

2020 年度

# 情報科学類シラバス

この冊子の内容は、オンラインでも閲覧可能です。

<http://www.coins.tsukuba.ac.jp/syllabus/>

掲載内容に関しては、履修要覧・開設授業科目一覧を確認して下さい。

各授業の教室番号は、開設授業科目一覧で確認して下さい。

2020 年 4 月

筑波大学 情報科学類

# 情報科学類 2020年度 3・4年次 時間割

			1時限	2時限	3時限	4時限	5時限	6時限
月曜	春学期	A・B				体育	情報可視化	
			機械学習					
		C					システム数理III	
	秋学期	A・B	情報線形代数			体育		
					分散システム		○オペレーティングシステムI	
							音声聴覚情報処理 (秋Aのみ)	
		C						
火曜	春学期	A・B			プログラミングチャレンジ			
			○計算機アーキテクチャ				並列処理 アーキテク チャI	
					○信号処理概 論			
							オートマトンと形式言語	
		C						
	秋学期	A・B			○人工知能		インタラクティブCG	
					ソフトウェア工学		VLSI工学	
							画像メディア工学	
		C						
水曜	春学期	A・B			主専攻実験A (情報システム, ソフトウェアサイエンス, 知能情報メディア)		○コンピュータネットワーク	
			システムプログラム					
			信号解析					
		C					プログラム理論	
	秋学期	A・B	数理メディア情報学		主専攻実験B (情報システム, ソフトウェアサイエンス, 知能情報メディア)		Mathematics for Computer Science	
				並列処理 アーキテク チャII				
			解析学II (再履修者用)					
		C					オペレーティングシステムII (※1単位)	
木曜	春学期	A・B	教科指導法				教科指導法	
					システム数理II (春Bのみ)		デジタルクリエイティブ 基礎 (春Bのみ)	
			○データベース概論I				電子回路	
					画像認識工学		○ヒューマンインタフェース	
		C	教科指導法			自然言語処理(※1単位)		
		A・	教科指導法					
			情報検索概論				教科指導法	

金曜	秋学期	B	視覚情報科学	○パターン認識		
	春学期	C	教科指導法			
	秋学期	A・B	解析学Ⅲ(再履修者用)			主専攻実験A(情報システム, ソフトウェアサイエンス, 知能情報メディア)
			○情報セキュリティ			
	秋学期	C				主専攻実験B(情報システム, ソフトウェアサイエンス, 知能情報メディア)
			○数理アルゴリズムとシミュレーション		人工生命概論	
			プログラム言語処理	データベース概論Ⅱ	ディジタル信号処理	
					オペレーティングシステムⅡ(※1単位)	

- 春C、秋Cモジュールの授業は上記の時間割枠のうち単位数(※)に相当するコマ数を使用する(標準では1単位=10コマ+試験)。上記の時間帯のうち一部分のみを使う授業について、詳細な時間割は授業の初回に連絡する。

● 集中

- 情報特別演習Ⅱ(3年次)
- 専門語学A・B
- 卒業研究A・B(4年次)
- 特別研究A・B
- 情報科学特別講義E
- インターンシップⅠ・Ⅱ
- プログラム言語論Ⅰ

凡例	
固定時間割科目	共通科目のうち情報科学類向けクラス指定のある科目
必修科目	情報科学類開設科目のうちの必修科目
選択科目	
教職科目	
ソフトウェアサイエンス	ソフトウェアサイエンス主専攻の科目
情報システム	情報システム主専攻の科目
知能情報メディア	知能情報メディア主専攻の科目

# 情報科学類 2020年度 計算機室 時間割

## 春学期ABモジュール

曜日	教室	1時限	2時限	3時限	4時限	5時限	6時限
月曜	3C113			<a href="#">コンピュータとプログラミング</a>		情報リテラシー（演習）	
	3C205						
	3C206						
火曜	3C113			<a href="#">数値計算法</a>	<a href="#">プログラミング チャレンジ</a>		
	3C205						
	3C206						
水曜	3C113	<a href="#">システムプログラム</a>		主専攻実験A ( <a href="#">情報システム</a> , <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> , <a href="#">知能情報メディア</a> )			
	3C205						
	3C206						
木曜	3C113		フレッシュマン セミナー (クラス: <a href="#">1</a> , <a href="#">2</a> , <a href="#">3</a> , <a href="#">4</a> )			<a href="#">ヒューマンインタフェース</a>	
	3C205			<a href="#">画像認識工学</a>			
	3C206						
金曜	3C113	<a href="#">論理と形式化</a>		<a href="#">コンピュータグラフィックス基礎</a>		主専攻実験A ( <a href="#">情報システム</a> , <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> , <a href="#">知能情報メディア</a> )	
	3C205						
	3C206						

## 春学期Cモジュール

曜日	教室	1時限	2時限	3時限	4時限	5時限	6時限
月曜	3C113			<a href="#">コンピュータとプログラミング</a>			
	3C205						
	3C206						
火曜	3C113						
	3C205						
	3C206						
水曜	3C113			主専攻実験A ( <a href="#">情報システム</a> , <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> , <a href="#">知能情報メディア</a> )			
	3C205						
	3C206						
木曜	3C113				<a href="#">自然言語処理</a>		
	3C205			情報システム特別講義C			
	3C206						
金曜	3C113					主専攻実験A ( <a href="#">情報システム</a> , <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> , <a href="#">知能情報メディア</a> )	
	3C205						
	3C206						

## 秋学期ABモジュール

曜日	教室	1時限	2時限	3時限	4時限	5時限	6時限

月曜	3C113			データ構造とアルゴリズム実験 ( <a href="#">1・2クラス</a> 、 <a href="#">3・4クラス</a> )		データサイエンス	
	3C205						
	3C206			<a href="#">データ工学特論I</a> *			
火曜	3C113	<a href="#">論理回路実験</a>			<a href="#">システム制御概論</a>		
	3C205						
	3C206					<a href="#">インタラクティブCG</a>	
水曜	3C113			主専攻実験B ( <a href="#">情報システム</a> 、 <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> 、 <a href="#">知能情報メディア</a> )			
	3C205						
	3C206						
木曜	3C113					<a href="#">プログラミング入門</a>	
	3C205					<a href="#">統計学</a>	
	3C206						
金曜	3C113	<a href="#">数理アルゴリズムとシミュレーション</a>		<a href="#">データベース概論II</a>		主専攻実験B ( <a href="#">情報システム</a> 、 <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> 、 <a href="#">知能情報メディア</a> )	
	3C205	<a href="#">プログラム言語処理</a>					
	3C206						

\*CS専攻授業

## 秋学期Cモジュール

曜日	教室	1時限	2時限	3時限	4時限	5時限	6時限
月曜	3C113			データ構造とアルゴリズム実験 ( <a href="#">1・2クラス</a> 、 <a href="#">3・4クラス</a> )			
	3C205						
	3C206						
火曜	3C113						
	3C205						
	3C206						
水曜	3C113	<a href="#">オブジェクト指向プログラミング</a>		主専攻実験B ( <a href="#">情報システム</a> 、 <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> 、 <a href="#">知能情報メディア</a> )			
	3C205						
	3C206						
木曜	3C113	<a href="#">シミュレーション物理</a>		<a href="#">オブジェクト指向プログラミング</a>		<a href="#">プログラミング入門</a>	
	3C205						
	3C206						
金曜	3C113					主専攻実験B ( <a href="#">情報システム</a> 、 <a href="#">ソフトウェアサイエンス</a> 、 <a href="#">知能情報メディア</a> )	
	3C205						
	3C206						



## GB13106 論理システム実験

1.5 単位, 3・4 年次, 秋AB 集中  
富安 洋史, 山口 佳樹

### 授業概要

実験を通してハードウェア記述言語を用いた実用的な論理回路システムの設計について学ぶ。実験では、各自1式ずつの試作システム(FPGA を実装した回路基板+ステレオカメラモジュール)を利用し、画像処理システムにおける回路設計から実機動作までを通して一貫した知識・経験の習得を目指す。

### 備考

### 授業形態

演習及び実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力

### 授業の到達目標(学修成果)

実機を用いた設計/実装を通して、これまでに学んだ論理回路をシステムとして設計/実装する手法を学ぶ。題材である画像処理システムにはカウンタ・バス制御・メモリ制御・論理演算・数値演算などが含まれ、これまでに学習してきた知識を利用してシステムを自力で設計することが求められる課題となっている。与えられた仕様を確認し、ハードウェア記述言語を用いて設計/シミュレーション/実装/動作確認までを行う。以上により、論理回路の系統的設計法を習得すると同時に、実用システムの設計から動作確認までを全て独力でやり、各個人の論理回路に関する一貫した知識・スキルを深め習得することが目標である。

### キーワード

論理回路, 論理システム, 組み込みシステム, 画像処理, ハードウェア設計

### 授業計画

- 第1-2週 ガイダンス、FPGA/CAD ツールの使い方、電子工作など
- 第3-5週 ストップウォッチの設計と実装、論理回路の復習、出力回路の調整など
- 第6-8週 動画画像処理回路の設計と実装、フィルタの実装、並列処理による高速化など
- 第9-10週 自由課題(フィルタ、認識処理などを自由に設計・実装する。)

### 履修条件

情報科学類開設科目:「論理回路」および「論理回路実験」を修得していること。また「論理システム」を修得していることが望ましい。

### 成績評価方法

成績は出席状況・実験結果・レポートによって評価する。第10週の自由課題が終了し、製作したシステムが仕様通りに動作することを立会い検査によって確認した上で、実験の終了とみなす。単位の修得には以下の要素が必須である(どれか一つが欠けても単位の修得はできない)。

- ・十分な出席
- ・立会い検査を含めた実験の完了
- ・期限内でのレポート提出
- ・機材の返却

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

実験期間中、本授業で使用する以下の実験機材は学生に貸与される。

1. 論理システム実験用テキスト(平成26年度版, Webよりダウンロード可能)
2. Xilinx社:ISE Design Suite System Edition
3. Digilent社:Atlys™ Spartan-6 FPGA Development Board
4. Digilent社:VmodCAM - Stereo Camera Module
5. Digilent社:VHDCI Male-to-Male Cable

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

富安 洋史

山口 佳樹 [yoshiki@cs.tsukuba.ac.jp](mailto:yoshiki@cs.tsukuba.ac.jp) <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~yoshiki/>

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

[http://darwin.lila.cs.tsukuba.ac.jp/logic\\_system/](http://darwin.lila.cs.tsukuba.ac.jp/logic_system/)

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB13322 情報特別演習II

2.0 単位, 3 年次, 通年 随時

山田,海野,庄野 他

### 授業概要

受講生の自主的なテーマ設定および解法設計を重視した演習を行う。発案力,実現力,表現力を養うことを目的とする。

### 備考

情報科学類生に限る。

### 授業形態

演習

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 1. コミュニケーション能力
- 2. 批判的・創造的思考力
- 6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
- 6. 実践的技術力と問題解決能力

### 授業の到達目標(学修成果)

1. 自分の興味や能力に応じて適切な演習テーマを決定できること。
2. アドバイザ教員と打ち合わせを行いながら自力で演習を完成させること。
3. 的確なプレゼンテーションが行えること。

### キーワード

### 授業計画

- 4～5月 演習テーマとアドバイザ教員の決定:4月の説明会の後,様々な教員を訪問し演習テーマとアドバイザ教員を決定する。
- 6～12月 演習実施:アドバイザ教員と打ち合わせを行いながら演習を実施する。
- 7月 中間発表会:演習テーマの概要について,レポートを提出し中間発表会において報告する。
- 12月 最終発表会:公開発表会において,各自が10分程度で演習結果を発表する。
- 1月 レポート提出:演習結果をまとめたレポートを提出する。

### 履修条件

情報科学類生に限る。

テーマの決定方法について:

- 4～5月にかけて様々な教員を訪問し演習テーマとアドバイザ教員を決定するが,決定にあたって以下に注意すること。
- ・ 事前にアドバイザ教員を訪問しない学生の履修は認めない。
  - ・ 1つのテーマを複数の学生がグループを作って分担してもよい。
  - ・ テーマとしてはプログラムを作ることに限定しない.例えば,ソースコードの解説や文献調査も認められる。

演習テーマの例:

サーバ構築とネットワーク管理

OpenTypeフォントの構造とレンダリング

Webアプリケーションに対する脆弱性スキャナの研究開発

Chinese Language Auditory BCI Speller (中国語入力のための聴覚BCIスペル)

高次局所自己相関特徴を利用した印象語によるマルチメディアの検索

2次元物理シュミレータの開発

MIDI デバイスなどによるソフトウェアの制御を簡略化するためのライブラリの開発

マイコンを用いたスマートウォッチ制作

Haskellを用いたAPL風言語の処理系実装

Web UIを備えた脆弱性解析のためのHTTP Proxyの実装

FPGAで作る自動演奏機械

XBeeを用いた通信機能付きセンサーモジュールによる畑のセンシング

株価の変動とTwitterにおける評判の相関分析



JavaによるGUI囲碁アプリケーションの作製  
Railsを利用したWebアプリケーション「やる夫板エクスプレス」の開発  
密行列におけるガウス消去法とLU分解による連立方程式ソルバーの並列実装  
例外処理を追加したLua処理系の実装  
密行列のブロックLU分解の実装と性能評価  
luaでのカードゲームのAIスクリプト作成  
Pythonによる混合ガウス分布を用いた多対多統計的声質変換の実装  
影による物体の認識変容  
数値計算用プログラミング言語の開発  
Scheme Source-Code Optimizerの実装

#### 成績評価方法

中間発表会における発表(20%),最終発表会における発表(30%)とレポート(50%)を総合して評価する。

#### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

##### 教材・参考文献・配付資料等

講義のWebページ  
<http://www.coins.tsukuba.ac.jp/special-seminar/>

##### オフィスアワー等(連絡先含む)

電子メールにて予約  
  
山田 武志 <http://www.mmlab.cs.tsukuba.ac.jp/~takeshi/>  
庄野 和宏  
海野 広志

##### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

##### 他の授業科目との関連

##### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB13604 Mathematics for Computer Science

2.0 単位, 3 年次, 秋AB 水5,6

アランニヤ, クラウス, 叶 秀彩

### 授業概要

The course provides an introduction to elementary concepts of mathematics for computer science. Topics include: formal logic notation, induction, sets and relations, permutations and combinations, counting principles, discrete probability.

### 備考

英語で授業。

### 授業形態

講義及び演習

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 1. コミュニケーション能力
- ・専門コンピテンス
- 1. 情報科学を支える基礎知識
- 5. グローバルな視野とコミュニケーション能力

### 授業の到達目標(学修成果)

The goal of this course is to provide the students a wide groundwork of mathematical concepts that are useful to understand various theories in computer science. In particular, this course focus on teaching students how to prove different theorems in different mathematical fields, and how these mathematical fields relate to computer sciences.

### キーワード

英語講義, 数論, グラフ論, 統計, 証明方法

### 授業計画

- 第1回 What is a proof? Proof Methods (Proof by Contradiction, Proof by Cases). The well ordering principle. Propositions, Logic and Quantifiers.
- 第2回 Sets and Proofs. Induction. Relations and Functions. State Machines.
- 第3回 Number Theory. GCD. Primality. Euler's Theorem. RSA Algorithm.
- 第4回 Graphs. Walks and Paths. Directed Graphs and Scheduling. Partial Orders and equivalences.
- 第5回 Graphs. Degrees and Isomorphism. Trees. Coloring and Connectivity. Stable Matching.
- 第6回 Sums and Products. Asymptotic. Computational Complexity.
- 第7回 Counting. Bijection Rules, Rules for counting set components (cards, dice, etc). Division Rule, Binomial Theorem. Bookkeeper Principle, Pigeonhole Principle.
- 第8回 Probability. Discrete Probability: Probability and Counting. Probability Spaces. Infinite Probability Spaces. Conditional Probability. Bayes' Theorem.
- 第9回 Probability. Independence and Causality. Random Variables and Random Walks. Expectation and Mean Time to Failure.
- 第10回 Advanced topics: Probability Graphs, Google Pagerank Algorithm. Sampling and Confidence. Final Exam Practice.

### 履修条件

### 成績評価方法

Every week the student has to submit an exercise sheet in English. The final examination covers the entire

course. The student can bring a handwritten A4 reference sheet. The final grade is composed of the average of the exercise sheets (weight 50%) and the final exam (weight 50%)

#### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

We expect the student to read the current chapter of the textbook every week, and to submit the exercise sheet before the next lecture. Video lectures for each chapter are available, with subtitles in English.

#### 教材・参考文献・配付資料等

This class is based on MIT Open Courseware "Mathematics for Computer Sciences Spring 2015". Materials for this course can be found on: <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-042j-mathematics-for-computer-science-spring-2015/>

1. Eric Lehman, F. Thomson, Albert Meyer, "Mathematics for Computer Science",  
[https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-042j-mathematics-for-computer-science-spring-2015/readings/MIT6\\_042JS15\\_textbook.pdf](https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-042j-mathematics-for-computer-science-spring-2015/readings/MIT6_042JS15_textbook.pdf)

We will distribute lecture notes covering the main points over MANABA.

#### オフィスアワー等(連絡先含む)

アランニャ, クラウス 火・木 9:00~11:30

SB1012 (Advanced Research Building B / 総合研究棟B) 029-853-6574 <http://conclave.cs.tsukuba.ac.jp/>  
叶 秀彩

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

This course covers similar topics as "Programming Challenges" (GB21802) from a more theoretical point of view.

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB13903 インターンシップI

1.0 単位, 2 - 4 年次, 通年 応談

馬場 雪乃

### 授業概要

企業の工場や研究所等における技術開発,研究開発などの就業経験を通して,これまでに学習した内容を実践し,実社会に対する見聞を広めるとともに,将来の進路についての有益な情報を得る。

### 備考

情報科学類学生に限る。

CDP

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 1. コミュニケーション能力
- 5. 心身の健康と人間性・倫理性
- 6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

各種情報技術が実務の中でどのように活用されているのか、どのようなスキルが必要とされているか等について、受け入れ企業における就業体験を通じて学習し、専門能力向上と職業意識啓発の機会とする。

### キーワード

インターンシップ

### 授業計画

詳細は、インターンシップ推進委員会のホームページ(<http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~internship/>)を参照すること。

### 履修条件

情報科学類学生に限る。春学期に行われる説明会に参加すること。

### 成績評価方法

実習内容に関するレポート、及び担当教員によるヒアリング等をもって評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

### オフィスアワー等(連絡先含む)

担当教員との連絡にはManabaを使用すること。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB13913 インターンシップII

1.0 単位, 2 - 4 年次, 通年 応談

馬場 雪乃

### 授業概要

企業の工場や研究所等における技術開発, 研究開発などの就業経験を通して, これまでに学習した内容を実践し, 実社会に対する見聞を広めるとともに, 将来の進路についての有益な情報を得る。

### 備考

情報科学類学生に限る。

CDP

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 1. コミュニケーション能力
- 5. 心身の健康と人間性・倫理性
- 6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

各種情報技術が実務の中でどのように活用されているのか、どのようなスキルが必要とされているか等について、受け入れ企業における就業体験を通じて学習し、専門能力向上と職業意識啓発の機会とする。

### キーワード

インターンシップ

### 授業計画

詳細は、インターンシップ推進委員会のホームページ(<http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~internship/>)を参照すること。

### 履修条件

情報科学類学生に限る。春学期に行われる説明会に参加すること。

### 成績評価方法

実習内容に関するレポート、及び担当教員によるヒアリング等をもって評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

### オフィスアワー等(連絡先含む)

担当教員との連絡にはManabaを使用すること。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB13923 海外インターンシップ

2.0 単位, 2 - 4 年次, 通年 応談

天笠 俊之

### 授業概要

学類教員のアドバイスのもと、学生が自主的に海外の大学・研究機関等において技術開発や研究開発に従事し、これまでに学習した技術を実践するとともに、国際的な見聞を広めてコミュニケーション能力を涵養する。

### 備考

本科目の履修にあたっては科目担当者と事前に連絡を取り承認を得ること。

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
  1. コミュニケーション能力
  4. 広い視野と国際性
  5. 心身の健康と人間性・倫理性
  6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
  5. グローバルな視野とコミュニケーション能力
  6. 実践的技術力と問題解決能力
  7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

学類教員のアドバイスのもと、学生が自主的に海外の大学・研究機関等において技術開発や研究開発に従事し、これまでに学習した技術を実践するとともに、国際的な見聞を広めてコミュニケーション能力を涵養する。

### キーワード

海外インターンシップ

### 授業計画

情報科学類国際交流委員会が開催する説明会に参加し、インターンシップの内容や参加条件などを十分理解した上で履修すること。説明会の日程は電子メール等でアナウンスする。なお、参加可能人数には限りがあるため、希望者が多い場合は全員が履修できるとは限らない。

### 履修条件

情報科学類学生に限る。春学期に行われる説明会に参加すること。

### 成績評価方法

実習内容に関するレポート、担当教員によるヒアリング等の結果に基づいて評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

### オフィスアワー等(連絡先含む)

質問等がある場合は、国際交流委員会 int-exchg(AT)cs.tsukuba.ac.jp 宛に電子メールを送ること。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB19041 専門語学A

1.5 単位, 4 年次, 春ABC 応談  
情報科学類全教員

### 授業概要

卒業研究の指導教員のもと、少人数セミナー形式で、専門分野の基礎となる英語文献の講読とその内容の討論を行うとともに、英語文献の概要をまとめたレポートを作成する。

### 備考

履修開始時に3年次のTOEFL ITPテスト(または学類長が認めた他の英語テスト)のスコアを提出すること

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
  1. コミュニケーション能力
  4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
  1. 情報科学を支える基礎知識
  5. グローバルな視野とコミュニケーション能力

