

生物情報科学学部教育特別ユニット

「生物情報科学学部教育特別ユニット」

(平成13年度—平成17年度)

代表者: 佐藤勝彦 (東京大学) 教育機関: 東京大学

| 計画の概要・目的 | 諸外国等の現状 | 計画進展・成果がもたらす利点 |
|--|---|---|
| <p>1 何を目標しているのか</p> <p>生物情報科学・バイオインフォマティクスの基礎教育プログラムを修了し、十分な生物情報科学・バイオインフォマティクス研究者となるための基礎知識や考え方を身につけた学生を育成すること。</p> <p>* 上記教育プログラム課程を修めた学部学生を、計画の3年目以降、毎年20名程度社会に供給する事を最大の目標とする。</p> <p>* 大学院生、ポスドクを毎年6名ないし12名ずつ研究・教育指導する。</p> <p>* ユニットに属する教官は、協力して東京大学における生物情報科学・バイオインフォマティクスの研究に寄与する。</p> <p>2 どのようにして、どのような教育をおこなうのか</p> <p>* 学部教育は、既存の学科の授業と競合しないように夏季及び秋季休業期間で集中的に行う。東京大学全体の学生・大学院生を対象とする</p> <p>* 大学院教育も、将来の専攻設立に備えて既に準備されている枠組みを用いて行う。</p> <p>3 何があたらしいのか</p> <p>* 国立大学で最初のバイオインフォマティクスの学部教育システムであり、かつ今後、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)可能性を示している。</p> <p>* バイオインフォマティクス分野では、恒常的な学科の設立が必要があるが、それに先立つかリキュラムをはじめとする様々な課題の実効性の検証の場となる。</p> | <p>1 現状及び我が国の水準</p> <p>* 近年のゲノム研究の著しい発展に呼応して、近年当該分野の人材の必要性が急激に叫ばれている。そのため、例えば米国では90年代以降、バイオインフォマティクス分野の専攻講座が各大学に設けられるようになり、既に18大学、25講座が設立されている。</p> <p>* 我が国でも平成13年度よりいくつかの大学において当該分野の専攻講座が順次整備されていく予定であるが、本格的な人材育成のためには、単に各大学に一つずつ講座をつければ事足りるというわけでは決してない。特に、本格的な人材養成の要である、学部教育に関しては、国立大学でバイオインフォマティクスを専門に教育する学科は一つもなく、バイオインフォマティクスの基礎的な知識を身につけた人材を効果的に養成する道が開ざされている。この状態が続く限り、我が国のバイオインフォマティクス領域の人材養成に明るい展望はない。</p> | <p>1 国内教育体制の整備</p> <p>* バイオインフォマティクス領域は、その人材育成の体制が全く整っていない。従って本提案の具現化は、この問題の早期解決につながる。</p> <p>2 波及効果</p> <p>* 本提案によって当該分野の基礎トレーニングを受けた有能な人材により、生命科学推進のための優れたソフトウェア等が開発され、バイオ産業の大幅な効率化、生産性の向上等も、計られよう。資源の乏しい我が国においては、知識集約的な当該分野の研究レベルを大学等においても産業界においても世界のトップクラスにしていけることが是非とも必要である。また、本提案の成功は、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。</p> |

