

漁海況トータルシステムについて

— 海洋観測自動送受信システムの開発の検討 —

増 田 紳 哉

資源の有効利用及び操業の効率化等漁業経営の安定のため漁海況予測技術の早期確立、導入が望まれている。当該技術の開発に当たり、刻々変化する海況を出来るだけ迅速にかつ広範囲に把握することは不可欠な事項である。

しかしながら、湾及び沿岸を除く外洋域における遠隔地間での自動海洋観測、その多量のデータの自動送受信、自動ファイリング及び検索システムは現在まだ技術が確立されていない。観測からファイリングまでの個々の技術は既に開発されているが、これらをいかに有機的に結合し、一つのシステムとして統合する技術が未確立となっている。最大の問題点は送受信に使用するメディアとそれに付随する設備（中継設備、アンテナ等）であると考えられる。

そこで、個々の確立した技術、各種メディアを整理、統合し、海洋観測自動送受信システムの開発について検討したので以下のとおりその概略を報告する。

本稿をとりまとめるにあたって、日本無線(株)および(株)鶴見精機にご協力頂いた。特に日本無線(株)境港営業所酒井文雄氏には資料の集収等多大な労をおかけし、深謝する次第です。

I システムの展開範囲

海洋観測データの送信は沿岸海洋観測、イカ釣り一斉調査及び各種試験等を考慮し、東西は中国地方沿岸部ほぼ全域に当たる $131^{\circ}00'E - 135^{\circ}00'E$ (直線約 195 マイル)、沖合は $40^{\circ}00'N$ (直線約 270 マイル) の範囲とする。送信範囲を図 1 に示した。

II 使用するメディアについて

現在データを遠隔地に転送するメディアとして漁業無線、船舶電話回線、人工衛星回線等が考えられる。転送距離、設備、許認可、ランニングコスト、メンテナンス等いずれも長短所があり、使用目的により選択する必要がある。

当該システムの展開用メディアも送受信範囲、継持管理等を考慮し、従来構想の超短波 (40 MHz 帯) を用いた漁業無線に限定せず最適メディアを再検討し、設定しなければならない。

検討したメディアの比較を表 1 に示した。

III データソース (観測方法)

データソース (海洋観測方法) として、浮標体

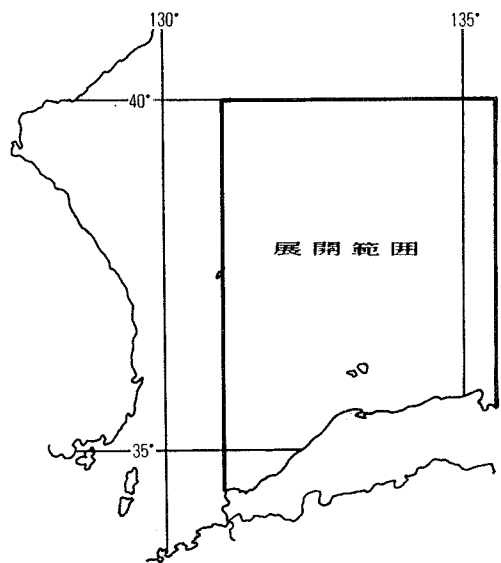


図 1 システム展開 (データ送受信) 範囲

(ブイ)、船舶、航空機、人工衛星等が考えられる。

以下、方法別に検討した。

1. 人工衛星

人工衛星による表面水温の観測技術はほぼ確立され、画像の直接受信及び解析結果のサービスはすでにコマーシャルベースで利用されている。将来、表面水温の他、水色、クロロフィル量、波高等の実用観測が行われる予定である。

本方式では広範囲に亘る情報が瞬時に得られるが、衛星の周期がやや長い(MOS-1の場合17日)、水温は表層しか計測できない。観測域上空に雲があると計測できない等の欠点がみられる。また、表面水温の観測結果にしても相対値の比較であり、実使用には海洋場の数点での実測による補正が必要である。しかし、上述したように広範囲に亘り瞬時に観測が出来るため利用価値は非常に大きい。また、本体以外に特別な装備も不用で、使用メディアも考慮しなくて良く海洋観測システムの中核として積極的に導入、活用しなければならない。

