

Cruise Report



Hakuho-maru KH-21-1 Cruise 2021/2/14 - 2/25 Tokyo - Kagoshima

KH-21-1 クルーズレポート

2021年5月19日

目次

1. 白鳳丸 KH-21-1 次研究航海の概要	1
2. 乗船研究者名簿	4
3. 作業分担表	5
4. 測点一覧表	6
5. 測点図	8
6. 観測日程表	9
7. ADCP 流速図	10
8. CTDO2 観測	11
9. XCTD 観測	17
10. 栄養塩	21
11. GPS ラジオゾンデ	22
12. マイクロ波放射計	27
13. 雲カメラ	28
14. GNSS 可降水量	29
15. 短波・長波放射計	30
16. シーロメータ	31

17. 全炭酸・全アルカリ度・pH	33
18. 航走二酸化炭素・メタン分圧 ($p\text{CO}_2/p\text{CH}_4$)	36
19. 放射性セシウム測定用採水.....	41
20. アルゴフロートの投入	42
21. 水中グライダー投入	44
22. 乗船感想文	45

1. 白鳳丸 KH-21-1 次研究航海の概要

主席研究員 岡 英太郎

本航海では 2021 年 2 月 14 日から 25 日まで黒潮・黒潮続流南方海域にて、表層を対象とした海洋物理・化学観測ならびに気象観測を実施した。研究題目は「酸素・pH センサー付フロートによる亜熱帯モード水の形成・輸送・散逸過程の研究」で、2019 年度から始まった新学術領域研究「変わりゆく気候系における中緯度大気海洋相互作用 hotspot」（通称 Hotspot2）の計画研究 A02-5 班「ハイブリッド海洋観測：黒潮続流域の循環変動とその大気・生物地球化学への影響」の酸素・pH センサー付フロート投入、ならびにフロートセンサー校正用の CTD 観測を行うことが最大の目的であった。本航海は、2020 年度の単年度公募課題として採択され、2020 年 4 月 11 日～23 日に KH-20-2 航海として予定されていた。しかしながら、新型コロナウイルス感染症拡大のために 2020 年 4 月～7 月の JAMSTEC 船舶の運航は全て中止となり、本航海も出港 10 日前に中止が決定した。その後、2020 年度に予定されていた白鳳丸の外航が全て実施できない見通しとなったため、年度前半に中止となった航海の救済措置が特例的に行われることになり、本航海も 2020 年度の終わりに近い 2 月に復活させて頂いた。奇しくも、2021 年度の白鳳丸大改修前最後の航海となった。

乗船研究者は東京大学、東北大学、気象庁気象研究所、東京海洋大学、海洋研究開発機構、名古屋大学、三重大学からの 20 名で、(株) マリン・ワーク・ジャパンと (株) MOL マリンの観測技術員各 1 名の支援を頂いた。また、(株) テレビ朝日の記者 1 名が取材のために同乗した。

2021 年 1 月に緊急事態宣言が再発令され、また JAMSTEC の乗船前

PCR 検査で初の陽性者が出たため、本航海の実施も危ぶまれたが、関係者一同粛々と観測準備を進めた。出港 3 日前の 2 月 10 日夕方に乗船研究者ならびに積込参加者が晴海停泊中の白鳳丸にて PCR 検査を受け、その夜からほとんどの乗船研究者が晴海近辺のホテルで自己隔離を開始した。翌 11 日に全員の PCR 陰性結果が伝えられ安堵した。12 日は 09 時より積込作業を行い、午後は機器の設置を行って出港準備を整えた。しかし、この日の夜に JAMSTEC 研究プラットフォーム運用開発部門より、乗船研究者 1 名の乗船前の体温・行動記録に疑わしい点があり、13 日朝に PCR 再検査を行いたいという連絡を受けた。そのため出港を 13 日午後から 14 日朝に延期した。幸い、13 日夜には陰性の再検査結果が伝えられ、この日より乗船研究者は船に宿泊した。

14 日 08 時半に、東京オリンピックの選手宿舎となるマンション群の前から、テレビ朝日の取材用ヘリの見送りを受けながら出港した。当初の計画ではまず南東に向かう予定だったが、次の日に本州南岸で低気圧の通過と急発達が予想されていたため、まず伊勢湾に退避し、海況が回復し次第西側の海域から観測を始めることにした。深夜、津の沖合に到着した。

15 日 15 時に伊勢湾から出発。紀伊半島の東側に沿って南下し、潮岬付近より、136E に沿って大きくローリングしながら南下した。16 日未明、33N より緯度 15 分ごとの XCTD 観測を開始した。この日より、毎日 1 回、朝 08 時半のゾンデ観測を開始した。20 時に四国沖再循環の中心付近に位置する最初の CTD 観測点 C001 (29N, 136E) に到着したものの、うねりが高く、XCTD を 1 本打って待機した。22 時過ぎにようやく 2000m までの CTD 観測を行うことができ、Hotspot2 のフロート 1 本目（酸素センサー付）を投入して離脱した。

16 日は XCTD を打ちながら南下を続け、昼過ぎに C002 (26N, 136E)

で Hotspot2 のフロート 2 本目（酸素・pH センサー付）と JAMSTEC の通常型アルゴフロート 1 本（青森の小学生の寄せ書き付）を投入した。そこからは東に向きを変え、経度 15 分ごとに XCTD を打ちながら進んだ。17 日 01 時に次のフロート投入予定点（26N, 139E）に到着したが、うねりが高くなってきたため CTD 観測を断念。XCTD を打ちながらさらに東進し、06 時に 140E に到達したところで南西に退避を開始した。

うねりを避けて南の海域で 2 日間近く航走したのち、19 日 23 時半に C003（26N, 140E）に復帰、CTD 観測を行ったのち、Hotspot2 のフロート 3 本目（酸素センサー付）を投入した。ここからは、次のフロート投入予定点（32N, 145E）を目指して緯度 10 分ごとに XCTD を打ちながら北東に航走した。20 日朝には幸運にも西之島の横を通過、迫力ある光景に歓声が上がった。20 日からはゾンデ観測を夜の 20 時半にも追加し、1 日 2 回行うこととした。

目標の（32N, 145E）の緯度帯は海況が悪そうなので、1 度南の C004（31N, 145E）に 21 日 05 時到着。うねりが高いもののぎりぎり可能と判断し、CTD 観測を開始した。しかし、深さ 200m まで入れたところで海況が悪化し、観測を中止した。この時点で他に（32N, 150E）、（32N, 141.5E）でのフロート投入を残していたが、東の海況も悪そうなので、西の点から片付けることにした。31N 上を西に、XCTD を打ちながら航走。うねりが高く船速が上がらなかったが、21 時半に C005（31N, 141.5E）に到着。2000m までの CTD のあと、Hotspot2 のフロート 4 本目（酸素センサー付）を投入した。

その後は東に戻り、22 日 12 時に C006（31N, 145E）に復帰。800m の放射性セシウム用 CTD キャストと 2000m の通常 CTD キャストを行った。この点で気象研究所のグライダーを投入予定であったが、うねりが高

く、入れた直後に不具合が見つかった場合の回収ができないため、投入を延期した。Hotspot2 のフロート 5 本目（酸素・pH センサー付）を投入して離脱した。この時点で残る 1 本のフロート投入予定点（32N, 150E）に行く時間はなくなったため、本航海でのフロート投入は終了とし、波高の小さい南西側の海域に移動してグライダーを投入することにした。

23 日朝に C007（29.5N, 141E）に到着。1000m の CTD 観測のあとグライダーを投入予定であったが、投入直前でグライダー筐体の気密性に問題が見つかり、安全のために投入を中止した。この時点で時間的余裕が 0 となり、あとは四国沖再循環に向けて全速力で航走し、時間が生まれた場合のみ観測を追加することとした。西南西に向けて航走する中、昼前には幸運にも嬌婦岩（そうふがん）の横を通過。クジラも現れ、再び盛り上がった。

24 日 04 時、C001 に近い、四国沖再循環の中心付近に到着。この時点で数時間の余裕が生まれたため、時間切れまで CTD と XCTD 観測を行うことにした。本航海初めて、波高 2m 以下の好条件の下、XCTD4 回と CTD3 回を経度 10 分ごとに交互に行った。途中 08 時半には最後となる 13 回目のゾンデ放球も行い、10 時半に全ての観測を終えて離脱した。午後は後部甲板での記念撮影、研究室片付け、夜には打ち上げを行った。25 日 10 時に鹿児島に入港、積み下ろし作業を行い、お昼のカレーを食べたのち、解散した。

以上のように本航海は、観測期間を通じて悪い海況続きであったが、研究者側と船側両方の頑張りにより、予定していた観測を 7、8 割行うことができ、晩冬としては非常に満足のいく結果となった。本航海と並行して行われた気象庁啓風丸の 21-02 航海で 4 本のフロートが投入され、本航海の 5 本と合わせ、2021 年 2 月の 1 か月間で Hotspot2 のフロート 9 本が

投入された。今後、2021年4～6月の啓風丸2航海で、本航海で投入できなかった1本を含む4本を投入し、酸素・pHセンサー付フロート13本の亜熱帯モード水分布域への展開が完了する予定である。

コロナ禍での実施となった本航海では、乗船研究者に「しゃべるときはマスク着用」のルール徹底をお願いしたが、マスク越しであっても3研での観測データを見ながらのface to faceの議論は常に盛り上がりを見せた。7年ぶりに乗船した須賀さんを中心とする中堅～シニア研究者の議論は、若い大学院生には非常に貴重な教育となったことと思う。大学院生たちも悪天候にもめげず、観測作業に集中してくれた。乗船研究者全員の頑張りに感謝したい。

本航海ではいつもながら、非常に多くの方々のサポートを頂いた。春日一彦船長をはじめとする白鳳丸乗組員の方々、東大大気海洋研の研究航海企画センター、観測研究推進室、国際・研究推進チーム、およびJAMSTEC研究プラットフォーム運用開発部門の皆さんにはいつも通りの献身的で的確なご支援を頂いた。乗船したマリン・ワーク・ジャパンの武田佳祐さんとMOLマリンの小松亮介さんにはワッチ班に入って観測作業を行って頂いたほか、東京海洋大学の村山利幸さんにはシーロメータ観測、気象研究所の遠山勝也さんには海面高度分布把握に関して、大変お世話になった。本航海の成功はこれらのサポートなしには不可能であり、関係者全員に厚く御礼申し上げたい。

【本航海でとった観測データについて】

観測データの散逸を防ぐため、生データと補正済みデータの一式を東大大気海洋研海洋物理学部門で保管し、2年後を目処に日本海洋データセン

ターを通じて公開したいと思いますので、データ等の報告にご協力ください。白鳳丸航海でとったデータは、公式には東京大学大気海洋研究所と海洋研究開発機構に帰属しますが、同時に本航海に参加した乗船研究者の共有物でもあり、自分の研究に必要な範囲内での限られた利用や成果の公表を考えない個人的な利用には自由に使うことができます。しかし、データの公開前に印刷物や公式の場での発表に利用する場合には、そのデータの観測責任者にご相談ください。

2. 乗船研究者名簿

所属機関	所属機関住所	氏名	ローマ字	電話(内線)	電子メールアドレス
東京大学大気海洋研究所 海洋物理学部門 海洋大循環分野	〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5	岡 英太郎	Eitarou Oka	04-7136-6042	eoka#aori.u-tokyo.ac.jp
		西川 はつみ	Hatsumi Nishikawa	04-7136-6044	hatsu.nishikawa #aori.u-tokyo.ac.jp
東京大学大気海洋研究所 共同利用共同研究推進センター 観測研究推進室	〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5	戸田 亮二	Ryoji Toda	04-7136-8064	toda#aori.u-tokyo.ac.jp
		竹内 誠	Makoto Takeuchi	04-7136-8180	m.t.0629#aori.u-tokyo.ac.jp
東北大学 大学院理学研究科 地球物理学専攻 地球環境物理学講座	〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3	須賀 利雄	Toshio Suga	022-795-6527	suga#tohoku.ac.jp
		杉本 周作	Shusaku Sugimoto	022-795-6529	shusaku.sugimoto.d7 #tohoku.ac.jp
		王 童	Tong Wang		
		Hanani Adiwira			
		岡本 紗季	Saki Okamoto		
		三部 文香	Fumika Sambe		
		瀬良 将太	Shota Sera		
		Ratu Almira Kismawardhani			
東北大学 理学部 宇宙地球物理学科	〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3	西平 楽	Gaku Nishihira		
気象庁気象研究所 海洋・地球化学研究部	〒305-0052 茨城県つくば市長峰1-1	小杉 如央	Naohiro Kosugi	029-853-8726	nkosugi#mri-jma.go.jp
所属機関	所属機関住所	氏名	ローマ字	電話	電子メールアドレス
東京海洋大学 学術研究院	〒135-8533 東京都江東区越中島2-1-6	小橋 史明	Fumiaki Kobashi	03-5245-7458	kobashi#kaiyodai.ac.jp
東京海洋大学 大学院海洋科学技術研究科	〒135-8533 東京都江東区越中島2-1-6	齋藤 俊輔	Shunsuke Saito		
(独) 海洋研究開発機構	〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2-15	細田 滋毅	Shigeki Hosoda	046-867-9456	hosodas#jamstec.go.jp
		川合 義美	Yoshimi Kawai	046-867-9495	ykawai#jamstec.go.jp
名古屋大学 大学院環境学研究科	〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町	蔣 英男	Yingnan Jiang		
三重大学 大学院生物資源学研究科	〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577	中西 友恵	Tomoe Nakanishi		
(株) マリン・ワーク・ジャパン	〒237-0063 神奈川県横須賀市追浜東町3-54-1	武田 佳祐	Keisuke Takeda		
(株) MOLマリン	〒108-0022 東京都港区海岸3-18-1 ピアシティ芝浦ビル	小松 亮介	Ryosuke Komatsu		
(株) テレビ朝日 社会部	〒106-8001 東京都港区六本木6-9-1	川崎 豊	Yutaka Kawasaki		

3. 作業分担表

班構成

ワッチ	
0-4	○小橋 王 岡本 瀬良 蔭 竹内
4-8	○西川 杉本 Ratu 齋藤 西平 武田
8-0	○川合 三部 Hanani 中西 細田 戸田 小松
化学系	小杉
総合支援	岡、須賀

測器・作業責任者

CTD採水	測器	戸田
	採水ボトル	戸田
	塩分検定	岡
	酸素滴定	小杉
	栄養塩	小杉
	炭酸系・メタン分析	小杉
	セシウム採水	岡
	データ較正	岡
XCTD		岡
Argo		細田
グライダー		小杉
ラジオゾンデ		川合
シーロメーター		小橋
短波・長波放射計		小橋
マイクロ波放射計		吉田(京都大学)
雲カメラ		吉田(京都大学)
GNSS		藤田(JAMSTEC)
船底ADCP		岡
TESAC通報		岡
クルーズレポート		岡

4. 測点一覽表

STN: Station number
 TYPE: ROS=CTD plus water sampler, CTD=CTD only, XCTD=XCTD, SONDE=radiosonde, FLOAT=float
 CODE: BE=Beginning of cast, EN=End of cast, BO=Bottom, DE=Deployment of XCTD, radiosonde, float
 DEPTH: Water depth in meters
 MAXPR: Maximum pressures in decibars
 PARAM: Sampling parameters
 1=Salinity, 2-5=Nutrients (PO₄, SiO₂, NO₂+NO₃, NO₂), 6-8=Dissolved Gases (6:Oxygen, 7:Dissolved Inorganic Carbon, 8:pH), 9=Dissolved Radioactive Cesium

