The Association for the Geological Collaboration in Japan (AGCJ)

地球科学 60 巻，441 ～ 447（2006 年）
Earth Science (Chikyu Kagaku) vol. 60, 441-447. 2006



紹　介

# 太平洋地質・地球物理アトラスを読む (2)
# 収録されている図とデータ（続）

杉山　明 *

# Introduction to the International Geological - Geophysical Atlas of the Pacific Ocean (2)
# Collected Maps and Source Data (cont.)

SUGIYAMA Akira*

## はじめに

本誌の前号（杉山　2006a, b）に続いて，2003 年にロシア連邦で刊行された International Geological-Geophysical Atlas of the Pacific Ocean（以下，アトラスと呼ぶ）に収録されている図を種類ごとに紹介する。

### 地震探査プロファイル

アトラスには，①反射法地震探査で得られた大陸斜面から海溝（あるいは舟状海盆）にかけての断面や海膨・海嶺を横断する断面のプロファイルとその解釈図（第 1 図），②深部地震探査（Deep Seismic Sounding：DSS）で得られた地殻内あるいは上部マントルまでの P 波速度（または密度）の分布を示す図が多数収録されている．

反射法地震探査では，制御可能な音源（圧縮空気の放出や高電圧の放電などによる）から低周波の卓越する音波を周期的に発振し，それが海底下にある音響インピーダンス（密度×伝播速度）の異なる地層・岩石の境界で反射されてきたところをハイドロフォンにより受振する．受振波形を時間軸に沿って並べた記録は堆積層の累重状態や音響基盤上面の起伏を忠実に描きだすので，地質構造が理解しやすい．

反射法地震探査にはハイドロフォンが 1 つのシングルチャンネル方式と複数（1,000 チャンネル以上のものまである）のマルチチャンネル方式がある．マルチチャンネル方式の利点の 1 つは，複数のハイドロフォンにより集められた同一地点の反射波をデジタル化して重ね合わせることにより信号に対するノイズの比率を相対的に低くし，分解能の高い記録を得ることができる点にある．このような反射波の重ね合わせを共通反射点重合（Common Depth Point Stack：CDP 重合）という（第 2 図）．なお，この方式では地層中の音波の伝播速度を計算して層相の判別などに役立てることもできる．

深部地震探査（DSS）と称されているものは屈折波を利用する地下構造探査である．通常，屈折法地震探査では解明しようとする深度の 4 倍以上の測線長を必要とするので，海域において上部マントルまでの深さの P 波速度分布を明らかにしようとすると，震源として大容量のエアガンまたは多量の火薬を使い，50km 以上の測線上で観測をすることになる．かつては発振船と観測船（ハイドロフォンを曳航）の 2 隻を用いる二船法が一般的であったが，今は観測船の代わりにソノブイや海底地震計が用いられている．

アトラスに収録されている P 波速度（密度）断面図の大部分は最も簡便なインバージョン法を用いて解析されたものであるが，最近では水平方向にも不均質な速度断面を決定できる二次元インバージョン法が適用できるようになっている．

多くの DSS の解析成果をもとに描かれた太平洋のモホ面の深度分布図を第 3 図に示す．

### 重力異常図

アトラスには，①船上で測定された重力値にもとづくフリーエア重力異常図（フォト第 1 図）およびブーゲ重力異常図，②人工衛星に搭載されたマイクロ波レーダーで取得された海面高度データにもとづいて作成された重力異常図（フォト第 2 図），③陸域も含めた地球全体のブーゲ重力異常図が収録されている．

①と②は，太平洋を 6 海域に分割し，各海域が縮尺 1,000 万分の 1 の広域図として編集されている．特定海域についてはさらに詳細な図も描かれている．

陸上の場合，異なる地点のフリーエア重力異常値を比較するためには地形補正と高度補正が必要であるが，海上の場合は観測船がほぼジオイド面上にあるので，これらの補正は不要となり，エトベス補正（船の速度や方向により生じる遠心力の補正）のみを施せば比較可能なフリーエア重力異常値を得ることができる．フリーエア重力異常値は海底地形と高い相関性がある．

重力異常値を地下構造の解析に利用しようとする場合には，地球重力の 100 万分の 1 の精度で測定する必要がある．船上測定の場合，精度を上げるうえでの最大のポイントは船の動揺の影響をいかに抑えるかにあり，そのためのメカニズムを工夫した様々な海上重力計が開発されてきた．現在はスプリング式のラコスト・ロンバーグ型が広く利用されている．

