

5 情報サービス

5 Information Service

5-1 電離層観測と観測情報処理システム

5-1 Ionospheric Observation and Observation Information Processing System

加藤久雄
KATO Hisao

要旨

当所では電離層観測を約70年にわたり実施しているが、観測の効率化を目指して、要となる電離層観測装置を更新するとともに観測情報処理システムの拡充整備を行い運用を開始した。新電離層観測装置はバリエーションに富んだ観測データを自動制御・遠隔制御により無人運用にて取得することが可能となっている。また、観測情報処理システムは、データの信頼性・安全性を確保するとともに迅速かつ広範囲なサービスを可能としてデータ利用者への便宜を図った。

The CRL has been making ionospheric observations for about 70 years. Recently, we have updated the ionospheric sounder and have expanded the observation information processing system. The new ionospheric sounder gathers various observational data by automatic control / remote control. The new observation information processing system ensures the reliability / safety of data. The system also provides the data service quickly and conveniently to users.

[キーワード]

電離層, イオノグラム, データサービス
Ionosphere, Ionogram, Data service

1 まえがき

当所(当所の前身である郵政省電波研究所、文部省電波物理研究所を含む。)では電離層の諸特性情報を取得、解析する「電離層観測」を過去約70年にわたって継続して実施しており、公表されるデータは短波帯無線通信の重要な情報源として、また、地球環境の長期的な変動を監視するための基礎資料として活用されている。長い歴史を持つ電離層観測及び観測情報処理は幾多の変遷を重ねてきたが[1]、平成13年度から運用を開始した本システムは、過去の資産[2][3]の継承と情報通信技術の動向を考慮しつつ各方面

からのニーズへの対応を図るものとなっている。本論ではシステムの構成及び電離層観測データに関する主要処理の概要について述べる。

2 システム概要

図1に本システムのハードウェア構成概要を示す。

国内の4観測地点(稚内、国分寺、山川、大宜味)には新規に開発した10C型電離層観測装置(以下10C)及び一次処理システムを配置して、観測データ種別、運用機能を充実させるとともに処理負荷の分散を図った。また、本所(国分寺)

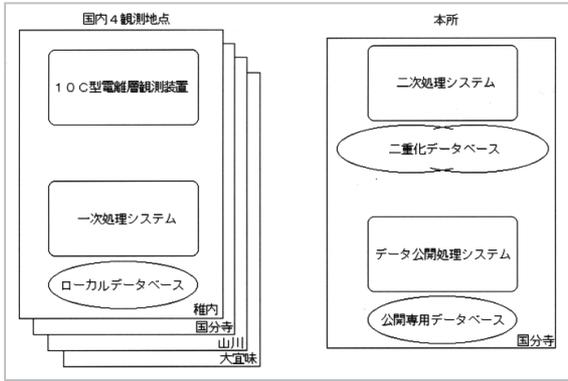


図1 本システムのハードウェア構成概要

には二重化データベースで構成された二次処理システム及び専用データベースを持つデータ公開処理システムを独立配置して、データの信頼性を確保しつつ安全かつ迅速なサービスをつかさどっている。なお、これらはすべてTCP/IP通信により接続され有機的に稼動している。

3 10C型電離層観測装置

図2に10Cのハードウェア構成概要を示す。



図2 10C型電離層観測装置

10Cは従来の電離層観測装置が持つ基本機能を踏襲しつつ、観測面ではバリエーションに富んだデータの取得を可能とし、運用面では無人対応を念頭に置いた高機能化を図った。以下に10Cの主要新機能について述べる。

3.1 強度情報付き観測

従来の電離層観測装置が出力する観測データは、受信強度情報のあるしきい値で分断した「白黒(2階調)イオノグラム」を基本としていた。しかし、昨今の計算機外部記憶装置のコストパフォーマンス、信頼性向上及びネットワーク環

