

分散型宇宙環境データベースの開発

石橋 弘光* 川崎 和義*
(1997年1月17日受理)

DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED SPACE ENVIRONMENT DATABASE

By

Hiromitsu ISHIBASHI and Kazuyoshi KAWASAKI

We have developed a distributed space environment database system with the NCSA HTTPD as the core of the WWW server. The new on-line data base system is called SERDIN/WWW and has the NCSA HTTPD as the front end and a CGI (Common Gateway Interface) program group as the back end. It uses the HTTP protocol for exchanging information with users. The major characteristic of the SERDIN/WWW is that it consists of two types of processes: the Interface Server and the Image Server. These two servers are independently implemented on two different machines over the Hiraiso STRC's LAN and are loosely connected with each other by the HTTP protocol. It is not necessary for both servers to be on the same LAN. As long as the network can be accessed using the HTTP protocol, it does not matter where the servers are running. We think this feature will play an important role in the future expansion of the distributed space environment database. Furthermore, there is no need for the two servers to be unique. A multiple number of interface servers and image servers can coexist on the Internet without any problem. Such expandability as that possessed by SERDIN/WWW is ideal for the initial concept of the space environment monitoring system.

[キーワード] 宇宙天気, 分散型データベース, 宇宙環境リアルタイムデータ交換ネットワーク, 国際宇宙環境サービス.

Space weather, Distributed database, Space environment real-time data inter-communication network (SERDIN), International space environment service (ISES).

1. はじめに

宇宙天気予報を実現するための第一段階として我々が掲げた目標のひとつは、世界各地の関連研究機関の相互支援のもと、宇宙環境を監視するためのリアルタイムデータ交換システムの構築である。太陽フレアや地磁気嵐の発生には、いくつかの前兆現象や指標となるパラメータが知られており、これらを対象とする分解能の高い観測

および大容量の観測データの迅速な収集に予報の正否がかかってくる。したがって、まず、

- (1) 汎地球規模のコンピュータネットワークとの接続
- (2) オンライン宇宙環境データベース

の二項目を核とする宇宙環境データネットワークの開発に取り組む必要があった。折しも、宇宙天気予報プロジェクトが始まった1980年代は、情報通信分野のめざましい技術革新を背景に、従来、分離して語られることの多かったコンピュータネットワークとデータベースが、急速に接近・融合し始めた時期であった。平磯センターで

* 平磯宇宙環境センター 宇宙天気予報課

開発に着手した宇宙環境データネットワーク、SERDIN (Space Environment Realtime Data Intercommunication Network) においても、我々は最先端の情報処理技術の動向を視野に入れながら、両者のバランスのとれたオンラインデータベースを目指した。整備された項目は、順次、国内外の研究者へのデータサービスを開始し、SERDINのサブシステムであるSERDIN/SEDOSS (Space Environment Database Online Service System) は、1991年～1995年に実施された総合的な太陽地球系環境の観測研究であるSTEP (Solar-Terrestrial Energy Program) 計画の全期間を通じて、宇宙環境速報を提供するテキスト端末ベースのオンラインデータベースとして貢献し、STEPの観測研究を支援した。90年代に入っても、我々はSERDINの機能強化・拡張を継続し、インターネットへの接続および平磯センターで新たに開発・整備された太陽光学望遠鏡をはじめとする各種観測システムの運用開始に伴うデータベースの多様化・広域分散化にもいち早く対応したSERDIN/WWWを開発した。SERDIN/WWWはインターネット上に分散した遠隔地データベースの相互参照を可能とする優れた拡張性を持っており、現在、この技術を生かしたインターネット上で稼働する広域分散型の宇宙環境データベースの開発を行っており、一部プロトタイプの利用を開始している。ここでは、ここまでの宇宙環境データベースの開発経過を述べるとともに、SERDIN/WWWの概要について報告する。

2. 汎地球規模のコンピュータネットワークとの接続

国内のコンピュータネットワーク事情が混沌としている中で、平磯宇宙環境センターは、宇宙天気予報のための日米協力協定に基づき1988年から米国の主要コンピュータネットワークのひとつであったSPAN (Space Physics Analysis Network) との接続を行い、NOAA/SECとの間でDECnetプロトコルによるデータ交換を開始する一方で、並行して開発を進めていたオンライン宇宙環境データベース(後述)も、SPAN上での運用段階に入った。しかし、これはX.25回線(NTT DDX-P)を使い独自に米国GSFCと接続すると言ったやや変則的な接続形態であったため、通信コスト等の問題により利用は大きく制約されていた。

1991年には、国際理学ネットワーク(TISN)^{*1}経由で、汎地球規模のコンピュータネットワークであるインターネットへの接続を果たし、外部機関との大規模なデータ交換にも耐えうる回線容量を確保し、通信プロトコル

もDECnetに加えTCP/IPの利用が可能になった。これによって、宇宙環境データベースに続いて、UNIXワークステーションをプラットフォームとする太陽画像、INTERMAGNET等のオンラインデータベースが次々にインターネット上での本格的な運用を開始した。

その後も宇宙環境監視システムを支える重要な情報通信基盤として研究者自らコンピュータネットワークの運用にも携わり、ネットワークトポロジーの変化への対応・データ通信速度の向上等、質・量の両面でその充実に努め、現在に至っている。

3. オンライン宇宙環境データベースの開発

平磯宇宙環境センターでは、1988年末に独自の観測データのみならず国内外の研究機関の様々な宇宙環境データをリアルタイムで収集、オンラインデータベース化することを目的とする宇宙環境リアルタイムデータ交換ネットワーク、SERDIN (Space Environment Realtime Data Intercommunication Network) の開発に着手し、順次システムの拡張を行ってきた。SERDINの開発はインターネットへの接続を境に、大きく二つの期間に分かれる。

3.1 第1期(1988～1991)

従来の観測システムでは、観測系とデータ解析系が分離・独立し、解析及びデータベース化等の作業は通常オフライン処理で行われていた。この方式では、いくら観測の精度・時間分解能を向上させても予警報の発令の迅速化にはつながらず、宇宙環境監視システムに実装するのは困難であった。平磯宇宙環境センターではこの問題点を克服するため、新たにネットワーク・ワークステーション、DEC社のMicroVAX/3500及びLAN (Local Area Network) を導入し、コンピュータネットワークを介して各種観測データの収集及びオンライン

*1 国際理学ネットワーク (Today International Science Network)

