

令和2年度 学際高等研究教育院指定授業科目

融合領域研究合同講義

8月5日現在

【(後期開講) 講義の実施方法については、9月下旬に学際高等研究教育院HPに掲載します。】

No	講義日	講時	担当者	所属等	講義題目	講義概要
1	10月7日(水)	13:00~14:30	日笠 健一	理学研究科教授 学際高等研究教育院長	講義ガイダンス 自然界の基礎法則と物理量の次元と単位	「合同講義」開設の由来、「合同講義」の意義及び学際高等研究教育院の理念・使命について解説するとともに、講義の進行について、講義の受け方や感想文の提出など成績評価について解説します。 長さ、時間、質量などの物理量は、それぞれの単位の何倍であるかということによって表されます。国際的に使用されている単位系(SI)の定義は、昨年から全く新しい定義となりました。これは、自然界の基礎法則(相対性理論、量子力学、統計力学)に基づいた定義です。これら基礎法則は、独立な次元がいくつあるかという問題を概念的に変えるものでもあります。このような単位の新しい定義と、その基礎となる哲学、測定技術などについて紹介・議論します。
2	10月14日(水)	13:00~14:30	滝澤 博胤	理事・副学長(教育・学生支援)	マイクロ波エネルギーを利用した新しい材料プロセッシング	マイクロ波応用という、放送、レーダー、無線通信などを思い浮かべるであろうが、「マイクロ波加熱」に示されるように、物質を加熱する手段としての利用も重要である。マイクロ波はGHz帯の電磁波であることから、放射線や紫外・可視光などの光よりも長い波長をもち、フォトン・エネルギーとしては10-5 eV程度で極めて小さい。マイクロ波加熱は振動電磁場と物質中の荷電粒子、スピン、電気双極子モーメントとの相互作用によって起こり、電子レンジによる食品加熱に代表される極性分子の誘電加熱のみならず、多くの固体物質も自己発熱させることができる。 マイクロ波加熱は熱伝導に依らない自己発熱現象であることから、内部加熱、急速加熱という特徴を有し、省エネルギーの熱源代替技術として研究されているが、むしろ、自己発熱を駆動力とすることによって、「新しい化学反応の場」が形成されることに注目したい。本講義では、マイクロ波エネルギー応用が切り拓く革新的な非平衡材料プロセッシングに焦点をあてる。
3	10月21日(水)	13:00~14:30	大野 英男	総長	スピントロニクスを用いた省エネルギー集積回路	電子の電荷とスピンを使うスピントロニクスにより、極めて省エネルギーの集積回路が実現できると期待されています。この省エネルギー集積回路にまつわる材料、物理、素子、回路について俯瞰すると共に、世界のトレンドを決めるダイナミズムとそれがもたらす社会的インパクトについて考えます。
4	10月28日(水)	13:00~14:30	栗原 和枝	未来科学技術共同研究センター教授	トライボロジー融合研究:分子間力から摩擦力まで	摩擦を研究する分野をトライボロジーと言う。摩擦は動く機材、そして多くは潤滑油なども関わる複雑な現象のため、現象の解明は十分に進んでいない。摩擦や摩擦などの制御によるトライボロジー技術の経済効果は、省エネルギー、機械の信頼性や寿命の向上などから非常に大きく、GDPの2%にも及ぶと推定され、その解明が望まれていた。 最近、ナノ界面科学の進歩により現象解明の可能性が見えてきたこと、また省エネルギーやイノベーションなどの社会的課題からの要請が大きくなったことから、摩擦現象を解明し、新しい技術展開を目指すという動きが活発になっている。これには、機械、材料、計測、シミュレーションといった広範な融合研究が必要である。本講義では、先端的なトライボロジーの融合研究について、基盤となる研究方法も含め、背景や最近の展開を含め解説する。
