

「ものづくりの原点に立ち戻った工学教育」を目指して

新潟大学工学部 副学部長
丸山 武男

このたび、学ぶ力とつくる力を統合した工学力をアップさせるための教育プログラムの開発を企図した取組み「ものづくりを支える工学力教育の拠点形成 ～創造性豊かな技術者を志す学生の連携による教育プログラム～」が、文部科学省事業「特色ある大学教育支援プログラム（通称、教育COE）」に採択された。このプロジェクトは、新潟大学、長崎大学、富山大学の3大学工学部が、これまで「専門高校卒業生の受入れ」と「ものづくり教育」の実績を重ねる中で、ものづくりの原点に立ち戻った工学教育を開発・実践していくものである。3大学工学部のこれまでの実績と新たな取組みの公共性、共通性が評価された。

まず、本取組みの概要、取組みの現状などについて紹介し、次に、新潟大学工学部における教育改革に対する取組みと本学における専門高校卒業生の実態について紹介したい。

1. 採択された教育プログラムの概要と共同申請の経緯

(1) 「ものづくりを支える工学力教育の拠点形成」の目的と概要

3大学工学部が共有する教育実績に基づき、「ものづくり」に立ち戻って工学教育を見直すことで、創造性豊かに工学を学ぶための教育環境を構築するとともに、新たな工学教育の拠点を形成することを目的としている。そのためには、単独の大学で行う教育活動の枠を超えて、3大学工学部の学生による

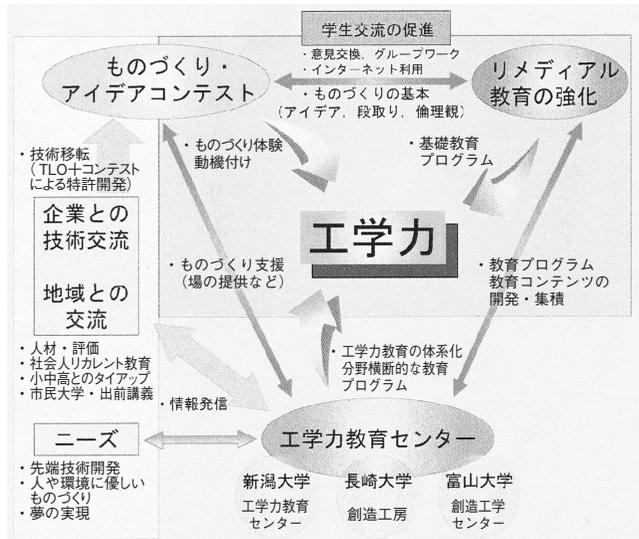


図 1

連携と教員の有機的なネットワークによる実践が是非とも必要だと考えている。3大学工学部の連携が、本計画に大きな効果をもたらす、さらには他大学との連携へと拡大するために機能することを企図している。

我々の目指す「工学力」とは、ものづくりを支える総合的な力を意味している。これは、創造的なものづくりへと向かうときに必要となる工学の全分野に共通な知識体系である。学生諸君にこの「工学力」を獲得させることを目指して、本教育プログラムは以下の三つの柱で構成している。

- ① e-learning*¹やデジタル教材の開発によるリメディアル教育*²の実施
- ② 3大学工学部の共同による「ものづくり・アイデアコンテスト」の実施
- ③ 工学力教育センターによる工学力教育プログラムの開発

*1) e-learning: インターネットを活用した遠隔学習の形態のことで、インターネット接続環境があれば、時間や空間を越えて、いつでも、どこでも学習の機会が得られ、自分の進捗状況に合わせた学習ができる。

*2) リメディアル教育: 一般には、入学者の学力の差異を埋めるための補習教育、補完教育を意味している。しかし、この教育プログラムでは、ものづくり教育、工学教育のための基礎教育と位置づけしており、デジタル教材の開発により、ものづくりに直面して必要になったときに、いつでも誰でも学べるような教育環境の整備を目指している。

(2) 3大学工学部による共同取組みの経緯

平成6年7月、文部省（現・文部科学省）の「職業教育の活性化方策に関する調査研究会議」（座長：有馬朗人理化学研究所理事長（当時））は、「スペシャリストへの道」と題した中間まとめの中で、専門高校卒業生に対して大学等へ進学する道を開くことの必要性を指摘した。