生物情報科学学部教育特別ユニット

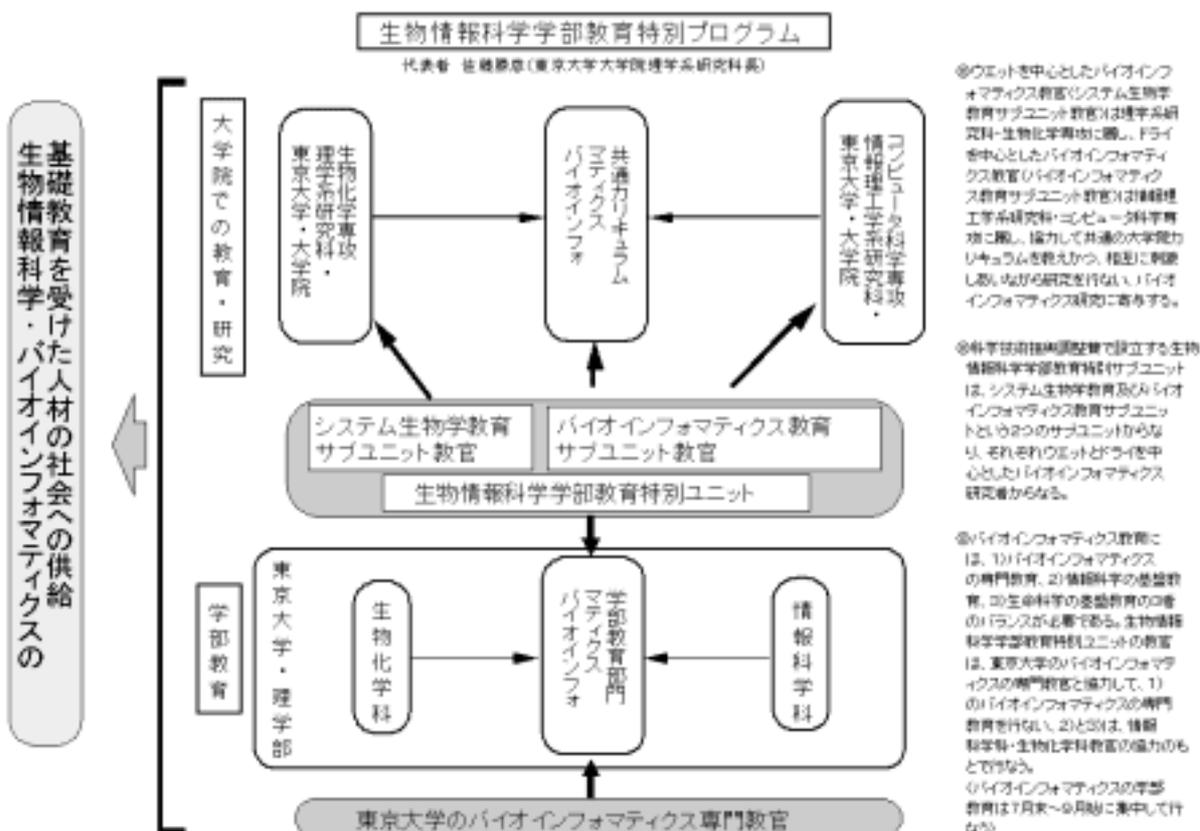
1. システム生物学教育サブユニット 理学系研究科 (生物化学専攻)

- A. システム機能解析分野
分子間相互作用を調べるシステムティックな機能解析の展開
- B. 構造ゲノム科学分野
「かたち」(高次構造)を決定し、「はたらき」を結び付けるデータベースの構築
- C. 細胞ネットワーク解析分野
分子機能を基に、生命システム回路図の解明

2. バイオインフォマティクス教育サブユニット 情報理工学系研究科 (コンピュータ科学専攻)

- A. ゲノムインフォマティクス分野
ゲノム構築原理の解明を目指す比較ゲノム解析、塩基配列・アミノ酸配列解析、遺伝子機能解析
- B. プロテオームインフォマティクス分野
タンパク質立体構造の理論的研究と、網羅的なタンパク質間相互作用の理論的研究
- C. 生命知識処理分野
網羅的な生命現象の知識ベースを構築、生命系のシミュレーション

生物情報科学学部教育特別ユニット



人材養成計画の趣旨

【人材養成計画の趣旨】

情報科学と生命科学の両方の基礎知識を持つ学部学生を育てるシステムを早急に立ち上げることが生物情報科学・バイオインフォマティクス領域での本格的な人材養成には必須であることを多くの人々が認識している。しかし残念ながら、現在のところ、生物情報科学・バイオインフォマティクスの人材養成を主目的とした学部レベル（大学院レベルはあるが）の教育システムは国立大学には存在せず、また、当該学科新設の具現化には長い時間と多くの困難が伴う。このような閉塞状況を打破し、生物情報科学・バイオインフォマティクスの学部教育を可能にする全く新しい仕組みを、科学技術振興調整費を用いて構築・展開する。

生物情報科学・バイオインフォマティクスの学部教育を行うには、生物情報科学・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、生命科学専門の教官と情報科学専門の教官の協力がどうしても不可欠である。東京大学理学部には情報科学及び生命科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、理学部こそが東京大学において生物情報科学・バイオインフォマティクスの学部教育を行うのに最適な場となるに違いない。