②の重力異常値は GEOSAT が 4.5 年間，ERS-1 が 2 年間，

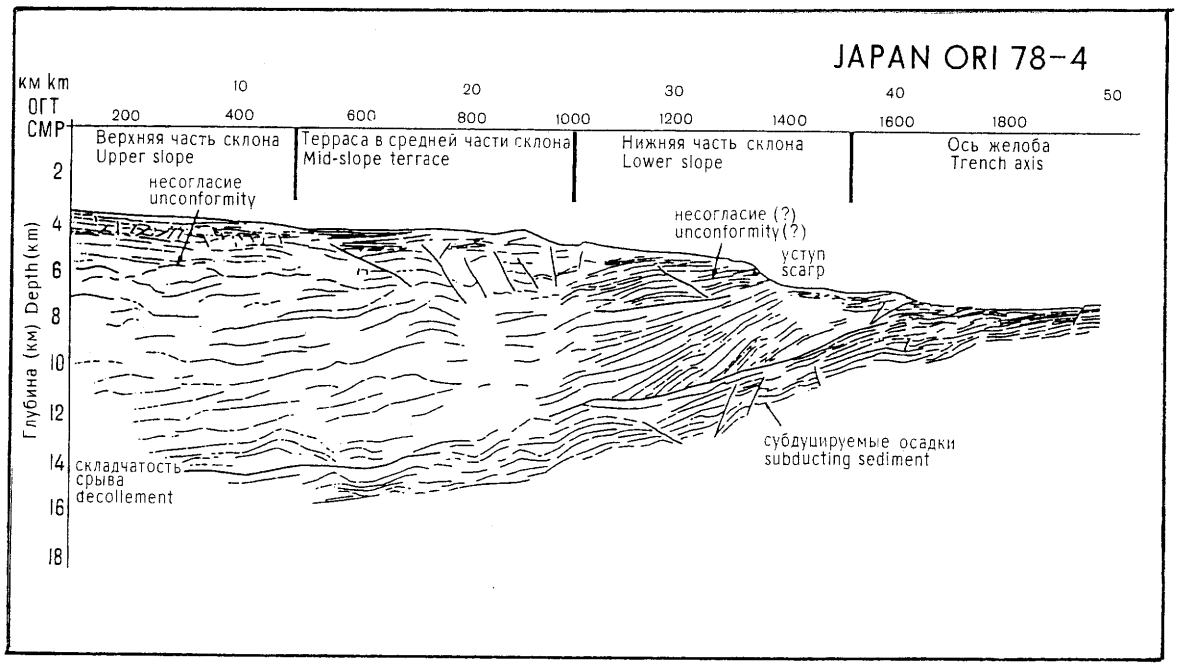
2006 年 7 月 12 日受付．2006 年 9 月 10 日受理．
* 東京支部　〒 183-0046　東京都府中市西原町 4-36-16.　4-36-16 Nishihara, Fucyu 183-0046, Japan



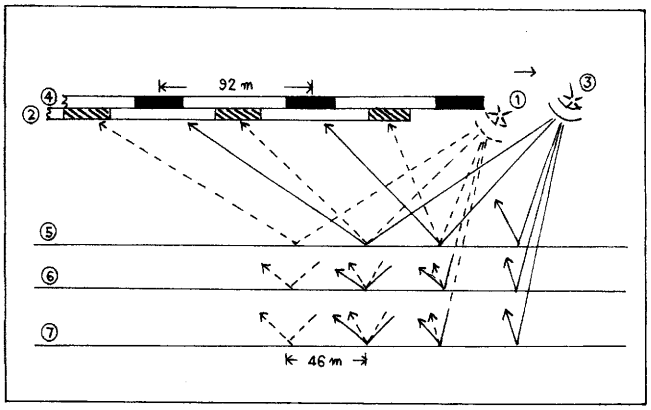
NII-Electronic Library Service

The Association for the Geological Collaboration in Japan (AGCJ)






第1図 マルチチャンネル反射法地震探査プロファイルの解釈図の一例（アトラス p.158）
三陸沖の大陸斜面から日本海溝にかけての断面．重合前深度マイグレーションと呼ばれる高度なデジタル処理を施した後に現われた明瞭な反射面とその解釈を示している．




第2図 共通反射点（CDP）重合の原理（アトラス p.19）
受振波の中から海底の同じ点で反射された波を集め，これを重ねることによりノイズを相対的に弱め，真の情報（信号）を明瞭にする．
①第1発振点の位置，②第1発振点に対応した受振システム（ストリーマーケーブル）の位置，③第2発振点の位置，④第2発振点に対応した受振システム（ストリーマーケーブル）の位置，⑤海底面，⑥地層面 I，⑦地層面 II

マイクロ波レーダーにより収集した膨大な量の海面高度データを特別なアルゴリズムにより重力値に変換したもので，海上で測定された重力値と比較することにより精度がチェックされている．

③は縮尺5,000万分の1で編集されており，海域は15′×15′，陸域は5′×5′のグリッドごとにブーゲ異常値が与えられている．海域の値は衛星により取得された海面高度データから求められたもので，本質的には②と同じである．陸域の値は実測値にもとづいており，データの空白域もある．

陸域で測定された重力値にブーゲ補正を施す場合は，測定点とジオイドの間に存在する岩石の密度を2,670kg/m$^3$としてその引力を除去するが，海域のブーゲ補正では密度1,030kg/m$^3$の海水を密度2,990kg/m$^3$の岩石で置き換えるという計算を行う．