### 授業の到達目標(学修成果)

卒業研究に関連した専門分野における英語の読解力と表現方法を身に付ける。また、英語文献の調査方法を習得する。

### キーワード

専門英語, 学術論文, 英文読解, 文書要約

### 授業計画

- 第1回 卒業研究の指導教員のもとで、卒業研究のテーマまたはそれに関連するテーマの英語文献を講読し、研究室セミナー等で討論を行う。学期末に英語文献の概要をまとめたレポートを提出する。

### 履修条件

### 成績評価方法

卒業研究の一環で講読した専門的な英語文献の概要をレポートとして提出する。成績は、研究室セミナーにおける討論・レポートなどとあわせて総合的に判定する。セミナーへの出席率が著しく低い場合は、単位を修得できない。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

各担当教員が指定する。

Mathematics for Computer Scienceの単位を修得していることが望ましい。

### オフィスアワー等(連絡先含む)

各担当教員が指定する。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB19051 専門語学B

1.5 単位, 4 年次, 秋ABC 応談  
情報科学類全教員

### 授業概要

卒業研究の指導教員のもと、少人数セミナー形式で、英語文献の講読とその内容の討論を行うとともに、卒業論文の概要を英語で作成する。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 1. コミュニケーション能力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 1. 情報科学を支える基礎知識
- 5. グローバルな視野とコミュニケーション能力

### 授業の到達目標(学修成果)

卒業研究に関連した専門分野における英語について、専門論文を理解するための読解力と、専門的内容を英語で伝える表現力を身に付ける。

### キーワード

専門英語, 学術論文, 英文読解, 英文作成

### 授業計画

- 第1回 卒業研究の指導教員のもとで、卒業研究のテーマまたはそれに関連するテーマの英語文献を講読し、研究室セミナー等で討論を行う。学期末に卒業論文の概要等を英文でまとめたレポートを提出する。

### 履修条件

Mathematics for Computer Scienceの単位を修得していることが望ましい。

### 成績評価方法

成績は、英語文献の講読、セミナーにおける英語文献に関する討論、卒業論文の英文概要などから総合的に判定する。セミナーへの出席率が著しく低い場合は、単位を修得できない。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

各担当教員が指定する。

### オフィスアワー等(連絡先含む)

各担当教員が指定する。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)





## GB19948 卒業研究A

3.0 単位, 4 年次, 春ABC 応談  
情報科学類全教員

### 授業概要

指導教員の指導のもとに,卒業のためのまとめとなる研究を行う。

### 備考

### 授業形態

卒業論文・卒業研究等

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
  1. コミュニケーション能力
  2. 批判的・創造的思考力
  4. 広い視野と国際性
  5. 心身の健康と人間性・倫理性
  6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
  2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
  3. 情報システム分野の専門能力
  4. 知能情報メディア分野の専門能力
  6. 実践的技術力と問題解決能力
  7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

定められた研究・開発テーマに主体的かつ計画的に取り組むことにより、問題発見能力、問題解決能力、研究計画の立案能力、コミュニケーション能力、文章や口頭発表における表現力などの能力および習慣を体得することが目標である。また、自分の研究テーマと社会・環境との関連、および技術者としての倫理をグローバルな視点で考える習慣を養うことも重要な目標の一つである。

### キーワード

### 授業計画

卒業研究の実施計画は、配属研究室の指導教員と十分相談した上で、学生が主体的に設定する。

研究室配属(卒業研究を行う研究室の決定):

第1回 卒業研究の開始に先立って、3年次11～12月頃の適切な時期に、説明会(卒業研究配属ガイダンス)が開催される。その後、研究室訪問や研究室主催の説明会への参加などを経て、学生の希望と研究室ごとの受入れ可能数を勘案して、学生が所属する研究室が決定される。

第2回 配属研究室が定める方法でセミナー、ミーティング等を行い、指導教員のアドバイスを受けながら、主体的に卒業研究を行う。

第3回 卒業研究中間報告(卒業研究の進捗状況の報告)

卒業研究の進捗状況をまとめた中間報告を行う。中間報告の時期は別途指定する。

### 履修条件

### 成績評価方法

研究テーマの理解と選択、論文等の学術情報の調査方法、研究遂行、セミナーでのディスカッションへの参加、論文作成、プレゼンテーションなどについて総合的に評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

指導教員が個別に指定する。

### オフィスアワー等(連絡先含む)

指導教員が個別に指定する。

その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

指導教員が個別に指定する。

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB19958 卒業研究B

3.0 単位, 4 年次, 秋ABC 応談  
情報科学類全教員

### 授業概要

指導教員の指導のもとに,卒業のためのまとめとなる研究を行う。

### 備考

### 授業形態

卒業論文・卒業研究等

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
  1. コミュニケーション能力
  2. 批判的・創造的思考力
  4. 広い視野と国際性
  5. 心身の健康と人間性・倫理性
  6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
  2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
  3. 情報システム分野の専門能力
  4. 知能情報メディア分野の専門能力
  6. 実践的技術力と問題解決能力
  7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

定められた研究・開発テーマに主体的かつ計画的に取り組むことにより、問題発見能力、問題解決能力、研究計画の立案能力、コミュニケーション能力、文章や口頭発表における表現力などの能力および習慣を体得することが目標である。また、自分の研究テーマと社会・環境との関連、および技術者としての倫理をグローバルな視点で考える習慣を養うことも重要な目標の一つである。

### キーワード

### 授業計画

卒業研究の実施計画は、配属研究室の指導教員と十分相談した上で、学生が主体的に設定する。

- 第1 配属研究室が定める方法でセミナー、ミーティング等を行い、指導教員のアドバイスを受けながら、主体的に卒業研究回を行う。
- 第2 卒業論文発表(論文の提出と口頭発表):  
回 卒業研究の内容をまとめた卒業論文を作成・提出し、卒業研究発表会で口頭発表を行い、審査を受ける。

### 履修条件

### 成績評価方法

研究テーマの理解と選択、論文等の学術情報の調査方法、研究遂行、セミナーでのディスカッションへの参加、論文作成、プレゼンテーションなどについて総合的に評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

指導教員が個別に指定する。

### オフィスアワー等(連絡先含む)

指導教員が個別に指定する。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

指導教員が個別に指定する。

### 他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB20111 プログラム言語論I

1.0 単位, 3・4 年次, 秋学期 集中

亀山 幸義

### 授業概要

プログラム言語の基本となる概念を系統的に学習する。取り扱う概念は、構文と意味、関数と型システム、モジュラリティと抽象化など。

### 備考

主専攻共通科目。平成29年度までに開設された「プログラム言語論」(GB20101)の単位を修得した者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

多くのプログラム言語に共通して現れる重要な概念と抽象化手法を学び、これらの概念がプログラム言語でどのように具体化されているかを理解する。

### キーワード

構文と意味, インタプリタ, コンパイラ, 抽象機械, 関数, 型システム, モジュラリティ, 抽象化。

### 授業計画

第1回 導入: プログラム言語の役割と意義。

第2回 基礎: 構文と意味、インタプリタとコンパイラ、抽象機械、高級言語と低級言語、手続き型言語と宣言型言語。

第3回 概念と抽象化: 関数と制御構造、型システム、データ抽象とオブジェクト指向。

### 履修条件

平成29年度(2017年度)まで開設していた「プログラム言語論」の単位を修得した者は、この授業を履修することはできない。

### 成績評価方法

授業への出席を前提として、演習30%、レポート70%により成績評価を行う。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

講義資料をmanabaに置くので予習・復習に活用すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

授業資料はmanabaシステムに置く。

#### 参考書籍

Programming Language Concepts, Peter Sestoft, Springer, 2012.

Concepts in Programming Languages, John C. Mitchell, Cambridge University Press, 2003.

Programming Languages: Principles and Paradigms, Maurizio Gabbriellini and Simone Martini, Springer-Verlag, 2010.

### オフィスアワー等(連絡先含む)

初回の講義で指定する。

kam@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~kam>

その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA配置有(1名)。



## GB20201 数値アルゴリズムとシミュレーション

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 金1,2

櫻井 鉄也, 今倉 暁, 保國 恵一

### 授業概要

コンピュータによって科学・工学の様々な現象を扱うためのモデリングとそれを処理するためのアルゴリズムについて講義する。  
ナノシミュレーションや生命情報科学分野で現れる応用事例を通して理解を深める。

### 備考

主専攻共通科目

平成27年度までに開設された「数値アルゴリズム」(GB20201)の単位を修得した者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

コンピュータによって科学・工学の様々な現象を扱うためのモデリングとそれを処理するための数値アルゴリズムを理解し習得する。また、数値計算に便利なツールとしてMATLAB(またはScilab)を習得するとともに、プログラミングの基本的な考え方についても理解を深める。

### キーワード

計算手法, 偏微分方程式, 反復解法, データ解析

### 授業計画

第1～2週 講義の概要と準備

科学技術・産業応用におけるコンピュータの役割, モデリングとアルゴリズム, コンピュータシミュレーション

第3週 偏微分方程式の数値解法

偏微分方程式, 領域と境界条件, 離散化, 差分法, ラプラス方程式の差分近似

第4～5週 連立一次方程式の反復解法と大規模行列

定常反復法, 非定常反復法, 共役勾配法

第6～7週 固有値問題の数値解法

ベキ乗法, 逆反復法

第8週 固有値問題のデータ解析への応用

特異値分解, 主成分分析, 画像認識, データクラスタリング

第9～10週 一般化固有値問題の数値解法と応用

コレスキー分解, 画像分割, 振動解析, ページランク

### 履修条件

線形代数, 微積分, 数値計算の基礎。

### 成績評価方法

講義と演習の取組状況, 演習のレポート, および期末試験の成績を総合して評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

必要に応じて配布する。

講義のWebページ:

manabaを利用する

### オフィスアワー等(連絡先含む)

講義時に指示する。

櫻井 鉄也 sakurai@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~sakurai>  
今倉 暁 imakura@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~imakura/>  
保國 恵一

#### 参考書籍

「MATLAB/Scilabで理解する数値計算」, 櫻井鉄也著, 東京大学出版会  
「数値計算のつば」, 二宮市三編, 共立出版

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

基本的に1限目は計算機室で演習, 2限目は教室で演習の解説および授業を行う. 1週目は情報科学類計算機室3C113に集合すること. 演習ではプログラミング言語としてMATLABを用いるが, 初心者でも使えるように配慮する. 主専攻共通科目平成27年度までに開設された「数理アルゴリズム」(GB20201)の単位を修得した者の履修は認めない。

#### 他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)





## GB20301 人工知能

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 火3,4

水谷 哲也, 大矢 晃久

### 授業概要

人工知能について,その情報科学的基礎を学ぶ。知識と推論,問題解決などの基礎を解説するとともに,人工知能論を現実問題に適用する先端的な応用例として,コンピュータ音楽などを取り上げる。

### 備考

主専攻共通科目

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウエアサイエンス分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

人工知能の歴史と現状を学び、その基礎となる考え方と各々の手法について理解する。

### キーワード

人工知能, 知識と推論, 問題解決, 音楽情報システム

### 授業計画

- |      |  |
|------|--|
| 第1回  | はじめに<br>知能とは何か,人工知能の歴史<br>人工知能の基礎                              |
| 第2回  | 人工知能とは何か,人工知能の諸分野<br>問題解決<br>問題の定式化,解の探索方法                     |
| 第3回  | 知識と推論<br>知能とは何か,知識の表現方法,推論の仕組み                                 |
| 第4回  | エキスパートシステム<br>エキスパートシステムの構成と動作原理                               |
| 第5回  | エージェント<br>知的エージェントの構造と性質,動作原理                                  |
| 第6回  | 人工生命<br>人工生命の諸分野,発達システム,進化,群行動                                 |
| 第7回  | 知能ロボット,学習<br>ロボットの知能と賢さ,自律移動ロボットの知能,学習とは何か,強化学習                |
| 第8回  | 人工知能と音楽<br>音楽における知能,音楽情報の定式化.GTTM,楽曲構造,構造機能,演奏表情解析.<br>人工知能と音楽 |
| 第9回  | 具体的事例に即したGTTMに基づく演奏表情の解析.<br>演奏的構造機能を用いた表情解析.                  |
| 第10回 | 自動協調演奏システム.<br>演奏表情解析結果の応用.                                    |

### 履修条件

### 成績評価方法

講義への出席を前提とし、学期末試験の成績と演習課題の成績を総合して評価を行う。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

学修時間は講義70%,演習30%である。

受講者は各回前に提示された講義資料を熟読し理解するとともに,講義内で示された課題を解くこと.  
課題は,定められた期間内にレポートの形で提出すること。

## 教材・参考文献・配付資料等

### 教材

板書,およびプリントを適宜使用する.

### 参考書籍

「新 図解 人工知能入門」(戸内順一:日本理工出版会)  
「新しい人工知能〔基本編〕」(前田隆,青木文夫:オーム社)  
「人工知能の基礎(第2版)」(馬場口登,山田 誠二:オーム社)  
「Artificial Intelligence:A Modern Approach, 3rd Edition」(Russel, S. and Norvig, P. : Prentice Hall)  
(「エージェントアプローチ人工知能」(古川康一 監訳:共立出版))  
「人工知能概論 第2版 ―コンピュータ知能からWeb知能まで」(荒屋真二 :共立出版)

## オフィスアワー等(連絡先含む)

月2限 総合研究棟B1009(大矢)木5限 3F708(水谷)

水谷 哲也 <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~mizutani/>

大矢 晃久 <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~ohya/>

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA配置あり(1名)



## GB21111 プログラム理論

1.0 単位, 3・4 年次, 春C 水5,6  
水谷 哲也

### 授業概要

Hoare理論による手続き型プログラムの正当性の検証,実時間プログラム系の検証など,プログラムとプログラミングの理論的基礎を講義する。

### 備考

平成27年度までに開設された「プログラム理論」(GB21101)の単位を修得した者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

1. プログラム検証の基礎となる一階述語論理について概説するとともに,プログラムの意味・要求仕様の表現について理解する(第1週)
2. Hoare理論による手続き型プログラムの正当性検証の仕組みを理解する(第2-4週)
3. 発展的課題として,実時間並列プログラム系の検証方法について理解する(第5週)

### キーワード

プログラムの意味, 仕様, 正当性, 停止性, 検証, ホーア論理

### 授業計画

- 第1回 一階述語論理概説,プログラムの意味
- 第2回 仕様表現と検証,Hoare論理概説
- 第3回 Hoare論理によるプログラムの検証  
部分的正当性と停止性の証明
- 第4回 Hoare論理における配列などの扱い
- 第5回 発展的課題:実時間並列プログラム系の検証

### 履修条件

論理と形式化の授業を履修している,または数理論理学に関する基礎知識を持っていることが前提条件。

### 成績評価方法

授業への出席を前提として,演習,レポートなどにより総合的に評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

講義70%,演習30%で行う。  
受講者は各回前に提示された講義資料を熟読し理解するとともに,各回で示された課題を解くこと。  
課題は,各回が終了した後定められた期間内にレポートの形で提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

教材  
授業中にプリント等を適宜配布する。

参考書籍  
林晋:プログラム検証論,共立出版,1995。

Z. Manna: Mathematical Theory of Computation, McGraw-Hill, 1974.  
(日本語訳 五十嵐滋訳: プログラムの理論, 日本コンピュータ協会, 1974.)

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

木5限 3F708(水谷)

mizutani @ cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~mizutani/>

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

平成27年度までに開設された「プログラム理論」(GB21101)の単位を修得した者の履修は認めない。

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**

TA配置なし。



## GB21601 オートマトンと形式言語

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 火5,6

亀山 幸義

### 授業概要

オートマトンと形式言語の基礎理論を学習する。取り上げる話題は、有限オートマトンと正規言語、プッシュダウンオートマトンと文脈自由言語、チューリング機械と決定可能性、チャーチの提唱などである。

### 備考

定員100名、定員を越える時は、授業ホームページ記載の方法で選抜するのでその指示に従うこと。  
GC50201と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウエアサイエンス分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

計算モデルの表現手法として、オートマトンと形式言語に基づく方法を理解する。  
有限オートマトンと正規言語、プッシュダウンオートマトンと文脈自由文法の対応関係を理解する。  
チューリング機械と計算可能性、決定問題の概念を理解する。

### キーワード

有限オートマトン, 正規言語, プッシュダウンオートマトン, 文脈自由言語, チューリング機械, 計算可能性, 決定問題

### 授業計画

- 第1回 有限オートマトンと正規表現: 決定性・非決定性有限オートマトン、正規表現、正規言語、決定化、最小化、閉包性。
- 第2回 プッシュダウンオートマトンと文脈自由文法: 文脈自由文法、文脈自由言語、プッシュダウンオートマトン、構文木、チョムスキー標準形、文法の曖昧さ。
- 第3回 チューリング機械と計算可能性: チューリング機械、チャーチの提唱、計算可能性、決定手続き。

### 履修条件

集合、関係、数学的帰納法など、離散数学(情報数学)の基礎的な知識を持っているか、自習する必要がある。

### 成績評価方法

演習30%、試験(中間試験および期末試験)70%により評価する。  
到達目標に挙げた各項目について演習を行うので、その60%以上の成績をおさめること。  
到達目標に挙げた項目を総合した試験を行うので、その60%以上の成績をおさめること。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

次回の授業範囲を予習し、専門用語の意味などを理解しておくこと。また、演習の後は、演習内容の復習をしておくこと。

### 教材・参考文献・配付資料等

1. Michael Sipser著, 太田・田中監訳, 計算理論の基礎[原著第2版] 1.オートマトンと言語, 共立出版, 2008.

### オフィスアワー等(連絡先含む)

事前に教員にメールで連絡すること。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

講義資料等は manaba 上に置く。

### 他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA1名有



## GB21802 プログラミングチャレンジ

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 火3,4  
アランニヤ, クラウス, 櫻井 鉄也

### 授業概要

競技プログラミングの課題を用いて様々なアルゴリズムについて勉強する。プログラミング実装に集中される講義。内容:動的プログラミング、グラフ、データ構造、文字列操作、計算幾何、等。

### 備考

### 授業形態

演習

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

本講義では、様々な問題に対して適切なアルゴリズムを選び、そのアルゴリズムを正しく実装することを目標とする。これまでに学習したアルゴリズムとプログラミング技術の具体的な使い方を学ぶ。

The goal of this course is to learn how to identify the necessary algorithm to solve a given program, and how to correctly implement it. This course aims at giving a practical view of previously learned algorithms and programming techniques.

### キーワード

アルゴリズム, プログラミング, 問題解決, プログラミングコンテスト

### 授業計画

- 講義概要・プログラミングコンテストとは?・アドホック問
- 第1回 Course Introduction - What are programming contests? - Introductory Problems
- 第2回 データ構造:1Dベクトル・2Dベクトル・セット・木構造・UFDS  
Data Structures:1D Vector, 2D Vector, Sets, Tree Structures, UFDS  
探索方:完全探索・2分探索・グリーディー方
- 第3回 Search Methods: Full Search, Binary Search, Greedy Search
- 第4回 動的プログラミング:グリッド探索、MaxSum、LIS、MaxSum、TSP  
Dynamic Programming: Grid Search, MaxSum, LIS, MaxSum, TSP
- 第5回 グラフI:グラフ構造、BFS、DFS、フルードフィール、TopoSort、Spanning Tree  
Graph I:Graph Structure, BFS, DFS, Flood Fill, TopoSort, Spanning Tree
- 第6回 グラフ II:最短経路、フロー  
Graph II:Shortest Paths, Flow
- 第7回 数学:数論・組合せ問題  
Mathematics: Number Theory, Combinatoric Problems
- 第8回 幾何:線・角度・円・三角・ポリゴン  
Geometry: Lines, Angles, Circles, Triangles, Polygons
- 第9回 文字列:文字列探索・エディット距離・Suffix Array  
Strings: String Matching, Edit Distance, Suffix Array
- 第10回 ファイナルリミックス:今まで勉強したアルゴリズムを複数使われる問題  
Final Remix: Problems using multiple of the algorithms studies in this course.

### 履修条件

基本的なプログラミングの知識(コンパイル、ループ、if-then-elseなど)[C,C++ or Java]

Basic programming concepts (Compiling, loops, if-then-else operators, etc.) [C, C++ or Java]

## 成績評価方法

この講義は期末試験を実施しない。毎週プログラミング課題の提出によって評価。

This course does not implement a final examination. The evaluation is based on weekly programming assignments.

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

学生が少なくとも毎週プログラミング課題2問を提出する必要があります。「A」成績を達成するため、少なくとも毎週課題4問を提出する必要があります。

The student must submit at least 2 programming exercises per week. To achieve an "A" grade, the student must submit at least 4 programming exercises per week.

## 教材・参考文献・配付資料等

1. Steven Halim, Felix Halim, "Competitive Programming", 3rd edition.
2. Steven S. Skiena, Miguel A. Revilla, "Programming Challenges", Springer, 2003
3. 秋葉拓哉、岩田陽一、北川宜稔、『プログラミングコンテストチャレンジブック』

MANABAでレクチャースライドを配布します。

We will distribute lecture notes on Manaba.

## オフィスアワー等(連絡先含む)

アランニャ, クラウス 火・木 9:00~11:30

SB1012 (Advanced Research Building B / 総合研究棟B) 029-853-6574 23051014 <http://conclave.cs.tsukuba.ac.jp/>

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

授業が日本語で行います。配布資料は英語です。課題提出や教員とのやり取りはどちらでも可。

Lectures are held in Japanese. Class materials are in English. Reports and communication with the professor can be in either language.

