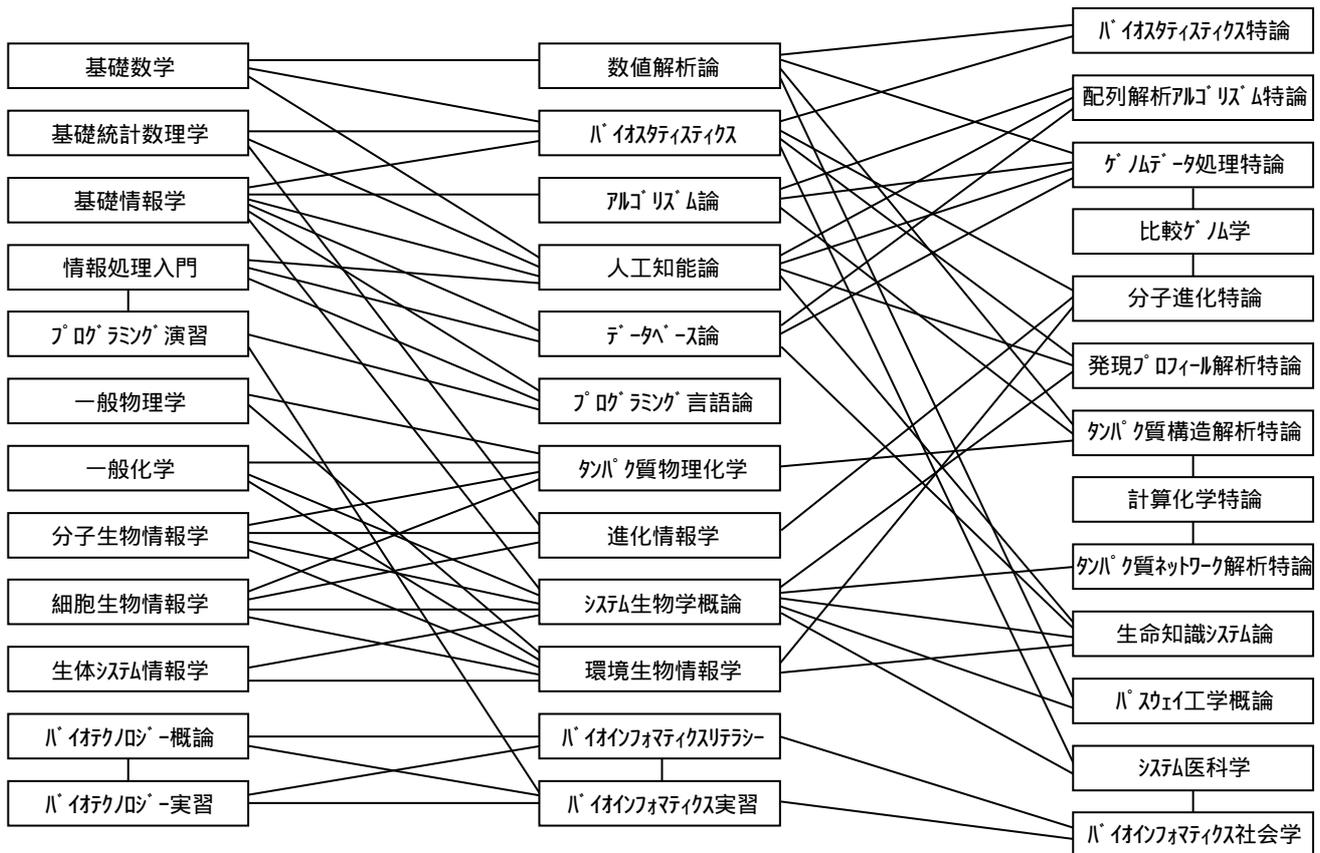


**バイオインフォマティクス教育カリキュラム**  
 (第1版、2002年4月)  
 日本バイオインフォマティクス学会

バイオインフォマティクスは生命科学と情報科学を融合した学問領域である。しかし、それだけでは定義が曖昧なため、現状では雑多な分野の寄せ集めとして、研究・教育がなされている。一方、ゲノム情報を出発点とした新しい生命科学では、生命の原理解明を目指した基礎研究においても、医療や産業化へつなぐ応用研究においても、バイオインフォマティクスの重要性が高まっている。現時点で早急に人材養成を行う必要があることから、日本バイオインフォマティクス学会では教育カリキュラムを検討し、ここに第1版として公表する。我が国ではバイオインフォマティクス教育のための学部学科や大学院専攻がほとんど未整備の状態であるので、本カリキュラムは既存の学部・大学院等で取捨選択して利用されることを想定している。

