

## 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

内田邦夫\*<sup>1</sup>・利根川豊\*<sup>2</sup>・藤井良一\*<sup>1</sup>・佐藤夏雄\*<sup>1</sup>Computer Compilatory Process of the Data Acquired by the  
Conjugate Observation System in IcelandKunio UCHIDA\*<sup>1</sup>, Yutaka TONEGAWA\*<sup>2</sup>, Ryoichi FUJII\*<sup>1</sup> and Natsuo SATO\*<sup>1</sup>

**Abstract:** This paper reports the outline of the data acquisition system and the data compilatory program developed for geomagnetically conjugate observation of aurora and related phenomena being conducted between three Antarctic stations and their geomagnetically conjugate stations in Iceland. The conjugate observation was initiated with Syowa (Antarctica)—Husafell (Iceland) pair in August 1983 and the observation was extended to other two pair stations of Mizuho (Antarctica)—Isafjördur (Iceland) and Molodezhnaya (Antarctica)—Tjörnes (Iceland) in September 1984. The upper atmosphere physics data of the conjugate observation such as magnetic field, ULF, VLF and CNA have been continuously obtained in cooperation with Science Institute, University of Iceland. The recorded data are compiled using the computer system at the Information Processing Center, National Institute of Polar Research. The compilatory program has been developed in order to simplify the compilatory processes. A method of transformation from the digital data to physical units is also reported in this paper.

**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, 共役点観測が 1983 年 8 月 (Husafell), 1984 年 9 月 (Isafjördur, Tjörnes) より開始されている。観測項目中, 地磁気, ULF, VLF, CNA 等の超高層モニタリングデータはアイスランド大学等の協力により 通年観測が行われており, 収録データは 1-2 カ月ごとに計算機用磁気テープの形で国立極地研究所に郵送される。本データは利用者へ供するために同研究所・情報処理センターの計算機システムで編集処理を行っているが, 編集処理は磁気テープが到着するごとに行う必要があり, その作業は定式化・簡略化されていることが重要である。このような目的に合った編集処理用プログラムを作成したので報告する。併せて編集データを利用する場合に必要な較正值等についても述べられる。

## 1. はじめに

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, 同一規格の fluxgate 磁力計, 誘導磁力計, リオメータ, ELF-VLF 自然電波観測機器等の超高層モニタリング観測器が, 超高層物理研究グループの手によって設置 (Husafell—1983 年 8 月, Isafjördur, Tjörnes—1984 年 9 月) された。また Husafell には, 全天カメラ, オーロラ TV カメラ, 掃天フォトメータ, 3 方

\*<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> 東海大学航空宇宙学科。Department of Aeronautics and Astronautics, Tokai University, Kitakaname, Hiratsuka 259-12.

位フォトメータ等のオーロラ総合観測装置も同時に設置され、オーロラ現象の総合的な共役点観測が開始された(佐藤ら, 1984, 1985; SATO *et al.*, 1984).

観測項目中、これらの3観測点に共通である超高層モニタリング観測は、アイスランド大学等の協力で通年続けられており、計算機用磁気テープに収録された観測データと記録紙は、郵送で1-2カ月ごとに国立極地研究所まで郵送される。現在までに Husafell については4年余、Isafjördur, Tjörnes については3年余の観測データが蓄積されている。

この現地で収録された磁気テープ(以降「オリジナルテープ」と呼称する)は、観測器のデジタル収録装置独特な形式でデータが収録されている。そのため収録データを解析等に使用するためには、観測システムの内容を詳細に熟知した上で、データ変換等の前処理を行う必要があり、観測データの利用上大きな困難が生ずる。そのためオリジナルテープのデータを、利用者に使いやすい一定の記録形式に編集した磁気テープを作成し提供することが重要である。本稿では、オリジナルテープから編集テープを作成する編集処理について述べるだけでなく、編集プログラム作成の際に必要なとしたデジタル収録装置の概要、オリジナルテープの記録形式、および編集データの利用上必要な編集テープの記録形式、編集データ物理量との対応、利用等も併せて示し、編集データ利用者に観測システムの全体像がとらえられるように配慮した。

編集処理は国立極地研究所・情報処理センターの汎用大型計算機 HITAC M-260H (1985年12月以前は HITAC M-180) システム(以降「計算機システム」と呼称する)を使って行われ、編集プログラムは FORTRAN 言語で記述されている。プログラム作成では、他のプログラム開発等で作成されたセンター汎用ライブラリを利用した部分も多い。

編集プログラムは、編集作業の簡素化を重視して作成されており、編集期間/観測点名等の必要最小限のパラメータ指示で、オリジナルテープから直接、編集テープを作成することが出来る。編集処理に中間作業用ファイルを使用しないので、磁気テープの取り扱いが容易である。また、計算機システム側で識別可能なオリジナルテープの記録障害(データ欠測、データのワードずれ、時刻重複データ等)についても、不足分のダミーデータ補填、余剰データの削除で、自動的に対処されるようにした。ただし、入力時磁気テープ装置がデータチェックを起こして読めない部分のあるオリジナルテープまでも考慮してその対策を編集プログラムに組み込むことは、プログラムの取り扱いが複雑になるため、編集プログラムの処理の範囲外とした。このようなオリジナルテープについては、別途処理プログラムを作成し個別に対処する事が望ましく、現在そのためのプログラム集を整備中である。

## 2. デジタル収録装置と収録データ

### 2.1. デジタル収録装置

現地に設置された観測機器の種類、各観測器の出力信号の記録装置の構成など観測システ

ムの全般的な事項は、その設置状況とともに、佐藤ら (1984, 1985), SATO *et al.* (1984) に詳しく述べられているので参照されたい。ここではオリジナルテープを扱うために必要な基礎知識として、デジタル収録装置の構成とデータ収録の概要について述べる。

デジタル収録装置は、入力ポートとしてアナログ入力ポート 16 ch, デジタル入力ポート 2 ch (デジタルデータ入力ポート 8 bit×1, 時計データ入力ポート 8 bit×4) を持ち、データ記録装置としてデジタル磁気テープ (CCT) 装置が使われ、8 bit CPU 制御のデータ収録専用 one board computer である。その構成図を図 1 に示す。

