

## 航空磁気測量による昭和基地とみずほ基地間の磁気異常

渋谷和雄\*・神沼克伊\*・伊神 輝\*\*・伊藤 潔\*\*\*

### Magnetic Anomalies along the Traverse Route from Syowa to Mizuho Stations, East Antarctica

Kazuo SHIBUYA\*, Katsutada KAMINUMA\*, Akira IKAMI\*\*  
and Kiyoshi ITO\*\*\*

**Abstract:** The 21st Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-21) made aeromagnetic surveys along the traverse route from Syowa to Mizuho Stations by using a proton precession magnetometer. Reductions of International Geomagnetic Reference Field and diurnal variations were applied to the observed total intensity data, and the geomagnetic anomaly profile along the route was obtained. The uncertainty in the anomaly profile is considered to be 20–30 nT. There is a characteristic anomaly around S16–S30 which ranges from –250 to 350 nT. There is also another anomaly from H260 to Z50, which ranges from –270 to 140 nT. Both anomalies have the wave-length of 10–30 km. The correspondence of the ground data by JARE-17 with the obtained anomaly profile is rather good. The comparison of the geomagnetic anomaly profile with the previously obtained free-air gravity anomaly profile was made.

**要旨:** 第21次南極地域観測隊（以下「JARE-21」といい、他次隊も同様に略称する）は、昭和基地とみずほ基地を結ぶ輸送ルートに沿って、プロトン全磁力計による航空磁気測量を実施した。測定された全磁力値から、IGRFモデルによる標準磁場の除去と日変化成分の補正を行って、同ルート上での磁気異常分布を求めた。得られた磁気異常分布に含まれる不確かさは 20–30 nT 程度と思われ、次の二つの特徴を持つ。一つは S16–S30 付近の –250 から 350 nT に及ぶ異常、もう一つは H260 から Z50 にかけての –270 から 140 nT に及ぶ異常で、両者とも 10–30 km の波長を持っている。JARE-17 が同一ルート上で地上全磁力値を測定しているので、その値から計算される磁気異常値と今回得られた磁気異常分布との対応を見た。また、すでに得られているフリーエア重力異常分布との比較検討も行った。

### 1. はじめに

南極大陸のように、その大部分が氷床で覆われている地域の地質構造を調べる時、航空磁気測量は極めて重要な手段である。それは SHIBUYA and TANAKA (1983) が白瀬氷河上空のデータを用いて示したように、氷床下基盤地形の起伏を調べるうえでも有用と思われる。日

\* 国立極地研究所。National Institute of Polar Research, 9–10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

\*\* 名古屋大学理学部地震予知観測地域センター。Regional Center for Earthquake Prediction Observation, School of Science, Nagoya University, 1, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464.

\*\*\* 京都大学理学部地震予知観測地域センター。Regional Observation Center for Earthquake Prediction, Faculty of Science, Kyoto University, 944, Nasahara, Takatsuki-shi, Osaka 569.

本南極地域観測隊は JARE-8 (1966-68) 以来, 測量地域の拡大を図ってきた。特に JARE-21 から JARE-22 (1979-82) では, 航空機の集中的運用により, みずほ高原, リュツォ・ホルム湾, やまと山脈などにおいて, 総計 100 時間 (30 フライト) に及ぶ測量が実施された。ここでは JARE-21 の航空磁気測量をもとに, 昭和基地とみずほ基地を結ぶ輸送路 (以下「S-H-Z ルート」と略記する) に沿う測線上 (図 1) の磁気異常の解析を行ったのでその結果について報告する。

## 2. 航空磁気測量

JARE-21 による航空磁気測量は, プロトン全磁力計 (バリンジャー社, M123-1) をピラタス機に設置して行われた。測定された全磁力値の確度および測定分解能は 1 nT, データ集録間隔は 1.2 秒である。飛行方法, 観測機器, データ集録装置, 地磁気日変化情報など解析に必要なデータの詳細は, すでに SHIBUYA (1984) により報告されているので, ここでは今回の解析に必要なデータの概要にのみふれる。

