



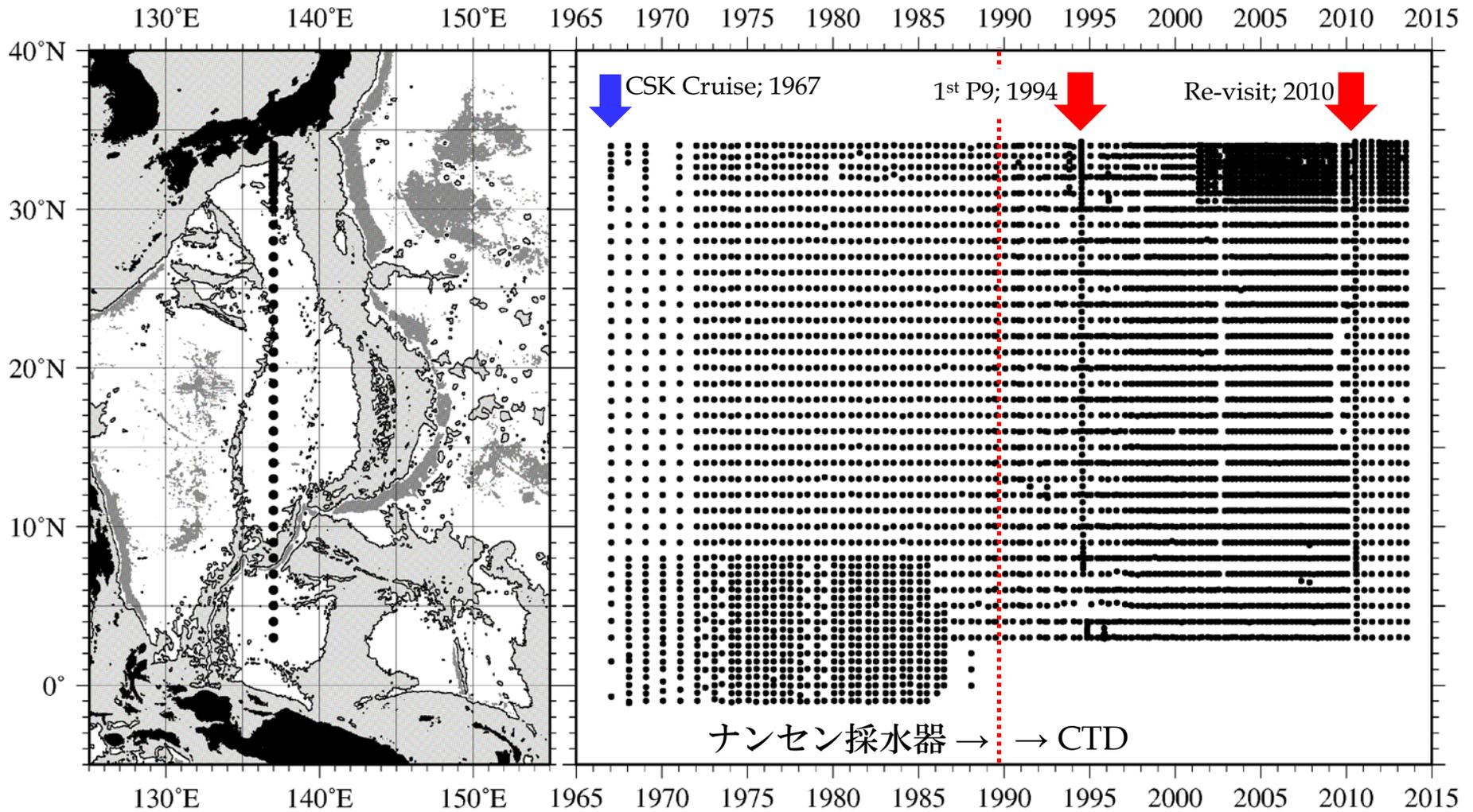
気象庁定線観測の半世紀

—変動のシグナルを求めて—

宮尾 孝 (気象庁)

2014/11/20 「海洋観測の現状と展望」
於 千代田放送会館ホール

137°E線の観測実施状況 (1967~2013)



「海洋観測指針」の手法・手順で得られる品質の
化学成分を含むデータを取得し続けてほぼ半世紀

1960年代 黒潮及び隣接水域共同調査 (CSK)

CSK : Cooperative Study of Kuroshio and Adjacent Waters

凌風丸 R/V Ryofu Maru による
最初の137°E線観測航海
Ry6701 (1967年1月11日~3月11日)

The Oceanographical Magazine
Vol. 19, No. 2, December 1967

An Oceanographic Section from Japan to New Guinea at 137°E in January 1967

By

Jotaro MASUZAWA

Japan Meteorological Agency

(Received November 16, 1967)

Abstract: A long meridional oceanographic section was made at 137°E from Japan to New Guinea in January 1967 on board the R/V *Ryofu Maru* for the CSK. The section involved the Kuroshio, its countercurrent, weak currents in the subtropics, the North Equatorial Current, the Equatorial Countercurrent, and the Equatorial Undercurrent. The descriptive features of these currents, such as width, geopotential difference, geostrophic flux and water characteristics are demonstrated. The salinity minimum in and south of the southern part of the North Equatorial Current is different in thermosteric anomaly from the salinity minimum in and north of the northern part of the North Equatorial Current, so that the former minimum may not be a direct southward extension of the latter minimum. Waters of the Equatorial Countercurrent and Undercurrent consist of medium-sized water masses both from the North Equatorial Current and from the South Pacific.

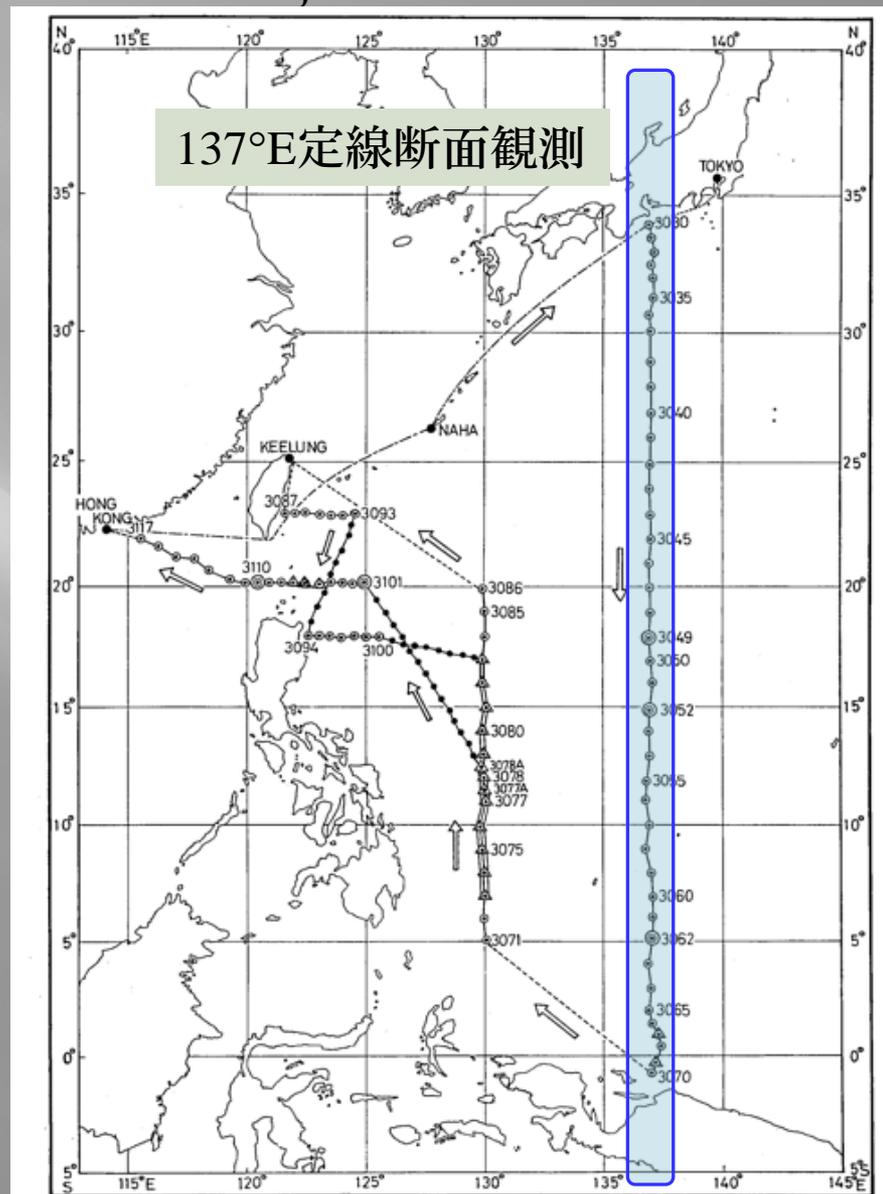
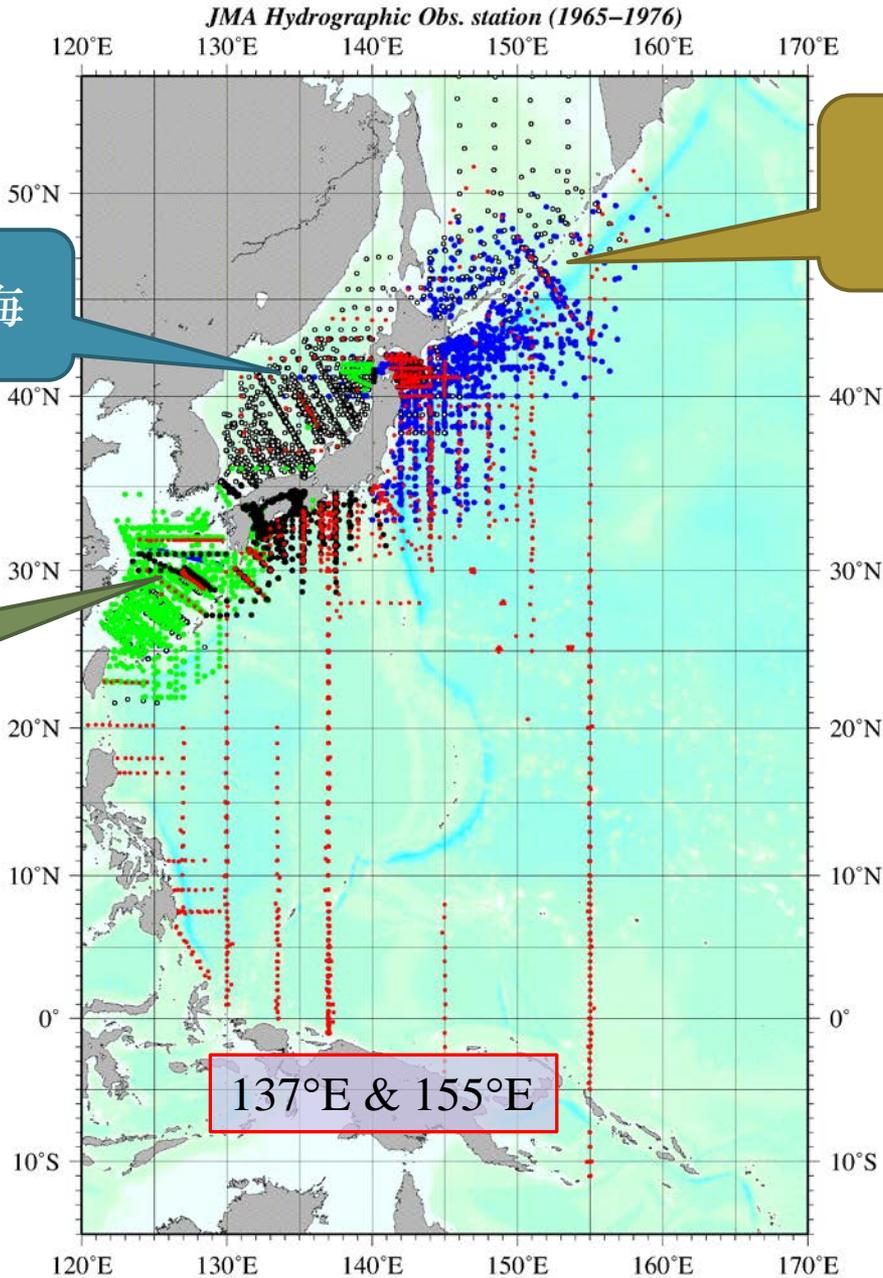