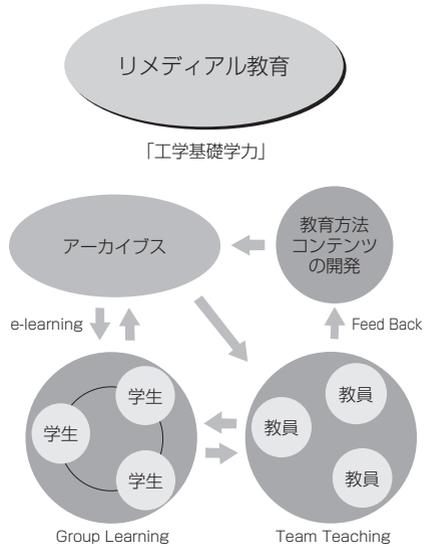


図 2

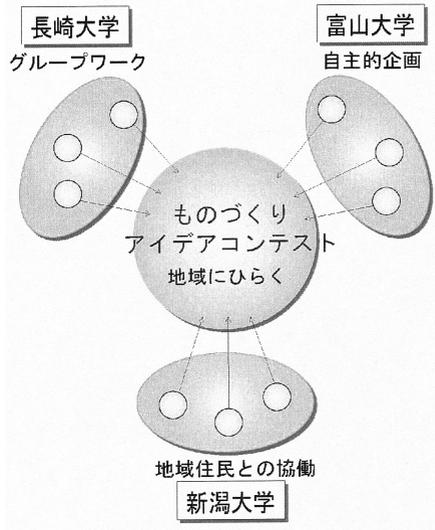


図 3

これを受けて、専門高校からの推薦入試を先行して行っていた富山大学と長崎大学に比べて新潟大学は、平成7年度入試から専門高校卒業生の別枠推薦入試の導入を決定した。

ついで、新潟大学工学部は、全国の国立大学に先駆けて平成8年度入試から専門高校卒業生選抜を実施した。また、3大学工学部は、入学後の教育について10年に及ぶ補習授業と教育改善のための共同研究を続けてきている。この3大学工学部による専門高校卒業生の教育に関する調査研究は、文部省（現・文部科学省）の大学改革推進経費の助成を受けて4年間（平成6年度～平成9年度）にわたって行われた。その研究成果は、調査研究報告書¹⁾にまとめて公表した。この業績が認められ、3大学工学部は平成11年度に日本工学教育協会賞（業績賞）を受賞した。これらを契機として、多くの国立大学が同様の入試を実施するようになってきている。

この10年間に及ぶ教育活動・研究から、3大学工学部は、専門高校卒業生と普通高校卒業生とが相互に刺激しあうことで高い教育効果が得られること、「ものづくり」を取り入れた教育プログラムが工学への強いインセンティブと力を学生に与えることを再認識した。さらに、「ものづくり」については、それぞれの工学部が独自の取り組みを続けており、その教育実践はすでに大きな成果を上げている。これらの経験から、「ものづくり」に立ち戻って工学教育全体を見直し、新しい力のある工学力教育を再構築することを目指して、3大学工学部が共同して立案するに至ったものである。

(3) これからの計画

本教育プログラムは、いくつかの計画が段階的に積み重なって全体が実行されていくように構成されており、そのスタートとして、次のような計画の実施を考えている。

- ① 3大学工学部の共同による「ものづくりアイデアコンテスト（巡回展）」と学生・教員によるものづくりに関するパ

ネルディスカッションを開催する。

- ② リメディアル教育を支援するためのe-learning環境の整備をはじめ、3大学工学部の間でのインターネットを利用した教育試行を行う。
- ③ 教育プログラム開発のための、デジタルコンテンツの収集と開発を行う。

