

環境研究総合推進費

平成29年度終了課題成果報告会

2018年 3月9日 14:40～15:00 於 砂防会館 別館3階

環境研究総合推進費課題番号： 2-1506
**歴史的海洋表層水温観測データの
再整備とその気候学的評価**

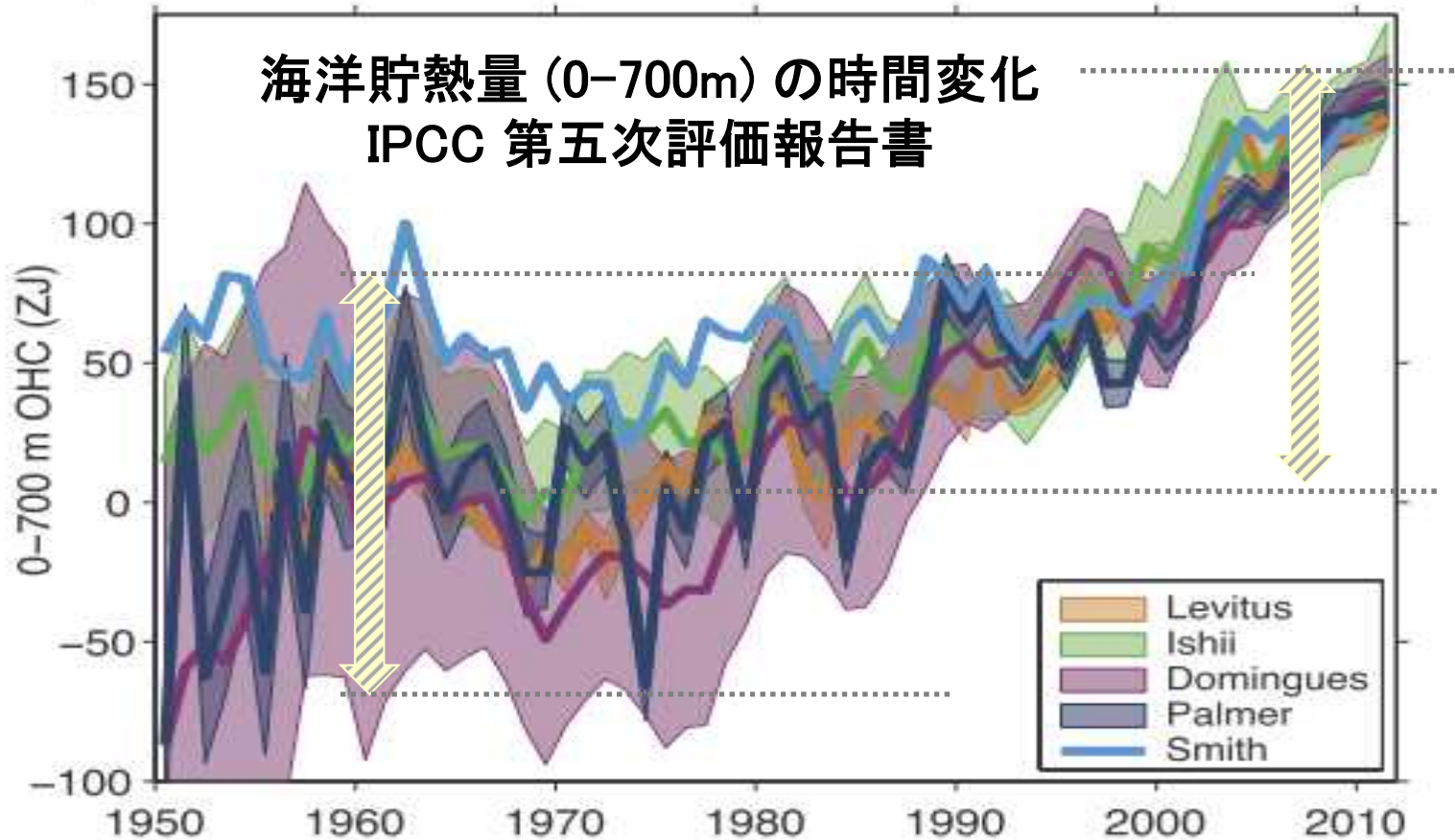
研究代表者 ： 石井 正好（気象庁気象研究所）

研究実施期間：平成27～29年度
累積予算額： 49,821 千円

全球海洋貯熱量(GOHC)の不確実性

歴年の地球温暖化による過剰な熱エネルギーを吸収してきた。海洋温暖化の理解は今後の地球環境変化の監視・予測にとって極めて重要

海洋貯熱量 (0-700m) の時間変化
IPCC 第五次評価報告書



【観測データの不確実性】

国際データベースに収録された観測データの品質が悪い。

【解析手法の違いによる不確実性】

推定方法や観測データのバイアス補正方法が各機関で異なる。

150 ZJ (ゼータ Z: 10^{21})

= 700m 深までの海水を **0.15 °C** 上昇させることに相当する熱量

= **4 万基** の原発 (300万kW) を **40年間** 休みなく稼動した熱量

【2-1506】 歴史的海洋表層水温観測データの再整備とその気候学的評価

地球温暖化を高精度に監視できる海洋水温データベースを構築し、
環境行政・研究を含む広範な利用目的に対応できる海洋データを提供

サブテーマ (1)

海洋解析と気候変動 研究への応用

気象研究所：石井正好

気象庁・中央水研・東北
大・海上保安庁

国内研究
協力機関

サブテーマ (2)

海洋観測データベースの 再構築と品質保証

水路協会：鈴木 亨

中央水研・東北大・鶴見精
機・海上保安庁・気象庁・他

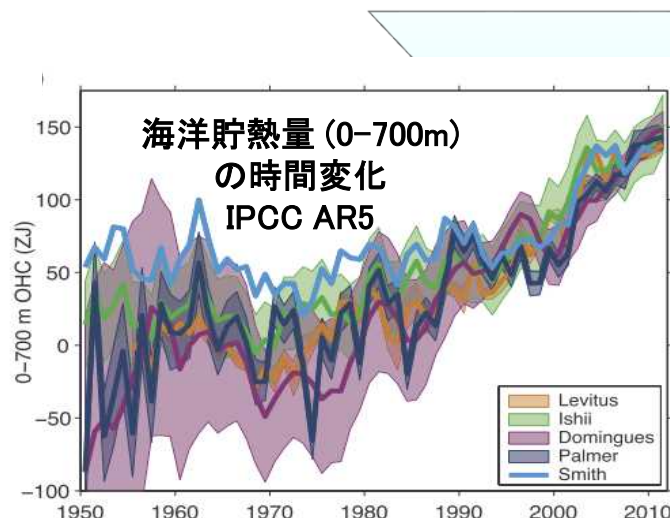
サブテーマ (3)

