

2021 年度大学院入試案内書

東京大学 大学院工学系研究科 原子力国際専攻

修士課程・博士後期課程

【お問い合わせ先】

東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻事務室

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 ■ TEL 03-5841-6015 ■ FAX 03-5841-8713

■ 電子メール nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp

■ ホームページ <http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>

目 次

1 . 原子力国際専攻	3
2 . 修士課程	5
3 . 博士後期課程（出願日程A）	8
4 . 教員（研究）紹介.....	12

今後、新型コロナウイルス感染症拡大の状況によっては、募集要項の内容(出願方法、試験日時及び場所、選抜方法、試験科目、専攻事務室の対応、等)について、変更する可能性があります。変更する場合は、専攻ウェブサイト(<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>)でお知らせしますので、出願および試験当日までの期間、定期的に確認してください。

1. 原子力国際専攻

この入試案内書は、東京大学大学院工学系研究科の学生募集要項を補足するかたちで、原子力国際専攻を受験するに際して必要な情報を記載しています。工学系研究科修士・博士後期課程学生募集要項と本冊子を熟読して出願して下さい。

原子力国際専攻に関する情報は、小冊子「原子力国際専攻 専攻案内」に記載されています。また、ホームページにも記載されています（ホームページのアドレスは表紙に記載されています）ので、受験に当たっては、是非これらを参照して下さい。東京大学大学院工学系研究科レジリエンス工学研究センター(<http://rerc.t.u-tokyo.ac.jp/index.html>) を中心として平成 25 年度よりレジリエンス工学横断型教育プログラムが開始され、本専攻も連携して教育・研究を行っております。

入学試験は、修士課程、博士後期課程について行います。本案内書には、試験科目、試験日程とその他の情報が記載されています。

入学後、大学院生は、研究室に所属することになります。各教員の研究内容等については本案内書の後半に記載されています。

下記入試説明会では、原子力国際専攻における入試と各教員の研究内容等について説明します。個別の質問や相談にも応じます。詳細は本専攻ホームページにて確認して下さい。なお、入試説明会への出席は受験に必須ではありません。

【会場：東京大学本郷キャンパス】

○第 1 回

日時： 2020 年 5 月 21 日（木）17:00～

新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、第 1 回入試説明会は Zoom にて行います。詳細は本専攻ホームページ (<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>) を確認して下さい。

○第 2 回

日時： 2020 年 6 月 6 日（土）

全体説明 15:00～、研究室紹介 15:30～

場所： (1) 東京大学工学部 3 号館 2 階 32 講義室（全体説明）

(2) 東京大学工学部 2 号館展示室（研究室紹介）

日時、場所、実施方法(オンラインなど)は変更になる場合があります。
参加前に専攻ウェブサイト(<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>)をご確認ください。

入試について不明な点や質問があれば、電子メールで、本専攻事務室の連絡先 (nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp) までお問い合わせ下さい。また、研究室での研究内容についてさらに知りたい場合や、指導を受けたい教員に相談したい場合にも、電子メールで本専攻事務室を通じてお問い合わせ下さい。

(注) 入学者選抜に用いた試験成績は、今後の本学の入試及び教育の改善に向けた検討のために利用させていただくことがあります。

出願受付期間： アップロード期間 2020年7月1日(水)～8日(水)午後3時(日本時間)
(郵送については、7月8日(水)までの消印があり、かつ7月14日(火)までに到着したものまで有効)

出願日程Bによる出願受付の有無は、2020年10月1日(木)に本専攻ホームページ (<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>) に掲示しますので、ご確認下さい。

出願者が一定の人数を超えた場合、提出書類に基づき、書類選考を行う予定です。書類選考を実施する場合は、書類選考の合格者を対象として筆記試験、口述試験を行います。書類選考を実施する場合は、専攻ホームページ (<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>) に掲示します。

新型コロナウイルス感染症拡大の状況によっては、オンライン試験を行う可能性があるため、工学系研究科修士・博士後期課程学生募集要項(一般教育科目のオンライン試験の環境整備)を確認し、試験に先立ち、予め募集要項に記載のものを受験者自身で準備、確保してください。また、オンライン試験実施の場合、詳細は本専攻ホームページに掲示します。

2. 修士課程

2-1. 試験科目

■ 筆記試験

(1) 外国語

英語

※8月5日(水)までに、TOEFL®(TOEFL PBT®、TOEFL iBT®、TOEFL iBT® Special Home Edition)の公式スコアを提出してください。この公式スコア提出により英語能力の評価を行います。今年度は、大学院入学試験場で行う TOEFL ITP®は、実施しません。TOEFLの公式スコアを持っていない人は、TOEFL iBT® Special Home Edition の受験をしてください。なお、TOEFL®のスコア提出に関する詳細は、別紙「令和3(2021)年度東京大学大学院工学系研究科大学院入学試験外国語(英語)試験に関するお知らせ」(TOEFL スコア提出)を参照すること。

(2) 専門科目

論理的思考能力を見るための数理的問題 及び 小論文

※論理的思考能力を見るための数理的問題では、工学系研究科一般教育科目の数学の問題を使用する予定です。また、論理的思考能力を見るための数理的問題では、これまでの選択方式(複数の問題から受験者が選択解答)ではなく、3問を出題し、その全てを解答する方式に変更する予定です(1問の試験時間:40分)。なお、一般教育科目の数学の過去問は、以下のサイトに掲載されており、本年度は数学1(主に微分積分・微分方程式)、数学2(主に線形代数)、数学3(主に複素関数論)の3分野から出題されます。

http://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe/admission/general_past.html

