

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

佐藤夏雄*・福西 浩*・国分 征**・Th. SAEMUNDSSON***

Report of the 1983 Conjugate Campaign in Iceland

Natsuo SATO*, Hiroshi FUKUNISHI*, Susumu KOKUBUN**
and Th. SAEMUNDSSON***

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 magnetically conjugate polar region. The campaign takes advantage of geographical condition that the conjugate points of Syowa, Mizuho and Molodezhnaya Stations in Antarctica are located in the vicinity of Husafell, Isafjördur and Husavik in Iceland. With the data recorded at the three conjugate station pairs Syowa-Husafell, Mizuho-Isafjördur, and Molodezhnaya-Husavik, 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.

Three Japanese scientists have been in Iceland from August 12 to October 2. In the first half of the period of their stay they visited Isafjördur (66.1°N, 23.1°W) and Husavik (66.0°N, 17.4°W) to find locations suitable for observations of geomagnetic field variations, cosmic noise absorption and ULF, ELF and VLF natural waves. During their stay at Husafell, various kinds of sensors (fluxgate magnetometer, search coil magnetometer, ELF-VLF wave receiver, riometer and all-sky camera) and recording facilities were set up. These facilities are operated by the Icelandic research fellow until next summer.

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, Husavik 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。本年度は, Isafjördur と Husavik において, ノイズ調査, センサー設置場所の選定などの予備調査を行った。また, Husafell では, 本格的な観測システムの建設と連続観測を実施した。

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

** 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.

*** アイスランド大学科学研究所. Science Institute, University of Iceland, Dunhaga 3, Reykjavik 107, Iceland.

1. はじめに

一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、北極地域の上空の超高層大気に入射することによって起こる発光現象であることから、一般に、同じような形のオーロラを共役点において同時に見ることができる。しかし、共役点でのオーロラを詳細に調べると、その明るさや形、出現領域などが一致しない場合がかなり観測される。このようなオーロラの非対称が起こる原因として、

- 1) 地上 3000–10000 km に存在するオーロラ粒子の沿磁力線加速領域、
- 2) 磁力線の形、
- 3) 太陽風による地球磁気圏形成、
- 4) 磁気圏と電離圏を結ぶ沿磁力線電流、

などの南北非対称性が考えられている。また、オーロラにともなって発生する電磁波動現象も、一般に磁力線に沿って伝搬する性質をもっていることから、オーロラと同様に、同じ特徴をもつ波動現象が共役点で観測されることが多い。しかし、しばしば特性の異なる現象も受信される。この原因は、両半球の電離圏、磁気圏の電子密度分布の違いや磁力線の傾き、強度の差などにより、電磁波動の発生の仕方や、発生領域から地上までの伝搬経路が南・北半球で異なることによると考えられる。逆に考えると、これらのオーロラおよびオーロラにともなって発生する各種電磁波動現象の非共役性を明らかにすることによって、オーロラ粒子の加速機構や、電磁波動現象の発生、伝搬機構を解明することができる。したがって、地磁気共役点観測は、オーロラ現象解明の上できわめて有用な手段であるといえる。

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。さらに、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働している。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なかで、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対しか存在しない。さらに幸運なことに、みずほ基地、マラジョージナヤ基地の地磁気共役点もアイスランド上に位置する（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プロジェクトが望まれていた。

これらの要請を受け、昭和 58 年度より3年計画で、アイスランドにおける共役点観測計画が開始された。

この観測計画は、国立極地研究所が主体となり、アイスランド大学科学研究所、および日

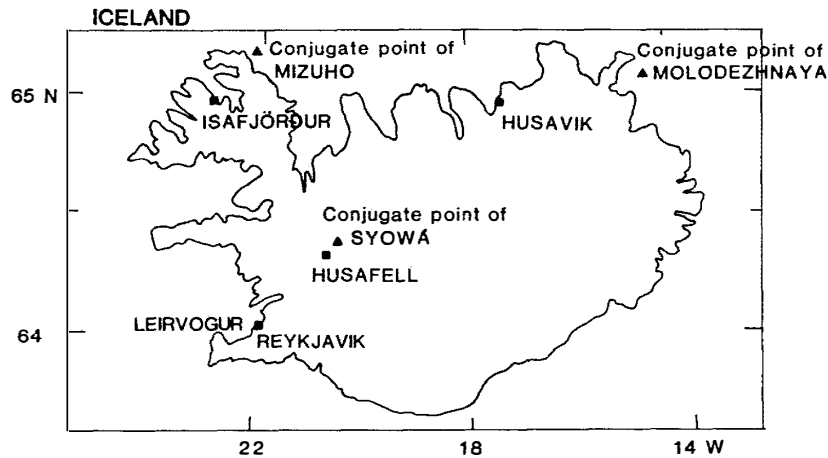


図 1 アイスランドの地図上に計算で求めた、昭和基地、みずほ基地、マラジョージナヤ基地の地磁気共役点、および観測候補地の Husafell, Isafjördur, Husavik の位置

Fig. 1. Locations of Husafell, Isafjördur, Husavik, 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 1983 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, 1983. Magnetic local time (MLT) is given by adding universal time (UT) to the time listed in the column.

	Station	Geographic		Magnetic Dipole		Invariant			
		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	MLT (HH:MM)	L
Antarctica	Syowa	69.00°S	39.58°E	-69.97	80.18	66.12	70.81	00:06	6.10
	Mizuho	70.70	44.33	-72.30	81.46	67.98	70.96	00:06	7.12
	Molodezhnaya	67.67	45.85	-70.04	88.03	66.56	76.98	00:30	6.32
Iceland	Leirvogur	64.18°N	21.73°W	69.66	72.43	65.66	69.12	23:59	5.89
	Husafell	64.70	20.90	69.97	74.07	66.04	70.24	00:03	6.06
	Isafjördur	66.08	23.13	71.62	73.42	67.80	69.59	00:01	7.01
	Husavik	66.04	17.35	70.49	79.79	66.80	74.24	00:19	6.44

本国内の東京大学理学部、電気通信大学、東海大学工学部などの共同研究者の協力を得て実施されるものである。昭和 58 年度のアイスランドへの現地派遣者として著者ら 3 名が参加した。

計画を開始するにあたり、共著者のアイスランド大学科学研究所の Th. SAEMUNDSSON と密接な連絡を取り合い、年次計画、観測地点の選定、設置手順などの検討を進めた。また、観測器材のアイスランドへの輸送期限に間に合わせるべく、観測機器の調達、調整、訓練などの諸準備を急いだ。昭和 58 年度の計画は、まず、Husavik, Isafjördur 付近で電磁雑音の調査、器材設置場所の選定などの予備調査を行う。その後、昭和基地の共役点にあたる Husafell において、総合的な観測装置を設置し、連続観測を行うことにした。

