

## 組織的な大学院教育改革推進プログラム 平成21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	: 情報学と生命医学の発展的融合教育の新展開 (オミックス医療を目指した情報学の応用展開力と新分野開拓力の育成)
機関名	: 東京工業大学
主たる研究科・専攻等	: 情報理工学研究科計算工学専攻
取組代表者名	: 米崎 直樹
キーワード	: 情報学基礎、ソフトウェア、パーソナルオミックス医療、アカデミア創薬、ゲノム予防医学

## I. 研究科・専攻の概要・目的

情報とその処理に関する手法は、自然科学の諸分野の問題はもとより、人間自身や人間と人間との関係、あるいは人間の集団に関する問題の解決にも適用されるなど、社会科学を含めた広い分野に浸透し、社会の各分野に大きな影響を与えるようになってきた。コンピュータシステムと社会との結び付きが強まるにつれ、人間とコンピュータシステムとのインターフェースをいかに協調的にするか、社会とコンピュータシステムをどう調和させるか、などといった新しい視点が重要となる。したがって、情報数理的なものの考え方やコンピュータを主として対象としたこれまでの情報科学・情報工学の分野を中核に据え、人間および社会に関する諸問題を、情報とその処理の観点から解決する手法の体系づくりが必須となります。この体系づくりを学として行い、それに基づく教育によって有為な人材を社会に送り出すことが本研究科の目的である。

本研究科は情報とその処理を核とし、その基礎・科学的な領域とコンピュータとの関わりを扱う「数理・計算科学専攻」、情報処理を実行する装置、主としてコンピュータの工学的領域を扱う「計算工学専攻」、新たな学術領域である情報環境学を扱う「情報環境学専攻」からなり、修士学生定員116名（内計算工学専攻45名）、博士学生定員38名（内計算工学専攻15名）、教員数75名（内計算工学専攻28名）で構成される。

修士課程においては、以下の能力を持った情報理工学の専門家として、広く社会で活躍できる創造的で柔軟な思考を備えた人材を養成する。1)情報理工学の幅広い専門学力 2)確かな専門学力に基づく実践的な問題解決力 3)課題を発見し設定する力 4)情報理工学の学問的真理を探究する力 5)国際的に通用するコミュニケーション基礎力。

また博士後期課程においては、高度な専門性と同時に、情報理工学のフロンティアを切り開く以下の能力を持ちリーダーとなる人材を養成する。1)情報理工学の高度な専門学力 2)深い専門知識に基づく卓越した問題解決力 3)自ら創造的に新たな課題を発見し設定する力 4)本質を見抜き普遍的な真理を探究する確かな力 5)国際的に通用するリーダーシップを発揮する力。

研究科・専攻共通の課題としては、基盤となるコンピュータサイエンス（医学で言えば病理系に対応）の研究・教育人材の確保と、発展する新しい応用分野（医学で言えば臨床系に対応）への展開と教育・研究人材の確保を両立することが上げられる。

## II. 教育プログラムの目的・特色

世界有数の少子高齢化社会に突入する我が国において、革新的医療や新しい薬剤の開発、病気の予防による健康な高齢化社会の実現は焦眉の課題である。大学においては、1) **オミックス医療**(プロテオーム等の網羅的分子情報を活用した疾患メカニズムの理解とモデル化)、2) **アカデミア創薬**(コスト優先の資本主義創薬から脱却し、人間の尊厳を優先し、難治疾患をも対象とできるアカデミアを中核とした福祉的創薬を確立)、3) **パーソナルゲノム情報を活用した健康予防**(多因子疾患である生活習慣病や加齢の個別診断や予防)に代表される、情報工学と生命医学の異分野融合領域(生命医学情報工学)を推進できる人材の育成が求められている。

そこで、東京工業大学と東京医科歯科大学は、四大学連合(東京医科歯科大学、東京外国語大学、東京工業大学、一橋大学、平成13年に創設)の基盤を活用して、生命医学情報工学の共同教育プログラムを開始した。本プログラムの目的は、異分野の学生と教員が医療の高度化というひとつの目標に向かって切磋琢磨することにより、真に社会に必要される技術開発を促進できる異分野融合領域を創出する人材を育成することである。東京工業大学の学生は、東京医科歯科大学附属病院の各診療科で日々臨床現場の最前線を司る医学部の教授陣から、**医療現場における真のニーズを学ぶ**。東京医科歯科大学の学生は、東京工業大学の教授陣から、スパコンや並列計算を含む最先端の情報工学を学び、**次世代シーケンサーなどが産出する膨大なパーソナルゲノム情報を解析できる能力を身につける**。

