

# 海洋二酸化炭素関連物質データ品質管理ガイド

共著 ・ 北海道大学大学院  
・ 地球環境科学研究科

小熊 幸子

北海道大学大学院  
地球環境科学研究科

碓井 敏宏

監修：海洋化学系データインベントリワーキンググループ (IJCD)

刊行：  日本海洋データセンター

2004年9月


Guide for  
Data Quality Control of  
Oceanic  
CO<sub>2</sub>-related Data

*Cover Back*

# 海洋二酸化炭素関連物質データ品質管理ガイド

共著：北海道大学大学院 地球環境科学研究科 小熊 幸子      北海道大学大学院 地球環境科学研究科 碓井 敏宏

監修：海洋化学系データインベントリワーキンググループ (IJCD)

刊行： 日本海洋データセンター

2004 年 9 月

Guide for data quality control of oceanic CO<sub>2</sub>-related data

Sachiko Oguma and Toshihiro Usui

JODC Manual and Guide Series No.9

September 2004

*Blank Page*

## 刊行にあたって

海洋は、年間約 2Gtの炭素を吸収しているといわれており、二酸化炭素のリザーバーとして海洋が大気から二酸化炭素をどのように吸収し蓄積してきたかを解明することは、将来の気候変動予測を行う上で極めて重要な課題です。

しかしながら、海洋二酸化炭素関連物質の観測には様々な手法があり、また技術革新による観測手法の進歩による精度の向上も著しく、データ精度・確度にバラつきが大きい上、これらのデータの多くは各調査機関に分散しているのが現状です。

日本海洋データセンターでは、二酸化炭素の海洋吸収メカニズムの解明に関する調査研究を支援するため、環境省の地球環境保全試験研究費により平成 13 年度から 3 ヶ年計画で「海洋の二酸化炭素吸収量解明のための海洋二酸化炭素関連物質データベースに関する研究」として、北太平洋域における海洋二酸化炭素関連物質データの収集提供のためのデータの所在情報及び実データに関するデータベースシステムの研究及びデータセンターとしてのデータ品質管理手法の研究を実施しました。

「海洋二酸化炭素関連物質データ品質管理ガイド」は、この研究から得られた成果をベースに国内関係研究機関及び研究者の知見を取りまとめたものです。

データセンターで行うデータ品質管理手法について知って頂くことは、利用者にとって高精度のデータ処理を行ううえで重要となるとともに、また関係機関における関連データ処理のご参考になるものと思います。

本ガイドが、日本海洋データセンター利用者の皆様のお役に立つことを期待するとともに、本ガイドの刊行にあたりご協力いただきました各位、取りまとめて頂いた小熊幸子・碓井敏宏両博士、並びに監修に協力頂いた海洋化学系データインベントリ・ワーキンググループ各位にこの場を借りてお礼申し上げます。

2004 年 9 月

日本海洋データセンター  
所 長  
小田 卷 実



## はじめに

海洋化学系データには、無機・有機にわたって無数の海水中の溶存物質に関するデータが含まれるが、「海洋二酸化炭素関連物質データ」は、特に海洋の二酸化炭素濃度と関連する物質のデータを指す。全炭酸・アルカリ度・pH・二酸化炭素分圧(もしくはモル濃度)といった炭酸系データをはじめ、二酸化炭素濃度分布に影響を与える生物活動を代表するクロロフィル-a データ、そしてその生物活動と関係の強い溶存酸素・栄養塩データが含まれる。溶存酸素および栄養塩は、基礎的項目として古くから観測が行われ、日本海洋データセンター (Japan Oceanographic Data Center, JODC)、米国海洋データセンター (National Oceanographic Data Center, NODC) をはじめとする海洋データセンターで長年にわたって収集・保管されてきた。炭酸系は、地球温暖化問題でその注目度が高まるにつれて、温室効果気体世界資料センター (World Data Centre for Greenhouse Gases, WDCGG) や二酸化炭素情報分析センター (Carbon Dioxide Information Analysis Center, CDIAC) を中心に二酸化炭素関連データのデータベース化が進められている。NODC でも、世界の海洋観測データを収めた World Ocean Database 2001 (WOD01) において、二酸化炭素データが初めて収録された。このように、多くの種類のデータが海洋二酸化炭素関連物質データとして集められ、様々な解析に用いられている。そして、研究対象領域が時間的・空間的・学際的に広がりが増すにつれ、さらに多くのデータが必要となり、研究機関や研究者の間のデータ共有が進められている。その共有の規模は、データセンターによる保管・管理から、研究者個人によるデータ収集・整理まで様々だが、いずれの場合においても、一つのデータセットとしてフォーマットを整え、後々の研究でも使いやすくするという作業は共通である。

複数の研究機関・研究者によって観測されたデータを一つのデータセットとしてまとめる場合、エラー値のチェックは不可欠である。タイプミスなどによって、桁がずれた値や現実に起こり得ない値が含まれていると、月平均値など統計処理結果に影響を及ぼすためである。そのようにデータセットの中に統計的に大きく外れた値や海洋学的に異常と思われる値が存在していないかをチェックし、その結果をフラグと呼ばれる数値・記号等により付加する作業を「データ品質管理」と言う。チェックに用いる値、すなわち閾値の例として、NODC が World Ocean Database 1998/2001 を編纂した際に用いた値が挙げられる。海洋二酸化炭素関連物質データのうち、観測数の多い溶存酸素や栄養塩データは、水温・塩分と同様の品質管理チェックが行われている。しかし、炭酸系のデータは 1990 年代以降に観測されたものが多く、海洋データ全体の中でも比較的新しい項目であるが故に、品質管理手法は開発途上にある。

海洋二酸化炭素関連物質データの精度は、1970 年代の地球化学海洋縦断計画 (Geochemical Ocean Section Study, GEOSECS) から 90 年代の世界海洋循環実験計画 (World Ocean Circulation Experiment, WOCE) や全球海洋フラックス合同研究計画 (Joint Global Ocean Flux Study, JGOFS) に到るまでの間、観測技術の進歩に伴い著しく向上した。そのため、10 年以上のスケールでデータを収集し比較するには、分析方法やデータ精度の時代変遷を理解していないと、異なる航海で得られたデータ値の精度の違いを有意な差として考察することができない。このような観測手法の変化の追跡に有力な

のが、属性データまたはメタデータである。メタデータは、データを観測した航海情報、担当研究者の氏名、使用された分析装置といった、観測の背景を記述したもので、「データのデータ」と表現されることもある。データセンターでのデータ品質管理や長期保管にとって重要な参考資料になるだけでなく、研究現場において経年変動や10年スケールなどの長期変動解析のために多数のデータセットをまとめて使う場合に、その価値を発揮する。しかし、メタデータの項目や形式は、プロジェクト内で統一することはあるが、世界的には決められていない。

こうした背景を踏まえ、特にデータ数の多い栄養塩データを中心に、海洋二酸化炭素関連物質データの品質管理手法を検討し、その結果を取りまとめた。NODC のデータ品質管理手法をベースとした、データセンターなどにおける大量データの品質管理チェック方法と、研究現場において個人がデータ整理するための、測点単位のデータ品質管理チェック方法を検討し、それらについて国内外の海洋調査機関や観測プロジェクトで実施されている品質管理手法との比較も行った。さらに、これまで観測報告書のように文章で記録されることの多かったメタデータをより簡潔にするため、過去に作成されたメタデータを例に、具体的にメタデータとはどのような情報なのかを示しながら、内容別に項目をまとめた。

本ガイド内で示した品質管理手法およびメタデータ項目が、今後研究者自身が観測・分析結果についてまとめる際の参考になれば幸いである。

なお本ガイドは、環境省地球環境保全試験研究費「海洋の二酸化炭素吸収量変動解明のための海洋二酸化炭素関連物質データベースに関する研究」および環境省地球環境総合推進費「海洋生物データの統合化技術と炭素循環解析への活用に関する研究」の支援を受けて作成され、日本海洋データセンターマニュアルガイドとして刊行されたことをここに付記し、深く謝意を表する。

2004年9月

北海道大学大学院地球環境科学研究科

小熊 幸子

碓井 敏宏



## 目 次

刊行にあたって	i
はじめに	iii
<b>1. データ品質管理</b>	<b>1</b>
1.1 エラーデータの発生要因	1
1.1.1 ヘッダー部のエラー	1
1.1.2 観測データ部のエラー	3
1.1.3 重複エラー	3
1.2 大量データの品質管理チェック	4
1.2.1 年月日・時刻チェック	5
1.2.2 緯度経度チェック	5
1.2.3 船舶コードチェック	5
1.2.4 重複チェック	6
1.2.5 船速チェック	6
1.2.6 海陸チェック	7
1.2.7 観測深度チェック	7
1.2.8 レンジチェック	7
1.2.9 プロファイルの連続性・鉛直勾配チェック	8
1.2.10 密度逆転チェック	9
1.2.11 項目間プロットチェック	10
1.2.12 鉛直プロファイルチェック	11
1.3 より詳細な品質管理チェック	12
1.3.1 海域特性を考慮したレンジチェック	12
1.3.2 異なる測定方法で得られた同一観測項目データのチェック	13
1.3.3 測定項目間における鉛直分布パターンの比較	13
1.3.4 密度軸に対する分布のパターン	16
1.3.5 鉛直断面図による水塊構造との比較	16
1.4 フラグの付加	16
<b>2. データのレポートニング</b>	<b>19</b>
2.1 メタデータ	19
2.1.1 航海情報	19
2.1.2 詳細情報	21
2.2 メタデータの現状	23
2.2.1 国内の事例	23
2.2.2 海外の事例	23
2.2.3 メタデータ収集の問題点	24

2.3 単位と項目名	25
<b>謝 辞</b>	44
<b>参考ウェブサイト</b>	45
<b>参考文献</b>	46
<b>付 録</b>	49
<b>A. 北太平洋海域データの閾値</b>	51
<b>B. 日本周辺海域データの海域区分と閾値の検討</b>	57
B.1 WOD98・WOD01 の閾値	59
B.2 日本周辺海域データと WOD の閾値	59
B.3 使用データ	61
B.4 海域区分の設定	61
B.5 閾値の計算	62
B.6 得られた閾値の検討と適用	62
<b>C. 日本周辺海域データの項目間プロット</b>	121
C.1 日本周辺海域のレッドフィールド比	123
C.2 項目間プロット	124

## 1. データ品質管理

データ品質管理の作業には、(1)データを得る過程で同時に行うチェック(観測時の採水器の誤作動のチェックや研究室での分析時のチェックなど)と、(2)データが一通り集められた後に行うチェックの二つの段階がある。(1)は、実際に測定・分析したデータ提供者にしか行えない。(2)は、データ管理者やデータ利用者といった現場に居合わせなかった者が行う場合もあれば、データ提供者自身が提供前に自分でデータセット全体を見回すために行う場合もある。したがって本ガイドでは、(2)のデータ収集後の品質管理に関してのみ述べる。

データ品質管理チェックの結果は、数字やアルファベットを用いた「フラグ」の付加によって反映させるのが一般的である。チェックによりエラーとされた値でも、値の削除は勧められない。チェックは決して万全ではなく、真に有意のデータであってもエラーとしてしまう場合がある。絶対的な値が存在しないが故に、チェックはあくまでチェックに留め、フラグを付加してデータを極力残し、後の研究に判断を委ねるべきである。ただし明らかに完全重複と分かるデータは複数あっても意味がないので、一つ残して、あとは削除してよい。

### 1.1 エラーデータの発生要因

はじめに、データ品質管理チェックを行う必要性について、入力ミスによって生じた実際には起こり得ない値や、完全重複、欠測など、解析前に検討を要するエラーについて述べる。

データは大きく分けて、位置、年月日などからなるヘッダー部分、そして水温・塩分など実データからなる観測データ部分の、二つの部分からなり、それぞれに種々のエラーが存在する。本節では、それらのエラーの原因と例を、品質管理処理時に考慮すべき事項としてまとめる。

#### 1.1.1 ヘッダー部のエラー

例えば、日本海洋データセンターがオンラインデータベース J-DOSS (JODC Data On-line Service System) で用いている標準フォーマット、FETI (Format of Exchange and Translation for Integration) フォーマットのヘッダー部には以下の情報が含まれる。

- 緯度 (ddmmss, [N:S])
- 経度 (dddmmss, [E:W])
- 観測年月日 (yyyymmdd)
- 観測時刻 (HHMMSS)
- 観測機関の国
- 観測機関

- 船舶コード (コールサイン)
- プロジェクト名
- 水色
- 風向・風速
- 波の方向・高さ・間隔
- うねりの方向・高さ・間隔
- 気象 (気温・湿度・天気・雲量・雲のタイプ・気圧・視界)
- 測点フラグ
- プロファイルフラグ
- JODC のリファレンス番号

これらのうち最も重要とされるのが、緯度・経度で示される観測位置と、観測年月日である。いつどこで観測されたか分からないと、データ値の示す意味が明確にならない。よって観測位置もしくは観測年月日のいずれかが欠落した場合、海洋データの品質管理では重度のエラーと見なされる。位置ほどではないが、観測機関とその国も参考になる。不自然なほど遠い国の観測機関コードが登録されている場合、位置の経度の東西、緯度の南北が間違っている可能性がある。

船舶コードは、データをクルーズ単位で整理するときには有力な情報となる。しかし、異なる船舶のデータに同一のコードが入力されると、全く違う海域の航海なのに期間が重なるなどのエラーとして現れる。コードの語源として、船名や船名のイニシャル等を用いる場合があるが、船名は代船に引き継がれることが多く、イニシャルもよく似た船名があると非常に混乱する。データ整理において不便であるばかりでなく、データの品質に影響を及ぼす船体の装備・機能、搭載観測機器の追跡にも不便であることから、船舶に固有のコールサインの方がより適切と考えられる。JODC の FETI フォーマットでも、コールサインを採用している。

プロジェクト名は、ある特定のプロジェクトにおいて収集されたデータを抽出する際に役立つ。またプロジェクト内では測定方法が統一されていることが多く、データ品質管理においても参考になる。WOCE のように、プロジェクト内で決められた方法により品質管理を研究者ですで行っている場合もあるが、それらの品質管理済データも、データセンター内で改めて品質管理チェックを行い、その結果をフラグで表している。

風速・風向や気温などの海上気象データは、古くから海洋観測データと共に観測野帳に記録されている。それらを集めたデータセットとして、日本では神戸海洋気象台の「神戸コレクション」が知られている。気温は月平均・日平均の値によって比較・検討ができるが、風のデータは船の進行方向によって影響を受けるので、大幅な桁の間違い以外のチェックは困難であろう。また雲量や天候は、多分に主観が含まれるうえ、閾値の設定そのものにあまり意味がないと考えられる。

波高・水色等の海象情報は比較的欠落が多く、データセット全体においても絶対量が少ない。衛星による波高や水色のデータが活用されるにつれて、海象データの歴史的価値が近年高まっているが、過去のデータの殆どは目視観測で、観測担当者個人に大きく依存する。そのため、客観的な判断基準を用いたエラーの抽出は困難であるが、波高の単位もしくはコード(例:WMO1555)、水色の指標(例:フォー

レル・ウール階級)に何が使われているかを確認することは重要である。

### 1.1.2 観測データ部のエラー

FETI フォーマットデータの観測データ部には、以下の情報が含まれる。

- 観測項目
- 観測項目の単位
- 観測水深
- 観測データ
- 品質管理チェックフラグ
- データ管理フラグ

観測データ部の主なエラーとして、閾値の範囲外へのはみ出しと、過大な鉛直勾配(変化率)がある。閾値範囲からはみ出しの要因として、観測野帳など紙面データのデジタル化作業中のタイプミスによる桁間違いや、データ間の単位の違いが挙げられる。

タイプミスによる桁間違いは、その項目にとって不自然な値や、上下の観測層との間で極端に値が変わるために生ずる大きな鉛直勾配値といった形で現れる。また、単位を間違った場合においても値が極端に大きく、あるいは小さくなる。タイプミスについては、データの元となる野帳まで確認する必要がある。もし明らかな間違いと分かれば修正可能だが、野帳まで遡っても間違いでない場合、まさに観測現場にいた者にしか確認できないので、修正せずにエラーと示すのが無難である。

違う単位のデータが混在するデータセットを扱う場合も注意を要する。栄養塩データは、現在は元素量(リン酸態リン、硝酸態窒素)の $\mu\text{mol/L}$ で表すことが多い。しかし、 $\mu\text{mol/kg}$ や $\text{mg/L}$ 、 $\mu\text{g/L}$ で計算・表示しているデータも存在する。こうした単位の異なる栄養塩データを収集して一つのデータセットとする場合、データセット内で単位の混在を許容した方が、各データが本来持つ精度に影響を及ぼさない。しかし、単位の混在に気づかないまま、ある一つの単位について閾値を設定してチェックすると、範囲外のデータが擬似的エラーとして大量検出される可能性がある。

単位が混在するデータセットについては、データフォーマットに予め単位を表示する桁を用意するか、別途メタデータ(2.1節に後述)で記述を残す必要がある。そうした記録のない過去のデータからこの種のエラーを抽出するには、データを提供した研究者に尋ねるか、当時の野帳で直接確認する他に確実な手段はない。そうした手間を省くためにも、単位の記録をデータ内部に残すことが望まれる。

### 1.1.3 重複エラー

重複エラーの検出は、ダブルキャストか二重入力かを見極める作業なので、最も神経を使う。ヘッダ部と観測データ部の双方を比較し、どれだけ違うかによって重複の度合いを判断する。完全重複であれば、統計処理への影響を考慮し一方のデータを削除すべきである。しかし、わずかに異なるデータ、例えば時刻が1秒だけ違う、あるいは観測データがプロファイルの中で1層だけ違うといったデータについて

は、慎重に検討する必要がある。

重複エラーの原因は多種多様に考えられるが、おそらく最も起こりやすいのは、野帳からデータをデジタル化する打ち込み作業の時と思われる。一航海分のデータ量ならば野帳と比較するなどして逐一点検することも可能だが、プロジェクト単位、研究機関単位といった大量のデータに対して、そのような点検作業を行うことは時間と労力を要する。そのため、データセットを改めて紙面から作成する際には、データの重複入力に細心の注意を払うことを勧める。そして、ダブルキャストで観測した測点についてはデータのコメント行、もしくはメタデータに記録し、重複入力されたエラーデータではないことをデータ利用者に明確に示すのが望ましい。

## 1.2 大量データの品質管理チェック

本節では、データセンターで用いるような、大量データに対する品質管理チェックについて述べる。各手順においては、基本的に航海単位でデータを処理する。前節でも指摘したような、測点単位では検出しきれないエラーを検出するためである。

品質管理チェックは、米国海洋データセンター (NODC) の World Ocean Database 98 version 2.0 (WOD98v2) (NODC, 1999)、World Ocean Database 2001 (WOD01) (NODC, 2001)、および(財)日本水路協会海洋情報研究センター (Marine Information Research Center, MIRC) の MIRC Ocean Dataset 2001 (MODS2001) (MIRC, 2001)<sup>1</sup>の編纂時に用いられた手順に従い、更に海洋二酸化炭素関連物質データのためのチェック項目を追加した。データ品質管理処理の各チェック項目は、以下の通りである。

1. 年月日・時刻チェック
2. 緯度経度チェック
3. 船舶コードチェック
4. 重複チェック
5. 船速チェック
6. 海陸チェック
7. 観測深度チェック
8. レンジチェック
9. プロファイルの連続性・鉛直勾配チェック
10. 密度逆転チェック
11. 項目間プロットチェック
12. 鉛直プロファイルチェック

1. から 10. までの項目は WOD98v2, WOD01, MODS2001 と同様であるが、11. と 12. が追加した項目

---

<sup>1</sup> MIRC Ocean Database 2001 は、JODC 管理データを品質管理処理し作成されたもので、これらの処理結果は JODC の管理するデータベースに還元されている。JODC が受領する海洋データは米国 NODC に送付され、WOD98v2/01 にも反映されている。WOD98v2, WOD01, MODS2001 については巻末付録 B の 63・64 ページを参照。

で、特に海洋二酸化炭素関連物質データに関して重要と考えられる。

11. 項目間プロットチェックは、栄養塩データや炭酸系データの各項目間で、ある一定の比や関係式が成り立っているという性質を活用している。同時に観測された二項目を組み合わせて散布図を作成し、そのプロファイルの形状、ばらつき具合から、データやプロファイルのエラーを検出する。

12. 鉛直プロファイルチェックは、一航海の全測点、近接の複数の測点、同じ季節の複数回観測などのデータを、濃度・水深を変数としてプロットし、エラーデータやエラープロファイルを検出する。各測点において上記の 10. までのチェックでエラーが検出されなくても、航海の全測点のデータ、もしくは近接する測点のデータの鉛直プロファイルのプロットすることによって、一測点だけでは現れにくいエラーを含んでいないかをチェックすることができる。例えば、あるプロファイルについて、値が全て閾値内にあって鉛直傾度も範囲内であっても、プロファイルの値全てがシフトし、他の航海で観測された値と明らかにずれているケースなどに有効である。

### 1.2.1 年月日・時刻チェック

各観測点に対して、観測日時が適正な範囲内であることをチェックする。なお時刻は、世界標準時 (GMT) に統一するのが望ましい。日本標準時、船内時間で記載されているデータが混在すると、船速チェックや重複チェックで混乱するためである。FETI フォーマットでは秒の桁まで記載可能であるが、変換元のデータに秒の記載が無ければブランク (空白、ゼロとは異なる) としている。

不適切な値の例： 13 月 32 日、うるう年ではない年の 2 月 29 日、24 時 61 分、  
データ処理時より未来の日付、空欄

### 1.2.2 緯度経度チェック

各観測点に対して、観測位置の数値が適正であることをチェックする。その測点の位置が正しいかの判断は、一点だけでは分からないので、後の船速チェックで判断する。

不適切な値の例： 東経 365 度 71 分 65 秒、空欄

### 1.2.3 船舶コードチェック

各観測点について、観測船を示す船舶コード (コールサイン) が記載されているかチェックする。各船舶の就役期間が明らかであれば、年月日データと比較し、その就役期間と適合するかを確認する。不適合の場合は、年月日と船舶名のいずれかが間違っている可能性があるため、野帳等で確認する。

.....  
ここで、年月日・時刻チェック、緯度経度チェック、船舶コードチェックを通過したデータを日付順にソートする。MODS2001 では、直前の観測点から 5 日間以上経過した観測点が航海 (クルーズ、一連の観

測)の開始とみなして航海を機械的に区切り、各観測年で3桁のクルーズ番号を順に付加しているが、実際の航海の区切りと異なる場合もある。個々にデータを整理する場合には、次の航海との間隔が5日未満であっても、明確に航海の区切りが分かっているならば、その航海の開始日をそのまま航海の区切りとしてデータを並べるべきである。

## 1.2.4 重複チェック

正常な航海情報、すなわち正常な観測日時・位置・船舶名(コールサイン)を持つ観測データに対して、重複チェックを行う。MODS2001の重複チェックの際に用いた判断基準は、表1.1の通りである。

表 1.1: 重複チェックの判断基準 (MIRC, 2001)

重複チェック結果	判断
対象項目が全て一致	明らかに重複(完全重複)
JODC参照番号を除いた項目が一致	重複の可能性が極めて高い
日時・位置・プロファイルが一致	重複の可能性がかなり高い
日時・位置は一致するが、プロファイルが異なる	重複の可能性が高い
日付1時間以内・位置1'以内で、プロファイルが一致	重複の可能性がある
日付1時間以内・位置1'以内で、プロファイルが異なる	重複の可能性を捨てきれない

MODS2001では、重複の度合いをプロファイルフラグで表し、重複と疑われる二つの測点の双方に付することで、データ利用者に注意を促している。ダブルキャストの測点には、重複フラグが付く可能性が高い。

重複チェックについては、日時・位置エラーが次項の船速チェックにより検出されることがあることから、船速チェックの後、再度チェックすることが望ましい。

## 1.2.5 船速チェック

同一船舶の一航海内のデータで年月日、時分、緯度経度の度分が正常な値の観測点を用いて、二測点の位置と時刻から船舶の移動速度を見積もり、適正な範囲内であるかをチェックする。たとえ年月日・時刻チェックや緯度経度チェックで異常とされなくても、二測点のうちいずれかが間違っていると非常に大きな船速が見積もられ、エラーとして検出できる場合がある。

船舶名(コールサイン)のチェックにも有効である。異なる船舶のデータが混在すると、航跡が不自然に大回りになったり、測点が異常に離れたりすることがある。つまり、同一船舶が同じ時期に離れた海域で観測したと見なされるためである。その結果、やはり非常に大きな船速となって現れる。

船速チェックの際、同時に航跡図を用いるとエラーをよりはっきりと把握できる。測点を一つの「点」で見ていると分からない位置データのエラーも、航跡という「線」で見ると明らかになる。



## 1.2.6 海陸チェック

海域の水深データや陸域の標高データを用いて、観測位置における海陸をチェックする。標高値の存在するメッシュ内、もしくは水深データの存在しないメッシュ内、つまり陸域にあればエラーとなる。緯度・経度がたとえ「ありうる値」であっても、陸であってはその位置データはエラーである。JODC では、広域のデータをチェックする場合は 2 分メッシュデータを使用している。また MODS2001 では、国土地理院発行数値地図 250m メッシュ標高値をもとにチェックしている。

## 1.2.7 観測深度チェック

このチェックは、標準層のように、水深が固定されたカラムへの入力ミス(例えば水深 500m 毎のカラムに 100m 毎観測値をいれた場合など)の検出を目的としている。観測地点の現場水深が観測と同時に測られていた場合は、その現場水深の 120% (1.2 倍)を越えた観測深度をエラーとする。現場水深がデータに無い場合は、海底地形データと比較するのが望ましい。

主要な海底地形データとして、JODC の日本周辺 500m メッシュデータの JEGG500、MIRC の 30 秒メッシュデータ JTOPO30 および 1 分メッシュデータ JTOPO1、米国 National Geophysical Data Center (NGDC) の全世界 5 分メッシュデータ ETOPO5 などがある。これらの水深データはメッシュ、つまり一定の格子間隔で、すでに平均化などが施された処理済みの水深値なので、観測位置と直接対応する生の水深データは存在しない。内挿値などの推定値も含んでいる。観測地点と全く同じ地点にデータがあることは稀なので、近隣のメッシュの値から平均値を求めて比較する。しかし、海溝周辺のように海底地形が急激に変わる海域では、参考に留める。

## 1.2.8 レンジチェック

各観測項目に対して、データ値として存在し得るとされる値の最大値および最小値を閾値としてレンジチェックを行う。そのため、実際に観測される値よりも大きい、もしくは小さい値が閾値として設定される。閾値の範囲(レンジ)は、同じ水温や塩分であっても、チェックの目的によって異なる。例えばデータセンターの場合、レンジチェックの主目的は、データのデジタル化作業時のタイプミスなどによる桁のずれや、測器の異常によって生じるような桁違いな値の検出にあるので、それら以外の値は極力エラーとしないよう、閾値のレンジを非常に広く設定している。

海洋データのレンジチェックに用いられる閾値は、観測項目ごとに水深方向の関数として設定されていることが多い。例として、WOD98v2 および WOD01 の編纂時に設定された北太平洋(太平洋の北緯 10 度以北)外洋域・沿岸域の閾値を、巻末付録 A の表 A.1 から表 A.4 に示す。ただしアンモニウム塩データは WOD98v2 と WOD01 の双方とも未収録のため、閾値が設定されていない。WOD98v2 と WOD01 では、北太平洋、南大洋といった海盆単位の非常に広い海域で、同じ閾値が適用されている。各海盆で沿岸域と外洋域の二通りがあり、陸域に近い沿岸域のデータに対しては、河川水などの影響を考慮して外洋域より更に広いレンジが設定されている。

閾値は絶対的な値ではないので、データセットのデータ量や海域の広さによって、レンジ設定の有無や、レンジ幅を検討・調整してよい。WOD01の編纂時に、WOD98v2の閾値のうちリン酸塩、ケイ酸塩、アルカリ度およびpHの閾値が設定し直された一方で、亜硝酸塩の閾値が未設定となっている<sup>2</sup>。WOD98v2やWOD01のようにタイプミスや明らかに異常な値の検出が目的ならば、表A.1から表A.4のように非常に幅広いレンジで充分である。それ以上の目的、例えばある海域のある季節に関するデータでその季節に不適切な値であるかどうかの判断などには、データをより詳細に検討したうえで、閾値を改めて設定することも考えられる(この詳細な検討については次節1.3および巻末付録Bで触れる)。もし、新たに設定したレンジを用いて品質管理チェックをした場合は、使用した閾値と定義を改めて明示すると共に、そのレンジの外に出たデータにフラグを付けてデータ利用者に注意を促す必要がある。

### 1.2.9 プロファイルの連続性・鉛直勾配チェック

各観測項目について鉛直勾配、すなわち

$$gradient = \frac{v_2 - v_1}{z_2 - z_1}$$

(ここで  $v_1$ ,  $v_2$  は比較する2層の観測値、 $z_1$ ,  $z_2$  は観測水深)を定義するときに、*gradient* が負ならば水深方向に観測値が減少する「勾配」、正ならば観測値が増加する「逆転」として、*gradient* の絶対値が過剰に大きくなる過勾配・過逆転になっていないかをチェックする。ただし、ここでの「逆転」は、各項目に関する過去の文献や客観的データ解析によって示された分布傾向から判断されるもので、次節1.2.10節の密度逆転のように物理現象からなされた表現とは異なる。

WOD01 および MODS2001 の鉛直勾配チェックで用いられた閾値を表1.2にまとめる。なおWOD01では、溶存酸素、ケイ酸塩およびクロロフィル-aの鉛直勾配チェックは行われていない。表1.2の右端のカラムZSI (Zero Sensitivity Indicator) は、欠測の目印としてのゼロ値と、観測値としてのゼロ値とを区別するための指標である。特に欠測を空白で示すことの多かった歴史的データのチェックに役立つ。のちにデジタル化して、コンピューターのプログラムで空白桁を整数型または実数型として読み込んだ時に、ゼロ値に変換され変数に収録されている場合があるためである。もしゼロ値が観測データとして存在していても、ZSIによって過勾配と判断されれば、そのプロファイルの中では不自然なゼロ値としてチェックする。ゼロに変換された空白桁である可能性がある場合は、元の観測野帳を確かめるのが望ましい。

---

<sup>2</sup> 亜硝酸塩データの品質管理チェックが不履行のため。結果として、WOD01には亜硝酸塩データそのものが収録されていない。NODCの栄養塩担当者 Dr. H. Garcia 私信。

表 1.2: 鉛直勾配チェックに使用される観測項目ごとの最大値 (MIRC, 2001; NODC, 2001)  
 表中 MIV は maximum inversion value、MGV は maximum gradient value の略

項目名	単位	MIV	MGV	MIV	MGV	ZSI
		(<400m)	(<400m)	( 400m)	( 400m)	
水温	deg C	0.300	0.700	0.300	0.700	5.00
塩分	PSS or ‰	9.000	9.000	0.050	0.050	5.00
pH	(unitless)	0.400	0.400	0.200	0.200	2.00
溶存酸素*	ml/L	1.000	1.000	0.750	0.750	2.00
リン酸塩	μmol/L	1.000	1.000	0.500	0.500	2.50
ケイ酸塩*	μmol/L	5.000	5.000	3.500	3.500	3.00
硝酸塩	μmol/L	1.000	1.000	0.500	0.500	2.50
亜硝酸塩*	μmol/L	0.100	0.100	0.050	0.050	2.50
クロロフィルa*	μg/L	1.000	1.000	0.250	0.250	2.00
アルカリ度	meq/L	0.100	0.100	0.050	0.050	2.00

\*: WOD01 では未設定

### 1.2.10 密度逆転チェック

密度逆転チェックは、水温・塩分データに対してのみ行われる項目であるが、密度・栄養塩・クロロフィルの鉛直分布は鉛直プロファイルチェック(次節 1.2.11 参照)のときに有意な比較対象となるため、極力省略しないことが望ましい。密度逆転チェックに用いられる閾値を表 1.3 に示す。上層では、冬季や悪天候時など鉛直混合の激しい時期に、密度逆転が一時的に観測されることがありうるので、浅い層ほど許容する密度差を大きくしている。ただし、この密度差は標準層の層間の密度差であり、単位水深あたりの差ではないことに注意する。

表 1.3: 密度逆転チェックに使用される閾値 (MIRC, 2001; NODC, 2001)

Depth	Maximum of $\delta\rho =  \rho_2 - \rho_1 $
30m >	$3 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3$
30-400m	$2 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3$
400m <	$0.1 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3$

1.2.10 節までの項目は、データセンターでも行われている品質管理チェック項目で、各チェック項目の閾値の例は、広い海域で観測された大量のデータを一度に処理することが想定されている。一つ一つのデータをチェックするのが困難なので、極力データとして許容できるよう閾値を幅広く、そして勾配値を大きく設定している。それでもレンジ外や過勾配となったデータについては、たとえ有意であっても、自動的にフラグを付加している。研究者個人のデータチェックには、解析対象データの海域に見合った値に調

整してもよい。

次節 1.2.11 以降は、海洋二酸化炭素関連物質データの品質管理チェックのために追加されたチェック項目である。大量データの中の一航海分、一測点分のデータについて、値をほぼ手作業で一つずつチェックする。前節までのチェック項目とは異なり、閾値のような客観的判断のための値を設定せずに、チェック担当者の主観によってフラグ付加の判断をするため、データの観測された海域の特徴について、ある程度の知識を要する。

### 1.2.11 項目間プロットチェック

同時に観測された二項目を組み合わせて散布図を作成し、そのプロットの形状やばらつき具合から、エラーデータを検出する。栄養塩のレッドフィールド比や、溶存酸素濃度から算出される見かけの酸素消費量 (Apparent Oxygen Utilization, AOU) とリン酸塩の比、炭酸系項目の関係式など、栄養塩や炭酸系の項目間にみられるある一定の関係を活用したチェックである。プロットの形状に変化が現れた場合、生物活動の影響もしくは測器の不具合などの要因が存在したと考えられる。水温・塩分データに関しては、Hydrobase や Algo データの品質管理で TS ダイアグラムが活用されている例がある。

図 1.1 に例を示す。一航海分のデータで、プロット全体としては右上がりの分布を示している。大半が直線状に並び、良い相関関係が示されているが、丸で囲まれたデータのように外れて分布するデータがある。このように外れているデータについては、レンジチェックでエラーとされないような値であっても、桁や観測層のずれなどの問題があると考えられるので、野帳などを調べる。

しかし、図 1.1 と同様の一航海分のプロットでも、北太平洋を横断するような非常に長い測線になると、分布の特徴が異なる海域のプロットが混在し、エラーが見えにくくなる。そのように長い測線の場合は、ある程度測点を分けてからプロットすると、海域差の影響を小さくすることができる。

一測点・一航海ずつの比較に先立ち、大量データを用いて、海域によるプロットの傾向の差異を把握することも重要である。巻末付録 C に、日本周辺海域の栄養塩の硝酸塩 + 亜硝酸塩とリン酸塩、およびケイ酸塩とリン酸塩の項目間プロットを示す。2.5 度間隔で区切った海域ごとのプロットにより、亜熱帯域から亜寒帯域にかけて、徐々に栄養塩濃度比が変化する様子が見える。また、太平洋と日本海で、栄養塩濃度比が異なることも示唆している。沿岸域や瀬戸内海などの内海では、河川水などによる陸域の影響を反映して、外洋域とは値の大きさも分布の形状も異なっている。巻末付録 C のように広い海域で大量データを概観することにより、その航海が行われた海域ではどのような分布になるかを、予め把握することができる。図 1.1 でプロファイルから外れた値についても、単に外れた値なのか、その海域で特異的に観測される値なのかを判断するための目安ともなる。

ただし、栄養塩は特に生物活動の影響を受けるため、観測が行われた季節に注意する必要がある。例えば、同じ海域の項目間プロットにおいて春季ブルーム期に著しくプロットの傾向が変わるなど、生物活動の影響が示唆される場合には、同時観測されたクロロフィル-a など、生物活動を直接表すデータと比較することも重要である。

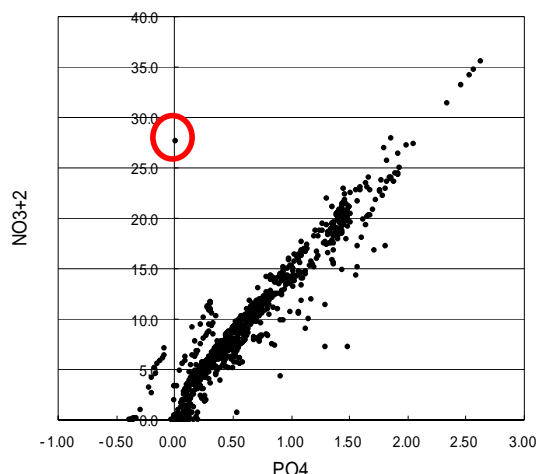


図 1.1: 項目間プロットチェックの例、硝酸塩 + 亜硝酸塩とリン酸塩のプロット  
丸付きのプロットが疑わしいデータ  
栄養塩濃度の単位は $\mu\text{mol/L}$

### 1.2.12 鉛直プロファイルチェック

一航海の全測点、近接する複数の測点、同じ季節の複数回観測などのデータを観測項目-水深でプロットし、エラーデータやエラープロファイルを検出する。個々の測点でエラーが検出されなくても、その航海・海域の中で観測されないような値を含んでいないかをチェックする。プロファイル全体の傾向を見ることで、使用した観測方法や測器の安定度の判断にも活用できる。

このチェックでは、観測水深が重要なポイントとなる。栄養塩などは、100m から 150m 水深までの有光層では生物活動の影響を受けるために、観測位置や時刻が異なればプロファイルも変化するので、値のばらつきが大きい。しかし、1000m や 2000m の深層の水は、生物活動による影響が非常に小さいので、データ全体の精度・確度の議論に適していると考えられる。

図 1.2 に例を示す。実線で結んだデータのように、プロファイルごと全体のプロットから外れた場合、たとえプロファイル中のデータが全てレンジ以内であっても疑わしい。このように外れているデータについては、降船後の分析状況や観測時の状況を野帳などで調べる必要がある。

一航海の全測点についてプロットする場合、航跡が非常に広範囲に跨る場合には、1.2.11 の項目間プロットチェックと同様に、ある程度測点を分け、海域差の影響を極力除く。それでも、近接する測点間でプロファイルがあまりに異なれば、観測時に用いられた測器等に問題があったと推測されるので、そのプロファイル一連の観測データ全てを疑わざるをえない。

項目間プロットチェック、鉛直プロファイルチェックは、Ocean Data View (ODV) (Schlitzer, 2000; JODC, 2002) などの海洋データ可視化ソフトウェアを用いると、作業が比較的容易にできる。ODV は無償でウェブサイトからダウンロードできる(ODV ウェブサイト参照)。ただし、データフォーマットを ODV 可読フォーマットにそろえる必要がある。

実際にこれらのチェックについて、米国の二酸化炭素情報分析センター (Carbon Dioxide Information

Analysis Center, CDIAC) では、主に受領している二酸化炭素関連物質データが ODV 可読フォーマット (WOCE データフォーマット) であることもあり、データ受領時に ODV を用いて目視によるデータチェックを行っている。

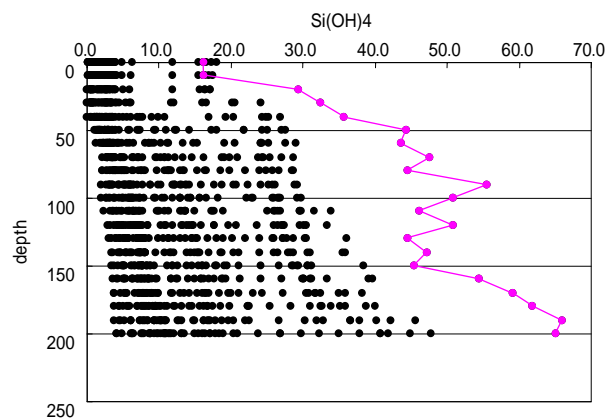


図 1.2: 測点間鉛直プロファイルチェックの例  
ケイ酸塩の鉛直プロファイル。実線で結んだプロットが疑わしいデータ  
ケイ酸塩濃度の単位は $\mu\text{mol/L}$

### 1.3 より詳細な品質管理チェック

本節では、1.2 節の品質管理チェック項目を、海域や観測項目に応じて閾値を細かく設定したり、プロファイルの形状を個々に調べるなど、データをより詳細にチェックする場合の例を述べる。データソースは各例によって異なるが、それによって具体的に研究現場で利用する際の参考になるであろう。しかし、いずれのチェック項目も研究的内容を含み、個人により判断が分かれることが予想される。主観的なチェック項目については、結果までの検討内容についてデータ利用者が問い合わせ、確認できるよう、チェック担当者のお名前およびチェック内容を別途記録してデータと共に残すことが求められる。

#### 1.3.1 海域特性を考慮したレンジチェック

1.2.8 節で例示した巻末付録 A の表 A.1 から表 A.4 の WOD98v2 および WOD01 の閾値は、北緯 10 度以北の北太平洋全域を対象として、タイプミスなどによる桁のずれを抽出することを目的としている。もし、より狭い海域で観測されたデータに対して、その海域で特異な値の抽出を目的とするならば、表 A.1 から表 A.4 のような大雑把な閾値ではチェックできない。しかし、目的とする海域で過去に観測されたデータから平均値や標準偏差などの統計値を計算し、それらをもとに海域独自の閾値を求めることもできる。そうしたオリジナルの閾値を用いた場合は、その閾値と計算方法を記述したドキュメントをデータセットに添付すれば、後にデータ利用者の参考になる。

海域ごとに示される分布の特徴、つまり海域特性を考慮したレンジチェックの例として、巻末付録 B に

日本周辺海域データに対する閾値の計算と考察をまとめた。2.5度グリッドごとの鉛直プロファイルの分布形状を比較・分類することで、日本周辺海域を6つに分け、それぞれについて標準層データで水深別に平均値  $m$  と標準偏差  $\sigma$  を求め、 $m \pm 3\sigma$  を閾値としている。そして得られた閾値を元の観測値の鉛直プロファイルと比較し、その妥当性を考察している。閾値の設定方法に絶対的なものはないが、巻末付録 B で示した方法は、頻度分布が正規分布に近いことがある程度期待される海域、もしくはそのような分布になるほど大量にデータがある場合に、その海域の分布の特徴をよりよく反映した閾値が得られると考えられる。

ある測点近辺に限定したレンジチェックとして、同一航海での近接観測点の値との比較や、同じ海域の過去の観測値との比較がある。季節変動が殆ど現われない深層では時空間的に隣接している観測との間で大きく変化しないことを前提に、2000m 以深の栄養塩や炭酸系データに関して、過大な変動や観測点間の系統的な誤差がないかチェックする。

### 1.3.2 異なる測定方法で得られた同一観測項目データのチェック

同じ観測項目でも、異なる方法で観測・分析すると実測値が異なる。同じ項目名のカラムにデータを並べる前に、それらの値が一意で有意な関係にあるかを確かめる必要がある。特に溶存酸素やクロロフィル-a は、一航海の中で複数の方法で観測・分析することがあるので、互いの方法の間で校正する意味も含めて、比較が重要なチェック方法となる。いずれの方法でも絶対的な測定値は存在しないので、各方法で得られた鉛直プロファイルを重ねて互いの値や形状から大きく外れるような値をエラーとしてフラグを付加する、というように、鉛直プロファイルの全体的な傾向から判断するのが適切と考えられる。

例えば溶存酸素データについては、CTD の酸素センサーの測定値と、ウィンクラー法により得られた溶存酸素値を比較する。ただし酸素センサーによる測定では、センサーの反応時間の関係から、極端な濃度変化を示す分布があった場合や、センサーの反応時間を越える速度で観測層を通過した場合は、濃度を正確に測定できないことがある (Owens and Millard, 1985)。そのため、センサーとウィンクラー法の双方による鉛直分布パターンの傾向の一致についてのみ検討を行う。

またクロロフィル-a データについては、短期間に同一海域で得られた蛍光センサーの測定値とクロロフィル-a 濃度との直線関係を用いて、採水キャストごとに両者を比較することにより、クロロフィル-a 値のチェックを行う。蛍光度とクロロフィル-a 濃度の比は日射の影響を受けて低下する (Holm-Hansen et al., 2000) ため、昼間の表層水のデータにおいて比が低下し直線関係からのずれが生じている場合は、問題はみられないと考えられる。このように、分布パターンの単純比較だけでなく、現場状況の把握が要求される場合もある。

### 1.3.3 測定項目間における鉛直分布パターンの比較

1.2.12 節の鉛直プロファイルチェックは、単一観測項目の鉛直プロットでチェックするが、ここでは2項目以上の観測データの鉛直分布を比較するチェックについて述べる。水温、塩分や密度の鉛直分布により示される水塊構造・混合層の深さ・密度躍層の位置といった物理場と化学系データの鉛直分布との

比較や、栄養塩の各項目間、栄養塩とAOU間など、有意な関係を持つ項目間での鉛直分布パターンの比較によってデータをチェックするが、判断が主観的で、チェック担当者の解釈が強く反映されるため、レンジチェックなどに比べてより慎重な注意を要する。

外洋のデータに関しては、下記のようなチェック内容が考えられる。

- 密度場で示される混合層の中で濃度がばらついていないか
- 栄養塩躍層の上端が密度躍層の上端と同じかそれよりやや深い位置にあるか
- 表層近くで水塊分布が複雑である場合を除き、栄養塩躍層以深で深さと共に硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩がなめらかに増加しているか(図 1.3)
- 表層近くの水塊分布が複雑であったり、密度躍層の上部に光合成により生じたと考えられる溶存酸素のピーク(AOU の極小)が見られたりする場合を除き、密度躍層以深で深さと共になめらかに溶存酸素が減少(AOU が増加)しているか
- 硝酸塩とリン酸塩の鉛直分布パターンがおおむね一致しているか(図 1.4)
- 光合成により生じたと考えられる密度躍層の上部の AOU の極小(溶存酸素のピーク)がある場合を除き、AOU の極大、極小がある深度が硝酸塩及びリン酸塩の極大、極小とおおむね一致しているか
- 硝酸塩、リン酸塩、AOU の極大よりもケイ酸塩の極大が深い層にあるか
- 亜硝酸塩とアンモニウム塩の濃度が一貫して低濃度、もしくは混合層や密度躍層上部で高く、それら以深で低下するという分布になっているか
- クロロフィル-a が混合層内部や栄養塩躍層付近で濃度が高く、それら以深で低下するという分布になっているか

図 1.3 は、密度、栄養塩およびクロロフィル-a の鉛直プロファイルの例である。海面から 20m から 30m にかけて密度躍層が形成され、栄養塩躍層は硝酸塩 + 亜硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩のいずれもその直下の 40m から 50m にかけて見られるが、硝酸塩 + 亜硝酸塩だけが栄養塩躍層以深で値がばらついている。他の栄養塩成分や密度分布と比較しても、硝酸塩 + 亜硝酸塩と同様の傾向は認められず、窒素/リン比プロファイルでも滑らかには繋がらない。この場合は、分析時のサンプルの状況等を調べる必要がある。また、硝酸塩 + 亜硝酸塩のばらついた中でも、高い値だけを採用すれば滑らかにプロファイルを繋げられるという解釈もできるため、プロファイルごと削除せず、低い値のみフラグを付加することも考えられる。

図 1.4 も栄養塩とクロロフィル-a の鉛直プロファイルであるが、こちらは、硝酸塩 + 亜硝酸塩とリン酸塩の鉛直分布パターンの一致に関してクリアしているように見えても、注意を要する例である。硝酸塩 + 亜硝酸塩とリン酸塩の両方とも 40m から 50m にかけて躍層を形成し、図 1.3 の硝酸塩 + 亜硝酸塩のような値のばらつきは見られない。しかし、窒素/リン比は、直線ではなく大きく歪んでいる。50m から 170m にかけてリン酸塩の濃度値に何らかのバイアスがかかったためと思われる。



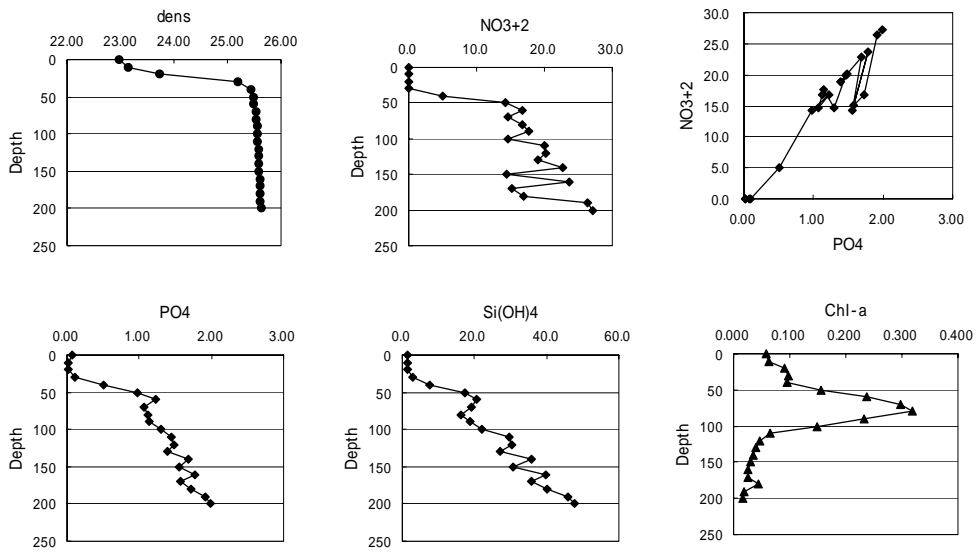


図 1.3: 栄養塩鉛直プロファイル比較の例 (その 1)  
 上段左からポテンシャル密度、硝酸 + 亜硝酸の各鉛直分布、窒素/リン比  
 下段左からリン酸塩、ケイ酸塩、クロロフィル-a の鉛直分布  
 栄養塩濃度の単位は $\mu\text{mol/L}$ 、クロロフィル-a 濃度の単位は $\mu\text{g/L}$

