

# 講義内容

## 脳科学と人間

Brain Science and Humans 2単位

脳は1000億という数のニューロンが複雑に結合してできた、巨大にして精巧なシステムである。これは生体の情報処理を司る最高次の器官である。脳は驚くほど柔軟な情報処理をやっている、人間の精神機能をこの上に実現している。脳を理解するにあたってはニューロンを構成する各部分の分子構造とその働きから、神経回路網の基本構造、その情報処理様式、認知、記憶、思考、制御の仕組み、さらには意識などの精神機能に至るまで、きわめて広範な分野が研究の対称となる。

一方、人間の営みである社会組織やコンピュータなども脳に関連している。21世紀は人間と会話のできる新しいコンピュータが要求されている。こう見てくると、これからの脳の科学は医学、生物学はもとより、情報科学、工学、認知科学、言語学、哲学など諸学の交流の上に築かれる総合科学であろう。これが来るべき“脳の世紀”に向けての脳科学の方向といえる。このなかで人間の脳の知識構造の果たす役割はますます重要度を増してくるであろう。

本講義は、脳の知識形成のメカニズムに注目し、これまでに築かれてきたいくつかの成果とその枠組みを概観するものである。

## 脳科学基礎

Fundamentals of Neuroscience 2単位

脳科学研究で使われる主要な方法と、それらの方法を使用した重要な研究について紹介・解説する。電気生理学・解剖学・神経心理学・実験心理学などが対象領域となる。履修者は、学部での講義「脳の科学」程度の知識があることを前提とし、授業では個々の研究論文の紹介が中心となる。

## 脳の数理

Mathematical Brain Science 2単位

人や動物の脳は、膨大な情報の中から重要な情報を効率的に抽出し、適切に意思決定するように、経験を通して学習する能力を持っている。現存するコンピュータには、到底実現できない能力である。知覚や行動における様々な興味深い現象を紐解きながら、その脳内メカニズムを探る。

## ニューロンの情報処理

Neural Information Processing 2単位

神経における情報処理の基礎を学ぶ。生体の神経系の基本要素であるニューロン（神経細胞）の仕組みを理解し、生体情報の計測方法および生体信号処理の基礎を身に付けることを目的とする。本内容は、生体のすぐれた情報処理機能を解明し、応用していくための基礎となるものである。講義は、ニューロンの電気現象、情報処理、神経膜モデルと方程式を解説し、生体信号の計測と処理方法について述べ、後半ではニューロンに基づく脳の情報処理メカニズムまで解説を行う。

## 認知と認識

Perception and Recognition 2単位

視覚認知とその脳内情報処理機構について“Principles of Neural Science”中の視覚認識と視覚中枢における情報処理機構に関係する章の輪講をおこなう。毎回の輪講では、必要に応じて補足解説をおこなう。

## 思考と行動決定

Cognitive Decision Making 2単位

情報を認知、整理、操作して脳内に保持し、その情報を利用して目的を設定し、目的に沿った適切な運動を企画・実行するための脳の機構を理解する。このために、知覚や行動における脳の様々な現象を総説論文や原著論文から学び、討論し、その脳内メカニズムを探る。

## 分子神経科学

Cellular and Molecular Neuroscience 2単位

科学と実験の方法論的背景を神経科学研究の場合を例にとりながら説明し、その結果と応用に関しても概説する。

## ニューロコンピュータ

Computational Neuro-science and Neuro-computer 2単位

人や動物の脳は、膨大な情報の中から重要な情報を効率的に抽出し、適切に意思決定するように、経験を通して学習する能力を持っている。現存するコンピュータには、到底実現できない能力である。この能力を実現するメカニズムは未だベールに包まれている。しかし、少なくともその一端を担っている脳の計算の仕組みは明らかになっている。ここでは、それらを工学的に応用したいいくつかの計算アルゴリズムについて学ぶ。

