

## 報 告

# SDICによる分野横断型教育・研究推進活動

土田 泰子<sup>1,2</sup>・外山 茂浩<sup>1,3</sup>・村上 祐貴<sup>1,4</sup>・赤澤 真一<sup>1,5</sup>

桐生 拓<sup>1,6</sup>・池田 富士雄<sup>1,7</sup>・井山 徹郎<sup>1,7</sup>・床井 良徳<sup>1,8</sup>

<sup>1</sup> システムデザイン・イノベーションセンター (System Design Innovation Center, NIT, Nagaoka College)

<sup>2</sup> 一般教育科－英語 (Liberal Arts-English, NIT, Nagaoka College)

<sup>3</sup> 電子制御工学科 (Department of Electronic Control Engineering, NIT, Nagaoka College)

<sup>4</sup> 環境都市工学科 (Department of Civil Engineering, NIT, Nagaoka College)

<sup>5</sup> 物質工学科 (Department of Materials Engineering, NIT, Nagaoka College)

<sup>6</sup> 一般教育科－体育 (Liberal Arts-Physical Education, NIT, Nagaoka College)

<sup>7</sup> 機械工学科 (Department of Mechanical Engineering, NIT, Nagaoka College)

<sup>8</sup> 電気電子システム工学科 (Department of Electrical and Electronic Systems Engineering, NIT, Nagaoka College)

## Cross-Field Education and Research Promotion by System Design Innovation Center

Yasuko TSUCHIDA<sup>1,2</sup>, Shigehiro TOYAMA<sup>1,3</sup>, Yuki MURAKAMI<sup>1,4</sup>,  
Shin-ichi AKAZAWA<sup>1,5</sup>, Taku KIRYU<sup>1,6</sup>, Fujio IKEDA<sup>1,7</sup>,  
Tetsuro IYAMA<sup>1,7</sup> and Yoshinori TOKOI<sup>1,8</sup>

### Abstract

Recently, the field of research has become more complicated to solve the practical problems. We have to combine every branch of knowledge such as science, engineering, language, communication and even that of the law and economics to apply the innovated technology actually in our daily life. The notion of system design enables us to raise and unite these complex innovations from the seeds of ideas to the effective use in society. Cross-Field education program of faculty and department in National Institute of Technology, Nagaoka College aims to grow learners' such cross-field skills and innovating minds which are essential to solve various practical problems correlating complicatedly, using multiple perspectives.

In this paper, we show three main activities, which are Engineering Design Practice, JSCOOP, and Pre-Lab, organized by us System Design Innovation Center and present SDIC's views for the future.

**Key Words :** *Cross-Field Education, Cross-Field Research, System Design, Curriculum Map, Engineering Facilitation, Regional Cooperation*

## 1. 緒言

少子高齢化の急速な進展と人口減少によって、活方や国際競争力の低下が懸念されており、科学技術は、我が国の社会経済にイノベーションを起し社会全体の持続的発展に貢献することが使命とされている<sup>1)</sup>。教育機関には、新たな市場を開拓し、新事業を創造するイノベーションを生み出すことが可能なフロンティア人材の育成が期待されている<sup>2)</sup>。環境問題やエネルギー問題など、近年の技術者が直面する課題は大規模・複雑化してきており、解決方法を早期に導くためには人と人のネットワーキングやチームで働く力の重要性が強調されることが多い。例えば、経済産業省が2006年から提唱している社会人基礎力は、前に踏み出す力、考え抜く力、チームで働く力の3つの能力から構成されており、職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な産業人材の基礎的な力とされている<sup>3)</sup>。前に踏み出す力は、主体性、働きかけ力、実行力の3つの要素から構成されており、一步前に踏み出し、失敗しても粘り強く取り組む力とされている。考え抜く力は、課題発見力、計画力、創造力の3つの要素から構成されており、疑問を持ち考え抜く力とされている。そして、チームで働く力は、発信力、傾聴力、柔軟性、状況把握力、規律性、ストレスコントロール力の6つの要素から構成されており、多様な人々と共に、目標に向けて協力する力とされている。ただし、「身につけてほしい能力水準」に、企業と学生との間で大きな意識の差があるとされている<sup>4)</sup>。例えば、ビジネスマナー、語学力、業界の専門知識、PCスキルといった能力は、「まだまだ足りない」という学生の認識に対し、「できている。または、これからでよい」というのが企業の認識である。また、粘り強さ、チームワーク力、主体性、コミュニケーションといった能力は、「十分出来ている」という学生の認識に対し、「まだまだ足りない」というのが企業の認識である。つまり、教育機関には、粘り強さ、チームワーク力、主体性、コミュニケーションといった能力の育成が求められている。

長岡工業高等専門学校（以下、長岡高専とする）を含む昭和37年の国立工業高等専門学校12校の開校から、高等専門学校は数多くの実践的技術者を輩出し、我が国の経済成長を支えてきた。しかし、先述のように近年の産業構造の変化、科学技術の高度化、地域ニーズの変化等の社会状況の変化を受けて、地域及び我が国全体をはじめ全世界的なニーズを踏まえた新分野へ展開ができる技術者の輩出とその教育