## 磁気異常図

アトラスには船上のプロトン磁力計（センサーは船尾に曳航）で測定された全磁力（ベクトル量）データにもとづいて作成された全磁力異常図が収録されている．これには，太平洋を6海域に分割し各海域を縮尺1,000万分の1で編集した広域図と，特定海域の詳細図がある．北太平洋といくつかの特定海域の図では正帯磁場と逆帯磁場が面的に色分けされている（フォト第3図）が，その他の海域では航跡上に全磁力の強度変化が連続した曲線で描かれるにとどまっている．

海上における全磁力測定は，重力測定とは対照的に，船体の動揺による精度低下が全くない．しかし，船尾に曳航するセンサーの水平方向の分解能は水深に比例して低下するので，振幅が小さい場合や波長が短い場合には磁力の強さや方向を検出することが難しくなる．

海上で測定される磁力が海底下のどの部分に起因しているかが判然としていないということは全磁力異常図を解釈するうえで大きな問題である．木川（1986）や海野（2003）は大西洋のいくつかの深海掘削孔で基盤とされている玄武岩の極性が深度方向に何回か反転している例があることを紹介しているが，このような状態が普遍的であれば，海上で観測される全磁力異常が何を意味しているのか分からなくなる．

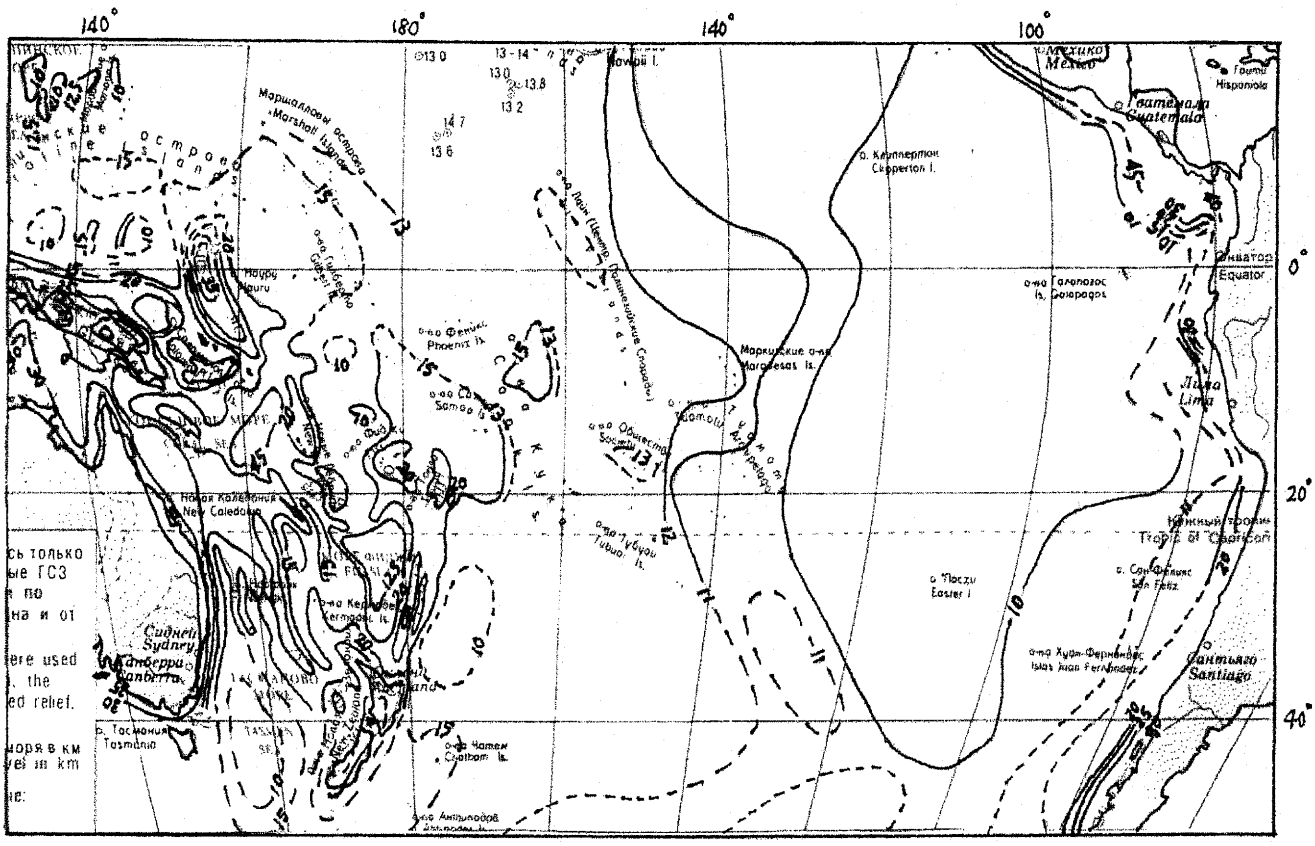
なお，付録として「大洋の磁気リニエーション図」（Cande



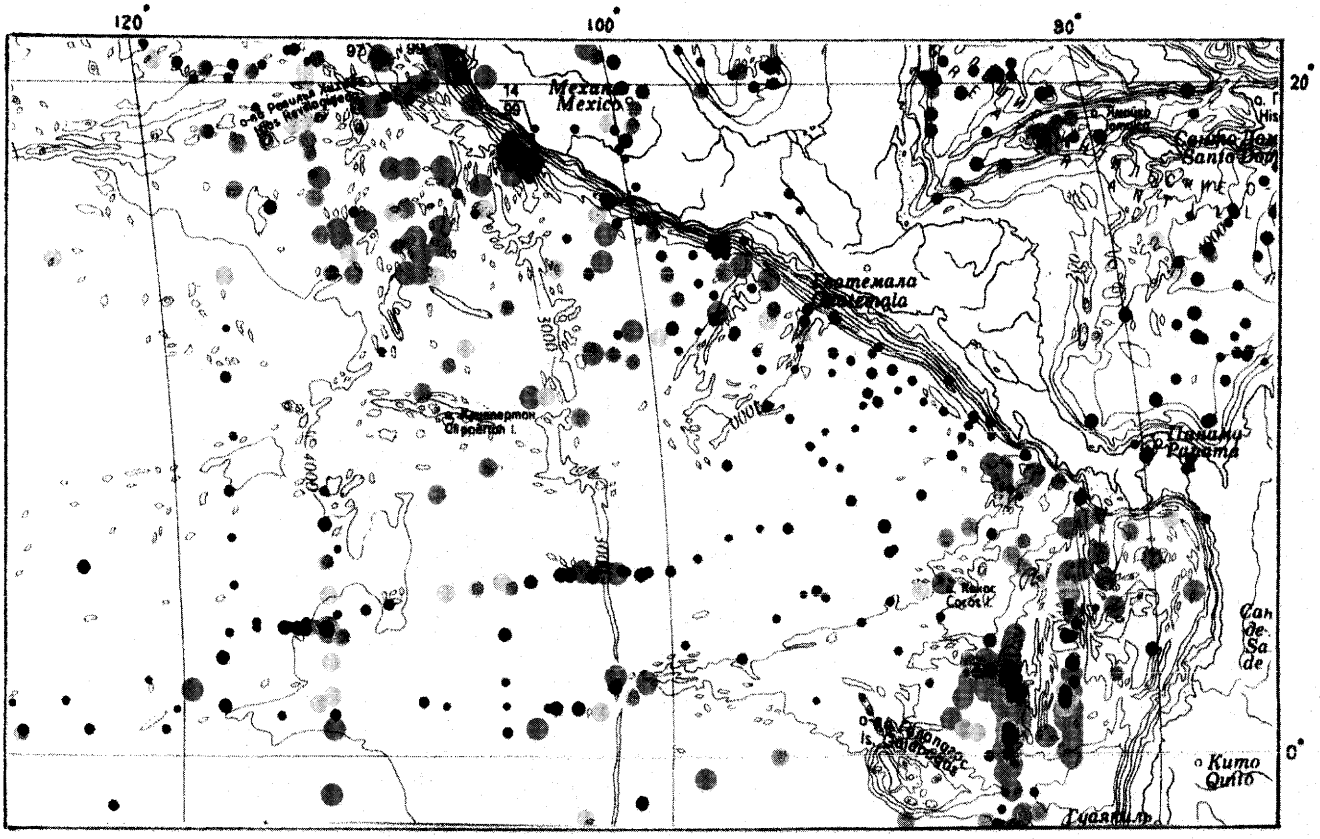
NII-Electronic Library Service

The Association for the Geological Collaboration in Japan (AGCJ)






第３図　屈折法地震探査の結果にもとづいて作成されたモホ面深度分布図（アトラス p.142）
南東太平洋の各地で実施された DSS の成果にもとづく．縮尺 1/9,000 万．数字は海面からの深度（km）．