省際研究情報ネットワーク (Inter-Ministry Research Information Network) 国際理学ネットワークは、国内の公的研究機関及び公共性の高い民間研究機関が、汎地球規模のコンピュータネットワークであるインターネットに参加する道を開くための基盤となることを目指して1989年に発足した研究ネットワークである。通信プロトコルはDECnetとTCP/IPをサポートし、米国NSI-SPAN (NASA) やNSF-net、さらには欧州のネットワーク等が相互に接続されていた。1994年半ばには50を超える接続機関を擁するにいたり、日本の主要研究機関の国際的な研究活動を支える重要なインフラストラクチャーとなった。その後、1996年3月末に解散したが、その運用方針は1994年に発足した科学技術庁を運用母体とする省際研究情報ネットワークに引き継がれ、現在ではTISNに参加した研究機関の大半が、省際研究情報ネットワークに移行している。

データベース化する作業をリアルタイムで行うシステムを開発した。また、MicroVAX/3500 は、データ転送のための通信手段として LAN だけでなく、観測機器制御に一般的に用いられる RS-232C, GP-IB 等のインターフェースにも対応しており、LAN 経由のデータ収集が困難な観測項目に関しても容易にデータ収集、オンラインデータベース化が可能であった。この時期に整備した主なデータベースは以下の通りである。

- (1) ISES データベース (第1表参照)
- (2) 稚内, 犬吠, 平磯 電離層パラメータ

- (3) 平磯地磁気3成分リアルタイムデータ
- (4) 犬吠 VLF 位相リアルタイムデータ (10秒値)
- (5) SEM/GMS-4 データベース

一方で、SERDIN のサブシステムのひとつで、利用者がオンラインでデータベースへアクセスする際のインタラクティブなユーザインターフェースとして機能する SEDOSS (Space Environment Database Online Service System) の開発に着手し、完成した項目から順次、運用を開始した。SERDIN/SEDOSS では、通信メディアとして前述の SPAN の他に一般電話回線を

第1表 平磯センターでデータベース化されている ISES コード

Region	Observational Data	ISES Code
SUN	Sunspot Solar Mag. Field Calcium Plage Flare-Patrol Time Flare Radio Burst (Discrete Freq.) Radio Burst (Dyn. Spectrum) Radio Source Location Coronal Hole Disappearing Filament	USSPS USSPI UPLAK UPATP/UPATV UFLAE URANJ URASP URALN UCOHO UFILA
Ionosphere	SID phenomenon Ion. Absorption SPA event & VLF Phase	USIDS UABSE *(Inubo Obs.)
Geomagnetic Field	K-Index, A-Index, Geomag. Event	UMAGF MAGNEKA
Cosmic Ray	Cosmic Ray Intensity	UCOSE
	Daily Indices & Alerts Pronounced Events	GEOALERT PRESTO

使った低速のモデムによるアクセスもサポートした。まだ黎明期にあった国内のコンピュータネットワーク事情を反映し、SPAN 経由のアクセスは主にコンピュータネットワーク導入の進んだ欧米の研究機関が大半を占め、後者はもっぱら国内の研究機関からのアクセスであるのが実状であったが、80年代後半～90年代前半の太陽極大期の全期間を通じて、国内で唯一、地磁気データをはじめとする宇宙環境リアルタイムデータを研究者に提供する地域警報センターとして機能した。すなわち、研究者は観測現場にいながら、SERDIN/SEDOSS を通じて太陽地球環境の現況を大づかみに把握し、観測領域や観測時期（開始・終了）を効率よく設定する事ができた。1988年以降相次いだ観測史上に残る数々のイベントでは、関連研究機関における貴重な研究観測データの取得に大きく貢献したと言える。

3.2 第2期（1992～1996）

この時期、TISN と接続を行い、SERDIN/SEDOSS のインターネット上での運用が本格化する一方で、データベースをとりまく状況は大きく変化した。インターネットの普及、パソコン・UNIX ワークステーションの高性能・低価格化にともない、データベース利用も、従来の専用端末-ミニコン（多対一）からパソコン・X 端末-UNIX マシン（多対多）へとアクセス形態が変貌した。また、GIF、JPEG 等に代表されるマルチプラットフォームに対応した汎用性の高い画像フォーマットの爆発的普及、及び記憶メディアの大容量化・低価格化によって、従来、困難であった画像データのオンラインデータベース化にも新たな道が開けてきた。また、データサービスの形態も TCP/IP の普及によって、Anonymous FTP や電子メールによる自動データ転送システムなど、多様化してきた。こうした情勢の中で、平磯センターにおいて新たに開発された観測システムによって得られた観測生データは、個別にデータベース化されていった。項目は以下の通りである。

- (1) 太陽画像データベース（Hiraiso Solar Database）
- (2) 太陽電波ダイナミックスペクトル（HiRAS）
- (3) INTERMAGNET

これらは、いずれも平磯センターの LAN の異なるマシン上で、互いに独立したデータベースとして運用されており、各々データベースへのアクセス形態もマシン毎に異なる。こうしたデータベースの分散化は、管理者がそれぞれのデータの特性に応じた独自のデータベースを構築することを可能にするなどの恩恵をもたらした。しかし、一方でアクセス形態の多様化によって、新たな問題点が生じた。太陽地球系科学の分野においては、太陽面

現象から磁気圏擾乱まで各種宇宙環境データを相互に参照しながら総合的に解析することにより物理的因果関係を推定する作業が必要である。平磯センターのスタッフが宇宙環境擾乱の予警報を発令する場合も、例外ではない。平磯センターのスタッフのみならず、データベースを相互参照する機会の多い利用者にとって、アクセス形態の多様化は解析のための負担を増大させるとともに、データベースの利用効率の低下にもつながる。よって、前述のデータベース群に効率よくアクセス可能なシステムを構築する必要性が生じてきた。

一方、既に第1期に SERDIN/SEDOSS を通じて公開されていた ISES データベースは、ウルシグラムコードと呼ばれる宇宙環境の観測データを速報として流すために定められた特殊なコードをデータベース化したもので、

- (1) 旧共産圏も含む汎地球的な観測網であること
- (2) 太陽面現象から地磁気、宇宙線まで様々なデータを含む

などの長所を有しているが、コード化されているだけにその情報量は限られていた。また、手作業によりコード化することを前提としていたため、時間分解能も不十分なものであった。従って、第2期に開発された前述の観測生データのデータベースとの融合する事で、より綿密で総合的なリアルタイム性の高い宇宙環境データベースを形成することができる。しかし、SERDIN/SEDOSS は、テキスト端末指向のオンラインサービスシステムであるため、画像による情報伝達が重要な要素を占めるこれらの観測生データセットを網羅するには機能的に限界があった。

4. 分散型宇宙環境データベース (SERDIN/WWW)

4.1 開発方針

我々は、3.2 で述べた問題点を克服するために、既存の telnet, ftp, gopher をも包含する新たなクライアント・サーバ型のマルチメディア通信システムとして台頭してきた WWW に注目した。WWW サーバは、HTML (Hyper Text Mark-up Language) を介して、インターネット上の各種リソース (telnet, ftp, gopher 等) とリンクする機能を有している。さらに主な WWW サーバは、ネットワーク上に分散するデータベースに対するユーザインターフェースを様々なレベルでカスタマイズできる CGI (Common Gateway Interface) なる機能を実装しており、従来の一局集中型のデータベースと全く異なる分散型データベースシステムの構築には最適であった。また、WWW クライアントソフトウェアで