生物情報科学学部教育特別ユニットに属する教官は、理学部教官（情報科学科や生物化学科などの教官）の協力を得ながら、夏季休業期間を利用した集中講義という形で、新たな理学部授業科目に加えられる生物情報科学・バイオインフォマティクス特別枠授業を教える。対象学生は、理学部生のみならず全学から集まった様々な学部の学生（大学院生を含む）であり、学部や学科の壁を越えた授業が行われる。生物情報科学・バイオインフォマティクスの学問的基礎を徹底して教えることにより、東京大学理学部を日本の次世代の生物情報科学・バイオインフォマティクス研究を担う中核的人材輩出の最大の拠点にする。

【人材養成計画の概要】

生物情報科学・バイオインフォマティクスの基礎教育プログラムを修了し、生物情報科学・バイオインフォマティクス研究者になるための基礎知識や考え方を十分に身につかせると共に、様々なバックグラウンドを持つ学部学生を理学系大学院、情報理工学系大学院、関連他大学院や実社会に供給する。学部教育には2年間の時間が必要であり、また、平成13年10月から始まる最初の1年（半年）は研究室のセットアップ等の準備期間であった（但し、博士研究員の指導はこの期間から開始される）ため、学部教育修了者が送り出されるのは3年目の平成15年度からである。

本プログラムは、日本の国立大学における系統的な生物情報科学・バイオインフォマティクスの学部教育の最初の例となるであろう。従って、準備したカリキュラムが本当に適当なものであるのかどうかを確かめ、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。また、生物情報科学学部教育特別ユニットに参加する教官は、大学院生や博士研究員（ポスドク）の教育及び研究指導にも携わり、生物情報科学・バイオインフォマティクス領域の修士課程大学院生を3年目から年6名程度ずつ養成し、博士研究員については8名程度を採用し4～5年で独立した研究が行なえる助手・講師レベルの研究者に養成する。

〔具体的数値目標〕

- ・学部学生 - 2年目から毎年20名の第1年次学部学生（3年相当科目）及び、3年目から毎年20名の第2年次学部学生（4年相当科目）
（3年目：延べ60名、5年目：延べ140名）
- ・修士課程大学院生 - 3年目から毎年6名程度
（3年目：延べ6名、5年目：延べ30名）
- ・博士研究員（ポスドク） - 2年目から毎年8名程度
（3年目：延べ16、5年目：延べ32名）

【人材養成ユニットの実施体制】

| 項 目 | 担当機関 | 担当者 |
|--|--|--|
| 1. 養成業務従事予定者の選考及び養成業務全般の指揮 | 東京大学大学院・理学系研究科 | 佐藤 勝彦 |
| 2. 養成業務従事予定者の招聘 （1）システム生物学教育サブユニットの公募教官の選任、平成15年度新規採用分 （2）バイオインフォマティクス教育サブユニットの公募教官の選任、平成15年度新規採用分 | 東京大学大学院・理学系研究科 東京大学大学院・情報理工学系研究科 | 岡村 定矩 田中 英彦 |
| 3. 養成対象者の選考（平成15年度新規採用分） | 東京大学大学院・理学系研究科・生物化学専攻及び同・情報理工学系研究科・コンピュータ科学専攻 | 榎森 康文、 中井 謙太 |
| 4. 講義・研究開発 （1）講義・実験 （2）博士研究員等の指導 | 東京大学大学院・情報理工学系研究科・コンピュータ科学専攻 東京大学大学院・理学系研究科・生物化学専攻及び同・情報理工学系研究科・コンピュータ科学専攻 東京大学大学院・情報理工学系研究科・コンピュータ科学専攻 東京大学大学院・理学系研究科・生物化学専攻及び同・情報理工学系研究科・コンピュータ科学専攻 | 萩谷 昌巳、 横山 茂之、 森下 真一、 南 康文、 黒田 真也 高木 利久、 西郷 薫、 程 久美子、 高井 貴子 |

（注：全体計画の代表者には を付す）

【所要経費一覧（平成13年度、14年度は決算額、平成15年度は予算額を記入）】

| 平成13年度 | 平成14年度 | 平成15年度 |
|-----------|-----------|-----------|
| 137.7 百万円 | 190.1 百万円 | 199.6 百万円 |

