

Title	製品価値の創出に向けた設計教育の課題と展開
Author(s)	藤田, 喜久雄
Citation	精密工学会誌. 2006, 72(12), p. 1465-1468
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/3052">https://hdl.handle.net/11094/3052</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 製品価値の創出に向けた 設計教育の課題と展開\*

Direction and Deployment of Engineering Design Education for Creating Product Value

藤田喜久雄\*\*

Kikuo FUJITA

Key words

engineering education, design education, synthesis, creativity, project-based learning, design methodology

## 1. はじめに

社会の成熟, 各方面での知識の蓄積, 経済活動のグローバル化のもとで, 今日の製造業には新たな価値を持つ製品をつくりだす創造性が求められている。それに向けては, 既与の仕様を満たす製品をつくりだすための開発や設計の枠組みとは異なる何かが必要となるが, その内容は明示的な技術や方法論のみならず, 開発や設計を担う技術者や設計者の備えるべき能力にも及ぶはずである。特にその種の能力がものごととのとらえ方や考え方にも関わる潜在的な要因のもとにあるとすれば, 教育機関での工学教育にも新たな枠組みの導入が求められているといえる。

本稿では, 製品価値の創出に向けて設計をどのようにとらえるべきかについての試論を示した後に, 我が国では創成教育と称される動向とも絡めながら, 工学教育あるいは設計教育の中で上記のような創造性を涵養していく上での考え方を紹介する。さらに, 大阪大学工学部応用理工学科機械工学科目・大学院工学研究科機械工学専攻における新カリキュラムの概要と一連の視点のもとで導入している大学院での新しい設計関連科目について紹介する。

## 2. 製品価値の創出に向けて拡大する設計の意味

設計の意味については様々な論説が行われているが, 製造業の目指すところが拡大してくれば, 具体的な設計の意味も拡大し, また, 学術の対象もそれに呼応しながら変貌してきている<sup>1)</sup>。その拡大の意味するところを Cross による設計プロセスの解釈<sup>2)</sup>に重ねながらやや抽象的に模式化するすると図1を描くことができる<sup>3)</sup>。図は, 設計プロセスが, 対象とすべき目標の構想に始まり, それを機能

へと展開し, さらにそれらを仕様へと解釈し, その後に, それぞれの仕様を満たす部分的な設計解を代替案ともにつくり出した上で, それらから上位の部分解を統合して評価を行い, 有望なものに絞込んでいき, 最終的には, 対象物の全体についての詳細な設計解を得るという, 各段階から構成されることを示している。一方, 製品価値とはそれらの中でも目標に相当するものである。以上のもとでの設計の意味の拡大は, 粗くは, 以下の How から What へ, さらに Why へとの拡大として理解することができる<sup>4)</sup>。

- ・How を考える設計…与えられたモノの全体像に向けて, どのようにしてつくるかを定めるために, 対象を構成する様々な要素の設計を進めて全体を構成する。
- ・What を考える設計…つくるべきモノの全体に向けて, 要素の設計を行い, それらの組合せを統合することによってシステムの設計を行う。
- ・Why から考える設計…そもそもの社会や生活における有用性を問い, 「なぜ, それをつくるのか」から始めて, 斬新な製品や装置をつくりだす。

それぞれの設計において必要となる知識や能力の内容は, 図1中にも示すように, 粗くは, 右側がアナリシスを基盤としてボトムアップ的に進むプロセスである一方, 左側がシンセシスを基盤としてトップダウン的に進むプロセスであることから, それぞれに異なったものとなる。典型的には, 前者では対象そのものについての知識や方法が根幹にあり, 後者ではそれらに加えて一連のプロセスを駆動する力が重要となる。

## 3. 工学教育の動向と設計教育

翻って, 工学教育については時々に応じて改革への要請がなされてきている。現在にまで継続しているものの一つとしては1998年前後以降の創成教育についての要請<sup>5)~7)</sup>が特徴的であり, Project-Based Learning (PBL) 方式による授業展開が一つの模範となっている。ただし, それについての当時の直接的な背景は, 技術者教育の評価認定への対応の中で創造的な能力を開発するための授業科目が求められたということにあって, 設計との関連は薄い。今と



\*原稿受付 平成 18 年 10 月 5 日

\*\*大阪大学 (大阪府吹田市山田丘 2-1)

藤田喜久雄

1990 年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了, 工学博士, 大阪大学助手, 講師, 助教授を経て, 2002 年より大阪大学教授 (大学院工学研究科機械工学専攻), 現在に至る。設計工学に関する研究に従事, 日本機械学会, ASME, The Design Society など各会員。

