



構成的思考力を磨く国際デザインエンジニアリング スクールの実践

田浦, 俊春 ; 嶋田, 憲司 ; 山田, 香織 ; 妻屋, 彰 ; 貝原, 俊也 ; 横小路,
泰義 ; 佐藤, 隆太

(Citation)

工学教育, 65(5):59-67

(Issue Date)

2017

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90005022>



構成的思考力を磨く国際デザインエンジニアリングスクールの実践

An International Design Engineering School for Enhancing the Synthetic Thinking Ability

田浦俊春^{*1} 嶋田憲司^{*2}
Toshiharu TAURA Kenji SHIMADA

山田香織^{*3} 妻屋彰^{*1}
Kaori YAMADA Akira TSUMAYA

貝原俊也^{*4} 横小路泰義^{*1} 佐藤隆太^{*1}
Toshiya KAIHARA Yasuyoshi YOKOKOHJI Ryuta SATO

Synthetic design thinking is needed to create innovative products. We propose an educational method for creative design that can enhance a person's ability to generate a new products' concept that are not extensions of existing ones. The method starts with a person coming up with a concept based on 'intuitive synthesis' in which the metaphor of a 'product like a living thing' is instinctively created; details are confirmed by 'analyzing and investigating' the concept's characteristics, followed by an 'experience' of the product and the scene in which it will be employed using a virtual reality device. Based on this method, a design engineering school was carried out. Students enthusiastically joined this program, and their outcomes were pioneering previously non-existent products.

Keywords : Creativity, Engineering Design, Innovation, Intuitive Synthesis, Virtual Reality

キーワード：創造性、エンジニアリング・デザイン、イノベーション、直感的シンセシス、仮想体感

1. はじめに

本論文では、既存のプロダクトの延長線上にない革新的なプロダクトのコンセプトをデザインするための能力を磨くことを目的とする、グループワークによる教育方法について、その狙いと内容を説述する。そして、神戸大学とカーネギーメロン大学の学生の混成チームが合宿形式で実践した、国際デザインエンジニアリングスクールの概要について報告する。

従来のプロダクト開発の多くは、市場調査等による現状の課題分析や近い将来の技術予測に基づいて開発目標を定め、課題解決を図っていくというものであった。これは、既存のプロダクトが使用されているシーンや既存のプロダクトで用いられている技術を起点とし、何らかの性質について向上させるという考えに基づいている。そのため、より高機能・高性能なものが求められていた時代には、改良・改善によるライバルプロダクトとの差別化につながる効果的な方法であった一方で、創出されるプロダクトは一般に既存のプロダクトから考えられる範囲にとどまることが多かった。しかし、ものが充足した現代では、どのようなものを創り出すかという点が極めて重要となってきている。革新的なプロダクトを生み

出す方向性としては、既存のプロダクトを突き詰めて既存のプロダクトの延長線上ではあるが容易に想定できないほど突出したものを目指すか、そもそも既存のプロダクトの延長線上にはない新たなシーンや生活スタイルを創出するようなものをを目指すかのどちらかとなる。前者の代表例としてマツダ社のスカイアクティブテクノロジが、後者の代表例としてApple社のiPodが挙げられる。

ここで、革新的なプロダクトの創出について、デザインにおける思考のあり方から捉えてみる。デザインにおける思考は、「分析的デザイン思考」と「構成的デザイン思考」の二つに大別することができる¹⁾。「分析的デザイン思考」では、個人や社会に内在する問題に対してその現状と目標の間にあるギャップを分析し、その結果に基づいて解決方策を探る。それに対し「構成的デザイン思考」は、個人や社会に内在する問題構造を考えるのではなく、既存のものごとを参照しつつシンセシス^{†1}的な方法により理想像を考案し概念を統合していく。デザインする際には、両方の思考が必要ではあるが、どのようなものを創り出すかという点が重要視されてきている現代において、特に質的な変化をもたらす革新的なデザインについては、現状の延長線上ではなく、理想を求めて構成された新しい概念の意味を考えることになる構成的デザイン思考が重要だとされる。

2017年3月21日受付

*1 神戸大学大学院工学研究科

*2 Carnegie Mellon University

*3 神戸大学先端融合研究環

*4 神戸大学大学院システム情報学研究科

†1 すでに存在している様々なものごとを組み合わせて、まだ存在していないひとつのものごとをまとめあげること

以上をふまえてデザイン教育を考える。まず、創成型の教育方法として盛んに行われているPBLについて概観する。PBLは問題解決型学習、課題解決型学習などと呼ばれ、1960年代に北米で行われた教育方法がルーツとされている。日本でも1990年代後半から導入されはじめ、その成果は2000年頃から学会等で報告^{2)~4)}されている。最近では地域や企業と連携し、実践的な課題を題材にしたPBLが行われているケースも増加している。これらのPBL教育の多くは、外部に問題を与えそれを分析することにより解決方法を探るものであり、分析的思考に基づくものである。そのため、デザインに焦点をあてた多くのPBL教育においては、改良設計のような、課題が明確になっている設計に対しては効果が期待される。しかしながら、現状の延長線上にない新規性の高いプロダクトの設計に関しては異なったアプローチが必要となる。

