

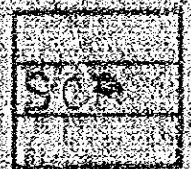
取扱注意

執務参考資料

通信放送分野
基本設計調査における
技術調査実施指針
(第II編 国際通信)
(未定稿)

平成2年2月

国際協力事業団
無償資金協力調査部



JICA LIBRARY



1094115(1)

23030

通信放送分野
基本設計調査における
技術調査実施指針
(第II編 国際通信)
(未定稿)

平成2年2月

国際協力事業団
無償資金協力調査部



マイクロ
フィルム作成

目次

通信・放送分野基本設計調査における技術調査実施指針

第Ⅱ編 国際通信

1. 総 説	1
1.1 基本設計調査	1
1.2 基本設計調査の標準的手順	2
1) 事前準備	2
2) 現地調査	3
3) 国内作業	3
1.3 技術調査の留意点	4
1) 事業計画に相応した設備計画を	5
2) 安定運用の確保が可能なシステムを	5
3) 保全能力の見極めを	5
4) 効率的な調査を	6
1.4 本書の目的と利用法	7
1) 技術調査実施指針作成の目的	7
2) 技術調査実施指針の利用法	7
2. 国際通信網および施設の概要	9
2.1 国際通信網の概要	9
1) 海底ケーブル通信回線網	9
2) 衛星通信網	12
2.2 国際衛星通信サービス機関	14
2.3 通信衛星	16
1) 通信衛星の概要	16
2) 通信衛星の基本的機能概要	17
2.4 衛星地球局	22
1) インサット標準地球局	23

2)	地球局設備の構成概要	26
3)	船舶地球局設備の構成概要	34
4)	海岸地球局設備の構成概要	38
2.5	海底ケーブル通信設備	40
1)	海底ケーブルの概要	40
2)	海底中継器の概要	43
2.6	国際通信設備の変遷	45
1)	海底ケーブル通信設備	45
2)	衛星通信設備	46
3.	国際通信における伝送方式	48
3.1	国際通信回線網の構成	48
3.2	伝送信号の処理方法	49
1)	基本的変調方式	50
2)	アナログ変調	52
3)	デジタル変調	54
3.3	信号伝送方式	57
1)	多重化伝送方式	57
2)	海底ケーブルの信号伝送方式	61
3)	衛星通信方式	63
3.4	信号方式	71
1)	信号方式の役目	71
2)	信号の転送方式	74
3)	国際中継交換機間の信号方式	75
4.	国際技術基準	78
4.1	I T U	78
4.2	C C I T T	83

4.3	CCIR	85
4.4	インテルサット	86
4.5	インマルサット	99
4.6	インタースプートニク	104
5.	基本設計のための調査事項	105
5.1	衛星地球局の新規建設計画	106
1)	建設地点の選定	107
2)	地球局設備内容と規模の決定	108
3)	地球局建設サイト付近の無線設備と電界強度	109
4)	既設国際および国内通信施設の現状	109
5)	一般環境条件の調査	110
5.2	地球局施設の老朽更新計画	112
1)	老朽更新計画内容の確認	112
2)	既設局舎および局舎設備の調査	112
3)	既設設備（撤去予定設備）の調査	113
5.3	既設地球局設備の機能改善計画	114
1)	既設設備機器の調査確認	115
2)	方式変更に伴う機器の追加／入替	115
5.4	運用保全計画	116
6.	参 考 資 料	118
6.1	基本設計調査実施工程	118
6.2	システム構成参考モデル	121
1)	衛星利用国際通信地上系システム参考モデル	121
2)	海底ケーブル利用国際通信システム参考モデル	124
6.3	プロジェクト実施参考工程	125
6.4	概算事業費の積算方法	126

1)	資 機 材 費	.....	1 2 6
2)	輸 出 梱 包 費	.....	1 2 7
3)	送 出 国 国 内 運 送 費	.....	1 2 8
4)	保 險 料	.....	1 4 3
5)	検 査 料	.....	1 4 3
6)	倉 庫 料	.....	1 4 3
7)	通 関 諸 掛	.....	1 4 3
8)	解 回 漕 料	.....	1 4 3
9)	輸 出 諸 掛 け	.....	1 4 3
10)	積 込 費 用	.....	1 4 4
11)	海 上 輸 送 費	.....	1 4 5
12)	航 空 輸 送 の 場 合 の 費 用	.....	1 4 6
13)	海 上 保 險 料	.....	1 4 7
14)	積 降 し 費 用	.....	1 4 8
15)	解 回 漕 料	.....	1 4 8
16)	埠 頭 使 用 料	.....	1 4 8
17)	検 査 料	.....	1 4 8
18)	倉 庫 料	.....	1 4 8
19)	通 関 諸 掛	.....	1 4 8
20)	輸 入 税	.....	1 4 8
21)	相 手 国 内 陸 輸 送 費	.....	1 4 8
22)	現 地 工 事 費	.....	1 5 0

第 1 章 総 説

1. 総 説

1.1 基本設計調査

基本設計調査とは、相手国から要請してきたプロジェクトの要請内容について、『実施の妥当性、有効性および計画内容やプロジェクト規模の技術的妥当性』などの観点から審査、検討を実施するものである。

現地調査の結果に基づき、その分析、検討結果を基本設計報告書にまとめて提出するものである。

基本設計調査は、その分野を専門とするコンサルタントを中心とする調査団を現地に派遣し、現地では相手国関係者との協議、プロジェクト計画予定地および周辺地域のフィールド調査、関連施設の調査、その他基本設計調査に必要な情報、資料等の収集などの調査を実施する。

帰国後、現地調査の結果をふまえて最も適切と考えられる施設、機材の内容、規模等を検討し、概算事業費の積算、プロジェクト実施工程表の作成、事業評価、プロジェクト実施上の提言等を報告書にまとめるものである。

ドラフトレポート完成段階で相手国側にその内容を説明し、詳細な協議・確認を行った後、ファイナルレポートとして完成させる。

この基本設計調査報告書は、国際協力事業団から日本政府（外務省）および相手国政府に提出される。双方政府は、この基本設計報告書に基づき無償資金協力の実施に必要な手続き、即ち日本側では大蔵省協議、閣議決定、相手国側では実施機関、担当部局の決定、必要な予算手当て等を行うことになる。

1.2 基本設計調査の標準的手順

基本設計調査は、調査団派遣前の事前準備、現地調査および帰国後の報告書作成の3つに大区分される。

即ち、事前準備、現地調査、国内作業である。

1) 事前準備

	外務省	訪名 係省	事業団	相手国	コンサルタント (調査団)
調査指示書の作成			○		
コンサルタントの選定			○		
フォーマルの作成、提出					○
フォーマルの審査			○		
コンサルタント契約			○		○
調査のオリエンテーション			○		○
インフォर्मレートの作成					○
質問状の作成、送付	○		○		○
国内資料・情報収集			○		○
調査方針・内容の検討	○	○	○		○
調査報告書構成の検討			○		○

事前準備段階において留意しなければならない主たる事項は次の通りである。

- 事業団担当者は、調査対象案件についての最小限の知識と理解が必要である（本書の各章がこれを助ける）。
- 経験豊かな専門知識を持ち且つ外国語に堪能なコンサルタントを選定する必要がある。
- 相手国の一般事情、経済社会環境、プロジェクト計画の背景等、出来得限り最大限に国内資料を活用して事前にまとめておくようにすることが大切である。
- 国内で判明しない事項について現地で調査を行うための調査手順、内容等詳細な調査計画を立てておくことが必要である。