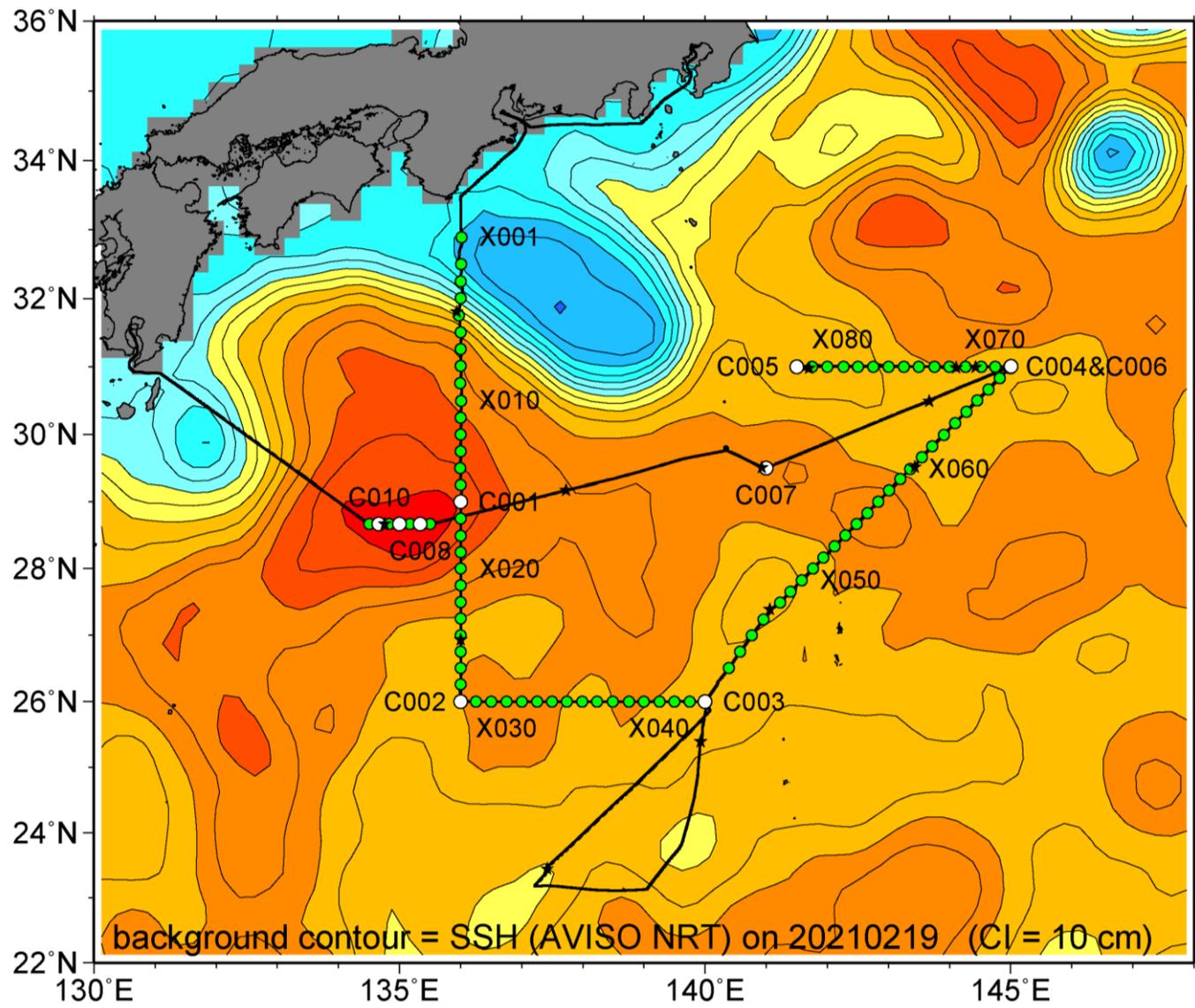
KH-21-1

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
X030	XCTD	021721	0825	DE	26°00.00'N	136°45.05'E	3898		TSK XCTD-1 16113683
X031	XCTD	021721	0916	DE	26°00.00'N	137°00.09'E	4188		TSK XCTD-1 16113684
X032	XCTD	021721	1009	DE	25°59.99'N	137°15.03'E	3696		TSK XCTD-1 17100188
X033	XCTD	021721	1103	DE	26°00.00'N	137°29.64'E	5160		TSK XCTD-1 17100189
X034	XCTD	021721	1153	DE	26°00.00'N	137°44.16'E	4536		TSK XCTD-1 17100190
X035	XCTD	021721	1248	DE	26°00.00'N	137°59.46'E	4780		TSK XCTD-1 17100193
X036	XCTD	021721	1344	DE	25°59.99'N	138°14.02'E	5190		TSK XCTD-1 17100192
X037	XCTD	021721	1439	DE	25°59.99'N	138°29.29'E	5156		TSK XCTD-1 17100191
X038	XCTD	021721	1533	DE	26°00.00'N	138°45.17'E	4857		TSK XCTD-1 17100195
X039	XCTD	021721	1643	DE	25°59.98'N	138°59.71'E	4830		TSK XCTD-1 17100194
X040	XCTD	021721	1801	DE	25°59.99'N	139°15.06'E	4625		TSK XCTD-1 17100196
X041	XCTD	021721	1859	DE	26°00.00'N	139°30.06'E	4423		TSK XCTD-1 17100197
X042	XCTD	021721	1956	DE	25°59.99'N	139°45.04'E	3316		TSK XCTD-1 17100198
X043	XCTD	021721	2052	DE	26°00.00'N	140°00.03'E	3002		TSK XCTD-1 17100199
S003	SONDE	021721	2327	DE	25°23.44'N	139°55.33'E	3266		MEISEI iMS-100 8150063
S004	SONDE	021821	2330	DE	23°26.67'N	137°24.87'E	4707		MEISEI iMS-100 8150064
C003	ROS	021921	1501	BE	25°59.80'N	140°00.04'E	2832		
C003	ROS	021921	1541	BO	25°59.52'N	139°59.81'E	2922	2000	1-8 SBE9p860 CTDO
C003	ROS	021921	1620	EN	25°59.20'N	139°59.58'E	2778		
A004	FLOAT	021921	1633	DE	25°59.12'N	139°59.56'E	2879		Argo Apex 9013 (DO)
X044	XCTD	021921	1928	DE	26°30.40'N	140°23.27'E	3671		TSK XCTD-1 17100058
X045	XCTD	021921	2039	DE	26°45.05'N	140°34.46'E	2970		TSK XCTD-1 17100059
X046	XCTD	021921	2154	DE	26°59.99'N	140°45.98'E	2287		TSK XCTD-1 17100060
X047	XCTD	021921	2306	DE	27°14.36'N	140°57.45'E	1704		TSK XCTD-1 17100061
S005	SONDE	021921	2350	DE	27°23.32'N	141°03.69'E	2866		MEISEI iMS-100 8150065
X048	XCTD	022021	0032	DE	27°29.67'N	141°13.60'E	4115		TSK XCTD-1 17100063
X049	XCTD	022021	0127	DE	27°39.37'N	141°23.90'E	4154		TSK XCTD-1 17100065
X050	XCTD	022021	0223	DE	27°49.67'N	141°34.79'E	4162		TSK XCTD-1 17100066
X051	XCTD	022021	0318	DE	28°00.10'N	141°45.85'E	3234		TSK XCTD-1 17110514
X052	XCTD	022021	0413	DE	28°10.03'N	141°56.27'E	1849		TSK XCTD-1 17110511
X053	XCTD	022021	0508	DE	28°20.02'N	142°07.13'E	2159		TSK XCTD-1 17110508
X054	XCTD	022021	0602	DE	28°30.01'N	142°17.79'E	2021		TSK XCTD-1 17110505
X055	XCTD	022021	0656	DE	28°40.09'N	142°28.59'E	3972		TSK XCTD-1 17110504
X056	XCTD	022021	0750	DE	28°50.01'N	142°39.18'E	5579		TSK XCTD-1 17110503
X057	XCTD	022021	0844	DE	29°00.03'N	142°49.92'E	7536		TSK XCTD-1 17110506
X058	XCTD	022021	0938	DE	29°10.01'N	143°00.65'E	8084		TSK XCTD-1 17110507
X059	XCTD	022021	1030	DE	29°20.20'N	143°11.44'E	6682		TSK XCTD-1 17110509
X060	XCTD	022021	1124	DE	29°29.29'N	143°21.47'E	5997		TSK XCTD-1 17110510
S006	SONDE	022021	1137	DE	29°30.95'N	143°25.65'E	5890		MEISEI iMS-100 8150066
X061	XCTD	022021	1222	DE	29°39.65'N	143°32.65'E	5704		TSK XCTD-1 17110513
X062	XCTD	022021	1317	DE	29°49.32'N	143°43.03'E	5555		TSK XCTD-1 17110512
X063	XCTD	022021	1412	DE	29°59.72'N	143°54.29'E	5705		TSK XCTD-1 18021940
X064	XCTD	022021	1508	DE	30°10.04'N	144°05.51'E	5692		TSK XCTD-1 18021943
X065	XCTD	022021	1604	DE	30°20.01'N	144°16.36'E	5776		TSK XCTD-1 18021944
X066	XCTD	022021	1659	DE	30°30.03'N	144°27.31'E	5841		TSK XCTD-1 18021941
X067	XCTD	022021	1754	DE	30°40.00'N	144°38.17'E	5905		TSK XCTD-1 18021945
X068	XCTD	022021	1850	DE	30°50.04'N	144°49.09'E	5942		TSK XCTD-1 18021947
C004	CTD	022021	2024	BE	31°00.00'N	144°59.92'E	5985		
C004	CTD	022021	2039	BO	30°59.90'N	144°59.89'E	6049	280	SBE9p860 CTDO
C004	CTD	022021	2049	EN	30°59.84'N	144°59.83'E	6048		
X069	XCTD	022021	2111	DE	30°59.86'N	144°59.58'E	6001		TSK XCTD-1 18021942
X070	XCTD	022021	2218	DE	31°00.00'N	144°44.96'E	7004		TSK XCTD-1 18021946
X071	XCTD	022021	2327	DE	31°00.00'N	144°31.13'E	6534		TSK XCTD-1 18021948
S007	SONDE	022021	2353	DE	30°59.32'N	144°25.47'E	5934		MEISEI iMS-100 8150067
X01A	XCTD	021521	1826	DE	32°53.35'N	136°00.87'E	3548		TSK XCTD-1 14110336
X002	XCTD	021521	2023	DE	32°29.96'N	136°00.31'E	4642		TSK XCTD-1 14110337
X003	XCTD	021521	2128	DE	32°14.98'N	136°00.15'E	4340		TSK XCTD-1 14110338
X004	XCTD	021521	2230	DE	32°00.07'N	136°00.23'E	4248		TSK XCTD-1 14110340
S001	SONDE	021521	2341	DE	31°48.15'N	135°55.91'E	4197		MEISEI iMS-100 8150061
X005	XCTD	021621	0003	DE	31°45.02'N	135°58.32'E	4142		TSK XCTD-1 14110335
X006	XCTD	021621	0105	DE	31°30.36'N	135°59.91'E	3726		TSK XCTD-1 14110339
X007	XCTD	021621	0210	DE	31°15.44'N	135°59.82'E	4170		TSK XCTD-1 14110341
X008	XCTD	021621	0314	DE	31°00.53'N	135°59.87'E	4229		TSK XCTD-1 17100186
X009	XCTD	021621	0414	DE	30°45.30'N	135°59.76'E	4131		TSK XCTD-1 17100183
X010	XCTD	021621	0515	DE	30°29.81'N	136°00.24'E	4495		TSK XCTD-1 17100187
X011	XCTD	021621	0615	DE	30°14.82'N	136°00.18'E	4354		TSK XCTD-1 17100180
X012	XCTD	021621	0714	DE	30°00.01'N	136°00.00'E	4389		TSK XCTD-1 17100184
X013	XCTD	021621	0812	DE	29°44.97'N	136°00.12'E	4457		TSK XCTD-1 17100181
X014	XCTD	021621	0911	DE	29°30.00'N	135°59.70'E	4322		TSK XCTD-1 17100176
X015	XCTD	021621	1010	DE	29°15.03'N	136°00.02'E	4465		TSK XCTD-1 17100177
X016	XCTD	021621	1118	DE	28°59.89'N	135°59.70'E	4479		TSK XCTD-1 17100178
C001	ROS	021621	1355	BE	28°59.85'N	136°00.05'E	4465		
C001	ROS	021621	1436	BO	28°59.16'N	136°00.29'E	4509	2003	1-8 SBE9p860 CTDO
C001	ROS	021621	1514	EN	28°58.65'N	136°00.42'E	4434		
A001	FLOAT	021621	1530	DE	28°58.44'N	136°00.74'E	4479		Argo Apex 9014 (DO)
X017	XCTD	021621	1633	DE	28°44.93'N	135°59.99'E	4599		TSK XCTD-1 17100179
X018	XCTD	021621	1729	DE	28°29.71'N	135°59.99'E	4719		TSK XCTD-1 17100182
X019	XCTD	021621	1825	DE	28°15.02'N	136°00.00'E	4274		TSK XCTD-1 17100185
X020	XCTD	021621	1921	DE	28°00.03'N	136°00.00'E	4686		TSK XCTD-1 16113689
X021	XCTD	021621	2018	DE	27°45.01'N	136°00.00'E	4836		TSK XCTD-1 16113690
X022	XCTD	021621	2117	DE	27°30.02'N	135°59.99'E	4041		TSK XCTD-1 16113688
X023	XCTD	021621	2215	DE	27°14.95'N	136°00.01'E	4979		TSK XCTD-1 16113686
X24A	XCTD	021621	2315	DE	27°00.02'N	136°00.00'E	4962		TSK XCTD-1 16113691
S002	SONDE	021621	2341	DE	26°55.86'N	135°59.99'E	4711		MEISEI iMS-100 8150062
X025	XCTD	021721	0016	DE	26°45.37'N	136°00.00'E	5015		TSK XCTD-1 16113685
X026	XCTD	021721	0117	DE	26°30.47'N	136°00.00'E	5438		TSK XCTD-1 16113679
X027	XCTD	021721	0219	DE	26°15.36'N	136°00.03'E	4226		TSK XCTD-1 16113680
C002	ROS	021721	0346	BE	26°00.02'N	135°59.85'E	4506		
C002	ROS	021721	0428	BO	25°59.93'N	135°59.84'E	4653	2000	1-8 SBE9p860 CTDO
C002	ROS	021721	0509	EN	25°59.80'N	135°59.73'E	4477		
A002	FLOAT	021721	0531	DE	25°59.92'N	135°59.50'E	4401		Argo Apex 9019 (pH,DO)
A003	FLOAT	021721	0534	DE	25°59.89'N	135°59.40'E	4401		Argo Apex 8792 (normal)
X028	XCTD	021721	0640	DE	26°00.00'N	136°15.12'E	4410		TSK XCTD-1 16113681
X029	XCTD	021721	0733	DE	25°59.99'N	136°30.01'E	4915		TSK XCTD-1 16113682

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
X072	XCTD	022121	0045	DE	31°00.00'N	144°15.54'E	5950		TSK XCTD-1 18021949
X073	XCTD	022121	0200	DE	31°00.00'N	143°59.90'E	5839		TSK XCTD-1 18021950
X074	XCTD	022121	0317	DE	31°00.00'N	143°44.97'E	6023		TSK XCTD-1 19103498
X075	XCTD	022121	0435	DE	31°00.00'N	143°29.93'E	6589		TSK XCTD-1 19103501
X076	XCTD	022121	0542	DE	31°00.00'N	143°14.94'E	5395		TSK XCTD-1 19103503
X077	XCTD	022121	0639	DE	30°59.99'N	142°59.90'E	5718		TSK XCTD-1 19103499
X078	XCTD	022121	0739	DE	31°00.00'N	142°44.91'E	6544		TSK XCTD-1 19103500
X079	XCTD	022121	0831	DE	31°00.00'N	142°29.94'E	6951		TSK XCTD-1 19103502
X080	XCTD	022121	0929	DE	31°00.00'N	142°15.98'E	8271		TSK XCTD-1 19103504
X081	XCTD	022121	1030	DE	31°00.00'N	141°59.93'E	6643		TSK XCTD-1 19103505
X082	XCTD	022121	1124	DE	31°00.00'N	141°44.87'E	5307		TSK XCTD-1 19103506
S008	SONDE	022121	1140	DE	30°58.78'N	141°41.99'E	5289		MEISEI iMS-100 8150068
C005	ROS	022121	1258	BE	31°00.06'N	141°30.04'E	3673		
C005	ROS	022121	1337	BO	31°00.16'N	141°30.12'E	3710	2002	1-8 SBE9p860 CTDO
C005	ROS	022121	1413	EN	31°00.21'N	141°30.19'E	3669		
A005	FLOAT	022121	1433	DE	31°00.02'N	141°30.62'E	3852		Argo Apex 9011 (DO)
S009	SONDE	022121	2331	DE	30°58.89'N	144°06.50'E	5906		MEISEI iMS-100 8150069
C06R	ROS	022221	0303	BE	31°00.11'N	145°00.21'E	5983		
C06R	ROS	022221	0324	BO	31°00.16'N	145°00.18'E	6049	801	9 SBE9p860 CTDO
C06R	ROS	022221	0350	EN	31°00.11'N	145°00.09'E	5985		
C006	ROS	022221	0428	BE	31°00.09'N	145°00.07'E	5985		
C006	ROS	022221	0506	BO	31°00.01'N	145°00.04'E	6044	2001	1-8 SBE9p860 CTDO
C006	ROS	022221	0548	EN	31°00.01'N	145°00.07'E	5984		
A006	FLOAT	022221	0602	DE	30°59.98'N	145°00.14'E	6051		Argo Apex 9018 (pH,DO)
S010	SONDE	022221	1130	DE	30°29.38'N	143°39.70'E	5628		MEISEI iMS-100 8150070
C007	ROS	022221	2155	BE	29°29.90'N	140°59.98'E	3947		
C007	ROS	022221	2218	BO	29°29.83'N	140°59.84'E	3947	1033	1-8 SBE9p860 CTDO
C007	ROS	022221	2243	EN	29°29.76'N	140°59.75'E	3947		
S011	SONDE	022221	2330	DE	29°30.61'N	140°55.35'E	3902		MEISEI iMS-100 8150051
S012	SONDE	022321	1131	DE	29°10.19'N	137°43.37'E	4261		MEISEI iMS-100 8150052
X083	XCTD	022321	1847	DE	28°40.02'N	135°29.96'E	4814		TSK XCTD-1 19103507
C008	ROS	022321	1921	BE	28°40.01'N	135°20.30'E	5045		
C008	ROS	022321	2003	BO	28°39.75'N	135°19.81'E	5018	1001	6 SBE9p860 CTDO
C008	ROS	022321	2019	EN	28°39.65'N	135°19.72'E	4979		
X084	XCTD	022321	2103	DE	28°40.01'N	135°09.96'E	4860		TSK XCTD-1 20026170
C009	CTD	022321	2148	BE	28°39.92'N	134°59.99'E	4825		
C009	CTD	022321	2211	BO	28°39.38'N	134°59.76'E	4694	1002	SBE9p860 CTDO
C009	CTD	022321	2232	EN	28°39.22'N	134°59.66'E	4656		
X085	XCTD	022321	2315	DE	28°40.00'N	134°49.87'E	4884		TSK XCTD-1 20026171
S013	SONDE	022321	2327	DE	28°40.00'N	134°45.47'E	4721		MEISEI iMS-100 8150053
C010	CTD	022421	0009	BE	28°39.97'N	134°39.83'E	4926		
C010	CTD	022421	0033	BO	28°39.81'N	134°39.81'E	4942	1002	SBE9p860 CTDO
C010	CTD	022421	0053	EN	28°39.72'N	134°39.82'E	4914		
X086	XCTD	022421	0138	DE	28°39.94'N	134°30.56'E	4110		TSK XCTD-1 20026172

5. 測点图

KH-21-1 Cruise Track (Feb. 14-25, 2021)

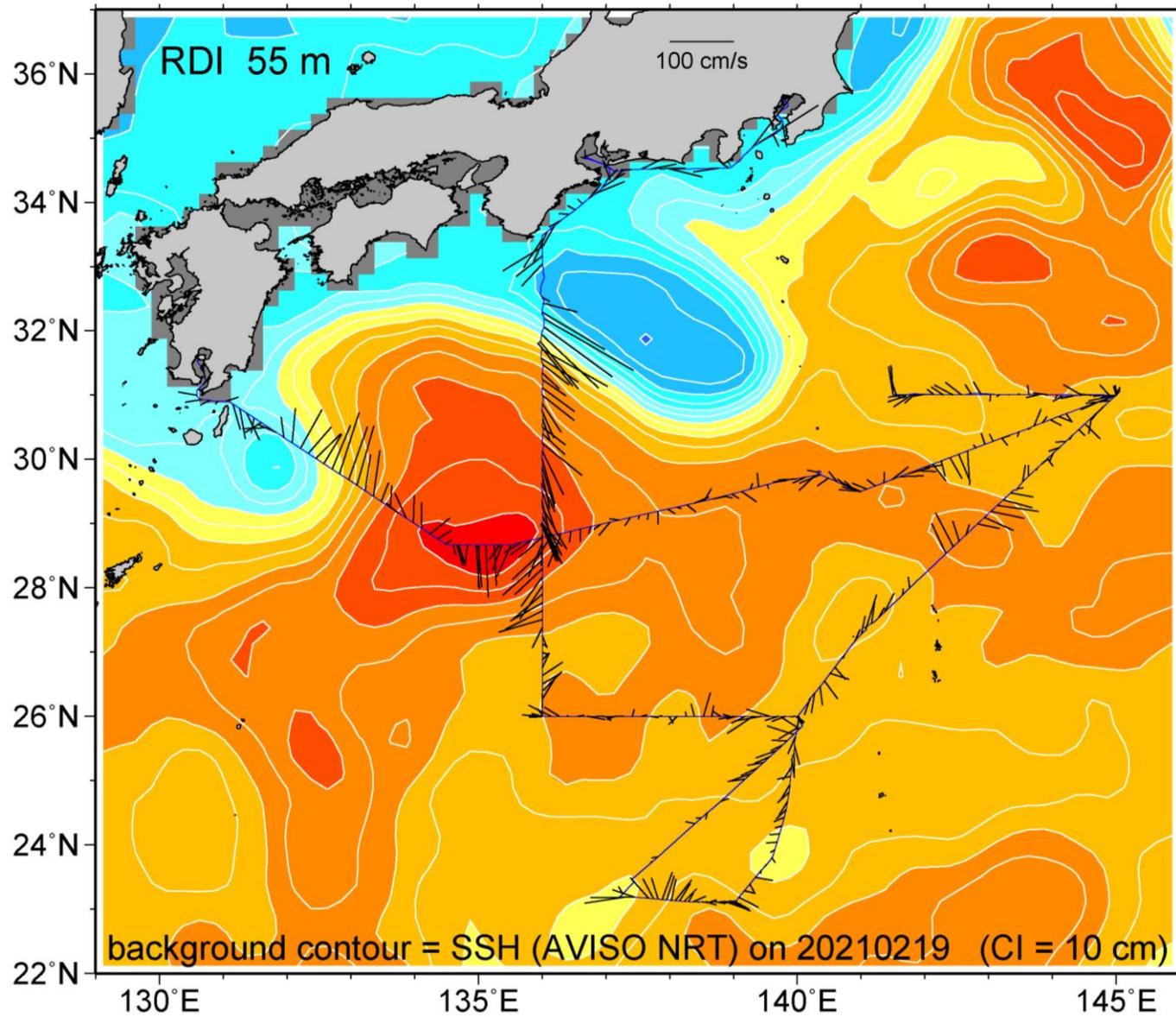


6. 観測日程表

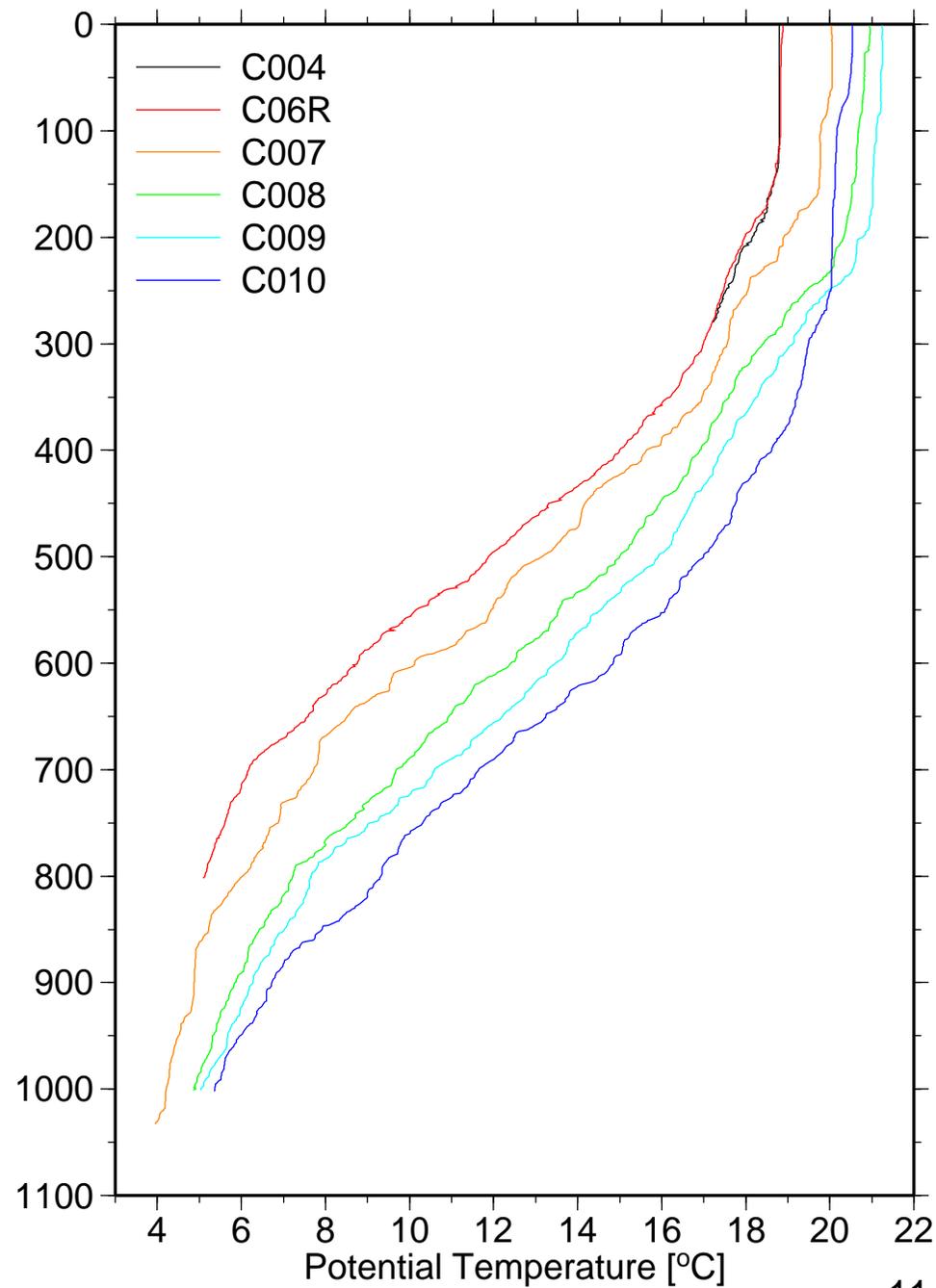
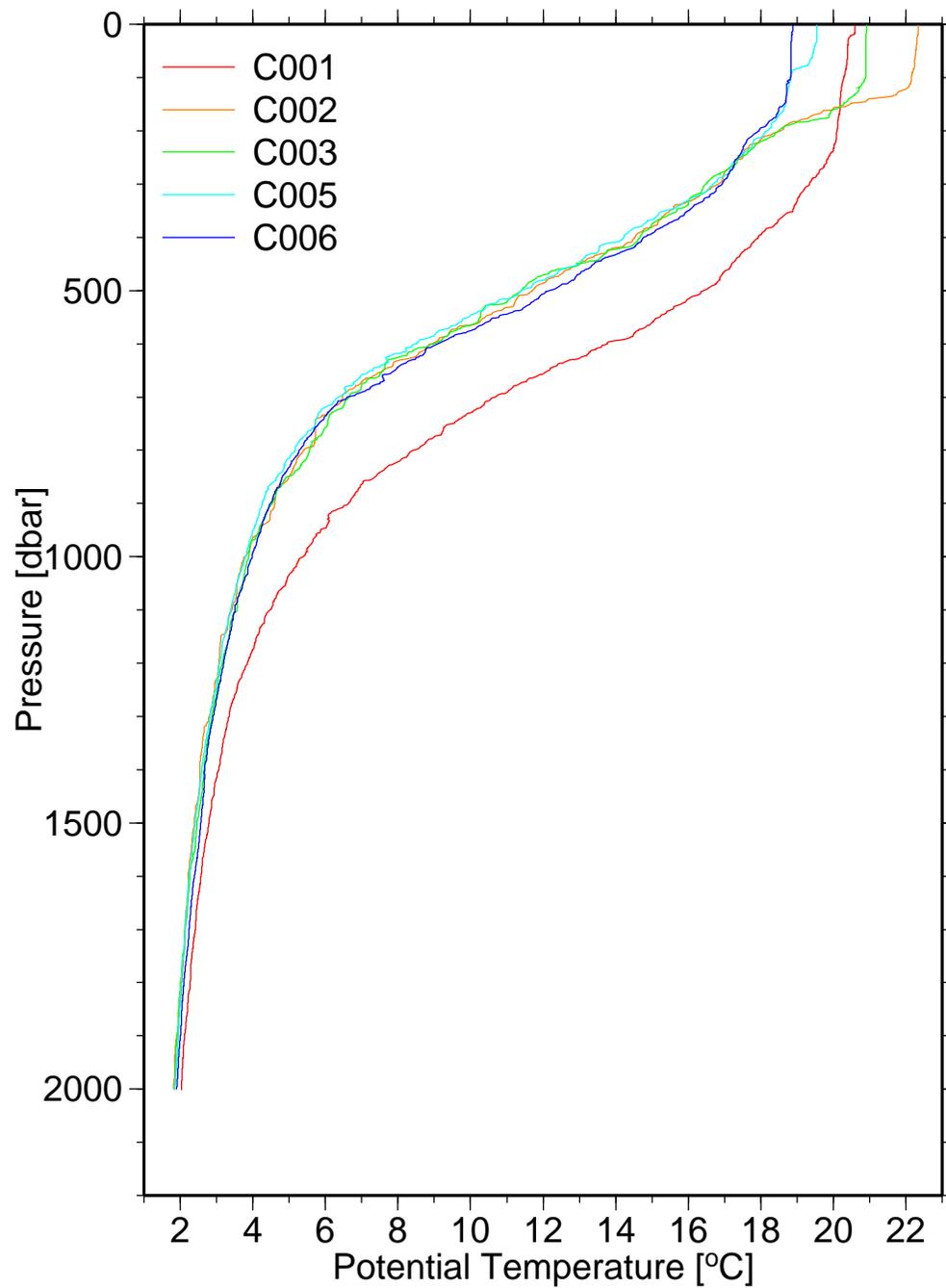
	Date	TIME (JST)																											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	02/14	↑ 東京																											
2	02/15	~~~~~																											
3	02/16	X01A				S001				X010				X015				C001 A001											
4	02/17	X020				S002				C002 A002 A003				X030				X035											
5	02/18	X040				S003				~~~~~																			
6	02/19	~~~~~↑~~~~~																											
7	02/20	C003 A004		X045				S005				X050				X055				S006									
8	02/21	X065				C004				X070 S007				X075				X080 S008				C005 A005							
9	02/22	S009								C06R C006 A006				S010								~~~~~							
10	02/23	~~~~~								C007				S011				~~~~~↑~~~~~											
11	02/24	X083				C008				X084				C009				S013				C010				X086			
12	02/25	~~~~~↑~~~~~ 鹿児島																											

