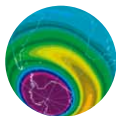


# 研究内容 | RESEARCH CONTENTS

## ■ 気候システム研究系

気候の形成・変動機構の解明を目的とし、気候システム全体およびそれを構成する大気・海洋・陸面等の各サブシステムに関し、数値モデリングを軸とする基礎的研究を行います。

36



### 気候モデリング研究部門

気候システムモデルの開発、およびシミュレーションを通じた気候の諸現象の解明。

気候システムモデリング研究分野  
大気システムモデリング研究分野  
海洋システムモデリング研究分野  
気候モデル比較研究分野

39



### 気候変動現象研究部門

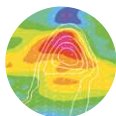
観測データ、数値シミュレーション、およびそれらの比較・解析・融合を通じた気候変動機構の解明。

気候変動研究分野  
気候データ総合解析研究分野  
気候水循環研究分野

## ■ 海洋地球システム研究系

海洋の物理・化学・地学および海洋と大気・海底との相互作用に関する基礎的研究を通じて、海洋地球システムを多角的かつ統合的に理解します。

42



### 海洋物理学部門

海洋大循環、水塊形成、海洋変動、大気海洋相互作用、海洋大気擾乱などの観測・実験・理論による定量的理解と力学機構の解明。

海洋大循環分野  
海洋大気力学分野  
海洋変動力学分野

45



### 海洋化学部門

先端的分析手法の開発・応用を進め、大気・海洋・海洋底間の生物地球化学的物質循環を、幅広い時空間スケールにわたって解明。

海洋無機化学分野  
生元素動態分野  
大気海洋分析化学分野

48



### 海洋底科学部門

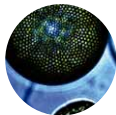
中央海嶺、背弧海盆、プレート沈み込み帯など海底の動態の解明および海底堆積物に記録された地球環境記録の復元と解析。

海洋底地質学分野  
海洋底地球物理学分野  
海洋底テクトニクス分野

## ■ 海洋生命システム研究系

海洋における生命の進化・生理・生態・変動などに関する基礎的研究を通じて、海洋生命システムを多角的かつ統合的に理解します。

51



### 海洋生態系動態部門

海洋生態系を構成する多様な生物群の生活史、進化、相互作用、動態、および物質循環と地球環境の維持に果たす役割の解明。

浮遊生物分野  
微生物分野  
底生生物分野

## Division of Climate System Research

Explores climate formation, its variability, and conducts basic research with regard to the whole climate system and its subsystems (atmosphere, ocean, land etc.) specifically using numerical modeling.

### Department of Climate System Modeling

Develops climate system models and explores various climate phenomena through simulations.

Climate System Modeling Section  
Atmospheric System Modeling Section  
Ocean System Modeling Section  
Cooperative Climate Modeling Section

### Department of Climate Variability Research

Explores mechanisms of the climate variability using observations, numerical simulations, and by contrasting, analyzing, and combining those data.

Climate Variability Research Section  
Comprehensive Climate Data Analysis Section  
Climate and Hydrology Research Section

## Division of Ocean-Earth System Science

Designed to achieve an integrated and multilateral understanding of the ocean-earth system through basic research on ocean-physics, ocean-chemistry, ocean-geosciences, and on interactions among the ocean, atmosphere, and ocean floor.

### Department of Physical Oceanography

Works towards the quantitative and physical understanding of ocean circulation and its variability, water mass formation, atmosphere-ocean interactions, atmospheric and oceanic disturbances through observations, experiments, and theory.

Ocean Circulation Section  
Dynamic Marine Meteorology Section  
Ocean Variability Dynamics Section

### Department of Chemical Oceanography

Promotes developments and applications of advanced analytical methods and explores biogeochemical cycles among the atmosphere, ocean, and ocean floor.

Marine Inorganic Chemistry Section  
Marine Biogeochemistry Section  
Atmosphere and Ocean Analytical Chemistry Section

### Department of Ocean Floor Geoscience

Explores the dynamics of the ocean floor such as mid-ocean ridges, back-arc basins, and plate subduction zones. Collects samples and analyzes the environmental history of earth recorded in marine sediments.

Marine Geology Section  
Submarine Geophysics Section  
Ocean Floor Geotectonics Section

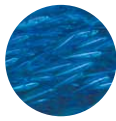
## Division of Marine Life Science

Designed to achieve an integrated and multilateral understanding of the marine life system through basic research on the evolution, physiology, ecology, and resource management of marine life.

### Department of Marine Ecosystems Dynamics

Explores life history, evolution, interactions, and dynamics of various groups of creatures that are important in marine ecology, and examines their contributions to the sustainability of marine ecosystems and the earth environment.

Marine Planktology Section  
Marine Microbiology Section  
Benthos Section



## 海洋生命科学部門

ゲノムに刻まれた生物進化の歴史、生活史、回遊現象、環境適応など、海洋における様々な生命現象を統合的に解明。

生理学分野  
分子海洋生物学分野  
行動生態計測分野



## 海洋生物資源部門

海洋生物資源の変動機構の解明と持続的利用のために、物理環境の動態、資源生物の生態、資源の管理などに関する研究。

環境動態分野  
資源解析分野  
資源生態分野



## 研究連携領域

海洋に関わる様々な学問領域と連携し、海洋環境と関連した生物メカニズムの解明を行う一方、海洋政策を含めた研究、教育活動を実施します。

生物海洋学分野  
海洋アライアンス連携分野



## 国際沿岸海洋研究センター

沿岸海洋学に関する総合的な研究を推進するとともに、研究フィールドに至近という立地を活かして三陸沿岸域における実証的研究を進め、共同利用・共同研究拠点の附属研究施設として国内関係機関等との共同研究および国際共同研究の企画・実施を行います。船舶を含む施設は2011年3月11日の地震と津波により破壊されましたが、部分的に復旧した施設で研究活動を再開しました。

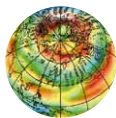
沿岸生態分野  
沿岸保全分野  
生物資源再生分野 (2012年度設置)  
地域連携分野



## 国際連携研究センター

国際的な政府間の取決めによる海洋や気候に関する学術活動、国際的な枠組で実施される日本の海洋科学・大気科学に関わる統合的な国際先端研究計画を推進・支援します。また、アジア諸国を始め世界各国との学術連携を通して学術交流や若手人材育成の基盤を形成します。

国際企画分野  
国際学術分野  
国際協力分野



## 地球表層圏変動研究センター

研究系の基礎的研究から創出された斬新なアイデアをもとに、次世代に通ずる観測・実験・解析手法と先端的数値モデルを開発し、過去から未来までの地球表層圏システムの変動機構を探求します。既存の専門分野を超えた連携を通じて新たな大気海洋科学を開拓します。

古環境変動分野  
海洋生態系変動分野  
生物遺伝子変動分野  
大気海洋系変動分野



## 高解像度環境解析研究センター

最先端の微量化学・同位体分析技術を駆使した革新的な研究・教育を推進し、環境解析に関する新たな学術基盤を創成することが主なミッションです。斬新な手法・視点から海洋生物の行動履歴や過去の海洋環境復元等に関する研究の最前線を意欲的に開拓します。

環境解析分野

## Department of Marine Bioscience

Various biological phenomena in the ocean such as evolutionary history, life history, migration, and environmental adaptation of marine organisms are in pursuit from the molecule to population level.

Physiology Section  
Molecular Marine Biology Section  
Behavior, Ecology and Observation Systems Section

## Department of Living Marine Resources

Conducts research related to physical environmental dynamics, bioresource ecology, and resource management for the exploration of how marine life resources fluctuate and can be sustainably used.

Fisheries Environmental Oceanography Section  
Fish Population Dynamics Section  
Biology of Fisheries Resources Section

## Department of Collaborative Research

Explores the biological dynamics in the ocean environment by collaborating with various disciplines related with the ocean. The department also conducts research and educational activities including ocean policy.

Biological Oceanography Section  
Ocean Alliance Section

## International Coastal Research Center

The international coastal research center not only promotes integrated research on coastal oceanography but also conducts empirical research around Otsuchi Bay by taking advantage of the local environments near the center. The center plans and conducts cooperative research and international cooperative research with related institutions in Japan. Facilities and equipment, including research vessels, were destroyed by earthquake and tsunami on March 11, 2011. Scientific activities, however, was recommenced with repaired facility and renewed equipment.

Coastal Ecosystem Section  
Coastal Conservation Section  
Coastal Ecosystem Restoration Section  
Regional Linkage Section

## Center for International Collaboration

The Center for International Collaboration not only promotes and supports inter-governmental agreements on academic activities related with the ocean and climate but also integrates advanced international research plans for the ocean near Japan and for atmosphere science conducted within international frameworks. The center also creates a base for academic exchange and training of young scholars through academic collaboration with Asia and the other countries.

International Scientific Planning Section  
International Advanced Research Section  
International Research Cooperation Section

## Center for Earth Surface System Dynamics

Based on creative ideas that are stimulated by the basic research of each research division, the center develops methods of observation, experiments and analysis, and advanced numerical models, and pursues an understanding of the mechanisms of the earth surface system change. The center develops a new atmosphere and ocean science through collaborations crossing traditional disciplines.

Paleo-environmental Research Section  
Ecosystem Research Section  
Genetic Research Section  
Atmosphere and Ocean Research Section

## Analytical Center for Environmental Study

The center aims for conducting frontier sciences in Earth system sciences including biosphere using advanced analytical techniques. Trace elements and isotopes are major tools to tackle various topics in the field that are measured by Accelerator Mass Spectrometry, nano-SIMS, laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry and other analytical machines.

Environmental Analysis Section

54

57

60

62

67

71

76

Division of Climate System Research,  
Department of Climate System Modeling, Climate System Modeling Section

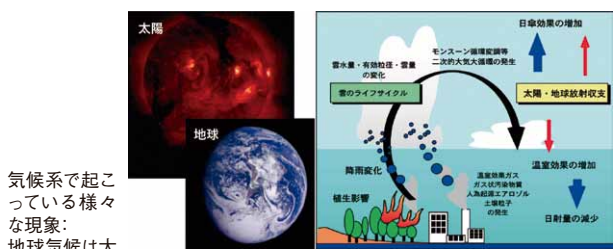
本分野では、気候システムモデルの開発・改良、そこに組み込まれる物理化学過程のモデル化に取り組んでいます。また、開発・改良されたモデルを用いて過去・現在・将来の気候変動に関連した研究を行っています。

惑星としての地球の気候は、太陽からの放射エネルギーと地球から放出される赤外放射のバランスで決定されます。従って、気候形成の理解には、大気構造と放射の相互作用、それが引き起こす大循環の様相を理解することが重要です。また、これらの相互作用が引き起こす過去・現在・未来における気候変動、特に人間活動に伴う温室効果ガスや大気汚染物質の増加による気候変動を理解する必要があります。このような観点から、本分野では地球放射収支のモデリング、気候モデリングやリモートセンシングの技術を用いて、気候研究を行っています。地球温暖化予測に重要な役割を果たす雲とエアロゾルの関係や大気中の微量成分の放射強制力なども調べています。

古気候研究においては、過去の気候環境を再現しその変動メカニズムを明らかにする研究を行っています。特に、コンピューターシミュレーションの手法を用いて地球史上の過去の気候の再現が重要な研究課題です。これらの研究によって、現在、我々が生きている時代の気候状態がどれほど普遍的なのか、それとも特異なのかを知ることができます。将来予測に使用される気候システムモデルの検証もめざしています。

現在の主な研究テーマ

- 地球気候における温室効果・日傘効果の役割
- 地球温暖化と全球大気汚染の気候影響
- 雲と大気汚染の相互作用
- 氷期・間氷期サイクルのシミュレーションとメカニズムの解明
- 古気候を利用した気候感度の推定
- 将来の海水準予測とその不確実性
- 大気・植生の相互作用
- 大気・海洋・氷床の相互作用



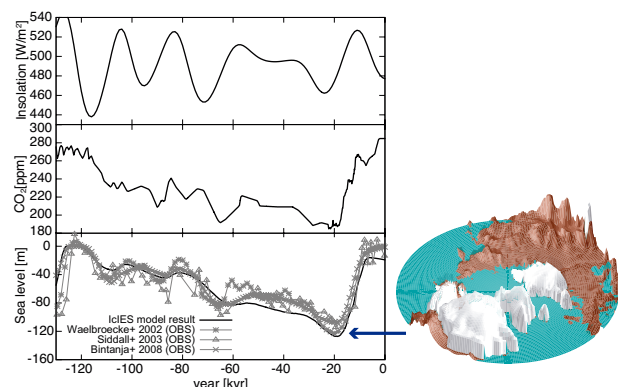
気候系で起こっている様々な現象:  
地球気候は太陽放射エネルギーと地球が放出する地球放射エネルギーによってコントロールされている。自然起源や人間活動によって放出される微量気体やエアロゾルによって放射収支が変化し、さらに気候が変化する

Various phenomena in the climate system: The earth's climate is controlled by a balance between solar and terrestrial radiative energy fluxes. Climate is changed by perturbation in the earth radiation budget caused by trace gases and aerosols emitted from natural and anthropogenic sources

This section carries out studies for developing and improving global climate models and physical-chemical modules to be implemented in these models. These models are used to study the climate of the past, present, and future. The earth's climate is controlled by the balance between solar and earth radiation energies. It is, therefore, important to understand interactions between the earth-atmosphere system and radiation, and to understand the consequent effect on circulation. It is essential to understand past, present and future climate changes involving these interactions, particularly those associated with the increasing amount of greenhouse gases and air pollutants due to human activity. Research is conducted through climate modeling and remote sensing of the earth's system: important research subjects include understanding the role of atmospheric constituents, such as trace gases, aerosols and clouds, and evaluation of their radiative forcings, which are important for accurate simulation of global warming. The paleoclimate research aims to reproduce past climate states and to understand the mechanisms of their changes. We attempt to simulate the past climate using numerical models. Studies provide information about the extent of the uniqueness of the current climate conditions and help evaluate climate system models that are used for projections of the future climate.

Ongoing Research Themes

- Role of greenhouse and parasol effects in the earth's climate
- Global warming and climate impacts of air pollutions
- Interaction between clouds and air pollution
- Simulation of glacial-interglacial cycles and investigation of their mechanisms
- Estimation of the climate sensitivity based on the climate of the past
- Future projection of sea level rise and evaluation of its uncertainty
- Interaction between atmosphere and terrestrial vegetation
- Interaction between atmosphere, ocean and ice sheets



過去約12万年前からの最終氷期サイクルにおける、日射、二酸化炭素濃度、海水準の変化 (OBS: 観測, IclES: シミュレーション) とモデルにより再現された最終氷期最盛期の氷床の鳥瞰図

Changes in insolation, carbon dioxide concentration, and sea level during the last glacial cycle starting around 120,000 years ago (OBS : observations, IclES: model), and simulated ice sheet distribution at the last glacial maximum



NAKAJIMA, T.



ABE-OUCHI, A.

教授 (兼)  
Professor  
中島 映至  
NAKAJIMA, Teruyuki

准教授  
Associate Professor  
阿部 彩子  
ABE-OUCHI, Ayako

Division of Climate System Research,  
Department of Climate System Modeling, Atmospheric System Modeling Section

地球環境の現象解明や将来予測のためにはコンピュータシミュレーションは不可欠であり、我々の研究グループでは、地球規模から地域レベルに至る様々なスケールの大気環境モデルの開発を行っています。また、そのモデルを用いて大気中での様々な気象現象、大気汚染や気候変動の問題を研究しています。一方、人工衛星や地上観測のデータの取得、解析なども行い、モデルと組み合わせて総合的に大気環境を研究しています。

現在の主な研究テーマ

●対流圏・成層圏の気象力学

対流圏や成層圏に生起する様々な気象現象と、より大きな気候場との相互作用プロセスについて考察します。梅雨前線や熱帯収束帯、それらに伴うメソ擾乱と気候との相互作用の解明も目指します。また、夏季・冬季モンスーン等を対象とした気象力学的な研究も行っています。

●化学気候モデルをもちいた研究

大気中の化学過程と気候との関係について研究しています。特に、対流圏物質輸送とオゾン等の大気汚染の考察、化学気候モデルを用いたオゾンホール将来予測実験などを行っています。

●人工衛星開発支援とデータ解析

地球環境観測用の人工衛星開発支援と併せ、観測データの解析手法を開発しています。また、実際の観測データの解析を行い、温室効果気体の循環に関する研究を行っています。

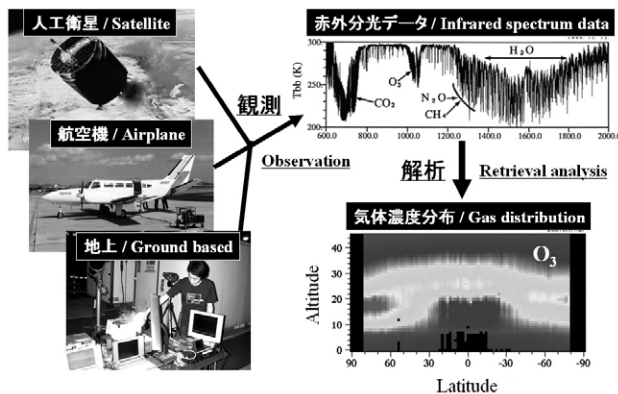
●数値シミュレーションによる温室効果気体の収支解析

二酸化炭素やメタンなどの温室効果気体を対象とした物質循環モデルの開発と、そのモデルを用いた発生源、吸収源の推定に関する研究を行っています。

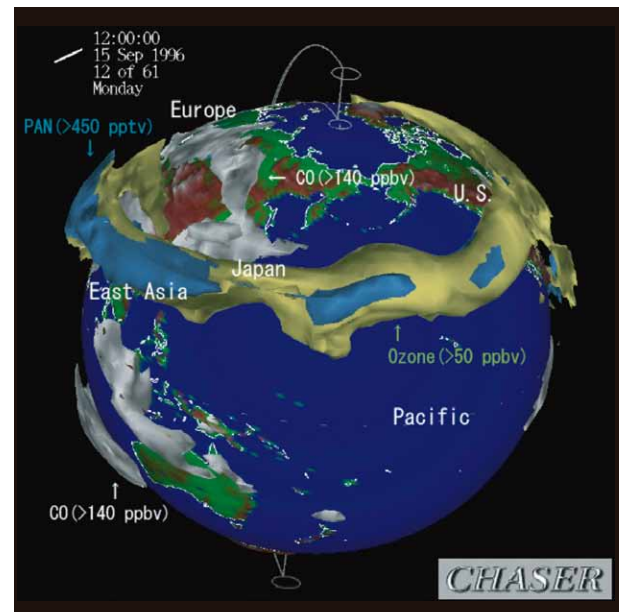
Computer simulation is an important tool for investigating the global environment and predicting its future climate. Our research group has been developing numerical models simulating atmospheric phenomena with scales varying from regional to global. Observation and data analyses are also an important part of our research. Our mission is to understand the atmospheric environment comprehensively through the combination of observations and computer simulations.

Ongoing Research Themes

- Dynamic Meteorology:** Studies of meteorological phenomena, including generation mechanisms and climate variations of meso-scale disturbances interacting with climate.
- Chemical climate models studies:** Research into atmospheric chemical processes interacting with climate using chemical climate models. Important examples are ozone-hole prediction and air pollution problems.
- Remote sensing of the atmospheric environment:** Development of new algorithms for analyzing satellite data to study the atmospheric environment. Furthermore, we develop ground-based remote sensing techniques using infrared radiation.
- Simulation studies on the greenhouse gas budget:** Numerical simulations of greenhouse gases such as carbon dioxide and methane, and source/sink inversion analyses of gases using chemical transport models.



観測データ解析におけるデータフローの概念図  
Schematic depicting data flow in observational data analysis



化学気候モデルでシミュレートされた全球の大気汚染  
Global atmospheric air pollution simulated by a chemical climate model



TAKAHASHI, M.



IMASU, R.

