

本章では海洋研究所、気候システム研究センター、大気海洋研究所が主体的に関わった大型研究計画について記す [これらの報告書のうち、大気海

洋研究所図書室に保管されているものは▶資料2-7]。電子ファイル化された報告書は本所ウェブサイトからダウンロードが可能である。

6-1 | 日本学術振興会関連の研究計画

東南アジア海域はサンゴ礁、マングローブをはじめとする多様な沿岸生態系のほか、水深4000mを超える半閉鎖的な海盆を含み、世界の海洋の中で最も種多様性が高いことで知られる。また豊かで多様な水産資源の供給源として、約6億人の人口を擁する沿岸諸国の経済や国民生活にとっても重要な場である。一方この海域では、陸域からの汚染物質の流入負荷や漁業・リゾート開発等の人間活動による深刻な沿岸環境の悪化が進んでいる。さらに東南アジア諸国周辺域では、局所的な環境変化が地球規模での海洋や気候の変化と密接に繋がっていることも強く認識されてきた。海洋環境の実体の把握およびその問題解決には、実効性の高い国際的な共同研究が必要不可欠である。科学技術・学術審議会（海洋開発分科会）においても「海洋に関する問題を解決するためには、国際貢献と国益の確保の均衡を図りながら、国際的な協力の枠組み整備、国際的なプロジェクトへの参加、開発途上国への支援等の国際協力を進めることが重要である」と答申されており、我が国の海洋学分野の優位性を国際的にも生かすべきである。海洋研究所・大気海洋研究所はこれまで日本学術振興会交流事業の拠点として2国間（1988～1999年）および多国間交流（2001～2010年）による連携研究の推進に貢献してきた。

（1）拠点大学交流事業「沿岸海洋学」

「沿岸海洋学」（代表：小池勲夫2001～2004年度、寺崎誠2005～2006年度、西田陸2007～2010年度）では、日本が中心となってアジア5カ国（インドネ

シア、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム）との多国間共同研究を実施し、この海域における物質循環、有害藻類、生物多様性、汚染物質の現状と動態について多くの成果を得た。本事業では次の4課題を実施した。(1)東アジア・東南アジア沿岸・縁辺海の物質輸送過程に関する研究、(2)海産有害微細藻類の生物生態学、(3)東アジア・東南アジアの沿岸域における生物多様性の研究、(4)有害化学物質による沿岸環境の汚染と生態影響に関する研究。特に課題(3)は、さらに4つのサブグループ（1魚類、2底生動物、3海藻・海草類、4プランクトン）から構成された。協力国の24研究機関（インドネシア4、マレーシア7、フィリピン5、タイ6、ベトナム2）と日本の23研究機関から総数326人（国外222、日本104）が参加した。期間中に合同セミナー5回、コーディネータ会議11回、ワークショップ88回を開催した。ワークショップでは研究発表、最新の情報交換、研究計画立案を行うとともに、若手研究者を対象に基礎的なトレーニングや分析方法の標準化も実施した。本プログラムの活動を通じて、これらの国々から優秀な若手研究者が数多く育ってきた。また約1,300件の原著論文（査読付き1,070、プロシーディングス228）、139件の著書（分担執筆を含む）および30件の報告書・記事等を公表した。特に魚類のフィールドガイド、海草類のフィールドガイド、有害化学物質の化学分析法マニュアルは、アジア諸国の研究者や関連機関から高い評価を受けた。本研究活動を通じて得られた成果をもとに、これまで培ってきたネットワークを活かして、アジア諸国の研究者や研究機関と連携して沿岸海洋学に関する

る重要な研究に取り組んでいくことが極めて重要である。このシステムを活かして研究を展開することによって、アジア海域、ひいては世界の沿岸海洋における環境保全にいっそう貢献する新しい展開が期待される。

2008年にマレーシアのコタキナバルで開催された第7回政府間海洋学委員会（IOC）西太平洋地域（WESTPAC）国際シンポジウムにおいては、日本が実施してきた本事業に対する評価が高く、2011年度以降の同事業の更なる充実と継続を望む声が数多く聞かれた。また、2007年に海洋研究所がバンコクで主催した国際会議「The ASEAN International Conference “Conservation on the Coastal Environment”」では、ASEANの10カ国が参加し、EU経済協力機構や北アメリカ経済協力会議（NAFTA）に相当するアジア経済協力機構の構想について議論が行われる中で、本事業の成果が高く評価され、これを生かす機能的な国際ネットワークの構築と発展が、アジアの発展に不可欠との共通の認識が得られた。なお、2011年に実施された日本学術振興会による事後評価でも、本事業は極めて高い評価を得た。

(2) アジア研究教育拠点事業「東南アジアにおける沿岸海洋学の研究教育ネットワーク構築」

上記事業の終了を受けて、2011年に5カ年事業「アジア研究教育拠点事業——東南アジアにおける沿岸海洋学の研究教育ネットワーク構築（代表者：西田周平教授、2011～2015年）」が採択された。本事業では、海洋研究所が日本学術振興会の支援のもとに実施してきた、東南アジア諸国の研究機関ならびに研究者との国際共同研究の実績のもとに、我々が構築してきたネットワークを沿岸の海洋学にとどまらず、アジア地域、そして地球規模の海洋科学として進展させ、国際的な枠組みへも貢献するため、さらに強固な研究者ネットワークを構築することを目指し、以下の活動を進めている。

(1) 生物多様性に関する知見の整備・拡充：既

存の試料の再精査、特定海域の共同研究、各生物群の専門家による協働を通じて参加各国の沿岸域における生物多様性に関する知見が飛躍的に拡充される。プランクトン、ベントス、海藻・海草、魚類の現存種数、特定海域における分布、種組成、多様性等に関する定量的データが拡充されるほか、多くの未記載種の発見も期待される。

- (2) 特定海域・生態系の総合的評価：生態系の基礎的観測・計測手法に加え、リモートセンシング、ハビタットマッピング、汚染物質高精度分析等の最先端手法を駆使した特定海域におけるサンゴ礁、藻場、内湾等の学際的調査により、これら生態系の現状を評価するための知見が得られる。さらに生態系の各構成要素（物理・化学的要素、主要生物群、汚染物質など）の分布・動態を比較・統合することにより、生態系変動の原因となる人為的負荷や気候変動の動因を特定できるものと期待される。
- (3) 沿岸海洋に関する総合的データベースの構築：現在海洋における多様な事象について非常に多くのデータベースが整備・公開されているが、その多くは物理・化学的観測や生物多様性に関する個別のものである。多国間協力事業ではこれまで各研究領域グループで豊富かつ有用な知見が得られているが、その多くは個別の科学論文として公表されているものの成果の全貌が把握しにくく、またグループ相互の情報の統合・融合も十分ではない。本事業では多様なデータセットを有機的にリンクさせたデータベースを構築する。物理過程、有害生物、生物多様性、汚染物質に関するデータを整理し、マッピング機能を備えた相互に参照可能なデータベースを構築することにより、アジア海域全体の海洋情報を即座に参照できるとともに、要因相互の関係についても有用な情報を抽出することが可能となる。このようなデータベースの構築により、アジア海域に特化した、世界に誇れる質の高い情報の発信が可能となる。

6-2 | 地学関係の研究計画

(1) 深海掘削計画 (IODP/ODP/IPOD/DSDP)

深海掘削はマントルへの到達を目標とする「モホール計画」の提唱を起源としている。モホール計画では、1961年にカス1号という掘削船を用いて世界初の深海掘削を行ったが、約170mのコアを得ることしかできなかった。そこでモホール計画は、1968年からのグローマーチャレンジャー号を用いた深海掘削計画 (Deep Sea Drilling Project: DSDP) に受け継がれ、海底の全地球的変遷を探求することを目的として世界中の海底に多数の掘削孔があげられた。

