

太陽地球環境予報作成支援・公開システム

System for Issuing and Distributing Space Weather Reports

長妻 努

Tsutomu NAGATSUMA

要旨

平磯宇宙環境センターでは、太陽から地球超高層大気までの様々なデータを収集・分析して、太陽フレアや地磁気嵐、太陽プロトン現象等の宇宙環境じょう乱の現況とその推移に関する情報をユーザーに提供する予報業務を日々遂行している。その一環として、毎週金曜日(異常現象が発生したときには随時)に太陽面現象や地磁気じょう乱に関する概況と今後の推移を簡単なレポートにまとめた「太陽地球環境予報」を発令している。「太陽地球環境予報」はこれまで特定の宇宙天気ユーザーを対象にFAXにてサービスが行われていた。このサービスを不特定多数のユーザーに対しても提供することが求められていたが、FAXによる情報発信には、ユーザー数が増大すると所要送信時間が増大して情報伝達が著しく遅れるという問題があり、この方式で不特定多数のユーザーに情報提供を拡大することは困難な状況にあった。

そこで、不特定多数のユーザーに対する情報提供と情報配信の多様化を実現するために、予報文入力を支援し、入力終了後に予報文の宇宙環境情報サービス(SERDIN/WWW)への登録とe-mail配信を自動的に実施する「太陽地球環境予報作成支援・公開システム」の開発を行った。同システムはCGIスクリプトとフリーウェアのフィルタリングソフトとメーリングリストソフトで構成されたクライアントサーバ型のシステムで、システムの安全性と信頼性及び管理作業の省力化に重点を置いている。本論文では、システムの概要と動作の流れ及び導入後の利用者数の推移等について述べる。

A space weather report is issued by Hiraiso Solar Terrestrial Research Center every Friday and whenever a severe space weather disturbance occurs. This report was provided specified users by facsimile. We have developed a system for issuing the report and distributing it on the WWW (World Wide Web) and by e-mail. This system is based on an original CGI script of the server-client type for issuing, freeware programs (procmail), (majordomo) for filtering e-mails, and user registration and e-mail distribution functions.

[キーワード]

太陽地球環境予報, 太陽フレア, 地磁気じょう乱, e-mail自動配信

space weather report, solar flare, geomagnetic disturbance, e-mail automatic distribution

1 はじめに

平磯宇宙環境センターでは、国際組織ISES (International Space Environment Service)のRegional Warning Centerの一つとして、太陽から地球超高層大気までの様々なデータを収集・分析して、太陽フレアや地磁気嵐、太陽プロトン現象等の宇宙環境じょう乱の現況とその推移に関する情報をユーザーに提供する予報業務を

日々遂行している[1]。(2000年4月からは、太陽・太陽風グループ(平磯太陽観測センター)、宇宙天気システムグループ、シミュレータグループ、電離圏・超高層グループの4グループがそれぞれ同業務を分担している。)

太陽地球環境予報は、特定の宇宙天気ユーザーに対する情報サービスの一つとして、1979年よりスタートした。その内容は、太陽面現象や地磁気じょう乱等に関する概況と今後の推移を

簡単なレポートにまとめたものである。太陽地球環境予報は通常、毎週金曜日の予報会議後に発令されるが、大きな太陽フレアや地磁気嵐、プロトン現象等が発生した場合には、臨時に発令される。発令された内容はFAXを用いて関連機関や大学等の数十機関に対して配信されていた、予報文は当初手書きで作成されていたが、その後ワープロソフトを用いて作成されるようになった。

その後、Internetの爆発的な普及により、WWW(World Wide Web)やe-mailが情報発信の手段として手軽に利用されるようになってきた。平磯センターでは、それまでtelnetベースでオンライン宇宙環境情報サービス(SERDIN/text)を提供していたが、1990年代初頭の時点でこの流れを考慮し、WWWによる宇宙環境情報サービス(SERDIN/WWW)を開発し、運用を開始した[2]。これにより、テキストに限らず様々な情報を不特定多数のユーザーに対して提供することが可能になった。

しかしながら、これまでのSERDIN/WWWは予報判断のために収集したデータを直接閲覧することに重点を置いており、平磯センター独自の今後の推移に関する判断情報の提供はGEOALERT以外に行われていなかった。このため、太陽地球環境予報を不特定多数の宇宙天気ユーザーに提供できるようにすることが求められていた。

