U.D.C. 681.327.8:551.506

地域気象観測データ通信システムの開発

Development of the Automatic Meteorological Data Acquisition System

猪狩　実* *Makoto Igari*
山田忠夫** *Tadao Yamada*
森　成司*** *Seiji Mori*
松元信雄**** *Nobuo Matsumoto*
松岡忠敬**** *Tadataka Matsuoka*
渡辺佳彦***** *Yoshihiko Watanabe*
鹿野春清****** *Shunsei Kano*
小杉　広****** *Hiroshi Kosugi*

地域気象観測データ通信システムは，日本全国の気象データを迅速，且つ正確に観測し，予測のいっそうの迅速化，正確化を図るため，全国の気象官署に観測データを配信するオンライン システムである。本システムでは雨量，風向風速，気温及び日照時間の4要素について，全国約1,300個所の観測点から毎時データを収集し，気象官署に配信している。集配信を実時間で行なうこと，20分以内で行なうこと，24時間の終日運転であることなどがシステムに課せられた条件であり，そのため実時間制御，長電文出力，端末の電源制御などに考慮を払っている。

1 緒　　言

我が国は昔から梅雨季の集中豪雨，秋季の台風など，自然がもたらす多くの災害に見舞われることが多く，気象観測についての重要性が認識されてきたが，最近の各種技術の急速な進歩に伴い，この分野での気象観測手段のいっそうの充実が可能となってきた。

このような背景のもとに，このたび国内のち密な気象情報の収集を目的として，地域気象観測データ通信システムが開発された。このシステムは，従来の手動による観測を自動化し，更に北は北海道から，南は沖縄に至るまで，全国約1,300個所(昭和52年度)の観測点から，1時間おきに気象データを収集し，各地の気象台など気象官署に配信するシステムである。本システムは，昭和49年6月から一部試行運転に入り，10月末から本運転を開始している。ナショナル プロジェクトの一環として建設された地域気象観測データ通信システムは，収集する情報の量，質の面から世界一を誇ることができる。

本稿は，このシステムの紹介を行ない，更にこのシステム特有の問題点について，主にソフトウェアの方式面での考慮点を中心に説明する。

2 本システムの機能

2.1 システム開発の背景

昨今の社会環境の急激な変化は，情報化時代という言葉に代表されるように気象観測の利用面をも拡大し，且つ敏速な情報収集及び公表の必要性を生じさせた。そのため，このシステムは多目的，且つ合理的に利用し得る観測網の整備及び統合によって社会の要望に対応するとともに，続発する災害の防止，あるいは予測を行ない得る地域気象観測網建設の一環として計画されたが，その主な目的は次の各項に集約される。

(1) 災害をもたらす異常気象(集中豪雨，寒冷害，強風など)は，局地的且つ短命な場合が多く，そのため，現象と規模に相応した密度の観測網及び常時監視と情報の速報ができる機能を併せもつこと。

(2) 天気予報はその確率的性格上，一度発表した予報を地域の天候推移とにらみ合わせ，その誤差を知るとともに，必要な修正を加え得るデータの提供及び即時性が必要なこと。

(3) 防災，地域開発などにより気象情報に関する社会的需要に対処するため，情報の整備拡充及び高利用が図れること。

(4) 気象情報は必要に応じて随時に入手し利用することができ，また目的別処理を可能とすることにより，観測網の整備が行ない得ること。

2.2 システムの業務内容

表1はシステムの業務内容について示すものである。

2.3 システムに課せられた条件

このシステムは，気象という自然現象を処理対象とするため，社会生活に及ぼす影響と責任は極めて重大となる。そのため，(1)データの的確性と信頼性はもちろん，(2)異常気象に対する柔軟な運用性，(3)刻々と変化する気象情報の迅速な把握を可能とすることは必須の条件となる。また，(4)将来，波

表1　本システムの業務内容　業務内容をオンライン，オフラインに分けて示す。

業務		業務内容
オンライン業務	定時集信業務	毎正時になると全観測所に対し，自動的に気象情報の集信を行なうものであり，集信する情報は降水量，風向風速，気温及び日照時間である。
	定時配信業務	集信した情報を異常報，定時報，地方降水量実況図，全国降水量実況図などに編集し配信する。また配信サイクルの変更もできる。
	照会業務	随時照会，過去照会，府県実況図照会及び地方日降水量表照会などがある。
	雨雪通報業務	観測した降水量，積雪値をデータ宅内装置から入力し，関連官署へ出力する。
	日報/旬報配信業務	オフライン処理された各種の日/旬報をオンライン配信する。
オフライン業務		デーリファイルの作成と累積，日報/旬報/月報/年報の作成などの処理を行なう。

* 日本電信電話公社データ通信本部 調査員　** 日本電信電話公社名古屋搬送通信部施設建設課 課長　*** 日本電信電話公社近畿電気通信局データ通信本部 調査役　**** 日立製作所ソフトウェア工場　***** 日立製作所神奈川工場　****** 日立製作所戸塚工場

浪あるいは気圧などの観測要素が増加するときの拡張性，(5)集信した情報が有意であるための時間的制約として，20分以内に定時集配信処理が完了すること，(6)システムの終日運転を実現すること，更に(7)電話形公衆通信回線(以下，単に公衆通信回線と略す)利用による全国ネットワークをサポートすることなどが，主な建設条件であった。

