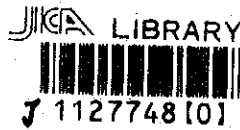


# 海洋資源調査SOPAC海域 資源開発協力基礎調査報告書 (第5巻)

## ヴァヌアツ共和国海域

平成7年3月



国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱調査
CR(4)
95-062

海洋資源調査 SOPAC 海域資源開発協力基礎調査報告書(第5巻) ヲアヌアツ共和国海域

平成7年3月

金属  
国際  
鉱協

JICA  
210  
66.1  
MPN  
LIBRARY  
CR(4)  
95-062







海洋資源調査SOPAC海域  
資源開発協力基礎調査報告書

(第5巻)

ヴァヌアツ共和国海域

平成7年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



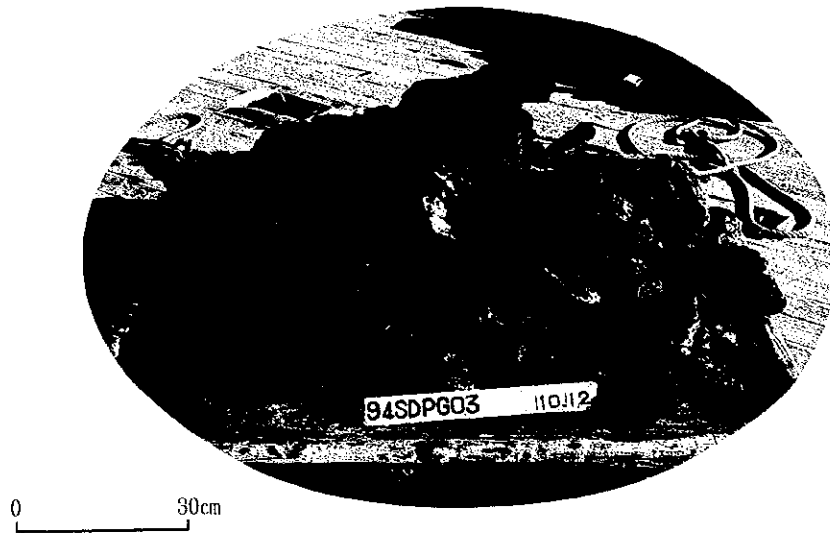
1127748 [0]

マイクロ  
フィルム作成









94SDPG03にて採取されたマンガン酸化物



94SDPG03にて採取された鉍石鉍物の顕微鏡写真

略号：Pl；斜長石、Mn；パーネス石・轟石

## は し が き

日本国政府は南太平洋応用地球科学委員会 (South Pacific Applied Geoscience Commission) [SOPAC] の要請に応え、加盟国沿岸における深海底鉱物資源賦存の可能性を検討するため、地質調査等の鉱物資源探査に関する調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は平成2年度から5ヵ年にわたって行なわれるものであるが、本年はその5年次目(最終年次)にあたり、ヴァヌアツ共和国の経済水域内を調査の対象としている。金属鉱業事業団は平成6年8月22日から10月25日までの66日間、深海底鉱物資源探査専用船第2白嶺丸を現地に派遣し、ヴァヌアツ共和国の協力を得て調査を予定通り完了した。

本報告書は5年次目の調査結果を取りまとめたものである。

終わりに本調査の実施に当たって御協力頂いたSOPAC事務局、ヴァヌアツ共和国政府、並びに外務省、通商産業省、在フィジー日本国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表すものである。

平成7年3月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎

金属鉱業事業団

理事長 石 川 丘

## 要 旨

SOPAC諸国に対する資源開発協力基礎調査は平成2年から5年間にわたって実施され、その最終年度にあたる本調査は平成6年8月22日から10月25日まで、ヴァヌアツ共和国海域内の約37,000km<sup>2</sup>（北フィジー海盆西方）に対して行われた。現地調査日数は45日間、調査対象は海底熱水鉱床である。

調査は日程の前半（レグ1）を広域調査と位置付け、海底地形図を作成することを主目的として測線間隔2マイルで地形調査を実施、海底地形図を作成した。また地質構造推定の一助とするため磁気調査を同時に行った。後半（レグ2）は、地形・磁気調査の結果に基づいて、鉱床調査エリアを選定し、FDCによる海底観察、SSS調査を実施し、観察された変質帯、熱水性生物群集、ならびにマウンド状の高まりに対して、集中的にサンプリングを実施した。また、バックグラウンドとしての堆積物の地化学的性質を知る目的で、ベースライン地化学探査を実施した。

地形調査の結果、当海域のほぼ中央部に北北西～南南東の方向に発達するコリオリトラフの全容が明らかとなり、構造運動を示唆するようないくつかの地形形状が把握された。即ち、コリオリトラフはその内部が小規模な2トラフ、1ベースンに分割されており、トラフの両崖、特に東側が急傾斜で南に下るにつれ次第に深度を増しているのが特徴である。

またMBESの受信音圧を用いて作成した音響イメージ図は、堆積物の分布状況等の把握に有効であり、FDC調査位置の選定などに用いた。

磁気分布は海域全体としては磁気静穏域とみなされる。海域北西部で検出された北西～南東の方向性をもつ顕著な異常以外はいずれも小規模なものである。

鉱床調査では海底地形図等をもとに、

- ・トラフ内のリッジ地形、海丘
- ・火山フロント近傍の構造線にともなう海山およびカルデラ(クレーター)のある海山、海丘
- ・新期の火成活動域とみられる露岩域または磁気異常部

等に注目し鉱床調査対象海域の選定を行った。

FDCによって観察された鉱徴・変質帯の一部に対して行ったSSS調査では、熱水鉱床の胚胎が期待できるマウンド状の高まりが抽出され、サンプリング位置決定に有益な情報を提供した。

ベースライン地化学探査では、碎屑堆積物に火山性堆積物が多数挟在するのが認められ、当海域は火山活動が活発な海域であることを示している。

FDC調査では、比較的広範囲に鉱徴・変質帯が観察されたがこれらのうち3海域を対象に、FPG、LC、CBを用いて計31回のサンプリングを実施した。この結果、数箇所では酸化鉄を含む赤褐色沈殿物および熱水性と考えられる厚さ数cm程度のマンガン酸化物が採取されたが硫化物を確認することはできなかった。

これらのことから、本海域に賦存する鉱徴は、構造規制をもったリッジ周辺および海山に存在することが判明した。硫化鉱床については、今回確認することはできなかったが、存在したとしても、すでに酸化されてしまったか、堆積物に被覆されてしまっているものと考えられる。いずれにしても、本調査海域では、比較的広範囲に鉱化・変質帯等が観察されており、その他の調査結果を総合すると、当海域は海底熱水活動の比較的活発な地域であったと判断される。

# 目 次

グラビア  
はしがき  
要 旨

1 章 調査要項	1
1-1 調査件名	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査海域	1
1-4 調査期間	1
1-5 調査員等	3
1-6 調査機器	3
1-7 調査実績	3
2 章 調査方法	8
2-1 調査手順	8
2-2 付 番	8
2-3 船位と曳航体位置の決定	10
2-4 音響調査	10
2-5 磁気調査 (P G M 調査)	10
2-6 海底観察及び写真撮影	10
2-7 サンプリング	13
2-8 海水調査 (C T D 測定)	13
2-9 調査データの処理及び解析	13
3 章 海底地形と地質構造	19
3-1 調査海域概要	19
3-2 海底地形	20
3-3 磁気調査 (P G M 調査)	24
(1) 全 磁 力	24
(2) 磁気異常	24
(3) 極磁気異常	29
(4) 磁化強度分布	31

(5) 磁気構造図 .....	34
3-4 地質構造 .....	34
(1) 地質構造 .....	34
(2) MBE S音響イメージ図の作成 .....	38
(3) nSBP調査 .....	39
4章 ベースライン地化学探査 .....	44
4-1 概    要 .....	44
4-2 採取サンプルの性状 .....	46
4-3 調査結果 .....	75
(1) 化学分析 .....	75
(2) X線回折 .....	76
(3) 統計解析 .....	77
5章 鉱床調査 .....	79
5-1 概    要 .....	79
5-2 FDC調査 .....	82
5-3 SSS調査 .....	93
5-4 採取試料の性状 .....	97
5-5 鉱    徴 .....	117
5-6 水温異常 .....	128
6章 考    察 .....	134
7章 ま    と    め .....	138
[参考文献] .....	142
[付帯資料] .....	巻末
第1表 ベースライン地化学探査サンプリング結果一覧表 .....	巻末
第2表 FDC調査実績一覧表(1), (2) .....	巻末
第3表 鉱徴一覧表(1), (2) .....	巻末
第4表 鉱床調査サンプリング結果一覧表(1), (2) .....	巻末
第5表 試料リスト(1)~(4) .....	巻末

第6表	泥質物の化学分析結果一覧表(1)~(4)	.....	巻末
第7表	薄片、研磨薄片の鑑定結果一覧表(1), (2)	.....	巻末
第8表	X線回折結果一覧表(1), (2)	.....	巻末
第9表	M B E Sに使用した水深対音速一覧表	.....	巻末
第10表	気象・海象データ	.....	巻末
[添付図]			..... 巻末
添付第 1 図	海底地形図		
添付第 2 図	鈹床調査サンプリング位置図(1)~(4)		
添付第 3 図	鈹床調査サンプリング柱状概略図(1)~(3)		
添付第 4 図	F D Cルートマップ(1)~(11)		
添付第 5 - 1 図	航跡図 (M B E S)		
添付第 5 - 2 図	航跡図 (P G M)		
添付第 5 - 3 図	S S S曳航体位置図(1), (2)		

【挿入図一覧表】

図 1 - 1	調査海域図	2
図 2 - 1 - 1	調査計画図	9
図 2 - 4 - 1	航跡図	11
図 2 - 6 - 1	F D C 測線位置図 (全体図)	12
図 2 - 7 - 1	ベースライン地化学探査サンプリング位置図 (全体図)	14
図 2 - 7 - 2	鉱床調査サンプリング位置図 (全体図)	15
図 2 - 9 - 1	データ処理及び解析系統図	16
図 2 - 9 - 2	調査機器及び作業状況写真(1), (2)	17
図 3 - 2 - 1	海底地形段彩図	21
図 3 - 2 - 2	海底地形図	22
図 3 - 2 - 3	海底地形断面図	23
図 3 - 3 - 1	全磁力等値線図	25
図 3 - 3 - 2	磁気異常図 (傾向面残差)	26
図 3 - 3 - 3	磁気異常図 (I G R F 残差)	27
図 3 - 3 - 4	磁気異常断面図	28
図 3 - 3 - 5	極磁気異常図	30
図 3 - 3 - 6	磁化強度分布図	32
図 3 - 3 - 7	磁気構造図	35
図 3 - 4 - 1 - 1	地質構造図	37
図 3 - 4 - 2 - 1	M B E S 音響イメージ図	40
図 3 - 4 - 3	S B P Profile(1), (2)	41
図 4 - 1 - 1	ベースライン地化学探査採試点位置図	45
図 4 - 2 - 1	ベースライン地化学探査サンプリング結果概略図	47
図 4 - 2 - 2	代表的な有孔虫化石種	50
図 4 - 2 - 3	低緯度地域における石灰質微化石の生層序示準面と地質年代区分	54
図 4 - 2 - 4	各コアにおける化石帯の垂直分布(1), (2)	55
図 4 - 2 - 5	浮遊性有孔虫化石の群集組成(1), (2)	61
図 4 - 2 - 6	粒径分布ヒストグラム(1)~(3)	65
図 4 - 2 - 7	代表的な薄片顕微鏡写真	72
図 5 - 1 - 1	鉱床調査範囲位置図	80
図 5 - 1 - 2	94S01 海山海底地形図	81
図 5 - 1 - 3	エロマンガベーズン中央部海底地形図	83
図 5 - 1 - 4	94S02 海山海底地形図	84



図 5 - 1 - 5	94S03 海山群海底地形図	84
図 5 - 2 - 1	F D C による海底写真(1)~(3)	85
図 5 - 2 - 2	F D C による生物の代表写真(1), (2)	88
図 5 - 3 - 1	S S S 解析図(1), (2)	94
図 5 - 4 - 1	サンプリング採取物(1)~(3)	98
図 5 - 4 - 2	岩石の代表顕微鏡写真(1), (2)	102
図 5 - 4 - 3	玄武岩類 A F M 図	107
図 5 - 4 - 4	玄武岩類ノルム Di-Q-Hy-O1 関係図	107
図 5 - 4 - 5	玄武岩類 SiO <sub>2</sub> -MgO 関係図	108
図 5 - 4 - 6	玄武岩類 SiO <sub>2</sub> -K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O 関係図	108
図 5 - 4 - 7	玄武岩類 SiO <sub>2</sub> -K <sub>2</sub> O 関係図	109
図 5 - 4 - 8	玄武岩類 SiO <sub>2</sub> -Na <sub>2</sub> O 関係図	109
図 5 - 4 - 9	玄武岩類 SiO <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 関係図	110
図 5 - 4 - 10	玄武岩類 SiO <sub>2</sub> -K <sub>2</sub> O/TiO <sub>2</sub> 関係図	110
図 5 - 4 - 11	玄武岩類 Na <sub>2</sub> O-TiO <sub>2</sub> 関係図	111
図 5 - 4 - 12	玄武岩類 MgO-Ni 関係図	111
図 5 - 4 - 13	玄武岩類 MgO-Cr 関係図	112
図 5 - 4 - 14	玄武岩類 MgO-(Sr/Nb) <sub>n</sub> 関係図	112
図 5 - 4 - 15	玄武岩類 MgO-(Ba/Ce) <sub>n</sub> 関係図	113
図 5 - 4 - 16	玄武岩類 MgO-(Rb/La) <sub>n</sub> 関係図	113
図 5 - 4 - 17	玄武岩類 Ce-Zr 関係図	114
図 5 - 4 - 18	玄武岩類 (Ce/Yb) <sub>n</sub> -(Ce) <sub>n</sub> 関係図	114
図 5 - 4 - 19	玄武岩類 Zr-Sr 関係図	115
図 5 - 4 - 20	玄武岩類 Ba-Ce 関係図	115
図 5 - 4 - 21	玄武岩類レアアースコンドライト規格化パターン	116
図 5 - 5 - 1	鉱徴図(1)~(3)	118
図 5 - 5 - 2	研磨薄片顕微鏡写真(1), (2)	122
図 5 - 5 - 3	Mn-Fe-(Ni+Co+Cu)×10三角ダイヤグラム	127
図 5 - 6 - 1	水温対 C T D 水深断面図(1)~(3)	130
図 6 - 1	Mn-Fe-(Ni+Co+Cu)×10三角ダイヤグラム	137

〔挿入表一覧〕

表 1 - 1	使用機器一覧表 .....	4
表 1 - 2	調査実績表 .....	5
表 1 - 3	調査日程表(1), (2) .....	6
表 4 - 2 - 1	産出した浮遊性有孔虫のリスト .....	51
表 4 - 2 - 2	産出した底生有孔虫のリスト .....	52
表 4 - 2 - 3	泥質物の粒度分布結果一覧表 .....	68
表 4 - 3 - 3 - 1	化学成分の平均・標準偏差・最小及び最大値 .....	78
表 5 - 4 - 1	岩石の化学分析結果一覧表 .....	106
表 5 - 5 - 1	鉄及びマンガン酸化物の化学分析結果一覧表(1), (2) .....	124
表 5 - 6 - 1	水温異常一覧表 .....	129

# 1章 調査要項

## 1-1 調査件名

平成6年度資源開発協力基礎調査（海洋資源調査）ヴァヌアツ共和国海域。

## 1-2 調査目的

SOPAC加盟国であるヴァヌアツ共和国海域内において、地形調査、サンプリング調査等を実施し、海底熱水鉱床の賦存状況を把握することを目的とする。

## 1-3 調査海域

平成2年3月13日付にて日本側調査担当機関と南太平洋応用地球科学委員会との間で締結されたSOPAC加盟諸国の経済水域内における深海底鉱物資源に関する共同調査実施計画に基づき、下記の各点を順次結んで得られる多角形（面積約37,000km<sup>2</sup>、図1-1及び図2-1-1参照）、AREA I及びAREA II内の一部が調査海域として計画された。但し、AREA IIについては海底火山活動の活動域であること、水深が浅い海域であること等が判明したため対象海域から除外した。

### 記

#### AREA I

番号	緯度	経度
A	17° 35' S	168° 44' E
B	17° 11' S	169° 41' E
C	19° 56' S	170° 58' E
D	20° 20' S	170° 00' E
A	17° 35' S	168° 44' E

#### AREA II 以下の各点を結んで得られる多角形内の一部海域（Epi島周辺）

A	17° 35' S	168° 44' E
B	17° 11' S	169° 41' E
F	16° 14' S	169° 04' E
E	16° 34' S	168° 16' E
A	17° 35' S	168° 44' E

## 1-4 調査期間

洋上調査 : 平成6年8月22日から平成6年10月25日まで（66日間）

解析等 : 平成6年4月1日から平成7年3月31日まで

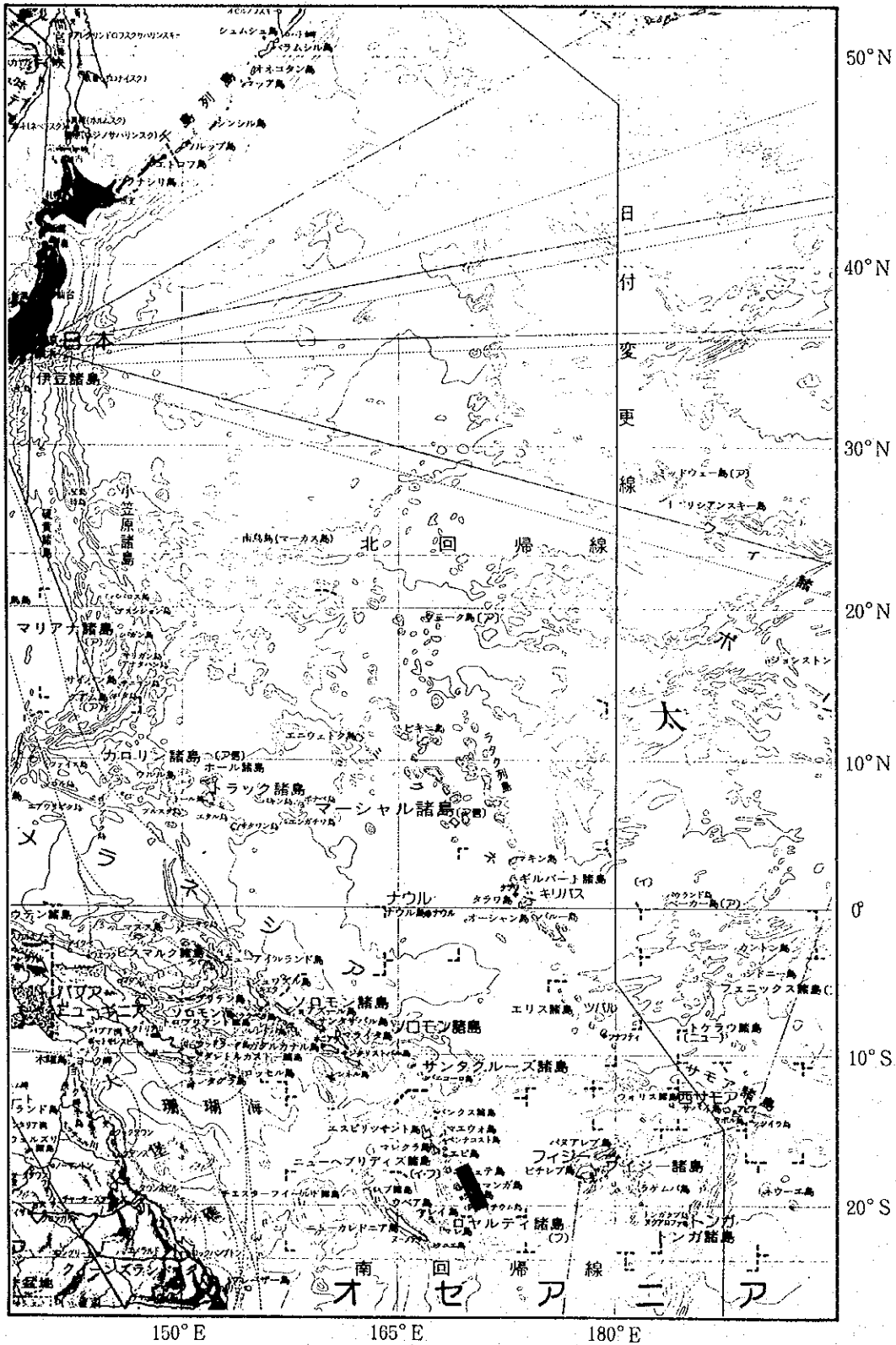


図1-1 調査海域図

## 1-5 調査員等

日本側

現地監督:	平井 浩二 (金属鉱業事業団)	(9/20~10/25)
	飯笹 幸吉 (工業技術院地質調査所)	(9/20~10/25)
調査員: 調査団長	川崎 潔 (深海資源開発株式会社)	
地質班長	松本 泰三 ( "	)
地質班員	岡本 信行 ( "	)
"	曾良岡 光 ( "	)
"	奈良 正広 ( "	)
"	石山 忠幸 ( "	)
"	坂上 洋介 ( "	)
"	橋本 豊 (海洋技術開発株式会社)	
物探班長	前田 耕平 (深海資源開発株式会社)	
物探班員	斎藤 洋男 ( "	)
"	出口 修 ( "	)
"	上坂 清吾 ( "	)
"	柏瀬 憲彦 ( "	)
"	小黒 正勝 ( "	)
"	柴橋 隆嗣 ( "	)
"	松村 圭介 ( "	)
"	佐藤 正 (海洋技術開発株式会社)	
"	相坂 丈晴 ( "	)

相手側

研修生: Mr. Victor Rory (Vanuatu) (8/20~9/20)

Mr. Makall Arsen (Vanuatu) (9/20~10/25)

## 1-6 調査機器

今年度調査に使用した主要機器類を表1-1に示す。

## 1-7 調査実績

調査作業実績を表1-2に、調査日程を表1-3(1), (2)にそれぞれ示す。

表 1 - 1 使用機器一覧表

	調査方法	使用調査機器・同システム	略号	備考	
位置観	複合航法	Global Positioning System	GPS		
海底地形・地質調査	音響調査	測深及び海底地形調査	Multi-narrow Beam Echo Sounder Narrow Beam Echo Sounder	MBES NBS	
		表層堆積物調査	narrow beam Sub-Bottom Profiler	nSBP	
		分布調査	Side Scan Sonar	SSS	
	全磁力調査	Proton Gradio Meter	PGM	曳航式	
	海水調査	Conductivity, Temperature and Pressure Measuring System	CTD & TD		
	サンプリング調査	大口径グラビティコアラ グラビティコアラ チェーンバケット ファインダー付パワークラブ	LC GC CB FPG		
	海底面観察及び写真撮影調査	ファインダー付深海TV (CTD搭載) 大口径コアラパイロットカメラ	FDC FPG LC, GC	曳航式	
データ処理録・解析	オンライン機能 データ蓄積機能 オフライン機能 ↓ 航跡図、海底地形図 各種平面図、断面図 データ解析	データ処理システム センサーCPU ファイルサーバCPU ホストCPU Engineering Work Station (EWS) LAN, Personal Computer (PC) Intelligent Color Monitor (ICM)	DPS		