FAXによる情報配信は特別なシステムの整備が不要であり、簡便に利用できる。その反面、1件あたりの送信時間が長いため、配信先の数が増えると最後のユーザーに情報が伝達されるまでに多大な時間遅延が発生してしまう。このことは速報性を要求される異常現象発生時の情報伝達手段としては致命的である。このため、従来方式のままではユーザーを不特定多数に拡大することは困難な状況にあった。

そこで、提供情報の充実化と情報配信の多様化を実現するために、予報文入力を支援し、入力終了後に予報文のSERDIN/WWWへの登録とe-mail配信を自動的に実施する「太陽地球環境予報作成支援・公開システム」の開発を行った。また、システムの構築にあたっては、予報担当者の作業の省力化も念頭においた。

2 システムコンセプト

太陽地球環境予報作成支援・公開システムには、SERDIN/WWWで開発実績のあるwebサーバプログラム(httpd)をインターフェースに用いたクライアント-サーバシステムを採用した。この方式の場合、サーバ側でファイルの登録やe-mail配信を一元的に管理でき、さらに、サーバにアクセス可能なwebブラウザを搭載した計算機をすべて予報入力端末(クライアント)として利用することができる。また、webブラウザをインターフェースに用いることから、予報文の文章構造をHTML(Hyper Text Markup Language)で記述することとした。HTMLは文書で共通に使用されるヘッダやフッタ、見出し、段落、箇条書き等の構造を指定するためのものである。構成要素は、タグという印で指定する。

本システムの実体はperl言語で記述された再帰型のCGI(Common Gateway Interface)スクリプトから成る。再帰型のCGIはプログラムの管理を一元化でき、メンテナンスが容易であるという利点を持つ。再帰型のスクリプトを構成するために、太陽地球環境予報の文書構造のテンプレートをHTMLのタグで構成し、各情報要素を変数で抽象化した。こうすると、変数の中身を置き換えることで、入力・確認・登録処理を同一のプログラムを再帰的に用いて実施することが可能となる。スクリプト内の処理で、テンプレート内の変数に文章入力用のタグ(<INPUT><TEXTAREA>等)が代入された場合は文章入力用の画面がwebブラウザに表示され、オペレータは文章を入力することができる。変数の中身が入力用のタグから入力されたテキストへ置き換えられた場合は、入力内容確認用の画面がwebブラウザに表示される。また、ファイルハンドルを標準出力から所定のファイルに切り替えることでテンプレートと入力した内容をhtmlファイルとして保存することができる。表1に各機能で用いるテンプレートとファイルハンドル、変数の中身の関係を示す。

予報担当者は任意の端末から下記のURL(Uniform Resource Locators)形式のアドレスを呼び出すことで、サーバプログラムを起動す

表 1 各機能で用いるテンプレートと変数等の関係

機能	予報文入力	確認	ファイル登録	e-mail 配信
テンプレート	html用	html用	html用	e-mail用
ファイルハンドル	標準出力	標準出力	ファイル	一時ファイル
変数の中身	入力用タグ	テキスト (+タグ)	テキスト (+タグ)	テキスト

ることができる。CGIは次の四つの呼び出し形式を持ち、各機能は呼び出し形式に応じて実行される。実際に予報担当者が呼び出すのは上の二つの形式のみで、下の二つの形式は実際には処理プロセス内から再帰的に呼び出される。

http://\$machine_name/cgi-bin/stefout/
: 予報文の入力 (週間予報)

http://\$machine_name/cgi-bin/stefout/SPO-
RADIC/ : 予報文の入力 (臨時予報)

http://\$machine_name/cgi-bin/stefout/PRE-
VIEW/ : 予報文の入力内容確認

http://\$machine_name/cgi-bin/stefout/SUB-
MIT/ : 予報文のファイル登録・e-mail 配信
(\$machine_name は計算機のアドレス)