2. 目 的

この観測計画は、南極にある昭和基地、みずほ基地、マラジョージナヤ基地の地磁気共役点が、アイスランドの Husafell, Isafjördur, Husavik の周辺に位置するという地理的に有利な条件を十分に利用し、極域の地磁気共役点において、地磁気変化、地磁気 ULF 波動、ELF-VLF 放射、宇宙銀河雑音吸収量、オーロラの時間・空間変化などを多点同時観測することにより、オーロラ諸現象の発生機構の物理過程を明らかにすることを目的とする。すなわち、昭和基地-Husafell、みずほ基地-Isafjördur、マラジョージナヤ基地-Husavik の3組の共役点对で同時観測することにより、オーロラとオーロラ降下粒子に伴う波動現象の共役性の時間的・空間的变化を観測する。この観測データをもとに、オーロラ粒子の加速機構や ULF, ELF, VLF 波動現象の発生・伝搬機構を解明する。とくに以下の物理機構の解明を重点的に行う。

- 1) ディスクリートオーロラ（オーロラアーク）の微細構造の共役性と電離圏上部におけるオーロラ粒子の加速過程,
- 2) パルセイティングオーロラの微細構造の共役性と磁気圏内でのピッチ角散乱機構,
- 3) サブストーム時の共役点の急激な移動と、それに伴う磁気圏磁場構造の変形過程,
- 4) オーロラアークの形成に対する電離圏上部電子密度分布の効果,
- 5) Pc 1 地磁気脈動の共役性と磁気圏内での発生・伝搬機構,
- 6) 長周期 Pc, Pi 脈動の共役性と磁気圏内での発生・伝搬機構,
- 7) 地磁気脈動に対する電離層の遮へい効果,
- 8) ELF-VLF 放射の共役性とその発生・伝搬機構,
- 9) 高エネルギー (>30 keV) 電子降下の共役性と磁気圏内での波動-粒子相互作用機構,
- 10) ELF-VLF 波動の伝搬経路上における電子密度分布と磁力線の形状が波動の伝搬に及ぼす効果.

3. 行動の概要

昭和58年8月10日に日本を出発した。アイスランドへの途中、デンマークの宇宙科学研究所を訪問した。8月12日、アイスランドの首都 Reykjavik に着き、共役点観測の共同研究者である Th. SAEMUNDSSON と詳細な打ち合わせを行った。8月14日には Husafell に向き、観測場所の下見を行い、観測地点をほぼ決定した。

8月17日、日本から送った移動用観測器械を11人乗りマイクロバスに乗せ、Husavik へ向け出発した。移動観測中に車で行動した経路を図2に示す。Husavik における現地調査の案内役として、現地の状況に詳しい M. GARDAR 氏（ノルウェー、Manarbakki 観測所磁力計担当者）が同乗した。Husavik はアイスランドの北東部に位置し、なだらかな山に囲まれた

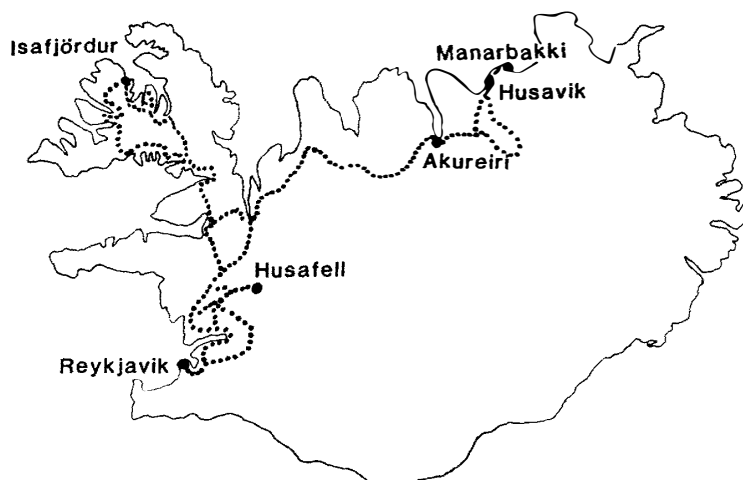


図 2 移動観測期間中に車で行動した経路図

Fig. 2. The rout of mobile observations by the car in Iceland.

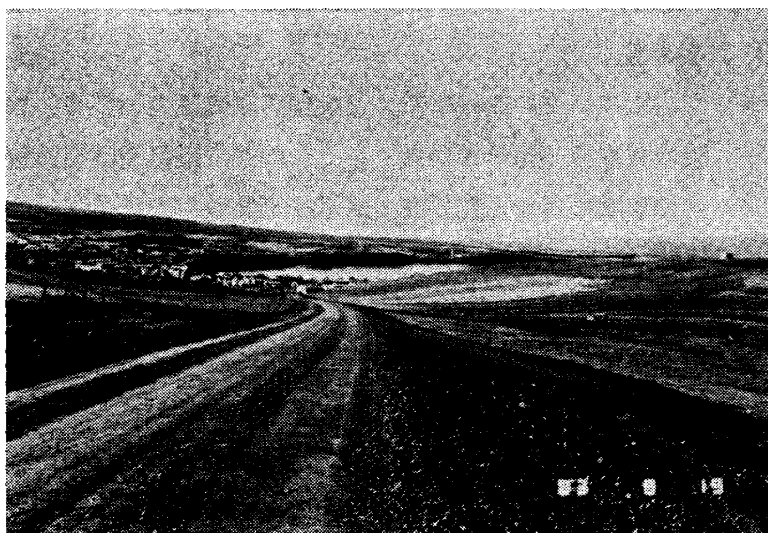


図 3 Husavik の町の外観

Fig. 3. The view of Husavik.

入江にある、人口約 1500 人の美しい町である (図 3)。8 月 18 日より Husavik 周辺において、詳しいノイズ調査を実施した。調査の結果、Husavik の町から北東方向に約 20 km 離れた Tjörnes 半島の先端付近に位置する Manarbakki の A. EGILSSON 氏宅を観測所に決定した (図 4)。この家を観測所に決めた理由は、1) 電力線がここで終わっており、電力線から発生する電磁ノイズが他に比べ非常に低い、2) デンマーク気象研究所のリオメータが設置されており、連続観測を行っている、3) 1979 年の SBARMO 計画 (多数の気球を一定間隔で連続放球することによる気球多点同時観測計画) の際、ノルウェーがこの地点でテレメータ受信を行った、4) 日本側の観測器材を設置できる空間が存在することからであった。上記の点から、この地点は良質なデータを収録できる自然環境下にあり、かつ今後外国との



図 4 アイスランドの北東部の Tjörnes 半島の先端付近に位置する Manarbakki の A. EGILSSON 氏宅

Fig. 4. Mr. A. EGILSSON's home located at Manarbakki, Tjörnes Peninsula near Husavik.



図 5 Isafjördurの町の外観

Fig. 5. The view of Isafjördur.



図 6 Isafjördur の町から直線で約 4 km 離れた対岸に位置する Th. MARVINSSON 氏宅

Fig. 6. Mr. Th. MARVINSSON's home located about 4 km far from Isafjördur.