一方で、ユーザ（人間）を中心にして、社会的利用価値の高い革新的なプロダクトを創出するための実践的なデザイン教育が1990年代から始まっている。その代表例とされるIDEOのデザイン思考⁵⁾は、次のようなプロセスで構成されている。(1)エンドユーザを理解するために観察する。(2)観察結果からユーザの振る舞いや感情の意味を見いだす。(3)観察や経験に基づきブレインストーミングによって多くのアイデアを生成する。(4)アイデアのプロトタイプを構築しエンドユーザによりテストする。(5)得られた結果をアイデアのリファインのためにフィードバックする。スタンフォード大学のd.school⁶⁾においても、ユーザに共感するところからアイデア生成を行うというデザイン思考方法として、Empathize, Define, Ideate, Prototype, Testの5ステップからなるデザイン方法が教育されている。同様のデザイン思考によるデザイン教育は、欧米の数多くの大学で導入されている。これらのことばはいずれも、まず利用者と利用状況の徹底的な調査を行い、利用者を深く理解する／共感することによって利用者が真に望む事物を目標として設定し、それを起点として新しいコンセプトの発想を行い、プロトタイピングによって確認するという方法である。

国内においても、同様の取り組みが10年近く前から行われはじめている。これらの多くは、d.schoolのデザイン思考の考え方に基づくものであるが、近年の工学が扱う分野やデザインの対象の広がりに対応してデザイン教育も社会デザインにまで広げていくことが求められるとの指摘⁷⁾や社会的課題を解決するための新しい価値連鎖など現在は存在しないものをいかに教育するかの重要性の指摘⁸⁾もあり、新たな取り組みが行われつつある。例えば、デザイン思考とシステム思考を組み合わせたワークショップ型の教育方法により、問題の構造的理解を行った上で感性的なデザインを行おうという取り組みがされている⁹⁾。また、ワークショップのプロセスで他者の理解による気づきや未来を洞察する手法を導入することにより、従来の延長線上にない領域を模索する工夫がなされているものもみられる¹⁰⁾が、ほとんどのデザインスクールは、現状を深く分析することにより課題を見いだし、それを起点としてアイデアを考えるというプロセス

となっている。このような方法は、社会に融合した使い勝手のよいアイデアが生成されるが、現状の延長線上にない革新的なプロダクトは出にくいと思われる。

対して、筆者らの提案する教育方法は、構成的デザイン思考に主眼をおくデザインの能力を磨くことを目的としている。この能力は、現状の延長線上にはない新たなシーンや生活スタイルを創出するような革新的なプロダクトをデザインするために必要となる。本教育方法は、構成的思考によりプロダクト自体を探索するアプローチをとる。すなわち、はじめにプロダクトをそれとは関連のなさそうなものと組み合わせることによって、既存のプロダクトの延長では考えられないようなものを創成する。そして、それをスタートとして使用シーンや生活スタイルを検討するという点が大きな特徴である。これにより、現状の枠組みからは現れないような革新的なプロダクトのコンセプトをデザインできる可能性が広がると考えている。本方法は、上述の社会的利用価値を意識したデザインスクールの方法と併用することも可能であるため、将来的には両者を融合することも考えられる。

2. デザインスクールの基本の方針

前述のように、現代に求められるデザインの考え方として構成的デザイン思考の比重が大きくなってきていく。その状況をふまえると設計教育の一環として、この考え方を教育することが極めて重要になっていると考える。そこで、構成的デザイン思考に基づいて、グループワークにより現状の延長線上にない革新的なプロダクトのコンセプトのデザインを行う教育方法を構築した。ここでは、現状のプロダクトから容易に想像できないコンセプトの生成に概念合成に基づく方法を導入した。具体的には、新しいコンセプトを得るために、生物からのメタファーによりヒントを得る方法を採用した。

生物に学ぶという方法は、生物が多くのすぐれた性質を有しており、また、比較的なじみ深く多くの概念の発想・連想がしやすいことから、デザイン分野においてもバイオミメティックスや生物模倣などのキーワードで近年盛んに研究がなされている^{11), 12)}。これらの多くは、問題の解決を目的とし、類似する問題に対しうまく適応している生物の特徴を捉えてまねるというアナロジーによる方法である。

それに対し、本教育方法では生物からのメタファーの利用方法において異なるアプローチをとっている。ここで、デザインにおける直感の重要性について近年多くの指摘がなされていることを述べる。例えば、ダガンは新しいコンセプトは既存の要素を直感的に結びつけることによって生まれると述べている¹³⁾。また、デザインにおける直感的なプロセスの特徴をまとめた研究¹⁴⁾や直感とスキーマやスクリプトなどの経験的作られたメンタルモデルとの関係を議論した研究¹⁵⁾もある。本教育方法は、これらの主張をふまえて教育方法に反映し、生物からのメタファーを直感的なシンセシスによって行うというアプローチをとっている。具体的には、概念合成の考え方を導入して、生物と製品を直感的に結びつけるという

方法としている。すなわち、例えば「イルカのような自転車」のように、一見すると関連のなさそうな生物と製品をまず直感的に組み合わせ、それから生物の特徴を考え、製品に取り込むことを試みるという手順とすることにより、デザインする者の心に内在する感性に素直に向き合いながらシンセシスを行う方法となっている。この段階では、いわゆる「直感力」が体得される。

次に、創案されたアイデアについて製品コンセプトの具体化を進める。ここでは、プロダクト（工業製品やプラント、建築物など）やプロダクトと結びつけられた生物の特徴を実現するための関連技術の調査を行うと同時に、アイデアを詳細に分析していく。その結果得られた製品の構造、メカニズムなどについて主要な属性の値を決定し、三次元形状モデルを作成するという手順とした。この段階では、いわゆる「分析力」が養われる。