表 1 - 2 調 査 実 績 表

項 目		実 績			
調 査 日 程	マジュロ出港 調査海域到着 調査開始 調査終了 及び 調査海域離脱 ポートビラ入港	8月 22日 16:00 8月 27日 15:46 8月 27日 17:40 9月 18日 16:04 9月 19日 08:00	ポートビラ出港 調査海域到着 及び 調査開始 調査終了 調査海域離脱 ホノルル入港	9月 22日 16:00 9月 23日 07:30 10月 14日 24:00 10月 14日 24:00 10月 25日 08:00	
	実 調 査 日 数	45日間 (現地時間使用)			
サ ン プ ル 採 取	採 取 点 数	ベースライン地化探 17点		鉱床調査 31点	
	使用サンプラー 及び 使用回数 (含. 再観)	GC 10回 LC 7回	LC 21回 FPG 8回 CB 2回		
	採取サンプル重量 (精密調査のみ、CB、 FPGによるサンプル)	熱水性沈殿物 629.0 kg 岩石 472.5 kg 泥質堆積物 1,248.0 kg 計 2,349.5 kg			
F D C 写 真 撮 影	測 線 数 測 線 長 (曳航体観測距離) 得られた写真枚数	17 測線 61.9 マイル 2,560 枚			
	測線別測線長 及び 写真枚数	01測線 7.5 マイル 353 枚 02測線 4.3 マイル 92 枚 03測線 2.4 マイル 71 枚 04測線 3.6 マイル 159 枚 05測線 2.4 マイル 154 枚 06測線 3.6 マイル 114 枚 07測線 1.6 マイル 45 枚 08測線 7.4 マイル 186 枚 09測線 7.3 マイル 171 枚	10測線 2.5 マイル 176 枚 11測線 2.5 マイル 220 枚 12測線 2.2 マイル 235 枚 13測線 2.5 マイル 167 枚 14測線 3.4 マイル 120 枚 15測線 4.0 マイル 172 枚 16測線 3.1 マイル 84 枚 17測線 1.6 マイル 41 枚		
C T D	鉛直式	2 測点			
	曳航式	17測線 (FDC時)			
音 響 探 査	MBES 15.5kHz NBS 30.0kHz nSBP 3.5kHz SSS	約 6,690.3 マイル 約 6,690.3 マイル 約 6,690.3 マイル 約 12.4 マイル (3 測線)			
磁 気	PGM	5,528.9 マイル			
デ ー タ 処 理	IBMフォーマットMT MBES MT 図面作成	1 巻 25巻 (地形航走=20巻・SSS=1巻・FDC=2巻・海域内移動=1巻・サンプリング=1巻) 航跡図、海底地形図、断面図、鳥瞰図、勾配図、 FDC航跡図、SSS航跡図など			

表 1 - 3 調 査 日 程 表 (1)

調査 日数	実 日数	月日	調 査 内 容	備 考	
1		08/22		マジュロ出港(16:00)	
2		08/23	調査準備	マジュロー-海域間 1,478nm	
3		08/24	調査準備		
4		08/25	調査準備		
5		08/26	調査準備		
6		08/27	調査準備及び地形・PGM航走		15:46海域到着
7	01	08/28	CTD調査1点、地形・PGM航走		
8	02	08/29	地形・PGM航走		
9	03	08/30	地形・PGM航走		
10	04	08/31	地形・PGM航走		
11	05	09/01	地形・PGM航走		
12	06	09/02	地形・PGM航走		
13	07	09/03	地形・PGM航走		
14	08	09/04	地形・PGM航走		
15	09	09/05	CTD調査1点、地形・PGM航走		
16	10	09/06	地形・PGM航走		
17	11	09/07	地形・PGM航走		
18	12	09/08	地形・PGM航走		
19	13	09/09	地形・PGM航走		
20	14	09/10	ベースライン地化探GC5点	夜間は地形航走	
21	15	09/11	ベースライン地化探GC2点、LC2点	"	
22	16	09/12	ベースライン地化探LC5点	"	
23	17	09/13	地形・PGM航走		
24	18	09/14	地形・PGM航走		
25	19	09/15	地形・PGM航走		
26	20	09/16	地形・PGM航走		
27	21	09/17	地形・PGM航走		
28	22	09/18	地形・PGM航走及び移動		
29		09/19		ポートピラ入港(08:00)	
30		09/20			



表 1 - 3 調 査 日 程 表 (2)

調査 日数	実 日数	月日	調 査 内 容	備 考
31		09/21		
32		09/22		ポートピラ出港(16:00)
33	23	09/23	ベースライン地化探GC 3点	FDC、サンプリング等の 実施日の夜間は地形航走
34	24	09/24	地形・PGM航走	
35	25	09/25	FDC調査(01測線)	
36	26	09/26	FDC調査(02, 03測線)	
37	27	09/27	FDC調査(04, 05測線)	
38	28	09/28	FDC調査(06, 07測線)	
39	29	09/29	FDC調査(08測線)	
40	30	09/30	FDC調査(09測線)	
41	31	10/01	FDC調査(10, 11測線)	
42	32	10/02	地形・PGM航走	
43	33	10/03	FDC調査(12, 13測線)	
44	34	10/04	FDC調査(14, 15測線)	
45	35	10/05	FDC調査(16, 17測線)	
46	36	10/06	SSS調査(01, 02測線)	
47	37	10/07	SSS調査(03測線)、サンプリングLC 2点	
48	38	10/08	サンプリングLC 5点	
49	39	10/09	サンプリングLC 4点	
50	40	10/10	サンプリングLC 4点	
51	41	10/11	サンプリングLC 3点、CB 2点	
52	42	10/12	サンプリングFPG 3点	
53	43	10/13	サンプリングFPG 4点	
54	44	10/14	サンプリングFPG 1点、LC 3点	調査海域離脱
54 ↓ 65		10/14 ↓ 10/24	移動 データ・資料整理、レポート作成	海域～ホノルル間 3,140nm
66		10/25		ホノルル入港(08:00)

※時間はいずれも現地時間(調査海域では東経165度の標準時間)を使用。

## 2章 調査方法

### 2-1 調査手順

今年度はSOPAC第2期5ヶ年計画の最終年度に当たり、当初計画通りヴァヌアツ共和国経済水域内で地形調査と海底熱水鉱床に関連する調査を実施した(図2-1-1参照)。

調査は対象海域において、調査日程の前半(レグ1)は広域調査と位置付け、測線間隔2マイルでの地形・磁気調査、及びベースライン地化探サンプリングを実施した。後半(レグ2)では、地形・磁気調査の結果に基づいて鉱床調査対象海域を選定、FDCによる海底観察、SSS調査、サンプリングを実施した。主な調査作業項目、作業量は以下の通りである。

- ① 地形を正確に把握するためGPSとMBESを用い船速10ノット程度での地形調査  
但し、水深の浅い海域では、1マイル間隔の補間測線を設定
- ② 地質構造を推定するために地形調査と並行して磁気調査
- ③ 対象海域の南部 19° 04' S, 169° 55' E付近を中心として、GCまたはLCを用いての約1マイル間隔(13サンプリングポイント)でのベースライン地化探サンプルの採取
- ④ FDCによる海底観察、17測線計61.9マイル
- ⑤ FDCによって観察された鉱化・変質帯においてSSS調査、3測線12.4マイル
- ⑥ 観察された鉱化・変質帯におけるサンプリング。FPG 8点, LC 21点, CB 2点

### 2-2 付番

以下の要領で付番する。

[ベースライン地化探サンプリング点] 年号-S-B-使用機種(2文字)-No.

例: 94SBLC01 (LC使用の場合)

: 94SBGC01 (GC使用の場合)

ただし、SはSOPAC、Bはベースラインを意味し、No.は01から通し番号とする。

[鉱床調査サンプリング点] 年号-S-D-使用機種(2文字)-No.

例: 94SDPG01 (FPG使用の場合)

94SDL01 (LC使用の場合)

94SDCB01 (CB使用の場合)

ただし、SはSOPAC、Dは鉱床を意味し、No.は01から通し番号とする。

[FDC測線] 年号-S-FDC-No.

例: 94SFDC01

ただし、SはSOPAC、No.は01から通し番号とする。

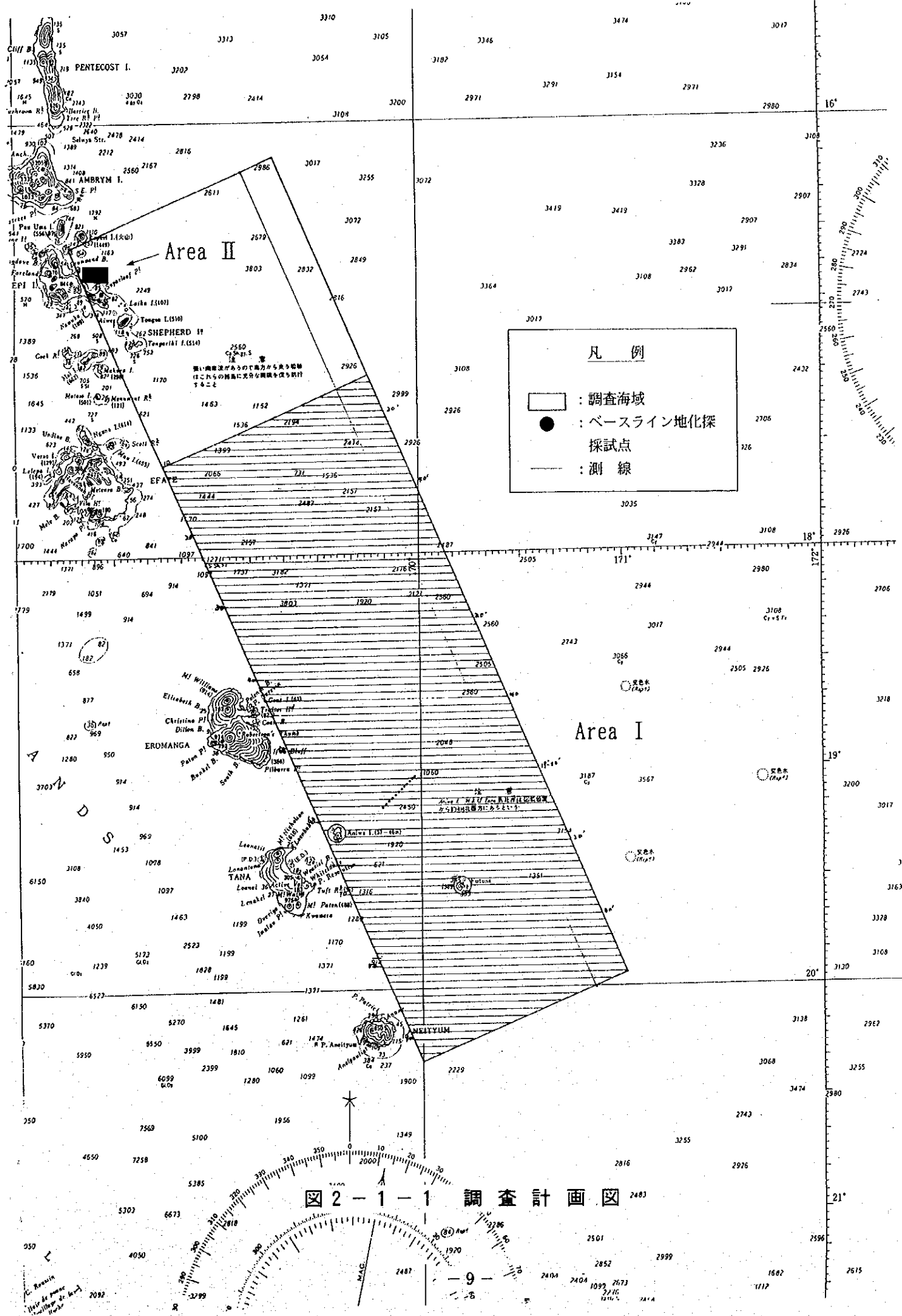


図 2-1-1 調査計画図

〔音響探査測線〕 No. - 分割 - 0 ~ 9

例：16 - 0 - 0

ただし、No. は主測線の測線番号を表し北側から 2.0 マイル間隔で通し番号、分割は測線を分割した場合の分割番号（0 から通し番号）を意味する。また最終項で 0 ~ 9 は補間測線を表す。

### 2 - 3 船位と曳航体位置の決定

船位の測定には GPS を使用し、FDC 曳航体の位置は曳航体に搭載した CTD センサーで測深した水深とケーブル長からピタゴラスの公式を用いて算出した。

なお測地座標系は WGS84、船内時は 165° E 地方時（GMT + 11 時間）を用いた。

### 2 - 4 音響調査

海底地形調査は、2.0 マイル間隔の測線を設定し、対象海域全域をカバーして実施したが、水深が浅い部分では主測線の中間に補間測線を設定した。また水深 500m 以浅、陸域から 3.0 マイルより近い部分は調査対象海域から除外した（図 2 - 4 - 1 参照）。

船速 10 ノット程度で MBS は約 5 ~ 10 秒毎に、NBS は 8 秒毎に測深を実施した。

### 2 - 5 磁気調査（PGM 調査）

地質構造を解明するための一助として磁気調査を海底地形調査と同時に実施した。但しデータ取得は地形調査での主測線のみで行った。

PGM センサーは船体の持つ磁気の影響を避けるため、船尾からケーブルで曳航したが、その距離は船尾からセンサーまでを 710m とした。全磁力値測定はセンサーで 6 秒毎に感度 0.1 ガンマで行った。測定データはオンラインで 10 秒毎に DPS に収録後、データ処理を実施した。

### 2 - 6 海底観察及び写真撮影

スチルカメラ、TV カメラ、CTD などを搭載した FDC を用いてトラフ内のリッジや海山周辺など選定された海域で、船速約 1 ノット程度で曳航しながら、カラー画像を用いリアルタイムで海底観察し、特徴のある個所をカラー写真撮影した。また得られた海底面映像はビデオテープに収録した。測線長は 1.6 ~ 7.5 マイル、曳航方向は風向、潮流の方向を考慮して主として N → S ~ NW → SE として設定した（図 2 - 6 - 1 参照）。

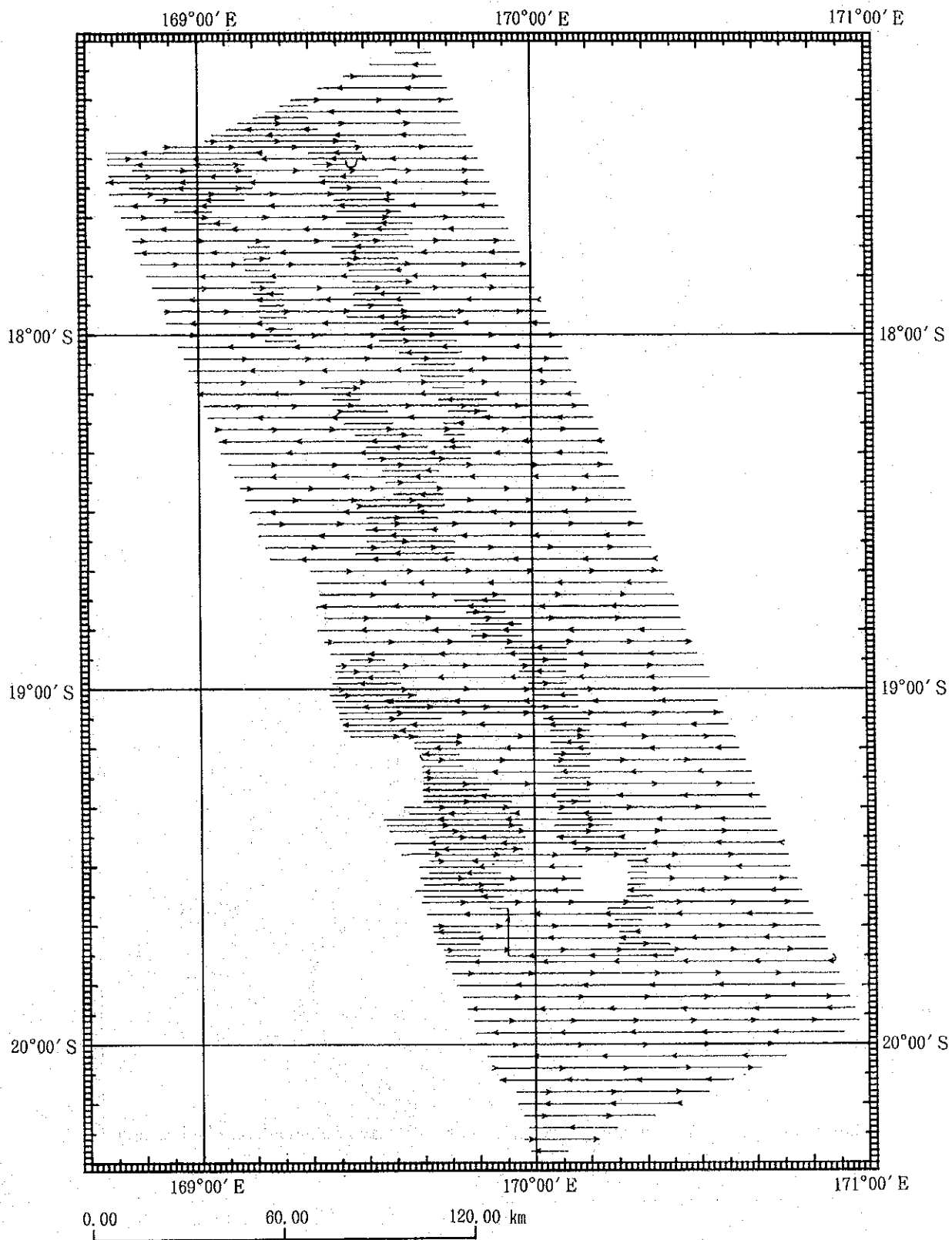


图 2 - 4 - 1 航 迹 图

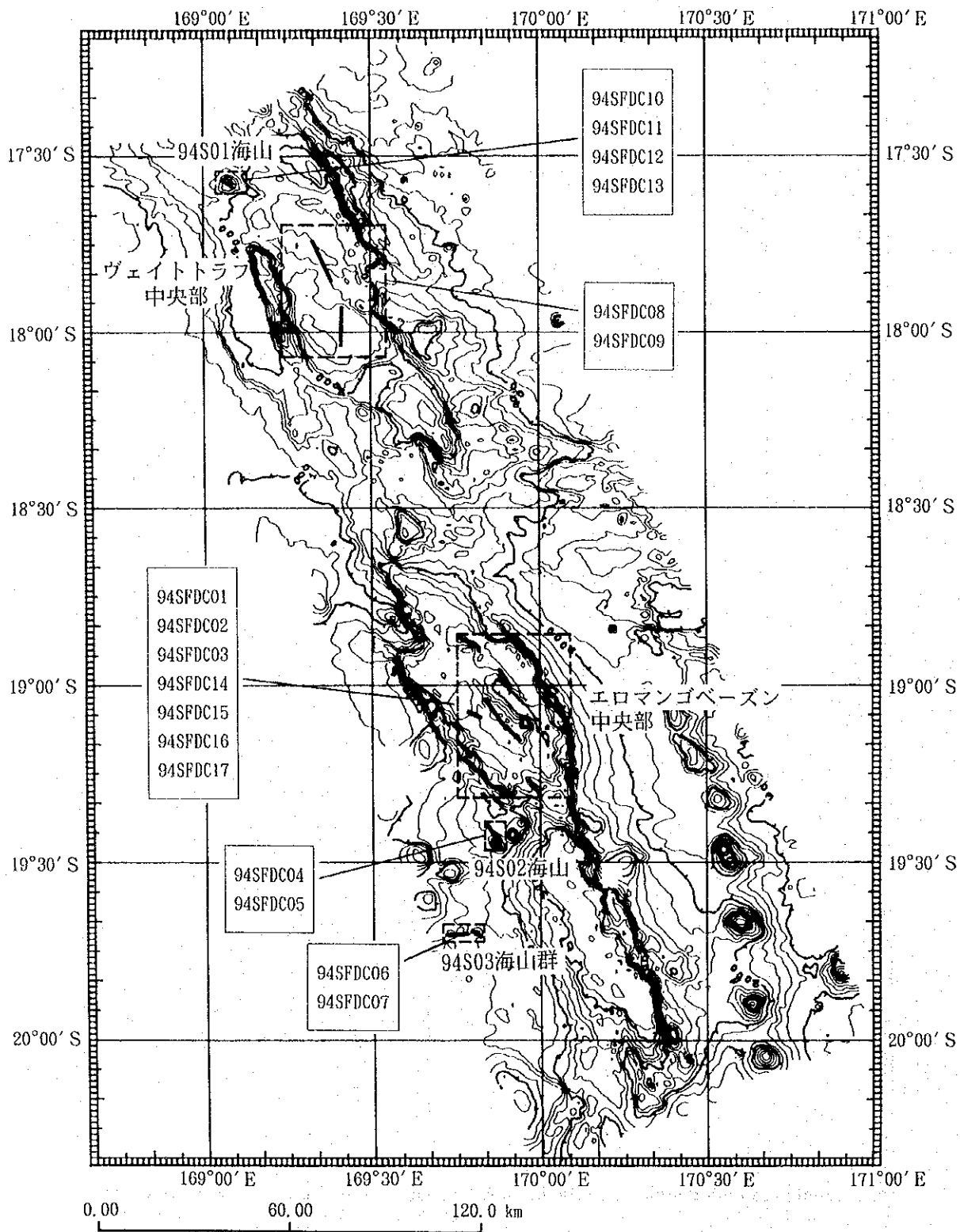


図 2 - 6 - 1 FDC測線位置図 (全体図)

## 2-7 サンプリング

ベースライン地化探としてのサンプリングは約12マイルの測線を設定して、1マイル間隔で13点実施した(図2-7-1参照)。使用機器はGC又はLCを用い1日当たり4回程度実施した。なおサンプル採取に失敗した点では、同一採取点で再度行ないサンプルを得た場合もある。この場合、ベースライン地化学探査サンプリング結果(第4章)には後者のみを示した。

鉱床調査としてのサンプリングは、事前に実施したFDC調査で確認された変質帯等に対し実施した。使用機器はLC、FPG、CBを適宜選択した(図2-7-2参照)。

## 2-8 海水調査(CTD測定)

水深対音速値が必要とされるMBESのため鉛直CTD調査を2測点で実施した。

また熱水活動の示徴を把握するため、FDCに取付けたCTDにより水温・塩分・水圧等のデータを5秒毎に取得し解析に供した。

さらにFDCに取り付けたCTDから水深を算出し曳航体位置計算に供した。

## 2-9 調査データの処理及び解析

DPS及びパソコンを使用し、図2-9-1・データ処理及び解析系統図に示す如く処理・解析を行なった。基礎的なデータは船上で処理及び解析を行い、クルーズレポートを作成した。

