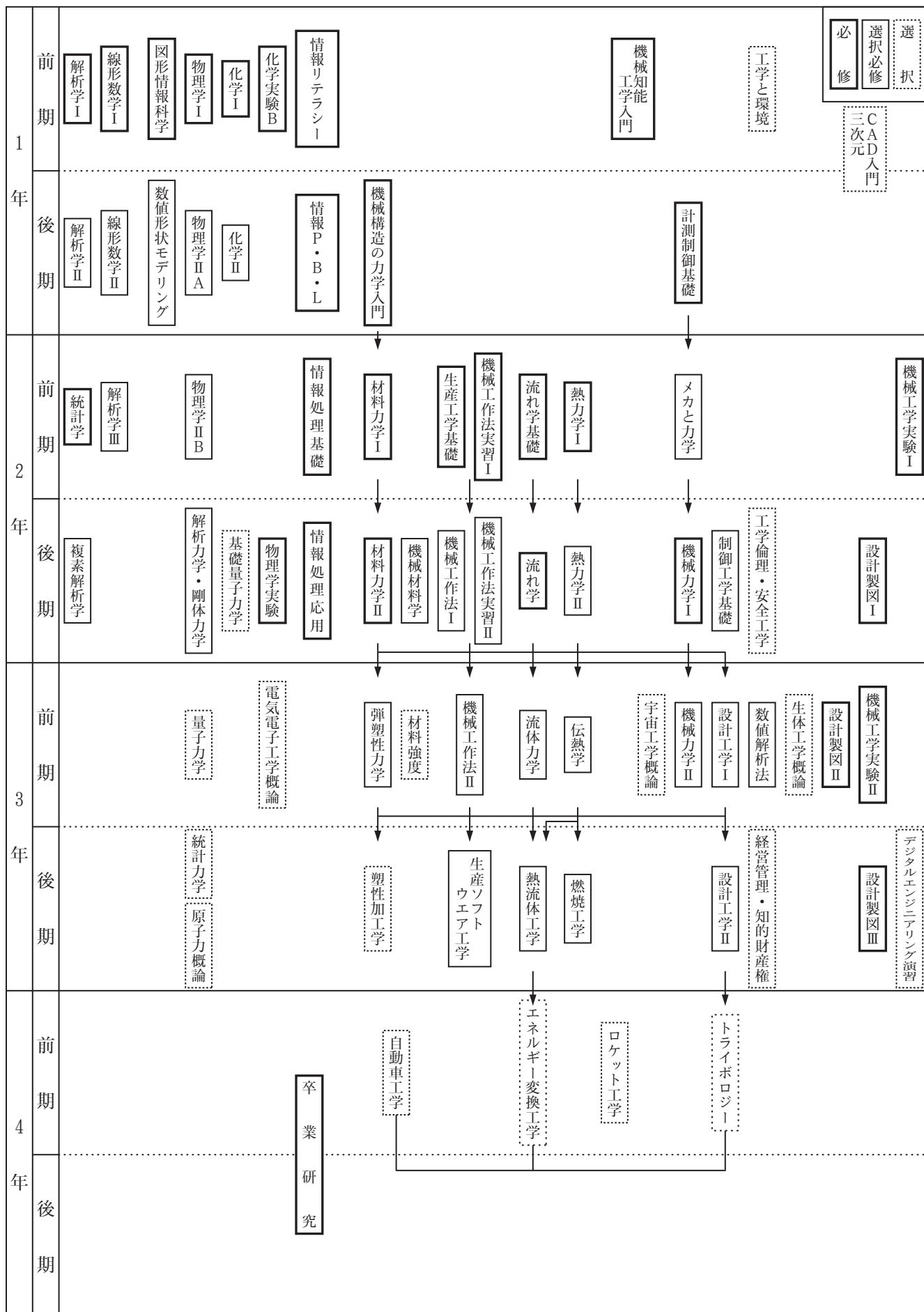
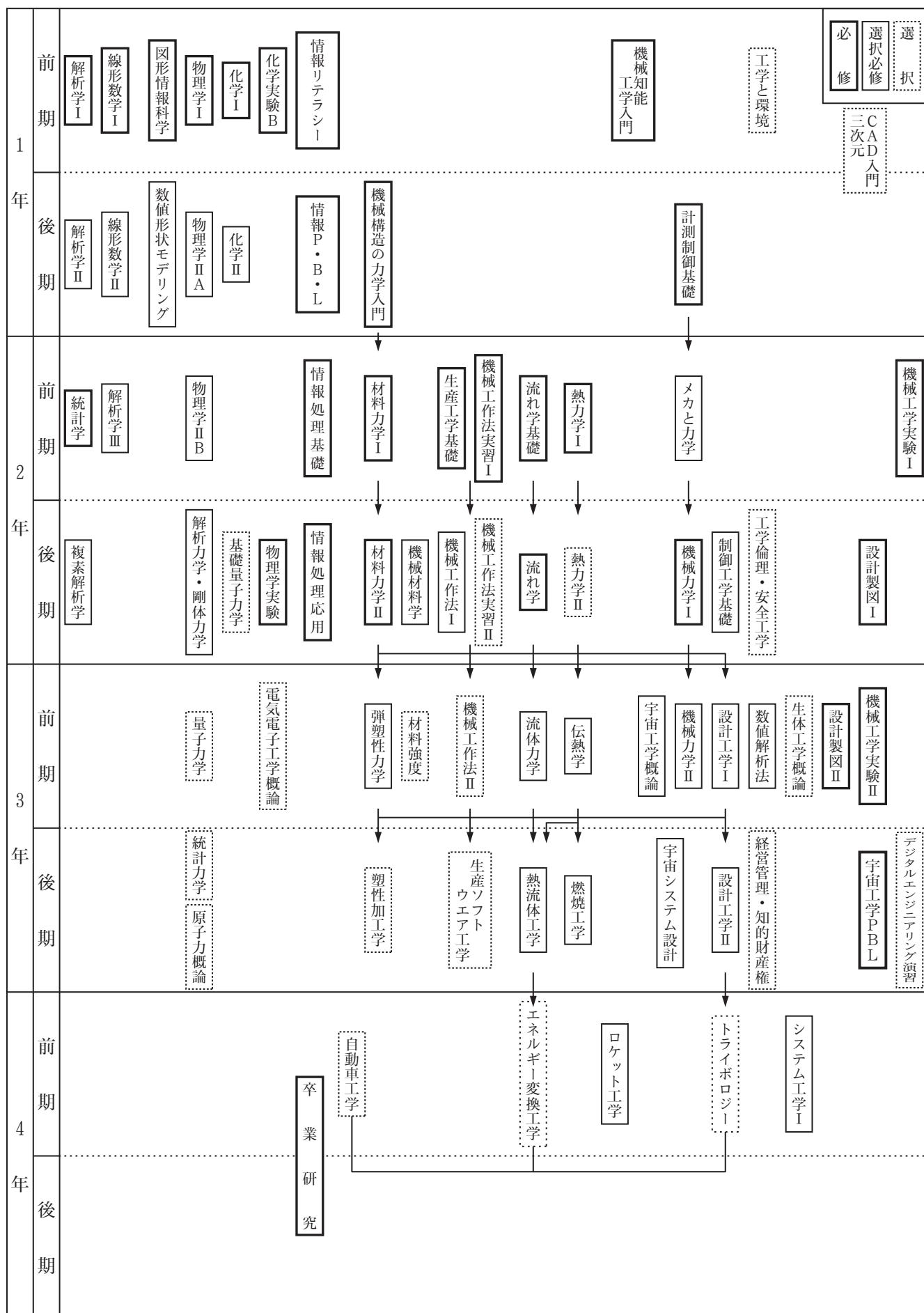


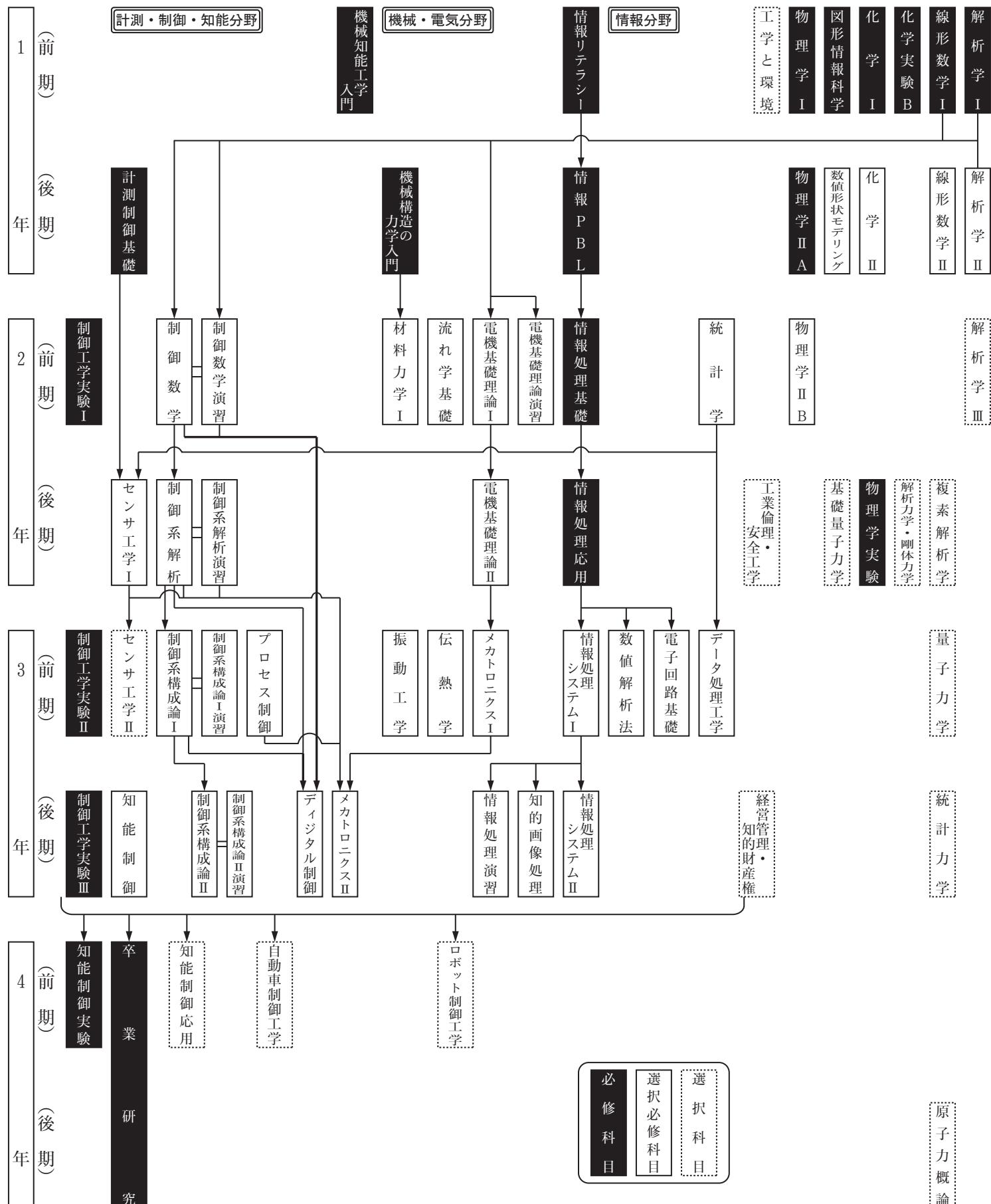
## 機械工学コース授業科目系統図（人間科学系科目を除く）



## 宇宙工学コース授業科目系統図（人間科学系科目を除く）



## 知能制御工学コース授業科目系統図（人間科学系科目を除く）



## 工学部の「学習・教育目標」

### ■機械知能工学科（全コース共通）

- (A) 國際的に通用するコミュニケーション技術を修得する
- (B) 自然現象を科学的に理解する能力を修得する
- (C) 問題発見能力を修得する
- (D) 自己学習習慣を修得する
- (E) 問題解決能力を修得する

### ■機械知能工学科（機械工学コース・宇宙工学コース）

- (A) 自然・人文科学の知識を機械工学に応用することで問題の発見と解決能力を育成すること。
  1. 機械工学関連科目で修得した知識を実社会の問題解決型技術へと応用・発展させるため、平素から経済・文化・科学の動向や問題にも傾注し、それらに沿った設計や実験結果についての考察を行う訓練をする。
  2. 社会問題に接したとき、科学的な原因の発見と有益な解決策の提供を可能にする能力を養うため、統計学や解析学による定量化と物理・化学的実験による検証の実施を習慣付ける。
  3. 実践的な問題解決能力を獲得するため、実験や実習に際して数学の知識の応用と、自然現象の解析、論理的な表現、演繹的・帰納的な思考の訓練をする。
- (B) 機械システムを創造するまでの企画・発想能力を育成すること。
  1. 機械装置の自動化方法の発想能力を養うため、その動力・運動には機械工学系専門科目以外にも電気・制御・情報関連科目の知識が必要になることを理解する。
  2. 将来有用性のある企画を提案できる素養を身につけるため、研究・設計・発表などにおいて方法や手順などを自ら積極的に計画するように努める。
  3. 設計・演習・実験の期限や仕様等の種々の制約の中で、効率化と成果向上を図るため、ネット検索、数値解析、CAD 製図を活用する技術を学ぶ。
- (C) 社会のニーズを認識して機械工学の社会への貢献を考える能力を育成すること。
  1. 社会的な要求品質に対応できる能力を養うため、設計や実習を通じて JIS などの工業規格を遵守し、便覧などの各種工学資料を利用する態度を学ぶ。
  2. 社会の要求に合致するような機械システムを考える素養を身に付けるため、情報機器や学協会誌を利用して技術動向の把握と社会的潮流の理解に努める。
  3. 要求目的に応じた機械システムを具現化できる能力を育成するため、実験・実習を通じて物理的現象の体感と材料特性の理解に努め、設計・製図に活用する。
  4. 諸問題に対する改善策の提案と実施を遂行する能力を養うため、実験や研究に関して意義や目的の理解と共に、常に問題点の発見を心がけ、その対処法の考察を習慣付ける。
- (D) 機械工学の実践が社会に及ぼす影響と結果について責任を持つ能力を育成すること。
  1. 専門科目の習得と同時に工学倫理的素養を獲得するため、機械工学を学び、実践するものにとっては行動規範として公衆の福利、健康、安全を最優先する特有の倫理が必要となることを理解する。
  2. 機械工学者としての社会的責任を果たす能力を養うため、機械工学関連科目において破壊、爆発、火災など

の危険性について理解し、設計・製図において具体的対処法を習得する。

3. 機械工学を用いた安全に対する貢献能力を獲得するため、労働災害の多くが機械装置に起因する事実を認識し、機械技術の開発や機械要素設計の際には安全技術を基幹要素として応用する習慣を養う。
4. 倫理的行動を実践するため、情報・通信機器を使用する際にその社会的影響の重大さを認識し、個人のプライバシー、著作権、知的財産などの侵害や迷惑行為の防止に努める。

(E) 「ものづくり」を担う専門家として産業界のニーズに答える能力を育成すること。

1. 自らの技術成果について第三者に的確に説明・伝達できる能力を養うため、数値による定量化と図式による視覚化方法を習得し、適正な日本語の文法・表現による記述と発表の訓練を行う。
2. 産業界での「ものづくり」に必要な複数人数による協働作業を体得するため、実験や実習を通して、個々人の尊重と互いのコミュニケーションを図りながら相互信頼の関係を築き、共通の成果を得ることを学ぶ。
3. 将来産業界で起こると予想される複雑な技術的課題に対処し得る素養を養うため、機械工学関連科目で習得した知識を基礎に異なる分野の知識を考え合わせることで思考範囲を広げ、実験・実習を通じて臨機応変に対処することを学ぶ。

(F) 國際的な視点を持ち、機械工学のグローバルな展開・応用が可能な能力を育成すること。

1. 國際社会で通用する機械工学者を目指すため、海外文献や専門学科に関する原書の読解などに慣れることによって言語障壁を克服する。
2. 國際的課題の解決に機械工学を応用する能力を育成するため、機械設計法、設計・製図の学習の際に周知となっている省エネルギー、環境、安全などの地球的規模の問題の考慮を習慣付ける。
3. 國際的な活動能力の基盤を育成するため、外国語科目的習得を通して外国語による読解、記述、発言能力を養い、機械工学に関する海外文献調査や卒業研究発表に応用することにより、実際的な外国語運用能力を育成する。

### ■機械知能工学科（知能制御工学コース）

自動車、家電製品、ロボット、プラントなどさまざまな対象を人の望む通りに動かすための基礎知識となる計測・制御工学および情報技術を教育し、制御に関する幅広い視野を養うことにより、社会の多様な分野で活躍できる人材を養成します。それを要約すれば次のようにになります。

- (A) バランスのよい学習による柔軟な発想力の修得：制御技術者として必要な、自然科学・機械工学・電気工学・情報工学および計測・制御工学をバランスよく学習し、工学システムに柔軟な発想で取り組める能力を養う。
- (B) 多くの実験・演習科目を通じた問題解決能力の修得：多くの実験・演習科目を通して、工学的現象の解釈および基礎的なシステム設計能力、すなわち問題解決能力を身に付ける。
- (C) 少人数教育によるコミュニケーションおよびチームワーク能力の修得：少人数教育により、コミュニケーション能力を身に付けるとともに、チームワークの重要性・役割を理解し活躍できる能力を身に付ける。
- (D) 國際性・社会性の修得：「技術に堪能なる士君子」として世界で活躍できるための、国際性・社会性を有する深い教養と技術者倫理を身に付ける。

**解析学 I Analysis I**

学年：1 年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：4 単位  
 担当教員名 池田 敏春・加藤 幹雄・酒井 浩・鈴木 智成・  
 仙葉 隆・平山 至大・非常勤

**1. 概要**

計算に主眼をおきながら、1変数関数について微分積分学の基礎を修得させる。将来、必要に応じて数学の自習ができるように、理論的な取り扱いにも慣れるよう留意して講義を進める。

**2. キーワード**

極限、1変数関数の微積分

**3. 到達目標**

- ・極限と連続性の概念がわかり、具体的に極限の計算ができる。
- ・微分の概念を理解し、種々の関数の導関数の計算ができる。
- ・微分法を用いて、関数の形状を調べたり、不等式を示したりすることができる。
- ・不定積分、定積分、広義積分の概念を理解し、種々の関数の積分計算ができる。
- ・定積分を用いて、面積や曲線の長さの計算ができる。

**4. 授業計画**

- 1-2 実数と複素数
- 3-4 数列の極限
- 5-6 関数の極限と連続性
- 7-8 導関数
- 9-10 高次導関数
- 11-12 平均値の定理
- 13-14 テーラーの定理
- 15-16 微分法の応用
- 17-18 不定積分
- 19-20 有理関数の積分
- 21-22 三角関数と無理関数の積分
- 23-24 定積分
- 25-26 広義積分
- 27-28 積分法の応用

**5. 評価の方法・基準**

試験および演習の結果で評価する。

評価方法の詳細は担当教員より通知する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- 1) ネット上には種々の解説が出ているので、上記のキーワードなどで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効である。
- 2) うまく理解できない場合には、参考図書を数冊、見比べること。

**7. 教科書・参考書**

1. 高橋泰嗣・加藤幹雄：微分積分概論（サイエンス社）413.3/T-41
2. 高木貞治：解析概論（岩波書店）413.1/T-1

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**解析学 II Analysis II**

学年：1 年次 学期：後期 単位区分：選択必修 単位数：4 単位  
 担当教員名 池田 敏春・加藤 幹雄・鈴木 智成・仙葉 隆・  
 平山 至大・非常勤

**1. 概要**

「解析学 I」で1変数関数について微分積分学の基礎を学んだ学生に対して、2変数関数の微分積分、また級数の基本事項について授業する。将来、必要に応じて数学の自習ができるように、理論的な取り扱いにも慣れるよう留意して講義を進める。

**2. キーワード**

多変数関数、偏微分、陰関数、重積分、級数

**3. 到達目標**

- ・偏微分の計算ができる。
- ・極値問題を解くことができる。
- ・重積分の計算ができる。
- ・変数変換ができる。
- ・整級数の微分積分ができる。

**4. 授業計画**

- 1-2 2変数関数と極限値
- 3-4 偏微分・全微分
- 5-6 合成関数の微分法・テーラーの定理
- 7-8 偏微分の応用（極値）
- 9-10 陰関数の存在定理・陰関数の極値
- 11-12 条件付き極値
- 13-14 2重積分
- 15-16 変数変換
- 17-18 広義2重積分・3重積分
- 19-20 積分の応用（1）
- 21-22 積分の応用（2）
- 23-24 級数・正項級数1
- 25-26 正項級数2・絶対収束と条件収束
- 27-28 整級数・整級数展開

**5. 評価の方法・基準**

試験および演習の結果で評価する。

評価方法の詳細は担当教員より通知する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- 1) 本講義が十分に理解できるためには、「解析学 I」を修得していることが望ましい。
- 2) ネット上には種々の解説が出ているので、上記のキーワードなどで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効である。
- 3) うまく理解できない場合には、参考図書を数冊、見比べること。

**7. 教科書・参考書**

1. 高橋泰嗣・加藤幹雄：微分積分概論（サイエンス社）413.3/T-41 及びプリント
2. 高木貞治：解析概論（岩波書店）413.1/T-1

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**線形数学 I** Linear Mathematics I

学年：1年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：2単位  
 担当教員名 池田 敏春・加藤 幹雄・鈴木 智成・仙葉 隆・  
 平山 至大・藤田 敏治・非常勤

**1. 概要**

理工学諸分野の科目を学ぶうえで、また数学が工学に応用される場面で、行列や行列式などの線形代数の基礎知識は必要不可欠である。授業では、行列と行列式の計算法を説明し、それらと連立1次方程式の解法を通して、線形代数の基本的事柄を解説する。

**2. キーワード**

ベクトル、行列、行列式、連立1次方程式

**3. 到達目標**

- ・行列および行列式の概念と基本的性質を理解し、それらの計算が正確に行える。
- ・掃き出し法や余因子を用いて逆行列を求めることができる。
- ・掃き出し法やクラメルの公式により連立1次方程式を解くことができる。

**4. 授業計画**

1. 空間のベクトルの演算
2. 直線と平面の方程式
3. 行列の演算とその性質
4. 種々の行列、行列の分割
5. 演習
6. 行列式の定義とその基本的性質
7. 行列式の性質と計算（1）
8. 行列式の性質と計算（2）
9. 逆行列とクラメルの公式
10. 演習
11. 行列の基本変形と階数
12. 連立1次方程式とはき出し法（1）
13. 連立1次方程式とはき出し法（2）
14. 講義の復習と演習
15. 試験

**5. 評価の方法・基準**

試験および演習の結果で評価する。

評価方法の詳細は担当教員より通知する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- 1) ネット上には種々の解説が出ているので、上記のキーワードなどで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効である。
- 2) うまく理解できない場合には、参考図書を数冊、見比べること。

**7. 教科書・参考書**

1. 池田敏春：基礎から線形代数（学術図書出版社）411.3/I-27

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**線形数学 II** Linear Mathematics II

学年：1年次 学期：後期 単位区分：選択必修 単位数：2単位  
 担当教員名 池田 敏春・加藤 幹雄・鈴木 智成・仙葉 隆・  
 平山 至大・藤田 敏治・非常勤

**1. 概要**

「線形数学 I」で学んできた知識をもとに、数ベクトル空間と線形写像に関する線形代数の基本的事柄を引き続いて講義する。幾何学的観点からもそれらを解説し、理論の本質を理解する基礎力を身につけさせる。

**2. キーワード**

数ベクトル空間、基底、次元、線形写像、内積、固有値、行列の対角化

**3. 到達目標**

- ・ベクトルの1次独立性を理解し、部分空間の次元と基底を求めることができる。
- ・線形写像と行列の関係を理解し、線形写像の核と像を求めることができる。
- ・ベクトルの内積と長さの性質を理解し、部分空間の正規直交基底を構成できる。
- ・行列の固有値と固有ベクトルを求めることができ、対角化可能な行列を対角化できる。

**4. 授業計画**

1. 数ベクトル空間と部分空間
2. 1次独立と1次従属
3. 基底と次元（1）
4. 基底と次元（2）
5. 演習
6. 線形写像と行列の対応
7. 線形写像の核と像
8. ベクトルの内積と長さの性質
9. 正規直交系
10. 演習
11. 固有値と固有ベクトル
12. 行列の対角化（1）
13. 行列の対角化（2）
14. 講義の復習と演習
15. 試験

**5. 評価の方法・基準**

試験および演習の結果で評価する。

評価方法の詳細は担当教員より通知する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- 1) 本講義が十分に理解できるためには、「線形数学 I」を修得していることが望ましい。
- 2) ネット上には種々の解説が出ているので、上記のキーワードなどで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効である。
- 3) うまく理解できない場合には、参考図書を数冊、見比べること。

**7. 教科書・参考書**

1. 池田敏春：基礎から線形代数（学術図書出版社）411.3/I-27

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**解析学Ⅲ Analysis III**

学年：2年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 酒井 浩・藤田 敏治・非常勤

**1. 概要**

工学諸分野において様々な現象が微分方程式により表現される。それらの現象を扱っていくためには微分方程式論の理解が必要となる。本講義の目的は微分方程式論への入門であり、常微分方程式をとりあげて、これの解き方（解法）と理論の一端を紹介する。解法では求積法と演算子法を述べて、基礎的な知識を修得させる。さらに、ラプラス変換による微分方程式の解法について述べる。

**2. キーワード**

変数分離形、同次形、線形常微分方程式、ラプラス変換

**3. 到達目標**

- ・代表的な1階常微分方程式の解法ができる。
- ・基本的なn階線形常微分方程式の解法ができる。
- ・ラプラス変換を用いた微分方程式の解法ができる。

**4. 授業計画**

- 第1回 1階常微分方程式－変数分離形
- 第2回 1階常微分方程式－同次形
- 第3回 1階常微分方程式－完全形
- 第4回 1階線形常微分方程式
- 第5回 クレーローの微分方程式
- 第6回 n階線形常微分方程式
- 第7回 定数係数n階線形同次微分方程式
- 第8回 定数係数n階線形非同次微分方程式
- 第9回 演算子法
- 第10回 オイラーの微分方程式
- 第11回 初等関数のラプラス変換
- 第12回 ラプラス変換の基本法則
- 第13回 微分方程式の初期値問題・境界値問題
- 第14回 講義の復習・演習
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

評価方法の詳細は担当教員より通知する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- 1) 本講義が十分に理解できるためには、「解析学Ⅰ」及び「解析学Ⅱ」を修得していることが望ましい。
- 2) 各回の講義を受けるに際しては、事前に教科書の該当箇所に目を通し、必要に応じて関連する既修得科目の復習をしておくこと。
- 3) 講義後には、各節末の問を解いてみること。
- 4) ネット上には種々の解説が出ているので、キーワード=微分方程式、などで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効。
- 5) 理解を深めるためにも、参考書や他の微分方程式関連の図書を数冊見比べること。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

水本久夫：微分方程式の基礎（培風館）413.6/M-57

**●参考書**

杉山昌平：工科系のための微分方程式（実教出版）413.6/S-82

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**複素解析学 Complex Analysis**

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 酒井 浩・鈴木 智成・非常勤

**1. 概要**

本講義では、複素解析学の初等的知識を与え、工学の研究に必要な基礎的知識の育成を目的とする。複素関数における微分・積分の計算法を示し、応用上重要な正則関数に対するコーシーの積分定理・積分表示、複素関数の諸展開、留数定理へと言及する。

**2. キーワード**

正則関数、複素微分、複素積分、コーシーの積分定理、留数定理

**3. 到達目標**

複素関数における微分・積分の基礎の修得

**4. 授業計画**

- 第1回 複素数と複素関数
- 第2回 指数、三角、対数関数
- 第3回 複素微分とコーシーリーマンの式
- 第4回 正則関数の性質を用いる複素微分
- 第5回 複素積分（その1）
- 第6回 複素積分（その2）
- 第7回 講義の復習・演習
- 第8回 コーシーの積分定理
- 第9回 コーシーの積分表示
- 第10回 テーラー展開
- 第11回 ローラン展開
- 第12回 孤立特異点と留数定理
- 第13回 留数定理の応用
- 第14回 講義の復習・演習
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

試験（100%）で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- 1) 本講義が十分に理解できるためには、「解析学Ⅰ」及び「解析学Ⅱ」を修得していることが望ましい。
- 2) ネット上には種々の解説が出ているので、キーワード=複素解析、などで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効。
- 3) うまく理解できない場合には参考図書を数冊見比べること。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

樋口・田代・瀧島・渡邊：現代複素関数通論（培風館）413.5/H-44

**●参考書**

- 1) 青木・樋口：複素関数論（培風館）413.5/A-28
- 2) 梶：複素関数（秀潤社）413.5/K-62

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

## 統計学 Statistics

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 藤田 敏治・酒井 浩・鈴木 智成・非常勤

### 1. 概要

確率論的考察や統計的推測の能力は工学全般にわたってますます重要度を増している。この講義は、確率的な（不確定な）現象に対する基本的な概念を与えるとともに、このような現象を解析するための統計的方法を解説する事を目的とする。統計学的な見方・考え方を理解するために必要な数学的基礎にも重点をおき、統計学を応用していくうえでの基礎を築く。

### 2. キーワード

確率、確率変数、分布関数、推定問題、仮説の検定、回帰、相関

### 3. 到達目標

- ・確率論の基礎（確率変数、確率分布、平均と分散など）を習得する。
- ・代表的な確率分布を理解し応用できる。
- ・推定・検定の考え方を理解する。

### 4. 授業計画

第1回 データ解析の基礎

第2回 事象

第3回 確率

第4回 順列と組み合わせ

第5回 確率変数、確率分布

第6回 分布の平均と分散

第7回 2項分布、ポアソン分布、超幾何分布

第8回 正規分布

第9回 いくつかの確率変数の分布

第10回 ランダム抽出とパラメータの推定

第11回 信頼区間

第12回 仮説の検定、決定

第13回 回帰分析、相関分析

第14回 講義の復習・演習

第15回 試験

### 5. 評価の方法・基準

試験（100%）で評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- 1) 本講義が十分に理解できるためには、「解析学Ⅰ」及び「解析学Ⅱ」を修得していることが望ましい。
- 2) 各回の講義を受けるに際しては、事前に教科書の該当箇所に目を通し、必要に応じて関連する既修得科目の復習をしておくこと。
- 3) 講義後には、各節末の問題を解いてみること。
- 4) 図書館には確率や統計に関連した図書が多数あります。知識の幅を広げたり、理解を深めたりするために、それらの図書にも目を通すこと。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

クライツィグ：確率と統計（技術者のための高等数学7）（培風館）410/K-5-8/7

### 8. オフィスアワー

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

## 物理学 I Fundamental Physics I

学年：1年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：4単位

担当教員名 岡本 良治・鎌田 裕之・岸根 順一郎・

出口 博之・中尾 基・西谷 龍介・美藤 正樹・

高木 精志

### 1. 概要

#### ●授業の背景

物理学は工学の自然科学的な基礎であり、その方法と考え方を身につけることは必要不可欠である。

#### ●授業の目的

自然現象に対する物理的なものの見方、考え方、すなわち、物理の原理・法則性の認識と法則の定量的な取扱い方を会得し、物理学の理工学への多岐にわたる応用のための基礎的知識を習得する。よく用いられる極座標、多変数の微積分学、ベクトル解析の初步および常微分方程式の数学的知識・手法についても必要に応じて教授する。

#### ●授業の位置付け

理工系の大学における基礎教育の必修科目である。専門科目を習得する上での基礎となる。

### 2. キーワード

速度と加速度、運動方程式、運動量、仕事とエネルギー、角運動量、トルク（力のモーメント）、非慣性系と慣性力、多粒子系、重心運動と相対運動、慣性モーメント、回転運動、見かけの力

### 3. 到達目標

- ・運動方程式をたてられるようになる。
- ・ベクトル量としての物理量の取り扱いに慣れる。
- ・微積分法を駆使して粒子の力と運動を解析する能力を習得する。
- ・多粒子系と剛体の平面運動を解析する能力を習得する。

### 4. 授業計画

第1週 物理学と科学技術（ガイダンス）；速度と加速度（1）

第2週 速度と加速度（2）；運動の法則と力の法則（1）

第3週 運動の法則と力の法則（2）；力と運動（1）

第4週 力と運動（2）；力と運動（3）

第5週 中間試験（1）；単振動（1）

第6週 単振動（2）；減衰振動

第7週 仕事とエネルギー（1）；仕事とエネルギー（2）

第8週 仕事とエネルギー（3）；

粒子の角運動量とトルク（1）

第9週 粒子の角運動量とトルク（2）；

粒子の角運動量とトルク（3）

第10週 中間試験（2）；2粒子系の重心運動と相対運動（1）

第11週 2粒子系の重心運動と相対運動；（2）多粒子系の重心、運動量と角運動量

第12週 剛体のつりあい；剛体の慣性モーメント

第13週 固定軸の周りの回転；平面運動

第14週 加速度系と慣性力；回転系と遠心力・コリオリの力

### 5. 評価の方法・基準

中間試験1（20%）、中間試験2（20%）、期末試験（30%）、レポート（30%）で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義の前日以前の予習、講義のあった日の復習が必要である。関連する数学の講義内容を理解していれば、本講義の理解はより深く、確実になる。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

1) 原 康夫：物理学基礎（第3版）（学術図書出版社）420/H-29 ISBN 4-87361-950-5

#### ●参考書

1) 物理学演習問題集 力学編（学術図書出版社）

2) 鈴木芳文・近浦吉則：Mathematicaで実習する基礎力学（培風館）423/S-28

3) 鈴木賢二・伊藤祐一：物理学演習1－力学－（学術図書）423/S-31

4) D.ハリディ/R.レスニック/J.ウォーカー：物理学の基礎[1] 力学（培風館）423/H-17

### 8. オフィスアワー

教員により設置が異なる。以下のHPを参照。

<http://www.mns.kyutech.ac.jp/~kamada/officehour>

**物理学Ⅱ A** Fundamental Physics II A

学年：1年次 学期：後期 単位区分：選択必修 単位数：2単位  
 担当教員名 美藤 正樹・山田 宏・山田 知司・河野 通郎・  
 津留 和生

**1. 概要****●授業の背景**

物理学諸分野において、波動現象及び熱力学は、力学・電磁気学と並ぶ基礎科目である。

**●授業の目的**

波動現象を数学的に記述し、干渉や回折現象について学ぶ。理想気体の熱的性質を理解し、熱力学第1法則と第2法則について学ぶ。また、エントロピーの概念を用いて状態変化を理解する。

**●授業の位置付け**

理工系の大学における基礎科目である。専門科目を習得するまでの基礎となる。

**2. キーワード**

波、振幅、位相、干渉、回折、熱平衡状態、相、理想気体、熱力学第1法則、熱力学第2法則、エントロピー

**3. 到達目標**

- ・波動現象の数学的取り扱いに習熟する。
- ・波としての光の性質を理解する。
- ・熱の概念について理解する
- ・熱力学の諸法則を用いて気体の状態変化を理解する。

**4. 授業計画**

- 第1回 波動を表す関数（振幅と位相）
- 第2回 波動方程式の解とその重ね合わせ
- 第3回 反射、屈折、干渉、回折
- 第4回 波の分散と群速度
- 第5回 光の反射、回折と干渉
- 第6回 单スリットと回折格子
- 第7回 中間試験
- 第8回 热と温度、热の移動
- 第9回 気体分子運動論
- 第10回 热力学第1法則
- 第11回 いろいろな热力学的变化
- 第12回 热力学第2法則
- 第13回 カルノー・サイクルと热機関の効率限界
- 第14回 エントロピー増大の原理
- 第15回 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験(30%)、期末試験(40%)、レポートの結果(30%)で評価する。

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

講義の前日以前の予習、講義のあった日の復習が必要である。関連する数学の講義内容を理解していれば、本講義の理解はより深く、確実になる。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

教科書は各教員がそれぞれ定める。

**●参考書**

- 1) 原 康夫：物理学基礎（第3版）（学術図書出版社）420/H-29 ISBN 4-87361-950-5
- 2) 原 康夫：物理学通論I（学術図書出版社）420/H-25/1
- 3) D.ハリディ/R.レスニック/J.ウォーカー：物理学の基礎 [2] 波・熱（培風館）424/H-7

**8. オフィスアワー**

教員により設置が異なる。以下のHPを参照。

<http://www.mns.kyutech.ac.jp/~kamada/officehour>

**物理学Ⅱ B** Fundamental Physics II B

学年：2年次 学期：前期 単位区分：選択必修 単位数：2単位  
 担当教員名 高木 精志・山田 知司・石崎 龍二・津留 和生・  
 松平 和之

**1. 概要****●授業の背景**

物理学諸分野において、電磁気学は、力学と並んで基礎科目である。

**●授業の目的**

電磁気学の基本的で重要な部分について、特に真空における電磁気学について詳しく講義する。

**●授業の位置付け**

理工系の大学における基礎科目である。専門科目を習得するまでの基礎となる。

**2. キーワード**

静電場、ガウスの法則、電位、ローレンツ力、電流と磁場、電磁誘導、マックスウェル方程式

**3. 到達目標**

- ・電磁気現象の数学的取り扱いに習熟する。
- ・電場の概念を理解する。
- ・磁場の概念を理解する。
- ・電磁誘導を理解する。
- ・マックスウェル方程式の内容を理解する。

**4. 授業計画**

- 第1回 クーロンの法則と電場
- 第2回 ガウスの法則
- 第3回 ガウスの法則の応用
- 第4回 電位
- 第5回 導体と静電場
- 第6回 電流とオームの法則
- 第7回 中間試験
- 第8回 磁場とローレンツ力
- 第9回 ビオ・サバールの法則
- 第10回 ビオ・サバールの法則とその応用
- 第11回 アンペールの法則とその応用
- 第12回 電磁誘導（1）
- 第13回 電磁誘導（2）
- 第14回 変位電流とマックスウェルの方程式
- 第15回 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験(30%)、期末試験(40%)、レポート(30%)で評価する。  
 60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

講義の前日以前の予習、講義のあった日の復習が必要である。関連する数学の講義内容を理解していれば、本講義の理解はより深く、確実になる。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

教科書は各教員がそれぞれ定める。

**●参考書**

- 1) キッテル他:バークレー物理学コース、1-6（丸善）420/B-9
- 2) 原 康夫：物理学通論II（学術図書出版社）420/H-25/1
- 3) ファインマン他:ファインマン物理学（岩波書店）420/F-5
- 4) 近浦吉則・太田成俊・鈴木芳文・田中洋介:コンピュータによる物理学演習（培風館）420.7/C-2
- 5) D.ハリディ/R.レスニック/J.ウォーカー：物理学の基礎 [3] 電磁気学（培風館）427/H-18
- 6) 鈴木賢二・高木精志：物理学演習－電磁気学－（学術図書）427/S-38
- 7) 原 康夫：物理学基礎（第3版）（学術図書出版社）420/H-29/3

