

授業科目名： 量子情報理論		教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 神澤 健雄
				担当形態：単独
科 目		教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等		教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標				
・量子系の数理について理解できる。 ・量子状態と量子チャネルについて説明できる。 ・量子コンピュータの数理について説明できる。				
授業の概要				
量子計算は多くの分野への応用が期待されており、量子情報理論は量子計算を考える上で非常に重要である。本講義では量子情報理論を学び、量子計算への応用と関連する様々な問題について議論する。				
授業計画				
第1回：教育課程における本授業の位置付け、授業の概要、学習・教育到達目標を理解する。 Hilbert空間				
第2回：量子状態・オブザーバブル				
第3回：Schrodinger方程式・Heisenberg方程式				
第4回：エンタングルメント・密度作用素				
第5回：量子チャネル1				
第6回：量子チャネル2				
第7回：量子開放系1				
第8回：量子開放系2				
第9回：量子開放系3				
第10回：量子可積分系1				
第11回：量子可積分系2				
第12回：量子アルゴリズム1				
第13回：量子アルゴリズム2				
第14回：量子アルゴリズム3				
第15回：量子アルゴリズム4				
定期試験				
テキスト				
必要に応じ逐次授業内で紹介する。				
参考書・参考資料等				

• M. A. Nielsen、 I. L. Chuang: “Quantum Computation and Quantum Information” . Cambridge University Press, 2010. • M. Ohya, I. Volovich. “Mathematical Foundations of Quantum Information and Computation and Its Applications to Nano- and Bio-systems” . Springer, 2011. • 佐川弘幸、 吉田宣章. 『量子情報理論』(第3版). 丸善出版、 2019.
学生に対する評価 試験 : 100%

授業科目名： 実社会課題データ分析 特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 高田 寛之 担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 ・ 因果推論・因果探索の基礎理論と代表的な技法を説明することができる。 ・ 実社会課題のデータを用いて、前処理を含めた相関分析、因果推論・因果探索のプログラムを実装できる。			
授業の概要 民間企業や自治体における問題の多くは、ある現象の主要因の特定が必要不可欠である。本授業では、そのような分析手法のうち、特に因果推論、因果探索の理論とその実装（前処理を含む）について学ぶ。教科書を利用して輪講しながら、RやPythonを用いて分析も行う。輪講形式で行うため、受講者自身が主体的に講師役として発表する姿勢が求められる。受講にあたっては、Python言語又はR言語の使用経験があることが望ましい。また数理統計学の知識を前提としている。			
授業計画 第1回：授業ガイダンス、輪講の進め方の説明。教員による1章の輪講を行う。 第2回：2章～4章の輪講を行う。 第3回：2章～4章の輪講を行う。 第4回：5章の輪講を行う。 第5回：5章6章の輪講を行う。 第6回：7章～9章の輪講を行う。 第7回：7章～9章の輪講を行う。 第8回：10章～12章の輪講を行う。 第9回：10章～12書の輪講を行う。 第10回：13章の輪講を行う。 第11回：14章の輪講を行う。 第12回：15章の輪講を行う 第13回：16章、17章の輪講を行う。 第14回：18章の輪講を行う。 第15回：19章、20章の輪講を行う。 定期試験 テキスト			

高橋将宜、統計的因果推論の理論と実装、共立出版、2022
参考書・参考資料等 授業中に適宜紹介する。
学生に対する評価 レポート：100%（授業での発表、プログラム実装を含む）

授業科目名： 力学系特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 神澤 健雄
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 ・力学系について説明できる。 ・解の安定性について理解できる。 ・Lyapunov指数について説明できる。 ・エルゴード性について説明できる。			
授業の概要 様々な自然現象は微分方程式や差分方程式でモデル化され、これらのモデルを解析する為には力学系の理論や手法が必要不可欠である。本講義では力学系理論を学び、複雑系を解析する為の手法を学ぶ。			
授業計画 第1回：教育課程における本授業の位置付け、授業の概要、学習・教育到達目標を理解する。 序論 第2回：微分方程式1 第3回：微分方程式2 第4回：微分方程式3 第5回：離散時間力学系1 第6回：離散時間力学系2 第7回：カオス1 第8回：カオス2 第9回：Lyapunov指数1 第10回：Lyapunov指数2 第11回：エルゴード理論1 第12回：エルゴード理論2 第13回：エルゴード理論3 第14回：測度論的エントロピー1 第15回：測度論的エントロピー2 定期試験			
テキスト 必要に応じ逐次授業内で紹介する。			

