

1992年アイスランド共役点観測と現状

加藤賢一¹・小野高幸²・國武 学³・佐藤夏雄²・Thorestein SAEMUNDSSON⁴

Report of the 1992 Geomagnetic Conjugate Campaign and the Present Observation System in Iceland

Ken-ichi KATO¹, Takayuki ONO², Manabu KUNITAKE³, Natsuo SATO²
and Thorestein SAEMUNDSSON⁴

Abstract: The present paper describes the observation system and the maintenance work which the authors performed during the conjugate aurora observation period, from September 1 to October 5, 1992. The observation program consisted of observation of visible auroras with an all-sky SIT TV camera, aurora emission (670.5 nm and 844.6 nm) intensity measurements with a multi channel scanning photometer and ionosphere electron density measurement with a TECmeter that used radio waves transmitted from GPS and NNSS satellites. For the present observation program in 1993, new observation systems have been additionally facilitated with the all-sky TV, scanning photometer and TECmeter.

Maintenance work was performed on the continuous observation system. The main work was to rebuild a VLF antenna, to change induction magnetometer sensors and to remove a fluxgate magnetometer sensor. It is noted that continuous observation systems present several problems including superanuation and difficulty in obtaining spare parts.

要旨: 本報告では、1992年に著者らがアイスランドで行った共役点観測と定常観測のメンテナンスについて記述する。その共役点観測は Husafell を中心として、全天 SIT TV カメラによるオーロラ光学観測、multi channel scanning photometer によるオーロラ輝線強度観測そして GPS や NNSS を用いた TECmeter による電離層観測を同時に行った。定常観測のメンテナンスは、VLF アンテナの建て替え、induction 磁力計の交換や fluxgate 磁力計の設置場所の移動等を主に行った。アイスランドにおける共役点観測は約10年がたち、観測機器の老朽化が顕著に現れてきている。これらの観測機器の故障等の原因の推測とそれら定常観測システムの現状と問題点について考えてみた。

1. はじめに

南半球にある昭和基地から磁力線に沿って、北半球に投影するとアイスランド上に来る。この1本の磁力線で結ばれている点を昭和基地の地磁気共役点という。この地磁気共役点間でオーロラ同時観測を行うと、一般にオーロラは同じ形になると考えられている。しかし実際は完全な一致はせず、発光強度、形態、領域などで相違が見られる。そのような相違が現

¹ 東海大学工学部航空宇宙学科, Department of Aeronautics and Aerospace, Tokai University, Kitakaname 1117, Hiratsuka 259-12.

² 国立極地研究所, National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

³ 通信総合研究所, Communications Research Laboratory, 2-1, Nukui-Kitamachi 4-chome, Koganei-shi, Tokyo 184.

⁴ Science Institute, University of Iceland, Dunhaga 3, Reykjavik, 107, Iceland.

れる原因を追求することは、その発生機構などを知る手掛かりとなりうる。特に、昭和基地とアイスランドはオーロラ帯（地磁気緯度 65° – 75° 付近、その緯度はオーロラの出現頻度が高い）に位置し、共役点間でオーロラ現象の地上観測が可能な唯一の観測点となっている。またオーロラに限らず、極域では数多くの超高層物理現象が観測される。このような共役点間での地上同時観測は、それらの発生機構や伝搬機構そして電離圏の様子を解明する上で重要である。

昭和基地の地磁気共役点のあるアイスランドにおける超高層物理現象の定常観測は、1983年 Husafell から開始された。その観測とそれらのシステムは佐藤ら (1983) に示されている。また、同年にアイスランドの各地点で予備調査が行われ、翌年の1984年 Tjornes, Isafjordur の2地点でさらに観測を始めた。これらの最終的な観測システムは佐藤ら (1984) が示している。しかし、1989年 Isafjordur の観測点は、委託観測先の家庭の事情により、終了することになった。その代わりに、Isafjordur から約 30 km 離れたフィヨルド内の Aedey 島に観測点を移した。Aedey 島の地磁気経度は Isafjordur の時よりも Husafell に近くなったことから、諸現象の地磁気緯度方向変化を調べるにはより有利な条件となった。また、1989年以降定常観測以外にも、Hof, Holmar, Efri といった観測点で fluxgate 磁力計や induction 磁力計を用いた ULF や地磁気変化の観測を行っていた。1991年には共役点観測のキャンペーン期間中以外にも、Husafell と Efri でのオーロラステレオ観測が行われている。

アイスランド内の定常観測点の地理・地磁気座標を表1に示す。また図1はアイスランド内での観測点位置と、TSYGANENKO (1987) の地球磁気圏モデルから求めた1992年10月1日の昭和基地の地磁気共役点の日変化を示す。図からもわかるように共役点は日変化がある。その日変化も季節や地磁気活動度をあらわす Kp によって変化する。そしてその共役点は年々 Tjornes に近くなっている (ONO, 1987)。これらのことから、imaging riometer (170 km 四方を 8×8 の空間分解能を持った riometer) による CNA 観測を、1990年 Tjornes に設置した。1991年には昭和基地にも設置され、imaging riometer による共役点間の CNA 観測が新たに行われている (山岸ら, 1992)。

以上のような観測が、現在 Husafell, Tjornes, Aedey の3点で通年超高層物理現象の連続観測が続けられている。

今回、著者らが行った1992年のアイスランド共役点観測の目的は、大きく分けて観測とメンテナンスの2つをもって計画された。メンテナンスは定常観測システムの様々な修理修正、観測記録システムの整理及び観測資材の補充と撤収を行い、観測は multi channel scanning photometer によるオーロラ光強度観測、GPS や NNSS を用いた電離層観測そして全天 TV カメラによる昭和基地との同時共役点間オーロラ観測を行った。本報告では、1992年アイスランド共役点観測で行われたメンテナンス、観測そして現在アイスランド共役観測点における問題点について記述する。

表 1 アイスランド共役観測点と昭和基地の地理座標及び IGRF1990 のモデルから求めた地磁気座標と L 値

Table 1. Geographic and geomagnetic coordinates and L values of three stations in Iceland and Syowa Station, estimated from the IGRF 1990 model.

