

# TOPEX/POSEIDON 衛星データの 日本近海切り出しファイルについて

寄高三和子・西田英男：海洋研究室

## Merged Geophysical Data Record from the TOPEX/POSEIDON Mission in the adjacent seas of JAPAN

Miwako Yoritaka, Hideo Nishida : Marine Research Laboratory

### 1. はじめに

TOPEX/POSEIDON は、世界標準時の1992年8月10日23時08分に、南米のフランス領ギアナから欧州宇宙機構 (ESA) のアリアン・ロケットで打ち上げられた。

搭載した海面高度計 (ALTIMETER) により、海面の起伏を詳細に調査し、大規模な海洋循環を研究することを主な目的とし、米国航空宇宙局 (NASA) の海面トポグラフィー実験計画とフランス宇宙センター (CNES) のポセイドン計画 (POSEIDON) を一元化したものである。

TOPEX/POSEIDON によって得られたデータは、配布及び再配布について制限が設けられていないため、JPL (アメリカ) と AVISO (フランス) から得たデータを JODC において公開している。

しかしながら、後に述べるように、現在までの TOPEX と POSEIDON の総データは非常に大きく扱いにくいデータであったため、比較的コンパクトで利用頻度の高い日本近海ファイル (20°N-50°N, 120°E-160°E) を作成した。本稿においては、日本近海ファイルについて紹介を行うと同時に TOPEX/POSEIDON そのものについても簡単な紹介を行う。

なお、ここでの TOPEX/POSEIDON 衛星の説明は、ユーザーハンドブック (R. Benada, 1993) に基づき行っている。

### 2. TOPEX/POSEIDON 衛星概要

TOPEX/POSEIDON 衛星は、高度1,336km, 約66°の傾斜角で一日に地球の周りを12.8回転している。9.9156日の周期で同じ場所に来るように設計されており、この約10日間を1サイクルと呼ぶ。図1は、1サイクル分の全軌道を表わしたものである。軌道の最北限 (66°N) と最南限 (66°S) の間をパスと呼び、衛星の半回転分、北から南へ向かう Descending pass と南から北へ向かう Ascending pass の2種類ある。1サイクルの間に254パスを通る。

各パスには通過する時間順に1から254までの番号がふられており、奇数パスが Ascending pass で、偶数パスが Descending pass である。赤道上での間隔は地上の距離にして約315km毎、それぞれの pass 上では、1.08秒毎、地上の距離にして6.264km毎に測定をしている。

### 3. MGDR (Merged Geophysical Data Record)

TOPEX と POSEIDON のデータをマージした標準ファイルである CD-ROM を MGDR (Merged Geophysical Data Record) と称する。以降で行う TOPEX/POSEIDON 衛星データについての説明はすべてこの MGDR についてである。