1975年から1983年までは、米国国立科学財団 (National Science Foundation: NSF) 主導の国際プロジェクトとして国際共同深海掘削計画 (International Phase of Ocean Drilling: IPOD) が実施された。日本、イギリス、フランス、ドイツ等の先進諸国がそれぞれ同額の分担金を拠出して運営された。日本からは海洋研究所が代表として参加した。IPODにおける具体的なテーマは、プレートテクトニクスの証明、白亜紀の地球の状態の把握、小天体衝突による生物大絶滅の詳細な過程の解明等であったが、多くの成果をあげ、地球科学の発展において重要な役割を果たした。

1985年から2003年までは国際深海掘削計画 (Ocean Drilling Program: ODP) が、アメリカの主導の下、22カ国による国際共同研究プロジェクトとして実施された。ジョイデス・レズリューション号により100を超える掘削航海が実施され、中生代/古第三紀 (K/T) 境界における天体衝突の証拠や地下生命圏、ガスハイドレートの発見など地球・生命科学に関する様々な科学的成果をあげた。日本は乗船研究者のみならず、科学諮問組織の委員や航海の共同首席研究者を定常的に派遣

し、科学提案評価の段階から総合的に貢献を果たした。海洋研究所は奈須紀幸教授、小林和男教授、平朝彦教授、末廣潔教授、玉木賢策教授を代表者として、日本における主導研究機関として機能し、シンポジウムなどを通じて内外の深海掘削計画の活動の推進に大きな役割を果たした。

統合国際深海掘削計画 (Integrated Ocean Drilling Program: IODP) は、ODP後の新しい計画として2003年10月より日本とアメリカによって開始された国際研究協力プロジェクトである。その後、欧州12カ国で構成される欧州海洋研究掘削コンソーシアム (European Consortium for Ocean Research Drilling: ECORD)、中国、韓国、オーストラリア、インド、ニュージーランドなど25カ国が参加し、国際的な推進体制が構築された。IODPは、日本が建造・運航するライザー方式の地球深部探査船「ちきゅう」(Chikyu) と米国が提供するノンライザー方式のジョイデス・レズリューション号を主力掘削船とし、欧州が提供する特定任務掘削船 (Mission Specific Platform: MSP) を加えた複数の掘削船が使用されている。地球上の各地の海底を掘削することで、地球環境変動解明、地球内部構造解明、地殻内生命探求等の科学目標を達成するため、戦略的かつ効果的に研究を行うことが企画された。ライザー掘削により日本周辺の地震断層が初めて採取され、地震発生仕組みの解明の大きな貢献があった。また、砕氷船を用いて北極海で初めての掘削が実行され、新生代後半に北極・南極はほぼ同じように寒くなっていったことが明らかとなり、今後の地球環境を考える上でも大きな成果をあげた。日本は乗船研究者のみならず、科学諮問組織の委員や航海の共同首席研究者を定常的に派遣するとともに、科学提案を積極的に提出した。評価委員会にも委員を送り出し、総合的な貢献を果たした。IODPはこれまでの深海掘削の発展形で日本が主

導的役割を果たすこともあり、全国の大学や研究所の50余の組織が分担金を負担して、自主的にIODPの掘削科学計画の推進を企画する目的で、日本地球掘削科学コンソーシアム（Japan Drilling Earth Science Consortium: J-DESC）を組織した。海洋研究所はJ-DESCのIODP執行部会長を徳山英一教授、川幡穂高教授が勤めるなど主導的な働きをしてきた。

(2) 国際海嶺研究計画（InterRidge）

InterRidgeは中央海嶺に関するさまざまな研究を推進していくための国際的な枠組みで1992年に始まった。主に国際ワークショップを通して研究の方向性や進め方を議論し、その内容に基づいて各参加国がそれぞれの国において研究プロポーザルを提出し、計画を実現していくという形をとる。また、研究計画（特に航海）の実現にあたっては、InterRidgeを通じて研究者や機材、情報の国際的な交換が行われている。現在の参加国は、

正会員が日本、イギリス、アメリカ、フランス、ドイツ、中国の6カ国、準会員4カ国、客員19カ国である。日本は創設当時の正会員であり、2000～2003年の4年間は本所に国際オフィスがあり、玉木賢策教授が国際議長を務めた。また、国際オフィス移転後も対応する国内組織であるInterRidge-Japanの事務局機能を本所で担っており、沖野郷子准教授が対外的に日本の海嶺研究者コミュニティを代表する役割を果たしている。日本の海嶺研究は、科学研究費補助金等による大型プロジェクトを中心に、大小さまざまな研究航海を実施することにより発展してきた。特にインド洋や西太平洋縁辺の海嶺系では20年間にわたり複数の国際航海を組織して研究を主導し、本所の地球物理・地質・海洋化学・微生物・底生生物の広い分野にまたがる研究者が参画している。また、2011年には“Ocean Mantle Dynamics: From spreading center to subduction zone”と題したInterRidge主催のワークショップを本所で開催した。

6-3 | GOOSおよびNEAR-GOOS

1990年代に入り、気候変動を含む地球規模の環境変動における海洋の役割が重要であるとの認識が国際的に浸透し、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）において、気候変動をはじめとする研究等に必要地球規模の海洋観測システムを構築する「世界海洋観測システム（Global Ocean Observing System GOOS）」の計画が進められた。1992年6月にブラジルで行われた「国連環境と開発会議」（いわゆる地球環境サミット）で採択されたアジェンダ21にGOOSの構築が盛り込まれ、IOCを中心に関係機関と共同してGOOSを推進することになった。

こうしたことを背景に、国内でも計画づくりが進められ、1992年度には科研費により「世界

海洋観測システム（GOOS）設計のための基礎研究計画の立案」が実施され、その結果を受け、文部省特別事業費「海洋観測国際協同研究計画（GOOS）」が海洋研究所の平啓介教授を代表者として1993～1997年度の5年計画で実施された。この研究には多くの大学関係機関が参画し、以下の5つの研究課題で構成された。

- (1) 北太平洋の循環系の流量と熱輸送の評価のための基礎研究
- (2) 海洋の基礎物理過程の評価法の確立のための基礎研究
- (3) 高解像度海洋循環モデルによる海洋観測システム設計の研究
- (4) 海洋環境の時系列データ取得手法の確立の

ための基礎研究

- (5) 新しい観測技術を用いた流速と生物分布のモニタリングの研究

この研究計画の成果は、1998年2月に沖縄県で行われたIOC西太平洋海域委員会（WESTPAC）の科学シンポジウム等で、太平洋域におけるGOOSへの貢献として高い評価を得た。国際的なGOOS構築においては、全球規模の観測システムの構築と同時に、特に海洋生態系への影響等の課題については地域レベルの観測システムの構築が重要であるとされ、わが国周辺地域では日本海や東シナ海を含む海域を対象に「北東アジア地域GOOS（North-East Asia Regional GOOS: NEAR-GOOS）」が開始された。

これらを背景に、1998年度からは上述の研究計画の後継として「縁辺海観測国際協同研究計画（NEAR-GOOS）」が開始された。これは1999年度から科研費の特定領域研究(B)「縁辺海の海況予報のための海洋環境モニタリングの研究」に変更となり、2002年度まで合わせて5年にわたって実施された。1997年度までの研究が主として国際GOOSの気候モジュールに対応するものとなっていたのに対し、1998年度からの本研究は、より広い範囲の課題に対応する観測システムを視野に入れた計画となり、以下の8つの課題で構成された。1998年度の研究開始から2002年度半ばまでは平啓介教授が代表者を務め、2002年9月から計

