

金沢大学工学部における創成型科目の取組み

○山崎 光悦, 近田 康夫, 上田 隆司, 米山 猛(金沢大学工学部)

1. はじめに

金沢大学工学部では平成10年に工学教育改革に関する検討委員会を発足させて具体策の審議を重ね、平成13年度から教育改革を本格的に推進する予定である。検討委員会では、15大学を中心とする「工学における教育プログラムに関する検討委員会」(平成8年～10年)の検討結果を受けて、その提言を骨子に本学部独自の教育改革の方策を集中的に審議してきた。また平成11年度に発足した17大学18学部を中心とする「工学教育プログラム実施検討委員会」(平成11年度～12年度)からの要請3項目の具体的な実施策を検討し、それらを試行に移しつつある。

学内向けにまとめた改革に関する提言には、創成型科目の導入、導入科目をはじめとする学生の勉学意欲増進策、教育方法改善(FD)策、アウトカムズ評価をはじめとする点検・評価法の開発などを含んでいる。一部は既に平成10年度から試行に移しており、本報告では特に創成型あるいはデザイン型科目と呼ばれる総合型体験科目の実施計画と、一部の学科での実施結果について報告する。

2. 実施計画概要

2.1 実施目的と意義 創成型(デザイン型)科目の実施例に関する資料、先行している国内外の大学の実施例を参考に、創成型科目の具体的な目的と意義、実施上特に重要である点などを検討し、それを受けて各学科ごとに平成12年度からの実施に向けた具体的な計画を検討した(一部の学科では平成10年度から既に試行を開始)。

創成型科目は、入学当初の就学の動機付けのための導入教育を兼ねた初歩的な段階から、ある程度専門知識を学んだ後に実施する中程度の難易度の段階、専門教育の仕上げ的な位置付けを持つ総合的な創成科目までをシリーズに開講するのが効果的ではあるとされているが、カリ

キュラムの抜本的な改革を伴うため、短期間の検討ではその実現が容易ではない。そこで本学では、2年生、3年生に現在開講中の実験・実習あるいは演習科目を中心に、その改編による実施を計画した。実施の具体的な目的と意義として通常挙げられている以下の項目のうち複数項目を盛り込むよう計画した。

- ・分析力、知識の総合化力、創造力を付与。
- ・オープンエンドな問題への取り組みを体験。
- ・物造りを通して積極性、自主性の動機付け。
- ・チーム作業を体験させて協調性、指導力を育成。
- ・報告書のまとめ方、説明能力の訓練。

既に試行中の科目を含めて最終的に計画した各学科の創成型科目の概要の一覧を表1に示す。

2.2 実施形態と方法 各種の資料や調査結果をもとに議論し、以下の点が実施の詳細を決定する上で特に重要であるとの認識に立って、各学科の実施形態が計画された。

- ・課題設定に自主性……大枠を与え、自分で見つけさせる、あるいはチームでの議論を通して決定させる。物造り・研究テーマ、ソフトウェア・システムの構築など社会的ニーズと必要性を重視して課題を選定。
- ・チーム作業による解決策の選定、意志決定のシミュレート……チーム作業を通して、解決策の選定、経済性・安全性などの事前評価、ミニ会社・ミニ部局を模擬的に組織させた作業推進、意志決定のシミュレートなどを疑似体験。
- ・成果のまとめと発表……必ず実施した成果をまとめさせ、多人数の前で発表することを体験させると同時に、他グループの内容の理解と質疑応答の訓練も実施。できればコンテストによって性能などを競わせるとより効果的。
- ・個別科目の知識の総合化……今までに学んだ知識と理解力の範囲の延長線上にあつて、学生らの能力から逸脱しない課題設定、問題解決方法の選択となるよう自然な誘導。
- ・各個別科目との関連性の理解と学習意欲の増

