

組織的な大学院教育改革推進プログラム 平成20年度採択プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称 : ICTソリューション・アーキテクト育成
 機関名 : 筑波大学
 主たる研究科・専攻等 : システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻
 取組代表者名 : 北川博之
 キーワード : 情報学基礎, ソフトウェア, 計算機システム・ネットワーク,
 メディア情報学・データベース, 知能情報学

I. 研究科・専攻の概要・目的

コンピュータサイエンス専攻は、システム情報工学研究科に設置された区分制博士課程である。6分野（数理情報工学、知能ソフトウェア、ソフトウェアシステム、計算機工学、メディア工学、知能・情報工学）で構成され、専任教員69名、学生総数373名（前期293名、後期80名）を擁している（平成22年5月現在）。

本専攻では、教育理念として「高度情報社会を担う中核的人材の育成」を掲げ、さらに教育目標として「情報技術の多様な分野に関して深い専門性を持ち、独創性と柔軟性を兼ね備え、国際的にも通用する知識と専門的研究能力/実務能力を併せ持つ研究者や技術者を養成する」ことを規定している。

本専攻では、この教育目標を達成するため、コンピュータサイエンスを広く網羅して、基礎となる技術から先端的技术に至るまでの研究と教育を行っている。そして、情報のモデル化・分析・処理方法に関して、論理的・数理的方法論に関する深い思考力を養い、ソフトウェアとハードウェアの総合的視野から、コンピュータシステムやその周辺分野における様々な問題を解析・解決する能力を持つ研究者と、実際のシステムを構築・運用できる技術者を養成している。

本専攻では、社会のニーズに応える人材の育成として、実践的IT教育を重視し、高度IT人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム（「先導的ITスペシャリスト育成推進プログラム」；平成18~21年）を実施し、継続して博士前期課程に専修プログラムを設置している。また、実践的IT力を備えた高度情報学人材育成（「魅力ある大学院教育イニシアティブ」；平成18~19年）を実施してきた。この他、経済産業省産学協同実践的IT教育基盤強化事業、つくばCS産学オープンカレッジなどを実施し、社会ニーズに応じた実践的IT教育を重視してきた。

制度的には、本専攻では講座制をとらず、研究テーマに応じフレキシブルなグループを構成することで、学生の個性を活かした研究テーマ設定や、テーマにマッチした異分野の複数教員による研究指導を行ってきた。これらに加えて、少人数教育の利点を活かした日常的研究指導・CS専攻セミナー・学会発表等を通して、技術の修得度や研究の完成度を確認し、さらに高める指導の体制が確立されている。マークシート式授業アンケートを行って統計的評価をするなど実効性のあるFD、A評価を60%程度（全授業平均、平成18年度）にするなどの成績厳格化、などを実施することによって教育実質化の土台を形成してきた。

II. 教育プログラムの目的・特色

本プログラムでは、既に実績のある専門的研究能力の習得に加え、現代の諸問題に対して先端的なICTによる実践的ソリューションを提供できる実務能力を併せ持つ研究者・高度技術者の育成を目的とする。現代には、環境・教育・医療・情報爆発・デジタルデバイドといったグローバルな問題から、次世代商品の研究開発・ビジネスモデル構築まで、先端的ICTによって解決を図ることが期待されている課題が山積している。本プログラムの目的は、現代そして将来の社会が持つ諸課題に対して、先端的なICTを基礎としたソリューションを提供する、社会に求められる高度な人材を養成することにある。

ICTソリューション・アーキテクトとして具備すべきものは、先端的・世界レベルの研究能力及

び高度な専門知識と、この研究能力・高度専門知識を基にして社会の要請に基づいて現代社会の諸問題の解決にアプローチする能力である。研究能力・高度専門知識の獲得については、博士論文・修士論文及び既設授業を中心とした教育を既に実施してきている。本プログラムは、後者の能力開発を体系的なカリキュラムとして提供するものである。ともすれば研究室に籠りがちな大学院生に、社会の問題解決や国際的普遍性といった視点に気づかせ、さらにチームやプロジェクトのリーダーとなるための具体的な能力開発を正規カリキュラムとして提供することを目的としている。

実世界の諸問題にアプローチすることのできる高い問題解決能力をもつICTソリューション・アーキテクトに必要な能力は、先端的な研究能力と高度な専門知識に加え、問題を発見・設定して、実際に総合的に解決し、さらにチームのメンバーを教育指導する能力である：

1. 現代社会の要請を的確・迅速に把握する問題発見能力
2. 高度なICTを基礎として課題を正しく問題設定する能力
3. 研究開発チーム等のリーダーまたはメンバーとして問題解決にあたる能力
4. 後進を教育指導する問題解決型教育指導能力

本プログラムでは、これらの能力育成のために、4種類の科目群を新規に開講し、体系的な正規カリキュラムとして提供する。本プログラムでは、博士後期課程に授業を含んだ体系的なカリキュラムを提供する。さらに、学生数が多数をしめる博士前期課程についても、修士のニーズとレベルに合わせた体系的なカリキュラムを提供することにより、両課程を通して有機的・継続的に社会の要請に合致した能力の育成を充実させようとするものである。このように、**社会に求められるICT人材と、そのために育成すべき能力を明確に定義し、さらにこの能力育成のためにカリキュラムを整備して授業を組織的に開設する点に、本プログラムの特色がある。**

Ⅲ. 教育プログラムの実施計画の概要

現代の諸問題に対して先端的なICTによる実践的ソリューションを提供できる研究者・高度技術者を育成するため「ICTソリューション・アーキテクト育成プログラム」を本専攻に設置する。ICTソリューション・アーキテクトの基礎となる先端的・世界レベルの研究能力と高度専門知識については、博士論文・修士論文を主として、特別研究・特別演習で単位化されたCSセミナーやゼミ、研究室での指導によって育成していく。本プログラムでは、この研究能力や高度専門知識を基に、社会の要請に基づいて実社会の諸問題の解決にアプローチする能力を体系的に育成する。特に、現代社会の基盤と発展を支え、グローバルな問題の解決の基盤を提供することのできる「ICTソリューション・アーキテクト」となることを学生が自覚し、その基礎的素養を身につけるためのカリキュラムを提供する。

実世界の諸問題にアプローチすることのできる、高い問題解決能力をもつICTソリューション・アーキテクトに必要な能力は、上述した問題発見、問題設定、問題解決、教育指導の能力である。本プログラムでは、これらの能力育成に資するための科目群を新規に開設する。さらに、シンポジウムを開催して、学生に広く学習の機会を提供する。

本プログラムでは、体系的なカリキュラムとして博士後期課程学生を対象としたクラスワークを含む授業群を開設する。本プログラムが育成しようとする能力は博士前期課程学生にも重要であることから、同様の能力を育成する授業の一部は博士前期課程にも開設する。しかしこの場合でも、後期課程の授業内容をより高度にしたり、設定する達成レベルを上げて、後期課程学生に限って履修を認める科目群を提供する。