■ 口述試験

20分程度の口頭試問により、基礎知識や意欲等を問います。

2-2. 試験日程

試験科目等			日時	試験場所	携行品
筆記試験	外国語	英語 (TOEFL 公式スコア提出、 提出期限:8月5日(水))	—	各自のオンライン受験場所	TOEFL の受験要綱に従う
(オンライン試験実施の場合)接続テスト(試験環境のチェック)			8月22日(土) 13:00-(予定)	各自のオンライン受験場所	—
筆記試験	専門科目	論理的思考能力を見るための数理的問題	8月23日(日) 9:00-12:00(予定)	受験票送付時に通知	筆記用具、計時機能だけの時計のみ可、電卓不可、受験票
		小論文	8月23日(日) 13:00-15:00(予定)	同上	
研究グループ希望調査			8月23日(日) 15:10-15:30(予定)	同上	筆記用具
口述試験			8月24日(月) ～8月28日(金)	事前に掲示する	受験票

日時、試験場所については予定であり、変更になる場合があります。同じく、事前に**工学部 3号館 2階原子力国際専攻掲示板**、及び**本専攻ホームページ**(<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>)に掲示しますので、ご留意下さい。

2-3. その他

(1) 9月入学

条件が満たされた場合には、2021年4月入学の他に、2020年9月に入学を認めることがあります。これを希望する者は、出願前に必ず本専攻事務室に確認をとって下さい。

(2) 志望指導教員との相談

修士課程において行いたい研究内容については、あらかじめ指導を希望する教員に問い合わせることができます。本専攻事務室を通じてお問い合わせ下さい。

(3) 研究グループ配属

修士課程入学後は、本案内書の後半に記載されている教員の属する研究グループに配属されます。研究グループの配属は希望を優先して成績順に行います。

(4) 入試過去問題

以下の筆記試験科目の過去問題を入手可能です。

小論文：入試説明会にて配布予定です。専攻事務室からも入手できますが、その際は電子メールで、専攻事務室 (nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp) までお問い合わせ下さい。

論理的思考能力を見るための数理的問題：工学系研究科一般教育科目の数学の過去問題は工学系研究科のページ (http://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe/admission/general_past.html) より入手できます。

(5) 奨学金等

原子力国際専攻には、種々の奨学金制度、外国留学制度や長期履修学生制度（職業を有している等の事情により、標準修業年限内で履修が困難であると認められる者に限り、標準修業年限を超えて計画的な履修を立てることができる制度）があります。詳しくは本専攻事務室にお問い合わせ下さい。

(6) オンライン試験の環境整備

本専攻の受験を考えている方に、専攻で PC 貸出し台数に余裕がある場合、TOEFL iBT® Special Home Edition の受験のために必要とされる Windows OS の PC を貸出しますので、電子メールで専攻事務室 (nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp) までご相談ください（専攻全体で 5 台程度まで貸出可能です）。また、専門科目や口述試験がオンライン試験となった場合、WEB カメラも専攻で余裕がある場合、貸出しますので、電子メールで専攻事務室までご相談ください（専攻全体で 10 台程度まで貸出が可能です）。

(7) その他

入試に関する不明な点等については、電子メールで、本専攻事務室 (nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp) までお問い合わせください。

3. 博士後期課程（出願日程A）

3-1. 試験科目

■ 第1次試験

筆記試験

（1）外国語

英語

（本研究科修士課程を修了した者または修了見込みの者はこの試験を省略します。）

※8月5日（水）までに、TOEFL®(TOEFL PBT®、TOEFL iBT®、TOEFL iBT® Special Home Edition) の公式スコアを提出してください。この公式スコア提出により英語能力の評価を行います。今年度は、大学院入学試験場で行う TOEFL ITP®は、実施しません。TOEFL の公式スコアを持っていない人は、TOEFL iBT® Special Home Edition の受験をしてください。なお、TOEFL®のスコア提出に関する詳細は、別紙「令和3(2021)年度東京大学大学院工学系研究科大学院入学試験外国語(英語)試験に関するお知らせ」(TOEFL スコア提出)を参照すること。

（2）専門学術

論理的思考能力を見るための数理的問題 及び 小論文

（本研究科修士課程を修了した者または修了見込みの者はこの試験を省略します。）

※論理的思考能力を見るための数理的問題では、工学系研究科一般教育科目の数学の問題を使用する予定です。また、論理的思考能力を見るための数理的問題では、これまでの選択方式(複数の問題から受験者が選択解答)ではなく、3問を出題し、その全てを解答する方式に変更する予定です(1問の試験時間：40分)。なお、一般教育科目の数学の過去問は、以下のサイトに掲載されており、本年度は数学1（主に微分積分・微分方程式）、数学2（主に線形代数）、数学3（主に複素関数論）の3分野から出題されます。

http://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe/admission/general_past.html