国際協力を進める上で最適な場所であることがわかった。ここに、リングコア型磁力計、サーコイル磁力計、VLF 観測器、リオメータを設置し、数日間連続観測を実施した。

次の目的地は、アイスランドの北西部に位置する Isafjördur という人口約 3500 人の町である。町の名前の意味が“氷の峽湾”といわれるだけあって、深く切り込まれたフィヨルド地形の入江にある港町である(図 5)。現地へ到達する以前に観測の適地を地図上で調査したところでは、平地がほとんどなく、私達の希望する場所を見つけ出すことは困難かもしれないという恐れがあった。現地の案内役は、Th. SAEMUNDSSON の友人で、Isafjördur 空港の管制官を務める G. JONSSON 氏であった。彼に観測の目的、設置条件などを話したところ、飛行場に勤めている Th. MARVINSSON 氏の家を候補地として紹介してくれた。MARVINSSON 氏の家は Isafjördur の町から直線で約 4 km 離れた対岸に位置している(図 6)。町からの距離が短いので町の電力線からのノイズを受けるのではないかと多少の不安は残った。しかし、家の後方数 km 奥の谷間において、移動型 VLF 帯ノイズ調査器で調査したところ、人工の電磁雑音レベルが大変低いことが明らかになった。町からの距離が近いにもかかわらず、このようにノイズが低い原因としては、途中にある高度約 700 m の険しい山と、湾内の海の存在により、大部分の電磁ノイズが遮へいされていると考えられる。この調査により、来年度はこの谷間に ELF-VLF 帯自然電波観測装置を設置し、テレメータを用いて伝送することにした。その後、この観測所で Husavik と同様にリングコア型磁力計、サーコイル磁力計を設置し、連続観測を行った。

8 月 26 日、Isafjördur での予備観測をすべて終了し、Husafell へ向け出発した。途中、危険な山道を通らざるを得なかったが、無事目的地に到着できた。Husafell での観測地はずでに SNORRI 氏宅と決めていたので、船便で送った大量の観測器材が到着するまで、移動観

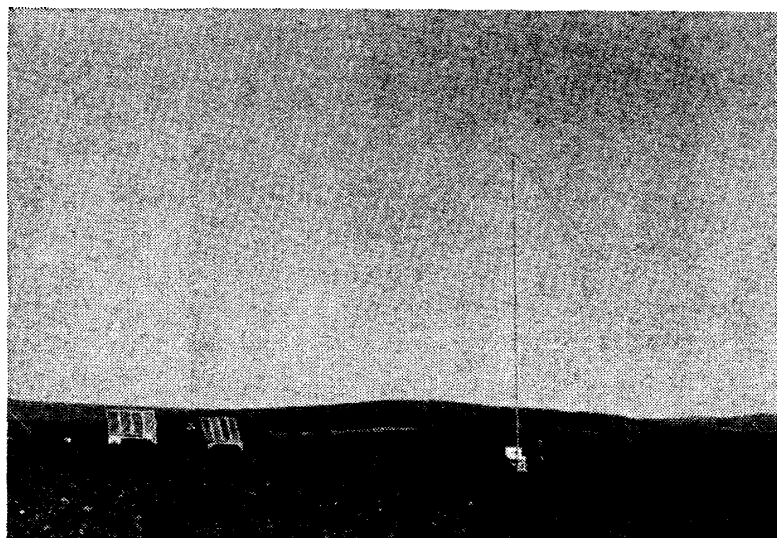


図 7 Husafell に建設した VLF アンテナと太陽電池システム
Fig. 7. VLF antenna and solar battery system constructed at Husafell.

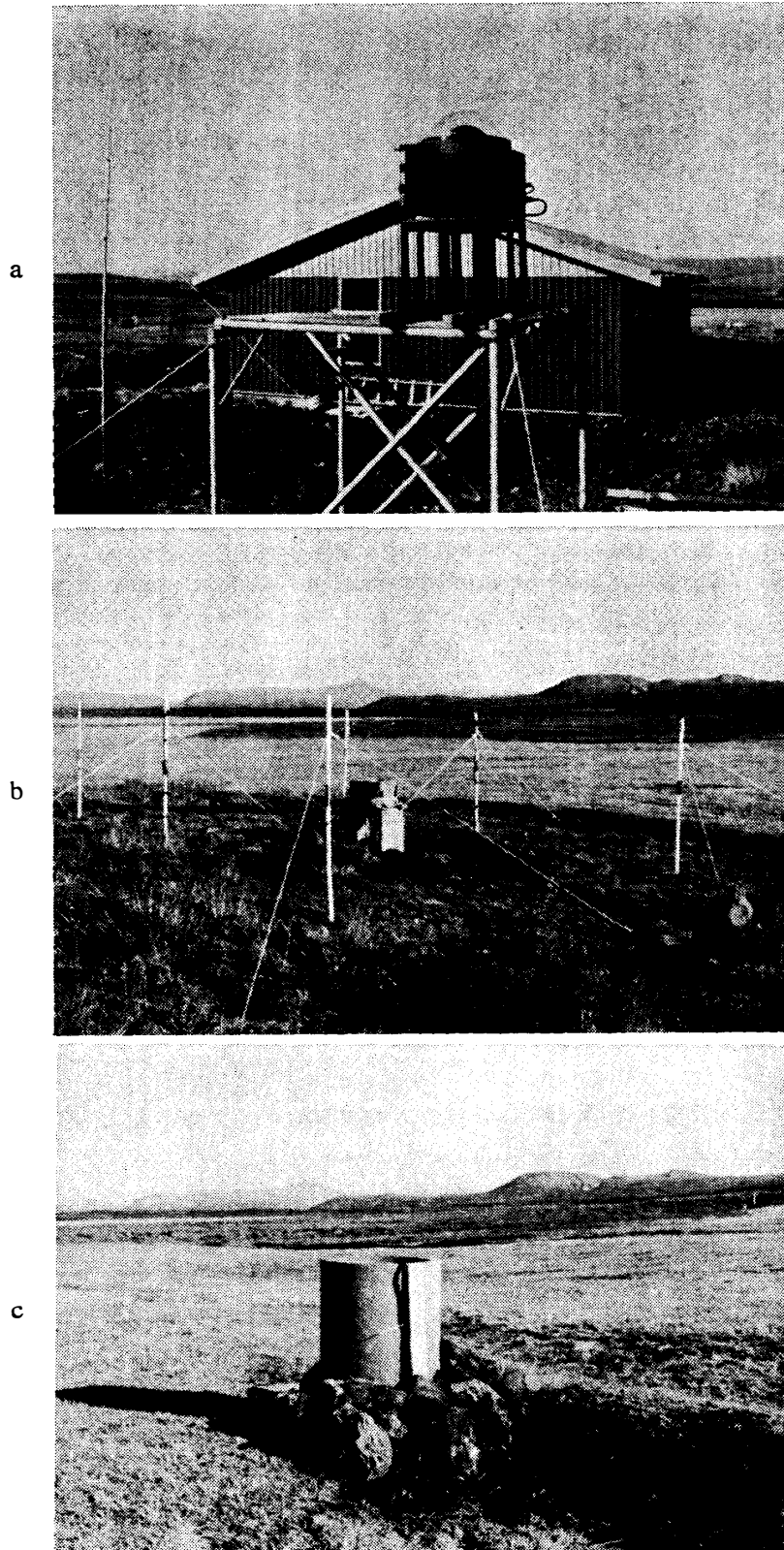


図 8 Husafell に設置した全天カメラ装置 (a), リオメータ (b) およびリングコア
磁力計 (c)
Fig. 8. All-sky camera (a), riometer (b) and ring-core type magnetometer
(c) constructed at Husafell.