境向上にかんがみ、10Cにおいて出力する観測データは8ビットの強度情報を持つ「カラー(256階調)イオノグラム」を基本とすることとした。

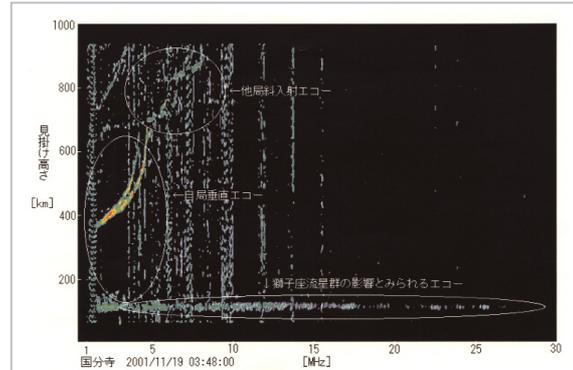


図3 カラーイオノグラム例

強度情報付きで観測することにより微弱なエコーの記録が可能となり、平成13年11月の獅子座流星群到来の際にはその影響とみられる突発性微弱エコーを多数記録した。今後もこれまで見逃していたであろう現象に対する考察が期待される。

3.2 偏波分離観測

定常運用時には正常波/異常波の混在する1観測1枚のイオノグラムを取得するが、10Cでは内蔵した2台の同一性能受信機により、正常波/異常波を偏波分離受信する研究観測を可能とした。偏波分離観測で得られる1観測2枚のイオノグラムによりファクタ値の自動読み取り処理等が比較的容易となり、これまでより確度の高い値の抽出が期待される。また、定常運用時には予備の受信機として待機し信頼性の向上にも貢献している。

3.3 斜入射観測

老朽化した旧斜入射専用観測装置に代えて10C自身による斜入射観測を可能とした。GPSによって高精度に時刻較正された4観測地点の10C相互間で、他局の垂直観測送信波を斜入射観測するとともに、伝播距離を考慮した擬似垂直イオノグラムへの変換処理を施すことにより、擬似的な6垂直観測点の増加が見込まれる。また、斜入射伝播(固定周波数)時のデジタル通信誤り

率を観測する機能を搭載している。

3.4 プログラマブル自動観測

信号処理部をDSP (Digital Signal Processing) 化して従来よりもハードウェアへの依存度を下げるとともに、観測に関するほぼすべての設定情報(日時、種別、種別ごとの詳細パラメータ等)をプログラム入力可能とした。基本的な観測情報及び観測地点ごと、季節変化ごと等の変動情報をあらかじめ設定することにより、定常運用時には全く手間のかからない自動観測を実現している。

3.5 無人運用対応

10Cを構成するハードウェアの回路ブロックごとに動作状況を多点監視し、観測実施時の各種電力値、自己診断値等の補助情報を故障箇所がある程度特定できるレベルにまで充実させた。これらの補助情報を自動判定することにより、トラブルの早期発見及びアラートの発令が可能となる。また、停電・復電時の自動復旧はもちろんのこと、遠隔シャットダウンを実現して非常時に備えている。

3.6 ネットワーク対応

10Cの制御用計算機をネットワーク対応とすることにより、観測データのリアルタイム送出手はじめとして、ネットワーク経由によるほぼ完全な遠隔制御及び遠隔監視を実現し、イベント発生時等にも迅速な対応を可能とした。また、10C自身のファームウェア／アプリケーションソフトウェア更新等の遠隔メンテナンスを可能とし、保守性・代替性を向上させた。

このほか、10Cは観測された生データのある期間保持するローカルデータベースを備えており、一次処理システム以降の運用停止障害等に備えている。

4 一次処理システム

図4に一次処理システムにおける主なデータの流れを示す。

各観測地点に配置した一次処理システムは10Cから得られる各種データを観測所ごとに分散処

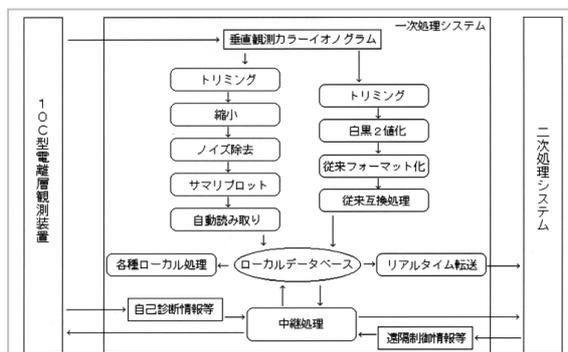


図4 一次処理システムにおける主なデータの流れ

理するとともに、10Cと本所間における制御系情報の中継処理及び各種ローカル処理をつかさどる。以下に一次処理システムの主要処理について述べる。

4.1 垂直観測カラーイオノグラムデータ処理

10Cから得られる垂直観測カラーイオノグラムに対して、トリミング・縮小・ノイズ除去・サマリプロット作成・自動読み取り等の処理を施し、得られた各種出力をローカルデータベースに格納する。ローカルデータベースに格納されたデータは各種ローカル処理に供されるとともに、二次処理システムに逐次転送されてデータの順リアルタイム性を確保している。また、ノイズ除去・サマリプロット作成等にはカラーイオノグラムの特性に沿った処理を施してデータ品質の改善を図った。

