開講科目名	先端融合科学特論I-４ ﾊｲﾊﾟﾌｫｰﾏﾝｽｺﾝﾋﾟｭｰﾃｨﾝｸﾞによる計算科学創成		
担当教員	多田 幸生	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

理論と実験に並ぶ第３の手法としての数理モデリング，数値計算，シミュレーション，可視化などの計算科学アプローチを用いることにより，自然現象の理解と解明，未知の現象や事象の予測など，現代科学技術のイノベーションを促す。

授業の概要と計画

（上原邦昭／３回）最近のデータ収集技術の大幅な進歩と記憶装置の劇的な低価格化により，情報収集はたやすい作業になり，巨大なデータが収集されつつある。特に，従来は敬遠されがちだった時間情報の入った履歴データの収集も可能になってきている。このようなデータベースから属性やデータ間に成り立つ規則を絞りだし，営業戦略を立案する上で役に立つ規則・法則のたぐいを得たいという自然な欲求が生まれる。これがデータマイニングである。本講義では，データマイニングの概要，応用分野，技術動向について概説する。
（長野明紀／２回）ヒトのバイオメカニクスを研究する際には，直接のデータ計測が不可能である局面にしばしば出会う。例えば筋肉の発揮張力や，脳から筋肉への指令信号を直接計測する事は技術的にも倫理的にも非常に難しい。そこでシミュレーションモデルを用いた評価がよく用いられる。本講義ではヒト神経・筋・骨格系のモデル構築に際し用いられる手法について解説する。またこれらの手法を用いた最新の研究成果も紹介する。
（多田幸生／３回）有限要素法・境界要素法など連続体系の数値シミュレーション法について概説し，振動解析，構造形状最適化への応用などについて紹介する。
（田中成典／３回）タンパク質や核酸などの生体高分子の構造，電子状態，ダイナミクスなどを第一原理的に解析することは生命機能解明に向けた計算生物学的アプローチの基礎となる。ここでは，分子動力学法と分子軌道法という生体高分子に対する二つの典型的な理論的解析手法を概説し，両方法に基づき高速・高効率の計算機シミュレーションを行う手法並びに両者を組み合わせて有用な情報を引き出す手法について述べる。
（賀谷伸幸／２回）マイクロ波回路のおける計算機シミュレーションを講義する。今までのマイクロ波回路の設計には，カットアンドトライという経験に基づいた設計が行われてきた。現在は，計算機シミュレーションによるツールを用いた設計が欠かせなくなってきた。既存のシミュレーション・コードを用いて，マイクロストリップ線路による回路設計法について実例を交えて講義する。この講義では，マイクロ波回路の設計における計算機シミュレーションの有用性を理解させることを目的とする。
（玉置久／２回）システム要素の局所的な相互作用が大域的挙動を発現するボトムアップ過程と，そこでの大域的な秩序が局所的相互作用を拘束するトップダウン過程の繰り返しによって，新奇で複雑なシステム挙動が生じる創発現象・創発システムに焦点を当て，創発システムシミュレーションのためのモデリング技法や創発的計算法について講述する。
また，創発的計算法の例として，学習や進化を範とした計算の概念・枠組みを紹介する。

成績評価方法と基準

レポート及び講義内で実施する演習の結果を総合評価し，評価が６０点以上のものを合格とする。

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

特になし

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

講義中に適宜指示する

参考書・参考資料等

講義中に適宜指示する

開講科目名	システム設計学特論		
担当教員	多田 幸生	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

機械システムなどの設計において，実験に代わって数値計算によって現象をシミュレーションして詳細設計を進めるCAE（Computer Aided Engineering）が一般化している。本科目では，CAEの根幹となる数値シミュレーションと設計最適化の原理・手法を理解することを目標とし，実設計に当たって数値シミュレーションの結果を適切に判断できる能力の向上をめざす。

授業の概要と計画

本科目では，CAEの根幹となる数値シミュレーションの基礎と設計最適化の手法について講義する。特に「最適性規準法」など数理的・力学的に意味のある最適化手法について論じる。具体的には，数値計算法・有限要素法，連続体力学復習，非線形最適化法，最適構造設計，ニュートピックスについて講述する。演習を取り入れ，実際に計算法を適用してみて原理の理解の向上を図る。

