

「南極域海洋研究における複合領域研究立案に
関する研究小集会」報告

小達 恒夫*・工藤 栄*・福地 光男*

Report on Workshop “Planning of Future Science in the Antarctic
Ocean Study with Cooperation among Study Groups”

Tsuneo Odate*, Sakae Kudoh* and Mitsuo Fukuchi*

Abstract: A workshop on “Planning of Future Science in the Antarctic Ocean Study with Cooperation among Study Groups” was held on 19–21 May 2001, at the Ohishi Seminar House, National Institute of Polar Research, with 20 participants. It had been decided that the 43rd Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-43) will charter a research vessel other than “*Shirase*” to conduct oceanographic studies in the Antarctic Ocean in February 2002. This project is the first attempt for JARE, which has been conducted for more than 40 years. The “*Aurora Australis*”, Australian National Antarctic Research Expedition, and the “*Hakuho Maru*”, Ocean Research Institute, University of Tokyo, plan research cruises in the same sea area as the JARE charter ship, in November–December 2001 and January 2002, respectively. “*Shirase*” will visit the similar area in March 2002. Consequently, time serial observations will be possible using these vessels. In this workshop, science plans for the core measurements, that is, 1) primary production, 2) gas production process, 3) variation of ecosystems and 4) flux study, were discussed. Moreover, candidates of the participants and the equipments and facilities for the JARE charter ship were discussed.

要旨: 「南極域海洋研究における複合領域研究立案に関する研究小集会」を、平成 13 年 5 月 19 日～21 日の期間、国立極地研究所大石研修施設において開催した。参加者は 20 名であった。本年度出発する第 43 次日本南極地域観測隊 (The 43rd Japanese Antarctic Research Expedition, JARE-43) において、「しらせ」以外の「専用観測船」による海洋観測計画が認められた。これは 40 年以上に渡る日本南極地域観測史上初めてのことである。JARE-43 の「専用観測船」による観測計画は、2001 年 11 月～12 月に実施されるオーストラリア南極観測隊の「オーロラ・オーストラリス号」の航海、2002 年 1 月に実施される東京大学海洋研究所「白鳳丸」の航海に続くもので、対象海域での時系列データを取得する上でまたとない機会である。なお、同海域には 3 月中旬に JARE-43 の「しらせ」が立ち寄ることになっている。本研究小集会では、これら複数船による時系列観測のコアメジャメントとなっている、1) 一次生産、2) ガス生産過程、3) 生態系変動、4) フラックス研究の 4 課題に関連した研究課題の検討が行われた。また、乗船候補者の確認、「専用観測船」に必要な諸設備の検討が行われた。

¹国立極地研究所。National Institute of Polar Research, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

1. はじめに

国立極地研究所が行っている共同研究の一環として標記研究小集会を、国立極地研究所大石研修施設において2001年5月19日-21日に開催した。参加者は20名であった(表1)。

日本南極地域観測隊(以下、JARE)では、南極観測船「しらせ」を用いた海洋観測を40年間以上も実施してきた(福地, 1999)。しかしながら、「しらせ」の南極航海は昭和基地への物資輸送が主要な任務であることから、海洋観測に十分な時間を充てることは困難であるのが現状である。近年、南極海が地球規模の気候変動にきわめて重要な役割を果たしていることが指摘されるようになったが、国際的に見ても現場での観測が充分に行われているとはいえない。平成13年度から始まるJARE第VI期5カ年計画では、「しらせ」以外に海洋観測を専門に行う船(以下、「専用観測船」)を導入し、南極海の海洋観測に十分な時間を割り、的確な観測を行うことが、生物・医学系、気水圏系、地学系研究グループから提言された(南極地域観測統合推進本部, 2000)。JARE第VI期5カ年計画の初年度にあたるJARE-43では、「専用観測船」の備船費用が認められ、これまで一連の研究小集会で検討されてきた観測計画(小達・福地, 2000; 福地・小達, 2001)を実施することが決定した。こうした研究者サイドの活動と平行して、国立極地研究所・企画調整会議の下に置かれた「専用観測船導入計画作業委員会」の活動を通して「専用観測船」導入に際する事務手続き上の諸問題が整理されてきた。本研究小集会では、

表1 本研究小集会の出席者リスト
Table 1. Participant list of this workshop.

