



クラミドモナス（緑藻）の光走性

クラミドモナス（和名：コナミドリムシ）は2本のべん毛を前方にもち、光に向かって泳ぐ。運動するので、昔は動物とされていたが、ゲノム情報に基づく系統解析の結果、植物の祖先から分岐したことがわかっていく。光を感じる色素は動物の視物質とよく似たロドプシンで、光センサーは1カ所にしかないが、細胞が回転しながら泳ぐため、光の方向がわかる。細胞懸濁液に赤と緑の光を当てると（上）、数分で、細胞が緑色の光に集まることがわかる（下）。クラミドモナスは単に光に集まるだけでなく、生物対流によって渦模様を作ることも知られている。

環境応答論大講座 生命と地球環境は相互に大きな影響を及ぼしながら、生物個体群や生態系を育ててきた。生命は現在も環境と密接な関わり合いを保っている。私たちは、個体や細胞が外部からの環境情報を受け取り、それに適応してゆく分子機構を研究している。

- (1) ヒトは、外部からの情報をもとに各種の行動を行なっている。神経細胞で行なわれる情報伝達の仕組みも本大講座で研究されている。高次脳機能と呼ばれている記憶や思考活動も、周囲の環境からの刺激に対する応答と考えられる。認知機能の分子レベルでの解明、環境変化が遺伝子変異によってカバーされるしくみを研究することも、この大講座の研究テーマの一つである。
- (2) 植物は光エネルギーを用いて二酸化炭素と水から有機物と酸素をつくっている。ゲノム科学や分子生物学、細胞生物学の基盤に立って、光情報を化学情報に伝達するしくみや、光合成の機構、光合成器官である葉緑体の分裂・発達、葉緑体ゲノム装置の分子構築と進化についての研究が、本大講座で行なわれている。また、過度の光は植物体を傷つけるストレスとなる環境要因でもある。本大講座では、光環境ストレスに対する応答機構の解析も行なっている。
- (3) 光、水といった物理的環境だけでなく、ほかの生物と共存あるいは競争関係にあることも生物にとって重要な環境要素である。たとえば、共生や防御は生物が他の生物と関係を持ちながら生きていくためのしくみである。本大講座では、病原体の侵入などのストレスに対する防御反応に関する研究、短いRNAによる宿主の遺伝子発現を抑制機構（RNAi）に関する研究も行なわれている。

▼博士論文・修士論文の主なテーマ

- ヒトドーパミントランスポーター多型の機能解析
- アルツハイマー病アミロイドセクレターゼについての研究
- 線虫のドーパミン受容体に関する研究
- 好熱性シアノバクテリアの光化学系2複合体の分子生物学的研究
- シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC6803 の走光性機構の分子生物学解析
- シアノバクテリアの酸化ストレス応答機構の解析
- 葉緑体分裂と核様体分配の共役に関する研究
- 二次共生藻類の核と色素体分裂の機構の研究
- 灰色植物 *Cyanophora paradoxa* の色素体分裂機構の研究
- マイクロRNA 生合成経路の解析
- ストレス抵抗反応における低分子RNAの役割

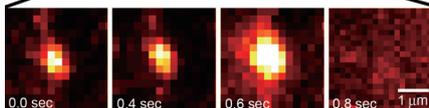
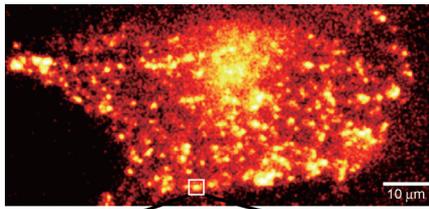
▼担当教員と専門分野

池内 昌彦（光合成）	佐藤 直樹（植物機能ゲノム学）	本瀬 宏康（細胞生物学）
石浦 章一（分子認知科学）	里見 大作（神経生物学）	若杉 桂輔（機能生物化学）
大海 忍（たんぱく質科学）	箸本 春樹（植物細胞生物学）	渡辺雄一郎（植物環境応答学）
片山 光徳（植物生理学）	藤原 誠（細胞生物学）	
坂山 英俊（多様性生物学）	二井 勇人（細胞生物学）	

大講座紹介

生命情報学大講座

生命環境科学系



GFP 標識インスリンを発現した膵臓β細胞の全反射蛍光顕微鏡像。(上) 全反射光を蛍光励起光として用いれば、細胞膜上にドッキングしているインスリン顆粒だけを選択的に観察可能である。(下) 単一インスリン-GFP 顆粒の蛍光強度変化連続画像。インスリン分泌の際、インスリン-GFP の蛍光が急激に明るくなり、顆粒直径2倍ほどその蛍光が広がり(3枚目の画像)、その後消失した(4枚目の画像)。このように全反射蛍光顕微鏡は、細胞表面上で起こる生命現象を直接可視化解析できる。

