# 2.2　研究業績と活動

2.2.1　数学プログラム・・・　38

2.2.2　数理情報学プログラム・・・　40

2.2.3　物理学プログラム・・・　41

物性物理学グループ
量子物理学グループ

2.2.4　化学プログラム・・・　45

反応物性化学グループ
合成有機化学グループ

2.2.5　生物科学プログラム・・・　48

2.2.6　自然環境科学プログラム・・・　51

2.2.7　国際コース・・・　54

## 2.2.1 数学プログラム

### ■教員・研究分野

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教　授 | 菊池 万里 | Masato Kikuchi | 実解析学，確率論 |
| 教　授 | 古田 高士 | Takashi Koda | 微分幾何学 |
| 教　授 | 永井 節夫 | Setsuo Nagai | 微分幾何学 |
| 教　授 | 藤田 景子 | Keiko Fujita | 解析汎関数論，関数論，応用数学 |
| 教　授 | 山根 宏之 | Hiroyuki Yamane | 表現論 |
| 准教授 | 川部 達哉 | Tatsuya Kawabe | 幾何学，変換群論 |
| 准教授 | 出口 英生 | Hideo Deguchi | 偏微分方程式論 |
| 助　教 | 清水 雄貴 | Yuuki Shimizu | 応用数学，数理流体力学 |
| 助　教 | 元良 直輝 | Naoki Genra | 表現論，Lie 理論，W 代数 |
| 客員教授 | 小林 久壽雄 | Kusuo Kobayashi | 確率論，関数方程式論 |

### ■研究概要

**実解析学，確率論**(菊池)

Banach 関数空間，殊に Lebesgue 空間，Orlicz 空間，Lorentz 空間などに代表される，再配分不変性を持つ空間におけるマルチンゲールの理論の研究を行っている．また，それらの実解析学への応用を研究している． 研究の結果，例えば，マルチンゲールの諸性質(不等式や収束)が成り立つ Banach 関数空間の特徴付けが得られている．

**微分幾何学**(古田)

向きづけられた偶数次元リーマン多様体 M の各点における接空間の複素構造をすべて集めてできるツイスター空間と M の幾何学の関係を研究している．とくに，4 次元概エルミート多様体の自己双対・反自己双対性と分類問題，リーマン対称空間上のツイスター空間としてのリーマン 3-対称空間の幾何学的性質を研究している．

**微分幾何学**(永井)

微分幾何学の中でも複素空間型すなわち複素射影空間，複素双曲空間内の実部分多様体をテンソル解析学の手法を用いて研究している．特に実超曲面上の等質構造テンソルの具体的な構成，自然還元等質実超曲面の分類，等質実超曲面のリッチテンソルによる特徴付けについて研究している．将来的には狭く専門分野を限定せずに，微分同型群，等長変換群をキーワードとして研究を展開していきたい．

**関数論，解析汎関数論，応用数学**(藤田)

複素ユークリッド空間のコンパクト集合上の解析汎関数(超関数)やそのフーリエ像などの研究，正則関数や調和関数の積分公式など再生核を中心とした複素解析学の研究，および，その応用として，信号源分離など時間周波数解析の研究．

**表現論**(山根)

Lie 超代数，量子群，Nichols 代数の表現論および代数的構造の研究をワイル亜群と呼ばれるワイル群の拡張した概念を用いて研究している．近年は一般化された量子群の典型的有限次元既約指標のワイル・カッツ型指標の公式を証明した．現在は主にアファイン型一般化された量子群の普遍 R-行列を研究している．

**幾何学，変換群論**(川部)

多様体への不連続群の作用やリー群の離散部分群による等質空間への作用，その軌道空間の空間形に関する諸問題を扱う．
主に次の２つの問題に関わる対象を調べている．
(1) Affine 結晶群の可解性について
(2) 多重構造をもつ有限生成群から多様体を実現する障害とその分類
どちらも多様体の基本群の因子列に関係するが，その代数的特徴づけについてはいくつか結果が得られている．

**偏微分方程式論**(出口)

コロンボの一般関数の理論を用いて，偏微分方程式を研究している．現在は特に，双曲型方程式の一般関数解の正則性，特異性の伝播を研究している．また，ゲーム理論において現れる放物型方程式系の解の存在，一意性，漸

近挙動の研究も行っている.

**応用数学，数理流体力学**(清水)

多様体上の流体力学について「かたちを見れば流れがわかる」ことを目標に研究を進めている．特に，曲面上の Euler-Arnold 方程式について，厳密解に基づく力学系の定量解析により，流れ場の流れへの作用機序の原理解明を中心として研究を推進している．また，石鹸膜内流体力学について，微分同相群上の弱 Riemann 幾何を共通基盤とした数学解析及び数値解析を併せて進めている．

**表現論，Lie 理論，W 代数**(元良)

高次元の共形場理論やゲージ理論と関わりのある数学，特に Lie 理論を含む代数や幾何学的表現論，その表現圏の構造に興味がある．主に W 代数について研究しており，Slodowy 断片と呼ばれる Poisson 幾何を用いた代数構造の解析や表現論の展開，また W 代数の表現圏の構造や双対性，さらに量子群の表現圏との関連の研究についても位相的場の理論の観点から行なっている．

**確率論，関数方程式論**(小林)

確率過程論及び関連する非線形方程式の解析 : 確率過程特に分枝マルコフ過程の極限定理の研究及び関連する非線形微分方程式の解の漸近挙動の解析

## 2.2.2 数理情報学プログラム

### ■教員・研究分野

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教　授 | 上田 肇一 | Keiichi Ueda | 応用数学 |
| 特命教授 | 佐藤 勝彦 | Sato Katsuhiko | 数理生物学・細胞運動・レオロジー |
| 准教授 | 秋山 正和 | Masakazu Akiyama | 応用数学 |
| 准教授 | 木村 巌 | Iwao Kimura | 数論 |
| 特命講師 | 宇田 智紀 | Tomoki Uda | 位相的データ解析 |
| 助　教 | 幸山 直人 | Naoto Kouyama | 整数論 |
| 助　教 | 古川 賢 | Furukawa Ken | 偏微分方程式論・応用数学 |

### ■研究概要

**応用数学**(上田)

化学反応や生命現象に見られる非線形ダイナミクスに対する研究を行っている.

（1）反応拡散系でみられるパターンダイナミクスに対する数理解析

（2）自律分散システムに対する数理解析

（3）単細胞生物の移動運動の数理モデリングと数理解析

**数理生物学・細胞運動・レオロジー**(佐藤)

鳥の群れや細胞の集団運動など, 生物で見られる協同的に動くものを数式で表す研究を行っている. アクティブマター, ソフトマターと呼ばれる分野である. 研究で使う手法は微分方程式, 力学, 中心多様体理論を基盤とした縮約理論.

**応用数学**(秋山)

生物の形作り, 気候の変動, 経済活動などの社会現象等, 自然界には様々な現象が存在する. これらの現象を理解するためには, 適切な階層から現象を引き起こしうる因子に目をつけ, それらの因子の関係を簡単な数理モデルとして表現することが鍵となり, 研究をしている.