3 システムの構成

3.1 ハードウェアの構成とその特色

ハードウェアの構成を大別するとセンタ内設備，公衆通信回線/端末設備及び特定通信回線/端末設備に分けられる。

公衆通信回線側設備は気象情報の収集に使用され，特定通信回線側設備は処理後の気象情報の配信及び照会などの処理に使用されるが，その構成概念は**図1**に示すとおりである。

3.1.1 センタ内ハードウェアの構成

センタ内のハードウェアはJ 4035を中心に構成され，**図2**に示すとおりである。

3.1.2 端末の構成

(1) 符号送信器

符号送信器は最寄りの電話交換機から送られてくる呼出信号によって始動され，データ変換装置に蓄積されている観測データを順次取り出し，センタへ送出するための装置である。

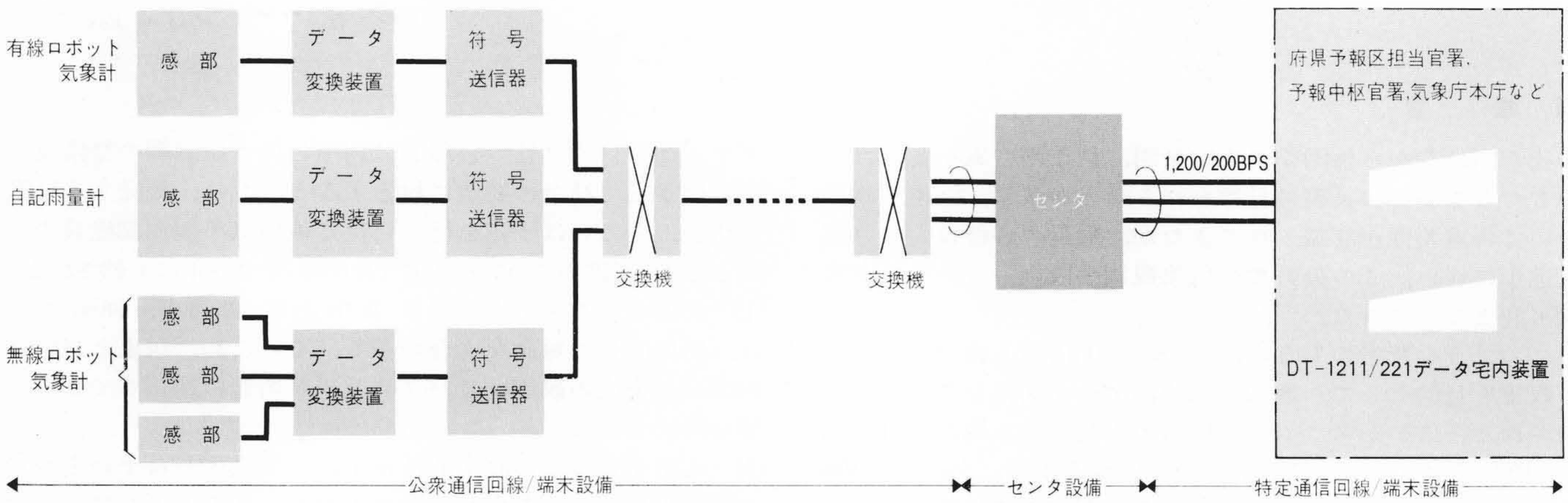
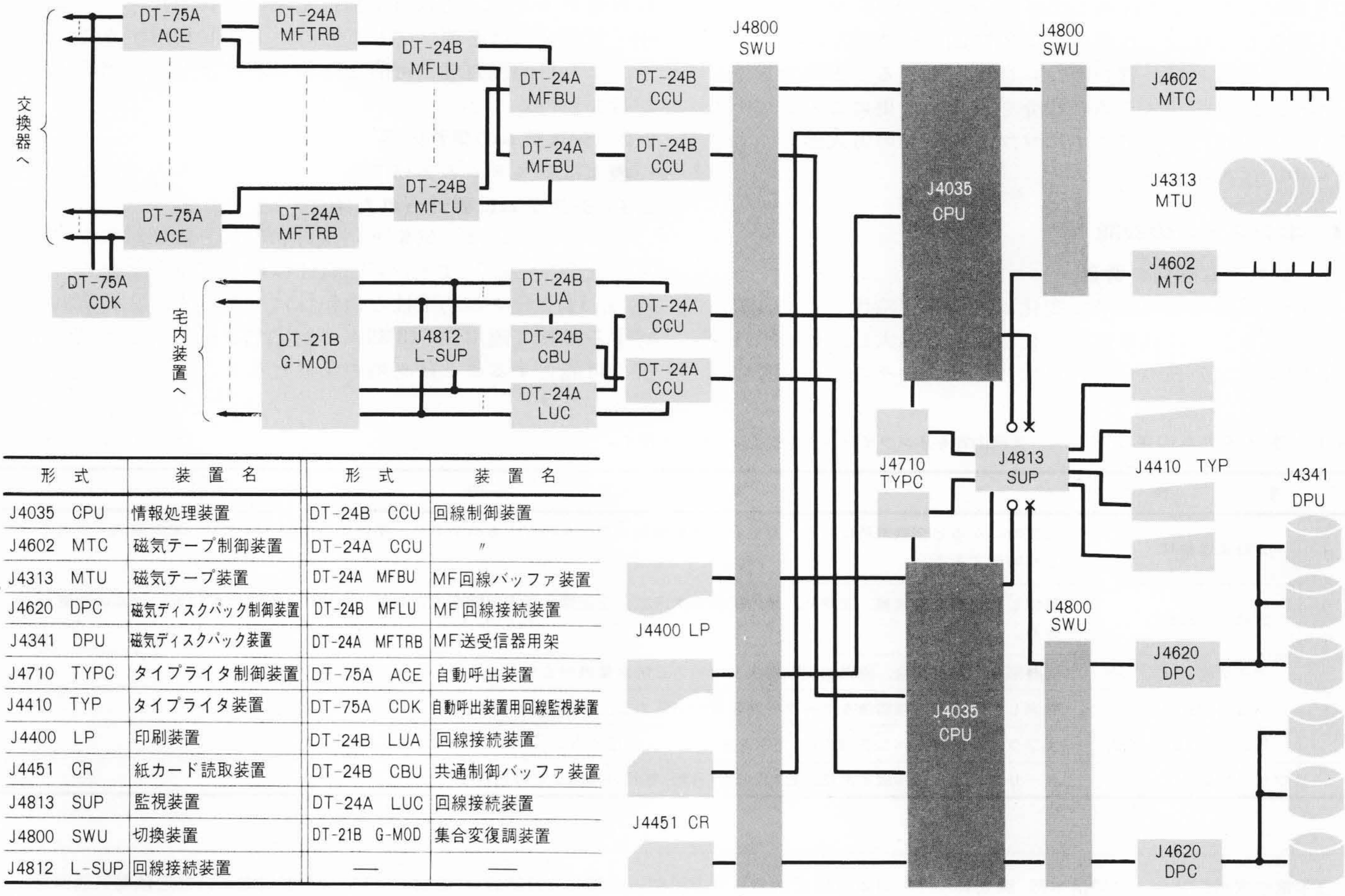