データベースの 利用と高度化

海洋研究開発機構：
佐藤 佳奈子、須賀 利雄

海上保安庁日本海洋データ
センター(JODC)、気象庁

IOC推進協力委員会, 海洋情報データ専門部会と海洋観測・気候変動専門部会合同歴史的XBTデータ再整備WG
国際研究協力：国際高精度海洋データベースプロジェクト(IQuOD)



海洋の長期変化の不確実性を低減し、
次期IPCC評価報告書にも貢献

適応・緩和

影響評価

将来気候予測
シナリオ研究

気候変動解析

観測

上位の研究プログラムと連携し、
環境行政にボトムアップで貢献

気候予測・予報プロダクト

気候長期再解析プロダクト

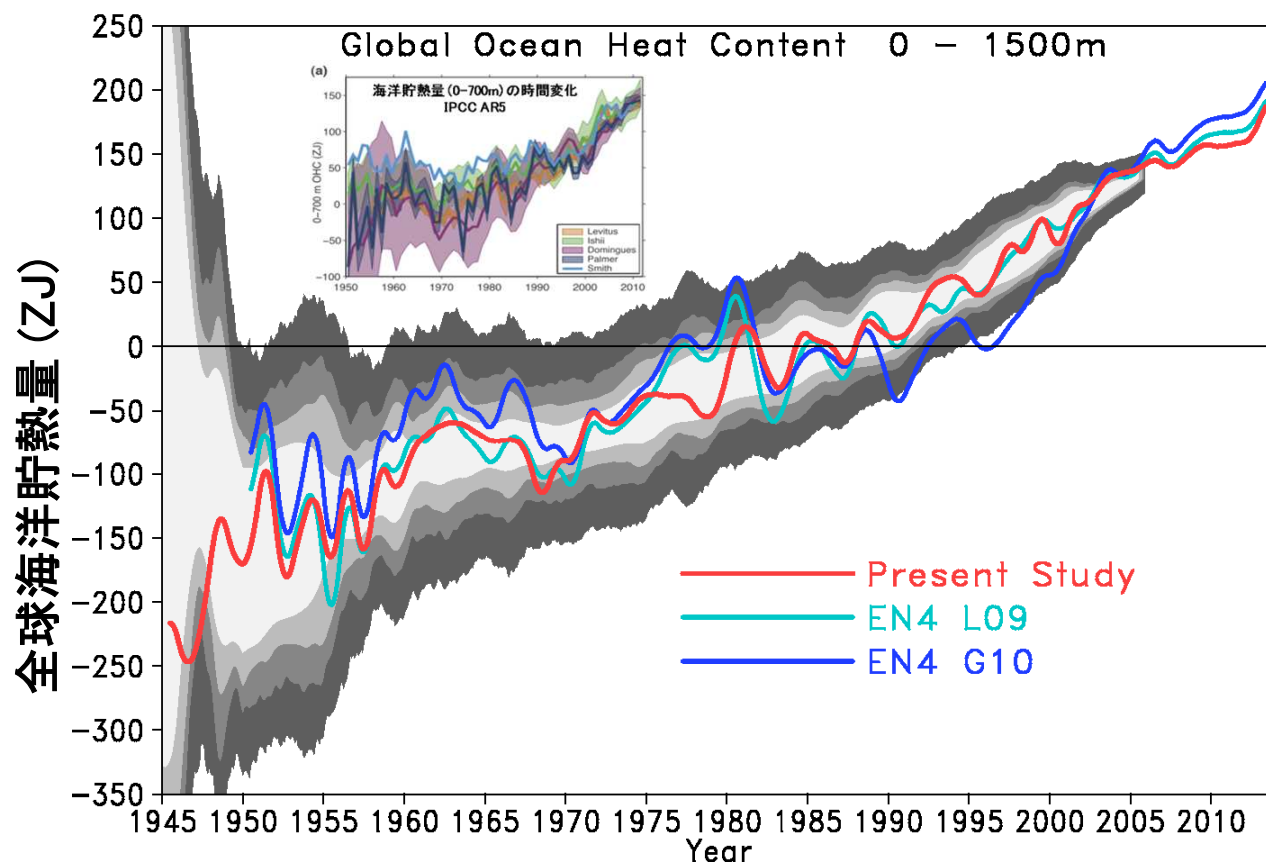
海洋表層客観解析データベース

海洋観測データベース

本研究課題で
作成するもの

全球海洋貯熱量 (GOHC) 解析精度評価

Ishii et al. (2017)



海面から1500m 深まで積算した GOHC の時系列

赤：今回の解析、青・水色：英国ハドレーセンターで品質管理され、2種類の異なる観測バイアス補正を採用したデータベースによる解析。陰影は、5ヶ月、15ヶ月、2.5年、5年平均値に対する推定誤差

