

INTERMAGNET/Hiraiso
GIN システムの開発石橋 弘光・野崎 憲朗
(1997年1月17日受理)DEVELOPMENT OF INTERMAGNET/HIRAIISO
GIN SYSTEM

By

Hiromitsu ISHIBASHI and Kenrou NOZAKI

The INTERMAGNET objective is to establish a global network of cooperating digital geomagnetic observatories, adopting modern standard specifications for measuring and recording equipment, in order to establish data exchange and the production of indices in close to real time using existing meteorological satellites (including GOES East, GOES West, GMS, INSTAT, and METEOSAT). From the viewpoint of space weather forecasting, the real-time monitoring of a global geomagnetic field is necessary for predicting geomagnetic disturbances. Thus we as one of Geomagnetic Information Nodes (GINs) of the INTERMAGNET, that is Hiraiso GIN, have been responsible for collecting and distributing the geomagnetic field data. Our task is to take care of the area covered by GMS. This paper describes the Hiraiso GIN system in detail.

[キーワード] INTERMAGNET, GIN, 地磁気指数, データベース.

INTERMAGNET, Geomagnetic information nodes, Geomagnetic indices, Database.

1. はじめに

世界中に分布する地磁気観測所のデータを元に導出される Dst, Kp, AE 等の地磁気活動度指数は、磁気圏内の環電流や加速粒子の降下等の磁気圏ダイナミックスの基本的な指標として知られている。しかし、地磁気観測所のデータ収集システム、データ管理体制等の問題から、これらの地磁気活動度指数の算出には、1日~数カ月を要する。もし、これらの指数をリアルタイムに推定できれば、磁気圏擾乱の現況把握及びその後の時間発展の予測を行う上で有効な手段として、将来の宇宙天気予報システムに実装できるであろう。そのためにはまず、リアルタイムで汎地球規模の地磁気データを収集するシ

ステムが必要となる。

一般に地磁気観測所は、人工的な雑音を避けるために往々にして人里離れた場所に立地しており、利用可能な通信メディアも限定されている。また、通信基盤整備の立ち後れている国々の地磁気観測所では、電話回線すら満足に整備されていないのが実状である。その一方で、データ取得技術や通信システムの発達によって遠隔地の地磁気変動のリアルタイム・モニターが技術的に可能となり、遠隔操作による地磁気観測の自動化・無人化を試みる研究機関も増えてきた。自然、地磁気観測所毎に異なる事情を調整して、このような技術の利用を世界規模に拡大する動きがでてくる。地磁気観測所間の地球規模のデータ通信の可能性は1986年8月にカナダのオタワで開かれた「地磁気観測機器に関するワークショップ」で最初に提起された。INTERMAGNETは、その先駆

• 平磯宇宙環境センター 宇宙天気予報課

けと言うべきもので、世界中の地磁気観測所の迅速なデータ交換及び地磁気活動度指数の迅速な作成を目的とする国際共同プロジェクトであり、BGS (the British Geological Survey) と USGS (the U.S. Geological Survey) を中心に 80 年代後半に組織された。国内では、平磯宇宙環境センター、京都大学地磁気世界資料解析センター及び気象庁/柿岡地磁気観測所が中心となって INTERMAGNET に参加しており、CRL の宇宙天気