氏名	所属・役職
福地 光 男	国立極地研究所南極圏環境モニタリング研究センター・教授
小達 恒 夫	国立極地研究所研究系・助教授
工藤 栄	国立極地研究所北極圏環境研究センター・助手
牛尾 収 輝	国立極地研究所北極圏環境研究センター・助手
青木 茂	国立極地研究所南極圏環境モニタリング研究センター・助手
原 圭一郎	国立極地研究所 COE 非常勤研究員
田上 英一郎	名古屋大学大気水圏科学研究所・教授
武田 重 信	東京大学大学院農学生命科学研究科・講師
上 真 一	広島大学生物生産学部・教授
佐々木 洋	石巻専修大学理工学部・教授
石井 雅 男	気象研究所地球化学研究部・主任研究官
川口 創	水産総合研究センター遠洋水産研究所・主任研究官
渡邊 修 一	海洋科学技術センター海洋観測研究部・研究主幹
千葉 早 苗	地球フロンティア研究システム・研究員
梅田 晴 子	総合研究大学院大学数物科学研究科・博士後期課程3年
高橋 邦 夫	総合研究大学院大学数物科学研究科・博士後期課程1年
笠松 伸 江	北海道大学大学院地球環境科学研究科・修士課程2年
野中 美 佳	東海大学海洋学部・4年
鹿野 賢 三	(株)共映
澤村 かおり	(株)共映

JARE-43 での「専用観測船」を用いた具体的な観測計画の調整及び観測・実験を実施する上で「専用観測船」に必要な諸設備の検討を目的とした。

本研究小集会の参加者は、JARE-43 の「専用観測船」による南極海海洋観測に参加する本人もしくは参加する大学院学生の指導教官である。「しらせ」で観測に向かう JARE 本隊では、乗鞍での冬期訓練や菅平での夏期訓練を通じて、隊員間の意思疎通が図られる。しかしながら「専用観測船」による観測隊員および同行者にはそうした機会が準備されていないため、本研究小集회를極地研究所大石研修施設で 2 泊 3 日の日程で開催し、乗船候補者間の意思疎通を図ることも目的としている。

2. 集会の経過

2.1. 研究小集会開催の経緯・目的

開催に先立ち、国立極地研究所、福地より以下のような説明があった。

平成 13 年度出発する JARE-43 において、我々海洋研究者がかねてより強く主張してきた「専用観測船」による海洋観測計画が認められ、予算措置がなされた。これは 40 年以上に渡る日本南極地域観測隊史上初めてのことであり、実り多い成果が得られ、今後にもつながるように皆様のご協力を得たい。なお、「専用観測船」を導入した観測計画の実現へ向け、南極海洋研究グループが 2000 年 11 月から 2001 年 5 月までに行った活動を表 2 にまとめた。それ以前の活動は、小達・福地 (2000) 及び福地・小達 (2001) を参照されたい。

JARE-43 「専用観測船」による観測海域は、南緯 60 度以南、東経 130 度～150 度付近の開水面域および浮氷域とする。出入港地は、オーストラリア、タスマニア州、ホバート港とする。航海期間は 2002 年 2 月上旬から 3 月上旬にかけての 30 日間とする。航海期間の前後 2 日間において、物資搭載等のため出入港地に停泊する。中心研究課題名を「季節海水域の光合成に始まる物質循環機構の解明」とし、生物生産と地球温暖化に関わるガス成分の生成過程及び有機物の鉛直輸送過程を明らかにすることを目標とする (福地・小達, 2001)。「専用観測船」には JARE 副隊長 1 名及び JARE 隊員 3 名 (生物・医学系から 2 名、気水圏系から 1 名) が乗船し、「南極地域観測第 VI 期 5 カ年計画」に関わる観測実施項目を行う (表 3)。関連する研究項目として「南極海と地球環境に関する総合的研究」の一部が 20 数名の同行者によって実施される。