4.2 従来互換処理

従来形式の既存データベースとの互換を保つため、10Cから得られる垂直観測カラーイオノグラムに対して、トリミング・白黒2値化・従来フォーマット化の処理を施す。その後、旧電離層観測装置で得られた観測データに対する処理と同等の互換処理を行うことにより過去のデータとの継続性・整合性を確保している。

4.3 制御系情報中継処理

10Cから得られる観測実施時の各種電力値・自己診断値等の補助情報及び本所系から配信される遠隔制御情報等を相互にリアルタイム中継し、一括遠隔監視及び一括遠隔制御の実現を担っている。また、自局観測装置の動作経緯・制

御経緯を過去にさかのぼって確認することを可能とし、観測データと合わせて10Cの動作状況推移の判断材料を提供する。

このほか、斜入射観測データを擬似垂直イオノグラムに変換する等、観測された生データに対して必要となる比較的大きな負荷を一次処理システムにおいて分散処理することにより、二次処理システムに対する負荷の集中を防いでいる。また、主要データのある期間保持するローカルデータベースの存在により、ネットワークあるいは二次処理システムの運用停止障害に対応できるばかりでなく、二次処理システム上における不慮のデータ消失時には再送による補完を可能としている。

5 二次処理システム

図5に二次処理システムにおける主なデータの流れを示す。

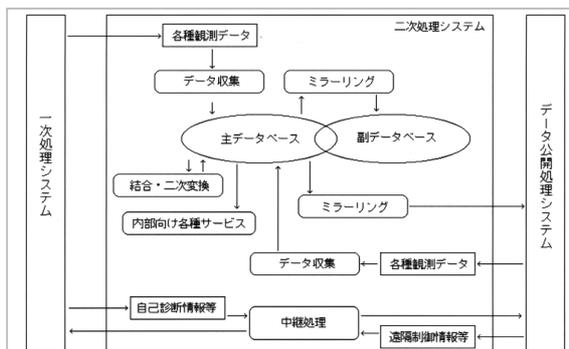


図5 二次処理システムにおける主なデータの流れ

本所に配置した二次処理システムは各観測地点の一次処理システム及びデータ公開処理システムから得られるデータの収集・管理を行うとともに、データサーバ及び内部向け各種サービスサーバとして機能する。また、データベースの多重化処理をつかさどる。以下に二次処理システムの主要処理について述べる。

5.1 観測データ収集・管理処理

各観測地点の一次処理システム及びデータ公開処理システムから得られる各種観測データを収集するとともに、逐次該当する主データベースへの格納及び管理処理を行う。データベース

への格納に際しては、観測所ごとの結合処理、期間ごとの二次変換処理を施す等、データ利用時の利便性を向上させるとともに、データ種別ごとに適切なアーカイブ処理を施してデータの格納効率及びアクセス効率の改善を図った。

5.2 内部向け各種サービス

電離層月報等の刊行物をはじめとする各種の表示出力・印刷出力及び指定データ種別を任意の期間でファイルに出力する等、内部向け各種サービスを充実させて利用者への便宜を図った。

5.3 データ多重化処理

主データベース上の各種ファイルの存在及びその内容の変化は、ミラーリング処理によって自動判断するとともに、副データベースに対して逐次反映させてデータの完全二重化を図り、システム及びデータの信頼性向上を実現した。また、外部に対して公開が必要となるデータは、データ公開処理システムの専用データベースに対してミラーリング処理を行ってデータの独立多重化を図り、システム及びデータの安全性向上も実現している。

5.4 制御系情報中継処理

各観測地点の一次処理システムから得られる観測実施時の各種電力値・自己診断値等の補助情報を全観測地点分集約して、データ公開処理システムにリアルタイム中継するとともに、データ公開処理システムから得られる遠隔制御情報等を各観測地点の一次処理システムに対してリアルタイム配信する。