教授 Professor 高橋 正明  
TAKAHASHI, Masaaki  
准教授 Associate Professor 今須 良一  
IMASU, Ryoichi

Division of Climate System Research,  
Department of Climate System Modeling, Ocean System Modeling Section

海洋と大気の間では気候を形作る上で重要な熱・水や二酸化炭素などの物質が常に交換されており、それらは海洋中に大量に蓄えられ、海流によって輸送されます。そうした海洋の作用は、日や年という短い時間スケールの気候変動を穏やかにする一方、十年や百年という長い時間スケールの気候変動を引き起こします。特に長い時間スケールを持つ気候変動において、全球規模の海洋循環による熱や溶存物質の輸送は重要な役割を果たしますが、海洋観測には多くの困難が伴うため、その実態には不明な部分が多く残されています。限られた観測データをもとに海洋大循環の実態を解き明かすために、あるいは将来の海洋・気候の変動を予測するために、海洋大循環の数値モデリングは今や欠かせない研究手段となっています。

一方、モデリングの道具である数値海洋モデルも未だ完全なものではありません。海洋システムモデリング分野では、海洋モデリングのための数値モデルを開発しながら、様々な時間・空間スケールを持つ海洋現象にそれを適用し、あるいはそれを大気など他の気候システム要素のモデルと結合した気候モデルを用い、海洋そのものと海洋が気候において果たす役割を解き明かすための研究を行っています。

現在の主な研究テーマ

●海洋大循環のモデリング

海洋大循環は、乱流混合などのマイクロな物理現象と、海洋全体の熱収支などのマクロな側面の両方にコントロールされます。その両方の視点から、海洋大循環のコントロールメカニズムを解き明かす研究を行っています。

●極域海洋プロセスのモデリング

海洋深層循環の起点となる深層水形成は、主に極域海洋のごく限られた領域で生じます。海氷過程など、そこで重要となる特有の海洋プロセスの詳細なモデリングを通して、深層水形成に重点を置いた研究を進めています。

●古海洋モデリング

海洋深層循環の変化は、過去の大規模気候変動と密接に関連していることが知られています。現在とは異なる気候状態がどのように実現されたのか、そのメカニズムを調べるための研究を行っています。

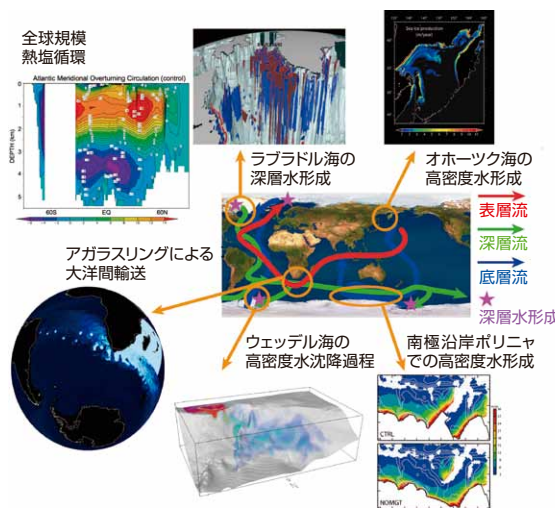
●海洋物質循環モデリング

海洋中に存在する様々な物質の輸送や状態変化は、気候や生態系のあり方を決める重要な要素です。そうした要素をモデリングに取り込み、海洋物質循環の実態を解き明かすための研究を行っています。

The ocean stores and transports a vast amount of heat and various dissolved substances, whose exchange with the atmosphere plays an important role in controlling the climate. There still remain many unknown aspects in the ocean as its observation is difficult. Numerical modeling is now becoming an indispensable method to study the ocean. Our group investigates various oceanic phenomena and their influences on the climate by developing and applying numerical models of the ocean.

Ongoing Research Themes

- Ocean general circulation modeling: The ocean general circulation is controlled by both microscopic physical processes and the macroscopic budget of heat and substances. We are striving for revealing the controlling mechanisms of the general circulation of the ocean from both perspectives.
- Polar ocean process modeling: Deep water formation, which is the starting point of the oceanic deep circulation, is a highly localized phenomenon in the polar oceans. We place a special emphasis on the processes peculiar to the polar oceans.
- Palaeo-ocean modeling: Past drastic changes of the climate are known to be closely linked to those of the oceanic deep circulation. We are investigating the mechanisms by which such different states of the climate were caused.
- Biogeochemical cycle modeling: Transport and state transition of various substances in the ocean are essential factors controlling the state of the climate and ecosystem. We are studying the ocean biogeochemical cycles by introducing such factors into the modeling.



海洋大循環とそれに関わる局所現象のモデリング例  
Examples for modeling of the ocean general circulation and various associated localized phenomena.



HASUMI, H.



OKA, A.

教授  
Professor  
HASUMI, Hiroyasu  
准教授  
Associate Professor  
岡 顕  
OKA, Akira

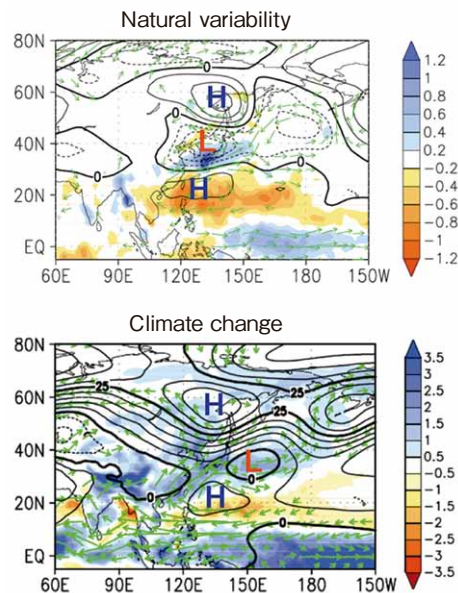
Division of Climate System Research, Department of Climate Variability Research, Climate Variability Research Section

気候システムモデルによる長期シミュレーションのデータ、および、観測された気候データを用い、エルニーニョなどの気候システム変動の解析研究を行います。また、気候モデルを用いて年々～数十年先の気候変動予測の研究などを行います。

さまざまな時間空間スケールの気候変動現象を理解することがわれわれの研究の大きな目標です。よりよい理解はよりよい予測にもつながります。観測データの解析はもとより、気候システム研究系で開発された気候モデルを縦横に駆使して、異常気象をもたらす季節～年々の自然変動や、人為要因による地球温暖化などさまざまなスケールの気候変動現象のメカニズム解明に挑んでいます。気候のコンピュータモデルは、室内実験の困難な地球科学において、仮説検証の有力な手段となります。数値実験を通して、観測データだけではわからない複雑な相互作用を解明することができます。したがって、モデルの精度向上はよりよい気候変動の理解に欠かせません。地球シミュレータや次世代スパコンなどの大型計算機を用いた研究プロジェクトも推進しています。

現在の主な研究テーマ

- 異常天候の要因解明
- 大気海洋結合系での気候変動の解明
- 十年規模の自然変動を含む近未来気候変動予測
- 大気海洋結合気候モデルの開発



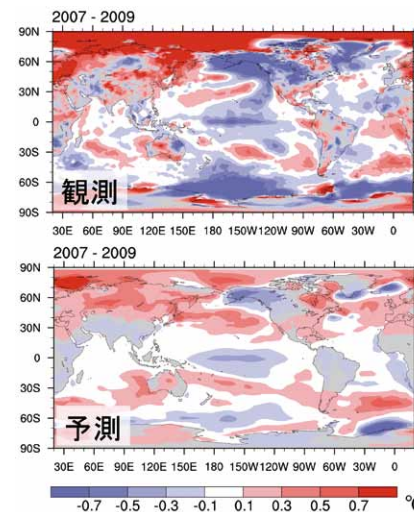
夏季東アジアの自然変動(上)と温暖化時の変化(下)パターン  
Spatial patterns of year-to-year natural variability (top) and change under a global warming scenario (bottom) for the East Asian summer climate.

Climate variability is studied through both detailed analyses of global, long-term observational data and through numerous numerical experiments based on climate models. The target of this research encompasses interannual to interdecadal climate variability, including global warming.

One of our research objectives is to understand climate variability on wide temporal and spatial scales. This is important because better understanding leads to better predictions. In addition to analyses of observed climate data, by actively using climate models developed at the Division of Climate System Research, we attempt to elucidate climate variations, ranging from seasonal to interannual, as well as global warming due to human activities. Computer models of climate are a powerful research tool for hypothesis verification in the field of Earth sciences, in which laboratory experiments are difficult. In the case where observational data analyses are not sufficient, carefully designed numerical experiments can reveal complicated interactions among the climate subsystems that lead to climate variations. Therefore, improvement of climate models is an indispensable part of climate variability studies. We are conducting research projects using world-class high-speed computers such as the Earth Simulator and the Next-Generation, "K", computer.

Ongoing Research Themes

- Studies on anomalous weather and low-frequency atmospheric variability
- Studies on coupled ocean-atmosphere climate variability
- Decadal prediction of climate variability and change
- Development of a coupled atmosphere-ocean climate model



2007-2009年平均の全球地表気温の観測(上)と2006年1月を初期値とする予測(下)  
Global surface air temperature anomaly. Average for years 2007-2009. Observation (top) and prediction starting January 2006 (bottom).



KIMOTO, M.

教授  
Professor

木本 昌秀  
KIMOTO, Masahide

Division of Climate System Research, Department of Climate Variability Research, Comprehensive Climate Data Analysis Section

地球の気候形成には、雲・雨・海水・水蒸気と様々な形態の水が重要な役割を果たしています。水の介在によって、雲粒の生成からエルニーニョまで時間空間スケールの異なるいろいろな現象が互いに影響し合います。本分野では、その複雑な気候システムの形成と変動の仕組みをひも解くため、最新の人工衛星によるリモートセンシングデータなどの地球規模の観測データと気候モデルとを用いて研究しています。

青い地球を覆う雲は地表面を冷やす効果も暖める効果も持っています。熱帯の積雲対流は海面から上空に熱エネルギーを持ち上げます。地球規模のエネルギー循環の鍵を握る雲降水システムの役割を定量化するには、衛星観測データが有効です。エルニーニョや10年規模変動など、さまざまな時間スケールの大気海洋結合系変動について、生成・維持機構を調べ予測可能性を解明するには、気候モデルが有用です。温暖化などの気候変化に伴い、それらがいかに変化するかを推定することも、モデル実験の重要な課題です。また、社会的に影響の大きい異常気象について、北極振動などその背景にある大気循環の力学過程を、気候モデル・力学モデル・予報データなどを用いて解明することも目指します。

現在の主な研究テーマ

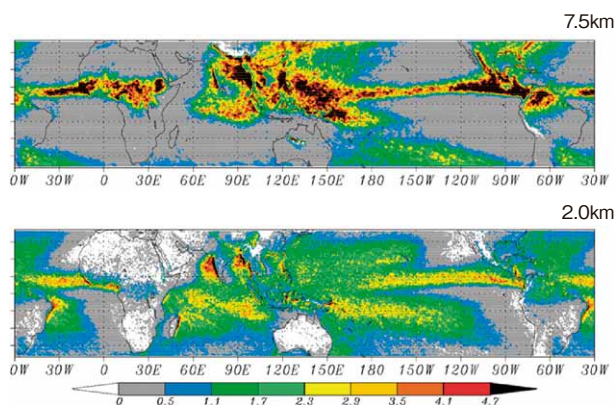
- 衛星観測データを用いた雲降水システムの解析
- 熱帯気象が気候形成に果たす役割の解明
- 気候モデルを用いた気候変化および気候変動の研究
- 異常気象の力学的研究

Various forms of water such as clouds, rain, sea, and vapor, play crucial roles in the formation of the Earth's climate. Through the agent of water, various phenomena with different spatial and temporal scales, from the formation of cloud droplets to El Niño, interact with each other. In the Comprehensive Climate Data Analysis Section, we utilize state-of-the-art satellite remote sensing data and climate models, in order to reveal the structure of such intricate aspects of Earth's climate.

Clouds have both warming and cooling effects of the earth surface. Cumulus convection in the tropics lifts the energy from the earth surface to the upper air. We use the satellite remote sensing data to quantify the roles of cloud and precipitation systems in the formation of the earth climate. We extensively use a global climate model called MIROC, developed in our division, for exploring mechanisms of natural climate variability such as El Niño and decadal variability. MIROC can also be used to evaluate future changes in the properties of these natural phenomena in response to increasing greenhouse gases. Moreover, dynamical processes responsible for the large-scale circulation variability such as the Arctic Oscillation/ North Atlantic Oscillation are examined by means of climate models, dynamical models, and operational forecast data.

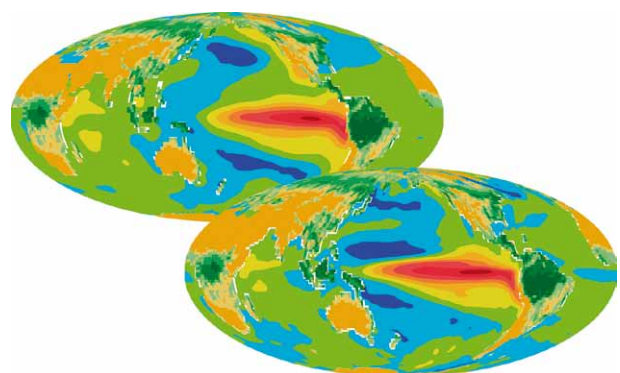
Ongoing Research Themes

- Satellite data analysis of cloud and precipitation systems
- Roles of tropical multi-scale interactions in climate formation
- Climate modeling for understanding climate change and climate variability
- Dynamics of weather variability



熱帯降雨観測計画 (TRMM) 衛星データから推定した大気上層・下層の積雲対流加熱分布。大気循環と結びついている

Upper and lower tropospheric cumulus convective heating estimated with TRMM satellite data. This is closely linked to the large-scale atmospheric circulation



エルニーニョに伴う海面水温の年平均偏差。(上) 観測値、(下) 気候モデル MIROCの結果。再現性が非常に高い

Anomalies in sea surface temperature associated with El Niño based on (top) observations and (bottom) the climate model MIROC



TAKAYABU, Y. N.



WATANABE, M.

教授  
Professor

准教授  
Associate Professor

高数 縁  
TAKAYABU, Yukari N.

渡部 雅浩  
WATANABE, Masahiro

Division of Climate System Research, Department of Climate Variability Research, Climate and Hydrology Research Section

地球水循環は、気候変動によって大きな影響を受け、人類にとって最も大きな影響を及ぼします。本分野は、地球上の水循環を幅広く捉え、様々な角度からのアプローチでそのメカニズムを解明し、社会への貢献を目指しています。特に「水の安定同位体比」という指標を用いて、地球水循環と気候との関係性を明らかにする研究に注力し、さまざまな数値モデルや衛星データを用いた研究を行っています。

水の中の水素安定同位体比 (D/H) 或いは酸素安定同位体比 ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  または  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) は、地球上において時間的・空間的な大きな偏りを持って分布しているため、私たちはそれらを観察することによって水を区別することが可能となります。また水の安定同位体比は水が相変化する際に特徴的に変化するため、相変化を伴って輸送される地球表面及び大気中の水の循環を逆推定する有力な材料となります。当分野では、この水同位体比の特徴を大循環モデルに組み込むことによって、複雑な地球水循環システムにおける水の動きを詳細に追跡しています。同時に、東京大学生産技術研究所とも連携し、そちらに設置された同位体比分析計等を用いて地球上様々な場所での雨や地表水、水蒸気等を採取し、観測しています。さらに、人工衛星や地上に設置した分光分析計を用いて、水蒸気の安定同位体比の空間分布と時間変化を観測しています。

現在の主な研究テーマ

●水の安定同位体比を用いた地球水循環システム解明

観測データの解析とモデリングによって、様々な状態の水の同位体比と地球水循環システムの関係性について研究しています。

●河川モデル・地表面モデルを用いた陸面水・エネルギー循環に関する研究

地表面並びに河川が持つ、地球水循環システムにおける物理的役割や人間活動や生態系との相互影響について、主にモデリングを利用して研究しています。

●力学的ダウンスケーリング手法に関する研究

領域気候モデルや大気大循環モデルを用い、粗い大気情報を細かい解像度までダウンスケーリングする手法の開発に携わっています。

●衛星から観測された水蒸気同位体比のデータ同化に関する研究

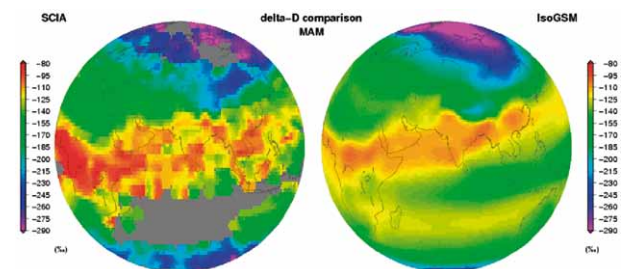
人工衛星に搭載した赤外分光センサーを用いた水蒸気同位体比観測値と、同位体大気大循環モデルによる予報値とデータ同化する手法を構築しています。

Climate and Hydrology Research Section focuses on various interdisciplinary areas, including global and regional meteorology, land surface and atmospheric hydrology, and paleoclimatology, all of which are bridged by natural isotopic tracers. The main thrust of our effort is toward better understanding of the Earth's climate system. This is explored both by utilizing additional information obtained from isotopic records and by developing models that simulate the observed processes.

Since stable oxygen and hydrogen isotope ratios in water (D/H,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) are sensitive to phase changes of water during circulation, geographic and temporal variations of the isotopic ratios emerge in water vapor and precipitation. Therefore, researchers can study atmospheric vapor cycling processes at various scales, such as large-scale transport and in-cloud processes by using isotopic information in precipitation and vapor. In this section, by incorporating the isotopes into global and regional climate models, the relationship between atmospheric and land surface processes and isotopic information in water vapor and precipitation has been intensively studied.

Ongoing Research Themes

- Study on processes of Earth's hydrological cycle with stable water isotopes
- Study on terrestrial hydrological cycles and development of river and land surface models
- Dynamical downscaling and development of a Regional Earth System Model
- Data assimilation, particularly for stable water isotopes with the ensemble Kalman filter



水蒸気柱の平均同位体比 ( $\delta\text{D}$ ) の季節平均気候値に関する、人工衛星 Envisat に搭載した分光分析計 SCIAMACHY による観測値 (左) と同位体大循環モデル IsoGSM による推定値 (右)

Comparison of MAM climatology of water vapor isotope ratio ( $\delta\text{D}$ ) between remote sensing observation with SCIAMACHY/Envisat (left) and model estimation with IsoGSM (right)



YOSHIMURA, K.

准教授 Associate Professor 芳村 圭 YOSHIMURA, Kei



Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Physical Oceanography, Ocean Circulation Section

世界の海を巡る海洋大循環は、熱や塩分、二酸化炭素などの温室効果気体、浮遊生物や生物に必要な栄養塩などを運び、熱や物質の循環、海域特有の水塊の形成と輸送、海洋生物の生育などに寄与し、地球の気候や海水構造および海洋の生態系に大きな影響を与えています。

日本列島の東では、南から温かい海水を運んでくる黒潮と北から冷たい海水を運んでくる親潮が接近したのちともに東向きに流れ、複雑な海洋構造をつくり出しています。これらの海流は、北太平洋の表層循環である亜熱帯循環と亜寒帯循環を形成し、数年から数10年程度の規模の気候変動や生態系変動に大きな影響を与えています。一方、中・深層循環は、海洋の水塊分布や長期特に数10年以上の規模の気候変動に支配的な役割を果たしています。深層循環は、北大西洋の極地で冬季に沈降した海水が南下して南極周極流に合流し、その一部が太平洋を北上して北太平洋で湧昇するという雄大な海水循環です。中・深層水の湧昇には、上下に海水を混合して深層水の密度を低下させる乱流鉛直混合が関与しています。深層大循環の終着点である北太平洋での循環構造や鉛直混合の理解は、海洋大循環の全体像を理解するために重要です。

海洋大循環分野は、こうした海洋循環の実態と力学、および海洋循環が水塊の形成や分布に果たす役割の解明を目指しており、特に北太平洋での研究に力を入れています。

現在の主な研究テーマ

●太平洋表層の海洋構造の変動解明

表層の海洋循環やそれに伴う水温・塩分構造の変動は、気候や水産資源の変動に大きな影響を与えます。世界規模の自動観測網や独自の観測から得られた水温・塩分などのデータの解析により、実態解明をめざしています。

●太平洋中・深層循環と鉛直混合の実態と力学

深層循環の終着点である北太平洋で、中・深層循環がどうなっているか、中・深層水の湧昇がどのようにして起きているのか、その要因である鉛直混合がどうなっているのか、は海の最も大きな謎のひとつです。私たちは、海水特性の高精度分析、係留系による長期連続観測、乱流観測、水中グライダーなど新しい観測手法の開発、研究船による観測とモデル計算を用いて、深層循環と鉛直混合の実態と力学を調べています。

●海洋・気候・生態系の長期変動の解明

潮汐の18.6年振動によって乱流鉛直混合が変化し、親潮や黒潮の変化を通じて、海洋・気候・生態系の長期変動を引き起こす、ということが徐々に明らかになりつつあります。オホーツク海や親潮・黒潮の観測や、海洋・気候・生態系の長期変動の研究を展開しています。

General ocean circulation plays a large role in the global climate, environment, and ecosystem by transporting heat, greenhouse gases, nutrients, and plankton. The Kuroshio and Oyashio currents form the upper-ocean circulation and build a complicated ocean structure in the region east of Japan and influence climate and ecosystem variability on interannual to multi-decadal timescales. Climate variability with longer time scales of particularly more than decades to a hundred years is affected by the intermediate and deep circulations. The deep circulation starts from the North Atlantic, flows through the Antarctic Ocean, and finally reaches the North Pacific where the upwelling to the shallower deep layer occurs. Part of the upwelling is caused by turbulent vertical mixing. The deep circulation is also a key element in global warming. We investigate the properties and dynamics of general ocean circulation including the formation, distribution, and variation of water masses. We primarily focus on the ocean circulation of the North Pacific.

Ongoing Research Themes

●Variability of upper ocean circulation in the Pacific: Variations of currents and the associated temperature/salinity structure in upper oceans have a great impact on variations of climate and fisheries resources. We study these variations by analyzing the data from a recently developed global observing system and our observations.

●Observation and dynamics of Pacific intermediate and deep circulations and mixing : The North Pacific is critically important for understanding deep and intermediate ocean circulations, and presents many challenges. The mechanisms of the circulations, upwelling and vertical mixing are the biggest questions in oceanography. We investigate the state and dynamics of deep- and intermediate water circulations, upwelling and mixing using water analyses, moorings, underwater gliders with turbulence sensors, shipboard observations and model calculations.

●Long-term variations of climate, ocean and ecosystem : On the basis of unique hypothesis that 18.6-year period tidal cycle regulates the long-term variability through tide-induced vertical mixing, we observe and model the Okhotsk Sea, the Oyashio and the Kuroshio, and study multi-decadal variability.



係留流速計の回収作業  
Recovery of a mooring of current meter



YASUDA, I.



OKA, E.



YANAGIMOTO, D.