	地 理		地 磁 気		L 値
	緯 度	経 度	緯 度	経 度	
Husafell	64.67	338.97	65.93	68.76	6.01
Tjornes	66.20	342.88	66.90	73.15	6.49
Ae dey	66.09	337.35	67.63	68.55	6.90
昭和基地	-69.00	39.58	66.54	71.87	6.31

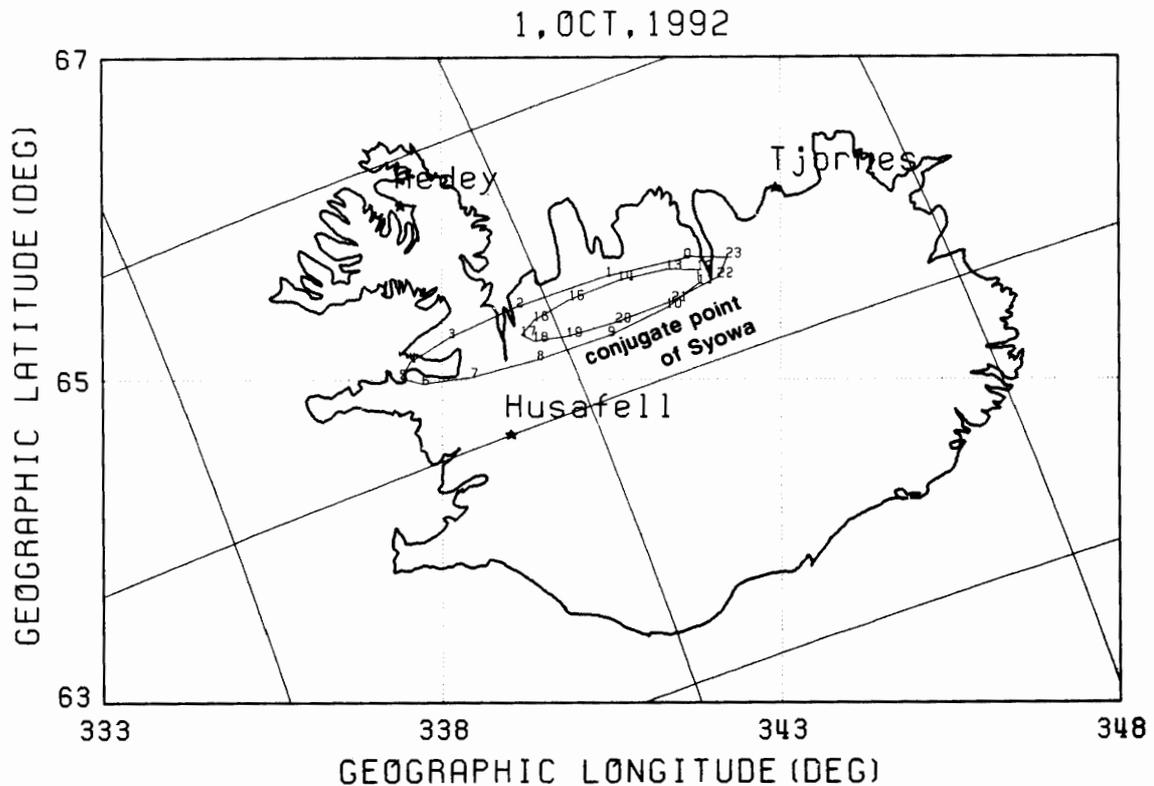


図 1 アイスランド共役観測点の位置と昭和基地の地磁気共役点の日変化。昭和基地の共役点は TSYGANENKO (1987) の地球磁気圏モデルより求めた。その日変化は 1992 年 10 月 1 日の $Kp=3$ の時のものである。

Fig. 1. The location of the observations in Iceland, and the daily variation of geomagnetic conjugate points for Syowa Station, estimated from TSYGANENKO (1987)'s geomagnetic field model with $Kp=3$ on October 1, 1992.

2. 行動概要

アイスランド内での移動や観測メンテナンスなどの行動を観測点ごとに記述する。

Husafell

9月2日前日アイスランド大学の SAEMUNDSSON 教授と打ち合わせを済ませた小野と國武

らが Husafell に到着する。日本から送られてきた観測機器を開梱し、multi channel scanning photometer, NNSS や GPS を用いた TECmeter の観測システムを設置する。また、Husafell に残置されていた全天 TV カメラを設置し、以後これらの観測を始める。

9月5日前日、小野と Reykjavik で合流した加藤が Husafell に到着する。

9月13日 Husafell の fluxgate 磁力計用のケーブルの断線を発見し、日本に対し交換のための新しいケーブルを送るように手配する。

9月14日國武は、GPS による TECmeter を撤収し、飛行機で Tjornes へ向かう。小野と加藤は Holmar へ向かい、そこで以前から続けられていた ULF 観測システムを撤去する。

9月15日小野と加藤が Tjornes へ向かう。

9月19日 Tjornes より小野が戻り、オーロラ全天 TV カメラ、multi channel scanning photometer による観測を以後続ける。

9月27日加藤が Tjornes よりもどってくる。この日までに、小野によって Husafell の fluxgate 磁力計の新しい設置場所を決定する。

9月28日その新しい設置場所に穴を掘り始め、下が岩盤らしき深さまで掘り下げる。そして土台となる型にコンクリートを流し込む。

9月30日極地研から送られて来た磁力計のケーブルを、アイスランド大学の SAEMUNDSSON 教授から受け取るために、Reykjavik へ向かう。受け取り後、Husafell に戻り新しいケーブルへ試験的に交換を行う。

10月1日センサーを新しい場所に移し、そして新しいケーブルに交換する。水平、磁北方向やオフセットをあわせ、キャリブレーション電流による試験を行うが、以前の状態と変わるような問題は特になく観測を続ける。

10月2日小野が Tjornes へ向かう。fluxgate 磁力計センサーの周りやケーブルをすべて埋める。

10月3日國武が Tjornes より戻って来る

10月4日國武がイギリスへ向かうため、Husafell をあとにする。NNSS による TECmeter の観測機器を撤去する。またオーロラ観測を終わった後、観測機器や観測記録をすべて撤収し梱包を終わらせる。