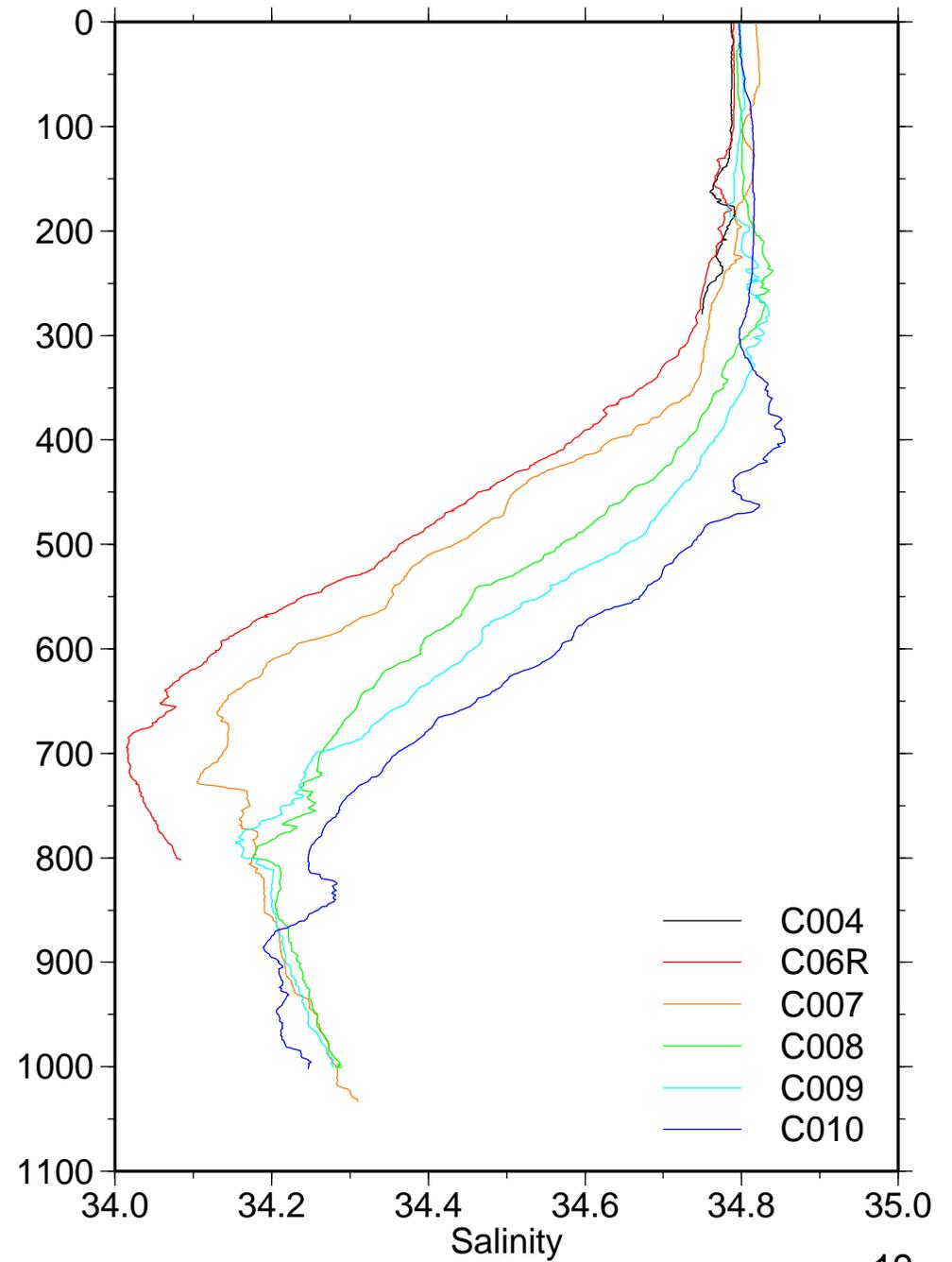
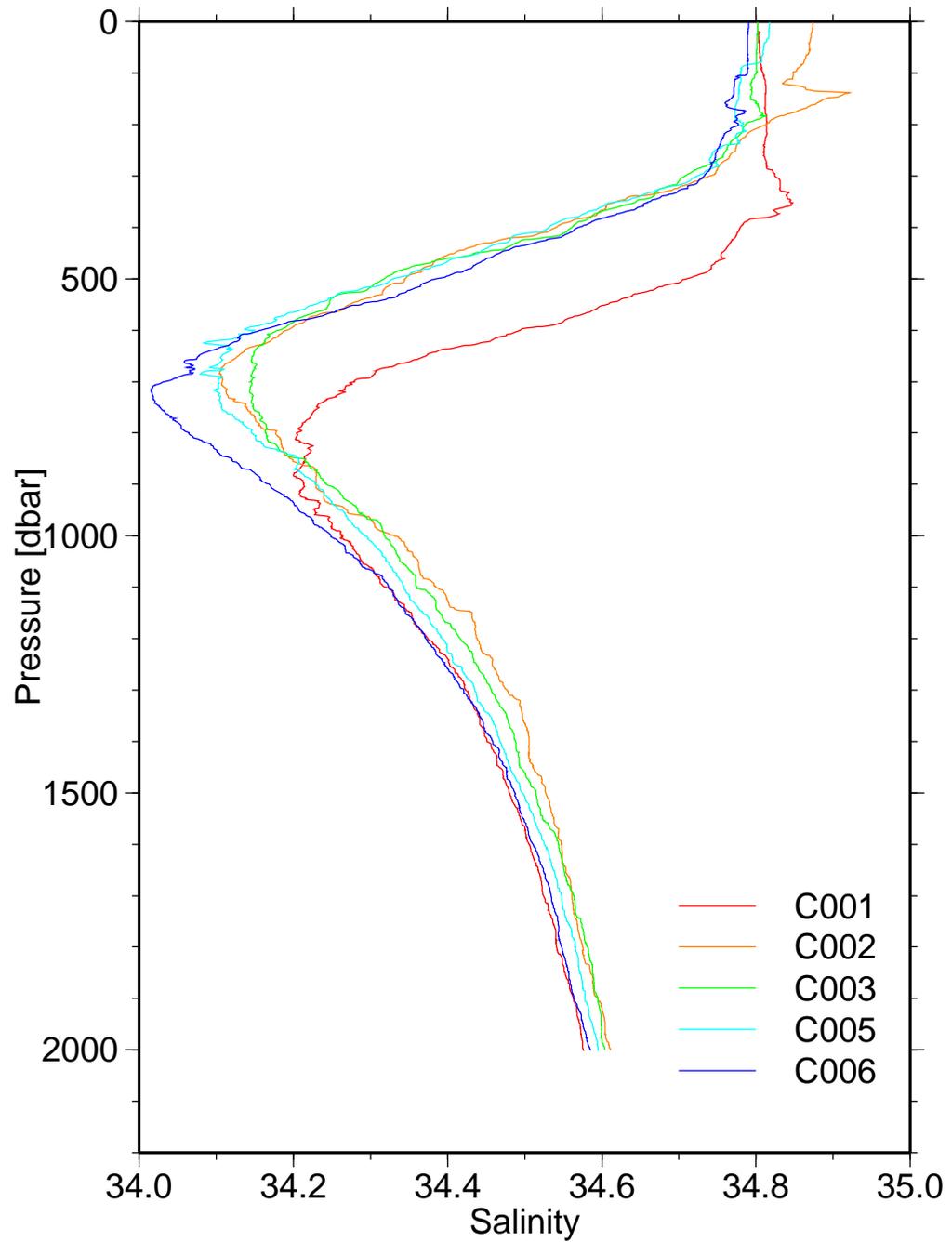
7. ADCP 流速図

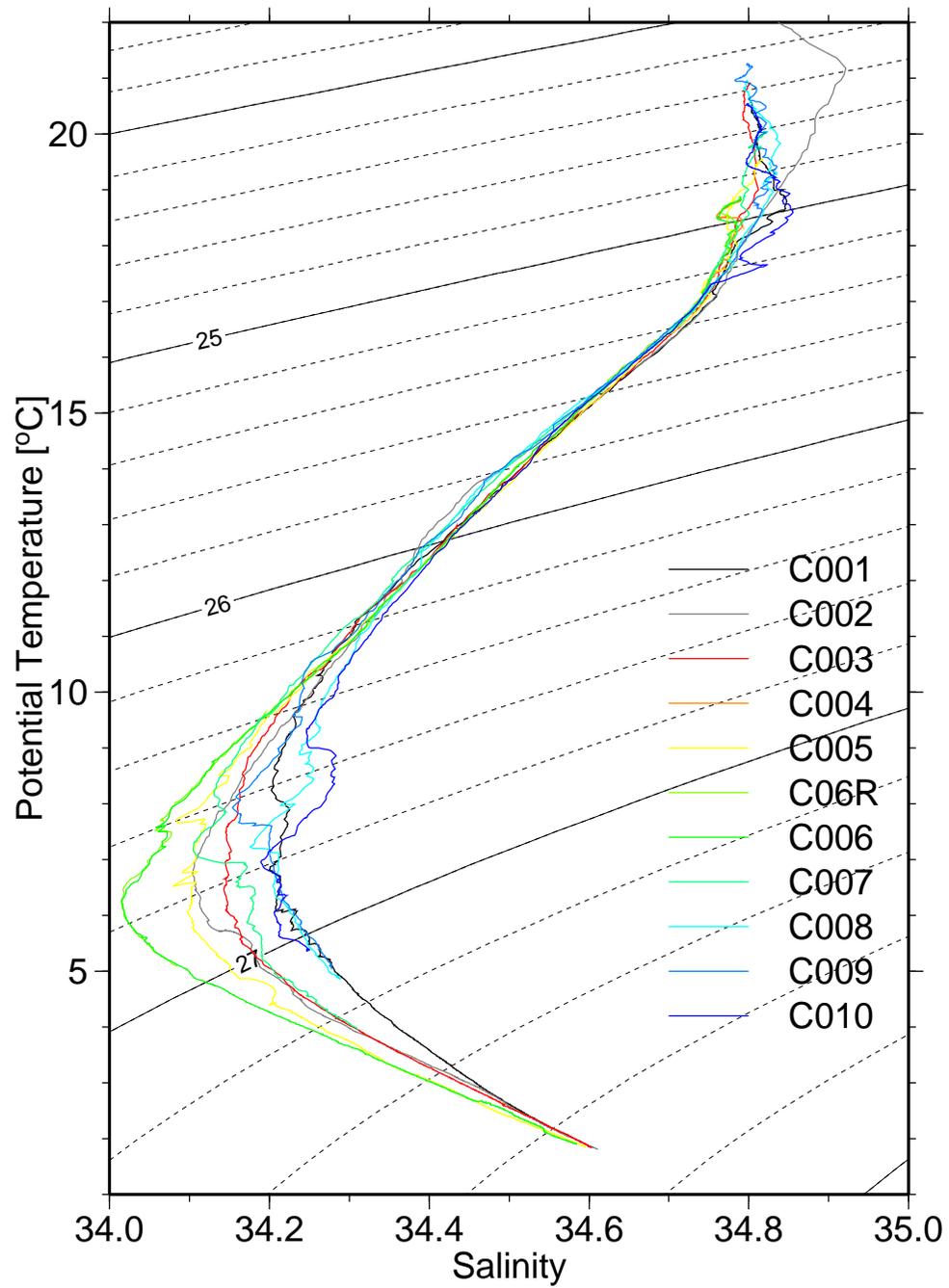
RDI 55 m 深

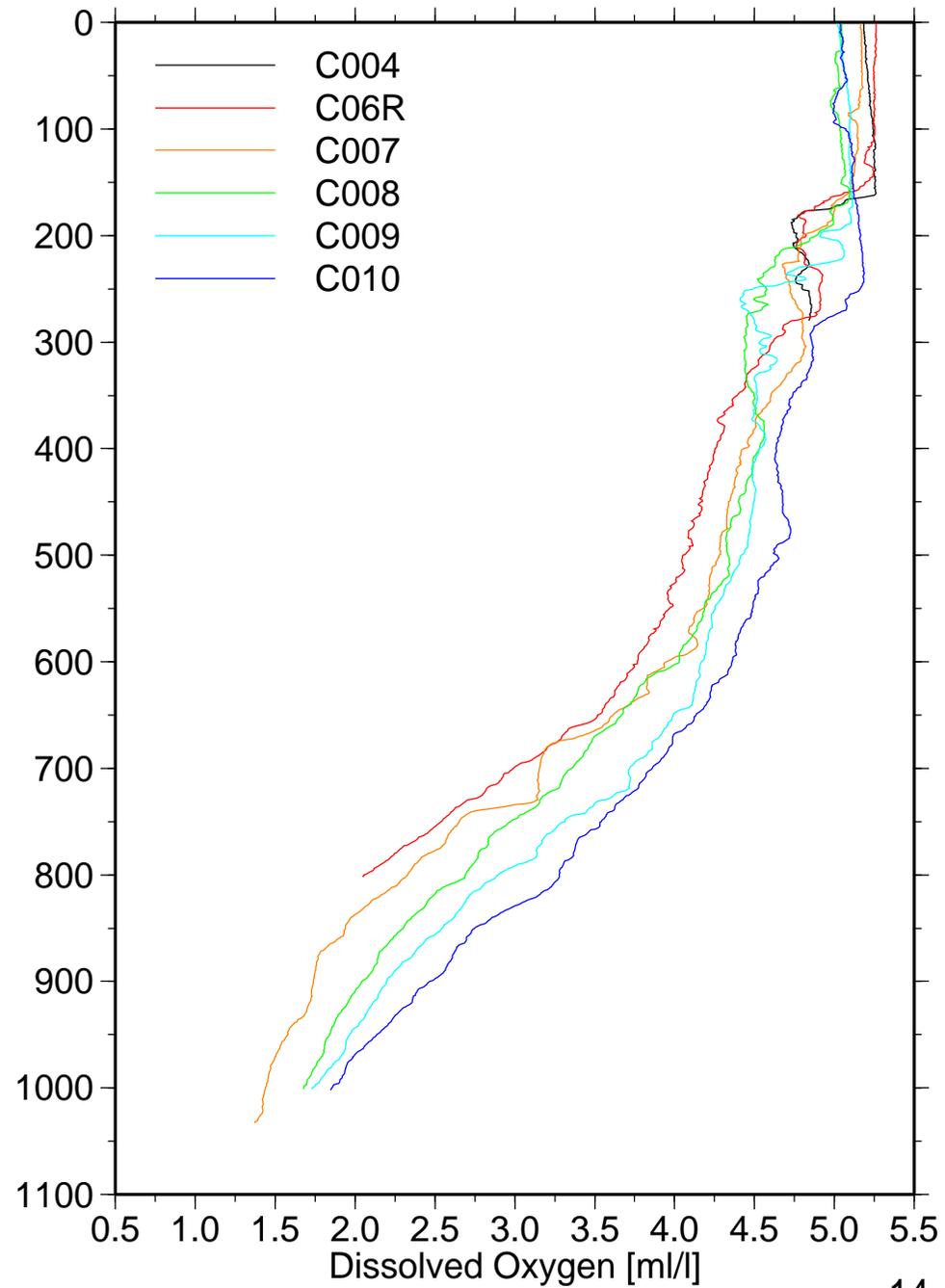
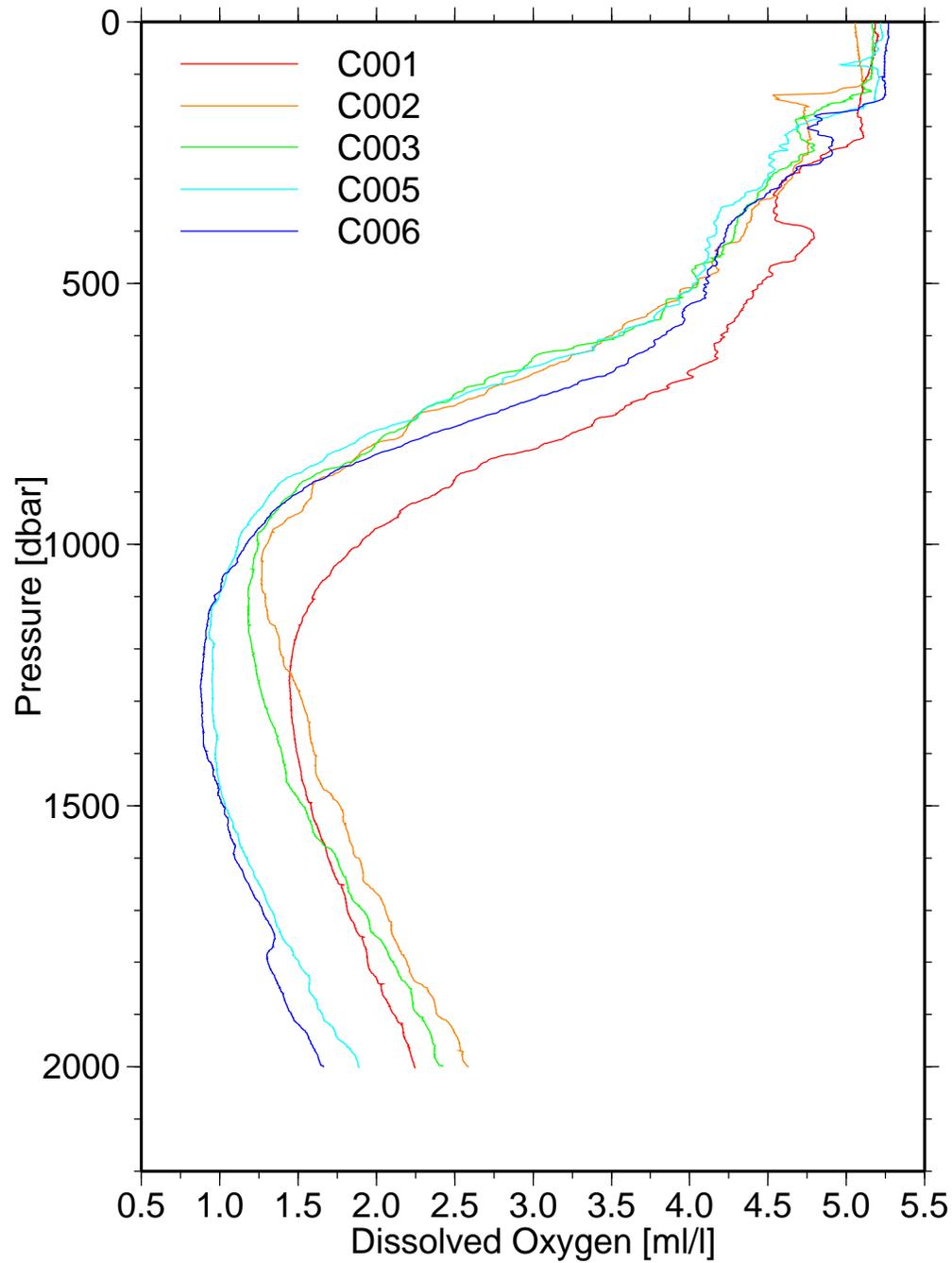


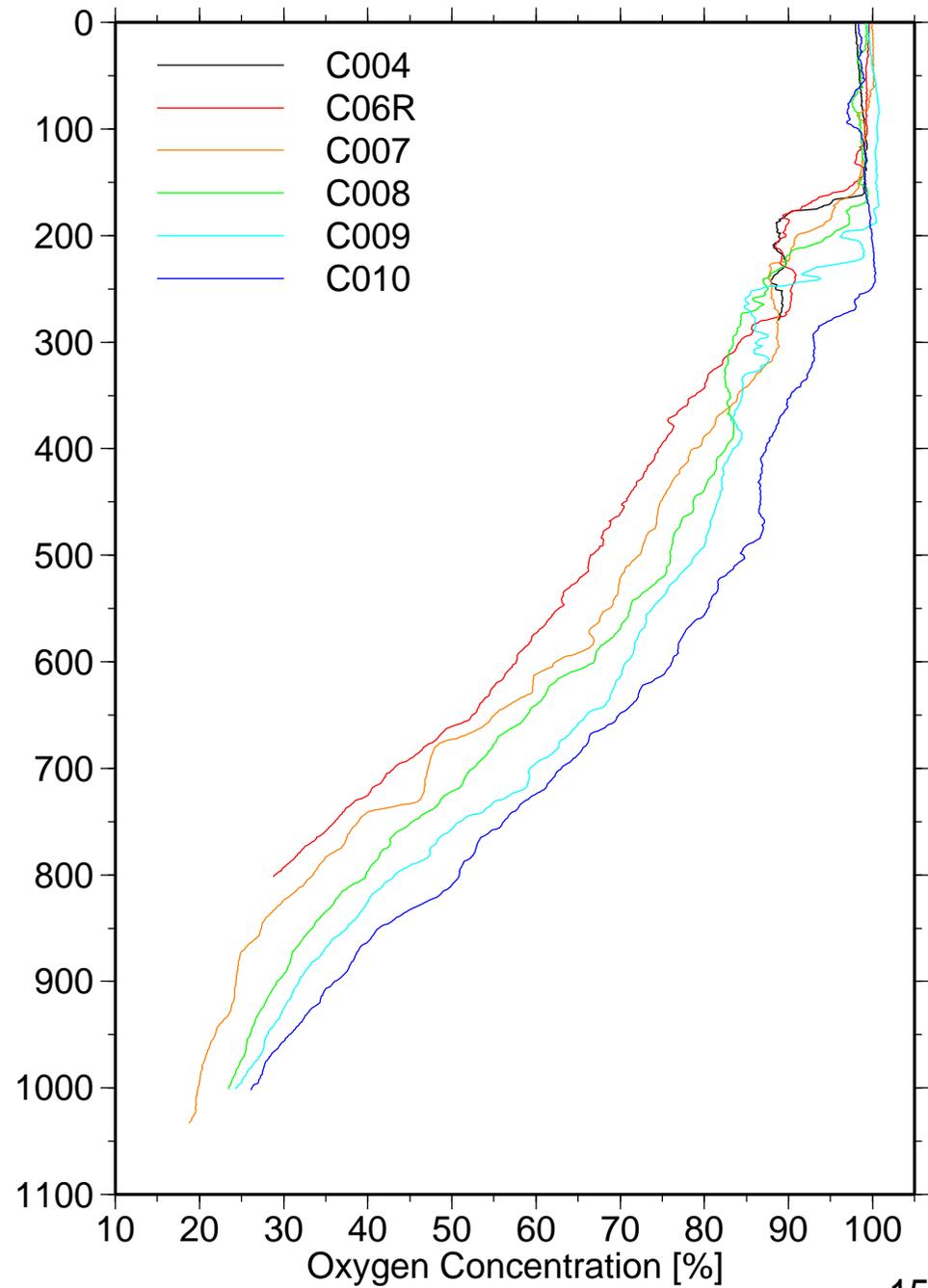
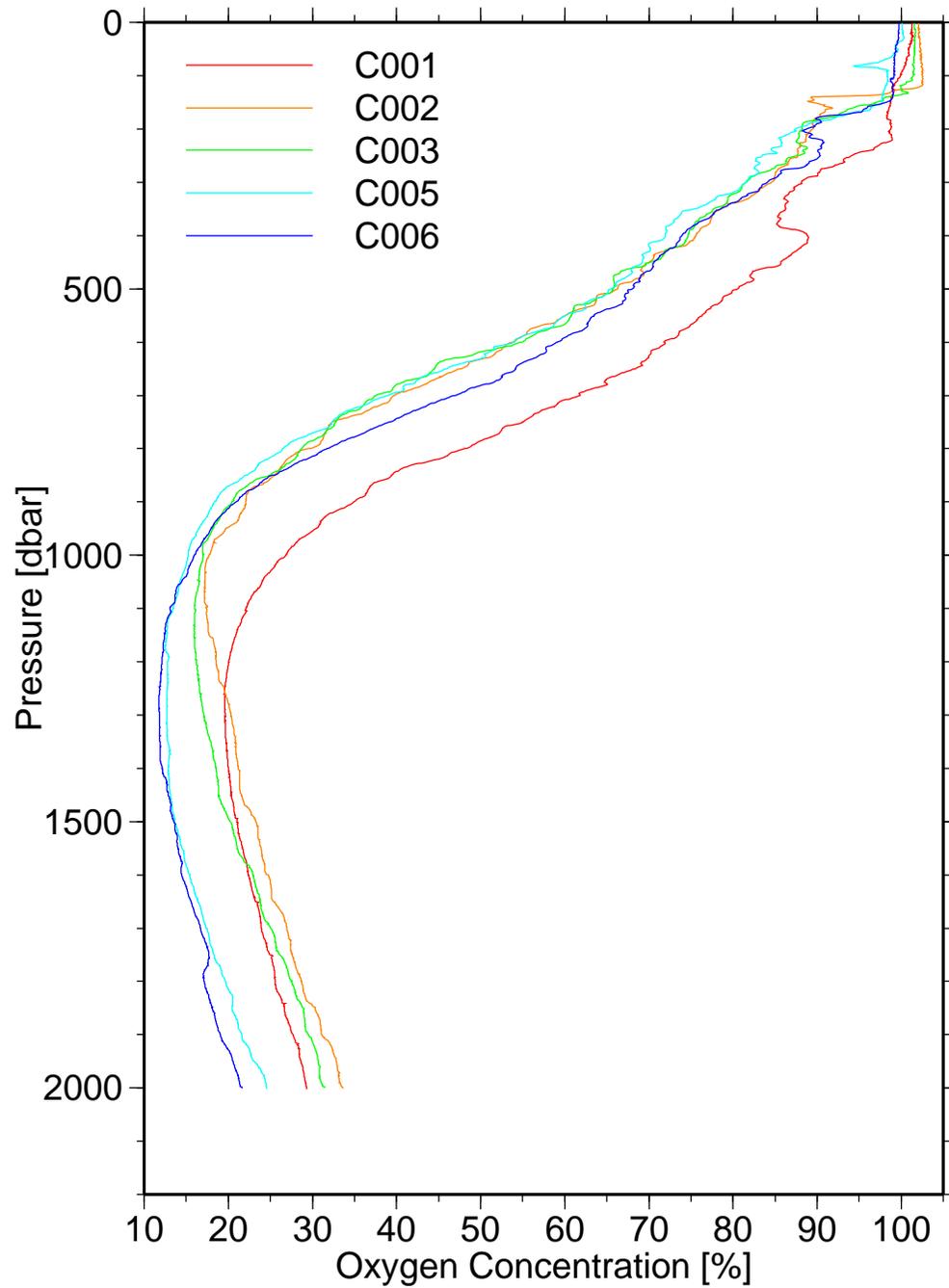
8. CTDO2観測