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)





## GB22011 システム数理I

1.0 単位, 3・4 年次, 春A 木3,4

河辺 徹, 合原 一究, 平田 祥人

### 授業概要

情報メディア創成学や情報科学,工学の対象となる,動物や生物の行動を含む各種システムに対し,その数理的モデリング手法及び解析手法ならびに制御手法について講義する。

### 備考

GC53701と同一。  
2020年度開講せず。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

汎用コンピテンスの

- ・「批判的・創造的思考力」(一般的・専門的知識の体系的理解をベースに批判的・創造的に思考する能力)
- ・「データ・情報リテラシー」(様々な事象や情報を数量的手法やコンピュータ等を用いて適切に解析・処理する能力)
- ・「広い視野と国際性」(自身の専門に留まらず文化・社会と自然・物質に関して幅広く理解し,異文化を理解・尊重する能力)

及び,専門コンピテンスの

- ・「情報メディアとインタラクション」(多様なメディアを駆使して情報の提示や表現,ユーザとのインタラクションなど,様々な形態での利用についての高度な知識と技能を有し,システム開発を行っていきける能力)
  - ・「コンピューティングとシステム」(コンピュータシステムやプログラミングの基礎を踏まえ,高度な計算処理を行う知識と技能を有し,新しい手法やモデル,システムの開発や,様々な対象において実施・適用できる能力)
  - ・「数理的基盤」(データ分析やシステム構築等において必要となる高度な数理的知識を備え、それを実地の様々な応用に適用できる能力)
- を養う。

### 授業の到達目標(学修成果)

- (1) 状態空間モデルによる安定性解析と状態フィードバック制御について理解する。
- (2) 線形安定性解析とその生命現象への応用について理解する。
- (3) 決定論的カオスとその時系列予測の概念について理解する。

### キーワード

数理モデリング, 状態空間モデル, 線形安定性解析, 生命現象, 時間応答, 決定論的カオス, 時系列予測, 安定性, 状態フィードバック, 最適制御

### 授業計画

- 第1回 【システム制御の基本概念】 制御系の構成,状態空間モデル
- 第2回 【システムの安定性】 時間応答,安定性解析
- 第3回 【システムの時間応答と安定化】 時間応答,安定判別,可制御性,極配置法
- 第4回 【力学系の基礎と応用】 線形安定性解析、生命現象への応用
- 第5回 【決定論的カオスとその時系列予測】 複雑系、初期値鋭敏性、遅れ座標、時系列予測

### 履修条件

線形代数及び微分積分の基礎知識があることを前提とする。

### 成績評価方法

- ・到達目標に挙げた各項目に関するレポートを課す。これらを全て期限内に提出し,各レポートにおいて満点の60%以上をとること。
- ・達成目標に挙げた項目(1)のレポート評価60%,項目(2)のレポート評価20%,項目(3)のレポート評価20%で評価し,A+~Cの評点はこの点数に基づいて行う。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業後に配布資料を基に授業内容の復讐を行うとともに,次回の授業範囲を予習し,専門用語の意味などを理解しておくこと

### 教材・参考文献・配付資料等

教材は授業時の配布資料として用意する。また、参考文献等は授業開始時に紹介する。

#### **オフィスアワー等(連絡先含む)**

具体的な情報は講義の始めに指示するが、各教員の研究室等で適宜受け付ける。  
ただし、不在中の訪問を避けるためにメールで事前に連絡のこと。

#### **その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

特になし。

#### **他の授業科目との関連**

GA15231 線形代数A  
GA15311 微分積分A  
GC11701 微分積分B  
GC11801 線形代数B  
GC53801 システム数理II  
GC54301 システム数理III

#### **ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB22021 システム数理II

1.0 単位, 3・4 年次, 春B 木3,4

久野 誉人, 佐野 良夫

### 授業概要

情報メディア創成学や情報科学,工学の対象となる各種システムの数理モデルに対し,システムの設計・運用に必要な最適化手法について学ぶ。

### 備考

GC53801と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

「3. 情報メディアとインタラクション」,「4. コンピューティングとシステム」及び「5. 数理的基盤」に関連する。

### 授業の到達目標(学修成果)

各種システムに対する意思決定問題などの最適化問題へのモデル化や,最適化問題の数学的構造,最適化問題を解決する数値アルゴリズムのメカニズムについて理解できるようになる。

### キーワード

数理最適化, 数理計画問題, 線形計画問題。

### 授業計画

- 第1回 【意思決定と数学モデル】 数理計画問題の定義
- 第2回 【線形計画問題とそのアルゴリズム】 シンプレックス法,内点法
- 第3回 【線形計画問題と理論的側面】 双対問題,双対定理,相補性条件
- 第4回 【組合せ最適化・整数計画法】 ナップサック問題と分枝限定法
- 第5回 【非線形計画法】 KKT条件,最急降下法,ニュートン法

### 履修条件

線形代数I,II及び解析I,IIの知識があることを前提とする。

### 成績評価方法

学期末試験により評価を行う。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業後にノートをよく読み返して復讐し,理解できないことは次の授業で質問すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

WEBページからの配布資料としても用意

1. 久野・重野・後藤,IT Text 数理最適化(オーム社)
2. 山本芳嗣(編),基礎数学IV: 最適化理論(東京化学同人)
3. 今野浩,数理決定方入門ーキャンパスのOR(朝倉書店)
4. 今野浩,線形計画法(日科技連出版社)
5. 田村・村松,最適化法(工系数学講座17)(共立出版)

### オフィスアワー等(連絡先含む)

具体的な情報は講義の始めに指示する。また,詳細は 教員一覧ページ を参照。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~takahito/ucourse.html>

### 他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB22031 システム数理III

1.0 単位, 3・4 年次, 春C 月5,6

佐野 良夫, 久野 誉人

### 授業概要

離散最適化・組合せ最適化の分野における基本的な数理モデル、最適化問題、およびアルゴリズムについて講義する。

### 備考

GC54301と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

批判的・創造的思考力、データ・情報リテラシー、広い視野と国際性  
ネットワークサイエンス、コンピューティングとシステム、数理的基盤

### 授業の到達目標(学修成果)

グラフ・ネットワークなどの離散システムにおける基本的な最適化問題,それらの数学的構造,最適化問題を解決するアルゴリズムのメカニズムについて理解する。

### キーワード

離散最適化, 組合せ最適化, グラフ, ネットワーク, アルゴリズム

### 授業計画

離散最適化・組合せ最適化の分野における基本的な数理モデル,最適化問題,およびアルゴリズムについて講義する。

第1回 最小木問題

第2回 最短路問題

第3回 最大流問題

第4回 最小費用流問題

第5回 マッチング問題

### 履修条件

「情報数学I」または「離散構造」の知識(集合、論理、グラフ理論の基礎)があることを前提とする。また、「システム数理II」を受講していることが望ましい。

### 成績評価方法

期末試験により成績評価を行う。期末試験において満点の60%以上をとること。A+～Cの評点はこの期末試験の点数に基づく。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業後に授業内容の復習を行うとともに、参考文献等をもとに次回の授業範囲を予習し、専門用語の定義や意味などを理解しておくこと。

### 教材・参考文献・配付資料等

1. B. Korte and J. Vygen, "Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms, Sixth Edition" (Algorithms and Combinatorics 21), Springer (2018)
2. B. コルテ・J. フィーゲン [著] 浅野孝夫・浅野泰仁・小野孝男・平田富夫 [翻訳], 「組合せ最適化 第2版 理論とアルゴリズム」(丸善出版) 2012年
3. A. Schrijver, "Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency" (Algorithms and Combinatorics 24), Springer (2003)

### オフィスアワー等(連絡先含む)

特に指定しないが、不在中の訪問を避けるためにメールで事前に連絡を取ることが望ましい。

佐野 良夫 sano@cs.tsukuba.ac.jp <http://syous.cs.tsukuba.ac.jp/sano/index.html>

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

<https://manaba.tsukuba.ac.jp/> (manabaのコース「システム数理III」)

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB22101 数理メディア情報学

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 水1,2

北川 高嗣

### 授業概要

解析的手法を用いた数理モデリングについて体系的に講義する。空間(集合と計量)のデザイン,距離,ノルム,内積空間の構成法,算法の設計手法を主に扱う。また解析的手法のデータ検索,データ圧縮等への応用についても触れる。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

主に、連続・無限を、有限・離散に変換する、という意味での「解析的手法」を用いて、空間のデザインと数理モデリング、および アルゴリズムの設計と解析の方法について学ぶ。

### キーワード

### 授業計画

第1～2週 空間(=集合+計量)のデザイン  
計量としての位相、距離、ノルム、内積。  
空間の完備性、バナッハ空間、ヒルベルト空間。  
第3～5週 モデリングとアルゴリズム設計  
モデリングツールとしての縮小写像の原理。  
逐次近似列による反復法アルゴリズムの構成。  
不動点定理による収束定理の構築例  
第6～8週 コンパクト図形集合に対するモデリング  
ハウスドルフの距離、ハウスドルフ空間  
複数個の複素縮小写像の不動集合としてのフラクタル図形。  
第9～10週 アルゴリズムの実際  
最急降下法と共役勾配法, QR法 ～固有値問題～  
非線型方程式の解法(線形化作用素としての微分)  
特異値分解と最小二乗解

### 履修条件

### 成績評価方法

成績評価

基本的に出席と3回のレポートで評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

講義ノート、配布プリント

参考書籍

「数値計算法」名取亮編、オーム社、1998

### オフィスアワー等(連絡先含む)

水曜日:17:00-18:00

takashi@cs.tsukuba.ac.jp <http://nalab.is.tsukuba.ac.jp>

その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)





## GB22401 インタラクティブCG

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 火5,6

蔡 東生

### 授業概要

CG基礎でカバーできなかった,インターフェースとCGをつかったインタラクティブなグラフィックシステムについて学ぶ。画像処理,色彩と視覚,階層的モデリング,再帰的レイトレーシング,隠面消去,レイトレのアンチエイリアシング,分散レイトレ,パーティクル,アニメーション原理について学ぶ。実習では,Visual C++をつかいCGインターフェースの実装を学ぶ。

### 備考

BC12631と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウエアサイエンス分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

本授業では,コンピュータゲームのような, コンピュータ上のグラフィックス (以下 CG) を人間が「インタラクティブ(双方向)に」操作するためのユーザインターフェース(UI)、CG技術・デザイン、バーチャルリアリティ技術について学習します。

最近のコンピュータゲーム、ジュラシックパーク、スターウォーズなどテレビ・映画・映像の作成にはコンピュータグラフィックスは欠くことのできないものになっている。本授業では,コンピュータゲームのような, コンピュータ上のグラフィックス (以下 CG) を人間が「インタラクティブ(双方向)に」操作するためのユーザインターフェース(UI)、CG技術・デザイン、バーチャルリアリティ(VR)技術について学習する。これら3次元CGは、3次元モデルを作成して、照明・視点を決め、物体表面の陰影を決めることによりレンダリングと呼ばれる2次元スクリーンへの投影を行う。本授業では、CGのインタラクティブ技術,UI設計、CGモデリング、レイトレーシング/シェーディング、キャラクターアニメーション、VR技術を学習する。特に、CG技術の進歩はめざましいものがあるので、最新CG技術から実際のモデリングとアルゴリズムも学習する。

### キーワード

CGモデリング・デザイン, CAD, レンダリング, レイトレース, シェーディング, 画像合成, ビジュアライゼーション, VR

### 授業計画

- 第一回 イメージ処理.まずはFLTKをインストール. Visual Studioになれる
- 第二回 カラー.簡単なFLTK,メニューの作成.
- 第三回 アフィン変換、プロジェクション
- 第四回 階層的モデリング
- 第五回 アニメーション原理,
- 第六回 レイトレ
- 第七回 シェーディング
- 第八回 テクスチャマッピング
- 第九回 隠面処理
- 第十回 アンチエイリアシングと高速化

### 履修条件

CG基礎をとっていることが望ましいが、特に必要ではない。

### 成績評価方法

レポートと課題で採点。3課題あり、投票システムで優秀作品をきめるICGコンテストがあります。優秀者はボーナス点と図書券が与えられます。

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

コンピュータグラフィックス(CG-ARTS協会)(教科書、Amazonでkindle購入してください)

### オフィスアワー等(連絡先含む)

授業後随時

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

<https://sites.google.com/a/cavelab.cs.tsukuba.ac.jp/icg-2019-coins/>

### 他の授業科目との関連

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

2名予定



## GB22501 情報線形代数

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 月1,2

徳永 隆治

### 授業概要

「線形代数I・II」および「解析学I・II」において習得した知識を前提として、これに引き続く線形代数の諸概念と手法が学べる。また、これらの知見が、画像・信号・数値等に関する情報処理系の構築において果たす役割について学ぶ。

### 備考

GC54601と同一。情報メディア創成学類生に限っては、2018年度以前の入学者対象。

GC52201と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

「5. 数理的基盤」に関連する線形代数の産業応用が学べる。

### 授業の到達目標(学修成果)

ユークリッド空間(有限次元の距離空間・内積空間)に関する諸概念とこれに基づく手法を把握した上で、種々の情報処理系の数理構造を線形代数の視点から俯瞰し、実用的問題に対する応用力が伸ばせる。また、一般的問題を線形理論へ帰着させる上で重要となる局所的関数解析の手法が学べる。

### キーワード

ベクトル空間, 内積空間, 固有値と不変集合, 直交・双直交基底, 対角化と標準形, ジョルダン分解, スペクトル分解, 特異値分解, 主成分分析, KL変換, 最小2乗法と疑似逆行列, 力学的安定性

### 授業計画

毎週、1時限目にレポート返却と解答解説を行い、2時限目に講義を行う。出席は、レポート返却時に確認する。

第1 週 【実ベクトル空間と座標系】 実ベクトル空間、行列に関する基礎知識、直交基底系と非直交基底系、正規直交性とデジタル通信、ノルム空間と画像情報圧縮

第2 週 【対角化とジョルダン分解】 固有値と対角化、ジョルダン分解

第3 週 【固有空間と不変空間】 線形部分空間と直交補空間、固有空間と不変空間、対角化の幾何学的解釈、内積空間とフィルタリング、内積空間と記憶機構

第4 週 【直交行列とスペクトル分解】 直交行列、実対称行列、スペクトル分解、直交変換と画像情報圧縮、重複直交変換と音響信号圧縮

第5 週 【行列のノルム】 実2次形式、正定値行列、スペクトルノルム、線形変換、スペクトルノルムと反復計算の収束性

第6 週 【スペクトル分解の応用】 K-L変換、主成分分析、汎化問題と画像情報圧縮

第7 週 【特異値分解とその応用】 特異値分解、正規方程式、最小2乗解、最小2乗法と線形予測

第8 週 【行列の級数と初等関数】 行列の距離空間、行列の級数と初等関数

第9 週 【線形微分方程式と線形差分方程式】 線形微分方程式、線形差分方程式、基本解行列、巡回型離散正弦波発生機構

第10 週 【予備】

### 履修条件

線形代数および解析学を履修し、基礎的項目を理解していること。

### 成績評価方法

毎週提出するレポート(100点満点)の平均点により絶対評価する。欠席および期限外提出はレポート得点を10点減点し、解答解説を行った場合は10点加点をする。尚、未提出および零点のレポートが3通となった場合、単位認定は困難となるので注意すること。各週の講義内容の50%の理解を最低限の単位認定条件として、平均点95点以上をA+認定の基準とする。

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

レポート作成を通じた講義内容の復習、さらに返却されたレポートによる学生自身の問題点の把握と再学習を推奨する。一般に、レポートの計算問題に数式処理言語を利用することを可とするが、大学院入試を予定している学生においては検算目的のみでの利用を勧める。

## 教材・参考文献・配付資料等

講義サイトから、テキストをダウンロード(<http://www.chaos.cs.tsukuba.ac.jp/ILA/index.html>)できる。

1. 青木利夫・大野勝寛・川口俊一,,改訂線形代数要論(培風館)
2. 押川・坂口,,基礎線形代数(培風館)
3. 斎藤正彦,,線形代数入門(東京大学出版)
4. G.ストラング,,線形代数とその応用(産業図書)

## オフィスアワー等(連絡先含む)

質問等は、電子メールでアポイントをとること。

tokunaga@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.chaos.cs.tsukuba.ac.jp>

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

レポートの提出期限を厳守すること。

## 他の授業科目との関連

GC11401 線形代数II  
GC11801 線形代数B

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB22611 情報可視化

1.5 単位, 3・4 年次, 春AB 月5,6  
三末 和男

### 授業概要

膨大なデータや情報が溢れる現代において、コンピュータによって情報を視覚的に提示する技術(情報可視化技術)は、情報処理を目的としたコンピュータと人間を有機的につなぐ重要な技術である。この授業では、情報可視化に関する基礎知識として、情報可視化の枠組、ヒトの視覚に関する認知的な性質、データを表現するための基本的な技術、様々なデータを対象とした表現技術について学ぶ。

### 備考

GC54001と同一。  
実務経験教員  
2020年度開講日時に注意

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

「3. 情報メディアとインタラクション」、「6. 人間の認知と社会」および「7. デザインと創造性」に関連する。

### 授業の到達目標(学修成果)

- ・情報可視化技術に関する前提知識を習得するとともに基本的な枠組を理解する。
- ・視覚的表現について認知的な性質および表現技術について理解する。
- ・情報可視化に関する代表的な技術および関連技術について理解する。

### キーワード

可視化, 情報可視化, 視覚的表現, 視覚的分析, グラフ, チャート

### 授業計画

企業における研究開発の実務経験を有する教員が、情報可視化について講義する。

- |     |  |
|-----|--|
| 第1週 | 【情報可視化とは/情報可視化の枠組】情報可視化とは、関連概念(情報デザイン、インフォグラフィクス)、情報可視化の目的、可視化処理の参照モデル |
| 第2週 | 【色/視覚の性質/データ】色の知覚と目の構造、色の性質、色の表し方、前注意的処理、ゲシュタルト要因、情報可視化が対象とするデータ、尺度水準  |
| 第3週 | 【視覚的表現/値の表現手法】視覚的表現が備えるべき性質、視覚的表現の構成、値の視覚的な表現手法                        |
| 第4週 | 【関係の表現手法/課題説明】関係の視覚的な表現手法、演習課題の提示                                      |
| 第5週 | 【量的データ/質的データ】量的データの視覚的な表現手法、質的データの視覚的な表現手法                             |
| 第6週 | 【演習中間講評/ネットワーク】演習課題のレビュー、ネットワークの視覚的な表現手法                               |
| 第7週 | 【階層データ/地図データ】階層データの視覚的な表現手法、地理的データの視覚的な表現手法                            |
| 第8週 | 【時刻データ】時刻データの視覚的な表現手法  |

### 履修条件

特になし

### 成績評価方法

レポート課題および学期末試験の成績により評価する。レポート課題40%、学期末試験60%の配分により総合点を算出する。総合点に関して、満点の60%以上を単位取得の必要条件とする。A+～Cの評点は総合点に基づいて行う。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

講義(70%)と演習(30%)を併用する。割合はそれぞれにかかる時間のおおよその目安である。

毎回の授業後に、配布資料およびノートを利用して復習し、概念の理解に努めること。また演習課題に取り組むこと。

#### **教材・参考文献・配付資料等**

適宜資料を配布する。教科書は使用しない。

#### **オフィスアワー等(連絡先含む)**

木曜日 6時限 3F830

急用で不在にする場合があるので、事前にアポを取ることを勧める。

#### **その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

開講日に注意すること。開講日は4月13日(月)、4月20日(月)、4月27日(月)、5月11日(月)、5月18日(月)、5月25日(月)、6月1日(月)、6月8日(月)、6月15日(月)を予定している。6月15日(月)には期末試験を実施予定である。

#### **他の授業科目との関連**

#### **ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB26403 ソフトウェアサイエンス実験A

3.0 単位, 3 年次, 春ABC 水3,4; 春ABC 金5,6

合原 一究, 今倉 暁, アランニャ, クラウス, 海野 広志, 大矢 晃久, 叶 秀彩, 亀山 幸義, 河辺 徹, 北川 高嗣, 久野 誉人, 櫻井 鉄也, 志築 文太郎, 高橋 伸, 徳永 隆治, 二村 保徳, 三末 和男, 水谷 哲也, 保國 恵一, 蔡 東生, 町田 文雄

### 授業概要

ソフトウェアサイエンスとしてのソフトウェア科学,情報数理の中核的理論,技術を体得することを目的として,プログラミング言語,数値解析,人工知能,感性情報処理,システム制御などの基本的なテーマの中からいくつかを選択して具体的課題に取り組む。

### 備考

ソフトウェアサイエンス主専攻の学生に限る。  
開講日注意(詳細は学類ウェブページを参照のこと)

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

各テーマの基本概念を理解し、実際にシステム設計、プログラミングなどを行うことにより、具体的な実装のプロセスを体験し、情報科学に関する理解を高め、将来研究開発を行うに役立つ能力を獲得することを目標とする。

### キーワード

ソフトウェアサイエンス

### 授業計画

テーマの内容:下記のテーマの中から選択する.ただし、最新版については学類の実験ホームページを確認すること。  
<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

#### ・春学期

数理モデリングとアルゴリズム  
メタヒューリスティクスと巡回セールスマン問題  
JAVAによるGUIの記述  
音楽演奏プログラミング

#### ・秋学期

PBL形式によるビジネスアプリケーション開発  
関数プログラミング  
JavaScriptによるビジュアルなプログラムの開発  
メディア情報検索の基礎  
移動ロボットの行動プログラミング  
数理最適化:問題定式化と最適化ソルバー

### 履修条件

ソフトウェアサイエンス主専攻の学生に限る。

春学期第1回目の実験授業時間に,単位修得条件,実験の進め方,各実験テーマの説明,実験関係資料配布等のためのガイダンスを行うので,必ず出席すること.ガイダンス開催場所については掲示するので,確認すること。

テーマの選択について

実験は選択したテーマを1学期間にわたって行う。

各学期に1テーマ,1年間(2学期)で合計2テーマを履修する。

同じテーマを2度以上選択することはできない。

全学期のテーマ(2つ)は春学期のテーマ選択時に全て決める。

2テーマのうち1テーマは他主専攻の実験(情報システム実験, 知能情報メディア実験)の中から選択してもよい。

開設するテーマは各学期によって異なるので, テーマの申請前にガイダンス資料等でよく確認すること。

希望テーマの申請方法と, 確定テーマの掲示方法については, ガイダンス時に説明する。

班分けが必要なテーマに関する班分け表は, 各学期の実験開始時に配布する。

#### **成績評価方法**

課題ごとに定められたレポートにより評価する。ただし、欠席が2割を越す(6回以上)と成績評価を行わない。

#### **学修時間の割り当て及び授業外における学修方法**

課題ごとに定められたレポートを作成し提出すること。

#### **教材・参考文献・配付資料等**

教材

各実験テーマの概要と詳細なテキストは, 学類のホームページ上に用意する。

#### **オフィスアワー等(連絡先含む)**

実験テーマごとに質問や相談の時間をとる。具体的な時間は各実験テーマの最初の実験の際に指示する。

#### **その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

#### **他の授業科目との関連**

#### **ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**





## GB26503 ソフトウェアサイエンス実験B

3.0 単位, 3 年次, 秋ABC 水3,4; 秋ABC 金5,6

合原 一究, 今倉 暁, アランニャ, クラウス, 海野 広志, 大矢 晃久, 叶 秀彩, 亀山 幸義, 河辺 徹, 北川 高嗣, 久野 誉人, 櫻井 鉄也, 志築 文太郎, 高橋 伸, 徳永 隆治, 二村 保徳, 水谷 哲也, 保國 恵一, 三末 和男, 蔡 東生, 町田 文雄

### 授業概要

ソフトウェアサイエンスとしてのソフトウェア科学,情報数理の中核的理論,技術を体得することを目的として,プログラミング言語,数値解析,人工知能,感性情報処理,システム制御などの基本的なテーマの中からいくつかを選択して具体的課題に取り組む。

### 備考

ソフトウェアサイエンス主専攻の学生に限る。

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 6. 協働性・主体性・自律性
- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

各テーマの基本概念を理解し、実際にシステム設計、プログラミングなどを行うことにより、具体的な実装のプロセスを体験し、情報科学に関する理解を高め、将来研究開発を行うに役立つ能力を獲得することを目標とする。

### キーワード

ソフトウェアサイエンス

### 授業計画

テーマの内容:下記のテーマの中から選択する.ただし、最新版については学類の実験ホームページを確認すること.  
<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

#### 春学期

数理モデリングとアルゴリズム  
メタヒューリスティクスと巡回セールスマン問題  
JAVAによるGUIの記述  
音楽演奏プログラミング

#### 秋学期

PBL形式によるビジネスアプリケーション開発  
関数プログラミング  
JavaScriptによるビジュアルなプログラムの開発  
メディア情報検索の基礎  
移動ロボットの行動プログラミング  
数理最適化:問題定式化と最適化ソルバー

### 履修条件

ソフトウェアサイエンス主専攻の学生に限る。

春学期第1回目の実験授業時間に,単位修得条件,実験の進め方,各実験テーマの説明,実験関係資料配布等のためのガイダンスを行うので,必ず出席すること.ガイダンス開催場所については掲示するので,確認すること.