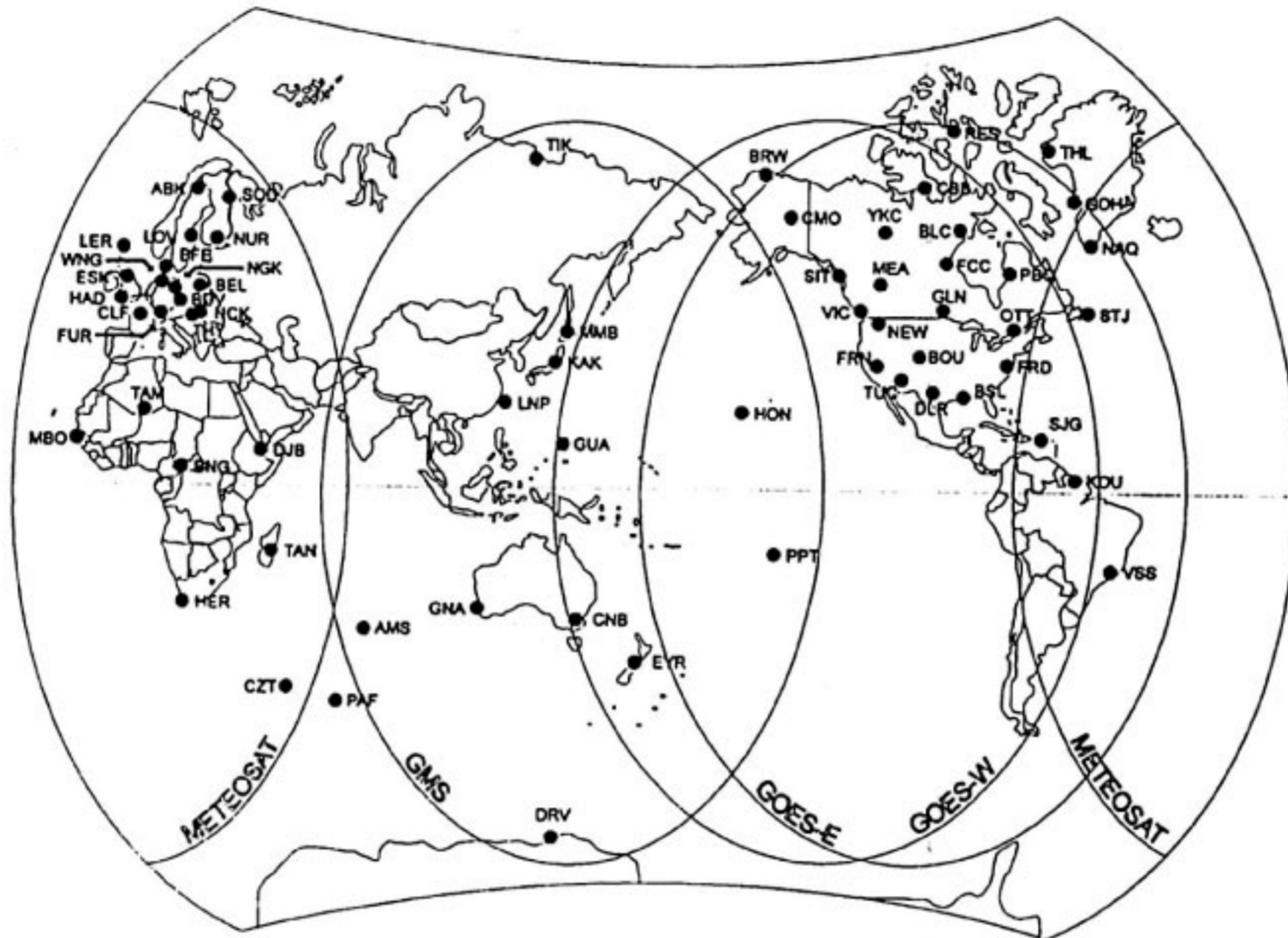
予報計画を進める上で、重要なパートナーとなっている。

INTERMAGNET では、データ中継局として米国・欧州・日本の静止気象衛星を用い、参加する地磁気観測所に DCP (Data Collection Platform) と呼ばれるデータアップリンク専用の簡易型地磁気データ送信装置を配備し、GIN (Geomagnetic Information Node) と呼ばれる地域毎のデータセンターに迅速に送信する準リアルタイム・データ交換網を構築し、地球上のほとん

第 1 表 INTERMAGNET に参加している地磁気観測所リスト (1996 年 6 月)

観測所名	地理緯度	地理経度	GIN				
ABS Abisko	68.36	18.82	GSS	KOU Kourou	5.10	-52.70	IPGP
AMS Martin de Vivies	-37.80	77.57	EOPGS	LER Lerwick	60.13	-1.18	BGS
BDV Budkov	49.07	14.02	CAS	LNP Luning	25.00	121.17	MTC
BEL Belsk	51.84	20.79	PAS	LOV Lovo	59.40	17.80	GSS
BFE Brorfelde	55.63	11.67	DMI	MBO Mbour	14.38	-16.97	ORSTOM
BLC Baker Lake	64.33	-95.03	GSC	MEA Meanook	54.62	-113.33	GSC
BNG Bangui	4.43	18.56	ORSTOM	MMB Meenabetsu	43.90	144.20	JMA
BOU Boulder	40.14	-105.24	USGS	NAO Narssarsuaq	61.16	-45.44	DMI
BRN Barrow	71.32	-156.62	USGS	NCK Nagycenk	47.63	16.72	HAS
BSL Bay St. Louis	30.21	-89.38	USGS	NEH Newport	48.26	-117.12	USGS
CBB Cambridge Bay	69.10	-105.00	GSC	NGK Niomegk	52.07	12.67	GFZP
CLF Chambon La Foret	48.02	2.27	IPGP	NUR Nurmijarvi	57.70	24.70	FMI
CNO College	64.70	-147.84	USGS	OTT Ottawa	45.40	-75.55	GSC
CNB Canberra	-35.32	149.36	AGSO	PAF Port-aux-Francais	-49.35	70.26	EOPGS
CZT Port Alfred	-51.40	51.90	EOPGS	PBO Poste-de-la-Baleine	55.27	-77.75	GSC
DJB Djibouti	12.00	43.00	IPGP	PPT Pamatai	-17.57	-149.57	ORSTOM
DLR Del Rio	29.41	-100.92	USGS	RES Resolute Bay	74.70	-94.90	GSC
DRV Dumont d'Urville	-66.37	140.01	EOPGS	SIT Sitka	57.06	-135.32	USGS
ESK Eskdalemuir	55.32	-3.20	BGS	SJG San Juan	18.11	-66.15	USGS
EYR Eyrowell	-43.42	172.35	IGN	SOD Sodankyla	67.37	26.63	FASL
FCC Fort Churchill	58.77	-94.10	GSC	STJ St. John's	47.60	-52.68	GSC
FRD Fredericksburg	38.21	-77.37	USGS	TAM Tamnassat	22.80	5.53	IPGP/CRAAG
FRN Fresno	37.09	-119.72	USGS	TAN Antananarivo	-18.92	47.55	EOPGS/UM
FUR Furstenfeldbruck	48.17	11.28	UMUN	THL Thule	77.47	-69.23	DMI
GDH Godhavn	69.25	53.53	DMI	THY Tihany	46.90	17.89	ELGI
GLN Glenlea	49.60	-97.10	GSC	TIK Tixie Bay	71.58	129.00	IZMIRAN
GNA Ghangara	-31.78	115.95	AGSO	TUC Tucson	32.25	-110.83	USGS
GUA Guam	13.58	144.87	USGS	VIC Victoria	48.52	-123.42	GSC
HAD Hartland	51.00	-4.48	BGS	VSS Vassouras	-22.40	-43.65	CNDCT
HER Hermanus	-34.43	19.23	CSIR	WNG Wingst	53.74	9.07	BSH
HON Honolulu	21.32	-158.00	USGS	YKC Yellowknife	62.46	-114.47	GSC
KAK Kakioka	36.23	140.18	JMA				