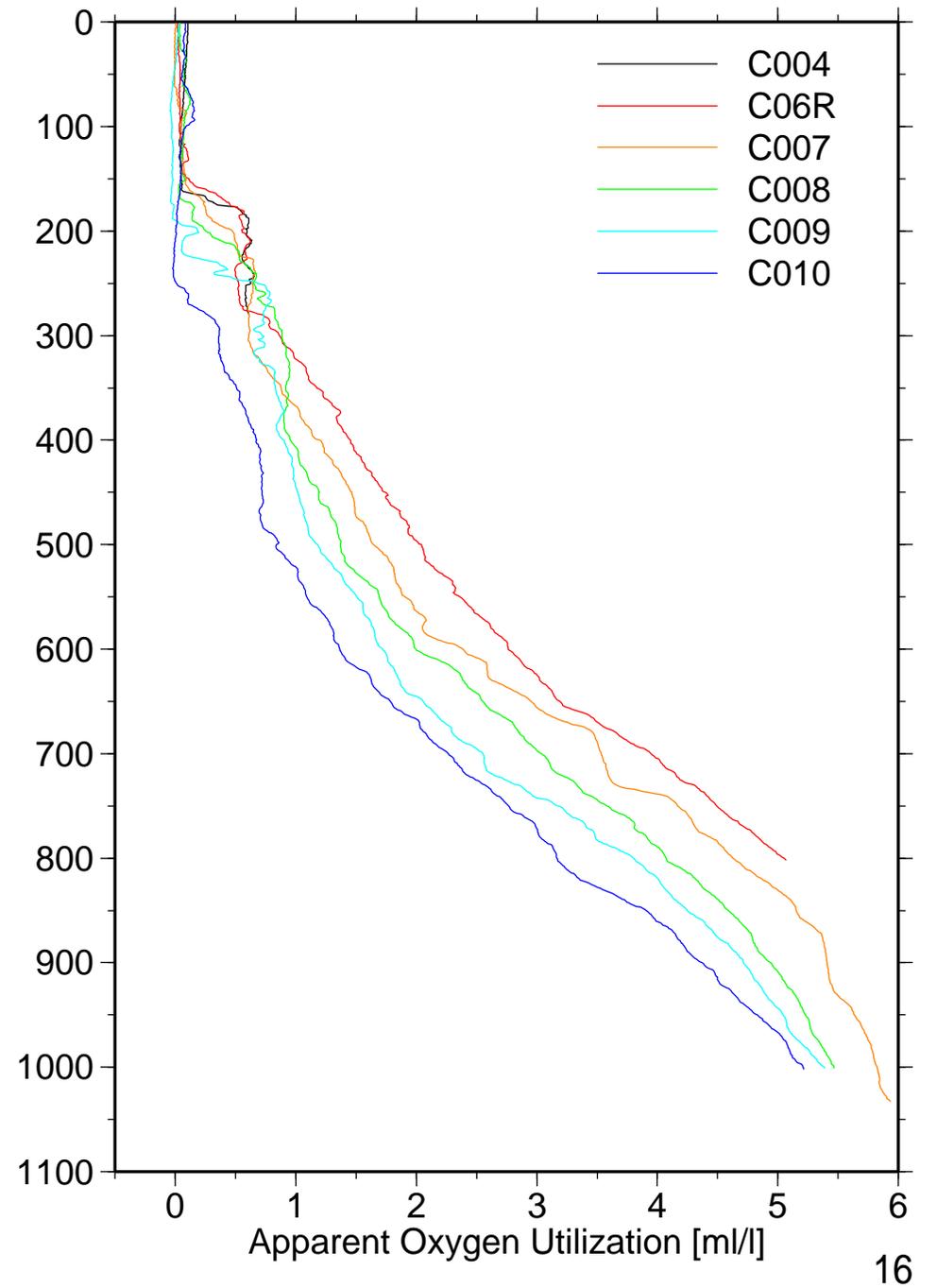
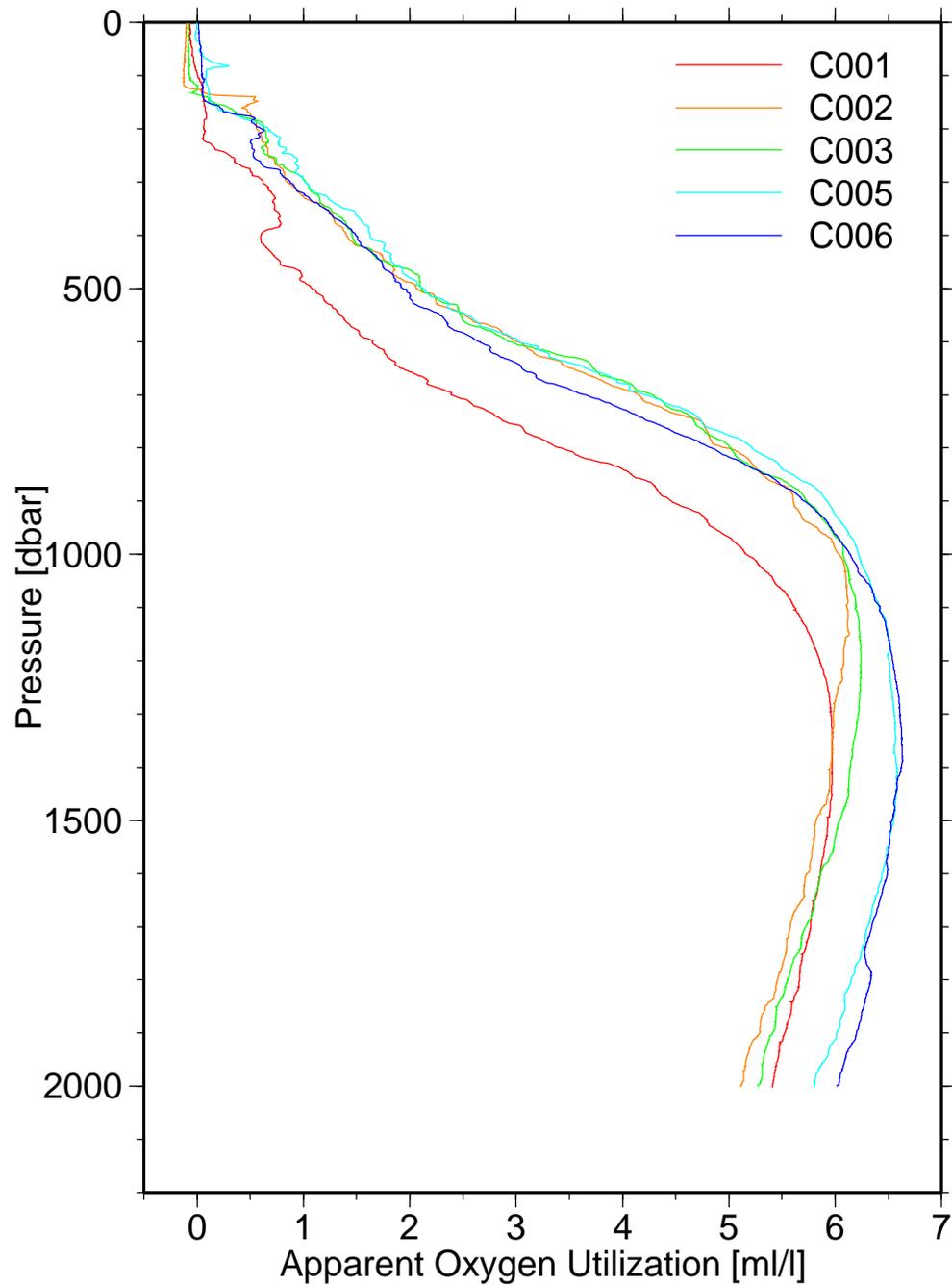




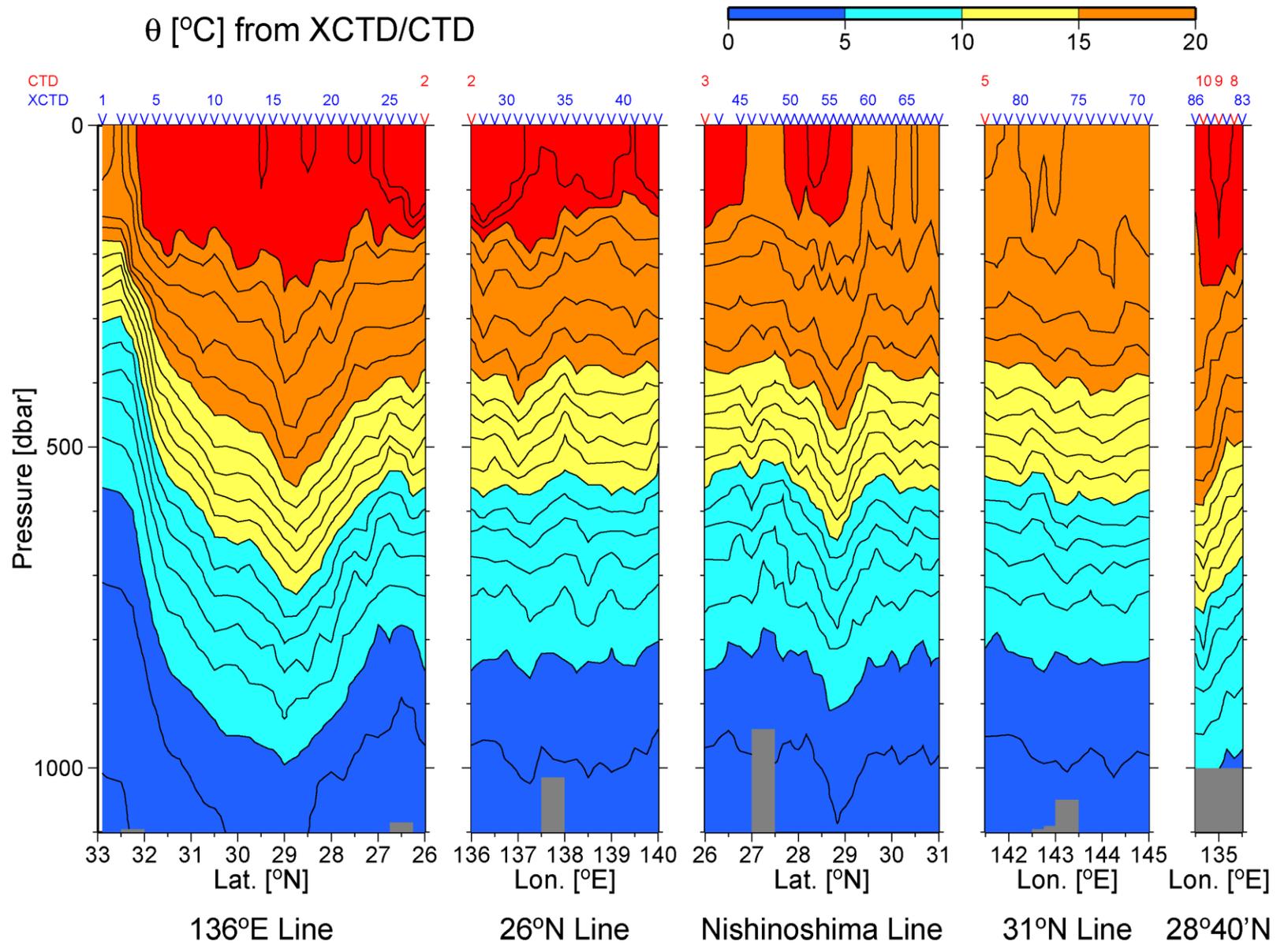


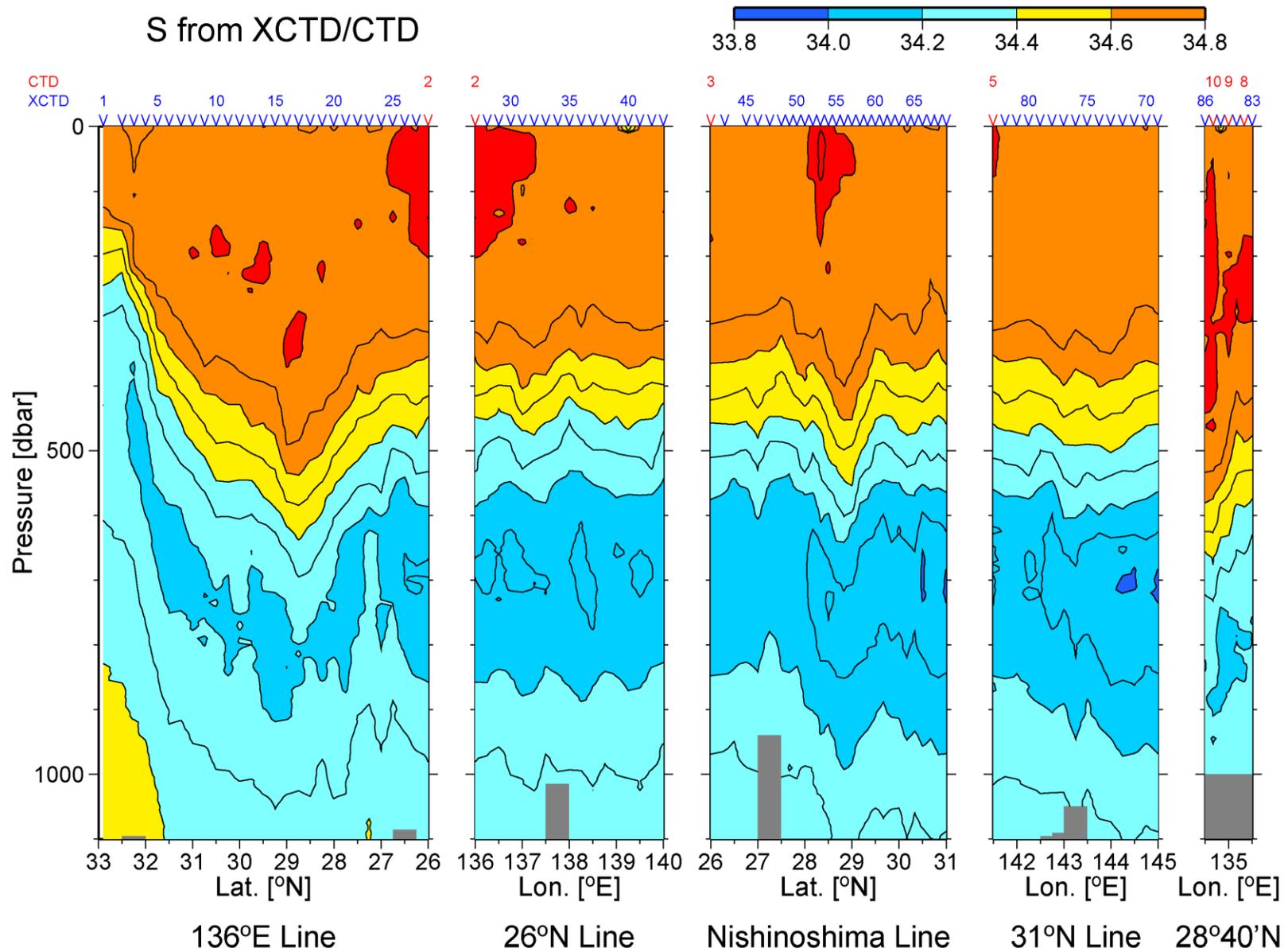


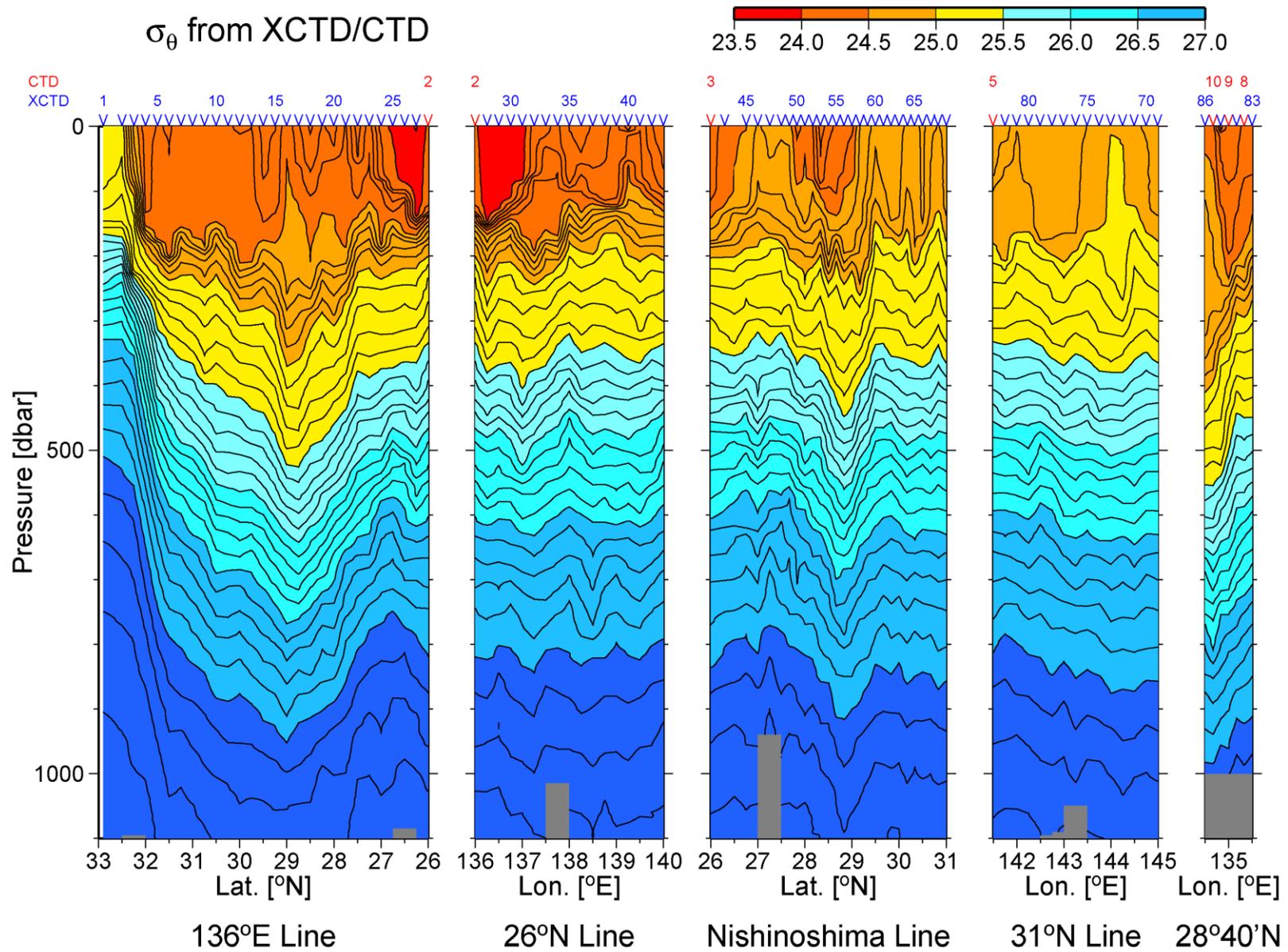




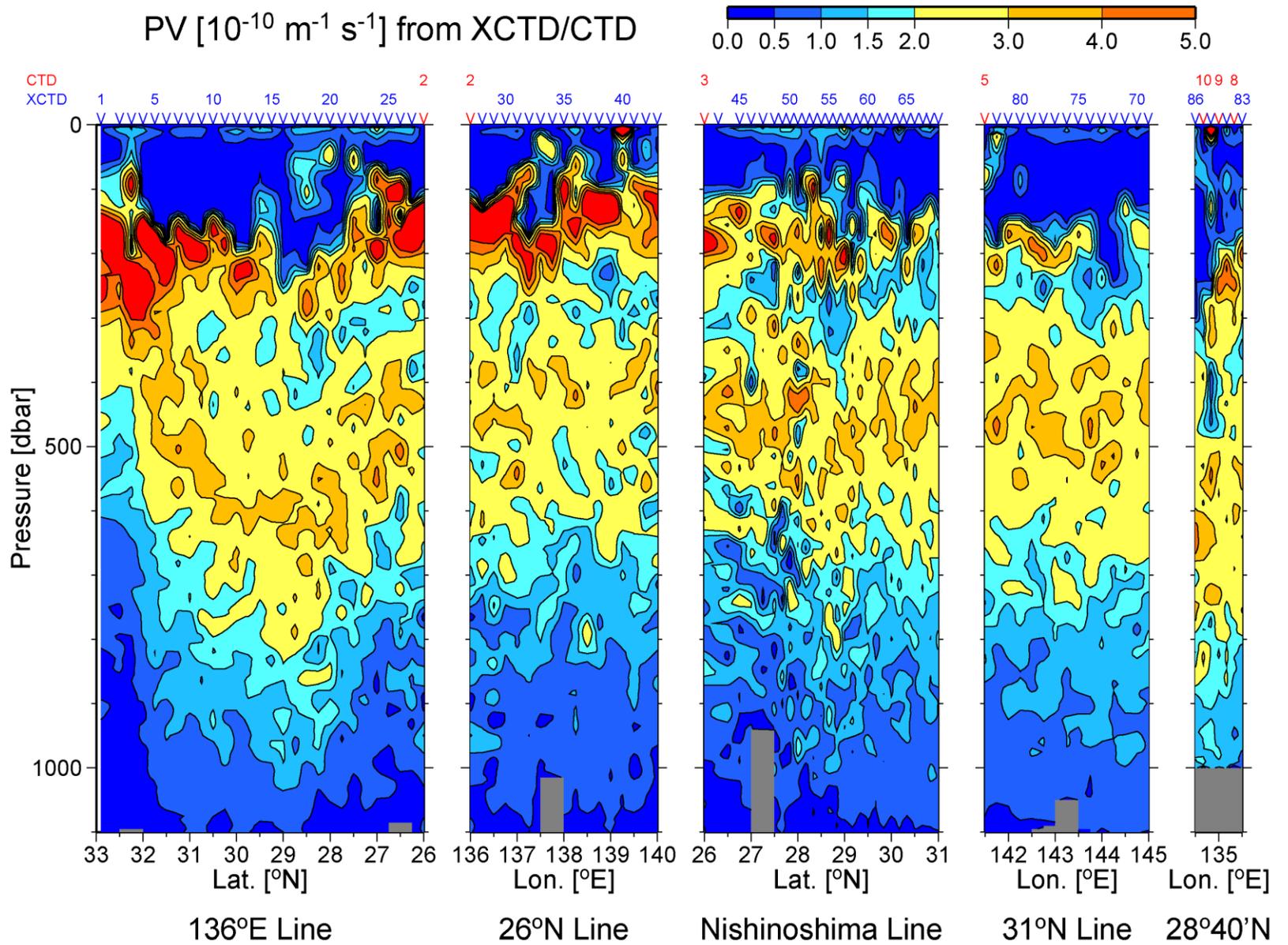
9. XCTD 観測







PV [$10^{-10} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$] from XCTD/CTD



10. 栄養塩(硝酸塩、亜硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩)

担当: 小杉 如央(気象研究所)