**8. オフィスアワー**

教員により設置が異なる。以下のHPを参照。

<http://www.mns.kyutech.ac.jp/~kamada/officehour>

## 物理学実験 Practical Physics

対象コース：機械工学コース・宇宙工学コース・  
(知能制御工学コースの半分)

学年：2年次 学期：後期 単位区分：必修 単位数：1単位  
機械工学コース、宇宙工学コース、(知能制御工学コースの半分)  
担当教員名 出口 博之・太屋岡 恵理子  
知能制御工学コースの半分、(建設社会工学科)  
担当教員名 高木 精志・稻永 征司・能智 紀台

### 1. 概要

#### ●授業の背景

物理学は工学の自然科学的な基礎の学問である。その方法と考え方を実験を通して身につけることは必要不可欠である。

#### ●授業の目的

工学基礎としての物理学実験では、以下の3つの目的がある。  
 ① 物理学の原理・法則性を抽象的に理解するだけでなく、実験にもとづいて体得すること。  
 ② 物理実験の基本的方法を習得し、実験装置の使用に習熟すること。  
 ③ 報告書の作成の訓練を行うこと。

#### ●授業の位置付け

物理学I、物理学II A 及び物理学II Bなどで学習した物理学の原理・法則性を実験に基づいて体得する。

また物理学実験は理工学の種々の研究実験に共通する基礎的実験法の学習という重要な役割を担っている。

### 2. キーワード

力学、熱学、光学、電磁気学、原子物理学、コンピュータ・シミュレーション

### 3. 到達目標

1. 種々の基本的物理現象を実験を通して理解する。
2. 基礎的な測定方法を習得する。
3. 基本的実験機器の使用方法を習得する。
4. 測定データの取り方、記録方法を習得する。
5. 測定データの誤差評価方法を習得する。
6. 種々のグラフの使い方を習得する。
7. グラフより実験式の求め方を習得する。
8. 実験データの解析方法を習得する。
9. レポートのまとめ方、記述方法を習得する。

### 4. 授業計画

第1回 物理学実験についての講義（注意事項、データ処理および安全教育）

第2回～第13回 力学、熱学、光学、電磁気学、原子物理学に関する19種の独立な実験テーマを準備している。これらのテーマ中から適当に割当てて実験を行なわせる。

#### 実験テーマの例

- (1) ボルダの振子
- (2) ケーターの振子
- (3) ねじれ振子
- (4) ヤング率
- (5) 空気の比熱比
- (6) 熱電対の起電力
- (7) 光のスペクトル
- (8) ニュートン環
- (9) 回折格子
- (10) 光の回折・干渉
- (11) 電気抵抗
- (12) 電気回路
- (13) 等電位線
- (14) ダイオードおよびトランジスター
- (15) オシロスコープ
- (16) 放射線
- (17) コンピュータ・シミュレーション
- (18) 電気素量

#### (19) プランク定数

第14回 実験予備日（1）

第15回 実験予備日（2）

### 5. 評価の方法・基準

原則として割当てられた実験テーマの実験をすべて行い、そのレポートをすべて提出することが合格の必要条件となる。実験中の態度（20%）およびレポートの内容（80%）によって総合的に評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

上記の目的を達成するためには、単に教科書の指示どおりに測定をした、計算をした、というのではなく効果的に行い、物理的なものの見方、考え方を身につけるような学習実験態度が必要である。

### 7. 教科書・参考書

近浦吉則・高木精志・鈴木芳文・出口博之・西谷龍介：理工学基礎課程－物理学実験 第8版（東京教学社）

### 8. オフィスアワー

各担当教員によって異なるので、初回の講義時に通知する。

**解析力学・剛体力学**

Analytical Mechanics and Rigid Body Dynamics

学年：2年次 学期：後期 単位区分：選択必修 単位数：2単位  
 担当教員名 津留 和生

**1. 概要****●授業の背景**

工学諸分野において、力学法則を現実の系に応用する力は必須である。

**●授業の目的**

物理学Iで学んだ力学の基礎知識を運用して工学上の問題をモデル化し、これを解く応用力を養う。

**●授業の位置付け**

理工系の大学における基礎科目である。専門科目を習得する上での基礎となる。

**2. キーワード**

剛体、角運動量、トルク、慣性モーメント、変分原理、ラグランジュ方程式、ハミルトンの方程式、基準振動

**3. 到達目標**

- ・慣性モーメントが計算できるようになる。
- ・剛体の運動について運動方程式をたてられるようになる。
- ・剛体の運動の運動方程式を解くことができる。
- ・変分原理・最小作用の原理を理解する。
- ・ラグランジュ方程式を解いて多粒子系と剛体の運動が解析できる。

**4. 授業計画**

- 第1回 粒子と粒子系の力学（復習）から剛体力学、解析力学へ  
 第2回 剛体の力学（1）基礎：慣性モーメント  
 第3回 剛体の力学（2）回転：角運動量とベクトル積、オイラー方程式  
 第4回 剛体の力学（3）微小振動と安定性：固定点の周りの振動、安定点の周りの振動  
 第5回 剛体の力学（4）オイラー角、慣性テンソル、慣性主軸  
 第6回 剛体の力学（5）固定点の周りの自由回転：対称コマの歳差と章動  
 第7回 中間試験  
 第8回 物理と変分原理・最小作用の原理：ニュートン力学から解析力学への発展  
 第9回 ラグランジュ方程式の導出  
 第10回 ラグランジュ方程式の応用（1）：单振動、单振子、伸縮する振子  
 第11回 ラグランジュ方程式の応用（2）：基準振動解析（2重振子、2原子分子）  
 第12回 ラグランジュ方程式の応用（3）：基準振動解析（1次元格子振動）  
 第13回 ハミルトンの正準方程式（1）：ラグランジアンとハミルトニアン  
 第14回 ハミルトンの正準方程式（2）：位相空間、調和振動子  
 第15回 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験（30%）、期末試験（40%）、レポート（30%）で評価する。

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

講義の前日以前の予習、講義のあった日の復習が必要である。関連する数学の講義内容を理解していれば、本講義の理解はより深く、確実になる。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

教科書は開講時にお知らせします。

**●参考書**

- 1) 原 康夫：物理学通論II（学術図書出版社）420/H-25/2
- 2) 宮下精二：解析力学（裳華房）  
423/M-11 ISBN 4-7853-2090-7
- 3) ファインマン他：ファインマン物理学（岩波書店）420/F-5
- 4) 阿部龍蔵：力学〔新訂版〕（サイエンス社）423/A-16

**8. オフィスアワー**

教員により設置が異なる。以下のHPを参照。

<http://www.mns.kyutech.ac.jp/~kamada/officehour>

**基礎量子力学 Fundamental Quantum Mechanics**

学年：2年次 学期：後期 単位区分：選択 単位数：2単位  
 担当教員名 岡本 良治・石崎 龍二・河野 通郎・津留 和生

**1. 概要****●授業の背景**

相対論とともに現代物理学の支柱のひとつである量子力学は、同時に現代物質工学・電子デバイス工学・ナノサイエンスの基礎である。

**●授業の目的**

物理学II Aで学んだ波動の基礎知識を運用して基礎的な量子力学の概念に触れ、シュレディンガー方程式を解くことにより理解を深める。

**●授業の位置付け**

理工系の大学における基礎教育の科目である。3年次科目・量子力学へつながり、専門科目を習得する上での基礎となる。

**2. キーワード**

光電効果、原子模型、不確定性原理、波動関数、シュレディンガー方程式、井戸型量子ボテンシャル、トンネル効果

**3. 到達目標**

- ・原子の構造とド・ブロイの関係式を理解する。
- ・不確定性関係を理解する。
- ・シュレディンガー方程式の物理的内容を理解する。
- ・1次元無限量子井戸型ボテンシャルに対するシュレディンガーフォームが解けること。
- ・スピニについて理解する。

**4. 授業計画**

- 第1回 電子、原子、原子核のイメージ（トムソンの実験、ミリカンの実験、ラザフォード散乱）  
 第2回 光の不思議な性質（ヤングの干渉実験、光電効果、コンプトン散乱、トムソン散乱）  
 第3回 物質粒子の波動性（ド・ブロイ波、電子ビーム回折）  
 第4回 スペクトルと原子模型1（黒体放射、エネルギー量子）  
 第5回 スペクトルと原子模型2（原子の有核模型、原子スペクトル、ボーアの水素模型）  
 第6回 不確定性関係（光子の運動量とハイゼンベルグの思考実験、单一格子による不確定性関係、波束と不確定性関係）  
 第7回 中間試験  
 第8回 シュレディンガー方程式（量子化、平面波の複素数表示、定常状態に対するシュレディンガー方程式の解）  
 第9回 1次元無限量子井戸1（エネルギー準位、波動関数の規格化と直交性）  
 第10回 1次元無限量子井戸2（位置座標の期待値、運動量の期待値、ハミルトニアンの期待値）  
 第11回 1次元無限量子井戸3（エルミート演算子、固有値、交換関係、エーレンフェストの定理）  
 第12回 1次元調和振動子（境界条件と量子数、ゼロ点振動）  
 第13回 トンネル効果（階段型ボテンシャル障壁、確率密度と確率流れの連続方程式）  
 第14回 スピニ、結晶中の電子状態（磁気モーメント、シュテルン・ゲルラッハの実験、エネルギーバンド）  
 第15回 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験（30%）、期末試験（40%）、レポート（30%）で評価する。

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

講義の前日以前の予習、講義のあった日の復習が必要である。関連する数学の講義内容を理解していれば、本講義の理解はより深く、確実になる。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

教科書は各教員がそれぞれ定める。

### ●参考書

- 1) 佐川弘幸・清水克多郎：量子力学（シュプリンガー・フラーク）429.1/S-49 ISBN:4431707832
- 2) キッテル他：バークレー物理学コース、1-6（丸善）420/B-9
- 3) 原 康夫：物理学通論Ⅱ（学術図書出版社）420/H-25/2
- 4) 原 康夫：現代物理学（培風館）420/H-27
- 5) ファインマン他：ファインマン物理学（岩波書店）420/F-5
- 6) 近浦吉則・太田成俊・鈴木芳文・田中洋介：コンピュータによる物理学演習（培風館）420.7/C-2
- 7) 鈴木芳文・古川昌司・太田成俊・田中洋介・近浦吉則：原子物理学－基礎とコンピュータシミュレーション（東京教学社）429/S-6
- 8) 小出昭一郎：量子論（基礎物理学選書）（裳華房）
- 9) 阿部龍藏：量子力学入門（岩波書店）

### 8. オフィスアワー

教員により設置が異なる。以下のHPを参照。

<http://www.mnns.kyutech.ac.jp/~kamada/officehour>

## 化学 I Chemistry I

学年：1年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：2単位

担当教員名 落合 篤一

### 1. 概要

#### ●授業の背景

近年の科学技術の進展は著しいが、その進歩は数学・物理学・化学・生物学・電子工学などさまざまな分野の複合・総合によって初めて可能になる。中でも、物質の性質を明らかにする学問である「化学」は特に重要な位置を占めている。なぜなら多くの「技術」は物質の知識なくしては成り立たないのである。

#### ●授業の目的

「化学」を専攻しない学生にとっても、化学の基礎を理解しておくことは重要である。化学の取り扱う分野を大きく分けると、「構造」、「物性」、「反応」になるとされる。ここでは、「構造」を中心にして、化学の基礎に対する理解を深めることを目標とする。

#### ●授業の位置付け

高校で習った原子構造、化学結合の理解を一段と深め、後期の化学IIで扱う、「物性」、「反応」を学ぶ基礎とする。

### 2. キーワード

原子構造、周期律、エネルギー準位、化学結合、分子軌道法、混成軌道、 $\sigma$ 結合と $\pi$ 結合、酸と塩基、化学反応速度

### 3. 到達目標

- ① 原子構造と元素の諸性質の関係を充分理解する。
- ② 軌道を用いた化学結合の記述法になれ、それを用いて化学の問題が考えられるようになる。

### 4. 授業計画

第1回：イントロダクション

第2回：原子の内部構造

第3回：Bohrの原子模型と前期量子力学

第4回：電子の波動性

第5回：Schrodingerの波動方程式、水素原子の構造

第6回：Pauliの原理と多電子原子の構造、元素の周期律

第7回：イオン化ポテンシャルと電子親和力

第8回：化学結合

第9回：分子間力

第10回：共有結合と軌道の重なり

第11回：混成軌道

第12回：酸と塩基 I

第13回：酸と塩基 II

第14回：化学変化の速度

第15回：試験

### 5. 評価の方法・基準

期末試験主体で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義で習ったことを暗記するので無く、自分の頭で論理を再構築する習慣をつけることが重要である。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

田中 潔、荒井貞夫著「フレンドリー物理化学」三共出版  
431/T-7

#### ●参考書

斎藤勝裕著「絶対わかる化学結合」講談社サイエンティフィック  
431-1/S-23

白井道雄著「入門物理化学」実教出版株式会社（化学II教科書）  
431/S-21

尾崎、末岡、宮前共著「基礎物理化学演習」三共出版 431/O-12

### 8. オフィスアワー

メールでの質問を隨時受け付ける。

ochiai@toua-u.ac.jp

**化学 I Chemistry I**

学年：1 年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：2 単位  
担当教員名 津留 豊

**1. 概要****●授業の背景**

科学技術は分子や原子レベルで理解され制御を試みられるようになってきた。工学系において化学での議論の必要性が出てきた。このような背景から、大学基礎化学を理解することは重要である。

**●授業の目的**

「化学 I」は「原子・分子」のイメージをつかむことを目的とする。

**●授業の位置付け**

高校の化学の復習も含むが、内容は深く広くなる。

**2. キーワード**

原子、電子、イオン、電子軌道、周期表、分子、共有結合、混成軌道、分子間相互作用

**3. 到達目標**

- (1) 原子の構造、電子配置を説明できる。
- (2) 周期律と元素の人工変換を説明できる。
- (3) 分子における化学結合を、電子の挙動と関連づけて説明できる。

**4. 授業計画**

- 第1回 原子の構造、原子量と物質量
- 第2回 原子の電子配置（ボーアの原子モデル）
- 第3回 原子の電子配置（軌道と量子数）
- 第4回 原子の電子配置（電子配置）
- 第5回 元素の周期表
- 第6回 天然放射性元素と元素の人工変換
- 第7回 中間試験
- 第8回 イオン結合
- 第9回 共有結合（ルイスの原子価論）
- 第10回 共有結合（ $\sigma$ 結合と $\pi$ 結合）
- 第11回 共有結合と混成軌道
- 第12回 共有結合と分子軌道
- 第13回 配位結合、金属結合
- 第14回 共有結合結晶、分子間の結合
- 第15回 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験（40%）、期末試験（50%）およびレポートの結果（10%）で評価する。  
60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

予習と復習が重要である。また高校の化学の教科書も参考になるので考慮されたい。さらに演習問題を多く手がけることが大切である。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

化学教科書研究会：基礎化学（化学同人）430 / K-15

**●参考書**

- 1) 若山信行、一国雅巳、大島泰郎 訳：ブライディ一般化学（上）（東京化学同人）430.7/B-1/1
- 2) 竹内敬人 著：化学の基礎（岩波書店）430.8/K-10/1

**8. オフィスアワー**

講義第一回目に指示すると共に、各学期はじめに別途掲示する。

**化学 II Chemistry II**

学年：1 年次 学期：後期 単位区分：選択必修 単位数：2 単位  
担当教員名 落合 翁一

**1. 概要****●授業の背景**

近年の科学技術の進展は著しいが、その進歩は数学・物理学・化学・生物学・電子工学などさまざまな分野の複合・総合によって初めて可能になる。中でも、物質の性質を明らかにする学問である「化学」は特に重要な位置を占めている。なぜなら多くの「技術」は物質の知識なくしては成り立たないのである。

**●授業の目的**

「化学」を専攻しない学生にとっても、化学の基礎を理解しておくことは重要である。化学の取り扱う分野を大きく分けると、「構造」、「物性」、「反応」になるとされる。ここでは、「物性」、「反応」中心にして、化学の基礎に対する理解を深めることを目標とする。

**●授業の位置付け**

化学 I では原子、分子の一個の性質を取り扱ったが、化学 II では原子、分子の集合体が示す性質を扱う。高校で学習した種々の法則をより一般的な原理から理解できるようにする。

**2. キーワード**

理想気体、分子運動論、液体、化学平衡、熱力学、内部エネルギー、エンタルピー、エントロピー、自由エネルギー、化学ポテンシャル

**3. 到達目標**

- ① 化学熱力学の基礎を定性的に理解する。
- ② 反応速度論の基礎を理解する。

**4. 授業計画**

- 第1回：理想気体
- 第2回：気体の圧力と分子運動論
- 第3回：熱力学第一法則 I
- 第4回：熱力学第一法則 II
- 第5回：熱力学第二法則 I
- 第6回：熱力学第二法則 II
- 第7回：熱力学第三法則
- 第8回：自由エネルギー I
- 第9回：自由エネルギー II
- 第10回：化学ポテンシャル
- 第11回：相平衡と溶液 I
- 第12回：相平衡と溶液 II
- 第13回：化学平衡 I
- 第14回：化学平衡 II
- 第15回：試験

**5. 評価の方法・基準**

期末試験主体で評価する。  
60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

講義で習ったことを暗記するのではなく、自分の頭で論理を再構築する習慣をつけることが重要である。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

白井道雄著「入門物理化学」実教出版株式会社 431/S-21

**●参考書**

- 田中 潔、荒井貞夫著「フレンドリー物理化学」三共出版（化学 I 教科書）431/T-7
- 尾崎、末岡、宮前共著「基礎物理化学演習」三共出版 431/O-12

**8. オフィスアワー**

メールでの質問を随時受け付ける。

[ochiai@toua-u.ac.jp](mailto:ochiai@toua-u.ac.jp)

## 化学Ⅱ Chemistry II

学年：1年次 学期：後期 単位区分：選択必修 単位数：2単位  
担当教員名 津留 豊

### 1. 概要

#### ●授業の背景

「化学」を重要な基礎とする領域は、理学・工学はもとより医学・薬学、農学など実に広い分野にわたっている。たとえば、エレクトロニクス、新素材や高機能性物質などの現代科学技術の先端領域のいずれにおいても、その基礎の理解や、それに基づく新規物質などの設計・創製は、分子レベルや分子集合体レベルで行われている。「化学Ⅱ」は、「化学Ⅰ」と同様に物質工学、材料工学の基礎となる。

#### ●授業の目的

単位、濃度、気体、化学平衡などの「化学」の基礎について重点的に講義を行い、高校で学んだ化学をその本質からより深く理解させる。

#### ●授業の位置付け

無機化学、有機化学、物理化学、化学工学等の化学基礎知識として、単位、原子・分子量、モル、有効数字から、溶液論、気体論の基礎、化学熱力学の基礎を修得する。

#### ●到達目標

S I 単位、単位の換算、有効数字について説明できる。化学式、化学反応式が記述できる。図表の表し方について説明できる。濃度の種類と単位について説明できる。各種濃度の計算ができる。気体の状態方程式が説明できる。気体分子運動論が説明できる。分子速度分布の概略を説明できる。平衡に関する4つの基本概念が説明できる。均一系および不均一系の平衡定数が計算できる。

### 2. キーワード

S I 単位、単位、原子量、分子量、モル、有効数字、化学式と化学反応式、濃度の種類と単位、溶液、理想気体と状態方程式、実在気体、気体分子運動論、化学平衡、平衡定数、化学熱力学の基礎、エンタルピー、ギブス関数

### 3. 到達目標

#### ●化学の基礎・濃度

- ・S I 単位の換算、有効数字を説明できる。
- ・化学式と化学反応式、図表の表し方を説明できる。
- ・濃度の種類と単位、濃度の計算、溶液作製法について説明できる。

#### ●気体

- ・理想気体と状態方程式について説明できる。
- ・実在気体、気体分子運動論について説明できる。

#### ●化学平衡・化学熱力学の基礎

- ・化学平衡、平衡定数とその計算について説明できる。
- ・熱力学法則の基礎について説明できる。
- ・エンタルピーとギブス関数の基礎について説明できる。

### 4. 授業計画

- 第1回 S I 単位、単位の換算、有効数字
- 第2回 物理量、図表の表し方、化学反応式
- 第3回 濃度の種類と単位
- 第4回 濃度の計算
- 第5回 溶液作製法
- 第6回 化学平衡の意味
- 第7回 平衡定数とその計算 I
- 第8回 中間試験または演習
- 第9回 理想気体と状態方程式
- 第10回 実在気体
- 第11回 気体分子運動論
- 第12回 化学熱力学の基礎
- 第13回 エンタルピーとギブス関数
- 第14回 平衡定数とその計算 II
- 第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験(40%)、期末試験(50%)およびレポートの結果(10%)で評価する。  
60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

「化学Ⅱ」は、物質工学、材料工学の基礎となる重要な科目の一つである。予習と復習を十分に行うこと、また高校の化学の教科書、無機化学基礎、有機化学基礎等の参考書も参考になるので考慮されたい。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

化学教科書研究会編：基礎化学（化学同人）430/K-15

#### ●参考書

- 1) 若山信行、一国雅巳、大島泰郎 訳：プラディ一般化学（上）（東京化学同人）430.7/B-1/1
- 2) 竹内敬人 著：化学の基礎（岩波書店）430.8/K-10/1
- 3) 杉浦俊男・中谷純一・山下 茂・吉田壽勝：化学概論－物質科学の基礎（化学同人）430/S-19

### 8. オフィスアワー

講義第一回目に指示すると共に、各学期はじめに別途掲示する。

**化学実験 B** Chemical Experiment B

学年：1 年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：1 単位  
 担当教員名 荒木 孝司・清水 陽一・柘植 顕彦・森口 哲次・  
 高瀬 聰子

**1. 概要****●授業の背景**

工学を専攻する学生にとって基本的な実験操作技術を習得することは必要不可欠である。実験とレポート作成を通して、観察力、考察力を向上させることは、講義での理解をさらに深める。

**●授業の目的**

定性分析と定量分析の実験を行い、分析法の原理と化学実験の基本操作を習得する。

**●授業の位置付け**

「化学 I」、「化学 II」の内容を基礎として分析化学の原理を理解し、基本的実験技術を習得する。

**2. キーワード**

化学分析、定性分析、定量分析、中和滴定、沈殿滴定

**3. 到達目標**

- ・分析法の原理について理解できる
- ・実験器具を適切に扱うことができる
- ・実験結果から化学現象を論理的に考察することができる
- ・操作、結果、考察をレポートにまとめることができる

**4. 授業計画**

- 第1回 説明会1（安全教育と定性分析実験の基礎）
- 第2回 定性分析実験1（第1、2属陽イオンの分析）
- 第3回 演習1
- 第4回 定性分析実験2（第3属陽イオンの分析）
- 第5回 演習2
- 第6回 定性分析実験3（未知イオンの分析）
- 第7回 説明会2（定量分析実験の基礎）
- 第8回 定量分析実験1（中和滴定）
- 第9回 演習3
- 第10回 定量分析実験2（沈殿滴定）
- 第11回 演習4
- 第12回 無電解メッキ
- 第13回 演習5
- 第14回 環境科学センター見学
- 第15回 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験、期末試験およびレポートで評価する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

実験終了後一週間以内でのレポート提出を原則とする。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

坂田一矩、吉永鐵大郎、柘植顕彦、清水陽一、荒木孝司：理工系、化学実験 - 基礎と応用 - (東京教学社) 432/S-7

**●参考書**

高木誠司：改稿 定性分析化学 上中下巻 (南江堂) 433.1/T-1/1/3

**8. オフィスアワー**

時間については、学期初めに掲示する。

メールアドレス：

tsuge@che.kyutech.ac.jp、shims@che.kyutech.ac.jp、  
 araki@che.kyutech.ac.jp、moriguchi@che.kyutech.ac.jp、  
 satoko@che.kyutech.ac.jp

**図形情報科学 Science of Technical Drawings**

学年：1 年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：2 単位  
 担当教員名 金元 敏明

**1. 概要****●授業の背景**

情報伝達手段として図形は重要な位置を占め、工学系においては図面で代表される。研究、設計、生産、納入検査、保守点検など、物にかかる活動において図面は手放せないものであり、工学を修める者には図面の読み書き能力が最低限要求される。

**●授業の目的**

上記の要求に応えられるよう、ここでは、三次元空間における立体の二次元面への表示法およびその逆の場合に対する理論と技術を講義し、立体形状に対する的確な認識力、創造力、表現力を養成する。

**●授業の位置付け**

本講義で取り扱う内容は工学設計／製図のみならず、あらゆる分野で使用する図表現の基礎理論／技術として修得する必要がある。

**2. キーワード**

図形、情報、図学、設計、製図、三次元空間

**3. 到達目標**

- (1) 三次元空間における立体を正確かつ的確に二次元面へ表示できるようにする。
- (2) その逆もできるようにする。
- (3) 設計製図に対する基礎知識を修得する。

**4. 授業計画**

- 第1回 工学における図形情報処理の基本
- 第2回 投象法の基礎と投象図
- 第3回 立体の正投象と副投象
- 第4回 空間に置かれた直線の投象
- 第5回 空間に置かれた垂直2直線と平面の投象
- 第6回 交わる直線と平面の投象
- 第7回 交わる平面と平面の投象
- 第8回 交わる平面と立体の投象および切断面表示法
- 第9回 交わる多面体と多面体の投象
- 第10回 交わる多面体と曲面体の投象
- 第11回 交わる曲面体と曲面体の投象
- 第12回 立体表面の展開法
- 第13回 単面投象による立体的表示法
- 第14回 工学製図への入門、コンピュータ・グラフィックスと CAD 概要
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

期末試験結果と毎回行う作図演習レポートをほぼ同等に評価し、60点以上を合格とする。ただし、講義への出席率が悪い場合（1/3以上欠席）には、前述の評価結果にかかわらず再履修となる。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

教科書、演習問題、製図用具（コンパス、ディバイダ、三角定規）を持参して受講すること。講義内容を十分理解するためには、予習復習を必ず行うこと。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

金元敏明：製図基礎：図形科学から設計製図へ（共立出版）501.8/K-19

**●参考書**

- 1) 磯田 浩：第3角法による図学総論（養賢堂）414.9/I-2
- 2) 沢田詮亮：第3角法の図学（三共出版）414.9/S-11
- 3) 田中政夫：第三角法による図学問題演習（オーム社）414.9/T-3
- 4) 吉澤武男：新編 J I S 機械製図（森北出版）531.9/Y-7

**8. オフィスアワー**

前期：木曜2、4時限を除く随時

後期：月曜2、3時限、木曜1、3時限を除く随時

## 数値形状モデリング Numerical Geometric Modeling

学年：1年次 学期：後期 単位区分：選択必修 単位数：2単位  
担当教員名 金元 敏明

### 1. 概要

#### ●授業の背景

マルチメディア時代では、コンピュータによる図形情報処理は必要不可欠になっている。理工学分野においては、計算機援用設計製図(CAD)、種々な機器の性能や強度などの理論解析(CAE)における物体形状や計算領域など、図形や形状情報の的確な把握と表現能力がとくに要求される。

#### ●授業の目的

上記の要求に応えるため、ここでは、二次元および三次元形状に関する情報をコンピュータ内に構築するための基礎理論、汎用ソフトに多用されている図形処理関係の基礎理論、理論的な数値解析における計算領域や形状の数値表現法、実験で得られた離散データを連続量に変換して任意点における物理量などを推定する方法について、演習を交えながら講義する。

#### ●授業の位置付け

本講義の内容は、理工学全分野において形状あるいは離散データを取り扱うときに要求される理論／技術である。これまでに見聞する分野であり今後もないが、将来必ず役に立つので、ここで修得することが望ましい。なお、全国の大学でもこのような講義は極めて少ない。

### 2. キーワード

形状モデリング、数値表現、数値解析、図形処理、CAD、CAE、離散データ

### 3. 到達目標

- (1) 図形処理関係の基礎理論を修得する。
- (2) 実験等で得られた離散データを連続量に変換して任意点における物理量などを推定する方法を修得する。
- (3) 数値シミュレーションに関連した形状処理技術を修得する。

### 4. 授業計画

- 第1回 形状データとコンピュータ
- 第2回 スプライン曲線セグメントの形成
- 第3回 スプライン曲線の数値表現
- 第4回 数値解析におけるスプライン関数の有効利用とその応用1
- 第5回 数値解析におけるスプライン関数の有効利用とその応用2
- 第6回 最小二乗法による近似曲線の数値表現
- 第7回 物理量に対する最小二乗法の適用
- 第8回 ベズィエ関数による近似曲線とその特徴
- 第9回 ベズィエ曲線の数値表現
- 第10回 パッチによる曲面の数値表現
- 第11回 パッチの形成演習
- 第12回 座標変換、立体モデル、正・軸測投象変換
- 第13回 斜投象変換、透視投象変換、隠れ面処理の基礎
- 第14回 法線ベクトルによる隠れ面処理
- 第15回 試験

### 5. 評価の方法・基準

基本的には期末試験の結果を重視するが、出席状況や適時行う課題レポートも評価に加える(30%程度)。60点以上を合格とするが、講義への出席率が悪い場合(1/3以上欠席)には前述の評価結果にかかわらず再履修となる。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

形状の認識力を要するため、「図形情報科学」の科目を修得していることが望ましい。講義にはレポート用紙および電卓を持参すること。講義内容を十分理解するためには、予習復習を必ず行うこと。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

金元敏明：CAEのための数値図形処理(共立出版) 549.9/K-58

#### ●参考書

- 1) 峯村吉泰：BASICによるコンピュータ・グラフィックス(森北出版) 549.9/M-297
- 2) 川合 慧：基礎グラフィックス(昭晃堂) 549.9/K-397
- 3) 桜井 明：パソコンによるスプライン関数(東京電気大学出版) 413.5/Y-12
- 4) 市田浩三：スプライン関数とその応用(教育出版) 413.5/I-28

### 8. オフィスアワー

前期：木曜2、4時限を除く随时

後期：月曜2、3時限、木曜1、3時限を除く随时

## 機械知能工学入門

Introduction to Mechanical & Control Engineering

学年：1年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：1単位

担当教員名 機械知能工学研究院教員

### 1. 概要

機械知能工学科で育てようとする技術者と機械知能工学技術を学ぶ者に必要な勉強方法を解説する。併せて機械知能工学技術の歴史と現状および将来について解説し、本学機械知能工学科に設けられた講義科目と技術者に必要な知識・能力との関係について講義を進める。

### 2. キーワード

機械工学、制御工学、技術者、講義科目、知識・能力

### 3. 到達目標

1. 機械知能工学科における学問および研究分野の概念を理解する。
2. 機械知能工学科に設けられた講義科目と技術者に必要な知識・能力との関係について理解する。

### 4. 授業計画

以下の各分野において、1～数回の講義を行う。

1. 材料強度
2. 生産工学
3. 熱工学
4. 流体工学
5. 機械の力学
6. トライボロジー
7. 制御工学
8. 計測工学
9. メカトロニクス

### 5. 評価の方法・基準

適宜行われる小テスト、演習および出席状況により、総合的に評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

各指導教員と綿密に連絡を取り、講義を受けていくこと。また、講義で学んだキーワードについて図書館やインターネットで関連情報を検索し、理解を深めることを奨励する。

### 7. 教科書・参考書

教科書は講義教員の指示による。

#### ●参考書

1. 飯田賢一：人間と科学技術 近代文芸社 (1994) 504/I-4
2. K.シュミットニールセン(下沢橋夫訳)：スケジューリング：動物設計論 コロナ社 (1995) 481.3/S-5
3. 日本機械学会編：工学問題を解決する適応化・知能化・最適化技報堂出版 (1996) 501/N-25
4. E.S.Ferguson(藤原、砂田訳)：技術屋の心眼 平凡社 (1996) 504/F-3
5. S.P.Timoshenko(最上武雄訳)：材料力学史 鹿島出版会 (1980) 、501.3/T-38
6. 細井 豊：教養流れの力学(上) 東京電機大学534.1/H-25
7. 示村悦二郎：自動制御とは何か コロナ社 (1990) 、501.9/S-132

### 8. オフィスアワー

日時を、機械事務室・制御事務室横の掲示板に掲示する。

**機械構造の力学入門**      Statics for Mechanical Engineers

学年：1年次 学期：後期 単位区分：必修 単位数：1単位  
 担当教員名 赤星 保浩・黒島 義人

**1. 概要**

機械・構造物を設計する際、種々の外力により、機械構造物のどの部位にどの様な力が働くか解らないと、構造及びその部材の使用材料・形状寸法を決めるることは出来ない。力学的解析能力は機械技術者にとって必要不可欠のものである。

本講義では、機械構造物が静的外力を受け、構造物各部にどの様に力が伝わり、力が働くかを知る方法（静力学）を学ぶ。

**2. キーワード**

静力学、剛体の力学、釣合い方程式

**3. 到達目標**

1. 剛体の構造物各部にどの様に力が伝わり、力が働くかを理解できる。
2. 剛体構造物に作用する力の釣合い条件の適切な解法を習得する。

**4. 授業計画**

1. 力および力の釣合いとは
2. 一点に働く力
3. 平面内の力の釣合い
4. 剛体に働く空間内の力の釣合い
5. 分布力：団心と重心
6. 中間テスト
7. 構造に働く力
8. 摩擦
9. 分布力：慣性力
10. 仮想仕事の原理
11. 不静定トラス

**5. 評価の方法・基準**

中間テスト（40%）、期末テスト（40%）、レポート（20%）で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. 講義の前に、各自教科書を読み練習問題を解いておくことが望ましい。
2. 講義の理解を深めるため、隨時レポートを課すので指定された日時までに提出すること。
3. うまく理解できない場合には、教科書・参考書、オフィスアワー等を利用してください。

**7. 教科書・参考書**

1. ティモセンコ／ヤング 著 渡辺／三浦 訳：応用力学（静力学）好学社 501.3/T-22
2. F.P.Beer & E.R.Johnston : Mechanics For Engineers (Statics) (McGraw-Hill Kogakusya) 501.3/B-24
3. R.D.Snyder E.F.Byard : Engineering Mechanics (McGraw-Hill Kogakusya) 501.3/S-30

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。  
 連絡先（Eメールアドレス）: akaho@mech.kyutech.ac.jp、  
 kurosima@mech.kyutech.ac.jp

**流れ学基礎**      First Course in Fluid Mechanics

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 坪井 伸幸

**1. 概要**

水や空気の流れに代表される様々な流れを統一的に理解するための基礎を学ぶ。すなわち、いろいろな状況下における「流体の力学的挙動」を扱う「流れ工学」への導入科目として設けられている。特に、様々な流れ現象の本質を理解することに重点を置く。

**2. キーワード**

静水力学、連続の式、ベルヌーイの式、エネルギー保存則、運動量の理論、次元解析

**3. 到達目標**

- 1) 流体の定義、物性を理解する。
- 2) 場の方法による流れの解析法を理解する。
- 3) 連続の式、ベルヌーイの式を理解し、これらを応用して流れ計算ができる。
- 4) 運動量の理論を習得し、流体力が計算できる。5) 次元解析が使える。

**4. 授業計画**

- 教科書（松永ほか著：流れ学－基礎と応用－、朝倉書店）第1章から第6章の内容について以下の講義を行う。
1. 流れの基礎（流れの表し方、流体の定義）
  2. 流れの基礎（流体の分類）
  3. 保存則（連続の式）
  4. 静水力学（圧力、浮力）
  5. 静水力学（圧力の測定、表面張力）
  6. 予備日（演習または補講）
  7. ベルヌーイの式（運動方程式、ベルヌーイの式）
  8. ベルヌーイの式（ベルヌーイの式の応用）
  9. ベルヌーイの式（エネルギー保存則）
  10. 運動量の理論（運動量法則）
  11. 運動量の理論（運動量法則の応用）
  12. 運動量の理論（角運動量法則および角運動量法則の応用）
  13. 予備日（演習または補講）
  14. 次元解析と相似則（バッキンガムのパイ定理、次元解析の応用、相似則と模型実験）
  15. 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

規定の履修登録者を対象に、期末試験（40%）、中間試験（30%）、演習またはレポート（30%）の比率で評価し、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

工学の基礎をなす重要な科目の一つで、十分理解する必要があるので、多くの演習問題を自分で解くことが望ましい。同時に、解析学等の基礎知識を修得しておくことが望ましい。また、当日の講義内容について、参考書（下記。図書館蔵書あり）によって再確認することが望ましい。授業では演習問題やレポートを課すので、その解答を通じて理解を深めるように努めること。

**7. 教科書・参考書**

- （教科書：1、参考書：2、3、4 流れ現象についての入門書：5）
1. 松永成徳 ほか著：流れ学－基礎と応用－（朝倉書店） 534.1/M-27
  2. 谷 一郎：流れ学（岩波書店） 534.1/T-1
  3. Rouse, H : Elementary Mechanics of Fluids (John Wiley & Sons) 534.1/R-13
  4. Streeter, V.L. and E.B. Wylie : Fluid Mechanics (McGraw-Hill) 534.1/S-3
  5. 木村龍治：流れをはかる（日本規格協会） 501.2/K-75

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。質問等は多忙時を除き隨時受付ける。  
 連絡先（Eメールアドレス）: tsuboi@mech.kyutech.ac.jp

## 計測制御基礎

Fundamentals of Instrumentation and Control

学年：1年次 学期：後期 単位区分：必修 単位数：1単位

担当教員名 石川 聖二

### 1. 概要

#### ●授業の背景

計測（測ること）は科学や技術の基本であり、計測工学は、自然を正しく理解するため、またシステムをよりよく制御するために必要不可欠の学問である。

#### ●授業の目的

計測は、システムを望ましい状態にするために行う制御の前提となる行為で、対象から必要な情報を効果的に抽出する手段である。計測なくして制御はありえない。本講義では、計測制御の基礎である測定・センシングを中心に、信号検出の方法を理解することを目的とする。測定に必要な、単位と標準、測定の誤差と測定値の取扱いを理解し、具体的な測定量の検出法を学ぶ。

#### ●授業の位置づけ

特に機械知能工学を学ぶ者は、機械システムを望ましい状態にするために、計測工学の基本を身に付けておく必要がある。そのために本講義が設定されている。(関連する学習教育目標：A)

### 2. キーワード

計測、測定、センシング、コンピュータ

### 3. 到達目標

1. 人の日常活動また産業活動における計測・センシングの重要性が説明できる。
2. 計測・センシングの定石が説明できる。
3. 測定誤差の解析法が説明できる。
4. 物理量の単位がわかる。
5. いろいろなセンサの測定原理が説明できる。

