

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Ecosystems Dynamics, Marine Planktology Section

プランクトン（浮遊生物）は熱帯から極域、表層から1万メートルを超える超深海まで、あらゆる海洋環境に生息しています。そこでは1ミクロンに満たない微小な藻類から数メートルを超えるクラゲの仲間まで、多種多様な生き物が相互に関係を持ちつつも独自の生活を送っています。これらプランクトンは、各々の生活を通じて基礎生産や高次食物段階へのエネルギー転送、さらには深海への物質輸送の担い手として、海洋の生物生産と物質循環過程に重要な役割を果たしています。また、地球温暖化や海洋酸性化等地球規模の環境変動や漁業等人間活動による海洋生態系の擾乱が、プランクトン群集構造や生産を変化させていることが明らかになってきました。

本分野では、海洋プランクトンおよびマイクロネクトンについて、種多様性とそれらの進化を明らかにすると共に、食物網動態および物質循環における役割の解明を目指しています。この目的のため、日本沿岸、亜寒帯・亜熱帯太平洋、インド洋、南極海等の幅広い海域をフィールドとし、生理・生態、種の生活史と個体群動態、群集の時空間変動、分子生物学的手法を用いた種間系統関係、漁業生産および物質循環にはたす機能等について研究を進めています。また、地球規模での環境変動に対するプランクトン群集の応答については、国際的・学際的協力のもとに研究航海や国内学の沿岸域での観測・実験を行い、研究を進めています。

現在の主な研究テーマ

- **海洋生態系の種多様性と食物網**
分子生物学的手法を用いて、全球レベルの多様性や被食-捕食関係を把握することを目標としています。
- **分子生物学的手法を用いた主要動物プランクトンの分布、生活史の解明**
今まで同定できなかった卵や幼生を分子生物学的手法で同定し、全生活史を解明します。
- **分類体系の再検討**
形態分類と分子生物学的手法を駆使し、動物プランクトンの分類体系の再検討を行っています。
- **新たな生物モニタリング手法の開発**
遺伝子発現解析によりプランクトンの環境ストレスに対する生理応答を把握する手法開発を進めています。
- **水中撮像システムを用いたプランクトンの生態研究**
ネット採集では明らかに出来ないプランクトンの微細分布や行動を画像解析から明らかにします。
- **津波の沿岸低次生態系への影響に関する研究**
東北地方太平洋沖地震による津波が沿岸域のプランクトン群集に与えた影響とその後の変化過程を明らかにします。

The world ocean is dominated by various drifting organisms referred to as plankton. While each plankton species is unique in its morphology, ecology, and evolutionary history, each also has various relationships with co-occurring species and its environment, and plays major roles in biological production and biogeochemical cycles in the ocean. In recent years, it has become apparent that global-scale environmental changes and disruptions to marine ecosystems by human activities are closely linked to changes in plankton communities. Our laboratory focuses on investigating marine plankton and micronekton to understand their biology, ecology, and roles in biogeochemical cycles in the ocean.

Ongoing Research Themes

- **Species diversity and food web structures in marine ecosystems:** Molecular techniques reveal the basin-scale patterns of biodiversity and prey-predator relationships.
- **Life history of zooplankton:** Molecular techniques together with field observation reveal egg to adult life histories of important species of zooplankton.
- **Taxonomic re-examination of zooplankton:** Taxonomic uncertainty of zooplankton are investigated using morphological and molecular analysis.
- **Development of a novel bio-monitoring method:** We try to develop a novel method to monitor physiological responses of plankton to environmental stresses using gene expression analysis.
- **Application of underwater imaging system for plankton studies:** Optical sampling enables the direct observation of plankton behavior in the field.
- **Impact of the great tsunami on coastal pelagic ecosystem in Tohoku area:** We investigate the effects of the tsunami on the ecosystem and recovery processes from the disturbance.



研究船白鳳丸でのプランクトン採集
Plankton sampling on the R/V Hakuho Maru



TSUDA, A.



NISHIBE, Y.



HIRAI, J.

教授 Professor	津田 敦 TSUDA, Atsushi
准教授 Associate Professor	西部 裕一郎 NISHIBE, Yuichiro
助教 Research Associate	平井 惇也 HIRAI, Junya

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Ecosystems Dynamics, Marine Microbiology Section

海洋生態系はさまざまな種類の生物から構成されています。そのなかで、細菌は原核生物という生物群に属し、この地球上に最も古くから生息してきた一群です。海洋の大部分は高塩分、低栄養、低温、高圧で特徴づけられますが、海洋細菌はこれらの環境に適応した生理的特性を持つことによってあらゆる海域に分布するとともに、細菌同士あるいは高等動植物とさまざまな相互作用を行い、海洋生物圏の多様性創出の担い手となっています。

また、細菌は分解者として、さまざまな有機物を最終的に水と二酸化炭素に変換します。懸濁態の有機物は細菌以外の動物も餌として使うことができますが、溶存態の有機物を利用できるのは細菌だけです。海洋の溶存態有機物は地球上の炭素のリザーバーとしても極めて大きいので、細菌の機能を理解することは、地球全体の炭素循環の解明にとって重要です。

本分野では、多様な海洋細菌の生物的特性と生態系における機能を、分子生物学的手法、最新の光学的手法、斬新な方法論を導入することによって解析していくことを目指しています。

現在の主な研究テーマ

●海洋細菌の現存量、群集構造、メタゲノム解析

次世代シーケンサーを含めた最新の解析ツールを用いて、海洋構造や場に応じた群集構造の特徴やその変動機構の解明、特定機能グループや機能遺伝子の分布と定量に関する研究を行っています。

