

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

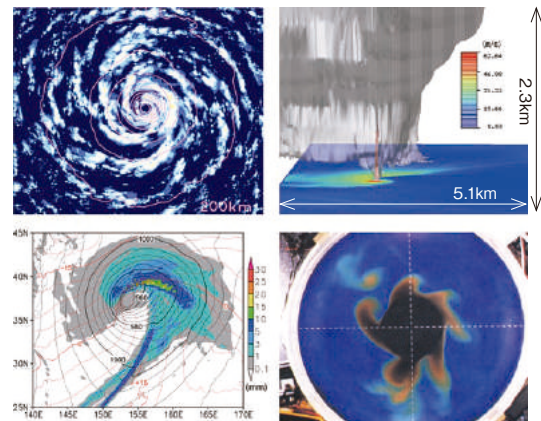
大気・海洋擾乱の基礎的な過程を、最新の機器を用いた回転成層流体実験によって解明しています。

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 and polar mesocyclones 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)と数値実験で得られた巨大雷雲に伴う竜巻(右上)。数値シミュレーションで再現された爆弾低気圧(左下)と回転系の水平対流の室内実験(右下)。

Numerically simulated polar low (upper left), numerically simulated supercell storm and tornado (upper right), numerically simulated explosively-developing extratropical cyclone (lower left), and horizontal convection in a rotating tank experiment (lower right)



NIINO, H.



IGA, K.

教授
Professor 新野 宏
NIINO, Hiroshi
准教授
Associate Professor 伊賀 啓太
IGA, Keita

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。

●北半球高緯度海域における内部波と乱流熱輸送の直接観測

地球温暖化の影響を受けて、北半球では北極海を中心に急速な海氷後退が進んでいます。北極海やベーリング海などの高緯度海域において、海洋の内部重力波や乱流、および、それに伴う熱輸送を観測しています。

●北極海における海水厚と流速のモニタリング

北極海の海水量変動の理解のためには、1年を通した長期観測が重要になります。係留計を用いることで、海水厚の時間変動と海洋流速を通年でモニタリング観測しています。

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.

●Direct measurements of internal gravity waves and turbulent heat fluxes in high latitude seas in the Northern Hemisphere

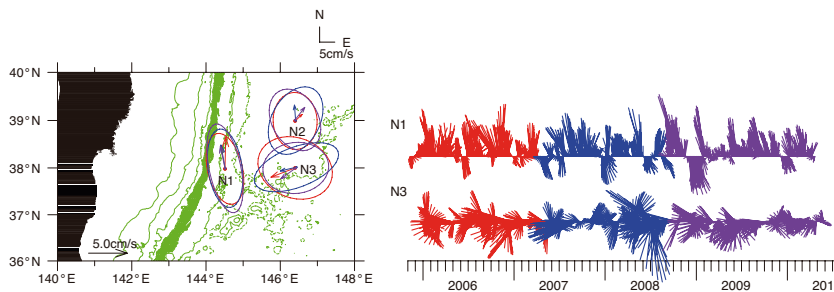
In the Arctic and sub-Arctic seas, the marked sea-ice retreat has been widely on-going over the last few decades. We observe oceanic internal waves and turbulent heat fluxes in a direct way by using microstructure measurement onboard a research vessel.

●Mooring observation of sea-ice thickness and oceanic heat transfer in the Arctic Ocean

The temporal variations in sea-ice volume and related oceanic heat transfer are essential information. We monitor sea-ice thickness and oceanic heat fluxes via year-round mooring systems in the Arctic Ocean.

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



FUJIO, S.



KAWAGUCHI, Y.

准教授 Associate Professor 藤尾 伸三 FUJIO, Shinzo
助教 Research Associate 川口 悠介 KAWAGUCHI, Yusuke

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学的、化学的、および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}C , ^{222}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 physical, chemical 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.



学術研究船白鳳丸によるCTDクリーン採水作業 (KH-14-6次航海)
CTD clean hydrocast on board R/V Hakuho Maru (KH-14-6 cruise)



OBATA, H.