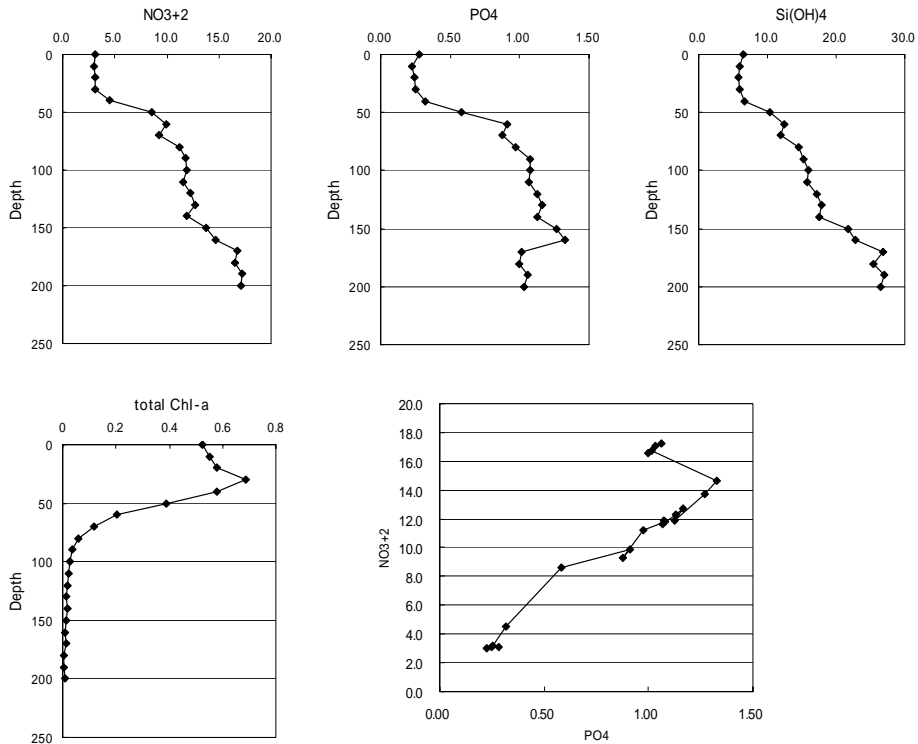


図 1.4: 栄養塩鉛直プロファイル比較の例 (その 2)  
 上段左から硝酸塩 + 亜硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩の各鉛直分布  
 下段左からクロロフィル-a の鉛直分布、窒素/リン比  
 栄養塩濃度の単位は $\mu\text{mol/L}$ 、クロロフィル-a 濃度の単位は $\mu\text{g/L}$

沿岸においては、水塊の分布や生物活動の時間的空間的変動が大きいため、鉛直分布パターンの比較は外洋の場合ほど有効な手段ではないが、以下の点に注目して検討し、あまりに不自然と考えられる値をエラーとしてチェックする。

- 密度場で示される混合層の中で濃度がばらついていないか
- 海面付近の栄養塩やクロロフィル-a の濃度が突出して高かった場合、そこが低塩分となっていて陸水の影響で説明できるか

これら 2 点以外にも、その沿岸域で考えうる海域特性があれば考慮してもよいが、沿岸域の変動要因は外洋と比べて複雑なので、それらの要因を逐一検討し過ぎてチェック内容の焦点が曇らないようにする。

### 1.3.4 密度軸に対する分布のパターン

観測点ごとに硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩、溶存酸素(または AOU)の密度を鉛直軸とする鉛直分布図を作成し、水塊分布が複雑である表層近くを除き、それらの分布が滑らかな曲線になっているか確認する。特に濃度の鉛直勾配が小さい深層において、深さに対するプロットより鉛直方向の間隔が詰まるので、分布の曲線から外れている点を見つけやすい。

### 1.3.5 鉛直断面図による水塊構造との比較

鉛直断面図を作成して水温、塩分、密度により示される水塊構造と化学系データの分布とを比較し、水塊分布の変化を伴わない不規則な濃度変化や、観測点間の系統的な誤差がないかチェックする。定線観測により得られたデータセットならば、面的にデータをプロットし易く、測点毎にではなく測線全体で一度にチェックできる点で有効である。

## 1.4 フラグの付加

品質管理チェックを行ったら、その結果をデータファイルに残すために、フラグを付加する。

フラグは0から9までの数値でも、A-Z、a-zのアルファベットでもよいが、数値が用いられることが多い。それらの数値またはアルファベットを、データ値と隣接させて挿入したり、データ行の右端に付け足したりするが、いずれの場合もデータ値と対応しやすいように、付加する対象のデータ値からは極力離さない。

フラグの定義はデータセットによって異なるが、一つのデータセットの中で、値と意味が一对一で決められ統一されていればよい。最もシンプルなフラグは「(解析に)使用可」「使用不可」の 2 つである。実際のデータセットでは、1.2 節や 1.3 節にあるような品質管理チェックの結果を示すため、1 つのフラグにいくつかのチェック結果をまとめた意味を持たせることがある。例えば MODS2001 では、ヘッダー部分には Station Information Flags(表 1.4)と Profile Flags(表 1.5)、データ部分には Data Quality Control Flags

(表 1.6)と Data Management Flags(表 1.7) がそれぞれ付加されている。いずれのフラグも 1桁の数値もしくはアルファベットで表記されているが、鉛直傾度チェックとレンジチェックの双方でエラーとされたときのフラグなど、二つ以上のチェックのエラーを一度に示すフラグを定義している。

データセットにオリジナルのフラグを定義してデータに付加した場合には、レンジと同様に、そのフラグと定義した意味を記述したドキュメントをデータセットに添付すれば、後のデータ利用者の参考になる。

表 1.4: MODS2001 の Station Information Flags

Flag	Description
0	accepted station (by data originator)
1	accepted after modification by MIRC
2	missing/incorrect information except weather information and position/date/time/call sign (or ID code)
5	failed estimated ship speed check including missing/incorrect position/date/time/call sign (or ID code)
6	failed position check (on land)
9	fatal error

表 1.5: MODS2001 の Profile Flags

Flag	Description
0	accepted profile
1	weather observation (therefore no profile)
2	failed profile and /or data quality checks
3	failed duplicate check: but within 1 hour and 1'
4	failed duplicate check: same position/date/time
5	failed duplicate check: same profile but within 1 hour and 1'
6	failed duplicate check: same position/date/time and profile
7	failed duplicate check: duplicate or incorrect JODC reference code
9	no profile (except flag 1), or two or more profiles in a station
A	flag 2 and 3
B	flag 2 and 4
C	flag 2 and 5
D	flag 2 and 6
E	flag 2 and 7

表 1.6: MODS2001 の Data Quality Control Flags

Flag	Description
0	accepted value
1	range outlier (outside of range check)
2	failed inversion check
3	failed gradient check
4	zero anomaly
5	failed combined gradient and inversion checks
6	failed range and inversion checks
7	failed range and gradient checks
8	failed range and zero anomaly checks
9	failed range and combined gradient and inversion checks

表 1.7: MODS2001 の Data Management Flags

Flag	Description
0	accepted value by data originator
1	accepted depth after modification by MIRC/JODC
2	accepted value after modification by MIRC/JODC
3	accepted depth and value after modification by MIRC/JODC
4	error in recorded depth: same or less than previous depth
5	failed depth check: exceed 20% of water depth
6	density inversion (for temperature and salinity)
A	flag 0 and 4
B	flag 0 and 5
C	flag 0 and 6

## 2. データのレポーティング

採水して測定した値だけを残しても、それが何時、何処で、何を使って観測された値なのかが分からなければ、データとしての意味を成さない。後日、その値が長期時間スケール、もしくは広範囲の空間スケールのデータセットの中に組み入れられた時に、値に付随する観測情報が無ければ、他のデータとの比較や校正ができない。

本章では、データを有意なデータとして残すために必要な情報を整理する周辺作業について述べる。

### 2.1 メタデータ

メタデータは、あるデータがどのように集められたかを示す情報で、属性データとも呼ばれる。

「メタデータ」として、海洋の全ての分野にまたがって統一的な項目・様式が明確に決められていないため、目的に応じて様々に存在する。しかし、海洋データに関しては、過去より作成されてきた航海報告書（クルーズレポート）がそのままメタデータの素材となる。その中から、観測情報のデータベース化のために項目名をそろえて整理することが、即ちメタデータ作成作業となる。

どの研究機関が出した航海報告書でも共通している点は、航海単位で記述することである。航海単位の記述の中で、測点一カ所ずつの採水状況を書くことはあるが、採水サンプルの分析方法が測点毎に違うことはまず考えられない。また、一測点毎に違う観測船が用いられることもない。

よって、まとめ方としては、出港から入港までの一度の観測航海に関して共通する情報を「航海情報」、そして各測点で行われた観測の詳細については「詳細情報」と二分し、それら一組で一つの観測航海に関するメタデータとして作成すると分かりやすいであろう。実際にこれまでに使われてきたメタデータは、個々の項目名に違いはあっても、必ず航海情報で始まり、その後測器等の詳細情報が付随している。

以下の節にて、具体的にメタデータの整理の仕方をまとめる。

#### 2.1.1 航海情報

一度の観測航海に関して共通する情報として、

- 出入港年月日および港湾名
- 船舶名

が挙げられる。

この二項目は、その航海を一意に定めるために必要な情報で、その航海が行われたことを示すための最低限の情報である。より航海を明確にするために情報を追加するのだが、ここで参考にするのが一つの事象を明示するための「5W1H」である。つまり「いつ (when)」「だれが (who)」「どこで (where)」「何を (what)」「何のために (why)」「どのように (how)」観測したのか、それぞれに相当する項目について情報を

収集するのである。最初に挙げた二項目によって

「いつ」= 出入港年月日

「どのように」= 船舶名、観測機器 (何によって、何に乗って)

が示されたので、残る「だれが (who)」「どこで (where)」「何を (what)」「何のために (why)」を追加する。すると、

「だれが」= 主席研究員 (観測責任者)

「どこで」= 観測海域

「何を」= 観測項目

「何のために」= 観測目的

があてはまる。

主席研究員は、大半の航海では一人であるが、共同研究等で二人になる場合もある。海洋二酸化炭素関連物質データを含む海洋化学系データに関しては、各項目を担当した研究者がそれぞれに責任者であるという考え方から、担当研究者を観測責任者として記載することもある。

観測海域は、航跡が通った海域の通称 (例: 三陸沖) や海域名称<sup>3</sup>でおおよその海域を表したり、航跡が全て収まるような緯度・経度の範囲で示したりする。航海報告書によっては航跡図を掲載する場合があるが、そうした図をメタデータとして用いても構わない。緯度経度チェック (1.2.2 節) の参考になるので、航跡図として示されているとより効率よくチェックできる。

観測項目は、実データがあればより確実に何を観測したかが分かるが、実データをそのまま情報とするのではなく、項目名だけを一覧にまとめて把握しやすくする。

観測目的は、どんな形であれ出航以前に決められているが、こちらは幾通りか表現方法がある。研究テーマが明確に存在すれば、そのテーマを記録するのが最も容易である。複数の研究テーマを扱う航海の場合、目的も複数併記にすることが考えられる。一方で現業官庁の観測航海は、一度の航海を特定するようなテーマは設定しないが、代りに決まった測線を設定し、定線観測業務として航行する。そして、その測線を観測する航海に一定の規則で航海名をつけることで、ある特定の目的を持った航海であることを示し、別の航海と区別する。このように航海名で、観測目的を代表させることもありうる。また、WOCE や JGOFS などといった、その航海が成果と見なされるプロジェクトの題名だけで観測目的を表現することもできる。プロジェクトそのものに目的があるからである。よって、メタデータ項目としての観測目的は、「航海名」もしくは「プロジェクト名」で言い換えることができるだろう。

以上をまとめると、航海情報の項目は以下のようになる。

1. 航海名
2. 出入港年月日
3. 船舶名

---

<sup>3</sup> 国際水路局 (International Hydrographic Bureau, IHB) が、全球の海洋を地理的に分割して付けた海域名称と境界 (IHB 分類) が国際的に認められている。

4. プロジェクト名
5. 観測海域
6. 主席研究員 (観測責任者)
7. 観測項目

航海情報だけを一カ所にまとめたものは、観測航海が実際に行われたことが航海情報で示されていれば、その航海に観測されたデータの所在を問い合わせることが可能なので、データ利用者のデータ探しに役立つ。このように、データの所在確認に利用できることから、インベントリ情報(所在情報)とも称される。インベントリ情報は、データ管理者にも有益な情報をもたらす。エラーデータや特異値が見つかり、野帳確認のためにデータの提供者まで遡らなければならないとき、そのデータを観測した航海について航海情報がまとめてあれば、主席研究員に該当する航海を伝え、より詳細な情報の提供を問い合わせることができる。インベントリ情報の例として、日本の海洋化学系データのインベントリ情報をデータベース化した Inventory for Japanese Chemical oceanographic Data (IJCD) や北太平洋海洋科学機構第 17 作業部会 (PICES/WG17、WG13 から引継ぎ) の二酸化炭素データインベントリ情報サイト PICES CO<sub>2</sub> Related Data Integration for the North Pacific (PICNIC) が挙げられる (IJCD, PICNIC 各ウェブサイト参照)。

## 2.1.2 詳細情報

前節の航海情報は、一度の観測航海を一意に探し出すための情報であるのに対し、詳細情報は、探し出した航海についてより具体的な内容を伝える情報である。観測から長い時間が経った後にデータの背景を調べるのは、非常に困難であるので、観測後まもなくに極力多くの情報をまとめるのが望ましい。

それでは、どのくらい多ければ良いか。情報の要求量はデータ利用者に依存するが、その航海について残されている記録から集めうる情報の量が、詳細情報の最大量であり、データ利用者が要求しうる最大量でもある。しかし、それではあまりに漠然すぎるので、メタデータを収集する側としては、ある程度項目を決める必要がある。

各航海情報に添付する情報として、下表のような項目が考えられる。

1. 航海名
2. 出入港年月日
  - 出入港名
3. 船舶名
  - コールサイン
  - 所属機関
  - 性能
4. プロジェクト名
  - プロジェクトのホームページのアドレス
5. 観測海域

- 測点の緯度・経度
- 航跡図
- 6. 主席研究員(観測責任者)
  - 所属機関
    - \* 住所
    - \* 電話番号
  - email アドレス
- 7. 観測項目
  - 採水方法
    - \* 容器サイズ
    - \* 容器素材
  - 分析方法
    - \* 原理
    - \* 機器
      - メーカー
      - 製造年
      - 型番
    - \* 試薬
      - メーカー
      - 製造年
      - 濃度
    - \* 分析精度・確度
  - 標準物質(参照物質)
    - \* バッチ番号
    - \* 濃度
    - \* 使用間隔
  - 単位
  - 担当者
    - \* 所属機関
      - 住所
      - 電話番号
    - \* 担当期間
    - \* email アドレス

このように、航海情報の項目ごとに添付される情報が詳細情報となる。特に詳細な情報を要求されるのは、データ品質に直接関わる「7. 観測項目」に関する記述である。

詳細情報を実際に記述する場合は、上記の項目名に沿って箇条書きにすると、他の航海と対比がし



やすい。しかし、過去の航海報告書は、これらの項目に該当する情報を含んだテキストとしてまとめられたものが多い。

## 2.2 メタデータの現状

ここで、現在までに提唱されているメタデータ項目と、実際に集められているメタデータの例、そしてメタデータ収集作業に見られる問題点を示す。

### 2.2.1 国内の事例

独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所(以下中央水研)では、全国の水産研究所で観測した栄養塩・クロロフィルデータを収集し、データベース化した(2004年3月公開)。収集したデータは、1.2節から1.3節に示したような品質管理チェックがなされ、フラグが付加されている。それらのデータと共に、各観測項目の観測情報が、アンケート方式で担当研究者から収集されている。そのときに用いられたアンケート項目を表2.1に示す。中央水研のメタデータ項目の特徴として、観測現場における研究者の試料の取り扱いについて詳細に問い合わせられていることが挙げられる。1.3節で示したような、詳細なデータ品質管理チェックで参照するためである。表2.1のアンケートで収集された情報については、中央水研ホームページ内の「栄養塩・クロロフィルデータベース」を参照していただきたい。

### 2.2.2 海外の事例

UNESCOの政府間海洋学委員会(Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC)では、研究者間の迅速な海洋観測データの交換を促進するため、各国の海洋研究者に、調査航海終了後速やかにCruise Summary Report(CSR)を、各国海洋データセンターを通じて公開することを求めている。CSRは航海情報と観測情報の双方について記載欄を有しているが、観測情報は観測項目別に簡潔にまとめるよう指示する他は、特に記載内容の規定は無い。CSRの詳細については、JODCのホームページにて入手可能であり、またCSRのオンライン登録も、同じくJODCのホームページから行うことができる。

1990年から1998年<sup>4</sup>にかけて実施されたWOCEでは、観測データに関して「Cruise Report(航海レポート)」を提出するよう求められていた。現在は、ほとんどのWOCE観測航海の航海レポートがオンライン上で閲覧可能である。表2.2はWOCEで収集しているメタデータ項目である。航海番号は、航海全体を指すWOCE航海名(WOCE designation)と、各レグ固有のEXPOCODE(Expedition designation)を用いている。航海情報については、2.1.1節で挙げた項目の他に、参加した研究員全員の氏名と担当項目、所属機関、海域情報では測点のタイプの区別も記載する。航海情報には、過去の観測データとの内部比較、測定中に起きた問題も含んでいる。また、係留系の引上げ・設置など採水観測以外の作業、その

<sup>4</sup> 観測フェーズの期間。プロジェクト自体は1990年から2002年まで

他航海中に気づいたこと(例: 海図にない海山の発見等)の記述が求められている。観測の詳細情報は、連続観測と採水観測とで大きく分けられている。実際の記入(WOCE の WHPO のホームページを参照)では、各観測項目に関する記述は、指示された項目を含んでいれば、一文にまとめたリグラフを用いたり自由である。

観測項目に応じて、詳細情報の項目を変えている例もある。炭酸系データの詳細項目について、PICES/WG13 が 2000 年 8 月に提案した推奨メタデータ項目を表 2.3 に示す。表 2.3 の項目は、海洋二酸化炭素関連物質データを観測している研究者が考案したのだが、炭酸系データに観測項目を限定した分、記述すべき内容を WOCE のメタデータ項目よりも具体的に指示している。メタデータとして要求する情報を、各観測項目についての的確に記述してもらうためである。

もう一つの詳細情報の項目の例として、2004 年 1 月に国際海洋炭素調整プロジェクト (International Ocean Carbon Coordination Project, IOCCP) の「海洋表層 CO<sub>2</sub>の観測とデータ統合に関するワークショップ (Workshop on Ocean Surface pCO<sub>2</sub>, Data Integration and Database Development)」にて提唱された、pCO<sub>2</sub>連続観測データに関する推奨メタデータ項目案を表 2.4 に示す。pCO<sub>2</sub>ただ一つの観測項目に対して特化されたメタデータ項目であるが、多様な観測方法を反映して、観測方法の細部にわたって問う内容となっている。2003 年 3 月に水産工学研究所の水槽で行われた「海洋表層二酸化炭素分圧 (pCO<sub>2</sub>) 測定装置の国際相互検定 (pCO<sub>2</sub> Intercomparison experiment)」によって、国立環境研究所が開発したタンデム式平衡器が、数ある平衡器の標準とみなす結果が得られた<sup>5</sup>。しかし、実際の観測では、標準ガスも測器の設置場所も相互検定実験とは大きく異なる。標準平衡器と比較し値を校正しても、観測現場の状況が明らかにされなければ、その校正の意味を示すことはできない。

### 2.2.3 メタデータ収集の問題点

メタデータ項目について数々の提案はなされても、研究者側からの提出を促進しなければ収集できない。将来の観測については、観測データと同時に、表 2.1 から表 2.4 のようなメタデータフォームも元々メタデータも提出してもらえるよう依頼することが可能である。しかし、既に CDIAC のウェブサイトでは pCO<sub>2</sub>連続観測データのメタデータ項目を提示し、図 2.1 のようなフォームを使った収集が試みられていたが、積極的な利用には至っていない<sup>6</sup>。メタデータの重要性は理解されていても、作成する手間が嫌われているのが現状である。

それでも、過去の観測データについては、残された資料からメタデータに沿った内容を抽出しなければならない。海洋観測は戦前から行われているが、メタデータを記述できる航海は、測定担当者に直接問い合わせできる比較的最近の航海に限られると考えられる。MIRC で海洋二酸化炭素関連物質データのデータベース化作業を行った際に、気象庁や東京大学海洋研究所の航海情報を併せて収集した例が表 2.5 と表 2.6 である。WOCE や PICES/WG17 の項目に比べると非常に少ない。野帳等の問い合わせ無しに、入手しうる公開資料だけで情報収集しようとすると、情報量が限られてしまうのである。

<sup>5</sup> 相互比較実験の結果は CDIAC の Numeric Data Package (NDP) として刊行される予定であるが、IOCCP のウェブサイト内に掲載されている研究者による Summary は既に読むことができる。

<sup>6</sup> 担当者の Dr. A. Kozyr によれば、フォームの稼働件数はわずかに 1 件だったと言う。

メタデータの収集においては、観測からできるかぎり早い時期のデータ提供者への直接確認、可能ならば研究者自身による記述の依頼が肝要である。

## 2.3 単位と項目名

今後データを複数の研究機関から収集する際に、「単位」と「観測項目名」が重要になると考えられる。メタデータの詳細項目にも「単位」を挙げている。もし全てのデータが、唯一の単位で提出されているならば、その単位を示すだけで充分である。しかし、単位の異なるデータをひとまとめにしたような歴史的データを扱う場合には、個々のデータの単位を確認する必要がある。

JODC の標準フォーマット FETI フォーマットにおける海洋二酸化炭素関連物質およびフロンなどの微量溶存気体のデータ項目コードとその単位は表 2.7 の通りである。表中に斜字体で表記された化学トレーサや炭酸系データの一部の項目コードは、JODC で J-DOSS のデータベースを改訂する際に採用される予定である。表 2.7 の単位で複数種示してある項目は、現在使用されている、もしくは過去に使用されていた単位で、歴史的データであるほどこれらの単位の混在が著しい。単位の混在については、データとデータに関するドキュメントに明記することで、データ利用者に注意を促す。JODC の栄養塩データは、左側の単位体積当り濃度  $\mu\text{mol/L}$  で表記されている。これは、JODC の栄養塩データの大半を占める気象庁のデータが  $\mu\text{mol/L}$  で提供されてきたことに因る。

もし  $\mu\text{mol/L}$  で収集されてきたデータセットの中に、WOCE など単位海水重量当り濃度、 $\mu\text{mol/kg}$  を推奨するプロジェクトのデータを収録する場合には、一つのデータセット内で二種類の単位が混在することになる。データセットの中で単位がそろっていることは非常に望ましい。しかし、そろえるためにデータを換算することは、かえって間違いである。マイクロをミリに変えるのは造作も無いが、 $\mu\text{mol/L}$  を  $\mu\text{mol/kg}$  に直すのは、データセットを作成する時点では薦められない。水温・塩分・圧力データで計算が可能であるにしても、データ精度に影響する。データ利用者個人に、データ解析に用いる時点で換算するかの判断を委ねることとして、データセット作成時は換算せず、単位を明示のうえでそのまま収録し、その旨をメタデータに記述を残す方が確実である。

表 2.1: 中央水研がメタデータを収集した際に用いたアンケート項目 (1/5)  
 右端のカラムは、このページをそのままチェックシートに使用できるよう、解答欄として付した  
 (『サンプリング及び分析の方法について』)

1. 水温と塩分	
1.1 水温の観測方法 A. CTD(機器名): B. 転倒温度計 C. その他:	
1.2 塩分の観測方法 A. CTD B. 採水し実験室で測定(機器名): C. 一部採水し実験室で測定してCTDの値を校正 (機器名): D. その他:	
1.3 表層水をバケツ採水している場合の水温と塩分の観測方法	
1.4 CTDのセンサーの校正の頻度 A. 購入時のみ、B. 一年に一回、C. 二年に一回、D. その他:	
2. 採水	
2.1 鉛直採水方法 A. ニスキ、B. レバーアクションのニスキ、C. ニスキX、D. ゴーフロー E. その他:	
2.2 鉛直採水以外に表面海水を採取した場合、その方法 A. バケツ、B. ポンプ、C. その他:	
2.3 採水器の誤作動や水漏れ等に関するチェックの方法 A. 採取された水の塩検を行いCTDの塩分と比較 B. 採水器内の水温を測定しCTDの水温と比較 C. 採水器にとりつけた転倒温度計の値とCTDの水温を比較 D. その他:	
2.4 採水器の誤作動や水漏れ等に関するチェックの頻度 A. キャストごとに毎回行った B. 採水ミスが疑われた時のみ行った C. まったく行っていない D. その他:	
3. 栄養塩	
3.1 サンプル水のろ過の有無 A. ろ過していない、B. ろ過した、C. 粒子が多いと判断されたときのみろ過した D. その他:	
3.2 サンプル水のろ過器の材質 A. ガラス、B. プラスチック、C. 金属、D. その他:	
3.3 サンプル水のろ過に使用したフィルター (1)フィルター名: (2)孔径(GF/C、GF/Fなら記入せず): (3)材質:A. ガラス繊維、B. プラスチック、C. セルロース系、 D. その他:	
3.4 サンプル水の分析までの保存方法 A. 室温、B. 凍らせず冷蔵、C. 冷凍	
3.5 室温でサンプル水を保存した場合、分析までの期間 A. 3時間以内、B. 6時間以内、C. 12時間以内、D. 24時間以内、E. 2日以内、 F. 2日以上	
3.6 凍らせず冷蔵でサンプル水を保存した場合、分析までの期間 A. 24時間以内、B. 三日以内、C. 一週間以内、D. 二週間以内、E. 二週間以上	

表 2.1: 中央水研がメタデータを収集した際に用いたアンケート項目 (2/5)

3.7 冷凍でサンプル水を保存した場合、分析までの期間 A. 24時間以内、B. 一週間以内、C. 一月以内、D. 三月以内、E. 一年以内、 F. 一年以上	
3.8 サンプル水の冷凍を行った場合、以下の点に留意したか (1)容器中のサンプル水の量を八分目以下に(A. した、B. しない) (2)容器のキャップが緩んでいないことを確認(A. した、B. しない) (3)容器は直立させ、サンプル水がキャップ部分に接触しないように (A. した、B. しない)	
3.9 サンプル水の保存容器の種類 A. スクリューキャップ付きのプラスチック試験管(アクリルスピッツ、アシスト チューブなど)、B. ポリピン、C. ガラス容器、 D. その他:	
3.10 サンプル水の保管場所 生物試料等による汚染がないよう保管場所・容器に留意(A. した、B. しない) 魚などの生物試料からはアンモニアが揮発し、また機関排煙やたばこの煙には 窒素酸化物が含まれている。それらの影響を受けないように保管場所や保管容器 に留意したかどうか。	
3.11 栄養塩分析方法マニュアル A. 分析機器メーカー作成のマニュアル B. 学術本の場合はその名前: C. その他:	
3.12 分析装置 A. 手分析で吸光度計を使用、B. オートアナライザー 型 C. TRAACS、D. AACS E. その他:	
3.13 吸光度計のセル長(cm) (1)NO <sub>3</sub> +2-N: (2)NO <sub>2</sub> -N: (3)PO <sub>4</sub> -P: (4)Si(OH) <sub>4</sub> -Si: (5)NH <sub>4</sub> -N:	
3.14 サンプルを冷凍保存した場合、解凍後に サンプル水をよく混合(A. した、B. しない)	
3.15 Si(OH) <sub>4</sub> 分析用以外のサンプル水の解凍から分析までの時間 A. 24時間以内、B. 三日以内、C. 一週間以内、D. 二週間以内、E. それ以上	
3.16 Si(OH) <sub>4</sub> 分析用サンプル水の解凍後の処置 (1)ケイ酸の解重合のため解凍後24時間放置(A. した、B. していない) (2)放置の際の保管場所 A. 室温、B. 冷蔵 (3)解凍から分析までの時間 A. 24時間以内、B. 三日以内、C. 一週間以内、D. 二週間以内、E. それ以上	
3.17 栄養塩用サンプル水の解凍後に直ちに分析を行わない場合の保管場所 ただしSi(OH) <sub>4</sub> 用試水の解重合のための放置期間を除く。 A. 室温、B. 冷蔵	
3.18 分析スケールオーバー時のサンプル水の希釈方法 A. TRAACS等でのオートダイリューション、B. 手作業	
3.19 サンプル水の希釈に使用した水の種類 A. 蒸留水・ミリQ水類、B. 3%NaCl水、C. 低栄養塩亜熱帯表層海水、 D. その他:	
3.20 オートアナライザー等を使用した場合のベース・キャリアー水の種類 A. 蒸留水・ミリQ水類、B. 3%NaCl水、C. 低栄養塩亜熱帯表層海水、 D. その他:	

表 2.1: 中央水研がメタデータを収集した際に用いたアンケート項目 (3/5)

<p>3.21 標準溶液  A. 標準溶液を自作、他の機関で作成された標準溶液(CSK等)との校正は行わず  B. 標準溶液を自作して他の機関で作成された標準溶液により校正  標準溶液名:  C. 他の機関で作成された標準溶液のみを使用  標準溶液名:  D. 他の方法:</p>	
<p>3.22 他の機関で作成された標準溶液を使用している場合、ロット間の濃度の変化のチェックを  (A. 行った、B. 行っていない)</p>	
<p>3.23 自作の高濃度の標準溶液の保存方法  (1)A. 室温、B. 冷蔵  (2)固定剤を(A. 使用、B. 使用せず)  固定剤名:</p>	
<p>3.24 自作の高濃度の標準溶液を分析用濃度に希釈する際に用いる水の種類  A. 蒸留水・ミリQ水類、B. 3%NaCl水、C. 低栄養塩亜熱帯表層海水、  D. その他:</p>	
<p>3.25 ガラス容器で自作の高濃度Si(OH)<sub>4</sub>標準溶液を希釈した場合、  直ちにプラスチック容器に(A. 移した、B. 移していない)</p>	
<p>3.26 分析濃度に希釈した標準溶液及び開封した他の機関の標準溶液を使用し続ける期間  A. 一日以内、B. 三日以内、C. 一週間以内、D. 二週間以内、E. それ以上</p>	
<p>3.27 分析濃度に希釈した標準溶液及び開封した他の機関の標準溶液の保存方法  A. 室温、B. 冷蔵</p>	
<p>3.28 検量線を作成する濃度の範囲  (1) NO<sub>3</sub>+2-N:  (2) NO<sub>2</sub>-N:  (3) PO<sub>4</sub>-P:  (4) Si(OH)<sub>4</sub>-Si:  (5) NH<sub>4</sub>-N:</p>	
<p>3.29 検量線作成時、同一濃度の標準溶液の分析を一時に何連で行うか  A. 一連、B. 二連、C. それ以上</p>	
<p>3.30 どの濃度以上になったら、サンプル水を希釈して分析するか  (1) A. 検量線の範囲を超えた場合に希釈、B. 別の基準  (Aの例: 検量線を作成した範囲が0~10 μMで、サンプルの濃度が10 μMを超えたら10 μM以下に希釈して再分析)  (2) Bの場合の基準  (1)NO<sub>3</sub>+2-N:  (2)NO<sub>2</sub>-N:  (3)PO<sub>4</sub>-P:  (4)Si(OH)<sub>4</sub>-Si:  (5)NH<sub>4</sub>-N:</p>	
<p>3.31 Cd-Cuカラムの使用停止を判断する還元率  A. 95%で使用停止、B. 90%で使用停止、C. 80%で使用停止、D. 80%以下でも使用</p>	
<p>3.32 Cd-Cuカラムの還元率を確認する頻度  A. 50サンプル以内、B. 80サンプル以内、C. 一日の分析始めと終わり、  D. 一日の分析始めのみ、E. 二日に一回、F. 一週間に一回、G. それ以上の期間</p>	
<p>3.33 分析時に標準溶液およびサンプルを入れる容器の洗浄方法  A. HCl溶液洗浄、その後蒸留水・ミリQ水等で洗浄  B. 洗剤で洗浄、その後蒸留水・ミリQ水等で洗浄  C. 蒸留水・ミリQ水等で洗浄  D. 新品の使い捨て容器で清浄と判断し洗浄せず  E. その他:</p>	

表 2.1: 中央水研がメタデータを収集した際に用いたアンケート項目 (4/5)

<p>3.34 オートアナライザー等を使用している場合、ベースライン変動のチェックのために濃度0水を分析する頻度 A. 20サンプル以内、B. 30サンプル以内、C. 40サンプル以内、D. 40サンプル以上</p>	
<p>3.35 栄養塩データのチェックをどのような方法で行っているか A. 特に行っていない B. オートアナライザー等でのピークの形 C. オートアナライザー等でのベースの安定性 D. 栄養塩濃度の鉛直分布パターン E. 栄養塩濃度の密度に対する分布のパターン F. 栄養塩の各項目間の関係(NO3/PO4プロットなど) G. 栄養塩とAOUの鉛直分布パターンの関係 H. 中～深層の濃度に関し、同一航海での近接観測点の等密度等塩分の水の間で比較 I. 鉛直断面図により水塊構造と栄養塩分布を比較 J. 中～深層の濃度に関し、同じ海域の過去の観測で得られた等密度等塩分の水との比較 (比較に用いたデータセット名): K. その他の方法:</p>	
<p><b>4. クロロフィルa</b></p>	
<p>4.1 分析方法 A. 蛍光法、B. 分光光度法</p>	
<p>4.2 分析機器名</p>	
<p>4.3 分析機器キャリブレーションに使用しているクロロフィルa A. シグマの標準物質、B. 和光の標準物質、C. その他:</p>	
<p>4.4 分析機器キャリブレーションのためのクロロフィルa定量化方法 A. 分光光度法、B. クロロフィルaの重量測定、C. その他:</p>	
<p>4.5 クロロフィルa試料に使用したる紙 (1)ろ紙名: (2)孔径(GF/C、GF/Fなら記入せず): (3)ろ紙直径:</p>	
<p>4.6 クロロフィルa試料の保存・抽出方法 A. ろ過後直ちにジメチルホルムアミド(DMF)溶液に漬け冷凍 B. ろ過後直ちに90%アセトン溶液に漬け冷凍 C. ろ紙を冷凍保存、後日DMF抽出 D. ろ紙を冷凍保存、後日90%アセトン抽出 E. その他:</p>	
<p>4.7 ろ紙を冷凍保存した場合の冷凍方法 A. 通常の冷凍庫(-20 程度) B. ディープフリーザー(-80 程度) C. 液体窒素 D. その他:</p>	
<p>4.8 ろ紙を冷凍保存した場合の冷凍後の保存方法 A. 上記の冷凍方法と同じ方法 B. 上記の冷凍方法と異なる方法:</p>	
<p>4.9 ろ紙を冷凍保存した場合、抽出までの保存期間 A. 一日以内、B. 三日以内、C. 一週間以内、D. 二週間以内、E. 三週間以内、 F. 一月以内、G. それ以上</p>	
<p>4.10 DMFもしくはアセトン溶液に漬けてから分析を行うまでの期間 A. 三日以内、B. 一週間以内、C. 二週間以内、D. 三週間以内、E. 一月以内、 F. 三月以内、G. 半年以内、H. それ以上</p>	

表 2.1: 中央水研がメタデータを収集した際に用いたアンケート項目 (5/5)

4.11 クロロフィルa分析を暗所で (A. 行った、B. 行っていない)	
4.12 クロロフィルaデータのチェックをどのような方法で行っているか A. 特に行っていない B. 採水試料のクロロフィルaをCTDの蛍光センサーの値と比較 C. クロロフィルaの鉛直分布パターン D. その他の方法:	
<b>5. 溶存酸素</b>	
5.1 測定方法 A. ウィンクラー法 B. 一部ウィンクラー法で測定しCTDのDOセンサーの値を校正	
5.2 分析装置 A. 自動分析装置(機器名): B. ピストンピュレットを用いて手分析 C. その他:	
5.3 ウィンクラー法による分析において試薬ブランクの補正を (A. 行った、B. 行っていない)	
5.4 ヨウ素酸カリウム標準溶液 A. 自作 B. 市販の標準溶液 製品名:	
5.5 DOデータのチェックをどのような方法で行っているか A. 特に行っていない B. ウィンクラー法により測定したDOをCTDのDOセンサーの値との比較 C. DO(AOU)の鉛直分布パターン D. DO(AOU)の密度に対する分布のパターン E. 栄養塩とAOUの鉛直分布パターンの関係 F. 中～深層の濃度に関し、同一航海での近接観測点の等密度等塩分の水の間で比較 G. 鉛直断面図により水塊構造とDO(AOU)の分布を比較 H. 中～深層の濃度に関し、同じ海域の過去の観測で得られた等密度等塩分の水との比較 (比較に用いたデータセット名): I. その他の方法:	



表 2.2: WOCE メタデータ (WHP(1994)より引用、日本語対訳)

<b>A. 航海情報</b>	
1. 必須事項	WOCE航海名
	EXPOCODE
	主席研究員 (レグが複数ならば各レグについて)
	船名・コールサイン
	出入港名 (レグが複数ならば各レグについて)
2. 航海概要情報	航海海域 (測線両端の位置, 測点のタイプ別分けされた航跡図)
	測点数 (測点の分類とそれぞれの測定項目)
	浮き, または漂流物の放流 (型, 個体番号, 放流場所と日時)
	係留系の放流または回収 (型, 個体番号, 放流場所と日時)
3. 全航海の主任研究員一覧	氏名 (フルスペル)
	担当項目
	所属機関 (略記の場合はその定義, 住所・メールアドレス)
4. 計画および方法	記述 (Narrative)
	過去の観測データとの内部比較
	(任意で) 採水および大量採水の航跡沿いの鉛直分布図 (採水水深のプロットを含む) および項目対項目の相関分布図
5. 未公開の主な問題と結論	
6. その他留意事項	
7. 航海参加者一覧	氏名 (フルスペル)
	担当項目
	所属機関 (略記の場合はその定義, 住所・メールアドレス)
<b>B. 連続観測</b>	
航走位置および海底地形	
ADCP	
水温塩分計, 溶存酸素計, 蛍光光度計	
XBT, XCTD	
気象	
大気化学	
<b>C. 採水観測 (記述, 技術, 較正)</b>	
以下, 各項目毎に, 測定方法 (担当者名, 執筆または改訂年月日を添える)	装置と方法の記述, もしくはそれに関する公表文献
	サンプリングとデータ出力方法, もしくはそれに関する公表文献
	較正データと, 較正を実施した年月日と研究室(場所)
	見積もり誤差とノイズ源, ノイズのデータにもたらす影響, 同一測点の過去の観測データとの比較試験
	実験室とサンプルの温度
	繰り返し実験 (結果一覧表も可)
	使用した標準物質 (標準海水のバッチ番号, アンブル番号など)
	試薬 (保存溶液の純度と濃度)
	ブランクの値
	化学トレーサの大気中濃度
<b>D. 謝辞</b>	
研究費の出所, 課題番号等	
<b>E. 参考文献</b>	
<b>F. 付録</b>	
船内記録, サンプリング速度など	

表 2.3: 炭酸系データに関する PICES/WG17 (WG13) 推奨のメタデータ項目 (日本語対訳)(1/3)

必須事項(航海ごと)	船名
	PI
	責任機関
	プロジェクト名
補足情報(測点毎)	経度・緯度
	観測日時
	水深
塩分	測定方法
	測定機器
	ドリフト補正の有無, 方法
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
溶存酸素(DO)	測定方法
	測定機器
	試薬ブランク補正の有無, 方法
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
栄養塩(Si, NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> )	測定方法
	測定機器
	補正の有無, 方法
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
DIC(溶存無機炭素)	測定方法
	キャリブレーションの方法, 頻度
	サンプル体積
	(CRM測定時は)測定したCRMのバッチ番号
	CRMの測定頻度
	CRMの測定結果(QCプロット)
	測定したCRMの絶対値がSIO保証値とずれていた場合, その結果を元に測定結果の絶対値を補正したか
	HgCl <sub>2</sub> 添加の有無, 添加量, その体積補正の有無
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者

表 2.3: 炭酸系データに関する PICES/WG17 (WG13) 推奨のメタデータ項目 (2/3)

アルカリ度	測定方法 (滴定法, 一点法)
	(滴定法なら) 終点決定法
	セルの種別, 体積
	サンプル体積
	塩酸ブランクの補正, 補正の大きさ
	(CRM測定時は) 測定したCRMのバッチ番号
	CRMの測定頻度
	CRMの測定結果 (QCプロット)
	測定したCRMの絶対値がSIO保証値とずれていた場合, その結果を元に測定結果の絶対値を補正したか
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
pH (水素イオン濃度)	測定方法 (電極, 分光光度法)
	使用した電極名, または色素名
	報告値のpHスケール
	測定温度
	報告値の温度条件 (測定時水温, 採水ボトル水温)
	キャリブレーションの方法, 頻度
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
	pCO <sub>2</sub> (二酸化炭素分圧) 海面連続観測データ
平衡器体積 (総量)	
単位時間当たりの流量	
平衡器の上部空き高	
平衡器の換気 (ventilation) の有無	
分析方法	
標準ガスの製造者	
標準ガスの濃度	
検定頻度	
大気CO <sub>2</sub> 測定頻度	
海水CO <sub>2</sub> 測定頻度	
報告 (データセット化) する前に平均値計算をしたか	
平均した場合に何点毎, もしくは何分 (時間) 毎か	
水温・気圧センサーの検定に関する記述	
海水取水口の水深	
大気取り込み口の設置場所	
CO <sub>2</sub> 濃度として報告する項目 (fCO <sub>2</sub> , xCO <sub>2</sub> , pCO <sub>2</sub> )	
CO <sub>2</sub> データの報告前の補正 (昇温補正等)	

表 2.3: 炭酸系データに関する PICES/WG17 (WG13) 推奨のメタデータ項目 (3/3)

pCO <sub>2</sub> 海面連続観測データ (つづき)	温度データの報告前の補正
	圧力データの報告前の補正
	観測全体における大気CO <sub>2</sub> データの精度・確度, およびその根拠
	観測全体における海水CO <sub>2</sub> データの精度・確度, およびその根拠
	観測全体における温度データの精度・確度, およびその根拠
	参考文献
	測定者
pCO <sub>2</sub> 各層データ	測定方法
	平衡器体積
	平衡器の上部空き高
	平衡器内温度
	データの温度標準化の有無
	温度補正方法
	CO <sub>2</sub> 濃度として報告する項目 (fCO <sub>2</sub> , xCO <sub>2</sub> , pCO <sub>2</sub> )
	乾燥/湿潤気体
	標準ガスによる補正の有無
	標準ガス補正の頻度, 時間間隔
	現場replicate測定の有無, その統計値
	平衡器上部に流すCO <sub>2</sub> ガス濃度
	参考文献
	測定者

表 2.4: GCP/IOCCP の pCO<sub>2</sub> 連続観測データのメタデータ項目案  
2004 年 1 月現在では暫定版のため原文のまま(斜文字は記載例)

Class of data: *Surface ocean carbon dioxide concentrations*

Dataset identifier:

**Statement of how to cite dataset**

Measurement platform identifier: *Ship / Buoy / Platform*

Cruise Information:

Project Information:

**Scientist responsible for technical quality of this dataset**

Full name of person:

Contact information for that person:

Affiliation when data were collected:

Contact person for this dataset:

Full name of person:

Contact information for that person:

**(Dataset description...history, contents, etc.)**

Timestamp for initial submission of dataset

Timestamp for most recent update of dataset

Time period the data set refers to (generated automatically from the dataset)

Geographic area the dataset refers to (generated automatically from the dataset)

List of variables that are included in this dataset (for each variable, state units)

**(Observation methods)**

Narrative description of system design including

(1) Sampling locations

Location of water intake

Location of air intakes

Location of pressure sensors

(2) Layout of measurement sub-systems (block diagram)

Narrative statement identifying measurement method for each required parameter

Citation to publication documenting method used

Measurement sequence/timing/averaging information

Additional quality information?

For measurements of carbon dioxide provide:

Analytical Instrument Manufacturer/Model

Description of any additional environmental control

Resolution of measurement

Uncertainty of measurement

List of calibration gases used, documenting

Traceability to an internationally recognized scale

(including date / place of last calibration made)

Uncertainty of assigned value of each calibration gas

For each sensor for Pressure / Temperature / Salinity provide

Manufacturer/Model

Resolution

Uncertainty of measured value

Document traceability to an internationally recognized scale

(including date / place of last calibration made)

## **Bibliography**

表 2.5: 海洋二酸化炭素関連物質データに関する気象庁データのメタデータの例 (1/3)

Depth	Methods	Thermometrically determined depth is suffixed by a mark (*)
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	meters
Temperature	Methods	
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	degree C
Salinity	Methods	the inductive salinometer
	Instruments	the inductive salinometer
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	parts per thousand (per mil)
DO	Methods	Winkler method
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	milliliters per liter (ml/L)
PO4-P	Methods	the reduction method using ascorbic acid
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	Strickland and Parsons (1965)
	Unit	μg-atoms P per liter
T-P	Methods	the potassium persulfate decomposition method
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	μg-atoms P per liter

表 2.5: 海洋二酸化炭素関連物質データに関する気象庁データのメタデータの例 (2/3)

NO3-N	Methods	Mueller-Riley method using copper-cadmium reduction
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	Wood, Armstrong and Richard (1967)
	Unit	µg-atoms N per liter
NO2-N	Methods	Bendschneider and Robinson method
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	Strickland and Parsons (1965)
	Unit	µg-atoms N per liter
NH3-N	Methods	the modified indophenol method
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	µg-atoms N per liter
pH	Methods	Determined by the pH meter <i>insitu</i>
	Instruments	pH meter
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	
SiO2-Si	Methods	Dienert Wanderbulcke method
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	µg-atoms Si per liter
COD	Methods	Determined by the digestion with potassium permanganate in alkaline solution
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	mg per liter of oxygen



表 2.5: 海洋二酸化炭素関連物質データに関する気象庁データのメタデータの例 (3/3)

Chlorophyll-a	Methods	Fluorometric technique
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	µg per liter
Phaeopigments	Methods	Fluorometric technique
	Instruments	
	Accuracy and Precision	
	Standard	
	References	
	Unit	µg per liter

表 2.6: 二酸化炭素関連物質データに関する東京大学海洋研究所データのメタデータの例 (1/2)

航海情報	航海名	KH93-3
	船舶名	白鳳丸
	航海期間	1993年7月8日 ~ 1993年9月17日
	主席研究員	Kensaku Tamaki, Hiromi Fujimoto
採水水深	方法	CTDTRMS
	測器	Sea Bird Model 9 plus
	精度	
	標準物質・参照物質	
	参考文献	
	単位	meters
水温	方法	CTDTRMS
	測器	Sea Bird Model 9 plus
	精度	
	標準物質・参照物質	
	参考文献	
	単位	degree C
塩分	方法	電導度比較法, CTDTRMS
	測器	Autosal Model 8400 A, Sea Bird Model 9 plus
	精度	
	標準物質・参照物質	IAPSO標準海水
	参考文献	
	単位	psu
DO	方法	ウィンクラー法
	測器	自動滴定装置Hirama Model ART-3
	精度	
	標準物質・参照物質	CSKヨウ素カリウム標準溶液0.0100N
	参考文献	
	単位	ml per liter
pH	方法	電極法 (closed cell at 25)
	測器	pH meter (model PHM93, Radiometer Analytical A/S)
	精度	
	標準物質・参照物質	
	参考文献	
	単位	

表 2.6: 二酸化炭素関連物質データに関する東京大学海洋研究所データのメタデータの例 (2/2)

アルカリ度	方法	変曲点滴定法 (at 25 )
	測器	TitraLabTM (Radiometer Analytical A/S)
	精度	
	標準物質・参照物質	
	参考文献	
	単位	mmol per liter
全炭酸	方法	リン酸パージ電量滴定法
	測器	Carbon Coulometer (UIC Inc.)
	精度	
	標準物質・参照物質	
	参考文献	
	単位	mmol per liter
メタン	方法	FIDガスクロ法
	測器	Automated Methane Analyzing system (D.K.K. Corp., GAS-10S and GAS-10L), FID gas chromatograph
	精度	繰返し精度0.2nM
	標準物質・参照物質	
	参考文献	Gamo et al. (1987)
	単位	nmol per liter
マンガン	方法	化学発光法
	測器	
	精度	繰返し精度3.6nM (3.2%), 検出限界0.14nM
	標準物質・参照物質	
	参考文献	Nakayama et al. (1989)
	単位	nmol per liter
溶存態Fe(III)	方法	化学発光法
	測器	
	精度	繰返し精度1.2%, 検出限界0.06nM
	標準物質・参照物質	
	参考文献	Obata et al. (1993)
	単位	nmol per liter
溶存態アルミニウム	方法	蛍光法
	測器	Hitachi MPF-4 fluorescence spectrophotometer
	精度	
	標準物質・参照物質	
	参考文献	
	単位	nmol per liter

表 2.7: 海洋二酸化炭素関連物質および微量溶存気体のデータ項目と単位 (2004 年 9 月現在)  
 斜字体は JDOSS データ改訂時に採用予定

項目コード	項目名	単位
10	pH	
11	DO 溶存酸素	
12	PO4-P リン酸態リン	μmol/L または μmol/kg
13	T-P 全リン	
14	Si ケイ酸塩	μmol/L または μmol/kg
15	NO3-N 硝酸態窒素	μmol/L または μmol/kg
16	NO2-N 亜硝酸態窒素	μmol/L または μmol/kg
17	NH4-N アンモニア態窒素	μmol/L または μmol/kg
18	<i>NO3+NO2</i> 硝酸塩 + 亜硝酸塩	μmol/L または μmol/kg
19	<i>N2O</i> 一酸化二窒素	μmol/L または μmol/kg
31	CO2(air) 大気中二酸化炭素濃度	ppm
32	pCO2 海水中二酸化炭素分圧	μatm
33	TCO2 全炭酸	μmol/L または μmol/kg
34	<i>CH4</i> メタン	nmol/L または nmol/kg
35	<i>CFC11</i> フロン11	pmol/L または pmol/kg
36	<i>CFC12</i> フロン12	pmol/L または pmol/kg
37	<i>CFC113</i> フロン113	pmol/L または pmol/kg
38	<i>SF6</i> 六フッ化イオウ	fmol/L または fmol/kg
41	Chl-a クロロフィルa	μg/L または mg/m3
42	TAlk 全アルカリ度	μmol/L または μmol/kg
43	Phaeophytin フェオフィチン	μg/L または mg/m3
47	<i>Chl-a+Phaeo.</i> クロロフィルa + フェオフィチン	μg/L または mg/m3

図 2.1: CDIAc のメタデータ入力フォーム

2004年9月現在 CDIAc ホームページ上では利用不可だが、IOCCP のホームページから閲覧のみ可能 ([http://ioc.unesco.org/ioccp/TsukubaWSdocs/metadata\\_underway\\_pCO2.htm](http://ioc.unesco.org/ioccp/TsukubaWSdocs/metadata_underway_pCO2.htm))

The image shows a screenshot of a Netscape browser window displaying the "CDIAc underway pCO<sub>2</sub> Metadata Form". The browser title bar reads "CDIAc pCO<sub>2</sub> Metadata Form - Netscape". The address bar shows "CDIAc pCO<sub>2</sub> Metadata Form". The main content area features a large heading "CDIAc underway pCO<sub>2</sub> Metadata Form" followed by a horizontal line. Below this is the section "Investigator(s) Responsible for Measurements", which contains several input fields: "First Name", "Last Name", "Organization", "Address", "City", "State", "Zip", "Country", "Phone", "Fax", and "E-mail". A second horizontal line separates this section from the "Method Description" section. The "Method Description" section includes a "Note" about filling out the form for multiple cruises. Below the note is the "Design of Equilibrator" section, which includes a dropdown menu for "Type" (set to "showerhead"), a text field for "If other, please describe", and input fields for "Size (approximate total volume)", "Water flow rate", and "Headspace gas flow rate", all in L/min. There are also radio buttons for "Vented?" (yes/no). The "Method of CO<sub>2</sub> Measurement" section has a dropdown menu for "gas chromatography" and another for "wet" (set to "gas"). The browser status bar at the bottom indicates "Document: Done (0.937 secs)".