本プログラムを履修する学生は、新規開設科目はもちろんのこと、我が国最大級の広い分野を網羅するCS専攻の関連科目の履修によって、ICTソリューション・アーキテクトに必要な基礎能力の習得を目指す。履修モデルとなりえる関連科目を指定して、これらの履修を推奨する。

本プログラムは、ICTをはじめ環境・医療・自然科学など幅広いコンピュータサイエンス関連分野での最先端の研究を通して、世界レベルのスペシャリストを目指している。このため、従来から重

視されてきた修士論文・博士論文・セミナーといった研究能力育成のための授業は、他のCS専攻学生と同様に履修することとし、修了に必要な単位要件も同様とする。本専攻のカリキュラムにおける本プログラムの構成及び履修プロセスの概念図を図1に示す。

本プログラムの実施にあたっては、推進委員会・実施委員会・外部評価委員会を設置する事により、実施の体制とプログラムの一層の改善を図る体制をつくる。

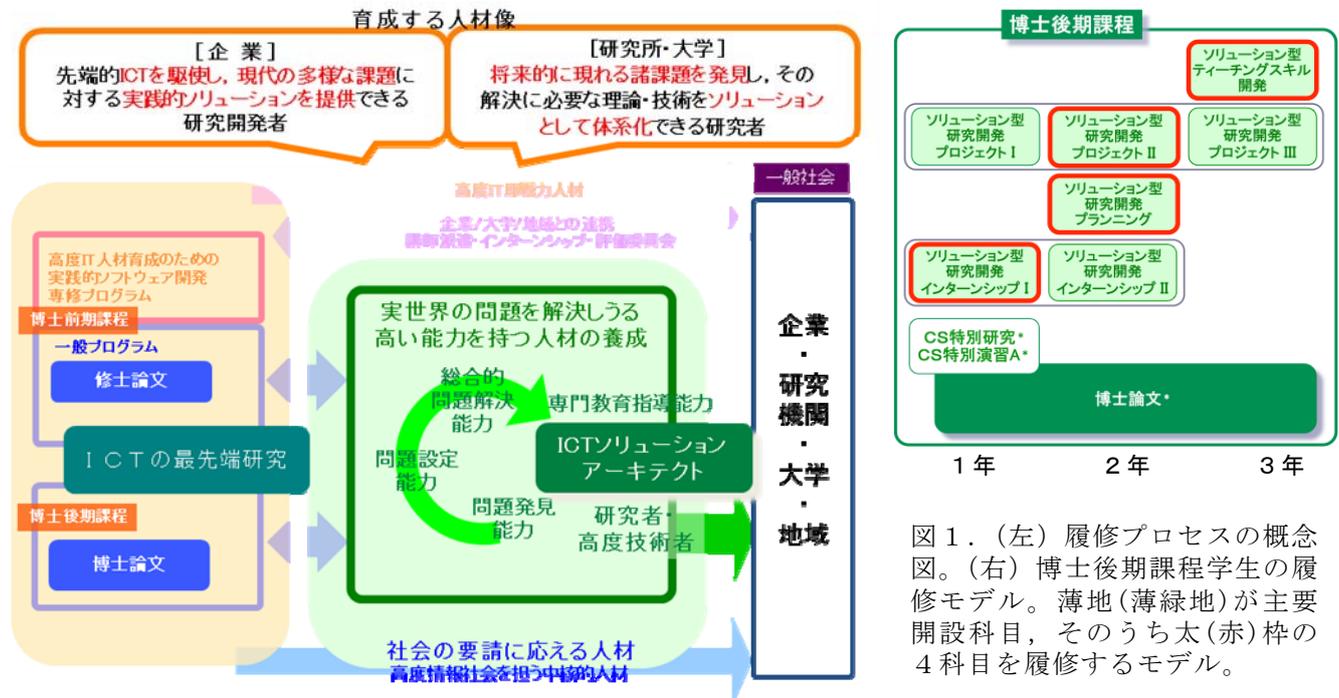


図1. (左)履修プロセスの概念図。(右)博士後期課程学生の履修モデル。薄地(薄緑地)が主要開設科目、そのうち太(赤)枠の4科目を履修するモデル。

IV. 教育プログラムの実施結果

1. 教育プログラムの実施による大学院教育の改善・充実について

(1) 教育プログラムの実施計画が着実に実施され、大学院教育の改善・充実に貢献したか

i. 概要

現代の諸問題に対して先端的なICTによる実践的ソリューションを提供できる研究者・高度技術者を育成するため「ICTソリューション・アーキテクト育成プログラム」を本専攻に設置した。実世界の諸問題にアプローチすることのできる、高い問題解決能力をもつICTソリューション・アーキテクトに必要な能力は、IIで述べた4つの能力(問題発見、問題設定、問題解決、教育指導)である。本プログラムでは、これらの能力育成に資するための科目群を新規に開設した。さらに、国際交流ワークショップを本学で開催したほか、ICTソリューション・セミナーを不定期に開催して、学生に広く学習の機会を提供した。開設した科目群を表1に示す。博士後期課程を対象にして9科目(13単位)、博士前期課程を対象に6科目(9単位)を開設した。関連科目には11科目(20単位)を指定した。

【実施体制】

本プログラムの実施にあたっては、約20名の教員が参加する**実行委員会**をほぼ毎月開催して、組織的に円滑な実施を図った。日常的な企画・広報・運営については、数名の教員と担当事務職員からなる常設の**推進室**を設けて、ここが業務を担当する体制を作った。さらに、年1回のペースで、3名の外部委員を含む11名からなる**推進委員会**を実施して、大局的にプログラムの現状を把握し、さらなる推進のための提言を行った。最終年度には、外部委員5名からなる**評価委員会**を開催した。この評価を受けて、プログラムの一層の改善を図るため、推進委員会を開催する(2011年7月)。