Fig. 1. Track chart of the CSK cruise of the R/V *Ryofu Maru*, JMA in January to March 1967.

CSK時代の 各層観測点



日本海

東シナ海

オホーツク海,
千島列島方面

気象庁本庁と
海洋気象台の
共同観測も...

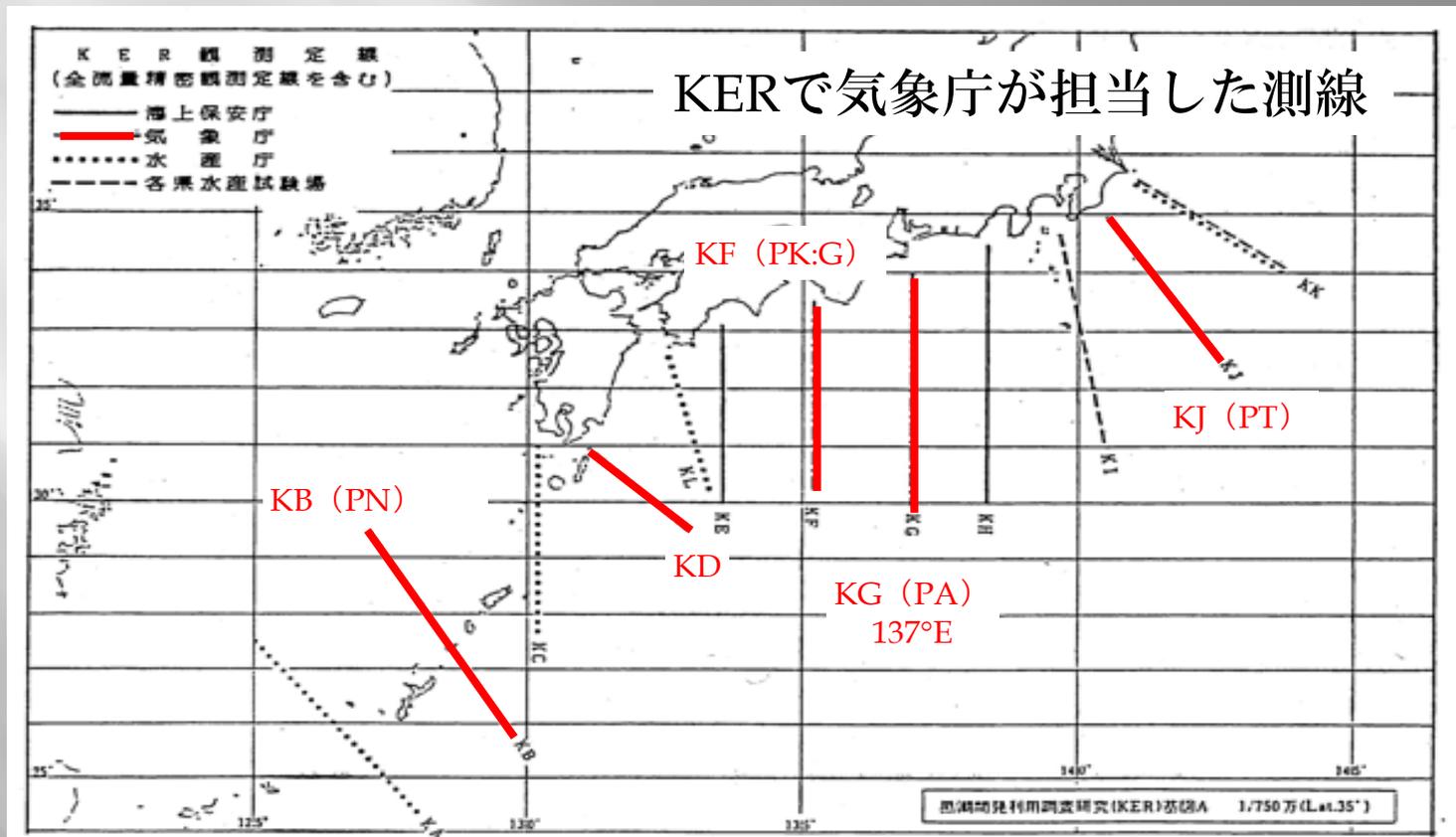
- Ryofu Maru
- Kofu Maru
- Shumpu Maru
- Chofu Maru
- Seifu Maru

1970年代～ 黒潮の開発利用調査研究 (KER) 日中黒潮共同調査 (JRK)

KER : Kuroshio Exploitation and Utilization Research

JRK : Japan-China Joint Research Programme on the Kuroshio

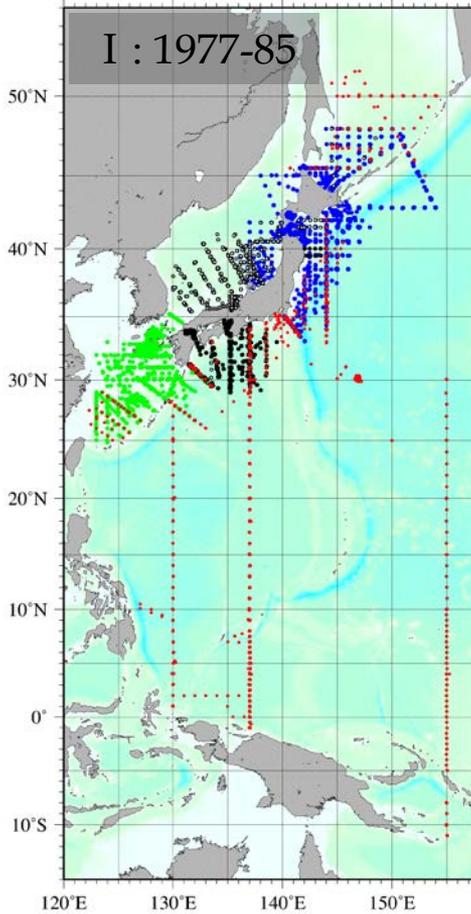
I : 1977～1985年度 II : 1986～1992年度 III : 1993～1998年度



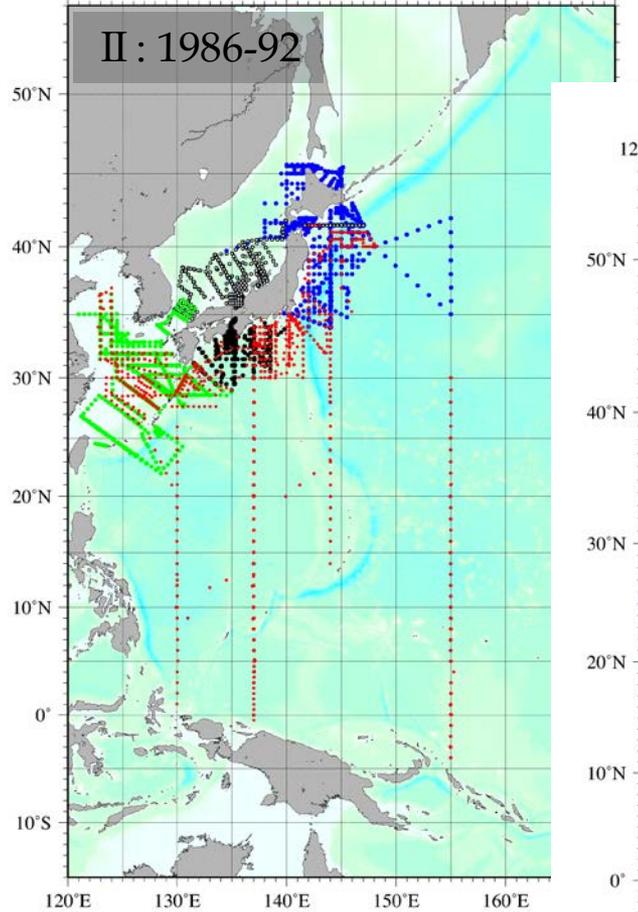
黒潮調査研究－KERの成果－ (1985年：月刊海洋科学)