ある Mosaic, Netscape のマルチプラットフォーム化が進み, UNIX, PC 等のあらゆるネットワーク対応型コンピュータで, WWW システムを利用できる事も, データベース利用者の便宜を図る上できわめて大きな魅力であった。

我々は, 様々な検討を行った後に 1994 年初めより, WWW サーバとして, httpd をシステムの中核に据えた分散型宇宙環境データベースシステムの開発に着手した。SERDIN/WWW と名付けられたこの新しいオンラインデータベースシステムは, httpd をフロントエンド, CGI プログラム群をバックエンドとし, 利用者との情報交換には, http (HyperText Transfer Protocol) が用いられている。

SERDIN/WWW の開発課題は, 以下の 3 項目に集約される。

- (1) 既存のオンラインデータベースシステムとの共存
- (2) 優れたグラフィカルユーザインターフェースを有すること。
- (3) ネットワーク上で独立に運用されている各種データベースをネットワーク越しにリンクし, 動的相互参照が可能な分散データベース環境を提供できること。

ISES の世界各地の地域警報センター及び関連研究機関とのデータ交換を目的とする複数のオンラインデータベース運用を現業で抱えている以上, 項目(1)は特に重要である。すなわち, 利用者の便宜上, 既存のデータベースサービスの停止もしくは著しい仕様変更を伴うような作業は極力避けなければならない。国内のネットワーク事情を見ても, 急速に普及してきたインターネットも,

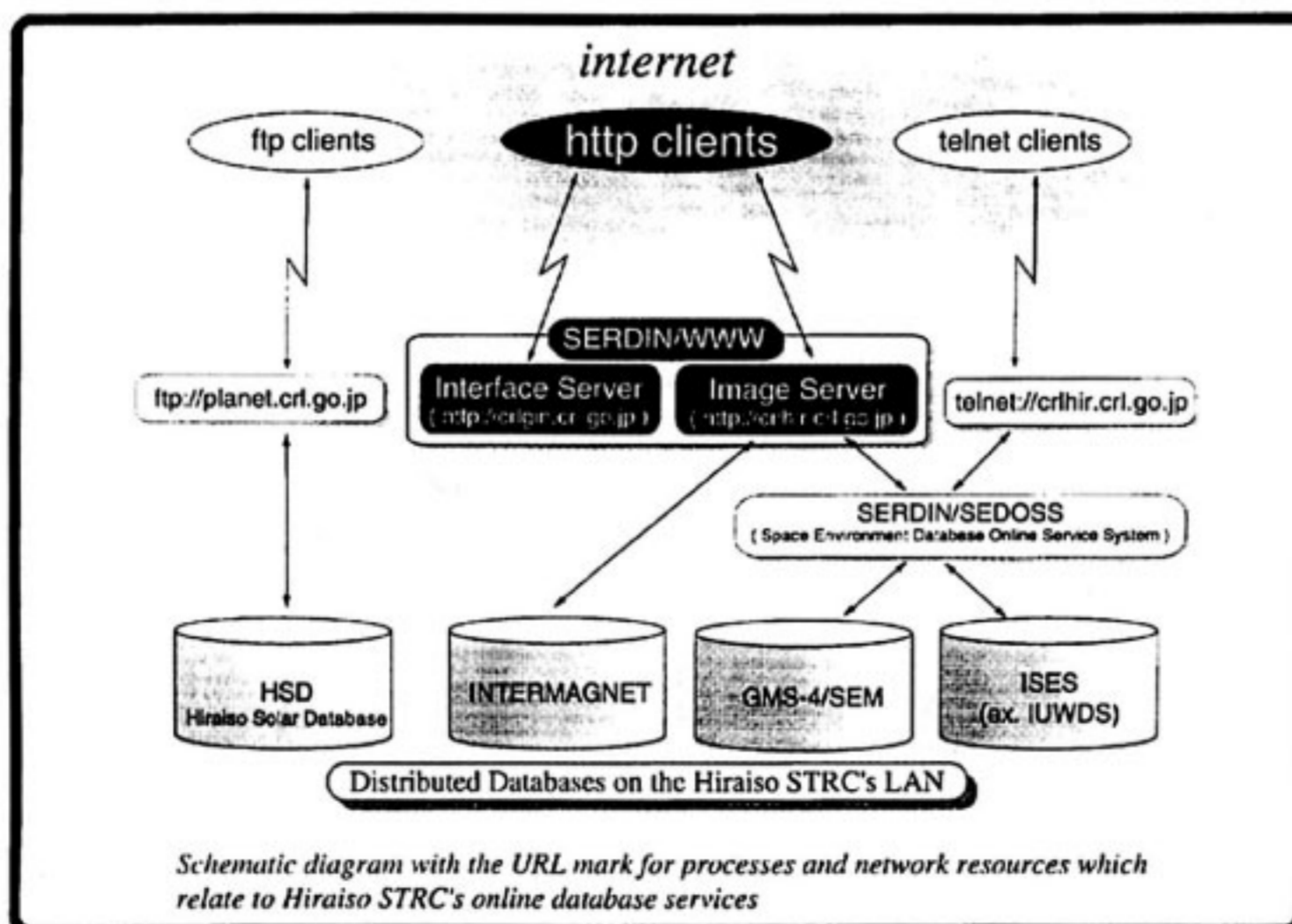
まだまだ欧米に比較して成熟していない点が数多く散見される。従って, 一般電話回線・パソコン BBS (Tri-P) 等の通信メディアを介して行っているサービスもこれまで同様継続してゆく必要がある。ここに新規のデータベース構築とは違った開発の難しさがある。我々は, 既に数多くの SEDOSS 用データベース支援ソフトウェアを開発しており, SERDIN/WWW にこれらを多数流用して, 開発期間の短縮・開発コストの削減につとめた。また, データベースの運用には, こうした支援ソフトウェアのアップデート作業等がつきものであるが, SEDOSS と SERDIN/WWW でソフトウェア資源を数多く共有することで, 定常運用に移行後のメンテナンスに要する負担の軽減をはかった。(第 2 表参照)

4.2 システム構成

SERDIN/WWW に関連したプロセス及びネットワークリソースを URL (Uniform Resource Locators) 表記を用いて図式化したのが, 第 1 図である。既存の

