教育内容研究部会・情報系研究班
情報系学科の教育における数学基礎科目の使われ方　（１９９９年度）

情報系研究班メンバー
責任者：八杉満利子

目次

1 序文

情報系研究班の研究テーマは、（理工系）情報系学科における数学基礎科目に関する提言である。その目的のために研究班のメンバーが関係する学科についての二つのフィールドワークを行った。すなわち（１）学科におけるカリキュラムの中での数学基礎科目の位置付け、および（２）基礎科目の専門科目における使われ方、についての調査報告を行い、大学および情報系学科をとりまく環境の問題とも関連して討論を行った。ここでは（２）を報告する。

とりあげられている学科は国立大学２校、私立大学３校である。

以下で、科目名・配当学年・開講期間・必修または選択の別、を続けて記載。さらに、それぞれの目的、内容、を記す。

2 千葉大学理学部数学・情報数理学科・情報コース：安藤哲也

情報コースにおける科目について報告するが、これらは数学コースの学生も履修可能である。また逆に情報コースでも数学の授業を幾つか履修しなければならない。内容は通常の情報学科に比べると大変数学的で抽象性の高いものが多い。

プログラミングは Pascal, C (ここまでは数学コースも必修) 以外に LISP と PROLOG が必修であることが特徴である。これ以外に数学基礎論の講義もある。3年次からコース分けをするが、情報コースは難しいとされている。

改めて書いてみると結構難しいことを詰め込んで教えているようである。

2.1 情報コースの基礎科目

1. プログラミング入門 (1年通年必修)

   内容: Pascalを使ったプログラミング

   使われる数学: なし. ただし, この授業の成績は代数や位相空間等抽象性の高い科目の成績と強い正の相関がある.

2. 計算機演習I(1年前期必修)

   内容: 計算機の基本的な操作法とPascalを使ったプログラミングの演習

   使われる数学: 特になし

3. 計算機演習II(1年後期必修)

   内容: Pascalを使ったプログラミングの演習 (再帰プログラムのレベルまで) 使われる数学: 特になし. ただし構造性の高いプログラミングを学習するので, 抽象的思考力を要する.

4. 数理科学演習I(2年前期)

   内容: 数値計算のアルゴリズムの基礎. 掃き出し法. 行列式の計算. ニュートン法. 多倍長整数. 有限群. 統計処理.

   使われる数学: 線形代数. 微積分. 代数. 統計.

5. 数理科学演習II(2年後期)

   内容: UNIXとCプログラミング

   使われる数学: 特になし

6. アルゴリズム論 ·演習 (2年通年)

   内容: アルゴリズムと計算量. データ構造. 検索. ソート.

   使われる数学: 離散数学

2.2 情報コースにおける専門科目

1. プログラミング言語論 (3年通年)

   内容: LISPとPROLOG

   使われる数学: 集合. 論理. 考え方として抽象数学と共通のものがある.

2. ソフトウエアー演習 (3 年通年)

   内容: Unix 上での Pascal, C, Scheme のプログラミング.

   使われる数学: 特になし.

3. 情報数学 I(3 年前期)

   内容: 命題論理. 述語論理. Gentzen の定理. Godel の完全性定理.

   使われる数学: この講義内容自身が通常の述語論理の領域にとどまらず数学基礎論に近い.

4. 情報数学 II(3 年前期)

   内容: オートマトン

   使われる数学: 集合論. 数学基礎論. 代数.

5. 計算理論 (3 年後期)

   内容: チューリングマシン. λ 計算. 決定可能性

   使われる数学: 集合論. 数学基礎論.

6. 数値解析学 (3 年後期)

   内容: 行列の固有値行列の数値計算. 数値積分. 常 ·偏微分方程式の数値解法.

   使われる数学: 線形代数. 微積分. 常微分方程式. 偏微分方程式.

7. 情報数理学特論 I(3 ~ 4 年集中)

   内容: グラフ理論 (専門的)

   使われる数学: 代数. 離散数学. 組合せ論.

8. 情報数理学特論 II(3 ~ 4 年前期)

   内容: コンパイラーの構成 (字句解析, 構文解析等)

   使われる数学: 知識としての数学は必要でないが, 代数のような抽象的思考力が必要.

9. 情報数理学特論 III(3 ~ 4 年集中)

   内容: オレレーティングシステム

   使われる数学: 特になし.

10. 情報数理学厳論 II(3 ~ 4 年集中)

    内容: 社会と計算機の関り. 将棋と計算機. 学習理論. 暗号と IC カード

    使われる数学: 特になし

2.3 情報コースでも必修の数学の授業

- 線形代数C(1・2年の2年間通年) 内容: 通常+α の線形代数
- 微積分学C(1・2年の2年間通年) 内容: ε-δ 論法を使う多変数を含む微積分
- 統計学C(1年通年) 内容: 組合せ論. 確率. 統計処理 (多変量を除く)
- 数と集合 (1年前期) 内容: 濃度, Zorn の補題まで
- 代数入門・代数学 (1年後期~2年通年) 内容: 初等整数論と群・環・体・加群 (ガロア理論, 可換環論を除く)
- 位相数学 (2年通年) 内容: 距離空間, 位相空間
- 複素関数論 (2年通年) 内容: リーマンの等角写像定理まで.

