



グランドキャニオン国立公園とイエローストーン国立公園

生命と地球環境との関係は、何億年もかけて築かれてきた。グランドキャニオンの地層は5億年以上の歴史をバーコードのように現在に伝えている。イエローストーンにはいろいろな温水が湧き、種々のシアノバクテリアなど微生物が生育して美しい色を醸し出していることが知られている。まさに光と生物が織りなす美である。

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んできた。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。

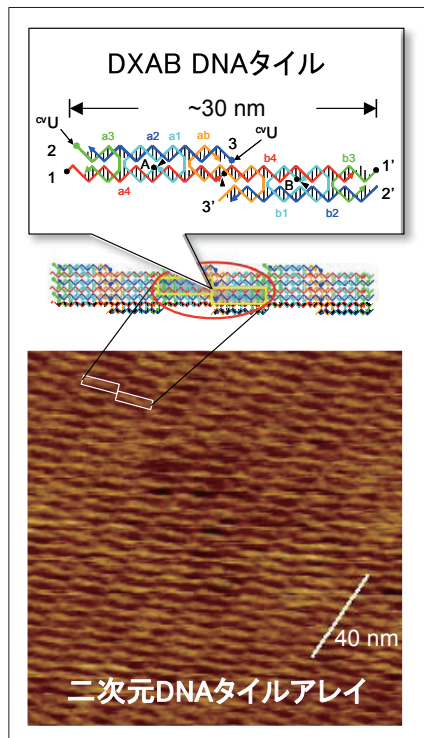
- (1) ヒトは、外部からの情報をもとに各種の行動を行なっている。神経細胞で行なわれる情報伝達の仕組みも本大講座で研究されている。高次脳機能と呼ばれている記憶や思考活動も、周囲の環境からの刺激に対する応答と考えられる。認知機能の分子レベルでの解明、環境変化が遺伝子変異によってカバーされるしくみを研究することも、この大講座の研究テーマの一つである。
- (2) 植物は光エネルギーを用いて二酸化炭素と水から有機物と酸素をつくっている。ゲノム科学や分子生物学、細胞生物学の基盤に立って、光情報を化学情報に伝達するしくみや、光合成の機構、光合成器官である葉緑体の分裂・発達、葉緑体ゲノム装置の分子構築と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
- 灰色植物 *Cyanophora paradoxa* の色素体分裂機構
- 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) | |



粘着末端同士の相補的塩基対結合によりセルフアセンブリした DNA タイルが形成するナノ構造体。大きさ 30 nm × 6 nm の DXAB タイルが周期的に並んでいることが原子間力顕微鏡により観察された。隣接する DXAB タイル同士は光ライゲーション反応により共有結合で連結されるため、二次元 DNA タイルアレイは熱耐性をもつ。ナノ粒子、タンパク質などをプログラマブルにアセンブリするための足場として利用することができる。

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）を分子レベルでのキラリティー認識機構に基づいて解明する。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・分子モーターの構造生物学

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決定し、構造と機能の関係を明らかにする。

(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、細胞運動と生殖の係わりを明らかにする。ホルモンを含む分泌顆粒が細胞膜と融合してホルモンを細胞外へ放出する機構を生化学的手法及び細胞生物学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応する分子機構と、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

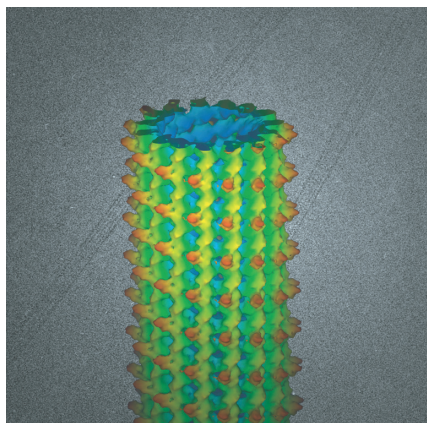
脳海馬における記憶学習など、脳の高次情報変換の機構を生物物理学的手法を縦軸、分子細胞生物学的手法を横軸として解明する。

▼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
- 脳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な生体分子コンピュータ
- 分泌顆粒が細胞膜と融合してホルモンを細胞外へ分泌する機構
- 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) | 森田 智子 (分子認知科学) |
| 木本 哲也 (生物物理学) | 杉山 亨 (生物有機) | 山田 貴富 (分子細胞生物学) |
| 栗栖 源嗣 (構造生物化学) | 陶山 明 (生物物理学) | 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、分子ダイナミックス）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、鞭毛などの分子モーター集合体にみられる分子間のコミュニケーションや超分子構造による制御された高次機能について、その発現のメカニズムを、新たな測定系の開発を進めながら解明している。さらに、これら超分子構造体の形成機構や機能の研究を通じて、分子ロボット（ナノマシン）の設計と構築に挑んでいる。
- (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