体制の充実が求められている。独立行政法人国立高等専門学校機構（以下、国立高専機構とする）第3期中期目標では、5年一貫のゆとりある教育環境や寮生活を含めた豊かな人間関係の構築などに加え、専門的かつ実践的な知識と世界水準の技術を有し、自律的、協働的、創造的な姿勢でグローバルな視野を持って社会の諸問題に立ち向かう、科学的思考を身に付けた実践的・創造的技術者を養成することにより、高等学校や大学とは異なる高等専門学校の本来の魅力を一層高めていかなければならないとされている<sup>5)</sup>。具体的には、生まれながらにITに親しんでいるデジタルネイティブの世代が入学してくる昨今、学生の主体的な学び（アクティブラーニング）を実現するICT活用教育環境を整備するなどして、モデルコアカリキュラムの導入を加速し、高等専門学校教育の質保証を推進することなど、教育の質の向上及び改善のためのシステムを構築することが求められている<sup>6)</sup>。

そのような教育改革と共に国立高専機構第3期中期目標では、研究や社会連携に関する目標も掲げられている<sup>7)</sup>。教育内容を技術の進歩に即応させるとともに教員自らの創造性を高めるため、研究活動を活性化させる方策を講じるとされているが、予算削減を補う外部資金獲得の側面も否めない。国立高専機構第3期中期目標では、業務運営の効率化に関する目標を達成するために取るべき措置として、運営費交付金を充当して行う業務の効率化が具体的な数値と共に掲げられている<sup>8)</sup>。高等専門学校設置基準により必要とされる最低限の教員の給与費相当額及び各年度特別に措置しなければならない経費を除き、運営費交付金を充当して行う業務においては、中期目標の期間中、毎事業年度に付き人件費相当額を除く一般管理費については3%、その他は1%の業務の効率化を図るとされている。このように厳しい予算削減を伴う中、研究活動を活性化させる具体的な方策として、国立高専機構本部がイニシアティブを発揮し、高専間の共同研究の企画、研究成果等についての情報交換会を開催し、科学研究費助成事業等の外部資金獲得に向けたガイダンスを開催するなどしている<sup>9)</sup>。しかし、先述の教育改革、業務の効率化と単に並行して研究活動を推進するには、人的リソースが不足し、教員個々に過負荷が生じる恐れがある。

そこで、長岡高専システムデザイン・イノベーションセンター（以下、長岡高専 SDIC とする）では、社会の要請に応えるべく人間力豊かなイノベーション人材の輩出を目的としたカリキュラムを設計し、

その運用を進めてきた。また、そのような教育改革と、研究推進活動の相乗効果を目的に、教育活動、研究活動を活性化する諸制度を設計してきた。本報告では、まず長岡高専 SDIC の基軸となった学科・専攻科横断型一貫教育プログラムであるシステムデザイン教育プログラムについて説明する。次に、分野横断的な教育活動を促進するための長岡高専 SDIC の試みの中から、JSCOOP（地域産業界と連携して、課題抽出力、課題解決力を備えたイノベーション人材を育成するアウトプット型の教育プログラム）、プレラボ制度、エンジニアリングデザイン演習について説明する。最後に、長岡高専 SDIC が考える今後の研究推進活動の在り方について提案する。

## 2. システムデザイン教育プログラム

長岡高専では、新たな発想・複眼的思考を涵養し、幅広い専門知識・技術力を駆使して困難な課題を解決できる、実践的で創造的な技術者を養成することを目的とした学科・専攻科横断型一貫教育プログラムを設けている。自らの専門分野に関する確固たる知識・技術の上に、異分野の知識・技術を修得し融合・昇華させるカリキュラムが、学科 4 年、5 年および専攻科 1 年、2 年のそれぞれ 2 年間に設定されている。本取組は、学科・専攻科の枠を超えた複数指導体制、教育内容によって時代の求める共通の課題に柔軟に対応できる能力を養うことを目的として複数のプログラムを設定し、それぞれ本科のみで修了する「ベーシックコース」と本科・専攻科一貫の「エキスパートコース」から構成される。平成 25 年度に開設した「新エネルギー創成教育プログラム」に加えて、平成 26 年度「システムデザイン教育プログラム」を開設した。「新エネルギー創成教育プログラム」は、世界トップレベルにある長岡高専の太陽電池に関する研究を学生の教育に反映させることを目的として設立された。一方、「システムデザイン教育プログラム」は、ヒトの安心につながるシステムデザイン、モノの安全につながるシステムデザインを具体的な研究課題として取り上げ、多分野に渡る諸問題のイノベティブな解決策を導出可能な分野横断的能力の素地を養うことを目的として設立された。図-1 に示すカリキュラムの設計においては、イノベーションを生み出すための思考法としてシステム思考、デザイン思考を基本に据え、モデルコアカリキュラムにおける技術者が備えるべき分野横断的能力<sup>10)</sup>を涵養するように表-1 に示す科目

