

太陽電波観測装置の遠隔診断システムの開発

川島 進, 篠原徳之, 関口英昭

(2004年9月30日受理)

Development of the Remote Diagnosis System of the Solar Radio Telescope

Susumu KAWASHIMA, Noriyuki SHINOHARA, Hideaki SEKIGUCHI

Abstract

“The remote diagnosis system” which we have developed is the one to monitor the operation conditions of two systems of solar radio observation (Nobeyama Radioheliograph and Nobeyama Radio Polarimeters) from the remote place. Under the condition of very limited human power, it is necessary to minimize the load of observers without degrading data quality. Thereupon, we have mulled measures to alleviate the load of observers, and worked out “the remote diagnosis system” which enables us to monitor the operation conditions and detect troubles, if any, in early stages, even if we are away from the observatory building where control system are concentrated. The plan was materialized by adopting an access through the INTERNET to the section where needed information for diagnosis is gathered.

1. 遠隔診断システム開発の経緯

野辺山太陽電波観測所の電波ヘリオグラフ¹⁾は太陽コロナ中で突発的に起きるフレアー現象(太陽高エネルギー現象)の電波画像を高い時間分解能, 空間分解能で撮影することを主な目的として建設された相関型電波干渉計(直径80cmのパラボラアンテナ84基で構成)である(図1). 1990年から建設を始め, 総合調整, 試験観測を経て1992年6月末から1日約8時間の定常観測を開始した。その後, 2周波(17GHzと34GHz)同時観測のための改修を行い, 1995年11月から2周波での観測を開始した²⁾。

その後は安定化を図るための小規模な改修^{3,4)}, 定期メンテナンスの定着等⁵⁾により, 観測システム全体にトラブルが減少し, 安定した運用期に入り, 自動観測も順調に行えるようになっているが, 建設から14年を経て, 部品の耐用年数に起因すると考えられる新たな故障が徐々に始まっている^{6,7)}。

偏波強度計は太陽全面から放射される電波の強度と偏波(左右円偏波)を, 1GHz, 2GHz, 3.75GHz, 9.4GHz, 17GHz^{8,9)}, 35GHz^{8,10)}及び80GHz^{8,11)}の7周波で観測する装置である。偏波

強度計アンテナは, 観測周波数毎(但し35GHz及び80GHzは同一アンテナ架台)に6基あり, 観測棟内に置かれたアンテナ制御計算機により制御され, 毎日約10時間の定常観測を行っている¹²⁾(図2)。これらのアンテナ駆動部は, 3.75GHz¹³⁾を除くと建設から20年を超えており, 定期メンテナンスと部分補強を行いながら運用を続けている。受信機も老朽化が進んでいた為, 徐々に改修して新しいものに置き換えを進めている状態である^{14,15)}。

一方, 定常観測で得られた観測データは共同利用に供するために, 画像等に処理したものをホームページ(HP)上に公開し, 世界中の研究者が利用できるようにしている。このように観測からデータ公開までを定常的に行うにあたって, 観測運用状態を確認し, トラブル発生時には対処等を行うために, 週単位で観測当番をおいている。しかし観測・運用に関わるスタッフの数は, 新規プロジェクトへの参加, 台内配置換え, 定年退職等により減少する一方である。こうした中でも, 引き続き定常観測を継続して良質なデータを取得し, 共同利用に供する必要があるため, できるだけ観測当番の負担を軽くして観測業務にかかる時



図 1. 電波ヘリオグラフアンテナ群



図 2. 偏波強度計アンテナ群

間を軽減できる方法を検討する中で、この遠隔診断システムの開発を進める事になった。

この開発は2001年12月より検討を開始し、約1年を経て電波ヘリオグラフ関連については初期の目標を達成することができた¹⁶⁾。その後、制御計算機群の更新に伴う情報の追加、偏波強度計の診断情報の追加、WEBカメラ（天候モニタ、アンテナ監視）画像の追加などを行いつつ充実を図っている。

2. 遠隔診断システムの目的と概要

電波ヘリオグラフおよび偏波強度計群は、天候等に関わりなく連日定常観測を行う装置であるため、できるだけ人手を介する必要がない様に、観測制御からデータ公開までほぼ自動化が図られている。観測当番の主な仕事は、観測が順調に開始・終了している（異常やアラームが出ていない）ことの確認、取得している観測データに異常がな

いことの確認であり、他にはプリンタ用紙の補給、VTR・データレコーダ用テープ交換などが週1～3回程度あるが、いずれも時間に厳しく縛られることはない。通常、観測当番は1日に数回、観測装置が集中している受信機室に行き、運用状態等の確認を行い、障害等を発見したらその程度に応じて自分で対処するか、担当者に連絡して処置を依頼する。従って、観測運用状態の確認ができる情報や障害発生の有無と緊急措置の要否、障害原因の推定ができる情報等を、遠隔地からでも確認できるようにすれば、研究室からでも、あるいは出張先や自宅からでも観測当番としての主要な業務はある程度行うことができる。

遠隔診断システムの目的は、観測当番の主要な仕事を遠隔地からでも可能にすることにある。そこで、どのような方法で遠隔地から必要な情報を閲覧可能にするかを検討した。当時、インターネットの高速化(ISDN, ADSL等)が地方へも急速に普及し始めていた時期であったので、これを利用することにした。所内のWEBサーバーに非公開の専用HPを作成して、そこにアクセスすれば必要な情報が閲覧できる方式を採用することにした。HPにアクセスした時に、リアルタイムで各種の情報が更新されるのが理想ではあるが、観測制御系などはリアルタイム処理をおこなっているものもあり、診断情報を取得する為に肝心の観測制御に支障が出るのでは本末転倒である。一方、障害等が発生していた場合に、「何時、どのように発生したか」を知ることも障害復旧の重要な情報となるため、過去の情報も一定期間は蓄えておくことも必要である。そこで、必要な情報は観測制御に影響を与えない方法で、定期的に収集して自動更新する事にした。実際には1時間ごとに情報を集め、1日毎に上書き更新する事になっている。但し、気象モニタ画像などの一部の情報は、観測データ解析時の参考になるので、観測時間帯の一部(朝、昼、夕)のみ保存して、遡っても閲覧できるようにしている。

診断に必要な情報の種類は、実際に観測当番が受信機室でチェックしているものを参考にして整理した。既に公式HP上で公開している太陽画像等で利用可能なものはそれを使用することにし、自動観測の運用状態を確認する為の情報(制御系計算機のコンソール情報)、取得した観測データのモニタ(信号強度、相関値)、気象モニタ画像などは後述する方法で新たに取得できるようにした。

この結果、受信機室に行かなくても、ネットワーク環境とHP表示環境があれば、どこにいても

(天文台外部からでも)診断可能なシステムを構築することができた。

3. 電波ヘリオグラフシステムと診断に必要な情報の種類

太陽からの信号は、84系統のアンテナ部・フロントエンド受信機部・中間周波受信機部・A/D変換装置を経てデジタル化され、相関演算装置で相関値信号となり、積分装置を介してデータ演算装置(DAU)に取り込まれ10分単位でファイル化されて収録系計算機に転送・保存される。またDAUに一時的に保存した観測データファイルを使って、画像合成用計算機(GCC)は2次元Quick Look(QL)画像を合成して準リアルタイムで表示している(図3)。