口述試験

修士論文研究またはそれに代わる研究業績に関する発表、及び、博士後期課程入学後の研究計画について、口述試験（口頭発表15分＋試問10分、合計25分程度）を行います。ただし、第1次試験の時点で、修士またはそれに相当する学位を得ている者、2020年9月時点で、修士またはそれに相当する学位を取得見込みの者、個別の入学資格審査をもって修士の学位を有する者と同等以上の学力があると工学系研究科において認められた者については、第1次試験の口述試験の時間を35分程度（口頭発表20分＋試問15分、合計35分程度）

に延長して、下記の第2次試験を兼ねます。

■ 第2次試験

修士論文研究またはそれに代わる研究業績に関する発表、及び博士後期課程入学後の研究計画について、口述試験（口頭発表 20 分+試問 15 分、合計 35 分程度）を行います。

3-2. 試験日程

■ 第1次試験

試験科目等			日時	試験場所	携行品
筆記試験	外国語	英語 (TOEFL 公式スコア提出、 提出期限:8月5日(水))	—	各自のオンライン受験場所	TOEFL の受験要綱に従う
(オンライン試験実施の場合)接続テスト(試験環境のチェック)			8月22日(土) 13:00-(予定)	各自のオンライン受験場所	—
筆記試験	専門学術	論理的思考能力を見るための数理的問題	8月23日(日) 9:00-12:00(予定)	受験票送付時に通知	筆記用具、計時機能だけの時計のみ可、電卓不可、受験票
		小論文	8月23日(日) 13:00-15:00(予定)	同上	
口述試験 ※(注2)を参照			8月24日(月) ~8月28日(金)	事前に掲示する	口頭発表に用いる PC 等関連機材、(注2)に示す持参品、受験票

日時、試験場所については予定であり、変更になる場合があります。同じく、事前に**工学部 3号館 2階原子力国際専攻掲示板**、及び**本専攻ホームページ**(<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/>)に掲示しますので、ご留意下さい。

(注2) 口述試験の実施に当たり、受験者は以下のものを準備し、8月14日(金)までに原子力国際専攻事務室に紙媒体、ならびに、その電子ファイル(PDF ファイル)を格納した電子媒体(USB 等)を郵送(必着)して下さい。

- (a) 修士論文またはそれに代わる研究業績に関する要旨 1 部 (全受験者)
- (b) 修士論文またはそれに代わる研究業績を示す資料 1 部 (第2次試験対象者のみ)

(a) は図表を含めて A4 判用紙片面印刷 4 枚以内にまとめたもの。2021 年 3 月修士課程修了見込みの者は、修士課程における研究のその時点での中間報告の要旨。本資料は返却しません。要旨のフォーマット、及び要旨に記載すべき事項等は、専攻ホームページよりダウンロードできます。これを参照の上、誤りのないよう要旨を準備してください。

(b) は第 1 次試験の口述試験が第 2 次試験を兼ねる者のみ用意してください。また紙媒体は、原本ではなくそのコピーを提出してください。なお、社会人等の場合、研究論文等のコピーでも構いませんが、修士論文相当との観点から審査しますので、断片的な業務の紹介やチームとしての成果では、審査の観点から外れることに留意願います。本資料(紙媒体、電子媒体)は後日返却します。

口頭発表には、PC プロジェクタを使用できます。プロジェクタを使用しない受験者は、参考資料その他の発表の助けになるものを持参してもかまいません。その場合、8 月 14 日(金)までに電子メールで本専攻事務室 (nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp) にご相談下さい。なお、上記に関して不明な点がある場合には、電子メールで、本専攻事務室にお問い合わせ下さい。

■ 第 2 次試験

この第 2 次試験は第 1 次試験の合格者のみを対象として、2021 年 1 月に実施予定です。詳細は別途通知します。

3-3. その他

(1) 9 月入学

条件が満たされた場合には、2021 年 4 月入学の他に、2020 年 9 月に入学を認めることがあります。これを希望する者は、出願前に必ず本専攻事務室に確認をとって下さい。

(2) 志望指導教員への研究内容の相談

本博士後期課程の入学希望者は、出願前に研究指導を希望する教員に必ず相談し、研究分野に関し確認して下さい。

(3) 社会人受入れ

教育・研究機関、会社等に正規職員として在職している者が、入学後もその身分を有したまま在学することが出来ます。詳しくは本専攻事務室にお問い合わせ下さい。

(4) 奨学金等

原子力国際専攻には、種々の奨学金制度、外国留学制度や長期履修学生制度（職業を有している等の事情により、標準修業年限内で履修が困難であると認められる者に限り、標準修業年限を超えて計画的な履修を立てることができる制度）があります。また、工学系研究科博士課程学生特別リサーチ・アシスタント（SEUT-RA）に応募することもできます。詳しくは専攻事務室にお問い合わせ下さい。

(5) 入試過去問題

以下の筆記試験科目の過去問題を入手可能です。

小論文：入試説明会にて配布予定です。専攻事務室からも入手できますが、その際は電子メールで、専攻事務室（nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp）までお問い合わせ下さい。

論理的思考能力を見るための数理的問題：工学系研究科一般教育科目の数学の過去問題は工学系研究科のページ（http://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe/admission/general_past.html）より入手できます。