その後、陸上での各種試験研究解析を行い、両者を取りまとめて本報告書を作成した。

サンプリングで得られたマンガン酸化物等については品位分析、X線回折等を行い、その鉱物組成を判定した。

岩石試料は、化学分析、X線回折、顕微鏡観察を行いその鉱物組成、組織を判定した。

堆積物については化学分析、X線回折、粒度分布測定及び微化石鑑定を実施した。

図2-9-2(1)及び(2)に調査機器及び作業状況写真を示す。

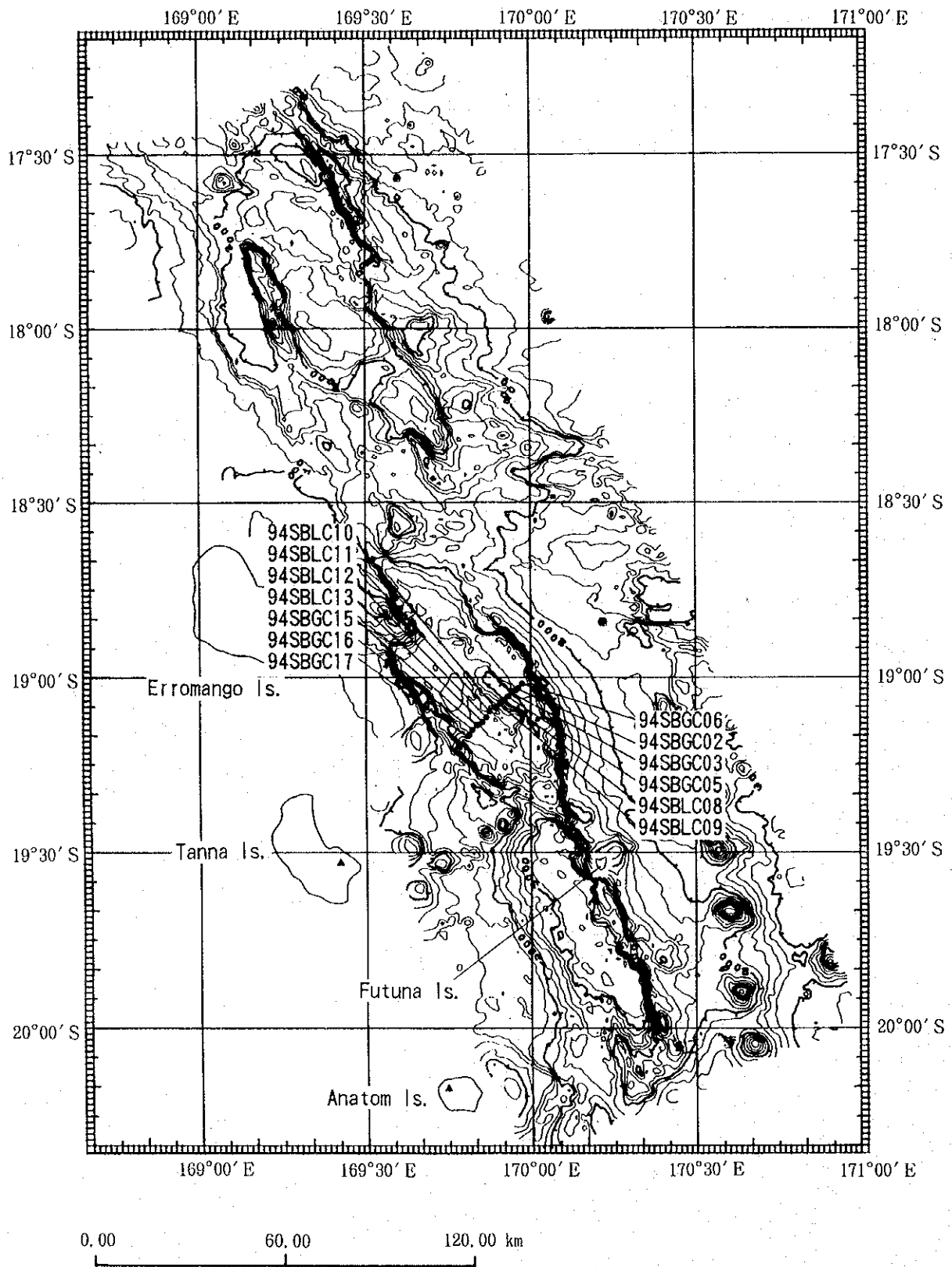


図 2 - 7 - 1 ベースライン地化学探査サンプリング位置図 (全体図)



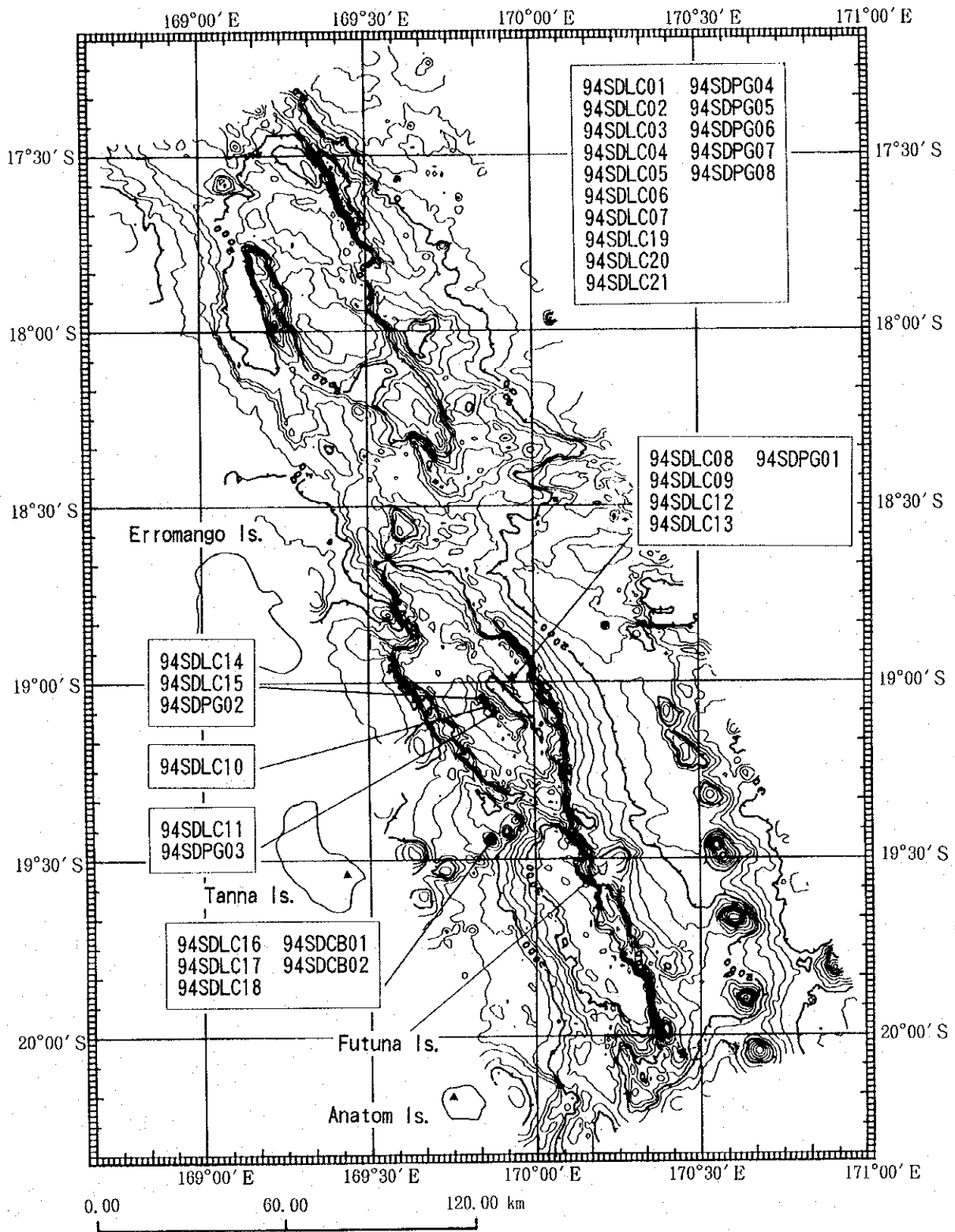


図 2 - 7 - 2 鉱床調査サンプリング位置図 (全体図)

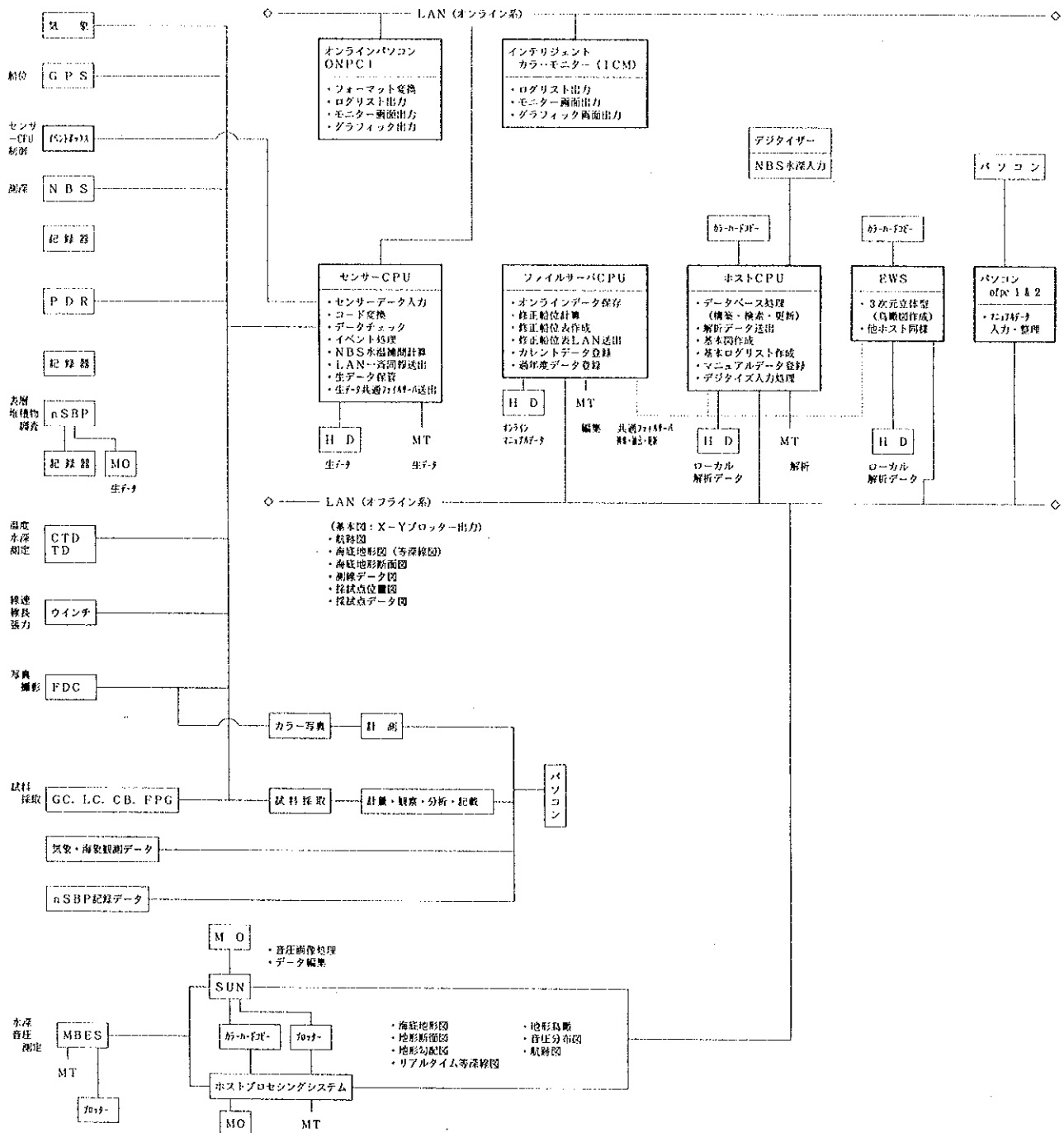
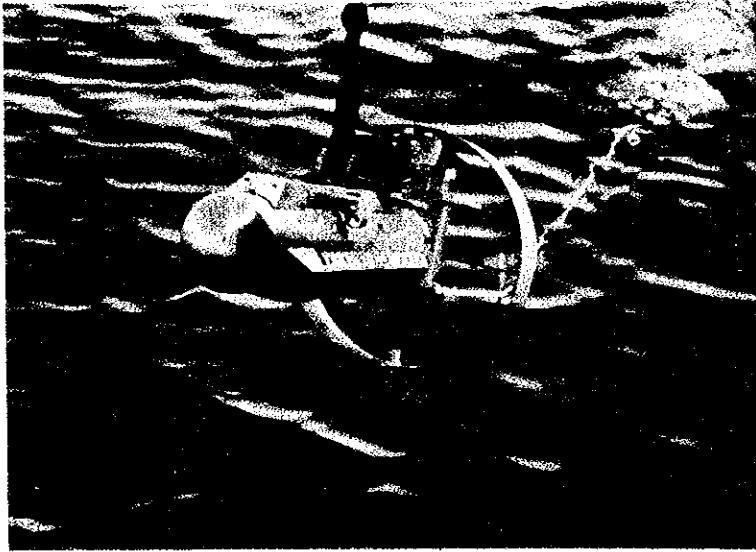
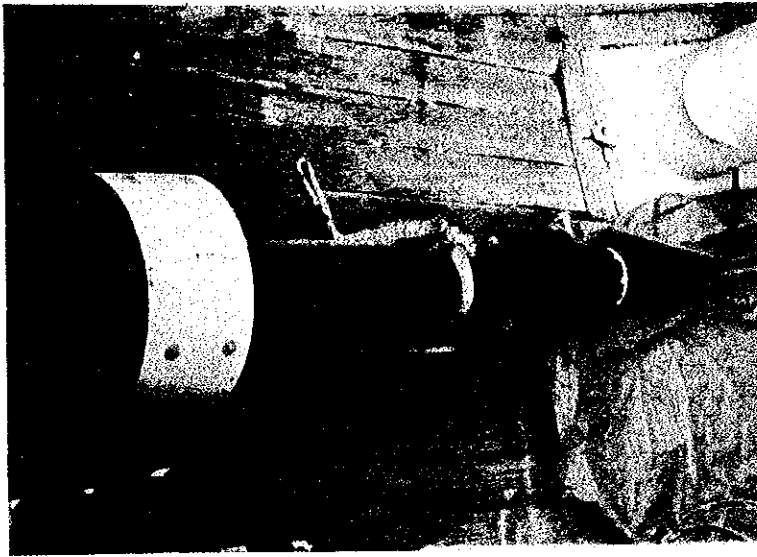


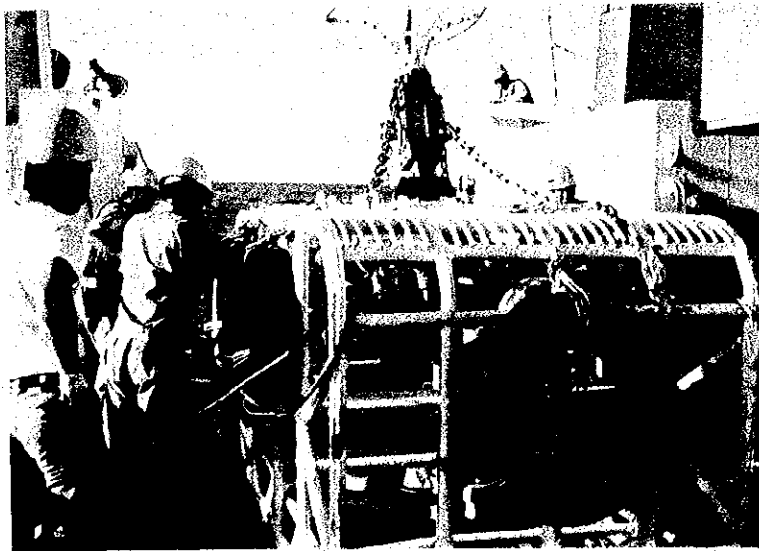
図 2-9-1 データ処理及び解析システム図



サイドスキャンソナー  
(SSS)



プロットングラジオメーター  
(PGM)

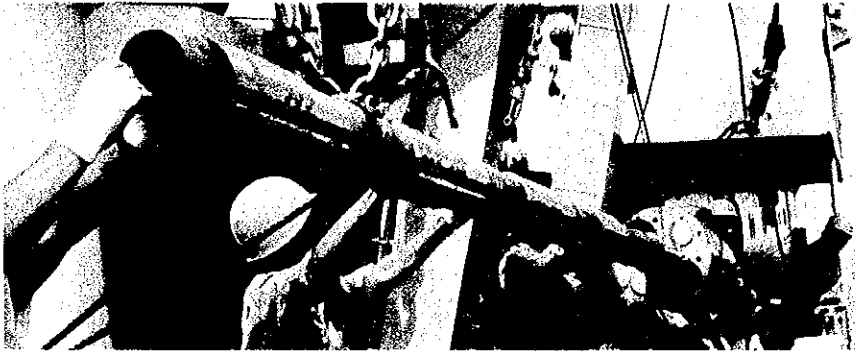


ファインダー付連続撮影式  
深海カメラ (FDC)

図 2 - 9 - 2 調査機器及び作業状況写真 (1)



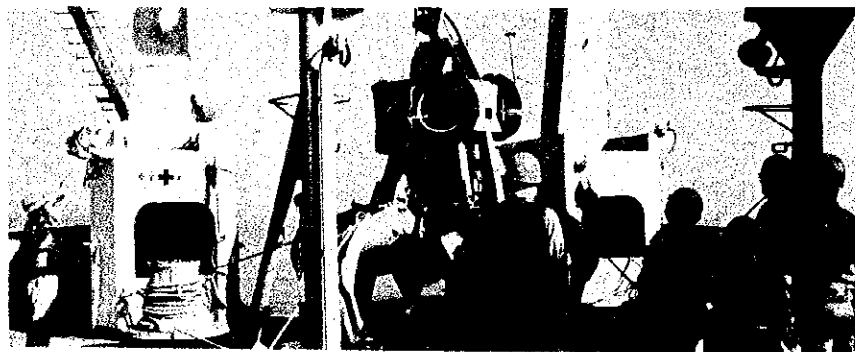
グラビティコアラ (GC)



大口徑グラビティコアラ (LC)



チェーンバケット (CB)



ファインダー付パワーグラブ (FPG)

図 2 - 9 - 2 調査機器及び作業状況写真 (2)

### 3 章 海底地形と地質構造

ヴァヌアツ共和国は、パプア・ニューギニア、ソロモンと続く島弧列が南に方向を変えたところにあるニューヘブリデス弧 (New Hebrides Arc) によって主に構成される。ニューヘブリデス弧はその南側でハンターフラクチャーゾーン (Hunter Fracture Zone) を経て、東のフィジー、トンガの島弧に連なる。このあたりは北側～東側の太平洋プレート (Pacific Plate) と西側～南側のインド-オーストラリアプレート (India-Australia Plate) が接する部分にあたり、ニューヘブリデス弧は、東側ではそれによって開かれた北フィジー海盆 (North Fiji Basin) に、西側ではインド-オーストラリアプレートのサブダクションによって形成されたニューヘブリデス海溝に隣接している。

#### 3-1 調査海域概要

調査対象海域は北フィジー海盆の西方ヴァヌアツ共和国経済水域内の、ほぼ北北西～南南東の方向で位置するエファテ、エロマンガ、タンナ、アナトム (Efate, Erromango, Tanna, Anatom) の各島に隣接する東側海域にあたり、本海域に発達しているコリオリトラフ全域をカバーするよう設定されている。

また海域の西側には、北はサンタクルズ (Santa Cruz) から南はアナトムまで約 1,200km にわたって北北西～南南東に延びるニューヘブリデストレンチ (New Hebrides Trench) の火山セントラルチェーンが存在する。

対象海域周辺には多くの海底火山の存在が知られており、海底火山における熱水鉱床胚胎の可能性が指摘されている (Cronan 1981)。また Crawford ほかの報告によると中新世～現在にいたるまで活動中の 4 海底火山 (エピ (Epi) a, d, c 及びクア (Karua))、カルデラのほかにもエピ島とエファテ島間にもいくつかのカルデラがあり熱水鉱床の存在の可能性が指摘されている。さらに Recy et al. によると当海域の火山活動は、緑海の拡大初期の隆起にともなうもので熱水鉱床の生成可能性が高いとしている。

最新の情報 (C. Robin et M. Monzier, 1994) によると、ヴァヌアツにおけるいくつかの激しい火山活動は最近の 2,000 年内のものであり、特にアンブリウム (Ambrym) からエファテ島に至る群島全域は現在最も火山活動の活発な地域と報告されている。

コリオリトラフは北北西～南南東に伸長した急傾斜の崖と平坦なフロアをともなう凹地で、北よりヴェイト (Vate) トラフ、エロマンガ (Erromango) ベーズン、フツナ (Futuna) トラフの三つの構造よりなる。フツナトラフは比較的未発達で、エロマンガベーズンと同様新しい火山活動はみられない。ヴェイトトラフは最も優勢でフロアは大部分ラバーによって覆われている (R. C. Price, P. Maillet, D. P. Johnson ; 1993)。

### 3-2 海底地形

当調査海域の海底地形段彩図と地形図を図3-2-1, 2に示す。代表的な海底地形断面を図3-2-3に示す。

調査海域は前述のとおり、ニューヘブリデス弧の背弧南東斜面部にあたり、調査範囲の中心部には背弧海盆と考えられるコリオリトラフが位置している。

コリオリトラフは、NNW-SSEに方向性を持つ、幅約40km、延長約320km、水深約2,600m（最大水深約3,400m）の凹地を形成している。凹地の東西は急崖を呈し、概ね1,000mの比高を示すが、東側崖の方が崖頭部水深、比高、傾斜とも大きい。トラフ北端は調査範囲外側となるため明確でない。調査海域南端部で島弧斜面が南面しコリオリトラフの主体部分は終了する。このため北フィージー海盆底が西側の海溝に接近する傾向を示す。

コリオリトラフ内は、 $18^{\circ}30'S$ 付近と $19^{\circ}20'S$ 付近のしきい部の存在によってさらに3つの凹地に分けられていて、北からヴェイトトラフ、エロマンガベーズン、フツナトラフと命名されている。

トラフの東西はニューヘブリデス弧の陸棚斜面となっていて、西側では島弧中心に向かって浅くなる、東側では北フィージー海盆底に向かって徐々に水深を増す。北フィージー海盆底と陸棚斜面が接するところに近い部分に、調査海域北側では比高300m程度の海丘群が、南側では比高1,000m程度の海山列が認められる。

以下に各トラフについて記述する。

#### ① ヴェイトトラフ

ヴェイトトラフは、エファテ島東方のコリオリトラフ北部にあり、幅約60km、NNW-SWに延長約120kmのベーズンを形成している。トラフ底の水深は概ね2,500mを示す。トラフの東西両側、島弧斜面との接続部は急崖となっていて、西側で約400m、東側で約1,200mの比高を持つ。

ヴェイトトラフ中央部の $17^{\circ}55'S$ 、 $169^{\circ}13'E$ 付近にトラフの延長方向に平行した幅10km、長さ35km最浅部水深1,000m程度のリッジがあり、これを中心としてトラフは北側、東側、西側の3カ所の凹地に分かれる。北側はトラフの軸に斜行するWNW-ESE方向に水深2,500m程度の凹地となり、東側では $18^{\circ}00'S$ 、 $169^{\circ}20'E$ 付近の中央地溝状の深まり（水深2,800m程度）がその南東側の深まり（水深2,500m程度）との間に水深1,800m程度の台状地を挟んで連続し、いずれも幅30km、延長80~90kmの規模のトラフを形成している。これらの北側、東側のものとは異なり、リッジ西側の凹地は幅15km、延長60km、水深2,100m程度と規模が小さい。

