

東太平洋海膨(17°-19°S)周辺の地球物理データについて

上嶋 正人*1 佐柳 敬造*3 藤岡換太郎*2 浦辺 徹郎*1
他乗船研究者一同

リッジフラックス計画により東太平洋海膨南部でこれまで数年にわたり地球物理データが得られている。93年メルビル航海, 94年よこすか航海, 95年ジャイル航海である。1997年の「よこすかしんかい」の東太平洋海膨航海においても14本の長い東西測線の地球物理データ(マルチナロービーム測深, 全磁力, 3成分磁力, 重力(レグ2のみ)等)が得られた。3成分磁力計のz成分から明瞭な地磁気の帯磁境界が求められた。重力, 磁力データとも従来のデータと整合的で合成されたデータから詳細な磁気, 重力異常図が作成された。

キーワード: 東太平洋海膨, フリーエア重力異常, ブーゲ重力異常, 全磁力異常, 3成分磁気異常

Geophysical data on the EPR(East Pacific Rise) between 17°S-19°S obtained during the YOKOSUKA cruise (YK9705-6)

Masato JOSHIMA*4 Keizo SAYANAGI*6 Kantaro FUJIOKA*5
Tetsuro URABE*4 other shipboard scientific party

During the cruises of Ridge Flux Project we have gathered geophysical data around the south EPR, Melville93, Yokosuka94, Jai195, and Yokosuka97. Mulchi-narrow beam bathymetry, gravimeter, proton magnetometer, 3 component magnetometer were used on the 14 E-W survey lines, and their interval is approximately 7 n.m., from 17°S to 18°30'S in the Yokosuka97 cruise (YK9705-6). Apparent boundary of magnetic zones(Brunhes-Matuyama, Jaramillo event) was recognized, particularly in the profile map of z-component magnetic anomaly.

Keywords: EPR (East Pacific Rise), Free-air gravity anomaly, Bouguer gravity anomaly, Total magnetic anomaly, Magnetic vector anomaly

*1 地質調査所

*2 海洋科学技術センター

*3 地質調査所(現在:理化学研究所・地震国際フロンティア研究プログラム東海大学地震予知研究センター)

*4 Geological Survey of Japan.

*5 Japan Marine Science and Technology Center

*6 Geological Survey of Japan (Present: Institute of Physical and Chemical Research International Frontier Program on Earthquake Research)

1. はじめに

当海域における地球物理データに関し、リッジフラックス計画において93年メルビル号備船、94年よこすかしんかい、95年ジャイル号タムスクエア備船、97年よこすかしんかいと4年にわたって続けてきている。それぞれ重力、プロトン全磁力、船上3成分磁力計、マルチナロービーム地形調査を行っているが、調査範囲、測線方向、調査機器などは毎年変化している。93年はリッジの極近傍を南緯14度から南緯20度まで、94年は南緯17度30分から南緯19度40分までのリッジ周辺数十km、ともにリッジに平行な測線を主体に調査している。95年は93年と同じエリアをより詳細なサイドスキャン（及び地形）マッピングのできる装置 [TAMU]²で調査したあとリッジを横切る方向で数本の測線を加えている。97年は南緯17度から南緯18度30分の間で5から7マイル間隔でリッジを東西に（測線長約200km）横切って調査を行った。図1に当計画で行われた93年から95年までの調査の合成された測線図を示す。また表1にこの間の航海でどのような地球物理データが得られているかを一覧表にして示す。

2. 97年よこすか南部東太平洋海膨調査

本年度のよこすか航海（レグ1：の主目的は南部東太平洋海嶺の代表的なイベントにおけるしんかい6500による潜航調査及び長期観測機器の設置であり、南緯17度30分付近と、18度30分付近の2カ所に潜航地点が設定されていた。調査測線については毎日の潜航終了後、夕刻に航走観測を開始しても翌朝の潜航開始の2時間前ま