●高機能群集の統合的解析

海洋細菌群集は生息する海域や場に応じて特定の機能グループが高い活性を持ち、物質循環に大きな役割を果たしています。それらの群集を特異的に検出する手法を活用し、環境データと統合しながらその貢献を定量的に明らかにしています。また、窒素代謝、光利用などの特定機能を持った群集を対象にして培養法を併用しながら解析を行っています。

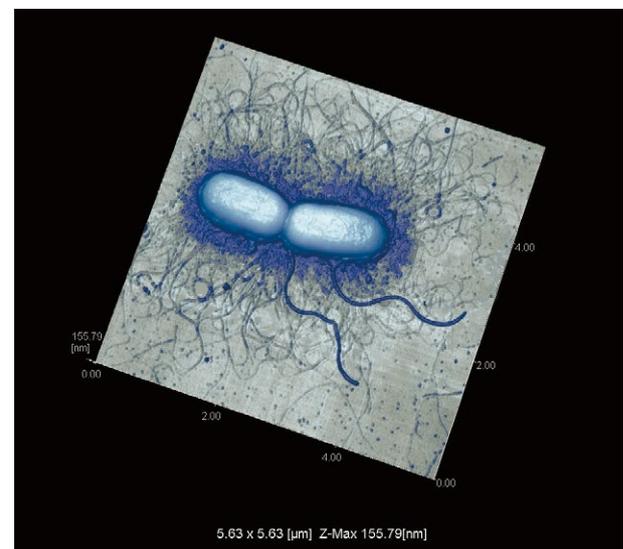
●海表面マイクロ層とエアロゾルの微生物動態解析

海表面マイクロ層 (sea surface microlayer: SML) は海の極表層 1mm 以下の厚さに相当する層を指し、大気と海洋の境界面にあたる領域です。海洋の生物活動による気候システムへのフィードバックを制御する鍵として、海表面マイクロ層とそこから生成するエアロゾルにおける微生物動態に注目し、独自のサンプリング装置と最新の環境DNA/RNA解析技術を駆使して、微生物群集の組成と機能を解析しています。

Marine ecosystems consist of diverse groups of living organisms. Bacteria or prokaryotes appeared on Earth first. Most of the ocean is characterized by high salinities, low nutrients, low temperatures, and high pressures. Through Earth history, marine bacteria have evolved to adapt to such physicochemical factors, and have become distributed throughout the ocean. In addition, bacteria have developed various interactions with both other bacteria and higher organisms. These interactions have also contributed to species enrichment on Earth. Bacteria, known as degraders, convert organic matter into water and carbon dioxide. Although particulate organic matter can be consumed by animals, Dissolved Organic Matter (DOM) is utilized solely by bacteria. As DOM is one of the largest global reservoirs of organic materials, clarification of bacterial functions is of primary importance in understanding the mechanisms of the global carbon cycle. The Microbiology Group seeks to clarify the biological characteristics, functions, and ecological contributions of marine bacteria by introducing new approaches in combination with molecular techniques and newly developed optical devices.

Ongoing Research Themes

- Biomass, community structure and metagenomic analyses of marine prokaryotes
- Integrated research on prokaryotic group with high activity and functions
- Microbial community dynamics in sea surface microlayer and sea spray aerosols



原子間力顕微鏡で観察した海洋細菌
An Atomic Force Microscopy (AFM) image of a marine bacterium



HAMASAKI, K.



NISHIMURA, M.

教授
Professor
HAMASAKI, Koji

助教
Research Associate
NISHIMURA, Masahiko

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Ecosystems Dynamics, Marine Benthology Section

本分野では、潮間帯から深海に至る海底の生態系および底生生物（ベントス）を対象とし、様々な角度から研究を行っています。現在の主な研究テーマは、深海ベントスの多様性と生物地理、深海化学合成生物群集の進化と生態、底魚の集団遺伝解析に基づく日本海の生命進化史、干潟動物の分布と生態、海と川を行き来する両側回遊動物の自然史などです。こうした研究は、海洋生物集団の形成史を明らかにするのみでなく、将来の地球環境変動が海洋生態系に及ぼす影響の予測にも役立つと期待しています。

現在の主な研究テーマ

●熱水・湧水域を含む深海性ベントスの進化と生態

深海底の熱水噴出域や湧水域で観察される化学合成生物群集は、還元環境に高度に適応した固有の動物群から構成されており、深海生物の進化を理解する上で絶好の研究対象です。私たちは、DNA塩基配列と形態の比較に基づき、巻貝類を中心とした様々な動物群の起源と進化、分布、集団構造などを検討しています。またその分散機構を理解するために、プランクトン幼生の飼育を含む初期生態研究を実施しています。

●日本海の海洋生命史

日本海は、狭く浅い海峡によって周囲の海域から隔てられた半閉鎖的な縁海です。最終氷期の最盛期には、海水準の低下と大陸からの多量の淡水流入により環境が悪化し、多くの海洋生物が絶滅したとされています。私たちは、底魚類や巻貝類の遺伝的解析により、こうした日本海の環境変動が生物の進化や集団構造にどのような影響を与えてきたかを検討しています。

●干潟に生息する巻貝類の集団構造

沿岸環境浄化の場であり、高い生物多様性を持つ日本の干潟は、近年の埋め立てや海洋汚染で大きく衰退してしまいました。私たちは、干潟生態系の多様性を保全するための基礎データ収集を目的に、巻貝類を対象とした分布調査と集団の遺伝学的特性の解析をおこなっています。また、温暖化が集団構造に及ぼす影響や、底生生物が環境浄化に果たす役割を研究しています。