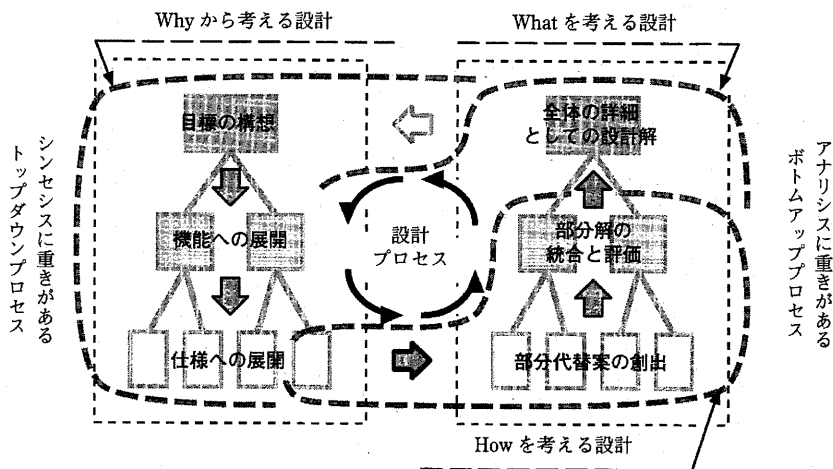


図1 拡大する設計の意味<sup>3)</sup>

なって振り返ってみると、そもそもの参照事例となった米国での状況は、1980年代における製造業の状況を踏まえながら<sup>8)</sup>、その克服に向けて工学教育における設計の位置付けが見直され、図1に示した関係にあるアナリシスとシンセシスを工学教育の両輪として学年進行の各段階を通じて展開していくことが意図されていたようである<sup>9)</sup>。

設計に関して図1に示した全体像に対する能力が設計者や技術者に対して求められていることは、昨今の諸状況のもとで製品価値の創出が不可欠の事項であることを踏まえれば、その理解は容易である。しかしながら、そのような全体像は基盤となる各部分についての知識や能力を持ち合わせて初めて認識できたり関わる能力を高めることができたりするという側面も否定できず、具体的にアナリシスとシンセシスを工学教育の両輪に据えるためには何らかの教授法が必要となる。これについては、米国においては工学教育に組込むべきPBL方式の授業として以下の2つのものを挙げることによって対応している場合が多い<sup>9)</sup>。

- ・ Cornerstone Project …個別の内容についての学習に先立ち、それらを活用する設計プロセスの全体像についてのイメージを植えつけることを通じて、後続する各授業科目に向け、学習者を工学的な問題についての枠組みへと誘導するPBL科目。
- ・ Capstone Project …個別の授業科目で学習済みの内容を相互に連結して総合化させるためプロジェクト課題を設定し、その過程における新しい知識の追加的な自己獲得能力の開発なども合わせて、総合的な課題設定能力と課題解決能力を習得させるPBL科目。

また、後者のCapstone Projectのかたちとして、機械工学の分野では、プロジェクトに本特集号で取上げられている設計方法論を連携させたもの<sup>10)</sup>も導入されている。

いずれにしても、我が国での創成教育は、一定の認識と普及が進んだとはいうものの、教育カリキュラムの一つの要素に留まっている傾向は否めず、そもそもの背景や求められている技術者や設計者の能力に照し合せながら、その展開の実質化を探っていく段階にあるように思える。

#### 4. 大阪大学における機械工学カリキュラム

大阪大学工学部応用理工学科機械工学科目・大学院工学研究科機械工学専攻では、創成教育への要請とも呼応しながら、2001年度から学部教育の3年次2学期に設計プロジェクト入門と称する科目<sup>11)</sup><sup>12)</sup>を導入したが、その後の検討を経て、学部教育では2005年度以降、大学院教育では2006年度以降、新しいカリキュラムを導入している。

学部教育では、基礎教育を確実に実施するために、主要科目を5つのコア科目として再構成し、それぞれの科目では、週あたり2回の講義と1回の演習などを組合せて授業を実施している。また、創成教育については、シンセシスの科目を再編して拡充し、課題探求能力を開発するためのPBL型学習科目を各セメスター（学期）に配置して、アナリシスのシンセシスへの連結化を常に行わせるように意図している。なお、上出の設計プロジェクト入門は2年次2学期に移し、新たにメカトロニクス系のPBL型科目を3年次2学期に導入する計画になっている。