採水

水深 0 m はデッキから海面に下ろしたバケツで、その他の深度については CTD に備え付けたニスキン採水器によって試水を採取した。試水はプラスチック製サンプルカップ(容量約 10 cm³)に3回とも洗った後採水した。採水後直ちにサンプルカップに蓋を装着して冷凍保管され、冷凍状態のまま鹿児島市内から気象庁へ輸送し、気象庁内で引き続き冷凍保管された。

測定

測定は東京港停泊中の気象庁の海洋気象観測船「凌風丸」船上で 2021 年 3 月 23 日から同 25 日にかけて行った。測定の 24 時間前から室温でサンプルを解凍し、複数回上下に回転させて攪拌した。サンプルは 4 チャンネルオートアナライザーⅢ(ビーエルテック社製)を用いた連続流れ分析により測定した。各成分の分析に使用する試薬の濃度などは海洋観測ガイドライン Vol.3 Chap.2 「ガス分画連続流れ方式の分析装置を用いた高精度で相互比較可能な海水中の溶存栄養塩類 (N, P, Si) 分析方法」に詳しい記述があり、以下の URL からダウンロードが可能である。<https://kaiyogakkai.jp/jos/guide/download>

1次 QC と品質フラグの付加

各栄養塩を水温、圧力、ポテンシャル密度に対してプロットし、また各栄養塩間の濃度を比較することで1次 QC を行った。C002 の 08 番ニスキンボトル(700 dbar)で水温、圧力に対して各栄養塩濃度が極端に低かった。このニスキンボトルは上蓋が正常に閉じなかったことが判明しているため、品質フラグ4(異常値)とした。これ以外のサンプルについては品質フラグ2(正常値)とした。

11. GPS ラジオゾンデ

京都大学 吉田聡
海洋研究開発機構 川合義美

目的

中緯度北西太平洋域は黒潮を始めとした海流による水温変動と季節風や高低気圧による気温変動が大きく、世界でも最も大気海洋相互作用が活発な海域の一つである。しかし、海洋上の大気鉛直構造の観測データは乏しく、複雑な海面水温分布に対する数時間スケールの大気応答は未解明である。このため、1分毎の鉛直水蒸気分布を推定するマイクロ波放射計と2分毎の全天撮影する雲カメラによる大気応答の解明と検証を目的として、GPS ラジオゾンデによる高層気象観測を行った。

観測手法

ヘリウムガスを充填したバルーンに GPS ラジオゾンデセンサを付けて飛ばすという方法で高層気象観測を行った。2月19日までは1日1回（朝8:30頃）、20日以降は1日2回（朝と夜の8:30頃）で、計13回行った（測点番号 S001~S013）。

受信用アンテナは第3研究室の上のデッキ左舷側に設置し（図11-1）、受信機及びパソコンは第3研究室に設置した。放球は主に第3研究室後方の甲板左舷側（海面からの高さ約6.5m）から行った。

使用機器

センサ iMS-100（明星電気）、受信機 RD-08AC（明星電気）

結果

観測点の位置を図11-2に、また各測点での鉛直プロファイルを図11-3に示す。放球時刻や放球時の気象データ等は表11-1にまとめた。



図11-1. 受信用アンテナの場所。

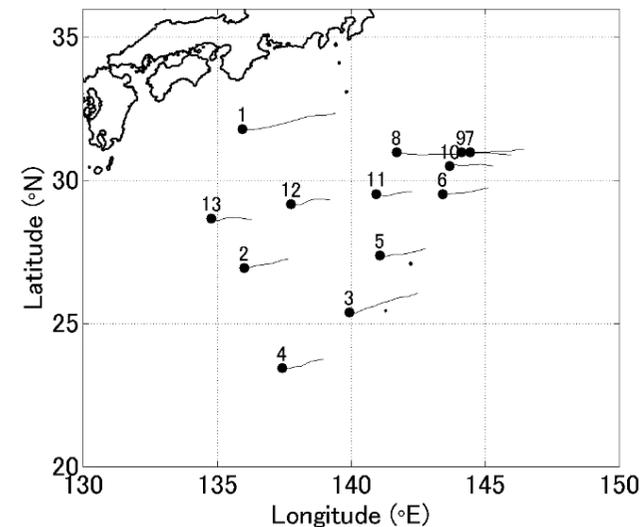


図11-2. ラジオゾンデの放球地点（黒丸）と軌跡（細線）。

表 11-1. ラジオゾンデ観測の一覧

測点番号	日時 (日本時間)	シリアル番号	緯度	(分)	経度	(分)	気圧	気温	湿度	風向	風速	SST	最高高度	最低気圧	天気
S001	2021/2/16 8:40	8150061	31	47.864	135	55.230	1010.1	14.2	55.0	292	16.7	19.7	22749.3	34.9	晴れ
S002	2021/2/17 8:31	8150062	26	55.862	135	59.985	1013.5	19.6	55.3	251	9.4	20.8	16655.3	98.1	晴れ
S003	2021/2/18 8:28	8150063	25	23.443	139	55.334	1014.5	19.6	59.5	295	15.4	21.4	22976.8	33.9	晴れ
S004	2021/2/19 8:30	8150064	23	26.669	137	24.872	1017.6	17.3	64.5	319	9.4	23.2	21740.0	40.7	曇り
S005	2021/2/20 8:45	8150065	27	23.318	141	3.692	1021.7	15.3	44.5	324	2.4	19.5	12575.0	190.4	晴れ
S006	2021/2/20 20:37	8150066	29	30.948	143	25.649	1019.8	17.5	55.9	263	9.8	18.1	13297.8	166.9	晴れ
S007	2021/2/21 8:53	8150067	30	59.316	144	25.465	1018.7	17.4	72.0	263	10.0	17.7	20560.2	49.0	曇り
S008	2021/2/21 20:41	8150068	30	58.782	141	41.986	1018.2	19.3	61.4	269	12.5	18.5	19292.3	60.4	—
S009	2021/2/22 8:30	8150069	30	58.889	144	6.501	1019.2	19.0	62.7	251	6.3	17.4	18906.1	64.3	晴れ
S010	2021/2/22 20:30	8150070	30	29.375	143	39.700	1017.2	19.1	63.8	236	10.0	18.0	16794.3	96.7	—
S011	2021/2/23 8:31	8150051	29	30.611	140	55.351	1016.6	19.7	66.0	246	12.5	19.1	14424.4	137.4	曇り
S012	2021/2/23 20:31	8150052	29	10.190	137	93.371	1015.9	19.6	75.2	358	7.9	19.3	16433.4	100.4	—
S013	2021/2/24 8:27	8150053	28	40.001	134	45.470	1018.8	18.5	65.9	38	8.9	20.1	16962.9	90.6	—

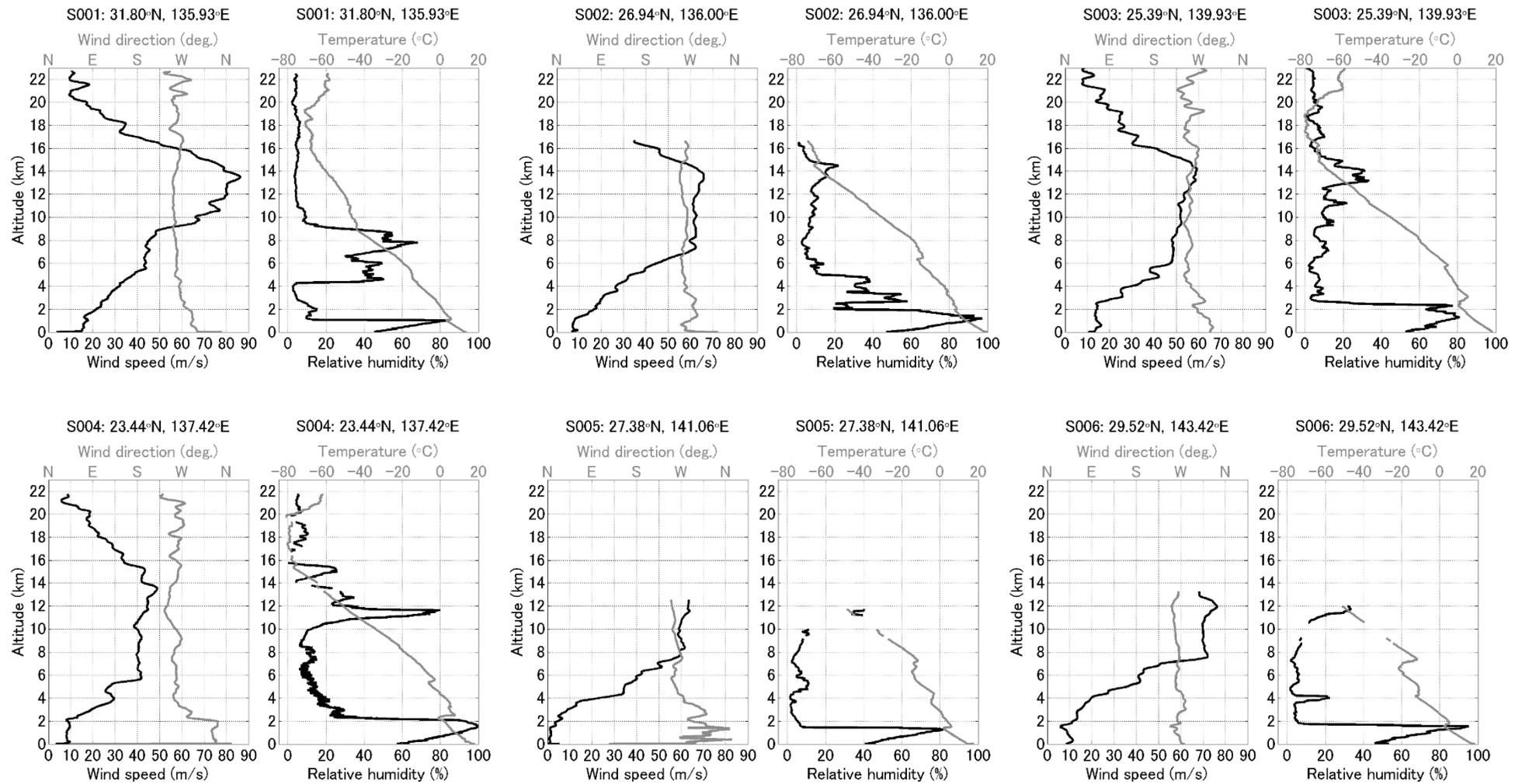
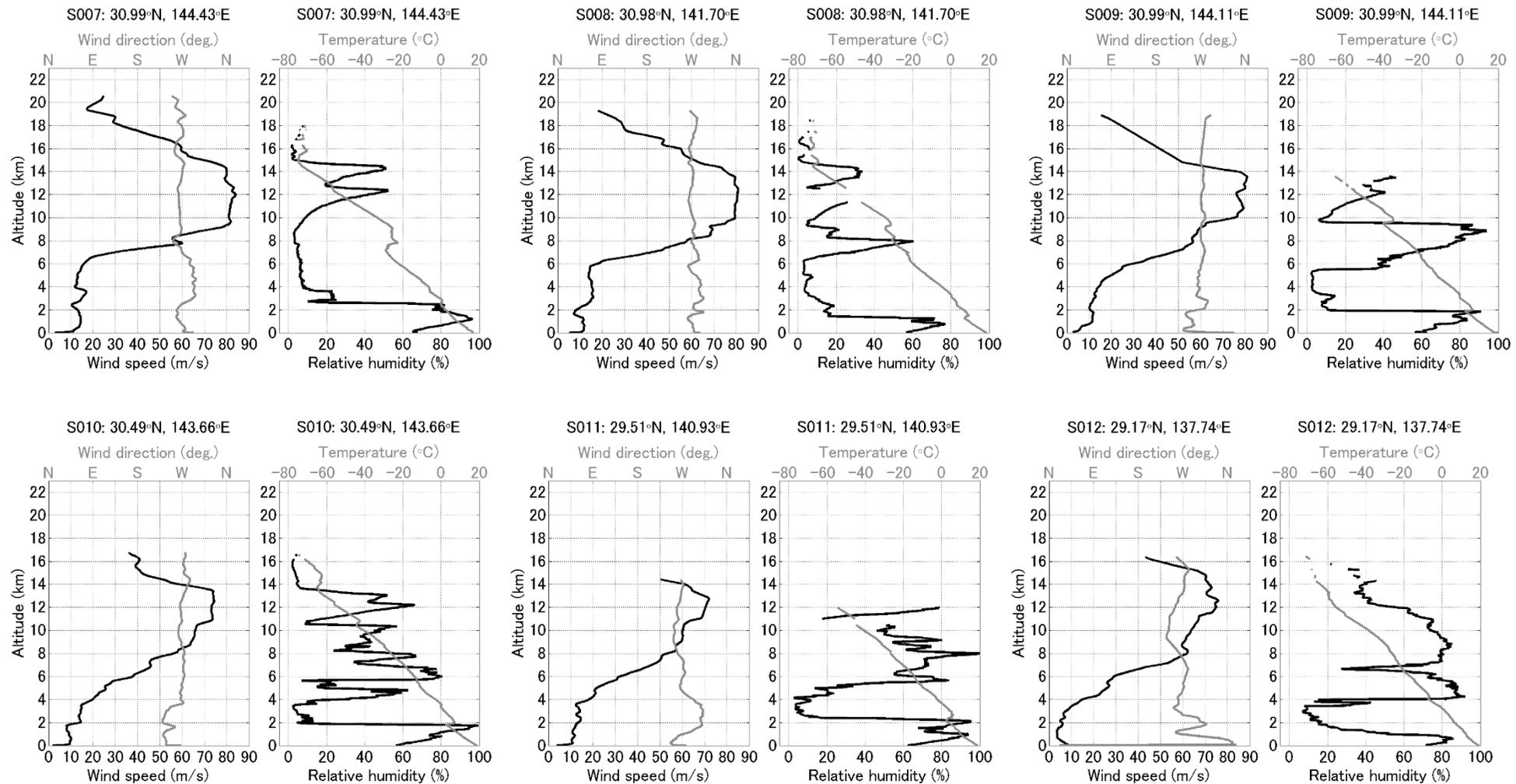
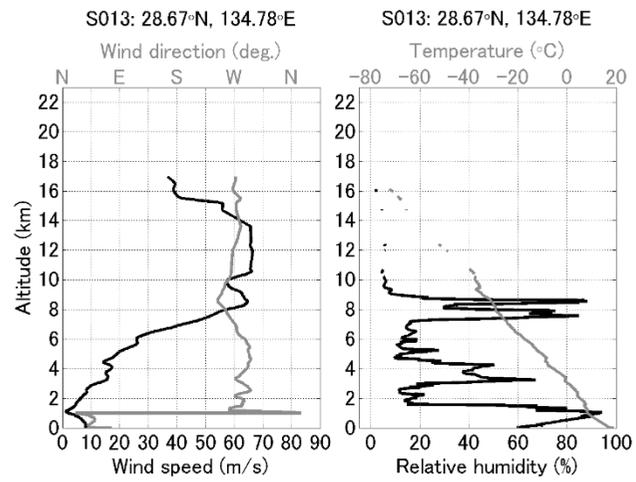


図 11-3. 各測点での風速 (右パネル、黒線)、風向 (右パネル、灰色線)、相対湿度 (左パネル、黒線)、及び気温 (左パネル、灰色線) の鉛直プロファイル。S001~S006



(図 11-3. 続き) S007~S012



(図 11-3. 続き) S013

12. マイクロ波放射計

目的

北西太平洋域の複雑な海面水温分布に対する大気の水蒸気量応答の実態把握を目的として、1分毎の水蒸気鉛直分布を推定できるマイクロ波放射計による航海中の連続観測を行った。

観測手法

古野電気製マイクロ波放射計をコンパステッキ床面に設置し、1分毎の観測を実施した（図12-1）。可降水量は陸上でのゾンデ観測で機械学習した結果を用いて推定した。

結果

期間中、8mm～33mmの可降水量の変化を捉え、放射計に搭載している感雨計が反応する直前に可降水量の増加が見られた（図12-2）。一方で、併設した雲カメラで降水が見られないときに感雨計が反応している事例も見られ、波しぶきによる誤検知が推察された。

京都大学 吉田聡



図12-1. マイクロ波放射計（左）と雲カメラ（右）の設置写真。

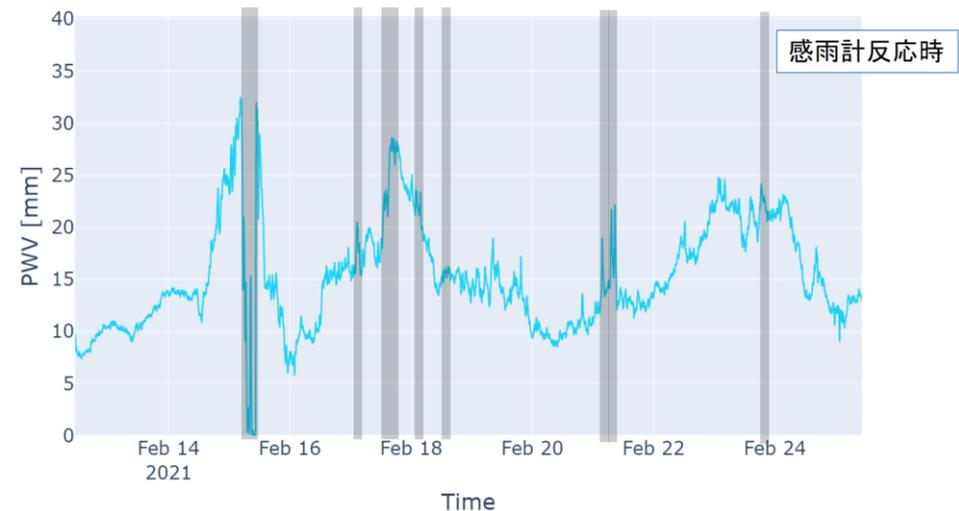


図12-2. 航海期間中のマイクロ波放射計から推定された可降水量時系列（mm，青線）。灰色部分は感雨計反応時。

13. 雲カメラ

目的

海洋上の雲分布と海面水温分布との関係を明らかにする目的で、2.5分毎に全天を撮影する雲カメラによる連続観測を実施した。

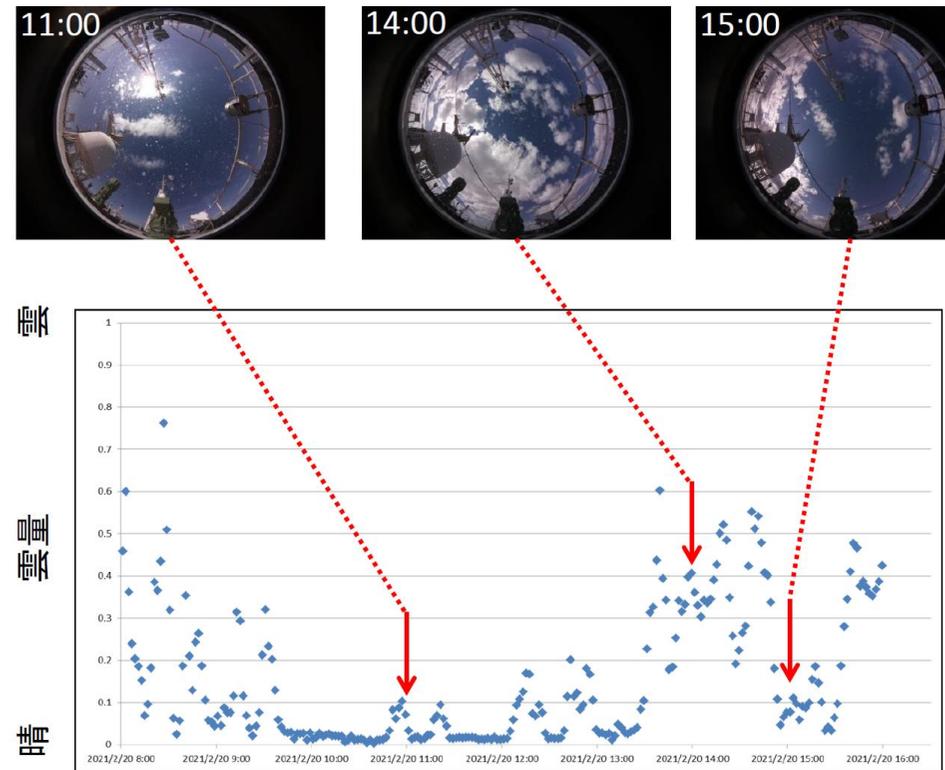
観測方法

古野電気製雲カメラをコンパステッキ床上に設置し（図12-1）、2.5分毎の全天可視画像を撮影した。画像中の固定物を取り除いた部分を全天とし、その中の雲を機械学習により判別し、その割合を雲量として求めた。

結果

2021年2月20日11時（日本時間）、14時、15時に撮影された雲画像と同日8時から16時までの雲量時系列を図13に示す。雲量10%程度の晴天時から50%程度の曇天の時間変化を捉え、10分程度で起こる雲量急変も観測することができていた。

京都大学 吉田聡



2021/02/20 8:00~16:00
図13. 2021年2月20日8時~16時（日本時間）の雲量時系列（青点）と11時、14時、15時の全天可視画像。

14. GNSS可降水量

JAMSTEC 藤田実季子

目的

北西太平洋海域の海面水温分布に対応する水蒸気の絶対量と変動特性の把握のためGNSS搬送波を観測を実施した。

観測方法

GNSS2周波受信機は第3研究室に、アンテナは第3研究室の上のデッキ左舷側に設置した(図1)。観測終了後に搬送波の水蒸気による遅れ(湿潤遅延量)を推定し可降水量に変換した。

使用機器

受信機：ライトハウス SEKIREI-L9P

アンテナ：Hemisphere A45

解析結果

図2に示すように、低気圧の通過に伴う可降水量の変動が観測された。~~一方で、推定した湿潤遅延量と座標値の精度が悪い状態が比較的多く、周辺の発信電波によるノイズの影響と考えられる。アンテナの設置場所の検討が必要である。~~[\[2021/10/01修正\]](#)
[データデコードをやり直し再計算した\(KH21-01_v2_10min.pwv\)。](#)



図1:GNSSアンテナ

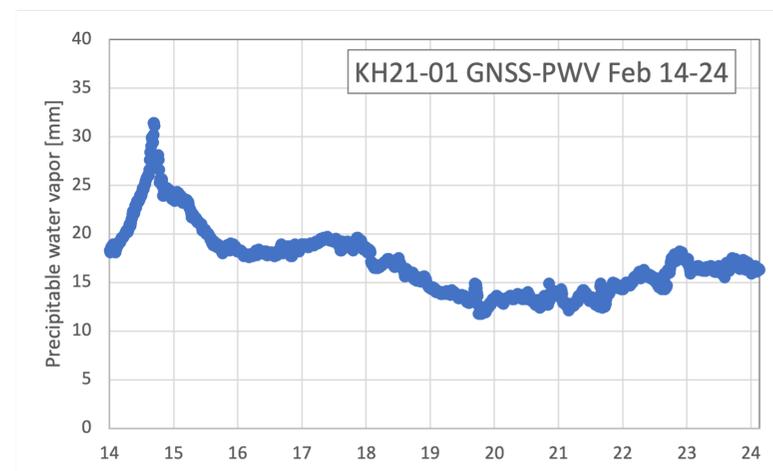


図2:可降水量時系列[\[2021/10/01修正\]](#)