### 4. 授業計画

- (1) 計測系の構成
- (2) 測定における誤差
- (3) 測定と単位系
- (4) 力、圧力の測定
- (5) 長さ、速度の測定
- (6) 流速、流量の測定
- (7) 温度の測定
- (8) 視覚センサ
- (9) センシング技術の将来

### 5. 評価の方法・基準

中間試験(40%)、期末試験(40%)、演習(20%)、計測制御の原理と方法に対する理解の程度を評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

宿題を適宜出すので、下記の教科書・参考書またインターネット等を利用して関連分野を学習し、解答すること。また、計測の基本は物理学にあるので、物理学の科目をよく勉強しておくこと。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2)

- 1：山崎：センサ工学の基礎、昭晃堂。 501.2/Y-17
- 2：真島、磯部：計測法通論、東京大学出版会。 501.2/M-29

### 8. オフィスアワー

オフィスアワー：原則は月曜日4時限ですが、その他の曜日・時間帯も来室して結構です。

教員室：教育研究3号棟の4階409室、階段を上がって左最奥の部屋です。

## 計測制御基礎

Fundamentals of Instrumentation and Control

学年：1年次 学期：後期 単位区分：必修 単位数：1単位

担当教員名 田川 善彦

### 1. 概要

#### ●授業の背景

計測は対象の状態を知る上で不可欠である。ある現象の理論を裏付けるために実験により測定すること、また相手を意のままにする制御では相手の状態を測ることが必要である。このように科学・工学において計測は欠かせない。

#### ●授業の目的

計測制御の基本となる測定の原理を中心に、測定に必要な、単位と標準、測定の誤差と測定値の取扱を理解させ、具体的な測定量の検出法を述べる。

#### ●授業の位置付け

計測制御は機械知能工学における諸分野の現象把握に必須の講義科目である。(関連する学習・教育目標(A))

### 2. キーワード

単位、誤差、量、測定原理、計測と制御

### 3. 到達目標

- ① 計測の必要性を説明できる。
- ② 計測系を構成する際の留意点を説明できる。
- ③ 誤差の性質や特長について説明できる。
- ④ 単位系について説明できる。
- ⑤ 機械的物理量の計測原理を説明できる。
- ⑥ 制御における計測の重要性を説明できる。

### 4. 授業計画

1. 計測系の構成
2. 測定と単位系
3. 測定における誤差
4. 長さ、変位、角度の測定
5. 力、トルク、質量圧力の測定
6. 温度の測定
7. 速度、振動の測定
8. 流速、流量の測定
9. 微小電気信号の測定
10. 計測と制御

### 5. 評価の方法・基準

中間試験(40%)、期末試験(40%)、演習・レポート(20%)。計測制御の原理と方法に対する理解の程度を評価する。60点以上を合格とする。演習・レポートはどのように考えたかが重要であり、その点に注視して評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

測定の基本は物理学にあるので、物理学の科目をよく勉強しておくこと。また演習・レポートは、当然ではあるが自分で考え解くこと。その際、図書館にて下記の参考書を活用することをすすめる。授業では、主にプロジェクトを用いるので、話の内容をよく聞くことが大事である。これには事前にテキスト等にて予習を行っておくとよい。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2以下)

必要に応じて資料を配布する。

1. 中村：計測工学入門（森北出版）501.2/N-49
2. 山崎：センサ工学の基礎（昭晃堂）501.2/Y-17
3. 谷口、堀込：計測工学（森北出版）501.2/T-41/2
4. 日本機械学会編：機械工学便覧 デザイン編β5 計測工学 530.3/N-14-2
5. E.O. Doebelin : Measurement System (McGRAW-HILL) 501.2/D-3
6. 安川：統計学入門（日経文庫）350.1/Y-1

### 8. オフィスアワー

実施形態については最初の授業のときに指示する。勉学などの相談に応じる時間帯である。ただし課題の質問に対しては、どのようにアプローチしたかを必ず尋ねるので、十分に検討しておくこと。

E-mail : tagawa@cntl.kyutech.ac.jp

電話 : 884-3187 制御棟 2階

**情報リテラシー Computer and Network Literacy**

学年：1年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：2単位  
担当教員名 浅海 賢一・木村 広・守 啓祐・本山 晴子

**1. 概要**

工学においてコンピュータとネットワークを活用することは、情報の収集、資料の作成、表現力の向上のためにも重要である。情報科学センターの教育用コンピュータの利用方法を学び、在学中の勉強・研究に活用できるよう習熟する。

**●授業の目的**

情報化時代の読み書き能力を習得する。学内ネットワークの利用方法を理解し、以降の情報系科目の基礎となるコンピュータ活用能力を身につける。

**●授業の位置付け**

電子メール、オフィス、エディタなどの在学中に必要となるソフトウェアの利用方法を知り、コンピュータやインターネットに親しむ。

**2. キーワード**

インターネット、情報倫理、オフィス、ホームページ

**3. 到達目標**

- ・ワードプロセッサを使って文書を作成、印刷できること。
- ・コンピュータやインターネットの用語について熟知する。
- ・HTML言語を用いて自由にホームページを作成できること。
- ・キーボードを見ずに文字入力するタッチタイピングに習熟する。

**4. 授業計画**

- 第1回 ログイン・ログアウト
- 第2回 ワードプロセッサ
- 第3回 電子メール
- 第4回 図書館システム
- 第5回 ファイルシステム
- 第6回 Linuxのコマンド
- 第7回 外部ストレージの利用
- 第8回 データ転送
- 第9回 リモートログイン
- 第10回 エディタ
- 第11回 インターネット
- 第12回 HTML（1）
- 第13回 HTML（2）
- 第14回 セキュリティ、情報倫理
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

レポート（40%）、試験（60%）で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

情報学習プラザのコンピュータ及びインターネットを授業時間外にもできる限り活用することが望ましい。

**7. 教科書・参考書**

- 教科書**  
特に指定しない。
- 参考書**

- 1) パーパート：マインドストーム（未来社）375.1/P-1
- 2) 佐伯：コンピュータと教育（岩波新書）375.1/S-9, 081/I-2-3/332, 081/I-2-4/508

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**情報 PBL PBL on Computer Literacy**

学年：1年次 学期：後期 単位区分：必修 単位数：2単位  
担当教員名 浅海 賢一・井上 創造・木村 広・三浦 元喜

**1. 概要**

前半には表計算・数式処理のためのアプリケーションの活用法を学び、後半にはPBL（Project-Based Learning）を実施する。少人数（3～6人）のチームを構成し、チームごとにテーマの調査、作品の制作、プレゼンテーションを行う。テーマはコンピュータ科学を中心とする科学技術全般、ビジネスなどの分野から選ぶ。

**●授業の目的**

コンピュータを効果的に活用する実践力を獲得することを目的とする。コミュニケーション能力、プレゼンテーション能力、チームワーク能力の向上を図る。

**●授業の位置付け**

情報活用能力とプレゼンテーション技術は4年次に取り組む卒業研究を円滑に遂行するためにも体得しておく必要がある。

**2. キーワード**

課題解決型学習、情報活用能力、プレゼンテーション技術

**3. 到達目標**

- ・コンピュータを用いた問題解決能力を身につける。
- ・議論やプレゼンテーションを通じた説得力を身につける。
- ・プレゼンテーションに情報技術を活用する。

**4. 授業計画**

- 第1回 表計算（1）－数式、関数、書式
- 第2回 表計算（2）－グラフ描画、統計関数
- 第3回 表計算（3）－検索関数、データベース関数
- 第4回 数式処理（1）－シンボル計算、組み込み関数
- 第5回 数式処理（2）－グラフィクス、ファイル入出力
- 第6回 数式処理（3）－代数方程式、常微分方程式
- 第7回 PBL（1）－グループ構成、プロジェクト立案
- 第8回 PBL（2）－検索サイト、テーマの理解と共有
- 第9回 PBL（3）－中間報告、テーマ調査のまとめ方
- 第10回 PBL（4）－作品の作成、テーマ調査の仕上げ
- 第11回 PBL（5）－プレゼン準備、スライド作成
- 第12回 PBL（6）－プレゼン準備、発表練習
- 第13回 PBL（7）－発表会、相互評価
- 第14回 PBL（8）－発表会、相互評価

**5. 評価の方法・基準**

表計算のレポート（20%）、数式処理のレポート（20%）、作品とプレゼンテーション（60%）で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

前期の「情報リテラシー」をよく理解しておく必要がある。PBLでは主体的にテーマの調査に取り組み、メンバー間で協力しあうことが特に大切である。情報学習プラザのコンピュータ及びインターネットを授業時間外にもできる限り活用することが望ましい。

**7. 教科書・参考書**

- 教科書**  
特に指定しない。
- 参考書**
  - 1) 金安岩男：プロジェクト発想法（中公新書）081/C-1/1626
  - 2) 川喜田二郎：発想法（中公新書）507/K-4/1,2,081/C-1/136
  - 3) 鶴保征城：ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業（1）（翔泳社）549.9/T-468/1

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

## 情報処理基礎 Elementary Course for Programming

学年：2年次 学期：前期 単位区分：必修 単位数：2単位  
担当教員名 井上 創造・三浦 元喜・平原 貴行

### 1. 概要

代表的なプログラミング言語の一つを取り上げ、プログラミングの基礎を講義する。演習を多く取り入れ、基本的な概念の習得に重点を置く。

#### ●授業の目的

工学においてプログラミングは計算機を用いた制御や処理の自動化、データ処理や数値解析等に欠かせない技能の一つである。これ以外にもアプリケーションに備わっているプログラミング機能を利用する機会もある。将来の応用を見据えて、プログラミングの基本を身につけることが本講義の主目的である。また、プログラミングを通して、論理的思考能力を鍛えることも本講義の目的に含まれる。

#### ●授業の位置付け

1年次の「情報リテラシー」「情報PBL」では主として既製のアプリケーションの利用法を学んだが、コンピュータを思い通りに使うためにはプログラミングの知識が必要不可欠である。本科目の内容は、2年後期の「情報処理応用」において前提となっているだけでなく、3年次の情報系科目や卒業研究等においても必要とされることが多い。

### 2. キーワード

構造化プログラミング

### 3. 到達目標

- ・高級プログラミング言語に共通な概念を理解し習得する。
- ・基本的なプログラムの読解能力を身につける。
- ・基本的なプログラムの作成能力を身につける。

### 4. 授業計画

- 第1回 イントロダクション：プログラミングの役割  
 第2回 プログラムの基本構造、入出力と基本演算  
 第3回 条件分岐（1）  
 第4回 条件分岐（2）  
 第5回 繰り返し処理  
 第6回 制御構造の組み合わせ  
 第7回 配列  
 第8回 中間試験  
 第9回 関数（1）  
 第10回 関数（2）  
 第11回 ポインタの基礎（1）  
 第12回 ポインタの基礎（2）  
 第13回 構造体  
 第14回 ファイル処理  
 第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

レポート（30%）、中間試験（30%）、期末試験（40%）で評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義を聴くだけではプログラミングは上達しない。自ら積極的に演習・課題に取り組む姿勢が望まれる。情報学習プラザのコンピュータ及びインターネットを授業時間外にもできる限り活用することが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

第1回目の講義の時までに指定する。

#### ●参考書

- 1) カーニハン、リッチャー「プログラミング言語C」（共立出版）549.9/K-116
- 2) ハンコック他「C言語入門」（アスキー出版局）549.9/H-119

### 8. オフィスアワー

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

## 情報処理応用 Practical Computer Programming

対象コース：機械工学コース・宇宙工学コース 学年：2年次

学期：後期 単位区分：必修 単位数：2単位

担当教員名 三浦 元喜・守 啓祐

### 1. 概要

前半は科学技術計算用に広く用いられているプログラミング言語Fortranによるプログラミング法を講義する。演習を多く取り入れ実践的な使用法に重点を置く。後半は数値解析法の基礎を講義する。工学を取り扱う現象やモデルの中には方程式で記述されるものが少なくない。その方程式を解析的に解くことができる場合は限られており、多くの場合コンピュータを利用して数値解を求める方法を採用する。その中で用いられる基本的でありかつ代表的な手法を数値解析法基礎で講義する。

#### ●授業の目的

Fortranはその利便性と汎用性により数値計算を中心とする科学技術計算向きのプログラミング言語である。プログラミング法の習得だけでなく、応用的な問題についてプログラミングから、結果を出してそれを評価することまでを一貫して行う能力を身につける。また、2年前期に「情報処理基礎」で学んだプログラミングの技能を、数値解析を通してさらに伸ばす。

#### ●授業の位置付け

2年前期の「情報処理基礎」の知識を必要とする。本科目の内容は卒業研究等で数値計算を行う場合に必要となることが多い。

### 2. キーワード

プログラミング、Fortran、数値計算、数値積分、行列計算、常微分方程式の数値解法

### 3. 到達目標

- ・Fortranの基本文法（変数、配列、条件分岐、繰り返し、副プログラム）に習熟する
- ・基礎的な数値解析法の各々の手法を理解する
- ・簡単な数値計算の問題をFortranによる自作プログラムで解くことができる

### 4. 授業計画

- 第1回 Fortranの基本文法  
 第2回 条件分岐と組み込み関数の利用  
 第3回 繰り返し処理と制御構造の組み合わせ  
 第4回 配列  
 第5回 副プログラム：サブルーチンと関数  
 第6回 ファイル処理、演習  
 第7回 中間試験  
 第8回 数値の表現と誤差  
 第9回 非線形方程式  
 第10回 数値積分  
 第11回 常微分方程式の数値解  
 第12回 補間と回帰  
 第13回 連立一次方程式  
 第14回 ライブライアリの利用  
 第15回 試験

### 5. 評価の方法・基準

レポートと演習（40%）、試験（60%）により評価する。

Fortranと数値解析法基礎はそれぞれ50点とし、計100点のうち60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

「情報処理基礎」で学んだプログラミングの知識を前提とする。情報学習プラザのコンピュータ及びインターネットを授業時間外にもできる限り活用することが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

第1回目の講義の時までに指定する。

#### ●参考書

- 1) 服部裕司「C&Fortranによる数値計算プログラミング入門改訂版」（共立）418.1/H-32
- 2) 長嶋秀世著、数値計算法（改訂第3版）、朝倉書店 418.1/N-11/3

### 8. オフィスアワー

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**情報処理応用** Practical Computer Programming

対象コース：知能制御工学コース 学年：2年次

学期：後期 単位区分：必修 単位数：2単位

担当教員名 木村 広

**1. 概要**

PICマイコン搭載のロボットカーのプログラミングに挑戦する。課題は、LEDの発光、衝突物検知、目標ラインに沿った走行(ライントレース)である。開発言語はC言語。プログラム編集、翻訳、PICマイコンへの焼き込み、プログラム評価など、一連の作業を5-6人のグループで協力しながら進める。開発したプログラムの結果が、目に見え、手に取れるロボットカーの動きとして現れるので、プログラミングに親しみやすく、学習を進めやすい。

**●授業の目的**

個々のプログラミング能力を高めるとともに、チームワークを養い、プログラムの仮想的世界と現実世界の違いの認識を深め、ものづくりの心を養う。

**●授業の位置付け**

2年前期に学んだ「情報処理基礎」を発展、充実させるものである。

**2. キーワード**

プログラミング、PIC、ロボットカー、ライントレース

**3. 到達目標**

- ・プログラム編集、翻訳、PICへの焼き込みの操作を覚えること。
- ・繰り返しと条件分岐を理解すること。
- ・関数呼び出しを理解すること。
- ・プログラムを評価し、改良する技術を伸ばすこと。
- ・チームワークの精神を養うこと。
- ・ロボットカーのライントレースプログラムを開発すること。

**4. 授業計画**

第1回 イントロ、グループ分け

第2回 PICマイコンの概要

第3回 ロボットカーのハードウェア

第4回 メモリ、レジスタ、アドレッシング、出力と入力の切り替え

第5回 2進数/16進数とタイマー

第6回 開発環境（コンパイラ、アセンブラー、ROMライタ）について

第7回 LEDのオン、オフ

第8回 モータのオン、オフ

第9回 タッチセンサー情報の読み取り

第10回 チャタリングの回避

第11回 フォトセンサー情報の読み取り

第12回 回転速度を制御するには？

第13回 ポーリングと割り込み

第14回 位置制御、速度制御

第15回 ロボットカー走行の評価

**5. 評価の方法・基準**

グループ活動への参加の度合いを20%、PICカー走行のパフォーマンスを50%、開発したCプログラムの完成度30%で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

情報リテラシー（コンピュータ上のファイル操作）、情報処理基礎（Cプログラミング）の知識を前提とする。情報学習プラザのコンピュータ及びインターネットを授業時間外にもできる限り活用することが望ましい。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

オンラインテキストを用意する。

**●参考書**

- 1) 後閑「C言語によるPICプログラミング入門」（技術評論社）549.9/G-191
- 2) 堀「図解PICマイコン実習」（森北出版）549.9/H-376
- 3) カーニハーン、リッチャー「プログラミング言語C」（共立出版）549.9/K-116

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

**材料力学 I** Mechanics of Materials I

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 野田 尚昭・赤星 保浩

**1. 概要**

材料力学は材料を安全にしかも経済的に正しく使用する方法を学ぶ学問である。機械構造の力学入門及び材料力学では、機械系学科で履修する材料力学の基礎事項（主に単軸（1軸）応力状態）を取り扱い対象とする。特に材料力学Iでは機械構造の力学入門で学習した力のつりあいや自由体線図の概念を基礎として、材料力学の主要部分である引張、圧縮、丸棒のねじり、はりの理論等の学習を中心とする。

**2. キーワード**

引張、圧縮、せん断、丸棒のねじり、SFDとBMD、はりのたわみ

**3. 到達目標**

- (1) 引張／圧縮を受ける直線棒の応力と変形を理解すること
- (2) 丸棒のねじりによるせん断応力応力と変形を理解すること
- (3) SFDとBMDが正しく書けること
- (4) はりの曲げにおける応力を理解すること
- (5) はりの曲げにおける変形を理解すること
- (6) 「自由体線図」と「力のつりあい」の概念を理解し、各種材料力学の問題に適用できる実力を身につけること

**4. 授業計画**

- (1) 剛体の釣り合いに関する復習
- (2) 引張、圧縮およびせん断1
- (3) 引張、圧縮およびせん断2
- (6) 丸棒のねじり1
- (7) 丸棒のねじり2
- (8) SFDとBMD1
- (9) SFDとBMD2
- (10) 中間試験
- (11) 断面2次モーメント
- (10) はりの曲げ応力
- (11) 重ね合わせ法によるはりのたわみ1
- (12) 重ね合わせ法によるはりのたわみ2
- (13) はりのたわみの不静定問題1（状況によっては材料力学IIの範囲とする場合がある）
- (14) はりのたわみの不静定問題2（状況によっては材料力学IIの範囲とする場合がある）
- (15) 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

講義の理解を深めるため、講義中に演習問題ができるだけ数多く解くと共に、講義毎に課題を出し、レポートを提出させる。中間試験（40%）、期末試験（40%）、演習・レポート（20%）。自由体や力のつりあいなどの材料力学の基本的問題に適用できる能力を評価する。60点以上を合格とする。

不合格者に対して補習授業を行う場合がある。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- (1) 材料力学の基礎となる答え方が多く含まれているので十分な予習をして講義を受けることが望ましい。
- (2) 機械構造の力学入門の授業を通じて「自由体線図」と「力のつりあい」の概念を理解し、各種問題に適用できる実力を身につけていることが望ましい。
- (3) 具体的には、たとえば応用力学（静力学編）好学社（Timoshenko, S. and Young, D.H著）のpp.139-142の16題の平面フレームの問題において、それぞれのメンバを自由体線図として取り出し、作用する力を図示できる実力を身につけていることが望ましい。
- (4) また、「2力物体のつりあい」の概念（工学のための力学（上）プレイン図書Beer,F.P. and Johnston, E.R.Jr著,

pp. 149–150) を理解した上で、たとえば、上述の応用力学(静力学編)のpp.126–128.およびpp.131–133.のトラスの問題(節点法・切断法)が解ける実力を身につけていることが望ましい。

- (5) 条件(3)、(4)が満足できれば、「自由体線図と力のつりあいの概念を理解し、各種問題に適用できる実力を身につけている」とものと判断できる。もし、到達できていなくても、材料力学の授業の理解に伴って、「自由体線図」と「力のつりあい」の理解は深まると考えられるので、到達目標とされたい。
- (6) 材料力学を履修する上では、積極的に関連の参考書や問題集に当たって問題を解く実践的な訓練を積んでおくことが望まれる。

## 7. 教科書・参考書

- (1) 材料力学、西谷弘信、コロナ社 501.3/N-65
- (2) 材料力学要論、Timoshenko, S. and Young, D.H.、(前沢成一郎 訳)、コロナ社 501.3/T-64
- (3) 村上敬宜：材料力学(森北出版) 501.3/M-85
- (4) 材料力学入門、寺崎俊夫、共立出版 501.3/T-70

## 8. オフィスアワー

開講時に指示する。

連絡先(Eメールアドレス)：

noda@mech.kyutech.ac.jp, akaho@mech.kyutech.ac.jp

## 材料力学II Mechanics of Materials II

学年：2年次 学期：後期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 野田 尚昭・赤星 保浩

### 1. 概要

機械構造の力学入門及び材料力学Iでは、機械系学科で履修する材料力学の基礎事項(主に単軸(1軸)応力状態)を取り扱った。材料力学IIの講義はそれらの発展と応用に相当する。特に、多軸応力問題に焦点を当てるとともに、また次に続く弾塑性力学の講義との接続を考えた講義内容とする。また、材料力学Iの補足として、はりの不静定問題を取り上げ、エネルギー法、不静定ラーメン、組合せ応力、及び厚肉円筒等について講述する。

### 2. キーワード

エネルギー法、不静定問題、薄肉圧力容器、傾いた面の応力とひずみ、二軸応力状態とフックの法則、組合せ応力

### 3. 到達目標

- (1) エネルギ法による変形の求め方を理解すること
- (2) 薄肉圧力容器に生じる応力と変形を理解すること
- (3) 傾いた面の応力とひずみを理解すること
- (4) 組合せ応力の考え方を理解すること

### 4. 授業計画

- (1) 重ね合せ法によるはりの不静定問題の復習
- (2) エネルギ法によるはりのたわみ1
- (3) エネルギ法によるはりのたわみ2
- (4) はりのたわみの問題を中心とした総合的な演習
- (5) 薄肉圧力容器の応力と変形
- (6) 二軸応力状態とフックの法則
- (7) 傾いた面の応力とひずみ
- (8) 中間試験
- (9) 組合せ応力1
- (10) 組合せ応力2
- (11) 座屈
- (12) 弹性学の基礎
- (13) 材料力学全般の演習1
- (14) 材料力学全般の演習2
- (15) 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

講義の理解を深めるため、講義中に演習問題ができるだけ多く解くと共に、講義毎に課題を出し、レポートを提出させる。中間試験(40%)、期末試験(40%)、演習・レポート(20%)。機械技術者に要求される材料力学全般の理論と応用の理解の程度を評価する。60点以上を合格とする。

不合格者に対して補習授業を行う場合がある。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義の基礎となる機械構造の力学入門及び材料力学Iに比べ、講義内容が少し高度になるので、積極的に関連の参考書や問題集に当たって問題を解く実践的な訓練を積んでおくことが望まれる。

## 7. 教科書・参考書

- (1) 西谷弘信：材料力学(コロナ社) 501.3/N-65
- (2) 村上敬宜：材料力学(森北出版) 501.3/M-85
- (3) ティモシェンコ・ヤング：材料力学要論：前沢 訳、(コロナ社) 501.3/T-64
- (4) 進藤明夫：構造力学(朝倉書店)
- (5) 材料力学入門、寺崎俊夫(共立出版) 501.3/T-70

## 8. オフィスアワー

開講時に指示する。

連絡先(Eメールアドレス)：

noda@mech.kyutech.ac.jp, akaho@mech.kyutech.ac.jp

**機械材料学** Mechanical Metallurgy

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 黒島 義人

**1. 概要**

機械・構造物の合理的な設計と材料選択には、材料の構造、力学的性質、平衡、反応の基礎を習得することが必要不可欠である。本講義の目的は、各種材料の特性、特性制御、材料設計技術の基礎を理解するための基本事項を習得する。

**2. キーワード**

構造・組織、変形・強度、破壊、状態図、強化、熱処理、鉄鋼、非鉄金属材料、非金属材料

**3. 到達目標**

物質・材料の構造と組織を機械的性質などと関連付けて説明でき、各種実用材料の特性発現の技術的原理を説明できることとする。

**4. 授業計画**

1. 機械材料総論
2. 原子構造と結合力
3. 結晶構造
4. 合金とその状態図
5. 熱処理の基礎
6. 材料強度の基礎
7. 材料試験
8. 鉄鋼材料－1
9. 鉄鋼材料－2
10. 非鉄金属材料
11. 高分子材料
12. セラミックス材料
13. 複合材料

**5. 評価の方法・基準**

中間試験（40%）、期末試験（60%）で評価する。

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. 材料力学、材料強度学等の基礎となる科目であり、これらの分野の学習を希望するものは是非履修すること。
2. 講義内容の十分な理解を得るために、教科書を用いた予習を行うことが望ましい。
3. 講義の理解を深めるため、随時レポートを課すので指定された日時までに提出すること。

**7. 教科書・参考書**

1. 野口 徹・中村 孝：機械材料工学（工学図書）531.2/N-3
2. C.R.Barrett et al (井形直弘他訳)：材料科学1－材料の微視的構造（倍風館）501.4/B-2/1
3. C.R.Barrett et al (岡村弘之他訳)：材料科学2－材料の強度特性（倍風館）501.4/B-2/2
4. 平川賢爾、大谷泰夫他：機械材料学（朝倉書店）530.8/K-11/2
5. 井形直弘・本橋嘉信・浅沼 弘：金属材料基礎工学（日刊工業新聞）501.4/I-20
6. 湯浅栄治：新版・機械材料の基礎（日新出版）531.2/M-2

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先 (E メールアドレス) : kurosima@mech.kyutech.ac.jp

**弾塑性力学** Theory of Elasticity Plasticity

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 河部 徹

**1. 概要**

弾塑性力学では広い意味での材料力学の一分野に含まれるが、主として平均的な大きさを扱う狭義の材料力学から一步進んで、応力場の概念を理解する。また、塑性力学の基礎となる塑性変形開始の条件や塑性変形の理論についても学習する。

**2. キーワード**

弾性力学、塑性力学、降伏条件式

**3. 到達目標**

弾性力学の基礎方程式や塑性力学の降伏条件式等の理解。  
それらを利用して簡単な応力解析を解く事ができる。

**4. 授業計画**

1. 弾性力学基礎方程式
  - (1) 応力、ひずみの定義
  - (2) 適合条件式
  - (3) 平衡条件式
2. 二次元問題の解
  - (1) 平面ひずみと平面応力
  - (2) 円筒の問題
3. 塑性変形に関する各種理論
  - (1) 降伏条件
  - (2) 応力とひずみの関係

**5. 評価の方法・基準**

期末試験（80%）、演習およびレポート（20%）。弾塑性変形の計算をする上で必要なひずみおよび応力、塑性変形に関する知識に対する理解度を評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. 材料力学を履修していることが望ましい。講義内容の十分な理解を得るために、予習復習を行うことが必要である。
2. <http://weblearningplaza.jst.go.jp/> の塑性加工コースを利用してください。
3. ネット上には種々の解説が出ているので、キーワード=弾性力学、塑性力学、などで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効です。

**7. 教科書・参考書**

1. 村上：弾性力学（養賢堂）501.3/M-59
2. 川並・関口・齊藤：基礎塑性加工学（森北出版）566/K-8

**8. オフィスアワー**

連絡先 (E メールアドレス) : kawabe@mech.kyutech.ac.jp

**材料強度 Strength and Fracture of Materials**

学年：3年次 学期：前期 単位区分：選択 単位数：2単位  
担当教員名 黒島 義人

**1. 概要**

機械構造物の設計に当たっては、材料力学で習得した応力解析の知識だけではなく、解析した応力状態において構造物に変形、破壊が生じるか否かを判断することが重要である。本講義では、材料強度を考慮した設計に必要な材料強度学の基礎の習得を目的とする。

**2. キーワード**

材料の強度と許容応力、材料の構造と組織、破壊、疲労、腐食防食・環境

**3. 到達目標**

1. 構造物の変形、破壊といった材料強度学の基礎を理解し、主要な専門用語を説明できる。
2. 種々の破壊機構とその評価法を知るとともに、適切な強度設計の概念を習得する。

**4. 授業計画**

1. 理想材料の変形
2. 転位の基礎
3. 変形に対する強化機構
4. 理想材料の破壊
5. 線形破壊力学
6. 破壊じん性
7. 疲労破壊
8. 高サイクル疲労
9. 低サイクル疲労
10. 高温強度
11. 環境強度
12. 非破壊検査
13. フラクトグラフィ
14. 強度設計の概念

**5. 評価の方法・基準**

小テスト（20%）、期末テスト（80%）で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. 材料力学を習得、十分理解していることを前提に講義を行う。
2. 機械材料学を習得していることが望ましい。
3. 材料強度学の重要性がわかりますので、ネット上の破壊事故の報告書等を読んでみること。キーワードは事故調査、incident 等です。

**7. 教科書・参考書**

1. 野口 徹・中村 孝：機械材料工学（工学図書）531.2/N-3
2. 日本材料学会：材料強度学（日本材料学会）501.3/N-51
3. 小寺沢良一：材料強度学要論（マグロウヒル好学社）501.3/K-33

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：kurosima@mech.kyutech.ac.jp

**塑性加工学 Technology of Plasticity**

学年：3年次 学期：後期 単位区分：選択 単位数：2単位  
担当教員名 河部 徹

**1. 概要**

塑性加工は鋳造・切削加工・溶接等とならんで工作法・金属加工法の一分野をなし、多種多様な変形加工法を含んでいる。実際の加工を例にあげ、それらの加工法の解説と加工の理解に必要な加工力・材料流れ等を推定する方法を解説する。

**2. キーワード**

塑性加工、圧延、鍛造

**3. 到達目標**

基本的な塑性加工法の知識を習得。加工時の荷重や材料流れ等を推定する方法の理解。

**4. 授業計画**

1. 塑性加工の働き
2. 素材の作り方
3. 加工法のいろいろ
4. 材料の性質とその利用法
5. 塑性力学の基礎
6. 加工および解析の実際

**5. 評価の方法・基準**

期末試験（90%）、演習（10%）。塑性加工法についての基礎的知識と塑性加工に関する計算方法についての理解の程度を評価する。

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. 材料力学、弾塑性力学を履修していることが望ましい。講義内容の十分な理解を得るために、予習復習を行うことが必要である。
2. <http://weblearningplaza.jst.go.jp/> の塑性加工コースを利用してください。
3. ネット上には種々の解説が出てるので、キーワード=塑性加工、などで検索、確認し、簡単な読み物を読んでみること。ウィキペディアなどの百科事典も概略の把握には有効です。

**7. 教科書・参考書**

川並・関口・斎藤：基礎塑性加工学（森北出版）566/K-8

**8. オフィスアワー**

連絡先（Eメールアドレス）：kawabe@mech.kyutech.ac.jp

**生産工学基礎** Introduction to Production Engineering

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 水垣 善夫

**1. 概要**

種々の現象を利用・解析して開発・設計された機械装置を製作するときに必要な生産加工に関する基礎知識を修得させ、併せて最新の動向を教授する。先ず、伝統的な個々の加工法、数値制御を含む加工機械、精度とその測定法を講義する。さらに、精密・微細加工における最新の状況、生産管理の基礎を紹介する。最後に、加工と材料の関係を講義する。

**2. キーワード**

機械工作、生産工学、素形材加工、除去加工、工作機械、生産管理

**3. 到達目標**

1. 機械工作・生産工学の基礎知識や主要専門用語を習得・説明できること
2. 各種加工法を理解し、加工原理や到達加工精度の違いなどを習得・説明できること
3. 実際の製造業で使用されている加工法、工作機械、生産管理法に対する理解を深め、説明できること

**4. 授業計画**

## 1. ものづくりと生産工学

- 1.1 加工と材料の性質
- 1.2 生産システムと生産管理

## 2. 各種加工法の概要

- 2.1 鋳造
- 2.2 溶接
- 2.3 塑性加工
- 2.4 切削加工
- 2.5 研削加工・砥粒加工
- 2.6 特殊加工

## 3. 工作機械・数値制御工作機械

**5. 評価の方法・基準**

規定の出席回数を満たす履修登録者や集中講義対象者に、複数回の試験を実施する。

何れかの試験で60点以上を得た学生を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本講義を理解するために必要な基礎知識は特にない。むしろ、本講義受講後、生産工学についてより深く理解するために、加工については機械工作法I、II、生産システムに関しては生産ソフトウェア工学などの受講を薦める。また、加工の実際を体験するということから機械工作法実習I、IIも重要である。

**7. 教科書・参考書**

必要に応じてプリントを配布する。

1. 日本機械学会編：機械工学便覧 デザイン編β3 加工学・加工機器 530.3/N-14-2/3
2. 中尾政之・畠村洋太郎：生産の技術（養賢堂）530/N-4

**8. オフィスアワー**

オフィスアワー（相談応対時間）：多忙時を除き、在室時は常時応対

連絡先（Eメールアドレス）：mizugaki@mech.kyutech.ac.jp

**機械工作法 I** Manufacturing Process I

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 清水 浩貴

**1. 概要**

機械部品を製作するときに必要な機械加工法（特に除去加工法）の基礎知識と工作機械について解説し、併せて仕上げ工程後の後工程に関わる表面処理や検査方法なども説明する。

**2. キーワード**

機械工作、生産工学、切削、研削、特殊加工、数値制御工作機械

**3. 到達目標**

1. 機械工作に用いられる材料や工具、工作機械などの基礎知識や主要専門用語を習得・説明できること
2. 各種機械加工法を理解し、加工原理や到達加工精度の違いなどを習得・説明できること

**4. 授業計画**

1. 工作機械と工具・工具材料：名称と機能、切削運動、材質特性ほか
2. 切削機構：切り屑形態、構成刃先、切削抵抗、切削速度、工具寿命方程式、切削加工液、経済的切削速度ほか
3. 研削機構：研削砥石特性、円筒研削幾何、加工精度、砥石表示法ほか
4. 砥粒加工各種：ホーニング、超仕上げ、ラッピングほか
5. 特殊加工：エネルギー加工（放電加工、電解加工、ビーム加工ほか）、化学的加工（エッチング）
6. 表面処理：めっき、陽極酸化ほか

**5. 評価の方法・基準**

開講回数の2/3以上の出席者を対象に合否判定を行う。

中間試験（40%）、期末試験（40%）、小テスト（20%）の割合で評価する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

授業の最初に前回の講義内容に関する小テストを行うので必ず復習し、重要事項をその都度修得すること。

機械工作法Iは除去加工が中心であり、溶融加工や塑性加工が中心の機械工作法IIと対を成している。製造工程の時間的流れでいえば機械工作法IIが先なので機械工作法IIの履修も勧める。

**7. 教科書・参考書**

（教科書：1、参考書：2以下）

1. 日本機械学会編：機械工学便覧 デザイン編β3 加工学・加工機器 530.3/N-14-2/3
2. 千々岩健児 編：機械製作法通論 下（東京大学出版会）532/C-1/2
3. 白井英治：現代切削理論－コンピュータ解析と予測システム－、共立出版 532/U-3

**8. オフィスアワー**

オフィスアワー（相談応対時間）：在室時は随時対応

連絡先（Eメールアドレス）：shimizu@mech.kyutech.ac.jp

## 機械工作法 II Manufacturing Process II

学年：3年次 学期：前期 単位区分：選択必修 機械工学コース  
 選択 宇宙工学コース 単位数：2単位  
 担当教員名 吉川 浩一

### 1. 概要

加工法の概要を知らなければ、適切な加工法の選択ができないばかりか、より良い設計もできない。本講義の目的は、溶融加工法と塑性加工法について、グラフや表で示されるさまざまな加工法の特徴を読み取り比較する方法に習熟し、それぞれの原理や用途を理解させることである。

### 2. キーワード

鋳造、溶接、圧延、鍛造

### 3. 到達目標

1. 溶融加工法の原理を理解し用途と特徴を説明できる。
2. 溶融加工法を適用する形状の注意点を指摘できる。
3. 塑性加工法の原理を理解し用途と特徴を説明できる。
4. グラフから特徴を読み取ることができる。

### 4. 授業計画

1. 加工学一般（1回）
2. 鋳造法（2回）
3. 鋳造品の形状設計（2回）
4. 溶接法（3回）
5. 中間試験と解説（1回）
6. 塑性加工の基礎（1回）
7. 圧延加工など（2回）
8. 鍛造加工など（2回）

### 5. 評価の方法・基準

期末試験と中間試験の結果に基づいて評価する。  
 中間試験（20%）、期末試験（80%）とし、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

除去加工を中心の機械工作法 I と対を成している、工業製品の製造法としてどちらも重要な加工法なので、機械工作法 I の履修も勧める。

テレビやインターネット上のニュースを注意深く見ることを勧める。加工法の最新情報や具体的な適用事例が紹介されることがあり、理解に役立つ。

### 7. 教科書・参考書

（教科書：1、参考書：2）

1. 日本機械学会編：機械工学便覧 デザイン編β3 加工学・加工機器 530.3/N-14-2/3
2. 千々岩健児編：機械製作法通論 上（東京大学出版会）532/C-1/1

### 8. オフィスアワー

在室時は随時対応する。

連絡先（Eメールアドレス）：kikkawa@mech.kyutech.ac.jp

## 生産ソフトウェア工学

Manufacturing Software System

学年：3年次 学期：後期 単位区分：選択必修 機械工学コース  
 選択 宇宙工学コース 単位数：2単位

担当教員名 吉川 浩一

### 1. 概要

近年の生産技術においては、その自動化や高度化のために情報処理技術が欠かせない。本講義の目的は、工業製品の設計・製造過程で利用されている情報処理技術について、単純化した例題を示しながら、その基本的な概念やアルゴリズムを理解させることである。

### 2. キーワード

幾何モデル、工具経路、コンフィグレーション空間、PERT/CPM

### 3. 到達目標

1. 立体モデルの種類と特徴を説明できる。
2. 加工情報の自動生成法を説明できる。
3. 組立情報の自動生成法を説明できる。
4. 生産計画法の概要を説明できる。

### 4. 授業計画

1. 立体モデル概論（4回）
2. 加工情報の自動生成法（3回）
3. 中間試験と解説（1回）
4. 組立情報の自動生成法（3回）
5. 測定点群データの評価法（1回）
6. 生産計画法（2回）