【所要経費の内訳（平成13年度、14年度は決算額、15年度は予算額を記入）
（単位：百万円）】

| | 13年度 | 14年度 | 15年度 |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|
| 調整費充当計画 | | | |
| 1. 人件費 | 26.3 | 110.0 | 143.2 |
| （1）特任教授 | 1.0 （1名） | 10.7 （1名） | 11.9 （1名） |
| （2）特任助教授 | 2.3 （2名） | 18.1 （2名） | 21.2 （2名） |
| （2）特任講師 | 2.5 （2名） | 16.2 （2名） | 17.0 （2名） |
| （3）特任教員 （助手相当） | 4.0 （4名） | 27.2 （5名） | 46.0 （7名） |
| （4）特任研究員 （時間雇用も含む） | 5.2 （4名） | 37.0 （12名） | 45.0 （9名） |
| （5）科学技術振興 アシスタント | 0 | 0.8 （4名） | 2.1 （2名） |
| （6）研究補助員 | 11.3 （26名） | 0 （0名） | 0 （0名） |
| 2. 試験研究費 | 110.7 | 77.9 | 53.4 |
| （1）備品 | 70.6 | 7.0 | 0.5 |
| （2）試薬・実験 器具・消耗品・他 | 37.4 | 36.7 | 27.0 |
| （3）学生実習費 | 0 | 11.4 | 4.0 |
| （4）賃金（事務補 佐員・技術補佐員・他） | 1.1 （3名） | 11.5 （8名） | 7.8 （3名） |
| （5）社会保険料 | 1.6 | 11.3 | 14.1 |
| 3. 旅費 | 0.7 | 2.6 | 3.0 |
| （1）試験研究旅費 | 0.7 | 0.6 | 0.5 |
| （2）外来研究員等 旅費 | 0 | 2.0 | 2.5 |
| 4. その他 | 0 | 0 | 0 |
| 計 | 137.7 | 190.5 | 199.6 |

成果の概要

【人材養成計画の進捗状況】

平成14年度には、正規の授業を圧迫しないように夏季休業の8週間を利用して3年相当科目の講義と実験を行なった。これに先立ち夏学期の毎週木曜日1限（午前8時半開始）にイントロダクションコースとして「生物情報科学概論」を開講したが、果たしてどれほどの学生が来てくれるのだろうかという教官の心配とは裏腹に、教室から溢れるほどの学生が参加したため、予め用意した教室には入りきれず、収容人員の多い教室を急遽確保して対応することとなり、本プログラムに寄せられた関心の高さを物語っていた。他学部生や大学院生からの出願もあり、平成14年度の履修願者数は各科目とも軒並み100名を超えた。実際の参加者は、夏休み当初には7、80名だったが、さすがに夏休み終盤には疲れが出てきたのか半減してしまった。とは言え、連日、朝8時半から午後2時半まで（実験はその後、更に夕方あるいは夜遅くまで行なわれた）大切な夏休みを潰してまで講義や実験に参加した学生たちの姿は、本プログラム教官には大いに励みになると共に、本プログラムの存在理由を実証してくれたものと言える。平成15年度から開講の4年相当科目については、大学院入試準備に配慮して夏休みには行なわず、夏学期の平日6限（午後6時半～8時）と土曜日を利用して行なった。平成15年度の履修願者数は、3年相当科目については平均して60名、選択科目数が多い4年相当科目については平均して30名であった。熱狂的な幕開けとなった初年度とは一転して、2年目にして既に本プログラムが学生の間に着定した感がある。

【目標に対する達成度】

| 養成する人材のレベル | 実績（目標） | 15年度ユニット所属者数 （うち15年度修了見込み数） |
|------------|---------------------|--------------------------------|
| ・学部学生 | 約20人（20人） | 約60人（約20人） |
| ・修士課程大学院生 | 0人（0人） ^注 | 6人（0人） ^注 |
| ・博士研究員 | 0人（0人） ^注 | 8人（0人） ^注 |

（実績は15年度までに当該課程を修了または修了見込みの者を記載）

注：修士課程大学院生については3年目の平成15年度から毎年6名程度ずつ養成し、博士研究員については平成13年度から順次8名程度を採用し4～5年で独立した研究が行なえる研究者に養成する。従って、当初目標の実績、目標、及び、15年度修了見込み数は、いずれも0人である。