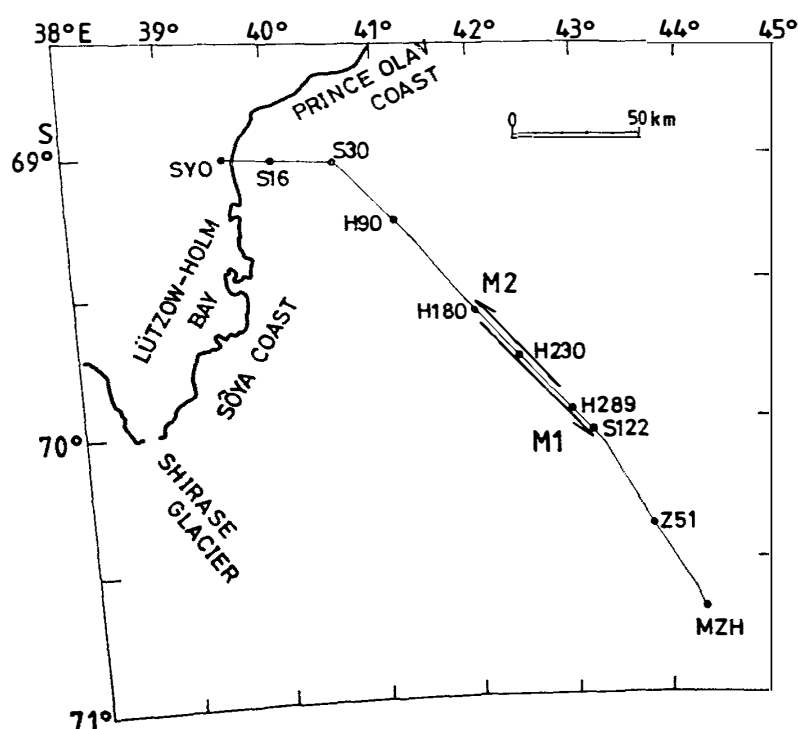


図 1 昭和基地とみずほ基地を結ぶ輸送路。M1 はルートに対し 300-500 m 氷床の下流側, M2 は上流側を飛んでいる。図中の S16, S30 などは標識位置を示す。SYO は昭和基地, MZH はみずほ基地の略号である

Fig. 1. The traverse route from Syowa to Mizuho Stations. Flight M1 is 300-500 m shifted to the downstream direction of the ice sheet against the traverse route, and Flight M2 is shifted to the upstream direction. S16, S30 etc. indicate marker stations names. SYO and MZH are abbreviations of Syowa and Mizuho Stations.

表 1 M1 と M2 の飛行記録. 飛行方法など詳しくは本文参照

Table 1. Logs of Flight M1 and Flight M2. For details on the positioning, see text.

Flight M1 (0930LT–1100LT, November 3, 1980)

Control point	Departure time	Distance (km)	Estimate time of flight	Estimate time of arrival	Actual time of arrival	Magnetic course (degree)	Sampling distance (m)	Remark	
S16	09h39m00s							69°01.9'S	40°02.5'E
		25.9	8m30s	09h47m30s	09h47m30s	145	61.3		
S30	09 47 30							69°01.3'	40°40.0'
		31.5	10 00	09 57 30	09 57 00	179	67.3		
H90	09 57 00							69°15.5'	41°15.0'
		48.2	16 00	10 13 10	10 11 00	182	66.7		
H180	10 11 00							69°31.0'	41°59.0'
		29.6	9 30	10 20 30	10 19 00	186	66.0		
H230	10 19 00							69°47.0'	42°23.0'
		29.6	9 30	10 28 30	10 28 30	185	64.8		
H289	10 28 30								
		7.4	2 30	10 31 00	10 31 00	186	66.1		
S122	10 31 00							70°01.1'	43°06.5'
		44.4	14 30	10 45 30	-----	195	64.4		
Z51	10 46 00	change course						unidentified	
		42.6	14 00	11 00 00	10 58 00	195	64.4		
Mizuho Station	10 58 00	(arrival)						70°42.1'	44°17.5'

Flight M2 (1320LT–1530LT, November 3, 1980)

Control point	Departure time	Distance (km)	Estimate time of flight	Estimate time of arrival	Actual time of arrival	Magnetic course (degree)	Sampling distance (m)	Remark
Mizuho Station	13 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>							
		42.6	14 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	13 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	-----	016	63.8	
Z51	13 51 00	change course						unidentified
		44.4	14 30	14 05 30	14 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	015	63.8	
S122	14 04 30							
		7.4	3 00	14 07 30	-----	337	62.5	
H289	14 07 30	change course						unidentified
		29.6	9 30	14 17 00	14 17 00	006	62.5	
H230	14 17 00							
		29.6	9 30	14 26 30	14 25 30	005	62.0	
H180	14 25 30							
		48.2	15 30	14 41 00	14 40 00	006	64.4	
H90	14 40 00							
		31.5	10 00	14 50 00	14 48 50	002	63.9	
S30	14 56 00							circular flight 7 min
		25.9	8 30	15 04 30	15 02 00	320	65.1	
S16	15 02 00							
		18.5	6 00	15 08 00	15 08 00	325	61.5	
Syowa Station	15 08 00	(arrival)						