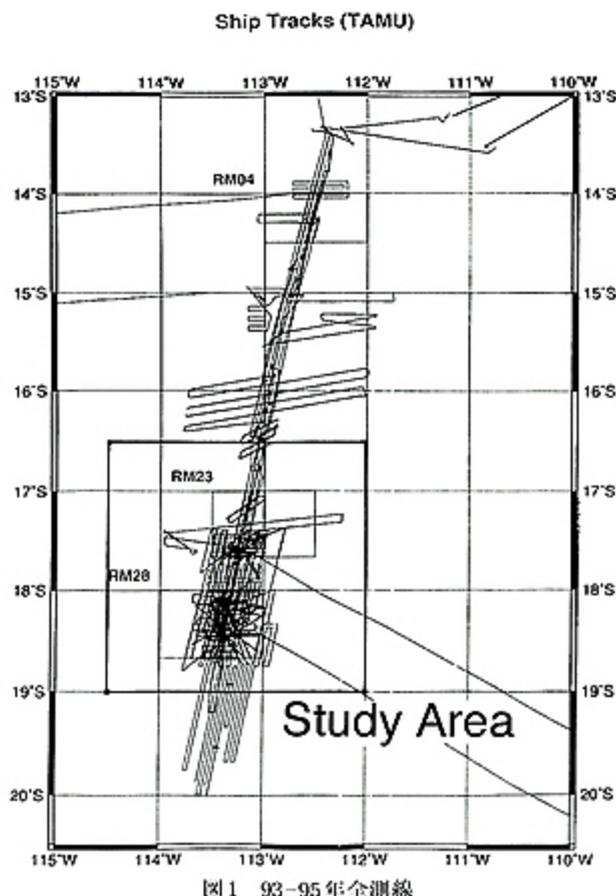


図1 93-95年全測線

表1 リッジフラックス航海の地球物理データ一覧 (SEPR)

| 年次 | 航海名 | 緯度範囲 | 調査幅 | 地球物理データ |
|----|-------------------------|------------------------|----------|----------------|
| 93 | WEST01MV | 19°S-14°S'(550km) | 20km | MB1,3M,PM1,GR1 |
| 94 | MODE94Leg3 | 18°45'S-17°30'S(150km) | 100km | MB2,3M,PM2,GR2 |
| | MODE94Leg4 | 20°S-17°25'S(50 km) | 50km | MB2,3M,PM2 |
| 95 | [TAMU] ² EPR | 19°20'S-13°20'S(650km) | 20-180km | MB3,3M,PM3,GR3 |
| 97 | YK9705 | 18°40'S-17°20'S(150km) | 230km | MB2,3M,PM2 |
| | YK9706 | 18°40'S-16°50'S(200km) | 250km | MB2,3M,PM2,GR2 |

MB1:SeaBeam2000, MB2:HS-10, MB3:[TAMU]2(Side-Scan + Topography)

3M:Shipboard Three Component Magnetometer(Tierra Tecnica)

PM1:Geometrics G801, PM2:Kawasaki Chishitsu, PM3:Varian

GR1: Bell-Aerospace(BGM-3), GR2:LaCoste&Lomborg Air-Sea(#S-??),

GR3: LaCoste&Lomborg Air-Sea(#S-26)

でに潜航予定点に到達していなくてはならないのであまり遠くまでは足を延ばせなかった。またリッジに平行な調査測線は94年で幅数十kmにわたって終了していたので、できるだけ長い東西測線を設定した。ブルヌ松山地磁気境界、ハラミロイベントを十分に超えることを目標として14測線で完全横断、数測線で片側もしくは不十分な横断の測線が得られている。図2にレグ1, 2を通しての測線図を示す。本航海ではレグ2の途中(1/3程度)でデータ収録用に使っていたデッキ3000のワークステーションが故障したために航海終了時に完全な形でデータ処理ができておらず、それぞれの機器の補助収録に止まりデータ処理は数か月遅れることとなった。当面使用する測線図は船上3成分磁力計のデータから作成した。

3. 本航海の成果

(1) 重力

重力については本年度の1レグではメーカーでの船上重力計の修理が完了せず、2レグのみとなった。船上重力計と陸上の絶対重力値との接続及びドリフト検定のための港での測定はバルパライソ(チリ)とパペーテ(タヒチ)の2カ所で行なわれたが、バルパライソでは船上重力計が十分な立上りをしないうちに、嵐のために半日早い出航となってしまいドリフト検定に問題を残した。表2にそれぞれの港での絶対重力値と船上重力値及びそれらから計算されるドリフト値を示す。