カリキュラムは①バイオ数理コース、②バイオITコース、③バイオモデルコース、④分子創薬コース、⑤臨床医学コース、⑥予防医学コースの6コース(30科目)から構成され、東京工業大学の教員が情報工学系の講義を担当し、東京医科歯科大学の教員が生命医学系の講義を担当する。

なお、本プログラムは、東京工業大学より10名、東京医科歯科大学より5名を目標定員とした。

## III. 教育プログラムの実施計画の概要

・平成21年度:

### 1. 実施体制の確立

東京工業大学と東京医科歯科大学の教員が合同で、本プログラム実施委員会を設置し、施策を具体化し実施計画を明文化する。ホームページを立ち上げ、パンフレットを作成し、本プログラムの趣旨と内容・実施を学生に周知する。6コースの設置を行い、共同教育プログラムを試験的に実施する。各コースの担当教員を両大学から選出する。①バイオ数理コース、②バイオITコース、③バイオモデルコースについては、東京工業大学の教員がコースリーダーとなり東京工業大学の教員がサブリーダーとなる。④分子創薬コース、⑤臨床医学コース、⑥予防医学コースについては、東京医科歯科大学の教員がコースリーダーとなり東京医科歯科大学の教員がサブリーダーとなる。共同教育プログラムオフィスを設置して、オフィスを運営する特任教員と事務員およびTAを採用する。オフィスは、履修の受付、講義の実施スケジュール、講義資料の管理、を担当する。

### 2. 評価体制の確立

外部の有識者を含む評価委員会を設置し、評価基準、項目、方法を決定し、公開する。

### 3. 大学院課程教育の実質的整備

東京工業大学と東京医科歯科大学は大学間協定を締結しているが、単位互換について明確な運用規則がないため、それを規定する。両大学ともeラーニングシステムを備えているので、その相互運用を確認し整備する。更に臨場感ある遠隔講義システムを設計整備し、実用に供する。ホームページの中にファイル交換サイトを設置して、カリキュラムの変更等の情報や各講義の資料等を、両大学の教員と学生がリアルタイムで共有できるよう環境を整備する。演習に用いるため、テラオーダのデータを格納し解析できる高速コンピュータを導入する。教員のFD(Faculty Development)として、両大学の教員が共同でセミナーを定期的開催して、互いに異分野への理解を深めるとともに、互いに信頼のおける人限関係を築く。

### 4. 情報発信・広報

ホームページによる本プログラムの内容を公開する。

・平成 22 年度:

### 1. 実施体制の確立

初年度に試験的に実施した共同教育プログラムの実施成果について検討し、問題点を抽出して解決法を検討する。教員と学生の双方向にアンケートを実施して、その結果に基づきカリキュラムを改善する。改善したプログラムについて、共同教育コースを本格的に実施する。

### 2. 評価体制の確立

評価委員会で初年度の評価を実施し、その問題点を各コースの担当者に提示する。この問題点に関し各コースの担当者は解決方法を検討し、ホームページ上で公開する。

### 3. 大学院課程教育の実質的整備

東京工業大学と東京医科歯科大学の担当教員が協力して、生物医学情報工学の教科書作りを検討する。E-ラーニングとしてアーカイブした講義を整理して、その再利用について検討する。FDを継続して実施する。

### 4. 情報発信・広報

ホームページにおける本プログラムの内容を順次公表するとともに、ポスターやパンフレットの作成や説明会の開催を通して本プログラムの趣旨・内容について大学内部とともに外部へ発信する

・平成 23 年度:

### 1. 実施体制の確立

前年度から引き続き共同教育コースを継続して実施する。各コースの実施状況について検討し、問題点を抽出して改善を図る。

### 2. 評価体制の確立

教員と学生の双方向にアンケートを行い、プログラムの改善点を抽出する。

外部評価委員による外部評価を行い、プログラム継続上の改善点を明らかにする。

### 3. 大学院課程教育の実質的整備

3年間のプログラム実施を受け、本格的運用のための準備を行う。すなわち、本プログラムを両大学共同のダブルディグリー専攻として新設することを目指して必要な措置を進める。FDを継続する。

### 4. 情報発信・広報

本プログラムの内容について公開するホームページを整備するとともに、本プログラムの内容説明、教育成果・実績、問題点を討論するためのシンポジウムを開催し、本プログラムの実施内容について広く社会に公開する。さらに新しい大学院課程教育として他大学へ発信し、新しい教育システムの共有化を図る。