KER, JRK時代の 各層観測点

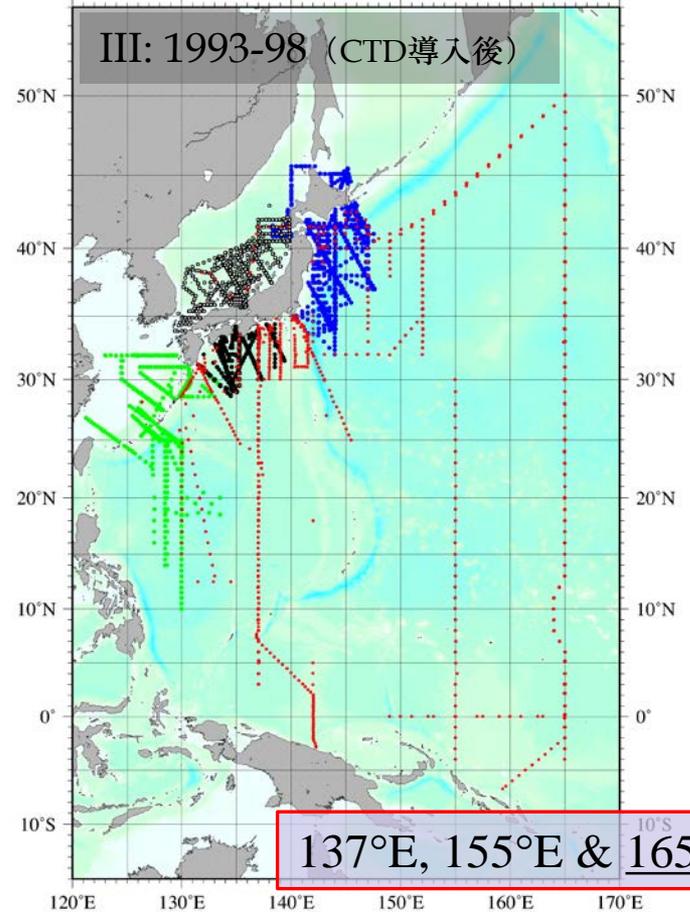
JMA Hydrographic Obs. station (1977-1985)



JMA Hydrographic Obs. station (1986-1992)



JMA Hydrographic Obs. station (1993-1998)



国連海洋法条約 (1982採択, 1994発効)
→ 排他的経済水域, 大陸棚等の問題が発生

1990年代～ 世界海洋循環実験計画 (WOCE)

WOCE: World Ocean Circulation Experiment

○ WOCEへの国内対応

科学技術振興調整費 (1990～1994年)

「海洋大循環の実態解明と総合観測システムに関する国際共同研究」

- (1) 海洋大循環の実態解明に関する観測解析研究
- (2) 数値モデルによる海洋大循環の研究
- (3) 海洋大循環の解明に必要な観測システムの開発

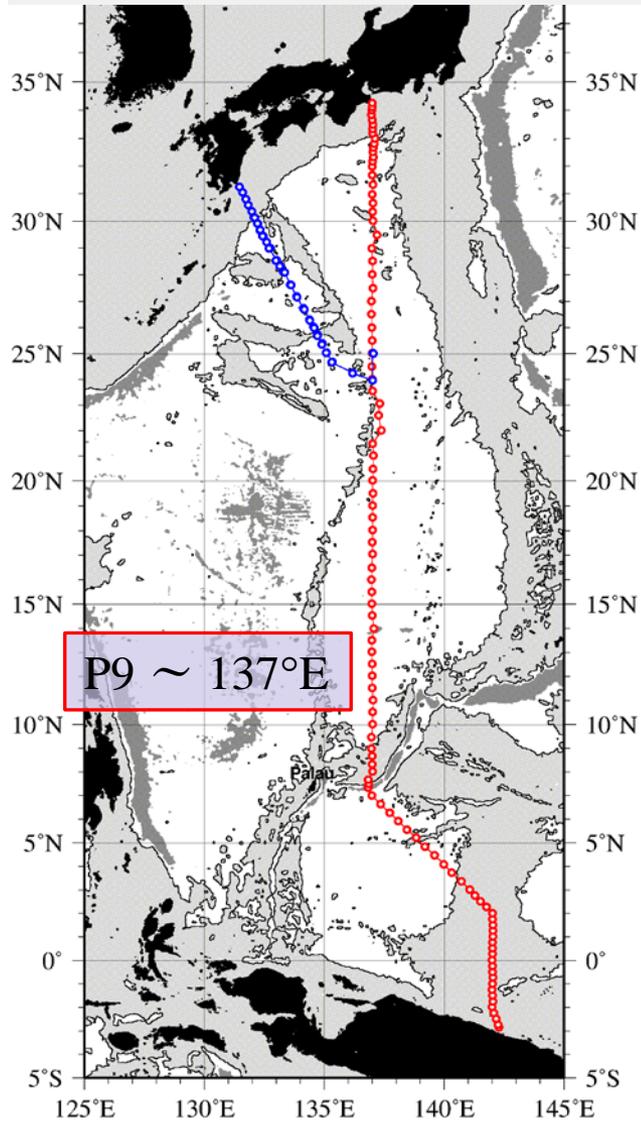
※ 海洋大循環 (1993年：月刊海洋)

※ 海洋大循環 (2) (1995年：月刊海洋)

気象庁（本庁、函館、神戸、長崎）によるWOCEの観測

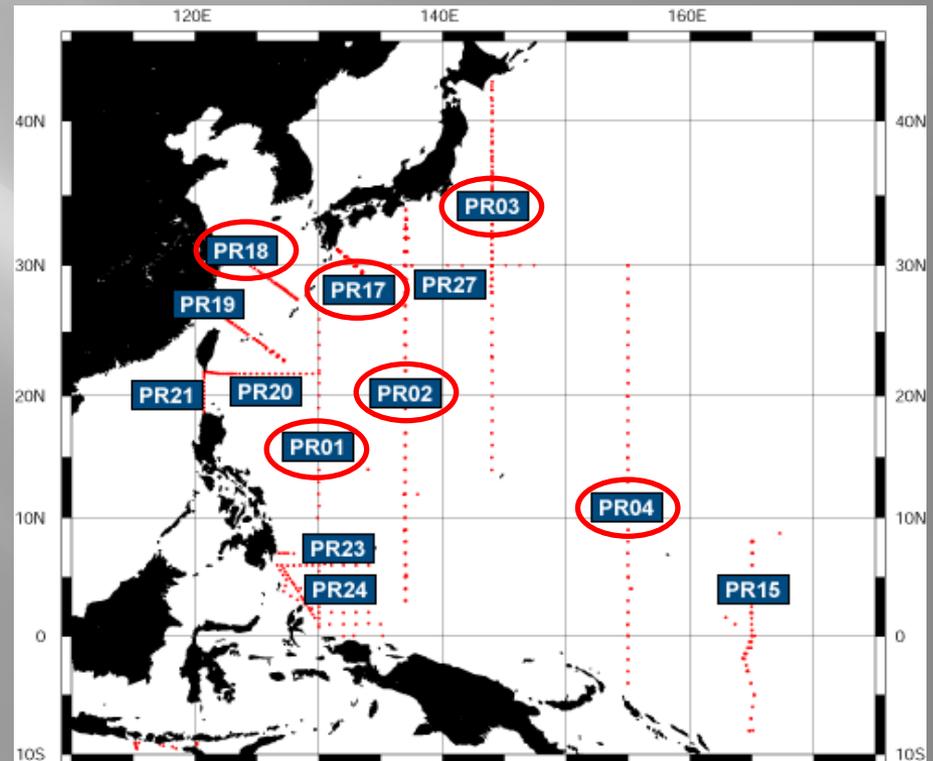
• one-time 観測

P9 (1994), P24 (1995)



• repeat 観測

PN線、130°E線、都井岬沖、
137°E, 144°E, 155°E



(http://www.nodc.noaa.gov/woce/woce_v3/wocedata_1/whp/index.htm)

1990年代～ 北太平洋亜寒帯循環と気候変動に関する国際共同研究 (SAGE)

SAGE : Subarctic Gyre Experiment

○ SAGEへの国内対応

科学技術振興調整費 (I: 1997-1999年度, II: 2000-2001年度)

「北太平洋亜寒帯循環と気候変動に関する国際共同研究」

- (1) ①北太平洋亜寒帯循環の構造とその時間変化に関する観測研究
②北太平洋亜寒帯循環の構造と変動の解明
- (2) ①亜寒帯循環と亜熱帯循環の相互作用に関する観測研究
②北太平洋中層水の形成と中層循環機構の解明
- (3) ①&②亜寒帯循環での二酸化炭素の挙動に関する観測研究
- (4) ①亜寒帯循環のモデル化及びデータ管理に関する研究
②データ管理と基盤整理

