

4. 事例報告

海事衛星通信回線を使用してのTSS処理

水産学部練習船鶴洋丸

小 妻 勝

はじめに

TSSとはTime Sharing Systemの略称で、多数の利用者が一つの計算機システムを、端末から時分割し、あたかも自分が独占しているかのように利用できる方式である。1987年7月6日より同年8月29日および10月21日より12月14日の本学練習船鶴洋丸の遠洋航海の期間に、海事衛星通信装置を使用して、本学情報処理センターとパソコン端末でのTSS処理の実験を行い、簡単なプログラムの処理をし、海事通信衛星国際公衆電話回線経由でのTSS処理が一定の条件を満たせば、ほぼ問題なく動作することが確認された。

このことは、時間的制約を除けば高価な計算機システムを船舶に搭載することなく衛星通信装置、パソコン、モデム等の端末機器を使用して、高度な情報処理と最新の計算機システムを利用できるメリットがある。

同センターの最近のニュースではフルスクリーンによるテキスト編集、ODM（日本語文章処理システム）、ATLAS（日英、英日自動翻訳システム）等の使用がパソコン端末により可能になったとのことである。われわれ船舶の利用者にとって、今後ますます有効利用が期待される。

使用機材

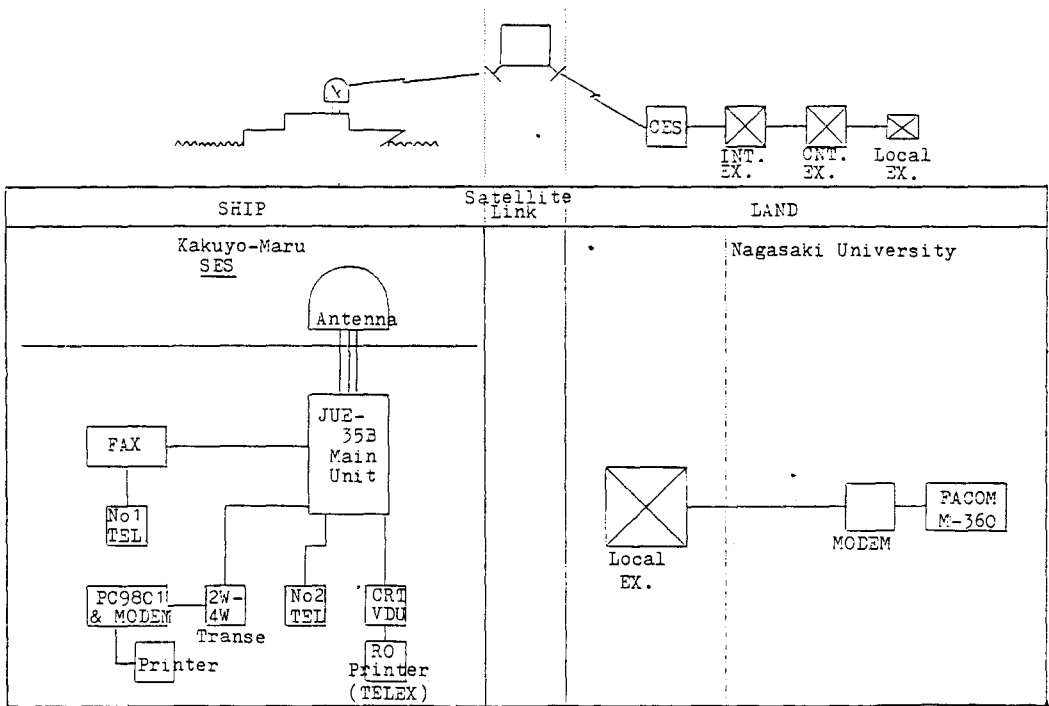
海事衛星通信装置	JUE-35B型	日本無線
パーソナルコンピューター	PC9801UV2	NEC
プラズマディスプレイ		NEC
5インチフロッピードライブ	TF-50	エプソン
モデム	HI-MODEM2400	インターコム社
4WIRE-2WIRE変換器		日本無線
プリンター	PC-PR201TL	NEC
通信用ソフト	ESTERM	アスキー
”	CTERM	アスキー