## 量子力学特論

Quantum Mechanics 2単位

この講義では量子力学の基礎的概念と物理的意味について説明する。ここで取り上げる事項を学ぶことによって、量子物理学を用いるいろいろな分野に進むのに必要な知識を得ることができる。

## 統計物理特論

Statistical Physics 2単位

熱力学の法則を原子・分子の運動から説明する統計物理学の講義。物体は気体といえども無数の元素の集まりであり、また金属中の自由電子の振る舞いは自由電子気体として取り扱うことが可能である。気体に関する法則、比熱に関する法則、黒体放射、ブラウン現象を原子・分子・電子の運動から求めていく。 1. 気体の統計力学 2. 統計物理学の基礎 3. 統計物理学の応用 4. 輸送現象

## 量子情報セキュリティー特論

Introduction to Quantum Cryptography 2単位

量子暗号は量子原理を利用することにより従来の数学に基づく暗号システムを上回る安全性の実現を目的とするものである。本講義では、量子暗号の重要な話題の一つである量子鍵配布を中心にBB84、E91等などの具体的なプロトコルを取り上げて解説する。また、量子ビットコミットメント、量子ギャンプリングなどの量子プロトコルについても講義する。

## 量子ネットワーク工学特論

Quantum Network Engineering 2単位

現在、利用されている通信システムは情報源自体が0と1で表される古典情報源であり、それを古典力学で記述される通信路を用いて伝送し、再び古典情報に戻している。その一方で量子力学で記述される量子通信路を用いた古典情報伝送や、量子コンピュータ等の新しい概念に不可欠な量子情報を伝送するための通信システムが注目を集めている。そこで本講義は最先端の概念である量子力学に基づいて構築される通信・ネットワークシステムの理解を目的とする。始めに古典情報を量子状態で伝送するシステムの量子力学的記述を理解し、続いて量子状態そのものを情報として捉え、

伝送する量子テレポーテーションの概念を習得する。また量子稠密符号化についてもその原理を理解する。

## 量子コンピュータ特論 I

Introduction to Quantum Computation: Part I 2単位

量子力学的な情報処理について学ぶ。具体的には「情報」が何であるかから考察し、その量子力学的な拡張を理解するところから始め、できるだけ古典的な情報との対応を考えながら量子力学的な情報処理がどのようなものであるかを考える。

## 量子コンピュータ特論 II

Quantum Computation II 2単位

量子コンピュータの実現に向けて考案されている情報理論の技術やその周辺のトピックスを扱う。特に量子計算では量子特有のノイズに抗して量子状態を制御する必要がある。そのために量子誤り訂正符号が提案されているが、これを理解することを第一の目的とする。

## 量子情報数理特論

Mathematical Methods of Quantum Information 2単位

量子ガウス状態を厳密に定義しその性質を解析する。

また、そのための準備として線形代数、関数解析について概説し、無限次元空間を扱うための基礎的な技術の習得を目指す。

## 情報ネットワーク

Information Networks 2単位

近年、光ファイバによる情報通信のブロードバンド化により、情報通信のネットワークはその形態を大きく変化させつつあり、特にコンピュータシステムとネットワークの融合によってインターネットに代表される新しい情報ネットワークが出

現している。そこで本講義は、情報ネットワークを支える基礎技術であるネットワークアーキテクチャとプロトコルについて説明する。まず、階層化アーキテクチャの概念を説明し、物理層からアプリケーションまでの各層の役割および連携について理解できるようにする。同時にネットワーク内の通信トラフィックの定量的な評価を行うための通信トラフィック理論についても説明し、情報ネットワーク内をどのように情報が伝送、処理されているかの理解を深める。