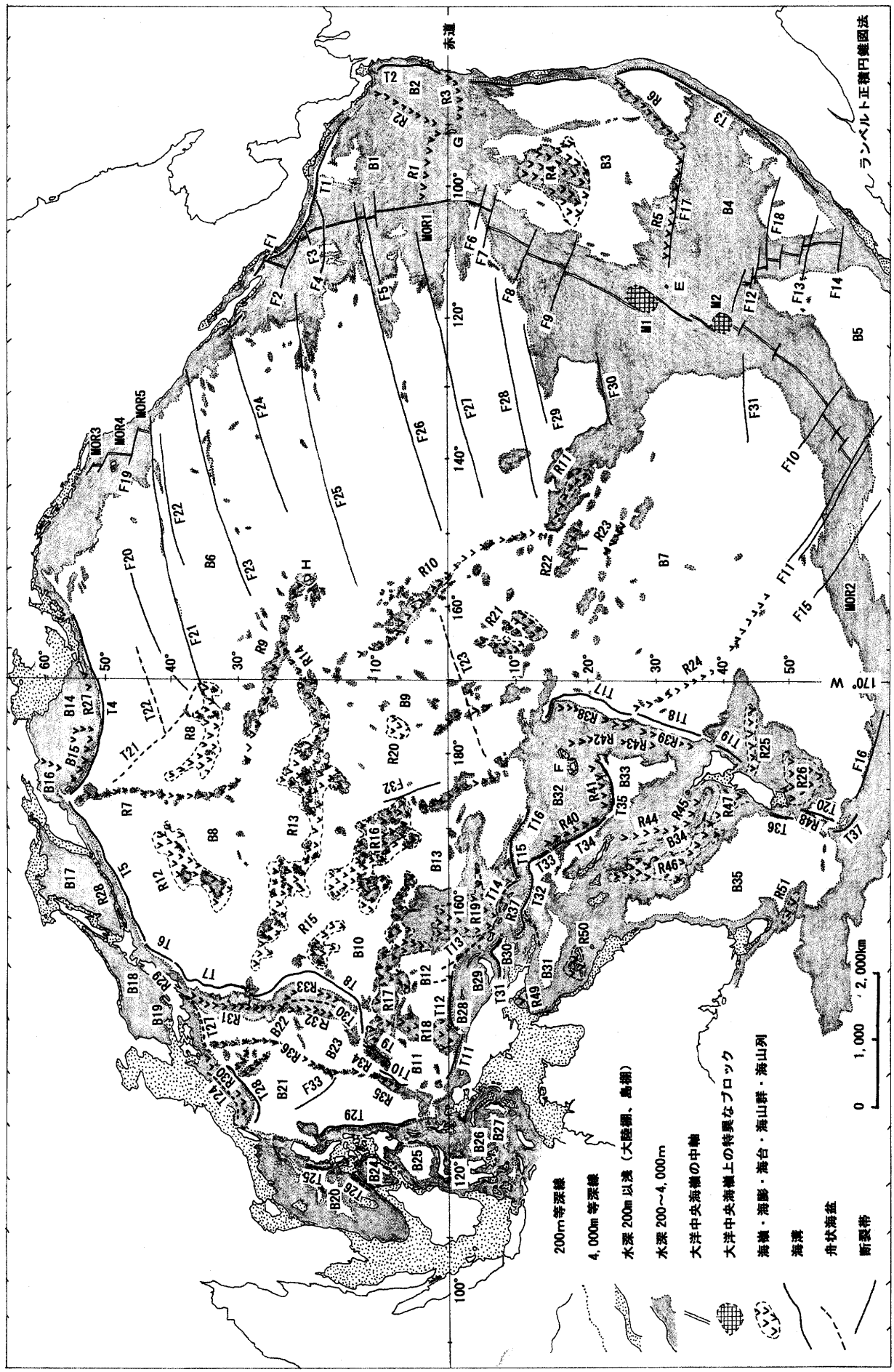

第４図　熱流量分布図の一例（アトラス p.99 の一部）
丸の大きさが大きいほど熱流量が大．南米西側のパナマ海盆は全体的に熱流量が大きいが，その北のグアテマラ海盆は全体的に小さい．西経 100° 線西側の 3,000 m等深線は東太平洋海膨の中軸．



NII-Electronic Library Service

The Association for the Geological Collaboration in Japan (AGCJ)






第５図　太平洋の概略海底地形



NII-Electronic Library Service

The Association for the Geological Collaboration in Japan (AGCJ)



第5図　太平洋の概略海底地形の海底地形名

大洋中央海嶺（Mid Ocean Ridge）
MOR1 東太平洋海膨（East Pacific Rise）　MOR2 太平洋・南極海嶺（Pacific-Antarctic Ridge）　MOR3 エクスプローラ海嶺（Explorer Ridge）　MOR4 ファン・デ・フーカ海嶺（Juan de Fuca Ridge）　MOR5 ゴルダ海嶺（Gorda Ridges）

大洋中央海嶺上の特異ブロック（Microplate）
M1 イースター・マイクロプレート（Easter Microplate）　M2 ファン・フェルナンデス・マイクロプレート（Juan Fernandez Microplate）

断裂帯（Fracture Zone）
F1 タマヨ断裂帯（Tamayo F.Z.）　F2 リベラ断裂帯（Rivera F.Z.）　F3 オロズコ断裂帯（Orozco F.Z.）　F4 オゴルマン断裂帯（O'gorman F.Z.）　F5 シケイロス断裂帯（Siqueiros F.Z.）　F6 ケブラダ断裂帯（Quebrada F.Z.）　F7 ゴフー断裂帯（Gofar F.Z.）　F8 ウィルケス断裂帯（Wilkes F.Z.）　F9 ガレット断裂帯（Garrett F.Z.）　F10 メナード断裂帯（Menard F.Z.）　F11 エルターニン断裂系（Eltanin F.Z.）　F12 チリ断裂帯（Chile F.Z.）　F13 バルデビア断裂帯（Valdivia F.Z）　F14 グアフォ断裂帯（Guafo F.Z.）　F15 ウージェンチェフ断裂帯（Udintsev F.Z.）　F16 スコット断裂帯（Scott F.Z.）　F17 イースター断裂帯（Easter F.Z.）　F18 チャレンジャー断裂帯（Challenger F.Z.）　F19 ブランコ断裂帯（Blanco F.Z.）　F20 サーベイヤー断裂帯（Surveyor F.Z.）　F21 メンドシノ断裂帯（Mendocino F.Z.）　F22 パイオニア断裂帯（Pioneer F.Z.）　F23 マレー断裂帯（Murray F.Z.）　F24 モロカイ断裂帯（Molokai F.Z.）　F25 クラリオン断裂帯（Clarion F.Z.）　F26 クリッパートン断裂帯（Clipperton F.Z.）　F27 ガラパゴス断裂帯（Galapagos F.Z.）　F28 マルケサス断裂帯（Marquesas F.Z.）　F29 ツアモツ断裂帯（Tuamotu F.Z.）　F30 オーストラル断裂帯（Austral F.Z.）　F31 アガシス断裂帯（Agassiz F.Z.）　F32 ビクトリア断裂帯（Victoria F.Z.）　F33 中央断裂帯（Central F.Z.）