10月5日 Husafell を去り、SAEMUNDSSON 教授へ輸送費用等の支払いを済ませ、翌日アイスランドを発った。

Tjornes

9月15日小野と加藤が Husafell から、定常観測の補助品等を積み、車で Tjornes へ到着する。Husavik の空港で國武と合流する。

9月16日 induction 磁力計3本を掘り返す。GPS による TECmeter の観測機器や全天 TV カメラを設置し、観測を開始する。

9月17日 Holmar から持って来た induction 磁力計に交換する。Z成分には水が溜まっていたため、センサーを固定する程度にした。

9月18日小野が Husafell に戻る。

9月22日 induction 磁力計とそれらに接続されたケーブルを土の中に埋める。

9月27日加藤が Husafell へ戻る。

10月2日小野が Husafell より到着する。全天 TV カメラ、TECmeter を撤去し、観測記録等を撤収した後、小野と國武は Tjornes を去る。

Aedey

9月9日 Husafell より、小野、加藤、JOHANESSON 氏とその友人の4人で Aedey 島に向かう。島から近い岸に HELGASON 氏のボートに乗船して、島に上陸する。VLF用ループアンテナのポール、ステーやケーブルを交換する。

9月10日不必要な観測資材や観測記録を撤収し、Husafell に戻る。

3. 観測概要

1992年アイスランド共役点観測は、Husafell で全天オーロラ TV 観測、multi channel scanning photometer と NNSS や GPS を用いた電離層電離度の観測を9月3日から10月3日まで行った。また、Tjornes では9月16日より10月1日まで全天オーロラ TV 観測を始めた。また、Husafell より GPS による TECmeter を移動して観測を実施した。

3.1. 全天カメラによるオーロラ観測

オーロラ TV 観測は、この期間昭和基地との共役点間の同時観測として行われていた。それらの映像は、SIT TV カメラを用いて 8mm VTR テープに収録している。今回の観測期間中、地磁気活動度はあまり活発ではなく、特に後半の期間は静かであった。その上、アイスランドの天気は変わりやすく、昼間は晴れていても夜には曇りになることが多くなかなか観測が行えなかった。しかしそのような観測状況にもかかわらず、Husafell では16日間観測し約60時間のデータが得られた。また、Tjornes では6日間観測を行い約18時間のデータが得られた。

3.2. Multi channel scanning photometer によるオーロラ輝線強度観測

Multi channel scanning photometer (図2)による観測の目的は、地上のオーロラ光学観測から得られるオーロラ輝線強度比より、降下電子の平均エネルギーや全エネルギーを求めることを目的としている。また、この観測は将来アイスランドで地磁気子午面上に photometer ネットワークを設置するための初期観測、そして昭和基地との共役点観測のためである。将来の無人観測実施のため、星夜光あるいは雲に反射した市街光の監視によって、天気を判断



図 2 Multi channel scanning photometer (右側) と全天 SIT TV カメラ (左側) を設置したところ

Fig. 2. Multi channel scanning photometer (right) and all-sky SIT TV camera (left) set at Husafell.

するチャンネルが設けられている。

今回行った輝線強度の観測では、670.5 nm と 844.6 nm を用いた。また、この multi channel scanning photometer は、走査の速度 (最高 1 秒) やサンプリング周期 (最高 1 kHz) が今までのものよりも早く、高時間分解能、高空間分解能であることも特徴である。

オーロラ TV 観測と同時観測を行い、14 日間観測し約 48 時間のデータが得られた。

3.3. NNSS や GPS を用いた TECmeter による電離層観測

NNSS は、アメリカ海軍の航行衛星システム (Navy Navigation Satellite System) の略である。その衛星は、1000–1200 km 上空を約 100 分で地球を 1 周する極軌道上にある。そして、150 MHz と 400 MHz の 2 つの電波を送信している。この電波から生じたドップラー効果によって周波数変位したそれぞれの周波数の差 (差分ドップラー) から、電波のパス上の全電子数 (total electron contents; TEC) の微分値が直接求められる。その差分ドップラーは、

$$\Delta f_D = -C \times \frac{\partial N_T}{\partial t} = f_{150} - \frac{3}{8} \times f_{400},$$

で現わされる。C はパス上の電離層での電子の電荷、質量や送信周波数によって求まる係数である。この f_{150} , f_{400} は、送信されたドップラー効果による周波数変位をうけた周波数を表している。この差分ドップラーが正だとパス上の電子が減少し、負だと電子が増加する。NNSS を用いた観測は 30 日間行われ、約 740 時間のデータが得られた。

GPS は、米国国防総省が進める人工衛星を用いた全地球規模の測地システム (Global Positioning System) の略である。その衛星は、約 20000 km 上空を約 12 時間で地球を 1 周する円

軌道にある。そして 1.575 GHz と 1.228 GHz の電波を発射し、その 2 つの周波数間の相対遅延時間から、そのパス上の全電子数 (TEC) を推測することができる。その全電子数 N_e は

$$N_e = \frac{\Delta T}{134 \times \left(\frac{1}{f_l^2} - \frac{1}{f_h^2} \right)},$$

より求められる。 ΔT は相対遅延時間を表す。その観測システムを、図 3a, b に示す。結果、Husafell で 12 日間観測し、約 262 時間のデータが得られた。Tjornes では 17 日間観測を行い、約 390 時間のデータが得られた。

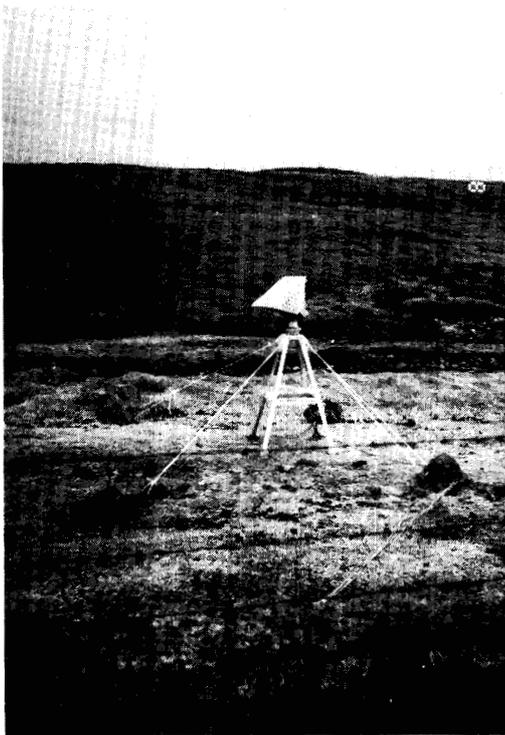


図 3a TECmeter に接続された GPS から送信された電波を受信するアンテナ

Fig. 3a. Antenna connected to TECmeter and receiver for GPS.