システムの要所には対応する制御監視計算機が装置の一部として組み込まれている。それらはそれぞれ単独でも制御監視を行う機能を持つが、LANで接続された主制御監視計算機(MCC)からの指令を受けての動作も可能となっており、自動観測はこの機能を使って実現している。MCCは毎日、深夜の決められた時刻を過ぎると、当日の観測スケジュールを自動生成する。MCCはこれに則ってコマンドを送信し、それを受けた制御監視計算機は、中央時計装置からの5秒毎の割り込み信号(5正秒信号)に従って、正確に時刻同期して追尾動作等を行うことにより、システム全体が時刻に同期して動作する仕組みとなっている。

診断に必要な情報の種類を考えるにあたり、観測当番が実際にチェックしている項目について順を追って洗い出してみた。観測当番が最初に確認するのは、10秒毎に更新表示されるGCCの太陽2次元QL画像である(図4)。この画像がまともに見えていれば、とりあえず自動観測は順調に進んでおり、観測データも取得できていて、データの質も悪くなさそうだと見当がつく。その後MCCのコンソール画面で制御系全体の運用状態を見てから(図5)、各制御計算機のコンソール画面をチェックする。次にDAUが持つ「取得データのリアルタイムグラフ出力」機能を使って、84系統の信号強度の棒グラフ表示で特定のアンテナ系に異常がない事を確認し、合わせてDAUが制御している高速データ記録装置の状態を確認する(図6)。他には、GCCのQL画像のVTR録画、太陽1次元画像表示と紙出力の確認(図7)、データ収録系まで転送された観測データを使って1時間に1枚作成される太陽全面画像が出ていることを確認する。また、中央時計装置の時刻補正が完了し

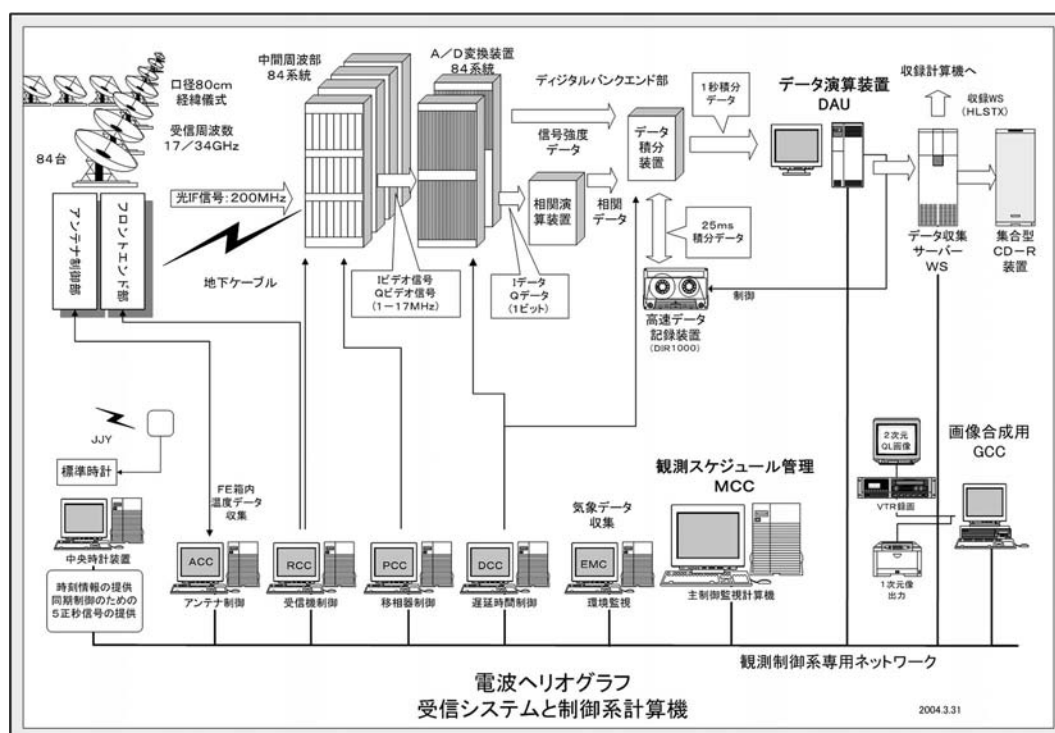


図3. 受信システムと制御系計算機 (受信信号の流れと制御系計算機)

ている事の確認，環境監視計算機が表示している
外気温度や天候など，必要な事項を観測ノートに
記入する。

もし、当番が何らかの異常に遭遇したら、「制御系（アンテナ追尾等）に異常はないか?」、「観測データは取れているか?」、「データに異常はないか?」などを先ず確認する。それは定常観測を行っている装置にとって「観測データが取得できない」、「取得した観測データが不良」のような事態が発生したら、早急に復旧させる必要があるからである。従って、遠隔診断ではそのような障害の発見と状況の確認、原因の推定などができる情報を揃える必要がある。電波ヘリオグラフの観測システムとこれまで発生したトラブル発生事例などの経験から、「自動観測の状態」を確認できる情報、「取得した観測データの良否」を確認できる情報、そして「過去のトラブル・最近のデータチェック」に関する情報に分けて必要な情報の種類を整理した。「自動観測の状態」を確認するには、主に制御系計算機コンソール画面の情報を見ればよい。「取得した観測データの良否」の判断用としては、84系統の信号強度・相関振幅のグラフ表示と東・西・北の各1次元画像、またデータ劣化が天候不良に起因するか否かを判断するための天候モニタを用意する事にした。「過去のトラブル・最近のデータチェック」情報は、これまでの障害発生事例や定常の観測データ詳細チェック

結果のトラブル履歴をまとめたものにした.

3.1 制御系の状態確認

電波ヘリオグラフの自動観測はMCCを中心にした制御系計算機群により実現しているので、制御系の稼動状態を見ればトラブル発生の有無を確認できる。これらの計算機コンソール画面には、制御情報やモニタ情報が5秒毎にリアルタイムで表示・更新されているので、このコンソール画面を画像ファイル化してHPから閲覧できるようにした。

制御系計算機のなかで、トラブルが発生すると非常事態になるのは、MCC、DAU、アンテナ制御監視計算機（ACC）、位相制御計算機（PCC）、遅延制御計算機（DCC）、受信機制御計算機（RCC）であり、GCCと環境監視計算機（EMC）は観測データには直接影響を及ぼさない。

MCCは毎日の自動観測に必要なスケジュール管理を行うので、ここに異常があると「観測自体が始まらない」、「観測が終了しない」などの非常事態を引き起こす。また、他の制御監視計算機の稼働状態やエラー発生を常時モニタし、コンソール画面に一覧表示しているので全体の状態を把握できるのである（図5）。