表 1. 新規開設した授業一覧。(左) 博士後期課程, (右) 博士前期課程。

科目番号	授業科目	授業概要及び授業科目英訳	担当教員
02CH101	ソリューション型研究開発プロジェクト I	高度なICTを基礎とした諸問題の解決を目指して、正しく問題設定を行い、その問題解決のための研究開発プロジェクトの自主的な企画・運営を行う。これとおして研究開発プロジェクトの推進能力・マネジメント能力を育成する。 Advanced Research and Development Solution Projects I	佐久間淳 乾 孝司 金岡 晃
02CH102	ソリューション型研究開発プロジェクト II	高度なICTを基礎とした諸問題の解決を目指して、正しく問題設定を行い、その問題解決のための研究開発プロジェクトの自主的な企画・運営を行う。これとおして研究開発プロジェクトの推進能力・マネジメント能力を育成する。ソリューション型研究開発プロジェクト I を修得したものを対象とする。 Advanced Research and Development Solution Projects II	佐久間淳 乾 孝司 金岡 晃
02CH103	ソリューション型研究開発プロジェクト III	高度なICTを基礎とした諸問題の解決を目指して、正しく問題設定を行い、その問題解決のための研究開発プロジェクトの自主的な企画・運営を行う。これとおして研究開発プロジェクトの推進能力・マネジメント能力を育成する。ソリューション型研究開発プロジェクト II を修得したものを対象とする。 Advanced Research and Development Solution Projects III	佐久間淳 乾 孝司 金岡 晃
02CH104	ソリューション型研究開発インターンシップ I	海外をはじめとした研究機関・企業・大学等で一定の期間、研究開発に従事することで、学際的な問題の発見と、諸問題に対する学際的対応能力を育成する。終了後には報告会を実施する。 Research and Development Solution Internship I	朴 泰祐
02CH105	ソリューション型研究開発インターンシップ II	海外をはじめとした研究機関・企業・大学等で一定の期間、研究開発に従事することで、学際的な問題の発見と、諸問題に対する学際的対応能力を育成する。終了後には報告会を実施する。ソリューション型研究開発インターンシップ I を修得したものを対象とする。 Research and Development Solution Internship II	朴 泰祐
02CH106	ソリューション型研究開発プランニング	次世代商品開発・新規研究などの企画・計画に関する講義・グループワークを行う。これとおして、高度なICTを基礎として、課題の解決を目指して正しく問題設定を行う。研究開発プロジェクトの企画・プランニング能力およびチームにおけるリーダーシップを育成する。 Advanced Research and Development Solution Planning	酒井 宏 杉本征剛
02CH107	ソリューション型ティーチングスキル開発 A	専門知識を他者に伝える技術や、講義と学習管理システムの利用実習を通して育成する。CS 前期「インストラクショナルデザイン」と共通。 Solution-based Teaching Skill Development A	亀山啓輔 金岡 晃 駒谷昇一
02CH108	ソリューション型ティーチングスキル開発 B	アウトカムを設定し、他の教員等と連携してチームで行う教育指導をおとして、リーダーとしての教育指導能力を育成する。 Solution-based Teaching Skill Development B	亀山啓輔 金岡 晃
02CH109	ICT ソリューション特別講義 A	ICT ソリューション分野の最近の重要課題について講述する。 Research and Development Solution Internship II	満保雅浩 乾 孝司 金岡 晃

科目番号	授業科目	授業概要及び授業科目英訳	担当教員
01CH 801	ソリューション型特別プロジェクト I	高度なICTを基礎とした諸問題の解決を目指して、正しく問題設定を行い、その問題解決のための研究開発プロジェクトの自主的な企画・運営を行う。これとおして研究開発プロジェクトの推進能力を育成する。1年次生を対象とする。 Research and Development Solution Projects I	佐久間淳 乾 孝司 金岡 晃
01CH 802	ソリューション型特別プロジェクト II	高度なICTを基礎とした諸問題の解決を目指して、正しく問題設定を行い、その問題解決のための研究開発プロジェクトの自主的な企画・運営を行う。これとおして研究開発プロジェクトの推進能力を育成する。2年次生を対象とする。 Research and Development Solution Projects II	佐久間淳 乾 孝司 金岡 晃
01CH 806	ソリューション型特別プランニング	次世代商品開発・新規研究などの企画・計画の実践に関する講義・グループワークを行う。これとおして、高度なICTを基礎として、課題の解決を目指して正しく問題設定を行う。研究開発プロジェクトの企画・プランニング能力を習得する。 Research and Development Solution Planning	酒井 宏 杉本征剛
01CH 807	インストラクショナルデザイン A	分野の専門家として必ず必要となる、専門知識を人に伝えていくテクニックの得得を目的とし、教授法に関する講義と学習管理システムの利用演習を行う。 Instructional Design	亀山啓輔 金岡 晃 駒谷昇一
01CH 808	インストラクショナルデザイン B	模範的なセミナーの準備、実施、レビューをおとして、実践的な教育指導能力を育成する。 Instructional Design	亀山啓輔 金岡 晃
01CH 809	ICT ソリューション特別講義 I	ICT ソリューション分野の最近の重要課題について講述する。 Research and Development Solution Internship II	満保雅浩 乾 孝司 金岡 晃

詳細は「プログラム成果報告」pp. 6-12 参照。

ii. 開設主要科目

本プログラムが新規に開設した主要科目の実施について以下に記載する。

【ソリューション型研究開発インターンシップ】

本授業では、主に海外の大学及び公的研究機関に最低 1、最長 3 か月という比較的長期間での滞在型研究を実現し、各学生の個別研究テーマに沿った共同研究を実施した。派遣先組織の教授または主任研究者との研究計画及び進捗の打ち合わせ、研究室の学生またはポスドク研究者とのディスカッションを通して、国際的な枠組みの中での共同研究の進め方や研究に対する考え方を身につける機会を提供した(図 2 参照)。3 年間の派遣先及び研究テーマを表 2 に示す。このような長期滞在型共同研究をインターンシップという形で全面的にサポートすることは大学院教育において一般的には行われておらず、本学における博士後期課程における大学院教育の充実に大きく貢献した。

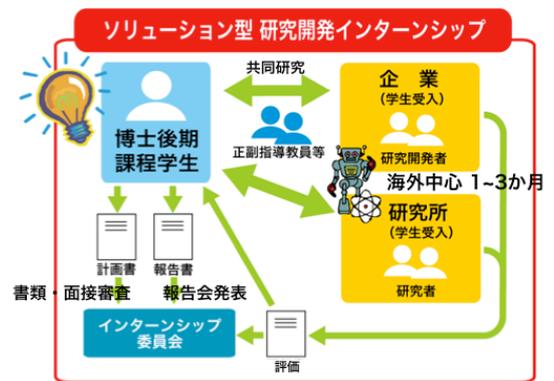


図 2. ソリューション型研究開発インターンシップの概要を示す模式図。

表 2. 2008~2010 年度のインターンシップ派遣先及び研究テーマ一覧

訪問先	研究テーマ
2008 年度	
IBM 東京基礎研究所	XML 作成におけるフリースペースリスト管理
京大大学生存圏研究所	バーチャルサテライトによる地磁気圏シミュレーションの可視化
Barcelona Supercomputing Center, Univ. Politecnica de Catalunya, Spain	並列処理システムの省電力技術に関する研究
Pierre et Marie Curie University, Laboratoire d'Informatique Paris 6, France	折り紙の折り方に関する論理的・数学的定式化
Pardue University, USA	並列記述言語の構成及び最適化