2. 2003年度における取組み状況

3大学工学部では、「特色ある大学教育支援プログラム」採択後、直ちに行動を開始し、2003年12月18日には、新潟大学において「ものづくり・アイデアコンテストin新潟」（出展数：新潟大学4点、長崎大学4点、富山大学3点、合計11点）を、翌12月19日には、富山大学において「ものづくり・アイデアコンテストin富山」（出展数：富山大学20点、新潟大学3点、長崎大学4点、合計27点）を、2004年1月26日には、長崎大学において「ものづくり・アイデアコンテストin長崎」（出展数：長崎大学39点、富山大学6点、新潟大学3点、合計48点）を開催した。3会場とも、コンテストの実施に併せて講演会、パネルディスカッションも併せて開催し、会場は3大学工学部の学生・教員の熱気で冬の寒さが吹き飛ぶほどであった。自分たちが授業等で取り組んだ作品について語る学生諸君の、生き生きとした明るい笑顔が印象的であった。また、コンテストへの出品作品を対象として、3会場ともに参加者全員による投票で優秀作品の選出を行った。新潟大学からの出品作品のうち、「創造工学実習でのホバークラフト製作」（機械システム工学科2年次学生）は、3会場で入賞し、特に、長崎会場では最優秀賞に輝いた。ロボコンサークルの「玉投げロボット・お玉ちゃん」（NHK大学ロボコン2003～ABUアジア・太平洋ロボコン代表選考会において「アイデア倒れ賞受



学生対象)及び教育賞(教員対象)を制定し、実施した。授業評価アンケート、教員アンケートは、いずれも授業改善に役立てることが目的である。2001年度以降は、講義科目と演習科目を対象とした学生による授業アンケートを隔年に実施し、分析評価して授業改善に役立てている。

また、卒業研究・設計優秀賞及び教育賞の導入は、「誉める文化」

賞」：平成15年7月2日NHK総合テレビで放映)は、新潟・富山両会場で入賞した。投票結果を見ると、実際に動く作品に対する人気が高いようである。写真は、新潟大学におけるコンテスト会場で第1位に輝いた「物理現象体感ものづくり」(富山大学・物質生命システム工学科)の実演を見ながら4年生の説明を熱心に聞き入る学生・教員の姿である。

また、デジタルコンテンツの収集に向けた取組みも始まっている。现阶段では、2003年度の第2学期に開講している講義のビデオ収録を行っている。いずれの取組みも、まだ緒についたばかりではあるが、初年度の取組みとしては、まずまずの成果を挙げているといつてよからう。

3. 新潟大学工学部における教育改革の試み²⁾

新潟大学工学部では、1999年度から種々の教育改革に取り組んでいる。その理由は、これまでの大学における研究偏重主義から脱却し、かつ、大学教育の在り方を昨今の学生の学力不足に対応した形で改善する必要性を認識したからに他ならない。ここでは、その一端を簡潔に紹介する。

1999年度には、学生による第1回授業評価アンケート、第1回教員アンケートを実施するとともに、卒業研究・設計優秀賞(4年次

を定着させるためである。これまでの日本には、「誉める文化」は、あまり育っていなかった。学生の果敢な挑戦に対して、できるだけ良いところを見つけて誉めてやること、失敗を恐れず挑戦する気概を育てるために、いたずらに叱らず、励ましてやることが重要である。勿論、「叱る」べき時には、叱らなければならないが、叱り方を間違えると、「学生のやる気」を削いでしまう恐れがある。「誉めることと叱ること」をうまく使い分けることが、学生の能力を伸ばすための大切な教育方法である。

教員の教育業績評価は、非常に難しい。その大きな理由としては、教育の成果は一概に一朝一夕にして現れるものではなく、非常にロングスパンで考える必要がある(場合によっては、卒業後何年も経過して成果が現れるということもありうる)こと、学生本人の資質によるものと教員の教育指導によるものの区別がつきにくいこと、個々の教員により教育方針や価値観が異なること、などが挙げられる。そこで、本工学部では、何らかの形で教育に熱意を持って取り組んでいる教職員の努力に報いるべく、「教育賞制度」を導入した。本学部における教育賞制度の要点は次の通りである。(1)工学教育の充実・改善の促進並びに工学部学生・自然科学研究科学生

の育成を目的として、工学部に工学部教育賞を設ける。(2)教育賞は効果的な教授法の実施、教授法の改善、優れた学生教育活動などに、顕著な功績(実績)のあった工学部の教職員等に授与する。(3)教育賞の受賞候補者の推薦は、自薦他薦を問わない。(4)受賞候補者の選考は受賞候補者選考委員会で行う。