大……これまでに学んだ知識やスキルを活用させ、これから学ぶ科目と実施する課題の関連性を理解、学習意欲を増進。

なお、どの学年で実施するかによって設定する課題のレベル、狙える教育効果も自ずと異なってくる点に注意するよう配慮した。

3. 各学科の実施例と結果の評価

3.1 土木建設工学設計法及び演習(土木建設工学科3年後期選択) 全教員が3,4名のグループを担当し、調査研究課題を約10週間かけ

て実施。最後に3会場の分かれて発表会を実施し、学生同士・教員による評価によって、優れた成果・プレゼンを表彰。平成11年度の実施課題の一覧を表2に示す。

実施後のアンケート調査によれば、自主的な課題に取り組む経験を始めてした学生達は概ね満足し、教員も学生が自発的に問題に取り組む訓練としての効果は十分あったとしている。ただし、実施の趣旨・目的が十分に徹底しなかったため教員間で学生のロードに大きな差が生じ、

表1 創成型科目実施計画一覧

学科 (定員)	科目名・開講 学年・単位数	概 要	開始年度
土木建設 工学科 (94名)	土木建設工学 設計法及び演習 3年後期 1単位	各担当教員に学生(3～4名)をランダムに割り当て、学生に教員の専門分野のキーワードを与え、それに基づいて課題を文献やインターネットで探させる。課題設定の後、必要な資料やデータの収集、分析、考察をグループ内で分担して実行する。教員は、学生の議論に立ち会うがオブザーバーに徹して、方向性を失ったときなど発言を最小限に控える。結果を報告書にまとめさせ、成果発表会を開催。教員、学生両者が発表を評価。優秀発表を表彰。教員が担当学生の講評を行う。	平成11 年度～
機能機械 工学科 (94名)	機械機能探求 3年後期 2単位	機械工学における課題探求思考の育成と発表力の習得を目標とする。学生は3名程度を1チームにして、教員毎に配属する。教員は、オープンエンドなテーマを幾つか学生に提示する。教員の専門分野によって、シミュレーション、物作り、設計などテーマが異なる。一つテーマを選び、チームで作業に取り組む。教員は学生の自主性を引き出すような指導を行う。最終的に報告書を作成するとともに、全員の前で発表させる。	平成12 年度～
物質化学 工学科 (105名)	物質化学工学 基礎実験 2年後期 2単位	研究テーマの自主的な設定、文献調査、実験、報告書の作成、発表等を通じて、研究を遂行するための一連の手順・考え方を修得する。少人数のグループで研究を行うことにより、チーム作業を通じて大学で学んだ知識の活用を経験し、積極性・自主性・指導力・自己表現力を養う。	平成12 年度～
	物質化学工学 実験I-VI 3年前後期 6単位	学生を3,4人の小グループに分け、有機および無機化合物の合成やその物性の測定をキーワードに、自ら実験計画を立案させ、その内容について報告後、教員の指示に従い実験を行い、最終回にプレゼンテーションを全員で行う。	平成12 年度～
電気・情報 工学科 (124名)	電気・電子・情報 工学実験第3 3年後期 2単位	フィードバック制御系、真空系、電子回路、通信システム、情報処理などについて、システムの仕様決定、設計および実現を、学生自ら企画・遂行し、得られた結果をプレゼンテーションする。	平成12 年度～
人間・機械 工学科 (80名)	創造デザイン実習 3年前期 2単位	ソーラーカー、風車、フライホイール、人工臓器用循環ポンプなどを課題として、4人1グループで5組ずつそれぞれの課題を与えられた条件、制約内で設計、製作をしてコンテストで競う。	平成12 年度～
	人間・機械工学 ゼミナール 3年後期 1.5単位	全教員が3,4名の学生を1グループとして担当。教員が示すキーワードで学生は教員を選択。学生が持ち寄るテーマについて議論させて、テーマ、実施計画を決定させる。物作り、実験研究、シミュレーション、調査課題など内容は多様。発表会の実施と報告書の提出までを6週で実施し、2テーマをこなす。	平成10 年度～

ミニ卒業研究となったり、学生が自分で考え、発見する部分がなくなって、文献を読んだ分の知識を得るに止まる例が見られた。今後、キーワードの与え方、課題設定方法に関する趣旨徹底など教員側の指導方法の改善、経験の積み重ねが今後の課題である。なお報告レポートの厳密な評価は困難である。