方 法

1. システム構成の概要

パーソナルコンピュータおよびモデムは、一般に使用されている市販品である。システム構成の概要は [図1] に示す。パソコンから出た信号はモデムを経て、4 WIRE-2 WIRE 変換器に入る。海事衛星通信回線は、無線回線であり 4 線式を採用しているので、2 線式モデムを 4 線式に変換するためのハイブリッドトランスを付加する必要がある。

[図1]



本体で適正なレベルに増幅された信号は、パラボラアンテナより赤道上空の海事通信衛星に送出される。さらに同衛星を経由して、海岸地球局 (CES) により受信されこの信号は、再び 4 線式から 2 線式に変換され、国際公衆回線の交換台 (INT EX.) に入る。日本国内との交信なら、NTTの中央交換台 (CNT. EX.) を通り、地方交換台 (Local EX.) 経由の国内公衆電話回線により長崎大学情報処理センターのモデムを通り FACOM M360 に接続される。陸上より船舶地球局 (SES) に信号が送られる場合は、これと逆の経路を通る。

2. 通信の相手方、通信手順およびモデムの概要

ホスト・コンピュータは、長崎大学情報処理センター（以後センターと略記）FACOM M-360である。通信手順（プロトコル）は、次のとおり。

2線式全二重、調歩同期式無手順（TTY手順）、通信速度1, 200bps、2, 400bps、データ長（JIS/7bit）、ストップビット長1.5bit、Xコントロールあり、Sパラあり、パリティ偶数、CR+LFで送信、受信CRで復帰+改行動作、エコーバック無し。

モデムHI-MODEM2400は、300、1,200、2,400bps全二重（CCITT V.222、V.22bis/Bell 103、212A 準拠）制御コマンドはヘイズATコマンド準拠、AA型NCU内蔵。

3. TSS処理テスト

鶴洋丸の航海中、インド洋と太平洋海事衛星経由でセンターとのアクセスを20回程度くりかえし主とし通信速度2,400bpsで次の項目について、実験を行った。

- (1) パソコンPC9801UV2のターミナルモードによるLOGON、LOGOFF。
- (2) 市販の通信ソフトESTERMを使用してのTSSコマンドの動作、EDITモードでのサブコマンドによるプログラムの修正。
- (3) パソコン端末とセンター間のプログラムまたはデータのアップロード、ダウンロード。
- (4) RUNコマンドによる簡単なプログラムの処理テスト、TSSにおける一連の基本操作の確認。
- (5) 簡単なプロシジャーファイルの作成、および実行。