### 5. 評価の方法・基準

期末試験と中間試験の結果に基づいて評価する。  
 中間試験（20%）、期末試験（80%）とし、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

実際の設計・製造過程にはどのような課題があるのか、またそれらの課題に対してどのような開発がなされているかについて、図書館にある技報や雑誌などを調べておくとよい。

### 7. 教科書・参考書

1. 精密工学会編：生産ソフトウェアシステム（オーム社）530.9/S-8
2. 人見勝人：生産システム工学（共立出版）509.6/H-9 509.6/H-17
3. 橋本、東本：コンピュータによる自動生産システム I・II（共立出版）509.6/H-21

### 8. オフィスアワー

在室時は随時対応する。

連絡先（Eメールアドレス）：kikkawa@mech.kyutech.ac.jp

**流れ学** Intermediate Course in Fluid Mechanics

学年：2年次 学期：後期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 梅景 俊彦

**1. 概要**

「流れ学基礎」に続く科目であり、水や空気の流れに代表される様々な流れを統一的に理解することを目的としている。いろいろな状況下における「流体の力学的挙動」を理解し、様々な流れ現象の本質を理解することに重点を置く。

**2. キーワード**

管内流、境界層流、抗力と揚力、圧縮性内部流れ、エネルギー式

**3. 到達目標**

- 1) ポンプを含めた管路の流体設計ができる。
- 2) 境界層流れの簡易計算ができる。
- 3) 与えられた物体の抗力と揚力計算ができる。
- 4) 管内圧縮性流れの計算ができる。
- 5) 圧縮機の効率が計算できる。

**4. 授業計画**

教科書（松永ほか著：流れ学－基礎と応用－、朝倉書店）第7章以降の内容について以下の講義を行う。

1. 管内の流れ（摩擦損失、層流と乱流、ハーゲン・ボアズイユの流れ）
2. 管内の流れ（管内の乱流、管摩擦損失）
3. 管内の流れ（様々な管路要素における損失）
4. 管内の流れ（管路の設計）
5. 予備日（演習または補講）
6. 隙間内の流れ（ダルシー則、滑り軸受け内の流れ）
7. 境界層の流れ（境界層の概念、層流境界層と乱流境界層）
8. 境界層の流れ（運動量積分式、平板境界層）
9. 物体まわりの流れと流体力（抗力と揚力、流体力の測定法）
10. 物体まわりの流れと流体力（様々な物体の抵抗係数、翼との特性）
11. 予備日（演習または補講）
12. 気体の流れ（音速）
13. 気体の流れ（圧縮性流れのエネルギー式）
14. 気体の流れ（ノズル内の流れ）
15. 気体の流れ（圧縮性流れにおけるエネルギー変換）

**5. 評価の方法・基準**

基本的に、期末試験（40%）、中間試験（30%）、演習とレポート（30%）の比率で評価し、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

「流れ学基礎」の内容、特に、連続の式、ベルヌーイの式、運動量の式、次元解析についての知識が必要である。機械工学や宇宙工学の基礎をなす重要な科目の一つ工学の基礎をなす科目の一つとして、十分に理解する必要があるので、多くの演習問題を自分で解くことが望ましい。授業の最後で述べる次回授業のポイントを踏まえた予習と、毎回課す演習問題の解答を通じて理解を深めよう努めること。

**7. 教科書・参考書**

（教科書：1、参考書：2、3、4、5）

1. 松永 ほか著：流れ学－基礎と応用－（朝倉書店）534.1/M-27

2. 谷 一浪：流れ学（岩波書店）534.1/T-1

3. Rouse, H : Elementary Mechanics of Fluids (John Wiley & Sons) 534.1/R-13

4. 日本機械学会：機械工学便覧 A 5 流体工学（丸善）530.3/N-9-1/5, 530.3/N-14-1/4

5. 日本機械学会：技術資料 管路・ダクトの流体抵抗 534.6/N-6

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：umekage@mech.kyutech.ac.jp

**流体力学** Fluid Dynamics

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 梅景 俊彦

**1. 概要**

計算機の発達によって Navier-Stokes の運動方程式を数値的に直接解くことも可能となった現在の状況を踏まえ、流体力学の基礎方程式の成り立ちとその解法について学ぶ。本科目では、「流れ学基礎」および「流れ学」で学んだ内容を基礎として、Navier-Stokes の運動方程式をはじめとする流体運動の基礎方程式の導出から始めて、それらの物理的意味を明確にしつつ、簡単な流体運動の解析を通じて流体力学の基本的な事項を習得することを目的とする。

**2. キーワード**

粘性流体の力学、理想流体の力学、層流と乱流、渦、流れの数値計算

**3. 到達目標**

1. Navier-Stokes の運動方程式の導出と無次元化を行うことができ、各項の物理的意味を説明できる。
2. Navier-Stokes の運動方程式に基づいて簡単な流れの問題を解くことができる。
3. 理想流体の流れを解くことによって物体周りの流れ等を求めることができる。
4. その他、流体力学の基本的な考え方を理解し、基本的な専門用語の説明ができる。

**4. 授業計画**

1. 流体の性質
2. 流体運動の基礎方程式の導出、連続の式
3. 流体運動の基礎方程式の導出、Navier-Stokes の運動方程式
4. 基礎方程式の無次元化及び無次元数
5. 基礎方程式の極座標への変換
6. 基本的な流れの解法
7. 演習・解説とまとめ
8. 流体変形の記述及び循環
9. 理想流体、Euler の運動方程式と渦なし流れ
10. 理想流体、速度ポテンシャル、流れ関数、一般化されたベルヌーイの定理
11. 理想流体、複素ポテンシャルと代表的な流れ、ブラシウスの公式
12. 渦
13. 層流及び粘性流
14. 乱流運動・拡散
15. 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

期末試験（40%）、中間試験（40%）、演習とレポート（20%）の比率で評価し、それらの合計点が60点以上の者を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本講義を十分理解するには、「流れ学基礎」、「流れ学」を履修していることを強く推奨する。当日の講義内容について、参考書（下記。図書館蔵書あり）によって再確認することが望ましい。また、授業では演習問題を課すので、その解答を通じて理解を深めよう努めること。

**7. 教科書・参考書**

（教科書：特に指定しない、参考書：1～3）

1. 大橋秀雄：流体力学（コロナ社）534.1/O-6

2. 谷 一郎：流れ学（岩波全書）（岩波書店）534.1/T-1

3. Bird, R.R., W. E. Stewart and E.N. Lightfoot : Transport Phenomena (Wiley) 533.1/B-4

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：umekage@mech.kyutech.ac.jp

## 熱流体工学 Thermofluid Mechanics

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 宮崎 康次ほか

### 1. 概要

環境・エネルギー関連機器で代表されるように、種々の熱流体現象をいかに適切に扱うかは重要な問題である。本講義は「流体力学」、「伝熱学」に引き続いで、粘性流体の流れと熱伝達において重要な役割を担う乱流境界層理論、および圧縮性流体の流動現象や相変化を伴う伝熱現象等の基礎について理解させる。主として、エネルギー機器と密接に関わる熱流体現象の数学的モデルの構築・解析法に重点をおいた講義を行うが、最近の手法や実用機器における熱流動現象を紹介し、その本質を理解し、応用能力を養うことに努める。

### 2. キーワード

粘性流体の力学、圧縮性流体の力学、相似則、熱伝達、相変化、エネルギーの伝達

### 3. 到達目標

- 各種熱流動現象の相似条件を導出できる。
- 境界層流れの特徴、基礎式を理解し、応用できる。
- 圧縮流れのエネルギー式を理解し、応用できる。
- 超音速流れと衝撃波の特性を理解する。
- 種々の基本的な条件下の熱伝達を取り扱える。
- 伝熱促進技術を理解し応用できる。
- 伝熱現象を扱う最近の解析手法を理解する。
- エネルギー機器内の熱流動現象を解析できる。

### 4. 授業計画

- 様々な熱流体現象：流れの記述
- 圧縮流れとマッハ数
- 圧縮流れの基礎式と応用
- 管内圧縮流れと衝撃波
- 中間試験
- 無次元化、無次元数
- 層流境界層熱伝達
- 乱流境界層熱伝達
- 自然対流
- 膜状凝縮と伝熱促進技術
- 核沸騰熱伝達と限界熱流束
- 遷移沸騰と膜沸騰熱伝達
- 相変化現象におけるミクロ伝熱
- エネルギーシステムにおける熱流動
- 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験（40%）、期末試験（40%）、演習・レポート（20%）で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

この科目以前に開講されている熱流体学関連の科目を履修していることが望ましい。うまく理解できないときには、伝熱工学をキーワードに参考書を数冊見比べて下さい。図書館の3階に学生用図書として置いてあります。どの教科書にも共通する項目、つまり重要な項目が見えてきます。

### 7. 教科書・参考書

- 庄司正弘、伝熱工学（東京大学出版会）533.1/S-38
- 森 康夫、土方邦夫：流れと熱の工学Ⅰ（共立出版）533.1/M-7
- 森 康夫、土方邦夫：流れと熱の工学Ⅱ（共立出版）533.1/M-7

### 8. オフィスアワー

火曜日 13:00～14:00、金曜日 16:10～17:10

連絡先（Eメールアドレス）：miyazaki@mech.kyutech.ac.jp

## エネルギー変換工学 Energy Conversion Engineering

学年：4年次 学期：前期

単位区分：選択 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 宮崎 康次

### 1. 概要

化石燃料の枯渇が重要な問題として提起されて久しく、エネルギーの有効利用は、現代社会において必須な課題となっている。本講義では、今後のエネルギー有効利用を考える上で基礎となる知識を獲得することを目的とする。機械工学の側面からエネルギー変換について講義を進めるが、機械工学の枠にとらわれずして化学反応や核反応、半導体を用いたエネルギー変換の概要についても講義する。

### 2. キーワード

エネルギー保存則、ガスサイクル、二相サイクル

### 3. 到達目標

- 熱力学の第一法則、第二法則について理解できる。
- エネルギーの有効利用を考えるためにあたって重要な概念となるエクセルギーを理解できる。
- ガスタービンサイクル、ランキンサイクルなど代表的な熱サイクルを理解できる。
- 燃料電池、太陽電池、原子力発電といった機械工学以外のエネルギー変換についても概要が理解できる。

### 4. 授業計画

- エクセルギーとエネルギーの有効利用
- ギブスの自由エネルギー
- 燃料電池、イオンセンサー
- 生体エネルギー変換（分子モーター、筋肉）
- 熱機関（ガスタービンサイクル、ランキンサイクル）
- 演習
- 冷凍器・ヒートポンプ（蒸気圧縮式冷凍器、吸収式冷凍器）
- 流体機械（無次元数、比速度）
- 流体機械（速度三角形、遠心ポンプ）
- 流体機械（速度三角形、軸流タービン）
- コジェネレーションシステム
- 自然エネルギー（水力、風力、波力）
- 半導体によるエネルギー変換（I）
- 半導体によるエネルギー変換（II）
- 核反応（核分裂、原子力発電、核融合発電）

### 5. 評価の方法・基準

最終レポート（60%）、毎回の講義で課すレポート（40%）で評価し、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義を十分理解するには、熱工学の知識が必要となるため「熱力学Ⅰ」、「熱力学Ⅱ」の履修、流体機械の理解には「流れ学基礎」、「流れ学」を履修していることが望ましい。うまく理解できないときには、エネルギー変換工学をキーワードに参考書を数冊見比べて下さい。図書館の3階に学生用図書として置いてあります。どの教科書にも共通する項目、つまり重要な項目が見えてきます。

### 7. 教科書・参考書

（教科書：1、参考書：2以下）

- 齊藤孝基・飛原英治・畔津昭彦：エネルギー変換（東京大学出版会）501.6/S-18
- 西川兼康・長谷川修：エネルギー変換工学（理工学社）501.6/N-8
- 小長井誠：半導体物性（培風館）428.8/K-8

### 8. オフィスアワー

火曜日 13:00～14:00、金曜日 16:10～17:10

連絡先（Eメールアドレス）：miyazaki@mech.kyutech.ac.jp

**熱力学 I Thermodynamics I**

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 鶴田 隆治・長山 曜子

**1. 概要**

熱力学では、自然界における物質の状態変化とその変化の方向に関する自然法則を学び、熱の仕事への変換、熱の有効利用など、多様なエネルギー形態と熱的作用との相関を学習する。この講義では、工学的な応用系との関連に留意しつつ、特にエネルギーの保存およびエネルギーの質的変化に関する基礎概念の理解に重点を置いた講義を行なう。

**2. キーワード**

状態量、状態変化、質量・運動量保存、熱力学の第一法則、熱力学の第二法則

**3. 到達目標**

1. 理想気体を中心に、状態量と状態変化を理解する。
2. 質量、運動量、エネルギーの保存則を理解し、熱力学の第一法則の具体的表現法を習得する。
3. カルノーサイクル、エントロピーの概念を理解し、第二法則の意味を習得する。
4. エネルギーの有効利用について理解し、熱効率、最大仕事、エクセルギーの意味を把握する。

**4. 授業計画**

1. 热力学とは何か、系・物質の状態とエネルギー、S I 単位系、エネルギーの保存則
2. 閉じた系の熱力学第一法則、熱と仕事、内部エネルギー
3. 開いた系の熱力学第一法則、工業仕事、エンタルピー
4. 理想気体と状態方程式、理想気体の比熱、内部エネルギーおよびエンタルピー
5. 理想気体の等圧、等容、等温および断熱変化
6. 热力学第一法則の演習
7. 中間試験
8. 中間試験の解説
9. カルノーサイクル
10. 热力学の第二法則とエントロピー
11. エントロピー変化の計算および演習
12. 不可逆損失とエクセルギー
13. 热力学第二法則の演習
14. 期末試験
15. 期末試験の解説

**5. 評価の方法・基準**

最終評価点 = 中間試験 × 30% + 期末試験 × 40% + レポート・平常点 × 30%

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

重要な基礎科目であるため、授業に積極的に参加することが必要である。授業時間外では、教科書と参考書の問題を意欲的に解くことと科学技術振興機構「Web ラーニングプラザ」(技術者 Web 学習システム <http://weblearningplaza.jst.go.jp/>) にて「熱力学基礎知識コース」を自己学習することが望ましい。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2～4など)

1. 日本機械学会：JSME テキストシリーズ熱力学 501.2/N-65
2. 門出・茂地：基礎機械工学シリーズ 8 热力学（朝倉書店）530.8/K-11/8
3. 平山・吉川：ポイントを学ぶ熱力学（丸善）426.5/H-6

**8. オフィスアワー**

初回の講義時に通知し、別途 <http://www.heat.mech.kyutech.ac.jp/> に掲示する。

教員室 教育研究1号棟2階E1 226 および 227

連絡先 (Eメールアドレス) : [tsuruta@mech.kyutech.ac.jp](mailto:tsuruta@mech.kyutech.ac.jp)

[nagayama@mech.kyutech.ac.jp](mailto:nagayama@mech.kyutech.ac.jp)

**熱力学 II Thermodynamics II**

学年：2年次 学期：後期 単位区分：選択必修 機械工学コース

選択 宇宙工学コース 単位数：2単位

担当教員名 鶴田 隆治・長山 曜子

**1. 概要**

「熱力学 I」に引き続き、工学的な応用系あるいは自然界における状態の変化とその方向に関する自然法則の理解、および多様なエネルギー形態と熱的作用との相関を探究する。特に、広範な応用面での具体例を通してその本質を理解することに重点を置く。

**2. キーワード**

エネルギー変換、ガスサイクル、二相サイクル、空気調和、気体の流動

**3. 到達目標**

1. 各種のガスサイクルを理解し、熱効率を評価できる。
2. 蒸気の性質と状態変化を理解し、ランキンサイクル、冷凍・ヒートポンプサイクルの熱効率を評価できる。
3. 湿り空気の性質を理解し、空気調和技術を習得する。

**4. 授業計画**

1. サイクルと効率、ガスサイクル一般
2. ピストンエンジンサイクル（オットーサイクル）
3. ピストンエンジンサイクル（ディーゼルサイクル、サバテサイクル）
4. ピストンエンジンサイクル（スターリングサイクル、その他）
5. ガスターインサイクル
6. 蒸気サイクル（蒸気の性質と状態変化）
7. 蒸気原動所、ランキンサイクル
8. 再熱サイクル、再生サイクル
9. 中間試験
10. 中間試験の解説および復習
11. 冷凍およびヒートポンプサイクル
12. 湿り空気と空気調和
13. 冷凍サイクルと空気調和の演習
14. 期末試験
15. 期末試験の解説

**5. 評価の方法・基準**

最終評価点 = 中間試験 × 30% + 期末試験 × 40% + レポート・平常点 × 30%

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

「熱力学 I」の修得が前提であるが、その理解が不十分な場合には、復習して本講義に臨むこと。授業時間外では、教科書と参考書の問題を意欲的に解くことと科学技術振興機構「Web ラーニングプラザ」(技術者 Web 学習システム <http://weblearningplaza.jst.go.jp/>) にて「熱力学基礎知識コース」を自己学習することが望ましい。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2～4など)

1. 日本機械学会：JSME テキストシリーズ熱力学 501.2/N-65
2. 門出・茂地：基礎機械工学シリーズ 8 热力学（朝倉書店）530.8/K-11/8
3. 平山・吉川：ポイントを学ぶ熱力学（丸善）426.5/H-6

**8. オフィスアワー**

初回の講義時に通知し、別途 <http://www.heat.mech.kyutech.ac.jp/> に掲示する。

教員室 教育研究1号棟2階E1 226 および 227

連絡先 (Eメールアドレス) : [tsuruta@mech.kyutech.ac.jp](mailto:tsuruta@mech.kyutech.ac.jp)

[nagayama@mech.kyutech.ac.jp](mailto:nagayama@mech.kyutech.ac.jp)

## 伝熱学 Heat Transfer

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 鶴田 隆治・長山 曜子

### 1. 概要

エネルギーの保存則と熱エネルギーの伝達・輸送、さらにはエネルギーの利用システムに関する基礎を学び、応用力を育成することを目的とする。特に、熱移動の基礎理論の修得を目指し、熱伝導、熱伝達、熱放射の伝熱基本三形態を中心に展開する。

### 2. キーワード

熱移動、保存則、熱伝導、対流伝熱、放射伝熱、熱交換器

### 3. 到達目標

1. 热移動の基本法則を理解し、エネルギーの保存則の具体的記述法を習得する。
2. 伝熱に関する無次元量の物理的意味を理解し、活用法を習得する。

### 4. 授業計画

1. エネルギーの保存則と伝熱の三形態
2. 热伝導の基礎、フーリエの法則、一次元定常熱伝導
3. 热伝導方程式の導出
4. 热通過と热抵抗、非定常熱伝導（集中定数系）
5. 热伝導に関する中間試験
6. 中間試験の解説および復習
7. 対流伝熱における速度・温度境界層と熱伝達（1）
8. 対流伝熱における速度・温度境界層と熱伝達（2）
9. 次元解析と熱伝達率の無次元表示
10. 热交換器における伝熱
11. 热交換器の設計法
12. 放射伝熱の概念と基本法則
13. 放射伝熱の計算法
14. 全体についてのまとめと演習
15. 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

最終評価点=中間試験×30%+期末試験×40%+レポート・平常点×30%

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

授業に積極的に参加することが重要である。授業時間外では、科学技術振興機構「Web ラーニングプラザ」(技術者 Web 学習システム <http://weblearningplaza.jst.go.jp/>) にて「熱力学基礎知識コース」および「化学工学基礎－伝熱コース」を自己学習することが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2～4など)

1. 吉田 駿：伝熱学の基礎（理工学社）426.3/Y-1
2. 一色尚次・北山直方：伝熱工学（森北出版）530.8/S-2/7-2
3. 西川兼康・藤田恭伸：伝熱学（理工学社）533.1/N-12
4. 相原利雄：伝熱工学（裳華房）533.1/A-14

### 8. オフィスアワー

初回の講義時に通知し、別途 <http://www.heat.mech.kyutech.ac.jp/> に掲示する。

教員室 教育研究1号棟2階E1 226 および227  
連絡先 (Eメールアドレス) : [tsuruta@mech.kyutech.ac.jp](mailto:tsuruta@mech.kyutech.ac.jp)、  
[nagayama@mech.kyutech.ac.jp](mailto:nagayama@mech.kyutech.ac.jp)

## 伝熱学 Heat Transfer

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 長山 曜子

### 1. 概要

エネルギーの保存則と熱エネルギーの伝達・輸送に関する基礎を学び、応用力を育成することを目的とする。熱移動の基礎理論の修得と基礎的伝熱現象の理解を目指し、熱伝導、熱伝達、熱放射の伝熱基本三形態を中心に講義する。

### 2. キーワード

熱移動、保存則、熱伝導、対流伝熱、放射伝熱、熱交換器

### 3. 到達目標

熱移動の基本法則を理解し、エネルギーの保存則の具体的記述法を習得する。

伝熱の基礎的現象を理解し、基本法則を活用して簡単な熱計算ができるようになる。

### 4. 授業計画

- (1) エネルギーの保存則、熱力学基礎
- (2) 伝熱の三形態と熱伝導の基礎、フーリエの法則
- (3) 热伝導方程式、一次元定常熱伝導
- (4) 热通過と热抵抗
- (5) 演習
- (6) 中間試験
- (7) 中間試験の解説および補講
- (8) 対流伝熱における速度・温度境界層と熱伝達率
- (9) 热交換器における伝熱
- (10) 热交換器の演習
- (11) 放射伝熱の概念および基本法則
- (12) 放射伝熱の計算法
- (13) 演習
- (14) 期末試験
- (15) 期末試験の解説

### 5. 評価の方法・基準

最終評価点=中間試験×30%+期末試験×40%+レポート・平常点×30%

最終評価点 60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

授業に積極的に参加することが重要である。授業時間外では、科学技術振興機構「Web ラーニングプラザ」(技術者 Web 学習システム <http://weblearningplaza.jst.go.jp/>) にて「熱力学基礎知識コース」および「化学工学基礎－伝熱コース」を自己学習することが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2～5など)

- (1) 日本機械学会：JSMEテキストシリーズ伝熱工学（丸善）501.2/N-70
- (2) 吉田 駿：伝熱学の基礎（理工学社）426.3/Y-1
- (3) 一色尚次・北山直方：伝熱工学（森北出版）530.8/S-2/7-2
- (4) 日本機械学会：演習伝熱工学（丸善）501.2||N-70||2
- (5) 平田哲夫：例題でわかる伝熱工学：熱の移動が図でみえる（森北出版）501.2||H-40

### 8. オフィスアワー

初回の講義時に通知し、別途 <http://www.heat.mech.kyutech.ac.jp/> に掲示する。

教員室 教育研究1号棟2階E1 227

Eメールアドレス : [nagayama@mech.kyutech.ac.jp](mailto:nagayama@mech.kyutech.ac.jp)

**制御工学基礎** Elemental Control Engineering

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 坂本 哲三

**1. 概要**

自動制御装置を設計するにあたっての基礎を学ぶ。すなわち、制御対象を式に表現し、システムの安定性を確保し、そして制御性能を達成するための設計法についての基本の習得を図る。

**2. キーワード**

ラプラス変換、ブロック線図、周波数特性、ボード線図、フィードバック制御系、サーボ系設計

**3. 到達目標**

- (1) 基本的な時間関数のラプラス変換を求めることができる。
- (2) 微分方程式のラプラス変換を求めることができます。
- (3) ラプラス逆変換を求めることができます。
- (4) 簡単なシステムの微分方程式を導出して、伝達関数を求めることができます。
- (5) 簡単な系のブロック線図を書くことができます。
- (6) ベクトル軌跡を描くことができます。
- (7) ボード線図を描くことができます。
- (8) フィードバック制御系の安定判別をすることができます。
- (9) フィードバック制御系の定常偏差について理解する。

**4. 授業計画**

- (1) システムの動特性の表現
- (2) ラプラス変換
- (3) 逆ラプラス変換
- (4) ラプラス変換・逆変換のまとめ
- (5) システムの伝達関数
- (6) システムのブロック線図
- (7) 時間応答
- (8) 周波数応答
- (9) ベクトル軌跡
- (10) ボード線図
- (11) 安定性とは何か
- (12) 安定判別
- (13) システムの極と過渡・定常特性
- (14) フィードバック制御系の設計の考え方
- (15) フィードバック制御系の特性変化

**5. 評価の方法・基準**

主な評価は期末試験による。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

制御系シミュレーションソフト（たとえば Scilab など）を用いた PC 上での自習を勧める。

**7. 教科書・参考書**

（教科書：1、参考書：なし）

1. 今井・竹口・能勢：やさしく学べる制御工学（森北出版）、501.9II-108

**8. オフィスアワー**

金曜 4 時限、連絡先：kyutechsakamoto@yahoo.co.jp

**データ処理工学** Data Processing and Its Applications

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 金 亨燮

**1. 概要****●授業の背景**

計算機の発展に伴い、計測された信号や各種のデータを処理することにより、本当に知りたい情報を容易に取り出すことが可能になった。特に、音声や画像、生体情報など、多岐にわたる分野でのシステムの特性を解析するには、データ処理工学の基本概念を学ぶ必要がある。

**●授業の目的**

本講義では、特徴抽出やパターン認識あるいは雑音の除去などの応用へと理論的展開がわかるように、基礎からこの講義は開始される。主として、ディジタル計算機による信号処理が講授される。

**●授業の位置付け**

観測信号には何らかの雑音成分を含んでおり、雑音成分を取り除くための概念および技法を取り扱う。また、周波数分析を行うための概念や知識が必要である。そのため、2年次選択必須科目の統計学や応用解析学の基礎知識が要求される。（関連する学習教育目標：A）

**2. キーワード**

フーリエ変換、FFT

**3. 到達目標**

1. アナログ・ディジタル信号の扱い方など、データ処理工学の考え方方が理解できる。
2. 制御手法として利用するための基本的なものについて理解できる。

**4. 授業計画**

- 第1回 アナログ信号の入力
- 第2回 AD変換
- 第3回 雑音除去
- 第4回 周期性と自己相関関数
- 第5回 ディジタル基本素子
- 第6回 アナログ周期信号とフーリエ級数
- 第7回 フーリエ変換
- 第8回 離散フーリエ変換
- 第9回 高速フーリエ変換
- 第10回 自己回帰モデル
- 第11回 不規則信号
- 第12回 不規則信号への応用
- 第13回 確率分布関数、確率密度関数
- 第14回 データ処理の実例
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

中間・期末試験（80%）および演習やレポートの結果（20%）で評価する。

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

講義内容の十分な理解を得るために予習・復習を行いうことが必要である。また、うまくよく理解できない場合には、記載分の参考書を図書館で調べ、理解を深める必要がある。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

なし

**●参考書**

- 1) 谷荻隆嗣：ディジタル信号処理の理論（コロナ社）549.3/T-46/1/3
- 2) 添田喬他：信号処理の基礎と応用（日新出版）501.1/S-78
- 3) 江原義郎：ユーザーズディジタル信号処理（東京電気大学出版局）549.3/E-6

**8. オフィスアワー**

金曜日

## 電機基礎理論 I Electric Circuits and Machinery I

学年：2年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 黒木 秀一

### 1. 概要

#### ●授業の背景

制御工学では電気機器の基礎知識として電気回路理論を理解することは必要不可欠であり、さらにその理論中で用いられる専門用語の英語表現を習得することは重要である。そこで本科目では電気回路理論を英語の教科書を用いて講義する。

#### ●授業の目的

電気回路理論を制御工学の立場から理解させ、習得させるとともに、基本的な問題を解く能力を育成する。さらに基礎的な専門用語の英語表現も習得させる。

#### ●授業の位置付け

本講義の内容を理解するには、「解析学Ⅰ」、「解析学Ⅱ」、「線形数学Ⅰ」、「線形数学Ⅱ」の基礎知識が必要である。(関連する学習教育目標：A)

### 2. キーワード

抵抗、インダクタ、キャパシタ、キルヒホッフの法則、テブナンの定理、網目電流法、節点電圧法、オペアンプ、周期関数の平均値と実効値

### 3. 到達目標

- (1) 抵抗、インダクタ、キャパシタ等の性質を理解する。
- (2) 電源が接続された受動回路の連立方程式を立てて解く能力を習得する。
- (3) オペアンプの特性を理解してオペアンプ回路の問題を解く能力を習得する。
- (4) 周期関数の平均値と実効値を理解しそれらを求める能力を習得する。
- (5) 以上の理論に関する専門用語の英語表記を習得する。

### 4. 授業計画

- 第1回 導入：電気量とSI単位系、電荷、電流、電力
- 第2回 回路の諸概念：能動回路、受動回路、抵抗、インダクタ、キャパシタ
- 第3回 回路の諸法則：キルヒホッフの法則、直列回路、並列回路
- 第4回 解析手法（1）：網目電流法、行列と行列式、節点電圧法
- 第5回 解析手法（2）：入力抵抗、出力抵抗、伝達抵抗
- 第5回 解析手法（3）：ネットワーク簡約、重ね合わせの原理
- 第6回 解析手法（4）：テブナンとノートンの定理、最大電力伝達定理
- 第7回 中間試験
- 第8回 増幅器とオペアンプ（1）：増幅器、増幅器回路のフィードバック、オペアンプ
- 第9回 増幅器とオペアンプ（2）：理想オペアンプを含む回路の解析
- 第10回 増幅器とオペアンプ（3）：反転回路、加算回路、非反転回路
- 第11回 増幅器とオペアンプ（4）：電圧フォロワ、差動増幅器、直列オペアンプ回路
- 第12回 増幅器とオペアンプ（5）：積分器、微分器、アナログコンピュータ、比較器
- 第13回 波形と信号（1）：周期関数、正弦波関数、周期関数の和、平均値と実効値
- 第14回 波形と信号（2）：非周期関数、単位階段関数、単位インパルス関数、減衰指数関数
- 第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験（40%）、期末試験（50%）、およびレポートの結果（10%）で評価し、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

1) 問題を解く能力を育成するため原則として講義の終了時に毎回レポートを課す。レポートの提出が指定した期日までに完了しない場合は上記の試験の受験資格を失うものとする。

2) 講義ノートをインターネットで公開するので、次の講義の範囲までを印刷して受講すること。なお、一度に、すべてを印刷しないようにすること。

3) 講義内容を理解するために予習復習を十分行い、必要ならばオフィスアワーを利用して質問すること。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

J.A.Edminister: Electric circuits 4 ed (McGraw-Hill)  
541.1/N-15

#### ●参考書

- 1) 内藤喜之：基礎電気回路（昭晃堂）541.1/N-3
- 2) 石井六哉：回路理論（昭晃堂）541.1/I-12
- 3) 熊谷、榎、大野、尾崎：大学基礎電気回路（1）（オーム社）541.1/K-8/1

### 8. オフィスアワー

別途、指示する。

## 電機基礎理論Ⅱ Electric Circuits and Machinery II

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 黒木 秀一

### 1. 概要

#### ●授業の背景

制御工学では電気機器の基礎知識として電気回路理論を理解することは必要不可欠であり、さらにその理論中で用いられる専門用語の英語表現を習得することは重要である。本科目では「電機基礎理論Ⅰ」に引き続く電気回路理論の内容を英語の教科書を用いて講義する。

#### ●授業の目的

電気回路理論を制御工学の立場から理解させ、習得させるとともに、基本的な問題を解く能力を育成する。さらに基本的な専門用語の英語表現も習得させる。

#### ●授業の位置付け

本講義の内容を理解するには、「解析学Ⅰ」、「解析学Ⅱ」、「線形数学Ⅰ」、「線形数学Ⅱ」、「電機基礎理論Ⅰ」の基礎知識が必要である。(関連する学習教育目標：A)

### 2. キーワード

RLC回路、過渡応答と定常応答、フェーザ、インピーダンス、アドミタンス、平均電力、リアクティブ電力、複素電力、周波数応答、フィルタ、共振、相互インダクタンス

### 3. 到達目標

- (1) RLC回路の過渡応答および定常応答を求める能力を習得する。
- (2) フェーザ、インピーダンス、アドミタンスを理解し定常的な周波数応答と時間応答を求める能力を習得する。
- (3) 交流電力、周波数応答、フィルタ、共振について理解しそれらに関する問題を解く能力を習得する。
- (4) 相互インダクタンスと変圧器について理解しそれらの問題を解く能力を習得する。
- (5) 以上の理論に関する専門用語の英語表記を習得する。

### 4. 授業計画

- 第1回 一次回路（1）：RC回路、RL回路、指数応答  
第2回 一次回路（2）：ステップ応答、インパルス応答、減衰正弦波に対する応答  
第3回 高次回路と複素周波数（1）：直列RLC回路、並列RLC回路、複素周波数  
第4回 高次回路と複素周波数（2）：回路関数と極零描画  
第5回 高次回路と複素周波数（3）：強制応答と固有応答  
第6回 定常状態回路解析（1）：フェーザ、インピーダンス、アドミタンス  
第7回 定常状態回路解析（2）：網目電流法、節点電圧法、テブナンとノートンの定理  
第8回 中間試験  
第9回 交流電力（1）：平均電力、実効電力、リアクティブ電力  
第10回 交流電力（2）：複素電力、皮相電力、電力三角形、功率  
第11回 周波数応答、フィルタ、共振（1）：周波数応答、高域・低域通過フィルタ  
第12回 周波数応答、フィルタ、共振（2）：極零の位置と周波数応答、帯域通過フィルタ  
第13回 周波数応答、フィルタ、共振（3）：共振、クオリティファクタ  
第14回 相互インダクタンスと変圧器  
第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験（40%）、期末試験（50%）、およびレポートの結果（10%）で評価し、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- 1) 問題を解く能力を育成するため原則として講義の終了時に毎回レポートを課す。レポートの提出が指定した期日までに完了しない場合は上記の試験の受験資格を失うものとする。
- 2) 講義ノートをインターネットで公開するので、次の講義の範囲までを印刷して受講すること。なお、一度に、すべてを印刷しないようにすること。
- 3) 講義内容を理解するために予習復習を十分行い、必要ならばオフィスアワーを利用して質問すること。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

J.A.Edminister: Electric circuits 4 ed (McGRAW-HILL)  
541.1/N-15

#### ●参考書

- 1) 内藤喜之：基礎電気回路（昭晃堂）541-1/N-3
- 2) 石井六哉：回路理論（昭晃堂）541-1/I-12
- 3) 熊谷、柳、大野、尾崎：大学基礎電気回路（1）（オーム社）  
541.1/K-8/1

### 8. オフィスアワー

別途、指示する。

## 振動工学 Vibrati h on in Engineering

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 大屋 勝敬

### 1. 概要

#### ●授業の背景

機械システムにおいて振動現象は非常にポピュラーな現象である。しかし、一般的の場合振動現象は、システムの損傷をまねくため、好ましくない現象である。この振動現象を理解してもらい、そして、振動現象の抑制制御法の考え方を理解してもらうために準備された講義である。

#### ●授業の目的

振動現象を理解してもらうために、簡単な機械システムを取り上げ、まず、運動方程式の導出法を紹介する。つぎに、機械システムにおける振動現象の影響を紹介する。最後に、振動現象の抑制手法を理解してもらうため、振動抑制例を紹介する。

#### ●授業の位置付け

振動現象を理解するためには、システムの運動方程式を導出し、解析する必要がある。このため、力学、ラプラス変換に関する知識が必要となる。この内容は、1年次必修の物理学ⅠA、物理学ⅠB、2年次選択必修の工業数学において講義されている。また、振動抑制法を理解するために、制御の基本的な考え方が必要である。すなわち、2年次選択必修の制御系解析を修得していることが望ましい。(関連する学習教育目標：A)

### 2. キーワード

振動、振動制御

### 3. 到達目標

- ① 1自由度機械システムの運動方程式が導出できる。
- ② 1自由度機械システムの振動現象を説明できる。
- ③ 1自由度機械システムの振動抑制制御系が設計できる。
- ④ 1自由度回転型機械システムの運動方程式が導出できる。
- ⑤ 2自由度機械システムの運動方程式が導出できる。

### 4. 授業計画

- 第1回 1次の微分方程式の解の特徴 I
- 第2回 2次の微分方程式の解の特徴 II (強制振動)
- 第3回 強制振動と周波数特性との関係
- 第4回 1自由度系の運動方程式の導出 (横振動)
- 第5回 1自由度系の特性 I (横振動)
- 第6回 1自由度系の特性 II (縦振動)
- 第7回 1自由度系に対する位置制御
- 第8回 1自由度系に対する積分制御
- 第9回 1自由度系の特性 III (車両モデル)
- 第10回 1自由度振り子系の運動方程式の導出とその特性
- 第11回 2自由度系の運動方程式の導出と系の特性
- 第12回 2自由度2輪車両モデルの導出と系の特性
- 第13回 2自由度系の状態空間表現
- 第14回 ダイナミックアソーバー
- 第15回 試験

### 5. 評価の方法・基準

期末試験の結果(70%)と毎週行う小テスト結果(30%)で評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義を理解するために、1年次必修の物理学Ⅰ、2年次選択必修の工業数学、2年次選択必修の制御系解析を修得していることが望ましい。

うまく理解できない場合には、参考書を見てください。図書館の3階に学生用図書としておいてあります。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

無し

#### ●参考書

- 1) 日高他 著：機械力学 振動の基礎から制御まで（朝倉書店）501/G-18/1
- 2) 井上順吉 著：機械力学、(理工学社) 531.3/I-11
- 3) 明石、今井 共著：制御工学演習、(共立出版) 501.9/A-36
- 4) 有本 卓 著：ロボットの力学と制御、(朝倉書店) 501.9/A-58

### 8. オフィスアワー

随時

## 制御数学 Basic Mathematics for Control Engineers

学年：2年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 相良 慎一

### 1. 概要

#### ●授業の背景

制御工学は、1950年ごろに確立した古典制御法と、1960年ごろから注目された現代制御法を基に発展している。制御系の解析・設計は、古典制御ではラプラス演算子と周波数特性、また、現代制御では時間領域で記述される微分方程式に基づいてなされる。したがって、制御技術者は制御系解析設計に必要な数学を、制御工学の立場から理解する必要がある。さらに、コンピュータを用いたディジタル制御も必要不可欠となっている。

#### ●授業の目的

本科目では、制御工学を学んでいく上で必要不可欠な、ラプラス変換と行列論および、連続時間系のラプラス変換に対応した離散時間系のz変換を、制御工学の立場から理解・修得することを目的とする。

#### ●授業の位置付け

1年次数学科目の知識を必要とする。また、並行して開講される「制御数学演習」で本科目の演習を行う。さらに、本科目は「制御系解析」、「制御系構成論Ⅰ」、「制御系構成論Ⅱ」、「ディジタル制御」等、制御理論関係科目の基礎となるので、それら科目の履修のために重要である。(関連する学習教育目標：A)

### 2. キーワード

連続時間系、ラプラス変換、微分方程式、行列、離散時間系、z変換、差分方程式

### 3. 到達目標

- ① 連続時間系と離散時間系の関係を説明できる。
- ② 微分方程式で表現された線形システムの挙動を、ラプラス変換を用いて求めることができる。
- ③ 線形システムをベクトルと行列を用いた形式で表現できる。
- ④ ラプラス変換とz変換の関係を説明できる。
- ⑤ 微分方程式で表現された線形システムの離散時間表現(差分方程式)の挙動を求めることができる。

### 4. 授業計画

- 第1回 連続時間系と離散時間系
- 第2回 ラプラス変換の定義
- 第3回 ラプラス変換の性質
- 第4回 部分分数展開定理と逆ラプラス変換
- 第5回 行列式・逆行列
- 第6回 固有値・行列のランク
- 第7回 行列の対角化
- 第8回 中間試験
- 第9回 z変換の定義
- 第10回 べき級数と部分分数展開によるz変換
- 第11回 留数定理によるz変換
- 第12回 z変換の性質
- 第13回 部分分数展開による逆z変換
- 第14回 留数定理による逆z変換
- 第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

原則として、中間試験(50%)と期末試験(50%)の結果で評価し、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

まず、1年次の数学科目の内容をよく理解していることが必要であるので、それらの復習を十分にしつつ講義に臨むこと。つぎに、本科目は知能制御コース専門科目の基礎となるので、制御工学の立場から講義内容を理解する必要があり、並行して授業を進める「制御数学演習」も受講するとともに、「制御数学」と「制御数学演習」のテキストを利用した予習・復習を行うことが必要である。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

原島、堀：工学基礎 ラプラス変換とz変換(数理工学社) 501.1/S-136/8

#### ●参考書

- 1) 明石、今井：制御工学演習(共立出版) 501.9/A-36
- 2) 布川：ラプラス変換と常微分方程式(昭晃堂) 413.5/F-23
- 3) 小郷、美多：システム制御理論入門(実教出版) 501.9/K-56
- 4) 小島 他：現代工学のためのz変換とその応用(現代工学社) 413.5/K-79

### 8. オフィスアワー

オフィスアワーは開講時に指示する。  
連絡先 sagara@cntl.kyutech.ac.jp

## 制御系解析 Analysis of Control Systems

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 田川 善彦

### 1. 概要

#### ●授業の背景

制御では動的に変化するものを対象とし、最終的にはその対象を「自分の意のままにする」ことが求められる。このために動的な現象の定式化、その時間的な挙動や収束性などの解析手法と、自分の意のままにするための設計が必要となる。

#### ●授業の目的

本講義では、動的システムの特性表現およびその応答解析を通して、制御系の解析の基本的手法を習得することを目的とする。

#### ●授業の位置付け

制御対象の動的解析に至るまでの基本的な内容であり、その後の設計法の導入部となる。(関連する学習・教育目標 (A))

### 2. キーワード

モデリング、ブロック線図、時間応答、周波数応答、安定解析

### 3. 到達目標

- ① フィードバック制御の概念が説明できる。
- ② 線形系（重ね合わせの原理）の説明ができる。
- ③ 物理法則を用いて動的な関係式を求めることができる。
- ④ 線形化ができる。
- ⑤ ブロック線図を描くことができる。
- ⑥ 時間応答と周波数応答を求めることができます。
- ⑦ 系の安定性の説明およびその判定ができる。
- ⑧ フィードバックの効果を説明できる。
- ⑨ 過渡特性や定常特性を求めることができます。

### 4. 授業計画

第1回 制御の基礎概念 (1)

第2回 制御の基礎概念 (2)

第3回 線形モデル (1)

第4回 線形モデル (2)

第5回 システムの要素と表現 (1)

第6回 システムの要素と表現 (2)

第7回 応答の周波数特性 (1)

第8回 応答の周波数特性 (2)

第9回 中間試験

第10回 フィードバック制御 (1)

第11回 フィードバック制御 (2)

第12回 フィードバック制御 (3)

第13回 システムの時間応答 (1)

第14回 システムの時間応答 (2)

第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間(50%) および期末試験(50%) の結果により評価を行う。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

「制御系解析演習」を必ず並行して履修すること。レポート課題や授業時の演習課題は、当然ではあるが自分で考え解くこと。その際、図書案にて下記の参考書を活用することをすすめる。また「制御数学」、「センサ工学 I」の科目を修得しておくことが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

作成した講義用資料(事前配布) および市販テキスト(年度前に指示)を使用する。

#### ●参考書

- 1) 示村悦三郎：自動制御とは何か(コロナ社) 501.9/S-132
- 2) 木村英紀：制御工学の考え方(講談社) BLUE BACKS  
501.9/K-187 408/B-2/1396
- 3) Mayr, O.: The Origins of Feedback Control (The M.I.T.

