

MK-6 東京大学理学部生物情報科学学部教育特別プログラム Undergraduate Program for Bioinformatics and Systems Biology

高木 利久† 今井 浩‡ 榎森 康文* 金 然正§ 黒田 真也§ 西郷 薫* John Rose§ 鈴木 匡§
高井 貴子§ 高橋 史峰§ 辻井 潤一‡ 程 久美子§ 土井 晃一郎§ 中井 謙太† 萩谷 昌己† 本蔵 俊彦§
南 康文§ 森下 真一† 山本 正幸* 横山 茂之*
Toshihisa Takagi Hiroshi Imai Yasufumi Emori Yeon-Jeong Kim Shinya Kuroda John Rose
Tadashi Suzuki Takako Takai Fumitaka Takahashi Jun-ichi Tsujii Kumiko Tei Koichiro Doi
Kenta Nakai Masami Hagiya Yasufumi Minami Shinichi Morishita Masayuki Yamamoto
Shigeyuki Yokoyama

1. バイオインフォマティクスの学部教育

近年のゲノム研究の著しい発展により、情報科学と生命科学の両方の基礎知識を備えた学生を教育するシステムの必要性が急激に高まってきた。欧米では 90 年代後半以降、バイオインフォマティクス分野の講座や専攻が各大学に設けられるようになり、すでに 100 を越える学科や専攻が設立されている。我が国でも平成 13 年度頃よりいくつかの大学においてバイオインフォマティクス分野の講座や専攻が順次整備されつつあるが、本格的な人材養成の要である学部教育については、これまでどの大学にも存在せず、基盤的な知識を身につけた人材を養成する道が閉ざされていた。このような閉塞状況を打破し、バイオインフォマティクスの学部教育を可能にする新しい仕組み展開するために、我々は科学技術振興調整費を用いて本教育プログラムを展開することになった。

2. 東京大学の学部教育プログラム

東京大学に創設された生物情報科学学部教育特別プログラムは、我が国の大学における本格的なバイオインフォマティクス学部教育のはじめの試みである。本教育プログラムの目的は、バイオインフォマティクス研究者となるための十分な基礎知識や考え方を身につけた学部学生を育成し、大学院や実社会に供給することである。同時に、博士研究員（ポスドク）、大学院生の教育及び研究指導も行い、東京大学におけるバイオインフォマティクス研究の中核的な役割を果たすことである。

教官は、振興調整費によって雇用された本プログラムの専任教官を中核として、大学院理学系研究科生物化学専攻と情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻の教官、そして医科学研究所のバイオインフォマティクスが専門の教官から構成されている。

現在、情報科学及び生命科学（分子生物学）の両方に精通している、国内のバイオインフォマティクス研究者は非常に少ない。したがって、バイオインフォマティクスの学部専門教育を行うには、バイオインフォマティクス研究者を中核に据えるにしても、どうしても分子生物学専門の教官や情報科学専門の教官の協力が不可欠である。東京大学理学部には、情報科学および分子生物学の教育に十分な実

績を持っている情報科学科と生物化学科があり、本教育プログラムは両学科との綿密な強力体制の基に運営されている。

3. バイオインフォマティクス教育の内容

学部教育は、夏期休業期間を利用した集中講義という形で、新たに理学部授業科目に加えられた生物情報科学特別枠授業で行われる。生命科学・情報科学それぞれの基礎教育と、バイオインフォマティクスの専門教育の 3 本立てで進められる。履修科目を表 1 に示した。講義のスケジュールは 7 月下旬から 9 月上旬まで、毎日朝 8:30 から 14:30 までの講義と、14:45 から夕方までの実習、毎週金曜日には試験、という課程を 7 週間休みなしに行うという、かなり厳しいものである。夏期休業期間の集中講義で、1 学科の 1 年分の単位を取得できる計算になっている。対象学生は、東京大学全学から集まった様々な所属の学生（大学院生を含む）で、学科の壁を越えた授業を行う。講義は学部 3 年相当と学部 4 年相当から成っており、2 年間で規定の単位を学修した学生には、卒業時に理学部長より修了証が授与される。

4. 活動状況

本教育プログラムの本格的な活動は、4 月 11 日、朝 8:30 からの講義に 120 名を超える学生が集まり、立ち見でも教室に入りきれないという事態から始まった。本プログラムの講義内容を概説する生物情報科学概論は、各教官、毎週の持ち回りの講義であるが、その第 1 回が 4 月 11 日であった。教室を埋め尽くした学生達、そしてその食い入るような眼差しや、講義後に質問に並んだ学生の長い列など、バイオインフォマティクスを学びたいという熱意は、教官達の予想を遙かに上回るものであった。