3.2 機械機能探究(機能機械工学科3年後期必修2単位) 機械工学における課題探求思考の育成と発表力の習得を目標として、教員の専門分野に関連したシミュレーション、物作り、設計などのオープンエンドなテーマを幾つか教員側から学生に提示する。全教員が担当。学生はグループを構成して1つの課題を選択し、チームで作業に取り組む。教員は学生の自主性を引き出すような指導に心がけ、終了後に報告書を作成すると共に全員の前で発表させる予定。現在、計画されている課題の例を表3に示す。

3.3 創造デザイン実習(人間・機械工学科3

年前期必修2単位) 従来からの古典的な手巻きウインチの設計製図を廃止し、“ソーラーカー”、“風力発電機”、“フライホイール”、“容積型血液ポンプ”の4つの課題の1つをグループで設計、製作に取組ませて具体的な機械の実現を図る探求能力、設計能力を育成する。各課題について概略の要求性能を与え、4名、5グループがそれぞれ具体的な仕様を決定し、設計・製作を体験する。これらを通じて新たな機械を創造・実現するための総合的な能力を養うと共に、合せて発表能力の育成も図る(現在実施中)。性能コンテストも実施予定。

3.4 人間・機械工学ゼミナール(人間・機械工学科3年後期必修1.5単位) 学生の希望を優先して3名のグループに分け、教員全員が前半、後半各1グループの2グループを担当する。グループ分けの希望調査に際し、学生達が実施可能な課題内容の概略、範囲、制限などを把握し易いよう、各教員の課題テーマの守備範囲を示

表2 土木建設工学設計及び演習調査研究課題一覧(平成11年度)

<ul style="list-style-type: none"> ・北陸の交通体系のあり方 ・High Performance Concrete って何? ・金沢市域における防災町造りに関する研究 ・河北潟はきれいになるか? ・新世紀の地球環境保全対策に関する検討 ・沿岸域開発における未来への展望 ・橋梁の点検・補修 ・ダイオキシン問題と排出抑制に関する調査 ・首都機能移転問題の是非 —なぜ今首都機能移転が必要とされているのか?— ・コンクリートの不良施工に関する実験的調査 ・建設廃材の処理・再資源化技術について ・金沢大学の危機管理の現状と提言—地震防災編— ・身近なゴミのリサイクル ・中心市街地活性化のための総合的交通体系実現プログラムに関する研究 ・北陸新幹線 ・静岡県沿岸における東海地震に伴う津波災害への対策の現状と今後の課題 	<ul style="list-style-type: none"> ・地すべりの発生のメカニズム ・ダム建設事業における開発と環境の関係 ・高齢者ドライバーを締め出すことのない交通社会の実現をめざして ・歩道橋の新規仮設基本計画 ・コンクリートが危ない —身近で起こったコンクリートクライシス金沢版— ・金沢市街の土木構造物の善し悪しの調査及び考察 ・構造物の振動制御について ・金沢大学第Ⅱ期総合移転計画事業 ・光合成メカニズムとその工学的応用 ・歴史的文化遺産のあり方 —辰巳用水と金沢城の石垣を例に— ・阪神・淡路大震災後の住宅復興対策 ・地震発生から1週間を生き延びるには —地震防災計画の現状と課題— ・地震の発生メカニズム —台湾地震、森本・富樫断層を例に— ・耐震設計と地震被害の関係
--	--

表3 機械機能探究課題一覧(平成12年度実施予定)

<ul style="list-style-type: none"> ・自転車の設計 ・ロボットの運動学とマニピュレータの制御 ・4段切り替え歯車変速機の設計 ・振動系の設計演習 ・老人用トイレの立上がり補助装置の設計 ・金属材料の組織観察実習 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井走行クレーン枠組けたの設計 ・プロペラ形風力発電の設計製作 ・組合せレンズによる焦点位置調整装置の設計 ・クライオスタットの設計 ・内部摩擦測定装置の設計
--	--

す2,3語のキーワード, 利用可能な実験機器・ソフトウェアなどを予め提示して担当者選択の参考とさせた。

簡単な実験, 設計, 製作, 調査研究などをゼミナールの内容とし, 学生達に自主的な課題選択をさせる点に重点を置き, レベルは既習の授業科目を少し発展させた程度に止めた。1.5コマ(135分) / 週として6週で完結(第1週: テーマ討議・決定, 第2週: 実施方法の検討, 実施, 第3～第5週: 実施とまとめ, 第6週: 発表, 報告書提出)させ, それを異なる指導教員のもとで2回経験させた。課題決定に教官が付き添って誘導するが, 第1週目に集合する際に3テーマを各自が持ち寄ることを義務付け, 各自のテーマの内容, 狙いについての説明の後, グループ内の関心度, 実施の難易度, 予想される時間, 分担などについてグループ討議を通して検討させた。