Press) 501.9/M-41

4) 相良節夫：基礎自動制御(森北出版) 501.9/S-75

5) Ogata, K.: System Dynamics (Prentice-Hall) 501.1/  
O-13

6) 大須賀公一、足立修一：システム制御へのアプローチ(コロ  
ナ社) 501.9/S-184/1

その他多数

### 8. オフィスアワー

開講時に指示する。勉学などの相談に応じる時間帯である。た  
だし課題の質問に対しては、どのようにアプローチしたかを必ず  
尋ねるので、十分に検討しておくこと。

E-mail: tagawa@cntl.kyutech.ac.jp

電話：884-3187 制御棟 2階

# 制御系構成論 I Control Systems Design I

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 江口 弘文

## 1. 概要

### ●授業の背景

制御系設計では、まず対象のモデル化が重要である。種々の物理的・化学的法則による方法と本講義で説明する入出力関係よりモデル化する方法がある。モデル化後、制御対象の安定性、応答特性を解析する。つぎに、望ましい制御系とは何かを数値的に表せる指標を考える。各種設計指標の設定後、制御方法を検討する。設計後の制御系に対し数値シミュレーションによる確認が必要となる。

### ●授業の目的

伝達関数に基づく周波数領域での制御理論と状態空間法による時間領域での制御理論の両者が理解できるように、それぞれの基本概念および目的を講義する。まず、1次系について説明し、一般のn次系へ発展させていく。制御対象のモデル化、周波数領域での表現、安定性、可制御性・可観測性等の基本的性質を述べ、望ましい制御系を設計するための理念と手法を説明する。

### ●授業の位置づけ

本講義は、2年後期の制御系解析等に続く科目である。それまでの講義では、種々の物理的・化学的法則によるモデル化手法を学んできた。本講義では、入出力関係よりモデル化する方法を示す。モデル化後、制御対象の特性解析、望ましい制御系の各種設計指標の設定、制御則の設計を取り扱う。本講義では、対象の線形化モデルに対し制御系を設計する。3年後期の制御系構成論IIでは、非線形系が取り扱われる。

## 2. キーワード

伝達関数、時定数、定常偏差、内部モデル原理、ステップ応答、周波数応答、ボード線図、ナイキスト線図、安定余裕、根軌跡、状態変数、可制御性・可観測性、PID制御、状態フィードバック。オブザーバ

## 3. 到達目標

- 1) 2つのキーワードで示される基本概念の理解とそれを制御系の特性解析において具体的系で求められること。
- 2) ステップ応答、周波数応答の意味を理解し具体的に表現・適用できること。
- 3) フィードバックの概念が理解できていること。
- 4) 状態フィードバック系、オブザーバの構成できること。

## 4. 授業計画

- 第1回 システムの時間応答とプラントの同定
- 第2回 システムの周波数応答
- 第3回 周波数応答とナイキスト線図、ボード線図
- 第4回 フィードバック制御系
- 第5回 フィードバック制御系の安定性
- 第6回 制御系設計の古典的手法（根軌跡法）
- 第7回 制御系設計の古典的手法（PID制御）
- 第8回 中間試験
- 第9回 状態空間法（状態と観測）
- 第10回 状態空間法（伝達関数と状態方程式）
- 第11回 システムの座標変換
- 第12回 システムの構造的性質（可制御性、可観測性）
- 第13回 状態方程式に基づく制御系設計
- 第14回 状態観測と制御
- 第15回 試験

## 5. 評価の方法・基準

中間試験（50%）と期末試験（50%）の結果で評価する。

60点以上を合格とする。

## 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- 1) 本講義が十分理解できるためには、「制御系解析」の科目を修得していることが望ましい。

講義内容の十分な理解をえるために、予習・復習を行うことが必要である。

- 2) 自ら数値シミュレーションを行えば、さらに理解が深まる。
- 3) 本講義内容の演習を「知能制御演習III」で行うので合わせて履修すること。

## 7. 教科書・参考書

- 教科書 「制御系解析」と同じ。

- 参考書

- 1) 中野道雄・美多 勉：制御基礎理論（昭晃堂）501.9/N-32
- 2) 大須賀公一：制御工学（共立出版）501.9/O-43
- 3) 細江繁幸 編：システムと制御（オーム社）501.9/H-73

## 8. オフィスアワー

在室時は随時対応する。

**制御系構成論Ⅱ Control Systems Design II**

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 大屋 勝敬

**1. 概要****●授業の背景**

現在、最先端のコントローラ設計においては、そのほとんどが、リアブノフの安定論に基づいて設計されている。このリアブノフの安定論を理解し、その使い方を理解してもらうために準備された講義である。

**●授業の目的**

リアブノフの安定論を用いた設計法を理解してもらうために、まず、必要となる数学的知識を紹介する。その後、種々の制御系設計例を説明する。

**●授業の位置付け**

リアブノフ安定論では、ベクトルと行列からなるスカラー時間関数を考え、その時間微分を解析することにより安定性が判定される。このため、基礎知識として、行列論（固有値、足算、掛算、転置行列）、微分学、が必要である。この内容は、2年次選択必修の工業数学において講義されている。また、リアブノフの安定論を用いた制御系設計では制御の基本的な考え方方が必要である。すなわち、2年次選択必修の制御系解析、3年次選択必修の制御系構成論Ⅰを修得していることが望ましい。（関連する学習教育目標：A）

**2. キーワード**

リアブノフの安定論、制御系設計

**3. 到達目標**

①状態空間表現が導出できる。②行列の正定性が判定できる。③リアブノフの安定論が理解できた。④1次の微分方程式で記述される簡単なシステムに対し漸近安定なコントローラが設計できる。⑤2次の微分方程式で記述されるシステムの漸近安定化コントローラが設計できる。

**4. 授業計画**

- 第1回 2次系の状態空間表現法 I
- 第2回 2次形の状態空間表現法 II
- 第3回 n次形の状態空間表現法
- 第4回 2次形式表現と正定値関数
- 第5回 正定行列・準正定行列
- 第6回 正定行列の性質
- 第7回 リヤブノフ方程式
- 第8回 リッカチ方程式
- 第9回 リアブノフの安定論
- 第10回 線形系の漸近安定化設計 I
- 第11回 線形系の漸近安定化設計 II
- 第12回 ある種の非線形系の漸近安定化設計
- 第13回 線形系のロバスト安定化設計
- 第14回 外乱抑制制御系の設計
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

期末試験の結果（80%）と毎週行う小テスト結果（20%）で評価する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本講義を理解するために、2年次選択必修の工業数学、2年次選択必修の制御系解析、3年次選択必修の制御系構成論Ⅰを修得していることが望ましい。なお、本講義内容の演習を知能制御演習Ⅳで行うので合わせて履習すること。

うまく理解できない場合には、参考書を見てください。図書館の3階に学生用図書としておいてあります。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

無し

**●参考書**

- 1) 「制御系解析」、「制御系構成論Ⅰ」で用いた教科書
- 2) 児玉慎三・須田信英：システム制御のためのマトリクス理論（計測自動制御学会）501.9/K-52
- 3) 鈴木 隆：アダプティブコントロール、（コロナ社）501.9/S-204
- 4) J. ラ サール・S. レフシェツ：リヤブノフの方法による安定性理論（産業図書）410.8/S-18
- 5) 明石、今井 共著：制御工学演習、（共立出版）501.9/A-36

**8. オフィスアワー**

随時

**センサ工学Ⅰ Sensor Engineering I**

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 黒木 秀一

**1. 概要****●授業の背景**

制御工学においては制御対象の物理量を計測することは必要不可欠である。本科目では最も基本的な電気量の計測について講義する。

**●授業の目的**

本講義では、測定の基礎と電気量の測定における基本的な問題を理解させることを目的とする。計測と測定、測定の方式、単位と標準、電圧、電流、抵抗、インピーダンスの測定について理解させる。

**●授業の位置付け**

本講義は確率・統計学、電気磁気学および電気回路の基礎知識を必要とする。（関連する学習教育目標：A）

**2. キーワード**

計測と測定、SI単位系、単位と標準、測定の方式、電圧、電流、抵抗、インピーダンス

**3. 到達目標**

- (1) 計測の目的を理解する。
- (2) 誤差と統計処理について理解し、問題を解く能力を習得する。
- (3) 単位と標準について理解し、問題を解く能力を習得する。
- (4) 直流電圧・直流電流・抵抗・インピーダンスの測定法について理解し、問題を解く能力を習得する。

**4. 授業計画**

- 第1回 計測の基礎（1）：計測の目的と意義、直接測定と間接測定、偏位法と零位法
- 第2回 計測の基礎（2）：誤差と統計処理、不確かさ
- 第3回 単位と標準（1）：SI単位系、計測標準
- 第4回 単位と標準（2）：量子電気標準、校正とトレーサビリティ
- 第5回 直流電圧・直流電流・直流電力の測定（1）：アナログ計器、デジタル計器
- 第6回 直流電圧・直流電流・直流電力の測定（2）：電圧標準、電流の測定、負荷効果
- 第7回 直流電圧・直流電流・直流電力の測定（3）：電圧の測定、電力の測定
- 第8回 中間試験
- 第9回 抵抗の測定（1）：抵抗とコンダクタンス、抵抗器、電圧電流法、
- 第10回 抵抗の測定（2）：低抵抗の測定、高抵抗の測定、面抵抗の測定
- 第11回 交流電圧・交流電流・交流電力の測定（1）：交流電圧、交流電流、交流電力、整流形計器
- 第12回 交流電圧・交流電流・交流電力の測定（2）：熱電形計器、電流力計器
- 第13回 インピーダンスの測定（1）：インピーダンス、リアクタンス素子、交流ブリッジ
- 第14回 インピーダンスの測定（2）：Qメータ、LCRメータ
- 第15回 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験（40%）、期末試験（50%）、およびレポートの結果（10%）で評価し、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- 1) 問題を解く能力を育成するため原則として講義の終了時に毎回レポートを課す。レポートの提出が指定した期日までに完了しない場合は受験資格を失うものとする。
- 2) 講義ノートをインターネットで公開するので、次の講義の範囲までを印刷して受講すること。なお、一度に、すべてを印刷しないようにすること。
- 3) 講義内容を理解するために予習復習を十分行い、必要ならばオフィスアワーを利用して質問すること。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

岩崎 優：電磁気計測、電子情報通信レクチャーシリーズB-13（コロナ社）541.5/I-8

**●参考書**

- 1) 菅野 充：改訂電磁気計測（コロナ社）541.5/K-11/2
- 2) 金井、斎藤：電気磁気測定の基礎（昭晃堂）541.5/K-6
- 3) 磯部、真島：計測法通論（東京大学出版会）501.2/M-29

**8. オフィスアワー**

別途、指示する。

## センサ工学Ⅱ Sensor Engineering II

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 松岡 清利

### 1. 概要

#### ●授業の背景

計測は、あらゆる学問の基礎である。また、計測技術は制御と密接に結びついており、その基本を理解することは、制御技術の理解にも不可欠である。

#### ●授業の目的

知能計測システムを、(1) 测定装置、(2) 测定システムの背景にある計測標準とそれへのトレーサビリティ、(3) センシング技術、の全体として捉え説明する。

#### ●授業の位置付け

本講義の中で、測定要素の動特性については、線形制御理論の基礎を理解しておくことが必須である。

関連する学習教育目標：A

### 2. キーワード

計測、測定、センサ、静特性、動特性

### 3. 到達目標

- ① 測定系の静特性や動特性について、説明ができる。
- ② よくつかわれるセンサの原理が説明できる。

### 4. 授業計画

第1回 序論

第2回 要素の静特性

第3回 測定要素の組合せ特性

第4回 測定要素の動特性（1）：時間応答と周波数応答

第5回 測定要素の動特性（2）：1次遅れ系

第6回 測定要素の動特性（3）：2次振動系

第7回 負荷効果

第8回 センシング要素（1）：受動形センサ

第9回 センシング要素（2）：変更形センサ

第10回 センシング要素（3）：能動形センサ

第11回 信号変換要素

第12回 表示、記録要素

第13回 計測システム

第14回 その他、測定の不確かさ、フィードバックを利用した測定装置

第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

期末試験の点数で評価し、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書は使わない。

#### ●参考書

- 1) 小宮勤一：計測システムの基礎 コロナ社) 501.2/K-72
- 2) 精機学会：計測自動制御学会：工業計測便覧 (コロナ社) 501.2/S-35
- 3) 寺尾 満：測定論 (岩波書店) 501.2/T-33

### 8. オフィスアワー

なし。

## 知的画像処理 Intelligent Image Processing

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 石川 聖二

### 1. 概要

#### ●授業の背景

デジタルカメラを視覚センサとしてさまざまな対象を撮影し、そこから得られるデジタル画像をコンピュータで解析して利用する技術は、現代では多様な分野に導入されている。

#### ●授業の目的

本講義は、現代の科学技術社会において広いニーズを持つ画像処理・画像解析の技術を、受講者が基礎知識として身につけることを目的とする。

#### ●授業の位置付け

計測と制御はペアの関係にあって、対象を計測しなければその制御はできない。本講義は、計測工学の重要な一分野である画像計測学と密接に関連する科目である。(関連する学習教育目標:A)

### 2. キーワード

画像処理、画像解析、画像計測、パターン認識、コンピュータビジョン

### 3. 到達目標

1. デジタル画像がどのようにして作られるのか説明できる。
2. 濃淡画像の主な解析法が説明できる。
3. 2値画像の主な解析法が説明できる。
4. パターン認識の原理が説明できる。

### 4. 授業計画

- (1) 序論 画像解析の目的
- (2) 人と機械の視覚構造
- (3) 画像処理の基本事項
- (4) 濃淡画像解析
- (5) 2値画像解析
- (6) パターン認識
- (7) 画像解析の広がり

### 5. 評価の方法・基準

中間試験 (40%)、期末試験 (40%)、演習 (20%)。画像処理・画像解析の基本技術に対する理解の程度を評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

宿題を適宜出すので、右記の教科書・参考書またインターネット等を利用して関連分野を学習し、解答すること。本授業の理解度をさらに上げるために、「数値解析法」および「データ処理工学」の科目を履修することが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2、3)

- 1：授業時にテキストおよび資料を配布する。
- 2：田村秀行：コンピュータ画像処理、オーム社 (平成14年)... 画像処理の方法が広く紹介された本。549.9/T-401
- 3：中野 韶：脳をつくる—ロボット作りから生命を考える、共立出版 (平成7年)... ニューラルネットワークで作るロボットのアイデアが満載の本。491.3/N-17

### 8. オフィスアワー

オフィスアワー：原則は月曜日4時限ですが、その他の曜日・時間帯も来室して結構です。

教員室：教育研究3号棟の4階409室、階段を上がって左最奥の部屋です。

## プロセス制御 Process Control

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 馬場 岳彦

### 1. 概要

#### ●授業の概要

化学・石油化学業界を例とするプロセス産業での計測・制御技術であるプロセス計装についてその概念から入り、実際に使われている計測機器や制御機器について解説する。

古典制御として汎用的に使われているPID制御の動きや実際について説明する。近年、話題である安全計装についても講義の中で触れることとする。

#### ●授業の位置付け

講義では化学プロセスを中心とした計測・制御手法について取り扱う。物理量（温度、圧力、流量、液面）の計測方法、調節弁の設計方法において流体・伝熱等の化学工学の基礎的な知識を要するが化学反応式等の知識は特に必要としない。各基礎工学の応用技術分野である為、関連は多岐に渡るが講義の中で確認も含め、補足することとする。（関連する学習教育目標： ）

### 2. キーワード

プロセス制御、PID制御計装、安全計装

### 3. 到達目標

- ① 化学プロセスの簡単なフローシートが書ける
- ② PID制御の原理と構造が理解できる
- ③ 高度制御の目的が理解できる
- ④ 流体操作と調節弁の特性の関係が理解できる
- ⑤ 安全設計の目的が理解できる

### 4. 授業計画

講義形式。毎回講義にて演習問題を行い、これにより理解を確実なものとする。

第1回 概論（化学工場とは、計測器の種類と原理、エンジニアリング業務ほか）

第2回 化学プロセスとプロセスフローシート

第3回 同上続き

第4回 調節弁の設計（1）－調節弁の種類、特性

第5回 調節弁の設計（2）－調節弁の設計

第6回 プロセス制御（フィードバック制御とプロセス動特性）

第7回 PID制御

第8回 PID制御（続き）

第9回 多変数モデル予測制御

第10回 多変数モデル予測制御（続き）

第11回 シーケンス制御

第12回 シーケンス制御（続き）

第13回 DCS（制御用計算機システム）

第14回 安全計装について－最近の保安事故と計装との関係

### 5. 評価の方法・基準

演習の結果で評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

事前の要求としては特にない。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

特に指定しない。

### 8. オフィスアワー

質問等がある場合は知能制御コース事務室経由で対応します。

## 電機基礎理論演習

Electric Circuits and Machinery Seminar

学年：2年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 西田 健

### 1. 概要

#### ●授業の背景

制御工学では電気機器の基礎知識として電気回路理論を理解することが必要不可欠である。本演習では電気回路理論に関する具体的な演習問題により、より深い理解を促す。

#### ●授業の目的

電気回路理論を制御工学の立場から理解させ、習得させるとともに、基本的な問題を解く能力を育成する。

#### ●授業の位置づけ

本演習は「電機基礎理論Ⅰ」と関連する科目であり、この講義内容をより深く理解するための演習講義である。（関連する学習教育目標：B、C）

### 2. キーワード

抵抗、インダクタ、キャパシタ、キルヒホッフの法則、テブナンの定理、網目電流法、節点電圧法、オペアンプ、周期関数の平均値と実効値

### 3. 到達目標

- (1) 抵抗、インダクタ、キャパシタ等の性質を理解する。
- (2) 電源が接続された受動回路の連立方程式を立てて解く能力を習得する。
- (3) オペアンプの特性を理解してオペアンプ回路の問題を解く能力を習得する。
- (4) 周期関数の平均値と実効値を理解しそれらを求める能力を習得する。
- (5) 以上の理論に関する専門用語の英語表記を習得する。

### 4. 授業計画

第1回 電気量とSI単位系、電荷、電流、電力

第2回 回路の諸概念：能動回路、受動回路、抵抗、インダクタ、キャパシタ

第3回 回路の諸法則：キルヒホッフの法則、直列回路、並列回路

第4回 解析手法（1）：網目電流法、行列と行列式、節点電圧法

第5回 解析手法（2）：入力抵抗、出力抵抗、伝達抵抗

第5回 解析手法（3）：ネットワーク簡約、重ね合わせの原理

第6回 解析手法（4）：テブナンとノートンの定理、最大電力伝達定理

第7回 増幅器とオペアンプ（1）：増幅器、増幅器回路のフィードバック、オペアンプ

第8回 増幅器とオペアンプ（2）：理想オペアンプを含む回路の解析

第9回 増幅器とオペアンプ（3）：反転回路、加算回路、非反転回路

第10回 増幅器とオペアンプ（4）：電圧フォロワ、差動増幅器、直列オペアンプ回路

第11回 増幅器とオペアンプ（5）：積分器、微分器、アナログコンピュータ、比較器

第12回 増幅器とオペアンプ（6）：フィードバック制御系の構成

第13回 波形と信号（1）：周期関数、正弦波関数、周期関数の和、平均値と実効値

第14回 波形と信号（2）：非周期関数、単位階段関数、単位インパルス関数、減衰指數関数

第15回 演習問題の解説

### 5. 評価の方法・基準

毎回の演習結果で評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本演習科目は「電機基礎理論Ⅰ」を補完するものであるから、「電機基礎理論Ⅰ」の講義を履修すること。

講義内容を理解するために予習復習を十分行い、必要ならばオフィスアワーを利用して質問すること。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書 「電機基礎理論Ⅰ」と同じ。

#### ●参考書

1) 内藤喜之：基礎電気回路（昭晃堂）541.1/N-3

2) 石井六哉：回路理論（昭晃堂）541.1/I-12

3) 熊谷、柳、大野、尾崎：大学基礎電気回路（1）

（オーム社）541.1/K-8/1

### 8. オフィスアワー

随時

## 電子回路基礎 Introduction to Electronic Circuits

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 黒木 秀一・金 亨燮

### 1. 概要

#### ●授業の背景

産業界における近年の目覚ましい技術の発展にともない、コンピュータをはじめ、多くの優れた性能を有する電子機器が利用されるようになった。本講義では、電子回路に対する基礎力を修得できるよう、トランジスタ、オペアンプ、制御回路、計測回路などについて演習を交えて解説する。

#### ●授業の目的

本講義では、ダイオードやトランジスタはもちろん、各種センシングデバイスに関する基礎知識など、電子回路の理論的展開がわかるように、基礎からこの講義は開始される。また、ワンチップマイクロコンピュータを制御するためのプログラムについての解説が講授される。

#### ●授業の位置付け

本講義では、4年次に行う「知能制御実験（前期科目・必修・1単位）」の前準備として、電子回路の基礎および各種センサに対する知識を修得する。そのため、2年次選択必須科目の「電機基礎理論I（前期）」「電機基礎理論演習（前期）」や「センサ工学I（後期）」の基礎知識が要求される。（関連する学習教育目標：A）

### 2. キーワード

半導体、ダイオード、トランジスタ、オペアンプ、センサ、PIC

### 3. 到達目標

1. デジタル集積回路、アナログ電子回路などの各種回路の基礎的な原理について理解できる。
2. アナログ・ディジタル回路の扱い方など、電子回路工学の考え方を理解できる。
3. 制御手法として電子回路を利用するための基本的なものについて理解できる。

### 4. 授業計画

- 第1回 半導体
- 第2回 pn接合とダイオード
- 第3回 トランジスタの原理
- 第4回 トランジスタ回路
- 第5回 増幅作用と増幅器の種類
- 第6回 増幅器の性能
- 第7回 中間試験
- 第8回 P I C とは
- 第9回 電子回路の作成
- 第10回 プログラムの作成
- 第11回 P I C の実装と実行
- 第12回 超音波センサ
- 第13回 フォトセンサ
- 第14回 赤外線センサ
- 第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験と期末試験(80%)および演習やレポートの結果(20%)で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義内容を理解するために予習復習を十分行い、必要ならばオフィスアワーを利用して質問すること。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

なし

#### ●参考書

- 1) 松元 崇、篠崎寿夫編：理工医系のための電子回路入門（東海大学出版会）549.3/M-92
- 2) 山崎 亨：情報工学入門シリーズ 10 情報工学のための電子回路（森北出版）549.3/Y-38

### 8. オフィスアワー

別途掲示

## 情報処理演習 Information Processing Seminar

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 タン ジューカイ

### 1. 概要

#### ●授業の背景

高度情報化社会の実現に伴い、高機能・高能率の知的情報機器を的確に利用するシステムの開発は工学分野においてますます重要なとなっている。特に、画像・コンピュータグラフィックス・サウンドエフェクタなどを利用した知的システムの研究開発能力・技術革新能力、またそれを応用する能力はますます重要になってきている。

#### ●授業の目的

本演習では、メディア情報処理を中心とした知的情報化について、知的画像処理の演習、コンピュータグラフィックスの基本的技法の習得とともに、技術英文講読による専門分野の英語力の養成を目的とする。

#### ●授業の位置付け

画像処理やコンピュータグラフィックスの要素技術への理解を深め、これらを知的システムの構築に応用できる能力を身につけなければならない。本演習は、「知的画像処理」の授業内容をさらに深く理解し、またコンピュータグラフィックスの基礎知識を習得して、それらの応用力を身につけるための科目である。

（関連する学習教育目標：A、B、D）

### 2. キーワード

知的画像処理、コンピュータビジョン、コンピュータグラフィックス、モデリング、技術英文

### 3. 到達目標

- (1) 画像に対してどのような変換処理を適用すれば、どのような画像が得られるかについて理解していること。
- (2) 画像処理において有用である各種特徴の取得方法について理解していること。
- (3) モデリングの基本的な技法を理解および再現できること。
- (4) 問題解決のために必要とされる技術や知識を整理して、その解決のためのスケジューリングを行える能力を身につけること。
- (5) 画像処理関係の英語の専門用語を習得し、基本的な技術英文を読み理解できること。

### 4. 授業計画

5から6名で構成されるグループに次の演習項目を行う。

- 第1回 画像のデジタル化
- 第2回 2値化（しきい値法、判別分析法）
- 第3回 細線化・膨張・収縮処理
- 第4回 フィルタリング
- 第5回 特徴抽出
- 第6回 トピックス輪読
- 第7回 トピックス輪読
- 第8回 グラフィックス実習（1）：グラフィックスの基本概念
- 第9回 グラフィックス実習（2）：2次元図形描画
- 第10回 グラフィックス実習（3）：3次元図形描画
- 第11回 グラフィックス実習（4）：モデリング
- 第12回 トピックス輪読
- 第13回 トピックス輪読
- 第14回 総合問題
- 第15回 発表

### 5. 評価の方法・基準

演習の成果、および提出されたレポートの内容等を総合的に評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- 1) 講義に臨む態度として、積極的・主体的に演習に取り組むことが重要である。また、技術英文講読のために英語力を十分身につけて欲しい。

- 2) 本演習科目が十分理解できるためには、「情報処理システムI」、「情報処理システムII」を修得することが望ましい。
- 3) 本演習科目は「知的画像処理」の講義を実践するものであるので、「知的画像処理」の講義を履修すること。
- 4) 演習内容の十分な理解を得るために、予習復習を行うことが必要である。記載分の参考図書は本館 閲覧室3階 電気工学に学生図書として置いてあるので、「画像処理」、「画像のデジタル化」、「OpenGL」などで検索し、概略の内容を把握すること。

## 7. 教科書・参考書

- 教科書  
資料を配布する。
- 参考書

- 1) 田村秀行:コンピュータ画像処理、オーム社、2002年。(549.9/T-401)
- 2) 安居院猛、長尾智晴:C言語による画像処理入門、昭晃堂、2000年。(549.8/A-22)
- 3) 三浦憲二:OpenGL 3D グラフィックス入門、朝倉書店、2000年。(549.9/M-427)

## 8. オフィスアワー

開講時に指示する。

## メカトロニクス I Mechatronics I

学年: 3年次 学期: 前期

単位区分: 選択必修 知能制御工学コース 単位数: 2単位

担当教員名 坂本 哲三

### 1. 概要

メカトロニクス装置の設計に必要とされる電磁気学、磁性体の性質と数式的な取り扱い、超電導体の性質、およびアクチュエータの原理などについて講義する。

### 2. キーワード

電磁現象、磁性体、超電導、電磁エネルギー、磁気回路、モーリング、アクチュエータ

### 3. 到達目標

- (1) 電流とは何か、電磁力はどのように生じるかを理解する。
- (2) 磁性体とは何か、種類、特性を理解する。
- (3) 磁性体に生じる損失を理解する。
- (4) 永久磁石の等価電流を求めることができる。
- (5) 磁気回路の計算を行うことができる。
- (6) 超電導体の種類と特性を理解する。
- (7) 吸引形磁気浮上と反発形磁気浮上を理解する。
- (8) 空気の絶縁破壊現象を理解する。
- (9) アクチュエータのスケーリング則を理解する。
- (10) アクチュエータの基本要素を理解する。

### 4. 授業計画

- (1) 電界と磁界のつくる応力、応力の向きの性質
- (2) 電気回路における起電力と逆起電力
- (3) 磁性体とは
- (4) 強磁性体におけるうず電流損とヒステリシス損
- (5) 永久磁石とその定量的取扱い
- (6) 磁気回路の計算法
- (7) 超電導体とは、マイスター効果、第1種と第2種
- (8) ピン止め、バルク超電導体、ピン止めによる磁気浮上
- (9) 吸引形磁気浮上と反発形磁気浮上
- (10) 磁気浮上車両への応用
- (11) 空気の絶縁破壊
- (12) アクチュエータのスケーリング則 Pt. 1
- (13) アクチュエータのスケーリング則 Pt. 2
- (14) アクチュエータの基本要素
- (15) リニアモータと回転形モータ

### 5. 評価の方法・基準

主な評価は期末試験による。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

電磁現象は目に見えないことが学習の困難な理由の1つであるので、努めて自分なりのイメージを描くようにして学習することが望まれる。

## 7. 教科書・参考書

(教科書: 1、参考書: なし)

1. 坂本哲三:電気機器の電気力学と制御、森北出版(2007年)、549/S-39

## 8. オフィスアワー

金曜4時限、連絡先: kyutechsakamoto@yahoo.co.jp

## メカトロニクスII Mechatronics II

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学 コース 単位数：2単位

担当教員名 坂本 哲三

### 1. 概要

メカトロニクスにおける駆動装置について、具体的な制御系設計法を講義する。

### 2. キーワード

不安定系、非線形系、吸引形磁気浮上、サーボモータ、制御系設計、オブザーバ

### 3. 到達目標

- (1) 電磁界によるエネルギー変換を理解する。
- (2) 電磁力の公式を導くことができる。
- (3) 吸引形磁気浮上系の支配方程式の導出を行うことができる。
- (4) 支配方程式の線形化を行うことができる。
- (5) 吸引形磁気浮上系の状態フィードバック制御設計を理解する。
- (6) 状態オブザーバを理解する。
- (7) オブザーバ併合制御系を理解する。
- (8) サーボモータ制御系のブロック線図を理解する。
- (9) サーボモータ制御系の設計を理解する。
- (10) 直流モータと交流モータの違いを理解する。

### 4. 授業計画

- (1) エネルギー保存則と電磁力の公式  
非線形・不安定系としての、吸引形磁気浮上系を設計対象例として
- (2) 制御対象のモデリング
- (3) 線形制御理論の適用を考慮した制御対象の線形化表現
- (4) 状態フィードバック制御系 極配置法による設計
- (5) 線形状態フィードバック制御系 LQ最適化法による設計
- (6) 状態オブザーバの設計
- (7) オブザーバ併合制御系の設計  
サーボ系としての、直流モータ速度制御系を設計対象例として
- (8) 動作原理、およびその学習の意義
- (9) 伝達関数表現の導出と標準2次系
- (10) サーボ系の構成法と内部モデル原理
- (11) ボード線図による設計法
- (12) カスケード制御系の設計
- (13) LQI制御系の設計
- (14) 交流モータ制御系への発展 同期モータについて
- (15) 交流モータ制御系への発展 誘導モータについて

### 5. 評価の方法・基準

主な評価は期末試験による。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

メカトロニクスIの講義を受けていることが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：なし)

1. 坂本哲三：電気機器の電気力学と制御、森北出版（2007年）、549/S-39

### 8. オフィスアワー

火曜4時限、連絡先：kyutechsakamoto@yahoo.co.jp

## ロボット制御工学

Introduction to Control of Robotic Systems

学年：4年次 学期：前期 単位区分：選択 知能制御工学コース

単位数：2単位

担当教員名 相良 慎一・大屋 勝敬

### 1. 概要

#### ●授業の背景

産業用ロボットを初めとして、工場・病院等屋内の運搬・案内用ロボット、地雷除去用・水中用の極限作業ロボット、イベント・家庭のアミューズメントロボットなど、多種多様なロボットが実用化されている。また、さまざまな形態のロボットの研究・開発も進められている。ロボットの多くは、作業する腕(マニピュレータ)と車輪などの移動機構を有するヴィーグルからなる多入力多出力系であり、ロボットを制御するためには、数学モデル導出とロボットに特有な制御法が必要となる。

#### ●授業の目的

本科目では、2リンクマニピュレータを持ち2次元平面内で移動する、最も簡単な形態のロボットのモデリング法と制御法の講義を通して、ロボット制御の基本を理解・修得させることを目的とする。

#### ●授業の位置付け

ロボットの数学モデルは、「物理学」、「線形数学」等で講義された運動学・力学・行列・ベクトルの知識に基づき、ロボットの構成要素間の位置・速度などの幾何学的関係や力学など用いてベクトル形式で導出される。また、ロボット制御法は、「制御系解析」、「制御系構成論I」等の制御理論の知識に基づいている。(関連する学習教育目標：A)

### 2. キーワード

マニピュレータ、移動ヴィーグル、モデリング、制御系設計

### 3. 到達目標

- ① 複数の剛体から構成されるロボットの運動学関係式を導出できる。
- ② 複数の剛体から構成されるロボットの運動方程式を導出できる。
- ③ ロボットマニピュレータの基本制御法である、分解速度制御法や計算トルク法などを説明できる。
- ④ 移動ロボットの運動方程式を導出できる。
- ⑤ 移動ロボットの基本的な制御法を説明できる。

### 4. 授業計画

- 第1回 質点の運動表現
- 第2回 剛体の運動表現
- 第3回 リンク座標系と座標変換行列
- 第4回 関節速度と手先速度の関係
- 第5回 分解速度制御法
- 第6回 マニピュレータの運動方程式導出法I
- 第7回 マニピュレータの運動方程式導出法II
- 第8回 計算トルク法
- 第9回 分解加速度制御法
- 第10回 モデル追従制御
- 第11回 移動ロボットの運動方程式の導出I
- 第12回 移動ロボットの制御I
- 第13回 移動ロボットの運動方程式の導出II
- 第14回 移動ロボットの制御II
- 第15回 試験

### 5. 評価の方法・基準

原則として、適宜実施する演習等(40%)と試験(60%)により評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義を十分理解するためには、「物理学」、「線形数学」等で講義された運動学・力学・行列・ベクトルの知識と、「制御系解析」、「制御系構成論I」等の制御理論の知識が必要である。したがって、講義内容に沿ったそれら関連内容の復習を適宜行うことが必要である。

ある。また、講義内容を十分理解するためには、参考書などを利用した予習復習が必要不可欠である。

## 7. 教科書・参考書

### ●教科書

開講時に指示する。

### ●参考書

- 1) 吉川恒夫：ロボット制御基礎論（コロナ社）501.9/C-43
- 2) 有本 卓 著：ロボットの力学と制御、（朝倉書店）501.9/A-58
- 3) 小川・加藤：初めて学ぶ基礎ロボット工学（東京電機大学出版）501.9/O-46
- 4) 広瀬茂男：ロボット工学（裳華房）501.9/H-48