**数論**(木村)

主な研究テーマは, 算術的な条件を満たす代数体の分布である. より正確には, 素数 $\ell$ と代数体 $k$ をそれぞれ一つ固定し, $k$ の二次拡大体の中で, 類数が $\ell$ で割り切れない, という性質を満たすものの「密度」を評価することである. Cohen と Lenstra により, 1984 年頃定式化された, いわゆる Cohen-Lenstra heuristics や, その精密化・一般化(類数の部分を, ゼータ関数の負の整数点での特殊値へ一般化する)を研究している. このような結果は, 代数体の $\mathbb{Z}_\ell$ 拡大の岩澤理論や, 楕円曲線の岩澤理論などに応用を持つ. その他, 代数学・数論の応用として数理暗号・情報セキュリティ技術も研究している.

**位相的データ解析**(宇田)

位相的データ解析の理論と応用, ソフトウェア開発. 異方性を反映したデータの「かたち」をトポロジーの手法を用いて解析する方法や, 流体現象への応用について研究している. 関連分野は数値解析学, 流体力学, 位相幾何学, 最適輸送理論, グラフ理論, 圏論など.

**整数論**(幸山)

有限次代数体の整数環 A 上の特殊線形群 $SL_m(A)$に関する合同部分群問題. 特に, m=2 かつ A=Z の整数環について, 一部ではあるが, 具体的に指数有限の部分群を構成し, 合同部分群であるか非合同部分群であるかを決定した.

**偏微分方程式論・応用数学**(古川)

流体力学や拡散現象に関連する偏微分方程式の数学解析を行っている. その応用としてデータ同化や数理モデリングなどデータサイエンスの研究も行っている. 数学解析では関数解析や調和解析を用いて偏微分方程式の解の存在性や漸近挙動を研究している.

## 2.2.3　物理学プログラム

## 物理学プログラム　物性物理学グループ

### ■教員・研究分野

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教　授 | 池本 弘之 | Hiroyuki Ikemoto | 構造不規則系 |
| 教　授 | 桑井 智彦 | Tomohiko Kuwai | 低温,磁性物理 |
| 准教授 | 田山 孝 | Takashi Tayama | 低温,磁性 |
| 准教授 | 畑田 圭介 | Keisuke Hatada | 放射光分光理論 |
| 助　教 | 松本 裕司 | Yuji Matumoto | 低温,磁性 |

### ■研究概要

**構造不規則系**（池本）

原子が共有結合で結ばれることにより基本構造が形成され,さらに基本構造同士が相互作用して 2 次構造をつくる,階層構造を有する元素のナノ粒子,あるいは構造不規則系の研究を行っている．これらの系を構造と物性の両面から検討することにより,階層構造を有する物質の特徴を明らかにすることを研究目的としている．実験手法としては,X 線吸収微細構造測定,X 線回折測定,ラマン分光測定などの構造解析と,光吸収係数,フォトルミネッセンスなどの物性測定を用いている．X 線を用いた実験は,KEK-PF などの大型放射光施設を利用している．

**化合物などにおける極低温熱電,熱特性**（桑井）

極低温,高磁場,高圧力の複合極端条件下において f 電子を有する希土類元素を含む磁性化合物が示す量子効果を輸送・熱物性測定を中心とした実験的手法により研究している．とくに,f 電子系強相関伝導系が量子臨界点(QCP)において示す非フェルミ液体的異常をはじめとした磁気揺動と磁性消失,Nd や Ho 化合物が持つ多極子に由来する極低温領域の異常物性に興味を持ち研究を行っている．これら研究を行うためにフラックス法を用いた $RT_2Al_{20}$（R：希土類元素,T：遷移金属元素)化合物単結晶の育成や独自の手法による良質多結晶試料の作製をはじめ,装置・測定系の製作にも力を入れており,準断熱法を用いた 0.1K から室温に至る広い温度範囲の磁場中比熱精密測定系や $^3$He クライオスタットを用いた圧力下比熱測定系,希釈冷凍機を用いた 0.1 K に至る極低温領域での磁気熱量効果測定系熱電能（ゼーベック係数)と熱伝導測定系を立ち上げ,最近では物理特性測定システム PPMS に搭載できる簡便型の磁気断熱消磁冷凍機を用いた準断熱比熱測定系と精密熱電能測定系を構築し,極めて短時間で 0.1 K にいたる極低温の生成と精密物性測定を実現している．0.1 K から室温に至る広い温度範囲の熱電能測定を行っている研究グループは国内では他になく,この点が当グループの非常に大きな特徴である．

**希土類金属・合金,希土類金属間化合物の磁性研究．強相関電子系酸化物の磁性研究**（田山・松本）

希土類を含んだ金属間化合物の単結晶を用いて,4f 電子の示す異方的な性質を磁気的,電気的,熱的な観点から研究,更に強相関相互作用を示す物質探索をも行い,近藤効果と RKKY 相互作用の競合についての研究を行っている．測定温度範囲は 1K 近辺から室温までの広い範囲に渡っている．

強相関電子系における異方的超伝導,多極子秩序,重い電子状態などの物理現象について研究をしている．実験手段としては独自に開発した測定技術を用いて極低温下(0.1～4K)で磁化,熱膨脹,比熱等の熱力学量の精密物性測定を行っている．また,新しい実験装置の開発にも積極的に取り組んでいる．

**シンクロトロン放射光による内殻励起分光法の理論**（畑田）

近年シンクロトロン放射光による X 線を用いた内殻励起分光法は自然科学の様々な分野で用いられており,無くてはならないものとなっている．その実験手法は確立されてきているが,エネルギーの高い励起状態をターゲットにするために,その理論手法は依然発展途上にある．この様な高い励起状態にある非平衡下の連続状態の理論研究を行なっている．研究手法としては,まず理論を発展し,そしてそれに基づいた独自プログラムの開発をし,次に様々な系の実験結果の解析に用いるという流れに沿っている．

## 物理学プログラム　量子物理学グループ

### ■教員・研究分野

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教　授 | 小林 かおり | Kaori Kobayashi | 分子分光学,マイクロ波分光,レーザー分光 |
| 教　授 | 森脇 喜紀 | Yoshiki Moriwaki | 量子エレクトロニクス,レーザー分光学 |
| 准教授 | 榎本 勝成 | Katsunari Enomoto | 分子分光学,原子分子物理学 |
| 准教授 | 柿﨑 充 | Mitsuru Kakizaki | 理論物理学 (素粒子論,宇宙論) |
| 准教授 | 山元 一広 | Kazuhiro Yamamoto | 重力波天文学 |
| 助　教 | 藤原 素子 | Motoko Fujiwara | 理論物理学 (素粒子論,宇宙物理学) |
| 助　教 | 中野 佑樹 | Yuuki Nakano | ニュートリノ天文学, 暗黒物質 |
| 助　教 | 武尾 舞 | Mai Takeo | X 線天文学 |
| 客員教授 | 久保 治輔 | Jisuke Kubo | 理論物理学（素粒子論） |
| 客員教授 | 酒井 英男 | Hideo Sakai | 磁性物理 |

協力研究室：教養教育院

### ■研究概要

**遠赤外分光学** (森脇・小林)

光を用いて原子分子の構造や相互作用を研究する．用いる光はレーザーであることが多いが,適当な光の無い波長域では,光源そのものの開発も行う．とくに,遠赤外域で作り上げた波長可変の分光計は,50 ミクロンから長波長側のコヒーレントな遠赤外光を発生でき,世界でも,この領域のコヒーレントな光源による高分解能分光学は富山大学でしかできないという特色を持っている．これまでに,水分子などの身近な分子をはじめとして多くの分子を対象に回転スペクトルを調べてきたが,最近では陽子のついたプラス分子イオンやマイナスの分子イオンの測定も行えるようになった.