表1に正測線 M1 と逆測線 M2 (図1 参照) の飛行記録を示す. 測量は対地 457 m の飛行高度, 計器 100 kn の飛行速度で行われた. 各標識通過時刻は $\pm 5$  秒 ( $\pm 300$  m) 以内の決定精度を持っている. VLF/オメガ受信器による位置 (M1 の remark 欄) は実際の位置より 2-9 km ずれており, 信頼性に乏しかったので, 解析には目視による標識通過時刻を用いることにした. S-H-Z ルートは, 昭和基地からみずほ基地への輸送路として旗ざお, ドラム缶による対空標識などが設置されている. 標識が視認できない場合でも雪上車のシェプールがルート確認に役立ち, 飛行コースをはずれることはなかった.

約90分の航空磁気測量で得られた各全磁力値には対応する位置座標 (緯度, 経度, 高度) を割り当てなければならない. そのために各標識の通過時刻から区間速度をもとめ, 区間距離とその区間内のデータ数を考慮して, 按分法で位置座標を割り当てた. 標識通過時刻の決定誤差, 風による飛行コースや飛行速度のふらつきなどのため, 全磁力値の空間的集録密度 (sampling distance; 表 1, 第 8 列) は一様ではない. このことは, 表 1 の飛行速度から推定される到着予定時刻 (estimate time of arrival) と実際の確定到着時刻 (actual time of arrival) に差が見られることから理解される. 全磁力値の空間的密度は M1 で 61.3-67.3 m/個, M2 では 61.5-65.1 m/個の幅を持つ. これは 100 kn 一様の飛行速度から期待される,  $100 \text{ km} \div 3600 \text{ 秒} \times 1.2 \text{ 秒間隔}$  (62 m/個) の集録密度に対しては 8% のふらつきである. このように全区間にわたって見ると, 全磁力値の空間的集録は一様ではないが, 各区間内でのふらつきは無視して, 速度が一様であると仮定し, 解析を進めることにする.

### 3. 磁気異常の計算

用いた磁気異常の計算方法は SHIBUYA and TANAKA (1983) に述べられている方法と同一なので, ここではその概要のみを述べる. 測定された全磁力値  $F_{\text{obs}}$  には地球深部にその原因を持つ成分  $F_{\text{IGRF}}$ , 地球外部からの磁場じょう乱による短時間変動成分  $F_{\text{diu}}$ , 局所的な基盤地質構造に由来する成分  $F_{\text{anom}}$ , 航空機の動揺などによる測定雑音が含まれると考えられる. 各磁力値に対し位置座標が割り当てられているので, 個々の  $F_{\text{obs}}$  に対応した  $F_{\text{IGRF}}$  を計算することができる. ここでは IGRF 1980 のガウス係数 (IAGA WORKING GROUP I-1, 1981) を用い, 1980年11月3日00時の理論値を求めることにする. 昭和基地では, 地磁気三成分のデジタルデータ集録が 0.1 nT の分解能, 2 秒の集録間隔で絶えずなされている. したがって, M1 については最初の標識通過時刻である 1980年11月3日09時39分00秒を化成期日とし, また M2 については同様に 1980年11月3日13時37分00秒を化成期日として, 全磁力の短時間変動成分を合成し, それをさらに 1.2 秒間隔の時系列に変換することが可能である. 昭和基地の地磁気日変化が, みずほ高原での短時間的な磁場変動を代表していると仮定し, 上記時系列  $F_{\text{diu}}$  を年度化成における  $C_1$  補正 (田島ら, 1972) として用いること

にする。測定雑音小さい時、地質構造に由来する磁気異常成分  $F_{anom}$  は  $F_{obs} - F_{IGRF} - F_{diu}$  で近似的に表されることが考えられる。