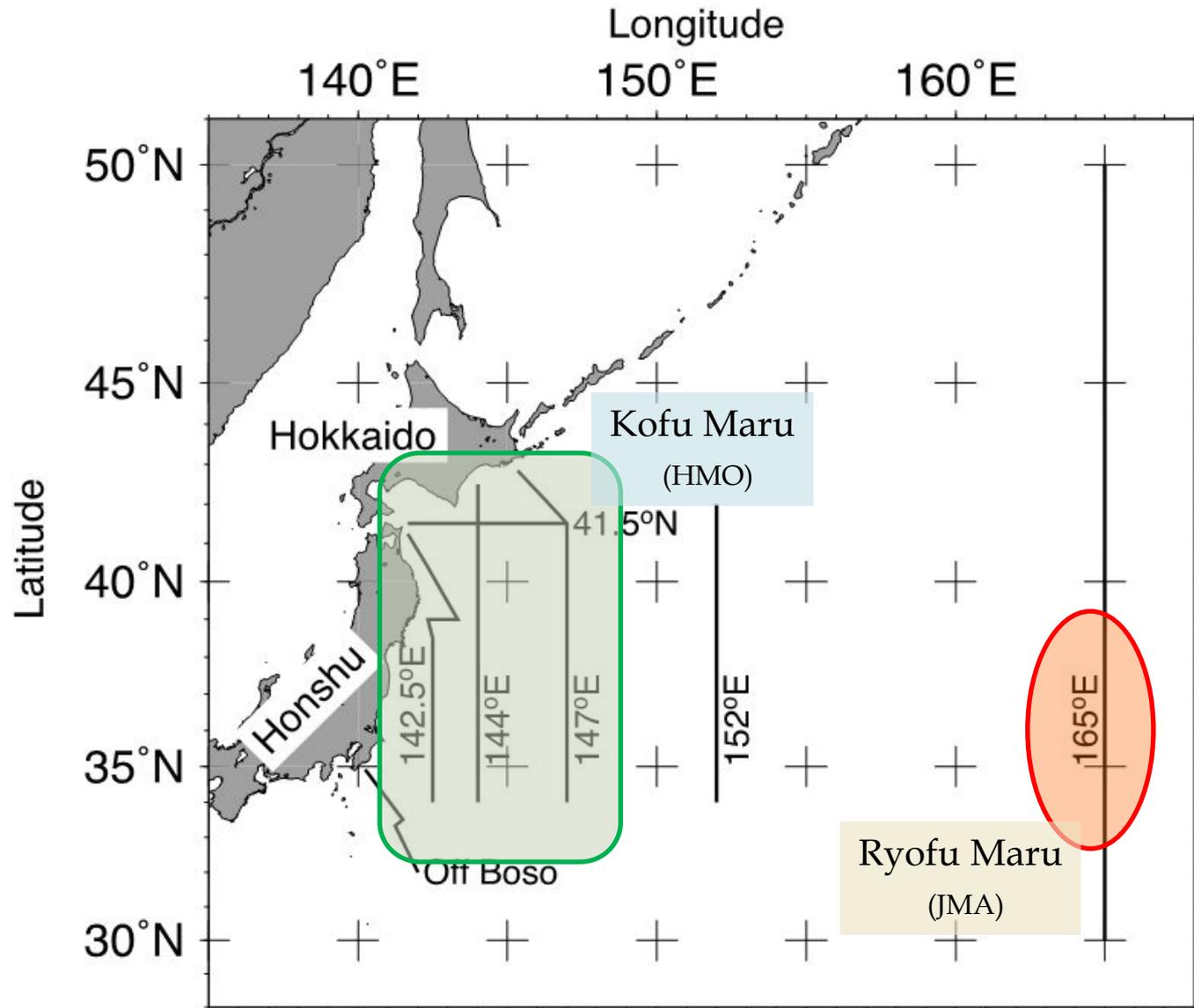
※ 北太平洋亜寒帯循環と気候変動 (SAGE)

-明らかにになってきた北太平洋亜寒帯域の海洋循環- (2003年: 月刊海洋)

※ <http://tnfri.fra.affrc.go.jp/sage/index.html>

※ Journal of Oceanography, Vol. 59-6, 2003.

気象庁（本庁 JMA，函館 HMO）によるSAGEの観測定線



Miyao and Ishikawa (2003)

ネットワーク観測 ～ 高精度観測（WHP測線再観測）

○2003年～ ネットワーク観測

▶ 観測船による定線観測の成果への期待

気候変動と密接に関連する海洋変動の定量的な把握には、
海洋内部の水温・塩分・流れの精度の高い観測結果が必要

太平洋における大気・海洋の十年スケール変動のメカニズム解明や、
その予測の鍵と考えられる西岸境界流域の変動の監視

▶ 従来の定線を中心に、

総観的に海流系や各種の水塊を把握できるように
岸から岸までの閉じた複数の測線を設定（Inverse 法による解析）

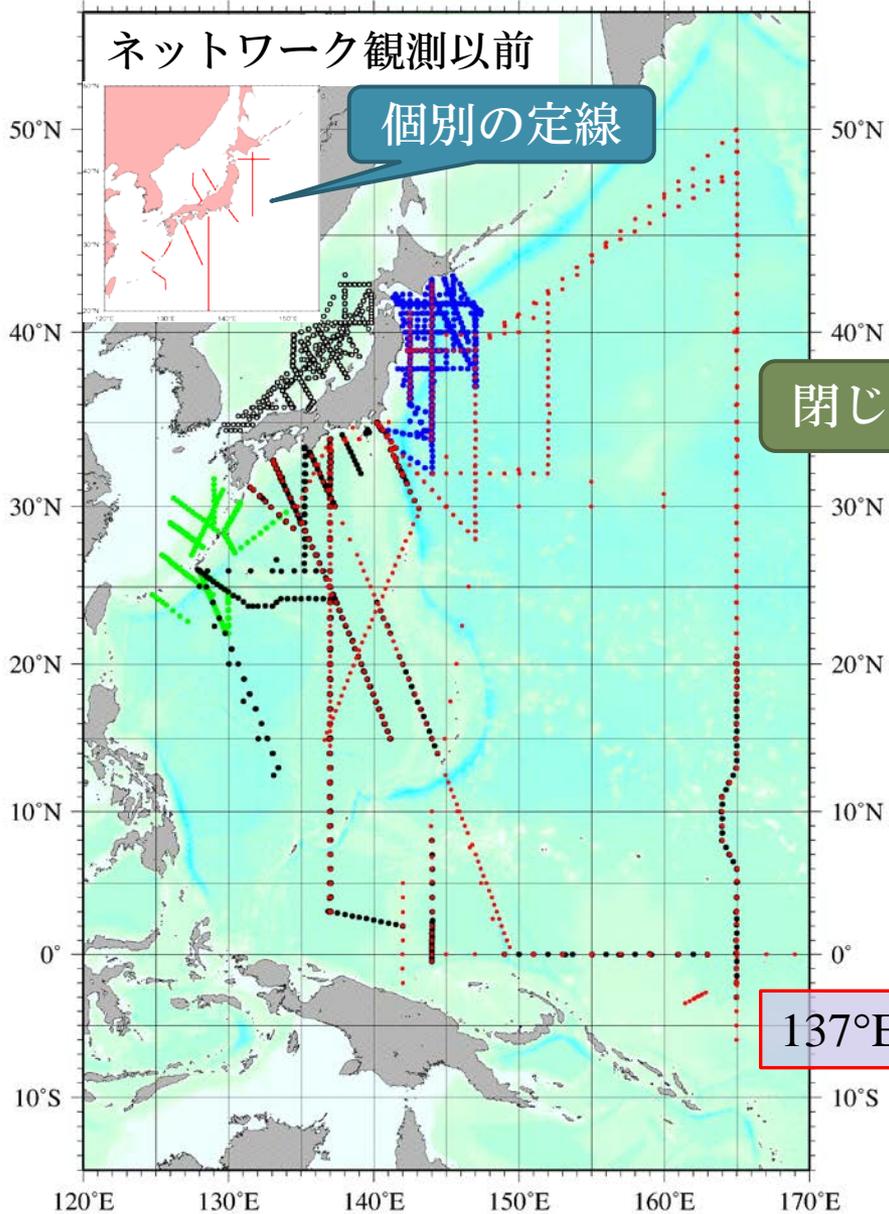
⇒ 「岸から岸まで」・「海面から海底まで」の
閉じた観測ラインにおける定線観測

※測候時報 海洋気象特集号 第75巻特別号（2008年）

「北西太平洋・日本周辺海域における海流系の流量・熱輸送量の変動」

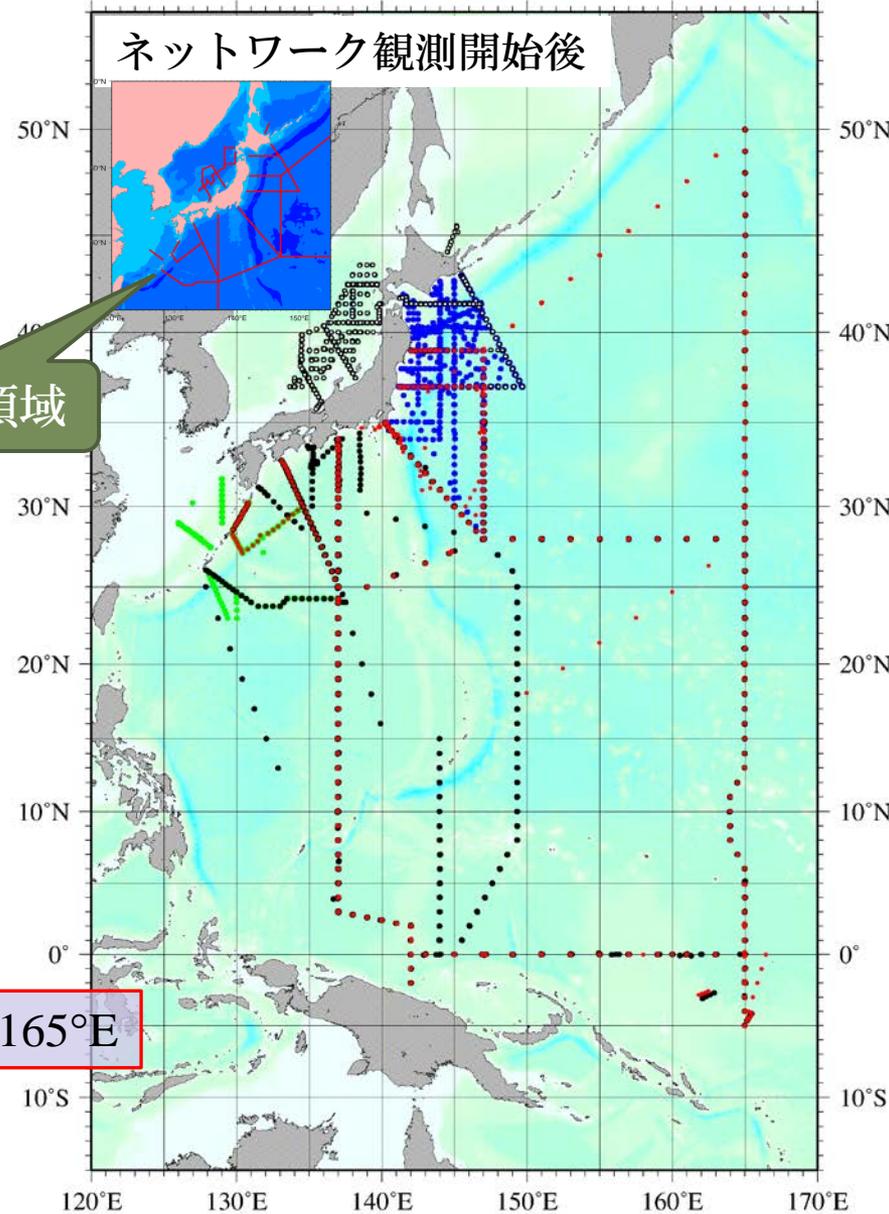
JMA Hydrographic Obs. station (1999–2002)

