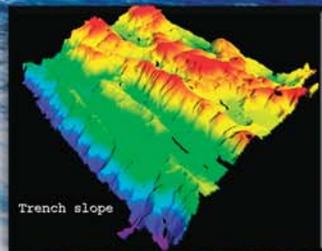


年報

平成16事業年度

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology



独立行政法人

海洋研究開発機構

年 報



獨立行政法人

海洋研究開發機構

平成16事業年度

写真で見る 海洋研究開発機構のあゆみ



独立行政法人海洋研究開発機構設立記念式典 4月



「淡青丸」入港歓迎式典 4月



横浜研究所施設一般公開 4月



横須賀本部施設一般公開 5月



日本科学未来館の毛利館長が「ちきゅう」をご視察 5月



「しんかい6500」「よこすか」南太平洋横断航海 (NIRAI KANAI) 出航 6月



地球シミュレータが性能ランクで2年間、5回連続世界一を記録 6月



「白鳳丸」入港歓迎式典 7月



NIRAI KANAI航海にて世界最大の海底溶岩流を発見 8月



第3回地球シミュレータセンター・シンポジウム開催 10月



第4回深海バイオフィォーラム開催 10月



ホジソン・ニュージーランド研究科学技術大臣がオークランド港にて「よこすか」「しんかい6500」をご視察 10月



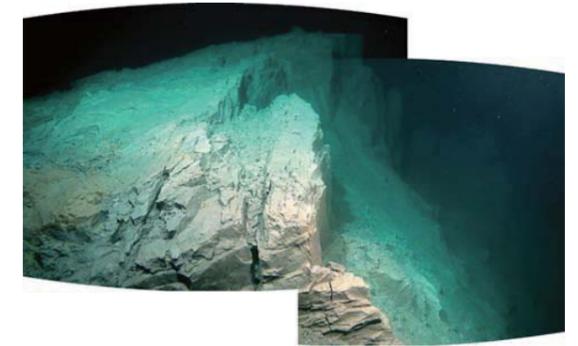
OCEANS' 04 MTS/IEEE/TECHNO-OCEAN' 04 (OTO'04)で展示参加 11月



講演会の開催



「なつしま」スマトラ島沖地震震源域において緊急調査開始 2月



IODP マネジメント・インターナショナル社と統合国際深海掘削計画 (IODP)に関する了解書締結 11月



棚橋科学技術担当大臣が横浜研究所をご視察 12月



深海巡航探査機「うらしま」が連続航続距離317kmで世界新記録樹立 2月



第7回全国児童「ハガキにかこう海洋の夢絵画コンテスト」表彰式 3月



中山文部科学大臣が横須賀本部と横浜研究所をご視察 12月



ブルーアース'04開催 1月

序

平成16年4月1日をもちまして海洋科学技術センターは独立行政法人海洋研究開発機構として新しく発足致しました。

人類にとって、温暖化に代表される地球規模の環境変動、海域に発生する地震・火山噴火など、大規模な自然災害や環境汚染を引き起こす原因となる地球変動現象の予測・解明は、21世紀の人類にとって喫緊の課題となっています。

海洋研究開発機構は、「平和と福祉の理念に基づき海洋に関する基盤的研究開発、海洋に関する学術研究に関する協力等の業務を総合的に行うことにより、海洋科学技術の水準の向上を図るとともに、学術研究の発展に資する」という目的のもと設置されました。これにより国は海洋研究開発機構がなすべき業務運営に関する目標(中期目標)を定め、海洋研究開発機構は、この目標を達成するための計画(中期計画)を定めました。

海洋研究開発機構は、地球を海洋を中心として一つのシステムとして捉え、地球環境変動を解明するための研究開発として様々な観測研究、予測研究、技術開発等の基盤的研究開発を実施するとともに、これらの成果等の広報・普及・啓発活動を通じ人類の持続的な発展、安全安心の確保、社会経済の発展、知識の進化拡大に貢献するよう努力してゆく所存です。

また、海洋研究開発機構となりまして、東京大学海洋研究所から「白鳳丸」「淡青丸」の2隻の学術研究船が移管されました。これらの運航管理を安全かつ効果的に実施してゆくとともに、広く学術研究への協力も推進してまいる所存です。

さて、平成16年度の具体的な活動でございますが、7月には大きな組織改編を行い、海洋研究開発機構としての新しい体制を整備致しました。また、12月には、中期計画を達成するため、具体的な目標と活動を定めたアクションプランを作成し、役職員一丸となってプランに沿って業務を遂行しているところでございます。

平成16年度の主な研究成果としましては、まず地球環境変動研究の分野で、「地球シミュレータ」を用いた100年後の地球温暖化予測計算が完了し、温暖化により日本では猛暑と豪雨が増加するという結果を得ました。また、南極海の深層水の流れをシミュレーションにより再現することに成功し、海洋大循環研究及び気候変動の解明に貢献するものと考えられます。シミュレーション科学の産業界への普及と実用化を目的とし、自動車工業界等民間との共同研究を積極的に実施しています。

また、「かいいい」「かいうよう」による大陸棚画定調査に対する科学的貢献をはじめ、「しんかい6500」「よこすか」での太平洋大航海「NIRAI-KANAI」では、東太平洋をはじめとする各海域において、約150日に渡る地球物理学的調査や生物学的調査を行い、海洋底における世界最大級の溶岩流を発見することができました。

ハード面では、深海巡航探査機「うらしま」が世界初の燃料電池による長距離航走に成功し、航走距離317 kmを記録することができました。今後も航走性能だけでなく、海底探査機器等の搭載観測機器の試験を実施し、研究者の“研究設備”としての性能向上もめざして参ります。

さらに、平成16年12月26日にインドネシア・スマトラ島沖で発生した巨大地震・津波の発生原因を解明するため、震央海域を中心とした緊急調査研究を平成17年2月18日から3月19日にかけて海洋調査船「なつしま」にて実施しました。その結果、ハイパードルフィンのハイビジョンカメラにより、広範囲での崖の崩壊や地滑り等が生じていることを世界で初めて発見し、鮮明な映像も記録できました。

他方、機構の運営面については、独立行政法人1年目はいわゆる「独立行政法人」、即ち、目標に向かって効率的に業務を推進し、評価を受けるという体制にしてまいりました。今後はさらに、知的財産に目を向け、コスト意識を持ち、社会貢献に努めていく所存でございます。

海洋研究開発機構は、今後とも皆様とともに海洋を中心とした地球の探求を通じて人類の未来を切り拓くべく努力してまいる所存でございますので、皆様の一層のご支援、ご理解、ご指導を賜りますようお願い申し上げます。

平成18年3月

独立行政法人 海洋研究開発機構
理事長 加藤 康宏

年 報

目 次

第1章 海洋研究開発機構の概要

1. 業務内容	1
2. 事務所の所在地	1
3. 資本金の状況	1
4. 役員の状況	1
5. 職員の状況	2
6. 設置の根拠となる法律名	2
7. 主務大臣	2
8. 沿革	2
9. 拠点紹介	3
10. 国際協力	7

第2章 平成16年度実績報告

I 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するために取るべき措置

1. 海洋科学技術に関する基盤的研究開発	11
1.1 重点研究の推進	11
1.1.1 地球環境観測研究	11
1.1.2 地球環境予測研究	25
1.1.3 地球内部ダイナミクス研究	54
1.1.4 海洋・極限環境生物研究	65
1.2 重点開発の推進	67
1.2.1 海洋に関する基盤技術開発	67
1.2.2 シミュレーション研究開発	75
1.3 研究開発の多用な取り組み	79
1.3.1 独創的・萌芽的な研究開発の推進	79
1.3.2 共同研究および研究協力の推進	80
1.3.3 統合国際深海掘削計画 (IODP) の推進	89
1.3.4 外部資金による研究の推進	90
2. 研究開発成果の普及および成果活用の促進	91
2.1 研究開発成果の情報発信	91
2.2 普及広報活動	91
2.3 研究開発成果の権利化および適切な管理	91
3. 学術研究に関する船舶の運航等の協力	92
4. 科学技術に関する研究開発または学術研究を行う者への施設・設備の供用	98

4.1 研究船、深海調査システム等の試験研究施設・設備の供用	98
4.2 「地球シミュレータ」の供用	118
4.3 地球深部探査船の供用等	119
5. 研究者および技術者の要請と資質の向上	120
6. 情報及び資料の収集・整理・保管・提供	120
7. 評価の実施	122
8. 情報公開	122
II 情報の効率化に関する目標を達成するために取るべき措置	
1. 組織の編制及び運営	123
1.1 組織の編制	123
1.2 組織の運営	123
2. 業務の効率化	123
III 決算報告書	124
IV 短期借入金	124
V 重要な財産の処分または担保の計画	124
VI 余剰金の使途	124
VII その他の業務運営に関する事項	
1. 人事に関する計画	124
2. 能力発揮の環境整備に関する事項	125
第3章 賛助会会員	
1. 賛助会会員と寄付者名簿	127

第1章 海洋研究開発機構の概要

1. 業務内容

1.1 目的

独立行政法人海洋研究開発機構(以下「機構」という。)は、平和と福祉の理念に基づき、海洋に関する基盤的研究開発、海洋に関する学術研究に関する協力等の業務を総合的に行うことにより、海洋科学技術の水準の向上を図るとともに、学術研究の発展に資することを目的とする。(独立行政法人海洋研究開発機構法(以下「法」という。)第4条)

1.2 業務の範囲(法第17条第1項第1～7号)

第1号 海洋に関する基盤的研究開発を行うこと。

第2号 前号に掲げる業務に係る成果を普及し、及びその活用を促進すること。

第3号 大学及び大学共同利用機関における海洋に関する学術研究に関し、船舶の運航その他の協力を行うこと。

第4号 機構の施設及び設備を科学技術に関する研究開発又は学術研究を行う者の利用に供すること。

第5号 海洋科学技術に関する研究者及び技術者を養成し、及びその資質の向上を図ること。

第6号 海洋科学技術に関する内外の情報及び資料を収集し、整理し、保管し、及び提供すること。

第7号 前各号の業務に附帯する業務を行うこと。

2. 事務所の所在地

本部

神奈川県横須賀市夏島町2番地15

電話 046-866-3811

横浜研究所

神奈川県横浜市金沢区昭和町3173番地25

電話 045-778-3811

むつ研究所

青森県むつ市大字関根字北関根690番地

電話 0175-25-3811

ワシントン駐在員事務所

1133 21st Street, NW, Suite-0543

シアトル駐在員事務所

810 3rd Avenue, Suite 632, Seattle, WA 98104

東京事務所

東京都港区西新橋一丁目2番9号

日比谷セントラルビル10階

電話 03-5157-3900

国際海洋環境情報センター

沖縄県名護市字豊原224番地の3

電話 0980-50-0111

高知コアセンター

高知県南国市物部乙200

電話 088-864-6705

3. 資本金の状況

平成16年4月1日の発足時における資本金は84,217百万円であり、平成17年3月31日現在の資本金は84,215百万円となっている。

(資本金内訳) (単位：千円) ※千円未満切り捨て

	H16.4.1	H17.3.31
政府出資金	84,210,463	84,210,463
民間出資金	6,732	4,712
計	84,217,195	84,215,176

4. 役員の状況(法第10条第1項及び第2項)

定数：機構に、役員として、その長である理事長及び監事2人を置く。

機構に、役員として、理事3人以内を置くことができる。

(平成17年3月31日現在)

役 職	氏 名	任 期	経 歴
理事長（常 勤）	加藤 康宏	平成16年4月1日～ 平成21年3月31日	昭和42年 東京大・工学部卒業 平成 7年 科学技術庁研究開発局長 平成11年 科学技術事務次官
理 事（ 〃 ）	木下 肇	平成16年4月1日～ 平成18年3月31日	昭和42年 東京大・(院) 博地球物理修了 平成 2年 東京大学地震研究所教授 平成11年 海洋科学技術センター 海底下深部構造フロンティア長
〃（ 〃 ）	末廣 潔	平成16年4月1日～ 平成18年3月31日	昭和55年 東京大・(院) 博地球物理修了 平成 8年 東京大学海洋研究所教授 平成11年 海洋科学技術センター 深海研究部長
〃（ 〃 ）	今村 努	平成16年7月15日～ 平成18年3月31日	昭和46年 京都大・(院) 工学研究科修了 平成13年 文部科学省研究開発局長 平成14年 科学技術政策研究所長
監 事（常 勤）	宮崎 武晃	平成16年4月1日～ 平成18年3月31日	昭和47年 青山学院大・(院) 理工学研究科修了 昭和64年 海洋科学技術センター 海洋開発研究部研究主幹 平成12年 総務部長
〃（非常勤）	堀 由紀子	平成16年4月1日～ 平成18年3月31日	昭和38年 立教大・社会学部卒業 昭和49年 (株)江ノ島水族館代表取締役社長 平成13年 海洋科学技術センター評議員

5. 職員の状況

平成16年度当初の常勤職員数は、海洋科学技術センター平成15年度末定員268人に東京大学海洋研究所からの移籍63人を加えた計331人であり、平成16年度末の常勤職員数は、計331人である。

6. 設立の根拠となる法律名

独立行政法人海洋研究開発機構法
(平成15年法律第95号)

7. 主務大臣

文部科学大臣

8. 沿革

- ・1971年(昭和46年)10月
経済団体連合会の要望により、政府及び産業界からの出資金、寄付金等をもとに、認可法人「海洋科学技術センター」設立
- ・1990年(平成2年)6月
「しんかい6500」システム完成

- ・1995年(平成7年)3月
「かいこう」がマリアナ海溝の世界最深部の潜航に成功
- ・1995年(平成7年)10月
「むつ事務所」開設
- ・2000年(平成12年)9月
「ワシントン事務所」開設
- ・2000年(平成12年)9月
「むつ研究所」発足
- ・2001年(平成13年)4月
「シアトル事務所」開設
- ・2001年(平成13年)11月
「国際海洋環境情報センター」(沖縄県名護市)開設
- ・2002年(平成14年)4月
「地球シミュレータ」世界最高の演算性能を達成
- ・2002年(平成14年)8月
「横浜研究所」開設
- ・2004年(平成16年)4月
独立行政法人海洋研究開発機構発足
- ・2004年(平成16年)7月

海洋研究開発機構の組織を、4つの研究センターと3つのセンターとして再編

- ・2005年(平成17年)2月
インドネシア・スマトラ島沖地震調査を実施
- ・2005年(平成17年)2月
「うらしま」が世界新記録航続距離317 kmを達成

9. 拠点紹介

9.1 横須賀本部

9.1.1 横須賀本部の施設・設備の整備

①土地

昭和47年4月、国から神奈川県横須賀市の国有地40,159.57 m²の現物出資を受けた。また、昭和55年度から工事を進めていた埋立工事を昭和57年度までに18,391.84 m²を竣工させた。昭和58年度には、国から855.99 m²を購入、さらに昭和60年5月には、第2

期埋立工事として、4,518.93 m²を竣工させた。なお、この埋立工事と既存地盤との間に段差が生じていたため、既存地盤の嵩上げ工事を昭和61～62年度で実施し、昭和63～平成12年度で構内環境整備工事を実施した。平成13年度に1,118.99 m²、平成14年度に1,030.62 m²の隣接地を購入し、土地の合計面積は66,075.92 m²となった。

②建物

表1のとおり、昭和47年度から順次整備しており、平成12年度までに各種研究施設34棟、延べ床面積37,232.93 m²となった。

平成13年度に、共用利用棟(旧：情報・電源棟)を芙蓉総合リース(株)より買取り、取得。平成15年度には、機器整備棟及びガスバンク棟を解体撤去し、各種研究施設は、32棟、延べ床面積36,953.63 m²となった。

表1 横須賀本部の研究施設の整備状況

建屋区分	延べ床面積(m ²)	整備年度
潜水シミュレータ棟	1,586.64	昭和47年度、昭和50年度改修
海洋研修棟	584.88	昭和47年度、平成4年度改修
海洋工学実験場	3,000.00	昭和47～48年度、平成6年度改修
潜水訓練プール棟	1,595.85	昭和48年度、平成7年度改修
廃棄物処理棟	153.90	昭和48年度
海洋科学技術館	2,249.93	昭和49年度、平成12年度改修(耐震補強)
高圧実験水槽棟	622.33	昭和50年度
共用利用棟	796.50	昭和51年度、平成7年度改修
生態環境実験棟	202.05	昭和52年度
	749.00	昭和54年度増築
潜水調査船整備場	1,220.74	昭和58年度
海洋実験機材保管庫	112.18	昭和59年度
潜水調査船整備場変電棟	72.00	昭和62年度
潜水調査船整備場付属棟	800.00	平成3年度増築
深海総合研究棟	5,639.82	平成5年度
海洋研究棟	1,981.80	平成6年度
無人探査機整備場	493.51	平成7年度
海洋生態研究棟	1,124.32	平成7年度、平成13年度買取
フロンティア研究棟	1,980.00	平成8年度
守衛所	25.11	平成8年度
新プレハブ棟	99.37	平成8年度
化学廃液一時保管庫	19.59	平成9年度
特別高圧受電所	458.54	平成10年度
食堂(親海亭)	484.70	平成11年度
海洋技術研究棟	2,091.23	平成11年度

建屋区分	延べ床面積 (m ²)	整備年度
本館南側	3,366.25	平成11年度
本館国際交流施設	344.18	平成12年度増築
	19.61	平成15年度増築
本館北側	4,858.25	平成12年度増築
その他	221.35	
合計	36,953.63	

9.2 横浜研究所の活動概要

横浜研究所は地球環境変動の解明と予測、地球内部ダイナミクス研究を行う研究拠点として、世界最高速レベルの「地球シミュレータ」を駆使し、地球環境予測研究、地球内部ダイナミクス研究のシミュレーションの研究開発を進めている。また、先進科学分野等の研究にも利用されている。

更に地球環境情報に関するデータセンターの役割も担い、当機構における研究・観測活動で得られた様々なデータを集約、電子情報として管理し、最新の研究成果を広く一般に提供できるシステムを構築している。

平成16年度の見学者数 302件 6,338名

9.3 むつ研究所

9.3.1 むつ研究所の活動概要

① 研究所概要

独立行政法人海洋研究開発機構(当時：海洋科学技術センター)は、海洋地球研究船「みらい」の母港として、平成7年10月に青森県むつ市関根浜地区に「むつ事務所」を開設し、さらに平成12年10月には改組して「むつ研究所」が発足した。また平成16年4月に海洋科学技術センターが独立行政法人化し、「独立行政法人海洋

研究開発機構むつ研究所」が新たに発足した。

むつ研究所は関根浜港隣接地に、事務棟、観測機材整備場、試料分析棟、むつ研究交流棟等の施設を整備し、「みらい」の母港としての運航管理業務を行っている(図1参照)。また平成16年度は、トライトンブイ(海洋観測ブイ)やアルゴフロート(自動昇降型フロート)等の観測機器の保守・試験、海水化学分析の整備を行うとともに、地球温暖化等の気候変動の解明・予測に寄与するため、北太平洋を中心に海洋における物質循環(炭素循環)の解明、海洋環境変動の歴史やメカニズムの解明などを目的とした研究活動を展開して成果を上げている。

② 主な広報活動行事

海洋地球研究船「みらい」の円滑な運航にとって、母港である地元むつ市民の理解と協力が不可欠であり、むつ研究所では一般市民は元より次代を担う青少年を対象に普及・活動に努めている。

平成16年度には前年度に引き続き、8月7日に関根浜地区において海洋地球研究船「みらい」及びむつ研究所施設一般公開を実施し、607名の来場者があった(図2参照)。またインターンシップ(就業体験)



図1 むつ研究所全景



図2 施設一般公開の様子

表1 むつ研究所の借地使用状況

用地区分	主な建物	敷地面積(m ²)
資料棟用地	事務棟、駐車場他	3,335.33
港守衛所及び試料分析棟用地	試料分析棟、むつ研究交流棟、配管用地他	5,096.21
観測機材整備場用地	観測機材整備場、危険物倉庫、配管用地他	3,103.71
コンテナヤード用地	船用コンテナ置き場	1,575.00
計		13,110.25

の一環として8月17～30日および9月7～9日に工業高等専門学校および工業高等学校の学生を受け入れ、海洋試料の分析、データ解析、およびトライトンブイ整備実習を通して、有意義な教育活動を展開した。

9.3.2 むつ研究所の施設・設備の整備

①土地

むつ研究所の施設用地は、日本原子力研究所むつ事業所関根施設の一部を借用し、平成7年度より必要に応じて最小限の借り増しを行ってきた。

平成16年度末現在の借地面積は、13,110.25 m²である。内訳は表1のとおりである。

②建物

表2のとおり平成7年度から順次整備しており、各建屋5棟、延べ床面積7,079.17 m²となった。

③設備

表3のとおり各設備の整備を行い、運用されている。



図3 観測機材整備場および関根浜港に着岸中の「みらい」



図4 試料分析棟

表2 むつ研究所の研究施設等の整備状況

建屋区分	仕様	延床面積(m ²)	整備年度	備考
観測機材整備場	鉄骨造 3階建、一部吹き抜け	3,046.26	平成7～8年度	図3参照
事務棟	鉄筋コンクリート造 2階建	521.90	平成8年度	原研の建屋を借用し、改装した。
試料分析棟	鉄筋コンクリート造 2階建	1,942.59	平成8～9年度	図4参照
むつ研究交流棟	鉄骨造 3階建、塔屋1階	1,547.42	平成10年度	
危険物倉庫	コンクリートブロック造 平屋建	21.00	平成12年度	

表3 むつ研究所内の設備の整備状況

設備名	主な仕様	構造	整備年度	備考
高圧試験水槽	有効内径1000mm、有効高さ3000mm、使用圧力25MPa	耐圧鋼製	平成13年度	
強酸使用施設	耐強酸ドラフトチャンバー、スクラバ、純水製造装置、空調機器	20ft船用コンテナ	平成15年度	
アイソバン	非密封線源の取扱、貯蔵及びRI廃棄物の保管施設	20ft船用コンテナ	平成14年度	RI設備
廃棄バン	RI廃棄物の保管設備	20ft船用コンテナ	平成14年度	RI設備
機器分析室	密封線源使用及貯蔵設備	試料分析棟2階	平成14年度	RI設備

9.4 国際海洋環境情報センター

9.4.1 国際海洋環境情報センターの活動概要

名護市により整備された「名護市国際海洋環境情報センター」の管理委託を受け、平成13年度より、国際海洋環境情報センター(GODAC/ゴダック)の運営を行なっている。開所以降、JAMSTECが保有する深海調査の映像や研究成果物等の電子化及び海洋・地球環境等に関するデータの収集・加工・提供を横浜研究所と連携しながら実施している。

また、沖縄県北部地域を中心とした小中学校等の「総合的学習の時間」や「職場体験学習」といった課外授業やアジア・西太平洋地域の研究者等の研修、地元観光産業等に寄与するため、講義室、教育用映像システム等の各種施設・設備を開放し、団体見学者のみならず、一般見学者についても見学受入を積極的に行っている。更に、教育用コンテンツについても整備し、海洋科学技術の理解増進に役立つ、海洋・地球環境情報の発信拠点として管理・運営を行っている。



図1 国際海洋環境情報センター全景

10. 国際協力

気候変動をはじめとする地球規模の環境変動等の問題に対応すべく、海洋の観測及び研究は、全球的規模での展開が求められている。

こうした問題の解明に貢献し、また、海洋観測・研究をより効果的かつ効率的に推進していくため、国際機関や国際共同計画及び海外の諸研究機関との協力関係の構築及び推進を図っている。

10.1 国際機関

UNESCO (国連教育科学文化機関) のIOC (政府間海洋学委員会) に対しては、各種作業部会委員として専門家を派遣し、活動の支援を行うとともに、海洋法施行下での円滑な海洋観測・研究を遂行するために必要となる国際的な動向の把握を行っている。

また、当機構の主要観測調査海域の一つである南太平洋において影響力を有するSOPAC (南太平洋応用地球科学委員会)、世界の主要海洋研究機関のフォーラムであるPOGO (全球海洋の観測パートナーシップ) 等に参加している。その他の海洋関連国際機関に対しても、必要に応じて研究者等を派遣し、その研究活動などに貢献している。

10.2 国際共同計画

当機構は以下に示す各国際共同計画に参画、活動への貢献を行っている。

- ・ARGO (全海洋高度国際監視システム: The Array for Real Time Geostrophic Oceanography)
- ・CLIVAR (気候変動とその予測可能性に関する研究:

- The Climate Variability and Predictability Programme)
- ・GOOS (国際海洋観測システム: Global Ocean Observing System)
- ・ICDP (国際陸上科学掘削計画: International Continental Scientific Drilling Program)
- ・InterMARGINS (The International Margins Program)
- ・InterRIDGE (国際海嶺研究計画: An initiative for international cooperation in ridge-crest studies)
- ・IODP (統合国際深海掘削計画: Integrated Ocean Drilling Program)
- ・PICES (北太平洋海洋科学機構: North Pacific Marine Science Organization)

10.3 政府間協力協定に基づく協力

米国、英国、オーストラリア、カナダ、韓国、中国、ドイツ、フランス、ロシア、EUと日本の政府間協力協定に基づき研究協力を行っている。

平成16年度に開催された政府間協力専門部会は以下のとおりである。

- ・平成16年12月 日加科学技術協力協定 日加地球科学および環境パネル (Japan - Canada Joint Panel on Earth Science and the Environment)

10.4 海外関係機関との協力

米国、英国、インド、インドネシア、オーストラリア、カナダ、韓国、ドイツ及びフランスの各国関係機関と覚書や合意書を締結し、これらの下で機関間研究協力を実施している。

国名	研究機関	締結状況	共同研究項目
アメリカ	ウッズホール海洋研究所 (WHOI)	2002.6.4～2007.6.3	1) 海洋地質学と地球物理学 2) 極域研究 3) 生物地球化学と炭素循環 4) 海洋物理学とWOCE測線再観測 5) 固体地球の地球化学的進化 6) 潜水船工学と安全 7) 深海底観測ステーション 8) 運営情報
	スクリプス海洋研究所 (SIO)	1996.12.19～ (5年、自動更新)	1) 海洋大循環と気候に関する研究 2) 太平洋海底プレートの歪みに関する調査研究 3) 深海環境への微生物の適応機構に関する研究 4) 海洋底における熱・物質フラックスに関する研究

国名	研究機関	締結状況	共同研究項目
	ラモント・ドハティ地球観測研究所 (LDEO)	1997.12.7～	1) 一般的情報交換 2) 科学的情報交換及び人的交流 ●海洋物理・海洋化学 ●海洋個体地球科学(海洋性地震と海洋底掘削計画)
	米国海洋大気庁 太平洋海洋環境研究所 (NOAA/PMEL)	2002.12.15～2007.12.14	1) トライトンプイ/TAOアレイのメンテナンス協力 2) 海洋と気候研究 3) 海洋と大気モニタリング 4) データ・マネジメント 5) 一般的情報交換
	モントレー湾水族館研究所 (MBARI)	2001.6.5～2006.6.4	1) 北太平洋縁辺部に分布する化学合成生物群集の比較研究 2) 熱水噴出孔生物群集の遺伝学的研究 3) 東部・西部北太平洋の中・深層生物群集の構造と生態の比較研究 4) 無人探査機の操縦方法と運用方法 5) 深海生物の長期飼育 6) 動画情報データベースの開発 7) 深海観測ステーションの開発
	テキサスA&M大学 (TAMU)	2002.8.23～ (5年、自動更新)	1) プレートテクトニクス/地球物理学 2) 全球的海洋循環/気候変動 3) 掘削及びサンプリング技術
	ハワイ大学 (UH)	2004.4.1 (4.28)～ 2009.3.31	国際太平洋研究センター (IPRC) における委託研究
	アラスカ大学 (UA)	2004.4.1 (5.4)～ 2009.3.31	国際北極圏研究センター (IARC) における委託研究
	IODP国際計画管理法人 (IODP-MI)	2004.10.1～2009.3.31	IODP 国際計画管理法人 (IODP-MI) との統合国際深海掘削計画 (IODP) 活動の企画立案及び実施に関する正式な枠組みの確立
イギリス	サザンブトン海洋研究所 (SOC)	2002.3.25～2007.3.24	1) 地質学・地球物理学 2) 海洋物理学 3) 海洋化学 4) 水中技術 5) 大気・海洋シミュレーション 6) 情報交換
インド	国立海洋研究所 (NIO)	2000.5.31～2005.5.30 (特別な要求がなければ 更に5年間)	1) 気候研究に関連する海洋観測 2) 一般情報交換
インドネシア	インドネシア技術評価応用庁 (BPPT)	2000.11.20～2005.11.19	1) 海洋大気変動研究 2) 深海研究
オーストラリア	豪連邦科学産業研究機構 (CSIRO)	2003.8.6～2008.8.5 (5年)	1) 海洋対循環に関する熱・物質輸送とその変動研究 2) インド洋域での二酸化炭素収支に関する研究 3) 南大洋におけるクロロフルオロカーボン類の分布 4) 一般情報交換
カナダ	海洋漁業省 (DFO)	2000.3.20～ (自動更新)	1) 北極海の海洋上層200～300m層の海洋気候変動に関する観測及びモデル研究 2) 陸棚と海盆間での相互作用に関する物理・科学・生物的観測及びモデル研究 3) ベーリング・チュクチ・ボーフォート海での淡水と化学成分の収支に関する観測研究 4) 陸棚及び海盆での氷厚分布の変動に関する観測及びモデル研究

国名	研究機関	締結状況	共同研究項目
韓国	韓国海洋研究所 (KORDI)	2002.9.18～ (5年、自動更新)	1) 海溝弧縁辺海の地質学的・地球物理学的研究 2) 無人水中探査機に関する技術開発 3) 深海生物群集 4) 海洋深層水の利用 5) 深海微生物の多様性と個体種の分離法 6) 一般情報交換
ドイツ	ポツダム地球科学センター (GFZ)	2000.10.31～2005.10.30 (継続に向けて調整中)	ICDP (国際陸上科学掘削計画) の実施、管理及び運営
	アルフレッド・ヴェゲナー 極域・海洋研究所 (AWI)	1995.7.5～ (5年、自動更新)	1) 深海研究及び深海技術 (a) 深海底環境研究・手法の開発 (b) 深海技術の開発 2) 極地科学技術 (a) 海洋物理学測器及び観測 (b) 極地海洋学及び関連係留技術
フランス	国立海洋開発研究所 (IFREMER)	1998.7.17～ (5年、自動更新)	1) 一般情報交換 2) 科学的情報交換及び人的交流 (a) 水中技術 (b) 微生物

10.5 その他

平成16年4月に東京商工会議所にて当機構設立30周年記念式典を開催した際、在京大使館関係者を招待し、当機構の目的や事業を紹介した。

また、平成16年10月19日から25日にかけて支援母船「よこすか」及び有人潜水調査船「しんかい6500」が「ニュージーランド沖のケルマディック海盆における海洋の科学的調査計画」の実施準備のため、ニュージーランド・オークランド港に寄港した。この寄港中に現地にて「よこすか」及び「しんかい6500」をホジソンニュージーランド研究科学技術大臣にご視察頂くと共に一般公開を行い、当機構の活動を紹介しますと共に海洋の科学的調査の重要性について理解増進に努めた。

平成17年1月に日英気候変動モデル開発協力プロジェクト始動記念講演会が英国大使館の主催により開催され、同講演会に際しストロー英国外相と当機構の加藤理事長、木下理事、今村理事との懇談が行われた。

10.6 外国出張、調査団、在外研究員の派遣、外国人研究者の招聘

詳細を別冊資料編10「外国出張等」に示す。

10.7 日本学術振興会外国人特別研究員制度等に基づく海外研究者の受入れ

詳細を別冊資料編10「外国出張等」に示す。

第2章 平成16年度実績報告

I. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するために取るべき措置

1. 海洋科学技術に関する基盤的研究開発

1.1 重点研究の推進

1.1.1 地球環境観測研究

地球環境観測研究センター

(1) 気候変動観測研究

1) 熱帯海洋気候グループ

a. 東部インド洋赤道上的 ADCP 係留データを用いた表層海流の季節内変動

赤道上東経90度に設置している中層ADCP係留系からは、昨年度までに得られたものと合わせて2000年11月から2004年7月までの約4年間にわたる流速の鉛直プロファイルデータを得ている。昨年度取得分までの約3年間にわたる東西流速および南北流速データの解析結果から(図1)、表層流速場は数十日周期の季節内振動が卓越していることが確認された。これまで、インド洋赤道域の流速変動はモンスーンに伴う年周期変動とWyrtkiジェットの半年周期変動が卓越すると考えられていたが、この結果は、少なくとも東部インド洋では季節内変動が非常に重要な要素であることを示している。東西流速成分については、月平均などの平滑化を行わないと、いわゆるWyrtkiジェットに伴う半年周期変動が現れないことは興味深い。また、季節内変動成分の卓越周期が季節的、経年的に変化していることが分かる。このような結果は、ADCP

係留系により時間的に密な流速観測データを長期にわたって得たことにより始めて示すことが出来るようになったものである。

2) Argoグループ

a. Argoフロートの展開

関係機関の協力を得て、予定通り118台のArgoフロートを北・南太平洋、インド洋、南大洋に投入した。特に、三崎水産高校が投入に参加し、高校生によりArgoフロートの投入が行われるようになったことは教育効果上も大きな影響があると考えている(図2)。全世界で稼動しているArgoフロートは2005年4月27日現在1808台であり、この内日本は288台で米国に次いで世界2位の貢献をしている。

航走する船舶、あるいは波が高い時でもフロートを安全に投入するための投入装置の開発を進めてきたが、2004年度は全投入数118台中70台についてこの装置を使用し、全て着水時の衝撃等のトラブルも無く



図2 三崎水産高校によるフロート投入

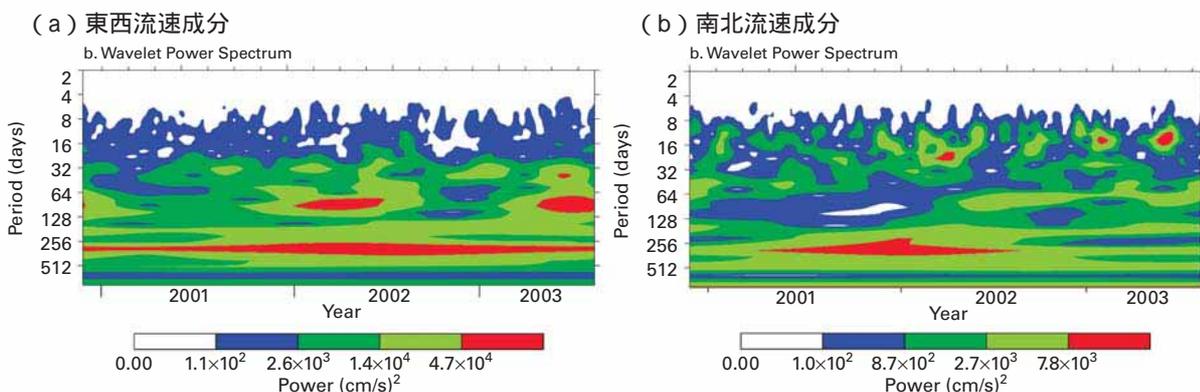


図1 40 m深における(a)東西流速成分と(b)南北流速成分のWaveletスペクトル分布



図3 フロート投入装置。15ノットで航走する実験でも良い結果を得た。

良好なデータを得ている(図3)。

今までに回収したフロートのセンサーを校正した結果に基づき、塩分センサーの長期的トレンドを評価した。その結果、稼動期間に対して線形なトレンドがあり、その大きさは-0.004 psu/yearとなった。これにより国際Argoの目標とする5年間の稼動期間で0.01 psuの塩分精度を維持することは容易ではないことが分かった。

b. Argoデータの品質管理・太平洋リージョナルセンター

Argoデータの品質管理手法の高度化を進めてきた。その技術レベルの高さが国際的に評価されたことにより、Argoデータ太平洋リージョナルセンターを立ち上げることができた。今後北太平洋および南太平洋の30°以北に投入される各国のフロートデータの品質管理を行うことになる。またインド洋におけるArgoフロートデータの品質管理に不可欠となるインド洋高品質データセットを作成し(図4)、インド洋のフロートデータの品質管理に責任を持っているCSIRO(豪)およびINCOIS(インド)へ公開した。このデータセットの一般への公開は、論文受理後を予定している。

c. Argoデータ解析の例

Argo計画の進展に伴い、得られたデータの解析を強化している。特に北太平洋の亜寒帯域では、従来海況の厳しさのため冬季の観測データが極端に乏しかったが、Argoの出現により悪天候下でもデータが取得できるようになり、観測データが急速に増加している。Argoデータを用いて、北太平洋亜寒帯域に特徴的な

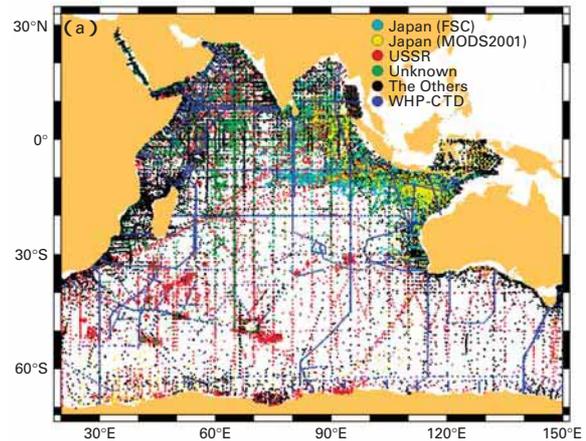


図4 インド洋高品質データセット作成に使用した観測点の分布

亜表層から中層にかけての水温逆転構造を解析した。この水温逆転は主に冬季における海面冷却(混合層過程)によって形成されるため北太平洋の気候変動と関係があることが示唆されてきたが、冬季の観測データの不足により、水温逆転の形成と変動に関しては十分な検討がなされていなかった。そこでオホーツク海を除く北太平洋のほぼ全域を全年カバーするArgoデータ(2000~2004年)を用いて、水温逆転構造の経年変動を調べた。その結果、亜寒帯域中西部の水温逆転は冬季混合層過程によりその場で形成され、亜表層水温極小水は毎年更新されていること、また、水温逆転の経年変動は比較的小さく、冬に大きく夏に小さいという季節変動が卓越することが分かった。一方、亜寒帯域東部の水温逆転には、顕著な経年変動が見られ(図5)、2002~2003年冬季には、Tの極大が現れなかった。これは、2002~2003年冬季の冷却が小さく、水温極小が混合層過程で更新されなかったことに対応していると考えられる。

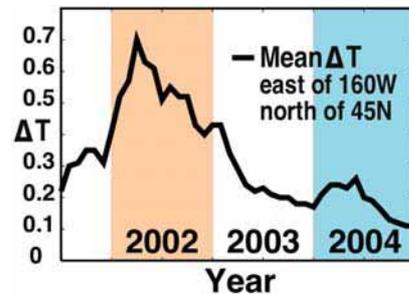


図5 水温逆転構造の経年変動
T = 極大水温 極小水温

(2)水循環観測研究

本研究は、日本の気候に直接的影響を与えるだけでなく、地球温暖化などで異常降水などの被害をもたらすアジアモンスーンや雪氷・植生変動を通じて極域気候にまで影響を及ぼすユーラシア大陸東部と西太平洋の水循環を対象としている。これらの地域で地球規模・大陸規模での現象に強い影響を与える特有の水循環現象およびそれが気候形成・変化に果たす役割を解明することを研究目的とする。なお、これらを究明する際、観測研究を主体としながらも、衛星データ解析、モデル構築およびシミュレーション・感度実験等の手法を併せて用いながら研究を進めていく。

実施する上で、寒冷圏水循環、雲・降水過程、広域水循環の3グループに分けている。本研究の観測地点等を図6に示す。

2004年度には前年度に引き続き、北ユーラシアから、中国・チベット、それから東南アジアにかけての、陸面気象水文観測、レーダ、ウインドプロファイラー等の大気観測を実施し、順調にデータを取得した。2004年度には、新たにシベリア中部から東部にかけて同位体用水サンプリング点を設定するとともに、フィリ



図6 本研究の観測地点および使用主要機材・測器

ピンの降水システムの予備調査、ミャンマー等東南アジア域でのGPS観測点拡張の予察を行った。また、2004年12月には、他研究プロジェクト・他機関と共同で「モンゴル地域における陸面変動と気候変動」に関する国際ワークショップを実施し、報告書を出版した。

以下が2004年度に観測研究を通じて得られた新たな成果である。

1)広域水循環グループ

a. インドネシア地域の水循環研究

この研究では、スマトラ島東岸にあるジャンビ観測点において1ヶ月間のGPSレーウィンゾンデ集中観測を行い、日周期対流活動の状態やその季節内変動、降水分布の局地性とその変動特性、下層風の季節・季節内変動との関連について解明した。さらに非断熱加熱(潜熱)プロファイル推定に重要な降水雲中の鉛直流の特徴を明らかにした(図7)。また、みらい乗船観測により、レーウィンゾンデやドップラーレーダーによる降水システムの連続観測データを取得した。



図8 インドネシア・コタバタンにおける自動気象観測装置(左奥)GPSアンテナ(正面)、レーウィンゾンデ受信アンテナ(右奥)

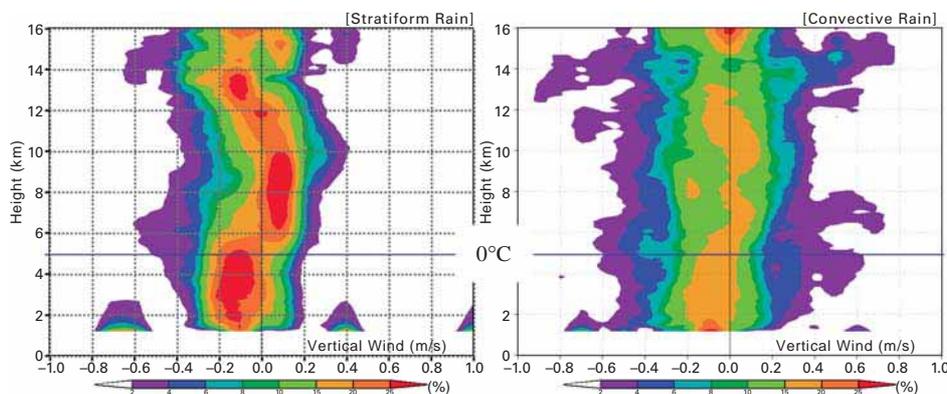


図7 降水雲中における鉛直流プロファイル平均像(CFAD: Contoured Frequency by Altitude Display)。左:層状性降水分布、右:対流性降水分布

b. スマトラ島やチベット高原域でのGPS観測

この研究は、GPS電波受信装置及び自動気象観測装置(図8)から得られる水蒸気観測データを解析し、日変化に関する知見を得た。スマトラ島西部では、晴天日に卓越する山岳規模の水蒸気輸送に伴い、夕方に可降水量が増加する。また、チベット高原域では、東部のGPS観測結果と再解析データから、夏季モンスーン規模の水蒸気輸送とそれに伴う降水が日周期性を示す可能性が示唆された。

c. 水の安定同位体を用いた広域水循環研究

この研究について、2003年度に導入した質量分析計が稼働を始め、独自の分析体制が整った。シベリアでの水サンプリング点(図6)を設定して夏季から試料を取得できた。また、チベット高原での同位体分析結果から低気圧擾乱によってもたらされる降水は、高原外から移流してきた水蒸気が降水を形成しており、高原が高気圧場で覆われる時には、地表面から蒸発した水がこの時期の降水に大きく寄与していることが明らかになった。また、インドシナ半島にもたらされる水蒸気の起源解析を行い、5月はじめと9月末に、インド洋起源と太平洋起源の可降水量が逆転する様子が明確に現れており、水の起源という質的な情報はモンスーンを理解するための新しい解析手法として期待できることがわかった。

2) 寒冷圏水循環グループ

a. ツンドラにおける水循環研究

ツンドラ(ロシア・ティクシ)について1998年以來の長期的なデータをもとに蒸発量の年々変動を解析したところ、夏季降水量が多い年には蒸発量が少なく、夏季

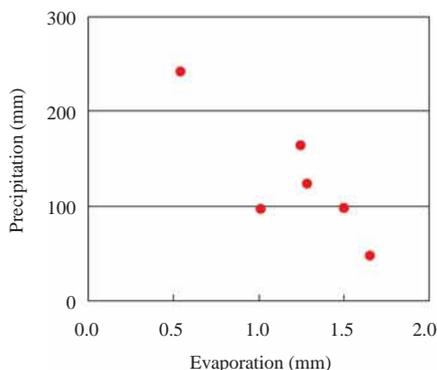


図9 1998～2003年における各年の無雪期の降水量と蒸発量の関係

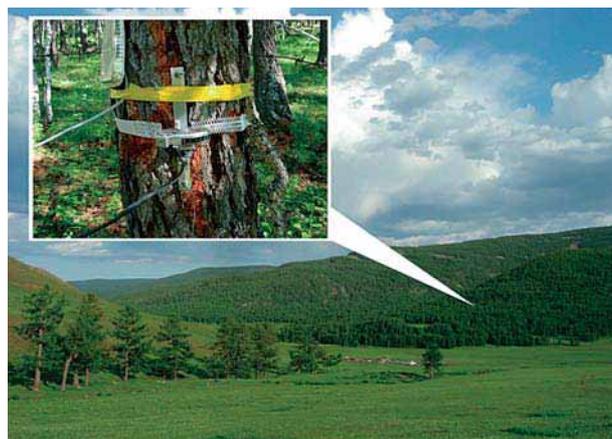


図10 モンゴルの森林帯とGarnier法による樹液流観測
降水量が少ないと蒸発量が多いことが示された(図9)。この関係は、より低緯度のヤクーツクやモンゴル北部と逆の傾向を示しており、ツンドラの水循環の年々変動の特徴を示していることがわかった。

b. シベリア・タイガ帯の水熱交換過程研究

タイガ帯(ロシア・ヤクーツク)にて今年から新たに蒸発散に対する植生(樹木)影響を評価するため、この研究では樹液流(アカマツ)の連続測定を実施し、その結果、従来知られている変動に比べて、乾燥度に対する樹液流の減少がより明瞭であることがわかった。陸面過程モデル計算によると、蒸発散量の変動はヤクーツク降水量の年々変動に比べ小さい。開葉が早い年は暖候期蒸発散量が多くなる傾向が見られた。モデルにより気候の異なるサイトの水・熱フラックスの季節変化を大まかに再現することができた。モデルパラメータに対する感度を調べたところ、個葉の最大コンダクタンス、乾燥に対するコンダクタンスの低下を表すパラメータが重要であることが示唆された。

c. モンゴル北部の水循環研究

この研究により、乾燥度の高い地域の地表層過程について積雪の多寡による活動層温度への影響は顕著ではなく、むしろ融雪水の多寡が層内温度上昇に大きな役割を果たすことがわかった(図11)。また、植物からの蒸散量は表層の土壌水分量への依存性が低いことから、少降水年および多降水年で蒸散量に大きな違いはなく、その結果として蒸発散量に占める蒸散量の割合は少降水年ほど高くなることが解明された。さらにモンゴルでの樹液流観測を開始した(図10)。

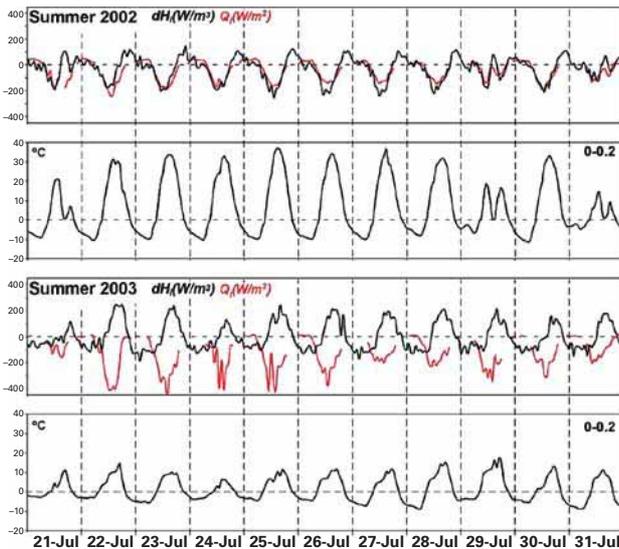


図11 夏季が湿潤年である場合(2003年)と乾燥年(2002年)の場合の0-20 cm 深地表層内での熱伝導量(Q)と相変化による潜熱放出・吸収量(dH)の比較。dHが両年で逆位相であることがわかる。

3) 雲・降水過程グループ

a. 中国長江下流域における観測研究

長江流域の特別共同観測領域(図6)で2004年度の梅雨期に観測された主な降水イベントは、6月14~15日、18~19日、23~25日、7月5~7日の4回あった。梅雨前線に伴う降水システムの構造や変動に関する重要なデータを取得した。

b. フィリピンにおける観測

現地協力機関(フィリピン大気・地球物理・宇宙局(PAGASA))とIA(研究実施取り決め)を締結し、フィリピンにおいてモンスーン降水システムに関する観測活動を開始した(図12)。

c. 雲・降水システムについての解析

気象衛星や天気図などの観測データを用いて、クラ



図12 フィリピン・ダウトに設置した自動気象ステーション(AWS)

ウドクラスターの出現特性に関する解析を行い、クラウドクラスターの出現頻度についての知見を得た(図13)。また、梅雨前線に伴う降水システムの構造と変化過程に関する研究では、強い下降気流の代わりに、システムの後方中層から下層までの北東風の流入の強化により、前方の条件付不安定な気流が持ち上げられ上昇したことが、降水システムの形成・発達に重要な役割を果たしていることが明らかとなった。

(3) 地球温暖化観測研究

1) 北極海気候システムグループ

a. 北極海海洋循環サブグループ

太平洋側北極海の表層混合層及び海水変動の鍵を握る水塊は太平洋夏季水である。1998年以降、北極振動指数が正偏差ではない期間に太平洋側北極海の海水は大きく後退しており、海洋-海水相互作用の重要性が推察できる。気候値場で見ても、ノースウインド海嶺を中心とした海域で最も海水厚が小さく、夏季太平洋水の水温が高い分布となっていることが分かっている。そこで、両者の時間変動の関連を調べたところ、

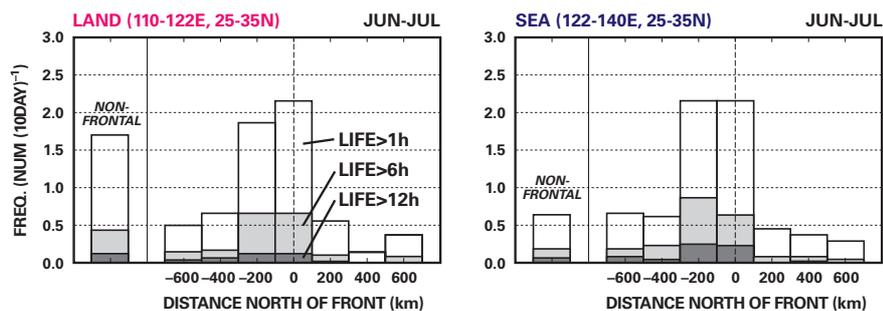


図13 陸上(左側)と海上(右側)におけるクラウドクラスターの発生頻度を梅雨前線から発生位置までの南北距離で分けたヒストグラム

JWACS 2002 - 2004 stations in the Western Arctic

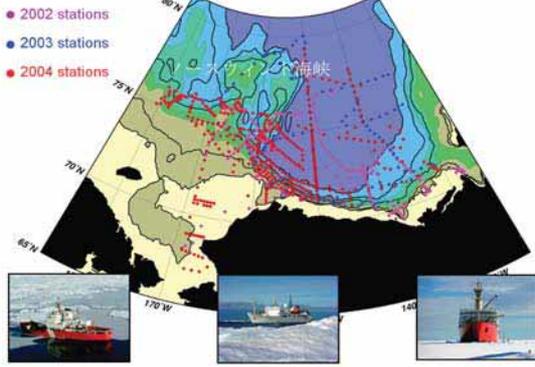


図14 2002年から2004年にかけて太平洋側北極海で行った海洋観測点

ノースウインド海嶺上の夏季太平洋水水温と海水氷密接度の間には高い相関が見られることが分かった。一方、太平洋冬季水は、大西洋水層からの熱塩フラックスを遮断する役割がある。その経年変動に注目すると、2000年以降、北極海盆地での太平洋冬季水の水温が著しく低下していることが分かった。しかし、北極海への流入口であるベーリング海峡では、北極海盆地で見られるほどの変動は観測されていない。従って、変動の要因はベーリング海峡北部の陸棚域であるチャクチ海における水塊変質の変動によると推察される。鍵になる海域は、冬季の東風により沿岸ポリニアが発達する東部チャクチ海沿岸域である。そこで、ポリニア域下流に係留系を設置し、チャクチ海東部海域の冬季海水氷密接度との関連を調べたところ、両者には高い相関があることが分かった。近年の北極振動指数の低下は、ポーフォート高気圧の強化、そして、冬季の季節風強化に関連していることが分かった。

b. 海洋-海水-大気相互作用サブグループ

日米共同観測計画NPEO(North Pole Environmental Observatory: 北極点環境観測)の一環として、2000年より継続的に北極点付近から大西洋にかけて漂流ブイによる海洋・気象自動観測を行っている。2004年度は4月25日にJ-CAD 8を北緯86.4度、東経165.5度のマカロフ海盆多年氷上に設置し、ロモノソフ海嶺を横切ってアムンセン海盆にいたる海域で自動観測を行い、非常に貴重な海洋・気象観測データを得た(図15)。

図16はJ-CAD 8から得られたロモノソフ海嶺を横切る水温・密度の断面図である。興味深いことは、マカロフ海盆側の水温がアムンセン海盆側よりも高くな

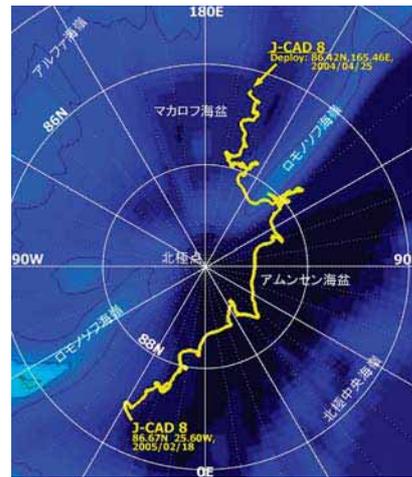


図15 J-CAD 8の漂流軌跡

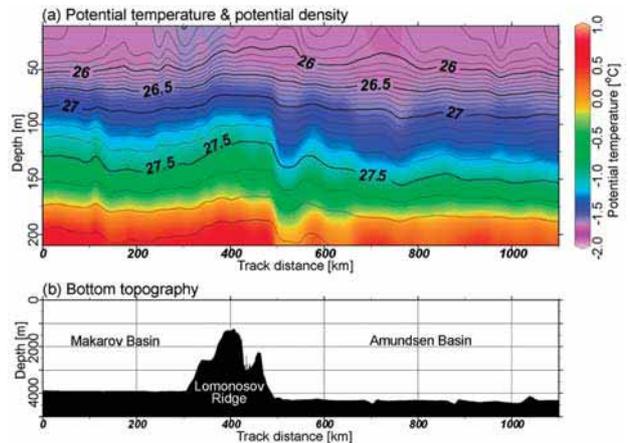


図16 (a) J-CAD 8から得られた水温・密度 (b) J-CAD 8漂流軌跡下の海底地形

っていることである。気候値からは水深200 m付近を含む大西洋水の深さではアムンセン海盆の方がマカロフ海盆よりも水温が高いことが示されているが、今回の結果は気候値とは逆の傾向を示している。1990年代に大西洋水の水温が高くなっていたことが最近の研究から報告されている。この大西洋水の水温上昇が到達するまでに必要な時間が異なることが、今回見つけられた海盆間の温度逆転の原因であることがこれまでの観測結果と合わせえた解析から分かった。これは北極海内部の中層循環を考える上でも、非常に貴重な情報を与えたものだと考えられる。

2)古海洋環境復元グループ

オホーツク海的环境変動は、地球規模の気候変動の影響を受ける一方で日本を含む東アジアの地域的な気候変動に影響を及ぼすといった両側面を持ち合わせる。本研究では、北半球の気候変動におけるオ

ホーツク海の役割を把握するため、オホーツク海南西部における過去12万年にわたる表層水温と塩分の変化を復元した。

海底堆積物は、オホーツク海南西部においてSCOR傘下の国際研究プログラムIMAGESの一環として採取された(図17 MD01-2412、44°32'N、145°E;水深、1225 m)。水温、塩分の指標として生物起源指標化合物であるアルケノンを用いた。

図18に過去12万年間のアルケノンから見積もられた表層10-20m深度の水温および塩分の変遷とグリーンランド氷床(GISP2)に記録された気温変動、中国の鍾乳石に記録された降水量変動を示す。GISP2でみられる顕著な温暖期(番号がついているピーク)にほぼ同期して高いアルケノン水温を示し、およそ数十年周期で頻繁に変動を繰り返していた。この結果は、太平洋高緯度域で20-40年の高時間分解能の表層水温結果を得ることができた初めての研究として位置づけられる。アルケノン水温記録から、特に18-55kyrBPの氷期は、常に寒かったわけではなく、現在に匹敵するような温暖期が存在していたことが分かった。一方、アルケノンから推測された塩分は、18-55kyrBPの温暖期に低い値を示した。低塩の原因は、宗谷暖流の停止、活発化した夏のアジアモンスーンによる降水量増大、海水の融氷効果の3つが同期したためと推察される。

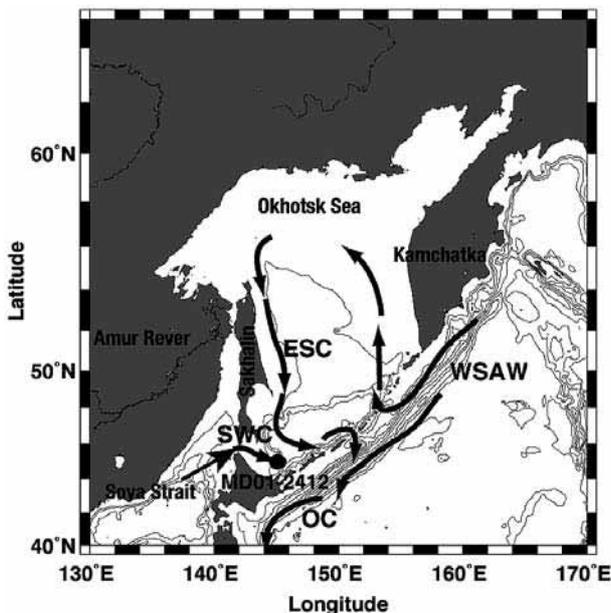


図17 オホーツク海南西部の堆積物採取点(黒丸)。矢印は海流を示す。WSAW (Western Subarctic Water), ESC (East Sakhalin Current), SWC (Soya Warm Current), OC (Oyashio Current)

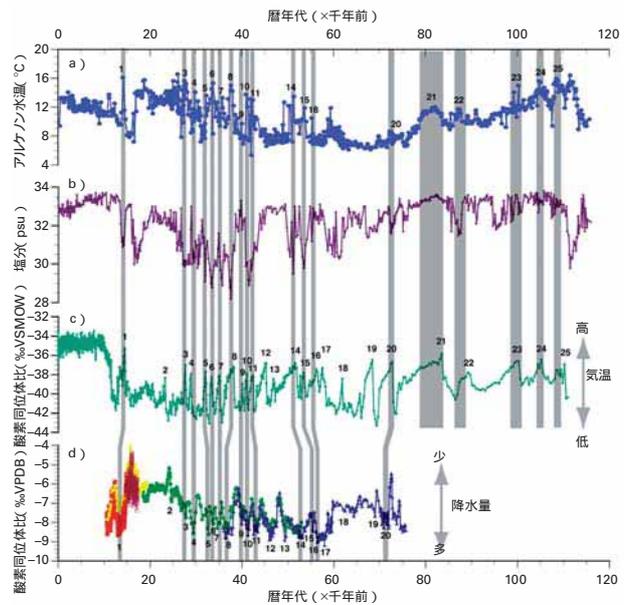


図18 a)オホーツク海南西部の過去12万年にわたるアルケノン水温(10-20m深)、b)C37:4アルケノン相対含有量変動、c)C37:4から推測されるアルケノン塩分変動、d)グリーンランド氷床コアGISP2の酸素同位体比変動、e)Shackleton et al., 2004によって年代再評価されたGISP2の酸素同位体比、f)中国Hulu Caveの鍾乳石の酸素同位体比変動。