図 9 Husafell の SNORRI 氏宅に設置した観測システム
 Fig. 9. Observation system constructed inside the SNORRI's home at Husafell.

測器を用いてノイズ調査を行い、センサーの設置場所を決めた。8月29日に船便の資材を積んだトラックが到着した。その後、大量の器材の解梱と観測機器の設置を開始した。観測機器、センサーの設置を始めるにあたり、3年間の連続観測を行えるよう、南極での経験を生かし、つぎの2点にとくに留意した。1) 屋外に設置するセンサー、アンテナ類のアンカーはすべてコンクリートを用いて固定する、2) 室内観測機器の配線は整理し、誰でもたやすく観測機器の維持ができるようにする。

太陽電池の土台作り、VLF ループアンテナのアンカー用土台作り、サーチコイルセンサーの穴掘り、リングコア磁力計の土台作り、全天カメラなどの設置は、屋外作業のなかでもとくに重労働であった。しかし、この屋外での建設期間中は天候に恵まれ、順調に作業を進めることができた。設置した VLF アンテナ、太陽電池システム、全天カメラ装置、リオメータ、リングコア磁力計、観測装置の室内配置を図 7-9 に示す。

派遣メンバーの国分 征が帰国する9月6日までには、屋外、室内の作業も山を越え、基本データの連続観測が可能となった。その後、連続観測を行いながら、センサーの補強、ケーブル埋め、観測機器のキャリブレーション、室内外配線ケーブルの整理、メンテナンスのマニュアル作りなどの作業を並行して行った。そのため、毎日かなりのハードスケジュールとなったが、予定どおり約1カ月間の連続データを収録することができた。この期間中、以下の興味深い現象を収録できた。1) Pc 1 脈動の活動度が高く、大振幅の Pc 1 がしばしば出現した、2) 発生頻度の少ない現象とされている Pg 脈動 (giant pulsation) が4回観測された、3) 各種の ELF-VLF 自然電波が受信された、4) 快晴日が4日間あり、全天カメラによる良質なオーロラデータが得られた。

9月30日今年度予定した Husafell での計画をすべて終了した。帰途 Reykjavik で Th.

SAEMUNDSSON と来年度以降の計画について打ち合わせを行い、10月2日アイスランドを離れた。日本へ帰国の途中、デンマークの宇宙科学研究所、ノルウェーのベルゲン大学、オスロ大学、NTNFR (科学と工学に関するノルウェー王立協議会の宇宙科学部門) に立ち寄り、60年度に予定している大気球観測に関する打ち合わせを行った。そして予定どおり10月8日に帰国した。

4. 観測の概要

今回予定した共役点観測は、1) Husavik, Isafjördur 付近で来年度予定している本観測に備えて、ノイズ調査などの移動観測を詳細に行い、センサーの設置場所を決定すること、および 2) Husafell において総合的な観測システムを設置し、約1カ月の連続観測を実施することであった。

4.1. 移動観測

移動観測システムを図10に示す。この観測の中で、とくに人工雑音の影響を受けやすい ELF-VLF 帯自然電波の観測に適した場所を探すために、名古屋大学空電研究所の協力により作製したバッテリー駆動の小型・軽量の受信器を用いた。来年度の本格観測時には、ELF-VLF 帯自然電波観測器をノイズレベルの低い人里離れた場所に設置し、テレメータを用いてデータを伝送する予定である。そのため、今回の予備観測では、観測所より半径10kmの範囲内で、ノイズレベルが低く、建設作業、メンテナンスが容易に行える場所を選定する必要がある。この目的にしたがって、Husavik では12地点、Isafjördur では2地点、Husafell では8地点でノイズ調査を実施した。

4.1.1. Husavik 付近での観測

Husavik における VLF ノイズ調査は、Husavik 飛行場付近で4カ所、Tjörnes 半島の

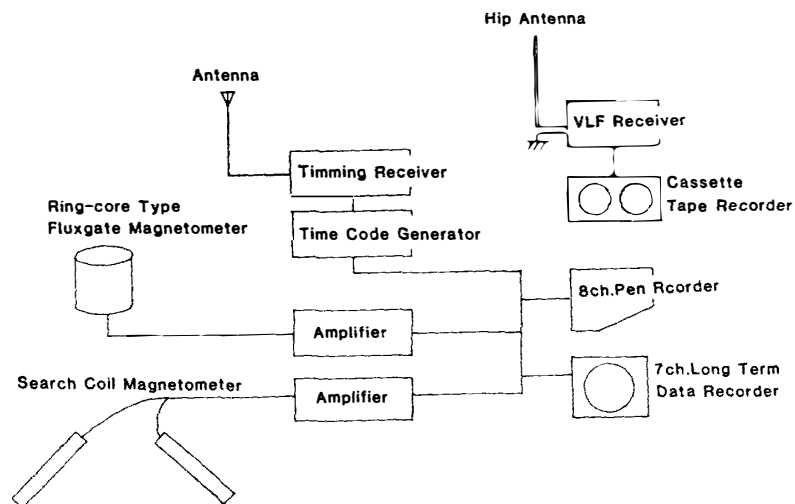


図10 移動観測システムのブロック図

Fig. 10. Block diagram of mobile observation system.

Manarbakki 付近で 8 カ所実施した。図11には、Manarbakki の EGILSSON 氏宅付近で実施した VLF ノイズの観測例を示した。この図で A-E までは家から 400 m までの地点の観測デー

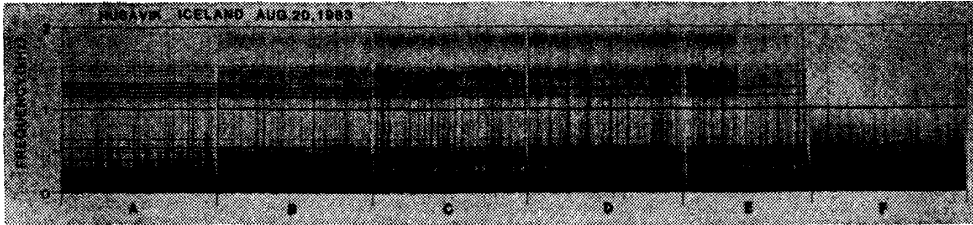


図 11 Husavik の Manarbakki で観測したノイズ調査の結果例。図の A-E は EGILSSON 氏宅から 400 m までの地点で観測した例であり、F は約 2 km 離れた地点である

Fig. 11. Examples of frequency-time spectra of VLF radio noise observed at Manarbakki. Observation points from A to E in this figure are located less than 400 m far from EGILSSON's home, and point of F is located about 2 km far from EGILSSON's home.