1. 数値計算法（連立１次方程式の解法など）（２回）
2. 連続体力学復習（１回）
3. 変分原理（１回）
4. 有限要素法（２次元トラス，１次元はり要素）（４回）
5. 非線形最適化法（１回）
6. 最適構造設計
（最適性規準法，動的計画法など）（４回）
7. ニュートピックス（２回）

成績評価方法と基準

成績は数回のレポートの内容で評価する。全てのレポートを提出したもののみ合格とする。成績評価は中間まとめレポートAを50%，最終まとめレポートBを50%として，講義内容の理解度から評価する。その他のレポートはまとめレポートの準備のためのものでもあるので，それらの提出を合格のための最低条件として使用する。

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

学部において，数値解析基礎，システム設計学，システム計画学，計算機援用工学もしくはこれらに準ずる科目（数値計算法，数理計画法）を履修していることが望ましい。

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

日本機械学会編「構造・材料の最適設計」（技報堂出版）
＋プリント

参考書・参考資料等

開講科目名	応用数学特論		
担当教員	白川 健	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

先端工学に現れる非線形性を伴うシステムを数理的に取り扱うための基礎を養う。講義の主題である「関数解析学」の学習を通して，複数のシステムを統一的に扱う抽象理論の重要性を理解させ，その上で物事の本質を見極める科学的観察能力の育成を目指す。

授業の概要と計画

先端工学に現れる予測・制御の難しい非線形システムを解析するための「重要な道具」として数えられる，関数解析学について講義する。関数解析学は２０世紀初頭に体系化された数学の一分野であるが，その高い汎用性から，現代の数理工学の理解には必要不可欠な存在となっている。
本講義では，前半に関数解析学の入門的な内容を扱い，関数解析学の基本的な理論であるヒルベルト空間論，バナッハ空間論及びソボレフ空間論の基礎的な部分を中心に解説する。また，後半では発展的な内容である変分理論・劣微分作用素方程式論・数値解析等の話題を織り交ぜながら，抽象数学理論を活用した非線形システムの解析法について講義する。

講義は，以下の内容・手順に従って進める。
1. 関数解析学への導入（１回）
2. バナッハ空間とヒルベルト空間（２回）
3. ２乗可積分関数の空間とフーリエ変換（３回）
4. 超関数とソボレフ空間（２回）
5. 凸解析と変分理論の基礎（２回）
6. 劣微分作用素方程式論（３回）
7. 非線形システムに対する数値解析法（２回）

成績評価方法と基準

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

適宜資料を配布する。配布した資料は，電子化したファイルをウェブページでも公開する。

参考書・参考資料等

開講科目名	情報数学特論		
担当教員	桔梗 宏孝	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

情報科学に必要と考えられる数学的構造の一般論を展開するための基礎的な概念を講述する。これにより，数理論理学，離散数学，整数論等の十分な予備知識や数学的な考え方を習得できることが期待される。

授業の概要と計画

情報科学に必要と考えられる基本的な数学について講述する。整数などの身近な例を示しながら，群，環，体といった代数的構造をはじめとして，グラフ構造や順序構造などを含む様々な数学的構造の性質について論述し，さらに，そうした数学的構造の一般論を展開するための基礎的な概念についても解説する。これにより，情報科学に必要とされる数理論理学，離散数学，整数論等を理解するための十分な予備知識や数学的な考え方を習得できることが期待される。

主に，以下の内容に従って講義を進める。
1. 群（２回）
2. 環とイデアル（３回）
3. 体と拡大体（３回）
4. 束 （ブール代数）（３回）
5. シグネチャと構造（４回）

成績評価方法と基準

講義内で実施する演習及びレポートの結果を総合評価し，評価が60点以上のものを合格とする。

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

講義中に適宜指示する。

参考書・参考資料等

開講科目名	数理統計学特論		
担当教員	垣内 逸郎	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

数理統計学の概念とその思考方法の概要を学ぶ。それにより，統計解析を適用すべき現実の問題に対し正しく問題をとらえ，解決する基礎的能力の習得を目標とし，グラフィカルモデリング理論について論述する