群を配置した。技術者が備えるべき分野横断的能力は、汎用的技能、態度・志向性（人間力）、総合的な学習経験と創造的思考力の 3 要素からなる。汎用的技能は、コミュニケーション・スキル、合意形成、情報収集・活用・発信力、課題発見、論理的思考力から構成される。態度・志向性（人間性）は、主体性、自己管理能力、責任感、チームワーク力、リーダーシップ、倫理観（独創性の尊重、公共心）、未来志向性、キャリアデザイン力から構成される。そして、総合的な学習経験と創造的思考力は、創成能力とエンジニアリングデザイン能力から構成される。それぞれの能力に対して、高専本科および高専専攻科における項目ごとの到達レベル<sup>11)</sup>に応じた科目配置からなるカリキュラムマップを作成した（表-2～表-4）。システムデザイン教育に関して優れた知見を有する西村秀和教授（慶應義塾大学大学院システムデザインマネジメント研究科）、高橋正樹准教授（慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科）を招聘し、カリキュラムを設計、運用している。

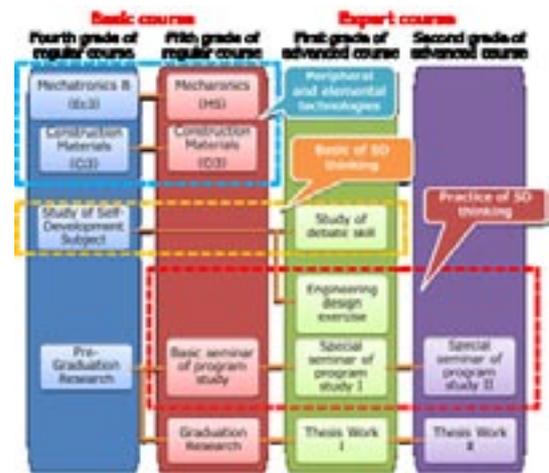


図-1 システムデザイン教育プログラムのカリキュラム

表-1 分野横断的能力を涵養する科目群

開講学年	科目名	略記
本科4年	自己啓発型課題学修	SLFD
本科5年	プログラム研究 基礎セミナー	BSPS
専攻科1年	エンジニアリングデザイン 演習（専攻科特別実験）	EDE
専攻科1年	ディベート技術学修	DBTS
専攻科1年	プログラム研究 特別セミナー I	SSPS I
専攻科2年	プログラム研究 特別セミナー II	SSPS II

表-2 汎用的技能に対するカリキュラムマップ

	到達レベル					
	1	2	3	4	5	6
	知識・記憶 レベル	理解レベル	適用レベル	分析レベル	評価レベル	創造レベル
コミュニケーションスキル		SLFD	BSPS	SSPS I	SSPS II	
合意形成		SLFD	BSPS	EDE, SSPS I	SSPS II	
情報収集・活用・発信力			BSPS	SSPS I	SSPS II	
課題発見		SLFD	BSPS	EDE, SSPS I	SSPS II	
論理的思考力		SLFD	BSPS	DBTS, SSPS I	SSPS II	

表-3 態度・志向性（人間力）に対するカリキュラムマップ

	到達レベル					
	1	2	3	4	5	6
	知識・記憶 レベル	理解レベル	適用レベル	分析レベル	評価レベル	創造レベル
主体性			BSPS	SSPS I	SSPS II	
自己管理能力				SSPS I	SSPS II	
責任感				SSPS I	SSPS II	
チームワーク力		SLFD	BSPS	EDE, SSPS I	SSPS II	
リーダーシップ		SLFD	BSPS	SSPS I	SSPS II	
倫理観 (独創性の尊重, 公共心)		SLFD	BSPS	SSPS I	DBTS, SSPS II	
未来志向性, キャリアデザイン力		SLFD	BSPS	SSPS I	DBTS, SSPS II	

表-4 総合的な学習経験と創造的思考力に対するカリキュラムマップ

	到達レベル					
	1	2	3	4	5	6
	知識・記憶 レベル	理解レベル	適用レベル	分析レベル	評価レベル	創造レベル
創成能力		SLFD	BSPS	EDE, SSPS I	SSPS II	
エンジニアリング デザイン能力		SLFD	BSPS	EDE, SSPS I	SSPS II	

### 3. JSCOOP

JSCOOP (Job Search for local companies based Cooperative education) は、地域産業界と連携して、課題抽出力、課題解決力を備えたイノベーション人材の育成を目的とした実践的教育科目である。本科目は、前章の表-1 におけるプログラム研究基礎セミナー（本科 5 年）、プログラム研究特別セミナー I（専攻科 1 年）およびプログラム研究特別セミナ

ー II（専攻科 2 年）の中で実施する。

JSCOOP の中で学生が取り組むミッションは 2 つある。一つ目は、県内の協力企業を対象として、歴史、保有技術などを十分に把握した上で、当該企業に所属する専門技術者に対して行う取材である。取材活動を通じて自らのキャリアを継続的にデザインする能力を身につける。また、取材で得た企業情報を基に、対象者によらず当該企業を理解できる PR 記事を作成し、専門分野での情報収集や情報発信能