本装置におけるデータ収録手順は以下のとおりである。アナログデータは、アナログ入力端子箱の 16 ch の入力信号 ( $\pm 5$  Vpp) が、リモートパルス入力ポートの 2 秒パルスによりサンプルホールド後、アナログ・マルチプレクサおよび 12 bit A/D コンバータでデジタル化されメモリ・バスに送られる。またデジタルデータは、fluxgate 磁力計の 8 bit パラレルの  $H$ ,  $D$ ,  $Z$  の信号とレンジ情報がデジタルデータ入力ポートより、時刻発生器の 32 bit BCD の時刻情報が時刻データ入力ポートより、それぞれリモートパルス入力ポートの 2 秒間隔パルスに同期して取り込まれメモリ・バスに送られる。これらメモリ・バスに送られたデータはサンプリングごとに順次メモリに蓄積され、メモリが full になった時点で GPIB-I/F 経由で接続された磁気テープ装置へ転送/記録される。磁気テープの記録容量は、テープ長 2400 feet, 記録密度 1600 BPI の場合で約 35 M byte, 日数にして約 18 日間の連続収録が可能である。

CPU ボード等の電源は、内部電源で back up されているので、主電源が停電しても CPU のデータ収録動作はそのまま継続される。実際には、停電中は磁気テープ装置が停止しているので、CPU はメモリ上のデータを転送出来ず wait 状態となるが、通電後は直ちにデータ収録が再開される。従って停電による装置の再起動が不要であるばかりでなく、データ欠測も最小限に押えられるように配慮されている。

また本装置には、デジタルデータをアナログ信号として簡単にモニタ出来るように、アナログモニタ出力が用意されている。本出力は、メモリ上のデジタルデータを 12 bit D/A コンバータでアナログに変換したものである。モニタする入力チャンネルは、チャンネルセレクタスイッチで選択出来る。本出力で、データ収録時に A/D コンバータ等のデジタル回路の動作確認が出来る他、収録済みの磁気テープを再生してデータの記録状態の確認も可能である。

## 2.2. 収録データ

表 1-3 に、Husafell, Isafjördur, Tjörnes のデジタル収録装置の入力信号を示す。3 観測点ともほぼ同じ構成である。表中 input channel 項の AI, DI は、収録データの信号形式を示し、それぞれアナログ入力 (analogue input), デジタル入力 (digital input) の略称である。それに続く数字は入力チャンネルの番号を示す。また、EX. samp はデータ収録制御用の外部サンプリング信号 (リモートパルス入力ポート信号) であり、磁気テープに収録される



表 1 Husafell に設置したデジタル収録装置の入力信号  
 Table 1. Digital correlation record at Husafell.

Period: July 10, 1984–August 18, 1985

Input channel	Observation items
AI- 1	<i>H</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 2	<i>D</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
*AI- 3	<i>Z</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 4	Cosmic noise absorption (riometer)
AI- 5	VLF 350 Hz
AI- 6	VLF 275 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	<i>H</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
*AI-14	<i>D</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-15	<i>Z</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-16	Space
**DI- 1	Digital input for fluxgate <i>H, D, Z</i> -component signals and offset level
DI- 2	Time code BCD parallel input
EX. samp	0.5 Hz external sampling pulse from timer

\* Observation items of these input channel before June 21, 1985 are as follows.

AI- 3 *Z*-component of ULF wave (negative signal polarity)

AI-13 *D*-component of magnetic field

AI-14 *H*-component of magnetic field

Period: after August 18, 1985

Input channel	Observation items
AI- 1	<i>H</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 2	<i>D</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 3	<i>Z</i> -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	<i>H</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-13	<i>D</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-14	<i>Z</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-15	VLF Omega signal intensity at 12.1 kHz
AI-16	VLF Omega signal phase at 12.1 kHz
**DI- 1	Digital input for fluxgate <i>H, D, Z</i> -component signals and offset level
DI- 2	Time code BCD parallel input
EX. samp	0.5 Hz external sampling pulse from timer

\*\* Signal sampling sequence of fluxgate magnetometer is *D, H, Z*-component.

表 2 Isafjördur に設置したデジタル収録装置の入力信号  
 Table 2. Digital correlation record at Isafjördur.

Period: September 2, 1984-August 17, 1985

Input channel	Observation items
AI- 1	<i>H</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 2	<i>D</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 3	<i>Z</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 4	Cosmic noise absorption (riometer)
AI- 5	VLF 750 Hz
AI- 6	VLF 1.2 Hz
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	<i>H</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-12	<i>D</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
*AI-13	<i>Z</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-14	Fixed direction photometer
AI-15	Space
AI-16	Space
*DI- 1	Digital input for fluxgate <i>H, D, Z</i> -component signals and offset level
DI- 2	Time code BCD parallel input
EX. samp	0.5 Hz external sampling pulse from timer

Period: after August 17, 1985

Input channel	Observation items
AI- 1	<i>H</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 2	<i>D</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 3	<i>Z</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 4	Cosmic noise absorption (riometer)
AI- 5	VLF 750 Hz
AI- 6	VLF 1.2 Hz
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	<i>H</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-12	<i>D</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
*AI-13	<i>Z</i> -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 <i>H, D, Z</i> -component signals and offset level
DI- 2	Time code BCD parallel input
EX. samp	0.5 Hz external sampling pulse from timer

\* Signal of fluxgate magnetometer *Z*-component is negative polarity.

表 3 Tjörnes に設置したデジタル収録装置の入力信号  
 Table 3. Digital correlation record at Tjörnes.