製品が使用されるシーンに注目すると、革新的な製品はしばしば新たな生活スタイルを創り出している。例えば、携帯型音楽再生装置は、室内で聞くものであった音楽について、電車の中や運動をしながら音楽を聞くという、従来では考えられなかった使い方を創り出したともいうことができる。すなわち、既存のプロダクトとそれが利用されるシーンの新しい組み合わせにも、現状の延長線上にないプロダクトの新たな使い方、ひいては新しい生活スタイルを創り出すヒントがあるということである。そこで本教育方法では、前述の生物からのメタファに基づいてデザインされたプロダクトの形状モデルとそれが利用されるシーンを、同時にバーチャルリアリティ（VR）装置を用いて投影することにより、デザインしているプロダクトの新たな使用シーンを仮想的に体感できるようにした。VR装置によって、プロダクトを様々なシーンと比較的容易に組み合わせることができるため、従来の延長線上にない新たな生活スタイルをよりリアルに体感し、検討できる可能性が広がる。VR装置には、神戸大学統合研究拠点に導入されている、CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) と呼ばれる没入型の三次元立体可視化装置であるπ CAVE^[16]を用いる。前面2枚、床面2枚、側面に各1枚ずつのスクリーンで構成されており、高さ3m×奥行3m×横幅7.8mの直方体構造である。この中で、最大20名程度が同時にVRを体験できる。四方のスクリーンに映像を投影して、3Dメガネにより立体視が可能となっている。また、3Dメガネにはトラッキング装置が装着されており、ユーザの動きに合わせた映像が投影される。本VR装置を用いることで、投影されるシーンを参加者が多人数で共有することが可能である。この段階では、いわゆる「(場面の)構想力」が習得される。

以上をまとめると、図1のような手順になる。本教育方法における設計手順では、現状の問題の分析からスタートするのではなく、デザインする者に内在する理想像を追求し、概念を統合していくことに主眼をおいている。つまり、直感的アイデア生成からデザインをスタートし、その後でプロダクトの目的や目標を調査・分析により見出していく。さらに、CADおよびVRを用いて、まだ存在しない製品がどのような生活シーンを生み出すか仮想的に体感する方法となり、一般的なデザインスクール^{[6], [9], [17], [18]}とは、手順の順番や内容が大きく異なっていることが特徴である。従来の教育方法ではあまり意識付けされてこなかった構成的思考を図1の手順により具体的に実践することを通して、構成的思考によるプロダクト自体の探索から始めることが現状にとらわれない新しい製品のコンセプトにつながる可能性を広げること、および、構成的思考力を磨くことで革新的なプロダクトのコンセプトの考案は自分達にもできる可能性があることを、参加者が自ら気づくことが期待される。しかし、このような方法をとることによって、革新的な製品が生まれるかもしれない一方で、全く現実的でない製品が考案される可能性がある。そのため、実現可能性を高めるためには、市場調査が必要となる。

3. 方法

以上のような方針のもと、デザインスクールを実践した。デザインスクールは、日本と米国で工学を学ぶ大学生を対象とし、国際性と国際感覚を身に付けさせることを意図しスクール中の教示や参加者間でのグループワークは原則として英語を使用した。本デザインスクールは、構成的思考力を「磨く」ことを意識して、集中的な合宿形式（参加者全員がデザインスクール実施会場近くの宿舎に宿泊し、食事も含め集団行動を原則とする）を採用した。

参加学生には、我々の設計に対する基本的な考え方を理解したうえでデザインスクールへ参加させるため、「創造デザイン工学」^[1]の第3章「概念生成の理論と方法論（その1）：メタファによる方法」または「Creative Engineering Design」^[19]のChapter 4 “The Metaphor Method: Theory and Methodology of Concept Generation (First Method)” を各自で事前に学習しておくよう指示した。また、製品の外観をコンピュータモデルで制作するために、CADツール（Autodesk社のInventorを指定した）の操作を習得しておくことを指示した。