## 謝 辞

本ガイドの品質管理手法の検討において、多くの研究者の皆様よりご意見をお寄せ頂きました。特に海洋化学系データインベントリ (Inventory for Japanese Chemical oceanographic Data, IJCD) 作成活動にご協力いただきました方々からは、細部にわたって非常に有意なご指摘、ご意見をいただきました。また、データ品質管理方法の調査において各研究機関に訪問しました際には、御多忙の中御時間を割いて頂きました。この場を借りまして、特に御世話になりました方々の御名前を示しますと共に、心より御礼申し上げます。

独立行政法人 海洋研究開発機構 (前海洋科学技術センター)

村田 昌彦博士\*、渡邊 修一博士\*

独立行政法人 国立環境研究所

野尻 幸宏博士\*

株式会社 関西総合環境センター

後藤 浩一氏\*、杉本 智哉氏、小見山 幸恵氏、太田 秀和氏

気象庁

神谷 ひとみ博士\*、須田 一人氏\*、藤本 敏文氏

気象研究所

石井 雅男博士\*

独立行政法人 水産総合研究センター 北海道区水産研究所

津田 敦博士(現東京大学海洋研究所)、小埜 恒夫博士\*、松尾 豊博士

独立行政法人 水産総合研究センター 東北区水産研究所

齊藤 宏明博士、桑田 晃博士

独立行政法人 水産総合研究センター 中央水産研究所

佐々木 克之博士、塩本 明弘博士

独立行政法人 産業総合技術研究所

鶴島 修夫博士\*

東京大学海洋研究所

蓮本 浩志氏\*

北海道大学大学院地球環境科学研究科

渡辺 豊助教授\*

Scripps Institution for Oceanography, University of California, San Diego (カリフォルニア大学スクリプス海洋学研究所)

Dr. Andrew G. Dickson, Dr. George C. Anderson, Dr. James H. Swift, Dr. Stephen C. Diggs

海上保安庁海洋情報部日本海洋データセンター

財団法人 日本水路協会 海洋情報研究センター

\* IJCD ワーキンググループ委員 (IJCD: 海洋化学系データのインベントリに関心を持つ研究者の篤志グループ)

## 参考ウェブサイト

Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)

<http://cdiac.esd.ornl.gov/>

Inventory for Japanese Chemical oceanographic Data (IJCD)

<http://ijcd.jp/>

IOCCP ホームページ内「海洋表層 CO<sub>2</sub> の観測とデータ統合に関するワークショップ (Workshop on Ocean Surface pCO<sub>2</sub>, Data Integration and Database Development)」

<http://ioc.unesco.org/ioccp/Tsukuba2004Results.htm>

Ocean Data View

<http://www.awi-bremerhaven.de/GEO/ODV/>

PICES CO<sub>2</sub> Related Data Integration for the North Pacific (PICNIC)

<http://picnic.pices.jp/>

WOCE (World Ocean Circulation Experiment) Hydrographic Programme Office (WHPO)

<http://whpo.ucsd.edu/>

海上保安庁海洋情報部日本海洋データセンター (Japan Oceanographic Data Center, JODC)

<http://www.jodc.go.jp/>

独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所

<http://ss.nrifs.affrc.go.jp/>

財団法人日本水路協会海洋情報研究センター (Marine Information Research Center, MIRC)

<http://www.mirc.jha.jp/>

## 参考文献

- Fujii, M., Y.Nojiri, Y.Yamanaka and M.J.Kishi (2002): A one-dimensional ecosystem model applied to time-series Station KNOT. Deep-Sea Research II, 49, 5441-5461.
- Holm-Hansen O., Amos AF and Hewes CD (2000) :Reliability of estimating chlorophyll a concentrations in Antarctic waters by measurement of in situ chlorophyll a fluorescence. Mar. Ecol. Prog. Ser., 196,103-110
- JODC (2002): Ocean Data View ユーザーズガイド, マルチプラットフォーム版  
[http://www.jodc.go.jp/jodc\\_pub/digitalpub.html](http://www.jodc.go.jp/jodc_pub/digitalpub.html)
- MIRC (2001): MIRC Ocean Dataset 2001, Documentation. MIRC Technical Report No.1, Marine Information Research Center, Japan Hydrographic Association, 196pp.
- NODC (1999): World Ocean Database 1998, Documentation and Quality Control, Version 2.0. Ocean Climate Laboratory, National Oceanographic Data Center, 117pp.
- NODC (2001): World Ocean Database 2001, CD-ROM Data Set Documentation, Version 1.0. Ocean Climate Laboratory, National Oceanographic Data Center, 137pp.
- Owens, W. B. and R. C. Millard (1985) :A new algorithm for CTD oxygen calibration. J. Phys. Oceanogr., 15, 621-631.
- Schlitzer, R. (2000): Electronic Atlas of WOCE Hydrographic and Tracer Data Now Available. EOS Trans. AGU, 81(5), 45.
- Takahashi, T., S.C.Sutherland, C.Sweeney, A.Poisson, N.Metzl, B.Tilbrook, N.Bates, R.Wanninkhof, R.A.Feely, C.Sabine, J.Olafsson and Y.Nojiri (2002): Global sea-air CO<sub>2</sub> flux based on climatological surface ocean pCO<sub>2</sub>, and seasonal biological and temperature effects. Deep-Sea Research II, 49, 1601-1622.
- WHP (1994): Requirements for WOCE Hydrographic Programme Data Reporting. T. Joyce and C. Corry Ed., WHPO Publication 90-1 Revision 2, WOCE Hydrographic Programme Office (unpublished manuscript).
- 角皆静男、乗木新一郎 (1983): 海洋化学. 西村雅吉編, 産業図書, pp286



永田 豊、岩田静夫、鈴木 亨、小熊幸子、吉村智一、竹内淳一、三宅武治 (1999): 海洋データセット作成・管理に際して発生し易い誤りとその原因 I. 和歌山県農林水産総合技術センターの事例から. 海洋調査技術, 11, 1-10.



# 付 録



## A. 北太平洋海域データの閾値

*Blank Page*

表 A.1 レンジチェックに使用する閾値 (1) WOD98 北太平洋外洋域用

Depth (m)	Temp ( )		Sal		DO (ml/L)		PO4-P, T-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		SiO2 ( $\mu\text{mol/L}$ )		pH		Chl-a (mg/L)		TAlk (meq/L)	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	2.00	0.00	14.00	0.00	26.00	0.0	60.0	6.30	9.00	0.00	1.50	1.70	2.80
10	-3.00	35.00	25.00	37.00	0.00	10.00	0.00	2.00	0.00	14.00	0.00	26.00	0.0	60.0	7.10	9.00	0.00	1.50	1.70	2.80
20	-3.00	35.00	30.00	36.50	0.00	10.00	0.00	2.00	0.00	14.00	0.00	26.00	0.0	60.0	7.10	9.00	0.00	1.50	1.70	2.80
30	-3.00	35.00	30.00	36.50	0.00	10.00	0.00	2.00	0.00	14.00	0.00	30.00	0.0	60.0	7.10	9.00	0.00	1.50	1.70	2.80
50	-3.00	35.00	31.00	36.00	0.00	10.00	0.00	2.40	0.00	14.00	0.00	30.00	0.0	60.0	7.10	9.00	0.00	1.00	1.70	2.80
75	-3.00	35.00	31.00	36.00	0.00	9.00	0.00	2.80	0.00	14.00	0.00	34.00	0.0	80.0	7.10	9.00	0.00	1.00	1.70	2.80
100	-3.00	30.00	31.50	36.00	0.00	9.00	0.00	2.80	0.00	14.00	0.00	34.00	0.0	80.0	7.10	9.00	0.00	1.00	1.70	2.80
125	-3.00	30.00	31.50	36.00	0.00	9.00	0.00	3.20	0.00	14.00	0.00	42.00	0.0	80.0	7.10	9.00	0.00	0.75	1.70	2.80
150	-3.00	30.00	32.00	35.80	0.00	8.00	0.00	3.20	0.00	14.00	0.00	42.00	0.0	80.0	7.10	9.00	0.00	0.75	1.70	2.80
200	-3.00	30.00	32.00	35.80	0.00	8.00	0.00	3.60	0.00	14.00	0.00	46.00	2.0	80.0	7.10	8.90	0.00	0.50	1.70	2.80
250	-3.00	28.00	32.00	35.80	0.00	8.00	0.00	3.60	0.00	14.00	0.00	46.00	2.0	80.0	7.10	8.90	0.00	0.50	1.70	2.80
300	-3.00	28.00	32.00	35.80	0.00	7.00	0.00	3.60	0.00	14.00	0.00	46.00	2.0	80.0	7.10	8.90	0.00	0.40	1.70	2.80
400	-3.00	28.00	32.20	35.50	0.00	7.00	0.00	3.60	0.00	14.00	2.00	46.00	2.0	100.0	7.10	8.90	0.00	0.40	1.70	2.80
500	-3.00	28.00	32.40	35.25	0.00	7.00	0.20	3.60	0.00	14.00	2.00	46.00	5.0	140.0	7.10	8.90	0.00	0.20	1.70	2.80
600	-3.00	20.00	32.60	35.25	0.00	7.00	0.20	3.60	0.00	14.00	2.00	50.00	5.0	140.0	7.10	8.90	0.00	0.20	1.70	2.80
700	-3.00	20.00	32.60	35.25	0.00	6.00	0.80	3.60	0.00	14.00	2.00	50.00	10.0	140.0	7.10	8.90	0.00	0.20	1.70	2.80
800	-3.00	20.00	33.20	35.25	0.00	6.00	0.80	3.80	0.00	14.00	2.00	54.00	10.0	140.0	7.10	8.90	0.00	0.10	1.70	2.80
900	-3.00	20.00	33.60	35.25	0.00	6.00	0.80	3.80	0.00	14.00	2.00	54.00	10.0	160.0	7.10	8.90	0.00	0.10	1.70	2.80
1000	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	3.80	0.00	14.00	2.00	54.00	15.0	180.0	7.10	8.90	0.00	0.10	1.70	2.80
1100	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	3.80	0.00	14.00	2.00	54.00	15.0	180.0	7.10	8.90	0.00	0.10	1.70	2.80
1200	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	3.80	0.00	14.00	2.00	54.00	15.0	180.0	7.10	8.90	0.00	0.10	1.70	2.80
1300	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	3.80	0.00	14.00	2.00	54.00	15.0	180.0	7.10	8.90	0.00	0.10	1.70	2.80
1400	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	3.60	0.00	14.00	2.00	54.00	15.0	180.0	7.10	8.90	0.00	0.10	1.70	2.80
1500	-3.00	18.00	33.80	35.00	0.00	6.00	0.80	3.60	0.00	14.00	2.00	54.00	15.0	200.0	7.10	8.90	0.00	0.05	1.70	2.80
1750	-3.00	13.00	33.80	35.00	0.00	6.00	0.80	3.60	0.00	14.00	2.00	54.00	20.0	200.0	7.30	8.60	0.00	0.05	1.70	2.80
2000	-3.00	13.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.60	0.00	14.00	2.00	54.00	20.0	200.0	7.30	8.60	0.00	0.05	1.70	2.80
2500	-3.00	13.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.60	0.00	14.00	2.00	54.00	20.0	200.0	7.30	8.60	0.00	0.05	1.70	2.80
3000	-3.00	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.60	0.00	14.00	2.00	50.00	20.0	200.0	7.30	8.60	0.00	0.05	2.00	2.80
3500	-3.00	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.20	0.00	14.00	2.00	46.00	20.0	200.0	7.30	8.60	0.00	0.05	2.00	2.80
4000	-1.50	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.20	0.00	14.00	2.00	46.00	20.0	200.0	7.30	8.60	0.00	0.05	2.00	2.80
4500	-1.50	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.20	0.00	14.00	2.00	42.00	2.0	200.0	7.40	8.60	0.00	0.05	2.00	2.80
5000	-1.50	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.20	0.00	14.00	10.00	42.00	2.0	200.0	7.50	8.60	0.00	0.05	2.00	2.80
5500	-1.50	3.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	3.20	0.00	6.00	14.00	42.00	2.0	200.0	7.50	8.60	0.00	0.05	2.00	2.80

表 A.2 レンジチェックに使用する閾値 (2) WOD98 北太平洋沿岸域用

Depth (m)	Temp ( )		Sal		DO (ml/L)		PO4-P, T-P ( $\mu$ mol/L)		NO2-N ( $\mu$ mol/L)		NO3-N ( $\mu$ mol/L)		SiO2 ( $\mu$ mol/L)		pH		Chl-a (mg/L)		TAlk (meq/L)	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.90	0.00	50.00	0.40	2.80
10	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.40	2.80
20	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.40	2.80
30	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.40	2.80
50	-3.00	35.00	20.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.40	2.80
75	-3.00	35.00	20.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.40	2.80
100	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.40	2.80
125	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.40	2.80
150	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.60	0.00	50.00	0.40	2.80
200	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.60	0.00	50.00	0.20	2.80
250	-3.00	28.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
300	-3.00	28.00	30.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
400	-3.00	28.00	30.00	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
500	-3.00	28.00	30.50	40.00	0.00	8.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
600	-3.00	20.00	30.50	40.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
700	-3.00	20.00	32.00	40.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
800	-3.00	20.00	33.00	40.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.10	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
900	-3.00	20.00	33.00	40.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
1000	-3.00	18.00	33.00	40.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.50	0.00	50.00	0.20	2.80
1100	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.40	0.00	50.00	0.20	2.80
1200	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.40	0.00	50.00	0.20	2.80
1300	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
1400	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
1500	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
1750	-3.00	13.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
2000	-3.00	13.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
2500	-3.00	13.00	33.00	35.50	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
3000	-3.00	7.00	33.00	35.50	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
3500	-3.00	7.00	33.00	35.50	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
4000	-1.50	7.00	33.00	35.50	0.00	5.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
4500	-1.50	7.00	33.00	35.50	0.00	5.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
5000	-1.50	7.00	33.00	35.50	0.00	5.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80
5500	-1.50	3.00	34.30	35.50	0.00	5.00	0.00	10.00	0.00	15.00	0.00	75.00	0.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	0.20	2.80



表 A.3 レンジチェックに使用する閾値 (3) WOD01 北太平洋外洋域用

Depth (m)	Temp ( )		Sal		DO (ml/L)		PO4-P, T-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		SiO2 ( $\mu\text{mol/L}$ )		pH		Chl-a (mg/L)		TAlk (meq/L)	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	26.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	1.50	1.80	2.80
10	-3.00	35.00	25.00	37.00	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	26.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	1.50	1.80	2.80
20	-3.00	35.00	30.00	36.50	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	26.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	1.50	1.80	2.80
30	-3.00	35.00	30.00	36.50	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	30.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	1.50	1.80	2.80
50	-3.00	35.00	31.00	36.00	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	30.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	1.00	1.80	2.80
75	-3.00	35.00	31.00	36.00	0.00	9.00	0.00	4.50	-	-	0.00	34.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	1.00	1.80	2.80
100	-3.00	30.00	31.50	36.00	0.00	9.00	0.00	4.50	-	-	0.00	34.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	1.00	1.80	2.80
125	-3.00	30.00	31.50	36.00	0.00	9.00	0.00	4.50	-	-	0.00	42.00	0.0	100.0	7.30	8.60	0.00	0.75	1.80	2.80
150	-3.00	30.00	32.00	35.80	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	42.00	0.0	110.0	7.30	8.60	0.00	0.75	1.80	2.80
200	-3.00	30.00	32.00	35.80	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	46.00	0.0	120.0	7.30	8.60	0.00	0.50	1.80	2.80
250	-3.00	28.00	32.00	35.80	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	46.00	0.0	125.0	7.30	8.60	0.00	0.50	1.80	2.80
300	-3.00	28.00	32.00	35.80	0.00	7.00	0.00	4.50	-	-	0.00	46.00	0.0	130.0	7.30	8.60	0.00	0.40	1.80	2.80
400	-3.00	28.00	32.20	35.50	0.00	7.00	0.00	4.50	-	-	2.00	46.00	0.0	140.0	7.30	8.60	0.00	0.40	1.80	2.80
500	-3.00	28.00	32.40	35.25	0.00	7.00	0.20	4.50	-	-	2.00	46.00	0.5	150.0	7.20	8.50	0.00	0.20	1.80	2.80
600	-3.00	20.00	32.60	35.25	0.00	7.00	0.20	4.50	-	-	2.00	50.00	5.0	160.0	7.20	8.50	0.00	0.20	2.00	2.80
700	-3.00	20.00	32.60	35.25	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	50.00	5.0	165.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
800	-3.00	20.00	33.20	35.25	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	5.0	170.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
900	-3.00	20.00	33.60	35.25	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	10.0	175.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
1000	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	10.0	180.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
1100	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	10.0	190.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
1200	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
1300	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
1400	-3.00	18.00	33.70	35.15	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
1500	-3.00	18.00	33.80	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	20.0	225.0	7.20	8.50	0.00	0.10	2.00	2.80
1750	-3.00	13.00	33.80	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	20.0	225.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
2000	-3.00	13.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	20.0	250.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
2500	-3.00	13.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	54.00	20.0	250.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
3000	-3.00	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	50.00	20.0	250.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
3500	-3.00	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	46.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
4000	-1.50	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	46.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
4500	-1.50	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	2.00	46.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
5000	-1.50	7.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	10.00	42.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80
5500	-1.50	3.00	34.00	35.00	0.00	6.00	0.80	4.50	-	-	14.00	42.00	20.0	200.0	7.20	8.50	0.00	0.05	2.00	2.80

表 A.4 レンジチェックに使用する閾値 (4) WOD01 北太平洋外洋域用

Depth (m)	Temp ( )		Sal		DO (ml/L)		PO4-P, T-P ( $\mu$ mol/L)		NO2-N ( $\mu$ mol/L)		NO3-N ( $\mu$ mol/L)		SiO2 ( $\mu$ mol/L)		pH		Chl-a (mg/L)		TAlk (meq/L)	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.90	0.00	50.00	0.00	2.80
10	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.00	2.80
20	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.00	2.80
30	-3.00	35.00	0.00	40.00	0.00	10.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.00	2.80
50	-3.00	35.00	20.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	0.00	2.80
75	-3.00	35.00	20.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	1.60	2.80
100	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	1.60	2.80
125	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.80	0.00	50.00	1.60	2.80
150	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.70	0.00	50.00	1.60	2.80
200	-3.00	30.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	50.00	0.0	250.0	7.00	8.60	0.00	50.00	1.60	2.80
250	-3.00	28.00	26.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.60	0.00	50.00	1.60	2.80
300	-3.00	28.00	30.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	1.60	2.80
400	-3.00	28.00	30.00	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	1.60	2.80
500	-3.00	28.00	30.50	40.00	0.00	8.00	0.00	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	1.60	2.80
600	-3.00	20.00	30.50	40.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	2.00	2.80
700	-3.00	20.00	32.00	40.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.00	8.50	0.00	50.00	2.00	2.80
800	-3.00	20.00	33.00	40.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.10	8.50	0.00	50.00	2.00	2.80
900	-3.00	20.00	33.00	40.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	0.0	250.0	7.20	8.50	0.00	50.00	2.00	2.80
1000	-3.00	18.00	33.00	40.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.20	8.50	0.00	50.00	2.00	2.80
1100	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.20	8.40	0.00	50.00	2.00	2.80
1200	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.20	8.40	0.00	50.00	2.00	2.80
1300	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
1400	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
1500	-3.00	18.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
1750	-3.00	13.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.20	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
2000	-3.00	13.00	33.00	38.00	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
2500	-3.00	13.00	33.00	35.50	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
3000	-3.00	7.00	33.00	35.50	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
3500	-3.00	7.00	33.00	35.50	0.00	7.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
4000	-1.50	7.00	33.00	35.50	0.00	5.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
4500	-1.50	7.00	33.00	35.50	0.00	5.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
5000	-1.50	7.00	33.00	35.50	0.00	5.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80
5500	-1.50	3.00	34.30	35.50	0.00	5.00	0.01	4.50	-	-	0.00	75.00	1.0	250.0	7.40	8.20	0.00	50.00	2.00	2.80

## B. 日本周辺海域データの海域区分と閾値の検討

*Blank page*

## B.1 WOD98・WOD01 の閾値

World Ocean Database 1998 (WOD98) および World Ocean Database 2001 (WOD01) は、米国海洋データセンター (National Oceanographic Data Center, NODC) が世界各国から収集したデータをもとに編纂したデータセットである。1982年に刊行された Climatological Atlas of the World Ocean に始まり、World Ocean Atlas 1994 (WOD94)、WOD98 と改訂の都度データが追加され、WOD01 には約 700 万測点のデータが収録されている。前作の WOD98 と比較すると約 180 万点の増補である。1990 年代に行われた世界規模の観測プロジェクト「世界海洋循環実験計画 (World Ocean Circulation Experiment, WOCE)」と「全球海洋フラックス合同研究計画 (Joint Global Ocean Flux Study, JGOFS)」の観測データや、紙面などで保存されているデータをデジタル化し、損失の危機から救済するデータ管理プロジェクト「世界海洋データ発掘救済プロジェクト (Global Oceanographic Data Archaeology and Rescue Project, GODAR)」で収集されたデータも納められている。近年の二酸化炭素関連データの海面観測の急増に対応して、WOD98 まで収録されなかった全炭酸データ 6018 測点分が追加された他、各層データなどの測点データとは別に、二酸化炭素分圧、クロロフィル-a、水素イオン濃度 (pH) 等の海面観測データが 4743 航海分追加されているのが特徴である。WOD01 には、NODC で決めた品質管理手法が施行されているが、WOD98 の閾値から値を変更するなど品質管理方法を改修している。

WOD98 および WOD01 のレンジチェックでは、全海洋を 16 の海域に分け、それぞれに設定された閾値を用いている。太平洋ならば、北緯 10 度以北の “North Pacific” (北太平洋)、北緯 10 度から南緯 10 度の “Equatorial Pacific” (太平洋赤道域)、南緯 10 度以南の “South Pacific” (南太平洋) の 3 海域に区分されている。つまり、日本近海もアラスカ湾も同じ北太平洋の閾値が適用される。巻末付録 A の表 A.1 から表 A.4 の値は、WOD98 および WOD01 のデータ品質管理チェックに使用された閾値である。各観測項目について、沿岸域と外洋域のそれぞれに最大値と最小値が設定されているが、いずれもミスタイプによる桁違いを検出するのが目的のため、レンジ幅が広く設定されている。沿岸域は、陸域の影響を考慮して外洋域よりさらにレンジ幅が広がっている。栄養塩項目のうちアンモニウム塩データは、WOD98 と WOD01 の双方とも収録していないため、閾値も設定されていない。

閾値は、決して絶対的な値ではなく、実データを検討するうちに変更する場合がある。例えば、WOD98 と WOD01 では、リン酸塩、ケイ酸塩、アルカリ度、pH の閾値が異なる。リン酸塩の閾値は、WOD01 では外洋域も沿岸域も同じ閾値を用いている。またアルカリ度の閾値は深層で狭まり、より水塊の水質を限定するような傾向を示している。一方、亜硝酸塩の閾値は、WOD98 では設定されていたが WOD01 では設定していない。データセットから亜硝酸塩だけの値が除外された<sup>1</sup>ためであるが、一部は硝酸塩 + 亜硝酸塩として値が含まれている。

## B.2 日本周辺海域データと WOD の閾値

WOD98 および WOD01 の閾値を日本周辺海域のデータに適用した場合の例を示すため、MIRC

<sup>1</sup> 亜硝酸塩データの品質管理チェックが不履行のため、NODC の栄養塩担当者 Dr. H. Garcia 私信。

Ocean Dataset 2001 (MODS2001) を用いる。MODS2001 は、日本海洋データセンター (Japan Oceanographic Data Center, JODC) のデータベースに収録されているデータに品質管理チェックを行い、既にフラグ(本編 1.4 節、表 1.4 から表 1.6 参照)が付加されたデータセットである。MODS2001 のデータ品質管理は、WOD98 編纂時に用いられた品質管理方法に準拠している。日本周辺海域は、図 B.1 で示すような東経 120 度から東経 160 度、北緯 20 度から北緯 60 度の領域を対象とした。そして、WOD98 および WOD01 にならって外洋域と沿岸域に分けて閾値を求め、領域を 1 度メッシュで区切り、陸域および陸棚が含まれているメッシュ、およびそれらに隣接するメッシュを沿岸域とした。その結果、図 B.1 でハッチされた領域が沿岸域に該当した。

本節での解析対象とする海洋二酸化炭素関連物質データ項目は、

- 溶存酸素
- 栄養塩(硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニウム塩、リン酸塩、ケイ酸塩)
- クロロフィル-a
- 炭酸系データ(アルカリ度、pH)

の 9 項目である。このうち溶存酸素データは、見た目の酸素消費量(Apparent Oxygen Utilization, AOU) に換算されて水塊分布の時空間変動解析の指標に用いられることが多いため、物理系データと見なされる傾向にあるが、栄養塩濃度分布との関係も指摘されているので、対象に含める。

図 B.2 から図 B.5 は、上記海洋化学系データ項目の MODS2001 観測層データと、WOD98 および WOD01 の北太平洋全域用閾値の鉛直プロファイルである。それぞれのデータで外洋域と沿岸域で分けてプロットしている。殆どのデータが WOD98・WOD01 の双方のレンジ内に分布している。これらの閾値設定の目的どおり、タイプミスの摘出程度のチェックであれば、全点がレンジ内に分布する可能性はある。

しかし、ある値が、その観測された海域において起こりうる値なのかを確かめるには、このようなレンジでは幅が広すぎる。実際の日本周辺海域は、黒潮・親潮・対馬海流などの海流や縁辺海に囲まれ、複雑な水塊分布を呈しており一様ではない。それらの水塊分布より狭い海域において観測されたデータが、その海域にて不自然な値になっていないかチェックするには、北太平洋一円を対象にしたレンジではなく、その海域に合わせて設定したレンジが必要となる。本編 2.2 節に示したように、チェック内容により適切な判断を示すためには、チェックの前にその測線を含む海域における栄養塩分布の特徴を調べる必要がある。

改めて図 B.2 から図 B.5 の各観測項目の鉛直プロファイルの分布を比べると、溶存酸素、硝酸塩、リン酸塩の鉛直プロファイルの中で、プロットが幾つかのグループに固まって分布している。特に溶存酸素は 500m 以深で、硝酸塩およびリン酸塩は 1000m 以深で、高濃度と低濃度の二股に分岐する様子が見られる。つまり、各観測項目の鉛直プロファイルを、より細かい海域メッシュの中で作成することによって分岐したプロファイルを抽出し、それらの形状によって日本周辺海域を分類できると考えられる。その分類をもとに平均値や標準偏差など統計値を求めれば、各海域に見合うレンジを作ることができる。プロファイルから求められるレンジなので、図 B.2 などに示された WOD98・WOD01 のレンジよりも狭くなると推測される。しかし、ケイ酸塩やクロロフィル-a のように、WOD98・WOD01 のレンジ外にあるデータが比較的多い項目に関しては、レンジは逆に広くなると思われる。

そこで、東経 120 度から東経 160 度、北緯 20 度から北緯 60 度を日本周辺海域として、海洋化学系データのレンジチェック用閾値の設定を試みる。

### B.3 使用データ

日本周辺海域の閾値の検討には基本的には WOD01 を用いる。WOD01 には日本のデータとして JODC のデータも含まれているが、日本以外の国による観測データで、オホーツクや東シナ海、日本海といった、JODC のデータが比較的少ない海域のデータ数を補う。しかし、WOD01 には亜硝酸塩とアンモニウム塩のデータが入っていないので、これらの 2 項目については JODC のデータで既にフラグの付加されている MODS2001 を用いる。

標準層の各水深において平均値および標準偏差を計算するため、各データセットの観測値を標準層の水深に対して内挿する。ただし、WOD98・WOD01 の閾値によるレンジチェックでフラグ「0」、つまり図 B.2 から図 B.5 で WOD98 もしくは WOD01 のレンジより内側のデータを内挿計算の対象とした。極端に平均値から外れた値によって、標準偏差が過大になることが無い反面、WOD98 および WOD01 閾値の外のデータでも異常値と考えにくいほど変動の大きい海域に関しては、計算で得られたレンジが実際の観測データの分布よりも偏る恐れがある。内挿計算は Reiniger and Ross (1968) および UNESCO (1991) に準拠する。

閾値検討の対象としたデータの観測項目別測点分布を図 B.6 から図 B.14 に示す。

### B.4 海域区分の設定

はじめに、二酸化炭素関連物質データの各項目について鉛直プロファイルを作成し、それらをもとに海域区分を設定する。MODS2001 の観測層データを外洋域データと沿岸域データに分け、2.5 度グリッド毎に鉛直プロファイルを作成した。図 B.15 から図 B.32 にその結果を示す。亜硝酸塩、アンモニウム塩、アルカリ度はデータ数が少ないこともあり、分布形状に海域による違いが認められない。それら以外のデータは、幾つか共通した特徴が各海域で認められる。

オホーツク海では、溶存酸素濃度は海面付近で 10ml/L 前後と高濃度であるが、700m ~ 800m くらいまで急激に低下して極小層を形成する。その溶存酸素分布に対応して、栄養塩類が低濃度から高濃度へ大きな鉛直勾配を示し、溶存酸素極小層に対応して極大層を形成している。太平洋側では、オホーツク海と同様の溶存酸素極小層および栄養塩極大層が共通して見られるが、その深さが異なる。北緯 40 度以北の北海道東岸沖の亜寒帯域では、溶存酸素極小層および栄養塩極大層が 400m ~ 500m に形成され、特に溶存酸素の鉛直勾配が大きくなっている。これに対して本州南方の北緯 30 度以南の亜熱帯域では、海面付近の溶存酸素濃度が亜寒帯域より低いために極小層までの鉛直勾配が小さい。しかし、溶存酸素および栄養塩の躍層が海面付近からではなく 200m ~ 300m 以深にあるため、溶存酸素極小層および栄養塩極大層は亜寒帯域よりも深く、1000m ~ 1200m 付近に見られる。そして、亜寒帯域と亜熱帯域

の間、北緯 30 度から北緯 40 度では、溶存酸素極小層および栄養塩極大層がそれらの海域の中間の深さで分散している。季節温度躍層の水深変動を反映したと考えられる。一方、日本海は 500m 前後までは季節変化などにより分布に幅があるが、それより下は数 1000m の水深まで濃度がほぼ均一になっている。他の海域と比べて海面付近と深層水で濃度差が小さく、1000m ~ 3000m の深層の溶存酸素濃度が高い、もしくは栄養塩濃度が低いのが特徴的である。図 B.2 から図 B.5 のうち溶存酸素と栄養塩データのプロファイルで分岐して見えたのは、この日本海のデータである。東シナ海は水深が浅く溶存酸素の変動幅が大きい、栄養塩類は他の海域ほど溶存酸素と並行した変化は見られず、濃度も比較的低い。

このように、各観測項目の鉛直プロファイルから、濃度の極大・極小層の深さなどの海域による特徴、海域特性をもとに、以下のように区分することができる。

- 北太平洋亜熱帯域 (北緯 30 度以南) (ST)
- 東シナ海域 (EC)
- 日本海域 (JS)
- 北太平洋中間域 (北緯 30 度 ~ 北緯 40 度) (MX)
- 北太平洋亜寒帯域 (北緯 40 度以北) (SA)
- オホーツク海域 (OH)

閾値の計算のために実際に用いた海域区分を図 B.33 で示す。

これらの海域の中で、さらに沿岸域と外洋域に分ける(東シナ海は沿岸域のみ)。沿岸域は陸域に近く、河川水などによる影響を受けやすいので、外洋域に比べて変動幅が大きい。それだけ閾値の幅を広く設定する必要がある。MODS2001 では、ETOPO5 の 5 分メッシュ標高(水深)値を用いて、観測点の存在するメッシュ水深が 200m 未満の場合、またはそのメッシュを中心とした 2 度四方の範囲内に陸域が存在した場合に、“Coastal”、つまり沿岸域用の閾値を用いている。ここでは、沿岸域用の閾値の設定には、図 B.1 でハッチがかかった区域のデータを用いて検討する。

## B.5 閾値の計算

図 B.6 から図 B.14 に示された測点を、図 B.33 の海域区分と図 B.1 の沿岸・外洋の区分で分け、それぞれの海域・区分について 10 点以上データがあった場合に統計値計算を行った。平均値  $m$  と標準偏差を求め、 $m \pm 3$  の幅からはみ出た値を除き、残ったデータで改めて  $m$  と  $\sigma$  を求めるという計算を 3 度繰り返し、最終的な  $m$  と  $\sigma$  で得られる  $m + 3\sigma$  を最大値側の閾値、 $m - 3\sigma$  を最小値側の閾値とした。ただし、 $m - 3\sigma$  が負になった場合は、自動的にゼロ値とした。

## B.6 得られた閾値の検討と適用

得られた各海域の外洋域・沿岸域の閾値を表 B.1 から表 B.11 にまとめる。また、それらの閾値と



MODS2001 の観測層データの鉛直プロファイルを図 B.34 から図 B.55 に示す。WOD98・WOD01 で設定されなかった亜硝酸塩、アンモニウム塩についても計算を試みた。表中で“na”は、その層で観測されたデータが10点未満で平均値・標準偏差が得られなかったことを指す。図 B.34 から図 B.43 までの外洋域データについては計算された閾値のレンジは、ほとんどの層において WOD01 に比べて狭くなっている。しかし、深さによってデータ数に偏りがあるため、レンジが不自然に変化している個所がある。例えば北太平洋亜熱帯域の 1750m 層では、標準偏差が他の標準層の半分以下でレンジが急に狭くなっている。これは、1750m 層を観測した測点が比較的少なく、測定している測点の領域が沖縄南方域に限られていたために、測点間の濃度差が小さくなりやすかったと考えられる。また、全体的にデータが少ない 4000m 以深では、レンジが非常に広いが狭いかのいずれかで、データ数と測点の場所の影響が強く現れている。他の海域においても、分布が広く散らばって標準偏差が大きくなると、非常に広いレンジになる。このように、統計値を用いて求めたレンジは、計算に使った元のデータの量と散らばり具合の影響を受ける。一方、図 B.44 から図 B.55 までの沿岸域データについては、溶存酸素は外洋域と同様にプロファイルの輪郭を描くような狭いレンジになったが、硝酸塩は幅が広がっている。しかし、1750m 層では外洋域データと同様に不自然にレンジが狭まっている。

求められた閾値は、あくまで標準層データの  $m \pm 3$  なので、ありうる値の全てを内包したレンジではない。また  $m - 3$  が負になった場合は自動的にゼロ値としたため、層によってはレンジが平均値に対して非対称になっている。正規分布を仮定すれば、 $m \pm 3$  のレンジは、その海域において 99.7% 以上の確率でありうることを意味することができるが、実際のデータ分布は観測期間の偏りなどがあって正規分布とは異なる。もし  $m \pm 3$  をそのまま閾値として適用すると、多くの有意なデータにレンジ外を示すチェックフラグが付くことが考えられる。図 B.35 の北太平洋亜熱帯域のケイ酸塩分布を見ると、1500m 以深で  $90 \mu\text{mol/L}$  と  $130 \mu\text{mol/L}$  に多くデータが分布する様子が見られる。どちらの値も真値だとすれば、計算されたレンジでは、 $90 \mu\text{mol/L}$  側に集まるデータの多くをレンジ外とみなすおそれがある。また、北太平洋中間域では、溶存酸素と栄養塩で  $m + 3$  側に、pH では  $m - 3$  側に分布が平均値から偏って広がっているために、レンジ外になる値が多く見られる。しかし、統計的には平均から大きく外れ  $m + 3$  を超えていても、十分に有意なデータである可能性を否定できない。例えば、三陸沖において黒潮系水が暖水塊として侵入すると、その水温は平均値から標準偏差の 5 倍以上離れた値を示す (Oguma and Nagata, 2002)。これは、それだけ平均値から外れた値であっても現実には起こりうる値であり、その海域で水温の生起頻度分布が大きく歪んでいることを意味する。このように、もし統計的に外れた値が事例として固まって起きているなら、ある特異な現象として研究解析することも考えられる。

一方で、 $m \pm 3$  を閾値とすると、レンジ幅が広すぎて、あまり起こり得ない値をレンジ内に多く内包してしまう項目もある。例えばケイ酸塩は 1500m では  $50 \sim 100 \mu\text{mol/L}$  以上、亜硝酸塩やアンモニウム塩、クロロフィル-a は 1000m 以深では  $0.01 \mu\text{mol/L}$  以下など、その海域においてありうる値として経験的に上限・下限の値がある程度決まっている項目には、それらの値を採用した方がよいと考えられる。表 B.1 から表 B.11 において、亜硝酸塩、アンモニウム塩、クロロフィル-a、ケイ酸塩の閾値のうち経験値を採用した方がよい、もしくは考慮すべきと思われる値は斜字体で表示した。

閾値の桁数も、測定精度との比較を考慮するべきであろう。WOD01 では、全ての項目について小数点第 2 位まで表示しているが、データ精度からすると小数点第 2 位まで閾値を求める必要があるのはリン酸

塩、アルカリ度、全炭酸で、あとの項目については小数点第 1 位で充分と考えられる。

## 参考文献

Oguma, S. and Y. Nagata (2002): Skewed water temperature occurrence frequency in the sea off Sanriku, Japan, and intrusion of the pure Kuroshio water. *J. Oceanogr.*, 58, 787-796.

Reiniger, R. F. and C. F. Ross (1968): A method of interpolation with application to oceanographic data. *Deep-Sea Res.*, 9, 185-193.

UNESCO (1991): *Progressing of Oceanographic Station Data*. Imprimerie des Presses Universitaires de France, United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 138pp.

表 B.1: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(1) 北太平洋亜熱帯域外洋域

亜硝酸塩(NO<sub>2</sub>-N)、アンモニウム塩(NH<sub>4</sub>-N)、クロロフィル-a(Chl-a)、ケイ酸塩(Si)のカラムで、経験的な値を適用した方がより海域の特徴を考慮した値になると思われる層については斜字体で表記した。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO <sub>3</sub> -N (μmol/L)		NO <sub>2</sub> -N (μmol/L)		NH <sub>4</sub> -N (μmol/L)		PO <sub>4</sub> -P (μmol/L)		Si (μmol/L)		Chl-a (μg/L)		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.8	5.8	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	1.0	0.00	0.25	0.0	12.2	0.0	0.4	1.24	3.35	7.8	8.6
10	3.9	5.7	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.24	0.0	12.9	0.0	0.4	1.95	2.76	8.0	8.5
20	3.9	5.7	0.0	1.1	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.23	0.0	12.8	0.0	0.4	2.17	2.67	8.0	8.5
30	4.0	5.8	0.0	1.1	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.23	0.0	13.4	0.0	0.4	2.17	2.66	8.1	8.5
50	4.1	5.8	0.0	1.2	0.0	0.2	0.0	0.8	0.00	0.25	0.0	12.1	0.0	0.5	2.19	2.66	8.1	8.5
75	4.2	5.8	0.0	1.6	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.28	0.0	12.9	0.0	0.5	2.17	2.68	8.1	8.5
100	4.1	5.7	0.0	2.5	0.0	0.3	0.0	0.8	0.00	0.34	0.0	12.4	0.0	0.5	2.19	2.68	8.1	8.5
125	4.0	5.6	0.0	3.7	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.40	0.0	13.1	0.0	0.4	2.29	2.42	8.1	8.5
150	3.9	5.5	0.0	4.8	0.0	0.2	0.0	0.8	0.00	0.48	0.0	13.8	0.0	0.2	2.17	2.62	8.0	8.5
200	3.9	5.4	0.0	6.6	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.57	0.0	16.2	0.0	0.1	2.15	2.64	8.0	8.5
250	4.0	5.4	0.1	8.6	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.74	0.0	17.0	0.0	0.0	2.26	2.47	8.0	8.5
300	3.9	5.3	1.1	10.7	0.0	0.1	0.0	0.8	0.00	0.87	0.0	17.3	0.0	0.0	2.26	2.47	8.0	8.5
400	3.7	5.0	3.1	17.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.07	1.35	0.0	28.0	na	na	2.25	2.46	7.9	8.4
500	3.2	4.9	5.4	26.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.25	2.02	0.0	49.9	na	na	2.16	2.64	7.8	8.4
600	2.1	4.9	10.7	36.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.61	2.70	0.0	77.7	na	na	2.18	2.56	7.6	8.4
700	1.2	4.4	17.8	42.9	0.0	0.0	0.0	0.5	1.15	3.19	6.1	106.6	na	na	2.20	2.58	7.5	8.3
800	0.8	3.5	26.7	45.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.76	3.39	14.4	136.2	na	na	2.19	2.65	7.5	8.3
900	0.8	2.7	32.0	45.8	0.0	0.1	0.0	0.4	2.08	3.46	10.5	165.8	na	na	2.25	2.74	7.4	8.2
1000	0.8	2.3	35.4	45.6	0.0	0.0	0.0	0.4	2.22	3.56	7.9	189.0	na	na	2.27	2.74	7.4	8.2
1100	0.8	2.2	37.3	45.2	0.0	0.0	0.0	0.4	2.48	3.42	38.9	189.8	na	na	2.29	2.67	7.4	8.2
1200	0.8	2.3	37.6	45.2	0.0	0.0	0.0	0.4	2.45	3.45	27.4	210.5	na	na	2.32	2.62	7.4	8.2
1300	0.8	2.4	37.1	45.9	0.0	0.1	0.0	0.4	2.50	3.38	85.6	182.2	na	na	2.40	2.52	7.4	8.2
1400	0.9	2.6	37.4	45.0	0.0	0.1	0.0	0.4	2.49	3.35	94.7	184.2	na	na	2.37	2.55	7.4	8.2
1500	0.9	2.9	37.2	45.1	0.0	0.1	0.0	0.4	2.39	3.38	34.7	231.7	na	na	2.36	2.60	7.5	8.2
1750	1.4	2.9	37.4	43.7	0.0	0.1	0.0	0.5	2.50	3.15	128.9	170.6	na	na	na	na	7.6	8.1
2000	1.8	3.2	34.3	44.6	0.0	0.1	0.0	0.6	2.33	3.23	104.4	189.1	na	na	2.31	2.77	7.5	8.2
2500	2.4	3.5	34.2	42.7	0.0	0.1	0.0	0.6	2.26	3.11	105.7	188.3	na	na	2.30	2.79	7.5	8.3
3000	2.7	3.7	33.7	41.7	0.0	0.1	0.0	0.7	2.20	3.04	112.8	181.7	na	na	2.33	2.77	7.5	8.3
3500	3.0	3.8	33.7	40.7	0.0	0.1	0.0	0.7	2.20	2.98	111.1	181.3	na	na	2.41	2.59	7.5	8.3
4000	3.1	3.9	33.9	39.8	0.0	0.1	0.0	0.8	2.17	2.93	111.1	180.2	na	na	2.40	2.59	7.5	8.3
4500	3.2	4.0	33.8	39.3	0.0	0.1	0.0	1.6	2.12	2.92	110.5	177.0	na	na	2.38	2.63	7.4	8.4
5000	3.2	4.2	33.5	38.8	0.0	0.1	na	na	2.05	2.93	111.8	172.8	na	na	na	na	7.4	8.4
5500	3.4	4.3	33.1	38.2	na	na	na	na	2.14	2.82	124.3	159.9	na	na	na	na	7.4	8.3

表 B.2: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(2) 日本海外洋域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.5	8.1	0.0	6.6	0.0	0.2	0.0	0.8	0.00	0.68	0.0	19.4	0.0	1.2	1.06	3.37	7.7	8.4
10	3.6	8.2	0.0	6.6	0.0	0.2	0.0	1.0	0.00	0.66	0.0	17.7	0.0	1.0	2.09	2.63	7.9	8.5
20	3.9	8.7	0.0	6.9	0.0	0.2	0.0	1.3	0.00	0.74	0.0	19.1	0.0	1.1	2.11	2.63	7.9	8.5
30	3.9	9.3	0.0	8.9	0.0	0.3	0.0	1.6	0.00	0.95	0.0	21.1	0.0	1.4	2.12	2.62	7.9	8.5
50	4.0	9.0	0.0	15.7	0.0	0.5	0.0	1.5	0.00	1.37	0.0	26.3	0.0	1.1	2.12	2.62	7.8	8.6
75	4.3	8.4	0.0	19.2	0.0	0.4	0.0	0.9	0.00	1.60	0.0	31.1	0.0	0.5	2.11	2.65	7.7	8.5
100	4.8	8.0	0.0	21.9	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	1.77	0.0	33.8	0.0	0.3	na	na	7.7	8.5
125	5.0	7.8	0.0	24.2	0.0	0.2	0.0	1.1	0.00	1.89	0.0	37.4	0.0	0.2	na	na	7.6	8.5
150	5.0	7.7	0.0	26.6	0.0	0.2	0.0	1.1	0.06	2.03	0.0	41.2	0.0	0.2	na	na	7.6	8.5
200	5.0	7.5	2.1	29.6	0.0	0.1	0.0	1.1	0.31	2.22	0.0	46.1	0.0	0.1	na	na	7.5	8.5
250	4.8	7.4	7.1	30.6	0.0	0.1	0.0	0.8	0.65	2.26	0.0	51.0	0.0	0.0	na	na	7.5	8.4
300	4.6	7.2	11.4	30.4	0.0	0.1	0.0	1.1	0.89	2.29	1.6	54.1	0.0	0.0	na	na	7.4	8.4
400	4.5	6.8	16.5	29.9	0.0	0.1	0.0	1.0	1.23	2.32	6.6	59.7	na	na	na	na	7.4	8.3
500	4.5	6.5	18.6	29.6	0.0	0.1	na	na	1.41	2.32	10.3	65.6	na	na	na	na	7.3	8.3
600	4.5	6.2	20.7	28.8	0.0	0.1	na	na	1.53	2.30	15.5	68.5	na	na	na	na	7.3	8.3
700	4.7	5.8	22.0	27.9	0.0	0.1	na	na	1.70	2.18	21.7	72.5	na	na	na	na	7.2	8.1
800	4.7	5.7	22.3	27.7	0.0	0.1	na	na	1.74	2.16	20.9	78.2	na	na	na	na	7.3	8.1
900	4.7	5.7	21.7	28.5	0.0	0.1	na	na	1.58	2.32	22.1	78.3	na	na	na	na	7.3	8.2
1000	4.7	5.6	21.8	28.8	0.0	0.1	na	na	1.63	2.31	22.0	83.4	na	na	na	na	7.3	8.2
1100	4.7	5.5	22.3	28.6	0.0	0.1	na	na	1.64	2.32	23.2	86.5	na	na	na	na	7.3	8.2
1200	4.7	5.5	22.8	27.9	0.0	0.1	na	na	1.66	2.32	18.4	94.0	na	na	na	na	7.3	8.2
1300	4.7	5.5	22.0	29.4	0.0	0.1	na	na	1.63	2.37	19.6	97.1	na	na	na	na	7.4	8.2
1400	4.7	5.5	23.5	27.4	0.0	0.1	na	na	1.69	2.32	16.0	98.3	na	na	na	na	7.3	8.2
1500	4.7	5.5	22.5	28.9	0.0	0.1	na	na	1.59	2.43	17.7	101.6	na	na	na	na	7.4	8.2
1750	4.8	5.5	na	na	0.0	0.1	0.0	0.5	1.35	2.53	25.0	107.0	na	na	na	na	7.4	8.1
2000	4.5	5.8	21.9	30.3	0.0	0.1	0.0	0.7	1.66	2.39	19.8	106.6	na	na	2.15	2.65	7.4	8.2
2500	4.5	5.9	20.5	31.1	0.0	0.1	0.0	0.6	1.59	2.42	22.0	107.8	na	na	na	na	7.4	8.2
3000	4.7	5.9	20.6	30.2	0.0	0.1	na	na	1.57	2.39	21.7	104.5	na	na	na	na	7.4	8.2
3500	4.4	6.0	na	na	na	na	na	na	1.64	2.42	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