列島・諸島・海膨・海嶺・海台・海山群・海山列（Archipelago, Islands, Rise, Ridge, Plateau, Seamounts, Seamount Chain）
R1 コロン海嶺（Colon Ridge）　R2 ココス海嶺（Cocos Ridge）　R3 カーネギー海嶺（Carnegie Ridge）　R4 ガラパゴス海膨（Galapagos Rise）　R5 サライゴメス海嶺（Sala Y Gomez Ridge）　R6 ナスカ海嶺（Nazca Ridge）　R7 天皇海山列（Emperor Seamount Chain）　R8 ヘス海膨（Hess Rise）　R9 ハワイ海嶺（Hawaiian Ridge）　R10 ライン諸島海嶺（Line Islands Ridge）　R11 ツアモツ諸島（Tuamotu Archipelago）　R12 シャツキー海膨（Shatsky Rise）　R13 中部太平洋海山群（Mid Pacific Seamounts）　R14 ネッカー海嶺（Necker Ridge）　R15 マゼラン海山群（Magellan Seamounts）　R16 マーシャル海山群（Marshall Islands Seamounts）　R17 カロリン海山群（Caroline Seamounts）　R18 オーリピック海膨（Eauripik Rise）　R19 オントンジャワ海膨（Ontong Java Rise）　R20 マゼラン海膨（Magellan Rise）　R21 マニヒキ海台（Manihiki Plateau）　R22 ソシエテ諸島（Society Is.）　R23 ツブアイ諸島（Tubuai Is.）　R24 ルイビル海嶺（Louisville Ridge）　R25 チャタム海膨（Chatham Rise）　R26 キャンベル海台（Campbell Plateau）　R27 アリューシャン列島（Aluetian Is.）　R28 千島列島（Kuril Is.）　R29 日本列島（Japanese Is.）　R30 南西諸島（Nansei Shoto Islands）　R 31 七島・硫黄島海嶺（Shichito-Iozima Ridge）　R32　西マリアナ海嶺（West Mariana Ridge）　R33　中央マリアナ海嶺（East Mariana Ridge）　R34 ヤップ諸島（Yap Is.）　R35 パラオ諸島（Palau Is.）　R36 九州・パラオ海嶺（Kyushu-Palau Ridge）　R37 ソロモン諸島（Solomon Is.）　R38 トンガ諸島（Tonga Is.）　R39 ケルマディック諸島（Kermadec Is.）　R40 ニューヘブリデス諸島（New Hebrides Is.）　R41 ハンター海嶺（Hunter Ridge）　R42 ラウ海嶺（Lau Ridge）　R43 コルビル海嶺（Colvile Ridge）　R44 ノーフォーク海嶺（Norfolk Ridge）　R45 西ノーフォーク海嶺（West Norfolk Ridge）　R46 ロードハウ海膨（Lord Howe Rise）　R47 チャレンジャー海台（Challenger Plateau）　R48 マッコリー海嶺（Macquarie Ridge）　R49 パプア海台（Papua Plateau）　R50 クインズランド海台（Queensland Plateau）　R51 南タスマン海膨（South Tasman Rise）

海盆（Basin）
B1 グアテマラ海盆（Guatemala B.）　B2 パナマ海盆（Panama B.）　B3 ペルー海盆（Peru B.）　B4 チリ海盆（Chile B.）　B5 ベリングハウゼン海盆（Bellingshausen B.）　B6 北東太平洋海盆（Northeast Pacific B.）　B7 南西太平洋海盆（Southwest Pacific B.）　B8 北西太平洋海盆（Northwest Pacific B.）　B9 中部太平洋海盆（Central Pacific B.）　B10 東マリアナ海盆（East Mariana B.）　B11 西カロリン海盆（West Caroline B.）　B12 東カロリン海盆（East Caroline B.）　B13 メラネシア海盆（Melanesian B.）　B14 アリューシャン海盆（Aleutian B.）　B15 ボワーズ海盆（Bowers B.）　B16 コマンドル海盆（Komandorskaja B.）　B17 千島海盆（Kuril B.）　B18 日本海盆（Japan Sea B.）　B19 大和海盆（Yamato B.）　B20 南シナ海盆（South China B.）　B21 フィリピン海盆（Philippine B.）　B22 四国海盆（Shikoku B.）　B23 パレスベラ海盆（Parece Vera B.）　B24 スル海盆（Sulu B.）　B25 セレベス海盆（Celebes B.）　B26 北バンダ海盆（North Banda B.）　B27 南バンダ海盆（South Banda B.）　B28 ニューギニア海盆（New Guinea B.）　B29 マヌス海盆（Manus B.）　B30 ソロモン海盆（Solomon B.）　B31 パプア深海平原（Papua Abyssal Plain）　B32 北フィジー海盆（North Fiji B.）　B33 南フィジー海盆（South Fiji B.）　B34 ニューカレドニア海盆（New Caledonia B.）　B35 タスマン海盆（Tasman B.）