教育改革には、教授法の改善に対する教員側の努力と意識改革が必要であると同時に、学生側の学習に対する意識改革、即ち、「教わる」形態から「自ら学ぶ」形態への変革も必要である。そのきっかけを作るべく、1999年度から「卒業研究優秀発表賞の表彰制度」を導入した。一生懸命がんばった学生に優秀発表賞を授与することで、学生諸君の励みになればとの願いからである。各学科とも4年次学生の4%程度を目途に、優秀な学生を推薦している。推薦システムについては、各学科に一任しており、表彰は、工学部同窓会などの主催で執り行われる卒業祝賀会の席上で行っている。

2000年度には、セメスター制(2セメスター/年)、キャップ制(22単位/セメスター)、GPAによる成績評価^{*3}、スタディスキルズ科目(初年次少人数対話型導入教育・転換教育科目)、早期卒業制度を導入した。

GPA制度導入の趣旨は、「学ぶ量ではなく、学ぶ質を問うこと。入学時点ではなく、卒業時点での能力を重視すること。」と位置付けている。また、GPAを算出する際には、「履修登録した科目の単位数を全て分母に入れる」ため、授業を途中で放棄した場合GPAの値が著しく低下することになるので、結果として「無計画な履修計画が減少する」、すなわち、「能力に応じた履修計画を推奨できる」「学生に対して履修責任を持たせることができる」などの効果が期待できる。一方、累積

GPAの算出に際しては、再履修によりGrade pointを取得した場合、新たな登録とはせず、分子のGrade pointだけが加算される。したがって、学生は自ら努力すればGPAを高めることができるので、「学生の自己努力を評価する」ことができるというメリットもある。導入から4年目を迎え、授業を途中で放棄する学生数の激減、自主学習の時間の増加など、その効果は、着実に現れている。また、教員側にも、厳格な成績評価に対する意識が定着しつつある。

GPA制度導入に際して、キャップ制の導入を避けて通ることはできないと考え、1セメスター(本学が導入しているセメスター制とは1年を完全な2学期制とし、1学期ごとに講義科目が完結するようにしたものである)について22単位を履修科目登録単位数の上限とした。一方、「早期卒業制度(3年以上在学による卒業)」にも対応できるように、各セメスターにおけるGPAが高い学生(GPA、3.7以上の学生)は、次のセメスターにおいて24単位まで履修登録ができるように配慮している。キャップ制導入の趣旨は、講義による勉学のほかに自主学習の時間を十分確保することにある。本学では、講義と自主学習時間の比率を1:2とすることを目指している。そのため、レポートなどの課題を出題する、授業中に小テストを実施する、講義に演習をとり入れる、など、種々の授業改善に取り組む教員がかなり増加している。実際には、まだまだ目標には程遠いが、継続的に実施している授業アンケートの結果からは、自主学習時間の増加がはっきりと読み取れる。

学生に対する履修指導の徹底と大学における勉学のあり方に関する指導、いわゆる、転換教育・導入教育を目的として、2000年度から教養科目(現、全学共通科目)に「スタディ・スキルズ科目」を導入し、それぞれの学

科ごとに開講している。スタディ・スキルズ科目の実施形態・実施内容は、学科によって異なるが、セミナー形式で教員1名に学生5～6名程度の少人数演習科目として開講している学科が多い。実施した結果の感想は、学生・教員双方とも非常に好評である。

2001年度に実施した第2回教員アンケートによると、教員側の教育に対する意識が大幅に改善され、授業改善に対する取組みには顕著なものが見られる。

*3) GPAによる成績評価法(新潟大学工学部方式):新潟大学工学部におけるGPA算出方法の特徴は、一般によく用いられている5段階評価方式(A, B, C, D, Fまたは4, 3, 2, 1, 0の5段階評価)の“Grade point”ではなく、下記に示すような0.1点刻みの“Grade point”を与える方式を採用していることである。

$$GP = \frac{\text{各科目の得点} - 50}{10}$$

$$GPA = \frac{(\text{当該学期に履修登録した各科目の単位数} \times GP) \text{の総和}}{\text{当該学期に履修登録した各科目の単位数の総和}}$$

$$CGPA(\text{Cumulative GPA}) = \frac{(\text{入学後当該学期までに評価を得た各科目の単位数} \times GP) \text{の総和}}{\text{入学後当該学期までに履修登録した各科目の単位数の総和}}$$