デザインスクールは、日本人学生2名、米国大学生2名、合計4名のメンバーで構成されるチームを編成し、グループワーク形式で実施した。デザイン課題は、各チ

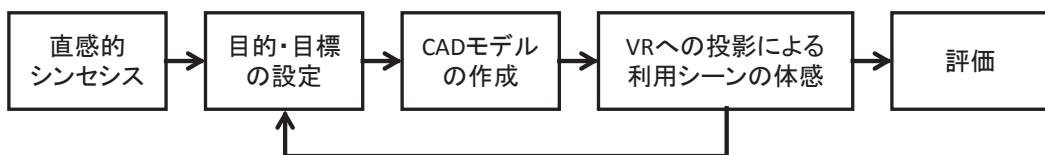


図1 本教育方法における設計手順

表1 グループワークの手順

Step 1	5分間	メンバーごとに「生き物」と「プロダクト」をそれぞれ10種類ずつ考える。
Step 2	2分間	Step 1で考えたりストの中から、メンバーごとにそれぞれ面白いと思う「生き物」と「プロダクト」を3つずつ選んで付箋に書き、チームごとの模造紙に貼る。
Step 3	3分間	Step 2で作成されたチームごとの「生き物」と「プロダクト」のリストから、「〈生き物〉のような〈プロダクト〉」として面白そうな組み合わせをメンバーごとに1つずつ「直感的」に選ぶ。
Step 4	2分間	Step 3で得られた組み合わせ（各チームごとに、4つの組み合わせができる）の中から、「直感的」に最も面白そうだと思うものをチームで1つ決める。
Step 5	5分間	Step 4で選んだ組み合わせの〈生き物〉の特徴をメンバーごとに考えて付箋に書き、模造紙に貼る。
Step 6	3.5時間	Step 5で書き出した特徴を活かすように「〈生き物〉のような〈プロダクト〉」とはどのような形状、メカニズム、サービスシステムであるか、チームで話し合いアイデアをまとめる。プロダクトのスケッチを作成する。また、プロダクトが使われる場面を想定し、その画像を収集する。
Step 7		【中間発表】各チームごとに、これまでのグループワークについてPowerPointを使用して発表する。
Step 8	1時間	VR装置のインストラクションを受ける。プロダクトが使用されるシーンの360度パノラマ画像をVR装置へ投影し、πCAVEを体験する。投影されたシーンの中で、プロダクトの使われ方、サイズや構造について検討する。
Step 9	7時間	プロダクトの構造やサイズ等を具体的に決定する。必要があれば計算をし、CADモデルを作成する。プロダクトを使用するシーンについて、さらに画像を収集する。
Step 10		【中間レビュー】教員やスタッフによる中間レビューを行う。これまでにグループワークで作成したデザイン案について、その概要、これまでの作業内容、これからの方針について説明し、アドバイスを受ける。
Step 11	10時間	引き続き具体的に設計を行う。適宜、VR装置を利用して、プロダクトの使われ方、サイズや構造について検討する。
Step 12		【最終発表】各チームごとに、PowerPointを使用したプレゼンテーションと、VR装置を使用したプロダクトとそれが使用されるシーンのデモンストレーションを行う。

ームで、「〈生き物〉のような〈プロダクト〉」で表わされる新しいプロダクトのデザインコンセプトを1件提案することとし、デザインスクールの基本的方針に基づいてプログラムされた手順（表1）にしたがいデザインを行った。

Step 1～6では、Stepごとに進行役の教員が方法を説明しながら課題を進めた。Step 9以降は、開始と集合時間を連絡した上で、時間内でチームごとに自由に課題に取り組んだ。

デザインスクールの全ての課程修了後に、参加者に対しアンケートを実施した。アンケートは以下の8項目について、5段階（5：非常にそう思う、4：そう思う、3：どちらとも言えない、2：そう思わない、1：全くそう思わない）で評価させた。さらに、感想を自由記述で回答させた。

- Q 1. 今回のグループワークによるデザインは楽しく夢中になりましたか？
- Q 2. チームのメンバーとはうまく協力できましたか？
- Q 3. デザインのインストラクションは分かりやすかったですか？
- Q 4. πCAVE, Inventorなどのツールは有効で興味をひかれるものでしたか？
- Q 5. プロダクトと場面をセットで考えることは新しいプロダクトを考えるために有効だと思いますか？
- Q 6. 何も手がかりがなかった場合と比べて、メタファー（“○○のような△△”）はアイデアを出しやすかったですか？
- Q 7. 何も手がかりがなかった場合と比べて、Bio-

inspired（生物をヒントにしたデザイン）はアイデアを出しやすかったですか？

Q 8. 今回のグループワークは、直接および間接的に今後に活かせそうな経験でしたか？

4. 結果

2016年5月19日(木)～22日(日)に神戸大学統合研究拠点(兵庫県神戸市)において、3泊4日の合宿形式でデザインスクールを実施した。

4.1 参加者

グループワークには、神戸大学（日本）とカーネギーメロン大学（米国）から工学を専攻する学生が8名ずつ計16名（19才～33才、内、男子12名・女子4名）参加した。また、進行役の教員が3名、その他の教員・スタッフが計9名参加した。主催側の教員が事前に、それぞれの大学から参加している学生を2名ずつ、課程に偏りがなくなるように4つのチームに編成した。4つのチームにはそれぞれ、チームR、チームG、チームB、チームYのチーム名をつけた。

4.2 グループワークの様子

図2にStep 1～Step 6のグループワーク中の各チームの様子を示す。グループワーク中は、チームごとに作業机に向かい合って座り、机の横の壁あるいは机の上の模造紙を用いて、メンバーが考えたプロダクトや生き物、その特徴のアイデアを共有した。Step 7の中間発表では、一チーム当たり10分～20分間でプレゼンテーションを行い、計7名の教員・スタッフが発表を聞いて質疑応答に参加した。

Step 8、Step 9の様子を図3に示す。Step 8では、チームごとにVR装置πCAVEの操作と没入体験を行った



図2 グループワークの様子 (Step 1 ~ 6)



図3 VR装置を用いてのディスカッション（左）、フィールドワーク（右）

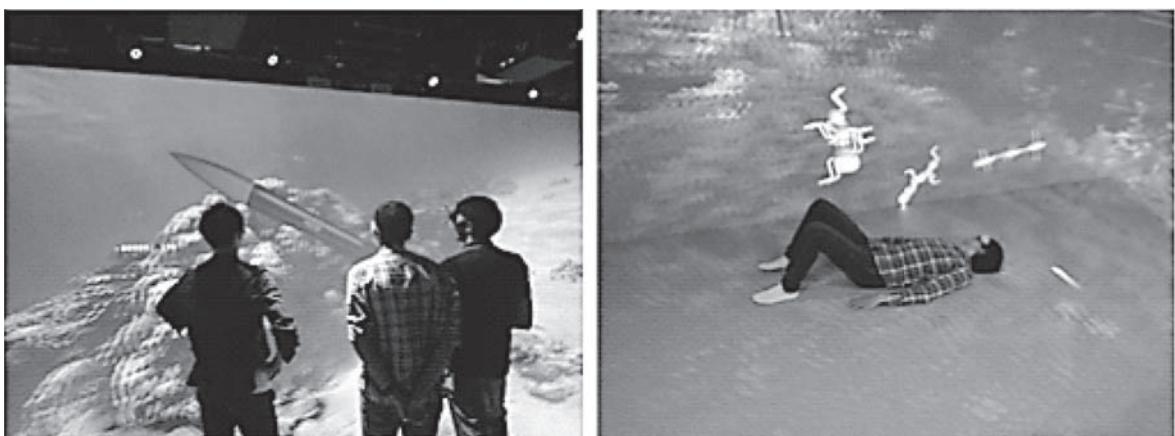


図4 VR装置を用いた検討 (Step11)