(6) 学部の成績証明

本研究科修了（見込）者であっても、本学工学部以外の学部を卒業している方は、学部の成績（教養課程を含む）を証明するものを入学願書に同封して下さい。

(7) オンライン試験の環境整備

本専攻の受験を考えている方に、専攻でPC貸出し台数に余裕がある場合、TOEFL iBT® Special Home Edition の受験のために必要とされる Windows OS の PC を貸出しますので、電子メールで専攻事務室（nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp）までご相談ください（専攻全体で5台程度まで貸出可能です）。また、専門学術や口述試験がオンライン試験となった場合、WEBカメラも専攻で余裕がある場合、貸出しますので、電子メールで専攻事務室までご相談ください（専攻全体で10台程度まで貸出が可能です）。

(8) その他

入試に関する不明な点等については、電子メールで本専攻事務室の連絡先（nyushijimu@n.t.u-tokyo.ac.jp）までお問い合わせ下さい。

4 . 教員（研究）紹介

本専攻の教員とその研究内容を以下の表に示します。詳細については「専攻案内」やホームページを参照して下さい。本専攻に進学する大学院生は、下記の教員に研究指導を受けることとなります。

阿部 弘亨（教授） ～材料開発から目指す究極の原子力安全～

すべてのエネルギーシステムにおいて、材料はイノベーションと安全を支える要です。私たちは、将来のエネルギー源として期待される核融合炉や新型原子炉(第IV世代炉)の開発、および現行原子炉の安全性向上に資する材料研究を進めています。原子炉という極限環境における鉄鋼材料やジルコニウム合金の劣化(照射、腐食、水素化、等)のメカニズムをサイエンスの立場で解明しています。それを発展させて新材料や新しい試験法も開発しています。

研究手法は多彩で、顕微鏡分析法として透過電子顕微鏡(TEM)、超高压電子顕微鏡(HVEM)、加速器結合型電子顕微鏡、走査電子顕微鏡(SEM)、電子後方散乱回折(EBSD)や関連化学分析機器等。また機械試験法として改良型中子拡管(A-EDC)試験、引張試験、クリープ試験、ナノ硬度等、さらに理論的評価として有限要素法(FEM)や分子動力学法(MD)を活用しています。

[原子炉材料開発、核融合炉材料開発、極限環境下劣化メカニズム、照射損傷、放射線物性工学]

石川 顕一（教授） ～レーザー光と原子・分子・固体の相互作用を第一原理計算～

高強度超短レーザーパルスや自由電子レーザーが物質中に引き起こす効果とその応用を、理論と第一原理計算によって研究しています。特に、レーザー光と原子・分子・固体中の電子がお互いに及ぼす作用に注目し、量子力学にもとづいた第一原理計算手法(多配置自己無撞着場理論、結合クラスター理論、密度汎関数理論、密度行列理論等)を開発・駆使して研究しています。このような研究を通して、化学反応などにおける電子の動きを観測・解明・制御する技術を開発すること、また、自動運転、IoT、AIチップに必要とされる半導体の製造などスマートものづくりに役立つ次世代レーザー加工シミュレーターを開発することを目指しています。ウィーン工科大学、ミュンヘン大学、マックスプランク研究所(独)、フェルミ自由電子レーザー(伊)、理化学研究所といった国内外のトップクラス研究機関と交流し、共同研究を進めています。

[レーザー、光・量子技術、量子化学計算、原子物理、第一原理計算、レーザー加工]

上坂 充 (教授) ~先進小型ビーム源の開発と原子力/ 医学物理応用~

S バンド (2.856 GHz) 電子線形加速器 (ライナック)、X バンド (9.3GHz) 950keV, 3.95MeV, 6MeV 可搬型電子ライナック X 線/ 中性子源、光ファイバーレーザー卓上マイクロビーム源を開発し、がん診断治療、橋梁など社会・産業インフラのその場透視検査、放射線生物学、核医学用 RI 製造、福島燃料デブリその場成分分析に適用して、社会に貢献します。バイオ・医療応用につき、バイオエンジニアリング専攻やビジネスベンチャーと協力し、ピンポイント X 線動体追跡がん治療システムと高度治療計画の開発を行います。東海キャンパスでは、研究炉弥生廃炉後、電子ライナック中性子源を使って、福島溶融燃料分析・新型炉設計のための核物質分析研究、核科学ダイナミクス分析研究を推進します。世界の大学院・研究機関との共同研究と IAEA との教育連携において、学生の短中長期のインターンシップ・留学を推進します。

[先進小型加速器・レーザー、極短マイクロビーム、がん治療、社会・産業インフラ診断、放射線生物学]

NEJDET ERKAN (Project Associate Professor) - Experimental and Numerical Nuclear Thermal-Hydraulics for Nuclear Safety and Severe Accidents

Experimental methods and the instruments have reached to very advanced levels recently. In parallel, the computational methods gained tremendous capacity and have become capable of simulating more complicated systems than before by employing sophisticated modeling techniques that are widely employed for nuclear reactor technologies. Validation is the only way to interconnect the real-world and computational world. For robust modeling, validation of the digital world against high-quality experimental data (diverse, multi-dimensional, high-resolution, and accurate) is extremely needed. To enhance nuclear safety and the understanding of nuclear accidents, we perform experiments and numerical simulations related to nuclear thermal-hydraulics. We use and develop advanced visualization and measurement techniques for fluid flow and heat flow (PIV, PIV/TSP, Shadowgraphy, etc.) diagnostics to acquire high-quality data. The computational tools such as OpenFOAM (Open-source computational fluid dynamics tool), and their models validated with experiments to enhance our understandings of the thermal-hydraulics mechanisms prevalent in the nuclear power plant systems and other energy systems. Why don't you challenge the computational and real worlds with state-of-art techniques?