3 慶應義塾大学理工学部数理科学科 ：榎本彦衛

3.1 数学の基礎科目

１年生の科目は電子工学科・機械工学科・物理学科などと共通になっている。(数学系・化学系は別メニューになっている。)

1. 数学A１・１年・春学期・必修

   目的：　１変数および多変数関数の微分法

   内容：１変数関数の微分法・多変数関数の連続性と偏微分・方向微分・陰関数・ラグランジュの定数法

2. 数学A２・１年・春学期・必修

   目的：　線形代数

   内容：行列 (特に、２、３次行列) の理論・行列の指数関数とその微分・定数係数同次線形微分方程式の解法

3. 数学B１・１年・秋学期・必修

   目的：　多変数関数の重積分とベクトル解析

   内容：　重積分の定義とその意味・逐次積分・変数変換・ベクトル解析の基礎・線積分、面積分

4. 数学B２・１年・秋学期・必修

   目的：　方程式と極値問題

内容： 連立１次方程式の解法 ·線形部分空間 ·線形写像 ·行列式 ·多変数極値問題

5. 応用数学 ·２年 ·春学期 ·選択

   目的： 工学を研究してゆくために必要な数学の基礎

   内容： フーリエ級数 ·フーリエ変換 ·ラプラス変換 ·マトリクス演算の基礎と応用

6. 応用確率論 ·２年 ·秋学期 ·選択

   目的： 情報工学と確率論の結びつき

   内容： 確率と工学の結びつき ·確率論の基礎 ·確率分布 ·確率過程

3.2 数学を必要とする基礎科目

1. プログラミング第１同演習 ·２年 ·春学期 ·必修

   目的 :Visual C++ を用いたプログラミングの基礎

   内容： C プログラミング概要 ·データ型と入出力 ·演算子と制御構造 ·C++ とオブジェクト指向

2. アルゴリズム同演習 ·２年 ·秋学期 ·必修

   目的 :基本アルゴリズムとアルゴリズムの定量的な比較

   内容： 計算量 ·データ構造 ·探索 ·ソート ·グラフの表現法とグラフに関するアルゴリズム

3. 情報数学概論 ·２年 ·春学期 ·選択

   目的： 計算機科学に使われる数学

   内容： 論理的推論 ·同値関係 ·半順序集合 ·グラフ理論 ·組合せ論

4. 計算機基礎 ·２年 ·春学期 ·選択

   目的： 計算機の基本となる代数と動作の仕組み

   内容： ブール代数 ·論理回路 ·情報の表現 ·基本コンピュータアーキテクチャ

5. 計算機構成 ·２年 ·秋学期 ·選択

   目的： 計算機アーキテクチャの基礎

   内容： ハードウェア記述言語 ·数の表現 ·各種基本ハードウェアの設計 ·アセンブラプログラム

6. 計算論理学 ・2年 ・秋学期 ・選択

   目的： 情報科学 ・計算機科学のための論理学

   内容： 計算機科学で用いられている基本的な情報処理概念および計算概念の分析のための論理的計算モデルの枠組 ・種々のプログラム言語に対する論理的計算モデルやプログラム意味論