観測された生データの処理に要する比較的大きな負荷を一次処理システムにより免除され、また、外部向けサービスに要する不特定多数からのアクセスの負荷をデータ公開処理システムにより免除されることによって、二次処理システムはデータ管理と内部向けサービスに専念できることとなり、さらに、今後予想される処理負荷の増大に対しても局所的なシステム肥大化を避けた適切な拡張が可能となる。

6 データ公開処理システム

図6にデータ公開処理システムにおける主なデータの流れを示す。

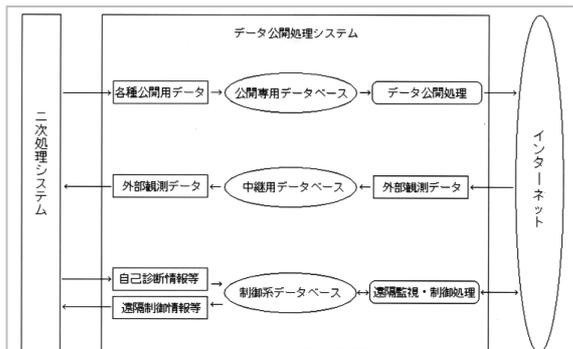


図6 データ公開処理システムにおける主なデータの流れ

本所に配置したデータ公開処理システムは、主にインターネット経由の外部利用者に対する

データ公開サービスを行うとともに、外部から送付されるデータの収集、中継処理をつかさどる。以下にデータ公開処理システムの主要処理について述べる。

6.1 公開専用データベース及び外部データ公開処理

二次処理システムにおけるミラーリング処理によってデータ公開処理システムに転送される各種公開用データは、その種別ごとに逐次公開専用データベース上の該当箇所に格納される。公開専用データベースに格納されたデータは直ちに外部向け各種サービスが可能な状態となり、物理的なストレージ量によるデータ提供制限はあるものの、内部向け各種サービスとほぼ同等のサービスを、一般的となったWWWにより実現して利用者への便宜を図った。