第 2 表 SERDIN/WWW システム諸元

<i>Interface-Server (http://crlgin.crl.go.jp)</i>	
・ 計算機	DEC 3000/600
・ オペレーティングシステム	Digital UNIX Version 3.2C
・ WWWサーバソフトウェア	NCSA httpd
・ CGI開発環境	Perl, gcc, GD(Graphic Library)
<i>Image-Server (http://crlhir.crl.go.jp)</i>	
・ 計算機	DEC 4000/600
・ オペレーティングシステム	OpenVMS/Japanese Version 6.1
・ WWWサーバソフトウェア	CERN httpd
・ CGI開発環境	DEC Fortran, DEC C, Command Procedure, Ghostscript, GD(Graphic Library)



Schematic diagram with the URL mark for processes and network resources which relate to Hiraiso STRC's online database services

第 1 図 SERDIN/WWW システム概略図

第3表 Image-Server の URL 仕様

Image-Server が対応する画像要求の URL 形式は以下の通り。

http://crlhir.crl.go.jp/dimages/type/para1/para2/...

type は以下のキーワードが入る。キーワードにより para1 より先の URL は変化する。

キーワード	項目
<i>solact</i>	Solar Activity Chart http://crlhir.crl.go.jp/dimages/solact/YYYYMMDD.gif YYYY 4桁の西暦, MM 月 (01-12), DD 日 (1-31)
<i>geoact</i>	Geomagnetic Activity Chart http://crlhir.crl.go.jp/dimages/geoact/YYYYMMDD.gif YYYY 4桁の西暦, MM 月 (01-12), DD 日 (1-31)
<i>geomag</i>	Geomagnetic K-Indices http://crlhir.crl.go.jp/dimages/geomag/station/YYYYMMDD.gif YYYY 4桁の西暦, MM 月 (01-12), DD 日 (1-31) station はステーションコード
<i>proton</i>	GMS-4/SEM Protons http://crlhir.crl.go.jp/dimages/proton/YYYYMMDD.gif YYYY 4桁の西暦, MM 月 (01-12), DD 日 (1-31)
<i>alpele</i>	GMS-4/SEM Electrons http://crlhir.crl.go.jp/dimages/alpele/YYYYMMDD.gif YYYY 4桁の西暦, MM 月 (01-12), DD 日 (1-31)
<i>hiraiso-gin</i>	INTERMAGNET http://crlhir.crl.go.jp/dimages/hiraiso-gin/station/YYYYMMDD.gif station はステーションコード YYYY 4桁の西暦, MM 月 (01-12), DD 日 (1-31)

ftp, telnet 通信プロトコルによるオンラインデータベースサービスに加え, http によるサービス, SERDIN/WWW が追加されている。第1図に示すように SERDIN/WWW は, 単一ホストだけで実現されるサービスではなく, ネットワーク上に散在する2台のマシン上で機能別に, 各々独立に稼働するプロセス, Interface-Server と Image-Server が粗結合された分散型データベースサービスの形態をとっているのが大きな特徴である。すなわち, SERDIN/WWW が, 利用者に提供しているページは, すべて Interface-Server と Image-Server の連携によって作成されている。また, Interface-Server, Image-Server は, 両者とも httpd をフロントエンドとし, CGI (Common Gateway Interface) を通して呼び出されるプログラムがバックエンドとなってサービスを提供している。

4.2.1 Image-Server (http://crlhir.crl.go.jp)

Image-Server は, 特にデータベース利用者が存在を意識することのない WWW サーバで, 基本的に

Interface-Server からの要求 (ただし, 利用者のブラウザ経由) に応じて動作し, クライアントからの URL 形式での描画要求を受けてデータベースにアクセスし, 動的に画像データ (主に GIF 形式) を生成する機能を持つ。また, Image-Server は, 必要に応じて SERDIN/ "SEDOSS で開発・運用されているデータベース支援ソフトウェアが呼び出される。

Image-Server が, 利用者のブラウザ経由で Interface-Server から受け取る描画要求は, URL で以下の形式になっている。(第3表参照)

http://crlhir.crl.go.jp/dimages/type/para1/para2/...

ここで, type は以下のキーワードが入る。キーワードにより para1 より先の URL は変化する。Image-Server は該当する画像 (GIF 形式) を生成する。また, 画像の作成には, 必要に応じて SEDOSS のデータベース支援プログラムを利用している。

4.2.2 Interface-Server (http://crlgin.crl.go.jp)

Interface-Server は, SERDIN/WWW の中心的役

割を果たし、利用者がキータイプ・マウスクリック等によって入力した情報を処理した後、対応するデータベースのサービス形態に応じた戻り値を動的に生成し、httpdへ返す。利用者の使用するブラウザは、httpd経由でInterface-Serverから戻り値をもらう。戻り値は、目的に応じて、オンラインデータベースのURL、もしくは、Image-Serverへの描画要求を表すURL(後述)を含んだHTMLのいずれかの形式をとる。後者の場合、利用者のブラウザは、戻り値のHTMLを利用者の端末に表示する一方で、Image-Serverへの描画要求を表すURLに従って、再度、Image-Serverへアクセスした後、戻り値の画像ファイルを利用者の端末に表示する。

現在、我々は、Interface-Serverを、平磯宇宙環境センターのホームページ(<http://hirweb.crl.go.jp>)にリンクして運用している。Netscape等のクライアントソフトを使ってアクセスするとデフォルトの画像データと共にキーパラメータ入力欄が表示される。後は、ユーザの入力するキーパラメータを元に、Image-Serverに対し描画を指示するためのURLが作成され、Image-Serverへ渡される。SERDIN/WWWで公開しているページは以下の5項目である。()内は、対応するCGIプロセス名を記している。(第4表参照)

- (1) Geomagnetic K-Indices (geomag)
- (2) GMS-4/SEM High Energy Particle Flux (semgms)
- (3) INTERMAGNET (intermagnet)
- (4) Solar Activity Chart (solact)

(5) Geomagnetic Activity Chart (geoact)
 いずれのページでも、Interface-Serverの共通仕様として、初期フォーム自身もCGIプログラムから出力することによって、複数のファイルをメンテナンスする手間を省いている。この手法では、同一のプログラムで異なる機能を提供するために、呼び出され方により、内部で処理分岐が必要となるが、Interface-Serverでは、自身が呼び出されたURL末尾によって処理を分けている。

この手法による利点は以下の通り。

(1) タグの一元管理

入力フォームとCGIプロセスなど複数のファイルの(タグの)関連づけを運用者が保つ必要がなくなり、新たな入力項目追加時の負担が軽減される。

(2) シンプルな操作性

プログラム自身が入力フォームを内蔵しているため、ユーザは、処理結果を受けて再入力を行う必要がでた場合も、初期画面に戻ることなく作業を継続する事ができる。

(3) エラー処理が容易

入力フォーム及び入力結果を保持できるため、複数の入力の一部に期待されないエラーがあった場合も、必要な項目のみの再入力の提供が可能となるなど、エラー処理が多彩になる。