力を身につける。二つ目は、取材活動を通じて、現在企業が抱えている問題の課題化と、その解決策の提案である（図-2）。

JSCOOP は本科 5 年生、専攻科 1, 2 年生が立場を変えながら、上記 2 つのミッションに取り組む。本科 5 年は主に、協力企業への取材活動全般を担当する。専攻科 1 年生は、本科 5 年の取材活動の指導を担うとともに、企業から抽出した問題を課題化し、その対策を考えるチームのコアとなる。専攻科 2 年生は、本科 5 年生、専攻科 1 年生の指導に加えて行動の評価を行う。これにより、前章の表-2～表-4 で示したようにモデルコアカリキュラムにおける技術者が備えるべき分野横断的能力の到達レベル 5（評価レベル）までを涵養する。

平成 27 年度は、エキスパートコース生がいないことから、教員が指導・評価（専攻科 1 年・2 年）の部分を担当し、JSCOOP を実施した。プログラム研究基礎セミナーの受講人数は 12 名であり、その内訳は、機械工学科 5 名、電子制御工学科 5 名、環境都市工学科 2 名である。県内協力企業数は 5 社であり、すべて建設関連業に携わる県内企業である。夏季休業中の 1 日ないし 2 日間、県内協力企業に学生が数人のグループで訪問し、取材活動を実施するとともに、実際の現場に出向き、リアルタイムで問題となっていることを抽出した。

取材を実施する前に企業担当者と取材方針および PR 原稿のデザインを確認し、取材当日までに合意形成を図った（図-3）。企業側には、出来るだけ学生の取材方針に即した取材活動が展開できるように、事前に社内調整を行って頂いた。

当日は、学生の取材活動に即した取材活動が概ね実行できた（図-4）。また、現状企業が抱えている様々な問題を実際の現場を視察しながら説明を受けたため、学生も問題把握がスムーズにできたと思われる。（図-5、図-6）。今後、各協力企業の PR 原稿を作成するとともに、抽出した問題を課題化し、解決策を協力企業に提案する予定である。

このように JSCOOP は、県内協力企業と密接な連携を図りながら、地域産業界が担う役割や意義を理解させるキャリア教育の側面を有するとともに、問題の核心を的確に捉え、現場の状況に即した対策を提案できる力を涵養する実践的教育科目である。

JSCOOP を基盤とし、県内協力企業を他分野にも拡張しながら、地域産業界との連携による実践的教育を加速させる予定である。

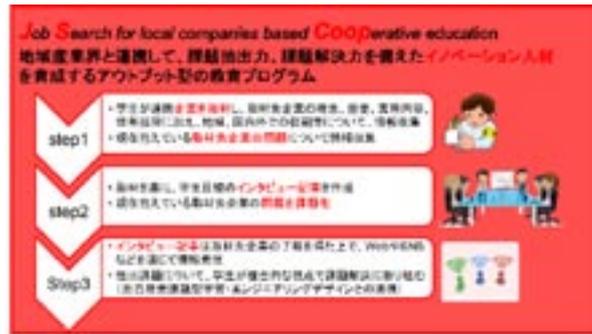


図-2 JSCOOPとは



図-3 地元企業との事前打合せ



図-4 取材先企業の社長への取材



図-5 企業が抱えている問題について意見交換



図-6 排水ボーリングの施工現場視察

#### 4. プレラボ制度

平成 27 年度、長岡高専は研究推進モデル校トリアルに選定されており、学校全体としての研究推進、産学連携、外部資金獲得、教育への研究成果の還元等が求められている。さらに、教育・研究の双方向向上サイクルの構築が特に重要な使命となっており、JSCOOP や後述のエンジニアリングデザイン演習等の分野横断的能力を涵養する科目群が SDIC により生み出されてきた。

この中でプレラボ制度は教員の萌芽的研究支援と学生教育を主目的として低学年からの研究活動を活発化させるために制定された。本制度は、「萌芽的研究・アイデアの具現化（学生教育）」、「各種セミナーの開催」、「新しい教育の模索」の 3 つを柱としており（図-7）、教員会議での説明会を経て平成 27 年 8 月より正式に制度化された。

本制度の大きな特徴は、学科・学年を問わない全学生、全教職員に、誰もが萌芽的テーマやセミナー等を提案出来ることにある。提案は、学内数か所に設けた掲示板や電子メールで実施する。特に一般教育科教員、技術職員においては自身の研究室がないため実質学生と共に研究活動を行うことがこれまでは困難であったが、本制度を活用すれば共に研究活動を行うことが可能となる。また、全教職員が参画可能であるため、興味さえあれば学科の枠を超えて他学科の教職員が提案する研究活動に参加することが出来、連携が活発になることが期待され、教育研究活動の実績作りの場としても適する。その結果として、科研費応募数の向上等も期待出来る。