表 B.3: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(3) 北太平洋中間域外洋域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.7	6.7	0.0	3.9	0.0	0.3	0.0	0.8	0.00	0.58	0.0	17.2	0.0	0.9	1.60	2.65	7.8	8.6
10	3.7	6.7	0.0	3.8	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.55	0.0	16.3	0.0	0.9	1.89	2.69	8.0	8.5
20	3.7	6.8	0.0	4.3	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.59	0.0	16.6	0.0	0.9	1.91	2.69	8.0	8.5
30	3.7	6.9	0.0	5.0	0.0	0.4	0.0	0.9	0.00	0.66	0.0	17.7	0.0	0.9	1.93	2.68	8.0	8.5
50	3.7	6.8	0.0	9.5	0.0	0.4	0.0	0.9	0.00	0.93	0.0	20.5	0.0	1.0	1.95	2.68	8.0	8.5
75	3.6	6.7	0.0	15.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.00	1.26	0.0	23.9	0.0	0.7	1.88	2.73	8.0	8.5
100	3.4	6.7	0.0	19.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.00	1.48	0.0	27.4	0.0	0.6	1.84	2.76	8.0	8.5
125	3.3	6.7	0.0	22.1	0.0	0.4	0.0	0.8	0.00	1.73	0.0	30.3	0.0	0.4	1.78	2.78	8.0	8.5
150	3.3	6.7	0.0	23.7	0.0	0.3	0.0	0.7	0.00	1.86	0.0	33.7	0.0	0.3	1.79	2.78	7.9	8.5
200	3.2	6.5	0.0	29.4	0.0	0.2	0.0	0.7	0.00	2.32	0.0	38.8	0.0	0.1	2.22	2.49	7.9	8.5
250	3.0	6.5	0.0	36.3	0.0	0.1	0.0	0.7	0.00	2.78	0.0	50.0	0.0	0.1	2.25	2.49	7.8	8.6
300	2.5	6.5	0.0	42.2	0.0	0.1	0.0	0.5	0.00	3.23	0.0	61.1	0.0	0.0	2.24	2.50	7.8	8.6
400	1.4	6.5	0.0	49.1	0.0	0.1	0.0	0.6	0.00	3.78	0.0	85.6	na	na	2.23	2.52	7.6	8.6
500	0.5	6.4	0.0	51.9	0.0	0.1	0.0	0.7	0.00	4.05	0.0	111.7	na	na	2.23	2.54	7.5	8.5
600	0.0	6.1	0.0	53.2	0.0	0.1	0.0	0.6	0.00	4.09	0.0	127.8	na	na	2.24	2.54	7.5	8.5
700	0.0	5.5	4.7	53.5	0.0	0.1	0.0	0.5	0.42	3.90	0.0	142.0	na	na	2.22	2.58	7.5	8.4
800	0.0	4.5	16.0	52.4	0.0	0.1	0.0	0.5	1.19	3.81	0.0	157.9	na	na	2.24	2.59	7.4	8.3
900	0.1	3.3	25.2	51.6	0.0	0.1	0.0	0.6	1.76	3.79	0.0	173.7	na	na	2.27	2.59	7.5	8.2
1000	0.4	2.5	31.4	49.5	0.0	0.1	0.0	0.5	2.11	3.73	5.3	191.2	na	na	2.28	2.59	7.5	8.1
1100	0.5	2.2	35.3	47.1	0.0	0.1	0.0	0.6	2.34	3.62	27.1	195.1	na	na	2.29	2.61	7.5	8.1
1200	0.4	2.1	36.0	47.5	0.0	0.1	0.0	0.5	2.34	3.69	27.6	204.9	na	na	2.32	2.62	7.5	8.1
1300	0.4	2.2	37.5	47.6	0.0	0.1	0.0	0.5	2.46	3.58	70.4	193.1	na	na	2.29	2.64	7.4	8.1
1400	0.4	2.3	38.0	47.0	0.0	0.1	0.0	0.6	2.46	3.57	72.7	198.8	na	na	2.34	2.64	7.4	8.1
1500	0.3	2.5	38.5	47.0	0.0	0.1	0.0	0.6	2.43	3.55	76.3	205.0	na	na	2.31	2.65	7.5	8.1
1750	0.5	3.0	38.2	46.5	0.0	0.2	0.0	0.6	2.42	3.50	96.0	201.0	na	na	2.42	2.64	7.5	8.1
2000	0.8	3.1	33.4	48.4	0.0	0.2	0.0	0.6	2.26	3.57	83.4	215.5	na	na	2.34	2.67	7.5	8.2
2500	1.7	3.6	32.5	46.2	0.0	0.2	0.0	0.6	2.22	3.34	94.4	203.4	na	na	2.33	2.69	7.5	8.2
3000	2.3	3.8	32.3	44.3	0.0	0.1	0.0	0.7	2.17	3.21	98.2	196.3	na	na	2.33	2.68	7.5	8.2
3500	2.7	3.9	31.9	43.4	0.0	0.1	0.0	0.6	2.11	3.17	102.6	189.3	na	na	2.33	2.67	7.5	8.3
4000	3.0	4.0	32.9	41.2	0.0	0.1	0.0	1.1	2.02	3.13	95.8	193.9	na	na	2.33	2.66	7.5	8.3
4500	3.1	4.0	32.7	40.3	0.0	0.0	0.0	0.9	1.55	3.40	66.2	209.3	na	na	2.35	2.66	7.5	8.4
5000	3.1	4.2	32.2	40.0	0.0	0.1	na	na	0.99	3.67	46.3	217.7	na	na	2.31	2.67	7.5	8.4
5500	3.3	4.3	33.8	37.5	na	na	na	na	1.39	3.38	92.7	186.7	na	na	2.32	2.67	7.5	8.5

表 B.4: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(4) 北太平洋亜寒帯域外洋域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.8	9.3	0.0	27.9	0.0	0.4	0.0	1.2	0.00	2.49	0.0	61.1	0.0	1.7	1.59	2.62	7.8	8.5
10	3.9	9.4	0.0	28.7	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	2.50	0.0	61.0	0.0	1.6	1.65	2.72	7.8	8.5
20	4.1	9.5	0.0	29.1	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	2.56	0.0	64.1	0.0	1.7	1.67	2.72	7.8	8.5
30	4.2	9.5	0.0	30.7	0.0	0.5	0.0	1.2	0.00	2.78	0.0	66.3	0.0	1.6	1.67	2.73	7.8	8.5
50	4.1	9.4	0.0	35.9	0.0	0.7	0.0	1.3	0.00	3.13	0.0	75.1	0.0	1.1	1.67	2.73	7.8	8.5
75	3.9	9.3	0.0	39.3	0.0	0.6	0.0	1.1	0.00	3.29	0.0	84.0	0.0	0.7	1.65	2.72	7.7	8.5
100	3.9	9.0	0.0	40.9	0.0	0.5	0.0	1.0	0.00	3.37	0.0	91.7	0.0	0.5	1.64	2.71	7.7	8.5
125	3.8	8.4	0.0	45.2	0.0	0.4	0.0	1.0	0.03	3.48	0.0	100.6	0.0	0.4	1.62	2.72	7.6	8.5
150	3.2	8.2	0.0	49.6	0.0	0.2	0.0	0.9	0.00	3.83	0.0	116.3	0.0	0.2	1.61	2.72	7.5	8.5
200	0.6	8.8	0.0	55.7	0.0	0.1	0.0	0.7	0.00	4.31	0.0	141.4	0.0	0.1	2.26	2.40	7.3	8.6
250	0.0	8.4	0.0	60.5	0.0	0.1	0.0	0.9	0.30	4.37	0.0	150.0	0.0	0.1	2.27	2.42	7.2	8.5
300	0.0	7.7	11.4	56.7	0.0	0.1	0.0	1.3	0.84	4.28	0.0	160.6	0.0	0.1	2.28	2.43	7.2	8.5
400	0.0	5.5	20.0	55.6	0.0	0.1	0.0	0.5	1.73	3.96	0.0	174.1	na	na	2.30	2.45	7.2	8.3
500	0.0	3.7	23.6	55.5	0.0	0.1	0.0	0.8	2.05	3.90	0.0	186.3	na	na	2.32	2.45	7.3	8.2
600	0.0	2.7	27.2	54.1	0.0	0.1	na	na	2.28	3.84	4.3	198.3	na	na	2.31	2.50	7.3	8.1
700	0.0	2.2	35.5	50.0	0.0	0.1	na	na	2.33	3.82	23.1	210.8	na	na	2.35	2.47	7.3	8.1
800	0.1	1.8	36.4	49.9	0.0	0.1	na	na	2.32	3.91	16.1	226.9	na	na	na	na	7.3	8.1
900	0.4	1.6	33.1	52.1	0.0	0.1	0.0	2.6	2.40	3.84	5.6	223.9	na	na	2.34	2.52	7.3	8.1
1000	0.5	1.6	32.6	52.4	0.0	0.1	na	na	2.47	3.83	0.0	236.4	na	na	2.32	2.56	7.4	8.1
1100	0.5	1.6	33.1	52.0	0.0	0.1	na	na	2.48	3.79	0.0	243.0	na	na	2.30	2.59	7.4	8.1
1200	0.5	1.6	30.0	54.1	0.0	0.1	na	na	2.43	3.83	0.2	246.8	na	na	2.33	2.58	7.4	8.1
1300	0.6	1.6	34.1	51.4	0.0	0.1	na	na	2.26	3.88	3.2	263.1	na	na	2.34	2.55	7.4	8.1
1400	0.6	1.7	31.5	52.9	0.0	0.1	na	na	2.17	3.91	2.8	261.5	na	na	2.33	2.62	7.4	8.1
1500	0.7	1.7	32.5	52.3	0.0	0.1	na	na	2.31	3.76	11.9	267.8	na	na	na	na	7.5	8.1
1750	1.0	1.9	40.3	45.3	0.0	0.2	na	na	2.38	3.58	94.4	225.4	na	na	na	na	7.4	8.1
2000	1.1	2.5	32.2	49.9	0.0	0.1	0.0	3.4	1.94	3.79	0.0	269.6	na	na	2.38	2.59	7.5	8.2
2500	1.9	3.1	32.9	46.0	0.0	0.1	0.0	0.5	1.82	3.61	33.1	251.7	na	na	2.40	2.56	7.4	8.3
3000	2.4	3.5	32.6	43.9	0.0	0.1	0.0	0.6	1.68	3.51	36.9	246.2	na	na	2.38	2.59	7.5	8.3
3500	2.8	3.7	32.3	42.5	0.0	0.1	0.0	1.3	1.64	3.44	52.9	232.6	na	na	2.39	2.60	7.5	8.3
4000	3.0	3.9	28.8	44.1	0.0	0.1	na	na	1.56	3.38	58.5	227.2	na	na	2.43	2.59	7.5	8.3
4500	3.1	4.0	1.6	63.5	na	na	na	na	1.45	3.44	79.7	205.5	na	na	2.43	2.57	7.7	8.3
5000	3.2	4.1	36.0	37.4	na	na	na	na	1.54	3.22	82.9	206.2	na	na	na	na	7.7	8.3
5500	0.9	5.8	na	na	na	na	na	na	1.46	3.13	34.4	224.4	na	na	na	na	7.6	8.3

表 B.5: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(5) オホーツク海外洋域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	4.8	9.6	0.0	31.3	na	na	na	na	0.00	1.65	0.0	32.6	0.0	1.8	1.91	2.53	7.8	8.5
10	5.2	9.5	0.0	30.5	na	na	na	na	0.00	1.77	0.0	32.5	0.0	1.8	2.20	2.34	7.9	8.5
20	5.4	9.7	0.0	29.9	na	na	na	na	0.00	2.11	0.0	37.5	0.0	1.8	2.21	2.34	7.8	8.5
30	5.8	9.7	0.0	29.9	na	na	na	na	0.00	2.46	0.0	47.6	0.0	1.6	2.22	2.34	7.8	8.5
50	5.9	9.3	2.9	32.2	na	na	na	na	0.00	3.06	0.0	62.1	0.0	1.0	2.23	2.34	7.7	8.4
75	5.6	9.0	9.2	33.2	na	na	na	na	0.00	3.35	0.0	72.8	0.0	0.2	2.23	2.35	7.7	8.3
100	4.9	8.8	12.2	36.3	na	na	na	na	0.00	3.60	0.0	85.5	0.0	0.1	2.23	2.36	7.6	8.2
125	4.4	8.2	13.2	39.2	na	na	na	na	0.00	3.79	0.0	92.3	0.0	0.1	2.23	2.36	7.7	8.2
150	3.7	8.0	13.9	42.8	na	na	na	na	0.00	4.09	0.0	104.3	0.0	0.1	2.23	2.37	7.6	8.2
200	2.9	7.2	16.7	45.2	na	na	na	na	0.00	4.39	0.0	120.1	na	na	2.24	2.38	7.6	8.1
250	2.3	6.9	18.1	47.8	na	na	na	na	0.00	4.47	0.0	131.4	0.0	0.1	2.26	2.38	7.4	8.1
300	2.2	6.3	17.5	49.4	na	na	na	na	0.17	4.45	0.0	139.4	na	na	2.29	2.38	7.4	8.1
400	1.8	5.6	19.6	49.1	na	na	na	na	0.28	4.47	0.0	152.4	na	na	2.29	2.43	7.5	8.1
500	1.2	5.1	25.1	48.1	na	na	na	na	0.15	4.68	0.0	177.9	na	na	2.28	2.46	7.4	8.0
600	0.9	4.0	23.0	55.1	na	na	na	na	0.56	4.67	0.0	195.5	na	na	2.32	2.49	7.4	8.0
700	0.7	2.8	22.6	61.6	na	na	na	na	0.00	5.14	0.0	227.4	na	na	2.31	2.49	7.4	8.0
800	0.6	2.0	22.6	57.4	na	na	na	na	0.00	5.39	0.0	259.3	na	na	2.33	2.52	7.3	8.0
900	0.4	2.0	27.9	54.1	na	na	na	na	0.00	5.29	0.0	259.1	na	na	2.37	2.49	7.4	7.9
1000	0.4	1.9	25.6	55.8	na	na	na	na	0.13	5.23	0.0	271.9	na	na	2.39	2.50	7.3	8.0
1100	0.4	1.8	21.1	59.4	na	na	na	na	0.15	5.29	0.0	270.6	na	na	2.36	2.55	7.3	7.9
1200	0.4	1.8	32.2	51.6	na	na	na	na	0.60	5.08	0.0	281.8	na	na	na	na	7.3	7.9
1300	0.1	2.0	na	na	na	na	na	na	1.92	4.05	na	na	na	na	na	na	7.3	7.9
1400	0.0	2.4	na	na	na	na	na	na	0.22	5.09	0.0	295.7	na	na	na	na	7.3	8.0
1500	0.0	2.2	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1750	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2000	1.2	2.3	na	na	na	na	na	na	0.10	5.25	na	na	na	na	na	na	na	na
2500	1.2	2.9	na	na	na	na	na	na	0.00	5.11	na	na	na	na	na	na	na	na
3000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
3500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

表 B.6: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(6) 北太平洋亜熱帯域沿岸域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	4.0	5.6	0.0	1.9	0.0	0.3	0.0	3.5	0.00	0.36	0.0	12.4	0.0	0.7	1.70	2.49	7.8	8.5
10	4.0	5.6	0.0	1.9	0.0	0.2	0.0	2.9	0.00	0.36	0.0	12.5	0.0	0.7	1.95	2.53	8.0	8.4
20	4.0	5.6	0.0	2.0	0.0	0.3	0.0	3.8	0.00	0.36	0.0	12.2	0.0	0.7	1.95	2.54	8.0	8.5
30	4.0	5.6	0.0	2.4	0.0	0.3	0.0	3.4	0.00	0.40	0.0	13.1	0.0	0.7	1.95	2.56	8.0	8.5
50	4.0	5.6	0.0	3.7	0.0	0.4	0.0	3.1	0.00	0.51	0.0	14.1	0.0	0.8	1.96	2.56	8.0	8.5
75	3.4	5.8	0.0	10.5	0.0	0.5	0.0	3.3	0.00	0.83	0.0	19.9	0.0	0.7	1.98	2.56	8.0	8.5
100	3.2	5.8	0.0	12.9	0.0	0.5	0.0	3.1	0.00	0.99	0.0	23.3	0.0	0.5	1.98	2.59	8.0	8.5
125	3.4	5.6	0.0	10.7	0.0	0.4	0.0	2.8	0.00	0.87	0.0	19.5	0.0	0.3	2.04	2.54	8.0	8.5
150	3.4	5.5	0.0	11.5	0.0	0.3	0.0	3.4	0.00	0.89	0.0	22.7	0.0	0.2	2.03	2.56	8.0	8.5
200	3.3	5.3	0.0	16.4	0.0	0.2	0.0	4.3	0.00	1.19	0.0	29.1	0.0	0.1	2.03	2.56	7.9	8.5
250	3.2	5.3	0.0	21.3	0.0	0.2	0.0	4.4	0.00	1.49	0.0	36.1	0.0	0.0	2.07	2.59	7.8	8.5
300	3.0	5.3	0.0	22.6	0.0	0.2	0.0	6.1	0.00	1.72	0.0	48.2	0.0	0.0	2.19	2.48	7.8	8.5
400	2.3	5.3	0.0	33.6	0.0	0.2	0.0	2.7	0.00	2.39	0.0	72.6	na	na	2.14	2.53	7.7	8.5
500	1.7	5.0	0.0	40.6	0.0	0.2	0.0	5.5	0.10	2.85	0.0	98.0	na	na	2.17	2.51	7.6	8.4
600	1.4	4.4	10.3	42.1	0.0	0.2	0.0	4.5	0.73	3.14	0.0	116.9	na	na	2.10	2.66	7.5	8.4
700	1.3	3.4	20.9	42.3	0.0	0.2	0.0	9.3	1.40	3.26	5.7	139.5	na	na	na	na	7.5	8.3
800	1.3	2.8	26.4	43.5	0.0	0.2	0.0	3.5	1.90	3.23	21.2	154.0	na	na	na	na	7.4	8.2
900	1.2	2.6	28.3	46.0	0.0	0.2	na	na	1.86	3.49	24.9	165.8	na	na	2.22	2.67	7.4	8.2
1000	1.1	2.5	29.6	47.8	0.0	0.2	na	na	1.88	3.57	12.7	182.1	na	na	2.21	2.79	7.4	8.3
1100	1.1	2.4	33.9	45.5	0.0	0.2	na	na	2.19	3.45	34.5	187.6	na	na	2.25	2.73	7.4	8.2
1200	1.1	2.5	32.6	47.2	0.0	0.2	na	na	2.17	3.48	24.8	194.1	na	na	2.29	2.65	7.4	8.2
1300	1.2	2.5	31.3	48.4	0.0	0.2	na	na	2.23	3.49	41.6	200.4	na	na	na	na	7.4	8.2
1400	1.4	2.5	36.0	44.2	0.0	0.2	na	na	2.30	3.40	41.4	204.2	na	na	na	na	7.4	8.2
1500	1.4	2.8	32.8	46.7	0.0	0.2	na	na	2.20	3.38	38.1	205.5	na	na	na	na	7.5	8.3
1750	1.5	3.0	36.1	43.1	0.0	0.2	0.0	0.5	2.45	3.22	98.3	177.5	na	na	na	na	7.6	8.1
2000	2.1	3.2	33.7	44.0	0.0	0.2	0.0	1.6	2.44	3.17	109.9	174.8	na	na	na	na	7.6	8.1
2500	2.6	3.5	33.3	42.7	0.0	0.1	0.0	1.1	2.36	3.04	112.6	171.3	na	na	na	na	7.6	8.1
3000	2.9	3.7	33.0	41.9	0.0	0.1	0.0	0.7	2.24	3.04	113.5	171.1	na	na	na	na	7.7	8.1
3500	3.0	3.8	32.6	41.5	0.0	0.1	0.0	0.6	2.25	2.94	127.3	163.4	na	na	na	na	7.6	8.2
4000	3.1	3.8	29.3	43.0	0.0	0.3	na	na	2.31	2.90	126.2	163.4	na	na	na	na	7.5	8.2
4500	3.3	3.8	35.4	37.9	na	na	na	na	2.23	2.94	121.6	164.5	na	na	na	na	7.4	8.2
5000	3.3	3.8	26.2	44.8	na	na	na	na	2.10	3.16	109.0	177.3	na	na	na	na	na	na
5500	3.1	4.0	na	na	na	na	na	na	2.15	2.90	na	na	na	na	na	na	na	na



表 B.7: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(7) 東シナ海

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.3	7.7	0.0	8.7	0.0	0.5	0.0	6.0	0.00	0.84	0.0	35.6	0.0	1.6	1.69	2.42	7.6	8.6
10	3.4	7.8	0.0	8.8	0.0	0.5	0.0	7.7	0.00	0.83	0.0	35.0	0.0	1.6	1.93	2.52	7.7	8.6
20	3.4	7.8	0.0	9.2	0.0	0.6	0.0	6.6	0.00	0.83	0.0	35.0	0.0	1.6	1.94	2.53	7.7	8.6
30	3.3	7.8	0.0	10.2	0.0	0.7	0.0	8.4	0.00	0.87	0.0	35.6	0.0	1.6	1.97	2.52	7.7	8.6
50	2.9	7.7	0.0	12.0	0.0	0.7	0.0	6.3	0.00	1.03	0.0	36.6	0.0	1.1	1.94	2.56	7.7	8.6
75	2.5	7.6	0.0	15.4	0.0	0.7	0.0	9.9	0.00	1.12	0.0	40.0	0.0	0.8	1.97	2.57	7.6	8.7
100	2.5	6.9	0.0	16.8	0.0	0.5	na	na	0.00	1.14	0.0	43.0	0.0	0.5	1.93	2.66	7.5	8.7
125	2.6	6.6	0.0	18.0	0.0	0.4	na	na	0.00	1.24	0.0	47.5	0.0	0.5	na	na	7.5	8.7
150	2.7	6.1	0.0	20.1	0.0	0.3	na	na	0.00	1.43	0.0	51.7	0.0	0.3	na	na	7.7	8.6
200	2.6	5.6	3.3	24.1	0.0	0.2	na	na	0.00	1.82	0.0	62.5	0.0	0.4	na	na	7.8	8.4
250	2.7	4.6	5.8	29.2	0.0	0.2	na	na	0.10	2.16	0.0	61.9	0.0	0.1	na	na	7.8	8.3
300	2.5	4.3	9.7	32.0	0.0	0.1	na	na	0.42	2.39	0.0	67.1	0.0	0.1	na	na	7.8	8.3
400	2.2	3.6	17.2	36.2	0.0	0.2	na	na	0.74	2.84	9.0	89.5	na	na	na	na	7.7	8.2
500	1.9	3.0	24.0	38.0	0.0	0.2	na	na	1.03	3.16	13.5	110.1	na	na	na	na	7.6	8.2
600	1.8	2.7	27.7	38.6	0.0	0.2	na	na	1.57	3.13	23.3	124.5	na	na	na	na	7.6	8.1
700	1.7	2.5	30.3	38.6	0.0	0.2	na	na	1.86	3.19	45.2	129.2	na	na	na	na	7.6	8.1
800	1.8	2.3	20.7	47.0	0.0	0.2	na	na	2.12	3.08	na	na	na	na	na	na	na	na
900	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1100	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1200	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1300	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1400	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1750	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
3000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
3500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

表 B.8: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(8) 日本海沿岸域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH		
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	
0	3.6	7.8	0.0	6.0	0.0	0.2	0.0	1.3	0.00	0.72	0.0	28.6	0.0	1.4	1.94	2.59	7.7	8.6	
10	3.6	7.8	0.0	6.0	0.0	0.3	0.0	1.4	0.00	0.69	0.0	22.9	0.0	1.2	2.14	2.47	7.8	8.6	
20	3.7	7.9	0.0	6.2	0.0	0.3	0.0	1.3	0.00	0.74	0.0	24.8	0.0	1.3	2.15	2.48	7.8	8.6	
30	3.6	8.1	0.0	6.7	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	0.83	0.0	27.7	0.0	1.3	2.15	2.50	7.8	8.6	
50	3.5	8.1	0.0	9.6	0.0	0.7	0.0	1.3	0.00	1.10	0.0	33.0	0.0	1.1	2.17	2.50	7.7	8.6	
75	3.4	8.1	0.0	12.3	0.0	0.6	0.0	0.9	0.00	1.33	0.0	39.9	0.0	0.6	2.19	2.48	7.6	8.6	
100	3.6	8.0	0.0	14.9	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	1.56	0.0	43.8	0.0	0.4	2.19	2.48	7.6	8.6	
125	3.9	7.8	0.0	18.9	0.0	0.3	0.0	1.1	0.00	1.74	0.0	49.8	0.0	0.2	2.19	2.48	7.5	8.6	
150	4.3	7.6	0.0	22.9	0.0	0.2	0.0	1.1	0.00	1.99	0.0	54.5	0.0	0.1	2.19	2.50	7.5	8.6	
200	4.4	7.5	0.0	29.8	0.0	0.1	0.0	1.7	0.00	2.44	0.0	60.4	0.0	0.1	2.18	2.51	7.4	8.5	
250	4.4	7.4	5.8	31.9	0.0	0.1	0.0	1.8	0.00	2.68	0.0	64.3	0.0	0.0	2.19	2.51	7.4	8.5	
300	4.3	7.2	11.9	31.3	0.0	0.1	0.0	0.8	0.00	2.87	0.0	70.4	0.0	0.0	2.19	2.53	7.3	8.4	
400	4.3	7.0	16.5	31.1	0.0	0.1	0.0	0.8	0.74	2.69	0.0	77.8	0.0	0.0	2.22	2.49	7.3	8.4	
500	4.2	6.8	18.1	30.9	0.0	0.1	0.0	0.6	0.96	2.66	0.0	83.8	na	na	2.19	2.53	7.3	8.3	
600	4.3	6.4	20.1	29.7	0.0	0.1	0.0	2.4	1.25	2.54	5.1	90.3	na	na	2.20	2.51	7.2	8.3	
700	4.5	5.9	21.7	28.6	0.0	0.2	na	na	1.15	2.62	0.0	110.5	na	na	na	na	7.1	8.3	
800	4.5	5.9	18.7	30.9	0.0	0.2	na	na	1.05	2.69	0.0	110.5	na	na	na	na	7.0	8.2	
900	4.5	5.7	21.0	29.7	0.0	0.1	0.0	0.5	1.49	2.43	5.9	100.5	na	na	2.14	2.62	7.3	8.3	
1000	4.3	6.1	21.0	30.0	0.0	0.1	na	na	1.36	2.53	8.9	98.0	na	na	2.12	2.62	7.4	8.2	
1100	4.6	5.6	21.6	29.7	0.0	0.1	na	na	1.61	2.38	15.5	97.1	na	na	na	na	7.3	8.2	
1200	4.5	5.7	21.6	29.2	0.0	0.1	na	na	1.61	2.39	16.4	101.8	na	na	na	na	7.3	8.3	
1300	4.6	5.5	21.6	30.1	0.0	0.2	na	na	1.58	2.40	13.2	101.1	na	na	na	na	7.4	8.2	
1400	4.6	5.6	23.0	28.5	0.0	0.1	na	na	1.50	2.45	11.8	107.4	na	na	na	na	7.3	8.3	
1500	4.4	5.7	22.6	29.0	0.0	0.1	na	na	1.58	2.41	0.3	119.4	na	na	na	na	7.4	8.3	
1750	4.7	5.6	na	na	0.0	0.2	0.0	0.6	0.91	2.75	26.4	105.9	na	na	na	na	7.3	8.2	
2000	4.5	6.0	19.7	31.1	0.0	0.2	na	na	1.50	2.51	20.6	106.1	na	na	2.31	2.38	7.4	8.2	
2500	4.5	5.9	20.1	31.1	0.0	0.2	na	na	1.60	2.41	15.5	115.4	na	na	2.27	2.45	7.3	8.2	
3000	4.8	5.9	16.0	32.9	0.0	0.2	na	na	1.41	2.51	16.9	110.8	na	na	na	na	7.3	8.2	
3500	4.7	5.9	na	na	na	na	na	na	1.30	2.65	na	na	na	na	na	na	7.2	8.1	
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

表 B.9: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(9) 北太平洋中間域沿岸域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.8	6.5	0.0	3.8	0.0	0.5	0.0	1.4	0.00	0.56	0.0	20.4	0.0	1.4	1.72	2.38	7.9	8.6
10	3.8	6.5	0.0	3.8	0.0	0.5	0.0	2.0	0.00	0.53	0.0	18.6	0.0	1.3	2.13	2.42	8.0	8.5
20	3.8	6.5	0.0	4.6	0.0	0.5	0.0	1.7	0.00	0.55	0.0	18.4	0.0	1.4	2.21	2.36	8.0	8.5
30	3.8	6.4	0.0	5.7	0.0	0.6	0.0	2.0	0.00	0.62	0.0	18.5	0.0	1.4	2.22	2.36	8.0	8.5
50	3.6	6.5	0.0	9.6	0.0	0.7	0.0	1.6	0.00	0.87	0.0	21.1	0.0	1.2	2.23	2.37	8.0	8.5
75	3.2	6.5	0.0	14.0	0.0	0.6	0.0	1.7	0.00	1.14	0.0	24.8	0.0	0.7	2.24	2.37	8.0	8.5
100	2.9	6.5	0.0	18.3	0.0	0.4	0.0	1.3	0.00	1.40	0.0	29.9	0.0	0.5	2.22	2.40	7.9	8.5
125	2.7	6.5	0.0	22.4	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	1.70	0.0	36.7	0.0	0.3	2.22	2.40	7.9	8.5
150	2.5	6.6	0.0	26.4	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	1.96	0.0	43.3	0.0	0.2	na	na	7.8	8.5
200	2.2	6.4	0.0	33.4	0.0	0.1	0.0	1.3	0.00	2.49	0.0	58.5	0.0	0.1	na	na	7.8	8.6
250	1.8	6.4	0.0	38.5	0.0	0.1	0.0	1.9	0.00	2.91	0.0	71.0	0.0	0.1	2.24	2.41	7.7	8.6
300	1.5	6.2	0.0	43.9	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	3.30	0.0	85.9	0.0	0.0	na	na	7.6	8.6
400	0.9	5.8	0.0	51.3	0.0	0.1	0.0	0.5	0.00	3.82	0.0	113.2	na	na	na	na	7.5	8.5
500	0.3	5.4	0.0	55.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.00	4.07	0.0	137.3	na	na	na	na	7.4	8.5
600	0.0	4.9	8.5	54.7	0.0	0.1	0.0	0.6	0.52	4.06	0.0	156.6	na	na	na	na	7.4	8.4
700	0.1	4.1	18.0	52.8	0.0	0.1	0.0	0.7	1.23	3.86	4.2	167.5	na	na	na	na	7.4	8.3
800	0.5	3.1	26.7	49.6	0.0	0.1	0.0	0.6	1.85	3.65	25.0	172.6	na	na	na	na	7.4	8.2
900	0.7	2.5	32.1	47.9	0.0	0.1	0.0	0.8	2.15	3.58	27.9	179.3	na	na	na	na	7.4	8.1
1000	0.8	2.3	34.8	47.1	0.0	0.1	0.0	0.6	2.31	3.56	37.2	185.5	na	na	na	na	7.4	8.1
1100	0.8	2.3	36.4	46.4	0.0	0.1	0.0	0.7	2.47	3.48	57.8	186.0	na	na	na	na	7.4	8.1
1200	0.8	2.3	36.2	47.0	0.0	0.1	0.0	0.7	2.49	3.47	60.9	192.7	na	na	na	na	7.4	8.1
1300	0.7	2.5	37.5	46.6	0.0	0.1	0.0	0.7	2.53	3.43	88.2	183.8	na	na	na	na	7.4	8.1
1400	0.8	2.7	37.8	46.5	0.0	0.1	0.0	0.7	2.52	3.42	97.7	182.1	na	na	na	na	7.4	8.1
1500	0.8	2.8	37.6	46.2	0.0	0.1	0.0	0.6	2.52	3.39	101.1	186.3	na	na	na	na	7.5	8.1
1750	1.3	3.0	37.1	45.2	0.0	0.1	0.0	0.7	2.51	3.29	127.5	174.7	na	na	na	na	7.6	8.1
2000	1.4	3.3	34.0	46.9	0.0	0.1	0.0	0.6	2.44	3.27	120.5	180.0	na	na	na	na	7.5	8.2
2500	2.2	3.6	32.8	45.4	0.0	0.1	0.0	0.6	2.35	3.11	124.5	176.2	na	na	na	na	7.6	8.2
3000	2.7	3.8	33.5	42.5	0.0	0.1	0.0	0.5	2.28	3.04	127.1	171.5	na	na	na	na	7.7	8.1
3500	3.0	3.9	33.2	41.9	0.0	0.1	0.0	0.5	2.26	2.96	127.6	169.6	na	na	na	na	7.7	8.2
4000	3.2	3.9	34.8	39.5	0.0	0.1	na	na	2.30	2.89	124.0	170.7	na	na	na	na	7.6	8.2
4500	3.2	4.1	na	na	na	na	na	na	2.35	2.80	80.3	196.0	na	na	na	na	7.6	8.1
5000	2.2	5.0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

表 B.10: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(10) 北太平洋亜寒帯域沿岸域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.5	10.2	0.0	25.5	0.0	0.4	0.0	2.1	0.00	2.27	0.0	51.1	0.0	3.5	1.79	2.60	7.7	8.5
10	3.5	10.2	0.0	26.0	0.0	0.4	0.0	1.9	0.00	2.31	0.0	53.3	0.0	3.4	2.19	2.38	7.7	8.5
20	3.8	10.1	0.0	26.9	0.0	0.4	0.0	2.1	0.00	2.42	0.0	54.9	0.0	3.6	2.20	2.38	7.7	8.5
30	4.0	9.9	0.0	28.4	0.0	0.4	0.0	2.7	0.00	2.63	0.0	59.9	0.0	3.2	2.20	2.39	7.7	8.5
50	4.1	9.4	0.0	33.5	0.0	0.6	0.0	4.1	0.00	2.96	0.0	71.9	0.0	1.9	2.20	2.39	7.6	8.5
75	4.1	9.1	0.0	37.9	0.0	0.5	0.0	2.4	0.00	3.17	0.0	82.3	0.0	1.0	2.21	2.39	7.6	8.4
100	4.2	8.7	0.0	40.4	0.0	0.4	0.0	2.0	0.00	3.31	0.0	91.4	0.0	0.7	2.20	2.42	7.6	8.4
125	4.3	8.3	0.0	42.6	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	3.43	0.0	98.7	0.0	0.6	2.22	2.40	7.6	8.4
150	4.0	8.1	0.0	45.3	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	3.59	0.0	106.2	0.0	0.4	2.22	2.40	7.5	8.4
200	2.9	8.2	0.0	50.7	0.0	0.2	0.0	1.5	0.00	3.90	0.0	118.8	0.0	0.3	2.22	2.43	7.4	8.4
250	1.5	8.3	0.0	53.6	0.0	0.2	0.0	1.3	0.08	4.09	0.0	131.0	0.0	0.2	2.24	2.43	7.3	8.3
300	0.4	8.2	4.0	54.8	0.0	0.2	0.0	1.4	0.42	4.17	0.0	136.8	0.0	0.2	2.24	2.44	7.3	8.3
400	0.0	7.1	17.8	52.6	0.0	0.1	0.0	1.1	1.44	3.95	0.0	148.0	0.0	0.1	2.26	2.46	7.3	8.1
500	0.0	5.0	26.0	51.7	0.0	0.1	0.0	0.9	1.98	3.86	0.0	166.7	0.0	0.0	2.26	2.48	7.3	8.1
600	0.0	3.4	32.1	50.9	0.0	0.1	0.0	0.9	2.32	3.81	0.0	179.8	0.0	0.1	2.26	2.51	7.2	8.0
700	0.0	2.5	38.1	48.5	0.0	0.1	0.0	0.8	2.45	3.81	15.7	181.7	na	na	2.28	2.51	7.2	7.9
800	0.3	1.9	38.5	48.7	0.0	0.1	0.0	1.0	2.68	3.70	41.5	193.1	na	na	na	na	7.2	7.9
900	0.4	1.7	38.3	48.8	0.0	0.1	0.0	1.2	2.60	3.77	0.0	220.9	na	na	2.29	2.55	7.3	8.0
1000	0.5	1.6	38.7	48.5	0.0	0.1	0.0	1.5	2.66	3.75	6.0	229.5	na	na	2.31	2.57	7.3	8.0
1100	0.6	1.5	38.4	48.8	0.0	0.1	0.0	1.2	2.66	3.74	12.2	229.1	na	na	2.34	2.57	7.3	8.0
1200	0.6	1.6	37.6	49.5	0.0	0.1	0.0	0.9	2.65	3.73	10.6	236.6	na	na	2.35	2.55	7.3	8.0
1300	0.7	1.6	40.7	47.1	0.0	0.1	na	na	2.66	3.72	13.9	247.0	na	na	2.38	2.58	7.3	8.0
1400	0.7	1.7	39.5	47.8	0.0	0.1	na	na	2.49	3.73	11.4	250.7	na	na	2.40	2.55	7.3	8.1
1500	0.8	1.8	40.6	47.0	0.0	0.1	na	na	2.56	3.71	0.3	263.5	na	na	na	na	7.3	8.1
1750	1.0	2.0	39.0	45.9	0.0	0.1	na	na	2.41	3.63	49.6	251.5	na	na	na	na	7.4	8.0
2000	1.2	2.5	38.0	46.1	0.0	0.1	na	na	1.87	4.01	0.0	258.0	na	na	2.36	2.60	7.3	8.1
2500	1.9	3.2	36.7	44.0	0.0	0.1	na	na	2.29	3.43	0.0	249.2	na	na	2.42	2.54	7.4	8.1
3000	2.6	3.4	35.7	42.2	0.0	0.1	na	na	2.27	3.25	6.1	239.9	na	na	2.42	2.56	7.4	8.1
3500	3.0	3.7	35.2	41.1	0.0	0.1	na	na	2.17	3.23	46.6	205.7	na	na	na	na	7.4	8.1
4000	3.2	3.9	34.0	40.7	0.0	0.1	na	na	2.17	3.13	42.0	211.6	na	na	na	na	7.4	8.2
4500	3.1	4.0	22.5	48.1	na	na	na	na	1.69	3.30	59.6	200.0	na	na	na	na	7.5	8.2
5000	3.3	4.0	35.4	37.9	na	na	na	na	1.59	3.29	58.2	199.9	na	na	na	na	7.7	8.2
5500	3.1	4.1	na	na	na	na	na	na	1.56	3.29	34.6	216.2	na	na	na	na	na	na

表 B.11: 日本周辺海域データに関して計算された閾値(11) オホーツク海沿岸域

斜字体については表 B.1 に同じ。

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	4.5	9.6	0.0	8.6	0.0	0.3	0.0	3.3	0.00	1.12	0.0	24.4	0.0	2.2	1.59	2.68	7.8	8.6
10	4.5	10.1	0.0	11.4	0.0	0.3	0.0	4.5	0.00	1.34	0.0	25.2	0.0	2.3	2.04	2.44	7.8	8.6
20	4.8	10.4	0.0	19.7	0.0	0.4	0.0	5.6	0.00	1.94	0.0	31.4	0.0	3.5	2.12	2.39	7.8	8.6
30	5.0	10.0	0.0	27.1	0.0	0.5	0.0	4.9	0.00	2.46	0.0	41.9	0.0	2.8	2.18	2.36	7.7	8.5
50	5.2	9.1	0.0	36.8	0.0	0.4	0.0	5.9	0.00	3.02	0.0	60.7	0.0	1.1	2.20	2.37	7.7	8.4
75	5.1	8.7	0.0	40.8	0.0	0.4	0.0	3.4	0.00	3.29	0.0	71.2	0.0	0.5	2.21	2.37	7.7	8.3
100	4.9	8.4	0.0	44.5	0.0	0.3	0.0	3.0	0.00	3.48	0.0	78.5	0.0	0.2	2.21	2.38	7.6	8.3
125	4.7	8.2	0.0	46.3	0.0	0.3	0.0	3.2	0.00	3.54	0.0	82.5	0.0	0.2	2.23	2.38	7.6	8.2
150	4.5	8.0	0.0	46.3	0.0	0.3	0.0	3.7	0.03	3.57	0.0	84.8	0.0	0.2	2.23	2.38	7.6	8.2
200	3.9	7.6	0.0	48.5	0.0	0.3	0.0	3.1	0.39	3.67	0.0	96.5	0.0	0.2	2.24	2.39	7.6	8.2
250	3.6	7.2	4.5	48.0	0.0	0.3	0.0	9.5	0.48	3.78	0.0	104.8	0.0	0.1	2.22	2.41	7.5	8.2
300	3.2	6.7	6.3	49.0	0.0	0.3	0.0	5.1	0.65	3.86	0.0	111.9	0.0	0.1	2.23	2.43	7.5	8.1
400	2.7	6.2	6.0	50.0	0.0	0.3	0.0	2.9	0.88	3.88	0.0	130.1	na	na	2.27	2.43	7.5	8.1
500	1.9	5.8	7.6	52.7	0.0	0.3	0.0	1.6	1.21	3.82	0.0	152.9	na	na	2.25	2.46	7.5	8.1
600	1.0	5.0	6.5	58.3	0.0	0.2	0.0	6.1	1.35	4.05	0.0	183.5	na	na	2.26	2.48	7.3	8.1
700	0.5	3.9	17.1	55.8	0.0	0.2	0.0	6.5	0.85	4.58	1.4	211.6	na	na	2.27	2.49	7.3	8.1
800	0.7	2.6	0.0	70.8	0.0	0.1	0.0	5.2	0.76	4.85	16.2	231.7	na	na	na	na	7.3	8.0
900	0.7	2.3	26.1	55.5	0.0	0.1	na	na	2.13	4.04	27.1	231.1	na	na	2.24	2.55	7.3	8.0
1000	0.8	1.8	30.6	51.3	0.0	0.1	na	na	2.22	4.03	28.5	238.5	na	na	2.26	2.57	7.4	8.0
1100	0.9	1.7	32.3	50.7	0.0	0.0	na	na	2.30	4.01	46.6	234.8	na	na	na	na	7.3	8.0
1200	0.9	1.6	29.0	53.5	0.0	0.1	na	na	2.19	4.05	26.7	253.2	na	na	na	na	7.5	7.9
1300	1.0	1.6	29.8	53.0	0.0	0.0	na	na	2.27	3.80	43.1	240.9	na	na	na	na	7.3	8.1
1400	1.0	1.7	na	na	0.0	0.0	na	na	2.14	3.91	43.3	237.8	na	na	na	na	7.3	8.0
1500	1.1	1.7	na	na	0.0	0.0	na	na	0.68	4.94	0.0	302.0	na	na	na	na	na	na
1750	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2000	1.2	2.1	34.1	49.5	na	na	na	na	0.31	4.94	0.0	290.3	na	na	2.44	2.55	7.5	8.0
2500	1.6	2.2	32.1	49.5	na	na	na	na	0.31	4.88	0.0	302.3	na	na	na	na	7.4	8.1
3000	1.6	2.4	na	na	na	na	na	na	0.12	4.84	0.0	307.0	na	na	na	na	na	na
3500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

*Blank page*

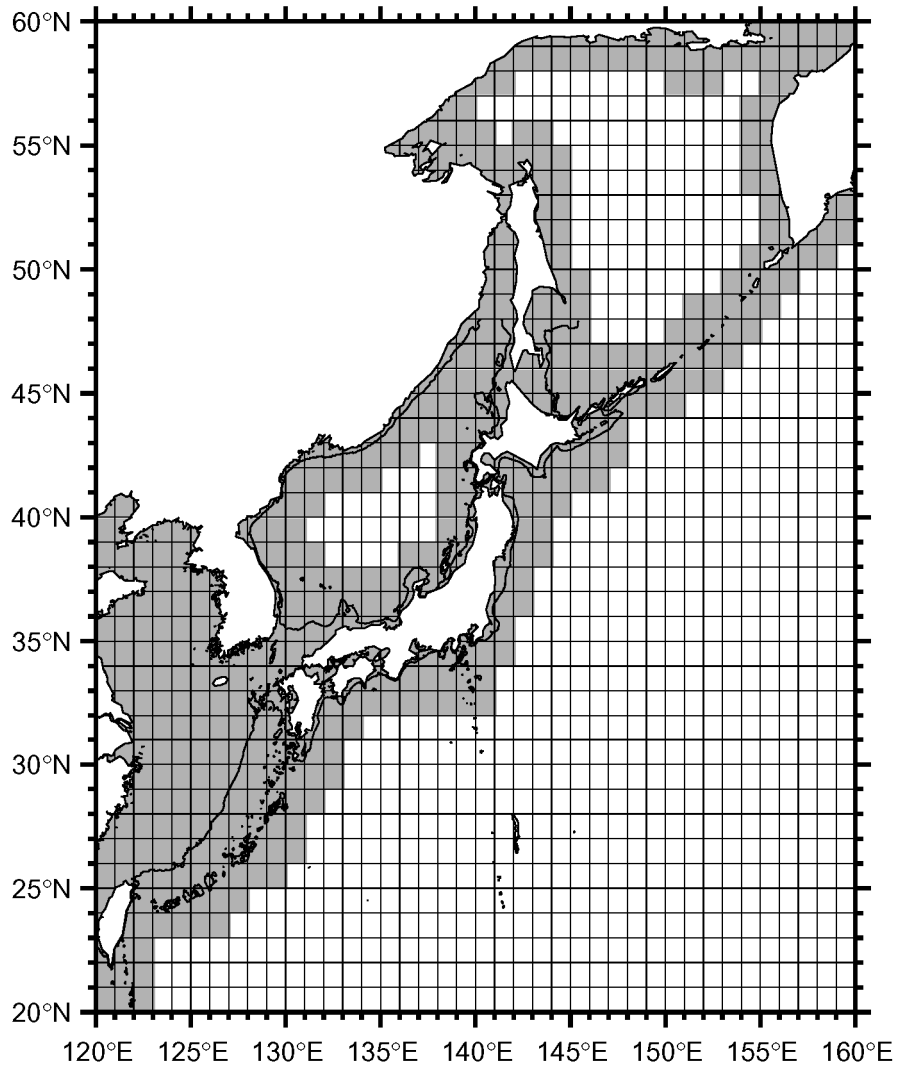


図 B.1: 日本周辺海域としての解析対象領域  
 ハッチ部分は沿岸域と定義した海域。  
 沿岸の曲線は水深 200m の等深線。

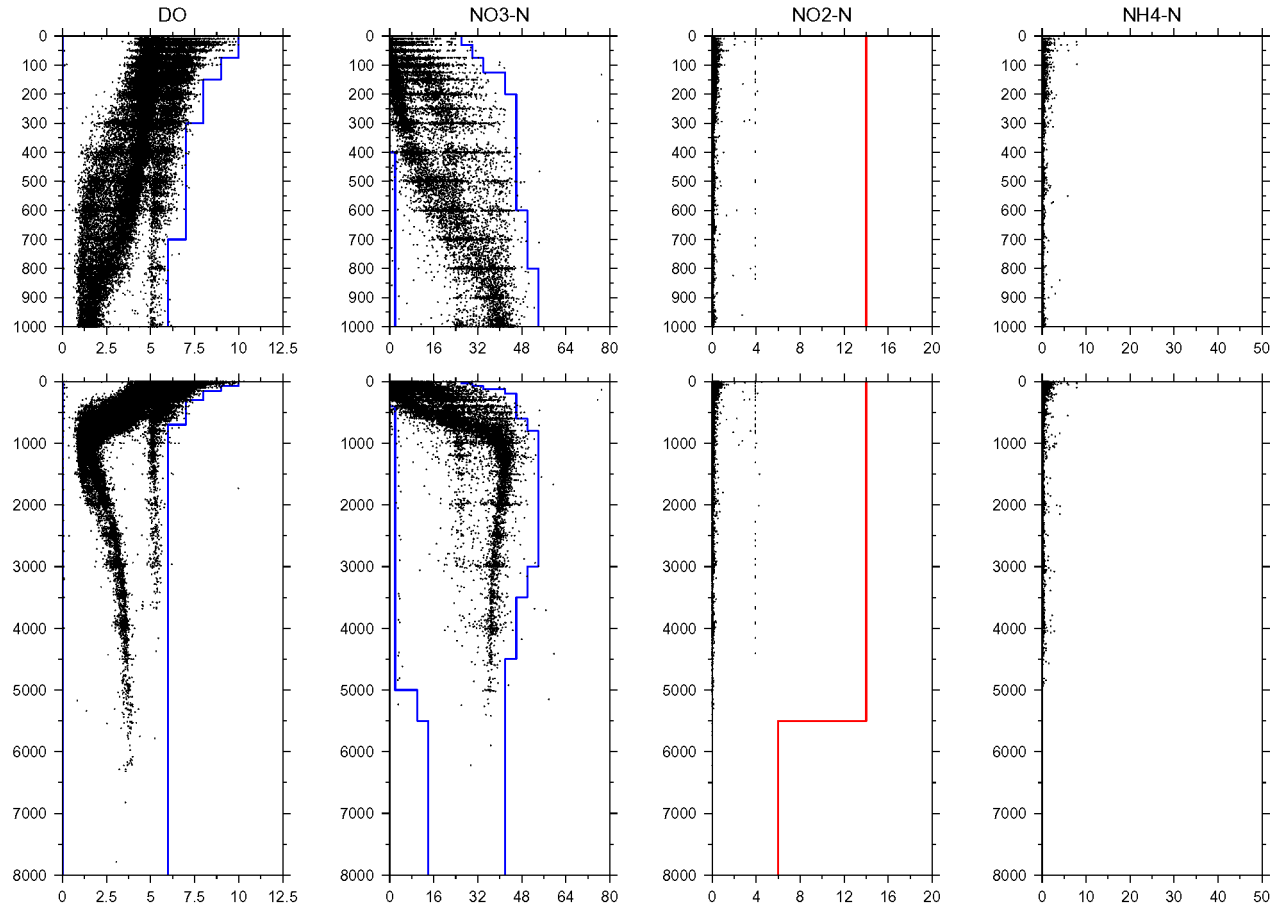


図 B.2: MODS2001 の観測層データと WOD98 および WOD01 の北太平洋外洋域データに対する閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩(NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸塩(NO<sub>2</sub>-N)、アンモニウム塩(NH<sub>4</sub>-N)。黒点は MODS2001 の観測層データ。  
赤線は WOD98、青線は WOD01 の各閾値。双方の閾値が同じ場合には WOD01 の閾値のみを表示。



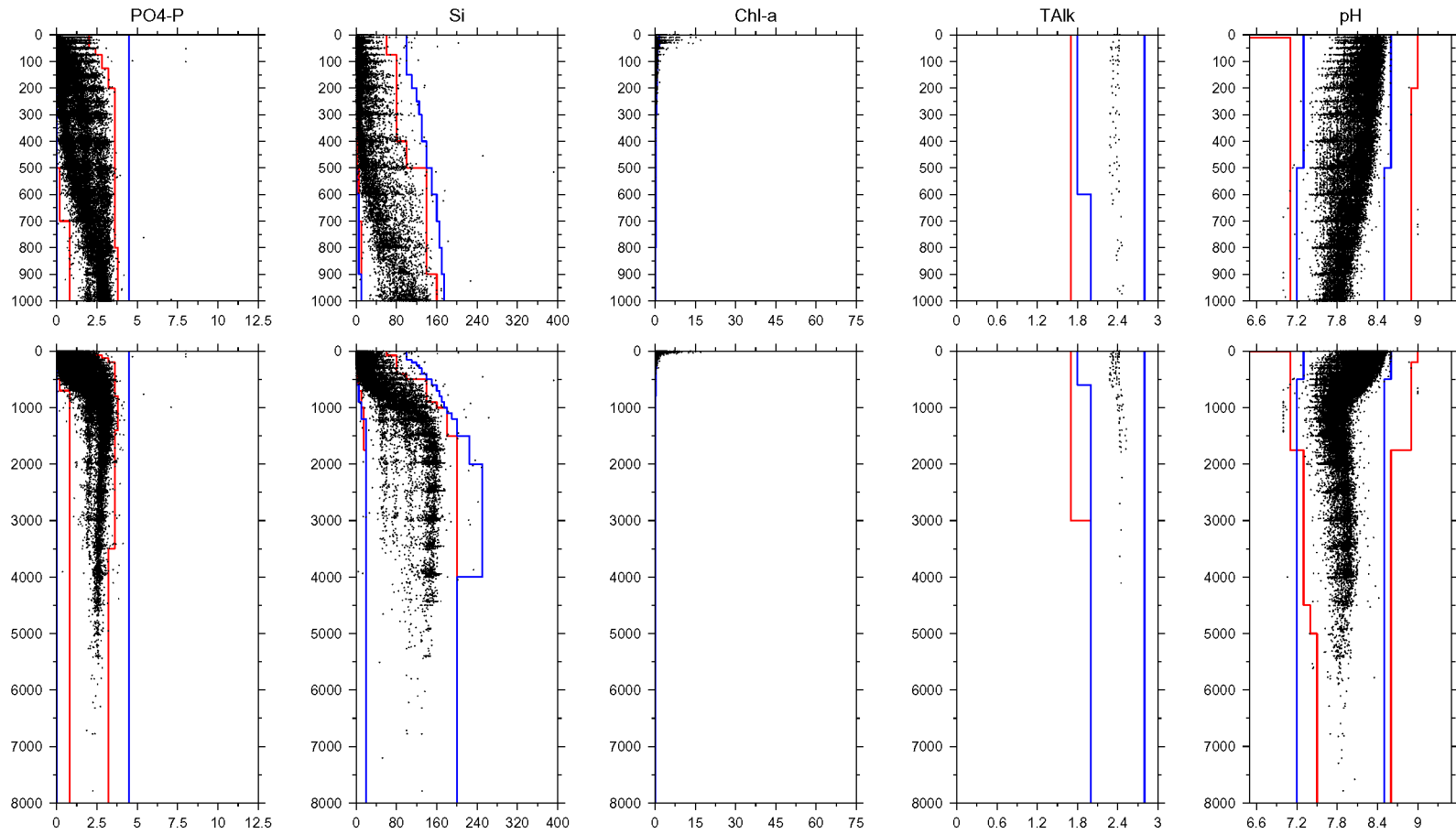


図 B.3: MODS2001 の観測層データと WOD98 および WOD01 の北太平洋外洋域データに対する閾値の鉛直プロファイル(2)

リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAik)、pH。

他は図 B.2 と同様。

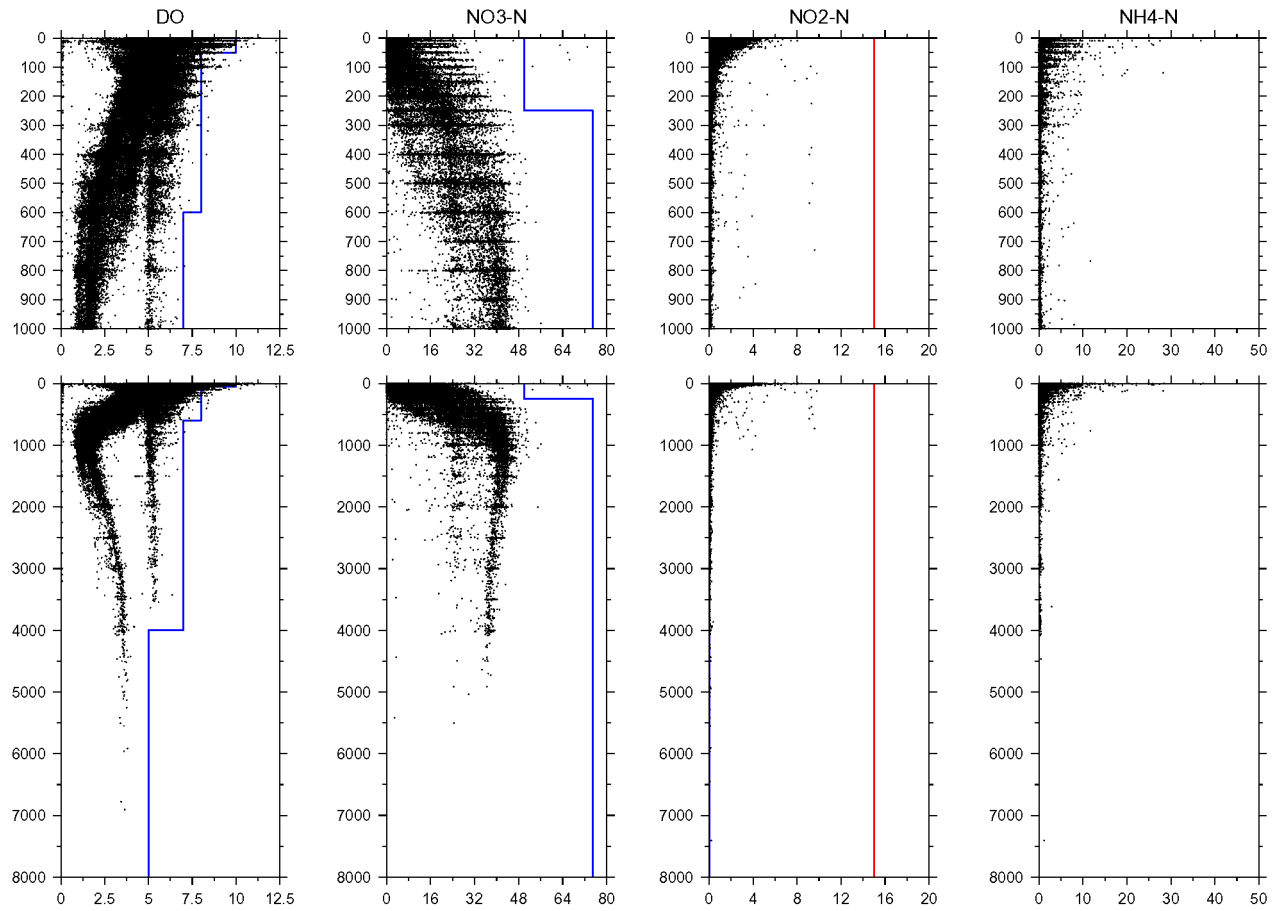


図 B.4: MODS2001 の観測層データと WOD98 および WOD01 の北太平洋沿岸域データに対する閾値の鉛直プロファイル(3)

溶存酸素(DO)、硝酸塩(NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸塩(NO<sub>2</sub>-N)、アンモニウム塩(NH<sub>4</sub>-N)。

他は図 B.2 と同様。

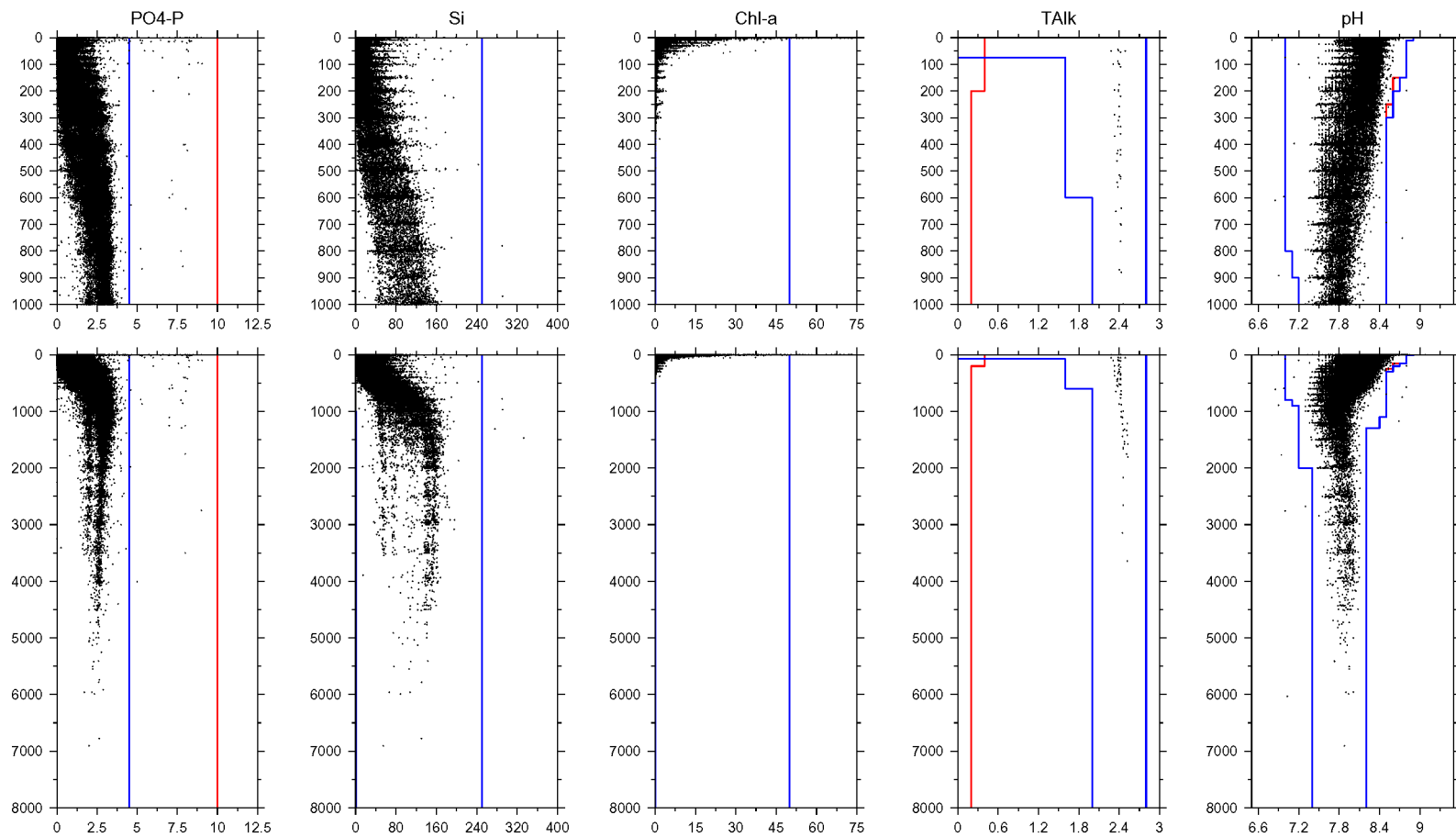


図 B.5: MODS2001 の観測層データと WOD98 および WOD01 の北太平洋沿岸域データに対する閾値の鉛直プロファイル(4)

リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAlk)、pH。

他は図 B.2 と同様。

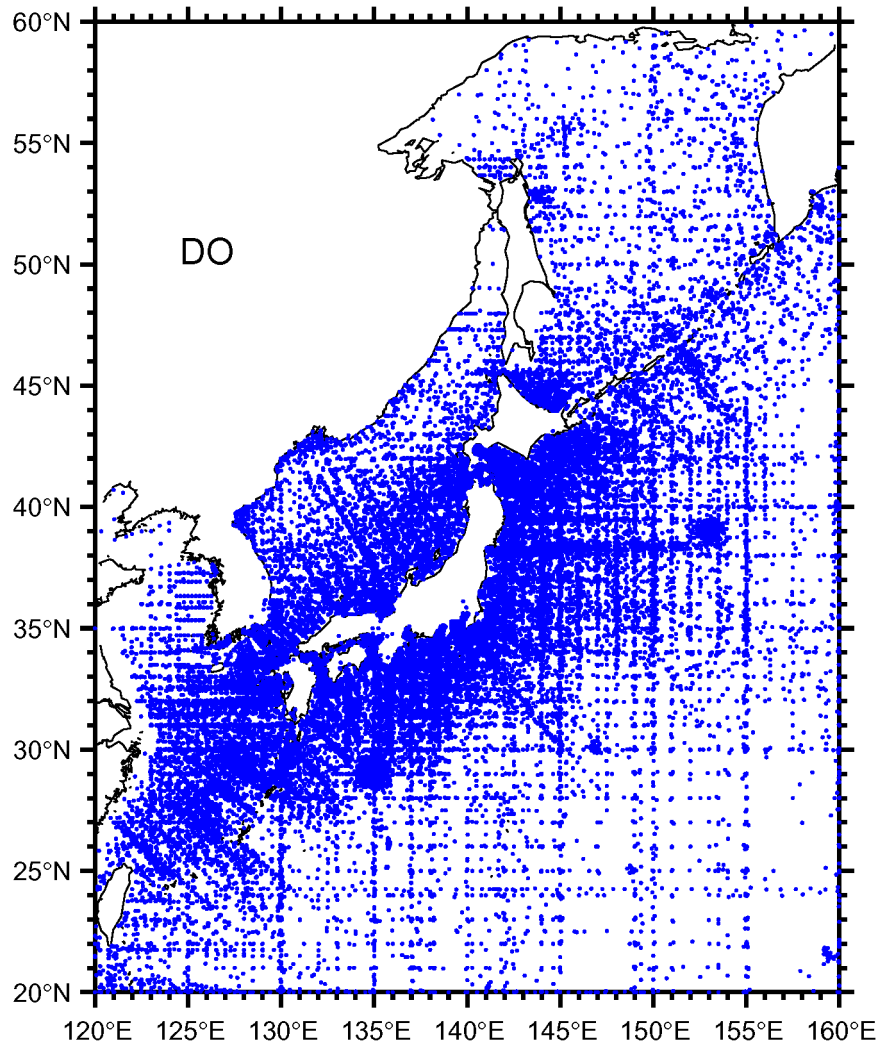


図 B.6: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(1) 溶存酸素

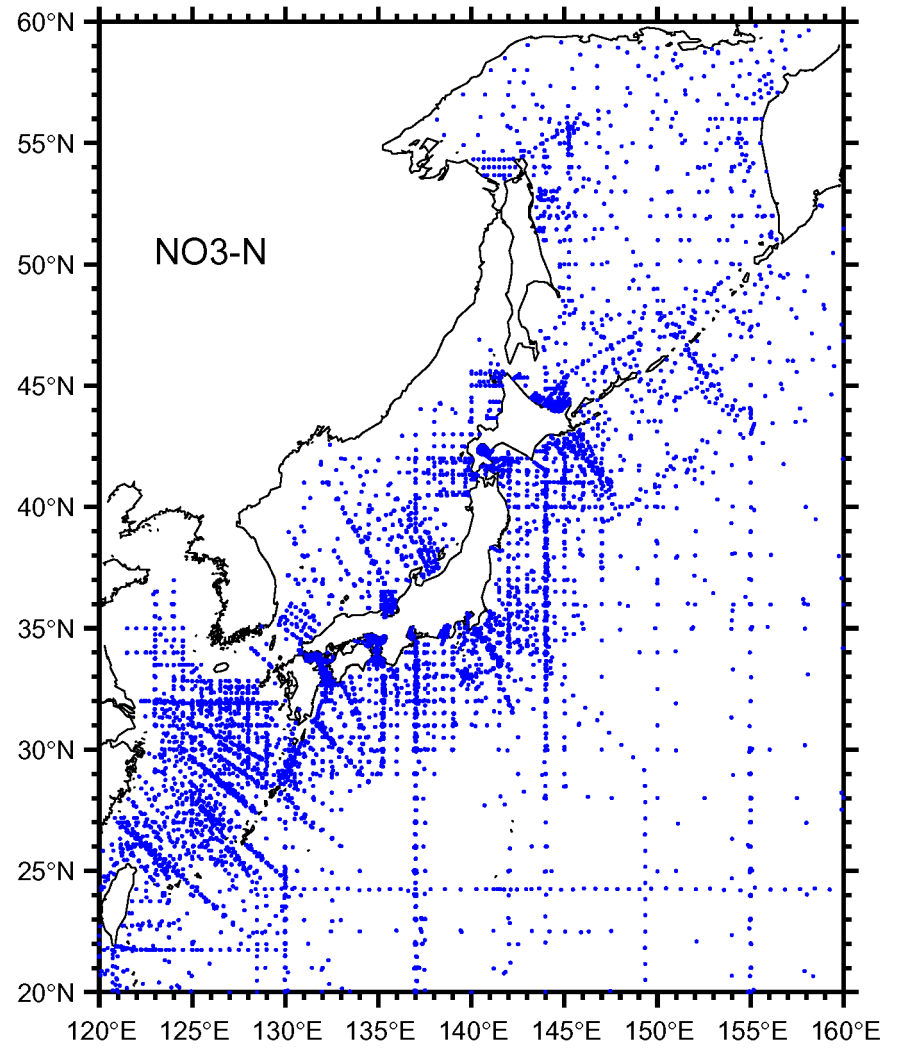


図 B.7: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(2) 硝酸塩

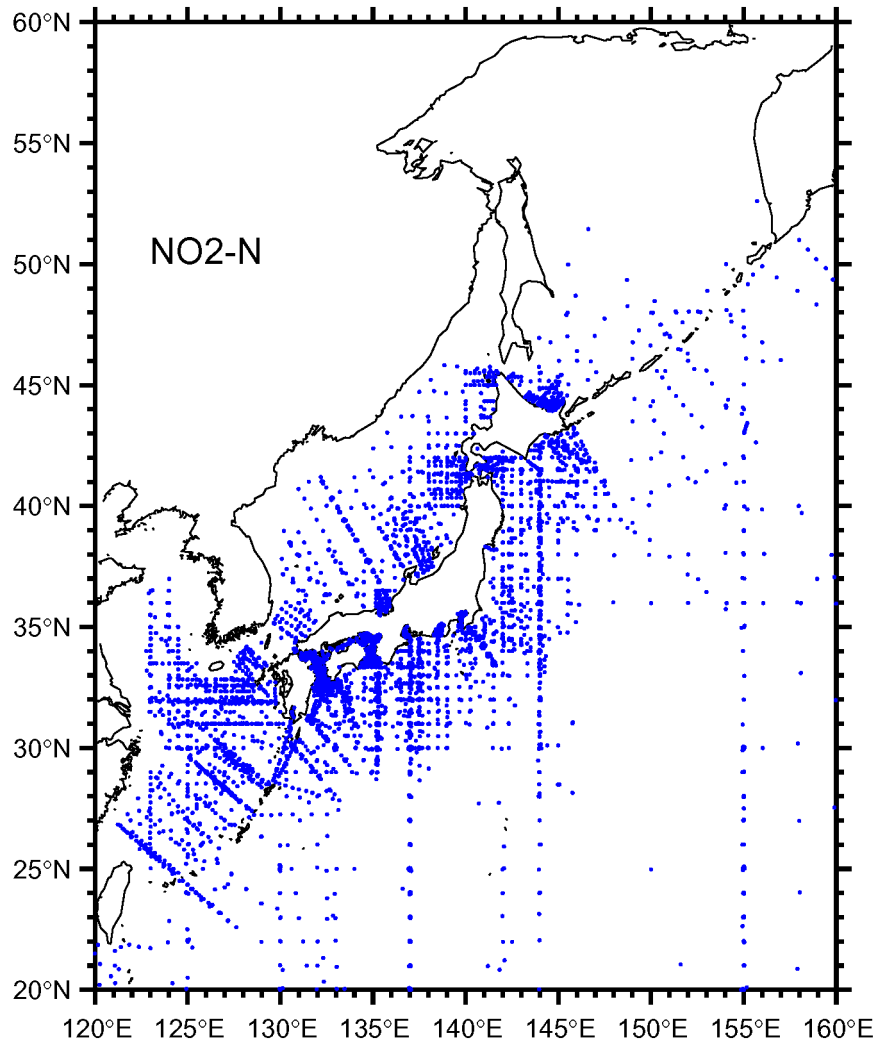


図 B.8: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(3) 亜硝酸塩

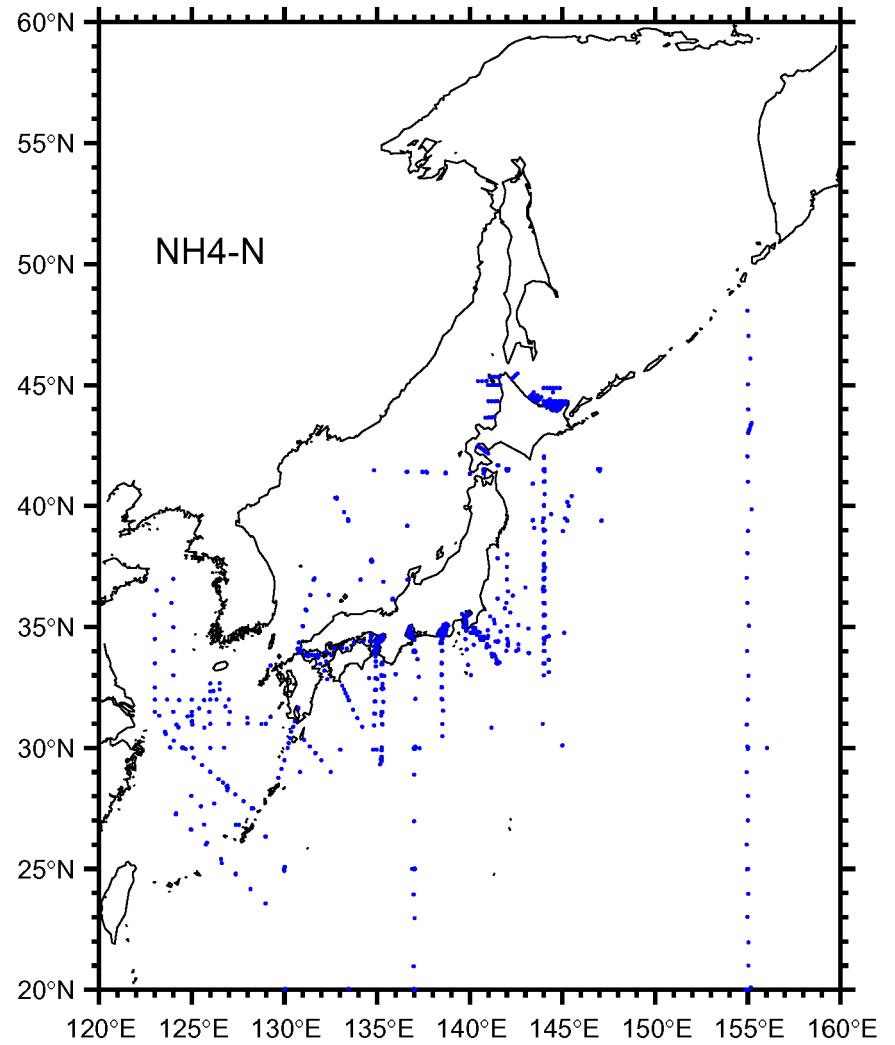


図 B.9: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(4) アンモニウム塩

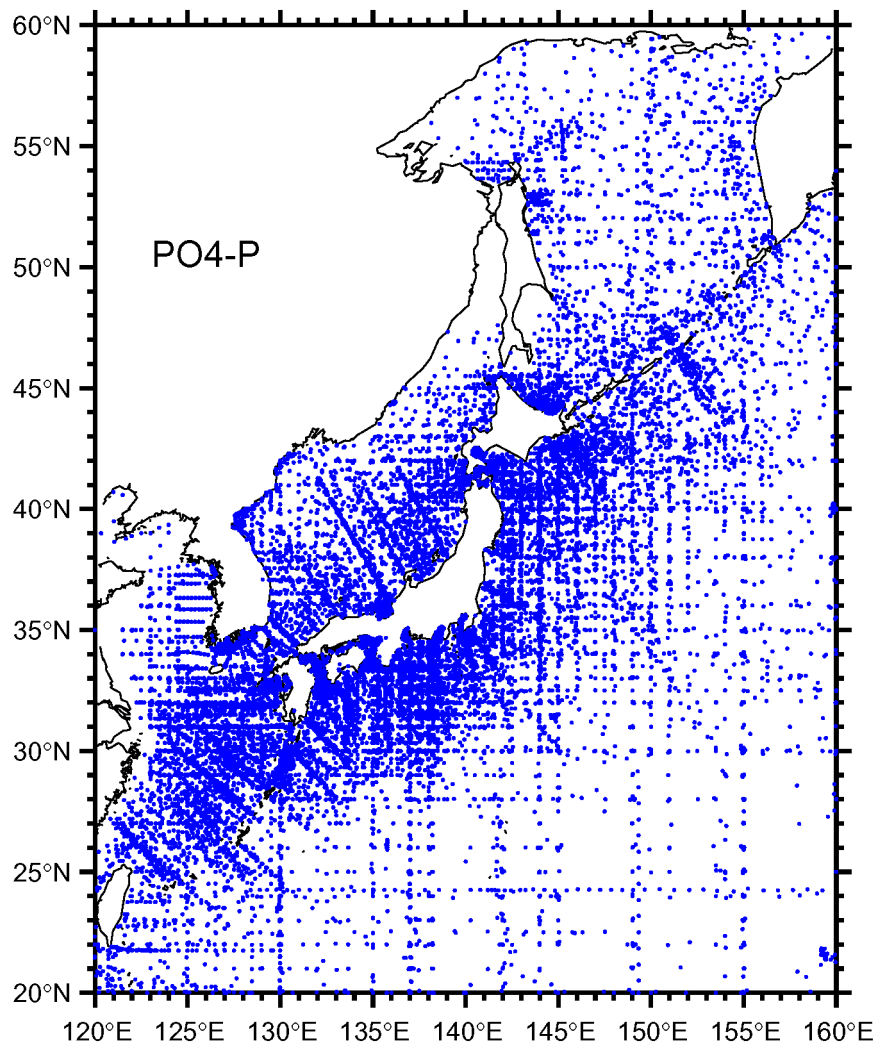


図 B.10: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(5) リン酸塩

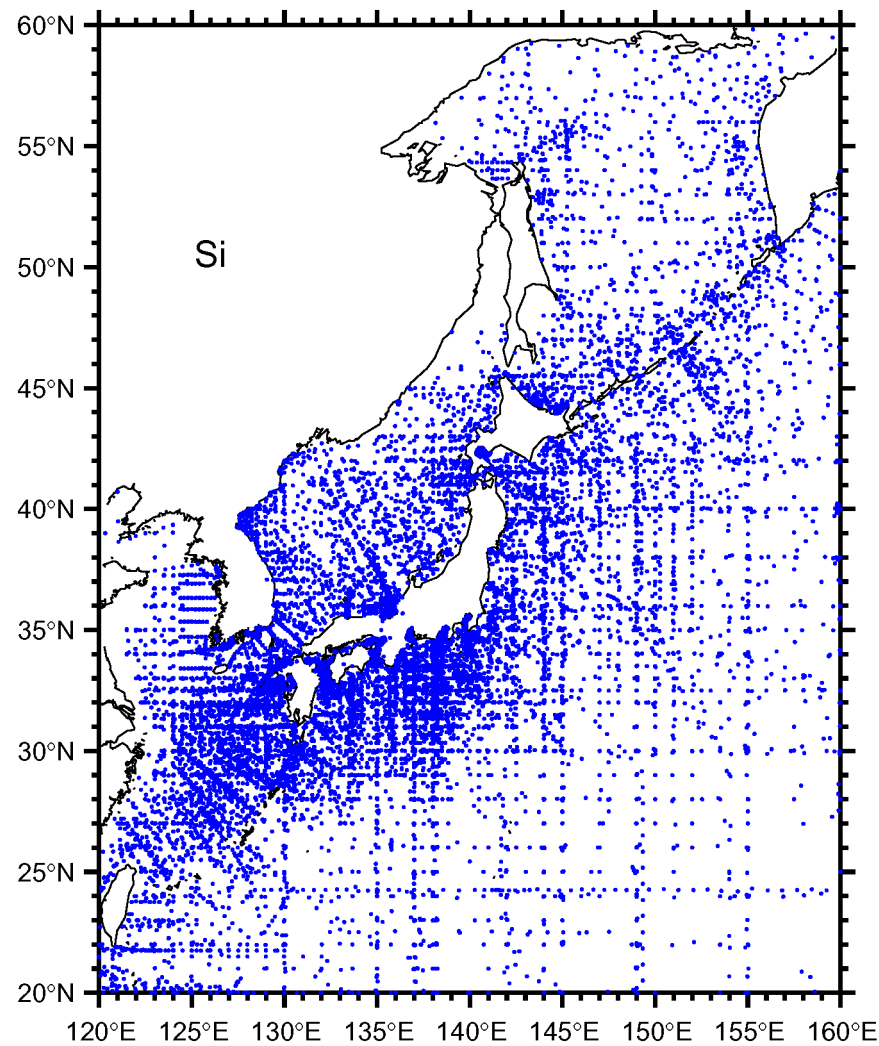


図 B.11: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(6) ケイ酸塩

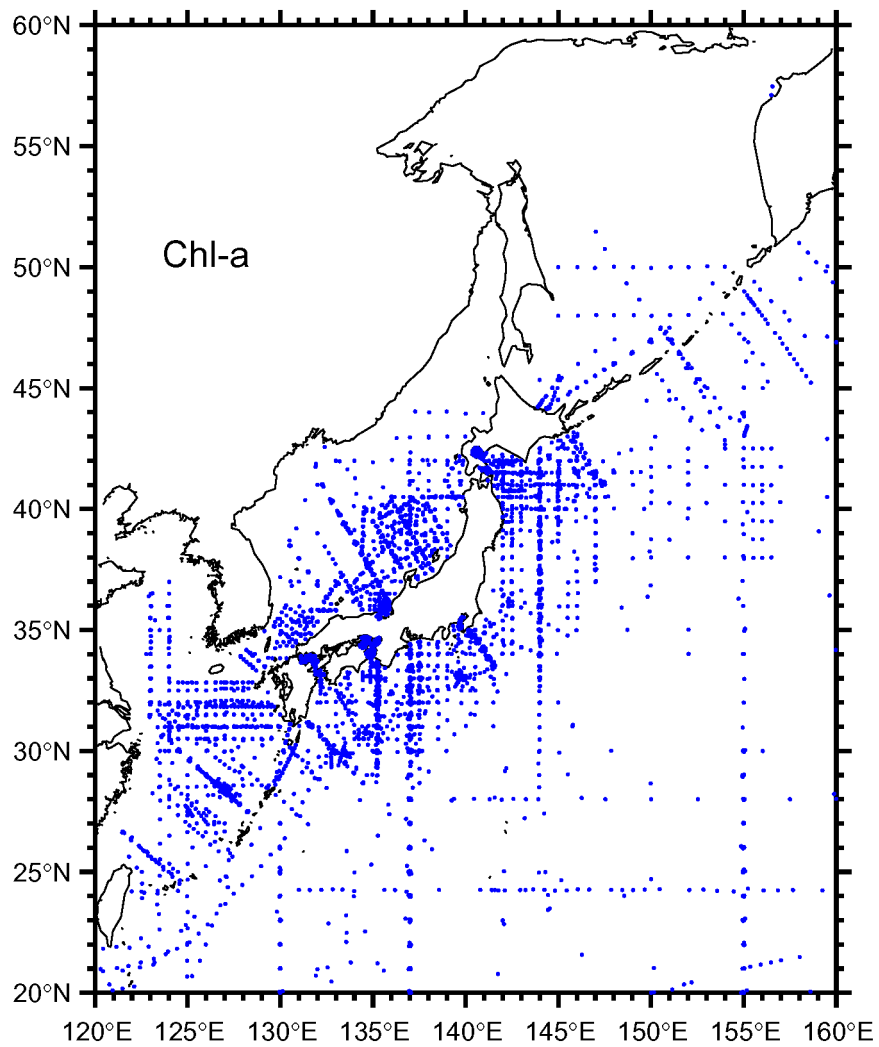


図 B.12: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(7) クロロフィル-a

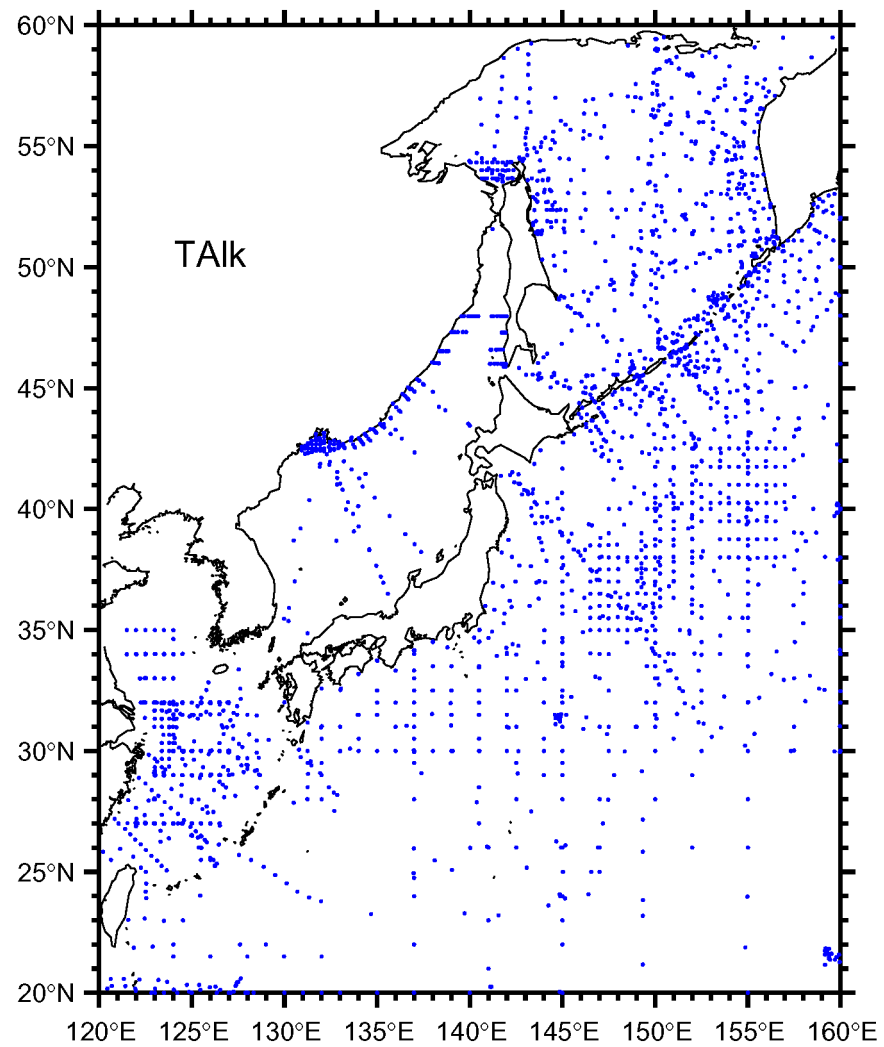


図 B.13: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(8) アルカリ度

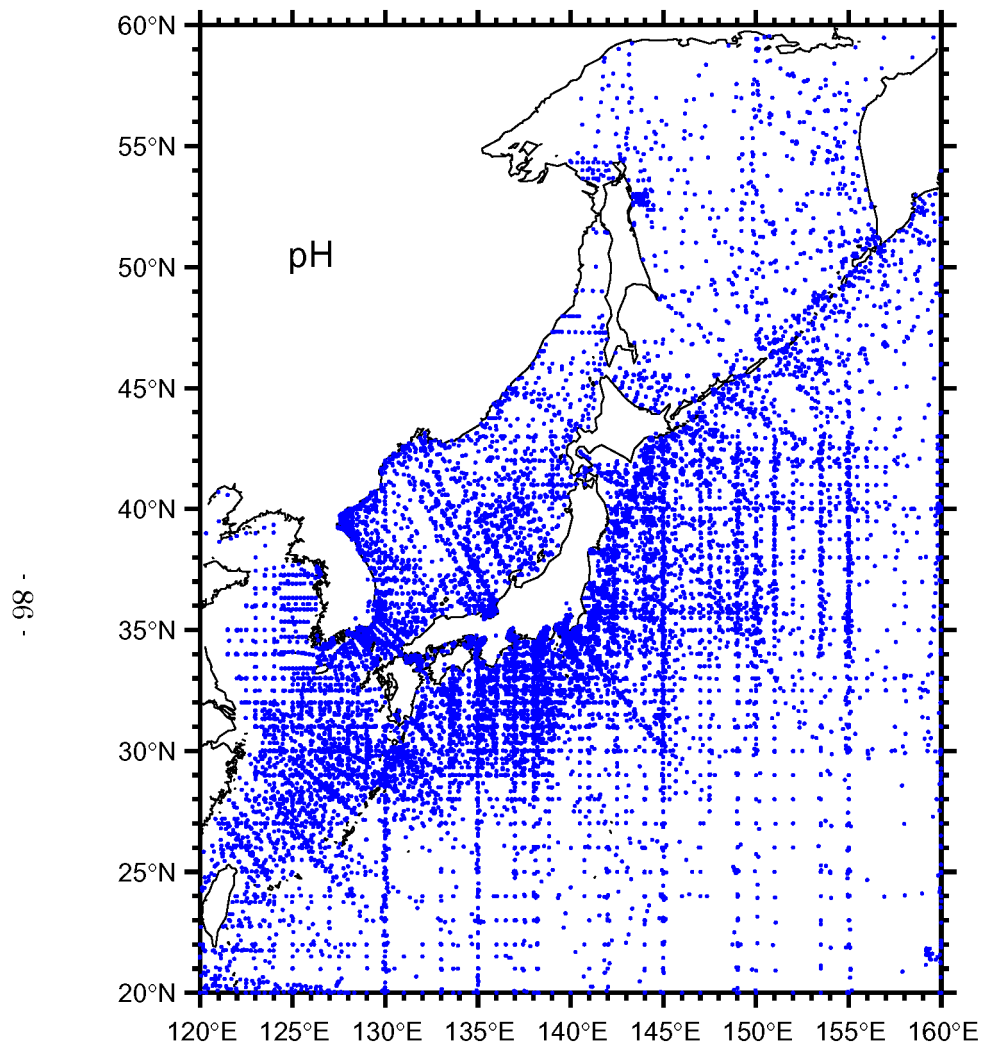


図 B.14: 閾値検討に使用した測点の観測項目別分布(9) pH



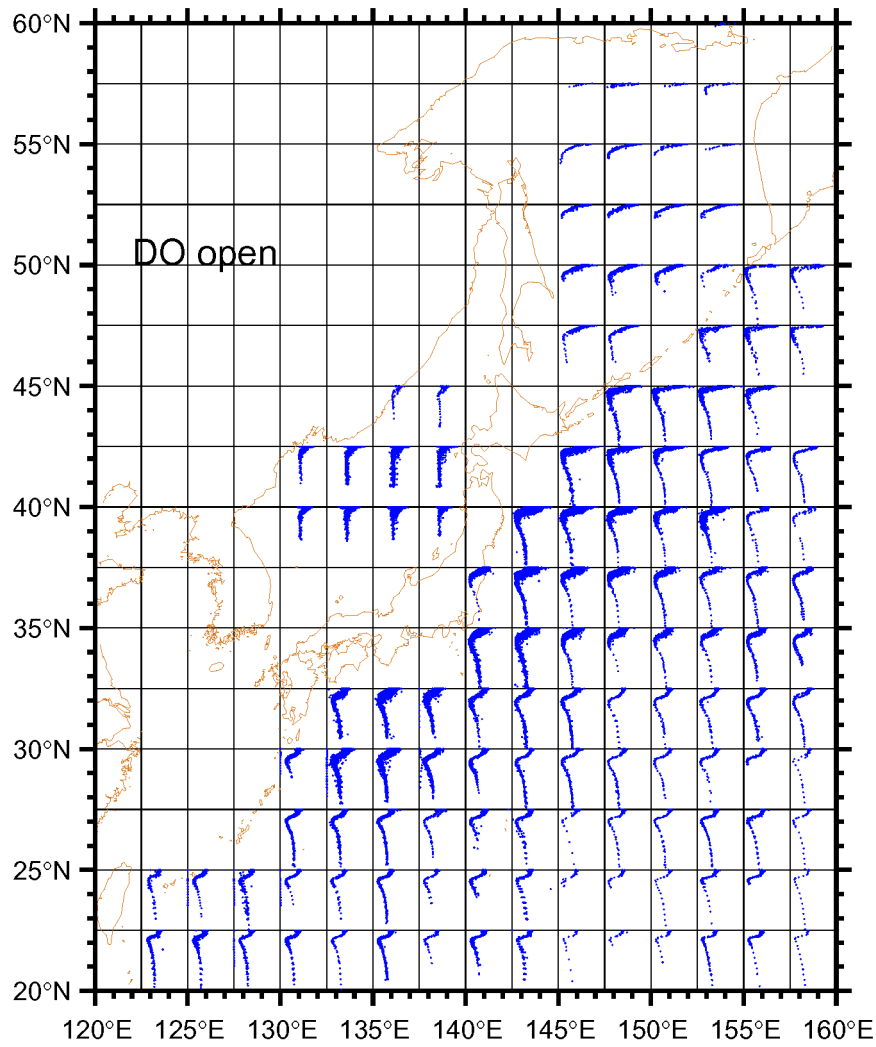


図 B.15: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(1) 溶存酸素外洋域  
各グリッド内において横軸は 0-12ml/L、縦軸は 0-5500m。

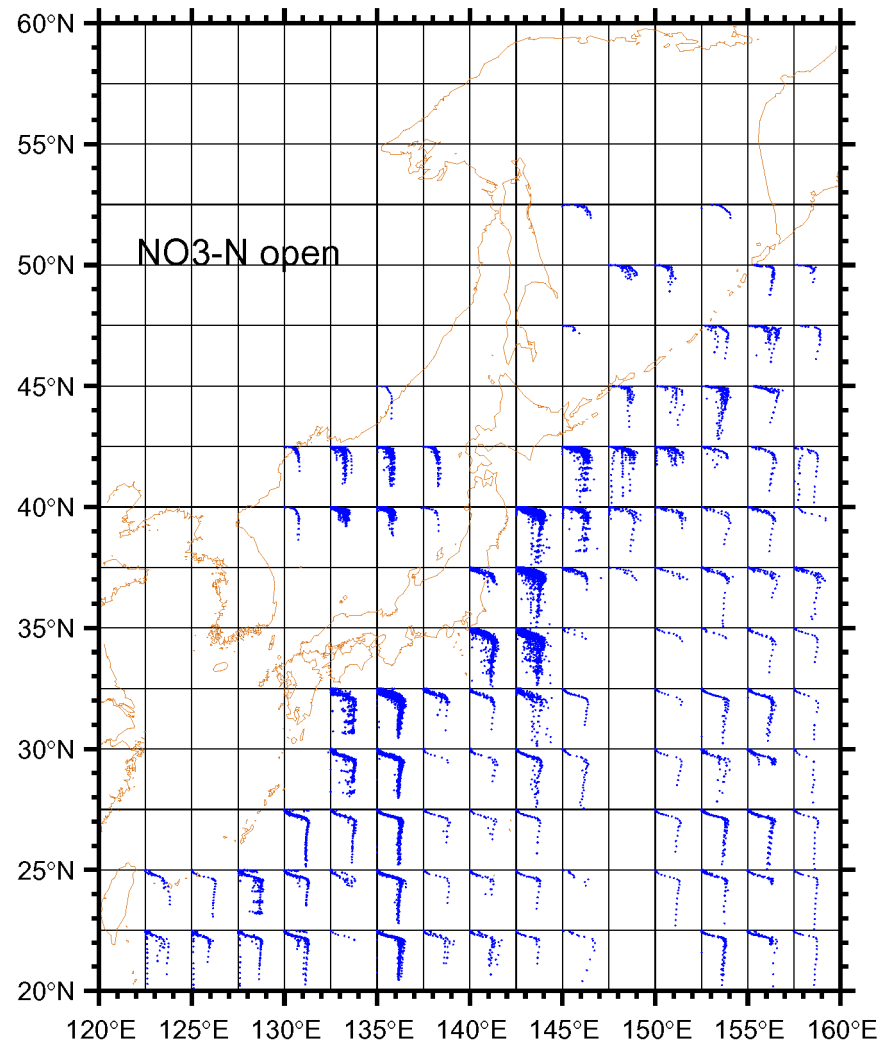


図 B.16: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(2) 硝酸塩外洋域  
各グリッド内において横軸は 0-80μmol/L、縦軸は 0-5500m。

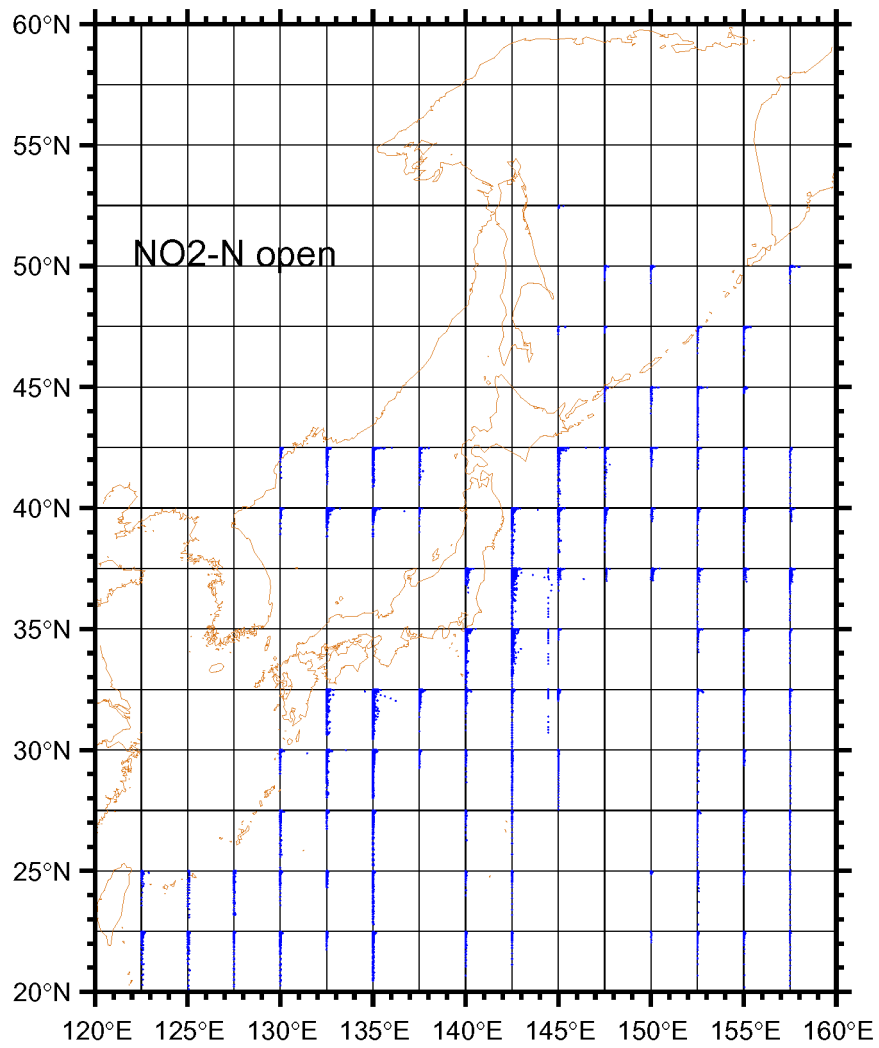


図 B.17: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(3) 亜硝酸塩外洋域  
各グリッド内において横軸は 0-5  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

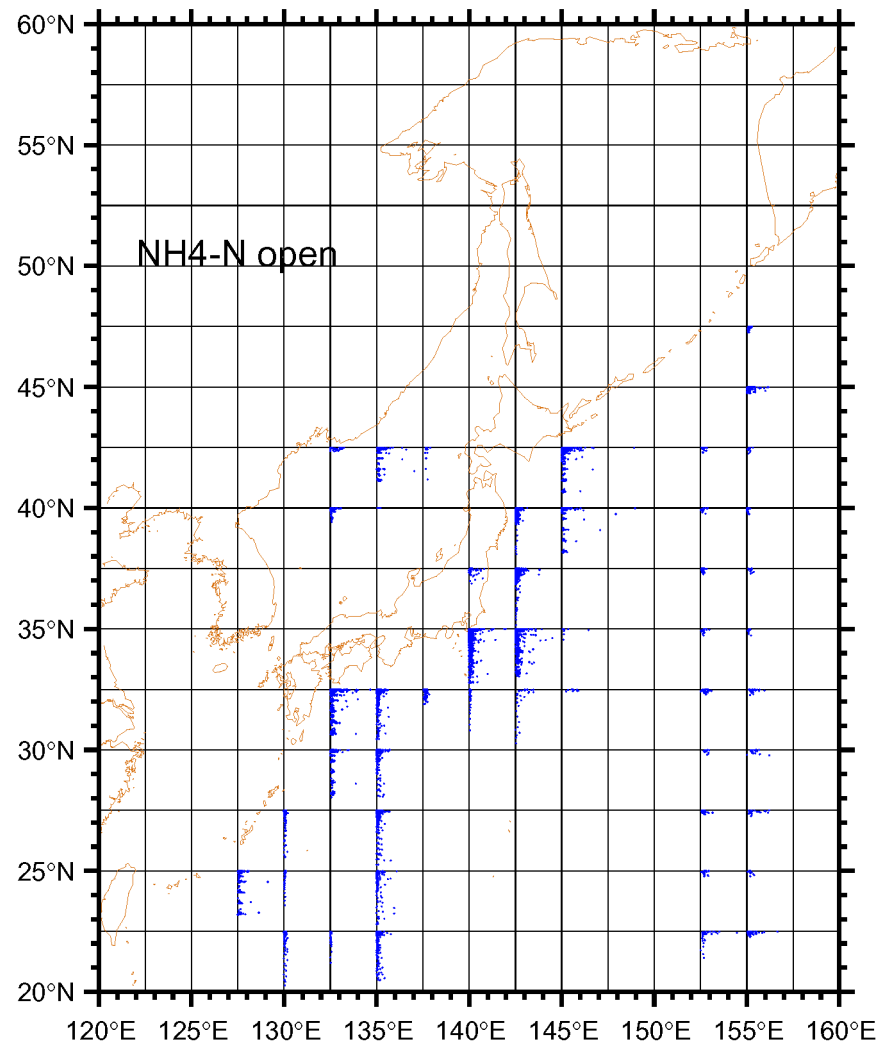


図 B.18: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(4) アンモニウム塩外洋域  
各グリッド内において横軸は 0-5  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

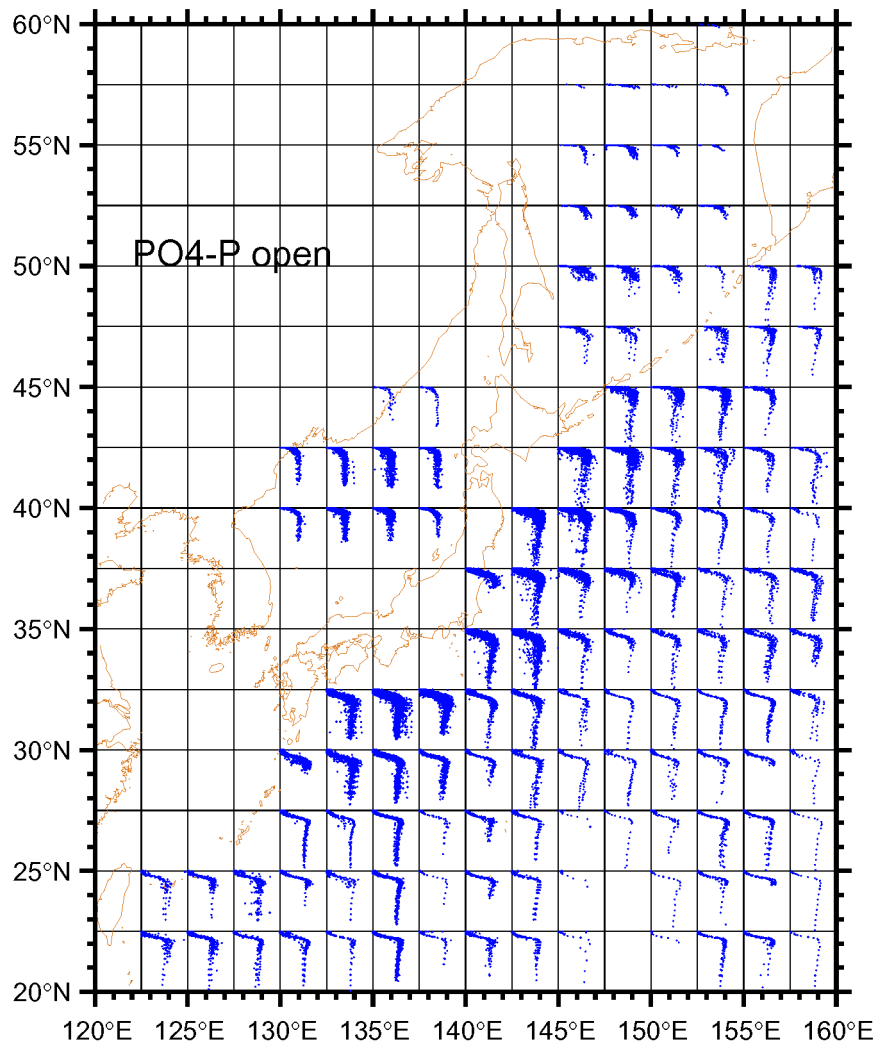


図 B.19: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(5) リン酸塩外洋域  
各グリッド内において横軸は 0-5  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