図 3b TECmeter 本体とデータを集録するためのパソコン

Fig. 3b. TECmeter and a computer for data recording.

4. メンテナンス概要

1992 年共役点観測のもう一つの目的である定常観測システムのメンテナンスについて示す。メンテナンスは、毎年または 2, 3 年ごとに 1 回行うものと、今回だけと思われるものに分かれる。そして、この共役点観測期間以降にアイスランド大学の技官らによって行われたメンテナンスも示す。

4.1. 毎年または2,3年ごとに1回行うメンテナンス

これは、観測資材の補充品や観測機器等のチェックにあたる。

- (1) Fluxgate 磁力計センサーの水平と方向やオフセットを各観測点で調整。
- (2) AQ8000 と BUP1100 のバックアップ用バッテリーを各観測点で交換。
- (3) Husafell と Tjornes の VLF の telemetry 用の太陽電池の充電電池と空気積層電池の交換。

4.2. 観測機器の修理交換

今後、特に異常がなければ行われまいであろう修理補修にあたる。ほとんどの修理は、日本を立つ前から行うことが決まっていたが、以下の (4) に示すメンテナンスは、現地で急ぎ行われたものである。

- (1) Aedey に建てられていた VLF のループアンテナが倒れたためポール、ステーやケーブルの交換

以前のものは、1989年の Aedey 島への移転と共に立て直されたものである。しかし冬期、ポール、ケーブル、ステーなどへ氷や雪が付着した重みのために、またフィヨルド内にある Aedey 島は風が強いために倒れたと思われる。

- (2) Time code generator の表示時刻の修正、timing receiver のトーン信号の調整そして受信アンテナの交換

Husafell では9月8日に、time code generator の表示時刻の3秒の遅れを修正した。その time code generator は、イギリス MSF からの 15MHz 標準電波を受信している timing receiver から送られてくるトーン信号より、自動的に時刻更正を行っている。しかし、Husafell では受信アンテナの不良により、この電波を安定して受信できず、時刻更正ができなかったのが原因でその遅れが生じたと考えられる。また、timing receiver のトーン信号のレベルが低くすぎたのも原因であると考えられる。受信アンテナ交換後は、このトーン信号のレベルを調整することにより、正常な動作をするようになった。

- (3) Tjornes の ULF センサーの交換

Tjornes の ULF センサーが不良となったと思われるので、Holmar から撤去した ULF 観測システムと交換を行うことにした。そのセンサーを Tjornes の inductoin 磁力計の H , D 成分に交換し、 Z 成分はここで使用されていた H 成分のセンサーに溜まっていた水を抜いた後のものに交換した。図4にその交換前 (9/9) と後 (9/29) の3成分を示す。上側が交換する前 (9/9) で、下側が交換後 (9/29) のものである。各図は上から H , D , Z 成分を表している。以前は、 D 成分は完全に飽和し、 Z 成分では1日の間にこう配が現れている。恐らくこのような飽和やこう配は、センサーの中に溜まった水によりバイアスの変化から生じたためと思われる。特にこの場所は牧草地であるため、センサーを取り出すための穴を掘っている時、 Z 成分ではセンサーが隠れるほど水が溜まるほどであった。そのため、センサーやケーブルの接

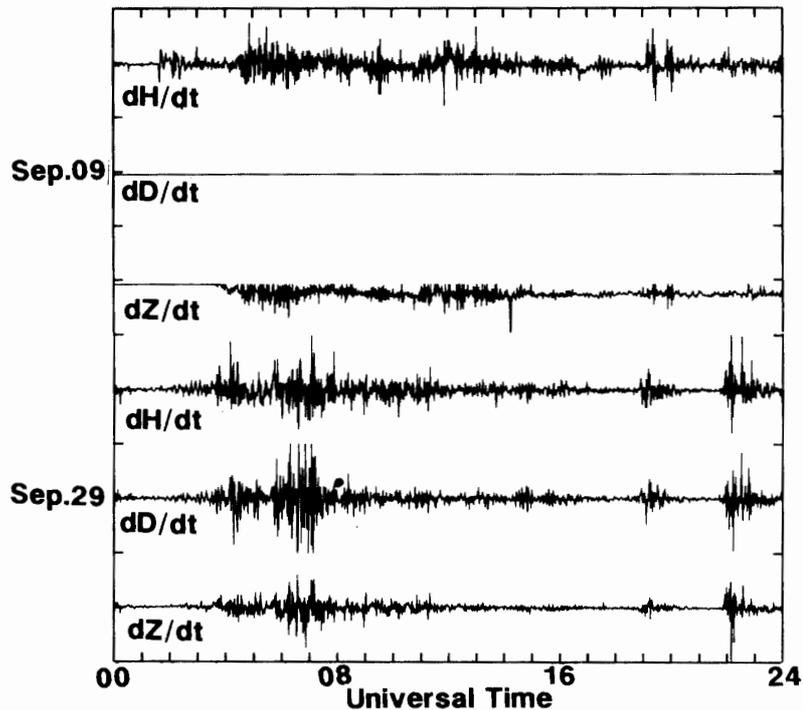


図 4 Tjornes の induction 磁力計を移動する前と後のサマリープロット. 上側が交換する前 (9/9) で, 下側が交換後 (9/29) のものである. 各図は上から H , D , Z 成分を表している.

Fig. 4. Summary plot of data observed with induction magnetometer at Tjornes. The upper panel shows the data the day before the magnetometer, were placed and the lower panel shows the data the day after.

続部には, シリコンを付着させその上にビニールを被せることによって, それらを防ぐことにした.