教授 Professor	安田 一郎 YASUDA, Ichiro
准教授 Associate Professor	岡 英太郎 OKA, Eitarou
助教 Research Associate	柳本 大吾 YANAGIMOTO, Daigo

Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Physical Oceanography, Dynamic Marine Meteorology Section

地球の気候を支配している大気と海洋は、海面を通して互いに強い相互作用を行う複雑な結合システムを構成しています。潮汐を除くほとんどの海洋の運動は、大気が海面に与える風の応力や熱・水などのフラックスによって駆動されています。一方、海面から供給された熱や水蒸気は大気中の対流や低気圧など、さまざまなスケールの擾乱の発生・発達に大きく影響しています。このように複雑なシステムの振る舞いを正確に把握し、精度良く予測するためには、対流や乱流をはじめとする大気・海洋の基礎的な過程に関する理解が不可欠であることが、以前にも増して強く認識されてきています。本分野では、大気と海洋の相互作用に関わる対流・乱流・低気圧など、さまざまな大気・海洋擾乱の実態・構造・メカニズムを観測データの解析・数値シミュレーション・力学理論・室内流体実験などの多様な手法により解明しています。

現在の主な研究テーマ

●日本周辺の海洋上に発生する大気擾乱の研究

冬期に大陸から寒気が流出すると、日本周辺の海洋上では活発な大気・海洋相互作用が起き、筋状に並んだ対流雲やポーラーロウ(水平スケールが数100km程度のメソ低気圧)などが発生して、豪雪や高波などを生じます。一方、梅雨期には、活発な対流雲の集まりを伴うメソ低気圧が梅雨前線上の東シナ海に発生して西日本に集中豪雨をもたらします。これらの低気圧では対流雲と低気圧の渦が複雑な相互作用をしており、その構造や力学過程の解明は防災上も気象学上も急務です。

●対流雲の形態・組織化機構と集中豪雨の研究

組織化された対流雲は、局地的な強風や集中豪雨の原因となります。また、対流雲による鉛直方向の熱輸送は地球の気候に大きな影響を与えるため、その形態と組織化機構の研究は重要です。

●大気・海洋の境界層と乱流に関する研究

台風は海面から供給される水蒸気をエネルギー源として発達する一方、その強風により海中に活発な混合、湧昇、内部波などを励起します。また、大気・海洋は海面と地表面での運動量の交換を通して固体地球の回転の変動にも寄与しています。大気・海洋間の物理量の交換に関わる大気・海洋境界層の乱流機構やその結果生ずる大気・海洋擾乱の機構の解明は大気・海洋相互作用の理解に不可欠です。

●室内実験による大気・海洋擾乱の研究

大気・海洋擾乱の基礎的な過程を、最新の機器を用いた回転成層流体実験によって解明しています。

The earth's climate is regulated by the atmosphere and oceans, which interact strongly and constitute a complex coupled system. Most of the oceanic motions, except for tidal motion, are caused by atmospheric forcing such as wind stress, surface heating/cooling, evaporation, and precipitation. Most of the atmospheric motions, on the other hand, are forced by sensible and latent heat fluxes through the sea surface. To understand such a complex system and to predict its behavior reliably, it is important to investigate the basic processes of atmospheric and oceanic motions such as turbulence, convection, and instabilities. Our group studies the behavior, structure, and mechanisms of various atmospheric and oceanic disturbances, which play important roles in atmosphere-ocean interactions, through observation, numerical simulation, theory, and laboratory experiments.

Ongoing Research Themes

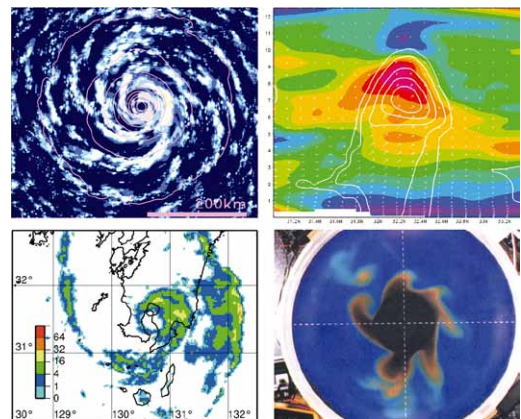
●Atmospheric disturbances over the oceans around the Japanese islands : Meso-scale and synoptic-scale cyclones in which interactions among the vortex, convective clouds, and sea surface fluxes play important roles are investigated. These include polar lows that develop during cold air outbreaks, meso-scale cyclones that bring torrential rainfall during the Baiu/Meiyu season, typhoons, subtropical cyclones, and rapidly-developing extratropical cyclones.

●Dynamics of convective clouds and their organization

●Atmospheric and oceanic boundary layers

●Laboratory experiments on atmospheric and oceanic disturbances

本分野の研究例 Examples of ongoing research



数値実験で得られたポーラーロウ(左上)と梅雨期の降水バンドの南北断面(右上)。亜熱帯低気圧のレーダー画像(左下)と回転系の水平対流の室内実験(右下)

Numerically simulated polar low (upper left), meridional cross-section of numerically simulated rainband (upper right), radar image of subtropical low (lower left; courtesy of Japan Meteorological Agency) and horizontal convection in a rotating tank experiment (lower right)



NIINO, H.



IGA, K.



YANASE, W.

教授	新野 宏
Professor	NIINO, Hiroshi
准教授	伊賀 啓太
Associate Professor	IGA, Keita
助教	柳瀬 亘
Research Associate	YANASE, Wataru

Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Physical Oceanography, Ocean Variability Dynamics Section

悠久の海も、日々、さまざまに変化しています。日変化や季節変動はもっとも顕著ですが、そのほかにも数ヶ月あるいは数年、数十年の周期で水温や海流が変化していることが知られるようになってきました。これら変動の多くは、歴史的な観測データの蓄積や、高精度で長期的、連続的な観測などによって、初めて明らかとなったものであり、その原因はまだよくわかっていません。しかし、海洋の変動は気候変動において支配的な役割を果たすほか、水産資源の変動にも直結しており、その実態把握とメカニズムの解明は重要な課題です。

本分野では、これまで十分に検討されてこなかった海洋の変動現象を主な研究対象としています。海洋観測を実施して、変動の把握に努めるほか、数値シミュレーションを併用することで、より広い時空間での変動を捕らえる試みを行っています。さらに、力学的な数値実験を行うことで、変動現象のメカニズムの解明を目指しています。

現在の主な研究テーマ

●深層流の時間変動の観測

停滞していると思われがちな深海にも十数cm/sもの流れがあり、同程度の大きさで変動しています。流速計や水温・塩分計を深海に長期係留して、変動の様子を観測しています。

●深層循環の数値モデリング

深層循環は海底地形の影響を強く受けます。数値モデルを使って、日本の東に連なる海溝など、特色ある地形の影響を調べています。

●海底ケーブルによる黒潮流量のモニタリング

黒潮の変動は日本の気候や漁業に大きな影響を持ちます。伊豆諸島に敷設されている通信用海底ケーブルを使って、流量の毎時計測を行っています。

The ocean has large temporal variations, even though it looks steady and unchanging. Daily and seasonal variations are well known, but many other variabilities have been discovered recently. Historical data over decades or the latest high-precision data reveal that water temperature and ocean currents vary at periods of months, years, and decades. However, the causes of this variability are still unknown, and further observation and dynamic speculation are necessary because this ocean variability is closely related to serious modern issues such as climate change and fishery resource variation.

Our research targets the ocean variabilities that have been less questioned before. We conduct shipboard observations to gather high-precision data and use numerical simulations to extrapolate our limited knowledge in spatial and temporal dimensions. We also formulate theoretical models to investigate the dynamics of the variabilities.

Ongoing Research Themes

●Observation of temporal variability of deep currents

The deep ocean is not stagnant. Deep currents are widely distributed and highly variable, with mean velocities and fluctuation amplitudes each in excess of 10 cm/s. Long term observations of this variability through deployment of current meters and CTD sensors will clarify characteristics of the deep ocean.

●Numerical modeling of deep circulation

Deep circulation is crucially influenced by bottom topography. Using numerical models, we investigate the influence of distinctive topographic features such as the chain of trenches east of Japan.

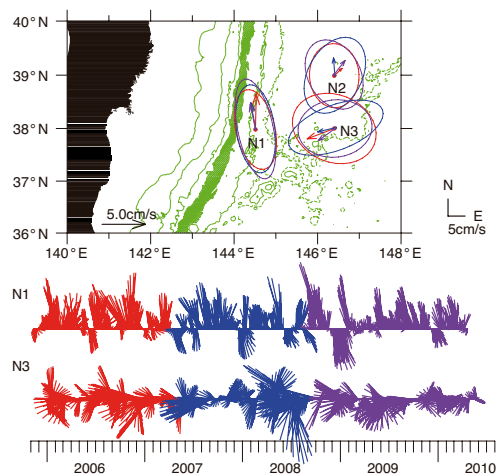
●Monitoring of the Kuroshio using submarine cables

The variability of the Kuroshio influences the climate and fisheries in Japan. We measure its volume transport every hour using submarine communication cables between the Izu Islands.

日本海溝東方における深度4000mの流速観測  
Deep current measurements at a depth of 4000 m east of the Japan Trench

地図上に係留期間ごとの平均流速ベクトルと標準偏差楕円を示す。色は、下段の時系列データに対応する

The upper panel shows mean velocity vectors and standard deviation ellipses, and the lower panel shows their 4-year times series at two stations. Color represents the period of their deployments



准教授 Associate Professor 藤尾 伸三 FUJIO, Shinzo



FUJIO, S.

Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Chemical Oceanography, Marine Inorganic Chemistry Section

海水が塩辛いのは、海水中にナトリウムイオンや塩化物イオンなど、さまざまな元素が溶解しているためです。また、わずかですが海水は濁っています。これは、生物体や陸起源物質に由来する細かい粒子が漂っているためです。このように、海洋環境はさまざまな化学物質から構成されています。それらの複雑な分布と挙動は、各物質が固有に持つ化学的性質、供給と除去の起こり方、さらに海洋内での物理化学的あるいは生物学的過程によって、巧みにコントロールされていると考えられます。本分野では、海洋におけるこのような地球化学的物質サイクルについて、大気圏、生物圏、および岩石圏との相互作用を経てどのように進化してきたのかも含め、総合的に理解することを目指しています。その上で、化石燃料二酸化炭素の放出等による地球環境の変化に対し、海洋がどのように反応するのか、どのような役割を果たしているのかについて解明しようとしています。これらの研究を推進し新たな分野を開拓するために、白鳳丸・新青丸などの学術研究船や「しんかい6500」などの潜水船を活用し、また他の大学・研究機関の多くの研究者とも共同で観測調査やデータ解析を進めます。さらに国際的には、海洋の総合的な地球化学研究に関わる共同プロジェクト、例えば、GEOTRACES, SOLAS, IMBER, InterRidge, LOICZ, IODPなどと密接に協調しつつ研究を進めています。

#### 現在の主な研究テーマ

- 海水および堆積物（粒子物質および間隙水を含む）中の微量元素（遷移金属、希土類元素、貴金属類など）、溶存気体、安定同位体（H, C, O, N, Nd, Ce, Pbなど）、および放射性同位体（U/Th系列核種、 $^{14}\text{C}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ など）の生物地球化学的挙動の精査と、人為的作用も含め、それらの時空間変動の要因を解明します。
- グローバルな海洋循環、混合、生物生産と分解、大気-海洋、海-陸相互作用など、さまざまな現象のトレーサーとして、化学成分および同位体を活用した研究を行います。
- 中央海嶺や島弧・背弧海盆における海底熱水活動、プレート沈み込み帯における冷湧水現象、沿岸域における海底地下水湧出現象などに伴う、海洋と固体地球との間の地球化学フラックスを解明します。
- 高精度化学分析手法をはじめ、クリーンサンプリング手法、現場化学計測法など、新しい技術の開発と応用を行います。

Various chemical components constitute the oceanic environment, and their complex distribution and behavior are controlled by their chemical properties, sources and sinks, as well as physicochemical and biological processes. Our main goal is to comprehensively understand geochemical cycles in the ocean and their evolution through interactions with the atmosphere, biosphere, and lithosphere, on the basis of chemical and isotopic measurements. We aim also to elucidate the oceanic response to natural and anthropogenic perturbations such as emission of fossil fuel carbon dioxide. We collaborate at sea with many marine scientists and actively participate in topical international projects such as GEOTRACES, the Surface Ocean Lower Atmospheric Study (SOLAS), Integrated Marine Biochemistry and Ecosystem Research (IMBER), International Cooperation in Ridge-Crest Studies (InterRidge), Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ), the Integrated Ocean Drilling Program (IODP), etc.

#### Ongoing Research Themes

- Biogeochemical characterization of trace elements, major and minor dissolved gases, stable isotopes, and radioisotopes in seawater and sediment, for assessment of oceanic processes controlling their spatial and temporal variations, including anthropogenic effects.
- Application of chemical components and isotopes as tracers for various phenomena, such as global ocean circulation, mixing, biological production and degradation, and air-sea and land-ocean interactions.
- Elucidation of geochemical fluxes between the ocean and solid earth through submarine hydrothermal activity, cold seepage, and submarine groundwater discharge.
- Development of new technologies for clean sampling, in situ observations, and highly sensitive chemical analyses.



研究船淡青丸における大量採水器を用いた観測作業（日本海にて）  
Large volume water sampling on board R/V Tansai Maru (Japan Sea)



GAMO, T.



OBATA, H.



NAKAYAMA, N.

教授 Professor	蒲生 俊敬 GAMO, Toshitaka
准教授 Associate Professor	小畑 元 OBATA, Hajime
助教 Research Associate	中山 典子 NAKAYAMA, Noriko

Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Chemical Oceanography, Marine Biogeochemistry Section

海洋における生元素（炭素・窒素・リン・珪素・イオウなど）のサイクルは、多様な海洋生物による生化学的変換プロセスと物質移動を支配する物理学的プロセスとの複雑な相互作用によって駆動され、大気や陸域における元素循環過程と連動しつつ地球環境に大きな影響をおよぼしています。近年、人類による物質循環系の攪乱と、その結果としての地球温暖化や生物多様性の大規模な消失といった環境問題が顕在化・深刻化し、生物圏と地球環境の相互作用の仕組みとその変動要因を明らかにすることは人類にとっての急務とされています。しかし、グローバル・スケールでの海洋物質循環とその制御機構に関する知見は十分でなく、特に生物の深く関与する非定常プロセス、局所的プロセスに関しては、その重要性にもかかわらずなお未知の領域を多く残しています。

本分野では、生元素循環の素過程を担う多様な生物群集による代謝ネットワークの進行する場の解析と制御メカニズムの解明、および生物代謝が環境中の物質の分布と輸送に果たす役割の解明を大目標に掲げ、新しい技術や方法論の開発、モデル実験や理論的アプローチによるプロセス研究、研究船航海や調査旅行によるルーティン観測作業を3つの柱として研究を進めています。河口・沿岸域から外洋に至るさまざまな場において個々のテーマに基づく基礎的研究に取り組んでいるほか、有機物・栄養塩の精密分析、軽元素同位体比分析、同位体トレーサー法、光学的粒子解析技術を駆使して大型共同プロジェクトの一翼を担うことにより、時代の要請に対応した分野横断的な海洋研究を目指しています。

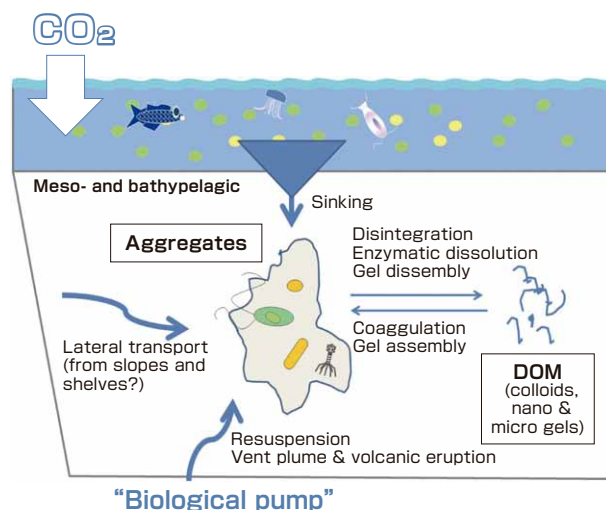
現在の主な研究テーマ

- 海洋の生物地球化学的循環におけるウィルスの役割
- 海洋における微生物食物網の構造と役割
- 海水中の難分解性溶解有機物の構造とその分解を阻害している因子の研究
- 大気海洋炭素循環モデルにおける化学パラメータの精密観測
- 熱帯～温帯沿岸生態系（特に大型底生植物群落）の生態学的機能とその保全
- 海洋窒素循環と有機物の分解過程における微生物学的酸化還元プロセスの役割
- 炭素・窒素の安定同位体比を用いた物質循環・食物連鎖解析法の開発とその応用

The distribution and circulation of biophilic elements such as carbon (C), nitrogen (N), phosphorus (P), silicon (Si), and sulfur (S) in the ocean are regulated by both physical transport processes and biochemical transformation by various organisms. These elements may occur in volatile, dissolved, or particulate forms, and thus their biogeochemical cycles in the ocean are closely linked with those in the atmosphere and the lithosphere. Because of its large capacity, the sea plays a crucial role in maintaining the global cycles and balance of these elements. Research in our laboratory is concerned primarily with the dynamics of biophilic elements in marine environments and their coupling with metabolisms of marine organisms. Emphasis is placed on identification of various biochemical processes operating in the water column and upper marine sediments, and their regulation and interaction.

Ongoing Research Themes

- Role of viruses in marine biogeochemical cycles
- Structure and function of microbial food webs in the oceans
- The nature of refractory dissolved organic matter in oceanic waters
- Determination of chemical parameters used in global circulation models
- Conservation ecology of macrophyte-dominated coastal ecosystems
- The roles of microbial redox processes in marine sediment biogeochemistry
- Application of stable isotopic techniques to the evaluation of ecosystem status



微生物と有機物の相互作用による海洋生元素循環の駆動（研究テーマの例）  
Marine bioelement cycles driven by microbe-organic matter interactions



NAGATA, T.



OGAWA, H.



MIYAJIMA, T.

教授  
Professor NAGATA, Toshi  
准教授  
Associate Professor OGAWA, Hiroshi  
助教  
Research Associate MIYAJIMA, Toshihiro

## Division of Ocean-Earth System Science,

Department of Chemical Oceanography, Atmosphere and Ocean Analytical Chemistry Section

人類はこれまで陸域を活動の場として発展してきましたが、海洋はその2倍以上の面積を持ち、地球環境と生命活動に重要な役割を果たしています。地球環境に関わる海洋システムの研究、すなわち海洋の持つ地球環境保全機能の定量化とその科学的理解は、地球環境と調和した社会を実現するために不可欠です。太古から現代に至る変遷をとげてきた海洋は時空間的に連続したひとつのシステムをなしており、我々は多角的な視野から最先端の観測機器・分析技術・解析手法を駆使して海洋環境の包括的理解を目指しています。

本分野では、地球内部の物質から地球外物質までを研究対象とし地球を一つのシステムとしてとらえ同位体化学の側面から物質循環過程や地球環境に関する研究を行っています。最新の技術や高精度の計測機器類を導入することで高密度観測や高感度分析等の先端的分析手法を開発し、希ガス同位体の高精度分析やNanoSIMS50を用いたミクロン領域での微量元素分析を主な研究手法としています。海洋大循環や物質循環過程を解明するために、海水や陸水、堆積物や大気など様々な地球惑星科学物質の希ガスを精密に測定し研究を行っています。また地球環境問題に対する海洋の役割を解明するために、生物骨格や殻などの炭酸塩やリン酸塩あるいは堆積物の微量元素を精密分析し研究を行っています。これらの研究を行うために、白鳳丸や淡青丸などの研究船を用いた観測・試料採取を行い、研究所内外の研究者と共同で研究を進めています。

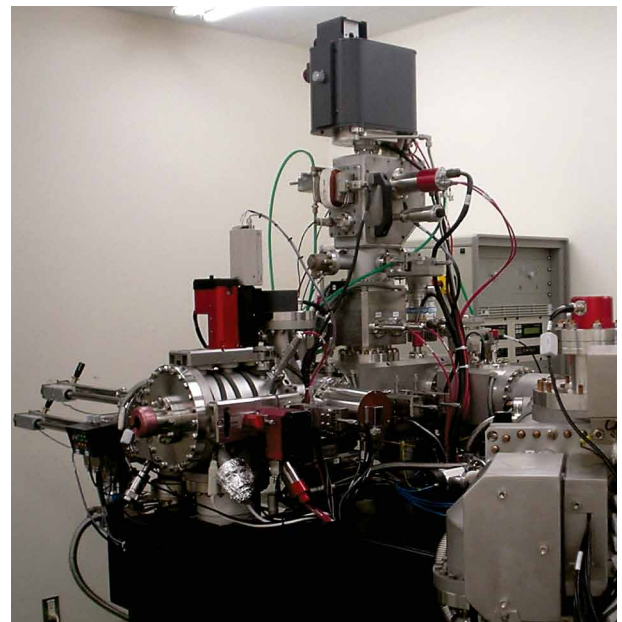
## 現在の主な研究テーマ

- 希ガス元素をトレーサーとした海洋循環および海洋物質循環
- 海洋生物化石やマンガンクラストを用いた長期環境変動の解析や古環境復元
- 海成炭酸塩および海成リン酸塩の地球化学的研究
- 海成堆積岩の微小領域のU-Pb同位体年代測定
- 二次イオン質量分析計を用いた惑星海洋学
- トリチウム-ヘリウム-3法に基づく海水・地下水の年代測定
- 地下水や温泉水、火山ガス、海底熱水、大気に含まれる揮発性成分の物質循環

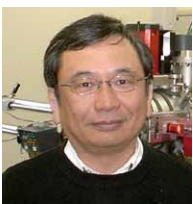
The ocean, covering 70% of the Earth, is deeply related to several environmental issues including global climate change, and may be the last possible area for humans to obtain new biological and mineral resources. Japan is surrounded by the ocean, so there is a strong emphasis on gaining scientific understanding and quantitative estimation of how the ocean influences the earth's environment. The marine environment is a complex physical and biological system that requires comprehensive research of the whole system in both space and time. Using the most advanced observational and analytical techniques, the present state of the marine environment is studied accurately, precisely and thoroughly, in collaboration with researchers from other laboratories.

