

原子力委員会定例会

東大原子力教育の概況

H29.10.20

東京大学大学院 工学系研究科

原子力国際専攻 教授 常務委員 笠原直人

目次

1. 原子力教育関連専攻・学科の概要
2. 原子力国際専攻
 - 教育の方針・ねらい
 - カリキュラム
 - 進路
3. 原子力専攻(専門職大学院)
4. システム創成学科

1. 原子力教育関連専攻・学科の概要

原子力専攻(専門職大学院)

原子力国際専攻(英語授業)

システム創成学専攻
技術経営戦略学専攻

核燃料取扱
主任者
原子炉
主任技術者

原子力関連行政職

国際機関

原子力関連産業

博士(工学)(3年)

博士論文

継続

原子力とは直
接関連しない
産業部門

博士(工学)
(3年)

修士(工学)(2年)

修士論文

授業

レジリエンス工学
横断型教育プログラム

修士(2年)

授業

原子力修士(専門職)(1年)

授業

原子力関連産業
政府・地方公共団体・大学

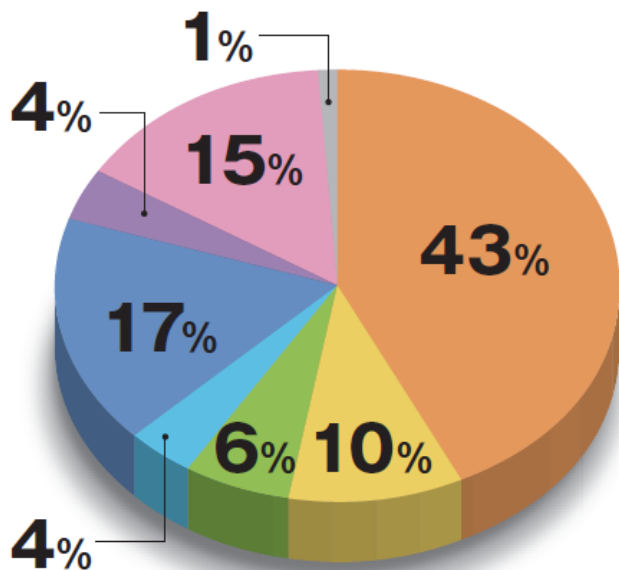
他学科・他大学・留学生

東京大学 工学部 システム創成学科

原子力国際専攻学生の出身

本専攻では、様々な大学の学生を受け入れています。出身学科・学部時代の専門もいろいろです。また、海外からの留学生が多いのも特徴で、国際的な環境で学べるのも本専攻の強みです。

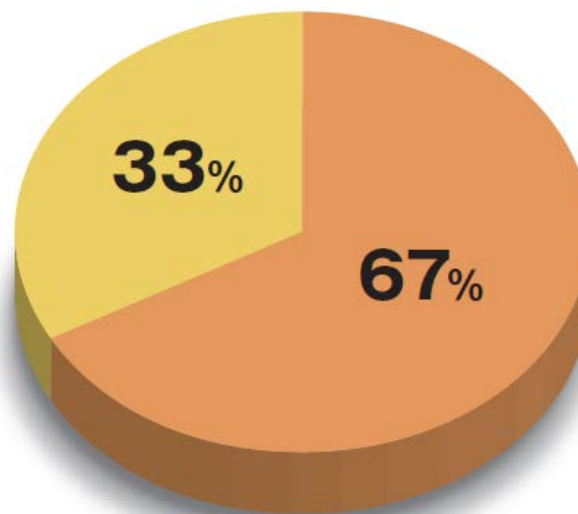
在学生の出身学科



過去6年分

- 環境エネルギー系
- 電気電子系
- 化学系
- 計算科学系
- 機械・材料系
- 理工系(その他)
- 物理系
- 文科系

留学生の割合



過去5年分

- 日本
- 留学生

講義の英語化(2012年4月)以降の入学生
留学生の出身：アメリカ、インドネシア、カナダ、韓国、
サウジアラビア、シンガポール、
スペイン、タイ、中国、ドイツ、トルコ、
パナマ、バングラデシュ、フィリピン、
フランス、モンゴル、ヨルダン、リトアニア

