

# 1984年アイスランドにおけるオーロラ現象の共役点観測報告

佐藤夏雄<sup>1</sup>・藤井良一<sup>1</sup>・国分 征<sup>2</sup>

荒木 喬<sup>3</sup>・Th. SAEMUNDSSON<sup>4</sup>

## Report of the 1984 Conjugate Campaign in Iceland

Natsuo SATO<sup>1</sup>, Ryoichi FUJII<sup>1</sup>, Susumu KOKUBUN<sup>2</sup>,  
Takashi ARAKI<sup>3</sup> and Th. SAEMUNDSSON<sup>4</sup>

**Abstract:** This campaign has been organized by the National Institute of Polar Research as a cooperative project with the Science Institute, University of Iceland.

This campaign aims at a further understanding of physical processes in auroras by a coordinated observation of magnetic field variations, magnetic ULF waves, ELF-VLF emissions, cosmic noise absorption, and spatial and temporal variations of auroras in the geomagnetically conjugate polar regions. With the data recorded at the three conjugate station pairs Syowa-Husafell, Mizuho-Isafjördur, and Molodezhnaya-Tjörnes, we investigate the temporal and spatial conjugacy of both auroras and wave phenomena associated with auroral particle precipitation. Then we study the auroral particle acceleration process in the ionosphere-magnetosphere energy coupling system and also the generation and propagation mechanisms of ULF, ELF and VLF plasma waves.

Four Japanese scientists have been in Iceland from August 13 to October 7, 1984. Fluxgate magnetometer, search coil magnetometer, riometer, ELF/VLF wave receiver, photometer, and analogue and digital data recorders were set up at Isafjördur ( $66.1^{\circ}\text{N}$ ,  $23.1^{\circ}\text{W}$ ) and Tjörnes ( $66.2^{\circ}\text{N}$ ,  $17.1^{\circ}\text{W}$ ) in August 1984. Simultaneous observations at three stations in Iceland including Husafell ( $64.7^{\circ}\text{N}$ ,  $21.0^{\circ}\text{W}$ ), where most of instruments had been constructed in 1983, started from September 2, 1984 corresponding to the conjugate observations in Antarctica. During their stay in Iceland, visible auroral data have been obtained simultaneously at conjugate-pair stations at four nights.

**要旨:** 南極の昭和基地、みずほ基地、マラジョージナヤ基地の地磁気共役点であるアイスランドの Husafell, Isafjördur, Tjörnes の 3 点において、オーロラ現象の共役性を解明するための観測計画が昭和 58 年度より開始された。59 年度は既に予備調査した Isafjördur, Tjörnes に本格的な観測装置を設置した。1984 年 9 月 2 日より、既設の Husafell 観測所を含め、3 カ所でオーロラ現象の同時連続観測を開始した。今回の滞在中、約 4 夜におよぶ南極との可視オーロラの同時観測に成功した。

## 1. はじめに

1 本の磁力線で結ばれた南北半球の地上観測点を地磁気共役点という。オーロラは、高速

<sup>1</sup> 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku Tokyo 173.

<sup>2</sup> 東京大学理学部地球物理研究施設. Geophysical Research Laboratory, University of Tokyo, 3-1, Hongo 7-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113.

<sup>3</sup> 弘前大学教育学部. Faculty of Education, Hirosaki University, 1 Bunkyo-cho, Hirosaki 036.

<sup>4</sup> アイスランド大学科学研究所. Science Institute, University of Iceland, Dunhaga 3, Reykjavik 107, Iceland.

の荷電粒子が地球の磁気圏から磁力線に沿って南極・北極地域の超高層大気に入射することによって発光する現象であることから、一般に同じ形のオーロラが共役点において見えるといわれている。また、オーロラにともなって発生する各種の電磁波動現象も、一般に磁力線に沿って伝搬する特性をもっている。しかし、実際に共役点で観測をしてみると、これらオーロラ現象の発生強度、形態、領域などの出現特性が一致しない場合がかなりある。このようなオーロラ現象の南北非対称性の原因を究明することは、オーロラ現象が何故、どのような

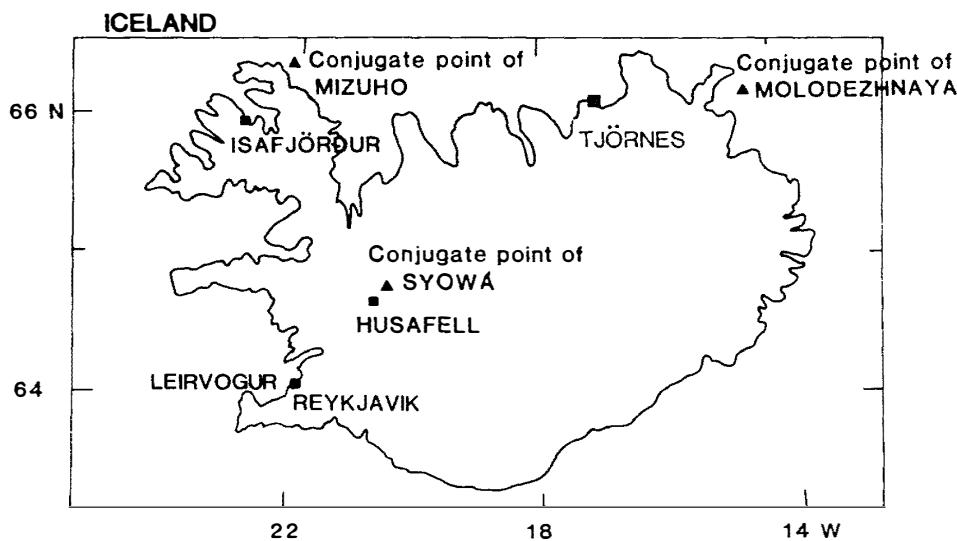


図 1 アイスランドの地図上に計算で求めた、昭和基地、みずほ基地、マラジョージナヤ基地の地磁気共役点および観測点の Husafell, Isafjördur, Tjörnes, Leirvogur の位置

*Fig. 1. Location of Husafell, Isafjördur, Tjörnes, Leirvogur and Reykjavik (squares) and the geomagnetic conjugate points of Syowa, Mizuho, and Molodezhnaya Stations (triangles).*

表 1 IGRF モデルにより計算された 1984 年 8 月 1 日現在の各観測点での地理座標と地磁気座標。地磁気地方時 (MLT) の欄は世界時 (UT) が零時の時の値である

*Table 1. Geographic and geomagnetic coordinates of the stations, calculated by the IGRF model dated August 1, 1984. Magnetic local time (MLT) is given by adding universal time (UT) to the time listed in the column.*

	Station	Geographic		Magnetic dipole		Invariant			
		Latit-	Longi-	Latit-	Longi-	Latit-	Longi-	MLT (HH: MM)	L-value
Antarctica	Syowa	69.00S	39.58E	-69.97	80.18	66.12	70.81	00: 06	6.10
	Mizuho	70.70S	44.43E	-72.30	81.46	67.98	70.96	00: 06	7.12
	Molodezhnaya	67.67S	45.85E	-70.04	88.03	66.56	76.98	00: 30	6.32
Iceland	Leirvogur	64.18N	21.73W	69.66	72.43	65.66	69.12	23: 59	5.89
	Husafell	64.67N	21.03W	69.95	73.92	65.99	70.09	00: 03	6.04
	Isafjördur	66.08N	23.13W	71.62	73.42	67.80	69.59	00: 01	7.01
	Tjörnes	66.20N	17.12W	70.59	80.27	66.92	74.56	00: 21	6.51
Svalbard	Ny Alesund	79.00N	12.00W	75.25	131.53	75.69	114.20	02: 59	16.37