テーマの選択について

実験は選択したテーマを1学期間にわたって行う.

各学期に1テーマ,1年間(2学期)で合計2テーマを履修する.

同じテーマを2度以上選択することはできない。

全学期のテーマ(2つ)は春学期のテーマ選択時に全て決める。

2テーマのうち1テーマは他主専攻の実験(情報システム実験, 知能情報メディア実験)の中から選択してもよい。

開設するテーマは各学期によって異なるので, テーマの申請前にガイダンス資料等でよく確認すること。

希望テーマの申請方法と, 確定テーマの掲示方法については, ガイダンス時に説明する。

班分けが必要なテーマに関する班分け表は, 各学期の実験開始時に配布する。

#### **成績評価方法**

課題ごとに定められたレポートにより評価する。ただし、欠席が2割を越す(6回以上)と成績評価を行わない。

#### **学修時間の割り当て及び授業外における学修方法**

課題ごとに定められたレポートを作成し提出すること。

#### **教材・参考文献・配付資料等**

各実験テーマの概要と詳細なテキストは, 学類のホームページ上に用意する。

#### **オフィスアワー等(連絡先含む)**

実験テーマごとに質問や相談の時間をとる。具体的な時間は各実験テーマの最初の実験の際に指示する。

#### **その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

#### **他の授業科目との関連**

#### **ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB30111 コンピュータネットワーク

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 水5,6

佐藤 聡, 木村 成伴, 津川 翔

### 授業概要

データ通信における伝送と交換の基礎およびLAN,WAN,インターネットなどのコンピュータネットワークを構築するための基礎となるアーキテクチャについて解説する。

### 備考

主専攻共通科目

情報メディア創成学類の「情報通信概論」(GC25101)の単位を修得した者の履修は認めない。平成30年度以前の入学の情報科学類生のみ受講を認める。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力(情報科学類)

### 授業の到達目標(学修成果)

- ネットワークアーキテクチャおよび通信の方式について説明することができる
- LANやWAN,インターネットでの通信の仕組みを説明することができる
- インターネット上での各種のサービスの考え方やプロトコルを説明することができる
- ネットワーク管理の考え方を説明することができる

### キーワード

データ通信, ネットワークアーキテクチャ, LAN(Local Area Network), インターネット, TCP/IPプロトコル, ネットワークサービス, セキュリティ

### 授業計画

オリエンテーション、情報通信ネットワークとは

- 第1回 身近な情報通信ネットワーク、情報通信ネットワークのモデル化、情報通信ネットワークの基本教科書の1章「情報通信とネットワークとは」を事前に読んでおく。  
デジタル通信を支える技術
- 第2回 信号とは、アナログ伝送とデジタル伝送、情報の符号化、誤り制御、デジタル変調  
教科書の2章「デジタル通信を支える技術」を事前に読んでおく。  
情報通信ネットワークの形態と基本設計
- 第3回 交換方式、コネクション型とコネクションレス型のネットワーク、ネットワークトポロジー、ネットワークの基本設計  
教科書の3章「情報通信ネットワークの形態と基本設計」を事前に読んでおく。  
通信ネットワークの階層構造、物理層プロトコル、データリンク層プロトコル
- 第4回 通信プロトコルの基本的な考え方、OSI参照モデル、物理層プロトコル、データリンク層プロトコル  
教科書の4章「情報通信ネットワークの形態と基本設計」と5章「プロトコル階層 I 下位プロトコル」を事前に読んでおく。  
ネットワーク層その1
- 第5回 ネットワーク層プロトコル(IP)  
教科書の5章「プロトコル階層 I 下位プロトコル」を事前に読んでおく。
- 第6回 中間テスト  
ネットワーク層その2
- 第7回 IPルーティング  
教科書の5章「プロトコル階層 I 下位プロトコル」を事前に読んでおく。  
トランスポート層、アプリケーション層
- 第8回 トランスポート層プロトコル(TCP、UDP)  
教科書の6章「プロトコル階層 II 上位プロトコル」を事前に読んでおく。  
インターネットサービス
- 第9回 インターネットの歴史、DNS、メールサービス、Webサービス  
教科書の7章「インターネットサービス」を事前に読んでおく。

- 第10回 ネットワークセキュリティ、授業アンケート  
ネットワークセキュリティの概要、暗号、セキュア通信プロトコル、防御技術  
教科書の8章「インターネットサービス」を事前に読んでおく。

#### 履修条件

特になし

#### 成績評価方法

中間テスト(50 %)、期末試験(50%)

#### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

#### 教材・参考文献・配付資料等

教科書は、授業開始までに購入しておくこと。

1. 大塚 裕幸 監修/大塚 裕幸・小川 猛志・金井 敦・久保田 周治・馬場 健一・宮保 憲治 共著,基本からわかる 情報通信ネットワーク講義ノート、オーム社、2016年出版、2750円(税込み)

教科書以外に必要な教材は manabaに毎回の授業の1週間前にはアップロードする。

#### オフィスアワー等(連絡先含む)

佐藤 聡 火曜日 17:00～18:30

工学系学系F棟 124 akira [at] cc.tsukuba.ac.jp <http://www.u.tsukuba.ac.jp/~akira.akira.gw/>

木村 成伴 kimura@netlab.cs.tsukuba.ac.jp <http://www.netlab.cs.tsukuba.ac.jp/~kimura/>

津川 翔 s-tugawa@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.mibel.cs.tsukuba.ac.jp/~s-tugawa/>

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB30201 計算機アーキテクチャ

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 火1,2

和田 耕一, 山際 伸一

### 授業概要

コンピュータのアーキテクチャとその実現方式及び動作原理について,現実に即して解説する。内容:コンピュータの基本構成,命令セット,データパスと制御,パイプライン制御,記憶階層,マルチプロセッサ,他。

### 備考

主専攻共通科目

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

計算機の全体構成と性能の概念、機械語について理解する  
プロセッサがどのように構成されているかを学ぶ  
基礎的な高速化技法を理解する  
記憶階層、および記憶階層と性能の関係を理解する  
周辺装置とのインタフェースを学ぶ  
並列計算機の基礎を学ぶ

### キーワード

計算機システムの構成, 性能, 数値表現, 論理演算ユニット, データパス, パイプライン処理, キャッシュメモリ, 仮想記憶, 並列処理

### 授業計画

第1週 計算機の性能の尺度や機械語の基礎的な事柄について理解し、計算機の性能比較や実行時間の算出をできるようになる。  
第2週 計算機における算術論理演算について述べる。数値の表現について理解し、計算機で行われている加減算、乗算、除算を実行する演算ユニットの構成方式について、その動作を説明できるようになる。  
第3週 計算機の命令の仕組みを理解し、命令セットを設計できるようになる。  
第4週 計算機の中核をなすデータパスと制御部について、その動作を理解し、プログラムの実行の様子を説明できるようになる。  
第5週 中間試験により、ここまでの理解度を確認する。  
第6・7週 現在の計算機に用いられている高速化手法について述べる。特にパイプライン処理に焦点をあて、パイプラインの構成と制御、性能等について詳しく述べる。  
第8週 記憶システムの構成方式は、計算機の性能を決定する大きな要因である。キャッシュや仮想記憶など、現在の計算機システムに導入されている記憶階層について解説する。  
第9週 周辺装置のインタフェースについて述べる。多くの場合、計算機には様々な入出力装置が接続されている。これら周辺装置とプロセッサをどのように接続するか、OSとの関連、性能に及ぼす影響について詳しく解説する。  
第10週 並列計算機の基礎について述べる。計算機要素を複数結合した並列計算機の構成方式の基礎的な知識、将来方向について述べる。

### 履修条件

論理回路の基礎を前提とする。

### 成績評価方法

中間試験、期末試験の成績に毎回のまとめテストの提出状況を加味して総合的に評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材  
コンピュータの構成と設計 上・下 (パターソン & ヘネシー、日経BP社)

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

第1週～第 5週 月 10:00～12:00 共同研究棟A106(山際)

第6週～第10週 月 10:00～12:00 総合研究棟B1105(和田)

和田 耕一 wada@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.padc.cs.tsukuba.ac.jp>

山際 伸一 yamagiwa@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~yamagiwa/>

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB30301 データベース概論I

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 木1,2

北川 博之, 天笠 俊之

### 授業概要

データベースシステムに関する入門.データベースの基本概念,データモデリング,リレーショナルデータモデル,データベース言語SQL,リレーショナル論理,リレーショナルデータベース設計論,物理的データ格納法,問合せ処理について講述する.

### 備考

主専攻共通科目

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

データベースシステムに関わる基礎的事項(基本概念,データモデル,リレーショナルデータモデル,SQL,データベース設計,物理的データ格納方式,問合せ処理)を理解し,それらに関する説明や議論ができる.

### キーワード

データベース, リレーショナルデータベース, データモデル, SQL, データベース設計, 物理的データ構造, 問合せ処理

### 授業計画

下記記載の教科書にしたがって,講義スライドを用いて以下の項目について順次解説する.毎回,講義内容に関する演習・実習課題を宿題として課す.

第1 データベースシステムの基本概念:

回 基本データ管理機能,関係する基本概念,データベースシステムの構成と利用

第2 データモデリング:

回 データモデル,代表的データモデル,実世界のデータモデリング,実体関連モデル,さまざまな実体関連図

第3 リレーショナルデータモデル:

回 データ構造,整合性制約,リレーショナル代数

第4 リレーショナルデータベース言語SQL:

回 背景,基本概念,データ定義,問合せ,データ更新

より高度なSQL:

第5 空値,結合表,副問合せ,CASE式,WITH句,再帰問合せ,トリガー,ストアドプロシージャ,アクセス権限の管理,SQLプログラミング

第6 リレーショナル論理:

回 タプルリレーショナル論理,ドメインリレーショナル論理,リレーショナル完備

第7 リレーショナルデータベース設計論(1):

回 実体関連モデルからのリレーショナルスキーマの導出,好ましくないリレーションスキーマ,関数従属性,第三正規形,ボイス・コッド正規形

第8 リレーショナルデータベース設計論(2):

回 分解,第三正規形への分解,ボイス・コッド正規形への分解,多値従属性と第四正規形,結合従属性と第五正規形

物理的データ格納方式:

第9 記憶階層と記憶媒体,レコードとファイル,ヒープファイル,順次ファイル,ハッシュファイル,索引付きファイル,B

回 木,B+木,索引の分類,ビットマップ索引,列ストア

第 問合せ処理:

10 基本概念,問合せの最適化,基本データ操作の実行法

回

### 履修条件

データ構造とアルゴリズム,集合・論理の初歩に関する予備知識があることが望ましい.

### 成績評価方法

演習・実習課題レポート(30%),学期末試験(70%)により評価を行う。

#### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

毎回,事前に講義スライドをmanabaに掲載するので,教科書の該当部分と併せて目を通しておくこと。

毎回,講義内容に関する演習・実習課題を宿題として課す。課題レポートは採点后返却すると共に,解答をmanabaに掲載するので,各自の理解度を確認し復習すること。

2018年度の「データベース概論I」講義内容は筑波大学オープンコースウェアとして視聴可能である。一部講義内容は異なるが,予習・復習に利用することができる。

<https://ocw.tsukuba.ac.jp/course/systeminformation/database-systems-i/>

#### 教材・参考文献・配付資料等

以下を教科書とする。その他,講義スライドのPDFをmanabaに事前に掲載する。

1. 北川博之,「データベースシステム 改訂2版」(オーム社)

#### オフィスアワー等(連絡先含む)

北川博之:水 11:45~13:15 総合研究棟B 903

事前にメールで連絡することが望ましい。上記以外も随時メールにて質問や面談予約に対応。

北川 博之 kitagawa@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.kde.cs.tsukuba.ac.jp/~kitagawa/>

天笠 俊之 amagasa@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.kde.cs.tsukuba.ac.jp/~amagasa/>

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TAまたはTFを配置





## GB30401 オペレーティングシステムI

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 月5,6

加藤 和彦, 阿部 洋丈

### 授業概要

オペレーティングシステムの基本概念をわかりやすく解説する。オペレーティングシステムの歴史,基本構造,平行プロセス,CPUスケジューリング,デッドロック,実記憶管理,仮想記憶管理,ファイルシステム等について説明する。

### 備考

主専攻共通科目

教員免許取得希望者対象。オペレーティングシステム(GB30411)の修得者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・ 汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・ 専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

オペレーティングシステムの基本概念を習得する.理解を促進するための演習課題も行う.

教科書は世界で最も広く使われている英文教科書である.配布する資料,授業スライドの大部分も英文である.オペレーティングシステム分野の英文を読みこなせるようになることも目標の一つである.

### キーワード

### 授業計画

- 1 オペレーティングシステムの歴史と構造
- 2 プロセスとスレッド  
プロセス概念,状態遷移モデル,プロセス間通信,プロセスの実現法  
マルチスレッドのモデル,マルチスレッドの実現法
- 3 CPUスケジューリング  
CPUスケジューリング・アルゴリズム
- 4 プロセス同期  
クリティカルセクション問題,セマフォ,モニタ,アドミクストラクション
- 5 デッドロック  
デッドロックの性質,デッドロックの防止・回避・検出
- 6 主記憶管理  
固定分割,動的分割,フラグメンテーション問題,buddy system
- 7-8 仮想記憶管理  
局所性原理,スラッシング,アドレス変換機構,ページング,セグメンテーション,ページ置換アルゴリズム
- 9 ファイルシステム  
モデル,構造,実現法
- 10 保護  
アクセス制御行列,アクセス制御リスト,カーバピリティ

### 履修条件

プログラミング,コンピュータアーキテクチャの知識を有していることが望ましい.

### 成績評価方法

演習問題,試験等によって総合的に評価する.

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

## 教材・参考文献・配付資料等

教材

-講義ノート

-Abraham Silberschatz, Greg Gagne, and Peter Galvin: Operating System Concepts, Wiley. (邦訳:土居範久 監訳,オペレーティングシステムの概念,共立出版)

参考書籍

William Stallings: Operating Systems: Internals and Design Principles, Pearson Custom Publishing.

Andrew Tanenbaum: Modern Operating Systems, Prentice-Hall.

## オフィスアワー等(連絡先含む)

加藤:木6 総合研究B棟B905/B923、阿部:月4 総合研究棟B 909

加藤 和彦 kato@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.osss.cs.tsukuba.ac.jp/kato/>

阿部 洋丈 habe@cs.tsukuba.ac.jp

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB30411 オペレーティングシステム

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 月5,6

加藤 和彦, 阿部 洋丈

### 授業概要

オペレーティングシステムの基本概念をわかりやすく解説する。オペレーティングシステムの歴史,基本構造,平行プロセス,CPUスケジューリング,デッドロック,実記憶管理,仮想記憶管理,ファイルシステム等について説明する。

### 備考

主専攻共通科目

オペレーティングシステムI(GB30401)の修得者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

オペレーティングシステムの基本概念を習得する.理解を促進するための演習課題も行う.

教科書は世界で最も広く使われている英文教科書である.配布する資料,授業スライドの大部分も英文である.オペレーティングシステム分野の英文を読みこなせるようになることも目標の一つである.

### キーワード

### 授業計画

- 1 オペレーティングシステムの歴史と構造
- 2 プロセスとスレッド  
プロセス概念,状態遷移モデル,プロセス間通信,プロセスの実現法  
マルチスレッドのモデル,マルチスレッドの実現法
- 3 CPUスケジューリング  
CPUスケジューリング・アルゴリズム
- 4 プロセス同期  
クリティカルセクション問題,セマフォ,モニタ,アドミクトランザクション
- 5 デッドロック  
デッドロックの性質,デッドロックの防止・回避・検出
- 6 主記憶管理  
固定分割,動的分割,フラグメンテーション問題,buddy system
- 7-8 仮想記憶管理  
局所性原理,スラッシング,アドレス変換機構,ページング,セグメンテーション,ページ置換アルゴリズム
- 9 ファイルシステム  
モデル,構造,実現法
- 10 保護  
アクセス制御行列,アクセス制御リスト,ケーパビリティ

### 履修条件

プログラミング,コンピュータアーキテクチャの知識を有していることが望ましい。

### 成績評価方法

演習問題,試験等によって総合的に評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

講義ノート

Abraham Silberschatz, Greg Gagne, and Peter Galvin: Operating System Concepts, Wiley. (邦訳:土居範久 監

訳,オペレーティングシステムの概念,共立出版)

#### 参考書籍

William Stallings: Operating Systems: Internals and Design Principles, Pearson Custom Publishing.  
Andrew Tanenbaum: Modern Operating Systems, Prentice-Hall.