准教授 Associate Professor 小畑 元
OBATA, Hajime

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。

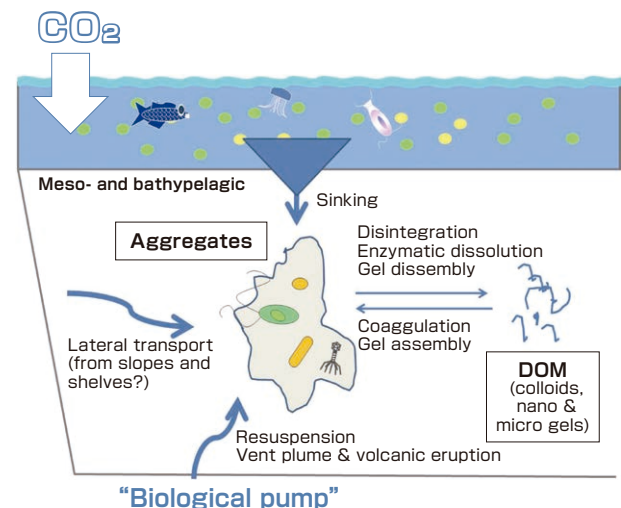
現在の主な研究テーマ

- 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, Marine 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。

大気海洋分析化学分野では、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解析手法を開発し、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。また地球の進化や現在の地球表層の状態を調べるために、様々な物質の炭素や窒素、硫黄といった揮発性元素の同位体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、白鳳丸や新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
- マントルまで含めたグローバルスケールでの揮発性元素の物質循環
- 海洋堆積物と生物化石のU-Pb同位体年代測定
- 二次イオン質量分析計による隕石の分析に基づいた惑星海洋学
- 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
- ヘリウム同位体を用いた地震や火山に関する研究

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

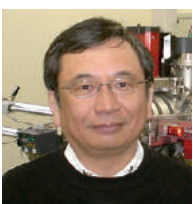
- Ocean circulation using noble gas isotopes
- Geochemical cycle of volatile elements on the Earth
- U-Pb dating in ultra-fine areas of fossil and sedimentary rocks
- Planetary oceanography using an ion microprobe
- Tritium - helium-3 dating of seawater and groundwater
- Mechanisms of earthquake and volcanic activity



研究船新青丸での海底火山観測
Observation of submarine hydrothermal activity on the R/V Shinsei Maru



気体・液体・固体試料中の希ガスを分析する装置
Mass spectrometer for noble gas analysis in various samples



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

地球上の海洋底には、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、海洋底では火山活動、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、音波や重磁力を用いた地形・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、海底の地質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広域マッピングとともに、深海曳航機器や無人探査機を用いた高精度・高解像度のデータの取得に力を入れています。例えば、プレート発散境界では、無人探査機を利用して、海洋性地殻の形成と熱水変質に関する研究を展開しています。また、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、高解像度反射法地震探査システムや自航式海底サンプル採取システムを用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、国際深海科学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

●海洋性地殻の形成と進化に関する研究

世界の中央海嶺と背弧拡大系において、断層運動と火成活動のバランスに着目して海洋性地殻の形成と進化に関する研究を行うほか、多様な熱水活動を支えるテクトニックな背景を研究しています。

●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堆積・断層運動プロセスをサブボトムプロファイラー探査、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。

●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。

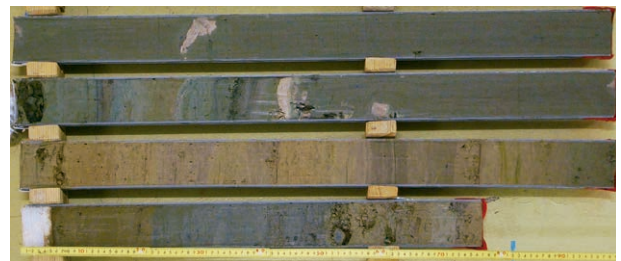
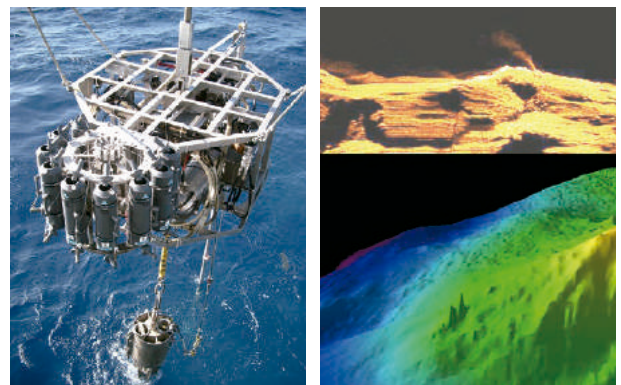
(左上) 自航式海底サンプル採取システム (右上) マリアナ熱水系の音響探査 (下) 日本海溝から採取された堆積物コア

(top left) Navigation Sampling System (NSS) (top right) Acoustic exploration of hydrothermal field (bottom) Sediment core sample retrieved from the Japan Trench

The ocean floor of the earth records 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, geophysical, 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 systems, manned and unmanned deep-sea vehicles 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 Discovery Program (IODP) and the 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

- Formation and alteration of oceanic crust at mid-ocean ridges and back-arc spreading systems
- Hydrothermalism and its tectonic background
- 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



OKINO, K.