## 8. オフィスアワー

オフィスアワーは開講時に指示する。

連絡先 sagara@cntl.kyutech.ac.jp

## 知能制御 Intelligent Control

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 金 亨燮

### 1. 概要

#### ●授業の背景

近年、科学技術の進歩に伴い、高度な情報処理を行うためのアルゴリズムの研究が活発に行われている。これらの科学技術を表現するためのアルゴリズムとして、ニューラルネットワークやファジィ、遺伝的アルゴリズムが注目を集めている。

#### ●授業の目的

本講義では、ニューロコンピュータ、ファジィ制御、遺伝的アルゴリズムなど、制御システムの開発を行う上で必要となる、これらの技術の原理や基礎的理論、アルゴリズムなどを扱う。さらに、各技術の融合による応用や制御手法について学ぶ。

#### ●授業の位置付け

ニューラルネットワーク、ファジィ、遺伝的アルゴリズムについて学び、それらを総合的に扱うことにより、最適な制御手法が記述できる。（関連する学習教育目標：A）

### 2. キーワード

ニューラルネットワーク、ファジィ、遺伝的アルゴリズム

### 3. 到達目標

1. ニューラルネットワーク、ファジィ制御、遺伝的アルゴリズムの考え方を理解できる。
2. ニューラルネットワーク、ファジィ、遺伝的アルゴリズムを制御手法として利用するための基本的なものについて理解できる。

### 4. 授業計画

- |      |                         |
|------|-------------------------|
| 第1回  | ニューラルネットワーク、ファジィ、GAの考え方 |
| 第2回  | ニューロコンピュータの基礎           |
| 第3回  | 誤差逆伝搬法                  |
| 第4回  | 連想記憶                    |
| 第5回  | ニューラルネットワークによる最適化       |
| 第6回  | ファジィ工学の考え方              |
| 第7回  | ファジィ関係                  |
| 第8回  | ファジィ演算                  |
| 第9回  | ファジィ論理                  |
| 第10回 | ファジィ推論                  |
| 第11回 | 遺伝的アルゴリズムの概要            |
| 第12回 | 遺伝的アルゴリズムの基本操作          |
| 第13回 | スケーリング技法                |
| 第14回 | GAによる事例紹介               |
| 第15回 | 試験                      |

### 5. 評価の方法・基準

期末試験（80%）および演習やレポートの結果（20%）で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義内容の十分な理解を得るために、予習・復習を行うことが必要である。また、うまくよく理解できない場合には、記載分の参考書を図書館で調べ、理解を深める必要がある。

## 7. 教科書・参考書

### ●教科書

なし

### ●参考書

- 1) 松岡清利：ニューロコンピューティング（朝倉書店）549.9/M-349
- 2) 竹垣盛一、石岡卓也：知的制御システム（海文堂）501.9/T-89
- 3) 菅野道夫：ファジィ制御（日刊工業新聞社）501.9/S-116
- 4) 伊庭齊志：遺伝的アルゴリズムの基礎（オーム社）549.9/I-235

## 8. オフィスアワー

金曜日

## ディジタル制御 Digital Control

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 相良 慎一

### 1. 概要

#### ●授業の背景

現在、自動制御されるシステムのほとんどはコントローラとしてデジタルコンピュータが用いられている。したがって、制御技術者はコンピュータを用いた制御系の解析・設計法を十分理解しておく必要がある。

#### ●授業の目的

本科目では、コンピュータ制御の基礎制御理論であるディジタル制御理論について講義する。ディジタル制御系の解析および設計法を解説するとともに、適用例およびアナログ制御系との相違についても述べる。

#### ●授業の位置付け

ディジタル制御系は、ディジタル信号が制御系において主要な信号となる制御系である。すなわち、コンピュータをコントローラとするため、ディジタル信号を離散時間で取り扱う制御系である。基本的な制御系の解析・設計思想はアナログ制御系（連続時間制御系）と同様であるが、解析・設計手法には固有で重要なものが数多くある。したがって、3年前期までの制御関連講義（制御数学、制御系解析、制御系構成論Ⅰ）の知識が必要であり、これらと対比し復習・確認しながら本講義を行う。（関連する学習教育目標：A）

### 2. キーワード

離散時間系、z変換、ディジタル信号、制御系解析・設計

### 3. 到達目標

- ① z変換やベクトルを用いてディジタル制御系を表現できる。
- ② デジタル制御系の特徴を解析的に説明できる。
- ③ デジタル制御系に対して複数の安定解析法を用いることができる。
- ④ 連続時間系で表現される制御対象に対して、複数のディジタル制御系が設計できる。

### 4. 授業計画

第1回 ディジタル制御系

第2回 ディジタル制御系の表現と構成Ⅰ

第3回 ディジタル制御系の表現と構成Ⅱ

第4回 ディジタル制御系の解析Ⅰ

第5回 ディジタル制御系の解析Ⅱ

第6回 ディジタル制御系の解析Ⅲ

第7回 安定解析Ⅰ

第8回 安定解析Ⅱ

第9回 ディジタル制御系の設計Ⅰ

第10回 ディジタル制御系の設計Ⅱ

第11回 ディジタル制御系の設計Ⅲ

第12回 適用例Ⅰ

第13回 適用例Ⅱ

第14回 適用例Ⅲ

第15回 試験

### 5. 評価の方法・基準

原則として、試験（60%）、適宜実施する演習（40%）により評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義を十分理解するためには、連続時間系に対する制御理論の理解（制御関連講義の復習）と、参考書を利用した予習復習が必要である。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

開講時に指示する。

#### ●参考書

- 1) 相良、和田、中野：ディジタル制御の基礎（コロナ社）501.9/S-144
- 2) 荒木：ディジタル制御理論入門（朝倉書店）501.9/A-61
- 3) 雨宮、高木：ディジタル制御入門（オーム社）501.9/T-71
- 4) 美多、原、近藤：基礎ディジタル制御（コロナ社）501.9/M-89

### 8. オフィスアワー

オフィスアワーは開講時に指示する。

連絡先 sagara@cntl.kyutech.ac.jp

## 知能制御応用

Applications of Intelligent Control Engineering

学年：4年次 学期：前期

単位区分：選択 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 知能制御工学コースの全教員

### 1. 概要

知能工学、制御工学が実際にどのように応用されているか、現在どのような知能・制御技術や理論が注目されているかを、知能制御工学コースの教員全員がそれぞれの専門の立場からリレー講義する。また学外講師を招いて、これらの分野の実際的な状況について講義する場合もある。

### 2. キーワード

計測工学、制御工学、情報技術

### 3. 到達目標

① 計測工学における最近のトピックスを知ることができた。

### 4. 授業計画

- (1) 総論
- (2~14) 各教員や学外講師等によるトピックス
- (15) 総括

### 5. 評価の方法・基準

トピックスごとに課される課題に対するレポートにより総合評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本授業科目は選択科目であるが、各教員の授業以外のトピックス、特に研究最前線の話を聞く事ができる。また学外から講師を招くこともあり、計測・制御工学の実際に触れる絶好の機会も提供される。このような特色のある授業科目であるため、全員が受講することを強く期待する。

### 7. 教科書・参考書

特になし。

### 8. オフィスアワー

各教員のオフィスアワーは、当該授業科目を参照のこと。

**情報処理システム I** Information Processing Systems

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 石川 聖二

**1. 概要**

現代社会において私たちは、コンピュータを使った機器やシステムに囲まれて生活している。このような情報化社会の基盤となるコンピュータの動作の基本原理を理解することを目的として、データ表現、論理回路の設計、CPUの構成と動作、アセンブリ言語等を習得することを目標とする。(関連する学習教育目標:A)

**2. キーワード**

コンピュータ、情報処理、システム

**3. 到達目標**

- (1) コンピュータの歴史が概説できる。
- (2) 2進数の演算ができる。
- (3) 組合せ論理回路・順序論理回路の設計ができる。
- (4) CPUの基本動作が説明できる。

**4. 授業計画**

- (1) コンピュータの基本概念—歴史・構成・利用
- (2) データ表現と演算
- (3) 論理回路—スイッチング素子の構成・組合せ論理回路・順序論理回路
- (4) CPUの基本動作
- (5) アセンブリ言語
- (6) コンピュータの周辺機器-記憶装置、入出力機器
- (7) コンピュータの将来

**5. 評価の方法・基準**

中間試験(40%)、期末試験(40%)、演習(20%)。コンピュータの動作の基本原理に対する理解の程度を評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

宿題を適宜出すので、下記の教科書・参考書またインターネット等を利用して関連分野を学習し、解答すること。また私たちは現在、コンピュータを使った機器やシステムに囲まれて生活している。普段から、そのような機器やシステムの中のコンピュータが、どんな働きをしているのかということに関心を持ってほしい。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2、3)

- 1：授業時にテキストおよび資料を配布する。
- 2：木村 他：図解 コンピュータ概論—ハードウェア、オーム社、549.9/K-453
- 3：手塚 他：電子計算機 基礎論、昭晃堂、549.9/T-32

**8. オフィスアワー**

オフィスアワー：原則は月曜日4時限ですが、その他の曜日・時間帯も来室して結構です。

教員室：教育研究3号棟の4階409室、階段を上がって左最奥の部屋です。

**情報処理システム II** Information Processing Systems II

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 金 亨燮

**1. 概要****●授業の背景**

近年、コンピュータの飛躍的な発展に伴い、各種演算や効率の良い制御手法の開発が可能になってきている。ハードウェアの面でのコンピュータの内部構造と、それを利用するためのソフトウェアの知識に関する基礎を把握する必要がある。

**●授業の目的**

本講義では、「情報処理システム I」で履修しているCPUの動作原理やハードウェアの仕組みを、CAIを用いてコンピュータ上でシミュレーションすることにより、基本原理の理解を深める。また、計算機言語の中でC言語やアセンブリ言語を取り上げ、データ構造の表現やプログラミングの記法およびアルゴリズムについて学ぶ。

**●授業の位置付け**

情報処理システム IIでは、計算機の内部構造をコンピュータ上でシミュレーションできるCAIを用いた演習プログラムを利用する。そのため、3年次科目の情報処理システム Iでの基礎知識が必要である。また、ソフトウェアの利用のため、C言語によるプログラミングの演習を行っており、1年次選択科目の情報リテラシー、情報基礎などの基礎知識が必要である。(関連する学習教育目標：A)

**2. キーワード**

CAI、データ構造

**3. 到達目標**

1. 「情報処理システム I」で履修しているディジタル回路や動作原理を、CAIを利用してより深く理解できる。
2. コンピュータの利用法としてのデータ構造を実現するため、C言語による数値演算の基本的なものについて理解できる。

**4. 授業計画**

- 第1回 CAIによるCPUの仕組み
- 第2回 基数法の学習
- 第3回 符号化10進法の学習
- 第4回 負の数の演算
- 第5回 論理式と回路
- 第6回 論理回路の作成とシミュレーション
- 第7回 Cによる数値演算のプログラミング
- 第8回 アルゴリズムの概要
- 第9回 データ表現と変数
- 第10回 データ表現と変数
- 第11回 整列アルゴリズム1
- 第12回 整列アルゴリズム2
- 第13回 アセンブリ言語の基礎
- 第14回 アセンブリ言語によるシミュレーション
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

中間・期末試験(80%) および演習やレポートの結果(20%)で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

「情報処理システム I」を履修していること。講義内容の十分な理解を得るためにには、予習・復習を行うことが必要である。また、うまくよく理解できない場合には、記載分の参考書を図書館で調べ、理解を深める必要がある。

**7. 教科書・参考書****●参考書**

- 1) 鈴木誠道他：Cによる数値計算法（オーム社）418.1/S-45
- 2) 木村幸男他：コンピュータ概論ハードウェア（オーム社）549.9/K-453

**8. オフィスアワー**

金曜日

## 宇宙工学概論 Introduction to Space Engineering

学年：3年次 学期：前期 単位区分：選択必修 宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 白木 邦明

### 1. 概要

人工衛星、ロケット、有人宇宙ステーション等の宇宙システムの実例をとって、技術の現状、開発手法、システム設計、システム工学、さらに技術的トピックスとして、構造動力学、宇宙ロボット技術といった内容について講義する。

### 2. キーワード

人工衛星、ロケット、航空宇宙機器／システム

### 3. 到達目標

- 1) ロケット／人工衛星に関する基本的な知識を幅広く身につける
- 2) 宇宙開発においてどのような工学分野がどう応用されているかを理解する
- 3) 宇宙開発をどういう手法で進めるかを理解するとともに、国際宇宙ステーション計画の現状認知等を通じて、国際協力のありかたについて自分の意見を持つ

### 4. 授業計画

- 1) 日本の宇宙開発の歩み
- 2) 人工衛星／宇宙船
- 3) ロケット／輸送系システム
- 4) 宇宙開発とシステム工学
- 5) 世界の宇宙開発の動向
- 6) 国際宇宙ステーション計画の現状
- 7) 宇宙システムの開発とその設計検証事例
- 8) 宇宙構造物の振動問題
- 9) 宇宙ロボット技術
- 10) 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

開講回数の2／3以上の出席者を対象に期末試験を実施する。評価は期末試験の成績で行なう。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義は「力学」または「機械力学」の科目を修得、または履修していることが必要。さらに、「自動制御理論」等の科目的知識があればさらによいが、必須ではない。集中講義形式で行う。講義内容の十分な理解と定着を図るために、適宜自習を行うこと。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2以下)

- 1) 教科書は使用しないが、講義資料を配布する
- 2) 白木邦明ほか：宇宙ステーションと支援技術（コロナ社）538.9/U-14/7
- 3) 茂原正道：宇宙システム概論（培風館）538.9/S-16
- 4) 富田信之：宇宙システム入門（東京大学出版会）538.9/T-11
- 5) 栗木恭一、荒川義博：電気推進ロケット入門（東大出版会）538.6/K-6
- 6) W.T.Thomson: Introduction to Space Dynamics (Dover Pub.) 441.2/T-1

### 8. オフィスアワー

本科目は非常勤講師による講義のため、連絡が必要な場合は下記に連絡すること。

連絡先 (Eメールアドレス) : hiraki@mech.kyutech.ac.jp

## 燃焼工学 Introduction to Combustion

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 橋 武史

### 1. 概要

この講義は、燃焼学の基本的知識を得て、機械工学や航空宇宙工学などの分野で用いられるエンジンや燃焼機器で生じている燃焼現象を理解できるようになることを目的とする。また、省エネルギー、環境保全のためにそれらが関わる問題についても考える。

### 2. キーワード

燃焼、発熱、燃焼温度、平衡、素反応、火炎、燃焼速度、内燃機関、排気ガス浄化、エネルギー政策

### 3. 到達目標

1. 燃焼反応を理解し、所要空気量や発熱量を求める方法が理解する。
2. 種々の燃料の特性を理解する。
3. 反応の進行と化学平衡について理解する。
4. 内燃機関の燃焼形態について理解する。
5. 火炎構造、燃焼速度について理解する。
6. 我国のエネルギー事情、ありかたについて考える。

### 4. 授業計画

1. 序論、燃焼現象の実際と分類
2. 火炎伝播と燃焼速度
3. 火炎構造、燃焼限界
4. 素反応、爆発
5. 化学平衡と燃焼温度
6. 内燃機関における燃焼
7. 燃料、燃焼と環境保全
8. 次世代のエネルギー政策

### 5. 評価の方法・基準

開講回数の2／3以上の出席者を対象に期末に試験を実施する。評価は中間及び期末試験の成績でおこなう。(各30%、70%)

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義は学期を通じて一連的に関連しているため、中途の欠席によりそれ以降の講義の理解が困難になる。極力欠席をしないようにすることを強く勧める。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2以下)

以下等から適宜選択し、講義時に指示する。

1. 田坂英紀：燃焼工学（森北出版）575.1
2. 新岡嵩、河野通方、佐藤順一：燃焼現象の基礎（オーム社）575.1/N-6
3. 木村逸郎、酒井忠美：大学講義内燃機関（丸善）533.4/K-13
4. 河野通方、角田敏一、藤本元、氏家康成：最新内燃機関（朝倉書店）533.4/K-12

### 8. オフィスアワー

在室時は隨時対応する。詳しくは開講時に指示する。

**ロケット工学** Fundamentals of Rocket Engines

学年：4年次 学期：前期 選択 機械工学コース

単位区分：選択必修 宇宙工学コース 単位数：2単位

担当教員名 橋 武史・各務 聰

**1. 概要**

本講義では、宇宙推進用ロケットに関する基本原理と実際にについて学ぶ。現在の宇宙推進機の多くは液体・固体推進剤による化學推進であるので、多くの時間はそれらの解説に割くが、上段用の推進に用いられる電氣推進についても主なものについては解説する。

**2. キーワード**

化學ロケット、推力、比推力、酸化剤、プロペラント、多段化、燃燒反応、火炎構造、排氣ガス淨化、電氣推進

**3. 到達目標**

1. ロケットを分類し、各々の特徴と用途を理解する。
2. ロケットの性能評価に関連する項目について理解する。
3. ロケットに関わる燃焼反応反応について理解する。
4. ロケットエンジンの構造についての知識を得る。
5. 次世代のロケットに求められる技術・項目について考える。

**4. 授業計画**

1. 序論、宇宙推進機の実際と分類
2. 化學ロケットの推進原理
3. 化學推進に関連する燃焼
4. 液体プロペラントロケット
5. 固体プロペラントロケット
6. 電氣推進ロケット
7. 宇宙往還と宇宙開発

**5. 評価の方法・基準**

開講回数の2／3以上の出席者を対象に期末に試験を実施する。評価は中間及び期末試験の成績でおこなう。(各30%、70%)

60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

講義はロケット推進に関して行われるが、その多くは化學推進法であるので、前の学期に行われる燃燒工学を履修していることが極めて望ましい。尚、この分野の方向性は今後の宇宙開発の要求・展開と共に大きく変化する。講義で扱う基本原理は恒に有効であるが、新規動向はたえず意識しておきたい。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2以下)

以下等から適宜選択し、講義時に指示する。

1. ロケットエンジン：鈴木弘一（森北出版）538.9/S-27
2. 木村逸郎：ロケット工学（養賢堂）538.6/K-2
3. 栗木恭一、荒川義博：電氣推進ロケット入門（東大出版会）538.6/K-6
4. 久保田浪之介：ロケット燃燒工学（日刊工業新聞社）538.6/K-7

**8. オフィスアワー**

在室時は隨時対応する。詳しくは開講時に指示する。

**メカと力学** Engineering Kinematics and Dynamics

学年：2年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 米本 浩一

**1. 概要**

機械とはエネルギーを役に立つ運動に変換する機構のことである。それぞれの機構を構成する要素の相対運動について、幾何学的な法則、伝達する力やモーメントの関係を学ぶのが本教科の狙いである。

また、さらに機構の運動を解析的に理解するために、剛体の運動方程式を学び、機械力学への導入を図る。

**2. キーワード**

機構、連鎖、対偶、リンク、クランク、スライダー、カム、歯車、ラック、Lagrange の運動方程式、剛体の運動方程式

**3. 到達目標**

1. 機構に関する基本的な用語を説明できる。
2. リンク装置、ベルトやチェーン装置、カムや歯車の種類と基本機能を理解するとともに、それぞれの機構が実際に応用されている機械の仕組みを説明できる。
3. それぞれの機構について、運動の幾何学的な関係式や伝達力の計算式を導くことができる。
4. また、実際の機構運動について正確に計算することができる。
5. Lagrange の方程式を理解し、さまざまな剛体の運動方程式を導出できる。

**4. 授業計画**

1. 機構学の用語
2. てこクランク機構
3. トグル機構
4. スライダクランク機構
5. ベルト、チェーン機構
6. カム
7. 歯車
8. ウォーム、ラックとピニオン
9. ラグランジェの運動方程式
10. 剛体の運動方程式

**5. 評価の方法・基準**

開講回数の2／3以上を満たす出席者を対象に試験を実施する。

期末試験を重視し、その他に中間試験及び提出するレポートを勘案して、それぞれ6：2：2の割合で採点を行った結果、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. 講義内容の十分な理解を得るために、下記の参考書等を用いて復習を行うこと。
2. レポート課題として、パソコンを利用した機構運動の計算を行う。パソコンの操作方法、Excel 等の表計算ソフトウェアを使いこなせるよう学習しておくこと。

**7. 教科書・参考書**

教科書は特に指定しない。

参考書：

1. 「動画で学ぶ機構学入門」(上巻、下巻)、木村南監修、PEC (株)編、日刊工業新聞社、2004年9月、10月 531.3/P-3/1,2
2. 「機構学」、森田ひとし著、サイエンス社、1984年11月 531.3/M-13

**8. オフィスアワー**

質問等、在室時には随时対応する。

連絡先 (Eメールアドレス) : yonemoto@mech.kyutech.ac.jp

**機械力学 I** Dynamics of Machinery I

学年：2年次 学期：後期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 平木 講儒

**1. 概要**

本講義の目的は、様々な力によって発生する機械の運動や振動現象を理論的に考え、解析し、応用できる基礎能力の修得にある。力学系の基本的な振動現象を例題に力学的思考力を養うとともに、応用上重要な機械力学・機械振動の基礎を修得する。

**2. キーワード**

自由振動、強制振動、質点系の力学、剛体の力学、減衰系、共振、振動絶縁

**3. 到達目標**

- 1) 2自由度振動系の運動方程式が自在に立てられること
- 2) 1自由度の振動の力学的特性を理解し、自在に数式を扱えること
- 3) 1自由度の振動を抑制するための複数の手法を習得すること

**4. 授業計画**

- 1) 初等力学の復習
- 2) 複素数による取扱
- 3) 復元要素とその組合せ
- 4) 剛体の回転運動とねじり振動
- 5) 減衰自由振動
- 6) 変位による強制振動
- 7) 力による強制振動
- 8) 振幅倍率と振動絶縁
- 9) ステップ応答とインパルス応答
- 10) 一般外力による振動
- 11) 落下衝撃と衝撃絶縁
- 12) 2自由度系の自由振動
- 13) 2自由度系の強制振動
- 14) 動吸振器
- 15) 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

4回程度実施する演習レポートの提出を必須とする。この演習レポートの成績を30%、期末試験の成績を70%として評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本講義は、力学および数学の知識を機械工学分野の諸問題へ適用するものであり、基礎となる「物理学I」、「線形数学I」、「解析学III」、「メカと力学」の各科目を修得していることが望ましい。講義内容の十分な理解と定着を図るために、適宜自習を行うこと。演習問題に類似した問題を解くなど、習った知識を応用する機会を自ら設けて学習すること。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2以下)

- 1) 教科書は使用しない
- 2) 井上順吉・松下修己：機械力学<1>線形実践振動論（理工学社）ISBN 4844521527 531.3/I-11/2-1
- 3) 日高照晃・小田 哲・川辺尚志・曾我部雄次・吉田和信：機械力学－振動の基礎から制御まで（朝倉書店）ISBN 4254237316 501/G-18/1

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先 (Eメールアドレス) : hiraki@mech.kyutech.ac.jp

**機械力学 II** Dynamics of Machinery II

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 平木 講儒

**1. 概要**

機械力学Iの内容の修得を前提として、本講義では自由度の高いより複雑な系の振動を取り扱う。力学の原理との関連を配慮しながら線形振動の一般理論並びに機械工学における基本的かつ具体的な振動問題の基礎理論を修得させることを目的とする。

**2. キーワード**

自由振動、強制振動、多自由度振動系、ラグランジェの運動方程式、モード解析

**3. 到達目標**

- 1) 多自由度の運動系についてラグランジェの運動方程式が自在に立てられること
- 2) 多自由度の微小振動について固有角振動数／固有振動モードが求められること
- 3) 多自由度の強制振動による応答振幅が求められること

**4. 授業計画**

- 1) ラグランジェの運動方程式
- 2) 一般力の求め方
- 3) ポテンシャルエネルギーと散逸関数
- 4) 静的連成と動的連成
- 5) 慣性マトリックスと剛性マトリックス
- 6) 振動方程式と固有角振動数
- 7) 規準振動モード
- 8) 規準振動の直交性
- 9) 規準座標への変換
- 10) 多自由度の強制振動
- 11) モード解析法
- 12) 影響係数法
- 13) レイリー法とダンカレー法
- 14) マトリックスの逐次計算法
- 15) 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

4回程度実施する演習レポートの提出を必須とする。この演習レポートの成績を30%、期末試験の成績を70%として評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本講義は「機械力学I」の続きである。講義を理解する上で、「解析学III」、「線形数学II」、「複素解析学」、「解析力学・剛体力学」の各科目を修得していることが望ましい。講義内容の十分な理解と定着を図るために、適宜自習を行うこと。演習問題に類似した問題を解くなど、習った知識を応用する機会を自ら設けて学習すること。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2以下)

- 1) 教科書は使用しない
- 2) 井上順吉・松下修己：機械力学<1>線形実践振動論（理工学社）ISBN 4844521527 531.3/I-11/2-1
- 3) 日高照晃・小田 哲・川辺尚志・曾我部雄次・吉田和信：機械力学－振動の基礎から制御まで（朝倉書店）ISBN 4254237316 501/G-18/1

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先 (Eメールアドレス) : hiraki@mech.kyutech.ac.jp

**設計工学 I** Mechanical Engineering Design I

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 松田 健次

**1. 概要**

機械設計は、人間社会の要求を満足させる機械をいろいろな制約条件のもとで実現させるための創造的活動である。本講義の目的は、機械構成要素の設計に関する基本事項の解説を通して、機械を設計する際に必要となる基礎概念を習熟させることである。

**2. キーワード**

設計法、機械設計、機械要素、許容応力、締結、軸

**3. 到達目標**

1. 機械を設計する際の基本的考え方を理解し、主要な専門用語を説明できる。
2. ねじなど締結要素の種類、規格を知るとともに、締結時の力学的な状態を理解し、適切な使用方法、強度設計法を習得する。
3. 軸の種類と機能を理解し、組合せ応力下での強度設計法や、剛性を考慮した設計方法を習得する。
4. 軸継手、キーの種類と機能を理解する。また、代表的なキーの設計方法を習得する。

**4. 授業計画**

1. 機械設計の方法論
2. 強度設計の基礎 I
3. 強度設計の基礎 II
4. 強度設計の基礎 III
5. 生産設計の基礎
6. 軸の設計 I
7. 軸の設計 II
8. 軸の設計 III
9. 軸継手、軸と回転体の締結
10. 中間試験
11. ねじの機能
12. ボルト・ナット締結体
13. ねじの強度設計
14. ピン、溶接継手、接着継手
15. 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験（45%）、期末試験（45%）、演習・レポート（10%）で評価する。  
60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本講義を十分理解するには、「材料力学 I」、「材料力学 II」、「機械工作法 I」、「機械工作法 II」の習得が必要である。また、記載の参考図書等も活用して予習・復習を十分に行い、理解を深めることが望まれる。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2以下)

1. 兼田楨宏・山本雄二：基礎機械設計工学（理工学社）531.9/K-16
2. 日本機械学会編：機械工学便覧（デザイン編β4 機械要素・トライボロジー）（日本機械学会）530.3/N-14-2/4
3. 山本 晃：ねじ締結の理論と計算（養賢堂）531.4/Y-2
4. A.S.Hall、A.R.Holowenko and H.G.Laughlin：Theory and Problems of Machine Design (McGraw Hill) 531.9/H-3

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：matsuda@mech.kyutech.ac.jp

**設計工学 II** Mechanical Engineering Design II

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 松田 健次

**1. 概要**

設計工学 I で取り上げなかった機械構成要素の設計に関する基本事項の解説を通して、機械を設計する際に必要となる基礎概念を習熟させる。

**2. キーワード**

トライボロジー、軸受、密封装置、伝動装置、ばね

**3. 到達目標**

1. 軸受の種類とその特徴及び作動原理を理解し、適切な使用方法や設計法を習得する。
2. 密封装置の種類や特徴を修得する。
3. 伝動装置（特に歯車）の種類と機能を理解するとともに、強度設計法の基本を習得する。
4. クラッチ、ブレーキ及びばねの種類と機能を理解する。

**4. 授業計画**

1. 軸受概論
2. 滑り軸受 I
3. 滑り軸受 II
4. 転がり軸受 I
5. 転がり軸受 II
6. 密封装置
7. 中間試験
8. 伝動装置概論
9. 歯車伝動装置 I
10. 歯車伝動装置 II
11. 歯車伝動装置 III
12. 歯車伝動装置 IV
13. クラッチおよびブレーキ
14. ばねおよび防振ゴム
15. 期末試験

**5. 評価の方法・基準**

中間試験（50%）、期末試験（50%）で評価する。  
60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

「設計工学 I」のみならず「流れ学」、「流体力学」、「熱力学 I、II」、「材料力学 I、II」、「機械工作法 I、II」を習得していることが望ましい。また、記載の参考図書等も活用して予習・復習を十分に行い、理解を深めることが望まれる。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2以下)

1. 兼田楨宏・山本雄二：基礎機械設計工学（理工学社）531.9/K-16
2. 日本機械学会編：機械工学便覧（デザイン編β4 機械要素・トライボロジー）（日本機械学会）530.3/N-14-2/4
3. 山本雄二・兼田楨宏：トライボロジー（理工学社）531.8/Y-3
4. 日本トライボロジー学会編：トライボロジーハンドブック（養賢堂）531.8/N-14
5. 中田 孝：JIS記号による新版転位歯車（誠文堂新光社）531.6/N-2
6. A.S.Hall、A.R.Holowenko and H.G.Laughlin：Theory and Problems of Machine Design (McGraw Hill) 531.9/H-3

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：matsuda@mech.kyutech.ac.jp

## トライボロジー Tribology

学年：4年次 学期：前期

単位区分：選択 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 松田 健次

### 1. 概要

トライボロジーは、相対運動に伴って接触二面間に発生する摩擦・摩耗などの諸現象及びそれに関連した諸問題を取扱う学際的学問である。機械の機能・性能・信頼性などの向上に直接関係するため、工学の基盤技術として位置づけられており、工学を志すものは身につけておくべき学問といえる。本講義では、その基礎概念を説明する。

### 2. キーワード

摩擦、摩耗、潤滑、設計、トライボロジー

### 3. 到達目標

1. 機械工学におけるトライボロジーの役割を理解する。
2. 摩擦機構、摩耗を含む表面損傷機構を習得する。
3. 潤滑機構を習得する。

### 4. 授業計画

1. トライボロジーと機械工学
2. 固体の表面構造
3. 固体の接触
4. 滑り摩擦の機構
5. 表面被覆材の設計思想
6. 復習及び潤滑剤
7. 境界潤滑
8. 転がり摩擦の機構
9. 流体潤滑の原理
10. 滑り軸受
11. 弹性流体潤滑理論
12. 復習及び補講
13. 表面損傷機構（凝着摩耗、切削摩耗）
14. 表面損傷機構（その他の摩耗、焼付き、転がり疲れ）
15. 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

トライボロジーの基礎概念の理解の程度を、適時行う演習および期末試験の結果を総合して評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義を十分理解するためには、機械工学の基本となる講義の修得が必要である。また、記載の参考図書等も活用して予習・復習を十分に行い、理解を深めることが望まれる。

### 7. 教科書・参考書

1. 山本雄二・兼田楨宏：トライボロジー（理工学社）531.8/Y-3
2. 日本トライボロジー学会編：トライボロジーハンドブック（養賢堂）531.8/N-14
3. 木村好次・岡部平八郎：トライボロジー概論（養賢堂）531.8/K-5
4. 兼田楨宏・山本雄二：基礎機械設計工学（理工学社）531.9/K-16

### 8. オフィスアワー

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：matsuda@mech.kyutech.ac.jp

## 統計力学 Statistical Mechanics

学年：3年次 学期：後期 単位区分：選択 単位数：2単位

担当教員名 出口 博之

### 1. 概要

#### ●授業の背景

物質はその基礎単位として原子、分子から構成される。したがってその物質の巨視的性質を、これらの個々の粒子の従う微視的法則から理解することが必要になる。その方法と考え方を身につけることは物質の性質を理解するうえで重要である。

#### ●授業の目的

統計力学は、巨視的な熱力学性質を原子、分子の性質に基づいて解明する物理学である。このミクロとマクロの橋渡しの役割を果たす体系を理解することを目的とする。

#### ●授業の位置付け

統計力学はその構成上、古典力学、量子力学および熱力学との関係が密接である。また工学系の専門科目を習得する上で基礎となる。

### 2. キーワード

マクスウェル分布、位相空間、分配関数、エントロピー、量子統計

### 3. 到達目標

- 統計力学の原理を理解する。
- 統計力学の方法を習得する。
- 統計力学の方法を用いて具体的な系について物理量を求める。

### 4. 授業計画

- 第1回 ミクロとマクロをつなぐ統計
- 第2回 統計力学の原理 1
- 第3回 統計力学の原理 2
- 第4回 統計力学の方法 1
- 第5回 統計力学の方法 2
- 第6回 統計力学の応用 1
- 第7回 統計力学の応用 2
- 第8回 中間試験
- 第9回 ボース統計とフェルミ統計 1
- 第10回 ボース統計とフェルミ統計 2
- 第11回 理想量子気体の性質 1
- 第12回 理想量子気体の性質 2
- 第13回 相転移の統計力学 1
- 第14回 相転移の統計力学 2
- 第15回 期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験（30%）、期末試験（40%）および演習やレポートの結果（30%）で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義の前日以前の予習、講義のあった日の復習が必要である。この授業の理解のためには、物理学II A および基礎量子力学の授業を履修していることが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

岡部 豊：裳華房テキストシリーズ - 物理学 統計力学（裳華房）429.10-15

#### ●参考書

- 1) 久保亮五：統計力学（共立出版）429.1/K-4
- 2) 長岡洋介：岩波基礎物理シリーズ7 統計力学（岩波書店）420.8/I-2/7

### 8. オフィスアワー

オフィスアワーや教員への問合せ方法については、第1回の講義のときに指定する。

## 量子力学 Quantum Mechanics

学年：3年次 学期：前期 単位区分：選択 単位数：2単位  
担当教員名 岡本 良治

### 1. 概要

#### ●授業の背景

量子力学は相対論とともに現代物理学の支柱であり、その概念と手法は現代の電子工学、応用化学、材料科学、量子情報科学など諸分野における必要性は着実に高まっている。また、日常的な思考の枠組みを裏付ける古典物理学的な描像を打ち破った量子力学の学習は柔軟で強靭な精神の育成にも資することができる。

#### ●授業の目的

本講義ではさまざまな局面で量子力学をいかに応用するかを中心として、量子力学の基礎を修得させる。また、自然系、人工系に対する応用の事例を紹介して、量子力学の深い内容と柔軟さについての学習意欲の増進を図る。

#### ●授業の位置づけ

量子力学の理解には、運動量、ポテンシャル、角運動量、ニュートンの運動方程式など、物理学Ⅰ、物理学Ⅱ A、Ⅱ B の知識が必要である。計算には2階の微分方程式の解法と行列計算など線形代数学、応用解析学の知識が必要である。ベクトル空間など幾何学の知識があれば、よりいっそう理解は深まる。半導体工学、応用物理学、物理化学、化学結合論、材料物性、原子力概論などの理解の基礎となるので、それらの履修のためには重要である。

### 2. キーワード

波動性と粒子性、量子化、波動関数、トンネル効果、スピン、パウリ原理

### 3. 到達目標

- (1) 物理量の演算子表現とその固有値、固有关数を計算できること。
- (2) シュレディンガー方程式を微分方程式と行列形式で解き、量子化されるエネルギー、物理量の期待値、遷移行列要素を計算すること
- (3) 角運動量・スピンなど量子力学の基礎的な概念を理解し、計算できること。
- (4) 電子物性工学、物質工学、量子化学、量子情報科学など量子力学の応用の事例を知ること。

### 4. 授業計画

- 第1回：量子現象、数学的準備  
第2回：量子力学の基本的法則とその意味  
第3回：1次元系量子井戸  
第4回：1次元系における調和振動子  
第5回：1次元におけるトンネル効果  
第6回：2次元系における角運動量、量子井戸、調和振動子  
第7回：3次元系における角運動量と球対称ポテンシャル  
第8回：中間試験  
第9回：3次元系における量子井戸、調和振動子  
第10回：水素原子の量子力学  
第11回：近似法1（摂動理論）  
第12回：近似法2（変分法）  
第13回：広義の角運動量とスピン  
第14回：同種粒子系と原子の電子構造  
第15回：期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験(30%)、期末試験(40%)、演習レポート(30%)という割合で評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

講義の前日以前の予習、講義のあった日以後の復習が必要である。本講義が十分理解できるためには、物理学Ⅰ、物理学Ⅱ A、物理学Ⅱ B、基礎量子力学の科目を修得していることが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

上羽 弘：工学系のための量子力学(第2版)、(森北出版)429.1/U-7/2

#### ●参考書

1) 小出昭一郎「量子力学(Ⅰ)、(Ⅱ)」、(裳華房) 420.8/K-4/5,6

2) 江沢 洋：「量子力学(Ⅰ)、(Ⅱ)」(裳華房) 429.1/E-8/1,2

### 8. オフィスアワー

1回目の講義時に通知する。

## 原子力概論

Introduction to Nuclear Science and Technology

学年：3年次 学期：後期 単位区分：選択 単位数：2単位

担当教員名 鎌田 裕之・赤星 保浩

### 1. 概要

#### ●授業の背景

広義の原子力(原子核エネルギー)は原子力発電、原子力電池、医療用、非破壊検査、核兵器など多くの工学システム、分野で利用(または活用)されている。過去、現在の宇宙は原子核反応システムであり、太陽エネルギーの源は核融合反応である。近年、原子力発電システムは、エネルギー資源の選択、地球環境問題、放射性廃棄物問題、核兵器の水平拡散、事故の危険性などと関連して脚光を浴びつつある。

#### ●授業の目的

原子力(原子核エネルギー)をめぐる基本的事実と諸問題を、理工系学部の学生として科学的に判断できるように、原子核と放射線の利用と防護についての基礎的知識と論点を修得させる。また、原子力関係の時事ニュースなどを紹介して学習意欲の増進を計る。

#### ●授業の位置づけ

原子力概論の理解には、エネルギー、ニュートンの運動方程式などの力学とクーロン力など電磁気学の基礎知識が必要である。エネルギー変換工学の理解の一助となるので、その履修のために有益である。また原子炉の定常運転は制御システムの実例でもあり、原子炉建屋、炉心は特殊な構造物の実例でもあるので関連する科目の履修には有益であろう。化石燃料と核燃料の使用のあり方、適切な環境の維持保全とエネルギー問題は結びついているので、関連する科目履修には有益であろう。