画終了までは川辺正樹助教授が務めた。

- (1) 東シナ海・日本海の海流モニタリングの研究
- (2) 潮位変動等による海流モニタリングの研究
- (3) 東シナ海の海況モニタリングの研究
- (4) 海洋生物資源と環境のモニタリングの研究
- (5) 縁辺海の海況予報モデルの開発の基礎研究
- (6) 縁辺海の環境変化に関わる科学物質のモニタリングの基礎研究
- (7) 縁辺海の海洋基礎生産のモニタリングの基礎研究
- (8) 人工衛星による縁辺海と黒潮変動のモニタリングの研究

2002年半ばまで、大半の計画期間の代表者を務めた平教授は、ちょうどこの時期にIOC西太平洋委員会（WESTPAC）の議長を務めており、WESTPACにおける重要事業のひとつであったNEAR-GOOSに対するわが国の貢献が国際的な場で示しやすい環境にあったと言える。大学関係機関の参画による科研費の研究に加え、海洋観測データの交換などには対しては、気象庁および海上保安庁がNEAR-GOOSのデータベース構築・運用を通じて大きく貢献した。海洋研究所の関係研究者は、担当機関への助言等を通じてこうしたGOOSに関連する海洋サービスの充実の面でも重要な寄与をした。

6-4 | 共生・革新プログラム等

気候システム研究センターでは、1990年代後半より世界最速を目指して文部科学省が計画し、2002年に実現した高速計算機「地球シミュレータ」を用いた地球温暖化予測研究に集中的に取り組んだ。

(1) 文部省新プログラム「アジア、太平洋地域を中心とする地球環境変動の研究」

1989年7月の学術審議会の建議「学術研究振興のための新たな方策について——学術の新しい展開のためのプログラム」を踏まえ、最新の学術研究をめぐる動向に的確に対応して推進すべき研究

分野を機動的、弾力的に定め、重点的に研究者、研究費等を投入し、グループ研究の推進や共同研究体制の整備を図ることにより、学術研究の発展の基礎となるような大型研究の推進する新プログラム方式が推進され、1990年から1994年度まで「アジア、太平洋地域を中心とする地球環境変動の研究」が実施された。この中の「アジア、太平洋地域を中心とする気候変動研究（代表：松野太郎教授、1991年4月～1994年9月）」では、近年の地球規模の環境変化のメカニズム解明に寄与するため、アジア・太平洋地域を中心とした国際的協力の下に、人間インパクトによる生態系の変化と、生物圏から気圏に供給される温室効果ガスの分布・循環・変質等の状況を観測、研究し、同時に大気の状態や、オゾン層の破壊にみられる大気組成の変化、大気圏・水圏のエネルギー循環に影響を与えて気候変動を引き起こす過程等を明らかにする研究を5カ年計画で行った。

(2) 文部省特定領域研究「衛星計測による大規模の水・熱エネルギーフローの解明」

本研究（代表：住明正教授、1996～1999年）では、モンスーン変動やENSOなどの地球規模の気候変動に大きな影響を与える現象に深く関係するユーラシア大陸とインド洋・西太平洋域を対象として、衛星計測と数値気候モデルとを組み合わせて、大陸スケールの水と熱エネルギーフローを解明し、気候システムの変動の力学を理解すること、また土地利用形態による植生域の変化を評価し、さらにこれが気候変動に与える影響を水と熱エネルギーフローの観点から評価することを目的として行われた。本研究によって大気、海洋、陸域にわたって衛星データを利用した地球規模の成果物が作成され、気候モデル結果との比較が行われた。これにより我が国の衛星地球観測と気候モデリングの研究基盤が築かれた。

(3) 科学技術振興調整費「高精度の地球変動予測のための並列ソフトウェア開発に関する研究」

本科学技術振興調整費（代表：住明正教授、1998～2002年）のもとで、気候計算に用いる大気・海洋モデルの並列化の検討がなされ、気候システム研究センターの開発するモデルも並列化、高解像度化の作業を進めた。

(4) 文部科学省「人・自然・地球共生プロジェクト」

2002年に地球シミュレータが完成し、稼働を始めると同時に文部科学省の「人・自然・地球共生プロジェクト」（以下、共生プロジェクト、2002～2007年）が始まり、気候システム研究センターは、国立環境研究所（NIES）や海洋研究開発機構（JAMSTEC）と協力して「温暖化予測「日本モデル」ミッション」の中の「高分解能大気海洋モデルを用いた地球温暖化予測に関する研究（代表：住明正教授）」において、当時世界最高解像度の大気海洋結合気候モデルの構築とそれを用いた温暖化予測実験を開始した。また本センターのメンバーは、同ミッション中の「地球環境変化予測のための地球システム統合モデルの開発（代表：松野太郎（海洋研究開発機構・特任研究員、元気候システム研究センター長）」での統合地球環境モデル構築にも参画した。これらの研究の中で、CCSR、NIES、JAMSTECの共同開発による気候モデルは、MIROC（Model for Interdisciplinary Studies On Climate）と呼ばれるようになった。MIROCの命名は開発の中核を担った一人である羽角博康准教授によるものであり、気候システム研究センターの設立以来パンフレットの表紙を飾ってきた京都広隆寺の弥勒菩薩にちなんだものである。

共生プロジェクトは大成功を収め、2007年に刊行された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第4次評価報告書でも多数引用されるとともに、国内外の地球温暖化に対する社会的関心に応える研究成果を上げることができた。同時

に世界に通用する気候モデルを研究者が力を合わせて開発する体制が整い、本センター設立の趣旨が実現したといえよう。また共生プロジェクトの中では、世界で初めてとなる全球非静力学大気モデル(NICAM)が実現したことも特筆されよう。NICAMは2005年に気候システム研究センター助教授に着任することになる佐藤正樹が富田浩文研究員らとともに海洋研究開発機構で開発したもので、「雲を陽に解像する気候モデルの実現」という、松野太郎はじめ気象研究界の夢を実現したものである。佐藤の着任以降、気候システム研究センターのスタッフ、学生がNICAMを用いた研究を大いに推進することとなる。

(5) 文部科学省「21世紀気候変動予測革新プログラム」

「21世紀気候変動予測革新プログラム」(革新プログラム, 2007~2011年)は共生プロジェクト(2002~2007年)終了後直ちに、このプロジェクトを受け継いで開始された。2014年に予定されるIPCC第5次評価報告書に向けた地球温暖化予測研究の高度化が図られることとなった。本センターも「高解像度大気海洋結合モデルによる近未来予測実験(代表:木本昌秀教授)」や「地球システム統合モデルによる長期気候変動予測実験(代表:時岡達志・海洋研究開発機構プロジェクトリーダー)」等に参画し、観測値による初期値化を含む十年規模気候変動の予測や、炭素循環、生物化学的過程を含む

統合地球環境モデルによる温暖化予測実験の実現に貢献した。

予測モデルの高度化を担う文部科学省革新プログラムと並行して、環境研究総合推進費「地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究(代表:住明正教授, 2007~2011年)」を主宰し、温暖化の影響評価研究を推進した。江守正多客員准教授が統括責任者を務め、また、高薮縁教授がサブ課題「マルチ気候モデルにおける諸現象の再現性比較とその将来変化に関する研究」の代表を務めるなど、本センターはこの方面でも大いに貢献した。