2. 原子力国際専攻 教育の方針・ねらい

持続可能な社会の構築に向けて

- 科学技術知見に基づく現実的な解決手段としての原子力エネルギーと放射線およびそれらの利用技術の教育研究

福島原発事故から学ぶ

- 技術と社会の統合化力の重要性
- 構想力と俯瞰力の両立

強靱な社会の実現と国際貢献に向けて

- 事故が起こっても、被害を最小限にとどめ、速やかに復旧し、事故前より高い安全性を備えていく強靱なシステムの構築
- 世界の原子力安全の向上、他の複雑巨大産業分野の頑健性の向上

福島原発事故から人材育成に反映すべきこと

千年に一度の機会と捉えたインセンティブの付与

- 文化的背景まで踏み込んだ修正を施す稀な機会と認識
- 教訓に基づく原子力安全向上への世界からの期待への気付き

社会技術化力の育成

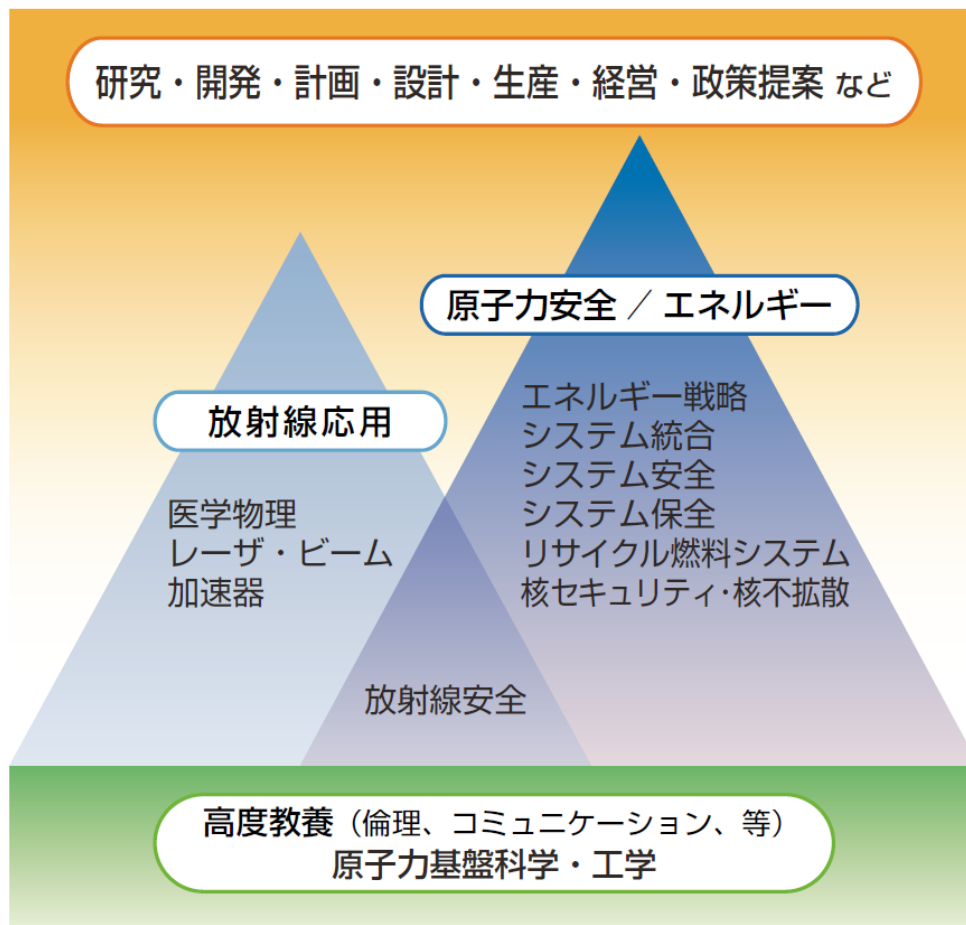
- 原子力をとりまく環境が複雑巨大で変化するものとして再認識
- 我が国および世界に対する、人・社会および背景にある文化の理解
- 高度教養(倫理、リスク、コミュニケーション等)に基づく社会リテラシーの涵養

