

広域科学専攻では、現在、6名の方に客員教授および客員助教授をお願いしている。系別の内訳は、生命環境系2名、広域システム系2名、相關基礎科学系2名である。客員教授の制度は、当初、東京大学広域科学専攻と国立や民間の研究所で高いレベルの研究をしているところとの間で、相互に情報交換し、互いを活性化しようとして始められたものである。

その後、駒場全体の大学院重点化を契機に質的にも変化し、客員教授の方に広域科学専攻で大学院生向けの講義をしていただいたり、一部大学院生の指導をお願いすることになった。これによって、相互の学問的結びつきが強まり、お互いの研究の活性化につながっている。客員教授の任期は最長5年で、原則的には単年度更新となっている。

生命環境科学系

小倉明彦（大阪大学大学院生命機能研究科、神経可塑性生理学研究室教授）

記憶の機構研究は、かつては心理学の領域だったが、1970年代から細胞生物学的解析が及ぶようになった。E. Kandel, D. Alkon らの軟体動物の行動学習研究を契機に、哺乳類脳でも M. Bliss らの海馬 LTP(シナプス伝達増強現象)、伊藤正男らの小脳 LTD(同抑圧現象)などを解析モデル系にして、細胞・分子レベルの理解が急速に進んだ。今や、遺伝子操作によって記憶力の優れたマウスを作り出すこともできる。講義では、これら記憶機構研究の発展について、歴史を踏まえつつ(私自身の研究を織り込みつつ)現在の状況を解説する。

一方、現在の神経生物学研究者の主たる解析対象は、LTP・LTD に代表される既存のシナプスの伝達効率調節の機構であって、シナプス自体の形成・廃止については、ほとんど対象にされていない。実は、それこそ日常会話でいう記憶に相当する「長期記憶」の細胞基盤と想定されているにもかかわらず、である。その理由の一つは、短期記憶解析における LTP・LTD に相当するような、研究者間で合意可能な刺激依存的シナプス新生・廃止(真に長期のシナプス可塑性)の解析モデル系がないためである。そこで私たちは、実験系の確立から着手し、最近、LTP の繰り返し誘発によるシナプス新生・LTD の繰り返し誘発によるシナプス廃止、いいかえると「シナプス可塑性の短期長期変換」をガラス器内で再現することに成功した。いまだ通説として受け入れられている段階ではないが、講義ではこれらについても解説し、あわせて将来を展望する。「独創へのこだわり」が伝われば幸いである。

平井優美（独立行政法人理化学研究所植物科学研究センター メタボローム基盤研究グループ代謝システム解析ユニット ユニットリーダー）

生命とは、多数の遺伝子、転写産物、タンパク質、代謝産物が互いに複雑に制御しあうことで環境変化に対してロバスト(robust: 頑強な)であろうとするシステムであり、生命現象の全体像を理解するためにはシステムの構成要素である全遺伝子(genome)、全転写産物(transcriptome)、全タンパク質(proteome)、全代謝産物(metabolome)のふるまいを網羅的に解析することが必須である。我々のグループでは、技術的にいまだ発展途上にあるメタボローム解析のためのプラットフォームを構築し、得られる膨大なメタボロームデータを他の '-ome' データと併せて統合的に解析するためのインフォマティクスの開発を行っている。人類にとって植物は栄養源、医薬品原料、工業原料などとして重要であり、さまざまな植物種の持つおのおの固有の有用性はその植物種の代謝産物プロファイルが決定しているといえる。植物界全体で 20 万種を超えると見積もられている代謝産物の網羅的分析手法を確立し、メタボローム情報を基盤としてシロイヌナズナやイネなどのモデル植物を始めとする多様な植物種の代謝・物質生産について理解すること、さらに人類に役立つ植物を開発することが我々の大きな目標である。

広域システム科学系

深津武馬（産業技術総合研究所 生物機能工学研究部門 生物共生相互作用研究グループ 研究グループ長）

自然界では、生物は周囲の物理的な環境はもちろんのこと、他のさまざまな生物とも密接なかかわりをもってくらしている。すなわち、個々の生物は生態系の一部を構成しているし、体内に存在する多様な生物群集を含めると、個々の生物がそれぞれに生態系を構築しているという見方もある。

非常に多くの生物が、恒常的もしくは半恒常的に他の生物(ほとんどの場合は微生物)を体内にすまわせている。このような現象を「内部共生」といい、これ以上ない空間的な近接性で成立する共生関係のため、きわめて高度な相互作用や依存関係がみられる。このような関係からは、しばしば新規な生物機能が創出される。共生微生物と宿主生物がほとんど一体化して、あたかも 1 つの生物のような複合体を構築することも少なくない。