[Nuclear Thermal-Hydraulics, Nuclear Safety, Severe Accident, Particle Image Velocimetry (PIV), OpenFOAM]

大野 雅史 (准教授) ～超伝導量子センサが切り拓く原子力基盤計測～

放射線計測学は光や電子、粒子線等と検出媒体の物理的あるいは化学的な相互作用により生じる微弱な信号を低ノイズ環境において増幅して読み出し、適切な信号処理を経てはじめて計測データを得る一連の知見を体系化したものであり、物理学、化学はもちろん、微細加工、電子回路技術から高度な情報処理に至る多くの学問領域の上に構築される学術です。これらの学問に精通した者が、先進のナノテクノロジーや集積デバイス技術、エレクトロニクスを駆使することにより、極限にまで放射線計測技術を高度化し、従来見えなかった物理現象や生体現象を放射線をツールとして初めて見る・観察することを可能にしていく、このような研究こそが、最先端科学を切り開く行為そのものと言えるでしょう。当研究室では、極低温物理、超伝導現象、量子効果等を巧みに利用した革新的なデバイスを創出し、超高感度な放射線センサの開発や新しい光・量子計測技術の研究を通して、原子力エネルギーや先進医療分野の発展に貢献していきます。

[超伝導、ナノテクノロジー、 γ 線分光、シングルフォトン、重粒子線治療]

岡本 孝司 (教授) ～原子力安全とビジュアライゼーション～

原子力発電所のシビアアクシデント事故では、燃料が熔融し構造材を溶かし込みながら移行していきます。この現象は multi-physics, multi-phase, multi-dimension など、非線形現象の塊です。例えば福島第一原子力発電所事故も、その現象自体は非常に複雑で、未知の現象に満ち溢れています。このシビアアクシデントを中心とした、原子力発電所などにおける安全を確保するため、様々な伝熱流動現象を実験及び計算により解明しようとしています。これらの成果は、国際協力研究や、新型の原子炉設計、福島への廃止措置などに応用され、世界に貢献しています。

また、可視化 (Visualization) 技術の応用開発も進めています。そのままでは見ることの出来ない物理現象や複雑情報に、人間が積極的に手を加えて視る事の出来る形にする、21 世紀の科学です。原子力エネルギーを巡る情勢は大きく転換点を迎えています。今までの路線を単純に走るのではなく、新しい価値観の元で、原子力エネルギーの安全活用、新型エネルギーシステムなど、チャレンジングな分野に、Trail Blazer となる人材を求めています。

[原子力安全、シビアアクシデント、高速度流体計測、ビジュアライゼーション、可視化情報]

笠原 直人 (教授) ～高温構造システムの解析による設計～

原子力プラント、火力プラント、化学プラントおよびロケットエンジン等は、熱・流体・構造が関係する複雑な高温構造システムです。これらを安全に設計し運用するには、熱流動現象に基づく荷重の発生から、構造の応答と材料の高温強度までの全体像を理解した上で、それらを統合した解析と評価が必要となります。当研究室では、複雑なシステムの本質を理解した上で、数値シミュレーションと実験を通して、それらを簡明に記述した荷重・応答・強度の一貫評価モデルを考案することにより、安全性と信頼性に優れた高温構造システムを実現するための研究を行います。研究範囲が広いことから、他研究室、学外の研究機関およびプラントメーカーと共同して研究を行っており、学生はこうしたプロジェクトへの参加を通して、社会との連携についても学ぶことが出来ます。本研究室で学ぶにあたり、原子力の特別な知識は必要ございません。

[構造解析、高温強度、耐震強度、原子炉構造工学、高速炉]

小宮山 涼一 (准教授) ～エネルギー安全保障の数値シミュレーション分析～

エネルギー資源の枯渇や供給途絶などの構造的・偶発的リスク、および環境制約の下で、エネルギーの安定供給を確保することは、経済・社会活動を維持する上で重要な課題です。様々なリスクや制約の下で、エネルギー安全保障問題の解決に役立つ方策を考えるには、エネルギー・環境技術のみならず、内外のエネルギー情勢や経済学などを幅広く理解し、俯瞰的に分析することが必要となります。

当研究室では、エネルギー問題の本質を工学的視点、社会科学的視点から学際的に理解した上で、様々な数理的手法(数理計画法、計量経済分析等)を用いて計算機上にエネルギーモデルを構築し、その数値シミュレーション分析を通じて、その解決に資するエネルギー・環境技術の最適導入戦略や、エネルギー政策の分析に従事しております。数理的分析に興味があり、エネルギー問題に旺盛な好奇心をもつ人を期待しています。

[エネルギー安全保障、エネルギー経済モデル、最適化、計量経済分析]

