

# Cruise Report



Hakuho-maru KH-13-3 Cruise 2013/4/2-5/1

Tokyo - Kushiro - Shimonoseki

# KH-13-3 クルーズレポート

2015年4月10日

## 目次

1. 白鳳丸 KH-13-3 次研究航海の概要 .....	1
2. 乗船研究者名簿 .....	5
3. 作業分担表 .....	6
4. 測点一覧表 .....	7
5. 測点図 .....	12
6. 観測日程表 .....	14
7. ADCP 流速図 .....	15
8. CTDO2 断面図 .....	17
9. 栄養塩分布 .....	23
10. XCTD 断面図 .....	27
11. GPS ラジオゾンデ .....	39
12. シーロメーター .....	50
13. 短波長波放射計 .....	51
14. パーティクルカウンタ .....	60
15. 総合気象測器 .....	62
16. GPS 可降水量 .....	66

17. Micro Structure Profiler (MSP)による海洋微細構造観測 .....	67
18. クロロフィル a .....	69
19. 全炭酸・アルカリ度 .....	74
20. 大気/表層海水中二酸化炭素・メタン分圧 .....	76
21. 海洋表層における揮発性有機化合物の観測 .....	78
22. 本州東方海域における溶存酸素の酸素同位体比分布と これを指標に用いた水塊解析.....	82
23. Water Density .....	84
24. 自動昇降フロート観測 .....	86
25. 水中グライダー・漂流ブイ観測 .....	88
26. 浮遊性有孔虫化石を用いた古環境復元のための環境指標確率 .....	94
27. FRRF (高速フラッシュ励起蛍光光度計) .....	95
28. 培養実験 .....	101
29. 係留系回収作業 .....	104
30. CTD フレーム取り付け型マイクロライダ mr-6000 による微細構造観測 .....	105
31. RINKO III .....	108

## 1. 白鳳丸 KH-13-3 次研究航海の概要

主席研究員 岡 英太郎

本航海では 2013 年 4 月 2 日から 5 月 1 日まで、本州東方海域において主に海洋表層を対象とした物理・化学・生物観測および気象観測を実施した。研究題目は「中規模現象に伴う中央モード水の形成・輸送・散逸過程とその物質循環・生物過程への影響 (1)」で、2015 年 6 月に予定されている白鳳丸航海と対をなしている。今回の航海では 41N を中心に形成される「重いタイプの中央モード水 (Denser Central Mode Water)」を主要ターゲットとし、2015 年の航海では 37N を中心に形成される「軽いタイプの中央モード水 (Lighter Central Mode Water)」を調査する予定である。

中央モード水の形成・サブダクション・輸送・散逸過程の研究は過去 10 年、アルゴフロートデータの解析などにより大きく進展してきたが、黒潮親潮続流域に数多く分布する中規模渦がそれらの過程に及ぼす影響については空間的にまばらなアルゴデータでは十分捉えることができず、未解明の点が多い。この影響を高解像度船舶観測により明らかにするとともに、それに伴う栄養塩動態、基礎生産、海洋による CO<sub>2</sub> 吸収といった化学・生物過程を定量化することが本航海の主要目的である。加えて、海洋前線が大気に与える影響、中規模渦内外における浮遊性有孔虫の分布、海洋表層における揮発性有機化合物および溶存酸素同位体比の分布、海底までの海水密度分布などを明らかにするために、様々な海洋・大気観測を実施した。さらに、単年度公募課題として、三陸沖陸棚斜面上部の流動の研究、アルゴフロートによる北太平洋の海洋変動研究、GPS による水蒸気観測の 3 課題を採択し、実施した。乗船研究者は東京大学、北海道大学、

秋田大学、東北大学、気象庁気象研究所、国立環境研究所、海洋研究開発機構、東海大学、名古屋大学、三重大学、愛媛大学からの総勢 33 名で、(株) マリン・ワーク・ジャパンと (株) グローバルオーシャンディベロップメントの観測技術員 2 名の支援を頂いた。途中、4 月 19 日から 22 日まで釧路に入港し、入港前のレグ 1、入港後のレグ 2 とともに 27 名の体制で観測を行った。4 月 24 日から 26 日にかけても、荒天のため釧路に緊急入港した。

白鳳丸は 4 月 2 日 10 時、小雨の降る晴海港を関係者に見送られ、出港した。当初の予定では本州東岸に沿って北上し、翌日午後大槌沖に到着するはずであったが、本州南岸に 2 つ低気圧が近づいてきており、荒天が予想されるため、東京湾を出たのち早くも相模湾に入り、逗子沖に停泊した。翌 3 日も 1 日相模湾にて待機。午後には雨が上がり、富士山が美しい顔をのぞかせた。

4 日 03 時に相模湾を出発、うねりが残る中を本州東岸に沿って北上した。5 日 05 時に、昨年 10 月に東大大気海洋研が係留系を設置した大槌沖の観測点に到着。切り離しの信号を 2 時間にわたって何度も送るが全く反応がなく、回収を断念した。

当初の計画では係留系回収後、40-00N、142-30E の測点に移動し、そこから 40N (150E 以東では 41N) に沿って 170E まで中央モード水の観測を行う予定であった。しかし、7 日頃に非常に強い低気圧が北海道付近を北東向きに通り抜けることが予想されたため、レグ 1 の終わりに予定していた北海道南東の高気圧性渦の観測を前倒しし、さらに低気圧の影響を避けるために東に一気に 41-30N、165E まで移動して、そこから 41-30N に沿って西向きに観測を行うことにした。5 日 08 時に大槌沖を出発し、高気圧性渦の中心からやや南西側、ロシアとの係争海域ぎりぎりの

41-00N、147-12E の測点 C001 に向かった。09 時からは 1 時間半ごとのゾンデ観測を開始し、また C001 到着直前には XCTD を経度 10 分間隔で投入し、渦西側の暖水ストリーマー構造を鮮やかに捉えた。大槌沖では気温 7°C あったのが、亜寒帯域に入ると一気に 2°C まで低下し、寒くなった。

6 日 01 時過ぎに C001 到着。深さ 2000m までの CTD、FRRF、200m までの CTD を行ったところで時間切れとなり、アルゴフロート計 4 本を投入して 05 時半に離脱した。そこからは低気圧に追われながら東に向かってひたすら航走した。13 時半から 1 時間半ごとのゾンデを再開。16 時半には 151E 手前で亜寒帯フロントを横切り、海面水温が 1 分間の間に 2°C から 7°C に跳ね上がった。7 日に入り、154E からは 1 度ごとの XCTD 観測も開始した。

東に 165E まで行く予定であったが、後ろから低気圧に迫られ、8 日 07 時半から 41-30N、163E にて 2 つ目の測点 C002 をとった。CTD (2000m)、FRRF、培養実験用の CTD (200m) と行ったところで風速が 15m/s を超え、観測を中止。164E まで移動して 15 時半に XCTD とゾンデを上げたのち、ヒープツウに入った。風は次第に強まり、23 時台には 22m/s を記録した。翌 9 日も晴れはしたが、うねりが高く、1 日ヒープツウした。

10 日の午後とうねりが収まってきたところでゾンデ観測を再開した。ついで 14 時半より、測線に戻るために北向きの航走を開始した。残念なことに 11 日も 45N 付近を低気圧が抜けることが予想されたため、避難を見込んで測点 C003 を予定より 30 マイル南の 41N、162E にとった。18 時半 C003 に到着。CTD (海底)、FRRF、CTD (200m)、MSP とフルセットを初めてこなした後、11 日 01 時半に南に向かって航走を開始した。15 時に 38N まで下がったところでヒープツウに入った。

12 日朝、うねりが収まってきたことを受け、08 時半に 37-15N、161E

から真北に向かって航走開始。37-20N から XCTD を緯度 10 分間隔で投入し、13 日 0 時過ぎに 41N、161E の測点 C004 に到着した。その後は天候に恵まれ、2 日半の間、42N、151E に向かう測線上、経度 1 度ごとの測点でゾンデ放球、CTD (2000m あるいは海底)、FRRF、CTD (200m)、MSP、最後にまたゾンデ放球を行い、測点間では経度 10 分ごとに XCTD を投入するという観測を、8 時間サイクルでてきぱきとこなした。測点を重ねるごとに作業はスムーズになり、船側との呼吸もぴったり合うようになった。この間、ワッチに入っていない化学・生物観測メンバーは自らの分析を行う傍ら、全ての採水に付き合い、不眠不休でサポートに当たってくれた。156E から 155E に向かう間では、155-30E で観測された最も厚い移行領域モード水が 155-20E で消滅したことから、急遽 155-30E に戻り測点 C010 を追加した。

15 日午前中に 155E で測点 C011 を行い、12 時半に 154-50E で XCTD を投入したのち、前線の通過に伴う荒天を避けるため、南に 1 度ほど退避して一晩ヒープツウした。翌 16 日 10 時に 154-40E で測線に復帰し、154E からの測点を順調にこなし、17 日 13 時に西端の 151E に到達した。しかし、ここで低気圧の接近により急速に風が強まってきたため CTD 観測を断念し、XCTD とゾンデを打って離脱した。この 5 日間は本航海の中で最も天候に恵まれ、亜寒帯フロント沿いの準定常ジェット以南東側にできる北太平洋で最も深い冬季混合層 (移行領域モード水) の形成直後の物理・化学・生物的構造を捉えることができた。

その後南西に 39-40N、148-03E まで航走し、18 日 07 時半より北西に向かってゾンデを 1 時間ごとに打ち上げながら走った。40-20N から 41-20N までは XCTD も投下し、レグ 1 初めに観測した高気圧性渦を再び横断観測した。21 時に 42-10N、145-38N の測点 C015 に到着し、雪が降

る中、海底までのCTDを含むセットをこなした。さらに翌19日の04時半からは同じ点でVMPSネットを初めて行い、レグ1の観測を終了した。この日もまた低気圧が通過して荒れたため、当初の予定より半日早く、19日16時に釧路に入港した。

当初の出港予定の21日にまたもや低気圧通過が予想されたため、レグ2出港は1日遅らせて22日とした。釧路には3泊し、乗船研究者は食事・観光などで大いに楽しんだ。20日には乗船者が交代し、8名が下船、8名が乗船した。

22日10時に出港し、うねりの残る中をレグ1で観測した高気圧性渦に向かって航行、14時からゾンデを1時間間隔で放球した。深夜からはレグ1の最後に高気圧性渦を横断したのと同じ測線上でXCTDを緯度5分間隔で投入。23日06時に測線南端に到達したが、5日前の前回観測以降に渦が移動していたため、渦の中心部を捉えることができなかった。急遽陸上の研究者に最新の衛星海面水温画像を送ってもらい、それを手掛かりに北西方向にシフト。無事渦の中心部に入ることができ、40-05N、147-11Eの測点C016にて10時半よりCTD(2000m)、FRRF、CTD(200m)、MSP、VMPSのフルセットを行うとともに、測線離脱時には海面ドリフターとグライダーを放流した。その後は北に向かってXCTDを投入しながら移動、渦の北縁の水温・塩分フロントにて測点C017をとり、再びフルセットをこなした。残念ながら25日にまたもや低気圧2つの通過が予想されることから、C017終了後再び北に向けて航走し、24日16日に釧路に再び入港した。

25日に強風の中観光を楽しんだのち、26日10時に出港、これまで観測してきた渦を吸収しつつある、西隣の渦の中心を目指して南下した。17時からXCTD観測を開始、27日0時過ぎに測点C018につき、時折雷が

光る中CTD(2000m)、FRRF、CTD(200m)、MSP、VMPSのフルセットをテンポよく進めたが、またもや低気圧が近づいているため、最後のVMPSは1キャストのみの実施となった。4日前に投入し西に向かって移動してきたグライダーが04時45分に白鳳丸から3マイルの位置に浮上、海面に滞在させたままにし、回収に向かった。500mくらいの距離に近づいたところでブリッジから発見、ギャロスサイドでキャッチし、大きな損傷なく船上に揚収した。その後は西に向かって一目散に退避。見る見る間に風が強まり、08時半には風速22m/sを記録した。19時に岩手沿岸に到着、その後は本州東岸に沿って南下した。

東北沖での観測を早めに終了した結果余った20時間ほどのシブタイムをどのように使うか乗船研究者で相談した結果、茨城沖で黒潮続流の横断観測を行うことにした。28日07時に36-30N、142-00Eの測点C019に到着。ここから南東に向かって約10マイル間隔で6測点をとり、CTD(1000m)とMSPを行い、併せてXCTD・ゾンデを投入した。この日は快晴で、これまでの好天続きが嘘のような海況のもと観測をテンポよく進め、黒潮続流の最強流部を的確にとらえることができた。最後のC024を23時半に終えて海洋観測が全て終了。その後は水深8100mの35-20N、142-15Eに移動して船側がCTDワイヤーのよりとりを実施し、それが29日07時半に終了するまでゾンデ放球を続けた。同日夜には、駿河湾南方に置いて船のシービーム試験を行った。最終的にレグ1とレグ2を合わせ、CTD45回、XCTD148回、ゾンデ放球120回、MSP22回、FRRF18回、VMPS7回を実施した。その後は日本南岸を西に向かって航行し、豊後水道を通過して5月1日10時半に三菱重工下関造船所に入港した。

本航海は低気圧の襲来を計8回受け、1~2日観測をしては退避の繰り返しであったが、明るい楽しいムードが最後まで保たれ、集中力を切らす

ことなく観測を無事終えることができた。主席研究員として、今回は非常に乗船研究者に恵まれた航海であったと感じている。本航海で特によかったと思うのは、3 研を中心に常に人の輪ができ、様々な研究機関、研究分野、年齢の研究者間の交流が公私ともに非常に活発だったこと、そしてその結果本航海が学術研究船の特徴である教育的役割をも立派に果たしたことである。本航海を通じて構築された人間関係が乗船メンバーの今後の研究活動に大いに活かされることを願ってやまない。

本航海では非常に多くの方々のサポートを頂いた。大久保卓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と国際・研究推進チーム、および海洋研究開発機構海洋工学センター運航管理部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。また、気象庁・中野俊也さんには酸素滴定、東京海洋大学の村山利幸さんにはシーロメータ観測、東大大気海洋研の小川浩史さん、藤本洋子さん、関根典子さん、およびマリンワークジャパンの横川真一郎さんには栄養塩測定、東大大気海洋研の藤尾伸三さんには LADCP などの観測、東大大気海洋研の福村衣里子さんと伊藤純至さんには海面高度データ等の送付とブログを通じた情報発信に関して、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到底不可能であり、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	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				名古屋大学 地球水循環研究センター 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町			
岡 英太郎 Eitarou Oka 04-7136-6042 eoka at aori.u-tokyo.ac.jp				鋤柄 千穂 Chiho Sukigara 052-789-3491 suki at hyarc.nagoya-u.ac.jp			
柳本 大吾 Daigo Yanagimoto 04-7136-6043 daigo at aori.u-tokyo.ac.jp				三重大学 大学院生物資源学研究所 〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577			
桂 将太 Shota Katsura 04-7136-6055 katsura at aori.u-tokyo.ac.jp				西川 はつみ Hatsumi Nishikawa 059-231-9539 hatsu.nishikawa at gmail.com			
宮本 雅俊 Masatoshi Miyamoto 04-7136-6055 masatoshi at aori.u-tokyo.ac.jp				緒方 香都 Koto Ogata 059-231-9539 oga.okaka at gmail.com			
東京大学大気海洋研究所 海洋生物資源部門 環境動態分野 〒277-8564 千葉県柏市柏の葉 5-1-5				愛媛大学 大学院理工学研究所 〒790-8577 愛媛県松山市文京町 2-5			
安田 一郎 <sup>2</sup> Ichiro Yasuda 04-7136-6240 ichiro at aori.u-tokyo.ac.jp				本井 雅人 Masato Motoi 089-927-8181 motoi at mepl1.cm.es.hime-u.ac.jp			
後藤 恭敬 Yasutaka Goto 04-7136-6244 goto-yasutaka at aori.u-tokyo.ac.jp				(独) 海洋研究開発機構 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15			
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				瀨瀬 慎也 Shinya Kouketsu 046-867-9493 skouketsu at jamstec.go.jp			
田村 千織 <sup>2</sup> Chiori Tamura 04-7136-8190 chiorita at aori.u-tokyo.ac.jp				川合 義美 <sup>1</sup> Yoshimi Kawai 046-867-9495 ykawai at jamstec.go.jp			
柰 雅利 <sup>1</sup> Masatoshi Moku 04-7136-8065 moku at aori.u-tokyo.ac.jp				野中 正見 <sup>1</sup> Masami Nonaka 045-778-5747 nona at jamstec.go.jp			
長澤 真樹 Maki Nagasawa 04-7136-8176 maki at aori.u-tokyo.ac.jp				細田 滋毅 <sup>2</sup> Shigeki Hosoda 046-867-9456 hosodas at jamstec.go.jp			
戸田 亮二 Ryoji Toda 04-7136-8064 toda at aori.u-tokyo.ac.jp				Vincent Faure <sup>2</sup> 046-867-9495 vfaure at jamstec.go.jp			
北海道大学 大学院環境科学研究院 〒060-0810 北海道札幌市北区北 10 条西 5 丁目				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			
柴野 良太 Ryota Shibano 011-706-3032 rshibano at ees.hokudai.ac.jp				石井 雅男 <sup>2</sup> Masao Ishii 029-853-8727 mishii at mri-jma.go.jp			
北海道大学 大学院環境科学院 〒060-0810 北海道札幌市北区北 10 条西 5 丁目				小杉 如央 <sup>1</sup> Naohiro Kosugi 029-853-8726 nkosugi at mri-jma.go.jp			
猪狩 義貴 <sup>2</sup> Yoshitaka Igari 011-706-2299 igarin5-14tk at ees.hokudai.ac.jp				(独) 国立環境研究所 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2			
秋田大学 大学院工学資源学研究所 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1				大森 裕子 <sup>1</sup> Yuko Omori 029-850-2720 omori.yuko at nies.go.jp			
山崎 誠 Makoto Yamasaki 018-889-2383 yamasaki at gipc.akita-u.ac.jp				(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			
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				鎌田 稔 Minoru Kamata 046-866-6066 kamata at mwj.co.jp			
須賀 利雄 <sup>2</sup> Toshio Suga 022-795-6527 suga at pol.gp.tohoku.ac.jp				(株) グローバルオーシャンディベロップメント 〒233-0002 神奈川県横浜市港南区上大岡西 1-13-8 9F			
大石 俊 <sup>1</sup> Shun Ohishi 022-795-5735 ohishi at pol.gp.tohoku.ac.jp				徳長 航 <sup>2</sup> Wataru Tokunaga 045-849-6638 tokunaga at godi.co.jp			
伊藤 大樹 Daiki Ito 022-795-5735 daiki at pol.gp.tohoku.ac.jp							
川上 雄真 Yuma Kawakami 022-795-5735 yuma at pol.gp.tohoku.ac.jp							
東海大学 海洋学部 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1							
植原 量行 <sup>1</sup> Kazuyuki Uehara 054-334-0411 ueharak at scc.u-tokai.ac.jp							
加藤 彩愛 Sami Kato (3214) indigo at cheka.biz							
東海大学 大学院地球環境科学研究科 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1							
亀田 傑 <sup>1</sup> Suguru Kameda 054-337-0196 2btgd001 at mail.tokai-u.jp							
東海大学 大学院海洋学研究所 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1							
田嶋 莉奈 Rina Tajima 054-337-0196 3boom001 at mail.tokai-u.jp							

氏名の肩の数字は乗船レグ。記載のない場合はレグ1・2乗船。

### 3. 作業分担表

#### 班構成

Leg 1		
ワッチ	班長	班員
0-4	亀田	戸田 田嶋 緒方 柴野 大石 宮本
4-8	山崎	長澤 西川 野中 伊藤 桂
8-0	瀨瀬	空 加藤 川合 本井 川上 後藤
栄養塩	鎌田	
化学・生物	小杉	大森 鋤柄
MSP	植原	
総合支援	柳本	
総括	岡	
Leg 2		
ワッチ	班長	班員
0-4	須賀	戸田 緒方 柴野 宮本
4-8	安田	長澤 西川 猪狩 伊藤 桂
8-0	瀨瀬	田村 本井 川上 後藤
栄養塩	鎌田	
化学・生物	石井	鋤柄 山崎
MSP	加藤	田嶋
グライダー	細田	Faure
シービーム	徳長	
総合支援	柳本	
総括	岡	

#### 測器・作業責任者

CTD 採水	測器	長澤
	採水ボトル	長澤
	酸素滴定	柳本
	塩分検定	柳本
	栄養塩分析	鎌田
	炭酸分析	石井
	クロロフィル分析	鋤柄
	VOC 分析	大森
	密度採水	瀨瀬
	酸素同位体採水	大森
	データ校正	岡
	Lowered ADCP	柳本
	MSP	植原
	FRRF	鋤柄
	VMPS ネット	山崎
	XCTD	岡
	ゾンデ	川合
	Argo	瀨瀬
	グライダー	細田
	シーロメーター	村山 (東京海洋大)
	放射計	川合
	パーティクルカウンタ	川合
	総合気象測器	川合
	GPS 水蒸気	藤田 (JAMSTEC)
	船底 ADCP	柳本
	TESAC 通報	柳本
	係留系	柳本
	クルーズレポート	岡

#### 4. 測点一覽表

STN: Station number  
 TYPE: CTD=CTDO only, ROS=CTDO plus water sampler, MOR=Mooring, XCTD=XCTD,  
 TMAP=Turbomap  
 CODE: BE=Beginning of cast or work, EN=End of work, BO=Bottom, DE=Deployment of  
 XCTD, mooring, float, RE=Recover of mooring or float  
 DEPTH:Water depth in meters  
 MAXP: Maximum pressures in decibars  
 PARAM:Sampling parameters  
 1=Salinity, 2-5=Nutrients (2:PO<sub>4</sub>, 3:SiO<sub>2</sub>, 4:NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>, 5:NO<sub>2</sub>)  
 6-9=Dissolved Gases (6:Oxygen, 7:Carbon Dioxide, 8:Oxygen Isotope, 9:VOC)  
 10=Chlorophyll-a, 11=Seawater Density  
 LADCP=Lowered ADCP  
 COMMENTS are included in the columns of MAXP/PARAM

#### KH-13-3 LEG 1

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
X001	XCTD	040413	2014	DE	39°31.90'N	142°20.66'E	705		TSK XCTD-2
X002	XCTD	040413	2019	DE	39°31.88'N	142°20.71'E	709		TSK XCTD-2
X003	XCTD	040413	2024	DE	39°31.84'N	142°20.69'E	706		TSK XCTD-2
X004	XCTD	040413	2029	DE	39°31.79'N	142°20.65'E	707		TSK XCTD-2
X005	XCTD	040413	2035	DE	39°31.74'N	142°20.59'E	710		TSK XCTD-2
MA	MOR	040413	2101	BE	39°32.20'N	142°21.36'E	739		1 75kHz ADCP
MA	MOR	040413	2300	RE	39°32.02'N	142°20.98'E	722		Transmitter 43.528MHz, A/R 5A
S001	SONDE	040413	2359	DE	39°36.80'N	142°33.34'E	902		Meisei
S002	SONDE	040513	0133	DE	39°44.19'N	142°59.16'E	1491		Meisei
S003	SONDE	040513	0300	DE	39°51.38'N	143°24.31'E	1895		Meisei
S004	SONDE	040513	0430	DE	39°59.02'N	143°50.29'E	3378		Meisei
S005	SONDE	040513	0559	DE	40°07.32'N	144°15.68'E	6701		Meisei
S006	SONDE	040513	0730	DE	40°14.59'N	144°40.95'E	6372		Meisei
S007	SONDE	040513	0858	DE	40°21.88'N	145°06.00'E	5858		Meisei
S008	SONDE	040513	1029	DE	40°29.83'N	145°31.93'E	5364		Meisei
S009	SONDE	040513	1157	DE	40°37.61'N	145°57.00'E	5209		Meisei
X006	XCTD	040513	1251	DE	40°41.92'N	146°12.00'E	5174		TSK XCTD-1
S010	SONDE	040513	1327	DE	40°45.09'N	146°22.61'E	5175		Meisei
X007	XCTD	040513	1329	DE	40°45.14'N	146°22.74'E	5200		TSK XCTD-1
X008	XCTD	040513	1404	DE	40°48.04'N	146°32.13'E	5263		TSK XCTD-1
X009	XCTD	040513	1439	DE	40°50.98'N	146°42.11'E	5249		TSK XCTD-1
S011	SONDE	040513	1503	DE	40°53.10'N	146°49.27'E	5184		Meisei
X010	XCTD	040513	1515	DE	40°53.92'N	146°52.12'E	5123		TSK XCTD-1
X011	XCTD	040513	1551	DE	40°56.00'N	147°02.00'E	5054		TSK XCTD-1
S012	SONDE	040513	1618	DE	40°59.21'N	147°09.51'E	5072		Meisei
X012	XCTD	040513	1620	DE	40°59.25'N	147°09.61'E	5067		TSK XCTD-1
C001	ROS	040513	1705	BE	41°00.00'N	147°09.54'E	5071		LADCP
C001	ROS	040513	1747	BO	41°00.62'N	147°09.28'E	5084	2000	1-7 SBE9p951 CTDO
C001	ROS	040513	1825	EN	41°01.10'N	147°09.06'E	5097		
F001	FRRF	040513	1904	DE	40°59.46'N	147°09.95'E	5061	200	Kimoto
C01S	ROS	040513	1955	BE	41°00.14'N	147°09.96'E	5067		
C01S	ROS	040513	2004	BO	41°00.29'N	147°09.97'E	5072	200	2-5,10 SBE9p951 CTDO
C01S	ROS	040513	2011	EN	41°00.37'N	147°09.97'E	5072		
A001	FLOAT	040513	2025	DE	41°00.69'N	147°09.91'E	5078		Argo
A002	FLOAT	040513	2027	DE	41°00.73'N	147°09.98'E	5080		Argo
A003	FLOAT	040513	2028	DE	41°00.74'N	147°10.06'E	5080		Argo
A004	FLOAT	040513	2029	DE	41°00.74'N	147°10.15'E	5078		Argo
S013	SONDE	040613	0430	DE	41°03.99'N	149°45.49'E	5422		Meisei
S014	SONDE	040613	0559	DE	41°04.92'N	150°15.11'E	5272		Meisei

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
S015	SONDE	040613	0730	DE	41°05.73'N	150°45.78'E	5436		Meisei
S016	SONDE	040613	0917	DE	41°06.54'N	151°22.71'E	5195		Meisei
S017	SONDE	040613	1029	DE	41°07.18'N	151°47.53'E	5329		Meisei
S018	SONDE	040613	1156	DE	41°08.28'N	152°18.34'E	5320		Meisei
S019	SONDE	040613	1323	DE	41°09.14'N	152°47.71'E	5412		Meisei
S020	SONDE	040613	1459	DE	41°09.93'N	153°20.80'E	5472		Meisei
S021	SONDE	040613	1630	DE	41°10.67'N	153°51.95'E	5422		Meisei
X013	XCTD	040613	1656	DE	41°11.10'N	154°00.30'E	5504		TSK XCTD-1
S022	SONDE	040613	1800	DE	41°11.54'N	154°19.96'E	5592		Meisei
S023	SONDE	040613	1930	DE	41°12.51'N	154°47.53'E	5596		Meisei
X014	XCTD	040613	2013	DE	41°12.83'N	155°00.18'E	5667		TSK XCTD-1
S024	SONDE	040613	2100	DE	41°13.31'N	155°14.12'E	5590		Meisei
X015	XCTD	040613	2330	DE	41°14.53'N	156°00.29'E	5618		TSK XCTD-1
S025A	SONDE	040713	0011	DE	41°14.81'N	156°11.67'E	5540		Meisei
X016	XCTD	040713	0254	DE	41°16.25'N	157°00.20'E	5523		TSK XCTD-1
S026	SONDE	040713	0259	DE	41°16.29'N	157°01.67'E	5496		Meisei
S027	SONDE	040713	0600	DE	41°17.94'N	157°57.77'E	5518		Meisei
X017	XCTD	040713	0610	DE	41°17.99'N	158°00.09'E	5514		TSK XCTD-1
S028	SONDE	040713	0901	DE	41°19.50'N	158°53.32'E	5532		Meisei
X018	XCTD	040713	0924	DE	41°19.71'N	159°00.03'E	5575		TSK XCTD-1
S029	SONDE	040713	1202	DE	41°21.20'N	159°48.78'E	5635		Meisei
X019	XCTD	040713	1241	DE	41°21.40'N	159°59.99'E	5582		TSK XCTD-1
S030	SONDE	040713	1500	DE	41°22.73'N	160°43.46'E	5680		Meisei
X020	XCTD	040713	1555	DE	41°23.11'N	161°00.01'E	5708		TSK XCTD-1
S031	SONDE	040713	1800	DE	41°24.41'N	161°38.76'E	5698		Meisei
X021	XCTD	040713	1912	DE	41°24.84'N	162°00.02'E	5684		TSK XCTD-1
S032	SONDE	040713	2104	DE	41°25.80'N	162°33.98'E	5515		Meisei
S033	SONDE	040713	2226	DE	41°26.56'N	162°59.00'E	5475		Meisei
C002	ROS	040713	2256	BE	41°26.42'N	162°59.15'E	5473		LADCP
C002	ROS	040713	2341	BO	41°26.69'N	162°59.04'E	5471	2000	1-8,10 SBE9p951 CTDO
C002	ROS	040813	0029	EN	41°26.94'N	162°58.92'E	5470		
F002	FRRF	040813	0047	DE	41°27.06'N	162°58.85'E	5466	200	Kimoto
C02I	ROS	040813	0154	BE	41°28.05'N	162°58.19'E	5462		
C02I	ROS	040813	0208	BO	41°28.29'N	162°58.21'E	5461	200	6 SBE9p951 CTDO
C02I	ROS	040813	0221	EN	41°28.58'N	162°58.19'E	5454		
S034	SONDE	040813	0230	DE	41°28.74'N	162°58.44'E	5452		Meisei
X022	XCTD	040813	0237	DE	41°28.63'N	162°58.59'E	5448		TSK XCTD-1
S035	SONDE	040813	0615	DE	41°30.01'N	163°58.05'E	5225		Meisei
X023	XCTD	040813	0623	DE	41°30.05'N	164°00.04'E	5158		TSK XCTD-1
S035A	SONDE	040813	0709	DE	41°30.06'N	164°06.13'E	4954		Meisei
S036	SONDE	041013	0438	DE	40°17.89'N	162°13.87'E	5574		Meisei
S037	SONDE	041013	0559	DE	40°29.30'N	162°12.20'E	5453		Meisei
X024	XCTD	041013	0605	DE	40°30.12'N	162°12.18'E	5434		TSK XCTD-1
X025	XCTD	041013	0655	DE	40°40.27'N	162°12.24'E	5411		TSK XCTD-1
S038	SONDE	041013	0731	DE	40°47.15'N	162°12.59'E	5501		Meisei
X026	XCTD	041013	0747	DE	40°50.25'N	162°12.70'E	5507		TSK XCTD-1
S039	SONDE	041013	0859	DE	41°00.49'N	162°08.70'E	5521		Meisei
C003	ROS	041013	1005	BE	40°59.94'N	161°59.92'E	5625		LADCP
C003	ROS	041013	1207	BO	40°59.58'N	162°00.18'E	5624	5743	1-7,11 SBE9p951 CTDO
C003	ROS	041013	1346	EN	40°59.45'N	162°00.51'E	5620		
F003	FRRF	041013	1403	DE	40°59.43'N	162°00.76'E	5618	200	Kimoto
C03S	ROS	041013	1454	BE	40°59.43'N	162°00.75'E	5618		
C03S	ROS	041013	1508	BO	40°59.45'N	162°00.87'E	5728	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO
C03S	ROS	041013	1520	EN	40°59.51'N	162°00.82'E	5617		
M001	MSP	041013	1548	DE	40°59.63'N	162°01.00'E	5622	540	Turbomap

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT	STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
S040	SONDE	041013	1640	DE	41°00.03'N	162°00.90'E	5622		Meisei	X056	XCTD	041313	0610	DE	41°08.99'N	159°30.00'E	5615		TSK XCTD-1
S041	SONDE	041013	1759	DE	40°45.51'N	162°01.93'E	5546		Meisei	X057	XCTD	041313	0645	DE	41°10.06'N	159°19.97'E	5604		TSK XCTD-1
S041A	SONDE	041013	1807	DE	40°44.32'N	162°03.50'E	5566		Meisei	X058	XCTD	041313	0720	DE	41°11.04'N	159°09.97'E	5549		TSK XCTD-1
S042	SONDE	041013	2100	DE	40°03.89'N	162°06.85'E	5493		Meisei	S049	SONDE	041313	0754	DE	41°12.07'N	159°00.29'E	5618		Meisei
S043	SONDE	041113	0004	DE	39°20.29'N	162°02.70'E	5067		Meisei	C006	ROS	041313	0812	BE	41°12.05'N	159°00.08'E	5620		LADCP
X027	XCTD	041113	2345	DE	37°20.19'N	161°00.05'E	4719		TSK XCTD-1	C006	ROS	041313	0856	BO	41°11.87'N	159°00.06'E	5619	2001	1-7 SBE9p951 CTDO
X028	XCTD	041213	0029	DE	37°30.05'N	161°00.04'E	4753		TSK XCTD-1	C006	ROS	041313	0931	EN	41°11.77'N	159°00.00'E	5620		
X029	XCTD	041213	0113	DE	37°40.08'N	160°59.98'E	4900		TSK XCTD-1	F006	FRRF	041313	0942	DE	41°11.70'N	158°59.99'E	5623	200	Kimoto
X030	XCTD	041213	0157	DE	37°50.01'N	160°59.98'E	4369		TSK XCTD-1	C06S	ROS	041313	1028	BE	41°11.30'N	159°00.16'E	5611		
X031	XCTD	041213	0239	DE	38°00.02'N	161°00.03'E	4821		TSK XCTD-1	C06S	ROS	041313	1040	BO	41°11.22'N	159°00.10'E	5606	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO
X032	XCTD	041213	0322	DE	38°10.02'N	161°00.01'E	4864		TSK XCTD-1	C06S	ROS	041313	1047	EN	41°11.19'N	159°00.07'E	5606		
X033	XCTD	041213	0404	DE	38°20.02'N	160°59.98'E	5040		TSK XCTD-1	M004	MSP	041313	1110	DE	41°11.08'N	159°00.02'E	5599	528	Turbomap
X034	XCTD	041213	0446	DE	38°30.02'N	161°00.03'E	5180		TSK XCTD-1	S050	SONDE	041313	1204	DE	41°10.41'N	159°00.03'E	5562		Meisei
X035	XCTD	041213	0526	DE	38°40.01'N	160°59.96'E	5312		TSK XCTD-1	X059	XCTD	041313	1245	DE	41°13.09'N	158°49.98'E	5567		TSK XCTD-1
X036	XCTD	041213	0607	DE	38°50.01'N	160°59.88'E	4925		TSK XCTD-1	X060	XCTD	041313	1317	DE	41°14.11'N	158°39.98'E	5537		TSK XCTD-1
X037	XCTD	041213	0647	DE	39°00.04'N	161°00.00'E	5408		TSK XCTD-1	X061	XCTD	041313	1350	DE	41°15.11'N	158°29.97'E	5463		TSK XCTD-1
X038	XCTD	041213	0728	DE	39°10.04'N	161°00.02'E	5419		TSK XCTD-1	X062	XCTD	041313	1424	DE	41°16.09'N	158°20.01'E	5486		TSK XCTD-1
X039	XCTD	041213	0812	DE	39°20.02'N	161°00.01'E	5462		TSK XCTD-1	X063	XCTD	041313	1458	DE	41°17.09'N	158°09.98'E	5386		TSK XCTD-1
X040	XCTD	041213	0855	DE	39°30.03'N	161°00.01'E	5558		TSK XCTD-1	S051	SONDE	041313	1529	DE	41°17.94'N	158°00.67'E	5491		Meisei
X041	XCTD	041213	0936	DE	39°40.02'N	161°00.03'E	5428		TSK XCTD-1	C007	ROS	041313	1550	BE	41°17.95'N	158°00.09'E	5511		LADCP
X042	XCTD	041213	1018	DE	39°50.16'N	160°59.99'E	5557		TSK XCTD-1	C007	ROS	041313	1630	BO	41°17.75'N	158°00.13'E	5502	2002	1-8 SBE9p951 CTDO
X043	XCTD	041213	1100	DE	40°00.04'N	161°00.05'E	5477		TSK XCTD-1	C007	ROS	041313	1706	EN	41°17.56'N	158°00.16'E	5500		
X044	XCTD	041213	1142	DE	40°10.03'N	160°59.99'E	5573		TSK XCTD-1	F007	FRRF	041313	1718	DE	41°17.49'N	158°00.10'E	5504	200	Kimoto
S044	SONDE	041213	1157	DE	40°13.59'N	160°59.99'E	5551		Meisei	C07S	ROS	041313	1814	BE	41°17.03'N	158°00.12'E	5527		
X045	XCTD	041213	1224	DE	40°20.03'N	161°00.04'E	5565		TSK XCTD-1	C07S	ROS	041313	1825	BO	41°16.95'N	158°00.14'E	5530	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO
X046	XCTD	041213	1306	DE	40°30.01'N	161°00.00'E	5538		TSK XCTD-1	C07S	ROS	041313	1833	EN	41°16.86'N	158°00.12'E	5529		
X047	XCTD	041213	1349	DE	40°40.03'N	160°59.97'E	5511		TSK XCTD-1	M005	MSP	041313	1853	DE	41°16.64'N	158°00.06'E	5526	511	Turbomap
X048	XCTD	041213	1433	DE	40°50.01'N	160°59.94'E	5621		TSK XCTD-1	S052	SONDE	041313	1943	DE	41°16.04'N	158°00.73'E	5523		Meisei
S045	SONDE	041213	1511	DE	40°59.09'N	160°59.89'E	5604		Meisei	X064	XCTD	041313	2037	DE	41°19.08'N	157°49.98'E	5515		TSK XCTD-1
C004	ROS	041213	1543	BE	40°59.96'N	160°59.89'E	5664		LADCP	X065	XCTD	041313	2111	DE	41°20.08'N	157°39.88'E	5487		TSK XCTD-1
C004	ROS	041213	1628	BO	41°00.24'N	160°59.42'E	5667	2005	1-7 SBE9p951 CTDO	X066	XCTD	041313	2145	DE	41°21.11'N	157°29.98'E	5559		TSK XCTD-1
C004	ROS	041213	1707	EN	41°00.48'N	160°59.21'E	5672			X067	XCTD	041313	2217	DE	41°22.11'N	157°19.97'E	5548		TSK XCTD-1
F004	FRRF	041213	1719	DE	41°00.56'N	160°59.15'E	5676	200	Kimoto	X068	XCTD	041313	2250	DE	41°23.11'N	157°09.97'E	5574		TSK XCTD-1
C04S	ROS	041213	1809	BE	41°00.89'N	160°58.60'E	5684			S053	SONDE	041313	2329	DE	41°24.04'N	156°59.87'E	5524		Meisei
C04S	ROS	041213	1820	BO	41°01.03'N	160°58.53'E	5650	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO	C008	ROS	041313	2343	BE	41°23.97'N	156°59.78'E	5523		LADCP
C04S	ROS	041213	1830	EN	41°01.14'N	160°58.44'E	5682			C008	ROS	041413	0124	BO	41°23.77'N	156°59.10'E	5528	5642	1-7,11 SBE9p951 CTDO
M002	MSP	041213	1851	DE	41°01.37'N	160°58.21'E	5684	446	Turbomap	C008	ROS	041413	0300	EN	41°23.67'N	156°58.72'E	5529		
S046	SONDE	041213	1945	DE	41°02.14'N	160°57.09'E	5667		Meisei	F008	FRRF	041413	0312	DE	41°23.68'N	156°58.53'E	5531	200	Kimoto
X049	XCTD	041213	2028	DE	41°02.00'N	160°49.72'E	5650		TSK XCTD-1	C08S	ROS	041413	0359	BE	41°23.74'N	156°57.97'E	5541		
X050	XCTD	041213	2059	DE	41°02.00'N	160°39.82'E	5612		TSK XCTD-1	C08S	ROS	041413	0412	BO	41°23.73'N	156°57.87'E	5541	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO
X051	XCTD	041213	2132	DE	41°03.02'N	160°29.97'E	5594		TSK XCTD-1	C08S	ROS	041413	0420	EN	41°23.72'N	156°57.81'E	5540		
X052	XCTD	041213	2207	DE	41°04.15'N	160°20.06'E	5515		TSK XCTD-1	M006	MSP	041413	0438	DE	41°23.73'N	156°57.81'E	5541	558	Turbomap
X053	XCTD	041213	2247	DE	41°05.04'N	160°09.92'E	5532		TSK XCTD-1	S054	SONDE	041413	0519	DE	41°23.82'N	156°58.15'E	5542		Meisei
S047	SONDE	041213	2333	DE	41°06.12'N	160°00.08'E	5558		Meisei	A005	FLOAT	041413	0530	DE	41°23.86'N	156°58.26'E	5542		Argo
C005	ROS	041213	2358	BE	41°06.08'N	159°59.95'E	5569		LADCP	X069	XCTD	041413	0613	DE	41°25.14'N	156°49.98'E	5535		TSK XCTD-1
C005	ROS	041313	0048	BO	41°07.49'N	160°00.27'E	5563	2000	1-8 SBE9p951 CTDO	X070	XCTD	041413	0653	DE	41°26.18'N	156°39.99'E	5579		TSK XCTD-1
C005	ROS	041313	0128	EN	41°07.70'N	160°00.80'E	5563			X071	XCTD	041413	0727	DE	41°27.16'N	156°29.98'E	5561		TSK XCTD-1
F005	FRRF	041313	0140	DE	41°07.99'N	160°00.94'E	5579	200	Kimoto	X072	XCTD	041413	0800	DE	41°28.12'N	156°19.98'E	5534		TSK XCTD-1
C05S	ROS	041313	0231	BE	41°08.89'N	160°01.80'E	5572			X073	XCTD	041413	0835	DE	41°29.11'N	156°10.00'E	5520		TSK XCTD-1
C05S	ROS	041313	0245	BO	41°09.10'N	160°02.07'E	5564	201	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO	S055	SONDE	041413	0913	DE	41°29.79'N	156°00.23'E	5502		Meisei
C05S	ROS	041313	0253	EN	41°09.25'N	160°02.55'E	5550			C009	ROS	041413	0934	BE	41°29.74'N	156°00.45'E	5496		LADCP
M003	MSP	041313	0311	DE	41°09.45'N	160°02.66'E	5545	435	Turbomap	C009	ROS	041413	1016	BO	41°29.80'N	156°00.39'E	5496	2002	1-8 SBE9p951 CTDO
S048	SONDE	041313	0353	DE	41°09.92'N	160°03.63'E	5550		Meisei	C009	ROS	041413	1053	EN	41°29.78'N	156°00.29'E	5498		
X054	XCTD	041313	0458	DE	41°07.04'N	159°49.52'E	5533		TSK XCTD-1	F009	FRRF	041413	1104	DE	41°29.79'N	156°00.34'E	5498	200	Kimoto
X055	XCTD	041313	0535	DE	41°09.05'N	159°40.00'E	5593		TSK XCTD-1	C09S	ROS	041413	1153	BE	41°29.81'N	156°00.39'E	5495		

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT	STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
C09S	ROS	041413	1201	BO	41°29.82'N	156°00.43'E	5494	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO	C013	ROS	041613	1140	BO	41°48.09'N	153°00.14'E	5275	2001	1-7 SBE9p951 CTDO
C09S	ROS	041413	1210	EN	41°29.83'N	156°00.42'E	5495			C013	ROS	041613	1216	EN	41°48.09'N	153°00.18'E	5275		
M007	MSP	041413	1228	DE	41°29.86'N	156°00.53'E	5493	536	Turbomap	F013	FRRF	041613	1225	DE	41°48.16'N	153°00.22'E	5276	200	Kimoto
S056	SONDE	041413	1315	DE	41°29.78'N	156°01.07'E	5504		Meisei	C13S	ROS	041613	1312	BE	41°48.46'N	153°00.40'E	5276		
X074	XCTD	041413	1402	DE	41°31.12'N	155°49.96'E	5563		TSK XCTD-1	C13S	ROS	041613	1324	BO	41°48.47'N	153°00.41'E	5277	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO
X075	XCTD	041413	1435	DE	41°32.14'N	155°40.00'E	5570		TSK XCTD-1	C13S	ROS	041613	1333	EN	41°48.49'N	153°00.39'E	5277		
X076	XCTD	041413	1509	DE	41°33.10'N	155°29.99'E	5560		TSK XCTD-1	M011	MSP	041613	1348	DE	41°48.60'N	153°00.40'E	5276	558	Turbomap
X077	XCTD	041413	1543	DE	41°34.15'N	155°19.97'E	5604		TSK XCTD-1	S068	SONDE	041613	1431	DE	41°48.49'N	153°00.79'E	5283		Meisei
S057	SONDE	041413	1603	DE	41°33.26'N	155°28.89'E	5591		Meisei	X089	XCTD	041613	1522	DE	41°49.13'N	152°49.98'E	5285		TSK XCTD-1
C010	ROS	041413	1658	BE	41°33.10'N	155°30.14'E	5546		LADCP	X090	XCTD	041613	1556	DE	41°50.09'N	152°39.98'E	5320		TSK XCTD-1
C010	ROS	041413	1740	BO	41°32.97'N	155°30.43'E	5526	2001	1-7,10 SBE9p951 CTDO	X091	XCTD	041613	1630	DE	41°51.07'N	152°29.97'E	5350		TSK XCTD-1
C010	ROS	041413	1817	EN	41°32.88'N	155°30.61'E	5513			X092	XCTD	041613	1704	DE	41°52.07'N	152°19.98'E	5357		TSK XCTD-1
F010	FRRF	041413	1828	DE	41°32.82'N	155°30.61'E	5511	200	Kimoto	X093	XCTD	041613	1738	DE	41°53.06'N	152°09.98'E	5263		TSK XCTD-1
C10S	ROS	041413	1915	BE	41°32.87'N	155°30.87'E	5510			S069	SONDE	041613	1810	DE	41°53.97'N	152°00.69'E	5218		Meisei
C10S	ROS	041413	1928	BO	41°32.86'N	155°30.89'E	5510	201	2-5,10 SBE9p951 CTDO	C014	ROS	041613	1826	BE	41°54.17'N	152°00.01'E	5227		LADCP
C10S	ROS	041413	1937	EN	41°32.92'N	155°30.91'E	5514			C014	ROS	041613	2003	BO	41°54.18'N	152°00.64'E	5224	5321	1-8,11 SBE9p951 CTDO
M008	MSP	041413	1955	DE	41°32.84'N	155°30.90'E	5508	558	Turbomap	C014	ROS	041613	2130	EN	41°53.95'N	152°01.49'E	5211		
S058	SONDE	041413	2049	DE	41°33.50'N	155°30.72'E	5544		Meisei	F014	FRRF	041613	2141	DE	41°54.03'N	152°01.77'E	5206	200	Kimoto
X078	XCTD	041413	2212	DE	41°34.93'N	155°09.99'E	5226		TSK XCTD-1	C14S	ROS	041613	2236	BE	41°53.98'N	152°02.47'E	5193		
S059	SONDE	041413	2253	DE	41°36.01'N	155°00.15'E	5525		Meisei	C14S	ROS	041613	2248	BO	41°53.98'N	152°02.67'E	5192	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO
M009	MSP	041413	2303	DE	41°36.14'N	155°00.33'E	5527	465	Turbomap	C14S	ROS	041613	2256	EN	41°53.94'N	152°02.83'E	5187		
C011	ROS	041413	2359	BE	41°37.02'N	155°00.95'E	5495		LADCP	M012	MSP	041613	2315	DE	41°53.97'N	152°03.10'E	5181	558	Turbomap
C011	ROS	041513	0044	BO	41°37.24'N	155°01.33'E	5480	2003	1-8 SBE9p951 CTDO	S070	SONDE	041613	2359	DE	41°54.17'N	152°03.75'E	5178		Meisei
C011	ROS	041513	0121	EN	41°37.46'N	155°01.62'E	5468			A006	FLOAT	041713	0016	DE	41°54.30'N	152°03.56'E	5188		Argo
F011	FRRF	041513	0131	DE	41°37.53'N	155°01.67'E	5464	200	Kimoto	X094	XCTD	041713	0104	DE	41°55.05'N	151°50.00'E	5174		TSK XCTD-1
C11S	ROS	041513	0219	BE	41°38.15'N	155°02.03'E	5466			X095	XCTD	041713	0138	DE	41°56.06'N	151°39.71'E	5162		TSK XCTD-1
C11S	ROS	041513	0230	BO	41°38.28'N	155°02.13'E	5468	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO	X096	XCTD	041713	0212	DE	41°57.10'N	151°29.26'E	5149		TSK XCTD-1
C11S	ROS	041513	0240	EN	41°38.42'N	155°02.21'E	5474			X097	XCTD	041713	0247	DE	41°58.03'N	151°19.92'E	5120		TSK XCTD-1
S060	SONDE	041513	0249	DE	41°38.57'N	155°02.29'E	5478		Meisei	X098	XCTD	041713	0322	DE	41°59.09'N	151°10.00'E	5100		TSK XCTD-1
X079	XCTD	041513	0352	DE	41°37.07'N	154°50.02'E	5502		TSK XCTD-1	X099	XCTD	041713	0357	DE	42°00.06'N	150°59.90'E	5085		TSK XCTD-1
S061	SONDE	041513	0603	DE	41°08.44'N	154°50.66'E	5586		Meisei	S071	SONDE	041713	0409	DE	42°01.74'N	150°59.38'E	5109		Meisei
S061A	SONDE	041513	0612	DE	41°09.06'N	154°51.17'E	5623		Meisei	S072	SONDE	041713	2228	DE	39°39.51'N	148°03.04'E	5396		Meisei
S062	SONDE	041513	1216	DE	40°48.48'N	154°48.24'E	5632		Meisei	S073	SONDE	041713	2357	DE	39°57.35'N	147°48.55'E	5274		Meisei
S064A	SONDE	041613	0005	DE	41°28.40'N	154°39.24'E	5433		Meisei	S074	SONDE	041813	0057	DE	40°09.75'N	147°40.60'E	5288		Meisei
X080	XCTD	041613	0054	DE	41°38.16'N	154°39.68'E	5517		TSK XCTD-1	X100	XCTD	041813	0144	DE	40°20.12'N	147°34.35'E	5272		TSK XCTD-1
X081	XCTD	041613	0127	DE	41°39.11'N	154°29.99'E	5511		TSK XCTD-1	S075	SONDE	041813	0157	DE	40°22.43'N	147°32.92'E	5275		Meisei
X082	XCTD	041613	0200	DE	41°40.11'N	154°19.99'E	5410		TSK XCTD-1	X101	XCTD	041813	0233	DE	40°30.02'N	147°27.85'E	5270		TSK XCTD-1
X083	XCTD	041613	0234	DE	41°41.14'N	154°09.99'E	5436		TSK XCTD-1	S076	SONDE	041813	0300	DE	40°35.66'N	147°24.26'E	5273		Meisei
S065	SONDE	041613	0305	DE	41°42.02'N	154°00.77'E	5384		Meisei	X102	XCTD	041813	0321	DE	40°40.03'N	147°21.30'E	5278		TSK XCTD-1
C012	ROS	041613	0323	BE	41°41.98'N	154°00.04'E	5380		LADCP	S077	SONDE	041813	0359	DE	40°47.75'N	147°16.06'E	5298		Meisei
C012	ROS	041613	0407	BO	41°41.71'N	154°00.11'E	5382	2003	1-8 SBE9p951 CTDO	X103	XCTD	041813	0411	DE	40°50.02'N	147°14.86'E	5333		TSK XCTD-1
C012	ROS	041613	0444	EN	41°41.54'N	154°00.09'E	5378			S078	SONDE	041813	0459	DE	40°59.86'N	147°08.06'E	5081		Meisei
F012	FRRF	041613	0453	DE	41°41.49'N	154°00.14'E	5378	200	Kimoto	X104	XCTD	041813	0501	DE	41°00.01'N	147°08.00'E	5094		TSK XCTD-1
C12S	ROS	041613	0541	BE	41°41.15'N	154°00.25'E	5374			X105	XCTD	041813	0553	DE	41°10.24'N	147°01.39'E	5266		TSK XCTD-1
C12S	ROS	041613	0551	BO	41°41.08'N	154°00.27'E	5374	200	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO	X105A	XCTD	041813	0557	DE	41°11.10'N	147°00.80'E	5277		TSK XCTD-1
C12S	ROS	041613	0559	EN	41°41.03'N	154°00.26'E	5375			S079	SONDE	041813	0600	DE	41°11.63'N	147°00.42'E	5280		Meisei
M010	MSP	041613	0612	DE	41°40.99'N	154°00.40'E	5374	477	Turbomap	X106	XCTD	041813	0641	DE	41°19.99'N	146°55.14'E	5354		TSK XCTD-1
S066	SONDE	041613	0651	DE	41°41.41'N	154°01.14'E	5378		Meisei	S080	SONDE	041813	0700	DE	41°23.06'N	146°51.73'E	5388		Meisei
X084	XCTD	041613	0747	DE	41°43.12'N	153°49.99'E	5415		TSK XCTD-1	S081	SONDE	041813	0800	DE	41°32.63'N	146°35.83'E	5588		Meisei
X085	XCTD	041613	0821	DE	41°44.07'N	153°39.99'E	4027		TSK XCTD-1	S082	SONDE	041813	0900	DE	41°42.11'N	146°21.25'E	6506		Meisei
X086	XCTD	041613	0855	DE	41°45.06'N	153°29.98'E	5408		TSK XCTD-1	S083	SONDE	041813	0959	DE	41°52.14'N	146°06.18'E	5905		Meisei
X087	XCTD	041613	0929	DE	41°46.06'N	153°19.87'E	5463		TSK XCTD-1	S084	SONDE	041813	1055	DE	42°01.68'N	146°51.38'E	5298		Meisei
X088	XCTD	041613	1004	DE	41°47.05'N	153°09.99'E	5351		TSK XCTD-1	S085	SONDE	041813	1148	DE	42°09.95'N	145°38.53'E	4126		Meisei
S067	SONDE	041613	1043	DE	41°48.03'N	153°00.07'E	5274		Meisei	C015	ROS	041813	1214	BE	42°10.25'N	145°38.01'E	4094		LADCP
C013	ROS	041613	1055	BE	41°48.02'N	153°00.03'E	5272		LADCP	C015	ROS	041813	1333	BO	42°10.64'N	145°38.13'E	4054	4104	1-7,11 SBE9p951 CTDO

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
C015	ROS	041813	1443	EN	42°11.31'N	145°38.00'E	3962		
F015	FRRF	041813	1453	DE	42°11.42'N	145°37.99'E	3948	200	Kimoto
C155	ROS	041813	1545	BE	42°11.87'N	145°37.47'E	3845		
C155	ROS	041813	1556	BO	42°11.96'N	145°37.46'E	3829	202	2-5,9,10 SBE9p951 CTDO
C155	ROS	041813	1605	EN	42°12.05'N	145°37.41'E	3813		
M013	MSP	041813	1621	DE	42°12.15'N	145°37.31'E	3791	558	Turbomap
S086	SONDE	041813	1703	DE	42°12.46'N	145°36.92'E	3706		Meisei
V001	NET	041813	1937	DE	42°09.51'N	145°38.72'E	4152		
V002	NET	041813	2031	DE	42°09.46'N	145°38.38'E	4164		
S087	SONDE	041813	2102	DE	42°09.30'N	145°38.14'E	4193		Meisei

### KH-13-3 LEG 2

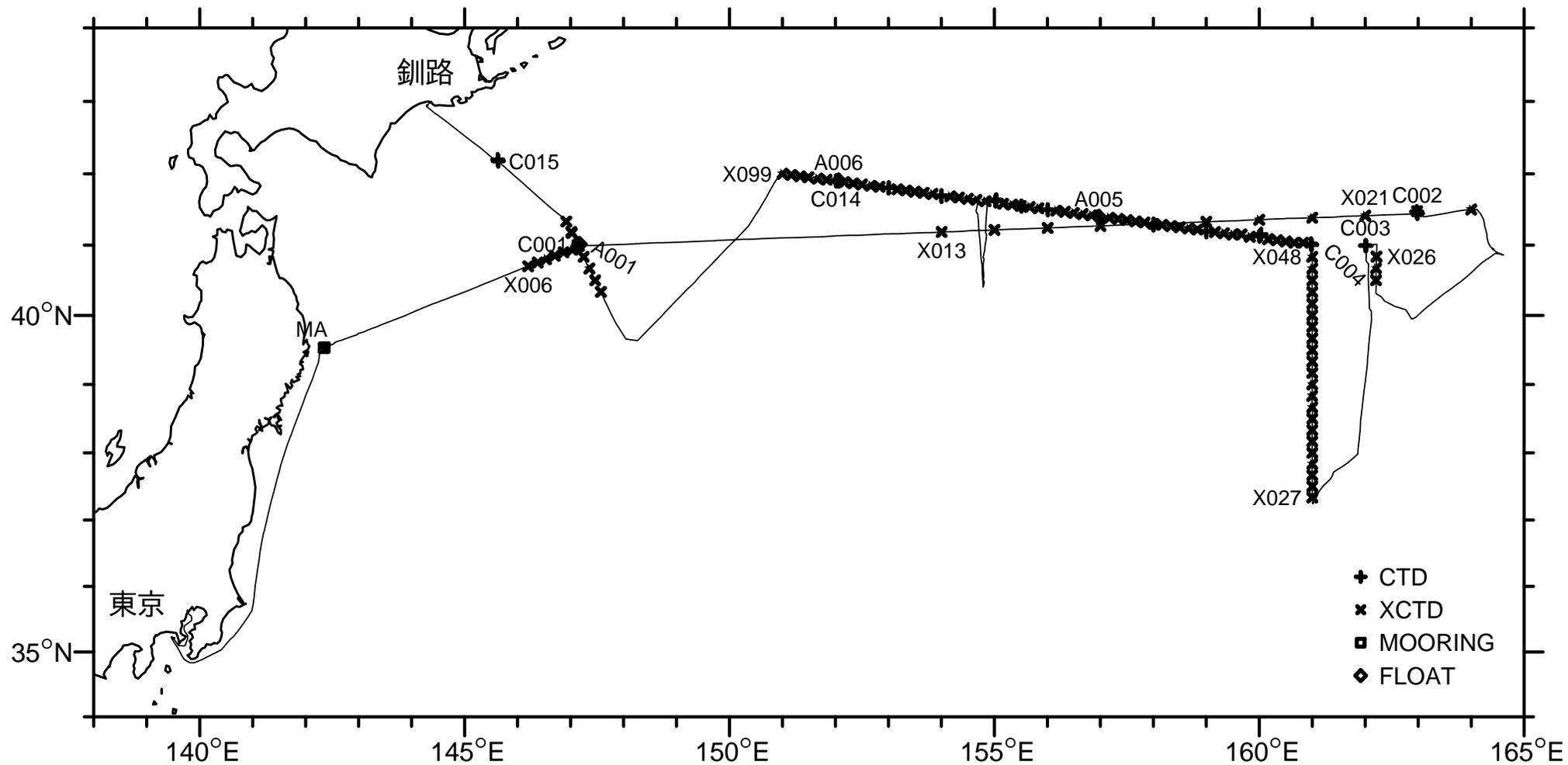
STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
S088	SONDE	042213	0500	DE	42°33.70'N	144°52.42'E	1180		Meisei
S089	SONDE	042213	0600	DE	42°27.90'N	145°00.30'E	1967		Meisei
S090	SONDE	042213	0700	DE	42°21.16'N	145°15.00'E	2841		Meisei
S091	SONDE	042213	0759	DE	42°14.30'N	145°26.52'E	3656		Meisei
S092	SONDE	042213	0900	DE	42°07.17'N	145°38.34'E	4559		Meisei
S093	SONDE	042213	0958	DE	41°59.80'N	145°50.07'E	5510		Meisei
S094	SONDE	042213	1057	DE	41°51.84'N	146°03.03'E	5776		Meisei
S095	SONDE	042213	1158	DE	41°43.09'N	146°17.38'E	6864		Meisei
S096	SONDE	042213	1256	DE	41°34.71'N	146°30.79'E	5748		Meisei
S097	SONDE	042213	1358	DE	41°26.54'N	146°44.99'E	5476		Meisei
X107	XCTD	042213	1446	DE	41°19.99'N	146°54.47'E	5356		TSK XCTD-1
S098	SONDE	042213	1502	DE	41°16.60'N	146°57.15'E	5323		Meisei
X108	XCTD	042213	1511	DE	41°14.95'N	146°58.21'E	5313		TSK XCTD-1
X109	XCTD	042213	1538	DE	41°10.95'N	147°01.61'E	5266		TSK XCTD-1
S099	SONDE	042213	1600	DE	41°05.51'N	147°04.51'E	5222		Meisei
X110	XCTD	042213	1604	DE	41°04.98'N	147°04.85'E	5204		TSK XCTD-1
X111	XCTD	042213	1630	DE	41°00.00'N	147°08.01'E	5102		TSK XCTD-1
X112	XCTD	042213	1655	DE	40°54.99'N	147°11.37'E	4934		TSK XCTD-1
S100	SONDE	042213	1700	DE	40°53.58'N	147°12.08'E	4670		Meisei
X113	XCTD	042213	1720	DE	40°49.99'N	147°14.60'E	5344		TSK XCTD-1
X114	XCTD	042213	1744	DE	40°44.99'N	147°17.84'E	5300		TSK XCTD-1
S101	SONDE	042213	1800	DE	40°41.67'N	147°20.02'E	5285		Meisei
X115	XCTD	042213	1809	DE	40°39.99'N	147°21.10'E	5283		TSK XCTD-1
X116	XCTD	042213	1832	DE	40°34.99'N	147°24.22'E	5273		TSK XCTD-1
X117	XCTD	042213	1857	DE	40°29.95'N	147°27.64'E	5267		TSK XCTD-1
S102	SONDE	042213	1900	DE	40°29.21'N	147°28.14'E	5271		Meisei
X118	XCTD	042213	1919	DE	40°24.99'N	147°30.80'E	5280		TSK XCTD-1
X119	XCTD	042213	1946	DE	40°20.00'N	147°34.14'E	5273		TSK XCTD-1
S103	SONDE	042213	1959	DE	40°17.07'N	147°36.03'E	5273		Meisei
X120	XCTD	042213	2010	DE	40°15.00'N	147°37.26'E	5286		TSK XCTD-1
X121	XCTD	042213	2034	DE	40°09.99'N	147°40.49'E	5284		TSK XCTD-1
X122	XCTD	042213	2058	DE	40°05.00'N	147°43.71'E	5279		TSK XCTD-1
X123	XCTD	042213	2123	DE	40°00.00'N	147°46.95'E	5267		TSK XCTD-1
X124	XCTD	042213	2313	DE	40°12.67'N	147°31.38'E	5276		TSK XCTD-1
X125	XCTD	042213	2336	DE	40°10.42'N	147°25.58'E	5274		TSK XCTD-1
X126	XCTD	042213	2359	DE	40°08.11'N	147°19.51'E	5288		TSK XCTD-1
X127	XCTD	042313	0020	DE	40°05.90'N	147°13.99'E	5306		TSK XCTD-1
X128	XCTD	042313	0042	DE	40°03.59'N	147°08.17'E	5308		TSK XCTD-1
C016	ROS	042313	0140	BE	40°04.53'N	147°11.09'E	5314		LADCP
C016	ROS	042313	0221	BO	40°04.14'N	147°10.44'E	5310	2002	1-7 SBE9p951 CTDO
C016	ROS	042313	0257	EN	40°03.84'N	147°10.17'E	5318		
F016	FRRF	042313	0306	DE	40°03.81'N	147°10.11'E	5318	200	Kimoto
C16S	ROS	042313	0353	BE	40°03.61'N	147°09.39'E	5318		

STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
C16S	ROS	042313	0403	BO	40°03.61'N	147°09.23'E	5318	202	2-5,10 SBE9p951 CTDO
C16S	ROS	042313	0411	EN	40°03.57'N	147°09.02'E	5316		
M014	MSP	042313	0424	DE	40°03.53'N	147°08.94'E	5316	522	Turbomap
V003	NET	042313	0516	DE	40°03.00'N	147°08.99'E	5318		
V004	NET	042313	0607	DE	40°02.90'N	147°08.36'E	5319		
B001	FLOAT	042313	0709	DE	40°02.76'N	147°07.78'E	5314		Drifting buoy
G001	FLOAT	042313	0726	DE	40°02.77'N	147°07.36'E	5312		Sea Glider
X129	XCTD	042313	0802	DE	40°05.01'N	147°06.19'E	5311		TSK XCTD-1
X130	XCTD	042313	0838	DE	40°09.99'N	147°01.85'E	5324		TSK XCTD-1
X131	XCTD	042313	0909	DE	40°15.00'N	147°00.24'E	5299		TSK XCTD-1
X132	XCTD	042313	0957	DE	40°20.00'N	146°52.23'E	5332		TSK XCTD-1
C017	ROS	042313	1049	BE	40°21.83'N	146°50.51'E	5349		LADCP
C017	ROS	042313	1132	BO	40°21.55'N	146°50.60'E	5345	2002	1-7 SBE9p951 CTDO
C017	ROS	042313	1208	EN	40°21.41'N	146°50.60'E	5343		
F017	FRRF	042313	1217	DE	40°21.41'N	146°50.61'E	5346	200	Kimoto
C17S	ROS	042313	1302	BE	40°21.30'N	146°50.77'E	5498		
C17S	ROS	042313	1313	BO	40°21.29'N	146°50.76'E	5339	201	2-5,10 SBE9p951 CTDO
C17S	ROS	042313	1321	EN	40°21.23'N	146°50.79'E	5343		
C17I	ROS	042313	1339	BE	40°21.26'N	146°50.79'E	5343		
C17I	ROS	042313	1349	BO	40°21.28'N	146°50.76'E	5342	201	6 SBE9p951 CTDO
C17I	ROS	042313	1357	EN	40°21.27'N	146°50.79'E	5342		
M015	MSP	042313	1412	DE	40°21.25'N	146°50.78'E	5340	501	Turbomap
V005	NET	042313	1501	DE	40°20.95'N	146°51.45'E	5339		
V006	NET	042313	1551	DE	40°20.53'N	146°51.82'E	5342		
S104	SONDE	042613	0400	DE	42°26.40'N	144°40.99'E	1585		Meisei
X133	XCTD	042613	0819	DE	41°30.00'N	145°16.92'E	6046		TSK XCTD-1
X134	XCTD	042613	0858	DE	41°22.50'N	145°23.18'E	7020		TSK XCTD-1
X135	XCTD	042613	0933	DE	41°14.99'N	145°26.66'E	6568		TSK XCTD-1
X136	XCTD	042613	1010	DE	41°07.49'N	145°31.54'E	6177		TSK XCTD-1
X137	XCTD	042613	1047	DE	41°00.00'N	145°36.34'E	5752		TSK XCTD-1
X138	XCTD	042613	1124	DE	40°52.51'N	145°41.20'E	5503		TSK XCTD-1
X139	XCTD	042613	1202	DE	40°44.94'N	145°46.06'E	5323		TSK XCTD-1
X140	XCTD	042613	1240	DE	40°37.46'N	145°50.78'E	5219		TSK XCTD-1
X141	XCTD	042613	1317	DE	40°29.98'N	145°55.59'E	5179		TSK XCTD-1
X142	XCTD	042613	1354	DE	40°22.48'N	146°00.42'E	5176		TSK XCTD-1
X143	XCTD	042613	1432	DE	40°14.98'N	146°05.21'E	5142		TSK XCTD-1
C018	ROS	042613	1528	BE	40°07.63'N	146°09.83'E	5154		LADCP
C018	ROS	042613	1611	BO	40°07.83'N	146°09.88'E	5151	2002	1-7 SBE9p951 CTDO
C018	ROS	042613	1645	EN	40°07.97'N	146°09.85'E	5152		
F018	FRRF	042613	1655	DE	40°08.03'N	146°09.87'E	5152	200	Kimoto
C18S	ROS	042613	1741	BE	40°08.23'N	146°09.85'E	5152		
C18S	ROS	042613	1750	BO	40°08.28'N	146°09.84'E	5152	201	2-5,10 SBE9p951 CTDO
C18S	ROS	042613	1756	EN	40°08.30'N	146°09.86'E	5152		
M016	MSP	042613	1812	DE	40°08.35'N	146°09.81'E	5152	481	Turbomap
V007	NET	042613	1900	DE	40°08.72'N	146°09.28'E	5151		
G002	FLOAT	042613	2018	RE	40°07.58'N	146°11.67'E	5169		Sea Glider
C019	ROS	042713	2228	BE	36°29.83'N	142°00.42'E	2774		LADCP
C019	ROS	042713	2255	BO	36°29.60'N	142°00.71'E	2775	1002	1-7,10 SBE9p951 CTDO
C019	ROS	042713	2316	EN	36°29.50'N	142°00.86'E	2783		
M017	MSP	042713	2330	DE	36°29.46'N	142°01.29'E	2786	417	Turbomap
X144	XCTD	042813	0040	DE	36°26.27'N	142°03.78'E	3368		TSK XCTD-1
S105	SONDE	042813	0100	DE	36°22.61'N	142°07.50'E	3889		Meisei
C020	ROS	042813	0133	BE	36°22.62'N	142°08.06'E	3954		LADCP
C020	ROS	042813	0159	BO	36°22.63'N	142°08.71'E	3976	1002	1-7,10 SBE9p951 CTDO
C020	ROS	042813	0219	EN	36°22.66'N	142°09.07'E	3961		

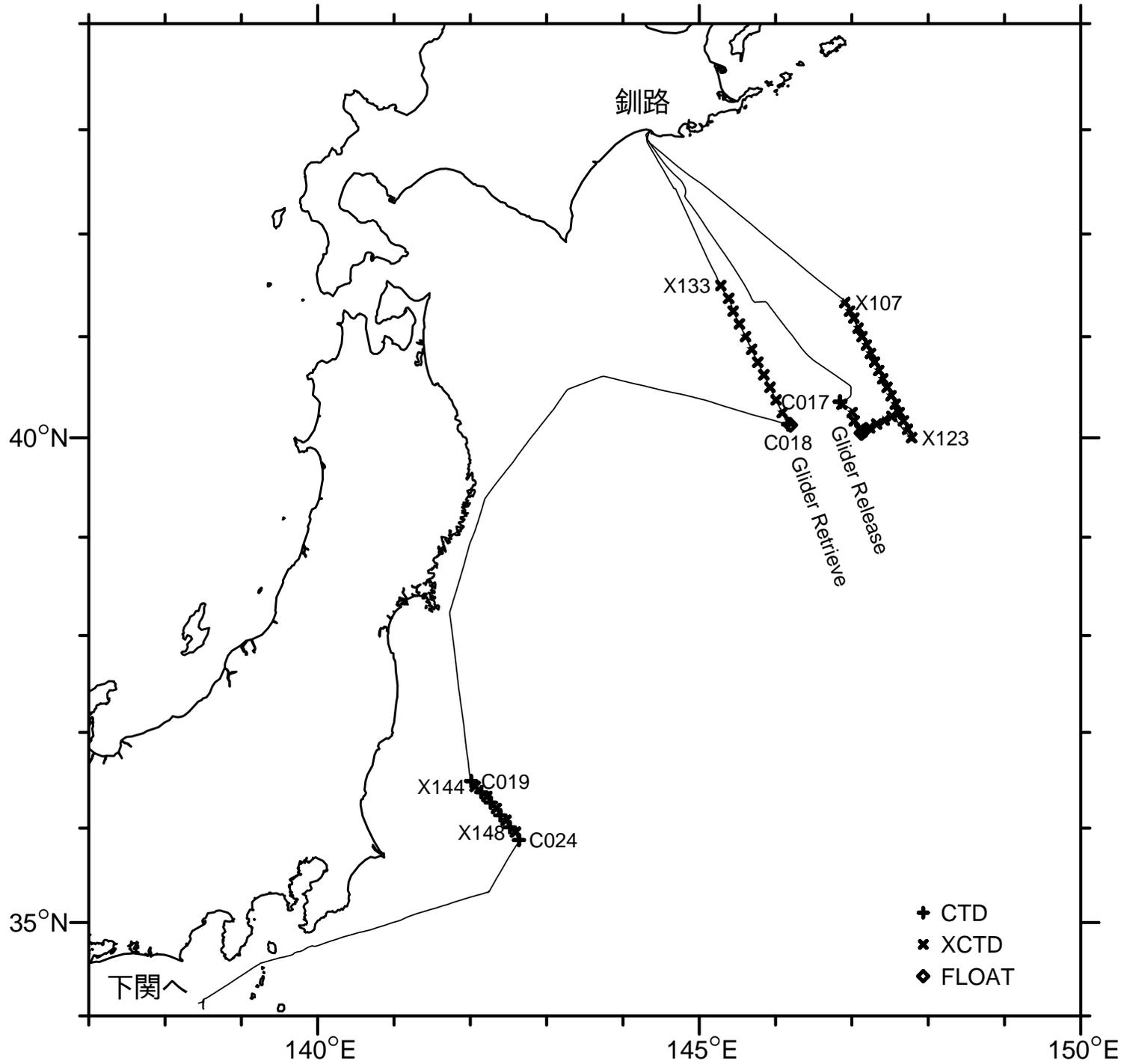
STN	TYPE	DATE	GMT	CODE	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH	MAXPR	PARAM/COMMENT
M018	MSP	042813	0234	DE	36°22.77'N	142°09.58'E	3918	410	Turbomap
X145	XCTD	042813	0338	DE	36°19.95'N	142°13.07'E	3925		TSK XCTD-1
S106	SONDE	042813	0404	DE	36°15.16'N	142°14.95'E	3841		Meisei
C021	ROS	042813	0419	BE	36°14.94'N	142°15.54'E	3916		LADCP
C021	ROS	042813	0445	BO	36°16.12'N	142°16.12'E	3998	1005	1-7,10 SBE9p951 CTDO
C021	ROS	042813	0504	EN	36°15.07'N	142°16.47'E	4116		
M019	MSP	042813	0515	DE	36°15.10'N	142°16.91'E	4292	418	Turbomap
S107	SONDE	042813	0556	DE	36°15.03'N	142°18.77'E	4664		Meisei
X146	XCTD	042813	0618	DE	36°12.39'N	142°20.46'E	4395		TSK XCTD-1
S108	SONDE	042813	0642	DE	36°07.68'N	142°22.46'E	4555		Meisei
C022	ROS	042813	0714	BE	36°07.79'N	142°22.98'E	4713		LADCP
C022	ROS	042813	0741	BO	36°08.09'N	142°23.67'E	4887	1001	1-7,10 SBE9p951 CTDO
C022	ROS	042813	0802	EN	36°08.30'N	142°24.07'E	4968		
M020	MSP	042813	0814	DE	36°08.46'N	142°24.41'E	5011	478	Turbomap
S109	SONDE	042813	0857	DE	36°08.83'N	142°25.94'E	5358		Meisei
X147	XCTD	042813	0930	DE	36°04.93'N	142°28.05'E	5805		TSK XCTD-1
S110	SONDE	042813	0956	DE	36°00.11'N	142°30.05'E	5202		Meisei
C023	ROS	042813	1011	BE	36°00.18'N	142°30.38'E	5340		LADCP
C023	ROS	042813	1037	BO	36°00.51'N	142°31.19'E	5581	1002	1-7,10 SBE9p951 CTDO
C023	ROS	042813	1059	EN	36°00.69'N	142°31.67'E	5808		
M021	MSP	042813	1112	DE	36°00.85'N	142°32.11'E	5884	410	Turbomap
S111	SONDE	042813	1157	DE	36°01.12'N	142°34.00'E	6254		Meisei
X148	XCTD	042813	1221	DE	35°57.45'N	142°35.56'E	6842		TSK XCTD-1
S112	SONDE	042813	1243	DE	35°52.71'N	142°37.48'E	5315		Meisei
C024	ROS	042813	1300	BE	35°52.48'N	142°37.86'E	5235		LADCP
C024	ROS	042813	1325	BO	35°52.50'N	142°38.27'E	5169	1001	1-7,10 SBE9p951 CTDO
C024	ROS	042813	1345	EN	35°52.53'N	142°38.63'E	5100		
M022	MSP	042813	1358	DE	35°52.55'N	142°38.98'E	5139	433	Turbomap
S113	SONDE	042813	1445	DE	35°52.41'N	142°39.94'E	4369		Meisei
S114	SONDE	042813	1601	DE	35°39.82'N	142°29.04'E	5998		Meisei
S115	SONDE	042813	1730	DE	35°20.24'N	142°15.12'E	7827		Meisei
S116	SONDE	042813	1832	DE	35°19.99'N	142°14.85'E	8048		Meisei
S117	SONDE	042813	1930	DE	35°19.82'N	142°14.61'E	8077		Meisei
S118	SONDE	042813	2028	DE	35°19.61'N	142°14.46'E	8091		Meisei
S119	SONDE	042813	2129	DE	35°19.41'N	142°14.23'E	8111		Meisei
S120	SONDE	042813	2230	DE	35°19.36'N	142°13.91'E	8133		Meisei

# 5. 測点図

## Leg1 東京 ~ 釧路



Leg2 釧路 ~ 下関



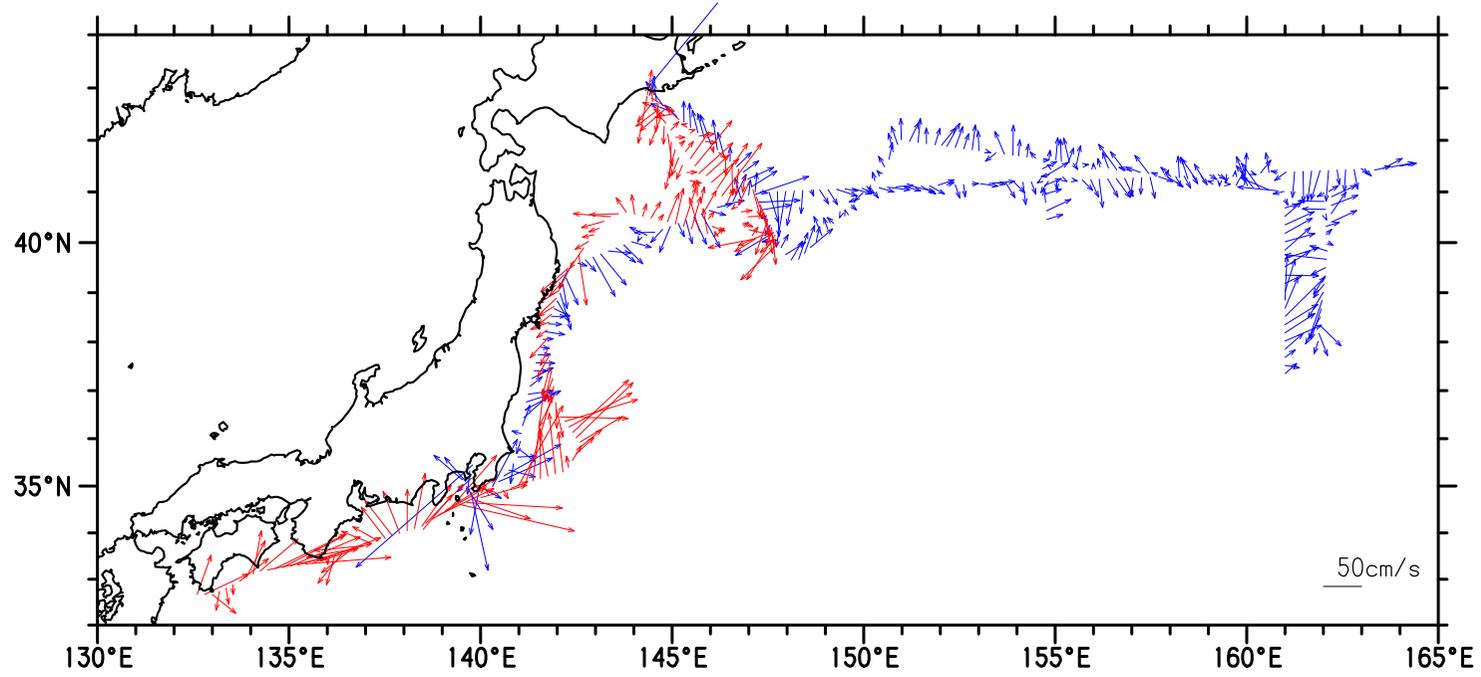
## 6. 観測日程表

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
1 04/02	↑ 東京																							
2 04/03	~~~~~																							
3 04/04	~~~~~																							
4 04/05	~~~~~ X001-X005				MA		~~~~~ S001 S002 S003 S004 S005 S006 S007 S008 X006 X009																	
5 04/06	↑↑↑ X012		C001 F001 C015		~~~~~ A001-A004 S013 S014 S015 S016 S018 S019 S020																			
6 04/07	~~~~~ S021 S022 S023 S024				X015				X016				S027				S028				X019			
7 04/08	↑↑↑ X020 S031 X021 S032 S033				C002 F002 C021				S034				S035A				~~~~~							
8 04/09	~~~~~																							
9 04/10	~~~~~ S036 X025 S039																		C003 F003 C035 M001					
10 04/11	C003 F003 C035 M001		~~~~~ S041A S042 S043				~~~~~																	
11 04/12	~~~~~ X027 X029 X032 X035 X038 X040 X043 X045 X048																							
12 04/13	↑ C004 F004 M002		C045 M005		S046 X051 S047		C005 F005 M003		S048 X056 S049		C006 F006 M004		S050 X061		~~~~~									
13 04/14	↑ C007 F007 M005		C075 M005		S052 X066 S053		C008 F008 M006		S054 X071 S055		C009 F009 M007		S056		~~~~~									
14 04/15	↑↑↑ X076		C010 F010 C10S M008		S058 S059		M009 C011 F011 C11S		S060		S061A				S062				~~~~~					
15 04/16	~~~~~ S064 X081 S065										C012 F012 C12S M010		S066 X086 S067		C013 F013 C13S M011		S068							

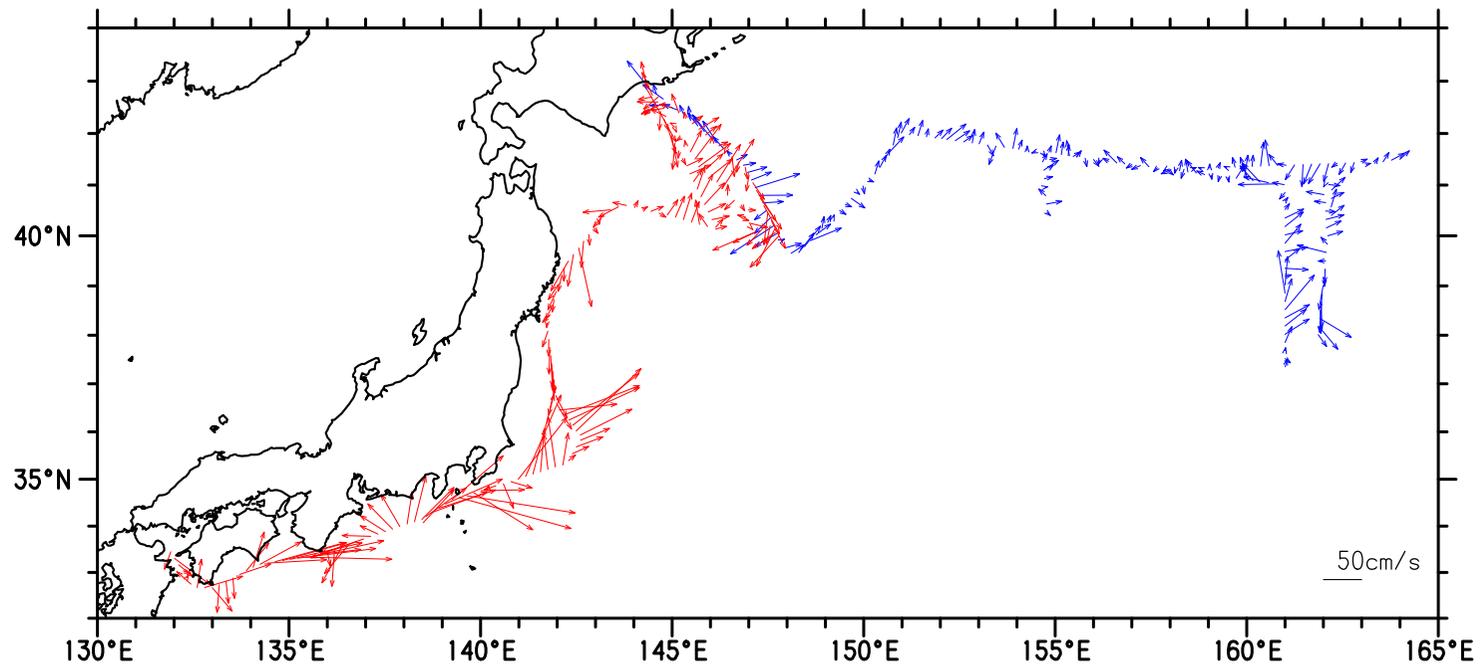
Date	TIME (JST)																											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
16 04/17	↑↑↑↑↑ X091 S069		C014 F014 C14S M012				A006 X096 S071				~~~~~																	
17 04/18	~~~~~ S072 S073 X100 S077 X105A S081 S083 S085 C015 F015 C15S M013																											
18 04/19	C015 F015 C15S M013		S075		V001 V002		~~~~~																釧路港					
19 04/20	釧路港																											
20 04/21	釧路港																											
21 04/22	釧路港						~~~~~ S088 S090 S092 S094 S096 X107																					
22 04/23	↑↑↑↑↑ S098 X112 S102 X122 X124 X128				C016 F016 C16S M014 V003 V004				G001 X132				C017 F017 C17S C17I M015 V005 V006				~~~~~											
23 04/24	C017 F017 C17S M015		S105		V005 V006		~~~~~																釧路港					
24 04/25	釧路港																											
25 04/26	釧路港						~~~~~ S0104 X133 X136 X139 X143																					
26 04/27	C018 F018 C18S M016 V007		S107		G002		~~~~~																					
27 04/28	~~~~~										C019 M017		↑↑ M018		C021 M019		↑↑↑ X146		C022 M020		↑↑↑ X147		C023 M021		↑↑↑ X148		C024 M022	
28 04/29	~~~~~ S114 S116 S118 S120																											
29 04/30	~~~~~																											
30 05/01	~~~~~ 三菱下関造船所																											

## 7. ADCP 流速図

古野 50m

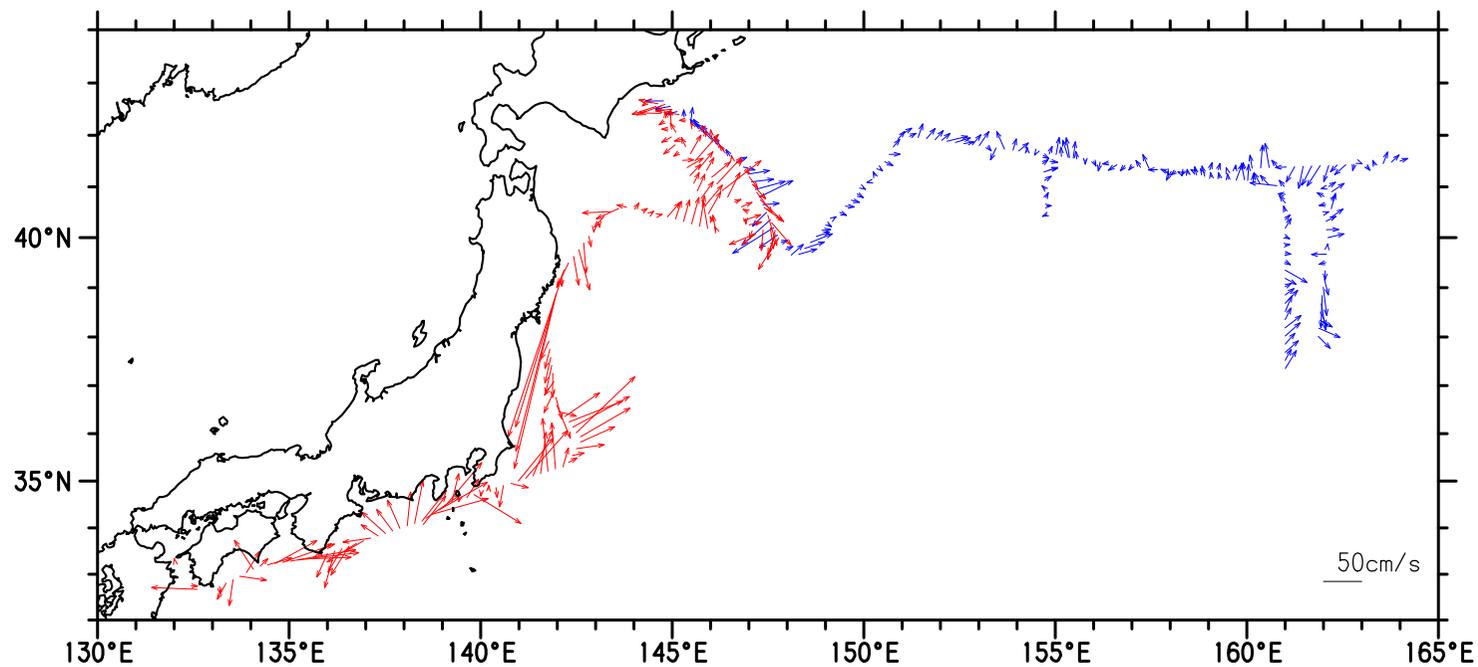


RDI 50m

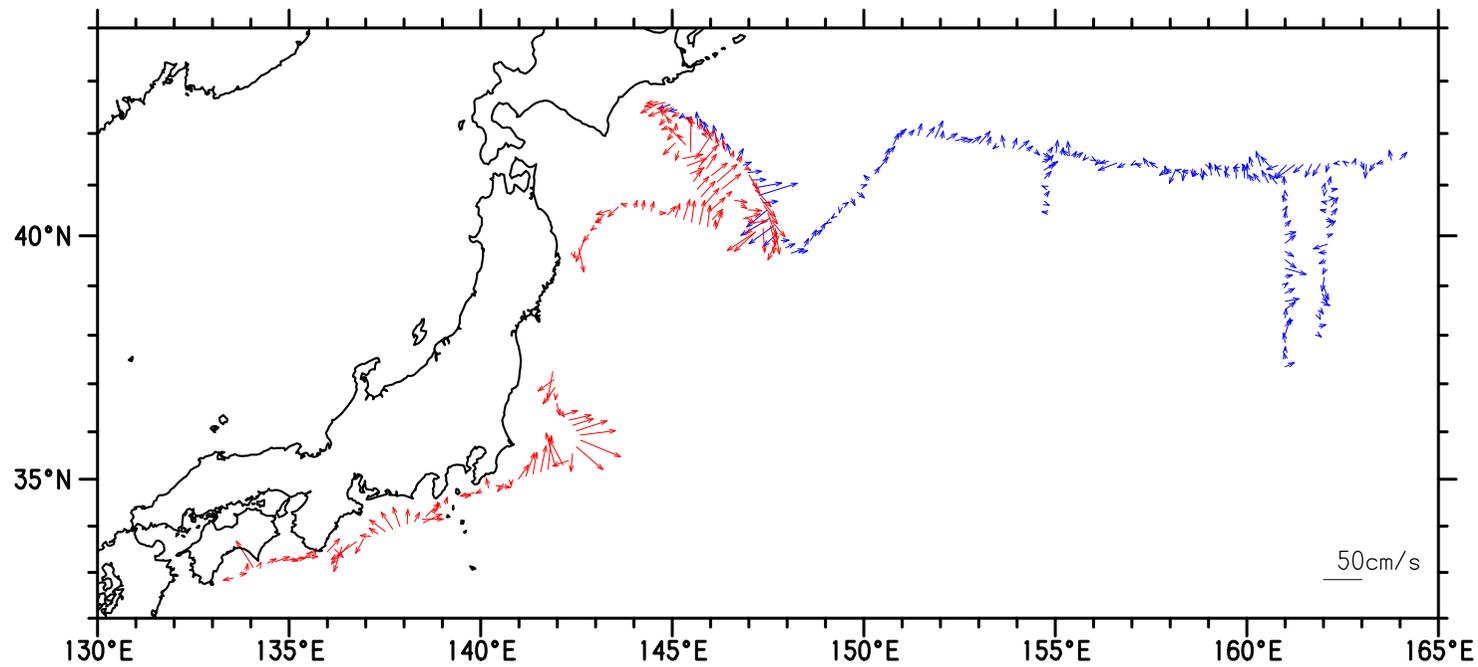


青: Leg1  
赤: Leg2

RDI 200m



RDI 500m



青: Leg1  
赤: Leg2

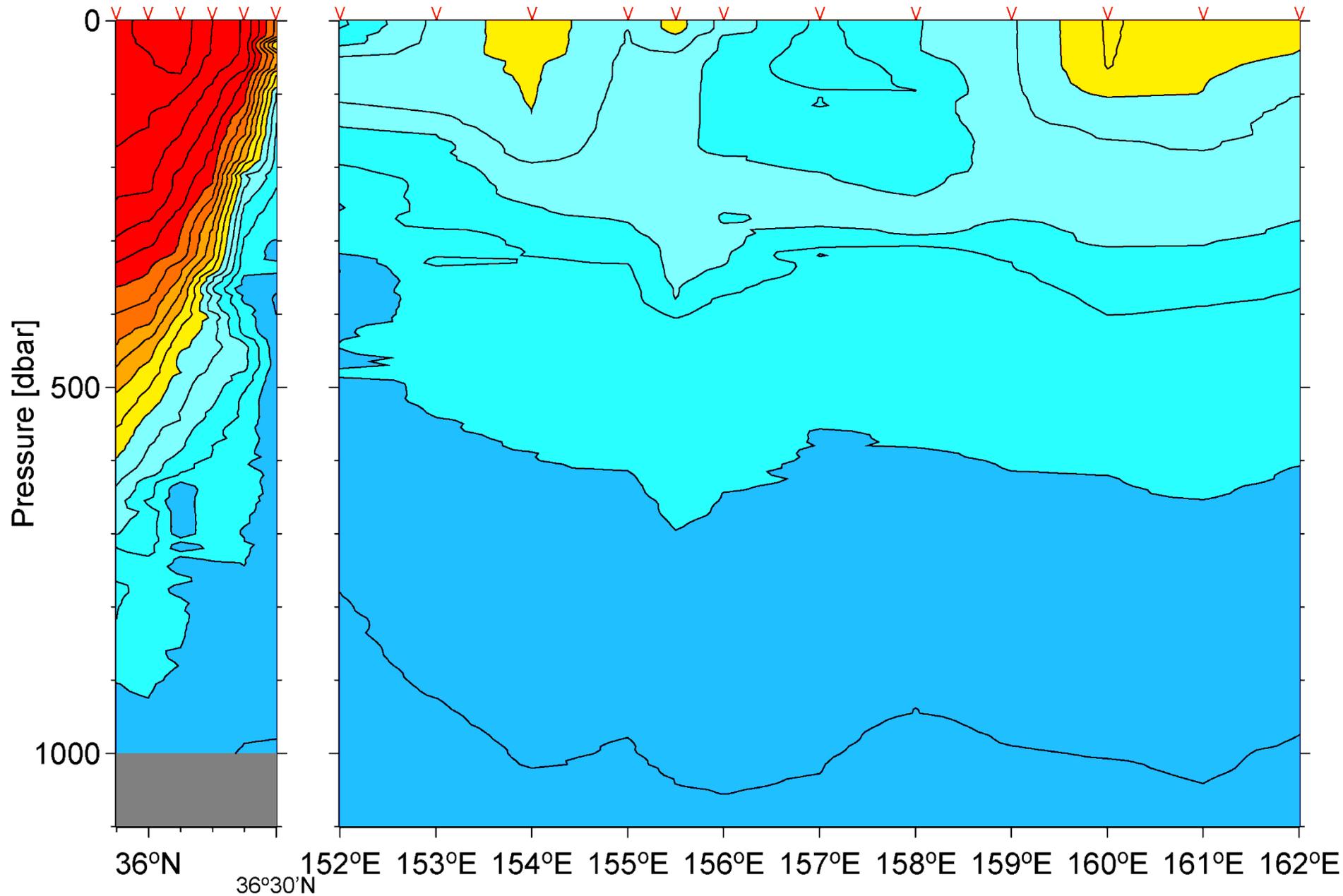
# 8. CTD O2断面图

CTD potential temperature [°C]

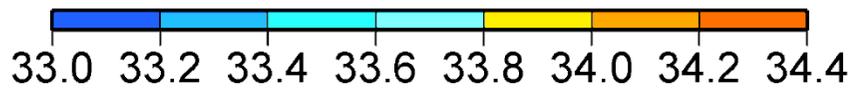


CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

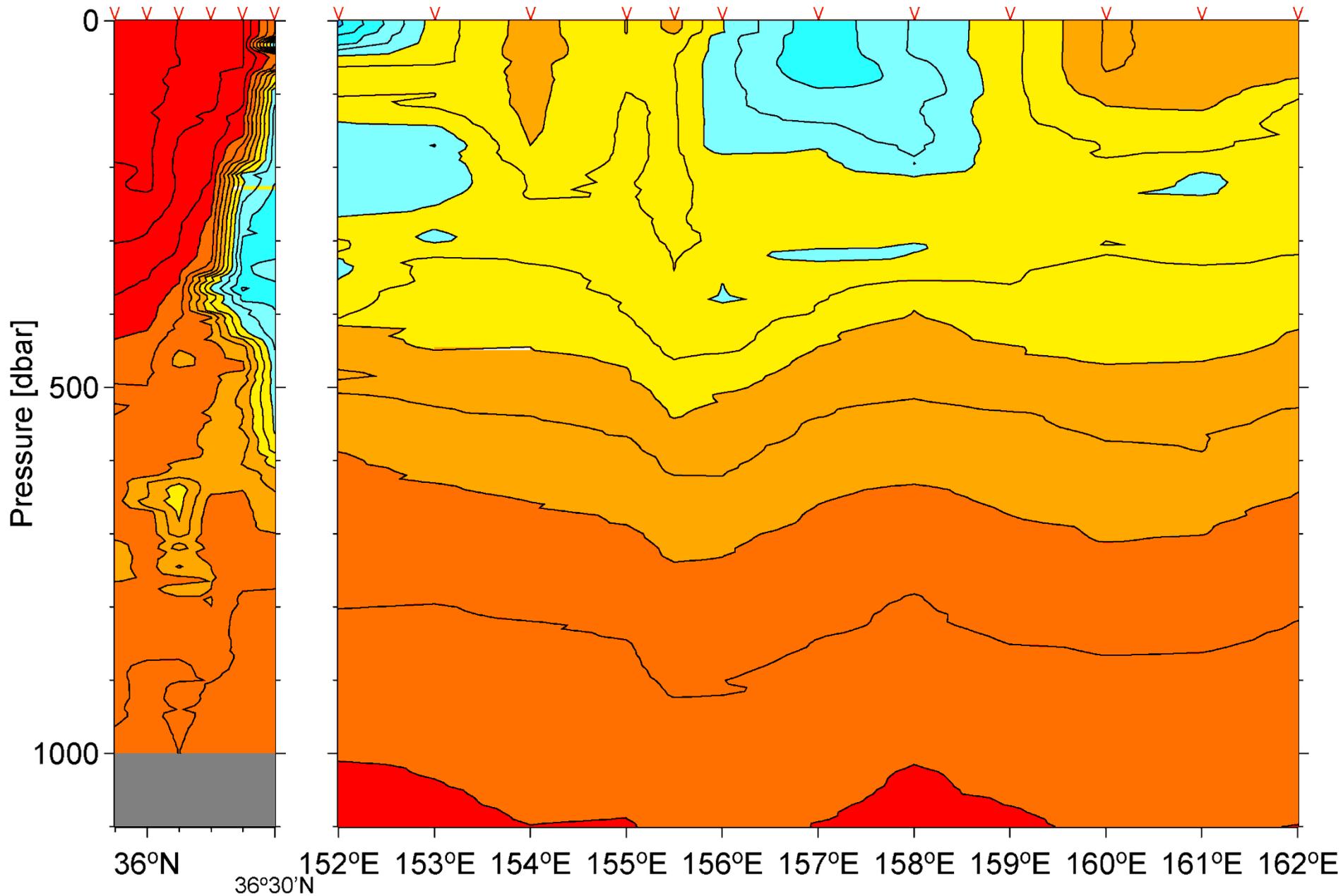


# CTD salinity



CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

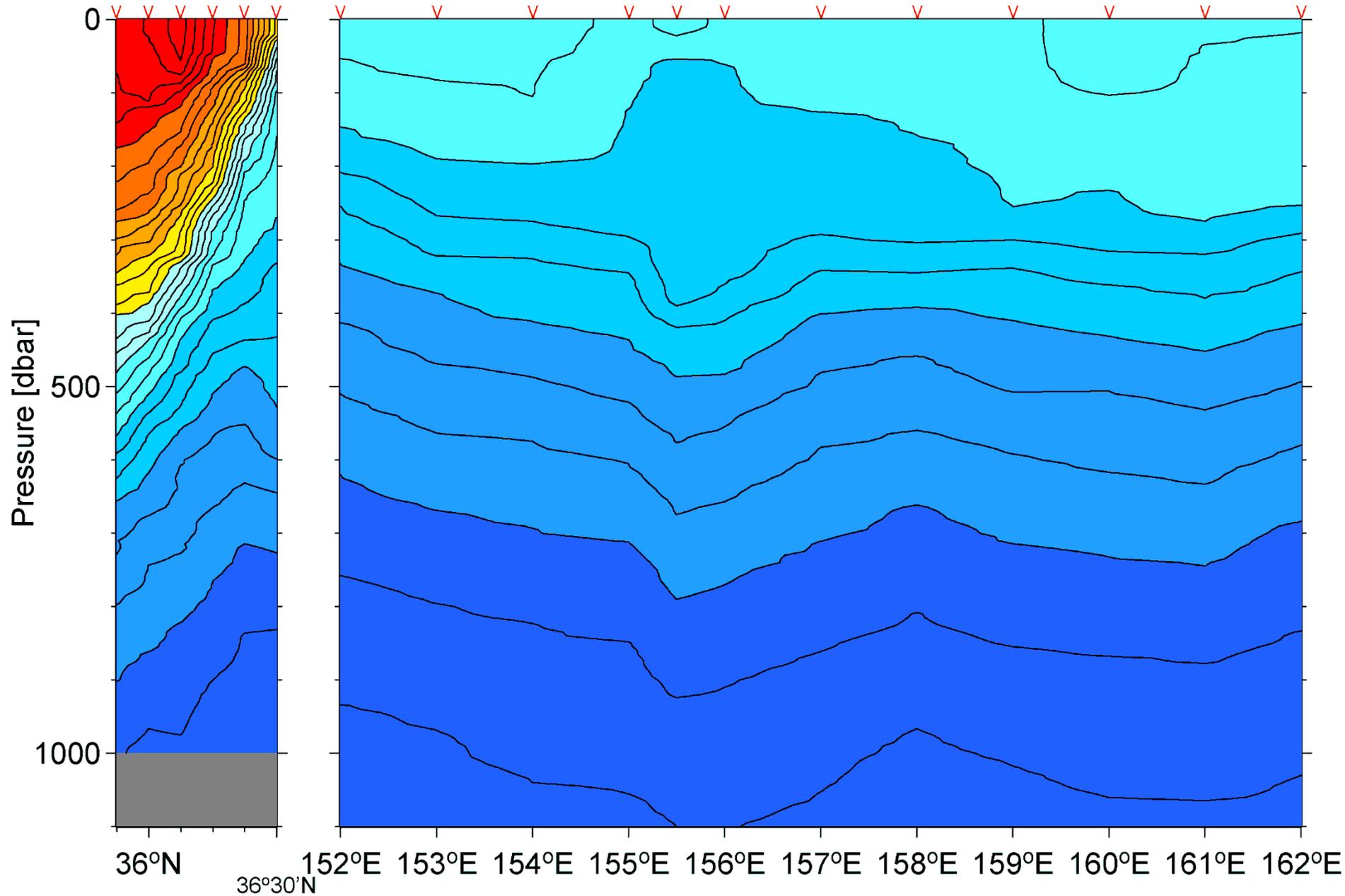


# CTD potential density [kg m<sup>-3</sup>]

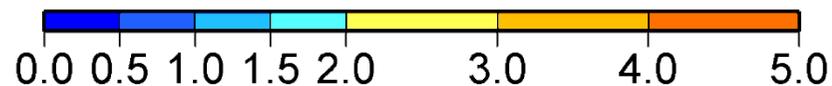


CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

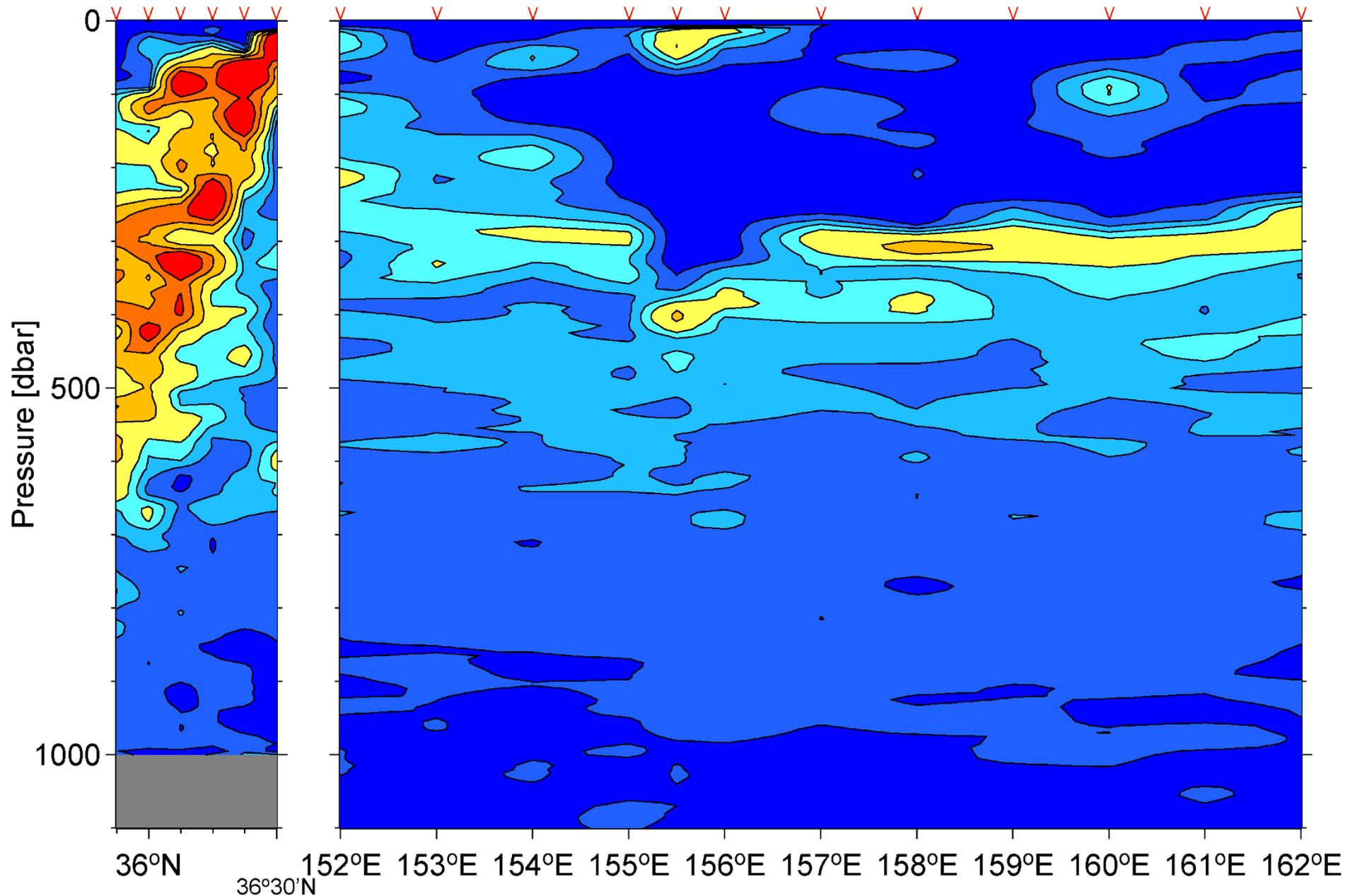


# CTD potential vorticity [ $10^{-10} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ]



CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

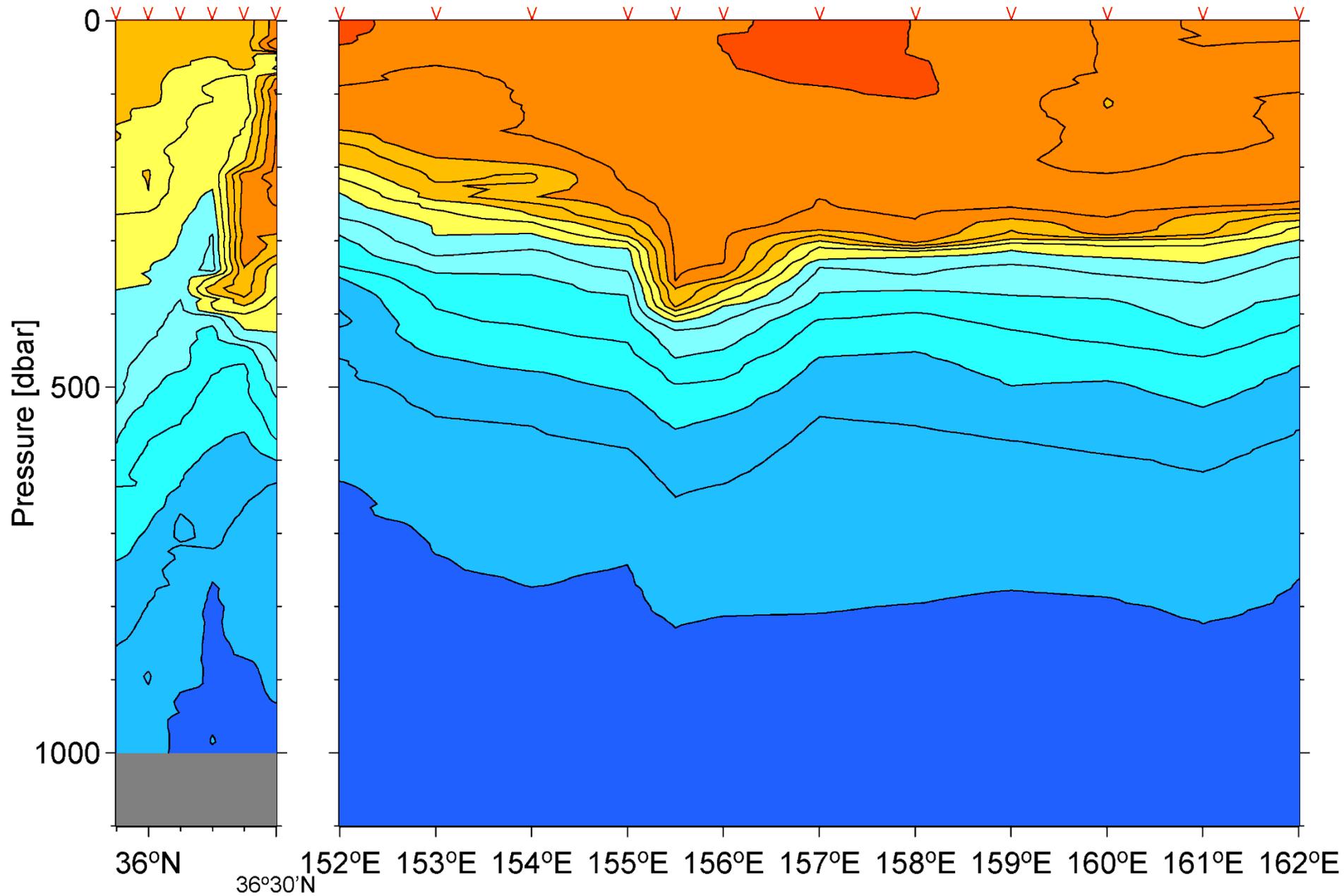


CTD DO [ml l<sup>-1</sup>]

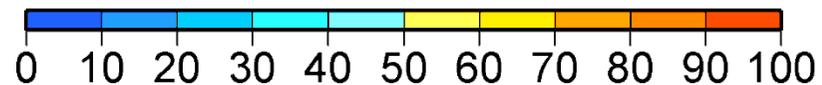


CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

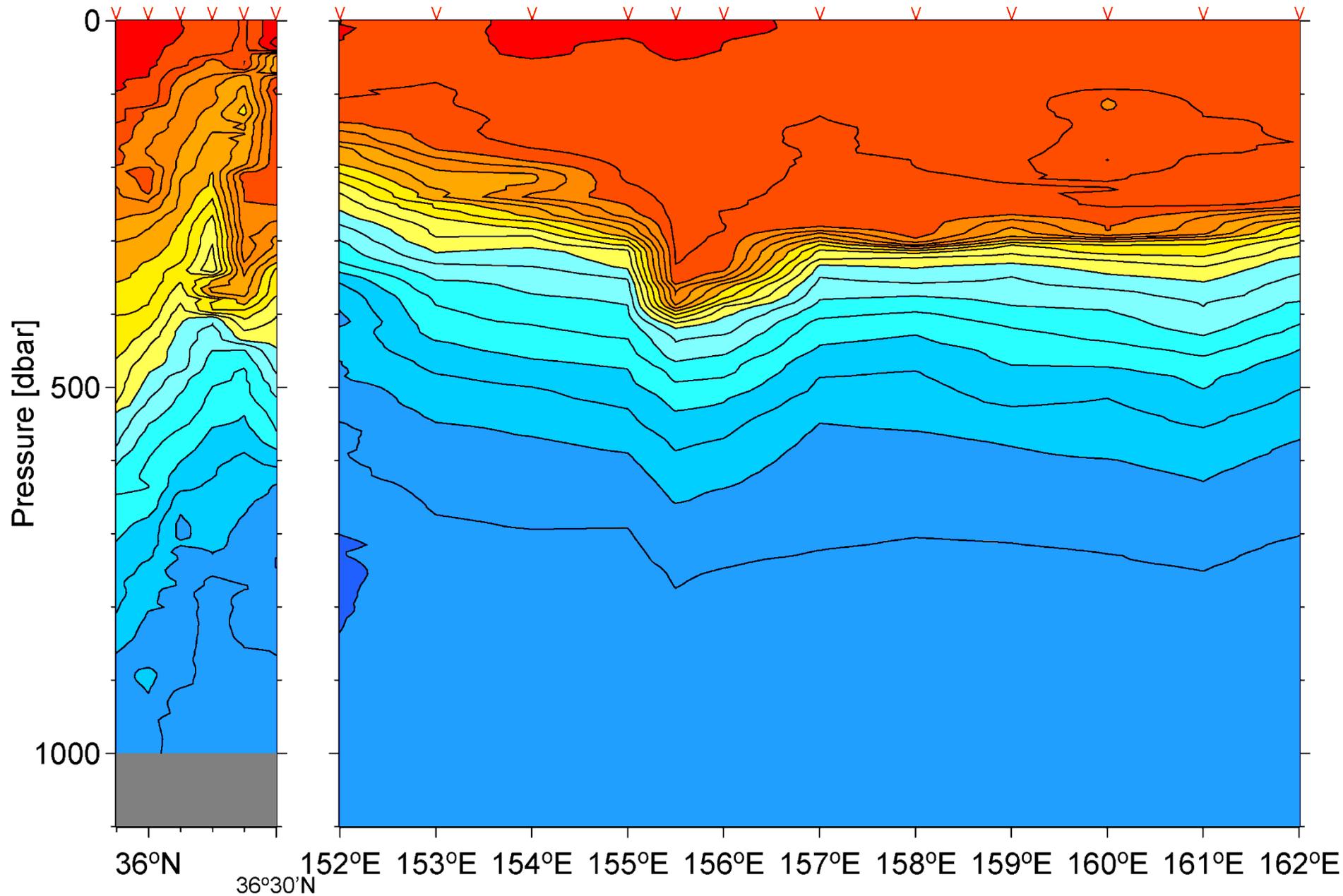


# CTD DO concentration [%]



CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3



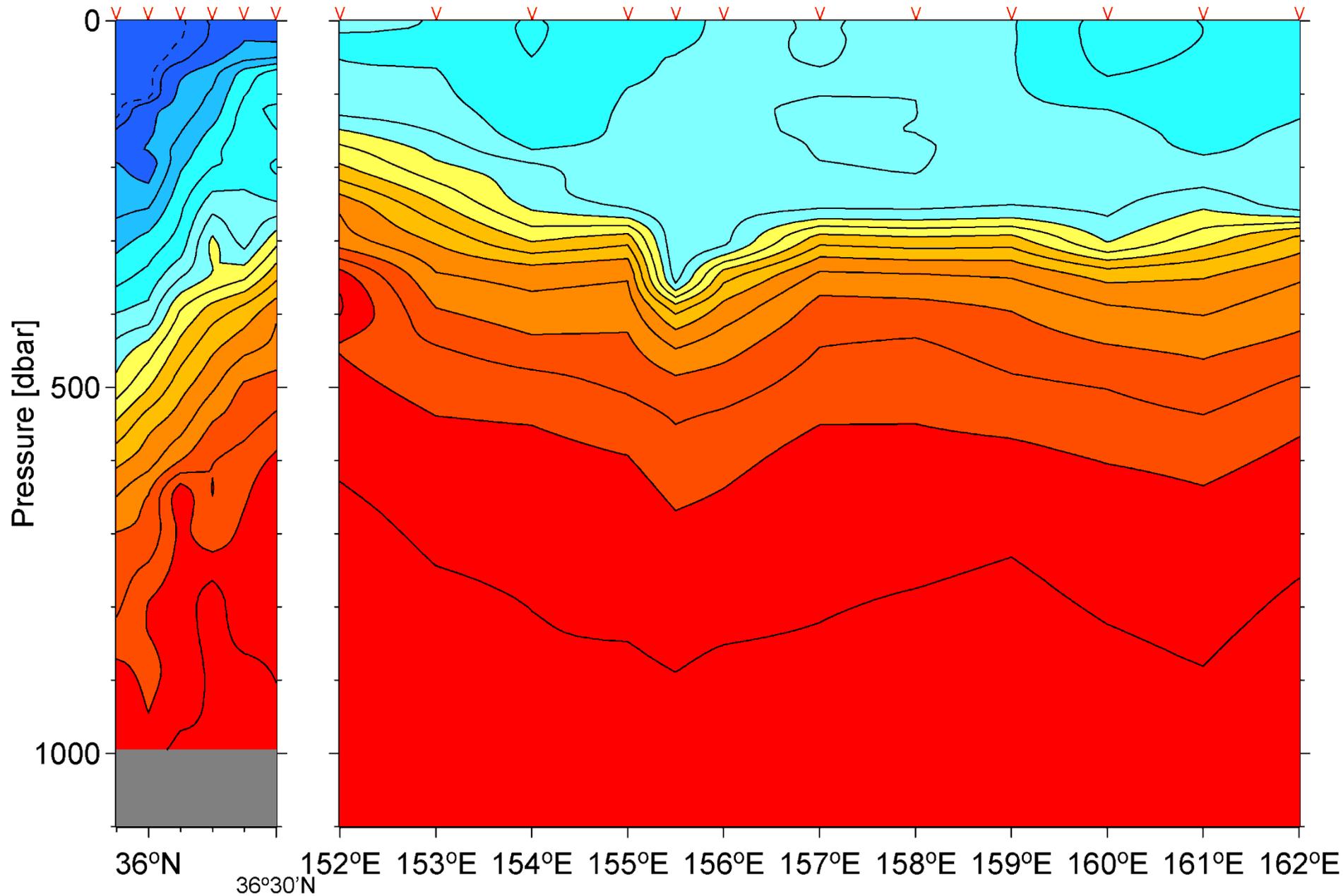
# 9. 栄養塩分布

Nitrate [ $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ]



CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

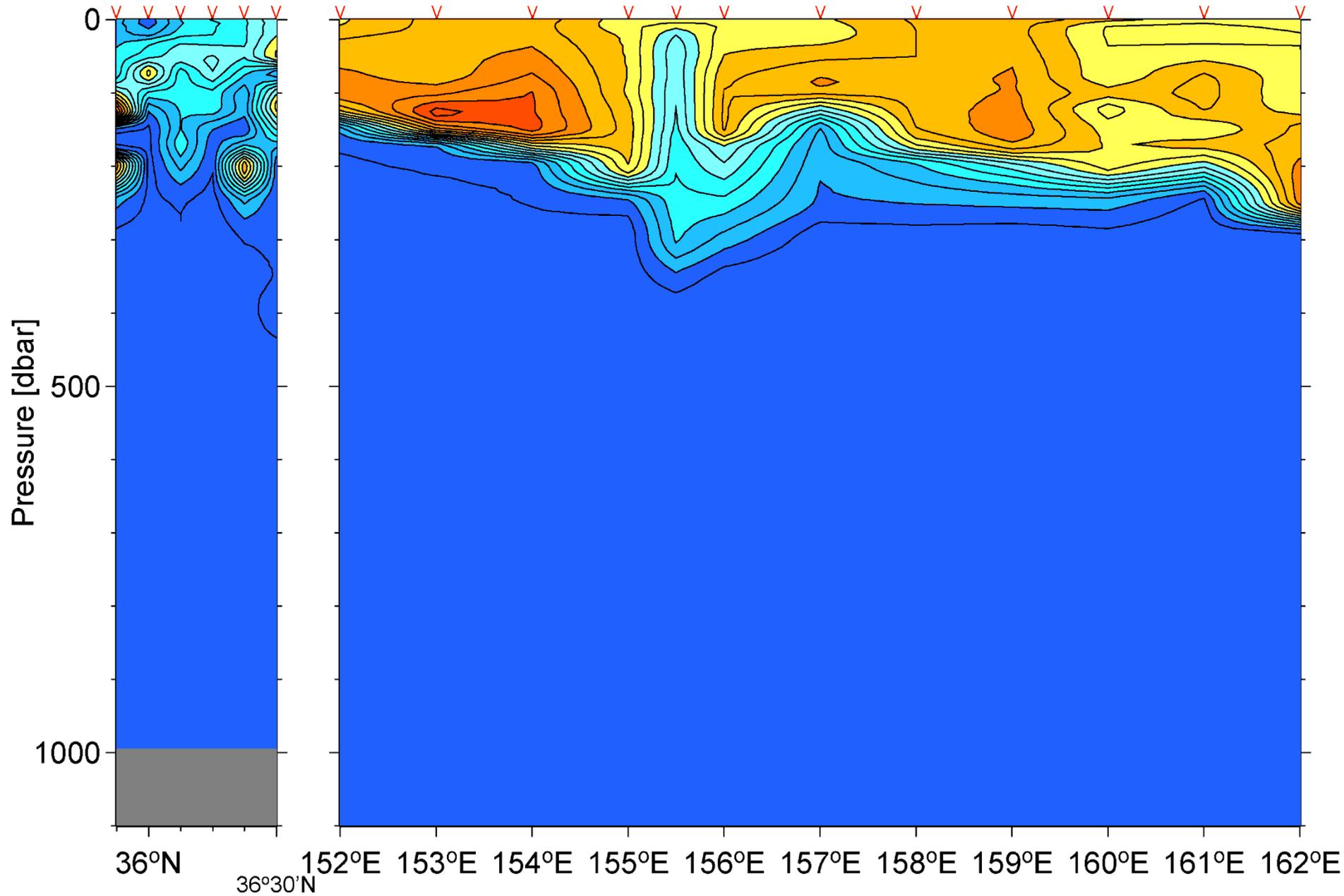


# Nitrite [ $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ]



CTD 24 23 22 21 20 19

14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

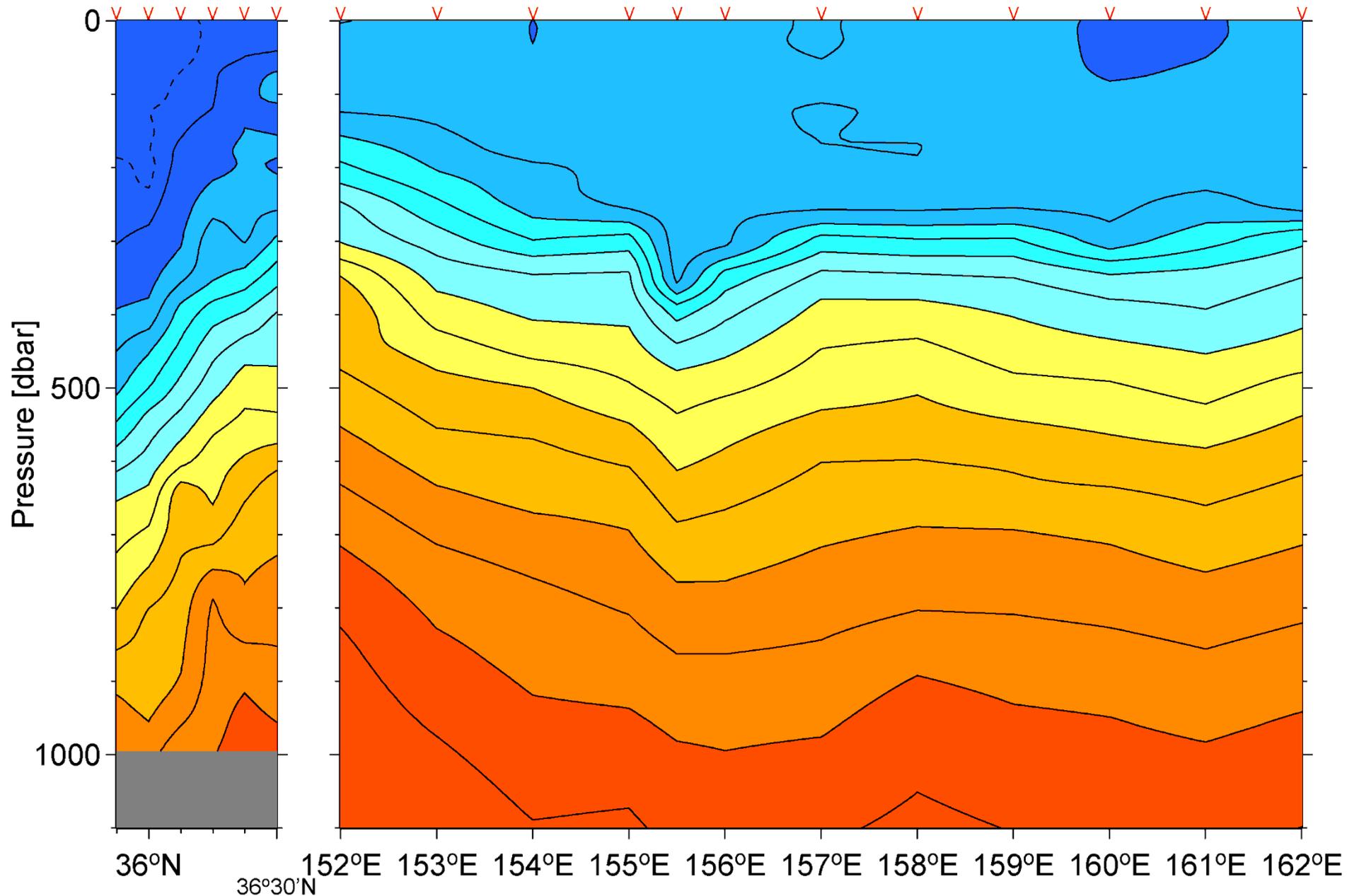


# Silicate [ $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ]



CTD 24 23 22 21 20 19

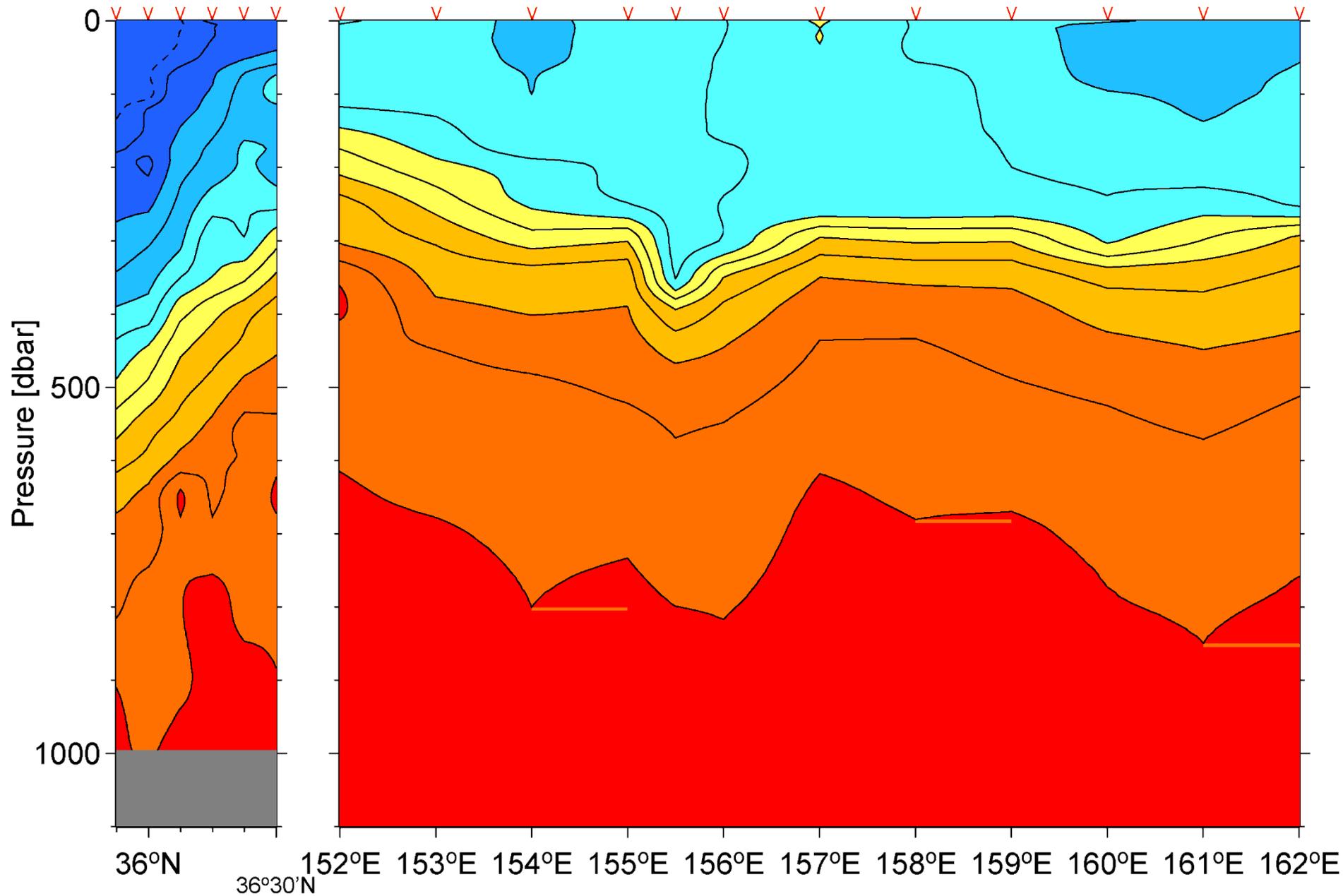
14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3



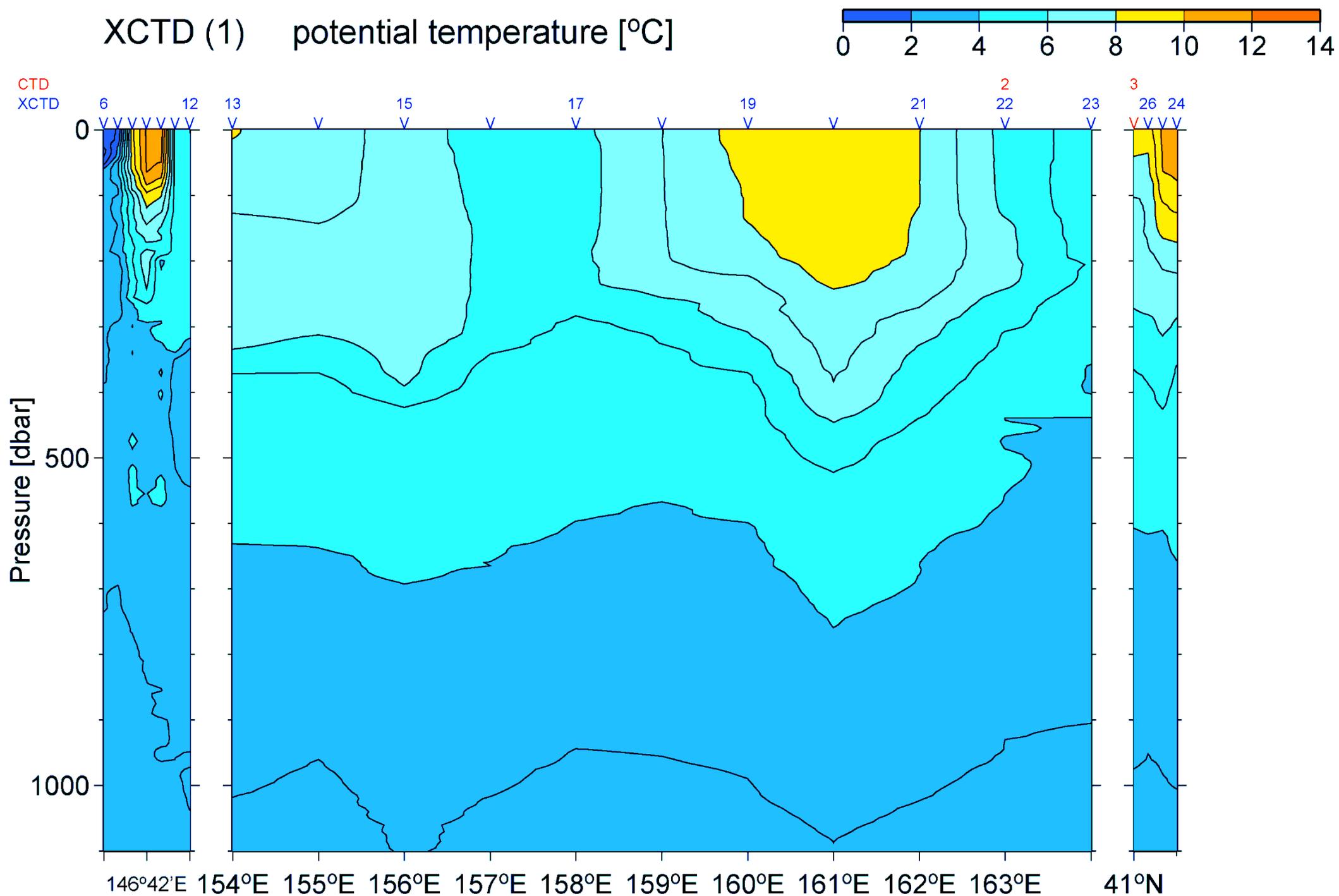
# Phosphate [ $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ]



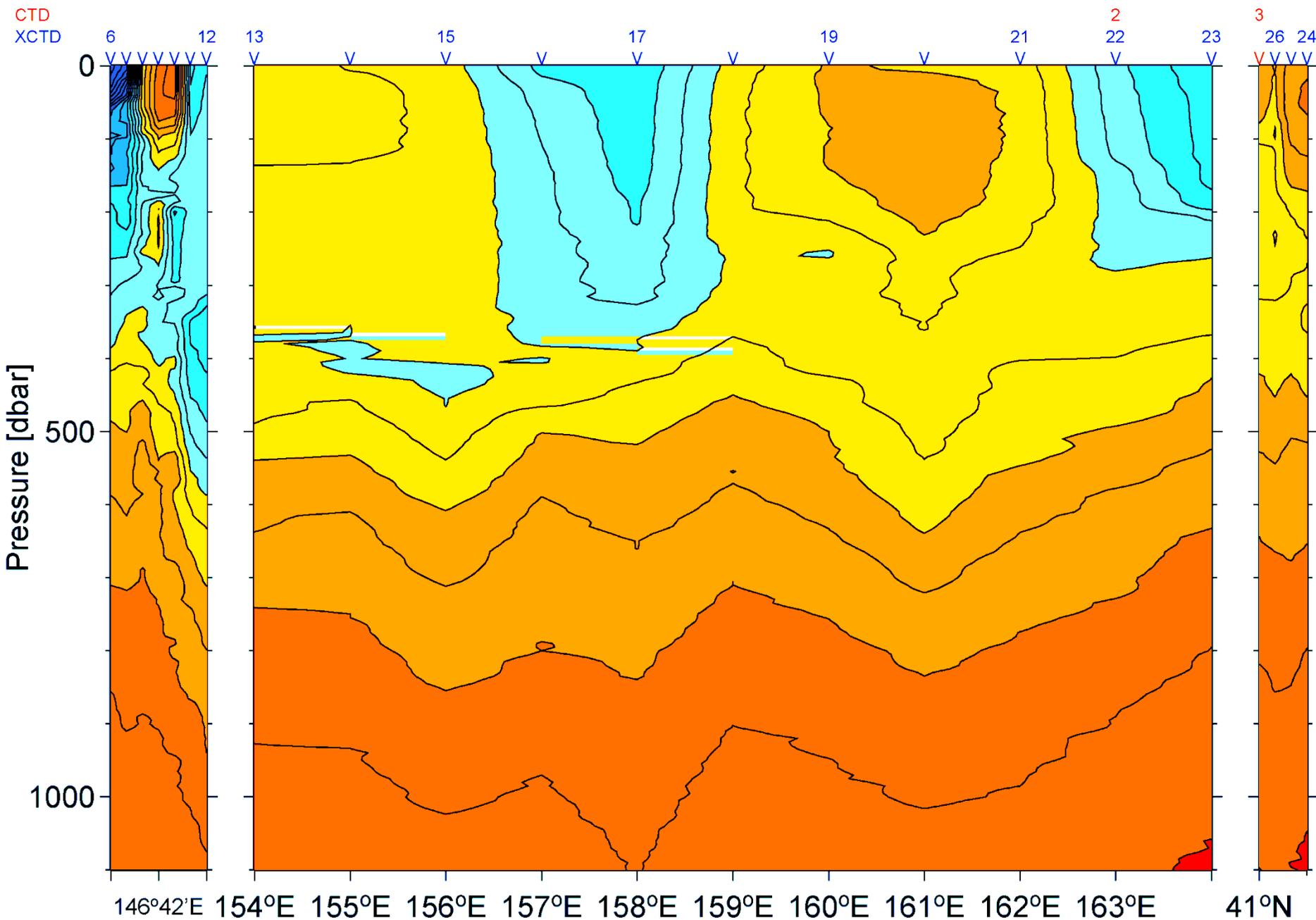
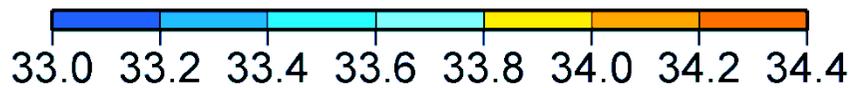
CTD 24 23 22 21 20 19 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3



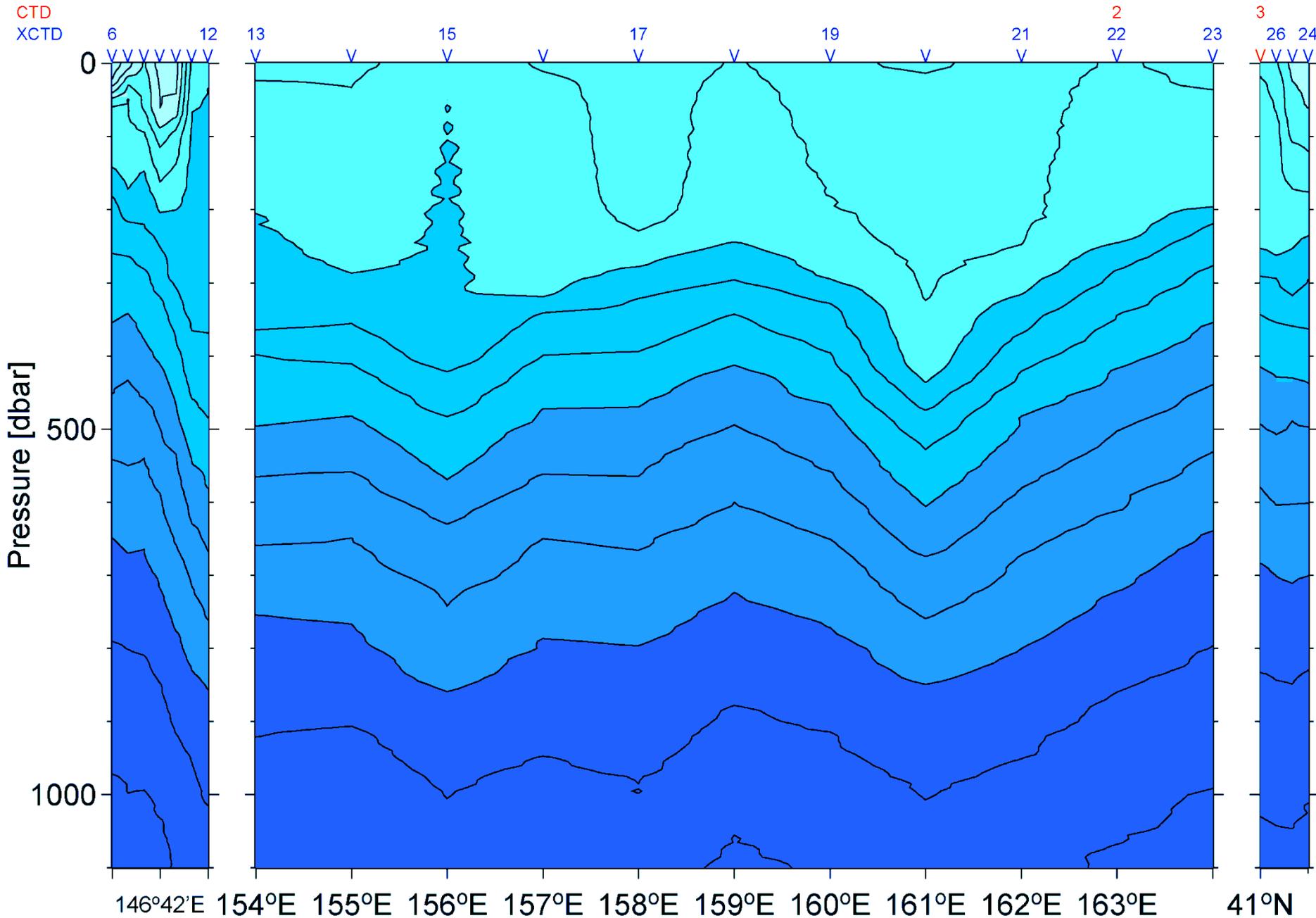
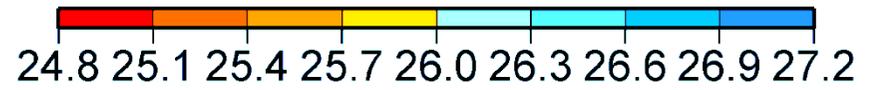
# 10. XCTD断面图



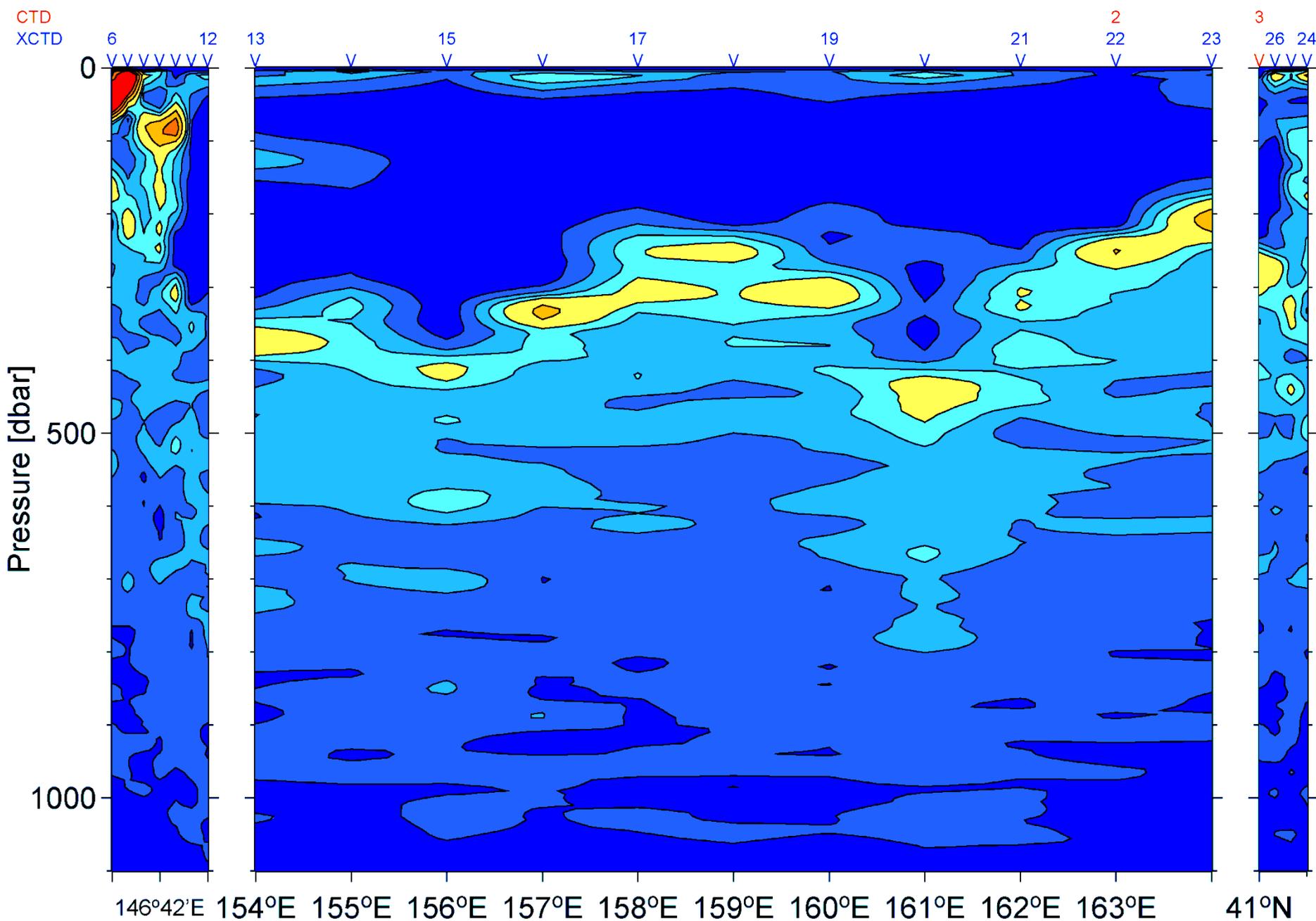
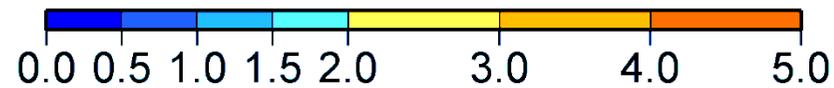
# XCTD (1) salinity



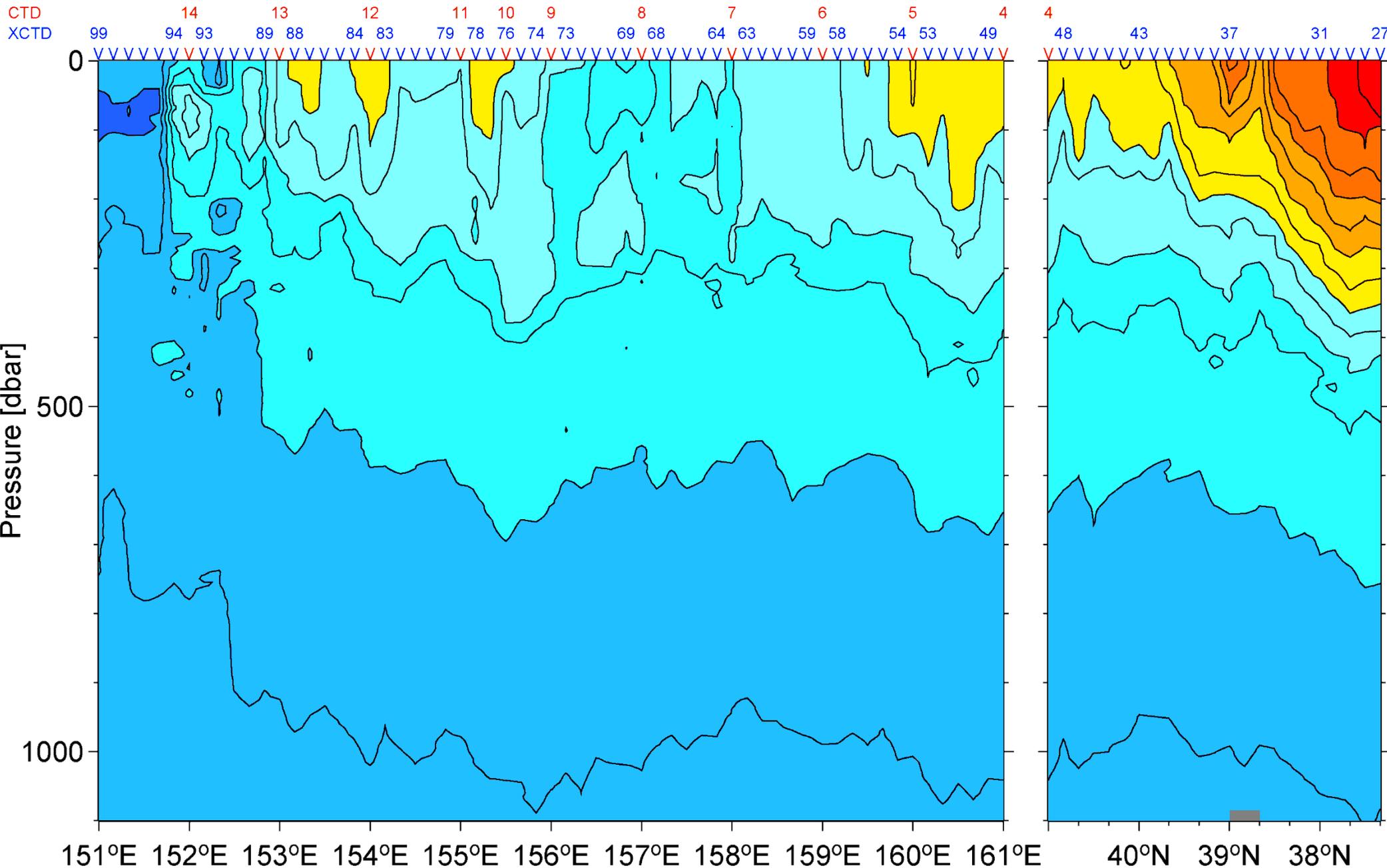
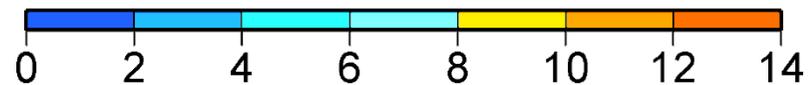
# XCTD (1) potential density [ $\text{kg m}^{-3}$ ]



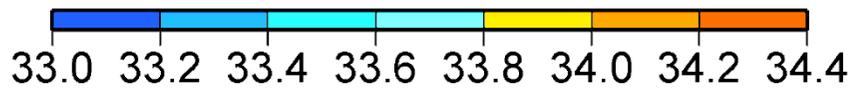
# XCTD (1) potential vorticity [ $10^{-10} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ]



# XCTD (2) potential temperature [°C]



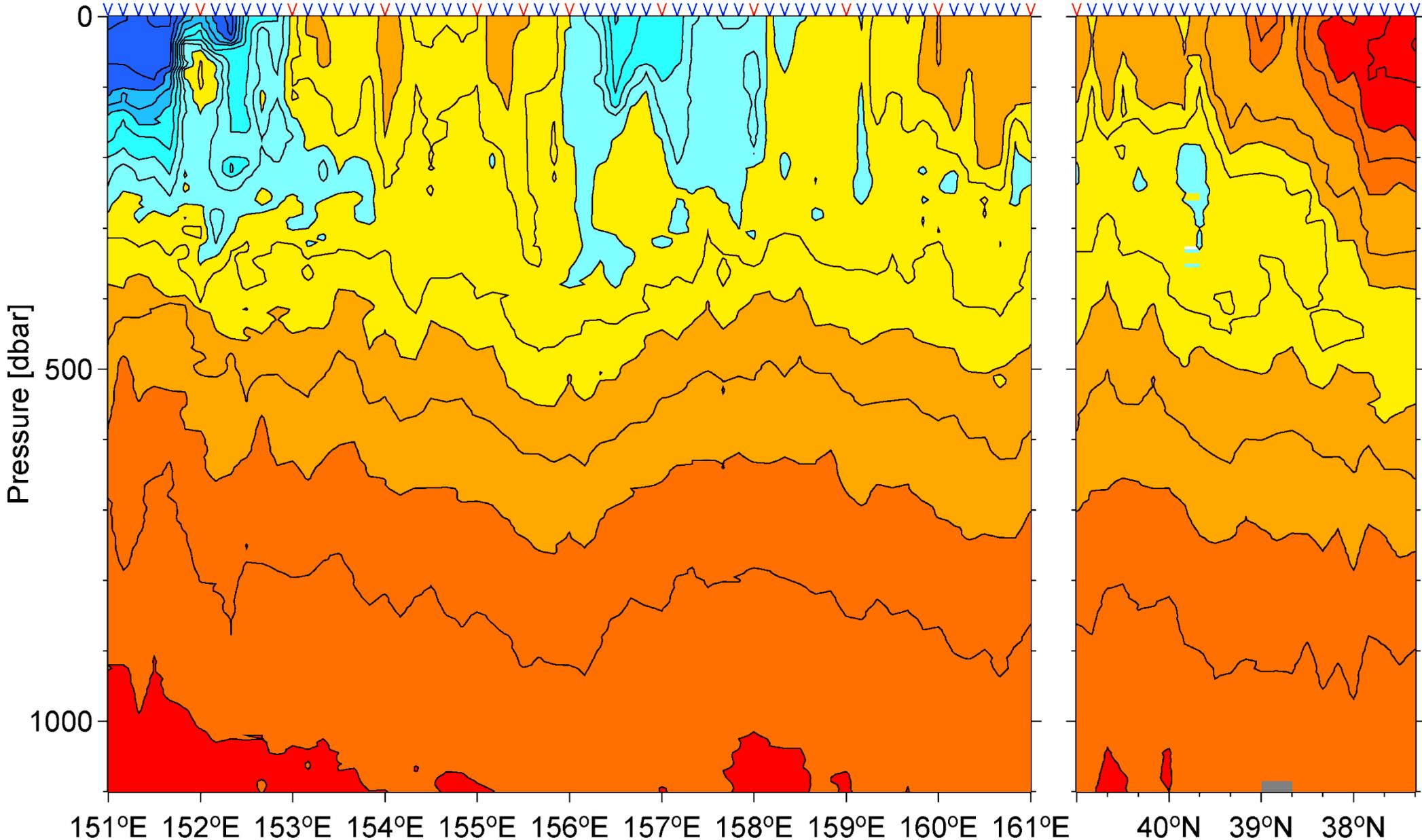
# XCTD (2) salinity



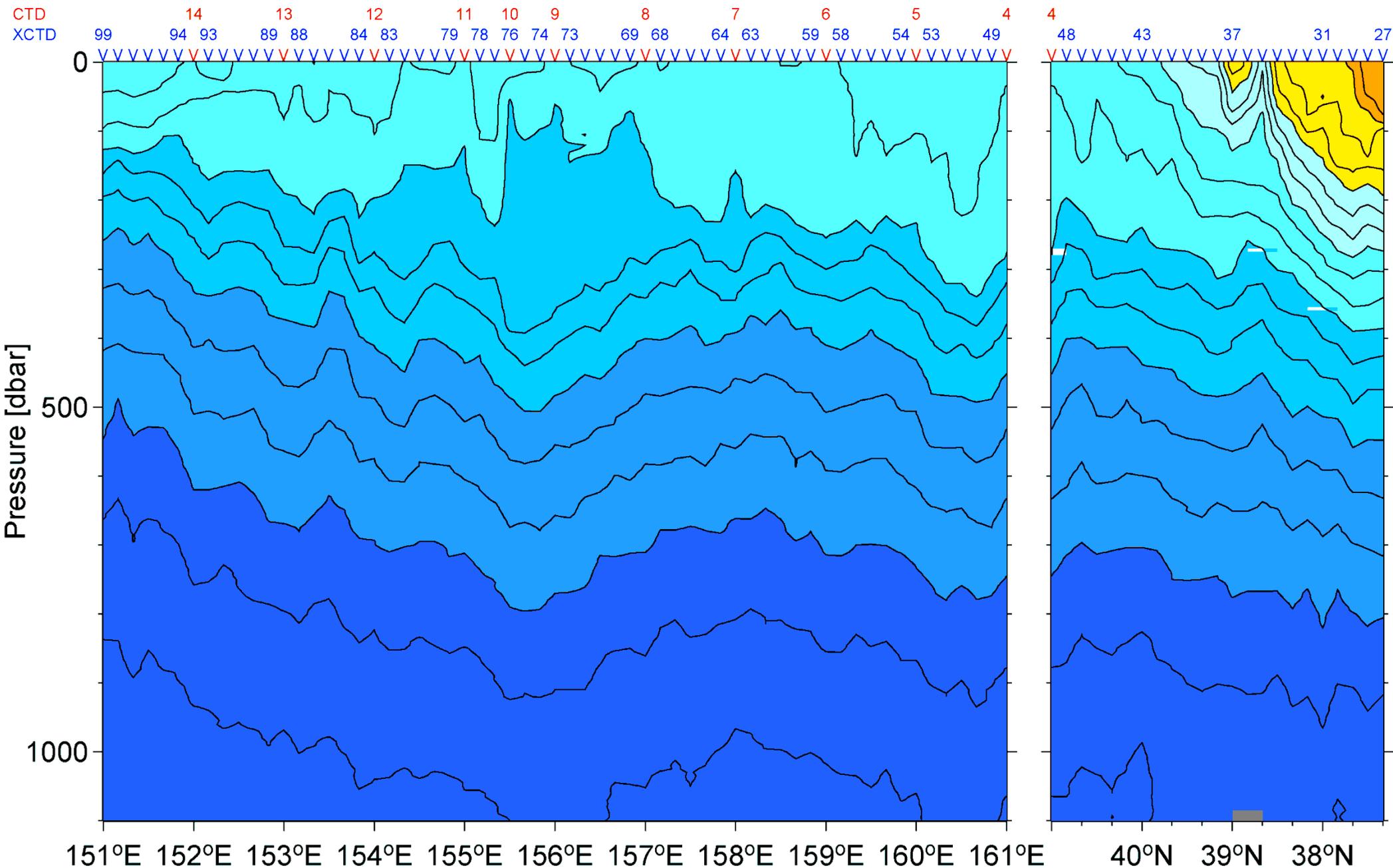
CTD  
XCTD

99 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 4 43 37 31 27

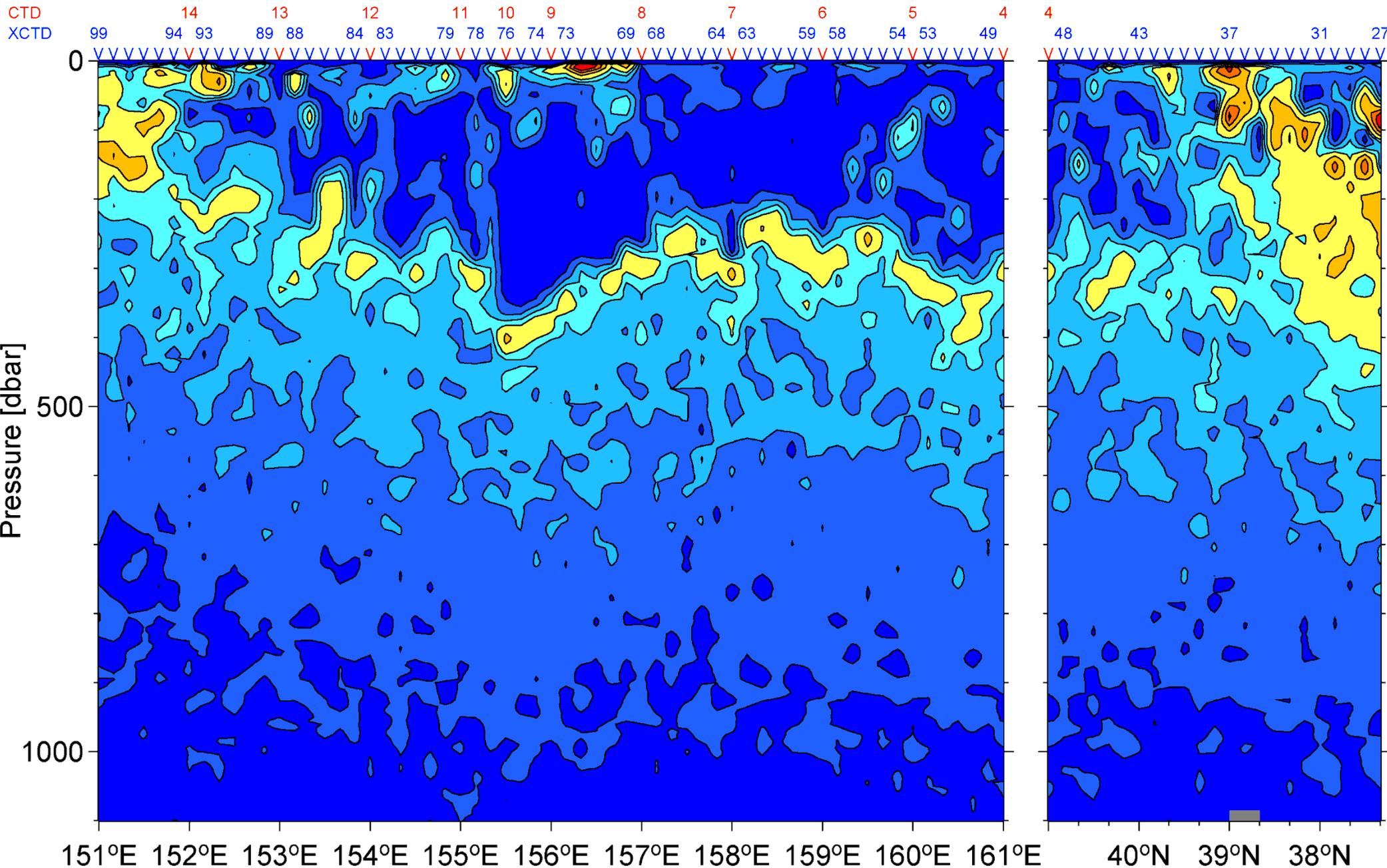
94 93 89 88 84 83 79 78 76 74 73 69 68 64 63 59 58 54 53 49 48



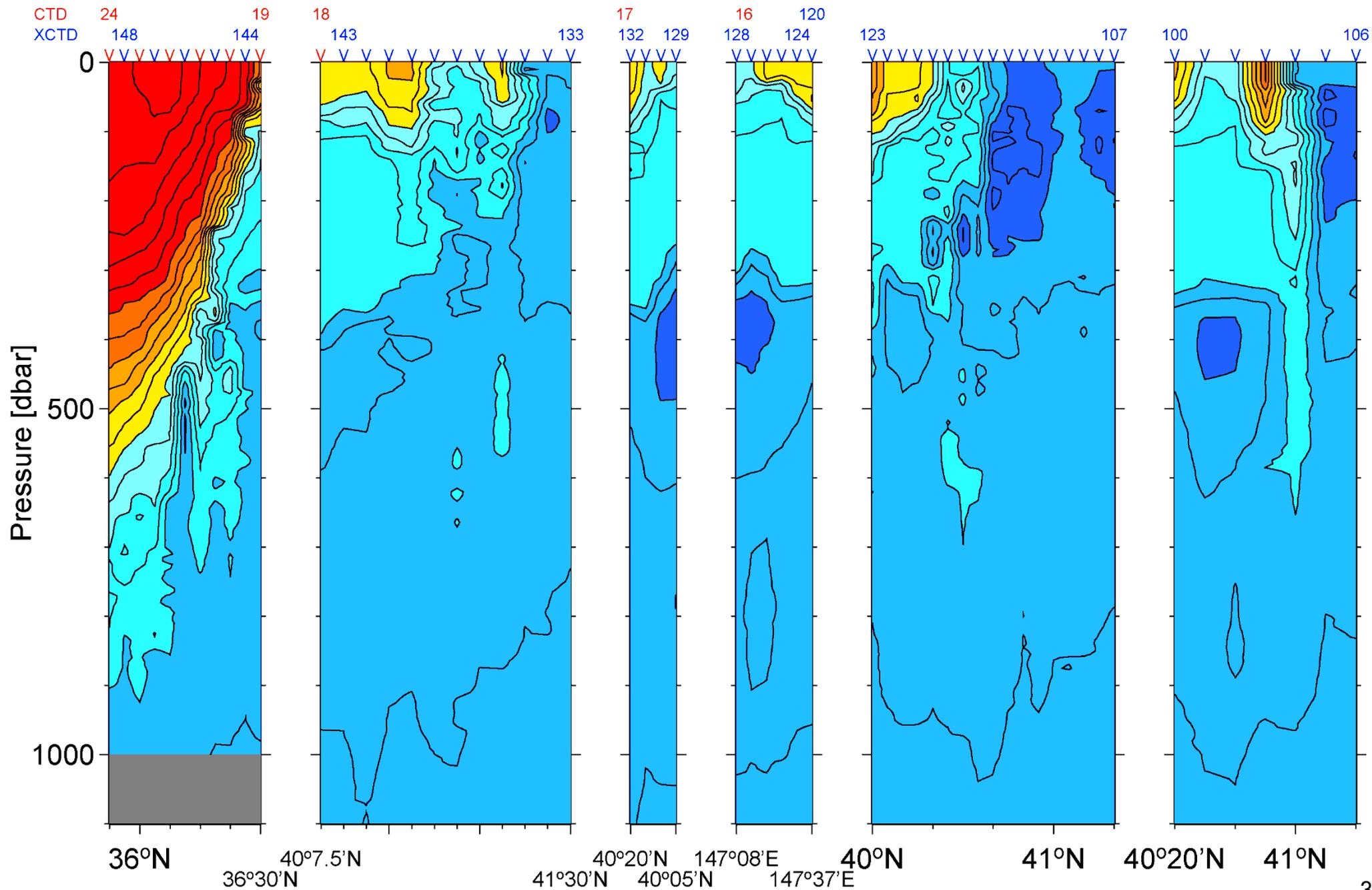
# XCTD (2) potential density [ $\text{kg m}^{-3}$ ]



# XCTD (2) potential vorticity [ $10^{-10} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ]

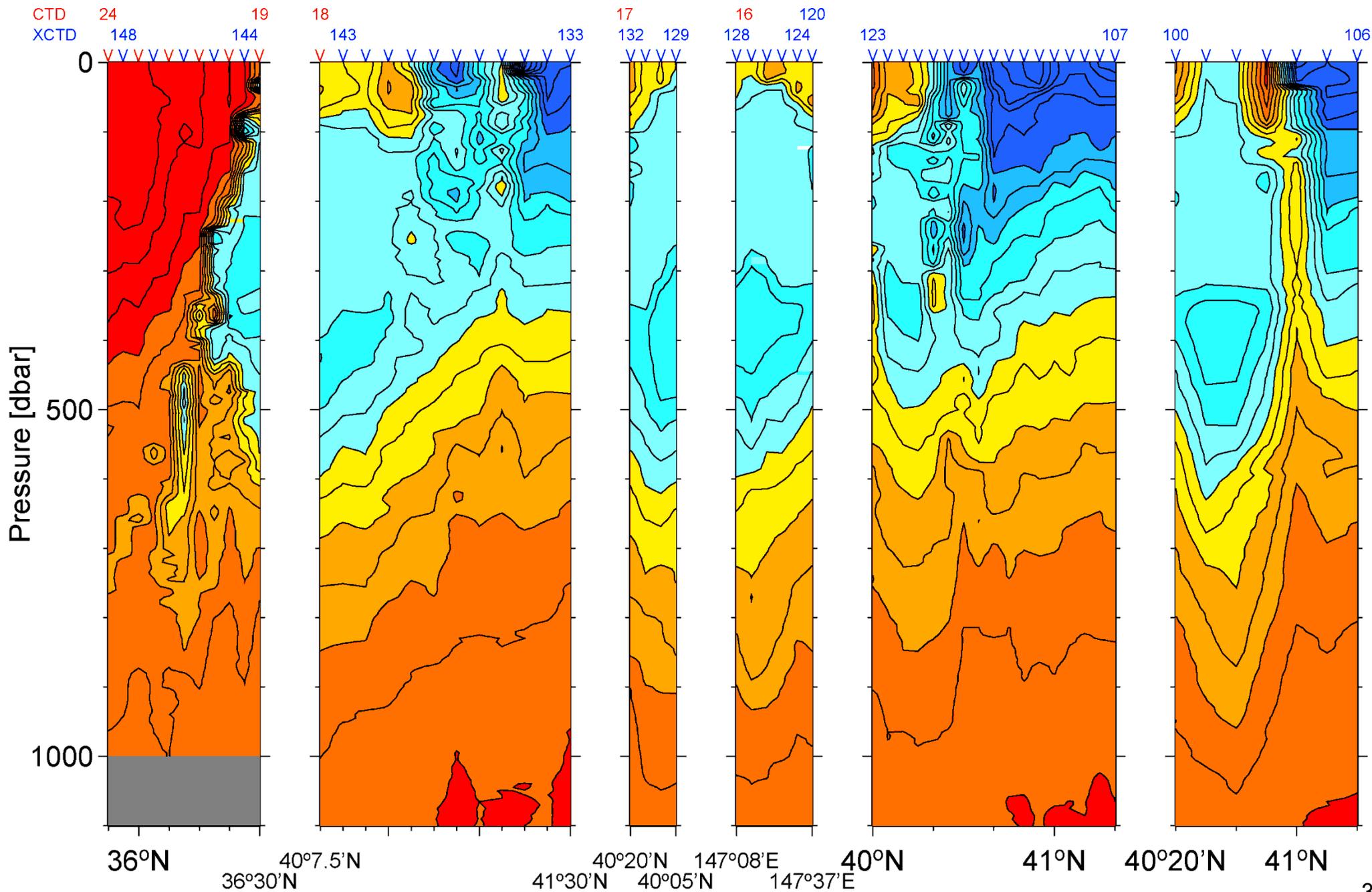
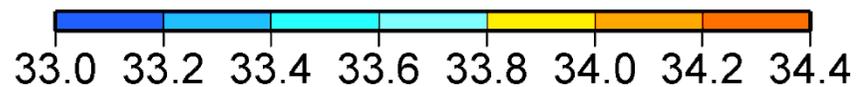


# XCTD (3) potential temperature [°C]



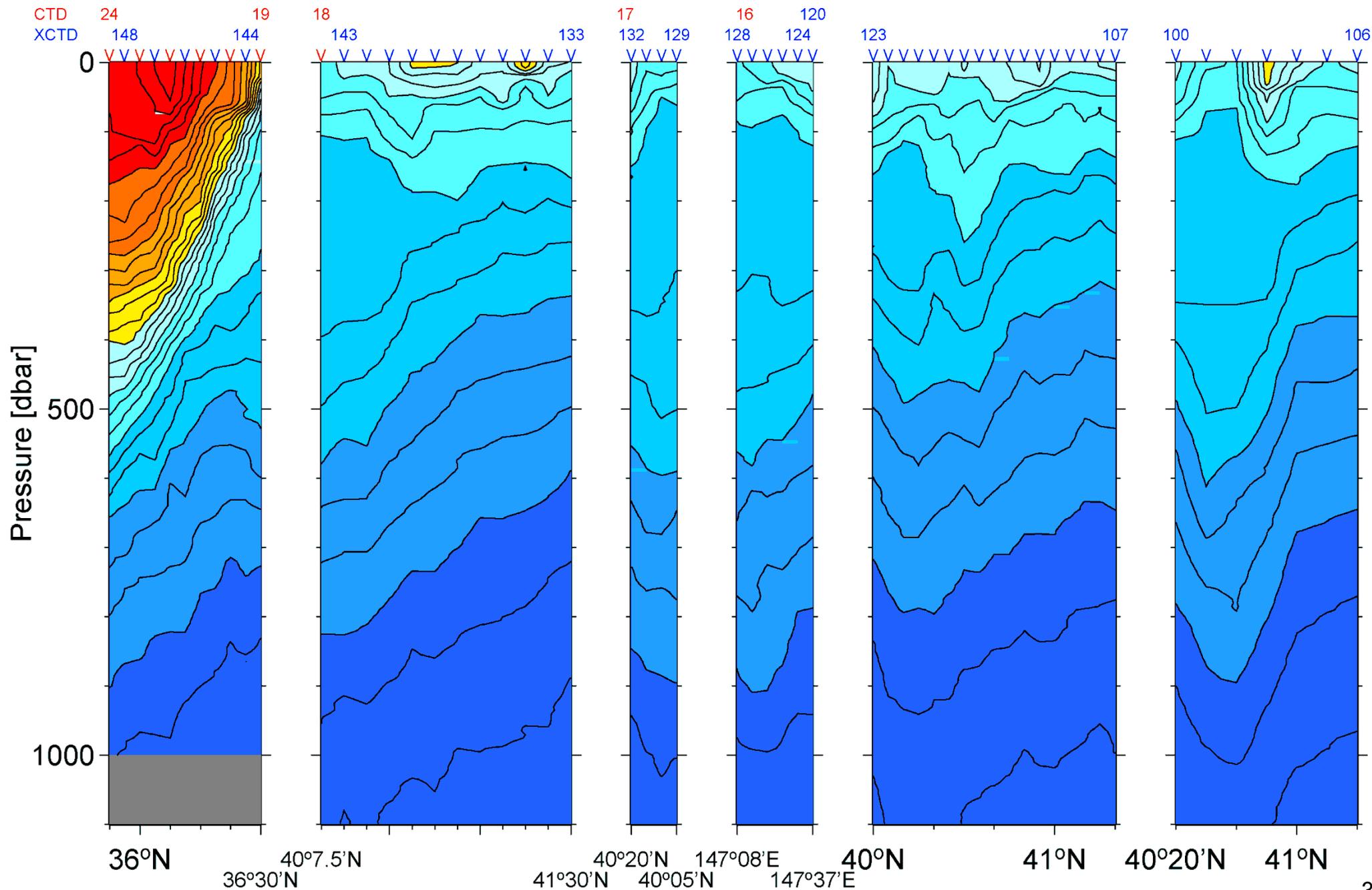
XCTD (3)

salinity



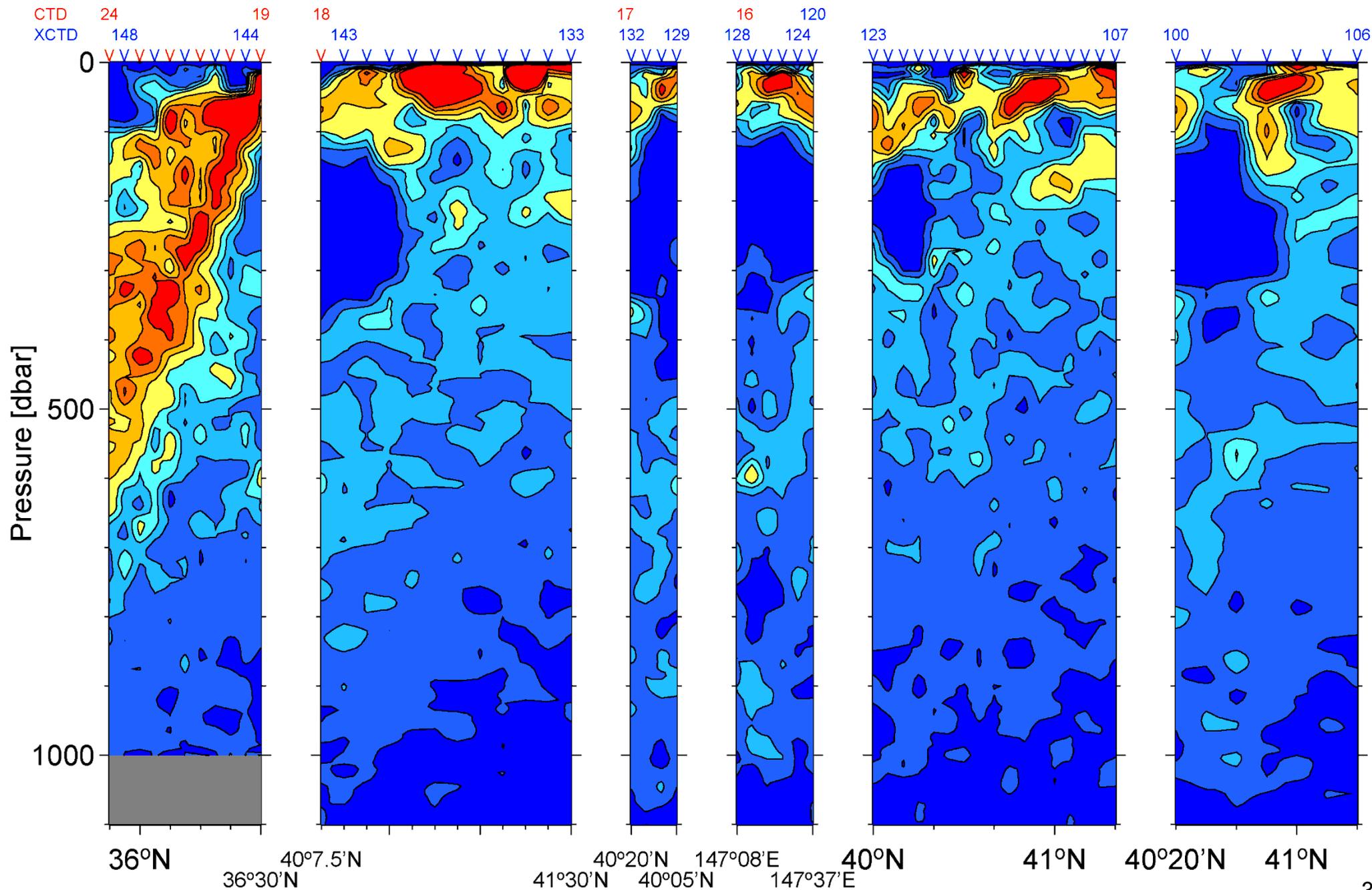
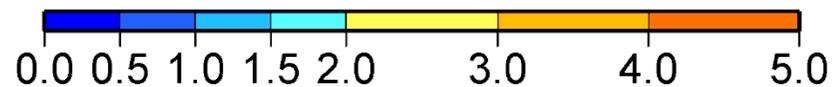
XCTD (3)

potential density [ $\text{kg m}^{-3}$ ]



XCTD (3)

potential vorticity [ $10^{-10} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ]



# 11. GPSラジオゾンデ

(JAMSTEC 川合義美)

1) 使用機種:

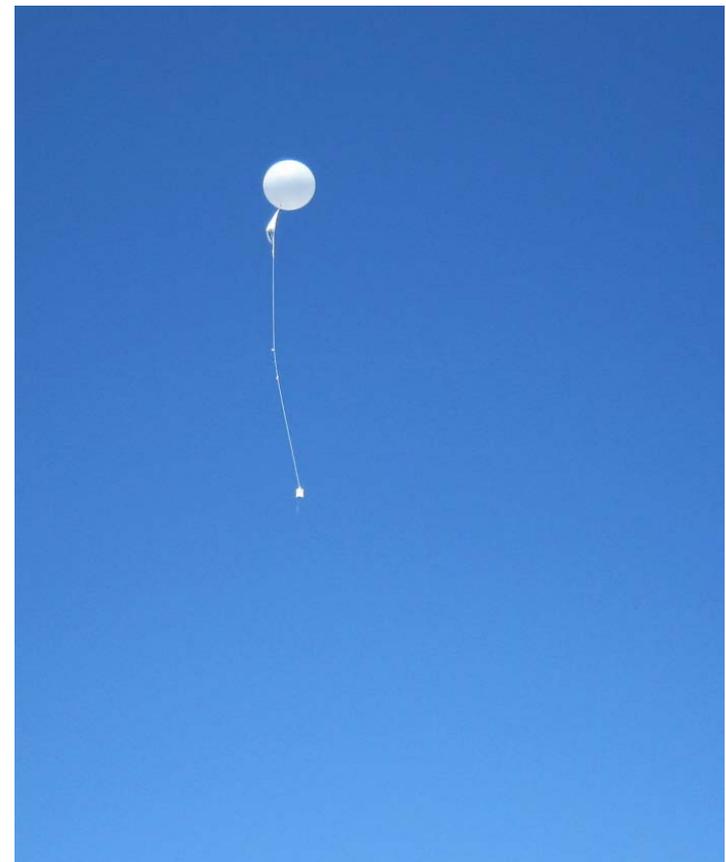
センサー RS-06G(明星電気)

受信機 RD-08AC(明星電気)