仮定：現時点の観測データベースは高精度なものである。

目的：最も簡単な解析手法（ボックス平均）で、どれ程の GOHC の精度（＝サンプリングエラー）が期待できるか。

結果：1955年以降のGOHCトレンドが、従来より高い精度で推定できる。不確実性はIPCC第五次報告書の1/3。

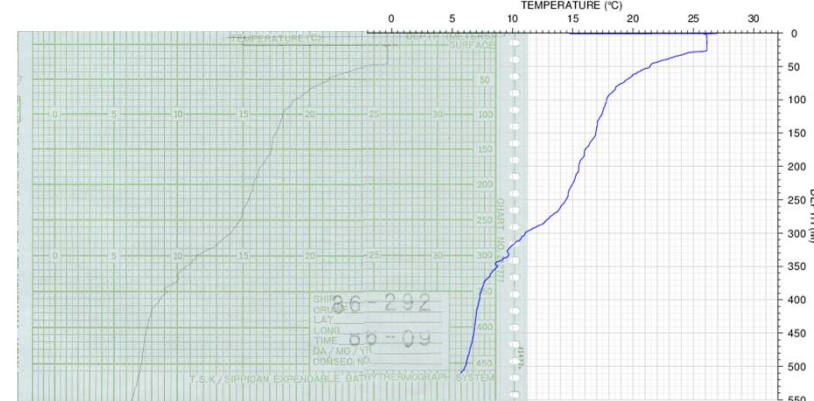
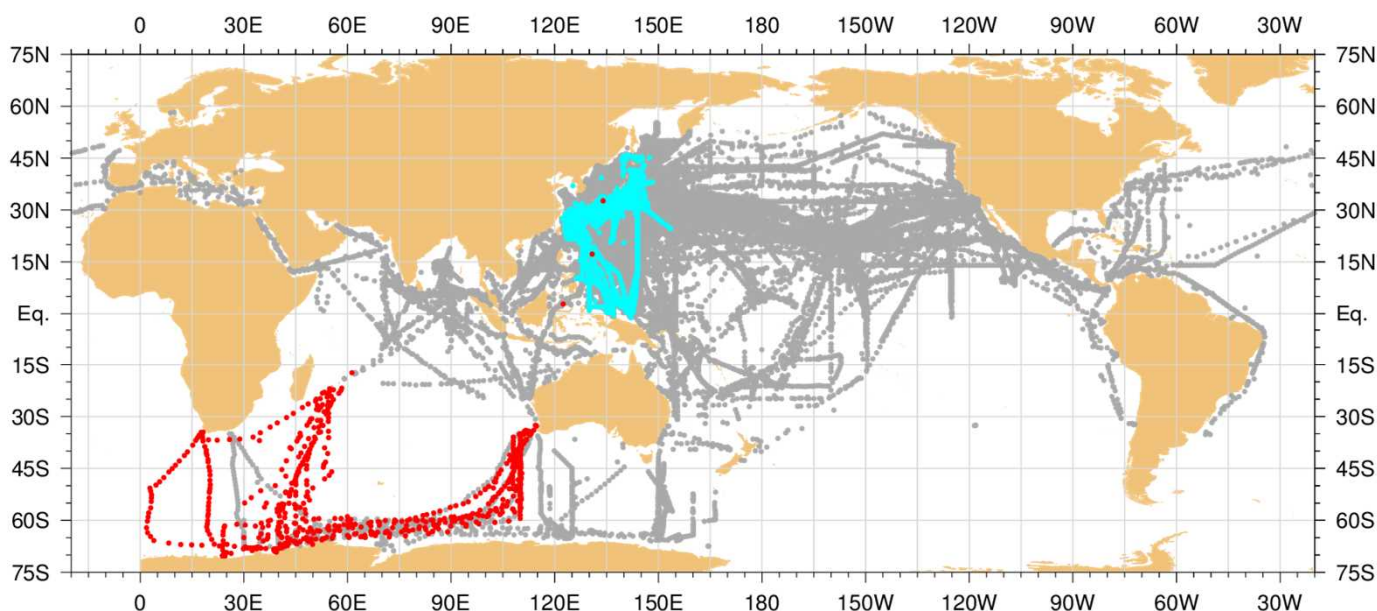
ただし、ときおり真偽不明の大きな海洋変動が見られる。

➤ 高品質観測データベースは必要

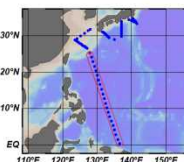
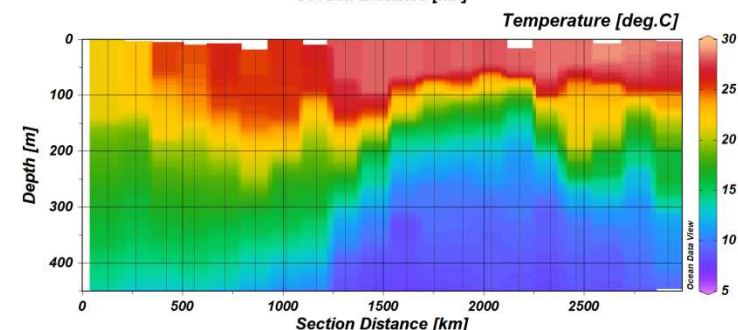
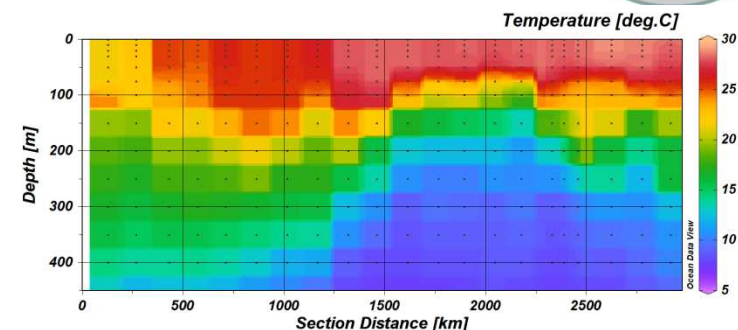
解析手法の違いの影響を最小化したGOHCの推定誤差を見積り
➔ IPCC 第6次報告書への貢献

国内機関による観測データの再整備

- XBT 水深 1m ピッチデータ・メタデータ整備、
→ 海洋変動の高精度推定
- XBT データレスキュー (砕氷艦ふじ・しらせ)
- XBTデータ以外の海洋資料の発掘 (気象庁、水産庁)
- 全水温データ品質管理
- 今回作業内容を論文で報告 (予定)

付録
2XBT自記紙 (4501地点) から
再読み取り付録
3

国内機関による全 XBT 観測地点分布

既存, 自記紙電子化、レスキュー (砕氷艦ふじ・しらせ1976-1982、
715地点)既存の鉛直低解像度データ (上)と
今回再整備した観測データ (下)

戦前の海洋資料の整備

日本海軍による海面水温と海上気象観測データの電子化

1903-1944, ~二百万点 二年間で 50 % 完了

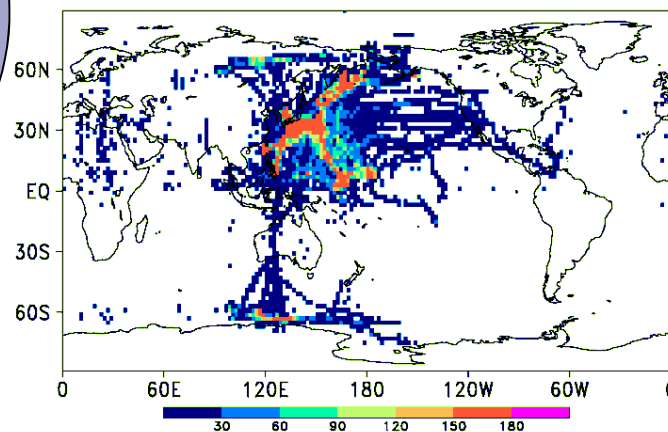
電子化作業の効率化に関わる検討

- 1) データ入力を効率化する
 - ✓ 事前にデータ目録を作成する
 - ✓ 業者作業で、従来の 3 倍の効率達成
- 2) 手書き資料を正確に読み取る
 - ✓ 電子イメージを鮮明化。手ごろな業者作業コスト
 - ✓ 作業効率アップ + 劣化進行するマイクロフィルムの代替

マイクロフィルムから再電子ファイル化
(25本/600本)

巡洋艦浅間による
1907年7月の観測

NAVY data 1935 1943



数値データ化済
データの分布

位置の謝りは未だ十分に修正できていない。

データ品質監視とデータ利用促進システム概要

→ : データの流れ

日本海洋データ
センターJODC

水温データ

データ提供機関

海上自衛隊
海上保安庁
水産庁
水産研究センター
水産試験場
気象庁
JAMSTEC
大学・教育機関
...