海溝・舟状海盆（Trench, Trough）
T1 中米海溝（Middle America Trench）　T2 コロンビア海溝（Colombian Trench）　T3 ペルー・チリ海溝（Peru-Chille Trench）　T4 アリューシャン海溝（Aluetian Trench）　T5 千島・カムチャッカ海溝（Kuril-Kamchatka Trench）　T6 日本海溝（Japan Trench）　T7 伊豆・小笠原海溝（Izu-Ogasawara Trench）　T8 マリアナ海溝（Mariana Trench）　T9 ヤップ海溝（Yap Trench）　T10 パラオ海溝（Palau Trench）　T11 ニューギニア海溝（New Guinea Trench）　T12 マヌス海溝（Manus Trench）　T13 ライラ舟状海盆（Lyra Trough）T14 マライタ舟状海盆（Malaita Trough）　T15 ケープジョンソン舟状海盆（Cape Johnson Trough）　T16 ビチャーシ海溝（Vityaz Trench）　T17 トンガ海溝（Tonga Trench）　T18 ケルマデック海溝（Kermadec Trench）T19 ヒクランギ海溝（Hikurangi Trench）　T20 ソランデル海溝（Solander Trench）　T21 天皇舟状海盆（Emperor Trough）　T22 チヌーク舟状海盆（Chinook Trough）　T23 ノバ・カントン舟状海盆（Nove Canton Trough）　T24 沖縄舟状海盆（Okinawa Trough）　T25 マニラ海溝（Manila Trench）　T26 パラワン舟状海盆（Palawan Trough）　T27 南海舟状海盆（Nankai Trough）　T28 南西諸島海溝（Nansei Shyoto Trench）　T29 フィリピン海溝（Philippine Trench）　T30 マリアナ舟状海盆（Mariana T.）　T31 ニューブリテン海溝（New Britain Trench）　T32 ポクリントン舟状海盆（Pocklington Trough）　T33 南ソロモン海溝（South Solomon Trench）　T34 北ニューヘブリデス海溝（North New Hebrides Trench）　T35 南ニューヘブリデス海溝（South New Hebrides Trench）　T36 プイセギュール海溝（Puysegur Trench）　T37 ヨルト海溝（Hjort Trench）

島・諸島（Island, Islands）
E イースター島（Easter I.）　G ガラパゴス諸島（Galapagos Is.）　H ハワイ島（Hawaii I.）　T タヒチ島（Tahiti I.）　F フィジー諸島（Fiji Is.）



NII-Electronic Library Service

The Association for the Geological Collaboration in Japan (AGCJ)



et al. 1989）が付いている．これは全大洋のクロン番号が同定された地磁気縞模様の位置を記入したものである．

### 熱流量分布図

アトラスには，太平洋の各測定点で得られた熱流量値を縮尺3,000万分の1の広域海底地形図にプロットした熱流量分布図が収録されている（第4図）．また，特定の狭い海域における測定の結果も大スケールの海底地形図にプロットされている．いずれの図でも，得られた熱流量値（単位：mW/$m^2$）はいくつかのレベルに区分され，それが大きさと色の異なる丸印で示されている．測定点の密度が高いのは日本列島周辺・北米大陸西岸沖・東太平洋海膨北部などの限られた海域で，全体的にはまだ低い．

海底の地殻熱流量は，深海では海底付近の温度場が平衡に達しているという前提のもとに，地温勾配と熱伝導率を測定し，両者の積として算出する．

地温勾配は，通常6個以上の温度センサーを組み込んだ長さ数mの槍状のプローブを海底の未固結層に突き刺し，各センサーが記録した温度の違いから求める．いっぽう，熱伝導率は，ヒーター線とサーミスターを組み込んだ長さ7cmほどの針状のプローブを同じ地点に突き刺し，ヒーター線を一定の熱量で加熱した時にサーミスターが記録した温度変化から求める．

熱水活動が盛んな海膨や海嶺では海底付近の温度場が非平衡で，熱流量の空間的なばらつき・時間的な変動が大きい．このような場で代表的な熱流量値を決め，熱輸送のメカニズムを明らかにするために，一度に複数点の地温勾配を測定できる装置や海底に固定して長時間地温勾配を測定できる装置が開発されている．