生命体内での「情報の分子的基礎」と「情報の流れと変換」について分子レベルから細胞・個体レベルまで総合的に研究し、教育する。研究内容は大きく分けて次の4つの分野である。

(1) 分子認識とゲノム

ゲノム DNA の再編成や遺伝子シャフリングなど、生命に多様性をもたらす遺伝子多様化の分子機構とその生物学的意義を明らかにする。生物界における形態のキラリティー(カイロモルフォロジー)をキラリティー認識機構に基づいて分子レベルで解明する。生命の情報処理機構を模倣した分子コンピュータ・人工生命体の構築と、DNA の分子認識を利用したナノデバイス・ナノマシンの開発を行う。

(2) 生体膜・分子モータの構造生物学

生体膜エネルギー変換系タンパク質複合体及び微小管系分子モータータンパク質の構造を X 線結晶構造解析法により解析し、構造機能連関を解明する。

(3) 動物・植物の細胞生理学

骨格筋の幹細胞の分裂機構の解明と、筋ジストロフィーなどのナンセンス突然変異に起因する遺伝子疾患の治療法の研究開発を行う。繊毛・鞭毛の構造形成と運動制御の分子機構を解明し、細胞運動と生殖との関係を解明する。神経及び内分泌細胞からの分泌反応の分子メカニズムを生化学的及びバイオイメーjing的手法を用いて解明する。植物が重要な環境要因である温度に適應する分子機構と、植物細胞における生体膜脂質の生理機能を明らかにする。

(4) 脳における高次情報変換

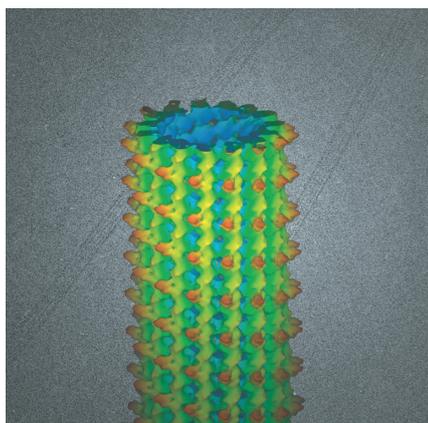
海馬神経細胞における記憶学習メカニズムなどの脳の高次情報変換機構を生物物理学的手法と分子細胞生物学的手法を組み合わせ解明する。

▼博士論文・修士論文の主なテーマ

- 免疫細胞の抗体遺伝子における遺伝子シャフリング機構
- 精子の運動調節機構
- 海馬神経細胞の記憶学習におけるニューロステロイド効果
- 生体膜エネルギー変換系膜タンパク質の三次元構造と機能の相関
- 巻き貝及び分子のキラリティー(左右)の創製と認識
- レトロウイルスを模した新規生体分子コンピュータ
- 神経及び内分泌細胞における分泌反応分子メカニズムの解明
- 筋衛星細胞の活性化におけるスフィンゴ脂質の役割
- 植物細胞における生体膜脂質の生理機能

▼担当教員と専門分野

太田 邦史 (分子細胞生物学)	黒田 玲子 (分子認識)	坪井 貴司 (分子細胞生理学)
奥野 誠 (細胞生理学)	志波 智生 (構造生物化学)	松田 良一 (発生生物学)
川戸 佳 (生物物理学)	庄田耕一郎 (生物物理学)	向井 千夏 (細胞生理学)
木本 哲也 (生物物理学)	陶山 明 (生物物理学)	山田 貴富 (分子細胞生物学)
栗栖 源嗣 (構造生物化学)	関谷 亮 (分子認識)	和田 元 (植物細胞生物学)



微小管とダイニンの複合体の3次元再構成像
生体内の運動を生み出すモータータンパク質であるダイニンの微小管結合領域と細胞骨格である微小管を結合させた複合体を、低温下で電子顕微鏡観察した（背景）。その像から、らせん対象性を利用して3次元像を再構成した（カラー）。微小管の周りにダイニン（赤色の部分）が周期的に結合しているようが見える。このような構造解析から、ダイニンが微小管上を動くしくみが見えてくる。

本講座では、生命機能を分子（有機分子、タンパク質、DNAなど）、超分子構造、細胞、組織、個体レベルにわたって研究している。各レベルでの構成要素の構造を明らかにし、その構造をもとに機能単位を再構成してその働きを調べる、相互作用により生みだされる機能を調べる、計測技術の開発とともに新しい理論の構築を目指すなど、複雑な生体システムの複眼的な解析を行っている。研究内容は大きく分けて次のような3つの分野がある。

