

# 講義内容

## 量子情報科学研究サーベイ

Quantum Information Science (Survey) 2単位

博士課程の研究は、その該当領域においてい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。そのために現在の量子情報科学においてどのような研究がどのような手法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量子情報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の中で位置づけ、次のステップとしての研究企画に進むための知識を与える。

## 量子情報科学研究企画・方法論

Quantum Information Science (Design and Methodology) 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方法である。そこでは、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、量子情報科学の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、『量子情報科学研究サーベイ』の単位修得が前提となる。

## 量子情報科学分析・モデリング

Quantum Information Science (Analysis and Modeling) 2単位

調査・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意図しない誤差が入り込んでいる。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、量子情報科学の調査・実験法のデータ発生モデル、分析手法について講じ、量子情報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。本科目の履修には、『量子情報科学研究サーベイ』と『量子情報科学研究企画・方法論』の単位修得が前提となる。

## 量子情報科学論文構成・表現法

Quantum Information Science (Organization and Presentation) 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することで、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。量子情報科学研究の全体の論理構成を考え、判りやすい説明を一つ一つ作り、展開のある読み応えのある文章とすることは、その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行う。本科目の履修には、『量子情報科学研究サーベイ』、『量子情報科学研究企画・方法論』、『量子情報科学分析・モデリング』の単位修得が前提となる。

## 量子情報科学研究セミナー

Quantum Information Science (Research 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、研究企画・方法論、分析・モデリング、論文構成・表現法を修得した後、それらの知識を研究基盤として、量子情報科学分野において研鑽を積んだ課題について、その研究成果を博士論文として集大成するためのセミナーである。本科目の履修には、『量子情報科学研究サーベイ』、『量子情報科学研究企画・方法論』、『量子情報科学分析・モデリング』、『量子

情報科学論文構成・表現法』の単位修得が前提となる。

## 知能情報科学研究サーベイ

Intelligent Information Science (Survey) 2単位

博士課程の研究は、その該当領域においてい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。そのために現在の知能情報科学においてどのような研究がどのような方法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知能情報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の中で位置づけ、次のステップとしての研究企画に進むための知識を与える。

## 知能情報科学研究企画・方法論

Intelligent Information Science (Design and Methodology) 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方法である。そこでは、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、知能情報科学の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、『知能情報科学研究サーベイ』の単位修得が前提となる。

## 知能情報科学分析・モデリング

Intelligent Information Science (Analysis and Modeling) 2単位

調査・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意図しない誤差が入り込んでいる。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、知能情報

科学の調査・実験法のデータ発生モデル、分析手法について講じ、知能情報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。本科目の履修には、『知能情報科学研究サーベイ』と『知能情報科学研究企画・方法論』の単位修得が前提となる。

## 知能情報科学論文構成・表現法

Intelligent Information Science (Organization and Presentation) 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することで、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。知能情報科学研究の全体の論理構成を考え、判りやすい説明を一つ一つ作り、展開のある読み応えのある文章とすることは、その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行う。本科目の履修には、『知能情報科学研究サーベイ』、『知能情報科学研究企画・方法論』、『知能情報科学分析・モデリング』の単位修得が前提となる。

## 知能情報科学研究セミナー

Intelligent Information Science (Research 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、研究企画・方法論、分析・モデリング、論文構成・表現法を修得した後、それらの知識を研究基盤として、知能情報科学分野において研鑽を積んだ課題について、その研究成果を博士論文として集大成するためのセミナーである。本科目の履修には、『知能情報科学研究サーベイ』、『知能情報科学研究企画・方法論』、『知能情報科学分析・モデリング』、『知能情報科学論文構成・表現法』の単位修得が前提となる。

## ロボティクス研究サーベイ

Robotics (Survey) 2単位

博士課程の研究は、その該当領域においてい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。そのために現在のロボティクス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ロボティクス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の中で位置づけ、次のステップとしての研究企画に進むための知識を与える。

## ロボティクス研究企画・方法論

Robotics (Design and Methodology) 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方法である。そこでは、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、ロボティクスの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、『ロボティクス研究サーベイ』の単位修得が前提となる。

## ロボティクス分析・モデリング

Robotics (Analysis and Modeling) 2単位

調査・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意図しない誤差が入り込んでいる。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、ロボティクスの調査・実験法のデータ発生モデル、分析手法について講じ、ロボティクス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際に指導