2. ブイ方式

種々の観測機器を浮標体(ブイ)に搭載し、連続的に観測、転送する方法で、定められた位置に係留する方法と想定したコースを漂流させる方法がある。

1) 固定式ブイ

大型、強固なブイに観測機器を搭載し、堅牢なチェーン等で決められた位置に常設するタイプで、周年に亘り、気象条件に左右されることなく観測することが可能である。当該システムの従来構想でも山陰沖に8個設置する計画であった。しかし、本方式は本体及び係留策が非常に大型でしかも高価である。また、設置後の本体及び各センサーの付着物の除去を初めとする煩雑な維持管理及び電源に問題が残されている。特に電源問題は深刻でテレメーター方式では自記記録方式に比べ消費電力は大幅に増大し、時化が続き交換が出来ない冬季にどう電源を確保するかが未解決となっている。また、現在稼働中のテレメーターブイのメディアは総て超短波帯であり中短波、短波帯の使用例は気象庁等特例を除いてはない。

このため、送受信距離が制約され、送受信距離を長くしようとするとそれに伴って受信設備が大規模なものにならざるを得ない現状である。

このように同一点を連続観測する利点を有すが、観測範囲が限定され、広範囲に亘るデータを得るために莫大な経費が必要となり、システムの中核をなすものではあるが現段階では地方レベルでの外洋への導入は困難であるものと考えられる。

2) 漂流式ブイ

水密構造の小型ブイに各種観測機器及び自動位置計測装置を搭載して、想定したコースに投入し、漂流しつつ観測する方式である。本方式では固定式ブイに比べ広範囲に亘る連続観測が可能であるが、投入及び回収は船舶で行うために気象の影響を強く受ける。また、船舶の航行、漁船の操業等にトラブルが生じることが予想され、安全性について検討が必要とされる。このように本方式の技術は未確立な部分はまだ多く、特に自位置の計測転送システム及び小さなスペース内での電源の確保に問題が残されており、当面導入は望めないものと考えられる。しかし、本方式では水温、塩分等の観測以外に流況を把握できる大きなメリットを有すため、実用化に向けての開発試験を推進しなければならないものと考えられる。

3. 航空機方式

計測装置を航空機に搭載し空中から観測する方法で、現在マルチスペクトル解析による表面水温等の測定及びA X B Tによる水中の観測が考えられる。航空機による観測は短時間内に広範囲に亘る観測が可能であるが、使用する航空機及び飛行場等に制約される。また、航空機の飛行経費が高く現段階で恒常的な使用は出来なく、スポット的補完調査にならざるを得ないと考えられる。

4. 船舶方式

海洋観測の一般的方法で観測の全部あるいはその一部を人間が介するので確実で、精度はよいが、気象に大きく左右され、特に冬季のデータが得られにくい。また、従来の方法では停船観測のため観測に時間を要し、調査範囲が広ければ広い程時間的ズレが生じ、さらに調査により観測そのものが制約される面もあった。

本方式を大別すると、停船して観測する方法と走航しながら観測する方法がある。停船観測は転倒採水器、B T、C T D等を垂下させ観測する従来の方法である。一方、走航観測は比較的新しい技術で機関冷却水の採水口からバイパス、センサー等を設け連続観測、分析する方法であるが、採水口の位置の関係で表層付近の観測しか出来ない。しかし、最近センサーを多数ケーブルに取り付けこれを曳航し多層観測が行える技術が開発された。本方法では現在約5、6マイルのスピードで曳航し、水深50mまでの観測が可能とされているが、高速曳航観測の実例はまだ無く、また高速曳航時にセンサーが浮上し、想定した層の観測が一定しないなどの問題が残されているものと考えられる。

いずれの方法にしても、得られた結果の自動読み取り転送方法はまだ未確立である。

IV 展開方法

当該システムの目的及び展開範囲、対象漁業者等を考えると、海象に左右されなく、広範囲を瞬時に観測できるシステムの開発を目標とすべきである。この方法として、人工衛星と主要定点に設置するブイを利用するシステムが最適と考えるが、使用メディア、観測方法、設備、技術、経費等から判断すると、これらの組合せによるシステムの導入にはまだ時間がかかるものと思われる。