2009 年度	
University of Western Ontario, Canada	ペンを用いたオンライン数式入力システム
鹿児島大学	色知覚メカニズムにおける輝度メカニズムの位相差影響
Worcester Polytechnic Institute, USA	物理シミュレーションを応用した3次元CAD入力システム
INRIA フランス国立情報学自動制御研究所, France	大規模計算機システムの省電力化手法と性能評価
NTT コミュニケーション科学基礎研究所	多チャンネル音源におけるNMFを用いた音源分離
2010 年度	
Universidad Carlos III de Madrid, Spain	道路標識自動認識システムに関する研究
國立政治大学 資訊科学系, 台湾	ID ベースのデジタル署名暗号化に関する研究
香港中文大学 系統工程管理学系, 香港	グラフデータにおける同一性検索とマイニングアルゴリズム
INRIA フランス国立情報学自動制御研究所, France	広域分散ファイルシステムにおける低遅延ファイル操作

【ソリューション型研究開発プランニング】

ソリューション・アーキテクトには、解決しようとする問題があるとき、それをどのように解決していけば良いかという、ソリューションを導くための研究開発プロジェクトの企画力・プランニング力といった問題を設定する能力が必要である。プロジェクトチームによる実践的なソフトウェア研究開発の企画については、体系的に教育する授業は従来開設されていなかった。そこで、ソフトウェアの研究開発を成功に導くための企画・計画に必要な知識とスキルを身に付けることを目的として本授業を開設した。特に、プロジェクトとしてチーム・組織によってソフトウェア開発を進めるときに障害となる多様な現実的問題を理解し、現実の問題が発生した時の計画変更も自ら考えることのできる能力の開発を行った（図3参照）。授業では、講義と対応するグループワーク・ロールプレイングを実施した。日本を代表する大企業のソフトウェア研究開発部門の責任者を講師として招聘し、ソフトウェア工学の実践と共に経営企画のセンスを取り入れた授業とした。授業では、各学生に貸与したノートPCと80”プラズマ・ディスプレイを無線LANで結び、学生がリアルタイムに授業に参加するシステムを構築した（図4参照）。



図3. ソリューション型研究開発プランニングの授業概要を示す模式図。



図4. 各学生のPC画面を直ぐにPDPに表示するシステム。

【ソリューション型研究開発プロジェクト】

実社会の要請に基づく諸問題に対する解決能力を育成するためには、研究計画の立案と、プロジェクトを組織して求める研究成果を得るなどの、経験に基づく実学が重要である。本授業では、高度な

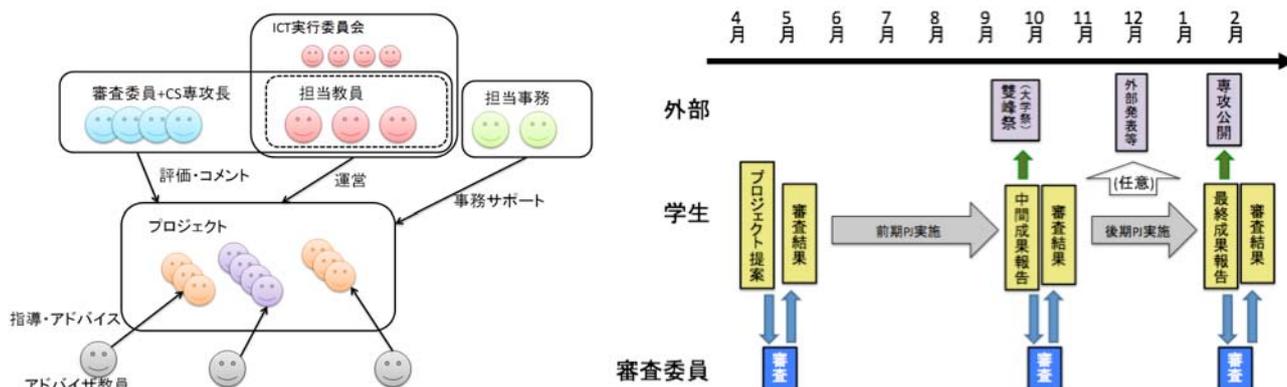


図5. 研究開発プロジェクトの実施体制（左）と授業スケジュール（右）

ICTを基礎とした問題の解決を目指して、小規模の研究開発プロジェクトを自主的に企画・運営することを実践させる。これを通して研究開発プロジェクトの推進能力・マネジメント能力、ひいては総合的な問題解決能力の養成を図る。学生自身がプロジェクトのリーダー（ないしメンバ）となり、プロジェクトの目標設定から成果公開までを随時指導を受けながら経験し、総合的な問題解決能力を1年かけて修得するように授業を設計した。

実施体制 専攻専任教員3名が運営を担い、このほか各プロジェクトにつき教員1名を実質的な指導・助言を行うアドバイザーとして割り当てた。またアドバイザー教員とは独立に審査委員を選考し、各プロジェクトの成果の客観的評価を依頼した。アドバイザー教員及び審査委員はいずれもコンピュータサイエンス専攻教員であり、多くの教員が実質的かつ多面的な指導に関わった。（図5）

授業スケジュール 本授業は1年間でプロジェクト提案から最終成果報告までを実施する。履修希望学生は募集要項に応じてプロジェクトを立案し申請する。プロジェクトは審査委員会による審査を経て、5月中旬に採否が決定される。10月に中間報告会、2月に最終報告会が行われ、審査委員の審査を受ける。報告会ではポスター発表と作成システムのデモンストレーションを行い、学園祭及び専攻公開のイベントとして一般公開した。このように、多数回の発表と面接、そして審査・フィードバックの機会を通じて、学生の問題解決能力向上を意図する設計とした。（図5参照）

プロジェクト 2008, 2009, 2010年度のプロジェクト数は46件、延べ110名を超える学生が履修した。プロジェクト46件のうち29件は博士後期課程学生がリーダーであった。2009, 2010年度に後期課程学生がリーダーとなったプロジェクトの一覧を表3に示す。

評価 透明性・客観性が高く、説得力のある評価を実現するために、審査委員会の評価基準を公表し、審査結果はプロジェクト関係者が閲覧可能なWikiシステムに継続的に掲示した（図6）。

【ソリューション型ティーチングスキル開発、インストラクショナルデザイン】

本授業は、教育指導能力の育成を担うことを目的として設置した。欧米の多くの大学院（特に後期課程）では、修了要件として専門分野の教授法(Pedagogy)に関する単位の修得が必須とされているのに対し、日本の大学院のカリキュラムではそうしたトレーニングが取り入れられているケースはまれであり、本専攻でもこれまで専門知識教授法に関する講義は開講してこなかった。将来企業内のチームで高度な専門知識を共有したプロジェクトを牽引する役割や、高等研究教育機関における教育者としてのキャリアを目指す学生には、専門知識の教授法に関する理論と実践の体得が重要と考え、在学中に「教えること」の理論と手法を体得し、実際に教える経験をすることでその能力を高めることを図った。（図7参照）