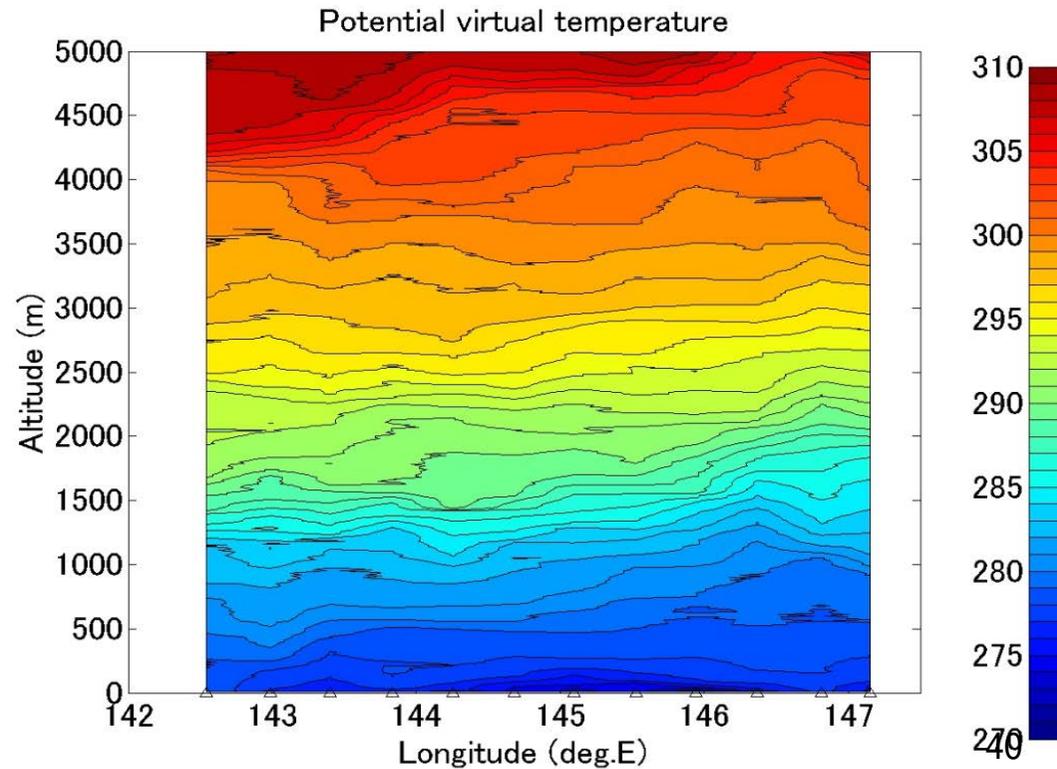
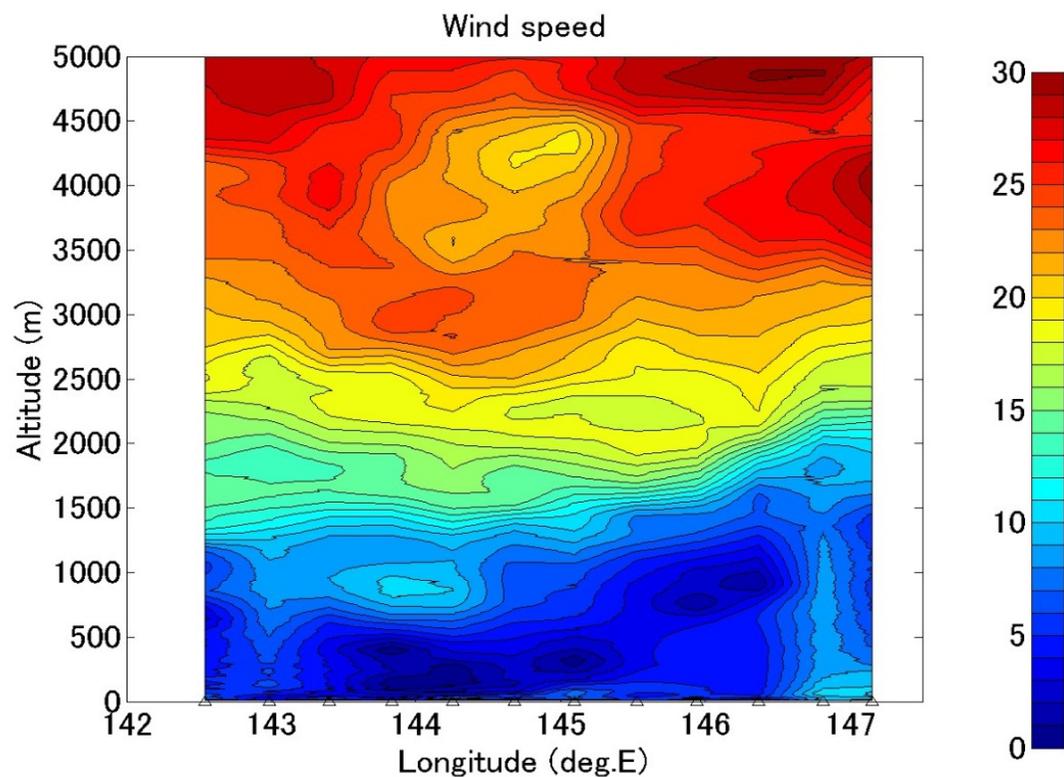
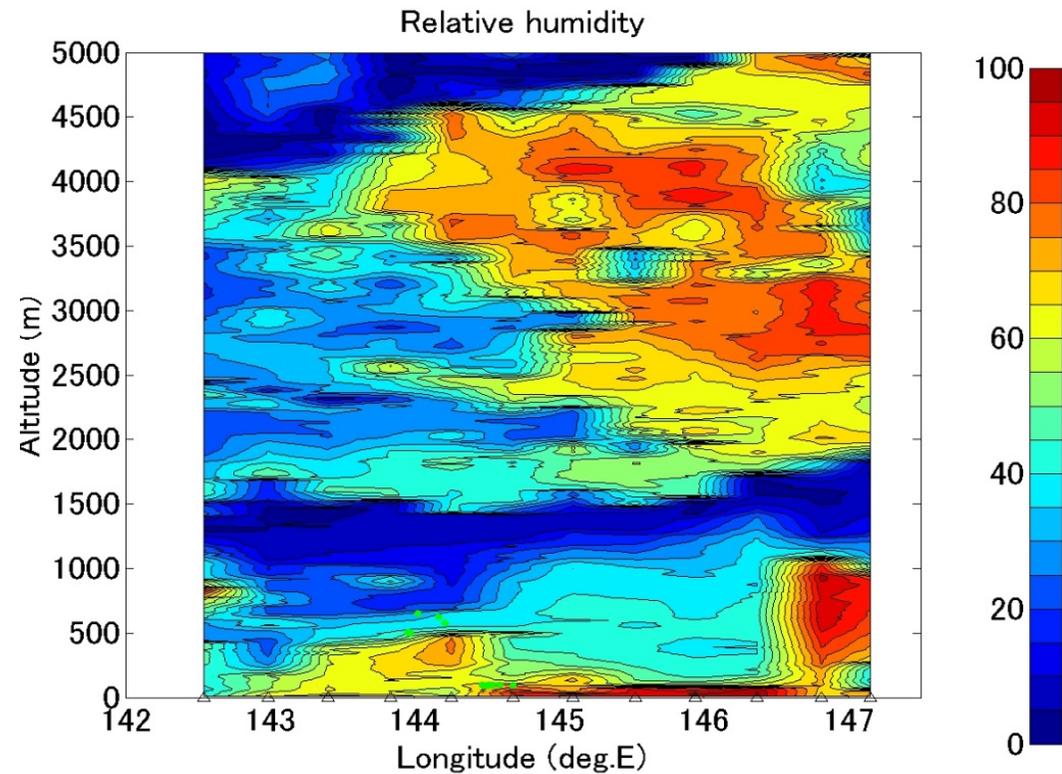
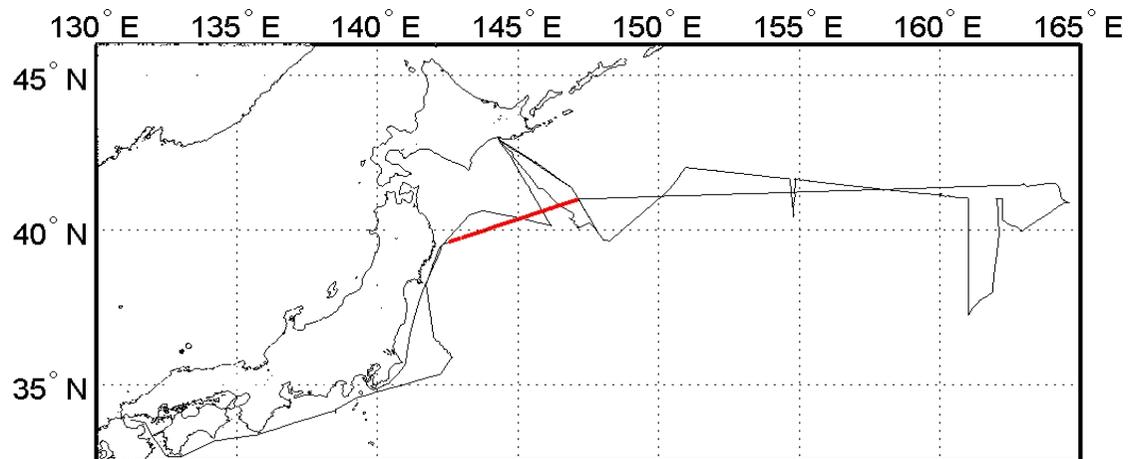
2) 目的: 高層気象観測

3) 図の説明

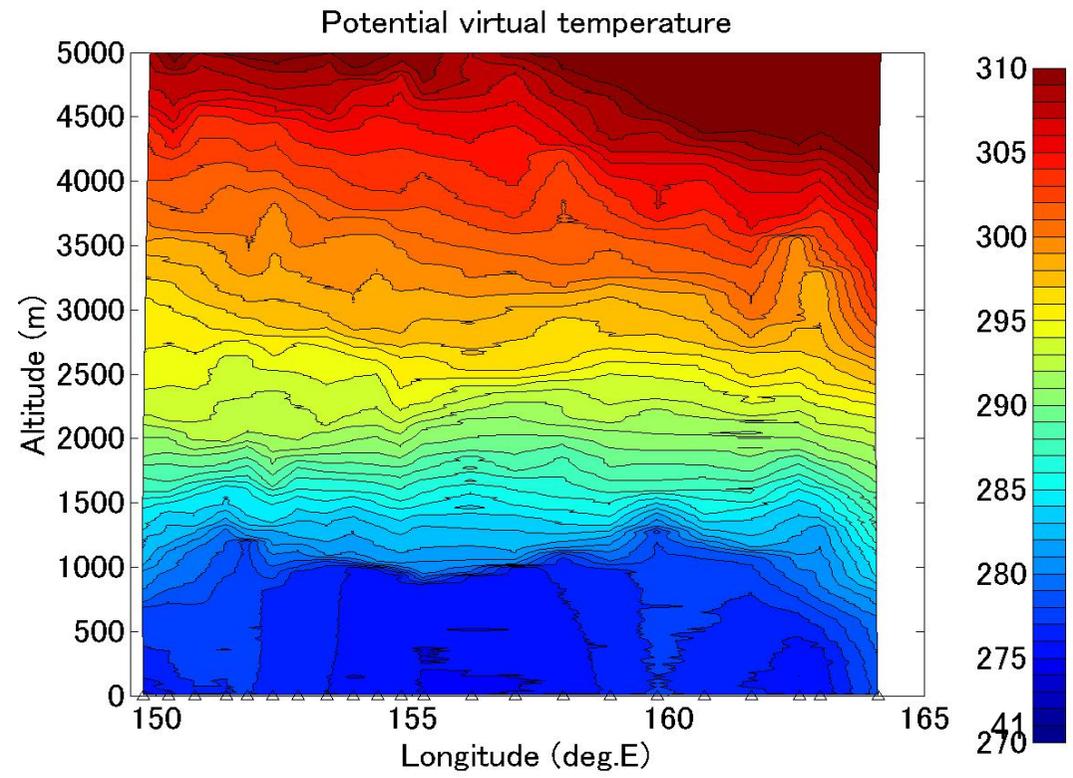
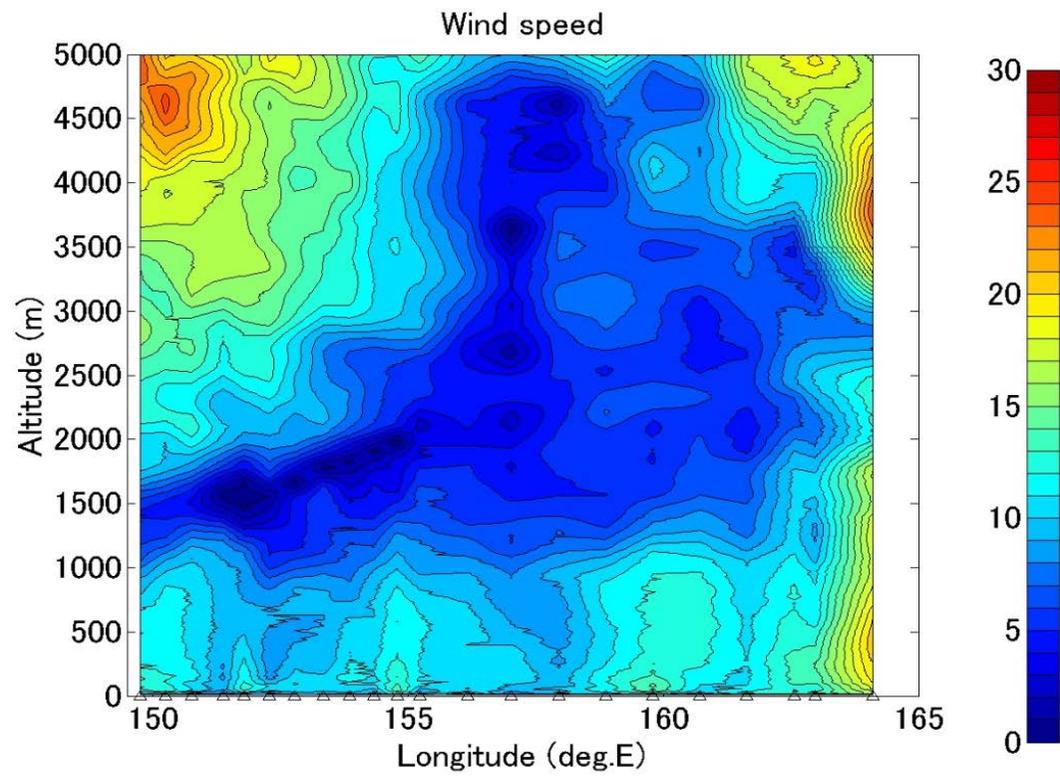
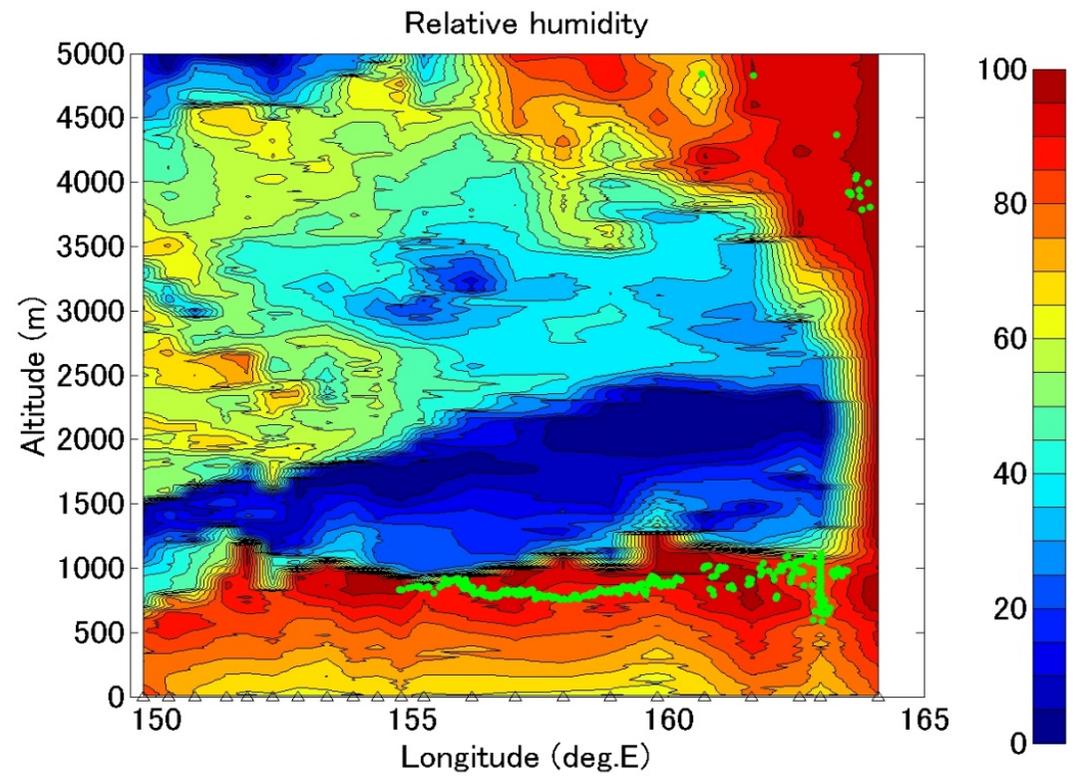
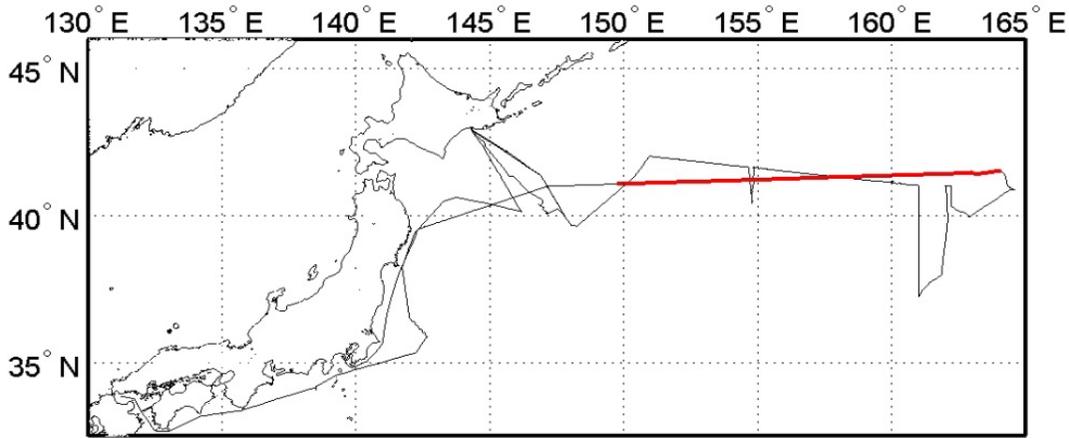
右上の地図に赤線で示した各測線の断面図を示す。相対湿度の図中のドット(緑色)はシーロメータによる雲底高度を示す。



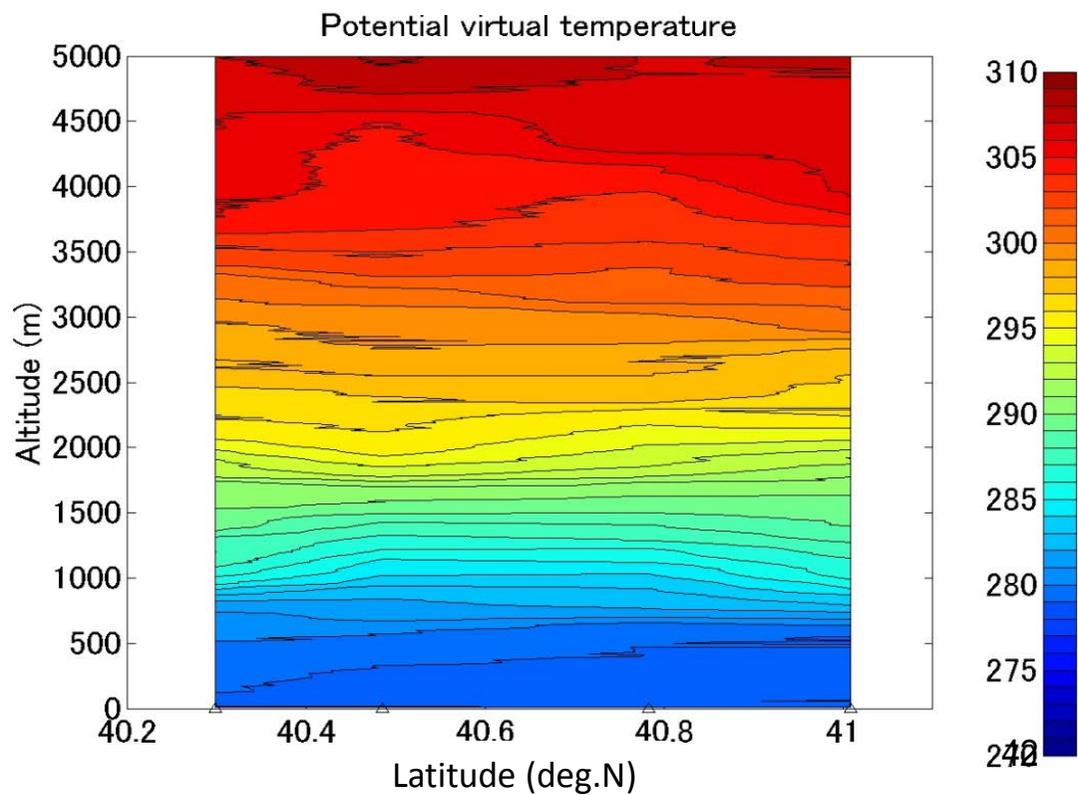
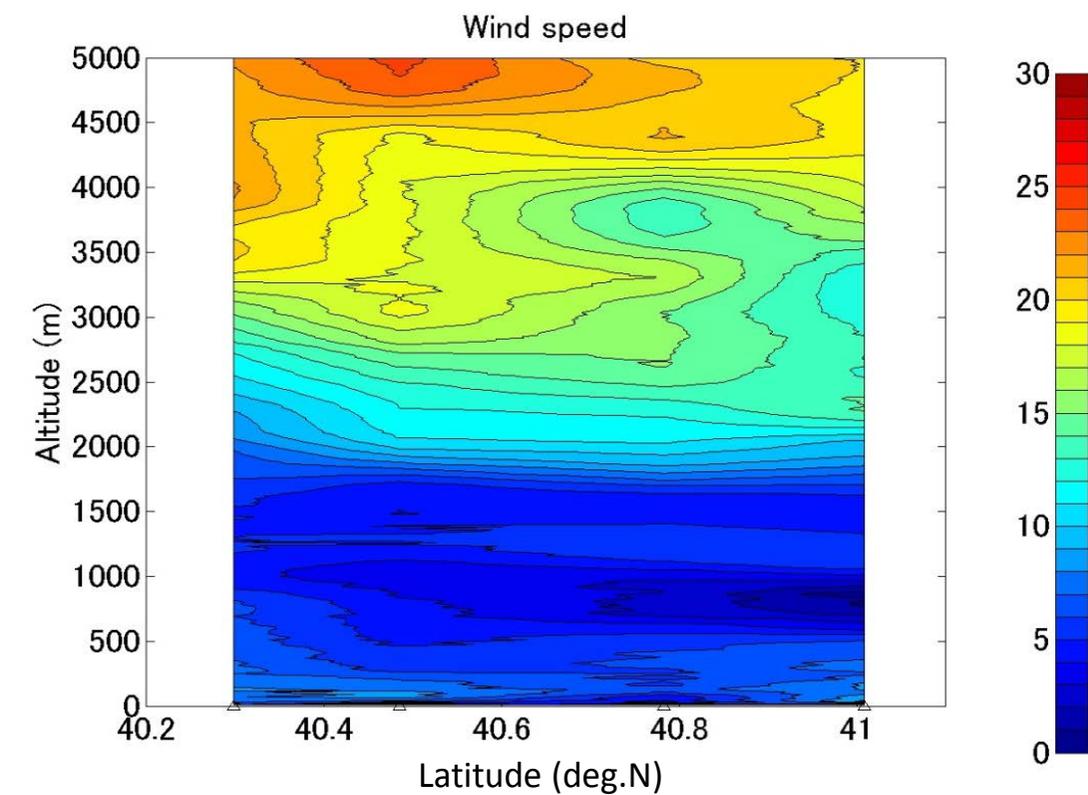
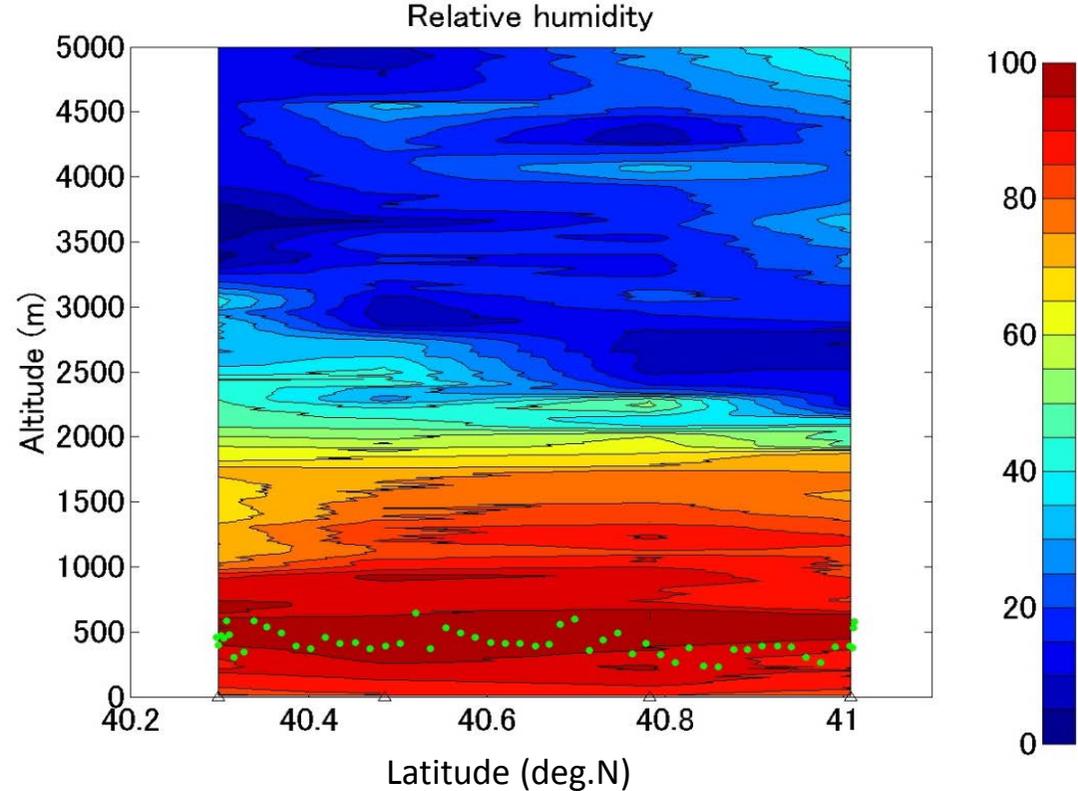
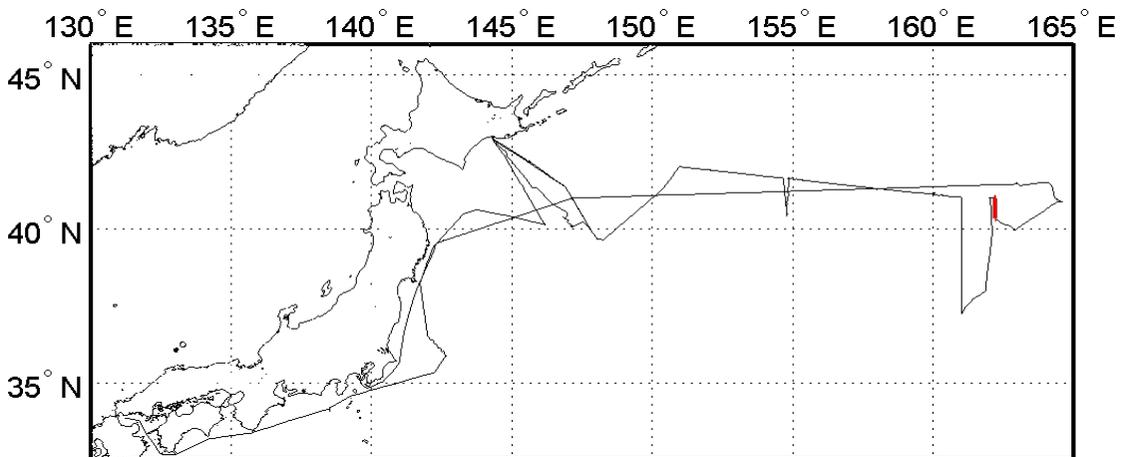
# 測線 1



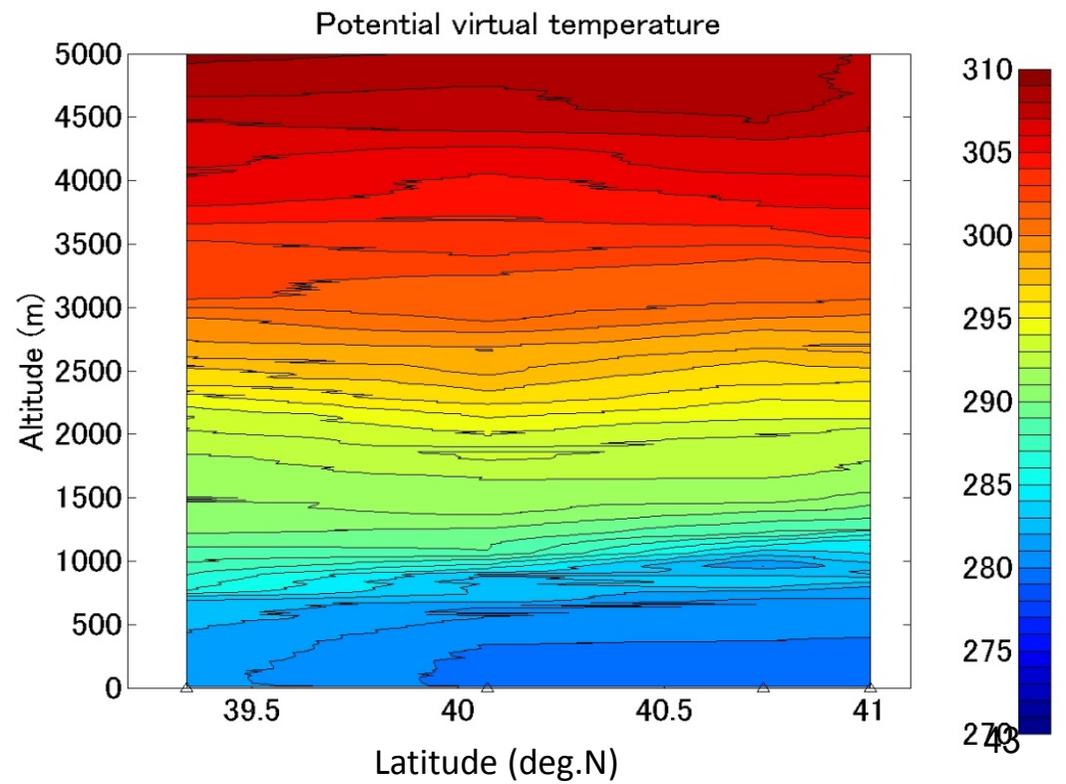
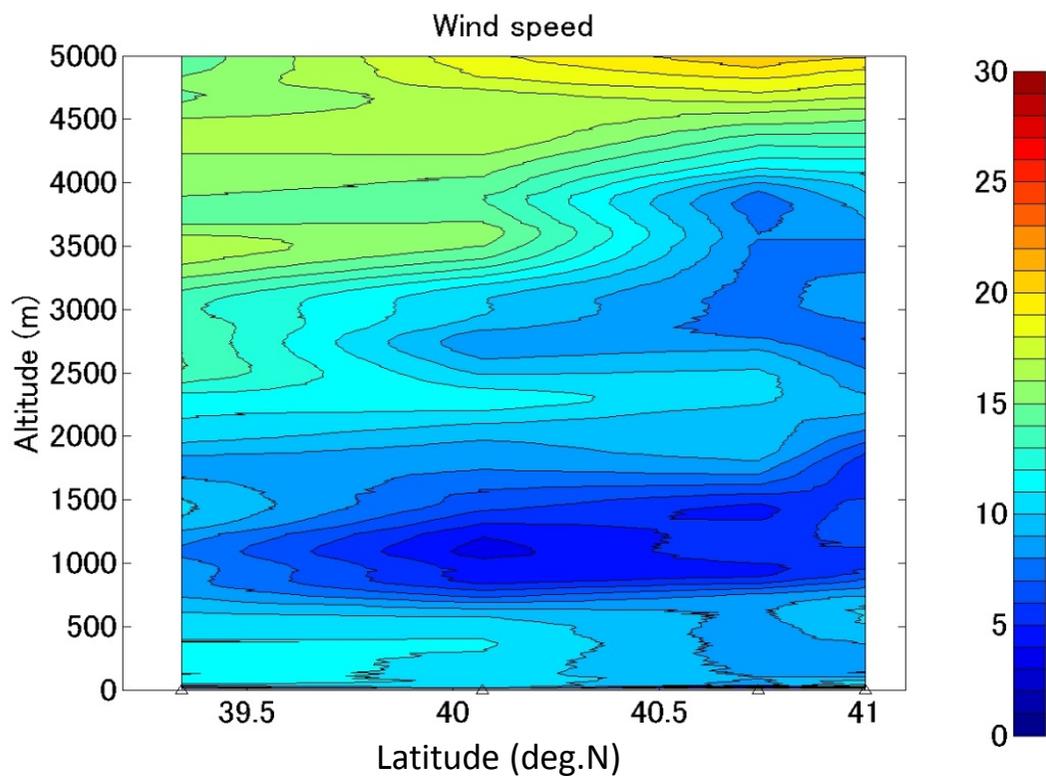
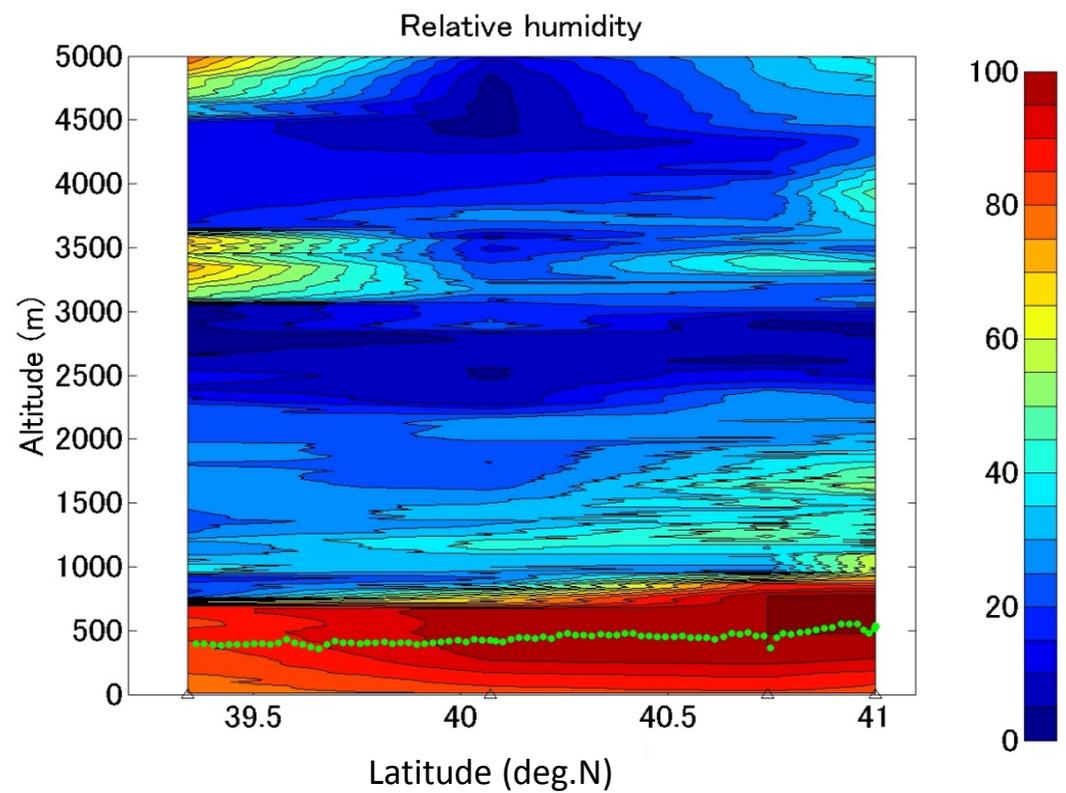
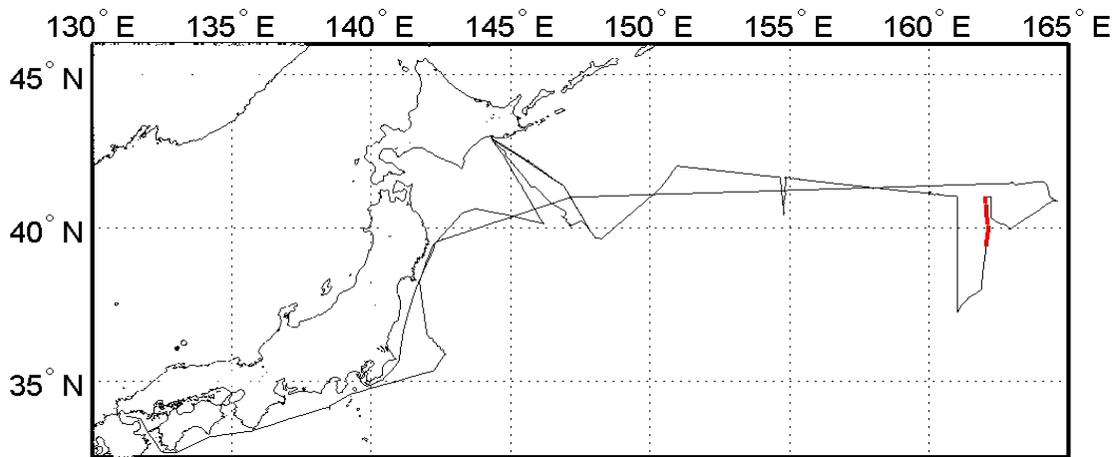
# 測線 2



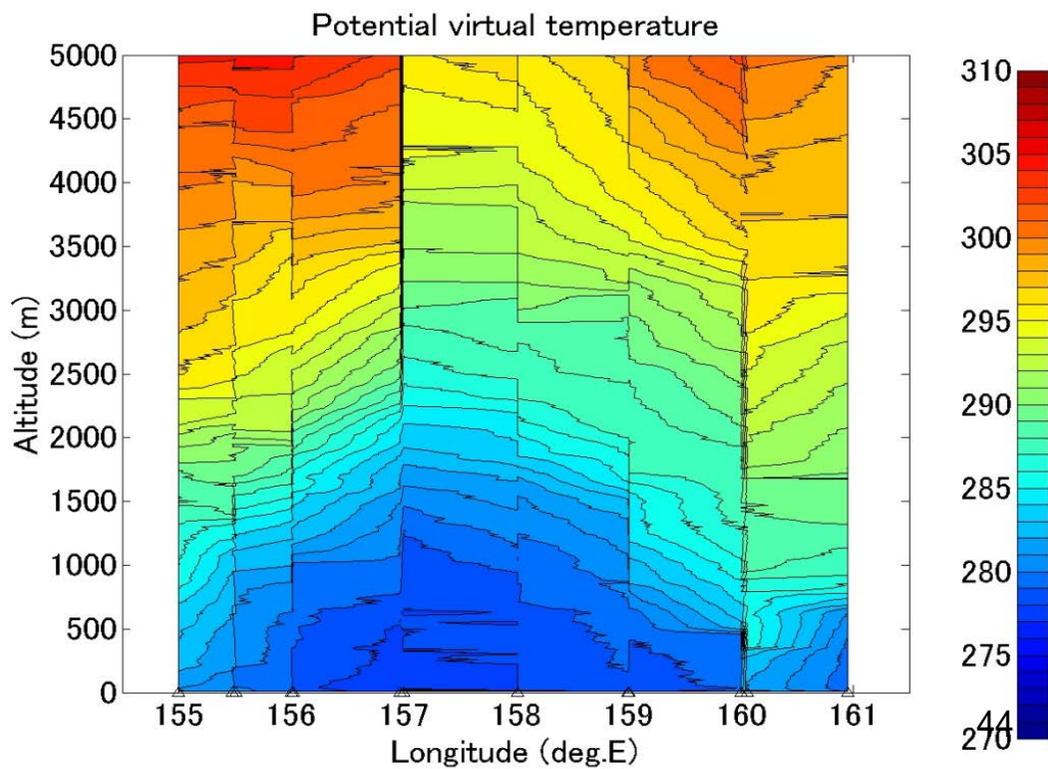
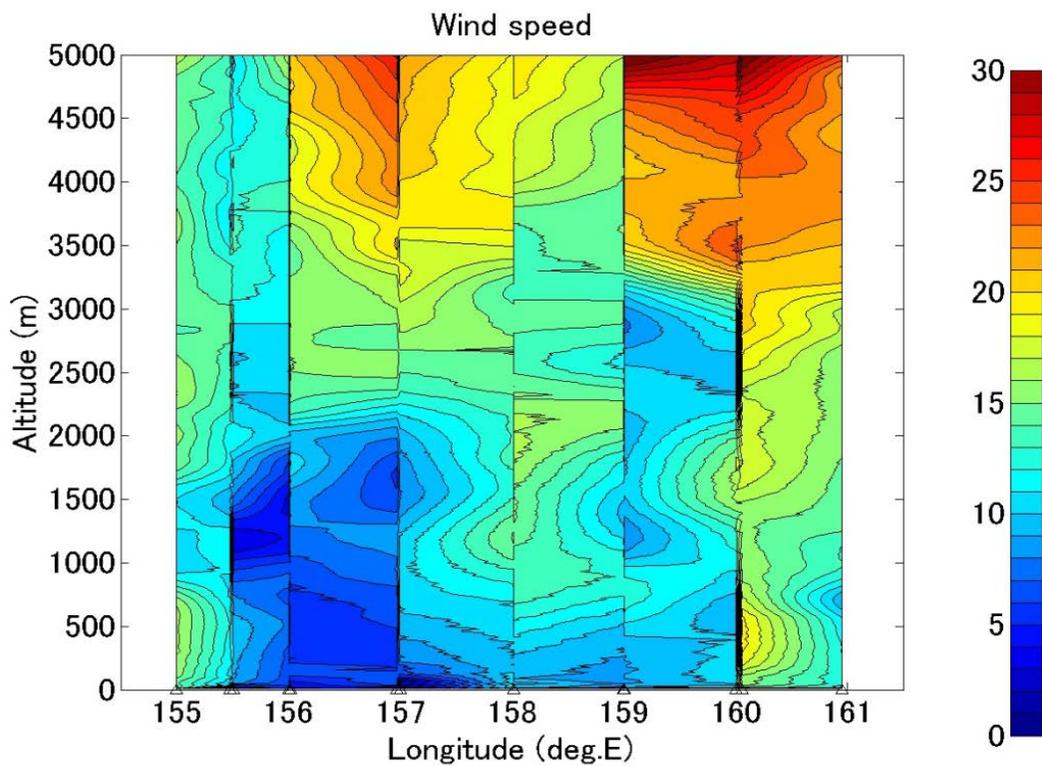
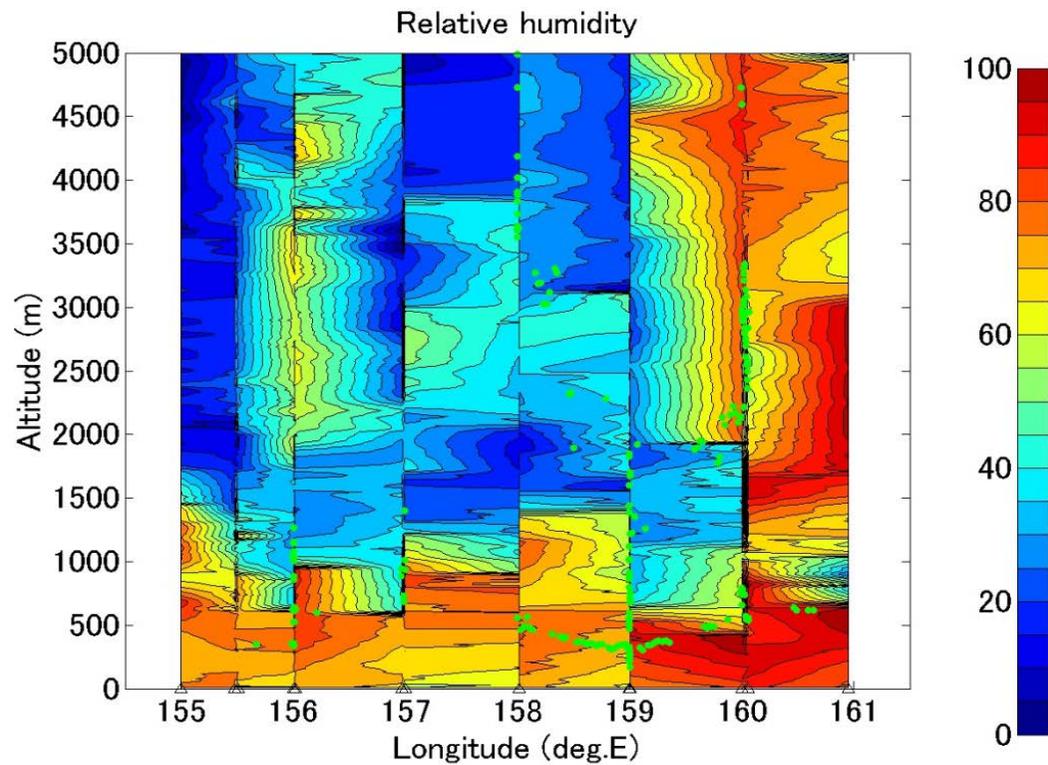
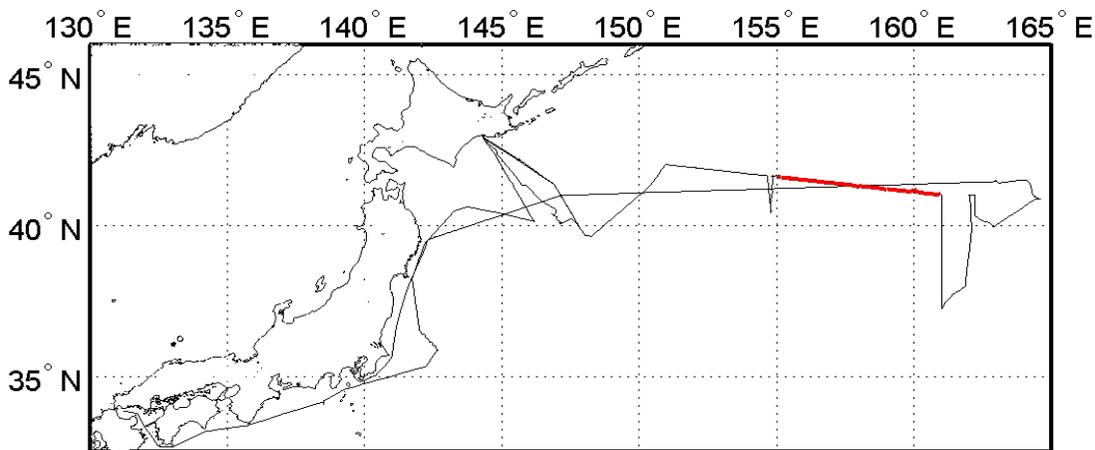
# 測線 3



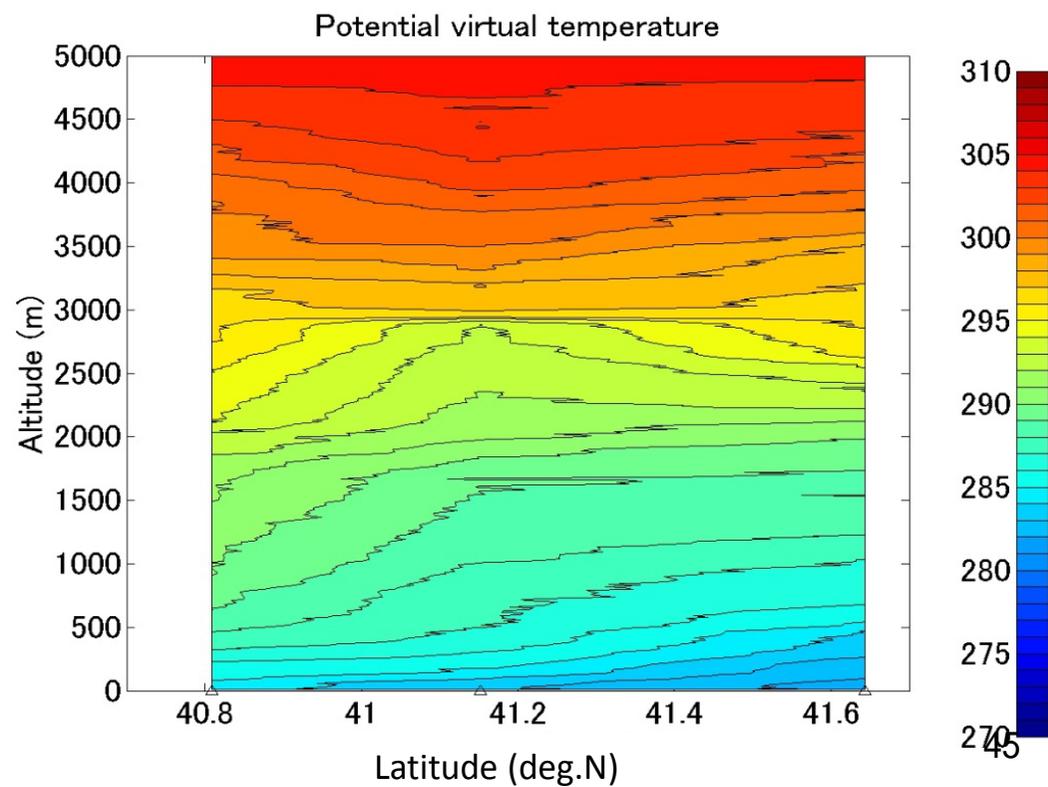
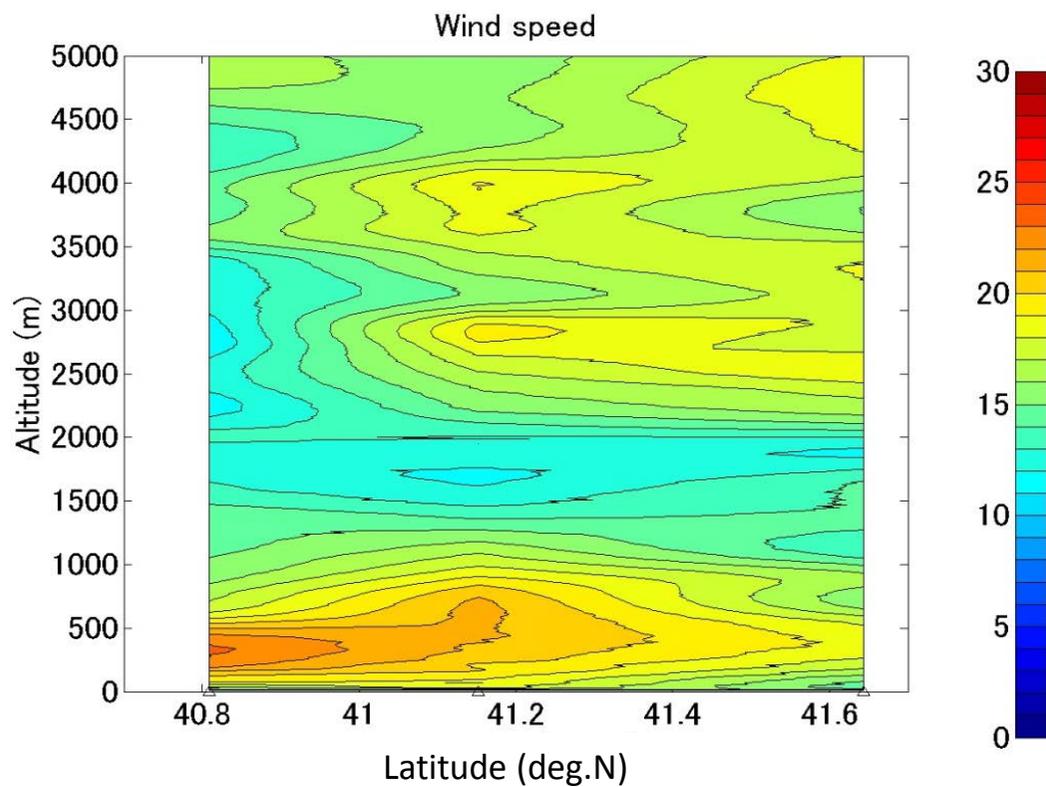
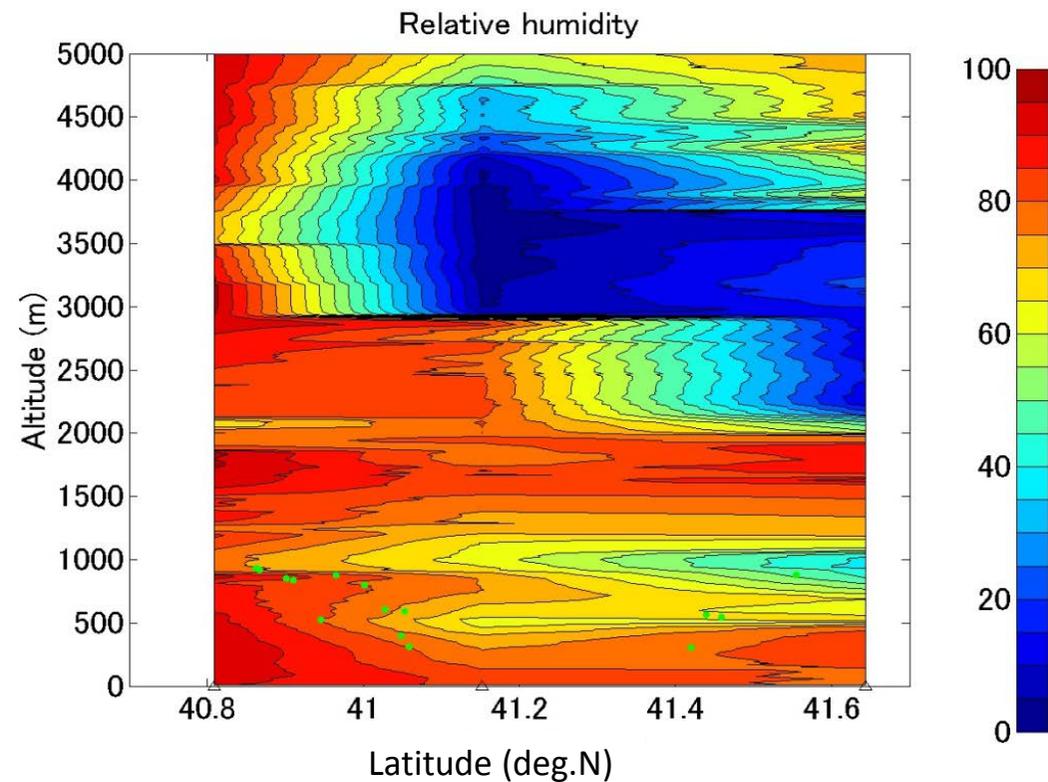
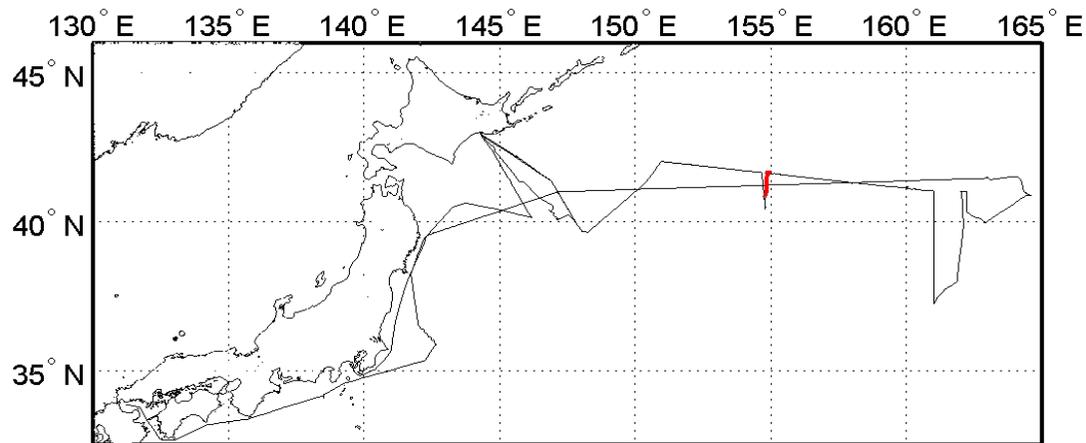
# 測線 4



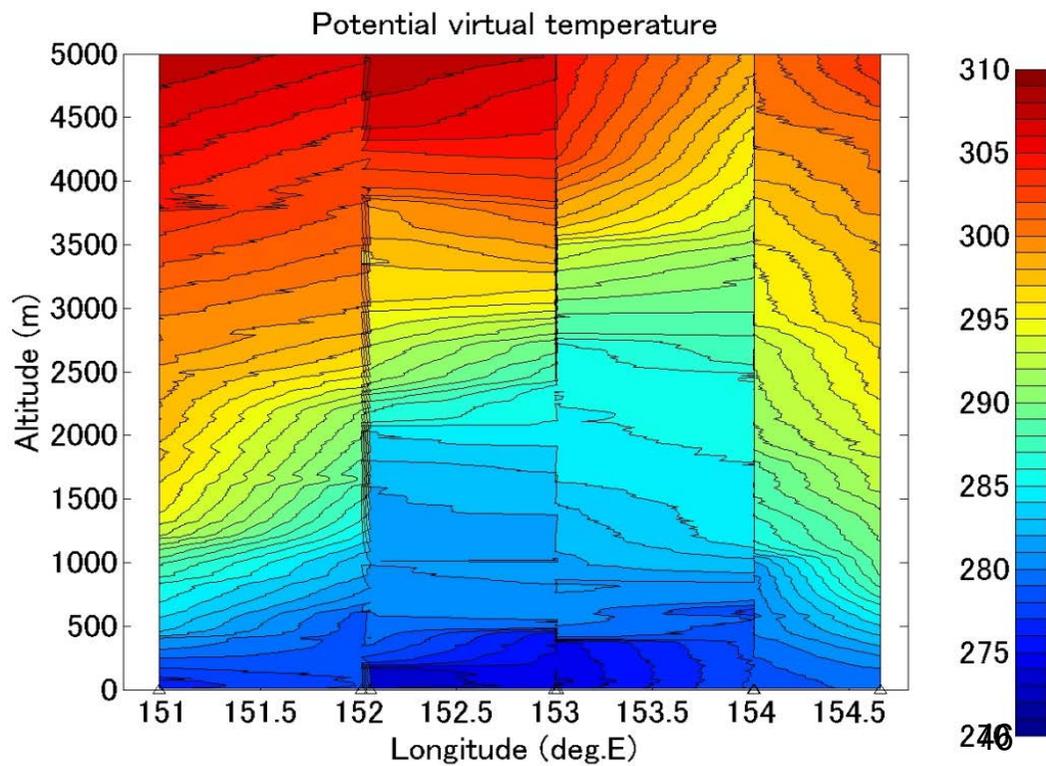
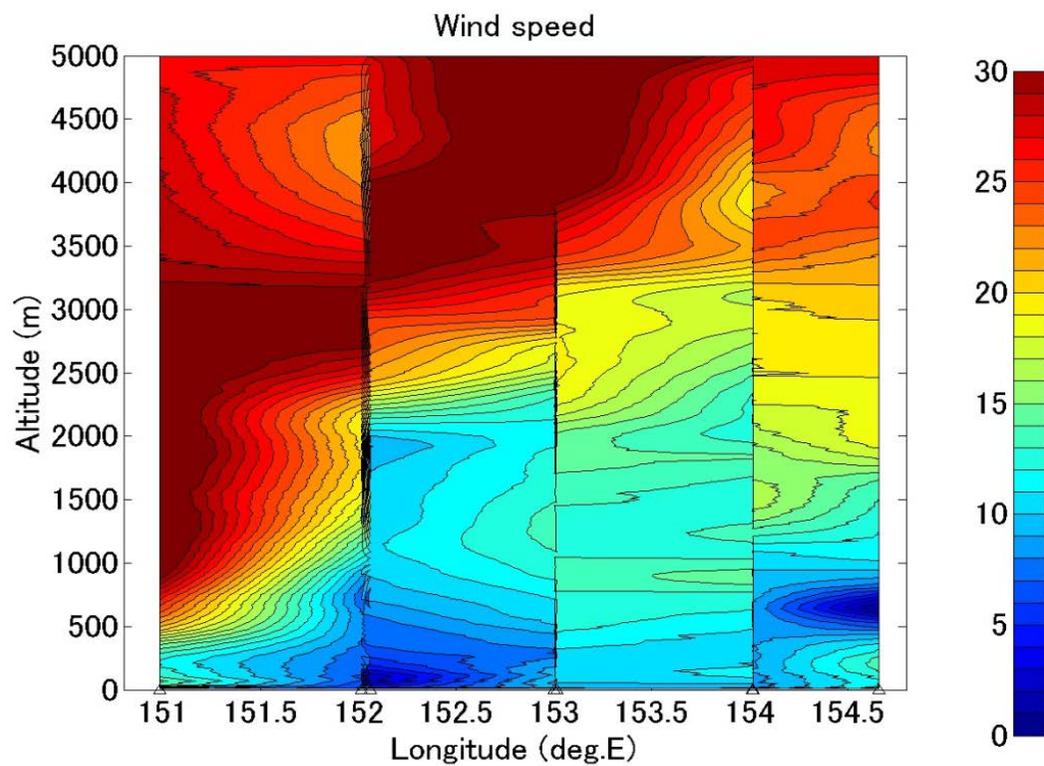
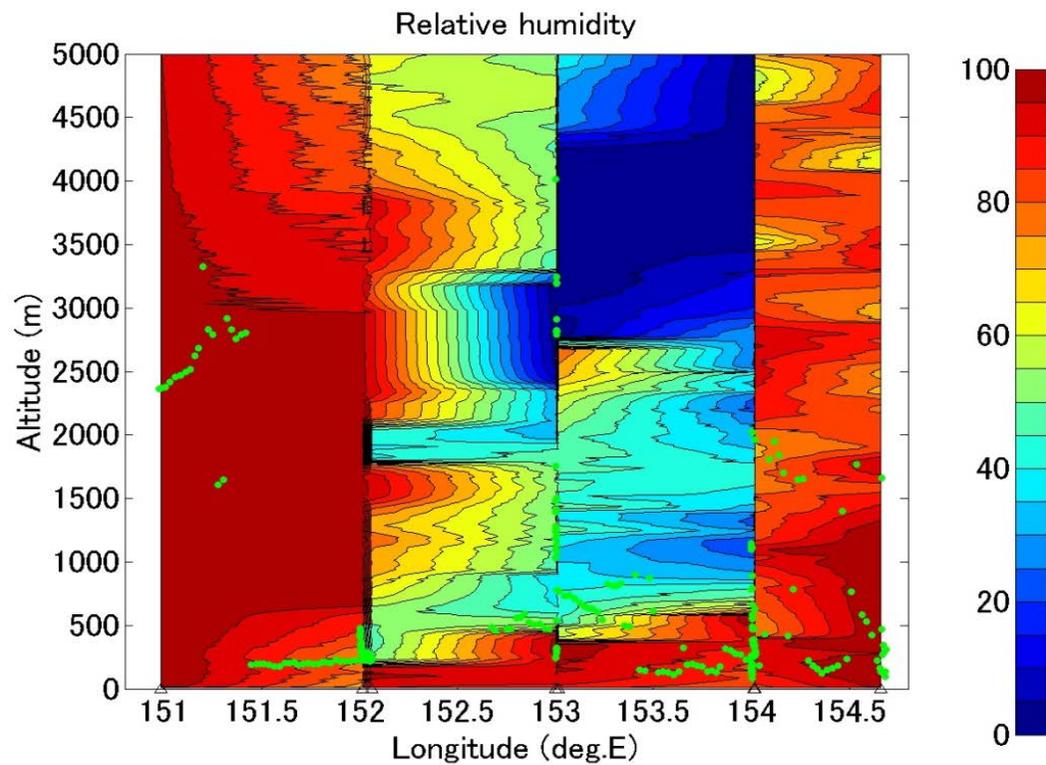
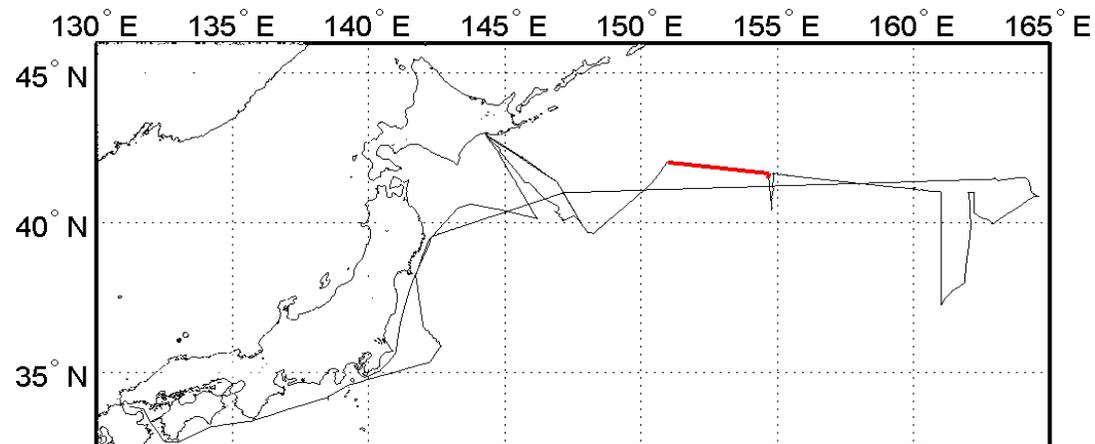
# 測線 5