しかし、海洋観測システムの開発は急がれるため、当面はブイの代行として船舶を利用するシステムを先ず開発する必要がある。開発に当たっては将来のブイの導入、連続観測及びその記憶の全自動化に即対応できることを条件とした。

基本的には曳航連続観測技術及び自動伝送技術の導入等試験船の機能の充実、他官公庁船、業者船等の有効利用を積極的に押し進めなければならないものと考えられる。

以下観測方法、伝送方法の考え方を整理した。

1. 観測方法

1) 試験船

曳船センサー+テレメーター(表層、50m層)、C T DおよびマイコンB T+テレメーター
観測定点はC T D、マイコンB Tで実施、定点間及び観測以外の調査時に曳航センサーで連続観測する。

2) その他の官公庁船(他県試験船、実習船、観測船)

1)と同様な方法が最適と考えられるが現実的対応は困難と思われる。当面は連絡を密とし、相互の情報交換体制を確立し、迅速に情報を収集する。また、観測機器が不足する船舶については漁業情報サー

ビスセンターのXBTの積極的利用を図って行く。

3) 定期船

山陰沖では隠岐航路の一航路のみで、しかも走航距離が短い上、観測層が表層に限定されているために必要性に議論があるところであるが、定期船はほぼ毎日運行するため試験船の運休時及び冬季のデータの収集に必要と思われる。当面観測項目は水温（出来れば塩分も）とし、データの回収は着船時の手渡し、もしくは電話連絡とする。

ハードの設備（例えばA K E方式）に要する経費は約400万円である。

4) 業者船

漁業者は水温と漁場形成の関係の重要性を熟知し、常に水温分布情報を必要とするため、少なくとも表面水温の観測を独自の方法で行っている。このため業者船からは広範囲な情報、しかも漁獲と直接関係のある情報が得られるメリットがある。しかし、漁業者気質から情報の公開及び停船しての観測を嫌うため表層下の観測値はもちろん表層値も得られにくい現状にある。そこで漁場の探索時及び移動時に少なくとも表層及び50m層の観測を行い、得られた情報を交換し、海況の日報が作成できる体制を早急に作る必要があると思われる。

しかし、上述したように漁業者間の競争、気質、装備から早急に全船からの情報を得ることは期待できない。当面は信頼できる船を漁業種類別に抽出し、XBTの貸与等観測機器の充実を図りながら体制を確立して行くものとする。特に他船と比べ観測機器が数段優れている旋網漁船の本船の活用を図るべきと考える。