コリオリトラフ内の $18^{\circ}20' \sim 35'S$ 付近は最浅部水深600~1,100m程度の高まりを示し、ヴェイトトラフとその南側のエロマンガベーズンとの間の閾部となっているが、その高まりの間にも水深1,700m程度の小規模の凹地が認められる。

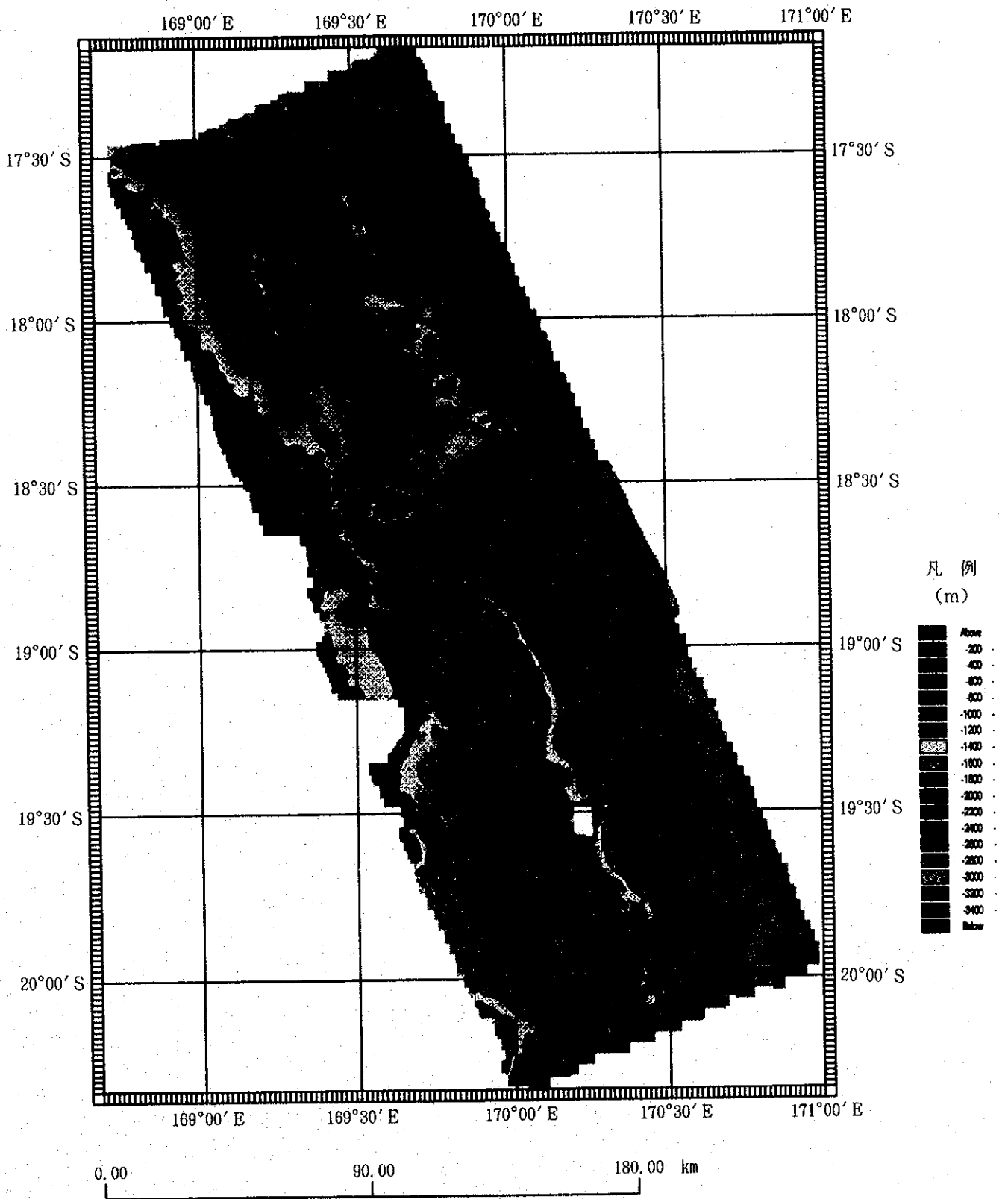


图 3 - 2 - 1 海底地形段彩图

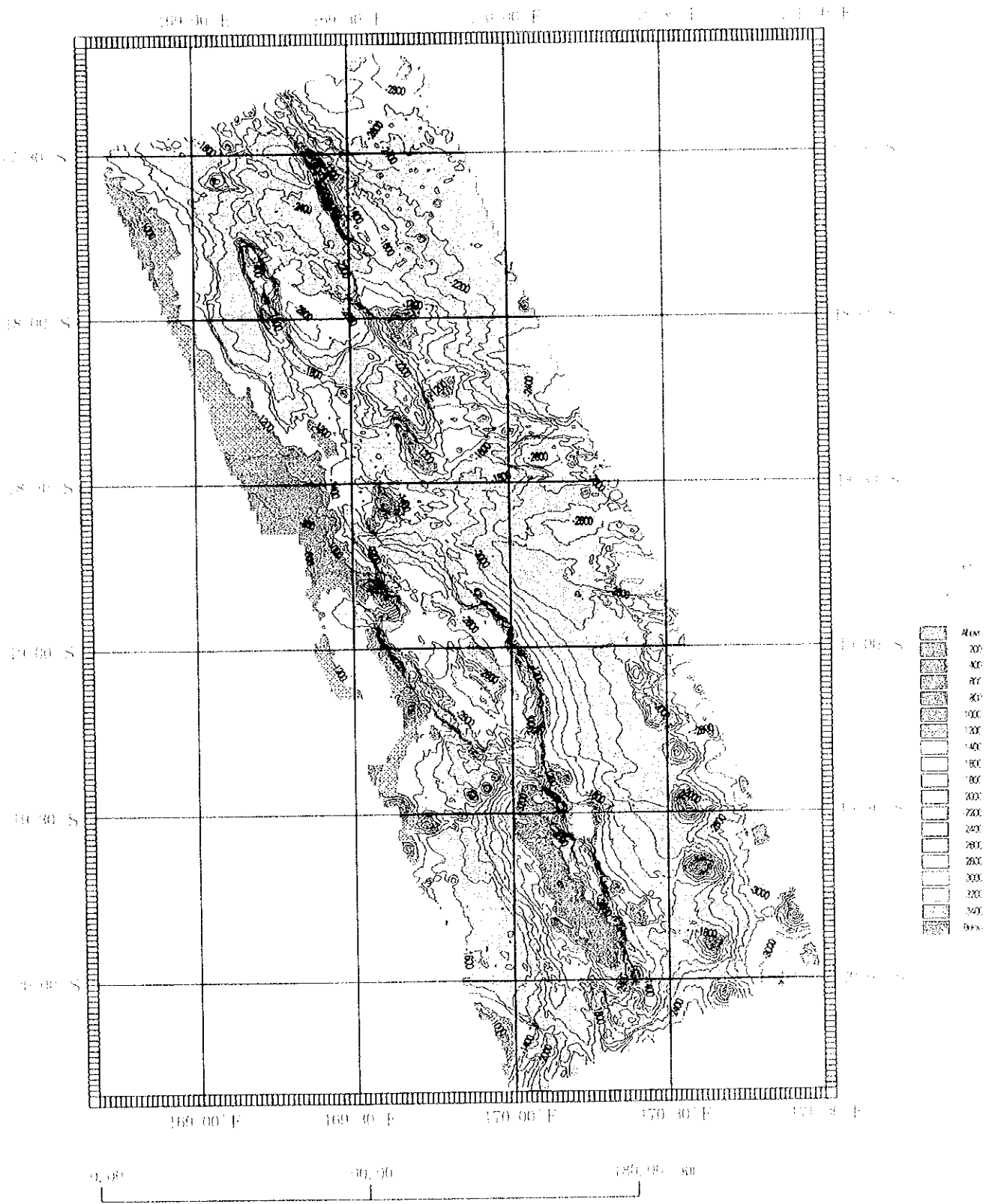


图 3 - 2 - 1 海底地形段彩图





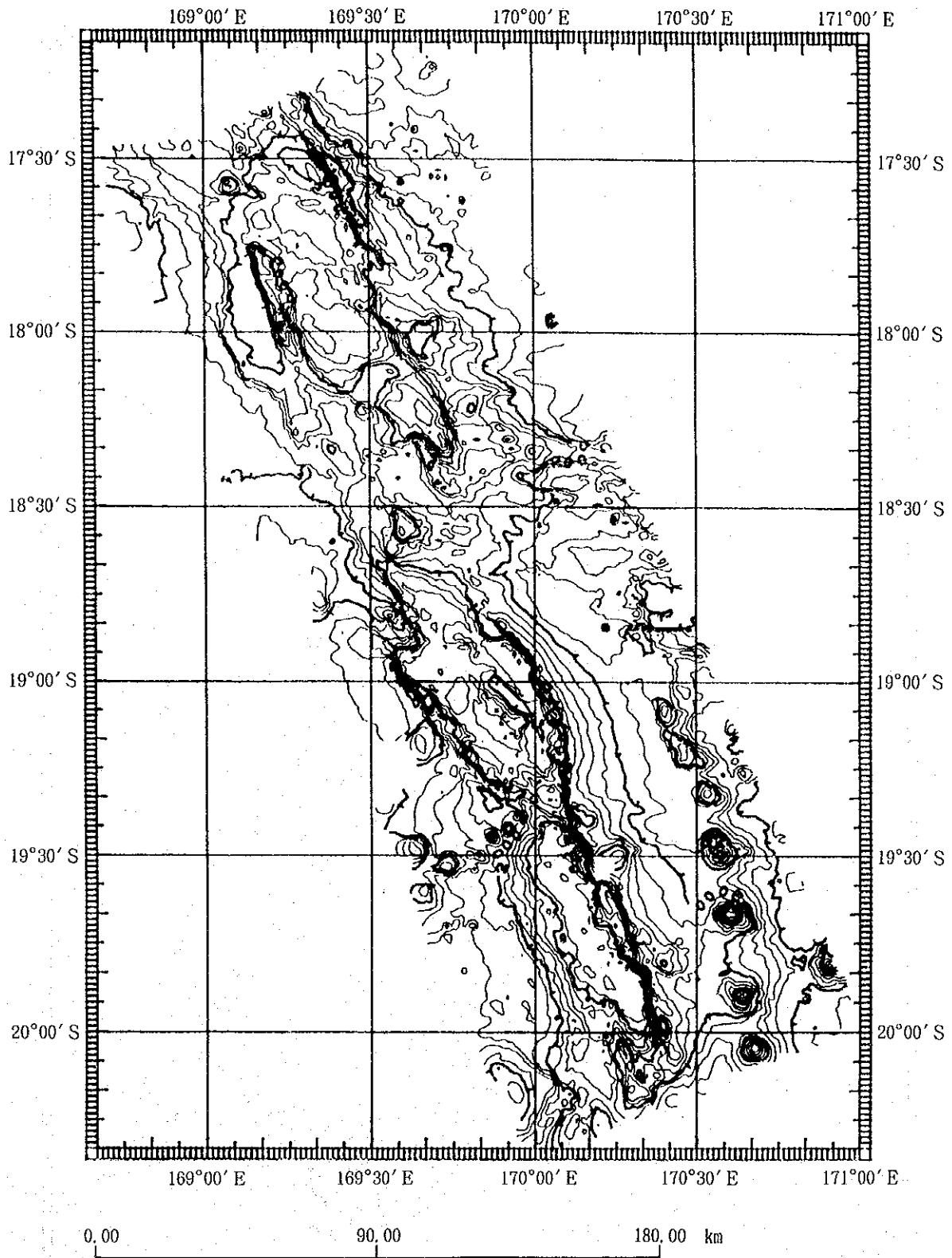


图 3 - 2 - 2 海底地形图

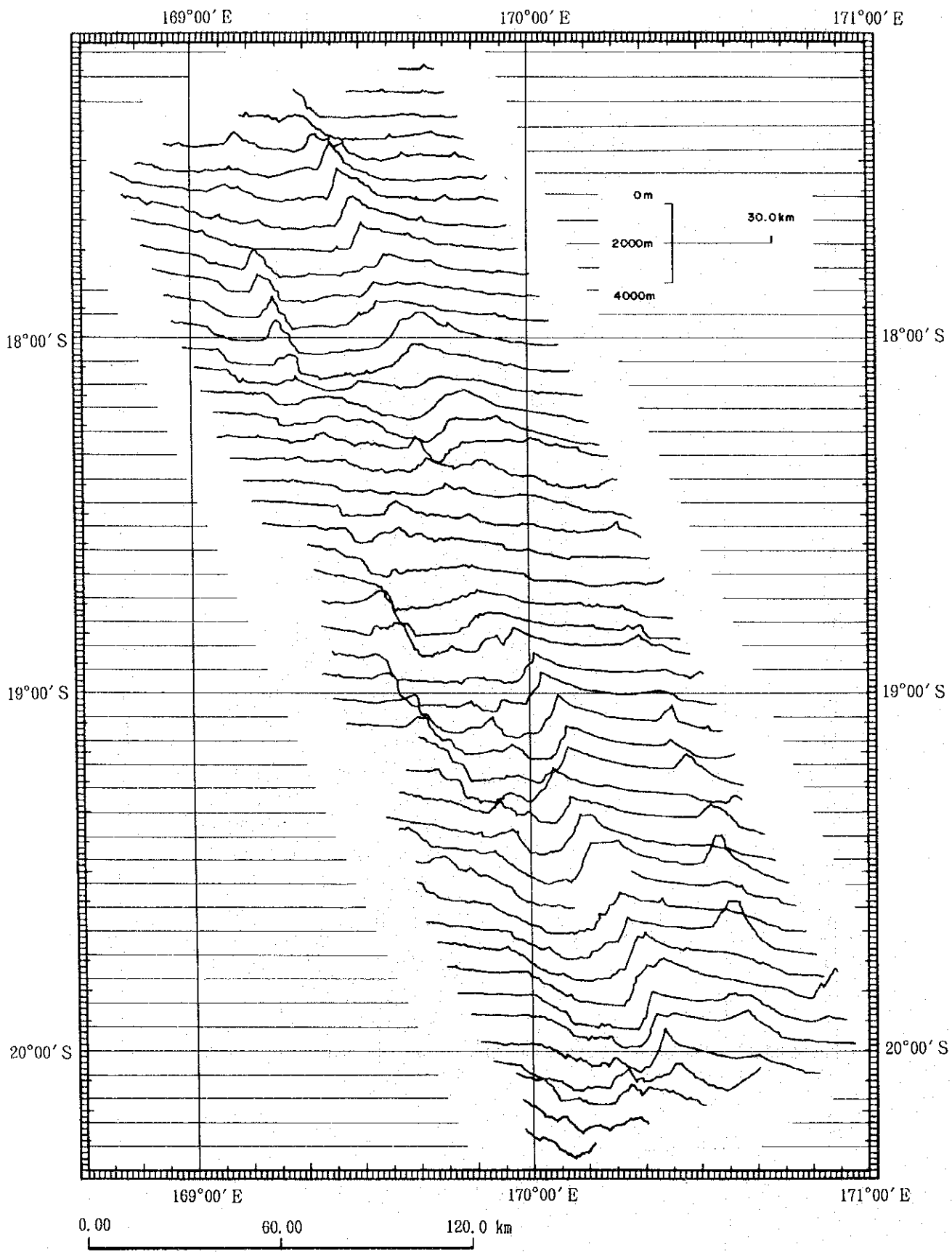


图 3 - 2 - 3 海底地形断面图

## ② エロマンガベーズン

エロマンガ島～タンナ島の東方にあるエロマンガベーズンは、NNW-SS Eへ伸びる長軸約120km、短軸約50km、水深2,700m程度のトラフである。アークプラットフォームからベーズンへ落ちる斜面は、ヴェイトトラフ同様急崖を呈し、西側で約1,200m、東側で約1,600mの比高を示す。水深3,600mのベーズン最深部を挟んだ南北に、NW-SEに伸びるリッジ状の地形が見られる。北側は頂部水深2,400m、南側は頂部水深2,100mである。南側リッジのさらに南側に凹地を挟んで頂部水深2,300mの高まりがあり、この部分もリッジ状を呈する。

## ③ フツナトラフ

フツナトラフは19°20' S付近の水深2,000m程度の閾部によりエロマンガベーズンと分けられる。NNW-SS Eへ伸びる長軸約80km、短軸約35kmのトラフで、水深3,100m（最大水深約3,400m）程度を示し、3つのトラフのうち最も水深が深い。島弧斜面からトラフ底に落ちる斜面肩部の水深は西側で約1,800m、東側で1,400～1,500mを示し、東側で浅く、西側で深い。

# 3-3 磁気調査（PGM調査）

## (1) 全磁力

全磁力測定は、測線間隔2nmの地形調査と並行して行った。調査中、磁気嵐の影響は特に認められなかった。日変化の補正は行わなかった。データの悪い箇所は再測を行った。全磁力測定値を間隔1,500mでグリiddingし、全磁力等値線図（図3-3-1）を作成した。コンター間隔は100nTとした。

当海域の全磁力値は、42,000～48,000nTの範囲にあり、全体的な傾向は北で低く、南で高い。この傾向は理論的に求められたグローバルな地球磁場の傾向と一致する。

## (2) 磁気異常

全磁力値から1次傾向面を求め、全磁力値と傾向面の残差を全磁力異常値とし、磁気異常図（図3-3-2）を作成した。また、全磁力値とIGRF（国際標準地球磁場）との残差による磁気異常図を図3-3-3に示す。

傾向面残差とIGRF残差を比較すると、傾向はほぼ同じであるが、IGRF残差の方が南部で約100nT低くなっている。

測線毎の磁気異常の代表的な断面図を図3-3-4に示す。

磁気異常の特徴としては磁気縞模様が見られないこと、また海域全体では、北部でN60°W方向の磁気異常が顕著であることがあげられる。その他の顕著な磁気異常としては、ヴェイトトラフ北部の磁気異常、ヴェイトトラフとエロマンガベーズンの境界の磁気異常、エロマンガベーズン中央の磁気異常、海山に伴う磁気異常等が挙げられる。