齊藤 拓巳 (准教授) ～放射性核種や有害物質の環境動態研究～

放射性廃棄物の処分の実現は、原子力発電の便益を享受してきた我々世代に課せられた責務だと言えます。特に、放射能レベルの高い廃棄物を深部地層中に処分することが考えられています。その実現には、処分の性能評価の信頼性向上が必要です。私の研究では、特に、天然バリアと呼ばれる地下環境中での放射性核種の化学挙動の理解を目的にしております。地下環境中には、核種と相互作用する様々な物質が存在しているため、核種がとりうる化学形は多岐にわたります。そのような核種が経験する地球化学反応の中から、その移行挙動や反応性を支配する主要な反応を抜き出し、そのメカニズムを理解し、反応をモデル化することを行っております。さらに、このような研究を通して得られた知識・ノウハウを、福島第一原子力発電所事故由来の放射性核種の土壌中での固定化メカニズムの研究、さらには、一般の有害物質の環境挙動に関する研究へと展開させております。

[放射性廃棄物処分、環境動態、物理化学、地球化学、放射化学]

酒井 幹夫 (准教授) ～最先端マルチフィジックスシミュレーション技術の開発とレジリエンス工学への応用～

独自開発した世界最先端のマルチフィジックスシミュレータを駆使して、原子力/レジリエンス工学分野、環境・エネルギー工学分野および食品・製剤工学分野に研究を展開しています。さらに、コンピュータシミュレーションの妥当性検証に関する実験も行っています。また、コンピュータグラフィックスによる物理シミュレーションの写実的な可視化に関する研究も行っています。

原子力/レジリエンス工学分野では、シビアアクシデントの現象解明のために、詳細な物理モデルの開発に取り組んでいます。シビアアクシデントのような極めて複雑な現象をきちんと模擬できるシミュレータを開発できれば、事故からの迅速な復旧のための重要な知見を得ることができます。また、本分野では、実験による検証をしたり、国内外の専門家と協力したりして、技術の確立を図っています。研究には、自分が得意とする技術(例えば、コンピュータグラフィックスによる可視化、動画編集、並列計算、など)を積極的に取り入れて、新しいテーマを生み出したいですね。上昇志向があって元気のある学生さん、是非、一緒に研究しましょう。学生時代を振り返ったときに、「いい研究をしたな!」と思いたいですね。

[マルチフィジックスシミュレーション、粉体、混相流、CG、レジリエンス工学]

佐藤 健 (准教授) ～高強度レーザー場中の多電子ダイナミクス～

超短パルス高強度光源を用いて物質中の電子の運動を直接観測・操作する高強度場科学・アト秒科学が急速に発展しています。とくに実験の精密化に伴い、有効一電子描像を超える多電子ダイナミクスや電子相関の効果に関心が集まっています。トンネル電離、高次高調波発生、超閾電離、非逐次二重電離などの非線形・非摂動論的現象を第一原理的に記述するために、レーザー場中の多電子原子・分子に対する時間依存シュレーディンガー方程式を数値的に解くための理論・方法論開発を行っています。実験、純理論とは相補的な数値シミュレーションの立場から高強度レーザーと物質の織りなす新しい物理を開拓したいと考えています。

[高強度場科学、アト秒科学、波動関数理論、密度汎関数理論、量子化学]

鈴木 俊一 (特任教授) ～廃止措置を通じて未来をみる～

福島第一原子力発電所の廃止措置を完遂するためには、今まで誰も経験したことのない困難な課題へ挑戦する必要があります。通常プラントの建設・保守は、過去の経験をベースにした定常問題をいかにうまく解くかが鍵ですが、事故炉の廃止措置は環境、プラント状態等が時間とともに変わりうる言わば非定常の課題です。これらの課題を克服するため、将来起こりうる事象と複数対策シナリオを評価するとともに、新たな技術的課題を抽出することを主テーマとしています。

本テーマを通して、複雑多様な廃炉プロセスに対する理解度 (Skill & knowledge) を深め、分野を問わず将来直面するかもしれない多種多様な困難な課題に対する問題発見・課題解決能力を高められればと思っています。未知へ挑戦したい方、将来技術を俯瞰したい方、そして福島復興に貢献したい方、一緒に議論を重ねて解決策を模索してみませんか？

[廃止措置工学、システムダイナミクス、リスク評価、レジリエンスエンジニアリング]

関村 直人 (教授) ~システム安全学、システム保全学、放射線照射損傷学、国際プロジェクト学~

巨大複雑系社会経済システムの安全学・保全学とレジリエンス研究、原子力材料の照射損傷と経年劣化対策、さらに新たな原子力システムのための国際プロジェクト構築が研究室の主テーマです。リスクに基づく保全最適化や長期間に渡る原子力システムの安全マネジメント策の構築、事故故障の知識ベース化等のシステム安全・保全学研究を進めています。物質と材料のナノレベルメカニズムに基づいたマルチスケールシミュレーションに取り組んでおり、圧力容器の照射脆化、炉内構造物の照射誘起応力割れ等を対象としたイオン照射試験やアトムプローブ法等による実験研究も実施しています。Zr-Nb系燃料被覆管材料を共同研究開発し、燃料システムの安全性評価手法に関する研究も行ってきました。これらに加え、IAEA及びOECD/NEAでの廃炉材料利用や運転中安全知識ベースに関する国際共同プロジェクトを推進し、国際機関への学生インターンを派遣しています。マイクロからシステムレベルの多様な視点を組み合わせて、国際的な活躍の場を開拓したいと考えています。

[システム安全、システム保全、原子力材料・燃料、照射損傷、高経年化対策]