大学院教育<sup>13)</sup>では、博士前期課程については、力学と数学における基礎科目を設け、プロダクトデザインと称するPBL型科目を導入し、以上の科目を各基盤科目と位置づけて準必修化する一方、学修の系統性を保障するために、専門科目を5科目程度毎に科目類に類別した上で、選択した2つの科目類の深い学習を履修指導により要請することによりカリキュラムの系統化を行っている。また、博士後期課程では、プロダクトデザインマネジメントと称する科目を導入し、博士前期課程におけるプロダクトデザインでのチーム活動のコーチングを通じてリーダーシップ力を修得する機会を提供している。

次節では、以上のうち、Capstone Projectにも対応するプロダクトデザインの趣旨や概要について述べる。

#### 5. 大学院におけるプロジェクト型設計方法論教育

プロダクトデザインは、大学院博士前期課程で、2005年度に製品開発設計演習と称して試行を行い<sup>14)</sup>、2006年

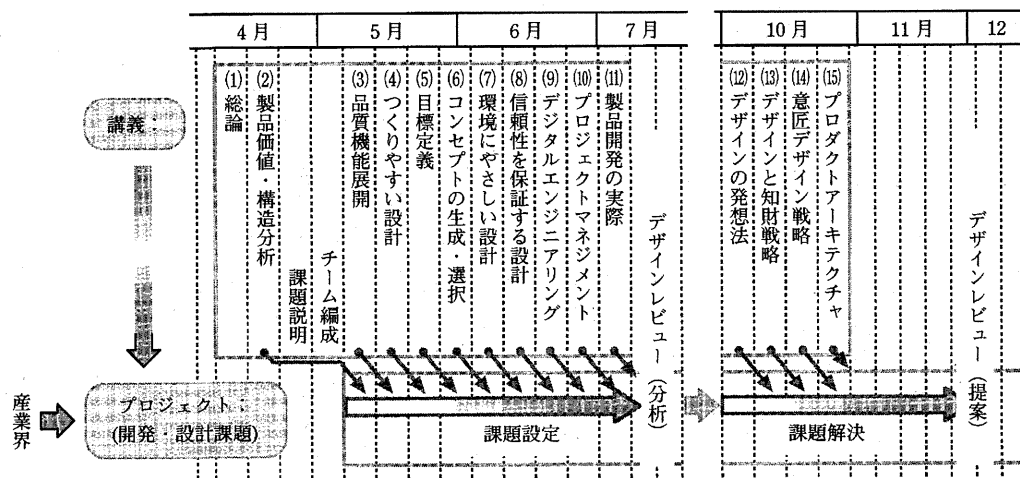


図1 プロダクトデザインの講義内容と実施スケジュール例

度以降、本格導入した新規科目である。具体的な内容は、Design for X (DFX) 方法論を講義で教示しつつ、産業界から提供されるプロジェクト課題を解決していくことを通じて、実践的に設計方法論を学習させるというものである。DFX 方法論とは、概ね、図1の左側あるいは左側を受けた右側への展開において、設計者自身の創造的な思考を支援するための枠組みであり、それぞれの手順や記法に従って着眼点を洗い出し解決策を探っていくというものである。品質機能展開や組立性設計法などはその典型である。各方法論は、形式としては平易なものであっても、物理現象についての理論のように厳密で再現性のあるものではなく、どちらかといえば、曖昧な部分を伴うものであることから、座学による一方的な教育では教示が難しく、具体的な実践を絡めた教育が有効である。一方、学習済みの知識の総合化をはかるべく Capstone Project に向けて様々な知識を活用しようとしても、活用の方向性を見出すことは容易ではないため、その道しるべとしての方法論の学習を並行させることは総合的な能力の開発に向けて効果的であると考えられる。

図2はプロダクトデザインの2006年度の実施におけるスケジュールの概略を示したものである。前半の部分では講義で示された方法論を、順次、プロジェクトの中で活用していくことを通じて、解決すべき課題を明確に設定した後、後半の部分では機械工学における様々な知識を動員して課題の解決に向けた何らかの設計案を導き出すことを意図している。講義の部分は、前半では、プロジェクトの中で課題設定や意思決定を行わせることを意図して、価値工学、品質機能展開、製造性設計、組立性設計、目標定義、設計コンセプトの生成選択法、チームワークなどの根幹を成すトピックスとして取り上げ、易環境性設計、信頼性設計などの各論を含めている。後半の部分では、それらに加えて、アイデア創出法、知財の問題、意匠デザイン、多品種展開設計などの各論を補う構成になっている。多くの方