授業の概要と計画

グ理論について解説し，実際例を含め統計的因果推論への応用について講述する。また，独立・条件付独立構造のグラフ表現などのコンピュータ志向的接近法による最新の結果についても論じる。

1. 確率モデルの基本的な概念と特徴
(1) シンプソンのパラドックスの解釈，独立性・条件付独立性の概念と種々の特徴（２回）
(2) 多変量正規分布の特徴と性質，対数線形モデルの特徴と性質，それらの確率モデルの下での条件付独立性を表す指標（偏相関係数，２因子交互作用項）などについて（３回）
2. 統計的推測形式や確率モデル選択形式の基本的な概念と，幾つかの統計的結果について（２回）
3. グラフィカルモデリング理論の構成と実際
(1) 無向独立グラフの構成法とマルコフ性によるそのグラフの解釈（３回）
(2) 有向独立グラフ，連鎖独立グラフの構成法とそのグラフの解釈，それらのグラフの分離性とマルコフ性などについて（２回）
(3) グラフィカルモデリングの実際例と回帰分析法との比較（２回）
(4) 統計的因果推論への応用と諸問題について（１回）

成績評価方法と基準

レポート及び講義内で実施する演習の結果を総合評価し，評価が６０点以上のものを合格とする。

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

テキストは特になし。参考図書等は講義中に指示する。また，電子化した講義資料を公開する。

参考書・参考資料等

開講科目名	データマイニング論		
担当教員	上原 邦昭	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

膨大かつ複雑なデータから意味のある情報・知識を抽出することを目的としたデータマイニング技術について詳説する。具体的には，幾つかのデータマイニング手法の紹介及び実際のデータを用いた演習を通じて，各手法の基礎技術を習得させる。

授業の概要と計画

データに基づく科学的な意思決定は，事前に仮説を設定して，データを用いて仮説が成立しているかどうかを検証するプロセスである。一方，情報技術の発展により，大量のデータを容易に手に入れることができるようになり，新たなデータ分析手法が提唱されている。これは，仮説を設定せずにデータを解析し，新たな仮説を発見するというアプローチである。これをデータマイニングと呼ぶ。

本講義では，データマイニングに関する理論的基礎や方法論に関する幾つかのトピックスを講義する。
1. データマイニングとは（１回）
2. データマイニングの手法
決定木（１回）
ルール学習（１回）
ナイーブベイズ学習（１回）
再近傍法（１回）
相関ルールとAprioriアルゴリズム（１回）
3. 高度な手法
アンサンブル学習（２回）
クラスタリング（２回）
サポートベクトルマシン（１回）
4. データの前処理（２回）
5. 獲得された知識の評価（２回）

成績評価方法と基準

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

講義中に適宜指示する。

参考書・参考資料等

開講科目名	大規模ソフトウェア論		
担当教員	中村 匡秀	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

講義内で実施するグループ演習及びレポートの結果を総合評価し，評価が６０点以上のものを合格とする。

授業の概要と計画

成績評価方法と基準

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

特になし。電子化した講義資料を公開する。

参考書・参考資料等

開講科目名	計算ロボティクス論		
担当教員	羅　志偉	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

我々の日常生活や介護作業などを安心・安全に支援するロボットについて，計算科学における高度なモデリング，シミュレーションと可視化などの手法を取り入れて探求し，次世代ロボットの設計・評価と制御を行う基礎理論，研究手法と最新の研究成果を講義する。具体的には，超冗長自由度を有するロボットの運動学と動力学，ロボットと作業環境や人間との多種多様な力学的接触や相互作用，ロボットの実時間認知行動機能創成及び人間とロボットとのインタフェース構築などのロボティクス研究について講義し，理論・実験と計算を有機的に結合して活用する計算科学の基本的な方法論の体得を目指す。

授業の概要と計画

複雑な作業環境で柔軟に作業するロボットの超冗長運動自由度と非線形運動学と動力学，ロボットと作業環境や人間との多種多様な力学的接触・衝突と相互作用，未知環境に対する莫大な感覚情報の瞬時処理によるロボットの実時間認知行動機能創成及び人間とロボットとのインタフェース構築など，大規模な計算を高速に行う必要がある次世代ロボット技術について講述する。