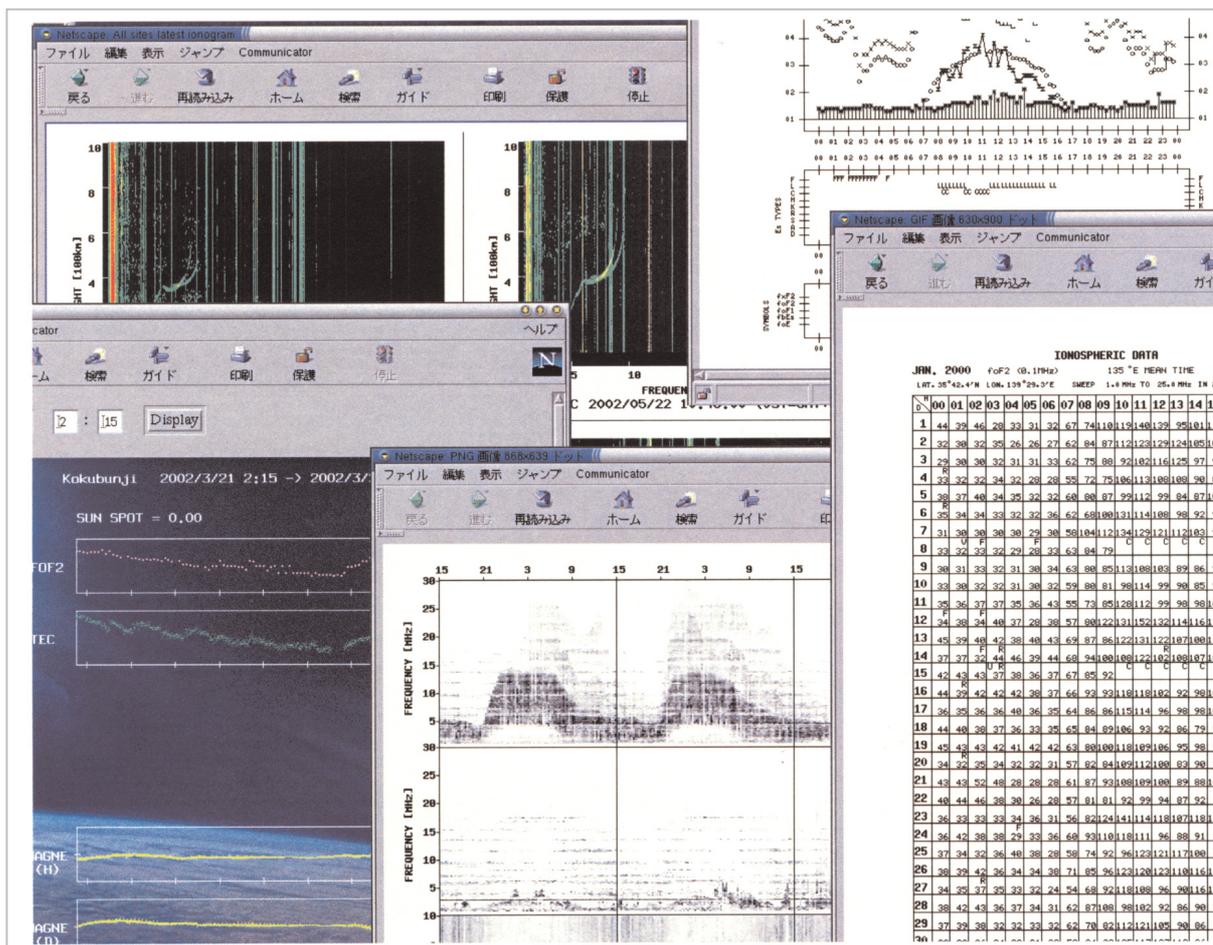


図7 WWWによる外部データ公開

6.2 外部観測データ収集・中継処理

当所外の観測地点から得られる各種観測データは、その種別ごとに逐次適切な中継用データベース上の該当箇所に格納される。中継用データベースに格納されたデータは、二次処理システムの収集処理により逐次収集されてデータの順リアルタイム性を確保している。

6.3 一括遠隔監視・制御処理

各観測地点の10Cから得られる各種電力値・自己診断値等の情報は、最終的にデータ公開処理システム上に集約・管理されるとともに、WWWにより閲覧が可能となっている。また、各観測地点の10Cに対する制御情報もデータ公開処理システム上で集中管理されるとともに、WWWによる操作を可能とした。

これによりインターネットへの接続環境さえ整っていれば、どこからでも全観測地点の10Cの一括遠隔監視及び一括遠隔制御を行えることとなった。

このほか、Windows版マニュアルスケーリングシステムを開発するとともに、データ公開処理システムに専用インターフェースを実装し、

マニュアルスケーリング業務の在宅処理を実現している。

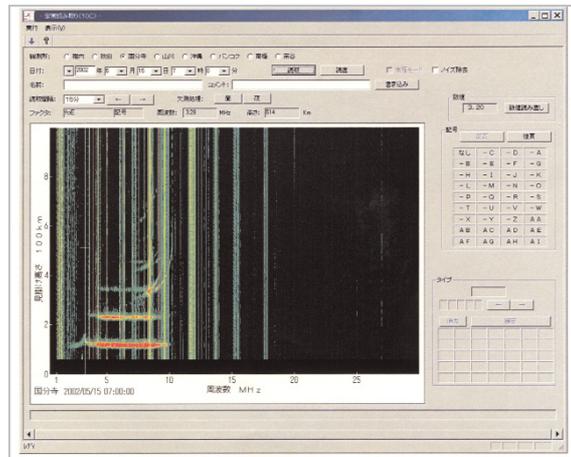


図9 マニュアルスケーリングシステム

また、データ公開処理システムに専用データベースを持たせて独立配置したことにより、迅速かつ安全なサービスを実現するとともに、二次処理システムの運用停止時にも外部ユーザーへのサービスを継続することが可能となった。さらに、データ公開処理系には専用ファイアウォールを設置し、不必要な論理通信ポートを遮断