な機構で発生しているのかという原因究明の本質につながる。従って、地磁気共役点観測は、オーロラ現象を解明する上で、きわめて重要な手段である。

オーロラ帯の真下に位置する南極の昭和基地には、南極大陸の基地のなかで最も近代的なオーロラ観測の各種観測システムが設置されている。更に、みずほ基地、マラジョージナヤ基地においてもオーロラ現象の観測装置が稼動している。この3つの基地の位置関係は、昭和基地を中心にして地磁気の子午線方向と経線方向に約300 km 離れた直角二等辺三角形の形をなしており、オーロラ諸現象の時間的、空間的变化を観測する上で重要なデータを提供している。

さて、オーロラ帯（磁気緯度65-70°付近）に位置する観測所の中で、現在共役点観測の実施が可能なところは、地理的な制約から、昭和基地-アイスランド共役点しか存在しない。更に幸運なことに、みずほ基地、マラジョージナヤ基地の地磁気共役点もほぼアイスランド

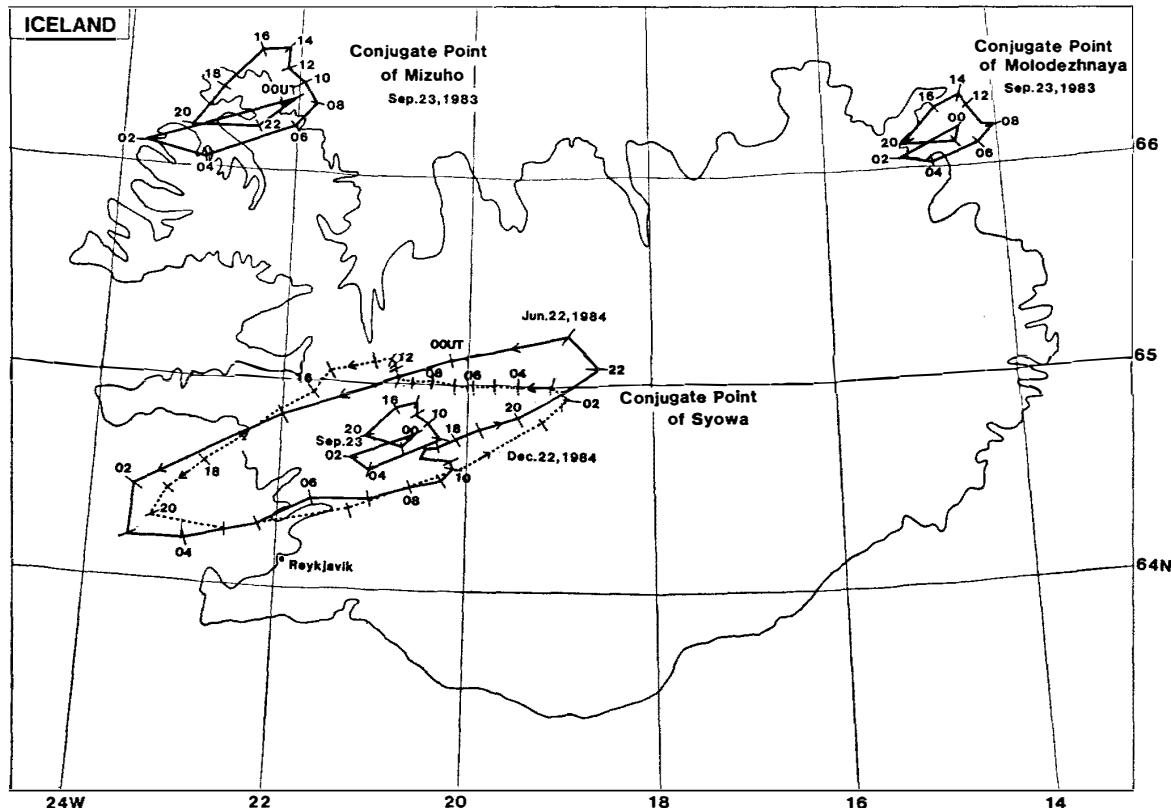


図 2 IGRF 1983 モデルで計算した南極の昭和基地、みずほ基地、マラジョージナヤ基地の共役点の日変化図。日変化の季節依存性をみるために、昭和基地の共役点の日変化は夏至、冬至、秋分の3つの季節を、みずほ基地とマラジョージナヤ基地に関しては日変化の最も小さい秋分を示した

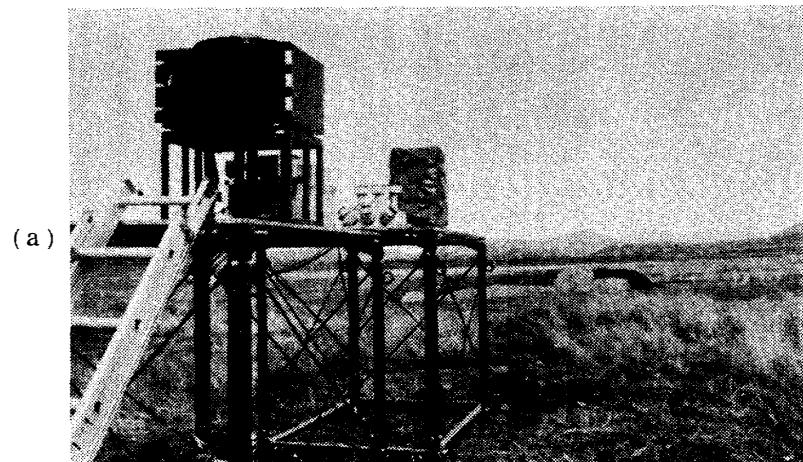
*Fig. 2. Diurnal (University Time) variations of conjugate points of Syowa, Mizuho and Molodezhnaya calculated from IGRF (International Geomagnetic Reference Field) 1983 model. Calculations were made for June 22, September 23 and December 22, 1983 at Syowa and September 23, 1983 at Mizuho and Molodezhnaya, respectively.*

内に位置する (図 1, 表 1). そのため, この有利な条件を十分に利用したオーロラ現象の共役点観測を, アイスランドで実施することは大変重要である. 更に, 図 2 に示したように, 計算によれば共役点の位置が季節により変化する. 従って, 共役点で通年にわたるデータを収録し, オーロラ現象の共役性の季節変化を調べることはきわめて興味深いことである.

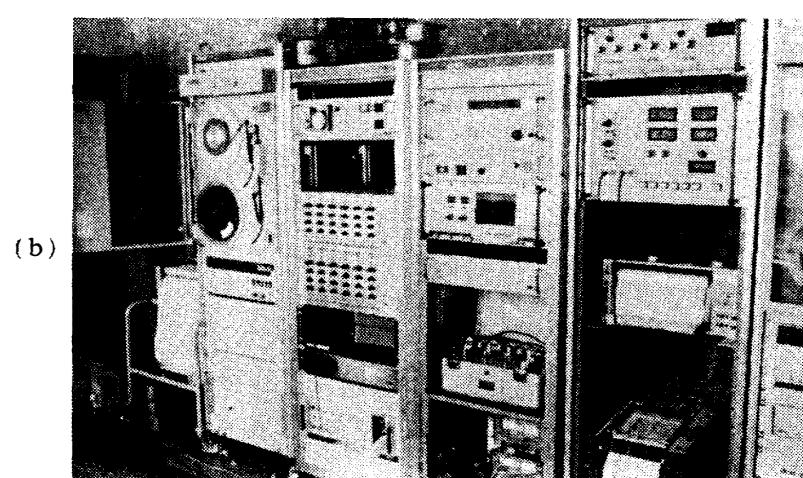
上記の目的のために, 1983 年 8 月よりアイスランドにおけるオーロラ現象の共役点観測が開始された. 1983 年は, アイスランド各地点での予備調査と, Husafell 1 点のみの本格観測を実施した. 今回の 1984 年度では, Tjörnes, Isafjördur に観測器を設置し, 3 カ所で本格的な, 連続観測を実施する計画である. 1983 年度の観測概要, 共役点観測の目的などの詳細については佐藤ら (1984), SATO *et al.* (1984) を参照されたい.