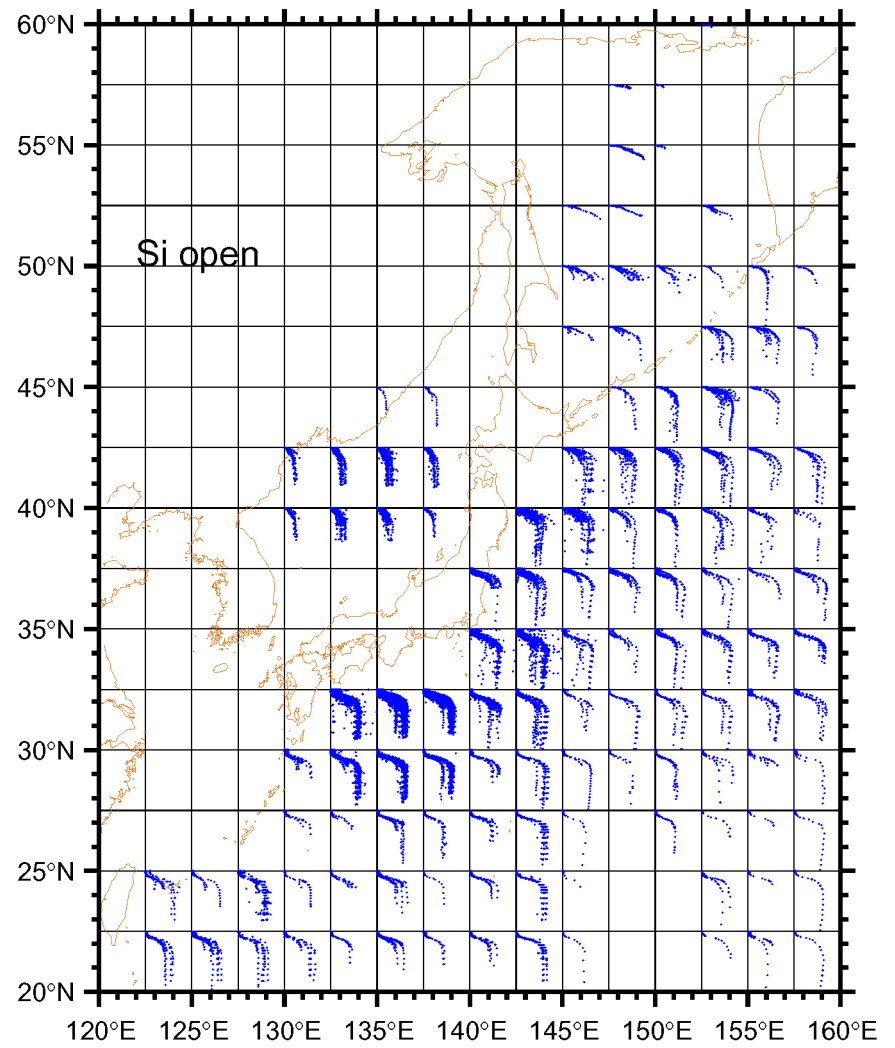


図 B.20: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(6) ケイ酸塩外洋域  
各グリッド内において横軸は 0-250  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

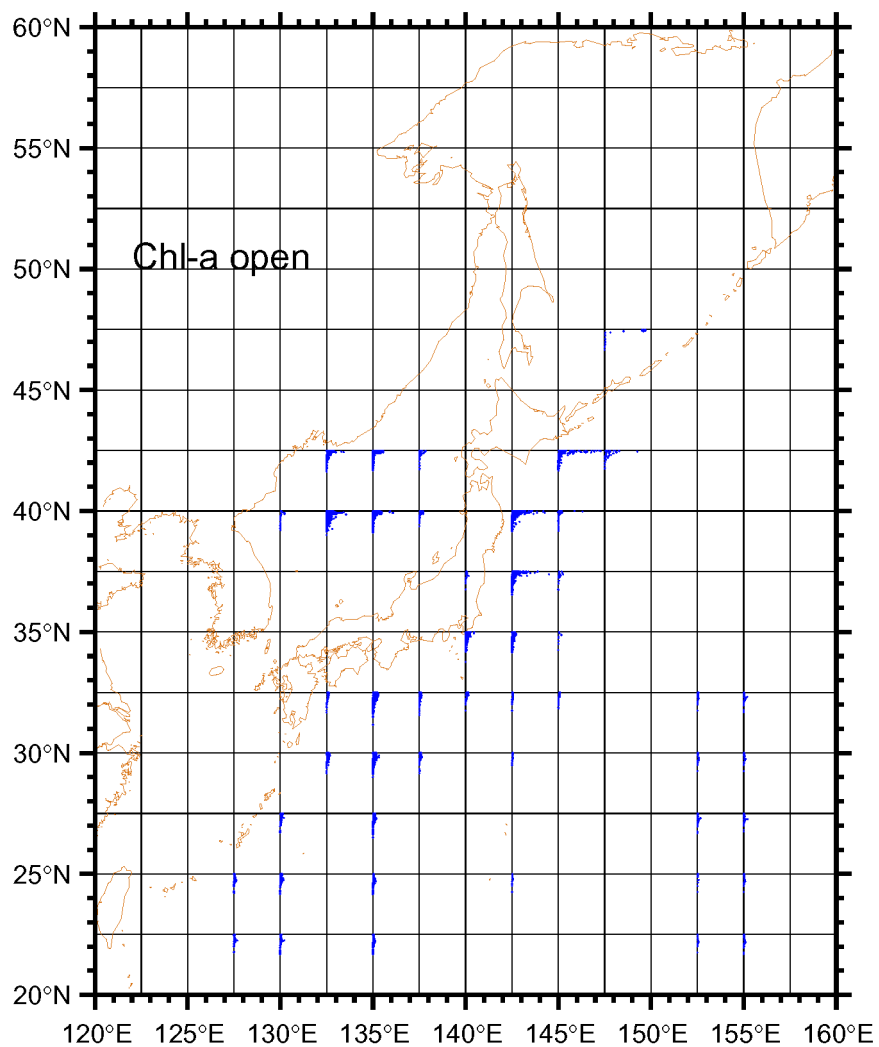


図 B.21: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(7) クロロフィル-a 外洋域  
各グリッド内において横軸は 0-10  $\mu\text{g/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

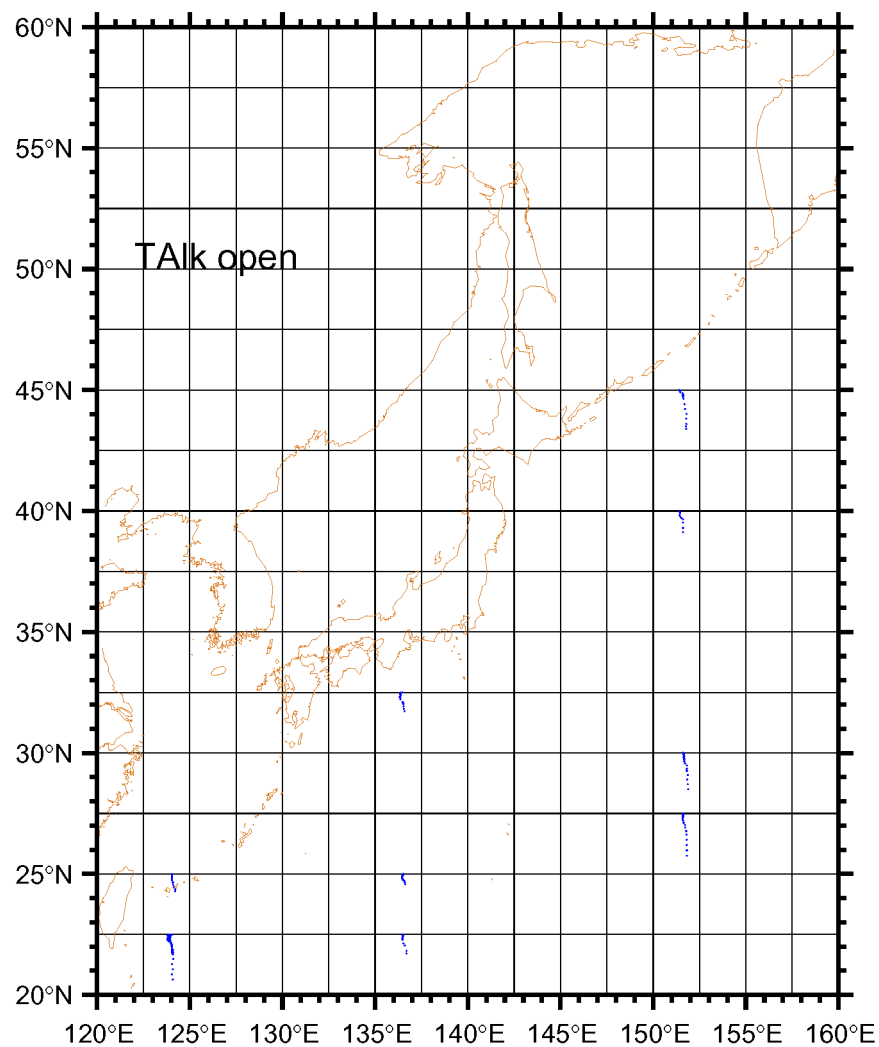


図 B.22: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(8) アルカリ度外洋域  
各グリッド内において横軸は 1.5-3 mmol/L、縦軸は 0-5500m。

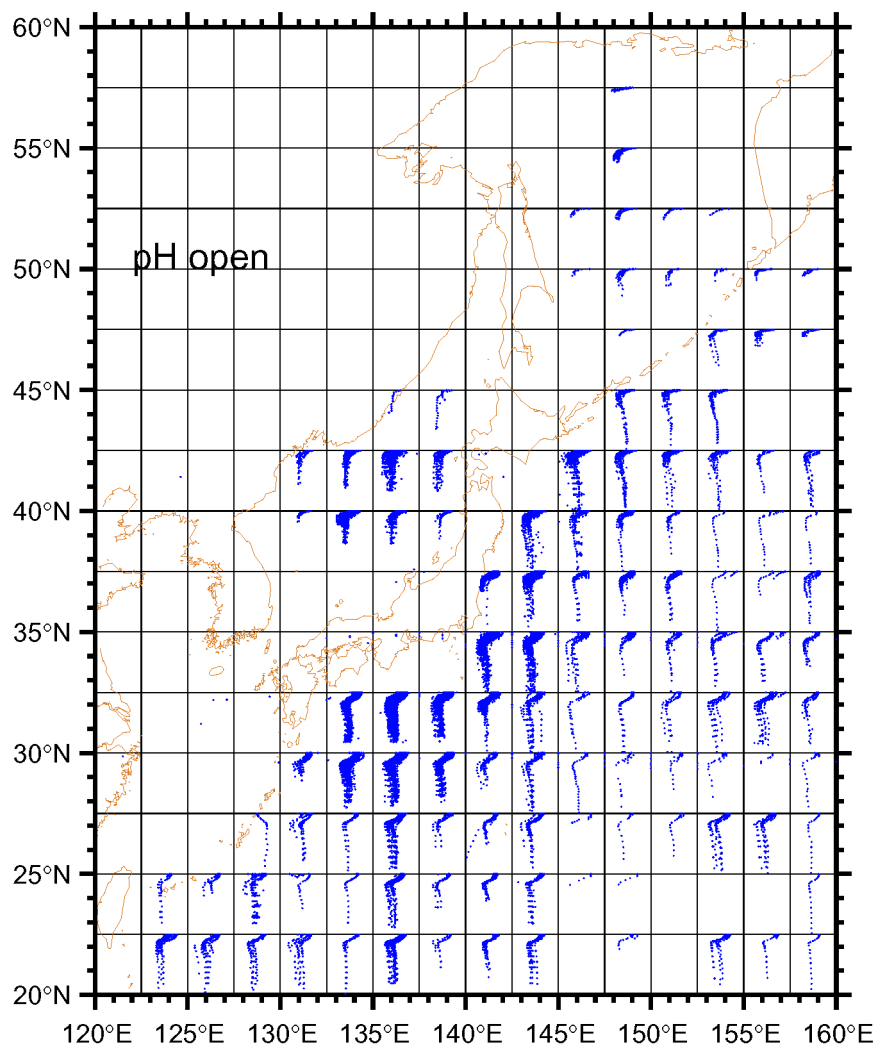


図 B.23: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(9) pH 外洋域

各グリッド内において横軸は 7-9(no unit)、縦軸は 0-5500m。

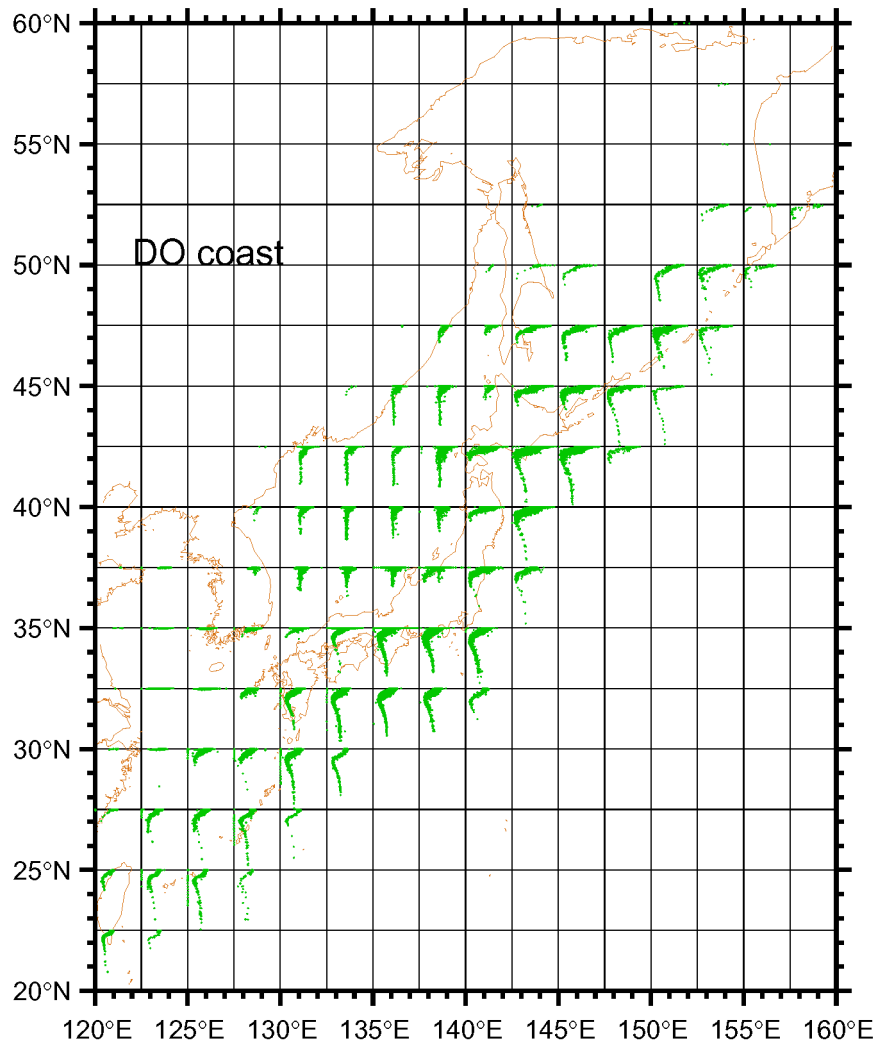


図 B.24: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(10) 溶存酸素沿岸域  
各グリッド内において横軸は 0-12ml/L、縦軸は 0-5500m。

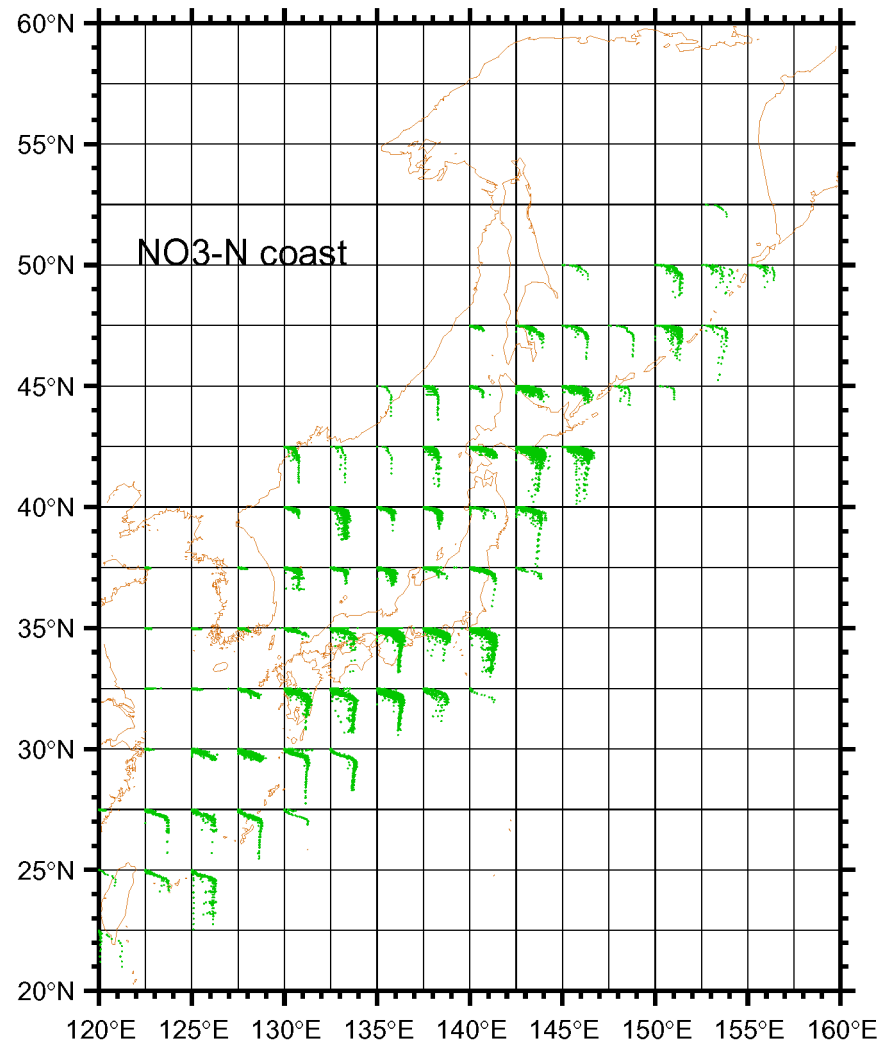


図 B.25: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(11) 硝酸塩沿岸域  
各グリッド内において横軸は 0-80μmol/L、縦軸は 0-5500m。

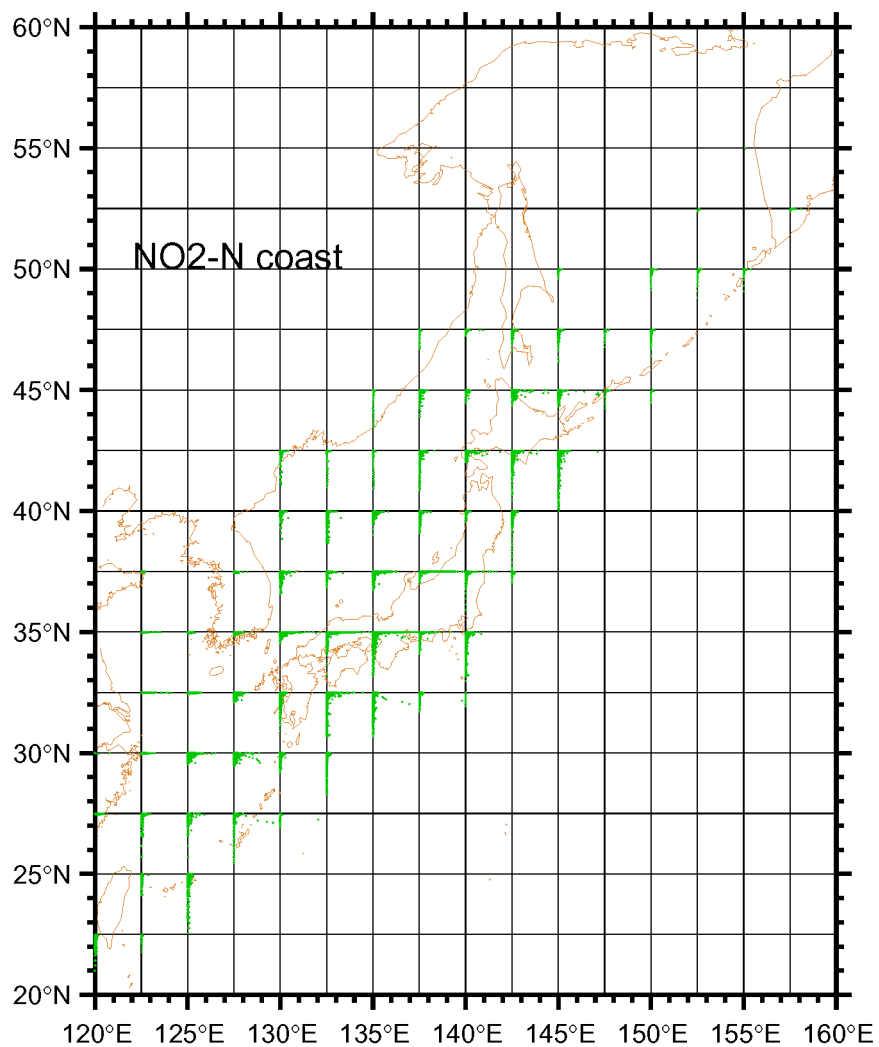


図 B.26: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(12) 亜硝酸塩沿岸域  
各グリッド内において横軸は 0-5  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

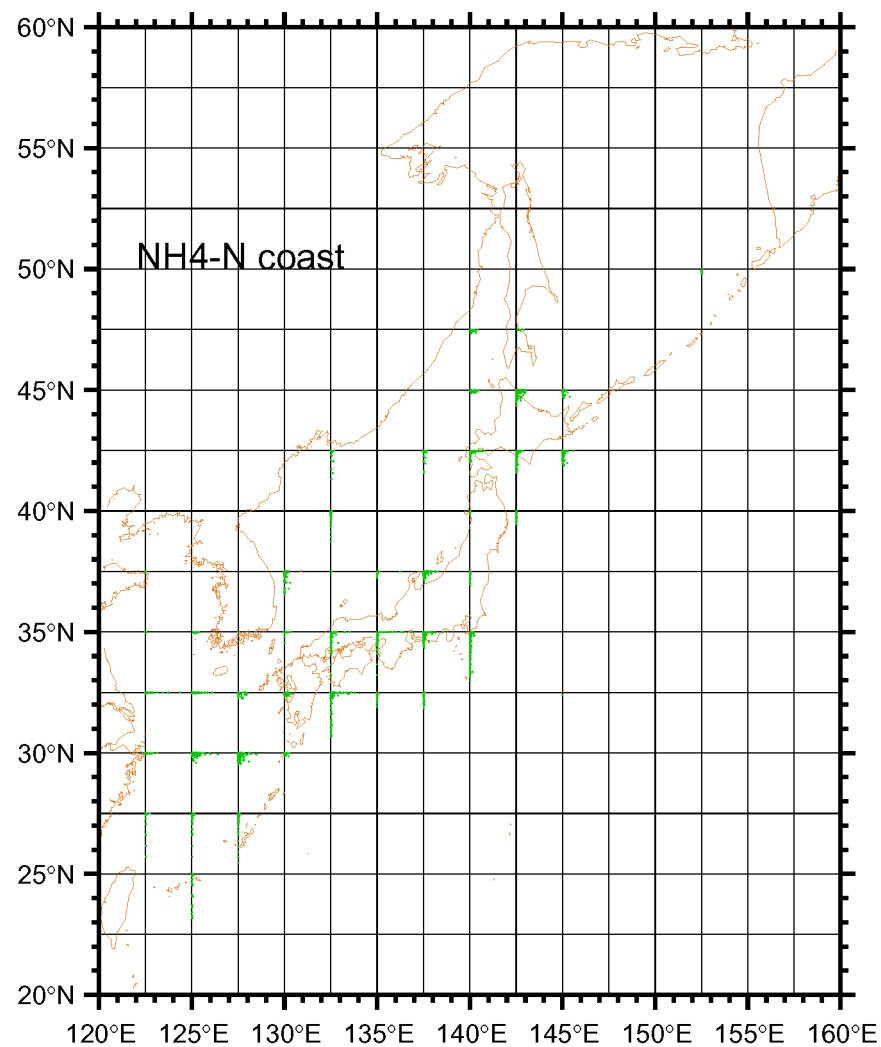


図 B.27: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(13) アンモニウム塩沿岸域  
各グリッド内において横軸は 0-50  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

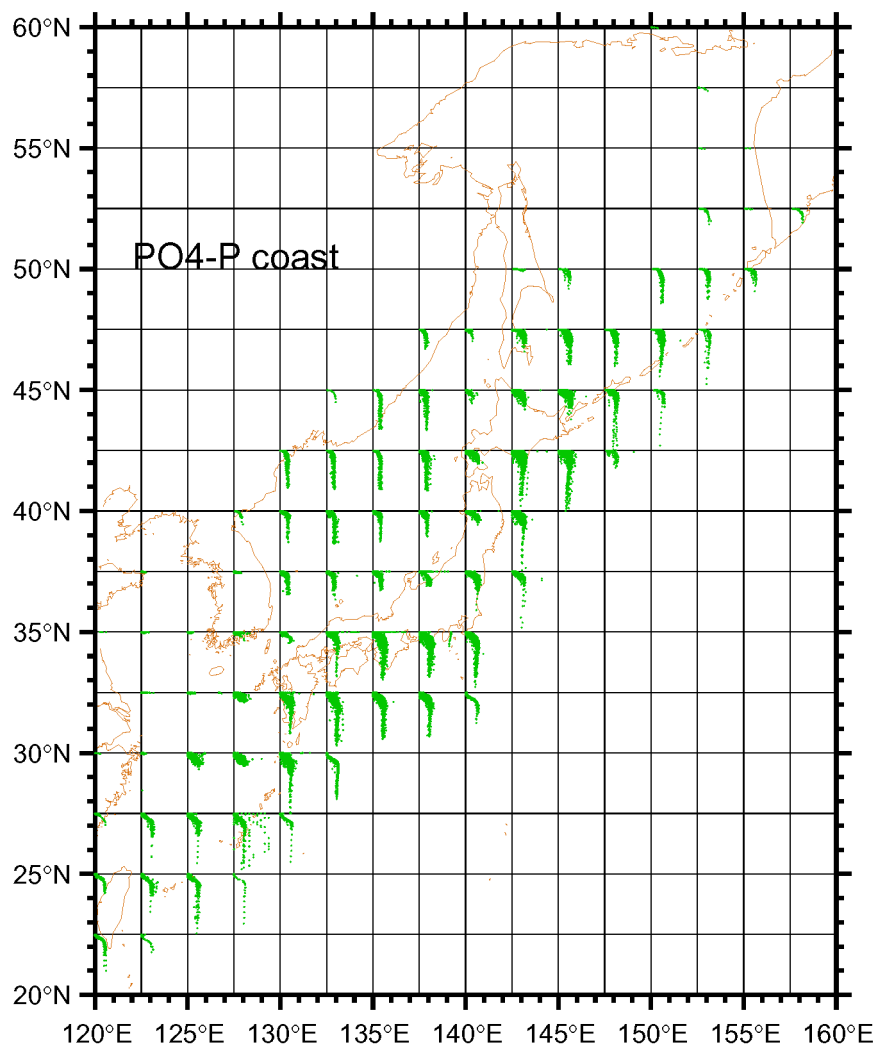


図 B.28: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(14) リン酸塩沿岸域  
各グリッド内において横軸は 0-12  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

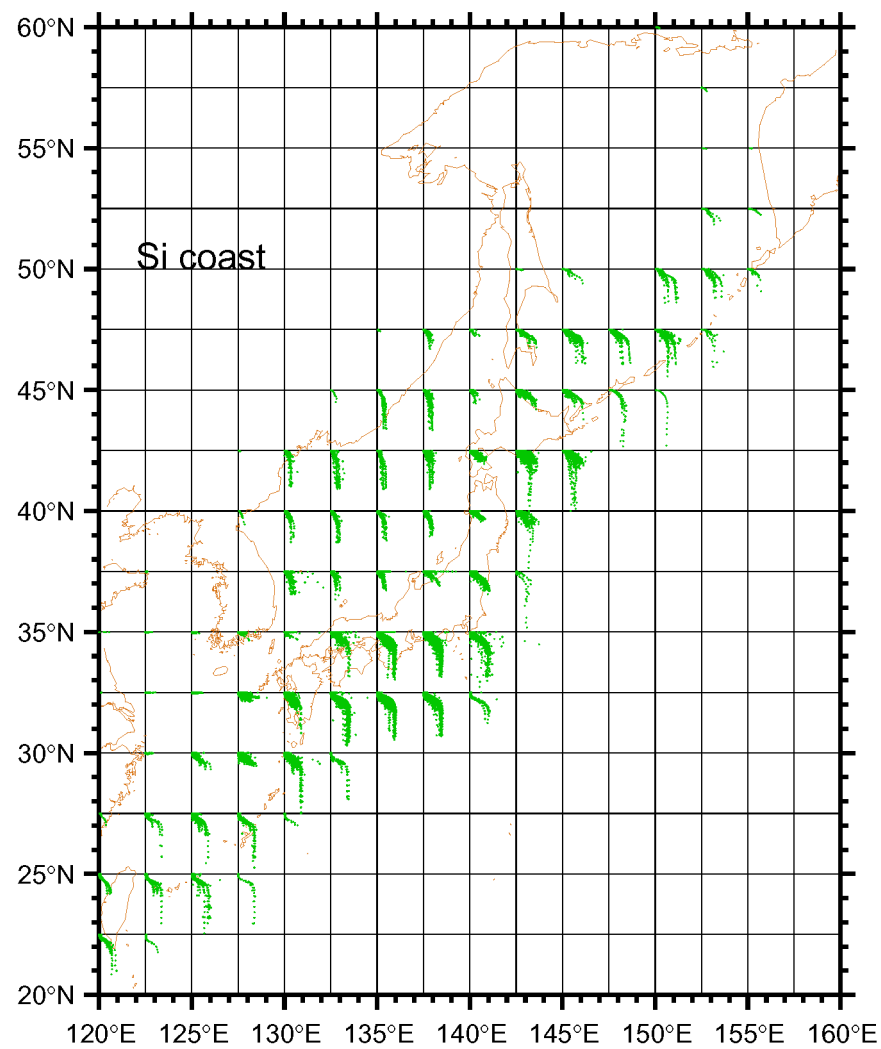


図 B.29: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(15) ケイ酸塩沿岸域  
各グリッド内において横軸は 0-400  $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。



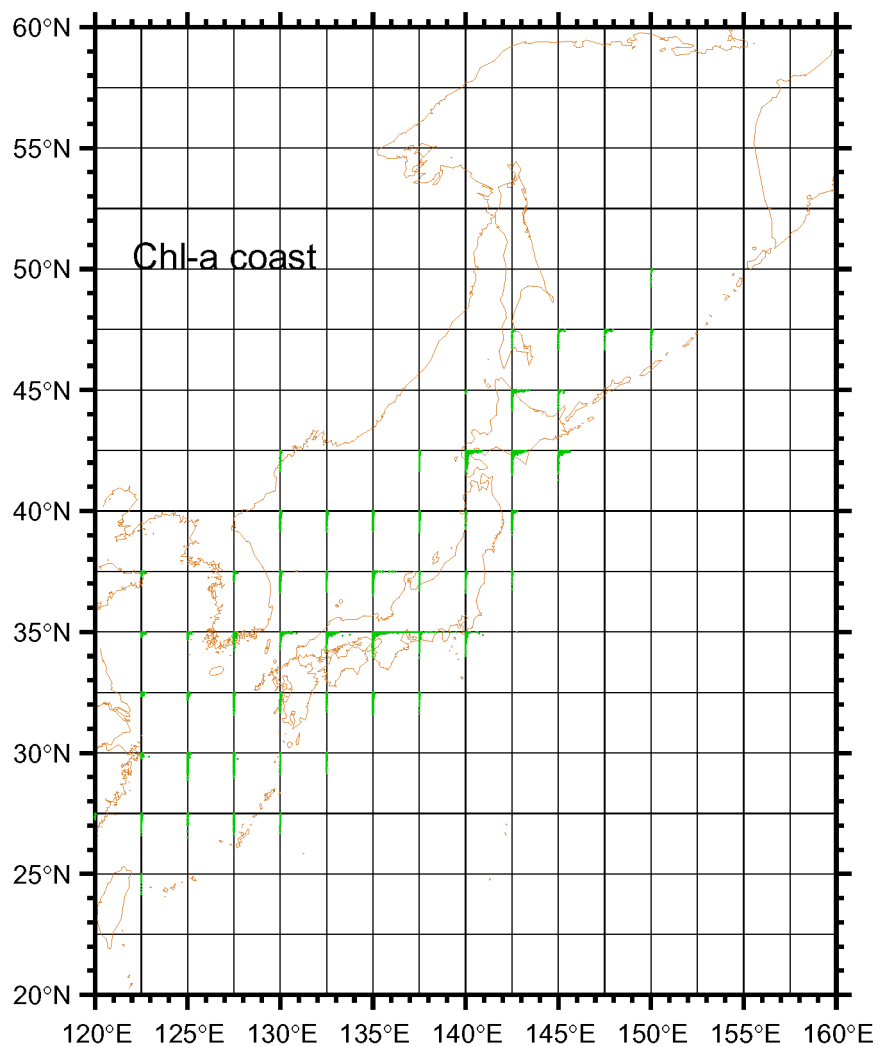


図 B.30: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(16) クロロフィル-a 沿岸域  
各グリッド内において横軸は 0-75  $\mu\text{g/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

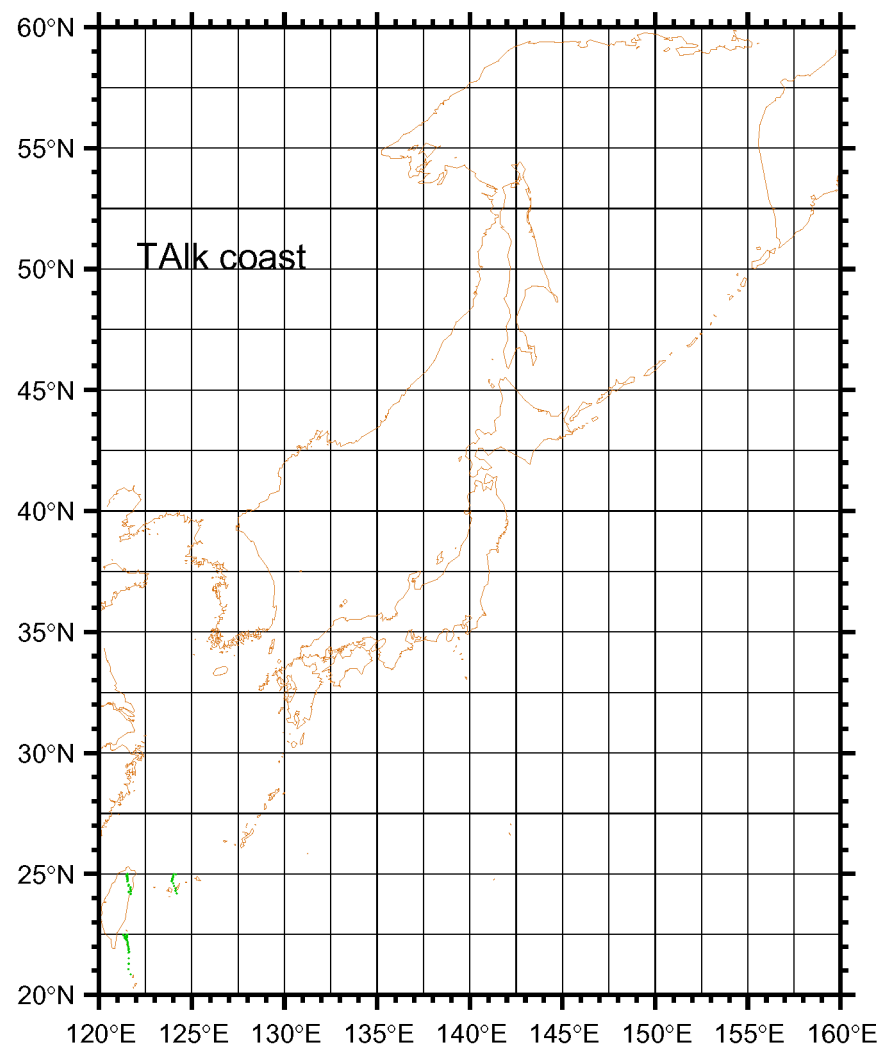


図 B.31: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(17) アルカリ度沿岸域  
各グリッド内において横軸は 1.5-3  $\text{mmol/L}$ 、縦軸は 0-5500m。

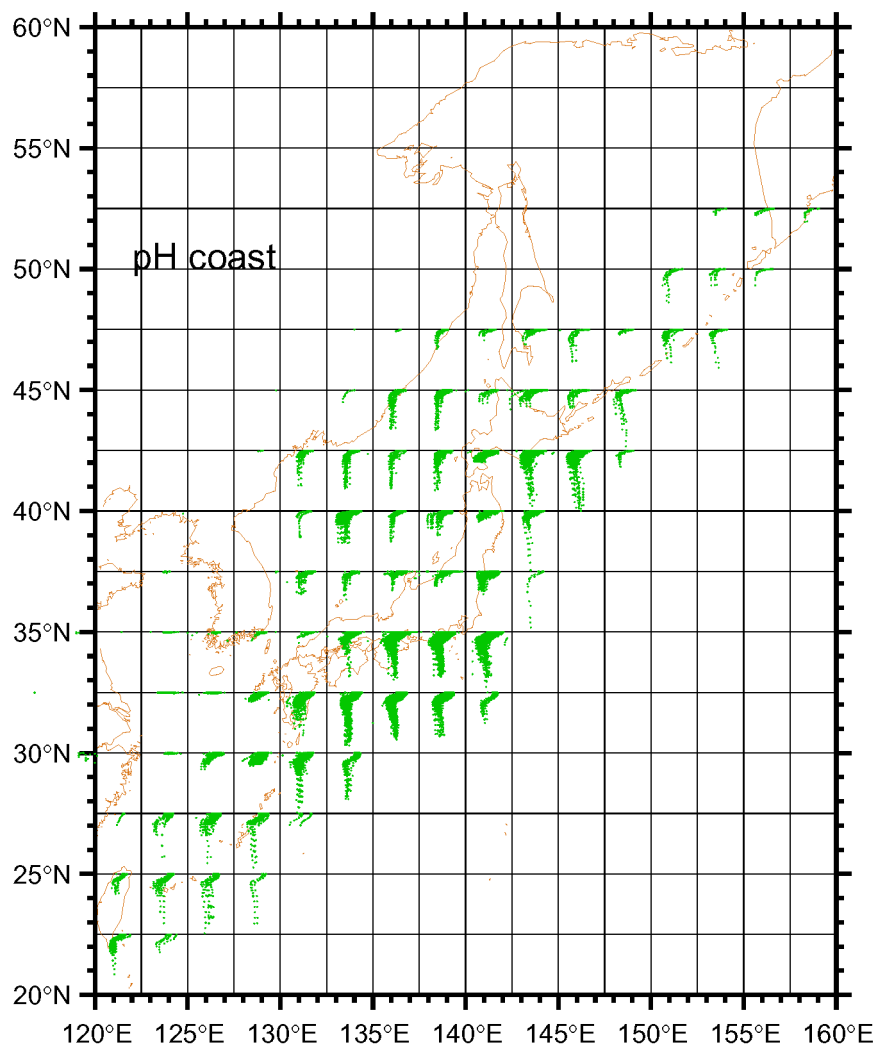


図 B.32: 2.5 度グリッド毎の鉛直プロファイル(18) pH 沿岸域  
各グリッド内において横軸は 7-9(no unit)、縦軸は 0-5500m。

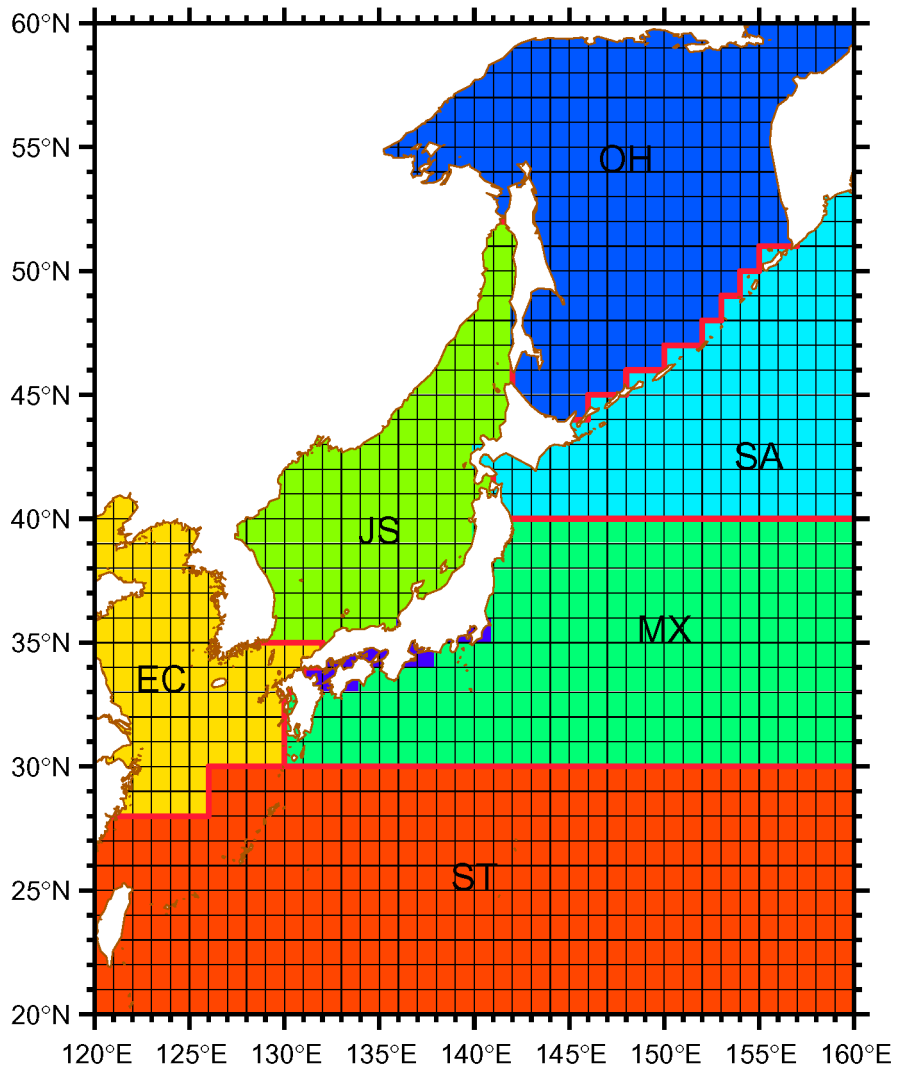


図 B.33: 日本周辺海域の閾値設定のために海域区分

STは「北太平洋亜熱帯域」、ECは「東シナ海」、JSは「日本海」、MXは「北太平洋中間域」、SAは「北太平洋亜寒帯域」、OHは「オホーツク海」。

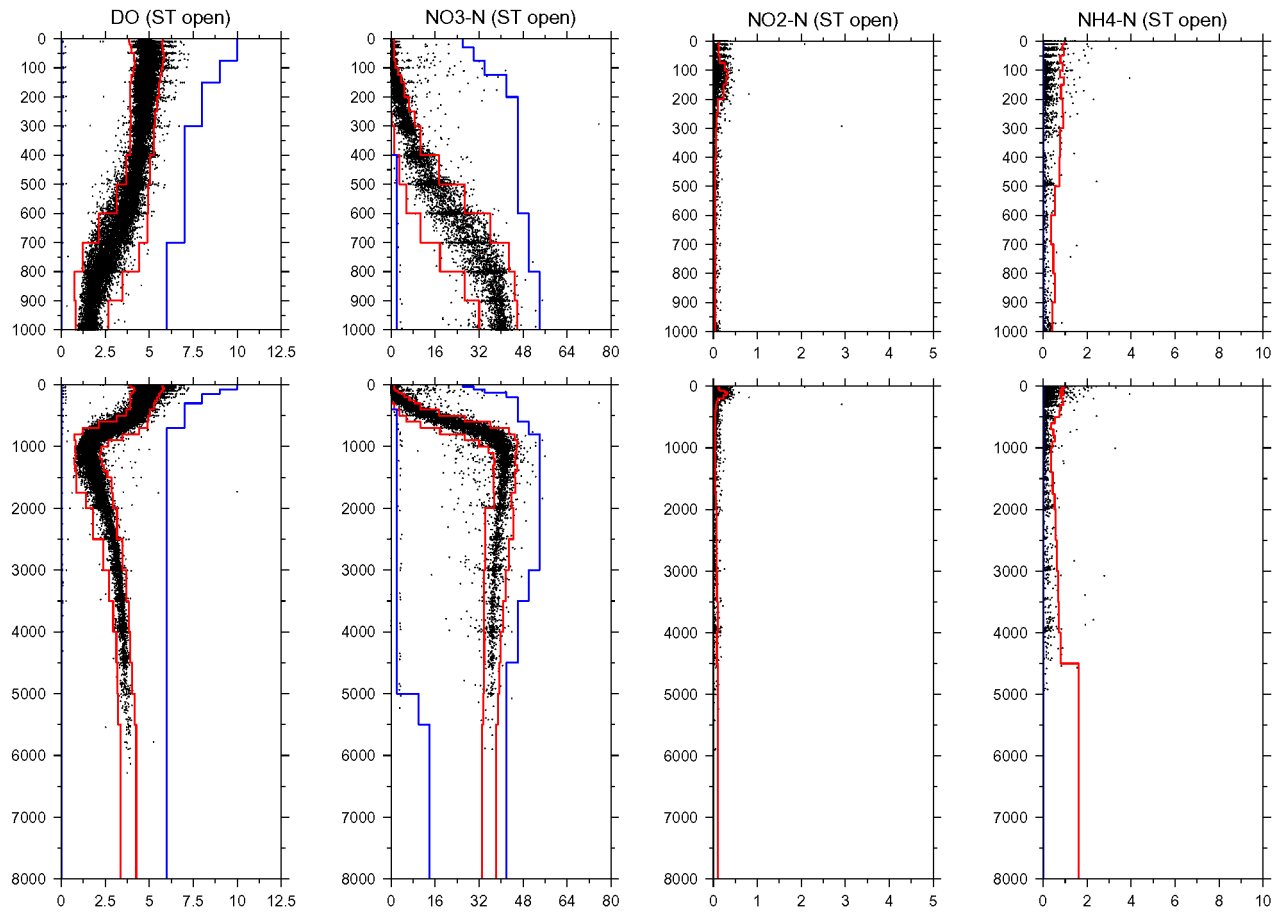


図 B.34: 北太平洋亜熱帯域(ST)外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩(NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸塩(NO<sub>2</sub>-N)、アンモニウム塩(NH<sub>4</sub>-N)。  
茶色の点はMODS2001の観測層データ。赤線は計算した閾値。青線はWOD01の北太平洋外洋域用の閾値。  
上段は1000m以浅までの拡大図。