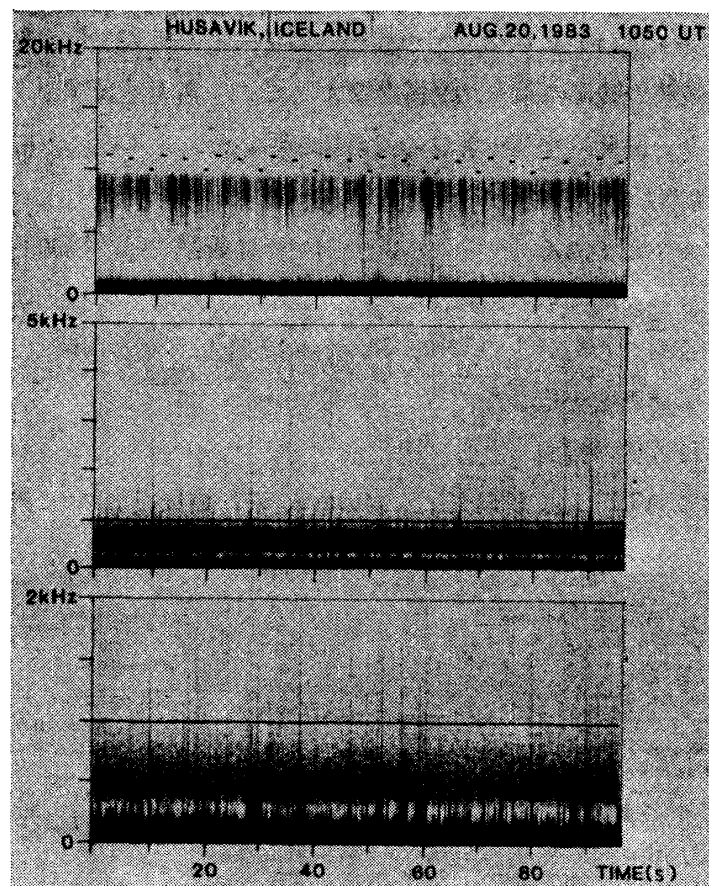


図 12 EGILSSON 氏宅から約 2 km 離れた地点で、移動用 VLF ノイズ観測器を用いて観測された例。周波数が 0.4–0.8 kHz に ELF エミッションが観測されている。図中の 1 kHz に見える強いバンドは VLF 受信器に内蔵されたタイムコード発生器からもれたノイズである

Fig. 12. Example of frequency-time spectra of VLF radio wave observed at Manarbakki. Natural radio waves called ELF hiss emission are received in the frequency range of 0.4–0.8 kHz.

タであり、F は約 2 km 離れた地点である。この図から明らかなように、F 地点まで離れると電源の高調波ノイズがほとんど受信されなくなる。F 地点で観測された ELF ヒスエミッ

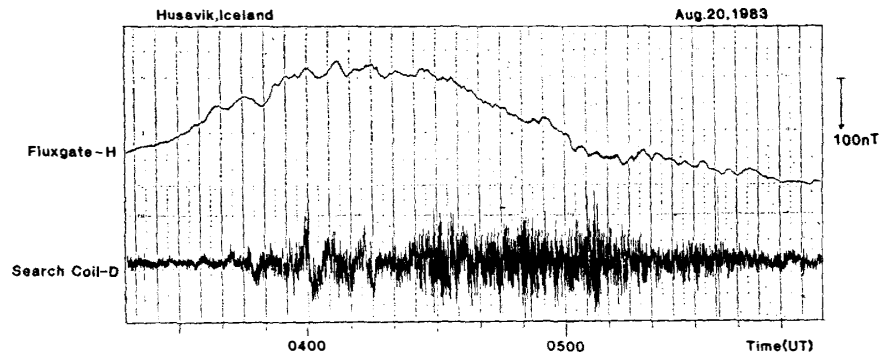


図13 Manarbakki で実施したリングコア型磁力計の H 成分出力とサーチコイル磁力計の D 成分出力の観測例

Fig. 13. Example of the data observed by ring-core type magnetometer and search-coil magnetometer at Manarbakki near Husavik.

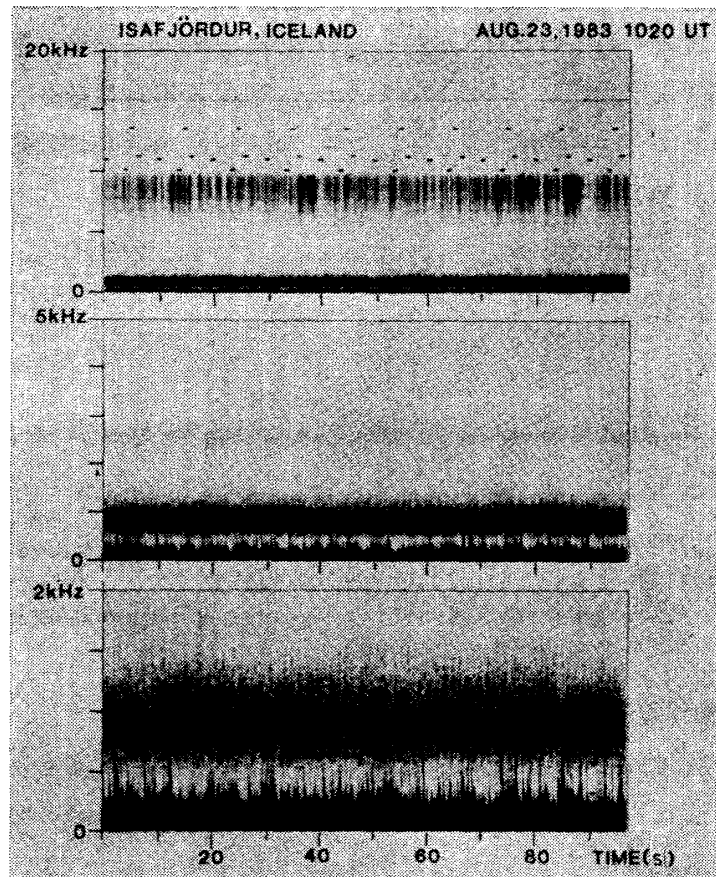


図 14 Isafjördur の MARVINSSON 氏宅より約 1.5 km 離れた地点で VLF ノイズ観測器を用いて受信した例。周波数が 0.5 から 1.4 kHz にポーラーコーラスエミッションが受信されている

Fig. 14. Example of frequency-time spectra of VLF radio wave observed at Isafjördur. Natural radio waves called polar chorus emission are received in the frequency range of 0.5–1.4 kHz.