DAUは、データ積分装置から観測データを受け取って収録系計算機に転送しているので、ここに障害があると、自動観測が正常に開始しても観

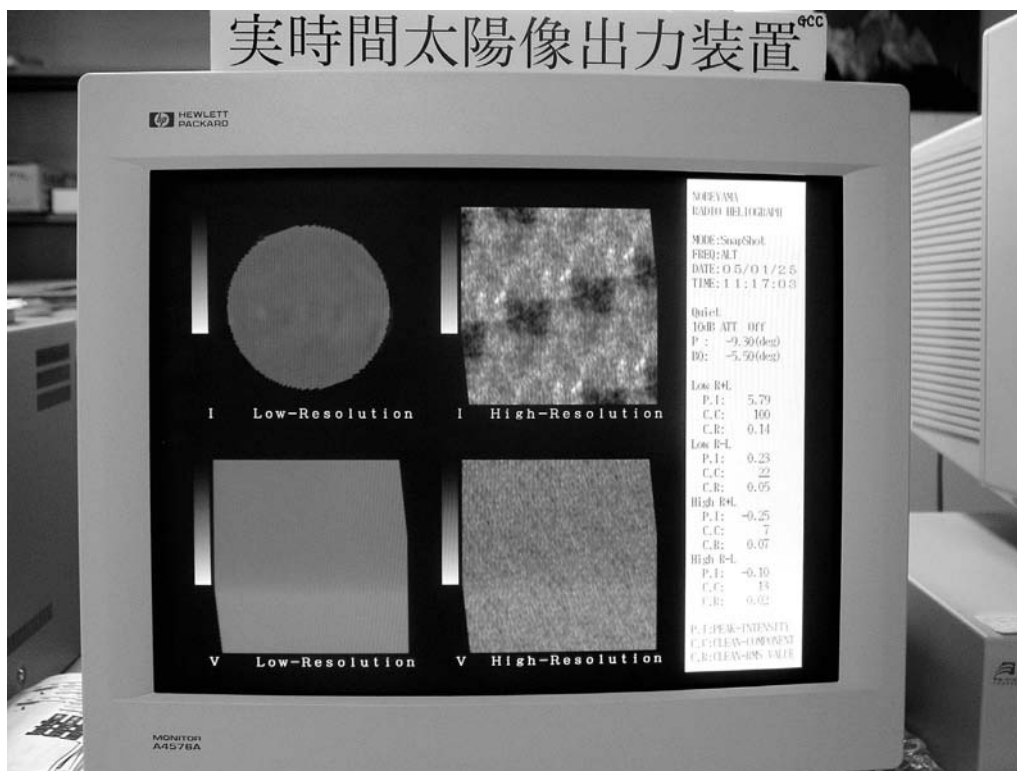


図 4. GCCのQL画像

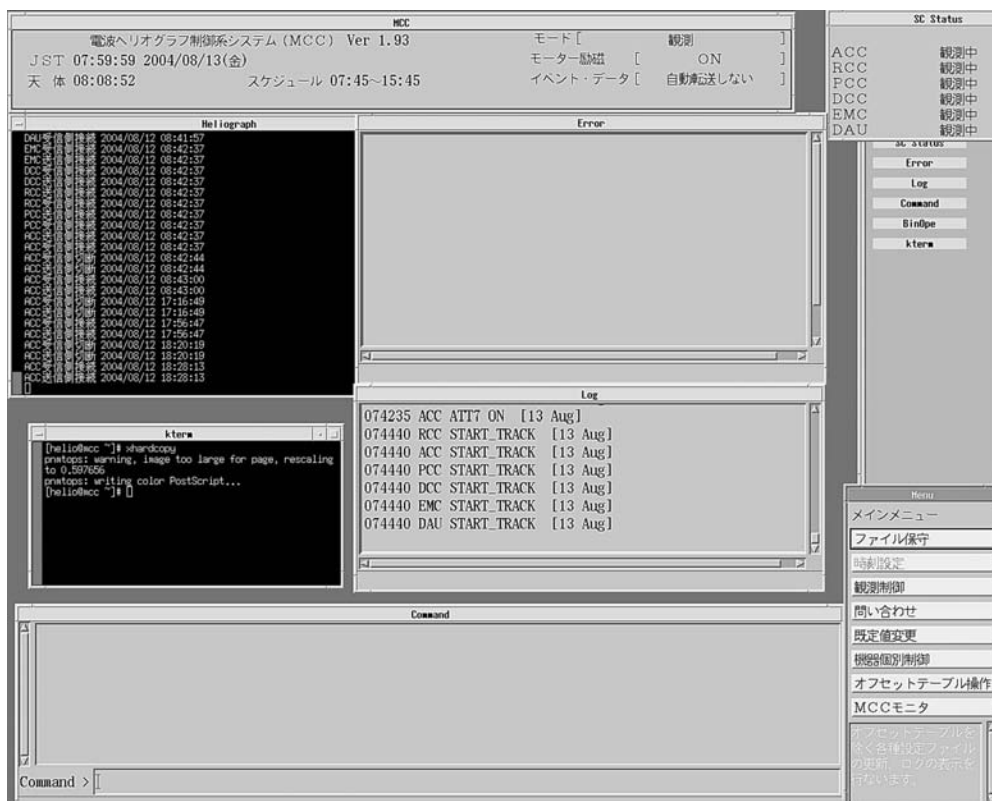


図 5. MCCコンソール画面

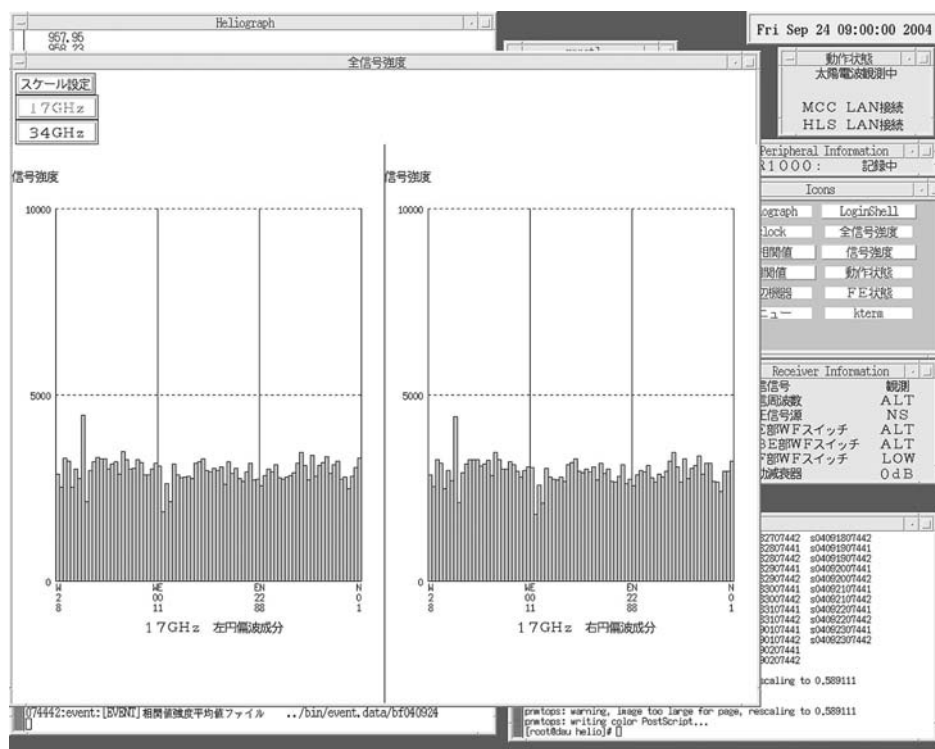


図 6. DAUコンソール画面

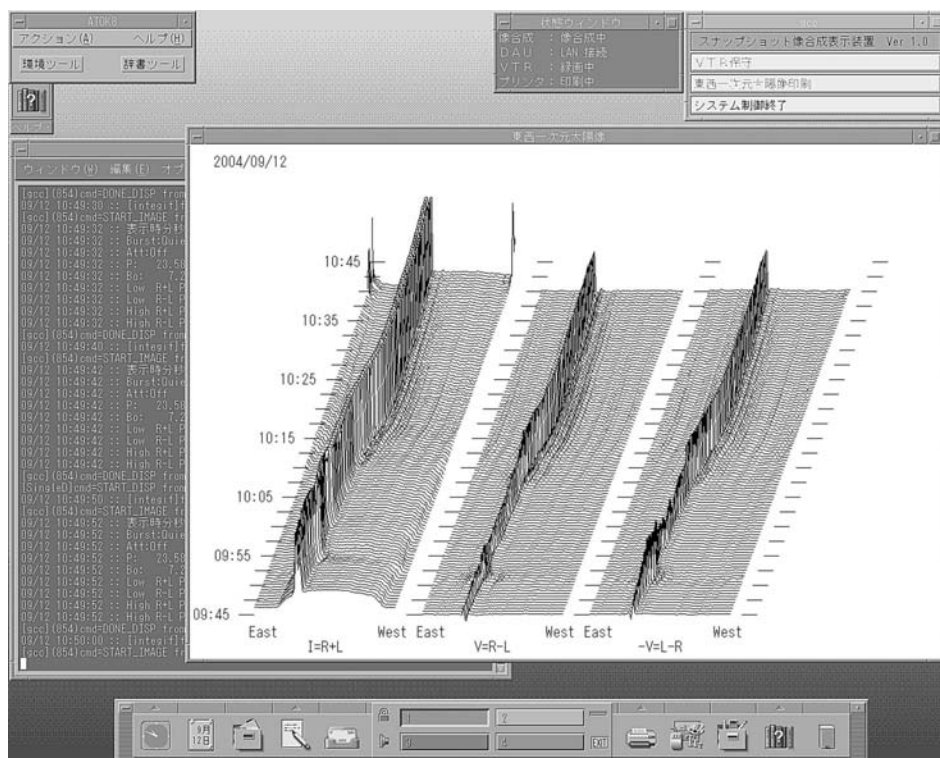


図 7. GCCコンソール画面

測データが全く取得できない非常事態になる。また、最高時間分解能（100ms）データを記録する高速データレコーダ制御など重要な役目も持っており、その稼動状態は、取得した観測データのステータス情報と同様、コンソール画面に常時表示している（図6）。

制御系計算機のうち、中央時計装置から配信される5正秒信号に同期してリアルタイム制御しているのが、アンテナ追尾を行うACC、位相制御用のPCC、遅延時間制御用のDCCである。これらはいずれも太陽の日周運動に応じてアンテナ、位相、遅延時間の追尾を行うので、追尾停止などになると観測データは使い物にならなくなってしまう。このうちACCは5秒毎に84基のアンテナ追尾のための指示を出しながら、合わせてアンテナ位置、フロントエンド部の温度情報などを収集しており最も負荷が大きい計算機である。また地下埋設の6系統の制御ケーブルを使って、それぞれアンテナ14基が同じケーブルを共用するシステムなので、この経路にある素子が落雷等で故障すると、14基単位で動作不能になるなど障害発生率が比較的高い。RCCはフロントエンド部や中間周波部にある信号切換スイッチの制御、校正信号の制御や各種パルス発生器の制御を行うものである。

GCCは、取得した観測データを使ってモニタ用の画像合成を行っているので、観測データさえ取得できていれば、GCC周りに障害が発しても大きな影響はない。またEMCはアンテナサイトに設置した気象測定装置から各種気象データを収集・表示するものであり、観測データの変動と気象変動の関係などを調べる際に使用するものであり、観測データに直接影響を及ぼすことはない。

コンソール画面を画像ファイル化する方法として、2つの方法を採用した。UNIXやLinux OS系の計算機はXwindowシステムを使用しているので、X-Window Dump (xwd) コマンドを使って簡単にコンソール画面を画像ファイル化できる。但し得られる画像ファイル形式はWEBブラウザで直接閲覧可能なものではなく、またファイルサイズも大きいので、convertコマンドを使って最終的にはping形式に変換している。また観測制御系のLANは一般の所内LANとは直結していないため、直接WEBサーバーへはファイル転送ができない。そこで各制御系計算機で作成した画像ファイルは、中継用計算機を介して所定の場所に転送している。これら一連の操作はcrontabコマンドを使って所定の時刻に自動実行しており、各計算機では毎正時に、中継用計算機ではそれにやや