## 2. 行動の概要

1984 年 8 月 11 日に日本を出発し, 13 日にアイスランドの首都 Reykjavik に着いた. 翌日, アイスランド大学にて研究打ち合わせを行った. 8 月 14 日, 昨年設置し, 現在も稼動を続けている Husafell へ移動した. Husafell は, Reykavik より直線で約 70 km, 道路



(a)



(b)

図 3 Husafell に設置したオーロラ観測装置 (a) とデータ収録システム (b)

*Fig. 3. Auroral observation instruments (a) and data recording system (b) constructed at Husafell.*

では約 150 km 離れたところに位置している。今回は Husafell で本格的なオーロラ観測を実施するために、オーロラ TV カメラ、掃天フォトメータ、固定方位フォトメータを設置する。作業は、まずオーロラ観測器を設置する架台作りから開始した。観測中、少々のことでは振動しないようにと、鉄骨の組み立て式架台をコンクリートで堅固に固めた。架台完成後、すぐにオーロラ観測器を載せ、配線をすませた。その後、室内でオーロラデータを収録するために新たに持ち込んだデジタルデータレコーダ、VTR 記録装置などを設置・調整した。8月18日までに、作業はすべて完成した。

昨年の予備観測により、マラジョージナヤ基地の共役点に対応する観測所は、Husavik より約 30 km 離れた Tjörnes 半島の先端付近に位置する農家の一室を借用して行うこととなっていた。8月26日に Tjörnes に到着し開梱作業を開始した。観測器の設置作業は、作業能率の最も悪いと予想される VLF 自然電波観測器から開始した。この観測器は人工雑音から逃れるために、観測所から約 2 km 離れた地点に設置した。この地点は道路から離れた丘の中腹にあることから、器材を普通車で運搬することは不可能であった。そのため、農耕用大型トラクターを用い運搬した。テレメータ基地建設作業期間中は好天に恵まれたが、翌日

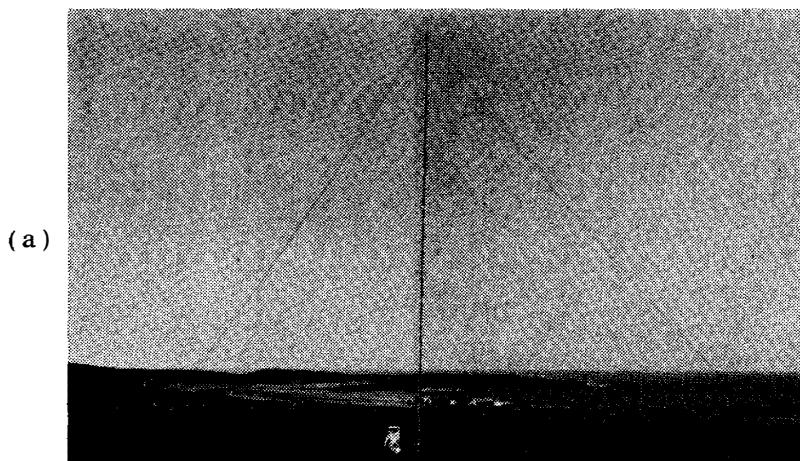


図 4 Tjörnes に設置した 10 メートル VLF アンテナ (a) とフラックスゲート磁力計、リオメータ (b)



Fig. 4. 10 m VLF receiving antenna (a) and fluxgate magnetometer and riometer (b) constructed at Tjörnes.

から天気が悪くなつたため泥まみれになつて、Fluxgate 磁力計、誘導磁力計、リオメータ、テレメータ受信器などの作業を観測所周辺で行つた。センサー類はコンクリートを練り、しっかり固定し、100 m 以上あるケーブル数本はすべて地中に埋め込んだ。そのため、作業はかなりの重労働となつた。

Tjörnes での作業終了後、Husafell で他の観測所に先がけてオーロラ観測を実施するため、9月26日に国分、藤井が Reykjavik を経由して、Husafell に戻つた。昭和基地とアイスランドでオーロラの同時観測が可能な時期は、日照の関係から、8月15日-9月30日まで毎日約4時間だけである。そして、月の影響もなく、かつ、両観測点とも快晴に恵まれるチャンスはごく希である。このため、観測可能期間中にできる限り多くのデータを収録し、チャンスを多くするしかない。

Isafjördur での観測所の設置作業は、昨年の予備調査により、Tjörnes よりも作業能率が良いことが予想されていた。8月26日、険しい山に囲まれたフィヨルド地形の街 Isafjördur に着いた。Isafjördur に設置する観測器はすべて Tjörnes に設置したものと同じであるため、2人だけの作業でもかなり能率よく進めることができた。2日後、藤井が Husafell から戻

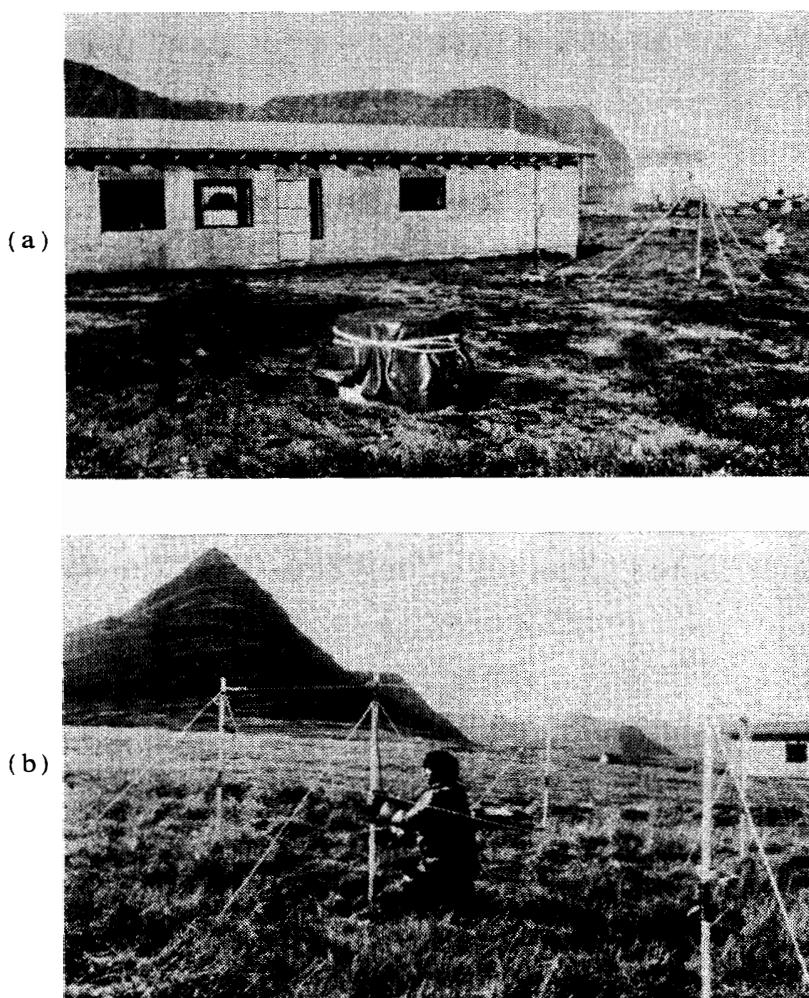


図 5 Isafjördur に設置したテレメータ受信アンテナ、フックスゲート磁力計 (a) とリオメータアンテナ (b)

Fig. 5. Telemetry receiving antenna and fluxgate magnetometer (a) and riometer antennas (b) set up at Isafjördur.