我々は昆虫類におけるさまざまな内部共生現象を主要なターゲットに設定し、さらには関連した寄生、生殖操作、形態操作、社会性などの高度な生物間相互作用をとまう興味深い生物現象について、進化多様性から生態的相互作用、生理機能から分子機構にまで至る研究を多角的なアプローチからすすめている。基本的なスタンスは、高度な生物間相互作用をとまうおもしろい独自の生物現象について、分子レベルから生態レベル、進化レベルまで徹底的に解明し、理解しようというものである。

宮坂 力（桐蔭横浜大学大学院工学研究科 教授）

本郷の大学院時代から光エネルギーの電気化学的変換と太陽エネルギー利用の研究を行ってきました。光電気化学が私の専門分野です。この分野は光化学、物理、界面科学、ナノ材料工学などが交わって 1 つのシステムを作りあげるまさに複合領域です。講義では、このシステムの模範となる光合成の分子メカニズム、システムの効率を評価する環境エネルギー論もかかわってきます。研究ではこの複合領域を次のような応用展開にむすびつけます。

1. 新しい色素増感型太陽電池の創製と高効率化：曲げられるフィルム状の太陽電池や蓄電も可能な新型の太陽電池を開発する。
2. 光を直接電力として蓄える新素子「光キャパシタ」の創製：発電層と蓄電層を積層して作る薄膜素子で太陽光下の光蓄電を試みる。
3. 光を用いるバイオセンシングシステム：微量の DNA を光誘起電子移動反応によって高感度に検出するデバイスの提案。
4. 光とナノ粒子を用いる医療技術の開発(光線力学治療法)：色素増感ナノ粒子を癌の患部に投与し体外からの光照射で癌細胞を殺傷する。

相關基礎科学系

一村信吾（産業技術総合研究所 理事）

我々は、独創性の高い計測機器・手法開発と計測機器を駆使して獲得・開拓できる知識の規格化・体系化(工業標準化)を通して、幅広い産業分野に貢献することを目指しています。その中で私は、極高真空(大気圧の 1 京分の 1)の発生・計測技術の研究を過去に進めてきたこともあって、ナノ薄膜・構造に係わる計測技術と制御技術の研究を進めています。

ナノ薄膜の制御技術では、純オゾンガス(ビーム)を用いたシリコンの低温酸化技術開発が目下の課題です。フレキシブルな基板へも展開できる 200℃ 以下(究極の目標は室温)の酸化条件で高品位な酸化膜を作製するため、供給するオゾンガスの励起状態制御技術を開発しています。作製した極薄膜の特性を様々な計測手法を開発・駆使して評価するとともに、この極薄膜を応用したナノスケール物質の開発も進めています。

ナノ構造の評価に関しては、形態観察に適用される AFM のチップ先端計上をその場で精密に評価できるキャラクタライザの開発を、JST 先端計測分析技術・機器開発事業課題として進めています。開発するキャラクタライザは、数 nm ~ 100 nm の間で変調された周期構造(櫛形構造)を持つことが特徴で、このキャラクタライザを用いたチップ形状評価手順の ISO 国際標準化も進めています。

斉藤真司（分子科学研究所 理論・計算分子科学研究領域 教授）

液体や生体系をはじめとする凝縮系の運動は非常に複雑であり、さまざまな空間・時間スケールで変化し続けている。これらの系は柔らかさとフラストレーションを兼ね備えており、幅広い時間スケールをもつ階層的な運動を示す。このような特徴をもつ凝縮系のダイナミクスを理解することは、凝縮系の運動の素過程の理解だけでなく、溶液における化学反応や生体における機能発現の理解にも不可欠である。液体や過冷却液体における遅い運動、生体分子における構造揺らぎや反応機構など凝縮系におけるダイナミックな変化の様相・起源を分子レベルから明らかにするために、我々は分子シミュレーションや電子状態計算を駆使した理論解析を行っている。また、多次元分光法による凝縮系ダイナミクスの理論解析にも興味をもっている。外場と系が異なる時間で複数回相互作用する多次元分光法では、通常の 1 次元分光法では解析が困難な運動の詳細な情報を得ることが可能となる。我々は、多次元分光法のこのような特徴を世界に先駆けて現実系で明らかにし、さらに活用することにより凝縮系の複雑なダイナミクスの理論解析を進めている。