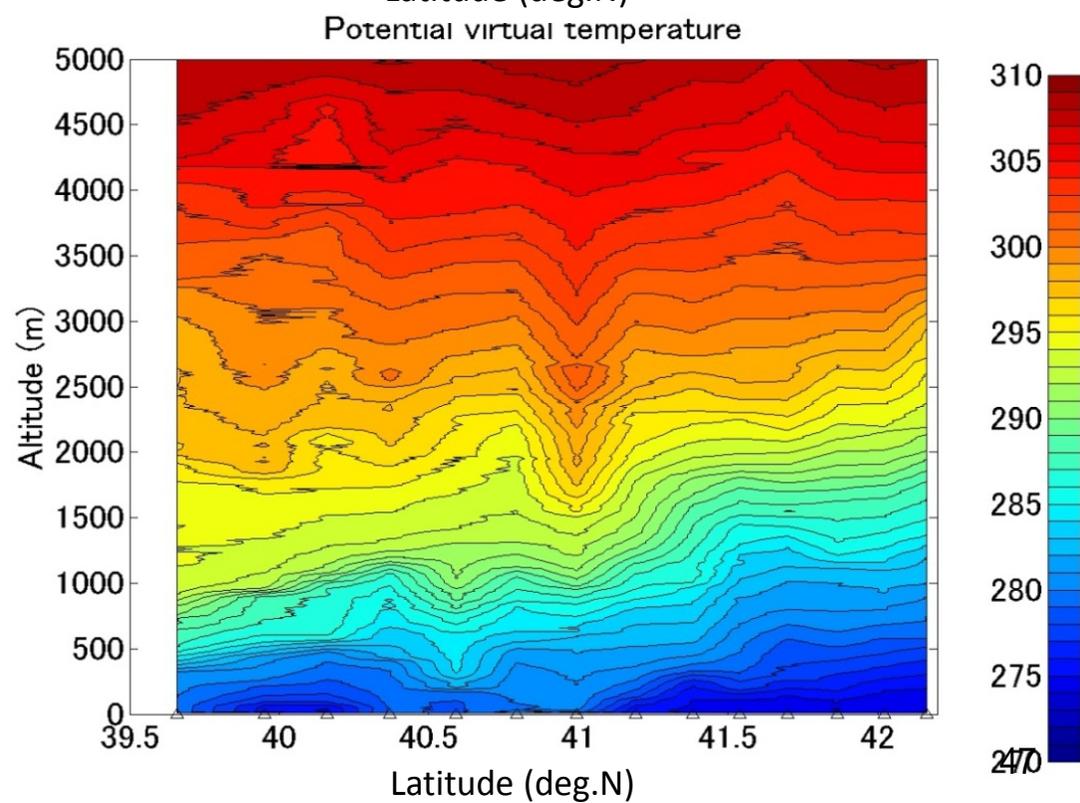
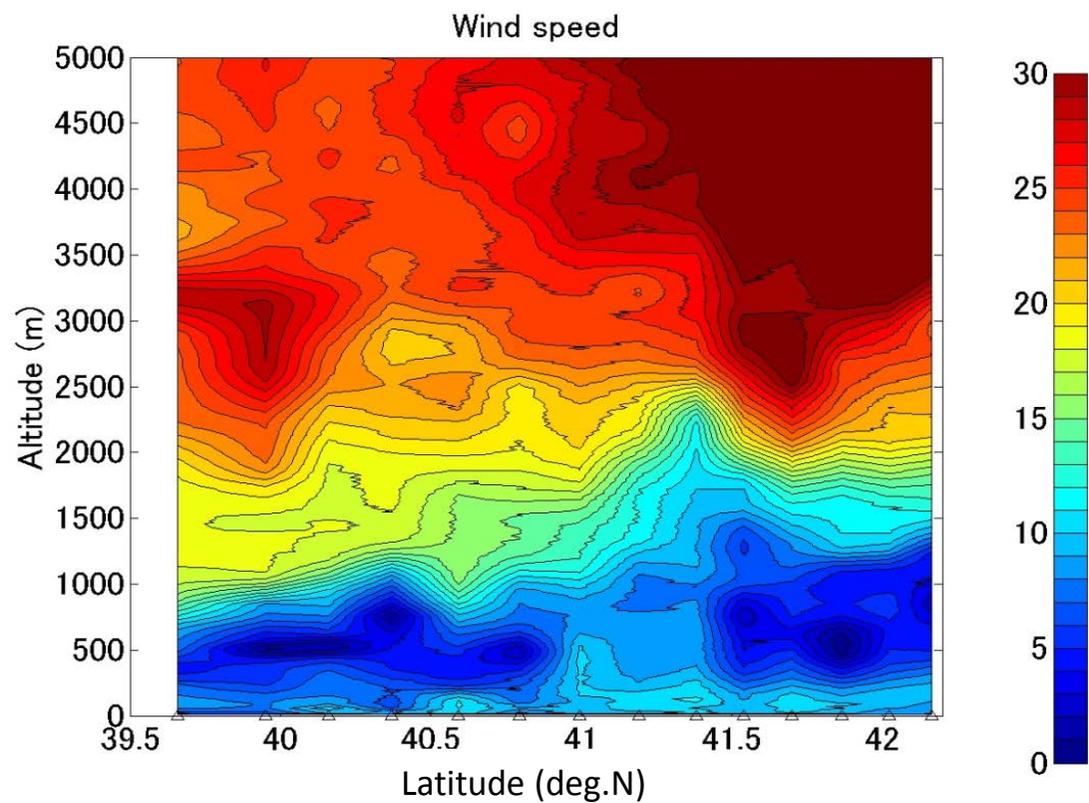
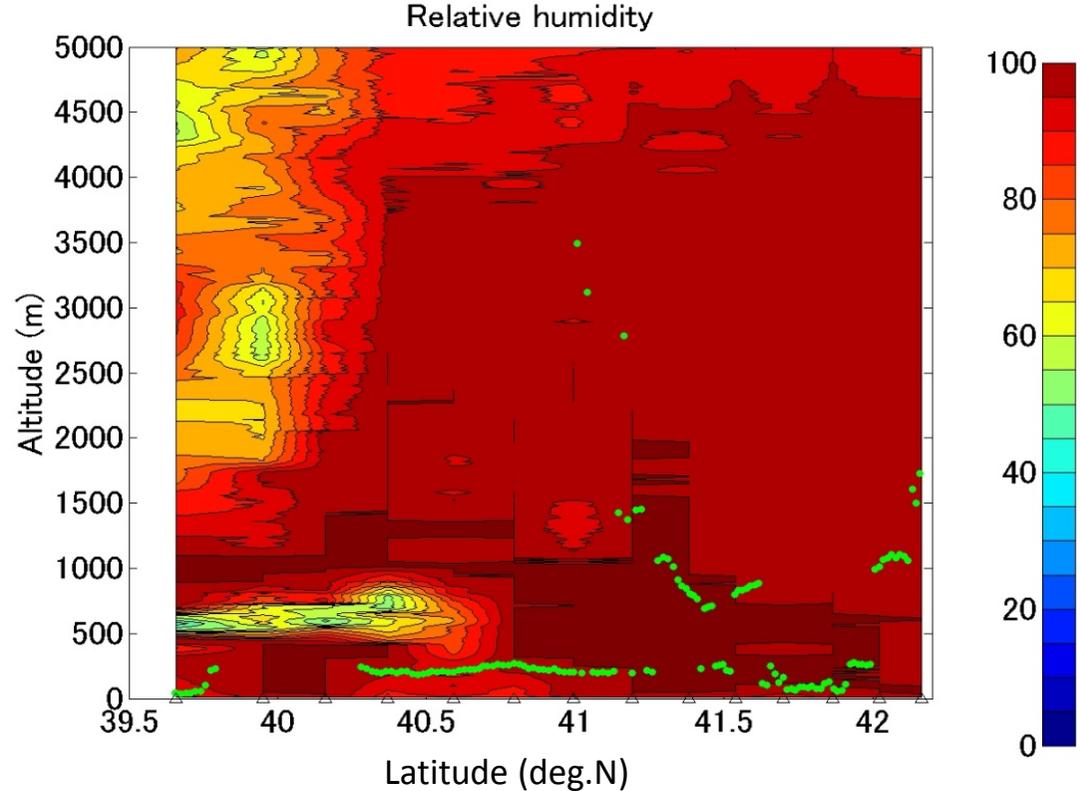
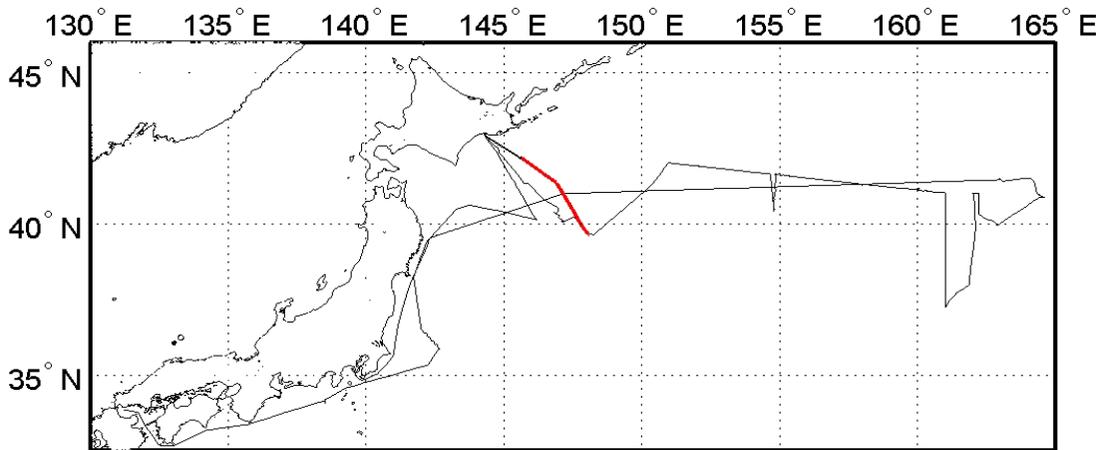
# 測線 6



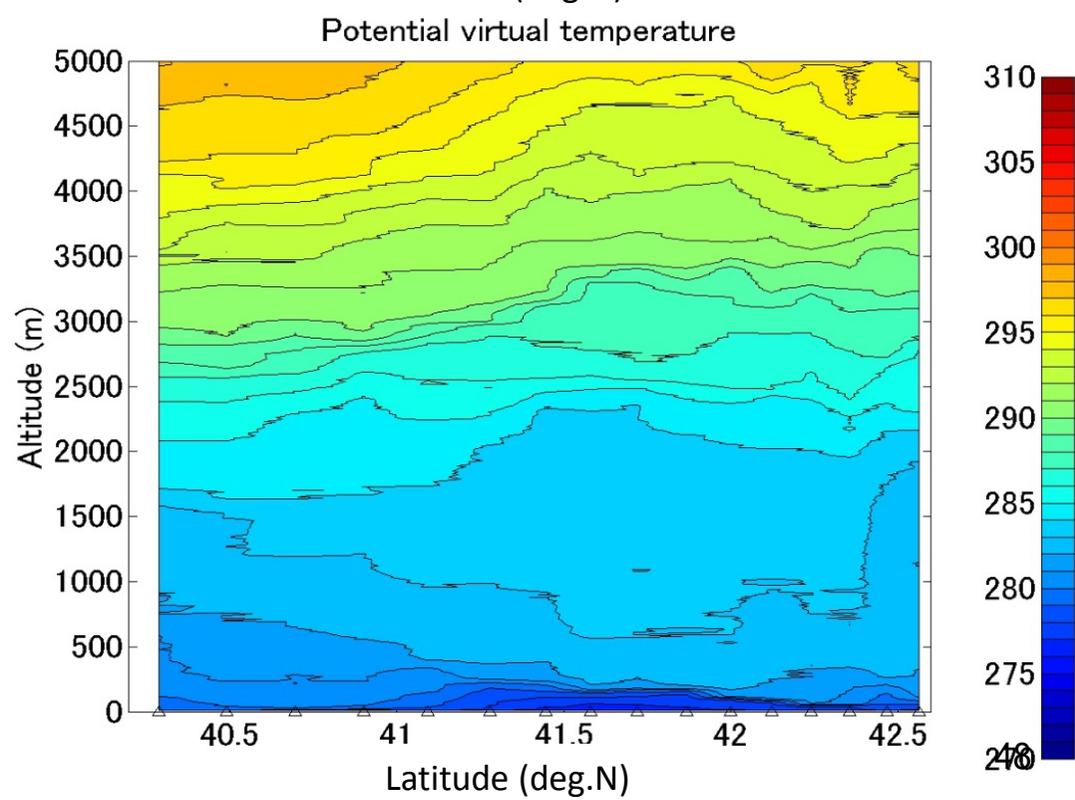
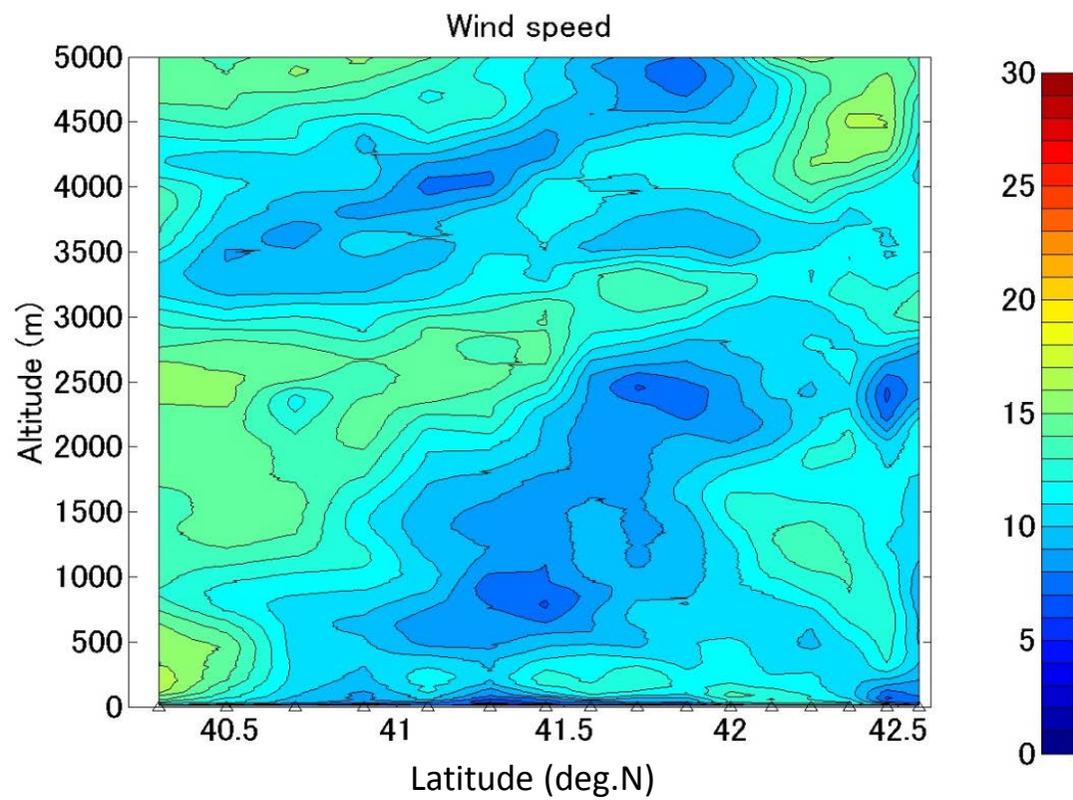
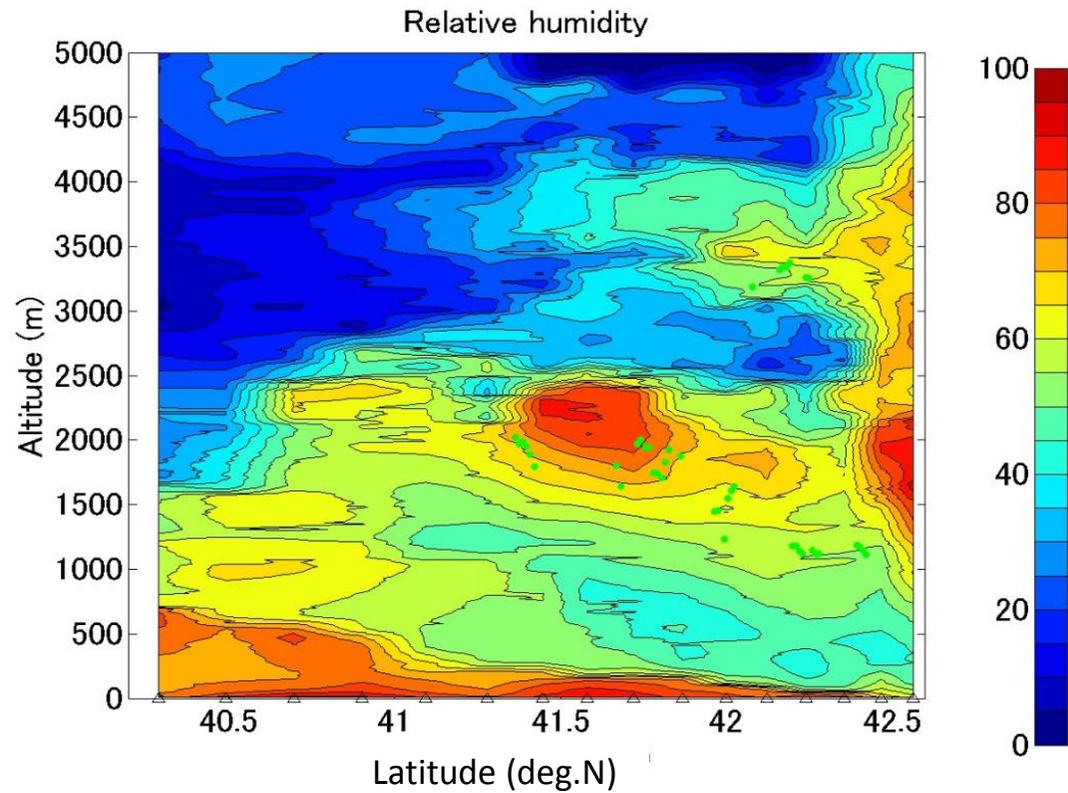
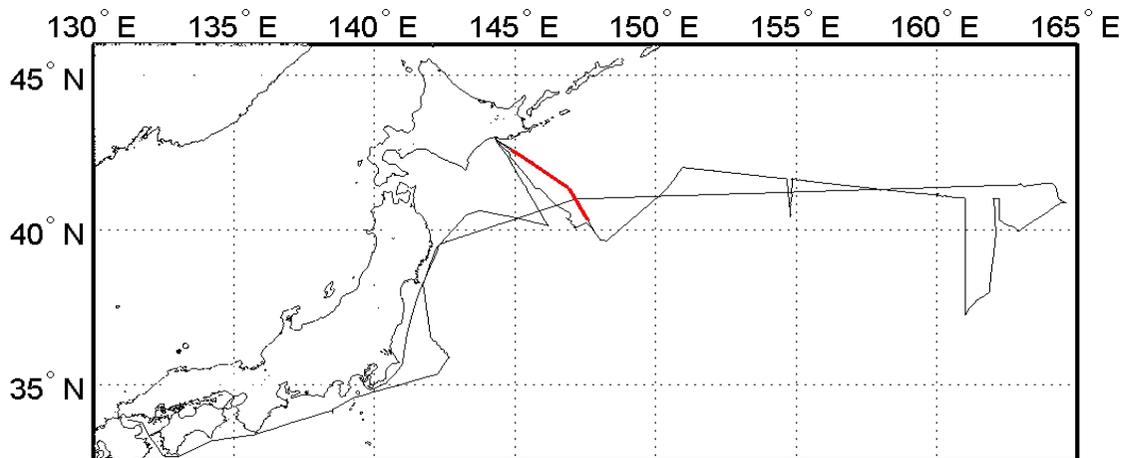
# 測線 7



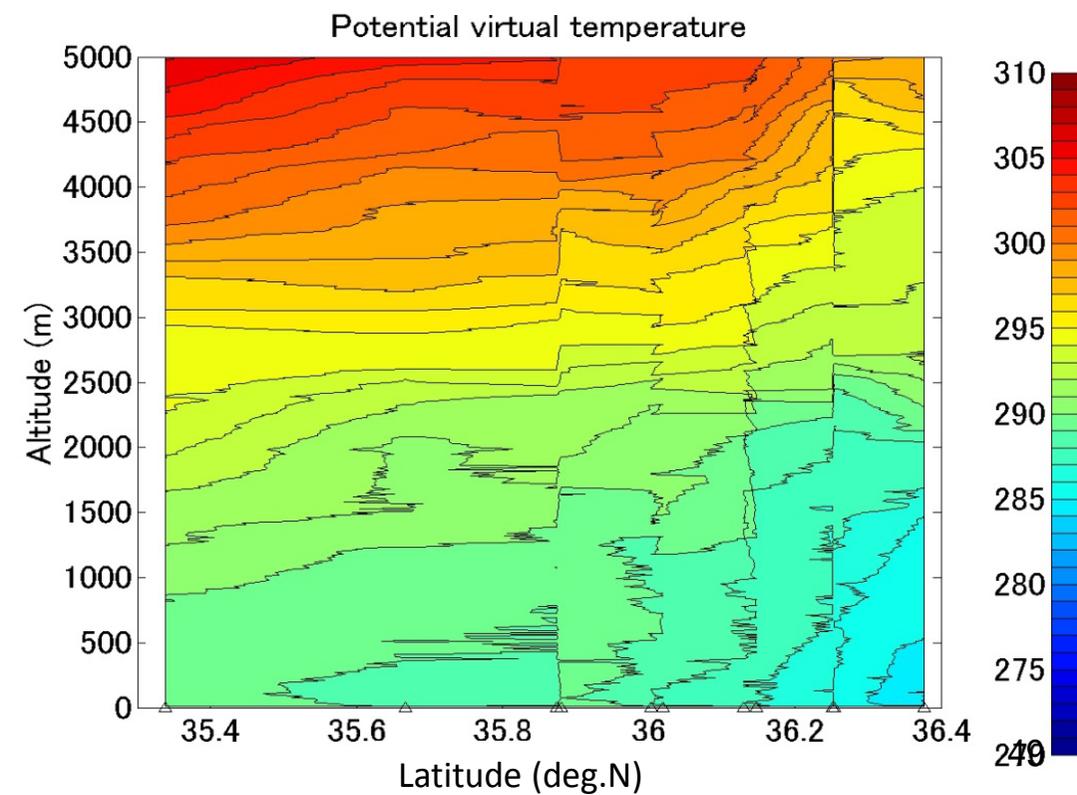
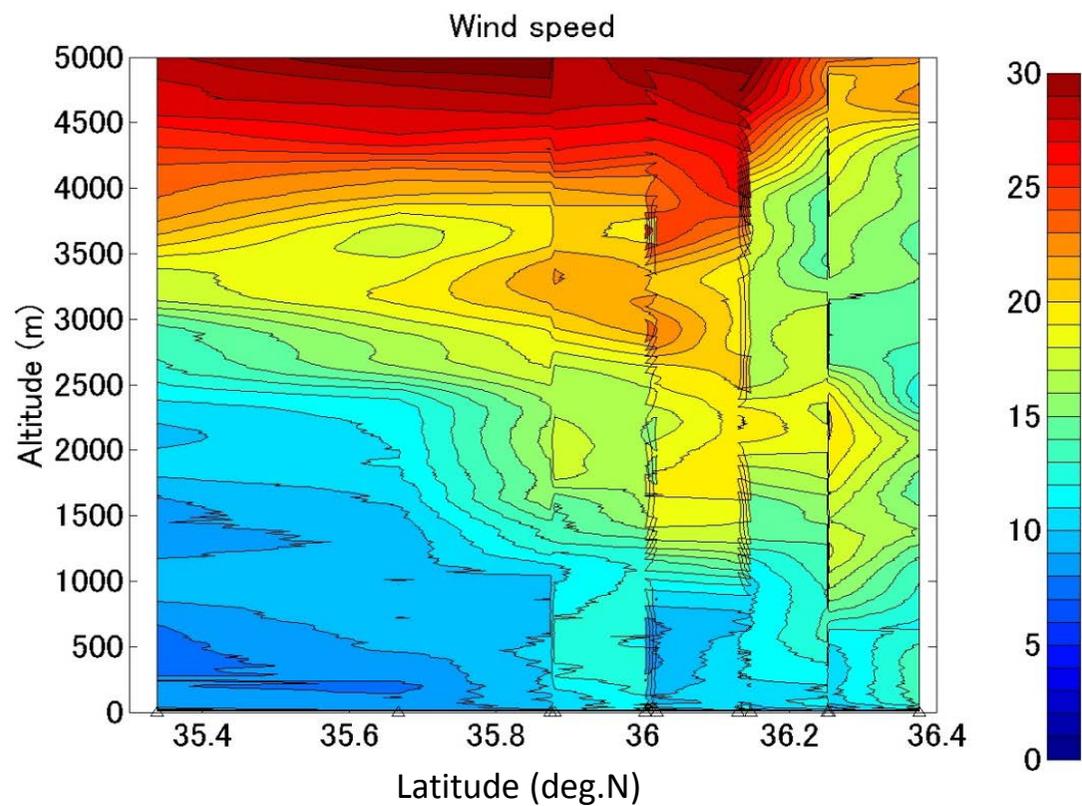
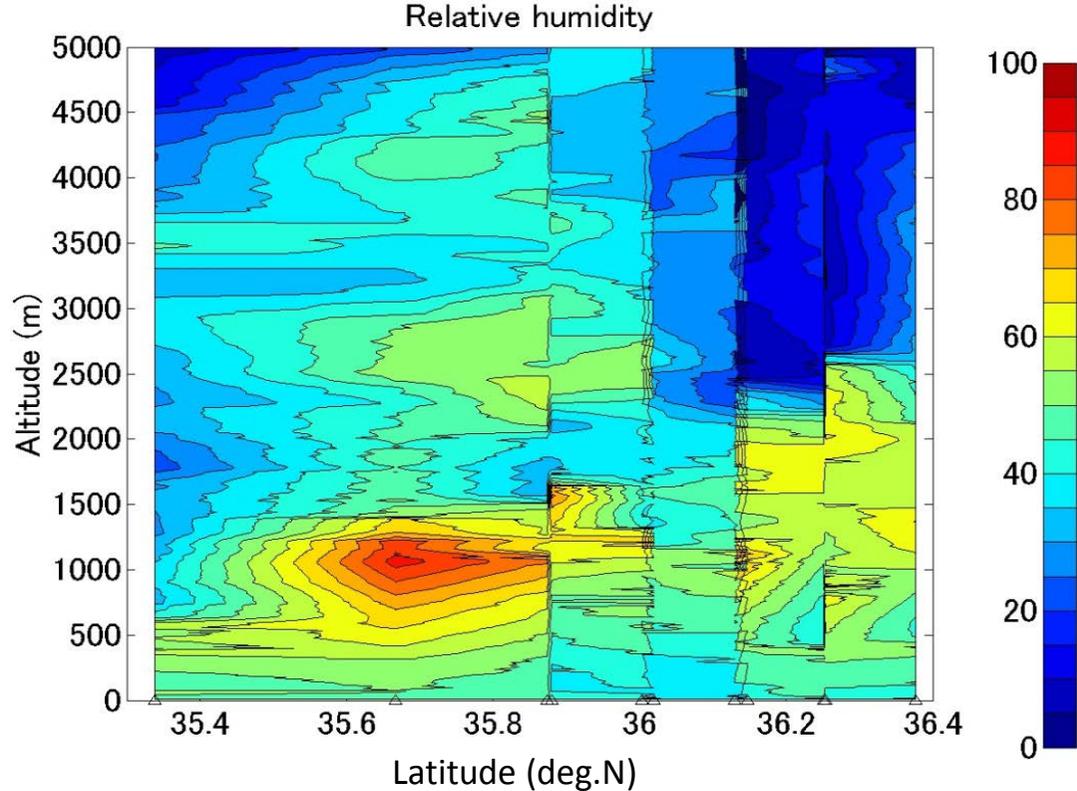
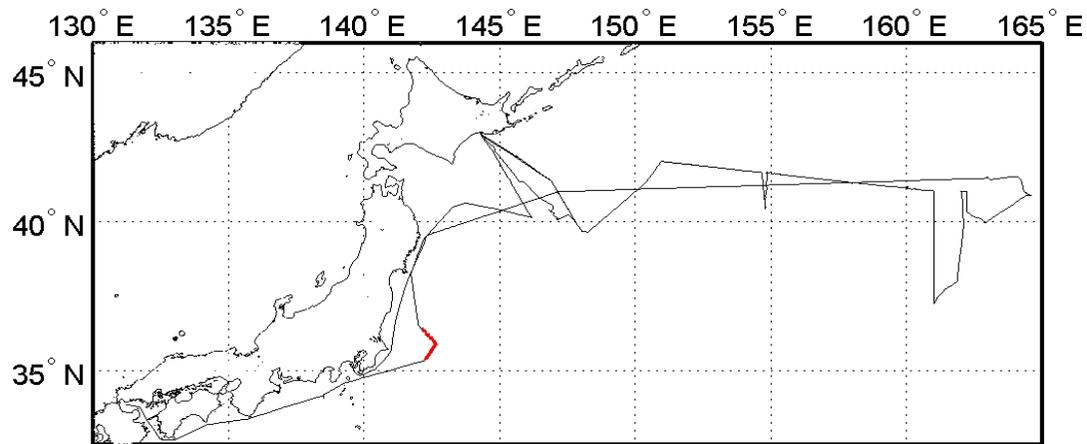
# 測線 8



# 測線 9



# 測線 10



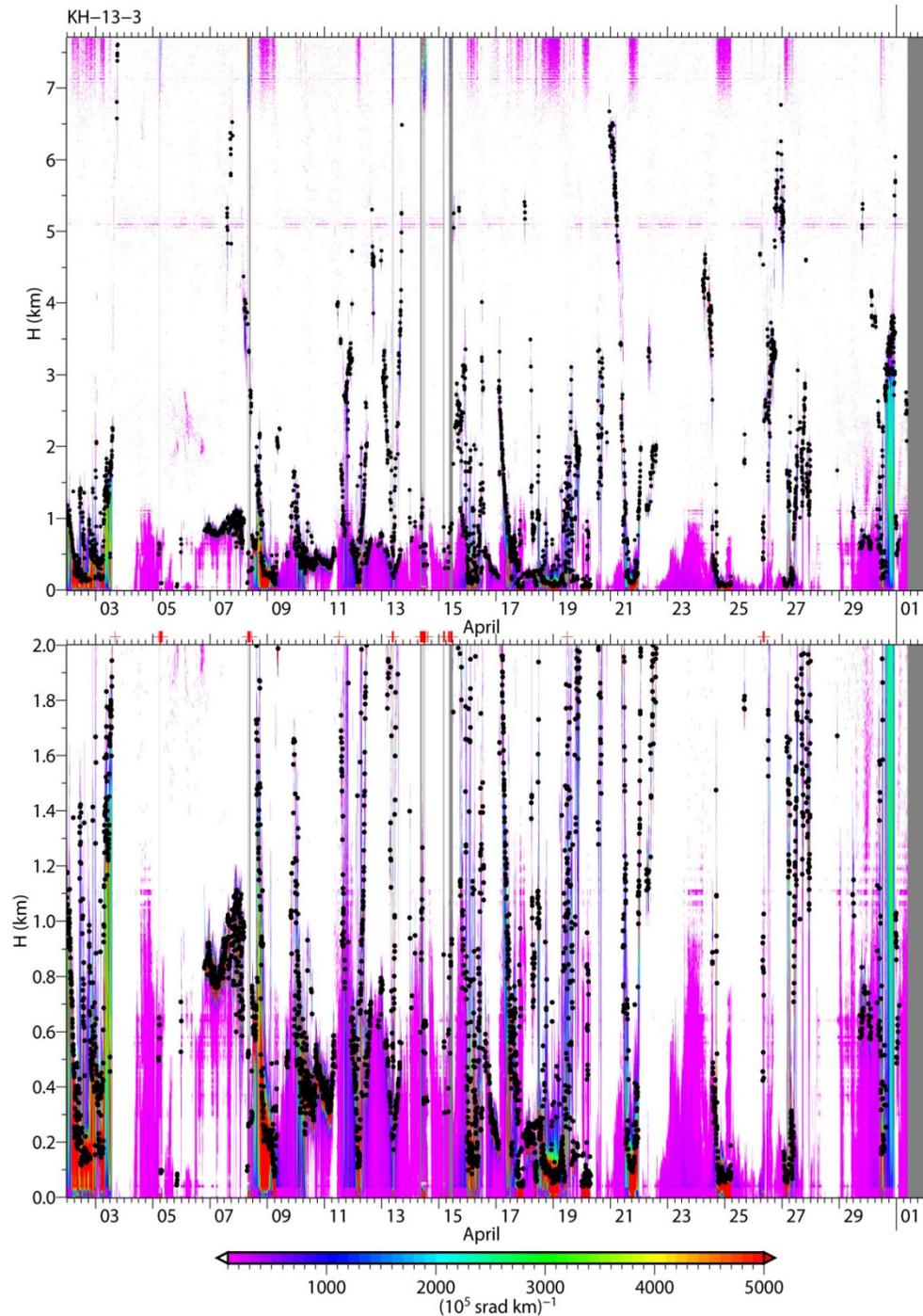
## 12. シーロメーター

村山 利幸（東京海洋大学）

本実験航海中、連続で15秒毎に、シーロメーター(Vaisala, CL31)による観測高度7.5 kmまで、高度分解能10mで雲底高度と後方散乱係数が記録された。右の図は全期間の時間-高度断面図で、コンターは5分間の後方散乱係数の平均値、黒のドットは5分間での最頻最低雲底高度を表示している。

降雨・霧は赤のコンターに相当し、より薄い部分はエアロゾルと思われる。気温・海水温の状態によって第一雲底高度は大きく変動すると思われる。

レグ1中はシーロメーターの真上に旗がかかるトラブルもあったが、データのstatusを判断することによって不良データを除去することに処理出来た。



# 13. 短波・長波放射計

(JAMSTEC 川合義美、  
東海大学 轡田邦夫)

## 1) 使用機種:

短波(東北大) CMP-21 (Kipp&Zonen)

短波(JAMSTEC) CM-21 (Kipp&Zonen)

長波(東北大) CGR-4 (Kipp&Zonen)

長波(JAMSTEC) CG-4 (Kipp&Zonen)

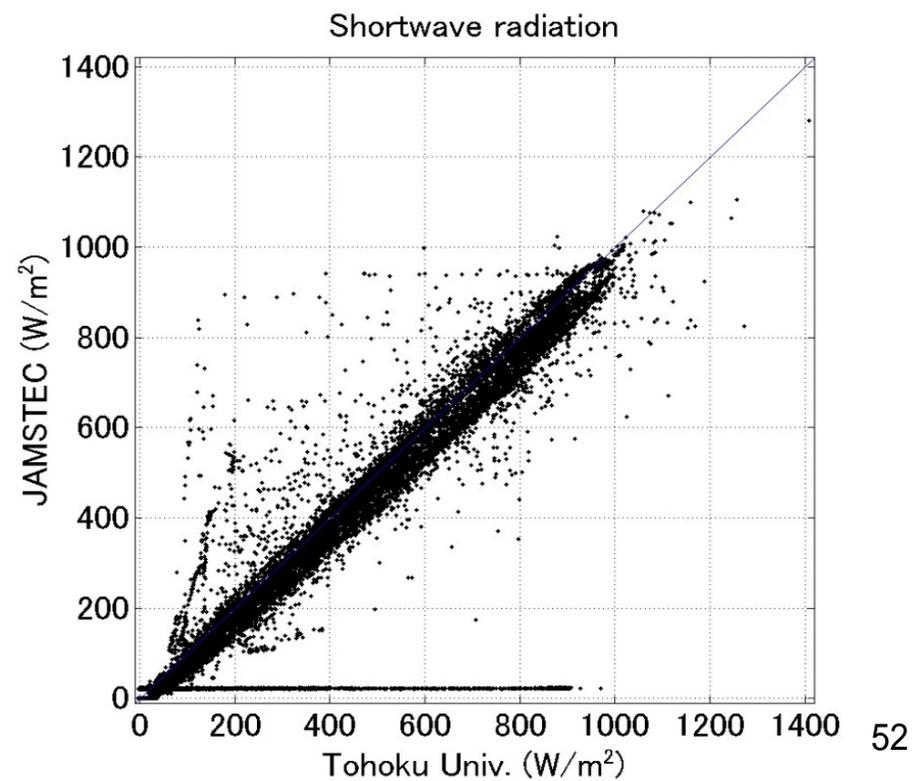
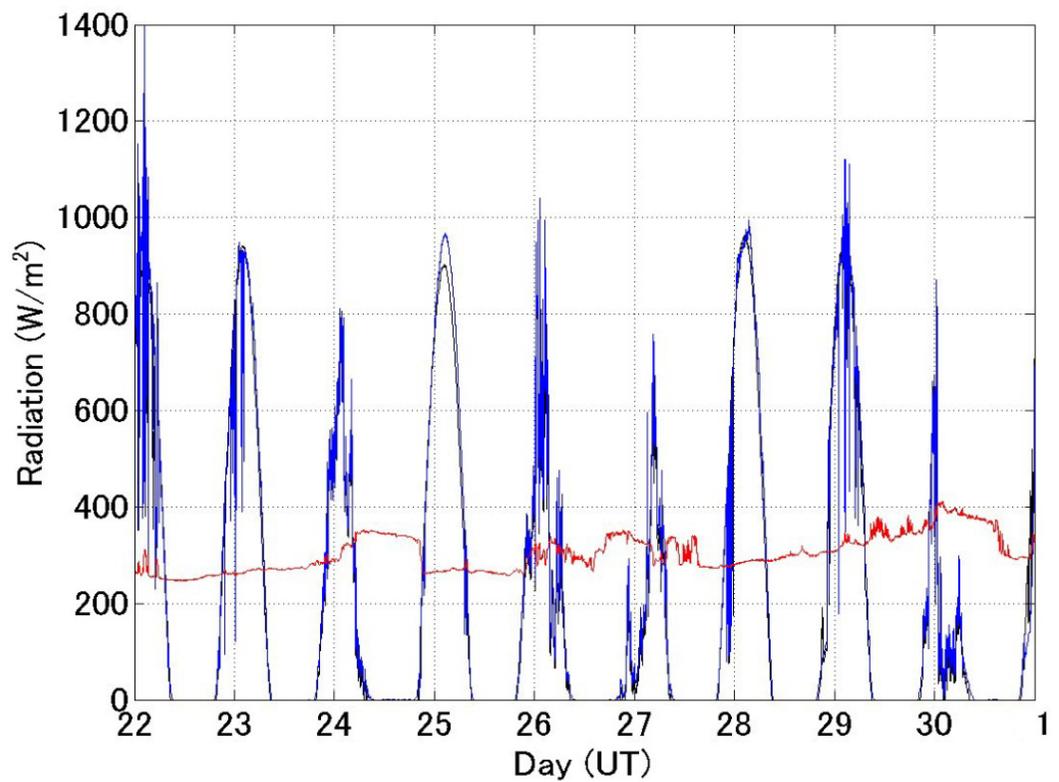
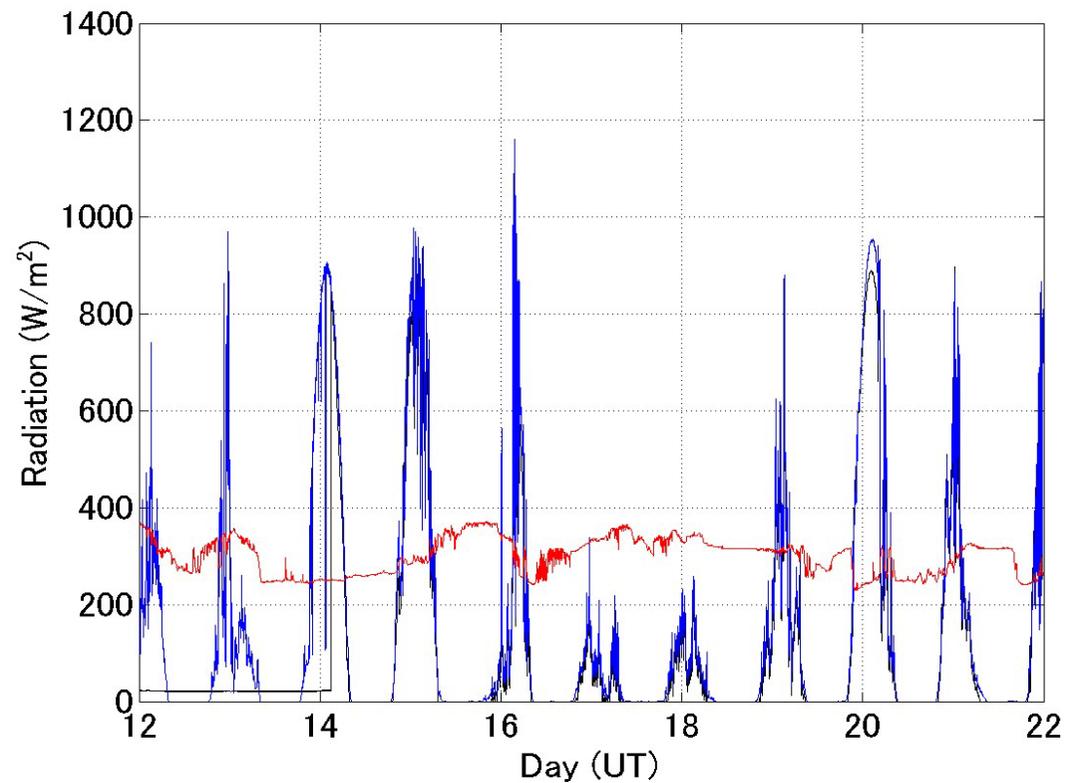
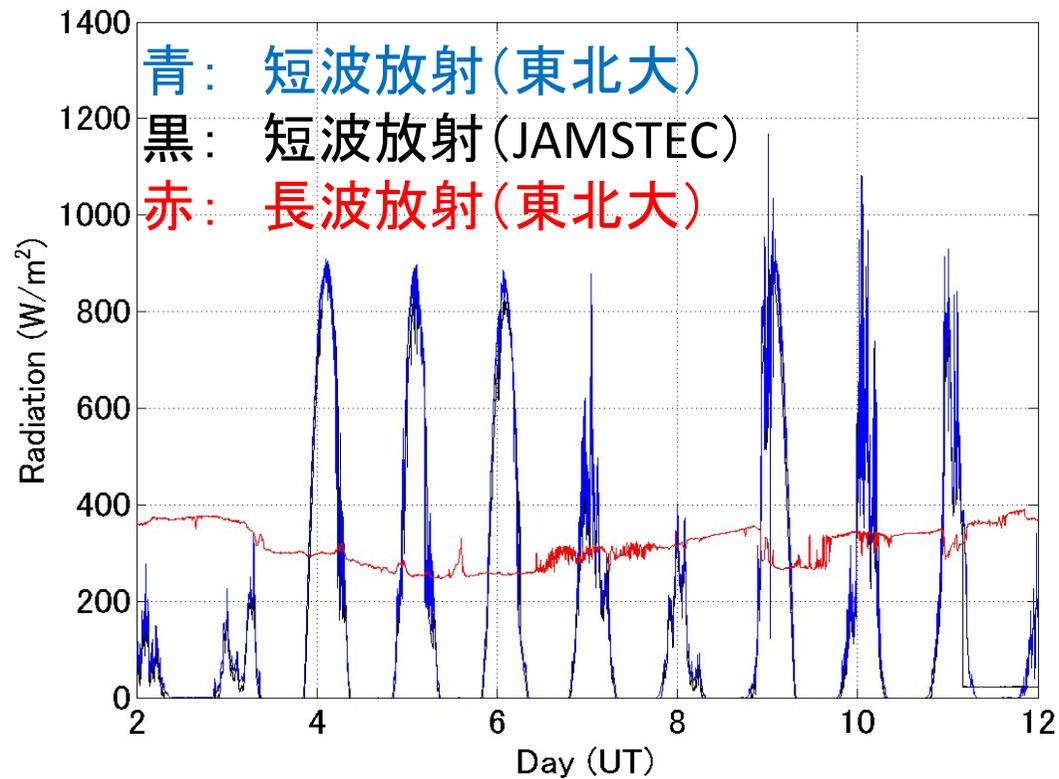
2) 目的: 下向き短波放射量、長波放射量を測定する。

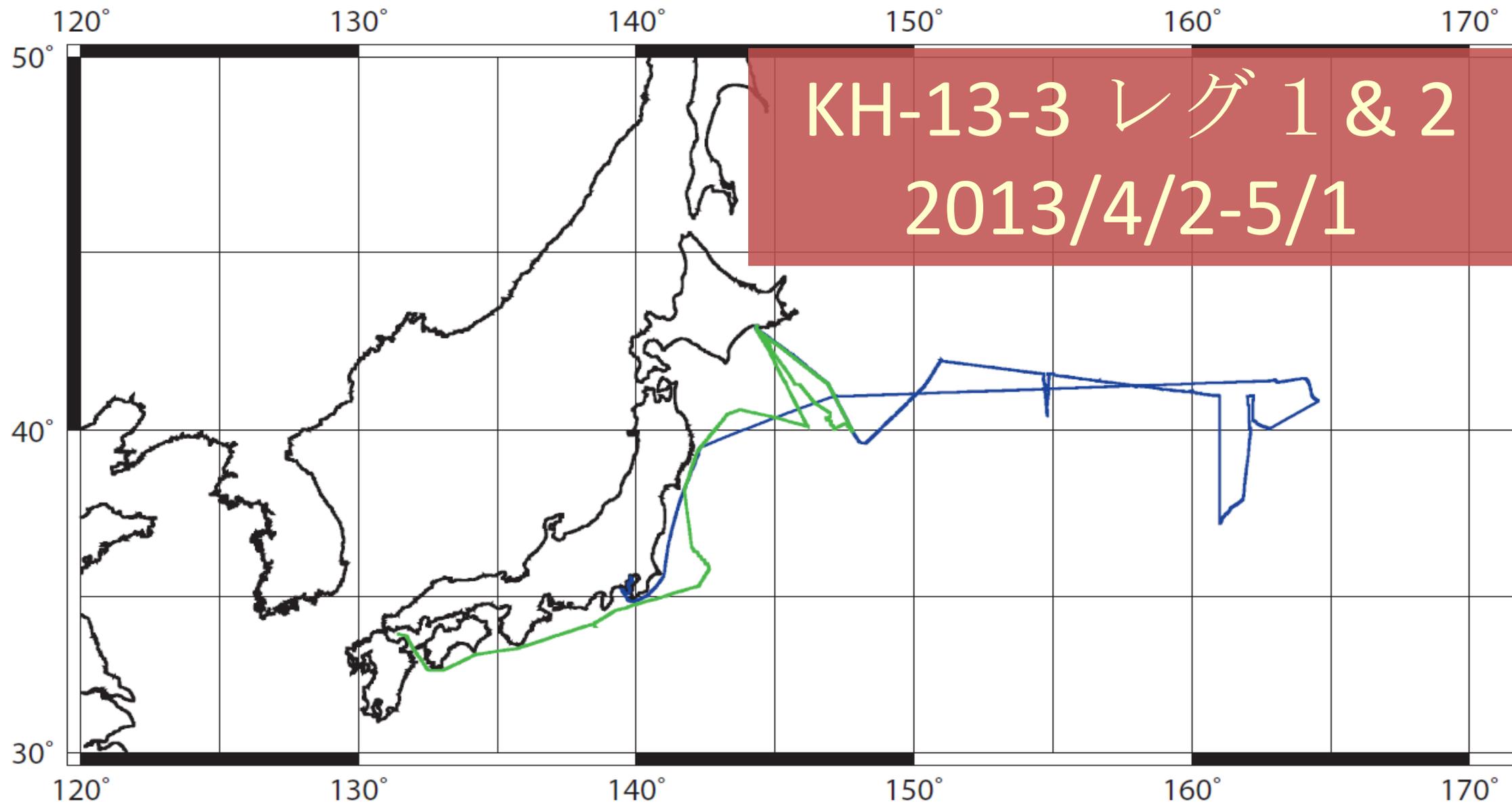
3) サンプルング間隔: 1分

## 4) 注意

JAMSTECの長波放射計データは、設定ミスのため使用不可。

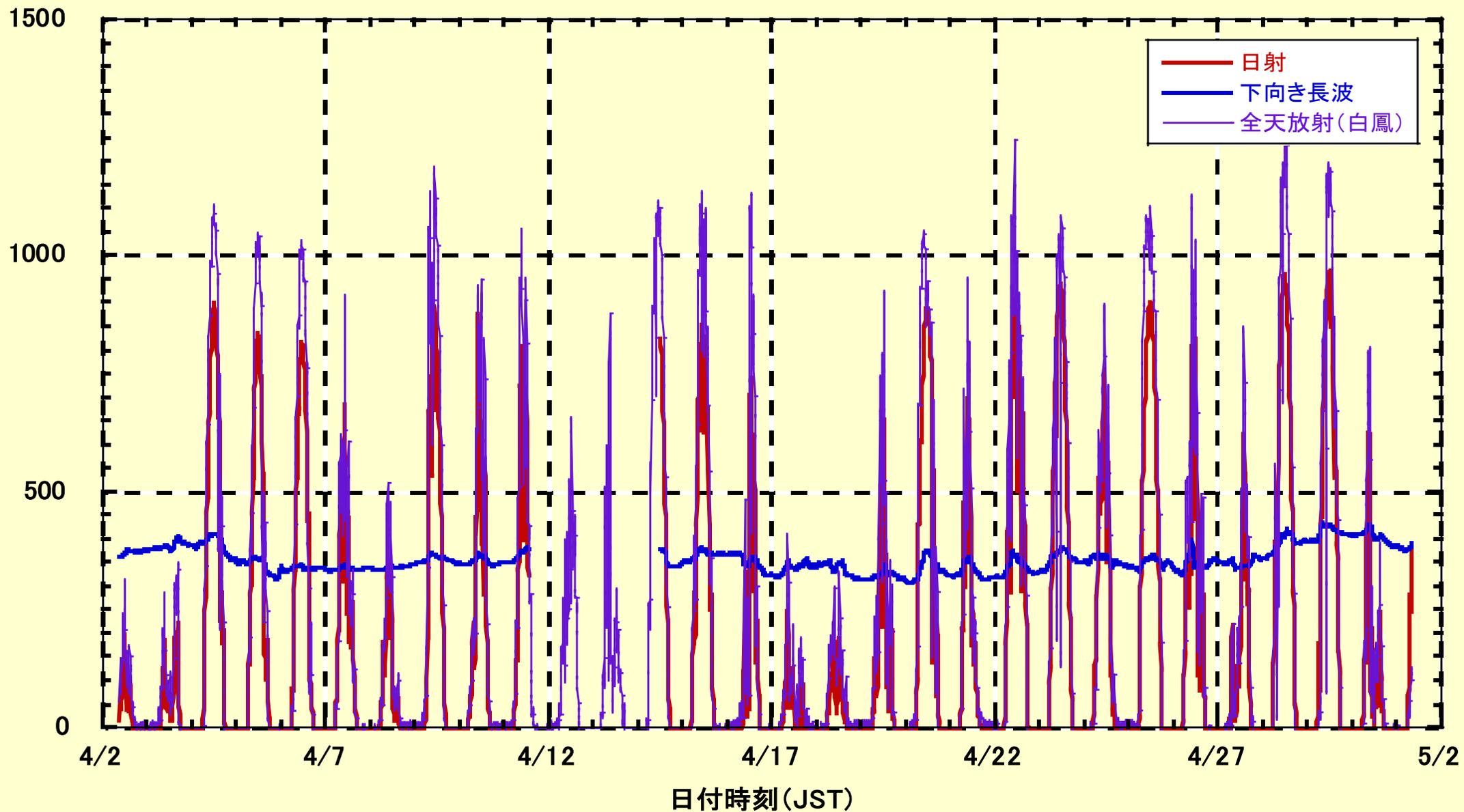






(W/m<sup>2</sup>)

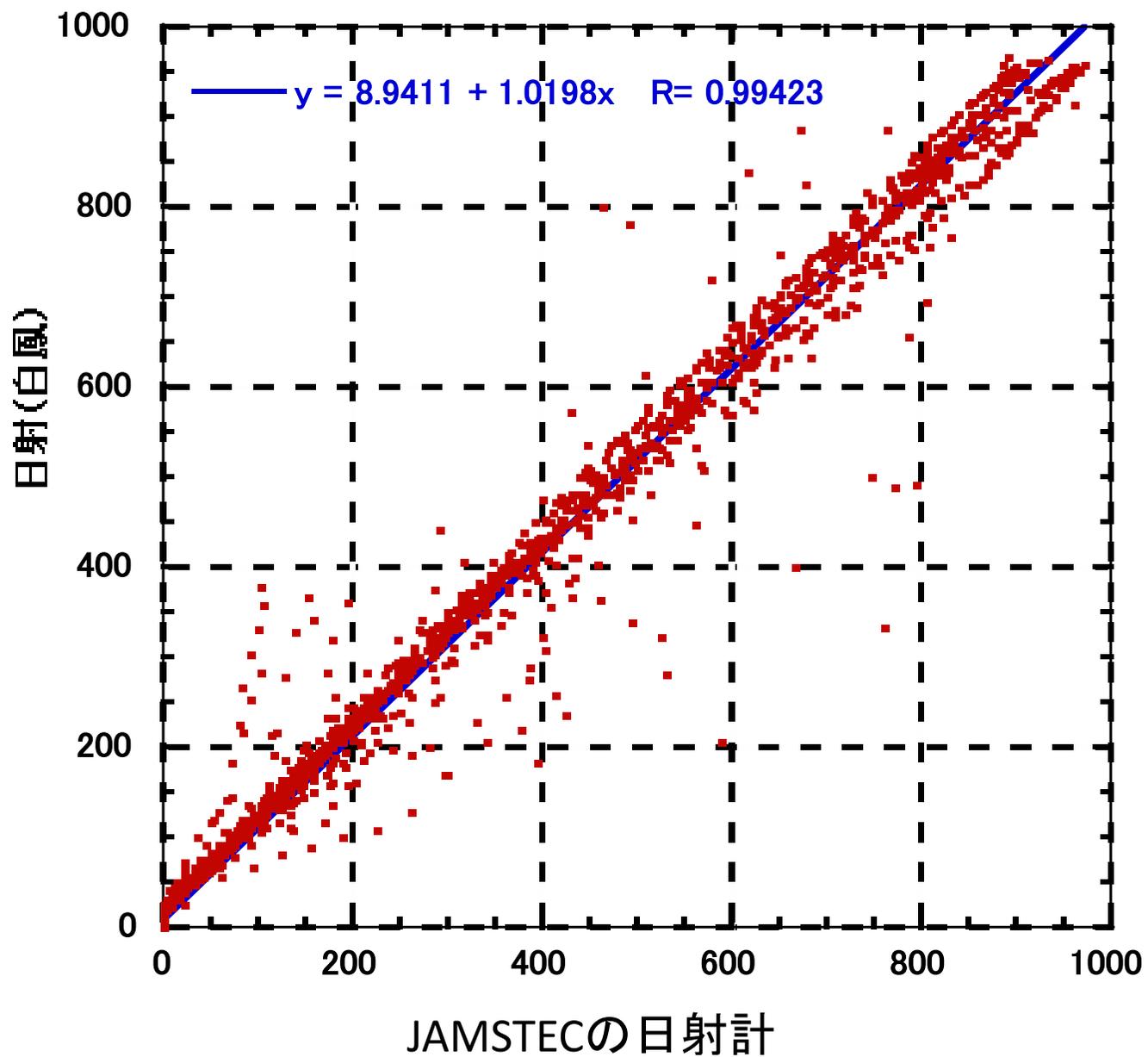
### 日射・放射の実測データの時系列(KH-13-3)