5	11月4日(水)	13:00~14:30	小菅 一弘	工学研究科教授	Transformative Researchとロボティクス	Transformativeとは、“causing or able to cause a change; especially: causing someone's life to be different or better in some important way” [メリアム・ウェブスター英英辞典]という意味がある。2007年に米国のNational Science Foundationから“Enhancing Support of Transformative Research at the National Science Foundation”と題された報告書が出され、米国ではそれ以降Transformative Researchを意図した研究開発投資が行われている。本コンセプトは、研究開発に基づく社会のイノベーションの基本であると考えられるが、我が国では、これまでのところ、積極的に受け入れられているとは言えない。本講義では、まず、ロボティクスの研究が、どのように社会に統合されて、社会に貢献しているのかについて考える。次に、当研究室でいくつかの事例( <a href="http://www.irs.mech.tohoku.ac.jp">http://www.irs.mech.tohoku.ac.jp</a> )を紹介し、ロボティクス研究の難しさについて、何が不足しているのかについて考える。最後に、Transformative Researchとロボティクス研究について考えると世界でのロボットの研究開発状況について紹介する。
6	11月11日(水)	13:00~14:30	中沢 正隆	電気通信研究機構特任教授	光ファイバ通信の現状と将来展望	光ファイバは髪の毛のように細いガラスから出来ているが、その中心にあるコアに光を閉じこめて、大量の情報を高速に長距離伝送している。伝送速度は1秒間に100テラビット、伝送距離は1万kmに達し、グローバルネットワークを実現している。この講義では光通信システムを構成する光源・変調器・ファイバ・受光器などの各種光デバイス技術を簡単に説明したうえで、今日の多様な光伝送技術について紹介する。さらに、我々が世界に先駆けて挑戦している革新的な光伝送技術および無線通信との融合を目指したBeyond 5G技術について講義する。
7	11月18日(水)	13:00~14:30	照井 伸彦	経済学部長・経済学研究科長	ベイズ統計の理論と実践:スモールデータとビッグデータのモデリング	データが溢れる現代において、データ分析の手法や活用の在り方が大きく変化しています。柔軟な統計モデリングを可能とする分析枠組みをもつベイズ統計は、スモールデータの構造分析による集団の中の個性(異質性)を捉える手法として注目され、計算機性能向上と積分計算アルゴリズムの普及と進化により1990年代後半から様々な分野で応用されてきました。さらに現代では、逆問題の論理を展開する機能をもつベイズ統計は、ビッグデータ分析での機械学習やAIの要素技術となっています。 本講義では、IoT社会で求められるデータ分析手法として、ベイズ統計の理論と応用について講義します。項目として、ベイズ統計の理論、ベイズ統計の計算アルゴリズム、異質性のモデル、逆問題と因果推論、機械学習・AIとベイズ統計などを取り上げます。
8	11月25日(水)	13:00~14:30	今村 文彦	災害科学国際研究所長	東日本大震災の被害実態と教訓 — 災害科学国際研究所の発足と現在の活動 —	東日本大震災の1年後に東北大学に災害科学国際研究所が発足し、当時の課題を解決するべく文理融合の英知を結集し、得られた知見をベースに自然災害科学に関する世界最先端の研究を強力に推進する組織を立ち上げた。すでに、2015年国連防災世界会議での活躍、2017年第一回世界防災フォーラムの開催など、その活動は学術を越えて世界社会への貢献を目指している。この組織では、どのような学際連携の取組が組まれ、どのようにその成果を復興支援や今後の防災活動として貢献活動を展開しているのかを紹介したい。今回、高度化シミュレーションで解析されたこと、その大規模地震や津波の実態を見て頂き、なぜあれだけの被害が生じたのか?その上で、我々は今後何をすべきなのか考えていただきたい。後半は、2017年6月に指定国立大学の指定に伴って発足した災害科学世界トップレベル研究拠点の動きを紹介したい。災害対応サイクル理論を適用することで4つの科学分野を融合させ、学内での学際連携を基盤とした「災害科学」の学問研究領域を創成することを目的とする。さらに、環太平洋大学協会(APRU)組織などと始まりつつある国際的な災害科学ネットワークを発展させ、国際共同研究の強化や国際学術会議の開催を通じて「災害科学」の体系化を図り、世界をリードする研究拠点を目指している。