構想力と俯瞰力の強化

- 原理から考えるための基盤知識の体系的教育
- システムの創成力
- リーダーに必要な課題設定力と解決力を養うためのプロジェクト演習

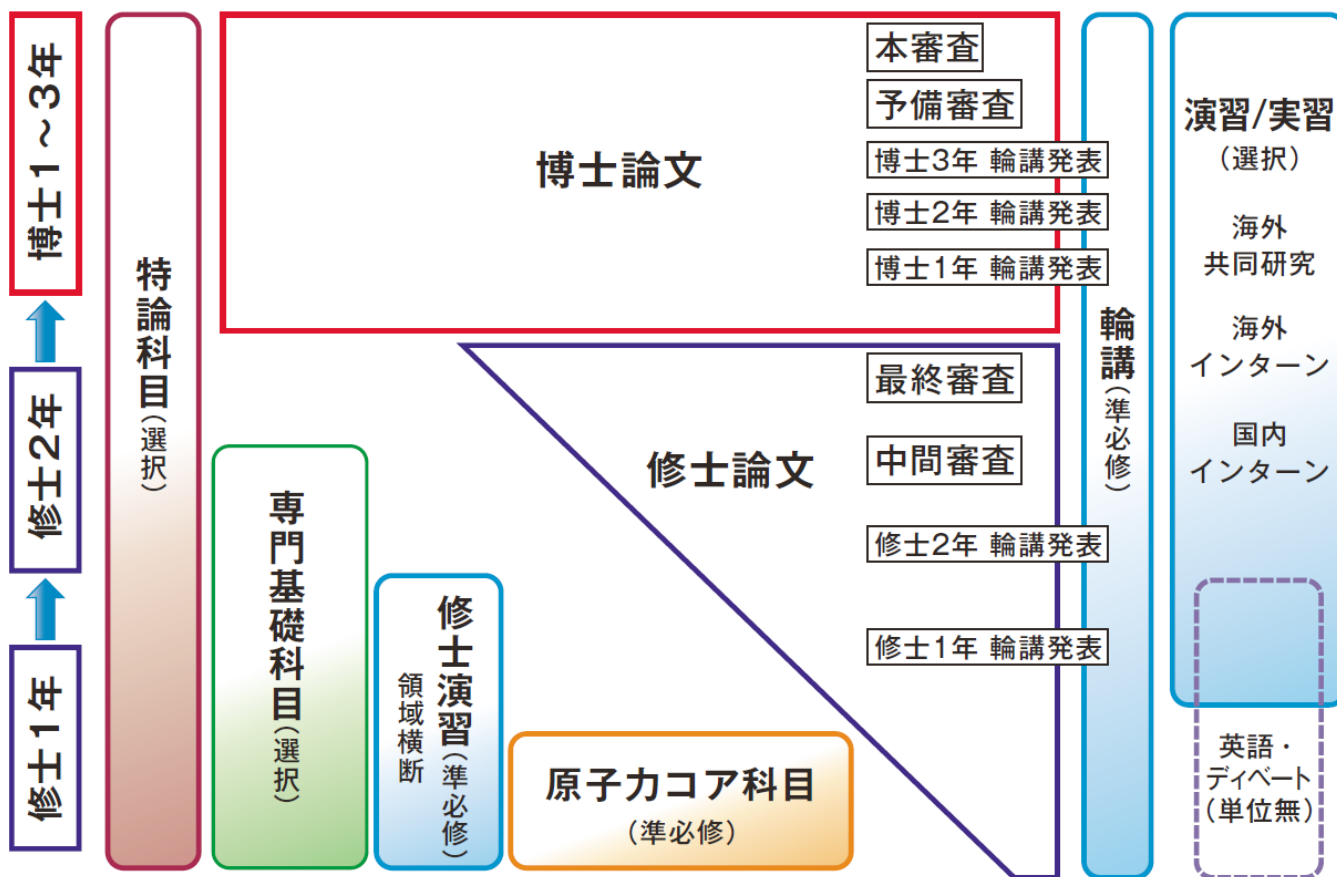
※2012年度に専攻カリキュラムを刷新、2013年度からレジリエンス工学横断型教育プログラムを開始