## Ongoing Research Themes

- Ocean circulation using noble gas isotopes
- Paleoenvironmental reconstruction using natural archives such as microfossils and ferromanganese crusts
- Geochemical studies of marine carbonate and phosphate
- U-Pb dating in ultra-fine areas of sedimentary rocks
- Planetary oceanography using an ion microprobe
- Tritium - helium-3 dating of seawater and groundwater
- Material cycle of volatile elements in groundwater, spring water, volcanic gas, hydrothermal water and atmosphere samples



最先端分析機器の1つである、超微小領域を分析できるイオンマイクロプローブ  
Ion microprobe for trace element and isotopic analysis of ultra-fine features



SANO, Y.



TAKAHATA, N.

教授  
Professor佐野 有司  
SANO, Yuji助教  
Research Associate高畑 直人  
TAKAHATA, Naoto

Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Ocean Floor Geoscience, Marine Geology Section

海洋底に分布する地層には、海洋地殻の形成、過去に生じた地震の痕跡、地域的あるいは全地球的な環境変動、碎屑物の集積、炭素をはじめとする物質循環などの記録が残されています。また、海底では火山活動、熱水活動、プレート沈み込み帯の地殻変動などの現在進行中の地質現象を観測することができます。海洋底地質学分野では、主に音波を用いた地形調査や地下構造探査、地質試料の採取、深海掘削、海底観察などによって、過去の現象を理解するとともに、自然災害、地球環境変動、資源に関わる問題を解決し、将来を予測する上で基礎となる情報の取得を目的として研究を進めています。

研究は、調査船を用いた海洋底の構造の広域マッピングとともに、対象を絞った高精度・高解像度のデータの取得に力を入れています。具体的には研究室で所有する3つの装置、1) 海底の微細構造や底質のマッピングを目的とした深海曳航式サイドスキャンソナー探査システム、2) 海底下浅部構造を対象とした高解像度反射法地震探査システム、3) 精密照準採泥を目的とした自航式深海底サンプル採取システム、を用いた調査を実施しています。例えば、プレート沈み込み帯では付加プリズムの成長過程、碎屑物の浅海から深海への運搬・堆積過程、泥火山の形成過程について、従来にない精度の情報を得ています。これらの研究成果は、統合国際深海掘削計画のプロポーザルの事前調査データとしても活用されています。

現在の主な研究テーマ

- **プレート沈み込み帯浅部の地質構造、物質循環とテクトニクス**  
の研究  
付加体・前弧海盆の発達と泥火山の形成の関係、プレート境界および付加体における断層運動プロセスを反射法地震探査、採泥、海底観察、深海掘削試料の解析によって調べています。
- **海底活断層の分布と活動履歴の研究**  
深海曳航式サブトムプロファイラー探査で断層運動による海底表層の変形構造を捉え、さらにピンポイント採泥を行うことにより断層の活動履歴を調べています。
- **過去のプレート境界地震発生帯の変形履歴を記録した陸上付加体の研究**  
海底下で現在進行中の現象をよりよく理解するために、陸上付加体(四万十帯・美濃帯)の野外地質調査および構造地質学的・化学地質学的解析を行っています。
- **メタンハイドレートの分布と成因の研究**
- **大陸-大陸衝突に伴い形成される東地中海の泥火山の研究**
- **反射法地震探査を用いた海底下構造・物性の研究**
- **深海底接地型高解像音波探査システムの開発**

Deep-sea strata record the development of oceanic crust, the history of earthquakes, regional and global environmental changes, and the carbon cycle. Moreover, active geological processes, e.g., volcanism, hydrothermal venting, sediment transport, and crustal movements at convergent, divergent, and transform plate boundaries, can be observed on or beneath the seafloor. Our group conducts topographic, seismic reflection, sediment sampling, and seafloor observation investigations to understand both the geological record and active processes in the deep sea. In particular, we pursue high-precision and high-resolution studies using the deep-tow sidescan sonar system "WADATSUMI", a seismic reflection system consisting of a generator-injector (GI) airgun and multichannel streamer cable, and a navigable pinpoint sampling system "NSS", as well as undertaking more regional studies. Complementary to local and regional studies, we participate intensively in the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) and other international projects, both at sea and onshore. Our main goal is to obtain key information for reducing natural hazards, predicting global environmental changes, and locating natural resources.

Ongoing Research Themes

- Shallow structure, mass balance, and tectonics of subduction zones
- Distribution and displacement histories of active submarine faults
- Geological investigation of on-land accretionary complexes recording tectonic processes of seismogenic subduction zones
- Distribution and origin of methane hydrates
- Characterization of mud volcanoes related to continent-continent collision in the eastern Mediterranean Sea
- Structure and physical properties of oceanic crust using seismic reflection data
- Development of a new high-resolution ocean bottom seismic system



自航式深海底サンプル採取システム  
Navigable Sampling System (NSS)



ASHI, J.



YAMAGUCHI, A.

兼務准教授\* 芦 寿一郎  
Associate Professor ASHI, Juichiro  
助教 山口 飛鳥  
Research Associate YAMAGUCHI, Asuka

\*大学院新領域創成科学研究科准教授

Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Ocean Floor Geoscience, Submarine Geophysics Section

深海底は水に覆われて普通は見ることのできない世界ですが、極めて活動的なところ。海底で起こるさまざまな地学現象は、地球深部の構造やダイナミクスと密接に関連し、一方で海や大気を介して地球環境変動とも結びついています。また、海底に残されたさまざまな証拠から、地球の経てきた歴史を知ることができます。海底を研究するための手法は数多くありますが、比較的広い範囲を概観して基本的な原理や構造を把握するためには、リモートセンシングの考えを取り入れた地球物理観測と解析が強力な手段となり得ます。

本分野では、ダイナミックに変動する海底の現象と地球の構造を、主に地球物理学的な手法を用いて明らかにする研究に取り組んでいます。具体的には、研究船の観測で得られる地形・磁気・重力・地震波構造などのデータや、海底の堆積物・岩石試料を用いて、プレート境界での海底下構造や海底拡大・沈み込みのプロセス、地震発生や熱水循環、地磁気変動に関する研究を主な課題としています。観測の対象となる海域は世界中に広がっています。また、新しい観測技術や解析手法を取り入れることも積極的に行っています。

現在の主な研究テーマ

●古地磁気・岩石磁気研究

海底堆積物や岩石を用いて過去の地磁気強度変動を求める研究や、古緯度からホットスポットの移動を推定する研究を行っています。また、海底堆積物に含まれる強磁性鉱物を用いて、過去の地球環境変動を推定する研究を行っています。

●中央海嶺のテクトニクスの研究

新しい海洋底が生まれる中央海嶺の海底拡大過程を研究しています。特に、マグマの供給が少なく断層運動の卓越する海嶺(海洋データメント断層)に焦点をあてています。

●熱水活動と海洋性地殻

海底熱水系とその周囲の生態系の多様性は海洋性地殻の組成と構造に支配されています。私たちは化学・生物の研究者とともに熱水の多様性を生み出すテクトニックな背景を研究しています。

●巨大地震断層の3次元高精度構造と物性の解明

海溝型巨大地震発生機構を理解するために、巨大地震断層の構造や物質特性を明らかにする必要があります。私たちはIODP南海トラフ地震発生帯掘削をリードし、3次元反射法地震探査データを用いた高精度地殻構造イメージング、掘削孔を用いたVSP(鉛直地震探査)、地震探査データと掘削データとの統合解析を行っています。

The deep seafloor is an active, but hidden environment where most of Earth's volcanism and much of its tectonic activity occur. Various phenomena on the deep seafloor are closely linked to Earth dynamics and structure, and also linked to Earth's environment through the hydrosphere and atmosphere. Geophysics is a powerful tool to investigate the vast seafloor realm and to contribute to understanding Earth structure and evolution.

We, the submarine geophysics group, study dynamic processes and the history of the deep seafloor and Earth's interior using mainly geophysical methods, including one of the academic world's most advanced seismic processing and interpretation centers. Our targets range from mid-ocean ridge processes to subduction processes, and our goal is to paint a precise picture of the earth system.

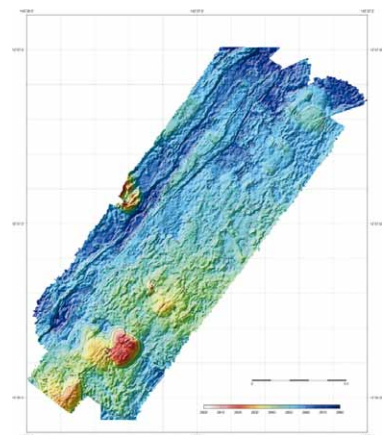
Ongoing Research Themes

●Paleomagnetism and environmental magnetism: We study on ancient geomagnetic-field intensity variations using marine sediments and rocks and hotspot motion from paleomagnetic inclination. We also conduct researches for estimating Earth's environment in the past using magnetic minerals in sediments.

●Mid-ocean ridge processes: The main goal of our mid-ocean ridge studies is to understand the key processes forming the wide variety seafloor globally. A recent target is oceanic detachments where tectonism dominates magmatic accretion.

●Oceanic crust formation and hydrothermalism: We study the tectonic background and oceanic crust structure, supporting the wide variety of hydrothermal activity and eco-system.

●Seismogenic zone: To understand the mechanism of subduction thrust earthquakes, we reveal the detailed 3-D structure of the Nankai seismogenic fault by state-of-the-art image processing of the 3-D seismic reflection data. Moreover, we estimate the physical properties along the fault by vertical seismic profiling (VSP) and IODP core-log-seismic integration.



自航式深海探査機でとらえたマリアナ背弧海底拡大軸の詳細地形  
Microbathymetry of Mariana backarc spreading center detected by AUV



YAMAZAKI, T.



OKINO, K.



PARK, J. O.

教授	山崎 俊嗣
Professor	YAMAZAKI, Toshitsugu
准教授	沖野 郷子
Associate Professor	OKINO, Kyoko
准教授	朴 進午
Associate Professor	PARK, Jin-Oh



Division of Ocean-Earth System Science,  
Department of Ocean Floor Geoscience, Ocean Floor Geotectonics Section

本分野では、多岐にわたる海洋底火成活動の物質科学とテクトニクスのトータルな解明を目指しています。海洋底火成活動は、(A) プレートの発散の場である海嶺域、(B) 収斂の場である島弧海溝域 (そして両者の複合域である縁海域)、さらに両者とは (C) 独立のプレート内域 (LIPS、ホットスポット、コールドスポット、ミニスポットなど) の活動に大別できます。本分野は、上記3種の活動域での火成活動の構成物とその変遷過程の解明を目指し、基礎研究に臨んでいます。

日本の陸上地質の70%以上は、前弧域を含む海洋底由来の物質から構成されているといっても、過言ではありません。すなわち、陸上の地質は過去の地質過程の集積、いわゆる現在の海洋底地質過程の集積として理解できます。陸上地質の理解にも、海底地質・岩石の研究は不可欠です。そのために、精密な海底地形・地球物理調査を行い、その情報に基づいて海底地質・岩石試料 (生物硬試料を含む) を採集し、物質科学的解析により現在の海底の構成物質、形成課程を理解し、さらには陸上地質・岩石の成因の理解にも供しています。解析には自動化されたXRF、EPMA、ICP-MSなどの最新の装置を駆使して、岩石および構成鉱物の主成分、微量成分から超微量成分、同位体に至る分析を行っています。特に、海洋底試料では報告の少ない造岩鉱物の分析と、それらの基礎分析データに基づくマグマの素過程、温度圧力などの物理化学条件の解析に力を入れています。国際深海掘削、有人潜水艇探査、ドレッジなどの試料が研究に供されています。

本分野では、全国共同利用研究所の特性を生かすべく、共同研究に特別な努力を払っています。

現在の主な研究テーマ

●海水準変動の研究

温暖化後の地球表層環境変遷や地球の平均的な気候状態を知る上でも重要な海水準変動の研究。私たちは、国際統合深海掘削 (IODP) やIPCC (国連気候変動に関する政府間パネル) などと密接に関わりながら、研究を進めています。

●海底鉱物資源の研究

熱水鉱床を含め海底鉱物資源は将来の資源として期待されています。熱水鉱床形成の仕組みを解明するため、昔の海底であるオマーン・オフィオライトやトルードス・オフィオライトで熱水循環系を研究しています。

●古環境を復元するための間接指標の開発

将来の地球環境を予測するためには過去の環境変動を詳細に知る必要があります。そのために私たちはサンゴなどの精密飼育実験を通して間接指標の開発を行っています。

Volcanism on the seafloor occurs in three settings: oceanic ridges, island arcs along subduction zone (backarc basin volcanism shares characteristics with oceanic ridges), and intra-plate volcanism (large igneous provinces, hotspots, coldspots, and individual volcanoes). We investigate such volcanism globally. More than 70% of Japan's geology formed at the ocean floor in the geological past, including igneous, sedimentary, and metamorphic rocks. Research on the ocean floor is important to understand the geology of both the ocean floor and land. Our group takes rocks from the seafloor based upon detailed bathymetric and geophysical surveys, and we use these samples for precise chemical analyses. Cooperative research is important for our group.

Ongoing Research Themes

- Sea level changes: Studying sea level changes are key to unveil the Earth's surface system. We are actively involving Integrated Ocean Drilling Project and Intergovernmental Panel of Climate Changes to better understand the sea level changes both in the past and future.
- Study on mineral deposits on the seafloor  
Mineral deposits on the seafloor, including hydrothermal ore deposits, are hope to be available as a resource in future. In order to understand the mechanism of ore formation, we have been studying hydrothermal circulation system in Oman and Troodos ophiolites.
- Development of proxies to reconstruct paleo-environemnts  
Reconstruction of the environments in the past is important to understanding and predicting environmental changes in the near future. We are developing geochemical proxies that are essential for the environmental reconstruction through cultivation experiments using live corals.



昔の海底であるオマーン・オフィオライト  
Oman ophiolite, ancient seafloor



KAWAHATA, H.



YOKOYAMA, Y.

教授 (兼)  
Professor  
KAWAHATA, Hodaka  
准教授  
Associate Professor  
YOKOYAMA, Yusuke

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。また近年、地球規模での環境変動、地球温暖化や汚染物質、漁業活動等による海洋生態系の攪乱がプランクトン群集の変動と大きく関わっていることが明らかになってきました。

本分野では、海洋におけるプランクトン・マイクロネクトン(小型遊泳生物)の種多様性(多様なプランクトンはどのように進化し、どのような関係をもって暮らしているか)と、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、北太平洋亜寒帯域、南北太平洋亜熱帯域、東南アジア海域、南極海域等をフィールドとし、種の生活史と個体群動態、群集の時空間的変動、個体・種レベルでの生理・生態、種間の系統関係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や汚染物質の負荷に対するプランクトン群集の応答と機能については、研究航海や沿岸域での観測・実験を通じて、国際的・学際的協力のもとに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。
- **小さなプランクトンが全球的な物質循環にはたす役割**  
プランクトンの生理と生態把握により、二酸化炭素や窒素等の全球的な物質循環に果たす役割を明らかにします。
- **亜熱帯太平洋における生物生産過程と食物網構造の解明**  
海の砂漠、亜熱帯海域で台風が通過すると、植物プランクトンが増加します。なぜ?
- **複合生態系としての沿岸域物質循環の研究**  
干潟、藻場、岩礁域など、沿岸は異なった機能の生態系が連なっています。さて、これらのつながりは?
- **津波による沿岸域生態系の損傷と2次遷移に関する研究**  
巨大津波により、東北沿岸の生態系は大きく損傷を受けたはずですが。それを記録し、これからの変化を予測することは我々の義務だと思います。

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 their environments, and plays major roles in biological production and biogeochemical cycles in the ocean. In recent years, it has become increasingly 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 the food web structures in the oceanic ecosystems:**  
Molecular techniques reveal the basin-scale patterns of biodiversity.
- **Life history of zooplankton:** Molecular techniques together with field observation reveal egg to adult life histories of important species of zooplankton.
- **Roles of plankton on global biogeochemical cycling:** Understanding the roles of plankton on global biogeochemical cycling by investigating the species specific physiology and ecology.
- **Mechanisms of new production and trophodynamics in the subtropical Pacific:** Passing a typhoon causes an enhancement of primary production and alter the food-web structures in the ocean desert.
- **Understanding of coastal ecosystems from a multi-ecosystems perspectives:** Mudflat, sea glass bed, sea weed forest are the major components of coastal ecosystems. We try to elucidate the interactions among them.
- **Damages by the great tsunami and the secondary succession of coastal ecosystems in Tohoku area:** We have just started the investigation on the damages of coastal ecosystems by the great tsunami from the view point of planktonic organisms.



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.



SAITO, H.

教授  
Professor  
津田 敦  
TSUDA, Atsushi  
准教授  
Associate Professor  
齊藤 宏明  
SAITO, Hiroaki

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。

●海洋細菌と微小粒子との相互作用

海洋には細菌数を2桁程度上回る微小な粒子が存在し、それらがダイナミックに生成、分解されていると予想されています。海洋細菌がそれらのプロセスにどのように関わっているか、そうしたプロセスが海洋の物質循環にどのようなインパクトを与えているかについて解析しています。

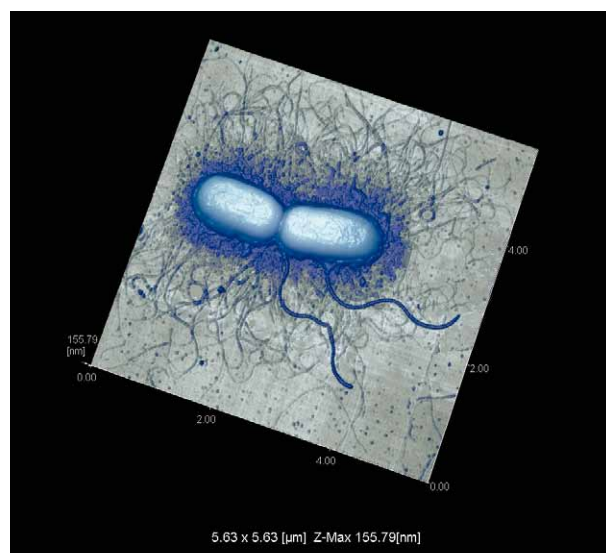
●海洋性光従属栄養細菌の生理、生態

近年の研究から、海洋にはプロテオロドブシン、バクテリオクロフィルなどの光利用様式を持った細菌が多量に存在することが分かってきました。最新の遺伝子解析、培養法、光学的手法、生理的アプローチなどを用いてそれらの機能特性と生態的役割について研究をしています。また特定株の全ゲノム解析を行っています。

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
- Interaction between marine submicron particles and microorganisms
- Ecology and physiology of photoheterotrophic microorganisms



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



KOGURE, K.



HAMASAKI, K.



NISHIMURA, M.

教授 Professor	木暮 一啓 KOGURE, Kazuhiro
准教授 Associate Professor	濱崎 恒二 HAMASAKI, Koji
助教 Research Associate	西村 昌彦 NISHIMURA, Masahiko

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

深海底にさまざまな距離をにおいて分布する熱水噴出域や湧水域などの還元的な環境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、深海生物の進化を研究する上で、絶好の対象です。私達は様々な動物群の起源や進化、集団構造などを遺伝子の塩基配列に基づいて解析しています。またその分散機構を理解するために、熱水域固有種のプランクトン幼生の飼育や細菌との共生様式の研究もおこなっています。

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無酸素状態になり、多くの海洋生物が死に絶えたとされていました。一方、おなじ縁海でも、オホーツク海には氷期にも、生物にとって比較的良好な環境が維持されていたと考えられています。私達はこうした環境変動が深海生物の遺伝的な集団構造にどのようなパターンを形成してきたかについて、底魚類を対象に解析しています。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。

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。私達は干潟生態系の生物多様性を保全するための基礎データ収集を目的に、干潟の代表的な動物群である巻貝類を対象として、全国の干潟で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、温暖化の影響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。

砂浜海岸は沿岸域の中で大きな割合を占めますが、他の環境（干潟、岩礁、サンゴ礁）に比べると、その場の底生生物の生態学的理解は著しく遅れています。また、陸域からの堆積物供給が人為的要因で減少したことにより、砂浜海岸は侵食され、その存在自体が危機的な状況にあります。砂浜海岸の生態系を理解し、またそれを保全するための知見を得るために、国内外各地の砂浜海岸を対象として研究を行っています。

現在の主な研究テーマ

- 熱水域・湧水域を含む深海性巻貝の進化と生態
- 深海性底魚類の遺伝的・形態的分化
- 干潟に生息する巻貝類の集団構造
- 両側回遊性貝類の自然史
- 砂浜海岸の生態学

In deep-sea reducing environments, such as hydrothermal vent fields and cold water seep areas, faunal communities with extraordinary large biomass are often observed. They depend on primary production by chemoautotrophic bacteria. As most components of the chemoautotrophy-based communities are endemic and highly adapted to such environments, they are suitable subjects for the study of evolution in the deep-sea. We are studying origins, evolution processes and population structures of various groups based on nucleotide sequences of mitochondrial and nuclear genes. In order to understand dispersal mechanisms of endemic species, we are rearing planktonic larvae and analyzing symbiosis with bacteria.