CD-ROM 1枚のデータ量は約500MBである。1993年10月現在、既に31枚あり、データ総量約15GBとなっている。

#### 1) ディレクトリ

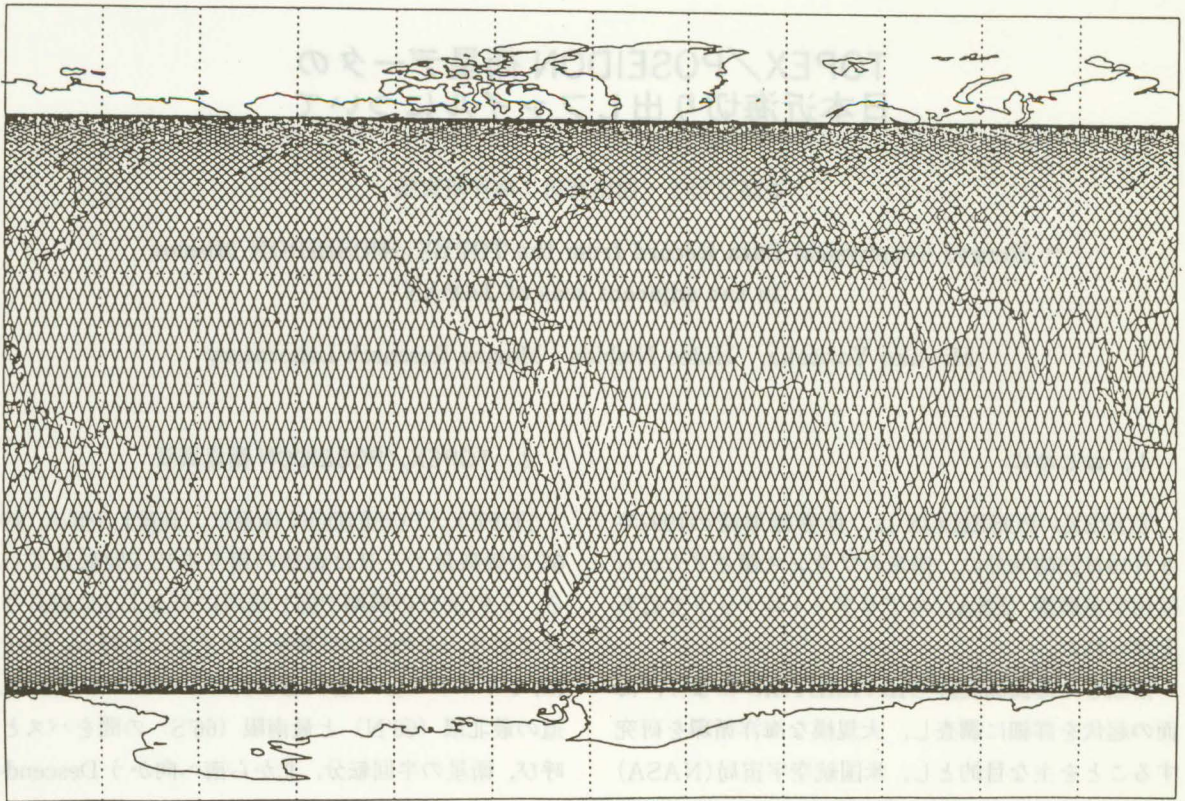


図1 TOPEX/POSEIDON衛星の軌道

一枚のCD-ROMに2サイクルのデータが収録され、各サイクル毎のディレクトリーとなっている。

#### 2) ファイル

各ディレクトリーには、次の5種類のファイルが入っている。

- 1) 精密軌道ファイル…1サイクル分の衛星の位置、直下点の緯経度情報。ただし、全部で14,424点なのでデータ点よりはだいぶ荒い。
- 2) CD-ROMヘッダーファイル
- 3) MGDRサイクルヘッダーファイル
- 4) クロスオーバーポイントファイル…軌道の交点部分における測定データの集積ファイル
- 5) Passファイル…データの中心になるファイルで、各Pass毎に1ファイル、計254個のファイルがある。

#### 3) Passファイルの構造

ヘッダー部分とデータ部分からなり、ヘッダー部

分は320バイト×33レコード(アスキー)、続いて1レコード320バイトよりなるデータ部分がNレコード(N<3360, データ個数)連続する。

1レコードは108のフィールドに分割されており、それぞれが様々の測定値を表現している。データのほとんどは2バイトもしくは4バイトの整数型バイナリーデータ(VAXタイプ)である。一部のデータは1バイト整数、また、フラッグ情報の多くはビットデータである。

#### 4. データ項目

データは、地球物理学データ及び様々な補正值等、全部で132の項目にわたる。ここでは、海面高度に関係した主要データ項目についてのみ以下に簡単な説明を掲げる。

○衛星高度(Altitude)：基準楕円体から衛星までの距離

- 距離測定値 (Range) : 衛星と海面との間の測定された距離
- 地球物理面 (Geophysical Surface) : Geoid と平均海面高の 2 つの値
- 弾性海洋潮汐 (Elastic Ocean tide) : Cartright & Ray モデルと拡大 Schwiderski のモデルの 2 つの値
- 逆気圧値 (Inverse Barometer) : 気圧の変化分が静水圧での海面高の変化に及ぼす補正用気圧値
- 時刻 : 1958年1月1日00時を起算日とする通日

### 5. データ処理用ソフト

CD-ROM にはデータ読み出し用の C プログラムが makefile, main 関数ともに添付されている。今回はこのプログラムを改造して種々の読み出しソフトを作成した。