図1 オンライン系ハードウェア設備の概要　集信系の設備をセンタの左側に，配信系の設備を右側に示している。



形式	装置名	形式	装置名
J4035 CPU	情報処理装置	DT-24B CCU	回線制御装置
J4602 MTC	磁気テープ制御装置	DT-24A CCU	〃
J4313 MTU	磁気テープ装置	DT-24A MFBU	MF回線バッファ装置
J4620 DPC	磁気ディスクパック制御装置	DT-24B MFLU	MF回線接続装置
J4341 DPU	磁気ディスクパック装置	DT-24A MFTRB	MF送受信器用架
J4710 TYPC	タイプライタ制御装置	DT-75A ACE	自動呼出装置
J4410 TYP	タイプライタ装置	DT-75A CDK	自動呼出装置用回線監視装置
J4400 LP	印刷装置	DT-24B LUA	回線接続装置
J4451 CR	紙カード読取装置	DT-24B CBU	共通制御バッファ装置
J4813 SUP	監視装置	DT-24A LUC	回線接続装置
J4800 SWU	切換装置	DT-21B G-MOD	集合変復調装置
J4812 L-SUP	回線接続装置	—	—

図2 センタ内のハードウェア構成図　J 4035(H-8350)を中心としたデュープレックス方式を採用している。

(2)　データ宅内装置

データ宅内装置(DT-1211, DT-221)は，各地の気象官署に設置され，気象情報の受信及び照会などの業務に使用される。

3.1.3　ハードウェア構成上の特色

(1)　重要装置の二重化

センタ設備，回線及び端末設備は高信頼性の装置を使用し，障害又はオペレータ誤操作によるシステムの機能停止が極力発生しないよう各装置にわたって十分な考慮を払っている。そのため，情報処理装置はデュープレックス方式とし，磁気ディスク装置，磁気テープ装置，回線制御装置及びデータ宅内装置などは必ず予備をもった構成としている。

(2)　公衆通信回線の使用

全国約1,300個所(昭和52年度)に展開された観測所から，気象情報を集信するハードウェアとして公衆通信回線を使用している。公衆通信回線は全国に広く分布していること，従量制料金制度を採用していること及び比較的狭帯域の伝送特性であることから，このシステムに適したものといえる。この公衆通信回線の使用に当たって，このシステムでは，センタ内のハードウェアとして各種の装置を新規に開発したが，その概要は**表2**にまとめて示すとおりである。

自動呼出装置の開発に当たっては，センタから端末をポーリングする方式を採用していることから，発信呼量が非常に多い，他のシステムにも使用できるよう汎用性をもたせることに留意して，次の各点を設計条件にした。

(1)　最大収容回線数　8回線
(2)　回線の増設単位　2回線
(3)　回線の制御方法　発　信：押しボタンダイヤル方式
　　着　信：呼出信号検出方式
　　その他：DT，BT音の検出が可能
(4)　機器構成　発着信トランクと自動呼出ユニット間を直結にし，高発信呼量に対処した。
(5)　インタフェース　Comité Consultatif International des Télégraphique et Téléphonique (C.C.I.T.T)V24，V25に準拠
(6)　所要電源　商用電源(AC 100V，50/60Hz)。
(7)　装置の大きさ　高さ(1,300mm，幅660mm，厚さ450mm)。