さらに、現在では考えられないほどの低塩(30 psu以下)を示す時があった。氷期と現在とで条件が違うのは宗谷暖流の停止であり、3つの原因の中でこの効果が特にオホーツク海南西部表層の低塩化に寄与していたのではないかと考えられる。

(4)海洋大循環観測研究

1)大循環力学グループ

a.大陸間横断観測

2003年8月から2004年1月にかけて実施したWHP-P6,A10,I3/14ラインの再観測(BEAGLE2003南半球周航航海)のデータの処理と品質管理を実施し、データ集としてとりまとめた。

平行して、水温、塩分、溶存酸素を1990年代前半のWOCE観測時のものと比較解析した結果、以下のことがわかった。南極底層水(AABW)あるいは周極深層水(CDW)が三大洋に流入する主要ルートであるブラジル海盆、西オーストラリア海盆、南西太平洋海盆では、底層あるいは深層で昇温していた(図19)。全体では、季節変化が小さい1000dbar以深の平均で+0.017°C、2000dbar以深の平均でも+0.005°Cの昇温となる。太平洋では昇温と平行して低塩分化する

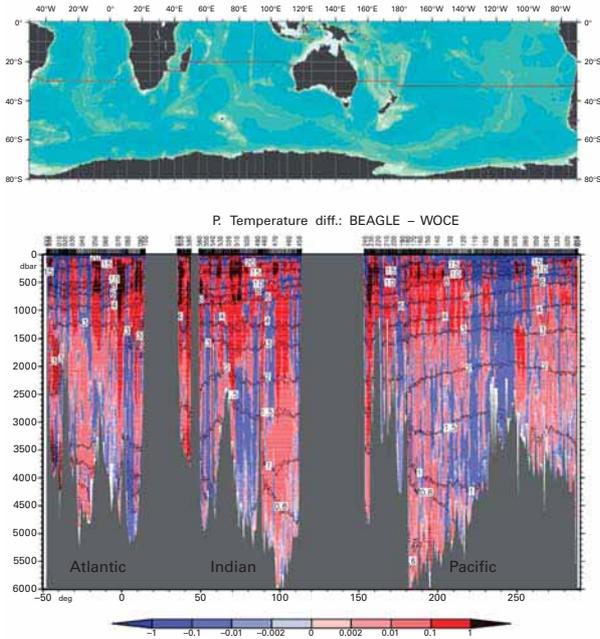


図19 BEAGLE2003の観測ライン(上)と、BEAGLE2003とWOCEでの水温差(下)。BEAGLE2003の方がWOCEより水温が高い部分は暖色系で表す。

という水塊変質が生じていた。

地衡流計算の「無流面の仮定」を排除して絶対流速を客観的に見積もるため、断面を中立面(neutral surface)で多層に分け、各海盆での質量保存条件等を課してインバージョンによる解析を実施した。その結果、三大洋全体で大規模子午面循環オーバーターンが10%、中層オーバーターンが20%減少しているものと見積もられた(図20)。

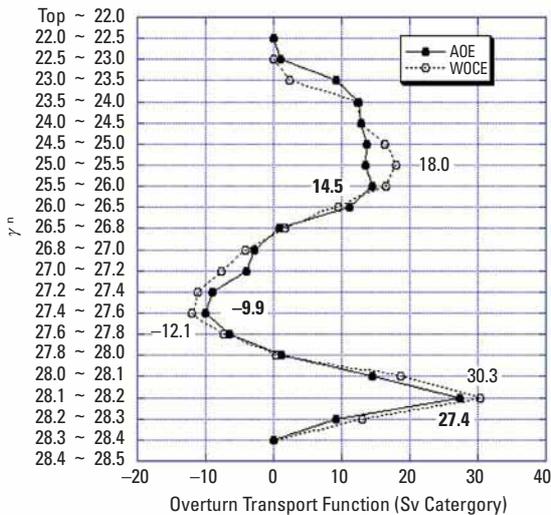


図20 インバージョンによるライン全体のオーバーターン流線関数。縦軸は中立密度(neutral density)、横軸は流量。数字は下から深層、中層、表層のオーバーターン流量。

b. ウェーク島深海通路観測

2003年5月に深海通路(図21)に設置した5系の係留系を2004年10月に回収・再設置した。南太平洋から北上するCDW(ポテンシャル水温 1.2°C 以下と定義)を対象として、深さ約3500 mから海底(約5500 m)までの間に500 m間隔で5台のCTDを、また1000 m間隔で3台の流速計を各系に配置した。4500 m層の流速計の測定値に準拠して測線を通るCDWの時系列を求めた(図22)。絶対流量(傾圧流量)の2003年7月から2004年6月までの1年間の平均値は 3.6 Sv (-0.7 Sv)、標準偏差は 5.2 Sv (1.9 Sv)であった。

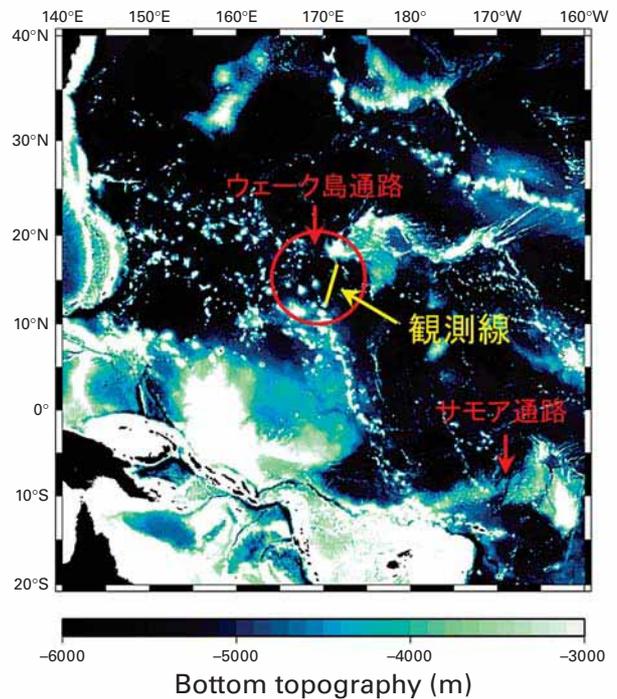


図21 ウェーク島深海通路観測線の位置。海底地形3000 m以深を合わせて示す。

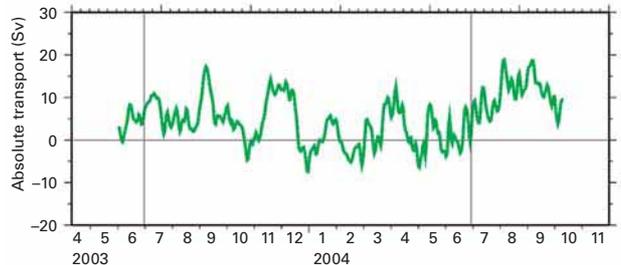


図22 測線を通るCDWの流量の時間変化

2) 化学トレーサグループ

a. 溶存化学成分の高精度データの編集

BEAGLE2003で得られたデータの品質管理を行い、データ集に編集した。

b. 南大西洋と南インド洋でのCFCs濃度の時間変化
 南大西洋と南インド洋、ケルゲレン海台沖のCFCs測定結果から、下記の知見を得た。

b-1. 全ての海域で、表層水中のCFCs濃度はおよそ10年前に行われたWOCE観測時の値と同等であった。これは、大気中のCFCs濃度が1990年以降製造・使用規制等で大きく変化していない(図23)ことと対応している。

b-2. ケルゲレン海台斜面下の縁の深層水で周囲より高濃度のCFC-11が観測された(図24a)。これは、南極海表層で沈み込んだ底層水が強く影響していることを示している。9年前に近傍のWOCE-I08測線で行われた観測結果(図24b)と比較すると、底層水中CFC-11は、およそ2倍程度に増加していた。9年間の濃度増加を大気中のCFC-11の蓄積速度と比較することで水塊年齢を求める新しいモデルを考案した。これを用いると、この底層水の

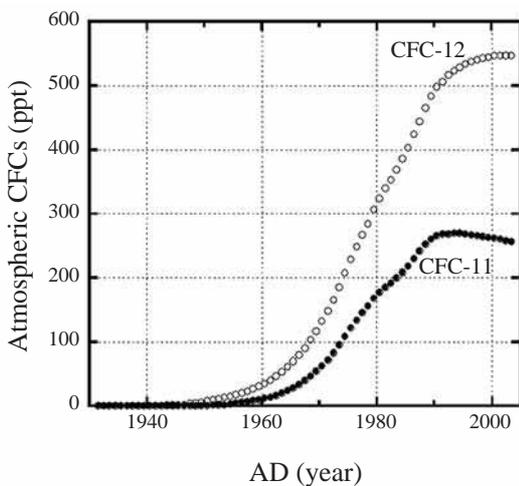


図23 大気中のCFCs混合比の経年変化

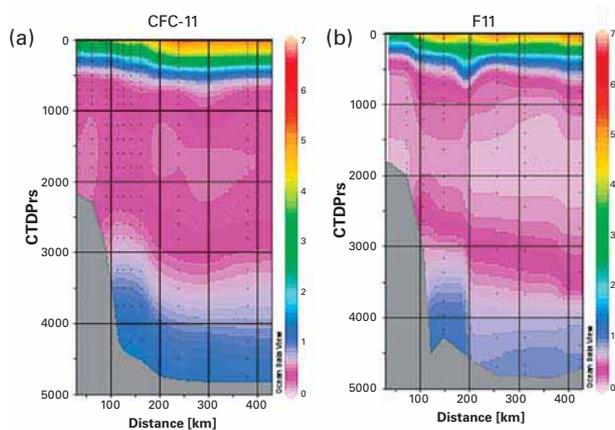


図24 ケルゲレン海台沖の溶存CFC-11の分布
 (a) 2004年 (b) 1995年

年齢は10年~20年と見積もられる。このモデルは一定条件で水が混合してもその効果を相殺できるため、現実的な水塊年齢を算出していると考えられている。

b-3. ウェッデル海で形成された南極底層水が流入すると考えられている幾つかの海盆で、底層水中のCFCs濃度に有意な増加が認められた(図25)。南極底層水の特徴付ける $\sigma_t = 45.87$ 以上の密度水は、CFC-11の分布と良く一致している。即ち、底層で見つかったCFCsは、南極海で形成された底層水によってこの海域に運ばれていることを示唆している。Cape海盆では、10年前のWOCE観測時には検出されていないことから、大気中にCFCsが顕著に現れ始めた1950年代以降に形成された底層水が、最近この海域に到達したことを示唆している。インド洋では、中央インド洋海嶺とマダガスカル間の底層にCFC-11が検出された。このことは、南極底層水がインド洋西側からも、インド洋北部へ運ばれていることを示唆している。

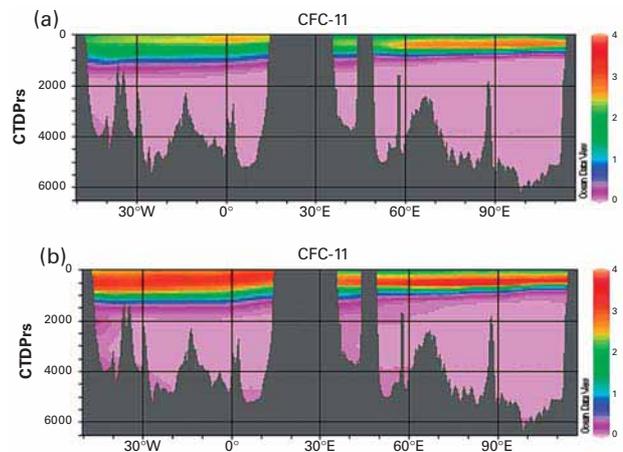


図25 大西洋(南緯30度付近)とインド洋(南緯20度付近)の溶存CFC-11の断面分布
 (a) WOCE (b) BEAGLE2003

c. 10年スケールでの人為起源CO₂増加の検出

海洋中の人為起源CO₂の増加を見積もるために、BEAGLE2003で得られた全炭酸データを、有機物の分解による増加分を溶存酸素から求めたみかけの酸素消費量(Apparent Oxygen Utilization; AOU)により補正し、さらに塩分35で規格化した($n_{C_T}^{CAL}(B)$)。同様の計算を1990年代に行なわれたWOCEのデータを用いて行った($n_{C_T}^{CAL}(W)$)。両者の差($= n_{C_T}^{CAL}(B)$)

- $nC_T^{CAL}(W)$ の大部分は、大気中で CO_2 が増加した結果もたらされたものと推定される。

太平洋では、南太平洋高緯度海域を起源とする亜南極モード水(26.6 - 26.9 σ_θ ; 350 - 700 dbar)の nC_T^{CAL} は、 $10.3 \pm 3.1 \mu\text{mol kg}^{-1}$ 増加していた。また、東部でより大きな増加(10 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ 以上)となっていた。この東部での増加は、大気海洋間での CO_2 平衡を仮定した場合の計算値より過大であり、亜南極モード水の起源海域での何らかの海洋変動を反映している可能性がある。亜南極モード水より高緯度側の海域を起源とする南極中層水(27.0-27.5 σ_θ ; 700-1450 dbar)では、 $4.1 \pm 2.0 \mu\text{mol kg}^{-1}$ の増加がみられた。亜南極モード水内での CO_2 の増加傾向は、各大洋間で、また同じ大洋内でも経度による違いがみられたが、平均的には10 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ 程度の増加となっていた。一方、南極中層水内での増加傾向は、各大洋内での違いも、大洋間での違いも大きくなかった。

これらのことは、南極海周辺で吸収された人為起源 CO_2 が、亜南極モード水と南極中層水を通して全海洋に輸送されていることを示している。

更に、高精度データが得られたことから、深層水での nC_T^{CAL} の増加を検出することができた。南太平洋の周極深層水(CDW)に相当する180度から西経160度の3500 dbar以深の水塊で、3 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ 程度の CO_2 増加が検出された。このことは、人間活動の影響が南極海を起源とする深層循環を通して、南太平洋亜熱帯海域の深層にも現われ始めていることを示している。

d. 太平洋全域での炭素同位体の時間変化

1990年代に得られたWOCEデータにBEAGLE2003のデータを加えて解析した結果、南太平洋中緯度(南緯約30度)における ^{13}C 濃度の時間変化は、北太平洋中高緯度海域に比べて著しく小さいことが確認された。北太平洋では南太平洋に比べて自然由来の変動が大きいことが示唆された。また、北太平洋中高緯度海域全域にわたり、海洋中層(水深数百m)の溶存物質、すなわち酸素、栄養塩、炭酸、 ^{13}C などに約20年周期の変動が存在することが推察された。

3) 黒潮輸送・海面フラックスグループ

黒潮は、北太平洋亜熱帯循環の西岸境界流として、

世界有数の海面熱放出域である黒潮続流域への熱輸送を通して、気候変動に非常に大きな影響を与えていると考えられている。しかしながら、四国海盆の黒潮による正味の熱輸送量と黒潮続流域における海面熱放出量との間の関係の詳細は十分に把握されてはいない。このため、2004年7月~10月に北緯30度以北の足摺岬沖黒潮協同観測線(ASUKA線)および北緯30度上の東経134度36分(ASUKA線上)から東経143度00分(伊豆海嶺東方)までの黒潮再循環域観測線(S線)の2測線上に合計11台のPIESと9台の流速計を設置し、四国海盆の黒潮による黒潮続流域への正味の熱輸送量変動の連続観測を開始した。また、この係留観測結果の校正、検証、補完のために、ASUKA線、S線、および野島崎からS線東端まで(海面高度計搭載人工衛星の伊豆海嶺東方を通過する軌道直下)の野島崎沖黒潮横断観測線(E線)でCTD/LADCP観測またはXCTD観測を実施した。

ASUKA線、S線、E線上で10月11日~29日に得たCTD/XCTD観測資料と航走ADCP観測資料より、700m層での航走ADCP測得流速に準拠した地衡流断面分布を求めた。3本の測線で囲まれた閉領域の1000 m以浅の表層における流量収支は、7.9 Svの流入超過となった。全断面に一樣に平均流速0.7 mm/sの強制流出を与えて流量を保存させた後、流量、塩分輸送量、水温輸送量を各観測線別に求めた。ASUKA線での流量と熱輸送量は従来の観測結果と同程度であった。また、ASUKA線とS線を合わせた日本南岸黒潮の通過流量、正味の熱輸送量、正味の流量平均水温は、各々、40.9Sv, 2.34pW, 14.33°Cとなった。今後、2005年9月に回収予定の係留観測結果他と合わせてより高い精度で評価を行う予定である。

前年度より継続して日本・ハワイ間で実施した篤志船観測により、黒潮・黒潮続流域の流れと亜熱帯循環系内の渦状の流速分布を捉えることができた。復路のホノルル・三崎間の航路上の表層流速観測で得た資料から作成した表層200 m層鉛直平均流速ベクトルの分布図を図26に示す。図で顕著な亜熱帯循環系内の渦状の流速分布は、同時に行ったXBT観測で得た資料から作成した水温断面分布構造とよく対応していることを確認した。

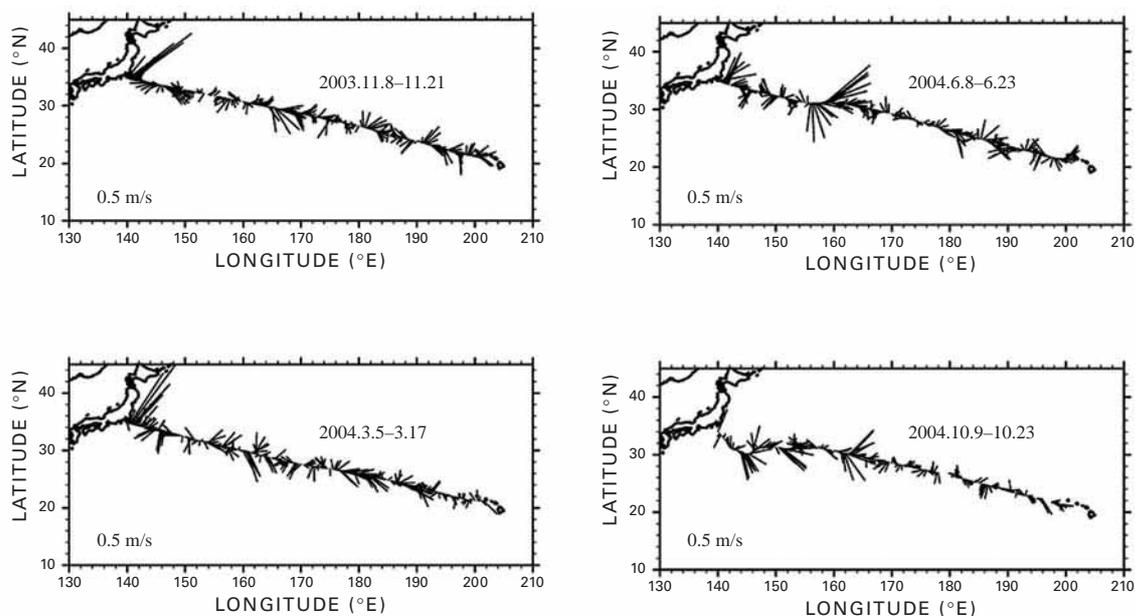


図26 復路(ホノルルから三崎まで)の表層200 m層の平均流速

(5) 海洋・陸面・大気相互作用総合研究

1) 熱帯海洋大気対流活動グループ

パラオ周辺域における連続観測では、2000年度から実施しているパラオ共和国ペリリュー島を拠点とした各種地上気象観測、2002年度から開始したパラオ共和国アイメリークにおけるウインドプロファイラー観測などを継続した。今年度は、科研費研究による雨量計の展開とペリリューへの雨滴粒径分布測定装置の設置により、連続観測によるモンスーン変動に伴う降水過程の観測体制を強化した。

今年度の集中観測でデュアルドップラーレーダー観測を実施するため、パラオ共和国アイメリークとペリリューをレーダーサイトとして整備し、11月までに2台のドップラーレーダーを日本から輸送して設置した(図27)。アイメリークのJAMSTEC可搬型Xバンドレーダーは半径300 kmの観測レンジを持ち、ペリリューの名大青レーダーは64 kmである。集中観測時には、「みらい」の船舶搭載Cバンドドップラーレーダーを組み合わせる



図27 パラオ共和国アイメリークに設置したJAMSTEC可搬型ドップラーレーダー

ことにより、広範囲でデュアルドップラー解析を行うことが可能となった。

集中観測は、「みらい」MR04-08クルーズに対応し、12月から1月の東風モンスーン期に設定した。対流活動の実態把握を目的として、積乱雲内の3次元的な降水分布と気流系(図28はその一例)の約1ヶ月間の連続したデータセットを、水平1 km、鉛直0.5 kmの分解能、7.5分の時間間隔で作成した。「みらい」レーダーによる広範囲な観測からは、西進する雲群がパラオ諸島の影響を受けて変質しているケースが、頻繁に観測された。

これまでに実施したパラオ周辺域における長期連続観測の解析からは、モンスーンの東西風変動によるZ-R関係の季節変化(図29)がみられた。これは、雨滴の粒径分布が変動していることに対応しており、季

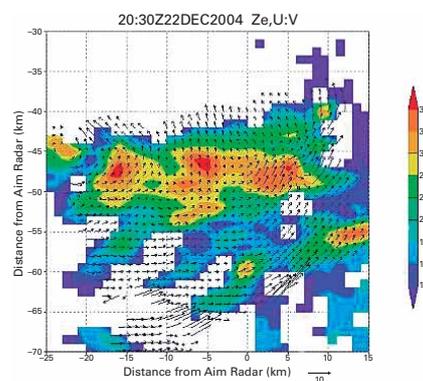


図28 「みらい」レーダーとアイメリークレーダーのデュアル解析で得られた気流場と降水強度の水平分布

節内変動(MJO)のみならず季節変動(モンスーン)によっても、この領域の降水生成プロセスが大きな影響を受けていることを示している。

また、これまでの「みらい」観測からは、海大陸域にあるニューギニア島でみられた対流活動の日変化が、赤道波の西進に伴って強化され、北緯6度程度のパラオ付近まで北進することなどを明らかにした。

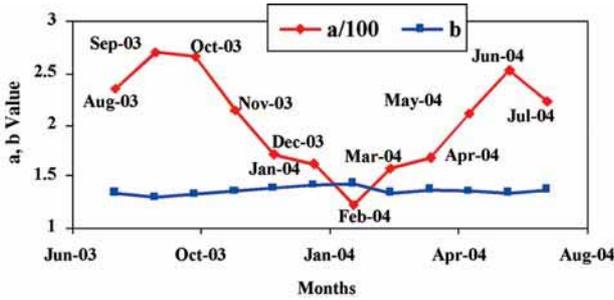


図29 アイメリークのディストロメータから得られたレーダー反射強度Zと降水強度Rの関係($Z = a \times R^b$ としたときのaとb)の季節変化

むつ研究所

(1) 化学物質循環時系列観測研究

今日の人類にとって温暖化に代表される地球規模の環境変動は大きな課題である。海洋中の物質循環は、環境変動に影響を与えており、この物質循環について知ることが地球規模の環境変動メカニズム理解に不可欠となっている。特に、生物生産が活発であり、大気中の二酸化炭素の大きな吸収源である北西部北太平洋における二酸化炭素吸収能力、その時間変化の観測研究は、温暖化研究にとって重要な研究のひとつである。

本研究では、北西北太平洋域の物質分布の時間変動(変化)を明らかにすることを目的に、北西北太平洋の特徴的な性質をもつ北太平洋西部亜寒帯循環系内の時系列観測点およびその周辺海域の海洋観測を行っている。この観測を通して、北西北太平洋の溶存物質、粒状物質の質と量の季節的、経年的変動および縁辺海を含む時系列観測点周辺海域の物質分布を正確に把握することを行っている。

平成16年度は、3観測航海を実施し、時系列観測点の時間変動解析及び周辺海域の化学環境を明らかにする物質分布を得るとともに、時系列観測点K2(北緯47°、東経160°)に亡失対策を施した係留系を係留し、いくつかの結果を得た。主要なものを以下に示す。

時系列観測係留系の機能向上

時系列観測係留系の流出を防ぐため機能について検討を行ない、係留用チェーンの変更、スィベル付加、からみ防止、アルゴス位置発信装置等を検討し、必要な改良を加えた。また、係留中の負荷を測定するための装置を作成した。平成17年「みらい」MR05-01航海において短期係留を行ない、係留時及び係留中の負荷を測定したところ、系の安全性を上回る負荷は生じなかった。

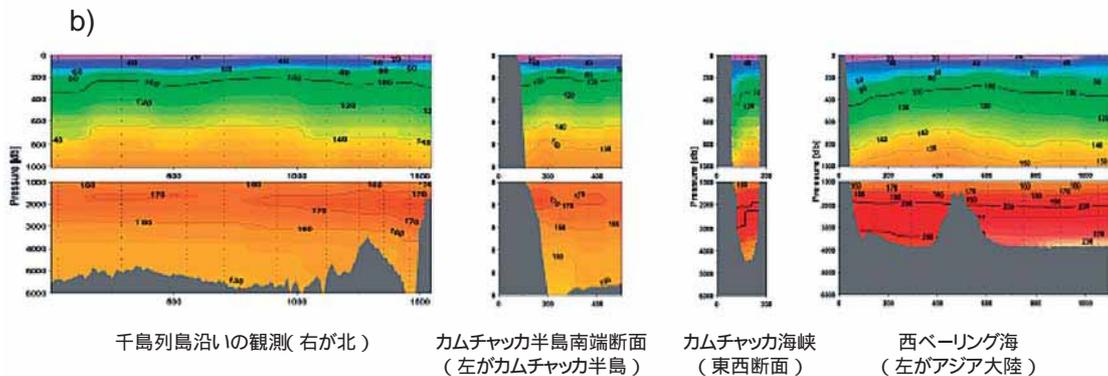


図1 MR04-04航海千島列島、カムチャッカ海峡、西ベーリング海域観測点およびケイ酸塩の分布
a) XCTD-RMS観測点、b)各断面のケイ酸塩の分布

千島列島、カムチャッカ海峡、西ベーリング海域観測

MR04-04 航海でロシアウラジオストックにある V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute と共同、ロシア排他的経済水域内を含む海域での観測を行なった。これにより、北西北太平洋域に影響が大きいにもかかわらず、観測例が少ない海域の基本化学成分の分布を得た。

この海域のケイ酸塩の分布(図1)は、カムチャッカ海峡を通して北太平洋からベーリング海の西側から中央に向けて濃度が増加していた。これは、底層水のベーリング海への流入経路を示していると思われる。また、表層域の分布は、カムチャッカ半島沿いに流出していることを示していた。

東経155°観測

MR04-04 及び07 によって北緯44度から赤道域まで、東経155度線の観測における観測を行い、海水に溶存する物質分布の時系列変化を明らかにするデータの蓄積を行なった。これまで時系列観測が継続に行なわれている観測点(北緯44度、東経155度)に「みらい」による観測結果を加えたところ、単調増加していると考えられて来た前炭酸濃度にも変動がある可能性が示された(図2)。

「みらい」MR03-K01 観測航海で得られた北緯44度から17度までの溶存酸素とケイ酸の濃度を用いて、底層水の流動方向についての検討を行なった。1.1度以下の底層水にケイ酸とAOU(見かけの酸素消費量、飽和濃度と溶存酸素量との差)の関係が海盆によって

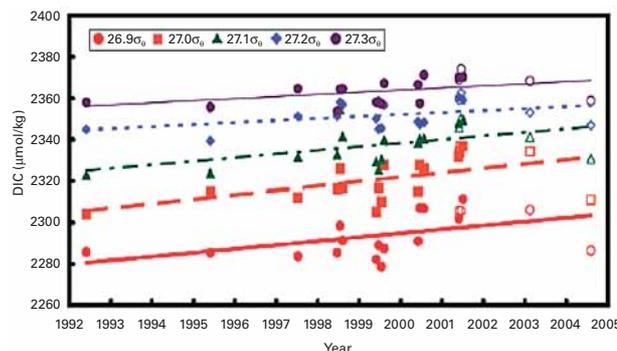


図2 北緯44度、東経155度における深度別全炭酸量の経年変化

Wakita et. al(2005)に「みらい」の観測データを加筆。赤、オレンジ、緑、青、紫は、それぞれ26.9、27.0、27.1、27.2、27.3密度面を、中抜きの記号は「みらい」で得られたデータを示す。

異なっていた(図3)。これは、表層から底層に輸送される生物起源の有機物とケイ素の比が異なることで説明される。しかし、ケイ藻類は、北緯35度以南で主要な藻類でないため、北緯17-21度と北緯22-31度の間の差は、後者の底層水が北緯35度以北の影響を受けていると推測される。

有機炭素フラックスと基礎生産力

2002年11月から2003年10月までのK-3観測点(北緯39度、東経160度)の結果を用いて基礎生産力と深海に設置したトラップに捕集される有機炭素の関係について解析を試みた。基礎生産力は、係留上部に設置した水中光学システムから得られた光強度や過去の現場観測データ等から推定した。図4に実測の有機炭素フラックス(左軸)と水中光学測定から推定さ

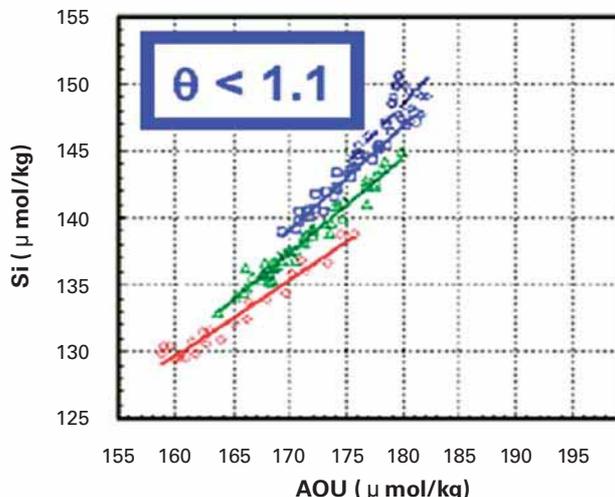
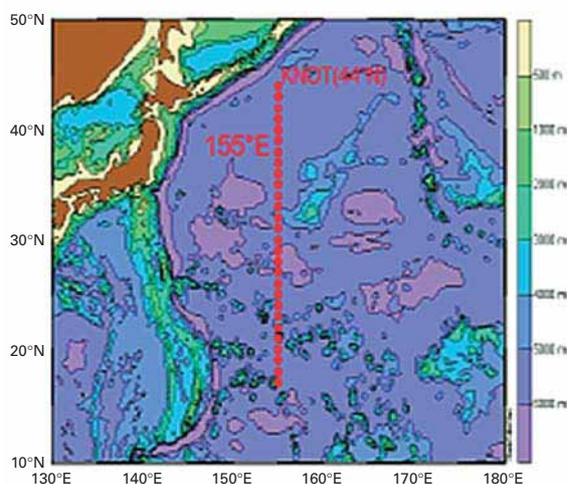


図3 MR03-K01 観測点と1.1度以下の底層水のケイ酸とAOUの関係

れた基礎生産力(右軸)の季節変動を示す。底層で観測される有機炭素フラックスの季節変動には、表層での生物生産と関わりがある可能性が示された。

Th系列測定による炭素輸出生産力の評価

有光層から有光層下へ沈降する粒状有機炭素(POC)量を明らかにするために北太平洋時系列観測地点K1(北緯51度、東経165度)、K2(北緯47度、東経160度)

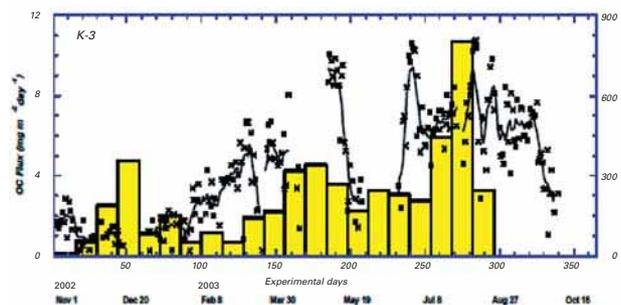


図4 深海(5000 m)への有機炭素フラックスと基礎生産力の季節変動
棒グラフは、有機炭素フラックスを示し、xは、水中光測定等から推定された基礎生産力を示す。

K3(北緯39度、東経160度)および北緯44度、東経155度において、海洋に天然に存在する放射性核種 ^{234}Th (半減期24.1日)の水中の非平衡量及び現場濾過器を用いて捕集される粒子中の ^{234}Th と有機炭素比の測定を行なった。MR04-04航海でも、同様の観測を行なった。Thから推定される有機炭素フラックスの周年変動が得られ、この変動は全炭酸量から推定される炭素フラックスと類似していた(図5)。

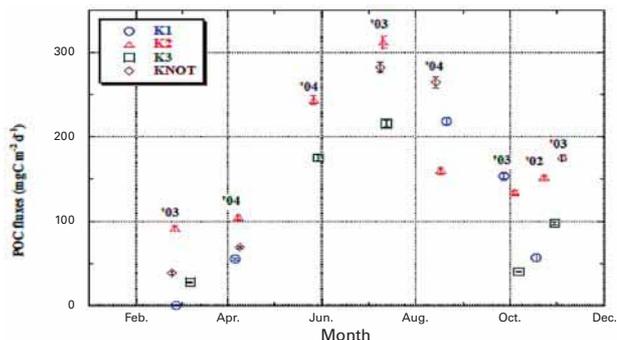


図5 Th-234非平衡量から推定された粒状有機炭素鉛直フラックスの季節変動

1.1.2 地球環境予測研究

全体としての出来事・活動

(地球環境フロンティア研究センター)

地球フロンティア研究システム(FRSGC)は地球温暖化などのさまざまな地球変動メカニズムの解明と予測の実現を目的に活動を展開し、平成15年10月で発足7年目を迎えた。8年目の平成16年度は、海洋科学技術センター(JAMSTEC)が独法化し海洋研究開発機構に移行したことに伴い、FRSGCは地球環境フロンティア研究センター(FRCGC)として新しいスタートを切った。

また、本年度より新規に5年間の中期計画を開始した。

FRCGC内の組織内の再編も行った。旧モデル統合化領域の共生課題1グループは温暖化研究グループを強化するため、地球温暖化予測研究プログラムに移動した。また、FRCGCにおける結合モデル開発の核となるべく、結合モデル開発グループを地球温暖化予測研究プログラム内に立ち上げた。生態系変動予測研究プログラムに地球温暖化予測研究プログラムより炭素循環グループが移り、当プログラムで陸域と海洋の両炭素循環を研究する体制とした。さらに、モデル統合化領域は地球環境モデリング研究プログラムに名称変更した。

このように、平成16年度は組織にとって大きな変化の年であったが、例年通り様々な研究分野において多くの研究成果が得られた。

以下に本年度の活動と成果の概略を記す。

(1)生態系変動予測研究プログラムに和田英太郎が就任

平成16年8月、生態系変動予測研究プログラムのプログラム・ディレクターに、和田英太郎(わだえいたろう)博士が就任した。これは、平成11年10月から平成15年度いっぱいまで同ポストを努めた安岡善文博士を引き継いだものである。和田プログラム・ディレクターは、テキサス大学海洋研究所・客員研究員、三菱化学生命科学研究所・部長、京大大学生態学研究センター・センター長を歴任、FRCGCに着任するまでは、大学共同利用機関法人人間文化研究機構総合地球環境学研究所研究部・教授を勤めた。専門は、生物地球化学及びアイソトープ生態学である。これら専門分野の研

究を続けながら、海洋・陸両方の多様な生態学の研究分野での研究を行っている。

(2)地球温暖化実験がIPCC第4次報告書に貢献

世界に現存する最高解像度の結合モデルを使用したFRCGCの地球温暖化実験が、シナリオ予測実験データの提出期限の平成16年8月末に間に合い、地球温暖化に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書に取り上げられた。

この地球温暖化実験を分析したプレス・リリースでは、日本の真夏日が70年後には2倍になる可能性を示した。これは、平成16年の日本の夏の猛暑を受け、非常に時機を得たものとなり、日経BPのアンケートによるとこのニュースは平成16年の10大注目記事として5位にランクされた。

(3)イベント

- ・H16.7.17:日本科学未来館「Geo-Cosmos(ジオ・コスモス)」
「化学天気予報」が日本科学未来館の常設展示に
- ・H16.7.20-23:横浜研究所三好記念講堂
2004年球面上の偏微分方程式解についての国際ワークショップ
- ・H16.8.4:国際連合大学
独立行政法人海洋研究開発機構
一般講演会「地球環境シリーズ」
大気の変貌と地球温暖化—京都議定書の先にあるもの—
- ・H16.10.28-29:横浜研究所三好記念講堂
Workshop on Climate Change Research
- ・H16.11.29-12.3:米国、ハワイ州、ホノルル
インド洋モデリングワークショップ開催報告
—新観測システムによるインド洋気候変動の理解と予測—
- ・H16.12.6-8:アルゼンチン、ブエノスアイレス
気候変動枠組み条約第10回締約国会議(COP10)
- ・H17.1.17-18:横浜研究所三好記念講堂
Joint Workshop on Coupled Model Simulation and Assimilation
- ・H17.1.20-21:横浜研究所三好記念講堂
第3回日-EU気候変動研究ワークショップ

- ・ H17.3.17-18 : 横浜研究所三好記念講堂
平成16年度地球環境観測研究センター / 地球環境
フロンティア研究センター 合同成果発表会

各プログラムにおける研究

(1) 気候変動予測研究プログラム

気候変動予測研究プログラムでは、インド洋、極域および亜寒帯域を含むアジア太平洋域における、季節変動から数十年規模の気候変動の研究を推進している。これらの気候変動に関連する基本的な物理素過程を理解するため、多様な統計解析手法とともに、様々な自由度を持つ大気、海洋モデルおよび大気海洋結合モデルを駆使している。同時に、全球規模の気候変動が世界各地域の気象海洋現象に与える影響についての予測可能性研究および応用研究も行っている。我々の発見したインド洋ダイポールモード現象(IOD)は、ようやく第1回CLIVAR国際会議において、ENSOに並び立つ大規模な気候変動現象として世界的にも認知されることとなった。2004年がIOD研究にとって画期的な年となったと言えよう。この記念すべき成果に加え、黒潮大蛇行予測の成功やSINTEX-F1モデルによる短期気候変動予測実験の開始など、多くの優れた成果を得ている。紙面に限りがあるため、以下では、今年度行われた研究を項目別に記すとともに、主要な成果について簡潔に紹介する。詳細は、地球環境フロンティアセンター年報を参照されたい。

1) モデルグループ

a. 熱帯及び中緯度域の気候変動研究

a-1. IODがアフリカ東部の長・短期降雨に与える影響に関するSINTEX-F1を用いた研究

- ・ アフリカ東部において観測された降水量の年変化に見られる二つのピーク(一つは期間の長い雨季、一つは短い雨季)を、SINTEX-F1モデルによって再現することに成功した。
- ・ IODに関連して生じる大規模降水偏差と短い雨季の経年的な変動との関連性を明らかにした。

a-2. SINTEX-F1 結合モデルを用いた、アラビア海南東部のミニ暖水プールの形成機構に関する研究

- ・ ミニ暖水プールとなる春季の海面水温上昇に対して、アラビア海南東部におけるバリヤレイヤーの存在が重要な要素となっていることを明らかにした。
- ・ ミニ暖水プールが存在する場合には、バリヤレイヤーがなくミニ暖水プールが発達しない場合に比べ、アラビア海南東部における5月の降水量は3 mm/day増加し、インド洋夏季モンスーンの開始が10~15日早まっていることが分かった。

a-3. SINTEX-F1 結合モデルを用いたENSOの予測可能性研究

- ・ 過去に発生したエルニーニョ及びラニーニャ現象の全てを12ヵ月前より予測することに成功した。また、Nino3.4 領域の海面水温指数による偏差相関係数を用いた予報スキルは、スコアが70%以上であり、自乗平均誤差は標準偏差よりはるかに小さかった。
- ・ 大気海洋間のフラックスの表現法を改良することにより、熱帯太平洋における冷水舌の再現性が改善した。

a-4. 既存データの解析とSINTEX-F1以外のモデルによるIOD関連の研究

- ・ IODの衰退メカニズムに関する詳細な解析の結果、エルニーニョを伴わないIODの場合にはインド洋赤道域の季節内擾乱が、またエルニーニョと同時に発生するIODの場合には季節水温躍層の深化と共に生じる太陽放射による昇温が、それぞれIODの衰退にとって重要であることが分かった。
- ・ GFDL 結合モデルを用いた1000年のシミュレーション結果から十年規模のIODについての解析を進めた。

b. 日本沿海予測可能性実験(JCOPE)

b-1. JCOPE海洋変動予測システムの展開

- ・ 2004年夏の黒潮大蛇行を予測することに成功した(図1)。また、その時の大蛇行形成メカニズムの詳細についても調べた。
- ・ 独立行政法人水産総合研究センターとの共同研究のもとで、広範なデータの検証を継続して実施した。
- ・ 双方向入れ子手法を備えた、より高解像度の沿岸モデルの開発を進めた。

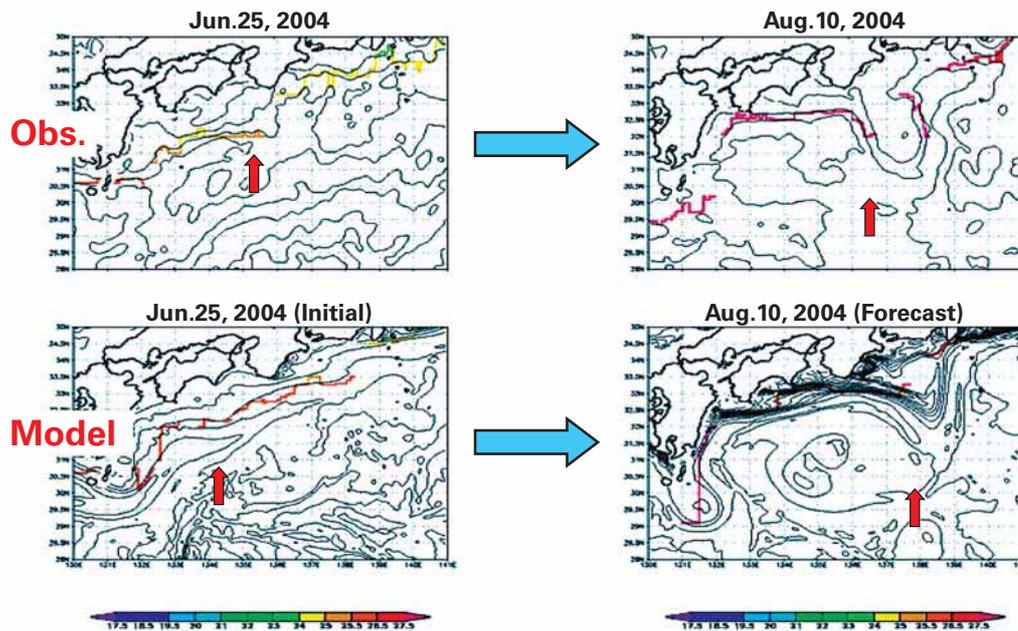


図1 2004年夏の黒潮大蛇行予測結果の検証。上図:「新世代海面水温」データによる日平均海面水温スナップショット。下図: JCOPEシステムの初期値海面水温(左下)と予測海面水温(右下)。色付の線は黒潮流軸の北縁を示し、矢印は蛇行の位置を示す。

c. 地球シミュレータセンターとの共同研究

c-1. OFES データ解析

- ・黒潮続流域に存在する東向き表層带状流の形成メカニズムについて考察した。
- ・大西洋及び太平洋域の渦位分布について検討し、渦位の生成及び消滅域を同定した。また、中規模渦による輸送及び混合特性について考察した結果、組織的に反拡散的に振る舞う海域が存在することが判明した。また波の活動度について調べ、傾圧性のエッジ波との相互作用の存在を示唆する結果を得た。
- ・地球環境観測研究センターとの協力の下、インド洋で実施されているTRITON プイ及びADCP係留によって得られたデータとOFESのシミュレーション結果とを比較し、当該海域におけるOFESのデータの質を評価した。

2) 気候診断グループ

a. 中高緯度の気候変動

a-1. アリューシャン(AL)・アイスランド(IL)両低気圧強度の間に見られる経年変動のシーソー現象

1960年代後半以降、このシーソー現象は1月頃の北太平洋からの東方へ定常ロスビー波の伝播を通じて2-3月に形成される傾向にあり、北半球中高緯度の多

くの地域の地上気温に有意な偏差をもたらしている。

- ・我々は1月の北太平洋上空の循環異常が北大西洋 - 欧州域における2月の地上気温の良い指標となることを同定した。
- ・我々はまた20世紀中のアリューシャン・アイスランド低気圧シーソーが数十年規模で変動していることも発見した。50-60年代の低調期に対し、20-40年代はシーソーの活発期で、地上気温場への影響はここ最近数十年のシーソーと同程度であった。20-40年代のシーソーは厳冬期の1月に最も顕著であるが、その1ヶ月前の北太平洋にその前兆となるシグナルが見られるのは、最近のシーソー形成過程と同様である。

b. 中高緯度大気海洋結合システムにおける気候変動

b-1. 北太平洋の海洋前線帯に現れる10年規模の気候変動

地球シミュレータセンターと気候変動予測研究プログラムのモデルグループとの継続的な共同研究の一環として、1950から2003年までの日平均のNCEP/NCAR再解析データによって駆動されたOFESの54年間の年々変動シミュレーションの結果の解析を行った。超高解像度(10 km)を持つことにより、OFESは、顕著に異なる鉛直構造を持った黒潮続流(KE)及び親潮続流

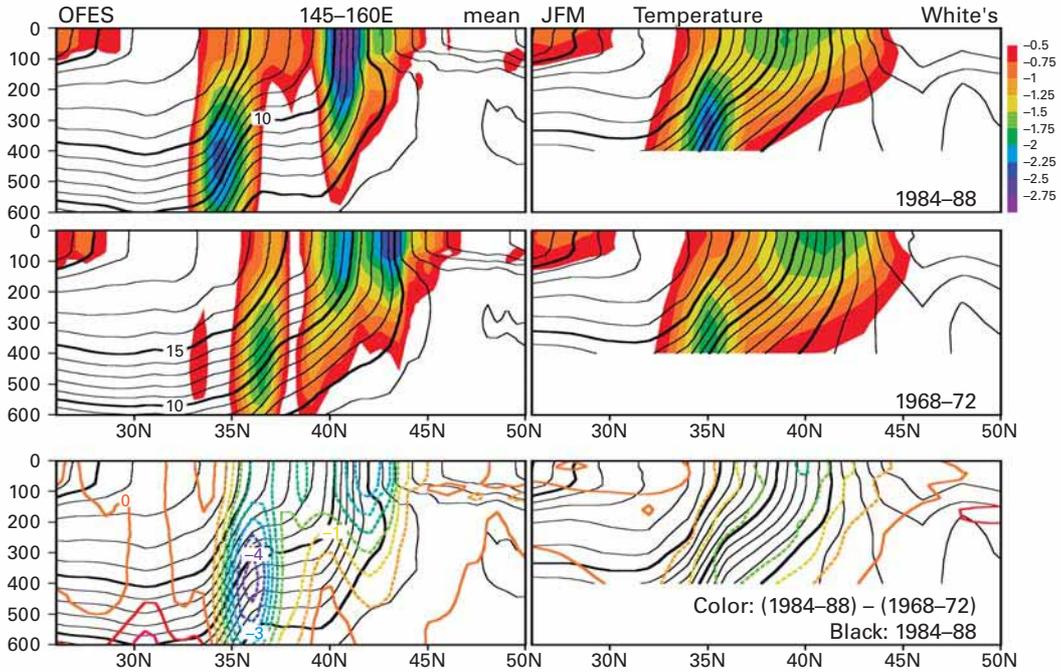


図2 1984-88年(上段)及び、1968-72年(中段)の5年間の冬季(1-3月)平均の水溫(黒等値線、 1°C 毎)とその南北勾配(カラー、単位は $^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$)の南北断面。下段は1984-88年の冬季平均から1968-72年の冬季平均を引いた差(カラー等値線、 0.5°C 毎)と1984-88年の冬季平均水溫(黒等値線)。左側の列はOFESシミュレーションの結果であり、右側の列はWhite(1995)編集の観測データにもとづく。

(OE)の両前線帯を現実的に再現することに初めて成功した。

- ・北太平洋亜寒帯前線帯で観測された10年規模の水溫や塩分の顕著な変動が両前線の軸の10年規模の変位の現れであること、及び、海面高度変動は深い黒潮続流前線に、海面水溫変動は浅い親潮続流前線にそれぞれ集中することが示された(図2)。
- ・黒潮続流沿いの前線軸の変位は、風応力偏差により北太平洋中央部で励起されたロスビー波の伝播によって発生する。しかし、親潮続流前線の軸の変位はこの波動伝播だけでは十分に説明できないことが示された。

c. ESC との協力

c-1. 高解像度 AMIP(大気大循環モデル間比較プロジェクト)型の数値実験及びその他の数値実験

我々は、ESCとの研究協力を継続しているが、その中には世界最速のAGCMの一つであるAFESを使用することも含まれている。我々は、AFESを用い、水平50 km(T239に対応)及び鉛直48層の解像度での、全球大気の過去25年のアンサンブル・ハインドキャストAMIP風実験を開始した。それに加え、ESCにお

ける結合モデル(CFES)の開発研究にも寄与し続けている。CFESによって再現された大気及び海洋場は、時間積分の初期数年を見る限り、非常に良く再現されているようである。

3)予測可能性と基礎過程に関する研究

a. 大気運動の予測可能性

a-1. AFESによるアンサンブル実験

地球シミュレータセンターとの緊密な協力の下、大気の短期予測可能性を目的としたアンサンブル実験を行った。この実験では地球シミュレータセンターの所有する高解像度大気大循環モデルAFESが用いられた。アンサンブルメンバーを作成するに当たり、初期条件のみならず境界条件ないしモデルパラメタをも変更した。この実験は未だ初期段階ではあるが、将来的には1000メンバーものアンサンブル実験を行い、大気の予測限界の特性について研究する予定である。

b. プロセス研究に関する成果

b-1. 中規模渦のパラメータ化に関する新しい発展

- ・大気海洋結合モデルなどで用いられる低解像度海洋モデルでは、傾圧不安定渦の効果をパラメータ化

している。従来のGent and McWilliams(1990)による深さ拡散スキームは、海底や海面で特異値がでてしまう欠点が従来から指摘されている。これを克服するために、我々は縦回り残差循環の流線関数が満たす一連の楕円方程式が存在することを突き止め、Gent and McWilliams(1990)に代わる新しいパラメータ化手法を提示した。

- ・もう一つの方法として層厚重みづけ平均した運動量方程式とそこに含まれる変形された静水圧勾配項について、中規模渦のパラメータ化の観点から考察した。この層厚形状抵抗を使う手法は、その役割があまり理解されていないために、今のところ世界のどの気候センターの大循環モデルでも実用化されていない。層厚形状抵抗の役割を理論化する試みの一環として、我々は断熱平均されたブジネスク方程式のエネルギーサイクルを調べ、Iwasaki(2001)が指摘するように、渦形状抵抗によって平均運動エネルギーと渦位置エネルギーとのやりとりがなされ、これによって渦運動エネルギーを通過するルート(Plumb, 1983)がなくなることを示した。これらの理論に基づき将来の低解像度海洋モデルでは層厚形状抵抗が導入されるであろう。

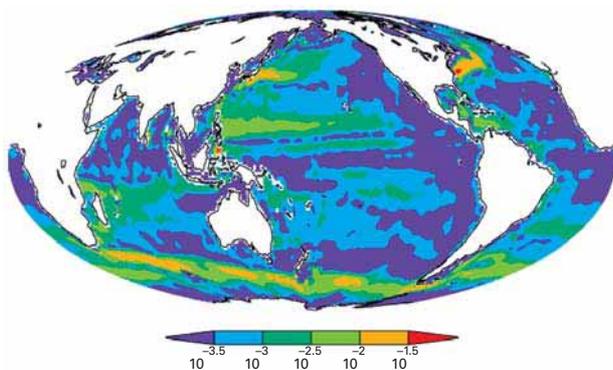


図3 パラメータ化された渦形状抵抗による仕事率 [W/m^2]、Aiki et al.(2004)による手法で $C' = 0.03$ とした場合。全球エネルギー返換率の見積もりは約0.41TWになる。

(2)水循環変動予測研究プログラム

モンスーンアジアに住むわれわれにとって不可欠であり緊急である課題は、人為起源やその他の大規模な強制作用によって、水循環がどのように変動し変化するかであろう。地域的な、また流域スケールの水文気候と水資源が、これらの大規模な強制作用に伴っ

てどう変化するかも、重要な課題である。

われわれは、総合的なデータとモデリングに基づいて、これらの課題にとりくみ、季節から年々変動の時間スケールの水循環の予測の物理的な基礎を提供することを目標とする。

1)広域水循環過程研究グループ

このグループは、気候の変化と変動が大陸規模や地域規模の水循環に与える影響とそれが気候変動に及ぼすフィードバックに注目し、全地球規模の再解析データやさまざまな観測データを使って研究する。また、大循環モデルや地域気候モデルによるシミュレーションで得られた水循環プロセスを観測データを使って検証することも行なわれている。主要な研究成果のいくつかを次に示す。

中国の1961年から2000年までの日降水量データセットによって、夏の降水量の合計、雨の日数、降水強度の長期の傾向を調べた(Endo et al. [遠藤ほか], 2005)。図4に示されるように、夏全体の降水量は、長江流域と中国北西部できわだって増加したが、他の地域では減少した。雨の日数も、長江流域と中国北西部で増加したが、チベットと中国北部では減少した。

Tomita et al. [富田ほか](2004)は、梅雨前線の位置が年々南北方向にゆらぐことを、経験的直交関数解析によって調べた。降水の経験的直交関数の第1モード(LFモード)は、北緯35度から南に現われ、5~6年の超周期の変動を示す。その発達は、ENSO(エルニーニョ・南方振動)と結びついた熱帯太平洋全体の馬蹄形の海面温度偏差と対応しており、南アジア・東南アジアの夏のモンスーンと負の相関がある。経験的

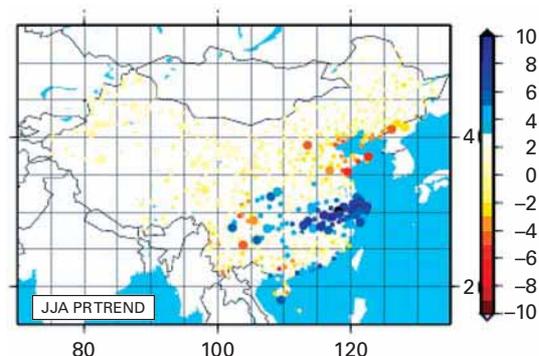


図4 中国の夏(6・7・8月)の降水の変化傾向。円の大きさは1961年から2000年までの期間についての線形回帰による傾きの係数の大きさを示す(Endo et al., 2005)。

直交関数の第2モード(BOモード)は、北緯28度付近を節(ふし)とする南北シソー型の振動の特徴をもち、時間スケールは2年周期である。この場合も南北循環の偏差は馬蹄型の海面水温偏差パターンによって制御されているが、それは前のものと違った空間構造をもち、フィリピン沖の対流活動を通じた関係である。

月末満(6~25日)の時間スケールの南風の吹き出しは、インド洋で熱帯と南半球中緯度を関係づける重要なものであることがわかった。Fukutomi [福富] and Yasunari [安成](2005)は、23年間(1979~2001)の南半球の冬の気候循環を調べ、インド洋東部では、南風の吹き出しとして現われる中緯度からの強制作用が熱帯の大気を変調し、この地域の明確な熱帯と中緯度との連関となっていることを示した。強化された下層の風の吹き出しが赤道を越え亜熱帯のインド洋東部からベンガル湾南部まで広がり、また、中緯度から熱帯へ冷たく乾燥した空気の移流があることがわかった。Ogi [小木] et al(2004)は、北半球環状モードと呼ばれる支配的な循環の形の、冬から夏までの季節間の進展を見いだした。彼らは1958年から2002年までの各月の東西全経度平均したジオポテンシャル高度場について経験的直交関数解析を行ない、夏の北半球環状モードは冬のものよりも南北方向のスケ-

ルが小さく極側にずれていること、そして従来北極振動として知られているものよりもユーラシアの地上気温との関連が強いことを指摘した。

2)陸面水循環過程グループ

解像度0.1度グリッドをもつ多様な土地利用図に適応できる水文水資源モデルを開発し、中国の黄河流域に適用した。その結果:1)1980年から2001年までの22年間の解析期間、水源地に位置し2ヶ所の観測点となる唐乃亥と蘭州での流出過程がよく再現された;2)中流地域に位置する二つ大規模な灌漑区の灌漑取水量は年平均で約11.3 Km³(113億トン)であると見積もられた。その量は黄河水利委員会が公表されたデータと一致した。

植生モデルが水循環モデルのパーツとして開発された。モデルは植生、土壌と大気との間の熱・水交換を評価することができる。モデルはタイ北部の常緑林の観測データに適応され、その乾季後半の蒸散特性と年間流出量とを効果的にシミュレートするのに根系深を4-5 mに設定する必要があると示した。この結果は、熱帯林からの蒸散をシミュレートするのにGCMでしばしば用いられる深さ(1-2 m)よりも深く根系深を設定すべきだと示唆する。

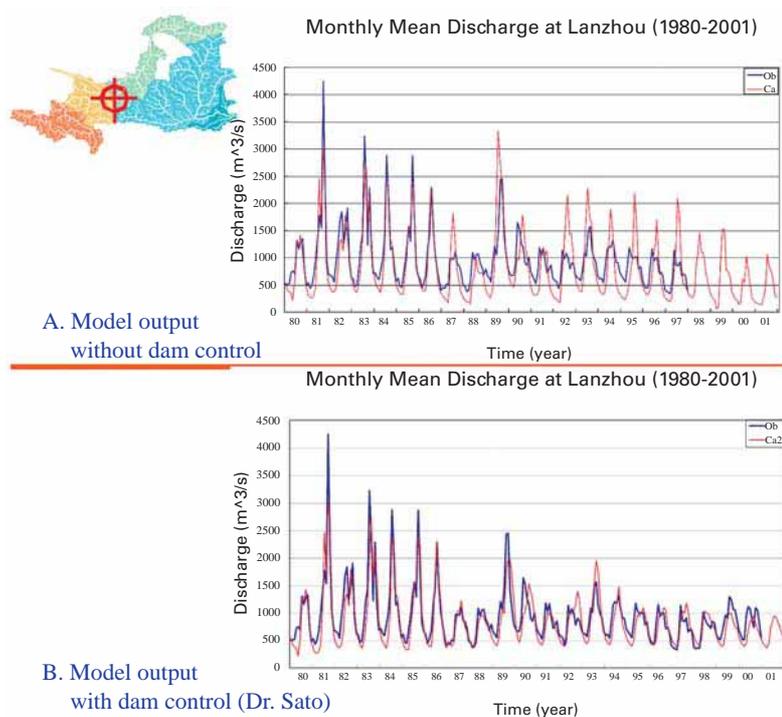


図5 A. モデル出力。ダムの影響を無視した場合。
B. モデル出力。ダムの影響を考慮した場合。

3) 雲・降水過程グループ

このグループでは、大規模スケールのモデルで陽に扱うには小さ過ぎるが、その気候へのインパクトが無視できない雲システムのパラメタ化を、物理過程の理解に基づいて改良することを研究目標としている。主要な研究成果のいくつかを次に示す。