図2に M1 および M2 上の解析結果を示す。各図とも上から順に (a)  $F_{obs}$ , (b)  $F_{IGRF}$ , (c)  $F_{diu}$  そして (d)  $F_{anom}$  の分布を表している。 $F_{obs}$  の表示,  $F_{anom}$  の計算にあたっては、明らかに誤りと思われる全磁力値は除去し、10個の磁力値の移動平均（波長 620 m）をもって各測点での値としている。HF 通信時の雑音, その他により、磁気異常曲線に調和しない部分は空白にしてある。

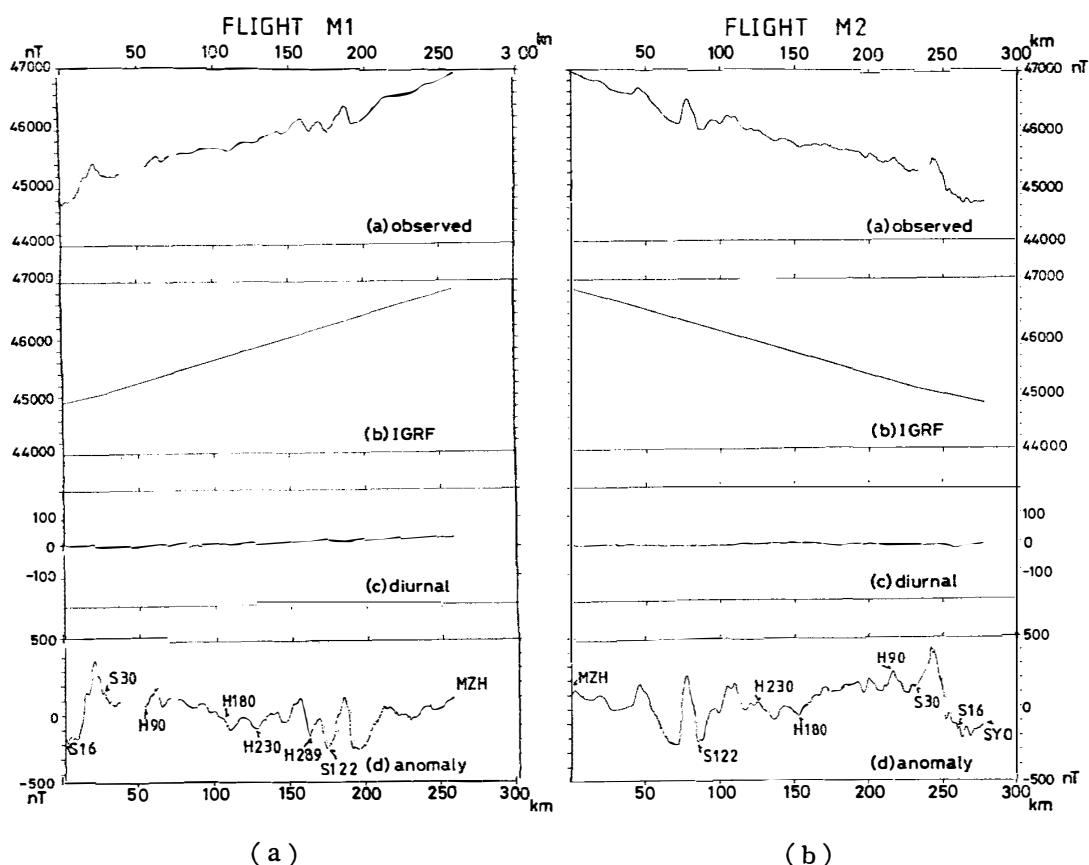


図2 全磁力分布から IGRF 除去, 日変化補正 ( $C_1$  補正) をして得られた地磁気異常. (a) は全磁力分布, (b) はルート上の IGRF, (c) は日変化成分, (d) は得られた磁気異常を示す。雑音の多い部分は空白にしてある

Fig. 2. The reduction of the observed total force data to the magnetic anomaly. (a) observed total force profile, (b) synthetic IGRF, (c) diurnal variation, (d) reduced magnetic anomaly. Blank portions of the profile correspond to data with noises.