ジョンの例を図 12 に示す。なお、1 kHz にある線状ノイズは観測機器に内蔵されているタイムコードジェネレータからのもれ込みである。移動の観測に用いた VLF ノイズ受信器は無指向性のホイップアンテナ（長さ 3 m）を使用している。

本観測時には指向性をもつループアンテナを用いることから、さらにノイズレベルの低い良質の VLF 帯自然電波の観測が期待できる。Manarbakki の農家を観測所に決定したのち、農家の一室を借りてリングコア型磁力計、サーチコイル磁力計、リオメータを設置した。収録されたデータの 1 例を図 13 に示す。なお、リオメータは設置時に故障し、修理不可能であったため、データを得ることができなかった。

4.1.2. Isafjörður での観測

Isafjörður はフィヨルド地形のため、観測候補地の選定は限定されていた。VLF のノイズ調査は MARVINSSON 氏宅より約 1.5–2 km 離れた谷間の 2 カ所で行った。観測結果を図 14 に示す。この図から明らかなように、この地点のノイズレベルは大変低い。約 3500 人の住む Isafjörður の町より直線でわずか 4 km 程度しか離れていないが、切り立った山と海の影響で町からの人工ノイズが遮へいされてしまうものと考えられる。予想外の低ノイズの環境が得られたため、来年度は良質な ELF-VLF データの収録が期待できる。ノイズ調査の後、Husavik と同様、リングコア型磁力計、サーチコイル磁力計を用いて数日間の連続データの収録を行った。その例を図 15 に示す。

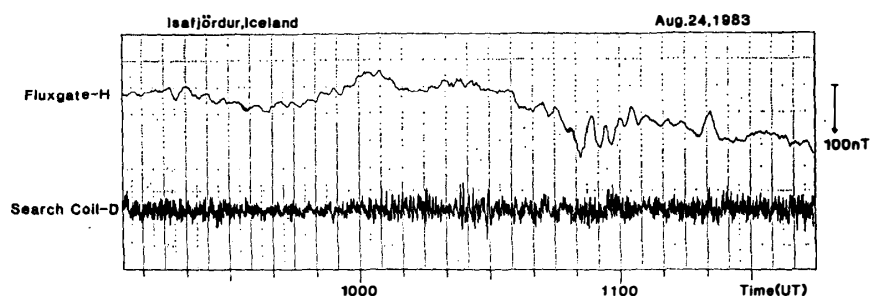


図 15 Isafjörður で数日間連続観測した時の、リングコア型磁力計の H 成分出力とサーチコイル磁力計の D 成分出力の観測例

Fig. 15. Example of the data observed by ring-core type magnetometer and search-coil magnetometer at Isafjörður.

4.2. Husafell における観測所建設

Husafell は昭和基地の共役点であることから、アイスランドに設置する 3 カ所の観測点のなかの中核観測所となるよう計画した。ここでは図 16 に示すように、昭和基地で観測している項目に近い総合観測を行う。今年度は図 16 の中の全天オーロラ TV カメラ、オーロラフォトメータを除いたすべての観測機器を設置した。

Husafell に観測システムを設置するにあたり、装置の維持が容易で、かつ、コンピュータによりデータ解析が能率的に行えるよう以下の項目に重点をおいてシステムを設計した。

- 1) 時刻精度：南・北半球で観測されるオーロラ諸現象の受信時間差を正確に知る必要が

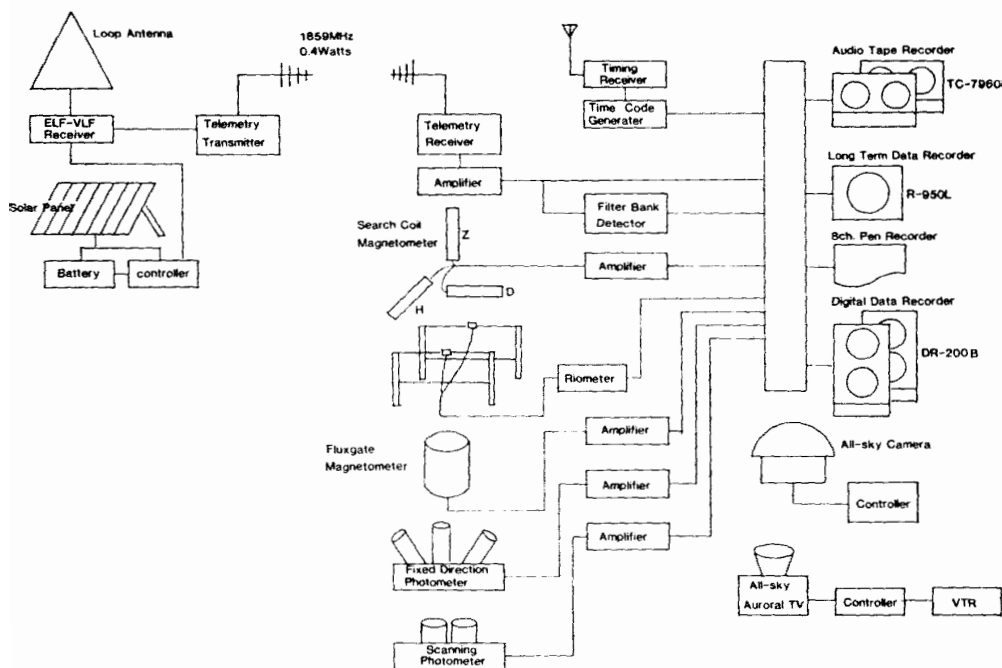


図 16 Husafell における総合観測ブロック図
 Fig. 16. Block diagram of observation system at Husafell.

ある。現在の昭和基地の時計システムは、NNSS 衛星からの時刻信号を受信するタイミングレーバとルビジウム標準周波数発信器によって時刻が管理されている。このシステムでは絶対時刻との誤差は $6 \mu\text{s}$ 以下である。アイスランドにこの装置を導入することは、予算の関係上無理なので、ここではイギリスの MSF 局からの 10 MHz , 15 MHz の標準電波を受信して時刻較正を行う標準時計装置を使用した。この装置によって維持される時刻の絶対時刻との誤差は 3 ms 以下である。共役点観測で注目している高エネルギー電子 ($\sim 40 \text{ keV}$) の地磁気赤道面から地上 100 km 付近までの伝搬時間は約 500 ms であるので、この時計装置を用いても今回の観測目的の時間精度は十分に満足されている。

2) データのデジタル化: 近年、データ収録はデジタル化されつつあり、昭和基地にも 1981 年に電子計算機が導入された。データのデジタル化は、精度のよいデータを取得できるという利点のほかに、データ解析のスピード化、規格化、汎用性という点で大きな利点がある。そのため、今回のアイスランドでの観測には、従来のアナログ記録に加えて、デジタル収録装置も導入することにした。このデータ収録により、高精度、かつ高速度で昭和基地との比較解析を行うことができる。

3) テレメータ伝送によるデータの質の向上化: ELF-VLF 帯自然電波は微弱な信号であるため、人工雑音の影響を受けやすい。昭和基地においても良質なデータを得るために、1981 年には西オングル島にセンサーを移動し、そこから昭和基地まではテレメータによりデータ伝送を行っている。アイスランドの観測においても VLF 自然帯電波はテレメータ伝送を行うことにした。

4) 太陽電池によるメンテナンスの簡易化: VLF 観測器は人里離れた所に設置し, テレメータ伝送をすることにしたが, その電力をいかに供給するかが問題である. バッテリーをひんぱんに交換するには大変な労力が必要となる. このため, 試験的な意味も考えて太陽電池システムを設置することにした. 今回設置した太陽電池の能力は, ソーラーパネルの出力電力が 320 W であり, バッテリーは 75 AH を 6 個使用した. このシステムを用いると, 計算上では真冬の 1 カ月を除いてメンテナンスなしでテレメータ送信器と VLF 増幅器に電力が供給できる.