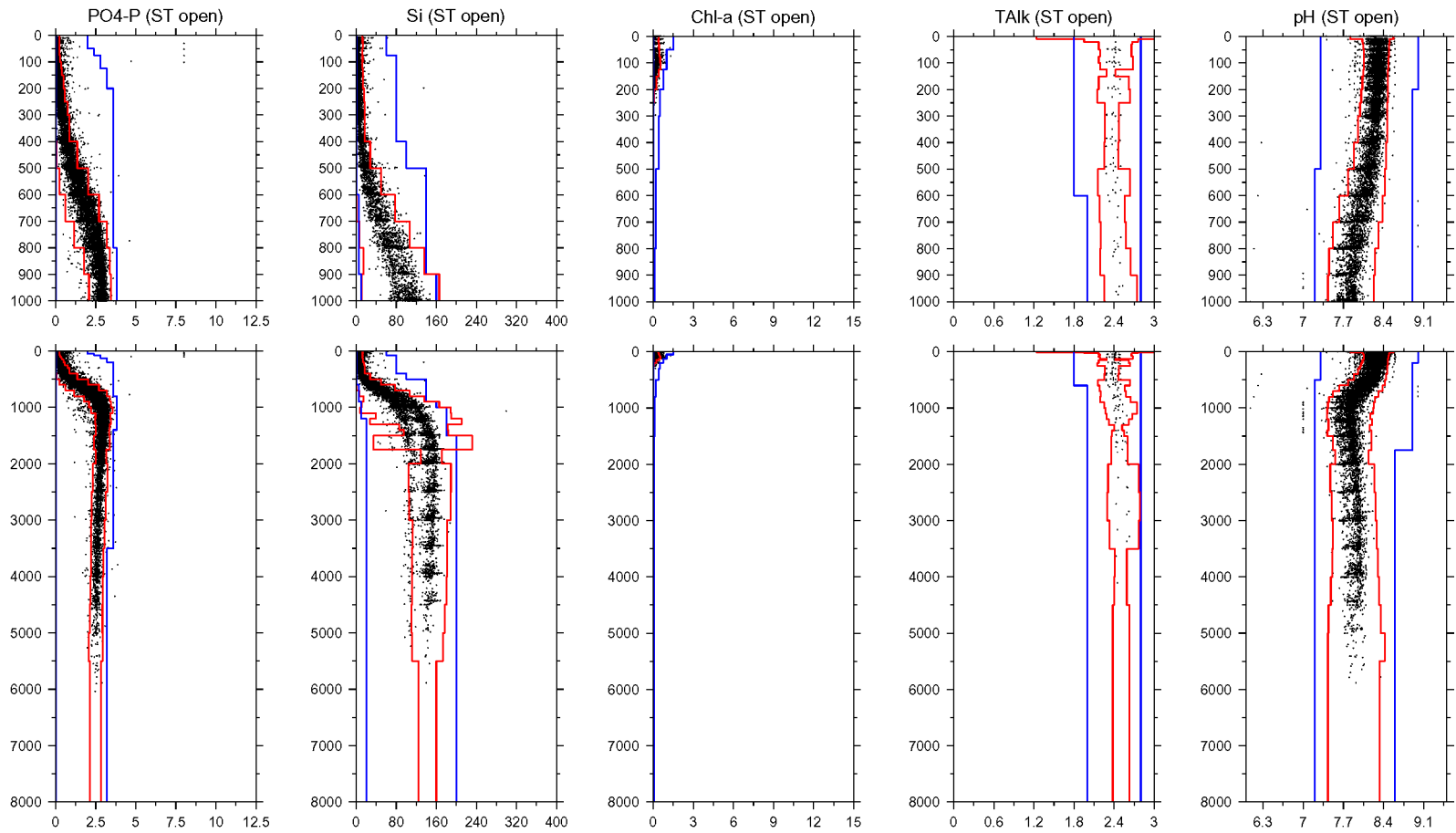


図 B.35: ST 外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

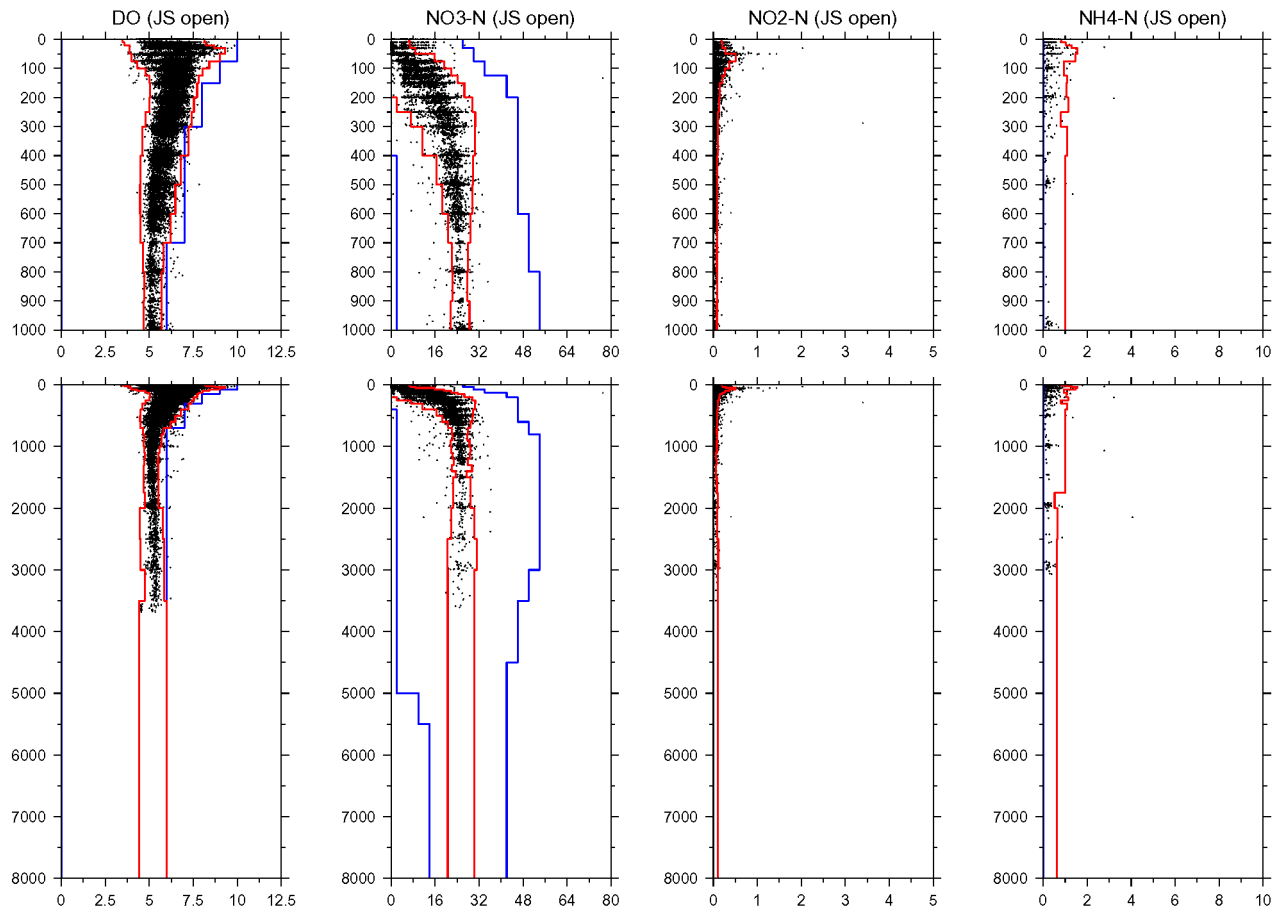


図 B.36: 日本海(JS)外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様

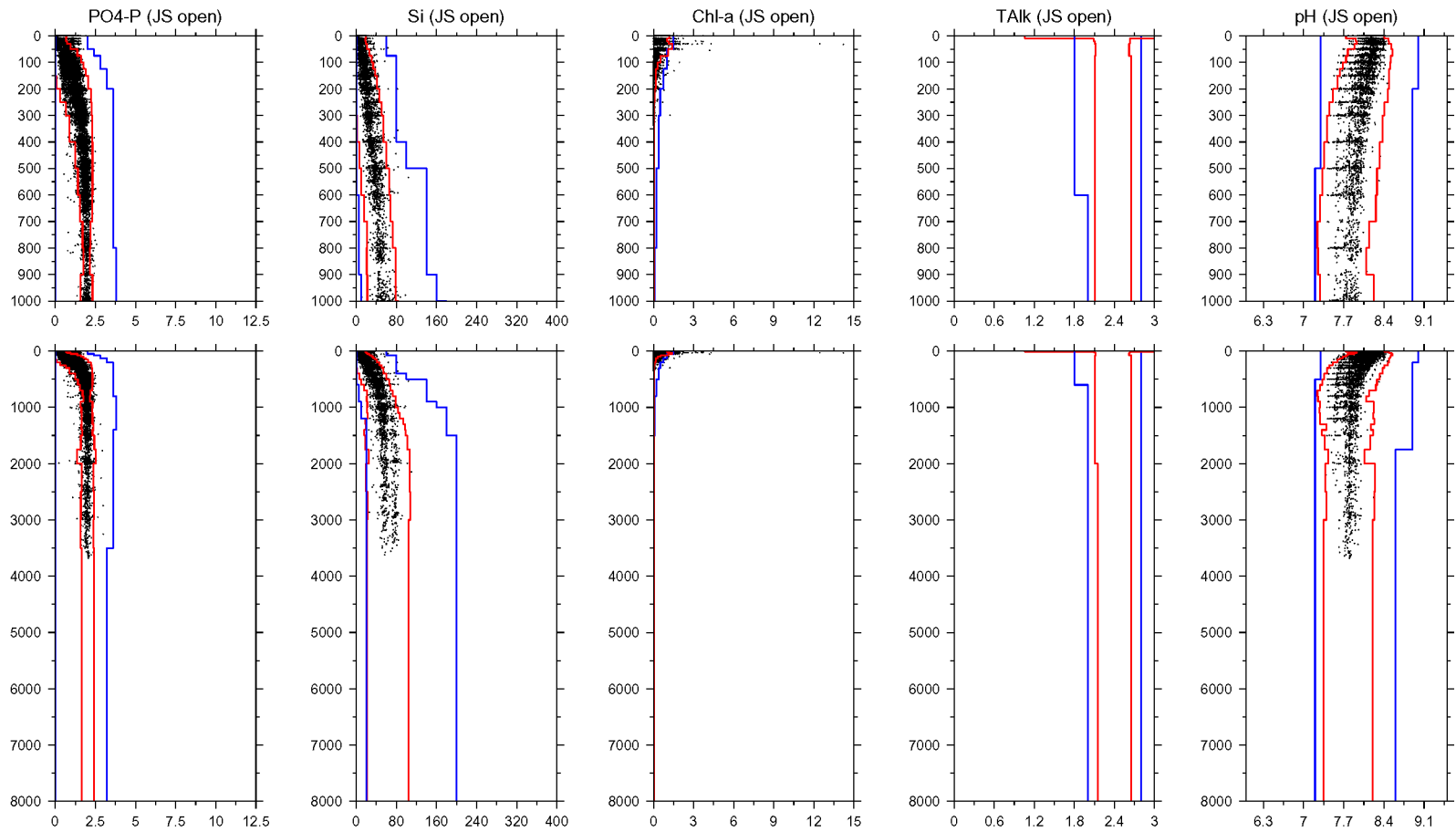


図 B.37: JS 外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

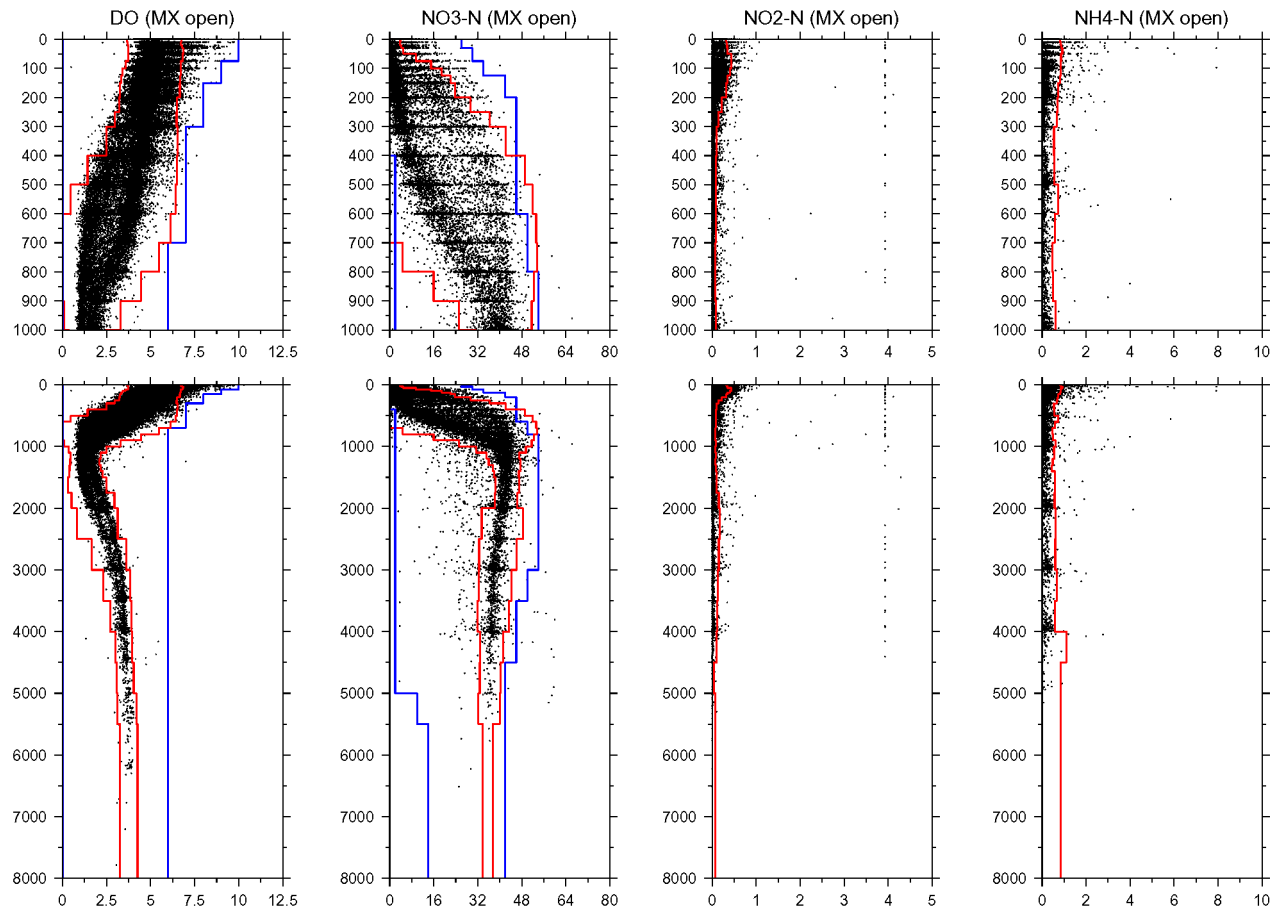


図 B.38: 北太平洋中間域(MX)外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様。



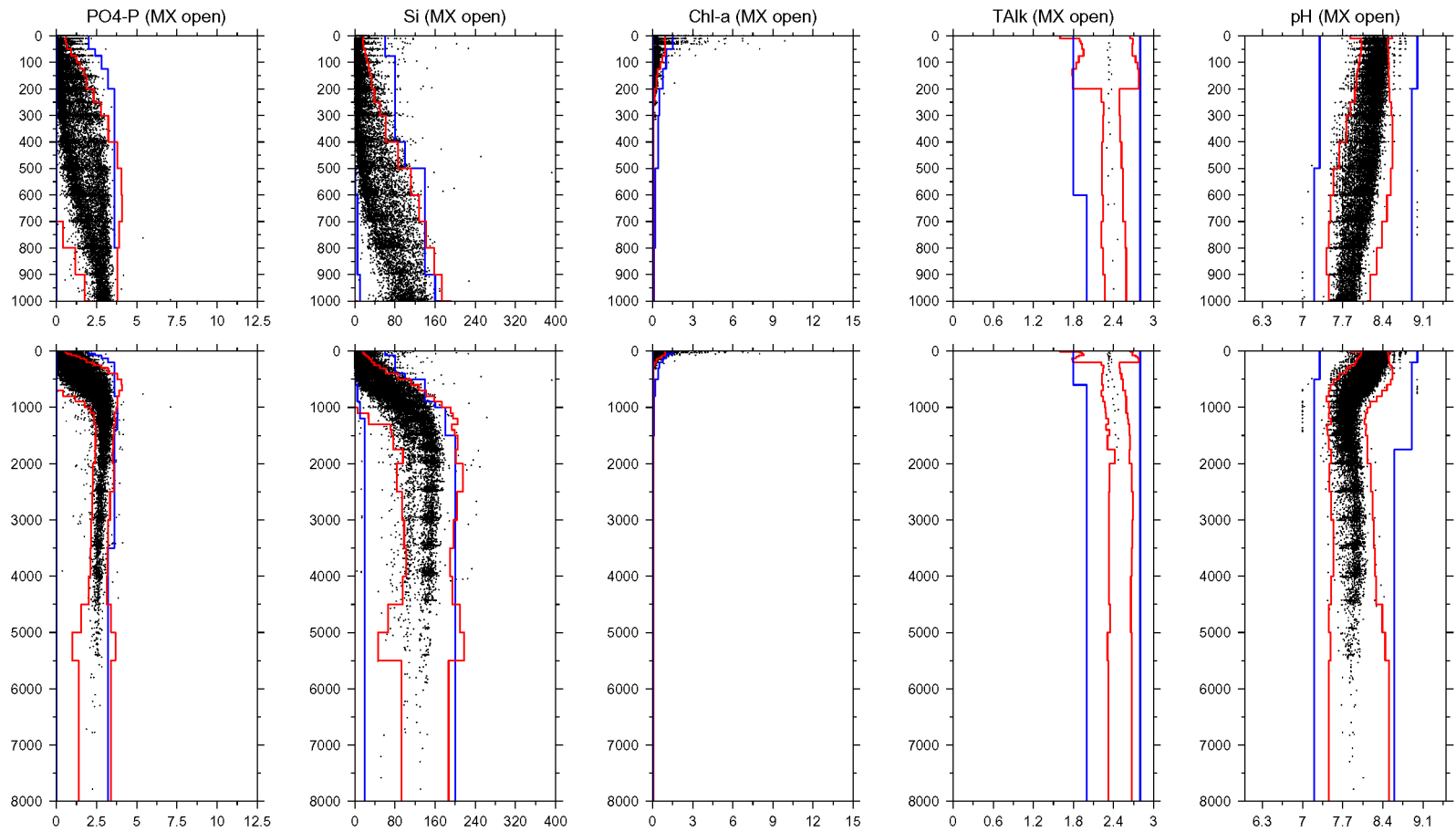


図 B.39: MX 外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩 (Si)、クロロフィル-a (Chl-a)、アルカリ度 (TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

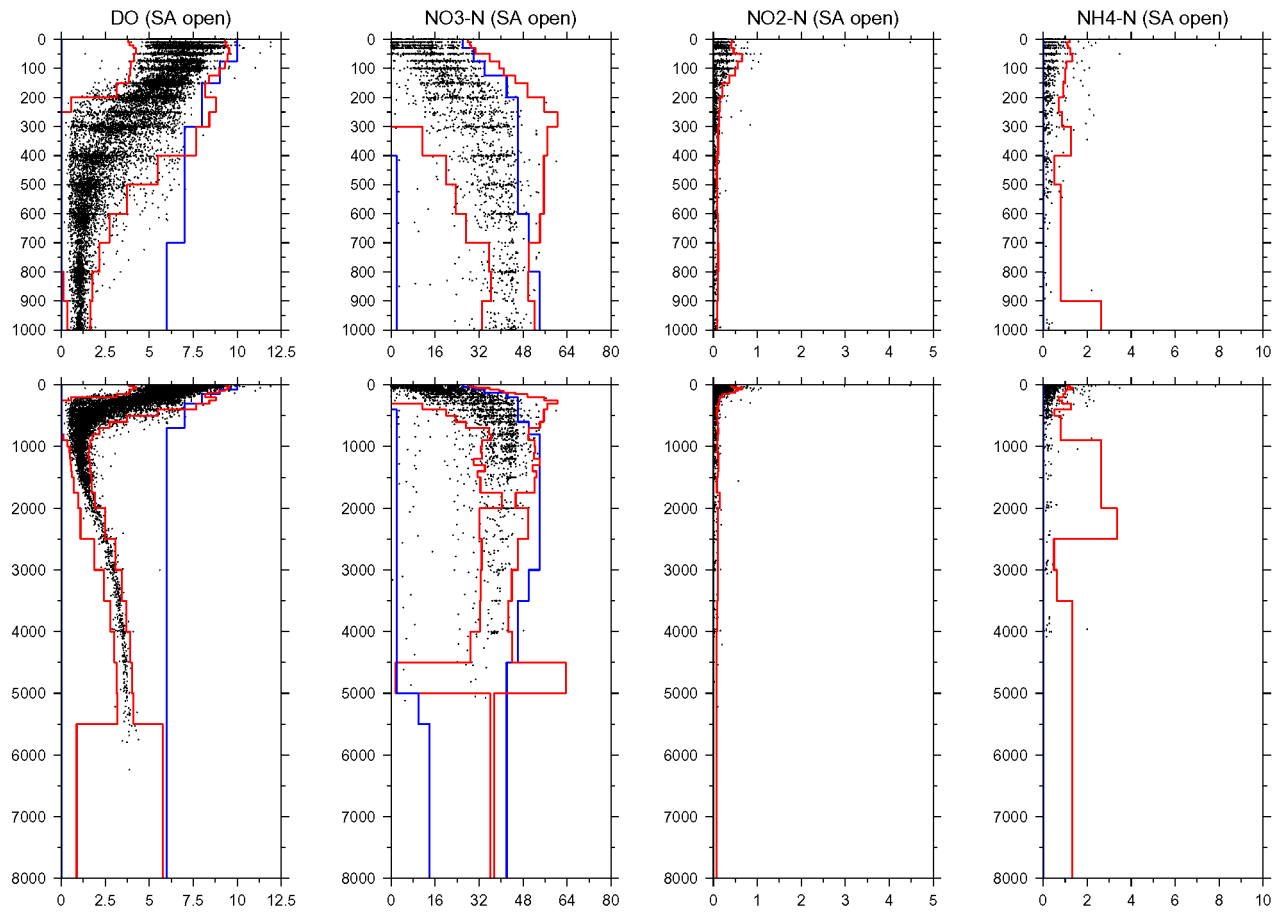


図 B.40: 北太平洋亜寒帯域(SA)外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様。

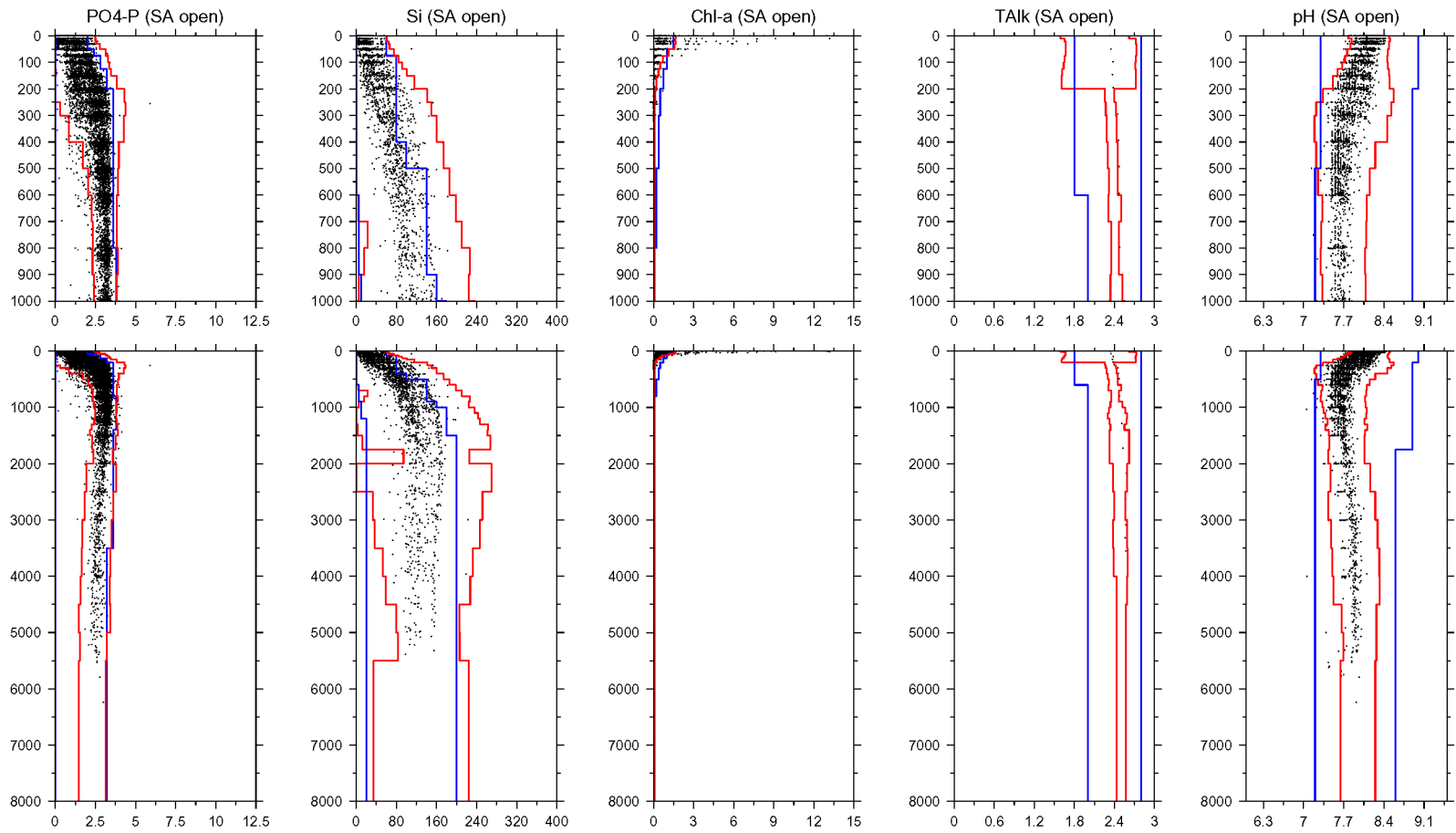


図 B.41: SA 外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

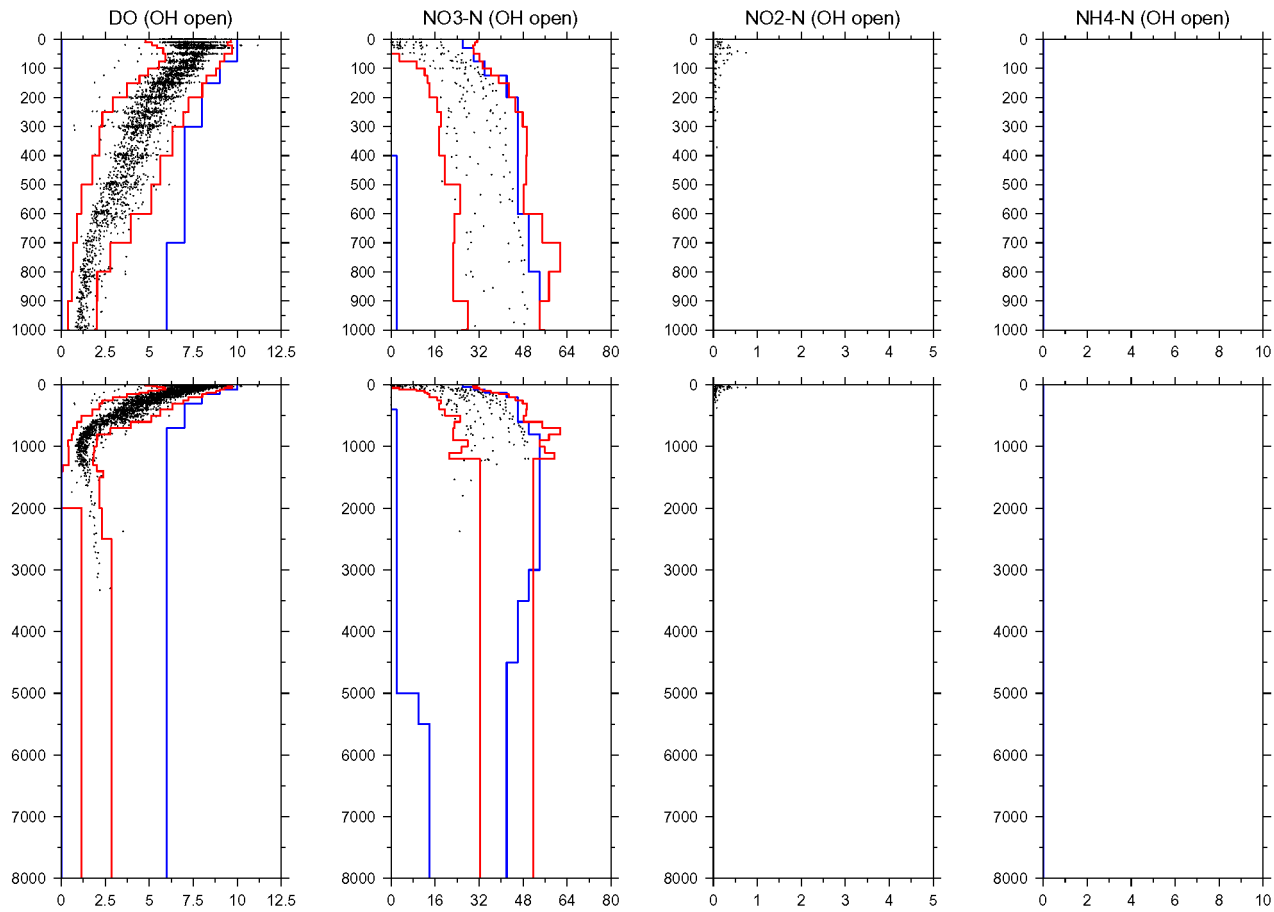


図 B.42: オホーツク海域(OH)外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様。

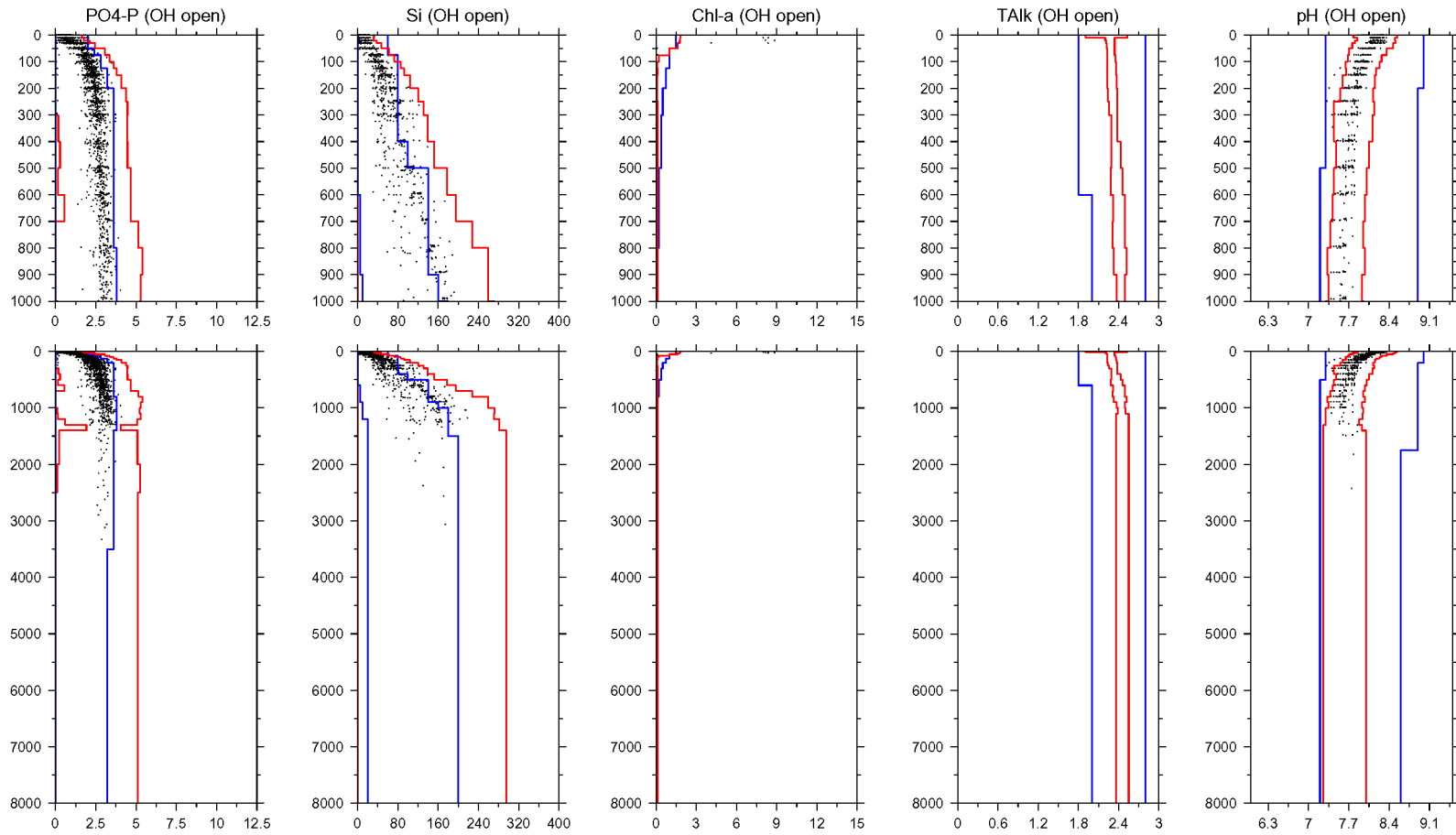


図 B.43: OH 外洋域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩 (Si)、クロロフィル-a (Chl-a)、アルカリ度 (TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

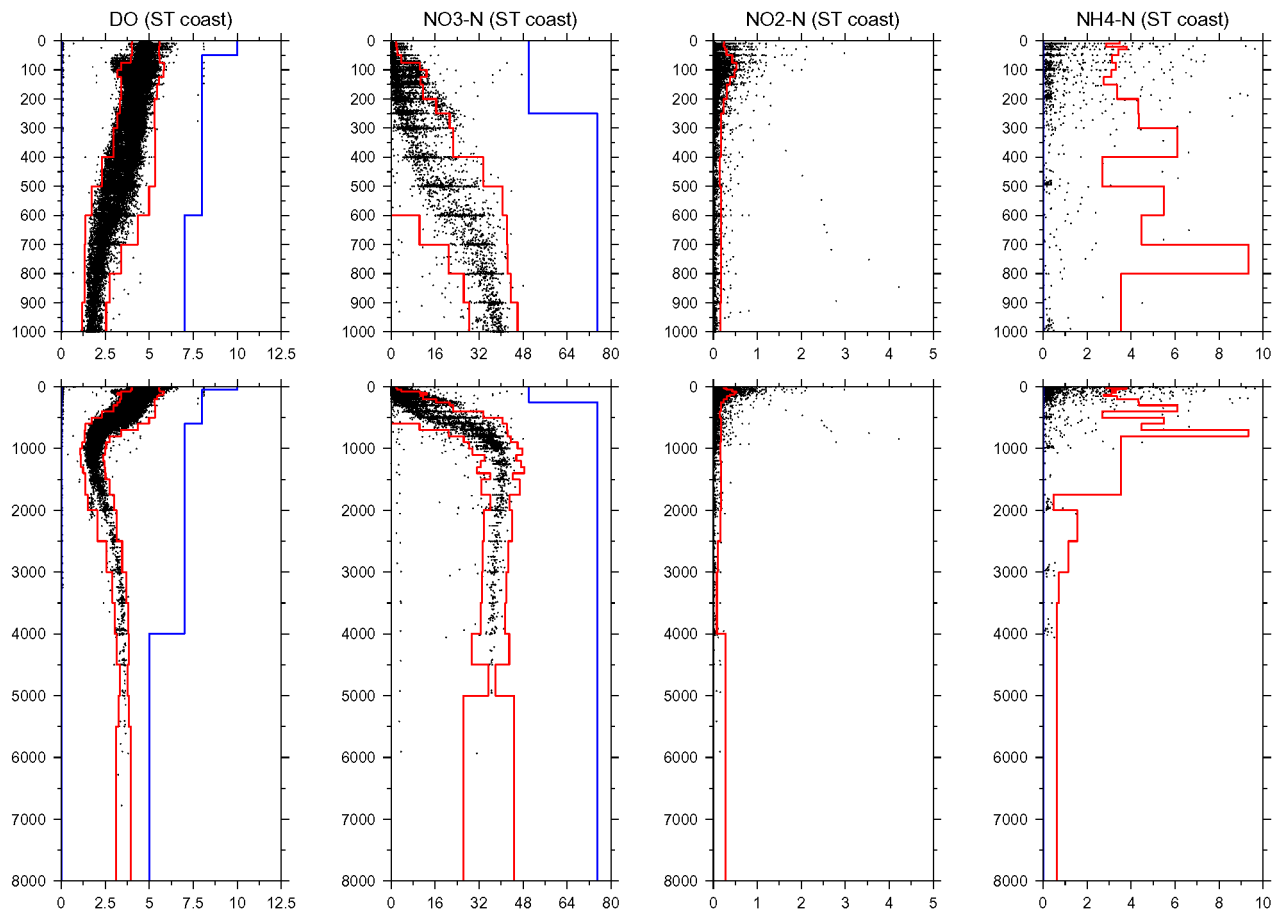


図 B.44: 北太平洋亜熱帯域(ST)沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩(NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸塩(NO<sub>2</sub>-N)、アンモニウム塩(NH<sub>4</sub>-N)。  
以下図 B.34 と同様。

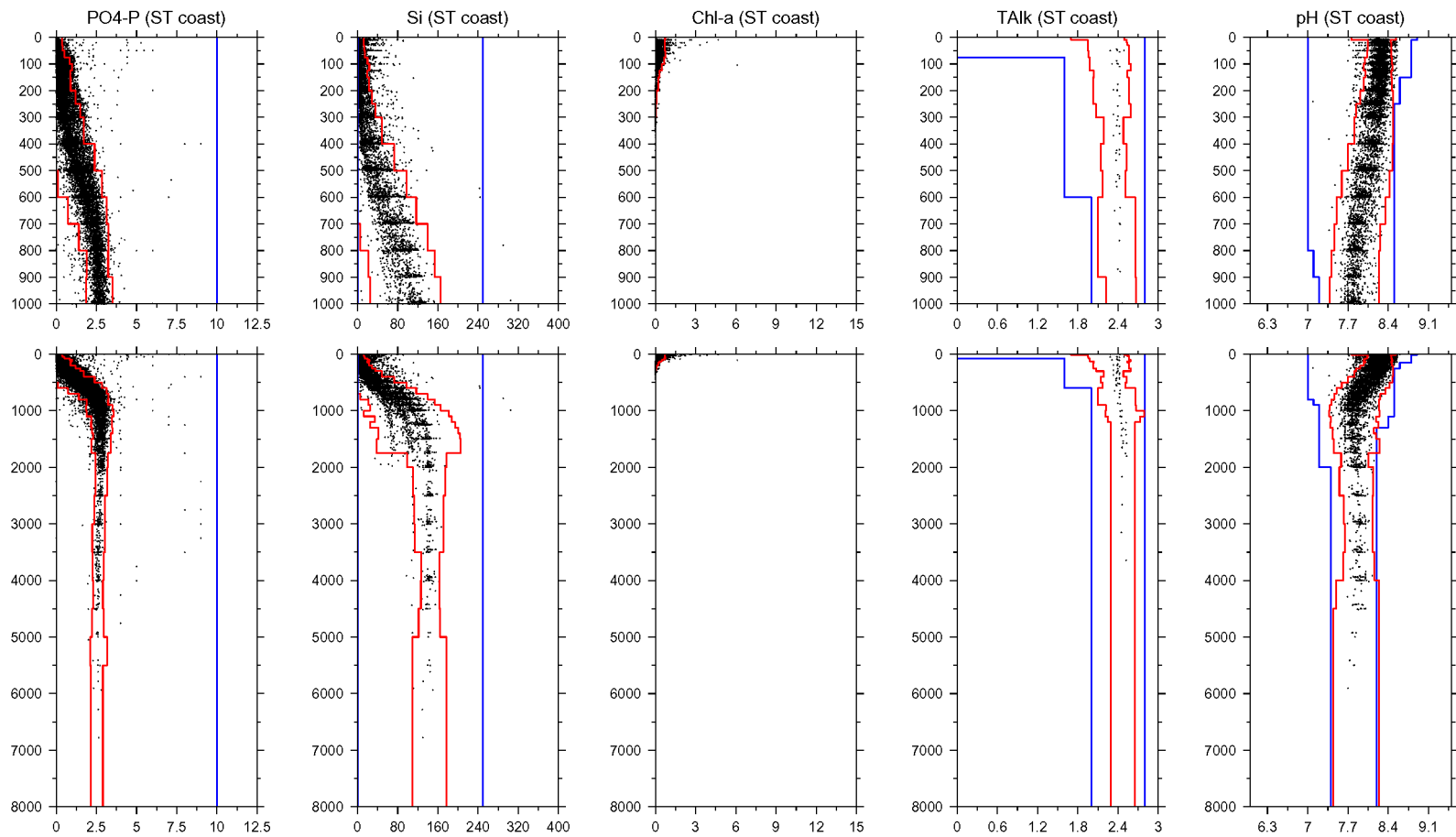


図 B.45: ST 沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

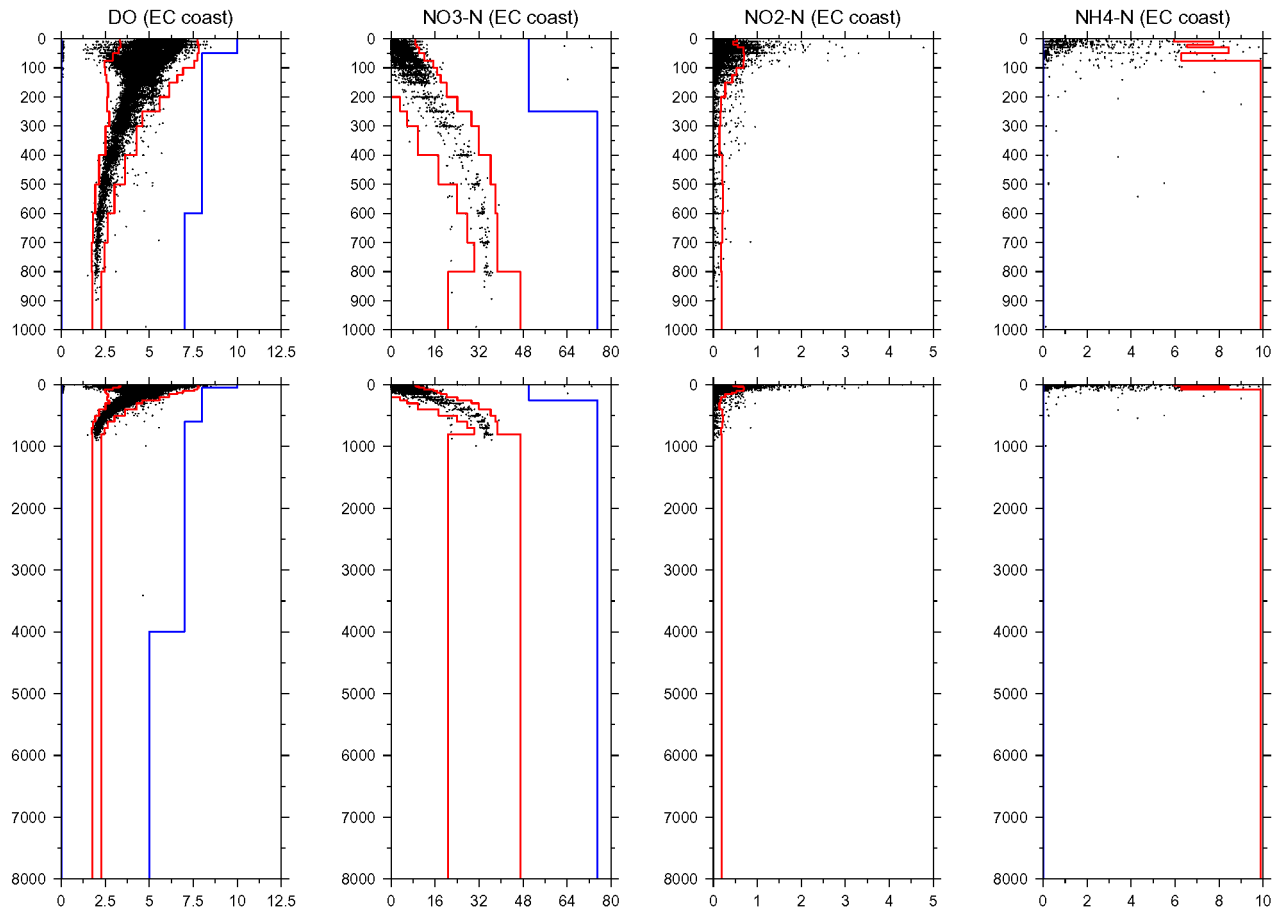


図 B.46: 東シナ海 (EC) 沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素 (DO)、硝酸塩 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩 ( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様。



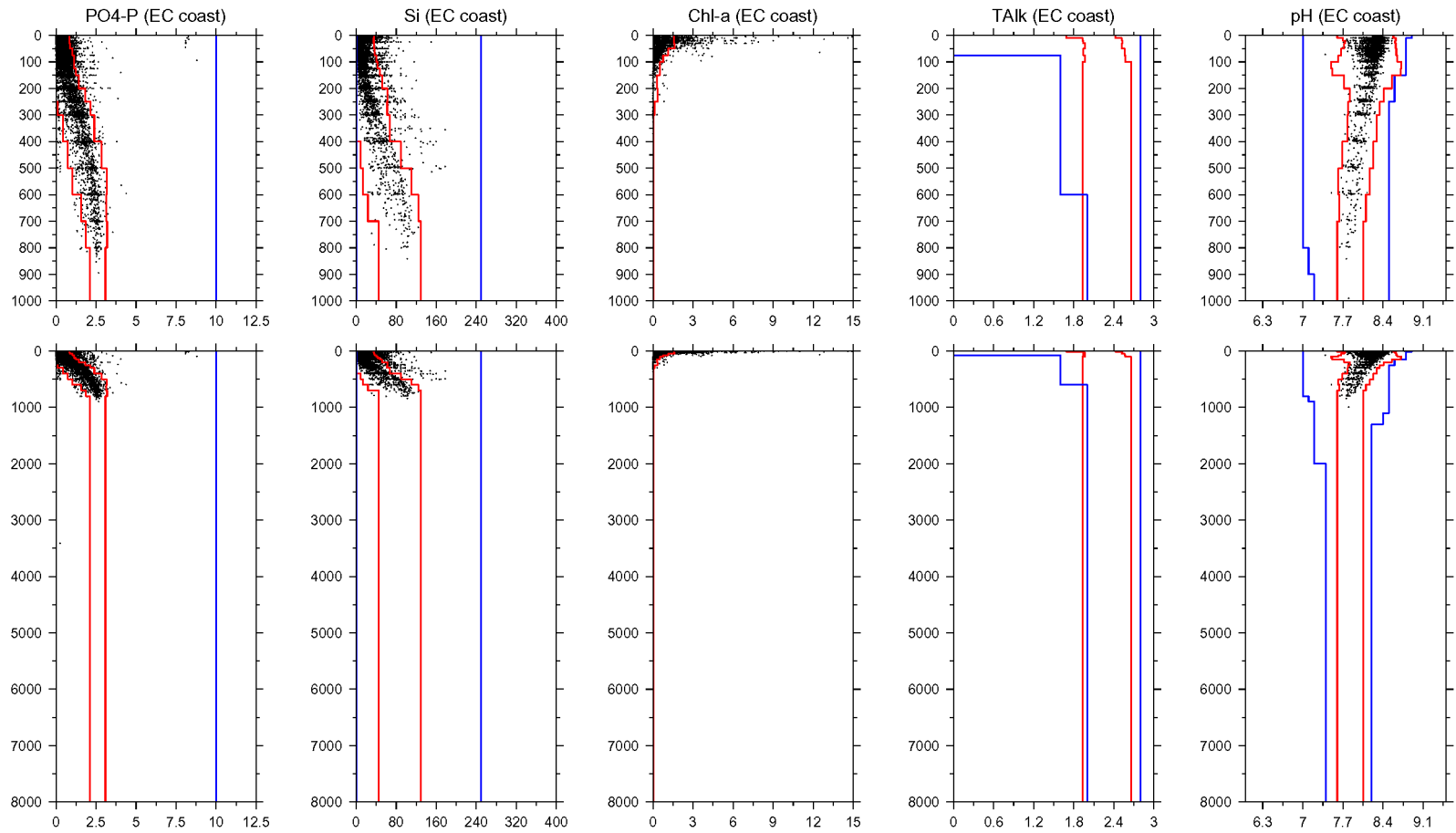


図 B.47: EC 沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩 (Si)、クロロフィル-a (Chl-a)、アルカリ度 (TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

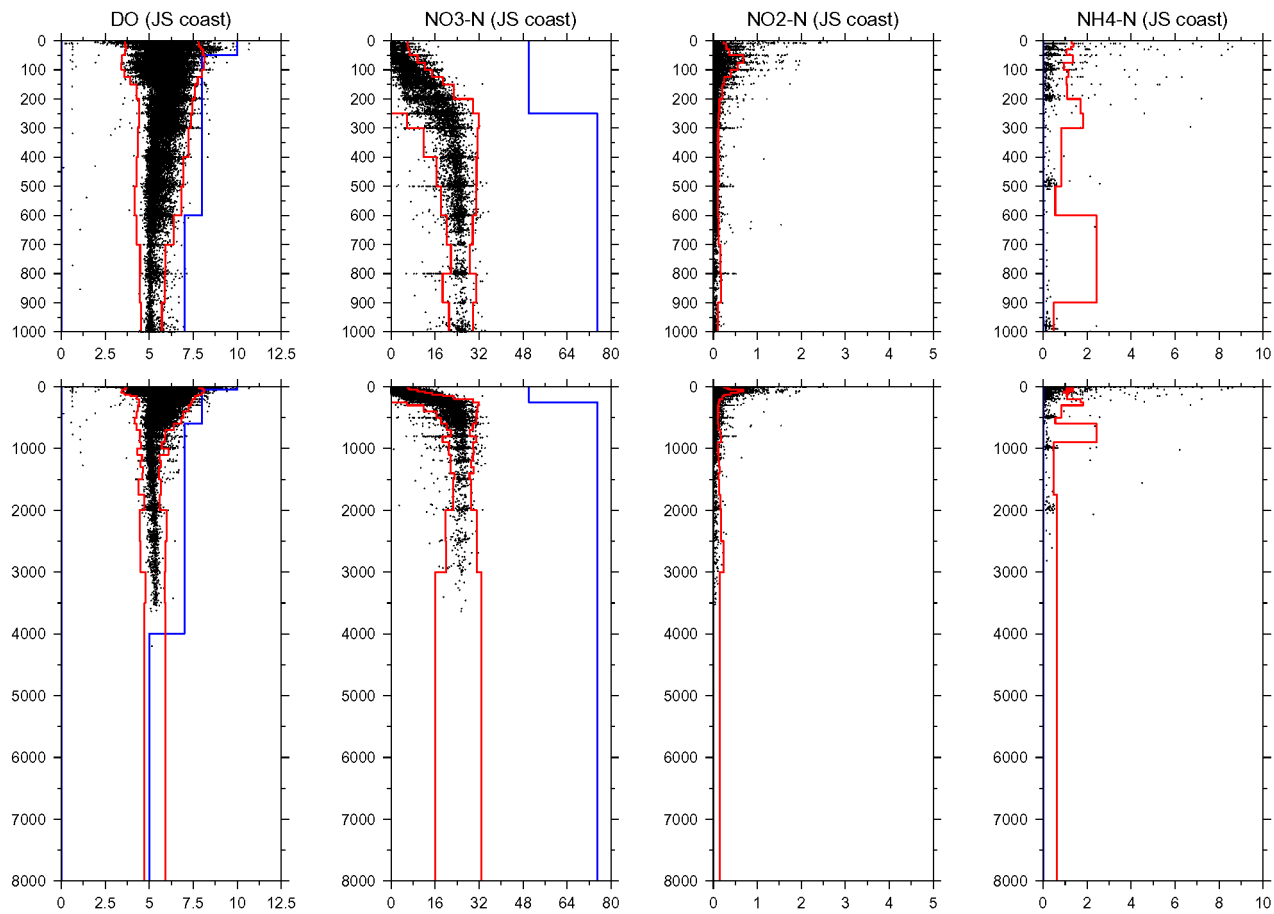


図 B.48: 日本海(JS)沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様。

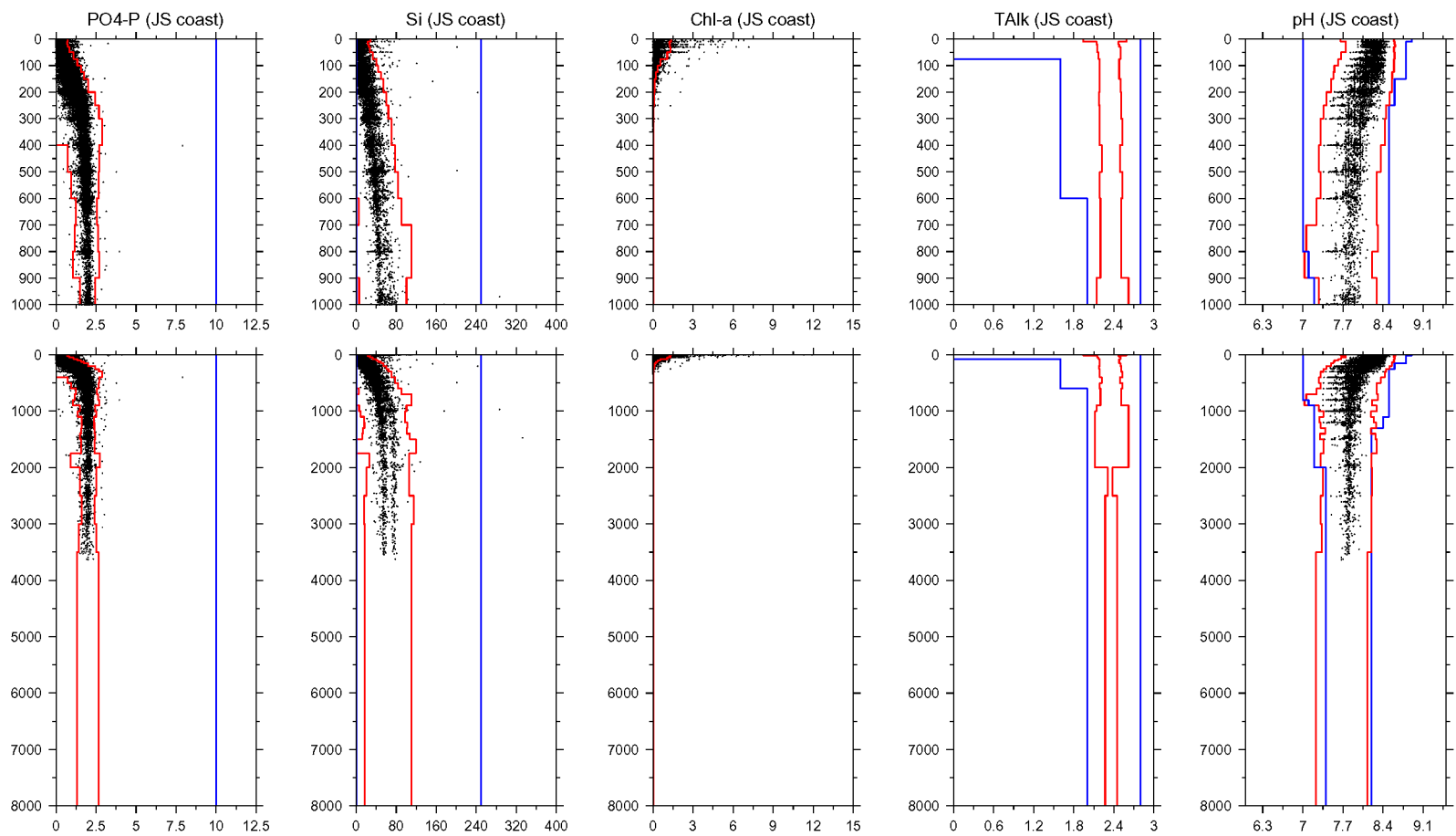


図 B.49: JS 沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩 (Si)、クロロフィル-a (Chl-a)、アルカリ度 (TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