(4) Husafell の fluxgate 磁力計のケーブルの交換とセンサーの設置場所の移動

Husafell の fluxgate 磁力計の D 成分が飽和していることから, ケーブルの断線を発見し新しいケーブルに交換した. また, その際 fluxgate 磁力計のセンサーの場所を下が岩盤と思われる所に移動した. 以前は牧草地上にあったため, 水平が経年変化や季節変化が生じていた. おそらく地下が凍ったり溶けたりするためによると思われる. その結果オフセット値のこう配が現れていた (橋本ら, 1993). 今回行った処置はそれらの影響を取り除くために行われたものである. 図 5 に Husafell の fluxgate 磁力計のセンサーの設置場所を移動した直後の 1992 年 10 月と 4 カ月後の 1993 年 1 月の月変化を示す. 月変化は各成分の 12-13 UT の平均を日ごとに求めたものである. 上から H , D , Z 成分を表す. データを解析した結果, 図 5 に現れているように今回の設置場所の移動によって, オフセット値の以前のようなこう配は現れなくなったと考えられる. また, 修理作業後の 4 カ月の間にオフセット値の顕著な変化は見られなくなった.

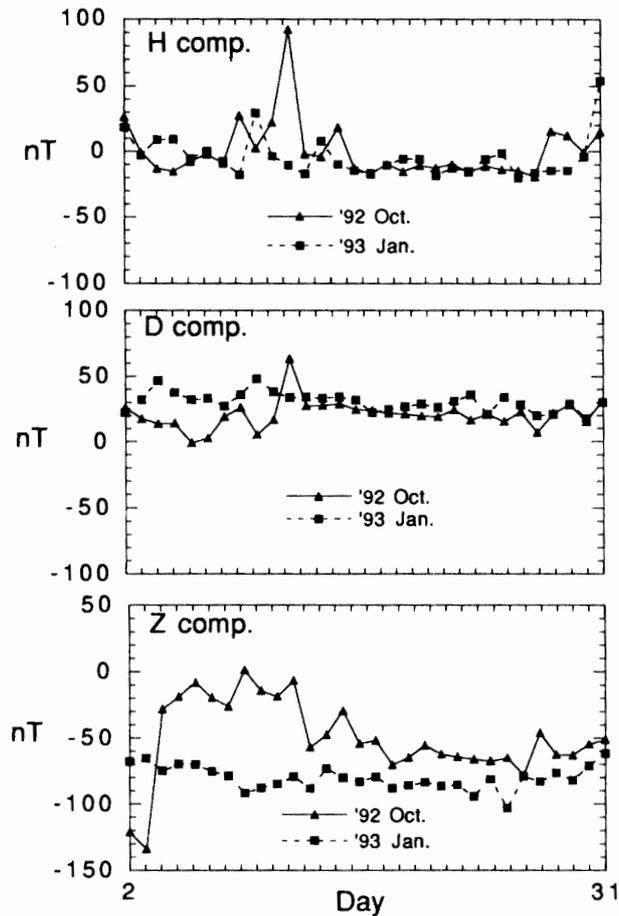


図5 HusafellのFluxgate磁力計を交換した後の1992年10月と1993年1月の月変化。月変化は各成分の12-13 UTの平均を日ごとに求めたものである。各パネルは上からH, D, Z成分の変化を表す。

Fig. 5. Monthly geomagnetic variations obtained from the Fluxgate magnetometer after the replacement at Husafell. The variation is derived from October 1992 and from January 1993 and is average calculated by 12-13 UT data of each day.

(5) 記録系システムと電力供給系システムの結線図を作成

観測期間中以外、アイスランド大学科学研究所の技官らがメンテナンスを行っている。記録系システムと電力供給系システムの結線図は、徹底した観測を行う上で必要不可欠であるが、初期の観測システムからは年々の機材の支援等により結線や観測システムの状態が変わって来たため今回新しく作成した。それら今回作成した各観測点の記録系システムは図6 a, b, cに示し、電力供給系システムは図7a, bに示す。

4.3. 共役点観測期間以降に行われたメンテナンス

共役点観測をかねた期間中にすべての定常観測のメンテナンスや観測資材の補充を行っている。しかし、それ以外の期間に観測機器が故障した場合でも、観測を中止するわけにはい

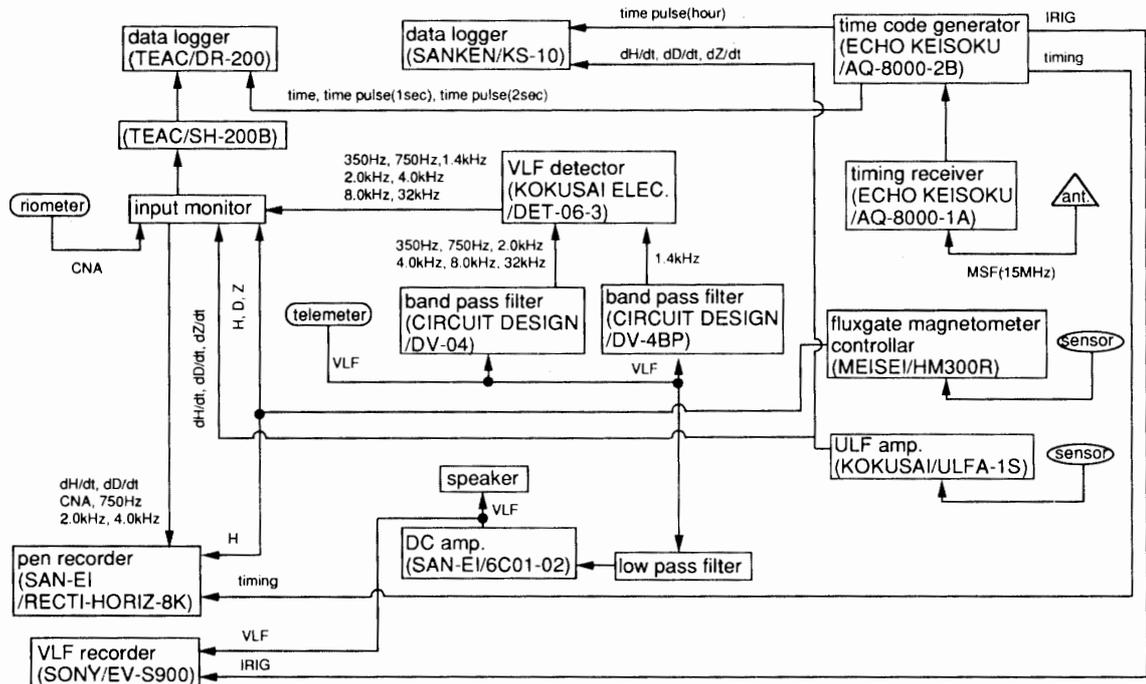


図 6a Husafell の記録システムの結線図
 Fig. 6a. Recording system at Husafell (Augastadir).