後、プロダクトの使用される様々なシーンを想定してその360度パノラマ画像を用意し、πCAVEに投影してシーンを仮想体感した。ここでは、投影されたシーンの中でプロダクトの有りようについて身振り手振りを交えて熱心に議論する様子がみられた。Step 9では、創案しているプロダクトが使用されるシーンについて、フィールドワークと画像撮影のために実施会場近くの大型家具店まで出かけたチームもあった(図3右)。Step10では一チーム当たり10分～20分間で計6名の教員・スタッフが中間レビューを行った。

Step11では、各チームが1回以上VR装置を利用し、プロダクトを使用するシーンおよびプロダクトのCADモデルを同時に投影して仮想体感を行った(図4)。1回あたりの利用時間は30分程度であった。利用時には、VR装置内に複数のメンバーが入り、投影されたシーンの中でプロダクトが使用される様子を演じてみると、シーンを体感しながらその場で議論を行う様子がみられた。

図5は、Step12の最終発表およびVR装置を使ったデモンストレーションの様子である。最終発表では、一チーム当たり約20分間でプレゼンテーションを行うとともに



図5 最終発表およびプレゼンテーション

表2 Step 2で得られた生き物とプロダクト

	自然物	プロダクト
Team R	Cockroach, Cactus, Lily, Kangaroo, Crane, Butterfly, Ant, Green caterpillar, Lion, Bacteriophage, Water strider, Elephant	Computer, Jet engine, Glasses, Watch, Purse, Robot, Car, Chair, Clock, Camera, Segway, Helicopter
Team G	Snake, Fly, Jellyfish, Bee Octopus, Bald eagle, Giraffe, Butterfly, Shell, Rabbit, Squid, Crab	Wheelchair, Vending machine, Motorcycle, Bicycle, Suitcase, Mobile phone, Glasses, Scissors, Watch, Scuba diving, Robotic pipeline inspector, UAV surveillance
Team B	Llama, Turtle, Monkey, Giraffe, Peacock, Elephant, Tuna, Camel, Jelly fish, Shark, Monkey, Turtle	Desk Organizer, Cup holder, Pen case, Lamp, Clock, Case, Scissors, Sunglass, Chopsticks, Glasses, Traffic light, Scooter
Team Y	Starfish, Bird, Giraffe, Butterfly, Ginkgo, Water dog, Baleen whale, Armadillo, Octopus/Squid, Hummingbird, Gorilla, Mantis shrimp	Plane, Train, Hotel, Boat, Hot-air balloon, Sport car, Backpack, Luggage, Bike, Bag, Fish net, Shoes

表3 Step 3で得られた「生き物」と「プロダクト」の組み合わせ

	生き物 - プロダクト
Team R	Ant - Camera, Cactus - Chair, Crane - Chair, Butterfly - Robot
Team G	Squid - Wheel chair, Shell - Suit case, Bee - Watch, Octopus - Vending machine
Team B	Camel - Desk organizer, Monkey - Lamp, Shark - Scissors, Turtle - Traffic light
Team Y	Bird - Sport car, Bird - Shoes, Humming bird - Plane, Baleen whale - Fish net

表4 デザイン成果物

	生き物 - プロダクト	名 称	使用シーン
Team R	Ant - Camera	Ant Camera	Disaster-stricken area
Team G	Bee - Watch	The Bee Watch	Crowd of people, inside of a car
Team B	Monkey - Lamp	Aggrappa Lamp	Inside and outside of a house
Team Y	Baleen whale - Fish net	Fish Seeking Missile	Deep-sea

に、各チーム10分程度の時間でVR装置を利用し、それぞれのシーンにおけるプロダクトの使用について実演するデモンストレーションを行った。計10名のスタッフおよび教員が発表とデモンストレーションを聞き、質疑応答に参加した。

4.3 デザイン成果物

表2, 3にStep 2およびStep 3のチームごとのデザイン成果物を示す。各チームの最終的なデザイン成果物の名称と元となる生き物-プロダクトの組み合わせ、および使用シーンを表4に、スケッチとCADモデルを図6にそれぞれ示す。チームRは「蟻のようなカメラ」とい

うアイデアを出発点に、蟻のように小さなカメラで、災害現場など人が立ち入ることの難しい場所へ群れになって入り込み写真を撮影するプロダクトを創案した。チームGは「蜂のような時計」というアイデアから、蜂が羽音で自分の位置を別の蜂に知らせるなどのコミュニケーションをとるように、骨伝導で情報（時刻、位置、危険情報）を伝える時計というコンセプトを創案した。チームBは「猿のようなランプ」というアイデアを出発点に、猿が手足でぶらさがるように、使いたい状況に合わせて種々の方法で固定することのできるランプを創案した。チームYは「ヒゲクジラのような漁網」というアイ