り、作業能率を更に上げることができた。Isafjördur での建設作業は、Tjörnes に比べ牛による被害もなく、テレメーター基地も車で往復できるところであったため、予定通り 9 月 2 日にすべての建設作業が終了した。

いよいよ 9 月 3 日より、Isafjördur には藤井が、Tjörnes には荒木が、Husafell に国分と佐藤がそれぞれ滞在し、集中観測を開始することになった。

オーロラ集中観測体制に入ってから、天気のことが毎日気になる。3 点での連続観測を開始してから、天気が悪くオーロラの姿を見ることができない。やっと天気が回復した 9 月 10 日は満月であった。月の光が強すぎて微弱なオーロラ光を観測することができない。将来計画のこともあり、佐藤と国分はこの満月の期間を利用して、アイスランド南端で、Isafjördur と Husafell を結ぶ延長線上に位置する Vik の町まで予備調査に出かけることにした。車には昨年の予備観測で使用した移動観測器を載せ、陸路 400 km の Vik へ向け出発した。Vik はすぐ近くまで氷河が押し寄せている小さな半島の先端にある人口約 400 人の町だ。この町の周辺の 5 カ所でノイズ調査を実施した。予備的な調査といえ、アイスランド国内の 3 カ所では連続観測を続けているので、もし興味深いデータが得られれば 4 点観測データを取得したことになる。しかし、地磁気活動が静かで、望んでいたような現象は出現しなかった。

9 月 14 日、国分が帰国し佐藤 1 人で Husafell の観測を続けることになった。月齢も 9 月 25 日に新月になるため、最後のチャンスに大きな期待をかけた。幸い、9 月 20 日頃より高気圧がアイスランド全土をおおい、雲一つない快晴の日が続いた。特に、9 月 23, 26 日はすばらしいオーロラが出現した。観測器もすべて順調に作動し続けた。

10 月 2 日、オーロラ観測をすべて終了し、持ち帰りデータの梱包作業を始めた。我々が観測所を去った後は、JOHANESSON, EGILSSON, MARVINSSON 氏が 3 点の観測所の維持をしてくれる。観測のためのトレーニングは観測の開始時期から一緒になって行ってきた。

10 月 3 日、Reykjavik に全員が集合した。その日の夜、今回の国際共同観測の視察と事務打ち合わせにはるばるアイスランドにやってきた、札川管理部長と柴野研究協力係長と合流した。翌日から、Husafell 観測所への案内、およびアイスランド側研究協力者と将来計画などの会合を行った。10 月 7 日、Reykjavik を去りノルウェーの Oslo へ向かった。10 月 8 日、Olso にある NTNFR (ノルウェー王立科学工業院宇宙局) へ全員で出かけ、来年度予定している国際大気球観測の研究および事務打ち合わせを行った。10 月 10 日、予定通り帰国した。

### 3. 観測システム

Husafell, Isafjördur, Tjörnes の 3 観測所には、同じ規格の Fluxgate 磁力計、誘導磁力計、リオメータ、ELF-VLF 自然電波観測器、固定方位フォトメータなどの観測器を設置した。また、Husafell は昭和基地の共役点に最も近いことから、中枢観測所としての役割をは

たすべく、全天カメラ、オーロラ TV カメラ、掃天フォトメータ、3 方位フォトメータなどのオーロラ総合観測装置を設置した。また、Isafjördur にはオーロラ TV カメラを、Tjörnes にはオメガ電波受信器も設置した。観測システム、データ収録システムを図 6, 7 に示す。観測システムを設計、設置するにあたり、システムの維持が容易で、かつ、収録データを能率良く解析できるように、以下の項目に重点を置いた。

- 1) 時刻精度：現象の受信時刻などを比較する上で最も重要な時計装置は、イギリス MSF 局からの 10 MHz 標準電波を受信し、自動的に時刻を較正する装置を使用した。この装置により、絶対時刻誤差は常時 3 ms 以下に維持される。
- 2) データ収録のデジタル化：データ解析のスピード化、規格化、汎用性などにより、データはデジタルデータレコーダに収録した。
- 3) データの質の向上：人工雑音の影響を受け易い ELF-VLF 自然電波信号は、観測所から数 km 離れた所に設置し、テレメータ伝送した。また、振動ノイズの影響を受け易い Fluxgate 磁力計、誘導磁力計などはコンクリートで固定した。

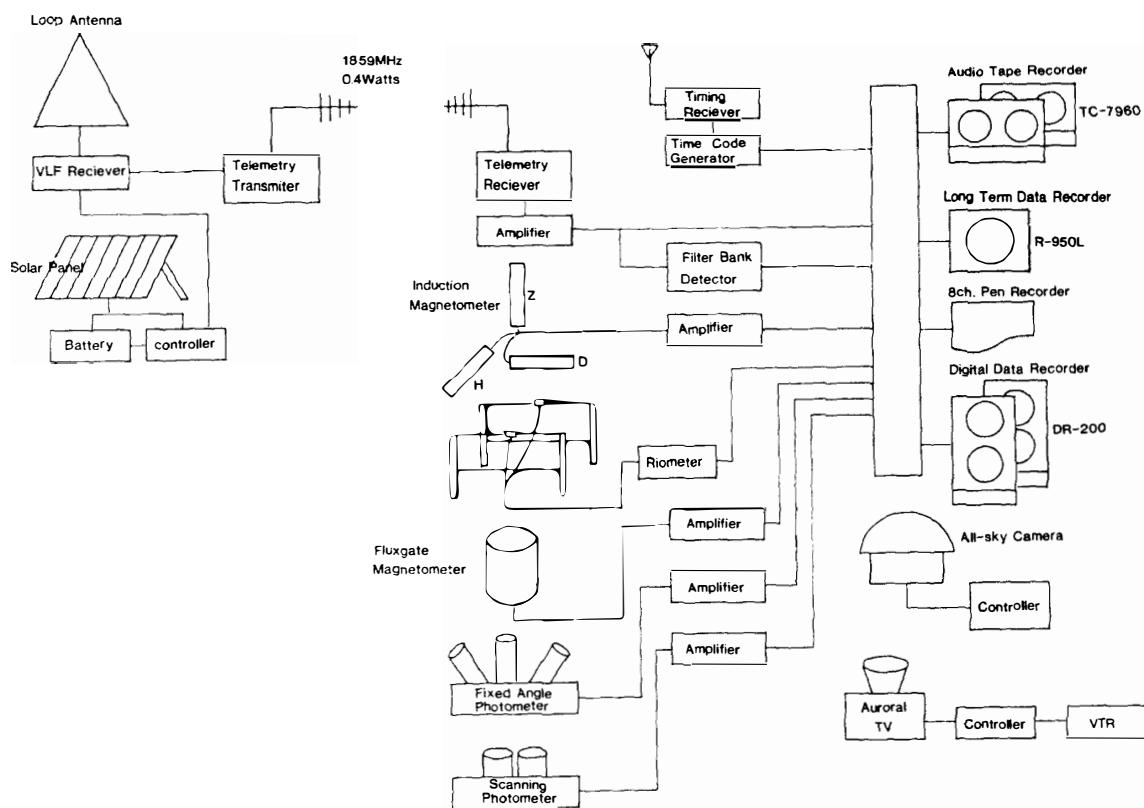


図 6 Husafell に設置された総合観測システムブロック図。全天 TV カメラ、掃天・固定方位フォトメータは 1984 年に新たに設置した

*Fig. 6. A block diagram of observation system at Husafell. All-sky TV camera, scanning and fixed angle photometers were set up in 1984, and the others had been constructed in 1983.*