参考書・参考資料等
• P. Walters: “An Introduction to Ergodic Theory” . Springer, 1982. • R. Mañé: “Ergodic Theory and Differentiable Dynamics” . Springer, 1987. • A. Katok, B. Hasselblatt: “Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems” . Cambridge University Press, 1995.
学生に対する評価
試験 : 100%

授業科目名： 最適化数学特論		教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 高田 寛之
				担当形態：単独
科 目		教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等		教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標				
・連立1次方程式の劣決定問題について説明できる。 ・スパース解法としてISTAとADMMを説明でき、これに基づいた実装ができる。 ・近接勾配法について説明できる。いくつかのprox可能な関数のproxを計算できる。				
授業の概要				
最適化理論は深層学習の重要な基礎理論である。本授業では、連立1次方程式の劣決定問題を題材にし、スパース解法として、貪欲法や逐次解法（ISTA、ADMM）について学び、実装までを行う。教員によるレクチャーを3回程度行った後、輪講形式で教科書の内容を理解し、アルゴリズムについて理解を深める。受講生自身が主体的に講師役として発表する姿勢が求められる。				
授業計画				
第1回：授業ガイダンス、輪講の進め方の説明。				
第2回：連立一次方程式の劣決定問題について逐次アルゴリズムISTAによるスパース解法を学び、実装する。				
第3回：連立一次方程式の劣決定問題について交互方向乗数法（ADMM）によるスパース解法を学び、実装する。				
第4回：1章の輪講を行う。				
第5回：2章の輪講を行う。				
第6回：3章の輪講を行う。				
第7回：4章の輪講を行う。				
第8回：4章の輪講を行う。				
第9回：4章の輪講を行う。				
第10回：5章の輪講を行う。				
第11回：5章の輪講を行う。				
第12回：6章の輪講を行う。				
第13回：6章の輪講を行う。				
第14回：6章の輪講を行う。				
第15回：7章の輪講を行う。				
定期試験				

テキスト
Neal Parikh and Stephen Boyd, “Proximal Algorithms, Foundations and Trends in Optimization”. 1(3): 123-231. Retrieved 2019-01-29. (Download link: https://web.stanford.edu/~boyd/papers/pdf/prox_algs.pdf)
参考書・参考資料等
授業中に適宜紹介する。
学生に対する評価
レポート：100%（授業での発表を含む）

授業科目名： データサイエンス創薬	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 福井 一彦
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 ・データサイエンス創薬の基本原則について理解できる。 ・データを用い創薬へと繋がる基礎的分子シミュレーションができる。 ・データサイエンス創薬における課題を発見し、解決することができる。			
授業の概要 生命科学における膨大なデータを情報学的に処理する手法、およびコンピュータを用いた創薬の基礎知識、理論、手法について解説・指導する。本講義・演習を通して、生体高分子の配列解析、立体構造予測、分子設計等の生体情報学ツールを自ら操作、または機械学習等を用いたデータ解析といった一連の技術を体験することで、データサイエンス創薬の原理を理解する。			
授業計画 第1回：授業概要と授業の進め方についてのガイダンス 第2回：生物学データベースの利用 第3回：配列情報からのタンパク質の機能予測 第4回：構造情報からのタンパク質の機能予測 第5回：配列比較 第6回：タンパク質の立体構造予測 第7回：既存薬剤分子情報からの創薬 リガンドベースドラッグデザインの理論 第8回：リガンドベースドラッグデザインを用いた創薬演習 第9回：標的タンパク質構造からの創薬 ストラクチャーベースドラッグデザインの理論 第10回：ストラクチャーベースドラッグデザインを用いた創薬演習1 配列解析とホモロジーモデリング 第11回：ストラクチャーベースドラッグデザインを用いた創薬演習2 分子ドッキング 第12回：創薬における分子シミュレーションの役割 第13回：創薬における機械学習 第14回：レポート課題の解説 第15回：総括（全体の復習および解説、質疑応答） 定期試験は実施しない			
テキスト 必要に応じ逐次授業内で紹介する。			