- (1) 生命現象を含む有機化学分野の諸現象を実験（NMR、速度論）と理論（量子計算、分子ダイナミクス）により解明し予測する研究。in vitroにおけるタンパク質フォールディング機構を解明することによって、タンパク質を設計し天然タンパク質の機能を再現することを目指している。
- (2) 分子集合体として、タンパク質の集合体や超分子構造からタンパク質の多彩な機能を解明する研究。モータータンパク質と細胞骨格の相互作用について、組換え体タンパク質を用いた構造と機能の解析や、再構成運動系における運動機能の測定を行い、分子レベルでのメカニズム解明を目指している。また、小胞輸送現象を試験管内、あるいは顕微鏡下で再現することにより、その過程におけるタンパク質分子間の相互作用やダイナミクスについて解析を行い、タンパク質選別輸送のメカニズムを分子レベルで解明することに挑んでいる。
- (3) 細胞機能として、細胞の様々な機能発現に関わる複雑な遺伝子・タンパク質ネットワークを、分子細胞生物学の立場から解明する研究。細胞内のタンパク質・mRNAの動態を可視化して、その一生（転写、翻訳、輸送・ターゲティング、分解）のコーディネートを明らかにし、ストレス応答や分化の制御機構などの高次機能や疾患と直結する細胞機能を分子論的に解析している。

▼博士論文・修士論文の主なテーマ

- AFMを使ったベン毛軸糸運動の解析
- nm精度顕微操作技術の開発と細胞運動解析への応用
- ウニ精子ベン毛精密pH計測
- 細胞質ダイニンの運動と微小管構造
- ダイニンストークの構造と微小管相互作用
- 細胞質ダイニンの微小管結合部位の同定
- 組換え体とFRET法を用いた細胞質ダイニンの構造変化に関する研究
- 細胞質ダイニンのヌクレオチド依存的な微小管親和性の変化
- ニューロン成長円錐における局所的翻訳制御機構の可視化解析
- ストレスグラニュールの機能の可視化解析
- ER exit sitesの構造・機能解析
- 細胞ストレス下におけるATF4-GADD34 feedback loopのkinetics解析
- エンドサイトーシス過程に対する酸化ストレス応答機構の解明
- 小胞輸送ネットワークにおけるGSK3Bの機能解析

▼担当教員と専門分野

枝松 正樹（分子細胞生物学）	佐藤 健（分子細胞生物学）	道上 達男（分子発生生物学）
金野 大助（量子有機化学）	須藤 和夫（分子細胞生物学）	村田 昌之（分子細胞生物学）
加納 ふみ（分子細胞生物学）	友田 修司（量子有機化学）	
昆 隆英（細胞生物学）	豊島 陽子（分子細胞生物学）	

大講座紹介

運動適応科学大講座

生命環境科学系



マウス用トレッドミルチャンパー。トレッドミルがチャンパー内に収納されている。この中でマウスを走らせ、ポンプで中の呼気を吸引することで、マウスの酸素摂取量を測定できる。また安定同位体である ^{13}C のグルコースなどをマウスに与えて、呼気ガスを集めて $^{13}\text{CO}_2$ を測定することで、グルコースなどが運動中どれだけ酸化されて利用されているのかを求めることができる。

本講座では、身体運動が生体に及ぼす変化や、それによる生体の適応機能について総合的に研究している。対象としてヒトだけでなく、ラットやマウスなどの動物個体、また組織・細胞も用いて、体育学的、生物学的、及び医学的視点から研究を行っている。具体的には次のような内容の研究が行われている。

(1) ヒトの身体運動のメカニズムの解明

超音波法、MRI法、筋音図法、筋電図法、脳波法、高速度撮影法など最新の解析技術を用い、人体や軟部組織の形態や機能変化、発育発達やトレーニングが生体に及ぼす影響、心身を連携する身体の動かし方、脳による動きの制御機構等について研究している。

(2) 生体運動の仕組みと身体活動の全身機能への影響に関する実験動物を用いた研究

実験動物の筋骨格系、心肺循環器系、脳神経系からそれらの機能を記録、またはその組織を採集し、生理学的、生化学的、遺伝子工学的手法を用い、運動によってもたらされる生体の適応過程を解析している。具体的には、骨格筋の肥大や萎縮に関する機構の研究、糖代謝特に乳酸の動態に関する研究、糖尿病など疾病のメカニズムに関する研究、運動制御や運動学習の中核メカニズムの研究、中枢神経シナプス可塑性の薬理学的研究などが研究課題である。

(3) 身体運動やスポーツ活動が生体に及ぼす医学的研究

身体運動やスポーツによっておこる障害や、疾病との関係に関する研究が主である。運動によって生じる可能性のある障害の予防、運動処方や運動療法などによる適切な運動負荷を生体の病後の回復や適応に役立てる研究、生活習慣病予防の基礎課程に関する研究等を行っている。