情報の
フィード
バック

品質監視システム

長期間の高精度な水温データの
定常的な作成・管理

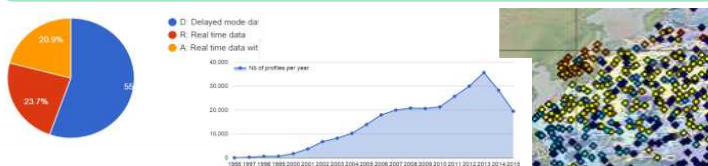
統一した品質管理処理

データ品質問題再発防止

- ・計測値・補正値の保存
- ・処理履歴の保存

継続的なデータ収集への支援

データ提供機関への情報提供
機関別の高品質データの割合・
分布・提供データ数時系列等



IQuODデータセット

データ利用促進システム

利用しやすいデータ検索・図示化

- ・領域・期間指定検索
- ・観測測器指定検索 **動作を軽く**
- ・QCフラグ指定検索 **見やすく**
- ・検索結果地図表示
- ・検出データダウンロード

利用者レベルに合わせた 機能・プロダクト

- ・海洋観測データに慣れた人向け
全データ一括ダウンロード機能
QC項目・閾値の公開
プログラムの公開
- ・海洋観測データに不慣れた人向け
Box平均データセット
基準層データセット

<http://dataview.xbt-japan.org:8080> (暫定)

- データベース設計・構築（観測データとメタ情報）
- 自動品質管理、管理情報データベース化
- データ処理の履歴管理
- ウェブインターフェイス（検索、データのダウンロード、統計情報のビジュアル表示）
- リアルタイム運用対応

- ✓ 低品質の海洋データに起因する問題の再発防止
- ✓ 海洋データの利用促進
- ✓ 海洋観測データの品質向上

品質管理統計情報



成果の公表

- 1) Ocean Science Meeting 2017 で紹介
- 2) システムの紹介記事投稿予定

国際プロジェクト等との連携

IQuOD: International Quality Controlled Ocean Database

- 1) 設立当初から日本は関与し、正規メンバー参加 (2名)
- 2) 国際学術組織 (CLIVAR、IODE、SCORE) からの支援
- 3) 高品質XBTデータ整備、国際標準QC、データ提供
- 4) IQuOD 会合の日本開催 (2016年10月@海洋研究開発機構)
- 5) 水温データベース IQuOD Ver. 0.1 近日発行

環境省と環境再生保全機構をスポンサー登録

海洋解析手法国際比較

- 1) マッピング手法、バイアス除去手法の標準化
- 2) リアルタイムの海洋変動監視
- 3) 共著論文
 - 1) Boyer et al. (2016)
 - 2) Kent et al. (2016)
 - 3) Johnson et al. (2015, 2016, 2017)



IQuOD 定例会合の東京開催
<http://tokyo2016.xbt-japan.org/>

当該推進費課題のプロダクトと成果は
国際的枠組みの中で共有された。

科学的意義・環境政策への貢献

本課題の成果

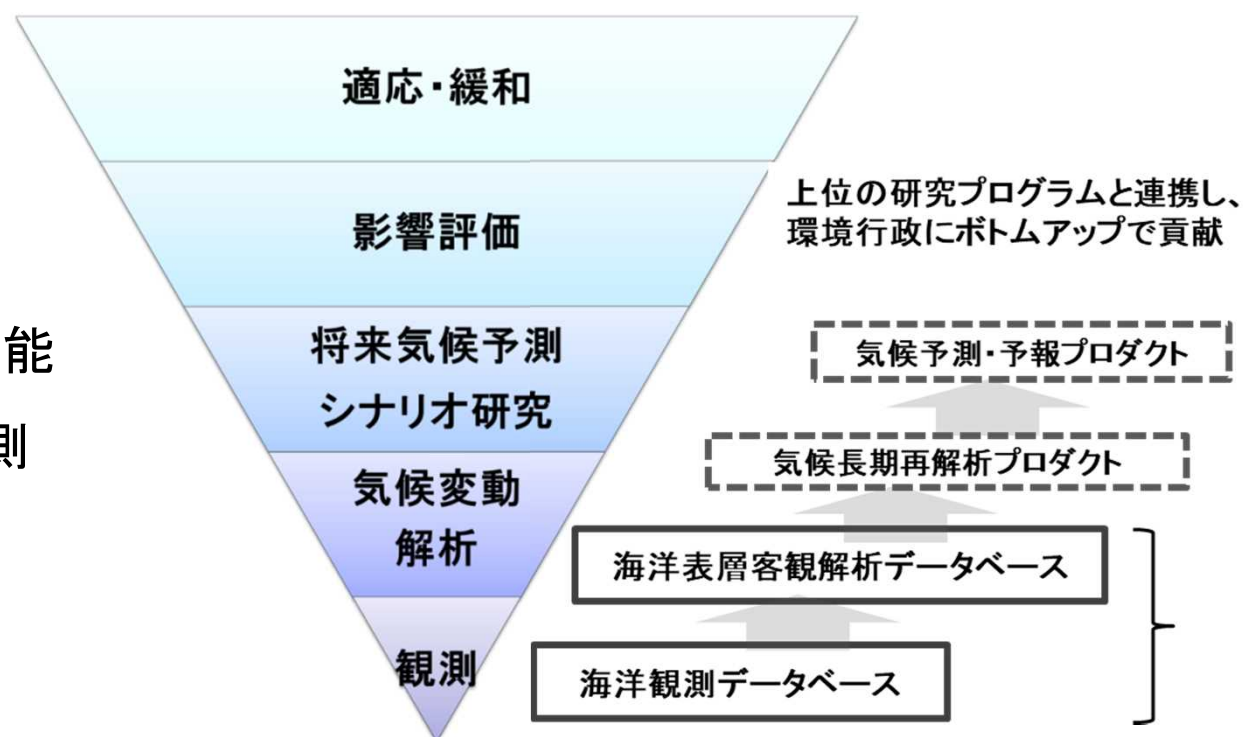
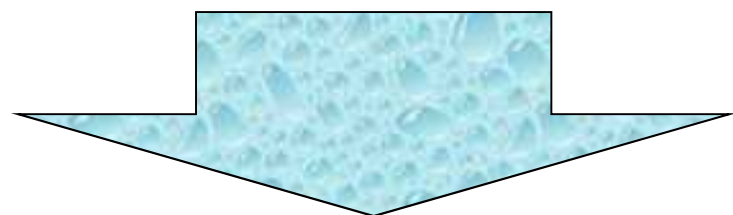
- 1) 高品質の歴史的海洋データを再整備し、今後取得される海洋データの品質も同様に維持するための仕組みを開発した。
- 2) 現時点での海洋観測データベースの潜在的な海洋監視能力を評価した。