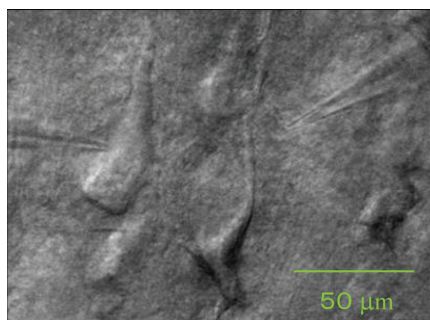
▼担当教員と専門分野

| | | |
|----------------|------------------|----------------|
| 枝松 正樹（分子細胞生物学） | 昆 隆英（細胞生物学） | 豊島 陽子（分子細胞生物学） |
| 金野 大助（量子有機化学） | 佐藤 健（生化学・生体分子科学） | 藤原 誠（細胞生物学） |
| 加納 ふみ（分子細胞生物学） | 須藤 和夫（分子細胞生物学） | 村田 昌之（分子細胞生物学） |
| 上村 慎治（細胞生理学） | 友田 修司（量子有機化学） | |

大講座紹介

運動適応科学大講座

生命環境科学系



ラット脳スライス標本からのホールセルパッチクランプ記録法

ラット脳から400 μm程度の厚さのスライスを作り、人工脳脊髄液中で半日以上生きたまま維持する。膨らんだように見えるのが、微分干渉顕微鏡で可視化されたニューロン(神経細胞)。左から記録用ガラス電極、右から刺激用電極をアプローチしている。これにより、ニューロン間の神経伝達の詳細がリアルタイムで明らかになる。

本講座では、身体運動が及ぼす生体の適応機能について総合的に研究している。特徴はヒトだけでなく、ラットやマウスなどの動物個体や組織・細胞も使って、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点にある。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、フォースプレート法、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から、子供から老人までの発育発達やトレーニングの生体に及ぼす影響や心身を連携する身体の動かし方など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、運動ストレスに対するストレスタンパク質、細胞骨格ダイナミクスに関する研究、運動制御、運動学習の中核メカニズム研究、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。ラット脳スライス標本からのホールセルパッチクランプ記録法 ラット脳から400 mm程度の厚さのスライスを作り、人工脳脊髄液中で半日以上生きたまま維持する。膨らんだように見えるのが、微分干渉顕微鏡で可視化されたニューロン(神経細胞)。左から記録用ガラス電極、右から刺激用電極をアプローチしている。これにより、ニューロン間の神経伝達の詳細がリアルタイムで明らかになる。

▼博士論文・修士論文の主なテーマ

- 骨格筋及び膝関節の機械的刺激及び重力に対する応答機構に関する研究
- マウスの走トレーニングがモノカルボン酸輸送担体に及ぼす影響
- 骨格筋肥大に対する幹細胞の役割
- 低酸素刺激による生体反応の機構
- ラット身体運動が辺縁系シナプス活動に及ぼす影響
- 心拍リズムの予測的制御に対する小脳の役割
- 下肢スポーツ障害と足底圧分布の関連について

▼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

- 幼児の伸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
- Influences of acute and subacute exposure to hypoxic environment on physiological responses during exercise
- Time-dependent property of the human movement variability
- リズム同期動作のタイミング制御
- 垂直跳びにおける腕振り動作の役割
- 投球動作における筋活動と関節間ダイナミクス
- 複合関節動作における筋活動調節機構の解明とその応用
- 筋発揮張力維持法を取り入れたトレーニングに関する研究
- 舞踊の動作分析
- ソフトボール・ピッチングの動作分析
- 筋運動が骨格筋と関節の機能に及ぼす効果とそのメカニズム
- 「スラックテスト」を用いた新しい骨格筋機能の評価法

▼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) | 川島 尊之 (聴覚心理物理学) | 長谷川 壽一 (動物行動学) |
| 石井 直方 (筋生理学) | 工藤 和俊 (運動生理心理学) | 平石 界 (進化心理学) |
| 石垣 琢麿 (臨床心理学) | 小嶋 武次 (スポーツバイオメカニクス) | 平工 志穂 (精神生理学) |
| 伊藤 博一 (バイオメカニクス) | 酒井 邦嘉 (脳機能解析学) | 深代 千之 (バイオメカニクス) |
| 大築 立志 (運動神経生理学) | 繁杵 算男 (計量心理学) | 星野 崇宏 (計量心理学) |
| 金久 博昭 (体力科学) | 丹野 義彦 (異常心理学) | 村上 郁也 (視覚心理物理学) |