#### 1) 添付プログラム

実行形式プログラム名 : mgdrdmp

makefile : makefile

構成要素 : gdrdmp.c main 関数

readdat.c 1 データ 320 バイトの読み込み

swapbyte.c 各変数の中で上位バイトと下位バイトのスワップ

(VAX 形式から UNIX 形式への変換)

hdrdmp.c データのヘッダ部分の出力

dumpdat.c 1 測点分の全データの出力

readpar.c 指定したバイト数だけのファイルからの読み込み

gdrmdata.h ヘッダファイル, データ構造体の定義

#### 2) 作成プログラム

データ切り出しのためのソフトとしては、日本近海の切り出し、任意海域の切り出し、任意海域通過 pass No. 検索の 3 種を作成した。また、海面高度や潮汐等の必要なデータだけを読み出すソフトを作成した。以下に作成プログラムの構成を紹介する。

#### ○日本近海の切り出しソフト

あるパスについて日本近海域 (20. N-50. N, 120. E-160. E) のデータをパスファイルの構造はそのまま保持して切り出し、新たなファイルに書き込む。

実行プログラム名 : areal

プログラム構成

makefile : make-areal

構成要素 : main-areal.c dump-area.c swapbyte.c readdat.c readpar.c dumphdr.c

利用法 : 1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名 3. 新たに作成するファイル名の順に入力する。それぞれの間は空白 1 カラムを入れる。

#### ○任意海域の切り出しソフト

あるパスについて指定の海域データパスファイルの構造はそのまま保持し、新たなファイルに書き込む。

実行プログラム名 : area2

プログラム構成

makefile : make-area2

構成要素 : main-area2.c dump-area.c swapbyte.c readdat.c readpar.c dumphdr.c

利用法 : 1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名 3. 新たに作成するファイル名の順に入力する。それぞれの間は空白 1 カラムを入れる。

"Please input Lat 1, lat 2, long 1, long 2" と表示されたら緯度(南), 緯度(北), 経度(西), 緯度(東)の順にそれぞれの間にカンマを入れて入力する。

#### ○任意海域通過 pass No. 検索ソフト

あるパスについて任意海域を通過するかを調べ、また、通過する場合は観測点数をカウントする。シェルプログラミング等で、あるサイクルのすべてのパスについて、このプログラムを走らせることにより任意海域を通過するパスの番号を知ることができる。

実行プログラム名：area3

プログラム構成

makefile：make-area3

構成要素：main-area3.c dump-area.c swap-byte.c readdat.c readpar.c dumpher3.c

利用法：1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名

の順に入力する。それぞれの間は空白1カラムを入れる。

○海面高関連のデータの打ち出し

海面高関連のデータ(時刻, 緯度, 経度, 海面高, geoid 高, 平均海面高, 4種類の残差海面)について指定したファイルの全データを出力する。

実行プログラム名：ssh

使用法：ssh ファイル名 (例, ssh 12807. 112)

プログラム構成

makefile：make-ssh

構成要素：main-ssh.c, dump-ssh.c, ndumpher.c, addat.c, swapbyte.c, readpar.c

利用法：1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名

の順に入力する。それぞれの間は空白1カラムを入れる。

○潮汐関連データの出力 Cartright & Ray モデルと拡大 Schwiderski

潮汐関連データ(時刻, 緯度, 経度, C & R tide, C & R loading tide, Schwiderski tide, Schwiderski loading tide, earth-tide, pole-tide)について指定したファイルの全データを出力する。

実行プログラム名：tide

プログラム構成

makefile：make-tide

構成要素：main-tide.c, dump-tide.c, swap-byte.c, readdat.c, readpar.c, ndumpher.c

利用法：1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名

の順に入力する。それぞれの間は空白1カラムを入れる。

○各種フラッグの出力

それぞれのパスファイルの時刻, 緯度, 経度及び各種フラッグ(10のもとデータからMGDRの1レコードのデータにするにあたっての有効なデータの個数, 平均値かどうか, 値のばらつき, 陸か海か, 雨か晴れか等18の項目)を出力する。