原子力国際専攻の教育研究対象



原子力国際専攻のカリキュラム

本専攻の講義科目は、①原子力コア科目、②専門基礎科目、③特論科目の3種類に分類され、講義は原則英語で実施されます。また、講義科目以外に、体験型学習として④輪講・演習・実習科目も設けています。なお、外部講師によるオムニバス形式の特別講義も開講される場合があります。



1 原子力コア科目

人・社会に関する教養そして原子力に関係する基礎的知識を俯瞰的に学べます。修士1年生を想定した毎年開講の準必修科目です。(修士1年生以外の学生も履修可)

原子力物理E
Nuclear Reactor Theory and Radiation Physics

原子炉工学E
Nuclear Thermal-hydraulics and Structural Mechanics

エネルギーシステム概論E
Overview of Energy Systems

社会科学基礎E §
Social Science Essentials

原子力化学E
Chemistry in Nuclear Engineering

放射線生物E
Radiation Biology

原子核基礎E
Fundamentals in Nuclear Physics

2 専門基礎科目

原子力の各専門分野において必須となる知識と思考方法を体系的に学べます。修士課程の学生を想定した毎年開講の選択科目です。(博士課程の学生も履修可)

原子力安全学E
Nuclear Safety Engineering

システム保全学E §
Maintenance Engineering in Complex Systems

放射線安全学E
Radiation Safety

原子炉燃料工学E
Nuclear Fuel Engineering

核不拡散・核セキュリティE
Nuclear Nonproliferation and Security

原子力国際プロジェクト論E
International Nuclear Project and Cooperation

原子カプラント学E
Nuclear Plant Engineering

放射線応用工学E
Applied Radiation Engineering

放射線廃棄物工学E
Management of Spent Fuel and Radioactive Waste

§ レジリエンス工学横断型教育プログラムと共同

3 特論科目

原子力に関係する最先端の専門学術をテーマごとに深くかつ包括的に学べます。他専攻や他研究科と共同で実施する講義なども含まれます。原則隔年開講の選択科目です。

レーザー・光量子科学特論E
Advanced Laser and Photon Science

放射線計測学特論E
Advanced Radiation Measurements

量子ビーム発生工学特論E
Quantum Beam Engineering

放射線利用特論E
Advanced Radiation Application

廃止措置特論E
Special Lecture on Decommissioning and Dismantling

エネルギーシステム特論E
Energy Systems Analysis

次世代核エネルギーシステム特論E
Advanced Lecture on Next Generation Nuclear Energy Systems

シビアアクシデント特論E
Severe Accident (Advanced)

シミュレーション科学特論E §
Advanced Lecture on Simulation Science

核燃料リサイクル特論E
Advanced Lecture on Nuclear Fuel Cycle

科学技術社会特論2 * §
Technology and Social Science 2

原子カリスク特論E
Nuclear Risk Management

* 公共政策大学院と共同

§ レジリエンス工学横断型教育プログラムと共同

4 輪講・演習・実習科目

輪講(英語での研究に関するプレゼンテーションと質疑応答)や修士演習(複数の研究室でのプロジェクト型演習)を通して、領域横断的な広い視野と多様な経験を体得できます。また、国内外のインターンシップや実験施設実習などの体験型学習により、国際舞台での行動力や専門知識の実践力を鍛えることができます。