していく。本科目の履修には、『ロボティクス研究サーベイ』と『ロボティクス研究企画・方法論』の単位修得が前提となる。

## ロボティクス論文構成・表現法

Robotics (Organization and Presentation) 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することで、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。ロボティクス研究の全体の論理構成を考え、判りやすい説明を一つ一つ作り、展開のある読み応えのある文章とすることは、その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行う。本科目の履修には、『ロボティクス研究サーベイ』、『ロボティクス研究企画・方法論』、『ロボティクス分析・モデリング』の単位修得が前提となる。

## ロボティクス研究セミナー

Robotics (Research 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、研究企画・方法論、分析・モデリング、論文構成・表現法を修得した後、それらの知識を研究基盤として、ロボティクス分野において研鑽を積んだ課題について、その研究成果を博士論文として集大成するためのセミナーである。本科目の履修には、『ロボティクス研究サーベイ』、『ロボティクス研究企画・方法論』、『ロボティクス分析・モデリング』、『ロボティクス論文構成・表現法』の単位修得が前提となる。

## 生産開発システム研究サーベイ

Production Development Systems (Survey) 2単位

博士課程の研究は、その該当領域においてい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。そのために現在の生産開発システム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生産開発システム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の中で位置づけ、次のステップとしての研究企画に進むための知識を与える。

### 生産開発システム研究企画・方法論

Production Development Systems (Design and Methodology) 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方法である。そこでは、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、生産開発システムの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、『生産開発システム研究サーベイ』の単位修得が前提となる。

### 生産開発システム分析・モデリング

Production Development Systems (Analysis and Modeling) 2単位

調査・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意図しない誤差が入り込んでいる。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、生産開発システムの調査・実験法のデータ発生モデル、分析手法について講じ、生産開発システム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際に指導していく。本科目の履修には、『生産開発システム研究サーベイ』と『生産開発システム研究企画・方法論』の単位修得が前提となる。

### 生産開発システム論文構成・表現法

Production Development Systems (Organization and Presentation) 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することで、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。生産開発システム研究の全体の論理構成を考え、判りやすい説明を一つ一つ作り、展開のある読み応えのある文章とすることは、その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行う。本科目の履修には、『生産開発システム研究サーベイ』、『生産開発システム研究企画・方法論』、『生産開発システム分析・モデリング』の単位修得が前提となる。

### 生産開発システム研究セミナー

Production Development Systems (Research 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、研究企画・方法論、分析・モデリング、論文構成・表現法を修得した後、それらの知識を研究基盤として、生産開発システム分野において研鑽を積んだ課題について、その研究成果を博士論文として集大成するためのセミナーである。本科目の履修には、『生産開発システム研究サーベイ』、『生産開発システム研究企画・方法論』、『生産開発システム分析・モデリング』、『生産開発システム論文構成・表現法』の単位修得が前提となる。

## 環境エネルギー研究サーベイ

Environment & Energy (Survey) 2単位

博士課程の研究は、その該当領域においてい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。そのために現在の知能情報科学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環境エネルギー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の中で位置づけ、次のステップとしての研究企画に進むための知識を与える。

## 環境エネルギー研究企画・方法論

Environment & Energy (Design and Methodology) 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方法である。そこでは、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、環境エネルギーの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、『環境エネルギー研究サーベイ』の単位修得が前提となる。

## 環境エネルギー分析・モデリング

Environment & Energy (Analysis and Modeling) 2単位

調査・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意図しない誤差が入り込んでいる。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、環境エネルギーの調査・実験法のデータ発生モデル、分析手法について講じ、環境エネルギーに関する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。本科目の履修には、『環境エネルギー研究サーベイ』と『環境エネルギー研究企画・方法論』の単位修得が前提となる。

## 環境エネルギー論文構成・表現法

Environment & Energy (Organization and Presentation) 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することで、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。環境エネルギー研究の全体の論理構成を考え、判りやすい説明を一つ一つ作り、展開のある読み応えのある文章とすることは、その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行う。本科目の履修には、『環境エネルギー研究サーベイ』、『環境エネルギー研究企画・方法論』、『環境エネルギー分析・モデリング』の単位修得が前提となる。

## 環境エネルギー研究セミナー

Environment & Energy (Research 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、研究企画・方法論、分析・モデリング、論文構成・表現法を修得した後、それらの知識を研究基盤として、環境エネルギー分野において研鑽を積んだ課題について、その研究成果を博士論文として集大成するためのセミナーである。本科目の履修には、『環境エネルギー研究サーベイ』、『環境エネルギー研究企画・方法論』、『環境エネルギー分析・モデリング』、『環境エネルギー論文構成・表現法』の単位修得が前提となる。