**星間分子・トリチウム含有分子の分子分光** (小林)

気相中の分子を高分解能・高感度なレーザー分光法やマイクロ波分光法を用いて研究し基礎的なデータを収集し,その解析を行っている.

マイクロ波分光では 8-340GHz の範囲内で内部回転を持つ星間分子やその候補の実験室のデータの測定と解析を行っている．この測定に必要な装置の開発も行っている．これらは電波観測に不可欠であり,星間空間の運動,星の生成や環境を調べるための基礎となっている．このようなデータを天文観測や分光観測に役立てるために周波数検索できるデータベースとして整備しウェブ上で公開している．さらに電波観測への応用を行い,星間空間での分子の物理状態の把握などを行っている.

水素の同位体である重水素や放射性同位体であるトリチウム含有分子の分子分光を用いた研究を実施しており,現在は赤外領域における水素同位体の同位体効果の実験を実施している.

**量子エレクトロニクス,レーザー分光学**(森脇)

低温ヘリウム (固体・液体・気体)中での原子分子の分光：

ヘリウムは,物質との相互作用が小さく,電磁波・光に対して広い周波数範囲で透明であるため,原子分子などを閉じ込めその性質を調べるための媒体となる．我々は,ヘリウム中に閉じ込められた原子分子を分光学的に調べることにより,原子分子とヘリウムとの衝突相互作用,ヘリウムが形成する構造,ヘリウムのボースーアインシュタイン凝縮に伴う素励起などの光学的な検出の研究している.

原子・分子・イオンの空間捕捉と冷却：

静電磁場を用いて原子・分子・イオンを狭い空間内に捕捉・冷却する手段の研究を行っている．捕捉・冷却された原子分子イオンを用いて,他との相互作用が極めて小さい孤立系,あるいは制御された相互作用を行う系を用意し,レーザーなどの電磁波を用いた精密な遷移周波数の測定や,衝突・反応の詳細を調べる研究を行っている.

**分子分光学・原子分子物理学** (榎本)

1 K 以下の極低温分子気体を実現するために,分子の冷却方法や集束・減速・捕捉などの並進運動の操作技術の開発を行っている。特に,超伝導素材でできたマイクロ波共振器を用い,マイクロ波と分子の相互作用を利用した運動操作の研究を展開している。また,レーザーを用いた可視・紫外領域の気相分子の分光研究を行っている。超低膨張素材でできたエタロン等を用いることで,高精度な共鳴周波数の決定が可能である。

**理論物理学(素粒子論的宇宙論)**(柿﨑)

素粒子標準模型を超える新しい素粒子模型の構築及び検証を,初期宇宙現象との整合性という宇宙論的観点から行っている．特に,標準模型では説明できないニュートリノの質量,宇宙の暗黒物質の正体の解明を目指し,加速器実験,宇宙観測のデータに基づいた多角的な研究を行っている.

**重力波天文学**(森脇・山元)

重力波は 1916 年にアインシュタインが予言した光速度で伝搬する時空のさざなみである．2015 年アメリカの LIGO が初の直接検出に成功した．宇宙を観測する新しい手段, 重力波天文学, の創生である．現在検出器を地球上の色々な場所に建設し,より遠くまでかつ,より精度よく重力波を観測する国際観測網の構築が進められている．日本では岐阜県飛騨市神岡町に KAGRA が建設された．KAGRA は"地下"と"低温"という従来にない高感度化に資する特徴を持つ．富山大学は KAGRA に一番近い国立大学であるという利点を生かし,KAGRA の建設,開発,改良に貢献している.

**理論物理学(宇宙物理学)**(藤原)

理論と観測の両方に立脚して高エネルギー宇宙の解明に取り組んでいる．特に,暗黒物質の正体解明を目指す研究に注力しており,宇宙観測の結果や地上実験の結果も組み合わせてその性質を詳細に調べている．最近は, 天文・天体物理学など異分野の知見を組み合わせ, 新しい暗黒物質の探索手段を開発するための研究を精力的に行っている.

**ニュートリノ天文学**(中野)

岐阜県飛騨市にて稼働している Super-Kamiokande 検出器を用いて, ニュートリノ観測、宇宙線ミューオン観測を実施している. また, 茨城県東海村の J-PARC から人工のニュートリノを生成し, Super-Kamiokande 検出器で観測する T2K 実験も実施している. ともに,ニュートリノ振動に関して, 世界で最も精度の高い測定を実施しており, これらの測定結果から宇宙の進化の歴史を解明する研究を行っている. 本年度は特に, 米国の Nova 実験と共同でニュートリノ振動パラメーターに関する joint 解析を実施し, 世界最高の制限を与えた. 公表した結果は Nature 誌に掲載された.

また, 2028 年に稼働開始予定の Hyper-Kamiokande 検出器の建設, 基礎研究を行っている. 特に, Hyper-Kamiokande 検出器の外検出器用の約 3000 本の 3-inch PMT の組み立て, 性能評価を富山大学で実施するため, その環境整備を進めている. また, J-PARC から約 1 km 離れた位置に新たに設置する IWCD 検出器の設計と建設を進めており, 本年度から建設工事が開始された.

**暗黒物質探索に向けた基礎研究**(中野)

宇宙に存在する暗黒物質探索に向けた基礎研究を実施している. 特に, フッ素を利用した検出器開発のために, 相互作用のターゲットとなるガス中の放射性不純物の純化や除去に関連する研究を行っている. この他に、異方性シンチレーター結晶 ZnO4 を利用した基礎研究を行った.

**標準理論では起こらない特別なミューオン崩壊の探索**(中野)

J-PARC にて建設が進んでいる, 荷電レプトンフレーバーの破れを探索する COMET 実験を推進している. 本年度はガス検出器のガス循環, 圧力維持, 圧力管理などの設計を大阪大学と協力して実施した.

**96Zr を利用した Neutrino less double beta decay の探索**(中野)

Q 値の大きい 96Zr 原子核を利用し, ニュートリノを放出しない 2 重ベータ崩壊探索実験の基礎研究雨を実施している. 20 本の極低放射能 PMT の性能評価を実施し, 小型の検出器の構築を東京大学神岡宇宙素粒子研究施

設にて実施した. 環境放射線の観測を実施し, 検出器全体でのエネルギー較正を行い, 観測を開始できる準備が整いつつある.

**アウトリーチを目的とした宇宙線ミューオンの小型検出器の開発**(藤原, 中野)

外部の研究機関と協力して, 小型のミューオン検出器の開発を実施している. 本年度は学長裁量経費を利用して 5 台の検出器を準備した. その後, 卒業研究として宇宙線ミューオンの到来頻度の天頂角分布を評価する研究を実施した. この研究により, 高校生や中学生でも数日間のプログラムであれば, 宇宙線ミューオンに関する科学的な成果を創出できることがわかった. 次年度以降に, 実際にアウトリーチとして中高生を対象にした科学イベントを実施する.

**X 線天文学**(武尾)

矮新星とは激変星の一種であり,白色矮星と晩期型星からなる連星系であるが,その矮新星における X 線放射プラズマの空間分布の解明および X 線放射スペクトルモデルの構築を進めている. また、スペクトルモデルと実データとを比較することで境界層プラズマの状態や幾何学を調査している.