実行プログラム名：flag

プログラム構成

makefile：make-flag

構成要素：main-flag.c, dump-flag.c, swap-byte.c, readdat.c, readpar.c, ndumpher.c

利用法：1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名

の順に入力する。それぞれの間は空白1カラムを入れる。

○ヘッダー情報の出力

それぞれのパスファイルのヘッダーレコード数, データレコード数, 及びヘッダー情報(観測開始時間, 観測終了時間, 赤道通過経度・時間, 観測点数等)を出力する。

実行プログラム名：hdr

プログラム構成

makefile：make-hdr

構成要素：main-hdr.c, dump-hdr.c

利用法：1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名

の順に入力する。それぞれの間は空白1カラムを入れる。

○環境関連補正値の出力

環境関連補正値(時刻, 緯度, 経度, 乾燥大気補正1, 乾燥大気補正2, 逆気圧値, 水蒸気補正1, 水蒸気補正2, 水蒸気補正3, 水蒸気補正4, 電離層補正1, 電離層補正2, 電離層補正3)について指定したファイルの全データを出力する。

実行プログラム名：ecorr

プログラム構成

makefile : make-env

構成要素 : main-env.c, dump-env.c swapbyte.c, readdat.c, readpar.c, ndumphdr.c

利用法 : 1. プログラム名 2. 読み込みのデータ名  
の順に入力する。それぞれの間は空白1カラムを入れる。

○ TOPEX 通算日より JST での日付算出  
TOPEX 通算日を日本標準時で表わす。

実行プログラム名 : date-japan

プログラム構成

makefile : make-date

構成要素 : date-japan.c, time-s.c (ユリウス日と UT との間の換算関数)

利用法 : 1. プログラム名 を入力する。"Input days from epoch"と表示されたら、

2. TOPEX 通算日を入力する。

○ JST 日付より TOPEX 通算日算出

日本標準時を TOPEX 通算日で表わす。

実行プログラム名 : date-japan2

プログラム構成

makefile : make-date2

構成要素 : date-japan2.c, time-s.c

利用法 : 1. プログラム名を入力する。"Input year month day"と表示されたら、  
2. JST 日付を年月日の順にそれぞれの間にカンマを入れて入力する。

6. 日本近海ファイル作成

利用頻度の高い日本近海域 (20°N-50°N, 120°E-160°E) のデータだけを pass ファイルより切り出し、パスファイルの構造はそのまま保持した新たなファイルを作成した。この海域における衛星の軌道と通過 Pass No.を Ascending pass (図 2-1)

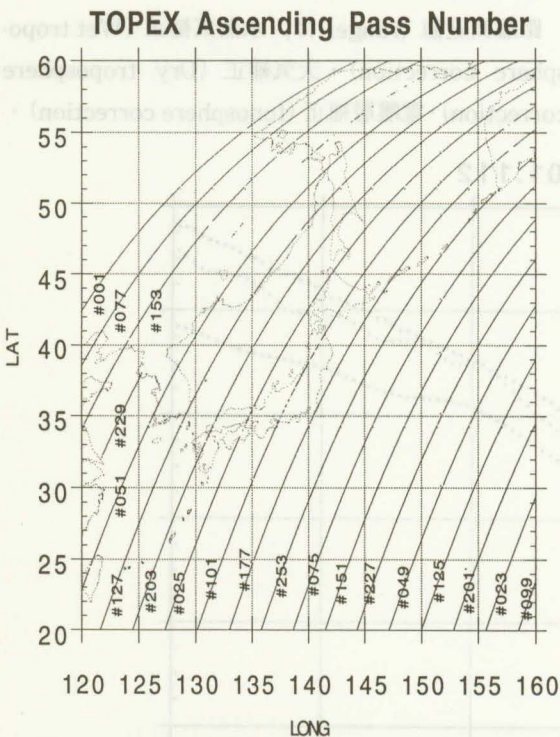


図 2-1 日本近海域における衛星軌道と通過 Pass No. (Ascending pass)