## 量子コンピュータ・量子暗号

Quantum Computer and Quantum Cryptography 2単位

量子情報科学の実社会への応用の可能性が期待される量子暗号と量子コンピュータの最新の研究

動向を文献等を紹介しながら講義する。特に、種々の量子暗号プロトコルの比較と実社会への導入に必要なシステム理論的な解説を行う。

## 量子情報理論

Quantum Information Theory 2単位

本講義では量子情報理論の最先端の研究成果を取り上げ解説を試みる。

(オムニバス方式／全15回)

光を使った古典情報伝送に関する量子情報理論について論じる。エネルギー拘束条件付の量子通信路符号化定理と量子ガウス状態の基礎理論を説明し、それに基づいてボゾニック通信路に対する通信容量の公式を導出する。

量子計算において量子特有のノイズに抗して量子状態を制御するために、あるいは暗号等への応用のために、量子誤り訂正符号が提案され研究されている。最新の成果を踏まえ量子誤り訂正符号の可能性や性能の限界について論じる。

## ファジィシステム論

Fuzzy Systems 2単位

人間は、経験に基づく知識や自然言語の処理などに見られるように定性的な情報への優れた処理能力を有している。したがって、人間の思考過程をコンピュータなどの機械で実現するためには、人間の有する主観、判断、感覚、感性などの「あいまいさ」を取り扱う必要がある。ファジィシステム論は、人間らしい情報処理のための方法論として提案され、制御システム、画像理解、エキスパートシステムなどの研究が盛んに行われている。ここでは、ファジィ理論の基礎から、ファジィシステム、ファジィ制御および人工知能への応用事例を解説する。

## コンピュータビジョン

Computer 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次元静止画像から始まり、処理能力の拡大と共に、カラー・3次元・動画像へ、限られた条件の画像から実世界の画像へ、初期画像処理から高次画像認識へ、と適用範囲を拡大してきている。本科目では、実世界画像認識、その中でも特に形状認識技術に焦点をあて、基礎からの発展を踏まえつつ、ロボットの視覚、医用、生体認証、ユーザインタフェース、複合現実感など拡大している応用に関する最新の研究成果をサーベイし、今後の技術動向について論ずる。

## 知能システムロボティクス

Intelligent Robotics 2単位

ロボット工学に関するより高度な内容と、最新の研究成果を紹介する。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。本講では、ロボットの知能化に焦点を当て、画像処理や運動生成、状況推論などの要素技術とその統合の方法化について考察することで、ロボットの知能化および自律化のための知識を習得し理解を深めることを目的とする。特に、実世界において環境と相互作用しながら自律的に行動するロボットの実現を学習アルゴリズムの観点から考察する。

## 認知発達ロボティクス

Cognitive Developmental Robotics 2単位

人間とロボットが共存する社会が身近になりつつある現代において、人間と同様、学習し成長することで知能を獲得するロボットの開発が望まれ、様々な分野で研究が盛んに行われている。本講では、人間と機械を繋ぐために必要となる技術を理論やコンピュータによるシミュレーションだ

けではなく、実際にロボットを動かし、ロボットが知能を獲得していく様子を観察することを通じて検討し、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如何にして知的ロボット開発へ結びつけるかについて最新の研究成果を学ぶ。

## 分散型エネルギーシステム論

Dispersive-type Energy Systems 2単位

科学技術が急速に進歩した結果、環境問題、エネルギー問題が負の遺産として生まれた。これらの問題を解決する答えのひとつとして、未利用エネルギーの有効利用や省エネルギーがある。本講で論じる分散型エネルギーシステムは、これらの技術を利用できる持続的社会的の実現に有効なシステムである。講義では、小規模発電システム、エネルギー輸送技術、蓄熱・蓄冷技術に関する最新の研究成果を解説し、持続的社会的に必要なエネルギーシステムについて学習する。さらに、分散型エネルギー社会における新しいまちづくりについて議論する。

## 相変化伝熱論

Heat Transfer with Phase Change 2単位

相変化を伴う熱移動について講義する。物質の状態には固相、液相、気相があり、ある相から別の相へ変化する（相変化）場合、温度変化を伴わずに受熱または放熱を行う。相変化を伴う伝熱現象として、沸騰熱伝達、凝縮熱伝達、凝固・融解熱伝達、物質移動を伴う熱伝達について講義を行う。講義では、これらの現象を理解するための基礎から最新の応用例までを解説する。