参考書・参考資料等
タンパク質計算科学 ―基礎と創薬への応用 神谷 成敏（著）、肥後 順一（著）、福西 快文（著）、中村 春木（著）
学生に対する評価 試験： レポート：70% 演習・小問：30%

授業科目名： 医療情報学特論		教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 福井 一彦
				担当形態：単独
科 目		教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等		教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標				
・医療情報とは何かを説明できる。 ・医療情報におけるデータサイエンスの役割について説明できる。 ・医療情報システムから得られるデータをどのように活用できるか説明できる。				
授業の概要				
医療の現場において医療情報の重要性は非常に高いため、講義を通して医療情報を的確に取り扱うための基本的な知識を習得する。また、医療情報システムについて理解と知識を深め、医療情報を取り扱う上での課題等について理解する。				
授業計画				
第1回：授業概要と授業の進め方についてのガイダンス				
第2回：医療情報の特性と種類 情報処理技術・ネットワーク・DB医療情報倫理				
第3回：医療ビッグデータ1 ビッグデータとは。バイオ・医療データベースについて				
第4回：医療ビッグデータ2 医療情報・データにおける標準化について				
第5回：医療ビッグデータ3 IOTからのデータ取得とその利用について。				
第6回：医療ビッグデータ4 レセプトデータとは。その利用について。医学研究情報・行政システム				
第7回：医療データ解析1 統計解析				
第8回：医療データ解析2 機械学習・ディープラーニング				
第9回：医療データ解析3 オミックスデータ解析				
第10回：医療データ活用1 高度・高効率データ分析基盤の活用				
第11回：医療データ活用2 病院における医療情報のシステムとしての活用				
第12回：デジタル医療1 メタバースやデジタルツインへの取り組み				
第13回：デジタル医療2 産学官連携によるデジタルツインの取り組み				
第14回：レポート課題の解説				
第15回：総括（全体の復習および解説、質疑応答）				
定期試験は実施しない				
テキスト				
必要に応じ逐次授業内で紹介する。				
参考書・参考資料等				
医療ビッグデータ～オミックス、リアルワールドデータ、AI医療・創薬 田中 博（著）				

学生に対する評価

試験：

レポート：70%

演習・小問：30%

授業科目名： 知能情報処理特論		教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 熊澤 努
				担当形態：単独
科 目		教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等		教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標				
・ 教師あり、教師なし機械学習の基礎理論と代表的な技法を説明することができる。 ・ 深層学習、ならびに、より発展的な機械学習技術を理解して説明することができる。 ・ 機械学習プログラムを自身の手で実装することができる。				
授業の概要				
数理情報科学を身につけるうえで、機械学習および深層学習の基礎技術の習得は必要不可欠である。この授業では、機械学習の基礎をプログラミングを行いながら学習する。学習の上で必要となる数学にも触れる予定である。以下の教科書から、各回1から2章を選び、輪講形式で授業を行う。				
Kevin P. Murphy. “Probabilistic Machine Learning: An Introduction”, The MIT Press, 2022.				
この授業では、教科書で扱われている技術を自ら実装して授業で発表する積極的な参加姿勢が求められる。プログラミング言語はPythonを用いる。				
授業計画				
第1回：授業ガイダンス、輪講の進め方の説明を行う。				
第2回：I Foundations 2章から8章の中から1～2章選択して輪講を行う。 主に確率論の基礎事項について復習し、知識を定着させる。				
第3回：I Foundations 2章から8章の中から1～2章選択して輪講を行う。 主に統計学の基本事項を復習し、知識を定着させる。				
第4回：I Foundations 2章から8章の中から1～2章選択して輪講を行う。 情報理論と線形代数の基本事項を復習し、知識を定着させる。				
第5回：I Foundations 2章から8章の中から1～2章選択して輪講を行う。 最適化法の基本事項を復習し、知識を定着させる。				
第6回：II Linear Models 9章から12章の中から1～2章選択して輪講を行う。 線形判別モデルを中心として取り上げる。				
第7回：II Linear Models 9章から12章の中から1～2章選択して輪講を行う。 ロジスティック回帰について主に学習する。				
第8回：II Linear Models 9章から12章の中から1～2章選択して輪講を行う。 線形回帰モデルと一般化線形モデルを中心に学習する				