2) 現地調査

	外務省	関 各	係 省	事業団	相手国	コンサルタント (調査団)
要請内容の聴取、確認					○	○
現地調査					○	○
資料・情報の収集					○	○
プロジェクトの内容協議					○	○
議事録の作成					○	○
議事録の署名、交換	◎			◎	○	○

(注) ◎印は現地の在外公館および事業団海外事務所を示す。

現地調査において留意しなければならない主たる事項は次の通りである。

- 相手国政府のプロジェクト計画の背景、要請内容については相手国の特殊条件等十分に理解した上で聴取し、確認を行う必要がある。
 - 現地において資料・情報の収集を行う場合、可能性を十分調査認識した上で無理な要求をしないことである。また、国内で収集したデータに関しては必ず現地で確認をすることが肝要である。
- 開発途上国の特徴は、データの整備が不十分且つ信頼性が低いことがあるので、この点十分気を付けて調査を行う必要がある。
- プロジェクト計画特に施設・機材計画については、日本等先進国を基準にするのではなく、あくまでも現地事情に適合した計画について相手側と協議して決めることに留意することが肝要である。

3) 国内作業

	外務省	関 各	係 省	事業団	相手国	コンサルタント (調査団)
帰国報告	○			○		○
報告書の作成				○		○

- 報告書は、当該分野の専門家でないであろう外務省、大蔵省等関係省庁の関係者にも十分理解できる記述で纏めるよう留意すべきである。

1.3 技術調査の留意点

- (1) 近年、世界規模の政治・経済の拡大を背景に、国際通信の需要はますます増大の一途をたどると共に、その需要を充たす施設が要求されている。
- (2) 国際コミュニケーションの増大は、国際理解と世界平和の増進の基礎的要件である。その意味で国際通信は重要なインフラストラクチャーの一つであると認識されている。
- (3) 技術開発は、海底光ケーブル通信システムや衛星通信システムの導入を可能にした。現在、ますます増大する国際通信要求量を充たすためにこれらの施設の整備拡充が急務となっている。
- (4) 電気通信分野の技術・経済協力は、通信そのものの発展に役立つだけではなく、通信網の整備拡充を通じてその国の経済活動の活発化や社会の発展に大きく寄与するものである。
国際通信分野への経済協力は、日本が実施する開発途上国の他のセクターへの協力をスムーズに進めるためにも極めて重要な役割を果たしている。
- (5) 国際通信分野における基本設計調査の技術的着眼点については、本文の第5章に詳しく述べるが、調査の心構えとして、要請国の国情をふまえてそのプロジェクトがその国の経済発展に如何なる貢献を成し得るかに留意しなければならない。

1) 事業計画に相応した設備計画を

要請する側は、とにかく量・質とも背伸びした計画をたてたがる。

調査団側は、まず要請側の事業計画がその国の実情にあっているかを確認めた上で、その事業計画に相応した施設計画を提案しなければならない。

通信設備の計画にあたっては、その設備が出来上がったとき計画通りの通信量が確保できるのか、また完成後数年の内にその設備では足りないということにならないだろうか、などを考慮することは当然だが、まず、先方のプロジェクト計画の妥当性についての検討から始める必要がある。

2) 安定運用の確保が可能なシステムを

機器の運転については心配することはないであろう。

現在の通信設備は高度な技術の集合体ではあるが、技術開発の結果、自動的に極めて安定な運用が確保されるよう設計されているので、取扱説明書をよく読んで扱えば大丈夫である。大型コンピューターでさえも、今や開発途上国で運転ができるだろうかなどと心配する者はいなくなった。

最近の通信設備は、コンピューター制御による自動かつ安定なシステムになっている。通信設備の導入にあたって、開発途上国だからと言って多少のコストダウンを図りたいがために旧式のシステムを導入することは問題である。

旧式のシステムの安定な運用には、従事する職員の高度な知識と能力の裏付けが必要であるから、そのようなシステムの導入は避け、より安定かつ自動運行できるシステムの導入が望ましい。

3) 保全能力の見極めを

機器の保全にあたる職員の技術水準とその教育訓練の実態調査は勿論のこと、それを運用する機関の保全システム全体を十分把握する必要がある。

即ち、次の項目についての調査を忘れてはならない。

- 予備品のストックや補給の重要性は認められているか、
- 十分な予算が割当てられているか、
- 通信機器の現状が正確に把握されているか、
- 故障の発生・修理状況がありのままに報告されているか、

- それらの報告データが分析され設備更新計画などに役立っているか、
- また、機器を外国のメーカーに送り返して修理させる必要もあるだろうが、この場合修理費の外貨割当が受けられるか、通関が問題なく迅速にできるかといった、その国の政府機関の協力を要する事項まであわせて検討できればこれに越したことはない。

4) 効率的な調査を

調査団はその案件についての前段階の調査報告（例えばマスタープラン調査報告、FS調査報告など）を十分に検討し、先方に何度も同じ資料の提出を求めることは厳に避けなければならない。

同様に後の段階の調査（例えば実施設計調査）で同じことを再調査することのないよう、きちんとした報告書を作成しなければならない。

1.4 本書の目的と利用法

1) 技術調査実施指針作成の目的

この技術調査実施指針は、国際協力事業団、無償資金協力部が実施する協力業務の一部に当たる「通信分野のプロジェクトの基本設計調査」の実施に際して、事業団担当者が通信分野について、(1)概略の知識を得る、(2)調査実施指示書作成の参考資料とする、(3)コンサルタント業務の内容把握の参考資料とする、などを目的としたものである。

2) 技術調査実施指針の利用法

(1) 事前に概略の知識を得る

通信施設の概略の知識を得るためには、第2章に目をとおすことによってその目的が達成されるよう編集されている。

更に、方式に関しては第3章、国際的技術基準等については第4章に記述されているので参考となるであろう。

業務の実施に先立って、業務の対象となる施設に関する基礎知識を把握することは何事においても業務実施手順の第一歩である。調査対象に関する知識の有無は、業務の成果を左右する極めて重要な要素であり、調査目的を明確にする上においても事前に調査対象に関する最小限の知識を得ておくことは欠くべからざる事項である。

(2) 調査実施指示書作成の参考資料を得る

調査対象となる施設について概略の知識を修め調査目標を見極めたら、第5章を参考として必要な調査項目を抽出することができる。

第5章は、調査対象内容毎に「調査の重点事項」を掲げ、必要な事項については「解説」を与え、調査上必要な標準データ等を併せて明示した。

第5章に掲げる調査事項は、調査目的や現地の事情によって多少の追加省略する項目がでる場合もある。第5章に掲げたものはあくまでも標準的参考項目であるから、実際には現地からの要請書の内容を十分咀嚼し、現地の固有事情を十分考慮した上で調査項目を定めることが望ましい。調査対象によっては相互に関連する事項が多々あることに注意を要する。

(3) コンサルタントが実施する業務内容把握の参考資料とする

コンサルタント選定に当たって、コンサルタントが提出するプロポーザルの技術的内容の審査、またコンサルタントが実施した基本設計調査報告書の技術的内容の審査に当たる事業団担当者のすべてがこの分野の専門家でない場合も少なくない。更に、通信施設は、最新のエレクトロニクス技術が駆使されており短時間ですべてを理解することが困難な分野の一つであると言えよう。

このような見地から、本書は通信分野の基本設計に必要な技術的内容をサマライズすると共に、難解な技術的内容が誰でも容易に理解し得るように平易な解説を付してまとめたものであり、必要な知識を吸収するのに便利であろう。