工学部方式の利点は、(1) 本来は不合格点である59点から51点の間の成績に対しても、0.9 - 0.1の“Grade point”が与えられ、“学習をまっとうできなかった者に対する評価I (Incomplete)”として活用できる。(2) 席次の決定にCGPA (累積GPA) を使用できる (1点刻みでは、刻みが大きすぎて同順位者が多くなる)。(3) 過去に取り損ねた科目を修得すればCGPAを回復でき、汚名返上が可能である。(4) 従来からの100点満点での採点方式がそのまま継続できる。という点にある。

4. 専門高校卒業生へのケアとその実態

(1) 補習授業の効果

表1は、補習授業についてのアンケート結

果を補習科目として実施している英語、数学、物理、化学の4科目に対する平均としてまとめたものである。出席状況については、「十分(80%以上出席した)」と回答した者は、英語31%、数学68%、物理33%、化学15%であり、その平均は表1に示す37%である。

表1 補習授業に関するアンケート結果

	十分	普通	少ない
出席の状況	37%	19%	55%
質問の状況	17%	43%	40%
補習の効果	26%	63%	11%
補習時間数	26%	46%	28%

「少ない(50%未満)」と回答した者は55%である。出席率の大きな差異は、受講学生にとって補習科目の必要度が大きく異なるためである。補習授業における質問状況は、60%の学生が質問していると答えており、この数値は正規の授業よりもはるかに高率である。これは補習授業が少人数教育で行われていること、補習授業は大学の講義が理解できるようになることを目的としているため受講に対する意気込みが前向きであること、などがその理由と思われる。補習授業の効果は、89%の学生が「十分」または「少しは効果があった」と答えている。また、彼らが特に効果があったと思っている科目は数学(特に、微分積分)であり、全体の85%の学生から効果があったとの回答が得られている。補習授業時間数に関しては、「少ない」と答えた者が28%、「少し足りないと思うが、負担が大きいののでこれでよい」と答えた者が46%、「十分」と答えた者が26%である。また、「少ない」と答えた人数が多い科目から順に並べると、数学、物理、英語、化学の順となる。

アンケートから、受講者は各自の必要度に応じて補習授業を受講しており、受講した科目については効果があると考えているが負担は大きい、できれば単位認定をして欲しい、

との結果が得られた。以上の結果を受けて、新潟大学工学部では「習熟度別授業」に対応する科目として、「基礎英語」と「数理演習」を開講し、単位認定を行うこととした。「基礎英語」を導入した後、5年の経過観測の結果、「基礎英語」の開講により英語の基礎学力向上がある程度達成されていること、補習授業の実施は学生側・教える側双方の負担が大きいことなどを考慮して、平成14年度から英語の補習授業は廃止した。

(2) 成績調査の概略

平成7年度の受入れ開始と同時に、専門高校卒業生の成績の追跡調査を継続的にを行い、平成10年度には、それまでの研究結果をまとめた報告書を発行した¹⁾。調査の結果、専門高校卒業生は普通高校卒業生と比べて全く遜色のない成績を残していることが明らかとなった。この結果は、専門高校卒業生がしっかりとした目標（動機）を持っていること、補習や専門高校生向けの特別科目の開講により十分な教育効果をあげることができること、を示している。

一方で、全ての学科において4年間では大学を卒業できない専門高校卒業生（いわゆる留年生）も存在する。平均的な成績の学生が少なく、成績の良い学生と悪い学生に二極化しているという実態もあり、この点については今後いかに対応すべきか、重要な課題である。

大学への入学に際して「しっかりとした目標（動機づけ）を持っている」専門高校卒業生は、学生が必要としている科目について補習等の実施により不足分を補ってやることで、十分その潜在能力を発揮させることができる。しかしながら、最初につ

まずくとその後の講義を履修することが難しくなる。これらのことから、大学1年次の1学期の初期に集中的に補習授業を実施するか、可能であれば入学前に高校で事前学習を実施することが望ましいと言える。