The screenshot shows a Wiki page titled "審査結果" (Review Results) for the project "プロジェクト2010-3". The page content includes a table of reviewer comments:

reviewer	コメント
1	電気自動車などを具体例としてハイブリッドシステムのモデリングと制御手法開発を行うという内容で、意義は理解でき期待が持てます。がんばってください。ただし、申請書の書き方が良くなく、図を入れたり（分野が違えば審査員に配慮して）専門用語を入れすぎずに準備するべきです。
2	他の研究(特に研究代表者が行っている研究)とこのプロジェクトとの差分が不明瞭である。
3	分担の明確さや計画の緻密制などから実現性を高く評価しました。細かい点ですが、P2でのIHMはIWMの誤記だと思われます。また他の部分は記載スペースを十分に利用したもとなっていてますが「発表イメージ」部がやや弱いように思いました。中間・最終の実施成果間や、各項目との関連などの図表を加えても良いかと考えます。
4	* 並列実装方式や性能評価方法の具体性に欠ける。提案済みのBSAIC前処理手法を単にGPU向けに実装、評価するだけのよう感じられる。このプロジェクトにおける新規性を明確にすべき。 * 役割分担についても、具体性に欠ける。*
5	本プロジェクトの目指すゴールが申請書の記載では分かりにくい。ハイブリッドシステムの実用的制御手法の研究を行うとあるが、ハイブリッドシステムとは何か、分野外の人にも分かる説明が必要である。また、ここで実用的制御方式研究の特徴を明確に示す必要がある。
6	プロジェクト内容のボリュームも多く、よく計画されている。分担も明確で、プロジェクトメンバのスキル等を考慮した経計画となっており、実現可能性は高いと思われる。申請書作成の観点からは、(1)モータ特性を考慮した制御側の導出、(2)ハイブリッドシステムとしてのモデリング、(3)複数システムを対象とすることで対象依存性の低減、などが特徴としてあげられると思うが、3.(1)の研究の背景とこれらの問題意識のつながりがよくわからない。
7	よくまとまった提案である

Additional elements in the screenshot include a sidebar with a date-based menu (2011-02-01, 2011-01-31, etc.), a "イベントの選択" (Event Selection) table, and a "ページ情報" (Page Info) box at the bottom right showing page name, ID, and group.

図6. 研究開発プロジェクトの審査結果

表 3. 2009, 2010 年度のソリューション型研究開発プロジェクトの研究課題

プロジェクト番号	研究課題	代表者(学年)
2009 年度		
2009D-1	手作り没入型 VR 環境の作成とその可視化への応用	(博士後期 3 年)
2009D-2	A Forest Fire Surveillance System using Solar Powered Wireless Sensor Networks	(博士後期 2 年)
2009D-3	耐故障ソフトウェア分散共有メモリシステムの開発	(博士後期 1 年)
2009D-4	モータ駆動型移動体の制御ソフトウェアの開発	(博士後期 1 年)
2009D-5	Development of Bayesian image reconstruction software for Computed Tomography	(博士後期 3 年)
2009D-6	賑やかさを伝えるライブカメラコミュニケーション	(博士後期 2 年)
2009D-7	未来のキッチンプロジェクト “Kitchen of the Future”	(博士後期 2 年)
2009D-8	高次元データに対する効率的な kNN 検索手法及びその応用	(博士後期 1 年)
2009D-9	脳機能マッピング研究のための統合データ分析システムの開発	(博士後期 3 年)
2009D-10	「マイクロの決死圏」仮想空間を航行するバーチャルサテライトシステムの開発	(博士後期 2 年)
2009D-11	自然生成と修正インタフェースによる靴型設計支援システムの開発	(博士後期 2 年)
2010 年度		
2010D-1	ペット検出のための Web 画像を用いた学習サンプルの効率的な収集	(博士後期 3 年)
2010D-2	未来のキッチンプロジェクト “Kitchen of the Future” ~親子間のコミュニケーションと学びの場としてのキッチン環境の構築~	(博士後期 3 年)
2010D-3	モータ駆動型ハイブリッド移動システムの制御検証環境の開発	(博士後期 2 年)
2010D-4	GPGPU 向け前処理の開発	(博士後期 1 年)
2010D-5	照明条件の能動的制御に基づく指文字認識の高精度化	(博士後期 1 年)
2010D-6	ネットワークを経由した FPGA の動的部分再構成とその応用	(博士後期 3 年)

カリキュラム設計にあたっては、(1)教授法の学習と演習、(2)授業の計画と実施に基づく実践的学習をサブゴールに据えた。(1)では、教授法の講義とプレゼンテーションの実習を組み合わせた。講義には情報工学分野の教授法の専門家を講師に招き、**専門知識教授法、インストラクショナルデザインの理論、授業設計やその実践形態**についての**授業と実習**を行った。また、企業内でしばしば採用されている少人数の学習者とメンターによる教育方式を意識した**コーチングの実習**も取り入れた。(2)では、履修学生による**模擬授業演習**を行った。専攻教員の中から授業内容に適任の教員をアドバイザーに任命して、その助言の下に授業を計画させ、模擬授業を公開セミナーとして実施した。受講者フィードバックと撮影したビデオなどを基に、教科担当教員、アドバイザー教員、参加した学生らと交えたレビュー会を持ち、意見交換を通して学生が自分の授業を振り返ることができるようにした。



図 7. ティーチングスキル開発。KJ-ブレインストーミング(上)と、コーチング(下)。

【ICT 国際交流ワークショップ (ICT ソリューション特別講義)】

世界へ向けて ICT による実践的ソリューションを提供していくためには、世界各地がもつ問題や独自の視点を理解する力と、世界の最先端の技術動向を把握するための理解力や開発したソリューションを世界へ向けて発信する表現力を習得していることが望まれる。また、国際的な人と人との繋がり、最新の技術情報を入手する上で、有用な手段となり得る。そこで、本プログラムを受講している学生が、海外組織での ICT に係る動向についての知識を深め、国際的な視野を広めると共に、ICT に関する国際的な発信力を高めることを本授業で実施した。本授業は「ICT 国際交流ワークショップ」と連動するものであり、受講者はワークショップに参加し、ワークショップの発表内容とレセプションやランチミーティングでの交流内容等をレポートとして提出した。(図 8 参照)

「ICT国際交流ワークショップ」概要

- 開催日時・場所： 2010年10月9日（総合研究棟B）
10月10日（総合交流会館）
- 参加校： 北京航空航天大学，浙江大学，筑波大学
- 発表等：

9日	9:00-18:00	オーラルセッション	15件
	18:15-20:00	レセプション参加	約100名
10日	10:00-17:00	ポスターセッション	19件



図8. ワークショップの様子。

2. 教育プログラムの成果について

(1) 教育プログラムの実施により期待された成果が得られたか

i. 概要

本プログラム開設科目の履修者数は、毎年増加し、最終年度には75名（2010年度延数）となった（表4参照）。専攻が定める修了要件を満たした学生は修士または博士の学位が授与されるが、これに加えて、所定の本プログラム開設科目の単位を取得した学生には、本プログラムの修了認定証が授与された。2010年度に計9名を修了者として初めて輩出した（表4参照）。履修状況から計算して、2011年度以降も順調に増加すると見込まれる。修了要件を設定し履修を組織的に認定するようにしたことから、学生が自主的にバランスを取って本プログラムを受講する素地ができ、また履修自体も年々増加傾向にある。この事実は、本プログラムの4つの能力を育成するという観点で非常に重要な役割を果たしている。