一方、学生視点から見れば、これまで研究が出来なかった低学年でもやる気さえあれば研究活動に参加可能になるというメリットがある。高専に入学してくる学生はものづくりが好きな学生や、実験が好きな学生が比較的多い傾向にある。しかしながら低学年は実験科目が少なく、実験も比較的簡単なものが多い。そのため、2 年生頃に数学・物理等の成績不振で悩み学習意欲を失ってくるという事例が報告されており<sup>12)</sup>、学習意欲を低下させない制度設計が要求されている（図-8）。そこで、本制度の活用により、ものづくりへの興味を再確認させると同時に、学習意欲を持ち直させる事も 1 つの目的としている。実際、低学年の研究活動は学習意欲の低下を防ぎ、伸びこぼしを低減するという効果が報告されている<sup>13)</sup>。研究活動も長期間に渡り行うことが可能となり、教職員・学生双方にメリットがある（図-9）。

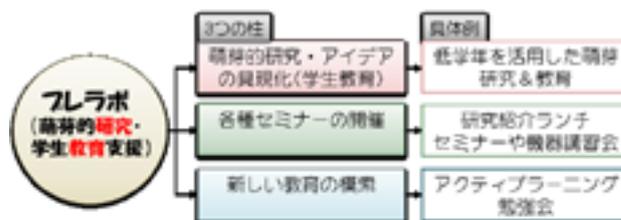


図-7 プレラボ制度概要

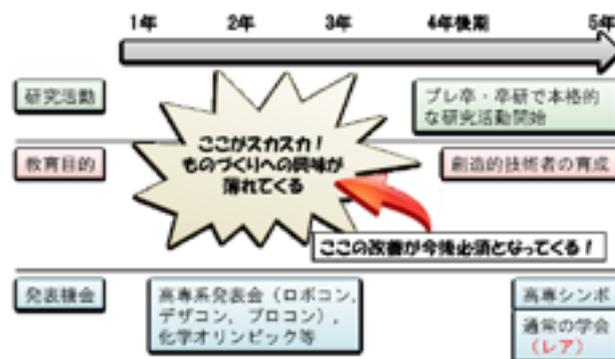


図-8 現状の学生の研究活動

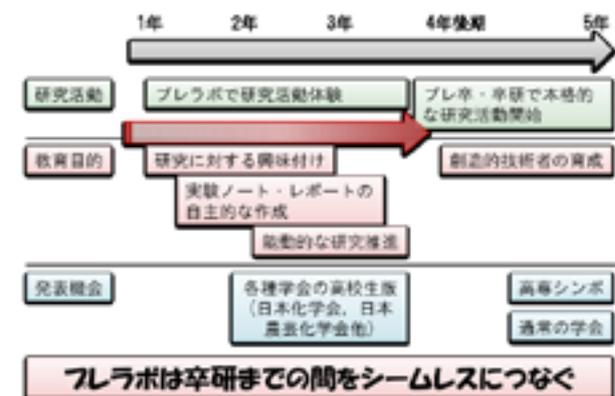


図-9 低学年技術者教育の将来構想

平成 27 年 8 月の運用開始から 9 月までの 1 か月間で表-5 に示す 7 テーマが提案され、その内、4 テーマ（課題番号 15-01, 02, 04, 06）が既に実施され、3 テーマは既に終了している。実際の活動例として課題番号 15-02 を採り上げると、学生 13 名（1 年生 4 名、2 年生 2 名、3 年生 6 名、4 年生 1 名）、技術職員 1 名、合計 14 名が参加している。狙い通り低学年からの参加者が多く、低学年の実験に対する意欲が予想以上に高いことが実証されている（図-10）。

プレラボ参加学生は低学年であるため実験ノートの書き方、器具の扱い方から指導せざるを得ず、担当者はかなりの労力を要するが、夏休みの部活動の

表-5 提案されたテーマ一覧 (2015.9.20 現在)

課題番号	学科	代表	テーマ	対象者	実施日	実施時間	場所
15-01	Ec	外山茂浩	SDICセミナー (システムデザインイノベーションセンター主催)	全員	7/15-9/2	15:30-16:00	SDIC
15-02	Mb	赤澤真一	ミミズの可能性は無限大！ ～ミミズの機能紹介と研究員募集説明会～	全員	7月31日	①12:15-12:45 ②16:10-16:40	430,420
15-03	G	小川 秀	長岡のプラナリアの調査と研究	3年以下全 学科			
15-04	Ec	外山茂浩	出前授業「ロボットで遊ぼう！」のアシスタント 募集	全員	9月26日	13:30-15:00	長岡市立石 坂小学校
15-05	Ec	外山茂浩	出前授業「ロボットで遊ぼう！」のアシスタント 募集	全員	10月17日	9:30-11:30	長岡市立神 田小学校
15-06	Mb	荒木秀明	太陽電池研究センター(PVRC) ソーラーカー プロジェクト 太陽電池作製実習(第1期)	全員	8/19-25		
15-07	Ec	梅田幹雄	十日町産業フェスタ2015 子どもものづくり教 室「リモコン光信号を解読せよ」のアシスタント 募集	全員	10月18日	13:30-15:00	道の駅 クロスデン