情報の伝達は漁業海岸局の無線電話中心に行うものとする。

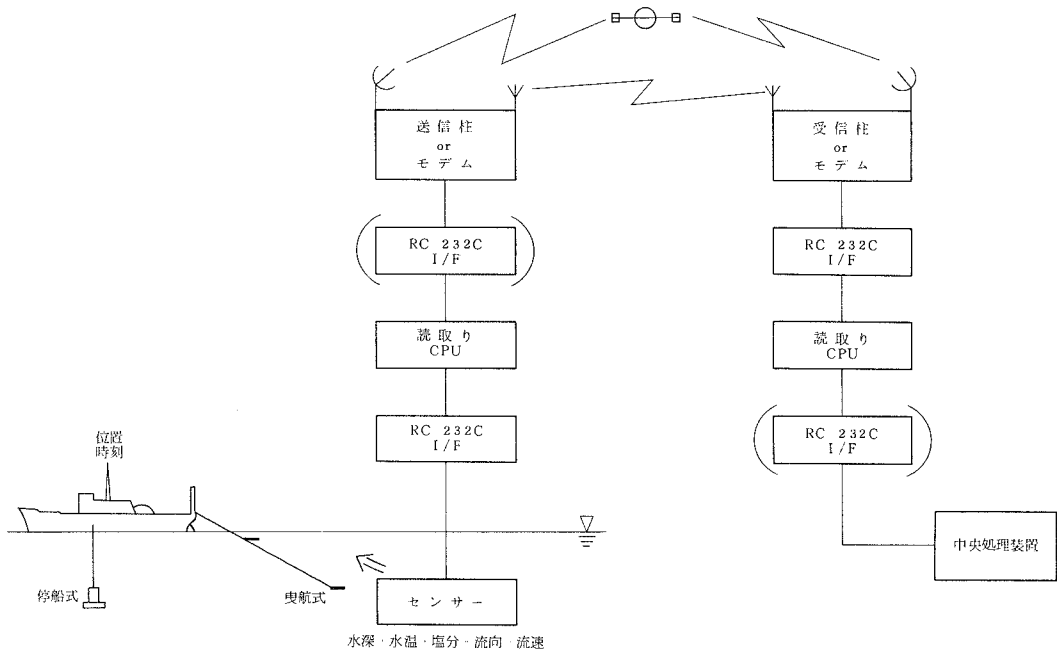


図2 観測データ送信の基本的展開

2. 送信方法

漁海況トータルシステムを展開する上での中核的部分で、上述したとおり技術が未確立な部分である。それ故に観測したデータを迅速に、正確に送信する方法を早急に確立しなければならない。

データ送信の基本的な展開としては図2のようになるものと考えられる。

データ送信用メディアとして以下のものが考えられる。

1) 漁業海岸局、公衆通信海岸局の無線回線

A 周波帯別

a 超短波

b 短波

c 中短波

B 回線種類

a 電話

b 電信

c 印刷(テレックス)

2) 船舶電話回線

電話

テレックス

3) 人工衛星通信回線

電話

コンピューター通信

テレックス

Iで設定した観測送信範囲及び当然のことながら、観測結果の送信はデータ通信であること、使用するメディアの許認可等を考慮すると現時点では

タイプ1 漁業、公衆通信海岸局の無線回線を使用する方法

中短波、短波を用いたテレックス通信

タイプ2 人工衛星通信回線を使用する方法

海事衛星(インマルサット)の電話チャンネルを使用したコンピューター通信

の二方法が実現性の高い方法と考えられる。しかも、いずれの方法とも受信に際し大規模な設備を必要とせず(例えばタイプ1では高さ30m程度の鉄塔一基の設置で可能で、タイプ2では全く必要はない)、想定した範囲内をカバーすることが出来る。

船舶電話回線を使用する方法も大規模な受信設備及び保守管理が必要なく優れた方法と考えられたが、船舶電話ネット範囲が狭く、またテレメーターが認可されておらず、将来も認可計画がないためメディアとして使用できなかった。また、従来検討してきた海岸局の既存超短波帯(40MHz)を使用する方法は送信距離及び大規模な設備に問題があり不適當であった。

V 具体的な展開方式

IVで設定した2タイプについて具体的な展開方式の検討を以下のとおり行った。

1) データ項目とデータ数

CTD等による停船観測の項目としては時間、位置、水深、水温、塩分、流向、流速の7項目とし、観測層は最大300mまでの0、10、20、30、50、75、100、150、200、300mの10層とする。

曳航センサーによる連続観測では観測項目は停船観測と同様とし、観測層は表層、50mの二層とする。また、伝送間隔は一時間とする。

2) 送信システム

タイプ1 漁業、公衆通信海岸局の中短波、短波を用いたテレックス通信（以下ARQ方式と呼ぶ）

展開図を図3に示した。通信方法の概略は船上で計測したデータをRS232Cインターフェースを介し、印刷電信装置でテレタイプ信号化したものをSSB送受信機を経由し送出する。一方、海岸局のSSB送受信機で受信したデータは、電話回線（NTT）を利用し、水試内に設けたメールボックス等に保管し、随時パソコンで自動的に取り込んで行くものとする。