遅れた時刻に実行するようにしている。

もう一つの方法は、WEBカメラを使ってコンソールを直接撮像して画像ファイルを得る方法である。ACC、RCC、PCC、DCC、EMCは、2004年3月まではMS-DOSのパソコンを使用していたので、前述の方法は使用できなかった。また、コンソール画面の情報を何らかの形でファイル化して中継用計算機に転送する機能を観測制御ソフトウェアに追加するとすると、かなりの改修費用がかかり、それにも増して肝心のリアルタイム制御に支障がでる可能性が高かったので、WEBカメラを使って画像を得る方法を採用した。しかし実際にWEBカメラで撮影して見ると、CRT型のモニタでは掃引方式が原因で画像が見難くなるのが分かったので、液晶型に交換した。また、これら5台の制御計算機用モニタとキーボードは、省スペース化のために1組を切換器で共用していたので、新たに故障発生率の高いACC専用モニタを設置し、常時その画面のみを画像として取り込んで使用してきた。しかし2004年3月、これらの制御計算機はパソコン本体の更新時にOSをLinuxに変更したので、前述の方法を用いて全制御計算機のコンソール画面を画像化して診断に利用できるようにした（図8）。

3.2 取得した観測データ良否の確認

前項の制御系の情報は主に自動観測・データ取得の良否を判断する情報を提供するものであるが、取得した観測データの中身のチェックはできない。取得した観測データを使って像合成した太陽2次元画像（HPで常時公開）、GCCでの東西1次元画像（図7）の乱れなどから大きなトラブルの発生はある程度見て取れるが、どのアンテナ系がどのように不良なのかは特定できないので、新たな情報を加えることにした。

通常の観測データは、1秒単位でDAUに取り込み、10分間づつ1ファイルにして収録系のアーカイブディレクトリに格納する。観測時間が8時間だと48ファイルになる。このファイルの一部（1時間に1回の割で）を使って、84系統の信号強度、隣接アンテナペアの相関振幅（17GHzは右旋・左旋円偏波の2種と34GHz）を棒グラフ化したJPEG形式の画像ファイルを用意した。処理プログラムは定常データチェックソフトを改造したもので、IDL言語を用いて作成している。図9に、落雷被害で東系と西系の外側のアンテナ各14基が使用できなかった時の、信号強度グラフ画像を示す。これを見ると、未使用アンテナのレベルが明

