

# 開放環境科學專攻



School of Science for  
**OPEN**  
and Environmental Systems

## 新時代のキーワードとしての OPEN Open -The Keyword of a New Era

### 新しい科学技術、開放系の科学の胎動

●Early movement toward new scientific technology and an open system science

情報と生命、生命と環境などの概念が、これまで考えられもしなかった形で結びつき、科学技術にとっていまだ探求されざる膨大なフロンティアが拓かれようとしています。周囲の環境と不断に情報や物質の交換が行われている系は「オープン・システム（開放系）」と総称されますが、生命・コンピュータネットワーク・人間社会などは、いずれも異質かつ複雑な構成要素から成り立つ高次の開放系であると考えられます。高次の開放系は、これまで科学技術がとり扱ってきた工学システムとは異なる多くの特徴を持っています。ここに新しい科学とも言うべき開放系の科学を樹立し、科学技術に飛躍的なブレイクスルーを起こそうと志すのが、慶應義塾が世界にさきがけて「開放環境科学」を提唱する狙いです。

Concepts such as "information and life" and "life and the environment" emerged in a way that has never been conceived; and a frontier that holds tremendous possibilities but has hitherto been untouched by scientific probes is about to be investigated. A system in which information and materials are being continually interchanged with the surroundings is called an "open system". Life, a computer network, man, and community are considered to be highly sophisticated open systems that are composed of heterogeneous complex components. Highly advanced open systems are associated with characteristics that are different from the engineering system to which scientific technology has been accustomed. The establishment of open systems science, which may be called a new type of science; and the creation of a dramatic breakthrough in scientific technology—these are the objectives that Keio University proposes, heralding the arrival of a new age in the history of mankind.



### 本格的な知的社会基盤工学の必要性

●A need for technology for full-scale societal intellectual bases

たとえば地球環境問題、都市問題、エネルギー危機など、リアルタイムでその解決が迫られている課題の多くが、こうした開放系の問題です。いずれも変化が激しく、明確な境界条件や要求仕様を前もって定めることができず、そのためモデル化や最適化が行いにくい、つまりは従来の科学技術の方法論に根本的な変更を迫る問題です。20世紀の科学技術は、こうした現実世界の諸課題について、解決を先送りしてきました。21世紀の科学技術には、原理的解明を待っていたのでは手遅れになりかねない現実の諸課題への対応が求められます。これにダイレクトに答えていける学問の確立を急ぐとともに、いわば本格的な知的社会基盤工学とでも呼べる巨視的観点から、科学技術の全く新たな取り組みを具体化することが、開放環境科学専攻の設置にこめたもう1つの大きな意気込みです。

Many of the open systems—such as environmental issues, urban problems, and energy crises—demand immediate real-time solutions. Because they often undergo rapid changes, it is difficult to predetermine clear-cut boundaries or requirements: thus special means are required to prepare models or modify them to take advantage of the most optimum situations. In other words, the problems require drastic changes to be made to the conventional scientific and technological methodologies. The science and technology of the 20th century put off solving these problems involving the real environment. Science and technology of the 21st century are expected to respond to these problems of the real world that can no longer wait for theoretical explanations. The creation of a discipline to respond to these issues is urgently needed. One purpose for establishing a course for a special study in open environmental science is that a totally new approach will be made to science and technology from a macroscopic viewpoint, which may be called engineering on a full-scale societal intellectual basis.

# OPEN and Environmental Systems



## 開放環境科学専攻の概要と特色

### Open your mind to human-beings

#### Overview of the School of Science for Open and Environmental System

### 急速に整いつつある研究環境

#### ● Research environment that is being rapidly organized

こうした開放系に取り組む研究環境が整いつつあります。たとえばコンピュータ・シミュレーション技術の発達です。可能世界（現実化していないが可能な世界）の探求、つまり真の世界ではけっして実験できない大規模な現象あるいは一回性の現象をコンピュータを使って模擬実験することが可能になってきました。従来は無視され捨象されてきた不確定要素（変数）の多い膨大な演算も可能です。あるいは人工生命、遺伝アルゴリズム、ニューラルネットワークなど、時々刻々の相互作用の変化に即応して、新しいシステムを自己組織化していくメカニズムの研究も盛んになっています。これらの探求を一層精力的に進めることによって、たとえば生命あるいは人間社会について、21世紀での科学的な理解と工学的な取り組みの可能性がさらに開かれるものと期待されます。