7. 情報通信工学基礎 ・2年 ・秋学期 ・選択

   目的 :情報 ・通信分野の基礎概念と術語

   内容： ディジタル通信の概念 ・情報理論の基礎 ・情報伝送路 ・情報と符号 ・通信システムの基礎

3.3 数学を使う専門科目

1. 計算理論 ・3年 ・春学期 ・選択

   目的： 計算システムの基礎となる理論

   内容： 有限オートマトン ・正則表現 ・文脈自由文法 ・チューリング機械 ・計算可能性 ・計算の複雑さ

2. 計算モデル論 ・3年 ・春学期 ・選択

   目的： 計算機プログラムの意味 ・正当性

   内容： 関数型言語 ・ラムダ計算 ・コンビネータ

3. 数値解析 ・3年 ・春学期 ・選択

   目的： 工学的問題の解決に必要な数値解析の数学的基礎

   内容： 非線形方程式の縮小写像による解法 ・連立1次方程式の直接解法、反復解法 ・離散データからの関数の近似と補間 ・数値積分 ・常微分方程式の差分による解法

4. コンプレックスシステム ・3年 ・春学期 ・選択

   目的： 非線形システムの挙動

   内容： カオス ・フラクタル ・セルオートマトン ・パターン形成 ・ランダム系 ・生態系、進化のモデル ・自己組織化臨界現象

5. コンピュータグラフィックス ・3年 ・秋学期 ・選択

   目的： コンピュータグラフィックスの画像生成アルゴリズム

   内容： ハードウェアの構造と色の表現 ・3次元物体の表現 ・3次元座標変換 ・隠線、隠面消去の手法

6. データ解析論・3年・春学期・選択

   目的： データの解釈および利用法

   内容： 統計量・統計的検定・回帰モデル・推定・プレゼンテーション

7. データモデリング・3年・秋学期・選択

   目的： 情報を整理しておくための考え方と手法・データベースシステム

   内容： 情報の意味と表現・関数・2項関係・関係データベースシステム・データベースの概念設計と論理設計・オブジェクト指向モデリング

8. 符号理論・3年・秋学期・選択

   目的： 符号理論の目的と各種の符号の解説

   内容： 誤り検出、訂正の原理・ハミング距離と $\bmod 2$ の計算・ガロア体と原始多項式の根・各種の符号・ビタビ復号と逐次復号・トレリス符号化変調方式

4 東京大学・工学部・計数工学科数理工学：武市正人

計数工学科は、いわゆる「情報学科」ではないが、情報に関連する内容もあり、このような学科もあるということで含める。

東京大学では、学部前期課程 (1～2年生) に教養学部において共通の数学の講義を受講するので、ここでは工学部計数工学科・数理工学コースにおける数学関連科目と情報関連科目について科目名・単位数・配当学年・開講学期・必修または選択の別、目的、内容を続けて記載する。講義の1.5単位は週1回90分の講義を15週受講することに相当する。また、「準必修」は該当する5科目のうち4科目を必要とすることを、「限定選択」は数理工学に深く関連する科目として設定したものである。

4.1 数学の基礎科目

1. 数学1D・1.5単位・2年・冬学期・必修

   目的： 工学基礎としての数学を修得する。

   内容：常微分方程式・ベクトル解析・変分法

2. 数学及力学演習I・2単位・2年・冬学期・必修

   目的： 数学1Dに対応した演習。

   内容：常微分方程式・ベクトル解析・変分法

3. 物理数学 ･1.5 単位 ･2 年 ･冬学期 ･限定選択

   目的： 統計熱力学 ･電磁気学 ･量子力学に現れる典型的なモデルを使って物理数学の基礎を学ぶ。

   内容： 自由エネルギーと熱関数 ･確率統計数学 ･デルタ関数 ･偏微分方程式と境界値問題 ･テンソル解析 ･フーリエ級数とフーリエ解析 ･古典解析力学

4. 数学 2D ･3 単位 ･3 年 ･夏学期 ･選択必修

   目的： 関数論の基礎と応用を身につける。

   内容： 複素関数論 (特異点、複素積分、留数解析、解析接続など) ･フーリエ解析 ･ラプラス変換と常微分方程式 ･偏微分方程式の境界値問題

5. 数学 3a ･1.5 単位 ･3 年 ･夏学期 ･限定選択

   目的： 工学における線形性と現象を記述する偏微分方程式を扱う。

   内容： 拡散方程式と波動方程式 ･グリーン関数 ･特殊関数 (変数分離と対称性) ･近似法 (差分法とガレルキン法)

6. 数学 3b ･1.5 単位 ･3 年 ･夏学期 ･限定選択

   目的： 工学に現れる現象をモデル化した微分方程式を扱う。

   内容： 直交多項式 (ルジャンドル、ラゲール、エルミートなど)、線形偏微分方程式と線形偏差分方程式 ･非線形常微分方程式と非線形常差分方程式 ･非線形偏微分方程式と非線形偏差分方程式 ･可積分方程式

7. 数学特論 1 ･1.5 単位 ･3 年 ･夏学期 ･限定選択

   目的： 応用物理学における数学の基礎を学ぶ。

   内容： 変分法 (Hilbert 空間と関数空間 ･2 次形式 ･凸解析と最適化) ･トポロジー (ベクトル解析と微分形式 ･オイラー標数と多面体) ･確率過程 (拡散過程と Markov 過程 ･作用素半群と生成作用素 ･変分不等式と確率制御)

8. 数学特論 2 ･1.5 単位 ･3 年 ･冬学期 ･限定選択

   目的： 偏微分方程式を道具として使いこなすことを目的として、偏微分方程式とその近似解法を学ぶ。

   内容： 数理物理における偏微分方程式 ･差分法による偏微分方程式の解法 ･境界適合法 ･有限要素法と境界要素法 ･流体力学への応用

9. 数学特論 3 ･1.5 単位 ･4 年 ･夏学期 ･限定選択

目的： 数理工学と数学の関連した題材を扱う。この講義は理学部数学科の教官が担当する。

内容： 年によって題材は異なるが、たとえば、有限体の応用 ·体の合成と拡大 ·有限群の構成 ·ガロア理論など。

10. 数学演習 ·2 単位 ·3 年 ·夏学期 ·限定選択

    目的： 物理数学の演習。

    内容： 特殊関数 ·グリーン関数

4.2 数学を必要とする基礎科目

1. 数値解析 ·1.5 単位 ·2 年 ·冬学期 ·限定選択

   目的： 数値計算法の基礎と誤差解析の基礎を学ぶ。

   内容： 数の表現 ·丸め誤差 ·反復過程 ·収束率 ·方程式の解法 ·関数の計算方法 ·数値微分 ·数値積分

2. 情報理論 ·1.5 単位 ·2 年 ·冬学期 ·限定選択

   目的： 情報理論の基礎と符号化を学ぶ。

   内容： 情報量とエントロピー ·符号化とエントロピー ·通信路容量と通信路符号化

3. 計算機科学概論 ·1.5 単位 ·2 年 ·冬学期 ·限定選択

   目的： 計算機科学の基礎を概観する。

   内容： アルゴリズムの設計 (データ構造 ·制御構造 ·再帰性など) ·アルゴリズムの理論 (計算量 ·計算可能性など) ·アルゴリズムの実行 (計算機アーキテクチャ ·システムソフトウェアなど) ·アルゴリズムの実際 (人工知能 ·社会におけるソフトウェアなど)