▼博士論文・修士論文の主なテーマ

- 運動の準備過程における心拍変動に対する小脳皮質の役割
- 生活習慣病の予防・治療に繋がる基盤的研究
- 競技ダンスにおけるスポーツ障害と足底圧分布との関係
- 持続的運動における糖代謝を中心とする疲労のメカニズムに関する検討
- 競技経験が運度予測に関わる脳活動に及ぼす影響
- ラット扁桃神経回路オシレーションに対するドーパミンの役割
- 糖尿病における血管障害機構の解明

▼担当教員と専門分野

新井 秀明 (運動生化学)	禰屋 光男 (運動生理学)	山田 茂 (運動生化学)
伊藤 博一 (スポーツ医科学)	八田 秀雄 (運動生理生化学)	渡會 公治 (スポーツ医学)
久保啓太郎 (運動生理学)	松垣 紀子 (運動生理学)	
久保田俊一郎 (運動生命科学)	村越 隆之 (身体神経薬理学)	
佐々木一茂 (運動生理学)	柳原 大 (運動生理学)	

大講座紹介

認知行動科学大講座



示威ディスプレイする雄のチンパンジー
ヒトとチンパンジーのDNA配列はわずか1.23パーセントしか違わない。現在、チンパンジーはアフリカのジャングルの中で絶滅危惧種としてひっそりと暮らす。対してホモ・サピエンスは、地球の環境を破壊し尽くす程に栄華を謳歌している。この二種の生物はどこまで同じで、どこが異なるのか。生物としてのヒトと文化的存在としての人間との間に、どのような遺伝的、行動的、認知的な変化が生じたのか。進化心理学、進化人類学は、人間の進化の道筋を類人猿等と比較しながら研究する学問である。

環境を認知し、それにもとづいて適応行動を実現するメカニズムについて、神経活動、個体行動とその発達、社会行動、スポーツなどさまざまな視点から総合的に研究・教育することをめざしている。人間行動に対して、日常動作やスポーツなどの身体運動と、言語、思考、認知などの精神機能の双方から学際的にアプローチを進めていくのが本講座の特徴である。運動神経生理学、バイオメカニクス、スポーツ医学、スポーツ行動学、計量心理学、動物行動学、臨床心理学、認知脳科学、心理物理学など、さまざまな分野の研究方法が駆使されている。また研究対象も健全な成人にとどまらず、高度に適応した熟練技能者やスポーツ選手、心理的な不適応をきたしている人、さらには系統発生的な比較研究が可能となる各種の動物にまで及んでいる。研究の性質上、スポーツ施設、病院、リハビリテーション施設をはじめとする学外のさまざまな研究機関との共同研究も多く、そうした機関に在籍する社会人大学院生も受け入れている。

▼博士論文・修士論文の主なテーマ

- 静止画が動いて見える錯視に及ぼす偏心度および網膜照度の効果
- コジロキンパラの歌の個体群差とその成立要因
- 幼児の仲直り行動となぐさめ行動に関する縦断的研究
- 抑うつと自己開示の心理学的研究
- 自己志向的完全主義の認知行動モデル
- Bartlett correction in structural equation modeling
- 統合失調症患者と大学生の妄想的観念について
- 姿勢動揺指標からみたスタビライゼーションエクササイズの効果
- 持久的筋活動に伴うMR横緩和時間の変化に関する研究
- 一流ボクサーにおける右ストレートパンチの動作分析—踏み込み動作がパンチの衝撃力に及ぼす影響—
- トレッドミル走における歩容と関節角度の長期相関および関節間強調
- Effects of psychological stress on state anxiety, electromyographic activity, and performance quality in pianists
- Ankle and hip strategies in postural control during human standing
- Functional significance of the psoas major muscle in human movement — its structure, contractile property and behavior —

▼担当教員と専門分野

飯野 要一 (スポーツバイオメカニクス)	工藤 和俊 (運動生理心理学)	長谷川 壽一 (動物行動学)
石井 直方 (筋生理学)	小嶋 武次 (スポーツバイオメカニクス)	平工 志穂 (身体運動科学)
石垣 琢麿 (臨床心理学)	齋藤 慈子 (比較認知科学)	深代 千之 (バイオメカニクス)
伊藤 博一 (スポーツ医学)	酒井 邦嘉 (言語脳科学)	松島 公望 (発達心理学)
大築 立志 (運動神経生理学)	繁杵 算男 (計量心理学)	村上 郁也 (視覚心理物理学)
金久 博昭 (体力科学)	丹野 義彦 (異常心理学)	