環境政策への貢献

- ✓ 地球環境への適応や温暖化緩和のための施策検討に活用される基礎的気候データを整備 → 対策コストの軽減
- ✓ 温暖化緩和策が着実かつ効果的に進められているか常時監視できる体制を確立
- ✓ 海洋データを容易に活用できる環境整備することで海洋環境研究が加速

科学的意義

- 1) 過去の地球温暖化の高精度評価可能
- 2) 高精度モデル開発、高精度気候予測



国民との科学・技術対話

神戸港開港 150 周年
海フェスタ神戸 海の総合展 講演
地球温暖化を測る ～ 神戸からの貢献 ～

2017年7月22日

科学技術週間一般公開 ミニ講演

地球温暖化の監視

2017年4月19日



気象庁気象研究所 一般公開

4月19日(水) 10:00～16:00

(受付時間: 9:30～15:30)



気象や地球環境、地震火山などの研究の紹介や
研究施設の紹介を予定しています。

最新情報はホームページをご覧ください
<http://www.mri-jma.go.jp/>



成果発表一覧 →

付録
4

海の総合展
7月15日(土)～30日(日)

みんなみなとからやってきた。
神戸のルーツのすべてがわかる企画展示。

1987-2017

海の総合展

神戸帆船フェスティバル
7月15日(土)～17日(月・祝)

海洋気象観測船一般公開
7月22日(土)・23日(日)
海上保安フェスタ 巡視船一般公開等
(海上保安庁)
7月22日(土)
湾岸調査船 一般公開 (JAMSTEC)
7月23日(日)

メディアコラボ★
スペシャルステージ
7月22日(土)・23日(日)
29日(土)・30日(日)

世界のビール・
神戸みなとガーデン
7月21日(金)～30日(日)

第33回 神戸港ポート天国
7月17日(月・祝)

第16回 Kobe Love Port
みなとまつり
7月16日(日)・17日(月・祝)の2日間

マリブカーニバル in マリブピア神戸
7月29日(土)・30日(日)の2日間

みなとこらへ海上花火大会
8月5日(土) 19:30～20:30

その他のイベント▼ イベントスケジュール▼ マップ▼ 「海フェスタ神戸」標語▼

海の総合展
7月15日(土)～30日(日)
【開催時間】10:00～17:00 【開催場所】神戸ポートターミナルホール
※スケジュールは変更になる場合があります。
7月18日(火)13時～16時はご入場できません。
■主催/海フェスタ神戸実行委員会
■問合せ先/神戸市みなと総局振興課 078-322-0237

みんなみなとからやってきた。
神戸のルーツのすべてがわかる企画展示。

はじまりは海 ～みなと神戸 海の歴史～

「海の総合展」の展示ゾーンは、歴史的視点から海洋文化の発展についてストーリー仕立てで紹介。わかりや
海運・海上保安・気象・海洋環境・海事産業・観光など、テーマごとの展示がならび、神戸港の様々な知識が

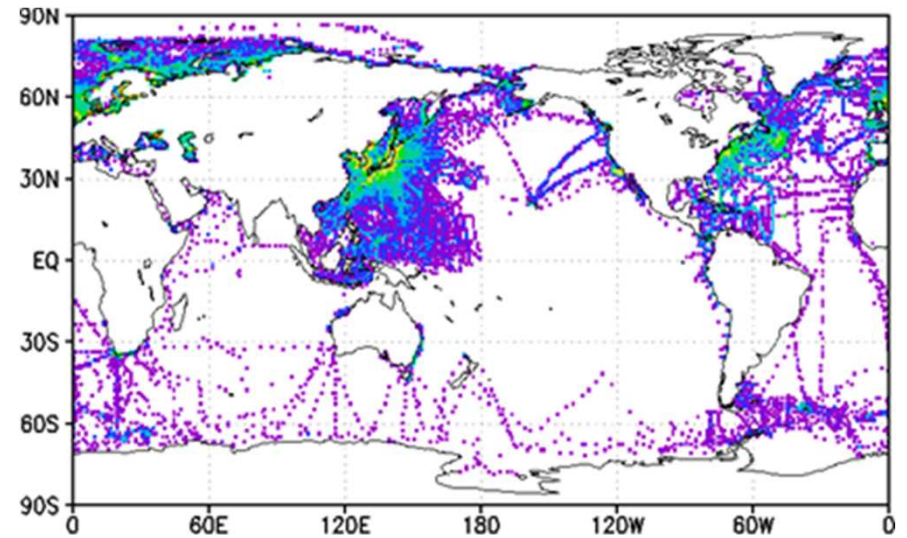
【展示テーマ】
海とともに歩んだ神戸の歴史
海(港/海運)によって
もたらされた恩恵
未来に向けて
躍進する神戸港