4.3 SERDIN/WWWによる分散データベース環境

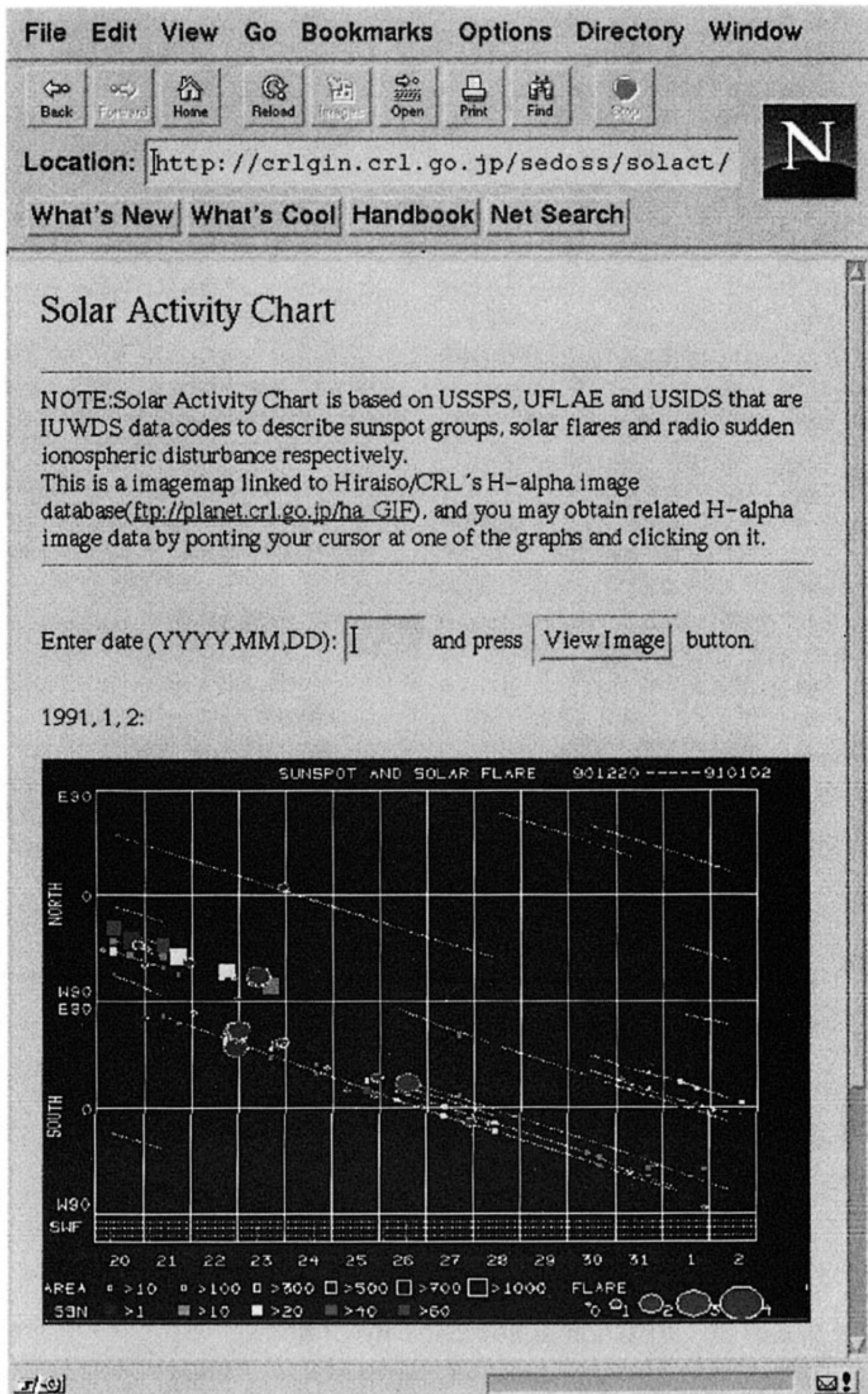
SERDIN/WWWが提供するページの中で、Solar Activity Chart及びGeomagnetic Activity Chartでは、我々がイメージマップと名付けたCGIプロセス

第4表 Interface-Serverで稼働するCGI

Interface-Serverで稼働するCGIのURLは、以下の書式で表される。

<http://crlgin.crl.go.jp/sedoss/parameter>

<u>parameter</u>	<u>項目</u>
geomag	Geomagnetic K-Indices
semgms	GMS-4/SEM High Energy Particle Flux
intermagnet	INTERMAGNET
solact	Solar Activity Chart
geoact	Geomagnetic Activity Chart
imap	Solar Activity Chart用イメージマップ
imap-ga	Geomagnetic Activity Chart用イメージマップ



第2図 Solar Activity Chart の表示例

を介して、ISES データベースと平磯宇宙環境センターの LAN 上に分散した太陽画像、SEM/GMS-4、INTERMAGNET 等のデータベースとの間の相互参照が可能になっている。これらのページでは、関連する ISES コードを元に太陽活動、地磁気活動の履歴を図式化したチャート (GIF 形式) が表示され、過去の活動を一覧できる。もちろん、Interface-Server、Image-Server の連携によって、必要に応じて任意の時期のチャートを動的に作成し、表示させる事も可能である。

両者ともチャートには、イメージマップへのアンカーが打たれており、利用者がチャート上で行うマウス操作は、イメージマップへ入力パラメータとして渡される。同時に他のデータベースへアクセスするために必要なパラメータも渡される。イメージマップは、Interface-Server の他の CGI プロセスと異なり、ハイパーテキストを返さない。代わって、入力パラメータをもとにデータベースにアクセスするための URL を Location: によって返す。これは、CGI プロセスが処理結果を返す手法のひとつであり、利用者のブラウザは受け取った HTTP ヘッダーを判断し目的の URL を直接参照する。この際、Image-Server の場合と同様に、利用者がイメージマップの存在を意識することは無い。その結果、SERDIN/WWW の利用者は、個々のデータベースのファイルシステムやアクセス方法を特に知らなくても、平磯宇宙環境センター内に分散しているデータベースを利用することができるようになっている。

4.3.1 Solar Activity Chart

Solar Activity Chart の主要部を第 2 図に示す。4.2 で述べたように、ページレイアウトは、Interface-Server、チャートは、Image-Server によって作成されている。Solar Activity Chart は、太陽活動に関係する ISES コード、USSPS, UFLAE, USIDS をもとに作成される太陽活動領域の活動履歴のチャート (GIF 形式) を軸に、太陽画像データベース (ftp://planet.crl.go.jp) と ISES データベースを相互参照するためのユーザインタフェースを利用者の要求に応じて動的に提供する CGI プロセスである。利用者は、フォーム入力もしくはチャート上でのマウスクリックによって、ISES データベースおよび太陽画像データベースへアクセスする。

