

# 講義内容

## システム神経科学論

Advanced Systems Neuroscience

2単位

感覚と認知、運動、情動や判断・思考などの高次の脳機能は、大脳皮質だけで100億個を超える神経細胞が脳内で固有のネットワークを構成し、作動原理に従って神経情報の表現と処理を行うことによって実現している。『システム神経科学論』では、神経細胞による符号化(コーディング)から、特徴抽出、対象の認知に繋がる感覚系、行動の制御と学習の系、情動と意思決定の系などについて、実験研究によって得られた知識の整理を行うことによって、最先端の研究について深く理解する能力を習得する。具体的な心理学や計算理論による知識とどのように統合するのかを身につける。

## システム神経科学技法

Systems Neuroscience Technique

1単位

本講義では、神経科学に広く用いられる解剖学および生理学の実験技術の基本原則と応用例を、最新の研究報告を交えて学習する。解剖学の実験技術として、トレーサー注入、組織標本の作製、各種細胞染色、顕微鏡下での観察などを学ぶ。生理学の実験技術として、脳波、フィールド電位記録、細胞外記録、細胞内記録、パッチクランプ記録、傍細胞(ジャクスタセルラー)記録、マルチニューロン記録などを学ぶ。それぞれの実験技術の利点と欠点を理解し、研究目的に応じた技術の選択と実験データの解析の能力を身に付けていく。

## 計算論的神経科学

Computational Neuroscience

2単位

本講義の目的は、神経・脳活動を数理的に理解

するアプローチである計算論的神経科学の概要を学ぶ。実験的研究により得られるデータの分析や仮説設定に計算論的視点を加える技術・能力を身につける。分子・細胞・ネットワーク・個体行動の様々な時間・空間スケールにおいて、数理モデル化によって個々のスケールでの現象ばかりでなく、それらを横断的に分析・理解する方法について理解する。また、神経活動を統計数理の目で解析する符号化・復号化・情報理論、ベイズ統計による推定などの事項について学ぶ。

## コンピュータシミュレーション技法

Computer Simulation Technique

1単位

コンピュータシミュレーションは、仮説として立てたモデルから顕れる現象を手軽に確かめるために有効な方法である。例えば、生物学的に詳細に記述したモデルを用いて、生理実験では簡単には制御できない要素の効果を、容易に調べることができ、実験する前に重要な要素に的を絞ることができる。また、既に観測されている現象を再現するために必要な最小モデルを探ることで、現象の背後のメカニズムを理解することができる。生物学的忠実性の追求とメカニズムを探るための単純化という相反する2つの方向性について、具体例を通して必要な基礎技法を学ぶ。

## 脳画像解析学

Brain Image Analysis

2単位

本授業の目的は、ヒトの非侵襲的計測法である機能的MRI(fMRI)の理論を身に付け、fMRI実験のパラダイム作成から解析まで行う能力を養うことである。本科目とセットで履修するニューロイメージング技法で習得する具体的な解析の意味するところを概念的に把握する。

## ニューロイメージング技法

Neuroimaging Technique

1単位

本講義は、機能的MRI (fMRI) 研究で必要とされる知識、技術を身につけることを目的とする。目的とする脳機能を抽出できる課題を作成し、その課題を用いてfMRI実験を行い、そのMRIデータの解析を行う。また、解析については、生理指標や心理指標と脳活動領域の関連性、ならびに神経ネットワーク (connectivity) などについても学ぶ。ニューロイメージング手法を用いることで理解できる脳機能とその限界について理解する。

## 発達科学

Developmental Science

2単位

本講義は、発達心理学・言語学・認知心理学を中心としたヒトの行動変化の本質を求め、その理解を深めることを目的とする。特に、乳幼児の発達過程における様々な知見を理解するための科学的なアプローチについて最新の研究を学ぶ。

## 発達科学技法

Developmental Science Technique

1単位

発達心理学・認知心理学・脳科学の視点から、認知発達を研究する技法について、実験実習を通して学習する。発達科学で主に用いられる質問紙調査、行動観察、行動実験におけるデータ収集と解析を体験し、母子相互作用や同年代の乳幼児間の社会関係と言語獲得、認知発達との関わりを検討する。また言語音声知覚や発話の研究で使用される音響分析や音声操作の基礎を習得する。これら複数の手法の比較検討を通して、発達研究方法の適切な使用について議論する。

## コミュニケーションロボット工学

Communication Robot Engineering

2単位

対人コミュニケーションの場面は、相手の人間がそれ自体意図を持って行動決定する主体であり、その相手の意図を理解しないと適切な相互作用は難しい。本講義は、人との相互作用を適切に行うロボットの構築に必要な対人理解モデルを解説し、その表現系としての認知発達及びシステム制御のアルゴリズムについて解説する。課題文献研究では予め指定した最新研究文献に関する議論を受講者が中心となり行うことで、最新の研究動向と文献解読の手法を学ぶ。