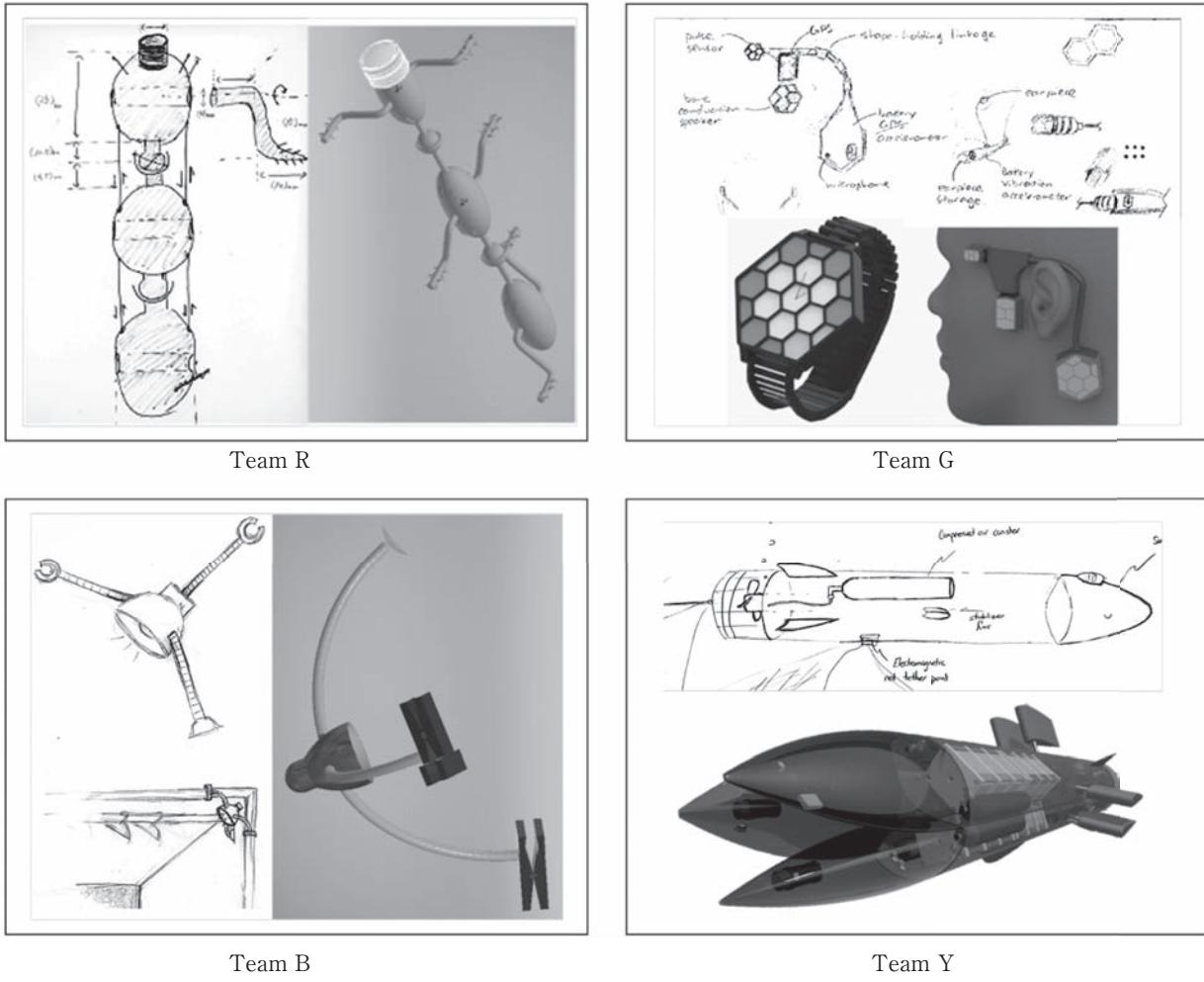


図6 デザイン成果物のスケッチとCADモデル

デアから、ヒゲクジラの特殊な採餌方法のように、泡を噴いて魚を囲い込んだりノイズを発生して魚を混乱させたりすることのできる機能を持つ潜水艦を、複数連携させて魚を漁網に追い込むようなプロダクトを創案した。

創案されたプロダクトのコンセプトを既存の製品と比較してみると、チームB「猿のようなランプ」については市販されている類似の製品が複数見られた。チームRのプロダクトについては、spider pill²⁰⁾という体内の病巣を発見するための製品が開発されていたが、「蟻のようなカメラ」は複数のカメラが指令を受けながら協働して動くものである点で異なるコンセプトである。チームGのプロダクトについても、類似の外観をした製品がいくつかあったが、「蜂のような時計」では、危険情報などを他の時計と情報伝達し合う点でコンセプトが異なっていた。チームY「ヒゲクジラのような漁網」については、類似するような製品は見つけることはできず、革新的なプロダクトのコンセプトが創案されたということができる。このように、4つのチームから創案されたプロダクトのうち、1つは全く新しいものであり、2つは従来の製品と外観等は似ているが、コンセプトは大きく異なっているものであった。これらから、本デザインスクールにおいて、従来製品の改良だけでは思いつかないようなプロダクトが少なからずデザインされていることが

わかる。

5. アンケート結果

参加した学生から得られたアンケートの結果を図7に示す。棒グラフは回答の平均値、エラーバーは標準偏差を表わしている。この結果から、参加者の評価はおおむね良好であったと考える。