【セミナー・ワークショップ(一例)】
海洋観測による地球温暖化の
監視～神戸の貢献～
南極の水講座
海をテーマにした
香水作り体験

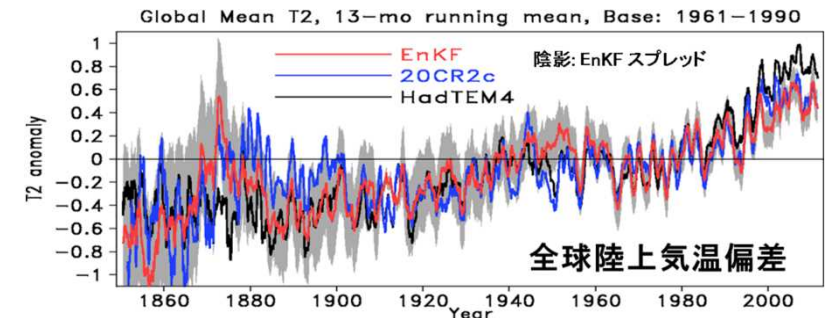
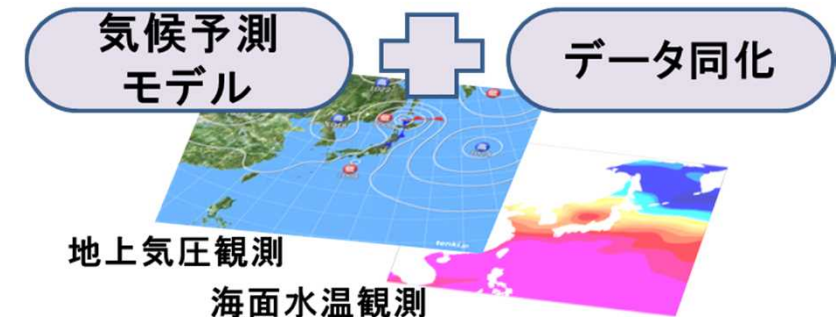
※画像はイメージです

今後の課題

- データの発掘・活用
 - 1930年代以降の国内機関海洋観測データの品質管理
 - 海軍による海上気象観測データの電子化
 - 未整備データ電子化
- IQuOD 等国际プロジェクトの継続
 - 国際高品質データベース構築
 - 品質管理の標準化
 - 海洋解析精度の向上
- 品質監視システムとデータ利用促進システムの定常運用
- 過去150年間の地球環境変動再現への活用
 - 過去の大気と海洋の変動の3次元的な時間発展を記述した再解析データ作成のための基本データ
- 十年規模気候変動予測の精度向上への活用
 - 数年から10年先の気候予測では、海洋の予測初期値に高い精度が求められる。



1930年～40年の海洋水温観測データの分布
日本近海は世界的に長期間にわたりデータリッチな海域



謝辞

プログラムオフィサー

坂東 博 様 (国際環境研究協会)

松本 和馬 様 (国際環境研究協会)

アドバイザー 道田 豊 様 (東京大学大気海洋研究所 教授)

久保田 雅久 様 (東海大学海洋研究所 客員教授)

環境省地球環境局研究調査室

室長補佐 藤田 道男 様、関係者の皆様

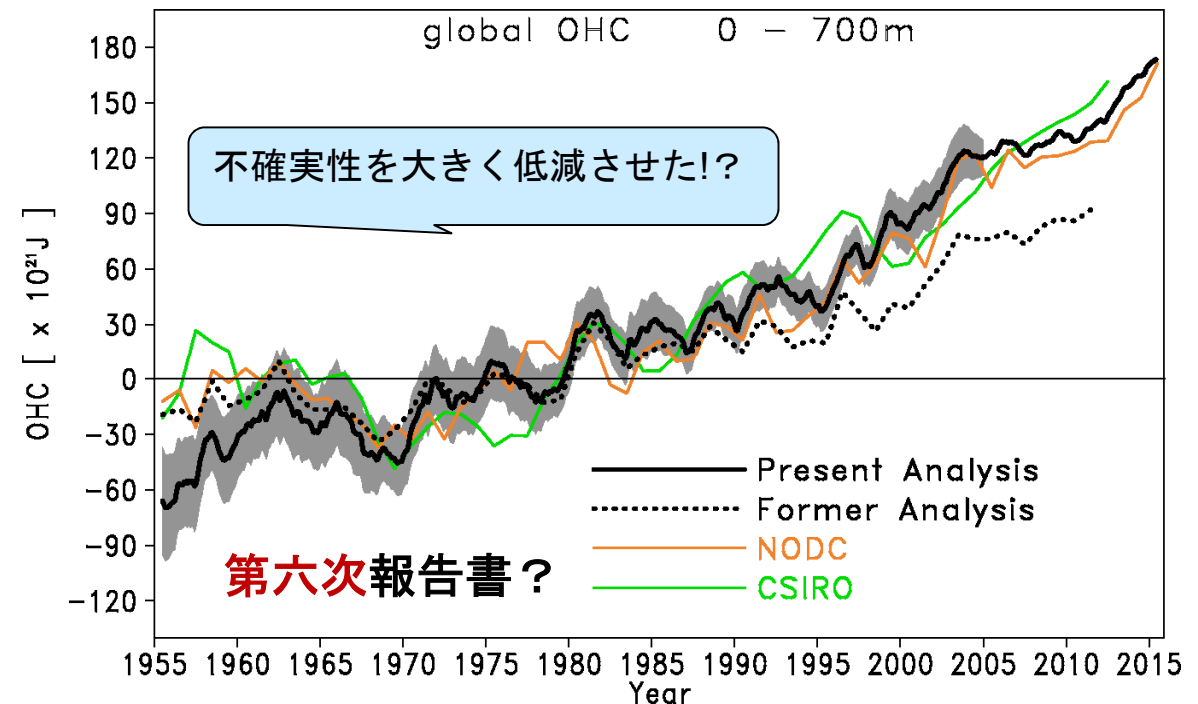
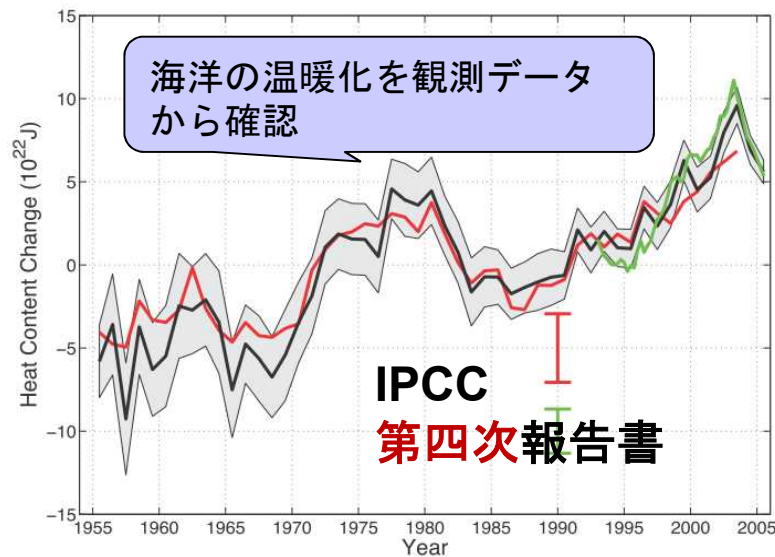
環境再生保全機構 環境研究総合推進部