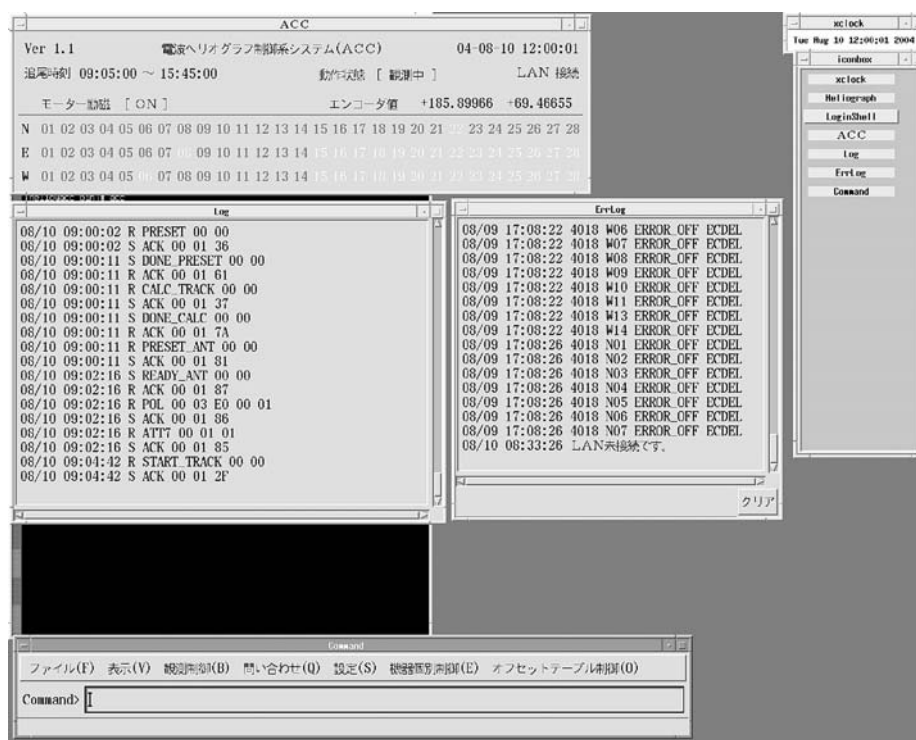


図 8-1. 新ACC (Linux) コンソール画面：xwd使用



図 8-2. 旧ACC (MS-DOS) コンソール画面：WEBカメラ撮影

らかに低くなっているのがわかる。

また、1時間毎に東系、西系、北系それぞれアンテナ28基からの相関値データを使って、1次元画像を合成して画像ファイル化している。こちらはGCCの処理ソフトを参考にしてFORTRANで開発し、得られたFITS形式の1次元画像ファイルはIDLプログラムでping形式に変換している。この1次元画像は、相関値（位相と振幅）の異常を発見する情報として有効である。いずれもcrontabで指定の時刻に自動実行されて、所定の場所に画像ファイルが格納されるようにしている。

太陽画像の乱れ（データ不良）の原因としては、天候（大雨、積雪等）による受信信号の減衰もある。そのため天候モニタ用のWEBカメラを設置して、1分毎に屋外画像ファイルを所定の場所に自動FTP転送してWEB上で見られる。また7時～17時の間には1時間毎に画像を一時保存しておき、翌日に上書きされるまでは見ることができ、これらの内、9時、12時、15時の画像については長期保存しておき、遡っていつでも閲覧可能としている。

屋外用WEBカメラは他に2台あり、電波ヘリオグラフアンテナ撮像用と偏波強度計アンテナ撮像用に設置してモニタしている。こちらも1分毎に画像ファイルを所定の場所に自動FTP転送してWEB上で見られ、6時～18時の間には1時間毎に画像を一時保存し、9時、12時、15時（偏波強度計は8時、12時、16時）の画像は長期保存しておき、遡っていつでも閲覧可能としている。これらの画像を見ると、アンテナの稼動状態やパラボラ面への着雪の程度なども分かる（図10）。

3.3 過去のトラブル・最近のデータチェック結果の情報

電波ヘリオグラフは、84基ものアンテナ・受信機系を抱えているため、建設から14年を経るに及び、経年変化や耐用年数を迎えた部品等の劣化で同じようなトラブルも発生している。これまでのトラブル発生の履歴から、耐用年数を迎えた部品で交換が容易なものに関しては、定期メンテナンス時に一斉に交換するなどで対処して来たが、最近干渉計受信機の主要ユニットである局発信号用PLOの動作不良が徐々に増加している。過去の履歴を見ると、相関位相変動が発生する頻度が次第に増加し、やがて相関振幅にまで変動が出始め、それが大きくなり、ある日突然相関がなくなる事例が多い。また長時間停電後や受信機ラックの電源オフ・オンで信号強度が大きく変化してしまう

など、素性の悪い受信機もある。これらは、定常的な観測データチェックにより発見されているものであるが、こうしたチェック結果を随時掲載（異常があれば、その内容とグラフ画像等も掲載）することにした。これは発生したトラブル原因の参考資料として参照できるほか、類似トラブルの発生頻度などからメンテナンスの指標にもなる。一方、主に制御系に起因して発生したトラブルや更新作業等についての履歴も掲載している。制御系計算機等の更新を積極的に進めてきた効果もあり、致命的な障害はこのところめっきり減ってはいるが、軽度のトラブルは時折発生している。最近の大きなトラブル例では、観測棟付近への落雷によりACCや通信系に被害が発生し、一時観測できない事態に陥った。その復旧作業の際、過去（1992年）に落雷被害を受けた時の被害状況や復旧作業について、観測ノートを遡って調べ、今回も同じ部品が壊れていることを確認して迅速な復旧を行うことができた。現在のHPに掲載しているトラブル・作業履歴は、この遠隔診断システムが立ち上がってから（2002年2月以降）のものである。重要なトラブル事例については、今後古いものも順次追加していく必要がある。

4. 偏波強度計、その他の情報

偏波強度計の診断情報は、電波ヘリオグラフに比較すると不十分であり、今後さらに充実させる必要がある。現在は、前述のWEBカメラによるアンテナ画像（図10）、別のWEBカメラ2台を用いたアンテナ制御計算機のコンソール画面とデータ収集計算機のコンソール画面（図11）、取得した観測データファイルを使った全データのQL出力画像、最新観測データのLight Curves、定常データチェック結果と作業等の履歴である。このうち、QL画像は、取得した観測データファイルを読み込んで、一日分のタイムプロフィールを描かせたもので、観測終了後に自動実行して得られる（図12）。これも定常チェックソフトを改修して作成したものである。これを見ると、データ取得・データの中身の良否を見て取れる。

その他には、観測装置の診断用ではないが、この「遠隔診断HPの開発・更新・トラブル履歴」、さらに「観測当番表」や「当番のチェックシート」をPDFファイルにして参照できるようにしている。