4. 代数数理工学 ·1.5 単位 ·3 年 ·冬学期 ·準必修

   目的 :代数系の基礎と数理工学への展開について学ぶ。

   内容： 一般代数系 ·順序集合と束 ·群 ·環と体 ·多項式 ·複体とホモロジー ·有限体とその応用 ·組合せ論

5. 解析数理工学 ·1.5 単位 ·3 年 ·夏学期 ·準必修

   目的 :解析学の基礎と数理工学への展開について学ぶ。

   内容： 測度 ·積分 ·関数空間 ·フーリエ解析

6. 計算数理工学 ·1.5 単位 ·3 年 ·冬学期 ·準必修

   目的 :計算に関わる理論を学ぶ。

   内容 : 数理論理学 (命題論理 ·述語論理 ·完全性定理 ·不完全性定理) ·計算可能性 (帰納関数 ·チューリング機械 ·決定可能性) ·計算複雑度 (時間複雑度 ·空間複雑度 ·基本算法 ·データ構造 ·NP 完全性)

7. 幾何数理工学 ·1.5 単位 ·3 年 ·夏学期 ·準必修

   目的 :幾何学の基礎と数理工学への展開について学ぶ。

   内容 : ベクトル解析 (擬ベクトル ·曲線論 ·曲面論) ·テンソル解析 (アフィン変換 ·計量テンソルとユークリッド空間 ·接続空間 ·リーマン空間 ·微分形式)

8. 推測数理工学 ·1.5 単位 ·3 年 ·夏学期 ·準必修

   目的 :確率統計の基礎と数理工学への展開について学ぶ。

   内容 : 確率 ·確率変数と確率分布 ·母関数と特性関数 ·統計量の分布と極限定理 ·統計的推測の基礎 ·確率過程

4.3 数学を使う専門科目

1. 計算機械 ·1.5 単位 ·4 年 ·夏学期 ·限定選択

   目的 : プログラムを機械的に実行する機構を学ぶ。

   内容 : プログラム言語の翻訳 ·言語処理系の構成法 ·言語処理系の実現法 ·計算機械の抽象化 ·並列計算機構 ·操作系の構成法 ·操作系の実現法

2. 算法設計 ·1.5 単位 ·3 年 ·夏学期 ·限定選択

   目的 : アルゴリズムの設計と実用アルゴリズムを学ぶ。

   内容 : 連立一次方程式の解法 ·固有値問題の解法 ·偏微分方程式の解法 ·データ構造とアルゴリズム ·アルゴリズムの設計

3. 算法言語 ·1.5 単位 ·3 年 ·冬学期 ·限定選択

   目的 : プログラム言語の定義と抽象化の概念を学ぶ。

   内容 : プログラム言語の記述 ·計算対象の構成法 ·変数と記憶 ·名前と宣言 ·計算の過程 ·計算対象の抽象化 ·言語とプログラミング

4. 応用統計学 ·1.5 単位 ·3 年 ·冬学期 ·限定選択

   目的 : 統計解析学を中心に学ぶ。

   内容 : 一般推測理論 ·線形模型の解析 ·一般線形模型の解析 ·モデル検証法 ·推論のロバストネスとノンパラメトリック法 ·多変量解析

5. 数理計画法 ·1.5 単位 ·3 年 ·冬学期 ·限定選択

   目的 ： 線形計画法を始めとする数理計画法の基礎を学ぶ。

   内容 ： 線形計画法 ·凸解析 ·非線形計画法 ·ネットワーク計画法 ·組合せ的最適化

6. 生体情報論 ·1.5 単位 ·3 年 ·夏学期 ·限定選択

   目的 ： 生体情報と数理モデルについて学ぶ。

   内容 ： 生体情報と工学 ·ニューロンの電気生理 ·ニューロンの数理モデル ·ニューラルネットワークの数理モデル ·ニューラルネットワークの学習理論 ·ニューラルネットワーク応用技術 ·遺伝系と数理モデル ·免疫系と数理モデル ·生体情報とカオス

7. 応用空間論 ·1.5 単位 ·3 年 ·夏学期 ·限定選択

   目的 ： 情報空間の捉え方の基礎を学ぶ。

   内容 ： 多様体 ·ファイバーバンドル ·情報空間論 (双対接続空間と確率分布族多様体 ·統計的推論の微分幾何 ·システムと時系列の微分幾何 ·情報理論と微分幾何)