3 システム動作の流れ

本システムの画面遷移及び処理の流れを図1に示す。予報担当者によってサーバプログラムが週間予報／臨時予報の形式でwebブラウザから起動され、入力画面(図2)が表示される。この画面には太陽地球環境予報作成に必要な項目が空欄で示されている。予報担当者は空欄に予報内容等を入力する。週間予報と臨時予報は空欄の項目や数等のフォーマットが異なるのみで、機能的な違いは無い。予報内容の入力完了後に、「入力確認」ボタンを押すと、予報文入力内容確認用のURL形式で同じCGIが再度呼び出される。パラメータ入力と受け渡しにはHTMLのFORMタグを用いている。FORMタグのMETHOD属性にPOSTを指定しているので、予報文入力画面で入力された情報は標準入力を通じて次のプロセス(入力内容確認)へ引き渡される。なお、入力忘れの情報に対してはデータ欠落を示すタグと文字列(NODATA)が変数に自動的に代入される。

再度呼び出されたサーバプログラムは、変数

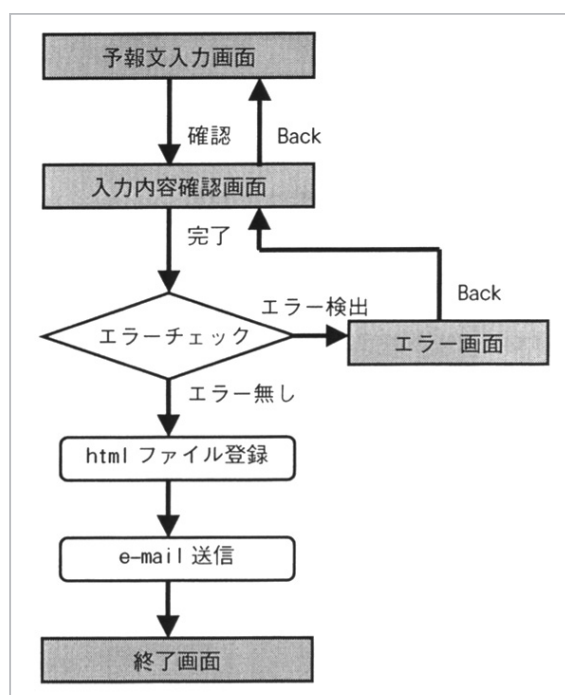


図 1 太陽地球環境予報作成支援・公開システムの流れ

で渡された入力内容に基づいてwebブラウザに入力確認画面を表示する(図3)。欠落した情報があった場合は、データ欠落の文字列とタグによりその個所が赤字で表示される(図4)。修正個所があった場合にはwebブラウザのBackボタンで入力画面に戻り必要な作業を行う。

入力内容の確認完了後、「作成完了」ボタンを押すと、予報文のファイル登録・e-mail配信プロセス用のURL形式で同じCGIが再度呼び出される。ファイル登録・e-mail配信プロセスでは、エラーチェックを行い、必要な情報が欠けていた場合にはwebブラウザにエラー画面が表示される(図5)。必要な情報がすべて揃っていた場合には、ファイルハンドルが標準出力からファイルへと切り替えられ、ファイル登録が行われる。ファイル登録、e-mail配信が終了した後、作業の完了を示す終了画面がwebブラウザに表示される(図6)。この画面では今回登録されたファイルに対してリンクが張ってあるの

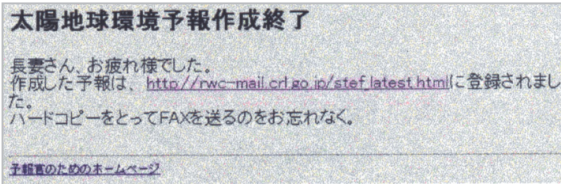


図6 webブラウザに表示される終了画面

4 WWWによる太陽地球環境予報の公開

予報文作成支援機能によって作成された太陽地球環境予報は、SERDIN/WWWに用意された最新の太陽地球環境予報用のhtmlファイルに上書きされ、同一のURLにて公開されている。アドレスは以下のとおり。

http://crlhir.crl.go.jp/forecast/stef_latest.html
このとき、バックナンバーファイルも作成される。

SERDIN/WWWで公開している太陽地球環境予報の例を図7に示す。画面のレイアウトやフォーマットは従来の太陽地球環境予報の形式を踏襲している(参照:参考文献[1]の第2図)。