エアロゾルの個数分布が雲の詳細な構造に与える影響を評価するために、雲微物理過程モデルと、雲内の凝結核の個数濃度と鉛直流速から雲粒数を与える簡単なパラメタリゼーションスキームを開発した。これらのモデルは、エアロゾル輸送モデル(SPRINTARS)を含むAGCM(CCSR/NIES/FRCGC)に組み込まれた。雲頂付近の雲粒の有効半径の全球分布を計算した結果、AVHRRを使った衛星観測でしばしば指摘される有効半径の海陸による差が示された。有機炭素を含む場合と含まない場合の計算結果と比較すると、その影響は、南アフリカ、オーストラリア、南アメリカで大きいことがわかった(図6)。

雲の3次元構造を考慮した新しい3次元放射伝達モデルを開発した。可視域と赤外域の両方に応用できるように改良を行った。予備的な数値実験を行い、3次元的な放射効果は大気放射冷却を促進することを示した。

台風および雲クラスターの降雨分布とその他の重要な特徴をシミュレートするためにメソスケール対流解

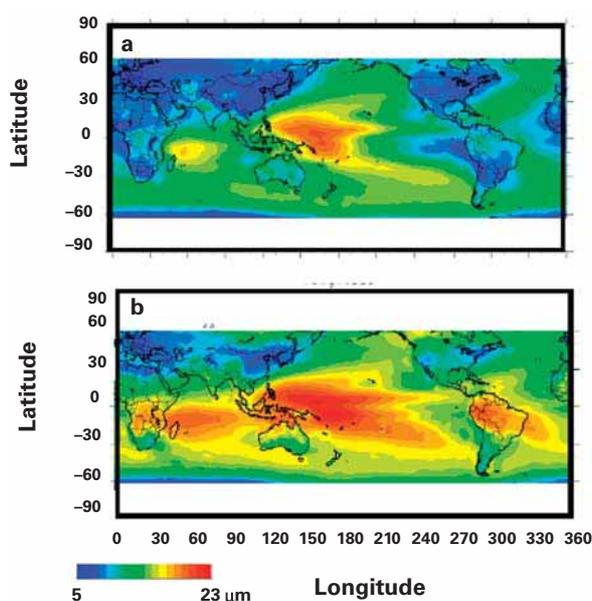


図6 273Kより高温の雲頂付近での雲粒の有効半径の年平均値。2000年の場合。有機炭素を考慮した場合(a) と考慮しない場合(b)。

像モデルを開発している。積雲対流の効果のパラメタリゼーションの点において、もっともらしいレベルにほぼ達した。

対流のメソスケールでの組織化の過程を理解するために、CReSSと名づけられた雲解像モデルが開発され、アースシミュレーターのための最適化が行われ、様々なタイプのメソスケール対流システムのシミュレーションに成功した。いくつかの雲解像モデルで1998年7月1日に梅雨前線帯で観測された擾乱を再現した結果、継続的な降雨システムの発達には湿度分布が重要であることがわかった。

(3) 大気組成変動予測研究プログラム

経済成長と人口増加に伴う温室効果ガス及び大気汚染物質の排出量の増加は、地球規模・地域規模環境に対して世界の各地で大きな影響を与えつつある。特にこれら物質のアジアからの放出量の著しい増加による大気組成の変化は、この地域の持続的発展のみならず、地球環境変化の観点からも深刻な問題である。大気組成変動予測研究領域のミッションは、先端的化学・輸送モデル及び化学・気候モデルを用いて、アジア太平洋地域における地域規模及び地球規模大気汚染のメカニズムを解明し、大気組成変化の気候に対する影響、気候変化の大気組成変化に対する影響を明らかにすることにある。

地域規模・地球規模における大気組成変化とそれらの相関を明らかにするために、本領域ではユーラシア大陸に焦点を当て大気微量成分の放出・輸送・変質・沈着における物理過程と化学過程の研究、各スケールにおける化学天気図の作成を行う。これらの研究における対象物質としては、長寿命温室効果ガス(CO_2 , CH_4 , N_2O 等)、短寿命反応性ガス(O_3 , CO , NO_x , VOC , SO_2 , OH , HO_x 等)及びエアロゾル、の3つのカテゴリーの化学種とする。

具体的な研究目標としては、大気汚染物質の大陸間・大陸規模長距離輸送、対流圏光化学、エアロゾルの組成変化などの重要なプロセスのモデル化、逆モデルを用いた温室効果ガスのソース・シンクの議論、温室効果ガスの炭素・酸素同位体比の時間的・空間的変動の解析、アジア太平洋地域におけるオゾン及びエアロゾルによる大気質変化予測、化学的フィード

バックを含む地域的大気質変化と気候変化の関係の解明などが挙げられる。

国際研究プログラムに対する寄与としては、ABC (Atmospheric Brown Cloud-Asia)/UNEP、GEIA (Global Emission Inventory Activity)/IGBP、ITCT(Intercontinental Transport and Chemical Transformation)/IGAC/IGBP、CO₂のソース・シンクの逆モデル国際比較プログラムであるTransCom、欧州ACCENT主宰の全球化学輸送・気候モデルの国際相互比較プログラムなどに参加している。

1) 全球化学輸送モデリンググループ

FRCGC/UCI 全球化学輸送モデルを高精度化し、T106(緯度・経度1.1×1.1度)高分解能での対流圏化学過程のフルシミュレーションを可能にした。本モデルを用いて、時間・位置・前駆体物質発生強度に本来的に強く依存する非直線性の強い対流圏オゾン生成に対するモデルの空間分解能の影響を明らかにした。分解能の異なる4つのシミュレーションを行った結果、地域的なオゾン生成量が分解能によって20%異なることが明らかとなった。本研究により観測データとの詳細な比較による分解能に対する精度の検証が可能となり、分解能を挙げることによってモデルのパフォーマンスが改良されることが示された。本モデルは全球化学輸送モデルとしては世界最高の分解能を達成し、分解能を挙げることにより改良がなされる

ことを定量的に実証した初めての研究である。

JAMSTEC/FRCGCの保有するFRCGC/UCI及びCHASERの2つの全球化学輸送/気候モデルをもって、IPCC第4次報告書への寄与を目的とし、ヨーロッパのACCENTによって企画された国際モデル比較プロジェクトに参加した。アジアから参加したのはこれら2つの我々のモデルのみであった。モデル比較は、一つは産業革命以前、現在及び将来(2100年)における成層圏・対流圏オゾン変化の気候変化への影響をCHASERの様な化学GCMに対しての比較、もう一つはエミッションに対する種々の仮定を用いて、現在と中期的将来(2030年)についてオゾンと他の大気汚染ガスの大気質と気候変化への影響を相互比較するものである。第1及び第2の相互比較にはそれぞれ12、24のモデルが参加した。この相互比較にはヨーロッパからは、ULAQ(イタリア)、UIQ(ノルウェー・オスロ大学)、LMDzINCA(フランス、CNRS/CEA)、DLR(ドイツ)、TM4/5(オランダ、KNMI)、STOCHEM/UM_CAM/STOCED/SLIMCAT/TOMCAT(英国、UK_Met、ケンブリッジ大学、エジンバラ大学)等、米国からはNCAR-WACM(NCAR)、MOZART(イリノイ大学)、GISS、GEOS-CHEM(ハーバード大学)等のモデルが参加した。FRCGC/UCI及びCHASERは共に良いパフォーマンスを示し、本プロジェクトの成功に大きな貢献をなした。

一例として図7はCHASERによって計算された、産業革命以前と現在とのオゾン場の変化、及びそれに

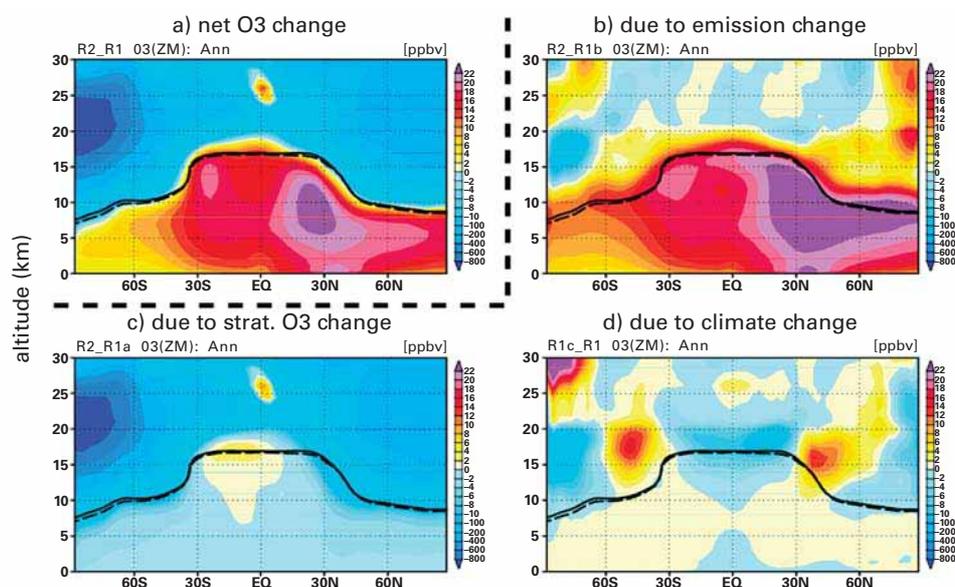


図7 a)CHASERによって計算された産業革命以前と現在との正味のオゾン濃度変化、b)前駆体物質エミッション変化による寄与、c)成層圏オゾン変化による寄与、d)気候変化による寄与。

対する異なる因子の寄与を示したものである。正味のオゾン濃度の変化としては対流圏における10 ppbv以上(特に北半球上部対流圏においては20 ppbv以上)の増加が見られる。一方、成層圏においては南極オゾンホールによる大きなオゾンの減少が見られる。対流圏オゾン増加の原因は主として前駆体物質の放出量の増加によるものであるが、成層圏オゾン減少、気候変化によるオゾンの再分配の影響も無視し得ないことが分かる。

2)温室効果ガスモデリンググループ

NCEP/NCAR再解析データからの年々変動気象場(IAV)及び100箇所以上の大気中CO₂濃度の観測データを取り込んだ化学輸送前進モデルシミュレーション結果を用いて、高分解能(64地域分割)時間依存逆モデル(TDIM)を開発した。IVR気象場の使用により、エルニーニョ-南方振動(ENSO)、北方振動(NAO)等の気候振動に起因する輸送変化によるCO₂濃度の年々変動をより良くシミュレートすることが出来た。観測データにみられるCO₂増加速度の年々変動、10年変動の原因を理解するために、地域スケールでのTDIM CO₂フラックス変化を調べた。その結果、陸域及び海域のCO₂フラックスの年々変動、10年変動に対する要因としては、ENSOが最も大きな制御因子であるが、陸域生態系に対しては1991年6月のピナツボ火山の噴火も検出されることが分かった(図8右)。ENSO期間には海洋上層部の温度成層が強まるため、熱帯海洋(主に太平洋東赤道域)の湧昇が抑えられ、これが1992年及び1997年の海域フラックスが負の値となっている原因と考えられる。この期間、熱帯陸域

では乾燥した温暖な地表条件が形成され、光合成によるCO₂吸収が減少し土壌呼吸による放出が増加するため、バイオマスパーニングと相まって、1992、1994、1997年に見られるような生物圏のCO₂フラックスの増加(正のフラックス・アノマリ)がもたらされたものと考えられる(図8左)。ピナツボ火山の噴火後には地表気温が下がることにより土壌呼吸が抑制され、一方エアロゾルによる散乱による光拡散で、樹木高度レベルでの太陽光放射が強まるため光合成が活性化し、陸域のCO₂取り込みが増加したものと考えられる。

3)大気組成観測・データ解析グループ

中国の「リージョナルスケール汚染」地域を代表する3つの山岳ステーション、泰山(山東省)、華山(陝西省)及び黄山(安徽省)におけるオゾンの季節変化が観測された。また同時に東部ユーラシアにおける「バックランド」地域を代表するオゾン及び一酸化炭素濃度の季節変化が、リモート山岳ステーションであるロシアのモンディ(バイカル湖の南西)において観測された。得られたデータを図9に示す。図に示されるように、中国では24時間平均値で80 ppbv以上の高濃度オゾンが特に春季において見られる。中国におけるこれら3地点のオゾン濃度には良い相関が見られ、このことは非常に広域にわたるオゾン汚染が中国東部中緯度域に広がっていることを意味している。予備的トラジェクトリ解析の結果は中国におけるオゾン濃度の季節変化は主として東アジアモンスーンに左右されているが、多くの高濃度汚染エピソードがこれら3つの観測地点においてみられ、これらの現象は中国におけるオゾン前駆体物質の地域的人為発生、巨大

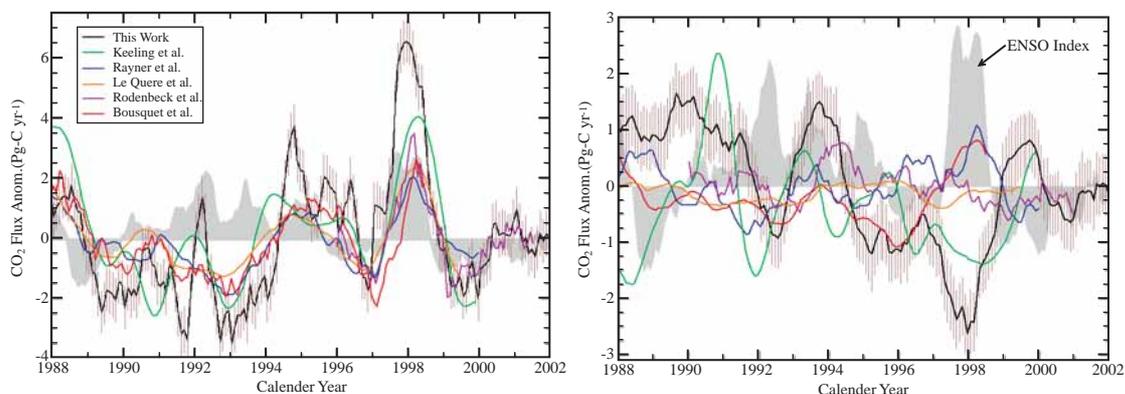


図8 全球陸域(左図)と海域(右図)に対する本研究TDIMによるCO₂フラックスと他の研究による結果との比較。

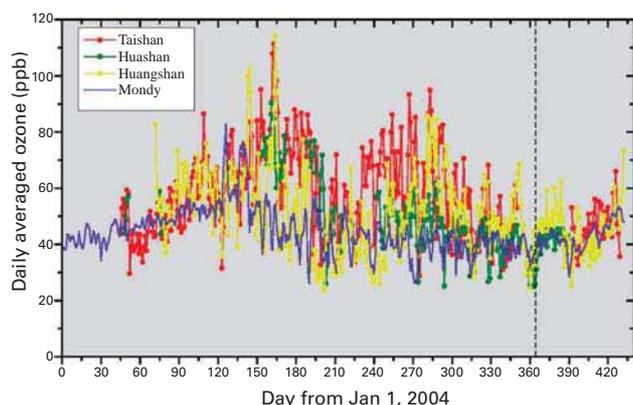


図9 2004年にモンディ (Mondy) 泰山 (Taishan) 華山 (Huashan) 黄山 (Huangshan) によって観測されたオゾンの日々変化、季節変化(日平均値)。

都市、リージョナルスケール輸送などの影響によるものと考えられる。こうしたオゾンの高濃度エピソードは中国及び東アジアの大気質に対し潜在的に深刻な影響を与えているものと思われる。

我が国における気象庁のオゾンゾンデステーションである札幌、つくば、鹿児島用のデータを用いて、これら3地点における対流圏オゾン濃度が1970から2002年までの間に著しく増加していることを示した(図10)。濃度増加は中国、韓国などの人間活動の盛んな地域を通過する気塊の影響をより多く受けているつくばと

鹿児島においてより著しい。またオゾンの増加は上部対流圏よりも地表付近において顕著である。更にトランジェクトリを併用した解析の結果、東アジア大陸を通過した気塊中のオゾンはこの33年間の前半には春季に最大であったものが、後半には夏季にピークがシフトしたことが分かった。この結果は東アジアにおける経済発展に伴うオゾン前駆体物質の放出量の増加が、夏季のオゾンの生成を加速したことを示唆している。この期間、窒素酸化物の放出量は中国において増加しているのに対して、日本ではほぼ横ばいか減少しており、東アジア大陸部における窒素酸化物などの放出量の増加が、風下に位置する日本の夏季の光化学反応を活性化させたものと推定される。

< エミッションインベントリー・サブグループ >

南・東南・東北アジアを対象とし2000年を基準年とする、燃焼起源のSO₂, NO_x, CO, BC, OC, VOC、及び農業起源のCH₄, NO, N₂O, NH₃のエミッションインベントリーを完成させ、REAS(Regional Emission Inventories in ASia)と名付けてweb上に公開した(<http://www.jamstec.go.jp/frsgc/research/d4/emission.htm>)。本インベントリーでは特に、中国における公

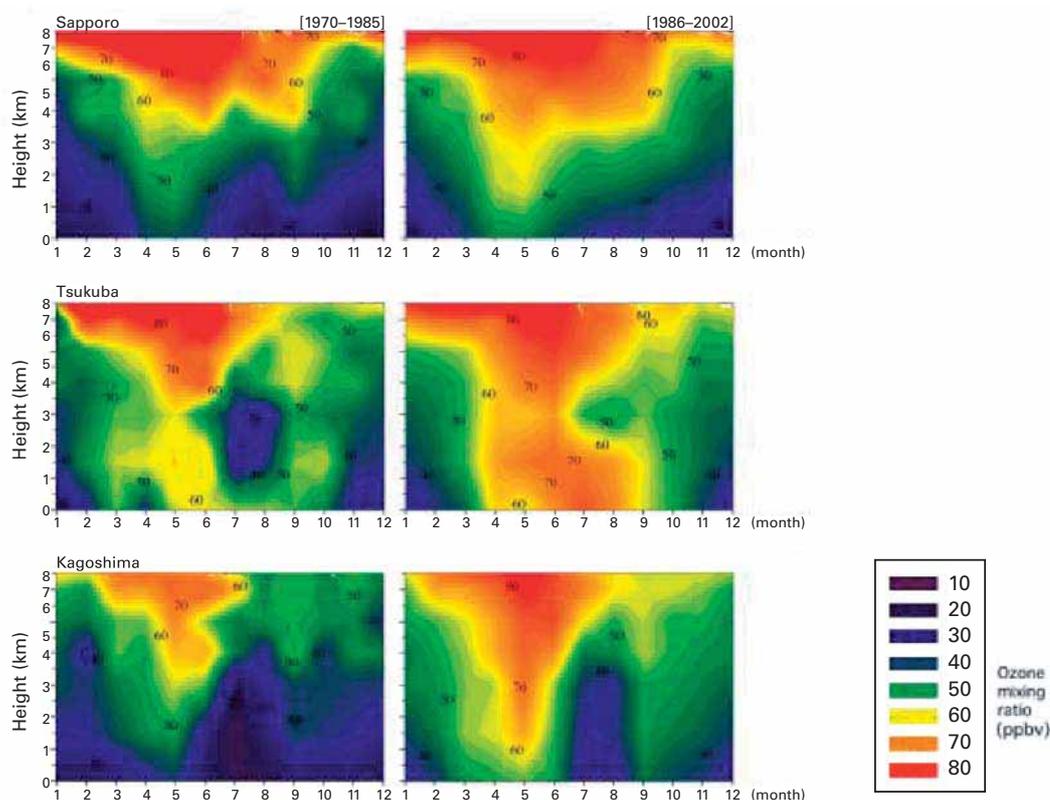


図10 1970-1985年(左図)と1986-2002年(右図)における日本上空におけるオゾン濃度の期間平均。

式統計で報告されている1990年代後半の石炭消費量の減少に対して特別の配慮を払った。GOMEの衛星データによる中国東部におけるNO₂カラム濃度の増加を考慮して、REASでは中国における石炭消費量に対し改訂データを使用した本研究ではこれまでにやってきた1995年及び2000年のインベントリを基に、現在1980年から2000年までの過去の推定、及び2020年までの将来予測を行っている。

(4)生態系変動予測プログラム

平成16年7月1日から'生態系変動予測研究プログラム'となった。これと連動したわけではないが、プログラムディレクターは安岡善文領域長から松野太郎センター長の兼任を経て8月1日に和田に交代した。また、4月1日からは地球温暖化プログラムから海洋炭素循環グループが一緒になり、これで陸海を含めた体制と成り、生態系変動予測プログラムのフレームワークがよくなったと評価。

人間活動を含めた生態系は環境変動を考える上で中心となる構成要素にも拘わらず、系の不均一性や複雑性のため、地球規模での観測やモデル化に関するプロセス研究、境界条件の解明は海洋や大気の研究に比べて後追いの状況となっている。平成16年度は組織の体制もととのい、それなりの形をなしてきたこともあって、当該プログラムで開発された各種モデルの高度化が進み、またリモートセンシングや生態系長期変動に関する研究にも進捗が見られた。成果論文数も飛躍的に増えた。

本プログラムは3研究グループで構成されている。

- ・陸域生態系モデル研究グループ
- ・海洋生態系モデル研究グループ
- ・生態系空間分布・モデル研究グループ

1)陸域生態系モデルグループ

a. ローカル研究：モデルの開発と検証

生態系モデルにおける諸過程モデルの高度化に必要な基礎データを取得することを目的として、いくつかのサイトで精度の高い観測とモデルの統合をすすめた。

- ・岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林

観測データの提供を受けて、長期的な森林の炭素蓄積過程および短期的なキャノピーのCO₂交換を再現するモデルを開発した。既存のモデルと比較して

キャノピー光合成および土壌有機炭素動態の扱いを改良し、大気から固定された炭素の貯留先、環境変化に対する応答などを推定することが可能になった。

- ・東シベリア地方のカラマツ林

亜寒帯のカラマツ林における炭素循環研究プロジェクトに、森林炭素循環－火災レジーム相互作用モデルを加味した格子モデルを開発し、東シベリア亜寒帯林の炭素収支における火災影響を考察した。

- ・中国青海省の高山草原

2003年2月に中国青海省の高山草原生態系(37°N, 101°E, 標高3250 m)において、CO₂放出速度の日変化は光条件にかかわらず地表面温度に対して強い指数関数的な依存関係を示した。また、地表面温度が-1°C以下では、-1°C以上のときに比べて温度依存性(Q₁₀)が7倍も増加することがわかった。これらのことから、土壌凍結が生態系呼吸に与える影響が大きいことがわかった。

b. グローバル研究：温暖化と陸域生態系の相互作用

陸域生態系が温室効果ガス交換を通じて数十年スケールの気候変動に与える影響について、数値シミュレーションによる解析を進めた。

第1に、大気-海洋結合大気大循環モデル(AOGCM)による、IPPC排出シナリオに基づく気候変動予測データに基づいて、21世紀中の気候変動に対する陸域生態系炭素収支の応答をSim-CYCLEを用いたoff-line実験で検討した。21世紀末までの大気CO₂増加と温暖化により、植生は大部分で正味の炭素吸収を示したが、土壌については温度変化への鋭敏な応答性のため気候シナリオ間で結果が大きく異なった。特に亜寒帯域の土壌についての炭素循環の解明とモニタリングの重要性が示唆された。

第2に、Sim-CYCLEとCCSR/NIES/FRCGC AGCM5.7b(含MATSIRO)の結合を行い陸域の温室効果ガス収支と気候変動の相互作用を扱う「気候陸域炭素循環結合モデル」を構築した(共生プロジェクト課題2の一環)。その結果、生態系の各生産力(GPP, NPP)や炭素蓄積(植物体・土壌炭素, LAI)の全球分布や総量について、現実的な値を出力することができ(図11)。気候陸域炭素循環結合モデルは、ほぼ完成したと考えられる。

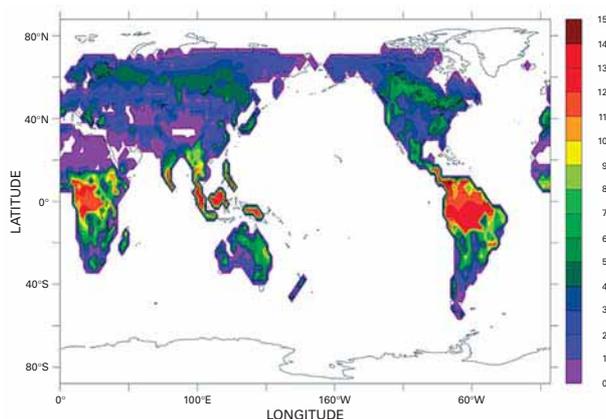


図11 Sim-CYCLE + MATSIRO + AGCM 結合モデルによる1000年オフラインスピナップラン後の年間NPP分布(Mg/ha/yr)

b-1. さまざまなスケールの森林生態系機能モデリング

樹木の枝先の生理過程と、三次元の分枝構造発達および光・水環境の勾配を記述する三次元シミュレータPipeTreeを、亜高山帯シラビソ個体群に適用して、第1版を完成させた。個葉の最大光合成速度を1.5倍にする一種のCO₂付加実験を行い、純生産速度が倍化する結果を導いた。

気候帯をまたがる森林型(バイオーム)の帯状分布の温暖化に伴う応答を見るため、地理傾度に沿った森林構造動態モデルに、森林のパッチ動態モデルを結合したモデルを発表した(Kohyama, 2005)。このモデルは、今後、DGVMに種子散布を導入していくベースを提供する。

b-2. 攪乱頻度による森林構造の変化予測と経年変化との比較

森林区画調査での既存の観測結果より数値化しモ

デル化して、数100年から1000年ぐらいの間に、攪乱頻度が上昇した場合の森林構造の変化予測を試みた。樹木の成長、死亡、加入といった個体群動態学的な変数にまったく変化がなかったとしても、攪乱頻度のわずかな違いが、局所的(数ヘクタール)な森林構造、特に優占種間の比率に大きな影響を与えると結論した。

2) 海洋生物過程モデル研究グループ

a. 海洋生態系の長期変動に関する研究

a-1. Odate Collectionを用いた親潮域における低次生態系構造の変化

過去50年にわたり採集・保管されてきた世界有数の動物プランクトンのコレクション「Odate Collection」を東北水産研究所等との共同で解析することにより、西部北太平洋における生態系長期変動の実態を明らかにしようと試みている。2004年には親潮の動物プランクトン群集構造の変化を調べた結果、十年～数十年規模の気候・海洋変動に対応した生物量の変化および生産タイミングのずれが見出された(図12)。その要因として、18.6年周期の潮汐の混合、一次生産の季節変化のずれ等が考えられた。

a-2. 海洋生態系長期変動の海域比較

当グループは日本海及び親潮を含む西部北太平洋において海洋生態系の長期変動に関する成果を上げてきた。世界各国研究者との協力のもと、海洋低次生態系の長期変動の海域比較実現にむけた戦略を論文にて発表した(Perry et al., 2004)。

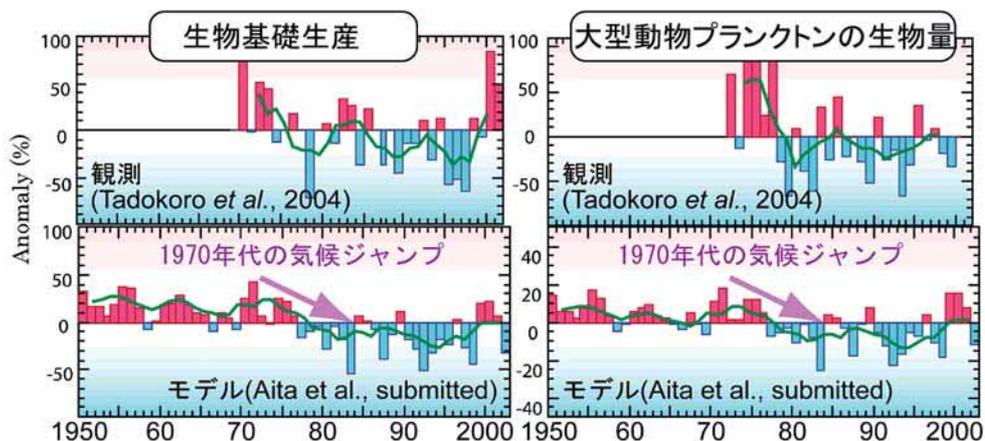


図12 日本近海親潮域における観測(上図)およびモデルで再現された(下図)生物基礎生産(左側)および大型動物プランクトン(右側)に関する気候値からの偏差の時系列。

b. 海洋生態系モデルの開発およびそれを用いた国際協力研究

昨年度開発した全球3次元海洋生態系モデル3D-NEMUROを用いて、1948年から2002年までの年々変動実験を行った。

数十年スケールの気候変動として、太平洋十年振動(PDO)がよく知られており、とくに、1970年代に起こったPDO指標の変化は気候ジャンプあるいはレジュームシフトと呼ばれている。日本近海の親潮域におけるモデルの結果は、ほぼ観測された変動を再現した(図12)。

また、国際海洋炭素循環モデル相互比較計画(Ocean Carbon Cycle Intercomparison Project; OCMIP) Phase 3のヨーロッパグループ(Northern Ocean Carbon Exchange Study, NOCES)に国際OCMIPメンバーとして参加し、1760年から2002年までの経年変動実験結果を速報としてPICESの学会で発表した。この成果は、地球温暖化に伴う生態系の変化によって「海洋による将来のCO₂吸収量」に影響を与えるかどうかを知るために不可欠なものである。

b-1. 超高解像度海洋大循環モデルによる海洋生態系実験

地球シミュレータと地球フロンティアで開発された水平格子間隔1/10度の超高解像度海洋大循環モデルOFESにフロン計算を組み込んだ結果を国際学術誌Geophysical Research Letters(GRL)に発表した(AFES, OFES, CFESのグループ全体として初めてとなる査読付き論文)。本年度は、さらに簡単な海洋生態系を組み込んだ実験を開始した。

まだ予備的実験の結果であるが、従来のモデルでは明確にならなかった春季ブルームや黒潮続流が蛇行する様子を再現した。

3) 生態系空間分布観測・モデル研究グループ

a. 概要

光合成有効放射と陸域炭素収支の関係に関する研究では、新たな観測サイトを、東京大学生産技術研究所と共同で北海道に設置した。

また、スモークの発生に起因する光合成有効放射の減少が陸域植生の純一次生産量に与える影響を、衛星データによる光合成有効放射の広域推定値と生

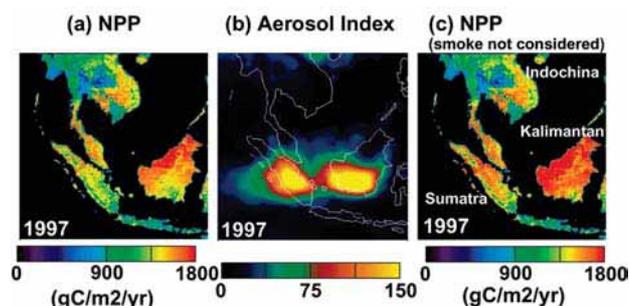


図13 1997年の東南アジアにおけるスモーク発生時の純一次生産量の分布(左)
衛星データから得られたスモークの分布(中央)
スモークが発生しなかった場合の純一次生産量の分布(右)

態系プロセスモデルを用いて評価した。東南アジアでは、エルニーニョの年に頻発する大規模森林火災のスモークの発生により、植物が吸収可能な光合成有効放射が極端に減少する。図13は、エルニーニョ年の高温乾燥下における純一次生産量の減少を示しているが、スモークの発生は更なるNPPの減少に寄与していることが明らかとなった。

b. 生態系プロセスモデルへの衛星観測データの統合研究

目的は、衛星観測データを統合することによって陸域生態系モデル(Sim-CYCLE)の精度を向上することである。東南アジアの森林地帯に焦点を絞り、植生と大気放射関連パラメータの高次データセットを作成するための衛星データの転送及び処理と、Sim-CYCLEへの衛星データの同化システムの初期設計を行った。

c. 植生と気候との時空間的な変動解析

c-1. 全球における植生と気候との関係についての衛星データを使った研究

植生指数、湿潤指数、温量指数との地理的分布の関係に関する研究結果をまとめ、植生指数データを応用することによって、世界の植生を「湿潤依存」と「温度依存」の2種類に大きく区分することに成功した。両者の間の境界は、およそ北緯60度に沿っている。

c-2. 植生の経年変化と蒸発散量との関係の研究

植生は蒸散活動を通して大気中に水蒸気を放出する。よって、もし植生が経年変化すればその影響は気候システムの経年変化となって現れるはずである。この

仮定に基づいて、Pathfinder AVHRR Land (PAL) と呼ばれるデータセットから得られた植生指数と、大気水収支法によって推定された蒸発散量との経年変化の密な関係から、植生が蒸散を通して気候システムの経年変化に影響を与えている可能性が明確になった。

c-3. アマゾン地域の植生観測における大気中のエアロゾルと雲量の影響解析

本解析から、アマゾンの中央部では植生指数の季節変動は雲量変動に起因することが示された。またアマゾンの南部・東部では乾季後半の継続的なバイオマスバーニングエアロゾルの発生により、信頼できる植生指数データの取得は主として4-7月の期間に制限されることが示された。

(5) 地球温暖化予測研究プログラム

気候モデルを開発・改良し、「地球シミュレータ」等を使って地球温暖化実験、古気候再現実験等を行い、地球温暖化のメカニズムを理解し予測することを目指している。結合モデル開発に関しては地球環境フロンティア研究センターの横断的プロジェクトの一つとして位置づけて実施しており、東京大学気候システム研究センター (CCSR) と国立環境研究所 (NIES) との間では「気候モデル等の開発における研究協力に関する覚書」を締結し、モデル開発における協力を推進している。共生プロジェクト第一課題 (代表: 住明正 (CCSR)) の研究目標は当プログラムの地球温暖化研究グループのそれに包含されており、当グループの活動の一部としてそれを実施している。従ってその研究

成果は当グループの研究成果の中に記述している。以下平成16年度の主な研究成果を示す。

1) 地球温暖化研究グループ

a. 高解像度結合モデルによる地球温暖化実験の実施

IPCC 第4次評価報告書 (AR4) に向けた温暖化予測実験結果の提出が2004年8月末であったので、本年度は当グループにとって特別の年であった。プログラムの他のグループメンバーの支援も受け、CCSR/NIES/FRCGC 高解像度結合モデル (大気 $\sim 1^\circ$ ・海洋 $\sim 1/4^\circ \times 1/6^\circ$) を用いてコントロール (1900年に条件を固定して100年)、1%CO₂ 漸増実験 (90年)、20世紀再現実験 (1900～2000年)、21世紀シナリオ実験 A1B および B1 (各2001年～2100年) の計491年分の実験を行った。本モデルはAR4の中で、大気、海洋とも最高解像度のもので、2005年3月にホノルルで行われたIPCCのワークショップでこのモデルの性能が世界のトップレベルにあることが示された。実験結果は米国のデータセンター (PCMDI) に提出済みで、世界中の研究者の解析に用いられている。

・温暖化時の日本の夏の解析

上記温暖化実験の完了後、日本の夏の予測結果を解析し、温暖化が進めば、21世紀末には真夏日は何十日も増加し、豪雨の頻度も増加する可能性があることを示した。

・温暖化時の海面水位変動

全球平均海面水位に関するモデル解析結果は衛星観測による20世紀末の海面水位上昇と比較的よく一致し、今世紀末までに熱膨張の効果のみで約32 cm

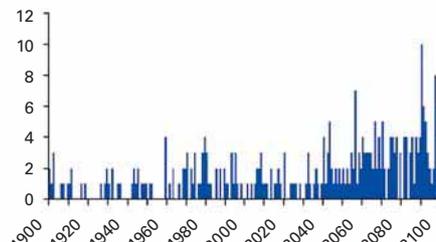
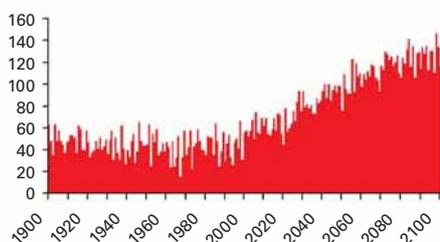


図14 (左図) 高解像度結合モデルで計算された、1900年から2100年までの日本の真夏日日数の変化 (2001年以降についてはシナリオ「A1B」を用いた結果)。日本列島を覆う格子 (100 km × 100 km 程度) のうち一つでも最高気温が30°Cを超えれば、真夏日1日と数えた。

(右図) 高解像度結合モデルで計算された、1900年から2100年までの日本の夏季 (6・7・8月) の豪雨日数の変化 (2001年以降についてはシナリオ「A1B」を用いた結果)。日本列島を覆う格子 (100 km × 100 km 程度) のうち一つでも日降水量が100 mmを超えれば、豪雨1日と数えた。

上昇する。氷河・氷床の融解を除く河川流入量、降水量の増加、蒸発量の減少等の質量変化による水位上昇は非常に小さい。

・極端に強い日降水の解析

極端に強い降水イベントの変化は、洪水などの影響予測の観点から重要である。そこで、高解像度大気モデルの結果を用いて、極端に強い(99パーセンタイル)日降水の全球分布を衛星観測による見積もりと比較した結果、適切な積雲対流スキームを用いればモデルは観測された1°格子の降水強度を再現できること、及び、温暖化実験における極端に強い日降水の各地点での変化率は、多くの地域で年平均降水量の変化率に近いことを得た。

その他

西部北太平洋上の熱帯低気圧周辺の日降水量をその位置に沿って評価した。熱帯低気圧による平均の日降水量は温暖化時により強くなり、その強い降水域はより広がる傾向が見られた。熱帯低気圧の中心気圧別に平均の日降水量を比較したところ、どの強さの熱帯低気圧でも温暖化時の降水量が増える傾向にあること、また降水量別に出現頻度を調べると、温暖化時には当モデルでは熱帯低気圧の発生数自体は減少傾向にあるのに、極端に強い降水が生じる確率はむしろ増加すること、が分かった。

粗い解像度の気候モデルでは再現性が乏しかった黒潮及び黒潮続流が、高解像度大気海洋結合モデルでは適切に再現されるようになり、温暖化に伴う変化を解析した。その結果、従来の研究で示唆されていた黒潮の本州東岸における離岸緯度の大きな変化は

生じないこと、黒潮及び黒潮続流の流速が20-30%増加すること、及び、流速の増加は全球的な風応力場の変化に起因することが示された。

2) 結合モデル開発グループ

a. モデル性能確認実験

IPCC第5次評価報告書(AR5)に向けてFRCGCが十分な貢献を果たすため、平成16年度よりプログラム内に結合モデル開発グループを立ちあげた。基本的に共生課題1で用いているモデルを出発点とし、CCSR及びNIESと共同して世界最高精度の結合モデルを開発することを目指す。そこで共生課題1でIPCC・AR4用実験に用いたモデルの放射部分を更に高精度化したコード(Sekiguchi, 2004)に置き換え、海面水温は1978年から2002年までの25年間の解析値を与え、大気モデルの数値時間積分を実施した。時間平均場に関する気候値との比較より以下の問題点を確認した。

- [1] 亜熱帯高気圧東部下層域の大気の水蒸気量が少なすぎる(図15)。
- [2] モンスーン域の海洋上の降水が少なすぎ、そこより冬半球よりの帯状領域で逆に多く降りすぎている(図16)。
- [3] 北半球冬季カナダ東北部からグリーンランドを中心として順圧的な高気圧偏差エラーが存在する。
- [4] 中・高緯度対流圏界面の気温が低すぎ、同時に水蒸気量が多すぎる。
- [5] 全層で光学的厚さの厚い雲が多すぎる。一方対流圏中層では雲量が少なすぎる。

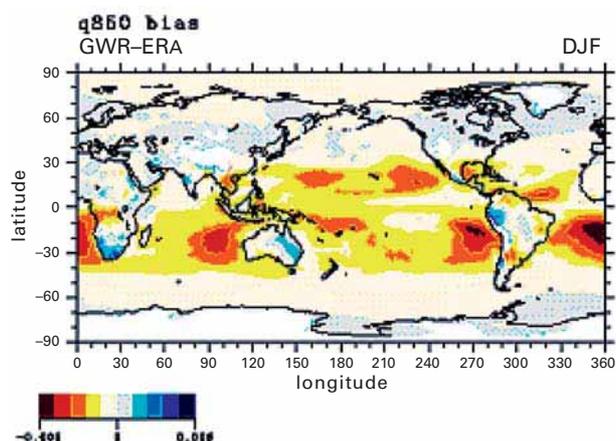


図15 850 hPa面における水蒸気量の誤差の分布(12～2月)。

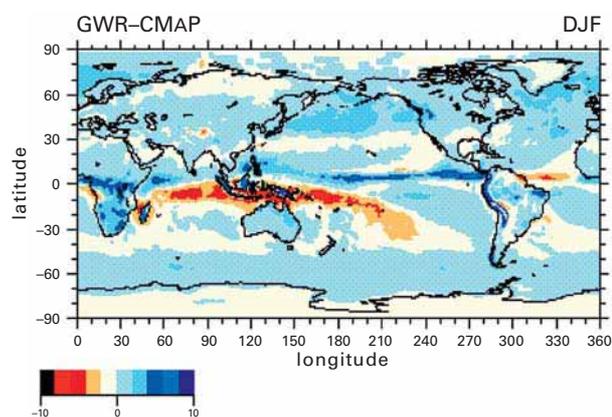


図16 降水量の誤差の分布(12～2月)。

これらの問題点は[3]を除いて大気境界層、積雲対流のパラメタ化、雲の診断、雲の微物理のパラメタ化と関係していると考えられ、その原因をより明確にし、改良に取り組む。[3]に関しては地形、海面水温異常に対する応答の影響などが考えられるが、それらについて検討する。

b. モデルの性能評価・解析—高解像度海洋モデル中の現象—

高解像度大気海洋結合モデルではミンダナオドームの季節変動の再現に成功している。ミンダナオドームの減衰時には風応力の回転成分の季節変動が重要な役割を果たしており、モデルの高解像度化により、この季節変動を再現できるようになったためと考えられる。

3)古気候研究グループ

a. 中解像度結合モデルによる古気候再現実験の実施

a-1. 最終氷期(LGM 2万年前)再現実験の概観および各外力の役割の解析:軌道、CO₂そして氷床の役割

中解像度の結合モデルMIROC3.2(CCSR/NIES/FRCGCで共同開発)による最終氷期LGM実験を古気候データ等と比較して再現性を評価し、さらに感度実験を加えて気候変動プロセスに果たす強制力の役割を特定した。まず、気候感度や気温分布については観測の豊富な低緯度でのデータとの対応は非常に良好であることがわかった。少なくとも低緯度に関しては、CO₂濃度の低下が気温低下幅をほぼ決めていることが

分かった。日本近傍の太平洋域の気温分布については、CO₂の影響の他に氷床の影響を強く受けて、偏西風の南下、アリューシャン低気圧の強化、夏の亜熱帯太平洋高気圧の弱化、北東太平洋域寒冷化の抑制、親潮の強化と黒潮の南下といった特徴がみてとれる。熱塩循環については、千年経っても標準実験のレベルより強化したままであった。北半球氷床があるため海洋の対流はラブラドル海やデンマーク海峡の南側などで強化されているが、海氷縁は南下したのに伴って標準実験で存在していた北の対流は抑制され、熱塩循環に伴う対流の地域的挙動や海氷は同期しているわけではない。結合モデルにおけるENSOについては、CO₂増加実験で変動振幅が減少していたが、LGM実験ではCO₂低下に氷床の影響も加わってENSO振幅が増加する結果となった。

a-2. 気候感度の観点にたったLGM再現実験と温暖化実験

温暖化予測の不確定性を考える上で、モデルによる気候感度のばらつきがいかなる要因から来るかを調べることは重要である。ばらつきは、現在気候下での観測のみで特定しきれないパラメタやプロセスの違いによっている。昨年度までは温暖化グループと共同で、現在の観測や標準実験、温暖化実験の解析を行ってきたが、今年度はLGM再現実験やその関連の実験データから気候感度がどれだけ特定できるか検討した。そこで1異なるモデル同士の違いを(IPCC/PMIP2共同)

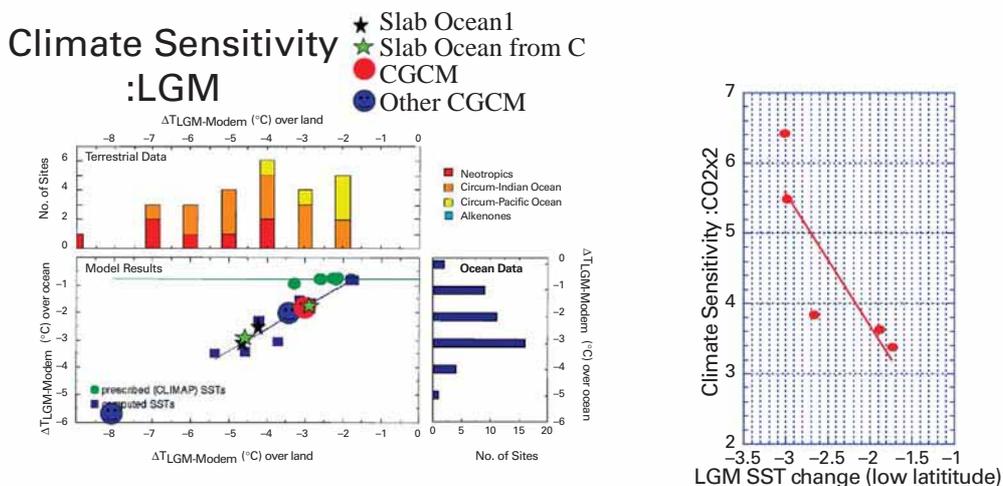


図17 (左図)中解像度大気海洋結合モデル(MIROC3.2)やslab ocean 結合モデルにより計算された結果とLGM データの比較。われわれの結果はおおむねデータの再現性がよい。(右図)CO₂倍増による気候感度とLGM 感度の対応。

調べると共に、(2)MIROCモデルのパラメタの差異による結果の違いをみた。まず結合モデルとslab oceanの比較、次に結合モデル同士の比較を行った。これまでの気候感度研究はslab oceanを用いて行われてきた。そこで海洋大循環モデル結合の感度への影響を系統的に調べた。その結果、海洋はslab oceanに現れた地域的気候変化(熱帯海面水温のラニーニャ型変化、偏西風蛇行変化等)を増幅するものの、全球平均すると、海洋大循環の気候感度への影響は殆どないと言う結果になった。すなわち、モデル間のばらつきは殆ど大気大循環モデルから来ていることになる。

さらに、MIROCモデルの気候感度が6度と4度となるように雲パラメタを変えた二つのバージョンによる温暖化実験とLGM実験を比較解析した。LGM実験では温暖化実験の場合ほど両者の違いは小さくなく、両者ともLGM観測データの再現が良好だった。これは、雲フィードバックの特に中高緯度での働きが温暖化実験とLGM実験で異なり、雲フィードバックを全球平均すると温暖化実験では正、氷期実験では負、のフィードバックとなっているためである。このように必ずしもLGM実験と温暖化実験の挙動が線形的対応でないのは、雲などのプロセスの複雑さによる。

b. 高精度氷床モデルを用いた氷期サイクル再現実験とそのメカニズム解析

氷床モデルを開発し、現実の南極やグリーンランドに適用して数値実験を行い、モデルの不確定要因の検討を行ってきた。今年度は引き続き氷床変動モデルの精密化を行う一方、温暖化実験で得られた極域の気候変化を入力として将来の氷床変動及び海水準予測を解析中である。今年度は、同じ氷床モデルを用いて氷期サイクル等の過去の顕著な長期気候変動の10万年周期と海水準最大150メートル近くの振幅、さらに地理的分布を再現することに成功し、さらにその要因を調べた。その結果10万年周期は軌道要素に起因しておりCO₂濃度変化やそれに伴う気候フィードバックはこれを大幅に増幅すること、地理的分布が主に夏の気温によって決定されており、従来しばしばいわれていた降水量要因より強いことなどを明らかにした。将来の気候や海水準変化の予測にとってこのような再現や研究は非常に重要である。

(6)地球環境モデリング研究プログラム

本プログラムの目的は、「地球シミュレータ」を利用する「新しい」気候モデル、統合地球環境モデル、海洋データ同化システムを開発し、気候現象を研究することを目指している。開発の現状は以下の通りである。

- ・正二十面体格子を採用した大気モデルの開発段階は終了した。また立方体格子を採用した海洋モデルの開発段階も終了した。水平解像度3.5 Km以下で熱帯雲群をパラメタライゼーションすることなくシミュレーションできることを確認した。現在、これら開発されて大気、海洋モデルを使って気候現象の解析を進めるとともに、モデルの改良も同時に行っている。
- ・現存の気候モデルをもとに、他の研究プログラムの協力を得て、雲に対するエアロゾル効果等の新しい要素を入れたモデルの開発をしている。この統合型地球システムモデルは、共生プロジェクトの一環として2002年度から始まった。
- ・4次元変分により、人工衛星や現場観測データを数値モデルに組み込んだデータ同化システムを開発している。このシステムにより適切な予測をするための現実的な初期状態および海洋循環プロセスを正確に推測するために役立つ再解析データセットを提供することができる。

1) 世代モデル開発グループ

a. 次世代大気モデリンググループ

次世代大気モデル開発サブグループでは、水平分解能数kmで全球を覆う全球雲解像モデルの開発を進めている。現状の気候モデルにおける最大の不確定性の要因である積雲パラメタライゼーションを回避することで、より信頼性の高い気候予測が可能なモデルとしての利用をめざしている。平成12年度より、正20面体を基礎にした準一様格子による非静力学大気モデルNICAM(Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model)の開発を開始した。浅水モデルでの精度検証、保存則を満たす非静力学スキームの開発、全球3次元モデルの力学コアの性能評価を経て、平成15年度には、地球シミュレータを用いて格子間隔3.5 kmで力学コアの10日積分を行った。これをうけて、平成16年度には、3次元力学コアモデルに雲物理過程などの物理過程を組み込み、全球雲解像実験(格子間隔3.5 km)

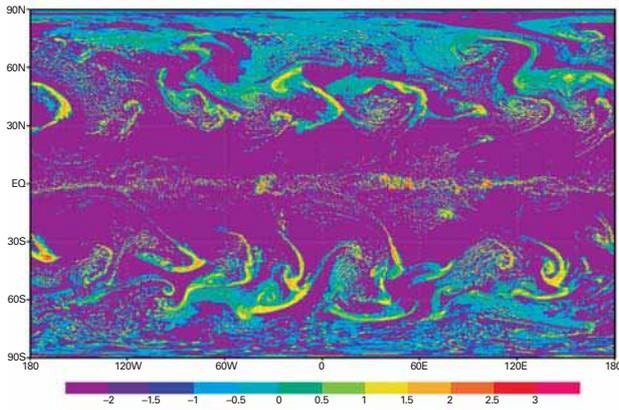


図18 NICAM格子間隔3.5 kmでの全球雲解像水惑星実験での降水分布。単位は $\log(\text{precipitation}(\text{mm day}^{-1}))$ 。

を実施した。また、地表面過程の組み込みも完了し、現実的な海陸分布条件での計算が可能な全球大気フルモデルとしての第1バージョンが完成した。

平成16年度はNICAMによるはじめての全球雲解像実験として、国際標準実験として提唱されている水惑星実験を実施した。地表面境界条件を全球において海洋と仮定した理想化された実験であるが、熱帯の積雲クラスターの組織化、水循環について基本的様相が表現可能である。またモデルの開発段階の一過程として、このような単純化した状況での計算パフォーマンスについて理解しておく必要がある。既存の大気大循環モデル(CCSR/NIES/FRCGC)T42で3.5年間積分した結果を初期値として、まずNICAMを格子間隔14 kmの格子で60日間のスピンアップを行った。これに続いて格子間隔14 km、7 kmの実験を30日間行い、最後の10日間について格子間隔3.5kmでの実験を行った。この3.5 km実験は世界で初めての全球雲解像実験ということができる。図19は3.5 km実験での全球の降水分布のスナップショットである。赤道に沿って、ITCZ、スーパークラウドクラスター、クラウドクラスター、強い降水を伴う個々の積雲といった階層構造がとらえられている。

NICAMによる水惑星実験の結果がどれだけ現実的であるかを検討するために、まず熱帯域の積雲クラスターの挙動に着目した。図20は赤道に沿ったOLRのHovmollerダイアグラムである。OLRが低い領域が数千kmの間隔でなっており、東進しているようすがとらえられている。これらはスーパークラウドクラスターに対応し、湿潤ケルビン波の構造をもっていることがわ

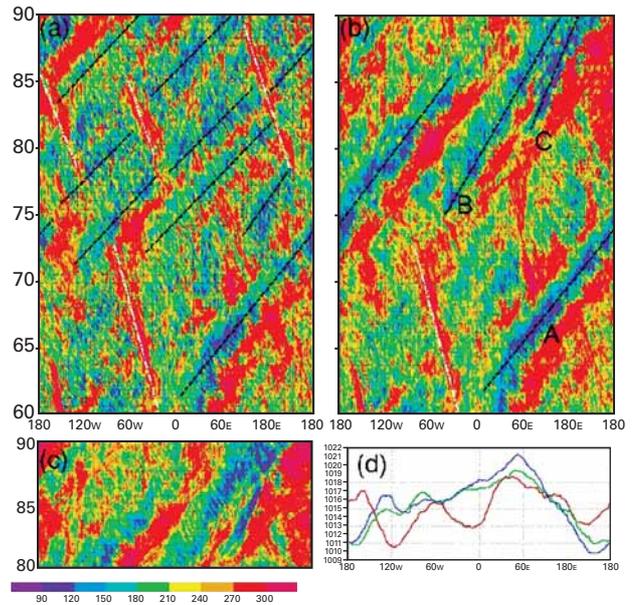


図19 緯度2S-2Nで平均したOLRの時間経度変化図。格子間隔14 km(a) 7 km(b) 3.5 km(c)。単位は W/m^2 。(d)は90日目の地表面気圧の東西分布。14 km(赤) 7 km(緑) 3.5 km(青)。

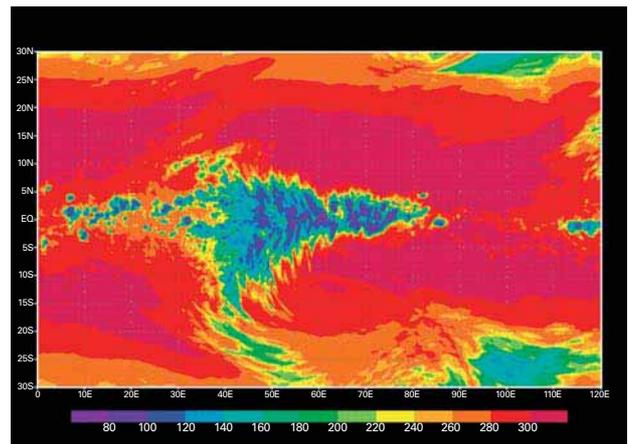


図20 スーパークラウドクラスターにおけるOLRの水平面図。格子間隔14 km。

かった。図21にはスーパークラウドクラスターの拡大図を示す。東進速度は、格子間隔7 kmと3.5 kmではほとんど変わらず、地球一周に25-30日程度である。格子間隔14 kmの場合はこれより東進速度が速くなった。7 km、3.5 kmの実験の方が比較的現実に近いといえる。また日変化について解析したところ、T42の結果では深夜にピークが現れたのに対し、NICAMでは早朝に降水強度のピークが現れた。また午後にも弱い極大があることがとらえられた。これらの特徴は現実の海洋上での特徴に似ている。さらに現在、雲・降水の統計的な特徴について、NICAMの結果とTRMMなどの衛星データの解析との比較を進めている。

b. 次世代海洋モデリンググループ

次世代海洋モデリンググループでは、中規模渦を直接解像できるように、計算パフォーマンスの高い海洋大循環モデルの開発をしている。開発している海洋モデルは時間幅を大きくするために立方体格子を用いている。開発された海洋モデルのパフォーマンスを評価するために長時間積分を実施した。図21に1000年間積分した子午面循環を示した。比較の為に、従来型の緯度経度格子系海洋モデルで計算した子午面循環を同時に示した。立方体格子系海洋モデルの計算結果と緯度経度格子系海洋モデルの計算結果は良く一致しており、海洋モデルとしての物理パフォーマンスに問題が無いことが示されている。図22は時間きざみ幅と最大グリッド幅の関係を示した。回転軸を傾けた緯度経度格子系に比べて、立方体格子の時間きざみ幅が5倍程度長く採れることを示しており、立方体格子系モデルが非常に計算効率が高い海洋モデルであることが示された。

中規模渦を世界規模で研究する前段階として、南大洋での中規模渦の挙動を研究した。図23はCOCOモデルで計算された南大洋での渦浮力フラックス収束を示している。南極周極流内部では渦浮力フラックス

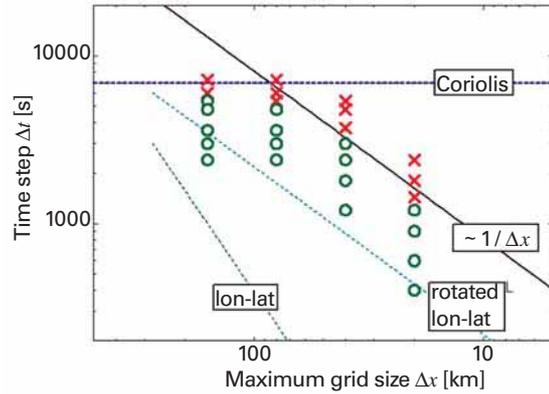


図22 最大グリッド幅 Δx と時間刻み幅 Δt の関係。図中には積分が成功したもの、×は破綻したものを表す。

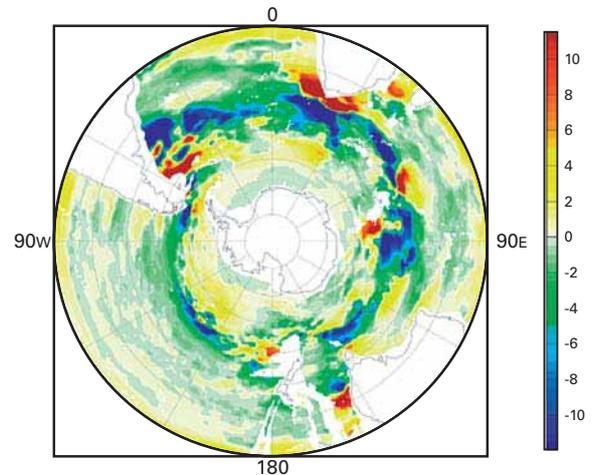


図23 深度2000 mでの渦浮力フラックス収束 (unit: $4 \times 10^{-13} \text{ ms}^{-3}$)

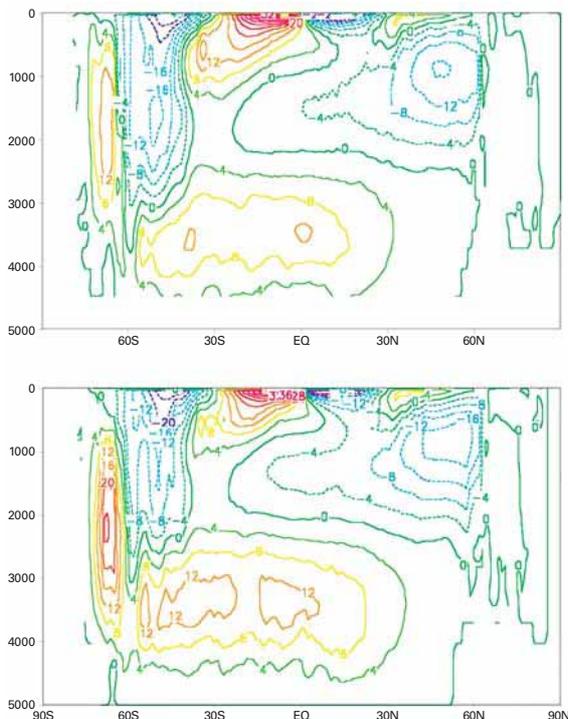


図21 1000年積分後の立方体格子系モデルによる子午面循環[Sv](上図)と緯度経度格子系での子午面循環(下図)。

収束が極側で正の値で、赤道側で負の値を示していることが明瞭に示されている。アゴラス反流領域では、渦浮力フラックス収束はアゴラス流の北側で正の値を示し、南側で負の値を示している。これらの領域で、渦浮力フラックス収束が等密度面の傾きを緩和する方向に働いていることが理解できる。