また、遠隔診断でトラブルを発見した際に関係者に電子メールを出すためのリンクなども設けている。

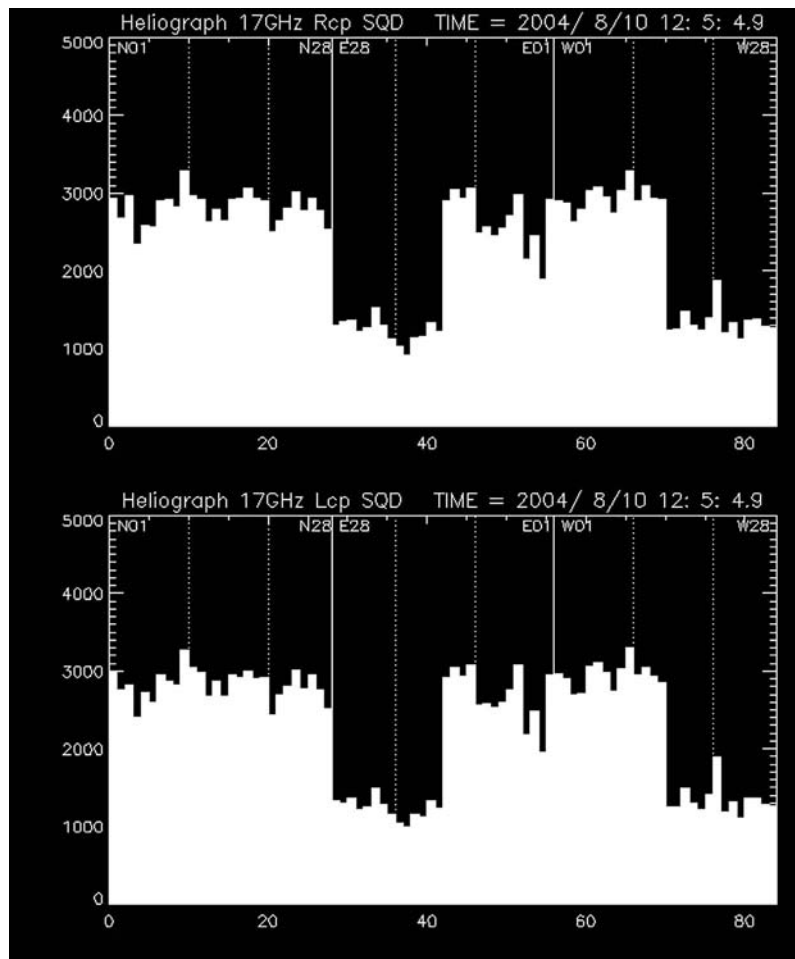


図 9. 17GHz信号強度グラフ (E15～28とW15～28のレベルが低い)



図 10. 偏波強度計アンテナ画像のサブHP

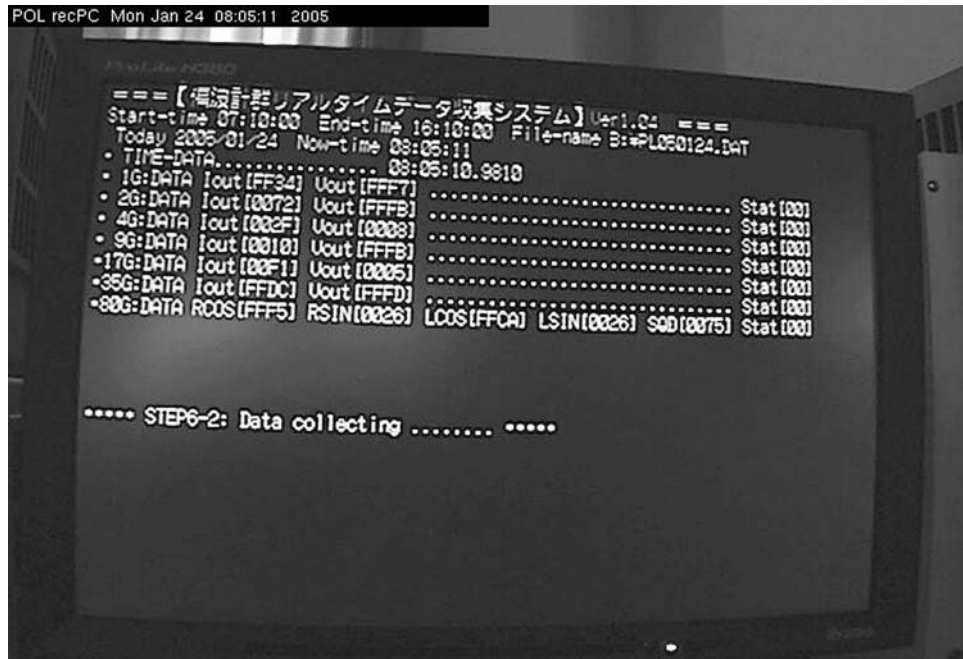


図 11. 偏波強度計データ収集計算機コンソール画面

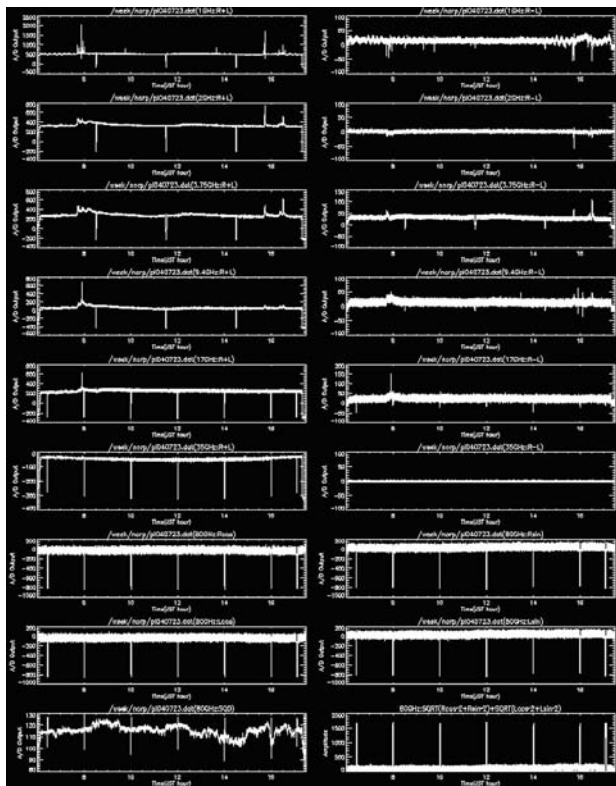


図 12. 偏波強度計QL画像

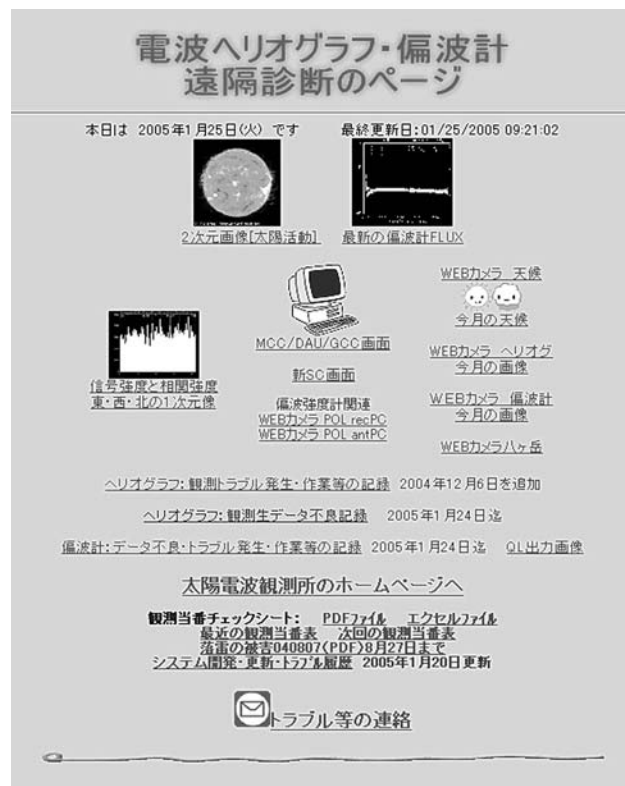


図 13. 遠隔診断メインHP

5. 完成したホームページの紹介とトラブル事例

HPの設計・製作は初めての経験であったので不安もあったが、ホームページ作成用のフリーソフトや市販ソフトを活用することで比較的簡単に

作ることができた。

完成した遠隔診断のホームページを図13に示す。ここから見たい情報のサブページを開いたり、常時公開している2次元画像のHPへ移動したり、WEBカメラ画像などを直接表示することができる。例えば中央にある「MCC/DAU/GCC画面」