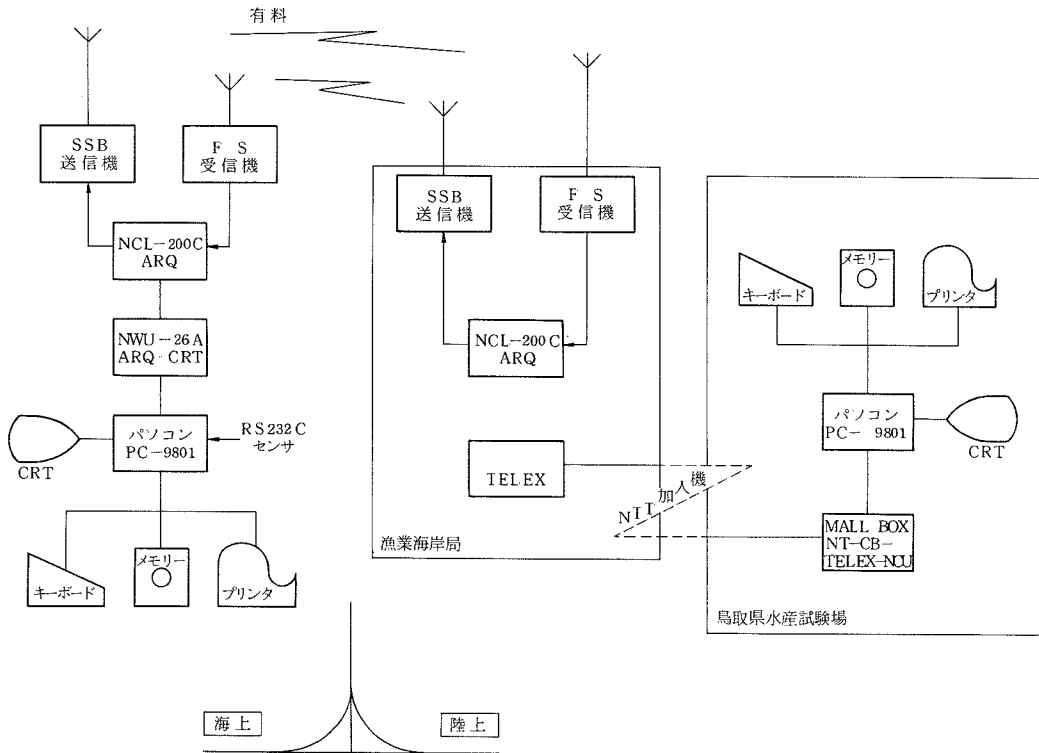


図3 他海岸局を利用したARQ方式の展開

本方式の場合、現在テレックスサービスを行っている海岸局は漁業局では宮城、三崎、高知、および中央局で、公衆局では銚子、長崎等数局しか無く、展開するためにはこの何れかの局に加入しなければならない。この様に受信を他海岸局で行い、電話回線を介してデータは送られてくるため特別な受信アンテナ等の設備は不必要であるが、他局加入のため使用料金が必要となってくる。この概算金額として陸船間に基本料金20万円、使用料金1行（70文字）250円が、また陸上間に一率140円程度が予想される。

本方式ではランニングコストが高く、これを軽減する方法としては地元海岸局（境港無線局）がテレックス通信を開局し、これを利用することが考えられ、この場合の展開を図4に示した。海岸局のテレックス通信の開局許可に若干の問題が残されており、また使用料金は不必要となるが、設備として専用アンテナ及びARQ方式で行うため海岸局内に専用のSSB送受信機が新規に必要となる。

本方式導入に要する概算経費は、アンテナ鉄塔を除き、主設備1,300万円、開発ソフト750万円程度である。また、共通の計測機である曳航センサー及び超音波流向流速計に要する経費は、前者が約1,500万円、後者が約3,300万円である。さらに、アンテナは海岸局の物で十分対応可能で、本方式のために

特別に設置するとしても必要経費は材質に左右され100 - 900 万円の範囲である。

また、水試自体が漁海況トータルシステムを展開するための情報源としてテレックス通信局を開局できるかどうかについても現在検討中である。しかし、これまで海岸局以外に開局が認可された事例はなく、また水試自体が開局した場合は上述した主要設備は当然総て必要となるが、さらに資格者の問題が生じてくる。

(ARQ通信とは送信側は3文字を1ブロックで送信し、受信側も1ブロック毎に誤りの自動検定を行い、誤字のないときは次のブロックを要求する制御信号を送信側に送信し、誤字を検出したときは同じブロックの再送を要求する制御信号を送信し、誤りのないものを受信するシステム)