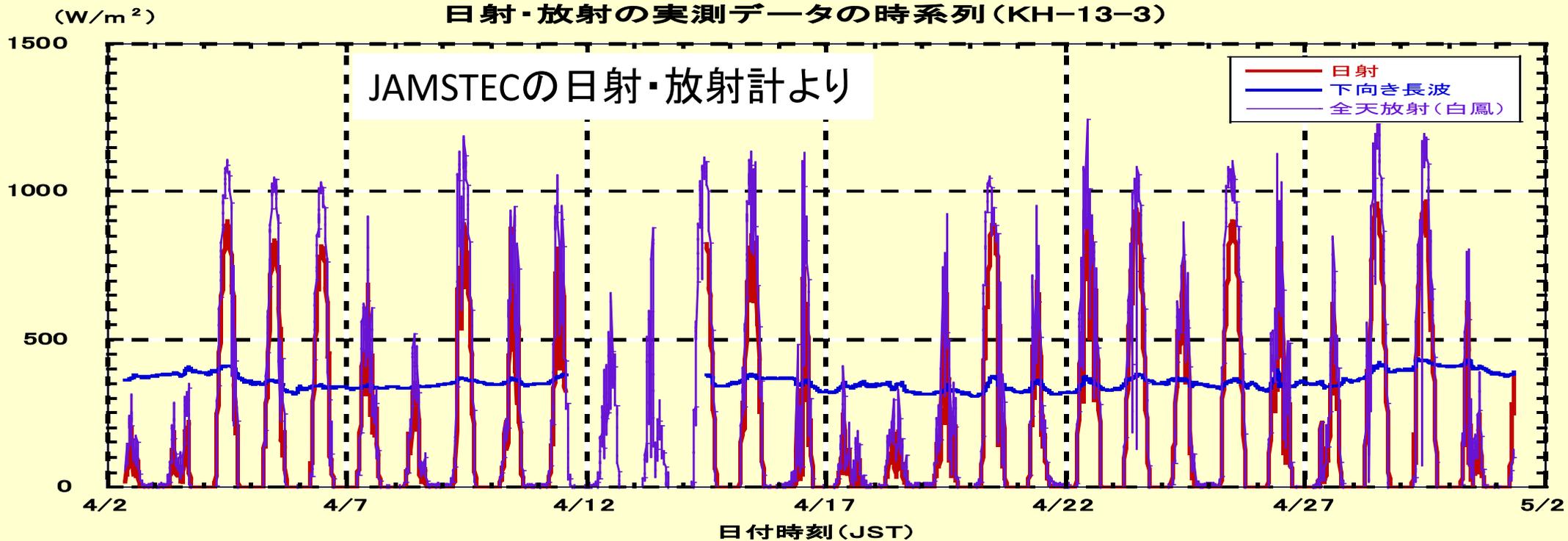
(W/m<sup>2</sup>)

### 日射計比較 (KH-13-3)

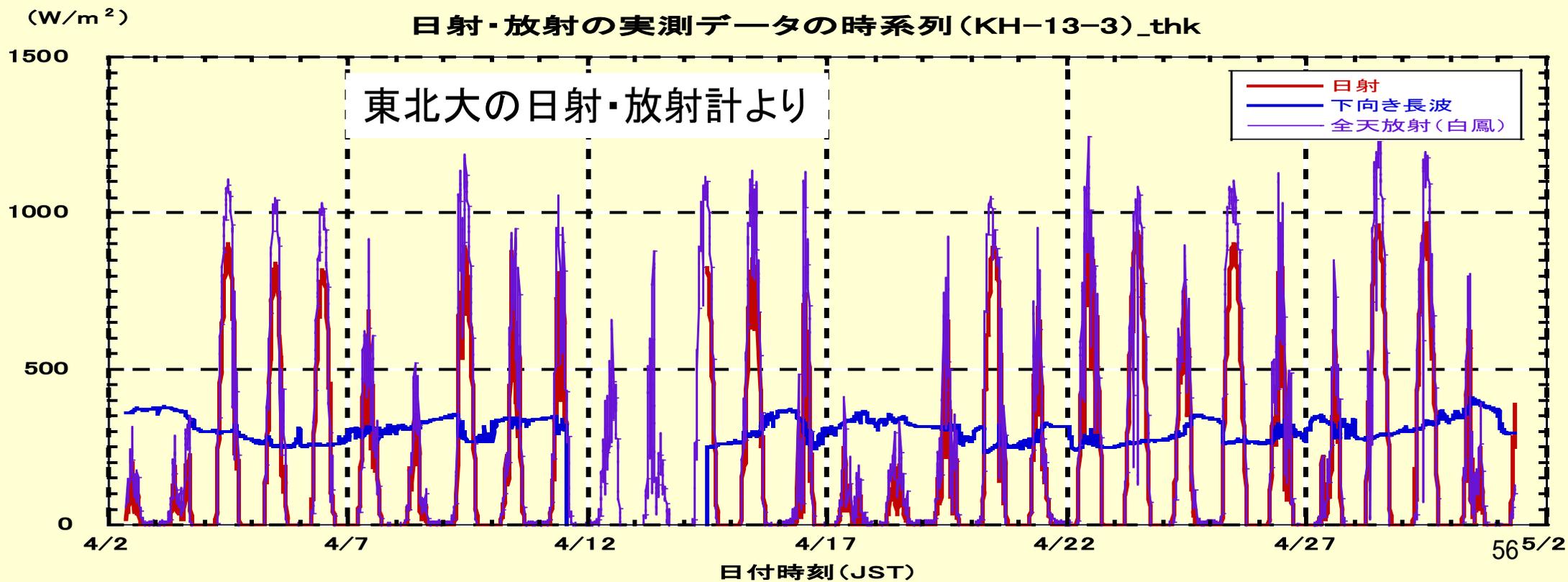
白鳳丸搭載の日射計



日射・放射の実測データの時系列 (KH-13-3)

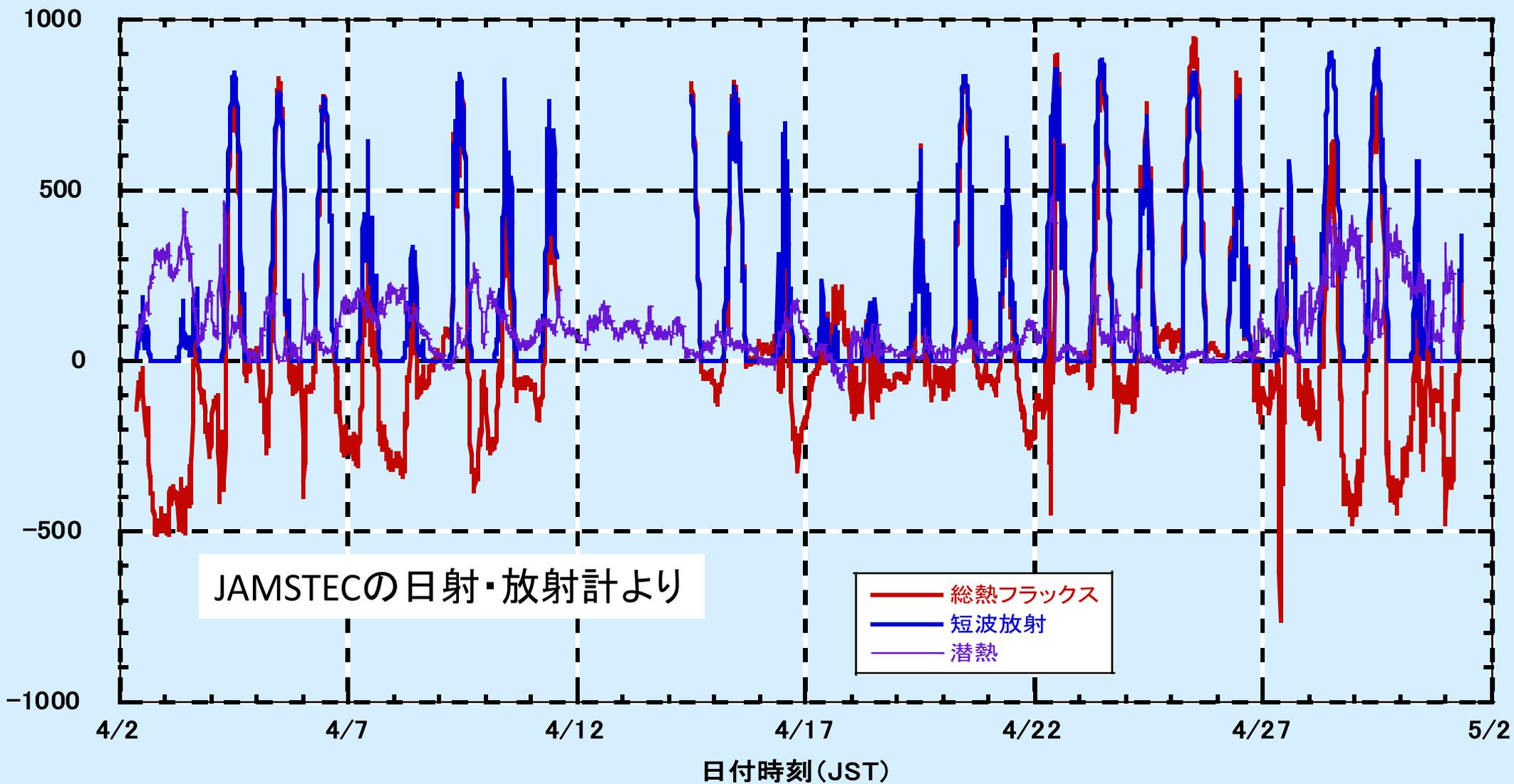


日射・放射の実測データの時系列 (KH-13-3)\_thk

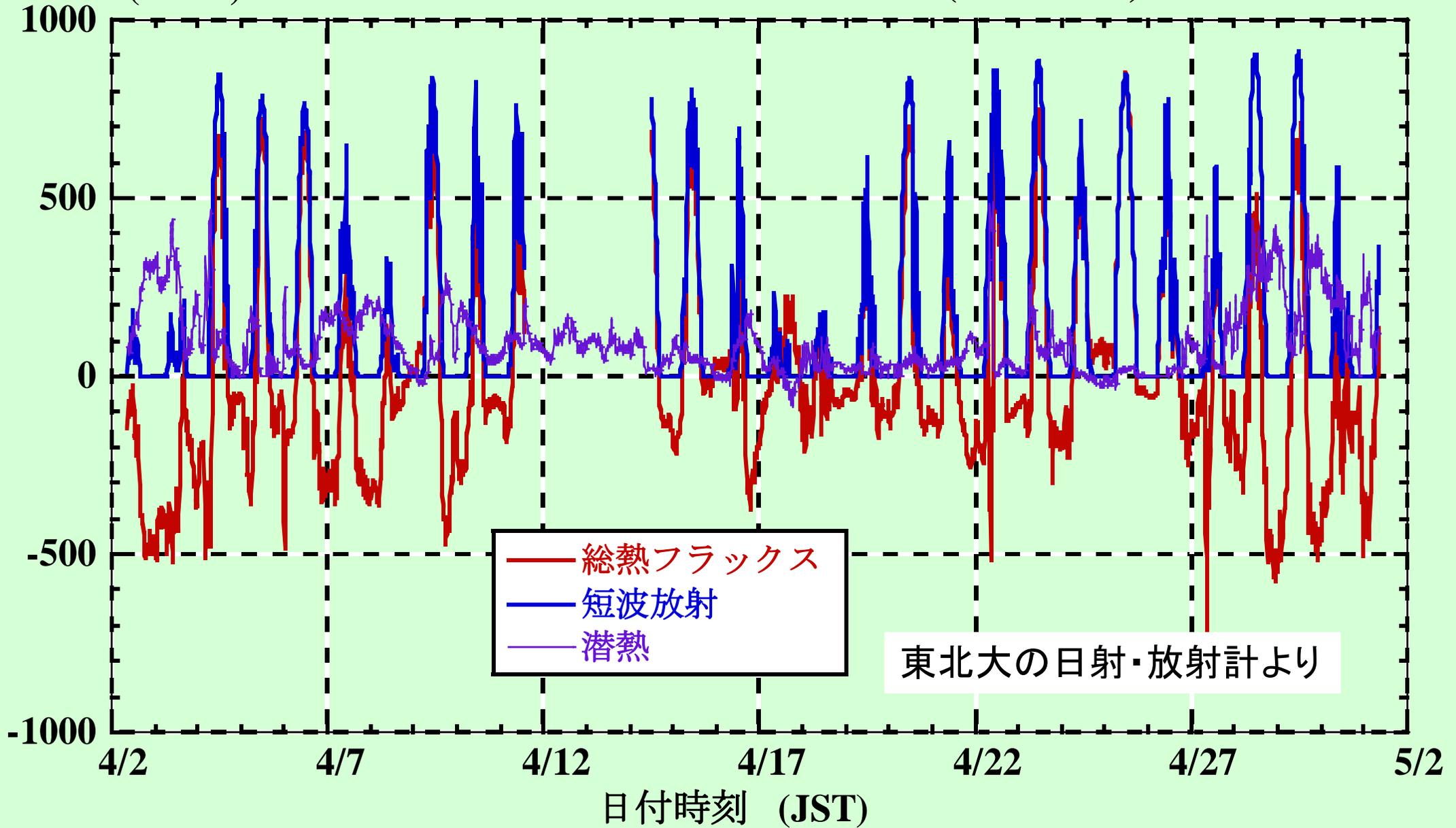


(W/m<sup>2</sup>)

### 海面熱フラックスの時系列(KH-13-3)

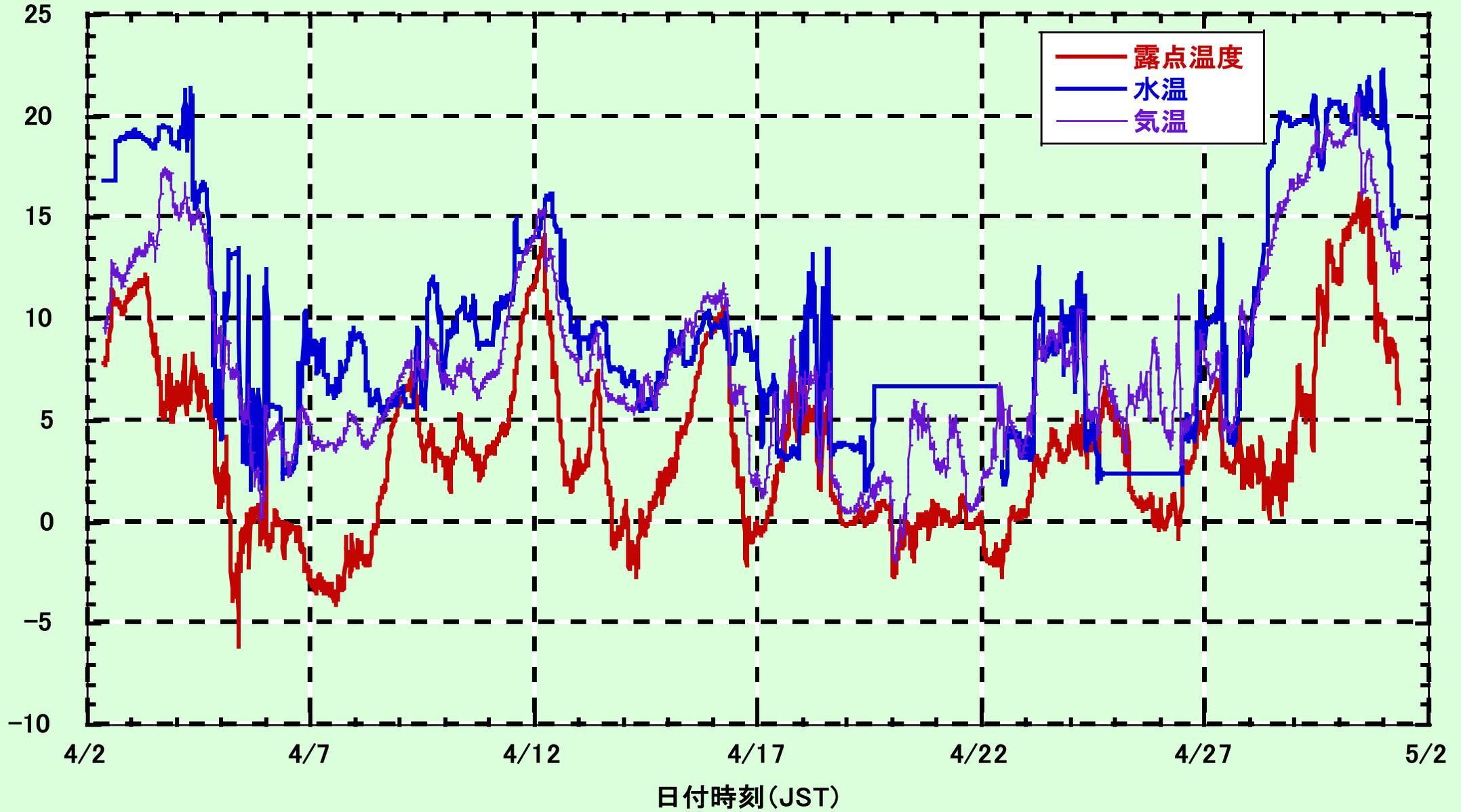


(W/m<sup>2</sup>) 海面熱フラックスの時系列 (KH-13-3) thk



(°C)

### 気温・水温・露点温度の時系列(KH-13-3)

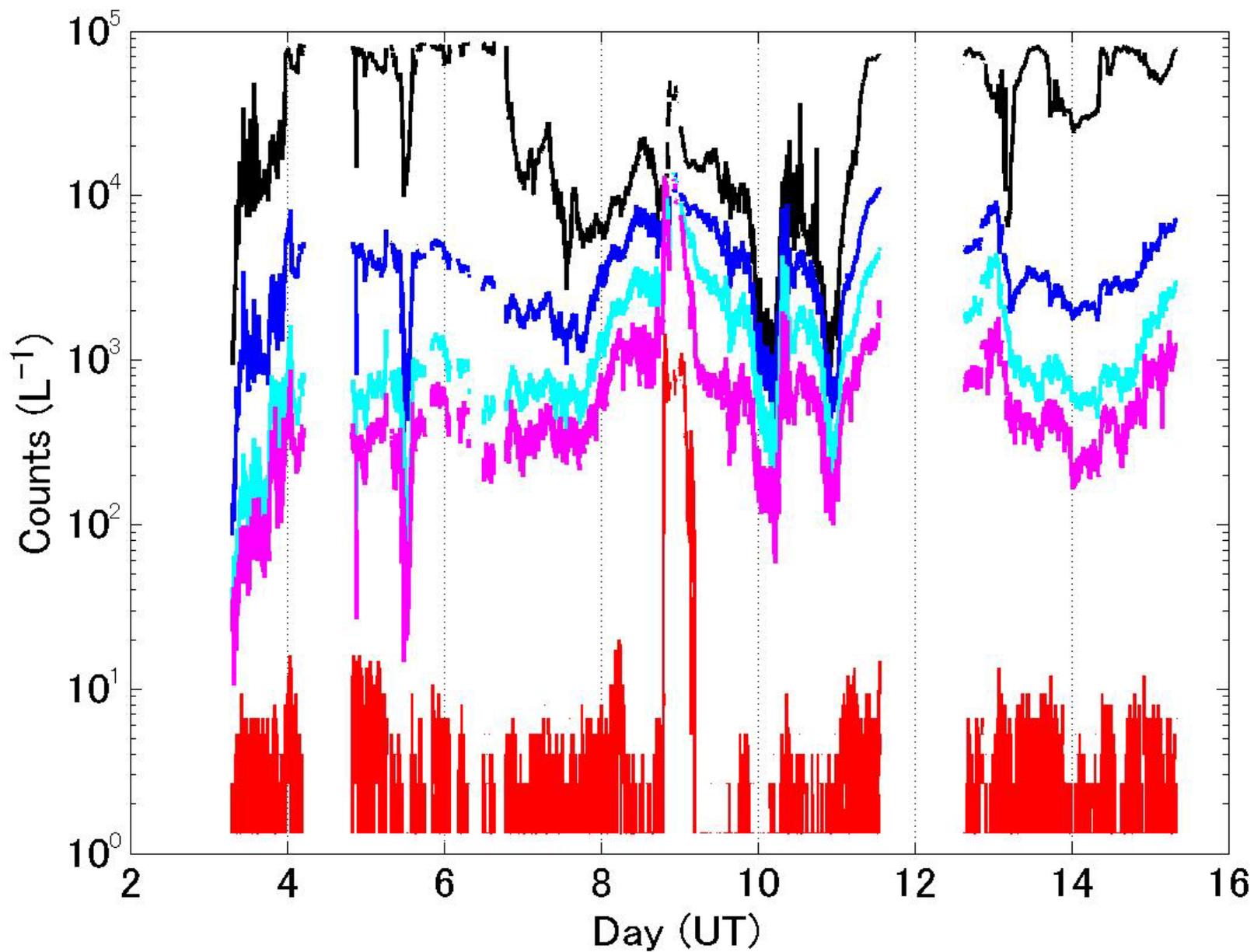


# 14. パーティクルカウンタ (JAMSTEC 川合義美)

- 1) 使用機種： KC-01E(リオン)
- 2) 目的： 海上大気のエアロゾル状粒子の個数を5段階の粒径毎に測定する。
- 3) 測定時間90秒、測定周期120秒
- 4) 注意
  - レグ1の後半に水滴を吸い込んだため故障。釧路で撤去したためレグ2のデータはない。
  - “High Concentration”エラーが出ていた時のデータは図示していない。



粒径  
黒： 0.3~0.5 $\mu\text{m}$   
青： 0.5~1 $\mu\text{m}$   
薄青： 1~2 $\mu\text{m}$   
桃： 2~5 $\mu\text{m}$   
赤： 5 $\mu\text{m}$ 以上



# 15. 総合気象測器

(JAMSTEC 川合義美)

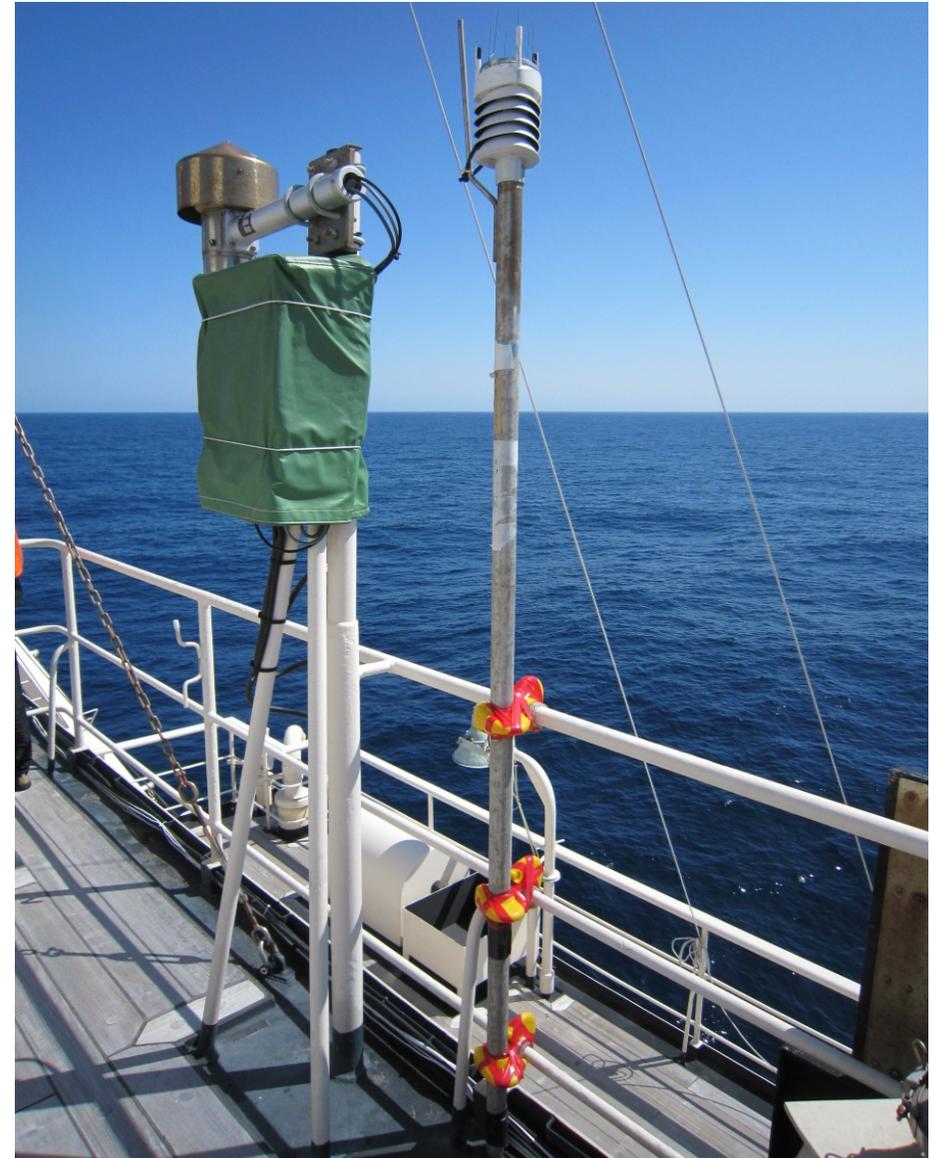
1) 使用機種: WXT520(バイサラ)

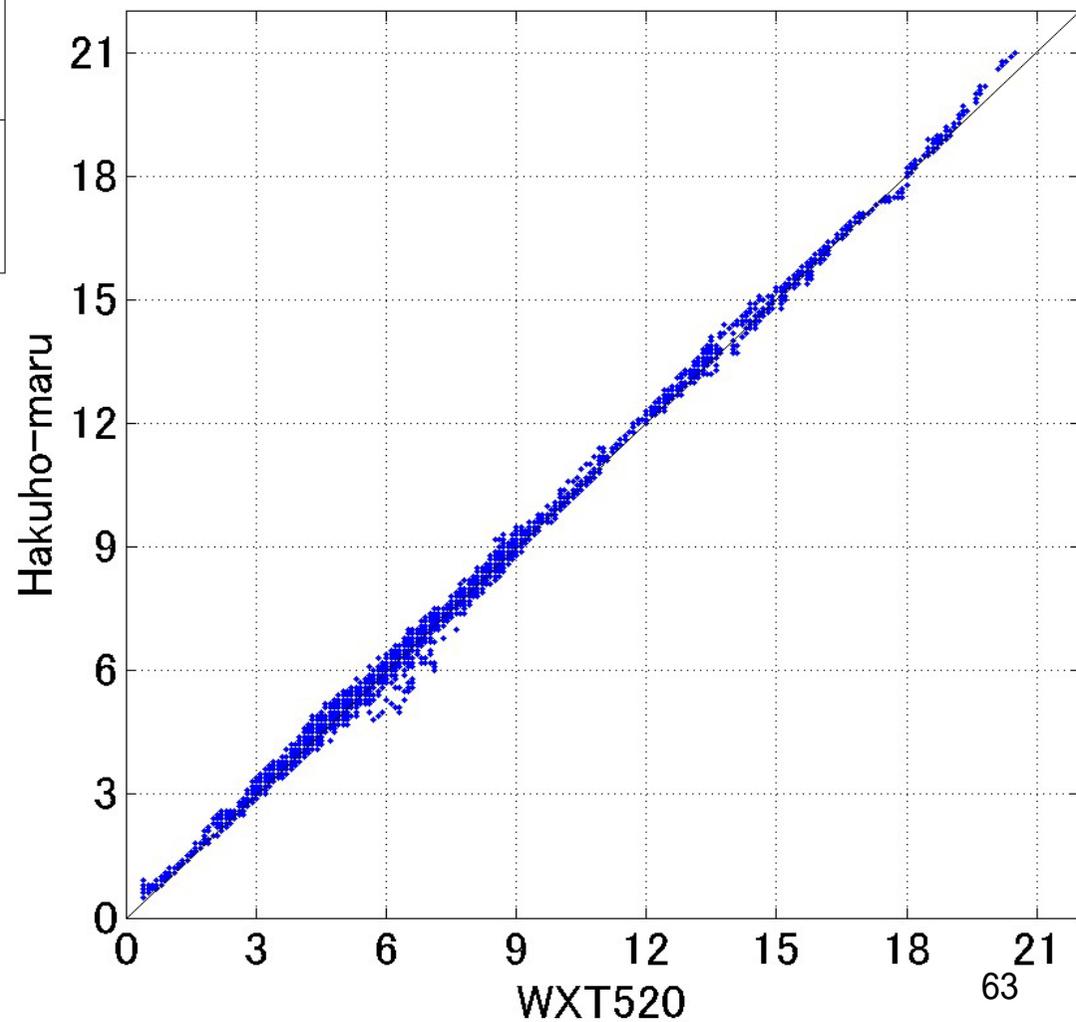
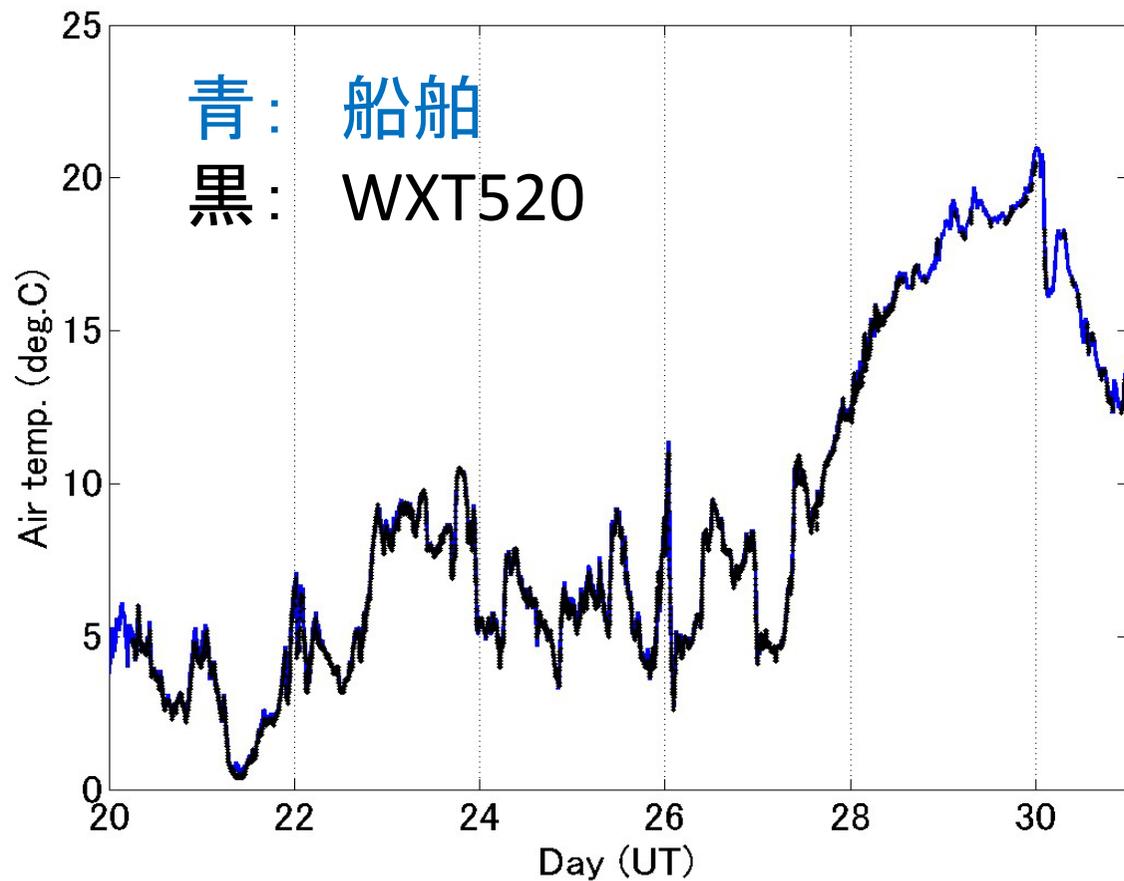
2) 目的: 船舶常設の海上気象測器との比較・検証を行うため。

2) サンプリング間隔: 1分

3) 注意

SDカードの故障でレグ1のデータが取り出せなかったため、レグ2のみデータ使用可。



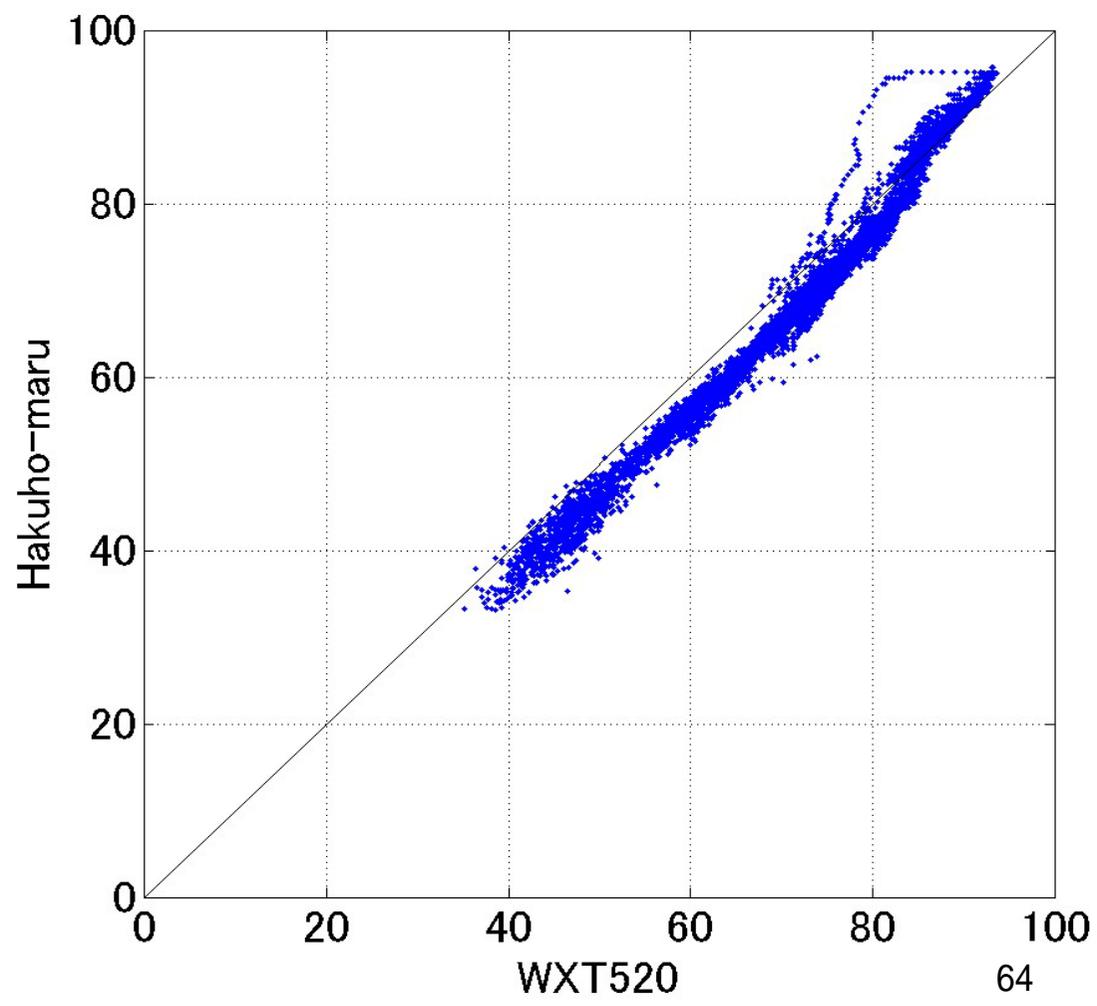
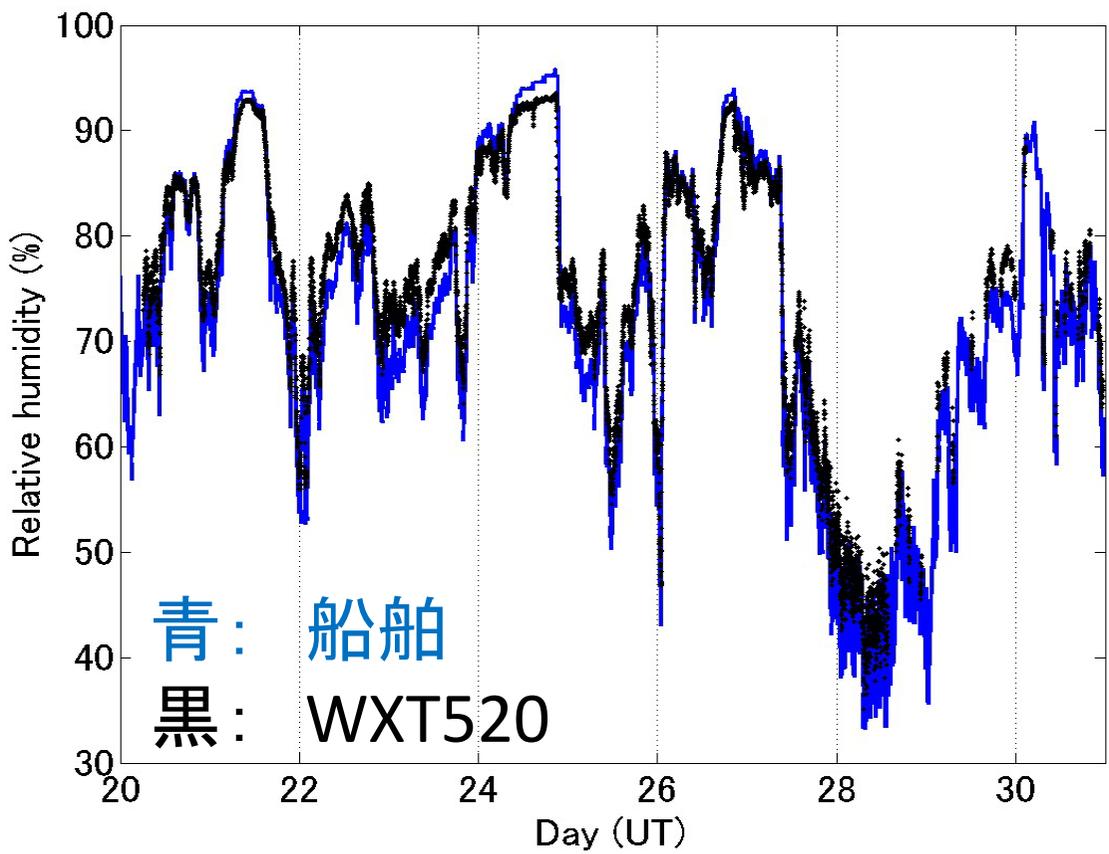


### 気温

差の平均:  $+0.1^{\circ}\text{C}$

(船舶が高い)

差の標準偏差:  $0.1^{\circ}\text{C}$

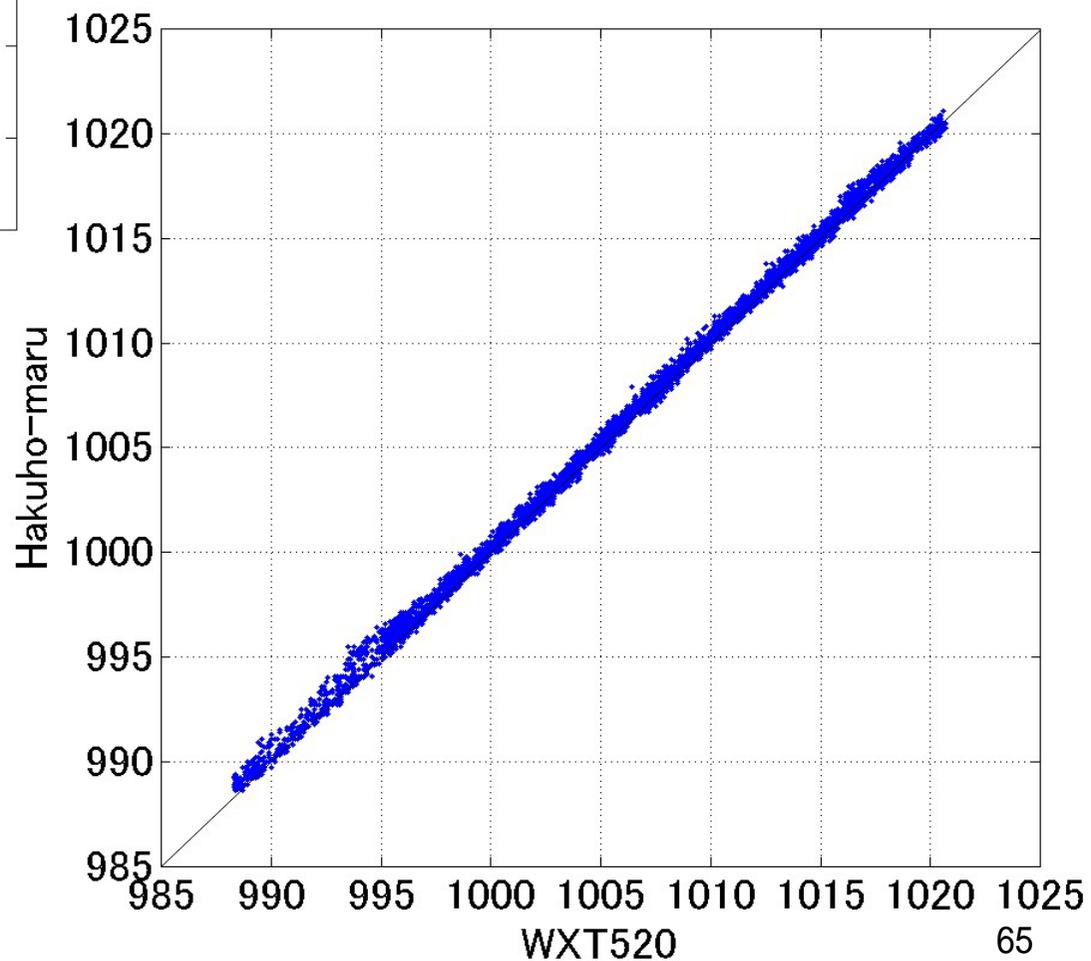
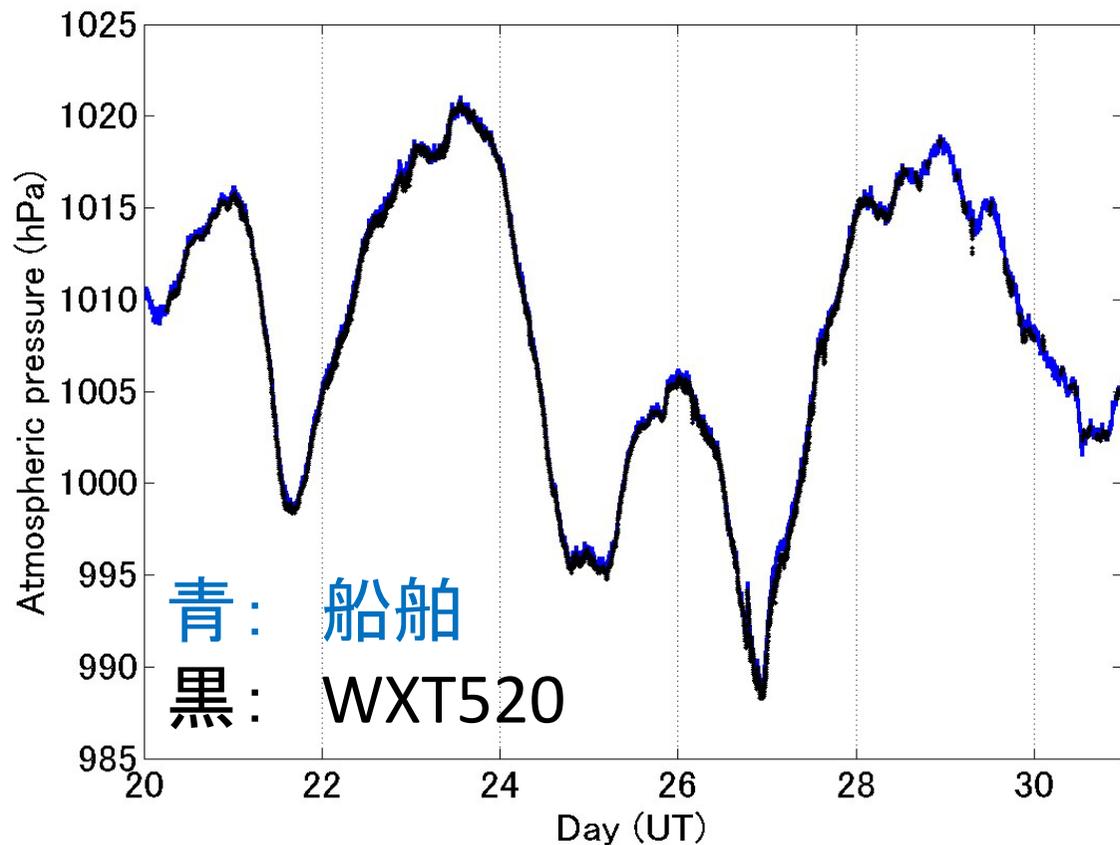


相対湿度

差の平均： -2.1%RH

(船舶が低い)

差の標準偏差： 2.5%RH



## 気圧

差の平均： +0.2hPa

(船舶が高い)

差の標準偏差： 0.3hPa

## 16. GPS 可降水量

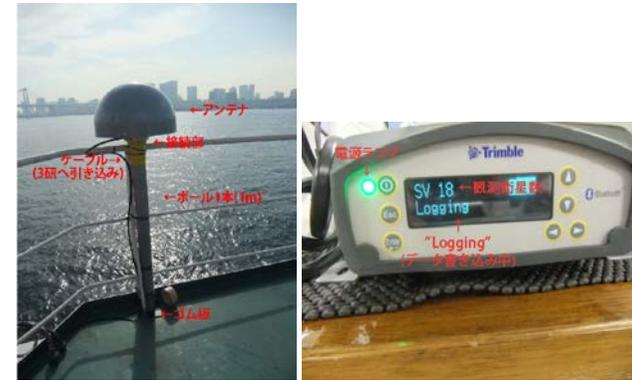
海洋研究開発機構 藤田実季子

### ○観測概要

船上に搭載した GPS による可降水量計測を目的し非乗船の自動観測を行った。GPS 可降水量は、観測された GPS 搬送波の生データから大気による遅れを推定し、海上気圧・気温を用いて水蒸気量に変換することで、求められる。本航海では、これまでの実績より大きい動揺が予測される小型の船で、可降水量の算出が可能かの試験を行いこれまでと同精度で可降水量が算出可能であることが確認できた。

### ○観測・解析手法

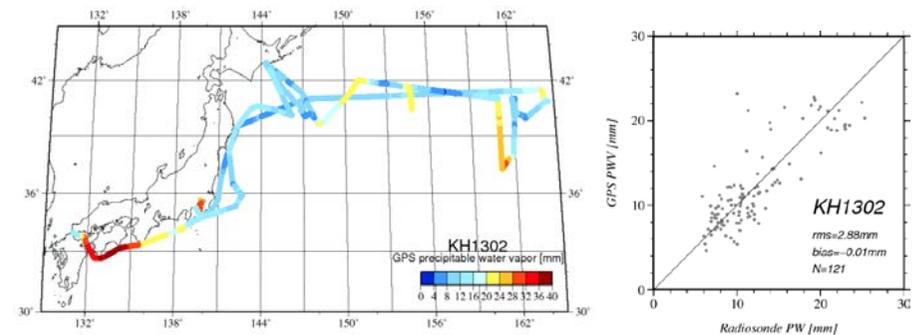
GPS 衛星データ観測にはトリンブル社製の NetR9 と Margrin アンテナを用いた。アンテナは白鳳丸後部操舵室上部に設置した下図左。データは5秒間隔で大きな欠測なく蓄積することが出来た。可降水量の算出には RTNet ソフトウェアを用いた。算出手法については Fujita et al., (2008, GRL)を参照されたい。最終的な物理量として10分値の可降水量が2013年4月2日00:00UTC～2013年5月1日01:20UTCの期間得ることができた。



写真：観測機器状況(左：アンテナ、右：ローガー)

### ○結果

ルート上の可降水量のプロットを下図左に示す。平均的に15mm前後の可降水量が観測され、場所によっては急激な可降水量変動が見られた。また、ラジオゾンデによって得られた可降水量との比較を下図右に示す。ばらつきが多少大きい、これまでの実績と同等の精度で船上観測が可能であることが示された。公開データについては Fujita et al., (2008, GRL)を引用のこと。



図：観測結果(左：ルート上可降水量[mm]、右：ラジオゾンデによる可降水量との散布図)

# 17. Micro Structure Profiler (MSP) による海洋微細構造観測 (東海大学 植原量行)

## (1) MSP 観測方法

MSP 観測は、観測点到着後、CTD deep キャスト、FRRF、CTD shallow キャストの順に観測を行った後、シアープローブが2本搭載されている JFE アドバンテック社製 TurboMAP-L を用いて行った。右舷で風を受けて船をドリフトさせ、0-500 dbar の 1 キャストである。

## (2) 乱流運動エネルギー散逸率の計算

シアープローブによって得られた 0-500 dbar の微細構造流速の鉛直シアを、5 dbar のセグメントを 2 dbar ごとずらしながらスペクトルを計算し、波数方向に積分することで乱流運動エネルギー散逸率  $\epsilon$  ( $Wkg^{-1}$ ) を計算した。Figure 2, 4, 5 は、それぞれのシアープローブから得られた  $\epsilon$  とその平均値 ( $\Pi_{i=1}^2 \epsilon_i$ ) および FP07 センサーによる水温プロファイルを示したものである。また、"mixing" が "mixed" かの目安となる  $\epsilon = 10^{-8} Wkg^{-1}$  を点線で示した。

## (3) leg1 の観測結果

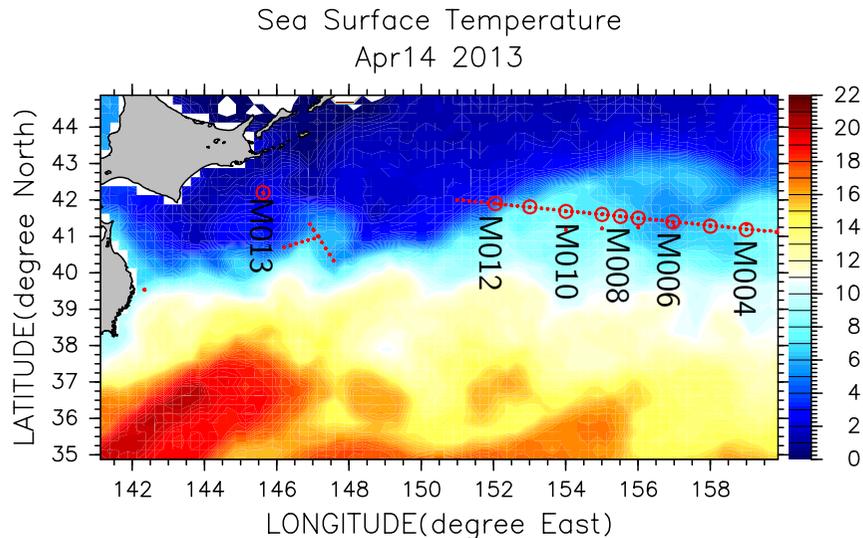


Figure 1: 気象庁 dailysst(2013/4/14) と leg1 の海洋観測点。赤丸が MSP 観測点を示す。気象庁 dailysst の範囲は 120°-160°E であるので、160°E 以東の M001-M003 の観測点はプロットされていない。

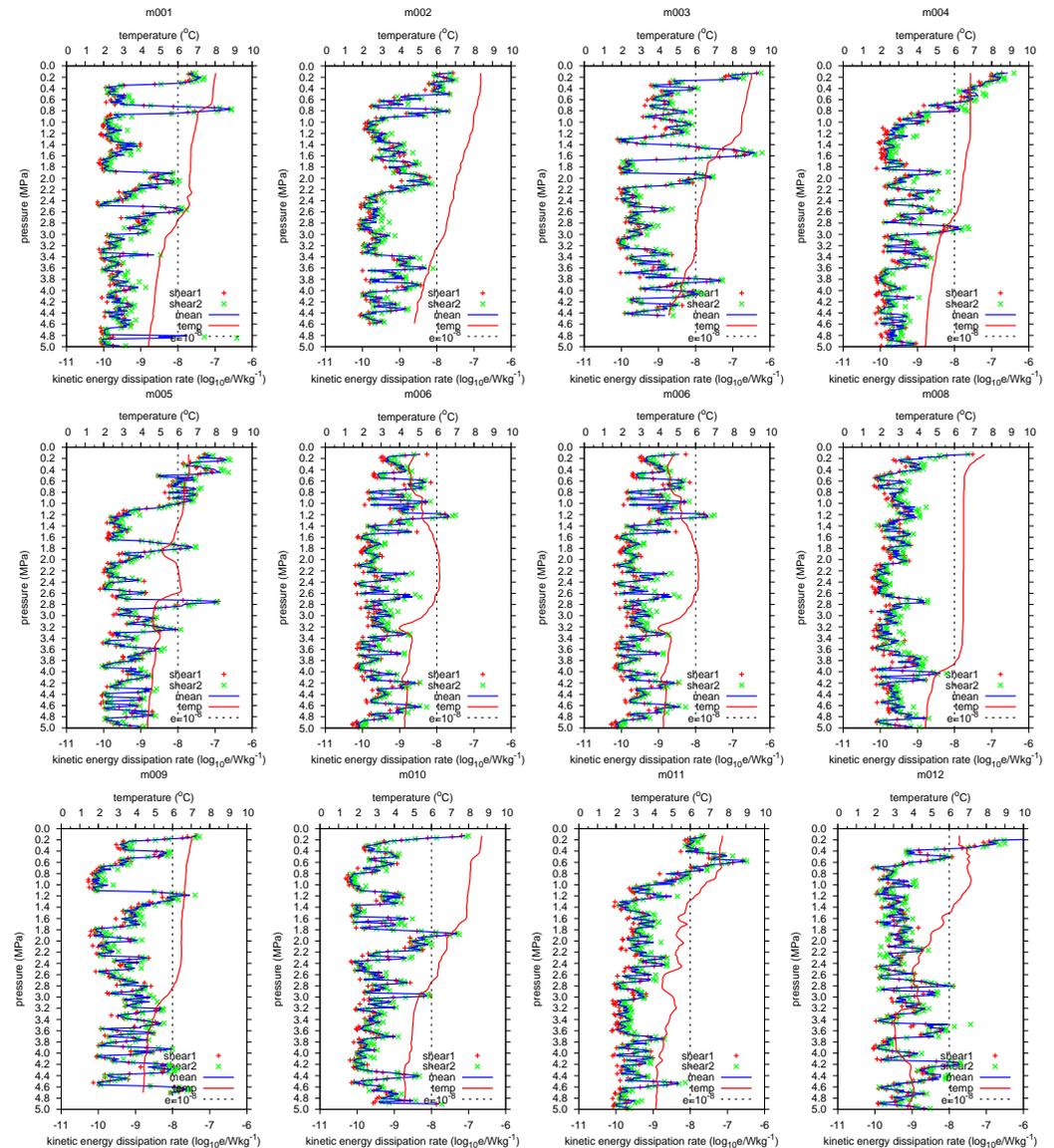


Figure 2: TurboMAP-L によって得られた乱流エネルギー散逸率  $\epsilon$  ( $W/kg$ ) と水温 ( $^{\circ}C$ ) の鉛直プロファイル。最上段左から M001-M004, 中段左から M005-M008, 最下段左から M009-M012. 紙面の都合上 M013 の観測結果を割愛した。

#### (4) leg2 の観測結果

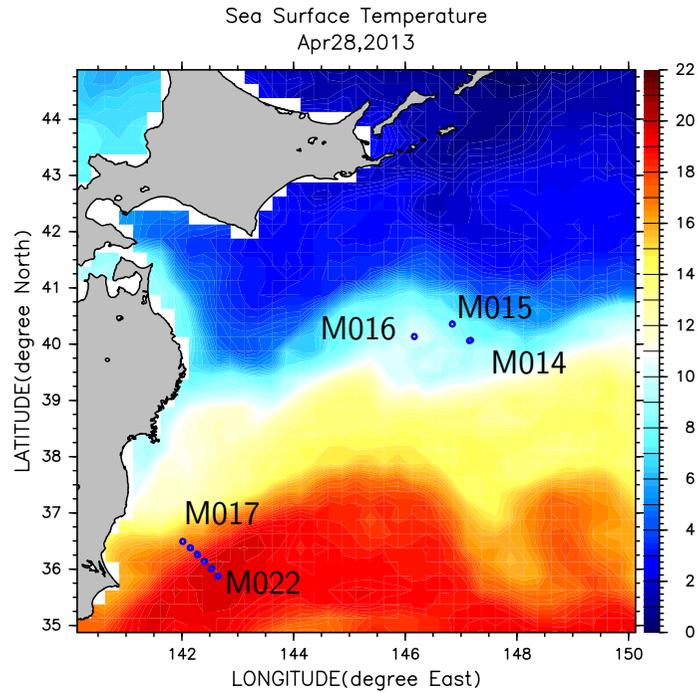


Figure 3: 気象庁 dailysst(2013/4/28) と leg2 の MSP 観測点 (青丸)

#### 混合域渦周辺の観測結果

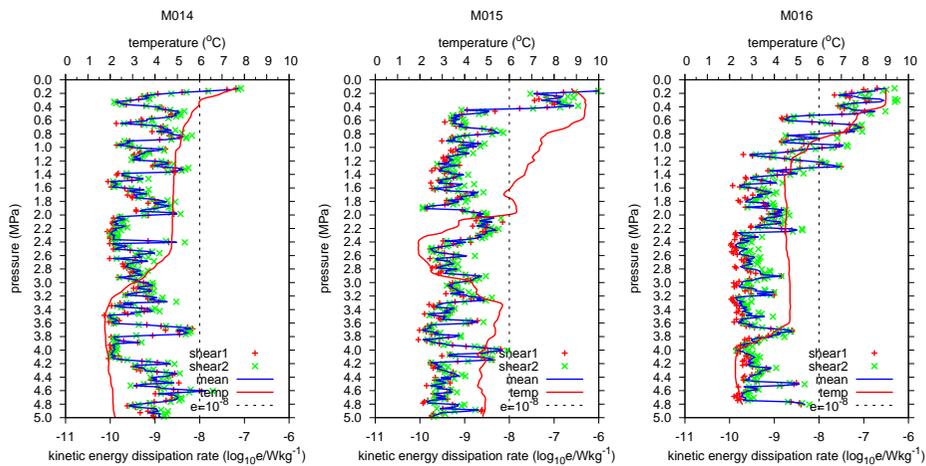


Figure 4: 黒潮親潮混合域に於ける MSP 観測結果 (M014-M016).

#### 黒潮続流を横切る観測線

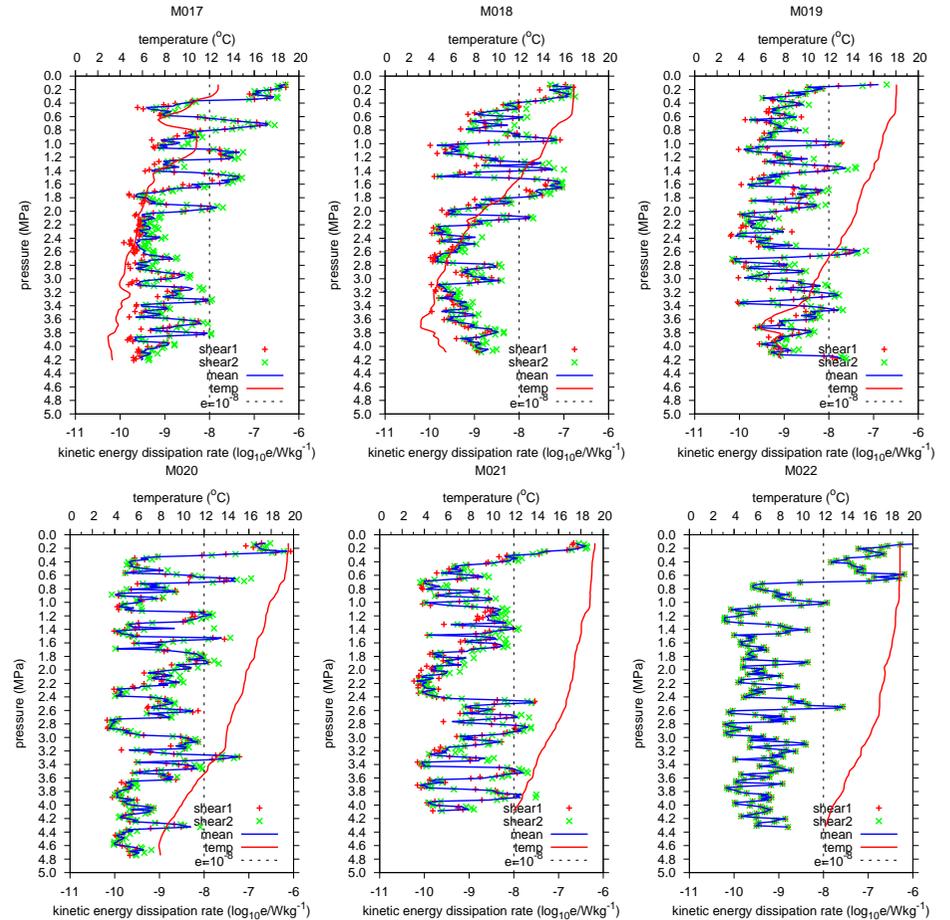


Figure 5: 黒潮続流を横切る観測線における MSP 観測結果 (M017-M022) . 水温スケールが 0-20°C であることに注意 .