今年度開講される学部 3 年生相当の履修には、各科目平均 100 名を超える申込みが集まっている。夏休みを返上しても、バイオインフォマティクスの勉強を行う希望を持つ熱心な学生が多数存在することを示している。他大学に所属する学生は、東京大学の聴講生手続きの上、本教育プログラムを受講できる。様々な事情で受講を希望しながら果たせなかった学生のために、講義で用いたスライドを、ホームページから公開している (www.bi.s.u-tokyo.ac.jp)。現在、生物情報科学概論のスライドが公開されている。

†東京大学医科学研究所

‡東京大学情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻

*東京大学理学系研究科生物化学専攻

§東京大学生物情報科学学部教育特別プログラム

5. 将来構想

本教育プログラムは、日本の大学における系統的なバイオインフォマティクス教育の最初の例となるものである。したがって、準備したカリキュラムが本当に適当なものであるかどうかを確かめ、問題点があればそれらを改良することも本プログラムの大きな課題である。

本教育プログラムの成功は、将来的なバイオインフォマティクス領域の学科・専攻立ち上げの基礎となるであろう。

実際、東京大学理学部では将来、この教育プログラムを正式な学科にするための検討を始めた。一般に国立大学における学科の新設には、長い時間と多くの困難が伴う。この意味で科学技術振興調整費を用いた本教育プログラムの

展開は、バイオインフォマティクスに限らず、今後大学が学問の急速な展開に合わせて、その学部教育を展開していく新しい可能性を示すものである。

本教育プログラムによって、バイオインフォマティクスの基礎トレーニングを受けた人材により、生命科学推進のための優れたソフトウェアやデータベース等が開発され、バイオ産業の大幅な効率化、生産性の向上等が計られることが期待される。資源の乏しい我が国においては、知識集約的なバイオインフォマティクス分野の研究開発レベルを大学においても産業界においても世界のトップレベルにしていくことが是非とも必要であり、そのための貢献が期待される。

表1. 東京大学理学部生物情報科学学部教育特別プログラムの履修科目

科目	単位	学年	内容
生物情報科学概論	2	3	各教官より、生物情報学に関する紹介を行う。
配列情報解析学	2	3	DNA・RNAの塩基配列、アミノ酸配列のコンピュータ解析法を解説する。
数理統計学	2	3	種々のデータ解析の基礎になる数理統計学の基礎を、ベイズ統計学・多変量解析法・探索的データ解析法を中心に解説する。
ゲノム進化学	2	3	ゲノム配列やアミノ酸配列を比較し、遺伝子間の相同性やゲノムの進化を解析する比較ゲノム学や、生体高分子の高次構造の類似性を解析する構造分子進化学を講義する。
理論生体高分子学	2	3	タンパク質を中心とする生体高分子の理論、特に立体構造予測、立体構造モデリング、分子構造のシミュレーション計算、生体分子の設計などについて解説する。
ゲノム情報学	2	3	原核生物及び真核生物のゲノム構造、DNA複製、組み換え、修復、RNAへの転写、RNAスプライシング、タンパク質への翻訳、翻訳後修飾、タンパク質の局在、分泌および分解について論ずる。
ゲノムサイエンス	2	3	ゲノムサイエンス、ポストゲノムシーケンスサイエンスが出現してきた歴史的背景を導入とし、これまでの生物学と全く異なるアプローチであるゲノム情報に基づく生物学について論じる。
情報システム概論	2	3	計算機システムの構成、特に、コンピュータのアーキテクチャ、ハードウェア、入出力、メモリマネージメント、機械語プログラミングなどについて学ぶ。
生物構造科学	2	3	構造ゲノム科学の基礎となる生体高分子の構造解析法、および構造生物学について解説する。
システム生物学	2	4	生物情報科学の立場から、生命現象を遺伝情報システムととらえて解析する方法を講義する。
ゲノム生物学	2	4	「ゲノムサイエンス」の講義などで紹介された大規模な生物実験を生命情報科学の立場からどのように支援しうるかを述べる。
細胞ネットワーク学	2	4	細胞内および細胞間のシグナル伝達、細胞の増殖の制御、分化、さらには細胞の癌化について解説する。
発生分子生物学	2	4	発生・分化などの真核生物の高次機能構築および高次機能発現に関する分子・遺伝学的機構について論じる。
人工知能概論	2	4	人工知能の基礎的な技法である各種の探索手法、知的ロボットによる行動計画作成、フレーム問題、各種の知識表現と非標準的論理について学習し、言語処理の基本的な手法を議論する。
理論神経生物学	2	4	脳・神経系の数理モデルを種々の立場から論ずる。
生命情報表現論	2	4	生命現象の記述法を情報科学的に論じる。
数理生物学	2	4	時間とともに系が発展していく様子を記述する力学系モデルとして、常微分方程式系、偏微分方程式系・行列モデルなどを中心に解説する。
生物情報科学実験1	2	3	蛋白質の単離・精製・反応速度論的解析・結晶化、大腸菌を用いた遺伝子DNAの特性・遺伝学などに関する実験を行う。
生物情報科学実験2	2	3	研究課題に則したプログラム実習