必要に応じて、本書各章に記述されている諸事項の参照は業務担当者の業務推進大いに役立つであろう。

第 2 章

国際通信網および施設の概要

2. 国際通信網および施設の概要

2.1 国際通信網の概要

国際通信は、大陸間海底ケーブル、大陸内国際回線網、短波通信の利用の歴史を経て現在は赤道上空36,000kmの静止衛星を中継局とした通信網の利用へと変遷を重ねてきた。

しかしすべての国際通信が衛星通信に移行してしまっただけではなく、現在も大陸間海底ケーブルは衛星通信と共に国際通信の主役をなしている。そして近年の半導体技術や光ケーブル技術の発展に伴い、海底通信ケーブルの回線容量は飛躍的に増大している。

一方、地上遙か上空に位置する衛星宇宙局を介する衛星通信は、地球上の遠く離れた場所を電波の見通し範囲に入れ、通信距離を飛躍的に拡大する結果となった。この衛星による宇宙伝送路は、地上系伝播路に較べて電波の強度や偏波などに影響を与える大気中の伝播距離が比較的短くなるため、地上系伝送路に較べて高い周波数帯の利用が可能となり、利用周波数が高くなればそれだけ大容量の伝送路が確保されるという利点を持っている。

近年の衛星および光ケーブルの開発は、国際通信容量の需要増大要求を充たすと共に、国際通信網の充実と拡充に貢献している。

1) 海底ケーブル通信回線網

海底ケーブル通信とは、海底に通信線を敷設して電信や電話などの通信を行うことである。海底ケーブルは1847年に英国とフランス間に敷設されたのが最初であるとされている。その後、多重搬送通信方式の実用化(1918)、負帰還増幅器の発明(1930)、同軸通信方式の提案(1933)、絶縁体ポリエチレンの発明(1933)、長寿命海底中継器の開発(1940年代初期)、トランジスタの発明(1948)などの技術発展に裏打ちされて1956年には同軸ケーブル使用の多重搬送通信方式による4kHz帯域幅の電話36回線の通信容量を持つ第一大西洋横断ケーブルが英国とカナダ間に敷設された。

2.1 表 世界の主要海底ケーブル通信回線網

回線名	陸揚区間
日本～韓国ケーブル	日本（浜田）— 韓国（釜山）
日中間海底ケーブル	日本（釜北）— 中国（南ほい）
日本～香港ケーブル	日本（二宮）— 香港
日本海海底ケーブル	日本（道江津）— ソ連（ナホトカ）
東南アジアケーブル	日本（宮崎）— 沖縄 — 台湾 — フィリピン — シンガポール — マレーシア（クアラルンプール） — タイ（バンコク） — タイ（ソコト） シンガポール — インドネシア（ジャカルタ） — マレーシア（クアラルンプール）
香港 — フィリピンケーブル	香港 — フィリピン
英連邦東南アジアケーブル	香港 — グアム — フィリピン（マニラ） — オーストラリア（クアラルンプール） — ニュージーランド（ポートモレスビー）
英連邦太平洋ケーブル	ハワイ — フィジー（スバ） — ニュージーランド（オークランド） — オーストラリア（シドニー）
グアム～フィリピンケーブル	グアム — フィリピン（パラーク）
第一太平洋横断ケーブル	日本（二宮） — グアム — ウェーク — ミッドウェー — ハワイ
第二太平洋横断ケーブル	台湾（タウチエン） — グアム — ハワイ
第三太平洋横断ケーブル	日本（二宮） — ハワイ
沖台海底ケーブル	日本（沖縄） — 台湾（タウチエン）
第一アラスカケーブル	ハワイ — 米国（アラスカ/スカグウェイ）
第一ハワイケーブル	ハワイ — 米国（マウント・アリア）
第二ハワイケーブル	ハワイ — 米国（クック・レイス・オビスキ）
第三ハワイケーブル	ハワイ — 米国（クック・レイス）
第一大西洋横断ケーブル	英国 — カナダ
第二大西洋横断ケーブル	スペイン — 米国
第三大西洋横断ケーブル	英国 — カナダ
第四大西洋横断ケーブル	フランス — 米国
スコットランド～アイスランドケーブル	スコットランド — アイスランド
アイスランド～カナダケーブル	アイスランド — カナダ
南大西洋ケーブル	ポルトガル — セネガル — ブラジル

1980年現在の統計によると、世界の海に敷設されている主要な海底同軸ケーブル通信網は110システム以上あり、その総延長は約22万キロメートル、通信容量は約75000回線である記録されている。

海底同軸ケーブルは、伝送容量を増やすにしたがってケーブルを太くし、中継器の数を増やすなど経済的且つ技術的問題が大きくクローズアップされる。近年の研究開発の結果、同軸ケーブルに比べて伝送損失が少なく大容量の通信が可能な光ファイバケーブルが実用されるようになり、1986年に英国とベルギー間に、1988年に米国、英国及びフランス間に、1988/89年に日本、グアム、ハワイ、米国本土間に海底光ケーブルが敷設された。現在敷設され実用されている主な海底ケーブル通信網を2.1表に示した。

大陸間海底ケーブルを最初に敷設した英国は、そのケーブルの陸揚げ国に於いて通信事業の独占的営業権を獲得するなど国際通信を独占してきたが、その後、欧州各国や米国も国際ケーブル通信回線網の建設に力を入れて来たという歴史的経緯がある。

1980年代の初めまでに敷設された世界の海底通信回線数は、大西洋29%、地中海24%、太平洋(含日本海、東/南シナ海)およびインド洋11%、北海(含バルチック海、英仏海峡)33%、カリブ海3%となっている。1990年代にも幾つかの海底ケーブル敷設計画が進行中であり、海底ケーブルも衛星通信と共に国際通信の重要な役目を担っている。

2) 衛星通信網

最近の国際間の通信量の増加に伴い、国際通信の手段は大陸間海底ケーブルと共に衛星の利用も盛んになり衛星通信も国際通信の大きな担い手となっている。

まず最初に衛星通信なるものの定義を明確にしておこう。

衛星通信とは、宇宙空間に打ち上げられた人工衛星に設置された宇宙局を中継して地球上の離れた場所の間で行う無線通信のことである。

国際電気通信連合 (ITU: International Telecommunications Union) の無線通信規則では、宇宙局を利用して行う通信を総称して宇宙無線通信と呼んでいる。