高田 孝 (特任教授・リスク俯瞰工学社会連携講座) ~工学におけるリスク理解の深化と意思決定への寄与~

絶対に安全な工学システムはありません。工学システムが潜在的に内在しているリスクを定性・定量的に理解することは、システムの安全性に真摯に向き合い、システム利用に関する意思決定を行う際の重要な要素の一つとなります。原子力発電所のような大規模なシステムでは、リスクとして起こり得る事象は不確かさも大きく多岐に亘ります。これらを定性・定量的に評価するためには論理的な考察が可能な方法論が必要であり、関連する基礎実験だけでなく数値技術を援用した手法開発を行っています。

社会的な技術の活用においては、自身の確たる専門性と、全体をバランスよく見る二面性が重要となります。その観点からも、リスク評価から得られた情報にはどのような性質があり、意思決定にどのように関わるべきかを考察、検討することで、意思決定過程において効果的にリスク情報を活用できる素養を持った人材の育成を目指しています。

[リスク評価、熱流動、数値シミュレーション、不確かさ、意思決定、原子力安全]

高橋 浩之 (教授) ~放射線診断・治療から線量計測・超伝導センサまで~

医療ならびに先端科学へ放射線を応用する研究を進めており、放射線画像診断や放射線治療から線量計測・物理計測などの研究を行っています。たとえば、がん診断用の小型ポジトロン CT (PET)、体内に検出器を入れる新しい PET、腫瘍部分を選択的に治療する中性子捕捉療法 (NCT)、核物質分析のための高性能超伝導転移端センサ (TES)、除染のための放射線イメージング技術、新しいマイクロパターンガス検出器、中性子散乱実験用検出器、ワイヤレスセンサによる原子力プラント診断等を行っています。本学医学部、放射線医学総合研究所、原子力研究開発機構、UC バークレー、ミュンヘン工科大学、ラウエ・ランジュバン研究所、SPring-8 などと協力して研究を進めており、外国人留学生が多くいるのも特徴です。

[放射線計測、医用診断、医学物理、イメージング]

Dongyue CHEN (Project Lecturer) – Ageing Management and Performance of Nuclear Materials

Ageing degradation of nuclear materials is one of the key issues for the safe operation of nuclear power plants. As an important step to achieve reliable and proactive ageing management of nuclear materials, we combine both experimental and modeling measures to study their ageing mechanisms at multiple scales. Our interests focus on the key materials in reactors, for example core structural materials, reactor pressure vessel steels and fuel cladding materials. State-of-the-art techniques, such as in-situ TEM (Transmission Electron Microscopy) and APT (Atom Probe Tomography), are utilized to observe the evolution of irradiation defects. First-principal modeling is preformed for the comparison with experimental results, and the algorithms for the quantitative analysis of experimental data are also investigated.

[Ageing management, Nuclear materials, Irradiation defects.]

出町 和之（准教授） ～核セキュリティ、保全、放射線治療のための異常予兆検知～
原子力プラントの核セキュリティと保全および医療画像を対象に、「異常の予兆検知」のための技術を、深層学習（ディープラーニング）を適用して研究開発しています。

最近の研究テーマの例として、

- ① 監視カメラによる動画撮影データから、妨害破壊行為などの異常行動や事故・怪我に繋がる危険行動をリアルタイムかつ予兆の段階で検知する技術
- ② ポンプ・タービンなど動的機器の不具合を、モニタリング信号上に異常が顕著に現れる前の予兆の段階で検知する技術
- ③ 放射線治療中に腫瘍が突発的に照射範囲から外れることで正常組織が被曝することを防ぐため、治療中に撮影された医療X線画像をリアルタイムで解析して突発的挙動を予兆の段階で検知する技術などを行っています。

[深層学習（ディープラーニング）、異常予兆検知、核セキュリティ、原子力保全、医療画像]

長谷川 秀一（教授） ～同位体レベルでの光操作・検出システム構築へ向けて～

レーザー技術の進展に伴い、光を含めた量子ビーム利用技術も、光核反応、レーザー冷却、イオンビーム制御など著しい発展を遂げています。また電磁場を用いた質量分析技術も高度化しています。そこで、このような先端技術を単一原子レベルでの操作・検出という観点でシステム化するための研究を進めています。例えば、レーザーによりイオンを操作することで、1つ1つのイオンを可視化できるようになっています。この技術を、原子力をはじめ、医療、トレーサー利用、環境や核セキュリティなど広範な分野での利用を目指しています。これらを実現するための装置は世の中になくことから、レーザー光源から真空系や検出系など多くの装置を研究室で設計・製作しています。装置設計のために必要となる荷電粒子軌道シミュレーションから、半導体レーザーシステムの製作まで広範な分野に及びます。どなたにも興味を持てることがありますので、是非一緒に研究をすすめましょう。

[レーザー利用工学、先端量子システム、同位体プロセス工学、核燃料サイクル工学、原子分子光化学物理]