バルパライソ港での船上重力計の立上げの遅れから陸上重力との接続に不安が生じたため、ドリフトをゼロと

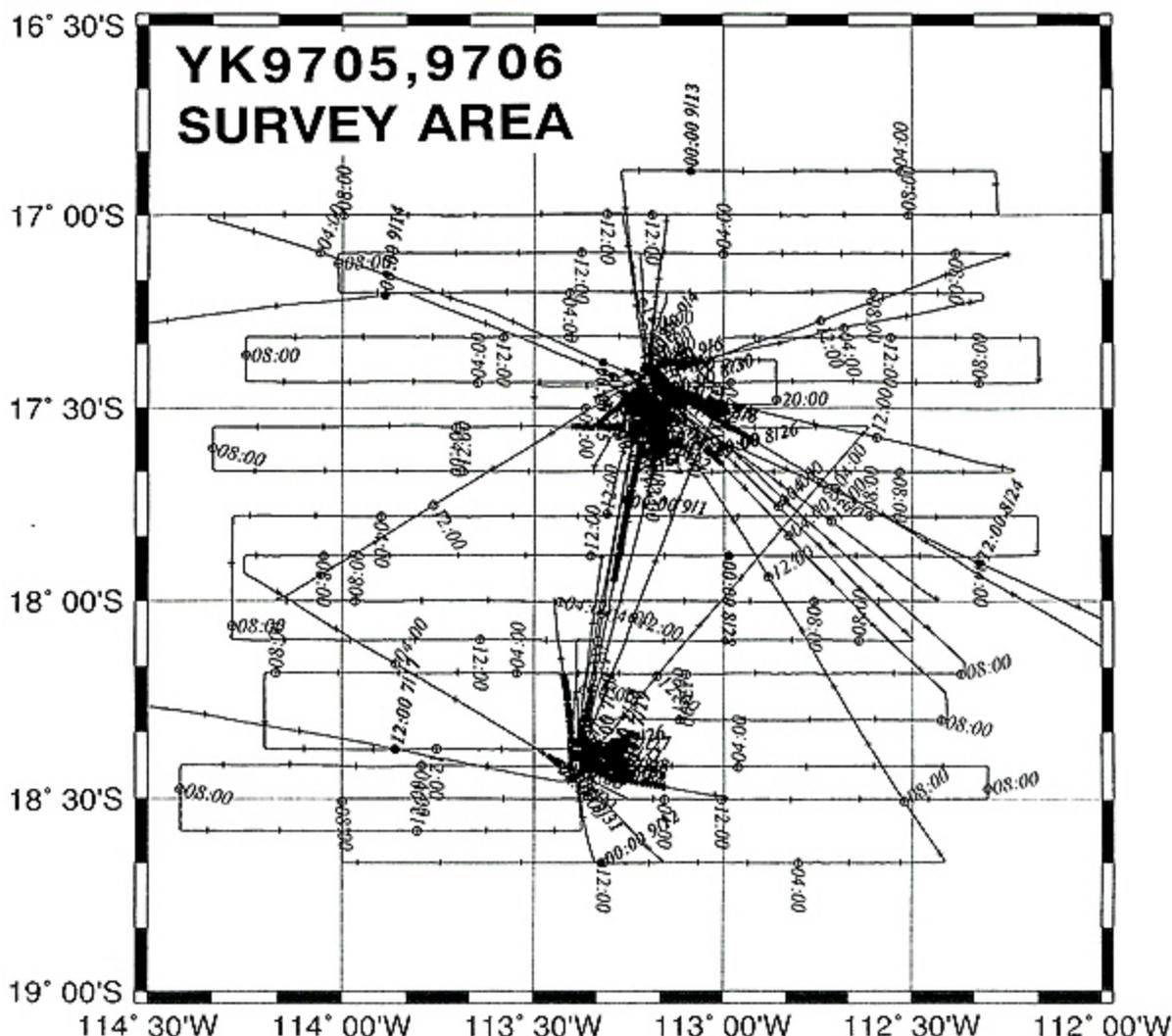


図2 97年測線

仮定してパペーテ港の船上重力値で陸上重力と接続して一度全データを計算し、時間軸に対して変化の様子をみてドリフトの程度を概観したのが図3である。一般に海底に何も無い大洋底では船上重力はほとんどゼロで変化がないことが多い。この航海では毎日昼は海嶺軸周辺にいて夜は100kmほど海嶺から離れたところまで航走観測をするパターンを数十日繰り返したため、日周期的な変化を示しそれがゆっくりと変化していることからドリフ

トは-0.24 mgal/dayと推定された。パペーテ港での陸上重力との接続とこの推定ドリフト値から重力を再計算してフリーエア重力異常を表示したのが図4である。普通良く安定した重力計のドリフトは正の小さな値をとり、増加傾向を示すことが多い。重力計のヒーティングを中断した直後や修理のため長期間にわたって送り返した後にやや大きな負のドリフトを示すことがある。何航海か継続してドリフトを観察する必要がある（上嶋他、

表2 各港での陸上重力との接続とドリフト値

| YK9706/港 | 岸壁重力値 (海面換算, 重力基準点) | 船上重力値 | ドリフト値 |
|-------------|--------------------------------|--------------------|-------|
| バルパライン (チリ) | 979621.469mgal (Tidal Station) | | |
| 岸壁 | 979619.71 mgal | 10738.6 or 10605.9 | |
| パペーテ (タヒチ) | 978629.468 (ORSTOM) | | |
| 岸壁 | 978695.53 | 9816.1 | -* |

