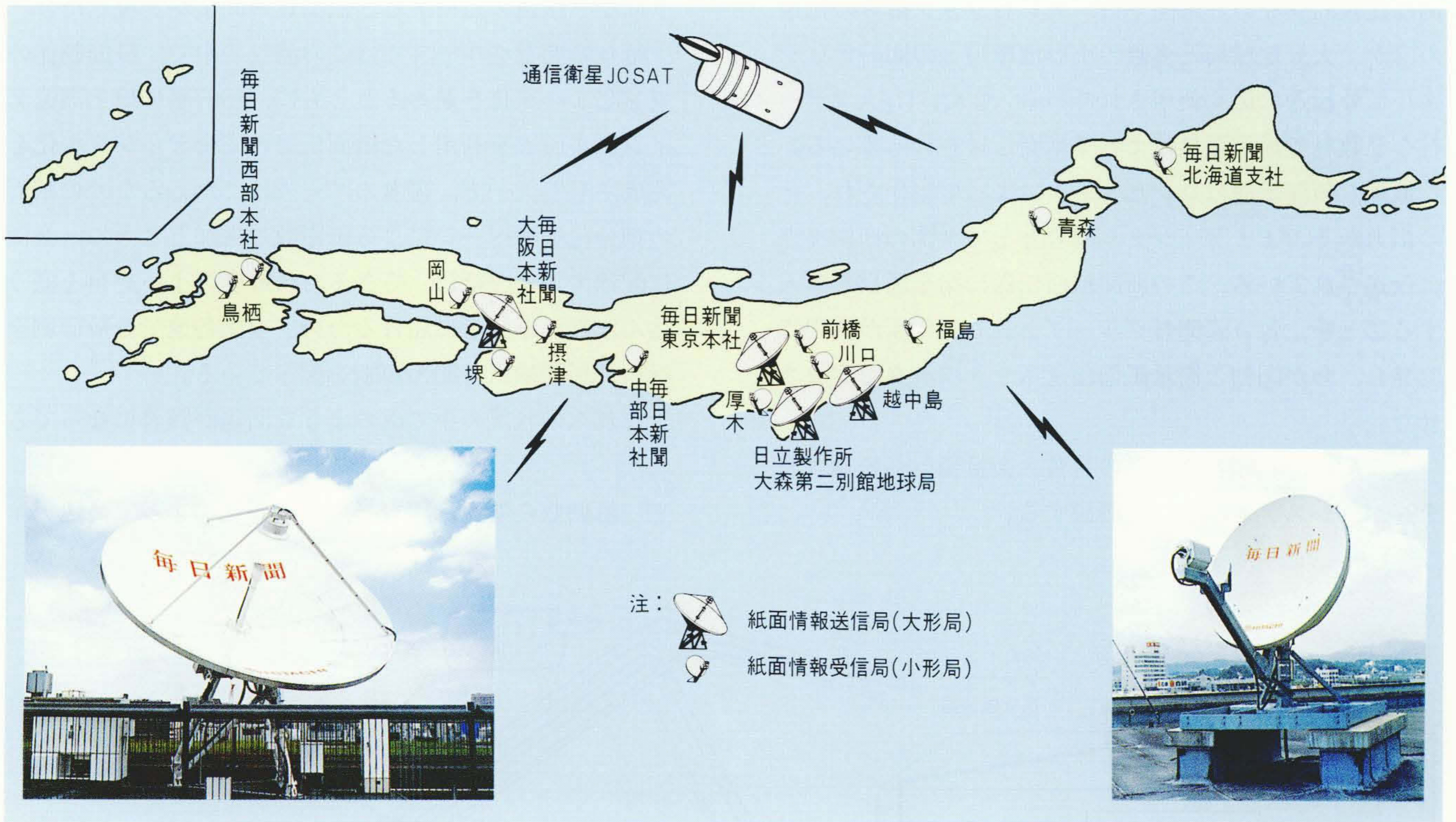


衛星通信を効率的に利用した 新聞紙面伝送システム — 毎日新聞社 —

Electronic Transferring System for Newspapers Making Efficient Use of Communication Satellites

千葉伸郎* Noburô Chiba
八木和夫** Kazuo Yagi

上坂直行** Tadayuki Kamisaka
北澤行司*** Yukiji Kitazawa



衛星通信による新聞紙面伝送のシステム構成
1号によってメッシュ状に結ばれる。

4か所の紙面情報送信局(大形局)と12か所の紙面情報受信局(小形局)が通信衛星JCSAT-

海外からのテレビジョン生中継や衛星放送などで衛星通信はすっかり身近になったが、この衛星通信を利用して新聞紙面を全国に送る新しいシステムを毎日新聞社グループと日立製作所が共同で開発した。