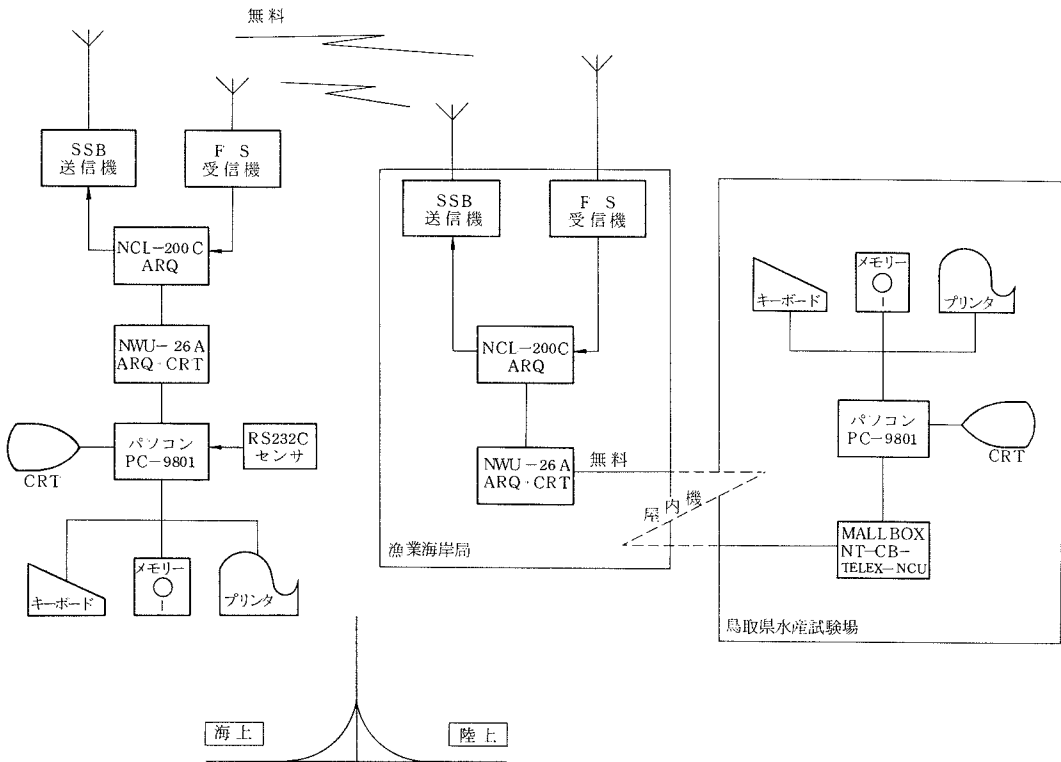


図4 地元海岸局を利用したARQ方式の展開

タイプ2 海事衛星(インマルサット)を利用し電話チャンネルを使用したコンピューター通信
 海事衛星を介するコンピューター通信システムで、その展開を図5に示した。本方式の場合すでに陸船間で位置、コース等のデータ通信が商業ベースで実施されており、当該送信システムの開発も既存技術の改良でよく、技術確立が最も早い方式であると考えられる。本方式の主設備は船上に設置するだけで良く、送信されたデータは陸上中継局から電話回線で水試に送られるため、アンテナ等の陸上設備及びその保守管理は不必要である。さらに送信可能範囲はほぼ全世界的であり、システムの展開範囲が拡大されたとしても十分対処可能である。