15. 短波・長波放射計

東京海洋大学 小橋史明

目的

航海中の海面熱フラックスの変動を調べるために、全天短波放射と下向き長波放射を計測した。

観測

Kipp&Zonen社製の測器を使用した。

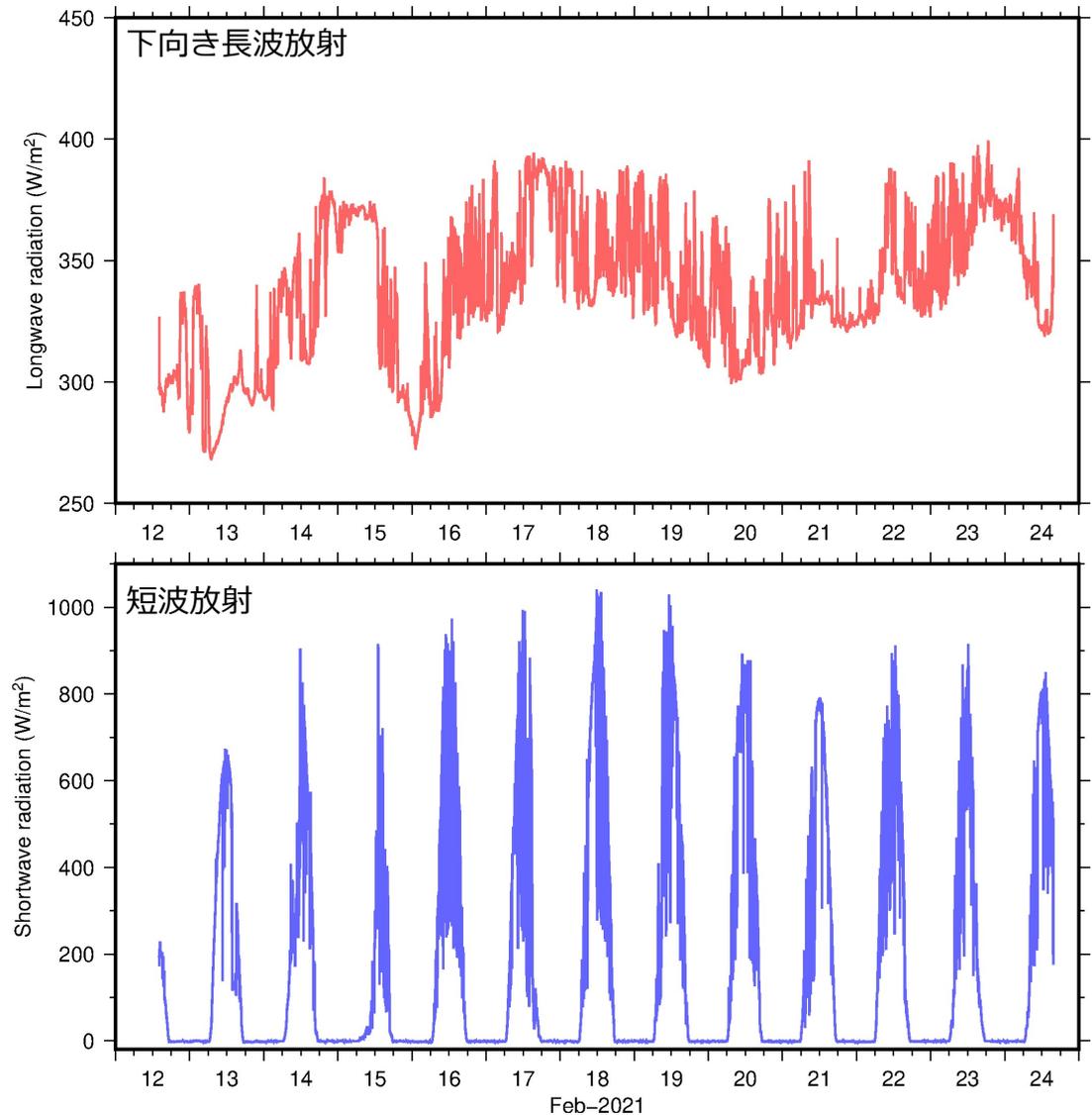
全天日射計 CPR-CMP-21 (0.29 ~ 2.8 μm)

赤外放射計 CPR-CGR4 (4.5 ~ 42 μm)

放射計には結露防止用のファンを取り付けた。コンパステッキの船首側に設置し連続観測を行った。データは1分毎に記録した。

結果

下向き長波放射および短波放射の時系列を右図に示す。長波と短波放射には数日程度の変動が見られ、航海中に通過した低気圧と高気圧との関係が示唆される。高気圧に覆われた16日以降は、長波と短波に短周期の変化がよく見られる。これは散在した雲の影響と考えられ、シーロメータの雲底高度の変化とも整合する。



16. シーロメータ

東京海洋大学 小橋史明・村山利幸

目的

航海中の雲底高度および大気の後方散乱のプロファイルを連続計測し、雲底高度と大気境界層のエアロゾルを調べる。

観測

シーロメータ（Vaisala, CL31）をコンパステッキの船首側に設置した。CL31の鉛直分解能は10 m，最大計測高度は7.7 kmである。本航海では、計測間隔を15秒とした。雲底高度は、Vaisalaの検出アルゴリズムにより各時刻最大3つまで検出される。

処理

船体動揺の影響を軽減するため5分毎のデータを作成して解析に使用した。雲底高度は5分間の最頻値として、後方散乱係数は5分間の単純平均としてそれぞれ計算した。5分毎の雲底高度は、15秒毎に計測された雲底高度の変化とおおよそ一致する（図1）。

結果

高度7.7 kmまでの後方散乱係数のプロファイルと雲底高度の時間変化を図2に示す。観測中の雲底の平均高度はおおよそ1.4 kmで、1 km程度の変動が見られる。

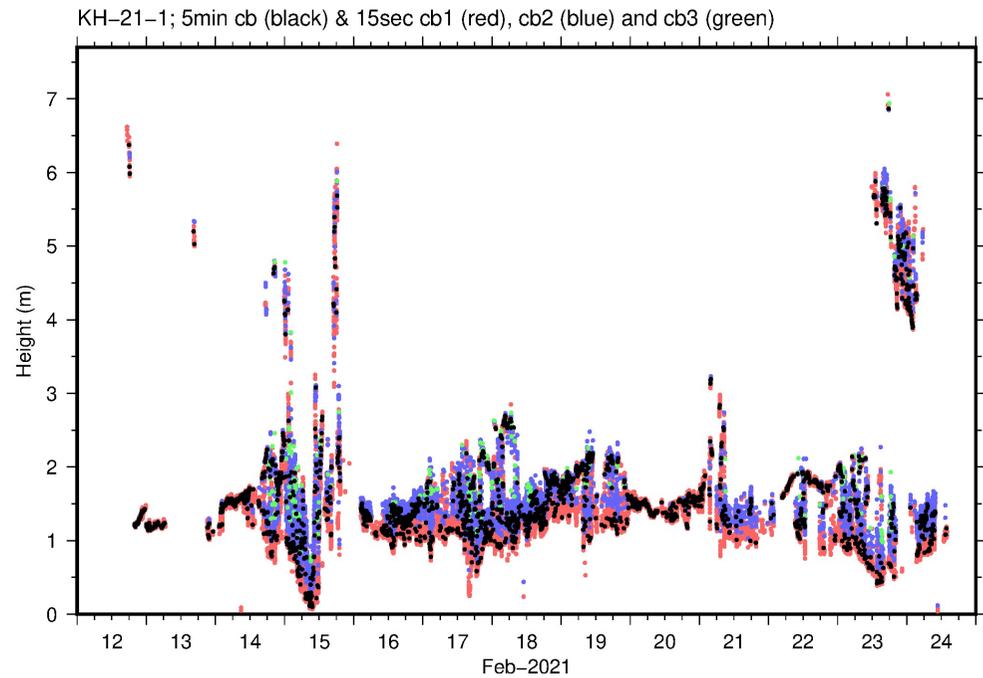


図1. 15秒毎の雲底高度（第1雲底が赤色，第2雲底が青，第3雲底が緑）と5分間毎の雲底高度の最頻値（黒）

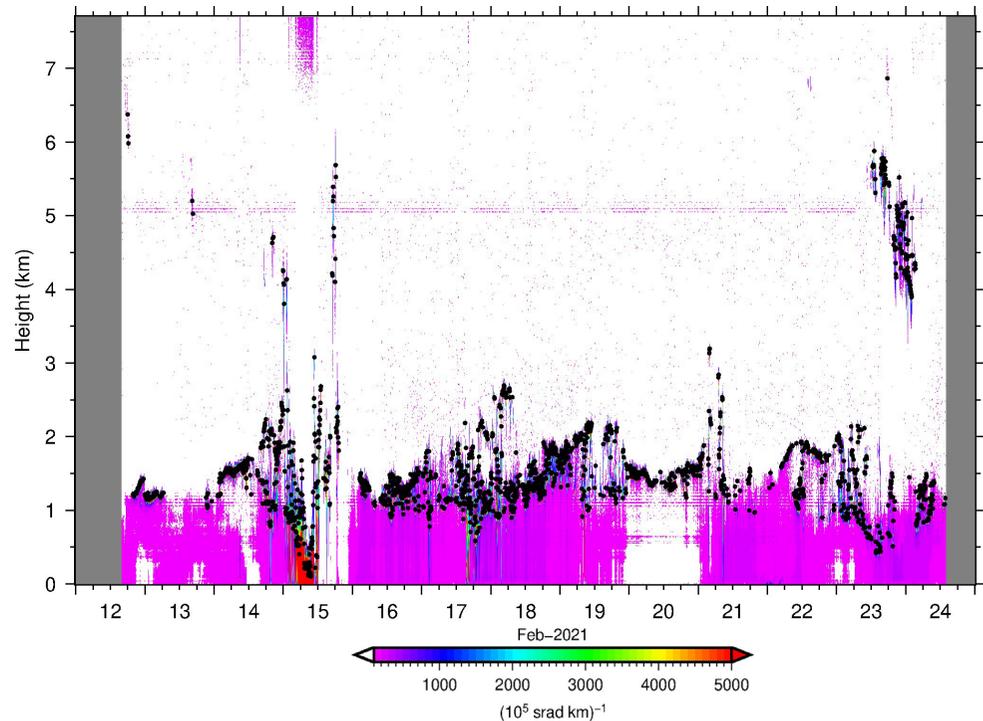


図2. 5分平均の後方散乱係数と5分間毎の雲底高度の最頻値（黒点）

結果 (続き)

高度3 kmまでを拡大した後方散乱係数を図3下に示す。雲底より下に見られる大きな後方散乱係数 (赤色) は降雨を表し、小さい係数 (薄紫色) は海塩粒子などのエアロゾルを表す。海上気象要素と比較すると、大気境界層の後方散乱係数は、低気圧の通過に伴い雨が降った後、15日午後に低下していたことがわかる。また、20日も境界層の後方散乱係数が小さい。この時、海面気圧は前後に比べて若干高く、観測点は高気圧に覆われていた。風は弱く、風向きは北西から北寄りに変化した後であった。また、気温は前後に比べて低い。風速の低下による海塩粒子の減少や、風上から輸送されてくるエアロゾルの量や種類が風向の変化により変わったことが、後方散乱係数の低下の原因として考えられる。

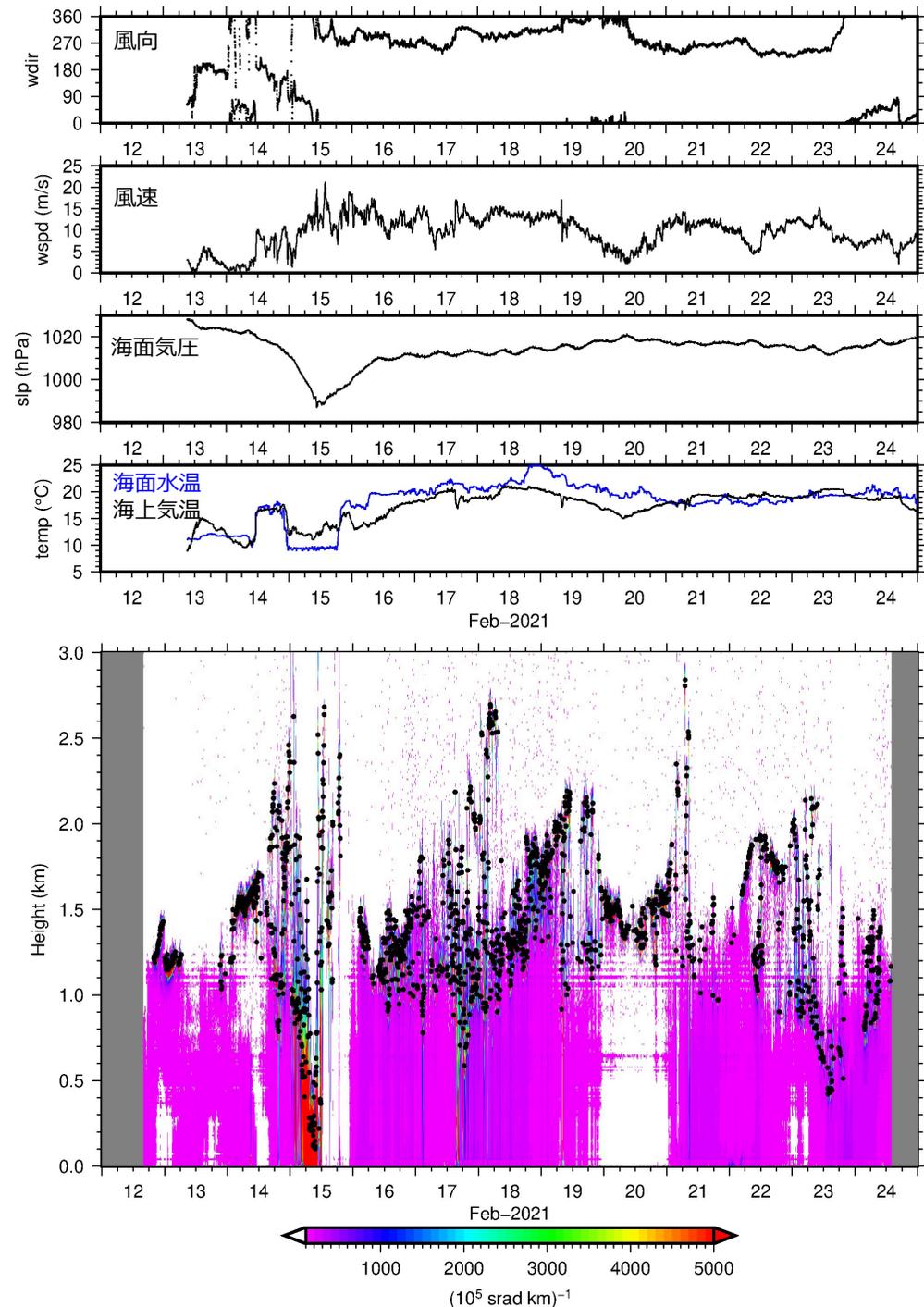


図3. 上図は船舶により観測された海上気象要素. 下図はシーロメータ観測の後方散乱係数 (カラー) と雲底高度 (黒点) .

17. 全炭酸・全アルカリ度・pH

担当: 小杉 如央(気象研究所)

採水

水深 0 m はデッキから海面に下ろしたバケツで、その他の深度については CTD に備え付けたニスキン採水器で採取した海水を、シリコンチューブを用いてホウケイ酸ガラス製ボトル(容量約 250 cm³)に導入した。満水後 20 秒間オーバーフローをさせ、瓶内を空気に触れていない海水で置換した。全炭酸・全アルカリ度はまとめて一つのボトルに、pH は別ボトル(規格は全炭酸・全アルカリ度と同一)に採水した。採水後直ちにガラス製の蓋をし、採水後 1 時間程度の後には蓋を開け、ヘッドスペース作成のために 2 cm³ の海水をピペットで抜き取り、生物活動を停止させるために 0.2 cm³ の飽和塩化水銀(II) 溶液を添加した。その後アピエゾン L グリースを塗った蓋でボトルを完全に密閉し、金属製クリップで蓋を押さえた状態で気象研究所へと輸送した。

測定

全炭酸

全炭酸は全炭酸測定装置(日本アンス社製)を使用し、電量滴定法で測定した。詳しい測定方法は”Guide to Best Practices for Ocean CO₂ Measurements”の Chapter4 SOP2 ”Determination of total dissolved inorganic carbon in sea water”の日本語版を参照のこと。同ガイドラインは https://www.ncei.noaa.gov/access/ocean-carbon-data-system/oceans/Handbook_2007/Japanese/SOP_2.pdf からダウンロード可能である。

全アルカリ度

全アルカリ度は全アルカリ度測定装置(日本アンス社製)を使用し、開放型セルによる一点滴定法で測定した。詳しい測定方法は海洋観測ガイドライン Vol. 3 Chap. 5 「全アルカリ度」の項を参照のこと。同ガイドラインは <https://kaiyo-gakkai.jp/jos/guide/download> からダウンロード可能である。

pH

pH は pH 測定装置(日本アンス社製)と分光器(Agilent 社製、Agilent 8453)を使用し、m-クレゾールパープル(Acros Organic 社製、Indicator-grade)を指示薬とした吸収分光法により測定した。使用した m-クレゾールパープルには不純物が含まれているため、Douglas and Bryne [2017]の方法で含有され

る不純物の量を推定した。分光器で測定された 434 nm と 578 nm における吸光度 (ベースライン; 730 nm 補正済み) をそれぞれ $A_{434\text{ obs}}$ 、 $A_{578\text{ obs}}$ とした。見かけの吸光度比 R_{obs} は、

$$R_{\text{obs}} = \frac{A_{578\text{ obs}}}{A_{434\text{ obs}}}$$

と表される。 $A_{434\text{ obs}}$ は純粋な m-クレゾールパープルによる吸光度 $A_{434\text{ pure}}$ と不純物による吸光度 $A_{434\text{ imp}}$ の和である。また、不純物は 578 nm の吸光度に影響をしないため、 $A_{578\text{ obs}} = A_{578\text{ pure}}$ である。よって R_{obs} は

$$R_{\text{obs}} = \frac{A_{578\text{ pure}}}{A_{434\text{ pure}} + A_{434\text{ imp}}}$$

と表わすことができる。純粋な m-クレゾールパープルによる吸光度比 R_{pure} は

$$R_{\text{pure}} = \frac{A_{578\text{ pure}}}{A_{434\text{ pure}}}$$

と表わすことができるため、 R_{pure} は $A_{434\text{ obs}}$ と $A_{434\text{ imp}}$ を用いて、

$$R_{\text{pure}} = R_{\text{obs}} \times \left(\frac{A_{434\text{ imp}}}{A_{434\text{ obs}} - A_{434\text{ imp}}} \right)$$

となる。ここで、 $A_{434\text{ imp}}$ は高 pH (≈ 12) の水酸化ナトリウム・塩化ナトリウム混合溶液の測定結果から、0.0039 とした。

最終的に以下の Liu et al. [2011] の式を用いて pH_T を決定した。

$$\text{pH}_T = a + \frac{b}{T} + c \times \ln(T) - dT + \log \left(\frac{R_{\text{pure}} - e_1}{1 - R \frac{e_3}{e_2}} \right)$$

ここで、 $a = -246.64209 + 0.315971S + 2.8855 \times 10^{-4}S^2$

$b = 7229.23864 - 7.098137S - 0.057034S^2$

$c = 44.493382 - 0.052711S$

$d = 0.0781344$

$e_1 = -0.007762 + 4.5174 \times 10^{-5}T$

$e_3/e_2 = -0.020813 + 2.60262 \times 10^{-4}T + 1.0436 \times 10^{-4}(S - 35)$

ここで T は測定時のサンプル温度(K)、 S はサンプルの塩分である。

1次QCと品質フラグの付加

以下のサンプルは、品質フラグ4(異常値)を付けた。

測点番号	ニスキン番号	深度	パラメータ	フラグ	理由
C001	11	450	全炭酸	4	上下逆転がみられた。サンプル取り違えの可能性
C001	11	450	全アルカリ度	4	上下逆転がみられた。サンプル取り違えの可能性
C002	8	700	全炭酸	4	ニスキンボトル正常に閉じず
C002	8	700	全アルカリ度	4	ニスキンボトル正常に閉じず
C002	8	700	pH	4	ニスキンボトル正常に閉じず

18. 航走二酸化炭素・メタン分圧($p\text{CO}_2/p\text{CH}_4$)

担当: 小杉 如央(気象研究所)

サンプル

大気サンプルはコンパスデッキに設置した取り込み口から7研に PFA チューブ(約 80 m)で導入した。海水サンプルは7研の研究用海水蛇口から海水を、スチールウールフィルタに通して生物粒子を取り除いた後、流量毎分 3-4リットルでシャワー型平衡器(気体部体積約 500 cm³)へ導入した。平衡器内で海水と十分平衡に達した空気を、冷却装置と過塩素酸マグネシウム管に通して十分に除湿したのちにキャビティーリングダウン型測定器(G2301, Picarro 社製)へと流量毎分約 500 cm³ で導入し、二酸化炭素及びメタン濃度を測定した。

水温・塩分の校正

白鳳丸の気象データには2つの水温が記録されている。水温(1)は船外の水温、水温(2)は船内第7研究室の研究用海水の水温である。また、 $p\text{CO}_2$ 測定装置内にも水温計が設置されている。これらの値は校正されていないため、そのまま使用することは推奨されない。また、水温については船外から船内に導入される際に昇温が見込まれるため、以下の方法で校正を行った。

船外の水温(1)については、CTD の 24 番ニスキンボトル(水深 10 m)のトリガー時に CTD で観測された水温と比較して、平均で 0.3°C 低かった。そのため、水温(1)の値に+0.3°C の補正をしたものを船外の水温とした。

平衡器内に設置した水温計の読み値は、平衡器に入る海水を温度計で測定した値と比較して 0.1°C 高かった。船内の水温については、平衡器内に設置した水温計の値に-0.1°C の補正をしたものとした。

双方補正済の船内外の水温には 1°C 程度の差があるが、これは海水が船内の配管を通過する間に温められて昇温した分に相当する。

塩分は気象データが CTD と比較して平均で 0.017 低かったため、気象データの塩分に+0.017 の補正をした。

測点	24 番トリガー 時刻 [GMT]	CTD 水温 [°C]	CTD 塩分	水温(1) [°C]	船外水温 [°C]	平衡器内 水温 [°C]	船内水温 [°C]	気象データ 塩分	補正済 塩分
C001	2/16 14:54	20.4858	34.7981	20.1	20.4	21.48	21.38	34.783	34.800
C002	2/17 04:51	22.3309	34.8725	21.8	22.1	23.23	23.13	34.851	34.868
C003	2/19 16:01	20.9032	34.7996	20.7	21.0	21.89	21.79	34.785	34.802
C005	2/21 13:55	19.5276	34.8171	19.4	19.7	20.71	20.61	34.801	34.818
C006	2/22 05:25	18.9050	34.7909	18.6	18.9	20.31	20.21	34.774	34.791
C007	2/22 22:25	20.0642	34.8251	20.0	20.3	21.34	21.24	34.810	34.827

気圧の校正

本航海では、出港翌日から低気圧通過による荒天を避けるため伊勢湾で待機した。待機地点は津地方気象台から直線距離で約 16 km と近く、気象台で観測された海面更正気圧と船に備え付けの気圧計を比較することで気圧の校正を行った。

船の気圧計の値は津の海面気圧と比較して平均で 2.5 hPa 低かったため、船の気圧計に+2.5 hPa の補正をしたものを船外の気圧とした。平衡器内の気圧を測定するために設置されている気圧計で測定した 7 研の室内気圧は津の海面気圧より平均 0.5 hPa 低かったため、+0.5 hPa の補正をした。

時間[日本時間]	津_海面気圧 [hPa]	船気圧計 [hPa]	7 研室内気圧 [hPa]
2021/02/15 00:00	1012.9	1010.6	1012.97
2021/02/15 01:00	1012.4	1010.3	1012.39
2021/02/15 03:00	1008.3	1006.2	1008.39
2021/02/15 04:00	1006.1	1004.2	1006.03
2021/02/15 05:00	1004.3	1002.2	1004.30
2021/02/15 06:00	1002.5	1000.2	1002.25
2021/02/15 07:00	1000.5	998.3	1000.21
2021/02/15 08:00	999.3	996.0	997.93

2021/02/15 09:00	996.4	993.5	995.24
2021/02/15 10:00	994.3	991.6	993.27
2021/02/15 11:00	991.9	988.6	990.79
2021/02/15 12:00	991.9	989.5	991.45
2021/02/15 13:00	991.3	988.5	990.50
2021/02/15 14:00	992.9	990.2	992.03
2021/02/15 15:00	994.3	991.6	993.88
2021/02/15 16:00	994.0	992.2	994.35

計算

式(1)により二酸化炭素濃度(XCO_2)から二酸化炭素分圧(pCO_2)を計算した。

$$pCO_2 = XCO_2 \times (P - P_{H_2O}) \quad (1)$$

ここで、 P は観測時の気圧(大気の場合は船外気圧、海水の場合は平衡器内の気圧)、 P_{H_2O} は観測時の表面海水の水温・塩分における飽和水蒸気圧である。飽和水蒸気圧の計算には、Weiss and Price, (1980)による式を採用した。式の詳細は気象庁海洋観測指針(1999)、142 の 24 ページを参照。