### 2. キーワード

陽子、中性子、質量欠損、結合エネルギー、崩壊法則、反応断面積、核分裂、核融合、元素合成

### 3. 到達目標

- (1) 放射線と原子核の基礎的性質について学ぶ。
- (2) 放射線の利用と防護についての基礎的な知識を修得する。
- (3) 原子力発電など原子核エネルギーの応用例について、その原理と仕組みを学び、それと地球環境問題、核兵器拡散などとのかかわりを考える。
- (4) 太陽エネルギーの源として核融合などの仕組みと基礎的性質を学ぶ。

### 4. 授業計画

- 第1回：自然と現代社会における原子核現象(鎌田)  
第2回：原子分子の世界(鎌田)  
第3回：原子核の基本的性質(鎌田)  
第4回：原子核の放射性崩壊(鎌田)  
第5回：原子核反応(鎌田)  
第6回：放射線と物質の相互作用(鎌田)  
第7回：放射線の利用と防護(鎌田)  
第8回：中間試験  
第9回：核分裂連鎖反応と原子炉の構造(鎌田)  
第10回：原子炉の動特性、(鎌田)  
第11回：原子力発電をめぐる諸問題(鎌田)  
第12回：核融合入門、ビッグバン宇宙と恒星における元素合成(鎌田)  
第13回：核融合推進ロケット(赤星)  
第14回：核兵器の原理・構造・効果・影響(鎌田)  
第15回：期末試験

### 5. 評価の方法・基準

中間試験(30%)、期末試験(40%)、演習レポート(30%)という割合で評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義が十分理解できるためには、物理学Ⅰ(力学)、物理学Ⅱ A(波動、熱)、物理学Ⅱ B(基礎電磁気)の科目を修得して

いることが望ましい。本講義に必要な特殊相対論については講義の中で教育する。量子力学の知識があれば、理解はより深まる。

## 7. 教科書・参考書

### ●教科書

岡本良治：講義HPと講義資料プリント

### ●参考書

- 1) 大山 彰：「現代原子力工学」（オーム社）(539.1/O-4)
- 2) 電気学会編：「基礎原子力工学」（オーム社）(539.1/D-4)
- 3) 成田正邦、小沢保知：「原子工学の基礎」（現代工学者）(539.1/N-10)
- 4) 日本物理学会編：「原子力発電の諸問題」（東海大学出版会）(539.7/N-4)
- 5) 谷畠勇夫：「宇宙核物理学入門：元素に刻まれたビッグバンの証拠」、(408/B-2/1378)
- 6) 堀内 祐：「核子が作る有限量子多体系」、岩波書店。(420.8/I-4/2-13-1)
- 7) マーカス・チャウン：「僕らは星のかけら：原子をつくった魔法の炉を探して」無名舎。(440.1/C-2)

## 8. オフィスアワー

## 数値解析法 Numerical Analysis

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：2単位

担当教員名 和田 親宗

### 1. 概要

#### ●授業の背景

工学にてくる種々の数学の問題は、解析的に解くことが困難な場合が多い。簡易化して解析的に解き解の性質を調べることも重要ではあるが、そのまま数値計算で解き解の様子を調べることの方が実用的である場合も多い。現在では、種々の数値計算のソフトをブラックボックス的に利用することもできるが、数値解法の基本的考え方を理解しておくことは、得られた結果を判断するとき必要である。たとえば、制御系設計では、設計後の制御系に対し数値シミュレーションによる確認が必要となる。

#### ●授業の目的

数値計算上必要なアルゴリズムを導出するための基本的な考え方を講義するとともに、種々のアルゴリズムについて誤差解析、収束性からの考察も説明する。また、谷間の数学的事項に言及する。

#### ●授業の位置づけ

本講義は、制御系解析・設計、制御系のシミュレーションなど必要となる事項を含み、制御系解析、制御系構成論等の科目を補完するものである。

### 2. キーワード

アルゴリズム、関数近似、消去法、オイラー法、ルンゲクッタ法、ラグランジュ補間、台形公式

### 3. 到達目標

各回の授業で説明するアルゴリズムの概念を理解し、簡単な問題に適用し具体的に計算出来ること。

### 4. 授業計画

- 第1回 数値計算における誤差
- 第2回 方程式の解法1（ニュートン法）
- 第3回 方程式の解法2（はさみうち法）
- 第4回 補間法（ラグランジュ補間法）
- 第5回 近似法（最小二乗法）
- 第6回 連立方程式解法1（ガウスの消去法）
- 第7回 連立方程式解法2（LU分解）
- 第8回 連立方程式解法3（ガウス・ザイデル法）
- 第9回 中間試験
- 第10回 数値積分法1（台形公式）
- 第11回 数値積分法2（シンプソン則）
- 第12回 数値積分法3（ガウス法）
- 第13回 常微分方程式解法1（オイラー法）
- 第14回 常微分方程式解法2（ルンゲークッタ法）
- 第15回 試験

### 5. 評価の方法・基準

2回の試験(70%)および毎回の演習(30%)で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

1) 本講義が十分理解できるためには、復習を行うことが必要である。

2) 自ら数値シミュレーションを行えば、さらに理解が深まる。

### 7. 教科書・参考書

教科書 特になし

参考書 数値計算法に関する書籍

### 8. オフィスアワー

在室時は隨時対応する。

**数値解析法 Numerical Analysis**

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 赤星 保浩・梅景 俊彦・平木 講儒

**1. 概要**

機械工学の基礎をなす弾塑性力学、流体力学、伝熱工学、機械力学等の支配方程式を数値的に解析する手法を習得させるために、微分積分の復習から始めて、常微分方程式および偏微分方程式の数値解法を講述する。

**2. キーワード**

常微分方程式、偏微分方程式、有限要素法、有限体積法

**3. 到達目標**

1. 微分・積分および行列・連立方程式に関する基礎知識を有し、式変形などが自由に行える。
2. 常微分方程式の解法を理解し、実際に一般解、特殊解を求めることができる。
3. 差分法、シンプソンの公式、ルンゲクッタ法などにより常微分方程式の数値解を求める。
4. 有限要素法の定式化を理解し、連立一次方程式として解を求めることができる。
5. 偏微分方程式から差分方程式を導出し、緩和法などを用いて解を求めることができる。

**4. 授業計画**

1. 数値解析の基礎（近似計算・誤差）
2. 微分・積分
3. 行列・連立方程式
4. 常微分方程式
5. 1～4に関連した課題
6. バネ要素による定式化
7. 平衡方程式の導出ならびに有限要素法の定式化
8. 三角形要素の内挿関数の導出、境界条件の設定方法
9. 連立一次方程式の解法
10. 6～9までの試験
11. 種々の微分項の差分近似
12. 偏微分方程式の差分方程式への変換
13. 陰解法による放物型偏微分方程式（熱及び物質の拡散方程式）の解法
14. 緩和法による楕円型偏微分方程式（ラプラスの式、ナビエ・ストークス方程式）の解法
15. 11～14までの試験

**5. 評価の方法・基準**

レポート提出（33%）、中間試験（33%）、学期末試験（34%）で評価する。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

6～10までの講義内容を理解するためには並行して「弾塑性力学」の講義を受講していることが望ましい。11～15までの講義内容を理解するためには並行して「流体力学」の講義を受講していることが望ましい。授業では演習問題やレポートを課すので、その解答を通じて理解を深めるように努めること。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1、参考書：2以下)

1. 教科書は特に指定しない。
2. 参考書：例えば、伊理正夫・藤野和建「数値計算の常識」共立出版 418-1/I-8、篠原能材「数値解析の基礎」日新出版 418.1/S-29、森 正武「数値計算プログラミング」岩波書店 549.9/M-244など。

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：[akaho@mech.kyutech.ac.jp](mailto:akaho@mech.kyutech.ac.jp)、  
[umekage@mech.kyutech.ac.jp](mailto:umekage@mech.kyutech.ac.jp)、[hiraki@mech.kyutech.ac.jp](mailto:hiraki@mech.kyutech.ac.jp)

**システム工学 Systems Engineering**

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 宇宙工学コース 単位数：2単位

担当教員名 前田 博

**1. 概要****●授業の背景**

良いシステムを開発するためには、様々な観点から対象を見る多角的な目とお互いに対立する観点をいかにバランスさせていくかといった、大局的な思考、いわゆるシステム思考が不可欠である。

**●授業の目的**

本講義では、システム思考を体系的に実現する考え方・諸手法、すなわち、システム工学の意義と概念、問題発見のための手法、システム構造の分析手法、モデル化手法、システム評価手法などを修得させる。

**●授業の位置づけ**

電気を利用した機器は、種々の個別要素を組み合わせたシステムであるため、良い機器を設計するためには、システム工学的な考え方方が不可欠となる。

(関連する学習教育目標：C)

**2. キーワード**

問題発見、発想法、構造モデル、モデル化、評価、決定分析

**3. 到達目標**

- ・システム工学的なものごとの考え方や諸手法を理解する
- ・システム工学的なものごとの考え方や諸手法を修得する

**4. 授業計画**

- |      |                |
|------|----------------|
| 第1回  | システム工学の意義と概念   |
| 第2回  | 問題発見手法：KJ法、発想法 |
| 第3回  | システム構造モデリングI   |
| 第4回  | システム構造モデリングII  |
| 第5回  | 統計的手法による要因分析I  |
| 第6回  | 統計的手法による要因分析II |
| 第7回  | 微分方程式モデル       |
| 第8回  | 統計的手法による入出力モデル |
| 第9回  | ファジィ推論モデル      |
| 第10回 | ニューラルネットワークモデル |
| 第11回 | プロジェクトスケジューリング |
| 第12回 | システム評価法AHP     |
| 第13回 | 決定分析1          |
| 第14回 | 決定分析2          |
| 第15回 | 試験             |

**5. 評価の方法・基準**

期末試験で評価し、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

関連科目として、統計学、微分方程式など履修しておくことが望ましい。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

教科書は用いず、資料配布によるノート講義である。

**●参考書**

- 1) 寺野寿郎：システム工学入門（共立出版）501/T-27
- 2) 田村担之：大規模システム－モデリング・制御・意思決定（昭晃堂）501.9/S-26
- 3) 中森義輝：システム工学（コロナ社）501.9/N-97

**8. オフィスアワー**

開講時に連絡する。

## 生体工学概論 Introduction to Bioengineering

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 石黒 博・山田 宏・玉川 雅章

### 1. 概要

生体工学は、工学と生物学・医学の学際領域・横断領域として発展してきており、今後の進展も大いに期待される。産業分野では、バイオインダストリーが急速に発展しつつある。生体・生命に関わる知識・手法・技術などは、今後、益々、身近なものになると共に、その重要性を増すであろう。このような背景において、本講義では、主に、機械系工学の学生を対象として、機械工学・メカニクス（固体力学、流体力学、熱・伝熱工学）の観点から、生体工学について、総論・各論的に概説する。

### 2. キーワード

生体工学、機械工学、生体固体力学、生体流体力学、生体熱・伝熱工学

### 3. 到達目標

生体工学における機械工学の位置づけや役割などの理解、および、具体的な個々のバイオメカニクス現象とその応用についての理解。

### 4. 授業計画

1. 生体固体力学（歴史のはなし、位置づけと役割、産業）
2. 生体流体力学（歴史のはなし、位置づけと役割、産業）
3. 生体熱工学・生体伝熱工学（歴史のはなし、位置づけと役割、産業）
4. 生体の要素を動かす仕組み（骨格筋、心筋、血管の材料力学）
5. 生体を支える仕組み（骨と筋骨格系の材料力学）
6. 生体の微視的仕組み（細胞の材料力学）
7. 生体内の流れ（1）（血液循環系における障害と流れ）
8. 生体内の流れ（2）（自然心臓と人工心臓内の流れ）
9. 生体への流れの作用（非侵襲治療法と医療機器開発）
10. 高温における生体（ハイバーサーミアと火傷）
11. 低温における生体（凍結保存と凍結破壊）
12. 常温（生理的温度）における生体（血液循環による熱・物質の輸送、温熱環境の快適性など）

講義では、主に、配付資料やパワーポイントを用いた講説を行う。また、質問やディスカッションは大歓迎である。

### 5. 評価の方法・基準

講義の開講回数の2／3以上の出席者を対象に、講義を通して課す中間レポート、および、期末レポートを総合的に評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- ・機械工学における材料力学、流体力学、熱・伝熱工学の知識を、ある程度、有することが好ましいが、無くても問題はない。
- ・講義では、適宜、資料を配付するので、それに基づいて、復習を行うことが効果的である。

### 7. 教科書・参考書

- ① 「バイオメカニクス概説」日本機械学会編、オーム社 492.8/N-5
- ② 「機械工学便覧 デザイン編β8 生体工学」日本機械学会編、丸善 530.3/N-14-2/8
- ③ 「生体機械工学」日本機械学会、丸善 491.3/N-23

### 8. オフィスアワー

若松キャンパスのため、必要に応じて、隨時、連絡の上、来訪のこと。

連絡先（Eメールアドレス）：

ishiguro@life.kyutech.ac.jp、yamada@life.kyutech.ac.jp、tama@life.kyutech.ac.jp

## 電気電子工学概論 Introduction to Electrical Engineering

学年：3年次 学期：前期 単位区分：選択 単位数：2単位

担当教員名 戸田 弘明

### 1. 概要

電気電子工学の基礎科目の中から、「電気磁気学」、「電気回路」、「電気機器」、「放電現象（プラズマを含む）」の4科目を取り上げ、電気工学の基礎となる考え方の道筋を学習する。

### 2. キーワード

電気磁気学、電気回路、電気機器、放電現象

### 3. 到達目標

- ・電気に関する数多くの現象について概要を説明できること。
- ・電気に関する演習により簡単な計算ができる基礎学力を持つこと。

### 4. 授業計画

- |         |                                                                                                          |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1回     | 電気と磁気の起源:電荷、磁石、クーロンの法則、電流、電流の磁気作用                                                                        |
| 第2、3回   | 電界:電界とは、点電荷がつくる電界、重ねの理、電位、電気力線と等電位面、ガウスの定理、同心球電極と同軸円筒電極、大地面と影像法、一般の電界計算、誘電体、静電容量                         |
| 第4回     | 磁界:磁束密度と磁界、アンペア周回積分の法則、ビオ・サバールの法則、磁性体、線形な強磁性体、永久磁石                                                       |
| 第5、6、7回 | 電気回路:直流回路、交流回路                                                                                           |
| 第8、9回   | 電気機器:変圧器、回転機の原理、直流電動機、誘導電動機、同期発電機、リニアモータ                                                                 |
| 第10、11回 | 放電現象とその応用:空気の絶縁特性、衝突電離と電子なだれ、タウンゼントの理論、ストリーマ理論、パッシュエンの法則、平等電界形の放電と不平等電界形の放電、放電現象についての実例、グロー放電とアーク放電、プラズマ |
| 第12回    | 演習 電界                                                                                                    |
| 第13回    | 演習 磁界、電気回路                                                                                               |
| 第14回    | 演習 電気機器、放電現象                                                                                             |
| 第15回    | 期末試験                                                                                                     |

### 5. 評価の方法・基準

基本的に期末試験で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

演習は、教科書、ノート、電卓など持ち込み可とする。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

・電気工学基礎論（河野照哉、朝倉書店）540.8/D-3/21

#### ●参考書

・電気学会 電気工学概論 540/D-12

### 8. オフィスアワー

隨時連絡の上來訪のこと。

**自動車工学** Automobile Engineering

学年：4年次 学期：前期

単位区分：選択 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 赤星 保浩・自動車関連会社技術者・他

**1. 概要**

機械工学の応用例として自動車分野を取り上げ、車体、エンジンを初めとする基礎的なものから、最新の自動車産業の動向に至るまで幅広い内容について講義をする。

**2. キーワード**

車体、エンジン、燃料（ガソリン、ディーゼル、水素、バイオマス）、安全性、リサイクル

**3. 到達目標**

1. 自動車の基本構造を理解できる。
2. 自動車に使われている最新技術について理解できる。
3. 自動車に関する安全技術について理解できる。

**4. 授業計画**

1. 自動車の歴史
2. 自動車の基本構造
3. エンジン
4. 動力伝達装置
5. 制動力学
6. 運動性能
7. 衝突安全
8. 自動車のリサイクル
9. 振動騒音
10. ITS
11. 車体設計
12. ハイブリッド車
13. 燃料電池車
14. まとめ

**5. 評価の方法・基準**

レポート等で評価する。  
60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本講義は平成22年度から始まる講義のため、詳細は開講時に説明する。

**7. 教科書・参考書**

適宜、講義時に紹介する

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：akaho@mech.kyutech.ac.jp

**機械工作法実習 I** Practice of Manufacturing Process I

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：1単位

担当教員名 水垣 善夫・高藤 和樹

**1. 概要**

機械工作法は加工、熱処理、測定から組立まで、物に作り上げるまでの全てを扱う総合的なものである。機械工作法を生きた形で身につけるには、実践をとおして理解するとともに、実際に接し、体験することが大切である。そこで、機械工作法の重要さ、難しさ、そして面白さを体得させる。ここでは、木型、鋳造、鍛造、溶接、機械加工、仕上の基本的なことを理解させることに重点を置く。

**2. キーワード**

鋳造、鍛造、溶接、熱処理、工作機械、機械加工

**3. 到達目標**

- (1) 成形加工（鍛造、鋳造）や熱処理法を実践によって理解し、主要な専門用語を説明できるようにする。
- (2) 切断・結合加工（ガス切断、溶接）を実践によって理解し、主要な専門用語を説明できるようにする。
- (3) 工作機械（旋盤、フライス盤、形削り盤、ボール盤、平面研削盤）による加工を実践によって理解し、部品の形状や目的等から適切な機械加工方法を判断できるようにする。
- (4) 手仕上を実践によって理解し、主要な道具や専門用語を説明できるようにする。
- (5) 機械の製造における工程の流れを理解する。

**4. 授業計画**

- (1) 木型と図面
- (2) 鋳造
- (3) 溶接
- (4) 鍛造と熱処理
- (5) 旋削
- (6) 形削りとフライス削り
- (7) NCプログラミング
- (8) 平面研削
- (9) 仕上

**5. 評価の方法・基準**

実習終了後、指定された期限内にレポートを提出する。基本的にはレポートの内容（50%）と実習にとりくむ態度（50%）で評価する。実習にとりくむ態度には授業出席率も含まれる。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- (1) 安全の手引きをよく読んで実習にのぞむこと。
- (2) 工作機械等を操作するので安全に注意して実習をすること。

**7. 教科書・参考書**

- （教科書：1、2 参考書：3、4、5、6）
- (1) 実習のまとめについて（実習開始時に配布）
  - (2) 日本機械学会編：機械工学便覧 β3編 加工学・加工機器 530.3/N-14-2/3
  - (3) 和栗 明：要訣 機械工作法（養賢堂）532/W-4 566/W-3
  - (4) 米津 栄：機械工学基礎講座9 機械工作法1（朝倉書店）530.8/K-8/9-1
  - (5) 米津 栄：機械工学基礎講座9 機械工作法2（朝倉書店）532/Y-4/2 530.8/K-8/9-2
  - (6) 加藤 仁：最新機械工学シリーズ21 機械工作法（森北出版）530.8/S-2/21

**8. オフィスアワー**

日時を機械事務室の横の掲示板に掲示する。

連絡先（Eメールアドレス）：takafuji@mech.kyutech.ac.jp

## 機械工作法実習 II Practice of Manufacturing Process II

学年：2年次 学期：後期 単位区分：選択必修 機械工学コース  
 選択 宇宙工学コース 単位数：1単位  
 担当教員名 水垣 善夫・高藤 和樹

### 1. 概要

機械工作法実習 I で修得した種々の加工法によって実際に歯車減速機を製作し、寸法公差、はめあい、加工精度、加工誤差を実践によって理解させる。また、歯車減速機以外に、治具・取付具の考案、平面度・分割度測定、機器の分解・組立等を行い、製作や測定に関する広い知識を修得させる。

### 2. キーワード

歯車減速機、寸法公差、はめあい、加工精度、加工誤差、測定法

### 3. 到達目標

- (1) 機械加工における寸法公差およびはめあいを実践によって理解し、主要な専門用語を説明できるようにする。
- (2) 機械加工における加工精度、加工誤差の重要性を歯車減速機の組立・運転の実践をとおして理解する。
- (3) 治具・取付具の考案、平面度・分割度測定、機器の分解・組立等を行い、製作や測定に関する知識を得て、主要な専門用語を説明できるようにする。

### 4. 授業計画

- (1) 歯車減速機の製作
  - (1.1) 歯切り
  - (1.2) 軸加工
  - (1.3) キー溝加工
  - (1.4) ハウジング加工
  - (1.5) 仕上げ・組立
  - (1.6) 運転・討論
- (2) 治具、取付具
- (3) 定盤の平面度測定
- (4) 円テーブルの分割度測定
- (5) 歯車の測定
- (6) 摩擦減速機の分解、組立

### 5. 評価の方法・基準

実習終了後、指定された期限内にレポートを提出する。基本的にはレポートの内容（50%）と実習にとりくむ態度（50%）で評価する。実習にとりくむ態度には授業出席率も含まれる。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- (1) 安全の手引きをよく読んで実習にのぞむこと。
- (2) 工作機械等を操作するので安全に注意して実習すること。
- (3) 機械工作法実習 II を受講するには機械工作法実習 I の習得が望ましい。

### 7. 教科書・参考書

- (1) 実習のまとめについて（実習開始時に配布）
- (2) 日本機械学会編：機械工学便覧 β 3 編 加工学・加工機器 530.3/N-14-2/3
- (3) 岡本純三・角田和雄：転がり軸受け－その特性と実用設計－（幸書房）531.5/O-2 531.8/T-3
- (4) 山田義昭：機械工作法 歯車・歯切（パワー社）531.6-3/Y-1

### 8. オフィスアワー

日時を機械事務室の横の掲示板に掲示する。

連絡先（E メールアドレス）takafuji@mech.kyutech.ac.jp

## 3 次元 CAD 入門 Introduction to 3 D CAD

学年：1年次 学期：前期（集中） 単位区分：選択  
 単位数：2単位  
 担当教員名 吉川 浩一

### 1. 概要

近年の設計・生産プロセスにおいて、3次元 CAD は不可欠のツールになりつつある。本講義の目的は、3次元 CAD 技術を初めて学ぶ学生に対して、実体験を通してその有用性を体得させることにある。技術的な解説は必要最小限にとどめ、まず 3次元 CAD を実際に操作し、任意の製品形状をモデリングすることにより、体験的に 3次元 CAD 技術を理解する。

### 2. キーワード

3次元 CAD、立体モデル、組立品モデル

### 3. 到達目標

1. 押出し形状のモデリングができる。
2. 回転体形状のモデリングができる。
3. 複数部品の組立てができる。
4. 基本的な変形解析ができる。

### 4. 授業計画

1. システムの基本操作（1回）
2. 押出し形状のモデリングと変形解析（1回）
3. 課題 1：形状変更と解析条件の変更（1回）
4. 回転体のモデリングと加工情報の作成（1回）
5. 課題 2：形状変更と加工条件の変更（1回）
6. 組立品のモデリング（1回）
7. 課題 3：2段歯車減速機のモデリング（3回）
8. 組立品の分析方法と集合演算（1回）
9. 自由課題（3回）

### 5. 評価の方法・基準

課題の提出状況とその内容に基づいて総合的に評価する。  
 課題（50%）、自由課題（50%）とし、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

集中講義形式で実施するので、実施日時の掲示に注意すること。  
 CAD システムのライセンス数に上限があるため、履修希望者数がライセンス数を超える場合は、抽選で受講者を決める。

CAD システムが実際の設計・製造過程でどのように使われているか、図書館にある技報や雑誌などを調べておくとよい。

### 7. 教科書・参考書

（教科書：なし、参考書：1以下）

1. 日本パソコンコンピュータソフトウェア協会編：3次元 CAD 利用技術者試験公式ガイドブック（エーアイ出版）501.8/C-5/06
2. 日経 CG 編著：新 CAD の基礎知識（日経 BP 社）501.8/N-10/2

### 8. オフィスアワー

在室時は随時対応するが、集中講義形式で実施するので、講義中に質問して解決することが望ましい。

連絡先（E メールアドレス）kikkawa@mech.kyutech.ac.jp

## デジタルエンジニアリング演習

Digital Engineering Practice

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：2単位

担当教員名 吉川 浩一

### 1. 概要

情報処理技術を援用して高度な設計・生産プロセスを実現する手法をデジタルエンジニアリングと呼び、近年ますます重要なになってきている。本講義の目的は、デジタルエンジニアリングのための基本ツールである CAD/CAM/CAE を実際に利用して問題を解くことにより、その有用性を体得させ生産情報処理技術の理解を深化させることにある。関連講義で扱う問題などを例題として、工業製品の設計・解析・生産プロセスにおける情報処理・シミュレーション技術を理解する。

### 2. キーワード

CAD、CAM、CAE、立体モデル、有限要素法、生産情報処理

### 3. 到達目標

1. デジタルエンジニアリングの有用性を説明できる。
2. 簡単な工業製品のモデリングができる。
3. 数値解析法による工業製品の評価手順を説明できる。

### 4. 授業計画

1. デジタルエンジニアリング概論 (0.5回)
2. 課題1：部品形状のモデリングとFEMによる変形解析 (2.5回)
3. 課題2：変形解析の注意点と境界条件の設定方法 (3回)
4. 課題3：CAEを用いた部品形状の最適化 (3回)
5. 課題4：組立品のモデリングと動作シミュレーション (3回)
6. 課題5：CAEを用いたメカニズムの設計 (3回)

### 5. 評価の方法・基準

課題の提出状況とその内容に基づいて総合的に評価し、60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

数値解析法と生産ソフトウェア工学を履修しておくことが望ましい。CADシステムのライセンス数に上限があるため、履修希望者数がライセンス数を超える場合は、機械工学コースを優先し、抽選で受講者を決める。

授業時間外にも自習時間を確保するので、使いこなせるように試行錯誤することが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：なし、参考書：1以下)

1. 日本パソコンコンピュータソフトウェア協会編：3次元 CAD 利用技術者試験公式ガイドブック（エーアイ出版）501.8/C-5/06
2. 日経 CG 編著：新 CAD の基礎知識（日経 BP 社）501.8/N-10/2
3. 精密工学会編：生産ソフトウェアシステム（オーム社）530.9・S-8

### 8. オフィスアワー

在室時は随時対応する。

連絡先 (Eメールアドレス) : kikkawa@mech.kyutech.ac.jp

## 設計製図 I Design and Drawing I

学年：2年次 学期：後期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：1単位

担当教員名 森山 一弘・梅景 俊彦・平木 講儒

### 1. 概要

工学的な種々の考察を通して得られた知見を図面によって第三者に伝達する知識と技能を養うことは技術者にとって不可欠である。本講義は JISB 0001「機械製図」に基づく最新の製図規格の講述と写図を中心とした実習を通して設計製図に関する基礎的な能力の養成を目的とする。まず、見やすい線と文字の書き方についての説明から始めて、簡単な機械要素の写図を通して基本的な製図規格の習得に努め、さらにバルブのスケッチ製図および組み立て図部品図製図を通じて各部品の持つ機能や加工方法を考慮した図面作成の能力を養う。

### 2. キーワード

製図法と規則、規格 / 標準 / 基準、投影法、スケッチ製図

### 3. 到達目標

1. JISB 0001「機械製図」を中心とした製図規格の基本的な事項を理解している。
2. 対象物の形状に応じた投影面や断面図示の適切な選択ができる、バランスのとれた図のレイアウトができる。
3. 部品に求められる機能や加工方法を意識した面の仕上げ指示と寸法記入ができる。
4. 種々の測定器具を用いて複雑形状の部品の寸法を測定し、それを図示することができる。

### 4. 授業計画

1. 機械製図における線・文字の種類と書き方
2. ドラフタを用いた製図の方法
3. ねじの種類と製図法
4. 写図1（実習、課題は適宜指示する。）
5. 寸法交差およびはめあい
6. 表面粗さと面の肌の図示方法
7. 写図2（実習、課題は適宜指示する。）
8. 4、7の実習の講評、スケッチの方法
9. バルブのスケッチ（実習）
10. 組み立て図の製図方法
11. バルブの組み立て図の製図（実習）
12. 部品図の製図方法
13. バルブの部品図の製図（実習）
14. 質量計算書の作成（実習）
15. 9、11、13、14の実習の講評及び図面の修正

### 5. 評価の方法・基準

写図1(10%)、写図2(25%)、バルブのスケッチ、組立図・部品図の製図および質量計算書の作成(65%)によって評価を行い、それらの合計点が60点以上の者を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

図面等の提出期限は厳守すること。各種の指示は作業の進捗状況を考慮して授業時間中に適宜行うので注意すること。本科目では製図室における製図実習を中心とするが、毎回実施する機械製図で定められた種々の規則や規格についての解説講義の内容については、必ず、教科書に基づいた予習と復習を行うこと（状況に応じて小テストを実施する）。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2)

1. 吉澤武男・堀 幸夫・富家知道・蓮見善久・中島尚正：新編 JIS機械製図（森北出版）531.9/K-16
2. 津村利光・大西 清：機械設計製図便覧（理工学社）531.9/O-7

### 8. オフィスアワー

開講時に指示する。

連絡先 (Eメールアドレス) : umekage@mech.kyutech.ac.jp、hiraki@mech.kyutech.ac.jp

## 設計製図Ⅱ Design and Drawing II

学年：3年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：1単位

担当教員名 水垣 善夫・吉川 浩一・黒島 義人・  
松田 健次・清水 浩貴

### 1. 概要

設計工学、材料力学などで学ぶ知識を用いて、はすば歯車を用いた二段減速歯車装置の設計を行う。設計した結果を、機械工作法や実習で学んだ知識および設計製図で会得した製図法を用いて組立図、部品図に描くことにより、基本的機械要素の働きを理解させるとともに、どのような手順で実際の製品を具現するかを得させる。

### 2. キーワード

設計法、製図法と規則、機械設計、製図、規格／標準／基準

### 3. 到達目標

1. 与えられた設計仕様を理解し、基本的な設計計算を行なって計算書の作成ができる。
2. 設計する機械の具体的な構造および基本的機械要素の働きを理解し、各機械要素の規格を調べることができる。
3. 機械製図法に従って部品図および組立図を作成できる。

### 4. 授業計画

1. 講義：はすば歯車設計法
2. 講義：軸・キー・軸受の設計法
3. 歯車の設計計算 I
4. 歯車の設計計算 II
5. 歯車の設計計算および計算書の提出
6. 軸・キー・軸受の設計計算 I
7. 軸・キー・軸受の設計計算 II
8. 軸・キー・軸受の設計計算および計算書の提出
9. 組立図製図 I
10. 組立図製図 II
11. 組立図製図 III
12. 組立図の提出・評価
13. 部品図製図 I
14. 部品図製図 II
15. 部品図製図 III
16. 完成図面の提出・評価

### 5. 評価の方法・基準

計算書（20%）、組立図（20%）、完成図（60%）で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

1. 計算書および図面の提出期限を厳守のこと。なお、授業時間中に設計計算書、図面に対して適時指示が与えられるので注意すること。
2. 原則として授業時間外の製図室使用は可能であるので、積極的に利用すること。

### 7. 教科書・参考書

(参考書：1～7)

1. 兼田楨宏・山本雄二：基礎機械設計工学（理工学社）531.9/K-16
2. 日本機械学会編：機械工学便覧（B 2 加工学・加工機器）（日本機械学会）530.3/N-9-2
3. 日本機械学会編：機械工学便覧（B 1 機械要素設計・トライボロジ）（日本機械学会）530.3/N-9-2
4. 上野 拓：歯車工学（大学講座 機械工学39）（共立出版）531.6/O-1
5. 日本規格協会：JISハンドブック 機械要素（日本規格協会）531.3/N-4
6. 転がり軸受カタログ（各ベアリング製造会社）534.6/N-8
7. オイルシールカタログ 534.6/N-8

### 8. オフィスアワー

開講時に指示する。

連絡先（Eメールアドレス）：

mizugaki@mech.kyutech.ac.jp、kikkawa@mech.kyutech.ac.jp  
kuroshima@mech.kyutech.ac.jp、matsuda@mech.kyutech.ac.jp

## 設計製図Ⅲ Design and Drawing III

学年：3年次 学期：後期 単位区分：必修 機械工学コース

単位数：1単位

担当教員名 機械知能工学研究系機械工学部門・  
宇宙工学部門教員

### 1. 概要

機械技術の総合としての機械設計をめざす。仕様を満足する機械の設計・製図を通して、機械の使用目的による構成法・性能計算・強度計算に関する理解を深めるとともに、実際の製品として具現化させる能力を養う。

### 2. キーワード

設計、製図

### 3. 到達目標

機械の使用目的による構成法、性能計算、強度計算に関する理解。

設計計算手法等の習得と理解。

### 4. 授業計画

プレス、ポンプ、ボイラの3テーマの1つについて、与えられた仕様を満たす機器の設計計算を行い、これを図面上に表現することを行う。

### 5. 評価の方法・基準

設計計算報告書（40%）、最終図面（40%）、口頭試問（20%）。実際の製品として具現化する方法に対する理解の程度を評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

1. 各テーマの担当教員と密接に連絡を取ること。提出期限は厳守しなければならない。
2. 図書館に各テーマに関する参考図書がありますので、利用してください。
3. JIS規格については図書館にもありますが、ネット上にもデータベースが公開されていますので、利用してください。  
(<http://www.jisc.go.jp/index.html>)

### 7. 教科書・参考書

各テーマの担当教員が別に指示する。

### 8. オフィスアワー

各テーマの担当教員が別に指示する。

## 宇宙工学 PBL

Space Engineering PBL (Project Based Learning)

学年：3年次 学期：後期 単位区分：必修 宇宙工学コース  
単位数：1単位

担当教員名 米本 浩一

### 1. 概要

宇宙工学PBLとは、実際に小型ロケットを設計製作し、打ち上げ実験と性能評価を通じて、工学に必要な基本的な設計、解析能力の習得と共に、自ら目標設定をして具体的に課題解決をしていくPBL（Project Based Learning）である。履修方法は、複数の学生を一組としたグループワークとする。履修期間中に設計結果や製作したロケットについて、また打ち上げ実験後には飛行結果の報告会を実施し、学生同士で相互評価や意見交換を行う。

### 2. キーワード

ロケット、固体モータ、重量と重心、抵抗、空力中心、安定性、飛行性能、マイコン、プログラム

### 3. 到達目標

1. ロケットに関する基本的な専門用語が理解できる
2. 目標性能に対する各種要素の感度解析や設計ステップの組み立て方を学ぶ
3. 汎用の計算ソフトウェアを用いて、性能解析に必要な数値計算方法を習得する
4. マイコンの動作原理とプログラミングの基礎を学ぶ
5. センサーの種類、原理と解析方法を学ぶ
6. 模型の工作技術を学ぶ
7. 小型ロケット打ち上げ実験に関わる安全性確保の方法を学ぶ

### 4. 授業計画

1. 小型ロケットの設計入門
2. 小型ロケットの設計及び製作検討
3. 小型ロケットの設計方針報告会
4. 小型ロケットの設計（その1）
5. 小型ロケットの設計（その2）
6. 小型ロケットの設計（その3）
7. 小型ロケットの設計報告会
8. 小型ロケットの製作（その1）
9. 小型ロケットの製作（その2）
10. 小型ロケットの製作（その3）
11. 小型ロケットの製作（その4）
12. 小型ロケットの製作発表会
13. 小型ロケットの打ち上げ実験
14. 小型ロケットの打ち上げ実験（予備日）
15. 小型ロケットの実験成果報告会

### 5. 評価の方法・基準

成績は、設計報告書および実験報告書の結果から総合的に評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

1. パソコンを利用したExcel等の表計算ソフトウェアを学習すること
2. CADを利用した製図を学習すること
3. マイコン関係の図書読み、動作原理を学習すること
4. プログラミング言語Cを学習すること
5. 運動の状態を計測するセンサーの種類、動作原理と解析方法について広く調査すること
6. 参考書ならびにネットを利用して小型ロケットの設計製作事例を広く調査すること

### 7. 教科書・参考書

教科書は特に指定しない。

参考書：

1. 「ロケット工学基礎講義」、富田信之他、コロナ社、2004年9月 538.6/T-2
2. 「手作りロケット入門」、日本モデルロケット協会編、誠文堂新光社、2003年3月 507.9/N-2
3. 「飛ばせ！手作りロケット」、日本モデルロケット協会編、誠文堂新光社、1999年10月 507.9/N-1
4. 「アマチュア・ロケッティアのための手作りロケット完全マニュアル」、507.9/K-1 久下洋一、誠文堂新光社、2000年3月
5. 「H 8 / T i n y マイコン完璧マニュアル」、島田義人、CQ出版社、2005年5月 549.9/S-624

### 8. オフィスアワー

質問等、在室時には隨時対応する。

連絡先 (Eメールアドレス) : yonemoto@mech.kyutech.ac.jp

## 宇宙システム設計 Space Systems Design

学年：3年次 学期：後期 単位区分：選択必修 宇宙工学コース  
単位数：2単位

担当教員名 非常勤講師（宇宙航空研究開発機構 JAXA 関係者）  
平木 講儒・橘 武史

### 1. 概要

JAXA（宇宙航空研究開発機構）の講師による、宇宙システムに関する設計論の講義である。宇宙システムのうち機械工学に関連の深い、構造／熱制御／姿勢制御の3つの主要なサブシステムについての基本的な設計法を講義で示すとともに、小型衛星などを実例として実際の設計課題に適用させることで、基本的設計手法の修得を目指す。

### 2. キーワード

ロケット、人工衛星、宇宙ステーション、航空宇宙機器／システム、設計法

### 3. 到達目標

- 1) 構体設計に関する基本的な手法の理解とその修得
- 2) 熱制御系設計に関する基本的な手法の理解とその修得
- 3) 姿勢制御系設計に関する基本的な手法の理解とその修得

### 4. 授業計画

- 1) 構体の設計法の基本と設計課題の提示
- 2) 熱制御サブシステムの設計法の基本と設計課題の提示
- 3) 姿勢制御サブシステムの設計法の基本と設計課題の提示

### 5. 評価の方法・基準

各設計法の講義で出される課題に対する提出書類の内容によって成績評価を行う。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義は、「宇宙工学概論」（3年生前期講義）で習う範囲のうち、構造／熱制御／姿勢制御の3つの範囲を採り上げて、設計の観点からより詳細に説明を行うものである。本講義の主眼は各設計法の基本を修得することにある。各分野で設定される設計課題の達成には、講義内容の十分な理解だけでなく、それらを総合的に応用する力が要求されるため、予習復習等の自習時間の確保が不可欠である。

### 7. 教科書・参考書

(教科書：1、参考書：2以下)