表4. ICT 開設科目の延べ履修者数の推移(括弧内はプログラム修了認定者)

	2008年度	2009年度	2010年度	合計
博士前期課程	0(0)	46(0)	63(7)	109(7)
博士後期課程	8(0)	16(0)	12(2)	36(2)
合計	8(0)	62(0)	75(9)	145(9)

ii. 開設主要科目

【ソリューション型研究開発インターンシップ】

研究開発インターンシップにおいて、各学生は派遣先の教員及び主任研究者の指導に従い、当該研究室内での共同研究を実施した。学生、先方教員、学生の指導教員を含む三者での共著論文まで発展したケースもあり、それ以外にも、帰国後も連絡を取りながら共同研究を継続する場合も多く見られた。また、国際性の向上に関しては、個々の学生が英語力の向上だけでなく、多国籍の研究者環境において日常生活を共にすることで、国際社会で必須となる積極性と協調性を身につけることができたと述べていることから、十分な成果が得られたと考えられる。多くの学生が、語学面を始め、国際的な研究環境での実地体験を通じて自信をつけたことも成果である。実施人数は毎年4～5名程度であったが、ほとんどの学生が共通して、自分の研究へ対する新たな視点に驚いたり、海外の研究室におけるものの見方が大いに異なるなど、多様な視点を身近に知ることを通して、問題の新たな発見の重要性を実感したことは、大きな成果であったと考えられる。

【ソリューション型研究開発プランニング】

実践的・先進的なソフトウェア研究開発の企画・計画の能力を育成する授業を提案した。2単位の授業を開設し、毎年約20名の学生が履修した。授業終了後のアンケートから、学生が授業の目的やグループワークの狙いをよく理解し、それがよく達成されていることが示された。特に総合的な満足

度は、ほぼ全員が「満足している」(5/5)と回答し、きわめて高い評価を得た。設備としては、各学生に貸与したノートPCと80”プラズマ・ディスプレイを無線LANで結び、学生がリアルタイムに授業に参加するシステムを構築した。このシステムは、学生の積極的な参加を促し、理解の向上と能動的な学習に貢献した。このため、同様の型が専攻のほぼ全てのセミナー室に導入された。

【ソリューション型研究開発プロジェクト】

この科目の単位数は博士後期課程では4単位、博士前期課程では2単位であるが、プロジェクト実施、デモンストレーション準備、報告書執筆を積算すれば、この科目は高いエフォートを要する。このような負荷の高さにも関わらず、3年間のプロジェクト数は46件、延べ110名を超える履修学生が実際にプロジェクト申請からデモ展示・報告書の執筆に一貫して関わったことは特筆に値し、コンピュータサイエンス専攻学生のプロジェクト遂行能力と問題解決能力の向上に大きく貢献したと考えられる。特に、プロジェクト46件のうち29件は博士後期課程学生が主導するもので、後期学生のリーダーとしての能力育成に大きく貢献したと考えられる。客観的な成果としては、3年間で48件のテクニカルレポートの出版、7件の外部発表(うち英文1件)があった。さらに特筆すべき成果として、プロジェクトリーダーを勤めた学生(46名)のうち20名が課程修了時に専攻長表彰を受賞し、そのうち2名が研究科長表彰を受賞した(受賞後にプロジェクトを始めたケースを除く)。また、本プロジェクトの一つである「バネモデルを用いたポップアップカード設計支援ツールの開発」の成果は、社会的にも注目を浴び、「開くと飛び出すカード、初心者でも簡単作成、筑波大がツール」として日刊工業新聞(2011.5.26)に、紙面7段に渡って大きく紹介された。

【ソリューション型ティーチングスキル開発、インストラクショナルデザイン】

これまで専攻内のカリキュラムにはなかった教授法の科目を新設し実施することで、「教えることに関する知識と実践」を必要と考える学生のニーズに答えることができたことは、専攻の教育体制により実際的な厚みを持たせるという意味で大きな成果であった。本科目の本当の意味での成否は学生が社会で教える立場になるのを待たねばならず、その時点での定量的な評価も容易ではないが、特に受講者アンケートの数字が示す学生の評価は高く、特に将来役立てることができる知識と経験を得たと回答した学生が多かった。履修者数は10～13名で大学院科目としては順当であった。

【ICT国際交流ワークショップ(ICTソリューション特別講義)】

ワークショップでの研究発表・聴講・質疑への参加を通じ、中国側招聘学生・教員らと学術的な内容を含めた交流を通じ、世界がもつ問題や独自の視点を理解する力、世界の最先端の技術動向を把握するための理解力及び開発したソリューションを世界へ向けて発信する表現力を養うことができた。ワークショップへの参加者数は100名を超え(うち海外から25名)、ワークショップを授業として履修した学生数は10名であった。

3. 今後の教育プログラムの改善・充実のための方策と具体的な計画

(1) 実施状況・成果を踏まえた今後の課題が把握され、改善・充実のための方策や支援期間終了後の具体的な計画が示されているか

i. 概要

本プログラムでは、組織的・体系的な取組みが計画され、これが着実に実施されて、期待された成果を得ることができ、大学院教育の改善・充実に貢献したと判断される(平成22年度外部評価委員会 評価書)。主要科目及び国際ワークショップについても、概ね適切であると判断される(同)。本プログラムは、平成23年度もほぼ同様に継続して実施する。各科目については、支援期間中に明らかになった課題について、さらなる改善・充実のための方策を以下に示す。本プログラムの運営は定常化したために必要経費が少なくなると見積もられ、これは大学本部・研究科・専攻の経費によって充

当する。平成24年度以降のプログラムの改善については、外部評価委員会の評価を基にして推進委員会で具体的改善策について議論をさらに進める。

ii. 開設主要科目

【ソリューション型研究開発インターンシップ】

これまでの実施を通じて課題として残されたこととして、実施人数が比較的少なかったことがある。実施人数は毎年4～5名程度であった。多くの学生を派遣すべく予算措置や説明会等の準備を行ったが、一般のインターンシップとは異なり、学生が単に希望すれば実施できるわけではなく、指導教員を含めた先方教員との綿密な打ち合わせ、その時期と期間で効率的に実施できる適切なテーマ選択等の条件が必要であるためであると考えられる。今後の改善として、単なる年度内での実施カリキュラムとして閉じるのではなく、国際協力関係を持つ教員とその指導学生に対し、計画的・戦略的にプログラムを活用してもらい、前年度から次年度の計画の検討を始めるといった、国際共同研究に必要な十分な準備期間を設けることを検討する。学生には、より一層の国際競争力と協調性を身につけることと、事前準備の充実が重要であることを、広く学生にアピールし、積極的な参加を促していく必要がある。