2) 統合地球環境モデルの開発

人・自然・地球共生プロジェクト第2課題(以下共生2)の目的は、地球温暖化とそれに伴う気候変化・植生変化のように地球環境を形づくる諸要素が相互に影響を与えながら全体として変化していく状況の一つのモデルで総合的にシミュレートし科学的知見を得ること、そのための地球システムの統合モデルを開発することである。このようなモデルの開発・応用に必要な知識は多岐にわたるため、共生2はFRCGCの複数のプログラムおよび他研究機関からメンバーが参加する分野横断型プロジェクトになっている。この点で、共生2は

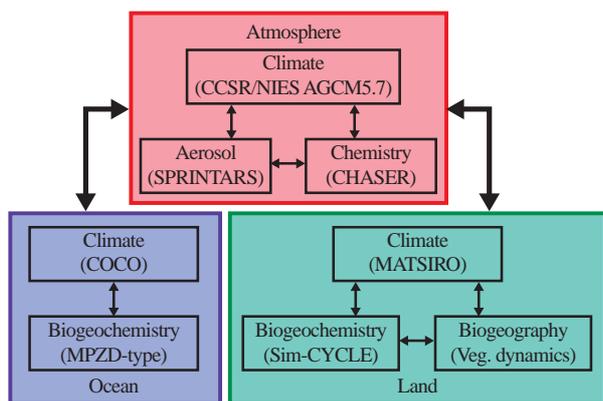


図24 開発中の地球環境システム統合モデルの構成。

FRCGCの活動の中でも他に類を見ないものといえる。

開発中の地球システム統合モデルの構造を図24に示す。平成17年3月現在、植生動態(vegetation dynamics)モデルを除く全てのコンポーネントモデルの結合作業を終え、モデルトップを従来の20 Kmから80 Kmまで拡張する作業を行っている。プロジェクトの遂行は大きく4つのサブテーマに分かれて行われる。すなわち、「炭素循環モデル、炭素循環・気候変化結合モデル開発」、「温暖化・大気組成相互作用モデル」、「寒冷圏モデル開発」、「気候物理コアモデル改良」である。これらそれぞれが統合モデル開発に貢献しながら、独自に科学的知見を得るための活動も行っている。

- a. 炭素循環モデル、炭素循環・気候変化結合モデル開発
炭素循環 - 気候結合モデルを用いて気候と炭素循環の間のフィードバックを調べるための予備的実験を行う

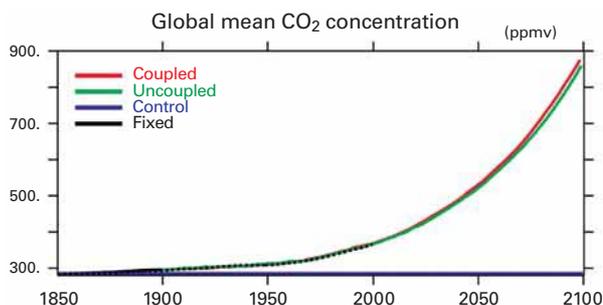


図25 全球炭素循環・気候結合モデルに1900年からの人為的CO₂放出源を与えてシミュレーションした大気CO₂濃度の変化。赤い線が温暖化と炭素循環の相互作用を考慮した場合、緑の線がしなかった場合、破線は観測値。1900年までは濃度の時系列を直接モデルに与えた。単位はppmv。

た。フィードバック効果は小さいという結果が得られたが(図25)、これは先行する海外のグループとは異なる。また海洋中の人為起源CO₂蓄積量について、海盆以上の大規模スケールで見れば、モデルと観測データ解析結果は非常によい一致を示していることが分かった。とくに南極海は人為起源CO₂海洋吸収量に関し大きな不確定性をもたらすことがFriedlingstein et al.(2003)、Orr et al.(2001)らによって指摘されている。そうした海域において、人為起源CO₂の濃度・分布パターンがよい一致を見せており、非常に好ましい結果といえる。

さらに、より現実に近いシミュレーションが行えるよう同モデルの細部調整にも取り組んだ。また、個体ベースの動的植生モデル(SEIB-DGVM)についても開発を進めている。現在までに設計とコード開発が完了し、植

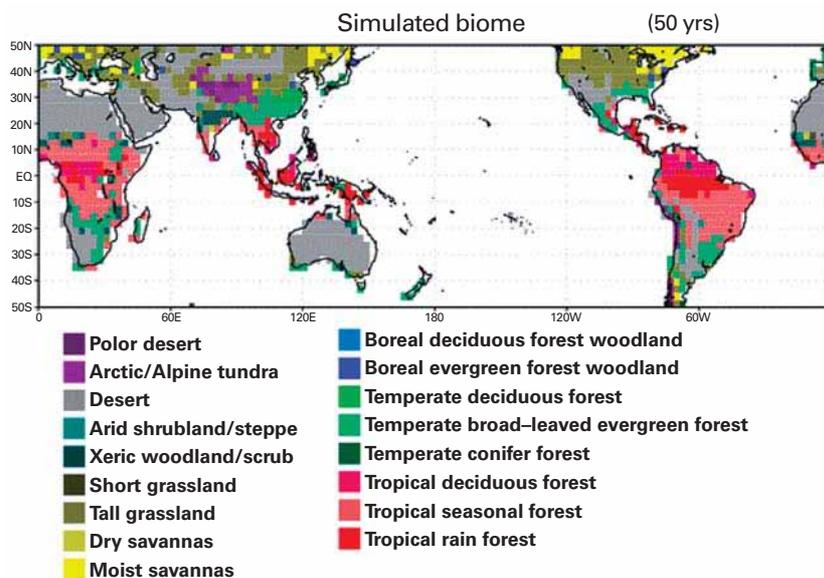


図26 SEIB-DGVMによる予備的実験で得られた全球規模の植生分布。更地から始めて50年積分を行った結果。

生遷移や植生の分布パターンにおいて典型的に観察される幾つかの現象を再現することに成功した(図26)。

b. 温暖化・大気組成相互作用モデル

本サブテーマはさらに2つに分かれた構造をもっている。すなわち、大気組成と気候変動の相互作用を直接扱うモデルを開発・応用する「温暖化・大気組成変化相互作用モデル」グループと、温暖化に対する雲の効果に従来より明示的に取り扱う全球雲解像モデルを開発・応用する「温暖化 雲・エアロゾル・放射フィードバック精密評価」グループである。

「温暖化・大気組成変化相互作用モデル」に関しては、化学・気候モデルCHASERに各種エアロゾル過程を導入しオゾン・メタン・エアロゾル変化の温暖化影響(相互作用)を同時評価可能なモデルの開発を行った。また、エアロゾル導入後にCHASERの統合モデルへの移植を行った。気候変化が大気組成に与える影響に関する実験を行い、結果を IPCC AR4作成用に提出した。例えばメタンについて、地球温暖化の影響を考慮すると2100年時点でのメタン濃度予測値が20%程度減少することが示された(図27)。

また「温暖化 雲・エアロゾル・放射フィードバック精密評価」に関しては、雲微物理モデルにより開発した雲粒数密度パラメタリゼーション及び既存の雲粒数密度パラメタリゼーションをGCMに取り入れ、衛星観測データとの比較から改良を試みた。この過程で、有機エアロゾルが従来考えられていたより高い重要性を持つことを示唆する結果が得られた。また、非静力学全球モデル(NICAM)に微物理モデルおよびエアロゾルモデル(SPRINTARS)を組み込む体制を整え実際の導入に着手した。

c. 寒冷圏モデル開発

これまで東大気候センターで開発された氷床モデルや、MIROCに導入されている海氷モデルの高精度化を行ってきたが、今年度はこれらの大気海洋海氷結合大循環モデルと氷床モデルを組み合わせた数値実験を行うことができるようプログラムを整えた。さらに、地球温暖化において南極やグリーンランドの氷床や海氷などの寒冷圏がどのような影響を及ぼすのか検討を始めた。CO₂ 2倍、4倍、8倍までで温室効果ガスレベルが安定化した場合に、長期にわたって気候と氷床がどのように応答するかを積分実験を約1200年、800年、300年ずつそれぞれ行い、大気海洋結合モデルの結果を入力とする氷床モデルの応答実験を開始した。

(4) 気候物理コアモデル改良

平成16年度は、冬季成層圏高緯度の低温バイアスを軽減し、また成層圏赤道準二年周期振動(QBO)を統合モデルの水平解像度T42で適切に再現するために、平成15年度に導入したHines(1997)重力波抵抗(GWD)パラメタリゼーション(以下HGWDP)を高解像度大気大循環モデル(AGCM)の解析結果を利用して改良した。またその過程で得られた知見を投稿論文としてまとめた。昨年度以来、HGWDPに与える非地形性ソースの情報を高解像度AGCMの結果から導出することを試みてきた。平成15年度は水平解像度T106(約1度格子)のモデル結果から重力波ソースの気候値を算出していたが、その水平解像度では重力波の運ぶ運動量が不足していた。平成16年度は水平解像度をT213に倍増させ、重力波ソースの求め方、HGWDPへの与え方を工夫するべく、様々な視点から高解像度AGCMに現れた重力波の全球分布および性質を調査した。

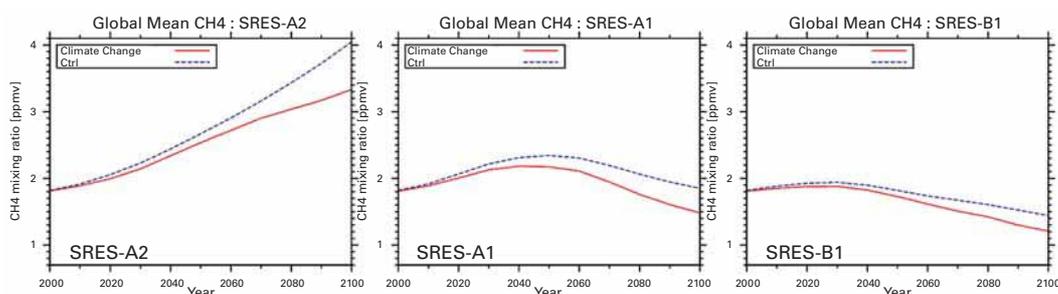


図27 IPCC SRES 各シナリオを用いた将来 21世紀の全球平均メタン濃度予測。シナリオA2(a high case)、A1(an intermediate case)、B1(a low case)。実線は将来のエミッション変化のみならず気候変動も考慮した実験を、破線はエミッション変化のみを考慮した場合の実験(現在気候)をそれぞれ示す。

3) データ同化システムの開発

本グループの進捗状況については、共生課題7“ 先端的四次元大気海洋陸域結合データ同化システムの開発と高精度気候変動予測に必要な初期値化・再解析統合データセットの構築 ”で述べる。

(7) 海洋データ同化研究及び共生課題7“ 先端的四次元大気海洋陸域結合データ同化システムの開発と高精度気候変動予測に必要な初期値化・再解析統合データセットの構築 ”

本研究グループは、地球シミュレータでのみ可能な多様かつ膨大な観測データセットと大循環数値モデルとの統融合を先端的な変分法最適化理論を用いて行うことにより、地球環境フロンティアにおける海洋長期再解析研究ならびに共生課題7プロジェクトの主目標である気候変動予測・水循環変動予測に資する四次元再解析統合データセットの構築を目的としている。

海洋再解析に関しては、本年度、史上最大のエル・ニーニョが発生した1990年代の全球規模の力学状態を精度良く推定できるよう四次元変分法海洋同化システムを改良して長期海洋環境再現実験を実施した。これにより、ARGOフロートデータ、衛星観測データを含む最近の高精度データの情報を効率的に反映し、かつ数値モデルシミュレーション結果よりも再現性の高い1990年代の再解析データセットを構築した。その結果、例えばエル・ニーニョ現象の指標となるニーニョ3海域の海面水温の再現誤差をシミュレーションに比べ半減させることができた。次に、文部科学省による「人・自然・地球共生プロジェクト」課題7の主目標である新世代四次元変分法大気海洋陸域フル結合データ同化システム研究に関しては、そのプロトタイプの研究開発に世界で初めて成功するとともに、地球シミュレータを用いたアンサンブル気候値再解析実験の実施により、季節変動の現況解析と予測に有益な初期値・再解析データの作成やパラメータの最適化、および降雨水蒸気の起源とルートを特定できる感度解析データ等、新規性の高いデータセットの構築が可能であることを確認した。加えて、気候予測スキルの向上に役立つこれらの情報をデータベース化して、温暖化予測及び水循環変動予測ミッション等に提供する効率的な分散共有型データベース・ユーティリ

ティ環境を整備した。以下に各研究成果を示す。

1) 1990年代海洋長期再解析実験

ARGOフロートデータを含む最近の高品質観測データ情報をより効果的に活かして過去の海洋環境推定精度を向上させるために、長期海洋環境再現実験に耐え得る物理スキームの実装、観測データに関するコストの重みの再検討、計算ノード数の増加による高速演算を行う等、四次元変分法海洋データ同化システムをバージョンアップした。再現実験(同化ウィンドー)は1990年-2002年の13年間を対象とし、具体的に用いた同化用データはARGOフロート、TAO/TRITON、PIRATAデータを含む歴史的海洋観測データとTOPEX/Poseidonの衛星アルチメータデータである。用いた海洋大循環モデルはGFDL/MOM3をベースとした水平1度、鉛直36層の地球シミュレータ用改良版である(詳細はMasuda et al.(2003a))。

図28(左)は再解析データから得られた熱帯赤道域における海面水温の時間変化を示しており、1997/98の20世紀最大のエル・ニーニョ現象をはじめとして、先行研究で指摘されている気候変動現象がよく再現されている。これを定量的に調べるために、エル・ニーニョ現象の指標の一つであるニーニョ3海域における海面水温の時間変化を図28(右)に示した。

同化結果の精度をシミュレーション結果と比べると、観測との平均二乗誤差にして2倍程度向上しており、本同化システムが力学的条件を満たしつつ、現実の変動をよく反映している。このことは得られた再解析データがエル・ニーニョ現象をはじめとする気候変動の力学機構の解明や予測研究にとって科学的に価値が高いことを示唆している。

図29はこの期間の赤道域における海面風応力偏差、海面高度偏差、及び海面水温の偏差と各海域での平年値の和を、図28と同様、時系列として表したものである。図から明らかのように、赤道域におけるエル・ニーニョ発生期の西風バースト(図29左)に伴い赤道ケルビン波が東進しながら発達し(図29中)、東部の海面水温が上昇することでエル・ニーニョ現象へと発展していることがわかる。四次元変分法を用いた本同化システムでは、従来の海洋同化システムとは異なり、人工的な加熱・吸熱を一切行わずに現象の再

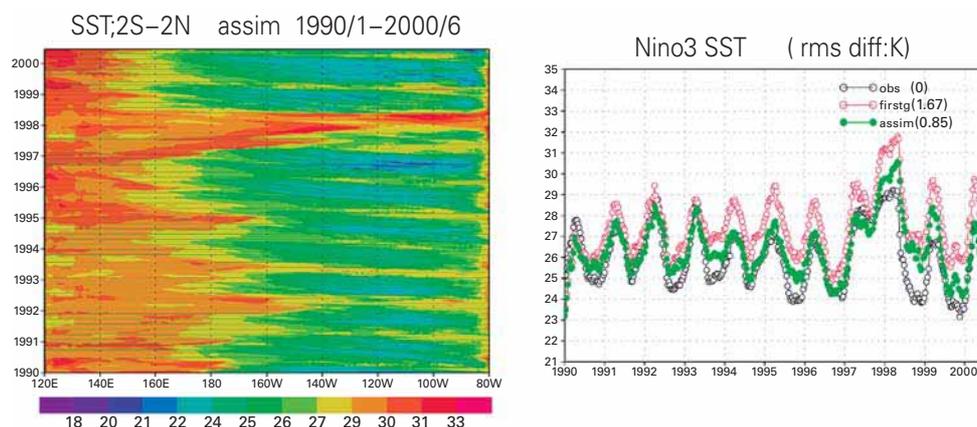


図28 赤道太平洋における海面水温の時間変化(左)とニーニョ3海域における海面水温の時系列(右)(1990年1月から2000年6月まで)。右図中、それぞれの時系列は観測(黒丸)、シミュレーション(赤丸)及び同化結果(緑丸)を表す。

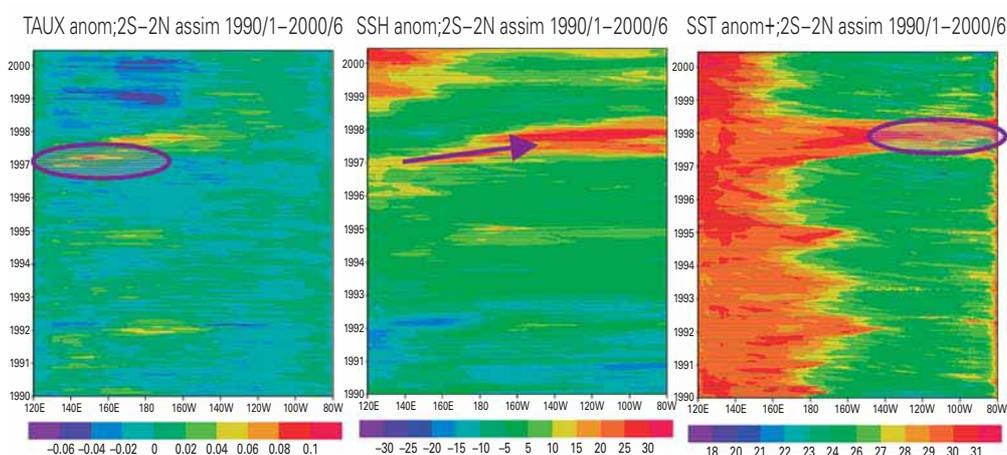


図29 赤道太平洋における海面風応力偏差(左)、海面高度偏差(中)及び海面水温偏差と各海域での平均海面水温値との和(右)の時間変化(1990年1月から2000年6月まで)。

現性を高めた点に留意されたい。

次に、四次元変分法データ同化システムに実装されているアジョイント計算コードを用いて感度解析実験を行うことにより、二酸化炭素の吸収域であり気候変動に重要な海域である北太平洋亜寒帯の亜表層を特徴づける中暖・中冷水塊の起源を調べた。この海洋構造はARGOフロートデータをはじめとする亜表層観測データを同化することではじめて再現されたものである。図30は中暖水海域(北緯47.5度、西経170度、85 m深)に人工的なコストを与え、その海域の水温変動がどの海域(時刻)の変動に起因しているかを調べた結果である。2年間遡った随伴解析結果は、中暖水が主には中層の黒潮続流域から、一部は亜寒帯循環域から東向きに移流されてきたことを示唆しており、最近の観測結果と一致している。亜表層海洋構造の再現と形成メカニズムの同定は経年的な気候変動研

究の重要な課題となっており、本システムは有用な情報を提供しえるツールであると判断できる。

また、得られた再解析データセットは水温、塩分、海面高度のみならず、一般に広域観測が難しい各種海面フラックスや流速の格子データを含む統合データセットであるので、高精度衛星観測やARGOフロートと緊密に連携した海洋変動の統合的な監視や予測用プラットフォームの有用なコンポーネントとなりえると考えられる。

2) 四次元変分法フル結合データ同化システム研究開発

四次元変分法データ同化は、観測データを活用してモデルのポテンシャルを最大限に引き出す同化手法なので、ベースモデルに用いる予報モデルが高度な性能を有することが要求される。そのため、CCSR/NIES気候モデルに基づく地球シミュレータ用気候予報モデ

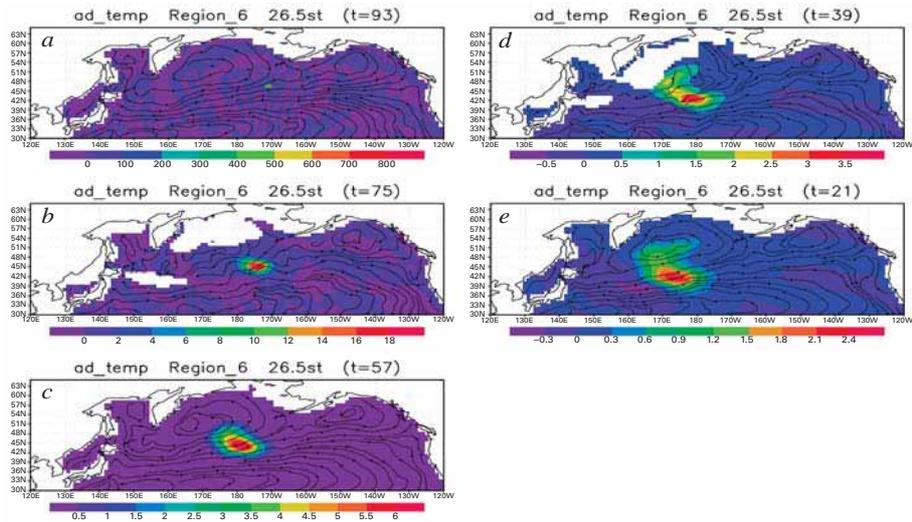


図30 中暖水海域に人工的なコストを与えたときの26.5シグマシタ面上におけるポテンシャル水温に関するアジョイント変数の空間分布。(a)2002年7月、(b)2002年1月、(c)2001年7月、(d)2001年1月、(e)2000年7月。

ルであるCFESの改良と連携したフル結合データ同化システムの開発及び気候値再解析実験を行った。

a. 気候モデルの改良

a-1. 下層雲スキームの診断式の導入

エルニーニョ監視海域として注目される熱帯太平洋は、エルニーニョ現象の主舞台となる領域である。東部熱帯太平洋では、ペルー沖で多量の下層雲に太陽光が遮られることによってできた冷水が低緯度に流れ込み、赤道の南側で海水の蒸発が抑えられて降水が少ないことが観測から知られている。しかし世界中のほとんど全ての大気海洋結合モデルがそうであるように、CFESではこの物理プロセスをうまくシミュレートできず、偽の降水帯(Double ITCZ構造)が現れてしま(図31

上)。そのため、時空間的な分布をもつ大気の安定度と下層雲量の関係をあらかじめ観測データから明らかにして、層雲の形成プロセスに対して新しい診断計算手法を導入した。これにより現実的な下層雲分布が再現され、気温分布や水温分布が改善された。その結果、偽の降水帯を軽減することに成功した(図31中)。

また、西部熱帯太平洋には「暖水プール」と呼ばれる高水温・強降水海域があり、エルニーニョ時にはこの海域が東へ(赤道中部太平洋へ)移動して、日本付近の気候場に大きな影響を与えることが知られている。以前はこの強降水域の位置が西へずれていた(図31上)が、積雲・層雲の計算手法を改良することによって観測データとよく似た海域に強い降水域が現れるようになった(図31中)。

熱帯太平洋(エルニーニョ監視海域)の降水量分布を改善

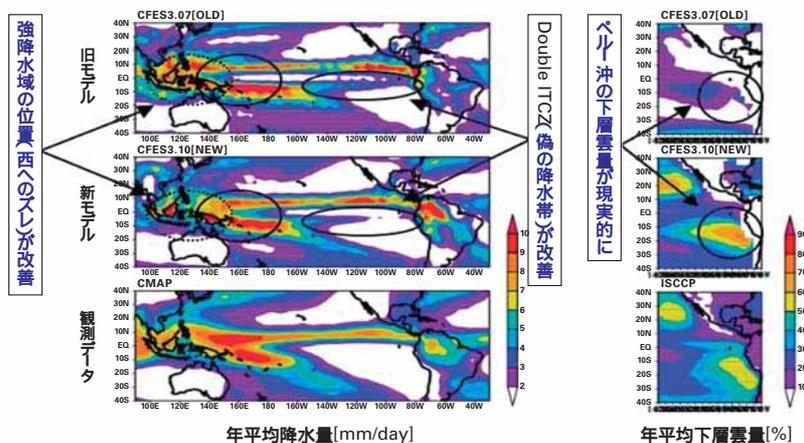


図31 観測(下段)と結合モデル(上段:改良前および中段:改良後)で得られた年平均降水量(左)と年平均下層雲量(右)。

a-2. 放射コードの更新(MstrnXの導入)

共生プロジェクトの課題間連携のひとつとして、風や気温などの基本的な大気循環場の構造を決定している放射による大気中の熱伝達過程の計算手法を課題1のCCSRの中島教授より提供された最新のコードに更新した。その結果、対流圏や成層圏の基本的な大気構造が改善された。特に、熱帯対流圏の低温バイアスが除去されたほか、気温分布と密接な関係にある中緯度ジェット構造が現実的に再現されるようになった(図32)

a-3. MATSIROの導入

気候システムの中で陸面は大気との水・エネルギー交換の役割を担っており、陸上における水循環過程に多大なる影響を及ぼす。その陸上においても、四次元変分法によるデータ同化で求められる結合モデルのパフォーマンスを確保するため、新たな陸面スキームであるMATSIRO(Minimal Advanced Treatments of Surface Interaction and RunOff; Takata et al., 2003)を

導入してパラメータ・チューニングを行うことにより、特に水循環の再現性に焦点を絞ったモデルの改良と性能チェックを行った。図33は(a)AFES-MATSIROバージョン、(b)AFES-バケツモデルバージョン、(c)MATSIROオフライン実験(GSWP1,1988年のデータを使用)におけるポーエン比(顕熱 / 潜熱)の年平均値を示したものである。陸面スキームをMATSIROに置き換えることによってユーラシア大陸及びアフリカ大陸上でより現実に近いエネルギー交換の形態が再現されている。ポーエン比の改善が見られる地域においては、降水量の再現性も良くなっている。これらの結果はCFESにおいても同様に見られる。また、土壌水分の初期条件の調整により、降水量の再現性が高まることも確認できた。以上のような降水量の改善により、その結果として得られる流出量にも改善が見られた。

b. 四次元変分法結合同化システムの構築と高度化

本年度は、フル結合モデルによる四次元変分法結合同化システムを構築するとともに、気候値再解析実

新放射コード mstrnX の効果
風、気温など基本的な大気構造の改善

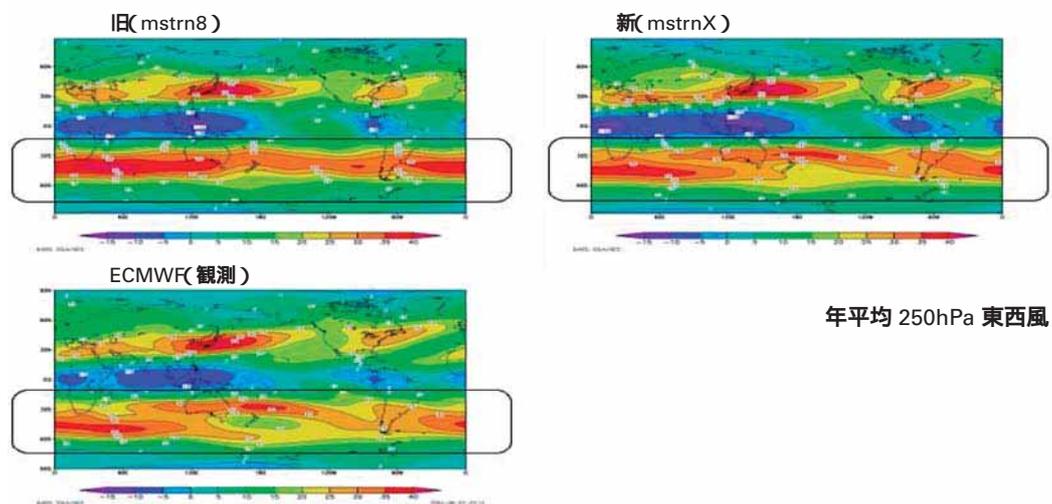


図32 年平均250 hpa東西風。左上:改良前、右上:改良後、左下:観測値(ECMWF)

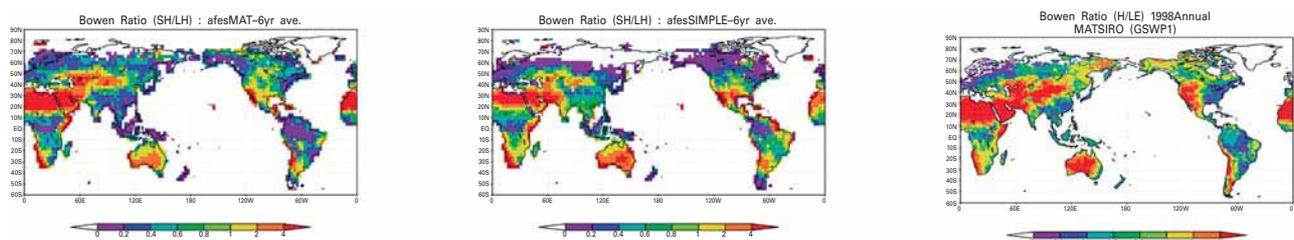


図33 ポーエン比(顕熱 / 潜熱)の年平均値の空間分布。(a) - 左: AFES-MATSIROバージョン、(b) - 中央: AFES-バケツモデルバージョン、(c) - 右: MATSIROオフライン実験(GSWP1、1988年のデータを使用)

験を念頭においてアンサンブル変分法同化システムに拡張した。さらに、これを用いて、気候値再解析実験を行い、結合モデルの年平均場および季節変動場が著しく改善することを確認した。

具体的には、海洋モデルの初期値と以下に示す結合バルク係数を最適化することにより、フル結合モデルの四次元的な場を大気・海洋双方の観測データに整合的に近づけることが可能な四次元変分法結合同化システムを構築した。このシステムは、結合系としての力学的整合性を保ちながら、季節・経年スケールにわたって観測値にも整合する結合再解析場を導出することができるため、気候値再解析、顕著年の再解析、ハインドキャスト実験に応用可能な先端的同化システムである。

結合部のバルク修正係数の自由度は、空間2次元、月単位を設定した。

$$\begin{aligned} \text{運動量} & F_v = -\rho\alpha_M C_M |\mathbf{v}| \mathbf{v} \\ \text{顕熱} & F_\theta = \rho c_p \alpha_H C_H |\mathbf{v}| (\theta_g - \theta) \\ \text{潜熱} & F_q = \rho\alpha_E C_E |\mathbf{v}| (q_g - q) \end{aligned}$$

結合モデルにおいては、weather mode、季節変動、経年変動といった様々な時間スケールの現象が複合しているが、気候値同化においては、特に平均場と季節変動を抽出して改善するために、下記のようにモデル場の月平均をさらにアンサンブル平均したものを、観測値と比較するようなコスト関数を設定している。すなわち、フォワード、アジョイントともに複数のモデルを1年間並列して走らせるアンサンブル計算を行い、これを何度も繰り返すことにより最適化を行っている。このような設定により、平均場と季節変動を改善し、さらに、これと深いかわりをもつ weather mode の出現特性、年々変動場が改良されることを目指した同化となっている。

$$\begin{aligned} J &= J_B + J_P + J_O + J_A \\ &= (\mathbf{x} - \mathbf{x}^{bg})^T \mathbf{B}^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{x}^{bg}) + \left(\overline{\mathbf{y}}_{ocn}^{13} - \overline{\mathbf{y}}_{ocn}^1 \right)^T \mathbf{P}^{-1} \left(\overline{\mathbf{y}}_{ocn}^{13} - \overline{\mathbf{y}}_{ocn}^1 \right) \\ &+ \left(\overline{\mathbf{y}}_{ocn} - \mathbf{y}_{ocn}^{obs} \right)^T \mathbf{R}_{ocn}^{-1} \left(\overline{\mathbf{y}}_{ocn} - \mathbf{y}_{ocn}^{obs} \right) + \left(\overline{\mathbf{y}}_{atm} - \mathbf{y}_{atm}^{obs} \right)^T \mathbf{R}_{atm}^{-1} \left(\overline{\mathbf{y}}_{atm} - \mathbf{y}_{atm}^{obs} \right), \end{aligned}$$

where, $\overline{\mathbf{y}} \equiv \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \overline{\mathbf{y}}_n$ (ensemble mean of monthly means),

\mathbf{x} : bulk adjustment factors, \mathbf{x}^{bg} : first guess of \mathbf{x} ,

$\overline{\mathbf{y}}$: model monthly mean field, \mathbf{y}^{obs} : monthly climatology,

\mathbf{y}^1 : model field at the first January,

\mathbf{y}^{13} : model field at the second January.

結合モデルの解像度は、大気T42L24と海洋1度 × 1度、鉛直36層。また、同化に用いた観測値は、海洋はWOAの温度、塩分およびT/Pの海面高度、大気はNCEP再解析で用いられたBUFRデータとSSM/I海上風データである。

b-1. 気候値結合再解析実験

再解析実験は気候学的な1年間を対象としているが、ここでは4つのアンサンブルをとってモデル気候値を表現した。同化に用いたデータは、海洋についてはWOAデータとT/P海面高度データ、大気についてはNCEPの同化用BUFRデータとSSM/I海上風データである。

約30回の区間イタレーションにより、結合モデルの場(アンサンブル平均)は大きく改善した。図34は、結合同化により海面水温の年平均場が観測値に近づいたことを示している。特に、赤道東太平洋の高温バイアスの解消や、赤道大西洋の東西温度勾配の改善が顕著に見られた。また、大気についても、シミュレーションで全体的に過大評価であった海上風が、SSM/Iの観測値に著しく近づいたことが図35よりわかる。季節変化の改善の一例として、インドモンスーン域での月別の降雨量の変化を示す(図36)。大気海洋の相互作用が整合的に再現されることも、結合同化の利点である。その一例として、観測に見られる赤道西太平洋やインド洋での海面温度と降水量の1ヶ月のタイムラグが、大気単体の同化では再現できないのに対して、本結合同化システムでは現実的に再現された(図37の黄緑の領域)。次年度は結合モデルのアンサンブル数の充実やコスト重みの適合的決定などの改良をはかり、高品質な気候値再解析データセットを作成するとともに、顕著年の再解析、ハインドキャスト実験を進める。

b-2. 四次元変分法データ同化システムを用いた水蒸気追跡実験

地球温暖化ミッション・水循環ミッションに貢献するための共通基盤技術開発の一環として、本課題で開発したアジョイントモデルを用いた水蒸気源追跡システムを新たに作成した。このシステムを用いることにより、グローバル水循環についての新たな知見が得られることが期待できる。本年度は、アジョイントモデルを

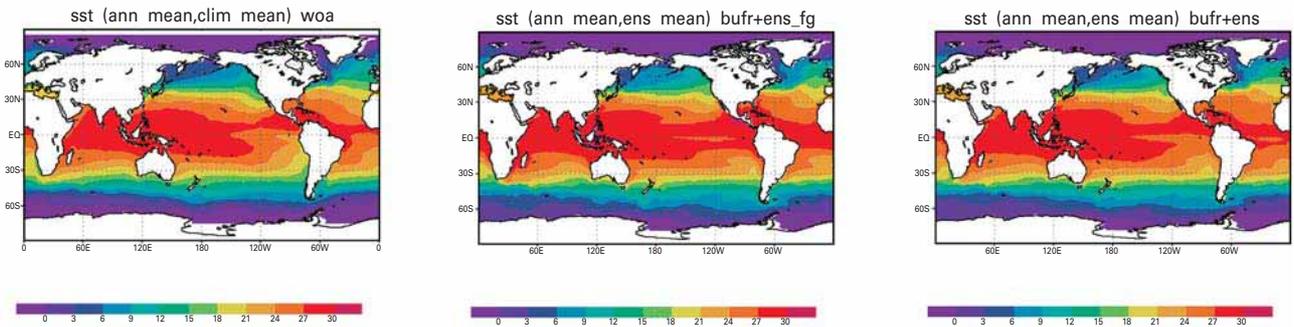


図34 結合同化による海面水温の改善(左:観測値、中:シミュレーション、右:結合同化)

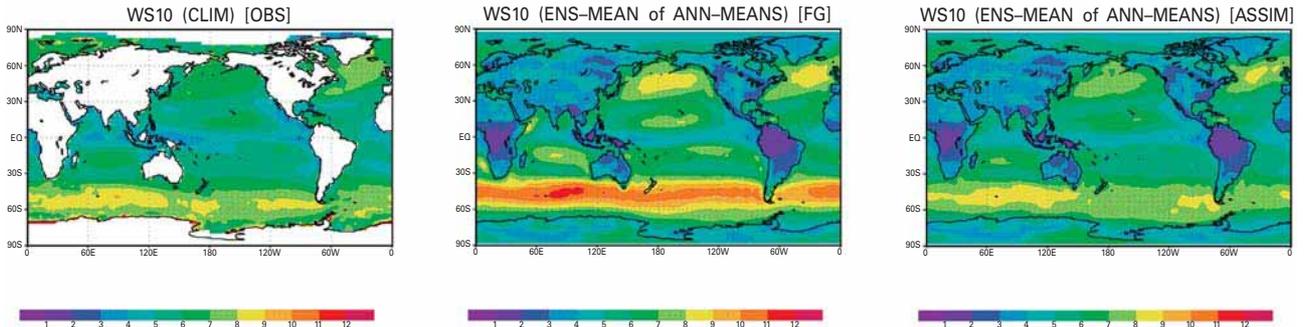


図35 結合同化による海上風の改善(左:観測値、中:シミュレーション、右:結合同化)

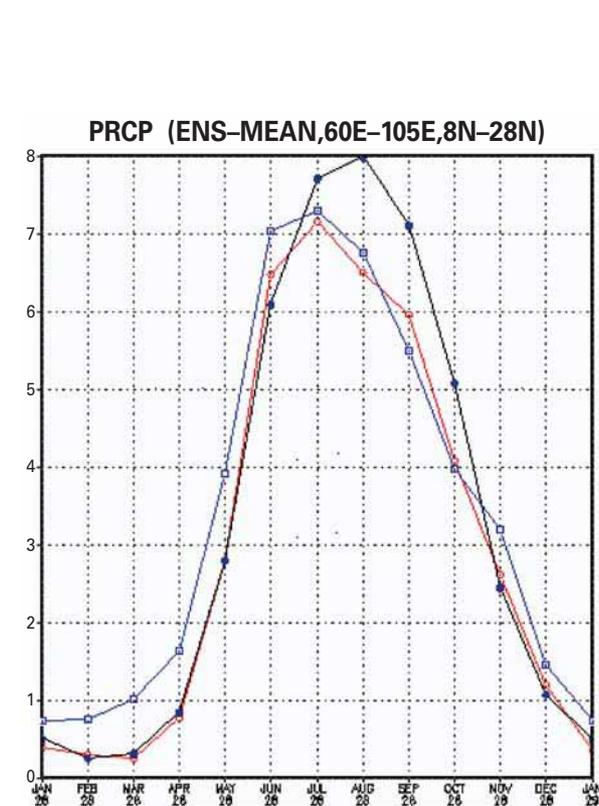


図36 インドモンスーン領域における降雨時系列の改善 (青:観測、黒:シミュレーション、赤:結合同化)

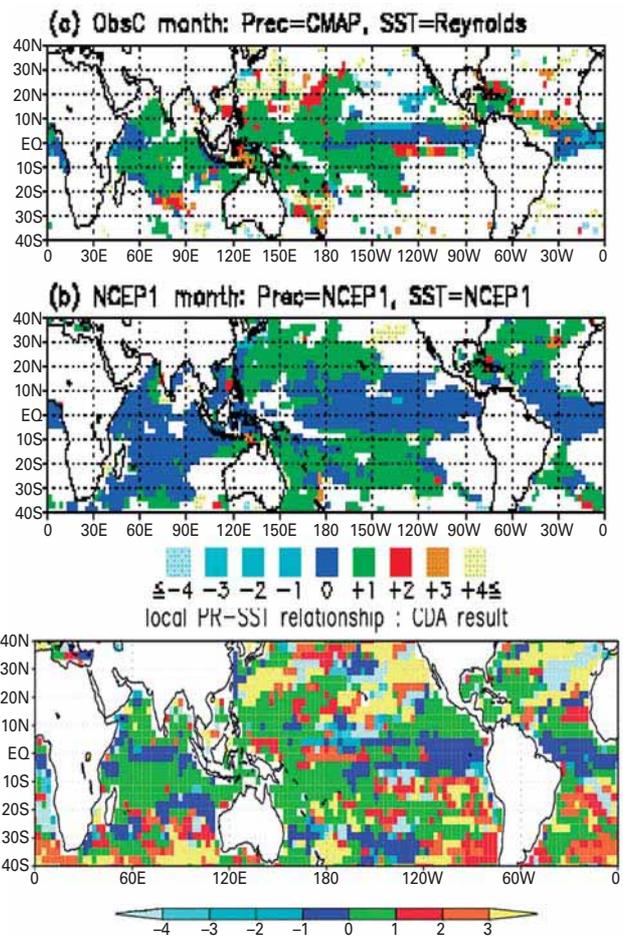


図37 海面温度と降水量のラグ相関(上:観測*1、中:大気再解析*1、下:結合再解析)

*1: Arakawa and Kitoh, 2004より

用いた水蒸気源追跡システムを作成し、得られた結果を評価した。まず大気単体モデルAFESのフォワードランを月平均の海水面温度(SST)の気候値を境界条件として行った。次に、得られた結果について、任意に選択した特定の季節・地域にもたらされた降雨についての水蒸気追跡実験をアジョイントモデルを用いて行った。本実験では、水循環の振舞いが様々な人間活動に多大なる影響を及ぼすため、その予測精度の向上が非常に重要であると考えられる夏季インドモンスーン地域を解析領域として選択した。図38は月平均のSST気候値を境界条件に用いたAFESフォワードランにおけるある年の南アジア地域の7月の降水量分布を示している。図中で降水量が極大を示す2地域(A:インド、B:バングラデシュ)について、日々の降水に対応する対流圏中層(500-850 hPa)比湿の逆解析を行い、得られた地表面蒸発量の感度から降雨の水蒸気源を推定した。図39は、インド(A)、バングラデ

シュ(B)各地域にもたらされた降水について推定された水蒸気源の確率密度の空間分布を示している。この事例では、(A)インドで降水となる水蒸気が主にアラビア海からソマリジェットによって輸送される、という夏季インドモンスーンの特徴的な循環場が反映された結果であるのに対し、(B)バングラデシュでは局地的なりサイクリングが卓越することがわかる。

今後は、上記のような結果についての性能検証を経た上で、ここで示した水蒸気追跡以外の気候要素に関しても感度解析を行って、エル・ニーニョを含む気候変動に伴う水循環変動についての新たな知見の取得を目指したい。

3)分散共有型データベース・ユーティリティ環境の整備
(財)地球科学技術総合推進機構、国際太平洋研究センターと共同研究を行うことにより、図40に示すような基本コンポーネントからなる分散共有システムの導入をほぼ完了し、実運用を開始した。

このシステムの特徴を要約すると、

- ・多様な機関が保有するデータの有機的連携が可能となるようなhttpベースの通信プロトコルであるDODS (Distributed Ocean Data System) OPeNDAPをシステムの核とする。DODS-CASにより、地理的に分散するデータを仮想的にひとつの大きなデータベースに纏めることができる。
- ・観測データの管理は、最近開発されたDAPPERや従来からのEPICにより行える。
- ・再解析データなどのグリッド化されたデータの管理は、高性能が実証され、かつ大規模高解像度データの管理も可能なGDSや従来からのCGI-based

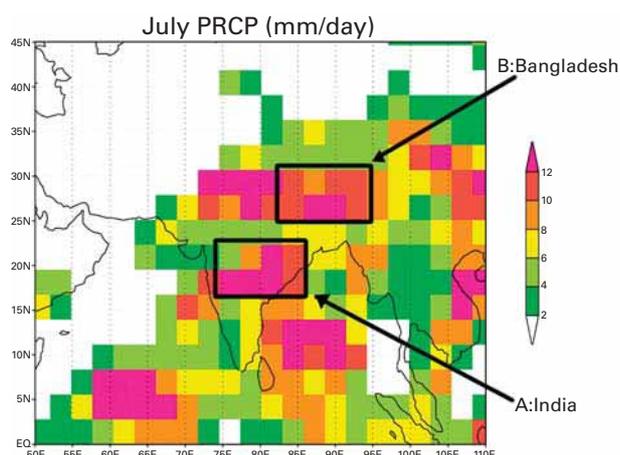


図38 月平均のSST気候値を境界条件に用いたAFESフォワードランにおける南アジア地域の7月の降水量分布。単位はmm/day

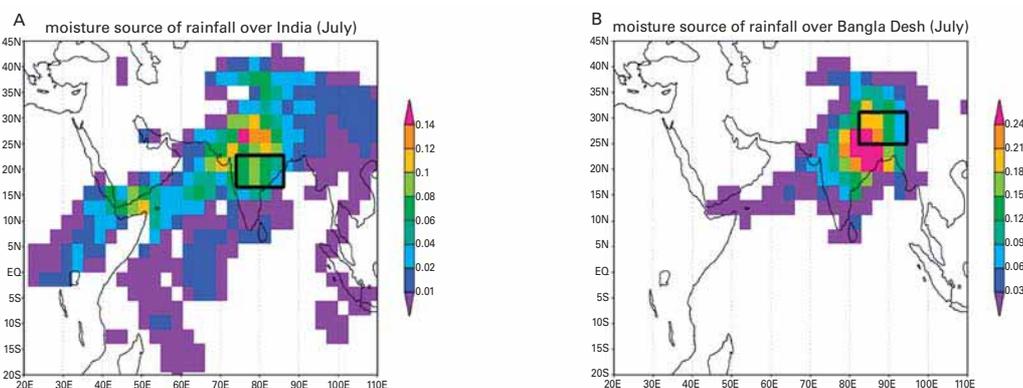


図39 7月における(A)インド、(B)バングラデシュにもたらされた降水の水蒸気源の確率密度分布図。値は各領域の降水量で規格化した。単位はmm/day。

DODSにより行える。

- ・データの公開は、操作性のよいWebベースのLAS、EPICなどにより行える。

なお、次年度の初期値化・再解析統合データセットの

公開に備え、データ同化システムの検証用に作成している海洋の初期値化・再解析統合データセットを試験的に前述のシステムに登録し、その実現性や応答性を検証した。

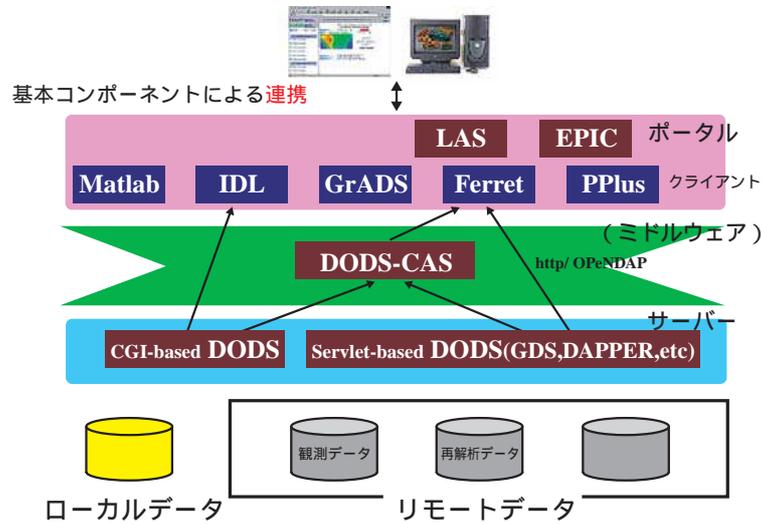


図40 Web利用分散システムの構成

1.1.3 地球内部ダイナミクス研究

地球内部変動研究センター

(1) 地球内部構造プログラム

1) マルチスケールのマントルトモグラフィー

- ・ 広帯域海底地震計のデータを用いてフィリピン海を中心とした西太平洋域の上部マントル速度構造を求めた。浅部では表層テクトニクスとの相関が見られ、深部では沈み込む太平洋スラブやマリアナトラフ深部に関係する速度異常が求められた(図1; 東大地震研等との共同研究; 科研費特定領域「地球深部スラブ」関連; 論文投稿中)。

Shear wave speed (km/s)

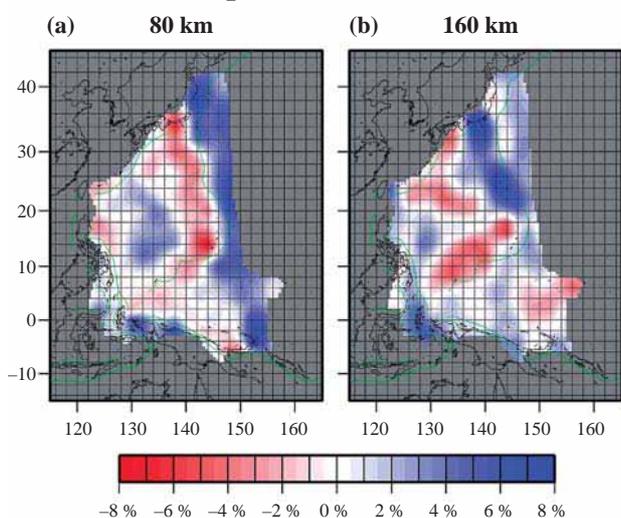


図1 フィリピン海3次元S波速度構造。赤が対象地域の平均速度より低速度、青が高速度を示す。(a)80 km; (b)160 km。

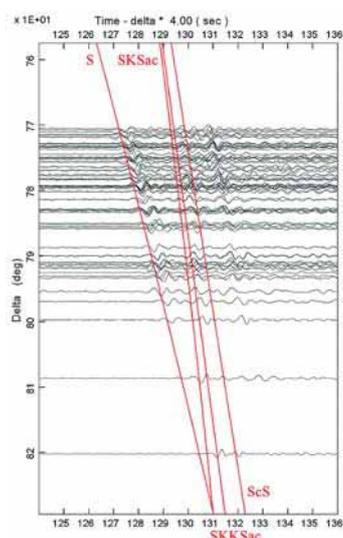


図2 トンガ・ケルマデック深発地震のHi-net記録。S、SKS波の到着が正常なのに対して、ScS波が5-10秒遅い。

トンガ・ケルマデック深発地震のHi-netデータを解析し、SKS波がほぼ正常なのに対してScS波が5-10秒遅く到着することを見出した(図2)。これにより、西太平洋のD"層内に水平方向に局所的で薄い低速度層が存在することが明らかになった。

- ・ Hi-netデータを解析して日本列島下の詳細なマントル不連続面凹凸を求め、マントル遷移層の温度異常を推定した。マントル遷移層に滞留スラブでの低温異常を検出した(「地球深部スラブ」関連; 論文出版済み)。
- ・ 日本の高密度地震観測データのトモグラフィーにより、日向灘のスロースリップ域付近に高ポワッソン比の異常が存在することがわかった(学会発表済み)。
- ・ トモグラフィーのためのデータベース作りの一環として、各種実体波の走時データの測定を継続しておこなっている。

2) マントル上昇流・下降流イメージングのための海底観測とデータ解析

- ・ 多くのホットスポットが存在する南太平洋仏領ポリネシア域にて1年間の広帯域海底地震観測をおこない、良質のデータを回収することができた(東大地震研、仏領ポリネシア大学等との共同研究)。本格的なデータ解析に先立って1年間の海底ノイズを求め、脈動ノイズの帯域で他の海域観測データよりも低いノイズレベルを得た(図3)。

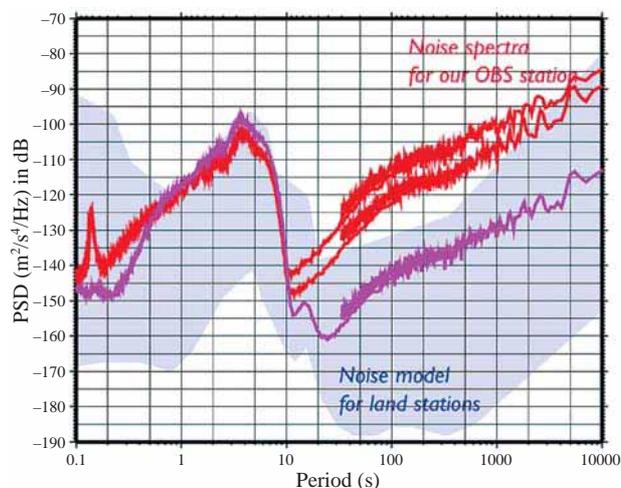


図3 ポリネシアBBOBSの1年間の記録から求められたノイズスペクトル。水平動(赤)と上下動(ピンク)。影の部分は世界中の陸上観測点から得られたノイズスペクトルの範囲。

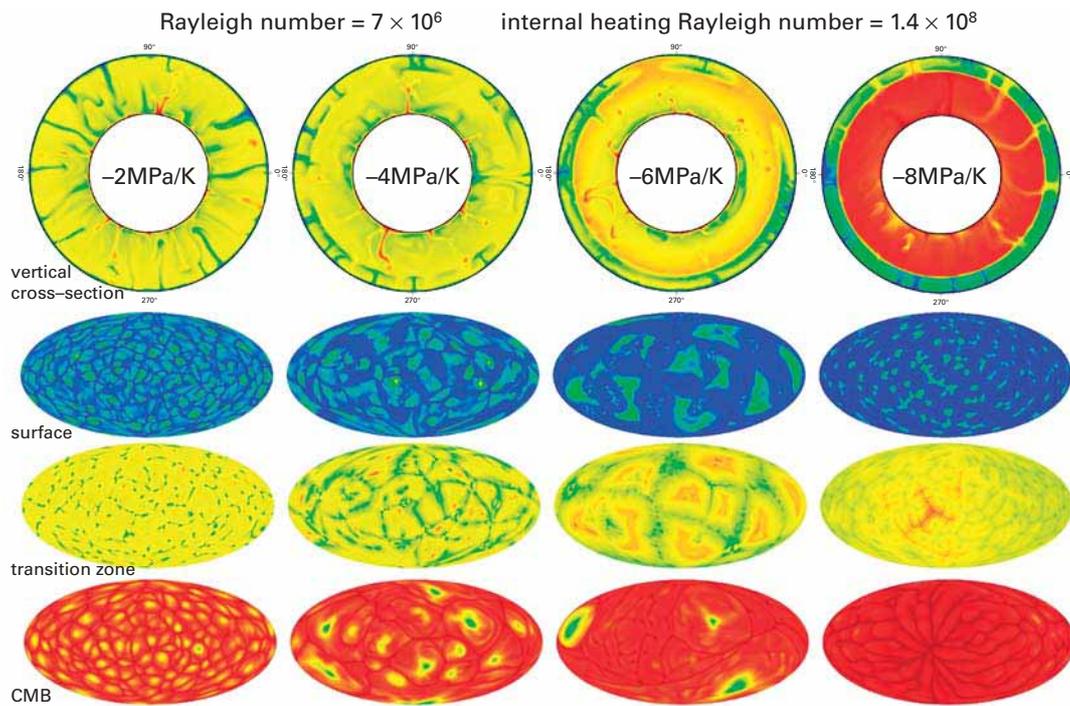


図4 深さ660kmにポストスピネル相転移を導入した場合のマンテル対流パターン。
左から右へ = -2, -4, -6, -8 Mpa/K.