Solar Activity Chart の動作を模式的に示したのが、第 3 図である。利用形態に応じて、起動される CGI プロセスや処理の流れが異なるが、利用者が特にそれを意識することはない。

(Case 1) フォーム入力の場合

Step 1. 利用者はフォーム入力欄に、パラメータを

入力する。入力パラメータは、Interface-Server の httpd を介して、CGI プロセス、solact へ渡される。

Step 2. solact は、入力パラメータを解析し、Image-Server を指し示す URL を含むハイパーテキストを作成し、httpd 経由で利用者のブラウザへ返す。また、この URL のパスには、チャートの描画要求となるパラメータが加えられている。

Step 3. 利用者のブラウザは、Interface-Server からの戻り値のハイパーテキストをもとに端末に表示する。その一方で、ハイパーテキストに含まれている URL をもとに Image-Server へアクセスする。

Step 4. Image-Server の CGI プロセスの solact が呼び出され、ISES データベースにアクセスし、入力パラメータに対応したチャートを作成する。

Step 5. Image-Server によって作成されたチャートが、利用者の端末に表示される。

(Case 2) チャート上でマウスクリックした場合

Step 1. 利用者がチャート上でマウスクリックした場合、その座標が、Interface-Server の httpd を介して、イメージマップである CGI プロセス、imap へ渡される。

Step 2. imap は、座標を解析し、太陽画像データベースの対応する画像データを指し示す URL を作成し、利用者のブラウザへ返す。

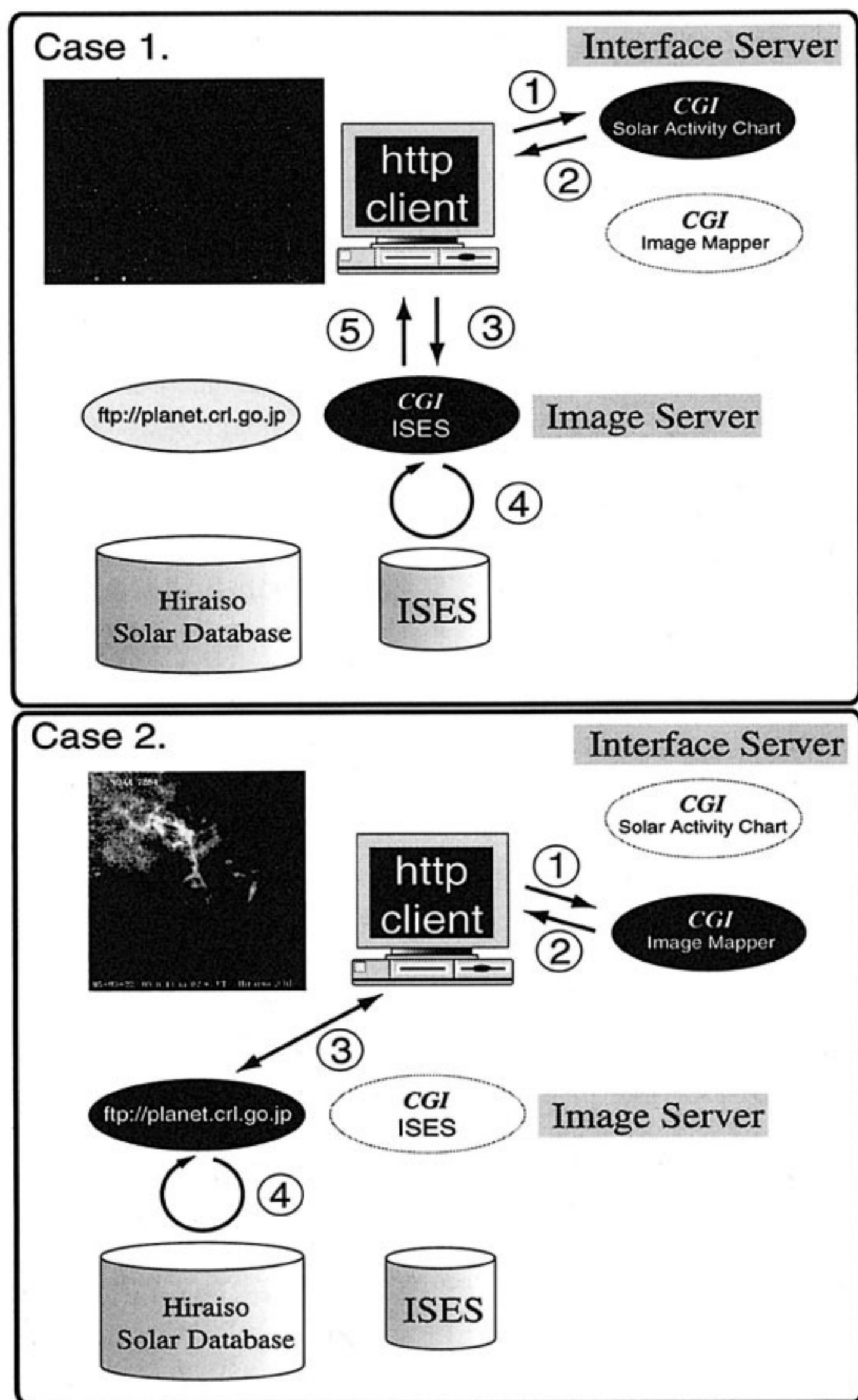
Step 3. 利用者のブラウザは、Interface-Server からの戻り値の URL をもとに、太陽画像データベースへアクセスする。この URL には、サービス名、ホスト名に続いて、太陽画像データベースのディレクトリパスが加えられている。太陽画像データベースは、Anonymous FTP を用いて運用されており、利用者は、ディレクトリ構造を意識することなく、太陽画像データベースにアクセスできる。

4.3.2 Geomagnetic Activity Chart

Geomagnetic Activity Chart の主要部を第 4 図に示す。Geomagnetic Activity Chart は、気象庁柿岡地磁気観測所の地磁気 K 指数、MAGNEKA をもとに作成されたチャートを軸に、GMS-4/SEM High Energy Particle Flux データベース、INTERMAGNET 及び ISES データベースを相互参照するためのユーザインタフェースを利用者の要求に応じて動的に提供する CGI プロセスである。

Geomagnetic Activity Chart の動作を模式的に示したのが、第 5 図である。Solar Activity Chart と同様に、利用形態に応じて起動される CGI プロセスや処理の流れが異なる。