また，MF送受信器用架には，端末からのMF信号を受信する受信器と，端末に向けてMF信号を送出する送信器が搭載されるが，主な設計条件は，次のとおりである。

(1)　最大収容回線数　8回線
(2)　信号構成　送信：3×4MF信号
　　受信：4×4MF信号
(3)　インタフェース　対情報処理装置：＋12V，－12V
(4)　送受信器特性　送信器:送出レベル　－8±2.5dBm/波
　　送出信号長　200±20ms
　　受信器:感動レベル　－5～－47dBm/波
　　ガード時間　35ms
(5)　所要電源　DC－48V，AC200V
(6)　架の大きさ　高さ1,575mm，幅627mm，厚さ630mm

3.2　オンライン ソフトウェアの構成及び特色

このシステムは，オンラインでのデータの集配信，照会などの処理をするオンライン プログラムと，オンラインで収集したデータを基に各種統計資料を作成するオフライン プログラムとで構成されるが，以下，主にオンライン プログラムについて説明する。

3.2.1　オンライン ソフトウェアの構成

オンライン ソフトウェアの構成は，**図3**に示すとおりである。

3.2.2　オンライン ソフトウェアの特色

(1)　公衆通信回線のサポート

ハードウェアの項で記述した公衆通信回線に対する自動呼出しを含む公衆通信回線をサポートする。

(2)　時系列処理に関するスケジューリング

表2　新規開発装置と機能　このシステムでは，公衆通信回線の制御を行なうための各種装置を新規開発した。

形式	装置名	機能
DT-75形A ACE	自動呼出装置	公衆通信回線8回線分の制御に必要な機能をもち，次の動作を行なう。 (1)　発信時 公衆通信回線を始動し，押しボタンダイヤル信号によって相手端末を呼び出し，その応答を確認し，通信路を閉結する。 (2)　着信時 公衆通信回線から送られてくる呼出信号を検出して応答し，通信路を閉結する。 (3)　通信終了時 公衆通信回線を解放する。
DT-75形A CDK	自動呼出装置用回線監視装置	自動呼出装置16台分(128回線分)の監視，試験を行なうための装置である。
DT-24形A MFTRB	MF送受信器用架	(1)　回線からの4×4MF信号を復調して各周波数に対応する信号を並列に送出する。 (2)　情報処理装置からの制御信号により3×4MF信号の送出及び送受の切換をする。
DT-24形B MFLU	MF回線接続装置	(1)　ACE，MFTRB及びMFBUの間に位置する。 (2)　回線接続制御情報を一時的に保持し，送受信信号及び回線接続状態信号のレベル変換をする。
DT-24形A MFBU	MF回線バッファ装置	(1)　共通制御式並列バッファである。 (2)　番号情報及びMFデータを直列/並列の相互変換をする。