【ソリューション型研究開発プランニング】

本授業は、所期の目的を概ね達成し、学生の満足度も高かった。しかし、テンポが良く理解もしやすいという学生の評価がある反面、一部の学生は授業が長いという評価をもった。企業派遣講師と専攻教員とが打合せを持ちながら授業内容について検討し、内容のさらなる厳選・改善を実施していく必要がある。また、ソリューション型研究開発プロジェクトの実施においても企画・計画能力が必要とされることから、本授業との連携を検討していく。

【ソリューション型研究開発プロジェクト】

本授業も、実施体制や評価方法などの改善の上で継続実施している。評価委員会においては、「博士前期課程、博士後期課程のそれぞれの学生に対する研究教育の目的・方法は異なるはずであり、役割をより明確にするのがよい」「本授業とソリューション型研究開発プランニングとは一体化した運営が望ましい」といったコメントを得た。前者については、各プロジェクトに対する指導はアドバイザー教員による部分が多いので、担当教員とアドバイザー教員の連携方法の工夫によって、学生のロードに見合った教育効果をあげるための実質的な方法を検討していく。後者については、関連科目との相乗効果を狙ったカリキュラム編成を、ガイダンス等を通じて積極的に学生に告知していく。

【ソリューション型ティーチングスキル開発、インストラクショナルデザイン】

これからの時代には、専門分野によらず大学院のカリキュラムとして「教える技術」がより重視されることは必須であろう。学内の他の大学院でも本授業に類似した取り組みが行われようとしている。本授業を発展させて、全学に共通の科目として、そのニーズに答えていくことを検討する。現時点では講義といえども教えることに対するハードルを高く感じる学生も少なくなく、受講者数は概して少なめであった。欧米の大学院に散見される必修化などは時期尚早かと考えられるが、今後さらに後期課程の学生や留学生にもアピールする内容となるべく改善を図っていく必要がある。

【ICT国際交流ワークショップ（ICTソリューション特別講義A，I）】

2011年度は、北京航空航天大学にてワークショップを開催し、10名程度の本専攻学生を派遣する予定である。2012年度とそれ以降は、開催地を筑波大学、北京航空航天大学、浙江大学の持ち回りとして、継続的な国際ワークショップとする枠組みを確立する計画である。これによって、学生の身近に国際交流の練習ともいえる場を定常的に提供していく。また、ワークショップの企画及び運営に徐々

に学生を参加させ、能動的・積極的な活動を促す。例えば、lunch meeting, reception, poster session等を学生達に主体的に企画運営させることを検討している。さらに発展させて多様化を図るため、組織的交流の実績がある欧米の大学（U.Edinburgh, U. Belfort-Montbeliard）からの学生招聘も検討する。

4. 社会への情報提供

(1) 教育プログラムの内容、経過、成果等が大学のホームページ・刊行物・カンファレンスなどを通じて多様な方法により積極的に公表されたか

本プログラムでは、学内外に対して積極的にプログラム内容及び成果について公表を行ってきた(表5参照)。全30ページ以上のホームページを整備して、プログラムの概要・目的・シラバス等の情報を積極的に公開した。ホームページは随時アップデートして、各科目の活動をはじめとする諸活動を積極的に発信した。イベントはもとより、新設科目の授業内容等を平易に説明するサイトを設けるなどして、タイムリーに公表した。文部科学省大学教育改革プログラム合同フォーラム推進事務局が運営するWebサイト「GPポータル」にも積極的に参加し、本プログラムの取り組みを紹介している。

研究科における専攻公開、本学学園祭、情報処理学会、フォーラム等においては、専攻長はじめ教員による概要等の説明、受講学生による報告、授業成果のデモ展示等を行った。専攻公開や学園祭では、教員と学生が双方の立場から多角的にプログラムを紹介する状況を設け、来訪者の目線にあった広報活動を実施した。同時に、本プログラムのパンフレットやソリューション研究開発プロジェクトの成果報告書も配布し、来訪者への広報活動も展開した。これらパンフレット・報告書は、ポスター等と共に全国の大学・高等専門学校に郵送して専攻公開等の周知を図った。

学内への情報提供も積極的に行った。プログラム紹介パネルの掲示や筑波大学キャンパス内随所に設置されたデジタルサイネージを利用して各種イベントや科目開設の掲示を行った。さらに、プログラムへの関与の薄い学内の教員に対して筑波大学全体及びシステム情報工学研究科におけるFD講演会を通して本プログラムの取り組みを紹介した。

表5. 本プログラムにおける広報活動

全年度	ホームページ	Webによるプログラムの概要、シラバス、修了要件等の公開	
	合同フォーラム事務局(Web)	GPポータルにおける本プログラムの取り組み紹介	
	パンフレット	全国の高等専門学校、国立大学等に配布(年2回程度)	
	イベント紹介	説明会、プロジェクト・インターンシップ報告等の学内公開	
2010年度	2011年2月19日(土)	専攻公開・入試説明会	概要等の説明・デモ展示
		研究成果報告書(118頁)※	学内外に配布(200冊)
		最終報告会(89名)※	15件の展示
	2010年10月10日(日)	中間報告会(95名)※	15件の展示
	2010年10月9-10日	国際交流ワークショップ	講演・デモ展示、など
2009年度	2010年5月8日(土)	専攻公開・入試説明会	概要等の説明・デモ展示
	2010年3月11日(木)	情報処理学会全国大会	専攻長による外部講演
		専攻公開・入試説明会	概要等の説明・デモ展示
		研究成果報告書(156頁)※	学内外に配布(200冊)
	2010年2月20日(土)	最終報告会(85名)※	19件の展示
2009年10月11日(日)	中間報告会(89名)※	19件の展示	
2008年度	2009年5月9日(土)	専攻公開・入試説明会	概要等の説明・デモ展示
	2009年3月17日(火)	静大大学院 GP フォーラム	専攻長による外部講演
	2009年3月5日(木)	筑大・研究科FD講習会	酒井教授による講演
	2009年2月23日(月)	研究成果報告書(133頁)※	学内外に配布(200冊)
		最終報告会(72名)※	12件の展示
	2009年2月9-10日	大学教育改革合同フォーラム	
	2008年11月17日(月)	筑大・全学FD講習会	酒井教授による講演
2008年10月11日(土)	中間報告会(80名)※	12件の展示	

※ソリューション型研究開発プロジェクト(開催場所:筑波大学,人数は参加者数・学外含む)