## 脳型学習システム

Brain-type Learning Systems

2単位

脳内情報処理において、学習・記憶に関わらない統合的機能は考えられない。よって高次機能を理解する上において、学習・記憶システムの理解は非常に大切となる。本講義ではニューロンのシナプスレベルからネットワークレベルまでの学習・記憶システムの解説を行う。学習・記憶のメカニズムとそのダイナミクスを説明し、脳内情報表現と記憶機能の関わりを講義する。さらに、学習・記憶に関する最先端の知見を紹介する。

## パラレル情報処理解析学

Parallel Information Processing

2単位

本講義では、複数の神経細胞の発火活動を一挙に記録し解析するマルチニューロン記録法の基本原理と応用例を前半と後半に分けて学習する。前半ではマルチニューロン記録法の開発の歴史、種類、解析過程、データ解釈などを包括的に解説する。後半では同記録法を活用して解明されつつある海馬神経細胞の空間情報の処理機構や機能的意義を最新の研究成果を交えて考察する。また受講者が学術論文を批判的、建設的に読む「模擬査読」を体験し、その妥当性をグループ全体で討議する。

こうして脳科学の進歩の過程を肌で感じつつ、神経細胞集団の発火活動すなわち情報処理の仕組みを解析する企画・遂行能力を獲得する。

## 認知心理学

Cognitive Science

2単位

人間の知的な行動の起源は脳であるが、知を生み出す活動は行動によっても観測可能であるし、さらに情報処理としての知的行動の理解はより深い知の理解につながる。本講は、このような知の深い理解にせまる方法論としての認知心理学について、その考え方、方法、研究動向、他の手法との関連などを解説することで、脳科学と関連諸科学との関係を議論する。

## 情報創成科学

Information Creation Science

2単位

発達した脳を持つ動物は、過去に経験した事象間の関係だけでなく、思考や推論を通して今までに直接経験したことの無い事象間の関係を推測することができる。この機能はヒトで頂点に達し、新たな事象の創造をも可能にする。このような思考・推論・創造性の脳メカニズムについて、その基礎となる(1)学習・思考の心理学理論、(2)関係する計算理論、を体系的に学んだ後、(3)思考・推論・創造性に関する最新の神経科学論文を読んで議論する。

## 社会科学から見た脳科学

The Impact of Brain Science on Social Sciences

2単位

社会科学分野にとってこの10年は激動の時期だったといえよう。2000年以後、急速に発展してきた社会行動の神経基盤を明らかにする一連の研究(社会神経科学)は、社会心理学者、経済学者を始めとした社会学者に対して大きなインパクトを与えた。本授業では、社会神経科学がどのような形で社会科学分野へ影響を及ぼしたのか歴史

的な背景を追い、社会科学分野において重要だと考えられている実験を紹介することで、社会行動の神経基盤に関する理解を深めることを目的とする。

## 脳科学先端セミナー A(ロボット工学)

Advanced Brain Sciences A (Robotics)

1単位

ロボット技術は機械、電気・電子、情報など様々な技術が関わっており、それらの融合には、知能化技術が重要だと考えられている。本講義では、ロボット工学、特に知能ロボットに分類される技術に関する最先端の研究を学ぶ。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演習形式で学び、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ことで授業を進める。また、移動ロボットシミュレータを使い、実際にロボットプログラミングを行うことで理解を深める。このセミナーは、年1回開催される脳科学研究科リトリートにおける講演、討論、研究発表も対象とする。

## 脳科学先端セミナー B(神経計算論)

Advanced Brain Sciences B (Neural computation)

1単位

本講義の目的は、神経計算論の最新の研究動向と現状の問題点を知るために、神経計算論的なアプローチをとっている国内外の研究者による講演セミナーシリーズを行う。実際の研究者の講演を聴くばかりでなく、疑問をぶつけ議論をすることによって、神経計算論アプローチの理論と実践を身につけ、自らの研究における計算論的な分析手法、仮説設定、数理モデル化の技術を習得し、可能なら適応できる、または評価できる能力を目指す。このセミナーは、年1回開催される脳科学研究科リトリートにおける講演、討論、研究発表も対象とする。