5 明治大学 ·理工学部 ·情報科学科 ： 疋田輝雄

5.1 数学の基礎科目

科目名 ·配当学年 ·開講学期 ·必修または選択の別を記載する。さらに、それぞれの目的、内容を記す。いわゆる線形代数と微積分で、学部内の学科共通科目である。

1. 基礎数学 I、II （1 前後 ·必修 ）

   目的 :線形代数の基礎

   内容 :複素数、行列、行列式、基本変形、連立一次方程式、固有値、対角化

2. 基礎数学 III、IV （1 前後 ·必修 ）

   目的 :一変数関数の微積分

   内容 :一変数関数の微積分、テイラー展開、微分方程式、級数

3. 確率 （1 前または後 ·選択必修 ）

   目的 :高校で確率を履修していない学生を対象とする。

   内容 :確率事象、二項分布、正規分布

4. 線形代数学、同演習 （2 前 ・選択必修）

   目的 ：抽象的な線形空間

   内容 ：ベクトル空間、線形写像、二次形式、ジョルダン標準形

5. 微分積分学、同演習 （2 後 ・選択必修）

   目的 ：多変数関数の微積分

   内容 ：偏微分、多重積分、面積、体積

6. 応用数理概論 I、II （2 前後 ・選択）

   目的 ：複素関数論、微分方程式

   内容 ：正則関数、コーシーの定理、留数、ラプラス変換、フーリエ級数、フーリエ変換

5.2 数学を必要とする情報基礎科目

数学の知識や考え方が必要な、情報基礎科目をあげる。主として論理、離散数学を必要とする科目である。

1. 情報科学概論 I、II （1 前後 ・必修）

   目的 ：情報科学とは

   内容 ：符号化、二進数、論理回路、アーキテクチャ、アルゴリズム、プログラミング、ネットワーク

2. 情報処理 ・演習 I、II （1 前後 ・必修）

   目的 ：言語 C によるプログラミング演習

   内容 ：初級の C プログラミング

3. 情報処理 II （2 前 ・選択）

   目的 ：数値計算とその C によるプログラミング

   内容 ：補間法、数値積分、ニュートン法、線形計算

4. ハードウェア基礎論 I、II （1 後 2 前 ・必修）

   目的 ：計算機ハードウェアの基礎

   内容 ：論理代数、論理回路、順序回路

5. 離散数学、同演習 I、II （2 前後 ・I は必修）

   目的 ：計算機の基礎となる離散数学。演習にはネットワーク上の自習システムを用いる。

   内容 ：集合、代数系、グラフ

6. データ構造とアルゴリズム論 I、II（2 前後・必修）

   目的：計算機アルゴリズム

   内容：データ構造、ソート、探索、文字列処理、グラフアルゴリズム

5.3 数学と関連の深い情報専門科目

情報専門科目において、必要な数学のキーワードを加える。

1. 情報理論 I、II（2 後 3 前・選択）

   内容：情報量、符号、通信路

   数学：微積分、離散数学

2. オートマトンと言語理論 I、II（3 前後・選択）

   内容：文法、言語、オートマトン、計算量、P と NP

   数学：離散数学

3. ファジィ理論（3 前・選択）

   内容：ファジィ集合、ファジィ論理

   数学：集合、論理

4. 最適化論（3 後・選択）

   内容：線形計画法、非線形計画法他

   数学：微積分、線形代数、確率

5. 言語処理系（3 後・選択）

   内容：プログラム言語、コンパイラ、構文解析、コード生成

   数学：オートマトンと言語理論

6. コンピュータグラフィックス（3 前・選択）

   内容：コンピュータグラフィックス

   数学：線形代数、微積分

7. 数値シミュレーション論（3 後・選択）

   内容：常微分方程式と偏微分方程式の数値解法、半導体デバイスのシミュレーション

   数学：微積分、微分方程式

8. 人工知能と知識処理 I、II (3 前後 ・選択)

   内容 :人工知能と知識処理、ニューラルネット

   数学 :微積分、論理

9. パターン認識と画像処理 (3 前 ・選択)

   内容 :パターン認識、画像処理

   数学 :線形代数、データ処理

6 京都産業大学 ・理学部計算機科学科 :八杉満利子

現在新カリキュラムの 3 年めが終了しようとしている。しかし来年度からセメスター制を導入するために、科目名などに若干の変更が予定されている。

6.1 数学の基礎科目

1. 一変数カルキュラス (a),(b) ・1 年 ・通年 ・必修

   目的 : 微分積分学の基礎の重要な概念を身につけることおよび問題解決ができるようになること。

   内容 :数列の極限、関数の連続性の概念、1 変数関数の微分法とその応用、1 変数関数の積分とその応用、常微分方程式の初歩。Mathematica を援用する。

2. 集合と論理 ・1 年 ・前期 ・選択

   目的 : 情報系の分野を学ぶために、論理数学の基礎を学ぶ。

   内容 : 文の記号化、命題論理の式、式の真理値、結合子の相互関係、恒真性、和積標準形、ワンのアルゴリズム、集合の記法、集合の演算、写像、種々な関係

3. 離散数学基礎 ・1 年 ・後期 ・選択

   目的 : コンピュータの発達にともない重要になった離散的対象および連続的対象の離散的扱いを例に、離散的 ・組み合わせ的な考察力を養う。

   内容 : 整数論、組み合わせ幾何学、グラフ理論、コンピュータアルゴリズムなどの具体例、とくに数理パズル、数理ゲーム、暗号理論などを扱う。Mathematica を援用する。