宇宙無線通信には次の3つ形態がある。

(a) 宇宙局と地球局間の通信

(b) 宇宙局相互間の通信

(c) 地球局相互間の通信

上記宇宙無線通信の中の「地球局相互間の通信」を衛星通信という。

衛星通信のために利用される衛星は、地球赤道上36,000kmを地球の自転と同じ速度で地球を周回している人工衛星である。

この人工衛星は、地球上からは静止しているように見えるので、静止衛星と呼ばれる。

このような衛星を静止軌道に120度間隔で配置すれば、3個の衛星で南北極を除き全地球をカバーする国際通信網が構成されるという理屈である。

この静止衛星通信の概念は、英国の作家のクラーク氏が1945年に示唆していたと言われている。

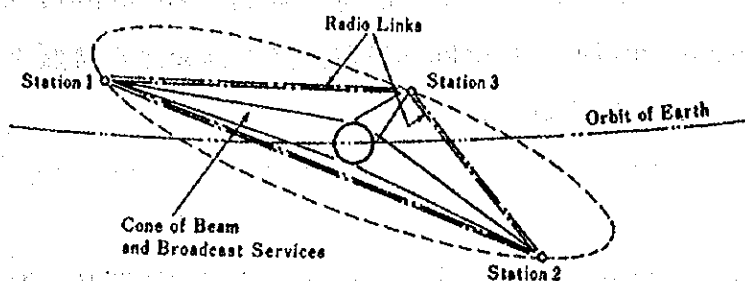
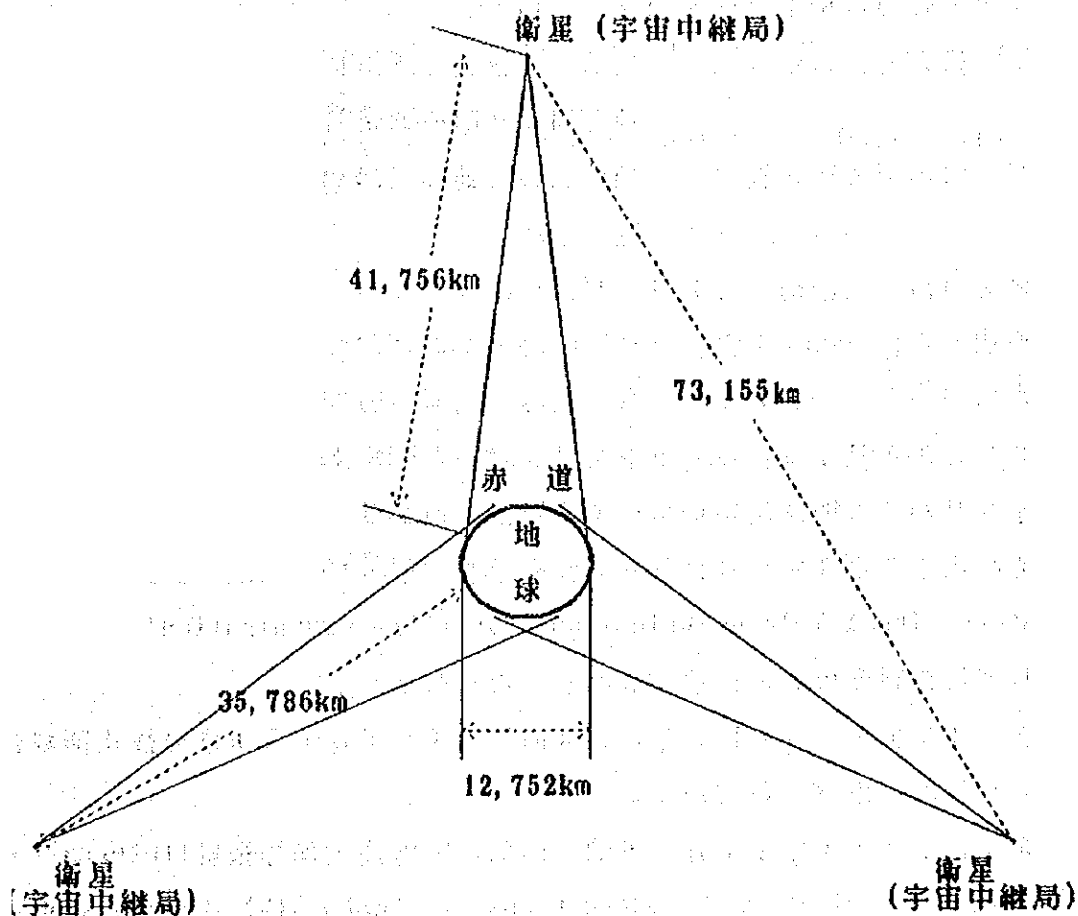
最初に静止衛星が実用されたのは、アメリカのシンコム3号による1964年の東京オリンピックのテレビ中継であった。

静止衛星による国際通信が本格的に行われ始めたのは1965年にアーリーバード (インテルサット1号) が打ち上げられてからである。

1965年当初の通信容量は僅か75回線程度であったが、20年後の1980年代には4万回線以上となった。

最近では、衛星によって大容量の通信が比較的廉価で提供できる時代となったため、衛星通信は国際通信だけではなく、地域内通信や国内通信にも利用されるようになった。

2.1 図は、地球赤道上に配置された3個の静止衛星（宇宙局）で全地球をカバーする国際通信網が可能であることを示す参考図である。



静止衛星通信に関するアーサー・クラークのアイデア
 (出典: Wireless World, 1945年10月号)

2.1 図 全地球をカバーする衛星通信宇宙中継局配置図

2.2 国際衛星通信サービス機関

衛星通信の主要業務は次の2つである。

- (a) 固定衛星通信業務： 地球上の複数の地点に固定的に設置された地球局相互間の通信業務
- (b) 移動衛星通信業務： 地球上の移動物（船舶など）を対象とする通信業務

この2つの実施機関とそのサービスの概要についてこの項で述べる。

静止衛星技術の開発という技術的理由および国際間通信の国際的ニーズの増大に基づき、1964年8月に世界商業衛星暫定組織が設立された。

1965年4月インテルサット1号衛星が大西洋上に打ち上げられ、1965年5月から大西洋地域に於いて商業衛星通信サービスが開始された。

その後1973年2月に世界商業衛星暫定組織は、国際電気通信衛星機構 (International Telecommunications Satellite Organization: INTELSAT) として恒久制度のもとに運営されることとなった。

現在、インテルサットは太平洋、大西洋、インド洋上3ヶ所の静止衛星によって全世界をカバーしている。

また、1971年11月、東欧諸国は、宇宙通信国際機構 (International Organization of Space Communications: INTERSPUTNIK) を設立し運用を開始した。

更に、1979年7月、国際海事衛星機構 (International Maritime Satellite Organization: INMARSAT) が設立され大洋を航海する船舶に対する通信サービスが開始された。

現在、全地球的国際通信網を構成している代表的な機関は、次の3つの衛星通信機構である。

- (1) 国際電気通信衛星機構
(INTELSAT: International Telecommunications Satellite Organization)
- (2) 国際海事衛星機構
(INMARSAT: International Maritime Satellite Organization)

(3) 宇宙通信国際機構
(**INTERSPUTNIK: International Organization of Space Communications**)

また、地域的国際衛星通信網の代表的なものとしては次に示すものがある。

(1) 欧州電気通信衛星機構
(**EUTELSAT: European Telecommunications Satellite Organization**)

(2) アラブ衛星通信機構
(**ARABSAT: Arab Satellite Communications Organization**)

(3) パラバ (PALAPA)

インドネシアの国内通信衛星を利用した周辺諸国間の衛星通信網

(4) オーサット (AUSAT)

オーストラリアの国内通信衛星を利用した周辺諸国間の衛星通信網

(5) アフリカ地域通信システム

(**RASCOM: Regional African Satellite Communication System**)

2.3 通 信 衛 星

通信衛星は、静止軌道に打ち上げられた人工衛星に宇宙局を設置したものである。即ち最初から衛星宇宙局として地上で製作され、地球赤道上36,000 kmの静止軌道に打ち上げた通信を目的とする人工衛星のことを通信衛星と呼んでいる。

インテルサット衛星は、通信衛星の代表的なものである。

1) 通信衛星の概要

通信衛星の利用について1945年に英国のA. C. クラーク氏によって提案された。その後研究開発が進められた結果、1963年7月に米国のNASAによって世界最初の静止衛星が大西洋上に打ち上げられた。