(Case 1) フォーム入力の場合



第3図 Solar Activity Chart の処理の流れ

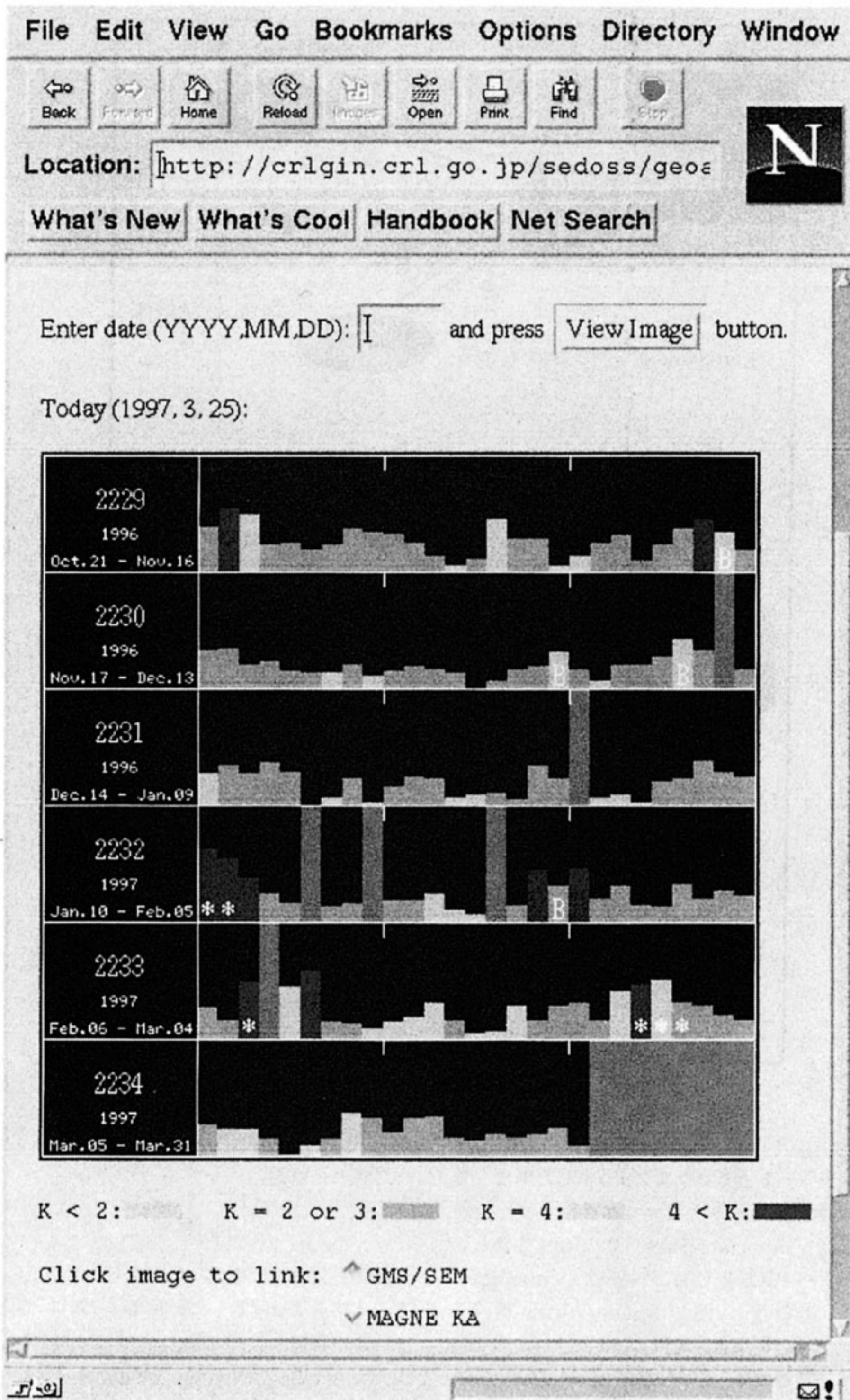
Step 1. 利用者はフォーム入力欄に、パラメータを入力する。入力パラメータは、Interface-Server の httpd を介して、CGI プロセス、geoact (URL は、<http://crlgin.crl.go.jp/geoact>) へ渡される。

Step 2. geoact は、入力パラメータを解析し、Image-Server を指し示す URL を含むハイパーテキストを作成し、httpd 経由で利用者のブラウザへ返す。また、この URL のパスには、チャートの描画要求となるパラメータが加えられている。

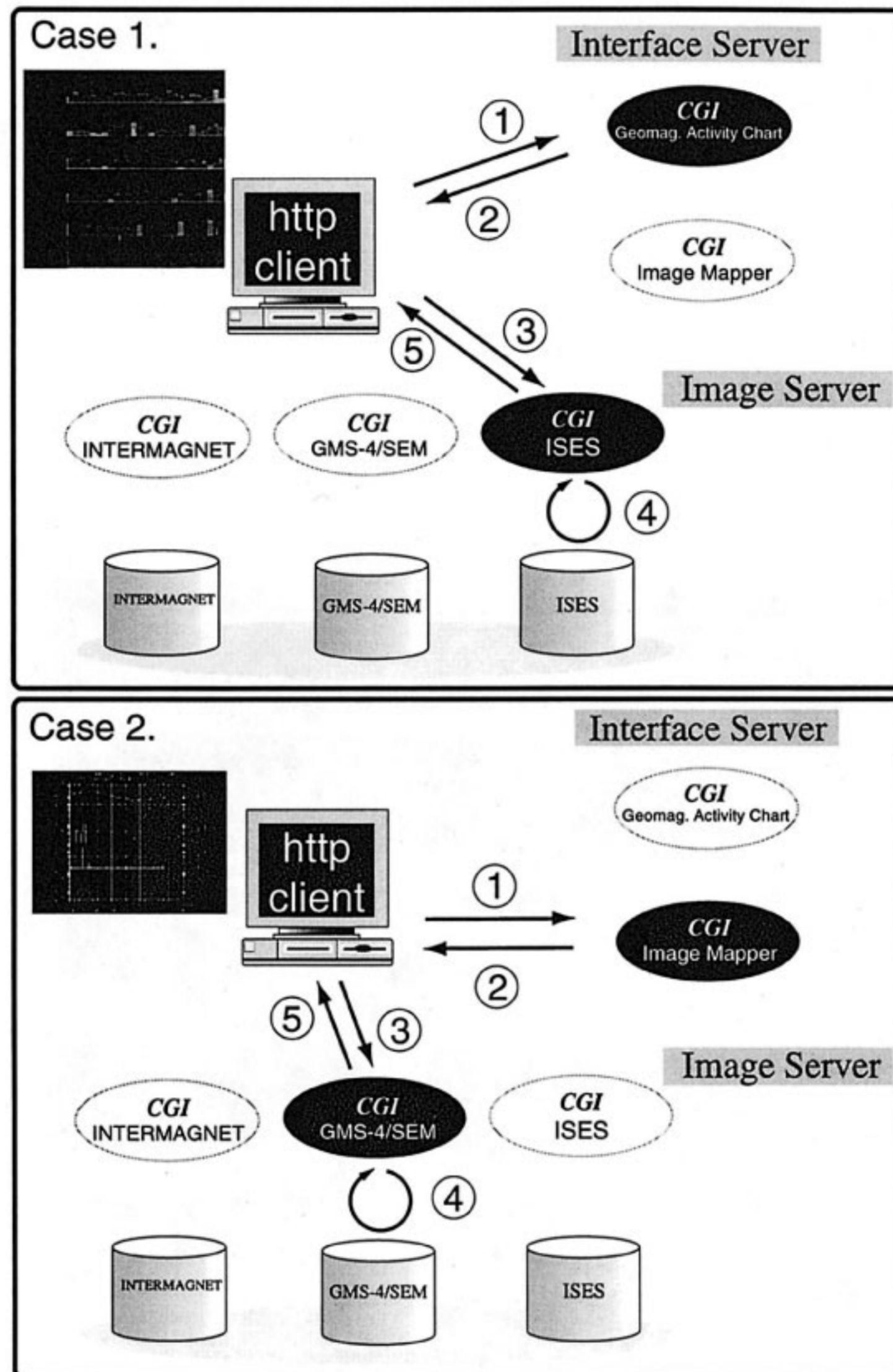
Step 3. 利用者のブラウザは、Interface-Server からの戻り値のハイパーテキストをもとに端末に表示する。その一方で、ハイパーテキストに含まれている URL をもとに Image-Server へアクセスする。