JARE-43 の「専用観測船」による観測計画は、2001 年 11 月～12 月に実施されるオーストラリア南極観測隊の「オーロラ・オーストラリス号」の航海、2002 年 1 月に実施される東京大学海洋研究所「白鳳丸」の航海に続くもので、対象海域での時系列データを取得する上でまたとない機会である (図 1)。なお、同海域には 3 月中旬に JARE-43 の「しらせ」が立ち寄ることになっている。現在のところ「しらせ」の観測は東経 150 度に沿ったラインで行われる予定であるが、上記一連の観測ラインと同じ東経 140 度に沿った観測ができるように関係機関と調整中である。

表2 「専用観測船」を傭船して行う南極域海洋研究計画の進捗状況 (2000年11月から2001年5月まで)

Table 2. Progress on science plan of the Antarctic Ocean study with chartering a research vessel, from November 2000 to May 2001.

2000年11月1日	「極域海洋研究における複合領域研究立案に関する研究小集会」を国立極地研究所において開催。
11月26日	科学研究費補助金「特定領域研究(B)」「南極海と地球環境に関する総合的研究」(研究代表者: 国立極地研究所・内藤靖彦)を申請。
12月19日	第4回専用観測船導入計画作業委員会を開催。11月開催の第117回南極地域観測統合推進本部総会において、南極地域観測隊同行者の改訂案及び南極地域観測隊同行者の心得が決定されたことを受け、南極地域観測隊同行者の選考規程を作成中であることが報告された。
12月29日	科学研究費補助金・特別研究促進費「南極海における海洋環境の中長期的変動に関する研究」(研究代表者: 国立極地研究所・福地光男)の一環として、オーストラリア南極観測隊の「オーロラ・オーストラリス号」の南極海洋観測(Voyage 6)に参加(小達, 他1名)。2001年3月14日帰国。
2001年1月18日	気水圏専門委員会において、平成13年度概算要求した「専用観測船」による海洋観測計画が認められたという報告があった。引き続き、JARE-43での「専用観測船」による観測計画が審議・了承された。JARE-43気水圏系の隊員候補者1名の推薦があった。
1月19日	生物・医学専門委員会において、平成13年度概算要求した「専用観測船」による海洋観測計画が認められたという報告があった。引き続き、JARE-43での「専用観測船」による観測計画が審議・了承された。JARE-43生物・医学系の隊員候補者1名の推薦があった。
2月8日	第5回専用観測船導入計画作業委員会を開催。
3月20日	日本学術振興会の事業である第2回日豪ジョイントセミナーがオーストラリア・タスマニア大学で開催された(福地, 小達, 工藤, 青木, 田口, 渡邊, 若土, 他4名)。26日まで。
4月14日	「専用観測船」の南極海洋観測に関わる主要研究者の会合が持たれ、5月に研究小集会を開催することが決まった。
4月18日	第6回専用観測船導入計画作業委員会を開催。「専用観測船」傭船に関わる作業日程が報告された。
4月23日	ウェリントン港(ニュージーランド)停泊中の極域海洋観測船「タンガロア」を再調査(小達, 牛尾, 原)。
4月27日	JARE-44概算要求に関わるヒアリングが行われ、JARE-44においても「専用観測船」による海洋観測を計画していることを表明した。
5月11日	JARE-42海洋観測報告及びJARE-43「しらせ」・「昭和基地」での海洋観測打ち合わせ会が国立極地研究所で開催された。
5月17日	気水圏専門委員会においてJARE-43での「専用観測船」による観測実施計画が紹介された。
5月18日	生物・医学専門委員会においてJARE-43での「専用観測船」による観測実施計画が紹介された。JARE-43生物・医学系の隊員候補者1名の推薦があった。同日、「専用観測船」傭船に関わる入札公告がなされた。

これまで複数船による時系列観測のコアメジャメントを国内研究者の間で検討してきた。さらに、日本学術振興会の事業として行われた第2回目の日豪ジョイントセミナー(平成13年3月、タスマニア大学で開催)で、オーストラリア海洋研究者と検討した結果、1) 一次生産、2) ガス生産過程、3) 生態系変動、4) フラックス研究の4課題が挙げられた。以下では、これら4課題に関連し、JARE-43の「専用観測船」による海洋観測で計画している研究課題を紹介していただき、課題間の調整を行いたい。また、「専用観測船」傭船の仕様書に盛り込むので、

表3 JARE-43 チャーター船乗船予定者と担当課題 (案)
 Table 3. Draft plan of participants and research topics during the JARE-43 cruise by the creator ship.