120°E 130°E 140°E 150°E 160°E 170°E

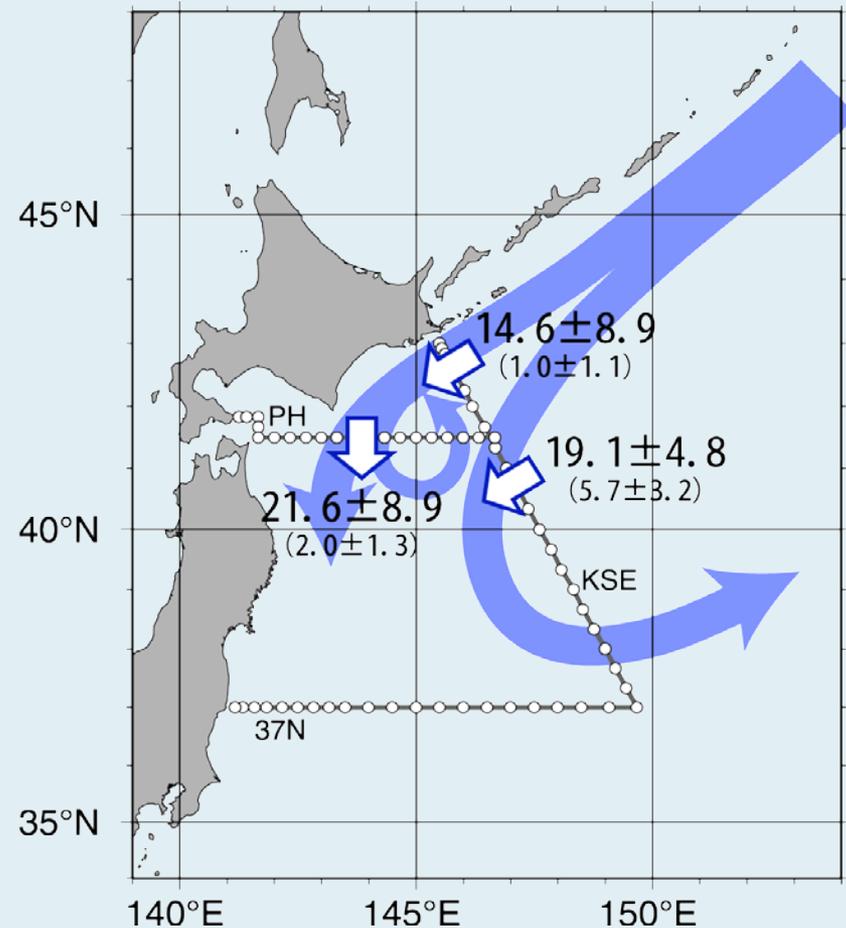
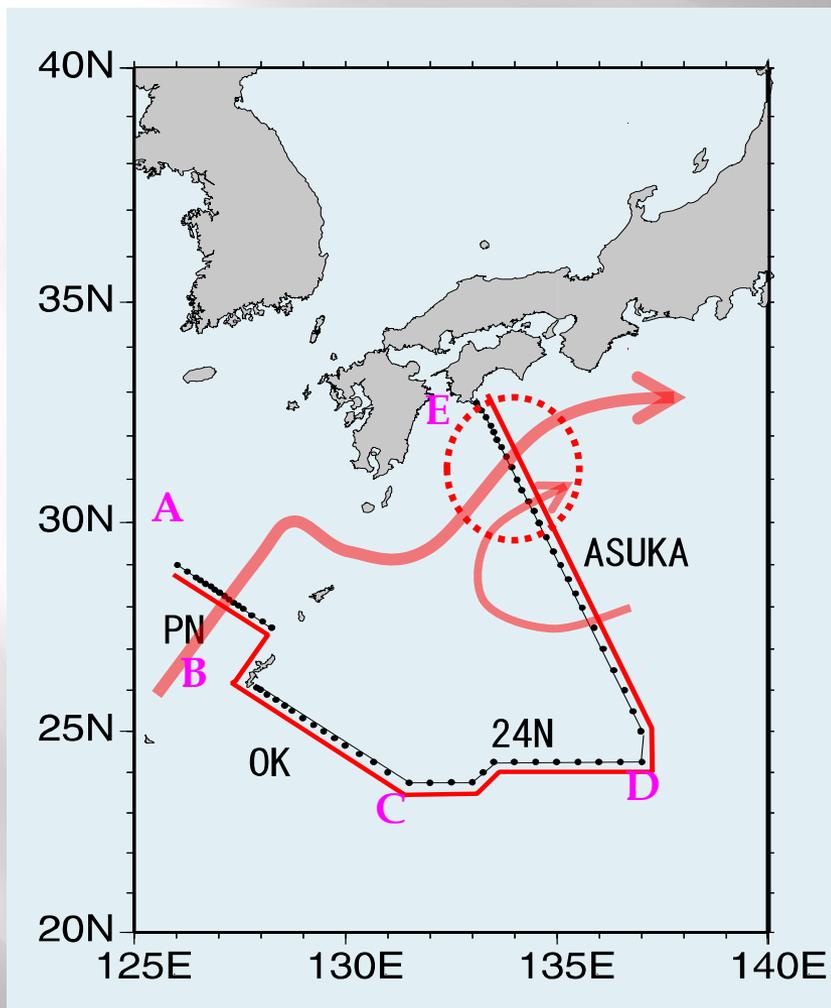


JMA Hydrographic Obs. station (2003–2009)

120°E 130°E 140°E 150°E 160°E 170°E



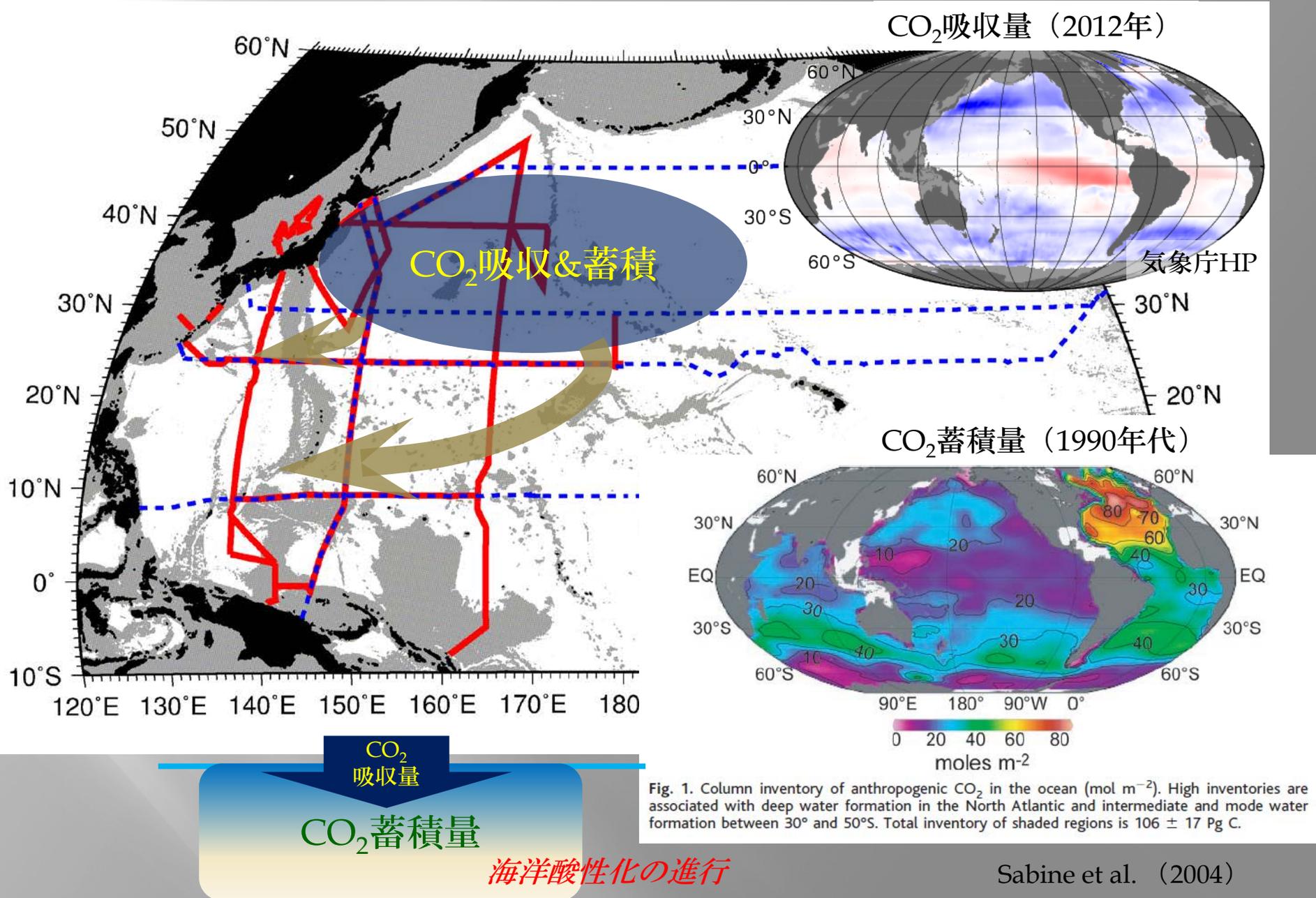
○ネットワーク観測の成果 (Inverse Method解析による)