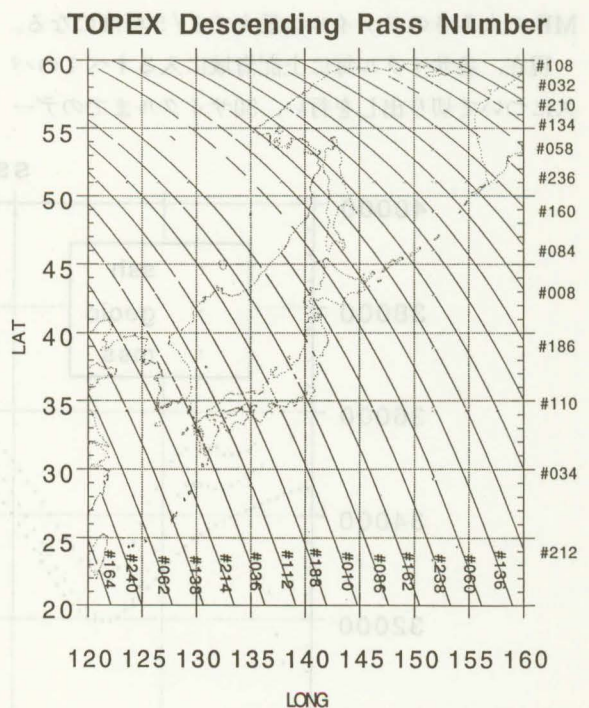


図 2-2 日本近海域における衛星軌道と通過 Pass No. (Descending pass)

と Descending pass (図2-2) に分けて表わした。この図は、観測データの位置情報より書いたものであるためデータの無い部分については衛星軌道が切れたようになっている。図2-1の北緯45度以北の大陸側のパス (Pass No.027, 053, 103, 129, 155, 179, 205, 231) には海の情報が含まれていないので切り出しを行わなかった。また、時間順のパス番号は経緯度上では隣り合うパス番号が昇順または降順とはならず、ある限られたエリアでは非常にランダムな並びに見える。

切り出しにあたってのファイルの命名は次の規則に基づいて行った。

(例) : オリジナルパスファイル名 切り出し後のファイル名

mga12807.112 → 12807.112

オリジナルパスファイル名の12807はそのファイルの中の最初のデータの日付 (TOPEX 通算日) であり、112は軌道のパス番号である。

この切り出しを行うことにより、オリジナル約1MBの大きさのファイルは最大で1/5程度になる。

現在、各サイクル毎に上記海域に入るすべてのパスについて切り出しを行い、50サイクルまでのデー

タ、約500MBについて1枚のCD-ROMに収めている。

日本近海ファイルと共に、MGDR 毎に添付されている "Read me text"・"document"・"Software", すべてのサイクル毎のクロスオーバーポイントファイル・CD-ROM ヘッダーファイル・MGDR サイクルヘッダーファイル、及び4. で説明したデータ処理のために作成したソフトをCD-ROMに収めている。

### 7. 海面高度データの利用

海面高度データの利用例の一つを挙げることにする。図3-1及び図3-2は、四国沖の測線 (Pass No. 112, Sycle No. 1, 1992. 9. 27) について、縦軸を高さ (mm), 横軸を緯度として海面高度を表わしたもので、図3-3は同じ場所での各種フラッグについてフラッグの立っているところを点で表わした図である。海面高度の計算は次のように行った。

#### 1) 距離測定値の修正

距離測定値 (range) は、水蒸気補正 (Wet troposphere correction)・大気補正 (Dry troposphere correction)・電離層補正 (Ionosphere correction)・