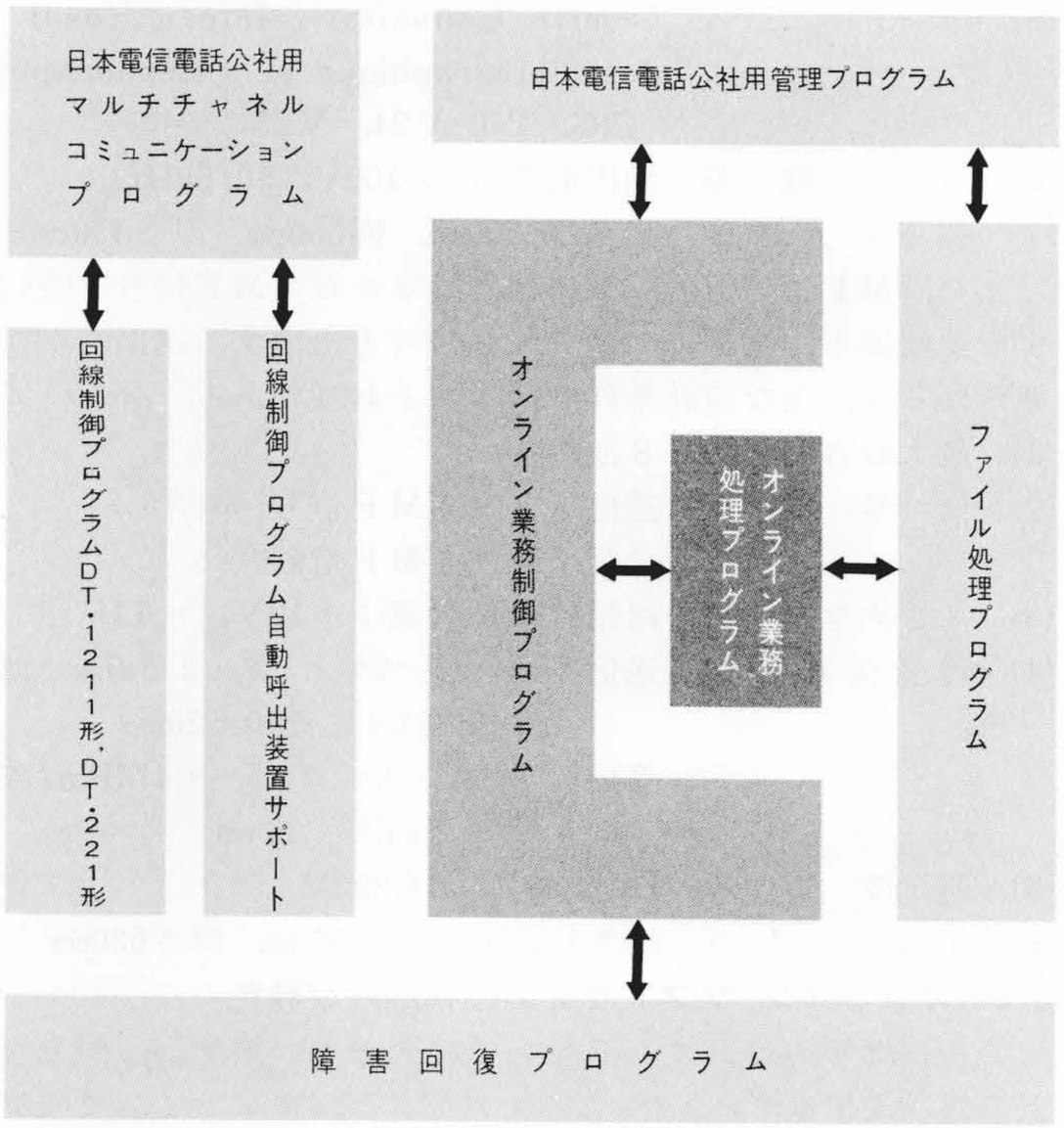


図3 オンライン ソフトウェアの構成 オンライン ソフトウェアの構成と機能関連を示す。

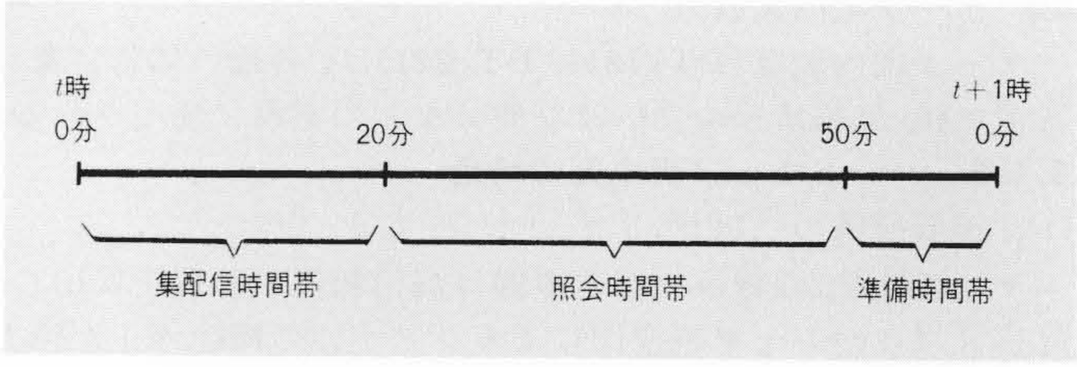


図4 1時間のタイム スケジュール 1時間を三つの時間帯に分けて，処理のスケジューリングを行なっている。

集信，配信，照会など各時間帯での処理内容を，時刻あるいは時間により自動スケジューリングを行なっている。

(3) 長電文出力

帳票，実況図などの長電文出力に関し，複数伝送ブロックの一括書込み及び一括読出しを行ない，処理能力を向上させている。

4 プログラム設計上の考慮点

2.3で本システムに課せられた条件(与件)を幾つか挙げたが，ここではそれらの条件をシステムの中で実現するために，設計上考慮した点を二，三取り上げて説明する。

このシステムは他のいわゆるオンラインのシステムに比較して異なる点が多いが，特に以下の2点が特徴的である。

すなわち，ひとつには時刻あるいは時間によるコントロールを行なう必要があることである。またもうひとつは，要求されるシステムの処理能力からいえば，最繁時のトランザクションが決められたレスポンス タイムの中で処理できるかというよりも，むしろ集配信が20分以内に完了することが最大のポイントになっていることである。以下，これらの点についてもう少し詳しく説明する。

4.1 時間による制御方式

このシステムは毎時 t 時00分になると，自動的に公衆通信回線を使って全国の観測所から最新の観測データを集信しはじめ，集信が完了するとただちにデータの編集を行なった後，配信を行なう。このため，プログラムで常に時刻を監視している必要がある。時刻は監視装置上に付いている時計を利用しているが，時計が故障になった場合に備えて，電子計算機内部の経時時計機構から時刻を生成できるように設計してある。

時刻による制御は，正常ケースについては特に困難な点はないが，例外的なケースが極めて多く，それらがいずれも困難な問題を含んでいる。以下，幾つかのケースを挙げて説明する。

(1) 時計は極めて正確なものを使用しているが，常に正しいという保証はない。

従って，時計が進んだり，遅れたりしたときのことを考慮しておく必要がある。すなわち，配信が終わらないうちに次の集信を開始する時刻になったり，集信が終わらないうちに次の集信を開始する時刻になったりしたときのことを考えておくことである。こうしたケースは極めて多くの場合が考えられる。

(2) なんらかの原因でシステム ダウンが生じたときに，再開始する時間帯によっては，処理が異なる。すなわち，集信時間を過ぎて配信時間帯，あるいは照会時間帯に再開始をした場合，又は障害回復に時間がかかり，ある時間の集配信が全くできなかった場合など様々なケースが考えられる。

以上のような極めて多くのケースをこのシステムでは，設計時に徹底的に洗い出し，できるだけ一元的に管理できるよう限られたいくつかのプログラムだけで，これらの例外的なケースに対処できるようにした。