全国紙の新聞各社では、新聞制作のコンピュータ化を進めるとともに、紙面のデジタル伝送化を進めてきた。一方で、できるだけ鮮度のよい記事を読者に届けるために、全国各地に印刷工場を分散配置して輸送時間の短縮を図ってきている。

そこで、毎日新聞社グループと日立製作所は共同

で、この新聞紙面伝送の特質と衛星通信の特長を結合させ、次世代の紙面伝送を担うのに十分な利点を備えた、わが国初の衛星ネットワークを完成した。

システムは、4か所の紙面情報送信局(大形局)と全国12か所の印刷拠点に設置した紙面情報受信局(小形局)が通信衛星でメッシュ状で結ばれており、回線の経済的で柔軟な運用を行うことができる。

このシステムは、平成3年6月に運用を開始し、現状では毎日新聞東京本社の伝送する紙面のうち約60%を担っている。

* 毎日新聞社 制作局 ** 日立製作所 宇宙技術推進本部 *** 日立製作所 産業情報システム営業本部

1 はじめに

新しい通信メディアとして衛星通信は、テレビジョン信号の中継、配信、テレビジョン信号を使った企業内通信などを中心に発展を続けている。しかし、わが国では情報化社会の主な担い手であるデジタル信号の伝送に、衛星通信をその特長を十分に生かした形で利用した例は比較的少ない。米国では、テレビジョン信号の伝送のほか、大形地球局と多数の小形地球局との間のデジタル信号伝送に広く使用されている。また、USAツデー社など数社で通信衛星によって紙面伝送を行っている。

最近、新聞紙面はコンピュータによって制作され、その出力がそのままデジタル信号として全国の印刷拠点に伝送されている。この新聞紙面伝送に衛星通信を導入することを、毎日新聞社グループと日立製作所が共同で開発し、わが国初の衛星紙面伝送ネットワークを完成させた。