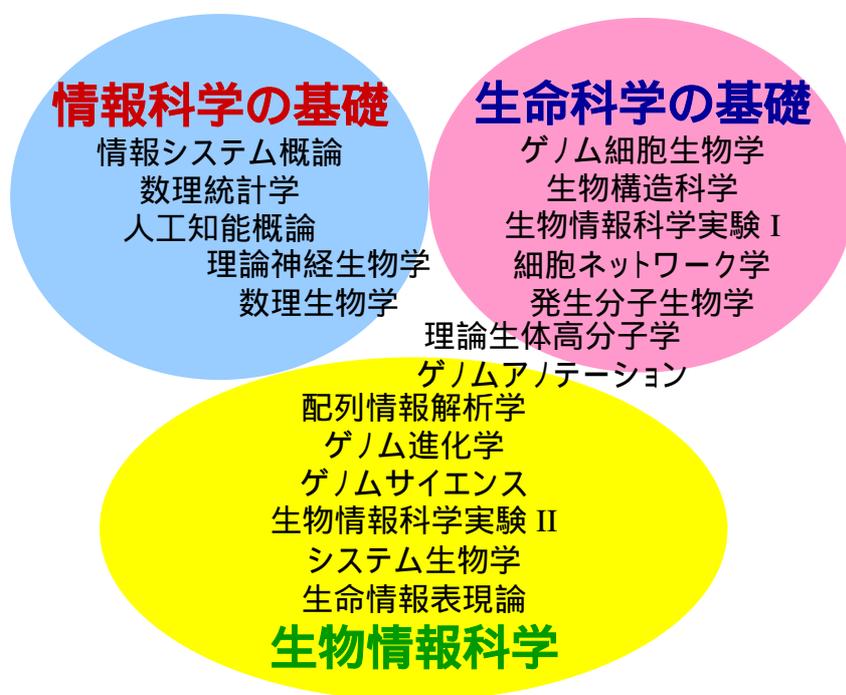
：その他人材養成数以外について目標があれば、その結果について記載してください。

本プログラムの講義は理学部全学科共通科目ではあるが、理学部生のみならず東京大学の全学生（大学院生も含む）、更には他大学の学生や社会人にも門戸を開いている。3年相当科目である9科目の講義と2科目の実験、そして、4年相当科目の講義8科目があり、全て正式に単位として認定される（従って、単なる啓発セミナーとは異なり、当然、試験により成績が付けられる）。生物情報科学実験Ⅰと生物情報科学実験Ⅱに加えて、3年相

当科目のうち生物情報科学概論を除く14単位と4年相当科目のうち10単位を学修した者には、本プログラムの課程を修了した証として理学部長より修了証が授与される。平成15年度修了者が第一期生となるため、現在、その準備を進めている。

【養成された人材の概要】

本プログラムの講義科目は、生命科学、情報科学、そして、バイオインフォマティクスの三本立てになっており（具体的な講義科目については下図を参照）本プログラム教官に加えて、学内外の第一線で活躍する研究者18名を非常勤講師に迎えて講義と実験が行なわれる。生命科学及び情報科学それぞれの基礎をきちんと学ぶ上に、生物情報科学・バイオインフォマティクスの最前線に触れることができるようなカリキュラム編成になっており、2年に亘る本プログラムの課程を修了した段階において、生物情報科学・バイオインフォマティクスの学問領域に新たに足を踏み入れるのに必要な一通りの学問的素養が身に付けられる。



本プログラムを履修する学生の約7割は理学部に所属しており、元来、ウェット（生命科学関連分野）かドライ（情報科学関連分野）のいずれかの学問領域についての基礎知識をある程度有しており（そこで、一部の科目については、所属学科において履修する相当科目を以って代替し単位認定する措置を取っている）そのため、本プログラムの講義履修に際しての初期レベルは比較的高く、それだけに人材養成の効果も高いと期待される。加えて、本プログラムの開講が夏休みや平日6限（午後6時半～8時）あるいは、土曜日といった凡そ好条件とは言い難いにも拘らず熱心に講義に出席している学生たちは皆（理学部生のみならず）バイオインフォマティクスという新しい学問を志す固い意志を持っており、人一倍向学心も強く、ハイレベルの講義内容を十分に消化しているものと試験の成績から見て判断され、彼らの将来が大いに期待される。しかしながら、人材養成の成否は一朝一夕で判定できるものではないし、ましてや、彼らが学部卒業後の進路を変更して、直ちに生物情報科学・バイオインフォマティクス分野の大学院や企業に進むとは限らない。

むしろ、その可能性は低いだろうが、本来、養成すべき人材として本プログラムが目指しているのは、いわゆる即戦力となる人材ではなく、次世代の生物情報科学・バイオインフォマティクス研究を担う中核的人材である。