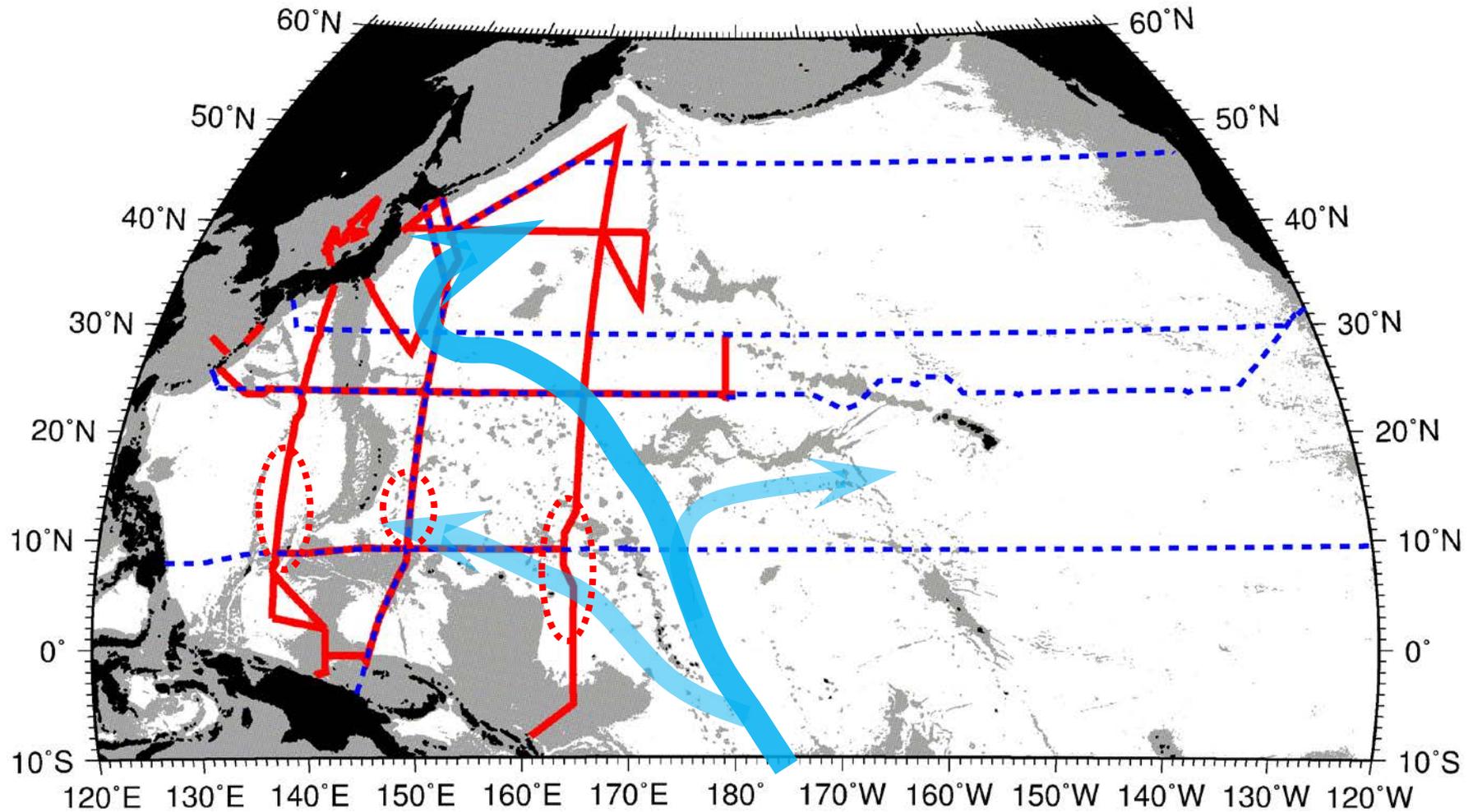
- 黒潮流量：2000dbar準拠の観測で把握可能
- 渦位と塩分の分布特性で再循環流量を分離

- ◆ 親潮流量：海底までの観測が必要
(上：海底まで、下：2000m～海底)

炭素循環の定量的な見積り，CO₂吸収能力の変化と海洋酸性化の監視



深層循環の変化（底層水温）の監視と 海面～深・底層における気候変動シグナルの把握



底層水の経路：WHP測線との交点や5度ごとのBottomまでの観測

気象庁定線観測の成果

気象庁の定線観測で捉えられているものは、
表中層における**海盆スケール**の**海洋構造**や
数年～十年スケールの**長期変動**の一部

○海洋構造の理解

- 137°E線における海洋構造（流れ、水塊）の記述

Water property and current distributions along the WHP-P9 section (137°–142°E) in the western North Pacific

(1998 ; JGR)

Ikuo Kaneko,¹ Yasushi Takatsuki,² Hitomi Kamiya,³ and Satoshi Kawae⁴

Circulation of Intermediate and Deep Waters in the Philippine Sea

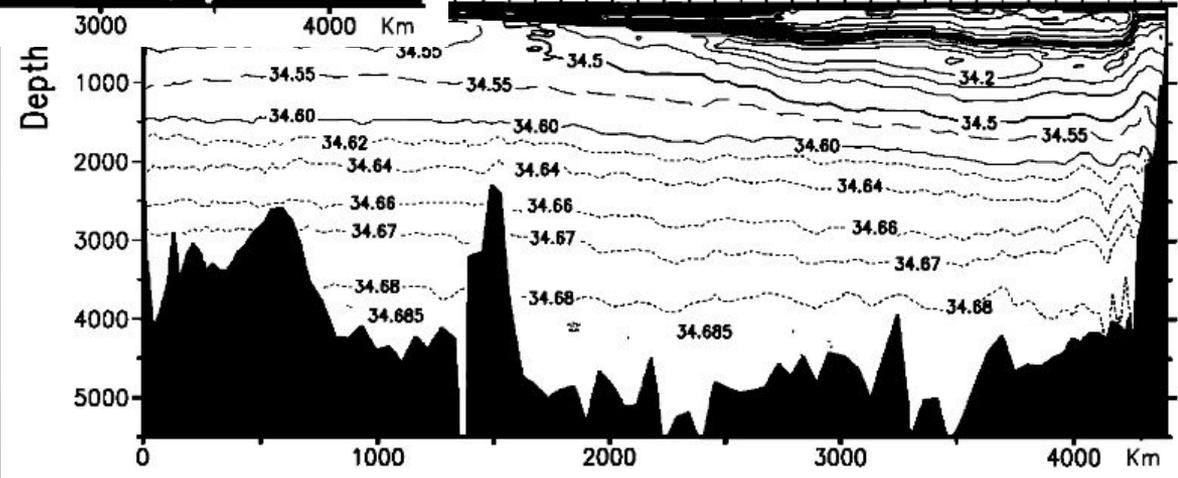
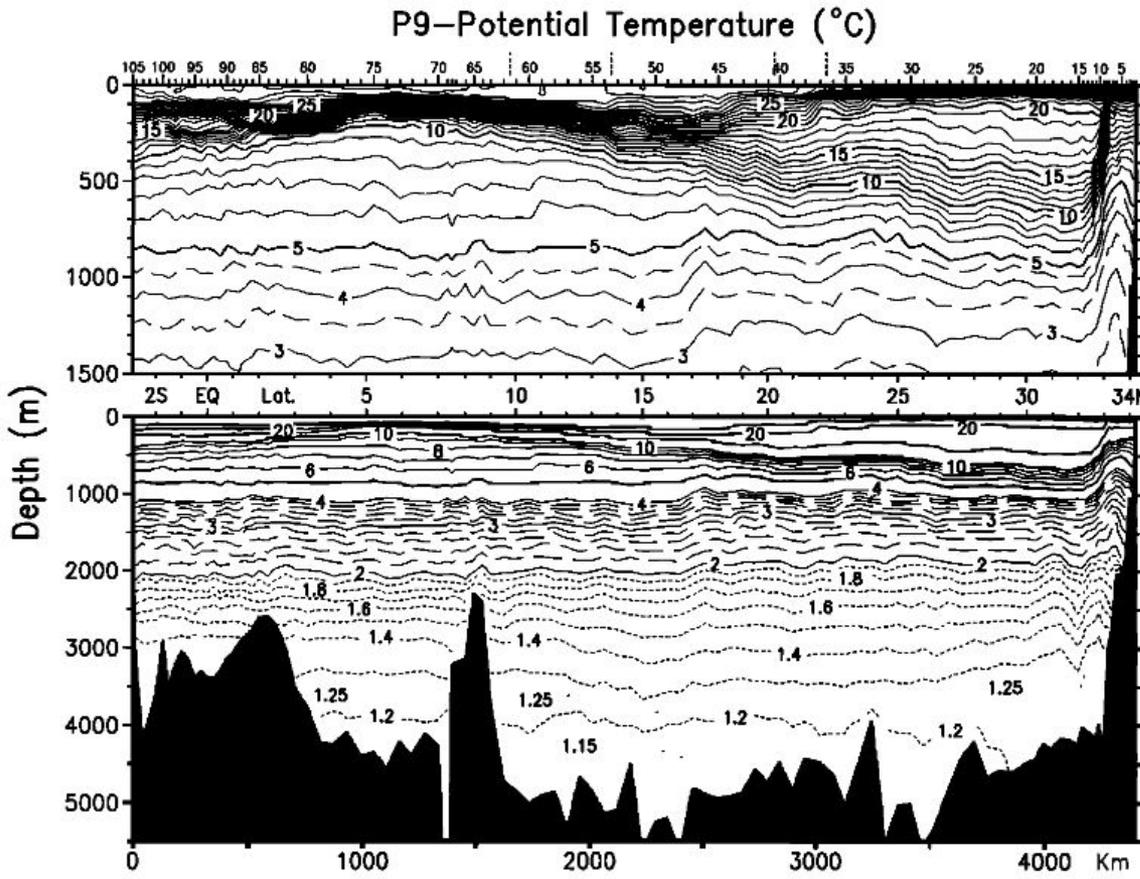
(2001 ; JO)

IKUO KANEKO^{1*}, YASUSHI TAKATSUKI² and HITOMI KAMIYA²

(※165°E線の海洋構造については、Kawabe & Taira (1998 ; JGR))

- 塩分極小層&北太平洋中層水の形成 (e.g. Hasunuma, 1978)
- 亜熱帯モード水の形成・移動過程とその変動 (e.g. Suga et al., 1989)
- 中央モード水の形成・循環 (e.g. Oka&Suga 2005)
- 亜熱帯フロントや亜熱帯反流 (e.g. Kobashi, 2006 ; Qiu & Chen, 2010)
- 東シナ海周辺海域における黒潮、流れの構造
(e.g. Nakano et al., 1994 ; Oka & Kawabe, 1998 ; Zhu et al., 2006 ; Nagano et al., 2007)
- 北太平洋熱帯域の水位変動 (e.g. Qiu & Chen, 2012)

1994年の WHP-P9
観測結果より



Kaneko et al. (1998).