## 人間情報論

Human Information Processing 2単位

ヒューマンインタフェースに関わる基礎知識として、インタフェースに接する人々の心理・生理に関わる基礎とその応用について考える。人間の感覚・知覚・認知特性、人が実際の情報環境に置かれたときの振舞い、インタフェースでの人の認知行動特性、ヒューマンエラー、人の認知行動のモデル、ヒューマンエラーの防止対策、自動化と人との関わり、人のインタフェースでの振舞いを認知面だけでなく、感情、気分、体調といった心理・生理的側面からも理解し、それらの知識をインタフェースの評価や新たなインタフェース創出に結びつけるための基礎知識を学習する。

## パターン認識特論

Advanced Lecture on Pattern Recognition 2単位

画像を始めとするメディアのコンピュータによる認識・理解技術はパターン認識と呼ばれる。本講義では、パターン認識の手法と、新しい手法を開発する際の考え方について学ぶ。特に、その中で中心的な役割を果たす形状の照合技術に焦点を当てて、文書画像、医用画像、製品の外観検査、ロボットの視覚などにおける認識の例を見る。その中で認識系を通じた連続非線形性の重要性について講ずると共に、最新技術について研究討議する。

## マルチメディアシステム

Multimedia Systems

2単位

言語、音声、映像に代表されるメディアは、人間が情報や意思などを他人との間で授受するための手段として、不可欠な存在である。本講義では、人間の五感に対応する様々なメディアを情報という観点から統一的に扱うことにより、そこで必要となる基本的概念、技術について解説し、それらの応用システムについても概説する。

## ヒューマンインタフェース

Human Interface

2単位

ヒューマンインタフェースの考え方の「基礎から応用」までを新しい研究成果をまじえてわかりやすく解説する。ヒューマンインタフェースの設計上で重要になる認知科学的な基礎や認知工学の考え方について学び、さらに入力装置や表示装置のヒューマンインタフェース設計、およびコンピュータシステムやソフトウェア設計におけるヒューマンインタフェースについても触れる。

## 超並列コンピュータ論

Parallel Processing Computers

2単位

- I. コンピュータシステムの歴史
- II. 超並列コンピュータシステムの分類
- III. 超並列コンピュータシステムとノイマン型コンピュータの等価性
- IV. 超並列コンピュータシステムとその動作例について学ぶ。

## ファジィ情報論

Fuzzy Systems Theory

2単位

ファジィ理論は人間の主観や思考過程を定量的に取り扱う手法としてファジィ集合を考えたことから始まっており、このファジィ理論を用いて「あいまいさ」を含む人間の知識や経験をシステムに

組み込むことがあらゆる領域で考えられる。本講義では、あいまいさと広くソフトコンピューティングに関連する内容について丁寧に説明する。ソフトコンピューティングの基礎から応用までを対象にしており、ファジィ理論、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム、カオス、フラクタルなどの基礎研究、あるいはこれらを応用した感性情報処理、福祉情報処理、認知科学、言語処理、ヒューマンインタフェースなどの関連分野の研究と技術についても触れる。

## デバイスシミュレーション工学

Device Simulation Engineering

2単位

電子回路や高周波回路を設計するには、コンピュータシミュレーション解析が必須となっている。ここでは、回路シミュレータや電磁界シミュレータを用いて、実際の回路設計を行い、その動作や回路の基本を学ぶ。回路シミュレータでは、周波数の違いにより低周波回路と高周波回路にわかれ、部品の取り扱いや設計方法が違うことを学ぶ。そして、増幅回路、発信回路、フィルタ回路、変調回路のシミュレーションを行う。次に、マクスウェル方程式を数値解析する電磁界シミュレータでは、アンテナ設計シミュレーションを例に、高周波回路の特徴について学ぶ。身近な八木・宇田アンテナ、携帯電話アンテナ、RFIDタグのアンテナ、その他特殊なアンテナからの電磁波放射やインピーダンス特性などを解析する。