第9回：III Deep Neural Networksから13章の輪講を行う。

多層パーセプトロンの概要、誤差逆伝搬法、ニューラルネットワークの訓練を中心に学ぶ。

第10回：III Deep Neural Networksから14章の輪講を行う。

画像処理を行うためのニューラルネットワークモデルについて、畳み込みニューラルネットワークを中心に学習する。

第11回：III Deep Neural Networksから15章の輪講を行う。

自然言語などの系列を扱うニューラルネットワークを学習する。

第12回：IV Nonparametric Models 16章から18章の中から1～2章選択して輪講を行う。

カーネル法、サポートベクタマシン、K-近傍法などのノンパラメトリックモデルを学習する。

第13回：IV Nonparametric Models 16章から18章の中から1～2章選択して輪講を行う。

決定木学習、バギング、ブースティングに代表される各種ノンパラメトリック法を中心に学習する。

第14回：V Beyond Supervised Learning 19章から23章の中から1～2章選択して輪講を行う。

転移学習に代表される学習データの小規模化、次元の削減技術を主に学習する。

第15回：V Beyond Supervised Learning 19章から23章の中から1～2章選択して輪講を行う。

クラスタリング技術とグラフの埋め込みについて主に学習する。

定期試験は実施しない

テキスト

Kevin P. Murphy. “Probabilistic Machine Learning: An Introduction”, The MIT Press, 2022.

参考書・参考資料等

授業中に適宜紹介する。

学生に対する評価

レポート：100%（授業での発表、プログラム実装を含む）

授業科目名： 先端人工知能論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 熊澤 努
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
・ 不確実な状況下での意思決定を行う問題を説明することができる。 ・ 代表的な強化学習アルゴリズムを説明することができる。 ・ 意思決定問題を解くためのプログラムを自身の手で実装することができる。			
授業の概要			
自動運転代表されるような実用上重要な問題の多くは、不確実性の下での意思決定と考えることができる。本授業では、そのような意思決定アルゴリズムについて学習する。強化学習アルゴリズムを主な題材として扱った以下の教科書から、各回1から2章を選び、輪講形式で授業を行う。 Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler and Kyle H. Wray. “Algorithms for Decision Making”, The MIT Press, 2022. この授業では教科書で扱われているアルゴリズムを自ら実装し、授業で発表する積極的な参加姿勢が求められる。プログラミング言語はPythonを推奨するが、履修者の実装環境によっては他言語での実装も認めることとする。			
授業計画			
第1回：授業ガイダンス、輪講の進め方の説明を行う。			
第2回：Part I PROBABILISTIC REASONING 2章から6章の中から1～2章選択して輪講を行う。 主に確率の復習、ベイズ統計における推定を学習する。			
第3回：Part I PROBABILISTIC REASONING 2章から6章の中から1～2章選択して輪講を行う。 最尤推定法などのパラメータの学習、グラフなどの構造の学習を主に学ぶ。			
第4回：Part I PROBABILISTIC REASONING 2章から6章の中から1～2章選択して輪講を行う。 意思決定理論の基礎を学習する。			
第5回：Part II SEQUENTIAL PROBLEMS 7章から14章の中から1～2章選択して輪講を行う。 マルコフ決定過程に基づく学習技法を主に学ぶ。			
第6回：Part II SEQUENTIAL PROBLEMS 7章から14章の中から1～2章選択して輪講を行う。 方策の探索として、遺伝的アルゴリズムなどの各種探索技法を用いる方法を学ぶ。			
第7回：Part II SEQUENTIAL PROBLEMS 7章から14章の中から1～2章選択して輪講を行う。 方策勾配法を中心に学び、勾配降下法を利用した最適方策探索を身につける。			
第8回：Part II SEQUENTIAL PROBLEMS 7章から14章の中から1～2章選択して輪講を行う。			