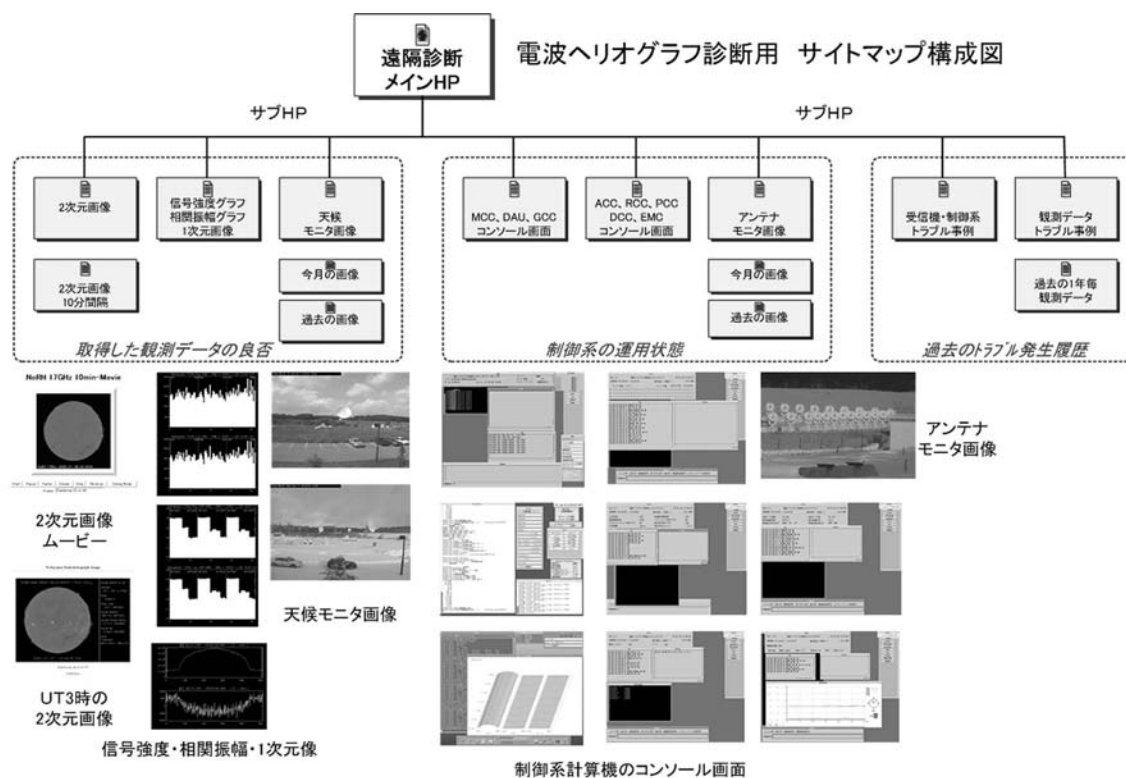


図 14. 電波ヘリオグラフ診断用サイトマップ

を開くとサブページに移動するので、そこで表示させたい制御計算機の時刻部分を選択すると対応する画像を見ることができる。電波ヘリオグラフ診断用のサイトマップを図14に示す。

最近発生したトラブル例として、2004年8月7日（土）夕方の落雷で被害が発生した時のMCCコンソール画面と、そこにエラー発生状態を表示しているACC、EMCの各コンソール画面を図15に示す。MCCコンソール画面（図15-1）では、右上にある制御計算機の状態表示部（SC Status ウィンドウ）のACCとEMC部分が赤色になっており、エラー発生を知らせている。エラーログウィンドウには、「時刻 ACC：アンテナ番号 エラー内容 日付」の形式でACCに発生したエラー内容が出ている。その時の対応するACCコンソール画面（図15-2）の最上部のACCウィンドウを見ると、北(N)系、東(E)系、西(W)系の各28基のアンテナ番号が全て赤色になっており、やはりエラー発生を示している。そしてエラーログウィンドウには、ACCと全アンテナ間で通信ができていないことを示すログが出ている。一方、EMCコンソール画面（図15-3）を見ると、取得した気象データの値が全てゼロになっており、エラーログウィンドウには、屋外にある環境測定装置との間で通信ができなくなった旨のログが発生

時刻と共に表示されている。EMCのエラー発生時刻から、この時刻に落雷があったと推定できる。

落雷被害が発生したのは、当日の観測終了後であったので取得した観測データに支障は無かったが、この状態（全アンテナが制御不能）では明日の自動観測が開始しても、アンテナは太陽を追尾できないので観測データは取れても全て不良データとなってしまふ。この日は休日観測当番とこの遠隔診断の情報を見て自宅から駆けつけたスタッフで、主にアンテナ系の故障個所の調査・復旧作業を行ったが、予想以上に被害が大きくて完全に復旧することはできなかった。また他の装置にも異常が見られ、このままでは翌日の観測はできないと判断し、これ以上被害が拡大しないように主要部分の電源を切るなどの処置を行った。そして本格的な復旧作業は翌日以降に行っている。

6. まとめ

この遠隔診断システムを利用する事により、当初の目的であった観測当番の負担の軽減は着実に実現している。研究室にいても観測状態が確認できるので、トラブルがなければ受信機室に顔を出すのは、朝と夕方だけで済ませることもできるようになった。また観測当番が異常に気づいて装置担当者へトラブル発生を報告した後、それを受け

