するのではなく，自分の感性を信じ，それをたよりにアイデアを生成する態度こそ，デザインには必要なのではないかと思われる．そうであるとすると，高次の概念生成がどのように行われているか調べることにより，デザインの本質を知るうえでの重要な手がかりが得られると思われる．

6.3 デザイン研究の留意点と期待

デザイン研究は，認知科学，とりわけ概念研究のひとつの重要な方向であることは確かであろう．しかしながら，そこにおいては，デザイン研究ならではの課題があることを意識する必要がある．すなわち，繰り返しになるが，デザインは，いまだ存在しない概念を対象にしている，ということである．第 3 節で述べたように，結果だけみると，既に存在している概念を理解することと，未だ存在していない概念をデザインするプロセスは，同じように記述される．しかし，それだからといって，それらが同じ認知プロセスであるととらえるのは，不適切であり，デザインの本質を見失う危険性がある．デザイン研究においては，概念の生成された結果ではなく，生成されるプロセスに着目し，その特徴を議論することが重要であると考える．

一方で，我々が,「未来」ということばでしか表現できない意識のもとに，高度な概念生成を行うことができるのは，前述のように人間のなせるわざである．このことは，逆にいうと，デザイン研究における創造性の議論から人間の本質への理解に接近できる可能性があることを示唆している．すなわち，人間理解への期待がデザイン研究には託されていると考えることができる．

これまで，認知科学においてはより一般的な概念の創造的な側面として，意味理解の仕組みを説明する「概念転移」や「概念結合」という表現で議論されてきた.「概念転移」は，語の理解の過程を事例に，人が想起や解釈を通じて語の意味を再構造化していく柔軟な知識を説明している（Bell, 1991）．また,「概念結合」に関しては，多義語を事例に，コンフリクトを生じる語義の意味理解から再構成にいたる心的な探索過程が議論されている (Hampton, 1987; Costello & Keane, 1997; Estes & Gluksberg, 2000)．本論文は，これらの議論とも関連付けられ，概念の生成過程そのものがデザイン研究により説明されることを示すとともに，認知科学が将来的に人間の動的な認知を議論するうえで，欠くことのできない創造的側面への接近方法を提供する．

7. 結　論

本論文では，デザインにおいて，どのように概念が生成されるか，創造性を主たる観点に，最新の知見を交えた議論を展開した．まず，‘デザイン’を，図案表現型，問題解決型，理想追求型の 3 つの類型（カテゴリー）に分類し，それぞれの類型について，デザインの指向する時間的方向，デザインの駆動力，創造性（主として新規性）の観点から検討を行った．つぎに，デザインにおける概念生成のモデルとして，メタファー，アブダクション，抽象概念の積演算を用いた方法をとりあげ，それらに対する考察をもとに，デザインイメージの生成過程を類型化した．

これらの議論を踏まえ,「デザインとは，未来に向かって，あるべき姿を構成すること」および,「デザインにおける創造性とは，あるべき姿への尺度」との定義を導出した．最後に，筆者らが得ている最新の知見を引用し，これらの定義の根拠について考察を加えた．

謝　辞

設計における差異性の役割は，吉川弘之氏が 20 年ほど前から指摘していることである．本論文の内容は，田浦が，吉川氏との議論に触発され，その後，永井も含めて長らく考えてきたものである．また，北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科の技術経営コースにおいて「新概念創生論」というタイトルの講義を，田浦が 2005 年度から行っているが，講義の準備や聴講者との議論を通して，概念生成についての考えを深化することができた．その他，多くの友人との議論が参考になっている．また，本特集の査読者からは貴重な助言を得ることができた．これらの方々に対して，心より感謝します．

文　献

Ball, L. J. & Christensen, B. T. (2009). Analogical reasoning and mental simulation in design: two strategies linked to uncertainty resolution. *Design Studies*, **30**, 169–186.

Bell, R. (1991). *Translation and Translating*. London: Theory and Practice.

Buchanan, R. & Margolin, V. (1995). *Discovering Design*: *Explorations in Design Studies*. University of Chicago Press.