9	12月2日(水)	13:00~14:30	寺田 眞浩	理学部・理学研究科長	欲しいものだけを作る化学:有機合成化学とデータ科学の融合	有機化学反応によって欲しいものだけを選択的に合成することは環境負荷軽減の観点からも強く望まれていますが、実際はそれほど簡単なことではありません。この講義では選択的に有機化合物を得る手法の中でも最も高度な方法論である、鏡像異性体の作り分けを触媒によって行う触媒的不斉合成法を紹介いたします。優れた触媒的不斉合成法を体を守るKEAP1-NRF2制御系の脱抑制制御の様子と、低酸素に反応して体を守るエリスロポエチン遺伝子の発現制御の様子を紹介する。学生諸君に「酸素生物学」の興味深い世界を実感して頂くと共に、さらなる論文講義のガイドを提供したい。
10	12月9日(水)	13:00~14:30	井上 邦雄	ニュートリノ科学研究センター長	宇宙・素粒子の謎を解く鍵:ニュートリノ	物質を構成する素粒子の一種であるニュートリノは馴染みある電子などの素粒子と比べて桁違いに多く宇宙に存在します。太陽や地球などの天体からも大量に放出されていますが、天体のような大きな物質でも簡単にすり抜けてしまうため身近に感じることが難しい素粒子です。大型の観測装置の進歩によってニュートリノ観測が実現し、ニュートリノの性質の理解が進んだため、ニュートリノの透過性を利用した天体内部の研究が可能になりました。一方、ニュートリノだけが持つ特別な性質が、宇宙に反物質が無くなるだけではないことを解明すると考えられています。この性質の究明にも、ニュートリノ観測装置の特殊な環境が利用できます。ニュートリノを利用した天体内部の観測や、宇宙物質優勢の謎への挑戦を紹介いたします。
11	12月16日(水)	13:00~14:30	山本 雅之	医学系研究科教授 東北大学 東北メディカル・メガバンク機構長	酸素と医学	酸素は燃焼の火を燃やすと共に、私たちの体を生きながらえさせる重要な環境因子である。酸素は、私たちの体が効率的にエネルギーの獲得することを保証するが、一方、過剰な酸素は私たちの体を錆びさせ、近年に至り、ようやく、酸素濃度の変化に反応して、体を守る仕組みの分子基盤が解明されてきた。本講義では、酸化ストレスから体を守るKEAP1-NRF2制御系の脱抑制制御の様子と、低酸素に反応して体を守るエリスロポエチン遺伝子の発現制御の様子を紹介する。学生諸君に「酸素生物学」の興味深い世界を実感して頂くと共に、さらなる論文講義のガイドを提供したい。
12	12月23日(水)	13:00~14:30	早瀬 敏幸	学際科学フロンティア研究所長	実世界の流れを再現する — コンピュータシミュレーションの新たな展開 —	流れは、呼吸や血流などの生命維持から、室内環境、輸送機器や大規模プラントなどの人工物、大気や海流などの地球環境にわたる幅広い分野の問題に関わっている。特に医療診断や流れの制御、気象予測など、実世界の流れを正確かつ詳細に知ることが必要な問題は多い。計測はそのための最も直接的な方法であるが、時間的・空間的に広がりをもつ流れの状態を完全に計測することは困難である。一方でコンピュータシミュレーションによれば流れ場の詳細な情報が得られるが、正確な初期値や境界条件は一般に未知であり、実世界の流れを正確に再現することは難しい。このように計測とシミュレーション単独では解決が困難な問題を、両手法の融合により解決しようとする研究が近年様々な分野で活発に行われている。本講義では、計測と融合した新たなシミュレーション手法について説明し、種々の流れ解析への適用例について述べる。