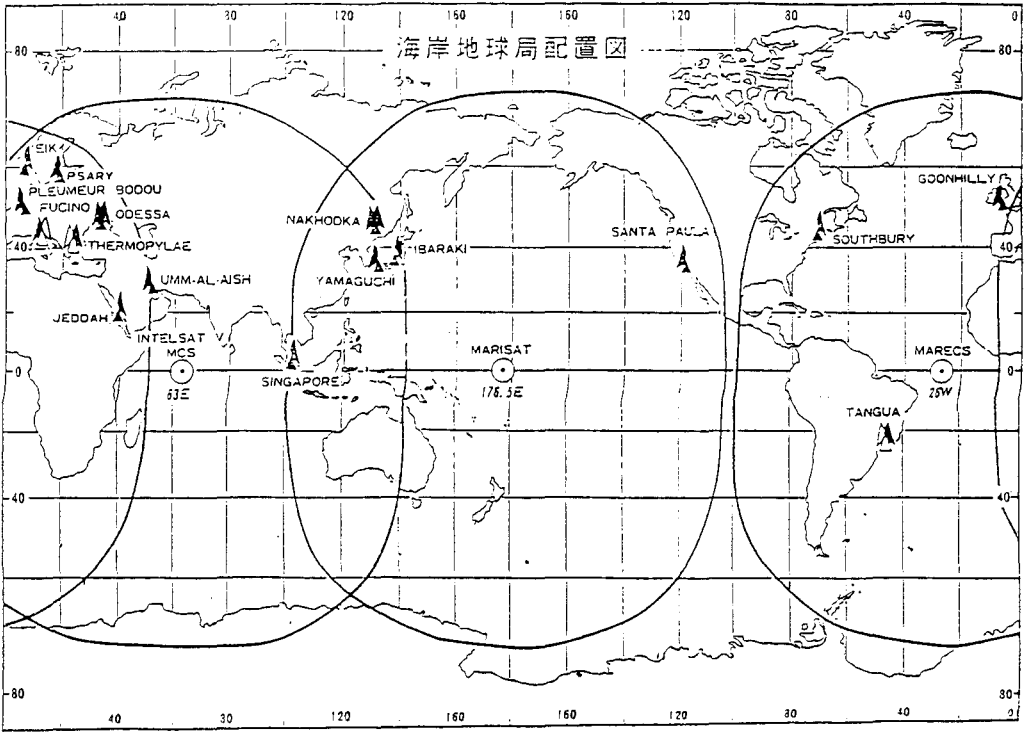
結果および考察

海事衛星は、太平洋、インド洋および大西洋衛星の3個を[図2]に示す赤道上空35,769Kmの静止軌道に打ち上げることによりほぼ地球の全海域をカバーするように設計されている。

海事衛星経由のTSS処理実験より次のことが云える。

1. 海事衛星通信装置（JUE-35B型）使用の場合、受信感度指標80以上あればインド洋、太平洋上の衛星を経由してのセンターとのTSS処理に大きな問題点は認められず、文字化けも赤道付近でわずかに出る程度であった。

〔図2〕



TSS処理の基本的なコマンドであるLOGONよりEDITコマンドによる簡単なプログラムの作成、サブコマンドの動作、プログラムの修正、SAVEコマンドでのデータセットへの格納、RUNコマンドによるプログラムの実行および簡単なプロシジャーファイルの作成などパソコンによるTSS端末を計算機システムへ接続し、簡単なプログラムを入力実行するまでの動作、センターと本船間での通信ソフトによるプログラムまたはデータのアップロード（送信）およびダウンロード（受信）などの動作が確実に行われた。

しかし、鶴洋丸が海事衛星を船尾方向180～183度に見て航行するとき、本船の海事衛星通信装置のパラボラアンテナがメインマストにより通信路を遮断されブロッキング現象で極端に通信状態が悪化して、受信感度指標50以下となり回線が通信中切断され通信不能となる。特に操業中は、頻繁に変針するのでこの傾向が大である。

海事通信衛星と本船の距離がわずかに近づく赤道付近の海域では、受信感度が高緯度の海域より上昇する。このことにより端末のノイズによる誤動作を生じる。高緯度での受信感度より低緯度では、低く設定したほうがよい。本実験で使用した簡単なプログラムと実行結果の一例を〔附表1〕に示す。

2. 海事衛星電話回線の特殊性および端末設備の実験上考慮すべき点はつぎのとおりである。

(1) 信号の伝播において、往復およそ0.6秒の遅延がある。通信衛星が赤道上空約36,000キロの静止軌道上にあるため、電波が船舶地球局と海岸地球局との間の往復に要す時間である。このことは、自局端末から信号伝送後、相手端末装置からの応答を受けるまでにおよそ0.6秒要するので、回線断、応答の有無の確認時間の設定には、この時間の遅れを考慮しなければならない。本実験に使用されたモデムは、キャリア検出時間は初期値0.6秒であるので、センターとのLOGON時回線が切れる不都合を生じる時があり、この時間設定を1秒に変更し、以後正常動作が確認された。

キャリア断検出時間は、初期値7秒であり、この時間設定については、問題は認められなかった。

(2) 適正送信レベル：通常の実験用海事衛星電話回線には、エコーを防止するため、陸側の4線/2線式変換部分にエコーサプレッサー（CCITT勧告G161準拠）が挿入されている。このエコーサプレッサーは、船側の話手が話しているとき、その声が陸側の受け手側で反響して、およそ0.6秒後に話手の受話器にエコーとなって戻ってくる声をカットするスイッチ回路である。ただし、陸側から一定レベル以上のレベルで信号を送信するとスイッチは閉じ、同時に送受両方向に信号を流すことができる。したがって、この回路が動作している場合は、全二重方式の通信が可能であるが、送受信レベルの設定において注意が必要である。