## 光情報処理工学

Optical Information Processing Engineering 2単位

光エレクトロニクスは、レーザ光と光ファイバの発明以来、マイクロリソグラフィの微細化技術にともなって飛躍的な発展を遂げている。まず、光の干渉性から、コヒーレント光とは何かを学ぶ。そして、光波を、電磁波的な要素からマクスウェル方程式を用いて解析する。次に、フィルタ処理やフーリエ変換などの光信号処理システムについ

て学ぶ。さらに、干渉法、分光法、回折格子、光ファイバを用いた光計測法を学ぶ。応用面ではホログラフィなどの空間光変調器、光集積デバイス、WDMなど光ネットワーク技術を解説する。光実験キットで、体験もしてもらう。

## ロボット工学

Robotics 2単位

ロボットは、自動車の組立、塗装、ICの実装など生産現場で広く用いられている。現在、自動運転のロボット・カー、福祉・介護用のロボット・スーツ、空港や駅で用いる運搬サービス・ロボットなどが研究開発され、様々な分野での活躍が期待されている。

本講義では、ロボットの歴史と現状、ロボットのメカニズム、順運動学とヤコビ行列、ロボット制御、マニピュレータ、移動ロボットなどについて学ぶ。

## 先端メカトロニクス

Advanced Mechatronics 2単位

メカトロニクスは、機構学、電気・電子工学、計算機工学、制御工学などの基盤技術を組み合わせた融合技術である。われわれは、デジタルカメラ、PC、ブルーレイレコーダ、エアコン、電子レンジ、自動改札機など、様々なメカトロニクス機器に囲まれて生活をしている。本講義では、メカニズム、アクチュエータ、センサー、コントローラなど要素技術と、最近のメカトロニクス機器に用いられている最新技術について学ぶ。

## 知的ロボット情報論

Intelligent Robotics 2単位

知能ロボットに関する最先端の研究、特に自律移動ロボット、画像認識、自己位置同定などのトピックスを学ぶ。

授業では最新の研究論文を輪講形式で学び、受講者は与えられたテーマに従って調査した結果を

発表し、他の受講者とともに討論を行う。

## ロボットビジョン

Robot Vision 2単位

コンピュータによる視覚情報の処理・把握技術は、2次元静止画から始まり、処理能力の拡大と共に3次元動画像へと拡がりロボットの眼として利用されるようになってきている。本科目では、3次元・動きの画像処理・認識に焦点をあて、技術・方式を学ぶ。

## 知的インスツルメンテーション

Intelligent Instrumentation 2単位

従来のセンシング技術および計測技術は、主として温度、光、磁気、圧力などの物理量をいかに電気量に変換し計測するかが主であった。近年、センサとIC化された電子回路（アナログ、デジタル）が一体化され、さらにコンピュータと結びついて、データ処理、グラフ化、データ伝送、さらにシミュレーション予測などに至るグローバルなシステム化が進んでいる。本講義は、センシングシステムの立場に立って、基礎から応用まで講義する。

## システム制御工学特論

System Control Engineering 2単位

古典制御理論の復習 フィードバック制御、伝達関数、根軌跡、現代制御理論の考え方 状態方程式、状態フィードバック、安定性、可制御性、可観測性、最適制御 知的制御システム ニューロ、ファジイによる制御、ロボットの制御

## 脳生理特別講義 A

Special Lecture in Neurobiology A 1単位

認知神経科学の入門的教科書として世界的に使用されている英文のテキストを使用しながら講義を進める。初めに、認知神経科学について導入を行う。その後は、認知神経科学の基本的で重要なテーマを各学生に割り当て、各自がまとめた内容をコンピューターを使いながら発表してもらう。同時に、全体で討論を行いながら理解を深める。

## 脳生理特別講義 B

Special Lecture in Neurobiology B 1単位

この講義では、脳研究の第一線で活躍している国内外の著名な研究者を招聘し、神経生理学的な観点からみた神経細胞応答や神経回路の機能的役割に関して、研究者独自の立場からの解明の試みや解釈などを紹介してもらう。内容には基礎から最新の実験結果までが含まれ、非常にエキサイティングな講義になるはずである。また、英語力を磨く良い機会でもあるだろう。実験系、モデル系の別なく、全ての大学院生が聴講することが望ましい。