4.2 24時間運転のために考慮した点

24時間運転であることから考慮した点は，以下のようなものがある。

(1) 信頼性向上を図るための考慮点

(a) ファイルの二重化

このシステムのファイルは，毎時集信したデータを1日分磁気ディスクに残しておくものであるが，これを二重化しており，障害により副のディスクが使用できない場合にもシステム ダウンが生じないよう配慮している。更に，障害の原因が除去され後，再びオンライン状態にするために，オンライン中にコピーする機能をもっている。

(b) 予備回線の使用

特定通信回線について回線対応部が障害になったときには，24時間運転であることから修復が難しいため，共通予備の回線対応部を使い，該当回線を接続し長時間にわたる特定の官署へのデータの未配を避けている。

(c) 自動電源制御

データ宅内装置は照会を除けば，1時間に1回だけ配信するときに電源が投入されればよいため，配信開始時にプログラムの指示で電源を投入し，配信を完了したら電源を切断するように設計してある。

(2) オンライン機器の切換えに関する考慮点

オンラインで使用する機器を定期的に切り換える必要があるが，このシステムでは敏速に切り換える手段として計画停止，計画開始という考え方を導入した。この考え方は，停止する以前のオンラインでもっている必要な情報を，障害回復プログラムを使わずに計画開始する時点で引き継ぐものであり，これにより極めて短時間でシステムの切換えを可能としている。

(3)　そ の 他

毎日の統計処理をオフラインで行なうため，24時間の集配信処理が完了すると，ジャーナル テープに各種の情報を取得して，ジャーナル テープの交換を行なう日界処理，オンライン中の観測所の休止登録，解除の機能及び観測所の電話番号の変更などの機能がある。

4.3　集信での回線選択方式

特定の観測所からデータを集信するときの手順は，以下のとおりである。

(1)　観測所の電話番号を空いている回線を使って自動呼出装置に渡すと，指定された観測所に対して発信が行なわれる。

(2)　接続完了すると，自動呼出装置から接続完了が通知される。

(3)　接続完了したら，ＥＮＱ番号を送出し，データの受信を待つ。端末側では，ＥＮＱ番号の照合を行ない，一致していればデータを送出する。

電話番号を送出するとき，交換機に対して偏った負荷をかけないようにするため，設定された条件は次のようなものである。

(1)　同時に発信してよい回線は，接続される交換機１台につき１回線とする。

(2)　同一グループ(同一交換機に接続される回線群を，グループと呼ぶ)の中で，ある回線を使って発信要求をした後，別の回線を使って発信するまで，ある時間(T_1秒)を必要とする。

(3)　ある回線を使用してデータの集信を行なった後，その回線を使用できるようにするまで，ある時間(T_2秒)を必要とする。

回線選択方式は，**図５**に示すとおりである。すなわち，

①②：集信情報テーブルから観測所番号と電話番号を取り出す。

③：グループ管理テーブルで，前に発信した後，T_1秒経過しているグループを探し出す。

④⑤：そのグループの中に含まれる回線番号を探し出す。

⑥⑦：含まれている回線の中から使用できる回線で，しかも切断後T_2秒以上経過している回線を選んで電話番号を送出する。

4.4　配信での長電文出力方式

前述したように，このシステムでは，集配信を20分以内に終了させる必要があることから，様々な検討を行なった。

配信時間を決める要素には，以下のものがある。すなわち，

(1)　回線のスピード(このシステムでは，200ビット/秒，1,200ビット/秒の２種類がある。)

(2)　配信するデータの長さ(このシステムでは，数万字になるメッセージも存在する。)

(3)　回線の使用効率(メッセージを送信する単位に分割するが，１ブロック送信した後，次のブロックを送信するまでに時間がかかれば，それだけ使用効率が下がることになる。)

これらの要素のうち，(1)(2)は決定してしまった後は条件として与えられたものとなり，いかに回線の使用効率を上げるかだけが，検討課題となる。この問題を逆の言い方をすれば，ブロックの送信が完了した時点で，次のブロックをどのようにして，できるだけ迅速に取り出して送信できるかということである。

この問題を解決するために，本システムでは以下のような方式を採用した(**図６**参照)。

(1)　送信メッセージの磁気ディスク上の待合せエリアを複数ブロック/レコードの形にして，読出し回数の減少を図った(何ブロックにするかはメモリ，能力の面などからの検討の結果変更になる可能性があるため，可変にできるよう配慮した。)

(2)　次に送信すべきブロックは磁気ディスクから先読みしておき，前のブロックの送信が完了した時点で，ディスクを読むことによる遅れがないようにした。

5　結　　言

以上，このシステムの紹介と設計上の考慮点について幾つか取り上げて述べてきたが，このシステムは昭和49年10月末から稼動を開始し，昭和50年からは現在の雨量に関する情報に加えて，風向風速，気温，日照時間の各要素の観測が開始される予定であり，52年度までには観測点が全国約1,300個所まで拡充される予定である。

このシステムのねらいが，身近かで且つまだ十分究め尽くされているとは言いにくい分野であるところから，将来，機能の追加あるいはシステムの拡張などが十分予想されるが，それらは今後の稼動実績，有効性などの面からの検討に待たざるを得ない。しかし，いずれにしても，気象情報がコンピュータの手で，このように迅速且つ一元的に収集できるよう