13	1月6日(水)	13:00~14:30	佐藤 嘉倫	文学研究科教授	信頼関係はいかにして成立するのか	私たちは他人を信頼したり他人から信頼されたりして日常生活を送っている。朝起きてバスに乗って大学に来て講義に出席するとうりありきたりの行動を例にとろう。この場合、バスの運転手が自分の降りる停留所までバスを運転してくれると信頼し、講義を担当する教員が教室に来て講義をしてくれると信頼している。しかしよく考えると、人を信頼することはリスクを伴う行為である。人を信頼してその人が信頼にこたえてくれるならば、現状よりも良いことが起こる。しかし裏切られるならば、現状よりも悪くなる。また信頼関係が成立するためには、自分が他人を信頼することの背景には、かなり複雑な社会的メカニズムが存在している。このように人を信頼することや信頼関係が成立することの背景には、かなり複雑な社会的メカニズムが存在している。本講義では、数理モデルやコンピュータシミュレーションによってこのメカニズムの解明を行う。
14	1月13日(水)	13:00~14:30	大隅 典子	医学系研究科教授 副学長(広報・共同参画)	<個性>を科学する!	人間の「個性」は、身長、体重、髪の毛や目の色のような身体的なものだけではなく、認知能力やパーソナリティなど、脳神経系の機能に大きく関係する。心理学では、こうした認知能力やパーソナリティの個人差について、知覚現象などに代表されるヒトとしての心的機能の共通性と合わせて、個別性(「個性」)を法則的に理解することを試みてきた。しかし、ヒトの心的(認知的)機能の共通性については、関連する神経科学的研究との連携によってかなりのことが解明されてきたにもかかわらず、心的機能の個人差、すなわち「個性」の問題については現象の記述的説明レベルにとどまっており、その神経生物学的基盤については未だ十分に明らかにはされていない。近年の主に動物を対象にした進化心理学的アプローチによる「個性差」の研究では、行動面の「個性」は単にランダムなばらつきではなく、環境への適応の一つとして機能していることが示唆されている。したがって、人間の「個性」も単なる「個人差」ではなく、進化の過程で形成された形質の表れと考えることにより、何らかの法則性がその背後に存在することが想定できる。一方で、規則性に基づいた多様性は、個人ごとに育まれて、多岐にわたる発達段階を生み出すと考えられる。いわゆる「定型発達」と「非定型発達」は、このような道筋の幅のなかで捉え直すことが重要であり、乳幼児期から青年期に発達した個性は、種に普遍的な特徴とともに次世代へ継承される部分があると予想する。 本講義では、2016年より立ち上げた新学術領域「多様な個性」を創発する脳システムの統合的理解という学際的なグループ研究についても紹介しつつ、平均値で語れない科学へのチャレンジについて聴講生とともにディスカッションしたい。 【参考サイト】 新学術領域HP: <a href="http://www.koseisouhatsu.jp/">http://www.koseisouhatsu.jp/</a> 大隅研HP: <a href="http://www.dev-neurobio.med.tohoku.ac.jp/">http://www.dev-neurobio.med.tohoku.ac.jp/</a>
15	1月20日(水)	13:00~14:30	阿尻 雅文	材料科学高等研究所教授	Mixing Unmixable	異なる発想・文化の融合こそが新たなものを生み出すのだと思う。講演者が開発してきた超臨界流体反応技術や現在すすめているナノ材料プロセス・サイエンスプロジェクトを例に挙げつつ、その重要性について考えてみたい。「融合」の重要性は、自然科学や技術の中だけの問題ではなく、学術と社会についても同様である。従来、科学技術はEfficiencyの最大化を目指してきたが、社会・市民の幸福・満足、Sufficiencyを最大化するための科学技術の在り方を考えていく必要があるように感じている。そこには、人文社会科学と自然科学との融合はもちろん、社会・市民と学術が融合し未来づくりをしていく新たな方向性があるように思う。

【備考:毎週水曜3講時】

【留意事項】

1. 講義に関する実施方法、感想文の提出等については、9月下旬に学際高等研究教育院のHPに掲載しますので、確認して下さい。
2. 履修登録は忘れずに行ってください。