●両側回遊性貝類の自然史

川にすむ巻貝のなかには、幼生期に海へ出て分散する両側回遊型の生活環をもつものがあります。インド・西太平洋の低緯度域島嶼では、このような両側回遊種が卓越し、また高い種多様性を示します。私たちは、熱帯島嶼における河川動物相の成立と維持機構の解明にむけ、これら巻貝の分布、遺伝的・形態的多様性、種分類、系統進化、行動・生態、初期発生と分散について多角的な研究を進めています。

Deep-sea reducing environments including hydrothermal vent fields and cold seep areas harbor faunal communities with an extraordinary large biomass that depend on primary production by chemosynthetic bacteria. As most animal species of the chemosynthesis-based communities are endemic and highly adapted to the specific conditions, they provide unique opportunities to investigate evolutionary processes, adaptation and dispersal in the deep sea. Our current studies on these animals include genetic population analyses and species- and higher-level phylogenies based on mitochondrial and nuclear gene sequences. We are also studying the early development and dispersal mechanisms of the vent endemics and other deep-sea species by rearing pelagic larvae and analyzing the chemical composition of gastropod shells. The Sea of Japan is a semi-closed sea connected with neighboring seas by shallow and narrow straits and thought to have experienced environmental deterioration during the last glacial maximum. In order to evaluate the effects of past climatic changes on marine ecosystems, we are comparing the genetic population structures of various benthic animals along Japanese coasts. Another research focus in our research section is the biogeography of snails on tidelands — a marine environment that has been severely damaged by reclamation and pollution. Obtained results would provide significant implications to the estimation of future environmental changes.

Ongoing Research Themes

- Evolution and ecology of deep-sea gastropods, including hydrothermal vent endemics
- Early development and larval dispersal of benthic invertebrates
- Evolutionary history of benthic animals in the Sea of Japan
- Biogeography of tideland snails
- Natural history of amphidromous snails



研究船白鳳丸でのトロール作業
Sampling of deep-sea benthic animals using a trawl on the R/V Hakuho Maru



KOJIMA, S.



KANO, Y.



YAHAGI, T.

兼務教授*	小島 茂明
Professor	KOJIMA, Shigeaki
准教授	狩野 泰則
Associate Professor	KANO, Yasunori
助教	矢萩 拓也
Research Associate	YAHAGI, Takuya

*大学院新領域創成科学研究科教授

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Bioscience, Physiology Section

太古の海に誕生した生命は、地球の歴史とともに進化を遂げてきました。生理学分野では、生物と海との関わり合いのなかから、生物がどのようにして海洋という場に適応し、生命を維持し、繋いでいるのかについて、生理学的な立場から研究を進めています。海で暮らし、海で繁殖していくためには海水の高い浸透圧や温度変化、様々な環境ストレスに対する緻密な調節機構、適切な季節・条件での繁殖調節が必要です。私たちは、それぞれのメカニズムを解明することにより、生物の進化という壮大な歴史において、海洋生物がどのようにそれぞれの調節メカニズムを獲得し、現在の繁栄をもたらしたのかに注目しています。

生物の生理を知ることは、まずその生物を観察することからはじまります。そこで、サメ・エイ・サケ・メダカ・ヌタウナギなど、多種の魚を飼育して研究を行っています。血管へのカニューレーションやエコー診断などさまざまな手法によって、浸透圧調節器官の機能や各種ホルモンの働きを個体レベルで調べています。より詳細なメカニズムの解析では、水・イオン・尿素などの輸送体や、ホルモンとその受容体を分子生物学的に同定し、組織学的あるいは生理学的解析法を駆使して輸送分子の働きやホルモンによる調節を調べています。ゲノムやトランスクリプトーム情報に基づくバイオインフォマティクスを利用した探索や、それぞれのニューロンや内分泌細胞の活動を観察する電気生理学やCa²⁺イメージングなど、多角的アプローチからホルモン機能やその働くメカニズムを解明しています。近年では、トランスジェニックおよびノックアウト個体作製のような遺伝子工学的な手法もとり入れ、遺伝子、細胞から個体にいたる広い視野と技術を用いて、海洋生物が生き、命を繋ぐメカニズムを解明しようと研究を進めています。

現在の主な研究テーマ

- 海という環境への適応の仕組みについて、軟骨魚(サメ・エイ・ギンザメ)や真骨魚(特にサケ・メダカ)などに注目し、遺伝子から個体レベルにいたる多様な手法を用いて明らかにしています。
- 回遊魚などに見られる広い塩分耐性(広塩性)の仕組みを、狭塩性魚と比較することにより解明しています。オオメジロザメなど、フィールドでの生息環境調査も行い、包括的な生理学的研究を目指します。
- 環境適応機構の普遍性や多様性を、系統進化や個体発生の観点から明らかにします。
- 体液調節、繁殖機能の調節に関わる視床下部・脳下垂体のホルモンによる全身制御メカニズムを解明します。
- ゲノム・トランスクリプトーム情報とバイオインフォマティクスを利用して、環境適応に重要な遺伝子を見つけんでいます。
- 遺伝子工学を利用して各種遺伝子の導入や破壊を行い、その機能を個体レベルで解明しています。
- これまで遺伝子操作が難しかった非モデル動物にも遺伝子改変技術を導入し、進化の仮説をより直接的に証明するアプローチを目指します。

Life originated in the ancient seas, and has acquired diverse functions during the long history of evolution. The Laboratory of Physiology attempts to clarify, from a physiological perspective, how organisms have adapted to various aquatic environments (salinity, temperature, pH, etc.) and reproduced. Our studies focus on the mechanisms enabling diverse adaptation and reproductive strategies by investigating function of osmoregulatory and reproductive organs and their regulatory mechanisms by hormonal and neuronal systems. To this end, we investigate several aquatic vertebrates by using a wide variety of physiological techniques at gene to organismal levels and compare diverse mechanisms from an evolutionary perspective.