Christensen, B. T. & Schunn, C. D. (2007). The relationship of analogical distance to analogical function and pre-inventive structure: the case of engineering design. *Memory and Cognition*, **35** (1), 29–38.

Costello, F. & Keane, M. T. (1997). Polysemy in conceptual combination: Testing the constraint theory of combination. *Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 37–142.

Cross, N. (2007). *Designerly Ways of Knowing.* Birkhäuser Basel.

Estes, Z. & Glucksberg, S. (2000). Interactive property attribution in concept combination. *Memory & Cognition*, **28** (1), 28–34.

Fauconnier, G. (1994). *Mental spaces.* UK: Cambridge University Press.

Fauconnier, G. & Turner, M. (2002). *The way we think.* NY: Basic Book.

Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative Cognition.* MIT Press.

Goldschmidt, G. (2001). Visual Analogy — A Strategy for Design Reasoning and Learning, in C. Eastman, W. Newstetter and M. McCracken (Eds.), *Design Knowing and Learning*: *Cognition in Design Education.* Elsevier.

Hampton, J. A. (1987). Inheritance of attributes in natural concept conjunctions. *Memory & Cognition*, **15**, 55–71.

原 研哉 (2003). 『デザインのデザイン』. 岩波書店.

伊東 道生 (1997). 暗黙知と知の創発. 『技術知の本質』. 東京大学出版会.

川喜田 二郎 (1996). 『KJ 法—渾沌をして語らしめる』(川喜田二郎著作集).

木村 敏 (2007). 『時間と自己』. 中公新書.

Markman, A. B. & Gentner, D. (1993a). Structural alignment during similarity comparisons. *Cognitive Psychology*, **25** (4), 431–467.

Markman, A. B. & Gentner, D. (1993b). Splitting the differences: a structural alignment view of similarity. *Journal of Memory and Language*, **32**, 517–535.

Markman, A. B. & Wisnieski, E. J. (1997). Similar and different: The differentiation of basic-level categories. *Journal of Experimental Psychology*: *Language, Memory & Cognition*, **35**, 54–70.

森田 純哉・永井 由佳里・田浦 俊春・岡田 亮士 (2006). 概念合成によるコンセプトのデザインと連想：概念の連想数と動作概念の役割, 『認知科学』, **15** (4), 599–614.

村山 久美子 (1988). 『視覚芸術の心理学』. 誠信書房.

Nagai, Y. & Taura, T. (2006). Formal Description of Concept-Synthesizing Process for Creative Design. *Proceedings of 2nd International Conference on Design Computing and Cognition*, 443–460.

Nagai, Y. & Taura, T. (2009). Design Motifs: Abstraction Driven Creativity — A Paradigm for an Ideal Design — *Special Issue of Japanese Society for the Science of Design*, **16** (2), 13–20.

永井 由佳里・田浦 俊春・向井 太志 (2009). 創造的概念生成プロセスにおける概念合成と差異性の役割 — 言語解釈タスクとデザインタスクの比較 —, 『認知科学』, **16** (2), 209–230.

Nakashima, H. (2009). Design of Constructive Design Process. *Special Issue of Japanese Society for the Science of Design*, **16** (2), 7–12.

野口 薫 (2007). 『美と感性の心理学 — ゲシュタルト知覚の新しい地平』. 日本大学文理学部.

Oiwa H., Kawai, K., & Koyama, M. (1990). Idea processor and the KJ method. *Journal of Information Processing archive*, **13** (1), 44–48.

岡田 三郎 (2005). 『デザイン・エクセレント・カンパニー賞』. ダイヤモンド社.

ポール, G &バイツ, W. 設計工学研究グループ訳 (1995). 『工学設計 —体系的アプローチ—』. 培風館.

ポラニー M. 佐藤敬三訳 (1993). 『暗黙知の次元』. 紀伊国屋書店.

佐藤 信夫 (1994). 『レトリック感覚』. 講談社学術文庫.

佐藤 信夫 (2006). 『レトリック事典』. 大修館書店.

佐藤 充一 (1994). 『問題構造学入門』. ダイヤモンド社.

Scupin, R. (1997). The KJ Method: a technique for analyzing data derived from Japanese ethnology. *Human Organization*, **56** (2), 233–237.