- AGSO : Australian Geological Survey Organization
 BGS : British Geological Survey
 BSH : Federal Maritime and Hydrographic Agency, Germany
 CAS : Czech Academy of Science
 CNDCT : Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico
 CRAAG : Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Geophysique d'Algerie
 CSIR : Council for Scientific and Industrial Research, South Africa
 DMI : Danish Meteorological Institute
 ELGI : Eotvos Lorand Geophysical Institute
 EOPGS : Ecole et Observatoire de Physique du Globe de Strasbourg
 FASL : Finnish Academy of Science and Letters
 FMI : Finnish Meteorological Institute
 GFZP : GeoForschungszentrum Potsdam
 GSC : Geological Survey of Canada
 GSS : Geological Survey of Sweden
 HAS : Hungarian Academy of Science
 IGN : Institute of Geological and nuclear Sciences, New Zealand
 IPGP : Institute de Physique du Globe de Paris
 IZMIRAN : Insitut Zemnovo Magnetizma Ionosfery i Rasprostraneniya Radiovoln
 JMA : Japan Meteorological Agency
 MTC : Ministry of Transportation and Communications, China (Taiwan)
 ORSTOM : Office de la Recherche Scientifique et technique Outre-mer
 PAS : Polish Academy of Sciences
 UM : University of Madagascar
 UMUN : University of Munich
 USGS : United States Geological Survey



第1図 INTERMAGNETに参加している地磁気観測所の分布¹⁾

どの領域をカバーしている。また、データの質を守るために参加する地磁気観測所は一定の基準が課せられており基準にあてはまるものはIMO (INTERMAGNET Magnetic Observatory) と分類される。現在、第1表及び第1図に示される観測所が衛星回線もしくは、地上のコンピュータネットワーク経由で、GIN にデータを送信している。GIN は、現在、Edinburgh (BGS), Golden (USGS), 平磯 (CRL), 京都 (京都大), Ottawa (GSC), Paris (IPGP) で運用されている。これらのGINでは、担当領域内の地磁気観測所からデータを収集すると共にデータをINTERMAGNETで規定された標準フォーマットに沿って編集した後に、データベース化して、利用者に配布している。また、GINは必要に応じてデータを交換することができるし、地磁気指数や活動度モデルの配布が許されている。

本論文では、GMSがカバーする地域におけるINTERMAGNETシステムについて、地磁気観測所からのデータの流れ及び我々が開発したGINシステム (Hiraiso GIN) の概要について述べる。

2. INTERMAGNETデータの流れ

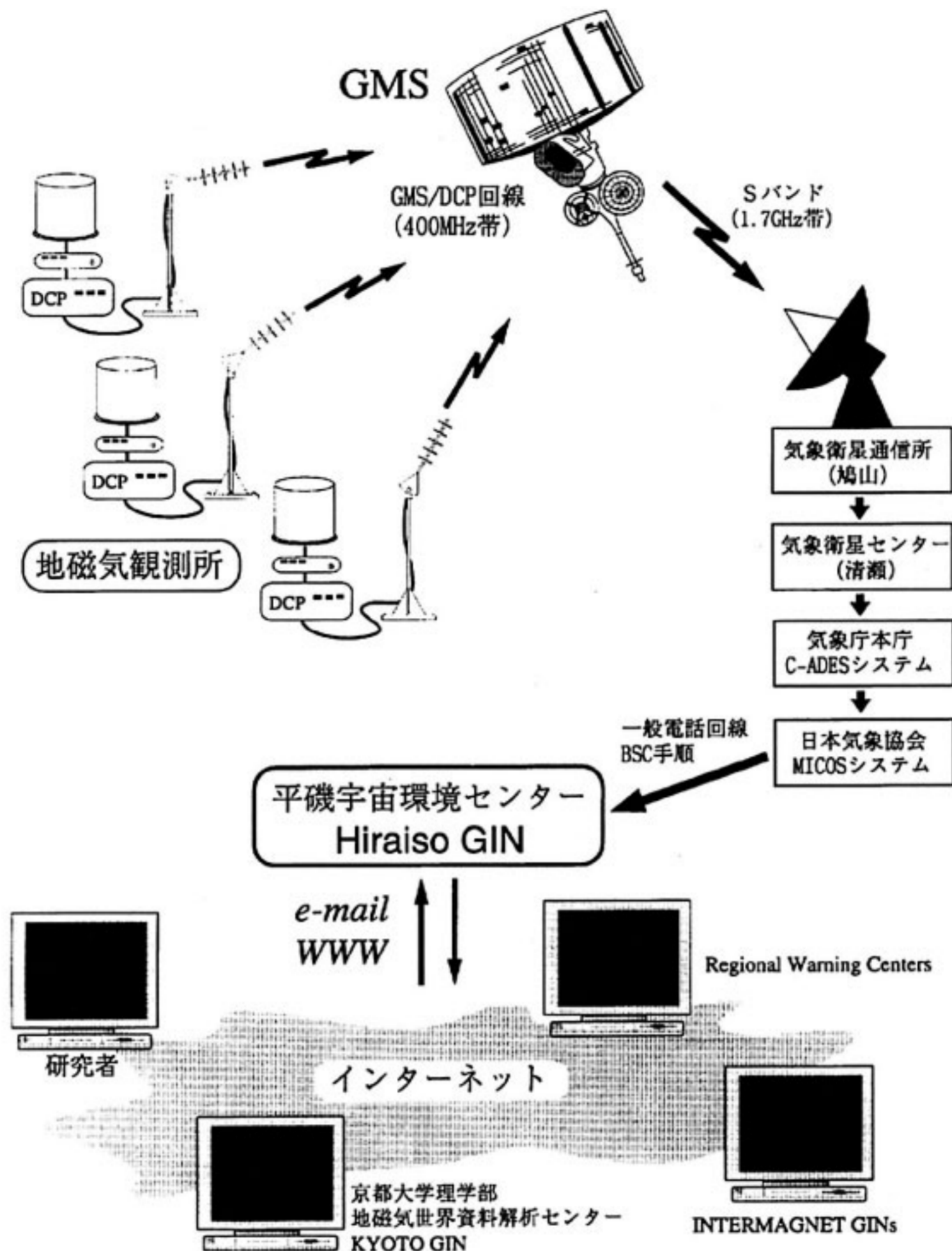
第2図にGMSがカバーする領域におけるINTERMAGNETデータの流れを示す。各地磁気観測所のデータは、DCP内でA/D変換された後に地磁気3成分の1分値を算出し、Base-44方式¹⁾でエンコード