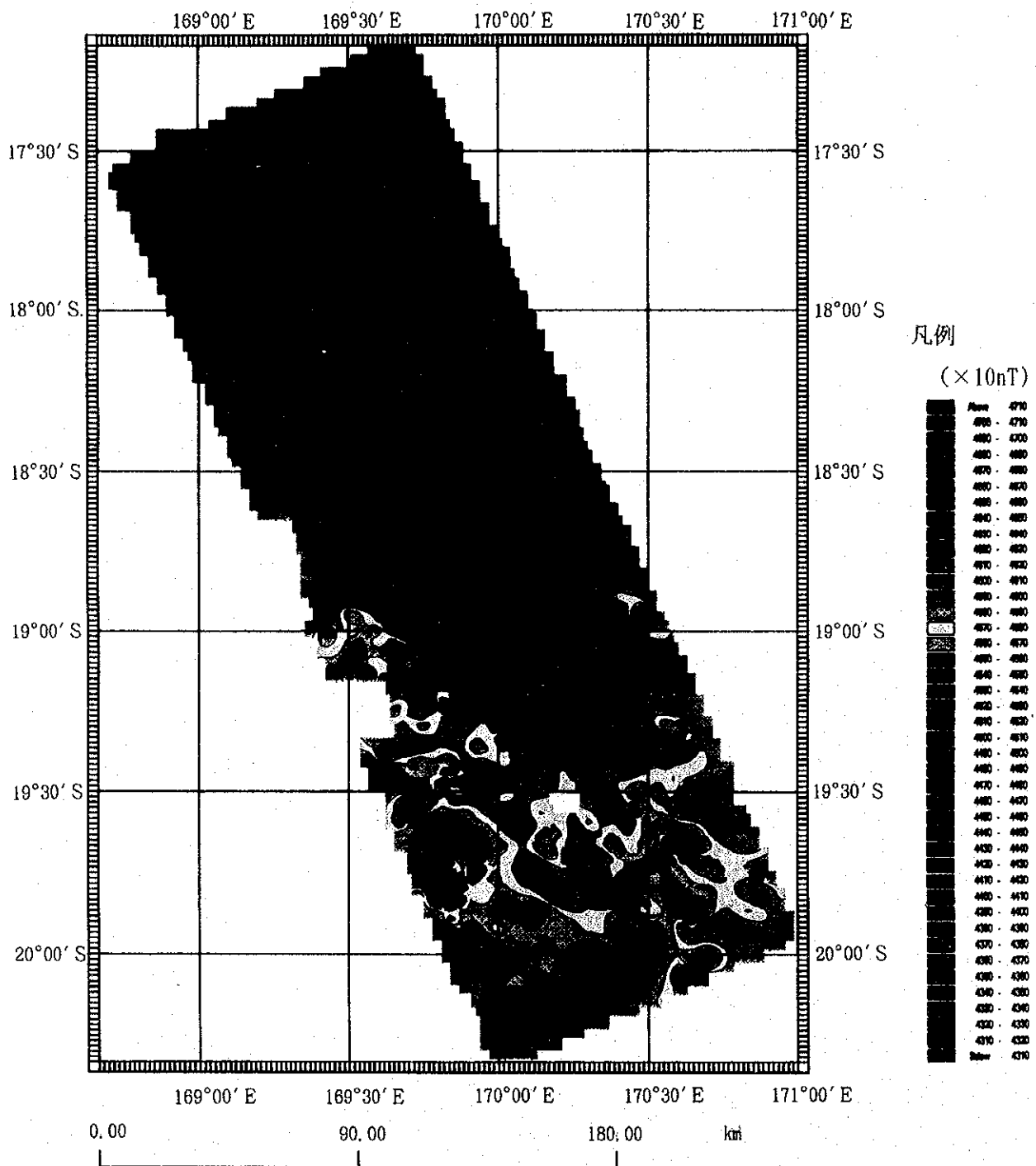


图 3 - 3 - 1 全磁力等值线图

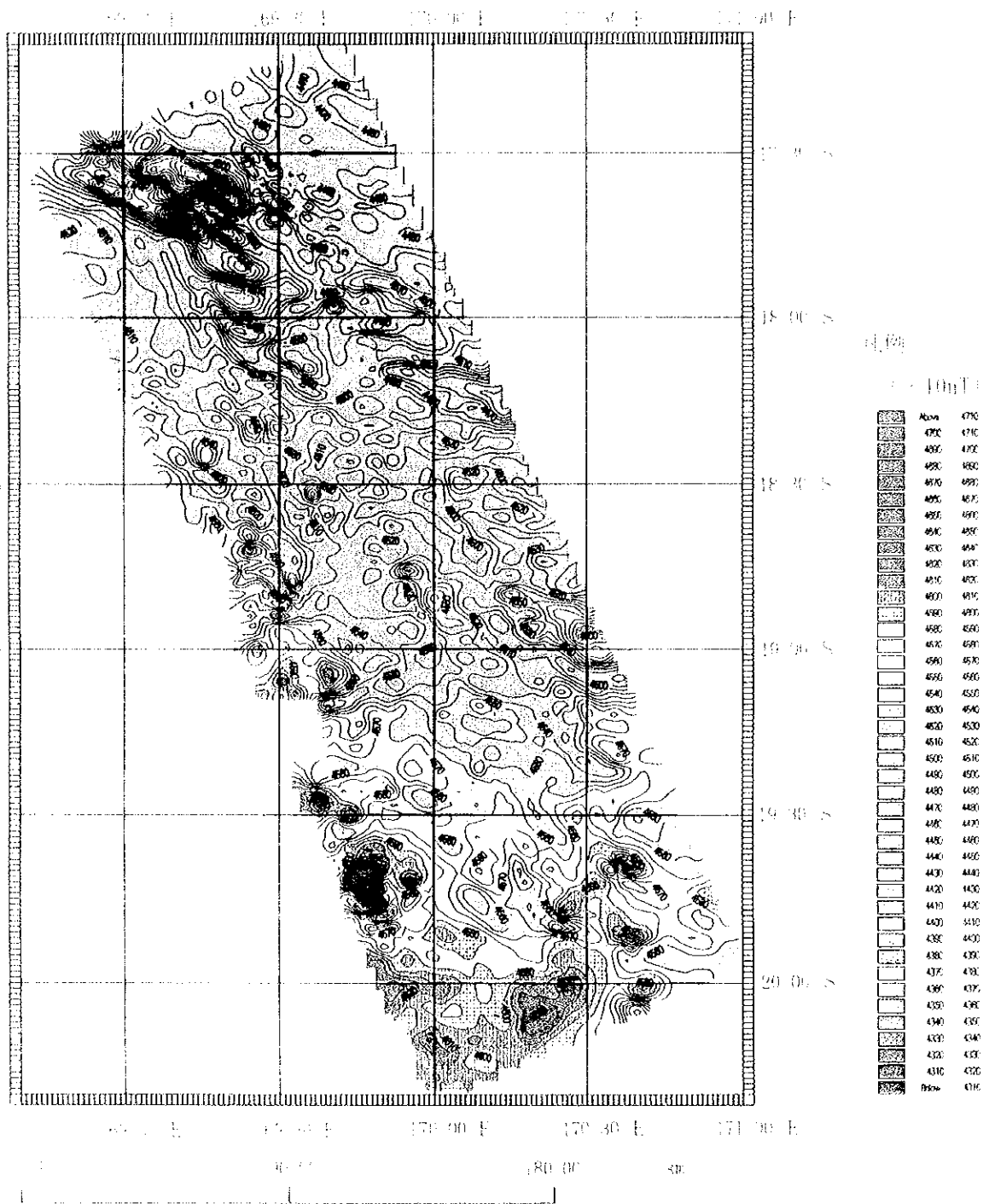


図 3 - 3 - 1 全磁力等値線図

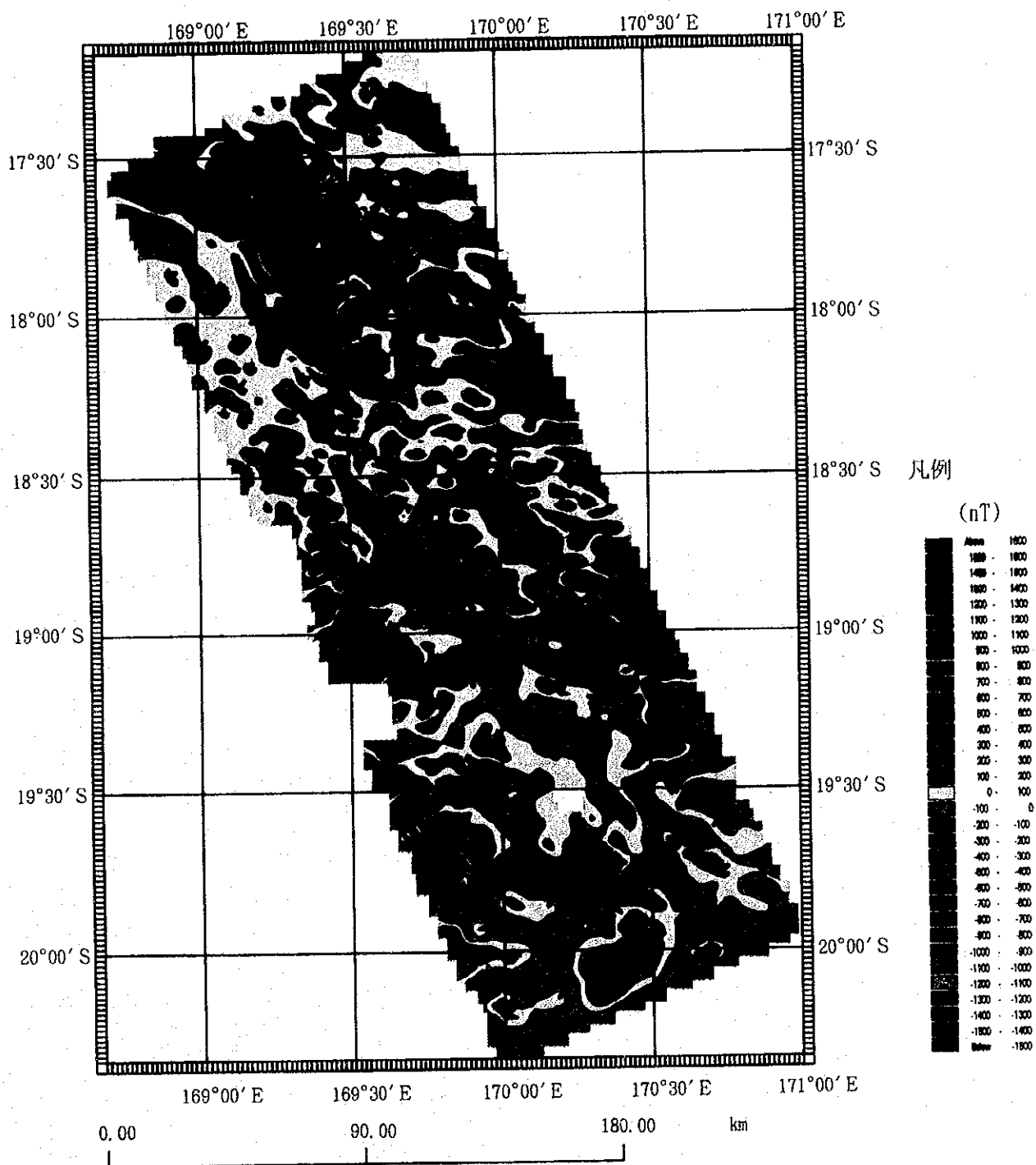


图 3 - 3 - 2 磁气异常图 (倾向面残差)

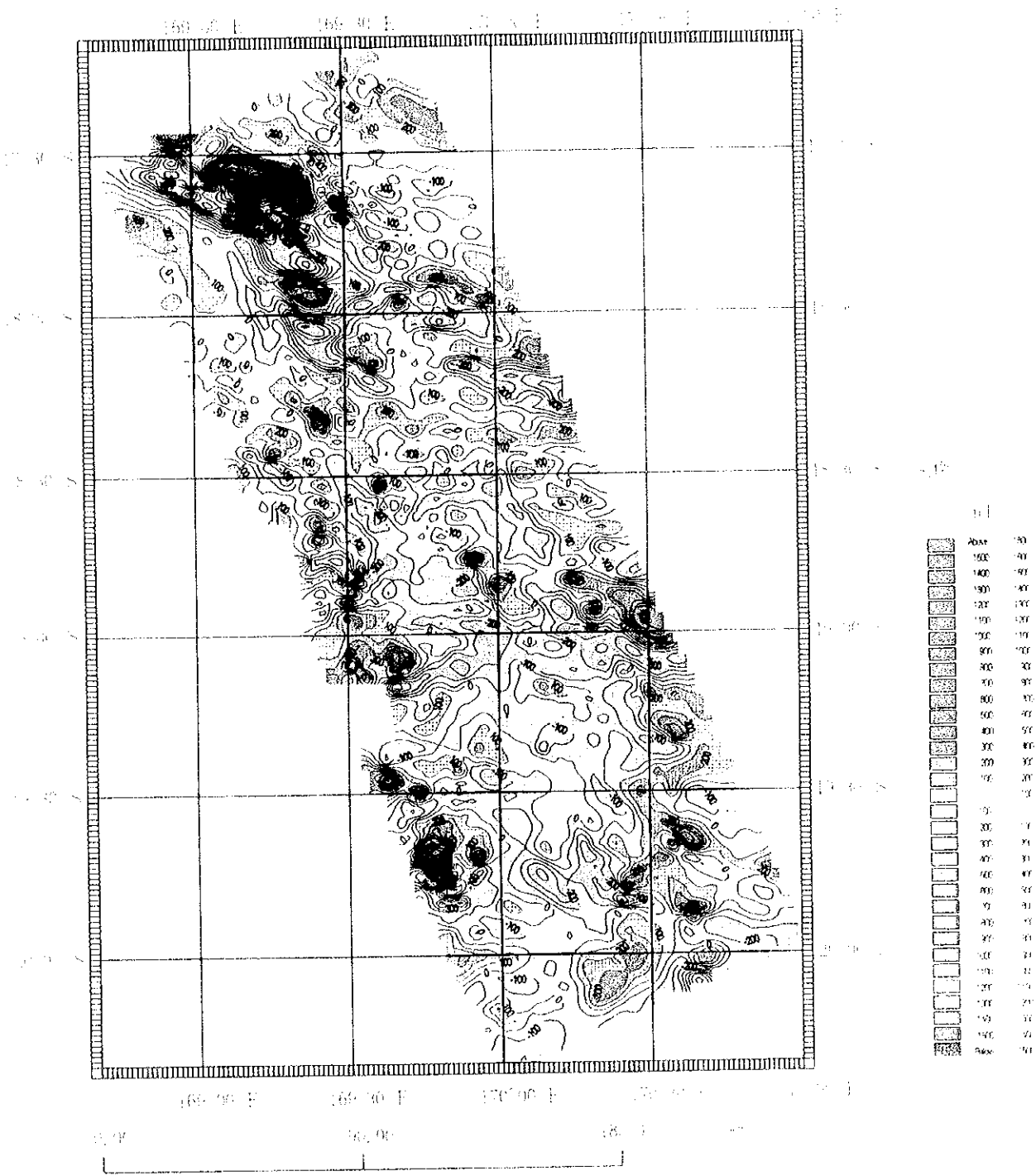


図 3 - 3 - 2 磁気異常図 (傾向面残差)



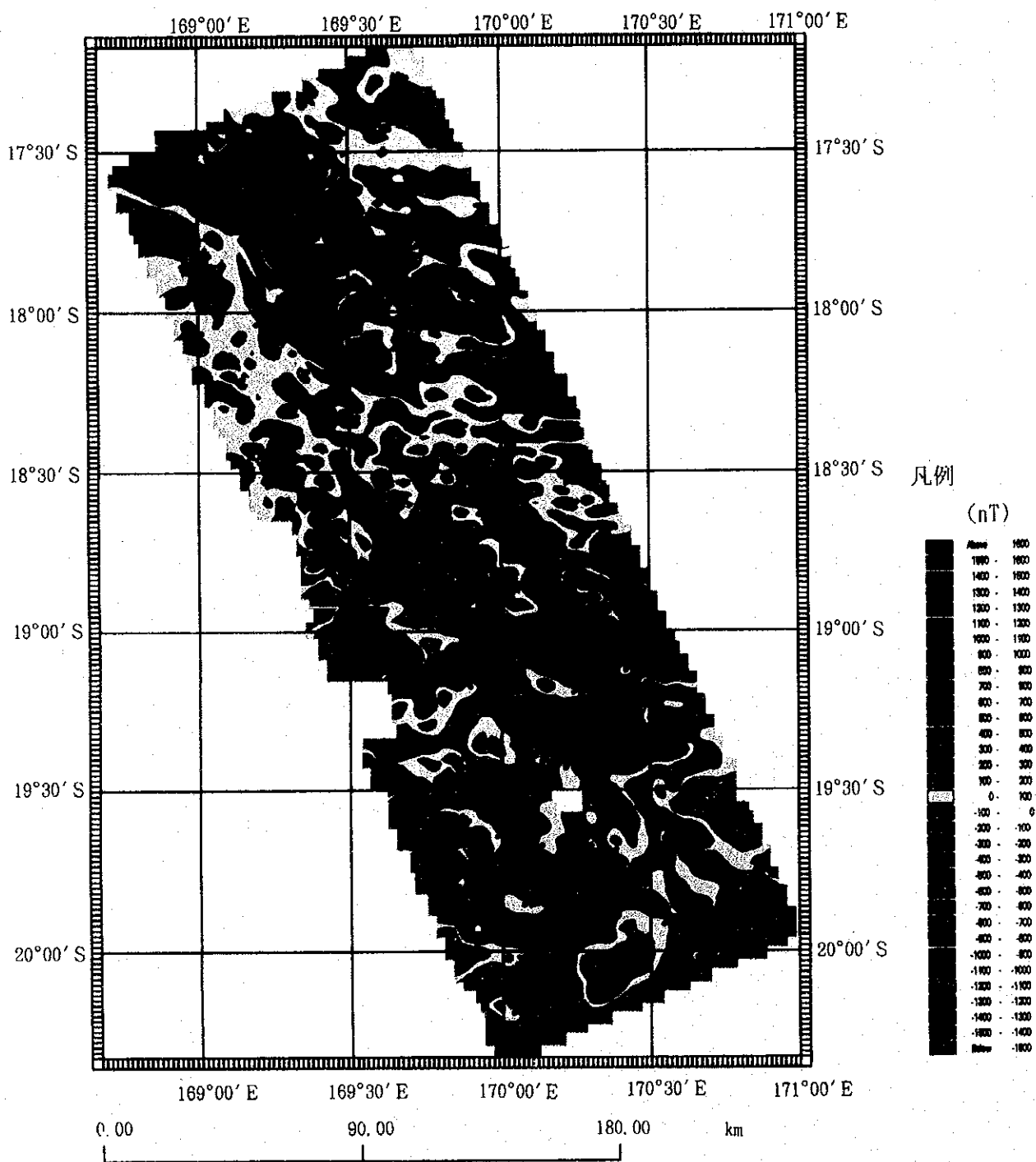


图 3 - 3 - 3 磁气异常图 (IGRF 残差)

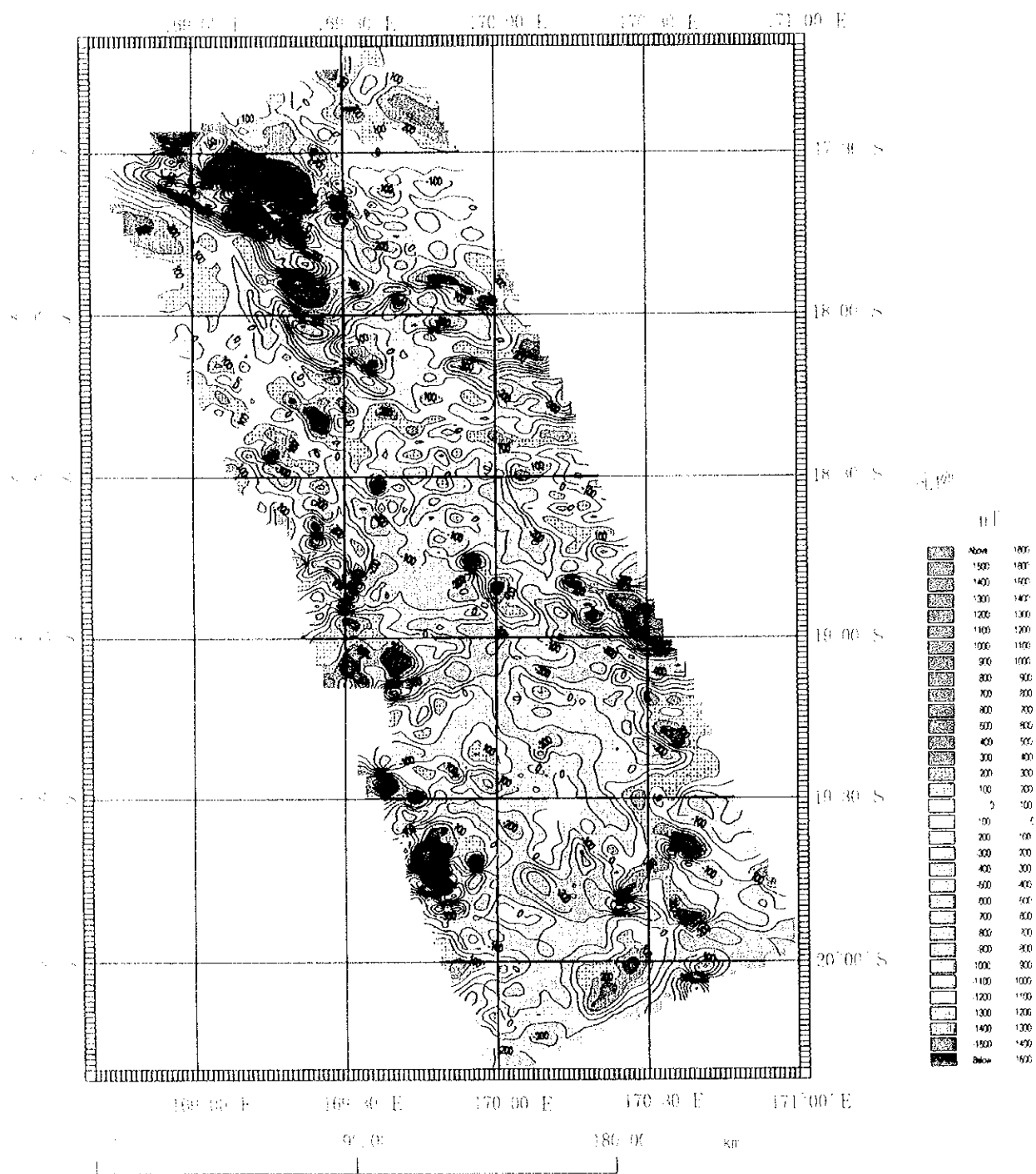


图 3 - 3 - 3 磁气异常图 ( I G R F 残差 )

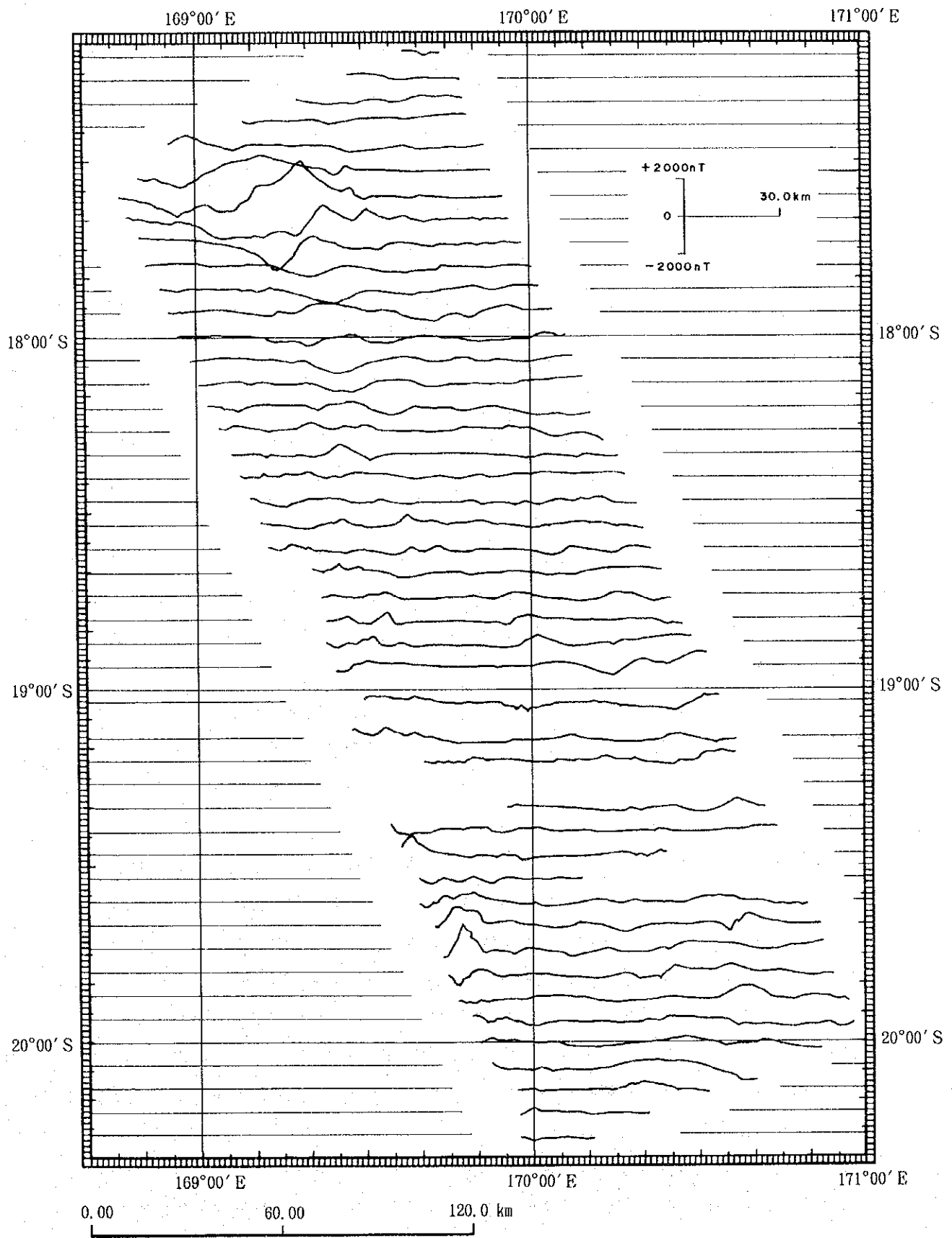


图 3 - 3 - 4 磁气异常断面图

1) ヴェイトトラフ北部の磁気異常

ヴェイトトラフ北部に東南東-西北西の方向の磁気異常が広がっている。この磁気異常は、振幅 $-1,700\sim+1,400\text{nT}$ で正帯磁の磁気異常である。

この磁気異常は、地形的に凹地であり地形の影響とは考えにくく高磁性岩体に伴う磁気異常と考えられる。また、この磁気異常に平行及び直行する磁気異常が見られる。

2) ヴェイトトラフとエロマンガ海盆の境界の磁気異常

ヴェイトトラフとエロマンガ海盆の境界部に不明瞭であるが正の磁気異常が認められる。この磁気異常は $+100\sim+500\text{nT}$ の帯状の正の磁気異常でヴェイトトラフとエロマンガベーズンのしきり部を東西に横切る。構造線に対応すると思われるが、地形からはその判断はできない。

3) エロマンガベーズン中央リッジの磁気異常

エロマンガベーズンの中央に東北東-西南西の磁気異常が見られる。この磁気異常は、約 $-300\text{nT}$ の負の磁気異常である。

4) 海山における磁気異常

この海域の海山は、正帯磁の磁気異常を示している。ただし、フツナトラフの西側 $19^{\circ}45' S \cdot 169^{\circ}45' E$ の磁気異常は、振幅 $-1,700\sim+1,200$ と大きいのが海山によるものでなく高磁性岩体によるものと推定される。