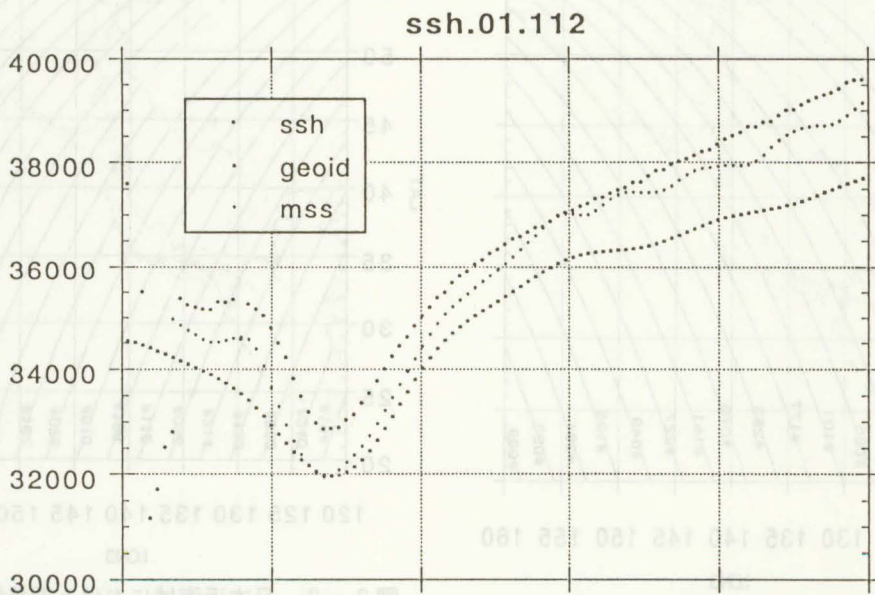


図3-1 四国沖の測線 (Pass No.112) における、海面高度

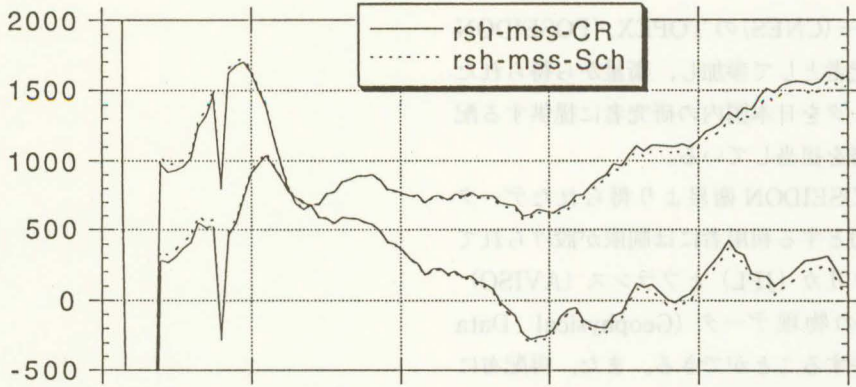


図3-2 四国沖の測線 (Pass No.112) における, 残差海面高

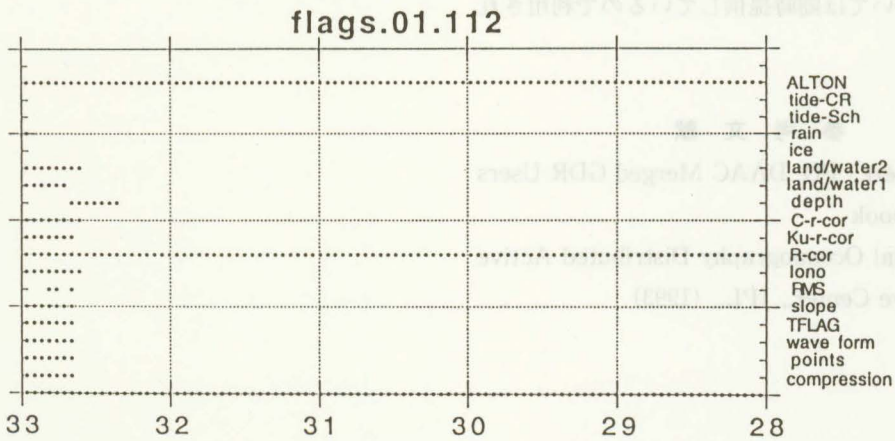


図3-3 四国沖の測線 (Pass No. 112) における, 各種フラッグの有無

電磁バイアス (Electromagnetic bias) の補正をし、修正距離測定値 (Corrected range) とする。

2) 海面高度 (Sea Surface Height)

ユーザーズハンドブックでは、衛星高度 (Altitude) から1) で述べた修正距離測定値 (Corrected Range) を除いたものを海面高度 (SSH) と定義している。すなわち、ここでの海面高度 (SSH) は、海面の基準楕円体からの高さである。この海面高度をジオイド及び平均海面高と共に表わしたのが図3-1である。