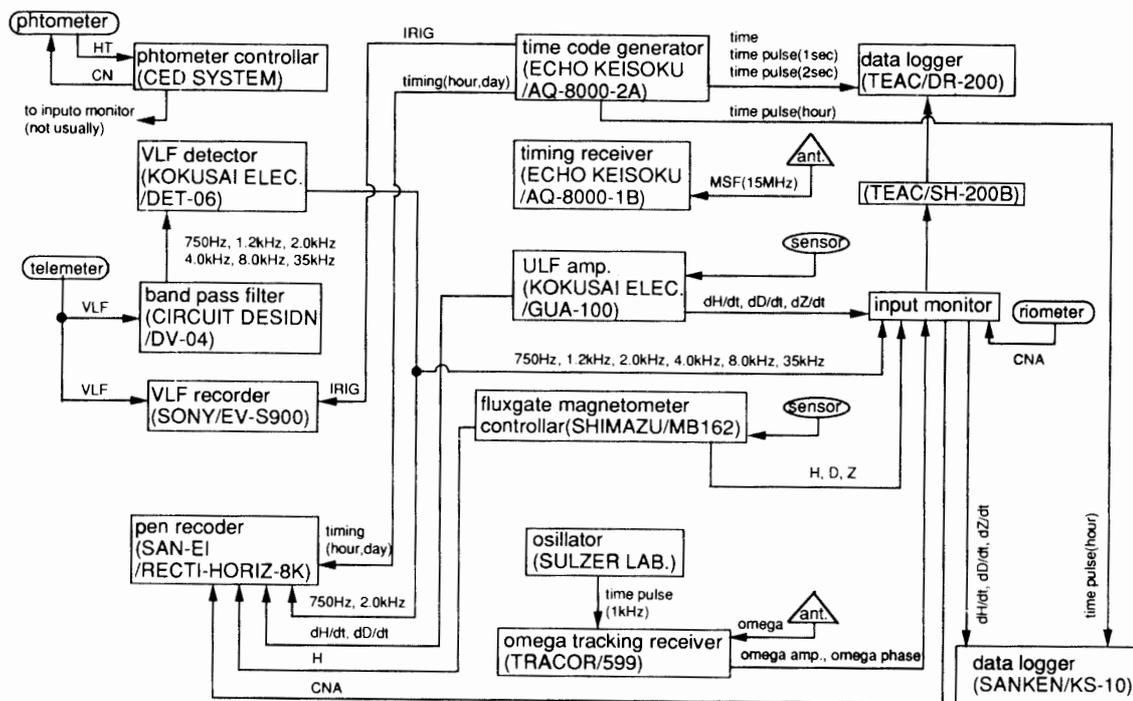


図 6b Tjornes の記録システムの結線図
 Fig. 6b. Recording system at Tjornes (Manarbakki).

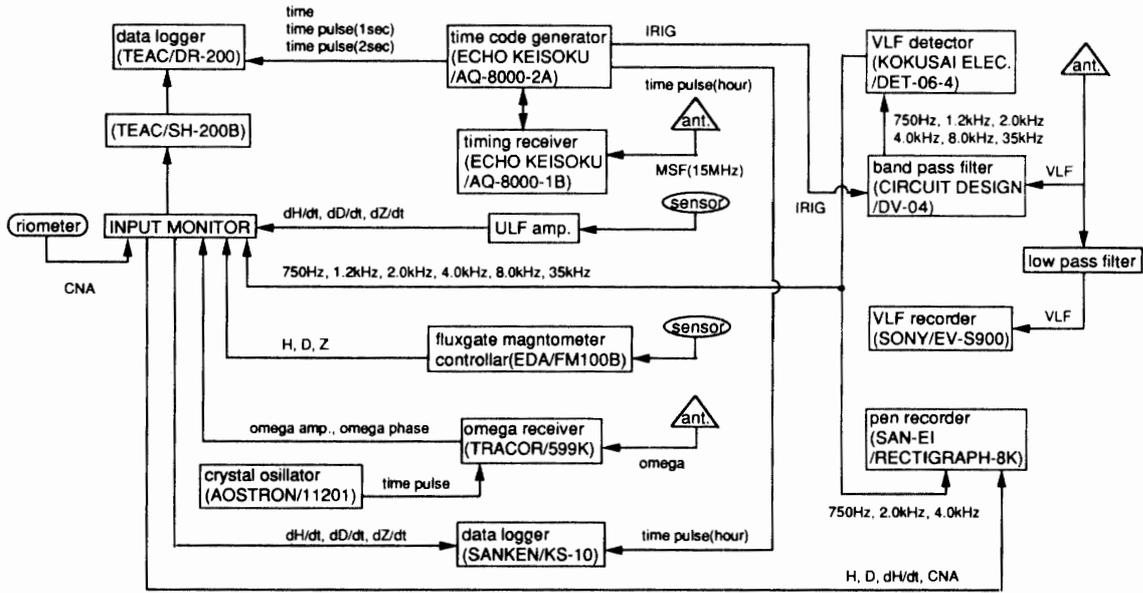


図 6c Aedeý の記録システムの結線図
Fig. 6c. Recording system at Aedeý.