図-10 実際の活動の様子 (課題番号 15-02)

合間に毎日来て実験する等、非常に意欲が高く、低学年からの技術者教育の重要性と意義を再確認した。これらの成果の一部は、学園祭でポスター発表を予定しており、アンケートも交えながらその教育効果について今後検証する予定である。

現時点までの問題点として、期待していたよりも人数が集まらない、提案が少ない等といった点が挙げられるが、参加人数に関しては、掲示のみよりも担当者が説明会を開く等積極的に PR した方が比較的人数を確保しやすい傾向になることが教員からの聞き込み調査で明らかとなっている。提案数に関しては、実際に実施しているプレラボから成果や実施状況を定期的に発信していくことで認知度も上がり増加していくと考えている。

本制度の運用はまだ始まったばかりであるが、予想以上に研究活動に期待している学生が潜在的に存在することが明らかとなりつつある。本年度は効果と問題点を洗い出し、次年度以降はさらに活性化・発展させる仕組み作りを検討していく予定である。

## 5. エンジニアリングデザイン演習

専攻科 1 学年の特別実験における前期 15 週の内容を、新たにエンジニアリングデザイン演習として

新設した<sup>14),15)</sup>。オープンエンドなデザインテーマに対して、様々な研究背景を持つ学生から構成されたチームで、互いに協力しながらそれぞれの知識を活かして解決策を導く演習である。具体的には、1 チーム 4, 5 名で、できる限り出身学科が異なるようにチームを編成する。本演習は、デザインテーマに対する解決策の完成度のみを問うのではなく、与えられた制約条件の下、チームでそれぞれの知識・技術を持ち寄って解決策を如何に生み出すか、そのプロセスの理解とスキル(エンジニアリング・ファシリテーション<sup>16)</sup>)の修得に教育の主眼を置いているのが特徴である。本演習を指導するに当たり、主担当の教員 1 名、チーム担当の教員 4 名を配置した指導体制を整備した。主担当教員はとりまとめ全般、エンジニアリング・ファシリテーションに関する講義を担当する。チーム担当教員は各チームの進捗状況を指導し、物品購入手続き等を担当する。

表-6 は本演習の 15 週に渡る教育内容を示している。第 1 週はエンジニアリング・ファシリテーションに基づく会議法を説明し演習を行う。アジェンダを定め、ファシリテータ、グラフィッカー、タイムキーパー、プレゼンテータの役割分担の下、会議を行う。限られた時間の中で参加者の意見を引き出し、ホワイトボード等を使って会議の可視化を行うスキルを身に付ける。第 2 週は、エンジニアリング・ファシリテーションによる合意形成に関する演習を行う(図-11)。一般に、会議の結論を多数決によって導出した場合、反対意見を主張していた参加者がその後の活動に消極的となる傾向がある。参加者が自律的に話し合い、全員合意の上で結論を導出し、納得感を持って決定事項に取り組めるシールアンケート法等の合意形成のスキルを身に付ける。第 3 週は、まず企画立案のステップについて説明する。対象、利益、競合を分析し、企画コンセプトを設定。その企画コンセプトの下、戦略決定を行うといったステップを学習する。マーケティング、ブランディング等も説明すべきであるが、時間の都合上、不可能である。そこで、副教材として約 100 冊の書籍を新たに購入・準備し、長岡高専・図書館にエンジニアリングコーナーを設置し利用を呼び掛けている。第 4 週においては、企画立案のステップを説明した後、デザインテーマに対する企画立案作業に入る。第 5, 6 週で企画立案を進め、第 7 週で企画発表会を行う(図-12)。質疑応答、意見交換を通じて企画を見直し、第 8 週以降に PDCA サイクルに基づく試行錯誤を経てデザインテーマに対する解決

策を具現する（図-13）。15週目の成果発表会で、最終的な解決策を発表する（図-14）。

平成 25 年度のデザインテーマは、「青少年のための科学の祭典」に向けた出展プランニングとした<sup>14), 15)</sup>。単価 500 円以内（100 円程度が望ましい）のお土産としても使える教材を 1 グループ 15,000 円以内で開発するとともに、出展を想定した演示企画書を作成する。演示企画書の作成に際し、演示タイトル、演示の概略、使用器具・材料とその用途、安全性（火気、熱源、危険物等）、展示レイアウト等を検討する。

表-6 エンジニアリングデザイン演習の教育内容

週	内容
1	ガイダンス，グループ分けとアイスブレイク，エンジニアリング・ファシリテーションによる会議法
2	エンジニアリング・ファシリテーションによる合意形成
3	企画立案のステップとは？デザインテーマの説明，現状分析・企画コンセプト立案作業
4	企画立案作業
5	企画立案作業
6	企画発表会準備
7	企画発表会
8	PDCA サイクルに基づく試行
9	PDCA サイクルに基づく試行
10	デザインレビュー，PDCA サイクルに基づく試行
11	PDCA サイクルに基づく試行
12	PDCA サイクルに基づく試行
13	最終試験，実装，評価
14	成果発表会準備
15	成果発表会