乗船者	担 当 課 題
専用観測船隊長 (観測副隊長)	観測航海の統括
観測隊員 A	植物プランクトンによる光合成速度の測定 沈降粒子フラックスの測定
観測隊員 B	植物プランクトン組成と硫化ジメチル生成過程 動物プランクトンとメタン生成過程
観測隊員 C	海洋表層における溶存ガス成分の測定 大気中における海洋起源物質の濃度の測定
同行者 A	一次生産過程の時空間変動解析
同行者 B	一次生産過程の時空間変動解析
同行者 C	一次生産過程の時空間変動解析
同行者 D	紫外線変動と表層生物群集に及ぼす影響
同行者 E	一次生産過程の時空間変動解析
同行者 F	紫外線変動と表層生物群集に及ぼす影響
同行者 G	一次生産過程の時空間変動解析
同行者 H	植物プランクトンによる溶存ガス成分の生成過程に関する研究
同行者 I	植物プランクトンによる溶存ガス成分の生成過程に関する研究
同行者 J	化学トレーサーを用いた中・深層水形成過程の解明
同行者 K	化学トレーサーを用いた中・深層水形成過程の解明
同行者 L	流速・密度変動に関する研究
同行者 M	オキアミとサルパの動態に関する研究
同行者 N	一次生産と動物プランクトンの相互作用に関する研究
同行者 O	一次生産と動物プランクトンの相互作用に関する研究
同行者 P	中・深層生物過程の時空間変動に関する研究
同行者 Q	有機物フラックスに関する研究
同行者 R	有機物フラックスに関する研究
同行者 S	有機物フラックスに関する研究
同行者 T	有機物フラックスに関する研究
同行者 U	大気中における海洋起源物質の動態に関する研究
同行者 V	大気中における海洋起源物質の動態に関する研究
同行者 W	炭素・窒素循環に関する研究
同行者 X	炭素・窒素循環に関する研究
同行者 Y	流速・密度変動に関する研究

「専用観測船」必要な設備等があれば挙げて頂きたい。

なお、本研究小集会には JARE 史上初めてとなる「専用観測船」による海洋観測の映像記録を残すため、2名のカメラマンが参加している。適宜会議の様子を撮影するのでご協力願う。

2.2. 研究計画の紹介

2.2.1. 一次生産

工藤: 近年我々が実施してきた極域海洋の基礎生産者である微細藻類 (植物プランクトン・アイスアルジー) の光合成特性に関して、レビューした。極域海洋の夏季の海洋表層での低温・強光環境での生存という観点から、過剰な光エネルギーをうまく逃すことが普遍的な重要性