#### オフィスアワー等(連絡先含む)

加藤:木6 総合研究B棟B905/B923、阿部:月4 総合研究棟B 909

加藤 和彦 kato@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.osss.cs.tsukuba.ac.jp/kato/>  
阿部 洋丈 habe@cs.tsukuba.ac.jp

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB31111 並列処理アーキテクチャI

1.0 単位, 3・4 年次, 春AB 火5

三宮 秀次, 富安 洋史

### 授業概要

並列処理の必要性と並列処理アーキテクチャの基礎を習得する。具体的には、これまでに実現されてきた並列処理アーキテクチャの概要、および、ペトリネットによる並列処理のモデル化と検証手法を理解する。また、ネットワーキングアーキテクチャ、低消費電力化、LSI実現における設計技術などの最近の動向および今後の課題についての知見を得る。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

並列処理の必要性とこれまでの実現法を並列処理モデルを用いて理解する。

ペトリネットグラフによる並列処理のモデル化と検証手法を理解する。

同時並行/パイプライン/多重処理を理解する。

最近の動向と将来の方向性について知見を得る。

### キーワード

並列処理アーキテクチャ, ネットワーキングアーキテクチャ, ペトリネットモデル

### 授業計画

まず,並列処理の必要性と従来の実現法の問題点を示す。次に,同時並行/パイプライン/多重処理を表現するペトリネットなど並列処理モデルを用いて,アーキテクチャの在り方を講義するとともに,将来を展望する。

- |     |   |
|-----|---|
|     | 並列処理の必要性  |
| 第1回 | ・高性能化<br>・信頼性の向上<br>・柔軟性の付与<br>並列処理アーキテクチャの変遷<br>・SIMD、MIMD               |
| 第2回 | ・スーパスカラ、VLIW<br>・超並列アーキテクチャ<br>・チップマルチプロセッサ<br>ペトリネットモデルによるモデル化と検証手法(1/2) |
| 第3回 | ・ペトリネットグラフ<br>・可達木<br>ペトリネットモデルによるモデル化と検証手法(2/2)<br>・到達可能集合               |
| 第4回 | ・安全性、保存性、有界性<br>・データフローグラフ<br>・計算原理<br>・条件分岐、ランク、クリティカルパス<br>ノイマン型アーキテクチャ |
| 第5回 | ・命令実行パイプライン<br>・スケーラビリティ<br>・並列プログラムの生成・保守                                |
| 第6回 | データ駆動アーキテクチャ(1/4):静的データ駆動方式、動的データ駆動方式                                     |

- 第7回 データ駆動アーキテクチャ(2/4):実時間多重処理方式
- 第8回 データ駆動アーキテクチャ(3/4):低消費電力化
- 第9回 データ駆動アーキテクチャ(4/4):ネットワークングアーキテクチャ
- 第10回 今後の展望と課題

#### 履修条件

#### 成績評価方法

学期末試験により評価(100%)

#### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業中に課題を課すことがあります。理解度を確かめるために、指定された期限までに回答を準備するようにしてください。

#### 教材・参考文献・配付資料等

プリント配布

参考書籍

ペトリネット入門 J.L.ピーターソン 共立出版

なお、必ずしも参考図書を購入する必要は無い。

#### オフィスアワー等(連絡先含む)

三宮 秀次 随時(事前にメールにて日時・場所を設定) san@cs.tsukuba.ac.jp

富安 洋史

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

平成24年度までに開設された「並列処理アーキテクチャ」(GB31101)の単位を修得した者の履修は認めない。

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB31121 並列処理アーキテクチャII

1.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 水2

富安 洋史

### 授業概要

基本的なパイプライン構成によるアーキテクチャから更に進んでスーパースカラ、キャッシュメモリ、広帯域メモリシステムなど、現代の計算機アーキテクチャで広く用いられているものについて学ぶ。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・ 汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・ 専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

- ・ 命令レベル並列性とスーパースカラの特性を理解する。
- ・ 並列計算機とメモリシステム、キャッシュメモリの構成を理解する。
- ・ GPU等最近の例に触れる。

### キーワード

命令レベル並列性(スーパースカラ), SMP とキャッシュ, 超並列機, PCクラスタ, ベクトル型並列計算機, 大規模メモリシステム, GPU

### 授業計画

- 1～2 基本的な計算機アーキテクチャ
  - ・ パイプライン
  - ・ キャッシュメモリ
  - ・ 主記憶
- 3～5 命令レベル並列性
  - ・ 深いパイプライン
  - ・ Out of order 実行
  - ・ 投機的実行
  - ・ 分岐予測
- 6～7 ベクトルプロセッサ
- 8～9 並列計算機の構成とメモリシステム
  - ・ 対称型マルチプロセッサ
  - ・ 並列計算機とキャッシュメモリ
  - ・ 広帯域メモリシステム
- 10 GPU

### 履修条件

並列処理アーキテクチャIよりも計算機アーキテクチャに関連の深い科目です。

### 成績評価方法

レポートで評価します。  
試験実施の予定はありません。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

manaba にて講義資料を配布

講義毎にプリントしたものも配布

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

月曜 四五限 理修棟D306

火曜 六限 理修棟D306

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**





## GB31201 VLSI工学

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 火5,6

安永 守利, 金澤 健治

### 授業概要

VLSI(大規模集積回路)は,スーパーコンピュータからスマートフォン,組み込み機器に至るまで,全ての情報通信システムのハードウェア基盤となる。本講義では,VLSIの構成,動作,設計に関する基本事項を論理VLSI,メモリVLSIを中心に解説する。さらに,高速処理にとって重要な演算回路の構成と設計について解説する。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・ 汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・ 専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

「論理回路」で学んだ「論理ゲート」が,トランジスタ(半導体で作られたスイッチ)でハードウェア実現されることを理解する。  
半導体の基礎を学び,トランジスタの基本的な動作を理解する。  
トランジスタを用いた論理回路(CMOS論理回路など)の基礎を学び,その設計方法を理解する。  
トランジスタを用いた記憶回路の原理を学び,主記憶に使われるDRAM,USBメモリやSSDに用いられるフラッシュメモリなどの構成を理解する。  
VLSIの高性能化(高速化)と低消費電力化に必要な技術と解析手法を理解する。  
VLSIの製造プロセスとその高密度実装技術について理解する。  
ASICやFPGAなど,VLSIの種類と構造について理解する。  
加減乗除や初等的な数学関数等,プロセッサ構成要素のハードウェアがどのように実現されるかを理解する。  
VLSIによる細粒度並列計算の手法を理解する。

### キーワード

VLSI(LSI), 集積回路, トランジスタ, CMOS, 論理回路, メモリ, FPGA, 算術演算回路, VLSI設計技術

### 授業計画

- |     |   |
|-----|---|
| 第1回 | -----<br>【論理ゲートとトランジスタ】<br>VLSI(大規模集積回路)の基本となる論理ゲート(AND,OR,NOTなど)がトランジスタによって実現できることを学ぶ。<br>トランジスタの材料である半導体とその基本動作について理解する。<br>-----                 |
| 第2回 | 【トランジスタによる論理回路】<br>トランジスタを用いたプロセッサなどの論理回路の設計について,CMOS論理回路を中心に理解する。<br>VLSIの動作速度と消費電力がどのようなメカニズムで決まるかを学ぶ。<br>-----                                   |
| 第3回 | 【ラッチとメモリ】<br>トランジスタを用いた記憶回路(ラッチとメモリ)の原理について学ぶ。<br>コンピュータの主記憶などに使われるDRAM,USBメモリやSSDに利用されるフラッシュメモリについて理解する。<br>第4週 VLSI(大規模集積回路)の構造と製造・設計技術I<br>----- |
| 第4回 | 【VLSI(大規模集積回路)の構造と製造・設計技術II】<br>トランジスタの構造とその製造技術(クリーンルーム内でどのようにVLSIチップが製造されているか)について学ぶ。<br>何故,1億個以上のトランジスタが1センチメートル四方のチップに集積できるのかについてわかり易く理解する。     |

- 
- 【VLSI(大規模集積回路)の構造と製造・設計技術II】
- 第5回 VLSI(大規模集積回路)の設計フローについて学び,ハードウェア記述言語やCADツールの位置づけを学ぶ.  
VLSIの大規模,高性能化には,高位ハードウェア記述言語や高性能CADが不可欠であることを理解する.  
高密度実装技術(パッケージングとプリント基板への搭載技術)について学ぶ.
- 
- 【VLSI(大規模集積回路)の種類と構成】
- 第6回 ASICやFPGAなどの集積回路の種類とその構成,方式について学ぶ.  
集積回路の実装技術が高性能IT機器には不可欠であることを理解する.
- 
- 【算術演算回路: 加算器】
- 第7回 整数の加算器とその高速化.  
具体的には,桁上げ伝播加算,桁上げ選択加算,桁上げ先見加算,並列prefix加算,桁上げ保存加算など  
算術演算回路: 減算器  
2の補数による負数表現,加算器の拡張としての減算器の実現.
- 
- 【算術演算回路: 乗算器】
- 第8回 直接法(「筆算」の論理回路化),配列型,tree型(桁上げ保存加算器を用いた高速化)
- 
- 【算術演算回路: 除算器】
- 第9回 直接法(回復法,非回復法)  
乗算型除算(Newton法,Goldschmidt法など)  
算術演算回路: 浮動小数点演算器  
浮動小数点数の数表現,浮動小数点数の加減乗除
- 
- 【算術演算回路: その他】
- 第10回 剰余系演算など  
VLSIによる並列処理  
シストリックアルゴリズムなど
- 

#### 履修条件

論理回路(必修科目)に関する基本知識を必要とする。「論理回路実験」「論理システム」を受講していることが望ましい。  
組み合わせ回路・順序回路の概念と設計方法について十分に復習すること。

#### 成績評価方法

期末試験によって評価する。評価は,以下の基準で行う(100点満点)。  
なお,必要に応じて課題(レポート)を課し,その結果を成績に加えることもある。  
A+ (100-95: Excellent)  
A (94-80: Good)  
B (79-70: Satisfactory)  
C (69-60: Minimal Pass)  
D (59- : Poor)

#### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

毎回の授業範囲を復習し、参考文献における関連事項や演習問題を理解すること。

#### 教材・参考文献・配付資料等

教材  
前半: 配布資料と「集積回路工学」(安永守利著,森北出版).  
後半: 適宜,資料を配布する。

講義のWebページ  
<https://manaba.tsukuba.ac.jp/>

#### 参考文献

1. 安永守利,「集積回路工学」森北出版
2. 天野英晴,「ディジタル設計者のための電子回路(改訂版)」コロナ社
3. 柳井 久義,永田 譲,「集積回路工学(I)(II)」コロナ社
4. C.Mead and Conway Addison-Wesley,Introduction to VLSI Systems
5. 高木,「算術演算のVLSIアルゴリズム」コロナ社
6. パターソン & ヘネシー(成田訳),「コンピュータの構成と設計」日経
7. ヘネシー & パターソン(中條監訳),「コンピュータアーキテクチャ 定量的アプローチ」翔泳社
8. 柴山,「改訂新版 コンピュータアーキテクチャの基礎」近代科学社

9. 宇佐美 他, 「ウェスト&ハリス CMOS VLSI 回路設計 応用編」丸善

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

安永守利:メール(下記アドレス)に連絡し,アポイントメントをとること.

金澤健治:授業の際に通知する。

安永 守利 yasunag(at)cs.tsukuba.ac.jp <http://www.islab.cs.tsukuba.ac.jp/~yasunaga/>

金澤 健治 メールでアポイントメントをとってもらえれば随時 kanazawa(at)cs.tsukuba.ac.jp

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB31301 プログラム言語処理

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 金1,2

前田 敦司

### 授業概要

言語処理系(コンパイラとインタプリタ)の入門で,その理論と技法の基礎を解説する。簡単な言語処理系を例に,内部の仕組みを講義と演習にて具体的に紹介する。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウェアサイエンス分野の専門能力
- 3. 情報システム分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

コンパイラとインタプリタの概要について理解する。  
簡単な言語処理系を作成できるようになる。  
実際のマシンへのコード生成を学ぶことにより,コンパイラについて理解を深める。

### キーワード

コンパイラ, インタプリタ, 言語処理系

### 授業計画

- 第1回 言語処理系とは・字句解析
- 第2回 構文木と構文解析
- 第3回 構文解析器
- 第4回 リバイザとインタプリタ
- 第5回 環境と変数宣言
- 第6回 クロージャとネイティブ関数
- 第7回 トップダウン構文解析アルゴリズム
- 第8回 ボトムアップ構文解析アルゴリズム
- 第9回 仮想マシンとコード生成
- 第10回 コード最適化

### 履修条件

プログラミング入門A・Bおよびシステムプログラミング序論の内容は既知として用いる。

### 成績評価方法

演習課題レポートによって評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

LMS(manaba)上の講義資料,プログラムソース等を用いて講義・演習を行う。

講義のWebページ

LMS (manaba)を用いる。

1. 千葉滋,「2週間でできる! スクリプト言語の作り方」技術評論社 (2012)
2. 中井央,「コンパイラ」コロナ社(2007)
3. エイホ,セシィ,ウルマン,ラム,「コンパイラ原理・技法・ツール」サイエンス社 (2009)
4. エイベル,「最新コンパイラ構成技法」翔泳社 (2009)

## オフィスアワー等(連絡先含む)

火曜6限・金曜5限.学術情報メディアセンター410または総合研究棟B棟1108.確実に面談したい場合には予約すること.

火6・金5

学術情報メディアセンター410 / 学術情報メディアセンター

410 1001400 <https://www.ialab.cs.tsukuba.ac.jp/~maeda/>

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA1名



## GB31401 システムプログラム

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 水1,2

新城 靖, 大山 恵弘

### 授業概要

UnixのシステムコールやJavaのAPIを主な題材としてシステムプログラミング、ネットワーク・プログラミング、および、オブジェクト指向プログラミングについて講義する。計算機を用いた実習を課す。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

API (システムコールとライブラリ)を使ったプログラム作成法を学ぶ。  
マニュアルの読み方を身につける。  
文字列、ファイル、時刻などの基本的なオブジェクトを扱えるようになる。  
プロセス生成やシグナルを題材として並行プログラミングの基礎を学ぶ。  
TCP/IPを用いたネットワーク通信を行うプログラムを作成できるようになる。  
World Wide Web の CGI の仕組みを理解する。  
スクリプト言語を用いたプログラムを作成できるようになる。

### キーワード

システムコール, ライブラリ, シグナル, TCP/IP, CGI

### 授業計画

- 第1回 ガイダンス、実行環境、コンパイル、デバッグ
- 第2回 文字と文字列、標準入出力
- 第3回 ファイルアクセス
- 第4回 プロセス、リダイレクション、パイプ
- 第5回 シグナル
- 第6回 ネットワーク・プログラミング(クライアント側)、TCP/IP、ソケット
- 第7回 ネットワーク・プログラミング(サーバ側(1))
- 第8回 ネットワーク・プログラミング(サーバ側(2))
- 第9回 Web CGIプログラミング
- 第10回 スクリプト言語、Ruby、クロスサイトスクリプティング攻撃

### 履修条件

データ構造とアルゴリズムに関する知識があることを前提とする。また、システムプログラミング序論(新カリキュラムではコンピュータとプログラミング)の内容を理解していることが望ましい。

### 成績評価方法

レポートにより評価を行う。基準を満たさなかったレポートは、再提出を求めることがある。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業毎に示す課題についてレポートを作成し、締切までに提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

Web で教材を提示する。

講義のWebページ

<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/~syspro/2020/>

1. W. Richard Stevens, Stephen A.Rago 著, 大木敦雄 監訳, 「詳解UNIXプログラミング[第3版]」, 翔泳社
2. 青木 峰郎, 「ふつうのLinuxプログラミング 第2版」, SBクリエイティブ社
3. 山口和紀・古瀬一隆・中村敦司・新城 靖・西山博泰・林 謙一・金谷英信・鈴木孝幸・端山貴也, 「The Unix Super Text第2版」, 技術評論社

#### オフィスパワー等(連絡先含む)

新城 靖 金曜6限

3E303 yas@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~yas/>

大山 恵弘 木曜3限

学術情報メディアセンターA416 oyama@cs.tsukuba.ac.jp <https://www.cs.tsukuba.ac.jp/~oyama/>

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA 配置有り(2名)



## GB31501 ソフトウェア工学

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 火3,4

早瀬 康裕

### 授業概要

オブジェクト指向技術を中心として,ソフトウェア開発に関する手法を論じる。オブジェクト指向プログラミング,クラスライブラリ構築法,UML.デザインパターン,ユニットテスト,リファクタリング等の手法を,具体的な演習を行いながら学習する。

### 備考

オブジェクト指向プログラミング実習等の授業によって,オブジェクト指向プログラミングの基礎を学んでいることが望ましい。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・ 汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・ 専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

- ソフトウェア開発の全体像について理解する。
- ソフトウェア開発で用いられる基本概念、基本語彙を習得する。
- 現代的なソフトウェアの開発手法について演習を通じて学ぶ。

### キーワード

ソフトウェア工学, 開発方法論, オブジェクト指向, デザインパターン, UML, ユニットテスト, リファクタリング, バージョン管理

### 授業計画

第1～2週 オブジェクト指向プログラミング(2週)  
抽象化とカプセル化,継承と再利用,多相  
クラス,インスタンス,変数とメソッド,クラス階層,抽象クラス,インターフェース  
パッケージ,Generics

第3週 UML(Unified Modeling Language)  
ユースケース図,クラス図,オブジェクト図,シーケンス図

第4週 ソフトウェアのパターン  
アーキテクチャパターン,フレームワーク,デザインパターン

第5～6週 デザインパターン(2週)  
生成,構造,振舞いに関するパターン.オブジェクトの責任と契約。

第7～8週 ソフトウェア開発方法論  
方法論とその発展,ウォーターフォール・モデルとその問題点,ラピッドプロトタイピング,スパイラル型開発モデル,統一開発プロセス,アジャイルソフトウェア開発,エクストリームプログラミング,テスト駆動開発とユニットテスト

第9週 リファクタリング

第10週 開発支援ツール,まとめ  
バージョン管理,バグ追跡

### 履修条件

Javaプログラミングの知識を前提とする。



オブジェクト指向プログラミング実習等の授業によって、オブジェクト指向プログラミングの基礎を学んでいることが望ましい。

## 成績評価方法

講義と演習の総合点により評価を行う。小テストや定期試験により講義の理解度の評価を行う。毎週行う演習問題に解答することによって演習の学習状況の評価を行う。評価の前提となるデータとして出席状況を用いる。

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

#### 教材

学習管理システム(manaba)上で公開する講義資料、演習資料を用いて講義と演習を行う。

#### 講義のWebページ

学習管理システム(manaba)を用いる。

#### 参考書籍

結城「Java言語 プログラミングレッスン第3版 上下」ソフトバンククリエイティブ(2012)

ガンマ他「オブジェクト指向における再利用のためのデザインパターン」ソフトバンクパブリッシング(1999)

結城「増補改訂版Java言語で学ぶデザインパターン入門」ソフトバンククリエイティブ(2004)

ベック「XPエクストリーム・プログラミング入門ーソフトウェア開発の究極の手法」ピアソンエデュケーション(2000)

ヤコブソン他「UMLによる統一ソフトウェア開発プロセスーオブジェクト指向開発方法論」翔泳社(2000)

ファウラー「新装版 リファクタリングー既存のコードを安全に改善する」オーム社(2014)

メイヤー「オブジェクト指向入門 第2版 原則・コンセプト」翔泳社(2007)

## オフィスアワー等(連絡先含む)

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA 1名(未定)



## GB31601 データベース概論II

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 金3,4

天竺 俊之, 塩川 浩昭

### 授業概要

データベース概論Iに続いて、データベースシステムに関する以下の内容を中心に講義する。関係データベースの復習、トランザクション処理、問合せ処理、インデックス、グラフ等を含むデータベースの高度利用。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

データベースシステムの基本的な構成要素とその実装に関して理解することを目指す。

### キーワード

SQL, 問合せ処理, トランザクション処理, NoSQL

### 授業計画

- |      |   |
|------|---|
| 第1回  | データベースの概念:<br>データモデル, データ操作                 |
| 第2回  | 関係データベース:<br>関係代数, 問合せ言語SQL                 |
| 第3回  | 問合せ処理(1):<br>問合せ処理の概要、選択・射影・結合の処理           |
| 第4回  | 問合せ処理(2):<br>関係演算子のコスト推定                    |
| 第5回  | 問合せ処理(3):<br>コストに基づく問合せ最適化                  |
| 第6回  | 同時実行制御(1):<br>トランザクションの概念、直列可能性、トランザクションの性質 |
| 第7回  | 同時実行制御(2):<br>ロック、ロックを使わない同時実行制御            |
| 第8回  | 障害回復:<br>障害回復の概要                            |
| 第9回  | NoSQL:<br>NoSQLの基礎、主要なNoSQLデータベース           |
| 第10回 | グラフデータベース                                   |

### 履修条件

「データベース概論I」を履修していること

### 成績評価方法

期末試験(80%)および授業中に出题する小テスト(20%)により評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

次回の授業範囲を予習し、専門用語の意味等を理解しておくこと。

## 教材・参考文献・配付資料等

資料はmanabaにて電子的に配布する。

1. 北川博之, データベースシステム、オーム社
2. 増永良文, リレーショナルデータベース入門ーデータモデル・SQL・管理システム、サイエンス社
3. Raghuram Krishnan and Johannes Gehrke
4. Database Management Systems, 3rd ed., McGraw-Hill

## オフィスアワー等(連絡先含む)

オフィスアワーは特に定めない。事前に電子メール等で連絡すること。

天笠 俊之 amagasa@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.kde.cs.tsukuba.ac.jp/~amagasa/>

塩川 浩昭 shiokawa@cs.tsukuba.ac.jp

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA 1名配置



## GB31701 情報検索概論

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 木1,2

北川 博之, 天笠 俊之

### 授業概要

情報検索に関する入門.情報検索の基本概念,ブール検索モデル,索引語の抽出と重み付け,ベクトル空間モデル,索引手法,情報検索システムの評価,クラスタリング,マルチメディア情報検索,XML,WWW検索に関して講述する.

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

情報検索に関わる基礎的事項(基本概念,ブール検索モデル,索引語,ベクトル空間モデル,索引手法,情報検索システムの評価,クラスタリング,マルチメディア情報検索,XML,Web検索)を理解し,それらに関する説明や議論ができる.

### キーワード

情報検索, 文書検索, マルチメディア検索, 構造化文書, WWW

### 授業計画

講義スライドを用いて以下の項目について順次解説する.毎回の授業の終了前に講義内容に関するクイズを実施する.

情報検索の基本概念とブール検索モデル:

- 第1回 基本用語,情報検索の特徴,情報検索の分類,応用と関連分野,ブール検索モデル,転置ファイルによる実装,ファジイ検索モデル
- 第2回 索引語の抽出と重み付け:  
索引語・不要語,語幹抽出,日本語における索引語抽出,索引語の重み付け
- 第3回 ベクトル空間モデル:  
ベクトル空間モデルとは,文書の類似度,適合性フィードバック,主成分分析,潜在的意味インデクシング(LSI)
- 第4回 情報検索のための索引手法:  
転置ファイルによるベクトル空間モデルの実装,転置ファイルの構築,文字列索引(接尾辞配列),シグネチャファイル
- 第5回 情報検索システムの評価:  
有効性の指標,再現率と適合率,再現率・適合率曲線,平均適合率,F尺度,E尺度
- 第6回 文書のクラスタリング:  
クラスタリングとは,階層的クラスタリング,単一パス法,k-means法
- 第7回 マルチメディア情報検索:  
マルチメディア検索の基本概念,特徴ベクトルと類似度,画像データ検索,時系列データ検索,空間索引,空間充填曲線
- 第8回 XML(1):  
構造化文書,XML文書,属性,整形形式と妥当なXML文書  
XML(2):  
文書型宣言,実体,名前空間,XPath
- 第9回 Web検索(1):  
主なWeb検索機構,Web検索の仕組みと特徴
- 第10回 Web検索(2):  
クローラ,ハイパーリンクに利用,PageRank,HITS

### 履修条件

線形代数の初歩的知識があることが望ましい.また,理解を深めるためにはデータベース概論Iを履修していることが望ましい.