Ongoing Research Themes

- Analysis of mechanisms for osmoregulation and reproduction in cartilaginous fish (sharks, rays and chimaeras), teleosts (salmonids and medaka), and cyclostomes (lampreys and hagfishes) from single cellular physiology to organismal physiology to understanding unity and diversity of adaptation and reproductive mechanisms.
- Analysis of euryhaline adaptation mechanisms of migratory fish. Field survey of euryhaline bull shark is in progress.
- Application of transgenic and genome editing techniques to model and non-model animals.



広塩性オオメジロザメ(左上)、卵殻内のゾウギンザメ胚(左下)、GFPで可視化したニューロン(右上)、パッチクランプによる細胞活動の検出(右下)

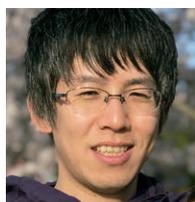
Euryhaline bull shark (upper left), elephant fish embryo (lower left), neurons visualized with GFP (upper right), cellular activity examined by patch-clamp recording (lower right)



HYODO, S.



KANDA, S.



TAKAGI, W.

教授 Professor	兵藤 晋 HYODO, Susumu
准教授 Associate Professor	神田 真司 KANDA, Shinji
助教 Research Associate	高木 互 TAKAGI, Wataru

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Bioscience, Molecular Marine Biology Section

生命の誕生以来、生物進化の舞台となってきた海洋では、現在でも多様な生物が多彩な生命活動を営んでいます。分子海洋生物学分野では、ゲノム科学的な研究手法や、分子生物学的な研究手法を活用して、重要で興味深い生命現象の分子メカニズムとその進化的、生態学的意義の解明を目指しています。

例えば、深海の熱水噴出域、潮間帯、河口域など多様な環境に生息するために必要な分子の機能と、生物の進化、生息域、生態学的地位との関係の解明や、生物多様性豊かなサンゴ礁の生態系の複雑性、共生、進化等のメカニズムの解明に、飼育実験、フィールド調査、バイオインフォマティクス等を併用しながら挑戦しています

さらに、これらの研究成果を踏まえて、生物を指標とする環境汚染の解析や、サンゴ礁等の水圏生態系の遺伝的多様性保全の研究にも取り組んでいます。

これらの研究を通じて、水圏の生態系・生物多様性の進化的成り立ちをより深く理解すること、すなわち、多様な生き物が織りなす地球の豊かな自然が、どのように形成されてきたのかを解き明かし、その保全に貢献したいと考えています。

現在の主な研究テーマ

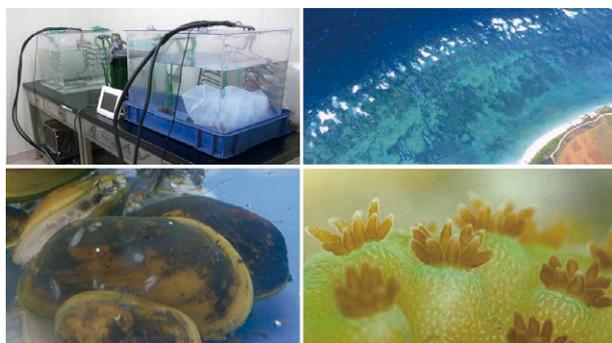
- 深海（とくに熱水噴出域）、潮間帯、河口域の環境への生物の適応機構とその進化
- 水圏生物（とくに付着生物）の生態学的地位を支える分子機構とその進化
- 環境適応機構の進化と生物多様性との関係
- サンゴと褐虫藻の生理や共生に関わる分子機能の解明と、そのサンゴ礁の保全・再生への活用
- サンゴ礁等の水圏生態系の遺伝的多様性の理解と保全
- メダカ近縁種やイガイ類の環境応答や環境モニタリング技術の研究

Various organisms have evolved in the sea. The Molecular Marine Biology Section conducts research to understand the diverse functions of aquatic organisms as well as their evolutionary and ecological significance through molecular and genomics analyses. Rearing experiments in the laboratory, field research, bioinformatics, and detailed molecular analyses are being conducted. For example, current studies investigate the molecular functions necessary to inhabit extreme environments (e.g., deep-sea hydrothermal vents, intertidal zones, and estuaries) and their implications in evolution, habitat, and ecological niches. Additionally, the evolution and complexity of coral reef ecosystems and mechanisms of symbiosis between zooxanthellae and corals are under way. We also strive to establish methods to analyze environmental pollution using living organisms as indicators as well as to conserve genetic diversity in coral reef and other aquatic ecosystems.

Through the above studies, we hope to gain a better understanding of how life on Earth with its diverse and rich ecosystems has evolved and to contribute to its conservation.

Ongoing Research Themes

- Adaptation mechanisms and evolution of living organisms in the deep sea (e.g., hydrothermal vents), intertidal zones, estuaries
- Molecular mechanisms determining ecological niches and their evolution in aquatic organisms, including sessile invertebrates
- Relationship between the evolution of environmental adaptation mechanisms and biodiversity
- Molecular mechanisms involved in physiology and symbiosis of corals and zooxanthellae, and their applications to conserve and regenerate coral reefs
- Understanding and conservation of biodiversity of aquatic ecosystems, including coral reefs
- Molecular responses to the environment in Asian medaka fishes and mussels, and their applications to environmental monitoring

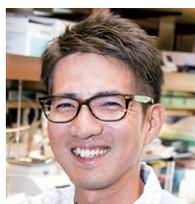


深海性二枚貝（左下）とその飼育装置（左上）。
サンゴ礁（右上）とサンゴのポリプ（右下）

Deep-sea bivalves (lower left) and the rearing apparatus (upper left); Coral Reefs (upper right) and close-up of coral polyps (lower right)



INOUE, K.