- ・フィリピン海のマンテル遷移層構造を広帯域海底地震観測データから推定し、沈み込むスラブに伴う低温度異常と脱水を見積もった(愛媛大グループとの共同研究;「地球深部スラブ」関連;論文印刷中及び投稿中)。
- ・北西太平洋のマンテル遷移層に高温異常帯が存在することを地震学的に明らかにした(論文投稿中)。同時に海底電磁気学的観測をおこない、温度異常の電磁気学的マッピングを試みている。また、最近同地域において地質学・岩石学的に発見された「プチスポット」との関連性を検討している(IFREE海洋底ダイナミクス研究プログラムとの共同研究)。
- ・マリアナトラフでの海底電磁気観測データの電磁気異方性トモグラフィーにより、海底拡大に伴う温度不均質と脱水を明らかにした(論文印刷中)。

3)マンテル・コア対流モデリング

- ・地球シミュレータによって実際のマンテルの状態に近いマンテル対流をおこなうことに成功した。上部・下部マンテル境界にポストスピネル相転移を導入することによって、地震波トモグラフィーなどから推定されているものと同様の波長・時間スケールの対流パターンを実現させることができた(図4、5)。

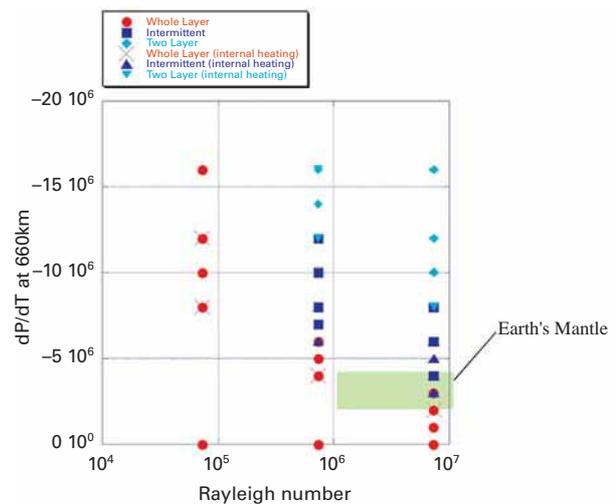


図5 レイリー数とポストスピネル相転移の温度圧力係数を变化させた場合のマンテル対流パターン。

- ・外核対流のモデリングを視野に入れて液体金属(ガリウム)を用い、流速測定をとまなう室内対流実験手法の開発をおこなった。流速分布から熱対流によってできた対流セルを同定することに成功した(北大との共同研究)。

(2)地球内部物質循環研究プログラム

概要

本研究領域では、地球内部における物質循環と固体地球の進化を包括的に理解することを目指し、沈み

込み帯、ホットスポットマグマを対象とした、地質学・岩石学・地球化学的解析、および地殻マントルの物性を決定するための高温高压実験を実施している。これらの研究は、京都大学・東京大学・東京工業大学・岡山理科大学・高輝度光科学研究センターに設置された連携研究拠点、インドネシア科学研究所ジオテクノロジー研究所などと共同で行っている。

研究成果概要

1) 島弧における物質循環の解析

島弧の進化過程における大陸地殻の形成メカニズムを理解する目的で、島弧地殻の発達程度が異なるサンギヘ弧、伊豆マリアナ弧、東北日本弧等のプレート沈み込み帯の火山岩等を採取し、地質学・岩石学・地球化学解析を行っている。それぞれの沈み込み帯において、陸域・海域での試料採取を実施し、一次記載・化学分析を行っている。

今年度得られた成果の中で特筆すべきものは、島弧安山岩の成因に関する新知見である。固体地球の端成分物質の1つである大陸地殻は安山岩質の化学組成を有しており、島弧における安山岩マグマの成因に対する理解は、固体地球の進化を解明する上で必

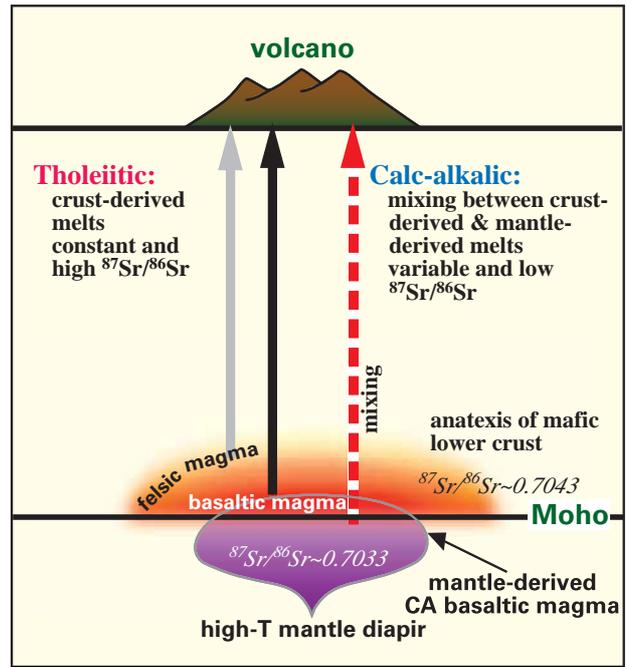


図7 蔵王火山における、カルクアルカリ、ソレイトマグマの発生モデル。

要不可欠である。分析グループと共同で新たに開発した、世界最高レベルの精度を有する微小域Sr同位体比分析法(図6)を用いて、代表的な安山岩質火山である蔵王火山噴出物について検討を行い、これまでの安山岩マグマ成因論とは異なる、新しいモデルを提案した(図7)。このモデルは、カルクアルカリ玄武岩質マグマが上部マントルで発生し、下部地殻の再溶融で生じたソレイト質マグマと混合し、大陸地殻と同様の組成を有するカルクアルカリ安山岩を生成する、と主張するものである。

2) ホットスポットにおける物質循環の解析

深さ2,900 kmまでのマントルの化学的特徴についての知見を蓄積するため、日本近傍・南太平洋・南大西洋域のホットスポット火山について、火山岩等を採取し、地球化学的・岩石学的解析を行なっている。今年度は特に、南太平洋西サモアにおいて、マントル深部の地球化学的端成分の1つを代表する試料の採集を集中的に実施した。

今年度得られた成果の中で特筆すべきものは、済州島ホットスポットマグマについて得られた、主成分・微量元素組成、Sr-Nd-Pb同位体比組成、記載岩石学的データを包括的に説明し得る、深部起源のホットスポットマグマと、大陸地殻直下に分布するリソス

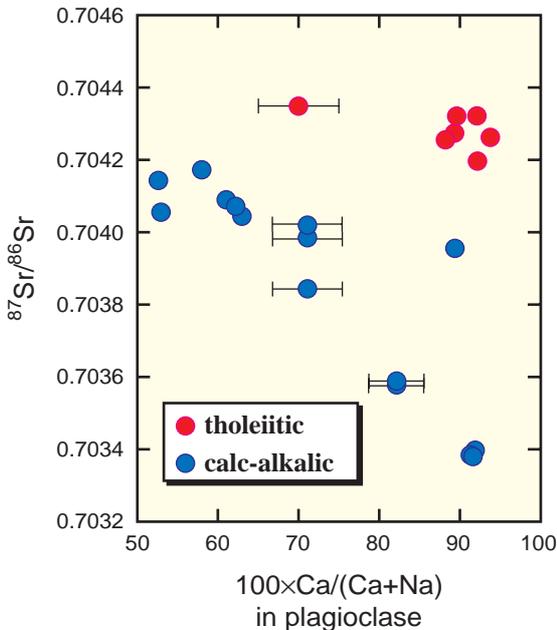


図6 蔵王火山岩中の斜長石に関する、Sr同位体比組成変化。ソレイト質火山岩中の斜長石は、Ca/(Ca+Na)に関わらずほぼ一定、かつ高いSr同位体比を示すのに対して、カルクアルカリ岩中の斜長石は、Ca/(Ca+Na)と逆相関かつ低いSr同位体比を示す。

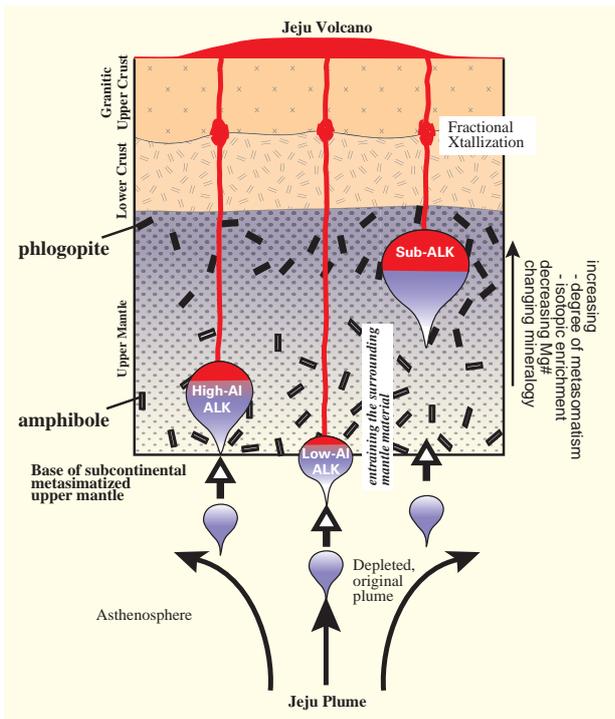


図8 濟州島ホットスポットにおけるマグマ発生モデル。

フェア物質との反応を考慮した、マグマ発生モデル(図8)を提案した点である。

3) 高圧実験を用いた物質循環の解析

地球深部における物質循環・ダイナミクスを規定する物性についての知見を蓄積するため、超高温高圧装置と高輝度X線回折を併用した実験を実施している。

今年度得られた成果の中で特筆すべきものの1つは、沈み込むプレート物質とマントル物質の密度関係を、全マントル圧力領域で決定した点である(図9)。

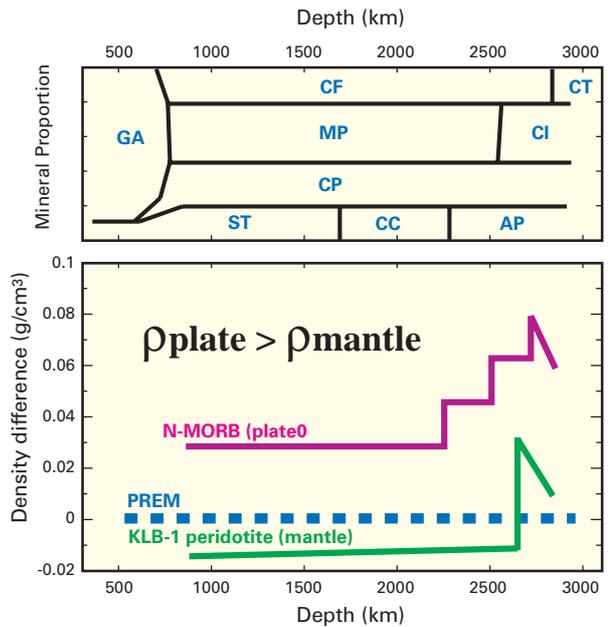


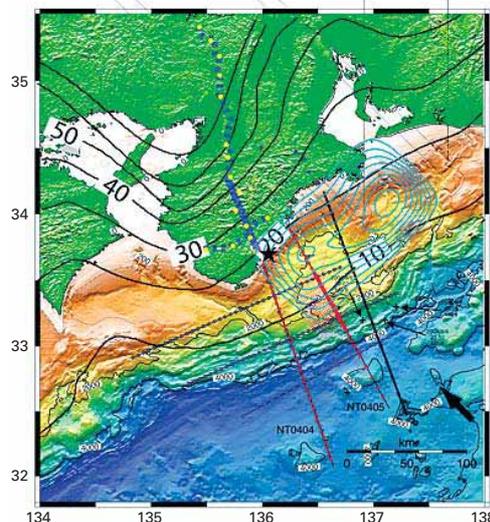
図9 圧力変化に伴うプレート物質(海洋地殻物質)の鉱物組成変化と、密度変化。

この成果によって、プレート物質はマントル最下部まで落下する事が確認された。

(3) プレート挙動解析研究プログラム

1) 受託研究「東南海-南海地震に関する調査観測研究」による紀伊半島沖における広角反射・屈折法調査を実施した。(大都市大震災軽減化特別プロジェクトによる近畿圏地下構造調査との連携研究) この結果、平成15年度実施した紀伊半島沖構造調査でイメージングされた速度異常構造に対応する構造が抽出された。

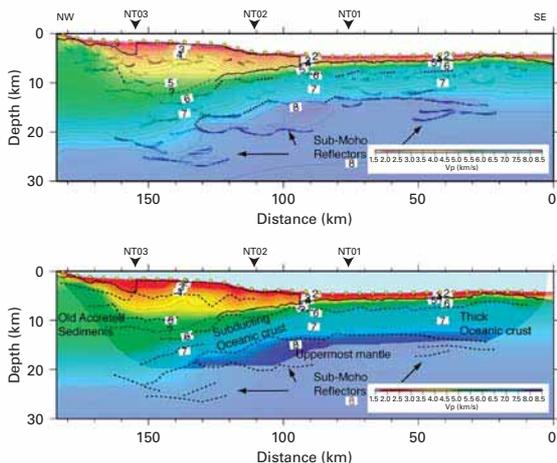
Wide-angle OBS survey



- 2004/ 11
- R/V Kaiyo
- 200L Airgun Array
- 110 OBSs (Red circles)
 - NT0404 (180km)
 - 36 OBSs (5km int.)
 - 100m int. shot
- 12ch MCS
- Land Explosives (Yellow circles)
 - Collaborated with Kyoto Univ.

図10

Seismic image of NT0404 profile, KY0413 cruise



- ・ 典型的なものより厚い海洋性地殻が沈み込んでいるが、沈み込む方向にも厚さ変化が見られる。
- ・ 海洋性地殻内およびモホ面下に複数の反射面が存在する。
- ・ モホ面下に反射面は、この海域の正常的な上部マントル内の地震分布(JAMSTECのOBS観測による)や2004年紀伊半島沖地震の上部マントル内の余震分布と深さが対応する。これらの反射面は、プレート内地震の断層面の一部(構造要因)を示している可能性がある。

図11

2) 紀伊半島南東沖地震に関する突発災害研究として、震源域周辺での反射法調査を実施した。
この結果では、上部マントル内の地震活動と対応しそうな反射境界が得られ、今回の紀伊半島南東沖の断層との関連について検討中である。

3) 日本海溝では「宮城沖地震パイロット重点研究」として、宮城沖において広角反射・屈折法調査を実施した。
この結果については、現在他の測線データと併せて解析中である。

4) 伊豆小笠原-マリアナにおける広域構造研究、大陸地殻成長過程の解明研究を継続している。
本研究は大陸棚画定に資する研究として、海洋情報部と連携して構造調査を実施している。

5) 地震発生帯メカニズム研究では、四万十帯における断層岩分析によるマイクロ現象の解明研究を推進した。

6) 台湾の集地震の破壊過程研究を実施した。(室内実験によるすべり摩擦則等のマイクロ現象の理解とその理論構築を推進)

7) プレート挙動モデリング研究では、地球シミュレータを活用した地震発生サイクルシミュレーション研究や個別要素法に基づく新たな解析手法を開発し、沈み込み帯におけるプレートのダイナミクス研

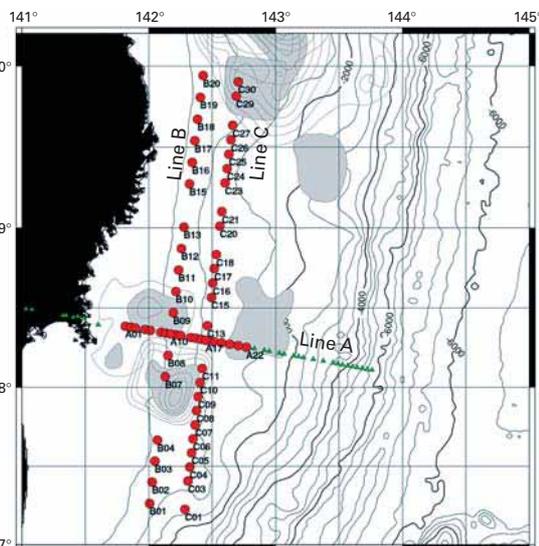


図12 探査測線。赤丸が海底地震計の設置位置。背景の灰色のコンターと塗り潰し領域はYamanaka and Kikuchi(2004)によるアスペリティマップ。

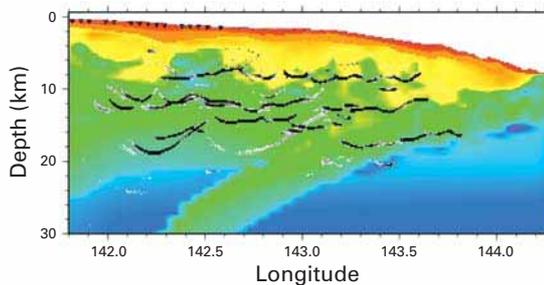


図13 観測された反射波をトモグラフィーで求めた速度構造上にマッピングした結果(A測線)。

究を推進した。地震サイクルシミュレーション(図14)では、これまでの南海トラフにおける海溝型巨大地震発生サイクルの「揺らぎ」に対応すると考えられる発生時期、規模の不規則性が再現されつつある。

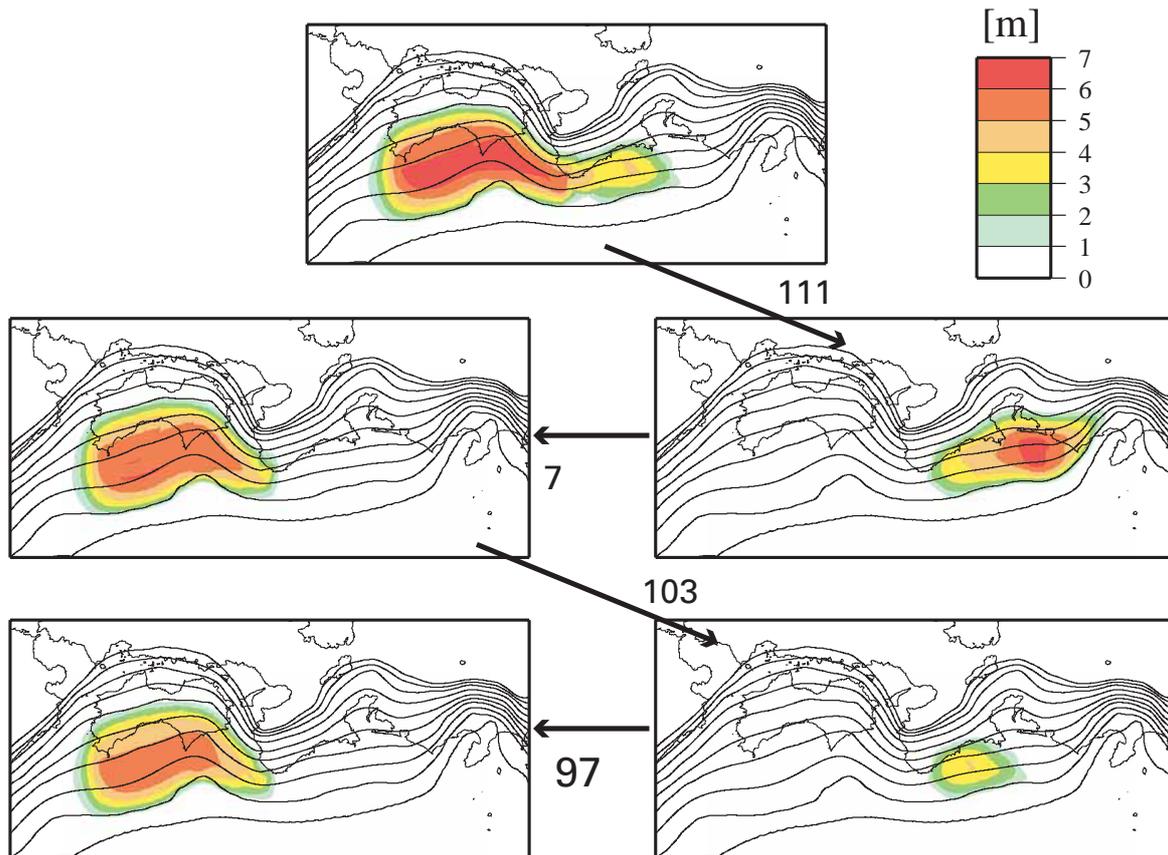


図14 構造探査で明らかになった海山等の分布に応じて、摩擦特性の不均質分布を仮定したシミュレーションの結果得られた地震時のすべり量の分布。破壊する範囲やすべり量、地震の発生間隔等が地震サイクルごとに变化しており、歴史資料から知られている過去の南海トラフの地震サイクルの発生パターンを定性的に再現している。

(4) 海洋底ダイナミクス研究プログラム

平成16年度は、海底活断層等の現場での長期観測・活動履歴等の研究を実施した。1) まず地震発生時の周期・規模・被害を予測、ハザードマップを作成するための基礎的研究として、2004年12月にスマトラ島沖で生じた地震の直後に緊急現地調査を行い、地震によって破壊された海底地形、巨大なインド洋津波を生じさせた震源域周辺での海底変動の様子と、その後の余震活動を観測、分析を行った(図15)。一方、2) 電磁場を用いた調査を行い、南海トラフで沈み込むプレート内部の電気伝導度分布の不均一を発見するとともに、そこから岩石の間隙率(含まれる間隙水の量)の推定を行った。3) また、海底活断層の活動度については、東海沖遠州断層においてコアを採取、分析することで、少なくとも千数百年前に30 cmの上下変位を有する活動が生じたことが分かった。

台湾チェルンブ断層においては、4) 今年度に2 kmの長さの深部断層掘削を成功させ、今回の地震で変位したと考えられる候補として、1111 m周辺に新鮮な

破碎帯を発見した。同時に掘削試料を用いて、歪の状態について現場測定を行った。5) さらに、40 m離れた場所で別の掘削を行い、地震に伴い変位した地下断層剪断帯のwhole core samplingを行っている。

南海トラフについてはIODP掘削proposalが受け入れられた。実際に掘削コア試料に関しては今後日本に送られ、高知コアセンターにおいて、被熱史、堆積物性等の分析が行われ、断層帯とその周辺についての詳細が明らかとなる。

6) 太平洋沖でのプチスポットと呼ばれる沈み込み直前のプレート内火成活動や、7) 南米沖東太平洋海膨において世界最大級の溶岩流を発見することができた(図16)。海嶺軸起源の溶岩と比較することで今後は巨大溶岩流の成因等の検討を進める。

研究実施において特筆すべきは、関連する諸外国の研究機関との連携がうまく進んだことである。ここにあげた成果の多くは外国の関係研究機関との連帯の結果である。一方、これまで海洋底ダイナミクス研究を主導したプログラムが解体し、来年度以降は三

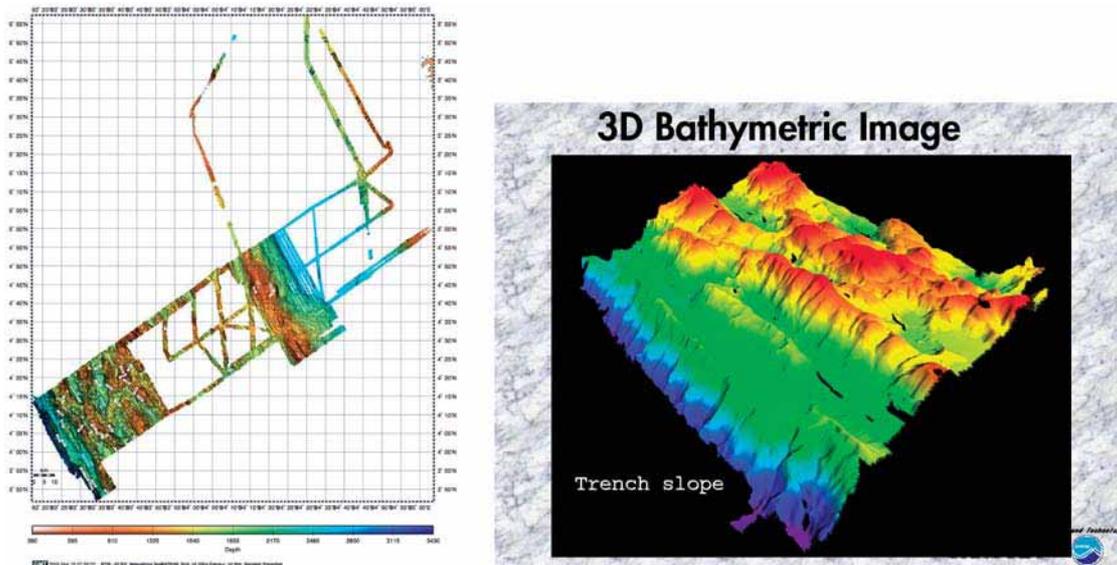


図15 (左)スマトラ島沖調査航海で「なつしま」により得られた海底地形図。(右)同調査における海溝側斜面の鯨瞰図。

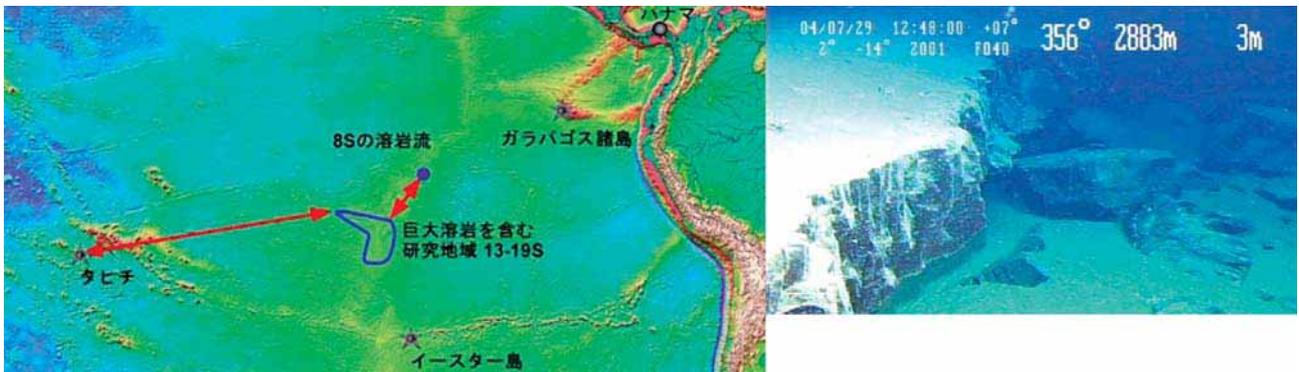


図16 (左)巨大溶岩流の発見位置。(右)しんかい16500から観察された溶岩流の崩落端。

つに分かれることで、今後中期計画を達成するためさらに密なる内部協力が必要となる。

スマトラ沖地震調査に関しては、地震や津波といった自然災害に対する恐怖をいち早く取り除くことを目的とし、報道機関、公開等をとおして調査の結果についていち早く伝えるように努力を払った。また、インドネシアをはじめとするアジア地域における津波災害軽減システムの構築に向けた知見からの萌芽的貢献を合わせて行った。

スマトラ調査航海においては、Websiteの立ち上げ、内閣府緊急振興調整費の獲得、現場調査航海および現地津波調査への研究員の派遣、国際協力の構築、情報公開を地震発生後の3ヶ月で行った。

- ・Website:地震の3日後にホームページ(<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/sumatra/index.html>)を立ち上げ、今回の地震の概要と特徴を公開した(現在も更新中)。

- ・緊急振興調整費の獲得:内閣府の16年度緊急振興調整費を申請・獲得するなかで、それぞれの研究機関に対して全体のまとめ役(事務局)として実質的にリードした。
- ・調査船「なつしま」を使った現場調査航海:2ヶ月という短い準備期間で、インドネシアの危険水域での調査が可能と成るように関係省庁の支援を受け、海賊行為等の問題が起こる中、無事に調査を終えた。
- ・国際協力:国際的にも研究協力をお願いし、インドネシア、ドイツ、米国からは乗船者を、その他には中国、インドとの研究協力を行った。また、下船後はフランス、米国等の協力依頼を受けている。
- ・情報公開:ホームページで最新の情報を公開するとともに、インドネシアのジャカルタで記者会見等を行い、地震や津波といった自然災害に対する恐怖をいち早く取り除く意味で貢献した。

(5) 地球古環境変動研究プログラム

氷期/間氷期古海洋、大陸縁辺古海洋、無酸素古海洋で堆積した地層を採取し、解析し、環境変動の特性について研究を行った。とくに、イタリア中部に分布する白亜系の海洋無酸素事変時に堆積した地層を露頭から切り出し、バイオマーカーやアルミノケイ酸塩の鉛同位体比の分析を行った。この結果、海洋無酸素事変が巨大火成区を究極的な引き金として起こったことを明らかにした。また、これに併せて技術革新も行った。元素分析計/同位体質量分析計を改良して有機物の炭素・窒素同位体分析に必要な試料の軽減を図り、従来の約50分の1の量でそれらの同位体比の分析が可能になった。さらに、微小領域サンプリング技法を開発し、現在特許を申請中である。

大陸縁辺古海洋(日本海や相模湾)、無酸素古海洋と類似した環境の海域における現行堆積過程の観測を行い、生物が関与する堆積・物質循環システムのモデル化を試みた。大陸縁辺海洋における堆積過程については、ROVを用いた現場観測と実験を行い、ダイナミックな堆積過程を描き出すことに成功した。特に間隙水中の酸素濃度を測定するための高感度オプトード・フィルムを開発し、世界一の精度を出すことに成功し、それを用いた間隙水中の化学組成と底生生物とのダイナミックな関係を明らかにしつつある(図17)。

北大、東大、島根大、サザンプトン大、コペンハーゲン大と連携した研究を実施した。サザンプトン大との研究成果の一部はScience誌に公表し、数多くのマ

スコミに取り上げられた(図18)。それ以外にも国際誌に多くの論文を公表するとともに、国内外の学会で招待講演を含む講演を行った。また、ワークショップ、シンポジウムを企画した。教科書を始めとする普及論文を執筆し、また市民講座の講師を務めることによって、研究成果を社会に還元する試みを行った。また、メディアに研究成果を解説することによって、当プログラムの研究活動を社会に普及することを心がけた。若手研究者、大学院学生を指導し、当該プログラムに関連する研究者を育成した。

またIODPでは、北大西洋古海洋航海(North Atlantic I)と北極海航海(ACEX)に参加し(図19)、前者では有孔虫の微量元素の測定、後者では堆積物の物性の測定を担当した。

(6) 地球内部試料データ分析解析研究プログラム

地球内部試料データ分析解析研究プログラムには、太平洋域ネットワーク研究グループ、機動的観測データ解析研究グループ、地球内部試料分析研究グループの3グループがあり、IFREEの研究基盤となる分析解析技術の開発研究および、観測データ、試料分析データの提供を行っている。太平洋域ネットワーク研究グループでは、地球シミュレータにより3次元地球内部構造モデルを考慮した理論地震波形を計算することで、北米大陸で山脈下の構造により地震波が散乱されることをモデル化し、観測波形に現れる地震波を説明できることを検証した(図20)。また、西太平洋域地球物理観測網

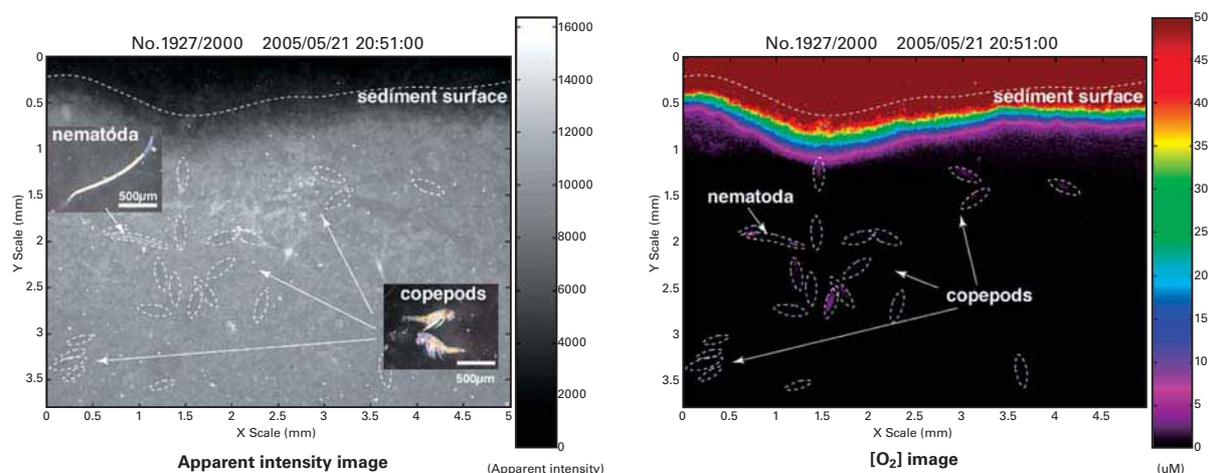


図17 堆積物 - 水境界の断面イメージ(左)と酸素濃度分布の可視化画像(右)。二次元酸素オプトードによって、堆積物 - 水境界の断面と酸素濃度分布を時系列で同時に測定することが出来る。測定には、酸素によって消光を受ける金属錯体色素を塗布したオプトードフィルム、励起光源と色素が発する熾光の寿命を計測するためのマルチゲートCCDカメラを用いる。

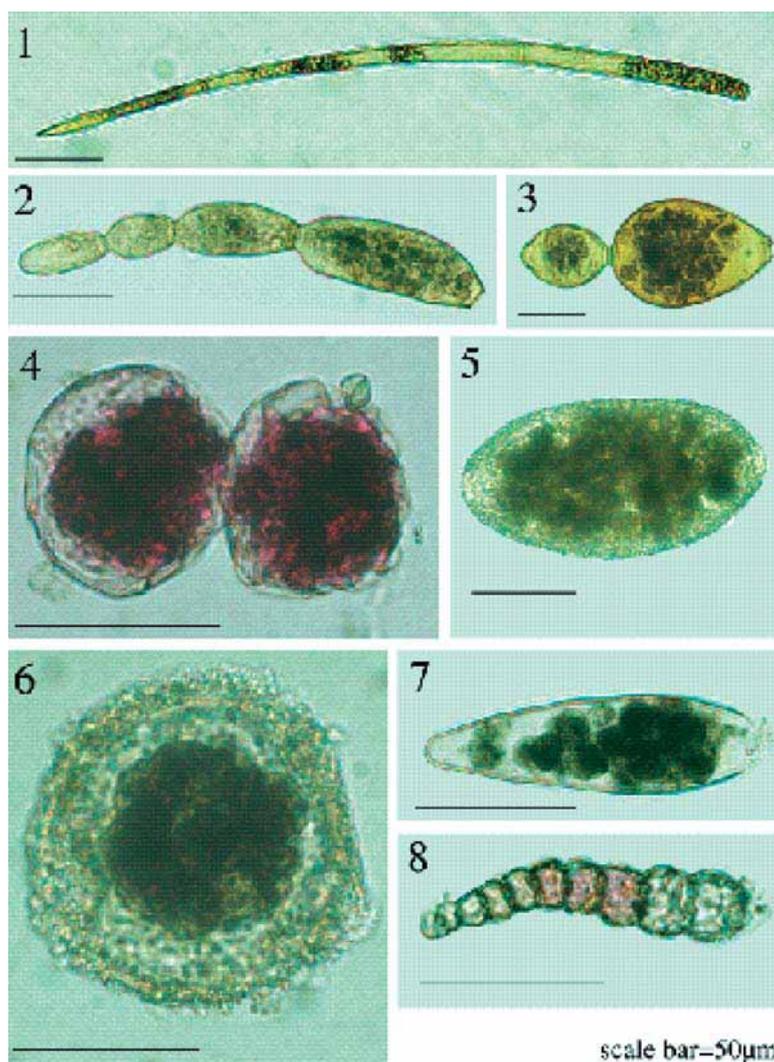


図18 世界最深部のマリアナ海溝チャレンジャー海淵で得られた底生有孔虫 (Todo et al., 2005)



図19 IODP北極海航海(ACEX: Arctic Core Expedition)の様子。
<http://www.ecord.org/exp/acex-gallery/302/gallery.html>

の一環としてインドネシア・スマトラ島に設置された広帯域地震計により、2004年12月26日におきたスマトラ巨大地震を震央距離5度以内という至近距離で観測することに成功した(図21)。機動的観測データ解析研究グループでは、IFREE地殻構造探査で得られたデータを基に研究対象地域ごと、あるいは構造区分ごとに分けてデータベースを構築し、データは適宜外部へも公開を開始した(図22)。地球内部試料分析研究グループでは、低濃度白金族元素試料に対する定量法を開発し、白金族元素の低い玄武岩標準岩石試料について目標とする10%以内の繰り返し再現性を達成した(表1)。さらに、P-T境界前後の堆積岩中のごく低濃度Osの同位体分析を進め、P-T境界ちょうどにおいて海洋底が還元的环境になったこと、P-T境界以前にすでにマントルからの物質供給が急速に増加したことが、P-T境界での絶滅に関与するらしいことを示した(図23)。

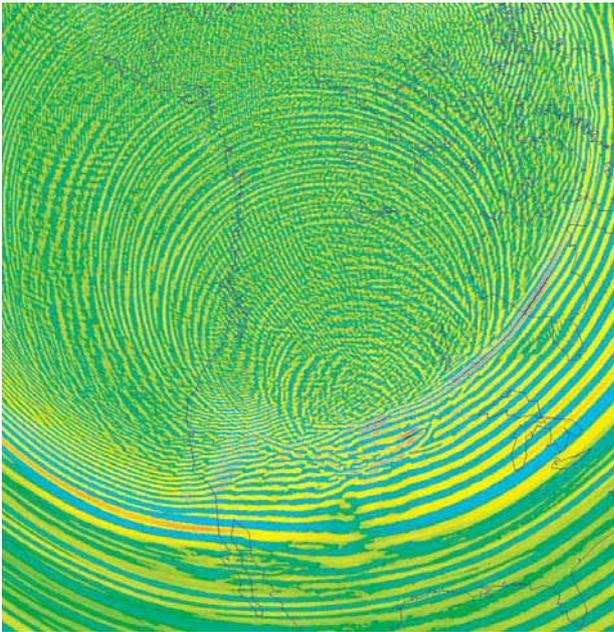


図20 2002年アラスカ地震により励起された地震波が地球表面を伝播していく様子のシミュレーション結果。地震発生から20分後のスナップショットを表す。北米大陸西岸に沿って伝播する表面波と、ロッキー山脈により散乱される表面波が再現されている。

Dec.26,2004 West off Sumatra M=9.0 Parapat, N.Sumatra

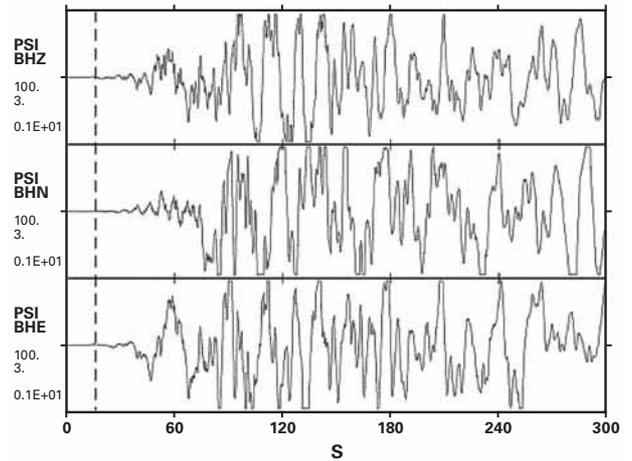


図21 2004年12月のスマトラ地震のインドネシア、スマトラ島パラパト観測点における広帯域地震計記録。上より上下動、水平動南北成分、水平動東西成分の5分間の記録。

図22 地殻構造探査データベースサイトのホームページ (http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/IFREE_center/)

表1 低濃度白金族元素試料に対する定量法の開発。緑枠のように高い繰り返し再現性が得られた。

● Analytical results for PGEs in reference rocks

Table. 1 Analytical results for TDB-1 (Diabase, CCRMP)

Elem.	This study						Ref.1 ^{*1}			
	Run 1 (ppb)	Run 2 (ppb)	Run 3 (ppb)	Run 4 (ppb)	Run 5 (ppb)	Mean (ppb)	RSD (%)	Yield ^{*2} (%)	Mean (ppb)	RSD (%)
Ru	0.205	0.190	0.244	0.200	0.201	0.208	10	82~91	0.179	2.9
Pd	24.5	22.8	22.1	22.4	22.4	22.8	4.3	71~85	24.3	7.8
Re	0.825	0.767	0.798	0.809	0.830	0.806	3.1	84~85	0.794	3
Ir	0.0713	0.0717	0.0654	0.0751	0.156	0.0709	5.1	86~89	0.075	13
Pt	5.13	4.69	4.65	4.78	4.87	4.82	3.9	68~86	5.01	3.6
Os ^{*3}	0.105	0.103	0.111	0.104	0.119	0.108	6.1	73?101	0.117	10

*1 Ref.1, Meisel and Moser (2004); n=7

*2 Chemical yields are calculated from the amounts of PGEs in the samples and spike solutions, and the sensitivities of ICP -MS

*3 Individual run for the determination of the other PGEs.

Table. 2 Analytical results for JP-1 (Peridotite, GSJ, sp.7&9)

Elem	This study									Ref.1 ^{*1}		Ref.2 ^{*2}
	Run 1 (ppb)	Run 2 (ppb)	Run 3 (ppb)	Run 4 (ppb)	Run 5 (ppb)	Mean (ppb)	RSD (%)	Yield (%)	Mean (ppb)	RSD (%)	Mean (ppb)	
Ru	6.27	6.28	5.52	5.83	6.12	6.01	5.4	84	5.29	12	-	
Pd	1.39	1.27	1.57	1.40	1.53	1.43	8.3	74	1.63	25	-	
Re	0.0230	0.0250	0.0237	0.0244	0.0244	0.0241	3.2	95	0.29	125	0.0299	
Ir	3.04	2.65	2.52	2.72	3.01	2.79	8.2	94	2.47	8	-	
Pt	4.16	4.50	4.07	3.79	5.18	4.34	12	90	5.09	61	-	
Os ^{*3}	2.72	4.06	3.36	3.85	4.41	3.68	18	79?106	3.78	19	2.58	

*1 Ref.1, Meisel and Moser (2004); n=7

*2 Ref.2, Suzuki and Tatsumi (2001); n=2, N -TIMS was used for the measurements.

*3 Individual run for the determination of the other PGEs.

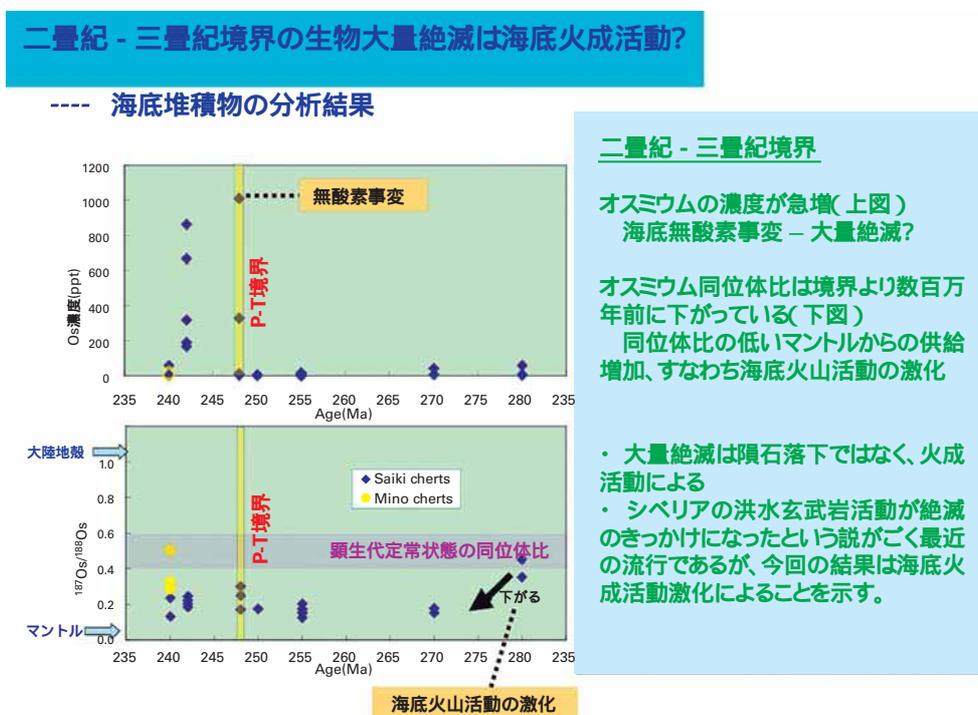


図23 二疊紀 - 三疊紀境界の大量絶滅が海底火成活動の結果であることを示す結果。

1.1.4 海洋・極限環境生物研究
極限環境生物圏研究センター

(1) 海洋生態・環境研究

- ・化学合成共生系生物から、共生細菌のゲノムを分離する方法を開発し、ゲノムライブラリーの構築に成功した。また、鯨骨生物群集からユニークな共生を行うイガイ科二枚貝を見だし、飼育にも成功した。この二枚貝は、共生細菌の伝播、感染のメカニズムを解明するためのモデル生物になる可能性がある。
- ・相模湾において季節ごとの中深層プランクトンを層別に定量的に採集するシステム (IONESS) を構築し、潜水調査船による調査と組み合わせて研究出来る体制を構築した。それを用いて試料(4航海)の採集を完了し、中・深層プランクトン群集構造を解析中である。
- ・深海調査研究の公募において採択された5航海を含む10航海において、化学合成生物群集の試料を採取し、生息環境の物理化学条件を計測した。



図1 多段開閉式ネットIONESS

(2) 極限環境生物展開研究

- ・好熱性と常温性*Bacillus*属のゲノム比較から、好熱性獲得に関与する遺伝子を推定した。アルカリ性に強く依存する遺伝子産物の一つ (flotillin) を精製し、好アルカリ性との関連を検討中。また、蛋白質のアミノ酸組成に基づいた統計的処理により耐熱性蛋白質の予測手法、プログラムを開発した。本手法は耐熱性有用酵素の探索手法として有用である。
- ・酵母ゲノムにコードされた17個の脱ユピキチン化酵素のうち、Doa4, Ubp6, Ubp14の3酵素に高圧増殖への関与が特定された。

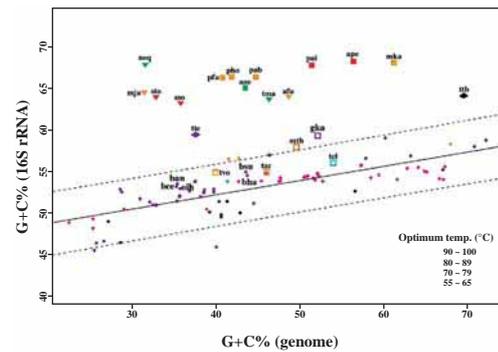


図2 全ゲノムのG+C含量と16S rRNAのG+C含量との関係

- ・高温・高圧水中におけるコロイド凝集機構についての理論的裏付けを得た。超好熱菌の耐熱性における、細胞表層タンパク質の役割を明らかにした。また、有用酵素探索用に開発した多孔質セルロースプレートを用いて、新規有用微生物、有用酵素のスクリーニングを開始した。
- ・保圧獲得について環境保存捕獲方法を開発し実施できた。
- ・深海性アナゴ科の繊維芽細胞(1株)の培養が可能になった。
- ・新江ノ島水族館と深海多細胞生物の大気圧飼育(長期)を開始した。

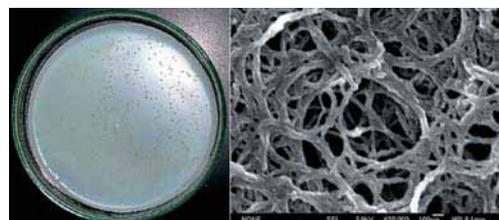


図3 多孔質セルロースプレート

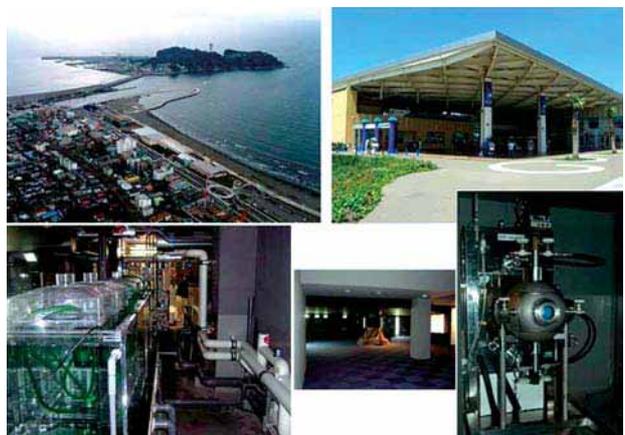


図4 『新江ノ島水族館』と研究材料のストックヤードを行うための公開型水槽群

(3)地殻内微生物研究

- ・ 活動的地殻内微生物生態系の探索・調査は計画どおり実施でき、地殻内微生物圏における微生物の多様性と分布の解明が進み、数々の新規微生物の分離に成功した。
- ・ 共生システムや共進化の理解、新バイオテクノロジーにつながると期待される巻貝硫化鉄鱗の磁性、物理強度、鉄原子の由来を明らかにした。
- ・ 深海底熱水 ϵ および γ プロテオバクテリアのエネルギー・炭素代謝の解析を行い、 ϵ および γ プロテオバクテリアの炭素固定回路について酵素学的に証明した。エネルギー代謝については硫黄酸化、水素酸化経路の解明を進め、有益な新知見を蓄積できた。

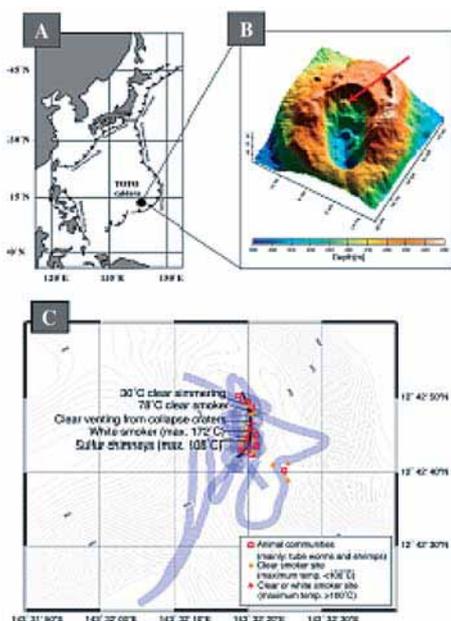


図5 TOTOカルデラの位置及び地形図、熱水活動の詳細。

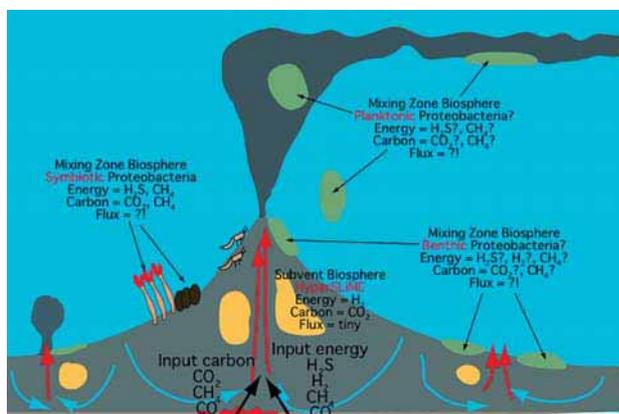


図6 深海底熱水活動域における地球生物学的エネルギー、炭素フラックスと微生物生態系

- ・ 地殻内有用遺伝子資源の探索および環境ゲノム解析は、菱刈金山の微生物群衆のメタゲノム解析を行い、本法の地殻内、深海への応用の可能性が示唆された。

(4)深海バイオ事業化推進計画

- ・ 極限環境生物圏研究センターで得られた研究成果を関連企業に紹介し、企業との共同研究の可能性を探る目的で平成16年10月22日(金) 笹川記念会館において第4回深海バイオフォーラムを開催した。
- ・ 深海バイオ事業化推進計画は、既に10数社の企業との共同研究に着手している。その研究範囲は、生理活性物質探索、有用酵素探索、環境浄化、有用タンパク質の構造解析や改良など広範囲に及んでいる。その中で深海や地殻内の微生物から有用酵素を多数発見し、一部については特許の出願並びに論文の投稿を行った。



図7 第4回深海バイオフォーラム

1.2 重点開発の推進

1.2.1 海洋に関する基盤技術開発

海洋に関する多様な研究活動の推進のため、高機能の海底探査機、自律型探査機、海底観測システム等の技術開発を実施している。併せて海洋科学技術だけでなく他の研究開発分野への応用等もにらんで先進的な基盤技術の研究開発を実施している。

高機能海底探査機に関する技術の研究開発

本研究開発では、最新の調査・観測技術を導入した深海11,000 mまで潜航可能な高機能海底探査機の研究開発を行う。水深11,000 mまで潜航可能な深海調査機器は世界に現存せず、深海の研究における観測調査のニーズに対応するためには、海底最深部まで潜航し調査・観測作業を行う探査機の開発が必要である。平成15年に流失した「かいこう」ピークルは水深11,000 mまでの潜航・調査が可能であったが、その建造時からの周辺技術の発達は著しい。そこで「かいこう」ピークルの再建造に止まらない、最新の調査・観測技術を導入した高機能探査機の研究開発を行う。新たな技術開発要素としては、大深度用浮力材や大深度用中性浮力ケーブルの開発、大深度用高速光ファイバ通信システムの開発、また大深度用光学機器の開発や音響機器の高性能化、観測・作業機

器等の改良が挙げられる。大深度用浮力材の開発に関しては、その素材である中空ビーズと樹脂の組み合わせを様々なケースについて検討し、複合材としての総合特性が水深11,000 mの条件下でも使用できる浮力材の開発を行う。また、ケーブルに関しては、その構造を見直し信頼性の向上を図るとともに海底下で取得した画像等の大容量のデータ伝送するための高速光伝送通信を備えたケーブルシステムの開発を行う。さらに、高機能化として大深度光学機器の開発、音響機器の高性能化等を行う。本年はこれらの技術開発要素のなかで、大深度用浮力材の試作と性能試験、大深度用中性浮力ケーブルの試作と性能試験、高速光通信システムの検討を主に行っている。高機能海底探査機の開発により、深海研究のニーズに応えることが可能となり、世界最深部における生命圏の研究や海底地殻変動の研究に資する。

自律型無人探査機に関する技術の研究開発

自律型無人探査機はあらかじめ作成したスケジュールプログラムにしたがって、自律して海中を航行できる無人探査機をいう。この研究では、表1に主要目を示す自律型無人探査機試験機(以下、試験機という)を開発する。深度3,500 mまで潜航可能で、3 knの巡航速度で300 kmの航続距離を目標とする。機体は抵抗を小さくするため、円筒型である。長距離を航

表1 主要目

Dimensions	Length	10 m
	Width	1.3 m
	Height	1.5 m
	Weight	10 tons
Maximum Range	300 km (Fuel Cell)	
Maximum Depth	3,500 m	
Cruising Speed	3 kn. (Maximum 4 kn.)	
Positioning	Inertial Navigation System Doppler Sonar Homing Sonar	
Operation Mode	Autonomous Remote (Acoustic, Optical)	
Sensors	Side Scan Sonar Snap Shot Digital Camera Forward Looking Sonar CTDO	

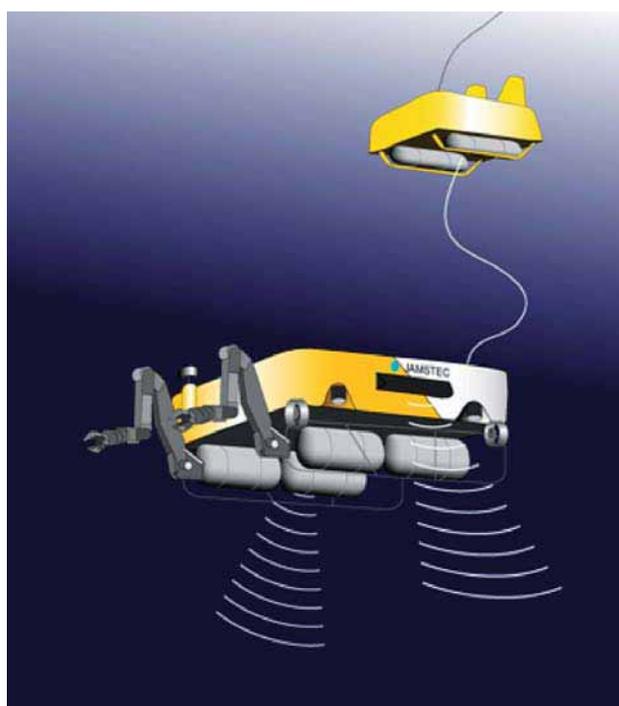


図1 高機能海底探査機のイメージ

行するには、高性能動力源と高性能航法システムが不可欠である。前者は、固体高分子型燃料電池とリチウムイオン二次電池を用いる。後者は、慣性航法で生じる誤差を最小とするため、光リングレーザージャイロ、ドップラ速度計などを組み合わせた。また、海中でデータ採集や観測作業を行うためにセンサやサイドスキャンソナーなどを機体に搭載して、海洋データ取得や海底調査を行うことができる。図2は試験機の外観を示す。

試験機は深海巡航探査機「うらしま」と名づけられ、平成12年度から実海域試験を開始した。平成15年には水素吸蔵合金に貯蔵した水素と高圧容器に貯蔵した酸素ガスを使用する燃料電池システムを搭載した。図3に燃料電池搭載時の一般配置図を示す。水素吸蔵合金は燃料電池の排熱を利用して水素を放出する。平成16年度は、実海域で計5回の潜航試験を実施した。その結果、搭載した燃料を全量使用して56時間、317 kmを航行することができた。図4に航跡を示す。平成17年度以降、実用化に向けた海域試験を実施する計画である。



図2 試験機「うらしま」の外観

総合海底観測ネットワークシステムに関する技術の研究開発

海底のプレート境界で発生する地震に関する研究や、海中環境変動に関する研究、生態系に関する研究では、長期に渡り連続的な観測を行うことの重要性が指摘されている。このような観測を実現する手段と

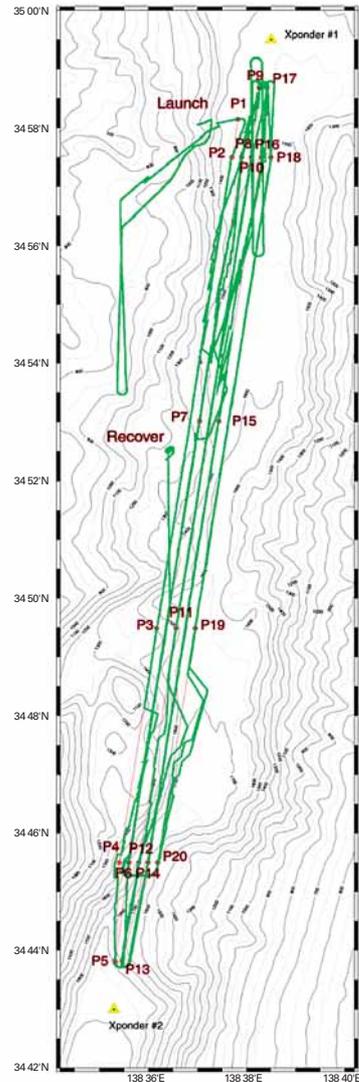


図4 潜航試験の航跡（317 km航行時）

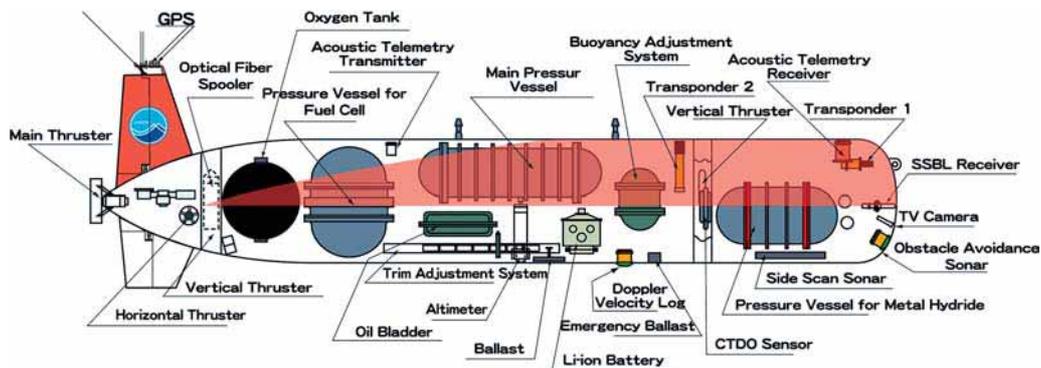


図3 燃料電池搭載時の一般配置図

して、海底ケーブルを利用した科学観測用海底ケーブルネットワークを提案し、その実現に向けて基礎的な研究開発を進めている。図5は提案している海底ケーブルネットワークARENAの概念を示したものである。メッシュ状に接続された海底ケーブルには約50 km毎に観測ノードが設けられている。各観測ノードには、水中着脱式コネクタを用いて、地震計や津波計、テレビカメラ、流向流速計など各種のセンサが接続され、様々な研究分野で利用される。観測ブイや自律型水中ロボットともリンクして観測範囲を広げることにより、3次元の連続観測を可能とする。

本年度は、光伝送システムと給電システムに関する基礎研究を進めた。通信用光海底システムと異なり、科学観測用システムでは海中機器内設置可能な広帯域光送受信装置を用いる必要がある。図6は提案した光波長多重方式を用いた、ラマン増幅器によるキャリア光の変調を利用した光信号伝送システムの構成

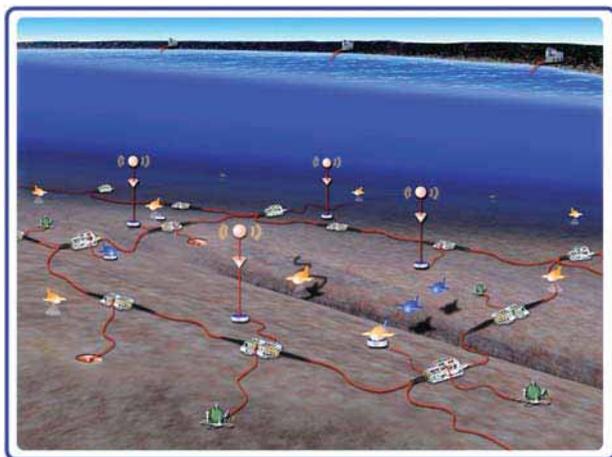


図5 科学観測用海底ケーブルネットワークARENAのイメージ

を示したものである。本方式では、海底観測機器内で温度制御による精密な波長安定化を行う必要がなく、伝送システムの信頼性が向上するとともに、消費電力と発熱による温度上昇の問題を避けることができ、実用的な光信号伝送方式を実現することができる。試作した結果、310 Mbits/sの伝送が可能であることを確認した。一方、長尺の海底ケーブルネットワークの給電系では、伝送路の抵抗や伝搬の遅延に伴う様々な現象が発生する。このような特性を理解し、給電系の安定性や電源のオン・オフに伴う過渡現象を把握することが必要とされる。また、光海底ケーブルの給電線は一本だけであり、電流の帰路には海水を利用している。そのため、その電気的伝搬特性は複雑である。しかし、長距離の海底ケーブルを用いて実験によりこれらの現象を観測することは困難であるため、コンピュータシミュレーションにより評価できるようにすることが重要である。本研究では、図7の等価的分布定数回路を仮定してその伝搬特性を電子回路シミュレータにより求め、理論的解析結果を比較した。その結果、図7の回路により光海底ケーブルの電気的伝搬特性を良く表現できることを確認した。本研究により、電子回路シミュレータにより海底ケーブルネットワークの給電系の解析を行う基礎が確立された。