(6) 文部科学省特別教育研究経費事業「地球気候系の診断に係るバーチャルラボラトリーの形成」

大学4センター(気候システム研究センター、東北大学大気海洋変動観測研究センター、千葉大学環境リモートセンシング研究センター、名古屋大学地球水循環研究センター)が、バーチャルラボラトリーを形成し、それぞれのセンターの得意技を活かした観測データの作成や、気候モデルによる現象の組織的解析に取り組んでいる(2007~2013年)。また毎年、大学院生と若手研究者を対象とした連携講習会が各大学持ち回りで行われ、それぞれのセンターで行われている研究の体験学習が行われている。

6-5 | 環境省環境研究総合推進費「地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究」

環境省地球研究総合推進費戦略研究「地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究」は、住明正(東京大学サステイナビリティ学連携研究機構地球持続戦略

研究イニシアティブ統括ディレクター・教授、前気候システム研究センター教授)を代表とする5年間(2007~2011年)の大型研究プロジェクトであり、4つのサブ課題(1)総合的気候変動シナリオの構築

と伝達に関する研究、(2)マルチ気候モデルにおける諸現象の再現性比較とその将来変化に関する研究、(3)温暖化予測評価のためのマルチモデルアンサンブルとダウンスケーリングの研究、(4)統合システム解析による空間詳細な排出・土地利用変化シナリオの開発から構成された、気候システム研究センターでは(2)(サブ課題代表：高藪緑・教授)を取りまとめ、11研究機関(大気海洋研究所、理学部、先端科学研究所、気象庁気象研究所、北海道大学、筑波大学、海洋研究開発機構熱帯気候変動研究プログラム、海洋研究開発機構気候変動研究領域、名古屋大学、気象庁気候情報課、京都大学)の協力により研究を推進した。なお(1)は江守正多特任准教授が代表を務め、阿部彩子准教授が分担者として参加した。

(2)では、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書(AR4)のために世界の気候研究機関からCMIP3として集約された24の気候モデルによる現在気候再現実験および将来気候予測実験結果を比較解析した。降雨、台風、低気圧、エルニーニョなどの様々な気象・海洋現象の気候モデルにおける再現性を比較評価することを通じて現象の再現性の鍵となる物理・力学過程を研究するとともに、その結果を活かし、世界の気候モデルの温暖化実験結果から現象の将来変化に関する知見をまとめた。CMIPに貢献している気候モデルグループは、日本にはMIROCグループ[➡6-4(4)]を含め2つあるが、日本において本格的に人数を投入して世界中の気候モデルを比較解析するグループはこれまでになかった。世界の気候モデル実験結果は物理過程の表現の違いなど多

岐にわたる多様性を含むため、それらを比較研究することにより、独自の高性能モデルを開発利用する気候モデル研究とはまた異なる切り口から、気候変化と気象現象再現のメカニズムに関する理解を大きく進めることができた。また、日本を代表する気候モデル開発研究のひとつの拠点である大気海洋研究所において、気候モデルグループとの緊密な連絡・連携の下で実施されたことは気候モデル相互比較研究の推進において非常に重要であった。

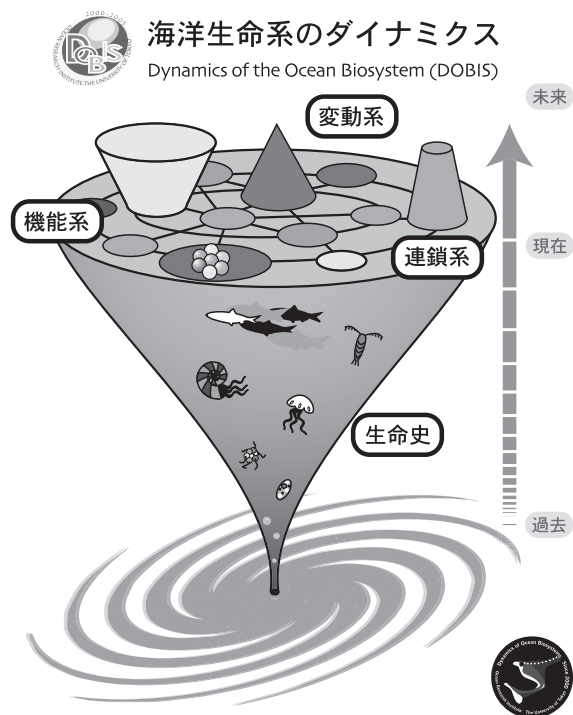
本研究は、行政および一般に対して気候変動に関する知見を伝えるための研究もひとつの目的としていた。そこで本テーマでも、学術論文として発表した成果を一般向けのシンポジウムや出版物などを通じて一般に伝えるための活動を行った。特に、テーマ独自の学術成果をまとめたリーフレット『暑いだけじゃない地球温暖化——世界の気候モデルから読む日本の将来』を中高生にも理解されることを目指して出版し、教育現場を含む多方面において好評を得た。

本研究サブ課題2の後継として、2012年度から環境省環境総合研究推進費 問題対応型研究「CMIP5マルチモデルデータを用いたアジア域気候の将来変化予測に関する研究」(代表 高藪緑・教授、2012～2014年度)として新規に採択された。現在5グループ7研究機関の協力の下、特に日本社会に重要な影響を及ぼすアジア域の降水現象に焦点を絞り、IPCC第5次評価報告書(AR5)のために2012年に新たに集約された新しい世代の気候モデル実験結果群(CMIP5)の比較解析による将来変化の研究を進めている。

6-6 | 文部科学省／日本学術振興会新プログラム 「海洋生命系のダイナミクス (DOBIS)」

文部科学省／日本学術振興会の新プログラム方式による研究(採択時：文部科学省科学研究費補

助金創成的基礎研究費、終了時：日本学術振興会科学研究費補助金 学術創成研究費)により、



新プログラム「海洋生命系のダイナミクス」の研究内容を表すダイヤグラム。地球史の時間軸に沿って、38億年の生命進化の歴史と現在の海洋生命系の成り立ちを示す。同時に、本プロジェクトの4つの班（生命史班、機能系班、連鎖系班、変動系班）の相互関係を表す。

2000～2004年に「海洋生命系のダイナミクス」が実施された。本プロジェクトのゴールは、地球最大の生命圏の海洋で営まれる多様で複雑な生命活動の時間的・空間的ダイナミクスを理解しようというものである。その成果を地球温暖化、海洋汚染、資源枯渇など、海に関係するグローバルな諸問題解決のために資することも狙いとされた。

具体的な目的として(1)海洋生物の進化と多様性、(2)海洋生物の機能と適応、(3)海洋生命の連鎖と物質循環、(4)生物資源の変動とヒューマンインパクトの4課題を掲げた。これらの成果を総合して、海洋生命系のダイナミクスの全貌を過去・現在・未来の地球史の時間軸に沿って解明することにした[➡6-6の図]。陸上生物を中心に形成されてきた従来の生命観とは違った、新しい“海の生命観”を模索することも試みた。

組織は、研究代表者（塚本勝巳教授）と2名の幹事（西田睦教授、木暮一啓教授）、それに全国17

大学の研究分担者14名、研究協力者(A)13名およびポストドク5名から構成された。これに各研究分担者付きの研究協力者(B)計44名と新プロ事務局の職員3名が加わって、全体として計82名を数えた。研究者は約20名ずつ「生命史」、「機能系」、「連鎖系」、「変動系」の4班にわかれて活動した。3年目からは研究代表者を中心とした「総括班」(4名)が組織され、成果のとりまとめと班間の交流が図られた。