4. 行列と行列式 ・2 年 ・前期 ・選択必修

   目的 : 具体的な計算を通して、線形代数の概念を理解し、計算のためのアルゴリズムも体得する。

内容： ベクトル、行列、連立1次方程式、ベクトルの1次独立。具体例を多く取り入れる。

5. 組合わせと確率 ・2年 ・前期 ・選択

   目的： 確率論で出合う問題を解くことにより、多くの組合せの問題を解くヒントが得られる。確率論で必要な組合せ問題に習熟し、確率論の基礎を学ぶ。

   内容： 順列、組合せ、2項係数、分割問題、事象の和、符号、配分、確率空間、確率、条件つき確率、ベイズの定理、事象の独立性、確率変数、離散型確率変数、平均と分散。

6. 線形空間 ・2年 ・後期 ・選択

   目的： 行列と行列式で学んだ概念を抽象的な立場でみる。線形空間の構造を学ぶ。

   内容： 1，2，3次元線形空間の抽象化である一般線形空間、行列と線形写像、対称行列の直行行列による対角化。

7. 多変数カルキュラス ・2年 ・通年 ・選択

   目的： 自然科学、工学の基礎としての多変数関数の微分および積分の実力をつける。

   内容： 偏微分の計算法、陰関数、関数値の極値、最大値、最小値、包絡線、重積分の計算法、体積、曲面積、級数、べき級数。

6.2 数学を必要とする基礎科目

ここでは数学の知識または考え方が必要と思われる基礎科目をあげる。

I 主に論理的知識または考え方が必要なもの。

1. コンピュータ基礎 ・1年 ・通年 ・必修

   目的： 大学4年間必要となるコンピュータについての基本的な知識や利用技術の習得。コンピュータをとりまく社会情勢やモラルについても認識を深める。

   内容： 2進法、算術・論理演算、データの表現法、コンピュータハードウエアの構成、機械語とアセンブラ、Unixのツール類の活用法、インターネットの仕組みとセキュリティおよびモラル、コンピュータをとりまく社会情勢と情報倫理、言語処理系の仕組み、さまざまなプログラミング言語の特色、プログラミング、計算機の数学的モデル、計算可能な問題。

2. アルゴリズムとデータ構造 ・2年 ・前期 ・選択必修

   目的 :複雑なプログラムの開発に必要なデータ構造とアルゴリズムの基本を学び、アルゴリズムの複雑さの解析もする。

   内容 : アルゴリズムと計算量、リスト、木、ソート、探索、文字列照合。

3. コンピュータ ・アーキテクチャ ・2年 ・前期 ・選択必修

   目的 :コンピュータハードウエアの基礎。

   内容 : バイナリディジットの算術演算、論理代数の復習、論理回路、符号体系、コンピュータの構成と動作原理、アーキテクチャとは、制御装置、記憶装置、演算装置、入出力装置。

II 主に微積、線形代数などを必要とするもの。

1. 科学計算基礎 ・1年 ・後期 ・必修

   目的 :多くの科目で計算機の援用が必要になっている。とくに計算機科学科では数値計算、数式処理、数学の計算、関数の視覚的映像化で役に立つ。そのために数式処理言語を駆使できるようにする。

   内容 :Mathematica の基本的操作。例題は数学一般から。

2. 科学の方法 ・2年 ・前期 ・選択必修

   目的 : 自然界で起こっている現象からいかに法則性をみいだしていうか、という過程を力学的な例によって学ぶ。

   内容 : 振動や波動などをとりあげ、観測される対象を定量化、整理、法則性の発見、演繹、検証という、科学する方法を教える。微分方程式、ポテンシャル、線積分、線形代数、ベクトル解析、Mathematica によるグラフィックスなどを使う。

3. 科学と情報 ・2年 ・後期 ・選択

   目的 : 電磁気現象とそこに含まれている情報を見出すための取得技術およびその解析処理の方策を理解し、その中から現代社会に適応した新しい道筋を見出す。

   内容 : 電磁気現象に関するさまざまな法則、その数学的統一であるマクスウェル方程式にいたる道筋、波動方程式、そこにおける情報伝達形式の発見。

6.3 数学を使う専門科目

専門科目はすべて3年次より取得可能。すべて選択。必要な数学のキーワードを加える。

1. オートマトン理論 ·前期 (約7割)

   目的： オートマトンの理論と形式言語理論の関係について知ること。

   内容： 文法入門、正規文法、正規表現、有限オートマトン、文脈自由文法とプッシュダウンオートマトンの関係。

   数学： 集合、グラフ、木、列

2. 言語処理系論 ·後期

   目的： ソフトウエア作成者として必要なことを身につける。

   内容： コンパイラ、プログラミング言語の構造、字句解析、構文解析技法、コード生成。

   数学： オートマトン理論に準じる。

3. 計算と精度 ·通年 (約7割)

   目的： 数値計算法においてよく使われる種々のアルゴリズムおよび誤差について学ぶ。またコンピュータによって実際に解く。

   内容： 計算機と数値、非線形方程式における二分法とニュートン法、補間法、最小2乗法、連立1次方程式の数値解法、数値積分公式、常微分方程式の数値解法、偏微分方程式の数値解法、微分方程式のカオス。

