

## 歴史的な水温データベースと IQuOD の取り組みについて

木津昭一（東北大学 大学院理学研究科 地球物理学専攻）

全球的・歴史的な水温プロファイルデータベースの品質向上を目指して、十年ほど前から IQuOD（International Quality-controlled Ocean Database）という国際的なプロジェクトが活動を続けている。組織的な測器間比較の結果、ボトル採水や CTD に比べて XBT の観測データに顕著な warm bias があることが指摘され、それが海洋温暖化の評価をも著しく歪めていると主張された（Gouretski and Kolterman, 2007）ことを発端とし、コミュニティが共有する水温データベースの品質の担保が重要な課題として認識された。その後、XBT の fall-rate（降下速度）が年代によって異なるらしいこと（Wijffels et al., 2008）、その水温測定自体にも系統誤差があるらしいこと（Gouretski and Reseghetti, 2010）、メーカーによっても違うこと（Kizu et al., 2011）、投下点の高さによって深さに系統誤差が生まれること（Bringas and Goni, 2015）等が指摘され、それらが海洋温暖化の指標としても頻用される海洋貯熱量の評価にも無視できないインパクトを与えることが判った。さらに、採水や MBT（機械式 BT）等、XBT 以外の測器による観測データにも国や年代によって差がありそうなことが指摘され、その定量化や補正も試みられている。XBT の投下点高度については、特に大型商船を利用する VOS（篤志船）観測では問題になり易く、また、原因が比較的単純でもあるため、船毎の実態聴取や収集情報のメタデータ化・共有化も図られつつある。XBT に限らず、特に“Pre-Argo”時代の水温観測では年代や国・機関によって主力測器が異なってきたため、それらの間の系統差は大きな問題になり得る。

IQuOD は、以上のような問題点を特定・克服し、“climate-quality”なデータベースの再構築を目指す有志のプロジェクトで（Domingues and Palmer, 2015）、SCOR のワーキンググループ（WG 148）としても位置付けられている。主に欧米豪中の政府機関に所属する研究者が中心となり、現在、日本からは MIRC の鈴木亨氏と筆者が活動に参加している。

観測の測器や手法に由来する種々のバイアスを特定し、補正する上での最大のネックは、大規模データベースに収録されている観測データのメタデータ（どんな測器・手法で観測が行われたかを表す諸情報）が致命的に不十分な実態にある。例えば XBT 観測では、日本と諸外国では異なるメーカーのプロープが使われていて、両者の間には（比較できている範囲で）最大 3–4% 程度の fall-rate の差があることが判っている（Kizu et al., 2011）が、その差は年代によって異なるらしく、さらに fall-rate 自体が水温によっても変わるため（Kizu, 2013 等）、補正は容易ではない。また、XBT 観測全体のほとんどを占める Sippican 社製のプロープには、ワイヤの不良によると思われる洩れ電流の問題があり、それが時に水温観測において大きな正のバイアスを生むことも判っている（Kizu, 2010 等；図 1 に例）。これらの問題に適切に対処するためにはプロープの種類やシリアル番号を特定することがまず必要であるが、World Ocean Database（以下 WOD）のような既存の大規模データベースでは、それらの記録が不十分で、特に後者の特定は至難である。プロープの種類さえ不明の観測プロファイルが半分以上を占め、それらを特定することから始めねばな

らない。そのため、国や観測年、最大観測深度などに依拠したり (Palmer et al., 2018)、ニューラルネットワークを使ったり (Leahy et al., 2018) 等が試みられている。

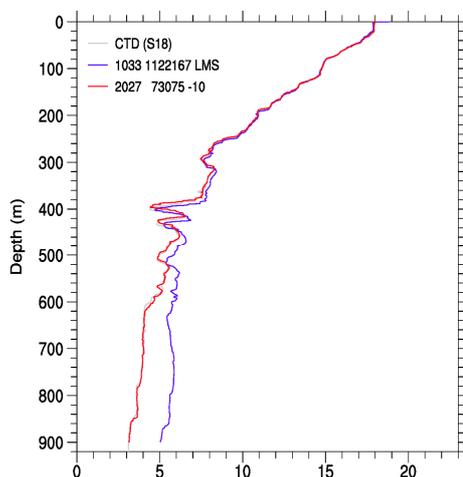


図1 CTD観測と2種類のXBT観測をほぼ同時に実施した比較の例。TSK製XBTの観測(赤)がCTD(薄灰色)とほぼ一致したのに対し、Sippican製XBTの観測(青)が途中から大きくずれていることが判る。

さらに、以上のような近年の新たな知見を観測現場にも活かしていただくため、日本では海洋観測ガイドラインの改訂(木津, 2015)、英語圏ではBest Practice (Parks et al., 2022) やXBTデータのQC Cookbookの改訂 (Cowley and Krummel, 2022) なども図られてきた。

しかし、そもそも歴史的なデータでは、それがどんな観測だったのか(例えば、CTDだったのか採水だったのか、XBTだったのか、等)や、どんな船による観測だったのかさえ、不明であったり誤っていたりすることが少なくない。故に残念ながら、原因を特定した上でのバイアス補正は極めて困難でもある。そのため、より効率的かつ現実的な選択として、専ら不十分なメタデータや統計的な比較に基づいて補正を進める動きも目立っている。