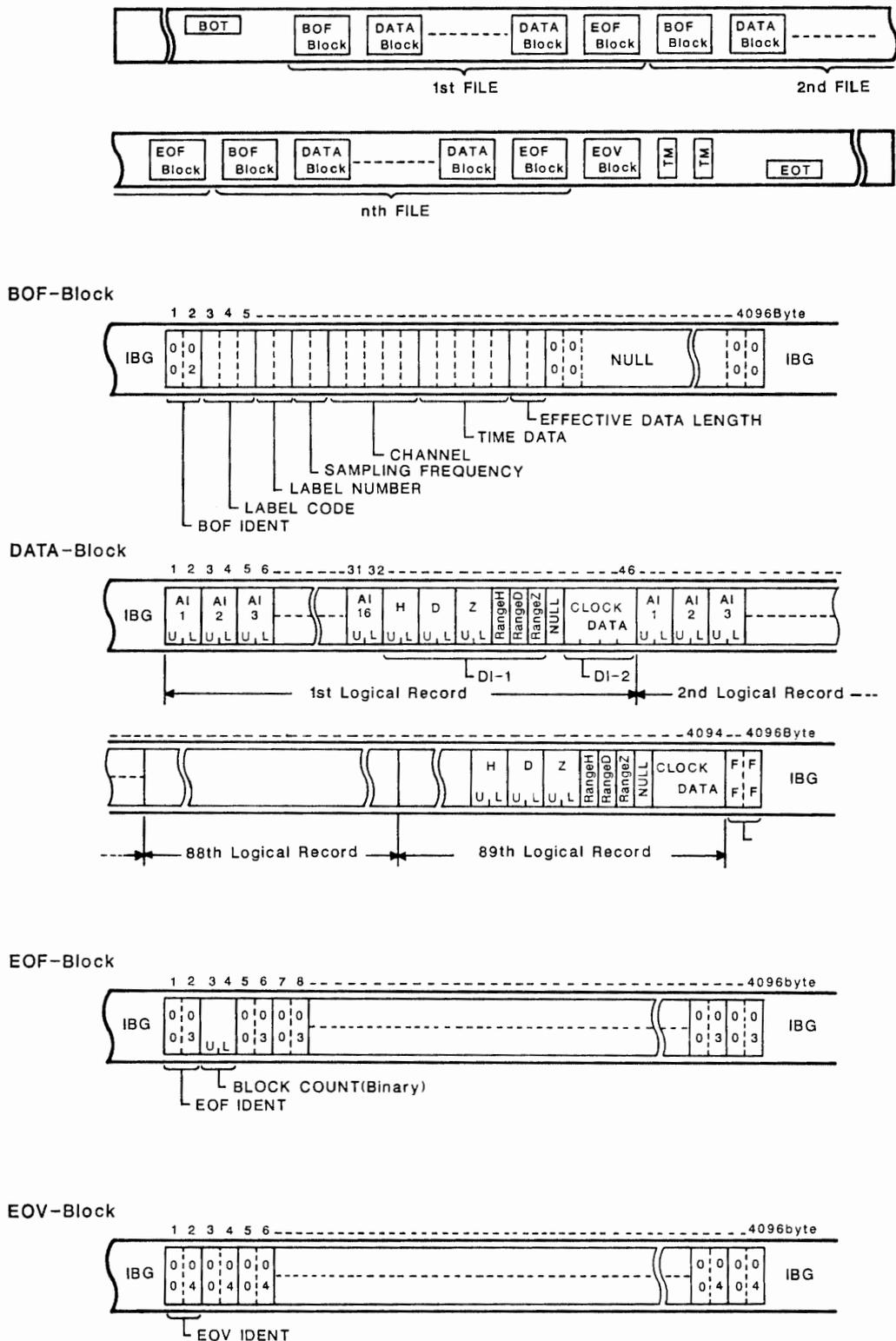
Input channel	Observation items
AI- 1	<i>H</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 2	<i>D</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 3	<i>Z</i> -component of ULF wave (search coil magnetometer)
AI- 4	Cosmic noise absorption (riometer)
AI- 5	VLF 750 kHz
AI- 6	VLF 1.2 kHz
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	<i>H</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-12	<i>D</i> -component of magnetic field (fluxgate magnetometer)
AI-13	<i>Z</i> -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	Space
DI- 2	Time code BCD parallel input
EX. Samp	0.5 Hz external sampling pulse from timer

ものではない。また observation items 項の space は、当該入力チャンネルがデータ収録に使用されていないことを示す。

オリジナルテープの記録形式を表 4 に、データ構成を図 2 に示す。これらは 3 観測点とも共通である。オリジナルテープに記録されるブロックは、デジタル収録装置のソフトウェア簡略化、磁気テープの編集作業の容易化等が考慮されて、データブロック、制御ブロックに関係なく、すべてブロック長 4096 byte の固定長非ブロック形式 (F) で記録されている。ブロック長の大きさは、デジタル収録装置のメモリ容量によるものである。連続的にデータ収録が行われている場合のデータブロックには、1 ブロックあたり 2 分 58 秒間、89 サンプル分のデータが収録される。オリジナルテープの交換作業等マニュアル操作でデータ収録が中断された場合は、1 ブロックに収録されるデータ量がこれより短くなるが、不足分はパディングデータ (FFFF<sub>16</sub>) で補われるため、結果的には同一のブロック長でオリジ

表 4 オリジナルテープの記録形式  
 Table 4. The tape format of the original logging data tape.

Item	Specification
Track	9 tracks
Record density	1600 BPI
Record format	F
Block length	4096 bytes (1 byte=8 bits)
Label type	Non-label
Filing	Single file/volume



U : Upper Byte (1st Byte)  
L : Lower Byte (2nd Byte)

図 2 オリジナルテープのデータ構成  
Fig. 2. The structure of the original logging data tape.

ナルテープに出力される。

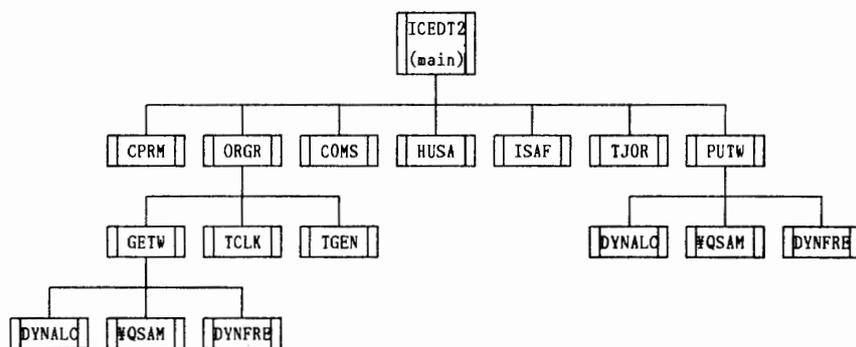
表 1-3 の入力チャンネルと図 2 のデータブロックのデータの対応関係は、AI-1-16 と DI-2 は 1 チャンネルで 1 信号を収録しているため 1 対 1 対応であるが、DI-1 は 1 チャンネルで fluxgate 磁力計の  $H$ ,  $D$ ,  $Z$  各成分について信号とレンジ情報をそれぞれ収録しているため、データブロック上では 6 項目に分配されている。また、DI-1 で fluxgate 磁力計を収録していない Tjörnes は、対応するデータブロックのデータがパディングデータで埋められている。

### 3. 編集プログラム

#### 3.1. 編集プログラムの処理

編集プログラムのモジュール構造は図 3 に示す通りで、編集処理はおよそ次の手順で行われている(括弧内の英文字は、処理を行うプログラムの名称を示す)。

まず、編集期間/観測地点名等を指示するカードイメージの編集指示パラメータが読み込まれ (ICEDT 2), 続いて編集指示パラメータの項目チェックが行われる。パラメータに不当な項目があれば、その箇所を印字してプログラムを終了する (CPRM)。編集指示パラメータが正しければ入力対象のオリジナルテープのマウント要求が行われ (DYNALC), 先頭より 1 ブロックずつ入力される (¥QSAM)。もし、入力されたブロックがデータブロック以外の制御ブロックであれば読みとばされる。データブロックには前述のとおり 2 分 58 秒間のデータが記録されているが、ブロックを意識しない毎 2 秒の時系列データ群とした方が処理上都合が良いので、このためのデータ分割が行われる (GETW)。更に、分割されたデータから時刻情報が読み出され (TCLK), それと対応する時刻情報を発生させる時刻カウンタ (TGEN) の値が常時比較される。オリジナルテープが正常に記録されていれば両者の値が一



構造外のプログラム



図 3 編集プログラム ICEDT2 のモジュール構造

Fig. 3. The module structure of the data compilatory program ICEDT2.