Actor-Critic法を深く学び、代表的な強化学習技術を身につける。 第9回：Part III MODEL UNCERTAINTY 15章から18章の中から1～2章選択して輪講を行う。 探索とその結果を活用する戦略について主に学ぶ。 第10回：Part III MODEL UNCERTAINTY 15章から18章の中から1～2章選択して輪講を行う。 モデルを使った強化学習とモデルを使わない強化学習について、代表的な技法を学ぶ。 第11回：PART IV STATE UNCERTAINTY 19章から23章の中から1～2章選択して輪講を行う。 カルマンフィルタや粒子フィルタに代表される状態推定モデルを学ぶ。 第12回：PART IV STATE UNCERTAINTY 19章から23章の中から1～2章選択して輪講を行う。 不確実な状態下でのオフライン学習について主に学ぶ。 第13回：PART IV STATE UNCERTAINTY 19章から23章の中から1～2章選択して輪講を行う。 不確実な状況下でのオンライン学習について、モンテカルロ木探索法などを取り上げて学習する。 第14回：PART V MULTIAGENT SYSTEMS 24章から27章の中から1～2章選択して輪講を行う。 。 学習エージェントが複数存在する場合の推論と意思決定について、基本事項を学ぶ。 第15回：PART V MULTIAGENT SYSTEMS 24章から27章の中から1～2章選択して輪講を行う。 。 引き続き学習エージェントが複数存在する場合について、意思決定のためのアルゴリズムを学ぶ。 定期試験は実施しない	
テキスト Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler and Kyle H. Wray. “Algorithms for Decision Making”, The MIT Press, 2022.	
参考書・参考資料等 授業中に適宜紹介する。	
学生に対する評価 レポート：100%（授業での発表、プログラム実装を含む）	

授業科目名： カテゴリカルデータ解析特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 藤澤 健吾
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
・ カテゴリカルデータ解析の代表的手法について説明できる。 ・ 分割表解析の手法について理解し、状況に応じて適切な手法を選択できる。 ・ R言語を用いてカテゴリカルデータ解析のプログラムを実装できる。			
授業の概要			
カテゴリカルデータは工学、薬学、経済学など様々な分野で現れるため、カテゴリカルデータの解析方法を身につけることは必要不可欠である。その中でも、分割表解析はカテゴリカルデータ解析の代表的な手法であり、多変数のカテゴリカルデータを取り扱う際に重要な役割を担う。この授業では以下の教科書から輪講形式で授業を行う。 Kateri, M. “Contingency Table Analysis: Methods and Implementation Using R”. Birkhäuser. 2014.			
授業計画			
第1回：授業ガイダンス、輪講の進め方について。 第2回：Chapter 1の輪講を行う。 第3回：Chapter 2、Section 1からSection 2の輪講を行う。 第4回：Chapter 2、Section 3からSection 5の輪講を行う。 第5回：Chapter 3、Section 1からSection 3の輪講を行う。 第6回：Chapter 3、Section 4からSection 6の輪講を行う。 第7回：Chapter 3、Section 7からSection 9の輪講を行う。 第8回：Chapter 4、Section 1からSection 3の輪講を行う。 第9回：Chapter 4、Section 4からSection 6の輪講を行う。 第10回：Chapter 5、Section 1からSection 4の輪講を行う。 第11回：Chapter 5、Section 5からSection 7の輪講を行う。 第12回：Chapter 6、Section 1からSection 2の輪講を行う。 第13回：Chapter 6、Section 3からSection 4の輪講を行う。 第14回：Chapter 6、Section 5からSection 6の輪講を行う。 第15回：Chapter 6、Section 7からSection 8の輪講を行う。 定期試験は実施しない			
テキスト			

Kateri, M. “Contingency Table Analysis: Methods and Implementation Using R”. Birkhäuser. 2014.