○長期変動の理解

- 137°E線における長期変動について (NPIW, NPTW, 塩分, 溶存酸素)

Interannual Variability in the Mid- and Low-Latitude Western North Pacific*

BO QIU AND TERRENCE M. JOYCE

(1992 ; JPO)

Interannual Variations of Water Temperature and Salinity along the 137°E Meridian

KENZO SHUTO

(1996 ; JO)

North Pacific Tropical Water: its climatology and temporal changes associated with the climate regime shift in the 1970s

Toshio Suga^{*}, Ayato Kato, Kimio Hanawa

(2000 ; Prog. Oceanogr.)

Interannual and Decadal Variabilities of NPIW Salinity Minimum Core Observed along JMA's Hydrographic Repeat Sections

TOSHIYA NAKANO^{1*}, IKUO KANEKO², MASAHIRO ENDOH³ and MASAFUMI KAMACHI¹

(2005 ; JO)

Mid-depth freshening in the North Pacific subtropical gyre observed along the JMA repeat and WOCE hydrographic sections

Toshiya Nakano,¹ Ikuo Kaneko,² Taizou Soga,² Hiroyuki Tsujino,¹ Tamaki Yasuda,³ Hiroshi Ishizaki,¹ and Masafumi Kamachi¹

(2007 ; GRL)

Decrease of dissolved oxygen after the mid-1980s in the western North Pacific subtropical gyre along the 137°E repeat section

Yusuke Takatani,¹ Daisuke Sasano,^{1,2} Toshiya Nakano,^{1,3} Takashi Midorikawa,^{2,4} and Masao Ishii^{1,2}

(2012 ; GBC)

長期トレンド：低塩分化 (1967-2005)

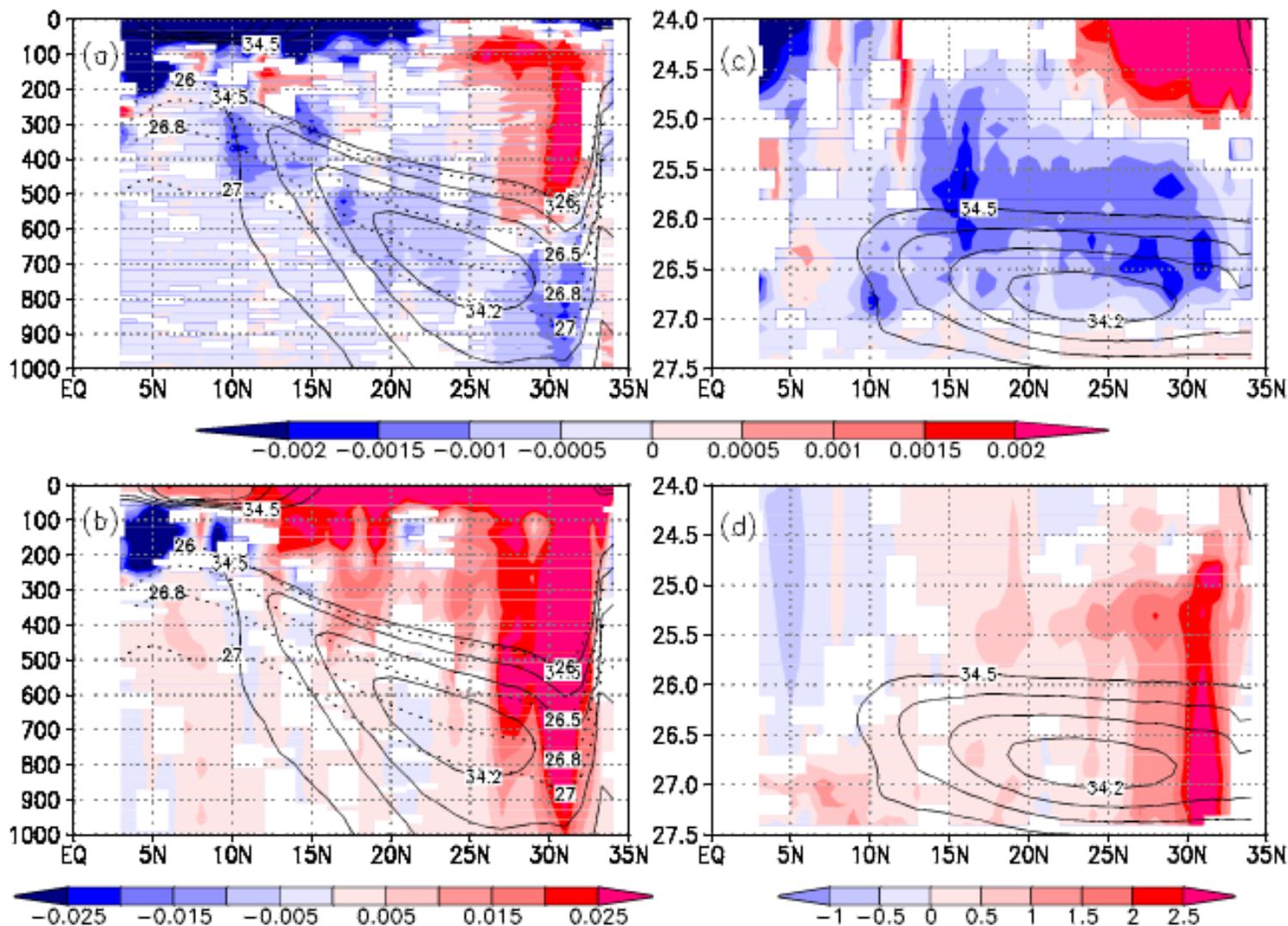


Figure 2. Linear trends with confidence greater than 95% in (a) salinity and (b) potential temperature with respect to the depth ordinate, and linear trends with confidence greater than 95% in (c) salinity and (d) depth of isopycnal surface with respect to the σ_θ ordinate along the 137°E section. Solid contours indicate the mean salinity for 1967–2005 at intervals of 0.1 between 34.2 and 34.5. Dotted contours indicate $26.0\sigma_\theta$, $26.5\sigma_\theta$, $26.8\sigma_\theta$, and $27.0\sigma_\theta$ surfaces.

長期トレンド：貧酸素化 (1985-2010)