商業通信衛星としては、1965年のインテルサット1号系衛星に続いて沢山の衛星が打ち上げられている。

2.2 表 インテルサット衛星の概要

	打上年	最長寸法	軌道上重量	一次電力	帯域幅	等価電話回線数	設計寿命
1号系	1965	720φ ×60cm	38kg	40W	25×2 MHz	240	1.5年
2号系	1967	142φ ×67cm	86kg	75W	130 MHz	240	3年
3号系	1968 -70	142φ ×104cm	152kg	120W	500 MHz	1200+ TV(X1)	5年
4号系	1971 -75	230φ ×528cm	700kg	400W	500 MHz	4,000+ TV(X2)	7年
4A号系	1975 -78	238φ ×678cm	790kg	500W	800 MHz	6,500+ TV(X2)	7年
5号系	1980	201×644 ×1,570cm	970kg	1,200W	2,140 MHz	12,000+ TV(X2)	7年
5A号系	1984	201×644 ×1,570cm	1090kg	1,350W	2,320 MHz	14,000+ TV(X2)	7年
6号系	1986	360φ ×1,180cm	1777kg	2,200W	3,200 MHz	35,000+ TV(X2)	10年

2.3 表 インマルサット衛星の概要

	打上年	最長寸法 横×高さ	軌道上 重量	一 次 電 力	周 波 数 帯 域 幅	フ ォ ン タ レ 重 量	設 計 寿 命
アリット	1976	2.16 ×3.81cm	336kg		4 MHz	10	5年
スロックス	1981	2.18 ×1.95cm	572kg		5(C/L) MHz	40	7年
インテルリッ 15-HCS	1982	2.0 ×6.3 cm	1100kg		7.5 MHz	30	7年

2) 通信衛星の基本的機能概要

通信衛星は宇宙に設置された中継局である。

通信衛星は通信系機器部分と共通機器部分から構成されている。

宇宙中継局としての通信衛星は、下図に示す如く、通信のために直接必要とする通信系機器部分（通信用アンテナおよび中継器）と衛星としての機能を維持するための共通機器部分から構成されている。

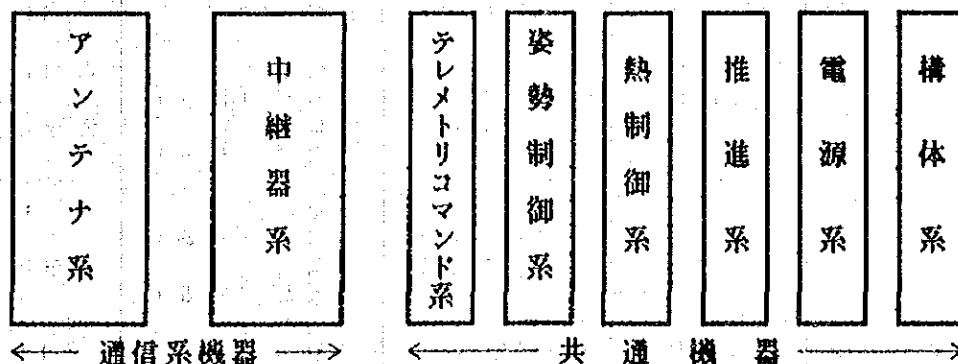
アンテナは反射鏡を用いたタイプが利用され、反射鏡の直径が大きいほど電波のビームが絞られ電波を強くできるが、反面サービスエリアが狭くなる。

中継器は、アンテナから入ってくる地上からの弱い電波を増幅して再びアンテナを通して地上へ送り返す役目をするものである。

共通機器は、テレメトリコマンド系、姿勢制御系、熱制御系、推進系、電源系および構体系のそれぞれから構成されている。

電源としては、太陽電池が使用されている。

ここでは通信衛星を構成する主要機器の概要について説明する。



2.2 図 衛星のシステム構成概要図

(1) 通信系機器

通信系機器の主なものは、アンテナおよび中継器（トランスポンダー）である。その概要を次に述べる。

a) アンテナ

衛星のアンテナは、地球局との間の信号の出入口にあたる。一例をあげれば、インテルサットV号系衛星のアンテナ系は次のようになっている。

- ア) 半球/ゾーンアンテナ : 直径 2.44m(4GHz)及び 1.54m(6GHz)
- イ) 14/11GHzスポットビームアンテナ : 西スポット用 直径1mパラボラ
東スポット用 成形円形楕円ビーム
- ウ) グローバルアンテナ : 6及び4GHz用円錐ホーン2個
- エ) 11GHz ビームアンテナ : 円錐ホーン1個

2.4 表 インテルサットV号系衛星の通信用アンテナ特性の概要

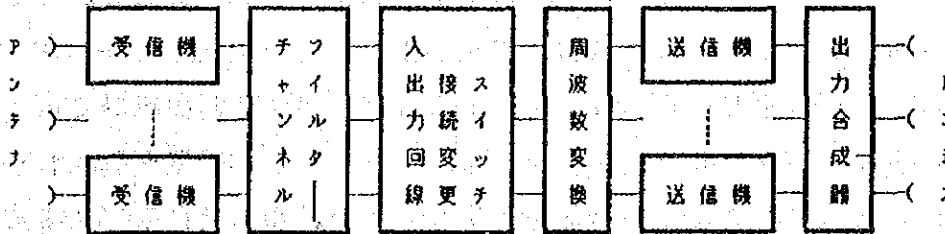
アンテナ	カバレッジ	周波数(KHz)	偏波、軸比(dB)	利得(dBi)
半球/ゾーン (送信)	西半球 東半球	半球: 3,704 ~4,073 ゾーン: 3,704 ~4,031	半球: 右旋 ゾーン: 左旋 0.75	半球: 21.7
半球/ゾーン (受信)	西ゾーン 東ゾーン	半球: 5,929 ~6,298 ゾーン: 5,929 ~6,256	半球: 左旋 ゾーン: 右旋 0.75	ゾーン: 25.2
グローバル (送信)	18°(楕円)	3,955~4,200	右旋 0.4	16.7
グローバル (受信)	22°(楕円)	6,180~6,425	左旋 0.4	15.2
東スポットビーム	3.2°×1.8° (楕円形)	送信: 10,950 ~11,700	送信: 直線(南北) 受信: 直線(東西)	送信: 32.8 受信: 33.2
西スポットビーム	1.6° (円形)	受信: 14,000 ~14,500	送信: 直線(東西) 受信: 直線(南北)	送信: 36.2 受信: 36.7
11GHz ビーム	22°(円形)	11,196 ~11,454	右旋 1.0	14.8

b) 中継器 (トランスポンダー)

通信衛星の中継器は、地球局からの信号をアンテナ系を通して受信した後、これを周波数変換並びに電力増幅して、再び各地球局へ送り返す機能を持つ衛星宇宙局機能の重要な部分である。