## 教育プログラムの計画概要1: 運営組織と教育指導体制

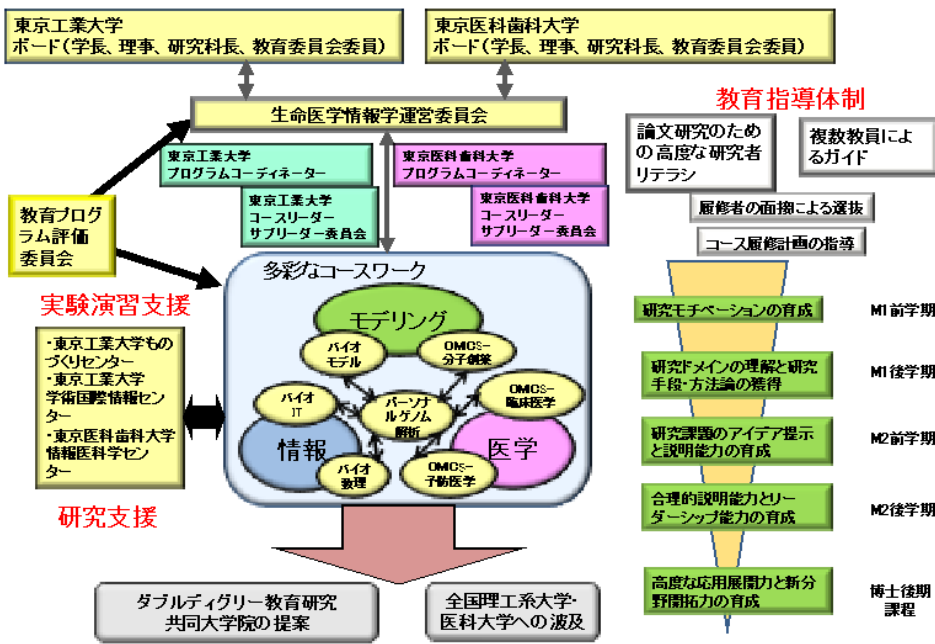


図1 履修プロセスの概念図

### 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

上記プログラムは、概ね予定通りに実施された。このプログラムが発展的に博士リーディングプログラムとなったことで、この教育プログラムは実質的な大学院教育の改善・充実に大きく寄与した。特に本教育プログラムで明らかになった問題点については、博士リーディングプログラムでは、良く解析しそれが改善されている点で大きな貢献となっている。また、学内の部局を越えた教育連携についても、本教育プログラムの実施をベースに拡張展開がなされることとなった。

また学生にとっては、大変内容に興味を持てたというのが、大半のアンケートの結果であるが、震災の影響で、節電のため授業期間が圧縮されたことなどもあり、1週間あたりの授業数が増え学生の負担が増加した。それが2年目の志願学生数にも影響している。本年度から引き継がれる博士リーディングプログラムでは、志願者数が回復増加している。学生の論文研究テーマの選択においては、本教育内容が与えた影響は無視できないものがある。以下のように体系的にカリキュラムを整備したため、学生は本分野が鳥瞰できるようになったという点が教育効果としては大きい。

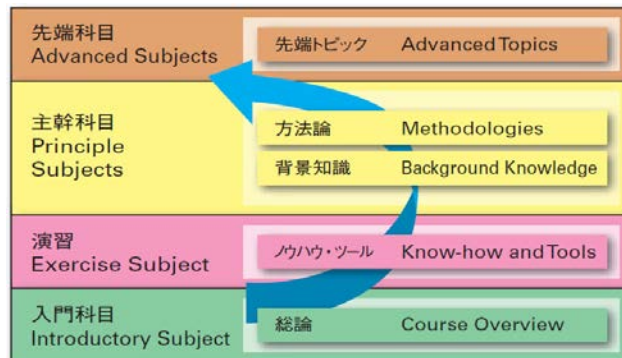


図2 カリキュラム体型図

## 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

教育プログラムとしては、充実したものを作成することができ、着実に実施した。また離れたキャンパスや大学間での、遠隔講義も可能とし教育効果を発揮した。東工大においては、2010年度10名入学の内9名が、昨年度プログラムあるいはコース修了を果たし、当初目標の年間修了者数を達成した。東京医科歯科大については、3名に参加あったが、幾つかの科目の単位は修得したものの修了には至らなかった。情報関係の大学院教育の内容はやはり生命や医学関係の学生には、情報科学における基礎概念の教育が必要で、これには時間が必要なため難しかったようである。この経験は、博士課程教育リーディングプログラム（情報生命博士教育院）のカリキュラムに生かされ、完全なダブルディグリーではなく、専門でない領域の科目については、基礎的な実習を主に行い、修得すべき科目数も減らしている。学生の就職については、1名の博士が、在学期間を延長した以外は、全員IT関係企業に就職している。また1名の学生が情報処理学会73回大会において学生奨励賞を受賞した。なお2011年度入学学生は、6名となっている。1名の学生が国際インターンシップに参加した。