カリキュラム策定の基本方針として、生命科学と情報科学の融合はもちろん、数学・物理学・化学の一部をも包含する基礎的な学問としての体系化を目指し、同時に医学を始めとした応用へつなぐことも考慮した。カリキュラムは大きく3つのレベルに分けられ、それぞれのレベルでの講義科目には下図に示したような大雑把な関連がある。線のつながりで、右にある科目を学ぶには、より基礎的な科目として何が必要かを左に示している。内容的には膨大であるので、学部教育、大学院教育、社会人のトレーニングコース、いずれにおいても適宜抜き出して利用していただきたい。例えば、大学院教育では指導教官の下で特定の研究テーマがあり、そのためには一番右の大学院科目のどれを選択すべきか、それを学ぶには自分に何が欠けているか、といったことを知るができるだろう。科目の一覧と内容の簡単な記述は次頁以降に示してある。

本カリキュラムは今後とも改訂を重ねていく予定である。ご意見やご要望を日本バイオインフォマティクス学会事務局へお寄せいただきたい。



## 学部レベル（1，2年生）

### 基礎数学

- ・ 解析学基礎（微分積分ほか）
- ・ 線形代数

### 基礎数理統計学

- ・ 確率論
- ・ 統計論（推定、検定、多変量解析）
- ・ 情報理論

### 基礎情報学

- ・ 離散数学（集合論、グラフ理論）
- ・ 数理論理学（命題論理、述語論理）
- ・ オートマトン、形式言語理論
- ・ 計算理論

### 情報処理入門

- ・ コンピュータアーキテクチャ
- ・ オペレーティングシステム
- ・ ネットワーク
- ・ グラフィックス
- ・ プログラミング言語（Java、Perl、XML、C、C++）
- ・ Web、CGI技術

### プログラミング演習

- ・ 情報処理入門に伴うプログラミング演習

### 一般物理学

- ・ 解析力学
- ・ 電磁気学
- ・ 統計熱力学

### 一般化学

- ・ 物理化学
- ・ 有機化学
- ・ 高分子化学

### 分子生物情報学

- ・ 原核生物から真核生物へ
- ・ 単細胞から多細胞へ
- ・ 低分子から高分子へ
- ・ 核酸とタンパク質
- ・ 複製・転写・翻訳とその制御
- ・ フォールディング
- ・ 輸送と分解

### 細胞生物情報学

- ・ 細胞構造（細胞膜、細胞内小器官、核）

- ・ 細胞内輸送、膜輸送
- ・ 細胞骨格、運動
- ・ 細胞分裂、細胞周期
- ・ シグナル伝達
- ・ 細胞間コミュニケーション

### 生体システム情報学

- ・ 代謝系
- ・ 免疫系
- ・ 脳神経系
- ・ 発生、分化
- ・ がん

### バイオテクノロジー概論

- ・ 組換えDNA技術
- ・ クローニングとPCR
- ・ 電気泳動
- ・ シークエンシング
- ・ DNAチップ
- ・ プロテオーム解析技術
- ・ 立体構造解析技術（X線、NMR）

### バイオテクノロジー実習

- ・ バイオテクノロジー概論に伴う実験実習

## 学部レベル（3，4年生）

### 数値解析論

- ・ 行列演算、固有値
- ・ 数値微積分法
- ・ フーリエ変換
- ・ 最適化

### バイオスタティスティクス

- ・ 多変量解析
- ・ 連鎖解析
- ・ QTL解析
- ・ 臨床治験統計情報
- ・ 疫学統計情報

### アルゴリズム論

- ・ データ構造
- ・ 検索、ソート、パターン照合
- ・ グラフアルゴリズム
- ・ 組合せ最適化、LP、DP
- ・ 配列アライメント
- ・ 計算量理論

## 人工知能論

- ・ 知識表現
- ・ 発見的探索
- ・ クラスタリング
- ・ 学習、推論
- ・ ニューラルネット、HMM、SVM
- ・ 配列モチーフ抽出
- ・ 画像認識と理解

## データベース論

- ・ データモデル、正規化
- ・ 関係データベース、SQL
- ・ 演繹データベース
- ・ トランザクション
- ・ 問合せ最適化
- ・ バイオオントロジー