換言すれば、中継器というのは受信機、周波数変換器および送信機から構成されているものである。

中継器の機器構成概要は 2.6 図に示す通りである。



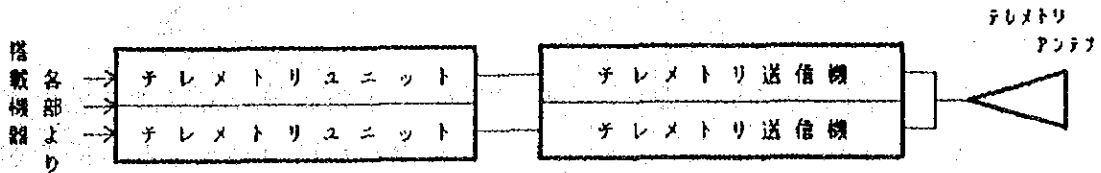
2.3 図 中継器構成概要図

(2) 共通機器 (サポート用機器)

a) テレメトリコマンド機器

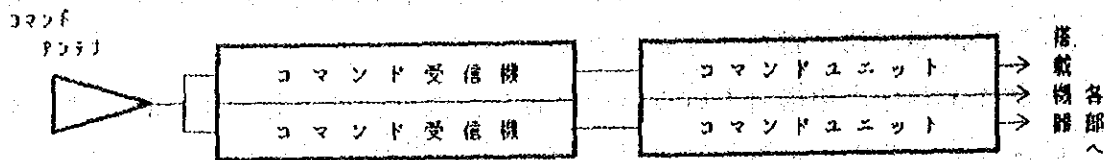
テレメトリコマンド機器は、2つの機構から成り、その一つは衛星に搭載されている機器類の健康診断機能、即ち機器主要部分の電圧、電流、温度状況などのコンディションをチェックし、その観測情報を地球局に送り届ける機能を持つものである。

この機器構成の概要を図解すると 2.7 図の通りである。



2.4 図 テレメトリ系機器構成概要図

テレメトリコマンド機器のもう一つの機能は、地球局からの衛星に対する制御信号を受信し、これを処理するためのものである。

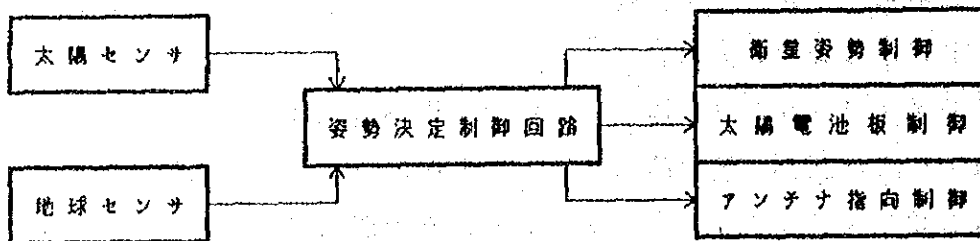


2.5 図 コマンド系機器構成概要図

b) 姿勢制御機器

地球の赤道に 36,000km に静止している衛星は常に正しい姿勢を保ってなければならない。そのためには常時衛星が正しい姿勢を保つようにコントロールしなければならない。これを担当するのがこの姿勢制御機器である。

衛星には幾つかのセンサ（太陽センサと地球センサ）が設置されており、このセンサによって常時衛星の姿勢を検出し、その検出結果に基づき衛星自体の姿勢およびアンテナの方向を地球へ向けるなど、衛星を常に正常な状態に保つ機能を果たしている。



2.6 図 姿勢制御系機器構成概要図

c) 熱制御装置

衛星が置かれている地球赤道に 36,000km の宇宙は極めて過酷な環境下にある。なかでも太陽があたっている時とそうでない時では大きな温度差があり、これは電子機器の性能に影響をあたえる。

熱制御系装置は衛星に搭載された機器類を太陽光、太陽熱および低温から保護するものである。即ち太陽光反射装置、熱伝導絶縁装置、ヒーターなどから成っている。

d) 推進装置

衛星は常に与えられた軌道上に静止していなければならないが、長期間には多少ずれるので、その度に推進剤を噴射させて静止位置を修正する必要がある。このために衛星には推進装置が備えられている。衛星はこの推進燃料が尽きると静止位置を確保することが困難になるので宇宙局の機能を失うことになる。即ち衛星の寿命が尽きることになる。

この推進装置は推進燃料タンク、スラスタバルブ、スラスタ、圧力計などから構成されている。

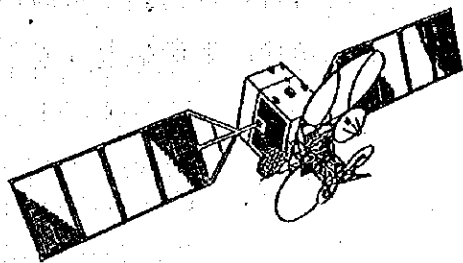
e) 電源装置

衛星に地上から電気を供給することは不可能であるため、衛星上で自ら発電する必要がある。そのため通信衛星では太陽電池を使用している。

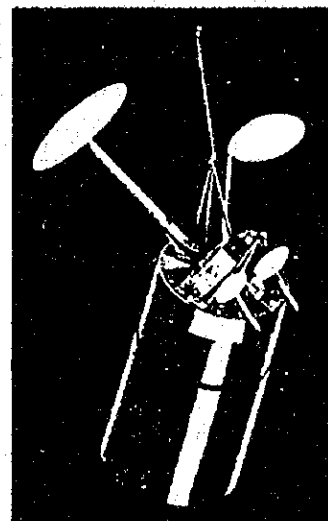
衛星の電源装置は、太陽電池板、電池、余剰電力消費器、電力制御回路などから構成され、衛星に搭載された機器類に電気を供給する重要な役目を担っている。

f) 構 体

衛星の打ち上げ時および軌道上での環境から衛星に搭載されたすべての機器装置類を機械的に保護する構造体のことを構体と呼ぶ。



ETS-M



インフラサットVI号

2.7 図 衛星の外観図 (一例)

2.4 衛星地球局

衛星地球局とは、衛星宇宙中継局と一体となって通信回線を構成する地球側（地上）又は船舶（海上）に設置され、宇宙局と対となって通信システムの目的を果たす通信施設の総称である。

地球局の形態としては、固定衛星業務用地球局、海上移動衛星業務用海岸地球局、船舶地球局、また別な分類の仕方をすれば、国際公衆通信を取り扱う衛星通信の各国の玄関に相当する国境関門型地球局、企業など利用者が直接利用する直接アクセス型地球局など利用形態によってその呼称やその規模も幾つかに分けられる。

いずれにしても、地球局は36,000kmと遠い距離の通信を行うため、大型アンテナ、大電力送信機、高性能受信機が用いられる他、衛星追尾装置などが備えられている。

衛星通信システムの大きな特徴は、一つの衛星宇宙局に複数の地球局が接続されることである。従って、それぞれの地球局は技術特性上の標準化が必要となってくる。

この衛星通信システムの技術基準については、国際無線通信諮問委員会（Consulting Committee of International Radiocommunications: CCIR）が勧告や報告を行っている。

効率的な衛星通信システムは、CCIRの勧告する技術基準に則って宇宙局と地球局の特性をバランスよく組み合わせることによって達成される。但し、地球局は、その運用目的に応じて、すでに利用可能な衛星宇宙局の特性に合わせた仕様となる。ここではインテルサット地球局を例にとりてその概要を説明する。

（参考）

国際無線通信諮問委員会（CCIR）：

CCIRは国際電気通信連合（ITU）の下部機関の一つである。この委員会は無線通信に関する技術、運用、料金などの問題を研究して関係者に意見や勧告を行う他、無線周波数帯域の有効性の克服、有効利用のための研究開発、それに伴う標準化や基準の設定作業を行う。

1) インテルサット標準地球局

インテルサット衛星通信回線網の一部を構成する複数の地球局が同じ衛星宇宙局に接続されるため、既述のように地球局の特性がまちまちであっては具合が悪いので、インテルサットは原則としてCCIRの勧告や報告に盛り込まれた技術基準に適合した電気的特性の必須事項及び勧告事項を規定している。

このインテルサットの規定を満足する性能特性を保持した設備を、インテルサット標準地球局 (Standard earth station) と呼称する。

標準地球局はそれぞれの規模と用途に従って、標準A, B, C, D, E, F およびZ地球局の7種類に分類されている。この分類中、標準A, B, C地球局は大又は中規模性能を持つものであり、標準D, E, F地球局は小規模容量のサービス用としての地球局である。