## 脳の高次機能特別講義 A

Special Lecture in Higher Brain Functions A 1単位

この講義は、脳の高次機能に関わる研究の第一線で活躍している国内外の著名な研究者を招聘し、認知、記憶、運動、発達、言語、問題解決などの脳・認知の高次機能に関わる研究を紹介してもらいながら、脳・認知研究の最前線に触れることを目的とする。本講義は、脳情報コースの特色を顕わす重要なものであり、専攻に所属するすべての大学院生が聴講することが望ましい。

## 脳の高次機能特別講義 B

Special Lecture in Higher Brain Functions B 1単位

脳のメカニズムを解明するためには、神経科学、心理学などの分野での実験的研究とモデル・理論などのシステム論的観点からの研究が車の両輪となって研究を進めることが必須である。本講義ではこのシステム論的観点から脳の種々の機能を説明するための神経回路モデルの研究についてのべる。またそれらのモデルと工学的応用についても論じる。

## 脳モデル特別講義 A

Special Lecture in Neural Modeling A 1単位

脳における情報処理を担っている要素は神経細胞である。これのモデル化はいろいろな方面からなされている。本講義では、その電気生理学的特性をダイナミックスの側面から論じる。講義項目はつぎの通り：(1) Hodgkin-Huxleyの神経方程式、(2) スパイク伝播、(3) 神経方程式における分岐、(4) 神経細胞の情報処理（クラス1、クラス2）。

## 脳モデル特別講義 B

Special Lecture in Neural Modeling B 1単位

脳のメカニズムを解明するためには、神経科学、心理学などの分野での実験的研究とモデル・理論などのシステム論的観点からの研究が車の両輪となって研究を進めることが必須である。本講義ではこのシステム論的観点から脳の種々の機能を説明するための神経回路モデルの研究についてのべる。またそれらのモデルと工学的応用についても論じる。

## 量子情報特別講義 A

Seminars of Quantum Information Science A 1単位

量子情報科学はこれまでの原理とは全く異なる原理に基づく情報の機械的操作によって、全く新

しい機能を模索するための科学である。これらの基礎となる学問は電子情報はもとより、物理学、数学などの分野の貢献が大きい。したがって、物理、数学の分野で活躍されている外部の先生を招聘し、各分野からみた量子情報科学の講義をおこなう。特に、この講義は以下の外国の著名な先生が交代で講義を担当する。1. C. A. Fuchs, Ph.D、米国 ベル研究所 2. A. Holevo, Ph.D、ロシア ステクロフ高等数学研究所 3. H. P. Yuen, Ph.D、米国 ノースウェスタン大学

### 量子情報特別講義 B

Seminars of Quantum Information Science B 1単位

現在、量子情報科学から生まれた科学技術の代表は量子コンピューター、量子暗号、量子テレポーテーションであるが、実験研究は大学の技術では困難な状況にある。この講義は国内の主要企業で研究されている研究者を招聘し講義を依頼する。

### 知能メディア特別講義 A

Seminars on Intelligent Media A 1単位

知能メディアコースに関連する先端技術について、主に海外から招聘した特別講師による講義が行われる。

### 知能メディア特別講義 B

Seminars on Intelligent Media B 1単位

知能メディアコースに関連する先端技術について、主に海外から招聘した特別講師による講義が行われる。

### ロボティクス特別講義 A

Advanced Lecture in Robotics A 1単位

ロボティクスは機械・材料・電気・情報・知能のすべてにかかわる総合学問であり、現在急速に発展しつつある。授業で得た知識を現実の姿に照

らしてより充実したものとすると同時に世界における研究の多様性を理解するために、関連研究の第一線で活躍している国内外の著名な研究者を招聘し、ロボティクスに関わる研究を紹介してもらいながら、その最前線に触れることを目的とする。本講義は、ロボティクスコースの特色を顕わす重要なものであり、専攻に所属するすべての大学院生が聴講することが望ましい。