参考書・参考資料等

授業中に適宜紹介する。

学生に対する評価

授業での発表：50%、レポート：50%

授業科目名： 現代数理統計応用論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 藤澤 健吾
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
・ 統計学の基礎的な理論から現代的な手法までを理解し、説明できる。 ・ プログラミングを通して、計算機を用いた統計解析手法についての知識を身につける。 ・ 統計的な問題に対して、適切な手法を選択し、実際のデータ解析に応用できるようになる。			
授業の概要			
現代において複雑なデータを取り扱う場合に、古典的な統計的推測では適切な結果が得られないことがある。この授業では、統計学の基礎的な理論から現代的な手法までの知識を身につけるため、以下の教科書から輪講形式で授業を行う。 Efron, B, Hastie, T. “Computer Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and Data Science”. Cambridge University Press. 2016.			
授業計画			
第1回：授業ガイダンス、輪講の進め方について。 第2回：Part I Chapter 1の輪講を行う。 第3回：Part I Chapter 2の輪講を行う。 第4回：Part I Chapter 3の輪講を行う。 第5回：Part I Chapter 4の輪講を行う。 第6回：Part I Chapter 5、Section 1からSection 3の輪講を行う。 第7回：Part I Chapter 5、Section 4からSection 6の輪講を行う。 第8回：Part II Chapter 6の輪講を行う。 第9回：Part II Chapter 7の輪講を行う。 第10回：Part II Chapter 8、Section 1からSection 2の輪講を行う。 第11回：Part II Chapter 8、Section 3からSection 5の輪講を行う。 第12回：Part II Chapter 9、Section 1からSection 3の輪講を行う。 第13回：Part II Chapter 9、Section 4からSection 6の輪講を行う。 第14回：Part II Chapter 10、Section 1からSection 3の輪講を行う。 第15回：Part II Chapter 10、Section 4からSection 6の輪講を行う。			
定期試験は実施しない			
テキスト			
Efron, B, Hastie, T. “Computer Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and			

Data Science”. Cambridge University Press. 2016.
参考書・参考資料等
授業中に適宜紹介する。
学生に対する評価
授業での発表：50%、レポート：50%

授業科目名： アルゴリズム特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 神林 靖
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
・ 現実世界で出会うほとんどのアルゴリズムについて解析できる。 ・ 与えられた問題について最適なアルゴリズムを発見できる。 ・ アルゴリズムの正当性を主張できる。 ・ NP完全性について議論できる。			
授業の概要			
大学学部で学んだアルゴリズムとデータ構造を踏まえて、アルゴリズムの高度な設計と解析の手法を学ぶ。トピックとしては、計算モデル、整列、データ構造、グラフアルゴリズム、並列アルゴリズム、行列計算、整数論的アルゴリズム、NP完全性、近似アルゴリズム等を取り扱う。必ずしも大学学部でアルゴリズムを履修していることを要求するものではないが、コンピュータアルゴリズムについて常識的な知識はあることを前提とする。			
授業計画			
第1回：教育課程における本授業の位置付け、授業の概要、学習・教育到達目標を理解する。 計算におけるアルゴリズムの役割			
第2回：関数実行時間の定量化			
第3回：分割統治			
第4回：確率的解析と乱択アルゴリズム			
第5回：整列と順序統計量			
第6回：ヒープソートとクイックソート			
第7回：中央値と順序統計量			
第8回：データ構造			
第9回：高度な設計と解析の手法			
第10回：グラフアルゴリズム			
第11回：並列アルゴリズム			
第12回：行列演算			
第13回：NP完全性			
第14回：近似アルゴリズム			
第15回：まとめ 第1回から第15回までの振り返りを行い、学習内容の定着を図る。			
定期試験			

テキスト
T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein: “Introduction to Algorithms“ Fourth Edition, MIT Press, 2022.
参考書・参考資料等
必要に応じ逐次授業内で紹介する。
学生に対する評価
試験：50% 演習：50%