太陽地球環境予報は準リアルタイムに収集される速報データ・情報を用いて、宇宙環境の概況と予報判断の情報を提供している。速報データ・情報はその後、補正や更正、誤りの訂正等

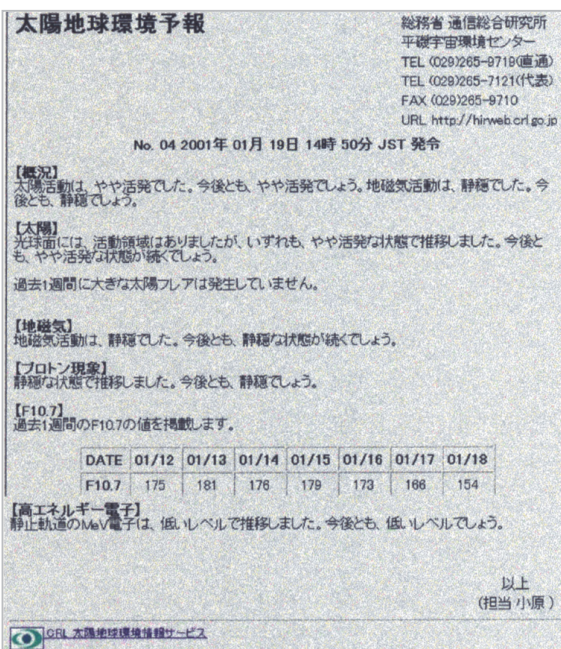


図7 WWWで公開されている太陽地球環境予報の例

の処理を経てファイナルデータとなる。そのため、ファイナルデータによる情報と太陽地球環境予報の内容の間には食い違いが生じていることもあり得る。このことから、当初バックナンバーを閲覧できないようにしてきた。しかし、異常現象の多発に伴って予報発令が頻発した際に、バックナンバーが閲覧できないと情報の取りこぼしが多くて不便であるという意見がユーザーから多く寄せられた。そこで、2000年8月からは別のCGIスクリプトを用いて、過去3か月以内に限り、バックナンバーに対してリンクを張り、閲覧できるようにした。URLアドレスは以下のとおり。

<http://crlhir.crl.go.jp/cgi-bin/prevhswr.pl>

5 e-mailによる太陽地球環境予報の配信

e-mailはInternetの普及に伴い、近年利用者が急速に増大してきた情報伝達手段の一つである。最近では本システム同様、登録ユーザーに対して定期的に情報を配信するメールマガジン等も一般的になりつつある。その一方で、e-mailは少ない労力で不特定多数に対して大量に送付することが可能であるため、e-mail爆弾攻撃やコンピュータウイルスによる被害等も数多く報告されている(例えば<http://www.jpCERT.or.jp>)。本システムでは、e-mailによる太陽地球環境予報の配信機能の実装に際して、以下の2点を考慮した。

- ① システムの安全性・信頼性の確保：ユーザーから誤って送られてきたe-mailが自動配信プロセスに混入したり、意図的なe-mail爆弾攻撃によってシステムが停止したりしないこと。
- ② 管理作業の省力化：管理者を介在させることなく、e-mailアドレスの登録がユーザー側から自由に行えること。