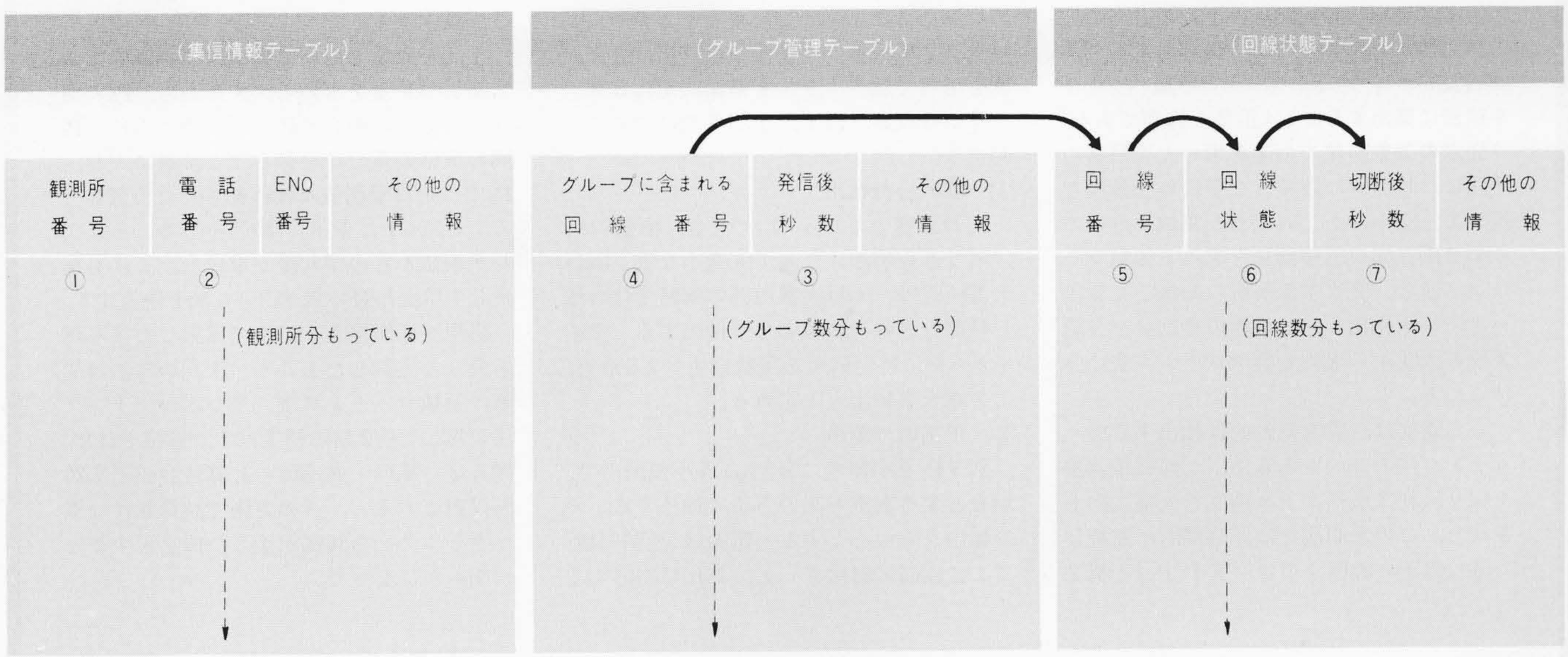


図５　集信時の回線選択方式　　集信時，発信するための回線を選ぶ方式を示す。

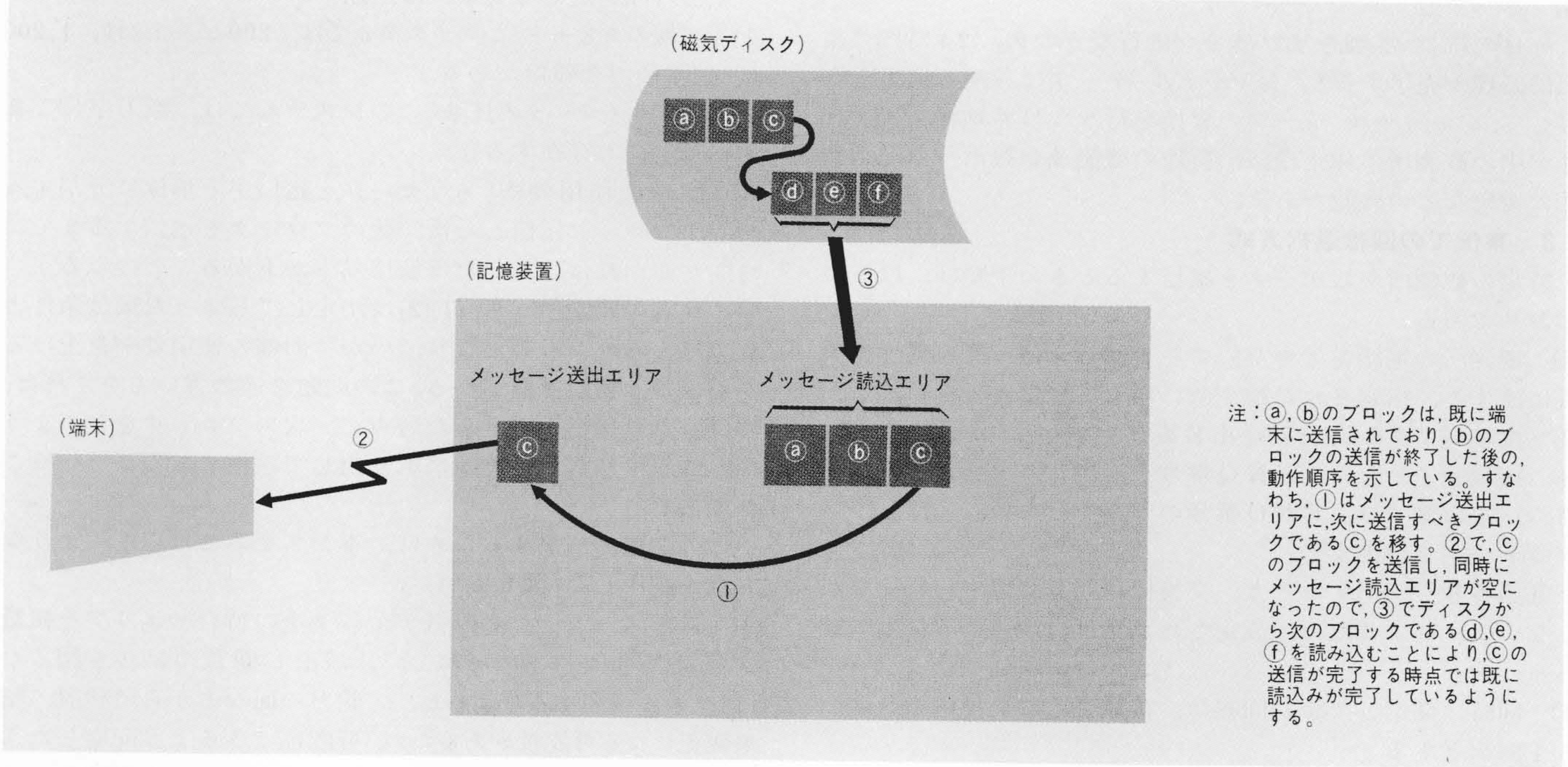


図6 長電文出力の方法 配信時, 回線をできるだけ効率よく使用するために本方式を採用した。

になったことは, 今後の気象観測上に大きな力を発揮するものと期待できよう。

終わりに, このシステムの開発に当たって終始御指導, 御協力をいただいた関係各位に対し深く謝意を表わす次第である。

参考文献

(1) 野口, 山中「地域気象観測データ通信システムの概要」施設 (昭48-11)
(2) 池川, 樋口ほか「オンライン・データ通信サービス用CA20形網制御装置」日立評論 **55**, 10 (昭48-10)

論文抄録

気象衛星画像からの風ベクトル演算アルゴリズム

日立製作所 山本眞司・柏岡誠治, 他4名

情報処理 15—1, 10 (昭49-1)

昭和52年に始まる世界的な地球大気開発計画により打ち上げられる衛星は, 地球全体の像を可視像の場合, 約15,000×15,000の絵素に分解して約30分に1枚の割合で地上に送信する。この像から得られる雲の時間的変動から, 地球全体における風ベクトルを精密に算出することは重要な課題である。

従来の気象衛星の画像を用いた風解析の手法は, 時間的に連続した2枚の雲画像を用いて, (1)あらかじめ定めた領域においてこの2画像間の雲移動量を求める領域マッチング法と, (2)まず風解析の基準となる雲パターンを抽出し, この雲の移動量を上記2枚の画像から求める雲マッチング法に分けられる。