## 成績評価方法

クイズ(30%),学期末試験(70%)により評価を行う。

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

毎回,事前に講義スライドをmanabaに掲載するので目を通しておくこと。

クイズは採点後返却すると共に,解答をmanabaに掲載するので,各自の理解度を確認し復習すること。

## 教材・参考文献・配付資料等

講義スライドのPDFをmanabaに掲載する。一部のトピックについては以下が参考になる。

1. 徳永健伸,「情報検索と言語処理」(東京大学出版会)
2. 北研二,津田和彦,獅々堀正幹,「情報検索アルゴリズム」(共立出版)

## オフィスアワー等(連絡先含む)

北川博之:水 11:45~13:15 総合研究棟B 903

事前にメールで連絡することが望ましい。上記以外も随時メールにて質問や面談予約に対応。

北川 博之 kitagawa@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.kde.cs.tsukuba.ac.jp/~kitagawa/>

天笠 俊之 amagasa@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.kde.cs.tsukuba.ac.jp/~amagasa/>

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TAまたはTFを配置



## GB31801 オペレーティングシステムII

1.0 単位, 3・4 年次, 秋C 水5,6; 秋C 金3,4  
新城 靖

### 授業概要

最近のオペレーティングシステムの実際的な側面を,設計論および実装論の立場から解説する。

### 備考

実施日程は,別途掲示等で周知する。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

OSの実行環境,OS動作を理解するに必要なx86プロセッサアーキテクチャについて理解する。  
OS動作に必要なソフトウェアとハードウェアのインタラクションを理解する。  
実際のOSソースコードにおける,処理の流れを理解する。

### キーワード

OSカーネル, Linux, システム・コール, プロセス管理, メモリ管理, デバイスドライバ, 割り込み, 時間管理, ファイルシステム。

### 授業計画

- 第1回 システムコールとプロセス: オペレーティングシステムの構成、システムコールとライブラリ、実行形式、task構造体、current、プロセスの状態
- 第2回 メモリ管理: Buddyシステム、kmalloc、スラブアロケータ、アドレス空間、ページテーブル、MMU、ページフォールト
- 第3回 デバイスドライバ、入出力、割り込み: ブロック型/文字型デバイス、copy\_from\_user()とcopy\_to\_user()、inb()と outb()、割り込みコントローラ、IRQ、割り込みの前半部と後半部、Softirq、Tasklet、Work Queue
- 第4回 時刻と時間の管理、プロセスのスケジューリング: モノトニック時刻、jiffies と HZ、カレンダー時刻管理、インターバルタイマ、時間切れ処理、優先度、スケジューラ、レディキュー
- 第5回 ファイルシステム: VFSインタフェース、オブジェクト指向、file構造体、inode、ext4、ディレクトリ

### 履修条件

オペレーティングシステムIを受講していること。

### 成績評価方法

レポート20%、期末試験80%で評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業毎に示す課題についてレポートを作成し、締切までに提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

教材  
プリント配布.

講義のWebページ  
<http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~yas/coins/os2-2020/>

#### 参考書

1. Robert Love, "Linux Kernel Development", Addison-Wesley Professional (2010).
2. ボベット, 他, "詳解Linuxカーネル第3版", オライリージャパン, (2007).
3. Jonathan Corbet, 他, Jonathan Corbet, 他: "Linuxデバイスドライバ", オライリージャパン (2005)
4. 白崎博生, Linuxのブートプロセスをみる, KADOKAWA/アスキー・メディアワークス (2014).
5. Intel, Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual Combined Volumes:1, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, and 3C.
6. 蒲地輝尚, はじめて読む486-32ビットコンピュータをやさしく語る, アスキー (1994).

#### オフィスアワー等(連絡先含む)

金曜6限  
3E303 yas@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~yas/>

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

実施日程は, 別途掲示等で通知する。

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA 配置有り(1名)



## GB31901 分散システム

1.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 月3

建部 修見, 町田 文雄

### 授業概要

ローカルネットワークおよびインターネットによって接続された分散システムの基本構成原理,基本ソフトウェア,基本アルゴリズム,フォールトトレラント設計を論じる。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

日常的にインターネットを使用するようになった現在の分散システムを支える基本技術を学ぶ。

### キーワード

分散システム, 通信, ネーミング, 同期, 一貫性

### 授業計画

第1,2週 分散システムの概要  
分散システムの目標,アーキテクチャ  
第3週 プロセス  
スレッド,仮想化,クライアント,サーバ,コード移送  
第4週 通信  
遠隔手続き呼出し,メッセージ通信,ストリーム通信,マルチキャスト  
第5,6週 ネーミング  
フラットネーミング,階層ネーミング,属性ネーミング  
第7,8週 一貫性と複製  
一貫性モデル,複製管理,一貫性制御プロトコル  
第9,10週 耐障害性  
プロセスのレジリエンス、リライアブルな通信、リカバリー

### 履修条件

システムプログラム,オペレーティング・システムI・IIを受講していることが望ましい。

### 成績評価方法

演習問題33%, 試験67%

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

毎回の授業の後、演習問題を出題する。次の授業までに解いておくこと。

### 教材・参考文献・配付資料等

講義資料はmanabaで配布する。

#### 参考書籍

Andrew S. Tanenbaum and Maarten Van Steen,Distributed Systems: Principles and Paradigms,Third Edition, Pearson Education (2017).<https://www.distributed-systems.net/index.php/books/distributed-systems-3rd-edition-2017/>



## **オフィスアワー等(連絡先含む)**

オフィスアワーは特に定めない.担当教員に事前連絡をしてから訪問すること.

建部 修見 [tatebe@cs.tsukuba.ac.jp](mailto:tatebe@cs.tsukuba.ac.jp)

町田 文雄

## **その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

## **他の授業科目との関連**

## **ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB32201 電子回路

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 木5,6  
庄野 和宏

### 授業概要

アナログ電子回路に関する講義を行う。主な内容は、半導体素子の特性、トランジスタの信号等価回路、小信号増幅回路、電力増幅回路、帰還増幅回路、演算増幅器とその応用回路、発振回路。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

トランジスタとは何か説明できる。増幅・発振のメカニズムが理解できる。

### キーワード

テブナンの定理、トランジスタ、演算増幅器、負帰還

### 授業計画

第1週 電子回路の解析に必要な基礎知識  
電源の等価変換、テブナンの定理、2端子定数、デシベル表示、周波数特性の表示  
第2週 半導体素子  
PN接合ダイオード、バイポーラトランジスタ、FETの動作と特性  
第3週 小信号等価回路  
直流分と交流分の分離、トランジスタの等価回路、FETの等価回路  
第4,5週 バイアス回路  
動作点の選び方、安定指数、各種バイアス回路  
第6週 基本増幅回路  
ベース接地回路、エミッタ接地回路、コレクタ接地回路  
第7週 負帰還増幅回路  
負帰還の原理、負帰還の効果、安定性  
第8週 各種増幅回路  
RC結合増幅回路、直流増幅回路、電力増幅回路  
第9週 演算増幅器とその応用  
演算増幅器の特性、線形演算回路、能動RCフィルタ  
第10週 正弦波発振回路  
発振条件、LC発振回路、RC発振回路

### 履修条件

電気回路(GB12201)の知識を前提とする。

### 成績評価方法

演習課題及び前半終了時に中間レポートを課す。演習15%, 中間レポート35%, 学期末試験50%により評価を行う。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業後に毎回宿題を課すので、次回に小レポートとして提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

石橋 幸男 著「アナログ電子回路」 培風館

講義のWebページ

<https://www.ecloud.tsukuba.ac.jp/manaba>

参考書籍

石橋 幸男 著「アナログ電子回路演習」 培風館

庄野 和宏 著「合点!トランジスタ回路超入門」 CQ出版

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

水11:30～12:15 3F532

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB32301 人工生命概論

1.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 金4

岡 瑞起

### 授業概要

生命性をコンピュータ上でシミュレートすることにより、生命の本質に迫る「ALife(人工生命)」は、「AI(人工知能)」の発展系として、近年改めて注目されつつある分野です。本講義では、セルラーオートマトンやボイドモデルなど、さまざまなALifeの理論モデルについて学び、実際に、Pythonで書かれたサンプルコードで実装することで体感的に学びます。

### 備考

BC12681と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- 汎用コンピテンス:批判的・創造的思考力、データ・情報リテラシー、広い視野と国際性。
- 専門コンピテンス:国際学(国際開発)についての分析能力、国際学(国際開発)についての論理的表現能力。

### 授業の到達目標(学修成果)

- ・人工生命の歴史を振り返り、人工生命とはどのような学問体系かを理解する。
- ・自己組織化、自己複製、創発現象、身体性、人工進化に関する概念を学び、実際にコードを実装し、体感的に理解する。

### キーワード

### 授業計画

第

1 授業の全体計画を紹介する。その後、人工生命の歴史と、代表的な人工生命モデルを紹介する。

回

第

2 Python言語とAnacondaを用いたサンプルコードの実行環境の紹介と操作実習を行う。

回

第

3 自己組織化する自然界のパターンについて紹介し、反応拡散方程式やセルラーオートマトンのプログラムによってさまざまなパターンを作る。

回

第

4 第3回目に引き続き、自己組織化する自然界のパターンについて紹介し、反応拡散方程式やセルラーオートマトンのプログラムによってさまざまなパターンを作る。

回

第

5 人工生命の核心的な問題のひとつである、個の創発や自己複製について、オートポイエーシスの概念を作り出すSCLモデル、フォン・ノイマンの自己複製オートマトンなどを通じて学ぶ。

回

第

6 第5回目に引き続き、人工生命の核心的な問題のひとつである、個の創発や自己複製について、オートポイエーシスの概念を作り出すSCLモデル、フォン・ノイマンの自己複製オートマトンなどを通じて学ぶ。

回

第

7 自律的に動いている個体同士が協調しながら動作する時、集団そのものの行動のパターンや構造が「創発」するメカニズムや集団知について、ボイドモデルやインターネットに見られる創発現象を通じて学ぶ。

回

第

8 第7回目に引き続き、自律的に動いている個体同士が協調しながら動作する時、集団そのものの行動のパターンや構造が「創発」するメカニズムや集団知について、ボイドモデルやインターネットに見られる創発現象を通じて学ぶ。

回

第

9 遺伝的アルゴリズムを通じて、ニューラルネットワークを持つエージェントの挙動を観察することで進化、集団の進化の理解を深める。

回

第

10 人工生命の応用と最新動向について紹介する。

回

### 履修条件

言語は問わないが、プログラミングについて学習済みであること、また線形代数、解析に関する知識があることが望ましい。

## 成績評価方法

課題(宿題)および期末試験によって評価する。毎回出席をとり、最終評価の際に考慮に入れる。

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

## 教材・参考文献・配付資料等

1. 岡瑞起 他著,「作って動かすALife ― 実装を通した人工生命モデル理論入門」(オライリー・ジャパン社)

参考書籍:

- ・池上高志 著「動きが生命をつくる―生命と意識への構成論的アプローチ」(青土社)
- ・モリス・パーマン 著「デカルトからベイトソンへ―世界の最魔術化」(文藝春秋社)
- ・Jun Tani 著「Exploring Robotic Minds: Actions, Symbols, and Consciousness As self-Organizing Dynamics Phenomena」(Oxford University Press)
- ・ロルフファイファー 他著「知の創成―身体性認知科学への招待」(共立出版社)

## オフィスアワー等(連絡先含む)

電子メールにて予約のこと.総合研究棟B 1128(岡瑞起)

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB36403 情報システム実験A

3.0 単位, 3 年次, 春ABC 水3,4; 春ABC 金5,6

大山 恵弘, 阿部 洋丈, 天笠 俊之, 岡 瑞起, 片岸 一起, 金澤 健治, 北川 博之, 木村 成伴, 小林 諒平, 佐藤 聡, 三宮 秀次, 塩川 浩昭, 庄野 和宏, 新城 靖, 高橋 大介, 多田野 寛人, 建部 修見, 富安 洋史, 長谷部 浩二, 早瀬 康裕, 朴 泰祐, 堀江 和正, 前田 敦司, 安永 守利, 山際 伸一, 山口 佳樹, 和田 耕一

### 授業概要

情報システムを構築するハードウェア及びソフトウェアに関し,プロセッサ・ネットワーク・システム及び応用プログラム,通信等の要素技術の修得を目指し,それらに関するテーマの中から幾つか選択して具体的課題に取り組む。

### 備考

情報システム主専攻の学生に限る。  
開講日注意(詳細は学類ウェブページを参照のこと)

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

### 授業の到達目標(学修成果)

情報システムに関する様々なテーマの中から年間を通して2つの実験テーマを選択し,各テーマ毎に1学期間を通じて実験を行う。これにより,情報システムに関する広範で実用的な知識・スキルを習得する。

### キーワード

情報システム, 実験

### 授業計画

テーマの内容:下記のテーマの中から選択する。ただし、最新版については学類の実験ホームページを確認すること。  
<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

春学期 (情報システム実験A)  
システムプログラム  
オープンデータを利用したWebアプリケーション開発(\*)  
カーネルハック  
組み込みオペレーティングシステム  
(\*) enPiT準拠テーマ

### 履修条件

情報システム主専攻の学生に限る。

#### ガイダンス

春学期第1回目の実験授業時間に,単位修得条件,実験の進め方,各実験テーマの説明,実験関係資料配布等のためのガイダンスを行うので,必ず出席すること。ガイダンス開催場所については掲示するので,確認すること。

#### テーマの選択について

実験は選択したテーマを1学期間にわたって行う。

各学期に1テーマ,1年間(2学期)で合計2テーマを履修する。

同じテーマを2度以上選択することはできない。

全学期のテーマ(2つ)は春学期のテーマ選択時に全て決める。

2テーマのうち1テーマは他主専攻の実験(情報科学実験,知能情報メディア実験)の中から選択しても良い。

開設するテーマは各学期によって異なるので,テーマの申請前にガイダンス資料等でよく確認すること。

希望テーマの申請方法と,確定テーマの掲示方法については,ガイダンス時に説明する。

班分けが必要なテーマに関する班分け表は,各学期の実験開始時に配布する。

### 成績評価方法

課題ごとに定められたレポートにより評価する。ただし、欠席が2割を越す(6回以上)と成績評価を行わない。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

課題ごとに定められたレポートを作成し提出すること。

**教材・参考文献・配付資料等**

教材

各実験テーマの概要と詳細なテキストは、本科目のホームページ上に用意する。

講義のWebページ

<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB36503 情報システム実験B

3.0 単位, 3 年次, 秋ABC 水3,4; 秋ABC 金5,6

大山 恵弘, 阿部 洋丈, 天笠 俊之, 岡 瑞起, 片岸 一起, 金澤 健治, 北川 博之, 木村 成伴, 小林 諒平, 佐藤 聡, 三宮 秀次, 塩川 浩昭, 庄野 和宏, 新城 靖, 高橋 大介, 多田野 寛人, 建部 修見, 富安 洋史, 長谷部 浩二, 早瀬 康裕, 朴 泰祐, 堀江 和正, 前田 敦司, 安永 守利, 山際 伸一, 山口 佳樹, 和田 耕一

### 授業概要

情報システムを構築するハードウェア及びソフトウェアに関し,プロセッサ・ネットワーク・システム及び応用プログラム,通信等の要素技術の修得を目指し,それらに関するテーマの中から幾つか選択して具体的課題に取り組む。

### 備考

情報システム主専攻の学生に限る。

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

### 授業の到達目標(学修成果)

情報システムに関する様々なテーマの中から年間を通して2つの実験テーマを選択し,各テーマ毎に1学期間を通じて実験を行う。これにより,情報システムに関する広範で実用的な知識・スキルを習得する。

### キーワード

### 授業計画

テーマの内容:下記のテーマの中から選択する。ただし、最新版については学類の実験ホームページを確認すること。  
<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

秋学期 (情報システム実験B)  
スタンダードセル向けLSI設計  
通信システムの基礎  
高性能並列プログラミング  
コンピュータネットワーク実験  
大規模ソーシャルデータ分析

### 履修条件

情報システム主専攻の学生に限る。

### ガイダンス

春学期第1回目の実験授業時間に,単位修得条件,実験の進め方,各実験テーマの説明,実験関係資料配布等のためのガイダンスを行うので,必ず出席すること。ガイダンス開催場所については掲示するので,確認すること。

### テーマの選択について

実験は選択したテーマを1学期間にわたって行う。

各学期に1テーマ,1年間(2学期)で合計2テーマを履修する。

同じテーマを2度以上選択することはできない。

全学期のテーマ(2つ)は春学期のテーマ選択時に全て決める。

2テーマのうち1テーマは他主専攻の実験(情報科学実験,知能情報メディア実験)の中から選択しても良い。

開設するテーマは各学期によって異なるので,テーマの申請前にガイダンス資料等でよく確認すること。

希望テーマの申請方法と,確定テーマの掲示方法については,ガイダンス時に説明する。

班分けが必要なテーマに関する班分け表は,各学期の実験開始時に配布する。

### 成績評価方法

課題ごとに定められたレポートにより評価する。ただし、欠席が2割を越す(6回以上)と成績評価を行わない。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

課題ごとに定められたレポートを作成し提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等



教材

各実験テーマの概要と詳細なテキストは,本科目のホームページ上に用意する.

講義のWebページ

<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB40101 信号処理概論

1.0 単位, 3・4 年次, 春AB 火3  
亀山 啓輔

### 授業概要

連続信号として表されるメディアをはじめとする情報の解析方法とその応用について講述し, 演習を行うことによりそれらを使いこなす能力を身につける。内容: 信号処理とは・フーリエ解析・線形システム・ラプラス変換・フィルタ設計など。

### 備考

主専攻共通科目  
BC12661と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

メディア情報などの連続信号として表される情報の解析方法とその実用例について概説する。また、演習を行い使いこなす能力を身につける。なお、本講義では、連続信号のみを取り扱い、離散信号は、ディジタル信号処理、信号解析にて学習する。

1. 周波数解析を理解する
2. 線形システムとその取り扱いを理解する
3. ラプラス変換を用いた微分方程式で表されるシステムの取り扱いを理解する
4. 信号処理が実世界の技術にどのように使われているのか定性的に理解する

### キーワード

信号処理, フーリエ級数, フーリエ変換, ラプラス変換, 伝達関数, 畳み込み, Signal Processing, Fourier Series, Fourier Transform, Laplace Transform, Transfer Function, Convolution

### 授業計画

第1週 信号処理の概要: 信号とは何か, 信号の分類, 代表的信号, 音声処理・画像処理などへの応用  
第2～4週 周波数解析: 周波数解析の考え方, フーリエ級数展開, フーリエ変換, 演習問題  
第5～7週 線形システム: たたみ込み積分によるシステムの表現, システムの周波数特性と応答, 複数システムの接続とブロック図, 演習問題  
第8～10週 ラプラス変換と伝達関数: ラプラス変換, 伝達関数, システムの安定性, 演習問題

### 履修条件

基礎的な線形代数、解析の知識。

### 成績評価方法

演習(宿題)(20%)と期末試験(80%)によって評価する。毎回出席をとり、最終評価の際に考慮に入れる。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

<https://adapt.cs.tsukuba.ac.jp/moodle342/course/view.php?id=4>  
(ゲストアクセス)

### 教材・参考文献・配付資料等

浜田望「よくわかる信号処理」(オーム社)。適宜プリントを配布する。

### オフィスアワー等(連絡先含む)

メール連絡ください

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

<https://adapt.cs.tsukuba.ac.jp/moodle342/course/view.php?id=4>  
(ゲストアクセス)

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB40111 情報セキュリティ

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 金1,2

西出 隆志, 面 和成, 國廣 昇

### 授業概要

電子社会の進展にともなってセキュリティ対策の重要性が増している。そこで、情報セキュリティに関する基礎理論を習得し、それが実際にどう使われているかを学ぶ。基礎理論では暗号を中心とし、応用ではインターネット上に展開されるシステムのセキュリティ対策を中心に講義する。

### 備考

主専攻共通科目

BC12651と同一。

令和元年度までに開設された「情報セキュリティ」(GB42101)の単位を修得した者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウエアサイエンス分野の専門能力
- 3. 情報システム分野の専門能力
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

システムに対する脅威と情報セキュリティの必要性を理解する。  
基礎技術である暗号および認証について、概念を理解し、仕組みを習得する。  
インターネット上のセキュリティ対策について理解する。

### キーワード

### 授業計画

- 第1週 脅威と脆弱性  
盗聴,改ざん,ウイルス,標的型攻撃など
- 第2週 公開鍵暗号の基礎  
ユークリッド互除法,モジュロ演算など
- 第3週 公開鍵暗号の構成法1  
オイラーの定理,RSAなど
- 第4週 公開鍵暗号の構成法2  
離散対数問題,ElGamal,電子署名など
- 第5週 秘密分散とその応用  
多項式補間,しきい値復号
- 第6週 より高度な暗号技術  
秘密計算,準同型暗号
- 第7週 共通鍵暗号とその応用
- 第8週 ネットワーク侵入防御  
ファイアウォール,侵入検知システムなど
- 第9週 セキュアプロトコル  
IPsec, TLS/SSLなど
- 第10週 ブロックチェーン

### 履修条件

### 成績評価方法

授業中に実施する演習(約10%), 期末試験(約90%)により評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業内に課す演習を解いて提出すること

## 教材・参考文献・配付資料等

### 教材

教科書:「暗号と情報セキュリティ(リスク工学シリーズ8巻)」,岡本,西出著,コロナ社  
そのほか、必要に応じて電子資料またはプリント配布

### 参考書籍

「IT Text 情報セキュリティ」, 宮地充子,菊池浩明編,オーム社  
「現代暗号の誕生と発展」, 岡本龍明著, 近代科学社  
「暗号理論入門」, 岡本栄司著, 共立出版