### ロボティクス特別講義 B

Advanced Lecture in Robotics B 1単位

ロボティクスは機械・材料・電気・情報・知能のすべてにかかわる総合学問であり、現在急速に発展しつつある。授業で得た知識を現実の姿に照らしてより充実したものとすると同時に世界における研究の多様性を理解するために、関連研究の第一線で活躍している国内外の著名な研究者を招聘し、ロボティクスに関わる研究を紹介してもらいながら、その最前線に触れることを目的とする。本講義は、ロボティクスコースの特色を顕わす重要なものであり、専攻に所属するすべての大学院生が聴講することが望ましい。

### 解析学特論

Analysis 2単位

学部で学ぶ微分積分学の厳密な扱いについて学ぶ。特に、実数とその連続性について学ぶ。たとえば、実数の定義、実数の連続性、極限と連続性、コンパクト集合等を扱う。定義、定理、証明の論証過程を大事にする。

### 関数方程式特論

Functional Equations 2単位

常微分方程式の線形理論を中心に学ぶ。また、偏微分方程式の境界値問題にも触れ、常微分方程式との関連を学ぶ。

## 産業財産権特論

Industrial Property 2単位

工学系技術者として、産業財産権の知識・実践力はこれから必須となる。自分のアイデアによる財産権を法に則って的確に主張できるようになると共に、他者の権利を尊重することができるようになることが重要である。それらを踏まえ、創造的な技術開発を目指すことができる技術者として社会に貢献することを学ぶ。

## 技術者倫理論

Ethics for Engineers 2単位

「技術者倫理」は工学における新しい知の領域である。技術の進展は、人間に可能な行為を拡大させるとともに、社会や環境に大きな影響を与えてきた。技術者は、その技術の開発において、技術と社会の関係、技術に関する制度・組織のあり方を常に考える必要がある。個々の技術者や企業や組織はどのように行動すべきかについて理論的・総合的に考察し、倫理的な問題を生ずることのないように、それらの成果を社会に反映させなければならない。ABETやJABEEの中でも明記されており、技術者倫理の課題は多い。講義は、院生による内容説明によって進められるので、毎回事前準備（予習）が求められる。

## 技術英語特論

Technical English Reading & Writing 2単位

まず、科学技術文書を書く際の基本原則(Correct, Clear & Concise)を理解する。次に、科学技術英語表現における基本パターンを身につける。さらに、英語科学技術文書における論理展開および構成の特徴を理解・把握する。以上を踏まえた上で、実際に英語科学技術文書の作成に取り組む。添削指導を通じて、英語科学技術文書作成に関する実践力を養う。

## 英語プレゼンテーション

English Technical Presentation 2単位

技術的な内容を英語でプレゼンテーションする方法を学ぶ。事例となる論文について、その内容のポイントを読み取り、それを相手に的確に伝えるために何を表現すべきか、科学者・技術者の視点から指導する。

受講者は自分の領域の代表的な論文を資料として、それを講師の指導をうけつつ理解し、自身で発表して後に改善の指導を受ける。指導は、スライドの作り方、ポイントの置き方、英語の表現、さらに他者の発表に対する質問のポイントの見つけ方など、発表者だけでなく聞いて議論する立場での方法も含まれる。

## 電子情報工学特別演習 I

Advanced Exercise in Electronic and Information Engineering I 2単位

## 電子情報工学特別演習 II

Advanced Exercise in Electronic and Information Engineering II 2単位

## 電子情報工学特別実験 I

Advanced Laboratory in Electronic and Information Engineering I 2単位

## 電子情報工学特別実験 II

Advanced Laboratory in Electronic and Information Engineering II 2単位