致するはずであるが、データ欠測や過剰サンプリング等があって不一致になることも考えられるので、この場合は不足分のデータをダミーデータで補うか、余剰分を削除する処理を行う (ORGR)。このようにして、オリジナルテープより、時間的に連続な毎 2 秒の時系列データ群 (以降「オリジナルデータ」と呼称する) が取り出される。編集処理の開始に先立ち、指定された編集期間の始まりまでそれらのオリジナルデータを読みとばし、オリジナルテープの頭出しをする。ただし、編集期間の始まりがオリジナルテープの先頭データより時間的に前であれば、編集期間の始まりから先頭データの日時までをダミーデータで補う処理も行う (ICEDT 2)。

その後、編集期間中のオリジナルデータは以下の 2 種類の修正処理が行われて、編集テープに出力すべきデータ (以降「編集データ」と呼称する) が作成される。これらの修正処理は、編集処理全体の中でも重要な部分であるので、特に項目に分けて説明を加える。

### 3.1.1. 各観測点で共通なデータ修正処理 (COMS)

デジタル収録装置で記録されるデータの表現を計算機システムで使われる記録表現に変換する。

(1) アナログデータは、16 bit の領域に 12 bit A/D コンバータの出力が左詰めで記録されている。これを 4 bit 右に算術ビットシフトを行い、2 byte の整数値に変換する。

(2) デジタルデータは、16 bit のオフセットバイナリ表現 (16 bit の表現範囲  $0000_{16}$  -  $FFFF_{16}$  のうち  $8000_{16}$  を数値の 0 として、数値  $-32768 \sim 0 \sim +32767$  を表現する) で記録されている。これをそのまま 2 byte の整数として扱った場合、数値  $-32768 \sim -1$  は  $0 \sim +32767$  と見なされるので 32768 を引き、また数値  $0 \sim +32767$  は  $-32768 \sim -1$  と見なされるので 32768 を加えて、もとの数値が 2 byte の整数値として扱えるように変換する。

### 3.1.2. 観測点別のデータ修正処理 (HUSA, ISAF, TJOR)

Husafell, Isafjördur の観測地点では、観測器の製作ミスや、観測器とデジタル収録装置との結線ミスにより、データチャンネルの入れ違い、信号の極性反転等が生じて、オリジナルデータの内容が予定していたものとは異なっている。これを本来の内容となるように修正を行う。

#### (1) Husafell の修正 (HUSA)

誘導磁力計, fluxgate 磁力計とデジタル収録装置との結線ミスが確認されて、現地で対策された 1986 年 6 月 21 日 2035~2045 UT 以前のオリジナルデータに対して、以下の 2 種類の修正を行う。

ULF Z 成分 (DATA (3)) の符号反転。

アナログ入力 of 地磁気 H 成分と D 成分 (DATA (13) と DATA (14)) の交換。

また、デジタル入力 of 地磁気 H 成分と D 成分 (DATA (17) と DATA (18)) は、結線変更に関係なく観測当初より入れ替わったままであるので、両者を交換する。

### (2) Isafjörður の修正 (ISAF)

地磁気 Z 成分は、アナログ入力、デジタル入力 (DATA (13), DATA (19)) とともに信号極性が逆であるので、符合を反転する。

### (3) Tjörnes の修正 (TJOR)

Tjörnes はデータ収録にデジタルデータ入力ポートが使用されていないので、DATA (17)-DATA (19) をダミーデータ (8000<sub>16</sub>) で埋めて欠測データ扱いとする。

得られた編集データは、4.1 節に示す編集テープの記録形式に従ってブロックが組み立てられて (PUTW)、編集テープのマウント要求後 (DYNALC)、1 ブロックずつ順次出力される (¥QSAM)。以上の編集処理が編集期間の終わりまで続けられて、目的の編集テープが作成される。その後、オリジナルテープ、編集テープが磁気テープ装置より開放されて (DYNFRE) 編集処理が終了される。

## 3.2. 編集プログラムの機能

編集プログラムは、煩雑な編集作業の簡素化を重視して作成されており、計算機システムに不慣れな利用者にも円滑に処理出来るように配慮されている。以下に特徴的な機能を示す。

(1) 編集処理で必須な編集指示パラメータは、編集期間 (編集開始/終了日時)、観測点名で、その他は仮定値が設定されるので意識する必要がない。

(2) 編集パラメータに不当な項目がある場合は、どの項目が不当であるかが印刷される。

(3) オリジナルテープ、編集テープの磁気テープ装置への割り当ては、プログラム中のダイナミックアロケーション (動的割り当て) 処理で行われるため、磁気テープを定義する制御文 (DD 文) は不要である。編集期間のデータが複数巻のオリジナルテープに収録されている場合も、編集プログラムから自動的に掛け換え指示が出されるので、それによってオリジナルテープをマウントすれば良い。

(4) 編集期間を毎 10 分単位で自由に指定出来る。

(5) 編集テープの出力ファイル位置、書き込みモード (標準/追加出力) が指定出来る。本機能は編集プログラムが処理の途中で異常終了して、編集テープの特定のファイルからデータを出力したい場合等に便利である。

(6) 編集情報リストとして次の項目が印刷される。

①オリジナルテープについて、先頭データの日時、入力ブロック総数、入力ブロック中のデータ欠測総数、時刻情報エラーデータを含むブロックの番号、ワードずれのあるデータと当該データを含むブロックの番号。

②編集テープについて、出力されたファイル総数、出力レコード総数。

## 3.3. 編集作業の実際

Husafell, Isafjörður, Tjörnes で収録されたオリジナルテープおよびアナログモニタのペ

ンレコーダ記録紙は、アイスランド大学を窓口を集積され、1-2 カ月ごとに 2-3 巻分をまとめて極地研まで郵送される。オリジナルテープの収録期間は 3 観測点とも約 2 週間であるが、磁気テープや記録紙の交換日がまちまちなため、3 観測点分が同時に届くとは限らない。アナログモニタのペンレコーダ記録紙は別途、超高層物理研究部門で整理/保管されている。

編集作業はまず、未編集のまま蓄積されたオリジナルテープ (3 観測点で 1 年余分、合計で約 100 巻) から行われた。編集プログラムの機能テストに使用したオリジナルテープ数巻の記録状態が良好であったため、編集作業は順調に進められるように考えていた。しかし、実際に作業を始めると、推測もつかないような記録障害のあるオリジナルテープが多く見付き、編集プログラムを障害に合わせて修正しなければならない部分も多かった。以下にオリジナルテープの主な記録障害を示す。