ここでは、新聞紙面伝送の特質と衛星通信への適合性を述べ、システムについて概説する。

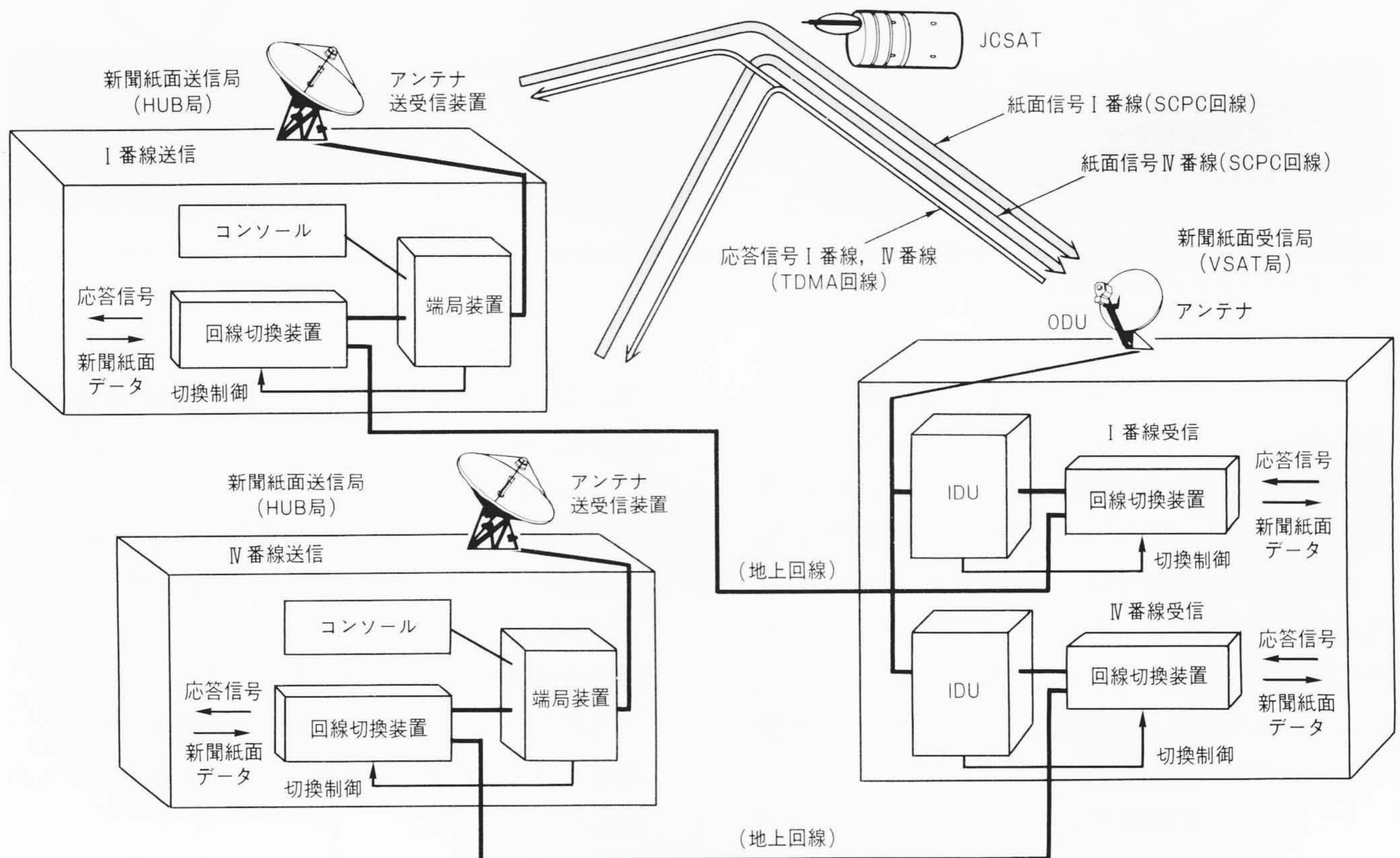
2 新聞紙面伝送の特質と導入の背景

新聞紙面伝送は、'60年代にアナログファクシミリ方式によって始まったが、送信スピードが遅く紙面の品質も十分ではなかった。'80年代に入ると、新聞制作のコンピュータ化が進み、これと歩調を合わせてデジタル通信技術も進歩し、紙面伝送はデジタル信号で行われるようになり伝送スピードと伝送品質の向上が実現した。

毎日新聞社グループではこの流れの中で、紙面制作のコンピュータ化を進めるとともに、1987年に地上高速デジタル回線を利用した紙面伝送の完全デジタル化を完成させた。一方、読者のニーズにこたえるための紙面の細分化や増ページによる紙面数の増加とともに、全国に配達する全国紙は、できるだけ鮮度のよい記事を盛り込んだ紙面を読者に届けるため、全国各地で分散印刷を行い、新聞輸送時間の短縮を図っている。

これらの状況の中で次のような問題が顕著になってきた。

- (1) 紙面数の増大、印刷拠点の多様化によって高速ディ



注：略語説明 HUB局 (本文脚注参照), TDMA (Time Division Multiple Access)回線, SCPC (Single Channel Per Carrier)回線
VSAT局 (Very Small Aperture Terminal), ODU (Out Door Unit : 屋外装置), IDU (In Door Unit : 屋内装置)

図1 紙面伝送路の概要 HUB局とVSAT局は衛星回線で結ばれるほか、地上回線でも結ぶことができ、必要に応じ切り換えて使用できる。

デジタル回線の利用度が著しく増大するとともに、より柔軟な通信回線の運用が求められるようになった。

(2) 紙面制作のコンピュータが障害になった場合には、新聞の発行が停止する。このため、紙面を制作する各本社間のバックアップ体制が求められていたが、バックアップの地上回線を常時用意しておくことは、回線使用効率の低下を著しくし、通信回線コストの上昇となる。

(3) 紙面を送るための通信回線が、新聞を読者に届けるための生命線となるため、危険分散のための複数ルートを設定する必要があり、通信回線コストの上昇に拍車をかける形となった。

このような問題点は、衛星通信の特長である同報性・広域性・柔軟性・耐災害性によって補完できる部分が多いと考えられる。

毎日新聞社グループと日立製作所は、新聞紙面伝送への衛星通信の導入を共同で研究し、効率のよい回線運用が可能である見通しを得たので、衛星回線による回線増と、一部地上回線を衛星回線へ置き換えることを決定した。

3 システムのねらい

3.1 毎日新聞社グループで衛星回線の効率的運用

毎日新聞社グループでは、全国紙である毎日新聞、英字紙、スポーツ紙のほか受託制作をも含め数多くの新聞を発行しており、紙面伝送システムをグループ内で共用し、効率的な運用を行っている。

表1 各衛星回線の送信局と運用方法 一つのシステムに四つのHUB局が存在する新しい考え方の衛星通信システムである。

回線番号	送信局(HUB局)	運用方法
I	東京本社 または 大阪本社	東京本社または大阪本社で制作した紙面を、全国に伝送する。
II	日立大森局	東京本社で制作した紙面を、関東以北の印刷拠点に伝送する。
III	大阪本社	大阪本社で制作した紙面を、関西、中国地方の印刷拠点に伝送する。
IV	越中島局	スポーツニッポン、他の毎日新聞社グループの制作した紙面を、全国に伝送する。