図-11 エンジニアリング・ファシリテーションによる合意形成の演習



(a)企画コンセプトの発表



(b)教員とのディスカッション

図-12 企画発表会



図-13 デザインテーマに対する解決策の検討



図-14 成果発表会

平成 26 年度のデザインテーマは、レゴマインドストームを用いた中学校技術・家庭科向けの教材開発<sup>17), 18)</sup>とした。そして、平成 27 年度のデザインテーマは、平成 26 年度のテーマに、コンクリート構造物の施工管理に関するテーマを加えた。

平成 27 年度の成果発表会では、長岡市の中学校の技術・家庭科を担当する先生方や、県内の建設関連業に従事する方々に参加いただいた。それぞれのデザインテーマに対するプロフェッショナルから、現場経験に則したご意見、アドバイスをいただくことで、解決策に対するフィードバックを学生に還元することができた<sup>19)</sup>。

以下に受講した学生達の代表的な感想をまとめる。  
[学生の感想]

- ・企画やプロジェクトを行う際にどのようなことをすればよいのか学ぶことができた。
- ・一般的な授業と違って、学生同士で話し合うことがいろいろ勉強になった。
- ・話し合いの方法について有効なものを知ることができた。
- ・斬新！面白かった。
- ・会議の進め方をいろいろ知ることによって、チームの作業をスムーズに進められるようになった。

本演習で主眼に置いたエンジニアリング・ファッションのスキルを身に付けるとともに、その効果を実感した学生が多いことが分かった。

## 6. SDIC が考える研究推進活動

今後の長岡高専の研究推進活動には、これまで以上に教員間の連携、教員・学生間の連携を広げる制度設計が必要であり、その設計・運用を SDIC が担うべきであると考えます。

SDIC の活動によって、学科、分野の垣根を越えた教員間の連携による分野横断的な研究が今後促進されることを期待する。例えばプレラボ制度では、教員が自身の研究テーマに関するメンバーの募集や講演等を行うことでこれまで以上に学内の他の教員に自身の研究について知ってもらう機会が増加し、新たな分野横断的な課題解決に対する可能性が広がることが期待される。同学科の教員間だけではなく長岡高専内に 5 学科存在する専門学科や一般教育科それぞれが強みを生かすフィールドの増加が今後より一層期待されるであろう。

また教員と学生の連携についても JSCOOP、プレラボ制度、エンジニアデザイン演習、学科横断型卒業研究・特別研究を通じて促進されることが期待される。これらは単純な教育活動ではなく、それぞれ JSCOOP ではニーズの探索、プレラボ制度ではアイデアの具現化、萌芽的研究の施行や一般教育科教員の研究活動の促進、エンジニアデザイン演習では

FD 活動の一環として教職員も参加することによって、チームで研究活動を展開するためのスキルを習得、学科横断型卒業研究・特別研究では大型外部資金獲得とそれぞれの教育活動が研究活動へ、もしくは研究活動がそれぞれの教育活動へのシナジー効果を生み出す<sup>20)</sup>。その結果、今後長岡高専が地域産業界と連携を図りながらシーズを探索し外部資金を獲得するまでの一連の流れを作り出すことができると考えられる(図-15)。

学科横断によってそれぞれの教員が自らの専門分野に関する確固たる知識・技術の上に、異分野の知識・技術を修得し融合・昇華させることや新たな発想・複眼的思考を涵養し、幅広い専門知識・技術力を駆使して時代の求める共通の課題に柔軟に対応し、困難な課題を解決できる能力が期待される<sup>21)</sup>。今後は専門学科の教員と一般教育科の教員が分野横断的な課題の解決に知識、人員、施設で協力する機会が増加することも期待される。

そのほかにも学校の新たな取り組みとして、1 年生学科混合学級や新任教員の大部屋化など様々な制度の中で教員・学生の分野学科を超えたつながりの構築と複眼的視野・分野横断的能力の涵養が期待される<sup>21)</sup>。



図-15 教育・研究活動のシナジー効果を生み出す流れ

## 7. 結言

本報告では、昨今の高専を取り巻く環境の急激な変化の中、長岡高専 SDIC が進めてきた分野横断的教育活動を説明すると共に、今後の研究推進活動の在り方について提案した。まずは、新たな発想・複眼的思考を涵養し、幅広い専門知識・技術力を駆使して困難な課題を解決できる、実践的で創造的な技術者を養成することを目的とした設けられた学科・専攻科横断型一貫教育プログラムの中で、長岡高専 SDIC が運用するシステムデザイン教育プログラムについて説明した。本教育プログラムは、モデルコ