部長 宇仁菅 伸介 様、関係者の皆様

研究支援 山本 広志 様 (気象研勤務)

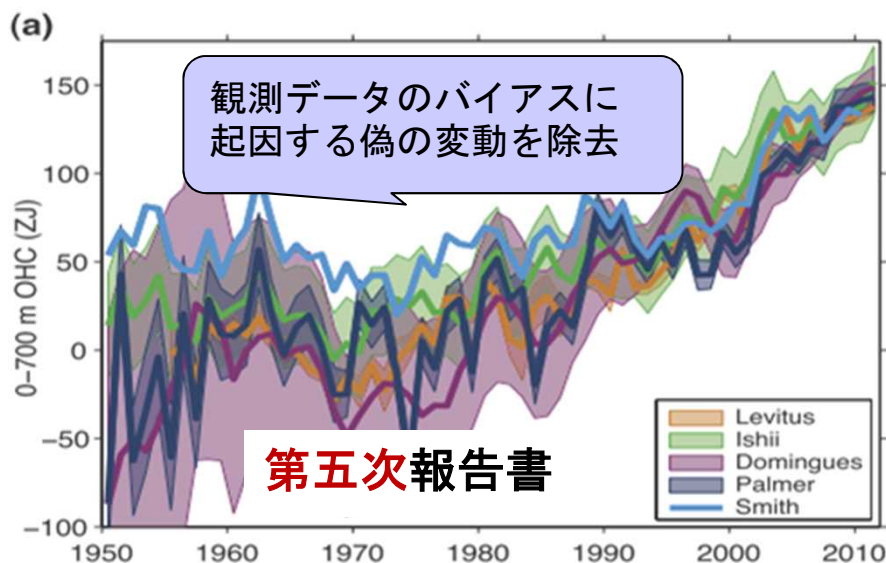
大変、お世話になりました。

全球海洋貯熱量の不確実性の低減へ



黒線と陰影が今回の解析 (Ishii et al. 2017) による推定値

気候変動に関する政府間パネルの次回の評価報告書への貢献を期待



XBT 観測データ

課題

- 簡易な水温プロファイル観測をする機器で、1970年から2000年代初めまで主要な観測であるが、深度（圧力）の観測は無く推定したものを採用するためその誤差が大きい。
- GOHC 時系列に偽の海洋変動（付録 1:IPCC 第四次報告書の図）
- 高精度の深度補正のため、XBT に特化した品質管理と、XBT のプローブのタイプなどのメタ情報の整備が必要



期待総数

鶴見精機製 XBT

27 万観測地点

36 万本 販売

米国 Sippican 社製 XBT

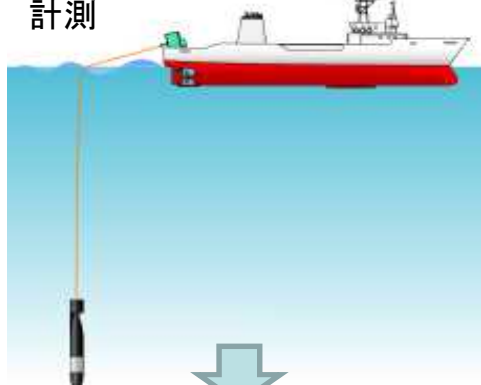
130 万観測地点

400 万本 販売

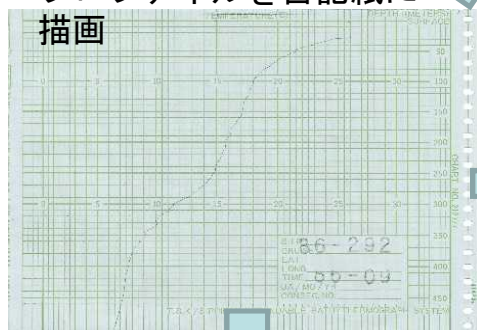
- ✓ 日本製 XBT の75% による観測データは収集済み
- ✓ 世界には、まだまだ多くのデータが埋もれている。