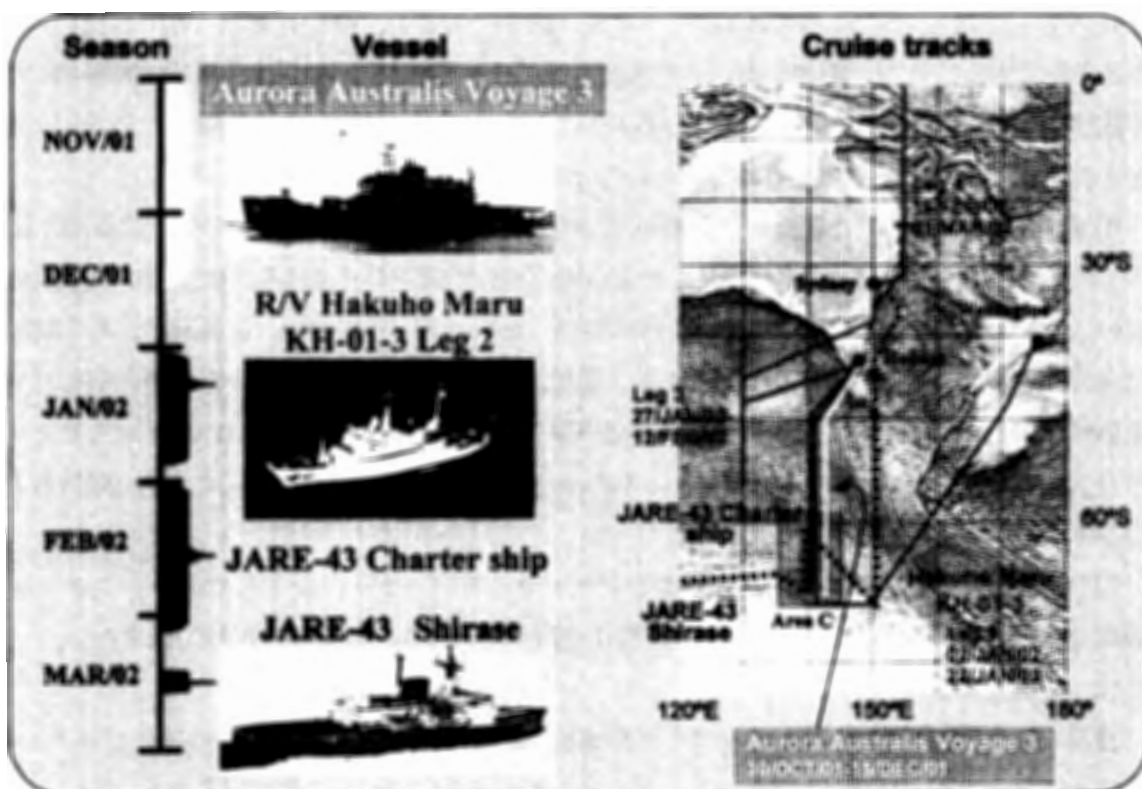


図1 2001-2002年南大洋夏期に予定されている観測船の予定航路。「オーロラ・オーストラリス号」の3次航海(黄色), 東京大学海洋研究所「白鳳丸」のKH-01-3(赤色), JARE-43での「専用観測船」(青色)及び「しらせ」(黒色)。

Fig. 1. Planned cruise tracks of research vessels in 2001/02 austral summer season. Voyage 3 of "RSV Aurora Australis"; Australian National Antarctic Research Expedition (yellow), KH-01-3 of "R/V Hakuho Maru", Ocean Research Institute, University of Tokyo (red), JARE charter ship (blue), and "Shirase" (black).

をもち、結果として極域海洋の基礎生産の光利用効率がそれほど良くないという現象に結びついているのではないかと、という仮説のもと、今年度末に実施予定の「白鳳丸」及びJARE「専用観測船」での研究実施を提案した。研究は航行中に船底から連続揚水される研究海水を利用し、1) 塩分・水温情報を連続的に捉え、2) 4波長励起のクロロフィル蛍光測定装置を用いてその中の植物プランクトンの主要構成群集に関する情報を半連続的に記録すること、3) 特に水温と光合成の光利用効率に関してパルス変調光合成測定装置(PAM)を用いて研究を重ね、さらに観測地点においても光合成の光利用効率の測定のほか、光合成系の詳細な解析のためのタンパク質分析試料・色素分析試料及び現場実験を実施する予定である。「白鳳丸」及び「専用観測船」での現場観測は観測隊員A(表3, 以下同様)が行う。

武田: 光-光合成曲線の解析から一次生産過程の季節変化を明らかにする。あわせて植物プランクトンの色素分析用の試料を採集する。観測及び船上での実験は、「白鳳丸」航海で2名の大学院学生、「専用観測船」で2名の大学院学生(同行者A及びB)で行う予定である。同

行者 A は「白鳳丸」から「専用観測船」への乗り換えであるが、同行者 B は「専用観測船」のみの参加である。また、海洋における鉄濃度の空間分布解析を行うために「専用観測船」に大学院学生 1 名（同行者 C）の乗船希望がある。これは、「白鳳丸」で同様の観測を行うグループからの希望であり、季節海水域における鉄の分布の時系列変動を調べるものである。