これらを踏まえて設計された本システムでのe-mail送信プロセスは以下のとおりである(図8)。

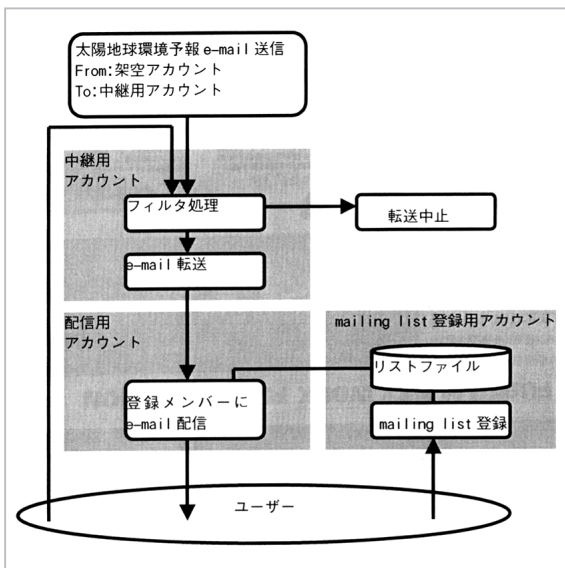


図8 e-mailによる太陽地球環境予報の配信プロセス

5.1 入力支援機能から中継用アカウントへのe-mail送信

本システムではSERDIN/WWWへの予報文の登録処理の後、予報文が代入されている変数からHTMLのタグを抜き取り、e-mail送信用のテンプレートに変数を展開してテキストファイルが作成される。作成されたテキストは、sendmailを用いて中継用アカウント(hswr-ml@crlhir.crl.go.jp)に送信される。入力支援・公開システムの実行アカウントを外部に対して隠ぺいするため、中継されるe-mailのFrom行には、架空のe-mailアドレス(hswr@crlhir.crl.go.jp)を記述している。

5.2 中継用アカウントでのe-mailのフィルタリング

中継用アカウントに配信されたe-mailは、フィルタリング処理を受ける。e-mailのフィルタリング処理用ソフトにはprocmail(<http://www.procmail.org/>)を用いている。procmailは送られてきたe-mailに対して、設定されたフィルタルールに基づいて、太陽地球環境予報のe-mailだけを取り出すことができる。取り出された太陽地球環境予報のe-mailは配信用アカウントへ転送される。同アカウントに対して太陽地球環境予報以外のe-mailが送られてきた場合にはすべて破棄される。中継アカウント導入のメ

リットは、太陽地球環境予報の送信先(To:)として登録ユーザーに明示されるのは中継用アカウントのみとなり、実際の配信用アカウントを隠ぺいできる点にある。中継アカウントに対して誤って(あるいは故意に)送られてきた太陽地球環境予報以外のメールは、フィルタリング処理によって破棄されるため、登録ユーザーへ配信されることはない。

5.3 配信用アカウントへのe-mail送信

配信用アカウントに転送された太陽地球環境予報は、sendmailのalias機能によって、所定のリストファイルに登録されているe-mailアドレス群に対して配信される。リストファイルへのe-mailアドレスの登録・管理作業を自動化するために、mailing list用ソフトとして一般的なmajordomo(<http://www.greatcircle.com/majordomo/>)を用いている。

太陽地球環境予報の配信を希望するユーザーはml-service@crlhir.crl.go.jpに対してe-mailを送信することで、リストファイルにアドレスを自動的に登録することができる。例えば、denpa_taro@crl.go.jpというe-mailアドレスを持つユーザーが配信を希望する場合は、ml-service@crlhir.crl.go.jpに対して、次の1文を記述したe-mailを送るだけで良い。

```
subscribe hswr-ml denpa_taro@crl.go.jp
```

これで、リストファイルに対してe-mailアドレス(この場合、denpa_taro@crl.go.jp)が追加される。ユーザーが太陽地球環境予報の配信を中止してほしい場合は、ml-service@crlhir.crl.go.jpに対して、次の1文を記述したe-mailを送るだけで良い。

```
unsubscribe hswr-ml denpa_taro@crl.go.jp
```

これで、リストファイルからe-mailアドレス(この場合、denpa_taro@crl.go.jp)が削除される。

6 現在までの利用状況

太陽地球環境予報をWWWやe-mailで公開するようになって、3年近くが経過している。そこで、新サービス開始から現在までの利用状況の推移を調べた。図9に各月ごとの太陽地球環

境予報 Web ページへのアクセス総数の推移を示す。WWW での公開は 1998 年 4 月 17 日より開始した。新サービス開始以降アクセス数が順調に増加し、2000 年 12 月には 1600 カウントに達していることがわかる。また、2000 年 6 月と 7 月にアクセス数の著しい増加が見られる。これは、当センターや SEC/NOAA が 6 月 8～9 日、7 月 15～16 日にそれぞれ大磁気嵐が発生する可能性があることを予測し、それに伴って通信障害や人工衛星の故障等が発生する可能性を指摘した。これがマスコミ等にも大きく取り上げられ、同期間に太陽地球環境予報を参照するユーザーが急増したことによるものと考えられる。