## 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

ゲノミックスの分野は、発展性があり情報の学生も興味を大変持っていることが分かった。また生命医学分野の学生も情報の取り扱いについてスキルの必要性を理解しているが、単なる時計的な取り扱いに留まらず、アルゴリズム的な部分や、情報モデリングに関してまで、理解をさせることは、基礎的な情報に関する概念が身につけていないために、困難が大きい。これまでも述べたように、今後は、本教育プログラムは博士課程教育リーディングプログラム（情報生命博士教育院）に発展的に引き継がれるが、この中では、この問題点については、II型教育からI型教育に移行することにより対応する。すなわち専門でない部分については、基礎的な演習重視の内容に改め、単位数としても多くを求めないことによって対応することとしている。また合同大学院については、調査を行ったが、現行制度では単位数の互換制度などに制限が多く、現状では不可能であるとの判断から、今後の大きな大学改革の流れの中で、長期的な視点で可能性を検討することとした。

## 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

本教育プログラムの内容はホームページ (<http://www.bmigrp.titech.ac.jp/>) において公表し、作成したパンフレットを配布した。また複数の国際会議において、この教育プログラムの内容が招待講演やポスター発表により公表された。さらに学外者をまねいのシンポジウムを開催し、情報学と生命医学の境界領域に関する最新の研究動向や、それに対応する教育について発表討論を行った。

## 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

当該大学においては、学生への発展する新しい分野への視野を広げることに成功し、

本プログラム修了者の今後の社会での活躍が期待される。また学内の異なる分野の協力関係に留まらず、他大学との連携が、相互に補完する教育内容を提供することが有効であることを立証した。

さらに、基本的なカリキュラムの検討結果は、本年度採択された博士課程教育リーディングプログラム（情報生命博士教育院）の教育内容の検討に十分に生かされ、発展的に継続されることになった。この教育院は、東工大単独申請のものであるが、採択に当たっては、医学教育との連携を要請されており、今回東京医科歯科大学との連携において培った、連携教育のノウハウやカリキュラム内容が改良され継承される予定である。4大学連合の中で、特に東京医科歯科大学との連携は今後とも発展することはあれ、後退することはない。このような医学と情報学との連携は、医学部を持たない東工大においては、発展する応用ドメインであるゲノミクスへの東工大のテクノロジーの適用という意味で、非常に将来性のあるものである。他の医学部を擁する大学では、このような関係は研究においては活発に行われているが、複合領域の教育コースとしては類を見ない。本教育プログラムが、我が国の大学院教育に、どのように影響したかについては、短期間の教育プログラムであったため、具体的なエビデンスについては明確ではないが、シンポジウムにおいては、他の大学の医学部などからも大いに注目を集めた。

**(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**

本プログラムにより、生命医学と情報学の融合的教育のためにカリキュラムが作成され、教育経験が得られた。本教育プログラムの内容は、上でも述べた通り、本年度採択された博士課程教育リーディングプログラム（情報生命博士教育院）に発展的に引き継がれることとなった。

## 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

【総合評価】
<input type="checkbox"/> 目的は十分に達成された <input type="checkbox"/> 目的はほぼ達成された <input checked="" type="checkbox"/> 目的はある程度達成された <input type="checkbox"/> 目的はあまり達成されていない
<p>〔実施（達成）状況に関するコメント〕</p> <p>2大学にまたがる「情報工学と生命医学の異分野融合プログラム」を実施し「学際分野の人材を育成する」という計画は高く評価される。しかし、東京医科歯科大学からの受講学生数が少なく、本プログラムおよびダブルディグリー構想が計画どおりに実施されたとは言えない。また、このプログラムの修了者が期待された能力を身につけたかの検証がかならずしも明確でなく、教育成果も含めて、より厳密な自己評価が必要である。更に、今後の連携プログラムの実施計画の具体的明示が求められる。</p> <p>ダブルメジャー化のための3キャンパス間の遠隔講義システム（ハードウェア）が整備されたことは評価される。ただし、特任准教授、特任講師、特任助教の本プログラムにおける役割の明確化が求められる。FDについては研究交流という印象が強く、組織的に連携した教育の実質化について、どのような議論が行われたのか、明示することが望まれる。</p>
<p>（優れた点）</p> <p>合同大学院・ダブルディグリープログラムは、今後の我が国の大学院教育の重要な課題であり、その取り組みは高く評価される。魅力的・先進的講義テーマが提供されている。</p> <p>（改善を要する点）</p> <p>ダブルメジャー・ダブルディグリー課程への受講者数の増加が望まれる。また、将来の実施計画が具体的に示されておらず、ダブルメジャー・ダブルディグリープログラムの実施が困難であると判断されるため、一層の検討が必要である。本プログラムの経験を、学際分野の大学院教育に波及させていくためには、修了生の教育成果も含めて、より厳密な成果と問題点の検証と改善策の提案が必要と考えられる。</p>