しかし、本方式では通信に経費が必要で、その料金は基本料金が23万円/年、使用料は190円/6秒である。

また、本方式導入に要する経費は主装置が約1,000万円、開発ソフトが約750万円である(ただし、計測機を除く)。

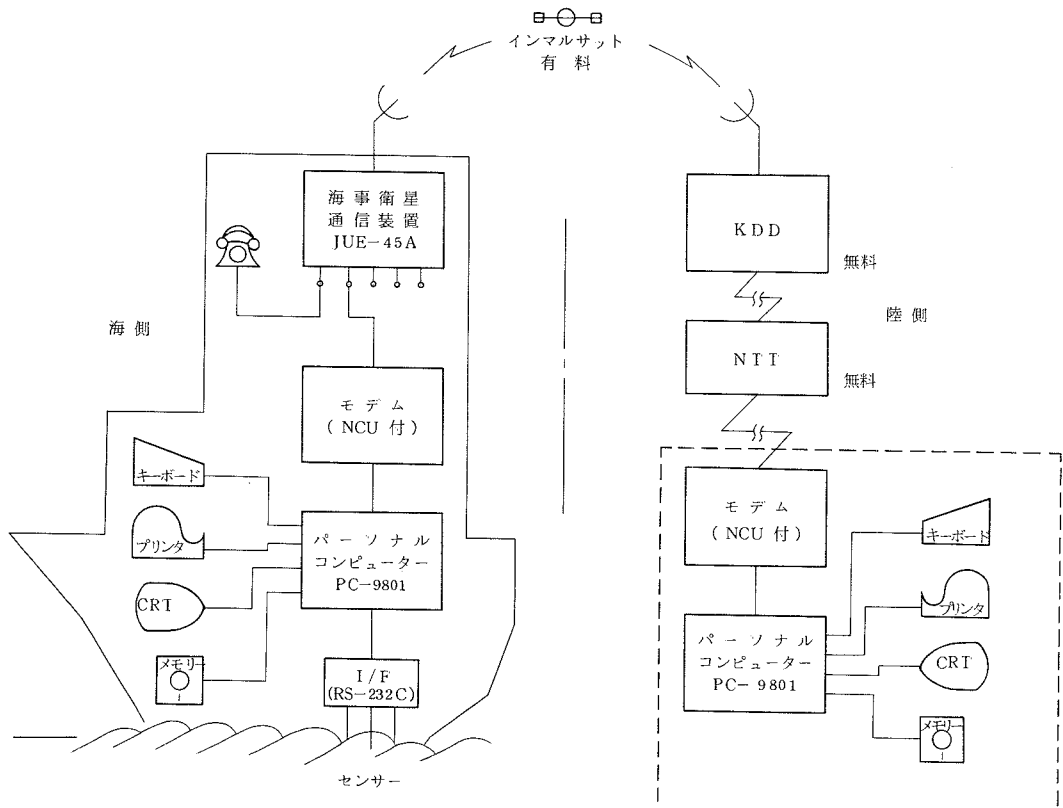


図5 海事衛星を利用したコンピュータ通信方式の展開

VI 今後の問題点

以上、現時点でシステムの早期開発が可能と考えられる二つの方法について検討した。

二方法とも導入に当たっての経費はそう大差はない。ARQ方式の場合地元海岸局がテレックス通信局を開局すれば送受信に係る経費は必要無いが、開局の認可及びセンサー出力を自動的に印刷電信装置に取り込む技術の開発に少し時間が必要と思われる。一方、衛星利用方式の場合システムの大勢は既に確立されており、当該システムとしても早期の開発が可能と考えられる。しかし、この場合使用料がどうしても必要となり、年間使用料金は高額にならざるを得ない。経費を中心としたタイプ別の比較を表2に示した。

また、システムの導入に当たり、上記以外に解決しなければならない問題も残っており、二つの方法に共通で、しかも最も大きな問題としてセンサー出力信号と送信入力信号との突合せが上げられる。このためシステム実施者の仲介のもとに、センサー及び送受信メーカー両者の協議の場を早急に設け、信号の統一を図る必要がある。

さらにセンサーにも高速曳航時での耐久性、設定水深の維持方法等問題が残っているものと思われる。

地元海岸局のテレックス局開局に係る問題は上述したとおりであるが、さらに地元海岸局の統廃合問題の整理及び認可機関である電気通信管理局との協議が残されている。

この様に陸船間の海洋観測テレメーターシステムの開発に一応のメドがついた訳であるが、残る問題

表1 メディアの比較

メディア名			到達距離 (範囲)	精 度	伝送量	伝達スピード
大 分 類	中 分 類	小 分 類				
漁 業 無 線	無 線 電 話	中 短 波	約 300 km	普	少	50 字 / 1 分間
〃	〃	短 波	約2,200km以上	普	少	〃
〃	〃	超 短 波	約 60 km	普	少	〃
〃	無 線 電 信	中 短 波	約 450 km	普	中	80 字 / 1 分間
〃	〃	短 波	約3,300km以上	普	中	〃
〃	〃	超 短 波	約 60 km	普	中	〃
〃	印 刷 電 信	中 短 波	約 300 km	良	大	400 字 / 1 分間
〃	〃	短 波	約2,200km	良	大	〃
〃	〃	超 短 波	約 60 km	良	大	〃
船 舶 電 話	無 線 電 話	超 短 波	約 60 km	普	少	50 字 / 1 分間
〃	コ ン ピ ュ ー タ ー 通 信	超 短 波	約 60 km	良	大	400 字 / 1 分間
人 工 衛 星	電 話	インテル方式	太平洋全域	普	少	50 字 / 1 分間
〃	コ ン ピ ュ ー タ ー 通 信	〃	〃	良	大	400 字 / 1 分間
〃	電 話	インマル方式	〃	普	大	〃
〃	コ ン ピ ュ ー タ ー 通 信	〃	〃	良	大	〃