演習プログラムへの参加学生からの感想では、“Design process was interesting and I learned some things I probably would not have without this inter-university collaboration.”, “The design process to integrate two unrelated objects is stimulating.”といった意見が聞かれた。一方で、これまで構成的なデザインをしてきたことがなかったためか、2名の参加者から消費者やマーケットを限定しない方法に対するとまどいの意見があった。しかし、内1名は “However, it will be a good design practice to stimulate one's creativity.”と続けている。このことは、従来の方法に依らないデザイン方法の可能性に参加者が気付いたためであると考えることができる。また、日本人学生からは英語でのコミュニケーション力を高めることの重要性に気付いたとの意見も聞かれた。

さらに、アンケート「Q 8. 今回のグループワークは、直接および間接的に今後に活かせそうな経験でした

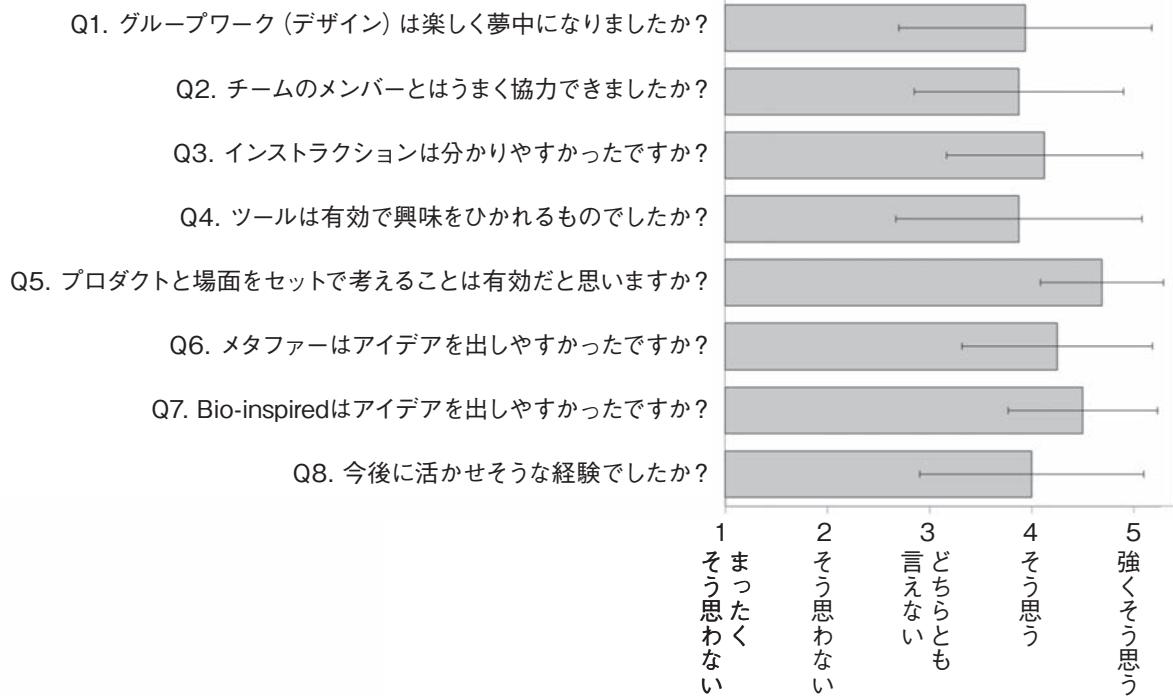


図7 アンケート結果

か？」において、半数近くの学生が「強くそう思う」と回答している。加えて、最終のプレゼンテーションやデモンストレーションでは、時間を大幅に延長して、それぞれのチームが自らの成果を発表していたことから、参加者らは、本デザインスクールに参加することで、楽しみながら、自らの構成的思考力に気付いてそれを磨けたものと考えられる。

6. まとめ

現代のデザインにおいては、構成的デザイン思考の必要性が高まっていることから、構成的思考力の向上を目的とした教育方法を構築した。その方法は製品のデザインにおいて繰り返し行われるシンセシスとアナリシスを駆動力とするものであるが、最初に製品と生物を「直感的」に結びつけてアイデアを生成するという合成的なシンセシスのアプローチから目標を探索し、次に「調査・分析」によってコンセプトの詳細をデザインし、さらにアイデアを仮想空間内に映すことにより「（場面を）構想」するという点が大きな特徴である。「生き物のようなプロダクト」という枠組みは、デザイン成果物や感想からも、構成的にデザインを行うための方法として有効であったと考えることができる。また、最終のプレゼンテーションおよびデモンストレーションでは、各チームとも予定していた時間を超えての発表および質疑応答を行っており、参加学生が非常に熱心に取り組んでいたことが伺える。アンケート結果からは、構成的デザイン方法の可能性に参加学生が気づいたことも読み取ることができる。これらは本教育方法の効果を示すものであると考えられる。なお、日米の学生がチームを組んだことによって、より革新的な発想が生まれていた可能性がある。

これについて、今後、データを蓄積した上で議論したい。

一方で、装置の操作性向上や、デザイン成果物の客観的な評価を参加学生へフィードバックする必要があることなど、今後への改善点も得られた。特に今回の実践においては、時間的な制約もあり、現実社会でどのように役立つか、ビジネスとして成立するか、などの観点からの調査・検討は不十分であった。しかしながら、プロダクトとその使用シーンをVR装置で投影する方法を用いることで、消費者からの感想をよりリアルに得られると考えられる。今後はこのような検討などをもとにした市場調査項目の設定（実施）や専門家によるビジネス面の評価などを含めた教育プログラムを構築したいと考えている。その一部分については、2017年度に実施する第2回の国際デザインエンジニアリングスクールにおいて実現される予定である。具体的には、国際的に活躍する研究者を委員長として、産業振興を司る行政官、経営の専門家、メーカーの技術者、工業デザインの研究者から構成される評議委員会を組織し、デザインスクールの参加者のプレゼンや成果物などを審査し、参加者へフィードバックする。