されて、日本の静止気象衛星、GMSにアップリンクされる。送信周波数は、402.1 MHz から 402.4 MHz までの範囲内で気象庁から指定されたチャンネルを使用している。DCPによるデータアップリンクは1回につき60秒以内、前後に15秒の無送信時間を設けるよう決められており、INTERMAGNETでは1チャンネルを8カ所の観測所で共有し、気象庁で指定されたタイムスロットに従って、各々12分毎にアップリンクする方式をとっている (第3図参照)。

データはその後、気象庁/気象衛星通信所 (鳩山) へダウンリンクされた後、気象衛星センター・気象庁本庁のC-ADESSを経て、日本気象協会へ自動送信される。日本気象協会では、一般電話回線もしくは専用線を通じて、様々な気象関連データを契約者へ自動配信するMICOSシステムを運用しており、GMS/DCP回線経由のデータもMICOSシステム経由で配信される。一般電話回線経由の場合、データ転送プロトコルはBSC手順が使われており、Hiraiso GINには一般電話回線経由で12分毎にINTERMAGNETデータが送信されている。

3. Hiraiso GINシステム構成

Hiraiso GINのシステム構成を第4図に示す。本システムは、データ受信系、データ処理系、オンラインデータベース系の3つの部分で構成されている。パソコンと



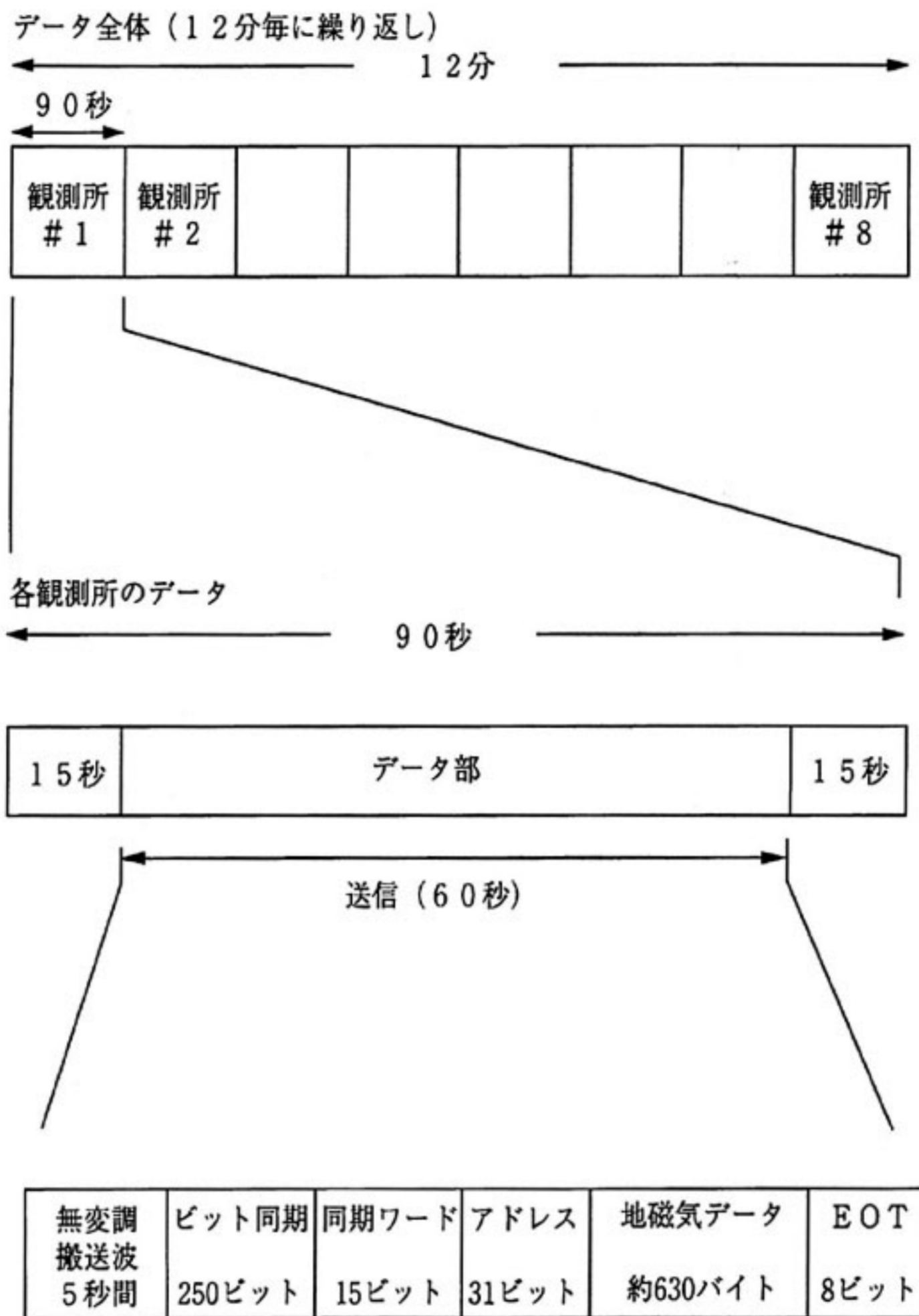
第2図 GMSエリアにおけるINTERMAGNETデータの流れ

ワークステーションを組み合わせた分散処理システムであることが大きな特徴であり、データ受信をパソコンが受け持ち、ワークステーション (DEC 3000/600, OS: Digital UNIX) 側では、データデコード・データベース管理を行っている。分散処理システムの導入には、平磯宇宙環境センターの所在地、ひたちなか市一円における落雷及びそれに伴う停電発生頻度の高さが一因している。停電、ディスククラッシュ等の突発的なシステム障害、ネットワーク障害に遭遇しても、GINとしての機能を継続させるには、UPS設置などの対策に加えて、GINシステム構成にもある程度の冗長性を持たせる必要があった。