- (1) 何等ブロックが記録されていない。(記録済みテープを再使用した場合は、前記録が消去されずそのまま残っている。)
- (2) 途中、ハードウェア的に読み込めない部分がある。
- (3) 途中までデータが記録されているが、EOF (TM) が記録されていない。
- (4) データブロックが正常に記録されていない。(ワードずれ等)
- (5) 同一時刻のデータが重複して記録されている。

原因として、(1) はデジタル収録装置の機器障害、もしくは磁気テープ保護リング未装着等の操作ミス、(2) は磁気テープの記録エラー、(3) は停電、もしくは磁気テープ装置 UNLOAD ボタン押下による強制巻戻し、(4) (5) はノイズ等によるデジタル収録装置の誤動作と推測される。これらのオリジナルテープの編集は、編集プログラムの機能では処理し切れない部分もあり、別途個別にプログラムを作成しなければならない。超高層モニタリングは定常的な観測なので、出来るだけデータを回復するよう努力したが、(1) (3) が原因のものは回復は基本的に無理で、結果的にかなりの期間のデータが欠測とならざるを得なかった。回復処理は障害ごとに対策しなければならないが、編集処理が進むにつれて障害の種類も体系化出来そうであり、現在対策用プログラムの整備を計画中である。

編集プログラムは、オリジナルテープの巻数や編集期間によってプログラムの使用方法が何等変ることなく、また、作業用に余分な磁気テープを使用しないので大量の磁気テープを扱う繁雑さもなく、計算機に不慣れた利用者でも快適に編集作業を進めることが出来る。編集に必要な処理時間は、1 日分のデータあたり約 50 秒 (CPU 時間で約 30 秒) である。磁気テープの入出力を中心とする処理の割には CPU 時間を要しているが、これは時刻情報の読み出しを FORTRAN 言語の処理系で用意されたサブルーチンを使って処理していることが原因の一つである。この処理をアセンブラ言語等で作成したサブルーチンで置き換えれば改善が期待されるが、プログラムの保守性の問題もあり現在のところ対策はしていない。

編集データは、オリジナルデータの欠測分をダミーデータで補っているため、時系列的に

連続なデータであるのは前述したとおりである。そのため 1 日以上欠測があると、結果的に 1 ファイルすべてがダミーデータの編集データが作成されることになる。これは編集プログラムの処理の都合上、欠測期間の長短を考慮した処理を行っていないため、このファイルを削除したい場合は、利用者側でファイル編集する等の処理が必要である。

#### 4. 編集テープの記録形式と物理量との関係

##### 4.1. 編集テープの記録形式

編集テープの記録形式は、昭和基地で収録したデジタル編集テープとほぼ同じ規格が採用されている。詳細を図 4 と表 5, 6 に示す。編集テープの観測地点の識別用に、時刻データ後部の余白部 4 byte 使って観測点名が新たに記録されたのを除けば、佐藤ら (1984, 1985) に掲載されたものと同じである。編集テープの記録形式の特徴は以下のとおりである。

- (1) 1 日分のデータを 1 ファイルとするマルチファイル形式で作成される。
- (2) 編集テープは、ブロック長/論理レコード長 11438 byte の固定長非ブロックレコード (F) 形式で記録される。1 ブロックは 10 分間データによって構成される。レコード先頭に時刻データ、その後 10 分間のアナログ収録 16 ch, デジタル収録 3 ch の計 19 ch のデータが続く。
- (3) 時刻データを 2 秒ごとのデータの長さと同じとしたため、ブロック長 11438 byte, 論理レコード長 38 byte の固定長ブロックレコード (FB) 形式として認識することも可能である。
- (4) 会話型スペクトル解析プログラム CSAP (第 6 章参照) の入力テープとして直接利用することが出来る。

##### 4.2. 物理量との関係

編集データの解析にあたっては、編集テープに記録されている数値と観測器の示す物理量との関係を把握する必要がある。本節ではそのための較正值と換算式について述べる。ただし、オメガ電波の信号強度、固定方位フォトメータのデータは、較正に必要な資料がないため、本節で述べることは出来ない。較正值算出のための資料として、地磁気データおよび ULF データについては佐藤ら (1985), VLF 自然電波強度記録データについては、鈴木 (1987) をそれぞれ使用した。

###### 4.2.1. 地磁気データ

観測点ごとの地磁気データ (アナログ入力による) の較正值を表 7 に示す。地磁気データは fluxgate 磁力計による  $H, D, Z$  の 3 成分記録だけであり、基線値が決定されていないため絶対値は不定である。編集データからの換算は次式に従う。

$$\text{Fluxgate magnetometer (nT)} = \text{M/T data} \times \text{calibration value} / 2048.$$