(3) 極磁気異常

南半球の中～低緯度地方では、現在の地球磁場方向に磁化（正帯磁）した磁性体による磁気異常は、一般に、磁性体の北側に正、南側に負の対の磁気異常として現れる。一方、極地方では単一の正磁気異常が磁性体の真上に現れる。したがって地形、地質などとの対比を容易にし、かつ3次元磁気構造の計算が容易になる。

本調査海域は、北端と南端の緯度差が $190'$ と大きく伏角も南西端で $45.5^{\circ} S$ 、北東端で $40.1^{\circ} S$ まで変化する。そこで、海域中央部の伏角 $43^{\circ} S$ を採用して極磁気異常図、図3-3-5を作成した。極磁気異常図によると全体にNNW-SSE系及びNW-SE系の磁気異常の配列が強調されている。海域北部で正磁気異常、海域南部で負磁気異常が卓越している。また、IGRF残差磁気異常図では、海底地形との相関が不明瞭であったが、極磁気異常図では、フツナトラフの東側の断層崖を除き、島弧縁辺部、断層崖頂部、海山等の地形高所と高極磁気異常との正の相関が明瞭となった。特に、中央部～南部に点在する海山、海嶺に一致した正極磁気異常が発達している。

極磁気異常の分布の特徴は次のとおりである。

- ① 北部は比較的振幅の大きな正異常が卓越して分布し、西部、東部及び南東部は独立した正異常群を含む全体に小振幅の正異常域であるのに対し、中央部～南部は小振幅の負異常域を呈している。

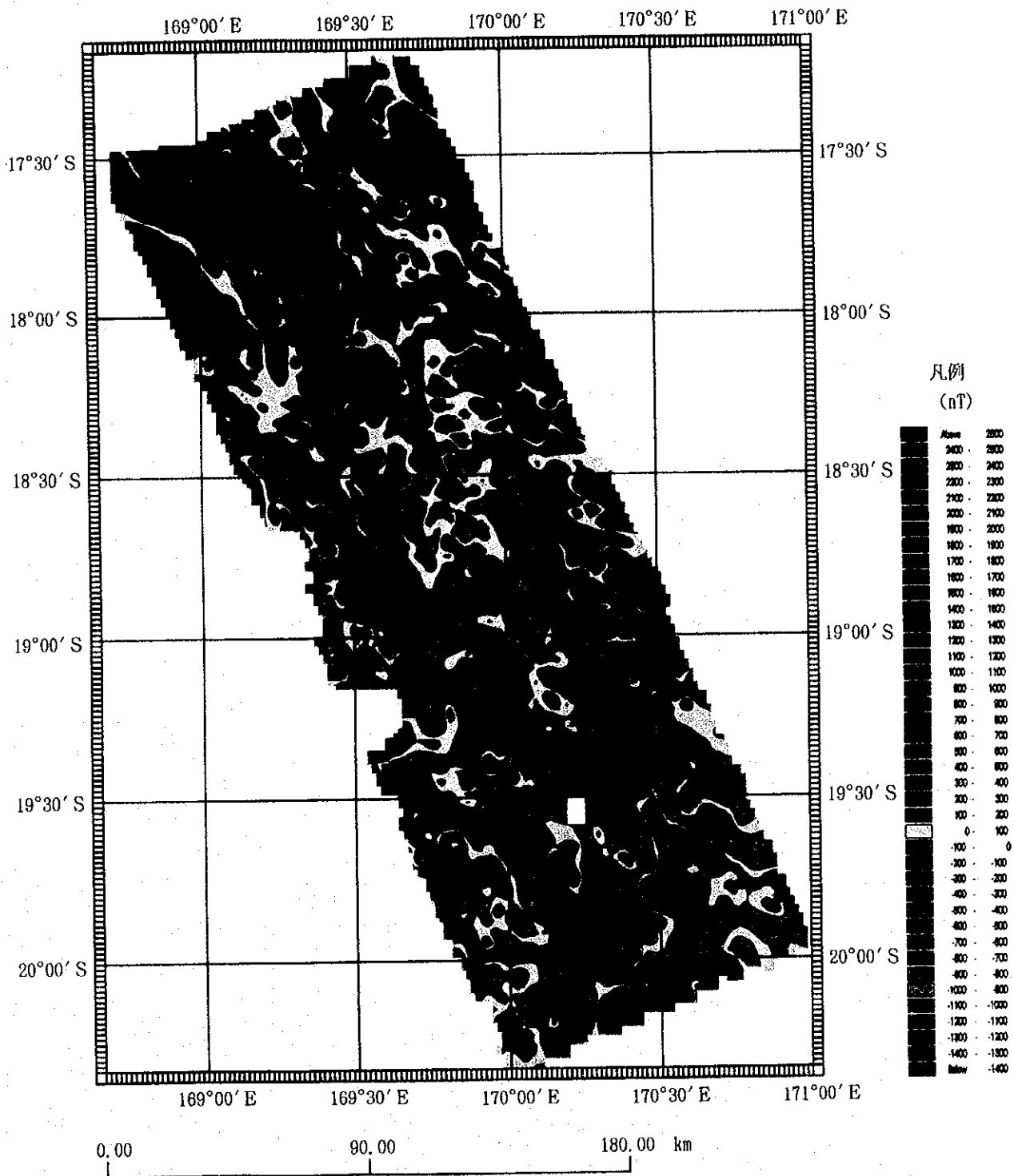


图 3 - 3 - 5 極磁気異常図

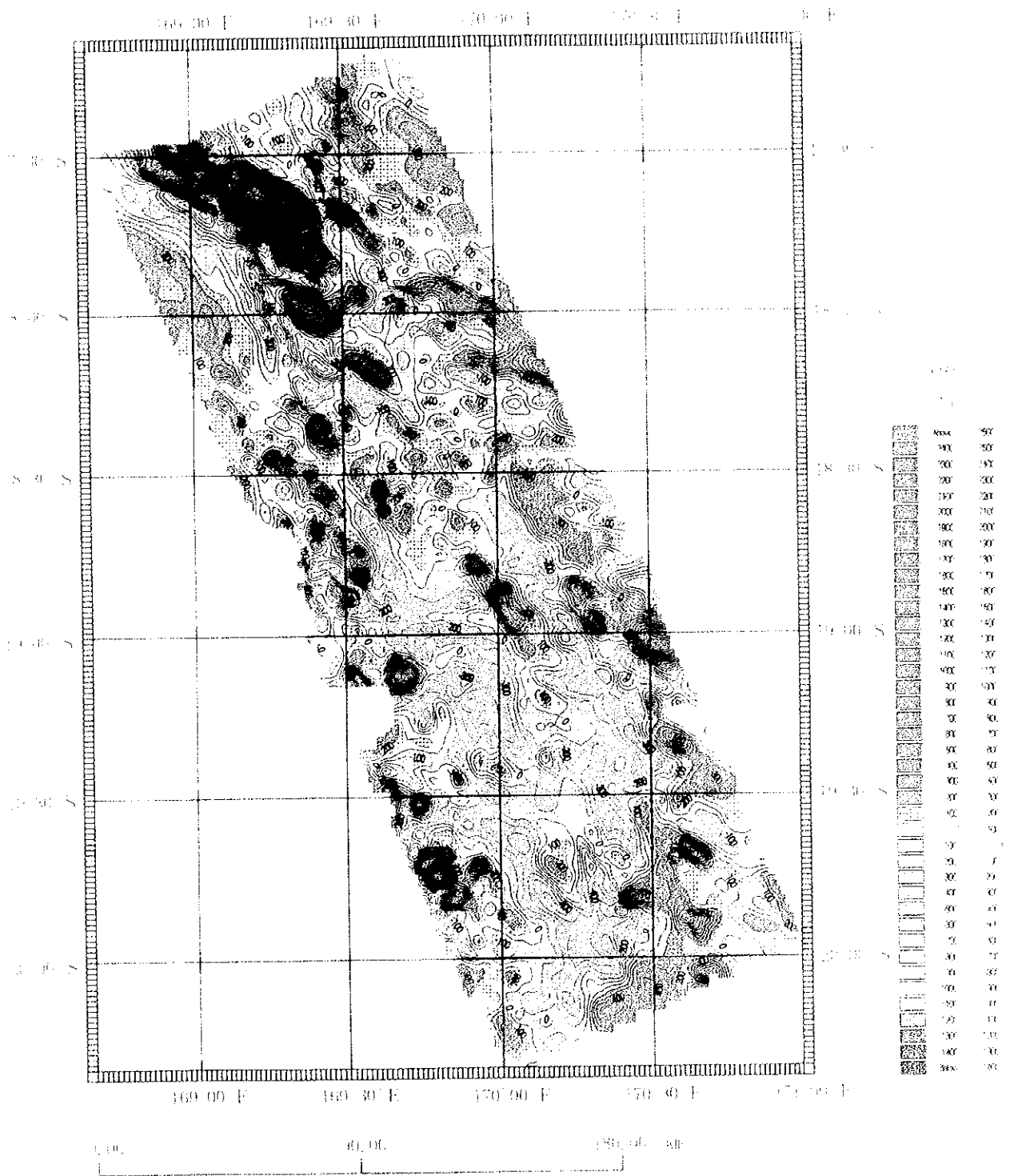


图 3 - 3 - 5 極磁気異常図

コリオリトラフ内のヴェイトトラフ、エロマンガベーズン及びフツナトラフでは、磁気異常はそれぞれ異なる分布を示している。

- ② 北部のヴェイトトラフ最深部に調査海域で最大振幅のNW-SE系の正異常が分布し、トラフ東西両端には断層崖頂部等に対応する小振幅のNNW-SSE系の正異常群が認められる。
- ③ 中央部のエロマンガベーズン及び周辺には、東側の断層崖頂部にNNW-SSE系の正異常が分布しているが、断層崖の東方斜面を含めて全体として極磁気変化の小さな地域である。
- ④ 南部のフツナトラフでは、トラフ底でフツナ島よりに小振幅の正異常が認められるが、エロマンガベーズンと同様に、東側の断層崖頂部から東方斜面を含めて変化が小さな地域である。
- ⑤ これらのトラフ、ベーズン間の地形凸部でも極磁気異常はそれぞれ異なる分布を示している。ヴェイトトラフとエロマンガベーズン間ではヴァヌアツ島弧側から連続するNW-SE系の正異常群が認められるが、エロマンガベーズンとフツナトラフ間では小規模なNW-SE系の正異常が見られる。
- ⑥ 海域の南西端及び南東端には独立した正異常群が分布しており、海山の位置にはほぼ一致している。

#### (4) 磁化強度分布

3次元磁化強度分布解析では、海底下に存在する磁性体の分布を角柱の集合で構成される3次元モデルで近似し、角柱の磁化強度を逆解析法で求める。

使用した3次元モデルの各角柱は、上面を海底面、下面を海拔下20kmとした。

磁化強度分布図を図3-3-6に示す。磁化強度分布の特徴は以下のとおりである。

##### ① 大局的な磁化強度分布

本海域の大局的な磁化強度分布は、ヴェイトトラフを含む北部、ヴァヌアツ島弧の東斜面に当たる西端及び南東部に分布する高磁化強度ゾーンと、中央部～南部のエロマンガ／フツナトラフ周辺の低磁化強度ゾーンとで特徴付けられており、ヴェイトトラフとエロマンガベーズン／フツナトラフとの間の地質構造の違いを反映している。前者のうち、北部及び北東部の高磁化強度ゾーンはNNW-SSE～NW-SE系に配列している。

また、負の磁化強度が中央部～南部のエロマンガベーズン／フツナトラフ帯及び北部のヴェイトトラフに分布し、いずれも磁化強度は $-2 \text{ A/m}$ 以上である。負の磁化強度分布域全体が逆帯磁ではなく、中央部～南部はほとんど非磁性体からなることを反映し、北部は磁性体の構造（東側に傾斜）により生じた見かけの負の磁化強度であると考えられる。

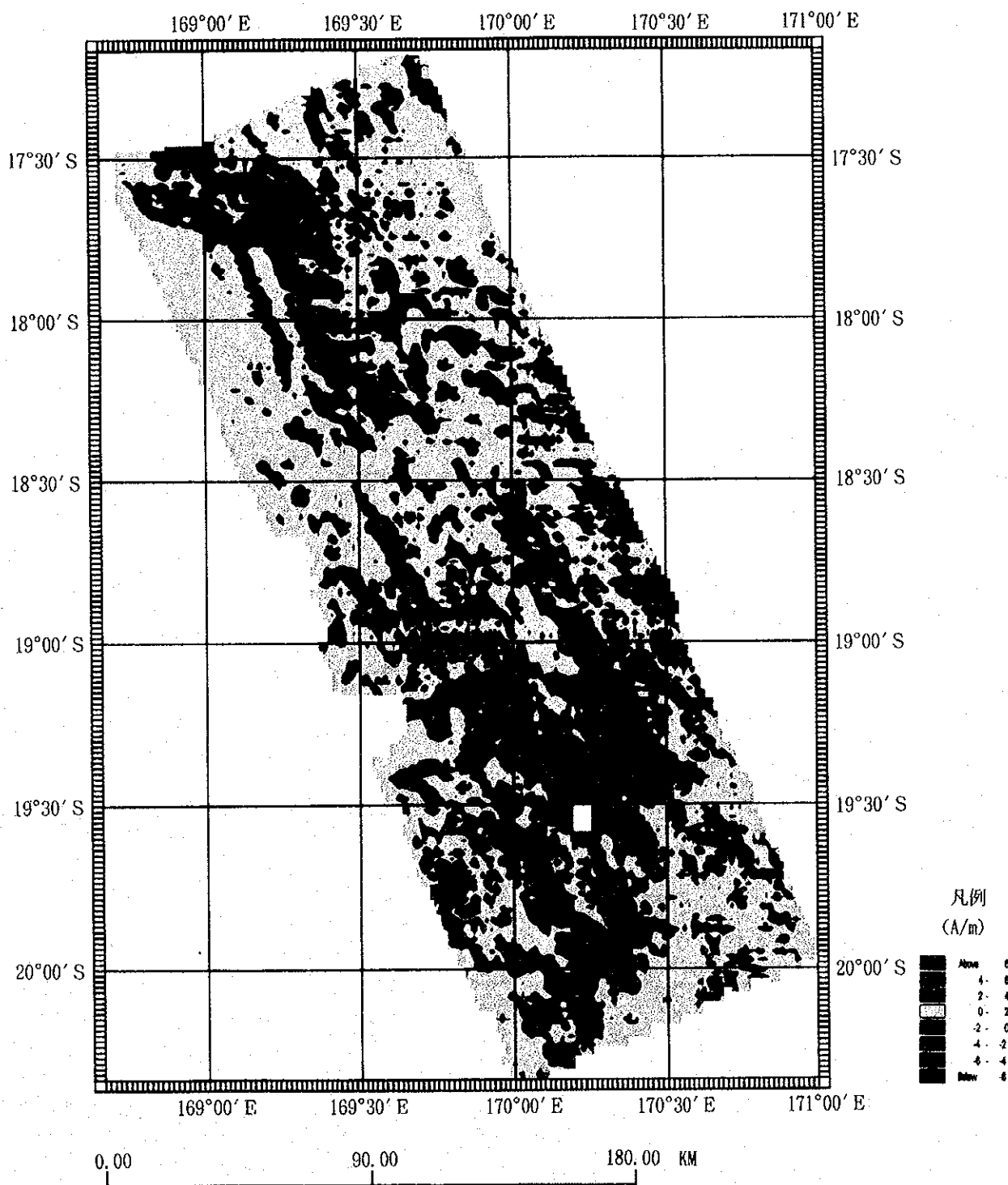


图 3 - 3 - 6 磁化强度分布图



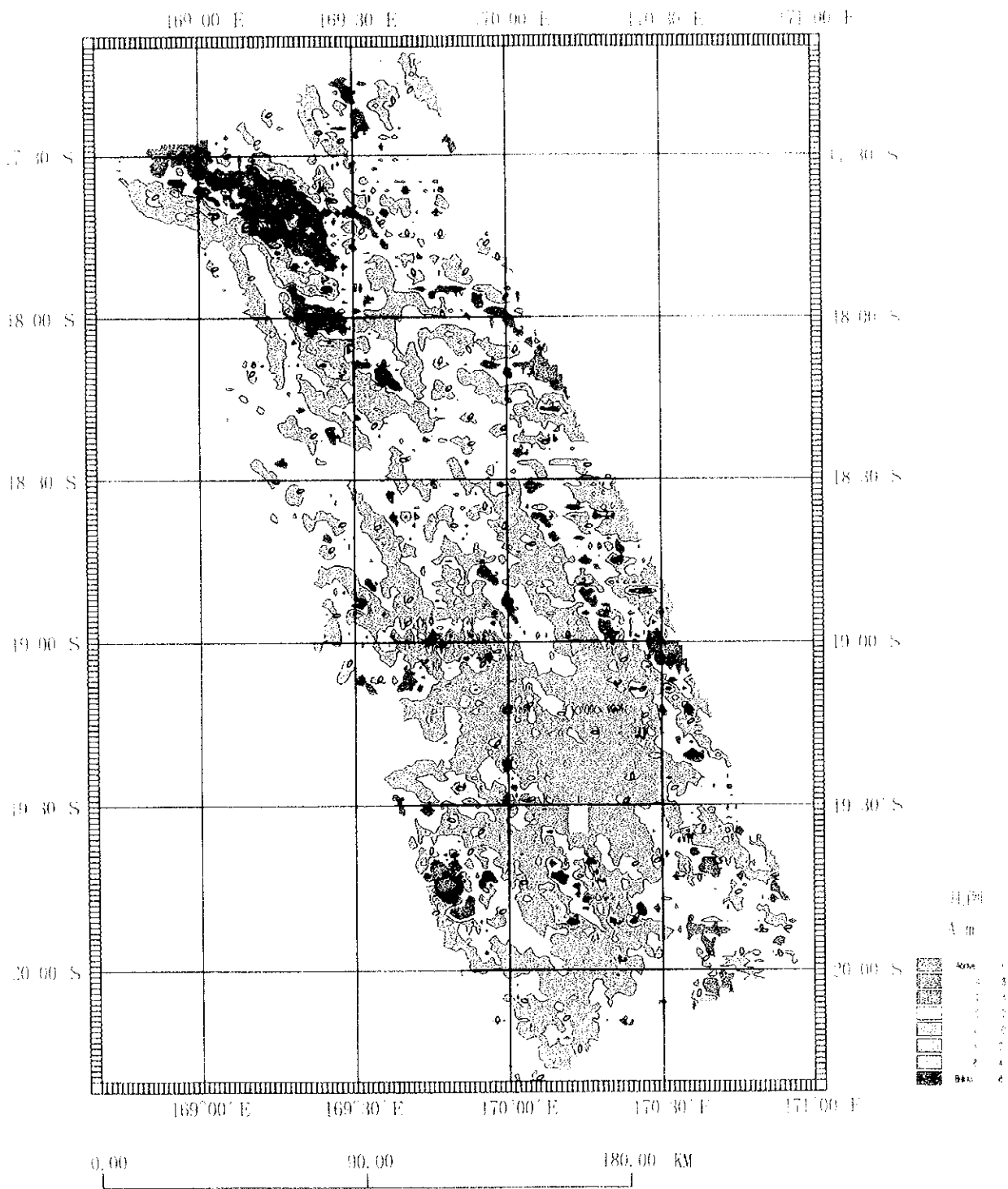


图 3 - 3 - 6 磁化强度分布图



## ② ヴェイトトラフ及び周辺の磁化強度分布

ヴェイトトラフ内には、NW-SE系の $2\text{ A/m}$ 以上の高磁化強度帯が調査海域北西端から分布している。また、ヴェイトトラフの中央部、南部にはそれぞれ小規模ながらも $2\text{ A/m}$ 以上の高磁化強度帯がほぼ同方向に配列している。北部の高磁化強度帯は海底付近の新期の溶岩(Price, et al., 1993)に対応している。また、中央部、南部の小規模な高磁化強度帯は新規の溶岩を有する海嶺によるものと考えられる。

トラフ西端に南北系の $1\text{ A/m}$ 以下の低磁化強度が見られ、海底地形の凸部と一致している。トラフの西側は $1.5\text{ A/m}$ 未満の低磁化強度帯であり、ヴァヌアツ島弧を構成する火山岩に対応している。

一方、トラフの東側は全体に正の磁化強度帯であるが、断層崖に沿って $1\text{ A/m}$ 以下の低磁化強度がほぼ南北方向に分布しており、東斜面では $1.5\text{ A/m}$ 以上の磁化強度がNNW-SSE~NW-SE系で分布している。

ヴェイトトラフ南方の、ヴェイトトラフとエロマンガベースン間はほとんど正の磁化強度分布域であり、NW-SE系の正の磁化強度が配列し、海底地形の凸部(海山等)と一致している。

## ③ エロマンガベースン/フツナトラフ及び周辺の磁化強度分布

エロマンガベースン及びフツナトラフ周辺は、ヴェイトトラフ周辺と全く異なり、磁化強度がほとんど無い地域であり、磁気構造が全く異なっていると考えられる。

エロマンガベースン内はトラフ軸近くの小規模な正の磁化強度を除くと、磁化強度は0に近く、磁化がほとんどない地域である。また、ベースン内の海嶺付近には正の磁化強度が見られない。東側の断層崖頂部にはNW-SE-NNW-SSE系の正の磁化強度が分布するが、東方の東斜面では磁化がなくなり、さらに東方では、小規模な正の磁化強度がNNW-SSE方向に点在する。エロマンガベースン/フツナトラフ間には、海底地形の凸部に対応した小規模な正の磁化強度が見られる。

一方、フツナトラフ内ではトラフ軸付近から東壁にかけて $1.5\text{ A/m}$ 程度の磁化強度が分布する他は、エロマンガベースンと同様に磁化がほとんど見られない地域である。また、フツナ島を含む断層崖及びその東方の斜面は磁化が全くない地域である。

このようにエロマンガ/フツナトラフ及び断層崖の東斜面を含めてヴェイトトラフとは同じゴリオリトラフ内でも全く異なる磁気構造を示しており、両地域の火成活動の違いを反映しているものと考えられる。

エロマンガベースン北西方にはNNW-SSE系の正の磁化強度が見られ、ヴァヌアツ島弧からの海底地形凸部と一致している。また、同ベースンの西方のヴァヌアツ島弧東斜面の $19^{\circ}05'S$ 付近に孤立した正の磁化強度が分布しているが、海山の頂部が一致しておらず、海山の南側は消磁している可能性が大きい。

19° 30′ S 付近のエロマンガベーズン／フツナトラフ間では、ヴァヌアツ島弧側から断続的に小規模な正の磁化強度が西方から東方に向かって弱まりながら分布している。各磁化強度はほぼ海山の位置に一致している。また、ベーズン・トラフに向かうに従い磁化強度が低下している。

フツナトラフ西方の19° 30′ S 付近には3個の孤立した正の磁化強度が分布している。北側の2個は海山に対応しているが、南の磁化強度は潜在する海山によるものと考えられる。