SHINZATO, C.



TAKAGI, T.

教授
Professor

井上 広滋
INOUE, Koji

准教授
Associate Professor

新里 宙也
SHINZATO, Chuya

助教
Research Associate

高木 俊幸
TAKAGI, Toshiyuki

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Bioscience, Behavior, Ecology and Observation Systems Section

本分野では、魚類・爬虫類・海鳥類・海生哺乳類といった海洋動物のバイオメカニクス・行動生態および進化について、フィールド調査、生理実験、安定同位体比分析、分子遺伝学的手法、バイオロギングなどの手法を駆使して調べています。

1. 海洋高次捕食者のバイオメカニクス及び行動生態：観察が難しい海洋動物を調べるために、動物搭載型の行動記録計やカメラを用いたバイオロギング研究を進めています。時系列データを解析することにより、動物の水中三次元移動経路や遊泳努力量を把握できます。画像情報からは動物が捕獲する餌や個体間相互作用、あるいは動物の生息地利用などを把握できます。生理実験や安定同位体比分析、あるいは分子遺伝学的手法を組み合わせることで、計測された運動や行動の至近要因や究極要因を解明する事を目指しています。また、装置の小型化やデータ大容量化などの改良を進めつつ、新たなパラメータを計測できる新型装置の開発も行っています。

2. “海の忍者”を用いた大気海洋境界層観測：海鳥やウミガメに温度や塩分、さらに水中や空中の三次元経路を測定できる測器を取り付けます。経路を分析することによって、海上風・表層流・波浪を測定できます。動物由来の物理環境データは、既存の観測網の時空間的なギャップを埋めることに役立ちます。

現在の主な研究テーマ

- アメリカナマズ、コイ、サケ、マアナゴ、サメ類、カジキ類等の魚類を対象とした行動生理研究
- ウミガメ類の回遊生態および生活史研究
- オオミズナギドリ、アホウドリ、ヨーロッパヒメウなど、海鳥類の行動生理研究
- 海生哺乳類のバイオメカニクスと採餌行動の研究
- 新たなバイオロギング手法の開発



オオミズナギドリの腹部に取り付けたビデオカメラで撮影された、オオミズナギドリがカタクチイワシを捕らえた瞬間の映像
Images acquired from an animal-borne video camera of a streaked shearwater capturing a Japanese anchovy under water.



マッコウクジラに長いポールを用いて吸盤タグ(白丸)を取り付けたところ。
吸盤タグには、動物カメラや行動記録計、回収のための発信機が取り付けられている。時間が経つと自然と剥がれ落ち、海面に浮く仕組みになっている
Deployment of a suction-cup attached tag (white circle) to a sperm whale using a long pole. The tag, which consists of an animal borne-data logger, camera, and transmitter, automatically detaches from the whale and floats to the ocean surface.



SATO, K.



SAKAMOTO, K.



AOKI, K.

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 教授
Professor | 佐藤 克文
SATO, Katsufumi |
| 准教授
Associate Professor | 坂本 健太郎
SAKAMOTO, Kentaro |
| 助教
Research Associate | 青木 かがり
AOKI, Kagari |

Division of Marine Life Science,
Department of Living Marine Resources, Fisheries Environmental Oceanography Section

海洋は、魚・貝類や海藻など多くの恵みを育み、人類の生活を支えています。これらの海洋生物資源は、海洋環境変動の影響を強く受けます。例えば、数万トンから450万トンと漁獲量変動を示す日本近海のマイワシは、卵や仔稚魚の輸送経路である黒潮・黒潮続流域の海洋環境変動の影響を強く受けることが当分野の研究から明らかになりました。しかし、多くの海洋生物の生活史（産卵場所や回遊経路など）は未だ未解明な部分が多く、どのようなメカニズムを通して海洋環境変動が海洋生態系に影響を与えているのかは多くの謎に包まれています。地球温暖化という環境問題に直面した人類にとって、海洋環境変動が海洋生態系に影響を与える仕組みを解明し、将来の影響評価をすることが重要な課題となっています。

当分野では、沿岸域から沖合域、さらには全球規模の海洋環境変動の要因の解明と、海洋環境変動が海洋生態系ならびに海洋生物資源の変動に与える影響の解明を目指して、最先端の現場観測研究と数値モデル研究の双方を推進しています。観測研究では、黒潮や親潮の流れる西部北太平洋域を対象として、自走式水中グライダー、GPS波浪ブイ等の最新の観測機器を導入して海洋環境の実態解明を行うとともに、耳石の安定同位体による魚類の経路環境の復元に取り組んでいます。また、岩手県大槌湾に設置した係留ブイによる内湾環境の連続モニタリングと現場観測から、うねりや内部潮汐などの湾外からの物理的要因が湾内の海洋環境に及ぼす影響を調べています。一方、数値モデル研究では、粒子追跡法を導入した新たな海洋物質循環・生態系モデリング手法の開発に取り組むとともに、魚類の遊泳実験などを実施し、その結果をもとに魚類成長-回遊モデルを構築し、地球温暖化影響実験等を実施して、海洋生物資源の変動要因の解明と将来の気候変化による影響評価に向けた研究を展開しています。

現在の主な研究テーマ

- イワシ類、マアジ、サンマ等海洋生物資源の変動機構および魚種交替現象の解明
- 地球温暖化が海洋生態系および海洋生物資源の変動に与える影響の解明
- 黒潮、黒潮続流、黒潮親潮移行域における生物地球化学循環過程の解明
- 有害生物や有害物質の輸送・分布予測モデルの開発
- 新世代海洋観測システム・海洋生態系モデルの開発