* 10738.6が正しいとすると 0.05 mgal/day

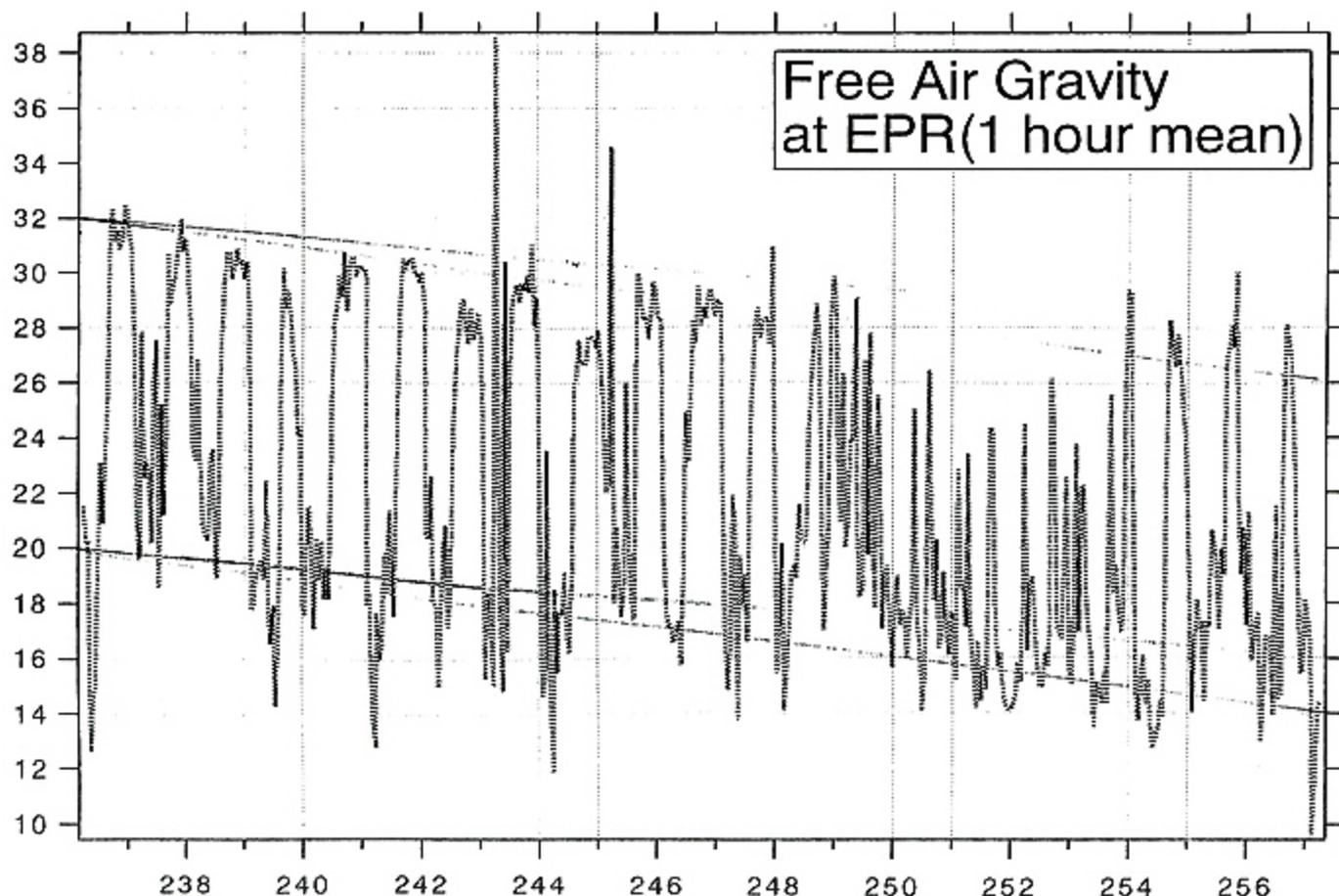


図3 仮計算された重力1時間平均値の時間変動

1996)。仮定密度を2.67としてブーゲ重力異常を計算してみたのが図5である。海底地形としてはScheirerのグリッドデータと本航海のデータ、及びetopo5のデータか

Free Air Gravity Anomaly around SEPR (17°S-19°S)

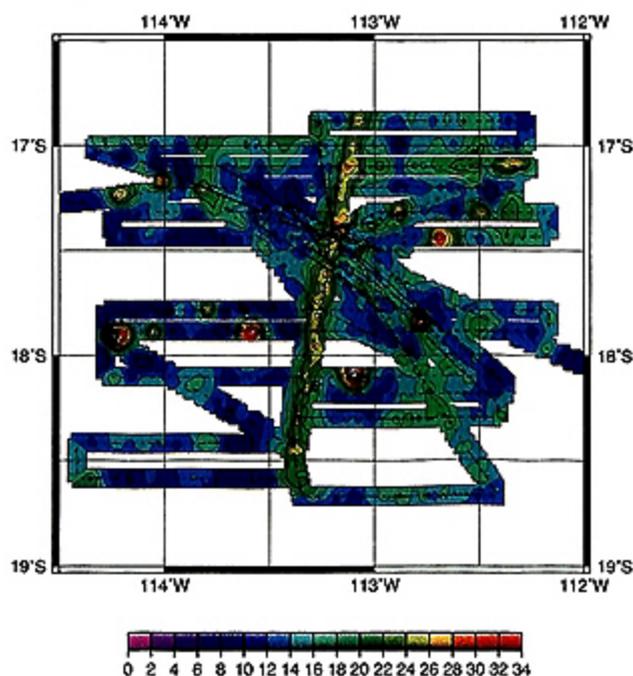


図4 YK9706航海のフリーエア重力異常

SEPR Bouguer Gravity anomaly (Assuming density=2.67)