海洋観測データベースの再構築と品質保証のための研究

XBT: センサー付きプローブを海中に自由落下させて水温を計測

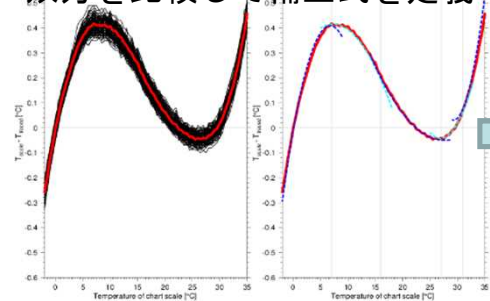


1980年代中頃までは水温プロファイルを自記紙に描画

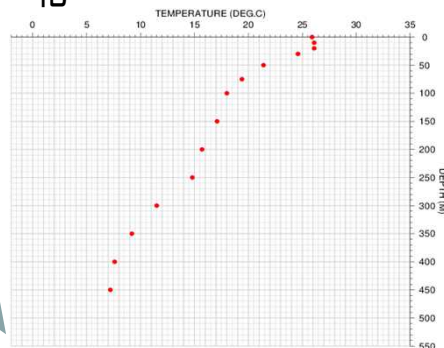


自記紙の横軸の間隔が一定でない！

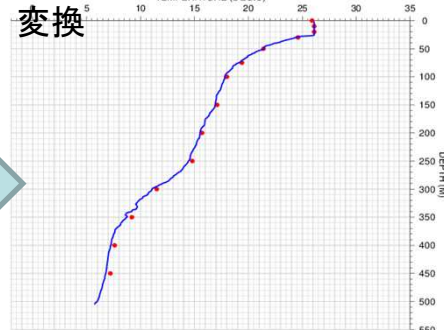
→ 双方を比較して補正式を定義



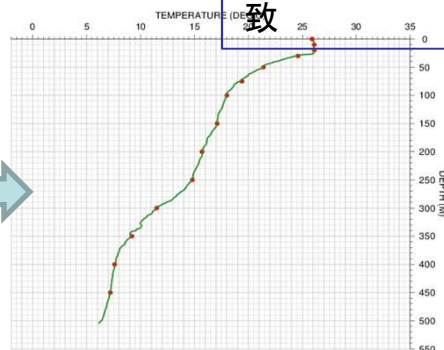
従来は標準層の水温を目視で読み取り記録, DB化



自記紙をスキャン, マウスでトレース, アフィン変換



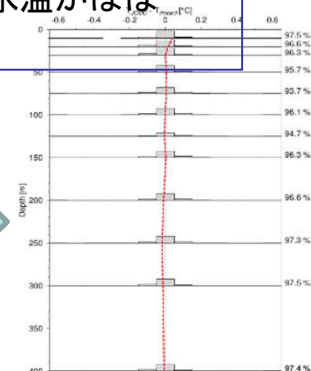
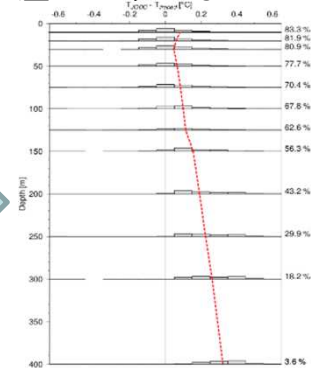
補正水温と読み取り水温がほぼ一致



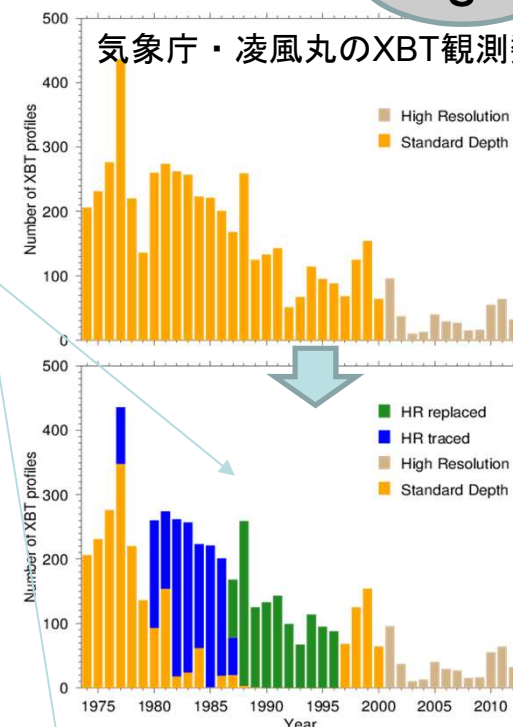
本研究で高分解能化
JODC未受領の高分解能データを収集

標準層測点数の約55%
をレスキュー
データ数は約5倍増

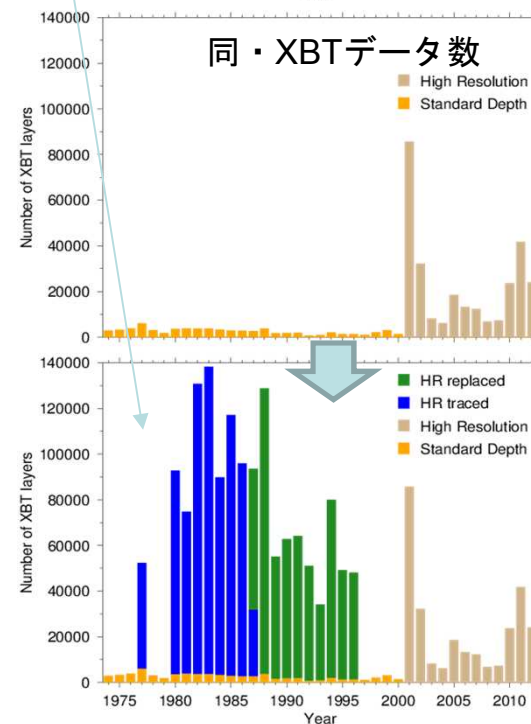
変換水温と読み取り水温が一致しない？



気象庁・凌風丸のXBT観測数



同・XBTデータ数



成果発表

2017年度: 論文 3 件、解説 0 件、国内発表 2 件、国際発表 3 件、アウトリーチ 2 件

Ishii, M. et al., 2017: Accuracy of Global Upper Ocean Heat Content Estimation Expected from Present Observational Data Sets. SOLA, Vol. 13, 163–167.

Johnson, G. C. et al., 2017: Ocean heat content [in “State of the Climate in 2016”]. Bull. Amer. Meteor. Soc., 98 (8), S66–S69.

Palmer, M. et al., 2018: An algorithm for classifying unknown expendable bathythermograph (XBT) instruments based on existing meta data. J. Atmos. Oceanic Technol. doi:10.1175/JTECH-D-17-0129.1.

科学技術週間一般公開 ミニ講演「地球温暖化の監視」, 2017年4月19日

海フェスタ神戸 講演「地球温暖化を測る ～ 神戸からの貢献 ～」, 2017年7月22日

2016年度: 論文 3 件、解説 1 件、国内発表 2 件、国際発表 9 件

Boyer et al., 2016: Sensitivity of Global Upper Ocean Heat Content Estimates to Mapping Methods, XBT Bias Corrections, and Baseline Climatologies. J. Climate, 29, 4817–4842.

Kent, E. C. et al. 2016: A call for new approaches to quantifying biases in observations of sea-surface temperature. Bull. Amer. Meteor. Soc., doi: 10.1175/BAMS-D-15-00251.1

Johnson et al. 2016: State of the Climate Ocean Heat Content. BAMS., 97 (8), S66–S70.

石井正好, 2016 : 国内・国際海洋データベース再構築プロジェクト : XBT Japan と IQuOD. 海洋学会ニュースレター, 7-8. 第6巻、第3号, 2016.

石井正好・釜堀弘隆, 2016 : 過去150年間の気候再解析と大気海洋データレスキュー, 日本地理学会 (E-journal GEO), Vol. 12, 172.

第四回IQuOD、第五回XBT科学会合 日本開催

2015年度: 論文 1 件、解説 1 件、国内発表 5 件、国際発表 11 件

Johnson, G.C., J.M. Lyman, J. Antonov, N. Bindoff, T. Boyer, C.M. Domingues, S.A. Good, M. Ishii, and J.K. Willis (2015): Ocean heat content. In State of the Climate in 2014, Global Oceans. Bull. Am. Meteorol. Soc., 96(7), S64–S66, S68.

気象学会015年度春季大会専門分科会 (5月)「大気と海洋のデータレスキューの現状とその利活用」