The Japan Sea is a semi-enclosed sea area isolated from neighboring seas by relatively shallow and narrow straits. Severely anoxic conditions have been proposed for the Japan Sea during the last glacial maximum. In contrast, no anoxic or suboxic conditions has been suggested to have existed in the Okhotsk Sea even during the last glacial maximum. In order to reveal the effect of such environmental changes on marine ecosystems, we are comparing population structure of deep-sea demersal fishes between these sea areas. Obtained results will provide information about the formation process of Japanese marine fauna as well as fundamental data for estimations of the effects of future environmental changes on marine ecosystems.

In Japan, tidelands have been severely damaged by reclamation and pollution during the recent explosive development of coastal areas. We are analyzing geographical distribution and population structures of tideland snails in order to obtain fundamental information for conservation of biodiversity of tideland ecosystems. We are also analyzing the effects of global warming on such geographical patterns.

Although sandy beaches comprise about seventy percent of open-ocean coasts, its benthic ecology has been little known comparing to other coastal environments such as tidal flat, rocky shores, and coral reefs. Sandy beaches are at risk of significant habitat loss (coastal erosion) from human impacts. We are studying benthic animals in sandy beaches to understand the ecosystem and conserve it.

Ongoing Research Themes

- Evolution and ecology of deep-sea gastropods, including hydrothermal vent endemics
- Genetic and morphological deviation of deep-sea demersal fishes
- Effects of global warming on population structure of tideland snails
- Natural history of amphidromous snails
- Ecology of sandy beaches



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.      SEIKE, K.

兼務教授*	小島 茂明
Professor	KOJIMA, Shigeaki
准教授	狩野 泰則
Associate Professor	KANO, Yasunori
助教	清家 弘治
Research Associate	SEIKE, Koji

\*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ているかについて、生理学的な立場から研究を進めています。海は安定な環境ですが、海水の浸透圧は非常に高く（我々の体液の約3倍）、海洋生物はさまざまな戦略をとりながら海という高い浸透圧環境に適応しています。その仕組みは図に示した3つのパターンに大別できます。私たちは、それぞれの仕組み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適応戦略を獲得し、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、ウナギ・サケ・メダカ・イトヨ・サメ・エイなど、多種類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ションなどさまざまな外科的手術によって、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。ゲノム情報に基づくバイオインフォマティクスを利用した新しいホルモンの探索や、トランスジェニックおよびノックダウン魚の作成のような遺伝子工学的な手法もとり入れ、遺伝子から個体にいたる広い視野と技術を用いて、海洋生物の適応戦略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

- 海という高い浸透圧環境への適応の仕組みを、遺伝子から個体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。
- 体液調節ホルモンとその受容体の分子と機能の進化について、さまざまな系統解析法を用いて明らかにしています。
- 体液調節に関わる様々なホルモンの分泌や作用を統合的に眺め、海水適応における内分泌調節を理解しようとしています。
- ゲノム情報とバイオインフォマティクスを利用して、魚類や哺乳類から新規体液調節遺伝子を見つけています。
- 遺伝子工学を利用して体液調節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。
- バイオロギングサイエンスに生理学的要素を導入するため、浸透圧や水圧をトリガーとする採血装置を開発して海洋生物に装着し、新しい研究分野の開拓を試みています。

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 marine environments. To cope with the life-threatening, high salinity of seawater, marine organisms adopt three different strategies, as depicted in the figure. Teleosts (e.g., eels, and salmon) maintain their plasma osmolality at about one third of seawater, while elasmobranchs (sharks and rays) elevate their plasma osmolality to seawater levels by accumulating urea. Our studies focus on how animals have acquired different osmoregulatory mechanisms during the long evolutionary history in the sea by comparing mechanisms in extant vertebrate and invertebrate species. To this end, we investigate mechanisms of each osmoregulatory system utilizing a wide variety of physiological techniques at gene to organismal levels.

Ongoing Research Themes

- Analysis of osmoregulatory mechanisms of euryhaline fish using various techniques.
- Analysis of molecular and functional evolution of osmoregulatory hormones and their receptors by phylogenetic and genetic techniques.
- Integrative approach to endocrine control of osmoregulation.
- Discovery of novel osmoregulatory genes/proteins in the genome of fish and mammals using bioinformatic techniques.
- Application of gene engineering techniques to evaluate the role of an osmoregulatory gene at the organismal level.
- Introduction of physiological discipline into the bio-logging science.

海という高浸透圧環境に適応するための3つの戦略  
Strategies for adaptation to hyperosmotic marine environment

	<b>Complete conformer</b> <i>Ionic and osmotic conformer</i> Hagfish and invertebrates 円口類・無脊椎動物	完全順応型
	<b>Partial regulator</b> <i>Ionic regulator, but osmotic conformer</i> Sharks, rays and coelacanth 板鰐類・肉鰐類	部分調節型
	<b>Complete regulator</b> <i>Ionic and osmotic regulator</i> Teleosts, reptiles, birds and mammals 条鰭類・四足類	完全調節型



TAKEI, Y.



HYODO, S.



KUSAKABE, M.

教授 Professor 竹井 祥郎 TAKEI, Yoshio  
准教授 Associate Professor 兵藤 晋 HYODO, Susumu  
助教 Research Associate 日下部 誠 KUSAKABE, Makoto

## 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、実に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、分子生物学的な研究手法を活用して、そうした多様な生物の歴史を探るとともに、海洋における重要で興味深い生命現象のメカニズムとその進化を、遺伝子の言葉で理解することを目指しています。

生物の歴史の研究では、魚類を対象に、ミトコンドリアゲノムの全長分析を基礎にした大規模系統解析によって、信頼性の高い系統樹の確立を進めています。さらにそれに基づいて、種分化との関わりが予想される形質や、あるいはゲノムそのものの進化を、分子のレベルから解明することに挑戦しています。

生命現象の研究では、海産動物と腸内微生物や化学合成細菌との共生、極限環境や環境変動に対する生物の適応などの複雑な生物現象のメカニズムとその進化を、飼育実験や、フィールド調査を併用しながら解明しようとしています。

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、多様な生きもの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たいと考えています。

### 現在の主な研究テーマ

- 水圏生物種における集団構造の分子集団遺伝学的・系統地理学的研究
- 種分化および近縁種の多様化過程の系統的解析およびその基礎にある遺伝子変異の探求
- DNA分析による魚類の包括的高次系統解析
- 魚類のミトコンドリアゲノムおよび核ゲノムの進化
- 魚類と腸内微生物の共生関係
- 深海環境(とくに熱水噴出域)への生物の適応機構とその進化
- 海産無脊椎動物(とくに附着性生物やナンキョクオキアミ)の環境適応機構とその進化
- メダカ近縁種を用いる環境適応機構と環境モニタリングの研究



深海性二枚貝(左下)とその飼育装置(左上)。  
ナンヨウブダイの摂餌行動(右)

Deep-sea bivalves (lower left) and the rearing apparatus (upper left); the feeding behavior of a Steelhead Parrotfish (right)



INOUE, K.



MABUCHI, K.

准教授  
Associate Professor  
助教  
Research Associate

井上 広滋  
INOUE, Koji  
馬淵 浩司  
MABUCHI, Kohji

After the origin of life, a variety of organisms have evolved in the sea. The Laboratory of Molecular Marine Biology conducts research to understand the molecular basis of the history of diversification of aquatic organisms and the various functions involved in species diversification and acquisition of habitats.

The evolutionary history of diverse aquatic organisms is elucidated mainly by population genetics and phylogenetics with modern molecular techniques. Especially, we have been determining reliable phylogenetic frameworks, indispensable for evolutionary comparisons, in fish through whole mitochondrial genome sequencing. On the basis of such frameworks, we seek to understand the evolution of biologically interesting characteristics, such as those responsible for speciation, from both genetic and genomic perspectives.

Research on biological functions is focused on symbiotic associations between marine macroorganisms (such as fish and invertebrates) and microorganisms (such as gut microbes and chemoautotrophic bacteria) and adaptation mechanisms to extreme environments such as hydrothermal vents and changes in environmental conditions. Rearing experiments in laboratory and field research are employed in addition to detailed molecular analyses.

Through the studies of phylogenetic and functional evolution described above, we hope to gain a better understanding of how life on earth with its diverse and rich ecosystems has evolved.

### Ongoing Research Themes

- Molecular population genetics and phylogeography of aquatic organisms
- Phylogenetic analysis of speciation and evolutionary processes in closely related species
- Comprehensive phylogenetic analysis of fish, through DNA sequencing
- Evolution of mitochondrial and nuclear genomes in fish
- Symbiotic associations between fishes and gut microbes
- Mechanisms of adaptation to the deep-sea, including hydrothermal vents, and its evolution
- Mechanisms of environmental adaptation of marine invertebrates including barnacles, mussels, and Antarctic krill
- Studies on mechanisms of environmental adaptation of Asian medaka fishes and its application to environmental monitoring

海洋生命  
システム研究系

海洋生命科学部門

行動生態計測分野

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

本分野では、藻類から脊椎動物にかけて、広く海洋生物の分布、生態、行動、さらにはその進化過程を、フィールド調査、分子遺伝学的手法、実験、リモートセンシング、バイオロギングなど、さまざまな先端的手法を駆使して解明に努めています。

**1. 海洋高次捕食者の行動生態:** 観察が難しい海洋動物の行動生態を調べるために、動物搭載型の小型記録計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3次元移動経路や遊泳努力量、あるいは画像情報によって動物が捕獲する餌や取り巻く周辺環境を把握することができます。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、計測された行動の至近要因や究極要因を解明することを目指しています。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. 海洋生物の分布・環境計測:** 海洋生物の保全を行う場合、まず必要になるのが生物の分布の情報です。ナローマルチビームソナーなどの音響資源計測、衛星リモートセンシング技術とGIS（地理情報システム）を組み合わせた分布・環境計測法の開発、統合的な沿岸環境の保全手法の研究に取り組んでいます。海洋生物の生息場である海中の藻場・干潟や魚類の分布と生物量の3次元計測、可視化の開発を行なっています。

現在の主な研究テーマ

- マンボウやサメ類、スズキ等、大型魚類の行動生理研究
- ウミガメ類の回遊生態および生活史研究
- オオミズナギドリなど、海鳥類の行動研究
- 新たなバイオロギング手法の開発
- リモートセンシングによる藻場・底質分布3次元計測手法の開発
- マルチビームソナーを用いた魚群分布3次元計測法の開発
- 東シナ海における流れ藻の分布、移動に関する研究
- バイオロギングを用いたアカエイの行動および生息場利用に関する研究

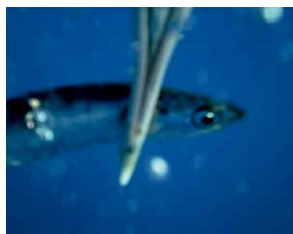
We investigate the distribution, ecology, behavior and evolution of marine organisms such as marine macrophytes (seagrass and seaweeds), fish, sea turtles, seabirds and marine mammals through field surveys, study of molecular genetics, remote sensing data and Bio-logging.

**1. Behavioral ecology of marine top predators:** Bio-logging Science is new scientific field that allows researchers to investigate phenomena in or around free-ranging organisms that are beyond the boundary of our visibility or experience. We rely mainly on animal-borne devices, which can record 3-D dive path, swimming efforts and visual information on surrounding environment including prey distribution, micro habitat and other individuals (social interaction). Combining with physiological experiment, stable isotope analysis, molecular genetics and development of new devices, we aim to understand mechanism (proximate factor) and function (ultimate factor) of animal behavior.

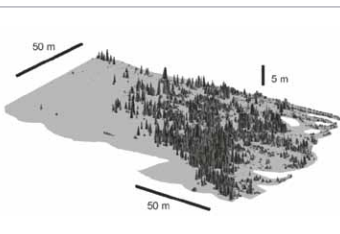
**2. Habitat mapping and measurement of marine organisms:** For the conservation of coastal ecosystems, we study a habitat mapping system that couples GIS and remote sensing techniques such as satellite and narrow multibeam sonar with a system for integrated coastal area management. We develop three-dimensional measurement systems and visualization methods of habitats.

Ongoing Research Themes

- Physiological behavior of large fishes (Ocean sunfish, sharks and sea bass, etc.)
- Migration and life history of sea turtles
- Behavioral ecology of seabirds (streaked shearwater, albatross, European shag, etc.).
- Improvement and development of Bio-logging tools
- Development of a three-dimensional measurement system to map bottom substrates and macrophyte beds using optical and acoustic remote-sensing methods
- Development of a three-dimensional system to map fish schools using a narrow multibeam sonar
- Distribution and transport of drifting seaweeds in the East China Sea
- Studies on the habitat use and behavior of the whip stingray by using a bio-logging system



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  
An animal-borne video camera took shots of a streaked shearwater capturing a Japanese anchovy under the water



三陸船越湾に分布する世界最大の海草タチアママの水中写真(左)とナローマルチビームソナーでマッピングしたタチアママ藻場の3次元の繁茂状態(右)  
A photograph showing the world tallest seagrass, *Zostera caulescens* Miki, in Funakoshi Bay, Sanriku Coast (left), and a three-dimensional image mapped using a narrow multibeam sonar (right)



SATO, K



KOMATSU, T.



ISHIDA, K.

教授 Professor 佐藤 克文 SATO, Katsufumi  
准教授 Associate Professor 小松 輝久 KOMATSU, Teruhisa  
助教 Research Associate 石田 健一 ISHIDA, Ken-ichi

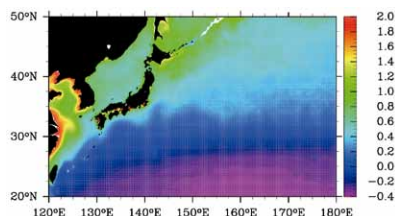
Division of Marine Life Science,  
Department of Living Marine Resources, Fisheries Environmental Oceanography Section

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。最近の研究では、これらの海洋生物資源は、海洋環境の変動と強く結びついていることが明らかになりつつあります。例えば、日本で漁獲されるマイワシは最盛期の450万トンから近年の数万トンの水準まで漁獲量が大きく変動していますが、その変動は、マイワシの卵や仔稚魚の輸送経路である黒潮・黒潮統流域の海洋環境の変動と強く関係していることが当分野の研究から明らかになりました。海洋環境は、水温、塩分、酸素、栄養塩類や各種有機物と、それらの分布・輸送に関わる移流・拡散過程で規定されますが、海洋環境と海洋生物との関係は様々な要因が複雑に絡み合っており、いまだ多くの謎に包まれています。

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日本近海および西部北太平洋域を対象として、乱流微細構造プロファイラ、自立型水中グライダー、GPS波浪ブイ、生物センサを搭載した多機能フロート等の最新の観測機器を導入して多くの新しい知見を得ています。また、岩手県大槌湾に係留ブイを設置して、内湾環境の連続モニタリングを実施し、データをリアルタイムに公開しています。一方、数値モデル研究では、データ同化を利用した高解像度生態系モデルの開発、大気海洋結合モデルを用いた気候や生態系の変動予測実験を実施して、海洋生物資源の変動要因の解明と予測技術の開発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、黒潮統流、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
- 新世代海洋観測機器・数値モデルの開発



高解像度モデルによる地球温暖化が海洋生態系に与える影響の推定  
Estimation of impacts of Global Warming on marine ecosystem using a high resolution model (Annual mean surface phytoplankton biomass in 2050-2060 [log(mmolNm<sup>-3</sup>)])

Ocean physical environment plays the most fundamental role in physiology and ecology of living marine resources. Temperature and salinity have critical impacts on physiology. Current fields determine transport and diffusion of eggs and larvae, and even fish migration has close relationship with the physical environment. Life history strategies of fish often select different areas among coastal and offshore, or subtropical and subarctic regions, and utilize specific oceanic phenomena such as eddies, waves and fronts, to obtain their appropriate physical environments for survival. It is strongly required to understand these complex physical-biological interactions as well as physical oceanographic processes in order to clarify the dynamics of fluctuation of fisheries 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.

Ongoing Research Themes

- Fluctuation mechanism of important living marine resources
- Impacts of Global warming on ecosystem and living marine resources in the North Pacific
- 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 instruments and numerical models



黒潮域での乱流観測  
Turbulent profiling in the Kuroshio region

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



KOMATSU, K.

兼務准教授\* 小松 幸生  
Associate Professor KOMATSU, Kosei

\*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

水産資源は古くから人類の食料源として重要な役割を担ってきました。世界の動物性タンパク質供給の15%以上、我が国では約40%を魚介類が占めています。世界の漁業生産量は2006年以降9000万トン前後を維持しています。水産資源は自然の生態系の一部であり、自立的に増殖する性質があります。したがって、自然の生産力を維持しておけば資源を持続的に利用できる反面、資源が乱獲状態に陥ると直ちに回復するとは限りません。FAOによれば、世界の53%の資源は生産力の限界まで漁獲されており、32%の資源はすでに乱獲状態にあるとされています。世界の漁業生産は限界に近い状態にあり、生物資源の持続性には十分な注意を払う必要があります。

本分野では、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・資源評価の研究を主に行っています。海の生態系に対する我々の知識は断片的であり、魚の個体数の推定値や将来予測は大きな誤差を含みがちです。情報が正確であることを前提にした管理は資源を絶滅させる恐れすらあります。我々は、不確実性に頑健な管理方法の研究に取り組んでいます。スナメリやミナミハンドウイルカなど希少生物の保全に関する生態学的研究、管理や保全に必要な個体群パラメータ推定に関する統計学的手法の研究も行っています。これら研究のための主な手法は、個体数や生態系の変動を仮想的に再現するコンピュータシミュレーション、調査データの数理統計解析、現場調査、室内実験など多岐にわたります。

現在の主な研究テーマ

●海洋生物資源の順応的管理に関する理論的研究

順応的管理とは、生態系の変動に人間の側が事後的に対応する方策です。不確実性に頑健な順応的管理は、野生生物管理の現場で注目されています。

●資源評価のための統計学的手法の開発

漁業統計や試験操業データなどの断片的でかつ誤差の含まれたデータから、個体数や生態学的パラメータを推定するための統計学的手法を開発しています。

●沿岸性鯨類の保全生態学的研究

人間活動の影響を直接に受ける沿岸海域に生息しているスナメリやミナミハンドウイルカの個体群動態と保全に関する研究に取り組んでいます。

海の幸を持続的に利用するためには、生物の生産性を損なわないことが重要。我々は、統計解析・数理モデルの解析・数値シミュレーションなどの数理的手法を用いて、生物資源の管理方式を開発している。In order to develop management procedure for marine living sources, we have been developing numerical methods such as statistical analysis, construction of numerical model, and computer simulation

Fisheries play an important role in the global food supply. Fisheries production provides more than 15% of total animal protein supplies in the world, and about 40% in Japan. World fisheries production seems to have reached maximum sustainable limits. About 53% of the marine stocks or species groups are fully exploited, and another 32% of stocks or species groups are overexploited or depleted (FAO SOFIA2010). Catches and biomass will decline unless concerted management efforts are taken to prevent overfishing.

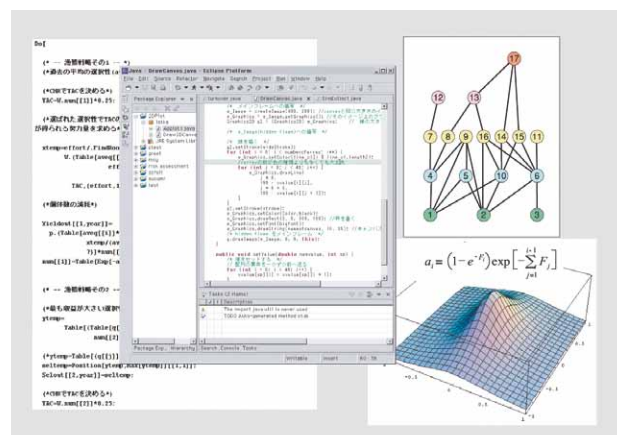
The general research themes of the Division of Fish Population Dynamics are fisheries management and stock assessment for sustainable and efficient use of living marine resources. Other active research topics include conservation ecology of coastal cetaceans and biostatistics for estimating population parameters. Research is conducted by computer simulation of numerical models, statistical analyses of data, field research, and laboratory experiments.

Ongoing Research Themes

●Adaptive management of marine living resources : Our knowledge of ecosystems is extremely limited. We need to learn about ecosystems through monitoring and management of natural resources.

●Development of statistical techniques for stock assessment : Field data are commonly scarce and uncertain. Proper statistical techniques for data analysis are invaluable for estimating biological parameters from limited data.

●Conservation ecology of coastal cetaceans : Finless porpoise and Indo-Pacific bottlenose dolphin, which inhabit coastal waters, are affected by human impact. Our investigations encompass population dynamics and conservation of these two species.



SHIRAKIHARA, K.



HIRAMATSU, K.