#### ④ 南東部の海山の磁化強度分布

フツナトラフ外、南～東側には孤立した正の磁化強度が点在し、海山の位置とほぼ一致している。北に向かうに従って海山の磁化強度は弱まる傾向が見られる。

#### (5) 磁気構造図

磁気構造図は、極磁気異常図及び磁化強度分布図から推定される次の構造を示したものである。

- ・非磁性帯 …………… 非磁性を示す範囲。
- ・断層 …………… 極磁気異常の最大勾配を示す箇所。
- ・磁気リニアメント（磁気不連続線） …… 連続する正極磁気を結んだ線。
- ・海山列 …………… 海域南東部の海山に対する正極磁気異常を結んだ線。

図3-3-7における磁気構造特徴は以下のとおりである。

- ① 調査海域内では海洋底拡大を示す縞状模様は認めれない。
- ② 海域北部では、NNW-SSE～NW-SE系の磁気リニアメントが発達している。
- ③ ヴェイトトラフ、エロマンガベーズンの東側に極磁気異常の分布から断層の存在が推定されるが、フツナトラフの東側に断層を推定するのは困難である。
- ④ ヴェイトトラフは、強磁性岩体が分布し、正の磁化域である。また、エロマンガベーズン・フツナトラフ及び周辺では非磁性域である。このことから、両地域は全く異なる磁気構造を示している。
- ⑤ 海域西部の火山フロントは高磁性域であり、海山には強磁性岩体が分布しているが、一部の海山は消磁を受けている。
- ⑥ 海域南東部の海山列は正帯磁しており、北に向かうほど磁性が低下する傾向がみられる。

### 3-4 地質構造

#### (1) 地質構造

今年度調査海域はニューヘブリデス弧南部の背弧地域であり、背弧部分の拡張により海域の中心にコリオリトラフが分布する。コリオリトラフは火山フロントから20～30nm離れた位置にある、幅約20nm、底部比深1,500m程度、延長160nmを超える直線的な凹地形でN20° W

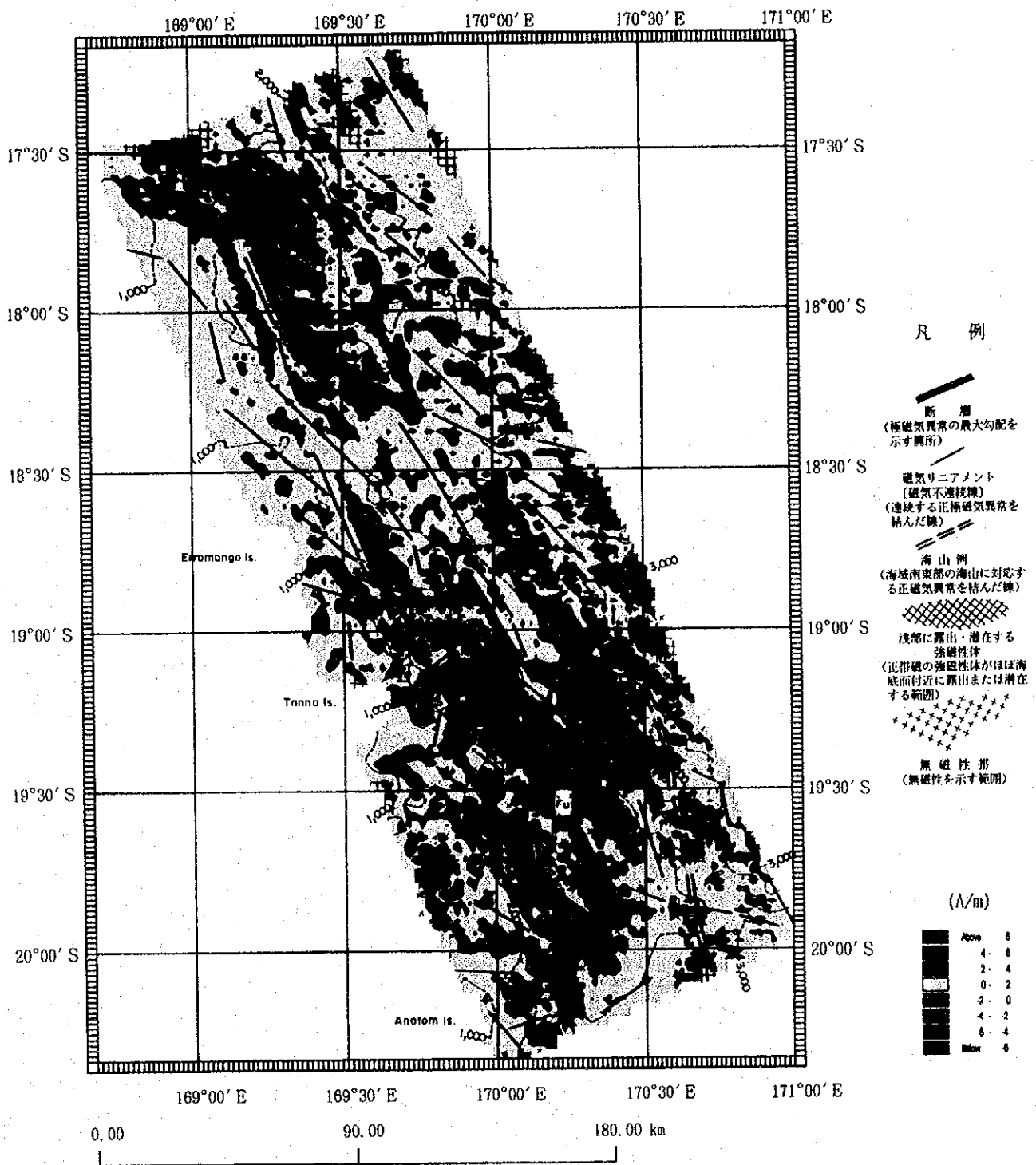


図 3 - 3 - 7 磁気構造図

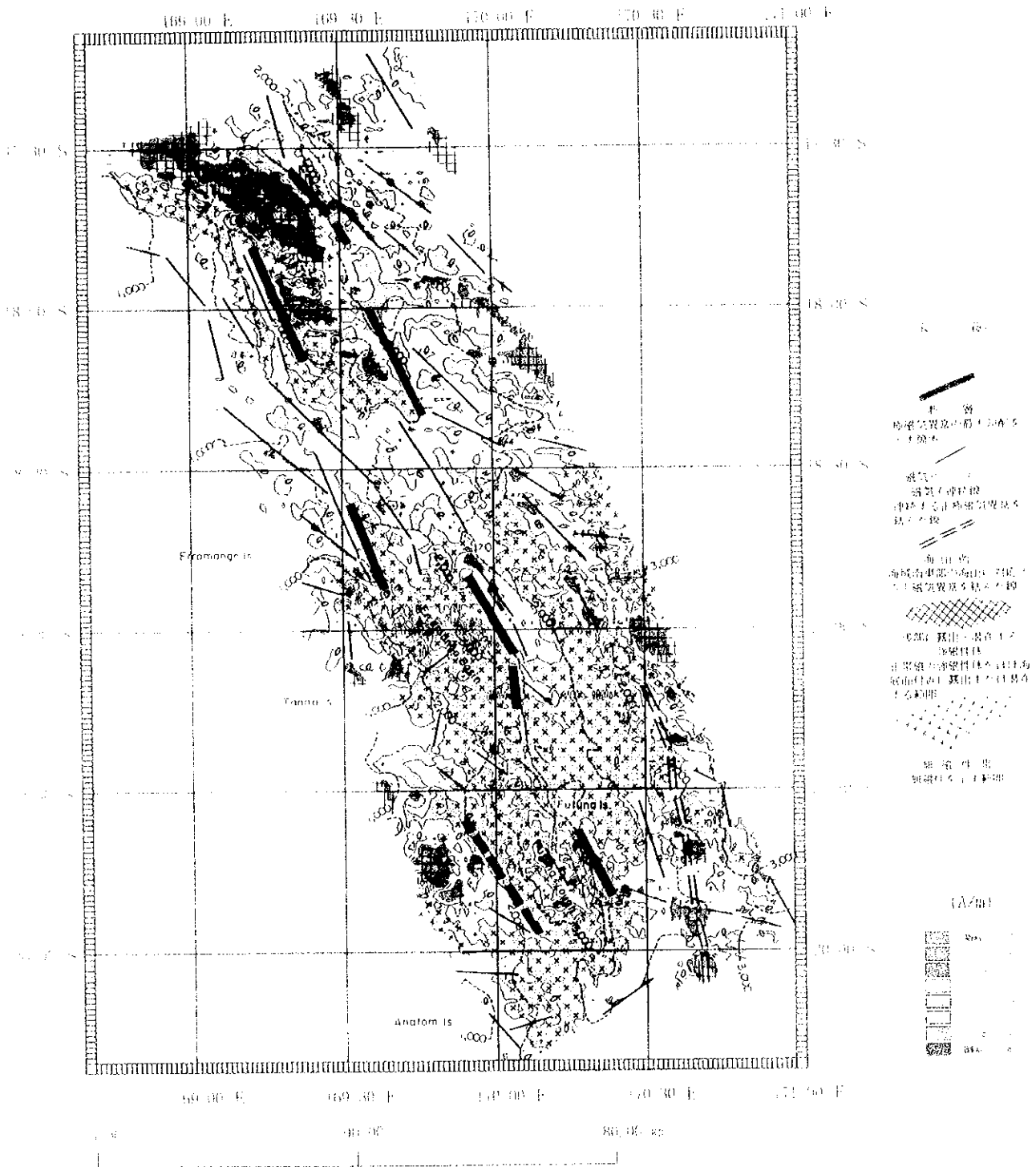


图 3-3-7 磁气构造图



を主軸とする。調査は南端部 (20° S以南) を除く, コリオリトラフのほぼ全域と, その周囲の水深700m未満の火山フロント近傍から3,000mを超えて北フィジー海盆 (North Fiji Basin) に至る間の島弧斜面部を対象とした。海底地形図, 音響イメージ図をベースに作成した地質構造図を図3-4-1-1に示す。

#### 1) ヴェイトトラフ

ヴェイトトラフはエファテ島の東にあり, 長軸60nm, 最大幅約28nm, 比深約1,300~1,500 m, 長軸方向N35° Wと3つのベーズンの中で最も大きい規模を示す。ベーズン内の18° 05' S, 169° 10' E付近に島弧の断片と見られるN20° Wへ延びる比高800~1,300 mの海嶺状地形がありベーズンを2分する。海嶺状地形の東西斜面とそれに向かい合う島側 (西側), 縁海側 (東側) のベーズン斜面には正断層を示す急崖が見られる。M B E S音響イメージ図・S B P記録には, 海嶺状地形と島弧側台地に囲まれる海盆には陸から供給される堆積物の分布が, その北側の島弧斜面, ベーズン及び東側のベーズンには広く岩盤の分布が認められ, その一部はF D Cにより確認されている。トラフの開口の中心となる, 2,800mを超える最大水深を示す凹地は18° 10' S, 169° 30' Eの貫入により形成された台地状の高まりによって分けられているが, N40Wの長軸方向を持ち, トラフの軸とは斜交する。海嶺状地形が無くなる17° 45' Sより北側では, 17° 35' S, 169° 05' Eのカルデラのある海山と17° 52' S, 169° 38' Eのトラフ東縁部の不連続を結ぶ線 (伸長方向N50° W) を中心に, 高まり部と凹地部及び向かい合った急崖が分布する。この部分は磁気の異常帯と一致する事から, 西方へ屈曲したトラフの一部と考えられる。凹地の長軸方向はN55° W~N50° Wを示しトラフの伸長方向に一致する。ここは現在最も活動的な部分と考えられる。

#### 2) ヴェイトトラフ-エロマンガベーズン間

ヴェイトトラフ-エロマンガベーズン間の閼部は, エロマンガ島から続く高まりの端部が水深1,000~1,500m程度の台地を形成し, 島弧斜面の一部となっている。18° 25' S, 169° 35' Eを中心とする部分はN50° Wの長軸方向を持つ比深200~500m程度の凹地を形成し, しかもその長軸部は岩盤の露出するわずかな高まりとなっていることから, これからトラフとして開き始める部分である可能性がある。

#### 3) エロマンガベーズン

エロマンガベーズンはエロマンガ島~タンナ島の東にあり, 長軸45nm×幅17nm, 長軸方向N38° W, 水深は西岸で約800m, 東岸で900m程度, ベーズン底まで比深2,000m程度である。アークプラットフォーム斜面からベーズンに落ちる斜面は東西両側共正断層の急崖を示す。ベーズン底には2~3状の正断層によって出来た海嶺状の高まりが地溝状の凹地を挟んでN47° Wに延びており, 2~3回に分かれて南北方向へトラフの拡大が生じたことを示す。また, この海嶺状の高まりと地溝状の凹地の列の伸長の前後部に南北の軸



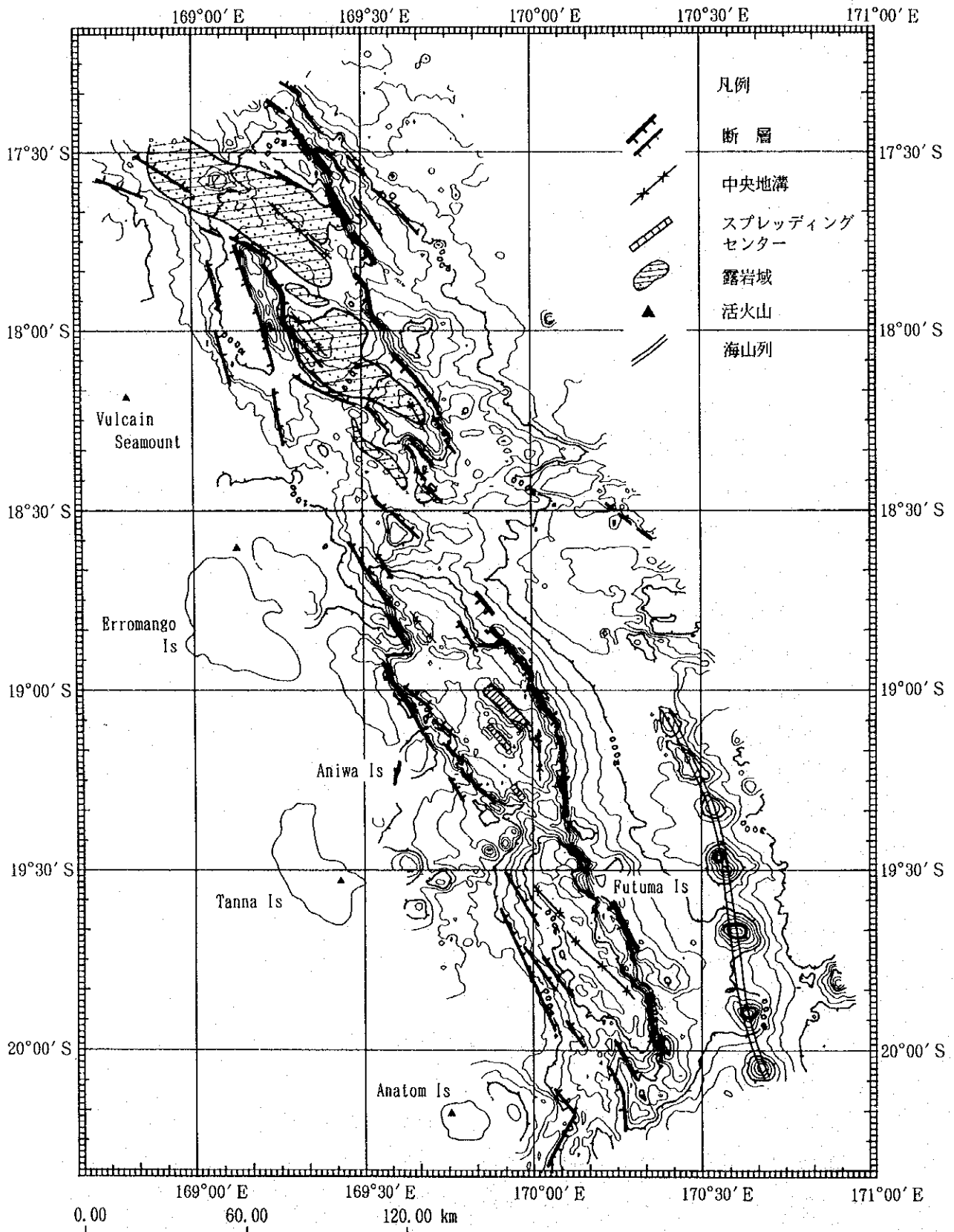


図 3 - 4 - 1 - 1 地質構造図

を持つ凹地が形成され、リッジグラーベン形成後、さらに東西方向へ拡大したと考えられる。MBES音響イメージ図に現れるベーズン底は広く堆積物に埋められている。特に東部でスムーズな海底面を呈しており、堆積物が厚い可能性がある。また、海嶺状の高まりの部分には露岩の存在を示す強い反射が得られており、一部FDCで確認した。

#### 4) エロマンガベーズン-フツナトラフ間

エロマンガベーズンとフツナトラフの間は水深 2,000m程度の閼部となっており、エロマンガベーズンにあるリッジグラーベン構造が横ズレを伴って延長する。また、タンナ島南部から続く海山列がしめす南西-北東方向の構造線と、トラフの両方の影響を受けたものと思われる比深 200~300mの凹地が認められる。この凹地を除いたほとんどの部分には露岩を思わせる比較的強い反射がMBES音響イメージ図に認められる。

#### 5) フツナトラフ

フツナトラフは長軸38nm×幅17nm、長軸方向N18°W、西岸水深1,800~1,900m、東岸水深1,400~1,500m、ベーズン底 3,200mとエロマンガベーズンよりわずかに小さいが水深が深い。東側は急崖となっているが、西側のトラフ壁はトラフ長軸方向に平行なものそれに斜行し地溝軸に平行なN40°Wのリニアメントを示し、階段状に落ちる、比較的幅が広い斜面となっている。音響イメージに見られるこの斜面は堆積物が被覆する岩盤である。

トラフ底も比較的濃淡に変化があり、堆積物の分布する平坦な海底を示す部分は南部トラフ底に見られる。

20°S以南ではN50°Eの構造線の影響によりトラフ軸が横ズレし、西側に移動する。

南のフツナトラフでは南西に延長するクランク状地形の存在により見方によって多少変化するが、ヴェイトトラフを南北の狭い2海盆に分割した場合、コリオリトラフの4つの海盆はいずれも幅15~17nm、延長38~45nmとほぼ同様の規模を示す(これはヴァルカンシーマウント(Vulcan Seamount)、エロマンガ東海岸、タンナ、アナトムと続く火山フロントの活動が40~45nm間隔であることと関係するのかもしれない)。また、各海盆の長軸方向が北からN50°W、N42°W、N38°W、N18°Wと北向き傾向を増加させるのに対し、拡大中心と思われる地溝の軸はN50°W、N42°W、N47°W、N50°Wとわずかであるが南側で西向き傾向を増加させる。このことはコリオリトラフがDEZのアーキへの衝突により開口している事と関連する。

#### (2) MBES音響イメージ図の作成

海域内の底質物分布、特にリフト拡大に伴い噴出した岩盤の露出とそれに対する堆積物被覆の状況を知る事を目的として、MBESの各ビームの受信音圧を用いてMBES音響イメ

ーシ図(図3-4-2-1)を作成した。ここでは海底の反射音圧の高い部分が黒く、低い部分が白く表現されている。本イメージ図は、

- ① 音圧が高く、濃度が濃い部分、
- ② 一様に音圧が低く、濃度が薄い部分、
- ③ 音圧が変化し、濃淡が斑状を示す部分

に分けられ、FDC観察結果によりそれぞれ岩盤の露出、堆積物表面、堆積物により薄く被覆された岩盤を示すことが判明した。但しこのなかで濃淡が斑状を示すものは、その堆積物の被覆率、表面凹凸の程度等により、全体的な濃度が濃いものから薄いものまで様々に変化する。

音響イメージ図には、トラフの主軸方向のN20°Wの他、N70°W、N45°W、N55°W等それに斜行するリニエーションが認められる。また海域全体に堆積物の分布が卓越する事、トラフ内の斜面及び底部の高まりの一部は岩盤が存在する事等を示す。各地域の分布の状況は以下の通りである。

島弧を構成するトラフ西側の斜面部、及び北フィジー海盆へと続くトラフ東側の斜面部は、火山活動が活発なタンナ島-アナトム島に近い南西部の1部分を除き、広く堆積物が分布している。

北のヴェイトトラフ底には薄く堆積物を被った岩盤が広く分布する。ヴェイトトラフとエロマンガトラフの間の浅所には凹凸の多い海底地形があり、一部に露岩が分布する。エロマンガベースン底には広く堆積物が分布する。ベースン東部の凹地には調査範囲で最も凹凸の少ない厚い堆積物が分布している。ベースン内のリッジ状の高所の一部には強い反射があり、ここには露岩が分布することがFDCにより確認された。

エロマンガベースンとフツナトラフの間の浅所部分には調査海域で最も強い反射があり、露岩の存在を示す。その周囲からフツナトラフ北部にかけて、特に西斜面部に比較的濃い濃度を示す部分があり、薄い堆積物に覆われた岩盤があることを示す。

フツナトラフ南部では北部より堆積物が多少厚くなり記録の濃度は薄くなるが、斜面部とそれに近いところは岩盤が堆積物に覆われている。

### (3) nSBP調査

熱水鉱床調査海域は海底地形の変化が激しく、従来のSBPではペネトレーションよりも海底面の変化のほうが大きくなる事のため、EPRの熱水鉱床調査での使用を止めていた。昨年度搭載のnSBPは従来型よりもビーム角が狭い(4°)ことから、本調査航海では背弧海盆調査での適用性を確認することを目的として、サブボトムプロファイリングを行った。