**理論物理学(素粒子の質量起源と標準理論を超えた新しい物理学の探究)**(久保)

素粒子の標準理論とアインシュタインの重力理論をスケール不変性に基づき拡張し,ヒッグスの質量項,暗黒物質の質量，重力定数（プランク質量）の起源を解明する理論的研究を行っている．宇宙初期でのスケール不変性の自発的破れは，相転移として現れる．もし相転移が一次な場合は背景重力波が生成されるので,その観測可能性を調べている．また,拡張された重力理論に於ける宇宙初期の指数関数的膨張（インフレーション）を解析し,宇宙背景輻射で観測可能な物理量の予言を行う.

**磁性を利用した KAGRA 鏡の改良**(山元・酒井)

重力波検出器 KAGRA の研究における重要課題の一つに光吸収の少ない鏡基材の開発がある.その為には基材の不純物の研究も必要であり,残留磁化による研究法を考案して磁性からのアプローチを進めている(残留磁化法は地磁気逆転に関係したチバニアンの研究でも話題になった,元々は地球物理の手法である).

## 2.2.4　化学プログラム

## 化学プログラム　反応物性化学グループ

### ■教員・研究分野

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教　授 | 柘植 清志 | Kiyoshi Tsuge | 錯体化学 |
| 教　授 | 野﨑 浩一 | Koichi Nozaki | 光物理化学, 光化学, 計算機化学 |
| 准教授 | 大津 英揮 | Hideki Ohtsu | 錯体化学, エネルギー変換化学 |
| 准教授 | 鈴木　炎 | Honoh Suzuki | 溶液化学 |
| 講　師 | 岩村 宗高 | Munetaka Iwamura | 錯体化学, 分子分光学, 光化学 |
| 講　師 | 西 弘泰 | Hiroyasu Nishi | 光電気化学, ナノ材料化学 |
| 助　教 | 髙梨 司 | Tsukasa Takanashi | 光物理化学, 分子分光学, 化学動力学 |
| 特命助教 | 高森 敦志 | Atsushi Takamori | 金属錯体化学 |

### ■研究概要

**光化学, 光物理化学, 計算機化学**（野﨑）

有機化合物や金属錯体などの光物理化学を研究している．パルスレーザー光を分子に照射して，吸収や発光スペクトルの時間変化を観測し，光励起状態の電子状態や光電荷分離過程の速度論的解析を行っている．また，発光性分子の発光量子収率，高分解発光スペクトルなどの光物性の測定を行い，高精度量子化学計算に基づくシミュレーションと合わせて，発光機構や発光状態の分子構造などの研究を行っている．

**分子分光学, 錯体化学**（岩村）

光エネルギー変換を目指す上で重要な金属錯体をはじめとする光機能分子の励起状態ダイナミクスを，レーザー分光法を用いて研究している．凝縮系における励起分子の緩和ダイナミクスの超高速過程，発光性錯体の円偏光発光過程，これらの環境による変化に興味を持っている．

**溶液化学**（鈴木）

水溶液中の微小気泡(マイクロバブル)は高活性触媒としてはたらき，超音波化学，超音波発光や医療への応用面で重要である．マイクロバブルを疎水性の溶質とみなし，ナノからマイクロメートルのスケールでフレキシブルにサイズを可変できることに着目すると，バブルとレーザー光との相互作用にも興味が持たれる．そこで，共鳴条件下の超音波定在波によって捕捉した単一気泡に近赤外レーザーパルスを照射し，相互作用を観測した．その結果，レーザー誘起ブレークダウンによる長寿命単一気泡の生成・捕捉と，強いレーザー−気泡−音響相互作用の発現を見出した．

**錯体化学**（柘植）

金属錯体は，金属中心と配位子を組み合わせた化合物であり，構成要素の選択により多様な機能，構造を有する化合物の合成が可能である．現在我々は，錯体の持つ性質のうち発光性に注目し，新規の発光性錯体の開拓を行っている．銅(I)および銀(I)イオンを用いて可視域に強い発光帯を持つ錯体を合成し，合成的な見地から発光性錯体の設計指針についての検討を行っている．また，外部刺激に応答する多核錯体関する研究も並行して行い，錯体配位子を利用した合理的な多核錯体構築法についても研究を進めている．

**錯体化学, エネルギー変換化学**（大津）

自然界の資源再生型エネルギー変換反応を志向した機能性金属錯体に関する研究を行っている．具体的には，二酸化炭素・酸素・窒素など小分子の新奇な活性化法や自在変換論を見出すため，有機配位子や金属錯体の設計・合成を行い，様々な化学特性や小分子変換反応メカニズムの解明を行っている．

**ナノ材料化学, 光電気化学**（西）

ナノメートルサイズの金属および半導体材料の合成や光機能に関する研究を行っている．ナノ材料の特性は，化学組成だけではなく，サイズや形状，配置，周期性などにも大きく依存するため，それらを制御しつつ合成する手法を検討している．特に，光電気化学的手法に基づいたナノ加工法の確立と，作製したナノ構造による新奇光機能の発現を目指して研究を行っている．

**光物理化学、分子分光学、化学動力学**（髙梨）

金属錯体や金属クラスターを主な対象に，これらの光化学反応や光触媒能，発光といった光機能の発現機構を光化学の視点から明らかにすべく研究を行っている．これに向け，レーザー光源を用いた先端的な時間分解吸収

や発光分光測定による分光学的観測を軸に，電気化学的手法や量子化学計算等の幅広い物理化学的手法を複合して研究を展開している．

**金属錯体化学**（高森）

多様な電子状態をとりうる金属イオンと有機配位子から様々な骨格をもつ金属錯体を合成し，それらを固体中で規則的に配列させた集積型金属錯体の研究を進めている．パドルホイール型錯体配位子を利用して，第二金属種や金属錯体骨格を導入し，それぞれの金属錯体が単独では実現しえない，新たな物性発現を目指している．

## 化学プログラム　合成有機化学グループ

### ■教員・研究分野

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教　授 | 井川 善也 | Yoshiya Ikawa | 核酸生化学, 生物有機化学, 合成生物学 |
| 教　授 | 林　直人 | Naoto Hayashi | 固体有機化学, 物理有機化学, 合成有機化学 |
| 准教授 | 宮澤 眞宏 | Masahiro Miyazawa | 有機合成化学, 有機金属化学 |
| 講　師 | 松村 茂祥 | Shigeyoshi Matsumura | 核酸生化学, 進化分子工学, 合成生物学 |
| 講　師 | 横山　初 | Hajime Yokoyama | 有機合成化学, 天然物合成化学 |
| 助　教 | 岡本 一央 | Kazuhiro Okamoto | 有機電気化学 |
| 助　教 | 吉野 惇郎 | Junro Yoshino | 有機典型元素化学, 物理有機化学, 合成有機化学 |

### ■研究概要

**固体有機化学, 物理有機化学, 合成有機化学**（林, 吉野）

有機化合物は, 分子構造を適切に設計することで望む性質をもつ物質を得ることが容易という長所を有するが, その一方で集合構造の予測や制御は容易ではない. そこで我々は, 有機化合物からなる分子性固体において分子構造が集合構造に及ぼす相関を明らかにするための研究を進めている. 対象は, 結晶だけでなく, アモルファスや薄膜, 柔粘性結晶を含む. これとともに, 分子設計と集合構造設計を利用した機能性固体開発も行っている. 例えば発光性固体や有機トランジスタ, あるいは光応答性着色挙動を示す固体である. このような機能性固体を形成する有機分子においては, 炭素および水素だけでなく種々の典型元素を活用することで, それら元素に固有の特性を生かした構造と機能性を実現できることから, ホウ素などの典型元素を分子骨格の中心に据えた有機分子の開発についても研究を進めている. またこうした研究の基盤として, 分子間相互作用の研究や新規有機化学反応の開発も行っている.