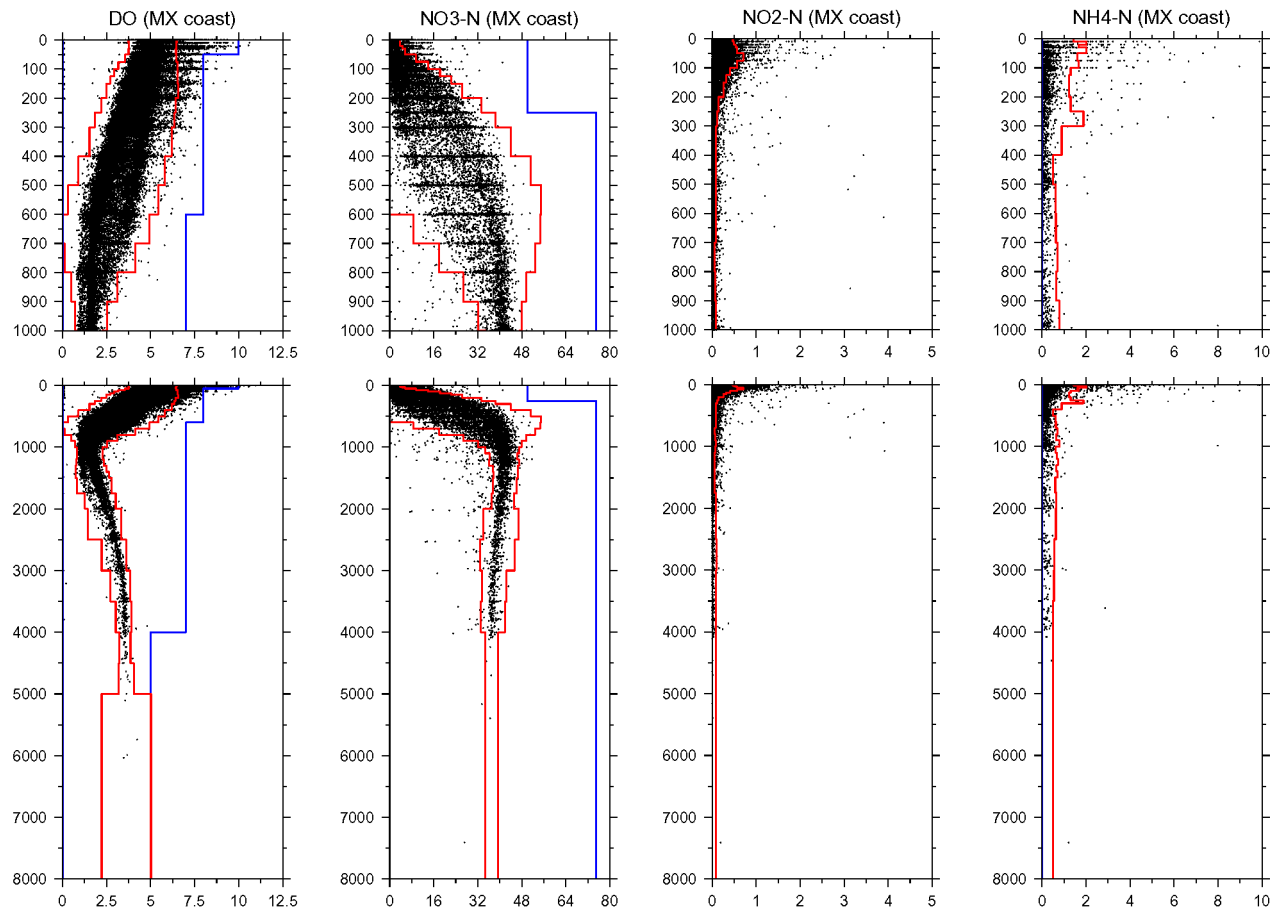


図 B.50: 北太平洋中間域(MX)沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様。

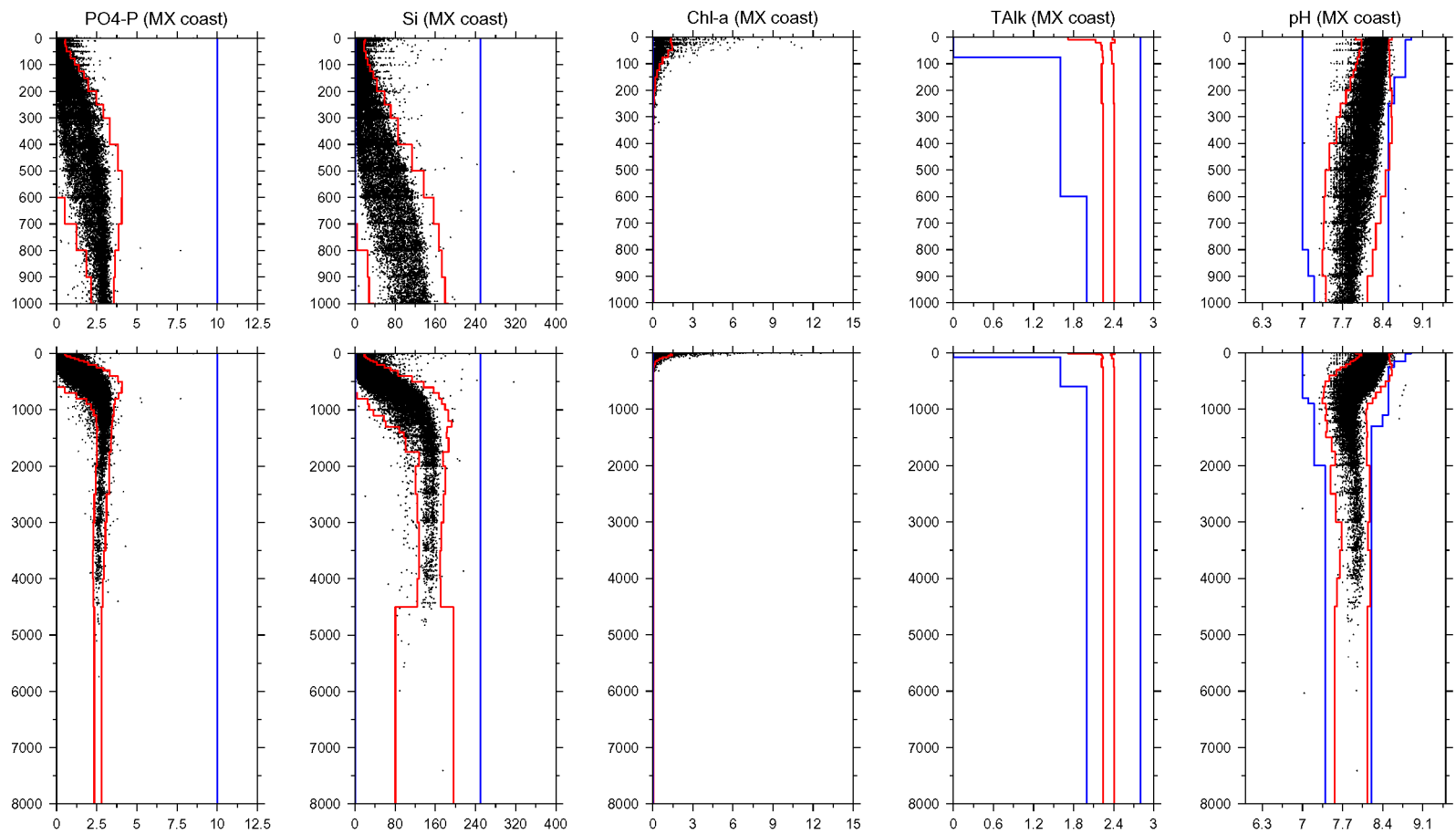


図 B.51: MX 沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩 (Si)、クロロフィル-a (Chl-a)、アルカリ度 (TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

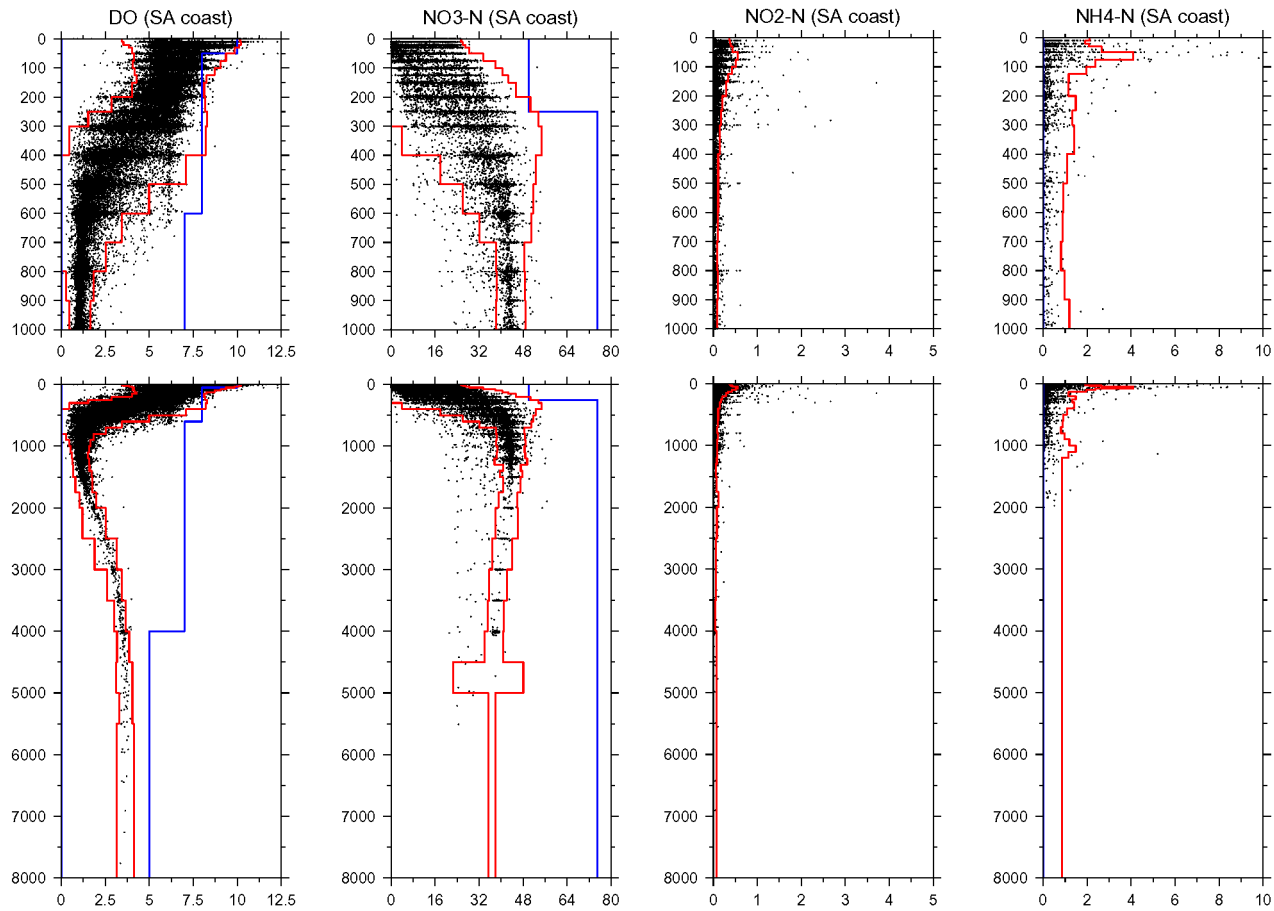


図 B.52: 北太平洋亜寒帯域(SA)沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩(NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸塩(NO<sub>2</sub>-N)、アンモニウム塩(NH<sub>4</sub>-N)。  
以下図 B.34 と同様。

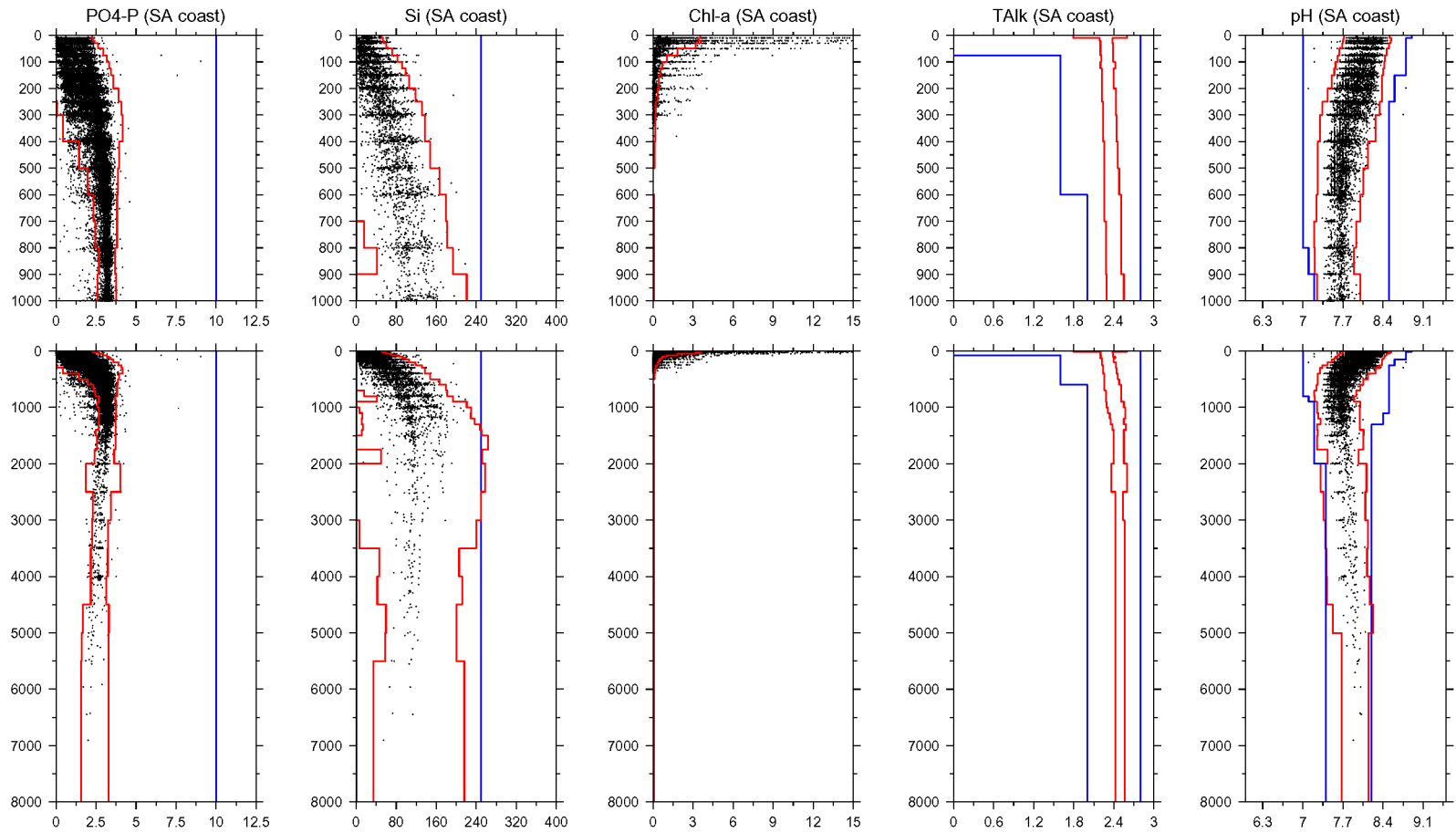


図 B.53: SA 沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

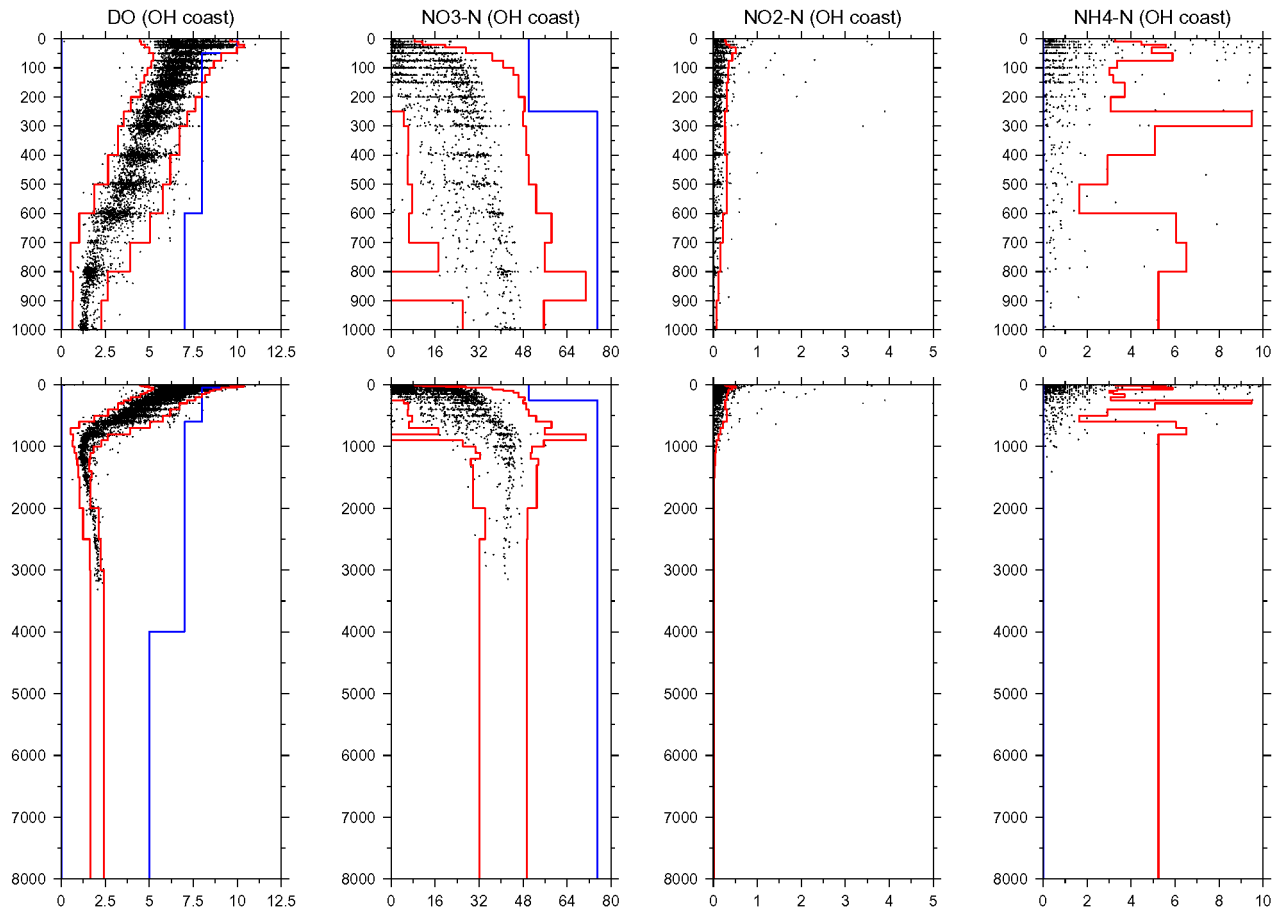


図 B.54: オホーツク海域(OH)沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(1)  
溶存酸素(DO)、硝酸塩( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸塩( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム塩( $\text{NH}_4\text{-N}$ )。  
以下図 B.34 と同様。



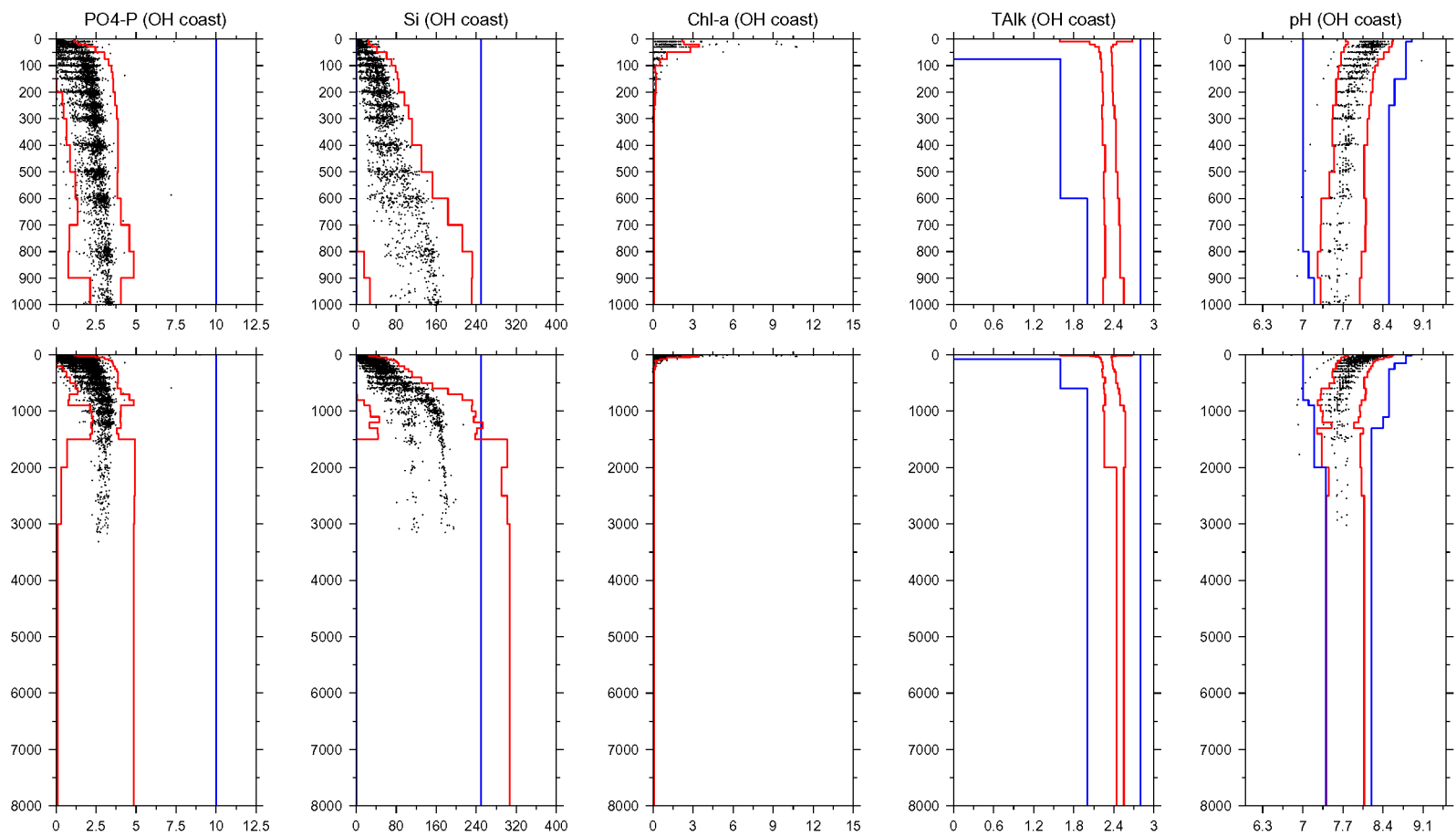


図 B.55: OH 沿岸域における MODS2001 観測層データと計算した閾値の鉛直プロファイル(2)  
リン酸塩( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、ケイ酸塩(Si)、クロロフィル-a(Chl-a)、アルカリ度(TAlk)、pH。  
以下図 B.34 と同様。

*Blank page*

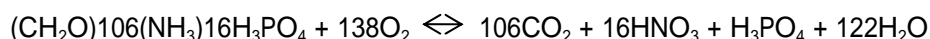
## C. 日本周辺海域データの項目間プロット

*Blank page*

## C.1 日本周辺海域のレッドフィールド比

海水中の植物プランクトン等の海洋植物は、海水中に溶解する栄養塩を肥料として、また制限要因として活動している。栄養塩は、海洋上層においては、海洋植物に消費され、海洋植物の残骸が亜表層で分解されて溶出する。また海洋深層では海底の堆積物から溶出し、湧昇流に乗って上層に運ばれる。

生物活動において、栄養塩はどれか一つだけではなく、それらがある一定の比で消費・生産される。その関係式は、



と表現される(角皆・乗木、1983)。ここで、左辺の  $(\text{CH}_2\text{O})_{106}(\text{NH}_3)_{16}\text{H}_3\text{PO}_4$  は生体を表す。この生体が分解されると、右辺の割合で炭素、窒素、リンが海水中に溶解し、逆に右辺の割合で炭酸と栄養塩が消費されて、生体と酸素分子を生成する。関係式内のリン P、窒素 N、炭素 C、酸素 O を原子比で表すと

$$\text{P} : \text{N} : \text{C} : \text{O} = 1 : 16 : 106 : -276$$

となる。この比は「レッドフィールド比 (Redfield ratio)」と呼ばれる。レッドフィールド比は、消費・生産に係わる原子比を表現しているが、海水中のリンと窒素も、レッドフィールド比の 1:16 とほぼ同じ原子比で存在している。

上記のレッドフィールド比の式にケイ素が含まれていない。これは、他の栄養塩に比べると粒子からの分解が遅く、河川水によって運ばれる土砂などにより沿岸域の上層でケイ素が供給される場合においても、表層で生物に使われる状態まで分解されるには時間がかかり、深海もしくは海底でより多く再生されるためである。よって、水深が深いほどケイ素 Si の比は大きくなる。近年の研究によると、

$$\text{P} : \text{N} : \text{Si} = 1 : 16 : (16-50)$$

と見積もられ、実際に北太平洋の北緯 30 度における WOCE P2 線の観測でも 16-45 という値が得られている(小埜、私信)。

しかし、このレッドフィールド比は全球の海洋にて代表される値であり、濃度比は海洋全体で水平にも水深方向にもほぼ均一であっても、個々の濃度は海域によって差がある。日本周辺を含む西部北太平洋の海面での栄養塩濃度分布を図 C.1 に示す。図中の値は、MODS2001 の 1 度メッシュの平均値である。硝酸塩およびリン酸塩は、北へ行くほど濃度が高いという分布を示している。ケイ酸塩は、水深の浅い東シナ海や日本海西部で極端に高い濃度を示す以外は、硝酸塩、リン酸塩とほぼ同様の傾向にある。北太平洋亜熱帯域では、生物活動が活発なうえに温度躍層によっ

て鉛直混合がおきにくく、深層からの栄養塩供給が殆んど絶たれてしまうため、表層栄養塩濃度が低い。しかし、北太平洋亜寒帯域では、深層からの湧昇流による栄養塩供給があるため濃度が高い。そのような地球規模のサイクルと、海水から生体まで支配するレッドフィールド比が存在する一方で、陸域周辺では、人間活動によって排出された無機窒素と無機リンが河川を通じて海洋に大量に流出し、富栄養化が問題となっている。このような人為的な要因によって、沿岸域と外洋域ではレッドフィールド比に大きな違いが見込まれる。

## C.2 項目間プロット

レッドフィールド比に海域間の違いがあるとすれば、比を示す二項目の項目間プロットで海域特性を表すことができる。厳密には、生物活動の季節変化やプランクトンの種類による消費量比の違いも考慮すべきである。珪藻はケイ素を多く消費するし、渦鞭毛藻は窒素、リンを多く消費する。それぞれ活動時期も異なる。しかしプランクトン群全体としての消費がレッドフィールド比とほぼ等しいと仮定すれば、通年でプロットしてもプロファイル自体は大差無いと考えられる。レッドフィールド比以外でも、 $N^*$ や AOU が水塊分布の良い指標として用いられるが、データチェック用としては簡易的に硝酸塩 + 亜硝酸塩と溶存酸素で代用する。

プロファイルのチェックには、MODS2001 の観測層データのうち、項目間プロットにする 2 項目が同時に測られている層のみ用いる。そして、付録 B の日本周辺海域の鉛直プロファイルと同様に、2.5 度グリッドに海域を分け、さらにそれらのグリッドを外洋域と沿岸域に区別してプロットした。図 C.2 と図 C.3 は窒素/リン比 ( $(NO_3 + NO_2) - N / PO_4 - P$ ) の外洋域および沿岸域、図 C.4 と図 C.5 はケイ素/リン比 ( $Si / PO_4 - P$ ) の外洋域および沿岸域の項目間プロットである。

窒素/リン比では、図 C.2 の外洋域データについては、データ数が少ないこともあり、一測点ずつ分かれてプロットされるなど、観測の度にレッドフィールド比が変わる様子が伺える。東経 132.5 度から 135.0 度、北緯 22.5 度から 25.0 度のグリッドでは、プロットの分布が 2 本に分かれていて、一方はほぼ対角線上に分布しているが、もう片方は硝酸塩 + 亜硝酸塩が低濃度のうちは、リン酸塩がほぼ  $0 \mu\text{mol/L}$  と枯渇し、 $30 \mu\text{mol/L}$  を越してからリン酸塩の濃度が上昇している。こういったプロットはデータを個々にチェックする必要がある。極度にリン酸塩を消費する春季ブルームなどといった季節的な変動要因を反映していると考えられるからである。図 C.3 の沿岸域データはプロットのほとんどが対角線上に乗る中で、硝酸塩 + 亜硝酸塩濃度もしくはリン酸塩濃度が極端に高いために、横軸または縦軸に近く分布するプロットが見られる海域もある。特に大阪湾や瀬戸内海が含まれるグリッドでは、明らかに対角線から離れて分布の様子が見られる。沖縄諸島周辺でも硝酸塩 + 亜硝酸塩濃度が高い水が観測されている。中には明らかに疑われるプロットもある。東経 147.5

<sup>1</sup> 海水中の窒素とリンの一般的関係からのずれを表す。ある水塊において、窒素/リン比がその水塊のレッドフィールド比で動いている限り、水塊内部の  $N^*$  は時間が経っても変化しないとされる。ただし、窒素/リン比がその水塊と異なる海域、または脱窒や窒素固定などで窒素だけが変化する過程を含む海域では、その海域において限定的に変化する。(e.g. Deutsch et al., 2001; Gruber and Sarmient, 1997)

度から 150.0 度、北緯 40.0 度から 42.5 度のグリッドでは、硝酸塩+亜硝酸塩が約 30 $\mu\text{mol/L}$  で一定になるようなプロットがあり、対角線に並行するようなプロットとは明らかに異なる分布を示している。鉛直プロファイルをチェックすると、付録 B の図 B.16 でこのグリッド内の硝酸塩が、1000m 以深において約 30 $\mu\text{mol/L}$  で真っ直ぐ鉛直にプロットされている様子が見られる。硝酸塩だけでは他に幾つか鉛直分布が分岐しているために、この鉛直プロファイルが本当に疑わしいか分からないが、窒素/リン比をプロットすると、他の観測と比べて明らかに不自然であることが指摘される。

一方ケイ素/リン比は、窒素/リン比ほど直線的ではない。もともとケイ素のリンに対する比の代表的な値は求められていないが、図 C.4 や図 C.5 で見られるように分布は曲線的で、一定の値をつけにくいことが分かる。全体的にリン酸塩濃度が 3 $\mu\text{mol/L}$  以下で、ケイ酸塩が一方向的に高濃度になる傾向が見られる。図 B.13 以降の鉛直プロファイルと比較して、硝酸塩、リン酸塩の極大層が 1000m 以浅であるのに対して、ケイ酸塩だけが極大層が 1500m 近くで、その 500m の間にケイ酸塩だけが増加することと関係があると考えられる。先の東経 132.5 度から 135.0 度、北緯 22.5 度から 25.0 度のグリッドでは、ケイ酸塩、リン酸塩の双方が低濃度である左下にプロットが多くある。つまりケイ酸塩とリン酸塩を好んで消費する珪藻の影響が推測される。東シナ海の観測でケイ酸塩と他の栄養塩を同時に観測した点が少ないために、顕著な高ケイ酸塩濃度の水をプロットできないが、もしあれば非常に偏ったプロットになったであろう。

炭酸系データ同士（全炭酸、pH、アルカリ度、二酸化炭素分圧）でも、栄養塩同様に項目間プロットを活用することが可能である。栄養塩ほど直線的な関係は無いが、平衡定数の関係式によってある程度分布形状に特徴を持った項目間プロットを得ることが期待される。しかし、全炭酸のデータは、JODC のデータベースでも WOD01 でも、他の項目に比べて点数が少ない。アルカリ度の点数も、海域間の違いを議論するのに充分とは言えない。1990 年代に入ってから、WOCE などのプロジェクトで炭酸系データが広範囲に観測されるようになり、データも公開されつつある。これらのデータを集めて、海域間の違いを議論できるようになれば、炭酸系データも項目間プロットを用いた海盆スケールのデータ品質管理が可能になると思われる。

## 参考文献

- Deutsch, C., R. Gluber, R. M. Key, J. L. Sarmiento and A. Ganachaud (2001): Denitrification and N<sub>2</sub> fixation in the Pacific Ocean, *Global Biogeochem. Cycles*, 15, 483-506.
- Gruber, N. and J. L. Sarmiento (1997): Global patterns of marine nitrogen fixation and denitrification, *Global Biogeochem. Cycles*, 11, 235-266.

*Blank page*



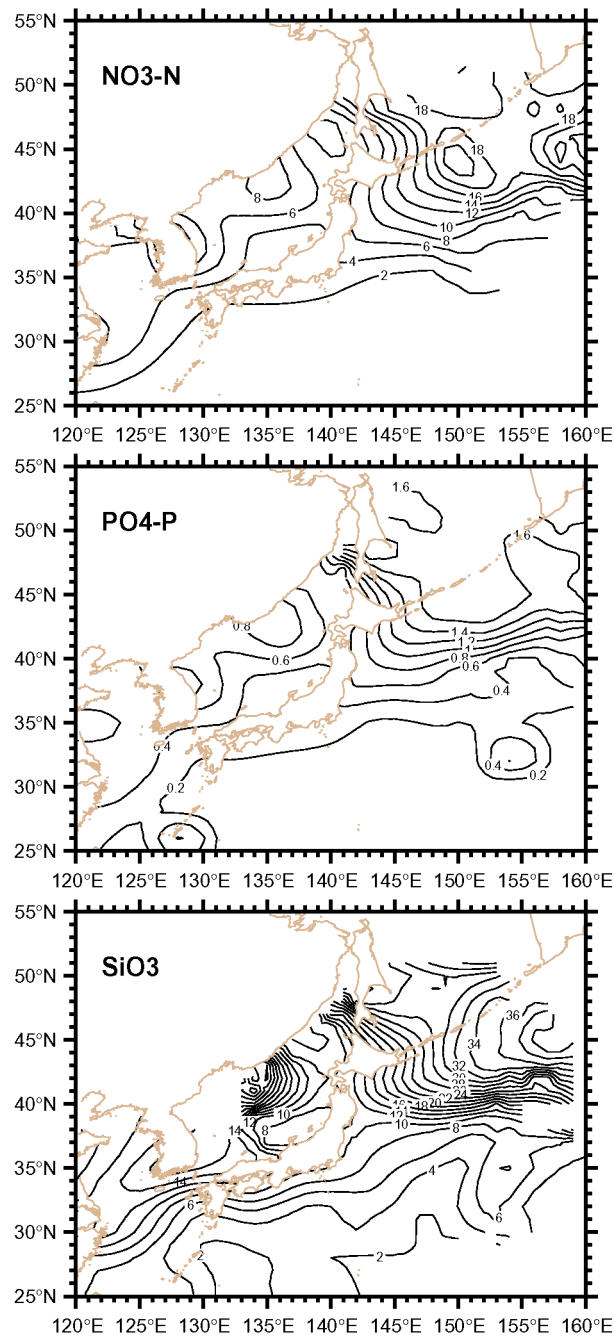


図 C.1: 西部北太平洋の海表面における栄養塩分布  
 上段から硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩。  
 各成分とも、値は MODS2001 の 1° メッシュ平均値。

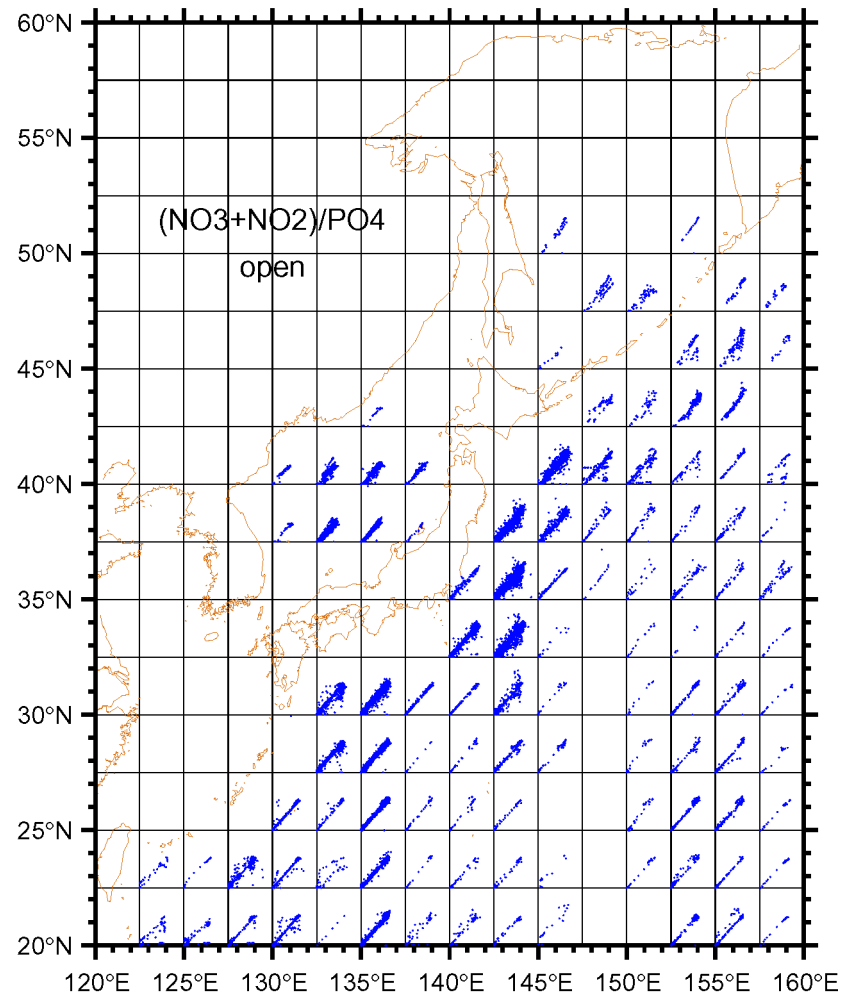


図 C.2: 日本周辺海域の窒素/リン比項目間プロット(1) 外洋域  
2.5 度グリッドで、それぞれのグリッド内において横軸はリン酸塩  
で 0-5 $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は硝酸塩+亜硝酸塩で 0-80 $\mu\text{mol/L}$ 。

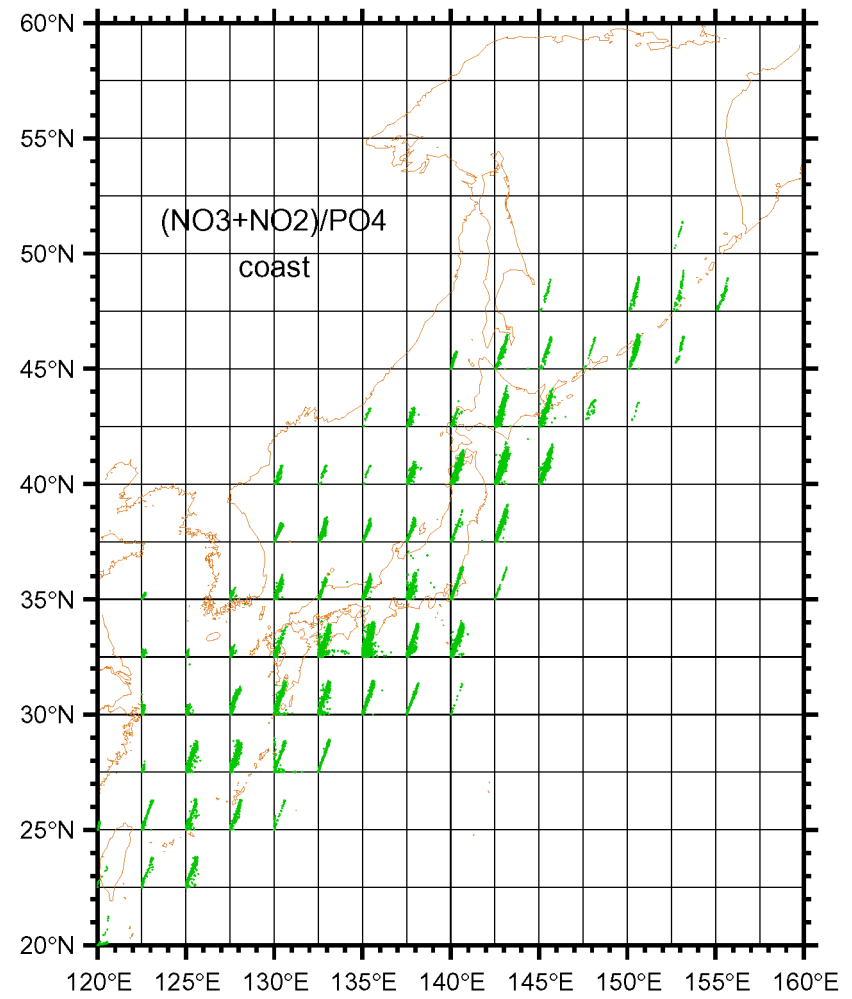


図 C.3: 日本周辺海域の窒素/リン比項目間プロット(2) 沿岸域  
2.5 度グリッドで、それぞれのグリッド内において横軸はリン酸塩  
で 0-12 $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸は硝酸塩+亜硝酸塩で 0-80 $\mu\text{mol/L}$ 。

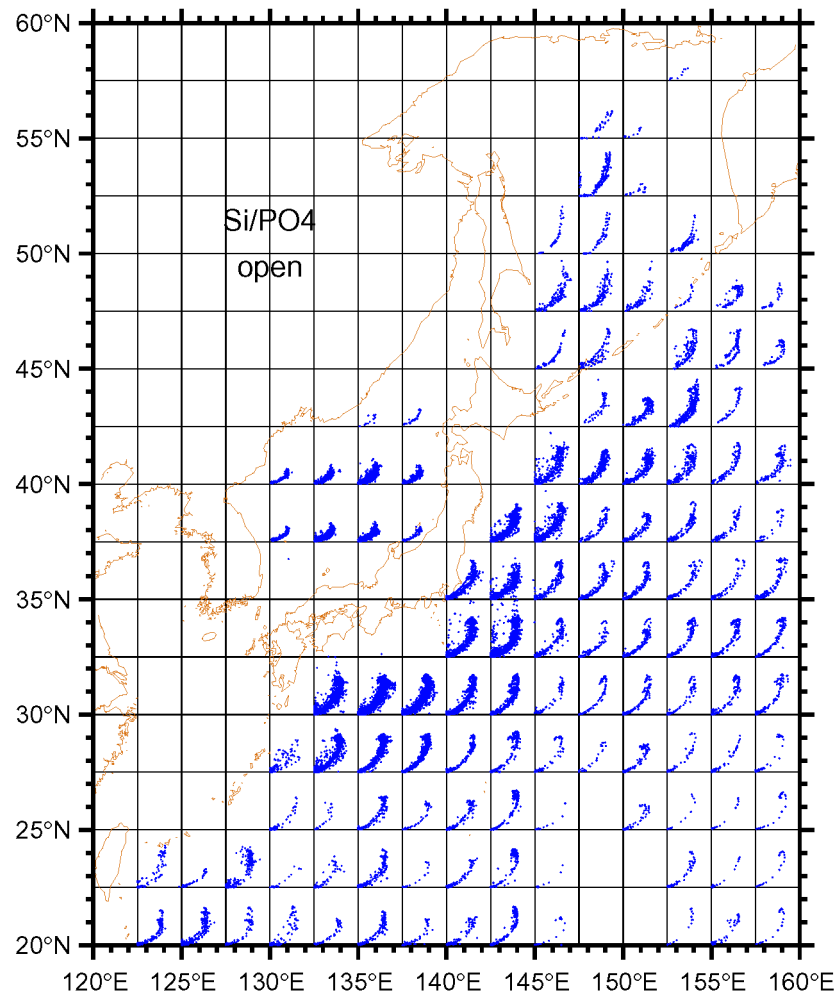


図 C.4: 日本周辺海域のケイ素/リン比項目間プロット(1) 外洋域  
2.5 度グリッドで、それぞれのグリッド内において横軸はリン酸塩  
で 0-5 $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸はケイ酸塩で 0-250 $\mu\text{mol/L}$ 。

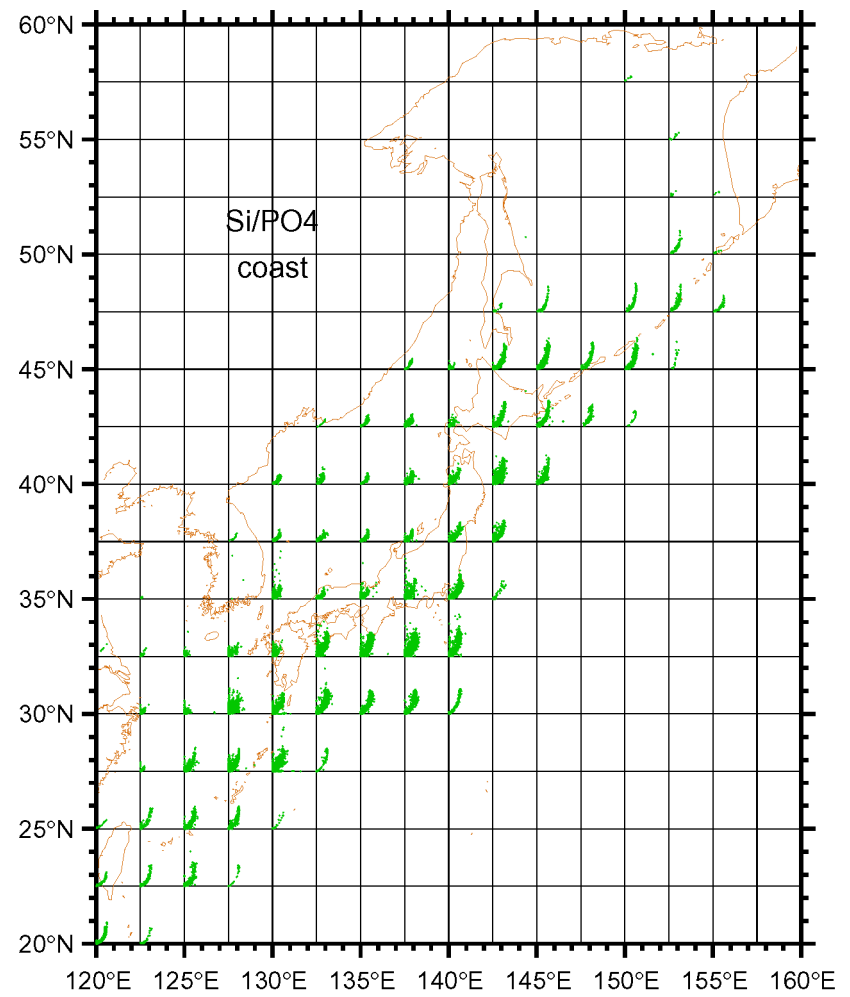


図 C.5: 日本周辺海域のケイ素/リン比項目間プロット(2) 沿岸域  
2.5 度グリッドで、それぞれのグリッド内において横軸はリン酸塩  
で 0-12 $\mu\text{mol/L}$ 、縦軸はケイ酸塩で 0-400 $\mu\text{mol/L}$ 。

*Blank Page*

*Cover Back*

日本海洋データセンター

海上保安庁海洋情報部

〒104-0045 東京都中央区築地5-3-1

<http://www.jodc.go.jp/>