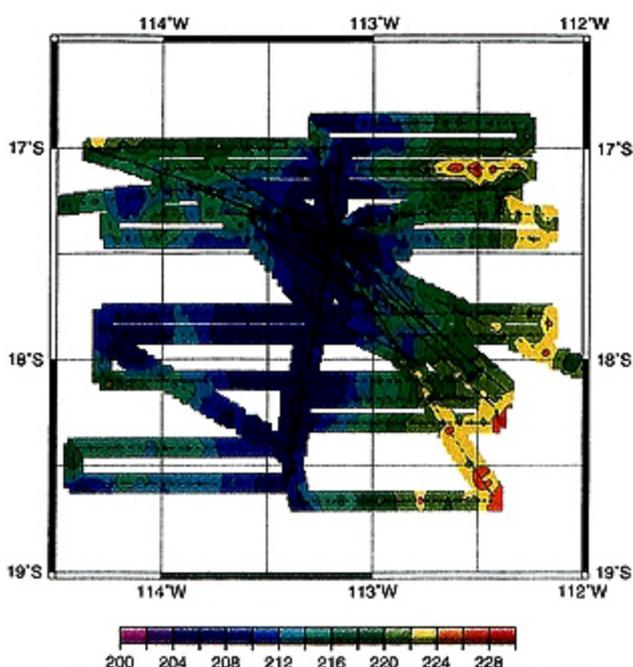


図5 YK9706航海のブーゲ重力異常 (仮定密度2.67)

ら0.5分のグリッドを切り直し、それを利用してブーゲ重力異常を計算した。

YK9706航海の重力値の評価をかねて、これまでの当海域の船上重力データとのコンパイルを行った。図6の細い実線が従来のデータ、太い実線がYK9706航海の重力測線を示す。これらの全データの交点チェックと交点コントロールを行った (上嶋ほか, 1993)。図7に交点