5. 大学院教育へ果たした役割及び波及効果と大学による自主的・恒常的な展開

(1) 当該大学や今後の我が国の大学院教育へ果たした役割及び期待された波及効果が得られたか

本プログラムでは、組織的・体系的に取組みが実施されて、期待された成果を得ることができ、大学院教育の改善・充実に適切に貢献したと評価される（平成22年度外部評価委員会 評価書）。博士前期課程への入学希望者は増加を続けており（160%：H19年度比）、博士後期課程では比較的高い水準で充足率を維持している（86%：H19～22年度平均）。学生の論文・学会発表件数も高い水準で推移し、就職も順調である。特に博士後期課程については、企業への就職が4割、教員が1割、公的研究機関が1割、ポスドクが1割（他は主に留学生の帰国）と、多様性を確保している。前期課程では全員が就職または進学している。また、経済的支援も概ね順調に推移し、前期課程ではTA採用者が5割、後期課程ではTA採用者が4割、RA採用者が2割である。このように、本プログラム等の本専攻における先駆的な取組みは、大学院教育の改善・充実に適切に貢献している。

本専攻では、本プログラム等の人材育成の実績を発展させて、「計算科学デュアルディグリープログラム」を平成21年度から、産学連携人材育成をさらに進展させた「大規模情報コンテンツ時代の高度ICT専門職業人育成」事業（文部科学省特別経費支援事業）を平成22年度から開始するに至った。さらに、国際化拠点整備事業（G30）対応の「計算科学英語プログラム」を平成23年度から開設することとしている。このように本プログラムは、工学・理学分野における大学院教育の組織的・体系的な発展に波及効果があり、今後もさらなる波及効果が生まれると期待できる。

(2) 当該教育プログラムの支援期間終了後の、大学による自主的・恒常的な展開のための措置が示されているか

本プログラムでは、組織的・体系的に取組みが実施されて、期待された成果を得ることができ、大学院教育の改善・充実に適切に貢献したと評価された（平成22年度外部評価委員会 評価書）。これを受け、本プログラムは平成23年度もほぼ同様に継続して実施する。本プログラムの運営は定常化したために必要経費が少なくなると見積られる。大学本部による公募型教育研究経費からの支援を計画している。これと併せて、研究科による支援経費及び専攻の経費によって必要経費に充当する計画である。

平成24年度以降のプログラムの発展については、外部評価委員会の評価を基にして推進委員会で発展の方向性を議論し、実行委員会・推進室において具体策について議論を進める。本専攻では、これまでの一連の人材育成の実績を踏まえ、産学連携人材育成のさらなる進展を図るために「大規模情報コンテンツ時代の高度ICT専門職業人育成」事業（文部科学省特別経費支援事業）を平成22年度から開始した。本プログラムの一部授業等については、同事業の支援によって産業界との連携を進めて、産学連携人材育成の観点からさらに発展させることを検討する。また、平成21年度から開始した「計算科学デュアルディグリープログラム」、ならびに平成23年度に開設する国際化拠点整備事業（G30）対応の「計算科学英語プログラム」とも連携を進めることにより、学際的・国際的な教育環境を一層醸成することも検討し、専攻の教育目標である実践的人材の育成を、さらに組織的・体系的に展開していく。

組織的な大学院教育改革推進プログラム委員会における評価

<p>【総合評価】</p> <p><input type="checkbox"/> A 目的は十分に達成された</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B 目的はほぼ達成された</p> <p><input type="checkbox"/> C 目的はある程度達成された</p> <p><input type="checkbox"/> D 目的はあまり達成されていない</p>
<p>〔実施（達成）状況に関するコメント〕</p> <p>「ICT ソリューション・アーキテクト育成」という教育プログラムの目的に沿って、問題発見、問題設定、問題解決、教育指導能力育成の為にクラスワークなどの科目群を新規に開設し、修了要件を設定して履修を組織的に認定するシステムを構築したことは評価される。特に、取組が教育プログラムとして定常化され、開設科目は履修者数、満足度などを含め、期待された通りの成果が得られている。</p> <p>情報提供については、さまざまな手段を通じ、学内外に積極的に公表されている。支援期間終了後の大学における自主的・恒常的な展開については、平成 24 年度以降も本プログラムの目的を踏まえ具体的な継続事業が計画されていることから確実な実施を期待したい。</p>
<p>（優れた点）</p> <p>「ICT ソリューション・アーキテクト育成」という教育プログラムの目的に沿って問題発見、問題設定、問題解決、教育指導能力育成の為にクラスワークなどの科目群を新規に開設し、修了要件を設定して履修を組織的に認定するシステムを構築したことは、ICT ソリューション・アーキテクトの育成のみならず、他の分野でも応用可能な教育モデルとして評価できる。</p> <p>（改善を要する点）</p> <p>本教育モデルの出口としての博士後期課程修了後の学生の就職状況等について約 30%の進路が明らかでないことについては、事業の成果を社会に発信する上で、常に就職状況を把握するなど、早急に具体的な対策をとることが望まれる。</p>

組織的な大学院教育改革推進プログラム事後評価
評価結果に対する意見申立て及び対応について

意見申立ての内容	意見申立てに対する対応
<p>「改善を要する点」 <u>本教育モデルの出口としての博士後期課程修了後の学生の就職率が低く、約30%が就職できていないことについては、早急に具体的な対策をとることが望まれる。</u></p> <p>【意見及び理由】 修了・満期退学時(3月末)に、その他「就職活動中(8名)・無職(1名)・帰国(6名)」の15名のうち、12名は概ね半年以内に大学・公的機関に就職し1名は起業した。 具体的には、 「就職活動中」「無職」の学生(9名) 大学教員:4名、ポスドク:3名(京大、九大、産総研)、母国の中央官庁公務員:1名、起業:1名。 「帰国」の学生(6名) 大学教員:3名、ポスドク:1名(ハルビン工科大)、震災直後に帰国・音信不通者:1名、未就職:1名(母国(バーレーン)の政情不安による)。 よって、真に就職が確認できなかった学生は2名であり、修了者数(51名)の96.1%は概ね半年以内に高度な専門を生かした博士に相応しい就職をしていた。日本人学生に限れば、100%が高度専門職についていた。 アカデミアを目指す学生は、数ヶ月先に赴任することを条件とした公募による場合がほとんどであり、また論文公刊や学位取得が要件となることから、3月末時点で就職先が確定しなくても、その後に就職先が決定することも多い。また、留学生の中には母国の事情で就職時期が4月でなかったり、就職活動を帰国後に行うことも珍しくない。以上を踏まえると、「本教育モデルの出口としての博士後期課程修了後の学生の就職率が低く、約30%が就職できていない」という記載は、本専攻博士後期課程修了者</p>	<p>【対応】 以下のとおり修正する。 <u>本教育モデルの出口としての博士後期課程修了後の学生の就職状況等について約30%の進路が明らかでないことについては、事業の成果を社会に発信する上で、常に就職状況を把握するなど、早急に具体的な対策をとることが望まれる。</u></p> <p>【理由】 提出された事業結果報告書では、申立ての内容にある学生の具体的な進路は示されておらず、就職の有無等が明確でないことについての指摘であることから、趣旨がより明確になるよう、表現を修正した。</p>

<p>の実情を必ずしも的確に表しているとは思われ ず、是非再検討を頂きたい。</p>	
--	--