それぞれの地球局の特徴の概略は次の通りである。

- 標準A地球局： 送信6GHz, 受信4GHz帯の周波数を使用し、直径30mのアンテナを持つ大容量国際公衆通信用地球局
- 標準B地球局： 送信6GHz, 受信4GHz帯の周波数を使用し、直径1.3mのアンテナを持つ中容量国際公衆通信用地球局
- 標準C地球局： 送信14GHz, 受信11GHz帯の周波数を使用し、直径1.1mから2.0mのアンテナを持つ大容量国際公衆通信用地球局
- 標準D地球局： 送信6GHz, 受信4GHz帯の周波数を使用し、直径5mのアンテナを持つ小容量公衆電話用地球局
(D-1/D-2)
この地球局の通信方式はSCPC/CFM(Single Channel per Carrier with Companded Frequency Modulation)方式の運用のため、標準D地球局間の限定サービスとなる。
(注) 通信方式の説明は第3章を参照されたい。
- 標準E地球局： 送信14GHz, 受信11GHz帯の周波数を使用し、直径3.5mから8mのアンテナを持つ総合ビジネス通信用地球局
(E-1/E-2/E-3)
- 標準F地球局： 送信6GHz, 受信4GHz帯の周波数を使用し、直径5mから10mのアンテナを持つ総合ビジネス通信用地球局
(F-1/F-2/F-3)
- 標準Z地球局： 送信6GHz又は14GHz, 受信4GHz又は11GHz帯の周波数を使用し、任意のアンテナの使用を可とする国内通信用地球局

上記標準地球局の中で現在開発途上国において最も多く設置されているのは、標準B地球局である。

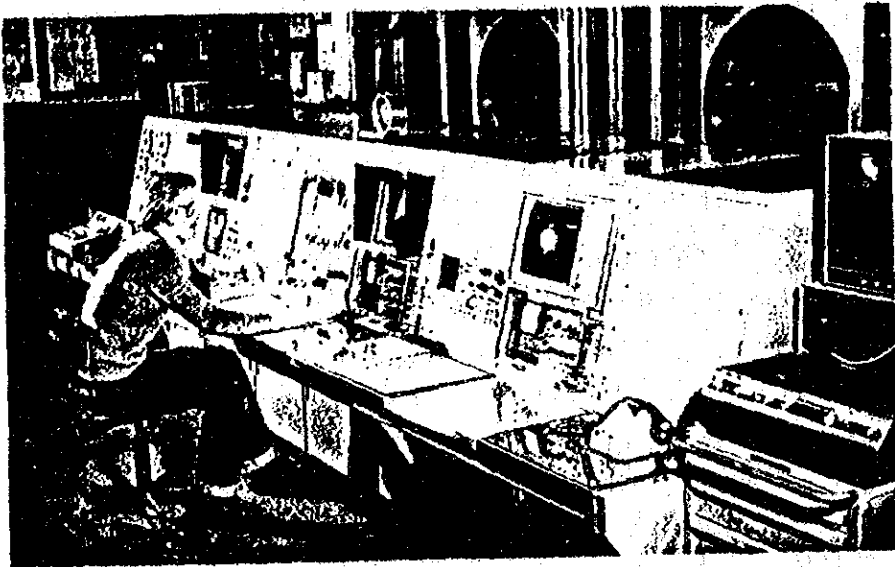
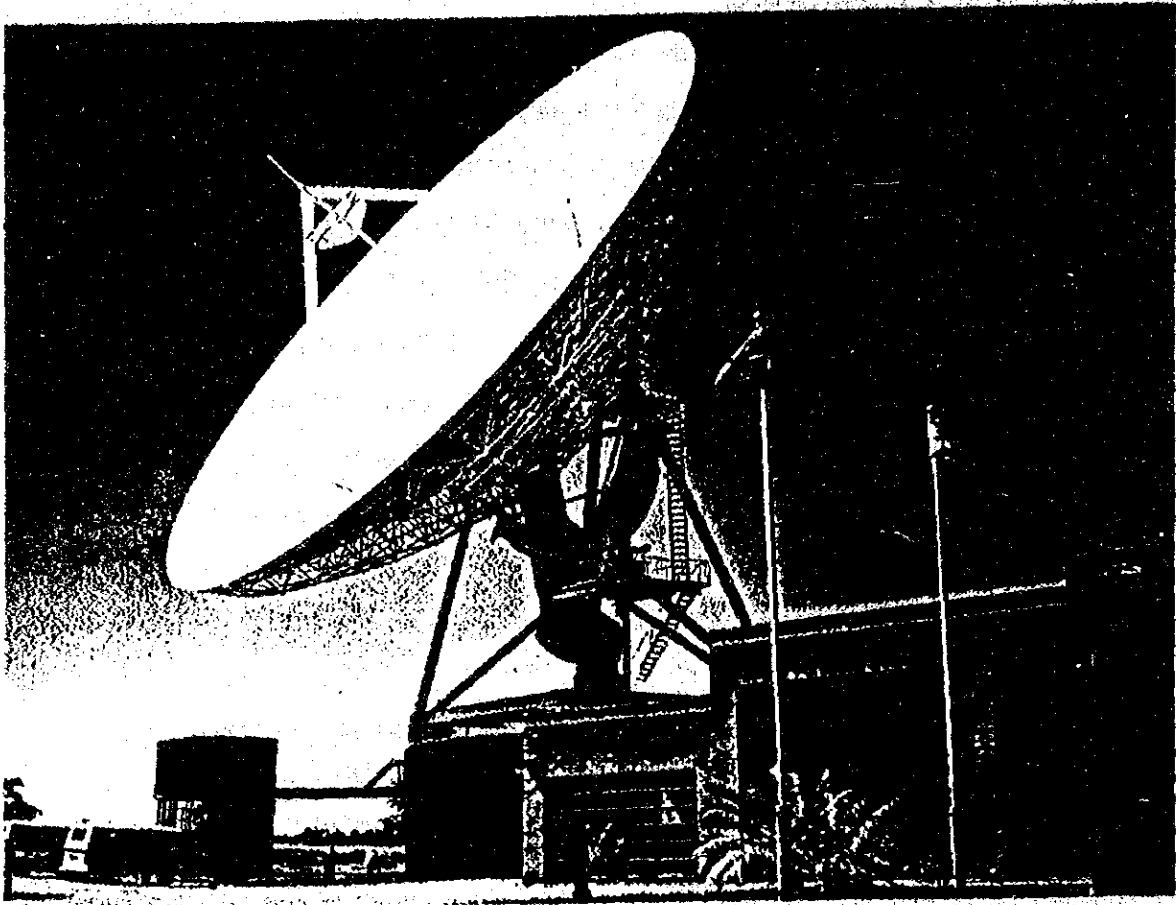
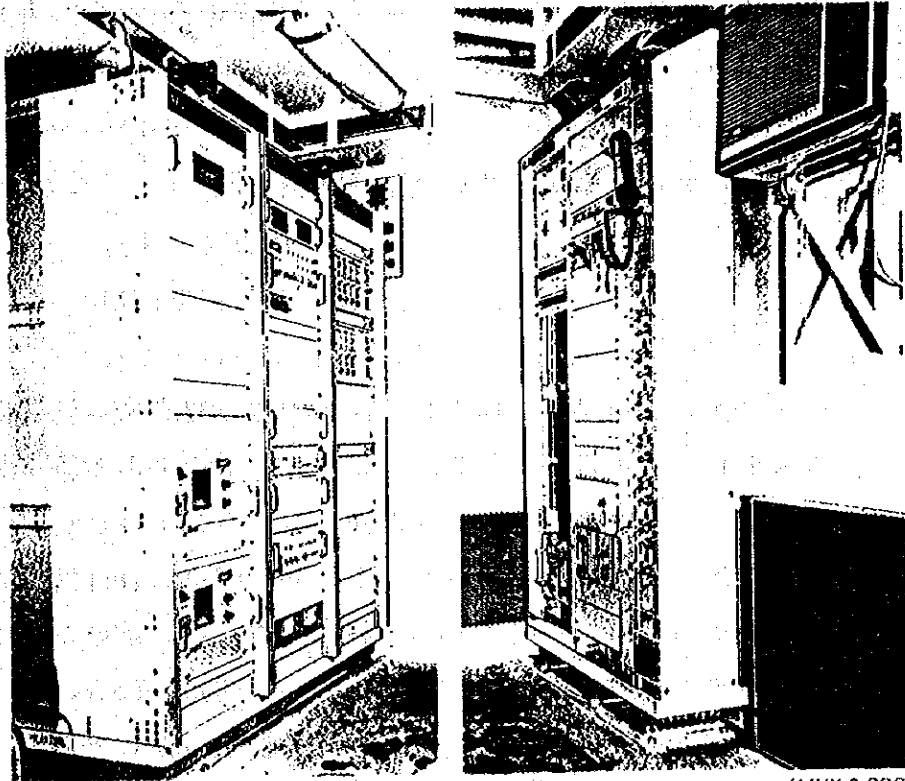
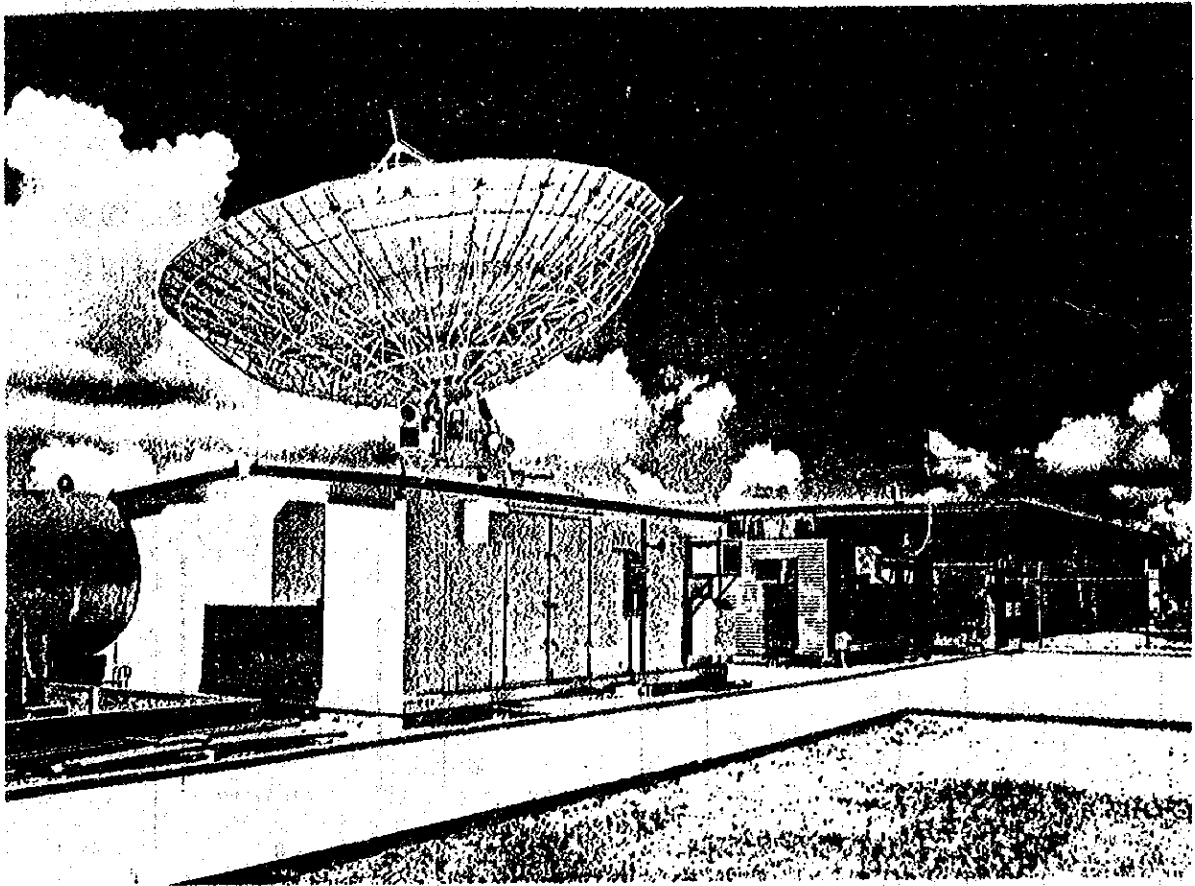