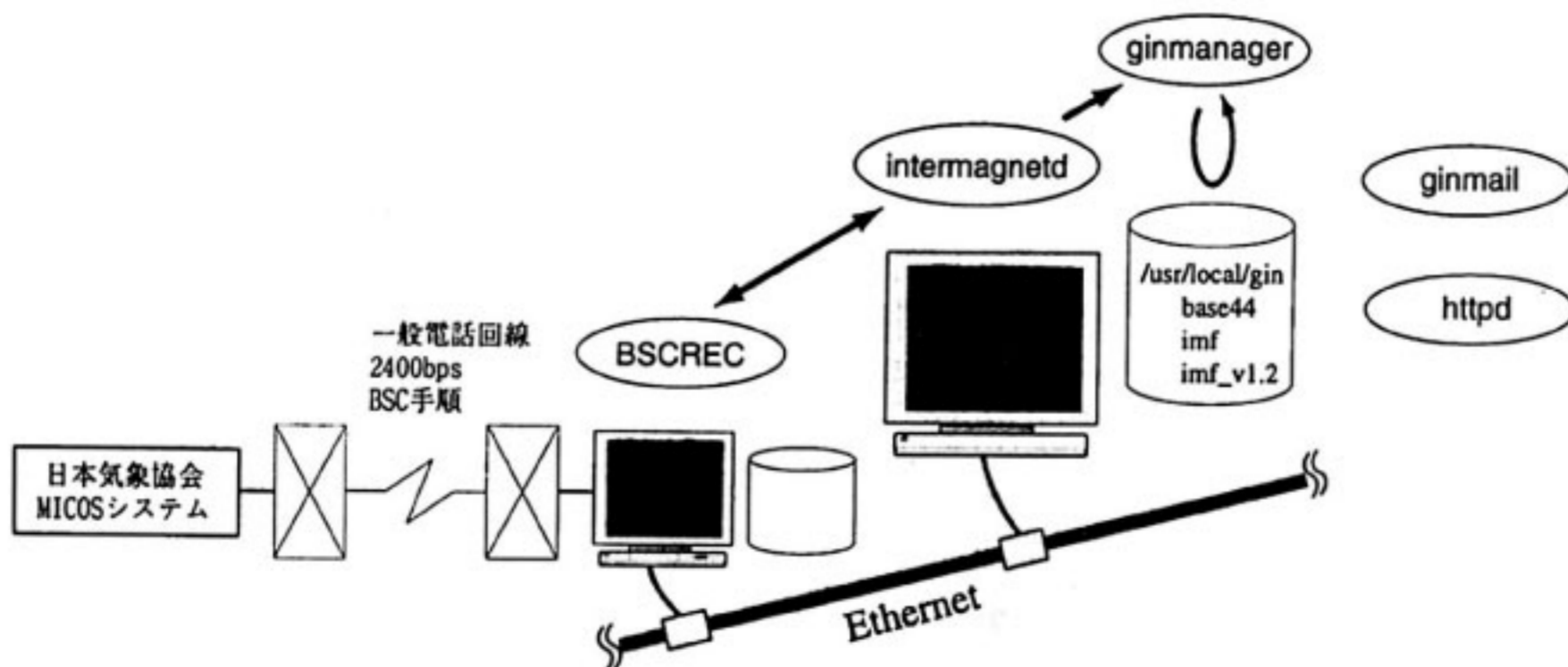
3.1 データ受信系

Hiraiso GINのデータ受信系は、パソコン (PC 9801-BX4, OS: MS-DOS) を中心に構成されている。

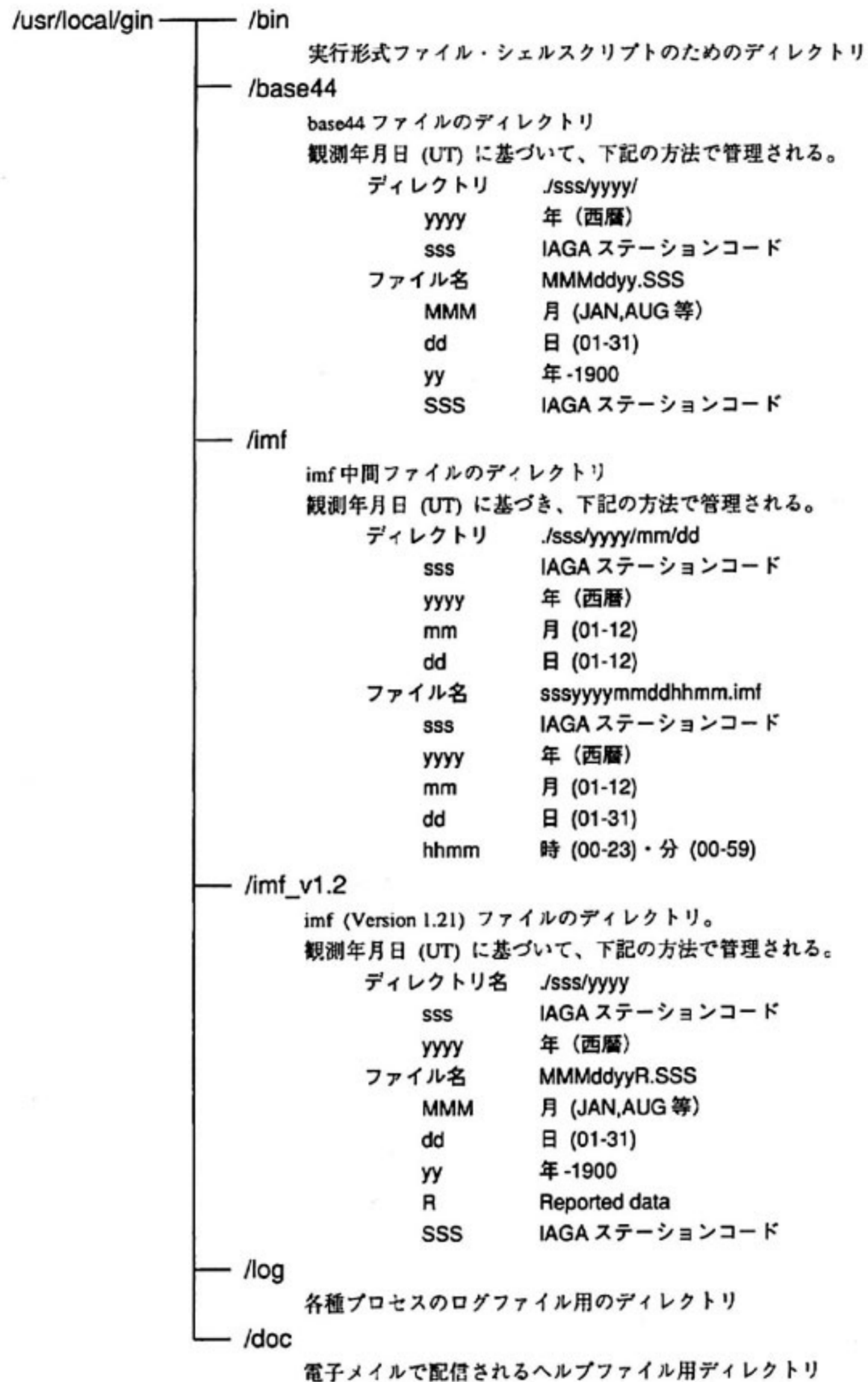
BSC手順通信ボード・TCP/IP対応のEthernetボードを実装し、日本気象協会/MICOSシステムからのデータ受信端末およびデータ処理・データベース用のワークステーション (DEC 3000/600, OS: Digital UNIX) へのデータ中継局として機能する。すなわち、パソコン上のプログラム (BSCREC) では、日本気象協会/MICOSシステムのデータ送信要求を待ち受け、データ受信終了後は、パソコンのローカルディスク上にデータを書き込むと共に、データ処理・オンラインデータベース用のワークステーションに平磯センター内のLAN経由で、データ転送を行っている。データ転送は、パソコンをクライアント、ワークステーションをサーバとするSOCKET通信で行われ、ネットワーク障害あるいはワークステーション側の問題で、ネットワーク接続が不可能な場合は、データ転送を見合わせ、すべてのシステムが



第3図 GMS/DCP回線タイムスロット



第4図 HIRAI SO GIN システム構成



第5図 Hiraiso GIN用ワークステーションのファイルシステム

正常に復旧した時点で、あらためて転送する機能を持たせている。また、我々は、パソコンのローカルディスク上のデータファイルは、ある程度の期間保存した後に手動で削除する方針で運用している。