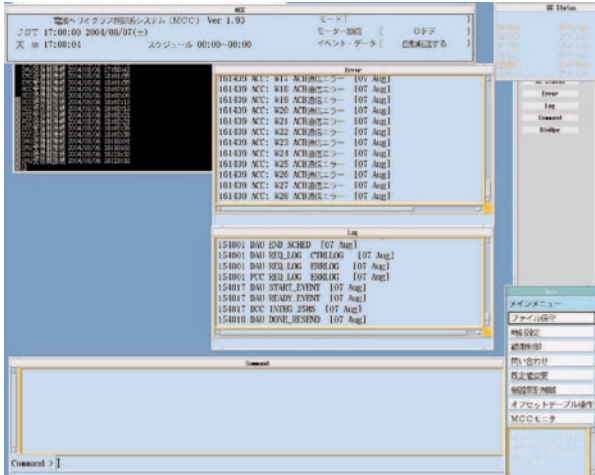


図 15-1. MCCコンソール画面（エラー発生中）

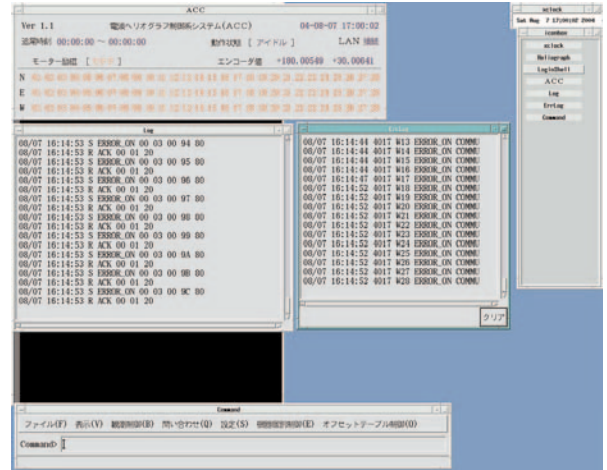


図 15-2. ACCコンソール画面（エラー発生中）

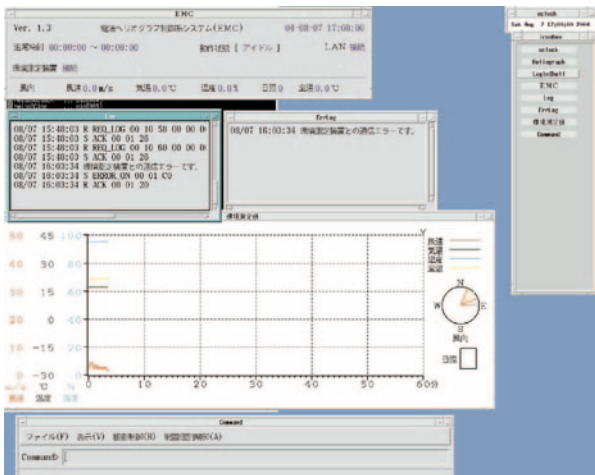


図 15-3. EMCコンソール画面（エラー発生中）

た装置担当者は遠隔地からでもHPの情報で状況を把握できるので、その後の対応もスムーズにできるようになっている。

このように、この遠隔診断システムは電波ヘリオグラフに関しては当初の目標をほぼ達成した。今後の課題は、偏波強度計に関する診断情報の追加がメインとなる。偏波強度計データ収集計算機やアンテナ制御計算機6台のLinux化も計画されており、これらの進展に合わせて順次、コンソール画面などの稼動情報等をHP上から閲覧できるようにする予定である。

今回の開発を進める中で、HPの構築、WEBカメラの利用、コンソール画面の画像化やcrontabを使ったジョブの自動実行の手法など、新たな技術に挑戦することができた。これらの技術は今後多方面で利用できるもので、自身の守備範囲を広げることができたという面でも有意義な経験であった。

最後に、この遠隔診断システムは、インターネットを利用している性格上、WEBサーバーや途

中のネットワーク経路に障害が発生すると全く利用できなくなるのが弱点である。

謝 辞

このシステム構築にあたり、宇宙電波観測所ミリ波干渉計グループがHPを利用して装置や気象情報などを外部から閲覧できるようにしていたのを知り、参考させていただいた。その際、研究員の鎌崎 剛氏から、WEBカメラの有用性、コンソール画面を画像ファイル化する方法等に関して有益な助言を頂いたことに感謝します。1次元画像合成プログラム作成にあたっては、太陽プラズマ研究部の花岡庸一郎氏にご指導を頂き感謝します。野辺山太陽電波観測所の下条圭美氏にはコンソール画面の画像化の手法に関して、また兒玉博美氏にはこの報告をまとめるにあたりご支援・助言等をいただきました。

参考文献

- 1) H.Nakajima, S.Enome, K.Shibasaki, M.Nishio, T.Takano, Y.Hanaoka, C.Torii, H.Sekiguchi, T.Bushimata, S.Kawashima, N.Shinohara, Y.Irimajiri, H.Koshiishi, T.Kosugi, Y.Shiomi, M.Sawa, and K.Kai: The Nobeyama Radioheliograph, *Proc. of IEEE*, **82**, No.5, 705 – 713 (1993).
- 2) T.Takano, H.Nakajima, S.Enome, K.Shibasaki, M.Nishio, Y.Hanaoka, Y.Shiomi, H.Sekiguchi, S.Kawashima, T.Bushimata, N.Shinohara, C.Torii, K.Fujiki, and Y.Irimajiri: An Upgrade of Nobeyama Radioheliograph to a Dual-Frequency (17 and 34GHz) System, *Proc. of Coronal Physics from Radio and*

- Space Observations*, Lecture Notes in Physics 483, ed. G. Trottet (Springer, Berlin), p. 183–191(1997).
- 3) 川島 進, 武士俣健, 関口英昭, 西尾正則, 塩見靖彦: 電波ヘリオグラフの落雷被害とその対策, 第15回天文学に関する技術シンポジウム1995集録, 114–119 (1995).
 - 4) 川島 進, 電波ヘリオグラフグループ: 電波ヘリオグラフ制御系計算機の更新, 第17回天文学に関する技術シンポジウム1997集録, 43–49 (1997).
 - 5) 川島 進, 篠原徳之, 関口英昭, 武士俣健, 齋藤泰文: 電波ヘリオグラフ 84台のFE受信機部の性能保持対策とその総括, 第23回天文学に関する技術シンポジウム2003集録, 69–74 (2003).
 - 6) 川島 進, 齋藤泰文: 電波ヘリオグラフ受信機温度制御のトラブル, 第20回天文学に関する技術シンポジウム2000集録, 105–118 (2000).
 - 7) 関口英昭, 川島 進, 篠原徳之: 電波ヘリオグラフの稼働率, 第23回天文学に関する技術シンポジウム2003集録, 63–68 (2003).
 - 8) H.Nakajima, H.Sekiguchi, M.Sawa, K.Kai, S.Kawashima, T.Kosugi, N.Shibuya, N.Shinohara, and Y.Shiomi: The Radiometer and Polarimeters at 80, 35, and 17GHz for Solar Observations at Nobeyma, *PASJ*, **37**, 163–170 (1985).
 - 9) 渋谷暢孝, 中島 弘: 太陽観測用17GHz 偏波計, 東京天文台報, **19**, 114–120 (1980).
 - 10) 沢 正樹, 関口英昭, 中島 弘: 太陽バースト観測用35GHz偏波計, 東京天文台報, **20**, 342–351 (1984).
 - 11) 関口英昭, 中島 弘, 篠原徳之, 川島 進, 塩見靖彦: 太陽バースト観測用80GHz強度計, 東京天文台報, **20**, 327–341 (1984).
 - 12) 関口英昭, 川島 進, 武士俣健, 鳥居近吉, 篠原徳之, 塩見靖彦, 中島 弘, 柴崎清登, 鰐目信三: 偏波計群の移設計画, 第13回天文学に関する技術シンポジウム1993集録, 35–39 (1993).
 - 13) 武士俣健, 鳥居近吉, 関口英昭, 川島 進, 塩見靖彦, 中島 弘, 柴崎清登: 3.75GHz偏波計の新設, 第13回天文学に関する技術シンポジウム1993集録, 40–43 (1993).
 - 14) 齋藤泰文, 篠原徳之, 川島 進, 関口英昭: 偏波計受信機共通バックエンドの試作から製作まで, 第22回天文学に関する技術シンポジウム2002集録, 64–68 (2002).
 - 15) 篠原徳之, 川島 進, 関口英昭, 齋藤泰文: 野辺山偏波計共通バックエンド受信機の製作, 平成15年度 高エネルギー加速器研究機構 技術研究会 報告集, P037 (2004).
 - 16) 川島 進, 篠原徳之, 関口英昭, 齋藤泰文: 電波ヘリオグラフの遠隔診断システムの開発, 第22回天文学に関する技術シンポジウム2002集録, 59–63 (2002).