測定で得られた pCO_2 は、船内配管での昇温を含んだ平衡器内の水温(T_{eq})における値($pCO_{2@T_{eq}}$)である。船外の水温(T_{insitu})における $pCO_{2@T_{insitu}}$ は以下の式(2)から計算した[Takahashi et al., 1993]。

$$pCO_{2@T_{insitu}} = pCO_{2@T_{eq}} \times EXP \left\{ 0.0433(T_{insitu} - T_{eq}) - 4.35 \times 10^{-5} \times [(T_{insitu})^2 - (T_{eq})^2] \right\} \quad (2)$$

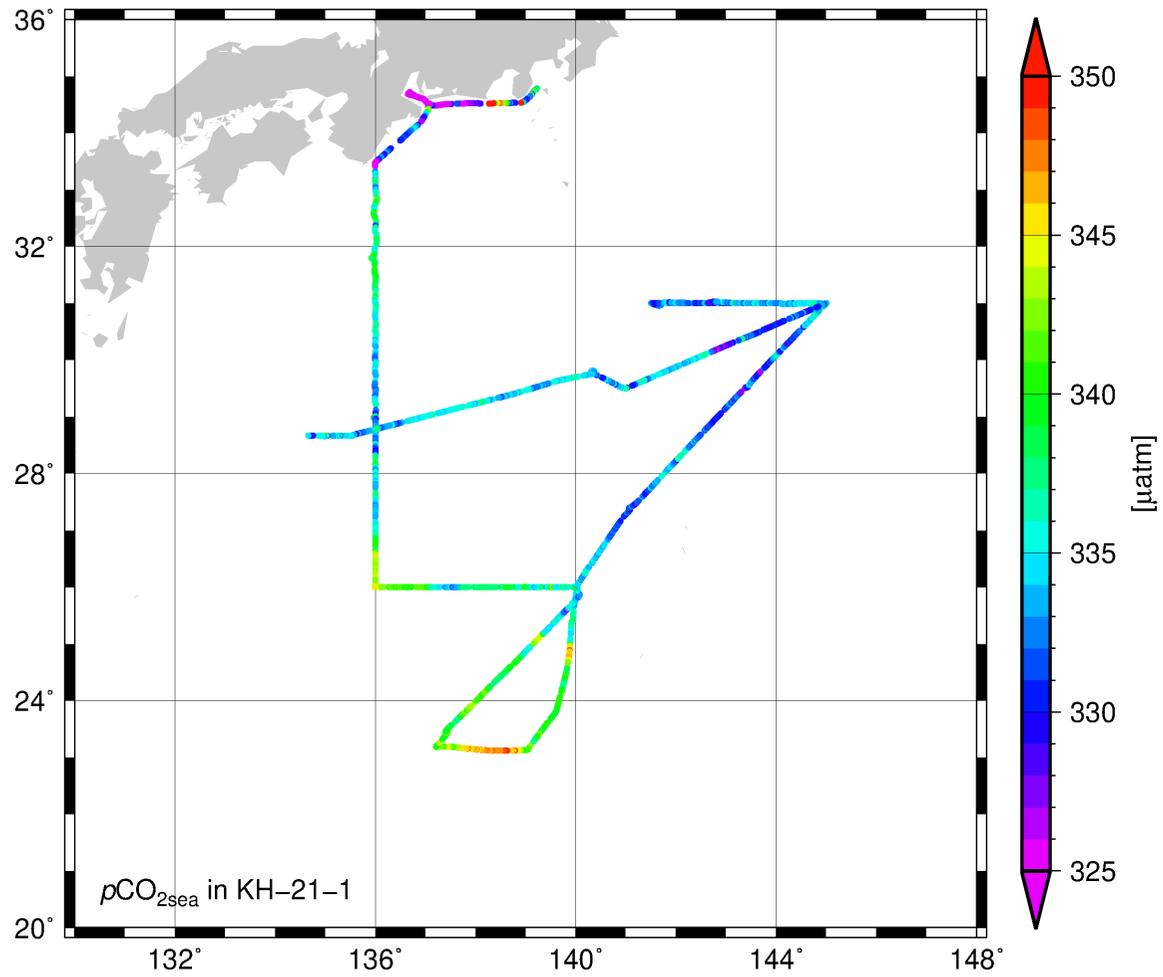
校正

3本の異なる濃度の CO_2/CH_4 標準ガスを各々概ね1日あたり1回測定することにより、装置の校正および安定性チェックを行った。

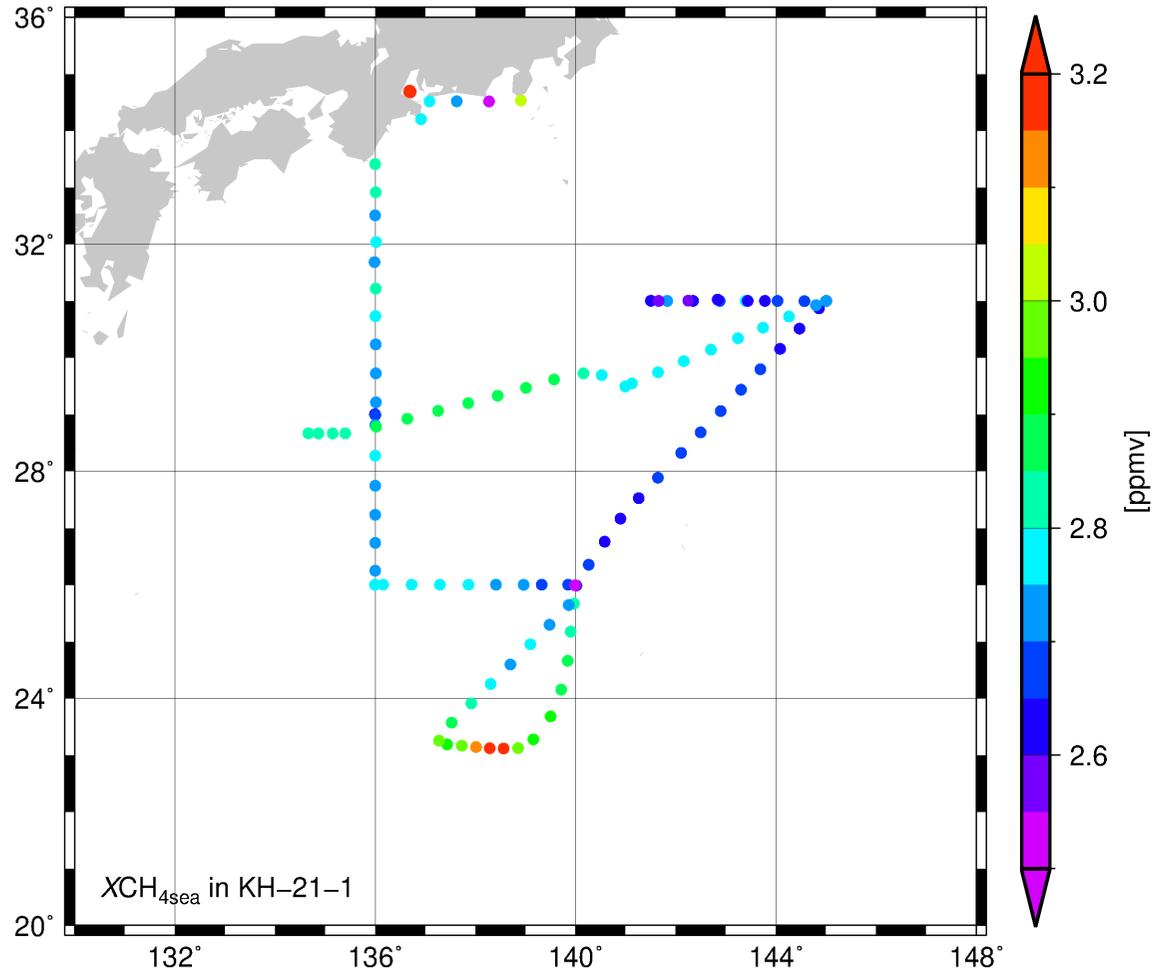
航海中の各標準ガスの測定結果にドリフトはみられなかった。標準ガスの測定結果の標準偏差は CO_2 で 0.05 ppmv 以下、 CH_4 で 0.001 ppmv 以下であった。

測定結果

表面海水中二酸化炭素分圧



表面海水中メタン濃度



19. 放射性セシウム測定用採水

熊本雄一郎（海洋研究開発機構）

岡英太郎（東京大学大気海洋研究所）

（1） 目的

2011年3月の福島第一原子力発電所事故によって、北太平洋に放出された放射性セシウムは、黒潮・黒潮続流南側における深い鉛直滞留によって亜表層に運ばれ、亜熱帯モード水の移流に伴って深度200～400mを南に輸送された。本課題は、その福島事故起源放射性セシウムを追跡することにより、北太平洋亜熱帯モード水の循環を定量的に議論することを目的とする。

（2） 海水試料採取

海水試料は、観測点 C006（2021年2月21日、北緯31.0度/東経145.0度）にて、ポンプ及びCTD/採水器を用いて鉛直的に採水した。採水層は、表面水（ポンプ汲上水）、100、200、300、400、600、800mの7層とした。各層で40リットル（20リットルロンテナ2個）採水した。

（3） 分析

陸上の実験室に持ち帰った海水試料中の放射性セシウムは、リンモリブデン酸アンモニウムを使って濃縮する。その後、Ge半導体検出器を用いてガンマ線を計測することによって放射性セシウム濃度を求める。

以上

20. アルゴフロートの投入

細田滋毅（海洋研究開発機構）

○観測概要

亜熱帯、中央モード水の水塊や表層混合層深度、北太平洋中層水の空間的分布や時間変動を捉えるために、北西太平洋亜熱帯域に BGC Argo フロートの 5 台の投入を行った（図 1）。ほぼ同時期の気象庁観測船と連携し、DO センサー付き、および DO+pH センサー付き合計 13 台投入することで、広域を網羅する予定である。また、投入と同時に実施される CTD 観測と採水データにより、それぞれのセンサーの補正を行い、Argo のデータフローに則り速やかに公開しつつ、科学的に意味のある精度の高いデータが得られるようにする。

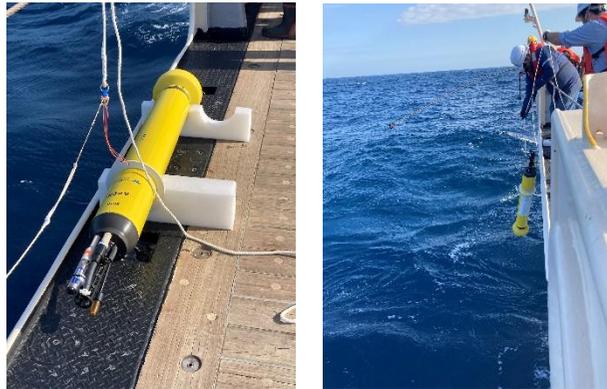


図 1：観測前準備（左）と、投入時（右）の写真。

○フロートと投入関連情報

表 1 と表 2 に投入フロートのスペック、種類、投入位置と時間をまとめた。

表 1. フロート種別と観測ミッション

Float type	1) APEX (CTD) 2) BGC APEX (CTD+DO) 3) BGC APEX (CTD+DO+pH) (米国 Teledyne Webb Research 社製)
Sensors type	CTD: SBE41 (Sea-Bird Electronics Inc.) DO: ARO-FT (RINKO) (JFE アドバンテック社製) pH: SEAFET (Sea-Bird Electronics Inc.)
観測周期	5 日
データ通信	イリジウム送受信機 (RUDICS)
観測深度	2000 dbar
漂流深度	1000 dbar
Sampling layers	2dbar 間隔 (DO は 4 dbar 間隔)

表 2 投入情報

測点 番号	Float S/N, WMOID	投入日時 (UTC)	投入位置 (北緯・東経)	Float type
----------	------------------------	---------------	--------------	---------------

A001	9014,	2021/2/16	28 58-413	136 00.736	BGC
	2903615	15:30			APEX ²⁾
A002	9019,	2021/2/17	25 59-917	135 59.917	BGC
	2903648	05:31			APEX ³⁾
A003	8792,	2021/2/17	25 59.890	135 59.395	APEX ¹⁾
	2903649	05:34			
A004	9013,	2021/2/19	25 59.119	139 59.556	BGC
	2903652	16:33			APEX ²⁾
A005	9011,	2021/2/21	31 00.02	141 30.6	BGC
	2903653	14:33			APEX ²⁾
A006	9018,	2021/2/22	30 59.975	145 00.144	BGC
	2903654	06:02			APEX ³⁾

○取得データについて

投入後すべてのフロートで翌日に最初のプロファイルデータが取得できた (図 2)。データ品質管理等詳細情報は今後順次確認をすすめるが、水温、塩分データはおおむね良好、酸素は $10 \mu \text{mol/kg}$ 程度の負のバイアスがかかっていたが、投入時採水データ等を活用して補正する予定。pH は補正方法も含めて今後検討を進める。

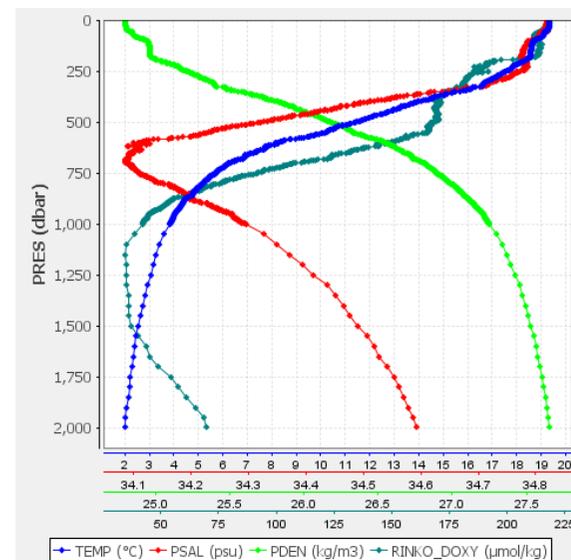


図 2：観測プロファイル例 (青は、水温、赤は塩分、緑はポテンシャル密度、青緑は酸素を示す)。

○データ公開について

本観測で取得したデータは、Argo で決められたデータフローに則って、品質管理を行ったうえで全球アルゴデータセンター (GDAC) より公開される (<http://www.argodatamgt.org/Access-to-data/Access-via-FTP-or-HTTPS-on-GDAC>)。なお、溶存酸素、pH センサー出力値は、投入時船舶観測等のデータを用いて補正されたのち公開する予定。

21. 水中グライダー投入

担当: 小杉 如央(気象研究所)

陸上担当: 遠山 勝也(気象研究所)

気象研究所で所有する水中グライダー(Slocum 社製、Slocum G2)は、アルゴフロートと同様に水中を潜行、浮上中に各種パラメータの測定をすることが可能な機器である。海水の流れによって移動するフロートとは違い、水中グライダー陸上からの通信で指定した緯度経度へ向けて海中を航行することが可能である。本グライダーには CTD(水温、塩分、圧力)と溶存酸素センサーRINKO、クロロフィル、濁度計を搭載している。

気象研究所では KH-21-1 航海において水中グライダーを亜熱帯モード水形成域に投入し、モード水の形成直前から、表面が季節躍層でキャップされる過程を観測する予定だった。しかし、投入直前になりグライダー内部の気密が保持できていない可能性が出てきたため、投入を中止し気象研に持ち帰ることとした。

原因についてはまだ不明だが、晴天時にデッキ上にグライダーを設置した場合、直射日光によりグライダー内部が気温と比較してかなり高温となることも想定される。この場合、内部温度の上昇によって内部の圧力が上昇、すなわち真空度が低下するが、この現象を気密の破れと認識していた可能性がある。

時系列(全て日本標準時)

1/06 気象研でグライダーの水槽テスト、気象研で最後の真空引きを行った。
 2/09 10:00 気象研内で最後に内部の真空度をチェックした。
 2/10 09:00 グライダー気象研から発送

2/11 11:00

KH-21-1 積み込み。船上でグライダーの通信テスト。
 テスト終了後はデッキ上に設置したグライダーのケースに格納。
 東京出港

2/14 09:00

出港後、初めて格納ケースからグライダーを出し、デッキ上に設置した水槽で水槽試験を実施。グライダー全体の重量と前後バランスは問題なかったがグライダー内部の真空度が積込時に比べて温度変化では説明できないほど低下していたため、一度内部を開けてポンプで再度真空引きすることに。

2/20 16:00

グライダーを開けて筐体の接続部 O リングをグリスアップ、ポンプで真空引き

2/21 06:00

1 回目は内部圧力の上昇=外部からの流入が見られたが、2 度目の真空引きでは成功したようなので 1 昼夜様子を見ることに。

2/21 21:00

真空度チェック、異常なし

2/22 09:00

真空度チェック、異常なし

2/22 12:00

C006 点でデッキにグライダーを出して最終チェック。真空度異常なし。
 投入可能と判断。

2/22 14:00

海況悪化のため、グライダー投入を延期。一旦デッキ上ケースに収納。

2/23 06:00

C007 点でデッキにグライダーを出して最終チェック。

2/23 07:30

真空度が下がっていたため、陸上に状況を報告
 陸上からグライダーの気密を保証できないため、投入中止の指示。

22. 乗船感想文

白鳳丸 KH-21-1 次航海 感想文

東北大学大学院理学研究科 M2
三部文香

今回の航海は私にとっては二回目でした。しかし一回目の航海は3年半ほど前で、航路は甲板上でLINE通話ができるほど陸に近く、期間も5日間と短いものであり、今回のような行程の航海は初めてでした。乗船前は非常に多くの心配を抱えていましたが、いざ航海が始まってみると心配事はみな吹き飛んでしまうほど刺激的な日々でした。

白鳳丸は乗船経験のある研究室の先生方や先輩方からいくらか話は聞いたことはありましたが、実際に乗船するのは今回が初めてでした。大きいとは聞いているけれどどのくらい大きいのか、船内で迷ってしまわないか、居室やお風呂はどうなっているのか、ご飯はおいしいのか……ネットで調べても当然めぼしい情報は得られず、勝手に想像して期待や不安を膨らましていました。航海が終わった今、不安はみな杞憂に終わったと感じています。船は確かに大きく最初は何度か迷いましたが日が経つにつれ目的地へ自然にたどり着けるようになり(ただし帰港直前になっても3甲板で船首側と船尾側を間違えました)、居室やシャワー、浴室は想像の20倍くらい快適でした。ご飯については、幸いにしてほとんど船酔いしなかったため最初は毎食完食していたくらいおいしかったです。特に23日の夕食のメニューにあったステーキは、あまりにもおいしくて心の中で「え、

うま……」と20回くらい言っていました。ただ、途中でこのままでは太ると気づいて節制し始めました。

観測についても初経験のことが多くありました。XCTDは概念はすでに知っておりランチャーを見たこともありましたが、実際に観測を行うのは初めてでした。未経験者には「衝撃がすごいから気を付けて」と言うのが恒例のようですね。私も今後未経験の後輩とXCTDを打つ機会があったらしっかり伝えようと思います。また8・0ワッチだったためゾンデ放球にたくさん関わらせていただきました。自分の手から離れていったゾンデがはるか上空へと旅立っていく姿に、何とも言えぬ切なさを感じました。そのほかCTDによる鉛直プロファイルを眺めたり、腕まで濡らしながら採水を行ったり、波のはざまへと旅立っていくアルゴフロートを見送ったりと、観測の現場にたくさん立ち会ったことで、いつも当たり前のように使っていたデータに対するありがたみを強く感じました。

この航海を通じて出会ったたくさんの方々も、強く印象に残っています。研究者の方々は研究と観測に真摯に向き合う一方で、私たち学生にも気さくに話しかけてくださり、真面目なこともそれほど真面目でないこともたくさん聞かせていただきました。そして観測結果を前に和気あいあいと議論している様子は、私の眼にはとても生き生きと映りました。また、ややもすると退屈にもなりかねない日々は、学生の皆さんのおかげで楽しいものとなりました。コロナ禍の状況が続いた後ということもあり、他大のみならず同じ東北大の人たちとも新鮮な気持ちで友好を深めることができました。瀬良君を野球ゲームでボコボコにしたこと、西平君が強さの片鱗を見せた初心者麻雀、女の子たちとの恋バナ(私の話ばかりだった気もしますが)、どれも素晴らしい思い出です。

そして何よりも、大海原のど真ん中という船だからこそその環境が刺激的でした。眼前に広がる大海原を見たとき、ふとこの世界は海に沈んで私た

ちが最後の人類となってしまったのかもしれない, という考えが胸をよぎったことをよく覚えています. これほどまで海の広さを感じたのは人生で初めてでした. あの大海原は, ぜひもう一度見に行きたいです.

最後になりますが, 主席研究員の岡さんをはじめとした乗船研究員と観測技術員の方々, 8-0 ワッチの皆さん, 航海を支えてくださった船員の方々に心よりお礼申し上げます. これから生まれ変わる白鳳丸の航海, あるいは学会などの場でまた皆様とお会いできる日を楽しみにしております. ありがとうございます.

Hakuho Maru KH-21-1 Cruise Impression

東北大学大学院理学研究科 D1

Hanani Adiwira

During my undergraduate study in Indonesia, I've got on small boats a couple of times, and never I had seasick. The wave was kind of rough, but I could manage to get through it all just fine. Those experiences gave me confidence for this cruise, I thought I won't feel seasick at all throughout the cruise. But how wrong I was. It was totally different than what I experienced during my undergraduate. The first few days were the toughest, especially when crossing the Kuroshio Extension where the ocean current was very strong. I totally lost my appetite, I felt like I don't want to do anything other than lying in bed and couldn't focus on during the working time. But fortunately, things get better. In the later part of the cruise my body started to adjust to the wave. The wave got rough for a few days before the cruise ended, but I didn't feel seasick as bad as what I experienced on the first few days. Other than the seasick, I'd say the life on the cruise was really fun. The food was amazingly good, the work was enjoyable, I got to talk to so many new people and had a lot of entertaining conversations.

I was in the 8-0 watch team with Sanbe-san and Nakanishi-san. Kawai-sensei and Hosoda-sensei were the supervisors for our watch. The first task we did was launching XCTD, but I couldn't understand the instruction very well because my poor Japanese proficiency. The second time to launch XCTD, Hosoda-sensei asked me whether I want

to assist him launching XCTD, I hesitated but I also really wanted to try, so I agreed. Hosoda-sensei taught me very well how to drop XCTD correctly, and in the next XCTD drop site, I dropped the XCTD with the assist from Kawai-sensei. Hosoda-sensei and Kawai-sensei only showed us (the students) a few times, and after that we went out to drop XCTD on our own for the rest of the cruise. I also got the experience to fly Radiosonde balloon. The first one to showed how to do it was Nishikawa-san, and she taught Nakanishi-san how to prepare and to fly Radiosonde. I and Sanbe-san most of the times assisted Nakanishi-san, but still, for me it was a very valuable experience to understand how Radiosonde works, what data it measures and to fly it firsthand. The other instruments we drop were CTD and Argo Float. I've seen them on books, and I've been a huge fan of CTD and especially Argo. We dropped CTD at some stations, and our job as students was to prepare the CTD bottles before we drop them. The CTD descended to 2000 meter, measuring temperature, salinity, fluorescence and oxygen. After the CTD returns, the students' job was also to do the water sampling, such as oxygen, chlorophyll, pH, dissolved CO₂ and nutrient. The water sampling task was difficult for me, because the instruction was in Japanese, I was very afraid I'd make any mistakes, but I'm very grateful that every member of my watch team patiently taught me how to do it until I finally can do the tasks on my own.

I was so glad to have Sanbe-san and Nakanishi-san as my watchmates, I talked to them all the time, we shared so many stories. It was my first-time meeting Nakanishi-san, and I really enjoyed our Japanese-English conversation. Thanks also to Sanbe-san who has

always helped me to pick chocolate and snacks for me to eat during the watch. I am also grateful for Hosoda-sensei's stories and short-lectures during the cruise, I did learn a lot from him. And of course, for Kawai-san's patience to teach me on what to do during each observation. After all I'd say the life on the cruise was enjoyable. Even with the seasick, it was fun because I could do so many new things, I could see or even deploy the oceanographic instruments the I could only read on the books, I could talk to so many new people and meet with many great researchers who I admire.