海事衛星電話回線は、適正伝送レベルの範囲が狭く、[表1] 高過ぎると信号が歪むだけでなく、他の回線に妨害を与える。低過ぎると雑音レベルとの余裕が取れない。データ通信等の高速度通信を行う場合は、適正伝送レベルを守ることが特に重要である。

[表1] 船舶地球局の海事衛星電話回線の品質

	コンパンダーなし	コンパンダーあり
伝送帯域幅	300Hz～3,000Hz	300Hz～3,000Hz
受信信号レベル	-6 dBm	-13dBm
受信雑音レベル	-28dBm	(S/N 改善度 13～15dBm)
送出信号レベル	-6 dBm	-13dBm
(伝送レベルのメンテナンス規格 NTT区間：±2dB, KDD区間：±2.5dB)		

*コンパンダーとは、海事衛星通信回線に挿入される回路で、変調器の人力信号を一定比率で圧縮する圧縮器と変調器の出力でこれと同一比率で伸張する伸張器からなり、通話における主観的な信号対雑音比を改善させる目的で使用される。端末機器からのダイヤルのしかたでコンパンダーを使用するかどうかを選択することが出来る。

実験に使用されたモデムは、送信レベル -6 dBm ～ -16 dBm である。実験では -6 dBm 程度にセットされたが特に問題点はなかった。4線2線式ハイブリッドトランスでの -8 dB の減衰があり、これを補正するため送信レベル範囲を 0 ～ -20 dBm の間を 2 dBm ステップ毎に、調整できるモデムが適当であろう。

(3) 適正受信感度：エコーサプレッサーは、 $2,100\text{ Hz}$ のトーン信号（送信レベル $-12\text{ dBm} \pm 6\text{ dB}$ ）を受信すると一時的に機能を停止する。

船側から信号の送信に前置して $2,100\text{ Hz}$ のトーン信号を送信することにより、送受信レベルに関係なく同時両方向に信号を流すことが出来る。しかし多少のエコーは避けられず、データ通信等では、送信信号のエコーを受信信号と誤認する可能性があるので受信感度の設定において注意を要する。海事衛星電話回線は、受信雑音レベルが大きく受信感度を必要以上によく設定すると端末設備のノイズによる誤動作を招くなど、得策でない。

一方、船舶地球局には陸上回線の加入者線に相当するものがなく、船舶地球局設備と端末設備の損失がほとんどゼロである。したがって、受信信号レベルは -13 dBm を大きく外れることがないので、受信感度は、必要以上によく設定しないほうがよい。本実験で使用されたモデムの受信レベルは、 -6 dBm ～ -45 dBm である。高緯度の位置ではモデムの動作は安定した。本船と通信衛星との距離が近づく赤道付近では、実験初期に $1,200\text{ bps}$ 、 $2,400\text{ bps}$ 共に意味不明な文字が時々パソコンのスクリーン上表示されるなど誤動作を生じた。他のパソコン通信のホスト局PC-VAN（NEC日本電気系）との通信では、このような現象が発生しなかった。そこで4WIER-2WIER変換器に付加されている減衰器により -12 dB 受信レベルを下げたところ動作は安定した。

センターに連絡したところ送信レベルが 0 dBm であった。陸上回線では -15 dBm 程度で送信されているのが普通である。センターにお願いして -10 dBm に下げた。それ以後安定に動作するので、センターの送信レベルが高すぎるための誤動作らしい。送信レベル同様、受信レベルにおいても感度を、調整できるよう減衰器を備えたモデムのほうが適当であろう。

本実験に使用したモデムには、ノイズ対策のためのイコライザーが付加されていない。特に無線回線を使用するときは、ノイズ対策のなされたモデムが望ましい。

(4) スプリアス：海事衛星通信回線の網制御信号として $2,600\text{ Hz}$ （受信レベル $-4\text{ dBm} \pm 4\text{ dB}$ ）を使用しているので伝送信号中に、網制御信号に影響を与えるようなレベル（およそ -8 dBm 以上）の $2,600\text{ Hz}$ の成分を含んではならない。