M2 は M1 の逆測線であるから、M2 を裏返し、標識位置を合わせて重ね合わせた時、両者の磁気異常曲線は一致するはずである。図3はそのような重ね合わせの結果を示している。ただし、M1 と M2 の出発時刻には4時間の差があり、この間に  $+43$  nT の変化があったので図2の M2 の磁気異常曲線全体に  $-43$  nT の補正をして M1 の化成期日に合わせてあ

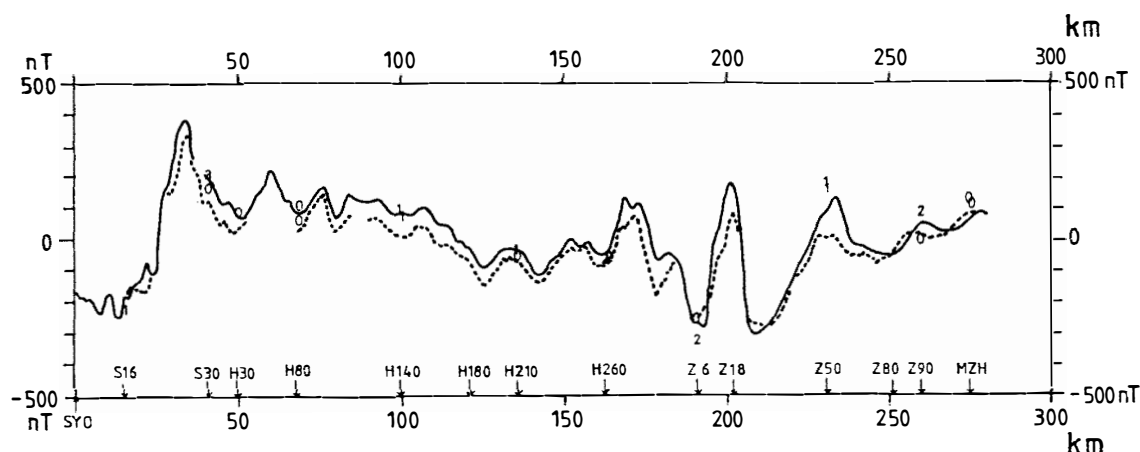


図3 M2の磁気異常の裏返しとM1の磁気異常の重ね合わせ。全体の傾向は一致するが、M2の方がM1より50–100 nT大きい。図中にKインデックスを記号としてJARE-17が測定した地上全磁力値から計算された磁気異常値を記入してある

Fig. 3. The superposition of the reversal profile of M2 anomalies on M1 anomalies. Though the general trend agrees well, the anomalies on M2 are 50–100 nT greater than those on M1. The ground magnetic anomalies calculated from the observed total intensity data by JARE-17 (Niki et al., 1981) were plotted in the profile by taking the K index value at the observation time as the symbol.

る。図3からM2（実線）の方がM1（破線）より全般に50–100 nT大きな値をとることが見てとれる。M1, M2ともに実際の飛跡はS–H–Zルートから進行方向右側に300–500 mずれたと考えられる。これはパイロット（座席が進行方向左側にある）が雪上車のシェプールを視認しながら飛行したためである。したがって、M1上の点のIGRF値とそれに対応したM2上の点のIGRF値は同一ではない。しかし今の場合、ルートの走向がIGRFの等磁力線にはほぼ直交する方向なので、M1とM2の飛跡はIGRFの等磁力線に沿った方向にずれたことになる。そして飛跡の600–1000 mの平行的なずれに対するIGRF値の相違は、大部分のルートで2 nT以内と見積もられる（S16–S30間ではM1上のIGRF値は対応するM2上のIGRF値にくらべ6 nTほど小さくなる）。得られた磁気異常曲線に含まれる不確かさを定量的に評価するのは難しいが、おそらく20–30 nTであろう。このような不確かさを考慮しても、なお一般的傾向としてM2（S–H–Zルートの氷床上流側）の方がM1（氷床下流側）より少し大きめ（20–50 nT）の値をとることになる。磁力計センサーは、ボード型式によりケーブルでピラタス機の下流10 mにつるされているので、機体磁気の影響による機首方位依存性が表れたとは考えにくい。しかし、みずほ高原の地質構造が上記のように全測線にわたって系統的に20–50 nT/600–1000 mの磁気傾度を持つとは考えにくく、このような系統的差異がなぜ表れたかは今のところ不明である。

表 2 JARE-17 (仁木ら, 1981) による全磁力の地上測定値をもとに計算された磁気異常値.  $F_{obs}$  は JARE-17 の観測値,  $F_{IGRF}$  は IGRF 理論値,  $F_{anom}$  は  $F_{obs} - F_{IGRF}$  で求められる磁気異常値

Table 2. The ground magnetic anomaly values on the traverse route, based on the observed total intensity data by JARE-17 (NIKI et al., 1981).  $F_{obs}$  indicates the observed value by JARE-17,  $F_{IGRF}$  the synthetic IGRF values, and  $F_{anom}$  does the anomaly data given by  $F_{obs} - F_{IGRF}$ .