ASHI, J.



YAMAGUCHI, A.

| | |
|---------------------|------------------|
| 教授 | 沖野 郷子 |
| Professor | OKINO, Kyoko |
| 兼務准教授* | 芦 寿一郎 |
| Associate Professor | ASHI, Juichiro |
| 准教授 | 山口 飛鳥 |
| Associate Professor | 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です。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。海底下の構造を面的に把握するためには、リモートセンシングである地球物理学的観測が有効な手段です。また、海底の岩石や堆積物に残されたさまざまな証拠から、地球が進化してきた歴史を知ることができます。海底下から試料を採取するためには、掘削が重要な手段です。

本分野では、ダイナミックに変動する海底の現象及び、地球の構造や歴史を、主に地球物理学的・地球化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、研究船を用いた観測で得られる地形・地磁気・地震波構造などのデータや、海底掘削試料等の物理的・化学的分析により、海底拡大・沈み込みのプロセス、プレート境界域の海底下構造と地震発生、過去の地磁気変動、海洋の長期的物質循環と過去の環境、海水—鉱物間の元素分配などの研究を行っています。研究の対象となる海域は世界中に広がっています。また、新しい測定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

●古地磁気学及びその応用に関する研究

以下のような研究を進めています。

- ・海底堆積物や岩石を用いた、過去の地磁気強度変動の研究
- ・海底堆積物に含まれる強磁性鉱物を用いた過去の海洋環境変動の研究
- ・生物源マグネタイトの研究
- ・ホットスポットの移動を古緯度から推定する研究
- ・磁気異常等による伊豆・小笠原・マリアナ弧及びフィリピン海プレート形成史の研究

●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（国際深海掘削計画）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。

●金属元素を指標とした堆積物と岩石の形成史

堆積物と岩石に含まれる鉱物は物性を決定するほか、地質時代の海水組成変化や物質移動の履歴を記録しています。金属元素の同位体組成・微小領域元素分布・存在状態から、地質試料の形成史と古海洋の物質循環、環境変動の研究を行っています。

Most of Earth's volcanism and much of its tectonic activity occur on and beneath the seafloor. Various phenomena on the seafloor are closely linked to Earth dynamics, and also related to Earth's environments through the hydrosphere and atmosphere. Seafloor rocks and sediments record Earth's evolution. We study dynamic processes of the seafloor and Earth's evolution using mainly geophysical and geochemical methods, including one of the academic world's most advanced seismic processing and interpretation centers. Our research targets spread oceans of all over the world, from mid-ocean ridges to subduction zones.

Ongoing Research Themes

- Paleomagnetism and environmental magnetism: We study on ancient geomagnetic-field intensity variations using marine sediments and rocks, and hotspot motions from paleomagnetic inclinations. We also conduct researches for estimating Earth's past environments using magnetic minerals in sediments including those of biogenic origin.
- 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.
- Tracking the ocean evolution using metallic elements: The minerals play a role in determining the properties of sediments and rocks, and provide information about past oceans. We use isotopes and local structures of metallic elements to identify geological histories.



地球の歴史を記録する海底掘削試料
Drill cores recovered from seafloor, which record Earth's history.



YAMAZAKI, T.



PARK, J. O.



YOSHIMURA, T.

| | |
|---------------------|----------------------|
| 教授 | 山崎 俊嗣 |
| Professor | YAMAZAKI, Toshitsugu |
| 准教授 | 朴 進午 |
| Associate Professor | PARK, Jin-Oh |
| 助教 | 吉村 寿紘 |
| Research Associate | YOSHIMURA, Toshihiro |