### 震源分布図

アトラスには，太平洋全域のM≧5.5の地震（1977－1989）の震央を縮尺3,000万分の1の地形図にプロットしたものが収録されている．この図には発震機構の解析結果も付いている．また，いくつかの島弧－海溝系については，M≧4.5の地震の震源が立体視できる図，発振機構の解析結果，震源を断面に投影した図も作成されている．さらに，「火山・地震・プレートテクトニクス」と題する地図（Simkin et al. 1989）が付録として付いている．これには1897年以降に発生したM≧7.0の大地震1,300と1960年以降に発生したM≧4.0の地震140,000の震央が，深度60km以深と以浅に分けて，世界地図の上にプロットされている．しかし，いずれも目新しいものではない．

## 海域区分と海底地形名

次号以下では太平洋の海域ごとにアトラスに収録されている各種の図を紹介するが，それに先立って太平洋の海域区分と海底地形名について説明しておく．

### 海域区分

太平洋の概略海底地形を第5図に示す．アトラスでは，縮尺1,000万分の1の広域図は緯度・経度により機械的に区分された6つの海域ごとに示されている．しかし，本稿の次号以降では地形単元を重視し，以下の8海域に分けて主要な図を紹介する．

①東太平洋海膨：メキシコ西岸からエルターニン断裂系まで南北に延びる大洋中央海嶺（水深3,500～4,000 mより浅い海域）．

②中米～南米大陸西側の太平洋：中米～南米大陸西岸から東太平洋海膨の東縁（水深3,200～4,000 m）までの海域．

③太平洋・南極海嶺と南極大陸北側の太平洋：エルターニン断裂系以南の大洋中央海嶺（水深3,500～4,000 mより浅い海域）と，同海嶺と南極大陸北岸の間の海域．

④北米大陸西側の太平洋：アメリカ合衆国・カナダの西岸から水深3,500～4,000 mまでの海域．

⑤太平洋中央部：太平洋全域から①～④および⑥～⑧を除いた海域．

⑥ユーラシア大陸東側の縁海：ユーラシア大陸東岸とアリューシャン列島から西及び南へフィリピン・インドネシアまで続く島列の間の海域．

⑦フィリピン・インドネシアの縁海：フィリピン諸島と伊豆・小笠原諸島の間の海域（フィリピン海）とインドネシアを構成する島々の周辺海域．

⑧オーストラリア大陸北側～東側の縁海：オーストラリア大陸の北～東岸とニューギニアから東へニュージーランドまで連なる島列の間の海域．

### 海底地形名

本シリーズで使用する海底地形名の英語表記はアトラスに従う．また，対応する和名は，日本水路協会海洋情報研究センター（2003）による「日本を取り巻く海の地形（CD-ROM）」にある表記を基本とする．ただし，この資料は主として日本近海を扱っているので，その他の海域の海底地形の和名はG.B. ウージェンチェフ（1990）「大洋底の地形と地質構造」などを参考に英語の発音に近い表記とした．

日本水路協会海洋情報研究センター（2003）の上記資料は，日本近海については「海底地形の名称に関する検討会（事務局：海上保安庁海洋情報部）」により，その他の海域については，「大洋水深総図指導委員会（事務局：国際水路局）」により決定された海底地形名に準拠している．アトラスもIOC（政府間海洋学委員会）が制作に関わっているので，海底地形名の英語表記は「大洋水深総図指導委員会」の決定に準拠していると思われる．

## 文 献

Cande SC, LaBrecgue JL, Larson WC, PitmanⅢ, Golovchenko X and Haxby WF (Comp.)(1989) Magnetic Lineation of the



NII-Electronic Library Service

The Association for the Geological Collaboration in Japan (AGCJ)



World's Ocean Basins. AAPG, USA
G.B. ウージェンチェフ著（押手　敬ほか訳）(1990) 大洋底の地形と地質構造. 地球科学研究センター, 埼玉, 143p
海洋調査技術学会編集委員会編 (1993) 海洋調査フロンティア - 海を計測する -. 海洋調査技術学会, 東京, 304p.
木川栄一 (1986) 海洋性地殻の磁化. 月刊地球, 8：680-684
日本水路協会海洋情報研究センター (2003) 日本を取り巻く海の地形 (CD-ROM).
藤本博巳・友田好文 (2000) 重力からみる地球. 東京大学出版会, 東京, 172p
Simkin T, Tilling RI, Taggart JN, Jones WJ and Spall H (Comp.)(1989) World Map of Volcanoes, Earthguakes, and Plate Tectonics. USGS, USA
杉山　明 (2006a) 太平洋地質・地球物理アトラスに収録されている海底地形図. 地球科学, 60：273-274
杉山　明 (2006b) 太平洋地質・地球物理アトラスを読む (1) 収録されている図とデータ. 地球科学, 60：345-349
Udintsev GB, Scott DPD, Granberg IS, Lewis BTR, Sayehiro K, Talwani M, Uyeda S, Zhiv DI (ed.) (2003) International Geological- Geophysical Atlas of the Pacific Ocean. Head Department of Navigation and Oceanography, Ministry of Defense of Russian Federation, Moscow/Sankt-Petersburg, 192p.
海野　進 (2003) 海洋地殻深度掘削の成果と課題. 地学雑誌, 11：650-667



NII-Electronic Library Service