Step 4. Image-Server の CGI プロセスの geoact (URL は、<http://crlhir.crl.go.jp/geoact>) が呼び出され、ISES データベースにアクセスし、入力パラメータに対応したチャートを作成する。

Step 5. Image-Server によって作成されたチャート



第4図 Geomagnetic Activity Chart の表示例



第5図 Geomagnetic Activity Chart の処理の流れ

が、利用者の端末に表示される。

(Case 2) チャート上でマウスクリックした場合

Step 1. 利用者がチャート上でマウスクリックした場合、その座標が、Interface-Server の httpd を介して、イメージマップである CGI プロセス、imap-ga (URL は、<http://crlgin.crl.go.jp/imap-ga>) へ渡される。また、さらに利用者が選択したデータベースを表すパラメータも渡される。

Step 2. imap-ga は、座標を解析し、希望するデータベースにアクセスするための URL を作成し、利用者のブラウザへ返す。

Step 3. 利用者のブラウザは、Interface-Server

からの戻り値の URL をもとに、希望するデータベースへアクセスする。

5. 結 び

STEP 計画を契機に、日本でもオンラインデータベースの本格運用を開始した研究機関の数は一気に増加し、まさに百花繚乱の体をなしている。一言にオンラインデータベースと言っても、Anonymous FTP による運用から、ORACLE 等に代表されるリレーショナルデータベースを導入した大規模なオンラインデータベースまで、研究機関あるいは研究目的に応じて運用形態はまちまちである。我々は、平磯センターにおけるオンラインデー

データベースの第一義的な役割は、宇宙環境の監視ならびに警報業務を遂行している予報担当者の的確な現況把握を支援する事にあると考えている。SERDIN/WWWにおいても、現況把握に必要なリアルタイム性・種々の観測データの簡便な相互参照機能に重点を置いて、開発を進めている。米国のNGDC (National Geophysical Data Center) 等、データセンターとして活動している研究機関のオンラインデータベースとの決定的な違いはこの点にある。

Solar Activity Chart 及び Geomagnetic Activity Chart に採用した分散データベース環境下における URL を介した相互参照方式は、今後、SERDIN/WWW を拡張する上で重要な役割を演じられる。Interface-Server と Image-Server は、必ずしも同じ LAN 上に存在する必要はなく、http による通信さえできれば、どこで稼働していようと構わないのである。さらに、両者とも unique である必然性はなく、複数の Interface-Server と Image-Server がインターネット上に存在しても全く問題ない。こうした SERDIN/WWW の持つ拡張性は、宇宙天気予報プロジェクト発足当初に我々が標榜していた宇宙環境監視のためのリアルタイムデータ交換システムにはまさにうってつけと言える。我々が開発を始めた当初は WWW システムを運用している関連研究機関はほとんど無かったが、ここ1~2年、WWW によるデータ公開が急速に普及している。現在、SERDIN/WWW の方式を応用した広域分散型の宇宙環境データベースの開発に向けて、NOAA/SEC と協議を進めており、平成9年度にはプロトタイプの利用を開始する予定である。

謝 辞

SERDIN/WWW は、SERDIN の開発担当者であった名古屋大学太陽地球環境研究所の徳丸宗利氏、平磯宇宙環境センターの太陽光学望遠鏡システム開発担当者である秋岡眞樹氏の協力を得て実現した。両氏に対し、ここに深く謝意を表します。

SERDIN/WWW の構想は、平磯センターで日々行っている予報会議の中から生まれ、次第に具体化してきたものである。SERDIN/WWW のシステム設計にあたり、有益な助言をいただいた小林憲昭氏をはじめとする日本 DEC の関係諸氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) 徳丸 宗利, "宇宙天気予報のための宇宙環境データネットワークの概要", 通信総研季, 35 特7, pp. 21-29.
- (2) 徳丸 宗利, 川崎 和義, "ウルシグラム自動翻訳・解析システムの開発とその応用", 通信総研季, 38, 1, pp.73-84.
- (3) 石橋 弘光, 野崎 憲朗, "INTERMAGNET/HiraisoGIN システムの開発", 通信総研季, 43, 2, pp.291-299, June 1997.
- (4) Tokumaru, M., K. Kikuchi, and K. Marubashi, "Data Network System for Space Weather Forecast", Solar-Terrestrial Predictions, Proc. Workshop, Leura, Australia, October 16-20 1989, 2, 163, 1990.
- (5) Marubashi, K., The space Weather Forecast Program, Space Sci. Rev., 51, 197, 1989.
- (6) Okano, A., M. Akioka, and H. Ishibashi, "Solar Image Database of Hiraiso H-alpha Telescope", Solar Flares and related Disturbances, Proc. Workshop, Hitachi, Japan, January, 1996, in press.
- (7) Kawasaki, K., H. Ishibashi, and M. Tokumaru, "Space Environment Information Services of RWC Tokyo", Solar-Terrestrial Predictions, Proc. Workshop, Hitachi, Japan, January, 1996, in press.
- (8) Ishibashi, H., K. Kazuyoshi, M. Akioka, and M. Tokumaru, "Space Environment Distributed Database Using WWW (World Wide Web)", Solar-Terrestrial Predictions, Proc. Workshop, Hitachi, Japan, January, 1996, in press.

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



川崎 和義
Kazuyoshi KAWASAKI
平磯宇宙環境センター 宇宙天気予報課
宇宙天気予報の研究に従事
kawasaki@crl. go. jp