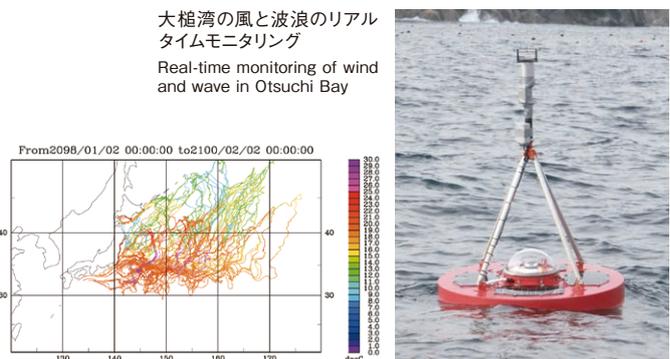
魚類（サンマ）成長-回遊モデルを用いた温暖化影響評価実験
Numerical experiment to evaluate climate change effects on fish (Pacific saury) using a fish growth - migration model

Ocean provides variety of benefits, including fish, shellfish and seaweed, and sustains human living. Recently, many studies showed the importance of climate and ocean variability on the fluctuation of living marine resources. For example, it has been elucidated that the large fluctuation of Japanese sardine closely related to the ocean environments in the Kuroshio and Kuroshio Extension, where their eggs and larvae are advected. However, life history of many marine livings (spawning ground, migration route, etc.) is still unknown and the mechanism of ocean variability impacts on living marine resources is still mystery. Facing to the global change, it is urgent task for human beings to elucidate the mechanism of ocean variability impacts on marine ecosystems and evaluate the effect of future climate change on living marine resources. Our group studies the dynamics of physical oceanographic processes and their impacts on marine ecosystem and fisheries resources via physical-biological interactions by promoting both field observations and numerical simulations. We are conducting high technical observations using underwater gliders and GPS wave buoys and investigating fish larval environments using otolith stable isotopes. Impacts of swells and internal tides on coastal marine environments are studied with real-time buoy monitoring of Otsuchi Bay. A new generation biogeochemical and marine ecosystem model incorporating particle tracking methods has been developed. To elucidate the key factors to control fluctuations of living marine resources and evaluate climate change effects on them, laboratory experiments on fish swimming have been conducted and fish growth - migration models have been developed.

Ongoing Research Themes

- Fluctuation and species alternation mechanism of important living marine resources
- Impacts of global warming on marine ecosystem and fluctuation in living marine resources
- Physical processes related to biogeochemical cycles in the Kuroshio and its adjacent regions
- Transport modeling of harmful organisms and toxic substances
- Development of new-generation observation system and marine ecosystem models

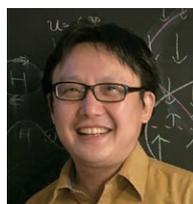
大槌湾の風と波浪のリアルタイムモニタリング
Real-time monitoring of wind and wave in Otsuchi Bay



ITO, S.



KOMATSU, K.



MATSUMURA, Y.

教授
Professor ITO, Shin-ichi
兼務准教授※
Associate Professor KOMATSU, Kosei
助教
Research Associate 松村 義正
MATSUMURA, Yoshimasa

※大学院新領域創成科学研究科准教授

Division of Marine Life Science,
Department of Living Marine Resources, Fish Population Dynamics Section

本分野では、海洋生物の個体群を対象として、数理的手法を用いた研究を展開しています。まず、限りある海洋生物資源を合理的かつ持続的に利用するための、資源管理・資源評価の研究を行っています。近年では、日本周辺のマサバとノルウェー等が漁獲しているタイセイヨウサバの資源評価と管理を比較した研究を行うことで、両種の生活史の違いが漁業や資源管理に与える影響の重要性を示すことができました。また、マサバやスケトウダラ等のTAC対象魚種の資源評価の信頼性に関する検討を行い、VPAを用いた資源量推定におけるバイアスの存在とその原因を示しました。これらに加えて、海洋生物の進化動態に焦点をあてた理論研究も進めており、海洋酸性化に対する円石藻の適応を予測するための研究にも取り組んでいます。利用している数理的手法としては、①VPAや統合モデルに代表される資源評価モデルに加えて、②最尤推定・ブートストラップ・階層ベイズモデル・MCMCといった計算機集約型の統計学的手法があります。さらに、③行列個体群モデル・PDE個体群モデル・個体ベースモデル・最適生活史モデル・量的遺伝モデルといった各種の数理モデルを駆使しています。当分野では、行政のニーズに応じて資源評価のための数値計算を補助したり、他分野の研究者から実証データの統計解析を受託することで、社会やアカデミアへの貢献を日常的に行っています。

現在の主な研究テーマ

●海洋生物の資源評価と管理に関する研究

VPAや統合モデルを用いて、断片的で誤差を含んだ漁業統計や試験操業データから、個体数や生態学的パラメータを統計学的に推定するための研究や、環境の不確実性に対して頑健な資源管理を実現するための研究をしています。

●中立遺伝子情報を用いた個体数推定法の開発

個体群サイズを推定するための新しい手法を開発しています。遺伝情報と年齢構造を取り入れた個体群モデルを作り、スパコンを用いることで、階層構造をなすパラメータのベイズ推定を行います。

●海洋生物の進化生態に関する理論研究

個体群動態を記述するモデルは、進化動態を記述するレプリケーター・ダイナミクスモデルへと転用可能であるため、海洋生物の生活史進化や繁殖生態に関する理論研究も行っています。