3.2 データ処理系

ワークステーションでは、2つのプロセス (intermagnetd, ginmanager) が、パソコンとの SOCKET 通信、受信データのデコード処理を担当している。処理されたデータは最終的には INTERMAGNET によって規定された IMF.V1.21 フォー

マット (付録1) に沿って編集されて、オンラインデータベース化される。第5図にワークステーションのデータ処理系に関連するファイルシステムについて記す。2つのプロセスの機能は以下の通りである。

intermagnetd:

ワークステーションのブート時に起動され、恒久的に動作する。データ受信用パソコンからの接続要求を待ち、接続が行われたら、後述のデータ処理プロセス、ginmanager を起動する。intermagnetd と ginmanager は PIPE で接続し、intermagnetd は、

socket から読み込んだデータをそのまま PIPE 経由で ginmanager に渡す。また、ginmanager の終了状態 (exit() ステータス) をパソコン側のプロセスに渡す。

ginmanager:

intermagnetd から起動され、データ受信用パソコンのデータを受け取りデータデコード等のデータベース化に必要な処理を行う。終了時には、終了状態を exit() ステータスで intermagnetd に返す。

データ処理は、1 件 (1 観測所) のデータ受信毎に次の 3 つのステップを経て行われる。

(ステップ-1)

データの転送ルートにあたる気象庁・気象協会が付加されたヘッダー・フッターの読み取り・削除

(ステップ-2)