本実験では、センターへのアクセスは、手動により実施したのでこの点については、考慮されなかった。次回はモデムから直接網制御を行えるよう設計してみたいのでこの点にも留意したい。

(5) 通信速度：海事衛星電話回線ではNTTの電話回線経由の場合、最高通信速度は4,800bpsが限界とされている。センターの公衆回線で利用できる最高速度は、現在のところ2,400bpsである。長崎方面のNTT回線品質はあまり良好とは言えない。筆者の陸上での実験では時間帯により2,400bpsで文字化けが出るがあった。今回はほとんど2,400bpsを使用したがる1回のセッション時間が短かったこともあるが良好に動作した。センターの通信速度もスピードアップされる可能性もあるのでできれば、4,800bpsの速度による実験も行ってみたい。

3. 船用パソコン端末の特殊性

(1) 動揺：ローリング、ピッチング、パンチングなどは直接データ通信に影響をおよぼす要素ではないが、パソコンその他端末機器をおく机などに十分な注意を払い固定する必要がある。さもないと、機器を破損する恐れが大である。

(2) 振動：船舶におけるパソコン端末使用において波によるパンチング、推進機関から発する振動が問題である。本実験中ごくまれではあるが通信ソフトを立ち上げる際に、読み込みエラーが出るがあった。本実験に使用したパソコンは、3.5インチのマイクロフロッピー・ディスク2ドライブ内蔵(1MB/ドライブ)のものである。このエラーは、従来の5インチミニフロッピーディスク(2HD)に比較してトラック密度が高いことに起因するシークエラーと考えられる。そこで5インチミニフロッピーディスクEPSON、TF-50(2HD)に取り替えたところ、この読み込みエラーは解消された。このことから特に推進機関の振動の大きい船舶の場合は、5インチミニフロッピーディスクドライブの方が信頼度が高い。

(3) 気温、湿度：一般に本線の無線室内の室温は、ほぼ27-32℃の間である。湿度は73%~88%程度である。陸上の環境からすると湿度が非常に高い。本実験中、特に問題となることはなかった。長期的に実験を続けないと正確な考察はできないが、機器の耐湿性、室内のエアークンディショニングについても考慮されるべきであろう。

(4) 雑音対策：最近の航海計器、無線機器などは、殆どマイクロプロセッサを利用しており、これらのクロック周波数による雑音が出る場合が多いので、パソコン端末、モデムについては、設置場所に雑音の少ない場所を選定するとともに配線にはシールドラインを使用しアースを施すなど十分な配慮が必要である。

(5) アンテナの設置場所：海事衛星通信装置のアンテナの設置場所は、パラボラアンテナを使用しているので、仰角10°において全周360°に遮閉物がないことが理想的である。しかし、このような恵まれた条件は大型船舶にのみしか期待できない。本船においては、相対方位180-184°の間メインマストに遮閉されブロッキングを起こしデータ通信はもとより、電話、FAX、テレックスもこの角範囲における送受は不可能である。今後建造される船

舶は、この点には充分考慮する必要がある。

(6) プロトコル：無手順TTY方式での実験ではあったが、ブロッキング現象、極端なフェーディングなどの場合を除けば、文字化けによる誤字も少ないことからこの方式で十分と思われる。だか、船舶では小さなエラーが大きな事故につながることも考えられるのでエラーチェック機能のある通信手順が最良である。

(7) 通信費：海事衛星電話回線は、通話料が3分間、5,700円と非常に高価である。しかし億単位のコンピュータを船舶に搭載し、4-5年間経てば、すでにただの鉄屑同様になる昨今のコンピュータ環境を考えると、最先端の大型コンピュータを船舶において使用できるメリットは大きい。ただし利用できるのは、センターの運用時間に限られるという制約を受けることはいうまでもない。