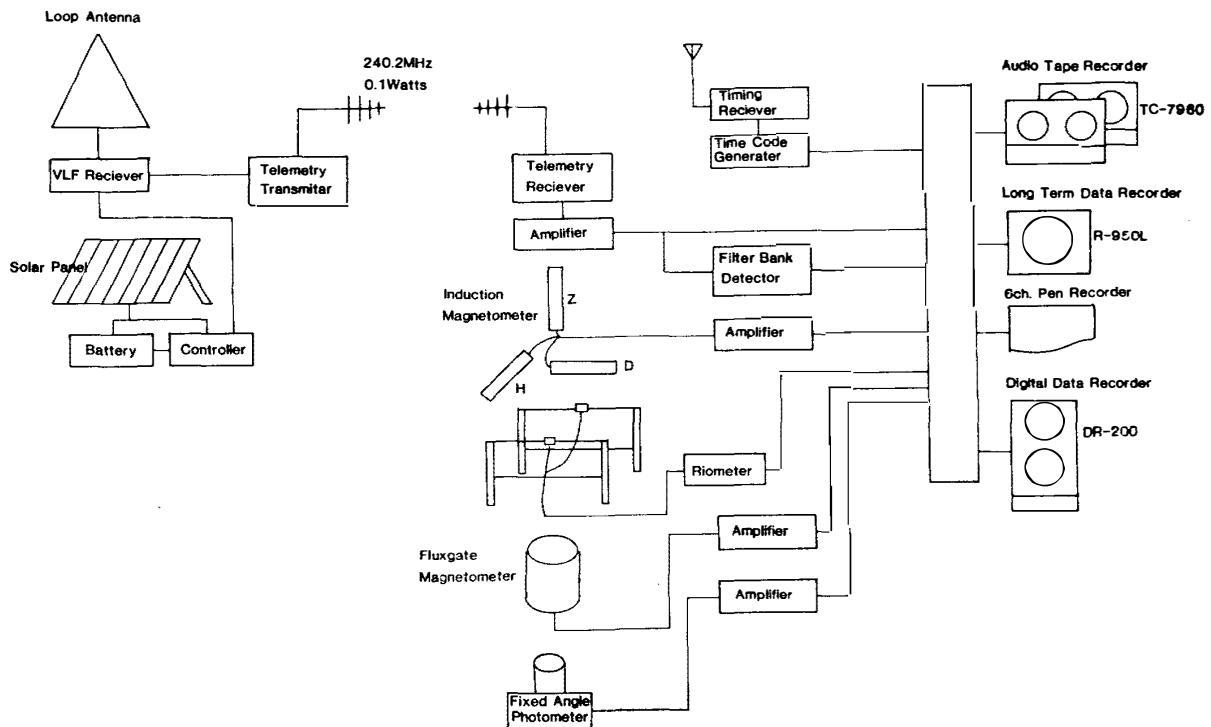


図 7 Isafjördur, Tjörnes に設置した観測システムのブロック図。ただし、Isafjördur では全天 TV カメラを、Tjörnes では 12.1 kHz オメガ電波受信器も設置した

*Fig. 7. A block diagram of observation system constructed at Isafjördur and Tjörnes. Furthermore, all-sky TV camera and 12.1 kHz Omega signal receiver were set up at Isafjördur and Tjörnes, respectively.*

表 2 各観測点に設置したフラックスゲート磁力計、誘導磁力計の較正値

*Table 2. Calibration list for fluxgate and induction magnetometer installed at Syowa Station, Husafell, Isafjördur and Tjörnes.*

Fluxgate magnetometer (nT/V)

	H-comp	D-comp	Z-comp
Syowa	100	100	100
Husafell	300	300	300
Isafjördur	201.4	204.2	205.1
Tjörnes	229.9	234.2	233.6

Induction magnetometer (1) (nT/V)

	H-comp	D-comp	Z-comp
Syowa	0.143	0.129	0.107
Husafell	1.89	1.84	2.04
Isafjördur	2.52	2.57	2.57
Tjörnes	2.34	2.57	2.41

4) 太陽電池の使用: 無人観測点の VLF 自然電波観測器とテレメータ送信器の電源として、バッテリー交換を必要としない太陽電池を用いた。しかし、冬季の 2-3 カ月間は、太陽電池だけで維持ができないため、空気積層電池（1 次電池）に切り換えるシステムにした。

今■設置した各観測装置の較正値を表 2, 3 に示す。また、データ収録内容の詳細を表 4-9 に示した。

表 3 各観測点に設置した VLF 自然電波強度記録の較正表

Table 3. Calibration level of ELF/VLF emission intensity.

Syowa Station

	Recording level	
	Zero volt	10.0 volts
350 Hz	Noise level	$4.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
750 Hz	Noise level	$4.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
1.2 kHz	Noise level	$2.6 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
2 kHz	Noise level	$1.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
4 kHz	Noise level	$1.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
8 kHz	Noise level	$1.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
30 kHz	Noise level	$1.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
60 kHz	Noise level	$1.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
90 kHz	Noise level	$1.0 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$

This calibration level is usable after August 31, 1983.

Husafell, Isafjördur and Tjörnes

	Recording level	
	-4.0 volts	2.0 volts
350 Hz	Noise level	$1.94 \times 10^{-5} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
750 Hz	Noise level	$1.94 \times 10^{-5} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
1.2 kHz	Noise level	$1.94 \times 10^{-5} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
2 kHz	Noise level	$6.14 \times 10^{-6} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
4 kHz	Noise level	$1.94 \times 10^{-5} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
8 kHz	Noise level	$1.94 \times 10^{-5} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
32 kHz	Noise level	$1.94 \times 10^{-5} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$
60 kHz	Noise level	$1.94 \times 10^{-5} \text{ V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}$

This calibration level is usable after September 15, 1983.

表 4 Husafell に設置したデジタルデータレコーダ（相関記録）の入力信号  
*Table 4. Digital correlation record at Husafell.*

Input channel	Observation items
*AI-1	H-component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI-2	D-component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI-3	Z-component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI-4	Cosmic noise absorption (riometer)
AI-5	VLF 350 Hz
AI-6	VLF 750 Hz
AI-7	VLF 1.2 kHz
AI-8	VLF 2.0 kHz
AI-9	VLF 4.0 kHz
AI-10	VLF 8.0 kHz
AI-11	VLF 32 kHz
AI-12	VLF 60 kHz
AI-13	H-component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-14	D-component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-15	Z-component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-16	Space
**DI-1	Digital input for fluxgate H, D, Z-component signals and offset levels
DI-2	Time code BCD parallel input
Ex. samp	0.5 s external sampling pulse from timer

\* AI: Analogue interface between instrument and digital data recorder. 12 bit A/D converter is installed at digital data recorder.

\*\* DI: Digital interface between instrument and digital data recorder.