   数学： (1変数カルキュラスの内容全部)、微分、積分、極値、テイラ展開、偏微分、行列、行列式、ベクトル、連立1次方程式、二分法、縮小写像、力学系

4. データ解析 ·前期 (約半数)

   目的： いろいろ誤差をもつデータから、意味のある結論を導き出すために誤差の性質を分析して、統計解析の方法でデータ処理をする方法を学ぶ。

   内容： 実験データをもとにコンピュータを使ってデータ解析の手法を学ぶ。Mathematica やライブラリプログラム PAW などを使って実習する。

   数学： 統計学、誤差。

5. 自然科学とコンピュータ ·後期 (約8割)

目的： 物理学およびその周辺の最近の話題をテーマに、それらの現象を説明する基本的な物理の原理や法則、それらの現象の測定と解析におけるコンピュータの使用方法、などを紹介する。

内容： 光のドップラー効果、特殊相対性原理、原子核反応、放射能、量子論、不確定性理論、などを材料に目的のような内容を講義する。

数学： 基礎的な数学一般

6. 数理計画論・通年

   目的： OR の代表的な手法を学び、OR 的センスを養い、研究・教育への動機付けを目的とする。

   内容： PERT, CPM, スケジューリング、最短路のモデル、輸送問題、割り当て問題、線形計画法、非線形計画法、待ち行列の理論。

   数学： 微積分、線形代数、組合せと確率。

7. 離散数学・通年（ほとんど全員）

   目的： 「離散数学基礎」に同じ。

   内容： 初等整数論、代数学の基礎知識、組合せ幾何学、グラフ理論、詰め込み問題、コンピュータアルゴリズムなどの具体的問題の背後にある理論。Mathematica を使用しながら、問題を解く。

   数学： 離散数学基礎、数学一般

8. 抽象化の技法・通年（約 4 割）

   目的： プログラミング科学のための基礎理論の習得。

   内容： いろいろな帰納法、命題論理および述語論理の体系、証明図作成、正規化定理、完全性定理、分解原理、自動証明、プログラム検証、形式的仕様言語 Z、コーディング、対角線論法、ゲーデルの不完全性定理。

   数学： 集合、論理、自然数論。

9. 現象の数学・後期（約 8 割）

   目的： 自然および社会環境に現れる現象を、数学的モデルとして抽象化し、解析、解釈すること。とくに確率モデルに重点をおく。

   内容： ランダムウオーク、固体群生態学への微分方程式の応用、種の個体数の遷移立モデル「分岐過程」、組織の構造へのグラフ理論の応用、海岸線、木々、などの自然界の形へのフラクタル理論の応用、ブラウン運動。

   数学： 確率、微積分、常微分方程式、アルゴリズム、論理。

10. プログラミング言語学 ・後期 (ほとんど全員)

    目的 : 現代的なプログラミング言語の構成要素で、優れたアイディアを含むもの、独特なパラダイムを提供するのについて、理論と実際の両面から解説する。

    内容 : 型理論、モジュール機構、例外処理と継続の機構、型システムと論理の関係、遅延評価と無限データ構造、論理型言語。

    数学 : 論理

11. 先端科学特論 B ・後期 (ほとんど全員)

    目的 : 計算およびプログラミング言語の基礎理論のひとつであるラムだ (λ) 計算を紹介する。

    内容 : λ計算の定義、合流性、正規化定理、モデル、D_∞, P_ω, λ計算と計算可能性、Böhm の木。

    数学 : 集合と論理。

7 電気通信大学: 竹内郁雄

現在, 学年進行の改組が始まって 1 年目がたったところである. 2 年生以上は旧カリキュラムで, 1 年生は新カリキュラム. 以下の情報は新カリキュラムのみ. (混ぜると consistency がなくなるので)

新旧カリキュラムの比較をすると見えること。

(1) 教養教育を低学年で行なってきたが, 4 年一貫教育ということで, 高学年になってからも教養教育科目を設ける. 数学に関して見ると,

総合文化科目 (もとはといえば一般教育, 外国語, 体育など) の中の

(a) 理工系教養科目に (これは新設で, 専門学科の内容に現在の段階では直結しないものの, その新たな知見に触れることが理工系の学生として不可欠と考えられる分野を対象とする. 宇宙 ・地球科学, 現代物理学, 集合論など. これらを自らの専門科目と重複しない形で選択必修とする, とあります)

1 年 前期 集合論 ▲ 1 年 後期 論理学 ▲ 1 年 後期 統計学 ▲

(なぜか 2 年には理工系教養がほとんどない)

(b) 自然科学的世界観の中に (同じ列には現代映像論などがあったりする)

3,4 年 後期 幾何学的自然観 (なんでしょうね, 中身は?)

(c) 上級講義の中に (同列には宗教と倫理などがあります. これは基礎的な講義を経てさらに興味をもった学生のための小人数の講義とある)

3,4 年 前期 代数と幾何学 (うーむ, どんなレベルなのでしょう. 不明です) 3,4 年 後期 数理解析学 3,4 年 後期 基礎離散数学

などというのが見えます. どうもこれらは必須じゃないけれど, 「教養」として身につけるための講義のようです.