原子力工学修士輪講I~IV E
Nuclear Engineering Master's Course Seminar 1~4

原子力工学博士輪講I~VI E
Nuclear Engineering Doctoral Course Seminar 1~6

原子力工学修士演習I~III E
Nuclear Engineering Master's Course Exercise 1~3

量子ビーム実習

原子力工学特別実施演習第一・第二

原子力工学特別演習第一・第二

先進原子力特別講義第3
Advanced Nuclear Engineering Seminar 3

原子力工学博士演習I~III E
Nuclear Engineering Doctoral Course Exercise 1~3

フィンランド オルキルオト原子力発電所現場視察

(2017年2月28日の修士・博士演習例)

- 福島事故以降の新たな規制要求事項の背景を理解できた。
- 実施済/計画中のプラントの具体的改造点（特にタービン駆動ポンプの追設の必要性）について理解した。
- 過酷事故対応の現状と訓練状況の概況を学んだ。
- 事前学習に基づくプレゼンや質疑応答を通して幅広い分野(自然災害対策等)に関して議論することが出来た。
- 新たな安全機能が追加されたGeneration III+ (EPR)の3号機の建設現場視察
 - ERP固有の2重障壁格納容器などの設備を現場で実感することができた。
 - フィンランドの許認可プロセス、安全規制の観点等からの特徴（特に許認可でのPSAの位置付）を理解した。（主に事前学習）



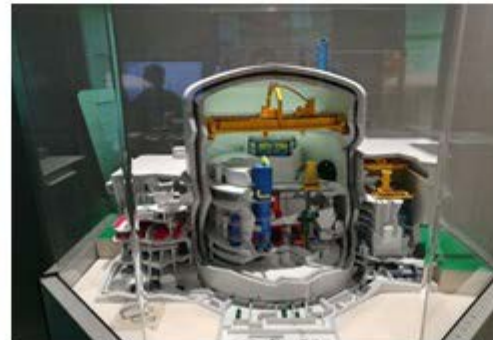
オルキルオト原発の全景(奥が3号機)



ビジターセンターでの集合写真



ビジターセンターでの質疑応答



3号機(EPR)の模型



3号機格納容器開口部(公開資料より転写)

Japan IAEA Joint原子力エネルギーマネジメントスクール共同集中講義



- 世界各国において将来原子力エネルギー計画を策定・管理するリーダーとなる人材の育成を目的としてIAEAが主催する研修コース。
- 日本での開催は2017年7月で第6回目となる。イタリア・トリエステでは2010年よりすでに7回開催され、アラブ首長国連邦やアメリカでも3回ずつ開催されている。
- アジアの原子力発電新規導入国等における若手リーダーの育成を目的としており、例年30名強の参加者を数える。
- アジア各国の若手リーダーと共に、最新の原子力マネジメントに関する知見を学ぶ。
- 単位数は2単位または1単位とし、最終日後に提出するレポートの採点結果および出席回数により評価する。
- 2017年の開催期間は7/18(火)～8/3(木)、うち7/24(月)～28(金)は福井県敦賀市にて実施。

5 レジリエンス工学横断型教育プログラム

登録制プログラムであり、原子力国際専攻での専門教育に加えてより領域横断的視野と専門性を身につけ、複雑な実社会課題の解決能力を身につけることができます。

レジリエンス工学特論E
Advanced Lecture on Resilience Engineering

レジリエンス工学特別演習J/E
Resilience Engineering Project

システム安全学E
Systems Safety

レジリエントシステムのためのセンシングE
Sensing for Resilient Systems

(他科目などの詳細：<http://rerc.t.u-tokyo.ac.jp/>)

レジリエンスとは、外乱やシステム内部の変動がシステムの機能に与える影響を吸収し、状態を平常に保つシステムの能力、あるいは、想定を超えるような外乱が加わった場合であっても機能を大きく損なわない、損なったとしても早期に回復できるシステムの能力を意味します。そのような能力を備えた技術社会システム実現のための学理と方法論に関する分野が、レジリエンス工学です。

レジリエンス工学横断型教育プログラム

必修科目(4単位)