一般にセンターでTSSの使用の形態は、一セッション当り2時間である。船舶で、このような用法をとると通信料金は114,000円となり驚くほど高額になってしまう。そこであらかじめ使用するプログラムは、①入港中にセンターで作成しておくようにする。②データなどの作成は、通信プログラムのエディターなどを使用する。③データはアップロード機能により一括送信するなど、センターとのセッション開設時間を必要最小限度にとどめるよう、工夫する必要がある。ただし、パソコン対パソコンで単に2者間の通信を行う場合に限っては、他のメディアFAX、TELEXなどよりも時間当りの情報量を多く送信できるので、利用の形態によっては短波による無線電報(1通25字まで600円)より安価な通信が期待できる。

(8) センターへの要望：セッション開設時に、針路の変針によるブロッキング、シンチレーション、端末の誤動作などによって回線が中断された場合、センター側にエラーが発生し、以後のアクセスが不能となる。本実験では公衆回線を使用されているユーザーには多大なご迷惑をかけた。このような事故は、陸上回線のみを使用時も起こりうることであるが、特に海事衛星回線を併用しているときはその頻度が大きい。

センターにもこのようなエラー発生に対処する処置をお願いするとともに、今回多大のご迷惑をかけたことを陳謝致す次第である。

4. 将来への課題

(1) TSSの通信料金：この実験で、特に問題となる点は、通信費が高価である。海事衛星電話回線については、利用する船舶が急激に増加しない限り、料金のコストダウンは、期待できない。しかし、わが国においては宇宙開発公団によって、1987年8月打ち上げられた技術試験衛星「きく5号」を使って、成田-アムステルダム間の日航ジャンボ貨物機からの無線通信の中継に成功した。今後航空機、船舶、自動車などさまざまな移動体との衛星通信実験が開始される。

この実験が成功すれば、ここ4-5年の間に本格的移動体用国内衛星が稼働することになる。国内衛星を使用できるようになれば、当然のことながら通信コストは、大幅に低減できると思われる。そうすると、船舶もその通信圏内においてパソコン端末で大型のコンピューターシステムを色々の分野で利用できよう。

(2) パソコン通信への利用：TSSのもうひとつの利用法であるパソコン端末対パソコン端末あるいはパソコン端末対大型ホストコンピュータの組合せで手軽に出来る通信手段としてのいわゆるパソコン通信が、ニューメディアとして今注目をあびている。昨今では、大手の電子関係、日本航空、マスコミ系、食品系の会社、NTTなど大手各社がこの業界に多数参入しつつある。サービスの内容はホストに大型のコンピュータを用いた、電子メール、電子掲示板、電子会議、翻訳、データベース、ニュース、株式市況、座席予約、電子ショッピング、パソコンソフト販売など多分野にわたりサービスを開始している。船舶においても、船舶気象、航行警報、ニュース、船舶間の情報の交換、家族やオーナーとのメール交換、さらに各種のアプリケーションプログラムとの連動、テレックス、FAX端末への接続、他のネットワークとのゲートウェイ機能など数え上げたらきりが無いほど利用範囲は広い。

現状では船舶における情報は、その種類により入手経路が異なり、非能率的な情報収集を行っていて、リアルタイムの情報を得ることが困難である。これらを一つのネットワークの傘の下に一元化できれば、必要なときに必要な情報を参照できるので、船舶は能率的、かつ安全運航に大きく役立つと思う。今後、海事専用ネットワークの開設を期待すると共に世界的なものまで発展することが望ましい。

また本船とPC-VANとの接続実験は、すでに終わっていて、これも問題なく動作することが確認された。基本的にはこのような既存のネットワークを利用することもできるだろう。

船舶におけるメールの送受信には安全運航上一字、一句たりとも文字化けによる誤動作は許されないほど高い精度が求められている。本実験に使用した方式はいわゆる無手順流れ流し方式でありエラーのチェック機能を持っていない。今後許されれば、郵政省推奨方式(JUST PC方式)、MNP方式(Microcom Networking Protocol)などのエラー検出プロトコルを持つモデムについての実験も行ってみたい。