Base-44 方式でエンコードされたデータのデコード

(ステップ-3)

デコードされたデータのビット単位の編集

データ処理の過程で、1 件のデータ受信毎に以下の 2 種類の間接ファイルが作成される。

Base-44 ファイル:

気象協会/MICOS システムから送信されてきた未処理の生データで、データの転送ルートにあたる気象庁・気象協会が付加されたヘッダー・フッターを含む。

IMF 中間ファイル:

Base-44 ファイルに上記のステップ-1, 2, 3 のデータ処理を施したファイル。

ステップ-1 で得られたヘッダー情報によって、地磁気観測所名が判明し、ステップ-2, 3 を経て、地磁気 3 成分の 12 分間の 1 分値データが得られる。この後、パソコンで受信した生データ (Base-44 ファイル) 及びデータ処理後のデータ (IMF 中間ファイル) は各々、異なるディレクトリに格納される。ファイルを格納するサブディレクトリは観測所名、年、月、日をもとに管理されており、必要に応じて ginmanager によって動的に生成される。

INTERMAGNET では、1 回の送信データ量は 600 バイト程度で非常に小さい。しかし、12 分毎に着信するデータに対して、逐一ファイルを生成しながら運用を続けた場合、1 日で生成されるファイル数は 1 観測所あたり 120 個に達する。UNIX のファイルシステムでは、ディスクの空き容量より先に i-node 資源が急速に枯渇してしまう危険性がある。よって、Base-44 ファイルの格納には、1 ファイル/観測所/日の割合でファイルを作成し、ファイルの最後に最新データを追加する方式を採用している。また、ファイルヘッダーデータを追加する際のデータ保護対策として、セマフォによる排他制御を行って

る。

一方、IMF 中間ファイルの方は、1 ファイル/着信の割合で、いったん指定されたディレクトリに格納され、データ受信の 2 日後に cron に起動されるプロセスによって 1 ファイル/観測所/日の割合で自動編集された後に、指定されたディレクトリに格納され、後述のオンラインデータベースサービスを通じて、利用者に配布される。

3.3 オンラインデータベース系

高速回線を利用できない人々にもデータを公開するために、GIN を運用している研究機関は、担当領域内の地磁気データ収集の他に、電子メールによる地磁気データの配信サービスが義務付けられている。我々はワークステーションの POP サーバ機能を利用して、電子メールによる地磁気データの自動配信システム (ginmail) を開発した。利用者は、電子メールの本文中に必要なコマンドを記すことによって、Hiraiso GIN のデータベースにアクセスすることができる。メール本文中のコマンドに対する応答は、返信メールによって即座に利用者へ返される。付録 2 に電子メールによる地磁気データの自動配信システムの利用法を記した。

さらに、我々は Hiraiso GIN システムと並行して開発を進めている分散型宇宙環境データベース (SERDIN/WWW) に、INTERMAGNET のデータベースを組み込み、WWW システムのユーザインターフェースを利用したオンラインサービスを行っている。INTERMAGNET の特徴を生かした機能としては、気象庁/柿岡地磁気観測所をはじめとする地磁気データの準リアルタイムデータの表示、利用者の入力パラメータに応じた地磁気データのプロット・データダウンロードなどが挙げられる。その一方で、SERDIN/WWW では、URL による描画要求を受けて、INTERMAGNET データベースにアクセスして動的にデータプロットを作成する Image-Server として機能している。SERDIN/WWW の Interface-Server が提供する Geomagnetic Activity Chart を介して、気象庁/柿岡地磁気観測所の地磁気 K 指数の速報値 (MAGNEKA) 及び GMS-4/SEM 高エネルギー粒子データとの相互参照が可能となっている⁽²⁾。

4. おわりに

我々は、1993 年 5 月に気象庁/柿岡地磁気観測所のデータ受信を開始して以来、現在も気象庁/女満別地磁気観測所、Tikie Bay (ロシア)、Amsterdam Is. (フランス) と DCP 設置局を増やす一方で、Hiraiso GIN システムの改良・機能拡張を続けてきた。ここで報告したシステムも二世代目にあたる。今後も、GMS 担当エ

付録1 INTERMAGNET/GIN 地磁気 1 分値 データフォーマット (IMF V1.21)⁽¹⁾

File name :

To remain compatible with all operating systems, the file name is limited to 8 characters for the plus a three letter extension defining the observatory. e.g. MAR1596X.KAK for Kakioka, 15th March 1996. X is replaced by R - reported, A - adjusted, D - definitive, indicating the type of data being input.

The file itself contains 24 blocks of data. Each block consists of a block header and 30 data lines.

The block headers have the following format :

IOC_MMMDDYY_ddd_HH_0000_T_GGG_CCCCLLLL_BBBBBB_RRRRRRRRRRRRRRRR

IOC : the IAGA observatory code
 MMM : the month name, e.g. AUG for August
 DD : the day of the month (1-31)
 YY : the year
 ddd : the day of the year (1-366)
 HH : the hour of the day (0-23)
 0000 : the orientation of the data (eg. "XYZF", "HDZF") :
 "X" = X in 1/10th nt, "Y" = Y in 1/10th nt
 "H" = H in 1/10th nt, "D" = D in 1/100th minute arc
 "Z" = Z in 1/10th nt, "F" = F in 1/10th nt
 T : the data type :
 "R" = reported, "A" = adjusted, "D" = definitive
 Reported Data are defined as the raw data as output by an INTERMAGNET Observatory (IMO) , either by satellite, computer link or telephone communication. These data will be formatted in either IMO V2.8N (binary) or IMF V1.2N (ASCII) , without any Baseline Reference Measurements (BRM's) , or other modifications applied to it.
 GGG : the GIN identification :
 "HIR" = Hiraiso STRC/CRL, Japan
 "EDI" = BGS, Edinburgh
 "GOL" = USGS
 "OTT" = CGS, Ottawa
 "PAR" = IPG, Paris
 CCCC : the observatory colatitude in 1/10th degree
 LLLL : the observatory longitude in 1/10th degree
 BBBBBB : the baseline declination value in 1/100th degree
 Note that BBBBBB = 000000 when the XYZF component system is used.
 RRRRRRRRRRRRRRRR : reserved 16 byte space of R - characters, for future use
 - : Indicates a space character.