「生命史」では、海の生命の進化過程を分子系統学的手法によって明らかにし、現在の種と集団の成立過程を解明した（生命史のダイナミクス）。「機能系」は、様々な海洋環境に適応するために生命が編み出した種々の生理・生体・分子機構を理解するために、浸透圧調節機構、個体数変動機構、生物石灰化機構について研究した（機能系のダイナミクス）。「連鎖系」は、微生物ループのエネルギーフローを中心に、複雑に絡み合った海洋生物のネットワークを解明した（連鎖系のダイナミクス）。「変動系」では、海洋生物資源の個体数変動に関わる要因と人類起源の汚染物質の挙動を解明した（変動系のダイナミクス）。

本プロジェクトで実施された研究航海は、白鳳丸、淡青丸など国内の研究船の他、外国の研究船も導入し、5年間で計98航海にのぼる。このほか研究船を使わない沿岸からの調査研究も活発に行われ、海外調査33回、国内調査57回を数えた。国際シンポジウム、報告会、ワークショップなど、計19回の研究集会を開催した。

本研究の5年間でScience、PNAS誌などの国際誌・国内誌に計694編の原著論文を発表した。著書は55冊出版された。その他学術論文も合わせると、研究成果論文の総数は計879編に上った。なかでも、本研究プロジェクトの集大成として出版した『海洋生命系のダイナミクス』全5巻シリーズ（東京大学海洋研究所、A5判上製、各巻約450ページ）は、新しい研究領域創成の証となるだけでなく、現代海洋生命科学のフロンティアとして、将来の研究指針となった。

一方で研究成果をわかりやすく社会に公表するため、海と生き物の写真集『グランパシフィック航

海記』(東京大学海洋研究所編, 東海大学出版会) や一般向けの教養啓蒙書『海の生き物100ふしぎ』『海の世界100ふしぎ』(東京大学海洋研究所編, 東京書籍)を出版した。また, 本プロジェクトのメンバーから学会賞4件, 論文賞2件が生まれ, 新聞, 雑誌, テレビなどのメディアに研究成果が113回取り上げられた。

プロジェクトの特長は, 様々な生命現象にすべて「時間軸」を通してみようという点であった。その成果は単に様々な生物群の進化過程を明らかにしたにとどまらず, 行動や機能, さらに分子

ファミリーの進化にまで研究は発展した。また新規ホルモンの発見, 高精度マリンスノーカメラの開発, 回遊環モデルの構築などにより, 数々の新機軸を打ち出した。これにより海洋生命系の研究基盤が充実し, 新しい研究領域を創成するという当初目標を達成した。プロジェクトの最終ゴールとしてあげた「海の生命観」についても, 議論は深化した。海の生命と陸の生命の最大の違いは, 水と空気という環境媒体にあることを共通認識とした上で, 海の生命の特徴を象徴する「分散」「浮遊」「多産多死」など, 重要な概念が多数生まれた。

6-7 | 科学研究費補助金特定領域研究 「大気海洋物質循環 (W-PASS)」

「海洋・大気間の物質相互作用計画」(SOLAS: Surface Ocean-Lower Atmosphere Study)は, 国際学術連合会議(ICSU)によって設立された地球圏-生物圏国際協同研究計画(IGBP)第2期の国際コアプロジェクトである。海洋と大気の世界を中心とした地球規模の海洋生物活動も含む現象を化学, 物理, 生物分野などの研究者が一体となって解明することを目的に, 2004年に立ち上げられた。我が国においては, SOLAS-Japanの中心となるプロジェクトとして, 2006年7月から5年間の特定領域研究プロジェクト「海洋表層・大気下層間の物質循環リネージュ(大気海洋物質循環)」(W-PASS: Western Pacific Air-Sea interaction Study, 2006~2010)が実施された。W-PASSには29の研究機関, 89名の研究者が参加し, 他のIGBP関連プロジェクトとも密な連携を図った。海洋研究所からは, 植松光夫教授が領域代表者を務めたのをはじめ, 計画研究11件, 公募研究延べ23件のうち, 総括班および計画研究, 公募研究計6件に11名の本所教員が参加し, 中核的役割を担った。

W-PASSは主に, 生物が介在する大気圏, 水圏

の相互作用を研究対象とした。人類活動要因も含めた大気変動に海洋生物がどう応答し, 生成する気体を通して大気組成へどのような影響を及ぼすのかを定量化し, 最終的には気候へのフィードバックを解明することを目的とした。そのために大気化学, 海洋化学, 海洋生物学, 海洋物理学, 海洋気象学などの多岐にわたる分野の研究者が海洋大気境界層(海面から高度約2kmまで)から境界面を挟んだ海洋表層(有光層約200m以浅)を研究対象として絞り込み, 共通した研究課題に研究船での共同観測, 地上大気観測および衛星観測の手法を用いて取り組んだ。この総合研究プロジェクトは, 従来の研究分野の垣根を越えた, 大きな枠組みで行うことが可能な本特定領域研究によらなければ実現不可能であった。野外観測時の自然突発現象の出現等の機会にも恵まれ, その達成度と波及効果は, 我々の予想をはるかに上回るものであった。

南大洋や北太平洋においては鉄が生物ポンプによる炭素隔離を促進することが人為的な鉄散布実験で確認されていたが, W-PASSにより北太平洋中高緯度海域では大気からの自然現象による鉄供

給量が、海洋の生物生産変動に大きく関与していることが黄砂の現場観測により確かめられた。また、火山灰中の鉄の供給により海域の生物生産が高まったことや、海洋生物による微量気体の生成量が増加したことが認められた。海洋上での揮発性有機物の測定や有機エアロゾルの化学組成分析からは、海水から放出された気体が海洋大気中で粒子化され、エアロゾルの増加を導くことが見出された。とりわけ2008年のハワイ島・キラウエア火山の噴火は、北太平洋中央部でのエアロゾルの増加をもたらし、雲粒径の減少と雲被覆率を高め、洋上で負の放射強制力を強め、表面水温の低下を引き起こし、海洋生態系に間接的に影響した可能性が観測により明らかにされた。このように地球表面の70%を覆う海洋大気中のエアロゾル生成消滅過程の直接的な計測手法の開発により、大気海洋間の諸過程の重要な知見が得られた。

一方、北太平洋亜熱帯海域では地球温暖化により、海洋表面の成層が強化され、窒素固定を行うプランクトンの増加を引き起こすが、この過程においては大気からの物質の供給が極めて重要であ

り、プランクトン消長の制限因子になることを明らかにした。それに加えて、低気圧の通過や台風が発生と移動など気象現象による湧昇が生物生産を高めているという観測事例を基に、船上での台風模擬実験を実施した。その結果、大型の珪藻類が増加し、深海への炭素輸送が促進される可能性を見出し、モデルによる定量化に成功した。これらのことは、気候変化に伴った海洋構造の変化が海洋生態系、およびそれに連動する海洋大気への生物起源気体の放出や生物の炭素循環への寄与に影響する可能性を示唆している。

W-PASSでは地球規模での人類活動による影響を受けつつある海洋大気と海洋環境の、生物が介在する相互作用を解明しただけではなく、観測結果に基づく全球物質統合モデルの高度化と影響予測に対しても大きな進展と影響を与え、国際的な科学コミュニティからも高い評価を得ている。その成果は600編近い査読論文として公表されているほか、若手研究者育成として31名の修士、12名の博士修了者を輩出した。

6-8 | 科学技術振興機構戦略的基礎研究推進事業／ 戦略的創造研究推進事業 (CREST)

(1) 「海洋大気エアロゾル組成の変動と影響予測」

研究代表：植松光夫教授

研究領域「地球変動のメカニズム」(研究総括：浅井富雄)

研究期間：1998年12月～2003年11月

得られた成果は以下の通りである。

- (1) 大気エアロゾルや気体成分と海洋表層の物理・生物パラメータを無人で、自動航走あるいは定点保持をして連続測定するプラットフォームとして世界初の無人海洋大気観測艇