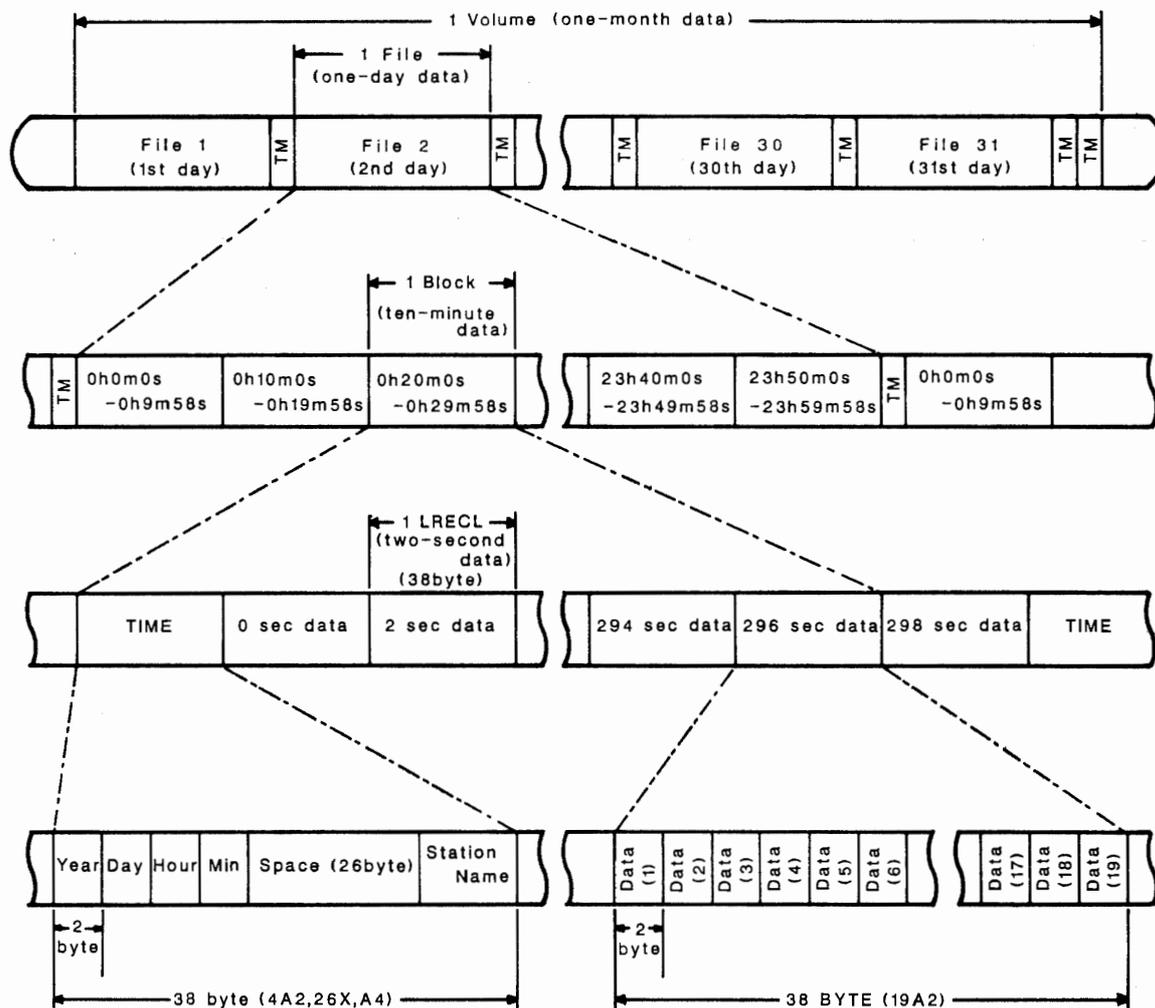


図 4 編集テープのデータ構成

Fig. 4. The structure of the compiled data tape.

表 5 編集テープの記録形式

Table 5. The tape format of the compiled data tape.

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

4.2.2. ULF データ

観測点ごとの ULF データの較正值を表 8 に示す。編集データからの換算は次式に従う。

$$\text{Search coil magnetometer (nT/s)} = \text{M/T data} \times \text{calibration value.}$$

表 6 Husafell, Isafjördur, Tjörnes で収録された編集テープの入力データ表  
 Table 6. The data sequence in each logical record on the compiled data tape observed at Husafell, Isafjördur and Tjörnes.

Period Husafell: July 10, 1984-August 18, 1985

Isafjördur: September 2, 1984-August 17, 1985

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	VLF 350 Hz	VLF 750 Hz	VLF 750 Hz
6	VLF 750 Hz	VLF 1.2 kHz	VLF 1.2 kHz
7	VLF 1.2 kHz	VLF 2.0 kHz	VLF 2.0 kHz
8	VLF 2.0 kHz	VLF 4.0 kHz	VLF 4.0 kHz
9	VLF 4.0 kHz	VLF 8.0 kHz	VLF 8.0 kHz
10	VLF 8.0 kHz	VLF 32 kHz	VLF 32 kHz
11	VLF 32 kHz	Flux-H(AI)	Flux-H(AI)
12	VLF 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: Analogue interface signals between instrument and digital data recorder.

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

Period Husafell: after August 18, 1985

Isafjördur: after August 17, 1985

Sequence	Data at Husafell	Data at Isafjördur
1	dH/dt	dH/dt
2	dD/dt	dD/dt
3	dZ/dt	dZ/dt
4	CNA	CNA
5	VLF 350 Hz	VLF 750 Hz
6	VLF 750 Hz	VLF 1.2 kHz
7	VLF 1.2 kHz	VLF 2.0 kHz
8	VLF 2.0 kHz	VLF 4.0 kHz
9	VLF 4.0 kHz	VLF 8.0 kHz
10	VLF 8.0 kHz	VLF 32 kHz
11	VLF 32 kHz	Flux-H(AI)
12	Flux-H(AI)	Flux-D(AI)
13	Flux-D(AI)	Flux-Z(AI)
14	Flux-Z(AI)	Omega signal (intensity)
15	Omega signal (intensity)	Omega signal (phase)
16	Omega signal (phase)	Photometer (zenith)
17	Flux-H(DI)	Flux-H(DI)
18	Flux-D(DI)	Flux-D(DI)
19	Flux-Z(DI)	Flux-Z(DI)

表 7 各観測点の地磁気データ較正值

Table 7. Calibration value for fluxgate magnetometer data at Husafell, Isafjördur and Tjörnes.

Component	Husafell	Isafjördur	Tjörnes
H-comp	3000	2014	2299
D-comp	3000	2042	2342
Z-comp	3000	2051	2336

表 8 各観測点の ULF データ較正值

Table 8. Calibration value for search coil magnetometer data at Husafell, Isafjördur and Tjörnes.

Component	Husafell	Isafjördur	Tjörnes
H-comp	2/1365	2/1020	2/1100
D-comp	2/1400	2/1000	2/1000
Z-comp	2/1260	2/1000	2/1070

表 9 Husafell の VLF 自然電波強度記録データの較正值

Table 9. Calibration value for ELF/VLF emission intensity at Husafell.

Zero point: -1655 (\*-1683)

Frequency	Calibration value/Date									
	1984 9/6	9/15	1985 7/15	7/20	9/16	11/2	11/18	12/7	12/19	
750 Hz	6.80	9.06			25.6					8.28
1.2 kHz	2.73	9.31	2.92	3.75		1.19				2.06
2.0 kHz	1.44	4.57	1.54	2.92		1.09	2.90			2.06
4.0 kHz	1.35		4.51		7.90		1.96*	7.90	18.4	1.35
8.0 kHz	3.41		3.59		5.37		7.51			2.70

## 4.2.3. VLF 自然電波強度記録データ

Husafell の VLF 自然電波強度記録データの較正值を表 9 に示す。Husafell の 350 Hz, 32, 60 kHz および Isafjördur, Tjörnes は明確な較正が行われていないため較正值は未定である。編集データからの換算は次式に従う。

$$\text{Intensity} (\times 10^{-9} \cdot \text{V/m} \cdot \sqrt{\text{Hz}}) = (\text{M/T data} - \text{zero point}) \times \text{calibration value.}$$

## 4.2.4. CNA データ

CNA データには前述のような較正值は存在しない。収録データ中にリオメータのキャリブレーション信号が受信信号の一部として入っているため、それを用いて実際の吸収量を求める。キャリブレーション信号は 4 種類あるが、最もレベルの低いものが無信号レベルのキャリブレーション信号である。キャリブレーション信号を含んだ CNA データのプロットの例を図 5 に示す。吸収量の算出は、次式に従う。