注：III番線は、平成4年度末大阪本社局が開局後運用される。
略語説明：東京本社または大阪本社(毎日新聞東京本社または同大阪本社)
日立大森局(日立製作所大森第二別館地球局)
越中島局(東日印刷株式会社越中島局)

衛星通信の導入に際してもグループ内でシステムを共用し、設備および回線を効率よく運用することとする。

3.2 柔軟性のあるシステムを構築

地上デジタル回線は、回線品質が高く安定性に優れているが、状況に応じて通信ネットワークの構成変更、区間変更などを柔軟に行うことは難しい。

衛星通信の導入にあたっては、衛星通信の特長を生かして柔軟な運用を容易に行えるシステムとする。

3.3 地上回線との併用による信頼性の向上

地上高速デジタル回線を使用している新聞紙面伝送を全面的に衛星回線に置き換えることは、経済的に、また障害時の危険分散上からも好ましくないため、衛星回線と地上回線を併用することにする。

4 システム構成

この衛星紙面伝送システムの構成を21ページの図に示す。このシステムは紙面情報を送信する大形局(以下、HUB局[※])と言う。)4局と全国12か所の印刷拠点に設置し、紙面情報を受信する小形局[以下、VSAT(Very Small Aperture Terminal)と言う。]が通信衛星JCSAT-1号で結ばれることによって構成されている。このシステムでの紙面伝送経路の概要を図1に示す。同図は、一つのVSAT局が、二つのHUB局から送られる紙面情報を受信しているようすを示している。

この章では、システムの構成について概略を述べる。

4.1 回線構成

4.1.1 回線数と送信局

システムの経済性と柔軟な運用の可能性を検討し、衛星回線を4回線使用することを決定した。4回線を衛星I番線～衛星IV番線と名づけた。各回線の送信局、用途を表1に示す。

衛星I番線と衛星II番線は、毎日新聞東京本社で制作した紙面を送信するが、2回線のうち1回線(衛星II番線)は、日立製作所大森第二別館地球局(東京都品川区南大井所在：以下、日立大森局と略す。)で衛星への送受信を行う。これは、毎日新聞東京本社局から、2回線送受信する場合に比べて次の効果をねらったものである。

(1) 地球局に障害が発生した場合の危険分散

※) HUB局：衛星通信ネットワークのセンタに置かれる大形地球局で、車の車軸、中心、中枢という意味になぞらえて、HUB局と呼ばれている。

表2 送信局と受信局の関係 送信局4局と多数の受信局がメッシュ状に結ばれる回線構成である。

回線名	送信局				受信局																
	東京本社	日立大森	大阪本社	越中島	札幌	青森	福島	前橋	川口	厚木	越中島	東京本社	日立大森	中部	大阪本社	堺	摂津	岡山	西部	鳥栖	
衛星I番線	○	—	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○
衛星II番線	—	○	—	—	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
衛星III番線	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	—	—	—
衛星IV番線	—	—	—	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○	○

注：(1)○印は送信または受信が行われることを示す。

(2)東京本社局のI番線受信は、大阪本社局が送信する場合に適用される。

(3)大阪本社局のI番線受信は、東京本社局が送信する場合に適用される。

(4)衛星III番線は、平成4年度末大阪局が開局後運用される。

(2) 集中豪雨で2回線同時断を回避する。一般的に集中豪雨の場合、雨域は直径数キロメートルであると言われている。毎日新聞東京本社局(東京都千代田区一ツ橋所在)と日立大森局は約15 km離れており、両局が集中豪雨で同時に回線断となる確率は、一局が回線断になる確率に比べ約 $\frac{1}{10}$ となると推定でき、回線断の危険性が軽減できる。

4.1.2 送信局と受信局の関係

全国に散在する印刷拠点12か所にVSAT局を設置することにした。各VSAT局は、衛星回線4回線のうち、自局に必要な回線だけを受信する。送信局と受信局の関係を表2に示す。

衛星I番線と衛星II番線を受信する局(札幌～越中島の7局)は、紙面伝送装置の運用方法との関連で、衛星I番線と衛星II番線を同時に受信する必要はない。したがって、衛星I番線、衛星II番線のいずれか一方の回線を選択受信することとし、VSAT局の装置簡略化を図った。