「かんちゃん」を開発し、実用化の目途をつけた。研究期間中に、三宅島の火山噴煙の影響を受けた高濃度の二酸化硫黄のみならず、従来ほとんど測定されていなかったアンモニアを検出するという予想外の知見も得られた。海洋観測手段のひとつとしての「無人大気海洋観測艇」の有効性を示した。

- (2) 陸海空から集中的に観測する国際共同研究プロジェクト (ACE-Asia) に参画して、陸上と海上での観測を実施した。地上観測網として、大気物質輸送パターンを明確にするため、東経140度線に沿って北緯45度の利尻島

から、佐渡島、八丈島、北緯27度に位置する父島までの4観測点でエアロゾルと気体成分の観測、研究船による移動観測により大陸起源の自然的・人為的エアロゾルの諸特性を把握し、増加しつつある窒素酸化物の海洋への降下は海洋生物生産に影響を及ぼす重要因子となり得ることを示唆した。

- (3) 「化学天気予報システム」を用いて観測結果と事後解析から、アジア大陸で新たな黄砂発生源となる地帯を検出したことや、黄砂が硫酸塩に数時間の遅れを持って日本に飛来すること、従来知られていなかった東南アジアの焼畑に伴うススや一酸化炭素が日本上空に輸送されることを明らかにした。

これらの研究成果を国内外あわせて130篇を超える学術論文として発表し、月刊『海洋』の特集号に本研究の要約版を公表した。

(2) 「アジア域の広域大気汚染による大気粒子環境の変調について」

研究代表：中島映至教授

研究領域「地球変動のメカニズム」（研究総括：浅井富雄）

研究期間：1999年11月～2004年10月

本研究では、アジア域の大気汚染エアロゾルが引き起こす気候影響について調査した。気候影響にはエアロゾルが太陽放射を直接、散乱する直接効果や雲場を変える間接効果などがある。得られた成果は以下の通りである。

- (1) 人為起源エアロゾルが過去150年間に引き起こした直接効果の放射強制力は大気上端で -0.06W/m^2 と小さく、人為起源エアロゾルが地球の惑星反射率をそれほど変えていないと考えられる。一方、間接効果は大気上下端とも -1W/m^2 程度の大きさであり、地球系を冷やしていると考えられる。これは長寿命の温室効果ガスの引き起こす温室効果の約1/3を間接効果が相殺していることを意味する。
- (2) 集中観測が行われた済州島と奄美大島域で

は、自然起源を含む全エアロゾルの直接効果は大気上端で -1 から -3W/m^2 程度、大気下端では数十 W/m^2 、一方、間接効果は大気上下端とも -1 から -3W/m^2 程度であった。これらは全球平均の10倍にも及ぶ値であり、地域的には大きな強制力がかかっていることがわかる。

- (3) 地表面における直接放射強制は海域平均で -1.0W/m^2 、陸域平均で -2.3W/m^2 であり、エアロゾルによって日射の強い減少が起こっている。また、海域と陸域の間には 1W/m^2 にのぼるエネルギー収支の差があるために二次的な大循環が発生していると考えられる。これはアジア域においてはおおむね降雨量を抑制する傾向であり、中国と日本の南方海上では -0.5mm/日 にも及んでいると思われる。

本研究で開発したエアロゾル放射・輸送モデルSPRINTARSは我が国の地球温暖化研究や大気汚染研究に利用され、IPCC第4次報告書でも引用されている。またSKYNET放射ネットワークが確立され、現在では多くの利用が行われている。

(3) 「階層的モデリングによる広域水循環予測」

研究代表：木本昌秀教授

研究領域「水の循環系モデリングと利用システム」（研究総括：虫明功臣）

研究期間：2001年11月～2007年3月

本研究では多様なモデルを開発・使用し、さまざまな角度から広域水循環の予測可能性の評価とそのメカニズム解析を行った。

モデル開発においては、大循環モデルプログラムの並列・高速化、新規パラメタリゼーションの導入や既存のものへの再調整などの作業を行い、水平約110kmの高解像度版を広域水循環予測等の研究に耐えるレベルにまで調整することができた。同時に大気海洋結合モデルも高解像度化、高精度化を行った。大気モデル、結合モデルとも延べ数百年の積分を行い、これまで十分に表現されなかった梅雨前線やモンスーン域の季節内変動の

再現性を格段に向上させることができた。大気海洋結合モデルに観測データを同化して初期値化し、予測を行うことのできるシステムの開発を行い、結合モデルによる予測予備実験を開始した。また、現象メカニズムの解析に有用なツールとして、大気大循環モデルの線型化モデルを構築し、世界に先駆けて湿潤過程を含むように拡張することができた。この他、現在の大循環モデルでは表現できない小スケール現象を解像できる領域モデルを大循環モデルに埋め込む双方向ネスティングの基礎研究を行い、プロトタイプを構築した。

予測可能性研究においては、東アジアモンスーンの水循環予測に重要な諸現象のメカニズムや予測可能性の多様な面について、データ解析と数値実験を駆使して探求した。夏季東アジアモンスーンについては、熱帯～亜熱帯変動の主要モードの形成機構、オホーツク海高気圧の年々変動に対する春季ユーラシア大陸北部の地表面変動の影響、2003年冷夏時の北大西洋海水温偏差からのテレコネクションの存在等を明らかにすることができた。東アジアの冬季天候に影響の大きい北極振動にも先行する秋の東シベリアの積雪偏差が鍵となっていることが事例予測実験によって確認された。

本研究を通じて、数値モデルを現象再現のツールから予測ツールへと進化させる科学的基盤を構築することができた。

(4)「全球雲解像大気モデルの熱帯気象予測への実利用化に関する研究」

研究代表：佐藤正樹教授

研究領域「マルチスケール・マルチフィジックス現象の統合シミュレーション」(研究総括：矢川元基)

研究期間：2005年10月～2011年3月

本研究では、東京大学および海洋研究開発機構で共同開発した「全球雲解像モデル」NICAMを熱帯気象予測に実利用化するための可能性を追求することを目的とした。特に熱帯・モンスーン域の積雲が活発な領域の気象予測性について調べ

た。このために「地球シミュレータ」を駆使し、季節内変動と台風の事例実験をターゲットとした全球雲解像モデル実験を実施した。熱帯気象予測の観点からは、マッデン・ジュリアン振動(MJO)等の季節内変動と台風の発生過程の予測は、従来のモデルにおける弱い点であり、全球雲解像モデルによる再現精度の向上が大いに期待されるところであった。

本研究によりMJOに伴う大規模熱帯擾乱のマルチスケール構造を世界で初めてシミュレートすることができ、MJOを起源とした熱帯低気圧(台風)の発生を2週間以前に予測可能であることを示した。また、甚大な被害をもたらした熱帯低気圧Nargis(ミャンマー、2008年5月)のFengshen(フィリピン、2008年6月)の再現実験を行い、季節内変動と熱帯低気圧の予測可能性について研究を進めた。

季節内変動と台風の発生は強く関係しており、これらの再現性が高い全球雲解像モデルによる台風シミュレーションの信頼性を高めることとなった。将来予想される温暖化に伴う台風の変化についても、全球雲解像モデルにより信頼のおける予測結果を得ることができよう。

(5)「海洋循環のスケール間相互作用と大規模変動」

研究代表：羽角博康准教授

研究領域「マルチスケール・マルチフィジックス現象の統合シミュレーション」(研究総括：矢川元基)