を早急に解決し、メンテナンス、ランニングコスト、他分野に与える影響等を考慮し、最適なシステムを決定すべきであるが、現時点ではタイプ1の地元局法が最も適当であると考えられる。

また、ブイの導入にはまだ時間がかかると考えられるが、システムの中核的存在となるブイ方式への展開について検討しておく必要があるものと思われる。検討課題は多々あるが特に、いかにコストを軽減するか、長期間使用に必要な電源の確保、センサーを含めたメンテナンスをいかに簡便にするか、さらにブイのメディアとして短波帯の使用が可能か等の問題が残されている。

最後に今回の検討は海洋観測データの陸への送信のみについて考えたが、これはこれらデータを解析した結果を海上の船舶等に配信する技術はすでに既存の技術で対応可能であると考えられるためである。配信は地元海岸局経由の無線ファックスで対応するものとする。

設 備		経 費	保守管理	消費電力	労 力	無 線 局 立 地 条 件
本 体	アンテナ					
850×520×380	30m鉄塔	人件費	簡単管理	500VA	人が介在	1点方式でも2点方式でも可 受信空中線の位置は周囲の雑 音源より離れた場所が最適
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
30×50×20	〃	〃	〃	〃	〃	送受信所(1点方式)の場所 は地上高の高い場所で見通し の良い場所が最適
850×520×380	〃	〃	〃	〃	〃	受信所の空中線の位置は周囲 の雑音源より離れた場所が最適
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
30×50×20	〃	〃	〃	〃	〃	送受信所(1点方式)の場所 は地上高の高い場所で見通し の良い場所が最適
850×520×380	〃	機 器 消却のみ	〃	〃	無 人	受信所の空中線の位置は周囲 の雑音源より離れた場所が最適
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
30×50×20	〃	〃	〃	〃	〃	送受信所の場所は地上高の高 い見通しの良い場所が最適
NTT	NTT	40,200円	不 用	100VA	人が介在	KDDの概設局を利用
〃	〃	〃	簡単管理	〃	無 人	〃
KDD	KDD	190円 /6秒	〃	590VA	人が介在	地球局間通信に利用されてい ますので移動局に開設不可
〃	〃	〃	〃	〃	無 人	〃
400×500×350 400×415×400	1150φ	〃	〃	〃	人が介在	移動局の衛星通信用に現在最 も利用されています。
〃	〃	〃	〃	〃	無 人	〃

表2 タイプ別年間使用料金の比較

方 法		ハード 設備費	年 間 使 用 料 金(千円)			算 出 基 礎	
タイプ別	自他 局別		基本料	使 用 料			合 計
				陸船間	陸上間		
タイプ1 A R Q	他局	ハード 13,000 ソフト 7,500	200	3,400	1,904	5,304	陸船間：1行(70文字以内) 250円 1回の送信必要料 金250円 観測12点×5線× 10層×12ヶ月×250 円=1,800,000円 その他(22回×2 層+2回×10層) ×100日×250円 =1,600,000円 陸上間：((12点×15線× 10層×12ヶ月)+ (22回×2層+2 回×10層))×100 円)×140円= 1,904,000円
	自局	ハード 13,000 ソフト 7,500	0	0	0	0	
タイプ2 インマル	他局	ハード 10,000 ソフト 7,500	230	5,168	0	5,168	陸船間：400字/60秒、190 円/6秒、66字/ 回÷6.7字/秒= 10秒/回、起動終了 信号2秒、計12秒/ 回、190円×2= 380円/回 観測12点×5線× 10層×12ヶ月×380 円=2,736,000円 その他(22回×2 層+2回×10層) ×100回×380円 =2,432,000円

送信データ文字数(1回当り)

時間：5；緯度10；経度11；水深4；水温5；塩分6；流向6；流速5 計52

データ間スペース 各2 2×4=14

合計 66文字