表 5 Husafell に設置したデジタルデータレコーダ（オーロラ記録）の入力信号  
*Table 5. Digital recording of auroral phenomena at Husafell.*

Input channel	Observation item
AI-1	Fixed direction photometer (4278Å), 45° southward
AI-2	Fixed direction photometer (4278Å), zenith
AI-3	Fixed direction photometer (4278Å), 45° northward
AI-4	H-component of ULF wave
AI-5	D-component of ULF wave
AI-6	VLF 750 Hz
AI-7	VLF 1.2 kHz
AI-8	VLF 2 kHz
AI-9	Space
AI-10	Space
DI-1	Digital data of scanning photometer filtered at OI 5577Å and H $\beta$ 4861Å, and elevation angle data
DI-2	Time code BCD parallel signal
Ex. samp	External 0.5 s sampling pulse

表 6 Isafjördur, Tjörnes に設置したデジタルデータレコーダ (相関記録) の入力信号  
*Table 6. Digital correlation record at Isafjördur and Tjörnes.*

Input channel	Observation items
AI-1	H-component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI-2	D-component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI-3	Z-component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI-4	Cosmic noise absorption (riometer)
AI-5	VLF 750 Hz
AI-6	VLF 1.2 kHz
AI-7	VLF 2.0 kHz
AI-8	VLF 4.0 kHz
AI-9	VLF 8.0 kHz
AI-10	VLF 32 kHz
AI-11	H-component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-12	D-component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-13	Z-component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-14	*VLF Omega signal intensity at 12.1 kHz
AI-15	*VLF Omega signal phase at 12.1 kHz
AI-16	*Fixed direction photometer
DI-1	Digital input for fluxgate H-, D-, Z-component signals and offset levels
DI-2	Time code BCD parallel input
Ex. samp	0.5 s external sampling pulse from timer

\* VLF Omega signals are recorded only at Tjörnes. Fixed direction photometer data are recorded on AI-14 at Isafjördur.

表 7 Husafell Isafjördur, Tjörnes に設置した長時間 FM データレコーダの入力信号  
*Table 7. Long term FM data recording at Husafell, Isafjördur and Tjörnes.*

Input channel	Observation items	CAL level
CH-1	H-component of magnetic variations	±5 V/full
CH-2	Cosmic noise absorption	5 V/full
CH-3	H-component of ULF wave	±2.5 V/full
CH-4	D-component of ULF wave	±2.5 V/full
CH-5	Z-component of ULF wave	±2.5 V/full
CH-6	VLF 750 Hz	2.5 V/full
CH-7	Time code (S-code)	±2 V/full

Tape speed is 0.031 ips.

表 8 Husafell と Isafjördur に設置した 8 チャンネルペンレコーダ入力信号  
 Table 8. 8-channel pen recorder monitor at Husafell and Isafjördur.

Input channel	Observation items	CAL level
CH-1	H-component of magnetic variations	1 V/div
CH-2	H-component of ULF wave	500 mV/div
CH-3	D-component of ULF wave	500 mV/div
CH-4	Cosmic noise absorption	1 V/div
CH-5	VLF 750 Hz	1 V/div
CH-6	VLF 2 kHz	1 V/div
CH-7	VLF 8 kHz	1 V/div
CH-8	*VLF 32 kHz	1 V/div

\* Fixed direction photometer signals are recorded at this channel during auroral observation periods.

表 9 Tjörnes に設置した 6 チャンネルペンレコーダ入力信号  
 Table 9. 6-channel pen recorder monitor at Tjörnes.

Input channel	Observation items	CAL level
CH-1	H-component of magnetic variations	1 V/div
CH-2	H-component of ULF wave	500 mV/div
CH-3	D-component of ULF wave	500 mV/div
CH-4	Cosmic noise absorption	1 V/div
CH-5	VLF 750 Hz	1 V/div
CH-6	*VLF 2 kHz	1 V/div

\* Fixed direction photometer signal are recorded at this channel during auroral observation period.

#### 4. データ編集と結果の概要

アイスランドの 3 観測所で収録されたデジタルテープと記録紙は、定期的にアイスランド大学 Th. Saemundsson 教授のところに集荷され、郵便小包で国立極地研究所に送られる。デジタルテープは、昭和基地で収録したデジタルテープ編集とほぼ同じ規格で編集される。昭和基地のテープ編集フォーマットは SATO *et al.* (1984), FUJII *et al.* (1985) を参照されたい。アイスランドで収録されたデジタル編集テープのフォーマットの詳細は図 8 と表 10-12 に示した。また、編集テープと同時に、サマリープロットも作製され、現象の確認とともに観測器の作動状況のチェックにも役立てている。サマリープロットの例を図 9 に示す。

最後に、今回観測された興味深い現象例を図 10-12 に示す。図 10 はアイスランド 3 点で同時に受信されたペリオデック VLF 放射である。また、図 11, 12 は 9 月 26 日に、アイスランドと昭和基地で同時に観測された、オーロラの掃天フォトメータ記録と全天カメラ記録である。

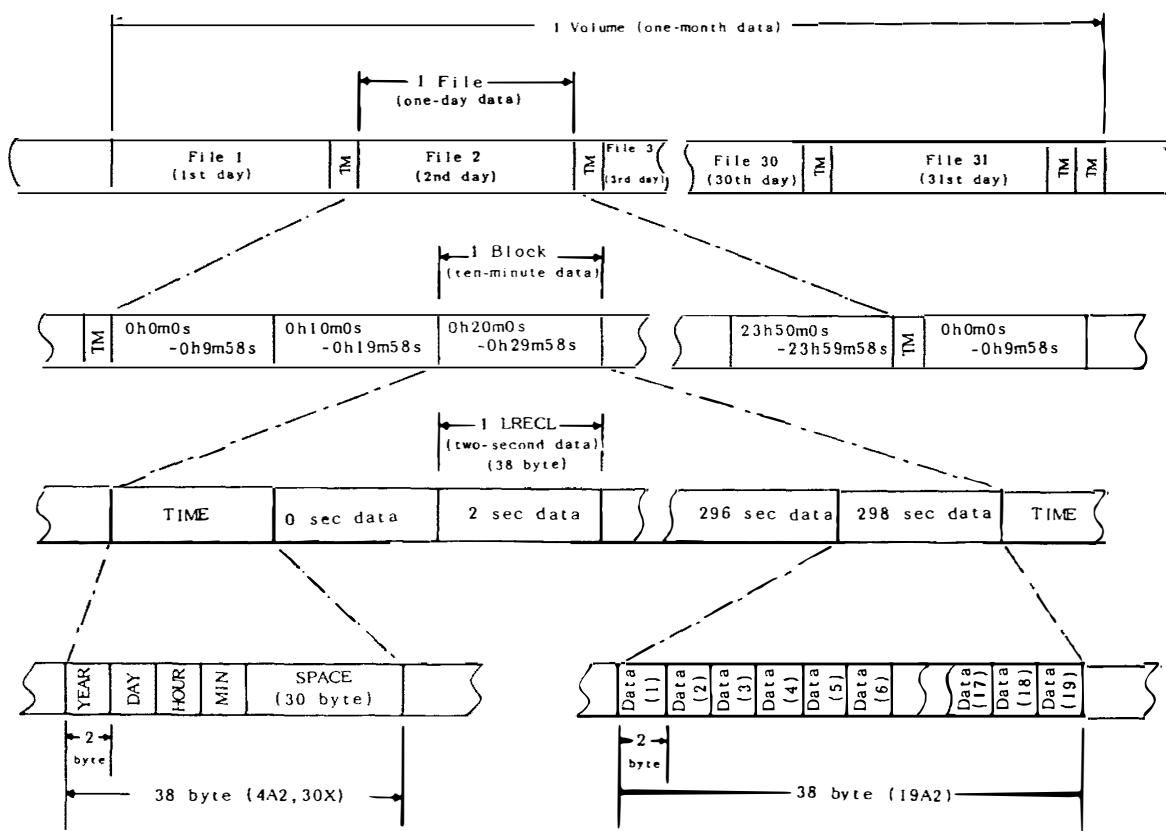


図 8 アイスランドで収録されたデジタルデータのコンピューター編集テープのフォーマット図

Fig. 8. The structure of the compiled digital tape format.

表 10 デジタル編集テープのテープフォーマット  
Table 10. The tape format of the compiled digital tape.