研究期間：2006年10月～2012年3月

本研究では、局所的深層水形成と全球規模海洋深層循環の相互作用というマルチスケール性と、深層水形成過程における海水と海洋の力学・熱力学的相互作用というマルチフィジックス性を軸に、海洋の大規模変動を効率的にシミュレートする手法を開発することを目的とした。この目的を達成するために、深層水の形成・変質・輸送過程に関して、小規模プロセスから全球規模循環までの様々なスケールごとのシミュレーションとそれ

らの相互作用のシミュレーションを行い、深層循環をコントロールする物理メカニズムを明らかにした。

顕著な成果としては、南極大陸沿岸における深層水形成過程をこれまでにない精度で再現することに成功するとともに、近年南極大陸周囲で生じた大規模氷山の崩壊が全球規模海洋深層循環に及ぼす影響を評価したことが挙げられる。また、深層水形成過程は氷海域における変動性の高い小規模プロセスという観測が最も困難な現象であるが、観測と密に連携した研究を展開することで、これまでに例を見ない形での観測-シミュレーション融合研究を実現した。すなわち、観測に基づいて新たな深層水形成領域を特定するのとほぼ同時に、観測のみでは知ることができない深層水形成の時空間変動特性をシミュレーションによって明らかにし、さらに定量的な側面を明らかにするための観測をそのシミュレーション結果に基づいて立案・実施した。

(6) 「超高速遺伝子解析時代の海洋生態系評価手法の創出」

研究代表：木暮一啓教授

研究領域「海洋生物多様性および生態系の保全・

再生に資する基盤技術の創出」(研究総括：小池勲夫)

研究期間：2011年12月～2017年3月

遺伝子解析技術は、自然科学の研究領域で近年最も急速な進歩を挙げた技術の代表例である。とりわけ2006年前後に発売された次世代型シーケンサは、従来得られなかったような多量の情報を短時間に取得することを可能にし、生物学の様々な領域に大きな影響を与えつつある。

本研究は、この新しい技術を微生物を中心とした海洋生物群集に適用し、飛躍的に多量の生物多様性情報、発現遺伝子情報および環境パラメータ情報を得て生態系の診断と再生とを可能にすることを目的としている。より具体的には、実際に微生物、浮遊生物、底生生物、魚類などの遺伝子を次世代シーケンサを用いて解析をする研究者グループに加えてバイオインフォマティクスの専門家グループ、現場設置型のオートサンブラおよびデバイス開発に係るグループが強固な連携を行いながら研究を進める。実際のフィールドとしては沿岸域(岩手県大槌湾、神奈川県油壺湾)、および学術研究船を用いて沿岸から外洋にかけてのサンプリングを行い、最終的にモデリングを通じて環境の診断を行っていくことを意図している。

6-9 | 文部科学省国家基幹研究開発推進事業「沿岸海域複合生態系の変動機構に基づく生物資源生産力の再生・保全と持続的利用に関する研究(沿岸複合生態系)」

沿岸海域は藻場・干潟・マングローブ・珊瑚礁など、熱帯林と並んで一次生産の最も高い生態系から構成され、地球全体の生物種の多様性を支えている。2000～2010年まで行われた第1期の「海洋生物のセンサスCensus of Marine Life, CoLM」によると、日本周辺海域に生息する3万数千種の生物のうち26%を軟体動物門が、19%を節足動物門が、13%を脊索動物門がそれぞれ占めている。生物資源として重要な種を数多く含む

これら分類群の多様性が高いことが日本周辺海域の特徴であり、それは日本周辺海域が世界三大漁場のひとつに数えられる基礎となっている。

しかし、人間活動の影響が集中する沿岸海域では、海岸線や河川環境の人為的改変、富栄養化と汚染、外来種の移入などによって、本来の生態系機能が損なわれている。ハゼ類、キス類など数十種の沿岸性魚類が絶滅危惧種とされるに至り、沿岸漁業の生産高は1985年の227万トンピークとし

て2007年にはその57%にまで減少した。生態系機能を劣化させた沿岸海域が、今後急速に進行すると考えられる地球温暖化や海洋酸性化に伴ってどのように変化するかは、食料生産を維持する上でも生物多様性保全の上でも重要な問題である。

本研究課題は沿岸海域生態系の構造と機能を解明し、それに基づいて劣化した生態系機能を再生・保全して、沿岸海域の「海の恵み」を持続的に利用する方法を定式化することを目的とし、大気海洋研究所（研究代表者：渡邊良朗）、京都大学フィールド科学教育研究センター（代表：山下洋）、香川大学瀬戸内海研究センター（代表：一見和彦）、水産総合研究センター東北区水産研究所（代表：栗田豊）の4機関が参画して、2011年から2020年までの10年間計画で開始された。

本研究では沿岸海域の構造と機能を次のようにとらえる。温帯から亜寒帯の沿岸海域に隣接して存在する河口干潟、外海砂浜、岩礁藻場等を個生態系と考え、それらが相互に連環して複合生態系を構成する。物質や生物粒子は個生態系間で流動・分散し、それを基礎として個生態系内で一次生産が起これ、多様な生物種がそれぞれ選好する個生態系内に、あるいは個生態系を跨いで生息して、複合生態系内の生物群集を形成する。個生態系が改変を受けたり個生態系間の連環が損なわれると、複合生態系の資源生物生産機能が劣化する。

わが国の沿岸海域において、生物資源はこれまで基本的に種個体群単位で保全策や利用策が講じられてきた。しかし、世界で最も種多様性が高い

海域のひとつであるわが国の沿岸海域において、特定の種を単独で評価・管理する試み、生物群集内の害敵や競合種を排除して標的種の優占度を極度に高めて生産する農業的な試みは、いずれも有効ではなかった。本研究ではこれらに代わって、天然の生態系機能を基礎として、生物群集内において資源生物を持続的に生産するという群集生態学的アプローチを、新しい生産技術の基礎として定式化することで、種多様性を保全し、四半世紀にわたって減少の一途をたどってきた沿岸漁業・養殖業生産を再生させる。

本研究では沿岸海域を生物生産の場とする生物資源として、干潟や河口を初期成育場とするニシンとスズキ、外海砂浜域を中心に生息する底生性のヒラメ、岩礁藻場に生息するアワビ類、干潟砂浜域に生息するアサリとマナマコを取り上げる。寒流域・暖流域・内海域の準定常状態における海域間比較を第一の方法として、複合生態系の構造と機能解明する。津波による攪乱を受けた東北地方太平洋沿岸の生態系がたどる二次遷移過程の追跡を第二の方法として、複合生態系の成立過程を明らかにする。その上で、複合生態系の諸機能の保全に本質的な諸過程を明らかにし、それら諸機能が保全された結果として得られる生態系サービス（食料供給、炭素吸収、水質浄化、景観形成など、人間社会が複合生態系から受ける物質的、心理的利益）を定量的に評価する。また、複合生態系の構造と機能を基礎として、温暖化や酸性化の影響が沿岸海域においてどのように現れるかを予測する。

6-10 | 東北マリンサイエンス拠点形成事業

2011年3月11日に東北地方を中心とした広大な地域を襲った東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波は、三陸沿岸域の生態系を大きく攪乱するとともに、漁業を中心に営まれてきたこの地域に壊滅的な打撃を与えた。では、この震災は周辺海

域の生態系にどのような影響を与えたのか、生態系はそうした影響からどのように回復あるいは遷移しつつあるのか、さらにはそうした変化は漁業の復活にどのように結びついていくのだろうか。こうした疑問を科学的に解明し、それを通じて漁

業復興に貢献することを目指して東北大学、東大
大気海洋研究所、海洋研究開発機構が議論を重ね、
文部科学省「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)」の公募に応募した。そ
の結果、2012年1月から10年間の事業として採
択され、進められている。