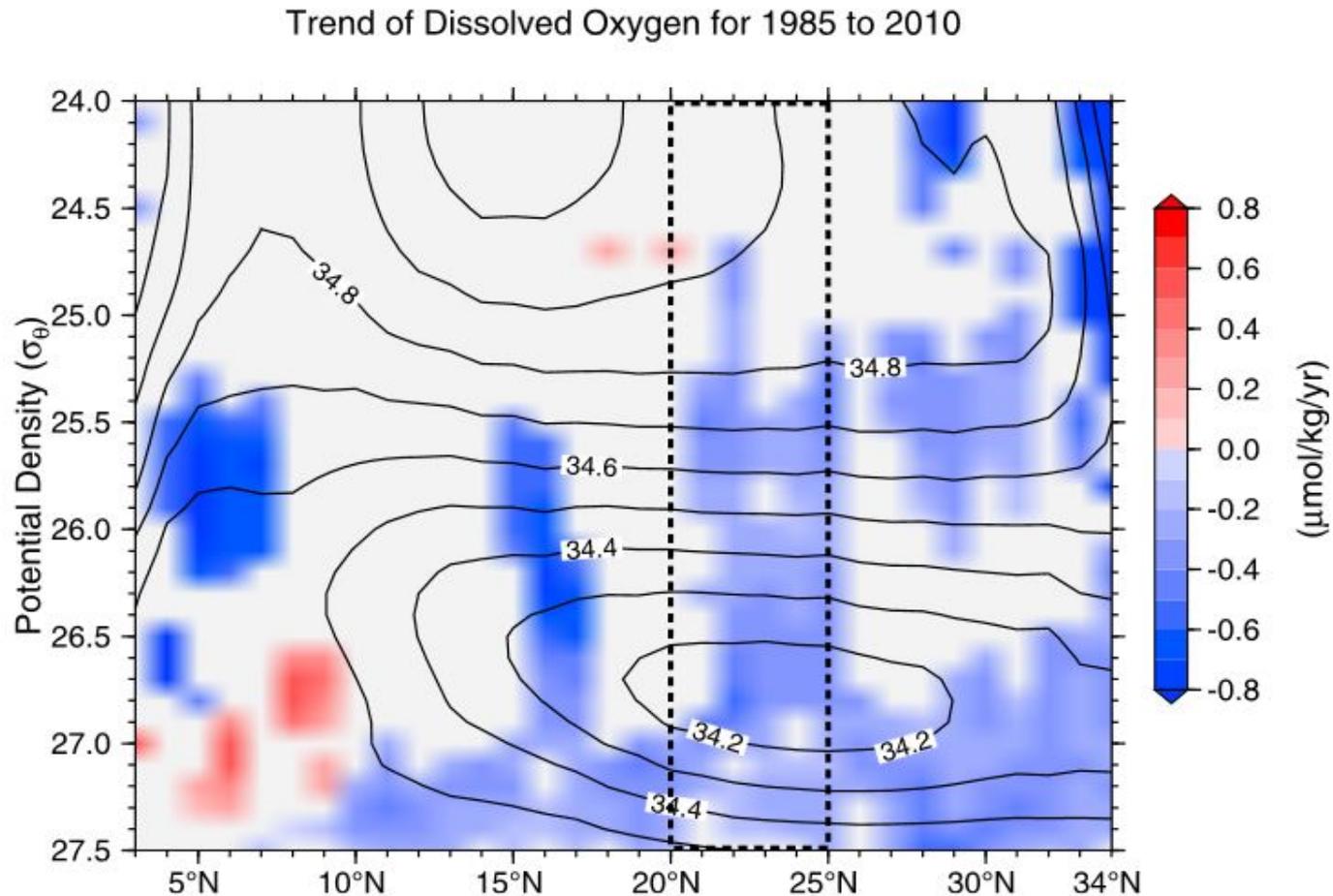
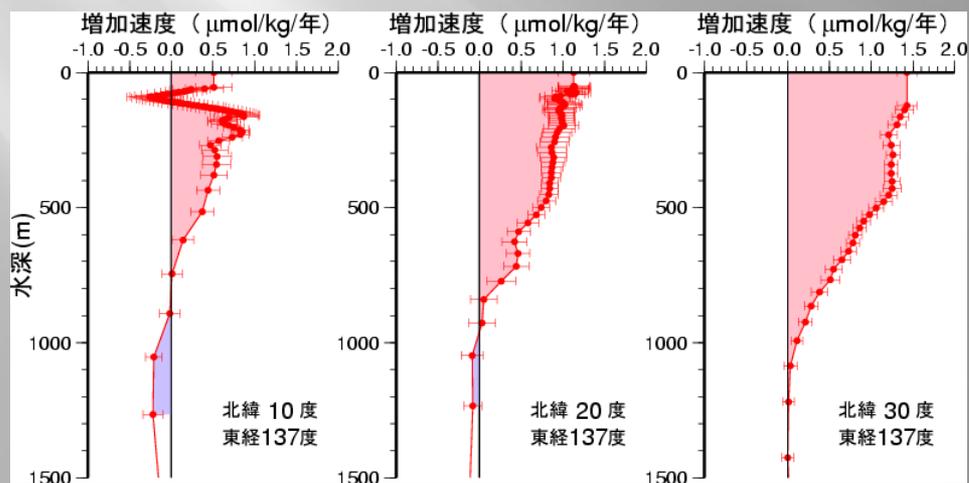
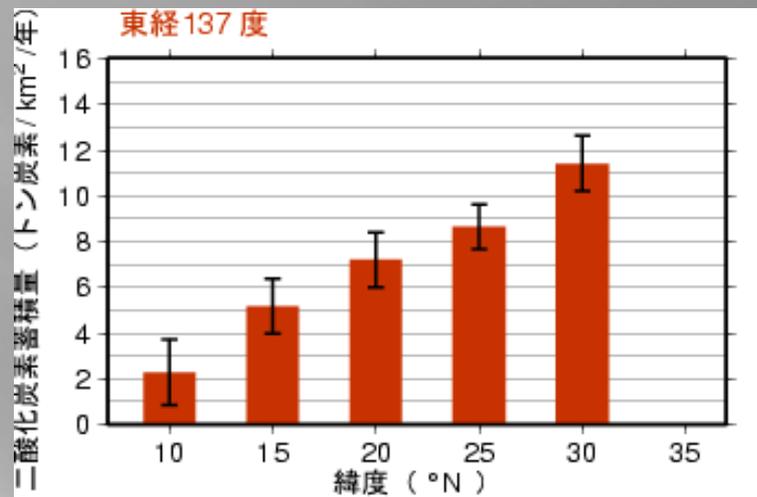
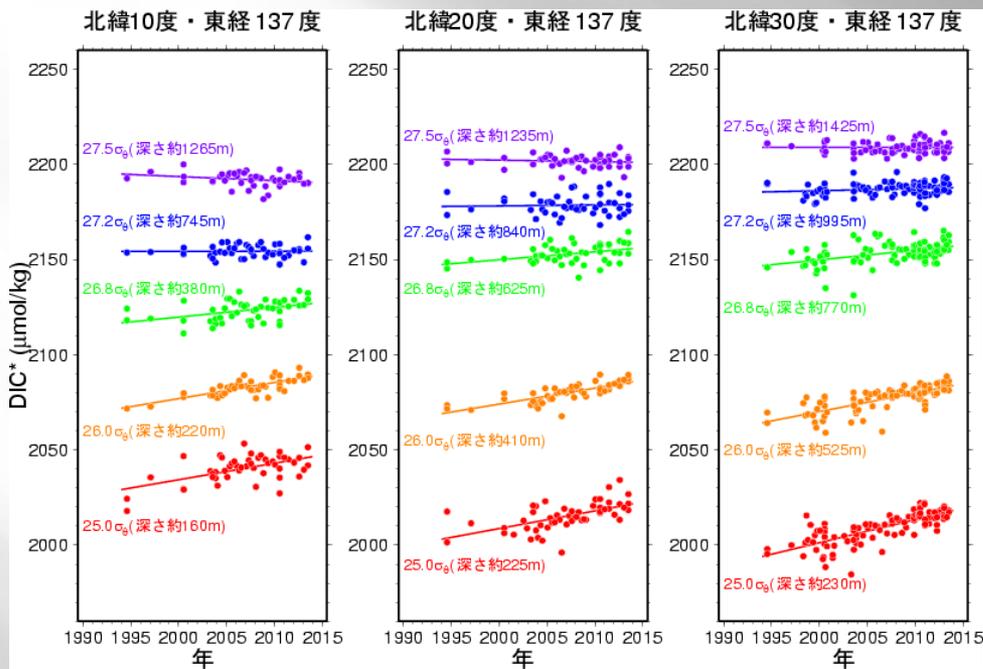


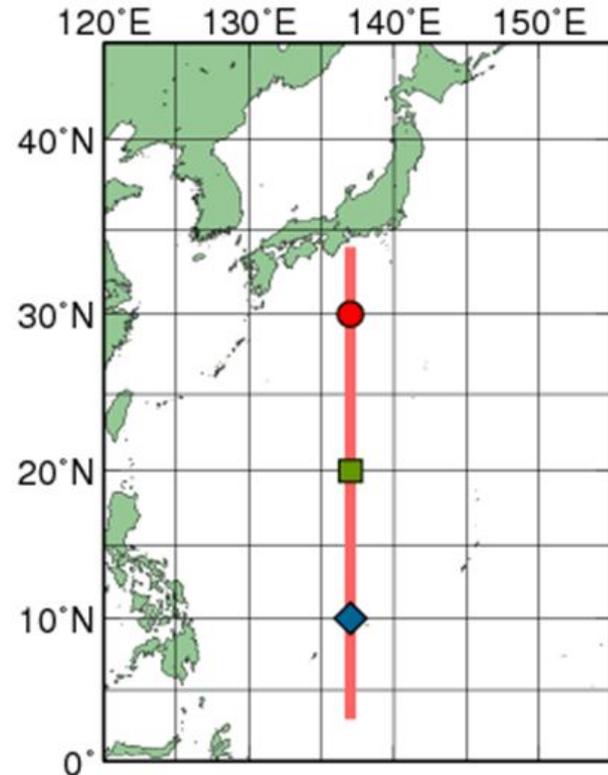
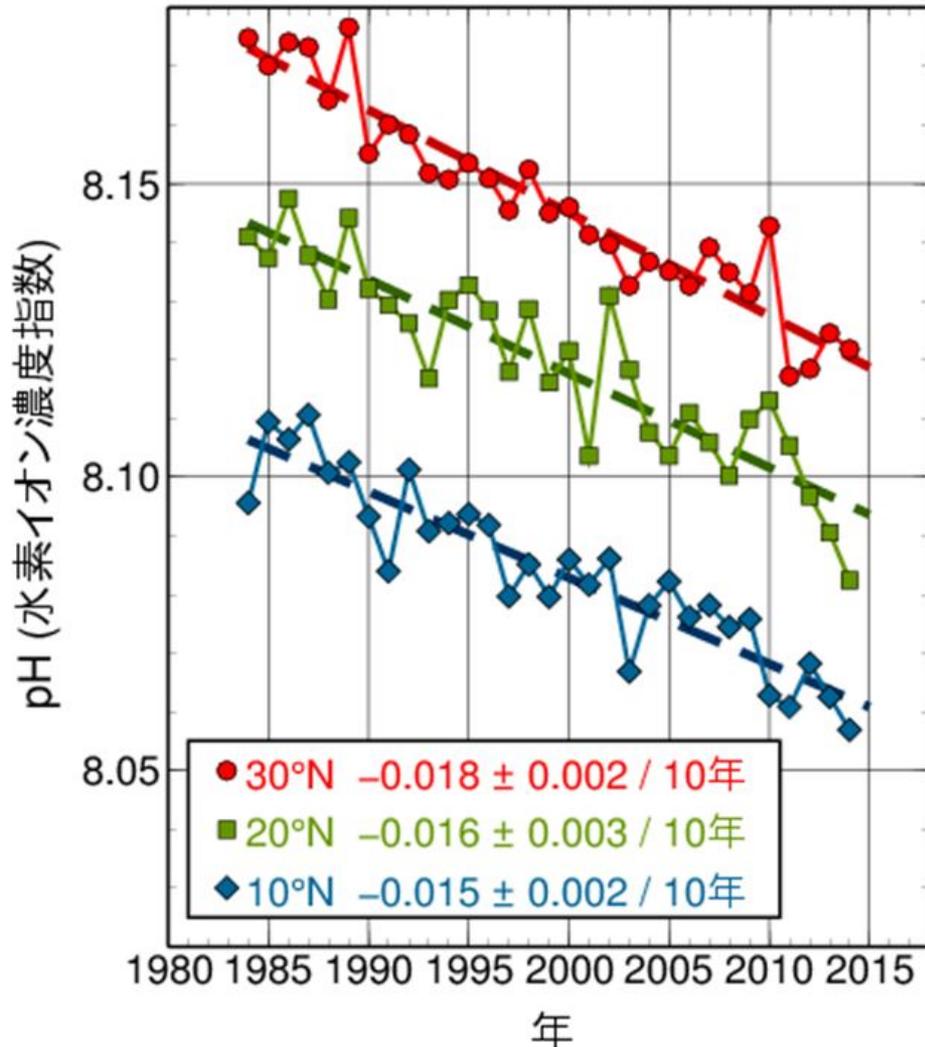
Figure 3. Linear trends of DO from 1985 to 2010 with confidence greater than 95% on each isopycnal surface at intervals of $0.1 \sigma_\theta$. Solid contour lines indicate the mean salinity for 1965 to 2010 at intervals of 0.1 . The area surrounded by a dotted line is where DO decreased significantly over most density ranges.

○ CO₂蓄積量に関する解析 (137°E)



「海洋の健康診断表」より

○ 表面海水のpHに関する解析 (137°E)



「海洋の健康診断表」より

ご清聴ありがとうございました。