**有機合成化学**（宮澤, 横山）

自然界には多くの不斉中心をその母核に有する生物活性天然物が数多く存在している. これらの天然物の合成研究は創薬, 並びに製薬の面から期待されている. そこでこれらの天然物や類縁体の効率的な合成と機能解明を目的として, 立体選択的な反応開発と生物活性天然物全合成への応用を行っている. 立体選択的な反応開発としては, 有機触媒を用いる不斉 Diels-Alder 反応や分子内不斉 Michael 反応, パラジウム, イリジウム, 金などの遷移金属触媒を用いる炭素–炭素, 炭素–酸素, 炭素–窒素結合生成反応を中心とした反応開発を行っており, 多くの有機合成化学者に有用な手法を提供している. またそれらの反応を基軸とするテルペノイド, アルカロイド, ポリプロピオネート, ポリ環状エーテル, ステロイド, 糖鎖, ペプチドなどの多種多様な生物活性天然物の立体選択的合成研究を行っている.

**生体機能化学**（井川, 松村）

RNA は DNA と同様に遺伝情報を保持・伝達する情報分子であると同時に, 蛋白質に匹敵する複雑な構造を形成して高度な能力を発揮する機能分子として生体内で多彩な役割を担う生体高分子であり, 化学・生命科学の両分野から基礎研究の対象として, また医療や創薬への応用の視点からも高い注目を集めている. 触媒機能や分子認識機能を発揮する RNA に焦点を絞り, その機能が発揮される分子基盤の解明(RNA 生化学)と, バイオテクノロジー・ナノテクノロジー素材としての可能性の開拓(RNA ナノテクノロジー)を目的とした人工改変・人工創製の研究を行っている. これらの基礎・応用研究において構築される「機能性 RNA の分子システム」は, 生命の起源と初期進化における RNA の役割を解明するモデル実験系としても興味深い素材であるため, 分子進化学の視点からも研究を進めている.

**有機電気化学**（岡本）

電極電子移動により生成するカチオン・ラジカル・ラジカルカチオン等の不安定化学種を利用した有機合成反応の開発を行っている.

## 2.2.5　生物科学プログラム

**■教員・研究分野**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教　授 | 池田 真行 | Masayuki Ikeda | 時間生物学, 睡眠学, 神経科学 |
| 教　授 | 唐原 一郎 | Ichirou Karahara | 植物形態学, 植物生理学, 細胞生物学, 宇宙生物学 |
| 教　授 | 松田 恒平 | Kouhei Matsuda | 比較神経内分泌学, 分子神経行動学, 神経機能形態学 |
| 教　授 | 若杉 達也 | Tatsuya Wakasugi | 植物分子生物学 |
| 准教授 | 土田 努 | Tsutomu Tsuchida | 共生生物学, 応用昆虫学 |
| 准教授 | 前川 清人 | Kiyoto Maekawa | 進化発生学, 昆虫系統学, 分子生態学 |
| 准教授 | 山崎 裕治 | Yuji Yamazaki | 進化生物学, 保全遺伝学 |
| 特命准教授 | 西山 智明 | Tomoaki Nishiyama | 生命情報学, ゲノム進化学 |
| 講　師 | 今野 紀文 | Norifumi Konno | 比較内分泌学, 動物生理学 |
| 講　師 | 玉置 大介 | Daisuke Tamaoki | 細胞生物学, 宇宙植物学, 植物病理学 |
| 講　師 | 中町 智哉 | Tomoya Nakamachi | 比較内分泌学, 行動生理学, 病態組織学 |
| 講　師 | 森岡 絵里 | Eri Morioka | 時間生物学, 神経生理学 |
| 講　師 | 山本 将之 | Masayuki Yamamoto | 植物分子遺伝学, 作物育種学 |
| 助　教 | 木下 豪太 | Gohta Kinoshita | 生物多様性・進化生態学 |
| 助　教 | 佐藤 杏子 | Kyoko Sato | 植物細胞分類学, 細胞遺伝学 |

**■研究概要**

**時間生物学, 睡眠学, 神経科学**（池田）

睡眠覚醒リズム形成にかかわる脳の仕組みを, 行動学的・神経生物学的手法を用いて研究している. 特に, 哺乳動物の概日リズム中枢である視床下部視交叉上核 (SCN)ニューロンの培養や細胞内 $Ca^{2+}$イメージング技法については世界をリードする研究を行なっている. 近年われわれのグループは, $Ca^{2+}$感受性蛍光タンパク遺伝子を導入した SCN ニューロンを用いて, 自律的な約 24 時間周期の $Ca^{2+}$濃度振動が存在することを突き止めた. 現在, これを手掛かりに, 体内時計の分子機構について解析を進めている.

**植物形態学, 植物生理学, 細胞生物学, 宇宙生物学**（唐原）

植物体においては, 細胞どうしが細胞壁を介して隣り合い, 植物組織が形成されている. しかし組織の組み立てにおいて, 個々の細胞の分裂・伸長・分化のプロセスは, 環境変化に応じてどのように制御されているのか, 指令系統はどうなっているのかなどについてはまだよくわかっていない. このことを明らかにするためには, まず, 組織を扱いながら, その中で細胞の分裂・伸長・分化という個々の素過程を把握した上で, それらの過程の関係を調べていく必要がある. そこで私たちのグループでは, 形成が細胞間にまたがるカスパリー線や二次壁の形成に着目し, その解明に取り組んでいる. 環境要因としては, 光や土壌中の塩分や水分, 重力などに対する応答を調べている.

**比較神経内分泌学, 分子神経行動学, 神経機能形態学**（松田）

動物にとって, 摂食行動, 生殖行動および情動行動の制御は, 個体の生存や種の保存上, きわめて重要である. これらの本能行動は, 中枢・末梢神経系や神経内分泌系の相互作用によって複雑に制御されている. 我々は, モデル動物としてキンギョやゼブラフィッシュを用いて神経ペプチドによる摂食行動の脳制御機構を解明している. さらに, 私たちは食欲を制御する神経ペプチドが, 生殖行動や情動行動にも強い影響を及ぼすことを見出している. 特に, 独自に開発した明暗実験水槽や迷路水槽を用いた選好テストにより, 魚類の情動行動の定量化解析に成功し, 神経ペプチドの精神生理学的作用を世界に先駆けて解明しつつある. これらの実験研究を通して, 神経ペプチドによる本能行動制御の全容解明を目指した研究に取り組んでいる. 我々の得た研究成果は, 原著論文・総説や国際学会・シンポジウム・大学・企業等での講演等を通して, 関連学界に大きなインパクトを与え続けている.

**植物分子生物学**（若杉）

寄生植物ネナシカズラを主な実験材料として「植物の器官分化の分子機構に関する研究」と「色素体ゲノムの構造と機能に関する研究」を主な研究テーマとして, 以下のような研究を行っている.