本事業では、宮城県女川町に女川フィールドセ
ンターを擁する東北大学を代表機関(代表:木島
明博)、岩手県大槌町に国際沿岸海洋研究センター
を擁する大気海洋研究所(代表:木暮一啓)およ
び外洋から深層域についての知見と解析技術を有
する海洋研究開発機構(代表:北里洋)を副代表
機関としている。これらのコアとなる3機関に加
え、岩手大学、東京海洋大学、北里大学、東洋大
学をはじめとする国内20以上の研究、教育機関
から200名以上の研究者が集結して事業を進めて
いる。

本事業は以下の4課題からなる。

- (1) 「漁場環境の変化プロセスの解明」(担当:
東北大学)
- (2) 「海洋生態系変動メカニズムの解明」(担当:
大気海洋研究所)
- (3) 「沖合海底生態系の変動メカニズムの解明」
(担当:海洋研究開発機構)
- (4) 「東北マリンサイエンス拠点データ共有・
公開機能の整備運用」(担当:海洋研究開発機構)

この中で(4)の課題は、東北マリンサイエンス拠
点形成事業で得られたあらゆる情報と、さらに関
連する諸情報を加えたデータベースを機構内に設
置し、それらをわかりやすく公開していくことを
狙っている。

大気海洋研究所による事業は参画機関として岩
手大学、東京海洋大学を含むとともに、北海道大
学、岩手県水産技術センター、東邦大学、東京農
工大学、静岡大学、京都大学、愛媛大学などか
ら、物理、化学、生物、資源学さらにモデリング
などの研究領域にまたがる教員、ポストドクトラ
ルフェロー、大学院学生らが、総勢160名以上に
よる学際的な研究を推進し、生態系の変動メカ
ニズムを総合的に明らかにしていくことを狙って
いる。具体的には以下の班によって構成されている

(かっこ内はそれぞれの代表者)。

- ・海洋生態系の調査研究に関する研究総括(木
暮一啓教授)
- ・海洋広域連続モニタリングシステムと海洋分
析セクションの構築(津田敦教授)
- ・地震・津波による生態系攪乱とその後の回復
過程に関する研究(河村知彦教授)
- ・陸域由来の環境汚染物質の流入実態の解明
(小川浩史准教授)
- ・震災に伴う沿岸域の物質循環プロセスの変化
に関する研究(永田俊教授)
- ・物理過程と生態系の統合モデル構築(田中潔
准教授)
- ・集水域・河川・河口域・沿岸域における化学
物質動態の解析(岩手大学海田輝之教授)
- ・河口・汽水域及び沿岸域における河川水の混
合拡散のモニタリングとそのモデル化(東京
海洋大学山崎秀勝教授)

この事業の推進には、岩手県大槌町にある国際
沿岸海洋研究センターを最新の機器類を備えたセ
ンターとして一刻も早く復興させるとともに周辺
海域に最新のモニタリングシステムを設置し、新
たな研究、教育拠点として様々な観測・研究を主
導して進められるように整備していかなければな
らない。同センターの復興は大槌町の再建計画と
も密接に関わるため、大気海洋研究所と地元と
間での協議が行われている。さらにこの事業では
地元の漁民、市民らと新たなパイプを作り、地元の
ニーズをくみ取りながら、その成果を分かりやす
く解説していくこと、さらにそれを通じて新たな
漁業復興への道筋を具体的に示すことが要請され
ている。このようないわば地域に根差し、その出
口の明確な事業スタイルは従来の大気海洋研究所
の研究にはほとんど見られず、新しい発想に基づ
いて研究およびアウトリーチ活動を展開していく
ことが求められる。

なお本事業の一環として、学術研究船淡青丸の
後継船の建造が開始されており[➡4-1-2]、2013
年の秋には運航を開始し、東北域を母港としてこ
の事業に活用させていくことが期待されている。

6-11 | 温室効果気体・沖ノ鳥島関連

海洋研究所・大気海洋研究所は、わが国の海洋に関する基礎研究の先端を担う機関として、その時々海洋をめぐる重要課題について研究面から貢献することが学内外から期待される。そのような研究課題の中に、20世紀末から顕在化した地球温暖化の問題等に対応することを目的とした研究課題や、領海・経済水域の起点となる離島および周辺の海洋環境に関する課題がある。

(1) 文部省特別事業「海洋研究船による地球温暖化に係わる温室効果気体の海洋における収支の観測研究」

本研究は1992年から5年計画で開始された。これは1989年に竣工した学術研究船「白鳳丸」の研究観測能力を生かし、地球温暖化の海洋における実態を明らかにし、さらにそれを引き起こす温室効果気体の海洋における収支を明らかにすることを目的としていた。

海洋研究所は全国共同利用研究機関として、国内外の海洋研究者によって行われる海洋の基礎研究を支援すると同時に、自らもその中核を担う役割を果たしてきており、2004年に東京大学が国立大学法人となり、それまで東京大学が保有していた学術研究船「白鳳丸」「淡青丸」が海洋研究開発機構に移管された後も、そのような役割を担っている。国立大学法人移行後は、この研究計画は運営費交付金によって賄われる研究のひとつとなったが、その課題の重要性に鑑み、現在まで継続的に推進してきている。

開始当初は下記の5つの主要研究課題が設定され、所を挙げて研究に取り組んできた。

- (1) 二酸化炭素も輸送する海流として北太平洋亜熱帯循環の一部である黒潮の流量把握
- (2) 二酸化炭素の同化に寄与する植物プランクトンの分布の把握

- (3) 白鳳丸で受信する人工衛星データを活用するための表層クロロフィル量の評価
- (4) 温暖化の実態把握のためゾンデによる高層気象観測および海洋表層から深層までの物理・化学観測
- (5) 亜熱帯域の海洋生物に対する温暖化の影響の把握のため、微生物、プランクトンの量的な変動の調査、高温により誘発されるタンパク質等の解析

ここ数年は白鳳丸、淡青丸を用いて、温室効果気体の大気-海洋間の収支の評価、海洋内部の炭素物質の生成・分解機構の解明、温暖化が海洋生態系に与える影響の実態把握、温暖化が引き起こす海水準変動の検証といった課題に寄与する研究テーマを所内公募し、一連の研究を推進している。

(2) 文部省特別事業「沖ノ鳥島における地球物理観測研究」

沖ノ鳥島はわが国最南端(21°25.5' N, 136°4.2' E)に位置する。領海や排他的経済水域の基線を与えるものとして重視され、特に1980年代から各省庁等の協力によりその保全策が講じられてきている。1989年には露岩保全対策工事が開始され、その後、観測施設の建設も行われた。フィリピン海プレートの中央部に位置する沖ノ鳥島は、海洋学的、地球物理学的にも重要な観測拠点になり得ることから、海洋研究所では1989年に海底堆積、海底物理部門が中心となって、本研究(研究代表者: 瀬川爾朗教授)が5年計画で開始された。この研究では、沖ノ鳥島を固体地球物理観測基地として活用し、本学地震研究所、名古屋大学、京都大学防災研究所、千葉大学等と共同で、同島環礁内および周辺海底における地震観測、GPS観測等を実施し、フィリピン海プレートの運動の検出などを行った。

その後も同様の観測が継続的に行われてきたが、2000年代に入ってからは、海洋底科学部門の徳山英一教授が中心となって、島の周辺の海洋環境計測による地形性湧昇の実態把握、サンゴの育成環境の把握及び電着法によるサンゴの着床技

術に関する研究等が行われた。2008年からはほぼ毎年、海上保安庁海洋情報部の測量船に同乗して沖ノ鳥島に行き、島周辺における海洋観測、礁内における環境計測等を実施している。