Shoben, E. J. & Gagne, C. L. (1997). Thematic relation and the creation of combined concepts, in T.B. Ward, S.M. Smith & J. Vaid (Eds.), *Creative Thought. American Psychological Association*, 31–50.

諏訪 正樹 (2004). 「こと」の創造：行為・知覚・自己構築・メタ記述のカップリング. 『認知科学』, **11** (1), 26–36.

Tseng, W., Scrivener, S., & Ball, L. (2002). The Impact of Functional Knowledge on Sketching. *Creativity and Cognition*, 57–64.

田浦 俊春・吉川 弘之 (1991a). 距離の導入による知的設計支援方法論の構築（第 1 報）— 設計

における機能演算の数学的モデル —.『精密工学会誌』, **57** (4), 718–724.

田浦 俊春・吉川 弘之 (1991b). 距離の導入による知的設計支援方法論の構築（第 2 報）— 概念設計過程の数学的モデルと機能空間の距離に注目した収束政策 —.『精密工学会誌』, **57** (10), 1768–1773.

田浦 俊春・吉川 弘之 (1992). 距離の導入による知的設計支援方法論の構築（第 3 報）— 抽象空間への距離の導入に対する思考の効率の観点からの考察 —.『精密工学会誌』, **58** (11), 1843–1848.

Taura, T., Nagai, Y., & Tanaka, S. (2005). Design Space Blending. *Proceedings of ICED05, 15th International Conference on Engineering Design (on CD-ROM).*

Taura, T. & Nagai, Y. (2009). Design Creativity: Integration of Design Insight and Design Outsight —, *Special Issue of Japanese Society for the Science of Design*, **16** (2), 55–60.

Taura, T. (2008). A solution to the back and forth problem in the design space forming process — a method to convert time issue to space issue. *Artifact*, **2** (1), 27–35.

植村 恒一郎 (2003).『時間の本性』. 勁草書房.

Yamamoto, E., Taura, T., & Nagai, Y. (2009). Heart of Impressions, *Special Issue of Japanese Society for the Science of Design*, **16** (2), 61–66.

吉川 弘之 (1979). 一般設計学序説.『精密機械』, **45** (8), 906–912.

吉川 弘之 (1981). 一般設計過程.『精密機械』, **47** (4), 405–410.

吉川 弘之 (1997). 歴史科学としての新しい工学体系.『技術知の位相』. 東京大学出版会.

(Received 1 Oct. 2009)
(Accepted 20 Dec. 2009)

田浦　俊春 (正会員)

1977 年東京大学工学部精密機械工学科卒業．79 年同大学院精密機械工学専攻修士課程修了．新日本製鐵株式会社，東京大学人工物工学研究センター助教授を経て，99 年より神戸大学大学院自然科学研究科教授，2007 年同工学研究科教授，2009 年同自然科学系先端融合研究環重点研究部教授（工学研究科教授兼担）．2005 年 10 月より 2009 年 3 月まで北陸先端科学技術大学院大学客員教授（併任）．博士（工学）.「デザインとは何か」という学術的課題を追究し続け，工学と認知科学を貫く「デザイン学」の先導的研究者のひとりである．創造設計（Design Creativity）の国際的研究拠点を形成しつつある．Design Society (Advisory board, Leader of SIG Design Creativity)，Design Research Society (Fellow)，精密工学会（副会長），日本機械学会，日本デザイン学会（創造性研究部会主査）などの会員.

永井　由佳里 (正会員)

造形学修士（武蔵野美術大学，1990 年），博士（千葉大学, 2003 年）Ph.D (University of Technology, Sydney, 2009 年)．文部科学省派遣研究員として英国 Loughborough University, Creativity & Cognition Research Studios にて在外研修（2002 年）．筑波技術短期大学講師，2004 年より北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科助教授（現，准教授）．認知科学会の研究分科会「デザイン・構成・創造」を研究活動の場とし，デザインにおける創造的思考についての議論，および作品制作を行っている．Creativity and Cognition 2009 (Berkeley) の運営など国内外の学術コミュニティへの貢献に努める．Cognitive Science Society, The Design Society, Design Research Society, ACM, ASME, 日本デザイン学会会員.