Track Plot of Gravity data around YK9706 area

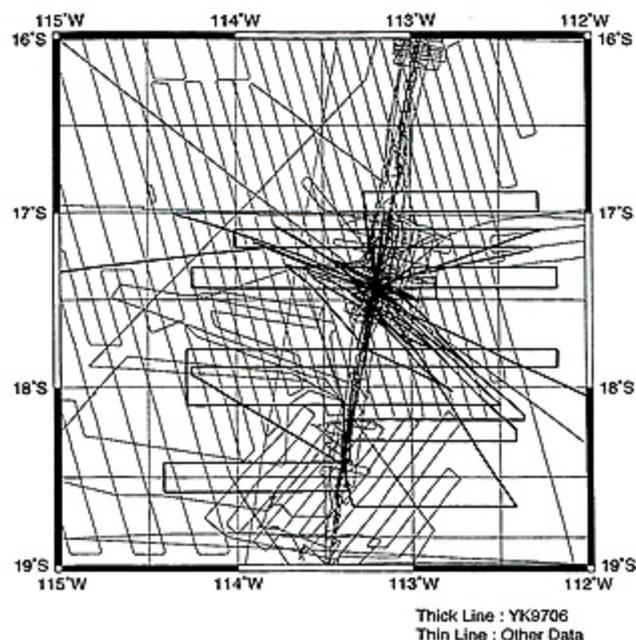


図6 従来の重力データに97年測線を加えた測線図

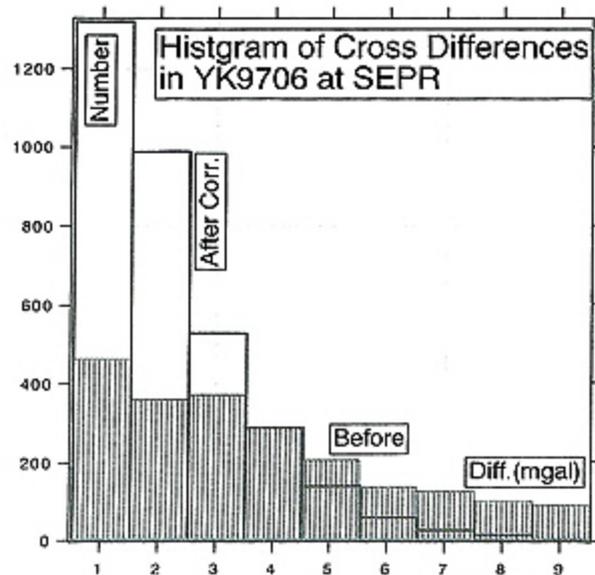


図7 重力の交点コントロール前後の誤差頻度図

チェックと交点コントロール後のズレ具合の頻度分布を示す。交点コントロール後のデータを使用した海域周辺のフリーエア重力異常図(図8)と仮定密度2.67を使用したブーゲ重力異常図(図9)を示す。低いブーゲ重力異常の目玉がEPRの海嶺軸より約30km西にずれている傾向が南緯17度30分から南緯18度30分にかけて特に目立っている。海山が密集している部分が低ブーゲ異常になっていて仮定密度が原因の可能性も考えられるが、極端な地形相関がみられないのでやはり低密度の物質が海底下にあることが考えられる。原因については高い温度分布異常なども考えられるが今後の研究課題である。またブーゲ重力異常について海嶺の東側の方が西側に比べてより急に高くなっている(東側1ミリガル/5kmで西側の1ミリガル/15km程度、西側は海山が多く緯度方向のばらつきが大きい。)が、これは地形的にみて東側はより急に水深が大きくなり海山の数も少ないのに対し、西側ではかなり遠くまで水深が浅く、海山の数も格段に多いことに対応している(Cormier, et al. 1993)。

(2) 地磁気異常

図10, 11(a,b,c)にプロトン磁力計の全磁力異常のプロファイル, 3成分磁力計のx,y及びz成分異常のプロファイルを示す。3成分磁力計のデータからは特にz成分異常のプロファイルで帯磁の極性(正逆)が見やすくなっている。また海嶺中央の新しい玄武岩によると考えられる中央高磁気異常も見やすくなっている。これらのデータから想定されるプルンス松山境界(78万年前)の位置を決めてリッジの拡大速度を見積もると南緯18度30分, 同10分で東側に8cm/年西側に6cm/年であるが, 南緯17度26分ではほぼ同じ7cm/年になっていて南緯18度10-30分のセグメントだけに東西の拡大速度の不均一がみられる(表3)。Cormier他(1994)は非常に早い速度でのリッジの不連続の南への移動によってセグメント内におけるリッジのジャンプのような現象を説明している。

重力と同様に全磁力異常について従来のデータとYK9705,6のデータを含めて交点チェック, 交点コントロールを行った。図12に交点コントロール前後の交点チェックによる値の違いの頻度分布を, 図13に全体をまとめた全磁力異常図を示す。

Free Air Gravity Anomaly SEPR (17°S-19°S)

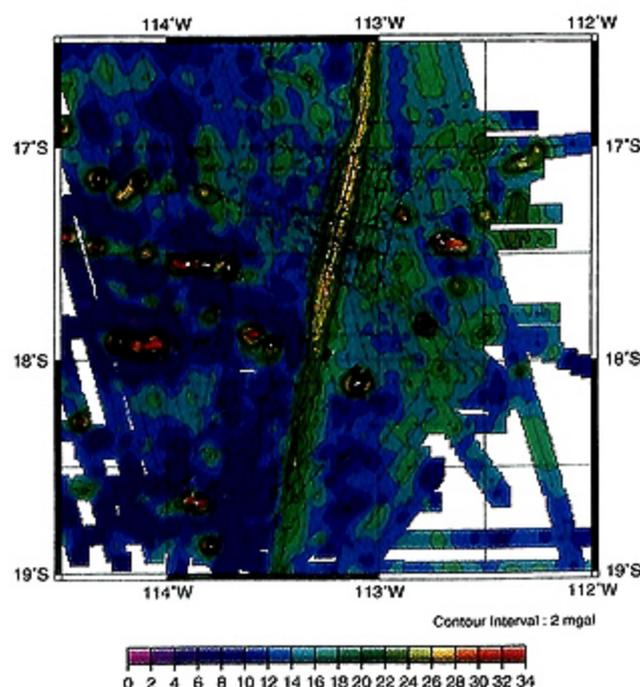


図8 海域全体のフリーエア重力異常

Bouguer Gravity Anomaly SEPR (17°S-19°S)

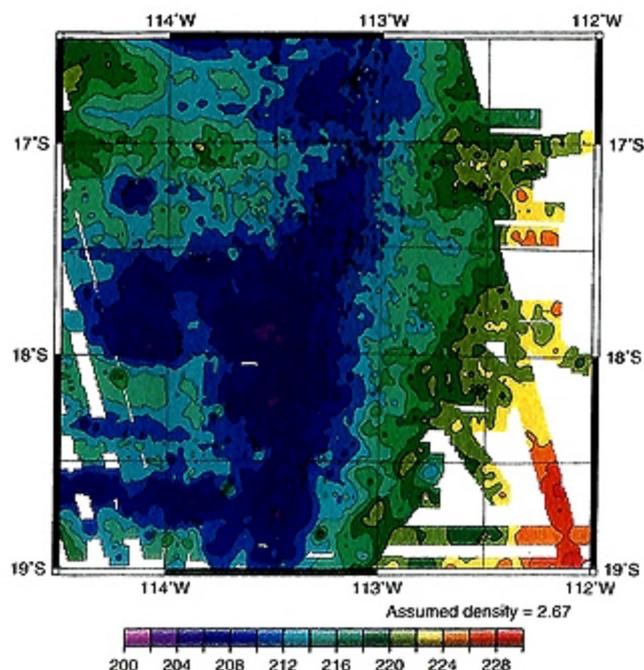


図9 海域全体のブーゲ重力異常(仮定密度2.67)