Location	Time (45°EMT)	Date	$F_{obs}$ (nT)	$F_{IGRF}$ (nT)	$F_{anom}$ (nT)	K index (SYO)	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Ice thickness (m)
S16	1650LT	15 Apr.	45166	45397	-231	1	69°01.9'S	40°02.9'E	554	
S30	1445	16 Apr.	45742	45545	197	3	69 03.0	40 42.2	988	1300
	1000	20 Aug.	45666	45508	158	0				
H30	1800	19 Aug.	45662	45579	83	0	69 06.5	40 51.5	1080	
H80	1755	18 Apr.	45869	45755	114	0	69 13.9	41 09.9	1224	1351
	1400	19 Aug.	45782	45720	62	0				
H140	1300	19 Apr.	46093	45995	98	1	69 26.6	41 40.1	1408	1436
	0915	19 Aug.	46036	45959	77	1				
H210	1120	20 Apr.	46261	45281	-20	1	69 42.0	42 16.1	1600	
	1315	18 Aug.	46199	46247	-48	0				
H260	1600	20 Apr.	46439	46487	-48	2	69 52.6	42 43.1	1748	
	0855	18 Aug.	46385	45452	-67	2				
Z6	0950	23 Apr.	46393	46712	-319	2	70 03.9	43 14.5	1962	1494
	1030	17 Aug.	46419	46679	-260	0				
Z50	1810	23 Apr.	47197	47010	187	1	70 22.0	43 46.6	2085	
	1030	16 Aug.	47135	46977	158	1				
Z90	1545	24 Apr.	47318	47228	90	2	70 35.5	44 10.2	2176	1692
	1120	15 Aug.	47196	47196	0	0				
Mizuho Station	1220	10 June	47430	47313	117	0	70 41.9	44 19.9	2230	1998
	1425	12 July	47441	47304	137	0				
	1130	12 Aug.	47420	47295	125	0				



#### 4. 討 論

S-H-Z ルートでの地上全磁力値は JARE-17 によって測定されている。表 2 は、仁木ら (1981) の表 2 をもとに、各点での磁気異常値を計算したものである。第 3 列が測定された全磁力値  $F_{\text{obs}}$ 、第 4 列が第 2 列に示す観測日時での IGRF 計算値  $F_{\text{IGRF}}$  である。第 5 列の  $F_{\text{anom}} (=F_{\text{obs}}-F_{\text{IGRF}})$  が航空磁気測量により得られる  $F_{\text{anom}}$  の地上値をなすもので、その時の K インデックス値 (第 6 列) を記号として図 3 にプロットしてある。但し、この地域の全磁力の高度による減少率が約  $-2 \text{ nT}/100 \text{ m}$  であることを考慮し、対地 457 m の値に引き直すため、 $-10 \text{ nT}$  の補正を行ってある。JARE-17 の測定と JARE-21 の測定の間には約 4 年が経過し、その間の全磁力永年変化は昭和基地で  $-550 \text{ nT}$  に達する。全磁力値の測定誤差、その時の短時間磁場変動による誤差なども考慮すると、両者を比較する時含まれる不確かさは  $30\text{--}50 \text{ nT}$  に達すると思われる。このような不確かさを考慮しても、地上値は S-H-Z ルート上の磁気異常曲線の全般的傾向と調和する結果を与えていると言える。

S-H-Z 上では各観測隊により、いろいろな物理測定がなされ、みずほ高原域の地殻構造を論ずる際のモデル測線をなしている。たとえば氷床形態、氷厚分布は SHIMIZU *et al.* (1972), NARUSE and YOKOYAMA (1975), NISHIO *et al.* (1984) により測定された。フリーエア異常は YOSHIDA and YOSHIMURA (1972), ABE (1975), KAMINUMA and NAGAO (1984) により求められた。また、氷床表面流動速度は SHIBUYA and ITO (1983) により求められた。一方、IKAMI *et al.* (1984) は JARE-21 による人工地震実験の結果から、地殻の速度構造を求めている。図 3 の M1 と M2 の磁気異常の平均が S-H-Z ルート上での磁気異常分布を与えるとして、上記各種の分布とともに重ね合わせたのが図 4 である。ここでは氷床形態は SHIMIZU *et al.* (1972), 氷厚分布は NISHIO *et al.* (1984), フリーエア異常は ABE (1975) を用いている。