小達: 出席できなかった創価大学グループ（代表者: 創価大学教授・田口 哲）の計画を紹介した。同グループでは、空中センサーによる光合成有効放射の連続観測（全航海）、大定点における空中および水中の紫外線観測（1 日に数回、または大定点観測中、連続測定、水中観測は時間が許す限り数回）を行う予定である。また、動物プランクトンの産卵率や孵化率に対する紫外線の影響を調べる実験を計画している（同行者 D）。乗船者は「オーロラ・オーストラリス号」に 2 名の大学院学生、「白鳳丸」に 1 名の大学院学生、「専用観測船」に 2 名（同行者 E 及び F）の大学院学生を予定している。

川口: 植物プランクトンサイズ組成及びフローサイトメーターによるピコプランクトンの観測を希望している（同行者 G）。ベッド数に余裕があったら、乗船を検討して頂きたい。

2.2.2. ガス生産過程

渡邊: 海洋の生物活動と関わりを持ち、地球温暖化に関わるガス成分である硫化ジメチル、亜酸化窒素、メタンの海水中における分布を明らかにする。これらの生成過程を調べるための培養実験を一次生産グループ及び動物プランクトングループと共同で行う。また、海水の動きのトレーサーとなるフロン類の分布を明らかにする。観測実施者は、「白鳳丸」で大学院学生 2 名、「専用観測船」で同行者 H 及び同行者 I（大学院学生）の予定である。また、栄養塩、溶解酸素、塩検等のルーチン観測を担当する要員として、2 名（同行者 J 及び K）の技術者の乗船を検討している。

青木: 南極沿岸の陸棚斜面上には、大陸をほぼ一周する形で Antarctic Slope Front (ASF) と呼ばれる西向きの流れをとまなうフロントがあり、これが低層水の生成や循環の流量、海鳥の分布などに様々なかたちで関係しているとされる。近年の研究ではこの ASF が顕著な季節変動をもつことが示唆されているが、その実態についてはほとんど観測がなされていない。このため、ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) や CTD/O₂ 密度プロファイル観測、フロン類トレーサー観測によって流速・密度構造を異なる季節について調べることで、ASF の季節変動の実態解明に資すると期待される。現場観測は、同行者 L が行うが、CTD オペレーターの補助が必要である。

2.2.3. 生態系変動

川口: 地球温暖化に関わるガス成分（硫化ジメチル、メタン）の生成過程と動物プランクトンの捕食過程の解明を目指す実験を計画している。実験のデザイン等については渡邊グループと検討する必要がある。また、「オーロラ・オーストラリス号」、「白鳳丸」、「専用観測船」による季節的な観測を行うため、プランクトン採集方法、実験方法の共通化を図る必要がある。

現場観測は観測隊員 B が行う。さらに、今回出席できなかった東京水産大学のグループでオキアミ及びサルパを用いた捕食実験が計画されていることを紹介した。この実験は同行者 M が行う。

上: 動物プランクトンの摂餌に関する実験を計画している。「専用観測船」に大学院学生 1 名 (同行者 N) 及び学術振興会特別研究員 1 名 (同行者 O) を予定している。

高橋: 動物プランクトン体内に蓄積する貯蔵性脂質の季節変動を明らかにするため、「オーロラ・オーストラリス号」, 「白鳳丸」, 「専用観測船」に乗船し、動物プランクトン試料の採集を行う。現場観測は同行者 P が行う。

2.2.4. フラックス研究

佐々木: 季節海氷域における一次生産過程の時空間変動を明らかにするために、JARE-42 において東経 140 度、南緯 64 度の地点にセジメントトラップを設置している。この係留系を「専用観測船」で回収する。また、「白鳳丸」でも海底設置型のセジメントトラップを含む係留系を設置し、「専用観測船」で回収する。さらに、表層係留系 2 セットを作成し、「白鳳丸」及び「専用観測船」で短期の放流観測を行う。「白鳳丸」乗船予定者は大学院学生 1 名、「専用観測船」乗船予定者は助手 1 名 (同行者 Q) と大学院学生 3 名 (同行者 R, S 及び T) となる。