兼務教授<sup>※</sup>  
Professor

白木原 國雄  
SHIRAKIHARA, Kunio

准教授  
Associate Professor

平松 一彦  
HIRAMATSU, Kazuhiko

※大学院新領域創成科学研究科教授

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

**繁殖生態と初期生態：** 海産魚類は $10^3\sim 10^7$ 粒の卵を産み、陸上動物と比べると極めて多産です。成魚の大きさは無関係に、産み出される卵の大きさは平均1.0 mmで、卵から孵化する仔魚も数mmしかありません。仔魚の形態と生態は成魚とは大きく異なり、多くは数週間の浮遊生活期を過ごします。例えばニシン・イワシ類は「シラス」と呼ばれる仔魚期を持ち、1~2か月間の浮遊生活の後に、イワシ類らしい形態や体色を持つ稚魚へと変態して群泳するようになります。卵として産出されてから稚魚になるまでの数か月間に、生まれた夥しい数のシラスのほとんどが死滅してしまい、わずかの割合で生き残った稚魚が新規加入群として次の世代を形成します。親魚が産む卵の量と質、仔稚魚が生き残る割合(生残率)は大きく年変動します。その結果、新規加入群の資源量が大きく変動し、人間が利用できる資源量も増減するのです。

**資源量変動のしくみ：** 海の生物資源はどのようなしくみで増減するのか、これは海洋生物資源学が解明すべき重要な課題です。親が産み出す卵の量や質に関する繁殖生態と、産み出された卵・幼生の生き残りに関する初期生態が、資源量変動のしくみを解明する基礎となります。資源生態分野は、魚類の繁殖生態と初期生態を研究することによって、新規加入群の資源量が変動するしくみの解明を目指しています。これまでに研究対象とした魚種は、マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ、キビナゴ、コノシロ、ワカサギ、シラウオ、ハダカイワシ類、アオメエソ、サンマ、チョウチンアンコウ、マアジ、シマアジ、サワラ、カツオ、などです。

**レジームシフトと生態変化：** 海洋生物資源の変動のしくみとして、海洋生態系のレジームシフトという現象が広く認識されるようになりました。これは全球的な気候の変動に伴って大洋規模で海洋生態系の基本構造がある状態から別の状態へと移り、それに伴って生物資源も大きく変動するという認識です。1980年代末に起こったレジームシフトに伴って、日本のマイワシ資源が激減したことは記憶に新しいところです。資源量変動のしくみ解明の課題は、「レジームシフトのような海洋環境の変動にตอบสนองして資源量が増減するのは、繁殖生態や初期生態のどのような変化に基づけられるのか」という点に絞られてきました。

**変動する資源と安定な資源：** レジームシフトに伴って大変動する資源がある一方で、シフトとは関係なく安定な資源もあります。20世紀後半に日本周辺でマイワシ資源が数百倍の幅で増減したのに対して、マイワシと産卵場を分け合うウルメイワシは数倍の変動幅で安定していました。大変動する資源と安定な資源の比較生態学は、資源量変動のしくみを解明する手がかりとなりそうです。

Marine fishes generally produce large number of eggs ( $10^3\sim 10^7$ ). The average egg diameter for various fish species is as small as 1.0 mm, irrespective of the adult body sizes of these species. Hatched larvae are also about 3.0 mm in length and have different morphology and ecology from their parents. They experience mass mortality in the planktonic larval and early juvenile stages. Recruitment of juveniles to adult population is determined by the quantity and quality of eggs produced and by the growth and mortality rates in early life stages. Members of the Biology of Fisheries Resources Section investigate maturation and spawning of adult fishes, and growth and mortality in larval and juvenile stages. The aims of our research are to understand the reproductive and early life ecology of fish resources that underlies the mechanisms of recruitment fluctuations and eventual population dynamics. Our results will constitute the basis of sustainable use of living marine resources.



マイワシの群泳  
School of Japanese sardine *Sardinops melanostictus*



宮古湾におけるニシンの仔稚魚採集  
Sampling larvae and juveniles of Pacific herring in Miyako Bay



WATANABE, Y.



SARUWATARI, T.

教授  
Professor

渡邊 良朗  
WATANABE, Yoshiro

助教  
Research Associate

猿渡 敏郎  
SARUWATARI, Toshiro

研究連携領域

生物海洋学分野

Department of Collaborative 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・化学的要素で、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

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

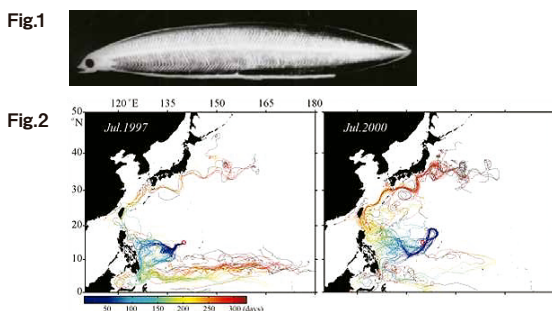


Fig.1

Fig.2

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、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、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).



KIMURA, S.



MIYAKE, Y.

兼務教授<sup>\*1</sup> 木村 伸吾  
Professor KIMURA, Shingo  
兼務助教<sup>\*2</sup> 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

研究連携領域

海洋アライアンス連携分野

Department of Collaborative Research,  
Ocean Alliance Section

海洋アライアンスは、社会的要請に基づく海洋関連課題の解決に向けて、海への知識と理解を深めるだけでなく、海洋に関する学問分野を統合して新たな学問領域を拓いていくことを目的に東京大学に設置された部局横断型の機構と呼ばれる組織です。

本分野では、海洋に関わる様々な学問領域と連携しつつ研究を進めると共に、海洋政策の立案から諸問題の解決まで一貫して行うことができる人材を育成するための研究・教育活動を行っています。

現在の主な研究テーマ

●回遊性魚類の行動解析と資源管理方策に関する研究

我が国で利用される水産資源には、地域や国の枠を越え、地球規模で海洋を移動する魚類が多く含まれています。これら高度回遊性魚類資源の持続的利用を図るため、回遊メカニズムの基礎的理解に加え、海洋環境の包括的な把握、さらに社会科学的側面を総合した統合的アプローチによる管理保全方策の策定を行っています。

●海洋キャリアパス形成と人材育成に関する研究

海洋は、海運、海岸開発、漁業など多様な価値観が交錯する場であり、海洋で起こる問題はますます複雑化しています。海洋問題の解決のためには、海洋のさまざまな分野の横断的知識が不可欠であり、学際的知識を有する人材育成のための教育研究を行っています。関係省庁での効率的なインターンシップ実習を推進し、学生のキャリアパス形成がより具体的になるように努めています。

●鉄を利用した藻場生態系の修復と沿岸環境保全に関する研究

沿岸域の環境・生態系の保全に対しては、森・川・海のつながりの観点が重視されていますが、その中で鉄の動態についての関心が高くなっていると言えます。本研究では、海域の鉄不足が海藻群落や藻場生態系に与える影響に着目し、製鋼スラグと腐植物質を利用した藻場修復・造成技術の開発を行っています。また技術に関する研究から沿岸生態系における鉄の役割理解に向けた研究へと展開し、陸域や海域における鉄を中心とした物質動態評価等に取り組んでいます。



研究船白鳳丸による大型ORIネット作業

Large scaled ORI net operation on board R/V HakuhoMaru to sample fish larvae

The University of Tokyo Ocean Alliance will strive to address the needs of our society with regard to ocean issues, and will consider the future of our society and of our nation from the global perspective of the related fields of ocean research. The alliance will extend and deepen our understanding of the ocean, develop new concepts, technologies, and industries and will form a distinguished think tank to contribute to our country's ocean related political discussions.

Ongoing Research Themes

● Migration of fishes and their conservation

Fishery resources often involve species that make global scale migrations in the vast open ocean. To begin or expand management and conservation efforts for these migratory species, we use multidisciplinary approaches to study their ecology and ocean environments, as well as the social science aspects of these important fisheries species.

● Study on career path and capacity building for addressing ocean affairs

Problems in the ocean have been increasingly complicated because of intensified human activities based on conflicting value systems such as coastal development and fisheries. This program aims to facilitate acquiring trans-boundary knowledge for solving the ocean problems through practical approaches.

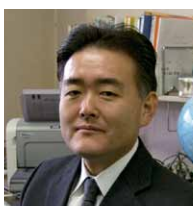
● Restoration and conservation of coastal environment and ecosystem focusing on iron

The relationship between forest, river, and sea is important for maintaining the coastal ecosystem, and the role of iron in the ecosystem has attracted increasing attention recently. We have developed a method for restoring seaweed beds and the coastal ecosystem by using a mixture of steelmaking slag and humic substances, focusing on the lack of dissolved iron in coastal areas. The dynamics of chemical substances, mainly iron, in terrestrial and coastal areas has been investigated to understand the importance of iron in the coastal environment and ecosystem.



鉄を利用した藻場修復に向けた実証試験（北海道増毛町）  
（試験開始前の海底（左）と試験開始翌年の海域（右））

The bottom of sea (left) and sea area of field test site in Mashike-Cho, Hokkaido for the method of seaweed bed restoration by using steelmaking slag and humic substances



KIMURA, S.



GAMO, T.



YAMAMOTO, M.



NOMURA, H.

兼務教授<sup>\*1</sup>

Professor

教授（兼）

Professor

兼務特任准教授<sup>\*2</sup>

Project Associate Professor

兼務特任助教<sup>\*2</sup>

Project Research Associate

木村 伸吾

KIMURA, Shingo

蒲生 俊敬

GAMO, Toshitaka

山本 光夫

YAMAMOTO, Mitsuo

野村 英明

NOMURA, Hideaki

※1 大学院新領域創成科学研究科教授 ※2 海洋アライアンス

# 国際沿岸海洋研究センター

## International Coastal Research Center



空から見た大槌湾  
Bird's eye view of Otsuchi Bay



大槌湾の砕波帯  
Swash zone in Otsuchi Bay



震災後、新たに建造された調査船グランメーユ  
New research boat "Grand Maillot"

本センターの位置する三陸沿岸域は、親潮と黒潮の混合水域が形成され、生物生産性と多様性の高い海域として世界的にもよく知られており、沿岸海洋研究に有利な立地条件を備えています。2011年3月11日の東北沖大地震およびそれに伴う津波によって、沿岸海洋生態系に大きな擾乱がもたらされました。三陸沿岸海域の物理化学環境や低次生物から高次捕食者に至る生態系が、今後どのように推移していくのかを見届けることは、大変重要な課題です。今後、再び大槌町にセンターを復興し、沿岸海洋研究の国際ネットワークの中核をになうことを目指しています。

The International Coastal Research Center is located in Otsuchi Bay on northern Japan's Pacific coast. The cold Oyashio and warm Kuroshio currents foster high productivity and biodiversity in and around Otsuchi Bay. The large earthquake and tsunami on March 11, 2011 resulted in serious disturbance to the nearby coastal ecosystem. It is very important to monitor physical, chemical, and biological aspects of the ecosystem as it recovers. Thus, we intend to reconstruct the ICRC in Otsuchi in order to contribute significantly to international coastal research.

### 沿岸生態分野

#### Coastal Ecosystem Section

三陸沿岸域における海象・気象の変動に関する研究を地史的側面も含めて推進すると共に、沿岸生態系研究に関する国際共同研究体制の構築を目指しています。

The coastal ecosystem section focuses on promotion of international, collaborative research into the effect of variability in marine and climatic conditions on the modern and historical coastal ecology of the Sanriku area.

### 沿岸保全分野

#### Coastal Conservation Section

沿岸域における生物の生活史や行動生態、物質循環に関する研究を行うと共に、国際的ネットワークを通じて総合的沿岸保全管理システムの構築を目指しています。

The coastal conservation section aims to provide a framework for conservation, restoration, and sustainability of coastal ecosystems by focusing on the life history and behavioral ecology of coastal marine organisms and dynamics of bioelements in the coastal areas.

### 生物資源再生分野 (2012年度設置)

#### Coastal Ecosystem Restoration Section

2011年3月11日に発生した大地震と大津波が沿岸の海洋生態系や生物資源に及ぼした影響、および擾乱を受けた生態系の二次遷移過程とそのメカニズムを解明します。

The section "Coastal Ecosystem Restoration" analyzes the effects of the mega-earthquake and massive tsunami events of March 11, 2011, on coastal ecosystems and organisms, and monitors the secondary successions of damaged ecosystems.

### 地域連携分野

#### Regional Linkage Section

世界各国の沿岸海洋に関する諸問題について、国際機関や各国研究機関との共同研究の実施及び国際ネットワークによる情報交換により研究者のみならず政策決定者、市民等との連携を深めることにより解決を目指しています。

The regional linkage division endeavors to coordinate academic programs of coastal marine science by establishing a network of scientific collaboration between domestic and foreign universities, institutes, and organizations.

International Coastal Research Center,  
Coastal Ecosystem Section

日本の海の沿岸域は、生物の多様性に富み、陸上の熱帯雨林に比較しうる複雑な生態系の構造を持っています。また、沿岸生態系は、栄養塩の供給、仔稚魚の生育場の提供などを通して、沖合域の生態とも密接関係を有しています。しかしながら、沿岸域の生態系の構造と動態については、いまだ解明されていない部分が多く残されています。沿岸生態分野では、沿岸生態系の構造と動態に関する科学的知見を蓄積していくとともに、沿岸生態系の研究に関する国際共同研究体制の構築を目指しています。

本センターの位置する大槌湾には、河口域、岩礁域、砂浜域、沖合域から近隣にそってあり、沿岸生態系に関する研究に適したフィールドを提供しています。この立地を生かし、さらに1977年から継続している大槌湾の各種気象海象要素に関する長期観測データなど環境要素に関する充実した資料に基づいて、三陸沿岸域の気象海象の変動メカニズムに関する研究、沿岸域に生息する各種海洋生物の生息環境の実態と変動に関する研究、三陸沿岸の諸湾に建設された建造物の沿岸環境に及ぼす影響評価に関する研究などを精力的に推進しています。また、炭酸カルシウムの殻に記録された過去の環境変動を復元することで、沿岸環境の変遷とそれに対する生態系の応答を研究しています。さらに、国内外の研究者との共同研究を活発に展開することによって、三陸沿岸の海洋生態系の構造と動態について、広い視野からの理解を目指した研究を進めています。

現在の主な研究テーマ

●三陸諸湾の海洋環境変動に関する研究

三陸の数多くの湾は、豊かな沿岸生態系をはぐくむ場になっています。それらの湾に建造物など人為起源の環境変動要因がもたらされたときに沿岸環境がどのように応答するか、現場観測データに基づいた基礎的な知見の蓄積を進めています。

●日本沿岸や北東アジア域における海洋循環の研究

大槌湾をはじめとする三陸諸湾及び太平洋側の様々な沿岸域や、北東アジア域における海洋循環の実態と変動メカニズムを調べています。また、海洋物理学と化学や生物学を連携させて、様々な海洋物質の循環過程や、海洋循環と生物生息環境の関係性も調べています。国内屈指の観測設備と様々な数値モデルを駆使し、沿岸海洋学の新たな発展を目指しています。

●炭酸塩骨格を用いた古環境復元

炭酸塩骨格は日輪や年輪などの成長輪を刻みながら付加成長するため、その成長線幅や殻の成分から過去の環境を復元することが可能です。台風など数日から北太平洋数十年規模変動など数十年まで、様々なスケールでの過去の沿岸環境を明らかにします。

Coastal areas of Japan have high biodiversity comparable to that of tropical rain forests. However, partly because of their complexity, fundamental questions remain regarding the structure and dynamics of coastal ecosystems. To understand such coastal ecosystems, basic studies on the ecology of each element and interactions between them are required. The main goal of the coastal ecosystem division is to study marine biodiversity in coastal waters and the interactions between marine organisms and their environments. Special emphasis is currently placed on: (1) environmental impacts of coastal marine structures upon marine ecosystems, and (2) historical changes of coastal environments and ecosystems, through promotion of international collaborative studies.

Ongoing Research Themes

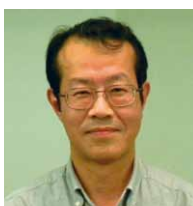
●Changes of the coastal marine environment in the bays of the Sanriku Coast: Oceanographic structures, such as the large Kamaishi breakwater, and the associated changes to coastal bays are studied based on data analysis of oceanographic observations.

●Coastal Sea Circulation: We investigate the structure and mechanism of sea circulations in Japanese and northeastern Asian coastal zones. In addition, we aim to comprehensively understand the relationship between the sea circulation and the marine habitat through observations and numerical modeling.

●Past environmental reconstruction using biogenic calcium carbonate: Biogenic calcium carbonate are useful archives of past environment. Growth rate and geochemical proxy provide various kind of environmental information. Daily and annual growth lines enable to reconstruct at various time scale, from daily to decadal, such as typhoon or Pacific Decadal Oscillation.



養殖筏の合間を縫っての海洋環境観測。  
Observation of the marine environment between culturing rafts.



MICHIDA, Y.



TANAKA, K.



NISHIBE, Y.



SHIRAI, K.

教授 (兼)	道田 豊
Professor	MICHIDA, Yutaka
准教授	田中 潔
Associate Professor	TANAKA, Kiyoshi
特任准教授	西部 裕一郎
Project Associate Professor	NISHIBE, Yuichiro
助教	白井 厚太郎
Research Associate	SHIRAI, Kotaro

International Coastal Research Center,  
Coastal Conservation Section

河口域を含む沿岸域は生産性が高く、漁業をはじめとして多目的に利用される海域であり、また人間と海とのインターフェースとして人間活動の影響を強く受ける海域です。20世紀後半に急激に進んだ生物多様性の低下や資源枯渇、環境汚染、気候変動などの生態系の機能低下は沿岸域でとりわけ顕著に現れています。また、日本列島の三陸沿岸域は2011年3月11日に発生した大地震とそれに伴う大津波によって生態系に大きな攪乱がもたらされました。沿岸域の健全な生態系を回復することは21世紀を生きる私たちに課された大きなテーマなのです。

本分野では沿岸域における魚類を中心とした生物の生活史や行動・生態と海洋環境中の物質循環に関する研究に取り組み、国際ネットワークを通じた総合沿岸管理システムの構築を目指しています。具体的には、三陸一帯を主なフィールドとして沿岸性魚類や通し回遊魚の分類、集団構造などの基礎生物学的研究ならびに分布、移動、成長、繁殖など生態学的特性の解明を進めるとともに、これらの生命現象とそれを取り巻く環境の相互作用を把握するために、環境の特性や、その生産力を決める窒素やリンをはじめとする生元素を含む溶存態・懸濁態物質の動態に関する研究を行っています。本センターの調査船や研究船などを用いたフィールド研究を軸として、それに関わるデータ集積・分析・解析のための新しい手法や技術の開発を進めています。

現在の主な研究テーマ

●沿岸性魚類および通し回遊魚の生態に関する研究

沿岸性魚類や通し回遊魚の分布、移動、成長、繁殖など生態学的特性とそれを取り巻く生息環境との関わりを明らかにする。同時に、これら魚類の形態や遺伝子情報に基づく系統関係を明らかにし、現在の生態学的特性の成立過程を解明する。

●生元素の動態に関する研究

生物態から非生物へと化学種を変化させながら沿岸生態系を巡る生元素の動態を溶存態・懸濁態物質の採取や現場型計測機器の係留や船舶を用いた野外観測と放射性および安定同位体をトレーサーとして用いた模擬培養実験などから明らかにする。

In the 20th century, serious damage to the coastal ecosystem has occurred and is evident as a rapid decrease in biodiversity and extensive resource depletion that is exacerbated by pollution and global climate change. In addition, the large earthquake and tsunami on March 11, 2011, caused serious disturbance to the Sanriku coastal ecosystem. Conservation and restoration of coastal ecosystems in general is a critical issue for societies in the 21st century. The coastal conservation division focuses on: (1) Life history and behavior of coastal and diadromous fishes with their taxonomy and population genetic aspects to understand the evolutionary history of ecological traits of fishes. (2) behavioral ecology of animals in relation to their surrounding environments using animal-borne data loggers (Bio-Logging), (3) the role of dissolved and particulate matter in material cycling in coastal environments. This division also covers research plans on conservation and habitat restoration.

Ongoing Research Themes

- Ecology of coastal and diadromous fishes: Distribution, migration, growth and reproduction of coastal and diadromous fishes are studied in relation to environmental factors. Evolutionary histories of these ecological traits are also investigated with morphological and molecular phylogenetic approaches.
- Dynamics of bioelements: Availability of organic and inorganic resources, which determine environmental productivity and components of food web, in coastal environments are investigated through field observation with ship-board instruments and mooring system and laboratory experiments.



調査船グランメーユによる旋網での稚魚採集調査。  
Sampling of fish larvae by small purse seine from the R/B "Grand Maillet".



AOYAMA, J



SATO, K.



FUKUDA, H.