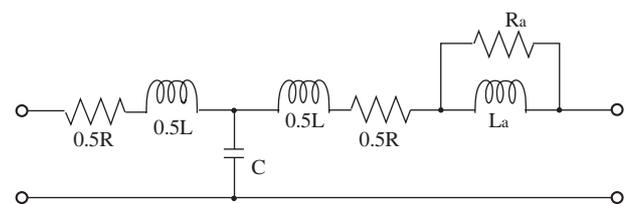


図7 光海底ケーブル給電線の電気的等価回路

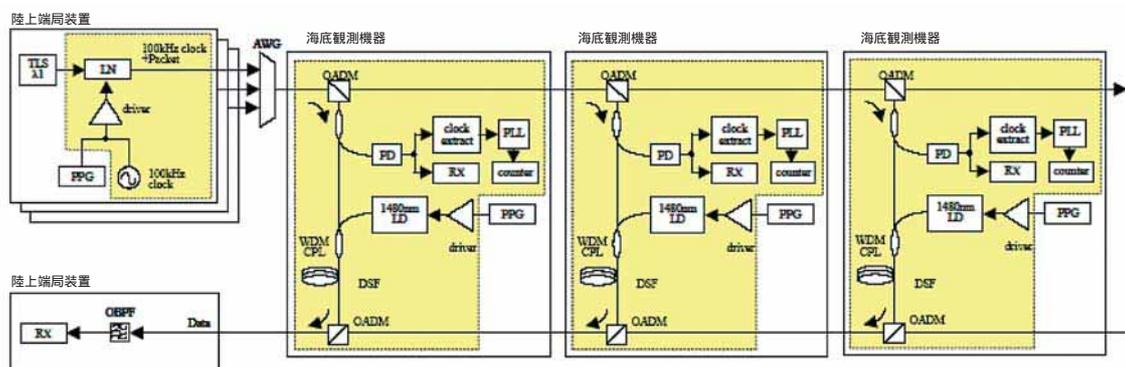


図6 ラマン増幅器によるキャリア光の変調を利用した光信号伝送システム
(OADM: Optical Add Drop Multiplexer, PD: Photo Diode, LD: Laser Diode, DSF: Dispersion Shift Fiber, WDM CPL: Wavelength Division Multiplexer Coupler)

先進的な海洋技術に関する研究開発

海洋研究はもとより将来の他分野への応用もにらんで様々な基盤技術の研究開発を実施している。

(1) 海洋機器用構造部材に関する研究

電子機器を海水及び水圧から保護するための耐水圧容器を軽量化することは潜水機を開発する上で重要な位置にある。現状のチタン合金製の耐圧容器よりも比強度の高い素材について研究開発する。本年度は、新規に開発したマグネシウム合金により小型の試験用耐圧容器を試作し、これより切り出した評価試験用片を用いて材料特性評価試験を実施した(図8)。この結果、比較対照用基準材(Ti-6V-4Al合金)とほぼ同等(1倍)の比強度を達成した。

(2) センサの研究開発

化学的計測手法の中で、電気化学的な計測手法について基礎的な検討を行った。電気化学的手法の中で、イオン感応性電界効果型トランジスタを用いた電



図8 マグネシウム合金製耐圧容器

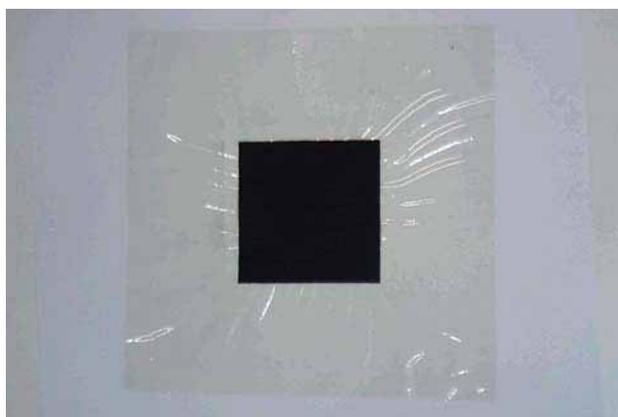


図9 ナノ材料を用いて製作したMEA(電極塗工済みイオン交換膜)

極について試験を行い、温度変化時の特性について基礎的なデータを取得した。また、化学センサの高圧水中下における特性把握のための陸上試験装置の設計・製作を行った。

(3) 動力源に関する研究

自律型無人潜水機(AUV)を長距離航行させるために、動力源の効率を上げるための研究を進めている。本年度は、昨年度に開発したチタンセパレータの金メッキ処理を最適化して、効率の上昇を確認した。また、ナノ素材を用いた電極の開発に着手し、ナノ材料の種類の検討・イオン交換膜への塗工方法について検討し、試作を行った(図9)。前年度に引き続き、評価ベンチの製作を進めた。

(4) 水中音響技術の研究開発

有人潜水船や無索無人探査機、海中に設置された観測機器等と音響信号を用いて通信を行うための研究を行っている。平成15年度からは第二期として、より高速な通信の実現を目指した研究を行う。無索無人探査機の制御のための画像伝送や、海底設置型の地震計等大容量のデータの転送に応用することを目的とし、数百mの伝送距離において、64 kbpsの伝送速度を目標とする。

広い伝送帯域を確保するため、80 kHzの周波数を用いて通信を行うことを検討した。この周波数では海水による吸収減衰が大きいため、通信距離は短くなるが、伝搬遅れも小さくなるため、無人探査機の制御にとって応答が良くなる。また、無索であることから探査機の良い運動性能が確保できることが期待される。本年度は、昨年度から行ってきた試験装置の製作を引き続き行い、この装置を用いて実海域実験を行った。本実験において、動揺の少ない状況下ではあったが、約100 mの距離で50 kbpsの速度での通信を行うことができた(図10)。

また水中音響技術に関連して位相共役波を利用した水平方向の長距離水中音響通信に関して、基礎的な検討を行った。通常、長距離水平方向の音響通信を行おうとした場合、反射波や屈折波などのマルチパスが多数混入し、通信路が確保できなくなる(シンボル間干渉)。それに対し、位相共役波(時間反転波)



図10 復調画像例(320×225画素×伝送時間1.2秒)
エラー無

による収束を利用すれば、反射波や屈折波が集まって、元の波形がほぼ復元されるため、マルチパス波のほとんどない信号が受信でき、シンボル間干渉がなく、かつ、レベルも高い信号を受信することが出来る。本研究では、さらに、この位相共役波による収束と、適応フィルタによる処理を組み合わせた方法を試みた。浅海域、深海域のシミュレーションによって検証し、従来の方法では通信路が確保できないような環境でも、この位相共役波の効果と適応フィルタを組み合わせた方法を用いることで通信を行えることが示された。他に、平成17年度に実施予定の実海域試験のための、低周波音源、受波器、送受信装置等を製作した。

(5)計測およびセンサ技術に関する研究

現在、地球規模の変動を予測するために北極域での調査・観測が進められており、北極の氷原下を観測する有効手段として、自律型無人潜水機(AUV)を活用する手法が考えられる。この手法では、AUVが数千kmにわたり自律航行する必要があるため、GPSを使用することが出来ない海中においてこれを実現するためには、自己の位置を把握するためのセンサが必要となる。

本研究では、AUV位置を計測するセンサとして光リングレーザージャイロ(RLG)および加速度計を中枢として構成される慣性航法装置(INS)について、この性能を向上させることを目的とする。平成10年度～平成14年度においては、ミラー改良および光経路を拡大したRLGを製作し、INSの精度を上げ、平成15年度には、一定レートで回転する回転台上にINSを搭載し、INSを回転させることによりLong Term Driftをキャンセルさせる試験を実施した。その結果、INSがもつBias Drift

誤差の軽減による性能向上が確認され、回転台方式による誤差軽減の効果を示した。この成果を踏まえ平成16年度は、回転台の回転速度、及び回転のタイミングによる誤差の軽減具合を検証し、これにより、アライメント中においても回転台を用いてINSに回転運動を与えると、より効果的に誤差が軽減されることを確認した。

(6)人工衛星通信システムの研究開発

洋上の船舶、探査機、ブイなどの洋上の観測機器のモニタリングと遠隔操作を可能にすることで、研究者が陸上に居ながら洋上のデータをリアルタイムで収集できる試作機を開発する。初年度は、衛星通信回線の設計行い、必要とする無線通信システムの仕様設計を行なった。さらに、遠隔操作で重要な画像伝送を行なう為に、無線回線の劣化で通信速度が低下しても高品質な画像が伝送できるように、画像圧縮装置の開発をおこなった。

また近い将来打ち上げが予定されている技術試験衛星VIII型を用いると、浮上中の深海巡航探査機「うらしま」と陸上設備、または母船と陸上設備の間で、圧縮画像の伝送等の高速な通信が実現できる。しかし、「うらしま」に搭載できるような小型で耐圧性能を有する、衛星追尾型のアンテナは既存しない。本研究では、搭載に最適なアンテナと追尾装置を研究開発し、実際に「うらしま」に搭載し試験を行う。本年度は、アンテナ追尾装置を小型化するために、人工筋肉を用いた追尾装置を開発に着手し、人工筋肉の深海での特性試験を行なった(図11)。また、人工筋肉で動作できるように昨年度より小形のアンテナを試作し、伝播暗室において特性試験を行った。

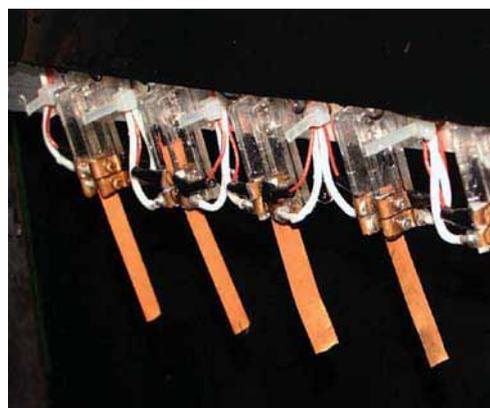


図11 11,000 mの圧力試験水槽で動作中の人工筋肉

(7)その他の研究開発

1)氷海域及び深海底調査用無人探査機の研究

この研究は、深海底の詳細な調査と、北極域におけるCTDデータや二酸化炭素などの収集を行う際に必要な無人探査機技術を研究する。本年度は、昨年度に開発した、自律して作業するために最適な制御プラットフォームを用いて、搭載した機器が安定に動作できるように、基本のハードウェアとソフトウェアの改良を行なった。さらに、このプラットフォーム上で動作する基本的な自律制御ソフトを開発し、東京海洋大学の水槽を借用して、運動性能試験を行い、データを取得した(図12)。



図12 水槽試験風景

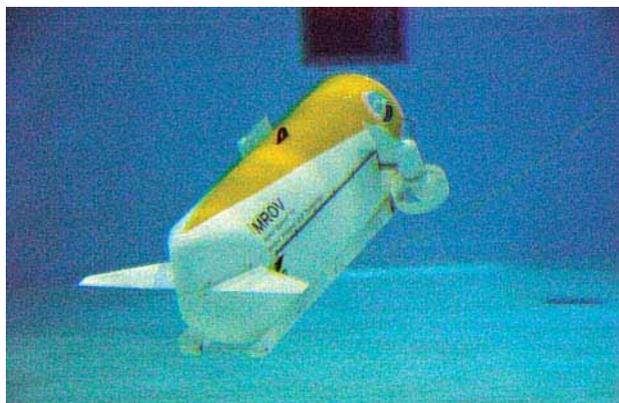


図13 プールでの試験の様相



図14 海域試験の様子と水中映像

2)浅海用ハイブリッド型(AUV/ROV)無人潜水機の研究開発

水温、溶解気体、微生物などの海洋情報は、深度500 m以浅で変化が大きいため、浅海で広範囲にわたり効率よくデータ計測を可能とする潜水機が望まれる。この目的で、AUV/ROVのいずれとしても使用可能な、広域の水平方向移動を特徴とした、簡便な潜水機の開発を行っている。本年度はシステムの開発を終了し、産学官交流フェアで完成発表を行なうと共に、共同研究先の企業で販売を開始した。また、性能向上のため、プールにて運動試験を行った(図13、図14)。

3)電磁パルスによる海底下探査装置の研究

大電力の電磁パルスを海底等の地中に送信し、反射エコーを測定する事によって、プレート沈み込みや断層等の構造を調べる事ができる。また水溜りや埋設物などを発見できる可能性がある。電磁パルスを探査に用いると、これまでに使用されている音波を利用した方法や、磁場を利用した海底下の探査方法に比較し、より多くの情報が得られる利点がある。本年度は電磁パルス発生装置の組上げを行い、システム試験を実施した(図15)。一方、シミュレーションにより海底下の伝播シミュレーションを行った(図16)。

4)熱水噴出域における熱伝変換技術を用いた電源装置の研究

熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換できる熱電変換素子を用いた熱電変換技術は、深海における観測機器への電力供給手段として有用な技術であると考えられる。そこで本研究では、熱電変換技術の深海、特に熱水噴出域への応用を考え、現在の熱電変換技術



図15 電磁パルス発生装置と受信アンテナ



図17 水槽実験用加振装置

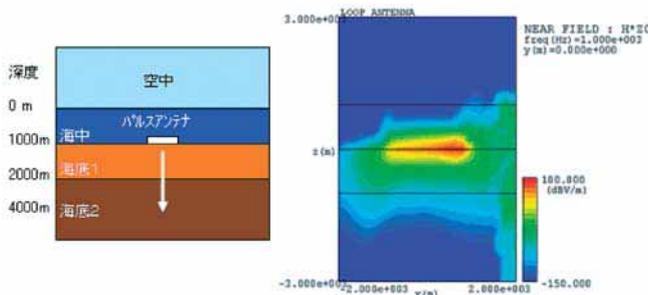


図16 海底下の電磁界シミュレーション結果

に関する調査検討を行った上で、水中かつ高圧下という厳しい深海環境における利用技術を開発する。本年度は、既往の熱電変換技術に関する調査検討を行い、熱電変換に関する基本的な効率の検討を実施した。

5)プロトタイプ合成開口ソナーによる実証的研究

海底地形とその表面状態の調査観測は、陸上における測量と地質調査に相当し、他の海中作業前に行う重要な調査と位置づけられる。その調査・観測にはソナーが用いられ、中でも高分解能かつ海底下構造も探査できる合成開口ソナーが注目されている。本研究は合成開口ソナーの能力を引き出すために重要な、動揺補正技術の確立を目指している。これまでに、新たな動揺補正処理を開発し、シミュレーションでその効果を確認した。この結果を踏まえ、本年度は水槽実験をおこない、開発した動揺補正処理

の効果を確認した(図17)。加えてプロトタイプの仕様を決定し、詳細設計を完了した。

6)ナノ・マテリアルを用いたガス貯蔵の研究

燃料電池には、水素と酸素を使用するが、AUVに限らず燃料電池を用いたシステムではこれらのガスをどのような状態で貯蔵するかが課題となっている。本研究では、AUV等の水中動力源として使う燃料電池の燃料貯蔵方式として、ナノ・カーボン材を用いたガス吸蔵、排出等の技術を確認することを目的とする。本年度は、前年度までの試験結果に基づき試験用の酸素ガス貯蔵試験容器を試作し、ガス吸着特性試験を実施した(図18)。この結果、気体による貯蔵に比して3.5倍の貯蔵能力を得た。



図18 酸素ガス貯蔵試験容器

7)内湾環境修復の研究

この浄化手法は海底から空気を送り込んで(曝気:ばっき)大村湾の特産であるカキの生残や成長を確保、促進するというものである。曝気だけでは富栄養物質のリサイクルはできず、カキ養殖だけでも浄化は困難であったが、無給餌型養殖と曝気とを組み合わせることで初めて持続可能な利用と修復が両立することを示す目的である。漁業や地域産業の振興に貢献しながら同時に海を浄化して貧酸素や赤潮を防ぐ。実験の結果、実験区では養殖筏が沈むほどにカキが丸々と大きく成長した(図19)。また海中の溶存酸素濃度も7月~10月にかけて平均6.4mg/l(目標は4.3mg/l以上)と良好に維持されていた。一方、同じ湾の他所で行われていた通常のカキ養殖場ではほとんどのカキが死滅し収穫には至らなかった。平成17年度までで3回の繰り返し実験を行い、採算性も併せて実用化の見通しを得る計画である。



図19 実験区で育ったカキ(右)と通常のカキ(左)
(身の大きさに明らかな違いが見られるだけでなく、実験区で育ったカキ(右)は白い部分(グリコーゲン)が大きくうまみが増すといわれている。)

1.2.2 シミュレーション研究開発

地球シミュレータセンター

(1) 計算地球科学研究開発

- ・ 全球大気大循環プログラム(AFES)を用いて、超高解像度のシミュレーションを行い、中規模現象と大規模場の相互作用に関する具体的な現象に対して、各種検証実験を行った。具体的には、台風発生の際となる特徴的な大気の構造を明らかにし、2004年7月20日の関東地方を中心とした日本各地の異常高温は新たに提案したシルクロード・パターンというメカニズムにより引き起こされた事例であることを示した(図1)。
- ・ 全球海洋大循環プログラム(OFES)を用いて、経年変動シミュレーション研究を行った。その結果、20世紀最大規模の変動が観測された1997年11月のエルニーニョによる温度偏差と時期をシミュレーション

で再現することに成功した(図2)。

- ・ 固体地球シミュレーション研究グループが開発した新しい計算格子系、及び、対流の流れ場を解く新しい計算アルゴリズム(図3)を開発して、コア対流(ダイナモ)及びマントル対流をシミュレーションするための斬新なコードを完成させた。その結果、コア対流コードでは、その優れた演算性能を発揮し(2004年ゴードンベル賞受賞)、従来のダイナモシミュレーションと比較して、格段に細かい構造をもったコア対流が直接計算できるようになった。また、マントル対流シミュレーションの高速化・大規模並列化を可能にする新しいアルゴリズム(ACuTE法、図4)を開発した。さらに、マントル対流では、熱伝導率の温度依存性がある場合には、下面(コアとマントルの境界面)からの上昇流(プルーム)の数が少なく、地震波トモグラフィなどから推測されているスーパープルームに似た太いプルームが存在することを示した(図5、図6)。

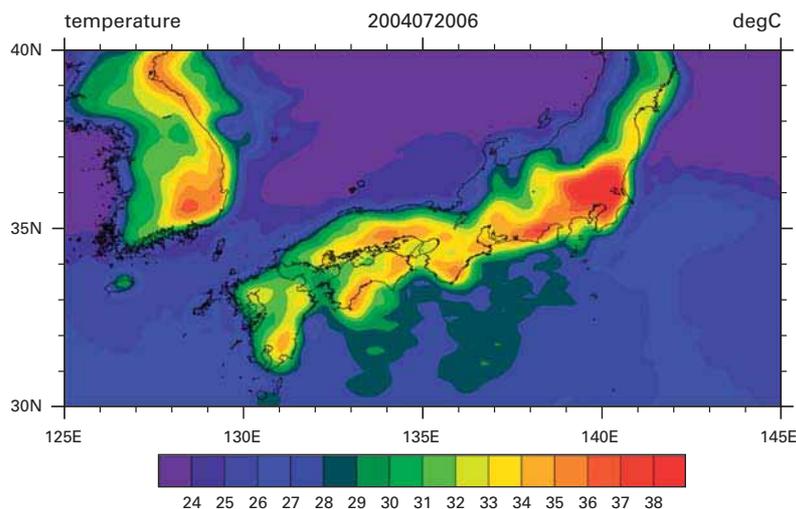


図1 AFESによる約5日前からの再現シミュレーションで得られた地上気温。シルクロード・パターンが引き金となったフェーン現象による関東地方の高温がよく再現されている。

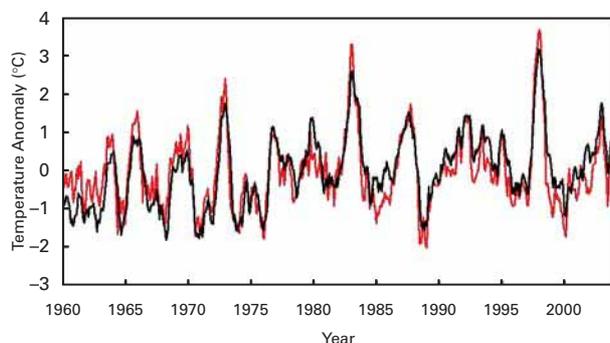


図2 東部熱帯太平洋(Nino3)の海面温度偏差。赤線は観測値、黒線はOFESによって再現された値。高解像度シミュレーションにより、振幅が大きくなり、現実により近づいた。

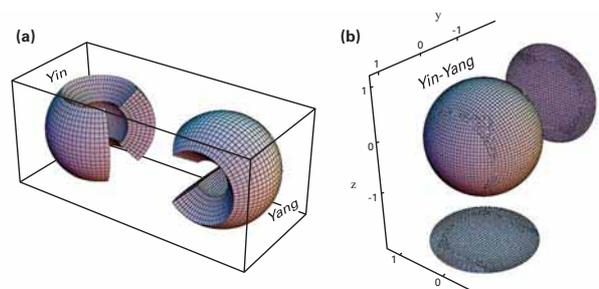


図3 独自に開発した球面格子、インヤン格子。(a)に示したような合同な二つの要素格子を組み合わせ、(b)のように球面全体を覆う。

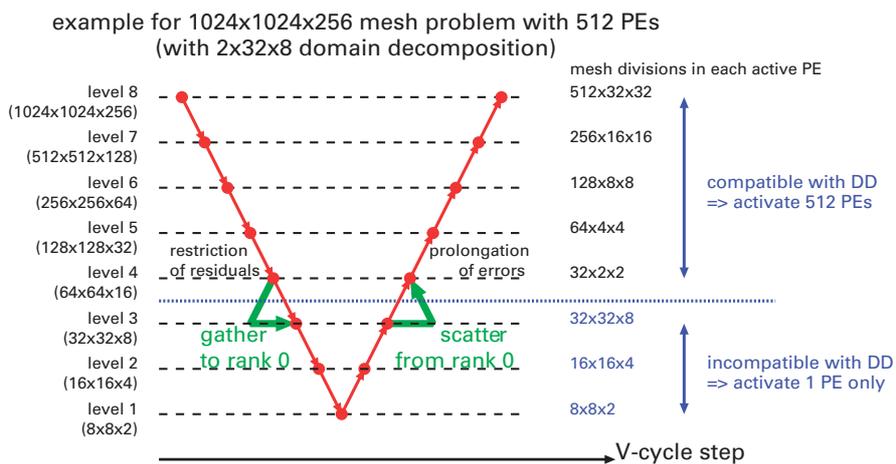


図4 大規模並列計算のために最適化された多重格子計算の模式図。青の破線で示した位置によって、多重格子法計算に用いる格子レベルを2つに区別する。破線よりも細かい格子レベルでは、並列計算に用いるPE数と比べて十分多くの計算格子が存在する。その場合は全PEを用いて並列に計算を行う。一方、破線よりも粗い格子レベルでは、計算格子の数がさほど多くない。その場合は1つのPEのみ(ここではランクが0のもの)を用いて計算を行う。

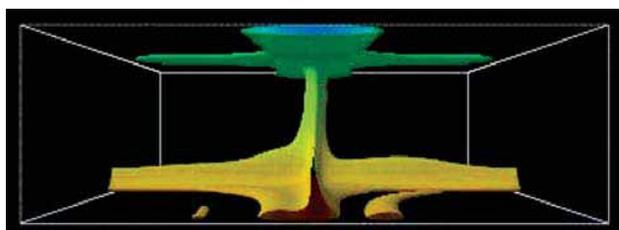


図5 熱伝導率の温度依存性がある場合での、マントル対流上昇域の形態。大きいブルームが見られる。

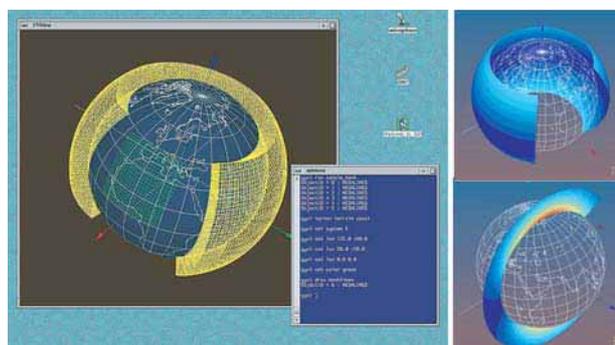


図7 YYVIEWの画像表示ウィンドウとコマンド入力ウィンドウ(左)および画像表示例(右)。

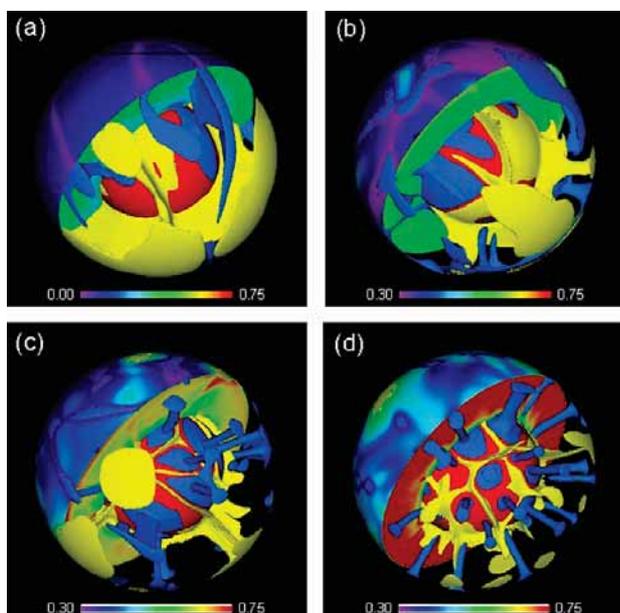


図6 内部発熱を考慮した場合の高レイリー数のもとのマントル対流。

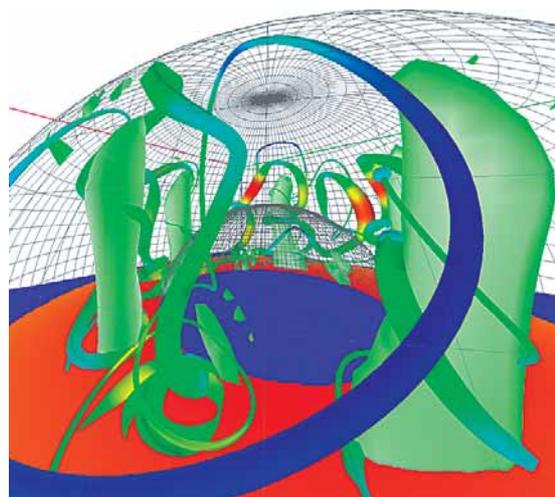


図8 地球ダイナモシミュレーションの速度場データを、tube機能を組み込んでVFIVEで表示したもの。

(2)シミュレーション高度化研究開発

- ・大規模なシミュレーションデータを効率的に可視化、解析するための柱となる2つのソフトウェア、大規模

データ可視化ソフトウェア(YYVIEW、図7)及び、三次元動画処理装置用ソフトウェア(VFIVE、図8)の基幹部分を開発した。このうち、YYVIEWの球

面可視化ソフト部分は、球状構造格子「インヤン格子」を用いたデータを可視化する手法を開発し、特許の出願を行った(2005-097028)。

また、シミュレーション研究グループと連携し、シミュレーション結果の可視化処理を多数行い、研究の進展に貢献した。

- ・ 全球と日本領域を結合させ、雲微物理過程のみを用いた全球水平解像度2.25 km、および全球5.5 kmのシミュレーション、さらに、日本領域を1.15 kmの水平解像度でシミュレーションできる非静力・全球・領域・大気海洋結合コードを完成させた。非静力・全球・領域・大気結合コードを用いて、2003年8月、台風10号(ETAU)が九州沖に到達した時点でのデータを初期値として、72時間分のシミュレーションを行い、地球シミュレータ192ノードを使用した3時間のCPU時間で、その進路、風速、降水量、中心気圧などを72時間先まで予測することに成功した(図9および図10)。また、同じく非静力・全球・領域・大気コードを用いた1.3 km水平解像度のシミュレーションを行い、冬の日本海における寒気の吹き出し等を再現することにも成功した。
- ・ 社団法人自動車工業会と共同研究「自動車まるごと高精度リアルタイムシミュレーションに関する検討」を開始し、世界で初めて1000万要素の衝突シミュレーションに成功した。(図11)
- ・ 一橋大学経済研究所と「地球まるごと経済シミュレーションに関する共同研究」を開始した。
- ・ 東北大学・(株)三菱重工と「全機シミュレーションによる安全性・環境適応性の向上を目指した民間航空機設計技術の開発」に関する共同調査を開始した。

(3) 連結階層シミュレーション研究開発

- ・ 連結階層シミュレーション研究開発を実施するための研究開発プログラムを立ち上げた。
- ・ 地球磁気圏と電離層の結合システムにおいて、10万km規模のマクロな不安定性と、電流集中によって生じる10 cm規模のミクロな不安定性の相互作用を取り扱うことができる連結階層シミュレーションのプロトタイプを開発すると共に、これを用いてオーロラ発光のシミュレーション(図12)に初めて成功した。
- ・ 連結階層シミュレーションを実施するための新しいシ

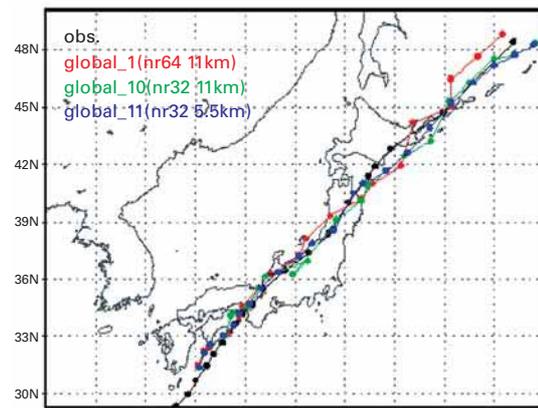
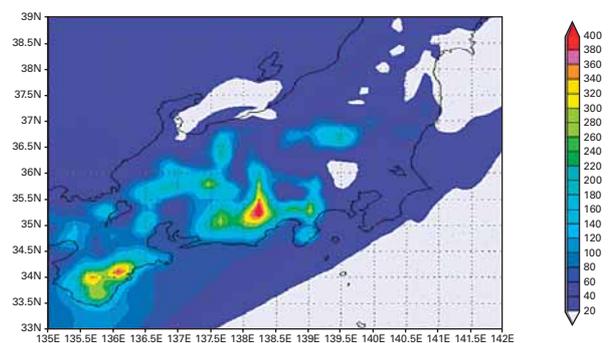
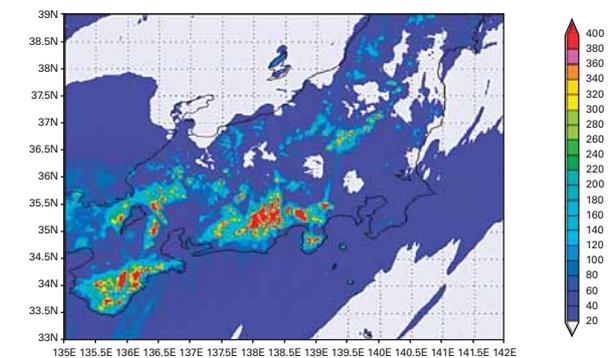


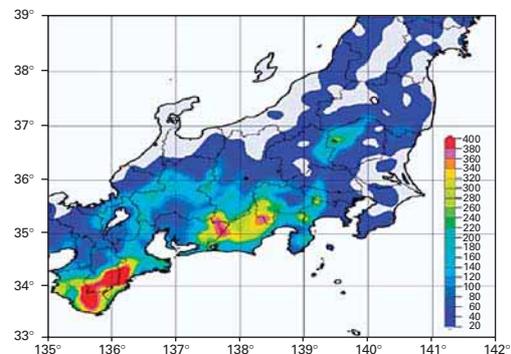
図9 2003年台風10号(ETAU)のシミュレーションによる72時間進路予測。



(a) 全球5.5 km水平解像度による積算降雨分布量の予測結果



(b) 日本領域1.15 km水平解像度による積算降雨量分布の予測結果



(c) 東京管区気象台より発表された同時間に観測された積算降雨量分布

図10 2003年8月7日0900UTCから9日0300UTCまでの積算降雨量

ミュレータ(連結階層ミュレータ)の基本設計、基本仕様を作成するとともに、今後開発すべきハードウェア・ソフトウェアの具体的な項目造りを行った。ま

た、この基本設計について、特許の出願を行った(特願2005-15868)。

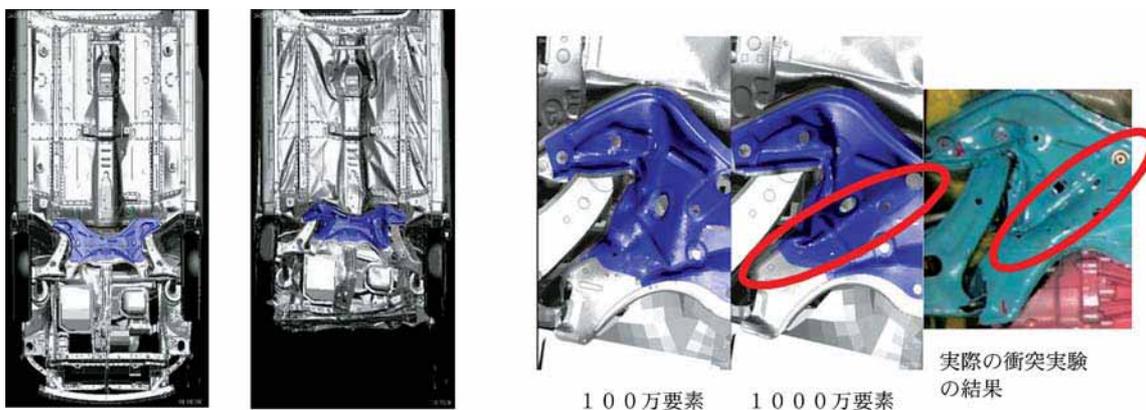


図11 日本自動車工業会との共同研究によるシミュレーションでの自動車衝突実験の結果。従来行っていた100万要素のシミュレーションと比べ、1000万要素のシミュレーションでは、実際の衝突実験と同じような細部破損の状態が表現された。これは、今後実車実験を行わずに、シミュレーションによる衝突実験のみで自動車開発を行える可能性を示しており、産業界に大きなインパクトを与えることが期待される。

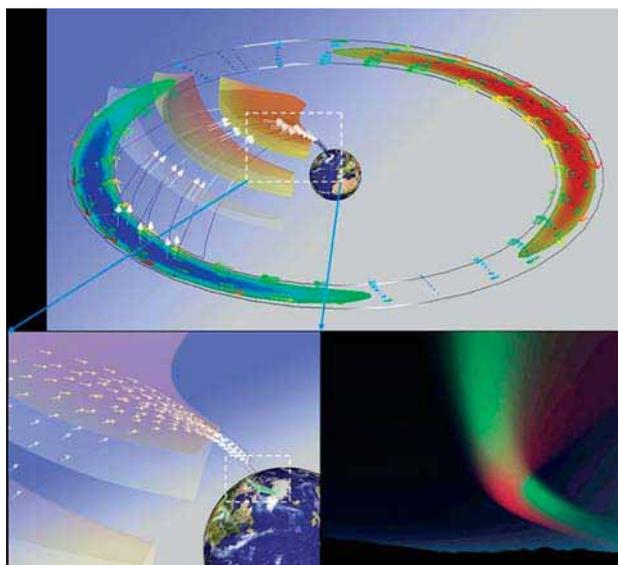


図12 オーロラ発光の連結階層シミュレーションモデル。磁気圏電離層結合系におけるマクロ不安定性によって発生する電流集中(上および左下)と集中した電流のマイクロ不安定性を同時に解く事により、オーロラ発光(右下)のシミュレーションに成功した。

1.3 研究開発の多様な取り組み

1.3.1 独創的・萌芽的な研究開発の推進

- ・ 機構内の横断的(インターセンター)研究プロジェクト及び産業界等外部機関との連携協力をベースと

する技術開発プロジェクトを促進するために「横断研究開発促進アワード(奨励制度)」を制定し、研究開発課題の募集・選定を実施し、採用された課題(3件)について研究資源の配分を行った。

テーマ名	研究分担	研究概要
階層構造の科学	地球内部変動研究センター 地球シミュレータセンター 極限環境生物圏研究センター	「マイクロ粒子運動と宇宙プラズマ爆発現象の関係」「微粒子の凝結と台風、集中豪雨発生の関係」「細胞内分子の運動と生命機能発現の関係」「鉱物の運動と断層運動の関係」「水の存在と大陸形成の関係」の5つのサブテーマを研究することにより、非常に幅広い階層性を有する複雑現象の中に共通の法則を見だし、共通の言語で記述し理解する。
地球史におけるマントルブルーム生命の相互作用: {超マフィック岩-熱水活動-水素-ハイパースライム} リンケージ(UltraH3 linkage)の検証	極限環境生物圏研究センター 地球内部変動研究センター	{超マフィック岩-熱水活動-水素-ハイパースライム} リンケージ(UltraH3 linkage)が、初期地球において生命の起源の場を準備し、それに続く初期生命生態系の誕生を導き、現在に至るまでその生態系を支えてきたとする仮説を検証する。
次世代型無人探査機の研究開発	海洋工学センター 極限環境生物圏研究センター 地球環境観測研究センター 九州大学	バーチャルリアリティに用いる小型探査機や北極圏調査、海底火山観測等に用いる長距離観測用無人探査機開発を視野にいれて次の重要技術を開発する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 航走時の流体抵抗を低減した無人潜水機機体形状推進器の最適設計法の確立 ・ ひとつのアクチュエータが壊れても、他の安定航走をカバーできるアクチュエータ構成の検討とフェールセーフ性を確保できる智能化制御アルゴリズムの開発

1.3.2 共同研究および研究協力の推進

①共同研究等

・共同研究に関しては、民間企業22件、大学等22件、国8件、独立行政法人8件及び公益法人8件、合計62件を実施した。うち、収益を伴うものは5件となった。

(相手方が複数の課題があるため、合計は一致しない)

・英国ハドレー気候研究センター、全球大気モデリングセンターと地球シミュレータを用いたシミュレーション研究のための共同研究を実施した。

・日本自動車工業会と、地球シミュレータを用いた共同研究「車まるごとリアルタイム高精度シミュレーションの検討」を実施した。

(主な課題のみ記載)

②IARC並びにIPRCに於ける研究活動

(1) 国際北極圏研究センター (IARC)

2004年3月をもって地球フロンティア研究システムと地球観測フロンティア研究システムのIARC研究プログラムは解消され、2004年4月から新たにアラスカ大学とのMOUにしたがってIARCへの委託研究として実施されることとなった。暫定研究計画が2004年3月に策定され、それを基に2004年会計年度の研究がIARCのNSFプログラムとの整合性を高めるための大幅な修正を加えながら遂行された。5つのプロジェクトが2004年度に実施された。それぞれのプロジェクトの主な成果を以下に報告する。

1) Ocean Ecosystem Modeling (海洋生態系モデル研究)

このプロジェクトではベーリング海、北極海に適応可能な1次元生態系モデルの構築と観測データによる検証を行う。構築されたモデルは将来IARCの他の計画で開発中の3次元物理モデルに組み込む計画である。ベーリング海で突然起り始めたココリスの大規模ブルームの発生機構の解明に主眼がおかれている。

開発中のNPZDモデルは低レベルの窒素をベースにした生態系モデルで異なった大きさの植物と動物プランクトンを有している。モデルは海水を伴うベーリング海の生態系に適合するように改良されている。モデルで得られる一次生産量は風による表層攪乱と潮汐による底層攪乱を導入することにより初めて現実

に近い結果が得られることが判った。感度試験から混合層(MLD)の厚さが一次生産者を決める一番の要因であり、 $MLD > 15$ mの場合珪藻が卓越し、 $MLD < 15$ mの場合は渦鞭毛藻類(ココリスも含む)になることが判った。

アイスアルジーのシミュレーションではアルジーのブルーム開始から生産量の極大期までは観測結果と良い一致を示すが、その後は生産量を過剰評価することが判明した。ブルームを抑えて終焉に導くプロセスの改良が必要である。この生態系モデルをベーリング海全域に適応するため同時に同海域での3次元物理モデルを開発中である。

2) Arctic Ocean Models and Observations (北極海モデル、観測研究)

このプロジェクトは主に北極海の淡水、大西洋水の挙動を既存データの解析、4次元データ同化、野外観測を通して把握することに焦点を絞っている。北極気候の長周期変動の発現の機構を北極とその周辺の大気海洋(陸)相互作用、淡水循環から理解することを狙っている。

NABOS計画は正式に米国北極環境変動研究計画(SEARCH)の一部として認められた。2004年9月5日-27日にロシア砕氷船によりNABOS観測を実施、26点の海洋観測、2点の繫留系で観測機器の揚収、再投入を行った。昨年度投入した浅海の繫留系の揚収は出来なかったが、2系統の繫留系を予定通り投入した。回収した機器からの暫定データから明確な大西洋起源水の温度上昇傾向が見られた。同時に行われた海洋観測結果も2003年の観測値から0.3から0.7度C上昇していることが確認された。

カナダ砕氷船を利用してビューホート海に投入中の繫留系の回収を2004年8月7日に行い、8月30日に同海域に再投入をした。回収されたデータから観測期間中に複数の低気圧性と高気圧性の両方の中層渦が確認された。また底層で長周期波動の伝播を確認した。ノルウェー砕氷船の利用により始めてバレンツ海Franz-Victoria海峡に繫留系を投入した。NABOS観測海域に流入する大西洋水の上流の挙動を捉えることが期待されている。

大気海洋結合モデルから負から正へのAOのシフト

期間に北極海から流出する淡水量が增大することが判った。Fram海峡とカナダ多島域からの流出量の増大はそれぞれ12%、6%となる結果を得ている。これは同時期におこるGIN (Greenland, Iceland, Norwegian) 海の低塩分化の要因となっていることを示唆するものである。

AARI/IARCで編纂したHydrochemistry Atlasと最近の研究航海の観測データを基に酸素同位体とアルカリ度を利用した解析を行い1929年から2002年までの淡水とブラインの時空間的変動を北極海全域で解明した。予想を越えた淡水とブラインの沈み込み、カナダ海盆でのマッケンジー川河川水の寄与が以前Ba等の分布から予想されていたよりも少ないことが明確となった。

4次元同化システムを北極海に採り入れる研究開発を進めている。ベーリング海、対馬海峡の流速場に応用して妥当な結果を得ており、今後観測データの少ない北極海の平均循環場を提供してくれる可能性を示唆した。

3) Terrestrial Ecosystem Models and Observations (陸域生態系モデル、観測研究)

北極域での炭素循環の様式は今後の気候変動により劇的に変化することが予想されている。特に水循環、地形学的変化が重要な変動要因となると信じられている。このプロジェクトは衛星データと地上観測を組合わせてNEPとメタン交換量のマッピング技術の開発を狙っている。この技術の確立は北極凍土域の変動についての炭素、水循環の観点からの査定に貢献する。

中央アラスカタイガ林での年平均NEPマッピングの技術を確立化。現在日周変動から月変動の時間分解能を得られるようにこの技術の高度化を図っている。具体的にはMODISデータから地表温度推定、BOIME-BGCモデルの最適化の作業を現場観測データと比較しながら実施している。アラスカ州North Slope域東永久凍土観測地点の気温、地温データの比較から良い結果が得られているが、土壌水分、陸面被覆変動の影響補正が必要であることが判った。1999年から実施しているPt. BarrowでのCH₄観測では大きな経年変動が得られており、これには成長期初期の照度と気温が大きく関係していることが推察されている。アラスカ大学フェアバンクス校内のタワー観測

点では2004年の干ばつによりCH₄交換が非常に抑制される結果が得られた。

4) Arctic Atmosphere: Weather and Climate Variability, Models and Observations (北極大気研究)

このプロジェクトでは大気と海水海面間の相互作用の解明とその変化が北極域と全球の気候変動にどのように関わっているかを評価する。北極振動(AO)に代表される主要な気候レジーム変動の発現機構や暴風活動の変動が主要テーマである。

一般に北極沿岸域での暴風は近年増加し沿岸居住地に大きな被害をもたらしていると言われているが、実際の発生頻度には増加傾向はない。しかしながら新たに定義したCAI(暴風活動度指数: 発生頻度、強度、期間全てを考慮して定義されたもの)によると確かに近年の暴風活動は活発化していることが判った。長周期(7-8年)変動も確認され、NAO(AO)等の主要気候レジーム変動との関連が示唆される結果を得た。

5) Coupled Atmosphere-Ocean-Ice-Ecosystem Models (大気海洋海水生態系結合モデル研究)

JAMSTECは地球シミュレータと呼ばれるスーパーコンピュータで利用できる総合的地球気候モデルの開発を行っている。この研究グループは地球シミュレータの上記気候モデルの北極モジュール部分の改良を主目的とし、観測結果と比較することによりモデルの妥当性の向上を図る。同時に独自の北極気候モデル(CIOM)の開発をアラスカ大学北極域スーパーコンピュータを利用して行っている。

初めて地球シミュレータ上で走らせたCCSR/NIES/FRCGC気候モデルの計算結果の解析を実施した。モデルはT/S restoringとFlux adjustment無しでも平衡状態に達するようにパラメータを調整したものである。モデル結果を塩分、水温、海水面積等の観測データと比較検討した。モデル結果と観測との間には絶対値の比較においてまだ有意な差がみられるが、アノマリーの経時変動は観測で得られた結果と予想以上の一致を見た。海水面積アノマリー変動のモデルと観測の結果はよく合っている(図1)。規格化した大西洋水のコア部の水温変動も観測で得られた長周期変動をよく捉えていた。詳細はまだ検討の余地があるが、まず

は満足すべき結果が得られている。

IARCの研究者は2004年度を含む過去2年間に42

の国際会議での口頭発表を行い、査読付国際誌に49

の論文を発表した。

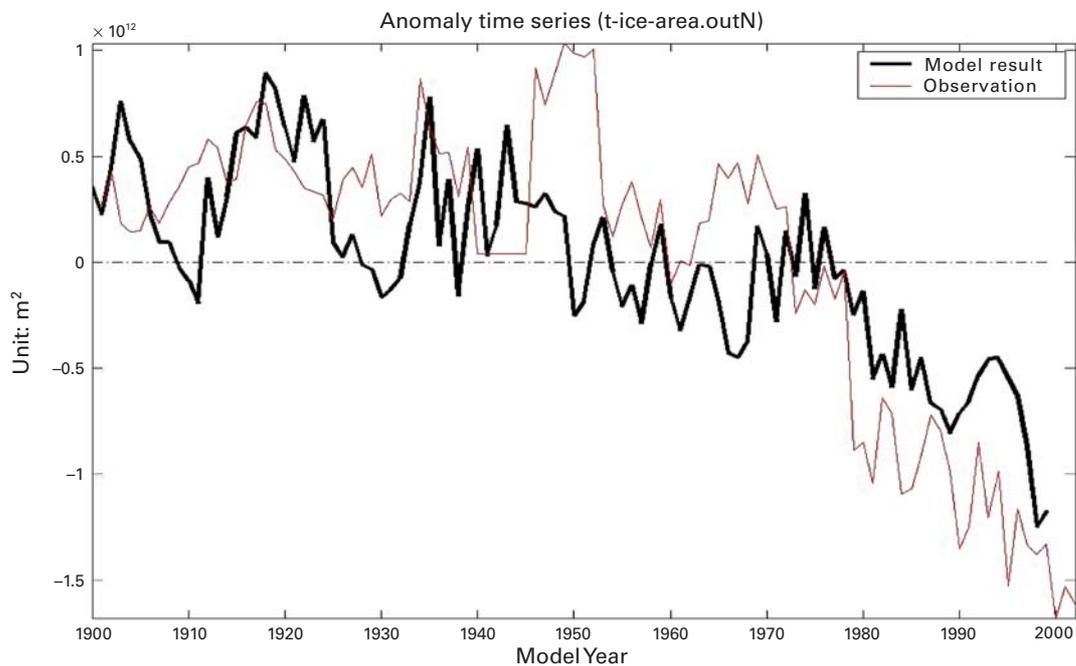


図1 CCSR/NIES/FRCGCモデルで得られた北極海海面積アノマリーの経年変化と観測結果

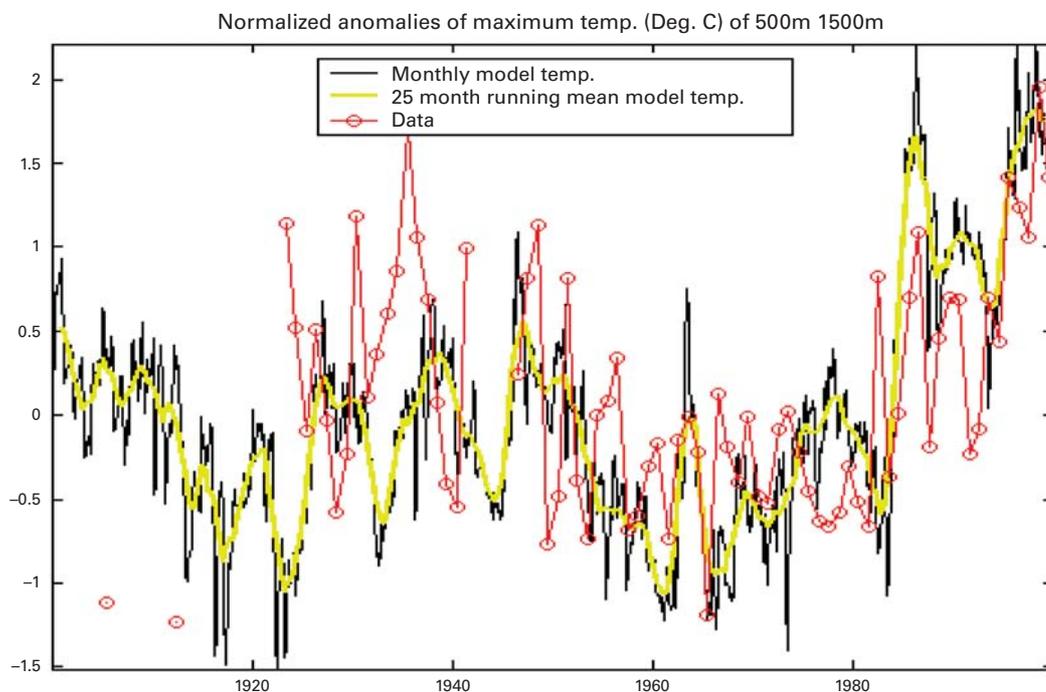


図2 500メートル水深の規格化された水温変動の経年変動と同観測結果

(2) 国際太平洋研究センター (International Pacific Research Center)

国際太平洋研究センター (IPRC) はアジア太平洋の気候に関する研究を行っている。本センターは、「世界的な展望の下における協力に関する日米コモン・アジェンダ」に基づいて、1997年10月にハワイ大学マノアキャンパス内の海洋地球科学技術学部 (SOEST) の一部として設立された。その使命は「アジア・太平洋地域における気候変動についての理解を深め、その予測可能性を向上させるために、現在与え得る国際的にも最高水準の研究環境を提供すること」にあり、これによって地球的な環境変化の地域的な様相についても理解をする」とされている。IPRCの運営費は、日本から独立行政法人海洋研究開発機構、米国から航空宇宙局 (NASA)、海洋大気庁 (NOAA) 及び国立科学財団 (NSF)、そしてハワイ大学 (UH) を介してハワイ州からの財政でまかなわれている。この資金は現在では日本と米国の間でほぼ等しく分けられており、IPRCは今日、気候研究の発展のための日本と米国の協力関係を真に代表する組織である。

IPRCの研究は、1: インド洋・太平洋地域の気候、2: 領域的な海洋の影響、3: アジア・オーストラリアモンスーンシステム、4: 地球環境変化の影響、5: アジア太平洋データリサーチセンター (APDRC) という5つテーマのもとに実施されている。本報告書では、2004年4月から2005年3月までのIPRCのいくつか(全てではないが)の研究成果について主な焦点をあてる。

1) テーマ1: インド洋・太平洋地域の気候 (Indo-Pacific Ocean Climate)

テーマ1の研究は、大気・海洋の相互作用、気候変動、海洋プロセスについて研究を行うことにより気候システムにおける海洋の役割を明らかにすることを目的としている。2004年から2005年の研究は、FRCGCの研究者との協力により、気候学的に重要な黒潮の仕組みについての研究等、この分野における広範囲なトピックをカバーしている。

a. 大気・海洋相互作用

大気・海洋相互作用を地域及び全球規模で研究した。黒潮続流の地域的研究では日本の研究者との協

力により大気海洋相互作用に関する観測を行ない、その結果海洋の表層近くが不安定(安定)な時、海上風が強い(弱い)ことがわかった。さらに海から大気への熱フラックス偏差に対する大気の応答は下流側へシフトしており、それは非線形的なプロセスとストームトラックに影響されていると考えられる。海洋の前線付近における大気・海洋相互作用の全球的調査によると、SSTは主に渦による背景場の温度勾配の移流により変化する事が知られていて、中規模スケールにおけるSSTと海上風偏差は前線の高温側(低温側)で風速は強まる(弱まる)という位相関係にある。IPRCの領域大気モデル (IPRC-RegCM) によるシミュレーションでは、前線を横切る熱の移流は海上風の調節にとって重要であるという航空機観測で裏付けられている事実を再現する事に成功した。

層雲と海洋との相互作用は東太平洋の気候にとって重要なことがわかった。IPRCの領域大気・海洋結合モデル (iROAM) は赤道の南に広がる層雲や、年間を通じほとんど赤道の北に位置するITCZや、赤道における顕著なSSTの年変動(図1)も現実的に再現する等、今までの全球結合モデルでは上手くシミュレートできなかった課題を大きく改善した。また今年度地球シミュレーター用のiROAMを作成したので、今後長期の時間積分とより多くの実験が可能となった。

b. 気候変動

JAMTECの研究者との共同研究により、インド洋季節内変動現象における大気・海洋相互作用が果たす役割を研究した。衛星及び現場観測により熱帯域南インド洋でのSST、風速、及び降雨量に関する非常に大きな季節内変動が存在する事が示され、それらはマッデン・ジュリアン振動とはその構造が違っていた。観測データの分析でIODが遠く離れた亜熱帯域の地表温度やインド洋周辺地域の降雨量に影響を与えている事がわかった。またシミュレーションによる研究では、正のダイポール時における西インド洋での対流活動はロスビー波伝播により南半球の亜熱帯域に影響を与えているというという仮説を支持するものであった。またPDOを起こすメカニズムを観測とモデル結果から研究した。観測では現実的なPDOはエルニーニョ、アリューシャン低気圧、黒潮-親潮続流での

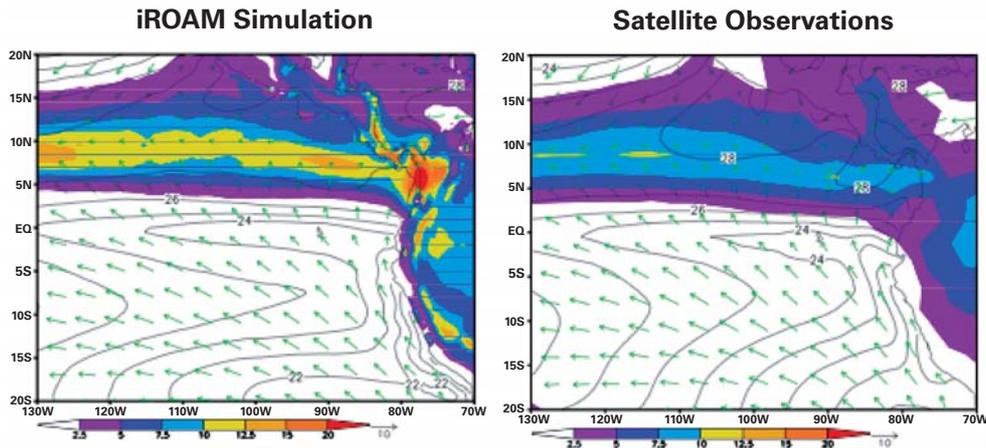


図1 IPRCの領域結合モデル(iROAM)で再現された、1999年から2003年にかけての海表面温度、降雨量、海上風(左図)とTRMMとQuikSCATによる観測から得られた対応する3つの量の分布(右図)。赤道の北に現れる熱帯収束帯や、熱帯東太平洋におけるはっきりとした1年周期の変化は、既存のグローバルモデルでは再現の難しい現象である事が知られているが、iROAMはこれら二つの現象の再現に見事に成功した。このシミュレーションはFRCGCおよび共生第7課題のグループと共同して地球シミュレータ上で行なわれたものである。

風による強制力に対する海洋の調節からの自己回帰モデルから得られるSSTにより得られることを示した。

大西洋におけるSST観測の分析によると、熱帯大西洋東部で温度躍層が浅くなる11月から12月にかけて卓越する変動のモードが存在する事がわかった。このモードはBjerknes型大気相互作用により生じると思われるが、ギニア湾の温度躍層の深度が年間を通して最も浅くなる6月から8月にピークがあるAtlantic Ninoとは関係がなかった。

c. 海洋での力学過程

主な海流や赤道域温度躍層は海洋における熱収支や気候にとって重要である。今年度は幾つかの重要な海洋の特色をその気候への影響に焦点を当て研究を行った。(i) 海洋大循環モデルで Tsuchiya Jetsの様な流れに捕捉されたフロントを伴う亜表層の反流を今回初めて現実的に再現する事ができ、その力学を調べる事によって流れの現実的な再現の為には拡散係数が重要である事がわかった。(ii) 黒潮続流の研究では、続流域を広い範囲で伝播するロスビー波による異なる波数間の非線形相互作用や西岸から移流れる渦位との相互作用により、日本沿岸と日付け変更線間の領域に幅の狭いジェットが形成される事を示した。この研究で明らかにされた黒潮続流でジェットの南北幅が狭まるという発見は海洋観測、漁業、大気・海洋

相互作用にとって意味のある情報である。(iii) 我々の海洋GCM実験では、北太平洋における偏西風速の減少が亜寒帯ジャイアーにおけるエックマン湧昇を弱め、それが赤道域の温度躍層を薄くかつ浅いものにする事がわかった。

2) テーマ2：領域的な海洋の影響 (Regional Ocean Influences)

西太平洋、縁辺海、及びインド洋と西太平洋を結ぶインドネシア多島海域における様々な海洋現象とそれらがその海域の気候や気候変動に及ぼす影響を理解するために、テーマ2ではこれらの海域に見られる様々な海流とその(質量)輸送量の気候に関連した側面に焦点をあて、高解像度海洋大循環モデルや衛星海面高度計観測に見られる東西流ジェットについて解析し、高度な海洋データセットを作成し、そしてデータ同化技術の開発と適用を行ってきた。

再現実験(歴史実験)の結果から、北赤道海流の分岐緯度やその質量輸送量の経年変動が主にアメリカ西海岸沖からフィリピンまで積分された風応力の回転の変動に起因しており、また付随的に太平洋赤道域の風応力偏差の影響も受けていることが判明した。

太平洋西端における二つの低緯度西岸境界流は幅が狭く、流れの速いものである。一つは南向きのミンダナオ海流、一つは北向きの黒潮(低緯度域を流れる

上流部)であるが、これらは西向きの北赤道海流がフィリピン沿岸で分岐して生じた海流である。観測、OFESを含むモデル実験、4次元変分法(4D-VAR)によるデータ同化技術を組み合わせた解析を行ったところ、ルソン海峡を通過する低緯度西岸境界流の水塊が南シナ海の貯熱量に影響を及ぼしていることが示唆された。ルソン海峡の質量輸送量は強いENSOとの連関が見られ、エルニーニョ時には最大、ラニーニャ時には最小となる。南シナ海に流入するこの水塊はルソン海峡通過後5~7ヵ月後にヴェトナム東岸沖の低気圧性循環内で海面に現れる傾向があり、その結果局所的な気候やアジアモンスーンに影響を及ぼしている可能性がある。