Item	Specification
Track	9 tracks
Record density	6250 BPI
Record format	F (FB)
Block length	11438 bytes (1 byte=8 bits)
Record length (Logical record length)	38 bytes
Label	Non-label
Filing	Single volume/multi-file

**表 11 Husafell, Isafjördur, Tjörnes で収録されたデジタルデータの編集テープの入力データ表**

*Table 11. The data sequence in each logical record on the compiled digital tape observed at Husafell Isafjördur and Tjörnes.*

Sequence	Data at Husafell	Data at Isafjördur	Data at Tjörnes
1	dH/dt	dH/dt	dH/dt
2	dD/dt	dD/dt	dD/dt
3	dZ/dt	dZ/dt	dZ/dt
4	CNA	CNA	CNA
5	350 Hz	750 Hz	750 Hz
6	750 Hz	1.2 kHz	1.2 kHz
7	1.2 kHz	2 kHz	2 kHz
8	2 kHz	4 kHz	4 kHz
9	4 kHz	8 kHz	8 kHz
10	8 kHz	32 kHz	32 kHz
11	32 kHz	Flux-H(AI)	Flux-H(AI)
12	60 kHz	Flux-D(AI)	Flux-D(AI)
13	Flux-H(*AI)	Flux-Z(AI)	Flux-Z(AI)
14	Flux-D(AI)	Photometer (zenith)	Omega signal (intensity)
15	Flux-Z(AI)	Space	Omega signal (phase)
16	Space	Space	Photometer (zenith)
17	Flux-H(**DI)	Flux-H(DI)	Space
18	Flux-D(DI)	Flux-D(DI)	Space
19	Flux-Z(DI)	Flux-Z(DI)	Space

\*AI: Analog interface signals between instrument and digital recorder.

\*\*DI: Digital interface signals between instrument and digital recorder.

**表 12 デジタル編集テープの日時のフォーマット表**

*Table 12. The format for time data on the compiled digital tape.*

Sequence	Items
1	Year (2 bytes)
2	Total day (Jan. 1=1) (2 bytes)
3	Hour (2 bytes)
4	Minute (2 bytes)
5	Space (26 bytes)

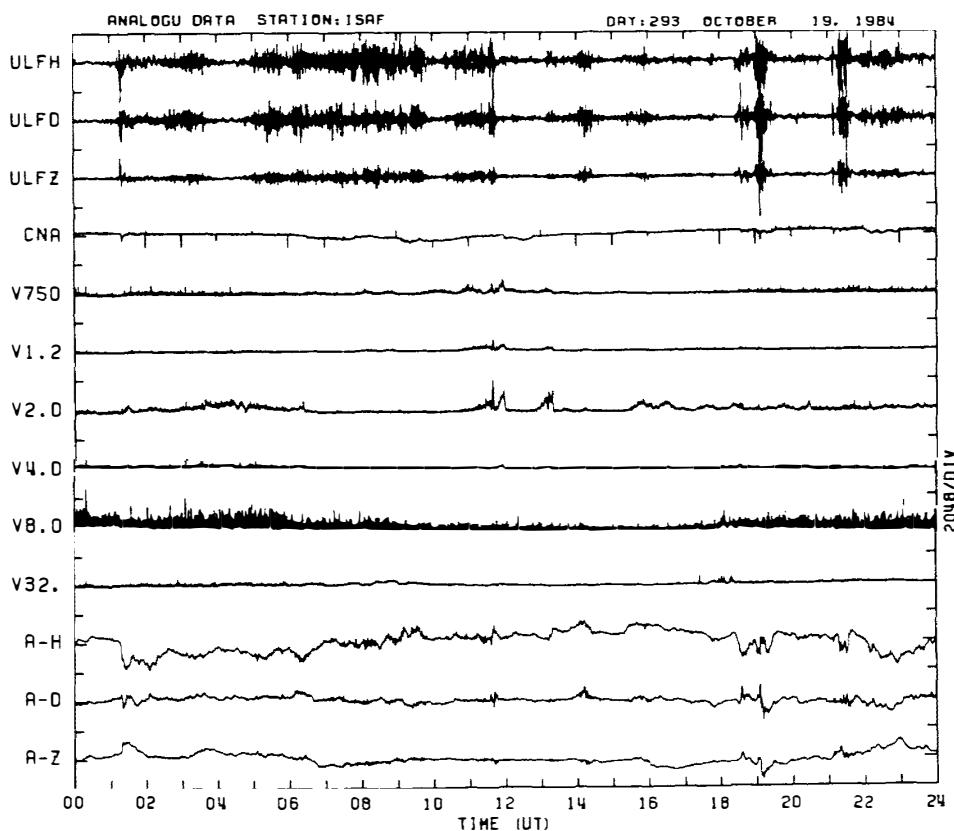


図 9 Isafjördurにおいてデジタル収録されたデータのコンピューターサマリーフロット図

Fig. 9. Summary plots of digital data recorded at Isafjördur.

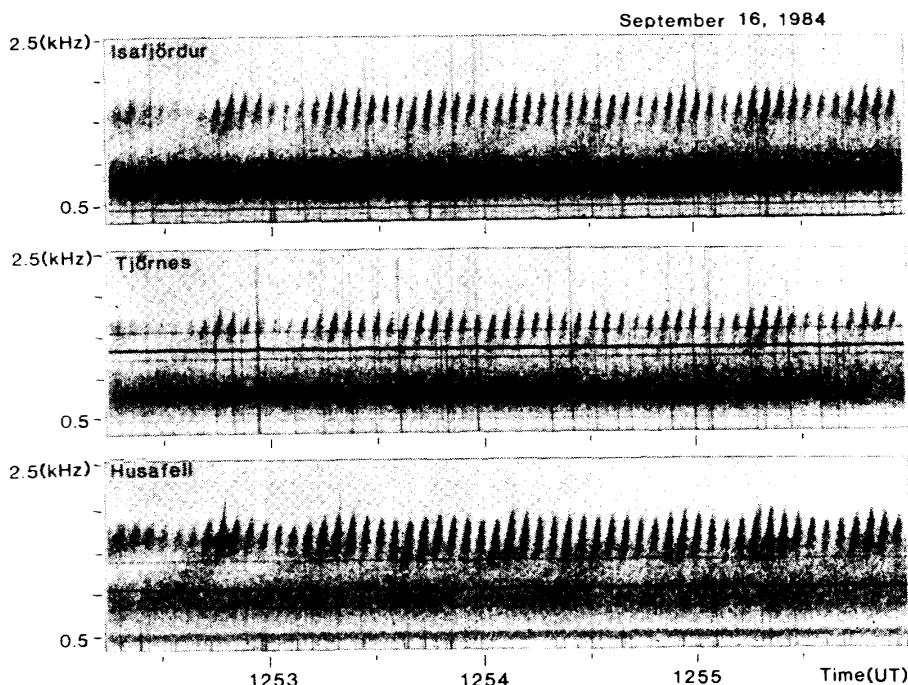


図 10 アイスランド3点で同時観測されたペリオディックVLF放射のスペクトル図

Fig. 10. Frequency-time spectra of periodic VLF emissions observed simultaneously at Husafell, Isafjördur and Tjörnes on September 16, 1984.