4.1.3 衛星中継器

民間衛星通信会社の提供する衛星中継器(以下、トランスポンダと言う。)の周波数帯域は27 MHzまたは36 MHzで、紙面伝送用に一つのトランスポンダを占有するのでは容量が大きすぎる。このため、日立製作所が日本通信衛星株式会社と契約しているトランスポンダを毎日新聞社と共同利用することにし、紙面伝送に必要な帯域を毎日新聞社グループが使用することにした。

4.2 伝送方法

4.2.1 紙面伝送回線(下り回線)

このシステムは、地上回線との併用を前提と考えている。地上回線による紙面情報の伝送速度は192 kビット/sであり、衛星回線で伝送する場合も同一伝送速度とする必要がある。

この192 kビット/sの紙面情報にHUB局とVSAT局の

間の制御情報を加え、HUB局とVSAT局間は200 kビット/sで伝送することとした。この200 kビット/sの信号に衛星回線では必須(す)の誤り訂正符号を加え、400 kビット/sのSCPC(Single Channel per Carrier)信号とし、変調方式としては4相位相変調(QPSK)方式で伝送することとした。

このSCPC信号は、紙面伝送時には各HUB局から連続的に送信されるので、衛星I番線～IV番線の各回線ごとに独立な周波数を割り当てて使用することとした。

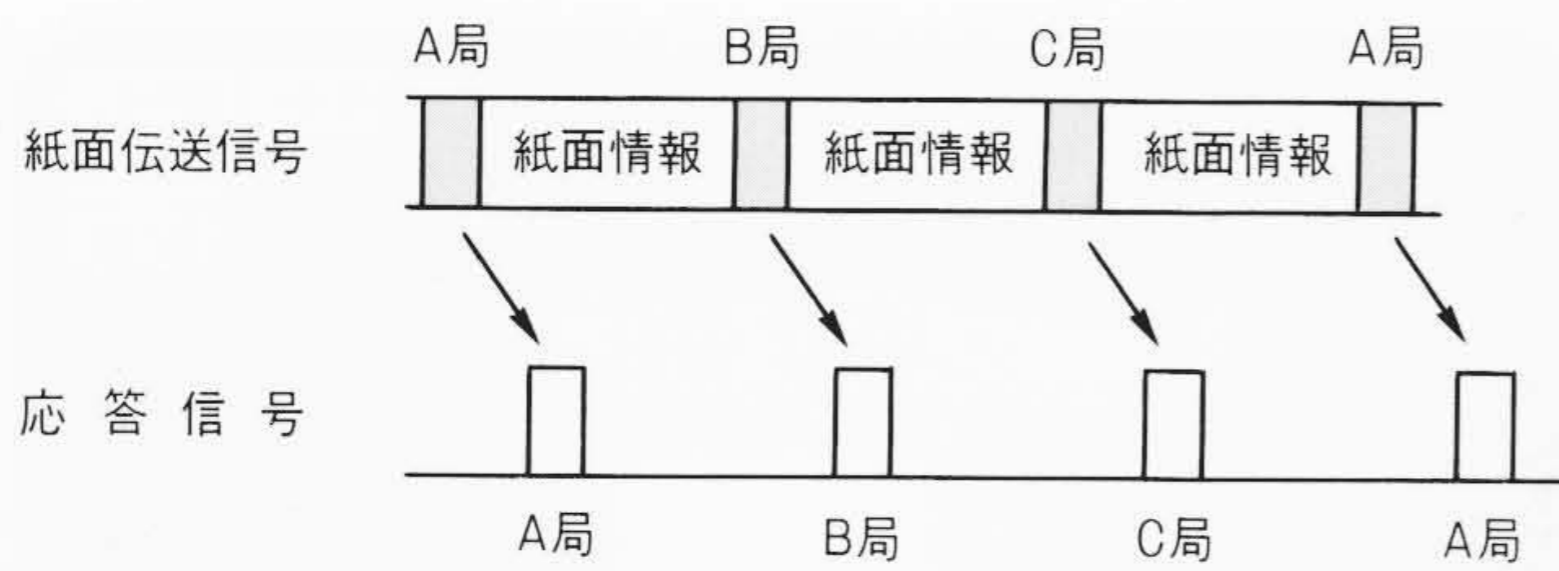
4.2.2 応答回線(上り回線)

(1) 通信方式(TDMA方式の採用)

既設紙面伝送装置は、紙面情報を印刷拠点である受信局に伝送すると、受信局は応答信号を送信局に返送する方式となっている。紙面情報信号には、応答信号を返送する受信局を指定したポーリング信号が多重化されている。ポーリング信号と応答信号の関係を図2に示す。同図は、紙面情報をA、B、Cの3局に同報した場合である。この応答信号は、時分割で各受信局から返送されるので、これを衛星通信回線で伝送する場合にTDMA(Time Division Multiple Access: 時分割多元接続)方式と非常に整合性がよい。このため、応答信号はTDMA方式を採用することにした。