それぞれの所属する学科ごとで行なわれている普通の授業では互いに出会うことは決してなかったと思われる異なるバックグラウンドの学生たちが、同じ講義と一緒に受け、更に、実験科目においては同じ班を組み（バックグラウンドの異なる学生の混成チームになるように班編成した）それぞれの得意分野の知識を出し合って一つの目標課題に取り組むという体験が、将来において、互いに異なる分野の研究者となった彼らによる共同研究という形で結実する素地となった可能性は十分に期待できる。殊に、生物情報科学実験Ⅰと生物情報科学実験Ⅱは、既存の学科で行なわれている生命科学とコンピュータ科学の実験とは違い、両者を有機的に連携させて行なう実験、つまり、生物情報科学実験Ⅰにおいて行なった生命科学実験の結果を、引き続いて行なう生物情報科学実験Ⅱ（コンピュータを使った実習）の材料として利用するというものであり、正しく、生物情報科学・バイオインフォマティクスを実体験しながら連帯の芽を育むカリキュラムになっている。

そもそも、生物情報科学・バイオインフォマティクスが生命科学と情報科学という異なる学問領域が融合して生まれた学際領域であればこそ、それを担うべき次代の研究者に求められる理想の姿は、一人で生命科学から情報科学までの全てを行なえる全能的研究者ではなく（例外的なごく少数を除けば、所詮、それは無理である）ウェットからドライまで多様に異なる研究分野をそれぞれの専門領域としつつも、「バイオインフォマティクス」という共通基盤を一定レベルで共有できる研究者の連帯であると考えられる。そのような連帯は、互いの分野について全く無知である者同士の間では成立し得ないものであり、個々の学生が、自分自身の足場である研究領域の他にもう一つの立脚点を獲得して初めて可能になる。すなわち、自分に欠けている部分が何であるかを自覚し、それを補ってくれる相手が誰であるかを見つけ出す眼力がそれを可能にする。そして、その眼力を養うためには、生物情報科学・バイオインフォマティクスという共通基盤を彼らに提供する必要がある、それこそが本プログラムの主眼である。そのような視点から見ると、講義の合間や実験中の学生たちの姿から窺える本プログラムの教育課程で培われつつある学生間のネットワークこそが真の成果である。

平成15年度に初めての修了者が誕生する予定であるが、彼らが今後どのような進路を選ぶのかについては全くの未知数であり、上述の通り、おそらく多くの学生はそれぞれの専攻する分野での大学院進学や就職を目指すと思われ。従って、本プログラムで養成した人材の活躍の場は、必ずしも生物情報科学・バイオインフォマティクスの分野に限らず、学界及び産業界の多岐に亘ると考えられる。しかし、いずれの分野に進もうとも、彼らには、本プログラムの教育課程において修得した学問的知識と、上記のような人的資源を十分に活用することが期待され、それは取りも直さず生物情報科学・バイオインフォマティクス研究の中核的人材としての活躍を意味しており、本プログラムが初めに掲げた人材養成の大目的に適うものである。

【想定外の成果、困難について】

特筆すべきものはないが、強いて言えば、本プログラムがいわばバーチャルの学科であることに起因する実施運営上の問題がいくつかあった。しかし、それらも現在ではほぼ解消されつつある。

本プログラムの講義は単位が認定される正式科目であり、講義の開講日や開講場所の変更は正確に通知される必要がある。しかし、本プログラムの講義を履修する学生は多数である上に、その所属がまちまちであるため（理学部を始め、農学部、薬学部、工学部、そして、中には文学部の学生もいる）その連絡方法に困ることがあった。文書による通知では迅速な対応ができず、基本的には本プログラムのホームページに掲載することにしているが、それを見落とす学生もいて混乱したことがある。

そもそも学科ではないので自前の講義室や実験室を持ち合わせておらず、理学部の既存学科の教室を借りて講義と実験を実施しており、更には、講義日程も正規の講義と重ならないように隙間を縫ってのカリキュラム編成を行なう必要があり、その結果として夏休みや夜間あるいは土曜日の開講となった。

また、当初、それほどの認識がなかったことであるが、所属が異なる多くの学生に対応するための事務員及び事務室の重要性が講義開始と共に顕在化された。本プログラム開始直後から準備はしていたものの、2年を経てやっと満足できるものになりつつあるのが現状である。