I

学修にあたって

II

教育課程表および  
講義内容  
脳科学研究科

III

学則・規程

## 脳科学先端セミナー C (情報創成)

Advanced Brain Sciences C (Information creation) 1単位

思考、推論や創造性のような、ヒトや動物の情報創成能力に関わる最新の研究を実験心理学、神経科学、計算理論といった様々な角度から検証する。特に、実験動物を対象とする神経科学実験から得られた基礎的な知見が、ヒトの創造性にどのように結びついていくのかを重点的に議論する。この授業で行った最新の研究に関する検証・分析は各履修者にまとめて発表してもらい、履修者全員で議論する。このセミナーは、年1回開催される脳科学研究科リトリートにおける講演、討論、研究発表も対象とする。

## 脳科学先端セミナー D (社会科学)

Advanced Brain Sciences D (Social sciences) 1単位

社会神経科学は社会的な存在である私たちの認知や行動の生物学的な基盤を明らかにすることを目的としている。本セミナーでは、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用い非侵襲的に脳活動を測定することで社会行動 (利他行動、協力行動、信頼行動、罰) を支える神経基盤 (脳の働き) を明らかにする研究、唾液や血液からホルモン濃度を測定することで社会行動の神経内分泌的基盤 (ホルモンの働き) を明らかにする研究に注目し、社会行動が引き起こされるメカニズムについての理解を深めることを目的とする。このセミナーは、年1回開催される脳科学研究科リトリートにおける講演、討論、研究発表も対象とする。

## 研究者倫理論

Scientific Research Ethics 2単位

科学は多くの先人が作り上げてきた知識の体系であり、人類共有の資産である。科学研究とは、敬意を払ってこの知識の体系を利用しつつ、そこに新たな価値を加えることにより、その発展に寄与することである。科学の健全な発展は、研究活

動が真実・信頼・公正に基づくことにより遂げられる。これらから逸脱して科学の健全な発展を阻害する行為が、研究における不正行為である。本講義では、研究における不正行為および疑わしき行為について、実際に遭遇し得る場面を想定しながら考え、議論することを通じて、実践知としての研究者倫理を身につける。

## 心理物理学

Psychophysics 2単位

高次脳機能研究において、統制された刺激の提示と行動の測定は必要不可欠である。心理物理学的方法論は、刺激とそれに対する反応を厳密に測定し、解析する手法として、実験心理学においては長い歴史を持つ。この授業では、心理物理学的方法論を、その体系を支える理論の検討を行いながら学習する。さらに、最新の研究を取りあげ、履修者の間で討論を行う。また、心理物理学の神経科学的研究への適用についても、最新の解析手法に触れながら検討する。

## 神経経済学

Neuroeconomics 2単位

神経経済学は、20世紀末になって勃興した新たな学問分野である。神経経済学の基礎となる、行動経済学、意思決定のシステム神経科学、そしてヒト脳機能イメージング研究について、その基本的手法とこれまでの成果を学び、神経経済学の対象領域とその成果を把握する。また神経経済学の応用の一つと見ることのできるニューロマーケティングについての現状を知り、その有効性と今後の展望について、批判的または発展的な検討を加える。さらに、様々な価値とその脳内表現について、多面的な検討を加えることにより、神経経済学の本質を探求するとともに、神経経済学の今後の発展の方向についての展望を見出す。



## 社会システム制御論

Social System Control

2単位

社会システムを制御するためには、構成要員である個々のプレーヤーを理解することが重要であるが、社会は単に個々の寄せ集めではない。個々のプレーヤー間の対人的な交流があり、こうした社会的存在におけるプレーヤーの判断、意思決定、行動を理解できないと、効果的な方策、政策を決定、実行していくことは困難である。こうした個人の価値判断に必要な認知能力や情動のメカニズムおよびその神経基盤について理解する。経済活動、医療・福祉、教育など社会システムの制御を広義にとらえ、その在り方を探求する。

## 神経感性工学

Neural KANSEI Engineering

2単位

この科目では、感性情報処理の一例として、音楽認知および音楽の情報処理についてその理論と方法を学ぶ。現代の音楽理論研究の成果に基づき、音楽の構造記述、知識表現、認知を現代の認知科学的な観点から考察する。我々の音楽理解と我々が持っている音楽概念の形成にはどのような要因が関与し、それをどのように記述、表現することができるか論究する。また、こうした考察をふまえて、音楽の創作および演奏のコンピュータによるモデル化の理論と実装方法を学ぶ。

## 神経倫理学

Neuroethics

2単位

ニューロエシックスには、基本的に二つの内容が含まれる。一つは、「脳神経科学の倫理学」であり、脳神経科学研究に対して倫理的観点から制限を加えたり、支持を与えたりする。もう一つは、「倫理学の脳神経科学」と呼ばれるものであり、倫理的判断がいかなる脳神経の過程によって営まれているかを解明する。講義では、この二つの問題に関して、従来の研究成果をサーベイするとともに、