インドネシア多島海の海面水温を決定している要因

を理解することは重要であるが、それはその海面水温が局所的な気候に影響を与えているのみならず、アジア-オーストラリアモンスーンにも影響を与えている可能性があるからである。この海域の海面水温に影響を与える要因は太平洋低緯度西岸境界流による熱の移流、局所風による湧昇、そして潮汐混合である。これらの相対的寄与、様々な時間スケールでの変化の様相を理解するために、OFESを含む幾つかの大循環モデルの結果を解析したところ次のことが判った。即ち、ロンボク海峡を通過する海水流入や局所的な風によって表層海流や成層が不安定化し、その結果海面高度の季節内変動が生じていた(図2)。

世界中の海洋に東西流ジェットの縞状構造が存在することが、海面高度計観測から得られる地衡流や渦

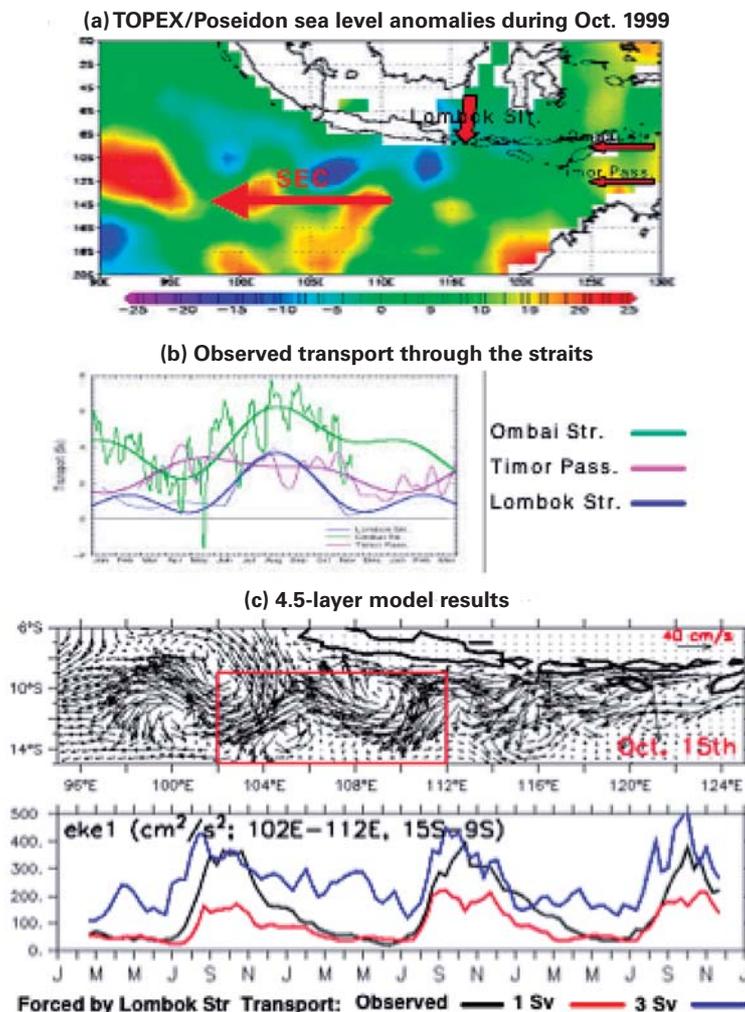


図2 (a)トベックス・ポセイドン海洋観測衛星がとらえた、10月におけるインドネシア通過流の出口周辺に現れる強い渦活動。(b)季節変化を示す、3つの主要な海峡において観測された通過流量。(c)4.5層モデルで再現された表層流の瞬間値とロンボク海峡における通過流量の領域平均としての渦運動エネルギーへの感度。通過流量の増加に伴い渦運動エネルギーも大きく増加する。

度、そして地球シミュレータで実行されたOFESや他の高解像度海洋大循環モデルのシミュレーション結果から判明した。ジェット構造の特徴は数値モデルのサブグリッドスケールのパラメタ化手法に依らず、それらの南北方向の変化は地衡流乱流理論と十分整合的である。ジェットの秩序的構造(コヒーレント構造)によって生ずる効果的な拡散を推定すると、ジェットがトレーサの東西方向への分散を有意に増加させていることが示唆された。

気候研究に有益な海洋の(物理的)変量の高度なデータセットを作成することは、IPRCにおける重要な研究活動の一つである。その一例として、流れ場の微細構造を捉えるのに十分高い分解能を有する10年平均の海面高度場の作成が挙げられる。このデータセットは最大限利用可能な海面力学高度場を、漂流ブイ流速、衛星海面高度偏差、海上風と組み合わせることによって作成されているが、更に海洋混合層内のエクマン流速のパラメタ化をよりよくすることにより改善された。この新たに作成されたデータセットにより、パラメタ化に現れる係数に強い季節変動と有意な空間変化が見られることが示された。エクマン流が改善されることにより、重要な海洋生物過程である、海表面の水平収束・発散を正確に表現することが可能となる。

3) テーマ3: アジア-オーストラリア モンスーンシステム (Asian-Australian Monsoon system)

この研究ではアジア-オーストラリアモンスーンの気候変動や予測に関する過程の理解を目指す。ゴールとしては特に降雨予測を目指したモンスーン予測の改良である。

a. モンスーン変動と予測

夏季モンスーンの季節内振動(Intraseasonal oscillations ISOs)をもたらす大気内部の力学と海洋・大気間のカップリングの理解に大きな進歩があった。観測的研究と、数値及び理論的なモデル研究で夏季ISOの北への伝播は1) 対流と平均モンスーン循環の鉛直シアの相互作用、及び2) 湿度-対流フィードバックによるものであることを示した。大気海洋結合モデルを使いカップリングを入れたものと入れないものの結果を比較したところ、カップリングを入れたものの方がより観

測結果と合致した。この解析をすすめ、ISOに伴う乾季雨季の予測に利用することができるであろう。

特に対流圏の2年周期変動に重きを置いたアジア-オーストラリアモンスーンの経年変動の理解への努力により、モンスーン異常(偏差)は暖水プールにおけるSST異常(偏差)によってのみ起こるのではないことが示された。その変動は、むしろ、大気中の高気圧とインド洋表面水温ダイポールの間の正のフィードバックによる大気・海洋相互作用の結果として起こるものである。

観測といくつかのモデル分析によるとモンスーン地域での異常なSST(偏差)は主に局所的な大気による強制への反応によるものであった。結合モデルのみが現実的な降水と海面水温の位相関係を再現し、一方、今までよく使われてきた局所的な海面水温からモンスーン降雨を予測するtwo-tier systemは適切でなかったことが示された。

b. 人間活動による影響

テーマ3は気候に対しての人間による影響の研究を行った。北西中国の砂漠地域でのreplantingのモデル研究から、replantingが東アジアの夏季モンスーンを弱め中国北部での降雨を減少させ、長江流域での降雨を増加させることを示唆した。西部北太平洋での熱帯低気圧の経路に関するモデリングの研究は、モデルが最近の軌跡をよく再現することを示し、二酸化炭素濃度増加に応答する東アジア全体での熱帯低気圧の上陸地点の変化を予測するのに有効であった。降雨及び大気循環の40年間のトレンド解析は、降雨の変化が、中国の夏季の循環、特に現在、長江流域に長期間滞在している梅雨前線の変化に関係していることを示した。この地域での夏季の極端な豪雨の増加はこの循環の変化に関連していた。

c. Satellite data application

QuikSCAT及びTRMMの観測結果は下記の研究に使われた。(i) 熱帯低気圧のエネルギー分散から得られるロスビー波列の発達とその最終的な構造と、それに続く別の低気圧の発達の研究、(ii) 24回の事例を合成した降雨とSST異常によるISOのライフサイクルの研究、(iii) スマトラ島西岸でのISOに伴う対流によるロスビー波の発生の研究(図3)。

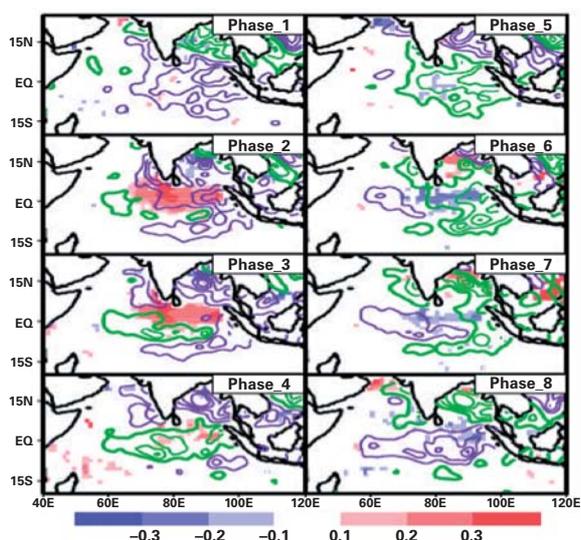


図3 インドモンスーン季節内振動の降雨とSST偏差のライフサイクル。解析は1998-2003年の夏に起こった24個の事例のTRMM衛星観測の合成図に基づく。平均の振動周期は32日間。図のとなりあった位相の間隔は4日。緑(ラベンダー)の曲線は正(負)の降雨偏差を示し、等値線は、2 mm/日(-2 mm/日)から始まり、その間隔は3 mm/日ごと。太い緑の曲線は主な正の降雨偏差を示し、色をつけた部分はSST偏差(単位は $^{\circ}\text{C}$)を示している。

4) テーマ4：地球環境変化の影響 (Impacts of global environmental change)

放射と陸面過程に関わる気候感度、地域気候への全球的コントロール、及び古気候と高解像大気モデルのモデリングに関する研究を引き続き行った。

a. 放射及び陸面に対する気候感度

気候感度の研究は下記の分野で進歩があった。(i) モデル研究は、モデルのシミュレートする気候が、ある閾の放射強制力の下で不安化することを示した。この"暴走"応答は主に下層雲に伴う短波アルベドの減少によると考えられる。(ii) 温室効果気体濃度の増加に対する気候感度が全球気候モデル毎に違う理由を理解するため、NCAR CCSM2及びカナダのCGCM3におけるフィードバックパラメーターの地域特性を調べた。フィードバックパラメーターは、短波放射と長波放射、及び雲からのものと雲のない地表からのものとに分けて調べた(図4)。2つのモデルは短波域雲フィードバックにおいて違ったふるまいをする(CCSM2では全球平

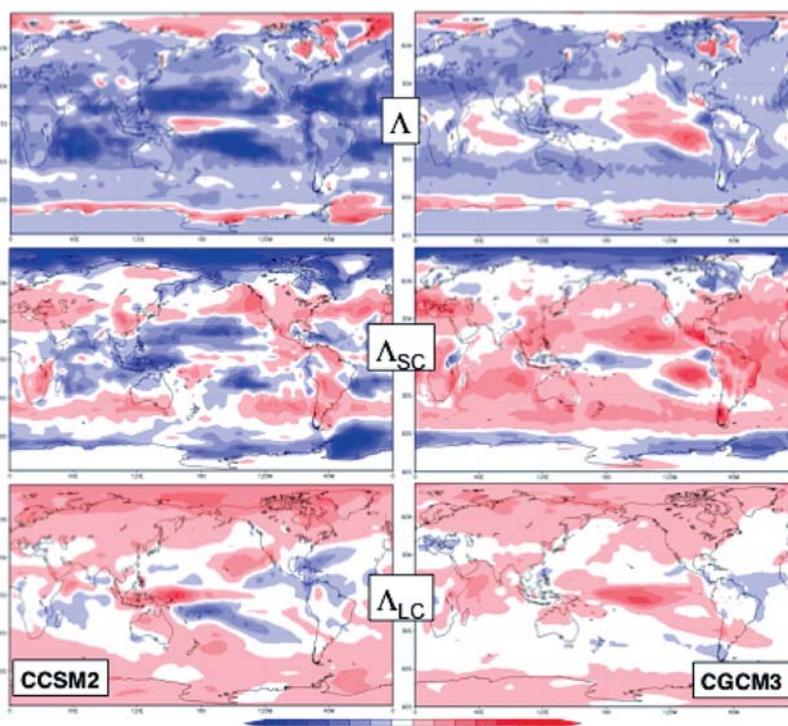


図4 図は NCAR CCSM2とCCCma CGCM3から得られたトータルフィードバックパラメーター(Λ)、短波域雲フィードバック(Λ_{sc})、長波域雲フィードバック(Λ_{LC})を示している。もっとも顕著なモデル間の違いは短波域雲フィードバックの働きの違いから起こる。CCSM2では全球平均はマイナスだが、CGCM3ではプラスになっている。これらの違いにもかかわらず両モデルとも熱帯太平洋での正のフィードバックの地域が現れる。カナダのモデルでは熱帯太平洋域における Λ の極大が東部太平洋域におけるEl Niñoライクな SST温暖化パターンに伴って現れる。NCAR CCSM2では最大の温暖化は西部太平洋で起こる。いずれの場合も地理的パターンの構造は主に長波域雲フィードバックに負うところが多い。

均でマイナス、CGCM3ではプラス)ものの、両方のモデルとも熱帯太平洋域では長波域雲フィードバックにより特徴付けられる正のフィードバックを示した。(iii)西部北太平洋における熱帯性低気圧の発生に対する温暖化の影響を調べるためにIPRC-RegCMを用いた実験を行い、この地域での熱帯性低気圧を再現できた。

b. 地域気候変動に対する全球コントロール

大規模火山爆発後の成層圏エアロゾル増加に起因する放射強制の効果についての研究が続けられた。GFDL "SKYHI" 対流圏-成層圏モデルは、熱帯成層圏での準2年振動を現実的に再現でき、このモデルによる実験でピナツボ火山の1991年の爆発後に火山性エアロゾルに対する対流圏の応答の強さが変わることを得た。現在、強制を受けていない自然条件にある成層圏が、対流圏循環場の季節内及び年々変動にどう影響するかを研究している。

c. 古気候モデリング

過去の気候のモデルシミュレーションと古気候復元データとの比較は温暖化実験に使われる気候モデルにとって重要なテストである。そのような幾つかのプロジェクトが他機関の研究者との協力の下に、主にECBilt-CLIOを使って行われた。

過去千年間の間に起こったと考えられる種々のフォーシングによるシミュレーションの結果を入手可能な幾つかの復元結果と比べた。半球規模のフォーシングのインパクトは全てのシミュレーションでみられたが、局地的なフォーシングのインパクトは無視できる程度であった。この結果は中世温暖期 (Medieval Warm Period) や小氷期 (Little Ice Age) の温度変化が北半球全体で同時に起こったのではないことを示唆する。

復元された氷床分布、ボストークコアの温室効果気体濃度及び地球軌道要素でドライブした結合モデルシミュレーションは古気候復元データとよく合っていた。(ハインリッヒ・イベントの時に起こったと考えられる)氷床からの融氷水流出パルスの全球気候、大西洋、及び北太平洋-北大西洋SSTシーソーに対する影響は現在研究が行われている。

現在より142000年前から22000年後までの地球軌道変化を用いたシミュレーションを日射量変動の効果

を調べるため行った。年変化の日射量較差が小さい(大きい)ときにはENSOの振幅は大きい(小さい)とわかった。年変化とENSO間のこの相互作用にとって、海洋の成層が重要な役割を果たすであろうことが、熱帯太平洋を表現する簡単な大気海洋結合モデルを用いた更なるシミュレーションから示唆される。

また他のモデル実験では、北大西洋への淡水流入パルスへの応答として北大西洋熱塩循環 (THC) が止まった。これは更に太平洋温度躍層の深まりと南方振動の一時的な停止を引き起こした。これらの結果は、それが本当に過去及び未来の気候でのENSO変動に関連しているかどうかを確認するためにCSM1.4 CGCMを用いて現在追試中である。

d. 高解像度大気モデリング

地球シミュレータの共同研究員によって行われたAtmospheric Model for the Earth Simulator (AFES) の時間積分を解析した結果、実際の大气で観測される500 km以下の水平波長での浅いメソスケールレジームを含む3decadeを超える領域での現実的な水平波数スペクトルをAFESは再現できるようである。高分解能 (T1279) コントロールランでの小スケール変動が、より低い解像度のモデルでのサブグリッドスケール・パラメタリゼーションへ応用できるかどうか現在調査中である。

5) テーマ5 : アジア太平洋データ研究センター (Asia-Pacific Data-Research Center)

APDRCが所有するデータは3つの分野で増加した。(i) 膨大な海洋モデルデータセット(ii) 現場海洋観測データ(iii) 大気のリモートおよび現場観測データ。(i) に関してはOPESのデータが(現在はIPRCとESC関連の研究者に対してのみに) 供給されている。データセットには月平均気候値、ある1年分の積分から選んだ3日分のスナップショットデータ、長期間にわたり再現された過去の海面の状態(海水面とSST)、10年の気候値を含んでいる。U.S. Navy Layered Ocean Model (一般利用可能) による1/16°の実況と予測の出力を毎日整備している。(ii) に関しては、APDRCは現在、JAMSTECアルゴデータ、WOCE現場観測データ、FNMOC/GODAEプロファイルデータを所有してい

る。(iii)に関しては、大気データアーカイブが衛星データの包括的な整理をしたことにより今年度、飛躍的に増大した。ECMWFの40年間の表面及び気圧面における再解析データを追加し、ECMWFの現業解析による16年間分の6時間毎の表面解析値も整備した。また、TRMM衛星と他の衛星データが行なったmicrowave imagerおよび降水レーダー観測のデータセットを含めて4種のTRMMデータセットが加えられた。残りの3種のデータセットは、lightning imagingセンサー及びoptical transient detectorから得られた雷光データ、雲及び放射パラメーターの月平均 ISCCP (International satellite Cloud Climatology Project) データ、DAAC/NAS、東アングリア大学、およびデラウェア大学が作成した格子点値化された降雨量と気温に関する4つのデータセットである。歴史的な観測データベースには、今回、アジア太平洋の6つ以上の国々からの降雨データセットを加えた。

データサーバーに関しては、APDRCは、現場観測データDODSを使用した格子点データのように取り扱えるようにDAPPERなるソフトウェアをインストールした。また、LAS、CAS、およびGDSのアプリケーションプログラムのバージョンアップを行った。またAPDRCをUS GODAEプログラムの姉妹サーバーと機能させることについて進展が見られた。これまでの経験をもとに、APDRCのスタッフが横浜を訪問し、最新のTomcat、LAS、およびGDSのアプリケーションプログラムがフロンティア所有のデータサーバー機器上で動作するようにした。また、フロンティアのデータサーバー機器は、APDRCとUS GODAEプログラムのシスターサーバーとしてセットアップされた。

そのほかの成果としては、ホームページ上でのデータ検索ツールの改良やチュートリアルを導入するなどAPDRCのホームページ(図5)を大幅に改訂したことが挙げられる。また、ウッズホール海洋研究所(WHOI)との契約の下で行ってきた、南大洋を除く全海洋の歴史的な水温塩分プロファイルデータのHydroBase2の指針による品質管理作業が完了し、オーストラリア連邦科学産業研究機構(CSIRO)との契約したインド洋における海洋表層水温プロファイルデータの品質管理作業もほぼ完了した。

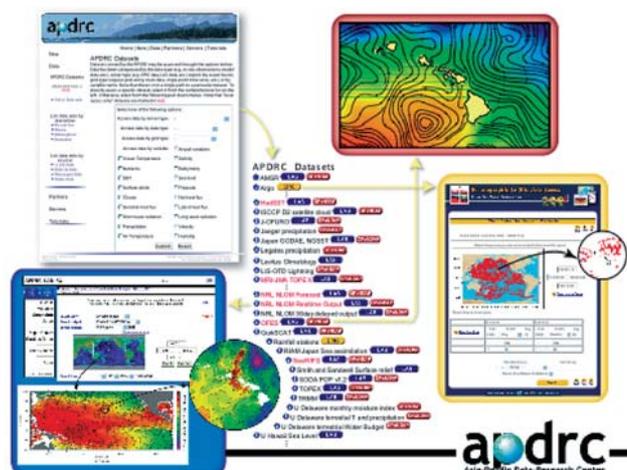


図5 APDRCのホームページ(左上)では、検索ユーティリティが付加され、データアーカイブに直接リンクできるようになっている。データセットのサンプルリスト(中央)には、データセット名のあとにデータサーバーのタイプ(OpeNDAP、LAS、およびEPIC)を表すアイコンが付加されている。各サーバーからのサンプル出力をいくつか示した。黄色の矢印は出力とデータセットの対応関係を表わす。

1.3.3 統合国際深海掘削計画(IODP)の推進

- ・ 統合国際深海掘削計画(IODP)の中央管理組織(CMO)であるIODP国際計画管理法人(IODP-MI)と、IODPに関するJAMSTECとIODP-MIとの間の了解覚書に署名した。今回の了解覚書締結により、IODP計画全体を管理・運営するIODP-MIと地球深部探査船「ちきゅう」の運用機関であるJAMSTECとの間で、IODP活動に関する正式な協力の枠組みが確立された。
- ・ IODPを円滑に推進するため、関係各国と共同してIODP-MIや国際科学諮問組織(SAS)などの運営を支援した。また、SASが開催する各種委員会への委員及びリエゾンの派遣を行った。
- ・ 我が国におけるIODPの総合的推進の一環として、IODP乗船研究に参加する研究者に対し、派遣支援(32名)を実施した。
- ・ IODP及び「ちきゅう」の普及・広報を目的としたパンフレット、ポスター、展示品制作等を実施した。制作した広報映像「地球システム変動の解明を目指して～IODPからのメッセージ・研究者に向けて～」が第42回日本産業映画・ビデオコンクール奨励賞を受賞した。また、CDEXニューズレター「CHIKYU HAKKEN～Earth Discovery～」第1号を刊行した。

- ・ 児童・生徒を対象とした夏休み子供サイエンススクエア(国立科学博物館)、大学生・一般を対象としたIODP大学&科学館キャンペーン(11回)等のイベントを実施した。また、大学生・科学者・教育者を対



図1 了解覚書の署名式 左から、加藤理事長、マニク・タルワニ代表



図2 第42回日本産業映画・ビデオコンクール奨励賞授賞式

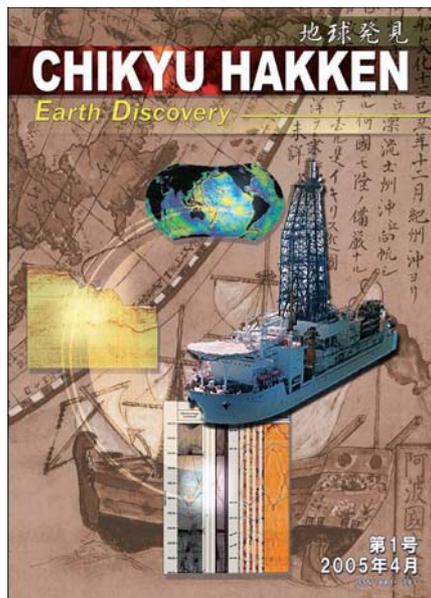


図3 CHIKYU HAKKEN Newsletter vol. 1

象として、地球惑星科学関連学会やアジア・大洋州地球科学学会等の国際学会においてブース展示を行い、広く一般にIODP及び「ちきゅう」の普及・広報活動を行った。

- ・ CDEXホームページより、積極的な情報発信を行った。普及・広報用ホームページ「CHIKYU HAKKEN」の構築について検討を行った。



図4 アジア・大洋州地球科学学会展示ブース

1.3.4 外部資金による研究の推進

- ・ 科学研究費補助金については、平成16年度に67件(継続課題を含む)を実施した。
- ・ 以下に示す受託研究を実施した(継続課題を含む)
 - ・ 科学技術振興調整費 4件
 - ・ 人・自然・地球共生プロジェクト 5件
 - ・ RR2002防災分野 1件
 - ・ 地球環境研究総合推進費 4件
 - ・ その他(民間受託等)..... 6件

2. 研究開発成果の普及および成果活用の促進

2.1 研究開発成果の情報発信

- ・研究開発の成果として、論文を838報告(submitの段階のものを含む)発表した。うち、査読付論文は697報であり、査読論文の割合は83%となった。また、697報のうち、486報が国外への発表である。
- ・約20件の国際シンポジウム、研究成果発表会等を開催した。
- ・最近の受賞の例として以下の賞を内外で受賞した。
青木プログラムディレクタほか：日本産業技術大賞審査委員会特別賞受賞(平成17年4月)「うらしま」
陰山グループリーダーほか：
2004年ゴードンベル賞受賞(平成16年11月)
山形プログラムディレクタ：
リサーチフロント分析による世界をリードする日本の研究者(平成16年11月)
山形プログラムディレクタ：
アメリカ気象学会スベルドラップ金メダル受賞(平成16年1月)
坪井プログラムディレクタほか：
2003年ゴードンベル賞受賞(平成15年11月)
- ・「海底地震総合観測システム」1号機(室戸岬沖)・2号機(釧路十勝沖)を用いた観測を継続し、地震計及び津波計のデータを気象庁等に配信した。(室戸岬沖：大阪管区气象台、釧路十勝沖：札幌管区气象台)

2.2 普及広報活動

広報用としてJAMSTEC要覧および当機構所有の各調査船・調査機器のパンフレット等を作成、配布し、インターネットホームページにより情報発信を行った。施設の公開として電話やインターネットの申込による横須賀本部の見学を年間150件、見学者数4,488名を受け付けた。

科学技術週間の関連事業として横須賀本部(平成16年5月15日：3,047名来場)および横浜研究所(平成16年4月17日：647名来場)むつ研究所(平成16年8月7日：607名来場)にて施設一般公開を行った。その他に初島の海洋資料館(平成16年度：13,501名来場)

は移設後初めての通年開館となり、名護の国際海洋環境情報センターでは常時利用開放を行い、平成16年度の機構全体の見学者総数は25,982人であった。

プレス発表は、研究成果の公表や業務関連の告知を中心に66件行い、取材は、新聞や番組制作を中心に224件を受け付けた。

速報性を有する情報を掲載した刊行物は「なつしま」を年12回刊行し、研究成果等の詳細情報を掲載したものは「Blue Earth」を年6回発行し、ホームページは週1回以上の更新を行い、平成16年度年間で618万件のアクセスがあった。

科学館等への連携としては、期間展示(特別展等)を、青森県営浅虫水族館(期間：平成16年8月23日(月)～11月4日(木))、長崎市科学館(期間：平成16年12月11日(土)～平成17年2月2日(金))、所沢航空発祥記念館(期間：平成17年1月2日(日)～2月20日(日))で行い、所沢航空発祥記念館においては、当機構の職員による公開講座を実施した。その他、海洋科学技術センターから引き続き、大阪科学技術館(大阪科学技術センター)、つくばエキスポセンター(つくば科学万博記念財団)、海の科学館(琴平海洋会館)への展示協力を行っている。

2.3 研究開発成果の権利化および適切な管理

- ・独立行政法人化にともなう権利の名義変更手続きを実施した。
- ・平成16年度は30件の特許出願を行なうとともに、4件の特許取得を行なった。
- ・30件の特許出願のうち、民間企業等と共同での出願は24件。外国出願は12件である。
- ・保有特許の維持要否を職務発明等審査委員会にて審議し、20件の特許放棄をおこなった。(平成16年度末保有特許数：51件)
- ・バイオリソースとして新規分離株490株、深海底泥10種が得られ、平成16年度終了時点で深海微生物株4,700株、深海微生物分離源として底泥、生物370種を液体窒素保存している。これらの菌株は、共同研究契契約に基づき企業に提供している。

3. 学術研究に関する船舶の運航等の協力

平成16年4月の独立行政法人海洋研究開発機構(以下「機構」という。)の発足を機に、学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」が東京大学海洋研究所から機構に移管され、これに伴い、機構においてこれら2隻を運航・管理するため、学術研究船運航部が新設された。

学術研究船運航部は、東京大学海洋研究所と連携・協力を図りながら、学術研究船の安全かつ効率的な運用をめざし、運航・管理等を行った。

また、東京大学海洋研究所に新たに設置された「研究船共同利用運営委員会」およびその下部委員会の「運航部会」「船舶部会」「観測部会」に、機構から研究者等が委員として加わり、また、学術研究船運航部もオブザーバーとして参加し、必要な提言を行った。

(1) 学術研究船の運航実績

学術研究船の運航計画は、全国の研究者のための共同利用機関として、東京大学海洋研究所研究船共同利用運営委員会が研究課題を公募し、研究計画案を策定し、その後、機構理事会の承認により決定される。この運航計画に基づき、学術研究船運航部は、東京大学海洋研究所との密接な連携のもと、機構の自主運航船として、学術研究船を運航している。

運航にあたっては、研究航海毎に数ヶ月前の航海打ち合わせ及び直前の次航海打ち合わせを行い、東京大学海洋研究所観測研究企画室・乗船研究者・乗組員・機構陸上部門の連携を図った。

1) 「白鳳丸」

平成14年度に東京大学海洋研究所研究船運航委員会(平成16年度より「研究船共同利用運営委員会」)において実施された、平成16～18年度長期航海計画公募により、3カ年の主要研究課題が既に決定されており、平成16年度運航計画は、この主要研究課題の航海と、同委員会が平成15年度に公募した小規模な研究課題により策定された。

「白鳳丸」はその運航計画に基づき、平成16年度は4行動、合計291日の運航を実施した。この中にはドックへの回航5日、回航・訓練等5日が含まれる。

主たる研究分野(メインテーマ)別の行動実績は次のとおりである。

- a) 生物・地学・技術分野として、マリアナ・中西部太平洋海域における行動、57日。
- b) 生物分野として、北西太平洋海域における行動、65日。
- c) 物理・地学分野として西部北太平洋海域における行動、65日。
- d) 化学・生物分野として南太平洋、南極海域における行動、111日(図1、図2)。

なお、平成15年度の運航実績は180日であった。(表1 運航日数、表2 平成16年度「白鳳丸」航海実績、図5 平成16年度「白鳳丸」航跡図)

また、船舶、観測設備・機器の保守整備及びその運用について、移管前の東京大学海洋研究所による準備作業を引き継ぎ、平成16年4月5日から平成16年5月6日の間、三菱重工業株式会社下関造船所において年次検査工事を実施した。



図1 南極海域の流水(KH-04-5)



図2 南極航海を終えてニュージーランド・オークランド入港中の「白鳳丸」(KH-04-5)

表1 運航日数

船舶名	白鳳丸		淡青丸	
	平成15年度	平成16年度	平成15年度	平成16年度
航海数 (行動)	4	4	20	31
運航日数 (行動)	180	291	177	270

2)「淡青丸」

平成16年度運航計画については、平成15年度に東京大学海洋研究所研究船運航委員会で採択した、生物、物理、化学、地学、水産の各分野の研究課題が効率的に実施できるよう計画された。

「淡青丸」はその運航計画に基づき、日本周辺海域において31行動、合計270日の運航を実施した(図3、図4)ここでいう運航日数には、定係港(東京台場)以外での停泊51日、ドックへの回航3日が含まれる。なお、平成15年度の運航実績は177日であった。(表1 運航日数、表3 平成16年度「淡青丸」航海実績、図6



図3 富山湾・海王丸岸壁に着岸中の淡青丸(KT-04-21～22)



図4 CTD観測及び採水(KT-05-1)

平成16年度「淡青丸」航跡図)

年次検査工事については、工事監督業務を外部委託し、平成17年1月13日から平成17年2月21日の間、株式会社サノヤス・ヒシノ明昌大阪製造所において実施した。船体を一部改造し、観測技術員が常時1名居住できる居室を整備し、これに伴い、乗船研究者数は11名から12名に増加した。

(2)観測支援業務の実施

「白鳳丸」については、東京大学海洋研究所観測研究企画室および、乗船研究者からの要望に基づき、栄養塩分析、CTD運用管理、エアガン・OBS運用管理等、行動毎に必要な技能を持った観測技術員を派遣し、研究支援(5行動のべ124人日)を行った。

「淡青丸」については、運航日数拡大に伴い増加する現場経験の浅い研究者と乗組員の調整を含めた専門的な観測支援を要求され、それに対して通年1名の観測技術員を派遣できる体制を整えた。生物、物理、化学、地学、水産の多分野にわたり、乗船中の研究支援(19行動のべ186人日)を行った。

(3)適切な運航体制(船員管理)について

運航日数増加に見合った適切な運航体制を確立するため、労働環境等に配慮して年間配乗計画を策定し、船員との良好な労使関係を新たに構築した。

両船の運航日数増加については、船員の増員が不可欠であったため、予備船員を新たに確保するとともに、必要な労使間の調整と労働環境等の整備を行った。

(4)船舶の安全・保安の確保

船舶及び港湾施設の保安に関する国際規則「ISPS」コード及び関連国内法が平成16年7月1日に発効したのに伴い、白鳳丸について、必要な資格者の確保、規程類の作成、条約証書の取得を行い、必要な保安措置を実施した。また、国際安全管理規則「ISMコード(学術研究船は適用外)に準拠した「安全管理マニュアル」を作成した。

表2 平成16年度「白鳳丸」航海実績

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	
4月																																		
5月																																		
6月																																		
7月																																		
8月																																		
9月																																		
10月																																		
11月																																		
12月																																		
1月																																		
2月																																		
3月																																		

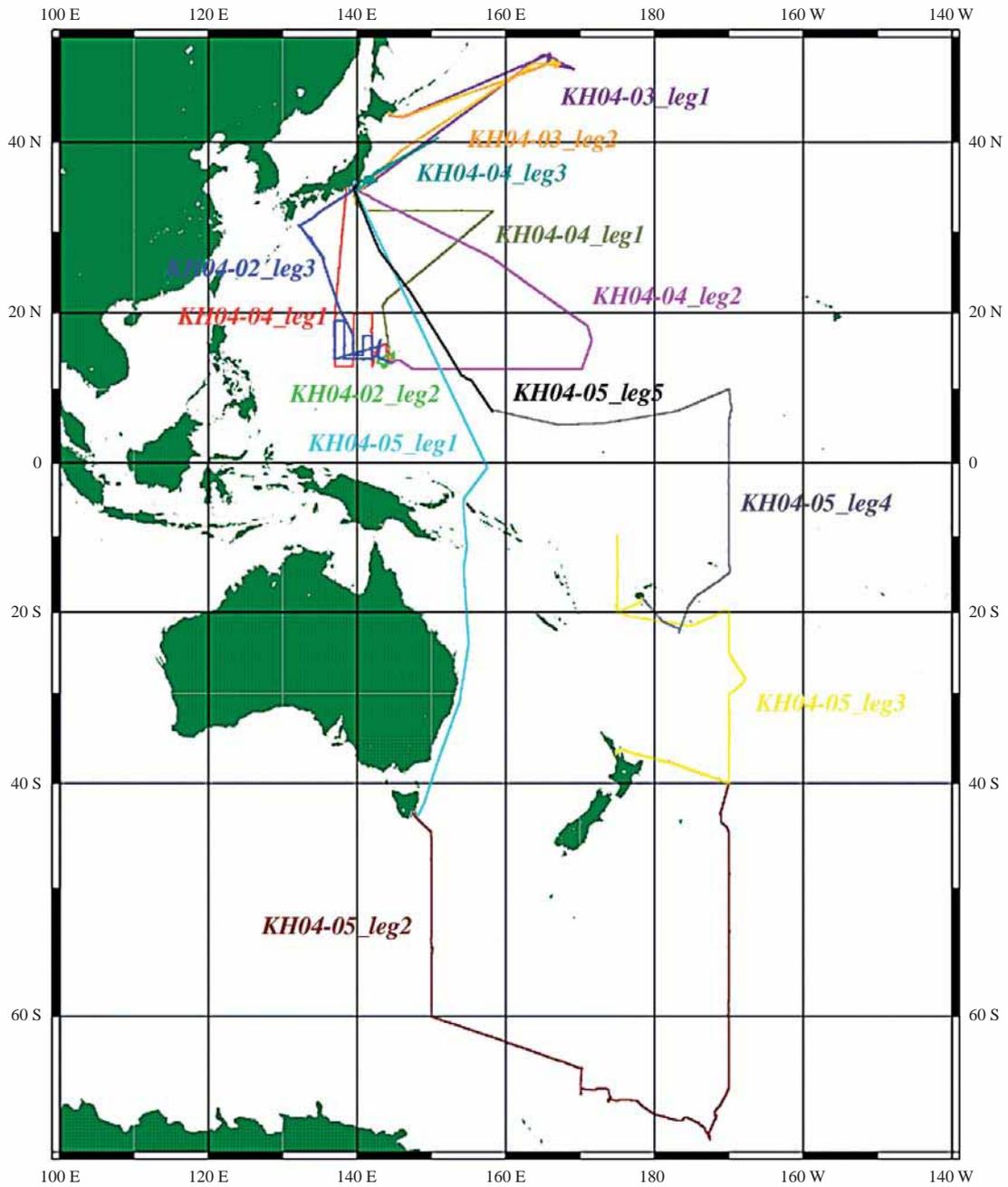


図5 平成16年度「白鳳丸」航跡図

表3 平成16年度「淡青丸」航海実績

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日
4月							台場					相模湾 KT-04-3(3日)		台場		相模湾 KT-04-4(5日)					機構		相模湾 KT-04-5(5日)			台場					熊野灘・遠州灘	
5月	駿河湾 KT-04-6(7日)					清水			相模湾・伊豆海嶺・遠州灘・房総沖 KT-04-7(8日)					台場		相模湾・東京湾 KT-04-8(7日)						機構			東京湾・相模湾・伊豆近海 KT-04-9(7日)							
6月		台場			相模湾 KT-04-10(11日)				横浜					台場		相模湾 KT-04-11(4日)					台風避泊	清水			熊野灘・日向灘 KT-04-12(10日)							
7月				高知		四国海盆 KT-04-13(8日)								高知			南海トラフ・四国海盆 KT-04-14(11日)										清水				台風避泊	
8月	相模湾・黒潮域 KT-04-15(6日)			久里浜			相模湾沖・伊豆諸島近海・房総沖 KT-04-16(8日)						小名浜			銚子以南黒潮流域・三陸沖 KT-04-17(6日)				台風避泊		釧路				北海道南東沖 KT-04-18(7日)					台風避泊	
9月	釧路				北方四島周辺海域 KT-04-19(7日)							網走沖・北海道沖日本海 KT-04-20(8日)														秋田沖・北海道西方日本海 KT-04-21(8日)					富山	
10月							博多		東シナ海・黒潮流域 KT-04-22(7日)					台風避泊		那覇									南西諸島 KT-04-23(7日)				名古屋		相模湾・黒潮周辺 KT-04-24(8日)	
11月	海域 清水								東京湾・相模湾 KT-04-25(5日)					機構		東海沖・茨城沖 KT-04-26(8日)										伊豆・小笠原海域 KT-04-27(14日)					見	
12月																							造船所停泊									
1月																																
2月																																
3月																																

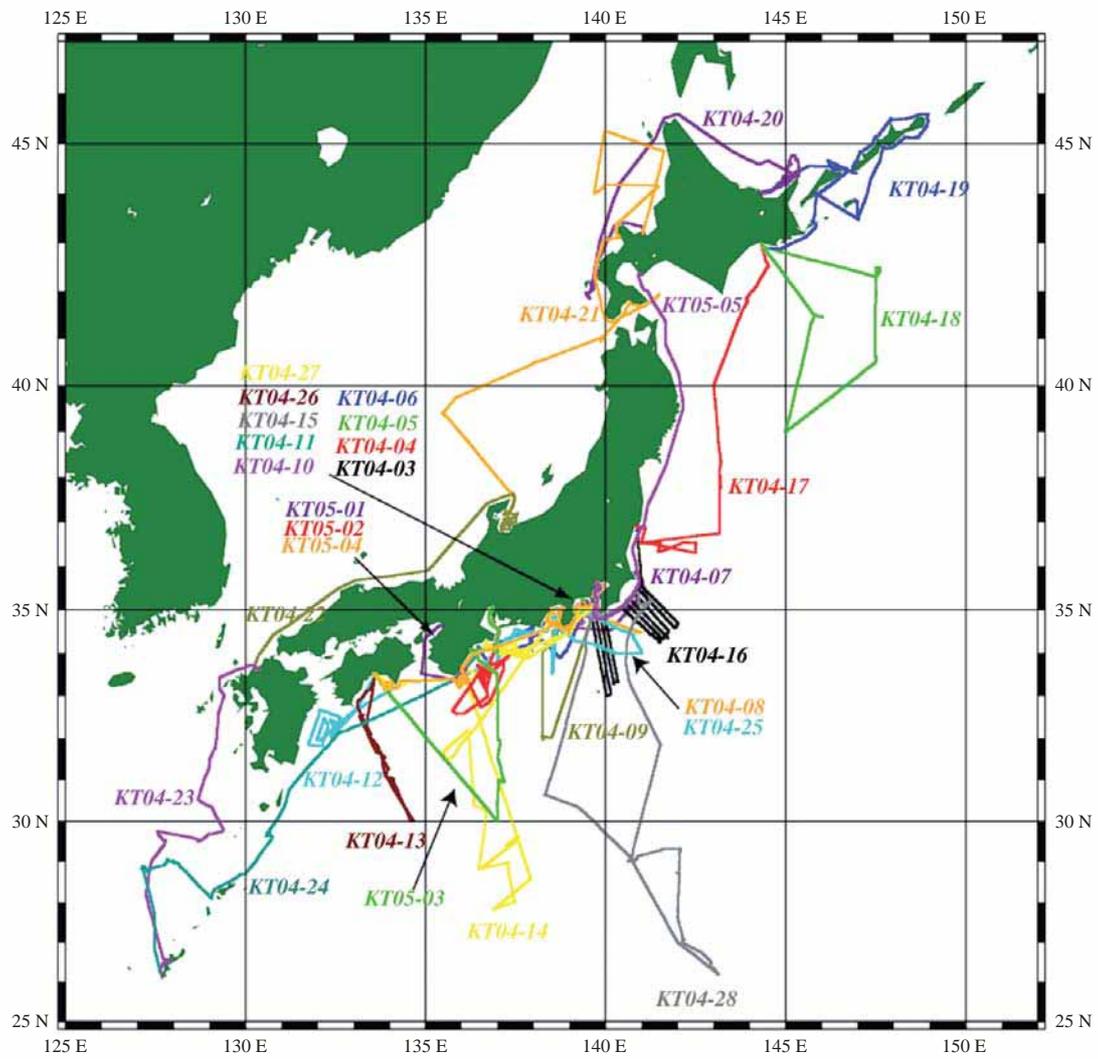


図6 平成16年度「淡青丸」航跡図

4. 科学技術に関する研究開発または学術研究を行う者への施設・設備の供用

4.1 研究船、深海調査システム等の試験研究施設・設備の運用

4.1.1 研究支援部

平成16年7月、海洋工学センターの発足に伴って、研究業務部は研究支援部に改称された。また、従来の4課は、研究調整、船舶運用、海洋技術、研究施設の各グループに改組された。JAMSTECにおける研究の支援・調整、船舶・有人潜水船・無人探査機等の運用管理、機器等の維持管理、施設等の維持管理など、業務内容は基本的に従来と同様である。平成16年度調査航海のトピックは、深海調査研究に係わる「よこすか」・「しんかい6500」太平洋大航海「NIRAI KANAI」において、東太平洋海盆南部で世界最大規模の巨大溶岩流を発見したことである。平成17年1月、深海調査研究および「みらい」公募研究の成果報告会が、「ブルーアース'04」として開催され、2日間でのべ1214名の参加があった。また、所内に散在していた工作機械や工具を一括して管理運用するため、研究施設グループにマシンショップを新設した。

深海調査研究公募システム

深海調査研究は、「深海調査研究推進委員会(以下、「推進委員会」という)」、「深海調査研究計画委員会(以下、「計画委員会」という)」、「深海調査研究実施計画調整部会(以下、「調整部会」という)」において、公募課題の審査を行い、研究実施計画を策定している。

深海調査研究は、「深海調査研究中期計画」に基づいて、開かれた公募を標榜してきた。海洋研究開発機構の独法化に伴う中期計画との混同を避けると共に、地震調査観測研究や総合国際深海掘削計画(IODP)の進展等、研究環境の変化に対応して、計画委員会において見直しを行い、「深海調査研究5ヵ年研究指針」として改訂を行った。

平成17年度深海調査研究課題公募は、平成16年7月20日から8月19日までインターネットを用いて実施した。公募対象となった船舶等は、潜水調査船「しんかい6500」(87潜航173日間)、深海調査研究船「かいいい」、海洋調査船「なつしま」(「ハイパードルフィン」あるいは「ディープ・トウ」等に、新たに無人探査機「かいこう7000」(「かいこう」の暫定代替機)を加えた。応募課

題は73課題、課題提案者69名、共同研究者687名となり、計画委員会にて審査とランク付けを行い、55課題が採択された。これをもとに調整部会にて年次研究実施計画(原案)を策定した。平成16年10月、推進委員会において年次研究実施計画(案)が審議され、平成17年3月の理事会にて承認された。

「みらい」共同利用型公募システム

海洋地球研究船「みらい」による研究航海は、「みらい」長期観測研究計画(平成16年から平成20年までの5ヵ年計画)に基づいて主要課題を定め、これに関連した課題を公募し、「みらい」運用検討委員会で採否を決定している。

平成16年度の「みらい」公募は、平成16年7月1日から7月31日まで、インターネットを用いて実施した。応募総数は61課題、乗船希望者46人であり、平成16年8月、「みらい」運用検討委員会にて60課題、乗船希望者44人が選定された。うち、当機構の採択課題は22課題、国公立大学からは26課題、国立研究所等からは12課題が採択され、平成17年3月の理事会にて承認された。

ブルーアース'04

平成17年1月13日、14日の2日間、ブルーアース'04(第21回「しんかいシンポジウム」・第8回「みらいシンポジウム」)をパシフィコ横浜にて開催した。2日間で平成15年度(1100名)をやや上回る、延べ1214名の参加があった。今回は、BEAGLE2003(「みらい」南半球周航航海)の成果報告が行われ、「みらいシンポジウム」が特に盛況であった。「しんかいシンポジウム」は、口頭発表30件、ポスター発表78件、「みらいシンポジウム」は、口頭発表23件、ポスター発表45件であった。



図1 ブルーアース'04口頭発表会場の様子



図2 ブルーアース 04ポスター発表会場の様子

MIND

MINDは、「Marine INformation and Discussion」の頭文字で、平成12年度に、調査観測現場からのアイデアや、発生した問題等について、意見交換を行う場として発足したものである。これにより異なる現場の情報を共有し、フィードバックして技術や安全性の向上を図ることを目的としている。平成16年度は、第37回から第47回まで、米国ウッズホール海洋研究所のシップボードテクニシャン柴田和美女史による外部講演を含む、計11回を開催した。

EEZ申請

国連海洋法条約第13条に基づく調査海域沿岸国の排他的経済水域(EEZ)内での調査のため、本年度対象航海10行動、対象国のべ22カ国に対して、「外務省に対する調査航海便宜供与依頼」の手続きを行い、全ての航海が円滑に実現した。また、平成17年度航海についても手続きをすすめた。



図3 「かいよう」船上におけるOBS整備作業

研究支援

当機構では、専門技術を有する観測技術員による研究支援体制が確立されている。当機構を含む国内外の研究者が参加する公募航海、および所内研究者による研究航海を円滑かつ効率的に実施するために、航海の事前準備から、航海中の調査観測支援、観測機器の運用、クルーズレポートの作成、データおよびサンプルの管理業務等の支援を行っている。また、陸上の研究施設において、トライトンブイを始めとする海洋観測ブイや海底地震計(OBS)の整備保管、映像データを含む各種取得データの保管、品質管理および提供を行った。観測技術員の技能向上を目的として、「観測技術向上プログラム」を実施し、各種観測機器の性能およびデータ品質向上の推進を図った。

主な研究支援内容は、以下の通りである。

(1) 深海調査研究課題等に関する研究支援

「なつしま」、「よこすか」、「かいいい」、「かいよう」の各研究航海において、海底地質調査、海洋生物調査等の深海調査研究および所内各研究課題に対して、研究支援を実施した。また、深海調査研究船「かいいい」、海洋調査船「かいよう」等を用いた海底下構造探査研究のため、マルチチャンネル反射法・屈折法探査システム(MCS)および海底地震計(OBS)の運用、整備を行った。特に、科学技術振興調整費「東南海・南海」による海底地震計を用いた調査では、これまで最大のOBS170台を同時運用した。以上の総支援業務量は、4,729人日であった。



図4 「かいいい」ストリーマーカーブル投入作業

(2)海洋地球研究船「みらい」航海に関する研究支援
「みらい」の研究航海において、6つの主要研究課題に対して、外部研究者等による採択課題について、海洋物理、海洋化学を中心とした研究支援を実施した。「みらい」による観測航海日数は、平成14年度311日、平成15年度328日、平成16年度は307日となった。また、「みらい」の広い研究スペースや43名の乗船定員を生かし、海洋物理、化学、生物、地質、海洋大気に渡る海洋総合観測が実施されている。この結果、この観測航海を支援する観測技術員も延べ6,509人日に及んだ。

(3)学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」航海に関する研究支援

平成16年4月1日より、学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」は、当機構学術研究船運航部が運航することになり、年間の運航日数も180日から280日に増大した。「白鳳丸」については、CTD、栄養塩分析、海底構造探査

等の航海に観測技術員を配置し、研究支援を実施した。また、「淡青丸」については、航海内容により1~2名程度の観測技術員を配置し、研究支援を実施した。両船舶を合計した総支援業務量は518人日となった。

(4)緊急調査航海に対する研究支援

2004年12月26日、インドネシアスマトラ島沖でM9.3の巨大地震・津波が発生した。文部科学省の緊急研究「巨大津波を発生させた震源プロセスの解明」の一環として、受託研究「震源近傍における海底調査」の実施のため、「なつしま」「ハイパードルフィン」を派遣した。平成17年2月から平成17年3月までの41日間にわたる調査において、地震探査を専門とする観測技術員を4名乗船させ、延べ164人日の研究調査支援を実施した。

(5)むつ研究所、横浜研究所、名護国際海洋環境情報センターにおける陸上支援

むつ研究所において、回収されたトライトンブイの整備・保管、アルゴフロートの浮力調整・センサー検定



図5 「みらい」CTDによる観測作業



図7 「なつしま」ハイパードルフィン調査作業



図6 「みらい」ゾンデ観測作業



図8 「なつしま」スマトラ島沖調査参加者



図9 むつ研究所にて「みらい」への整備済ライトンブイの積込作業

作業、および海洋観測で得られた試料の化学分析を、15名の観測技術員による計3,600人日の支援を実施した。横浜研究所および名護国際海洋環境情報センターにおいて、観測調査研究で取得されたデータについて、品質管理、データ・アーカイブを、40名の観測技術員および観測技術補助員により、計9,600人日に渡って実施した。

船舶の運用

研究支援部では、「なつしま」、「かいよう」、「よこすか」、「かいいい」、「みらい」の5隻の調査船と「しんかい6500」、「ハイパードルフィン」、「かいこう7000」、「ディープ・トウ」の深海調査システムによる深海調査や海洋観測等の研究を支援すると共に、寄港地における船舶の一般公開等、広報活動にも協力している。

調査船や深海調査システムの運航と保守整備については、外部に業務を委託している。

(1) 「なつしま」

海洋調査船「なつしま」は、深海調査研究公募課題および所内研究課題に基づいて12行動、合計286日の運航を行った。(参照:表1過去3年間の各船運航実績、表2実績線表、図11航跡図)

行動内訳は、「ハイパードルフィン」による潜航調査9行動209日(釧路沖、三陸沖、相模湾、伊豆小笠原、南海トラフ、鹿児島西方、鹿児島湾、南西諸島、スマトラ沖)、ディープ・トウによる深海曳航調査1行動12日(南大東島東方)、単独行動としては、「時系列観測」1行動18日(北西部北大西洋)、「日本沿海予測実験」1行動18



図10 むつ研究所にてアルゴフロートセンサーのチェック

日(南西諸島)等である。緊急調査として「スマトラ沖地震及び津波調査受託研究」を実施した。なお、この緊急調査のために実施できなくなった行動については、他船で実施した。また、平成16年8月15日沖縄県名護市の名護漁港において一般公開を実施した。

「スマトラ沖地震及び津波調査受託研究」航海の概要

2004年12月26日スマトラ沖を震源とするマグニチュード9.0の地震が起こり、それに引き続いてインド洋周辺各国を襲う巨大津波が発生した。この地震と津波の原因究明と復興を願う国際的な枠組みのなかで、インドネシア技術評価応用庁(BPPT)と共同で、地震直後の海底変動について、震源近傍の海底調査を行った。

航海は、前半(2月18日~3月5日;シンガポール~ペナン)と、後半(3月10日~3月19日;ペナン~パリ)の二つに分けられ、計26日間に渡って、インドネシアアチェ州沖で調査を行った。日本、インドネシアをはじめ、ドイツ、米国からの研究者が乗船する国際的な調査航海となった。

「なつしま」に装備されているマルチビーム音響測深装置による海底地形調査、「ハイパードルフィン」による海底の直接観察による微細地形変動調査および海底地震計を用いた余震分布観測を実施した。

本調査は、文部科学省の平成16年度科学技術振興調整費緊急研究制度(課題名:スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急調査研究)により実施された。

年次整備については、平成16年10月13日から平成16年11月17日の間、ユニバーサル造船京浜事業所において、中間検査および修繕工事を実施した。船体

R/V NATSUSHIMA Cruise Tracks, FY2004

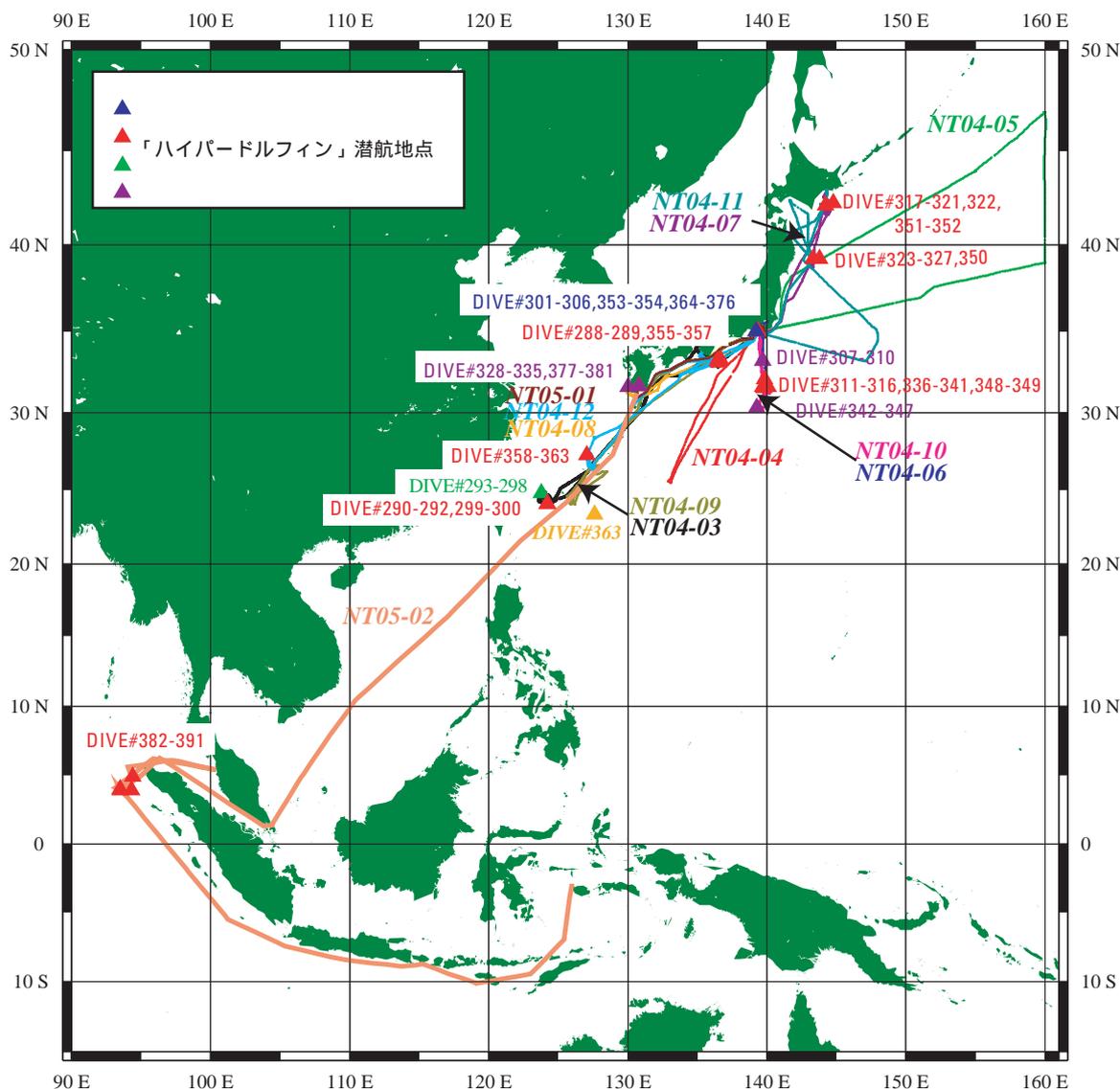


図11 平成16年度「なつしま」航跡図

構造、推進装置等の船舶としての基本的性能並びに特殊装置の性能維持に関わる工事を実施したほか、以下の機能向上に関わる工事を実施した。

- [1] XBT/XCTD装置の増設
- [2] ダイバー準備室を女性用浴室および洗濯室へ改造
- [3] 「しんかい2000」整備補給機器および外部救難装置を撤去し、作業スペース等を確保
- [4] ロンテナラボの研究用海水配管の管径大型化
- [5] 研究者機材準備室の作業環境整備
- [6] ロンテナラボを搭載している台車上に作業スペースを確保

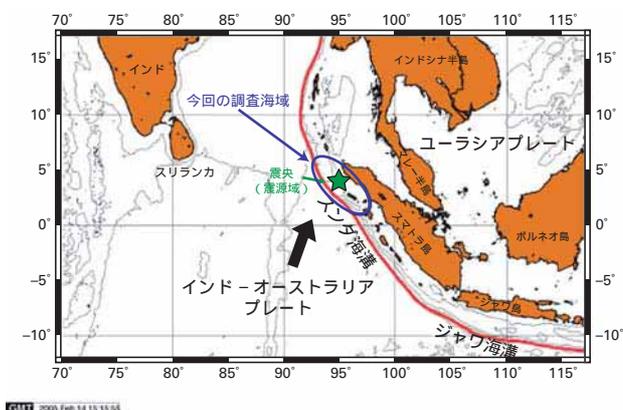


図12 インドネシア・スマトラ島沖緊急調査海域

工事終了後、試験航海(11月17日～11月26日)において、以下の試験および作動確認を実施した。また、11月19日から11月22日の期間(4日間)、JAMSTEC職員1名の体験乗船を実施した。

- [1] 機関関係総合運転確認
- [2] オートパイロットトラッキング機能確認試験
- [3] エコーサウンダー(航海用音響測深機)作動確認
- [4] 音響航法装置性能確認試験
- [5] XBT/XCTD装置性能確認試験

- [6] マルチビーム音響測深装置性能確認試験
- [7] 海底地形調査

(2) 「かいよう」

海洋調査船「かいよう」は、所内研究課題に基づいて14行動、合計269日の運航を行った。(表2実績線表、図13航跡図)