A research environment to come to grips with the open systems described above is being organized. One example is seen in the development of computer simulation technology. It has become possible to probe virtual reality (a realm that is not yet real but can be so). In other words, simulating a large-scale or transient phenomenon that does not lend itself to experimentation has become possible with the aid of a computer. Computation with enormous numbers encompassing many uncertain elements (variables) that have been ignored or abstracted has now become possible. Active studies are being conducted on mechanisms that incorporate new systems in response to constant changes in mutual actions (e.g., artificial life, genetic algorithms, and neural networks). By pursuing researches in these areas more energetically, one may expect that the possibilities for scientific understanding and technological progress for the living and human society will be further strengthened.

### 現実世界の課題解決に資する科学技術をめざして

#### ● For the development of scientific technology that will contribute to solutions of problems in the real world

開放系の科学に関して私たちが現在手にしているのは、ジグソーパズルの限られたピースに過ぎません。一方でパズルの完成、つまりオルタナティブとしての新しい科学的方法論の開発に取り組む必要があります。しかしもう一方では、完璧ではないにしても手元にある材料で、目前の課題の解決も急がねばなりません。このため開放環境科学専攻では、空間、都市、資源、エネルギー、環境、情報ネットワーク、社会組織など、幅広い分野にわたって、現実世界の具体的な問題について考究する科目を設けています。同時に社会基盤システムの構築に資する新しい方法として、問題空間の探索や現象学的解析、システムに自律性や不測の事態への適応能力などを具備するデザインの実例を豊富に紹介し、新たな学問的基盤の充実に注力します。

What we have on hand in the field of open system science is only a piece of a huge jigsaw puzzle. Yet there is an urgent need to complete the puzzle—or initiate the development of a new scientific methodology as an alternative to the current approach. On the other hand, there is a need to solve current problems by using the available materials (though they may not be complete). The discipline of environmental science offers subsections to investigate specific problems in wide areas of the real world (such as space, the urban environment, resources, energy, ecology, information networks, and societal structures). For a new methodology to contribute to the construction of a societal basis, ample examples of searching for problem spaces, phenomenological analysis, and designs that can control a system or adapt to unexpected developments are offered and efforts are underway to substantiate this new academic basis.

## 開放環境科学専攻

### 空間・環境デザイン工学専修

空間・環境をデザインする工学としては、都市・建築工学、交通・土木工学、宇宙・機械工学、ロボット工学、環境工学、エネルギー工学、情報・通信工学などの分野が挙げられます。いま、これらの諸分野間のダイナミックなインタラクションを探求するとともに、こうした工学技術を有機的に統合化するシステムデザインが求められています。空間・環境デザイン工学専修は、計算能力およびシミュレーション技術を駆使して広く空間・環境をデザインする工学に共通する基盤科学技術を確立し、その上に新しいシステムを創造することを目的としています。

### 環境エネルギー科学専修

現代社会は、産業技術の急速な発展により物質的豊かさや利便性が向上した一方で、エネルギーの消費増加による環境問題に直面しており、循環型経済社会システムへの転換が急務となっています。環境エネルギー科学専修では、エネルギー開発・利用技術や環境と調和する機能性材料開発などのための基礎科学と、大気環境分析・環境対策技術やエネルギー・物質循環とプロセスシステムの研究開発など、環境とエネルギー問題の解決を牽引する学術を研究・教育の対象としています。

### 応用力学・計算力学専修

近年、計算機および数値シミュレーションの技術は目覚ましい発展を遂げ、これまで実験的には難しかった物理現象の解明が計算機を利用することにより可能になってきています。また、産業界でもこれらの技術を活用した先進的な機器設計が重要になっています。応用力学・計算力学専修では、計算力学的手法を用いた様々な物理現象の解明や広範な科学技術分野への応用はもとより、数理解析、理論解析、実験的解析、および、数値計算スキーム、計算技術、計算機ハードウェア、ポスト処理技術の開発などに関する研究を行っています。