Total Magnetic Anomaly Profiles in YK9705,6

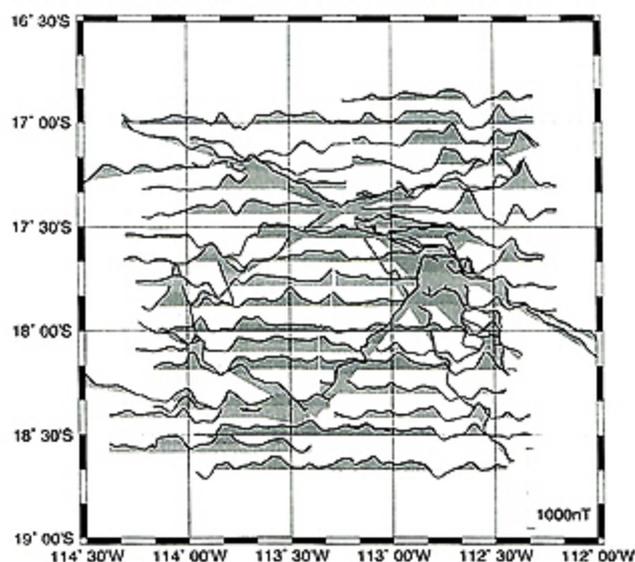


図10 全磁力異常

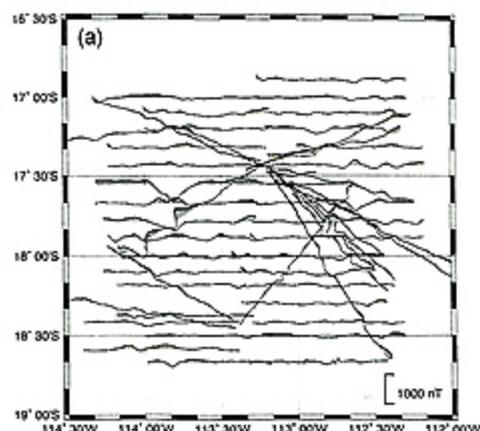
4.まとめ

YK9705,06航海の地球物理データは図6に示されるように従来のデータの範囲を大きくは出ていない。しかし3成分地磁気異常データをこの海域で東西にハラミロイベントを超える程度まで測定できた意義は大きい。95年のジャイル航海でもその北どなりに東西に同じ程度まで連続したデータが得られていて、過去100万年にわたる海嶺の軸に沿った変化を追跡する上で今後重要なデータとなると考えられる。従来のデータと比較してもクロスする点を大きく増やしたので、交点コントロールによりデータの質を大幅に改善できたと思われる。今後は新たにマッピングされたデータを基に海嶺の過去100万年にわたる変動史の解析と重力、全磁力異常のインバージョンを行う予定である。

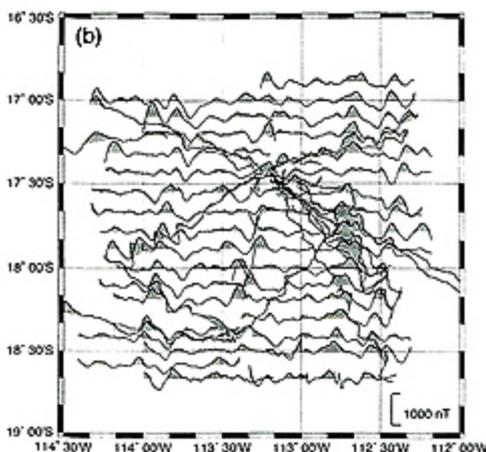
謝 辞

海洋科学技術センター深海研究部の富士原敏也博士にはデータ処理プログラムをに使わせていただくほか、DEC3000のワークステーションが航海途中で故障した際にいろいろ助言をいただき、一部データの後処理も含めて大変お世話になりました。海洋科学技術センター運航部及び深海研究部の諸氏、井田正比古司令、橋本菊夫航法管制長をはじめとする「しんかい6500」運航チーム、ならびに石田貞夫船長をはじめとする観測船「よこすか」乗組員の調査航海における協力と航海データの提供に深