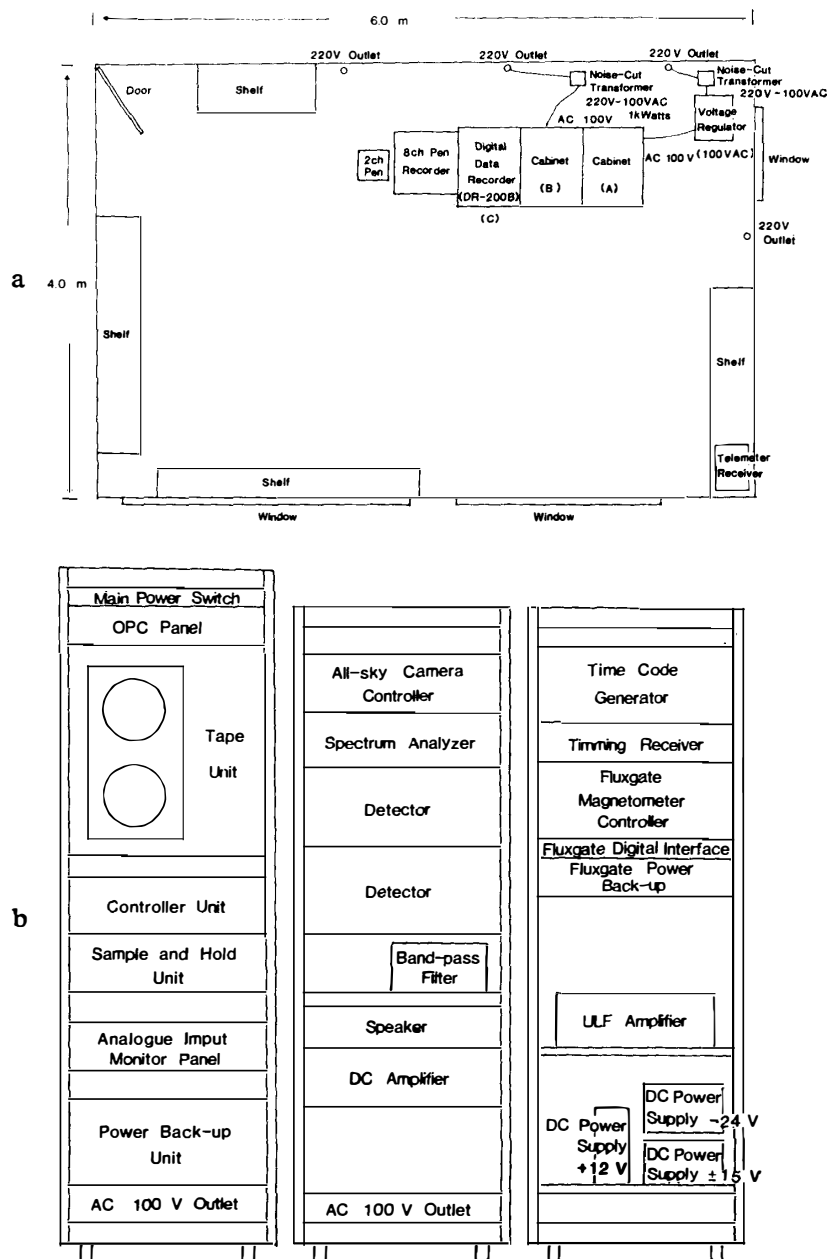


図 17 Husafell の SNORRI 氏宅の室内に設置した観測機器の配置図
 Fig. 17. A layout of the system constructed inside the SNORRI's home.

5) 観測機器の小型化, 観測精度の向上化: 磁力計, 全天カメラ装置をはじめ他の観測機器を, 小型で高精度, かつ安定作動を目指して製作した.

Husafell での観測は SNORRI 氏宅を観測所とし, 今回輸送した大量の観測器材を設置した. 観測所に設置した観測装置の配置図を図 17 に示す. ELF-VLF 観測装置は観測所より約 1.8 km 離れた道路の脇に設置した. この地点でループアンテナを用いてノイズの指向性を調査した結果を図 18 に示す. この図から明らかなように, アンテナの方向を少し変えるとノイズレベルが大幅に変化する. 図中の K, L の方向が最も低いノイズレベルを示した

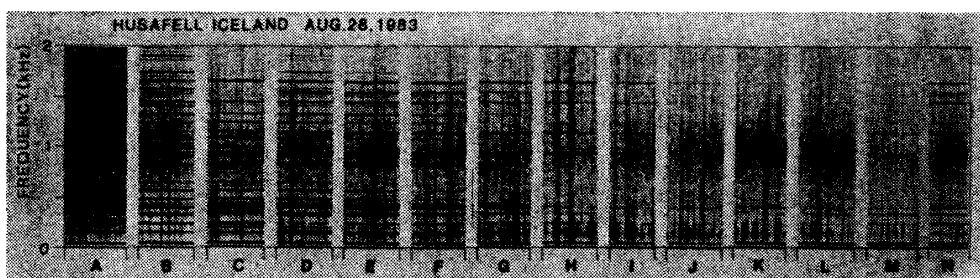


図 18 Husafell の SNORRI 氏宅より約 1.8 km 離れた地点でループアンテナを用いてノイズの指向性を調査した例. 図から明らかなように, アンテナの方向を少し変えるとノイズレベルが大幅に変化する. 図中の K, L の方向が最も低いノイズレベルを示した

Fig. 18. Example of the frequency-time spectra of VLF radio noise observed by the loop antenna at about 1.8 km far from SNORRI's home. A-N marked in this figure show different directions of the loop antenna at the same position. It is noticeable from this figure that artificial radio noise levels are changeable at each direction. The directions of the lowest artificial noise level are K and U in this figure.