授業科目名： プログラミング言語論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 青谷 知幸
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 ・ 型健全性について説明できる。 ・ 操作的意味論について説明できる。 ・ 型健全性を証明できる。			
授業の概要 プログラミング言語の基本的な概念と原理を学ぶ。特に、型がプログラムの正しさと効率性を保証する役割に焦点を当てる。構文、意味論、型システム、型推論、多相性、サブタイピング、再帰、ラムダ計算などのトピックを扱う。教科書としてBenjamin C. Pierce による“Types and Programming Languages” を挙げているが、日本語訳版も出版されており、こちらを用いてもよい。			
授業計画 第1回：教育課程における本授業の位置付け、授業の概要、学習・教育到達目標を理解する。 講義の導入および教科書1・2章の内容を教授する。 第2回：3章を輪読する。(1) 第3回：3章を輪読する。(2) 第4回：5章:Untyped Lambda Calculusを輪読する。(1) 第5回：5章:Untyped Lambda Calculusを輪読する。(2) 第6回：9章:Simply Typed Lambda Calculusを輪読する。(1) 第7回：9章:Simply Typed Lambda Calculusを輪読する。(2) 第8回：11章:Simple Expressionsを輪読する。(1) 第9回：11章:Simple Expressionsを輪読する。(2) 第10回：15章: Subtypingを輪読する。(1) 第11回：15章: Subtypingを輪読する。(2) 第12回：19章: Featherweight Javaを輪読する。(1) 第13回：19章: Featherweight Javaを輪読する。(2) 第14回：23章: Universal Typesを輪読する。(1) 第15回：23章: Universal Typesを輪読する。(2) 定期試験は実施しない			
テキスト			

“Types and Programming Languages” by Benjamin C. Pierce
参考書・参考資料等 必要に応じ逐次授業内で紹介する。
学生に対する評価 輪読(授業)での発表: 100%

授業科目名： エージェントシステム 論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 神林 靖 担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 ・ エージェントとマルチエージェントについてその概念を説明できる。 ・ 知的エージェントの設計をめぐる問題について説明できる。 ・ エージェントとマルチエージェントシステムを実装するためのプラットフォームを選択できる。			
授業の概要 マルチエージェントは、ある目的を達成すべく動作する自律性をもつ計算システムであり、それらが相互に影響しあうことによって全体としてあるシステムを構成する。本講義では、マルチエージェントシステムの基本原理を学び、個々のエージェントの構成とそれらの相互作用をどのように達成するかを通して、マルチエージェントシステムをどのように構築するかを学ぶ。予備知識は必要としない。			
授業計画 第1回：教育課程における本授業の位置付け、授業の概要、学習・教育到達目標を理解する。 知的エージェントとは何か 第2回：エージェントにおける帰納的推論 第3回：エージェントにおける実践的推論 第4回：環境反応型エージェント 第5回：エージェントの相互理解 第6回：エージェントのコミュニケーション 第7回：エージェントの協調動作 第8回：エージェントの方法論 第9回：各種アプリケーション 第10回：マルチエージェントとゲーム理論 第11回：協調型意思決定 第12回：協調動作をいかに達成するか 第13回：資源配分 第14回：協調と交渉 第15回：まとめ 第1回から第15回までの振り返りを行い、学習内容の定着を図る。 定期試験			

テキスト
M. Wooldridge, “An Introduction to Multi-Agent Systems“, Wiley, 2009.
参考書・参考資料等
西田豊明、『エージェントと創るインタラクティブネットワーク』培風館、2003
学生に対する評価
試験：50%
議論への参加：20%
演習：30%