教授	青山 潤
Professor	AOYAMA, Jun
教授 (兼)	佐藤 克文
Professor	SATO, Katsufumi
助教	福田 秀樹
Research Associate	FUKUDA, Hideki

International Coastal Research Center,  
Coastal Ecosystem Restoration Section

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う大津波は、三陸・常磐沿岸地域の人間社会のみならず、沿岸の海洋生態系に大きな攪乱をもたらしました。地震や津波によって海洋生態系がどのような影響を受け、それが今後どのように変化していくのかを明らかにすることは、崩壊した沿岸漁業を復興するために不可欠な過程です。これは同時に、私たち人類が初めて目にする大規模な攪乱現象に対して、海洋生態系がどのように応答し回復していくかを解明する科学的に重要な課題でもあります。

国際沿岸海洋研究センターは、長年にわたって大槌湾を中心とする東北沿岸域で様々な研究活動を行ってきました。また、全国共同利用研究を推進し、東北沿岸を研究フィールドとする研究者間のネットワークも構築してきました。今後は、これまでの研究蓄積や研究者間のネットワークを基礎に、地震と津波が海洋生態系に及ぼした影響を解明し、漁業復興の基礎を築くための研究をリードする役割も果たしていきます。「生物資源再生分野」は、その核となるべく、2012年4月に設置された新しい研究室です。

生物資源再生分野では今後10年間にわたって、大地震と大津波が沿岸の海洋生態系や生物資源に及ぼした影響、および攪乱を受けた生態系の二次遷移過程とそのメカニズムを解明します。また、その基礎となる生態系の構造や機能、各種生物の生態について精力的な研究を展開していきます。

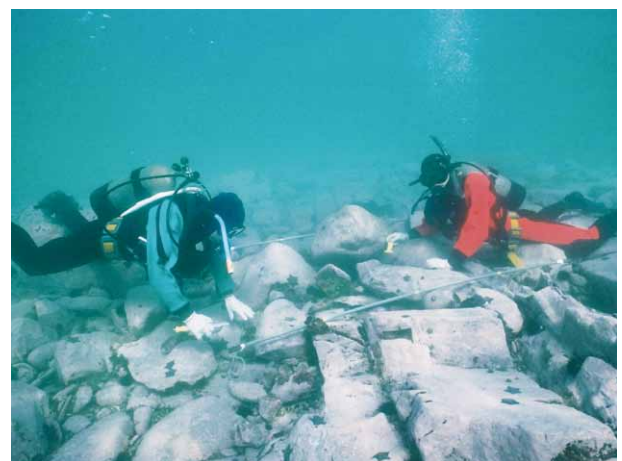
現在の主な研究テーマ

- 東北地方太平洋沖地震の沿岸海洋生態系への影響についての研究  
東北の沿岸生態系や生物群集・個体群について研究を行う多くの研究者と連携し、地震と津波が海洋生態系やそこに生息する生物に及ぼした影響を明らかにします。
- 攪乱を受けた沿岸生態系の二次遷移過程に関する研究  
東北沿岸の生態系や生物群集・個体群の攪乱後の二次遷移過程を追跡し、そのメカニズムを明らかにします。
- 藻場や干潟の生物群集構造、食物網構造に関する研究  
地震や津波が沿岸生態系に与えた影響、攪乱後の二次遷移過程とその機構を明らかにするために、藻場や干潟の生物群集・食物網構造、構成生物の種間関係の研究を行なっています。
- 貝類、甲殻類、棘皮動物など底生生物の生態に関する研究  
藻場、干潟の生物群集・食物網構造を理解し、生態系の変動機構を解明するために、貝類、甲殻類、棘皮動物など沿岸生態系の主要構成生物の生態研究を進めています。
- 沿岸域に生息・来遊する魚類の行動生態学的研究  
三陸沿岸に生息・来遊する魚類が海洋生態系の中で果たす役割について研究を行っています。

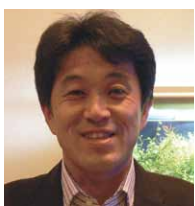
The Great East Japan Earthquake and the subsequent massive tsunami that occurred on March 11, 2011, severely affected the coastal ecosystems on Joban and Sanriku Coast of northeast Japan. Understanding the effects of the earthquake and tsunami events on coastal ecosystems and organisms, and monitoring secondary successions of damaged ecosystems, are essential scientific processes for the recovery of the coastal fisheries and for future fishery and stock management of resource organisms in the area. The section "Coastal Ecosystem Restoration" was recently established in International Coastal Research Center on April 2012, to lead the above important studies in the next 10 years.

Ongoing Research Themes

- Effects of the earthquake and tsunami on coastal ecosystems and organisms
- Secondary successions of the coastal ecosystems damaged by the tsunami
- Community and food-web structures in seaweed beds and tidal flats
- Ecologies of benthic organisms, such as mollusks, crustaceans, and echinoderms
- Behavioral ecologies of fish species in coastal waters



沿岸岩礁生態系の生物研究のための潜水調査  
SCUBA survey to study benthic organisms in the coastal rocky shore ecosystem



KAWAMURA, T.



KITAGAWA, T.



HAYAKAWA, J.



HIROSE, M.

教授	河村 知彦
Professor	KAWAMURA, Tomohiko
准教授	北川 貴士
Associate Professor	KITAGAWA, Takashi
助教	早川 淳
Research Associate	HAYAKAWA, Jun
特任助教	広瀬 雅人
Project Research Associate	HIROSE, Masato



## 東北マリンサイエンス拠点形成事業：プロジェグランメーユ Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences: Projet Grand Maillet



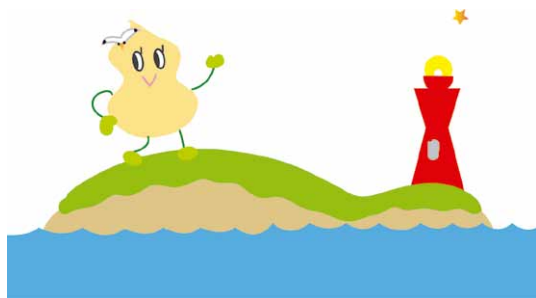
東北マリンサイエンス拠点形成事業  
—海洋生態系の調査研究—  
Tohoku Ecosystem-Associated  
Marine Sciences, since FY2011

東北マリンサイエンス拠点形成事業 (TEAMS) マーク  
The logo of Tohoku Ecosystem-Associated Marine  
Sciences

2012年1月から文部科学省の支援を受けて東北マリンサイエンス拠点形成事業が始まりました。この事業は東北大学、独立行政法人海洋研究開発機構と東京大学大気海洋研究所が連携し、10年間にわたって地震と津波で被害を受けた東北沿岸域の科学的な調査を行い、それを通じて漁業の復興へのお手伝いをしていこうとするものです。東京大学大気海洋研究所では、この事業に携わるプロジェクトチームを「プロジェグランメーユ」と名付けました。大槌の国際沿岸海洋研究センターを拠点として観測・研究を行うとともに、そこを地域、さらには世界に開かれた新たな海洋研究の場としていくことを目指しています。

(\*「グランメーユ」とは、フランス語で「大きな木槌」の意。)

The Great East Japan Earthquake was one of the biggest natural disasters humankind has ever experienced. Our mission is to ascertain the impact that the earthquake and tsunami had on the Tohoku coastal area, and observe the subsequent process of transition over the course of time. Based on this information, we will clarify what is needed to restore the area's fishing industry. In order to execute this mission, the Atmosphere and Ocean Research Institute (AORI) of the University of Tokyo launched Projet Grand Maillet, which is based in Otsuchi town. Otsuchi's name means "big maillet" in English and "grand maillet" in French. Projet Grand Maillet is named after the first new research vessel built for the International Coastal Research Center since the disaster. Projet Grand Maillet is a part of Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences (TEAMS), funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan (MEXT). AORI will carry out scientific research in close collaboration with Tohoku University and the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC).



プロジェグランメーユのマスコットキャラクター「メーユ」  
The mascot of Projet Grand Maillet, named "Maillet"

# 国際連携研究センター

## Center for International Collaboration

わが国は四方を海に囲まれ、管轄海域は世界第6位の広さです。海洋国家として「海を知る」ことに関する国際的枠組みの中で権利と義務を認識し、海洋科学研究を進めることが国益の観点からも重要です。しかし、全地球的な海洋科学の国際的取組みや周辺関係国との協力は、個々の研究者や大学等の研究機関で行えるものではありません。

2010年4月、大気海洋研究所の発足に伴い、附属海洋科学国際共同研究センターは「附属国際連携研究センター」（以下本センター）となり、さらに広い研究分野の国際活動を展開することになりました。本センターは、わが国の大気海洋科学の国際化の中心となり、国際的枠組みによる調査や人材育成の企画等を行い、各種の研究計画を主導する重要な役割を担います。

本センターは、国際企画・国際学術・国際協力の三分野からなり、大気海洋に関する国際共同研究及び国際研究協力等を推進することを目的としています。

国際企画分野では、海洋や気候に関する政府間組織でのわが国の活動や発言が、科学的な面ばかりでなく社会的にも政府との緊密な連携のもとに国際的な海の施策へ反映されることを目指します。

国際学術分野では、国際科学会議(ICSU)関連の委員会などへの人材供給や、国際共同研究計画の主導によって、わが国の国際的な研究水準や立場が高まることを目指します。

国際協力分野では、国際的視野に立って活躍できる研究者を育成し、本センターを核とする研究者ネットワークを形成し、アジアを中心とした学術交流や共同研究体制の発展を主導し支援します。

また、本センターは、本研究所と諸外国の研究機関との学術協定の調整、国外客員教員の招聘等を行うほか、国際的な研究動向を国内の研究者と共有し、国際的研究戦略を立案し推進します。

In April 2010, we established the Atmosphere and Ocean Research Institute (AORI) as a new institute to cover interdisciplinary ocean and atmospheric sciences. At the same time, we established a new center for further strengthening the activities of international academic exchange in these scientific fields. The Center for International Collaboration is the successor to the Center for International Cooperation, which had been operating for over 15 years.

The center consists of three divisions: International Scientific Planning, International Advanced Research, and International Research Cooperation.

The Center for International Collaboration (CIC) will promote internationalization of the Atmosphere and Ocean Research Institute, and will help it continue to be a leading institution that creates ties with other institutions and is an international center for atmosphere and ocean research:

1. To plan, promote, and support international activities based on inter-governmental agreements.
2. To promote and support large joint international research projects.
3. To promote academic exchanges and personnel development with Asian and other countries.
4. To strengthen the role of the institute as an international center for research on coastal oceanography.
5. To develop the next generation of researchers by supporting overseas dispatch of young researchers.
6. To invite non-Japanese visiting professors and actively exchange students.
7. To expand and strengthen international dissemination of research results (including using academic journals and academic databases).



国際連携研究センターシンボルマーク  
Original symbol mark of CIC



大気海洋研究所におけるベトナム科学技術アカデミー (VAST) と研究協力に関する会議  
International meeting on cooperative research with the Vietnamese Academy of Science and Technology at the Atmosphere and Ocean Research Institute



政府間海洋学委員会の会議に日本代表として出席  
Participation in an IOC meeting as a member of the Japanese delegation



INOUE, K.



IMASU, R.



PARK, J. O.

准教授 (兼) Associate Professor 井上 広滋 INOUE, Koji  
准教授 (兼) Associate Professor 今須 良一 IMASU, Ryoichi  
准教授 (兼) Associate Professor 朴 進午 PARK, Jin-Oh

幅広い研究分野などをカバーするため、3名の准教授が兼務しています

Center for International Collaboration,  
International Scientific Planning Section

本分野では、大気と海洋の科学に関する国際共同研究を積極的に推進しています。特に、ユネスコ政府間海洋学委員会 (Intergovernmental Oceanographic Commission: IOC) が進める各種のプロジェクト等において重要な役割を担っています。具体的には、IOCの地域委員会である西太平洋委員会 (Sub-commission for the Western Pacific: WESTPAC) における海洋科学や海洋サービスの進め方に関する専門家グループのメンバーとして助言を行ってきたほか、国際海洋データ・情報交換 (International Oceanographic Data and Information Exchange: IODE) においても各種のプロジェクトの立案および推進に参画しています。また、道田は2011年から2年間の任期でIOCの副議長を務めています。

道田研究室では、海洋物理学を基礎として、駿河湾、大槌湾、釜石湾、タイランド湾など国内外の沿岸域において、水温・塩分・クロロフィル・海流など現場観測データの解析を中心として沿岸海洋環境の実態とその変動、および海洋生物との関係に関する研究を進めています。また、漂流ブイや船舶搭載型音響ドップラー流速計による計測技術に関する研究も進めており、その結果を生かして、沿岸環境に関する研究のみならず、外洋域における海洋表層流速場の変動に関する研究も行っています。さらに、2007年の「海洋基本法」の成立以降、わが国の海洋政策の中で注目を集めている「海洋情報」に関して、海洋情報管理の分析を行い、そのあり方や将来像について専門的立場からの提言などを行っています。

現在の主な研究テーマ

●駿河湾奥部のサクラエビ産卵場の海洋環境

駿河湾奥部には有用種であるサクラエビが生息し、地域の特産品となっています。その生残条件および資源量変動に影響を及ぼす湾奥部の流速場を含む海洋環境について、現場観測データの解析を中心として研究を進めています。

●三陸諸湾の海洋環境変動

三陸のリアス式海岸には太平洋に向かって開いた数多くの湾が存在し、豊かな沿岸生態系をはぐくむ場となっているとともに、恵まれた環境を生かした海洋生物資源の供給の場となっています。それらの湾に建造物など人為起源の環境変動要因がもたらされたときに沿岸環境がどのように応答するか、釜石湾を例にして現場観測データに基づいた基礎的な知見の蓄積を進めています。

●海洋情報管理に関する研究

海洋の管理を行う際の基本となる情報やデータの管理のあり方について、国際動向や関係諸機関の連携等を考慮した分析を行っています。

This group aims to participate in the promotion of international research projects on atmosphere and ocean sciences. In particular, the members of the group play important roles in many projects promoted by the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO, by providing professional suggestions in the planning of oceanographic research and ocean services of the IOC Sub-Commission for the Western Pacific (WESTPAC) as a member of the WESTPAC Advisory Group. We are also actively participating in oceanographic data management with the International Oceanographic Data and Information Exchange Programme of the IOC. Prof. Michida was elected as one of the vice-chairs of the IOC in 2011.

From the scientific point of view in the group, we carry out studies on the coastal environment and its variability particularly in relation to marine ecosystem dynamics in some coastal waters of Japan by analyzing physical oceanographic observation data. We also promote technical studies to improve observations with drifters and shipmounted ADCPs for investigation of the surface current field in the open ocean. In addition to the above oceanographic studies, the group contributes to the issues of ocean policy of Japan, including oceanographic data management policy that has become one of the important subjects after the enforcement of "Basic Ocean Acts" in 2007.

Ongoing Research Themes

- **Oceanographic conditions in Suruga Bay:** Oceanographic conditions controlling the retention mechanism of an important fisheries resource in Suruga Bay, is studied by analyzing observational data of surface currents and oceanographic structure in the bay.
- **Mechanisms of oceanic and atmospheric variability:** Variability of oceanic and atmospheric conditions in the Sanriku Coast area is investigated by the analysis of long-term records of oceanographic and meteorological observations at the International Coastal Research Center.
- **Oceanographic data and information management:** Data management, which is one of the key issues in the policy making processes for ocean management, is studied based on the analysis of related international activities and inter-agency relationships.



駿河湾における観測  
Oceanographic observation in  
Suruga Bay, Japan



MICHIDA, Y.

教授  
Professor

道田 豊  
MICHIDA, Yutaka

Center for International Collaboration,  
International Advanced Research Section

本分野は、非政府組織である国際科学会議 (ICSU) の学際団体である地球圏-生物圏国際共同研究計画 (IGBP) の海洋に関するコアプロジェクト (AIMES, GLOBEC, IGAC, iLEAPS, IMBER, LOICZ, PAGES, SOLAS) や、世界気候研究計画 (WCRP) の研究プロジェクト (CLIVAR)、全球海洋観測システム (GOOS)、海洋研究科学委員会 (SCOR) の活動、海洋の微量元素・同位体による生物地球化学的研究 (GEOTRACES)、海洋生物の多様性と生態系を把握しようとする海洋生物センサス (CoML)、統合国際深海掘削計画 (IODP)、国際中央海嶺研究計画 (InterRidge) をはじめとする、わが国が関わる大型国際共同研究を企画・提案・実行する活動を支援しています。

研究について

大気圏・水圏・陸圏において物質が気体・液体・固体と形を変えながら循環しています。地球表面の約70%を占める海洋と地球全体を覆っている大気とにある物質循環の過程や速度、相互間作用を把握することが、海洋生態系変化や気候変化の解明につながります。陸圏での人間活動による土地利用の変化や、化石燃料の燃焼の増大により、大気中の化学成分の組成や濃度が変化しつつあります。大気圏での変化が海洋表層での化学成分に影響を与え、海洋生態系にも変化を及ぼします。このように大気物質が海洋へ沈着し、海洋物質が大気へ放出されるなど、様々な挙動を示します。

本分野の研究目的は、海洋での環境変化が地球大気の組成や気候に影響を及ぼすことを定量的に理解することです。特に、海洋生物起源気体の温暖化への寄与や、粒子化に伴う抑制効果の予測を目指しています。

現在の主な研究テーマ

- **海洋大気から海洋表層へ沈着する化学組成とフラックス:** 海洋への微量金属と生物利用元素の輸送と沈着についての研究
- **海洋環境中の粒子中の微量金属の生物地球化学的研究**
- **微量元素の大気と海洋間の物質循環:** 海洋大気中での降水中の人為起源物質や生物起源物質の挙動とその過程の研究
- **化学成分の自動連続測定分析システムの開発:** 高時間分解能で大気中のエアロゾル中の化学成分を高感度に連続測定可能な船舶搭載装置の開発研究

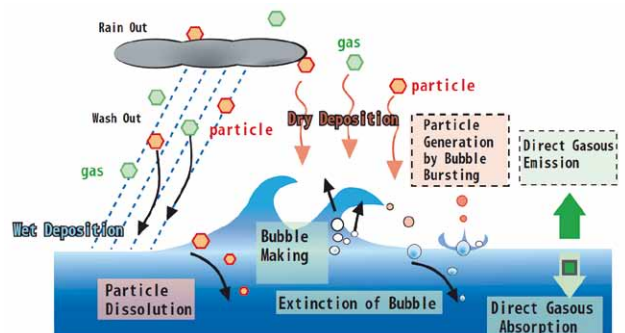
The division of international advanced research promotes and supports large joint international research projects associated with Japanese scientific community, especially, IGBP Core projects under ICSU, CLIVAR under WCRP, projects and working groups under SCOR, CoML, InterRidge, and others related to atmosphere and ocean sciences activities of non-governmental organizations.

Research Objectives

Climate and environmental changes will have significant impacts on biogeochemical cycling in the ocean, on atmospheric chemistry, and on chemical exchange between ocean and atmosphere. The exchanges include atmospheric deposition of nutrients and metals that control marine biological activity and hence ocean carbon uptake, and emissions of trace gases and particles from the ocean that are important in atmospheric chemistry and climate processes. Our goal is to achieve quantitative understanding of the key biogeochemical interactions and feedbacks between ocean and atmosphere.

Ongoing Research Themes

- **Chemical compositions and their fluxes to ocean from marine atmosphere:** Study of transport and deposition of trace metals and bioavailable elements over the ocean.
- **Biogeochemistry of particulate trace metals in the marine environment**
- **Atmosphere-Ocean interaction of trace elements:** The behaviors of anthropogenic and biogenic elements in precipitation on the marine atmospheric processes.
- **Development of automatic measurement of chemical composition:** The development of a rapid measurement system of chemical composition and its application to the marine atmospheric measurements on shipboard.



大気・海洋表層間のガスと粒子の相互作用  
Interference of gas and particle between atmosphere and ocean surface



UEMATSU, M.

教授  
Professor

植松 光夫  
UEMATSU, Mitsuo

Center for International Collaboration,  
International Research Cooperation Section

アジアの海の最大の特徴は、あらゆる意味でその多様性にあります。地図をみれば、東南アジアには複雑な海岸線を持つ陸地と多くの島々があり、そこにははるか古代から生き続けてきた生物と、新生代以降の環境変動をへて多様な進化をとげた生物が共存しています。一方、東アジアの海は黒潮や親潮などの大海流や、亜熱帯から亜寒帯までの多様な気候に加え、プレート境界、海溝、縁辺海など特徴のある地理を示し、生物多様性のみならず、海洋資源もきわめて豊かな海域です。また、アジア諸国はその文化、経済、政治のいずれにおいても非常に多様であり、資源の利用、環境問題、海洋研究をはじめとする海との関わり方も国により様々です。この海の自然を人類にあたえられた恩恵として維持、利用していくためには、その基礎となる海洋研究を、アジアの国々がお互いの文化を深く理解しながら協力して進めていく必要があります。

本分野では、このような視点から、アジアを中心とした海洋の研究・教育のためのネットワークを整備・拡充するとともに、各国における最先端の海洋学の拠点づくりと研究者の交流をつうじて、地球規模の国際的取り組みにも貢献できる次世代を担う研究者の育成を目指します。

現在の主な研究テーマ

- **東南アジア海域の生物多様性調査**：東南アジア諸国との協力により、世界で最も豊かなこの海域の生物多様性の現状把握と維持・保全を目指します。
- **中層生態系の種多様性と食物網**：海の中で最も種多様性の高い「中層」に着目し、多様性の創出と種の共存機構を食物網の観点から解明します。
- **動物プランクトンの進化機構**：物理的障壁の乏しい漂流生態系における動物プランクトンの進化機構を分子系統地理学的手法により解明します。
- **動物プランクトンの機能形態学**：極めて多彩な動物プランクトンの形態に着目し、その機能と生態学的意味を組織化学、生化学、行動学などの手法を駆使して究明します。



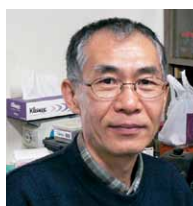
マレーシアで開催したトレーニングコースでのプランクトン採集  
Plankton sampling in a training course held in Malaysia

The essence of the Asian seas is in the many different aspects of their diversity. In a map of Southeast Asia you will find land-masses with complex coastlines and many islands, where species surviving from ancient ages and those diversified through more-recent environmental changes coexist, resulting in the highest diversity of marine life in the world. On the other hand, East Asia encompasses major currents such as the Kuroshio and the Oyashio, diverse climate zones ranging from subtropical to subarctic, and characteristic geography such as plate-boundaries, trenches, and marginal seas, resulting in its rich biodiversity and marine resources. In turn, the Asian countries are highly diverse in their culture, economies, and politics, resulting in different circumstances in their relationships with the sea, such as those in resource use, environmental issues, and marine research. This necessitates collaboration in marine science among Asian countries with a mutual understanding of our culture and approach towards sustainable use of the gifts from the sea.

With this viewpoint, the Division of International Research Cooperation works towards consolidating and expanding a network of marine research and education centered on the Asian Region. We are also working towards promotion of next-generation researchers who will contribute to global international activities through support for establishing top-level core universities/institutes of marine science in collaborating countries and mutual exchange of researchers.