現在の到達点を確認する。また、現時点で未解決の問題が何かを明らかにしながら、将来の研究への見通しを与えていく。

## 病態神経科学

Pathological Neuroscience

2単位

統合失調症やうつ病などの精神疾患やパーキンソン病などの神経疾患さらに自閉症やアスペルガーなどの広汎性発達障害の認知機能障害について講義し、認知機能障害と脳機能異常との関連性について学び、疾患モデルから脳の働きの理解を目指す。また、抗精神病薬の働きと脳活動変化、さらに機能への影響について、神経薬理学的な観点から認知機能への分子レベルでの関連についても講義する。基本的にこれらの研究の背景にはfMRIなどのニューロイメージング法、心理学的手法、臨床神経科学的手法、薬理学的手法の理解も必須となる。

## 分子生命科学論

Advanced Molecular Life Science

2単位

神経科学では電気生理学とともに分子生物学的方法を用いた研究が重要になってきている。この分子生物学の基礎を学んだ後、これが神経科学で利用されるようになった歴史的経緯を概説する。さらにニューロンの情報処理やシナプス伝達の基礎となるイオンチャネルなどの構造生物学を概説する。また細胞内シグナル伝達に関連する分子生理学についても学習する。これらの学習を通じてマイクロなレベルでの脳機能の理解をめざす。

## 脳科学研究法 I (研究サーベイ)

Brain Sciences Research Method I

2単位

博士課程の研究は、その該当領域においてまだ人類に知られていない知見・技術・考え方を開拓するものとなる。そのために現在の脳科学領域においてどのような研究がどのような手段で行わ

れているかを知り、さらには過去から現在までの研究の流れを理解することでこれから先の研究の動向を予測することも必要となる。本科目は該当学生に脳科学に関する文献を読んで整理する手法を学ばせることで、学生が自己の研究を世界中で位置づけ、次のステップとしての研究計画に進むための知識を与える。

## 脳科学研究法Ⅱ（研究計画）

Brain Sciences Research Method II 2単位

研究は、これまでに知られている知見に対して、新たな考察・分析・実験によって新規な経験や知識を提供する一連の営みである。ここでは、既知の知識と新たに獲得が期待される知識を厳密に峻別し、真に新規な知識を獲得するための厳密かつ論理的な研究の計画と実施が求められる。本科目は、該当学生と指導教員との間の密な議論により、学術的価値の高い脳科学研究を確実に立案するための方法論を学生に与える。本科目の履修には、『脳科学研究法Ⅰ（研究サーベイ）』の単位取得が前提となる。

## 脳科学研究法Ⅲ（データ解析）

Brain Sciences Research Method III 2単位

検査・実験によって得られたデータには、目標とする現象以外に多様な要因で誤差が入り込む。研究の過程では、その要因を一つ一つ排除して、求める現象が示す真の特性を把握することが求められる。本科目は、脳科学の実験法のデータ発生モデルと分析手法について講じ、調査・実験からのデータについて学生が指導教員と議論することで、脳科学の現象についての仮説やモデルを構成していく考え方を実地に指導していく。本科目の

履修は、『脳科学研究法Ⅰ（研究サーベイ）』と『脳科学研究法Ⅱ（研究計画）』の単位取得が前提となる。

## 脳科学研究法Ⅳ（論文作成）

Brain Sciences Research Method IV 2単位

研究は、その意図と方法論と結果を明示し、結果の解釈について深く議論して誰もが新規性や有用性を認めるオリジナル論文となったとき、はじめて意味を持つ。脳科学の論文を書いて、こちらの意図どおりに理解してもらい、新規性を認めてもらうことは容易ではないが、それは研究を認めてもらう基礎的な技術である。本科目はそのための方法を、教員の個別指導により指導する。本科目の履修は、『脳科学研究法Ⅰ（研究サーベイ）』、『脳科学研究法Ⅱ（研究計画）』、『脳科学研究法Ⅲ（データ解析）』の単位取得が前提となる。

## 脳科学研究法セミナー

Brain Sciences Research Method Seminar 2単位

科学技術に関する研究開発を実施するためのリテラシーとして、研究サーベイ法、研究計画法、データ解析法、論文作成法を修得した後、それらの知識を研究基盤として、脳科学分野において研鑽を積んだ課題について、その研究成果をまとめて博士論文として集大成するためのセミナーである。ここでは、他の研究者・学生と研究内容について討論し、それを研究に生かすことも学ぶ。『脳科学研究法セミナー』の履修には、『脳科学研究法Ⅰ（研究サーベイ）』、『脳科学研究法Ⅱ（研究計画）』、『脳科学研究法Ⅲ（データ解析）』、『脳科学研究法Ⅳ（論文作成）』の単位取得が前提となる。