授業科目名： 対話システム論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 青谷 知幸
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
・ Dialogue systemについて説明できる。 ・ Multi-tier programmingについて説明できる。 ・ Reactive programmingについて説明できる。			
授業の概要			
ChatGPTなどの対話システムには(1)人間からの入力(言語や音声)を理解・計算して人間にわかる形式で出力する人工知能技術の側面と、(2)遠隔からの人間からの入力に反応して計算を行い遠隔に戻す反応システムの側面がある。本講義では前半をdialogue systemに関する論文を、後半ではmulti-tier/reactive programmingに関する論文を輪読する。			
授業計画			
第1回：教育課程における本授業の位置付け、授業の概要、学習・教育到達目標を理解する。 ガイダンス：輪読する論文を紹介する。			
第2回：Dialogue system I: dialogue systemに関する論文を輪読する。			
第3回：Dialogue system II: dialogue systemに関する論文を輪読する。			
第4回：Dialogue system III: dialogue systemに関する論文を輪読する。			
第5回：Dialogue system IV: dialogue systemに関する論文を輪読する。			
第6回：Dialogue system V: dialogue systemに関する論文を輪読する。			
第7回：Dialogue system IV: dialogue systemに関する論文を輪読する。			
第8回：Multi-tier programming I: multi-tier programmingに関する論文を輪読する。			
第9回：Multi-tier programming II: multi-tier programmingに関する論文を輪読する。			
第10回：Multi-tier programming III: multi-tier programmingに関する論文を輪読する。			
第11回：Multi-tier programming IV: multi-tier programmingに関する論文を輪読する。			
第12回：Reactive programming I: reactive programmingに関する論文を輪読する。			
第13回：Reactive programming II: reactive programmingに関する論文を輪読する。			
第14回：Reactive programming III: reactive programmingに関する論文を輪読する。			
第15回：Reactive programming IV: reactive programmingに関する論文を輪読する。			
定期試験は実施しない			
テキスト			
なし。			

参考書・参考資料等

必要に応じ逐次授業内で紹介する。

学生に対する評価

輪読(授業)での発表：100%

授業科目名： 地方創生デジタル演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1 単位	担当教員名： 福井 一彦
			担当形態：単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(中学校及び高等学校 数学)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 ・自ら課題提起し、具体的な課題解決イメージを構築し、課題解決のための手順を自ら考え準備することができる。 ・多様な人々とともに自他の意見を尊重し合い、相手の立場、物事や他者との 関係性を理解しながら、人々とのつながりや協働を生み出すことができる。 ・地域連携活動の実践を通して、社会における役割と自身の社会生活における位置づけを理解する。			
授業の概要 地方創生デジタルでは、データの収集及び解析により、地域における独自の社会課題や自分と地域との接点を意識し、社会問題を自分の頭で考え、実際の行動へと繋げることを通して、社会人基礎力を身に付けることを目的とする。授業では、産学官と民の連携により地域で必要とされる活動について考え、提供するだけでなく、サポートを受ける側の必要性も汲み取り、現場で活躍されている方々のメッセージも交えて多面的に検討し、社会に潜む諸問題に対してデータを基に自分自身の視点から能動的にとらえられる学生を育成する。			
授業計画 第1回：授業ガイダンス。年度中に地域自治体等が主催する地方創生デジタル活動（合計12時間以上）に参加する。 第2回：地域DX化及びデータについて。 第3回：地域データ収集1. 活動日誌を作成する。 第4回：地域データ収集2. 活動日誌に活動内容、目的及び報告書を記録する。 第5回：データ前処理及び解析1. 第6回：データ前処理及び解析2. 第7回：データ解釈 第8回：データ解析のまとめ及びプレゼン。 上記活動を12時間以上実施し、日誌に活動内容を記録する。全活動終了後に日誌を担当教員に提出する（締め切り等は担当教員から指示される）。定期試験は実施しない			
テキスト なし			
参考書・参考資料等 ・基礎から学ぶボランティアの理論と実際 単行本 - 1997/3/5			

巡 静一（著），早瀬 昇（著），大阪ボランティア協会（監修）

・新しい地域ネットワークの教科書：ご近所の共助があなたの未来をひらく 単行本（ソフトカバー） - 2021/10/16 伊藤幹夫（著）

・持続可能な地域の作り方 単行本（ソフトカバー） - 2019/5/9 寛裕介

学生に対する評価

試験：

レポート：100%