3) 残差海面高 (Residual Sea Surface)

ユーザーズハンドブックでは海面高 (SSH) から地球物理面 (Geophysical Surface)・潮汐面 (Tide Effect)・逆気圧値 (Inverse Barometer) を除いた値を残差海面高 (Residual Sea Surface) として定

義している。ここでの残差海面高 (RSS) は海洋学での力学的海面高度である。残差海面高は、潮汐モデルに Cartright & Ray を使うか、Schwidorski を使うか、また、等ポテンシャル面として geoid 高を使うか、平均海面高を使うかで4種類の海面高ができる。この4種類の海面高について表わしたのが図3-2である。

Pass No. 112は、北緯33度を南下したあたりで足摺岬から太平洋にぬける測線である。図3-3より、33度40分あたりまで多くのフラッグが立っていることが分かる。また、図3-1図3-2より、陸部での観測値は不良または欠落していることがわかる。

8. JODC におけるデータの公開

JODC では、米国航空宇宙局 (NASA) 及びフラン

ス宇宙センター(CNES)の TOPEX/POSEIDON 計画に共同研究者として参加し、衛星から得られた地球物理学データを日本国内の研究者に提供する配布センター業務を担当している。

TOPEX/POSEIDON 衛星より得られたデータは、研究を目的とする利用者には制限が設けられていないためアメリカ (JPL) とフランス (AVISO) から、すべての物理データ (Geophysical Data Record) を入手することができる。また、再配布についても制限はされていないため、JODC の保有するデータについては随時提供しているので利用されたい。

参 考 文 献

Benada, Robert : PO. DAAC Merged GDR Users Handbook  
Physical Oceanography Distributed Active Archive Center., JPL., (1993)

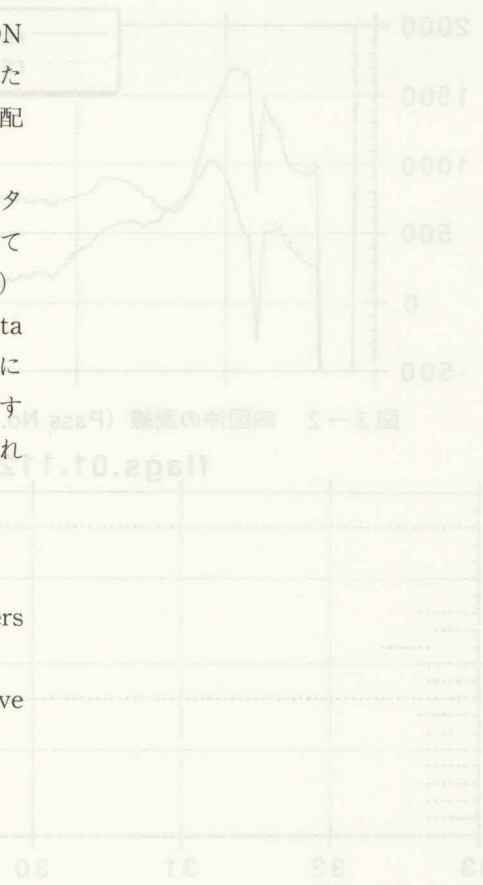


図 1-3 四国沖の気象 (Pass No. 112) にあける、観測データの再配布

衛星から得られたデータは、研究を目的とする利用者には制限が設けられていないためアメリカ (JPL) とフランス (AVISO) から、すべての物理データ (Geophysical Data Record) を入手することができる。また、再配布についても制限はされていないため、JODC の保有するデータについては随時提供しているので利用されたい。

参 考 文 献

Benada, Robert : PO. DAAC Merged GDR Users Handbook  
Physical Oceanography Distributed Active Archive Center., JPL., (1993)

衛星から得られたデータは、研究を目的とする利用者には制限が設けられていないためアメリカ (JPL) とフランス (AVISO) から、すべての物理データ (Geophysical Data Record) を入手することができる。また、再配布についても制限はされていないため、JODC の保有するデータについては随時提供しているので利用されたい。