## 情報マイクロシステム論

Information Microsystems 2単位

高度情報化社会を迎えて、機械と人間・自然とのかかわりがより重要な研究課題となってきた。

三者のしなやかな共存関係を実現する様々な手段として、RFID技術、ユビキタス通信技術、弾性波デバイス技術、マイクロメカトロニクス技術を用いた様々な情報マイクロシステムが期待されている。ここでは、日常に存在する様々な微小振動を用いた情報通信機器、情報通信用弾性波デバイス、ヒューマンインタフェース技術について、基礎的理論から最新の研究成果までを講義する。

## チームワーク・ダイナミクス

Teamwork Dynamics 2単位

社会心理学や組織心理学を通じた集団力学の立場で産業社会を研究調査し、この立場からの生産経営システムの開発が求められている。組織は集団の集合体であり、集団は個人の集合体であり、ここに集団がキーワードとして存在し、そのチームワークの重要性が浮かび上がる。このチームワークと企業業績との関係を明確にすることは人類の福祉に大きく貢献するであろう。主として、著者らの学会誌に掲載されたオリジナルな研究論文について、講義を展開する。受講生との議論を中心として授業を進めるので、受講生には事前の読みこなしが要求される。

## モノ作り工法比較論

Process Selection in Manufacturing Strategy 2単位

もの作りでは、様々な作り方が存在する。工業製品においては、作り方、すなわち工法が重要なファクターである。様々な工法の中から、作業性、コスト、品質の観点から選択することはもちろんのこと、機能性、意匠性など様々な観点から製品(部品)の生産技術を決定する手法を学ぶ。

## 量子情報科学研修研究

Training Research on Quantum Information Science 2単位

量子情報科学の博士課程の学生の研究の進捗状況を考慮しながら、量子情報科学の実験を活発に

研究している国内あるいは海外の提携研究機関において、数ヶ月間、集中的な研究実習を行う。特に、量子情報科学の応用を目指す種々の量子力学的な現象の実験に直接関与することによって、量子情報科学の多様性を実体験することを目的とする。また、実用域にある量子暗号等の開発現場で開発のスタッフとして研鑽を積むことにより、工学の神髄を体験する。

## チームワーク・ダイナミクス研修研究 I

### Training Research on Teamwork Dynamics I 2単位

国内外の企業において、1セメスター期間のなかでプロジェクトを設定し研究する就業実習である。自らチームワーク評価に関する質問項目を作成し調査することによって、経営活動における各チームの心理的内部構造を解析する。さらに各チームの業績と関係づけることにより、診断や提案を行う。この研修を通じて心理学の側面から経営活動を評価するシステムを理解し、科学的な視野からの実践活動を習得する。解析にあたっては、机上の空論に終わらず三現主義に基づく現実的な考察によって診断提案を行う。

## チームワーク・ダイナミクス研修研究 II

### Training Research on Teamwork Dynamics II 2単位

『チームワーク・ダイナミクス研修研究 I』と同様の内容であるが、前者とは異なる研究対象とし二番目の事例研究として比較研究を行う。さらに、全体的な考察を行いより広い解釈から診断提案を行う。両者の比較においては、国別比較、性差、年齢別、勤続年数別、職場別、階層別などの回答者の属性による比較検討を提案する必要がある。さらに研究対象が異なっても研究成果が得られる頑強な評価システムでなければならず、あわせて比較文化論や国の産業状況や経済状況（発展途上国、先進国など）の素養も要求される。

## システム科学特別講義 A

### Special Lecture in System Sciences A 1単位

特別講義 A では量子情報科学と知能情報科学の総合的基礎となる広範な課題について講義する。量子情報科学と知能情報科学は共に情報科学を基盤としている。その共通する基礎理論は多義にわたっており、通常の講義方式では両研究分野の全体像を把握することは困難である。そこで、本講義では現代の情報科学の基盤である情報理論、学習理論、波動工学、ユビキタス通信技術、オペレーションリサーチなどの基礎理論に関するトピックスを年に4回集中講義を実施し、博士課程の学生が持つべき汎用な基礎知識を修得させる。

## システム科学特別講義 B

### Special Lecture in System Sciences B 1単位

特別講義 B ではロボティクスと生産開発システムの分野の総合的基礎となる広範な課題について講義する。ロボティクスと生産開発システムは人間の行動分析を一つの共通基盤に持つと考えられる。その共通する基礎理論は多義にわたっており、通常の講義方式では両研究分野の全体像を把握することは困難である。そこで、本講義ではその基盤である社会心理学および組織心理学や集団力学、学習アルゴリズムなどの基礎理論に関するトピックスを年に4回集中講義を実施し、博士課程の学生が持つべき汎用な基礎知識を修得させる。