（1)ネナシカズラ寄生根形成の分子機構についての研究
寄生植物ネナシカズラは，宿主に寄生する際に寄生根と呼ばれる器官を形成する．ネナシカズラの寄生根は，光や植物ホルモンのサイトカイニンによって誘導されることが知られている．この寄生根誘導の機構について生理学および分子生物学的手法を用いて研究している．
（2)色素体ゲノムの機能と色素体・核のゲノム間の相互作用についての研究
緑色植物だけでなく寄生植物や非光合成植物を実験材料にして，色素体ゲノムの構造と色素体遺伝子の発現に関する研究と色素体機能に関わる核遺伝子についての研究を行っている．

**共生生物学，応用昆虫学**（土`田）
腸内や血液，細胞内に，微生物をすまわせる“内部共生現象”について，昆虫類を対象に研究を行っている．内部共生の自然界における実態や，共生の分子基盤の解明，共生機能阻害による新規害虫防除法の開発といった，基礎から応用にわたる課題に，分子生物学や細胞生物学，ケミカルバイオロジー解析を用いて取り組んでいる.また寄生植物に虫瘤を形成する昆虫を対象として，植物形態の改変機構についての研究にも取り組んでいる．

**進化発生学，昆虫系統学，分子生態学**（前川）
社会性昆虫とよばれるシロアリ類などを主材料として，系統学・組織形態学・比較生態学・発生遺伝学的なアプローチにより，昆虫類の社会性の進化と維持されている要因を明らかにすることを試みている．また主に食材性の昆虫類を対象に，分子系統学的なテクニックを使って分類群間の系統関係を推定し，種分化や分散パターンの考察をはじめとする系統地理学的な解析や，特殊な形態の獲得や生態上の様々な特性の進化に関する解析を行っている．

**進化生物学，保全遺伝学**（山崎）
生物多様性の決定・変動メカニズムの解明を目指し，高山帯から平野部までをフィールドに，哺乳類，鳥類，両生類，魚類，甲殻類等を対象に，集団遺伝学，景観生態学，形態学等様々な分野を扱った総合的研究を展開している．また，希少生物保全を目的とした地域連携活動，普及啓発活動にも取り組んでいる．

**生命情報学，ゲノム進化学**（西山）
ゲノムやトランスクリプトームの解読と比較から生物の進化を明らかにする．主に陸上植物および陸上植物に近縁なストレプト植物を対象とし，重要と推定された遺伝子の機能を各生物で解析するための取り組みや，画像解析による表現形の評価にも取り組む．

**比較内分泌学，動物生理学**（今野）
脊椎動物，特に魚類や両生類の内分泌(ホルモン)系による恒常性維持機構について研究を行っている．魚類の淡水-海水適応や社会行動(攻撃行動や親和行動)に関わる神経葉ホルモンを介した内分泌制御機構とその進化的背景について調べている．また，これまでに報告されていない新しいホルモンの機能を，ホルモン受容体の体内分布と生理機能の解析，さらに様々な動物を用いた比較解析から探っている．

**細胞生物学，宇宙植物学，植物病理学**（玉置）
タバコ培養細胞を用いて分裂準備帯などの微小管構造体の形成・維持機構を，ライブセルイメージングにより研究している．また，宇宙環境が植物の形態形成や生活環に与える影響を研究している．特に，重力環境が植物の細胞分裂に与える影響について解析を進めている．更に，ムギ類赤かび病菌に対する植物の侵入抵抗性についてイメージングを用いた解析を行っている．

**比較内分泌学，行動生理学，病態生理学**（中町）
主に魚類のモデル動物 (ゼブラフィッシュ)を用い，遺伝子組換え技術や生理学的・分子生物学的実験，小型魚類と特性を生かした行動解析により，生得的行動とそれに関わる神経回路を解明し，行動を制御する神経ペプチドの機能的進化過程を解明することを目指している．さらにゼブラフィッシュの病態モデルを作成し，病態の進行過程の解明と治療薬の開発方法の確立を目指している．

**時間生物学，神経生理学**（森岡）
時計遺伝子の分子振動が，どのようにして中枢および末梢の時計細胞における生理学的リズムを形成するのかを明らかにすることを目的として，主にキイロショウジョウバエの生理活動リズムについて研究している．特に，組織培養技術，蛍光・発光を指標としたバイオイメージング，電気生理学的手法などを用いて，ショウジョウバエ概日時計ニューロンの振動形成機構について，神経生理学的な解析を行っている．

**植物分子遺伝学，作物育種学**（山本）
本学で系統保存しているゴマ属植物や他の作物を用いて，被子植物の種子形成や種子成分の蓄積に関わる遺伝子の解析を行っている．また，他の有用な形質を制御している遺伝子についても研究を進めている．

**生物多様性・進化生態学**（木下）

DNA 情報に刻まれている生物の歩んできた歴史を読み解きながら，環境変動への適応進化や，生物多様性の創出機構を理解することを目指して研究を行っている．主に野生哺乳類と蝶類を対象とし,野外調査で収集したサンプルや博物館等の標本を用いて DNA 解析を行い，分子系統関係や遺伝的集団構造，環境適応形質の分子機構などの解明に取り組んでいる．

**植物細胞分類学，細胞遺伝学**（佐藤）

身近な野生植物や薬用植物を対象に，細胞内にある染色体の数・かたち・構造・行動を手がかりに，分類群間の類縁関係の推定，および生殖方法の違いに基づく植物の種分化の過程を解明することで，「種とは何か」を追究する細胞分類学的・細胞遺伝学的研究に取り組んでいる．

## 2.2.6 自然環境科学プログラム

**■教員・研究分野**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教 授 | 青木 一真 | Kazuma Aoki | 大気物理学, 地球環境科学 |
| 教 授 | 石井 博 | Hiroshi Ishii | 送粉生態学, 繁殖生態学, 群集生態学, 行動生態学 |
| 教 授 | 倉光 英樹 | Hideki Kuramitz | 水環境化学, 分析化学, 電気化学, 腐植化学 |
| 教 授 | 田中 大祐 | Daisuke Tanaka | 環境微生物学, 環境生物学 |
| 教 授 | 張 勁 | Jing Zhang | 化学海洋学, 環境地球化学 |
| 教 授 | 堀川 恵司 | Keiji Horikawa | 同位体地球化学, 古気候学 |
| 教 授 | 横畑 泰志 | Yasushi Yokohata | 哺乳類学, 寄生蠕虫学, 保全生物学 |
| 特別研究教授 | 上田 晃 | Akira Ueda | 地熱 |
| 准教授 | 柏木 健司 | Kenji Kashiwagi | 古生物学, 洞窟地質学 |
| 准教授 | 蒲池 浩之 | Hiroyuki Kamachi | 環境植物生理学 |
| 准教授 | 島田 亙 | Wataru Shimada | 雪氷学, 結晶成長学, 表面物理学 |
| 特命准教授 | 梁 熙俊 | Heejun Yang | 水文学, 地球化学 |
| 講 師 | 酒徳 昭宏 | Akihiro Sakatoku | 環境生物学, 環境微生物学 |
| 講 師 | 佐澤 和人 | Kazuto Sazawa | 土壌環境学, 環境化学 |
| 講 師 | 太田 民久 | Tamihisa Ohta | 同位体生態学, 森林環境学 |
| 助 教 | ﾋﾟｰﾀｰｿﾝ ﾏｲﾙｽﾞ ｲｻｵ | Peterson Miles Isao | 保全生態学（魚類・外来種の影響） |
| 助 教 | 鹿児島 渉悟 | Kagoshima Takanori | 同位体地球化学 |
| 特命助教 | 小林 英貴 | Hidetaka Kobayashi | 海洋物理学, 海洋生物地球化学, 古気候学 |
| 特命助教 | ｶﾘﾔﾅ ｽﾝﾀﾞﾗﾑ ｼｬﾘﾆ ﾃﾞﾋﾞ | K. S. Shalini Devi | バイオセンサー, 材料化学, 電気化学, 分析化学 |

協力研究室：研究推進機構サステイナビリティ国際研究センター

| | | | |
|---|---|---|---|
| 教 授 | 和田 直也 | Naoya Wada | 植物生態学, 極地高山生態学 |

**■研究概要**

**大気物理学, 地球環境科学**(青木)

雲や大気中に浮遊する微粒子(エアロゾル)が地球の気候に与える影響について, 極域から熱帯, 海洋から山岳域まで, 世界中で太陽放射観測などを行い, 地球温暖化などの気候問題の解明に取り組んでいる. 富山大学立山施設(浄土山)の管理人のひとり.