Ongoing Research Themes

- **Census of Marine Life in Southeast Asia**: A collaborative project between Southeast Asian countries, aiming at understanding the present status of marine biodiversity and establishing ways of its sustainable use.
- **Species Diversity and Food Web in the Mid-Water Ecosystem**: Elucidating mechanisms generating and maintaining the high species diversity in the mid-water ecosystem, with special reference to its food-web structure.
- **Evolutionary Mechanisms of Zooplankton**: Understanding the evolutionary mechanisms of zooplankton in an environment without apparent physical barriers through a molecular-phylogeographic approach.
- **Functional Morphology of Zooplankton**: Understanding the function and ecological significance of highly diverse forms of zooplankton, by applying a variety of tools such as those of histochemistry, biochemistry, and behavioral ecology.



NISHIDA, S.

教授  
Professor

西田 周平  
NISHIDA, Shuhei

# 地球表層圏変動研究センター

## Center for Earth Surface System Dynamics

本研究センター（以下、変動センターと略）は、2010年に旧海洋研究所と旧気候システム研究センターが統合して大気海洋研究所が生まれる過程で、両者のシナジーを生み出すメカニズムとして設置されました。ここでは、既存の専門分野を超えた連携を通じて新たな大気海洋化学を開拓することを目的としています。変動センターの4つの分野では、研究系の基礎的研究から創出された斬新なアイデアをもとに、次世代に通じる観測・実験・解析手法と先端的モデルを開発し、過去から未来までの地球表層圏システムの変動機構を探求することが重要なミッションです。

変動センターでは、文部科学省と区別経費事業「地球システム変動の総合的理解——知的連携プラットフォームの構築」を行っています。本事業では観測・実験による実態把握・検証および高精度モデリングの連携により、機構と海洋生態系の変動を理解します。また、全国の大学等の研究者が共同でモデルと観測システムを開発・利用し、多分野の知識をモデル化・データベース化し、客観的な共通理解を促進するための知的連携プラットフォームの構築を目指します。

The Center for Earth Surface System Dynamics (CESD) was established in 2010 following the merger of Ocean Research Institute and Center for Climate System Research into the Atmosphere and Ocean Research Institute. The four divisions of CESD will work to create a new frontier for studying the dynamics of the earth's surface system through development of innovative observation and modeling studies.

At the CESD, our current focus is the MEXT-sponsored project "Construction of a cooperative platform for comprehensive understanding of earth system variation." The project includes coupling of sophisticated computer simulation and direct observations to better understand climate, global change, and ecosystems. We also encourage collaborative studies with other institutions in Japan to develop a common understanding of earth surface systems.



地球表層圏変動  
研究センター

古環境変動分野

Center for Earth Surface System Dynamics,  
Paleo-environmental Research Section

本分野では主に最近200万年間の気候変動や表層環境変動について、地球化学的手法を用いて復元するとともに、大気-海洋結合大循環モデルであるMIROCや物質循環モデル、それに表層の荷重再分配に伴う固体地球の変形 (GIA) モデルなどを組み合わせることにより、表層環境システムについての理解を深める研究を進めています。

対象としているフィールドや試料は、日本国内外のサンゴ礁、気候システムで重要な役割を果たしている西赤道太平洋暖水プール近海、モンスーン影響下の陸上湖沼および海底堆積物、過去の降水を記録している陸上の鍾乳石や木材試料、南極氷床コアや氷床に被覆されていない地域の岩石/堆積物試料、アンデス山脈や日本国内の山地などです。

国際プロジェクトにも積極的にかかわっており、国連の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)や地球圏-生物圏国際協同研究計画 (IGBP)、古環境変遷計画 (PAGES)、統合国際深海掘削計画 (IODP) や国際地球科学対比計画 (IGCP) などに参加しています。

現在の主な研究テーマ

●モンスーン気候地域の古気候変遷に関する研究

南および東アジアにおいてサンプルを採取し、地球化学分析とAOGCMとの比較で、モンスーン変動についての理解を進める研究を行っています。

●海水準変動

過去の氷床融解に伴う海水準変動について、地球科学データの採取と固体地球の変形モデルとの併用により、全球気候変動との関係について研究しています。

●南極氷床変動の安定性に関する研究

南極の陸上および海洋堆積物に保存された過去の融解の記録の復元を詳細に行い、気候システムの中での南極氷床の役割について理解するための研究を行っています。

Understanding past environments is key to projecting future changes. Thus, we investigate climate and earth surface systems over the past 200,000 years, during which time global climates have fluctuated dramatically with glacial-interglacial cycles and accompanying changes in atmospheric greenhouse gas levels. Combined observational and modeling studies are a unique feature of CESD. Various geographic areas are targeted for collecting samples including South and South East Asia, Pacific coral reefs, and Antarctica. A state-of-the-art climate model (MIROC) is used for paleoclimate studies, whereas solid earth deformation modeling to understand glacio-hydro-isostatic adjustment (GIA) is employed to quantitatively deduce past ice volume changes. Our group is also involved heavily with international collaborative programs, such as IPCC, IGBP, PAGES, IODP and IGCP.

Ongoing Research Themes

- Paleoenvironmental reconstruction in monsoon regions
- Sea level changes
- Stability of Antarctic Ice Sheet



地球表層環境を保存しているさまざまな試料と分析のための装置 (a. サンゴ b.サンゴ化石 c.南極の迷子石 d. 巨木試料 e.海洋堆積物 f. レーザー/高分解能誘導プラズマ質量分析装置)

Various geological archives recording paleoenvironmental information (a, b: corals, c: glacial boulder, d: tree, e: marine sediments), and the mass spectrometry to deduce isotopic signatures from the samples (f: Laser ablation sector field high resolution ICP MS).



KAWAHATA, H.



YOKOYAMA, Y.

教授  
Professor  
川幡 穂高  
KAWAHATA, Hodaka  
准教授 (兼)  
Associate Professor  
横山 祐典  
YOKOYAMA, Yusuke

地球表層圏変動  
研究センター

海洋生態系変動分野

Center for Earth Surface System Dynamics,  
Ecosystem Research Section

我々人類は、水産資源をはじめ海洋生態系がもたらす恩恵を享受していますが、その豊かさや構造は物理環境の変化に応じて、ダイナミックに変動しています。本分野では、観測とモデリングの融合を通して、海洋生態系の構造を理解し、海洋生物資源の動態を解明することを目指しています。

構成要素が複雑に相互作用する海洋生態系のモデル化には、個々の現象の精査と、キープロセスの抽出、モデルパラメータの検証が必要です。私たちは、観測等から得られる実証的知見とモデリングの相互フィードバックを軸としたアプローチを行っています。研究対象海域は、北太平洋を中心とした外洋域と日本の沿岸域で、東日本大震災に伴う津波により甚大な被害を受けた、三陸沿岸域の物理環境・生態系の現場調査とモデリングにも、重点を置いて取り組んでいます。

現在の主な研究テーマ

●外洋生態系モデリング

北太平洋を主対象に、プランクトンや浮魚類の動態を表現するコンポーネントモデル、物理—低次生産—浮魚結合モデルの構築に取り組んでいます。

●海洋中規模渦・前線に関する研究

外洋生態系の動態に密接に関係する海洋の中規模渦と前線の実態と力学解明のため、観測、データ解析と数値実験により取り組みを進めています。

●沿岸域物質循環観測

三陸、若狭湾を主対象に、流動、水塊特性、混合過程の観測を行っています。

●沿岸域物理環境モデリング

湾スケールの物質循環を再現するモデルの構築を進めています。沿岸域の観測データの他、陸域起源物質の影響評価、外洋モデルとの結合も行っています。

●沿岸域複合生態系モデリング

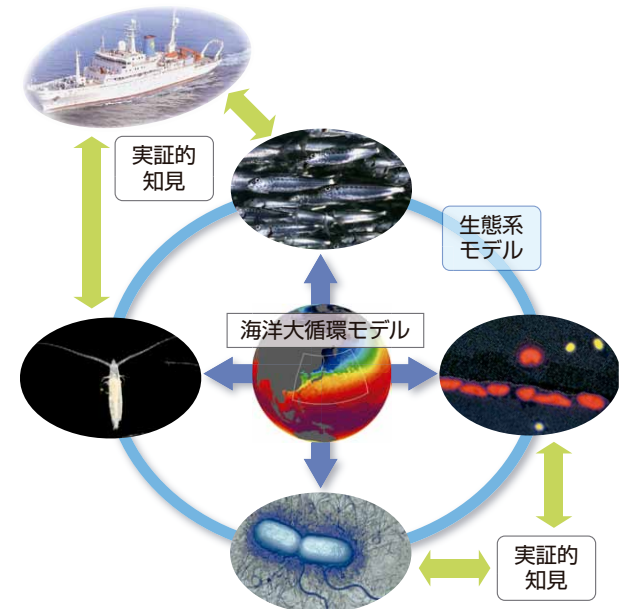
河口干潟・岩礁藻場・外海砂浜等、沿岸域の生態系をさらに細分化し、各個生態系での低次生産および高次生物の動態のモデル化を通して、複合系としての沿岸生態系の役割評価を目指しています。

Productivity and diversity of marine ecosystem show dynamic fluctuation in response to variations in physical environment. Our research section aims to understand the structure of marine ecosystem and elucidate the variability in living marine resources through integration of observation and modeling.

Because components of marine ecosystems interact with each other, modeling requires investigation of individual phenomena, extraction of key processes, and validation of model parameters. Therefore, our approach is based on mutual feedback between observational data and model simulations. Target fields of modeling are the open ocean (mainly the North Pacific) and Japanese coastal waters. We also focus on field surveys and modeling of physical environments and ecosystems of the Sanriku area, which was severely damaged by the Tsunami in March 2011.

Ongoing Research Themes

- Open ocean ecosystem modeling
- Meso-scale eddies and fronts
- Observation for material cycling in coastal waters
- Coastal circulation modeling
- Coastal ecosystem modeling



実証的な知見に基づいた生態系モデリング (イメージ)  
Schematic image of the modeling approach based on observational data



HASUMI, H.



ITOH, S.

教授 (兼)  
Professor  
HASUMI, Hiroyasu  
准教授  
Associate Professor  
ITOHO, Sachihiko

羽角 博康  
HASUMI, Hiroyasu  
伊藤 幸彦  
ITOHO, Sachihiko



地球表層圏変動  
研究センター

生物遺伝子変動分野

Center for Earth Surface System Dynamics,  
Genetic Research Section

数日オーダーの短時間スケールから数億年オーダーの長時間スケールまで、生命は絶え間ない環境の変化に応じて適応・進化してきました。この複雑な過程を解き明かす上で強力な手がかりとなるのが、生物の持つDNA配列全体にあたるゲノム、発現しているRNAの網羅的な計測であるトランスクリプトーム、環境中のDNAの網羅的な計測であるメタゲノムなどのオーミクスデータです。特に、生物学に革命を起こしつつある超高速遺伝子配列解析装置(第2世代シーケンサ)は、これらの網羅的データを様々な問題を解くために自在に計測できる研究環境を生み出しました。また、それと同時に、これらの網羅的データを俯瞰的な視点から解析し新しい概念や仮説へ結びつけていくための技術であるバイオインフォマティクス(生命情報科学)が、これからの生物学に必須な学問分野として注目されるようになりました。

地球表層圏変動研究センターの他分野と同じく2010年に設置された新しい分野である生物遺伝子変動分野では、生物学における近年の急激な技術革新を背景に、ゲノム進化解析、環境・生態系オーミクス、バイオインフォマティクスなどに関わる新たな解析手法を開拓するとともに、生命と地球環境の相互作用とそのダイナミクスを、海洋という魅力的な舞台において探求していきます。

現在の主な研究テーマ

- ゲノム・遺伝子の進化解析
- 環境・生態系オーミクス
- バイオインフォマティクス

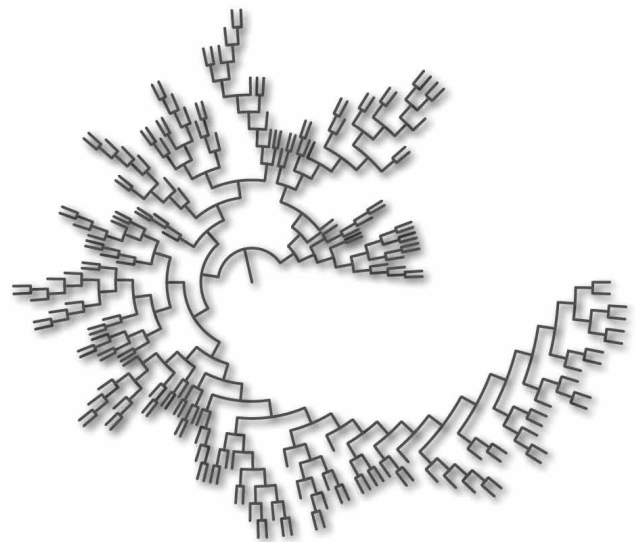
ゲノム情報は生命活動の礎となるものであり、また祖先生命から現代の生命に至る歴史の記録でもあります。トランスクリプトーム情報にはゲノム中で機能している遺伝子全体についての、メタゲノム情報には環境微生物の生態系についての、それぞれ豊富な知識が埋もれています。超高速遺伝子配列解析装置によって取得した、あるいは世界の研究者がデータベースに登録したこれらのデータを解析することで、生命が環境の変化にどのように応答するか、生態系のダイナミクスが生命と環境のどのような相互作用により生み出されているか、さらに生命と地球が長い時間の中でどのような歴史を相綴ってきたか、などを明らかにするための研究を行っています。

From short time scale of days to long time scale of billions of years, life has continuously adapted to and evolved depending on the environment. Our section studies interactions between organisms and the earth environment, as well as their dynamics in the ocean, by applying emerging technologies such as bioinformatics, genome evolutionary analyses, and ecosystem omics.

Ongoing Research Themes

- Evolutionary Analysis of Genes and Genomes
- Ecosystem Omics
- Bioinformatics

Genome sequences serve as both foundations for life activities and records for evolutionary histories of life. Transcriptomes fully contain information about the active genes in genomes, and metagenomes contain information about ecology of environmental microbes. We analyze these data by adopting bioinformatic approaches to decipher how life adapts to environmental changes, what types of interactions between organisms and the environment produce ecological dynamics, and how organisms and the earth have interwoven their long history.



ゲノム情報を用いて再構築した生命の進化系統樹  
Phylogenetic tree of life reconstructed using genome information



KOGURE, K.



IWASAKI, W.

教授  
Professor  
KOGURE, Kazuhiro  
兼務准教授※  
Associate Professor  
岩崎 渉  
IWASAKI, Wataru

※大学院理学系研究科准教授

Center for Earth Surface System Dynamics,  
Atmosphere and Ocean Research Section

本分野では、大気海洋系の観測とモデリングを通して、大気海洋系の物理化学構造や変動機構の解明を行います。

大気海洋研究所では、新しいタイプの大気モデルとして、全球非静力学モデルNICAM (Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model) の開発を進めています。全球非静力学モデルは、地球全体を数km以下の水平メッシュで覆う超高解像度の大気モデルです。従来の温暖化予測等に用いられている大気大循環モデルは、水平解像度が数10km以上に止まらざるを得ず、大気大循環の駆動源として重要な熱帯の雲降水プロセスを解像することができませんでした。このような雲降水プロセスの不確かさが、気候予測の最大の不確かさの要因のひとつです。全球雲解像モデルは、雲降水プロセスを忠実に表現することで、この不確かさを取り除こうとするものです。NICAMは、ユニークなメッシュ構造を持っています。正20面体を分割することで、球面上をほぼ一様な間隔で覆うメッシュを採用しています。このモデルによって、従来の方法では予測することが難しかった台風の発生・発達や、夏季の天候、豪雨の頻度、熱帯気象やマッデン・ジュリアン振動について、より信頼性の高いシミュレーションが期待されます。NICAMを海洋モデルCOCOやエアロゾルなどの他のプロセスモデルと結合することによって、大気海洋変動研究を進めていきます。

現在の主な研究テーマ

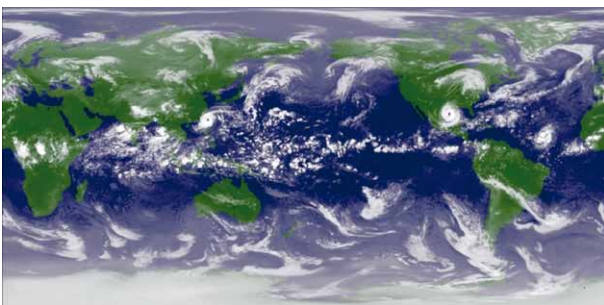
- 大気大循環力学と高解像度大気海洋モデリング
- 雲降水システム研究と雲モデルの不確かさの低減
- 衛星リモートセンシングと数値モデルの連携研究

The goal of this section is to understand the physical/chemical structure of the atmosphere-ocean system and its change mechanisms through synergetic observational research and model simulations.

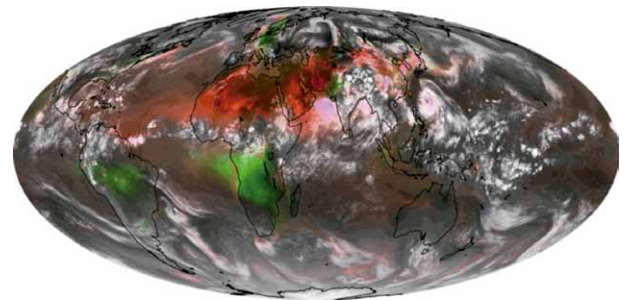
A new type of a global atmospheric model called the Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model (NICAM) is being developed in our group. NICAM is a global model with a horizontal mesh size of less than a few kilometers that explicitly resolves convective circulations associated with deep cumulus clouds that are particularly seen in the tropics. NICAM should improve representations of cloud-precipitation systems and achieve less uncertainty in climate simulations by explicitly calculating deep cumulus clouds. NICAM has a unique mesh structure, called the icosahedral grid, that extends over the sphere of the Earth. Using NICAM, we can simulate realistic behavior of cloud systems, such as tropical cyclones, heavy rainfall in summer seasons, and cloud-systems in the tropics, over the global domain together with the intra-seasonal oscillation including the Madden-Julian Oscillations. We intend to use NICAM by coupling with the ocean model (COCO) and other process models such as an aerosol-transport model to further atmosphere and ocean research.

Ongoing Research Themes

- General circulation dynamics and high-resolution atmosphere and ocean modeling
- Research on cloud-precipitation systems and reduction of uncertainty of cloud models
- Collaborative research between satellite remote sensing and numerical modeling



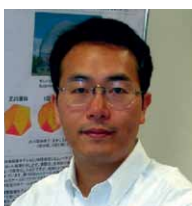
NICAMにより再現された全球の雲分布：2つの熱帯低気圧が再現されている  
Cloud images simulated by NICAM realistically depicting two tropical cyclones



NICAMによる雲と小粒子エアロゾル（緑）と大粒子エアロゾル（赤）のシミュレーション  
Simulation of clouds and aerosols (red for coarse and green for fine particles)



NAKAJIMA, T.



SATOH, M.

教授  
Professor  
教授  
Professor

中島 映至  
NAKAJIMA, Teruyuki  
佐藤 正樹  
SATOH, Masaki

# 高解像度環境解析研究センター

## Analytical Center for Environmental Study

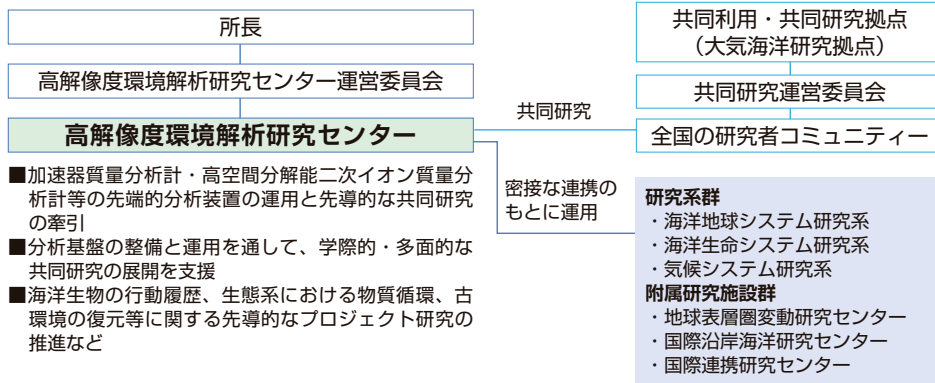
本センターは最先端の微量化学・同位体分析技術を駆使した革新的な研究・教育を推進し、環境解析に関する新たな学術基盤を創成することを主なミッションとして、2014年4月に大気海洋研究所の附属研究施設として新設されました。国内唯一のシングルステージ加速器質量分析装置 (AMS) をはじめ、レーザーアブレーション高分解能誘導プラズマ質量分析装置 (LA-HR-ICPMS)、高空間分解能二次イオン質量分析装置 (Nano-SIMS)、そのほか各種の安定同位体質量分析装置などを駆使し、海洋生物や環境試料中の微量化学成分の分布を詳細に解明します。それによって、大気海洋に置ける物質循環動態、高環境復元、海洋生物の海洋経路の解明等の最先端の研究教育を行うことを目指します。

The Analytical Center for Environmental Study (ACES) was launched in April 2014 for aiming to conduct frontier sciences in Earth system sciences including biosphere. Single Stage Accelerator Mass Spectrometry installed at the center is the first and only in Japan that is capable to conduct high precision and high throughput radiocarbon analysis with small sample size. The ACES is also able to measure spatially high-resolution elemental and isotopic distributions in various scientific samples using Nano-SIMS (microprobe for ultra fine feature analysis) as well as LA-HR-ICPMS (laser ablation high resolution inductively plasma mass spectrometry).



インターンシップを通じた教育活動  
Internship for undergraduate and graduate students

### ACES: Analytical Center for Environmental Study



レーザーアブレーション 高分解能誘導プラズマ質量分析装置      シングルステージ 加速器質量分析計      ナノシムス

高解像度環境解析研究センター  
Analytical Center for Environmental Study