X comp. Magnetic Anomaly in YK9705,06 Area



Y comp. Magnetic Anomaly in YK9705,06 Area



Z comp. Magnetic Anomaly in YK9705,06 Area

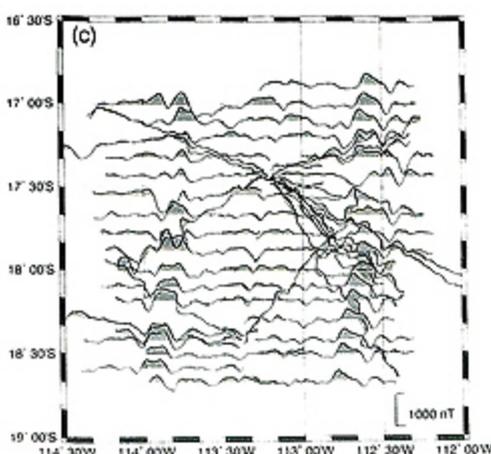


図11 (a) X成分異常, (b) Y成分異常, (c) Z成分異常

表3 海嶺周辺の東西の拡大速度の分布

| | East side | West side | Total |
|---------|-------------|-------------|--------------|
| 18°30'S | 8.17cm/year | 6.15cm/year | 14.32cm/year |
| 18°10'S | 8.26 | 5.85 | 14.11 |
| 17°26'S | 7.23 | 7.0 | 14.23 |

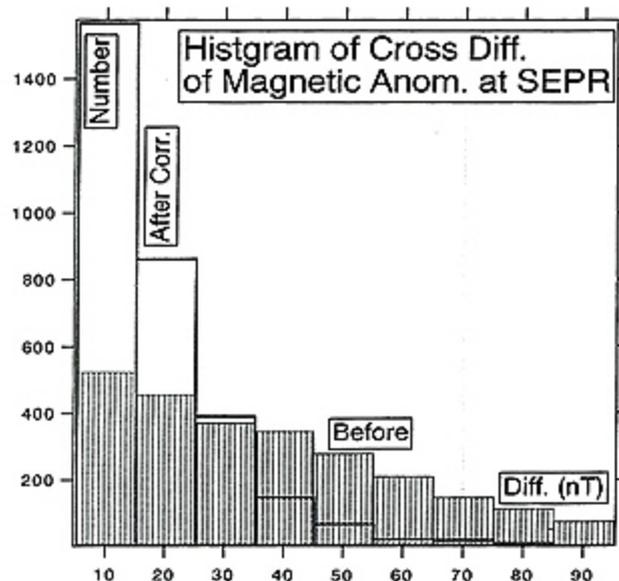


図12 全磁力の交点コントロール前後の誤差頻度図

く感謝します。

参考文献

- Cormier, M. H. & K. C. MacDonald(1993) : EPR 18°-22°S: Gravity evidence for focussed mantle upwelling, *Eos Trans. AGU, Spring Meeting suppl.*, 74 (16), 297.
- Cormier, M. H., and K. C. MacDonald(1994) : East Pacific Rise 18°-19°S: Asymmetric spreading and ridge reorientation by ultrafast migration of axial discontinuities, *J. Geophys. Res.*, 99, 543-564.
- 上嶋正人, 岸本清行, 村上文敏 (1993) : 豊後水道南方域の重力, 磁力データのマッピングについて, *物理探査学会学術講演会講演論文集*, 88, 508-510.
- 上嶋正人, 石原丈実 (1996) : 「白嶺丸」船上重力計

Magnetic Anomaly Map After Cross-Correction

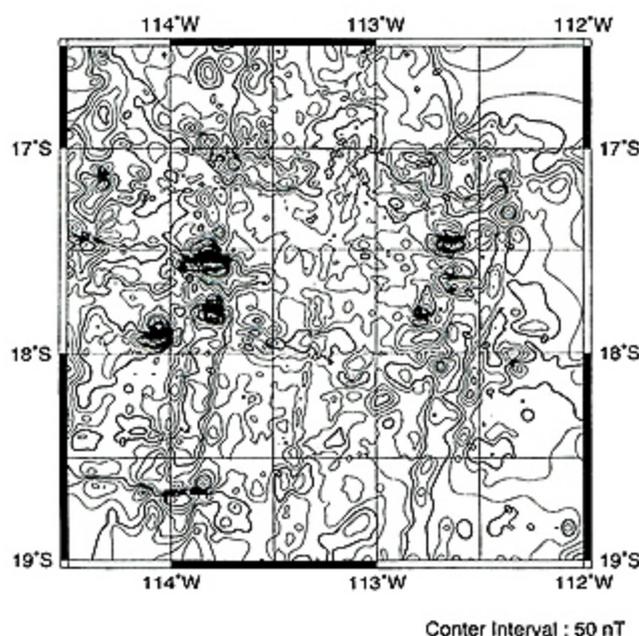


図13 海域全体の全磁力異常

(SL-2) のドリフトについて, *物理探査学会学術講演会講演論文集*, 94, 315-319.

- Laura S. Magde, Robert S. Detrick, and the TERA Group(1995) : Crustal and upper mantle contribution to the axial gravity anomaly at the southern East Pacific Rise, *J. Geophys. Res.*, 100, 3747-3766.
- Paul Wessel, Walter H.F. Smith (1991) : *The GMT-SYSTEM Version 2.0 Technical Reference and Cookbook*, p.1-20.

(原稿受理: 1998年7月24日)