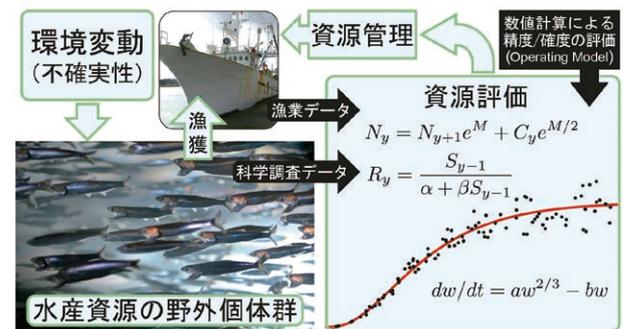
Our group focuses on the population dynamics of marine organisms from the viewpoint of applying various mathematical techniques. Research in the group addresses a wide range of questions broadly concerning fisheries stock management, conservation ecology, and evolutionary ecology. Our research utilizes a wide range of modelling techniques, from the models for fisheries stock management (e.g., VPA and integrated models) to computer-intensive statistical methods (e.g., maximum likelihood estimation, bootstrap, hierarchical Bayesian modelling, and MCMC). Our approach also includes the modelling techniques established in theoretical biology, such as the matrix-population models, PDE-population models, individual-based models, optimality models, and quantitative genetics models. We contribute to both society and academia, by supporting numerical simulations for governmental stock management and by achieving multidisciplinary collaboration through statistical consulting for empirical studies, respectively.

Ongoing Research Themes

●Management and assessment of marine living resources : We study the statistical methodology to estimate population sizes and ecological parameters from fishery-derived, fragmental, noisy data, as well as to develop management procedures robust to environmental uncertainties.

●Population size estimation using neutral genetic information : This is a challenging study to estimate the wild population size of marine organisms. We employ a genetics-incorporated age-structured population model implemented on a supercomputer for establishing new methods for the next generation.

●Theoretical approach to the evolutionary dynamics of marine organisms : In a mathematical sense, population models are closely-related to the models to describe replicator dynamics or evolutionary dynamics. We thus pursue theoretical studies on the life history evolution and reproductive ecology of marine organisms.



海洋生物資源の評価と管理のプロセス
The process of stock evaluation and management of living marine resources



SHOJI, J.



HIRAMATSU, K.



IRIE, T.

教授	小路 淳
Professor	SHOJI, Jun
准教授	平松 一彦
Associate Professor	HIRAMATSU, Kazuhiko
助教	入江 貴博
Research Associate	IRIE, Takahiro

Division of Marine Life Science,
Department of Living Marine Resources, Biology of Fisheries Resources Section

私たちが利用している海洋生物資源は、海洋の生産性に基づく野生の動植物であり、海洋環境の変動に伴って大きく自然変動します。成体の成熟や産卵、生まれた幼生の成長や生残、産卵場から成育場への分散と回遊など、いずれの生物の特徴も、海の環境に依存して変化します。そしてその変化の中には、したたかな海の動物の生存戦略が隠されているのです。

資源生態分野では、海洋生物の自然変動のしくみと生存戦略を明らかにすることを目指し、潜水調査・飼育実験・乗船調査・安定同位体分析など様々な手法を用いて研究を行っています。具体的な研究内容としては、貝類・頭足類・魚類など人間が生物資源として利用する動物を主な研究対象として、産卵生態や繁殖戦略、採餌生態、初期生態や加入量変動のしくみ、およびそれらに種間や海域間で違いが生じるしくみなどです。それらを解明するためには、研究対象とする資源生物と密接な関係を持つ多くの生物の生態についても知る必要があります。例えば小型無脊椎動物の個体群動態を理解するには、その生息地となる藻類や、餌生物・捕食者となる他の生物の動態も知らなくてはなりません。そこで当分野では、漁獲対象として重要ではなくても、資源生物と密接な関係を持つ、あるいは生態系の中で重要な役割を果たしている生物種や生物群についても生態学的な研究を展開しています。また成熟サイズや生殖腺へのエネルギー配分といった繁殖特性には、同一種内でも地域や季節、個体によって変異があることが知られています。それら異なる成熟特性を持った親から産み出される卵の量と質の違いも、生き残る子の量に影響します。このような変異はどうして生じるのか、変異を持つことが個体群の変動にどのように影響しうるのか、という進化生態学的課題にも取り組んでいます。

現在の主な研究テーマ

- 貝類・甲殻類・棘皮動物などの底生生物の生態学的研究
- 藻場や干潟の生物群集・食物網構造の研究
- イカ類の多様な繁殖様式の進化に関する研究
- 海洋環境の個体群特性への影響に関する研究
- 地域的有用水産資源を形成する魚類の生活史に関する研究
- 硬骨魚類の初期生態に関する研究

Marine animal resources fluctuate naturally depending on marine environment. Marine animals generally produce large number of eggs, and the recruitment of juveniles to adult population is determined by the growth and mortality rates in early life stages. Individuals experience different physical and biological environment, and have different growth and maturation characteristics. Such individual differences result in various reproductive traits of adults, and eventually in quantity and quality of egg production that affect recruitment of the next generation. The aims of our research are to understand the life history strategy of marine animals, such as fish, mollusk and crustacean species, that underlies the mechanisms of recruitment fluctuations and eventual population dynamics. Our results will constitute the basis of sustainable use of living marine resources.

Ongoing Research Themes

- Ecology of benthic organisms, such as mollusks, crustaceans and echinoderms
- Community and food-web structures in seaweed beds and tidal flats
- Evolution of reproductive strategy in squid
- Effect of environmental condition in life history traits in cephalopods
- Life history of fishes comprising local fisheries resources
- Early life history of Teleosts



藻場の生物群集調査
SCUBA sampling of invertebrate community on sea-grass



野外産卵場におけるヤリカの卵塊
Egg mass of squid *Heterololigo bleekeri* at natural spawning ground



KAWAMURA, T.



IWATA, Y.



SARUWATARI, T.