専門高校卒業生と普通高校卒業生の履修の実態を比較する意味で、新潟大学工学部に平成7年度から平成11年度までに入学した5年間の学生について、4年間で大学を卒業した学生の割合を調査してみた。その結果を表2に示す。この5年間には、合計176名の専門高校卒業生が入学している。そのうち、128名が4年間で卒業しており（平成7年度入学生で飛び級制度を用いて3年生で大学院に進学した学生を含む）、4年間で卒業した学生の割合（4年卒業率）は72.7%となる。一方、同期間において普通高校からの入学生2,454名中4年間で卒業した学生は1,949名であったことから、普通高校卒業生の4年卒業率は、79.4%となる。

また、表2には、大学院博士前期課程（修士課程）への進学率についても示す。平成7年度から11年度までに入学した新潟大学工学部学生の大学院進学率は、5年間の平均で専門高校卒業生が34.1%であり、普通高校卒業生の進学率は56.6%であった。普通高校卒業生の進学率が専門高校卒業生のそれを大幅に

表2 専門高校卒業生進路状況(進級・進学等)

	専門高校卒業生			普通高校卒業生		
	入学者数	4年間卒業者	大学院進学者数	入学者数	4年間卒業者	大学院進学者数
平成7年度	19	15(1), 84.1%	8(1), 47.4%	501	378, 75.4%	260, 51.9%
平成8年度	33	24, 72.7%	7, 21.2%	498	378, 75.9%	292, 58.6%
平成9年度	40	27, 67.5%	11, 27.5%	481	385, 80.0%	265, 55.1%
平成10年度	38	25, 65.8%	14, 36.8%	500	410, 82.0%	274, 54.8%
平成11年度	46	36, 78.3%	19, 41.3%	474	398, 84.0%	299, 63.1%
合計	176	128, 72.7%	60, 34.1%	2454	1949, 79.4%	1390, 56.6%

注：()内は飛び級による進学者を示す。%で示したのは入学者に対する割合である

上回ってはいらぬものの、専門高校卒業生の進学率もかなりの高さであると言える。

5. むすび

最後に、教育改善に対する私見を述べて結びとしたい。教育は研究と違って、ある日突然すばらしい成果が出るというようなものではない。「教育には地道な努力と根気が必要」というのが私の信念である。「袴を着て、身構えてみても決して良い結果は得られない」と思っている。

大切なことは、いかにして「学生をやる気にさせるか」ということである。工学教育の場合には、学生にそのきっかけを与えるのが「ものづくり体験学習」である。新潟大学工学部における機械システム工学科の「創造工学実習」でコンテストに臨んでいた学生、ロボコン挑戦に取り組んでいる学生、建設学科の「建築計画学演習」で栃尾市表町における雁木づくりデザインコンペに参加していた学生、彼らの生き生きとした笑顔を見て、そのことをしみじみと実感した。

私どもが提案した教育プログラムが「特色ある大学教育支援プログラム」に採択されたことで、「これから大変だね」とおっしゃる方も多いが、私はなるべく「大変だ」と思わないようにしようと考えている。「できることから、肩肘を張らずに、また、急激な成果を期待せずに、ゆっくりと着実に取り組んでいきたい」と思う。息の長い取り組みが必要である。

終わりに、本稿の執筆に当たり、第4章のデータを提供して下さった新潟大学工学部の佐藤孝教授に深謝します。

参考文献

- 1) 新潟大学工学部・長崎大学工学部・富山大学工学部共著「専門高校卒業生を対象としたカリキュラム編成及び教育方法のための調査研究報告」(平成7年～11年の各3月)
- 2) 丸山武男：学生の能力を引き出す大学教育を目指して—新潟大学工学部における教育改革—(「科学」岩波書店, Vol.71.2001年3月号, p.246-255)

資格取得にチャレンジ!

チャレンジライセンス危険物取扱者テキストシリーズ

丙種危険物取扱者テキスト B5判128p. 定価800円

乙種4類危険物取扱者テキスト B5判152p. 定価800円

乙種1・2・3・5・6類危険物取扱者テキスト B5判136p. 定価950円

定価はすべて5%税込価格です

イラストを満載した解説でわかりやすく展開!

計算問題には「例題」を設け、解法を解説!

同一の問題を3回チェックできる解答欄!

ご採用校には問題自動作成CD-ROMのサービスもあります(丙種/乙4のみ)

消防法改正, 危険物の規制に関する政令の改正,
危険物の規制に関する規則の改正に対応しました。