

No	講義日	講時	担当者	所属等	講義題目	講義概要
1	10月2日(水)	13:00~14:30	山谷 知行	学際高等研究教育院長	講義ガイダンス 植物の生産を規定する窒素利用代謝の分子機構	「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。 イネ科作物であるイネ・コムギ・トウモロコシは、世界人口の70-80%を支えています。光合成で得たエネルギーと糖を用いて、植物は成育や生産の全てを無機態窒素に依存する独立栄養を営む。17の必須元素の中で、窒素は植物の成育・生産を最も規定する。真核多細胞生物である植物は、器官や組織を構成している個々の細胞で代謝を分担している。本講義では、イネの各器官や組織における窒素代謝の分子機構の理解を深める。特に、逆遺伝学を駆使した遺伝子破壊変異体を活用し、窒素代謝の分子実態を紹介する。同時に、システムズバイオロジーによる代謝間のバランスの重要性や代謝産物のネットワークについて理解を深める。
2	10月9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。摩擦は動く機械、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、背景や最近の展開を含め解説する。
3	10月16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。
4	10月23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 Board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を意識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ないとされている。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、当研究室でのいくつかの事例 (http://www.irs.mech.tohoku.ac.jp) 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ともに世界のロボットの研究開発状況について紹介する。
5	10月30日(水)	13:00~14:30	高橋 秀幸	生命科学研究科教授	宇宙生物学:植物の成長制御から宇宙居住まで	ヒトを含めたすべての生物は、緑色植物の光合成に依存して生きている。その植物は固着性生物として、さまざまな環境ストレスを軽減・回避し、効率的に光合成を行うために、環境変化に迅速に成長を制御する能力を獲得した。例えば、陸上植物は、重力や水や光を感じて形をつくとともに、伸長方向を決定し、葉や根を生ずるに有利な環境へと導く。また、光合成そのものが、それらの環境要因の影響を受ける。なかでも、重力の生物影響については、宇宙環境を利用した生物学が可能になり、それによって植物機能を理解し、それを最大限に活用した植物生産システムを構築することが重要になっている。本講義では、植物が重力や水を環境シグナルとして利用し、自らの形や成長方向を制御するしくみと、それを研究するための宇宙実験を概説し、さらに、地球生命を支え、人類の宇宙惑星居住に必要な生命維持システムについて、近未来の宇宙における植物生産と閉鎖(制御)生態系から考える。
6	11月6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	酸素は蠟燭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を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ていく。近年に至り、ようやく、酸素濃度の変化に対応して、体を守る仕組みの分子基盤が解明されつつある。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機序と、低酸素に迅速に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、さらなる論文読書のガイドを提供したい。
7	11月13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。
8	11月20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クスとそれがもたらす社会的インパクトについて考えます。
9	11月27日(水)	13:00~14:30	今村 文彦	災害科学国際研究所長	東日本大震災を科学する—災害科学の役割と今後	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生まれ、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紹介したい。今回、高度化シミュレーションで解析されたところ、その大規模地震や津波の実態を見て頂き、なぜあんなに大災害が生じたのか? 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、昨年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。災害対応サイクリングを適用することで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研究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。
10	12月4日(水)	13:00~14:30	照井 伸彦	経済学部部長・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、逆問題の理論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。
11	12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、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。
12	12月18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て作られていることを説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世界的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します。
13	1月8日(水)	13:00~14:30	寺崎 哲也	薬学研究科教授	薬物の生体膜輸送と体内動態予測: 脳関門を中心に	薬が期待された通りの効果を表すには、標的部位へ効率良く運ばれる必要があることから、その体内動態(運命)を予測することは非常に重要である。消化管吸収、肝臓内代謝、胆汁分泌、腎排泄、脳移行性など個々の臓器によって薬の運命は異なり、これらを理解するには細胞膜透過性、生体成分との結合性、酵素による代謝反応などの素過程を理解することが大切である。 本講義では、薬の生体内運命の各素過程を組み込んだ数学モデルを用いた体内動態予測理論について概説すると共に、生体膜輸送研究の基礎と応用について概説する。脳組織は、血液脳関門、血液脳脊髄液関門、血液毛膜関門、血液脊髄関門があり、血液と脳組織の間の内因性物質や薬物の輸送を制御している。したがって、脳は薬物分布が最も予測困難な組織である。これらの関門における生体膜輸送機構を中心に、半定量的非線形のプロトタイプと定量的標的プロトタイプを用いた最先端の研究動向について概説する。
14	1月15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いう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だけでなく、その他人が自分を信頼してくれなければならない。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。
15	1月22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」を科学するというチャレンジ	人間の「個性」は、身長、体重、髪の色や目の色のような身体的なものだけではなく、認知的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、こうした認知的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、個性性(「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らず、その神経生物学的基盤については未だ十分には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」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られることにより、何らかの法則性がある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、多岐にわたる発達を促す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: http://www.koseisouhatsu.jp/ 大隅研HP: http://www.dev-neurobio.med.tohoku.ac.jp/