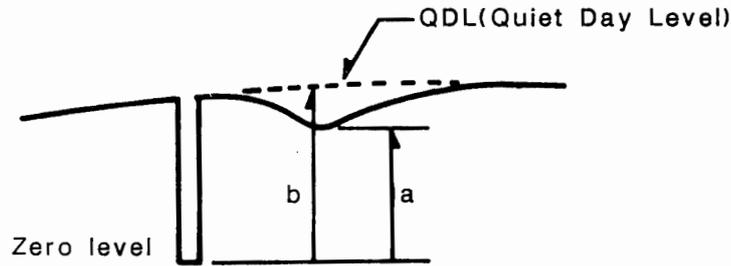


図 5 CNA データのプロット例

Fig. 5. A schematic illustration of CNA data including calibration mark of a riometer.

$$\text{Absorption (dB)} = 10 \log (a/b).$$

#### 4.2.5. オメガ電波位相データ

オメガ電波位相データは、位相比較用水晶発信器の精度の関係で、ある一定レベルで変化するような記録ではなく、0-100  $\mu\text{s}$  で折り返す鋸波状の記録となっている (図 6)。これは受信器の位相信号が、位相差 100  $\mu\text{s}$  を越えた時点で 0  $\mu\text{s}$  にシフトしているためである。従って絶対的な位相差は求まらないが、この鋸波状の記録からプログラム処理により短期間の位相変化を求めることが出来る。表 10 に各観測点の 0, 100  $\mu\text{s}$  の編集データの値を示す。

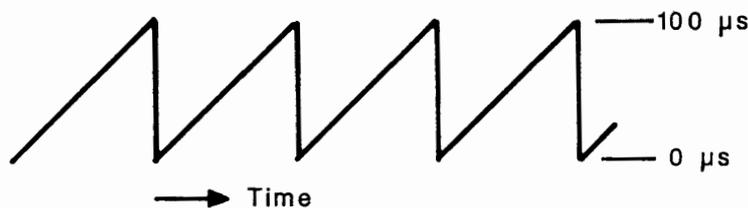


図 6 各観測点のオメガ電波位相データのプロット

Fig. 6. A schematic illustration of Omega phase signal at Husafell, Isafjördur and Tjörnes.

表 10 各観測点のオメガ電波位相データの 0, 100  $\mu\text{s}$  の編集データ値

Table 10. Compiled data value of Omega phase signal at 0 and 100  $\mu\text{s}$  at Husafell, Isafjördur and Tjörnes.

Signal phase	Husafell	Isafjördur	Tjörnes
0 $\mu\text{s}$	-4	0	0
100 $\mu\text{s}$	996	1024	1030

## 5. オリジナルテープの取り扱い

編集テープは、オリジナルテープに収録されたデータを修正/再編成したものであり、編集処理で何等情報が失われることはなく、ある意味ではオリジナルテープの複写と考えられる。編集テープが正しく作成されたのを後述するサマリプロット等で確認すれば、オリジナルテ

ープを保存する必要はない。その場合、編集テープが最終的な保存テープとなるので、保存用に編集テープの複写を作成してデータの安全を考慮しなければならない。複写用には保存性が良く、また収納場所もとらない光ディスクを使用するのが有効である。

不要になったオリジナルテープは、次回収録用のオリジナルテープ、編集テープ作成用テープとして使用出来る。ただし、オリジナルテープとして再使用する場合は、過去の記録障害の経過を考えると、安全のため一度消磁するのが望ましい。

## 6. 編集データの利用

編集テープに記録された編集データは、最終的には保存性に優れた光ディスクにまとめられ、国立極地研究所オーロラデータセンタの管理のもとで、広く利用者に供せられる予定である。

編集処理と同時に、観測器の動作状況、編集処理結果の確認等の目的で、編集データ全チャンネルのサマリプロットの作成も行っている。このプログラムは鈴木 (1986) によるもので、Husafell, Isafjördur, Tjörnes の観測点ごとに、それぞれ PLOTHUSA, PLOTISAF, PLOT-TJOR が用意されている。出力様式は図 7 に示すように、縦軸に各データ名、横軸に時刻 (UT) をとり、編集データ中のアナログ入力 16 ch を時系列に 1 日 1 枚として出力するものである。グラフの上部には観測点名と収録年月日および通算日が示される。各データ枠スケール値を表 11 に示す。ただし作画の都合上、編集データの値の 0 を枠の中央値にしていなため、あくまでもスケール値は相対値である。サマリプロットも編集データと同様、オーロラデータセンタの管理下でマイクロフィルム化され、広く利用者に供される予定である。

FORTTRAN 言語の READ 文を使って、編集テープからデータを 1 ブロックずつ入力する場合のプログラム例を示す。変数 IY, ID, IH, IM, STN にはそれぞれ当該ブロックの先頭データが収録された年、通算日、時、分、および観測地点名が読み込まれ、配列 DATA には 10 分間、すなわち 19 ch×300 組のデータが読み込まれる。変数 STN 以外の変数、配列はすべて整数型 2 byte に宣言されている点に注意されたい。編集テープのラベル型式は NL (non-label) なので、制御文中 DSN, VOL=SER オペランドの名称は任意でよい。

```

      INTEGER*2  IY, ID, IH, IM, DATA (19,300)
              |
      READ (10,100) IY, ID, IH, IM, STN, DATA
      100 FORMAT (4A2, 26X, A4, 57 (100A2))
              |
      //GO. FT10F001 DD DSN=ICEDT. DATA, VOL=SER=ICEDT, UNIT
           =TAPE, DISP=OLD,
      // DCB=(RECFM=F, BLKSIZE=11438), LABEL=(1, NL)

```

また、編集テープは昭和基地収録の編集テープと同様に、CSAP プログラムの入力テープとしても利用することが出来る (桜井ら, 1987)。CSAP プログラムは、グラフィックディス