(2) 基礎科目においては, 電通大が理工系の大学であるため, 従来より実験・演習を強化した. 特に数学では演習を新設した. また, 内容に応じて, 基礎科目を 2,3 年次にも開講するようにした.

(3) コンピュータリテラシー教育の強化. 全学科へと, 対象を広げた.

★ で, 新体制でのシラバスはまだ 1 年生のものしかありませんが, そこから情報を抜粋するとこうなります. どうも上の▲ のうちの 2 つが, 現代数学入門 I, II に化けたようです.

◆ 総合文化科目

全学科 1 年 前期 現代数学入門 I

教科書 内田著 「位相入門」(裳華房) 集合の基礎と, 極限の考え (ε δ でしょうかね?) keyword: 命題, 集合, 要素, 元, 含む, 含まれる, 和集合, 共通部分, 空集合, 整数, 有理数, 数直線, 稠密性, 無理数, 連続, 大小, 無限, 上界, 下界, 濃度, 可算, 開集合, 閉集合, ... メッセージに, 「近年多くの理工系大学で厳密な数学の考えを省略して, 実際的な計算を中心にした授業が進められるようになった結果いろいろな弊害も生じている. これはそれへの対策である」とあります.

全学科 1 年 後期 現代数学入門 II

教科書 ヴェイユ著 「初学者のための整数論」(現代数学社) 初等整数論を通して代数学の初歩を学習 keyword: ..., 可換群, 可換環, 合同類, Fermat-Euler の定理, RSA 暗号 (!), 原始根, 平方剰余, ...

◆ 専門基礎科目

全学科 1 年 前期 微分積分学第一

教科書 三宅 「入門 微分積分」(培風館) keyword: 実数の連続性, 上限, 下限, 逆三角関数, 双曲線関数, 合成関数の微分, 逆関数の微分, 対数微分法, 平均値の定理ロピタルの定理, 連続微分可能, ライプニッツの公式, テーラーの定理, マクローリン展開 (定, 不定, 部分, 置換, 広義) 積分, 区分求積法

全学科 1 年 後期 微分積分学第二

教科書 同上 keyword: 偏導関数, 全微分, ヤコビアン, 接平面, 極値問題, 偏微分作用素, ラプラシアン, 陰関数, ラグランジェの未定定数法, 重積分, 累次積分, 変数変換, 極座標, 線積分, グリーンの定理, 曲面積, ガンマ関数, ベータ関数

全学科 1 年 前期 線形代数学第一

教科書 アントン 「やさしい線形代数」(現代数学社) 行列と行列式の計算がきちんとできることに主眼がおかれている keyword: 省略

全学科 1 年 後期 線形代数学第二

教科書 同上線形空間と線形写像をとりあげる行列の対角化は講義では必ずしも取り上げない

[以上については, 数学演習 I, II があり, 講義を補完している]

全学科 1 年 後期 解析学

教科書 三宅 「入門 微分積分」(培風館) 微分積分学と同じ (その 6, 7 章) ＋α 微分積分学 I の補完, 数列と級数, 微分方程式関数列, 関数項級数, 条件収束, 一様収束, ワイエルストラスの判定法, 解空間, 基本解, ロンスキアン, などは Keyword に上がっているが, 講義では必ずしも取り上げない

◆ 情報工学科の専門科目

1 年 後期 離散数学

教科書 守屋 「コンピュータサイエンスのための離散数学」(サイエンス社) など集合と写像, 命題論理, 述語論理, 証明論 (三段論法, 背理法, 待遇, 推論規則), 帰納的 (再帰的) 定義と数学的帰納法, 2 項関係 (... 律, 同値関係, 順序, 閉包)

1 年 前期 基礎セミナー

1 クラス 10 人程度のセミナー形式, 題材は教官の自由. 数学をやっている先生もいる. 私は前回はマーチン ・ガードナー数学パズルの英語の本を読ませた. 今回は繰り返し型囚人のジレンマで遊ばせた. (基本的にこれは五月病対策)

[以下は, シラバスがないので科目名のみ]

情報工学科としては, あれ?と思う科目もありますが, 電通大の情報工学科には, コンピュータ学講座, ソフトウェア学講座, 計算科学講座, 計算機応用学講座の 4 つの大講座があり, そのうち計算科学講座は昔の情報数理学科の流れで, 応用数学が主体なのです.

必修

2 年 前期 複素数学 2 年 後期 数値計算第一

選択

これらは大体, 計算科学講座, 計算機応用学講座に進む人がとる科目です. コンピュータ学, ソフトウェア学の人達は選択ですが, あまり取っていないと思います (ほかのコンピュータサイエンス固有のもので大体単位が間に合うので).

2 年 前期 数理解析第一 2 年 後期 数理解析第二 3 年 前期 数値計算第二 3 年 前期 計算理工学第一 (解析学だと思います) 3 年 前期 応用解析第一 3 年 前期 最適化理論 3 年 後期 数値解析 3 年 後期 計算理工学第一 (これも解析学でしょう) 3 年 後期 有限要素法 3 年 後期 統計数学 3 年 後期 応用幾何学