参考文献

- 1) 田浦俊春：創造デザイン工学，東京大学出版会，2014
- 2) 福田収一：Stanford Universityとの遠隔共同クラスの経験から，日本機械学会 第11回設計工学・システム部門講演会講演論文集, pp.306 – 307, 2001
- 3) 金子成彦, 渡邊辰郎：東京大学におけるPBL教育の一事例, 設計工学, 37 – 4, pp.11 – 18, 2002
- 4) 工学教育：「新しい工学教育の試み」特集号, 日本工学教育協会, 50 – 3, 2002

- 5) IDEO:Design Thinking for Educators, Webページ, <https://www.ideo.com/post/design-thinking-for-educators>, 2013, 参照日 : 2016-11-29
- 6) Institute of Design at Stanford : d.school, Webページ, <http://dschool.stanford.edu/wp-content/uploads/2013/10/METHODCARDS-v3-slim.pdf>, 2014, 参照日 : 2016-10-12
- 7) 仙石正和:工学教育の変遷と工学研究の広がり, IEICE Fundamentals Review, 9-1, pp. 5-13, 2015
- 8) 有信睦弘:社会と連携したイノベーション教育の必要性と重要性, 工学教育, 63-1, pp.13-17, 2015
- 9) 前野隆司:システム×デザイン教育の創造と実践, 工学教育, 63-1, pp.43-47, 2015
- 10) 堀井秀之:東京大学i.schoolにおけるイノベーション教育の試み, 工学教育, 63-1, pp.37-42, 2015
- 11) A.K. Goel, D.A. McAdams and R.B. Stone(Eds.): "Biologically Inspired Design: Computational Methods and Tools," Springer, 2014
- 12) 下村政嗣:生物の多様性に学ぶ新世代バイオミメティック材料技術の新潮流, 科学技術動向, 110, pp.9-28, 2010
- 13) W. Duggan : "Strategic Intuition : The Creative Spark in Human Achievement," Columbia University Press, Columbia, 2013
- 14) P. Badke-Schaub and O. Eris : "A Theoretical Approach to Intuition in Design : Does Design Methodology Need to Account for Unconscious Processes?", Chakrabarti, A. and Blessing, L. (eds.), An Anthology of Theories and Models of Design, Springer, pp.353-370, 2014
- 15) D. Durling : "Intuition in Design – A perspective on designer's creativity –," Bulletin of 4th Asian Design Conference : International Symposium of Design Science, 1999
- 16) 神戸大学 計算科学教育センター: π -CAVEとは, Webページ, <http://www.eccse.kobe-u.ac.jp/pi-cave/>, 2014, 参照日 : 2016-10-12
- 17) 東京大学i.school:東大式 世界を変えるイノベーションのつくりかた, 早川書房, 2010
- 18) 石田 亨:デザイン学概論, 共立出版, 2016
- 19) T. Taura : Creative Engineering Design, Elsevier, 2016
- 20) C. Quaglia, E. Buselli, R.J. Webster III, P. Valdastri, A. Menciassi and P. Dario: "An endoscopic capsule

robot; a meso-scale engineering case study," Journal of Micromechanics and Microengineering, 19-10, 2009

著者紹介

田浦 俊春

1979年 東京大学工学系研究科精密機械工学専攻修士課程修了。博士(工学)。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等を経て、1999年より神戸大学教授(現在、工学研究科機械工学専攻教授)。専門は設計論。主要著書に「創造デザイン工学(東京大学出版会)」

嶋田 憲司

1985年 東京大学工学系研究科精密機械工学専攻修士課程修了。IBMリサーチで研究とマネージメントに従事。1993年 マサチューセッツ工科大学機械工学科博士課程修了(Ph.D.)。1996年より米国に移り、カーネギーメロン大学の助教授、准教授、教授を経て、2007年よりセオドア・アーレンズ冠教授

山田 香織

2011年 神戸大学工学研究科機械工学専攻博士課程後期課程修了。博士(工学)。2012年より神戸大学先端融合研究環助教。専門は設計工学、感性工学。2014年5月～2015年3月 デルフト工科大学(オランダ)のDepartment of Industrial Design Engineeringに客員研究員として滞在

妻屋 彰

1998年 東京大学工学系研究科システム量子工学専攻博士課程修了。博士(工学)。東京大学リサーチアソシエイト、大阪大学助手を経て、2006年10月より神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻准教授。専門は設計工学、生産システム

貝原 俊也

1985年 京都大学大学院工学研究科精密工学専攻修了。PhD (Imperial College London)。三菱電機、神戸大学大学院自然科学研究科助教授等を経て2004年より神戸大学大学院教授(現在、システム情報学研究科)。専門はシステム最適化とその生産・社会システムへの応用。主要著書に「オペレーションズ・リサーチ(オーム社)」

横小路 泰義

1988年 京都大学大学院博士課程中途退学。同時に京都大学工学部オートメーション研究施設助手。1992年 機械工学教室助教授、2007年 機械理工学専攻准教授を経て2009年より神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻教授。博士(工学)。遠隔操縦システム、ハブティックインターフェース、ロボットハンド等の研究に従事

佐藤 隆太

2006年東京農工大学大学院博士後期課程修了。博士(工学)。東京農工大学助手、同助教、三菱電機株式会社先端技術総合研究所研究員、神戸大学大学院助教を経て2013年より神戸大学大学院工学研究科准教授。専門は数値制御工作機械