レジリエンス工学特論(E)

レジリエンス工学特別演習(J/E)

選択必修科目(10単位以上)

レジリエンス基礎工学

分野に依存しない概念的、あるいは共通基盤的な学理と、レジリエントなシステム実現の手段となる要素技術を扱います。

レジリエンス基礎工学

システム安全学(E)
システム保全学(E)
先進構造システム管理学
先端材料の強度と設計
レジリエントシステムのためのセンシング
イノベーションのためのレジリエンス情報学
リスク評価論
シミュレーション科学特論(E)

レジリエンス実践工学

レジリエンス基礎工学の知識を応用して、特定分野におけるレジリエントなシステムを実現するための具体的、実践的な方法論を扱います。

レジリエンス実践工学

グローバル生産システム
エネルギーシステム特論(E)
環境・エネルギー技術政策(E)
資源戦略学
リスクマネジメント(E)
金融レジリエンス情報学
グローバル経営戦略と政策(E)

レジリエンス社会科学

レジリエンス工学で実社会課題を解決するためには、社会科学的分野の素養も必要となりますが、そのような文理横断領域を扱います。

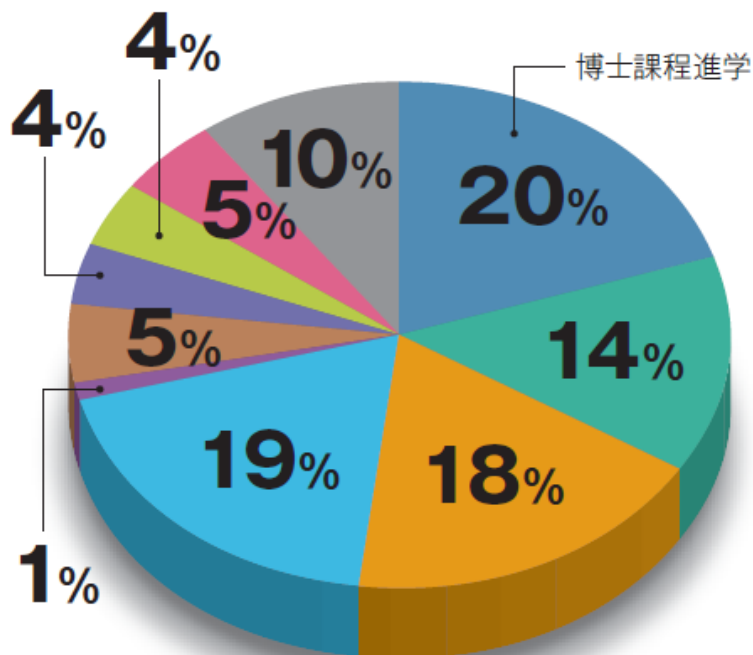
レジリエンス社会科学

社会科学基礎(E)
科学技術社会特論2
科学技術と公共政策(E)
先端レギュラトリーサイエンス

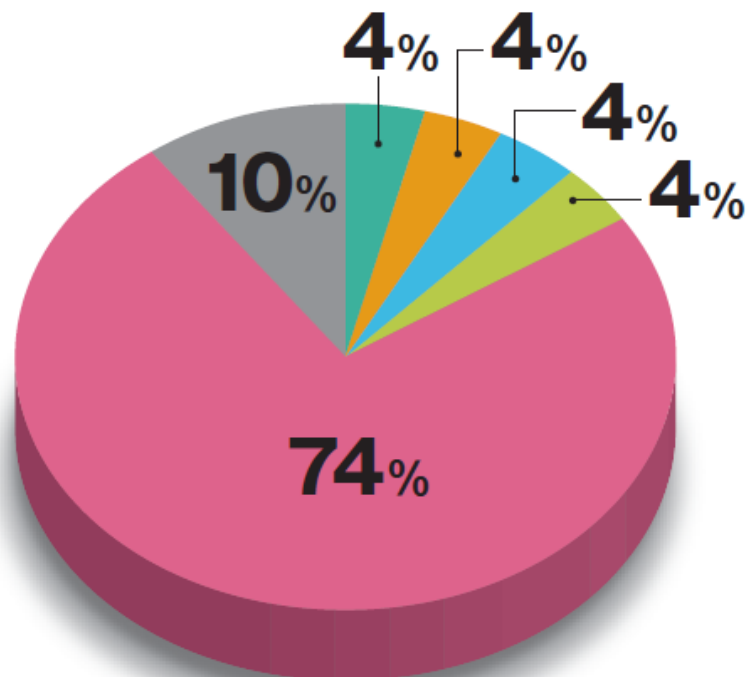
修了後の進路

原子力工学で培った技術は産業界の様々な分野に応用できます。本専攻でおこなっている研究は理工学の様々な分野と密接に関連しています。そのため、本専攻は社会の第一線で活躍する優秀な人材を多く輩出し、OB/OGのネットワークは世界中にはりめぐらされているため、就職に有利です。卒業生は、メーカー・サービス・金融・IT・コンサルティング・官公庁・財団・大学・研究機関など、幅広い分野に就職しています。

修士修了後の進路



博士修了後の進路



過去6年分

(2010年度~2015年度)

専攻修了生の進路

メーカー(重工・電機)

東芝、日立製作所、日立ハイドロテクノロジーズ、三菱重工業 など

電力・エネルギー

関西電力、九州電力、中部電力、東京電力、日本原子力発電、北陸電力、中国電力、東京ガス など

金融・保険

ACE損害保険、アメリカンファミリー生命保険会社、シティグループ証券、第一生命保険、みずほコーポレート銀行、三菱東京UFJ銀行 など