**送粉生態学, 繁殖生態学, 群集生態学, 行動生態学**(石井)

地球上に 20－40 万種存在していると言われる種子植物の, およそ 6 割から 8 割もが受粉を動物に頼っていると言われている. そもそも, 生物の多様性を根底から支えている植物が多種多様に進化してきた背景には, 植物の受粉のパートナーとして主に動物が利用されているという事実があると考えられる. このように極めて重要な生物間の相互作用である「花と花粉媒介動物(ポリネーター)の関係」に焦点をあて, 多様な植物が進化してきた背景や, 送粉動物の行動原理, 生物間相互作用が生態系の中で果たす役割について研究している.

**分析化学, 環境化学, 電気化学, バイオセンサー, バイオアッセイ, 腐植化学**(倉光)

環境汚染物質などの化学物質の濃度や毒性を定量するための新しい分析法やセンサー, バイオアッセイを開発し, それらを利用した水環境汚染などの評価に取り組んでいる. 例えば, 電極や光ファイバーを用いたケミカル・バイオセンサー, 目視判定に基づく簡易分析手法, 細胞の酵素活性や生長, アポトーシスを光学, 電気化学計測によって判定するアッセイである. さらに, 新規分析法を開発する過程で得られた知見を積極的に利用し, 有害物質を水環境から除去するための新技術の開発にも挑戦している.

**環境微生物学, 環境生物学**(田中)

大気や水環境中の微生物の動態と影響について，分子生物学的手法や培養法を用いて研究している．特に，大気中微生物(バイオエアロゾル)の時空間的動態に関する研究に取り組み，季節，標高，エアロゾルの粒径，気象条件，大気汚染状況による細菌や真菌の群集構造の差異について把握を目指している．国内外のいくつかのサイトでバイオエアロゾルのモニタリングを実施してきている．また，バイオレメディエーションに活用できる微生物の探索とキャラクタリゼーションも進めている．

**化学海洋学，環境地球化学**(張)

地球温暖化等に起因する環境変化，縁辺海洋の物質循環とメカニズムを微量成分や同位体を指標として解明する．具体的に，
(1)沿岸域海底湧水とその海洋環境への影響評価；
(2)陸起源物質(栄養塩等)の縁辺海・北太平洋への輸送と生態系への影響；
(3)極東アジア域における越境大気汚染物質(窒素，硫黄，鉛等)とその海洋環境影響評価；
(4)化学合成群集域(バクテリアマット等)における深海性冷湧水の形成機構とメタン湧出のモニタリング；
(5)炭素窒素安定同位体比を用いた食物網及び環境解析等
を研究している．

**同位体地球化学，古気候学**(堀川)

(1)地球環境の自然変動を理解するために，海底堆積物などを使い過去の環境変動を復元する研究を行っている．
(2)現在の海洋や陸水域における水や粒子の起源や移動などを希土類元素とその同位体をトレーサーとして用い解析している．

**哺乳類学，寄生蠕虫学，保全生物学**(横畑)

(1)食虫類を中心とする野生哺乳類の形態学，生態学，行動学：近年はモグラ類の採餌行動と頭骨形態の関連，飼育下での人工坑道利用の種間差などに関する生態学的研究を行っている．
(2)野生動物に寄生する蠕虫類の形態分類学，群集生態学：近年は，哺乳類の寄生蠕虫類の研究を行っており，外来リス類の寄生蠕虫感染状況の分析に力を入れている．
(3)上記に基づく自然環境，野生動物の保護・保全のための研究・活動：近年は，尖閣諸島魚釣島の野生化ヤギ問題や福島県産モグラに対する放射性物質の影響に関する活動，新潟県産希少モグラ類の分布状況の把握に力を入れている．

**古生物学，洞窟地質学**(柏木)

(1)数億年前から数千万年前，そして最近の数十万年前から数千年前の時間スケールを対象に，古生物の記録である化石を用いて，生命の進化史や古生態，古環境などを総合的に解析する研究を進めている．海洋プランクトンの放散虫から，数億年前の海洋古環境や海洋古生物地理を，群集構成や進化史に基づき解明を進めている．
(2)洞窟の探索から測量図の作成に始まり，石筍を用いた最近数万年間の古気候解析，哺乳類化石を用いた古生態の研究を進めている．とくに，ニホンザルの洞窟利用について，現生個体の自動撮影カメラを活用した観察も併用することで，化石記録と現生個体の生態を総合した研究を進めている．

**環境植物生理学**(蒲池)

植物がどのように環境の変化を認識して自身の成長をコントロールしながら成長しているのか，植物の環境応答やストレス耐性に関する研究を行っている．具体的には，重金属超集積性植物ヘビノネゴザの重金属耐性機構や貧栄養土壌における生存戦略，また植物が $1g$ とは異なる重力環境でどのように成長するのか，植物の重力応答についても研究を行なっている．

**雪氷学，結晶成長学，表面物理学**(島田)

雪や氷などの結晶成長に関する実験的研究を行っており，特に過冷却水から成長する氷結晶の形態形成機構，地球大気中での氷晶の初期形状や光散乱特性，人工雪結晶の三次元的形態形成機構，クラスレートハイドレート結晶の核生成・成長・解離過程の研究を行っている．また，積雪層内での雪質の変化や，融解水の浸透特性についても研究を行っている．また，富山大学立山施設(浄土山)の管理も行っている．

**水文学，地球化学**(梁)

高温高圧下における岩石－$CO_2$ 水反応の室内実験や地化学モデリングを行っている．
また，地下水・温泉水を量と質の両面で評価することで，持続可能な水資源利用に関する研究も行っている．

**環境生物学，環境微生物学**(酒徳)

生物を用いた，環境汚染評価（バイオアッセイ）方法と環境汚染修復（バイオレメディエーション）方法の開発を目指した研究を行なっている．また，国内の重要な水産資源（アコヤ真珠)の保全も行っている．
具体的には，
(1) ムラサキイガイ，ムラサキインコガイ，ウニを用いた沿岸域海水系のバイオアッセイの開発，
(2) 重油分解菌やセルロース分解菌，海藻分解菌の探索とキャラクタリゼーション，
(3) 真珠形成母貝アコヤガイの細菌感染症に関する研究，

(4) 雪上藻の単離とキャラクタリゼーション，

**土壌環境化学**(佐澤)

土壌・水環境中に存在する有機成分(主に生物の遺骸由来とする高分子有機化合物「腐植物質」)を定性・定量することで環境を評価している．また，森林火災が土壌環境に及ぼす影響評価として，有機成分の不完全燃焼によって生成する多環芳香族炭化水素の濃度・組成を分析し，その動態を調査している．さらに，環境試料の色彩を利用した，簡便な分析法の開発を行っている．