教授
Professor
KAWAMURA, Tomohiko
准教授
Associate Professor
岩田 容子
IWATA, Yoko
助教
Research Associate
猿渡 敏郎
SARUWATARI, Toshiro

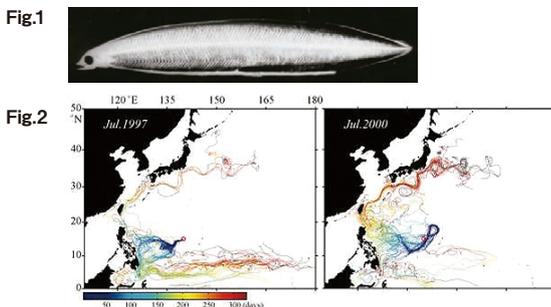
Division of Integrated Ocean Research,
Biological Oceanography Section

海洋生物の分布・回遊および資源量は、海洋環境の物理・生物・化学的な要因で、様々な時空間スケールで大きく変化しています。エルニーニョに代表される地球規模の海洋気象現象は、数千キロを移動する生物の産卵・索餌回遊と密接な関係がある一方、幼生や微小生物の成長・生残には、海洋循環に伴う生物輸送や海洋乱流に伴う鉛直混合のような比較的小規模な海洋現象が重要な役割を果たしています。このように生物種のみならず成長段階の違いによって生物に影響を及ぼす海洋環境は多様であり、さらにそこには人間活動に伴う様々な現象も加わって、海洋は複雑な様相を呈しているのです。

本分野では、上述した生物を取り巻く海洋環境に着目して、海洋環境変動に対する生物の応答メカニズムを、研究船による海洋観測、バイオロギング(生物装着型記録計による測定)、野外調査、数値シミュレーション、飼育実験、室内実験などから解明する研究に取り組んでいます。とくに、ニホンウナギやマグロ類をはじめとする大規模回遊魚の産卵環境、初期生活史、回遊生態に関する研究は、外洋生態系における重点的な研究課題であり、近年では生物進化・多様性保全の観点から、地球温暖化に対応した産卵・索餌行動、分布・回遊経路、生残・成長の予測研究にも力を入れているところです。また、アワビやムール貝といった底生生物が生息する浅海・内湾・海峡域の流動環境や基礎生産環境に着目した沿岸生態系、沿岸・河川・湖沼に生息する水棲生物の保全に関わる研究も行っており、様々な学問分野の複合領域としての総合的な海洋科学の研究と教育を目指しています。

現在の主な研究テーマ

- ニホンウナギ幼生の輸送と摂餌生態
- 淡水・汽水域におけるウナギ成魚の生息環境と行動
- 黒潮が水産生物の資源量・来遊量に及ぼす影響
- 地球温暖化に伴う水産生物の生理生態的応答
- 沿岸域に生息する水産生物の再生産機構
- 海洋保護区の評価と関連した底生生物の幼生分散機構
- 内湾流動環境のモデル化
- 地球環境変動が資源変動・回遊行動に与える影響



KIMURA, S.



MIYAKE, Y.

The distribution, migration, and stock variation of marine organisms fluctuate with the physical, biological, and chemical marine environment on various temporal and spatial scales. Global oceanic and climatic phenomena related to El Niño have a close relationship with the spawning and feeding of the fishes such as tuna and eel that exhibit large-scale migration over several thousand kilometers. The biological transport associated with ocean circulation and the vertical mixing caused by oceanic turbulence play very important roles in the growth and survival of larvae and small marine organisms, such as shellfish. There is a wide variety of marine environments that affect not only the entire life history of species, but also the specific growth stages. Our objectives are to clarify the characteristics of oceanic phenomena related to the ecology of marine organisms, and the response mechanisms of aquatic organisms to global environmental changes.

Ongoing Research Themes

- The feeding ecology and transport of Japanese eel larvae
- The habitat, environment, and behavior of Japanese eel adults in freshwater regions
- The effects of Kuroshio on stock abundance and migration of the species that are important to fisheries
- Ecological and physiological responses of marine organisms related to global warming
- The reproduction mechanisms of coastal marine organisms
- Larval dispersal mechanisms of benthos related to the evaluation of marine protected areas
- Modeling of the physical environment of small-scale bays
- Effects of global environmental changes on stock abundance and migration



Fig.3



Fig.4

ニホンウナギのレプトセファルス幼生(図1)と数値実験で求めた幼生の輸送経路(図2)。エルニーニョが発生した年(図2左図)は、幼生がフィリピン東部から黒潮にうまく乗ることができずに、エルニーニョ非発生年(図2右図)に比べて、ニホンウナギが生息できないミンダナオ海流域に数多くの幼生が輸送される。事実、エルニーニョの年にはシラスウナギの日本沿岸への来遊量が減少する。幼生はシラスウナギへと変態し、その後には黄ウナギ(図3)へと成長するが、汽水域・淡水域での生息環境が成長・生残に大きな影響を及ぼす。英国におけるムール貝の最大生産地であるメナイ海峡(図4)。

The Japanese eel *leptocephalus* (Fig.1) and its larval transport from the spawning ground in the North Equatorial Current, reproduced by numerical simulation (Fig.2). Transport rate of the Japanese eel larvae along the Kuroshio is less than that along the Mindanao Current in an El Niño year (Fig.2, left panel). Yellow eel (Fig.3). Glass eels turn into yellow eels, and the freshwater environment affects their growth and survival. The Menai Strait - largest mussel producing area in the UK (Fig.4).

兼務教授^{*1} 木村 伸吾
Professor KIMURA, Shingo
兼務助教^{*2} 三宅 陽一
Research Associate MIYAKE, Yoichi

*1 大学院新領域創成科学研究科教授
*2 大学院新領域創成科学研究科助教