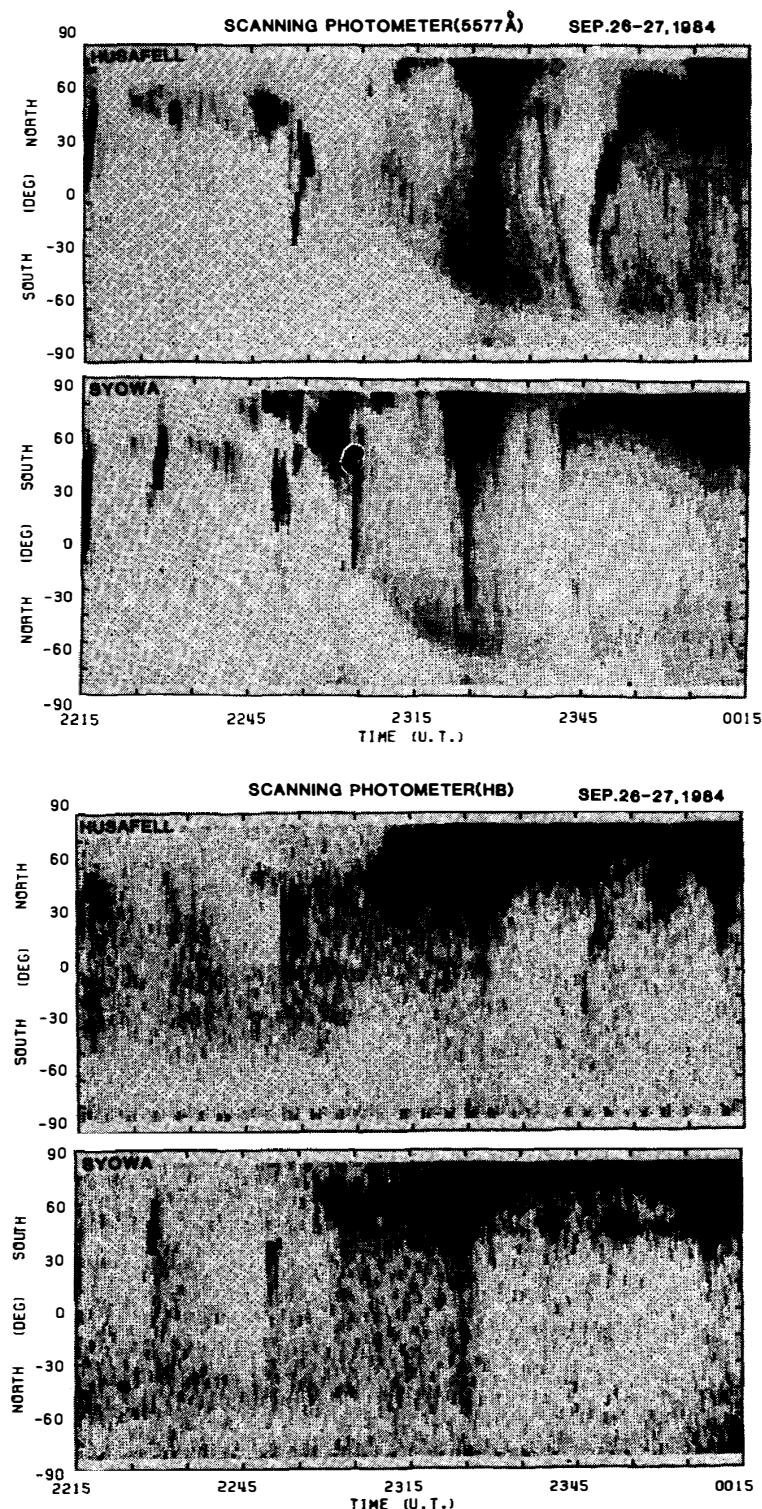


図 11 共役点で同時観測された掃天フォトメータの  $5577\text{\AA}$  と  $\text{H}\beta$  の記録例。南北両半球のオーロラ活動は全般に一致しているが、発光領域、強度に大きな南北非対称性が現れている。

*Fig. 11. Examples of scanning photometer data at  $5577\text{\AA}(\text{OI})$  and  $4861\text{\AA}(\text{H}\beta)$  observed simultaneously at conjugate-pair stations, Syowa and Husafell on September 26, 1984.*

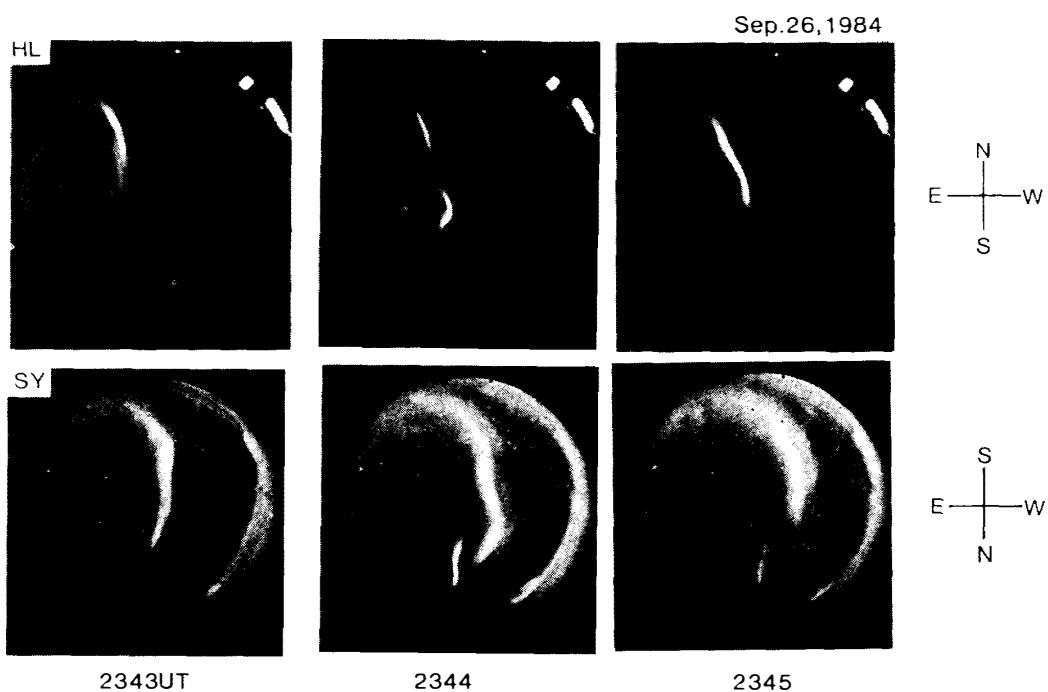


図 12 全天カメラによって、昭和基地と Husafell で同時にとらえたオーロラ画像

*Fig. 12. Example of all-sky camera data observed simultaneously at conjugate-pair stations, Syowa and Husafell on September 26, 1984.*

## 5. あとがき

この計画を立案、実施するにあたり、永田 武所長、平澤威男教授、福西 浩助教授はじめ国立極地研究所の関係各位のご協力に感謝します。また、アイスランドで観測室を提供して下さった S. JOHANESSON, A. EGILSSON, I. MARVINSSON 氏および現地でご協力下さった T. INABA, M. GARDAR 氏に感謝の意を表します。更に、南極において集中観測を実施して下さった第 25 次越冬隊の皆様にも感謝いたします。最後に、デジタルテープの編集作業に全面的な協力を下さった利根川豊、斎藤浩明、鈴木博之各氏に感謝します。

## 文 献

- 佐藤夏雄・福西 浩・国分 征・Th. Saemundsson (1984): 1983 年アイスランドにおけるオーロラ現象の共役点観測報告. 南極資料, 81, 102-119.  
 SATO, N., FUKUNISHI, H. and SAEMUNDSSON, Th. (1984): Operation plan for the Iceland-Syowa conjugate campaign in 1983-1985. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 31, 169-179.  
 SATO, N., FUJII, R., FUKUNISHI, H. and NAKAJIMA, D. (1984): Upper atmosphere physics data, Syowa Station, 1981. JARE Data Rep., 93 (Upper Atmosphere Physics 1), 206 p.  
 FUJII, R., SATO, N. and FUKUNISHI, H. (1985): Upper atmosphere physics data, Syowa Station, 1982. JARE Data Rep., 105 (Upper Atmosphere Physics 2), 226 p.

(1985 年 9 月 17 日受理)