OHPによる課題研究実施内容, 実演などのプレゼンテーションと, OHP原稿を中心とする報告書をレポートにして提出することを義務付けた。発表会は2会場に分けて全員参加で実施し, 学生同士の質議を促すよう心掛けた。平成11年

度に実施した課題の例を表4に示す。

毎年ゼミナール終了後, 学生および担当教員を対象にそれぞれアンケートを実施し, 結果の教育効果を評価している。今までのところ学生達はキーワードから希望の教員が選択, ある程度課題を持ち寄ることができたとしている。実施結果についても大多数の学生が未知の課題への取り組み経験について満足しているが, 課題の決定, 実施計画の立案が自主的にできなかった, あるいは大いに教員のアドバイスを必要とした場合が少なくない。さらには, 実施時間が短いことや最終的に配属希望が満たされなかったことへの不満が強く, 今後の課題である。

一方, 担当した教員側からは教育効果を一樣に認めるものの, 学生達が持ち寄る課題は実施の難易度を考えずに興味だけを中心に選んでくるので, 自主的な課題決定, 実施計画の立案は困難であるとの指摘が多い。また, 使用機器やソフトウェアのトレーニングなど各教員の負担が大き過ぎるとの不満もあるが, 学生に開放できる機器などについての初心者用マニュアルを徐々に整備するなどによって解消するものと期待する。

表4 人間・機械工学ゼミナール課題一覧(平成11年度)

<p>(実験・計測系テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ペットボトルの衝撃破壊現象の研究 ・パイプ椅子の強度試験とシミュレーション ・バイオメテックス・植物の根テクノロジーへの応用 ・ノッチを有する丸棒の引張強度について ・空缶潰し機械の改良について ・へたすりゃ君も腰痛もち ・運動後の循環動態の回復の解析 ・呼吸中アルコール濃度の効果的下げ方 ・環境温及び浴槽温変化による循環反応の解析 ・室内共鳴周波数の測定 ・新聞紙の吸音効果の実験 ・壁面衝突噴流による流体反力の測定・カルマン渦の観察 ・円周回りの速度分布と圧力分布の測定 ・パッドの粘弾性測定 ・木材の組織観察と力学特性 ・天然食材(コンニャク)のパッドへの応用 ・高分子の粘弾性特性と減衰特性 ・斬る ・アブレッシブジェットによる研削加工 ・エンコーダによるロボットの関節角度表示 ・温水シャワーの温熱効果に関する実験 ・遠赤外線温熱効果に関する実験 <p>(シミュレーション系テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨滴を受ける葉の有限要素解析 ・紙パッケージの強度について 	<ul style="list-style-type: none"> ・打撃時のボールとバットの変形 ・ビルの地震応等シミュレーション ・水琴窟の音色を探る <p>(物造り・試作系テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーカーの試作(2) ・位置制御(スナイパー) ・光と音によるミニ4WDの制御 ・プロペラ型風車の製作と性能試験 ・ピンホールカメラとカメラ・オプスクーラ <p>(調査研究系テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本と外国の車椅子の比較と検討 ・バイアフリーへの第一歩 ・寝たきり高齢者の支援機器について ・義足の最新技術 ・Internetで見た地球環境問題(2) ・より強く, より便利に ・コンクリート構造物の劣化 ・歴史構造物の製造法(大仏, 日本刀, 鉄砲) ・日本の工作機械産業 ・工作機械産業の歴史 ・自動車ディーゼルエンジンの発達 ・日本航空機産業の技術蓄積過程 ・フォードと日産の失敗分析 ・戦後航空機産業の生産技術と品質管理技術の変遷 ・脂肪がつかない体を手に入れる ・肥満の認識及びその測定法 ・リラクゼーション ・スポーツ選手のための栄養と食事
--	---