- 1) 教科書は使用しない
- 2) 参考書は必要に応じて紹介する

### 8. オフィスアワー

本講義は非常勤講師によるものであるため、必要な場合は下記に連絡すること。

連絡先 (Eメールアドレス) : hiraki@mech.kyutech.ac.jp

**機械工学実験 I** Mechanical Engineering Experiment I

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：1単位

担当教員名 機械知能工学研究系機械工学部門・  
宇宙工学部門教員**1. 概要**

機械工学分野の諸研究において活用されている実験の基本的な諸手段を、実践を通じて修得させる。同時に、関連講義で修得した事項を実地応用を通して体得させ、学習効果を高めることを目的とする。また、実験データの処理、実験結果の考察、報告書の書き方を修得させることも主眼の1つである。

**2. キーワード**

材料試験、工作機械、トライボロジー

**3. 到達目標**

基本的な実験の諸手段の習得。実験データの処理、結果の考察および報告書の書き方の修得。

**4. 授業計画**

1. 実験講義
2. 材料試験1：引張試験、ねじり試験
3. 材料試験2：かたさ試験、衝撃試験
4. 材料試験3：曲げ試験、粘弾性体の試験、顕微鏡組織検査
5. 機械工作実験：エンコーダの試作と工作機械の主軸回転数の測定、ラジアルボール盤の変形シミュレーション
6. トライボロジー実験：潤滑油の動粘度、比重、表面張力の測定、境界・液体潤滑下の摩擦特性

**5. 評価の方法・基準**

実験態度およびレポートも評点を評価の対象とする。評価の割合は実験態度(20%)、レポート(80%)。レポートは「読みやすさ」、「理解度」、「結果、考察」等をもとに評価し、実験態度とあわせて60点以上を合格とする。なおこれらの評価は出席が前提である。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- (1) 実験講義は必ず受講すること。
- (2) レポート提出期限は厳守すること。
- (3) 実験内容によっては危険を伴うものがあるので、担当者の指示を厳守し、怪我等がないように注意すること。

**7. 教科書・参考書**

(教科書：1)

1. 中川 元・盛中清和・遠藤達雄・光永公一：材料試験方法（養賢堂）501.5/N-9
2. 門間改三：鉄鋼材料学（実教出版）564/M-3
3. 戸苅吉孝・津坂昌利：パソコン計測制御とインターフェース活用法（技術評論社）549.9/T-123
4. 三本木茂夫・吉村信敏：有限要素法による構造解析プログラム（培風館）501.3/C-4
5. 小野孝治：リレーシーケンス制御（産業図書）
6. 日本トライボロジー学会編：トライボロジーハンドブック（養賢堂）531.8/N-14
7. 日本潤滑学会編：潤滑故障例とその対策（養賢堂）531.8/N-5 兼田樹宏：トライボロジー（理工学社）531.8/Y-3

**8. オフィスアワー**

各テーマの担当教員が別に指示する。

**機械工学実験 II** Mechanical Engineering Experiment II

学年：3年次 学期：前期

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：1単位

担当教員名 機械知能工学研究系機械工学部門・  
宇宙工学部門教員**1. 概要**

本講義では、機械工学の基礎実験および機器実験のいくつかの代表的項目の実験を通して、工業の広い分野に応用されている基本原理、あるいは代表的機械の性能等について理解させる。また、操作方法などに習熟させることも目的としている。

**2. キーワード**

サイホン管、遠心ポンプ、圧力計測、力計測、推力測定、振動計測、制振、熱電対、熱伝導、熱交換器

**3. 到達目標**

基本的な実験の諸手段の習得。実験データの処理、結果の考察および報告書の書き方の修得。

**4. 授業計画**

1. 実験講義
2. サイホン管の流体抵抗測定実験
3. サイホン管の流体抵抗測定実験の考察
4. 遠心ポンプの性能試験
5. 遠心ポンプの性能試験の考察
6. 風洞実験
7. 風洞実験の考察
8. 宇宙用推進機の推力測定実験
9. 宇宙用推進機の推力測定実験の考察
10. 振動計測実験／制振実験
11. 振動計測実験／制振実験の考察
12. 热電対による温度測定と热伝導実験ならびに热交換器実験
13. 热電対による温度測定と热伝導実験ならびに热交換器実験の考察
14. 提出レポートのまとめ

**5. 評価の方法・基準**

実験中の態度(20%)、レポートの読みやすさ、理解度(40%)レポートの結果考察(40%)とし、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- (1) 実験講義は必ず受講すること。
- (2) レポート提出期限は厳守すること。
- (3) 実験内容によっては危険を伴うものがあるので、担当者の指示を厳守し、怪我等がないよう注意すること。
- (4) 事前に資料が配布されている実験課題の場合は、実験に参加する前に内容を把握しておくこと。また、実験終了後は速やかにその日の内容を振り返って理解・考察を深めること。

**7. 教科書・参考書**

独自に用意したテキストを配布・使用する。

**8. オフィスアワー**

各テーマの担当教員が別に指示する。

**制御数学演習**

Seminar of Basic Mathematics for Control Engineers

学年：2年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 相良 慎一

**1. 概要****●授業の背景**

制御工学を学んでいくためには、ラプラス変換、行列、 $z$ 変換といった数学を理解するとともに、制御工学の立場からそれらを活用できる力を修得する必要がある。

**●授業の目的**

本科目では、「制御数学」で講義されるラプラス変換と行列論および、連続時間系のラプラス変換に対応した離散時間系の $z$ 変換の理解を深めるための演習を通して、制御工学で必要となる数学知識の修得を目的とする。

**●授業の位置付け**

本科目では、並行して開講される「制御数学」で本科目の演習を行う。(関連する学習教育目標：B)

**2. キーワード**

連続時間系、ラプラス変換、微分方程式、行列、離散時間系、 $z$ 変換、差分方程式

**3. 到達目標**

- ① 簡単な機械システムや電気システムの数学モデル(微分方程式・差分方程式)を導出できる。
- ② 微分方程式で表現された線形システムの挙動を、ラプラス変換を用いて求めることができる。
- ③ 線形システムをベクトルと行列を用いた形式で表現できる。
- ④ ラプラス変換と $z$ 変換の関係を説明できる。
- ⑤ 微分方程式で表現された線形システムの離散時間表現(差分方程式)の挙動を求めることができる。

**4. 授業計画**

- 第1回 物理系の連続時間数学モデルの表現法（1）
- 第2回 物理系の連続時間数学モデルの表現法（2）
- 第3回 微分方程式のラプラス変換
- 第4回 部分分数展開と逆ラプラス変換
- 第5回 行列式・逆行列
- 第6回 固有値・行列のランク
- 第7回 行列の対角化
- 第8回 総合問題（1）
- 第9回 物理系の離散時間数学モデルの表現法（1）
- 第10回 物理系の数学モデルに対するラプラス変換と $z$ 変換の関係
- 第11回 差分方程式の $z$ 変換
- 第12回 ラプラス変換された物理系数学モデルの $z$ 変換
- 第13回 部分分数展開による逆 $z$ 変換
- 第14回 留数定理による逆 $z$ 変換
- 第15回 総合問題（2）

**5. 評価の方法・基準**

演習の結果（100%）で評価し、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1年次の数学科目的内容をよく理解していることが必要である。本科目は「制御数学」の演習科目であるので、並行して受講するとともに、教科書にある多くの演習問題を解くことによる予習復習が必要である。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

明石 一、今井弘之：制御工学演習（共立出版）501.9/A-36

**●参考書**

1) 「制御数学」の教科書・参考書

**8. オフィスアワー**

オフィスアワーは開講時に指示する。

連絡先 sagara@cntl.kyutech.ac.jp

**制御系解析演習**

Analysis of Control Systems Seminar

学年：2年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 田川 善彦

**1. 概要****●授業の背景**

制御系設計を行うためには、設計される制御系の各種解析法を用いなければならない。そのためには、制御すべき対象（制御対象）のモデリング、制御系の図的表現、制御系の各種応答および安定性解析等を理解する必要がある。

**●授業の目的**

本科目では、動的システムの特性表現およびその応答解析を通して、制御系解析の基本的手法を習得させることを目的とする。

**●授業の位置付け**

本科目は並行して開講される「制御系解析」の講義内容を理解するための演習科目である。(関連する学習教育目標：B)

**2. キーワード**

モデリング、ブロック線図、時間応答、周波数応答、ベクトル軌跡、ボード線図、安定解析

**3. 到達目標**

- ① フィードバック制御の概念に関する演習問題が解けたか。
- ② 線形系（重ね合わせの原理）に関する演習問題が解けたか。
- ③ 機械・電気系の動的な関係式を求めることができたか。
- ④ 線形化ができたか。
- ⑤ ブロック線図を描いたり、等価変換することができたか。
- ⑥ 時間応答と周波数応答を求めることができたか。
- ⑦ 系の安定性の判別ができたか。
- ⑧ フィードバックの効果を定量的に求めることができたか。
- ⑨ 過渡特性や定常特性を求めることができたか。

**4. 授業計画**

- 第1回 物理系のモデルリング（1）
- 第2回 物理系のモデルリング（2）
- 第3回 伝達関数
- 第4回 ブロック線図（1）
- 第5回 ブロック線図（2）
- 第6回 時間応答（1）
- 第7回 時間応答（2）
- 第8回 ベクトル軌跡（1）
- 第9回 ベクトル軌跡（2）
- 第10回 ベクトル軌跡（3）
- 第11回 ボード線図（1）
- 第12回 ボード線図（2）
- 第13回 安定期別法（1）
- 第14回 安定期別法（2）
- 第15回 試験

**5. 評価の方法・基準**

原則として、毎回の演習の結果で評価し、60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

本科目は並行して開講される「制御系解析」の講義内容を理解するための演習科目であるので「制御系解析」も受講すること。基本的にテキストの内容を自ら理解することを目的に演習を行うので、自主的に学ぶ態度が必要である。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

無し

**●参考書**

1) 「制御系解析」の教科書・参考書

2) 明石 一、今井弘之：制御工学演習（共立出版）501.9/A-36

**8. オフィスアワー**

開講時に指示する。勉強などの相談に応じる時間帯である。ただし課題の質問に対しては、どのようにアプローチしたかを必ず尋ねるので、十分に検討しておくこと。

## 制御系構成論Ⅰ演習 Control Systems Design I Seminar

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 江口 弘文

### 1. 概要

#### ●授業の背景

制御系設計では、まず対象のモデル化が重要である。種々の物理的・化学的法則による方法と本講義で説明する入出力関係よりもモデル化する方法がある。モデル化後、制御対象の安定性、応答特性を解析する。つぎに、望ましい制御系とは何かを数値的に表せる指標を考える。各種設計指標の設定後、制御方法を検討する。設計後の制御系に対し数値シミュレーションによる確認が必要となる。

#### ●授業の目的

「制御系構成論Ⅰ」で講義する内容がより深く理解できるように、具体的な問題を解く演習を行う。

#### ●授業の位置づけ

本講義は、2年後期の制御系解析等に続く科目である。それまでの講義では、種々の物理的・化学的法則によるモデル化手法を学んできた。本講義では、入出力関係よりもモデル化する方法を示す。モデル化後、制御対象の特性解析、望ましい制御系の各種設計指標の設定、制御則の設計を取り扱う。本講義では、対象の線形化モデルに対し制御系を設計する。3年後期の制御系構成論Ⅱでは、非線形系が取り扱われる。(関連する学習教育目標：B)

### 2. キーワード

伝達関数、時定数、定常偏差、内部モデル原理、ステップ応答、周波数応答、ボード線図、ナイキスト線図、安定余裕、根軌跡、状態変数、可制御性・可観測性、PID制御、状態フィードバック、オブザーバ

### 3. 到達目標

- 1) 2のキーワードで示される基本概念の理解とそれを制御系の特性解析において具体的に求められること。
- 2) ステップ応答、周波数応答の意味を理解し具体的に表現・適用できること。
- 3) フィードバックの概念が理解できていること。
- 4) 状態フィードバック系、オブザーバの構成ができること。

### 4. 授業計画

- 第1回 システムの時間応答とプラントの同定
- 第2回 システムの周波数応答
- 第3回 周波数応答とナイキスト線図、ボード線図
- 第4回 フィードバック制御系
- 第5回 フィードバック制御系の安定性
- 第6回 制御系設計の古典的手法（根軌跡法）
- 第7回 制御系設計の古典的手法（PID制御）
- 第8回 中間試験
- 第9回 状態空間法（状態と観測）
- 第10回 状態空間法（伝達関数と状態方程式）
- 第11回 システムの座標変換
- 第12回 システムの構造的性質（可制御性、可観測性）
- 第13回 状態方程式に基づく制御系設計
- 第14回 状態観測と制御
- 第15回 質疑応答

### 5. 評価の方法・基準

毎回の演習結果で評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- 1) 本演習科目が十分理解できるためには、「制御系解析」の科目を修得していることが望ましい。
- 2) 自ら数値シミュレーションを行えば、さらに理解が深まる。
- 3) 本演習科目は「制御系構成論Ⅰ」を補完するものであるから、「制御系構成論Ⅰ」の講義を履修すること。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書 「制御系解析」と同じ。

#### ●参考書

- 1) 明石一、今井弘之：制御工学演習（共立出版）501.9/A-36
- 2) 制御系構成論Ⅰの教科書

### 8. オフィスアワー

在室時は随時対応する。

## 制御系構成論Ⅱ演習

Seminar of Control Systems Design II

学年：3年次 学期：後期

単位区分：選択必修 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 大屋 勝敬

### 1. 概要

#### ●授業の背景

現在、最先端のコントローラ設計においては、そのほとんどが、リアブノフの安定論に基づいて設計されている。このリアブノフの安定論を理解し、その使い方を理解してもらうために準備された演習である。

#### ●授業の目的

リアブノフの安定論を用いた設計法を理解してもらうために、まず、必要となる数学的知識に関する演習を行う。その後、種々の制御系設計の演習を行う。

#### ●授業の位置付け

リアブノフ安定論では、ベクトルと行列からなるスカラー時間関数を考え、その時間微分を解析することにより安定性が判定される。このため、基礎知識として、行列論（固有値、足算、掛算、転置行列）、微分学が必要である。この内容は、2年次選択必修の工業数学において講義されている。また、リアブノフの安定論を用いた制御系設計では制御の基本的な考え方が必要である。すなわち、2年次選択必修の制御系解析、3年次選択必修の制御系構成論Ⅰを修得していることが望ましい。（関連する学習教育目標：A）

### 2. キーワード

リアブノフの安定論、制御系設計

### 3. 到達目標

①状態空間表現が導出できる。②行列の正定性が判定できる。③リアブノフの安定論が理解できた。④1次の微分方程式で記述される簡単なシステムに対し漸近安定なコントローラが設計できる。⑤2次の微分方程式で記述されるシステムの漸近安定化コントローラが設計できる。

### 4. 授業計画

以下に示す項目に関する演習を行い、毎週レポートを提出させる。

1. 2次系の状態空間表現法I
2. 2次形の状態空間表現法II
3. n次形の状態空間表現法
4. 2次形式表現と正定値関数
5. 正定行列・準正定行列
6. 正定行列の性質
7. リヤブノフ方程式
8. リッカチ方程式
9. リヤブノフの安定論
10. 線形系の漸近安定化設計I
11. 線形系の漸近安定化設計II
12. ある種の非線形系の漸近安定化設計
13. 線形系のロバスト安定化設計
14. 外乱抑制制御系の設計

### 5. 評価の方法・基準

毎週実施する演習の結果を用いて評価する。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

本講義を理解するために、2年次選択必修の工業数学、2年次選択必修の制御系解析、3年次選択必修の制御系構成論Ⅰを修得していることが望ましい。なお、本演習は制御系構成論Ⅱの内容の演習をおこなうので、制御系構成論Ⅱを合わせて履修すること。

うまく理解できない場合には、参考書を見てください。図書館の3階に学生用図書としておいてあります。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

無し

#### ●参考書

- 1) 「制御系解析」、「制御系構成論Ⅰ」で用いた教科書
- 2) 児玉慎三・須田信英：システム制御のためのマトリクス理論（計測自動制御学会）501.9/K-52
- 3) 鈴木隆：アダプティブコントロール、（コロナ社）501.9/S-204
- 4) J. L. サール・S. レフシェット：リヤブノフの方法による安定性理論（産業図書）410.8/S-18
- 5) 明石、今井 共著：制御工学演習、（共立出版）501.9/A-36

### 8. オフィスアワー

随時

**制御工学実験 I Control Engineering Laboratory I**

学年：2年次 学期：前期

単位区分：必修 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 石川 聖二・相良 慎一・金 亨燮・  
タン ジュークイ・西田 健**1. 概要****●背景**

知能制御工学コースに配属された学生が、今後学んでいく種々の講義内容を十分理解していくためには、実際の計測機器や制御方法の基本を知っておく必要がある。

**●目的**

計測と制御は車の両輪である。本実験では、制御する対象（制御対象）から信号を計測し、それに基づいて対象を制御するという計測・制御工学の基本概念を、実験を通して理解させる。具体的には、計測に関する実験による計測の基本原理の理解、また、簡単な制御実験による制御の基礎知識を修得することを目的とする。あわせて、工学における実験の方法や面接を通じたレポート（報告書）の書き方の基本を修得させることも目的とする。

**●位置付け**

本実験は、知能制御工学コースで学んでいく専門科目の理解を深めるための導入科目である。（関連する学習教育目標：B、D）

**2. キーワード**

計測、制御

**3. 到達目標**

計測の基本原理と基本的な制御の考え方を理解するとともに、各種実験方法並びにレポートの書き方を修得することを目標とする。

**4. 授業計画**

(実験項目は班により順番が異なる)

- 第1回 班分け。各実験内容及びレポートの書き方①
- 第2回 レポートの書き方②
- 第3回 角度・角速度の測定
- 第4回 面接（再面接）および追実験（再実験）
- 第5回 熱電対による温度測定
- 第6回 発光ダイオードとフォトダイオードの実験
- 第7回 面接（再面接）および追実験（再実験）
- 第8回 抵抗線歪計
- 第9回 A/D変換器の基礎特性
- 第10回 面接（再面接）および追実験（再実験）
- 第11回 水槽系フィードバック制御験、および制御実験の見学
- 第12回 振り子の振れ止め制御
- 第13回 面接（再面接）および追実験（再実験）
- 第14回 再面接および追実験（再実験）
- 第15回 再面接および追実験（再実験）

**5. 評価の方法・基準**

各実験終了から1週間後にレポートを提出させ、面接を行う。面接でレポートの加筆・修正を求められた場合は、1週間以内にレポートを再提出させる。全実験に対するレポートの内容及び提出状況、面接の質疑応答により総合評価を行う。60点以上を合格とする。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

- (1) 全てのレポートが受理されないと総合評価を行わないもので、十分注意すること。
- (2) レポート提出期限は厳守すること。
- (3) 面接では、文書表現、図・表の書き方も評価の対象となるので、実験レポートの書き方についても文献などを読んで理解しておくこと。
- (4) 安全の手引きをよく読んで実験に望むこと。また、担当者・技術職員の指示を厳守し、けがなどがないように注意すること。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

制御工学実験 I 実験書

**●参考書**

元岡 達：現代電気電子工学の基礎実験（オーム社）541.5/M-10

**8. オフィスアワー**

石川：毎週金曜日 4 時限。  
相良：開講時に指示する。  
金：毎週金曜日 5 時限。  
タン：開講時に指示する。  
西田：開講時に指示する。

**制御工学実験 II Control Engineering Laboratory II**

学年：3年次 学期：前期 単位区分：必修 知能制御工学コース

単位数：1単位

担当教員名 田川 善彦・黒木 秀一・西田 健・  
タン ジュークイ**1. 概要****●授業の背景**

制御工学においては、機械的および電気的な機器や装置などの原理や性能を把握し、それらの対象から得られる物理量を計測して制御する能力が求められる。さらに、実験を行い、結果を考察し、報告書を書く能力も重要である。本実験はこのような基礎能力を習得させる必要性があることを背景としている。

**●授業の目的**

制御工学において重要な制御対象の同定手法を、実験を通じて習得させる。また、簡単な制御系の構成方法について理解させる。

**●授業の位置付け**

第2年次までの機械・電気系および計測・制御系の必修科目および選択必修科目を履修していることが望ましい。（関連する学習教育目標：B、D）

**2. キーワード**

制御実験、制御系の同定、アナログ制御、デジタル制御、シーケンス制御

**3. 到達目標**

- ① 実験書の正しい書き方を身につける。
- ② サーボ系の同定手法を習得する。
- ③ プロセス系の同定手法を習得する。
- ④ 基本的な制御系を構成できる。
- ⑤ 論理回路を理解する。
- ⑥ 簡単な電子回路を制作する。

**4. 授業計画**

第1週目に各実験内容およびレポートの書き方について講義を行う。第2週目から約10班に別れ各実験を行う。各実験では1週間に実験を行い2週目にレポートを提出する。その後、数週にわたり内容に関する質問、あるいは加筆・修正箇所の指示を行う。実験項目は班により順番が異なる。

第1回 班分け。各実験内容及びレポートの書き方に関する講義

第2回 直流モータのモデリング

第3回 サーボモータのステップ同定

第4回 面接と再実験

第5回 サーボモータの周波数同定

第6回 サーボモータの制御

第7回 面接と再実験

第8回 レベル系の同定

第9回 論理回路

第10回 面接と再実験

第11回 8 LEDコントローラによる2進数表示回路の製作

第12回 8 LEDコントローラによる2進数表示回路の製作

第13回 8 LEDコントローラによる2進数表示回路の製作

第14回 8 LEDコントローラによる2進数表示回路の製作

第15回 面接と再実験

**5. 評価の方法・基準**

制御実験については、各実験終了から1週間後にレポート提出させ、面接を行い、レポート内容および面接の質疑応答により評価を行う。また、面接でレポートの加筆・修正を求められた場合は、1週間以内にレポートを再提出させる。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. すべての実験および面接をすべて終了しなければ未履修とするので十分注意すること。
2. 面接では、文章表現、図・表の書き方も評価の対象となるので、実験レポートの書き方についても文献などを読んで理解しておくこと。

**7. 教科書・参考書****●教科書**

1) 制御工学実験 II・III実験書

2) 中島利勝、塚本真也：知的な科学・技術文章の書き方（コロナ社）407/N-16

**●参考書**

機械・制御・計測・情報・電子関係図書（実験書を参照のこと）

**8. オフィスアワー**

別途、指示する。

## 制御工学実験III Control Engineering Laboratory III

学年：3年次 学期：後期 単位区分：必修 知能制御工学コース  
単位数：1単位  
担当教員名 坂本 哲三・大屋 勝敬・タン ジューケイ・  
西田 健

### 1. 概要

#### ●授業の背景

制御対象の性質、制御要求に対して適切な制御系を設計するためには、制御理論を十分に理解するとともに、それらを実践するための手法や手順を習得することが重要である。特に本実験で扱うサーボ系やプロセス系は工業プラントにおける代表的な制御対象であり、これらに対するシステム同定、調整系パラメータ設計、制御性能評価という一連の制御系設計過程を実践的に経験することは重要である。

#### ●授業の目的

本実験では、第3年次前期までに修得した制御に関する知識を基に制御系設計とその実験を行う。本実験では、三種類の制御対象について以下の手順で実験を行う：①システム同定実験により精度良く対象をモデル化する、②コントローラの設計を行い、その制御性能について予測と検討を行う、③設計したコントローラを用いて制御実験を行い、制御実験結果を検証する。この実験を通じて具体的な制御系の構成法、設計法を学ぶことができ、また制御工学に関する知識の整理、理解することができる。

#### ●授業の位置付け

知能制御工学コースの第3年次までに用意された計測・制御系の必修科目および選択必修科目を履修していることが望ましい。(関連する学習教育目標：B、D)

### 2. キーワード

システム同定、閉ループ制御系設計、開ループ制御系設計

### 3. 到達目標

- ① 具体的な制御系の設計のために必要なシステム同定手法を習得する。
- ② 閉ループ制御系の設計方法を、実験を通して理解する。
- ③ 開ループ制御系の設計方法を実験を通して理解する。
- ④ 実験報告書の書き方を習得する。

### 4. 授業計画

第1週目から約10班に別れ、以下の実験項目（A）あるいは実験項目（B）の各実験を行う。各実験では1週目に制御対象の同定実験を行い、2週目に実験データの整理ならびに制御系の理論的な設計を行う。そして3週目に制御実験を行い、4週目にレポートを提出する。その後、数週にわたり内容に関する質問、あるいは加筆・修正箇所の指示を行う。

#### 実験項目（A）

- (1) 温度制御
- (2) DCサーボモータの制御
- (3) レベル制御（最短時間制御）

#### 実験項目（B）

- (1) レベル制御（PI制御）
- (2) 台車の位置制御
- (3) 熱伝導プロセス制御

### 5. 評価の方法・基準

全実験に対するレポートの内容を総合的に判断する。最終週に実験内容についてのプレゼンテーションを行わせ、これも評価の対象とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

1. 3項目の実験および面接をすべて終了しなければ未履修とするので十分注意すること。
2. 実験の理解を深めるため、各実験前に関連する文献を読しておくこと。
3. 各種の制御手法を用いるため、第3学年前期までの制御関係の講義・演習・実験を履修していることが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

- 1) 制御工学実験II・III実験書
- 2) 中島利勝、塚本真也：知的な科学・技術文章の書き方（コロナ社）407/N-16

#### ●参考書

第3年次前期までの知能制御工学関係の講義などで用いた教科書

### 8. オフィスアワー

別途、指示する。

## 知能制御実験 Intelligent Control Laboratory

学年：4年次 学期：前期 単位区分：必修 知能制御工学コース  
単位数：1単位  
担当教員名 知能制御工学部門の全教員

### 1. 概要

#### ●授業の背景

3年間学んだ各種授業での基礎知識を総合的に組み合わせ、ハードウェアとソフトウェアの両面から、モノ作りを通じた制御手法を学ぶ必要がある。

#### ●授業の目的

高度な制御方式を実装したロボットカーを製作し、各種センサを利用した障害物回避や目的地まで完走させるための制御手法を開発する。そのため、設計能力、製作技術、ソフトウェアの開発能力、競技会に向けた協調性を通して、工学系のより深い知識を修得する。

#### ●授業の位置付け

知能制御実験では、各種のセンサを含むハードウェア、ソフトウェアの基礎知識を総合的に利用するため、電気回路、制御手法、C言語によるプログラム知識などが必要である。

### 2. キーワード

センサ、自律走行ロボカー

### 3. 到達目標

5名から6名で構成されるチームによるロボットカーの製作、アルゴリズムの策定を行い、最適な制御手法を実装する。

### 4. 授業計画

- |      |                           |
|------|---------------------------|
| 第1回  | ロボカーレースの概略（テーマの提示、グループ分け） |
| 第2回  | 概念設計                      |
| 第3回  | ロボカーの製作                   |
| 第4回  | 戦略の策定                     |
| 第5回  | 中間報告（1回目レポート）             |
| 第6回  | 解析、設計、および実験               |
| 第7回  | 解析、設計、および実験               |
| 第8回  | 解析、設計、および実験               |
| 第9回  | 解析、設計、および実験               |
| 第10回 | 中間報告（2回目レポート）             |
| 第11回 | 解析、設計、および実験               |
| 第12回 | 解析、設計、および実験               |
| 第13回 | 解析、設計、および実験               |
| 第14回 | 解析、設計、および実験               |
| 第15回 | 競技会                       |

### 5. 評価の方法・基準

各中間報告会におけるプレゼンテーション・レポートの結果(20%)や競技会の成績・最終発表(80%)で評価する。  
60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

特になし

### 7. 教科書・参考書

#### ●教科書

なし

#### ●参考書

なし

### 8. オフィスアワー

**卒業研究 Undergraduate Research**

学年：4年次 学期：通年 単位区分：必修 知能制御工学コース  
単位数：5単位

担当教員名 知能制御工学部門の全教員

**1. 概要****●授業の背景**

大学での学業生活を終えるには、大学で習得したさまざまな知識を総合的に理解し、それを具体的問題に応用し解決する能力を身につける必要がある。また将来の制御技術者として、技術者倫理を含め、社会とのかかわりを常に考える意識を身に付ける必要がある。

**●授業の目的と方法**

卒業研究課題に取り組むことによって、大学で修得した知識を具体的問題に適用し、それを解決する能力を養う。また、技術者としての社会への意識や倫理観を身につける。

これらの能力・資質を養成するため、受講生は各教員の研究室に入り、研究課題を決めてその解決に取り組む。この過程で、研究課題と社会とのかかわりや技術者としての倫理観を学ぶ。最後に成果を卒業論文としてまとめ、プレゼンテーションによって審査を受ける。

学習・教育目標 A、B、C、D

**●授業の位置付け**

卒業研究を行うことにより、大学で学習した他の授業科目とあわせて機械知能工学科知能制御工学コースの学習・教育目標を達成し、新進の制御技術者として、また「技術に堪能なる士君子」として社会に出て行くことになる。そのための総仕上げの授業科目である。

**2. キーワード**

① 各学問（制御工学、計測工学、ロボット工学、メカトロニクス、情報処理）の内一つ以上の学問に対する理解を深めた。

**3. 到達目標**

- (1) 文献の批判的講読法を身に付ける。
- (2) 方法的あるいは分野的新規性（他の研究との差別化）を常に意識する態度を身に付ける。
- (3) アイデアを発想する能力を身に付ける。
- (4) 課題を多面的にとらえ、ねばり強く研究を遂行する能力を身に付ける。
- (5) 卒業研究をまとめ論文を書く能力、およびプレゼンテーションを行う能力を身に付ける。
- (6) 社会とのかかわりを意識する、技術者としての倫理観を身に付ける。

**4. 授業計画**

卒業研究は、制御教室の各教員が担当する。

第1部 卒業研究課題に関する学習

第2部 卒業研究の遂行

第3部 卒業論文の作成

第4部 プrezentation

第5部 卒業研究の総合評価

**5. 評価の方法・基準**

全期間に渡る卒業研究への取組の姿勢、卒業論文の内容、プレゼンテーションの内容と方法、質疑応答等を総合的に評価する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

卒業研究は積極的かつ主体的に取り組むことが重要である。そのためには、指導教員が指示する書籍・文献またインターネット等を利用して、卒業研究テーマに関連する分野について積極的に知識を得ることが必要である。なお、英語論文を講読する場合があるので、英語力を十分身につけておくこと。

**7. 教科書・参考書**

卒業研究テーマごとに指示する。

**8. オフィスアワー**

指導教員ごとに指示する。

**卒業研究 Undergraduate Research**

学年：4年次 学期：通年

単位区分：必修 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：5単位

担当教員名 機械知能工学研究系機械工学部門・  
宇宙工学部門教員

**1. 概要**

機械工学は、基礎科学を機械設計や工業生産に応用して生産力を向上させる応用的科学技術の一つである。そこで卒業研究では、これまでに修得した機械工学関連学科の知識を基礎に、産業界の諸問題に基づく研究課題に取り組むことで、専門的な分野での応用技術の修得と研究・開発能力の育成を図る。さらに、異なる分野の知識を考え合わせることで思考範囲を広げ、研究計画を立案・遂行して、その結果を論文としてまとめて発表を行う訓練を行うことで、問題発見・解決能力を育成するとともに、自らの技術成果について第三者に的確に説明・伝達できる能力を養う。

**2. キーワード**

各テーマによって異なる

**3. 到達目標**

各研究のテーマにおける具体的な到達目標は各指導教員の指示に従うこと。卒業研究ならびに卒業までに履修した各科目の学習を通して、以下に示す九州工業大学工学部機械知能工学科の掲げる学習教育目標を満足する実力を養うこと。

- A. 自然・人文科学の知識を機械工学に応用することで問題の発見と解決能力を育成すること。
- B. 機械システムを創造する上での企画・発想能力を育成すること。
- C. 社会のニーズを認識して機械工学の社会への貢献を考える能力を育成すること。
- D. 機械工学の実践が社会に及ぼす影響と結果について責任をもつ能力を育成すること。
- E. 「ものづくり」を担う専門家として産業界のニーズに応える能力を育成すること。
- F. 國際的な視点をもち、機械工学のグローバルな展開・応用が可能な能力を育成すること。

**4. 授業計画**

学生が各指導教員と相談の上、研究計画を立案・遂行する。

主な事項は次の通り（研究内容によって異なる場合もある）

- 1 研究法案（方法、機器、日程、分担）の策定
- 2 書籍、学協会誌、便覧などの工学資料、関連情報の調査
- 3 海外文献の検索、収集、翻訳、読解
- 4 国内外の規格類調査
- 5 課題に関する社会的背景、ニーズ、研究動向などの調整
- 6 実験システム構築（機器準備・製作、配線、調査）
- 7 数値解析、シミュレーション
- 8 実験プログラミング作成
- 9 計測、評価システム構築
- 10 実験データの解析と・評価・考察
- 11 問題点・課題の抽出と対策の立案・実施
- 12 実験成果の取り纏めとディスカッション
- 13 研究成果発表資料の作成
- 14 研究成果の口頭発表
- 15 研究の総括および卒業研究論文の作成

**5. 評価の方法・基準**

論文の提出および発表を行なうことは必修条件である。両者とも達成された者に対して下記のように評価を行う。

研究の実施状況と中間発表（60%）、論文（20%）、発表（20%）。所定の項目評価表に従って評価し、60点以上を合格する。

**6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等**

1. 将来有用性のある企画を提案できる素養を身に着けるため、研究や発表などにおいて方法や手順などを自ら積極的に計画す

ること。

2. 研究課題の意義や目的の理解と共に、研究を行なう上で基礎となるこれまでの国内外の関連する研究の状況を把握すること。
3. 解決上の問題点の発見を心がけ、対処について考察し、指導教員とも適宜相談することによって、研究を進展させること。
4. 中間発表やならびに最終の研究発表を通して、自らの技術成果について第三者に的確に説明・伝達できる能力を養うこと。
5. 数値による定量化と図式による視覚化方法を習得し、適正な日本語の文法・表現による記述を行う訓練を行うこと。
6. 研究課題に関する社会的背景、成果が工業生産に及ぼす効果についても考察し、研究が社会の要求に貢献する意識を育成すること。
7. 情報・通信機器によるプライバシーや著作権侵害、研究に伴う騒音・汚染の防止などに常に留意して工学倫理的素養の獲得と実践に努めること。
8. 問題解決能力を養うため、数学の応用による現象の定量的把握、論理的な表現・表記、演繹的・帰納的な思考の習慣を獲得すること。

## 7. 教科書・参考書

研究の基礎となる教科書・参考書・学術論文に関しては各指導教員の指示に従うこと。

## 8. オフィスアワー

各指導教員の指示に従うこと。

## 学外工場実習 Internship

学年：3年次 学期：前期

単位区分：選択 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：1単位

担当教員名 高藤 和樹

### 1. 概要

機械工学と関わる企業に出向き、授業で習得したことを企業の現場で直接経験し、実践することにより学習効果を高め、以後の勉学への取り組み方や進路の選択に役立たせる。

### 2. キーワード

学外実習、企業、実務、体験

### 3. 到達目標

授業で学んだことを企業現場で直接経験し、実践することにより学習効果を高める。

### 4. 授業計画

夏休み期間中2週間程度、自動車、工作機械、造船、重工業、電機など機械工学と関わる企業に出向き、実習先から与えられたテーマについて実務経験をつませる。なお、5月に学外工場実習の参加希望者の募集に関する掲示をする。

### 5. 評価の方法・基準

実習後に提出するレポートに基づき評価する。60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- (1) 本人の希望を優先して受入先を決定するが、受入先と希望者の条件が合致しない場合がある。
- (2) 実習参加者はインターンシップ賠償保険に必ず加入すること。
- (3) 実習依頼後の辞退は慎むこと。万一辞退しなければならなくなった場合は、速やかに担当教員に連絡すること。
- (4) 実習は大学の依頼を受けて、企業側の好意で実施していることを忘れないこと。

### 7. 教科書・参考書

なし

### 8. オフィスアワー

日時を機械事務室の横の掲示板に掲示する。

連絡先（Eメールアドレス）takafuji@mech.kyutech.ac.jp

## 学外見学実習 Internship II

学年：3年次 学期：前期・後期

単位区分：選択 機械工学コース・宇宙工学コース

単位数：1単位

担当教員名 学年担当教員

### 1. 概要

機械工学と関わる企業の工場を見学して学習効果を高めるとともに、以後の勉学への取り組み方や進路の選択に役立てる。

### 2. キーワード

企業、生産現場、製造プロセス、見学

### 3. 到達目標

1. 見学を通して学んだことを今後の学習に活かし、勉学の目的意識を高める。
2. 様々な企業を見学することによって、卒業後の進路決定のための情報を得る。

### 4. 授業計画

前期あるいは後期の適当な時期に自動車、工作機械、造船、重工、電機などの機械工学と関連のある企業に出向き、実際の現場を見学する。

### 5. 評価の方法・基準

見学時の態度や見学内容についてのレポートに基づき評価する。

60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

- (1) 団体で行動するので時間厳守すること。
- (2) 見学先で勝手な行動を取らないこと。
- (3) 見学は、大学の依頼を受けて、企業側の好意で実施していることを忘れないこと。
- (4) 事前に見学先の事業内容や技術的なトピックスを調査しておくことが望ましい。

### 7. 教科書・参考書

なし

### 8. オフィスアワー

日時を機械事務室の横の掲示板に掲示する。

## 学外見学実習 Internship II

学年：3年次 学期：前期・後期

単位区分：選択 知能制御工学コース 単位数：1単位

担当教員名 知能制御工学部門の教員

### 1. 概要

知能制御工学と関連する企業における実習(インターンシップ)や見学を通して、学習効果をより高めるとともに、以後の勉学への取り組み方や進路の選択に役立てる。

### 2. キーワード

企業、生産現場、製造プロセス、実習、見学

### 3. 到達目標

1. 実習・見学を通して学んだことを今後の勉学に活かし、勉学の目的意識を高める。
2. 様々な企業を見学することによって、卒業後の進路決定のための情報を得る。

### 4. 授業計画

前期あるいは後期の適当な時期に知能制御工学と関連する企業に行き、現場において実習を体験したり、生産工程等を見学する。なお、実習と見学はそれぞれ異なる時期に行われ、実習および見学を行った場合に単位認定の対象となる。

### 5. 評価の方法・基準

実習・見学時の態度や終了後のレポートに基づき評価する。  
60点以上を合格とする。

### 6. 履修上の注意事項、授業時間外における学習等

実習や見学が充実した内容となるためには、その企業の製品や特色について、インターネット等で事前に十分調べておくことが必要である。

### 7. 教科書・参考書

なし

### 8. オフィスアワー

制御事務室で適宜指示を受けること。