官公庁

環境省、経済産業省、原子力規制庁、原子力発電環境整備機構、東京都庁 など

その他

日本郵船、東日本旅客鉄道、フランス大使館、三井物産、三菱商事 など

メーカー(その他)

旭化成、旭硝子、神戸製鋼所、国際石油開発帝石、JFEエンジニアリング、トヨタ自動車、三菱原子燃料 など

情報・通信

NTTデータ、構造計画研究所、シスコシステムズ、日本IBM、ヤフー、楽天、日本マイクロソフト など

コンサルティング業

デロイトトーマツコンサルティング、三菱総合研究所、Altran Technologies、Frith Engineering Consultants など

教育研究機関

タイ原子力技術研究所、電力中央研究所、東京大学、日本エネルギー経済研究所、日本原子力研究開発機構、フィリピン大学、理化学研究所 など

3. 原子力専攻(専門職大学院)

- 教育(原子力専門職大学院)
 - 本年度13年目:2014年度JABEEによる外部評価(10年目)実施
一部課題はあるが、原子力専門職教育としては高評価を得た
 - 本年度、原子力規制委員会による課程確認を予定
- 研究(原子力リノベーション研究など)
 - 概算要求や外部資金による研究を進めている
- 弥生炉廃止措置
 - 規制強化などの影響で3~5年程度の遅れであるが順調
- 共同利用施設管理運営
 - 電子線ライナック設備
 - 重照射研究設備
 - 核融合炉ブランケット棟

教育（専門職大学院）

- 日本で唯一の、原子力専門職大学院(2005年度～)
- 1年間で原子力・放射線の専門知識を習得
- JAEAとの協力のもと、東海村キャンパス
非常勤講師、実験装置
- 12年間で184名の卒業生を輩出
- 事業者、メーカー、規制当局、地方自治体、新卒など
- 本年度の入試も15名受験(14名合格)
- 炉主任筆記試験合格率約90%, 口答試験約55%
- 燃取主任者合格率約90%

研究

- 原子カリノベーション
 - 溶融デブリ分析、核種分析など
 - 原子カラライフサイクル研究
- 福島第一原子力発電所の廃止措置
 - 廃止措置人材育成事業(文科省)5年・4.6億円
 - JAEA福島研究開発拠点などとの連携
 - 原子力安全工学、レジリエンス工学への展開
- 量子ビーム研究
 - フェムト秒ライナック開発
 - レーザ利用研究
 - 小型X線発生装置開発
 - 重照射研究設備