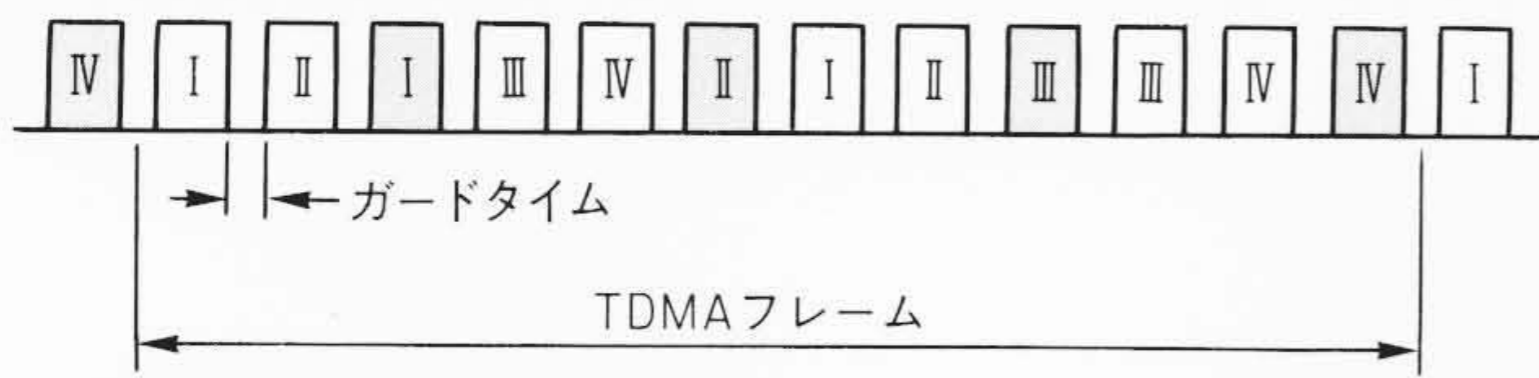
(2) TDMA回線の共用

地球局と紙面伝送装置との間の応答信号は送受信速度9.6 kビット/sの信号であり、紙面情報受信局から間欠的に返送される。信号の休止時間を考慮した平均的伝送速度は、5 kビット/s以下である。衛星I番線～IV番線の4回線に対応した紙面伝送の応答信号およびHUB局とVSAT局の間の制御監視信号を加えて、64 kビット/s(誤り訂正符号を加えた衛星回線では128 kビット/s)で十分伝送可能な容量であるので、1波のTDMA回線をシステ



注： 紙面伝送信号中に多重化されているポーリング信号
 ポーリングに対する紙面受信局からの応答信号

図2 ポーリング信号と応答信号の関係 応答信号は時分割で出力されるので、衛星回線での伝送にはTDMA方式が適している。



注： 紙面伝送の応答信号
 VSAT局からHUB局へ送られる監視・制御信号
 (中のローマ数字は回線番号を示す。)

図3 TDMA回線のタイムスロット割り当て 4回線分の応答信号と制御信号を、1回線のTDMA信号時分割で重畳し、共用している。

ム全体で供用することとした。TDMA回線の周波数共用によって使用帯域が節約でき、経済的にシステムを構成することができた。TDMAの方式は、衛星I番線～IV番線にそれぞれタイムスロットを固定的に割り当てる固定割り当て方式とした。タイムスロットの割り当て方法を図3に示す。

(3) 同期方式と基準HUB局

各VSAT局が、図3に示す定められたタイムスロットにTDMA信号を送信するためには、各局の送信信号のフレームはすべて同期している必要がある。このために、4局あるHUB局のうち1局を基準HUB局とし、他の3局は、基準HUB局の送信する紙面情報信号を衛星を介して受信し、自局の送信する紙面情報信号をこの信号に同期させることにした。各VSAT局は、受信した紙面情報信号に同期してTDMA信号を送信することによって、全局の送信信号フレームをすべて同期させることにした。