## 18. クロロフィル *a*

名古屋大学 地球水循環研究センター 鋤柄 千穂

### [分析手法]

ニスキン採水器から直接海水をポリ容器に移す。ポリ容器からメスシリンダーで 200mL を計り取り、ポリサルフォン製ろ過器 (PALL 社製) を使って 25mmGF/F フィルタで真空度 100mmHg 以下にしてろ過する。GF/F フィルタは、定性ろ紙で水分を除いた後、あらかじめ 7mL のジメチルホルムアミドを入れたガラスチューブに入れる。ガラスチューブは、ホルダーごとアルミホイルで遮光して、24 時間以上冷蔵庫で保存し、色素の抽出を行う。測定時には、ガラスチューブからフィルタを取り除く。

クロロフィル *a* の測定は、蛍光光度計 10-AU (Turner Design 社製) を用いて Welschmeyer 法で測定した。なお、分析に使用した蛍光光度計は、公開直前にジメチルホルムアミドに溶かしたクロロフィル *a* 標準物質 (Anacystis nidulans, Sigma Chemical Company 社製) で校正を行なった。また、航海中、測定を行う前と後に、ソリッドセカンダリスタンダードで蛍光値の確認を行った。

蛍光値からクロロフィル *a* の濃度に変換するには、航海直前の校正で求めた係数 ( $K_x$ ) を用いた。

[クロロフィル *a* 濃度 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )] = [蛍光値]  $\times K_x \times \text{Vol}_{\text{ex}} \div \text{Vol}_{\text{filt}}$

$K_x$ : 蛍光光度計のレンジが H の時 1.16、M の時 1.04、L の時 1.03

$\text{Vol}_{\text{ex}}$ : ジメチルホルムアミドの容積 (mL)

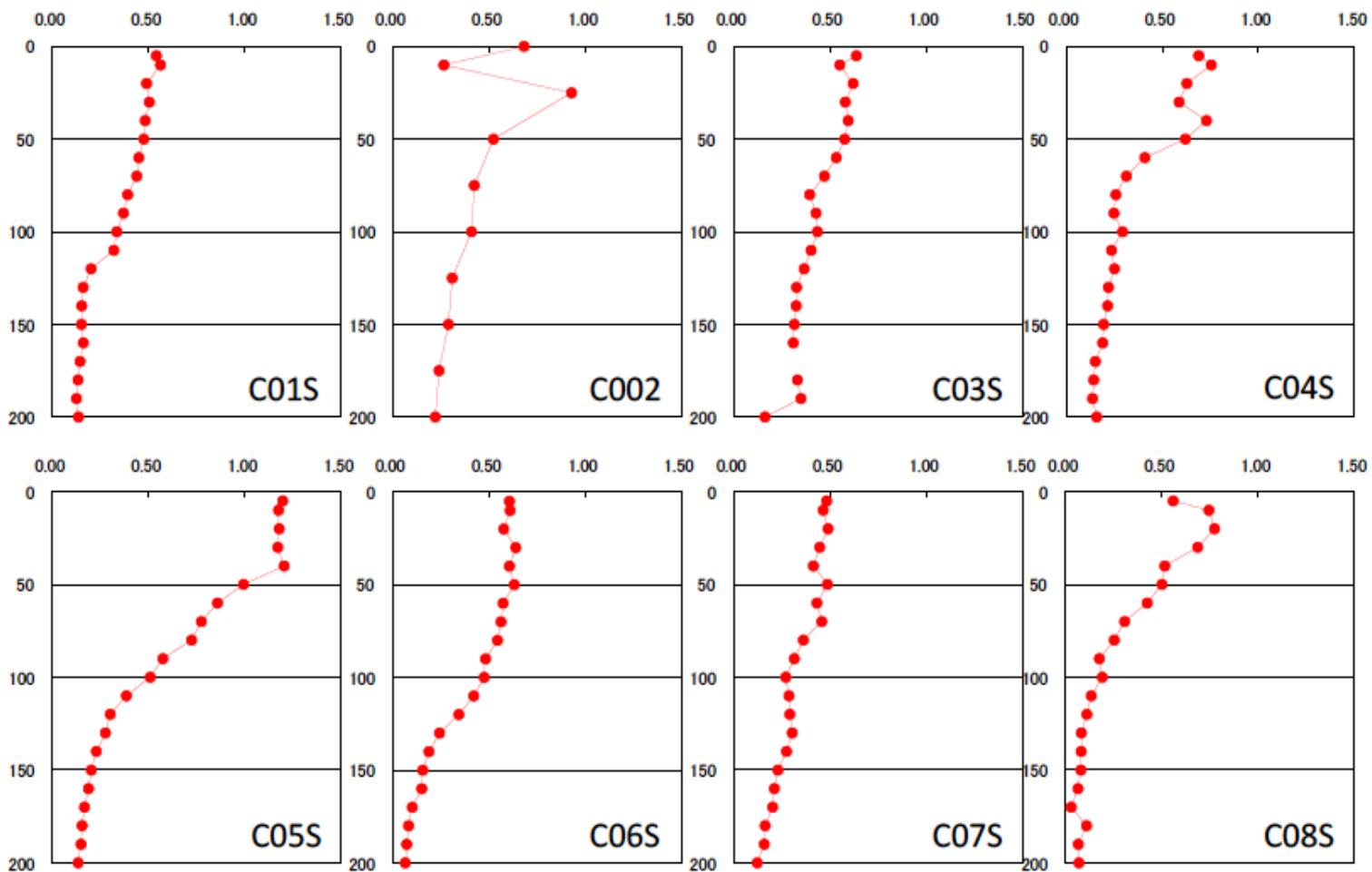
$\text{Vol}_{\text{filt}}$ : 試料水の容積 (mL)

なお、蛍光値は、ブランク (ジメチルホルムアミドのみの蛍光値) を引いた値を使用している。

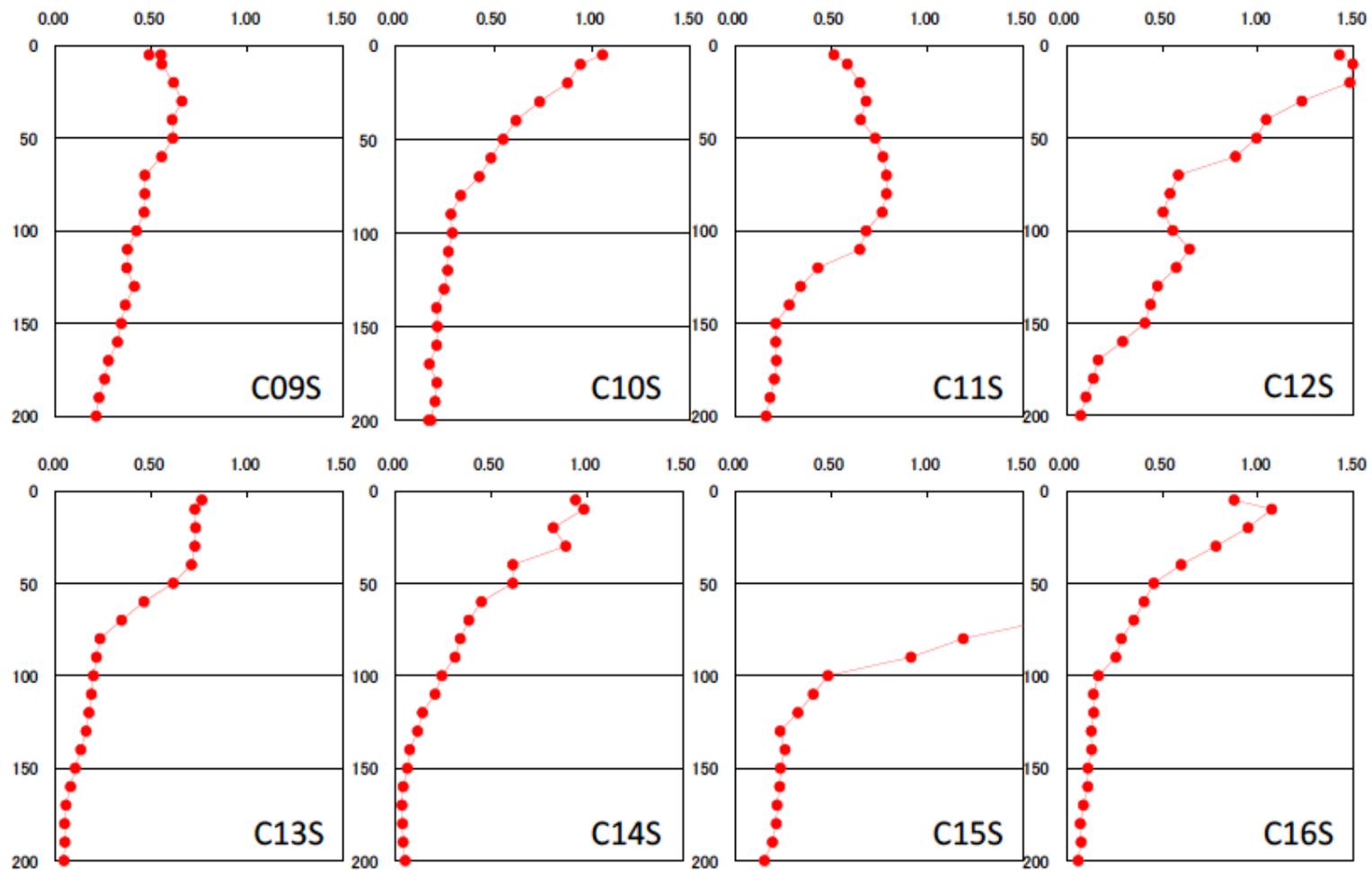
### [結果]

以下に測点のクロロフィル濃度の鉛直プロファイルを示す。

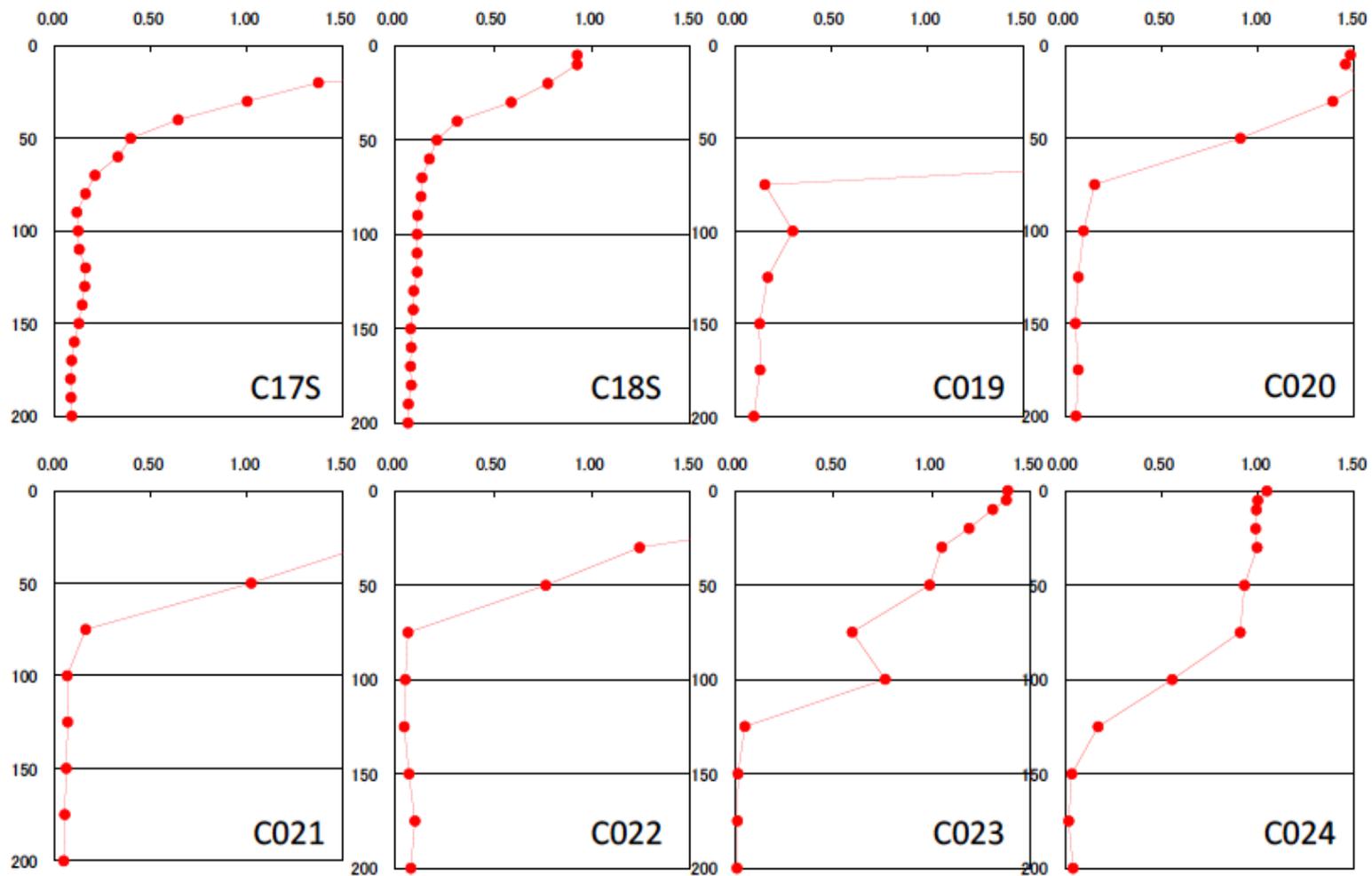
### KH-13-3 クロロフィル濃度 (C01S, C002, C03S-C08S)



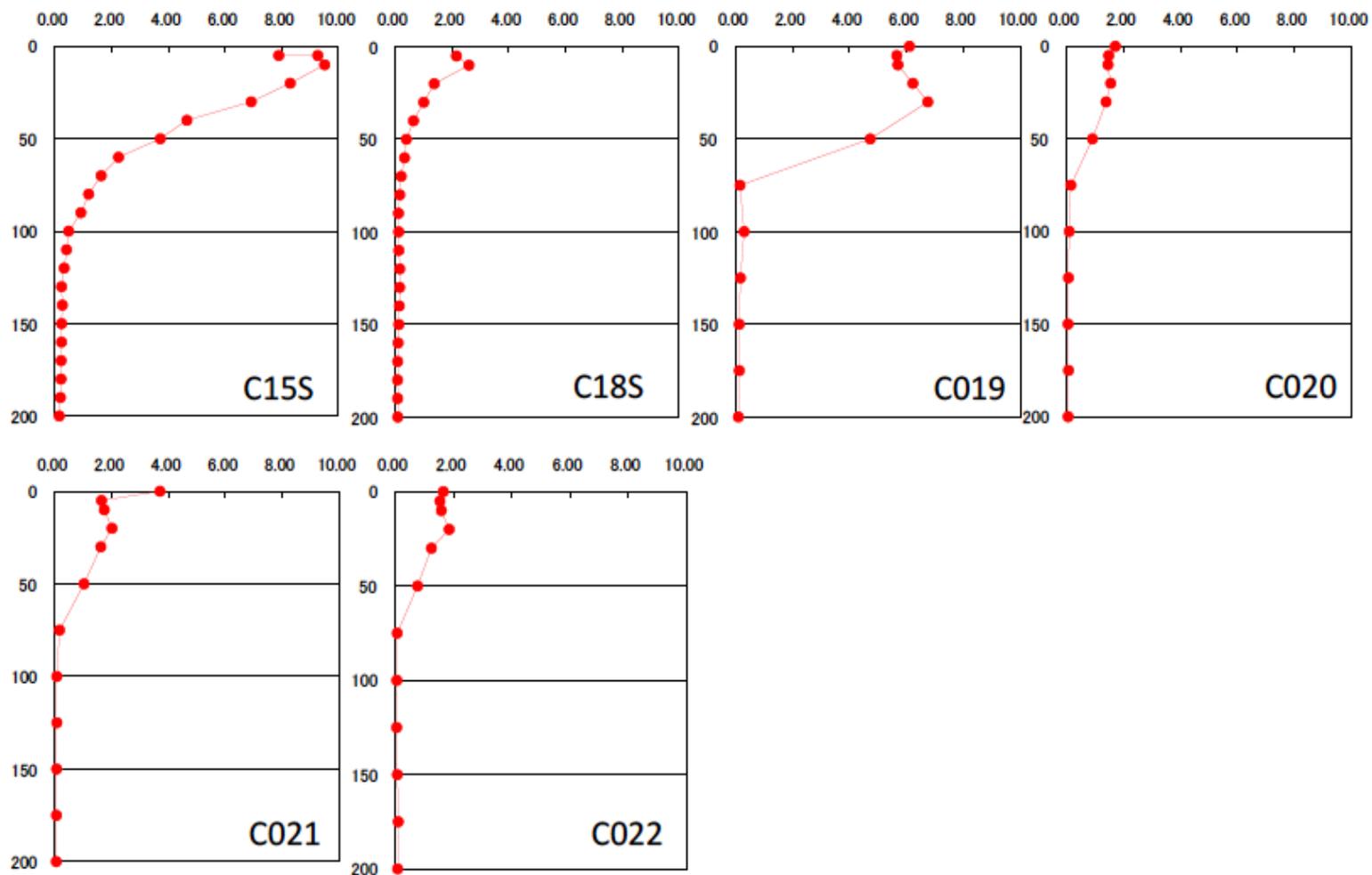
### KH-13-3 クロロフィル濃度 (C09S-C16S)



### KH-13-3 クロロフィル濃度 (C17S, C18S, C019-C024)



### KH-13-3 クロロフィル濃度 (高濃度)



## 19. 全炭酸・アルカリ度

気象研究所 小杉 如央

### 定義

#### 全炭酸

海水に溶けた二酸化炭素は、一部が電離してイオンとなるため  $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  の 3 つの形態で存在している。実際には 3 つの形態を行き来する平衡状態となっているため、このうちひとつの濃度だけを測定することは非常に難しい。しかし、海水を強酸性にすると、平衡移動によってこれらはほぼ全て  $\text{CO}_2$  になる。この  $\text{CO}_2$  の量を測定することで、海水中に溶けている 3 形態の炭酸種の濃度を求めることができ、これを全炭酸濃度と呼んでいる。

$$\text{全炭酸濃度} = [\text{CO}_2] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

#### アルカリ度

海水中には  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  を始めとする多くのイオンが存在している。海水中の陽イオンの電荷総量と陰イオンの電荷総量は等しいが、この内、弱電解質から生じる陽イオンの電荷総量 ( $\text{H}^+$  など) と陰イオン ( $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$  など) の電荷総量を比べると、後者の方が多くなっている。これによって海水は弱アルカリ性を示し、この電荷総量の差をアルカリ度と呼ぶ。

$$\begin{aligned} \text{アルカリ度} &= [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] \\ &+ (\text{弱電解質から生じるその他の陰イオン}) \\ &- [\text{H}^+] \cdot (\text{弱電解質から生じるその他の陽イオン}) \end{aligned}$$

### 試料

試料は各二スキンボトル(0m 以外)、バケツ(0m)から約 250ml のホウ

ケイ酸ガラス製サンプル瓶へ採水した。採水後は殺菌のため 0.1ml の飽和塩化第二水銀溶液を添加し、Apiezon L グリースを塗布した蓋を金属クリップで固定してビン内部の気密が保たれるよう保存した。Stn. C013 までのサンプルは船上で、以降のサンプルは気象研究所へ持ち帰って測定した。

### 方法

#### 全炭酸

全炭酸は電量滴定法により測定した。

ピペットで一定体積を量り取った海水にリン酸を加えて強酸性にし、海水中の炭酸種を全て二酸化炭素にした状態で、窒素バブリングによりこれを抽出した。

抽出された二酸化炭素は電量滴定セル内でモノエタノールアミンと反応し、ヒドロキシエチルカルバミン酸を生成する。この際溶液は酸性に傾き、溶液内のチモールフタレインは青色から無色へと変色する。溶液に電流を流すと、陽極上では水の電気分解によって水酸化物イオンが生成し、ヒドロキシエチルカルバミン酸が中和され、溶液は青色へ戻る。

装置はセル内の透過率を監視し続けており、溶液の色が薄くなると電流を流して溶液の透過率を一定に保っている。流れた電流の総量から、試料から抽出された二酸化炭素の量を求めることができる。

#### アルカリ度

アルカリ度は一点滴定法で測定を行った。ピペットで一定量を量り取った海水に規定量の塩酸を添加・混合すると、アルカリ性物質、つまり弱電解質から生じた陰イオン（炭酸イオンやホウ酸イオンなど）は水素イオンと反応して全て電荷を持たない分子状態になる。

塩酸の濃度と添加量から計算できる添加した水素イオンの数と、最終的な pH から計算できる滴定終了時にサンプルに残っている水素イオンの差が、海水中に存在していたアルカリ性物質の電荷量に等しいとみなせる。

pH の決定には、ブロモクレゾールグリーンを指示薬とする分光法を使用した。分光器で指示薬添加前後のサンプルの吸光度を測定し、波長 444nm と 616nm における吸光度の比から pH を決定した。

#### 校正

スクリプス海洋研究所で調製された CRM(Certified reference material)を校正に使用した。これは全炭酸とアルカリ度について濃度(質量モル濃度)が認証されている標準海水である。

CRM の測定結果から、全炭酸については装置の出力カウントを全炭酸濃度に変換する係数を、アルカリ度については滴定に使用した塩酸の濃度を決定した。

#### フラグ

各ボトルには、以下のフラグを付けた。

- 2 (good) 分析が正常に終了し、結果も妥当とみられるもの
- 3 (questionable) 分析は正常に終了したが、鉛直方向のプロファイルや他のパラメータとの比較で値が疑わしいもの
- 4 (bad) 分析時に異常があったもの、または値が明らかに異常なもの
- 9 (no sample) 採水予定がなかった、またはサンプルが採取できなかったもの

## 20. 大気/表層海水中二酸化炭素・メタン分圧

気象研究所 小杉 如央

### 試料

大気試料は船首部に設置した大気取り込み口から 1/4 インチ PFA チューブを通じて第 7 研究室まで導入し、除湿のために過塩素酸マグネシウム管を通した後測定した。

表層海水試料は少量の大気を平衡器内で研究用海水と十分に接触させ、平衡に達したのち同じく除湿後に測定した。

### 測定

測定にはキャビティーリングダウン分光器(Picarro 社 Model G2301)を使用した。本装置は CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O の 3 成分同時測定が可能である。3 本の標準ガスをそれぞれ 1 日 1 回ずつ測定し、CO<sub>2</sub> と CH<sub>4</sub> についてドリフトがないかチェックした。

### 濃度と分圧の変換

測定器から出力される二酸化炭素及びメタンの濃度は、乾燥空気中のモル分率(ppm)であるが、大気-海洋間のガス交換量の計算には分圧の差を使用する。分圧は $\mu\text{atm}$  で表す。モル分率と分圧は、水温・塩分から計算される飽和水蒸気量及び気圧を用いて相互に計算可能である。

$$p\text{CO}_2 = x\text{CO}_2 * (\text{BP} - p\text{H}_2\text{O})$$

ここで、 $p\text{CO}_2$  は二酸化炭素分圧 [ $\mu\text{atm}$ ]、 $x\text{CO}_2$  は二酸化炭素濃度 [ppm]、BP は平衡器内の気圧 [atm]、 $p\text{H}_2\text{O}$  は水温  $t$  と塩分  $S$  から計算される飽和水蒸気圧 [atm] である。 $p\text{H}_2\text{O}$  は Weiss and Price, 1980 の式を使用した。

$$p\text{H}_2\text{O} = \exp(a + b(100/T) + c*\ln(T/100) + dS)$$

$$a = 24.4543 \quad b = -67.4509 \quad c = -4.8489$$

$$d = -0.0005444 \quad T = 273.15 + t$$

メタン分圧  $p\text{CH}_4$ 、メタン濃度  $x\text{CH}_4$  についても同じ式を適用した。

### 水温と塩分の補正

計算に用いる水温は平衡器内に設置した白金温度計 PT100 の値を、塩分は船内気象データの 1 分値塩分をそれぞれ使用した。ただし、これらの値は未校正のものであるため、以下の手順で校正を行った。

### 水温

1 日 1 回程度、平衡器の海水排出口の水温を校正済みの温度計で測定し、同時刻の PT100 による水温と比較したところ、PT100 の方が平均で 4.71°C 低かった (温度計の器差 -0.01°C を含む) ため、PT100 の値に 4.71°C を加えたものを平衡器内の水温とした。

また、CTD 観測点における最も浅い層における水温を、同時刻の平衡器内の水温と比較したところ、平衡器内の水温が平均で 0.7°C 高かった。これは船底部の取り込み口から平衡器に至るまでに海水が船内を通過した際の昇温分とみられる。

平衡器で測定した  $p\text{CO}_2$  は、昇温後の値であるため、以下の式を使って、昇温前の  $p\text{CO}_2$  を計算した。

$$p\text{CO}_{2,insitu} = p\text{CO}_{2,eq} \times \exp\left(\frac{0.044(T_{insitu} - T_{eq})}{1 - \left(\frac{4.6}{4.4}\right) * 10^{-4} * p\text{CO}_{2,eq}}\right) + \left(\frac{4.6}{4.4}\right) * 10^{-4} * p\text{CO}_{2,eq} * \exp(0.044(T_{insitu} - T_{eq}))$$

ここで  $insitu$  は昇温を伴わない船外の現場水温、 $eq$  は昇温後の値で、 $T_{insitu} - T_{eq} = -0.7$  である。

## 塩分

CTD 観測点で最も浅い層（5m または 10m）の採水時刻における気象データの塩分を CTD の塩分と比較した（表 1）。C014 から C017 を除く各点では気象データの塩分は CTD の塩分より -0.13 から -0.15 程度小さくなっていた。C014 から C017 は沿岸域であるため表層で塩分に大きな差が生じていた可能性がある。これら 4 点を除くと誤差は平均で -0.140 であったため、気象データの塩分に 0.140 を加えたものを計算に使用した。

表 1 CTD と気象データの塩分の差

測点番号	CTD 採水時刻	CTD 塩分	気象データ塩分	誤差
C001	2013/04/05 18:25	33.6713	33.518	-0.153
C002	2013/04/08 00:29	33.6101	33.459	-0.151
C003	2013/04/10 13:46	34.0311	33.893	-0.138
C004	2013/04/12 17:06	34.0794	33.932	-0.147
C005	2013/04/13 01:27	34.1103	33.961	-0.149
C006	2013/04/13 09:31	33.8637	33.718	-0.146
C007	2013/04/13 17:05	33.7447	33.604	-0.141
C008	2013/04/14 02:59	33.5289	33.383	-0.146
C009	2013/04/14 10:52	33.7577	33.632	-0.126
C010	2013/04/14 18:16	33.9659	33.854	-0.112
C011	2013/04/15 01:20	33.8957	33.749	-0.147
C012	2013/04/16 04:43	34.0365	33.887	-0.149
C013	2013/04/16 12:15	33.8510	33.700	-0.151
C014	2013/04/16 21:29	33.6523	33.455	-0.197
C015	2013/04/18 14:42	33.0686	32.839	-0.230
C016	2013/04/23 02:56	33.8181	33.698	-0.120

C017	2013/04/23 12:08	33.9568	33.501	-0.456
C018	2013/04/26 16:44	33.9984	33.843	-0.155
C019	2013/04/27 23:15	34.2033	34.059	-0.144
C020	2013/04/28 02:19	34.6003	34.471	-0.129
C021	2013/04/28 05:03	34.6202	34.488	-0.132
C022	2013/04/28 08:02	34.6900	34.562	-0.128
C023	2013/04/28 10:59	34.7320	34.604	-0.128
C024	2013/04/28 13:44	34.7470	34.614	-0.133

## 船内配管におけるメタンの増減について

船底の海水取り込み口から平衡器に至るまでの配管に生物が付着すると、そこからメタンが発生する可能性がある。この配管内の生物影響を評価するためには、デッキからバケツで採水した海水と平衡器のメタンの値を比較する方法が一般的であるが、今回はこの比較を行っていないため、配管内のメタン濃度の変動がどの程度あるのかわからない。海水中のメタン濃度および分圧の値を使用する際にはこの点に留意されたい。

## フラグ

各時刻の測定結果には、以下のフラグを付けた。

- 2 (good) 測定結果が妥当と思われるもの
- 3 (questionable) 測定結果が疑わしいもの
- 4 (bad) 測定結果が明らかに異常とみられるもの

## 21. 海洋表層における揮発性有機化合物の観測

(独) 国立環境研究所 谷本浩志、大森裕子

### (1) 海表面水中における揮発性有機化合物の連続観測

#### ○観測概要

大気中において、揮発性有機化合物(Volatile Organic Compound: VOC)は微量ながら、大気の酸化能やエアロゾルの生成などに寄与するため、VOC の放出源や放出量の解明が求められている。海洋は、多種の VOC の放出/吸収源であることが知られている。例えば、雲凝結核の前駆体である硫化ジメチル(Dimethyl sulfide: DMS)は主に海洋から放出され、アセトンは海域によって吸収/放出されると言われている。しかし、海洋-大気間の VOC フラックスの見積もり幅は大きく、物質によって実測データが非常に乏しい。フラックスの見積もりの精度を向上するために、海洋表層における VOC 濃度分布を把握することが必要である。

KH-13-3 次航海において、西部北太平洋域における海洋表層の揮発性有機化合物の濃度分布を調べるために、バブリング式平衡器と陽子移動反応質量分析計(PTR-MS: proton transfer reaction - mass spectrometry) を組み合わせた Equilibrator-Inlet (EI)-PTR-MS システム(図 1)を用いて、VOC 連続観測を実施した。

#### ○観測項目・方法

##### ・海表面水中の VOC 濃度

EI-PTR-MS システム(図 1)を用いて、1 分間隔で連続測定を実施した。研究用海水(深度約 5m)を平衡器の上部から連続的に流入し(1 L/min)、平衡器下部から導入した VOC フリーの純窒素ガス(120scm)で海水中の VOC を抽出した。抽



図 1. EI-PTR-MS システム (白鳳丸第 7 研究室に設置)

出ガス中の VOC 濃度を PTR-MS で測定した。主に DMS(m/z 63)、アセトン(m/z 59)、イソプレン(m/z 69)の測定を実施した。得られたデータは、ブランク補正および湿度補正を行った(Kameyama et al. 2010)。

##### ・Chl.a 濃度

Chl.a センサー(Aquatracka III, Chelsea Technologies Group 社, UK)を、研究用海水を連続的に流したバケツに設置し、1 分間隔で Chl.a 濃度を測定した。得られた Chl.a 濃度は、名古屋大学 鋤柄博士が測定した、ニスキン採水した深度 5m の海水の Chl.a 濃度を用いて補正を行った。

##### ・植物プランクトンの色素組成

1~10 度おきに、研究用海水(1 or 2 L)を採取し、25mm GF/F フィルターでろ過をし、フィルターを液体窒素内で保管した。下船後、Suzuki et al. (2002)に順じ

て、高速液体クロマトグラフィーを用いた色素分析を実施した。更に、各色素をバイオマーカーとする藻類の Chl.a 濃度を見積もるために、重回帰分析を行った (Barlow et al. 1993)。

### ○観測結果

海表面水中の VOC 濃度および Chl.a 濃度の連続観測は、2013 年 4 月 6 日から 18 日 (Chl.a 濃度観測は 19 日) まで実施した。150°E から 165°E へ東部に向かって航行中、Chl.a 濃度は平均 0.53 (0.29–0.74)  $\mu\text{g L}^{-1}$  と常に 1  $\mu\text{g L}^{-1}$  より低い値を示した。165°E から西部に向かうにつれ濃度は増加し、0.40–1.48  $\mu\text{g L}^{-1}$  であった。150°E から 145°E の釧路沖において、0.98 から 7.66  $\mu\text{g L}^{-1}$  と濃度が大幅に増加した。海表面水中の DMS 濃度もクロロフィル a 濃度と同様な傾向を示し、150°E から 165°E の間では、平均 0.17 nM (0.01–0.23) と非常に低い値であったが、165°E から西部へ航行中に、DMS 濃度は 0.3 nM から 1.6 nM まで徐々に増加した。150°E より西部の釧路沖においては、2.3–6.7 nM と高濃度で分布していた。

色素分析の結果、Fucoxanthin、19'-Hexanoyloxyfucoxanthin、Chlorophyll b の 3 種類の色素が主に検出された。各色素は、珪藻、ハプト藻、緑藻を示している。この 3 種類の色素濃度を用いて重回帰分析を行い、各色素をもつ藻類の Chl.a 濃度を見積もった (図 3)。160°E から 150°E にかけて、珪藻、ハプト藻および緑藻の Chl.a 濃度の平均値は、0.35、0.29 および 0.19  $\mu\text{g L}^{-1}$  と見積もられた。高速液体クロマトグラフィーで測定された Chl.a 濃度 (平均 1.09  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) に対して、珪藻とハプト藻で約 60% を占めていた。Chl.a 濃度が非常に高かった釧路沖では、珪藻が有する Chl.a 濃度が 5.9  $\mu\text{g L}^{-1}$  と全 Chl.a 濃度の約 90% を占めていたことから、釧路沖において珪藻のブルームが起こっていたことが示唆される。

珪藻のブルームが起きていた海域で、DMS 濃度も高い値を示したことから、珪藻によって DMS が盛んに生成されていたと考えられる。また、Chl.a 濃度が低い海域においても、Chl.a 濃度と DMS 濃度の間に正の一次直線の関係が確認された。これ

らの結果から、北西部北太平洋における DMS 濃度分布は、植物プランクトンの生物量に強く影響されていたことが示唆される。

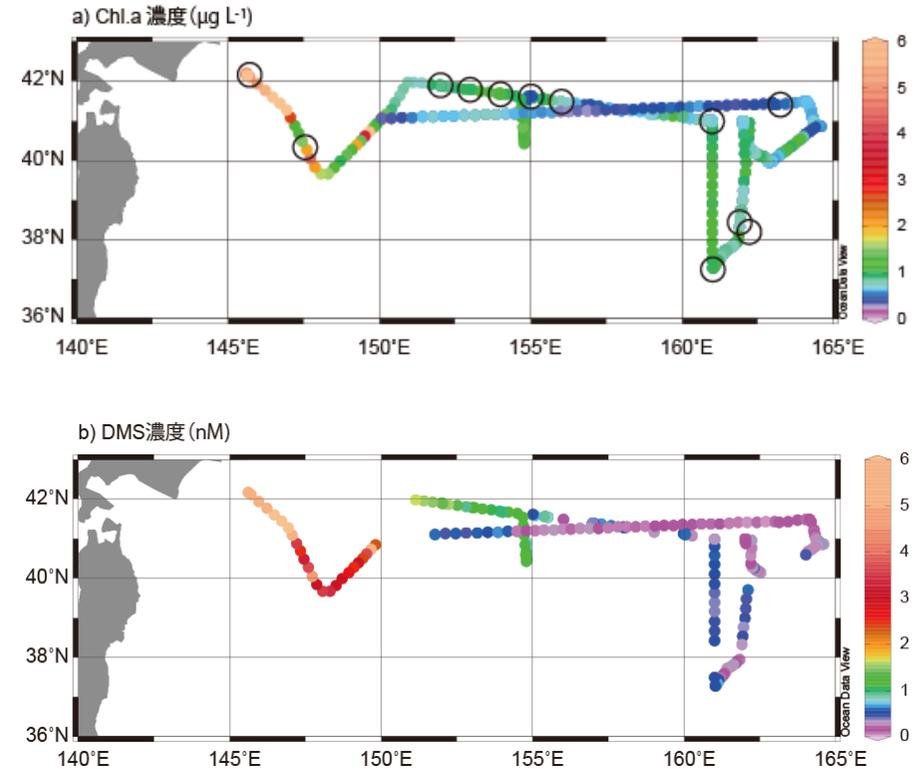


図 2. 海表面水における Chl.a 濃度 (a)、DMS 濃度 (b) の分布  
データは 1 時間平均した値を用いた。(a) Chl.a 濃度分布にある○は、植物プランクトンの色素組成の観測点を示す。

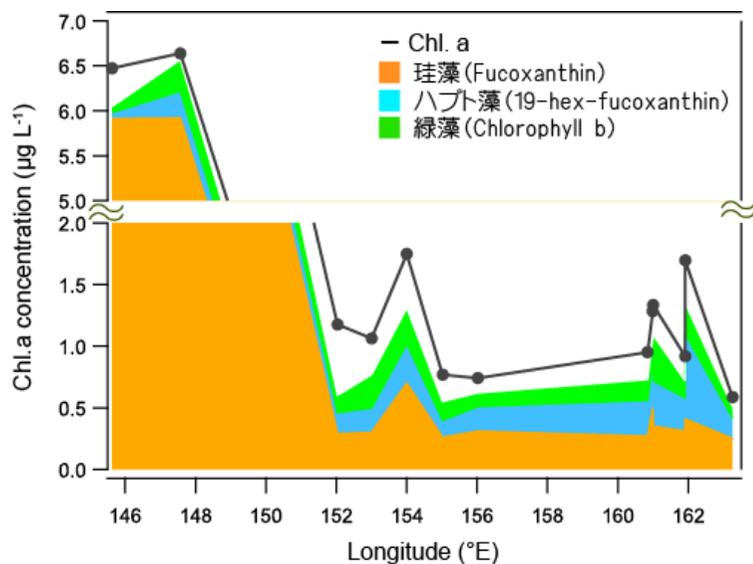


図 3. 高速液体クロマトグラフィーで測定した Chl.a 濃度と、各藻類の Chl.a 濃度の見積もり  
観測点は図 2(a)の○で示した。

## (2) ニスキン海水と研究用海水中の DMS 濃度の比較

### ○観測概要

従来、海水中の DMS 濃度は、ニスキンボトルで採水した試料をろ過し、ガスクロマトグラフィーで測定される。一方、本航海で用いた EI-PTR-MS システムでは、研究用海水をろ過せずに用いている。そこで、研究用海水とニスキンで採取した海水との違いや、ろ過の有無による DMS 濃度測定への影響を明らかにすることとした。

### ○観測方法

C006, 7, 8, 9 において、深度 5m のニスキン採水した試料と、ほぼ同時刻に採取した研究用海水を用いた。ニスキン海水と研究用海水の一部は、25 mmGF/F フィルター(有効保持粒径 0.7 µm)で重ろ過を行い、ろ液を得た。30ml の未ろ過/ろ過した研究用海水/ニスキン海水中から、パージ抽出ユニットを用いて DMS を抽出し、PTR-MS で DMS 濃度を測定した。

### ○観測結果

各測点で得られた DMS 濃度を表 1 に示す。重ろ過をした研究用海水について、DMS 濃度は 0.68 nM から 1.28 nM と、測点によって 2 倍の濃度差が確認された。重ろ過をした研究用海水の DMS 濃度を 1 とし、その他試料の DMS 濃度の比をとった結果、研究用海水においてろ過の有無による違いは確認できなかった(表 2)。一方、ニスキン海水では、未ろ過試料の方がろ過試料よりも DMS 濃度が高い傾向がみられた。植物プランクトンを含む未ろ過海水をパージすると、植物プランクトンがパージによるストレスによって試料中で DMS を生成し、DMS 濃度が高くなることが知られている(Turner et al. 1990)。したがって、ニスキン海水の未ろ過試料の DMS 濃度は、実海洋中の DMS 濃度よりも約 10% 過大評価していると示唆される。

ニスキン海水と研究用海水を比較すると、ニスキン海水の未ろ過試料と研究用海水の未ろ過/ろ過試料中の DMS 濃度がほぼ一致した(表 1, 2)。したがって、研究用海水はニスキン海水の未ろ過試料と同様に、DMS 濃度が実際よりもわずかに高い可能性がある。また、研究用海水の未ろ過/ろ過試料において、DMS 濃度がほぼ一致していたことから、ろ過をする前の段階で、植物プランクトンは何等かのストレスを受けて DMS を生成していた可能性が考えられる。そのため、未ろ過試料においてパージしても、すでにストレスを受けた状態であるため、DMS 濃度が増加しなかったと推測される。

以上をまとめると、ろ過する前の研究用海水が船首下部の取り込み口から研究室内に流れる間に、植物プランクトンは何らかのストレスを受け、その結果 DMS が生成し、実際の 5m 深度の海水中の DMS 濃度よりも約 10% 高い可能性が示唆された。しかし、データ数が少ないため、今後更なる検証が必要である。

表 1. 研究用海水とニスキン海水の DMS 濃度 (nM) の比較  
それぞれの測点のデータは 2-3 試料の平均値を示す。

	研究用海水		ニスキン海水(5m)	
	重力ろ過	未ろ過	重力ろ過	未ろ過
C006	0.83	0.78	0.67	0.79
C007	1.28	1.37	1.24	1.37
C008	0.68	0.72	0.72	0.89
C009	0.94	0.93	0.71	0.77
平均 (SD)	0.93 (0.26)	0.95 (0.29)	0.83 (0.27)	0.95 (0.28)

表 2. 研究用海水とニスキン海水の DMS 濃度の比の比較  
研究用海水の重力ろ過試料中の DMS 濃度を 1 としたときの濃度比を示す。

	研究用海水		ニスキン海水(5m)	
	重力ろ過	未ろ過	重力ろ過	未ろ過
C006	1	0.94	0.81	0.96
C007	1	1.07	0.97	1.07
C008	1	1.06	1.06	1.31
C009	1	0.99	0.76	0.82
平均 (SD)	1	1.01 (0.06)	0.90 (0.14)	1.04 (0.20)

○ 参考文献

- Barlow, R. G. et al. 1993. Pigment signatures of the phytoplankton composition in the northeastern Atlantic during the 1990 spring bloom. *Deep-Sea Res. Part II* 40:459-477.
- Kameyama, S. et al. 2010. High-resolution measurement of multiple volatile organic compounds dissolved in seawater using equilibrator inlet-proton transfer reaction-mass spectrometry (EI-PTR-MS). *Mar. Chem.* 122:59-73.
- Suzuki, K. et al. 2002. Temporal and spatial patterns of chemotaxonomic algal pigments in the subarctic Pacific and the Bering Sea during the early summer of 1999. *Deep-Sea Res. Part II* 49:5685-5704.
- Turner S. M. et al. 1990. Interlaboratory calibration and sample analysis of dimethyl sulfide in water. *Mar. Chem.* 29:47-62.

## 22. 本州東方海域における溶存酸素の酸素同位体比分布とこれを指標に用いた水塊解析

角皆 潤<sup>1</sup>・小松大祐<sup>1</sup>・佐久間博基<sup>1</sup>・中川書子<sup>2</sup>・谷本浩志<sup>3</sup>・大森裕子<sup>3</sup>

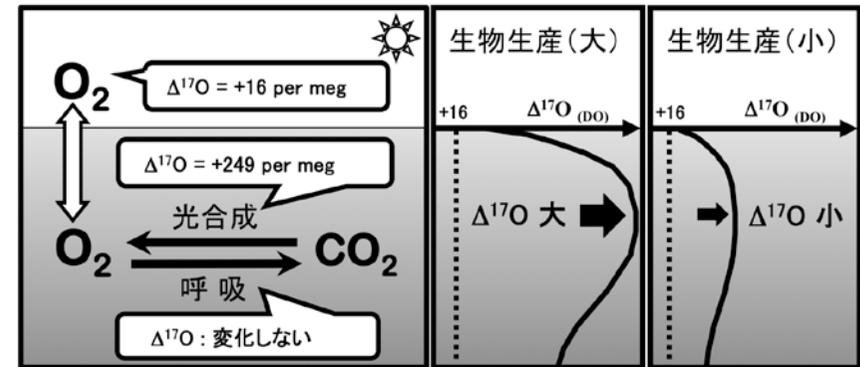
(<sup>1</sup>名古屋大学大学院環境学研究科、<sup>2</sup>北大院理、<sup>3</sup>国立環境研究所)

### 背景

酸素には三種の安定同位体が (<sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O) が存在し、その相対存在比は各含酸素分子の起源や履歴を反映して特徴的に変動するため、天然トレーサーとして広く利用されてきた。ただし 1990 年代までは、技術的な制約や先入観から、専ら <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O 比 ( $\delta^{18}\text{O}$  値) だけが使われてきた。しかし、2000 年代に入ると、大気中の酸素 ( $\text{O}_2$ ) の酸素同位体比に、三酸素同位体異常 (同位体間の質量の違いだけでは説明できない同位体組成の異常;  $\Delta^{17}\text{O}$  値  $=\delta^{17}\text{O} - 0.52 \times \delta^{18}\text{O}$  で大きさが定義される) が見つかった。この  $\Delta^{17}\text{O}$  値は呼吸のような一般の化学反応に伴う同位体分別では変化しないため、海洋の溶存  $\text{O}_2$  の  $\Delta^{17}\text{O}$  値は、大気  $\text{O}_2$  と光合成由来  $\text{O}_2$  の混合比のみを反映する。混合比とは平均的な供給比に相当するので、例えば、表面混合層中の溶存  $\text{O}_2$  の  $\Delta^{17}\text{O}$  値から、総一次生産速度を求めることが出来る (Luz and Barkan, 2000)。またこの大気  $\text{O}_2$  と光合成由来  $\text{O}_2$  の混合比は、大気とのガス交換から遮断され、光合成も進行しない有光層より下の水塊では保存量となるため、各水塊を特徴づけるトレーサーとして活用出来る。

本申請者は、これまでの研究で溶存  $\text{O}_2$  の  $\Delta^{17}\text{O}$  値の勘弁かつ高感度での定量法開発を行い、海洋の物質循環速度定量に広く利用可能なものとした。本研究ではこの最新指標を用いて観測海域毎の総一次生産速度を定量するとともに、各水塊中に含まれる酸素の起源の指標に応用し、これを通じて水塊の解析に貢献することを意図したものである。具体的には以下の各観測を行った。

(1) 表面混合層中および混合層直下の亜表層水中の溶存  $\text{O}_2$  の  $\Delta^{17}\text{O}$  値を定量してその表面分布を定量するとともに、風速データと比較することで観測海域毎の総一次生産速度を定量する。



海水中の溶存 $\text{O}_2$ の $\Delta^{17}\text{O}$ 組成と生物生産量の関係

溶存 $\text{O}_2$ の $\Delta^{17}\text{O}$ 値は、大気平衡 $\text{O}_2$  ( $\Delta_{\text{eq}} = +16$ )と光合成 $\text{O}_2$  ( $\Delta_{\text{max}} = +249$ )の混合比 (=大気交換と光合成の相対強度比) を反映する。

(2) 深層を含めた溶存 O<sub>2</sub> の  $\Delta^{17}\text{O}$  値の鉛直分布を定量し、水塊毎の大気 O<sub>2</sub> と光合成由来 O<sub>2</sub> の混合比を定量する。

### 試料採取

内容積 125ml 褐色ガラス瓶に、オーバーフローして試料を採取し、塩化水銀で固定した後ブチルゴム・アルミキャップで密封した。瓶は逆さまにして分析まで冷蔵保存した。

### 試料リスト

Station		C002	C005	C007	C009	C012	C014
Latitude		41°27'N	41°06'N	41°18'N	41°30'N	41°42'N	41°54'N
Longitude		163°E	160°E	158°E	156°E	154°E	152°E
Date		4月8日	4月13日	4月14日	4月14日	4月16日	4月17日
Bottle No	Depth (m)	採水層	採水層	採水層	採水層	採水層	採水層
10	500		○	○	○	○	○
11	450						
12	400	○	○	○	○	○	○
13	350						
14	300		○	○	○	○	○
15	250		○	○	○		
16	200	○	○	○	○	○	○
17	175						
18	150	○	○	○	○	○	○
19	125						
20	100	○	○	○	○	○	○
21	75	○					○
22	50	○	○	○	○	○	○
23	25	○				○	○
24	10	○	○	○	○	○	○
Sallow 22(21)	5	○	○	○	○	○	○

## 23. Water Density

March 20, 2015

### (1) Personnel

Hiroshi Uchida (JAMSTEC) (PI, not on board)

Shinya Kouketsu (JAMSTEC)

### (2) Objectives

The objective of this study is to collect Absolute Salinity (also called “density salinity”) data, and to evaluate a global algorithm to estimate Absolute Salinity provided along with TEOS-10 (the International Thermodynamic Equation of Seawater 2010) (IOC et al., 2010).

### (3) Materials and methods

Seawater densities were measured in a laboratory of the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, Japan, after the cruise (28-29 May, 2013) with an oscillation-type density meter (DMA 5000M, serial no. 80570578, Anton-Paar GmbH, Graz, Austria) with a sample changer (Xsample 122, serial no. 80548492, Anton-Paar GmbH). The sample changer was used to load samples automatically from up to ninety-six 12-mL glass vials. AC power was supplied to the density meter through a frequency conversion AC power supply unit (AA500F, Takasago, Ltd., Japan).

The water samples were collected in 100-mL aluminum bottles (Mini Bottle Can, Daiwa Can Company, Japan). The bottles were stored at room temperature (~21 °C) upside down. Densities of the samples were measured at 20 °C by the density meter from two to several times for each bottle.

Time drift of the density meter was monitored by periodically measuring the density of ultra-pure water (Milli-Q water, Millipore, Billerica, Massachusetts, USA) prepared from Yokosuka (Japan) tap water in October 2012. The true density at 20 °C of the Milli-Q water was estimated to be 998.2042 kg m<sup>-3</sup> from the isotopic composition ( $\delta D = -8.76$  ‰,  $\delta^{18}O =$

$-56.86$  ‰) and International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS)-95 standard. An offset correction was applied to the measured density by using the Milli-Q water measurements ( $\rho_{\text{Milli-Q}}$ ) with a slight modification of the density dependency (Uchida et al., 2011). The offset ( $\rho_{\text{offset}}$ ) of the measured density ( $\rho$ ) was estimated from the following equation:

$$\rho_{\text{offset}} = (\rho_{\text{Milli-Q}} - 998.2042) - (\rho - 998.2042) \times 0.000296 \text{ [kg m}^{-3}\text{]}.$$

The offset correction was verified by measuring Reference Material for Density of Seawater (prototype Dn-RM1) developing with Marine Works Japan, Ltd., Kanagawa, Japan, and produced by Kanso Technos Co., Ltd., Osaka, Japan, and International Association of the Physical Sciences of the Ocean (IAPSO) Standard Seawater (SSW) batch P154 (Ocean Scientific International Ltd., UK) along with the Milli-Q water. Density salinity was back calculated from measured density and temperature with TEOS-10. The correction factor was reevaluated on 20 March 2015 by examining measured density of the Dn-RM1.

### (4) Results

Absolute Salinity ( $S_A$ ) data were listed in Table 1. Standard deviation of replicate samples (8 pairs) was 0.0009 g/kg. The measured  $S_A$  will be compared with  $S_A$  calculated from two models by using measured Practical Salinity, silicate, nitrate, total alkalinity and dissolved inorganic carbon data (Pawlowicz et al., 2011).

Table 1. Measured Absolute Salinity (in g/kg).

<b>Niskin no.</b>	<b>C003</b>	<b>C008</b>	<b>C014</b>	<b>C015</b>
<b>24</b>	34.1974	33.6907	33.8434	33.2320
	34.1968	33.6903	33.8441	33.2326
<b>23</b>	34.1994	33.6880	34.0010	33.2293
<b>22</b>	34.1915	33.7490	34.0023	33.2683
<b>21</b>	34.1677	33.8106	34.0142	33.4384
<b>20</b>	34.1480	33.8288	34.0472	33.5281
<b>19</b>	34.1024	33.8505	34.0181	33.5499
<b>18</b>	34.0682	33.9132	33.9647	33.5459
<b>17</b>	34.0418	33.9475	33.9285	33.6007
<b>16</b>	34.0213	33.9772	33.8948	33.6429
<b>15</b>	34.0009	34.0345	33.8909	33.7544
<b>14</b>	34.0391	33.9805	34.0735	33.8764
<b>13</b>	34.0827	34.0444	33.9753	34.0010
<b>12</b>	34.1361	34.0893	34.0683	34.0808
<b>11</b>	34.1644	34.1690	34.2483	34.1659
<b>10</b>	34.2310	34.2172	34.3096	34.2246
<b>9</b>	34.3273	34.3174	34.3887	34.3485
<b>8</b>	34.4559	34.4592	34.4883	34.6083
<b>7</b>	34.5409	34.5475	34.5727	34.5812
<b>6</b>	34.6912	34.6767	34.7072	34.7111
<b>5</b>	34.7684	34.7618	34.7810	34.7784
	34.7684	34.7585	34.7817	34.7784
<b>4</b>	34.8389	34.8389	34.8469	34.8173
<b>3</b>	34.8627	34.8627	34.8654	34.8430
<b>2</b>	34.8725	34.8719	34.8720	34.9003
<b>1</b>	34.8732	34.8692	34.8733	34.8693

### (5) Reference

- IOC, SCOR and IAPSO (2010): The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides No. 56, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (English), 196 pp.
- Pawlowicz, R., D. G. Wright and F. J. Millero (2011): The effects of biogeochemical processes on ocean conductivity/salinity/density relationships and the characterization of real seawater. *Ocean Sci.*, 7, 363-387.
- Uchida, H., T. Kawano, M. Aoyama and A. Murata (2011): Absolute salinity measurements of standard seawaters for conductivity and nutrients. *La mer*, 49, 237-244.

## 24. 自動昇降フロート観測

### 実施責任者

瀬瀬 慎也(JAMSTEC), 細田 滋毅(JAMSTEC), 伊藤 幸彦(AORI), 平野 瑞恵(JAMSTEC)

### 0. Argo フロート

本航海では, D0 センサー付きフロート 2 台(以下, D0 フロート)と D0, クロロフィル, 散乱計付きフロート 2 台(以下, クロロフィルフロート), 及び, Argo プロジェクトにおいて投入する通常の Argo フロート 2 台(以下, 通常フロート)の計 6 台の自動昇降観測フロート投入した.

### 1. 暖水渦周辺でのフロート観測

混合水域に存在する渦の時間的な変質の様子を捉えるために, 2012 年より多数のフロートを投入して観測を行ってきた. この渦に新たに D0 フロート 2 台とクロロフィルフロート 2 台を投入した. 可能な限り渦内での観測を継続することを意図して, 直前の海面高度偏差から推定される渦の中心(海面高度偏差極大点)になるだけ近い点(A001-A004)で投入を行った. A001-A004 は, 後のセンサー補正などを考慮して CTD 観測点(C001)と同じ点となっている. なお, この点に近づく際に経度で約 10 分間隔の XCTD 観測を行い, 渦の断面観測も行っている.

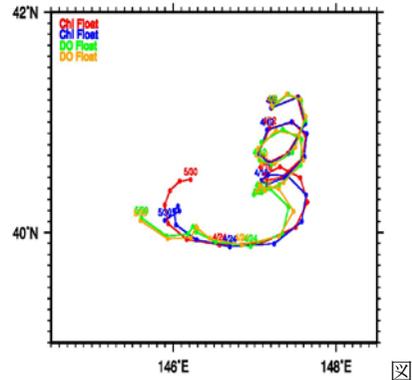
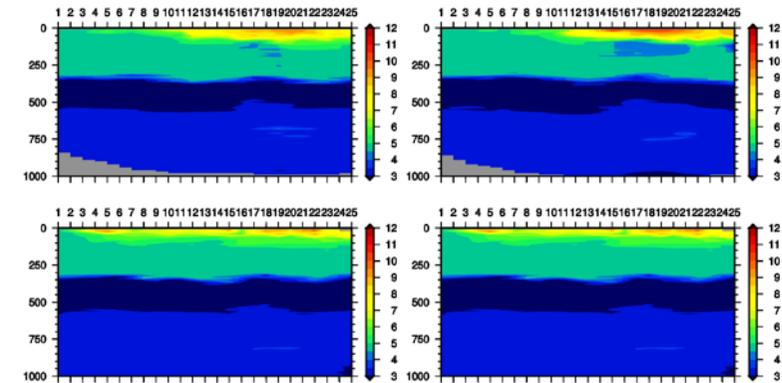


図 1: クロロフィル, D0 フロートの観測点

D0 フロート, クロロフィルフロートは, 1 日間隔で浮上する設定になっている. D0 フロートは, 滞留深度 600m で 2000m のキャストを行っている. クロロフィルフロートは, センサーの耐性を考慮して, 滞留深度 500m, 1000m キャストに設定してある. これら 4 台のフロートは, 2013 年 6 月中旬までは, 当初投入した渦, もしくは, その渦を吸収した渦の中で時計回りの軌道を描きながら観測している.