KH-21-1 乗船感想文

名古屋大学大学院環境学研究科 M1

蒋 英男

私は海が好きですので、大学の専攻は海洋気象です、今も海洋について知識を勉強続けています。実際に海に出かけ観測活動を行うことがずっと私の夢です。今回の航海は私の夢を叶えたいし、自分の初めて観測船に乗ることでしたので、きっと人生で忘れられない記憶になります。

2021年2月25日、白鳳丸が鹿児島港に近づくと、私はもう一度町を見て、夢から現実に戻った感じがありました。

今回の航海を振り返って、暇の時に一番やりましたのはデッキで海風に吹かれながら、遠くの景色を眺めていたことでした。航海初日は観測任務がなく、一日中デッキに立っていました。川崎さんは「なにを見ますか？」と聞いたことがありました。白い雲の形の変化、きれいな空、青い海、遠くから来た波、砕波による飛沫、塩辛い海風、暖かい日光、これら全てを組み合わせ美しい景色はこの青い惑星からの素晴らしい贈り物だと思います。都市に住んでいる私にとって、そんな違う景色が見えるので、当然にちゃんと見たいです。これも海洋と自然の美しさを感じる最も直接的な方法だと思います。この景色を見ながら、いろいろなことが想像できます、例えば、海の向こうにはどんな世界ですか、自分が海の中で泳ぐ魚になることを想像してみました.....日常の悩みを考えず、波に乗って心を自由に漂わせるのもリラックスできます。たぶんこれも私にとってネットがなくても、つまらないものではないの原因だと思いますよね。15日、低気圧の影響で、海況が悪くなりました、船が高浪区を通過した時、浪は船に激しく打ちつけられ、大きな音を立てていた

し、目の前に海水が昇りました。この時の海は凶暴な獣のようで、深い印象に残っていたし、自然の強大も感じました。

観測に関しては、私は0-4 ワッチグループでXCTD投入やCTD採水を行いました。初めて乗船し、以前の仕事の夜勤もあるので、今回の作業時間を適応できます。この前は観測データを直接に使用しましたが、今回の航海によって、観測データを取得するのは容易ではないことに気づきました。CTD、Argoフロートと水中グライダーは大学の時、海洋観測授業の教科書にあるものですが、今回は本物を見ました、面白いと思います。

船上生活に関しては、予想よりも面白かったです。色々な面白い人に会いました。飲み会の時に日本語があまり上手じゃありませんが、私は日本語でコミュニケーションをしていました。色々話題、例えば、「中国の食べ物とか、地球の最後の日なら何を食べたいですか？」を話しました、とても楽しいかったです。たぶん最近話した日本語が一番多い機会だと思います。特に今の新型コロナウイルス感染の影響で、そんな皆が一緒にお酒を飲みながらお話せる機会は本当に珍しいと思います。皆さんは面白くて、やさしい人です。

最後になりましたが、主席の岡先生を始め、一緒に乗船した研究者・学生の皆さん、船員の皆さまにはお世話になりました。皆様のおかげで、いろいろ体験できるし、楽しく充実した初めての航海を過ごすことができました。誠にありがとうございました。また、ご一緒する機会がありましたら、その時はよろしくお願いします。

白鳳丸 KH-21-1 次航海 乗船感想文

東北大学理学部宇宙地球物理学科 4 年

西平 楽

まず今回、私のような学部生に対して乗船の機会を与えて下さった先生方、生活環境を提供して下さいました船員の皆様には深く感謝申し上げます。

船に乗るとするのは観光以外では初めてでした。乗り物酔いをしたことがなかったのでこれには自信があったのですが、観測初日から想像以上の揺れにダウンしてしまい、最初の 4-8 のワッチはほとんど机に突っ伏した状態で過ごしました。実際観測初日はワッチ睡眠ワッチ睡眠・・・といった感じで食事もままならず、非人道的な生活を強いられていたのですが、酔い止めの力も毎日借りてその後は何とか持ちこたえました。意を決して行った初めての XCTD 投入は朝焼けの中。これまで見たことないような漆黒の海、そしてその近さに思わず見とれました。まさに大海原を独り占めしている感覚でした。観測は XCTD や CTD、ゾンデ、グライダー、Argo フロートの投入、酸素滴定など多岐に渡り、普段研究室の PC 上でしか扱わない一見無味乾燥なデータの数々が、幾多の苦勞の末に得られたものであることを実際の観測風景を見ることで痛感させられました。CTD などの結果をみて混合層や亜熱帯モード水について議論を深めている様子も印象的でした。例えば私は若輩者なので、水温や塩分の鉛直分布を見ても「なんか鉛直に一定になってる所があるんだなー」くらいの小学生並の感想しか持てなかったのですが、先生方はそれに興奮したり議論したりしているようでした。データ一つ取っても、理解度を深めることで見える世界が変わってくるのだなと考えると、私も益々研究してその領域に到達したいと思える良いきっかけになりました。また、乗船する学生の中で学部生

は私一人だけだったので、うまくコミュニケーションが取れるか当初は不安でした。しかし船内生活を通してそんな不安は消えていき、人には本当に恵まれたなと思いました。

以降、この場をお借りして各位にお礼を申し上げます。まずは 4-8 ワッチの皆様、採水ボトルのフタの開け閉めもままならないような非力で危なっかしい私をサポートして下さり、ありがとうございました。終始良い雰囲気の中で観測を行うことができ、また乗船したいと思えました。本当にお世話になりました。新青丸でもよろしくお願ひします。次に相部屋の蔣さん、散々ご迷惑をおかけしたことをお詫び申し上げます。一緒に「三線の花」を歌ったこと、なんだか不思議でとても楽しい体験でした。岡さん、色々と目をかけて下さり、本当にありがとうございました。サッカーは最早修行の域でしたが、精神的にも肉体的にも鍛えられました。麻雀に付き合っ下さった方々、ダマの断公九でペースを乱したことをお許しください。次回も対戦よろしくお願ひします。東北大のみなさま、研究室に配属されてから 1 年間、なかなか気軽にお話するのが難しい状況だったのですが、今回色々交流できて良かったです。最後に、航海に関わった全ての方々、本当にありがとうございました。

KH-21-1 白鳳丸 乗船感想文

東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究科 M2

齋藤俊輔

今回の航海は私にとってこれまで経験したことのない、大変貴重なものとなりました。私は東京海洋大学で航海士を養成する学科に在籍していたということもあり、久しぶりの船での生活に胸を膨らませていました。しかし、実際の観測船での生活はこれまで経験したものとは大きく違うものでした。まず驚いたのは、観測船独自の設備です。訓練船や一般商船では見ないようなウインチや研究室など、とても興味深いものばかりでした。そして何より印象的だったのは訓練船では行かないような荒天海域での航海でした。手で抑えていないと食卓上の料理が船の傾きで流れて行ってしまうほどの揺れは、本当に大変なものであり、自分の計1年間の乗船経験の中のどの海域よりも激しい時化でした。私は爆弾低気圧を研究対象としており、出発前に指導教官である先生と「爆弾低気圧を生で体験したいですね」と冗談で話しておりました。そして航海の初期に爆弾低気圧とぶつかることとなり、皆様にはどこか申し訳ない気持ちでいっぱいでございます。

観測の作業については初めて経験ということもあり、最初は足手まといにならないかととても不安でした。しかし、同じワッチの西川さん、杉本さん、武田さんの細やかな指導と西平さん、Miraさんのサポートのおかげでなんとか役に立つことができましたと思います。XCTDを投下し、その現場のリアルタイムの鉛直プロファイルを初めて見た時はとても感動しました。今まで学んだことを実際に生で見るという体験は本当に貴重だと感じます。私たち4-8班は残念ながら、CTDの投下や採水などの作業の機会

はあまりありませんでしたが、ニスキンボトルの準備から、投下、ウインチの操作、採水の一連の作業を経験する中で、サンプリングとはとても繊細で注意が必要な作業であることを知りました。こういったデータは様々な人の苦労や技術の結果であり、普段何気なく使っている一つ一つのデータにもっと敬意を払わなければならないと感じました。

今回の航海で何よりも良かったことは、論文や学会などでしかお見掛けしなかった先生方やほかの学校の学生さんと一緒に生活し、話をすることで多くの刺激をもらうことができたことです。新型コロナウイルスの感染拡大以降、研究室や家に籠る生活が長く続き、閉塞感ばかり募っていましたが、久しぶりにたくさんの人と話す機会を得ることができ本当に楽しかったです。特に「風呂場での記念撮影」は決して忘れることのない最高の思い出(?)になりました。岡さん、4-8の班員の皆さんをはじめ、本当にたくさんの方にお世話になり、充実した2週間を過ごすことができました。次の航海、学会などで皆さまとまたお会いすることを楽しみにしております。本当にありがとうございました。

最後に本航海の麻雀を遂行するにあたり、終始適切な助言を賜り丁寧に指導して下さった、岡さん、小杉さん、杉本さん、竹内さん、西平さんに深く感謝いたします。今後は、ノーガードな捨て牌で安易に振り込むことがないようにしっかりと注意を払い、次の航海に向けて研鑽を重ねたいと思います。本当にありがとうございました。

KH-21-1 次航海 乗船感想文

東北大学大学院理学研究科 M2

瀬良 将太

今回は自身3度目の観測航海でしたが、白鳳丸のような大きな観測船で、かつ外洋へ出るのはいずれも初めての経験でした。なにより陸ではコロナ禍で鬱屈しかけていたので、そんな生活を航海で打破したいとの期待を抱いて参加しました。ただ、ワッチ制の観測作業に慣れていないこと、事前に海況が悪いと伝えられたこともあり、はじめは期待と不安が半々といったところでした。

出航直後から悪天のため計画通りの観測が行えず、安全な航海と観測を両立させることの難しさを傍から見ていて実感させられました。観測を開始した頃は爆弾低気圧の通過後とあって大いに揺れ、船酔いと闘いが始まりましたが、すぐに慣れて作業に支障が出なかったのが幸いでした。ただ海が荒れている間は、船底から打ち付けてくるような衝撃と、船体がメキメキと音を立てるのに慣れず、なかなか熟睡できない日々が続きました。

そのような状況下での観測は大変でもあり、その分やりがいがありました。XCTDの投入作業は、勿論安全带をつけて行っていましたが、揺れと強風で何度も体が浮きそうになり、特に夜間は恐怖を覚えるほどでした。オペレーションを学生が行うというのも初めての経験で、XCTDは航走しながら投入するため船橋・研究室・後部甲板の間での連携が重要であること、予定の座標で投入できるよう速やかな指示を心掛けなければならないことを学びました。採水器のオペレーションでは、手動でボタンを押下し、しかも深度を目視で確認してタイミングを計らなければならないというシビアさに驚きました。採水作業に関してはCTDの測点のうち大半がワ

ッチと重なったこともあり、0-4が作業をほぼ独占的に経験させていただきました。品質を損なわずにサンプルを得るためには注意すべき点が多く、海洋の各種データがいくつもの手順を経たうえで成り立っているものであることを、身をもって実感しました。

ワッチの合間には、雑談に興じることが一番の息抜きとなりました。多人数での会話が陸では憚られるような状況にあっては久しぶりのことで、ようやく人間性を取り戻せたような気さえました。なにより、船内生活全体を通して他大学・機関の方々と作業や寝食を共にし交流することは、海の上ならではの貴重な経験となりました。全観測を終える頃には、どのワッチでも結束感が生まれているようでした。そして、モード水の分布域の真上に行き、鉛直プロファイルを生で見えて手で実際に触れるという体験ができたこともあり、本当に数多くの刺激を受けることができた12日間となりました。

最後に、主席研究員岡先生、春日船長をはじめ、乗船関係者の皆様には大変お世話になりました。安全に航海を終えられたことに、厚くお礼申し上げます。

白鳳丸 KH-21-1 次航海 乗船感想文

東北大学大学院理学研究科 修士2年
岡本紗季

本航海は、私にとって2回目の航海でした。白鳳丸に乗船するのは初めてで、不安もありましたが、大海原での生活は学生生活最後、もしかしたら人生最後かもしれないと思い、五感で楽しもうと臨みました。なお、この航海は、コロナウイルスの影響で、延期の末の実施でした。乗船前から対策を万全に行い、PCR検査を受けて臨んだことで、感染症に対する不安は全くありませんでした。

私は、実際に観測機器を見て、触れることが初めてだったので、船上での観測作業すべてが新鮮で、刺激的なものでした。アルゴフロートの大きさと重さに圧倒され、これが今から投下され、データをとってくるのか、と感慨深い気持ちになりました。

約2週間の短い航海の中で、さまざまな重要な任務を任され、遂行することで大きな達成感を味わうことができました。観測作業を手伝わせていただくことで、研究活動の重要な部分に携わっているという、良い緊張感の中、ワッチ作業を行うことができました。0-4のワッチ作業は、XCTD投下、CTD投下、採水作業、酸素の滴定などを行いました。海況が悪く、波に飲み込まれそうになりながら行った人生初めてのXCTD投下時に受けた衝撃は忘れません。また、採水作業を行うことが非常に多く、毎回、深さによる温度変化に感動していました。1桁のボトルの水は、手がかじかむほど冷たく、オーバーフローがつかったです。一方で、20番台のボトルの水は、1桁のボトルの採水で冷えた指先の感覚が戻るほどの温かさでした。採水は注意すべきことがたくさんあり、正しい方法を身に着ける

まで大変でした。しかし、研究員の方々が、正しくできるようになるまで練習を見てくださって、回数を重ねるごとに、安定して採水作業を行うことができるようになりました。観測作業は集中力と体力が必要で、大変な作業でしたが、そのぶんやりがい非常に大きかったです。海の深さによる温度変化を体で感じることはできたのは、貴重な体験でした。このような体験は普段、パソコンに向かってデータを扱っているだけではできないため、観測船に乗っているからこそできることでした。

船内生活は、想像をはるかに超える楽しさでした。みなさん気さくな方で、自然と打ち溶けることができました。また、船でしかできないことを積極的に行いました。甲板に出て大海原を眺め、様々な表情を見せてくれる海と向き合いました。海にいと、陸上と比べて不便なことがもちろんあり、陸上で自由に生きられるありがたみを感じました。一方、充実したネット環境がない生活を送ることで、現実の世界で人とリアルな関係を築くことの楽しさを再確認しました。学生生活最後に忘れられない素敵な思い出ができ、本航海に参加して良かったです。

最後になりますが、主席研究員の岡さん、研究者の皆様、0-4ワッチの方々、そして、本航海に関わったすべての関係者の皆様に心から感謝申し上げます。またどこかでお会いし、思い出話に花を咲かせる日を楽しみにしています。本当にありがとうございました。

白鳳丸 KH-21-1 航海 感想文

三重大学大学院生物資源学研究科
気象・気候ダイナミクス研究室 M2
中西 友恵

今年度は新型コロナウイルスの影響により、本学の実習航海をはじめ、楽しみにしていた航海が軒並み中止になりました。私は観測が好きで、大学院に進学した理由の一つでもあったため、フラストレーションの溜まる日々を過ごしていました。そのため、今回の観測航海のお話を聞いた時は条件反射的に参加を希望しました。しかし、振り返ってみると今まで経験してきた航海は最大でも4泊5日で、その短い間でも船酔いに苦しんでいたのが、航海が近くにつれて不安が大きくなっていました。しかし、結果的にその不安は全くの杞憂で、非常に楽しく充実した2週間を過ごすことができました。

三重大学練習船「勢水丸」以外の観測船に乗船するのは初めてでした。まずは白鳳丸の大きさに圧倒されました。居室区画の快適さもさることながら、研究室の多さ、広さに一番驚きました。これだけ大きければそんなに揺れないかな、と期待しましたが、外洋に出た途端椅子ごとひっくり返りそうになるほど激しい揺れに襲われました。しかし、揺れの周期が体に合っていたのか、幸いにも気分が悪くなることはほとんどなく快適に過ごすことができ、自分でも驚きました。

CTD、XCTD、ラジオゾンデによる観測はこれまでも経験がありましたが、こんなに壮大な計画に沿って行ったのは初めてです。自分のワッチ内だけでも相当な数のXCTDを投下した中で、混合層の深さが地点によって全然違うことが見て取れ、とても興味深かったです。実は、モード水

をはじめ海洋の知識が非常に乏しい状態で乗船したのですが、取れたデータのデータを見ながら研究者の方々が議論するのを盗み聞きするだけで、多くの知識を吸収することができました。最後の測点のCTDデータからは3年分のモード水が確認できると須賀先生に教えていただき、感激しました。同ワッチの同期、東北大の三部さんにもモード水やアルゴフロートデータの利用について色々教えてもらい、勉強になりました。また、採水は全くの初心者でしたが、とても繊細な作業を必要とすることに驚きました。一方で、ラジオゾンデの観測は自身の得意とするところであり、川合さんのお力をお借りしながらも率先して取り組むことができたので良かったです。毎回ゾンデを手から離す瞬間がちょっぴり切ないですが、データがちゃんと送られてきていることを確認するとホッとしました。

船上観測の良さは、大自然と真っ正面から向き合いながらデータを取ることができる点にあると思います。今回も海洋の雄大さや気候の変化を思う存分体感できて、非常に満足でした。海は広くて深い、南に行けば行くほど暖かい、低気圧は荒れて高気圧は穏やか、など、当たり前なことでも、実際にそれを体感できるのはとても素晴らしいことです。そのような経験が研究活動のモチベーションにも繋がっていくと思います。

最後になりましたが、このような困難な状況下において、貴重な経験をさせてくださった主席の岡さんをはじめ、研究者のみなさま、白鳳丸乗組員のみなさまに深く感謝いたします。そして、学生のみなさんとは協力し合って観測作業を行ったり、沢山お話をしたりできて、とても嬉しかったです。鹿児島入港の際には、久しぶりの陸に安堵しながらも、少し寂しい気持ちもありました。それだけ今回の航海が素敵なものであったということです。学生生活最後にしてかけがえのない大切な思い出ができました。本当にありがとうございました。

Crossing The Deep – For Hakuho Maru KH-21-1 Cruise

東北大学大学院理学研究科 M2

Ratu Almira Kismawardhani

Hakuho Maru Cruise 2021 will be the first voyage in my life when I literally cross the ocean.

Observing the ocean directly in the nature and probably find something interesting during the voyage already made me feel very excited. I made the best preparation as I could from medicine, supplement, papers to read, and the plan to write notes during the cruise for my own writings. There is an old proverb that a noble pearl is hid deep in the ocean. We need to literally find and to understand the process occurs in the ocean to know that ocean is more beautiful than what's we can see on the surface. Therefore, joining this cruise become one of the good source to nurture the knowledge for myself and hopefully return the knowledge back to society to let the people know the importance of the ocean.

I believe each ocean has their own characteristics. There is an Indonesian sayings stated "If you don't know then you'll never love". If you want to love then you should know. It was what I felt when I see the raw result of the observation from the instrument for the first time. The instrument that I can firstly understand is the ADCP that is attached to the ship. I am so amazed knowing that the instrument attach to the ship. I really want to know how it is attached, carried, and connected to the internal computer so that we can easily see the real-

time speed and direction of the ocean current as we passed by the ocean. Every time I feel a change from the ship I directly see the ADCP monitor, wind speed, and the ship camera that shows the condition of the stern of the ship. "This is how it feels like to be in the ship during the dark night with 20 m/s wind speed and strong wave in the middle of North Pacific" said my mind looking to the main monitor showed the swing-y ship pushed by a strong wave behind. I feel the ship swing under my feet, strong wind blew when people open the heavy door of laboratory three, and long line shown in the monitors.

In the end of the cruise, there are still so many things that is remained unclear to me such as how to synchronize the wind speed shown in the monitor with the wind speed log attached on the wall of the ship, how to decide which track we should go when we know the storm is upon us, how to plan the adaptation to the unlikely condition of the ocean since we cannot control the condition of the ocean, and so many more other question. I was thinking I should answer all of these questions in my head before the cruise is ended because the best answer is what is provided directly in the field. But it would consume so much time and I don't meet the condition to understand everything at the time since the ship was too wavy so it easily distracted my focus. I probably would just try to find the answer by reading more books and papers to complete the missing part of the puzzle. Focus on the work at the present time is more important. I think, that is why it's important to read the reference papers and books to complement the knowledge we got from the field. I used to think learning by doing and understanding before doing are two different world apart but the cruise

made me understand that both worlds exist to be the harmony to one another. The one part should be the beginning of the other not the ending. Like the question loop that I got from a seminar in my laboratory some time ago, does the atmosphere influences the ocean or the other way around? It depends which side are you on and it's difficult to say which since the atmosphere condition changes due to the dynamics below and the ocean stores what the atmosphere gave to it, my sensei explained, and I stand with the perspective. In short, the combination of learning the oceanography theory from the book and observe the processes directly in the ocean is important. Especially for me because it helps me connect some dots from the ocean knowledge.

The bad wavy days passed quite fast, a strong wind was not felt on one fine day in the middle of the ocean. I finally could drink only one tablet of medicine once in one day after previously I drank two. I have known the limitation of my body quite so well and that's why I prepare to bring the medicine for the cruise activity. I also brought some calorie snacks to eat just in case I need more energy during my watch. Despite, I still feel a hard nausea during the cruise and unfortunately I missed my watch once. Due to my sickness, I have had some moments when I just want to come to the land and spent most of my time by sleeping in the ship. I feel low on motivation. Can I really learn something during this cruise? I have that question in mind. But I stop that mindset soon. I realize we might feel low or high to do what we love and it's normal. We might see the high tide only in one or two particular time and we see the low tide on the other time, right? But the taste of the seawater will never be change just like my love to the ocean. It will never change

just because I feel low on motivation due to the seasickness.

My final words for voyage is I'd like to thank all of the oceanographers, the ship crew, scientists, and all the teachers from Hakuho Maru cruise to provide oceanography data to the world. It was a lot of work to do in the nature with a high potential risk. We as the student will hardly understand how difficult it is to take the data directly from the source and to keep the quality from any unacceptable error until we do it by our self. The cruise itself is a worthy experience for me as a young oceanographer. Thank you.

Though I had opportunities to get on board a ship when I was an undergraduate student, they were all one-day cruises and the observations were mainly about coastal weather. My first experience of a long cruise in the open ocean was in 2017, also on Hakuho-Maru. We met typhoon for twice, and my seasick was so heavy that I could not work for one thirds of the schedule. So before this cruise, which is my second cruise in the open ocean, I was quite afraid of the sea condition and my health. However, I got used to the ship rocking faster than last time, and it turned out to be a very meaningful and valuable experience.

The route of this cruise contains the formation region and distribution area of Subtropical Mode Water (STMW), which is one of the object of my PhD study. Last time on Hakuho-Maru, I almost have no opportunities to collect sea water from CTD instruments, partly because of my seasick, and partly because of the timing of my watch time. But this time, our 0-4 watch had the most opportunities to deal with CTD. When we were collecting the water, the bottles with small numbers which were collected in deep ocean are very cold, but the bottles that were collected at the depth of STMW were warm. How precious it is to feel the temperature of STMW by my own hands!

Similar feelings also appeared after the “shooting” of XCTD. Before this cruise, the most impressive point of XCTD in my mind was the cool

launcher that looks like a gun, but this time, from the profiles that we observed near the formation region of STMW, we can see the existence of STMW on temperature, salinity, oxygen and so on. In my research, I mainly study on the long-term variability with gridded data, and hardly look at the raw profile at one station. From this experience, and from the explanations from Suga-sensei, STMW was not only an abstract concept but also a real object that changes with my daily life.

Besides, I cannot forget the first time that I “hug with” the Argo float and took a photo with her. My study is mostly based on Argo data, so it was like I finally got to meet an old pen pal. Since I had seasick in the days with huge waves, and I realized the difficulty that everyone need to get over in working with shaking, I feel really grateful to Argo floats for observing the ocean for us whatever happens, and also to the crew and researchers who worked on the ship.

Last but not the least, this cruise also has meanings beyond the research. Because of the COVID-19, I have been living in a stay-at-home life for more than one year. Every day is almost the same, with no onsite conference, no long journey, no concerts or skating competitions, no thrill, no tension, and no possibility to meet my family, what I face to everyday is only my computer. My endurance of the boring daily life was almost the limit. But because of this cruise, I finally had a chance to live in a different lifestyle, to see the beautiful sunset and night sky over the Pacific, to share a room with my labmate, Sambe-san, to work with my watchmates, Kobashi-sensei, Takeuchi-san, Okamoto-san, Sera-san and Jiang-san, and to drink and talk with everyone in a room without risk. I also appreciate all the efforts that

Oka-sensei and the other professors did, from what I know the importance of adjusting the plan according to the varying condition and giving priority to the primary goal, which I usually forget because of my obsessive perfectionism.