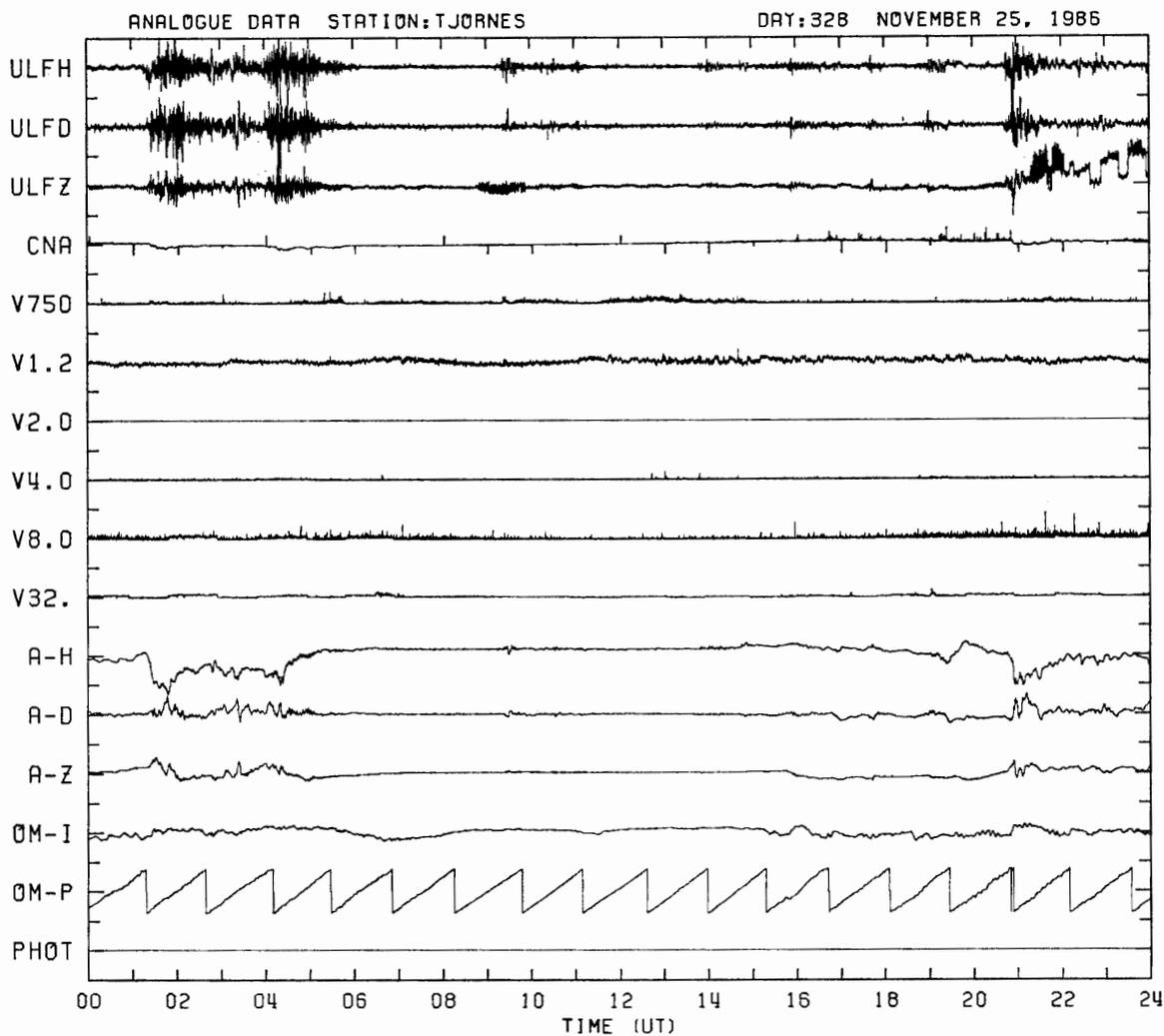


図 7 編集データのサマリプロット例  
 Fig. 7. A summary plot of the compiled data.

表 11 サマリプロットにおける編集データのスケール値 ( $\times 1/2048$ )  
 Table 11. Scaling value for compiled data of summary plots.

Data	Husafell	Isafördur and Tjörnes
ULF (H, D, Z)	2	2
CNA	1	1
VLF 350 Hz	1	—
750 Hz	3	3
1.2 kHz	3	3
2.0 kHz	3	3
4.0 kHz	6	6
8.0 kHz	3	3
32 kHz	3	3
60 kHz	3	—
Magne (H, D, Z)	4	4
Omega (I, P)	3	3
Photo	3	3

プレイ端末に表示されるデータプロットをもとに、自由に区間を選択して会話的にスペクトル解析が行えるアプリケーション・ソフトウェアである。CSAP プログラムは入力テープの記録形式をパラメータカードで指定出来るようになっており、例えば編集テープ中のチャンネル 4 と 10 との相関を調べたい場合は、次の FORMAT カードを用意すればよい。

FORMAT ((38X, 3 (100 (6X, A2, 10X, A2, 18X)))) 4<sub>41</sub> 1.

上記カードの 38X, 6X, 10X, 18X は、それぞれ編集データの時刻情報他のヘッダー、チャンネル 1-3, 5-9, 11-19 のスキップ指示で、2 個の A2 はそれぞれチャンネル 4, 10 の読み込みの指示である。4<sub>41</sub>1 は空白を 41 欄空けて 80 欄目に 1 を記述することを示し、CSAP プログラムの入力データとして磁気テープを指定するものである。CSAP プログラムについての使用詳細は、岩淵ら (1978) を参照されたい。

Husafell, Isafjördur は、地磁気 3 成分がアナログ入力とデジタル入力の 2 種類で収録されている。これは fluxgate 磁力計の信号を直接 16 bit でデジタル収録して、信号精度の向上を目的としたものであるが、デジタル入力のデータはノイズ等の混入が多く、結果としてほとんど使用されていないのが現状である。Tjörnes で同収録が行われていないのは、観測装置の設置段階で収録装置に不調をきたしたため、収録を断念したためである。

## 7. あとがき

1986 年 3 月までのオリジナルテープは、利根川の編集プログラムを使用して、電気通信大学の齊藤明氏、山形大学の鈴木博之氏で編集作業が進められた。今回の報告は、担当者の卒業で編集処理に熟知した者がいなくなるため、これを契機に編集処理をまとめてみようとしたことが発端である。当面の編集作業は山形大学の笹原敏也氏が担当し、また編集プログラム開発途中の検討・修正等にも全面的に協力して頂いた。ここに感謝の意を表したい。

## 文 献

- 岩淵美代子・藤井良一・内海達郎 (1978): グラフィックディスプレイを用いた会話型スペクトル解析システム. 南極資料, **62**, 29-70.
- 桜井治男・利根川豊・藤井良一・佐藤夏雄 (1987): 昭和基地電算機データの編集処理. 南極資料, **31**, 77-92.
- 佐藤夏雄・福西 浩・国分 征・SAEMUNDSSON, TH. (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.
- 佐藤夏雄・福西 浩・国分 征・荒木 喬・SAEMUNDSSON, TH. (1985): 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.
- 鈴木博之 (1987): 地磁気共役点における FLF-VLF 放射の統計的特性. 山形大学大学院修士論文.

(1988 年 3 月 11 日受理)