そのようなメタデータの不備を象徴する例を、以下、いくつか示す。

図2は、昨年11月時点でWOD2018に含まれていた“OSD”カテゴリ(いわゆる各層観測や低鉛直解像度のCTD等を含むとされる群)のプロファイルデータの測器別の割合を表している。全320万点超のうち、約86%は測器が不明であることを示している。同様に、“CTD”や“XBT”では各々110万点超、220万点超のおよそ半分、“MBT”では240万点超の96%以上が測器不明である。

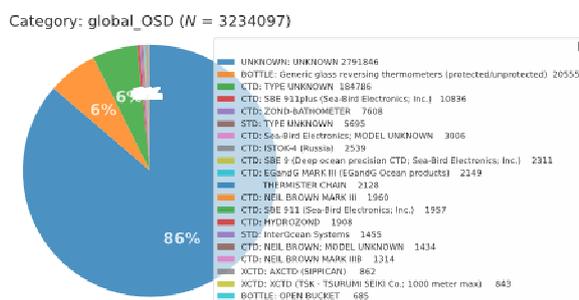


図2 WOD2018の“OSD”カテゴリの水温プロファイルデータの測器別割合。青(86%)が不明を表す。

さらに、そもそも“XBT”カテゴリのデータは本当にXBT観測なのか、“CTD”カテゴリのそれは本当にCTDなのか、といったことさえ怪しいケースが珍しくない(そのため、本稿では引用符を付けている)。それらを特定するためには船や観測実施機関の特定が有効と思われるものの、それらがそもそも不明であるケースも少なくない。

日本船のデータについては、国特有の事情もある。まず、水温観測に携わってきた船が桁違いに多く、かつ、同名の船が多い。異なる機関や年代で同じ字や読みの船が存在してきたほか、代替わりしても同じ船名が引き継がれたり、さらにそのアルファベット表記に揺れや誤りがあったりする。そもそも日本船の名前は長らく漢字か仮名であり、アルファベット表記自体がまったく標準的ではなかった。最新のWODにおいても、異なる機

関や年代の、間違いなく異なるはずの船のデータに単一の識別コード（同一の観測プラットフォームであることを意味する）が付与されているケースが多く見受けられる（図4と図5に例を示す）ほか、識別コードの誤りも数多見つかっている。合理的なデータ QC のためには、それらをまず適切に切り分け、正すことが必要で、さらに、アルファベットとアラビア数字しか許さない現在の記録方式にも問題がある。故に WOD には、目下、少なくともメタデータについて、より多様な文字体系を許容できる文字コードへの変更を求めている、現在、関係機関で検討が進められている。

Argo 観測網や衛星高度計により、観測の標準化が進み、データ偏在の問題も大きく緩和された。しかし、それ以前に遡ると、歴史的データの品質の検証・改善が依然として重要な課題である。本プロジェクトのような有志のみの活動でどこまで実現できるかは定かでないが、せっきく取得されたデータが大規模データベースの中でぞんざいに管理共有されている実態は大変残念であり、観測やデータの流通・管理に関わる諸機関のご理解やご協力にも、大いに期待する次第である。

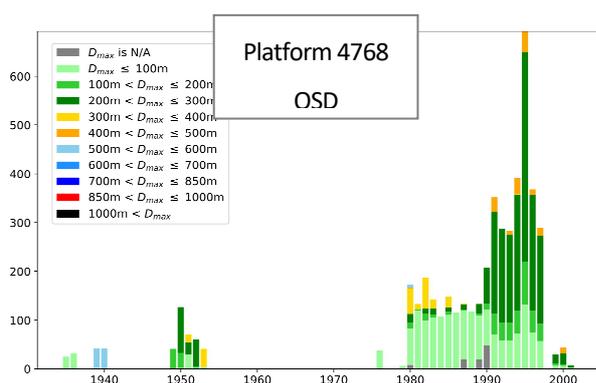


図4 プラットフォーム符号4768(「IWATE MARU」を意味)の“OSD”データの年別プロファイル数。色( $D_{max}$ )は最大観測深度。おそらく、岩手県水試の第3、4、6、7、8代「岩手丸」のデータが混在している。

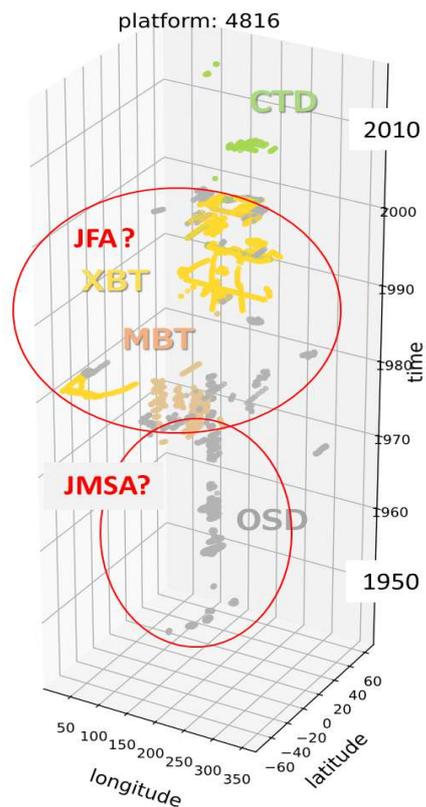


図5 プラットフォーム符号4816(新潟県の実習船「海洋丸」を意味)を付与されている“OSD”、“MBT”、“XBT”、“CTD”カテゴリの水温プロファイルデータの時空間分布。おそらく水産庁の開洋丸や旧海保庁水路部の第4海洋丸(後に「海洋」に改名された)等のデータが混在していると思われる。ちなみに、新潟県の「海洋丸」の運用は1995年からである。