基準HUB局は4局のうち、どの局に設定することも可能とし、基準HUB局が障害のとき他の局が代行できる方式とした。

以上述べた伝送方式を表3にまとめて示す。

表3 伝送方式 下り回線に四つのSCPCキャリアと、上り回線に一つのTDMAキャリアを用いて、全システムを実現している。

項目		HUB→VSAT (下り回線)	VSAT→HUB (上り回線)
衛星回線	使用衛星	JCSAT-1号	
	送受信周波数	14/12 GHz帯	
	通信方式	SCPC	TDMA
	伝送速度	200 kビット/s	64 kビット/s
	使用キャリア数	4	1
	変調方式	4 相位相変調(QPSK)	
端末回線	誤り訂正方式	レート $\frac{1}{2}$, 畳み込み符号, ビタビ復号	
	伝送速度	RS-449	RS-232C
	伝送速度	192 kビット/s	9.6 kビット/s

表4 地球局の諸元 HUB局に大形アンテナを使用し、良好な回線稼働率を実現するとともに、日立大森局を除き装置は全固体化されている。

項目	HUB局			VSAT局
	東京本社 越中島局	大阪本社	日立大森局	
アンテナ径	φ5.6 m	φ5.6 m	φ5.6 m	φ1.8 m
アンテナ自動追尾	あり	あり	あり	なし
融雪装置	あり	あり	あり	あり
飽和送信電力	4 W	10 W	230 W	4 W
送信増幅器種別	SSPA	SSPA	TWTA	SSPA
送信電力制御	10 dB	10 dB	10 dB	なし

注：略語説明 SSPA(Solid State Power Amplifier)
 TWTA(Traveling Wave Tube Amplifier)

4.3 地球局の構成

このシステムでは、VSAT局も応答信号を送信するため電波法の適用を受け、各局に無線技術士の資格を持った無線従事者の配置が必要である。

しかし、衛星通信の普及を促進するため法令が改正され、一定の技術基準に適合すれば無線従事者の配置が免除されることになった。VSAT局の配置される印刷拠点に無線従事者を配置することは困難であるため、この技術基準に適合することを前提に地球局の構成を考えた。

この技術基準に適合する地球局の規模を下記に示す。

- (1) アンテナの直径(長円の場合は長径)が2.4 m以下
- (2) 送信出力が4 W以下

上記技術基準のほか、このシステムの要求回線品質として符号誤り率 10^{-7} 以下を条件として地球局の検討を行い、地球局の諸元を表4のとおりとした。同表の諸元によって地球局を構成し、大部分の地域で回線稼働率99.97%以上、一部降雨の多い地域で回線稼働率99.95%以上を