4. システム創成学科 — 知の再構築と統合化を目指して —

21世紀に入った今日では、私たちの価値観はきわめて多様化し、個人や組織の相互関係も大変複雑になっている。また、地球環境問題のような多数の国家間が絡むスケールの大きな問題も表出している。文明の持続・発展のため、21世紀型の諸問題に対し世界全体として新しい解決法を見出し、社会と経済と環境を調和させる新しいシステムを創造していくことが求められている。

国などの組織、そして私たち個人にこのような問題を解く使命が与えられているわけであるが、20世紀に構築された科学・工学技術のみでは対応できるものではない。社会科学などの知識・技術も融合した俯瞰的視点を持ち、革新的なディシプリンの創出・深化・総合化をしていかなければならない。

システム創成学科はこのような観点に立ち、自然科学・工学から社会科学までを包含したカリキュラム設計により、産業や経済や行政の多様な問題を解決するだけでなく、システムとしての包括的な大局解を求め、大きなイノベーションに挑戦する人材を養成することを目的としている。

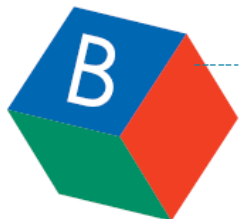
3つのコース



環境・エネルギーシステム

環境にやさしい技術とエネルギー源の開発

環境・エネルギーシステムの評価、エネルギー源の開発と利用、環境調和型技術の開発などにおいて、環境・エネルギー問題の解決に向けた知識と方法を身に付け、これらを長期的かつグローバルな視点から評価・解析して、社会に貢献する人材を育成する。



システムデザイン&マネジメント

デザインとマネジメントを一体とした複雑システム創成技術

情報ネットワーク、エネルギー供給システム、経済・社会システム、交通システムなどの現代の社会を支える巨大で複雑なシステムには、環境変化に合わせて成長する「しなやかさ」と外乱の影響を緩和する「しぶとさ」が必要となる。これらの機能を備えたシステムの実現、あるいはその機能の維持・向上をめざし、デザインとマネジメントを一体とした新しい考え方と技術と人を育てる。



知能社会システム

技術経営・技術マネジメント

モノ作りの基本技術からマネジメントまでの幅広い教育により、新しい製品、サービス、産業の創出を行ったり、環境・行政・福祉・金融などにおける複雑な問題に挑戦して新しい社会システムを創成することのできる人材を育成する。



カリキュラムの概要

具体的問題を解決するための基礎工学

- ・データ解析
- ・プログラミング
- ・流体力学
- ・材料力学
- ・力学演習
- ・統計力学
- ・伝熱・熱力学
- ・数理計画
- ・数理演習
- ・制御工学
- ・物性学
- }

各コースの領域工学



- ・電磁エネルギー科学
- ・核融合エネルギー工学
- ・海洋開発工学
- ・環境調和論
- ・リサイクル工学
- ・環境・エネルギーの化学



- ・レジリエンスコロキウム
- ・データ指向モデリング
- ・先端コンピューティング
- ・金融市場の数理と情報
- ・マルチエージェントシステム
- ・生命知コンピューティング



- ・技術プロジェクトマネジメント
- ・産業組織論
- ・ライフサイクル工学
- ・ビジネス入門
- ・特許法
- ・国際経済学

俯瞰的視野を養うための汎工学

- ・システム創成学基礎
- ・社会のための技術
- ・システム創成倫理
- ・知識と知能
- ・環境エネルギー概論
- ・環境政策論
- ・環境システム論
- ・社会システム工学
- ・人工物工学
- ・設計学基礎
- ・経済学基礎
- ・安全学基礎
- }

コミュニケーション技法、英語講義、海外インターンシップ、海外研修

国際競争力強化のための講義・研修

卒業後の進路