## オフィスアワー等(連絡先含む)

メールにて問い合わせてください

西出 隆志  
面 和成  
國廣 昇

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

1名



## GB40201 パターン認識

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 木3,4  
平井 有三

### 授業概要

パターン認識の基本的な考え方について解説する。内容は(1)特徴ベクトル空間,(2)ベイズの識別規則,(3)確率モデルと識別関数,(4)k最近傍法,(5)線形識別関数,(6)パーセプトロン,(7)サポートベクトルマシン,(8)部分空間法,(9)クラスタ分析,(10)複数の識別機による性能強化,など。

### 備考

主専攻共通科目  
BC12611と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

・専門コンピテンス  
4. 知能情報メディア分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

- (1) パターン認識の世界を、例題を用いながら概観し、パターン認識が「特徴抽出」、「学習」、「識別規則」からなることを理解する。特徴抽出された特徴ベクトルの次元が大きくなると現れる次元の呪いについて理解する。さらに、学習データを用いて設計した識別機械が実世界で犯す誤りを予測すること、すなわち汎化能力を予測することの重要性を理解する。
- (2) 統計的パターン認識の最も基本的な手法であるベイズの識別規則が、誤り最小・損失最小となることを理解する。また、パターン認識システムの性能評価手法である受信者動作曲線(ROC曲線)の原理とその作り方を学ぶ。
- (3) 学習データの統計量を用いて行う特徴量の種々の線形変換とその役割を理解する。学習データの分布を正規分布関数でモデル化した場合の線形識別関数を導く。学習データから正規分布関数のパラメータを得るための最尤推定法について理解する。
- (4) 学習データそのものを識別に用いるk最近傍法の原理を理解し、その誤り率とベイズの誤り率が密接に関連していることを知る。k最近傍法は入力データと全ての学習データとの距離計算を行うので時間がかかる。その緩和法を議論し、その一つである近似最近傍探索の原理を理解する。
- (5) 2クラスの線形識別関数によって構成される識別超平面について理解する。多クラスの識別関数構成法とそれらの長所短所について理解する。線形識別関数の代表例である正規方程式、線形判別関数、ロジスティック回帰について理解する。(ここまですべて範囲として中間試験を行う予定である。)
- (6) 2クラスの線形識別関数を求める古典的なパーセプトロン学習アルゴリズムを理解する。学習の難しさを表すマージンの概念を導入し、学習データが線形分離可能であれば学習が収束することを示す。パーセプトロンを多層化(2層)し、線形分離可能という厳しい制約を緩和した誤差逆伝搬法の原理を理解し、非線形識別関数が持つ様々な性質について議論する。
- (7) 3層以上の多層回路(ディープな回路)での誤差逆伝搬法の導出と、そのような状況で学習をうまく進めるための様々な仕掛けについて理解する。従来、識別系の学習とは別個に行われていた特徴抽出系の設計が、ディープラーニングにより特徴抽出から識別系の学習まで一貫して行えるようになったことを理解する。また、畳み込みニューラルネットワークでの誤差逆伝搬の実験を理解し、画像認識コンテストでトップの成績を収めたシステムを紹介する。
- (8) 現在も広く利用されている、最大マージンを持つ線形識別関数を求める手法であるサポートベクトルマシンの原理を理解する。また、線形分離可能でない学習データを非線形特徴写像により高次元特徴空間に写像することで、線形識別関数でも識別可能になる事を理解し、高次元特徴空間における内積計算を原空間での内積計算で効率的に行うことができるカーネルトリックについて理解する。
- (9) 特徴空間の次元は低い方がよい。次元を縮約する手法の一つである主成分分析について理解した後、クラス毎に学習データの主成分分析を行って作った部分空間を用いて識別する部分空間法について理解する。さらに、カーネルトリックを用いたカーネル主成分分析、カーネル部分空間法について触れる。
- (10) 学習データ間の類似度を手がかりに、学習データをいくつかのクラスにグループ分けし識別を行うクラスタリングについて理解する。まず、基本的な類似度である距離について理解した後、K-平均法に代表される非階層的クラスタリング、融合法に代表される階層的なクラスタリングの手法について理解する。さらに、混合正規分布モデルを用いた確率的なクラスタリングと、その確率モデルパラメータを求めるために広く利用されているEMアルゴリズムについて理解する。
- (11) どのような識別問題に対しても最も性能がよい識別器は存在しないことを示したノーフリーランチ定理について紹介した後、複数の識別器を組み合わせることで全体として識別性能を上げる手法について理解する。組み合わせる識別器として決定木を用いるので、決定木の学習法について学んだ後、代表的な手法であるバギング、アダブースト、ランダムフォレストについて理解する。

### キーワード

汎化能力, ベイズの識別規則, 線形識別関数, 非線形識別関数, 最近傍法, パーセプトロン型学習アルゴリズム, サポートベクトル

## 授業計画

全ての授業スライドをmanabaに掲載し、それに沿ってパワーポイントを用いて授業を進める。また、統計解析環境Rを用いたRの基礎と、畳み込みニューラルネットワークを用いた手書き数字認識系の実習レポート課題を通して、パターン認識を実体験してもらう予定である。

- 第1回 「パターン認識」=「特徴抽出」+「識別規則」+「学習」、特徴ベクトル空間と「次元の呪い」、識別規則と学習法の分類と概要、汎化能力、(統計解析環境Rの実習レポート課題1)
- 第2回 ベイズの識別規則と例題、ベイズの識別規則は誤り最小、最小損失基準に基づくベイズの識別規則、受信者動作特性(ROC)曲線、AUC(Area under an ROC curve)、最適動作点、ROC曲線を作ってみよう
- 第3回 観測データの平均ベクトルと共分散行列を用いた線形変換、標準化、無相関化、白色化、正規分布関数と線形識別関数、確率モデルパラメータの最尤推定
- 第4回 k最近傍法、最近傍法とボロノイ境界、kNN法、kNN法とベイズ誤りの関係、kNN法の計算量、近似最近傍探索
- 第5回 線形識別関数、超平面の方程式、多クラス問題への拡張、最小2乗誤差基準と正規方程式、線形判別分析、ロジスティック回帰、交差エントロピー型誤差関数、ソフトマックス関数、(ここまでの範囲で中間試験を行う予定)
- 第6回 パーセプトロンと学習規則、マージンと学習の難しさの尺度、パーセプトロンの収束定理、多層パーセプトロンと誤差逆伝搬法、誤差逆伝搬法の学習アルゴリズム、過学習と正則化
- 第7回 誤差逆伝搬法と自動微分、活性化関数、損失関数、畳み込みニューラルネットワーク、AlexNet、Dropout正則化、畳み込み計算の軽量化、GoogLeNet、ResNet、RMSProp、Batch Normalization、(統計解析環境Rを用いた畳み込みニューラルネットワークの実習レポート課題2)
- 第8回 最適識別超平面、不等式制約条件最適化問題によるサポートベクトルマシンの導出、スラック変数とソフトマージン識別器、非線形特徴写像、多項式カーネル、動径基底関数カーネル、 $\nu$ サポートベクトルマシン、1クラスサポートベクトルマシン
- 第9回 部分空間法、主成分分析、CLAFLIC法、カーネル主成分分析、カーネル部分空間法、クラスタリング、ミンコフスキー距離、K-平均法、階層型クラスタリング、樹状図、確率モデルによるクラスタリング、混合正規分布モデルとEMアルゴリズム
- 第10回 識別器の組み合わせによる性能強化、ノーフリーランチ定理、決定木、ノード分割規則、不純度、ジニ係数、木の剪定アルゴリズム、バギング、アダブースト、ランダムフォレスト、
- 第11回 期末試験(第6回から第10回の範囲)

## 履修条件

線形代数の復習をしておくこと。確率論と統計学の講義を受けていることが望ましい。必要な知識は必要に応じて講義の中で説明する。大体1日1章のペースで授業を行うが、休むとついてくるのがしんどくなる。教科書に従って授業を進めるのでリカバー可能であるが要注意。どの科目でも同じではあるが。

## 成績評価方法

線形識別関数までを範囲とした中間試験と残りの範囲を対象とした期末試験、およびRの実習レポートなどの提出により成績評価を行う。中間試験と期末試験の合計点を上限80%、レポート課題などの点数を下限20%の割合で総合評価する予定である。全体評価で60%の得点を得ることが単位取得の条件である。  
なお、A+~Cの評点は総合評価の点数に基づいて行う。

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

- (ア) 復習として、指定した教科書の章末問題を必ず行うこと
- (イ) 予習として、指定した教科書の次の授業範囲を読んでおくこと

## 教材・参考文献・配付資料等

教科書として、平井有三著「はじめてのパターン認識」森北出版を使用する。授業の前に入手しておくことが望ましい。参考文献は、授業の中で随時紹介する。  
授業はmanabaに掲載したスライドに沿って進める。授業の前の週には掲載するので、教科書と合わせて予め一読しておくのが望ましい。

## オフィスアワー等(連絡先含む)

連絡は世話人の山田先生(takeshi AT cs.tsukuba.ac.jp)を通して行うこと。

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

パターン認識は、文字認識、音声認識、画像認識、テキスト処理、知識処理、自動運転を始め、将棋や碁などゲームの分野にも深く浸透しており、現代の情報社会の基盤技術となっている。今後ますます重要となる技術なので、この授業を機会にしっかりと理解して身に付けてほしい。

授業に当たって、線形代数の復習をしておくことが授業内容の理解に必須である。また、確率論と統計学の授業を受けていることが望ましい。必要な知識は必要に応じて講義の中で説明する。大体1日1章のペースで授業を行うが、休むとついてくるのがしんどくなる。教科書に沿って授業を進めるのでリカバー可能であるが要注意。どの科目でも同じではあるが。

### 他の授業科目との関連

GA15211 線形代数A  
GA15221 線形代数A  
GA15311 微分積分A  
GA15321 微分積分A  
GB10214 線形代数II  
GB10414 解析学II  
GB11601 確率論  
GB41204 統計学  
GB42301 画像認識工学  
GB42404 機械学習

### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

なし





## GB40301 ヒューマンインタフェース

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 木5,6

高橋 伸, 古川 宏

### 授業概要

ユーザの側に立ったヒューマンインタフェースの考え方について説明する。身近な道具や日用品におけるヒューマンインタフェース, ヒューマンインタフェースの原理, インタフェース設計などについて学ぶ。GUIや視覚的インタフェース技術について学習し, これらの考え方にもとづき簡単なインタフェース設計ができるようになることを目指す。

### 備考

主専攻共通科目

BC12671, GE71101と同一。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・専門コンピテンス
- 2. ソフトウエアサイエンス分野の専門能力
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力

### 授業の到達目標(学修成果)

- ・ユーザの側に立ったヒューマンインタフェースの考え方について理解する。
- ・同時にこれらの考え方にもとづき簡単なインタフェース設計ができるようになる。
- ・認知科学の成果について, ハードウェアおよびソフトウェアの開発における重要性について理解する
- ・人の認知特性について, そのメカニズムや限界を理解する
- ・ユーザによる使いやすさを損なう状況について, 人の認知特性に基づき原因を理解する

### キーワード

ヒューマンインタフェース, 人間中心設計, ユーザエクスペリエンス, インタラクションデザイン, グラフィカルユーザインタフェース, 認知能力, 人間機械系, 感覚・知覚, 記憶, 思考・推定, ヒューマンモデル

### 授業計画

- 第1回 【4月9日 高橋伸 システム情報系】  
「日常の身近な道具とヒューマンインタフェース」  
インタラクティブシステム、BadUI、ユーザエクスペリエンス、アクセシビリティ、ユニバーサルデザイン
- 第2回 【4月16日 古川宏 システム情報系】  
「ユーザの認知情報処理のモデル」 ～ツール・機器設計のための認知的解析法～  
人とツール・機器とのインタラクションを記述するためのモデルについて(モデルの必要性, 人・システム・課題・状況を対象としたヒューマンモデル, 人間情報処理モデル, 淵モデル, SRKモデル)
- 第3回 【4月23日 古川宏 システム情報系】  
「感覚・知覚」 ～人のセンサーシステム～  
脳の機能と情報処理プロセス, 感覚・知覚系の特性と限界(脳および感覚・知覚系の基本的機能と情報処理, 注意)
- 第4回 【4月30日 古川宏 システム情報系】  
[演習1] 淵モデル, ヒューマンエラーの解析
- 第5回 【5月7日 古川宏 システム情報系】  
「記憶」 ～人の情報保持システム～  
人の記憶の機能別モデルと記憶生成・利用プロセスについて(感覚記憶, 短期記憶, 長期記憶, リハーサル, メンタルマップ)
- 第6回 【5月14日 古川宏 システム情報系】  
「思考・推定」 ～人のデータ処理アルゴリズム～
- 第7回 【5月21日 高橋伸 システム情報系】  
[演習2] KLMモデル, フィッツの法則
- 第8回 【5月28日 高橋伸 システム情報系】  
「インタラクション設計のプロセスと技法」  
人間中心設計, エスノグラフィ, プロトタイピング, スケッチ, ストーリーテリング

- 第9回 【6月4日 高橋伸 システム情報系】  
「GUI、インタフェースデバイス、インタラクション手法」  
デスクトップメタファ、直接操作、情報探索のUI
- 第10回 【6月11日 高橋伸 システム情報系】  
「ヒューマンインタフェース研究の動向」  
モバイル/ウェアラブル、実世界指向、デジタルファブリケーション
- 第11回 【6月18日 古川宏 システム情報系】  
期末試験

#### 履修条件

特になし

#### 成績評価方法

60%以上の出席を単位取得の条件とする。

演習1(25%)および演習2(25%)と期末試験(50%)により授業全体に対する理解度を評価する。

演習1および演習2と期末試験の計の満点の60%をとること。この計に基づいて、A+~Cの評点を決定する。

#### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

講義(80%),演習(20%)

授業終了時に示す課題についてレポートを作成すること。

復習は必ず行うこと。

#### 教材・参考文献・配付資料等

各講義で資料を配布する予定であり、教科書は用いない。

##### 参考書籍

1. 誰のためのデザイン?増補・改訂版(D.A.ノーマン、新曜社、2015)
2. INTERACTION DESIGN - beyond human-computer interaction (4th Edition,Jenny Preece et al., Wiley, 2015)
3. The Psychology of Human-Computer Interaction (Stuart K. Card et al., CRC Press, 1986)
4. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (6th Edition, Ben Shneiderman et al., Pearson,2016)
5. 岩波講座 認知科学(全9巻),岩波書店
6. 村田厚生:認知科学,朝倉書店
7. 井上毅, 佐藤浩一編:日常認知の心理学,北大路書房
8. 原田悦子:人の視点からみた人工物研究,共立出版
9. 古田一雄編著:ヒューマンファクター10の原則ーヒューマンエラーを防ぐ基礎知識と手法,日科技連出版社
10. 古田一雄:プロセス認知工学,海文堂
11. 原田悦子編:「使いやすさ」の認知科学:人とモノとの相互作用を考える,共立出版

#### オフィスアワー等(連絡先含む)

高橋 伸 shin@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.iplab.cs.tsukuba.ac.jp/~shin>

古川 宏 総合研究棟B0810 水12:15-13:30(メールにてアポ必

要) furukawa(AT)risk.tsukuba.ac.jp <http://www.risk.tsukuba.ac.jp/~furukawa/index.html>

#### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

- ・授業中の私語は慎むこと。
- ・主専攻実験(知能情報メディア実験B)の「簡易プロトタイピングによるユーザインタフェース設計」を実施する者には履修することを勧める。

#### 他の授業科目との関連

#### ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)

TA配置有り(2人)



## GB40401 デジタル信号処理

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 金3,4

牧野 昭二

### 授業概要

ディジタル通信・マルチメディア処理で重要な役割を果たす信号処理の基礎について概説する。周波数分析の概念を紹介して標本化定理にふれ、ディジタルフィルタの考え方と設計法、適応信号処理の基礎等について学ぶ。

### 備考

主専攻共通科目

BC12641と同一。

BC12641 と同一令和元年度までに開設された「ディジタル信号処理」(GB41401)の単位を修得した者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

ディジタル信号処理の基本的な概念と手法を理解する。

### キーワード

ディジタル信号処理, 周波数解析, デジタルフィルタ

### 授業計画

- 第1週 信号処理の概要: アナログ信号処理とディジタル信号処理
- 第2週 連続時間信号の解析: フーリエ級数、フーリエ変換、ラプラス変換
- 第3週 連続時間システムの解析: 畳み込み積分、伝達関数、周波数特性
- 第4週 離散時間信号の解析: DTF、DFT
- 第5週 離散時間信号の解析: z変換、畳み込み
- 第6週 離散時間システムの解析: 伝達関数、周波数特性
- 第7週 サンプリングと窓: 標本化定理、標本化周波数の変換
- 第8週 フィルタ(1): アナログフィルタ、ディジタルフィルタ
- 第9週 フィルタ(2): デジタルフィルタの実現
- 第10週 デジタル信号処理の応用

### 履修条件

### 成績評価方法

期末試験や出席点等を総合的に判断し、成績評価を行う。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

浜田望「よくわかる信号処理」オーム社(1995)。

### オフィスアワー等(連絡先含む)

随時(メールで事前に予約)

maki@tara.tsukuba.ac.jp <http://www.tara.tsukuba.ac.jp/~maki/index-j.htm>

その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB41301 信号解析

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 水1,2  
片岸 一起

### 授業概要

大学1,2年次で履修した代数学や解析学などの数学は統合してこそ現実の問題に役立つことをマルチメディア信号について解析・処理を施すことを通じて示す。この考えを基にマルチメディア信号解析理論を習得する。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

- マルチメディア信号の情報表現とその解析・処理法について講述する。
1. 超関数論の考え方による「染谷・シャノンの標本化定理」の完全な証明を理解させる。
  2. 数式と物理的リアルワールドのイメージをリンクできるように理解させる。

### キーワード

染谷・シャノンの標本化定理, 標本化関数, sinc関数, 超関数, デイラックの $\delta$ 関数, フーリエ級数, フーリエ変換, フルーフーリエ標本化定理

### 授業計画

- 第1週 デジタルとアナログ: 現実の世界で扱われるアナログ信号とインターネットの世界で扱われるデジタル信号との等価な関係をどのように保証すればよいのか? その保証を与える一つの定理である染谷・シャノンの標本化定理とは何か?
- 第2週 標本化関数およびフーリエ級数・フーリエ変換: 標本化関数とは何か、またアナログ信号を表現する際に標本化関数を用いることの工学的な意義は何か? 信号解析におけるフーリエ級数・フーリエ変換および畳込み積分の役割は何か?
- 第3週  $\delta$ 関数の基本性質: デイラックの $\delta$ 関数とは何か、またデジタル信号に対してそれと等価なアナログ表現は $\delta$ 関数列を用いてどのように表わすことができるのか?  $\delta$ 関数列をフーリエ級数展開するとどうなるのか?  $\delta$ 関数列の周波数特性はどのようになるのか?
- 第4~7週 sinc標本化関数の物理的解釈: 染谷・シャノンの標本化定理を授業で提示する10個の"直感的な絵図面"と $\delta$ 関数系列を用いて証明すると、どのような新たな知見が得られるのか?
- 第8週 誤差解析: 開無限区間の信号とそれを有限に打ち切ったとき、アナログ信号の誤差解析はどのように行われるのか? また、有限台のアナログ信号とそれを一周期とする周期関数で表現されるアナログ信号の誤差解析はどのように行われるのか? さらに、アナログ信号の周波数成分を近似的に求める方法とは?
- 第9週 sinc標本化関数による波形再生における最高周波数成分の位相特性: シャノンの標本化定理でアナログ信号の最高周波数成分は完全に再現できるのか?
- 第10週 実証のための一例としてのフルーフーリエ局所標本化関数: 2次の区分的多項式の線形結合で表される標本化関数を導出する。可能であれば、それを実装したフルーフーリエオーディオを試聴する。

### 履修条件

### 成績評価方法

レポート課題(20点)と期末試験(80点)を総合評価して、60点以上を合格とする。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

授業の中で問題を出題するので、次の授業でレポートとして提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

毎回講義内容をまとめた資料を配布します。

<参考図書>

- 1.パポーリス著(町田東一, 村田忠夫訳監修), 「アナログとデジタルの信号解析」, 現代工学社, 1982.
- 2.ブリガム著(宮川洋, 今井秀樹訳), 「高速フーリエ変換」, 科学技術出版.