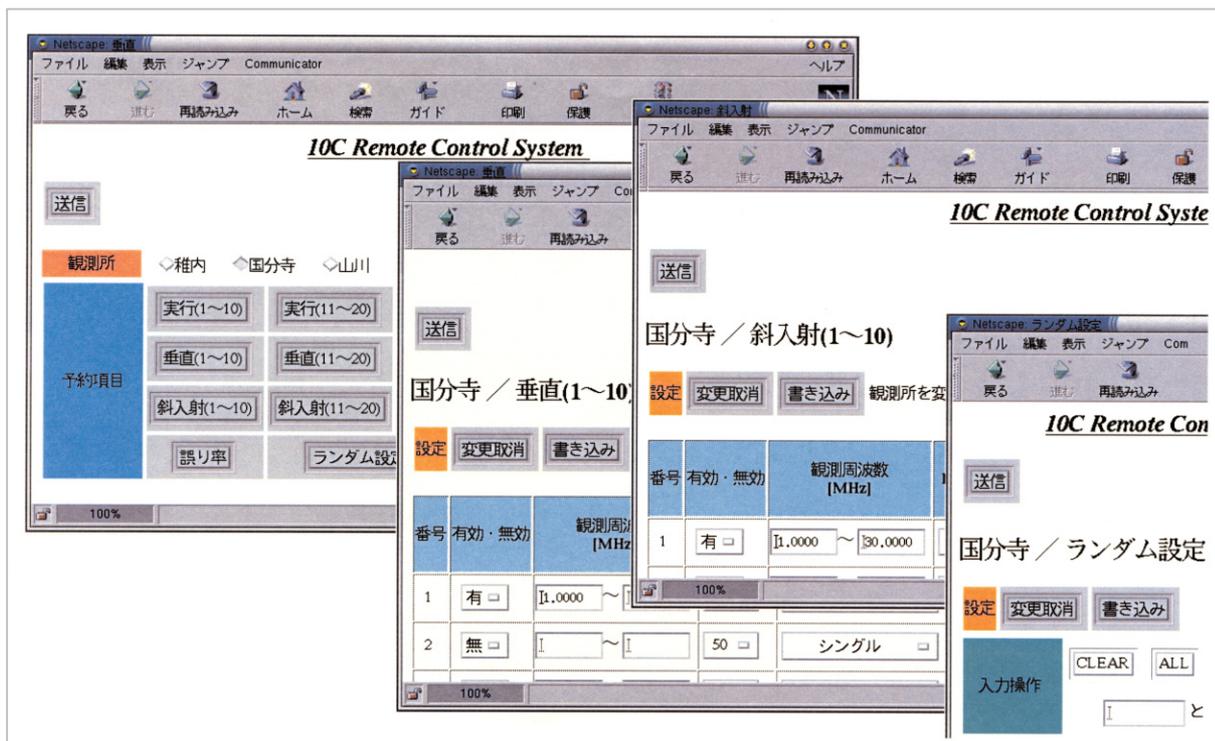


図8 WWWによる10Cの遠隔操作

してシステムの安全性を高めている。

7 むすび

本システムはデータの取得から提供・利用に至るまで、基本的な運用に関してはほとんど手間のかからないシステムとなっている。また、従来に比較して主に以下のような長所を持つ。

- (1) 強度情報を持つカラーイオノグラムに移行しこれまで取得されなかった現象に対する考察が期待される。
- (2) 偏波分離観測によりこれまでより確度の高いファクタ値抽出が期待される。
- (3) 4 観測地点相互間の斜入射観測により擬似垂直観測点の増加が見込まれる。
- (4) プログラブル自動観測・遠隔監視・遠隔制御機能の充実により、無人運用に対

応するとともにイベント発生時等にも迅速な対応が可能となった。

- (5) データ経路上ごとにストレージバッファを設けるとともに、データベースを多重化してデータの信頼性を向上させた。
- (6) データ公開処理システムを独立させて迅速かつ安全な外部サービスを実現した。
- (7) 将来の負荷増大に際して適切な拡張が可能となる。

本論では電離層観測データに関する主要処理を主眼としたが、本システムは他の電離層観測データを多数同時に取り扱う電離層総合情報処理システムとして稼動している。本システムの有効活用により電離層現象の的確な把握を期待するとともに、今後、より高精度な解析値の自動取得及びデータ利用者のニーズに即したサービス手法を検討したいと考えている。

参考文献

- 1 郵政省電波研究所編, “我が国における電離層観測機の変遷”, 1984.
- 2 高橋寛子, 栗城功, “イオノグラム自動処理システムの開発”, 通信総研季, 35, 174, pp. 1-3, 1989.
- 3 S. Igi, K. Nozaki, M. Nagayama, A. Ohtani, H. Kato, and K. Igarashi, "Automatic Ionogram processing systems in Japan", UAG report on Ionosonde network and stations, 1994.

かとうひさお
加藤久雄

電磁波計測部門電離層・超高層グループ主任研究員
電離層観測