特に 2000 年 7 月 14～16 日には、非常に強いプロトン現象及び Dst 指数が -300nT を超える大磁気嵐が発生し、これに伴って人工衛星の太陽電池パネルの出力低下や科学衛星「あすか」が姿勢制御不能に陥る等の事例が報告されている。平磯センターにおいても臨時の速報を発令し、宇宙環境情報を迅速に提供した。

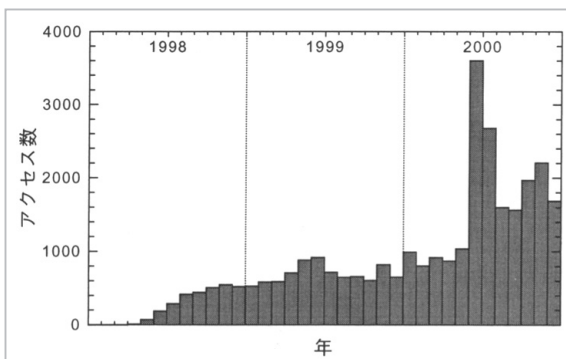


図9 太陽地球環境予報 web ページへのアクセス数の推移

図 10 に e-mail 配信による太陽地球環境予報の購読者数の推移を示す。e-mail 配信サービスは開始当初から 1998 年 12 月までは、宇宙天気予報に関連する大学・研究機関のメンバーに限定して試験運用を行っていた。1999 年 1 月からは利用案内を宇宙環境データベースの Web ページ (<http://hirweb.crl.go.jp/index-j.html>) 等で公開し、本運用を開始した。その結果、購読者数は増加し、2000 年 12 月現在 700 名近くに達している。2000 年 6～7 月の増加は Web ページ同様、この時期に発生した磁気嵐によるものと考えられる。従来の FAX による太陽地球環境予報の

配信先は 2000 年 12 月現在、46 か所であることを考えると、新サービスのユーザーは WWW、e-mail 共に飛躍的に増大していることがわかる。

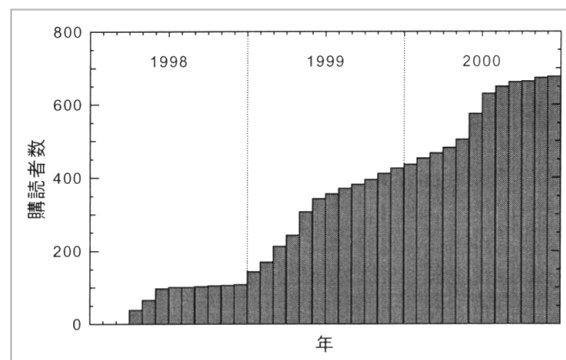


図10 e-mail 配信による太陽地球環境予報購読者数の推移

7 まとめ

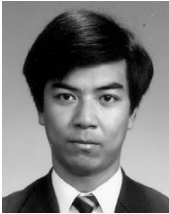
「太陽地球環境予報作成支援・公開システム」の実現によって、予報担当者の作業量を増加させることなく、これまで FAX で特定ユーザーにのみ提供していた太陽地球環境予報を WWW や e-mail を用いて一般ユーザーに提供できるようになった。これらのサービスは着実に利用者を伸ばしつつある。しかしながら、近年の情報通信技術の発達は著しいため、現在の情報提供手段が数年で陳腐化してしまう可能性は否定できない。また、宇宙開発・利用の進展や宇宙天気研究の発展に伴って、宇宙天気ユーザーが必要とする及び提供できる情報量が増大していくと考えられる。そのため、今後も宇宙天気ユーザーのニーズや情報通信技術の動向を踏まえ、必要に応じて新しい情報の提供及び情報発信手段を検討していく必要があるだろう。

謝辞

本システムの開発・改良に際して有益なアドバイスを下さった石橋弘光、野崎憲朗氏に感謝いたします。

参考文献

- 1 長妻努, 大山きよ子, 岡野朱美, 秋岡眞樹, “宇宙環境予報業務”, 通信総研季報, Vol.43, No.2, pp.301-308, Jun., 1997.
- 2 石橋弘光, 川崎和義, “分散型宇宙環境データベースの開発”, 通信総研季報, Vol.43, No.2, pp.257-270, Jun., 1997.



ながつま つとむ
長妻 努

主任研究員(電磁波計測部門宇宙天気
システムグループ) 理学博士
太陽地球系物理学