主に以下の内容に従って進める。また，授業の後にレポートを提出させて理解を深める。
1. ロボティクスの歴史と発展（１回）
2. 計算科学の方法論と展望（１回）
3. 計算ロボティクスの体系化（２回）
4. 超冗長自由度を有するロボットの運動学（１回）
5. 超冗長自由度を有するロボットの動力学（１回）
6. ロボットと作業環境との力学接触・相互作用のモデリング（２回）
7. ロボットの感覚情報処理と認知行動創生（２回）
8. 没入型３次元動力学シミュレーション（２回）
9. 人間と接するロボットの設計と評価（２回）
10. 人間とロボットのインタフェース構築（１回）

成績評価方法と基準

レポート及び講義内で実施する演習の結果を総合評価し，評価が６０点以上のものを合格とする。

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

必要の都度，講義中に参考資料として研究論文を紹介する。

参考書・参考資料等

開講科目名	数値計算特論		
担当教員	蛯名 邦禎	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

数値計算の基本的な技法を，主として物理学に題材を取りながら講述する。毎回課題に取り組み，プログラムと解析結果をレポートして提出することによって，数値計算の基本技法を使いこなせるようにする。

授業の概要と計画

第1部（１０回）
1. 科学における計算の役割
2. 計算の基礎
3. 計算における誤差と不確定性
4. 簡単な運動方程式の追跡

第2部：　次の中から幾つかテーマを取り上げる（５回）
1. 数値積分
2. 数値微分
3. 試行錯誤法
4. 行列計算
5. データフィッティング
6. 乱数生成
7. モンテカルロ法
8. イジングモデルの統計物理
9. 常微分方程式の解法
10. 常微分方程式の境界条件マッチング
11. フーリエ解析
12. 非線形力学
13. カオス
14. フラクタル
15. 確率微分方程式

成績評価方法と基準

第1部に関する試験と第2部に関するレポート10通により，１対2の重みで評価する。

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

R. H. Landau, et al: Computational Physics, 2nd ed., Wiley-VCH, 2007
W. H. Press, et al: Numerical Recipes, 3rd ed. Cambridge Univ. Press, 2007

参考書・参考資料等

開講科目名	大規模ソフトウェア論		
担当教員	中村 匡秀	開講区分	単位数
		前期	2単位

授業のテーマと目標

大規模化・複雑化が進むソフトウェアを如何にうまく開発，運用，保守していくべきかについて，工学的側面から詳説する。具体的には，大規模ソフトウェアを対象に，プロジェクト計画，見積もり手法，構造化設計，オブジェクト指向設計，テスト技法などの体得を目指す。

授業の概要と計画

ソフトウェアは現代社会の様々な場所で利用され，高い機能性と信頼性が求められている。本講義では，大規模化・複雑化が進むソフトウェアを如何にうまく開発，運用，保守していくべきかについて，工学的側面から詳説する。具体的には，大規模ソフトウェアを対象に，プロジェクト計画，見積もり手法，構造化設計，オブジェクト指向設計，テスト技法などの体得を目指す。また，グリッドやサービス指向アーキテクチャ（SOA），Cloud Computingといった，計算科学と関連が深い新しいソフトウェアパラダイムについても概説する。

主に以下の内容に従って進める。また，毎回の授業の後半を演習にあてて理解を深める。
1. 大規模ソフトウェアとは（１回）
2. ソフトウェアプロセスモデル（１回）
3. プロジェクト計画，見積もり手法（１回）
4. ソフトウェア要求（２回）
5. 構造化分析技法（２回）
6. ソフトウェア設計（外部設計・内部設計）（２回）
7. オブジェクト指向開発（３回）
8. テスト技法（２回）
9. 新たな計算パラダイム（１回）

成績評価方法と基準

講義内で実施するグループ演習及びレポートの結果を総合評価し，評価が６０点以上のものを合格とする。

履修上の注意(関連科目情報等を含む)

オフィスアワー・連絡先

学生へのメッセージ

テキスト

特になし。電子化した講義資料を公開する。

参考書・参考資料等