行動内訳は、「ディープ・トウによる調査」(釧路・十勝沖、相模湾、南西諸島)2行動57日、「ディープ・トウ

R/V KAIYO Cruise Tracks, FY2004

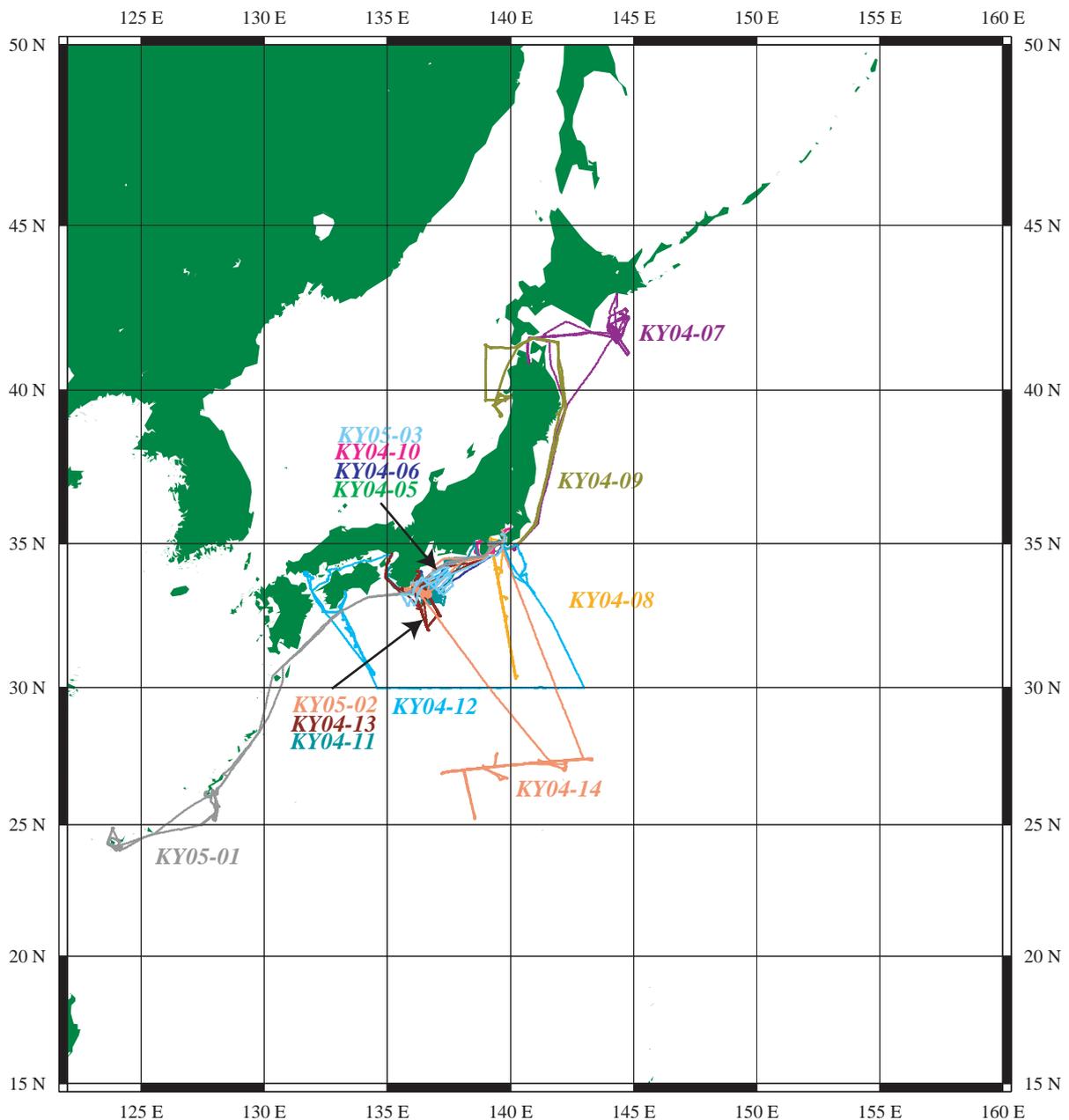


図13 平成16年度「かいよう」航跡図

及びピストンコアによる調査(熊野灘)1行動20日、「MCS/OBS(海底地震計)調査(東南海・南海、南海トラフ、伊豆小笠原)5行動92日、「SCS(シングルチャンネル反射法探査システム)調査(熊野灘)1行動9日、「日本海cold sapropel形成時の古海洋と物質循環の解明(日本海)1行動13日、「水中音響技術に関する研究(駿河湾)2行動16日、「NSS:自航式深海サンプル採取システムによる調査(東海、南海トラフ、四国海盆)1行動28日、「熊野灘海潮流調査-IODP掘削事前調査(四国海盆、伊豆海嶺)1行動25日等である。また、平成16年5月15日機構横須賀本部における施設一般公開で、横須賀港周辺体験乗船を実施した。

年次整備については、平成16年4月5日から平成16年5月7日の間、三井造船由良修繕部において、年次検査および修繕工事を実施した。船体構造、推進装置等の船舶としての基本的性能並びに特殊装置の性能維持に関わる工事を実施したほか、以下の機能向上に関わる工事を実施した。

- [1] 上甲板船尾区画で使用する研究用機材への給電用AC100V分電盤新設
- [2] No.2油圧源装置への非常停止スイッチ増設
- [3] ガンルームの作業環境の改善
- [4] 第4ラボラトリー研究用海水蛇口の新設
- [5] 音響測位装置受波器とモーションセンサを一体化



図14 「かいよう」音響測位装置受波器およびモーションセンサ

し、音響測位精度を向上(図14)

- [6] 音響測位装置SSBL受信機を新型に換装

工事終了後、試験航海(5月7日~5月12日)において、以下の試験および作動確認を実施した。また、株式会社グローバル オーシャン ディベロップメント(GODI)観測技術員2名が体験乗船(全期間)し、日本海洋事業株式会社(NME)観測技術員との技術交流並びに意見交換を行った。

- [1] 機関関係総合運転確認
- [2] 音響測位装置性能確認試験
- [3] マルチビーム音響測深装置性能確認試験
- [4] 音響ドップラー流向流速計(ADCP)性能確認試験
- [5] マルチチャンネル反射法探査システム性能確認試験
- [6] 海底地震計性能確認試験

(3)「よこすか」

支援母船「よこすか」は、深海調査研究公募課題および所内研究課題に基づいて太平洋大航海「NIRAI KANAI」をはじめとする11行動、合計281日の運航を行った。(表2実績線表、図15航跡図)

行動内訳は、「しんかい6500(相模湾、伊豆小笠原、南西諸島、EPR、ラウ海盆、フレンチポリネシア)による潜航調査5行動186日、深海巡航探査機「うらしま」実海域試験(駿河湾)を4行動22日、単独行動として「ピストンコアおよびOBS調査(フレンチポリネシア、南東太平洋)1行動43日、「ディープ・トウ訓練(南西諸島)1行動13日等である。

「NIRAI KANAI」の概要

Nippon Ridge Arc and Intra-plate Key processes Apprehension NAvigational Initiativeの略で、奄美・沖縄地方で信じられている、海の彼方あるいは海の底、地の底にある楽土という意味。(「大辞林」より抜粋)

2004年6月19日に、母港である横須賀の海洋研究開発機構岸壁を出港し、「しんかい6500」および「よこすか」により、次の[1]~[4]の地球物理学的調査及び生物学的調査を行い、2004年12月14日に横須賀に帰港した。

- [1] 東太平洋海嶺(East Pacific Rise)における海底が誕生する場所での海底の観察調査と試料採取

S/V YOKOSUKA Cruise Tracks, FY2004

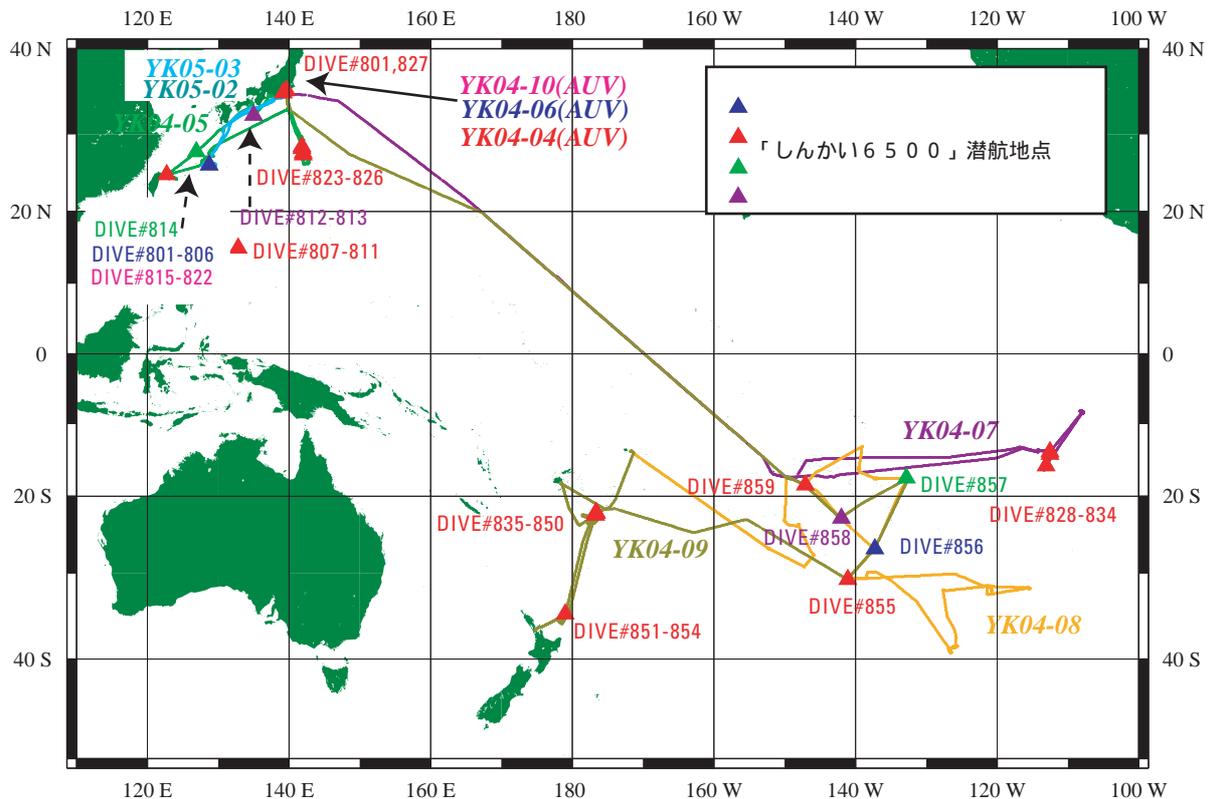


図15 平成16年度「よこすか」航跡図

- [2] フレンチ・ポリネシア (French Polynesia) における
ホットブルーム探査用の地震計の設置・回収
- [3] 南部東太平洋海膨の未調査域における海底地形の
基礎調査
- [4] ラウ海盆 (Lau Basin) ・ケルマデック島弧 (Kermadec
Ridge) における南太平洋の化学合成生態系を含む
熱水生態系の詳細解明に向けた生物学的深海調査

途中、パペーテ (タヒチ) 、アピア (サモア独立国) 、オークランド (ニュージーランド) 、スバ (フィジー) に寄港し、整備補給を行った。また、10月24日、オークランド港において、特別公開を実施した。

年次整備については、「しんかい6500」主蓄電池装置を酸化銀亜鉛電池からリチウムイオン電池へ換装したことにより、年間の潜航可能回数が増加したため、「よこすか」の法定検査および修繕工事を「しんかい6500」と同時期とし、年間稼働日数を増加させることを目的とし、年次検査工事を2回実施した。

平成16年4月1日から平成16年4月13日の間、川崎



図16 「NIRAI KANAI」の概要

造船神戸工場において、年次検査受験に必要な最小限の工事のほか、「NIRAI KANAI」に必要な9,000 m級ワイヤウインチ (ピストンコアラー、ドレッジに使用) 搭載準備、「よこすか」曳航体ウインチ搭載および音響航法装置受波器内蔵モーションセンサ交換等の工事を実施した。

工事終了後、横須賀への回航中に機関関係総合運転確認および音響航法装置性能確認試験を実施した。

上記年次検査受験により、次回年次検査基準日が平成17年5月19日となったが、前述の目的のため繰り上げ受験とし、平成16年12月28日から平成17年2月8日（BBOBS回収のため、予定を変更した）の間、川崎造船神戸工場において、年次検査および修繕工事を実施した。船体構造、推進装置等の船舶としての基本的性能並びに特殊装置の性能維持に関わる工事を実施したほか、以下の機能向上に関わる工事を実施した。

[1]第1ラボラトリーと第2研究室の一体化(図17)

[2]マルチビーム音響測深装置周辺装置の拡張

[3]老朽化した船上重力計の更新



図17 「よこすか」第1ラボラトリーと第2研究室の一体化

工事終了後、試験航海(2月8日～2月18日)において、今年度「よこすか」に搭載したディーブ・トウ(図18)、JAMSTECが製作に協力した宇宙航空研究開発機構(JAXA)所有のパッシブソーナーシステム(固体ロケットブースター(SRB-A)探索用)等、以下の試験および作動確認を実施した。また、2月15日から2月18日の期間(4日間)、学術研究船運航部船員チーム3名の体験乗船を実施した。

[1]機関関係総合運転確認

[2]「よこすか」ディーブ・トウ作動確認

[3]パッシブソーナーシステム性能確認試験

[4]音響航法装置性能確認試験

[5]マルチビーム音響測深装置性能確認試験

[6]船上重力計、磁力計作動確認

[7]海底地形調査



図18 「よこすか」ディーブ・トウ

(4)「かいいい」

深海調査研究船「かいいい」は、深海調査研究公募課題および所内研究課題に基づいて15行動、合計263日の運航を行った。(表2実績線表、図19航跡図)

行動内訳は、「かいこう7000」の試験・訓練(相模湾、駿河湾、伊豆小笠原、南海トラフ、日本海溝、南西諸島) 4行動55日、「ディーブ・トウによる調査(相模湾)」行動14日、「MCS/OBS調査(日本海溝、伊豆小笠原、オントンジャワ)」行動103日のほか、「ピストンコアラー」、「ドレッジ」、「ヒートフロー」、「AUV(自立型無人探査機)」等の機器を用いた調査(北海道海膨、日本海溝、伊豆小笠原、熊野灘) 5行動81日である。

年次整備については、平成17年1月29日から3月5

日の間、川崎造船神戸工場において、年次検査および修繕工事を行った。船体構造、推進装置等の船舶としての基本的性能並びに「かいこう」の着水揚収装置、潜航支援装置及び一次ケーブルハンドリング装置等の性能維持に関わる工事を実施したほか、以下の機能向上に関わる工事を実施した。

[1]ウェットラボの移設(図20)

[2]マルチビーム音響測深装置モーションセンサの換装

[3]MCSの改造

工事終了後、試験航海(3月5日～3月15日)において、以下の試験および作動確認を実施した。また、JAMSTEC職員7名(2～4日間)の体験乗船を実施した。

[1]機関関係総合運転確認

[2]音響航法装置性能確認試験

[3]マルチビーム音響測深装置性能確認試験

[4]MCS作動確認

R/V KAIREI Cruise Tracks, FY2004

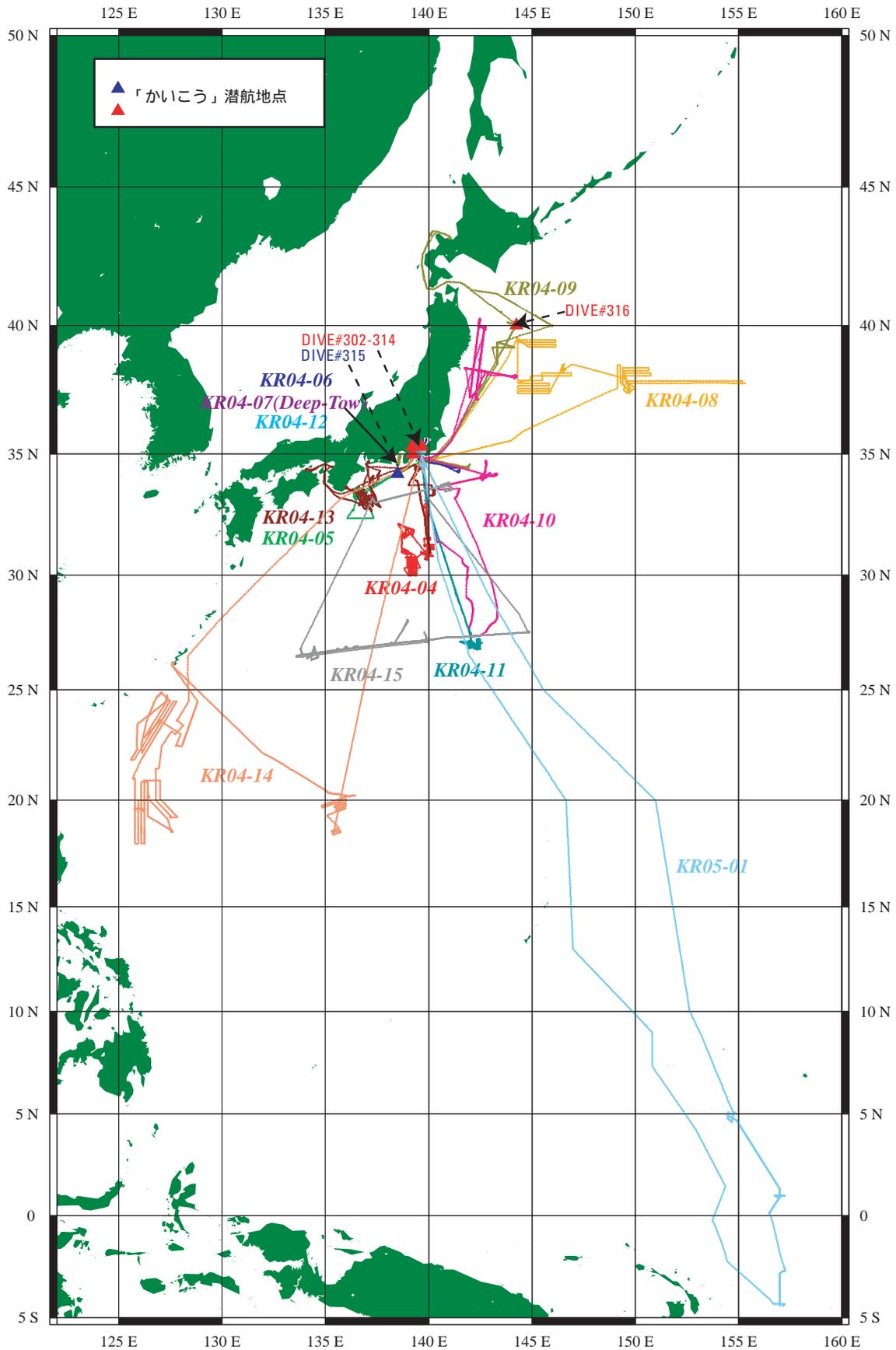


図19 平成16年度「かいらい」航跡図

- [5] 「かいこう7000」着水揚収装置作動確認および一次ケーブルフリーフォール
- [6] 船上重力計、磁力計作動確認
- [7] 海底地形調査

(5) 「みらい」

海洋地球研究船「みらい」は、共同利用型研究課題に基づいて8行動、合計306日の運航を行った。(表2実績線表、図21 航跡図)

行動内訳は、「北太平洋時系列観測研究 (北西部北太平洋) 2行動34日、「熱帯域における大気・海洋観測研究 (西太平洋赤道海域、東インド洋赤道海域) 1行動91日、「西部北太平洋および縁辺海域における化学環境変化の把握 (西部北太平洋海域) 2行動48



図20 「かいれい」作業甲板新ウェットラボトリー

日、「北極海域の観測研究 (北極海域) 1行動42日、「大気・海洋相互作用に係る観測研究 (西部熱帯太平洋海域) 1行動32日、「北太平洋時系列観測研究」

R/V MIRAI Cruise Tracks, FY2004

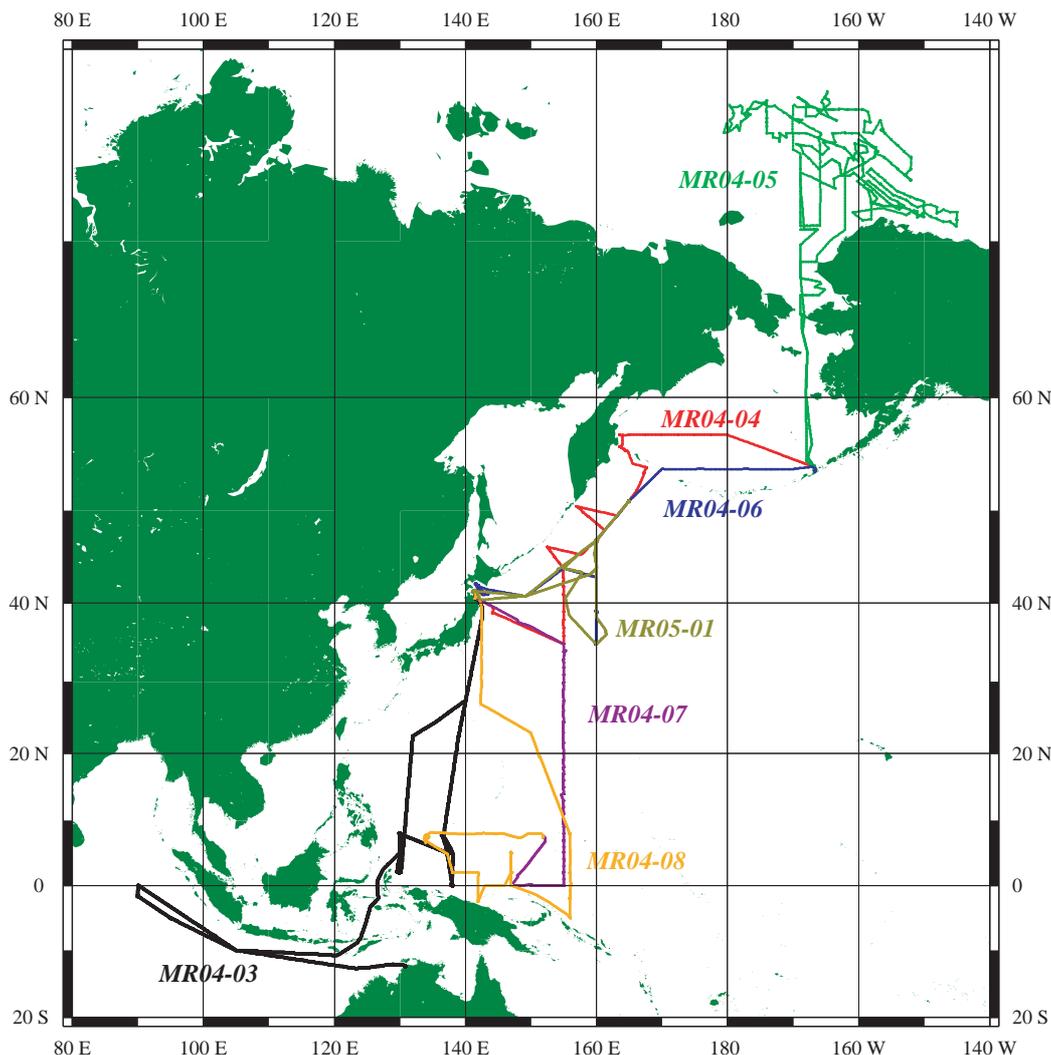


図21 平成16年度「みらい」航跡図

(北西部北太平洋)1行動25日である。

年次整備については、平成16年4月17日から平成16年5月21日の間、三菱重工下関造船所において、年次検査および修繕工事を行った。船体構造、推進装置等の船舶としての基本的性能の維持並びに特殊装置、観測装置の性能維持に関わる工事を実施したほか、以下の機能向上に関わる工事を実施した。

- [1] オートサル室、生物化学処理室、表層海水分析室、大気ガス観測室、X線室、CTD室、現像暗室、後部操舵室の必要箇所に電源コンセント、照明器具、暖房設備の増設
- [2] 乱流フラックスのデータを研究員室12～15室内にて取得可能とするためのケーブル新規配線
- [3] ドップラーレーダー制御およびデータ処理用ワークステーションをパーソナルコンピュータ(Linux)に換装
- [4] 洗濯機の換装、浴室排水の改善、船内CATVのノイズ対策
- [5] パントリー室給湯器の新設
- [6] 清涼飲料水自動販売機の新設

工事終了後、試験航海(5月21日～6月2日)において、以下の試験および作動確認を実施した。

- [1] 機関関係総合運転確認
- [2] 音響ドップラー流向流速計(ADCP)性能確認試験
- [3] ドップラーレーダー作動確認
- [4] 音響航法装置性能確認試験
- [5] ラジオゾンデ作動確認
- [6] マルチビーム音響測深装置性能確認試験
- [7] 船上重力計、磁力計作動確認
- [8] 減揺装置作動確認
- [9] 小型CTDウインチ・クレーン作動確認
- [10] 観測ウインチ作動確認
- [11] 大型CTDウインチ、Aフレームクレーン作動確認
- [12] 20mピストンコアラーによる採泥
- [13] マルチプルコアラーによる採泥
- [14] 小型CTD採水システムによる計測および採水
- [15] 大型CTD採水システムによる計測および採水
- [16] 係留系巻き込みウインチ作動確認
- [17] 各種気象センサの作動確認
- [18] 各種分析装置の作動確認
- [19] XCTD/XBTの作動試験

深海調査システムの運用

(1) 「しんかい6500」

有人潜水調査船「しんかい6500」は、年間5行動、75潜航(試験・訓練潜航を含む)を計画し、調査潜航43回、試験訓練潜航10回の計53回の潜航を相模湾、伊豆・小笠原、南西諸島、EPR、ラウ海盆、フレンチポリネシアにて行った。

年次整備については、平成16年12月14日から平成17年3月20日の間、主として潜水調査船整備場において、中間検査および修繕工事を実施した。その後、陸上作動試験、沈降試験および南西諸島海域において4回の試験潜航を実施し、3月30日に全ての試験、検査を終了した。

中間検査工事では、検査に伴う各機器の点検整備および性能維持に必要な部品の交換のほかに、微生物を対象とする研究者を中心として要望の多かった、DOセンサを新たに装備可能とした。また、水中スチルカメラをデジタルカメラ(500万画素、約380枚撮り)に換装した。

(2) 「ハイパードルフィン」

3,000 m級無人探査機「ハイパードルフィン」は年間9行動、調査潜航85回、訓練潜航11回の計96回の潜航を釧路沖、三陸沖、相模湾、伊豆小笠原、南海トラフ、鹿児島西方、鹿児島湾、南西諸島、スマトラ沖にて行った。

昨年度搭載したデジタルスチルカメラ(SEA MAX)は、10 cm幅のレーザースケラーを内蔵する高性能カメラである。昨年度は試験運用の位置付けであったが、耐圧レンズがドーム形状であったため、対象物をワイド撮影すると画像中央部に歪が生じた。今年度は、実運用を行うにあたり耐圧レンズを平面ガラスに変更し、画質の改善を行った。

主浮力材の老朽化に伴う浮量減少により、ピークル運動性能や研究者持込器機(ペイロード)搭載に影響を与えていた。そのため、浮力材の比重、形状、整備方針を検討した。

昨年度、HDTVカメラ情報など個別ファイル管理されていたピークル潜航データを一つのファイルとして記録する装置を製作し、運用を開始した。今年度は、この装置のビデオデッキとハイパードルフィンシステムとの時刻同期や一部記録項目の変更等機能の改善を行った。

(3)「かいこう7000」(図22)

平成15年5月29日の「かいこう」ピークル漂流事故後、「かいこう」ピークル代替機として7,000 m級無人探査機「かいこう7000」を開発した。平成16年3月までに組立を終了し、4月より海域試験を実施した。

相模湾、日本海溝、四国海盆等で4次にわたる海域試験を実施し、安全装置、電源、推進機(スラスタ)マニピュレータ等、改造を行った装置の調整および改良を行った。

特に電氣的ノイズの影響でスラスタの動作が不安定になる現象があり、この対策を行った。また、ランチャーとピークルの結合部にも不具合があり、結合部監視用カメラを追加するなどの対策を実施した。

平成17年3月から4月にかけて行った最終性能確認のための試験潜航では、合計14回の潜航(水深1,000 m ~ 2,000 mに5回、4,000 m ~ 6,500 mに7回、7,000 mに2回潜航)を行い、採泥、生物観察、係留系の回収等、実運用に備えた訓練を実施した。

(4)ディープ・トウ

4,000 m級深海曳航カメラシステム(4KC)、6,000 m級深海曳航カメラシステム(6KC)および4,000 m級深



図22 揚収中の「かいこう7000」



図23 「かいこう7000」による海底の撮影

海曳航ソーナーシステム(4KS)の3種のディープ・トウを調査目的により使い分け、「なつしま」、「かいよう」、「かいいい」に搭載して、年間7行動、釧路・十勝沖、相模湾、熊野灘、南西諸島、南大東島東方海域において曳航調査を行った。

(5)「うらしま」

「うらしま」は、実海域試験を駿河湾にて4行動実施し、2月28日317 kmの自律航走に成功した。

(6)「べんけい」

無人探査機整備場において、適宜、整備工事および作動確認を実施した。

海洋観測システム「トライトンブイ」の運用

(1)トライトンブイ網の維持

エルニーニョやアジアモンスーン等に関わる気候変動研究のため、インド洋から太平洋の熱帯域において観測ブイネットワークを展開し、海上気象・海洋データを長期取得している。太平洋においては、米国NOAAと共同し2000年からTAO/TRITONブイ網としてエルニーニョ監視に貢献している。データは、世界気象通報を經由して世界の気象機関で毎日の天気予報やエルニーニョの予測モデルに利用されている。また、品質管理されたデータは、トライトンwebページで公開している。
(<http://www.jamstec.go.jp/jamstec/TRITON/>
<http://www.pmel.noaa.gov/tao/>)なお、webページは、平成17年度に全面刷新の予定であり、機構内での試験運用を開始した。

平成16年度は、太平洋15点、インド洋2点の計17点において観測を維持した(図24)。ブイに対する人為的な損壊は後を絶たず、本年度は、9号、16号、18号基(図25)において被害を受けた。

(2)盗難防止対策および運用性の向上

集計によれば、これまでに回収したのべ71基のブイに対して19基で何らかの損壊があり、そのうち3基は電装容器が盗難に遭ったためにリアルタイムデータの伝送が不能になる重大な被害が発生している。その防止対策として、平成16年度は、電装容器格納筒蓋の固定方式の強化、従来型と新型盗難防止ボルトの

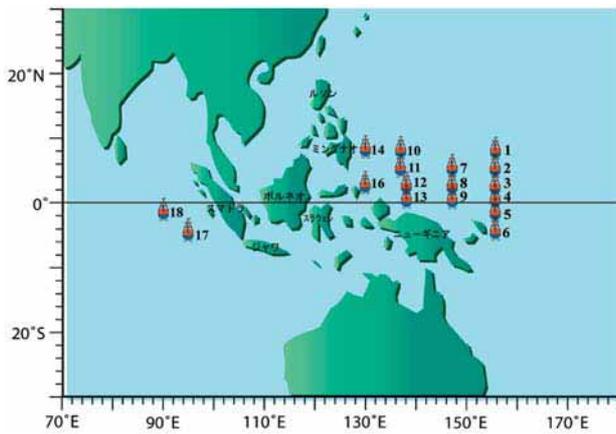


図24 トライトンプイ展開配置図



図25 インド洋設置18号基の被害
表面ブイ上の気象センサーとともにブイ内の電装容器が盗まれていた。

併用および16号基における乗移り防止用デッキカバーの装備(図25、平成16年11月に損壊・亡失を確認)等の対策を実施した。

また、ナイロンロープの残存強度が確認されたことから、運用上の経費および労力削減のため、比較的潮流が穏やかな4箇所において、回収ロープの全面



図26 乗移り防止用デッキカバー

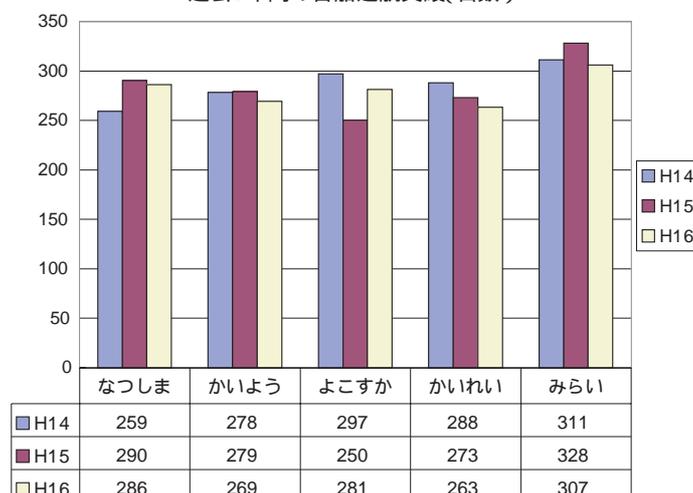
的な再利用を行った。さらに、今後の運用改善のため、付着生物調査(翼型フェアリングの装着要領見直し)、国産CTセンサーの試験装備(性能調査)、他社製ナイロンロープおよびリチウム電池の試験装備(性能調査、調達先拡大)などを実施した。

(3) 小型トライトンプイ(m-TRITONブイ)の開発

現在のトライトンプイは、一部の海域で損壊や盗難による経済的な損失が大きいこと、また、ブイが大型で取扱いが困難であるなど、経費上および運用上の問題がある。これらの問題を解消できるブイが実現できれば、限られた経費で研究ニーズの高いインド洋での観測海域の拡大や、老朽化する現トライトンプイの代替を図ることも可能と考えられる。以上の背景から、トライトンプイの運用経験を生かし、新しい小型の海洋観測ブイ(m-TRITONブイ)の開発に着手した。平成16年度は、全体構想、電子回路基板の試作、ワイヤーロープの試作および浮体部の設計等を実施し、平成17年度中の試作機による実海域試験を目指している。

表1

過去3年間の各船運航実績(日数)



4.2「地球シミュレータ」の供用

- ・シミュレーション結果を高速に外部ネットワークに出
力できるよう、高速ネットワーク「スーパーSINET」
の整備(図1)を行うとともに、運用を開始した。そ
の結果、100 Mbpsであった回線速度が、2.4 Gbps
に高速化された。
- ・平成16年度は、利用説明会、MPI講習会、HPF講

習会およびベクトル化・自動並列化講習会を開催
し、地球シミュレータ利用者に対し、技術的な支援
を行った。

- ・地球シミュレータの有償利用について検討を行い、
平成17年度から新たに2件の有償利用のプログラ
ムを開始する体制を整えた。

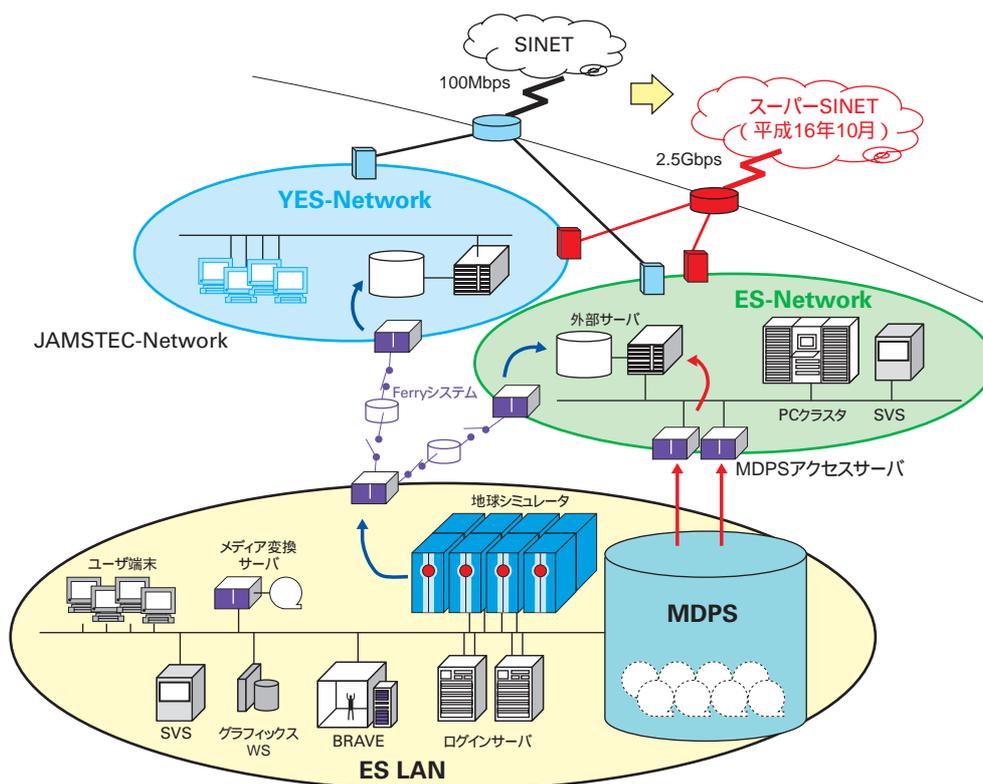


図1 スーパーSINETの接続

4.3 地球深部探査船の供用等

- ・ 艦装員の派遣を行うとともに、掘削関連機器の船上試験等を通じて建造監督業務を実施した。平成16年12月には海上試運転を五島海域において実施し、船舶全体の性能を確認した。
- ・ 掘削関連ツール、船上研究設備、乗出需品等の仕様検討、調達を行った。
- ・ 「ちきゅう」船上の分析結果、乗船科学者による試料記載等の科学データを蓄積・配布できる船上科学データベース「J-CORES」及びCDEX事前調査データベース「DEXIS」を開発・構築した。
- ・ 運用マニュアル等の策定作業及び委託による運用体制の構築準備を行うと共に、「ちきゅう」を安全かつ環境に配慮し効率よく運用するために、孔内仕上げ、科学掘削用泥水等の調査を実施した。



図1 「ちきゅう」海上試運転(五島海域)

- ・ 熊野灘においてロケーションサーベイを実施し、「ちきゅう」の掘削ハザードを評価するための基礎データとした。
- ・ 高知コアセンター(現高知コア研究所)の研究施設整備を実施した。

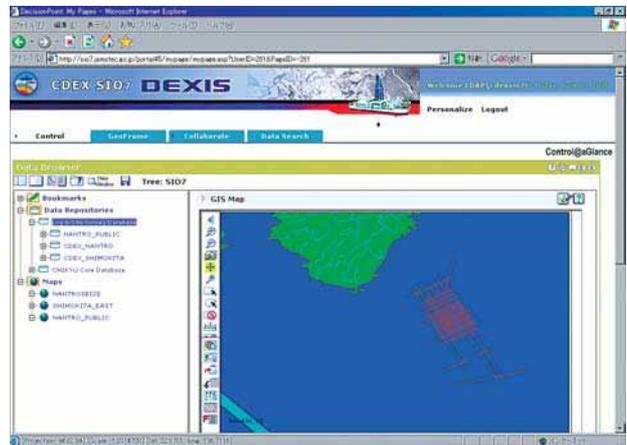


図3 DEXIS

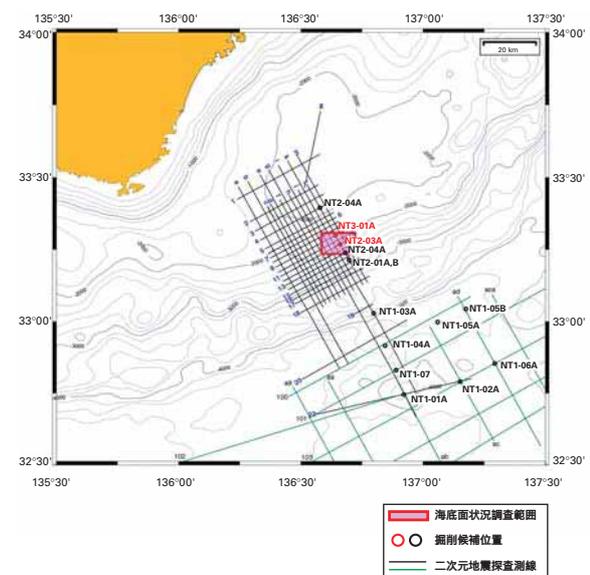


図4 熊野灘調査海域



図2 噴出防止装置搭載

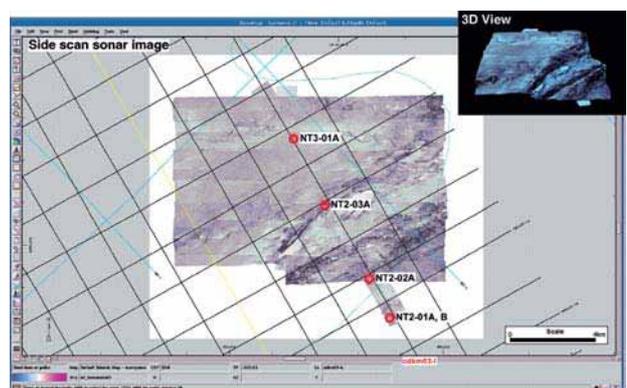


図5 サイドスキャンソナーイメージ

5. 研究者および技術者の養成と資質の向上

- ・ 連携大学院については、平成15年度までの7大学に加え、平成16年度は東洋大学との連携大学院協定(平成16年10月)を締結した。また、九州大学との連携に向けた調整をおこなった(九州大学は平成17年4月に締結)。
- ・ JAMSTECの研究者23名が連携大学院教員(教授17名、助教授6名)として、教育研究活動に従事。
- ・ 4名の在外研究員及び2名の海外派遣職員を派遣するとともに、新規に1名の在外研究員を次期派遣候補者として選考した。
- ・ 日本学術振興会外国人特別研究員制度等により長期・短期を含め計13名の研究者を受け入れた。
- ・ 警察、消防などを対象に70件、389名の潜水研修を実施した。
- ・ 高等学校、高等専門学校の生徒、教師を対象としたマリンサイエンススクール、サイエンスキャンプを実施、また、大学生や大学院生を対象とした海洋科学技術学校を実施した。
- ・ 人材養成のため、警察大学校など合計4件の講師の派遣を行なった。

6. 情報および資料の収集・整理・保管・提供

- ・ 横須賀本部および横浜研究所にて、図書(総数 約29,500冊)、雑誌(総数 約3,100冊)、映像資料(総数 1,950本)を収蔵し、貸出業務を行った。外部研究機関と提携し、所蔵外の文献等の所在検索及び複写サービスを実施した。180編の電子ジャーナルの購読を行い、機構内の研究者に提供した。
- ・ また、インターネットホームページの整備を行い、平成16年4月の独立行政法人化に伴いホームページを刷新し、週1回以上の更新を行って情報発信を行った。ホームページには年間618万件のアクセスを得た。(図1)
- ・ 年報および英文年報であるAnnual Reportを発行した。また、所内報である「JAMSTEC Report of Research and Development」を刊行し、10編の論文を収録した。
- ・ 潜水調査船等で撮影された静止画を管理・公開するために開発された深海画像データベースを運用し、32万枚以上の画像を登録、インターネットによる外部への公開を行った。
- ・ 機構が運航する調査船により得られた海底地形データについて、平成16年度は60航海分のデータを受領すると共に、これらのデータの一括管理を行った。これら及び従来から管理しているデータを用いて、海底地形図作図依頼に対応し、平成16年度は73件の海底地形図を提供した。これらのデー



図1 JAMSTECトップページ

タ及び図面の有効活用を図るため、海底地形データベースの開発を行った。

- ・海洋地球研究船「みらい」の共同利用航海での観測データを受領すると共に、これらのチェック及び一部補正を行う体制を整備した。またこれらのデータの管理・公開・提供を目的にした「みらい」データWebの整備に努めるとともに、平成16年度までに37航海分のデータを登録し、外部へのデータ提供を行った。インターネットを介したデータ公開については、平成16年度の外部からのデータダウンロードが118万件あった。
- ・平成16年度には測深データ、磁力データおよびラジオゾンデの品質管理済みデータを新たに公開・提供した。
- ・国際海洋環境情報センターでは土・日曜日にも利用開放を行い、平成16年度10,524名の利用があった。また、利用開放促進の一環として、4回のセミナーを開催し、IT EXPO沖縄や名護さくら祭りに出展した。デジタルアーカイブ業務としては、デジタルマスター映像のエンコード処理を1,921本、エンコード処理済み映像データのインデキシング処理を20,495ショット、定期刊行物の公開処理(スキャニング、OCR処理等)を9,904ページ、深海調査記録映像デジタルマスター作成を1,618本、GODAC保管用デジタルサブマスター(DVCAM)作成を1,937本、普及広報課保管の写真・ネガのデジタル処理を4,309枚行った。GODACポータル及びサンゴ礁Webサイトへのアクセスは847,767件あった。また、研究者と連携し、有孔虫データベースの構築を行った。(図3)
- ・深海映像のアーカイブ作業をより効率化するため、映像中のイベントの自動抽出、識別手法ならびにイ



図2 各種データの管理・提供

ンデキシング手法について検討を行った。

- ・機構内のコンピュータ・ネットワーク環境をより使いやすくするため、スーパーコンピュータSCシステム及びベクトル型演算サーバSX-5等、共用計算機システムの運用・保守を行い、より良い研究環境の運用管理を提供した。
- ・横浜研究所地球情報館では、可視化装置の運用を行い、表示するコンテンツの拡充を行って、一般来訪者に対して利用開放を行った。
- ・機構内ネットワーク環境としては、インターネット接続をSINETからスーパーSINETに変更し、通信回線を増速(100Mbpsから2.4Gbps)した。ネットワークサービス(電子メール、Webアクセス)の安定した運用を行った。また、情報セキュリティポリシーの基本方針を策定し、ネットワークセキュリティ運用管理についてウイルスに対する対策及び監視を強化し、インターネットセキュリティシステムの安定した運用を行った。(図4)



図3 GODACトップページ



図4 ネットワーク接続図

7. 評価の実施

- ・自己評価体制として、外部委員により構成される機関評価会議を設置した。また、7つのセンターにそれぞれ評価委員会を設置し、自己評価を実施した。このため、研究開発等評価実施規程(平16規程第104号)、機関評価会議設置規則(平16規則第131号)およびセンターにおける評価委員会設置規則(平16規則第132号)の規程類を整備した。
- ・研究課題評価については、平成15年度終了課題の事後評価を実施するとともに、地球シミュレータに関しては中間評価を実施した。また、横断研究開発促進アワードの実施にあたっては、外部委員を含む委員会により事前評価を実施した。

8. 情報公開

- ・平成16年度は3件の開示請求及び2件の意見照会があり、対応を行った。
- ・文書管理用の書庫の什器を整理・整備し、法人文書の管理をさらに充実させると同時に、施錠可能な什器を導入することにより、機密文書等の漏洩を防ぐなど適正な安全管理措置を講じた。
- ・独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律施行令第12条に規定する情報提供を充実させた。
- ・平成17年度から施行される独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律(平成15年法律第59号)に則り、個人情報の保護に関する規程等を整備すると共に、個人情報開示請求に対応したWebページを開設することによって、情報公開の充実を図った。

II. 業務の効率化に関する目標を達成するために取るべき措置

1. 組織の編制および運営

1.1 組織の編制

- ・平成16年7月に組織改編を行い、理事長のリーダーシップを反映させるため、法人経営の企画、研究資源の配分等を所掌する「経営企画室」を設置した。また、同室に機構全体の研究の企画等を担当する「研究企画統括」を置いた。既存の研究部とフロンティア部門を分野により統合し、7センター体制とした。
- ・理事長と各センター長が意見交換を行う「研究運営会議」を設置した。
- ・機構の運営に関する重要事項について、幅広く高い視点から審議し、助言をいただくため、外部有識者からなる「経営諮問会議」を理事長諮問委員会として設置し、平成16年12月に第1回の会合を開催した。また、平成17年2月に広報関連業務についての打ち合わせを行なった。
- ・経営企画室に評価交流課を設置し、外部機関との連携を積極的に推進するとともに、独立行政法人の評価に対応するための、評価体制の整備・強化を行った。
- ・業務の効率化を検討するため「業務効率化推進委員会」を設置し、効率的業務推進、人事、研究環境改善について改善策を検討した。
- ・機構全体の安全性と信頼性を総括するため、「安全会議」を設置した。

1.2 組織の運営

- ・権限と責任を明確にするため、中期計画に示された各項目の具体的な実施計画(アクションプラン)を担当部署毎に作成し、アクションプランのそれぞれの項目の実施にあたっての権限と責任を該当部署の統括者に付与した。
- ・組織改編とともに、各部署において迅速な意志決定と柔軟な対応を実現するための各部署への権限

委譲を推進するため、決裁権限規程の見直しを行い、センター長、プログラムディレクター、グループリーダー等の任期制職員にも権限を委譲した。

- ・業務の効率化の検討するため設置した「業務効率化検討委員会」において、業務の効率化に加え、人事に関する事項、能力発揮の研究環境整備に関する事項を検討内容に加え、審議し、実行可能なものから順次実行した。
- ・人事評価及び処遇の検討・提言の取りまとめを行うため、人事課の体制の整備を行うとともに人事関連規程の改正を実施した。
- ・業務効率化推進委員会の課題提案を受け、人事制度改革に向けた基本的考え方の策定に向けた検討を開始した。

2. 業務の効率化

機構の業務を効率的に実施するため、契約等各種事務手続きの簡素化・迅速化をより加速し、経費節減や事務の効率化および合理化を図る一環として、経理部内にWGを設置し検討を行った。

船舶運用、施設運用に関しては、「しんかい6500」運用をアウトソーシングし、研究支援部の監督の下、安全・確実な運用を実現した。主要トピックスは以下のとおり。

- ・「しんかい6500」の電池システムをリチウム電池化し、年間90潜航(従来75潜航)を実現し、経費とともに人件費を削減した。
- ・トライトンプイの係留ロープに関する耐用検討を実施し、技術的保証をもって年間2,100万円程の運用費削減の目処を立てた。

上記の「しんかい6500」運用のアウトソーシング以外に、次長1名及びアルバイト1名の削減を行い、この体制でも安全に業務を実施した。内部組織の変更に伴い、調査観測機能検討チームのメンバー構成を見直し、多くの部署から機能向上要望が出される体制とした。

III. 決算報告書

・平成16事業年度 決算報告書

(単位：百万円)

区分	予算額(A)	決算額(B)	差引額 (A-B)
収入			
運営費交付金	30,714	30,714	0
施設費補助金	6,286	5,212	1,074
事業等収入	3,302	2,880	422
受託収入	157	599	△ 442
計	40,458	39,404	1,054
支出			
一般管理費	1,517	1,409	108
(公租公課を除いた一般管理費)	1,104	1,109	△ 5
うち、人件費(管理系)	768	660	108
物件費	336	449	△ 113
公租公課	413	300	113
事業経費	32,499	30,649	1,850
うち、人件費(事業系)	2,558	2,599	△ 41
物件費	29,941	28,050	1,891
施設費	6,286	5,198	1,088
受託経費	157	597	△ 439
計	40,458	37,853	2,606

※各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

IV. 短期借入金

・該当なし

V. 重要な財産の処分または担保の計画

・該当なし

VI. 剰余金の使途

・該当なし

VII. その他の業務運営に関する事項

1. 人事に関する計画

- ・業務運営の効率的、効果的推進を図るために行った、平成16年7月に大幅な組織改編に伴い、適切な職員の配置を実施した。また、優秀な人材の確保に定めるべく5名の事務系職員の採用を行った。そのうち、4名は理系の大学院修士課程修了者であり、これは、研究者の多様な受け入れ(ノンアカデミック・キャリアパス)を指向する国の政策にも合致するものである。
- ・研究の活性化、研究者の流動性の向上を図るため、若手研究者については原則として任期付研究者として採用することとし、また、任期の定めのない職員を採用については、研究者としての能力が当該業務にふさわしい人材を選考し、平成16年度中途採用として2名を採用した。
- ・適切な処遇に配慮しつつ、国内外から幅広く優れた研究者を任期付研究者として、各研究センターで採用を行った。

- ・年俸制の導入を含む研究の流動性向上の推進、公正な評価システムの確立、人材育成の在り方・方策の確立等、人事制度及び人事管理システムを改善すべく、人事課内に外部の専門職を含む人事改革専任チームを設置し、検討を開始した。

2. 能力発揮の環境整備に関する事項

- ・経営企画室に研究環境改善担当を置き、研究者、技術者にとって業務を行ないやすい環境を整備する体制をとった。さらに、業務効率化推進委員会に研究環境整備ワーキンググループを設け、組織として研究環境の改善に対応できる体制とした。
- ・研究環境整備のため、研究環境調査アンケートを実施した。この結果を検討し、今後の環境整備に反映させる予定。

第3章 賛助会会員

1. 賛助会会員と寄付者名簿

海洋科学技術センターは、昭和46年10月わが国の海洋科学技術研究開発の中核的实施機関として、産・学・官の密接な協力と支援により、海洋科学技術センター法に基づく民間発起の認可法人として設立されました。

その後今日まで、産業界からも資金面を含め絶大なご支援をいただき、海洋科学技術に関する総合的試験研究、研修、情報の提供、施設・設備の供用等の事業を推進し、また、そのための機能、体制の整備を推進することができました。

平成16年4月1日に海洋科学技術センターは解散し、独立行政法人海洋研究開発機構として新たなスタートを切りましたが、今後もこれまでの成果を更に発展させるため、科学と技術を融合させて、地球環境問題解明のための貢献を目指した海洋総合プロジェクト及び国内外の海洋関係機関との連携・協力や国際共同研究への積極的参加による国際貢献を推進し、また外部に開かれた研究環境を整備し国際的な海洋研究開発のセンター・オブ・エクセレンスを目指しております。

当機構に対しましては、各方面より多大なご助力をいただいておりますが、引き続き賛助会員の増加、賛助会費の増額につきまして産業界各位の一層のご理解とご協力をお願いする次第です。

なお、ご賛助いただきました企業と団体の方々には、

別記の特典等出来る限りのご便宜をお図り致します。また、賛助会費(寄付金)については、従前通り法人税法第37条により優遇措置が受けられます。

1.1 ご賛助をいただきました企業と団体には、当機構の事業に関し、次のような特典を設けております。

- ・ 出版物の配布
- ・ 図書等情報資料の利用
- ・ 講演会の開催案内
- ・ 研修受講の優遇
- ・ 技術指導等のための指導者の派遣
- ・ 社内研修会等への講師の派遣
- ・ 共同実験研究施設の使用の優遇
- ・ 工業所有権の使用の優遇
- ・ 試験研究の受託の優遇

1.2 賛助会に関するお問い合わせは、下記までお願いいたします。

独立行政法人海洋研究開発機構

協力団体連絡室長 米倉 司郎

電話：03(5157)3901

FAX：03(5157)3903

住所：〒105-0003 東京都港区西新橋1-2-9

日比谷セントラルビル10階

1.3 平成17年3月末現在、賛助会に加入されている次の企業及び団体の皆様から賛助会費、ご寄付による当機構の支援をいただいております。

株式会社アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド殿	国際石油開発株式会社殿
アイワ印刷株式会社殿	国際ビルサービス株式会社殿
株式会社アクト殿	小倉興産株式会社殿
株式会社アサソーディ・ケイ殿	五洋建設株式会社殿
株式会社浅沼組殿	相模運輸倉庫株式会社殿
アジア海洋株式会社殿	三建設備工業株式会社殿
石川島播磨重工業株式会社殿	株式会社三晃空調殿
泉産業株式会社殿	三洋テクノマリン株式会社殿
株式会社伊藤高圧瓦斯容器製造所殿	株式会社ジーエス・ユアサ テクノロジー殿
栄光電設株式会社殿	財団法人塩事業センター殿
株式会社エス・イー・エイ殿	有限会社システム技研殿
株式会社NTTデータ殿	シナネン株式会社殿
株式会社エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ殿	清水建設株式会社殿
株式会社MTS雪氷研究所殿	株式会社商船三井殿
株式会社OCC殿	株式会社湘南殿
オートマックス株式会社殿	昭和ペトロリウム株式会社殿
沖電気工業株式会社殿	株式会社白石殿
株式会社オーケービーリアリティシステム殿	社団法人信託協会殿
海洋電子株式会社殿	新日本海事株式会社殿
株式会社化学分析コンサルタント殿	新日本製鐵株式会社殿
鹿島建設株式会社殿	新菱冷熱工業株式会社殿
カネダ株式会社殿	須賀工業株式会社殿
カヤバ システム マシナリー株式会社殿	鈴鹿建設株式会社殿
川崎設備工業株式会社殿	スプリングエイトサービス株式会社殿
株式会社川崎造船殿	住友電気工業株式会社殿
株式会社環境総合テクノス殿	清進電設株式会社殿
株式会社関電工殿	セナー株式会社殿
株式会社キュービック・アイ殿	セントラル・コンピュータ・サービス株式会社殿
共立管財株式会社殿	株式会社総合企画アンド建築設計殿
極東貿易株式会社殿	株式会社損害保険ジャパン殿
株式会社きんでん殿	第一設備工業株式会社殿
株式会社熊谷組殿	株式会社大気社殿
株式会社クロスワークス殿	大成建設株式会社殿
株式会社グローバル オーシャン デイベロップメント殿	大日本土木株式会社殿
ケイジーケイ株式会社殿	ダイハツディーゼル株式会社殿
京浜急行電鉄株式会社殿	大陽日酸株式会社殿
ケー・エンジニアリング株式会社殿	有限会社田浦中央食品殿
KDDI株式会社殿	高砂熱学工業株式会社殿
神戸ペイント株式会社殿	株式会社竹中工務店殿
国際気象海洋株式会社殿	株式会社竹中土木殿
国際警備株式会社殿	株式会社地球科学総合研究所殿

(五十音順)

中国塗料株式会社殿
株式会社鶴見精機殿
株式会社テザック殿
寺崎電気産業株式会社殿
電気事業連合会殿
東亜建設工業株式会社殿
東海交通株式会社殿
洞海マリンシステムズ株式会社殿
東京海上日動火災保険株式会社殿
東京製綱繊維ロープ株式会社殿
東北環境科学サービス株式会社殿
東北ニュークリア株式会社殿
東洋建設株式会社殿
東洋通信機株式会社殿
株式会社東陽テクニカ殿
東洋熱工業株式会社殿
戸田建設株式会社殿
飛鳥建設株式会社殿
有限会社長澤工務店殿
株式会社中村鉄工所殿
奈良建設株式会社殿
西芝電機株式会社殿
西松建設株式会社殿
日南石油株式会社殿
日油技研工業株式会社殿
株式会社日産クリエイティブサービス殿
ニッセイ・エンジニアリング株式会社殿
ニッセイ同和損害保険株式会社殿
日本SGI株式会社殿
株式会社日本海洋科学殿
日本海洋掘削株式会社殿
日本海洋計画株式会社殿
日本海洋事業株式会社殿
社団法人日本ガス協会殿
日本興亜損害保険株式会社殿
日本サルヴェージ株式会社殿
社団法人日本産業機械工業会殿
日本水産株式会社殿
日本電気株式会社殿
日本飛行機株式会社殿
日本ヒューレット・パッカード株式会社殿
日本無線株式会社殿
日本郵船株式会社殿
株式会社間組殿
株式会社ハナサン殿
濱中製鎖工業株式会社殿
東日本タグボート株式会社殿
株式会社日立製作所殿
日立プラント建設株式会社殿
深田サルベージ建設株式会社殿
株式会社フジクラ殿
藤沢薬品工業株式会社殿
富士ゼロックス株式会社殿
株式会社フジタ殿
富士通株式会社殿
富士電機システムズ株式会社殿
物産不動産株式会社殿
古河総合設備株式会社殿
古河電気工業株式会社殿
古野電気株式会社殿
松本徽章株式会社殿
株式会社マリン・ワーク・ジャパン殿
株式会社丸川建築設計事務所殿
株式会社マルタン殿
株式会社マルトー殿
三鈴マシナリー株式会社殿
株式会社みずほ銀行殿
三井住友海上火災保険株式会社殿
株式会社三井住友銀行殿
三井造船株式会社殿
三菱重工業株式会社殿
株式会社三菱総合研究所殿
株式会社明電舎殿
株式会社森京介建築事務所殿
有限会社やすだ殿
株式会社ユアテック殿
郵船商事株式会社殿
郵船ナブテック株式会社殿
ユニバーサル造船株式会社殿
株式会社緑星社殿
レコードマネジメントテクノロジー株式会社殿
若築建設株式会社殿

独立行政法人海洋研究開発機構

年報(平成16事業年度)

平成18年3月 発行

発行 独立行政法人海洋研究開発機構 情報業務部 情報業務課
制作 財団法人地球科学技術総合推進機構
印刷 株式会社リョーイン