アカリキュラムに基づいて設計されており、異分野における諸問題の解決策を導出可能な分野横断的能力の素地を養うに設計したカリキュラムマップを示した。その具体例として、JSCOOP、エンジニアリングデザイン演習を説明すると共に、本校の教育研究活動の活性化を狙って運用を開始したプレラボ制度について説明した。人的リソースに制限のある中、国立高専機構は元より、各高専においても教育・研究活動の推進、活性化に関する戦略が必要となる。長岡高専 SDIC の取組は始まったばかりであるが、積極的にその成果を学内外に発信し、その方針や活動の在り方について議論を深めていきたい。

### 参考文献

- 1) 文部科学省: 第 1 部 科学技術により社会経済にイノベーションを起こす国へ～科学技術基本法 20 年の成果とこれからの科学技術イノベーション～, 平成 27 年版科学技術白書, 2015.
- 2) 経済産業省: 経済産業省が取り組む「フロンティア人材」創出について, [www.meti.go.jp/policy/economy/jinzai/frontier-jinzai/](http://www.meti.go.jp/policy/economy/jinzai/frontier-jinzai/), (2015 年 9 月 14 日)
- 3) 経済産業省: 社会人基礎力, [www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/index.html](http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/index.html), (2015 年 9 月 14 日)
- 4) 経済産業省: 社会で活躍するために必要と考える能力要素, 大学生の「社会人観」の把握と「社会人基礎力」の認知度向上実証に関する調査, P.7-9, 2010.
- 5) 独立行政法人国立高等専門学校機構: 独立行政法人国立高等専門学校機構の中期目標 (前文), 独立行政法人国立高等専門学校機構第 3 期中期目標, 2014.
- 6) 独立行政法人国立高等専門学校機構: I 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置, 1 教育に関する事項, 独立行政法人国立高等専門学校機構第 3 期中期計画, 2014.
- 7) 独立行政法人国立高等専門学校機構: 独立行政法人国立高等専門学校機構の中期目標, II 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項, 独立行政法人国立高等専門学校機構第 3 期中期目標, 2014.
- 8) 独立行政法人国立高等専門学校機構: III 業務運営の効率化に関する事項, 独立行政法人国立高等専門学校機構第 3 期中期目標, 2014.
- 9) 独立行政法人国立高等専門学校機構: I 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置, 2 研究や社会連携に関する事項, 独立行政法人国立高等専門学校機構第 3 期中期計画, 2014.
- 10) 独立行政法人国立高等専門学校機構: 表 3-3 高専における技術者教育の到達レベル (技術者が備えるべき分野横断的能力) その 1～その 3, モデルコアカリキュラム (試案), p.13-15, 2012.
- 11) 独立行政法人国立高等専門学校機構: 表 2 高専本科および高専専攻科における項目ごとの到達レベル, モデルコアカリキュラム (試案), p.10, 2012.
- 12) 吉田, 豊田: 高等専門学校における卒業研究を活用した低学年学生のものづくり教育, 工学教育, 56-4, 62-68, 2008.
- 13) 三木, 北村, 榊原, 名倉, 長瀬他. 課外活動を利用した創造教育-低学年からの技術者教育-, Journal of JACT, 15-3, 113-118, 2010.
- 14) 外山, 宮腰, 田崎: 長岡高専におけるエンジニアリングデザイン教育指導体制の構築, Dynamics and Design Conference 2014, 525, 2014.
- 15) 外山, 宮腰, 田崎: エンジニアリングデザイン教育のデザインとその実践, 論文集「高専教育」, 第 38 号, pp.67-72, 2015.
- 16) 大石: エンジニアリング・ファシリテーション話し合いをうまくまとめるコミュニケーション・スキル, 森北出版株式会社, 2011.
- 17) 外山, 床井, 井山: 中学校技術・家庭科の教材開発をテーマとしたエンジニアリングデザイン演習 ～レゴマインドストームを用いた「プログラムによる計測・制御」の教材開発～, 第 57 回自動制御連合講演会, 539-543, 2014.
- 18) T. Iyama, S. Toyama and Y. Tokoi: A Practice of Engineering Design Education through the Development of Educational Materials using LEGO-Mindstorms, The 4th International GIGAKU Conference in Nagaoka, EO-17, 2015.
- 19) S. Toyama, F. Ikeda, T. Iyama, Y. Tokoi, A. Akazawa, Y. Murakami and Y. Tsuchida: System Design Education Program to Produce Innovative Personnel, The 9th International Symposium on Advances in Technology Education, 2015.
- 20) 外山, 池田, 井山, 床井, 赤澤, 村上, 土田, 桐生, システムデザインを基軸とする研究推進活動, R5 研究推進への学校及び学校間連携による取組み②～学校あげての取組み～, 平成 27 年度全国高専フォーラム, 2015.8. 東北大学.
- 21) 渡邊, 長岡高専の研究推進と最先端研究を教育に反映させる仕組みについて, R5 研究推進への学校及び学校間連携による取組み②～学校あげての取組み～, 平成 27 年度全国高専フォーラム, 2015.8. 東北大学.

(2015. 10. 2 受付)