法論を取上げているために個々の方法論の細部についての教育を行うことができないが、むしろ、それぞれの骨子を関連させながら教育することを通じて、一連のものに共通する本質的な考え方を修得させることを意図している。一方、プロジェクトでの課題解決には各種のデジタルエンジニアリングツールを活用できる環境を整えている。

プロジェクト課題については2006年度の実施では各方面の10社からの提供を受けている。受講学生は4名程度からなるチームに分かれて、それぞれのチームで各企業から提供された製品に関して、独自の分析に基づいて開発や設計上の課題を見つけ出し、それについての解決策を立案することになる。2006年度の実施は、この原稿を執筆している9月末の時点では分析を終えた段階にあるが、7月末のデザインレビューでは多くのチームが方法論に基づいた枠組みのもとで課題設定を的確に行うことができていることを確認している。一方、それに至る過程では方法論の活用そのものが目的となってしまう、自らが創造的に考えることが疎かになっていた傾向も見られた。そのこと自体はそれを克服することもこの科目の目的であるとはいえ、教示方法に一層の改善が求められるものと考えている。また、プロジェクトに期待するところについても、当初、課題提供企業側はどちらかといえば詳細な部分での確実な結果を期待する一方、教員の側はどちらかといえば曖昧であっても全体に及ぶ斬新な結果を期待するという齟齬がみられた。これについては、連携を進める過程で両者の認識を擦り合わせて、概ね、設計方法論の本来の活用方法でもありこの授業の目標でもある後者の方向で企業側の理解を得ており、10月以降の具体的な成果を期待している。

## 6. ま と め

本稿では、製品価値の創出に向けた設計教育の考え方を、大阪大学で進めている事例を交えながら、紹介した。具体的な教育科目であるプロダクトデザインについては、進め

ながら課題を抽出して洗練化を行っている授業そのものがプロジェクトである段階にあるが、設計教育のあり方について、何らかの参考にしていただければ、幸いである。

### 参 考 文 献

- 1) 藤田喜久雄: 設計工学とその展開, 日本機械学会誌, **108**, 1034, (2005) 43.
- 2) Cross, N., *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, (Third Edition), Wiley, (2000) 58.
- 3) 藤田喜久雄, 設計工学からみた創成教育の課題, 日本機械学会 2005 年度年次大会講演資料集, **8**, 05-1, (2005) 15.
- 4) 藤田喜久雄, 製品開発の戦略性と設計工学について, 日本機械学会 第 12 回設計工学・システム部門講演会 講演論文集, 02-31 (2002) 214.
- 5) 8 大学工学部を中心とした工学における教育プログラムに関する検討, (1998), 8 大学工学部長会議.
- 6) 8 大学工学部を中心とした工学における教育プログラムに関する検討 (2) 分科会報告, (1998) 8 大学工学部長会議.
- 6) 8 大学工学部を中心とした工学における教育プログラムに関する検討 (3) 工学教育プログラムの考え方の基準, (1999) 8 大学工学部長会議.
- 7) 例えば, Dertouzos, M. L., et al., *Made in America - Regaining the Productive Edge*, The MIT Press, (1989), [邦訳: 依田直也 訳, *Made in America - アメリカ再生のための米日欧産業比較*, 草思社, (1990)].
- 8) 例えば, Sheppard, S. D., *Design as Cornerstone and Capstone*, *Mechanical Engineering - Premiere Issue on Design*, (November 1999) 44, ASME.
- 9) 藤田喜久雄: スタンフォード大学大学院におけるプロジェクトを主体にした設計教育, 日本機械学会 第 6 回設計工学・システム部門講演会 講演論文集, 96-45, (1996) 223.
- 10) 藤田喜久雄: 設計工学と創成教育 ~画用紙製衝撃吸収装置の設計プロジェクトの実践~, *機械の研究*, **55**, 1 (2003) 172, 養賢堂.
- 11) 梅田靖・阪上隆英: 大阪大学機械系における学部学生向け創成教育, *工学教育*, **54**, 3 (2006) 41.
- 12) 藤田喜久雄: 大阪大学工学研究科機械工学専攻における「統合デザイン力教育プログラム」の取組, *工学教育*, **54**, 3 (2006) 91.
- 13) 藤田喜久雄: 設計プロセスとプロジェクト型設計教育の展開, *設計工学*, **40**, 11 (2005) 543.