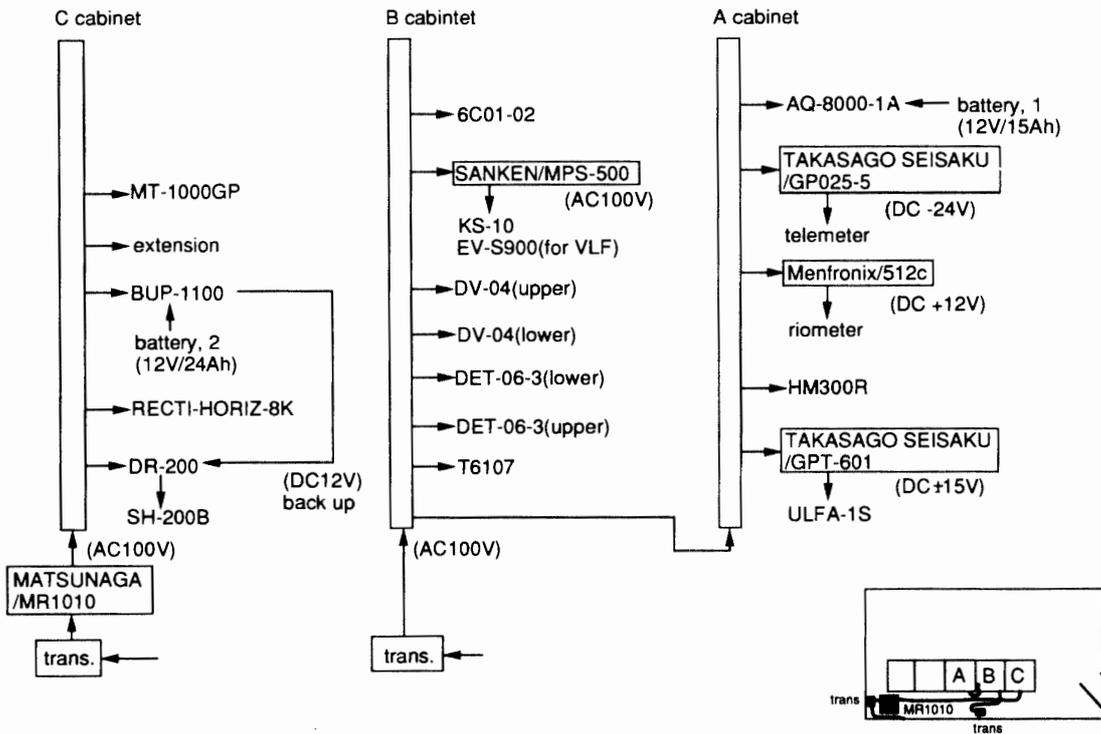


図 7a Husafell の電源供給システムの結線図
Fig. 7a. Power supply system at Husafell (Augastadir).

かない。そのような場合、アイスランド大学科学研究所の技官らによって修理や補修が行われる。例えば、著者らが帰国した後、現在までの観測や装置等の故障や修理について5件連絡があったので、それらを以下に示す。

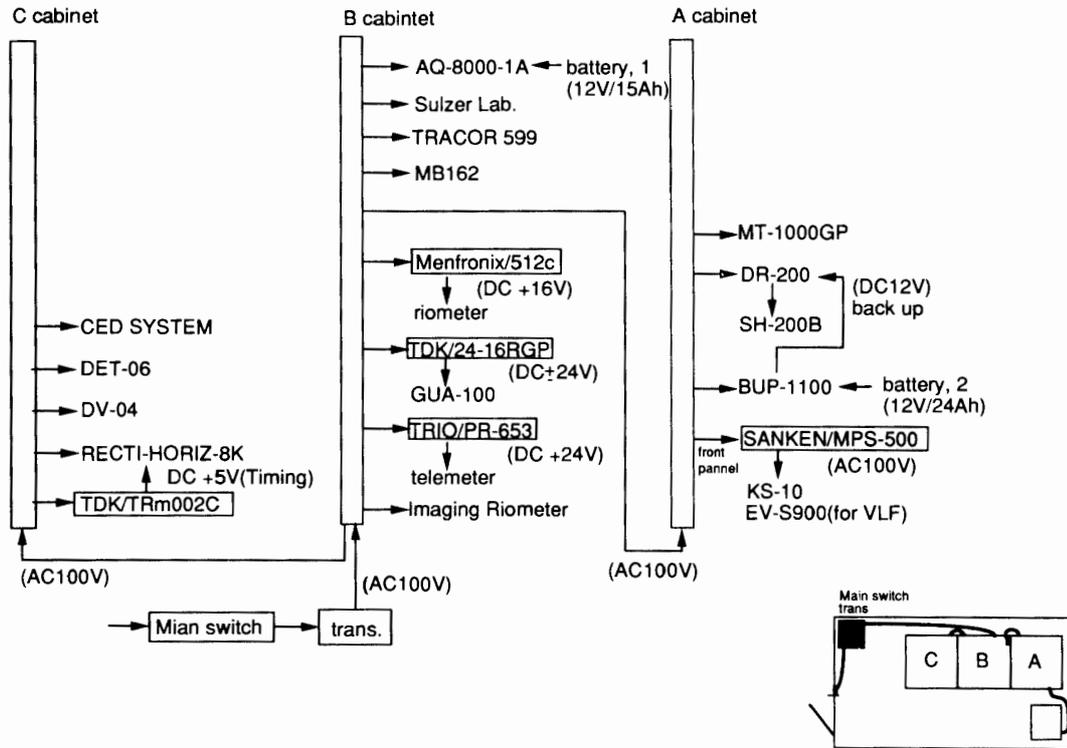


図 7b Tjornes の電源供給システムの結線図
 Fig. 7b. Power supply system at Tjornes (Manarbakki).