**同位体生態学，森林環境学**(太田)

森林植生が生態系内の物質循環および河川や土壌の無脊椎動物に与える影響について研究している．また同時に，安定同位体比を用いて生物の移動履歴を推定する研究も行なっている．

**保全生態学（魚類・外来種の影響）**（ピーターソン）

水生環境で重大な影響を及ぼしている外来種の定着プロセスや生態系影響の研究を行っている．また,外来種や気象変動の影響を受けやすい希少在来種の保全に取り組んでいる．現在はブラックバスの一種コクチバスやブルーギル,マス類,マミズクラゲなど調べている．

**同位体地球化学**(鹿児島)

陸上・海底の火山・断層から放出されるガス・水・岩石などに含まれる揮発性成分を分析して得られた同位体データを用いて，物質循環や火山噴火・地震発生メカニズムの解明に取り組んでいる．

**海洋物理学，海洋生物地球化学，古気候学**（小林）

海洋の深層循環や物質循環の変動は，地球の長い時間スケールをもつ気候変動に影響を及ぼします．海洋モデルを用いた数値実験により，現在・過去・将来の異なる気候における海洋物質循環を再現し，その変動メカニズムの解明を目指している．

**植物生態学，極地高山生態学**(和田)

地球温暖化による影響を受けやすい脆弱な生態系として考えられている高緯度北極圏と中緯度高山帯を対象に，極地植物と高山植物の生長と繁殖について調べている．また，気候変動に関連した高山植物の生長変化や高山植生の長期的な変化を検出するため，環境モニタリング事業にも参画している．

**バイオセンサー，ナノ材料科学**(シャリニ デビ)

ナノ材料，特に金属有機構造体（Metal-Organic Frameworks：MOF）や酵素反応などを利用した，環境モニタリング，医療診断のための高感度電気化学バイオセンサーの開発に取り組んでいる．

**地熱**(上田)

地中熱利用研究,地球化学的水理解析,地熱運転時のスケール問題の研究,$CO_2$ の地熱地域への炭酸塩鉱物固定化研究

## 2.2.7 国際コース

国際コース長　　池田 真行

本年度は理学部が改組により国際コースを設置してから 2 年目となり、計画通り海外研修を実施した。本年度は、昨年度の予備実施（プレラン）に引き続き、マレーシアにおいて 35 日間の海外研修を実施した。参加学生は国際コース 2 年生（数学 P 1，数理 P 1，物理 P 1，化学 P 5，生物 P8，自然 P 1 の合計 19 人）のうち 15 名であり、トゥンク・アブドゥル・ラーマン大学（UTAR)、サンウェイ大学マレーシア校、モナッシュ大学マレーシア校の協力のもと、語学研修、文化理解、生態系学習、フィールドワーク等、多面的な学修活動に取り組んだ。なお、今回不参加となった学生は、前年度末にプレランプログラムとしてマレーシア訪問を行った学生 4 名である。

1. 事前授業（8 月 25 日～29 日）

海外研修に先立ち、5 日間の事前授業を実施した（担当：Petersons 先生)。UTAR 教員より提供された 5 科目分のスライド資料および担当教員が準備した 4 科目分のビデオ教材を用い、学生は各自で自習を行った。これらの内容に基づくレポートを提出させることで、研修先大学の専門科目に対する基礎知識の習得と、英語による学修への準備を促した。

2. 海外研修の内容（2025 年 9 月 1 日（月）～10 月 5 日（土）　35 日間）

研修前半では、英語運用能力の向上とマレーシアの文化・社会に関する講義を受講し、異文化理解を深めた。後半では、生物学・環境学を中心とした専門科目を履修し、森林・河川での生態系観察やマレーシア固有種の観察など、日本では得難い実地体験を行った。学生は自身の専門分野を越えて学際的な視点を獲得し、主体的な学修態度が育成された。

英語による専門授業では専門用語理解に苦労する場面もあったが、授業中の積極的な取り組みと週 2～3 回のポスター発表を通じて、英語での表現力が向上した。また、長期海外滞在を通じて生活面での自立心が涵養され、異なるプログラムの学生との協働を通じて学部内交流も促進された。

マレーシアは多民族・多文化社会であり、学生は多様な価値観が共存する環境を直接体験した。現地学生・教員との交流を通じ、文化的背景の違いを踏まえたコミュニケーションの重要性を理解し、国際社会における協働の基礎となる姿勢を身につけた。学生からは、自身の視点の偏りに気づき、より広い視野で物事を捉えるようになったとの報告が多く寄せられた。

なお、海外研修の実施経費については以下の表１にまとめる。

表１．国際コース『海外研修 2025』実施経費

| No. | | | 金額（円） |
|---|---|---|---|
| 1 | 引率教員４名旅費 | | 1,227,665 |
| 2 | サンウェイ地区→クアラルンプール国際空港チャーターバス代 | | 58,000 |
| 3 | UTAR 授業料（学生寮料金、平日朝食・昼食代含む） | | 290,000 ～ 300,000 |
| 4 | 往復航空券料金　＋　クアラルンプール国際空港ホテル１泊宿泊料 | 富山空港発<br>羽田空港発 | 163,710<br>152,810 |
| 5 | Sunway Lagoon Hotel ４泊宿泊料 | | 27,461 |
| 6 | 海外旅行保険 | | 9,920 |
| 7 | OSSMA | | 3,840 |

給付奨学金

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 富山大学海外留学・語学研修等支援プログラム奨学金 | | 170,000 |
| 2 | 富山大学学生海外渡航補助事業奨学金 | | 50,000 |
| 3 | 富山大学理学部後援会助成 | | 20,000 |

3. 事後授業（10 月 10 日～11 月 7 日）

帰国後は、週 1 回の事後授業を実施した（担当：Peterson 先生）。初回は対面で反省会を行い、研修内容の振り返りと学修成果の共有を行った。その後は、事前授業と同様に UTAR 提供のスライド資料（5 科目分）およびビデオ教材（4 科目分）を用いて復習を行い、UTAR で作成したポスターやプレゼンテーションを再評価するレポートを提出させた。これにより、研修内容の定着と学修成果の可視化を図った。

4. プログラム運営上の課題

本年度の研修内容は生物学・環境学分野に重点が置かれていたため、将来の専門分野がこれらに該当しない学生にとっては内容との乖離が生じた。その結果、物理Ｐの２名の２年生が国際コースから離脱する事態となった。国際コースが多様な理学分野の学生を対象とする以上、専門性の偏りは解消すべき課題として認識された。

５．次年度に向けた改善方針

上記の課題を踏まえ、国際コース WG では次年度以降は以下の改善を検討している。

- UTAR における数学系教育プログラムの導入：数理科学系学生の専門性に対応するため、数学教育内容の受講機会を拡充する方向で協議を進めている。
- サンフランシスコ州立大学での STEM 教育の選択肢化：科学・技術・工学・数学などを横断する STEM 教育を取り入れ、より幅広い専門分野の学生が参加しやすい研修体系を構築することを目指す。

これらの取り組みにより、国際コースの教育内容を多様化し、学生の専門分野に応じた柔軟な国際教育プログラムの提供を図る。

６．総括

本研修および関連授業は、語学力向上、専門知識の深化、異文化理解、自立心の涵養など、多面的な教育効果をもたらした。一方で、研修内容の専門分野偏在という課題も明らかとなった。今後は、学生の多様な専門性に対応した国際教育の充実を図り、国際社会で活躍する理学系人材の育成に一層努めていく。