この論文は, 雲を自動的に抽出する雲マッチング法の一つであるが, これに予測法を採り入れて風ベクトル精度を大幅に向上させた。この予測法とは, 時間的に連続した3枚以上の画像を用い, 第1(P_1)と第2(P_2)の画像から求めた風ベクトルを予測値として用い, 第2と第3(P_3)の画像から精密なベクトルを計算する方法である。処理のプロセスは, (1)計算対象となる雲の自動抽出, (2)風ベクトル予測値の算出, (3)予測値を用いて風ベクトルを精密決定の3ステップから成る。以下, 上記各項について説明する。

(1) 雲の自動抽出

P_1の濃度分布から二つのしきい値を定め, 二重しきい値法によって(a)微小な雲, (b)巨大雲の辺縁, (c)巨大雲内部の明暗変化の激しい部分を候補領域として抽出する。その中から更に特定個所を乱数発生により求め, この点を雲抽出点と定める。

(2) 予測値の算出

画像P_1を小領域に分割し, 各小領域内で, 対象とする雲を上記の方法で抽出する。その抽出点を中心とする一定領域(相関領域, ここでは64×64絵素)と, これに対応するP_2の相関領域を切り出して, これらの間で相関計算を行ない雲の移動量を算出した。この値を次の計算における予測値とする。

(3) 精密決定

上記予測値を用いてP_2, P_3の画像間で精密な雲移動量を求める。すなわち, P_2の切り出し位置の中心はP_1の抽出点からP_1～P_2間の雲移動量だけ移動させた位置にとり, P_3では更に予測値だけ移動させた位置にとる。これらP_2, P_3間の相関をとることにより予測値からのずれ量が求まり, これを補正して精度の良い風ベクトル値を決定する。

応用技術衛星ATS-Iで撮影した雲写真を使って実験したところ, 上記の方法は従来の領域マッチング法, 及び雲マッチング法に対して約2倍の精度向上が達成された。例えば, 風向・風速値の計算許容誤差を20%以内とすると, この方法で計算された風ベクトルのうち86%が正しい値を示すことが明らかになった。