### クロロフィルフロート(上段)と D0 フロート(下段)の時間水温断面

横軸はキャスト番号



### 2. Argo プロジェクトフロート投入

海洋研究開発機構は, 海洋の海盆規模の熱, 循環の把握を目的として実施されている国際プロジェクトである Argo プロジェクトの元で自動昇降観測フロートの観

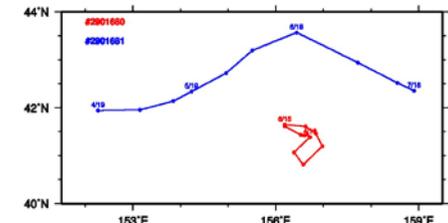
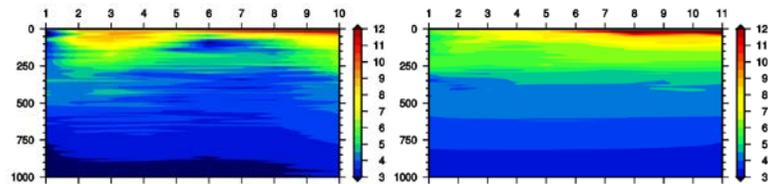


図 2: Argo フロートの観測点

測網維持，発展につとめている．KH1303 航海では，比較的観測が疎になっていた 41-42° N, 157° E 付近，及び，41-42° N, 152° E 付近 (A005, A006) においてフロート投入を実施した．フロートのデータ管理に付けられる WMO 番号は，それぞれ，2901680, 2901681 である．A005, A006 とともに CTD 観測(それぞれ，C008, C014 に対応)の後測点離脱時に投入した．フロートの設定は，滞留深度 1500m, 10 日に一度昇降し観測という通常 Argo プロジェクトにおいて推奨されている設定となっている．これらのデータは，Argo プロジェクトの元で管理されており，即時公開されると共に，適宜品質管理が行われる．2901680 は，付近の緩やかで局所的な反時計回り循環に乗り，ほぼ 1° の範囲に留まっている．一方，2901681 は，前線に伴う東向き流れに乗って東方に大きく移動している(共に 2013 年 7 月時点)．

Argo フロートの時間水温断面



## 25. 水中グライダー・漂流ブイ観測

海洋研究開発機構 細田滋毅

### (1) 水中グライダー

#### ○観測概要

高気圧性暖水渦内の微細構造がどの程度捉えられるか、また投入・回収作業を、小型ボート使用せずクレーン等を用いて実施可能かどうか試験を行う目的で、白鳳丸 KH-13-3 航海にて水温・塩分・溶存酸素・圧力センサーを搭載する水中グライダー（米国 I-Robot 社製 Sea Glider）の試験観測を実施した。観測期間中 200～1000m 深のダイブを計 46 回実施し、暖水渦内の微細構造を捉えることが出来、かつ安定したオペレーションを行うことが出来た。また、波高やうねりが比較のある状態だったものの投入・回収に成功した。



写真1：観測前準備（左）と、投入直前の浮力試験実施風景（右）。

#### ○ミッション概要

投入日時：2013/4/23 07:26 (UTC)

投入位置：40-02.776N, 147-07.357E

天候：晴れ，西南西，風速 5-8m，波高 1m，うねり（短）2-4m

回収日時：2013/4/26 20:17 (UTC)

回収位置：40-07.722N, 147-11.674E

天候：雨，東，風速 8-12m，波高 2m，うねり（短）2-4m

#### ○データについて

本試験観測で取得した全てのデータは公開可能であるが、品質管理・検証等は行う予定はなく、データの品質自体は担保しない。

○観測実施表 (測点 No, 日・時・分, 緯度・経度, 海面水温・塩分)

Dive	Day	HH	MM	GPS Lat	GPS Lon	Surf Temp	Surf Sal
1	23	16	30	40.0466	147.1234	7.3127	33.7243
2	23	17	38	40.0499	147.1142	7.2720	33.8023
3	23	18	58	40.0484	147.1023	7.1730	33.7620
4	23	19	33	40.0480	147.0951	7.0518	33.8122
5	23	20	7	40.0480	147.0896	7.0740	33.7643
6	23	20	57	40.0461	147.0898	7.0725	33.7900
7	23	21	50	40.0439	147.0903	7.1081	33.7438
8	23	23	14	40.0360	147.0870	7.3127	33.7243
9	24	0	55	40.0255	147.0771	7.4722	33.8413
10	24	2	29	40.0177	147.0650	7.4123	33.8333
11	24	6	18	40.0279	147.0522	7.8354	33.8209
12	24	8	20	40.0235	147.0452	8.5847	33.9525
13	24	10	27	40.0230	147.0359	9.1174	34.0655
14	24	12	29	40.0039	147.0227	9.4787	34.0659
15	24	14	44	39.9871	146.9879	8.6526	33.9873
16	24	16	57	39.9719	146.9494	8.0294	33.7953
17	24	19	4	39.9535	146.9090	8.3748	34.0077
18	24	21	4	39.9357	146.8701	9.0401	34.0510
19	24	23	4	39.9197	146.8262	9.0664	34.0038
20	25	1	4	39.9064	146.7848	8.9879	34.0060
21	25	3	4	39.8951	146.7391	8.7994	34.0303
22	25	5	1	39.8873	146.6955	8.7173	34.0177
23	25	7	1	39.8793	146.6534	9.4985	34.0718
24	25	8	59	39.8707	146.6132	10.1712	33.8347
25	25	10	56	39.8611	146.5686	10.8028	33.8211
26	25	12	55	39.8538	146.5189	10.9765	33.9981
27	25	14	58	39.8700	146.4838	10.1709	33.9732

28	25	17	0	39.8860	146.4467	9.3199	33.9394
29	25	19	0	39.8993	146.4179	9.9673	33.9314
30	25	21	0	39.9131	146.3917	9.6341	33.8162
31	25	23	4	39.9324	146.3671	9.0397	33.9027
32	26	1	3	39.9533	146.3506	8.8927	33.8795
33	26	3	5	39.9695	146.3414	8.6503	33.7801
34	26	5	7	39.9818	146.3366	8.5940	34.1489
35	26	7	3	39.9924	146.3381	8.9184	33.9094
36	26	9	6	40.0008	146.3413	10.1672	33.8389
37	26	11	5	40.0079	146.3423	10.3264	33.7077
38	26	13	7	40.0159	146.3397	9.4988	34.2060
39	26	15	5	40.0343	146.3150	8.8507	33.8898
40	26	17	6	40.0564	146.2965	9.1123	33.9092
41	26	19	10	40.0756	146.2774	8.5850	33.9227
42	26	21	8	40.0925	146.2597	8.6028	33.8761
43	26	23	14	40.1080	146.2401	8.6448	33.8912
44	27	1	16	40.1202	146.2202	8.7351	33.8304
45	27	3	14	40.1280	146.1991	8.5028	33.9690
46	27	4	0	40.1289	146.1952	8.6513	33.9896

○水中グライダー軌跡図

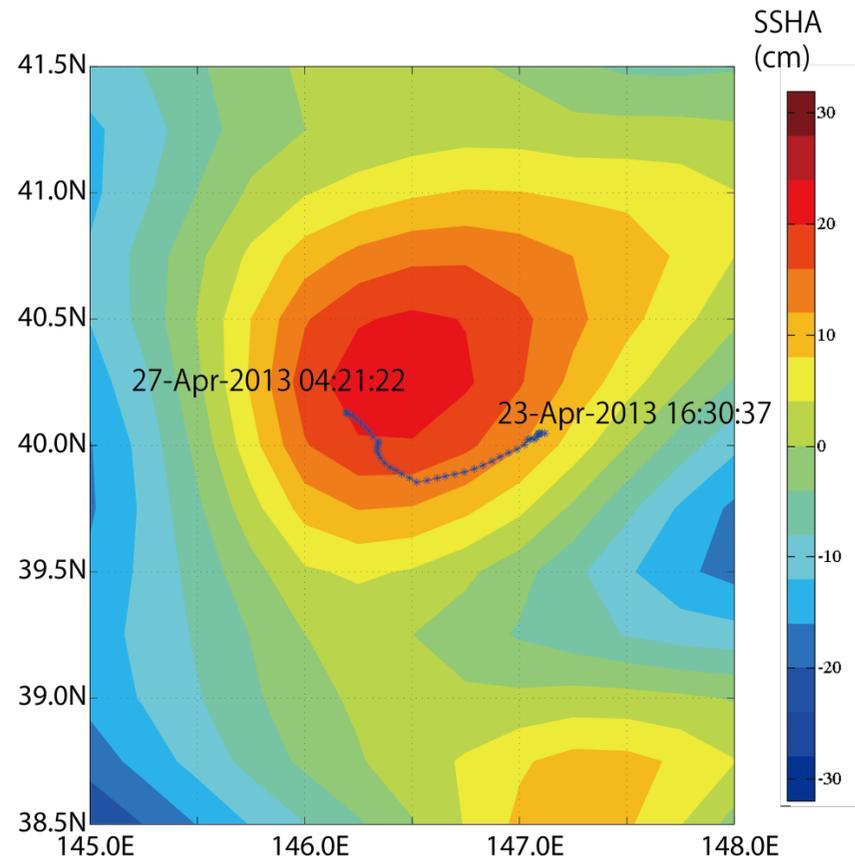
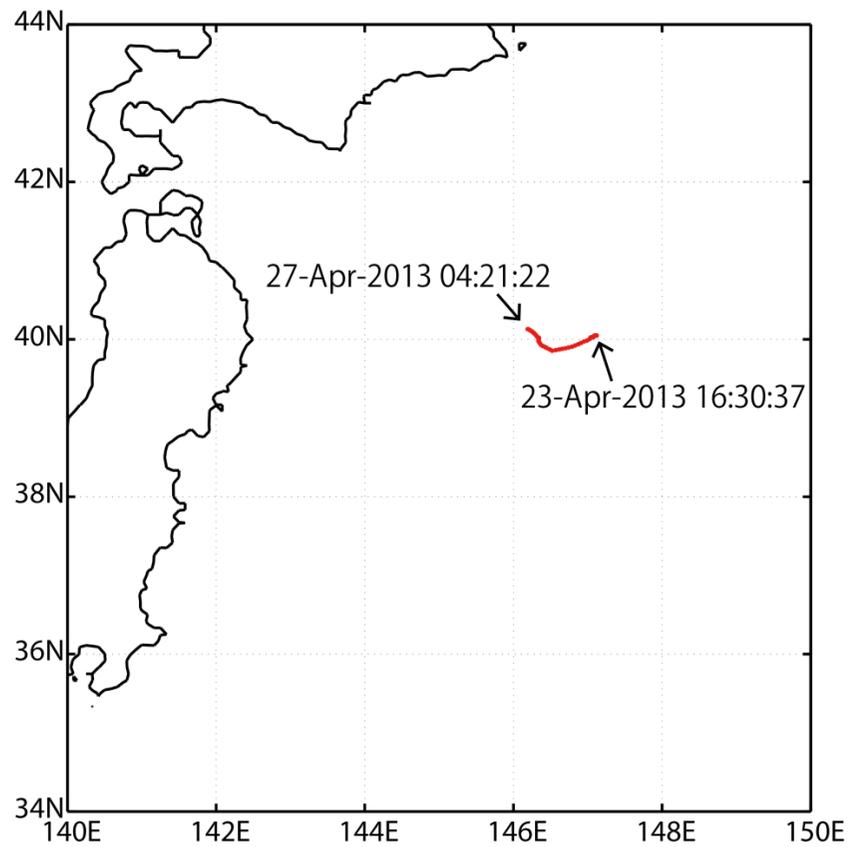


図 1 : 観測軌跡図 (左は広域版, 右は拡大版). 右図の色は AVISO の SSHA を示す.

○水温・塩分断面図時系列.

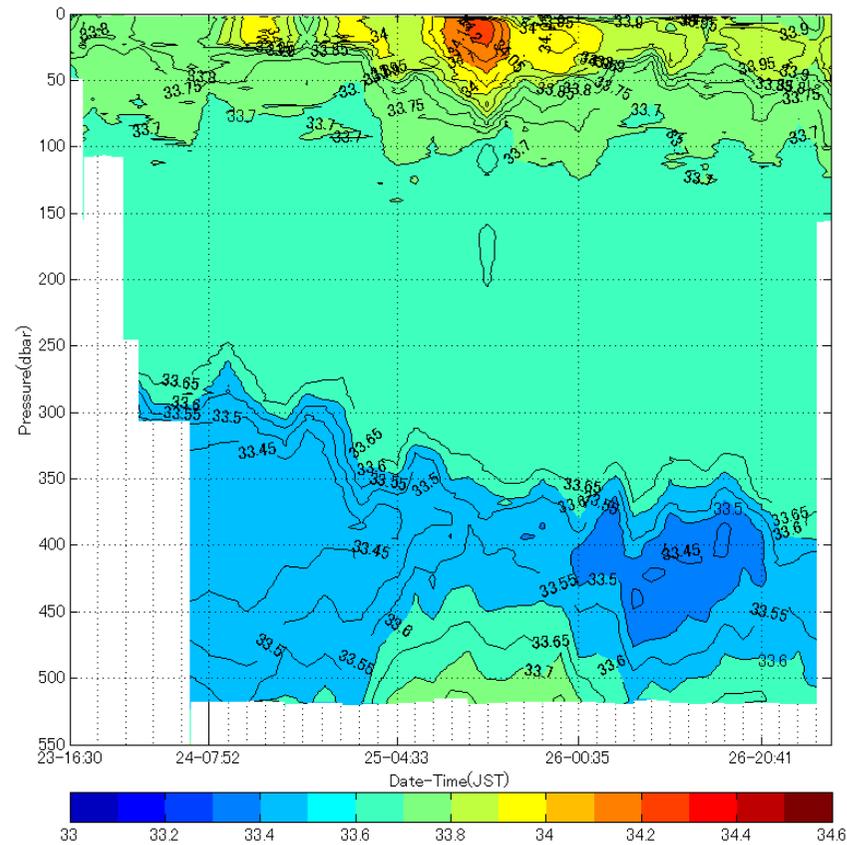
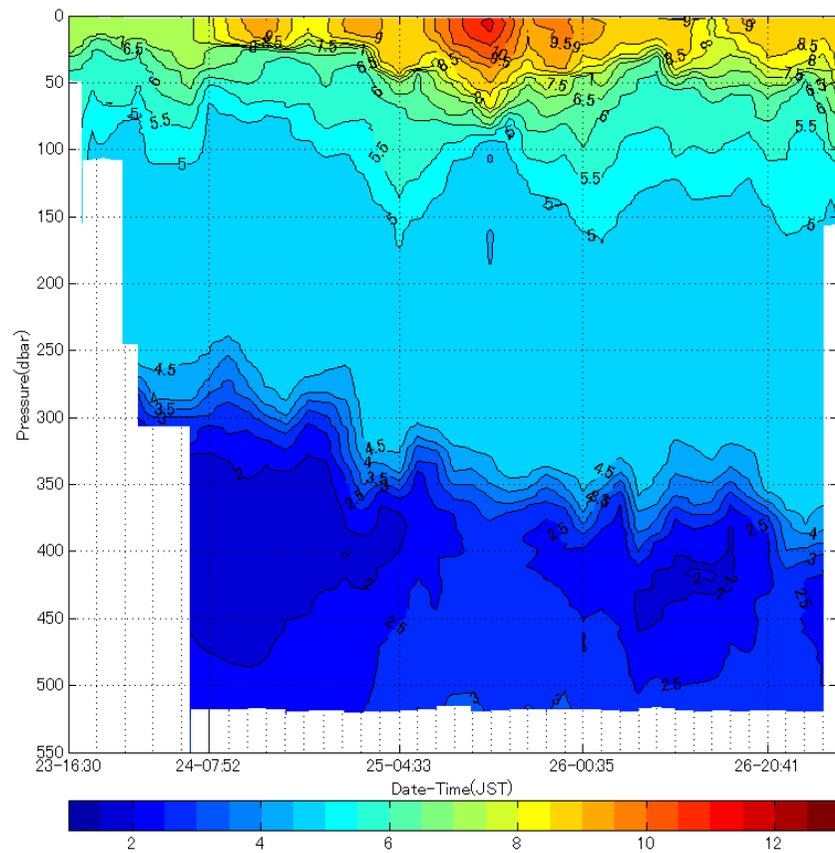


図 2 : 水温 (左) および塩分 (右) の鉛直断面時系列.

### ○投入・回収

クレーンでの投入・回収をより行いやすくするために、水中グライダーの尾翼部に2つのワイヤーを取り付け、ビニールテープで固着させた。投入・回収は成功したが、水中グライダー運用中、取り付けしたワイヤーの影響で Roll 方向の姿勢制御のやり直しが頻発した（最大1回のダイブで18回発生、通常は0~1回程度）。この姿勢制御の頻発は、各センサーの出力値には影響が殆どないと思われるが、流速やシアアの計算などでは影響が考えられ、今後取り付け方法の検討が必要である。

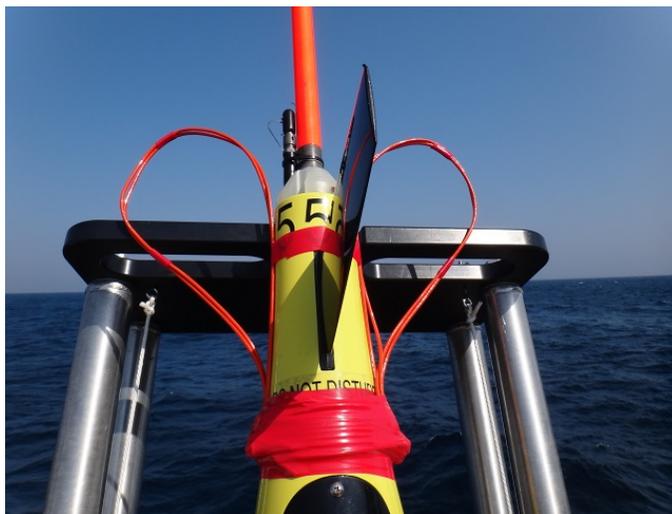


写真2：(左) 2本のワイヤーを尾翼部に取り付けた状態。(右上) 投入時Aフレームで釣った状態。(右下) 回収時に船体横にてフックでワイヤーを引っかけて釣り上げている状態。



## (2) 漂流ブイ

### ○観測概要

高気圧性渦中心付近にドローグ付漂流ブイ（米国 DBi 社製 WOCE-SVP drifting buoy）を投下し、表層付近の海流観測を実施する。投入後、ARGOS 通信システムを利用してリアルタイムで取得可能な位置情報に基づき、表層流速を計測できる。



写真 3：投入前にデッキ上で鎮座している漂流ブイ。

### ○漂流ブイ投入情報

製造番号：127456

起動日時：2013/4/23 04:30 UTC

投入日時：2013/4/23 07:09 UTC

投入位置：40-02.757N, 147-07.783E

測点番号：D001

天候：晴れ

水深：5314m

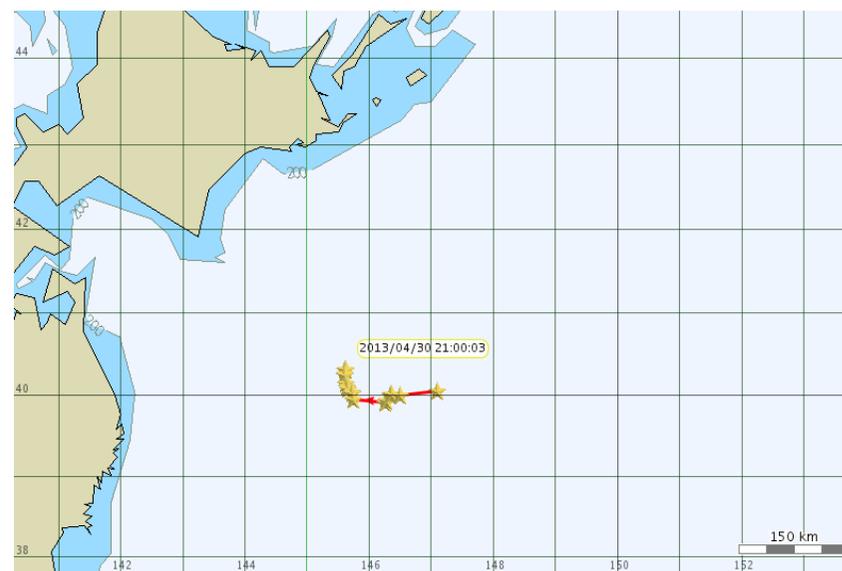


図 3：漂流ブイ軌跡図（2013年4月30日現在）。

## 26. 浮遊性有孔虫化石を用いた

### 古環境復元のための環境指標確立

山崎 誠 (秋田大学大学院工学資源学研究科)

地質学的な記録からみた鮮新世の日本海とそれを取りまく海洋は、極めて特異な環境で特徴づけられる。鮮新世後期(300~400 万年前)の地球は現在と同様かそれ以上の温暖な環境にあったことが知られているが、この時、日本海では現在には認められない温暖な環境に生息する浮遊性有孔虫 *Globorotalia inflata* s.l. が多産する。これまでのところ、この種の産出は日本海への暖流の流入を示唆する証拠として考えられているものの、実際にはこの種の直接的な祖先がどこに分布していたのかは未だ明らかになっていない。また、新潟から北海道に分布する同時代の地層に産する軟体動物や浮遊性微化石の一部からは、日本海を流れる暖流の経路は現在とは大きく異なり、津軽海峡から暖流が流入したとの解釈も認められる。鮮新世に日本海に分布していた暖流系浮遊性有孔虫化石の直接の子孫にあたる *Globorotalia inflata* は、現在では三陸沖合から黒潮続流域にかけて広く分布するが、日本海には産出が確認されていない。現在と鮮新世での *Globorotalia inflata* (またはその類縁種) の分布様式の違いは、生息時の海洋環境の違いを強く反映していると考えられることから、この種の現在の分布様式や分布を規制する要因が過去の海洋環境を明らかにするための鍵になると期待される。このような観点から、日本周辺海域、特に北西太平洋に分布する暖流系浮遊性有孔虫の移動様式や分布様式の解明するために、プランクトンネットによる試料採集をおこなった。

浮遊性有孔虫(動物プランクトン)群集解析のために、水深 500~0m を VMPS (鉛直多層式開閉プランクトンネット) による試料採集を観測点 V001~7 で実施した(表 1)。採取層は 500~300m, 300~200m, 200~160m, 160~120m, 120~90m, 90~60m, 60~30m, および 30~0m の 8 層である。ただし、観測点 V005 ではプランクトンネット閉鎖不良により、水深 160~120m の採取予定層では、水深 160~0m の試料が得られた。また、V007 では、荒天のため 500~300m, 300~200m, 200~160m, 160~90m のみを採取し、水深 90m 以浅の採取はできなかった。試料は採集後にエタノール約 95% で固定し、冷蔵保存した。

浮遊性有孔虫試料は、実験室に持ち帰り群集解析をおこなう。

表 1. 浮遊性有孔虫試料採集測点と採集層

観測点	緯度経度(開始時)	採集深度(m)	採集層
V001, V002 (C015)	42°09.51' N, 145°38.72' E	500~0	8
V003, V004 (C016)	40°03.00' N, 147°08.99' E	500~0	8
V005, V006 (C017)	40°20.95' N, 146°51.45' E	500~0	8
V007 (C018)	40°08.72' N, 146°09.28' E	500~90	4

## 27. FRRF (高速フラッシュ励起蛍光光度計)

名古屋大学 地球水循環研究センター 鋤柄 千穂

### [FRRF 観測の目的]

高速フラッシュ励起蛍光光度計 (Fast Repetition Rate Fluorometer, FRRF) は、海水中の植物プランクトンに対して青色光を高速で点滅照射を繰り返し、得られた蛍光の時間的変動を捉えることで、植物プランクトンの光合成に関する生理状態を計測することのできる装置である。白鳳丸 KH-13-3 次航海では、FRRF 観測を行うことにより、冬季混合から成層化に向かう水塊構造の変化が、植物プランクトン生理状態に及ぼす影響を調べることを目的としている。この研究は、観測対象海域での春季の植物プランクトンブルームの発生メカニズムの解明にも役立つと思われる。

### [現場観測]

CTD 観測点 (C001~C018) において、水深 200m まで FRRF (紀本電子工業社製) を吊り下げ観測を行った。この時、ワイヤーの繰り出しスピードは  $0.2 \text{ m s}^{-1}$  とした。FRRF は、太陽光のもとでの植物プランクトンの蛍光を測定する明室と、太陽光が遮光された状態でのプランクトンの蛍光を測定する暗室を備えており、各深度における光条件での明室・暗室中の植物プランクトン細胞の高速フラッシュに対する蛍光を測

定した。そして、繰り返して照射されるフラッシュに対する蛍光強度の増大の過程を解析にすることにより、光化学反応系 II の量子収率 ( $F_v/F_m$ ) や有効光吸収断面積 ( $\sigma_{PSII}$ ) を算出した。結果は次ページ以降に示した。

### [採水観測]

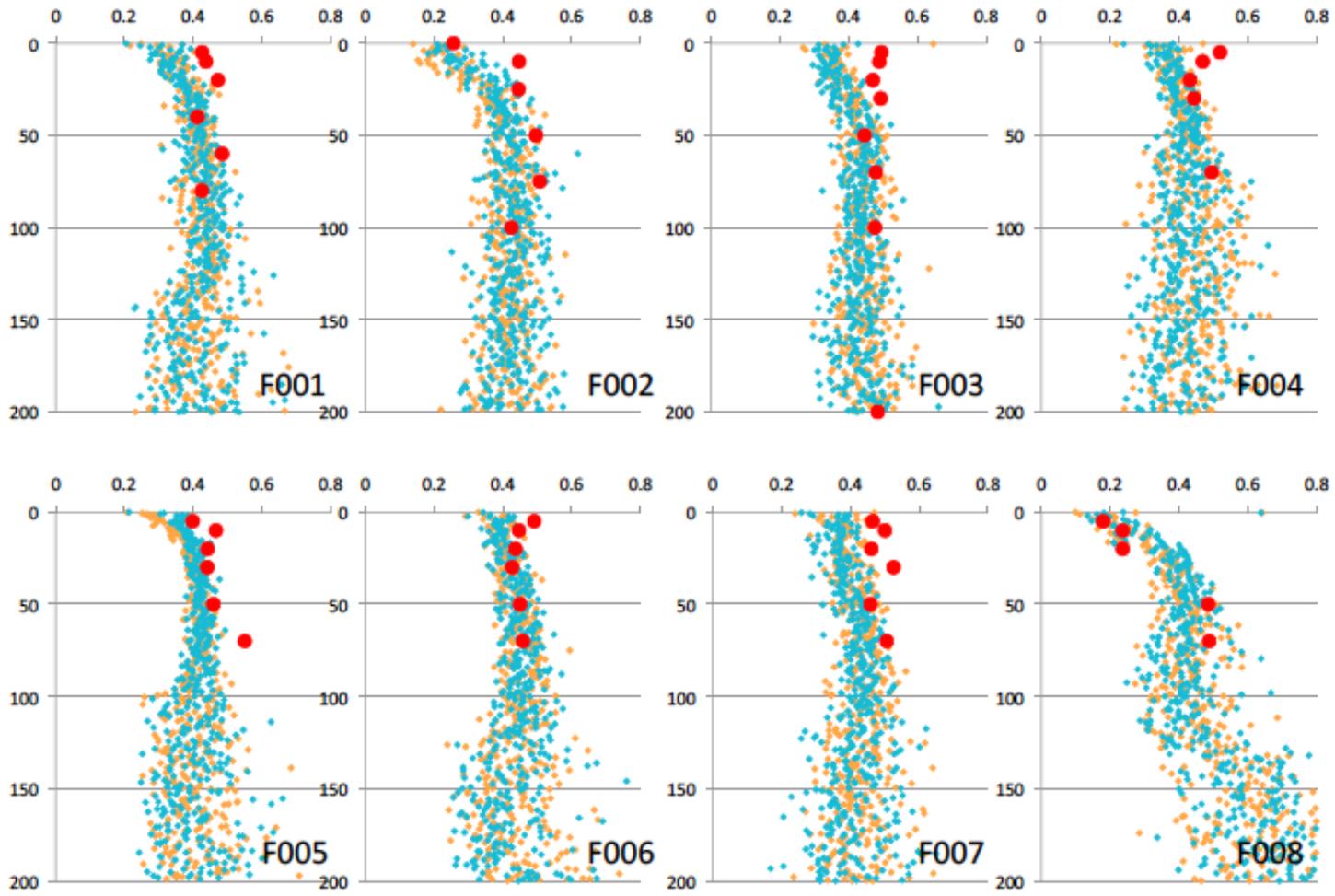
植物プランクトンの生理状態は、測定時の光条件に大きく左右される。前述のように、FRRF は暗室を備えており、植物プランクトンが測定直前まで受けていた光の履歴は、暗室へサンプル水を導入するパイプを通過することで解消されると考えられている。しかし、日中や日没直後における植物プランクトンの光の履歴は暗室への導入時間では解消できない可能性がある。そこで、本研究では、ニスキンボトルで採取したクロロフィルサンプルの一部を、6 時間以上暗所に静置したものを、ベンチトップ式 FRRF で測定した。結果は、次ページ以降に示した。

### [有光層深度について]

なお、FRRF 観測を行う上で、海中の光合成有光放射 (PAR) は重要なパラメータであるため、FRRF のフレームには PAR センサーが搭載されている。晴天の日中に FRRF 観測を行った C011, C012 の PAR 観測結果から求めた有光層の水深は、それぞれ 70 m (C012)、50 m (C011) であった。

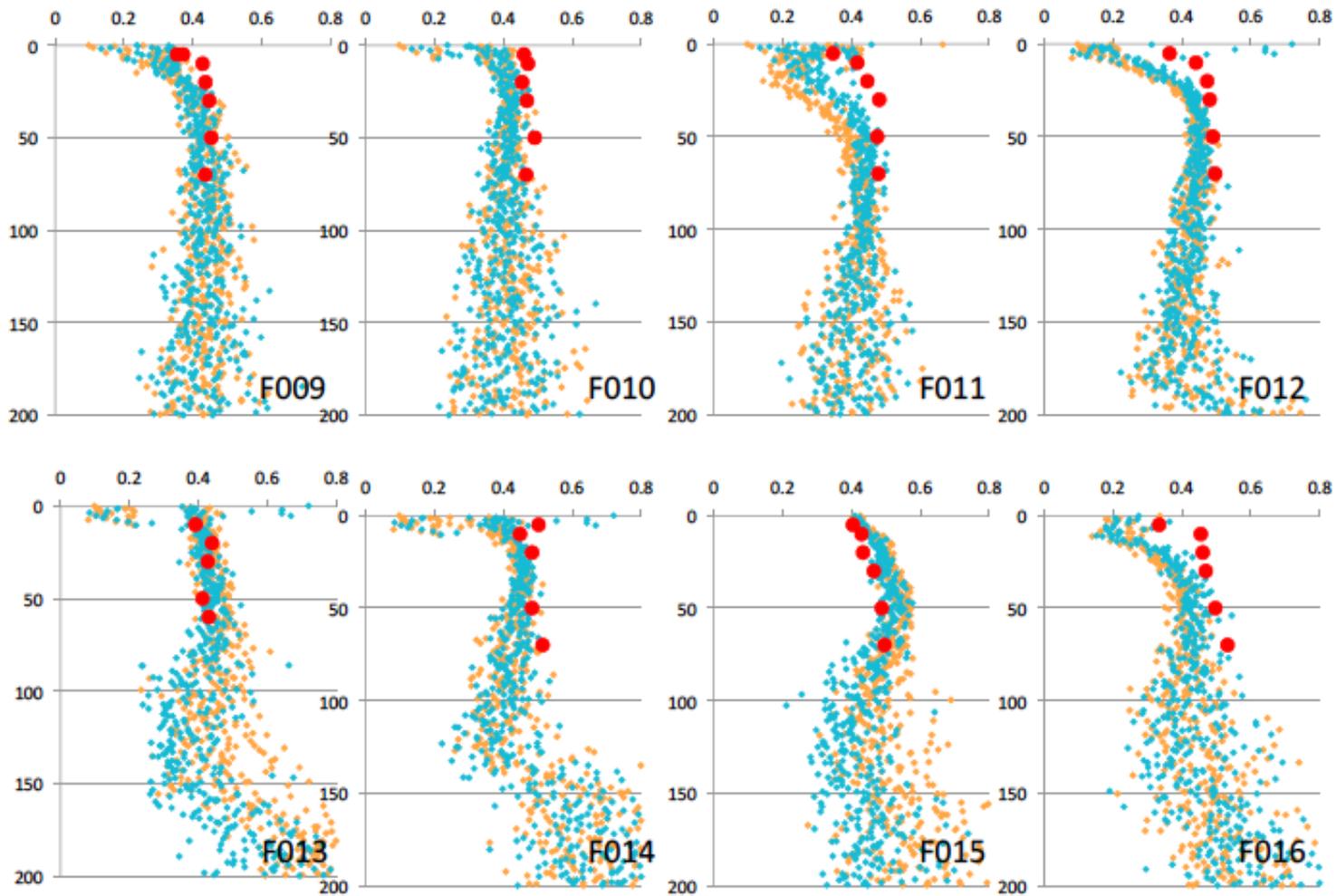
KH-13-3  $F_v/F_m$  (F001-F008)

- 採水サンプル
- FRRF (dark)
- FRRF (light)

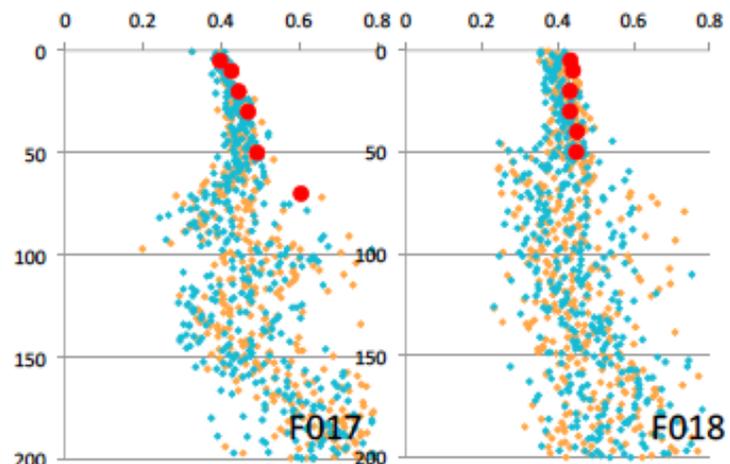


KH-13-3  $F_v/F_m$  (F009-F016)

- 採水サンプル
- FRRF (dark)
- FRRF (light)

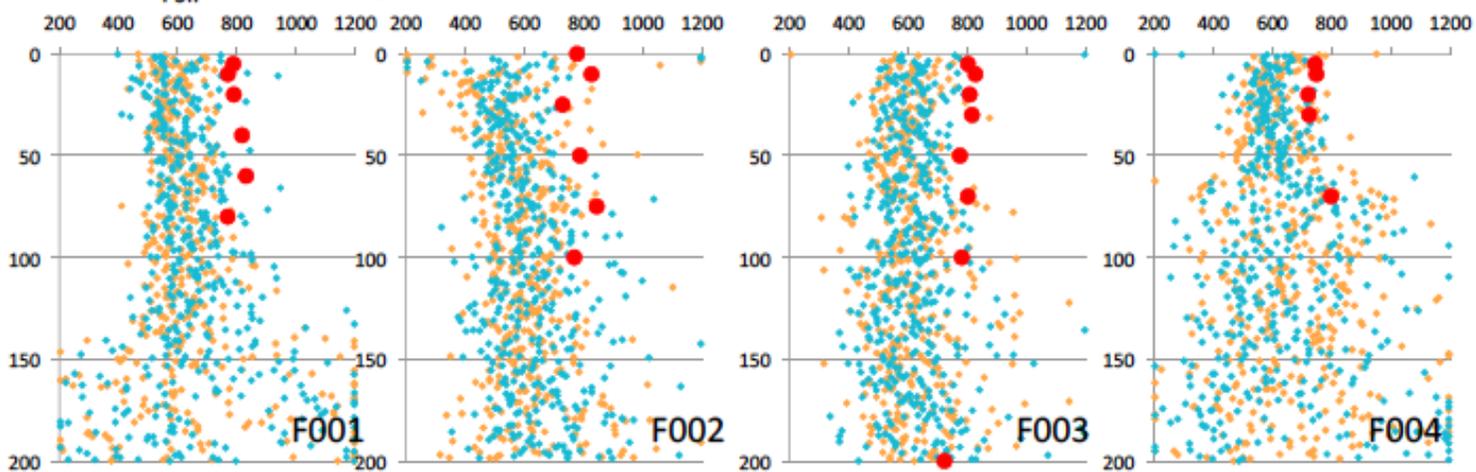


KH-13-3  $F_v/F_m$  (F017,F018)



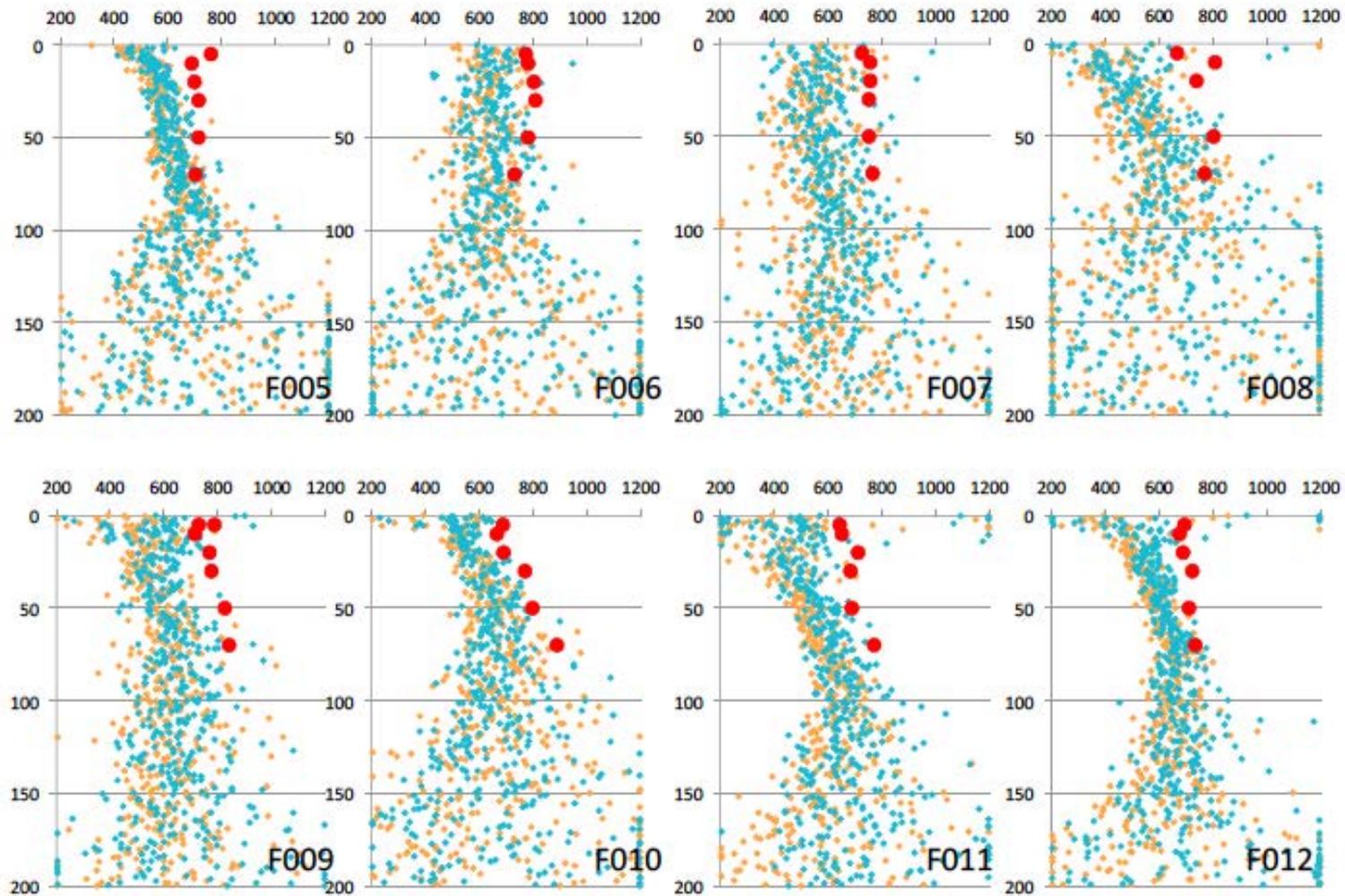
- 採水サンプル
- FRRF (dark)
- FRRF (light)

KH-13-3  $\sigma_{PSII}$  (F001-F004)



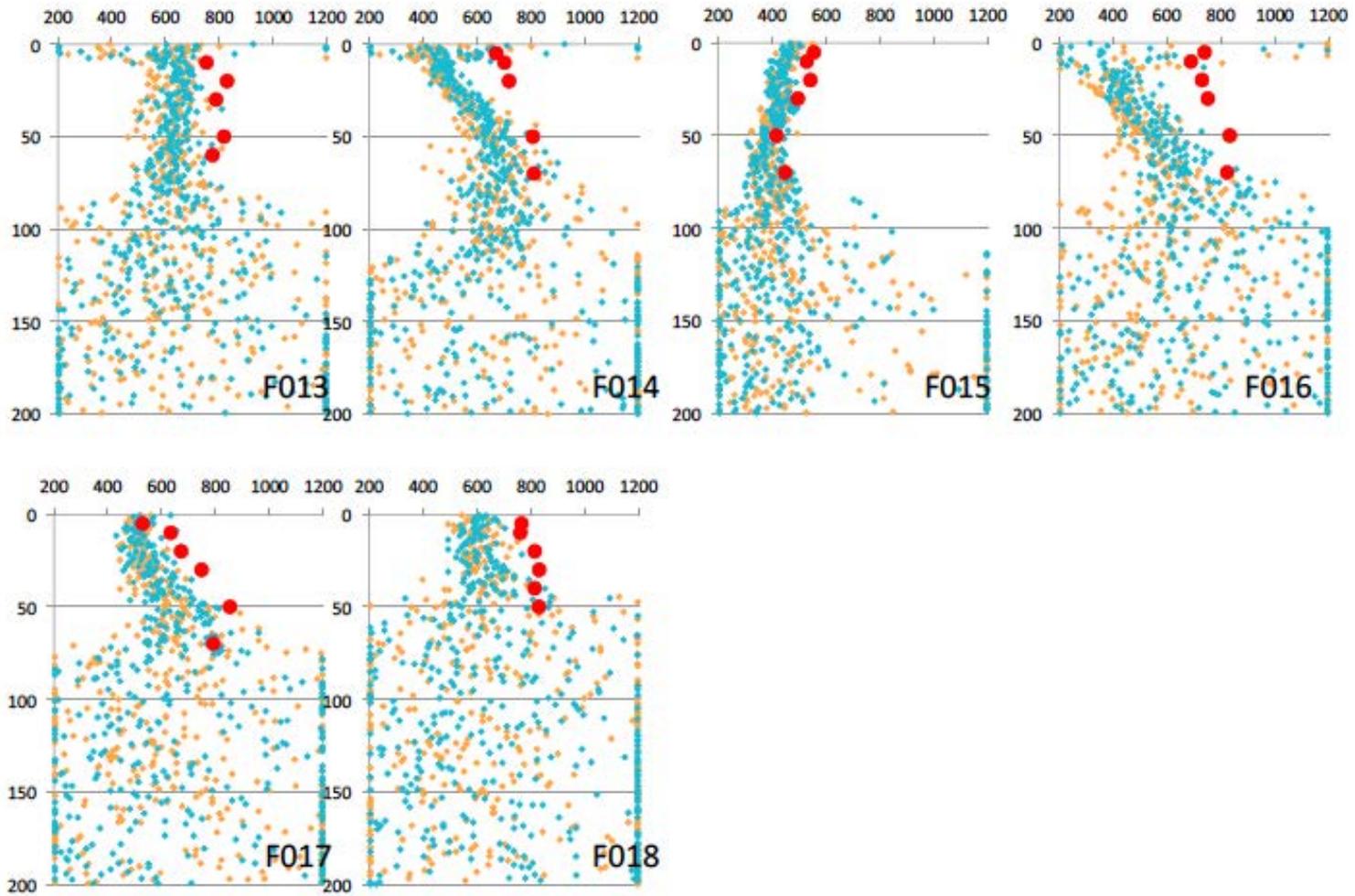
KH-13-3  $\sigma_{PSII}$  (F005-F012)

- 採水サンプル
- FRRF (dark)
- FRRF (light)



KH-13-3  $\sigma_{PSII}$  (F013-F018)

- 採水サンプル
- FRRF (dark)
- FRRF (light)



## 28. 培養実験

名古屋大学 地球水循環研究センター 鋤柄 千穂

### [培養実験の目的]

冬季から春季にかけての亜寒帯海域は、大気からの冷却により、有光層より深い鉛直対流混合が起きている。その中に生息する植物プランクトンは、混合により光環境が大きく変化するために、栄養塩濃度が高いにもかかわらず、増殖することができないと思われる。混合が収束し、水塊構造が安定した時、植物プランクトンのバイオマスおよび基礎生産力がどのような時間スケールで変化するかを調べるため、有光層中もしくは有光層直下の試水を、光環境を変えて培養し、生物学的パラメータの時間変化を測定した。

### [手法]

観測点 C002 と C017 でニスキンボトルより酸素瓶および 1L ポリカーボネートボトルに試水を採取し、甲板水槽および 10 研 (低温実験室) にて培養を行った。培養時間は、C002 での実験では、0 (4 月 8 日)、1、3、7 日、C017 では 0 (4 月 22 日)、1、2、4 日とした。光環境は、90% 遮光布を用いて調節した。この実験による測定項目は、酸素、クロロフィル a、栄養塩、溶存炭素と窒素濃度および FRRF パラメータ (ベンチトップ FRRF による  $F_v/F_m$  と  $\sigma_{PSII}$  測定) である。

観測点 C002 (CTD キャスト番号は C02I)

- ① 200m 深の試水を光 100% (甲板水槽・遮光布なし) で培養
- ② 200m 深の試水を光 10% (甲板水槽・遮光布 1 枚) で培養
- ③ 200m 深の試水を光 1% (甲板水槽・遮光布 2 枚) で培養
- ④ 200m 深の試水を光 0% (10 研・暗箱・水温調節) で培養
- ⑤ 50m 深 (光 1%) の試水を光 0% (④と同条件) で培養
- ⑥ 20m 深 (光 10%) の試水を光 0% (④と同条件) で培養
- ⑦ 5m 深 (光 100%) の試水を光 0% (④と同条件) で培養

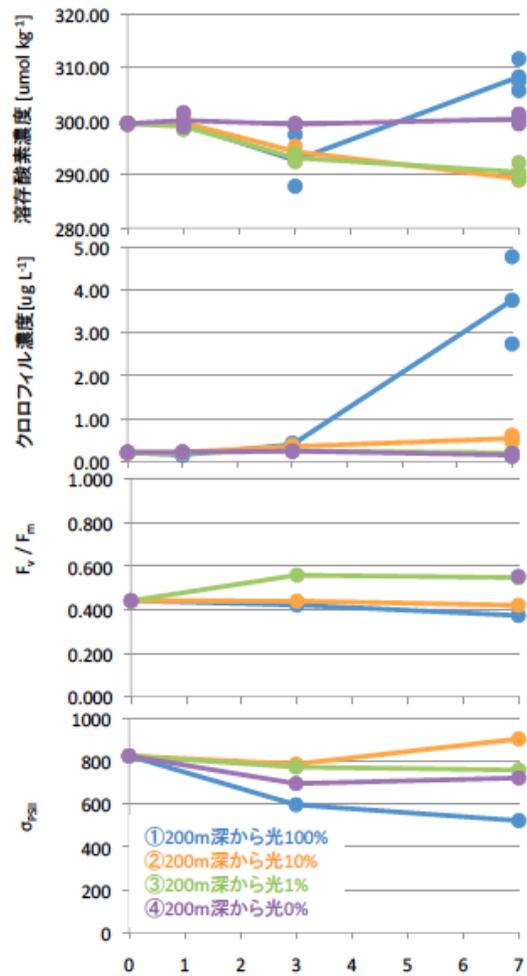
観測点 C017 (CTD キャスト番号は C17I)

- ① 200m 深の試水を光 100% (甲板水槽・遮光布なし) で培養
- ② 200m 深の試水を光 10% (甲板水槽・遮光布 1 枚) で培養
- ③ 200m 深の試水を光 1% (甲板水槽・遮光布 2 枚) で培養
- ④ 200m 深の試水を光 0% (10 研・暗箱・水温調節) で培養

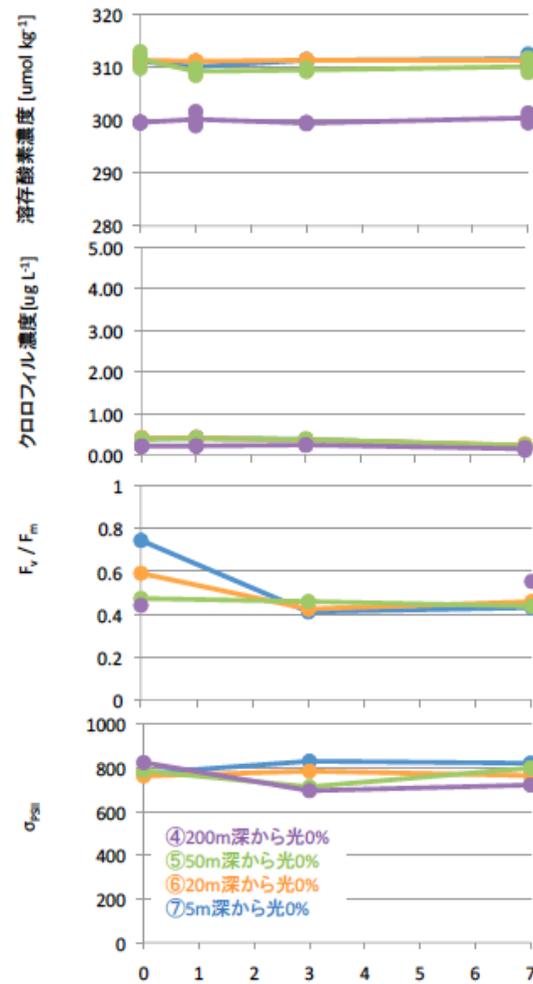
### [結果]

ここでは、酸素、クロロフィル濃度と FRRF パラメータの時間変化を示す。なお、C002 の試水を使った実験中 (4 月 11,12 日)、低気圧を避けるため南下したので、甲板水槽の水温が著しく上昇した。甲板水槽で培養していた①~③の酸素濃度が大きくばらついているのは、このためと思われる。また、クロロフィル濃度が低い試水は、FRRF の測定値が安定しなかった、C017 での FRRF データは掲載していない。

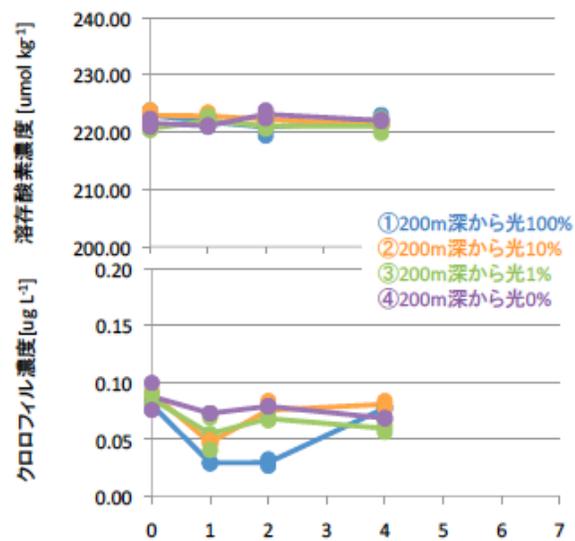
培養実験結果 (St.C02I, ①~④)



培養実験結果 (St.C02I, ④~⑦)



### 培養実験結果 (St.C17I, ①~④)



## 29. 係留系回収作業

柳本大吾・伊藤幸彦・田中潔 (大気海洋研究所)

東北沿岸・近海の物質の水平・鉛直輸送過程や大槌湾と外洋との海水交換過程を明らかにすることを目的として、昨年10月に淡青丸 KT-12-28 次観測航海 (主席:安田一郎教授) が実施された。この観測の一環として、10月24日に、図1のような上向き 75kHz ADCP (RDI Longranger) の係留系が三陸海岸トドヶ崎沖の陸棚斜面上端部 (水深約 680m) に設置された。本航海で回収するまで約 6 か月間にわたって、海底上 75m から表層までのほぼ全層にわたる 16m 間隔の流速プロファイルを 1 時間おきに計測する予定であった。係留点は岩手県水産技術センターの定期観測線にあり、毎月得られる海水特性とともに解析を行うことによって三陸沖の海洋変動について大変有用な知見が得られると期待された。

本航海では表1のように回収作業を行ったが、残念ながら切離装置の応答が得られず回収に至らなかった。なお、本航海で目指した係留点 (39°32.015'N、142°20.999'E) は淡青丸での設置時に野帳に記された位置情報に基づいていたが、その後、その記述が間違っており実際には経度で 0.9 分ほど西 (142°20.0999'E) だったことがわかった。しかし、係留系に用いた海洋電子 (株) 製の切離装置は 5km 以内であれば十分に交信が可能なもの (公称の交信距離は 10km) であるので、1.5km ほどの位置の違いは今回の回収失敗の原因ではない。

本航海の後、7月5日から11日まで実施された第三開洋丸 (旧淡青丸) KK-13-2 次航海 (主席:伊藤幸彦准教授) にて、設置点 (39°32.015'N、142°20.100'E)、および、設置点の南方 3 マイルおきの 3 地点、設置点の東方 3 マイルおきの 2 地点、計 6 地点でトランスデューサーを下ろして切離装置の探索を行い、なおかつ航行中には魚探による係留系探索を行ったが、いずれもまったく反応が得られず、亡失したものと判断される。

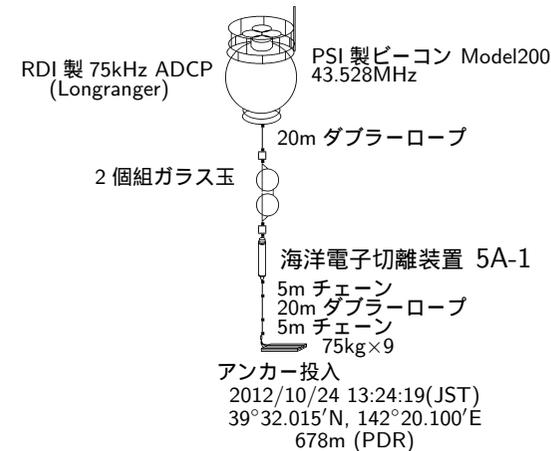


図 1: 回収を予定した Longranger 係留系

表 1: 本航海での作業 (4月5日)。時刻は船内時刻

06:01	環境動態分野の船上局とトランスデューサーを用いて切離コマンドを送信するが応答なし 直上 (39°32.015'N、142°20.999'E) までシフト
06:22	切離コマンドを送信するが応答なし
06:30	海洋大循環分野の船上局とトランスデューサーに変更して切離コマンドを送信するが応答なし 船上局とトランスデューサーの組み合わせを変更して数度切離コマンドを送信してみたが応答なし
07:00	PDR による探索を開始
08:00	PDR に反応無く、再度切離コマンドを送信するが応答なし 離脱

### 30. CTD フレーム取り付け型マイクロライダ mr-6000 による微細構造観測

東京大学大気海洋研究所 安田一郎・長澤真樹・後藤恭敬

#### 研究目的

海洋鉛直混合の実測データは希少であり、特に中深層の鉛直混合のデータは現時点でも極めて少ない。CTD 観測と同時に、シップタイムを取ることなく海洋微細構造観測データを得ることを目的として、2009 年から CTD フレーム取り付け型微細構造取り付け装置マイクロライダ mr-6000 による観測を開始し、フリーフォール乱流実測データとの比較を通じて、観測データの特徴を把握し、利用の限界を明らかにし実用化を目的にデータを蓄積してきた。これまでの研究（長澤・安田：2013 年 3 月海洋学会春季大会ポスタ発表）は、マイクロライダの観測データのうち、1) シアプローブによる観測データは CTD 降下速度の変動が小さい場合良好であること、2) 高速水温計による観測データのうち、水温消散率  $\chi$  は比較的良好であるが、Batchelor Spectrum にフィットして求めたエネルギー散逸率は、フリーフォール乱流計に比べて過小評価となる、ことを報告した。過小評価の原因として、CTD 降下速度（約 1 m/s）がフリーフォール観測時降下速度（0.5-0.7m/s）に比べて大きく、高速水温計 FPO7 の時定数（約 7ms）では高周波領域が充分捉えられていなかった可能性が指摘された。このように、マイクロライダから得られる水温消散率  $\chi$  の分布は、絶対値の精度は今後さらに評価する必要があるが、鉛直混合の大小を定性的に把握することには少なくとも役立つ。

これらのことから、白鳳丸 KH-13-3 航海において、CTD フレーム取り付け型マイクロライダの観測を行い、鉛直混合強度の分布を把握するとともに、通常のサンプリング周波数（512Hz）の倍 1024Hz でデータを取得した場合との比較を通じて、マイクロライダ観測が改善できるかどうかの検討を行った。

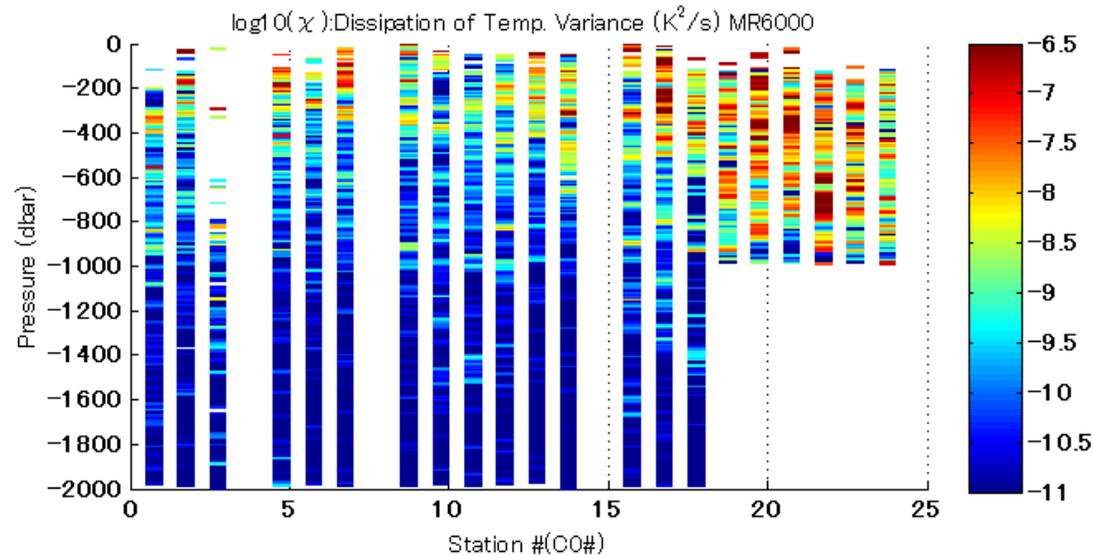
#### 観測と方法

本観測では、サンプリング周波数を、シアプローブ及び高速水温 T1 センサについて 1024Hz、高速水温 T2 センサは 512Hz、CTD (SBE9plus) 64Hz と設定し、データを取得した。これらの観測データのうち、観測点 C004 と C015 でのデータは、ファイル記憶の不良により取得できなかった。また、C008 のデータは、処理がうまくできなかったため本報告に載せていない。レグ 1 の観測データは、荒天時のものが多く、0-200m 深で CTD を通常よりゆっくり降下させているために、CTD が上昇することが頻繁に起きたため、良好なデータが表層で取れていな

い観測が多い。また、512Hzで取得した高速水温計 T2 が、レグ2 観測点 C018 以降破損したため、図1の水温消散率データは、1024Hzで取得した T1 センサからのデータを使っている。観測点 C001 から C017 では、512Hz センサ T2 のデータを用いて求めている。

### 結果と考察

下図に水温消散率  $\chi$  の観測点毎の分布を示す。定量的には今後さらに検討を要するデータであり、示したデータは暫定的なものであることに注意して欲しい。図からは、観測点 C019 以降大きくなっている様子が見られるが、T1 センサを用いた評価（観測点 C018 から C024）では時定数の補正を施しており、時定数の補正をしていない C001 から C017 に比べて大きい理由となっているかもしれない。今後さらに検討する予定である。

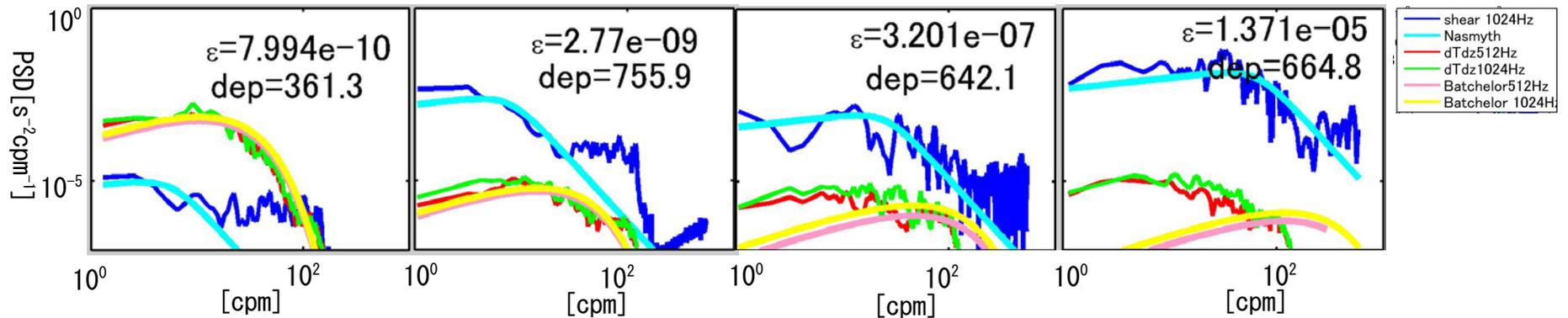


これまでの MR と VMP の観測結果の比較では、MR 観測結果は乱流強度を過小評価している傾向がみられた。MR の降下速度が VMP より速いことが大きな原因であるが、MR は CTD フレームに取り付けて観測しているため、降下速度は変更できない。そこで、本航海では測定プログラムを従来の 512Hz から 1024Hz へと書き換え、データ取得を試みた。

下図に MR により測定されたシアースペクトル及び、温度シアースペクトルの一例を示す。シアースペクトルには、それぞれの区間で求められた  $\epsilon$  に対応する Nasmyth スペクトルを重ねてある。温度シアースペクトルには、それぞれの区間で求めた  $\chi$  と、同区間でのシアースペクトルでの測定から求めた  $\epsilon$  で決まる Batchelor スペクトルを重ねてある。

従来の 512Hz でシアアの測定を行った場合は（本航海ではチャンネル数の都合で測定を行わなかった）、10cpm を越えたあたりからシアースペクトルのカットオフが始まり、 $\epsilon$  が  $10^{-7}\text{Wkg}^{-1}$  以上に対応するスペクトルは測定不可能であった。本航海で、1024Hz で測定したシアアのスペクトルでは、カットオフが高波数側にシフトしており、 $\epsilon = 10^{-5}\text{Wkg}^{-1}$  に対応するスペクトルまで測定できているように見える。MSP による観測結果との比較を行う迄はまだ何とも言えないが、乱流強度の過小評価は幾分改善されるものと思われる。

一方、温度センサーによる測定結果では、512Hz の場合も 1024Hz の場合もカットオフは 10cpm 程度と変わらず、温度センサーのレスポンスが遅いことによる影響が大きいことが示唆された。 $\epsilon = 10^{-10} \sim 10^{-9}\text{Wkg}^{-1}$  程度の区間では Batchelor スペクトルによく合っているが、それを超える乱流は、高波数成分が測定できておらず、なんらかの補正が必要である。



### 31. RINKO III

気象研究所 小杉 如央

#### 測器紹介

RNKO III は(株)JFE アドバンテック社製の CTD 搭載型酸素センサーで、高応答速度が特長である。

#### 計算

CTD up cast の RINKO 出力(0~5V)と、ボトル溶存酸素の値から RINKO III 出力を溶存酸素濃度[O<sub>2</sub>]に変換する式を決定した (Uchida et al., 2008)。係数は Leg1、Leg2 で共通とした。

$$[O_2] = \{((1+c_4t)/(c_5+c_6v+c_7T+c_8Tv)-1)/(c_1+c_2t+c_3t^2)\}(1+c_9P/1000)^{1/3}$$

[O<sub>2</sub>]: Garcia and Gordon (1992) in  $\mu\text{mol/kg}$

v: RINKO III output voltage in volt

t: potential temperature in degC

T: elapsed time of the sensor from the beginning of first station in day

c<sub>1</sub>=1.6284e+000

c<sub>2</sub>=3.9200e-002

c<sub>3</sub>=2.4432e-004

c<sub>4</sub>=3.1812e-003

c<sub>5</sub>=-1.3096e-001

c<sub>6</sub>=2.9922e-001

c<sub>7</sub>=-4.5729e-003

c<sub>8</sub>=2.9332e-003

c<sub>9</sub>=8.7436e-002

#### 参考文献

Garcia, H. E., and L. I. Gordon (1992): Oxygen solubility in seawater: Better fitting equations. *Limnol. Oceanogr.*, **37**, 1307-1312

Uchida, H., T. Kawano, I. Kaneko, and M. Fukasawa (2008): In-situ calibration of optode-based oxygen sensors. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **25**, 2271-2281.