### 情報工学専修

人間社会において、情報はエネルギー、物質と並んで大きな位置を占めています。情報は人間と人間、人間と自然、人間と機械、機械と機械を結んでいます。こうした結び目の役割を円滑にするための基盤技術である情報工学なくして社会基盤を形成することはできません。本専修では、コンピュータサイエンス、情報通信ネットワーク、インタラクティブメディア、という3つの分野から、新たな情報工学技術の構築を目指した研究を行い、産業界・アカデミアにおいて人間を中心としたデジタル情報社会基盤の創造に貢献できる人材を養成します。

### オープンシステムマネジメント専修

様々な人間が形づくる組織や社会は、有機的に関連しており、周囲の環境と出入りがあって明確な外部との境界が定めにくいものとなりつつあります。人間・組織・社会を個別の系としてではなく、包括的にオープンシステムとして捉えて問題を発見し解決するための統合的な方法が求められています。オープンシステムマネジメント専修では、管理工学の基礎研究で積み上げられ体系化されてきた数理技術・情報技術等を統合し活用することにより、現実の問題解決のための新たな方法論の創造と応用技術の開発を推進していきます。

## Science for Open and Environmental Systems

### The Center for Space and Environment Design Engineering

The Center for Space and Environment Design Engineering aims at establishing fundamental science and technologies for design engineering of space and environments relating to humans, transportation, aerospace, and architecture, among others. This is based upon creation and integration of innovative systems for the techno-humanity society. This Center exemplifies transdisciplinary and advanced research and education, all supported by advanced information technology including computational science and human media technology.

**Key words:** Aerospace, Architecture, Computational Engineering, Human, Space and Environment, Transportation

### The Center for Science of Environment and Energy

This research group seeks to create synthetic science and technologies that utilize energy resources and energy conversion supportive of current civilization and are considerate of global environmental influences. The research and educational staffs teach and conduct research on themes including the analysis of air environment, recycling of materials and energy in natural and artificial systems, and various other issues over a diversity of science and engineering fields. These include mechanical engineering, chemical engineering, and the science of the global environment.

**Key words:** Fundamental science, Energy engineering, Environmental science

### The Center for Applied and Computational Mechanics

The recent progress in the computer and numerical simulation technologies enables us to clarify the physical phenomena that have been intractable with experiments. In industries, advanced computer-aided design gains increasing importance. In the Center for Applied and Computational Mechanics, we clarify various physical phenomena using the methods of computational mechanics and apply the methods to wide areas of science and technology. We also conduct mathematical, theoretical, and experimental analyses, as well as development of numerical simulation schemes, computation techniques, computer hardware, and post-processing techniques.

**Key words:** Mechanics, Analysis, Synthesis, Design, Optimization

### The Center for Information and Computer Science

Information is considered to be one of the most important entities in our lives, as much as energy and material. Information helps to relate nature to humans, human to human contact, and the machine to human and machine to machine interface. ICT is the fundamental technology that achieves such excellent relations for social infrastructure. By promoting researches for establishing new ICT from three different field, computer science, information communication networks, and interactive media, members of the Center for information and Computer Science is promoting researches train talented persons who contribute to emerging a human-centered digital information society in both industry and academia.

**Key words:** Computer Science, Big Data, Cloud Computing, Communication Networks, Information Security, Interactive Media, Robotics, Artificial Intelligence, Virtual Reality

### The Center for Open Systems Management

Modern human organizations and societies are interrelated, forming an open system, in that they have blurred boundaries and frequent interactions with the surroundings. There is a growing need to develop a framework for problem identification and solution technology based upon the concept of humans, organizations and society as an open system rather than individual entities. Applying the basic research results developed systematically in the area of administrative engineering, the Center for Open Systems Management builds new methodologies and application technologies for problem solving.

**Key words:** Computer/Information Science, Economic Analysis, Financial Engineering, Human Factors, Industrial Engineering, Management Science, Operations Research, Statistics, Systems Engineering