1987年12月現在で、海事衛星通信装置を設置している日本を含む各国の船舶数は約6,000隻である。これに対し使用可能なチャンネル数は各衛星とも278チャンネルである。現時点ではチャンネル利用率が10%以下で相当余裕がある。しかし、上述の使用の形態をとるとやがては、回線容量の不足をきたすと考えられる。この点についても予め対処する手段が必要と思う。

要 約

本実験では当初入手した参考文献が少なく、まったくの手探りの状態から開始した。これまで筆者はPC-VANなどのネットワークでのパソコン通信は経験している。しかし海事衛星回線を介するTSSへの接続は、一見簡単に思われるが、技術的に極めて難しい問題が多い。まずは船舶地球局と海事衛星および海岸地球局の距離が長く（往復に要する時間が約0.6秒）モデムのキャリア検出時間を少なくとも1秒ぐらいに設定しなくてはならないこと（普通モデムは、初期設定0.6秒のものが多い）。エコーの影響を極力抑えるための送出レベル、受信感度の適正設定については特に注意をはらう必要がある。この適正レベル設定が本実験当初の難題の一つであった。PC-VANなどのデータベースの局とはうまく接続できるが、センターとはうまくつながらない。調べたところセンターの送信レベルが、一般のデータベースの局より大きいために受信時に誤動作を生じることが判った。

インテルサットなどの衛星を使つての固定地間のデータ通信は現在では日常茶飯事に行われていて別に珍しくもない。しかし船舶のような移動体では、その位置が刻々と変化する点にある。また、船舶の針路によっては送信用のパラボラアンテナのビームが船舶の構造物により衛星との通信路を遮断され、引き起こされるブロッキング現象あるいは航行海域によっては電波が電離層を通過する際の伝播条件が異なるため発生するシンチレーション (Scintillation) などで必ずしも通信条件が安定していない。

このため電話回線としては、利用することが出来てもより高い精度を求められるデータ通信には使用できないといった事態も生ずる。これらに対処するには、①ブロッキング現象にはパラボラアンテナを2つ装備する。②シンチレーションについてはモデムに高性能のイコライザを付加するなど対策を講ずる必要がある。これらの移動体が持つ上記の欠点を克服できれば、船舶に大型のコンピュータを搭載する必要がなく通信料金のハイコストも装備するコンピュータの利息程度で運用できよう。一般に船舶には、専門のハード、ソフトの技術者が乗船していないのが普通で大型コンピュータの導入には運用面で問題がある。本実験は、センターと本船の間でのみ行われたが、理論的にはプロトコルの一致とID番号さえあれば、他のホストコンピュータとの接続は公衆回線を使用してアクセスすることができる。

FACOM M360の利用について長崎大学情報処理センターの野崎剛一講師はじめ、内本佳彦氏にお世話になった。これらの方々に心から謝意を表す。御助力のおかげで長崎大学情報処理センターのFACOM M360とのTSS処理は、インド洋衛星、太平洋衛星経由で鶴洋丸がどこの海域にしようこれらの星の通信圏内においては、基本的に常時使用できる態勢にある。

参考文献

- [1]. 国際通信施設株式会社、「船舶地球局に接続する端末設備に付いて」、INSPCT
(1987年2月20日)
- [2]. 日本無線株式会社「海事衛星通信システムとは」(1985年1月)
- [3]. 無線工学ハンドブック編集委員会編「無線工学ハンドブック」(1964年12月)

- [4]. 富士通「FACOM OS IV/F4 TSSコマンド文法書」(1981年2月
10日)
- [5]. 藤村直美「TSSによる情報処理」(1985年5月10日)
- [6]. 日本電気株式会社「PC9801UV2ユーザーズマニュアル」
- [7]. INTERNATIONAL MARITIME SATELLITE ORGANI
ZATION 「INMARSAT, MARITIME USERS MANUAL」
(1984年)
- [8]. 日本無線株式会社「JUE-35A/B TECHNICAL MANUAL」
(1984年12月)
- [9]. 長崎大学情報処理センター「端末利用初心者講習会資料」
- [10]. NEC日本電気株式会社「PC-VAN操作マニュアル」(1986年12月)