図4 コンソールの運用画面 運用画面でシステムの運用状況や障害状況が監視でき、マウスでメニュー選択を行うと設定画面へ移行する。

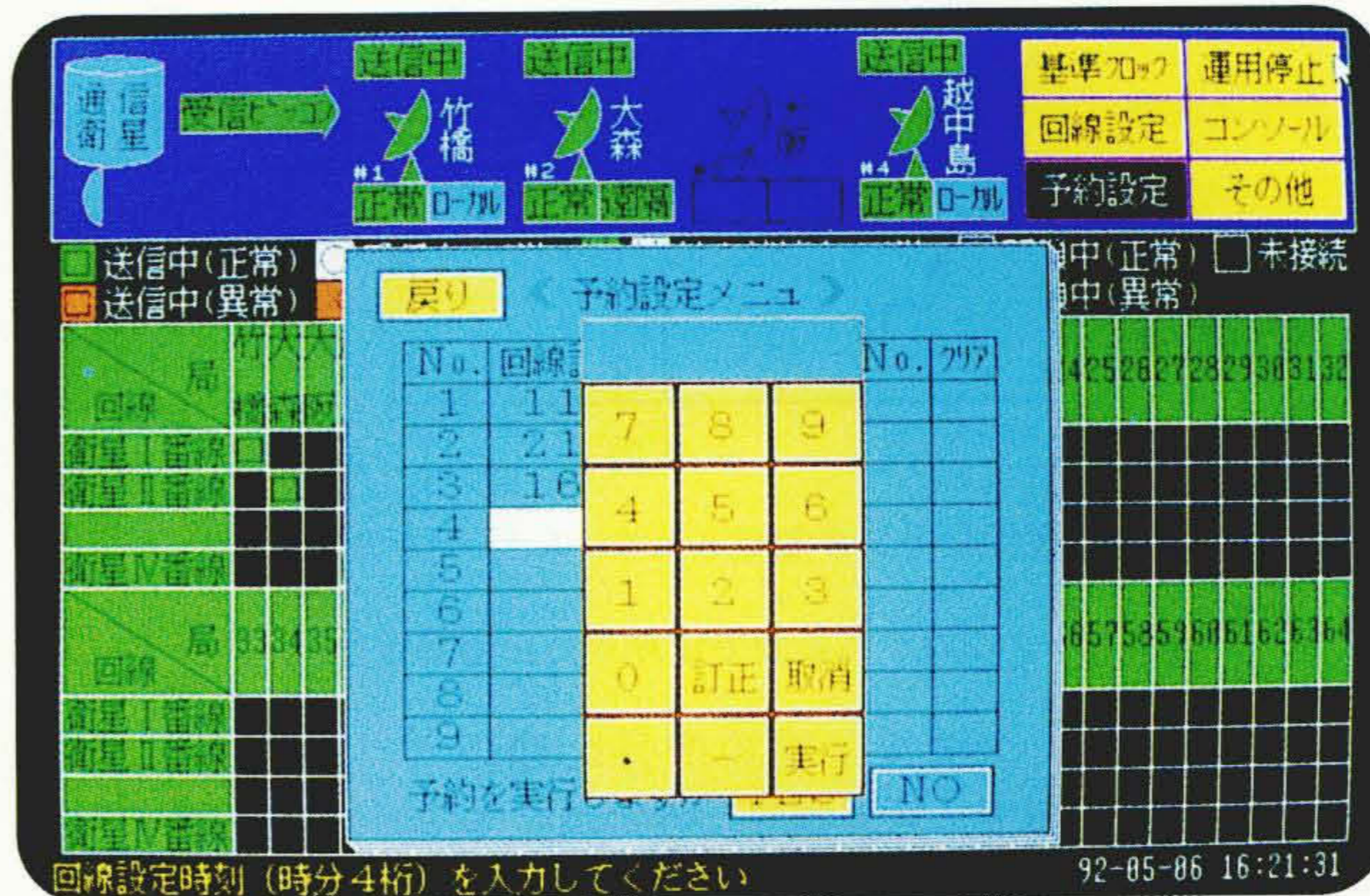


図5 コンソールの設定画面例 ガイダンスメッセージに従ってマウスで設定できるので、操作や運用に特別な訓練を必要としない。

満足する見通しを得た。

毎日新聞大阪本社に設置するHUB局は、衛星I番線と衛星III番線を同時に送信することがあるので、飽和出力を10Wとした。日立大森局は他の用途と共用しているので飽和出力は230Wであるが、そのうち4W相当部分をこのシステムが使用している。

4.4 ヒューマンインタフェース

通常の運用は、すべてHUB局のコンソールから行うことができ、VSAT局での操作の必要はない。したがって、VSAT局では紙面情報が衛星回線で送られてくるか、地上回線で送られてくるかをまったく意識せずに紙面情報を受信できる。コンソールから制御監視できる項目は次のとおりである。

- (1) 衛星回線の運用停止，地上回線との切換，I番線とII番線の切換(東京本社だけ)などの運用操作
- (2) 自局の監視および制御
- (3) 自局の衛星回線に接続しているVSAT局の監視
- (4) 監視制御情報の記録および印字出力

コンソールの操作はすべてマウスによって行う。操作は画面上に表示されるガイダンスメッセージに従って行うことができるので、特別な操作訓練を必要としない。

コンソールの運用画面を図4に示す。この画面で通常の運用状況が確認でき、操作が必要なおときには右上のメニューをマウスで選択すると設定画面に切り換わる。設定画面の一例を図5に示す。

4.5 システムの拡張

このシステムは、VSAT局の増加に対して衛星I番線～IV番線の各回線ごとに最大64局まで収容可能であ

る。VSAT局の増設または既設VSAT局の受信回線増設は、コンソールから局増設の入力を行うことによって容易に行える。

5 おわりに

衛星通信による新聞紙面伝送について述べた。このシステムは、平成3年6月から稼働を開始し、現状では毎日新聞東京本社から送信する紙面のうち、約60%は衛星通信回線を使って伝送されている。

毎日新聞大阪本社のHUB局の完成は、新社屋の完成を待って平成4年度末になるので、完全な形での導入効果の発揮はそれ以後になるが、現状でも回線を柔軟に運用することができること、地上系伝送路で結ばれていなかった回線を新たに結ぶことができたなど大きな効果をあげている。

毎日新聞では、この衛星通信による新聞紙面伝送の完成と、別に導入された新聞SNG(Satellite News Gathering)による「衛星ネットワーク」で平成3年度の新聞協会賞(技術部門)を受賞した。

今回開発したシステムは、複数のHUB局と全国に散在する多数のVSAT局間のメッシュ状の衛星通信ネットワークという新しい衛星通信の利用方法を試みたものである。今後この技術がいろいろな分野でのネットワーク構築に応用され、衛星通信の発展の一助になることを期待するとともに、よりよいシステムの開発に努力していく考えである。