The data follows the header. It is organised as 30 lines containing 2 minute values per line. Each line has the following format :

SAAAAA_SBBBBB_SCCCCC_FFFFFF_SAAAAA_SBBBBB_SCCCCC_FFFFFF
 (Values for minute 00) (Values for minute 01)

SAAAAA_SBBBBB_SCCCCC_FFFFFF_SAAAAA_SBBBBB_SCCCCC_FFFFFF
 (Values for minute 58) (Values for minute 59)

AAAAAA : the value for component 1 (H or X - positive or negative)
 BBBBBB : the value for component 2 (D or Y - positive or negative)
 CCCCCC : the value for component 3 (Z - positive or negative)
 FFFFFF : the value for component 4 (F - positive only)
 - : Indicates a space character.

NOTES

All components are in 1/10th nT except D which is in 1/100th minute arc.
 Missing data is represented by the character XXXXXX.

付録2 電子メールによる地磁気データの自動配信システム 以下に当システムを通じて実際に配布されている、 ヘルプファイルを記す。

0. Introduction

The automatic mailing system of the Hiraiso Geomagnetic Information Node (GIN) runs on electronic mail over the INTERNET and allows users to obtain geomagnetic data from the database maintained at Hiraiso STRC. The service receives users' data request, extracts the required information from the database, and sends back the results automatically.

1. Mail Address

The e-mail address for the service of Hiraiso GIN is
 hiraiso-gin@crl.go.jp

The body of the mail message must include commands mentioned in the following section.

2. Commands

The following commands may be used in the body of the mail message :

- (1) send help - to obtain this information.
- (2) send formats - to obtain documentation on the formats used for data transmission by the GIN.
- (3) send observatories - to obtain a list of participating observatories.
- (4) send list - to get a list of available data
- (5) send data SSS YYYYMMDD L - to obtain minute mean data in INTERMAGNET V1.2 format.
 where
 SSS = the IAGA station code.
 YYYYMMDD = the starting date for the data.
 YYYY = the year in numeric value
 MM = the month in numeric value (1-12)
 DD = the day in numeric value
 L = the length (in days) of the data.

Note that any illegal message sent to hiraiso-gin@crl.go.jp not mentioned above will be ignored - no reply will be generated.

3. Examples

- (1) To request the data format documentation :

```
mail> send
to : hiraiso-gin@crl.go.jp
subject :
send formats
```

- (2) To request 3 days reported data for Kakioka beginning on the 5th July 1996 :

```
mail> send
to : hiraiso-gin@crl.go.jp
subject :
send data kak 19960705 3
```

You may include multiple commands mentioned above.

- (3) To request the data format documentation, 1 day data for Kakioka beginning on the 1th June 1994, and 3 days for Memanbetsu on the 5th September 1995 :

```
mail> send
to : hiraiso-gin@crl.go.jp
subject :
send formats
send data kak 19940601 1
send data mmb 19950905 3
```

You will receive three reply mails corresponding to each command.

4. Note

If you have problems using the mail interface, you can contact the Hiraiso GIN manager by sending e-mail to gin-admin@crl.go.jp, or write to :

The Hiraiso GIN Manager
 Space Weather Forecast Section
 Hiraiso Solar Terrestrial Research Center
 Communications Research Laboratory
 Isozaki 3601, Hitachinaka, Ibaraki, Zip 311-12
 Japan

リアにおける参加機関は増える見通しである。

宇宙天気予報プロジェクトは、太陽物理学および太陽地球間物理学の研究で既知となっている物理過程を前提にして、システム工学的な観点からいくつかの開発項目に絞り込み、それらを実用的な宇宙天気予報システムとして統合化することを目的としている。磁気圏擾乱の現況把握・予報を行う上で、汎地球規模のリアルタイム地磁気データ交換網の持つ重要性は冒頭で述べた通りであり、INTERMAGNETについても、将来の宇宙天気予報システムへの実装を想定し、金銭的・人的な投資に見合った威力を発揮するか否かを厳しく評価していく必要がある。

石橋 弘光
Hiromitsu ISHIBASHI
平磯宇宙環境センター 宇宙天気予報課
太陽地球間物理学
ishi@crl. go. jp

謝 辞

日本における INTERMAGNET 計画の実施に当たり、国内外の地磁気観測所の DCP 設置、GMS/DCP 回線使用のためにご尽力いただいた京都大学理学部附属地磁気世界資料解析センターの亀井豊久氏および前宇宙天気予報課長の宇宙科学部宇宙空間研究室丸山隆室長の両氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) INTERMAGNET Technical Reference Manual 1994, 1995, 1996 Version 3.0.
- (2) 石橋, 川崎, "分散型宇宙環境データベースの開発", 通信総研季, 43, 2, pp.257-270, June 1997.

野崎 憲朗
Kenrou NOZAKI
平磯宇宙環境センター 宇宙天気予報課
レーダーによる電離圏観測
nozaki@crl. go. jp