地震波速度構造が示すように、みずほ高原域は典型的な安定楕状地と考えられ地質学的な諸データと矛盾しないが、氷床直下の基盤地形および地質構造は比較的複雑と思われる。一般に氷床下基盤地形の凹凸とフリーエア異常には正の相関があることが知られているが、S16 から Z18 付近までの結果はそれを裏付けている。フリーエア異常分布において特徴的なのは、H180 から Z80 にかけての正の高まりで、その  $100 \text{ km}$  という波長から考えて広範囲の基盤地形の高まりを示唆している。一方、得られた磁気異常分布からは二つの特徴的な地域が見いだせる。一つは振幅  $600 \text{ nT}$  に達する昭和基地から S30 にかけての変化、もう一つは振幅  $500 \text{ nT}$  に達する H260 から Z50 にかけての変化である。前者の異常は、MAGSAT 解析 (RITZWOLLER and BENTLEY, 1982) から明らかになっている、エンダービーランド・プリンスオラフ海岸域の正の磁気異常域の西縁に対応しているのかもしれない。後者の異常はフリーエア異常の正の高まりの地域に対応するが、その波長が  $10\text{--}30 \text{ km}$  と短いことから、その原因は氷床下比較的浅部の基盤地質構造の変化に対応していると考えられる。みずほ高