#### **オフィスアワー等(連絡先含む)**

片岸 一起 火曜17:30-18:30  
学術情報メディアセンター404室  
katagisi@cc.tsukuba.ac.jp

事前にE-mailにて連絡いただければ、日時の調整をします。

#### **その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

線形代数、解析学の予備知識があることが望ましい。

#### **他の授業科目との関連**

#### **ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB41511 音声聴覚情報処理

1.0 単位, 3・4 年次, 秋A 月5,6

山田 武志

### 授業概要

音声入出力の基本となる音声処理について概説する。人間の音声器官・聴覚器官の構造や機能について述べ、音声分析、特徴抽出、音声認識などの方法について学ぶ。

### 備考

BC12601と同一。

BC12601と同一。令和元年度までに開設された「音声聴覚情報処理」(GB41501)の単位を修得した者の履修は認めない。

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

音声・聴覚器官、音声分析、特徴抽出、音声認識などの基礎を理解する。

### キーワード

音声・聴覚器官, 音声分析, 特徴抽出, 音声認識

### 授業計画

音声入出力の基本となる音声処理について概説する。人間の音声器官・聴覚器官の構造や機能について述べ、さらに音声分析、特徴抽出、音声認識などの方法論を説明する。

- 第1回 音声の基本的性質、音声・聴覚器官、音声の知覚
- 第2回 音声分析、音声特徴抽出
- 第3回 音声認識の基礎
- 第4回 音声認識の発展
- 第5回 ロバスト音声処理

### 履修条件

「信号処理概論」を受講していることが望ましい。

### 成績評価方法

演習(40%)と学期末試験(60%)により成績を評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

適宜、プリントを配布する。

### オフィスアワー等(連絡先含む)

特に設けない(適宜メールで予約すること)

1002267 <http://www.mmlab.cs.tsukuba.ac.jp/~takeshi/>

### その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

### 他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)





## GB41611 自然言語処理

1.0 単位, 3・4 年次, 春C 木4-6

山本 幹雄

### 授業概要

人工知能・知識処理の代表的な応用例として自然言語処理(日本語や英語などの人間の言葉の理解/処理)を取り上げ, 計算機内でのモデル化および処理アルゴリズムについて講義する。

### 備考

授業日程注意(シラバス参照のこと)

GC53901と同一。

実務経験教員

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

「4. コンピューティングとシステム」に関連する。

### 授業の到達目標(学修成果)

以下の概念を理解する。

- ・知識処理と自然言語処理
- ・形態素解析における曖昧性の解消手法
- ・形態素解析における探索アルゴリズムとデータ構造
- ・構文解析における曖昧性の解消手法
- ・自然言語処理の応用(機械翻訳など)

### キーワード

人工知能, 形態素解析, 構文解析, 機械翻訳

### 授業計画

「自然言語」とは人が使っている日本語のような言語を指す。自然言語を計算機で処理する基本的な手法について、企業において研究開発の実務経験を有する教員が講義する。

第

1 【知識処理と自然言語処理(第1週)】 知識処理の課題、問題のモデル化、自然言語処理の概要

回

第

2 【形態素解析I:問題とモデル(第1週～第2週)】 (1) ヒューリスティックスによる方法(最長一致法、単語(文節)数最小法)、(2)言語的知識の利用、コスト最小法、確率的手法、(3)レポート課題の説明

回

第

3 【形態素解析II: 探索アルゴリズム(第2週)】 最適化アルゴリズム(ビタービアルゴリズム)

回

第

4 【形態素解析III:データ構造(第3週)】 線形探索、二分探索、トライ、パトリシア木等

回

第

5 【自然言語文の構文解析(第3～4週)】 選択制限、意味素性、格フレーム

回

第

6 【応用システムや関連事項(第4週～第5週)】 例えば、機械翻訳システム

回

各回の実際の日時への対応は第1回目授業のときに説明予定。

### 履修条件

特になし。

### 成績評価方法

学習・教育目標に掲げられた内容についての期末試験(80%)、および課題についてのレポート(20%)により成績(A+〜D)を決める。

単位修得基準は上記の期末試験およびレポートによる点数が60%以上とする。

#### **学修時間の割り当て及び授業外における学修方法**

予習・復習とともに、レポート課題によって理解を深める。

#### **教材・参考文献・配付資料等**

授業のwebページにある資料。

#### **オフィスアワー等(連絡先含む)**

特に設けないので、メールでアポイントメントをとってください。メールはmyama AT cs.tsukuba.ac.jpです。

#### **その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

#### **他の授業科目との関連**

GC11601 確率と統計

GC12401 データ構造とアルゴリズム

GC23401 パターン認識

#### **ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB41711 視覚情報科学

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 木1,2

酒井 宏

### 授業概要

ヒトの視覚系でどのような情報処理が行われているのかを概説する。大脳生理学・心理物理学・計算神経科学を一体として、視覚の原理を理解することを目指す。網膜・初期視覚野から、色覚・運動視・3次元知覚・物体認識・注意など、視覚全般について講義する。

### 備考

GC53601と同一。

実務経験教員

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

5. 数理的基盤 6. 人間の認知と社会 に関連する。

### 授業の到達目標(学修成果)

- (1)ヒトの視覚系における情報の流れを理解する。
- (2)初期視覚で画像が要素に分解され、中次視覚で再構築される原理を理解する。
- (3)動き・奥行き・色が、視覚系でどのように処理されているかを理解する。
- (4)物体を認識するためには、どのような情報や機構が必要なのかを理解する。
- (5)特定の問題について、ヒトがどのような視覚特性を持つであろうかを、自ら考えることができる。

このようにして視覚系における情報処理の基礎知識を身に付ける。同時に、大学院において視覚科学・画像工学・神経工学等を専攻するのに必要な基礎を身に付ける。

### キーワード

生体情報処理, 知覚, 認識, 神経科学, 認知神経科学, Biological information processing, Perception, Cognition, Neuroscience, Cognitive Neuroscience

### 授業計画

ヒトの視覚系でどのような情報処理が行われているのかを概説する。眼に写った2次元像を基にして、3次元構造の知覚や物体の認識といった高度な機能が、どのように脳内で実現されているかを、初学者向けに解説する。視覚情報が脳内で処理されていく順序にそって、網膜・初期・中期視覚皮質、高次視覚皮質と、それぞれにおける機能と内包する計算過程を学んでいく。講義と宿題を通して、「見る」ことの原理を体系的に学ぶ。

序論・神経細胞

- |     |  |
|-----|--|
| 第1回 | 大脳皮質・神経細胞・シナプスといった視覚を計算するハードウェアの概要<br>大脳皮質における視覚情報の流れ<br>眼球と網膜                   |
| 第2回 | 外界が網膜に像を結び、その画像が皮質に送られる前の前処理:<br>コントラスト検出、受容野、平滑微分(Laplacian & Gaussian)<br>初期視覚 |
| 第3回 | 第一次視覚野(V1)における輪郭検出<br>V1 における画像の表現(Gabor,疎表現, 情報論)                               |
| 第4回 | 面の知覚<br>V2における面の形成、知覚体制化、図と地の分離  |
| 第5回 | 動きの知覚<br>MT/MST、結合問題、神経活動同期  |
| 第6回 | 色の知覚<br>V4,3色系色覚,反対色,色の見え,色の恒常性  |
| 第7回 | 3次元構造の知覚<br>両眼視,対応問題,遮蔽,陰影,絵画の手掛り  |
| 第8回 | 物体認識<br>下側頭皮質(IT),物体中心表現,観察者中心表現,categorization,顔認識                              |

- 第9回 注意と選択  
眼球運動,空間注意,特徴注意,注意の欠損,注意のメカニズム
- 第10回 視覚科学の実際  
臨床症例・生理実験・心理物理実験からのトピックス

## 履修条件

## 成績評価方法

レポート(5回を予定;90点)を中心として,授業への参加・質疑(10点)を勘案する。レポートでは,到達目標にあげた5項目について,授業計画に記載した項目ごとに具体的に理解したかを問う。授業で紹介した内容を理解したか,これを基に図書館等での調査を通して発展的に理解したか,さらに自ら考えることができるかどうかを問う。レポートのオリジナリティは高く評価し,他と類似したレポートやweb page等からのコピーは評価しない。 レポートは必ず各自で書き,遅延なく提出すること。締切に遅延したものは減点する。授業への参加は,主にmanaba「小テスト」を使って評価する。A～Cの評価はレポートおよび授業参加・質疑の単純加算によって行う。

## 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

講義では多数のスライドを見せながらトピックスを紹介し,それを基に復習/宿題によって自分で調べて身につける学習スタイルをとる。

紹介するスライドのうち主要なものを,ハンドアウトとしてpdfで配布する。ハンドアウトの殆どは,授業で紹介するグラフや実験のスライドであるが,文章による説明は記載しない(出典を記載する;その全ては図書館にある)。授業中にノート代わりにメモを記入して,授業のあとでノートに切貼することを薦める。

板書は要点や数式だけを書く。授業中は,話を聞いて全体像を理解することに集中すること。判らないことは,そのひとつでも授業中に質問しておくこと。

参考書は下述してあるが,授業中にも随時紹介する。

## 教材・参考文献・配付資料等

スライドを中心とする。主要なスライドは印刷・配布する。参考書は随時紹介する。図書館に多数あるので、各自で借り出して自習すること。

1. Snowden, et al., Basic Vision, Oxford
2. 内川編, 視覚I, II, 朝倉書店
3. Kandel, et al., Principles of Neural Science, McGrawhill
4. Gazzaniga, et al., The Cognitive Neurosciences, MIT
5. Purves, et al., Principles of Cognitive Neuroscience, Sinauer
6. Banich and Compton, Cognitive Neuroscience
7. Trappenberg, Fundamentals of Computational Neuroscience
8. 藤田一郎, 見るとはどういうことか, ---読み物として推薦

## オフィスアワー等(連絡先含む)

オフィスアワーは第1回授業時に指定する。

sakai@cs.tsukuba.ac.jp <http://www.cvs.cs.tsukuba.ac.jp/~ko>

## その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

manabaを利用する。ハンドアウトはmanabaからdownload すること。  
開講日は, 4月14, 21, 28, 5月12, 19, 26, 6月2, 9, 16, 23日。

## 他の授業科目との関連

## ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB42201 画像メディア工学

2.0 単位, 3・4 年次, 秋AB 火5,6

滝沢 穂高

### 授業概要

画像メディア処理の基礎と応用について講義する。具体的には,画像メディアの入出力,画質改善,2値画像処理,特徴抽出,立体情報の抽出,動画画像処理などの画像解析について概説する。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・ 汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・ 専門コンピテンス
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

- 1.画像メディア処理の基本概念の理解.
- 2.画質改善,2値化処理,特徴抽出の理解.
- 3.3次元形状復元の理解.
- 4.動画画像処理の理解.
- 5.医用画像処理の理解.

### キーワード

画像メディア, 画像処理, パターン認識

### 授業計画

第1週 画像メディア工学の重要性や難しさなどを実例を挙げながら紹介.  
第2週 画像処理の基本概念  
コンピュータによる画像データの取り扱い,周波数領域での処理,色彩情報の処理.  
第3週 画質改善と2値化処理.  
画像の強調,復元,コントラスト強調,先鋭化,平滑化.画像の2値化.モルフォロジー演算.  
第4～5週 画像からの特徴抽出と解析  
エッジ抽出,直線と曲線の当てはめ,画像の領域分割.  
第6～7週 ステレオ視による3次元形状復元  
カメラモデル,ステレオ法の計測原理,画像対応付け.  
第8～9週 動画画像処理と物体追跡  
動画画像処理の概要,オプティカルフロー,動物体追跡の応用例.  
第10週 医用画像処理  
CT画像の処理.

### 履修条件

### 成績評価方法

期末試験などを総合的に評価する.

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材

授業時間中にスライド等を使用したり,参考文献等を紹介する.

参考書籍

「コンピュータ画像処理」(田村秀行,オーム社)  
「デジタル画像処理」(CG-ARTS協会)  
「3次元画像処理入門」(鳥脇純一郎,村上伸一,東京電機大学出版局)  
など

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

平成22年度までに開設された「画像情報処理」(GB42301)の単位を修得した者の履修は認めない。

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**



## GB42301 画像認識工学

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 木3,4  
福井 和広

### 授業概要

画像認識処理の基礎と応用について講義する。画像認識・理解のための基本的な考え方やアルゴリズムを線形代数などの数理に基づいて体系的に理解する。

### 備考

### 授業形態

講義

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・専門コンピテンス
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

1. 画像理解・認識に必要な基礎事項を理解する(第1～5週)。
2. 画像理解・認識の具体的な方法論について理解する(第2～6週)。
3. 画像理解・認識の応用事例について学ぶ。

### キーワード

画像処理, 画像認識, パターン認識

### 授業計画

第1週 画像理解・認識の概要/  
画像理解・認識の重要性, 難しさなどを実例を挙げながら解説する。  
第2～5週 画像理解・認識の基礎/  
画像認識のための数理的な道具立て(線形代数, 統計学)を深く理解する。  
第6～8週 画像理解・認識の実践/  
一般物体認識, 多視点画像認識, 動画画像認識, 状況認識, 学習理論などを, 前半で学習した数理的な道具立てをベースに理解する。  
第9～10週 総合解説/  
具体的な応用事例の紹介などを含めれば, 画像認識の方法論およびシステムについて理解を深める。

### 履修条件

線形代数I・IIの知識は本講義の要となるので, 不安がある場合には復習のうえでの受講を推奨する。また演習にはMatlabを利用するので, Matlabに関するの最低限の知識は必要である。

### 成績評価方法

期末試験点数, 出席状況, レポートにより総合的に評価する。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

### 教材・参考文献・配付資料等

教材  
適宜プリントを配布する。

参考書籍  
「わかりやすいパターン認識」(石井健一郎, 他著, オーム社出版局)  
「Computer vision a modern approach」(David A. Forsyth, Jean Ponce 著, Pearson Education)

### オフィスアワー等(連絡先含む)

特に指定しないが質問があればいつでも受けつける.F棟910

1001524 <http://www.cvlab.cs.tsukuba.ac.jp/~kfukui>

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

平成22年度までに情報科学類で開設された「画像情報処理」の単位を修得した学生の履修は認めない.

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**





## GB42404 機械学習

2.0 単位, 3・4 年次, 春AB 月1,2

佐久間 淳

### 授業概要

計算機による自律的な学習を目指す機械学習や,大規模情報源からの知識発見を実現するデータマイニングの理論について,教師付き学習,教師なし学習を中心に理解する。

### 備考

### 授業形態

講義及び演習

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

- ・ 汎用コンピテンス
- 2. 批判的・創造的思考力
- 4. 広い視野と国際性
- ・ 専門コンピテンス
- 4. 知能情報メディア分野の専門能力
- 6. 実践的技術力と問題解決能力
- 7. 情報専門技術者としての倫理

### 授業の到達目標(学修成果)

- 人間が未知の知識や環境に触れたときに発揮される学習能力が,数学/計算機上の問題としてどのように定義されるかを理解する
- 教師付き学習,教師なし学習の代表的なアルゴリズムとその利用法を理解する

### キーワード

機械学習, データマイニング, 知識発見, 人工知能, 凸最適化, 確率論, 統計学

### 授業計画

#### 【機械学習入門】

- 第1回 概論: 機械学習とは何か、機械学習はどんな分野で使われているか。  
特徴量とはなにか

#### 【教師付き学習(1)】

- 第2回 多数のラベル付きサンプルから概念を学習する代表的な方法について学びます。  
線形回帰と二乗誤差最小化

#### 【教師付き学習(2)】

- 非線形特徴量による線形回帰、モデルの複雑さと予測性能の関係  
第3回 訓練誤差・テスト誤差・汎化誤差、オッカムの剃刀、過学習、交差検証、モデル選択と特徴選択  
L2正則化とリッジ回帰

#### 【教師付き学習(3)】

- 第4回 L1正則化とLasso  
勾配降下法、確率的勾配降下法  
決定的識別モデル,損失関数、サポートベクターマシン

#### 【教師付き学習(4)】

- 確率的識別モデル、ロジスティック回帰、ニュートン法  
第5回 経験損失最小化による教師付き学習の一般化  
softmax回帰によるマルチラベル分類

- 第6回 予備

#### 【教師なし学習】

- 第7回 多数のラベル無しサンプルから概念を学習する代表的な方法について学びます。  
k-meansクラスタリング

#### 【教師なし学習(2)】

- 第8回 多変量正規分布,主成分分析

#### 【深層学習(1)】

- 第9回 深層学習による教師付き・教師無し学習について学びます。  
ニューラルネットワーク、逆誤差伝播法、畳み込みニューラルネットワークによる画像認識

第10回 【深層学習(2)】  
リカレントニューラルネットワーク、敵対的生成ネットワーク

**履修条件**

線形代数, 確率論, 統計学 (ただし必要な知識はその都度補う)

**成績評価方法**

演習(100%)を加味して評価を行う。

**学修時間の割り当て及び授業外における学修方法**

2019年度の講義動画が以下のURLから視聴できる。

[https://ocw.tsukuba.ac.jp/course/systeminformation/machine\\_learning/p-1/](https://ocw.tsukuba.ac.jp/course/systeminformation/machine_learning/p-1/)

**教材・参考文献・配付資料等**

教材

manabaで配布

講義のWebページ

manaba参照のこと

参考書籍

パターン認識と機械学習 (C.M. ビショップ)

2019年度の講義動画が以下のURLから視聴できる。

[https://ocw.tsukuba.ac.jp/course/systeminformation/machine\\_learning/p-1/](https://ocw.tsukuba.ac.jp/course/systeminformation/machine_learning/p-1/)

**オフィスアワー等(連絡先含む)**

適宜受け付ける。メールにて事前連絡のこと。

**その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)**

**他の授業科目との関連**

**ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)**

Thien Tran Quang [thien@mdl.cs.tsukuba.ac.jp](mailto:thien@mdl.cs.tsukuba.ac.jp)



## GB46403 知能情報メディア実験A

3.0 単位, 3 年次, 春ABC 水3,4; 春ABC 金5,6

西出,秋本,飯塚,伊藤,乾,面,金森,亀山(啓),工藤,酒井,佐久間,鈴木, 滝沢,馬場,福井,古川,牧野,三谷,山田,山本

### 授業概要

認識・理解や学習・獲得などの知的情報処理や,音声・画像などの情報メディアの生成,入出力,効率的な蓄積・伝達に関する理論と技術の修得を目指し,それらに関するテーマの中から幾つか選択して具体的課題に取り組む。

### 備考

情報科学類においては,知能情報メディア主専攻の学生に限る。

BC12883と同一。

開講日注意(詳細は学類ウェブページを参照のこと)

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

### 授業の到達目標(学修成果)

認識・理解や学習・獲得などの知的情報処理や,音声・画像などの情報メディアの生成,入出力,効率的な蓄積・伝達に関する理論と技術の習得を目指す。特に具体的なシステムを扱うことを通じて,将来の研究開発に役立つ実践的な知識・技能を習得することを目指す。

### キーワード

知能情報, メディア工学

### 授業計画

複数話者の同時発話音声からの個別音声の抽出(T-2)

コンピュータ画像処理(T-6)

3次元形状測定と幾何形状処理(T-7)

ヒューマンマシンシステムの設計と評価(T-8)

ヒューマンセンシング(T-9)

画像・映像圧縮符号化(T-11)

### 履修条件

ガイダンス:春学期,第1回目の実験授業時間に,単位修得条件,実験の進め方,各実験テーマの説明,実験関係資料配布等のためのガイダンスを行うので,必ず出席すること。ガイダンスを行う教室については掲示をするので,確認すること。

テーマの選択について:

実験は選択したテーマを1学期にわたって行う。

各学期に1テーマ,1年間で合計2テーマを履修する。

同じテーマを2度以上選択することはできない。

開設するテーマは各学期によって異なるので,テーマの申請前にガイダンス資料などでよく確認すること。

希望テーマの申請方法と,確定テーマの掲示方法については,ガイダンス時に説明する。

班分けが必要なテーマに関する班分け表は,各学期の実験開始時に配布する。

情報科学類においては,知能情報メディア主専攻の学生に限る。BC12883と同一。

### 成績評価方法

課題ごとに定められたレポートにより評価する。ただし、欠席が2割を越す(6回以上)と成績評価を行わない。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

課題ごとに定められたレポートを作成し提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

講義のWebページ

<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

オフィスアワー等(連絡先含む)

その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

実験テーマは増減しうるため春学期のガイダンスに必ず出席しテーマを確認すること

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)



## GB46503 知能情報メディア実験B

3.0 単位, 3 年次, 秋ABC 水3,4; 秋ABC 金5,6

西出,秋本,飯塚,伊藤,乾,面,金森,亀山(啓),工藤,酒井,佐久間,鈴木, 滝沢,馬場,福井,古川,牧野,三谷,山田,山本

### 授業概要

認識・理解や学習・獲得などの知的情報処理や,音声・画像などの情報メディアの生成,入出力,効率的な蓄積・伝達に関する理論と技術の修得を目指し,それらに関するテーマの中から幾つか選択して具体的課題に取り組む。

### 備考

情報科学類においては,知能情報メディア主専攻の学生に限る。  
BC12893と同一。

### 授業形態

実習・実験・実技

### 学位プログラム・コンピテンスとの関係

### 授業の到達目標(学修成果)

認識・理解や学習・獲得などの知的情報処理や,音声・画像などの情報メディアの生成,入出力,効率的な蓄積・伝達に関する理論と技術の習得を目指す.特に具体的なシステムを扱うことを通じて,将来の研究開発に役立つ実践的な知識・技能を習得することを目指す。

### キーワード

知能情報, メディア工学

### 授業計画

劣化画像修復(T-1)  
簡易プロトタイピングによるユーザインタフェース設計(T-3)  
日本語形態素解析と文書分類(T-4)  
進化的アルゴリズム(T-5)  
機械学習による推薦アルゴリズム(T-10)

### 履修条件

ガイダンス:春学期,第1回目の実験授業時間に,単位修得条件,実験の進め方,各実験テーマの説明,実験関係資料配布等のためのガイダンスを行うので,必ず出席すること.ガイダンスを行う教室については掲示をするので,確認すること。

テーマの選択について:

実験は選択したテーマを1学期にわたって行う。

各学期に1テーマ,1年間で合計2テーマを履修する。

同じテーマを2度以上選択することはできない。

開設するテーマは各学期によって異なるので,テーマの申請前にガイダンス資料などでよく確認すること。

希望テーマの申請方法と,確定テーマの掲示方法については,ガイダンス 時に説明する。

班分けが必要なテーマに関する班分け表は,各学期の実験開始時に配布する。

情報科学類においては,知能情報メディア主専攻の学生に限る。BC12883と同一。

### 成績評価方法

課題ごとに定められたレポートにより評価する。ただし、欠席が2割を越す(6回以上)と成績評価を行わない。

### 学修時間の割り当て及び授業外における学修方法

課題ごとに定められたレポートを作成し提出すること。

### 教材・参考文献・配付資料等

講義のWebページ

<https://www.coins.tsukuba.ac.jp/jikken-3nen/>

### オフィスアワー等(連絡先含む)

その他(受講生にのぞむことや受講上の注意点等)

実験テーマは増減しうるため春学期のガイダンスに必ず出席しテーマを確認すること

他の授業科目との関連

ティーチングフェロー(TF)・ティーチングアシスタント(TA)