藤井 康正 (教授) ～エネルギー・経済・環境システムの評価と分析～

本研究室では、主にコンピュータを利用したシステム工学における様々な手法の構築とその応用の研究を行っており、特にエネルギーシステムの計画、解析、評価を具体的な対象の一つとして取り上げています。具体的には、コンピュータ上に大規模数理計画問題として構築した世界エネルギーモデルを用いて、各種のエネルギー供給技術の可能性や、エネルギーセキュリティの向上策や地球温暖化対策などの政策評価を試みています。また、ゲーム理論や金融工学、そしてマルチエージェントシミュレーションの手法を用いて、電力市場の制度設計や、エネルギー調達の最適戦略立案などのエネルギーマネジメントの研究も行っています。全世界を対象にした今後 100 年間のエネルギー問題やまだ実現されていない社会制度等を対象にするため、経済学などの工学以外の学問分野への関心と異国の遠い将来をも慮る強靱な想像力を有する人を望みます。

[エネルギー経済システム、技術政策評価、最適化、確率計画]

松崎 浩之 (教授) (総合研究博物館) ～加速器質量分析による高感度核種分析～

加速器により生成されたイオンビームを用いた微量核種分析手法の開発とその応用研究を行っています。地球環境中には、宇宙線や人為的な核反応で生成した微量の長半減期放射性同位体が存在し、過去の気候変動の記録や現在の物質動態の情報を保持していますが、その多くは未知のものです。加速器質量分析法 (Accelerator Mass Spectrometry) による新しい核種の分析法の開発では現在、負イオンとレーザーの反応を利用した全く新しい同重体干渉抑制技術の開発を行っています。これが実現すると、 ^{59}Ni 、 ^{90}Sr 、 ^{135}Cs などこれまで高感度な測定が極めて困難な核種の分析が可能となります。また、質量分析技術の開発・改良による、 ^{236}U -AMS の開発を行っています。いずれの核種も、人為起源核種の環境影響評価研究に重要なばかりでなく、地球環境中の新たな物質循環トレーサーとしても期待されています。新たに分析可能となった核種が持つ情報を生かした、地球環境解析研究としては、ヨウ素同位体システム ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$) の研究があります。自然環境におけるヨウ素のグローバルな循環や炭素循環との関係 (例えばメタンハイドレートの起源など)、陸地・海洋など様々なサイトにおける人為起源の ^{129}I の分布状況などを調べています。最近では、海洋におけるヨウ素同位体システムの理解と、海洋生態系研究における新しいトレース技術の創成を目指した研究にも力を入れています。福島第一原子力発電所事故後は、 ^{129}I による、事故当初の ^{131}I の放出状況や分布の再構築も行いました。高度な核種分析技術は、福島原子力発電所の廃止措置においては、核分裂生成核種の環境影響評価や、核燃料デブリの解析に必要とされます。本研究室は、アクチノイド系 (ウラン、プルトニウム) の AMS の開発でこれに貢献します。

本研究室には、加速器技術・質量分析技術を駆使して新しい核種分析法を開発する楽しさと、それによって新しい研究分野を開拓する醍醐味があります。

[加速器質量分析、地球環境、ヨウ素同位体、廃止措置、アクチノイド、環境影響評価]

※新たに大学院生を受け入れません

工学・技術によればより良い未来が築かれ、社会はその恩恵を享受する、そのような時代は終わりました。技術と社会とがどのように関わっていくかによって技術の価値が問われています。工学・技術には、不確かさ、想像力、未知に対する謙虚さ、意思決定といった要素が大切です。

新しい工学・技術の時代には、どうすれば社会に受け入れられるのか、私たちの暮らしに役に立つのかを見つめ直すという、工学・技術の新しい展開が生まれます。そのために行うべき研究は、技術・工学をシミュレーションすること（現象を知る）、その功罪を明らかにすること（リスクを知る）、技術を社会に還元するための判断を行う根拠を確立すること（意思決定する）です。そこに共通する思想は、知識の欠如や未知の現象を扱うための学理（不確かさ）を構築することです。

熱流動シミュレーションにより実際に起きていることを知るすることができます。統計科学の知識と適切な情報を使えば不確かな状況でも意思決定が可能です。リスク評価はシミュレーションと意思決定を繋げ、システム安全の本質を理解する手段です。リスク評価とそれに関わる多くの課題はその両方をつなげる分野であり、これから求められる人材のもつべき素養です。

[リスク評価、シミュレーション、Unknown（不確かさ）意思決定問題、原子力安全]

原子力分野の課題の多くは放射線と関係していますが、一方で特徴を活かせば放射線はがん治療や材料創製・改質など欠かせないツールにもなります。放射線が長所と短所は表裏一体で、どちらも根源には放射線の個性が関係しています。私たちは、放射線が引き起こすマイクロ秒（100 万分の 1 秒）以内の高速現象を中心に調べています。放射線はフェムト秒（1000 兆分の 1 秒）程度のうちに瞬間的にエネルギーを物質に与え、様々な変化を引き起こします。放射線の"個性"を調べることで、この様々な変化が好ましくなければ抑制し、好ましくれば活用することができます。がんの放射線治療、炉内水化学、福島での廃炉作業といったことを背景とし、具体的には以下のようなテーマ等に取り組んでいます。

- ・高速現象観察のための装置開発
- ・放射線による DNA 損傷誘発の初期過程および微量添加薬剤の防護効果
- ・水の放射線分解における海水成分や金属酸化物微粒子の影響

この他にも学生の興味を可能な限り活かせるようにしています。

[放射線効果（物理化学、化学、生化学）、原子炉水化学、がん治療、放射線産業利用、界面]