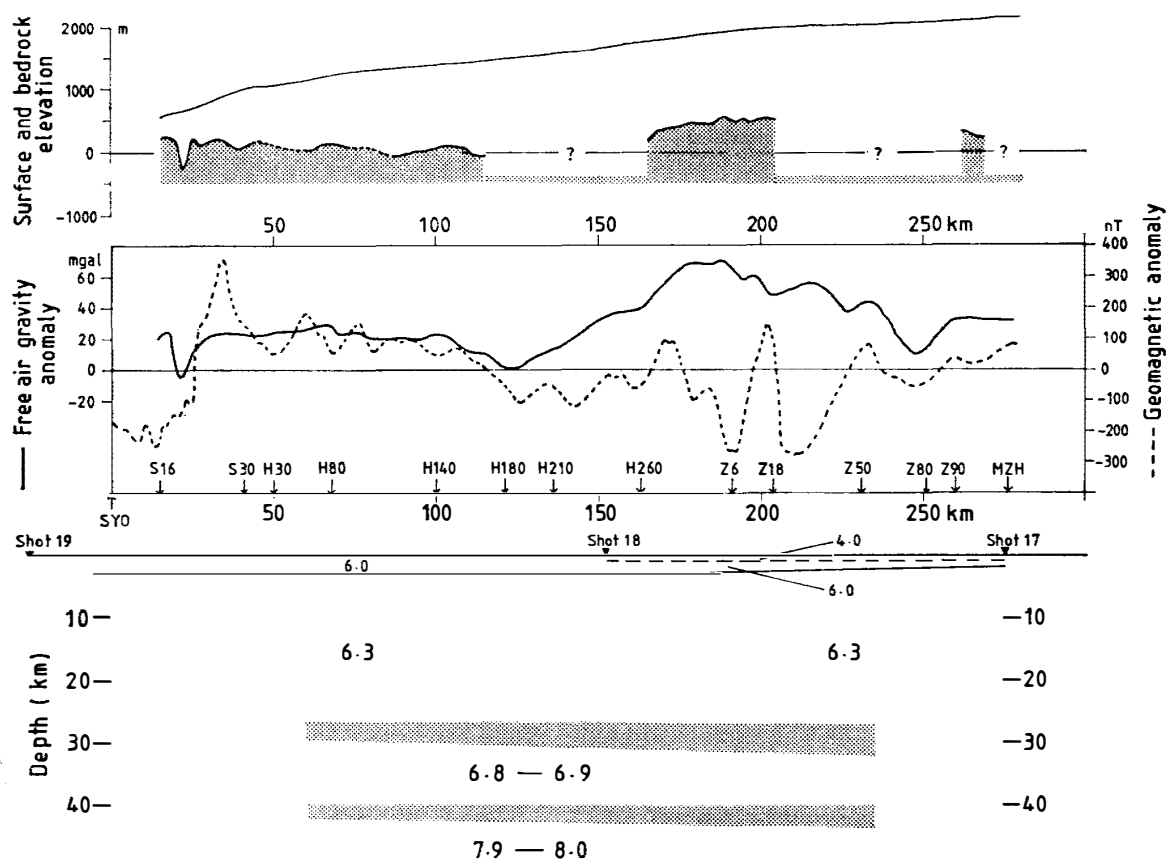


図 4 ルート上の氷床形態、氷厚分布、フリーエア異常、今回得られた磁気異常、人工地震実験による地殻の P 波速度構造の重ね合わせ。各分布の出典については本文参照

Fig. 4. The surface topography, ice thickness, free-air anomaly, obtained magnetic anomaly, and the P-wave crustal velocity structures along the traverse route. For the reference of each profile, see text.

原域の地殻構造の詳細な議論を行うには、広範囲高密度の重力測定、磁気測定、氷床形態測定の重ね合わせが必要である。特に氷厚分布のあいまいさは、ブーゲー補正、走時解析などにおいて誤差の主因となるので精度のある測定が鍵となる。

## 謝 辞

ピラタス機による航空磁気測量を全面的に支援して下さった、川口貞男第21次南極地域観測隊越冬隊長ほか隊員一同に深く感謝する。解析は国立極地研究所 HITAC-10II および -M 180 を用いて行われた。

## 文 献

- ABE, Y. (1975): Gravity data. JARE Data Rep., 28 (Glaciol. 3), 114-119.  
 IAGA WORKING GROUP I-1 (1981): International Geomagnetic Reference Field, 1980, in short arti-

- cles, notices and useful information. IAGA News, **20**, 100–102.
- IKAMI, A., ITO, K., SHIBUYA, K. and KAMINUMA, K. (1984): Deep crustal structure along the profile between Syowa and Mizuho Stations, East Antarctica. Mem. Natl Inst. Polar Res., Ser. C, **15**, 19–28.
- KAMINUMA, K. and NAGAO, T. (1984): Gravity survey in Lützow-Holm Bay and the Mizuho Plateau, East Antarctica, 1981. JARE Data Rep., **89** (Earth Sci. 1), 59–87.
- NARUSE, R. and YOKOYAMA, K. (1975): Position, elevation and ice thickness of stations. JARE Data Rep., **28** (Glaciol. 3), 7–47.
- 仁木国雄・芳野赴夫・福西 浩 (1981): 昭和基地周辺の地磁気全磁力分布. 南極資料, **71**, 64–75.
- NISHIO, F., ISHIKAWA, M. and OHMAE, H. (1984): Position, elevation and ice thickness of stations between Syowa Station and Mizuho Station. JARE Data Rep., **94** (Glaciol. 10), 6–14.
- RITZWOLLER, M. H. and BENTLEY, C. R. (1982): MAGSAT magnetic anomalies over Antarctica and the surrounding oceans. Geophys. Res. Lett., **9**, 285–288.
- SHIBUYA, K. (1984): Aeromagnetic Survey around Syowa Station, Antarctica. (1) Flights No. 11—M2 by JARE-21. JARE Data Rep., **89** (Earth Sci. 1), 1–58.
- SHIBUYA, K. and ITO, K. (1983): On the flow velocity of the ice sheet along the traverse route from Syowa to Mizuho Stations, East Antarctica. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, **28**, 260–276.
- SHIBUYA, K. and TANAKA, Y. (1983): An aeromagnetic survey over the Shirase Glacier. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, **28**, 1–17.
- SHIMIZU, H., NARUSE, R., OMOTO, K. and YOSHIMURA, A. (1972): Position of stations, surface elevation and thickness of the ice sheet, and snow temperature at 10 m depth in the Mizuho Plateau–West Enderby Land area, East Antarctica, 1969–1971. JARE Data Rep., **17** (Glaciol. 1), 12–37.
- 田島 稔・柿沼清一・吉田光雄・増田 実・吉村愛一郎 (1972): リュツォ・ホルム湾とその沿岸地域の航空磁気測量. 南極資料, **44**, 69–78.
- YOSHIDA, M. and YOSHIMURA, A. (1972): Gravimetric survey in the Mizuho Plateau–West Enderby Land area, East Antarctica, 1969–1971. JARE Data Rep., **17** (Glaciol. 1), 168–203.

(1984年5月1日受理)