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

本分野では、現在の海洋底付近の環境と、多岐にわたる海洋に伴う物質科学を記録した堆積物を用いて、過去の環境を復元し、その背後にあるプロセスの解明を目指しています。地球環境のさまざまなパラメータは時間とともに変化し、堆積物の固相の中にしばしば記録されます。しかも、各々のプロセスは固有の周期を示すことが特徴です。そのため、現在の海底堆積物および陸上堆積岩を用いて、過去の地球環境変動を高い時間・空間解像度で定量的に復元し、そのデータをモデリングの研究成果とも併せて総合的に解析し、そのプロセスを深く理解し、近未来の環境予測に役立てられればと考えています。また、「資源」と「環境」は別物として扱われることが多いものの、火山活動に伴う熱水活動からの元素の供給なども含めて「物質循環」の観点からは両者は「ひと繋がり」で、最終的に海洋底にしばしば濃集体が形成します。本分野では、試料として海底堆積物・沈積物、陸上堆積岩、サンゴなどを採取し、堆積構造、微細構造、鉱物、化学組成、安定同位体、放射性核種、微化石群集などの分析を行い、ボックスモデルを用いた物質循環の研究も実施してきました。さらに、堆積物の主要構成物として寄与する石灰化生物および珪質殻プラクトンなどを対象として精密飼育実験も行ってきました。全国共同利用研究所の特性を生かすべく、共同研究にも特別な努力を払うとともに、国際深海科学掘削計画 (Integrated Ocean Discovery Program) などの国際プロジェクトにも貢献しています。

現在の主な研究テーマ

●人間の歴史時間の範囲の古海洋研究

内湾からの堆積物を用いて、環境復元を十年から百年の時間解像度で行うことは、将来の地球環境を考える上でとても重要です。また、将来の応答を予想するため、海洋酸性化に石灰化生物を精密飼育実験で調べています。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。

●海底堆積物・沈積物を用いた古海洋研究

国際深海科学掘削計画 (IODP) などの国際プロジェクトとともに、超温暖であった白亜紀から、寒冷化した第四紀に至る海洋環境変遷を現在の海底堆積物を用いて研究しています。

●超長期の古環境に関する研究

地球史の復元も含めて、この地球上に「海洋」が存在したことによる環境変遷を陸域の堆積岩も含めた試料を用いて古海洋研究を進めています。

●海洋底鉱物資源の研究

鉄マンガンジュール、海底熱水系を含め海底鉱物資源は将来の有望な資源として期待されています。昔海底であったオマーン・オフィオライトなどで海底熱水循環系を研究しています。

We have collected ocean floor sediments and precipitates in order to reconstruct the paleo-environments and to understand the biogeochemical processes to control ocean environments in the past. Marine biogeochemical processes has played an important role in determining atmospheric carbon dioxide concentration and in influencing terrestrial environments. Various phenomena have been changing versus time, which can be traced and recorded in the sediments. In addition, each process has its own peculiar periodicity. Therefore we qualitatively reconstruct the earth's surface environments in the past in high-time and spatial resolution, which are served to modeling studies. Both enable us to conduct synthetic analysis, to understand the detailed process and to predict future environmental change. Although "Mineral resources" and "Environments" are often to deal with separately, both are closely linked from the point of biogeochemical and material cycle. Consequently, the concentrated deposits are often formed on the seafloor. In this section, we have sampled ocean floor sediments/precipitates, terrestrial sedimentary rocks, corals and have conducted the analysis of sedimentary structure, mineralogy, chemical and isotopic composition, microfossil assemblage. Furthermore high-precision culture experiments are conducted on calcifiers and opal screening planktons, which are major constituents of sediments/sedimentary rocks. We would like to contribute collaborative works and international project such as IODP.

Ongoing Research Themes

●Study on paleo-environment and paleo-climate in relation to the human activity

Sedimentary cores collected from the bay provide unique opportunity to reconstruct both terrestrial and marine environments during the last 3,000 years. For future prediction in response to increased human activity, we culture calcifier especially responding to ocean acidification.

●Study on paleo-environment and paleo-climate by using marine sediments and precipitates

In order to understand long term environmental change during hot earth in Cretaceous and/or cooling earth in Cenozoic, we study long sedimentary cores taken by International Ocean Discovery Program (IODP).

●Study on paleo-environment and paleo-climate by using sedimentary rocks and precipitates on land

Fe-Mn nodule, Co-rich crust, and hydrothermal deposits are potential marine mineral resources. Sub-seafloor hydrothermal activity and seafloor ore deposits in modern and ancient oceanic crust including ophiolites have been investigated.

柱状堆積物の採取
Sedimentary core collection



KAWAHATA, H.



KURODA, J.

教授
Professor

川幡 穂高
KAWAHATA, Hodaka

准教授
Associate Professor

黒田 潤一郎
KURODA, Junichiro