図3-4-3(1)、(2)にnSBPによるサブボトムプロファイリング記録の例を示す。ここでは岩盤を覆う堆積物の厚さ、堆積構造、断層等を知る事を目的とした。

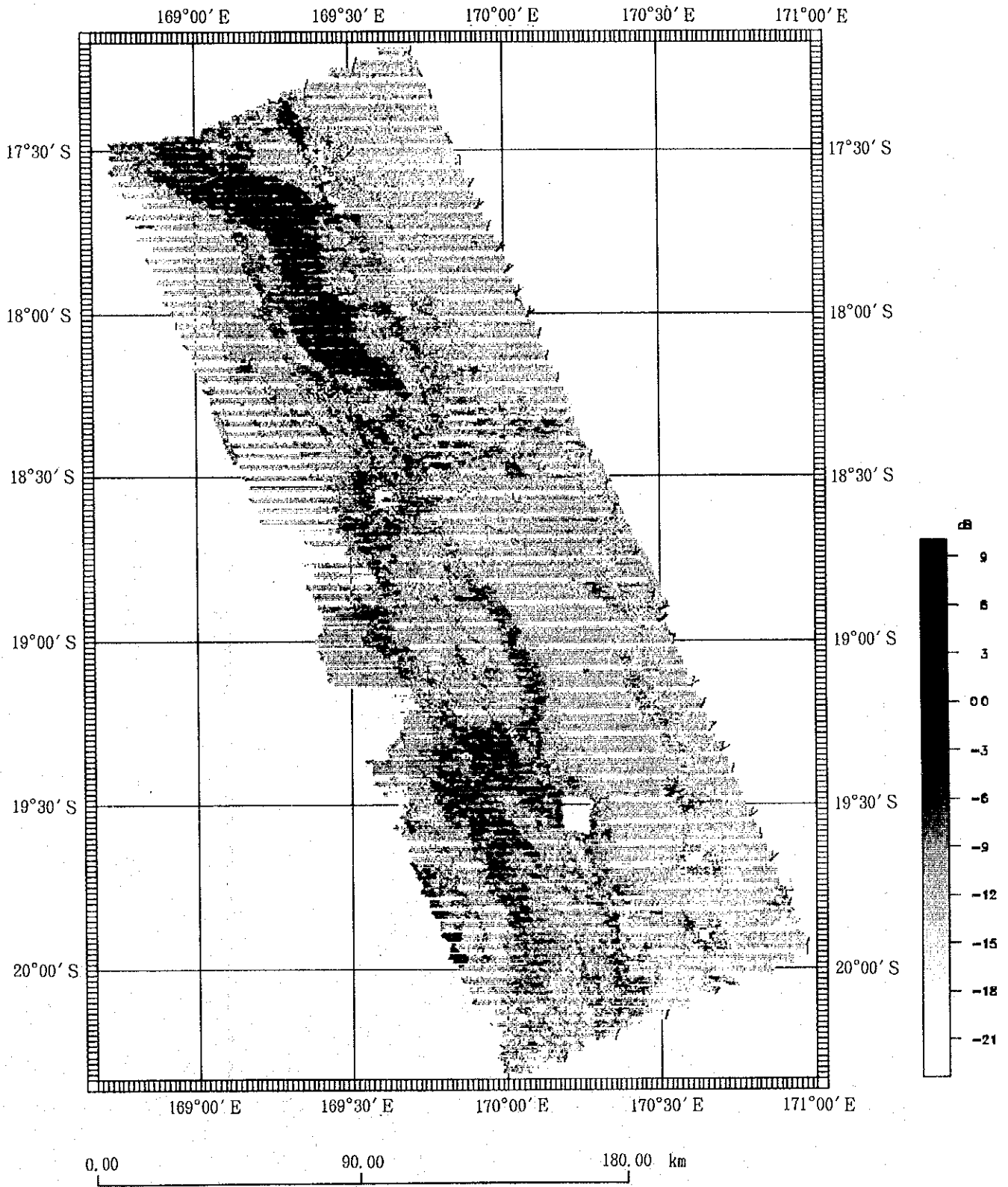
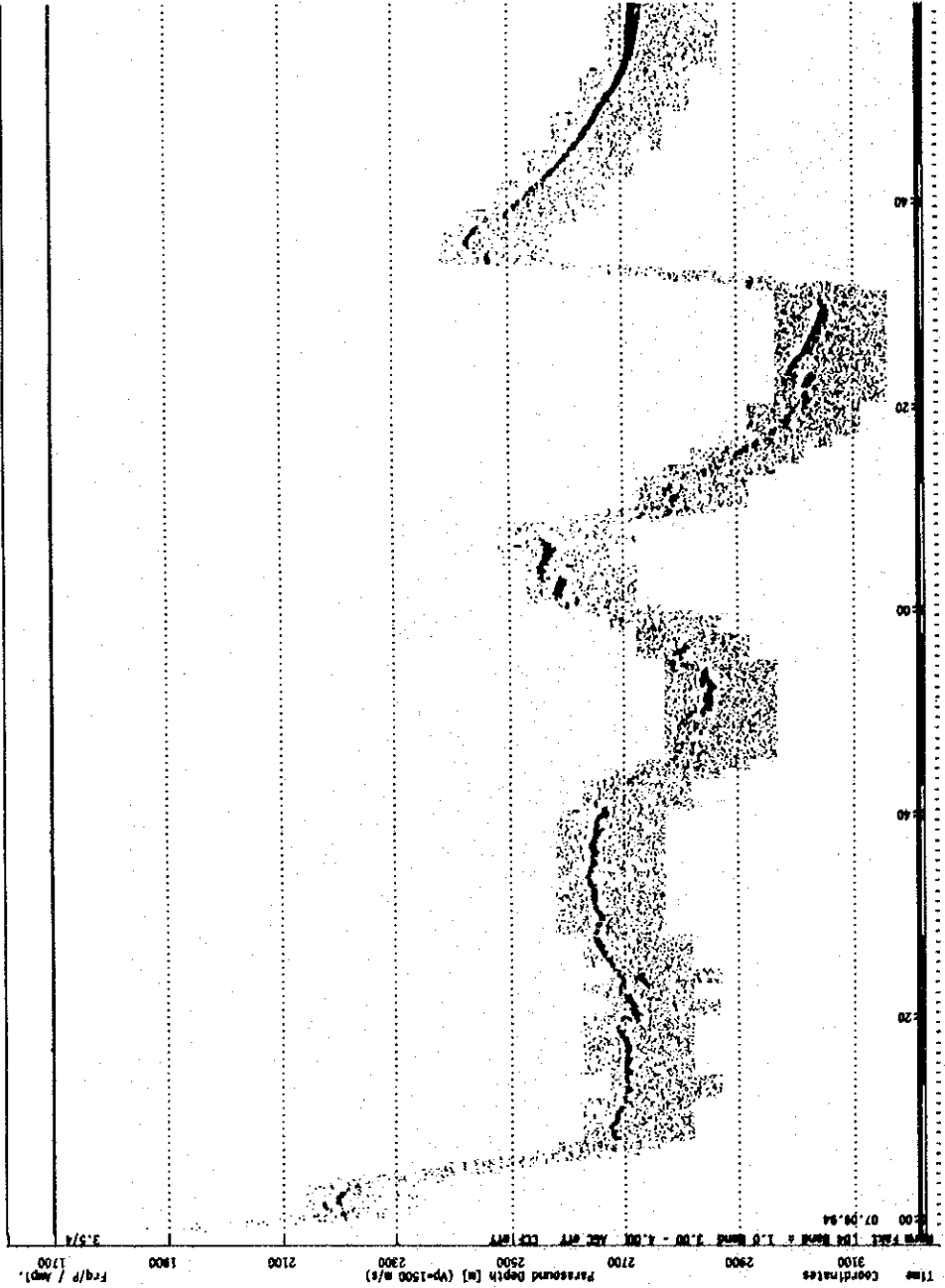
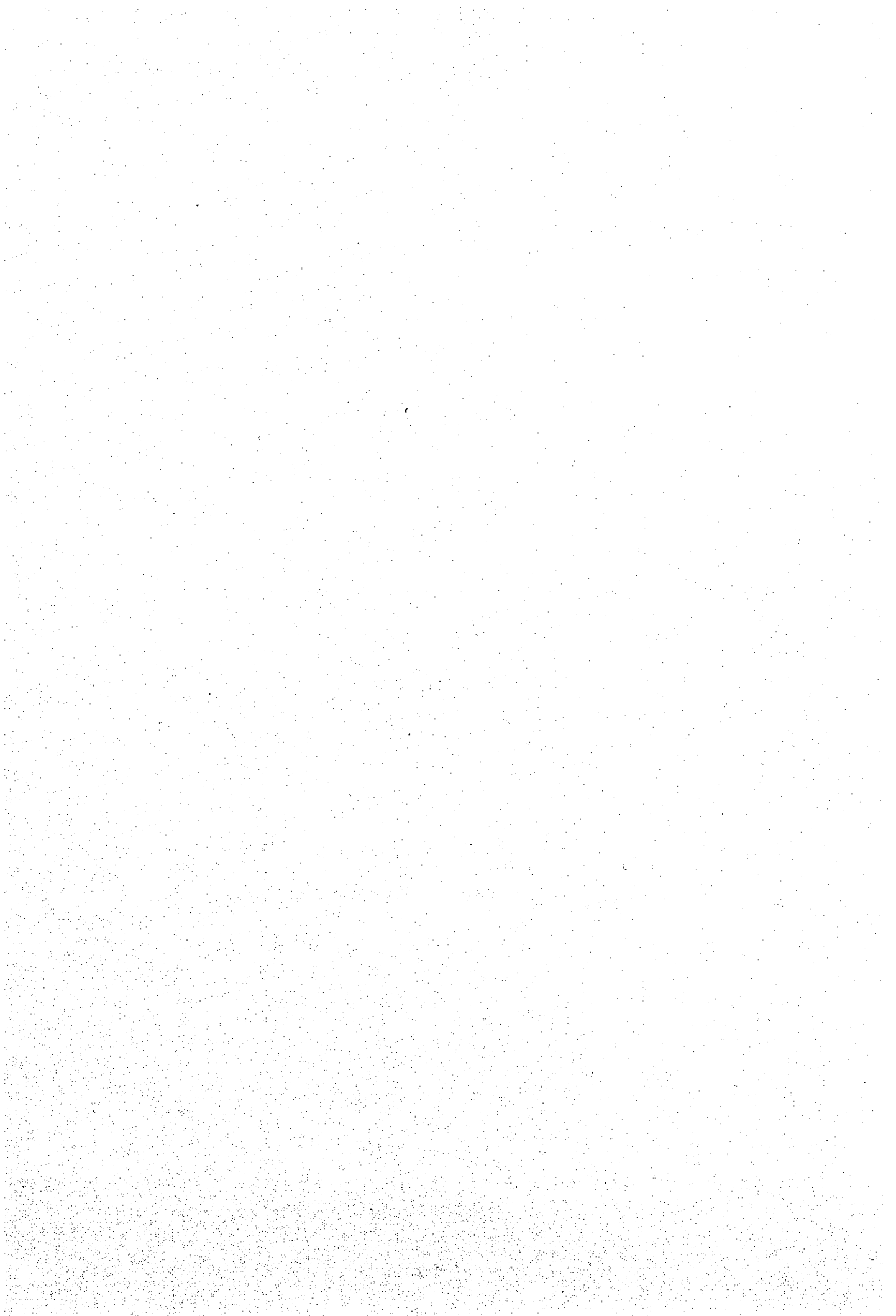


図 3 - 4 - 2 - 1 MBES 音響イメージ図



3-4-3 SBP Profile (1)

area: エロマンゴベーズン  
LineNo. 55-0-0



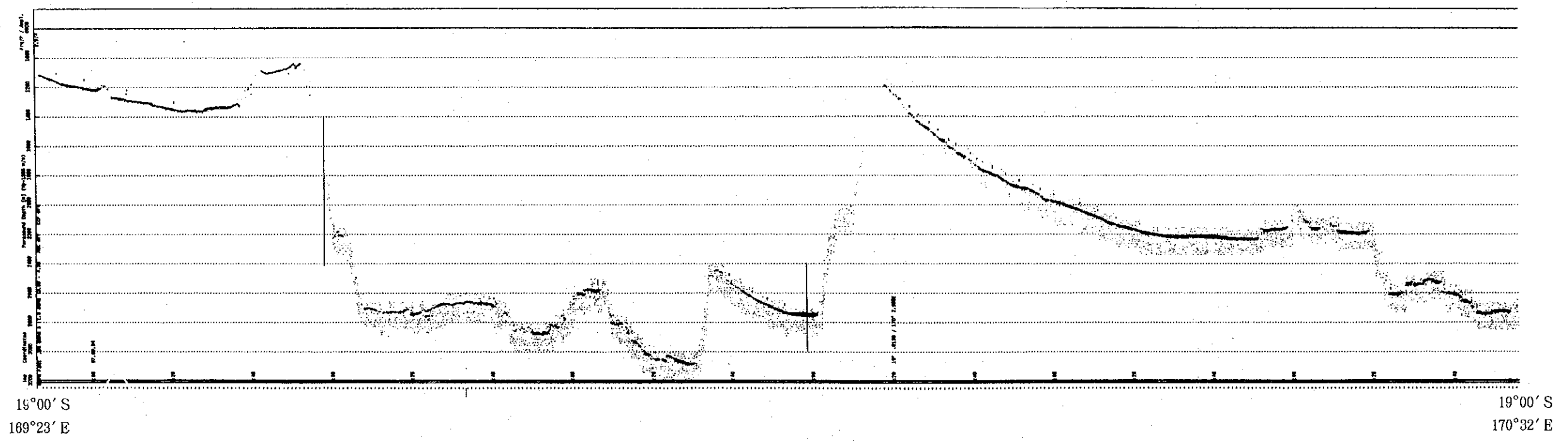
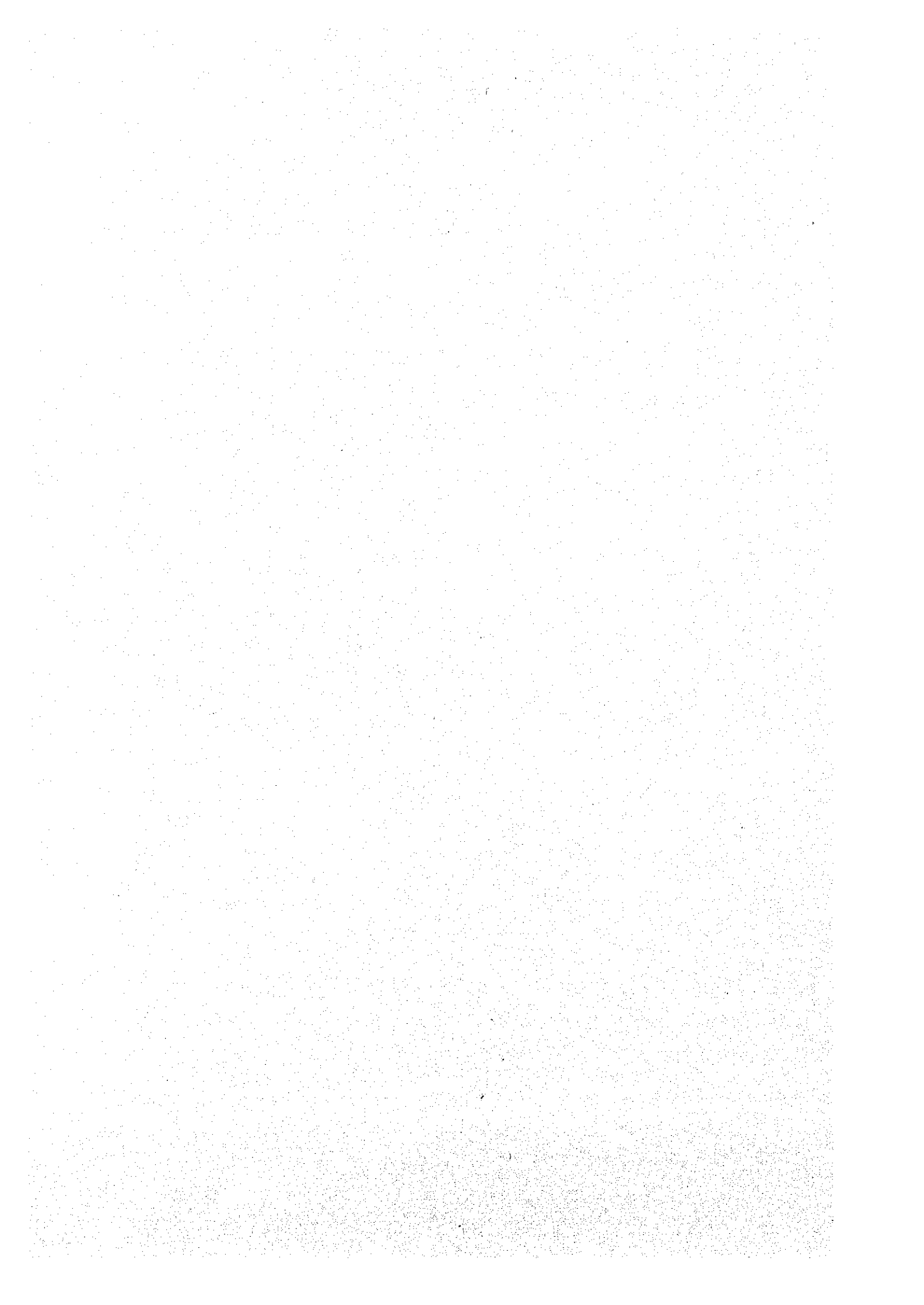


図 3 - 4 - 3 SBP Profile (2)

area: エロマンガベーズン  
LineNo 55-0-0





n SBPによるサブボトムプロファイリングは、

- ・タービダイト等堆積構造を知る上での単層の分解能が高い。  
という長所があるものの、
- ・火山砕屑物を中心とする堆積物に対してはペネトレーションが最大20~25mと少ない。
- ・海底地形の傾斜が大きくなると反射信号が弱くなりこの許容度が5°程度と低いため、堆積層の存在により弱くなっているのか、傾斜の影響として弱いのか明確でない。
- ・堆積層が薄くすぐ下に岩盤がある場合、ペネトレーション不足と傾斜の影響により堆積物、岩盤部の境界の判定が困難である。

等の問題点が明らかとなった。

熱水鉱床調査でSBPを使用するに当たって本来目的とした露岩部の抽出ということは表面形状の変化が大きいこととそれによる受信音圧の低下からあまり有効でない。

また、全体のペネトレーションが小さいことから層厚変化は明瞭でないが、全体として火山フロントに近く水深が浅くなる西側で5m程度と薄く、背弧海盆を超えて北フィジー海盆へ続く東側の水深が深くなる場所で10m程度と、東側に向かう、あるいは水深が増えるに従い層厚が増加するという傾向が得られた。南北あるいはベースン毎の堆積物層厚の変化は明瞭でない。

## 4章 ベースライン地化学探査

### 4-1 概要

本探査は、現在の熱水活動の徴候及び過去の熱水活動の痕跡、並びに調査海域全般に分布するコリオリトラフの海洋底堆積物の特性を、地球化学的手法によって把握する目的で実施した。

本調査海域の一般的地形構造として、第3章に記述したように、調査海域と平行して走る北北西-南南東の方向性を持つコリオリトラフ（広義）が存在し、同トラフは、東西方向の構造によって分断され、3つの小規模なトラフ（狭義）（北から、ヴェイトトラフ、エロマンガベーズン、フツナトラフ）が南北に縦列配列する形態を呈する。

また、本地化学探査に先だって実施した地形調査により、ヴェイトトラフ及びエロマンガベーズンの海底地形図がほぼ完成し、特に、そのうちエロマンガベーズンの中央部付近には、ベーズンとほぼ平行な起伏の顕著なリッジの存在が認められ、かつその片側には水深3,000mを越える深い盆状地形を呈することが判明した。

こうしたことから、エロマンガベーズン中央部付近は、拡大軸存在の可能性が高く、熱水活動の徴候を得るために最も効果的な海域と判断した。

従って、本探査は、同ベーズンを対象に、そのリッジ部を測線の中心として、その両側にベーズンを東西に横断するよう測線を配置し、約1マイル間隔で13測点を計画した。

試料の採取位置は、図4-1-1に示す。

試料採取数は、13測点のうち、3点では堆積物が採取されなかったため、実際に堆積物を採取できたのは10測点である（試料採取できなかった測点においては、時間の許す限り再度サンプリングを実施し、延べサンプリング実施数は17回となった）。

採取手法としては、全採試点でGCまたはLCを使用して、柱状試料の採取に努めた。コアラのコアチューブの長さは4mであり、岩盤に直接到達した場合はコアラのビット先端部に変形が認められた。また、1カ所では、揚収時にロッド部が湾曲する事態も生じた。また、海象悪化時には、天秤のバランスを最適に保つため、一部深海カメラの装着をやめ、サブコアラを使用した。

試料採取結果の位置・水深・使用機器・採取長ほかのデータについては付帯資料第1表に示す。

採取された柱状試料は、スケッチされた後、コアの半分を化学分析・粉末X線回折試験等の室内試験用に採取し、残りの半分を保存した。

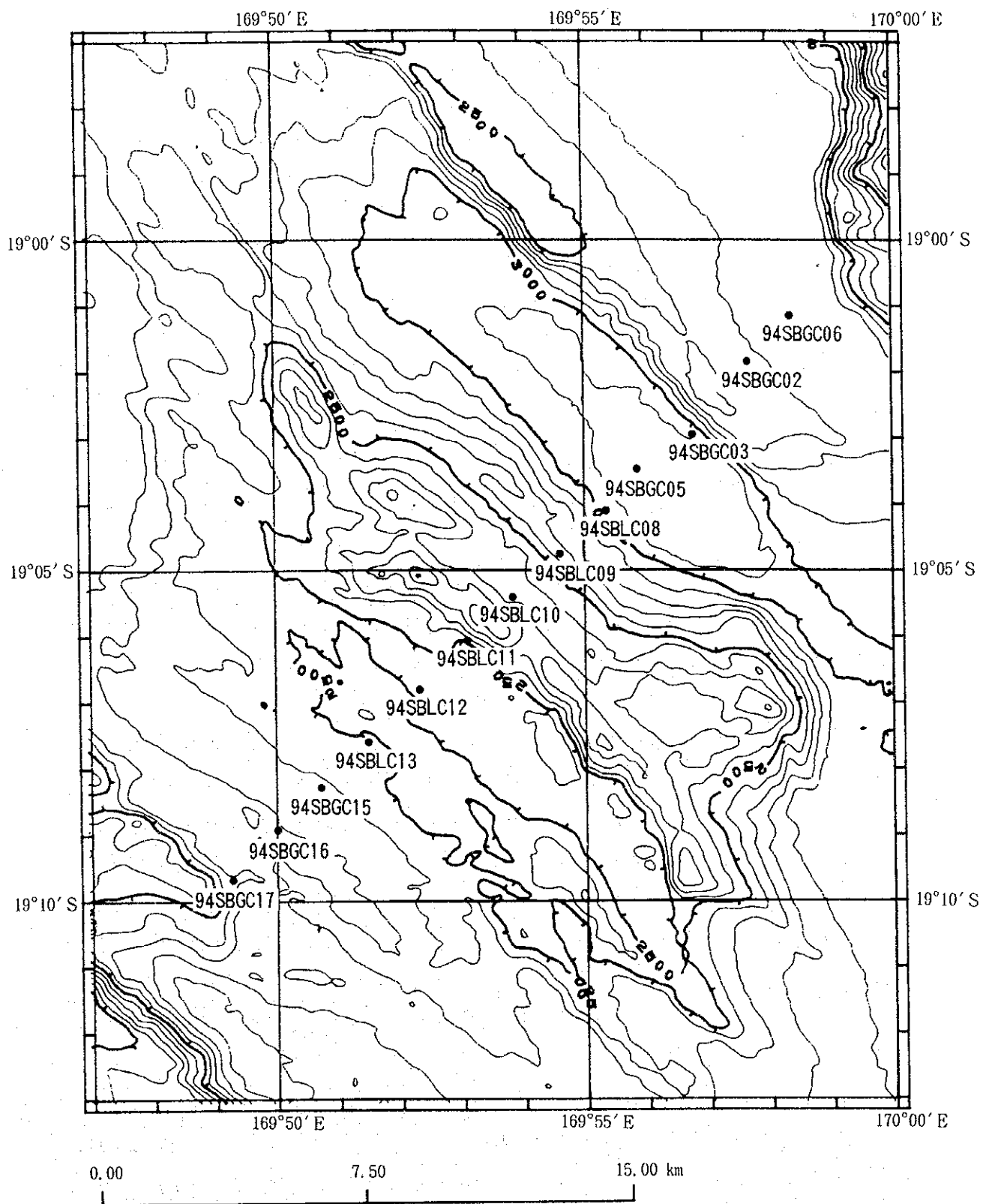


図 4 - 1 - 1 ベースライン地化学探査探試点位置図