(1) Aedey で timing receiver に接続しているアンテナの破損

悪天候によるものと思われる。補修を行った。

(2) Aedey でバックアップ電源の故障

故障ではなく、この電源の使用条件方法に対する連絡ミスによって生じた間違い。

(3) Husafell で 5 Hz サンプリングでの ULF 波動観測用のデータレコーダに、使用済みテープを用いるとテープの巻き上げ巻き戻しを始める。

たとえ記録を開始し始めてもすぐに止まってしまう。今までは未使用テープを使用していたのでそのようなことはなかった。不完全な消磁のためによるものと思われる。結局、上書きのモードで記録する。

(4) Aedey で VLF アンテナのケーブルが落ちる。

氷が付着し、その重量のためによる。固定し直した。

(5) Husafell で VLF アンテナからの信号が受信されない。

トランスに接続した電源のヒューズの腐蝕により、電流が流れていなかった。一時的に、ヒューズボックスを迂回して接続を行った。

以上のような修理修正が必要であったが、そのためにも今後ともアイスランド大学科学研究所との連絡を取ることはより重要となってくる。

5. 定常観測の現状と問題点

5.1. 定常観測の現状

アイスランド共役点の定常観測は、1983年 Husafell から始まった。現在、その定常観測点は、Husafell, Tjornes, Aedey の計3点で行われている。その間に、中止になった観測点、観測、記録媒体等の変更があった。しかし、これら定常観測点で行われている観測は、基本的な変更はない。現在、それら観測点で行われている観測を以下に示す。

2秒サンプリングデジタルデータは、

- (1) 地磁気変化 H, D, Z 成分 (fluxgate 磁力計)
- (2) ULF 波動 H, D, Z 成分 (induction 磁力計)
- (3) VLF 波動強度

Husafell 350 Hz, 750 Hz, 1.4 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, 32 kHz

Tjornes 750 Hz, 1.2 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, 35 kHz

Aedey 750 Hz, 1.2 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, 35 kHz

- (4) CNA (riometer)

また、Tjornes, Aedey では VLF オメガ電波強度と位相も記録されている。これらすべての観測は 2400 ft. 磁気テープに約2週間分収録される。

当初行われていた長時間 FM データレコーダーによる収録は現在は行われておらず、次のような収録に交換されている。

- (1) 5 Hz サンプリングを用いた ULF 波動 H, D, Z 成分がカセットテープに約2週間分記録される。
- (2) VLF 波動が 8 mm VTR テープに PCM で約1週間分記録される。

これら観測記録は、委託先からいったんアイスランド大学の SAEMUNDSSON 教授の元に集められ、その後まとめて国立極地研究所に送られて来る。送られて来たそれらのテープは収録装置独特の形式で記録されているため、データや記録形式の知識を必要とし、利用上困難を生じる。そのためにそれらのデータを利用しやすい形式に編集し直し、データを提供している (内田ら, 1988)。これらの一連の作業を含めて、観測されてから1~2カ月の間にはそれらのデータを利用することができる。さらにより利用しやすくするため、光ディスクへデータベースとし記録している。サマープロットなどは国立極地研究所情報科学センターの大型計算機上で、簡単に出力することができる (山岸, 1990) ようになっている。

5.2. 定常観測の問題点

今回の観測によって、Husafell の fluxgate 磁力計センサーの水平の問題は解決できたと思う。しかし、このような観測環境に関する問題が、いまだいくつか考えられる。

- (1) Husafell と同じように、Tjornes の fluxgate 磁力計は牧草地にあり、水平等の経年変化や季節変化が考えられる。
- (2) Husafell の riometer は家に近すぎて、ノイズを広いやすい。
- (3) 今回 Husafell で共役点観測等を行っている際、すべての観測を開始すると、CNA の値が飽和してしまう。おそらく、延長コード等によって接続された電源からの影響と考えられ、これら観測点の電源等の配線の問題がある。
- (4) Timing receiver の受信アンテナの不良は、偶然アンテナの予備が Husafell に置いてあったことにより、アンテナを交換することができた。このような突然の交換にたいする予備品は常時すべての機器について置かれているわけではない。
- (5) 定常観測を始めて今年で 10 年になるため、これら観測システムの腐蝕などの老朽化、そして観測機材の製造中止による部品の入手や修理等の困難がある。

以上のように、まだかなりの問題が今回の観測によって行われたメンテナンス以外にも残っている。特に今回の観測から、老朽化による問題やアイスランドのような厳しい自然環境のもとで、今後維持するために必要な修理等の問題が顕著に現れてきている。そのためにも、今後これら定常観測を続けるためのシステムの維持には、かなりの労力そしてアイスランド大学の関係者との連絡がより必要となってくると思われる。

6. あとがき

アイスランド共役点観測は、現地での部屋の提供及び観測の維持を行っている S. JOHANSSON 氏、T. EGILSSON 氏、J. HELGASON 氏らの協力なしには行えない。彼らのご協力に心より感謝いたします。またアイスランド科学研究所の技官の方々には、メンテナンスを日ごろ行ったださり感謝の意を表します。さらに、これら観測の実践にあたり国立極地研究所の星合所長、平澤企画調整官ら関係各位のご協力に感謝いたします。この観測は、科学研究費補助金（国際学術研究）課題番号 04044165 の支援のもとに行われた。これら関係各位のご理解及びご協力に感謝いたします。

著者の一人である加藤は、学生にも関わらずこのような観測に参加させていただき、国立極地研究所及び東海大学の関係各位に対し、感謝いたします。

文 献

- 橋本久美子・佐藤夏雄・楠瀬昌彦 (1993): 共役点における地磁気変動の統計的特性. 南極資料, **37**, 1-18.
- ONO, T. (1987): Temporal variation of the geomagnetic conjugacy in Syowa-Iceland pair. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, **48**, 46-57.
- 佐藤夏雄・福西 浩・國分 征・SAEMUNDSSON, Th. (1983): 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.
- 佐藤夏雄・藤井良一・國分 征・荒木 喬・SAEMUNDSSON, Th. (1984): 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. 南極資料, **87**, 78-95.

- 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.
- TSYGANENKO, N. A. (1987): Global quantitative models of the geomagnetic field in the cislunar magnetosphere for different disturbance levels. *Planet. Space Sci.*, **35**, 1347-1358.
- 内田邦夫・利根川 豊・藤井良一・佐藤夏雄 (1988): アイスランド共役点観測システムの収録データ編集処理. *南極資料*, **32**, 238-257.
- 山岸久雄 (1990): 光ディスクを用いた昭和基地-アイスランド地磁気共役点観測データベースシステムの開発. *南極資料*, **34**, 242-262.
- 山岸久雄・西野正徳・佐藤 貢・加藤泰男・小島正宣・佐藤夏雄・菊池 崇 (1992): イメージングリオメーターの開発. *南極資料*, **36**, 227-250.

(1993年9月14日受付; 1993年9月20日改訂稿受理)