石井: 南大洋季節海氷域における炭酸平衡系の分布とその季節変化の観測を行い、当該海域における夏季の二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) の変動に対する生物活動の寄与 (純群集生産 Net Community Production) を時系列的に評価する。さらに表層の有機物 (懸濁態及び溶存態) 現存量の分布・変動と比較することによって下層へのエクスポート生産 (Export Production) を評価し、純群集生産やエクスポート生産の時空間的変動と生物群集の時空間的変動の関連を明らかにする。本人は「白鳳丸」に乗船し観測計画を実施するが、「専用観測船」には乗船できないため、共同研究者となる佐々木グループ及び橋田グループに現場観測を依頼する。

原: 大気・海洋間の二酸化炭素交換過程の季節変化を明らかにするために、大気・海洋表層の $p\text{CO}_2$ 、海洋中の全溶存無機炭素濃度 (TIC)、TIC の炭素同位対比、pH、大気エアロゾル観測、酸性ガスの観測を、「白鳳丸」, 「専用観測船」及び「しらせ」で行う。一部は、石井との共同観測となる。「専用観測船」の乗船者は観測隊員 C、同行者 2 名 (同行者 U 及び V)。

田上: 炭素プール (溶存無機炭素、溶存有機炭素、懸濁有機炭素) 間での炭素の分配を二つの時間スケール (日～週及び月～季節) で明らかにする。有機物プール (溶存有機炭素、懸濁有機炭素) への炭素の分配の質と生態系との関わりとそのプロセスを明らかにする。「専用観測船」乗船希望者数は助手 1 名 (同行者 W) と大学院学生 1 名 (同行者 X) で、後者は「白鳳丸」からの乗り換えとなる。

2.2.5. その他

福地: 船上観測作業全般のアシスタントとして、1 名の技官 (同行者 Y) を検討している。また、船医 1 名、CTD オペレーター 1 名、CTD 技術者 1 名は傭船サイドで乗船させるように要

求する予定である。

2.3. 今後の予定

2.3.1. 「専用観測船」の選定に関して

平成 13 年 5 月 18 日に入札公告を提出した。入札公告日である 6 月 11 日までに「専用観測船」の仕様書を固める。6 月 29 日には国立極地研究所において入札説明会が開かれ、8 月 1 日が入札書受領期限となる。8 月 31 日の開札までに技術審査が行われる。

2.3.2. 「専用観測船」の乗船者に関して

JARE 観測副隊長及び隊員は、平成 13 年 6 月 22 日開催の第 118 回南極地域観測統合推進本部総会において決定される見通しである。同行者については、後日、「南極地域観測隊同行申請書」及び「南極地域観測隊同行推薦書」の提出が求められる。これら書類が提出されると、国立極地研究所企画調整会議を経て、運営協議員会のもとで審議され、最終的に本部総会で承認されることとなる。

3. おわりに

本研究小集会を通じて、JARE-43 での「専用観測船」を用いた観測計画に関して十分な議論が出来た。また、観測・実験を実施する上で「専用観測船」に必要な諸設備の検討がなされ、「専用観測船」の仕様書作成に役立った。さらには、2泊3日の期間中、懇親会等を開き乗船予定者間の意思疎通が図られ有意義な研究小集会であった。

この研究小集会は、国立極地研究所が行っている共同研究の一環として行われた。また、一部は平成 13 年度科学研究費補助金・特別研究推進費「南極海における海洋環境の中長期的変動に関する研究」(研究代表者: 福地光男・国立極地研究所) の補助を受けた。JARE-43 における「専用観測船」の導入の準備には、専用観測船導入計画作業委員会関係各位の協力を得た。深く感謝する次第である。

なお、本報告で記載した乗船者数や観測日時は平成 13 年 5 月時点のものであり、今後の南極地域観測統合推進本部総会の審議により変更されることもある。

文 献

- 福地光男 (1999): 南極海と地球環境。月刊海洋, **31**, 757-765.
福地光男・小達恒夫 (2001): 「極域海洋研究における複合領域研究立案に関する研究小集会」報告。南極資料, **45**, 148-156.
南極地域観測統合推進本部 (2000): 南極地域観測第 VI 期 5 か年計画, 27 p.
小達恒夫・福地光男 (2000): 「極域海洋における物理・化学・生物海洋学研究の将来展望に関する研究小集会」報告。南極資料, **44**, 232-238.

(2001 年 7 月 6 日受付; 2001 年 7 月 26 日改訂稿受理)