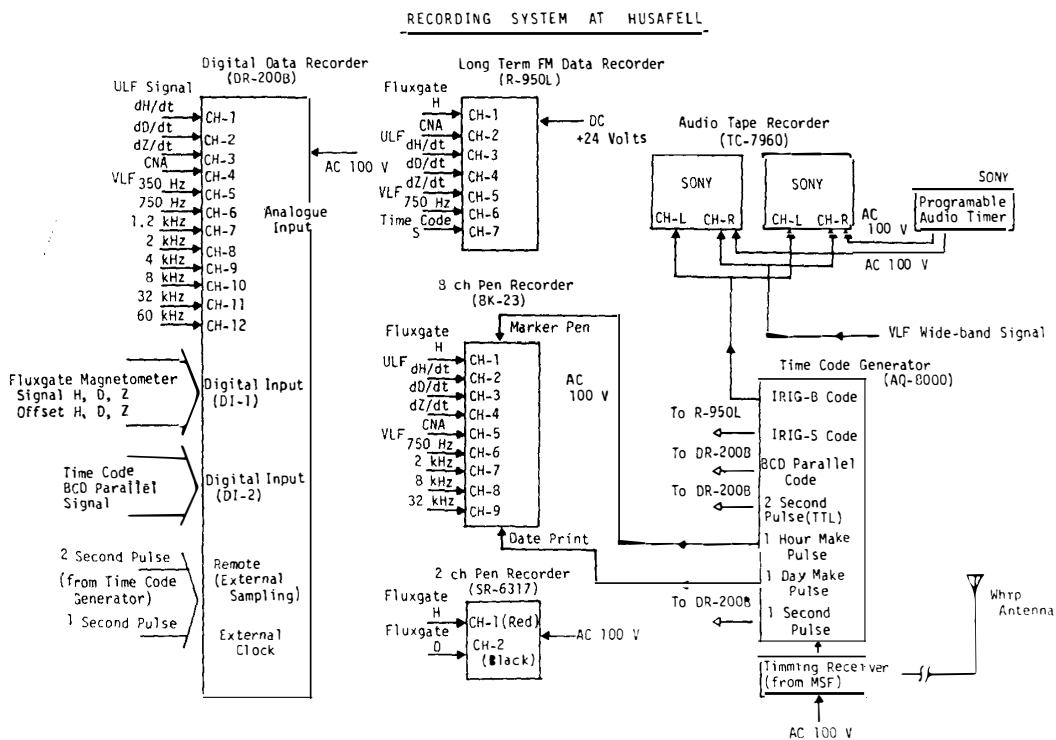


図 19 Husafell におけるデータ収録システム図
Fig. 19. Recording system at Husafell.

とにより、ノイズレベルが大幅に変化することがわかる。この図中の K, L の方向が最も低いノイズレベルを示す。この地点に高さ 10 m のループアンテナを建て、その近くに太陽電池、テレメータ送信器を設置した(図 7)。この付近は地盤がやわらかいことから、各装置の固定用アンカーはすべてコンクリートで固めた。サーチコイル磁力計、リングコア型磁力計は観測所から約 150 m と 70 m 離れた地点に設置した。その際、振動によるノイズを防止するために、コンクリートでセンサーの周囲を固定した。リオメータ、全天カメラは観測所の近くに設置した。

建設作業、データ収録は順調に進み、滞在中に数多くの興味深いデータが得られた。Husafell での最終的なデータ収録システムを図 19 に示す。

5. 結果の概要

Husafell で得られた約 1 カ月の連続データの解析を進めている。現在までにデータ整理された例を図 20-21 に示す。図 20 は 10 m のループアンテナを用いた VLF 観測器により、9

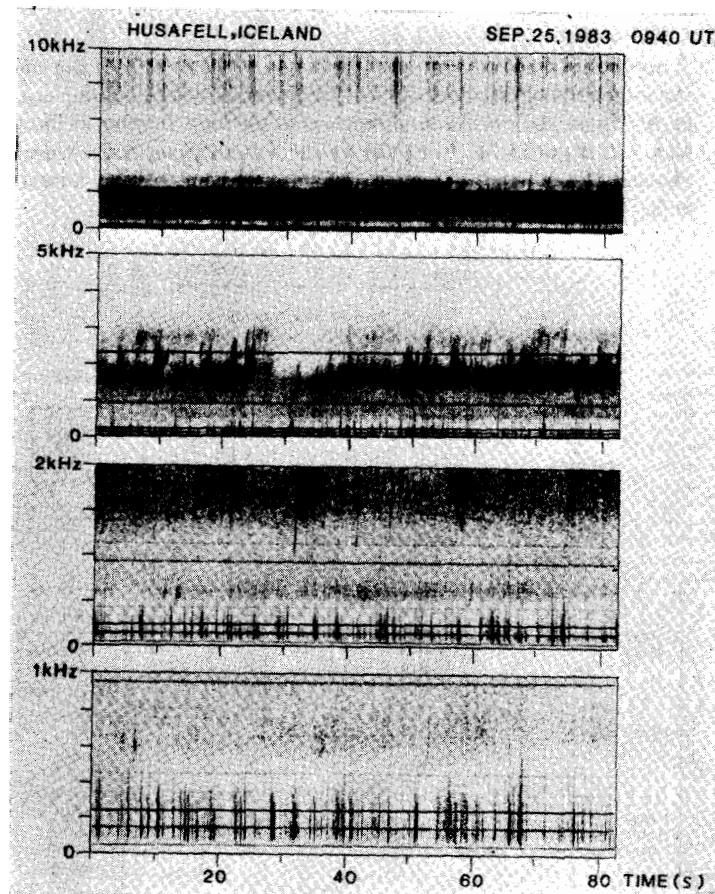


図 20 Husafell において 10 m の大型ループアンテナを用いて連続観測した際に観測された discrete emission の例

Fig. 20. Example of the frequency-time spectra of natural radio waves observed by the 10-m high loop antenna at Husafell. Discrete VLF emissions are observed in the frequency range of 1-3 kHz.

Husafell, Iceland Sep. 28, 1983 0015:30 UT

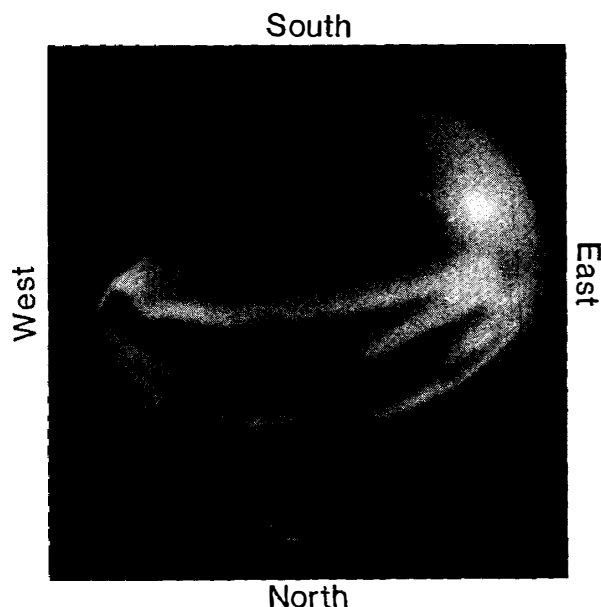


図 21 Husafellに設置した全天カメラで観測されたオーロラの例
 Fig. 21. Example of the auroral picture observed by all-sky camera at Husafell.

月 25 ■の朝方に観測されたディスクリート放射の周波数-時間スペクトル図である。図では人工ノイズの影響を理解できるように、1, 2, 5, 10 kHz の各周波数帯で表示した。この図から、強いディスクリート放射が 1-3 kHz に出現していることが明らかである。■ 21 は 9 月 28 日の快晴日の夜に、全天カメラ装置により観測されたオーロラの例である。今後は第 24 次観測隊の帰国を待って、南極で得られたデータとの詳細な比較解析を進める。

6. あとがき

今年の観測は、実施が決定されてから出発までの期間が短く、いろいろな面で立ち遅れた点が多かった。しかし、各方面の方々のご協力により、また幸運にもアイスランドの天候がよかったこともあり、当初考えていた計画をすべて実施することができた。この計画を実施するにあたり、永田所長をはじめ国立極地研究所の関係各位のご協力、また、アイスランドで観測所を提供して下さった、J. SNORRI, A. EGILSSON, K. JONSSON 氏や、現地で大変お世話になった M. GARDAR, G. JONSSON, K. THORSTEINSSON, J. SVEINSSON 氏をはじめアイスランドでご協力下さった方々に感謝の意を表します。

(1983年12月28日受理)