## プログラミング言語論

- ・ コンパイラ
- ・ 手続き型言語
- ・ 関数型言語
- ・ オブジェクト指向言語
- ・ 論理型言語

## タンパク質物理化学

- ・ アミノ酸の物理化学
- ・ 一次構造、二次構造、三次構造
- ・ フォールド分類
- ・ 構造決定とモデリング
- ・ 構造エネルギー
- ・ 相互作用

## 進化情報学

- ・ 生物分類学
- ・ 分子系統学
- ・ 集団遺伝学

## システム生物学概論

- ・ 反応速度論
- ・ 代謝ネットワーク
- ・ 転写制御ネットワーク
- ・ 発生のシミュレーション
- ・ 複雑系
- ・ 神経回路網

## 環境生物情報学

- ・ 数理生態学
- ・ 地球生物学
- ・ 宇宙生物学

- ・ 生命の起源

## バイオインフォマティクスリテラシー

- ・ 分子生物学データベース
- ・ 文献検索
- ・ 配列アライメントとホモロジー検索
- ・ 配列モチーフ検索と機能予測
- ・ 二次構造予測、立体構造予測

## バイオインフォマティクス実習

- ・ バイオインフォマティクスリテラシー関連の応用プログラミングまたは既存プログラムの利用法

## 大学院レベル

### バイオスタティスティクス特論

- ・ 統計的モデリング（分布関数、MDL、AIC）
- ・ ベイズ推定
- ・ ノンパラメトリック統計
- ・ ブートストラップ

### 配列解析アルゴリズム特論

- ・ 配列アライメント、マルチプルアライメント
- ・ データベースサーチアルゴリズム（BLAST、FASTA）
- ・ RNA二次構造予測
- ・ Gibbsサンプリング
- ・ 確率文法（HMM、EM）
- ・ 判別アルゴリズム（決定木、SVM、SOM）

### ゲノムデータ処理特論

- ・ シーケンスデータ処理
- ・ アセンブリー
- ・ 遺伝子発見
- ・ 分子生物学データベース
- ・ ホモロジー検索
- ・ モチーフ検索

### 比較ゲノム学

- ・ オースログ、パラログ遺伝子
- ・ ゲノムリアレイジメント、水平移動
- ・ フィロジェネティックプロファイル
- ・ コドン使用頻度
- ・ 遺伝子アノテーション

### 分子進化特論

- ・ 置換の確率モデル
- ・ 進化系統樹

- ・ 最尤法、最節約法
- ・ 距離法 (UPGMA、近隣結合法)
- ・ ブートストラップ

#### 発現プロフィール解析特論

- ・ マイクロアレイ
- ・ クラスタリング
- ・ プーリアンネットワーク
- ・ ベイジアンネットワーク
- ・ グラフィカルモデリング

#### タンパク質構造解析特論

- ・ エネルギーランドスケープ
- ・ 分子力学、分子動力学
- ・ 立体構造予測、機能予測
- ・ フォールディングシミュレーション
- ・ 立体構造アライメント、分類

#### 計算化学特論

- ・ 量子化学計算
- ・ 構造・活性相関 (QSAR)
- ・ コンビナトリアルケミストリー
- ・ ドラッグターゲット探索

#### タンパク質ネットワーク解析特論

- ・ 2次元電気泳動、質量分析
- ・ 相互作用解析技術

- ・ タンパク質間相互作用ネットワーク解析
- ・ タンパク質・低分子相互作用ネットワーク解析

#### 生命知識システム論

- ・ 自然言語処理
- ・ オントロジー
- ・ 生命システム情報データベース
- ・ グラフ比較・特徴抽出
- ・ ネットワーク予測

#### パスウェイ工学概論

- ・ 代謝工学、シミュレーション
- ・ パスウェイモデリング技術 (ペトリネット、微分方程式)
- ・ 制御システム

#### システム医科学

- ・ SNP解析、ハプロタイプ解析
- ・ マイクロアレイ解析、薬剤応答
- ・ ゲノム情報診断システム
- ・ オーダーメイド医療システム

#### バイオインフォマティクス社会学

- ・ ゲノム情報の有効利用
- ・ ゲノムと文化
- ・ 知的所有権
- ・ バイオエシックス

日本バイオインフォマティクス学会事務局

〒108-8639 東京都港区白金台4-6-1

東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター内

Tel: 03-5793-4431

Fax: 03-5793-4432

URL: <http://www.jsbi.org/>

E-mail: [jimu@jsbi.org](mailto:jimu@jsbi.org)