写真 2.1 標準A地球局



Mobile communications shelter (HFA & GCE)

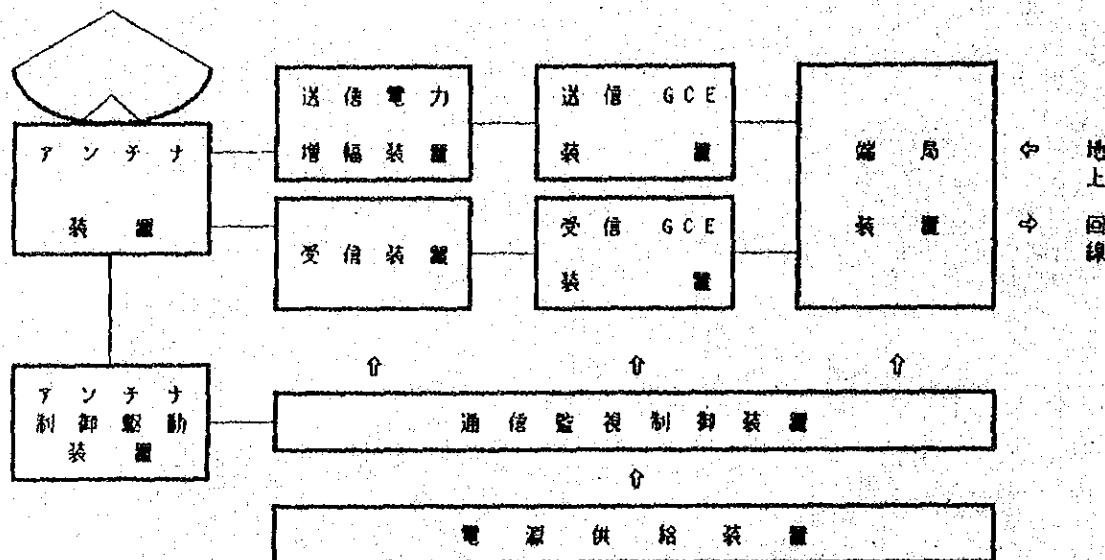
(MUX & PDB)

写真 2.2 標準 B 地球局

2) 地球局設備の構成概要

衛星地球局は、大別して、①アンテナ装置、②アンテナ制御駆動装置、③受信装置、④GCE (Ground Communication Equipment)装置、⑤送信電力増幅装置、⑥端局装置、⑦通信監視制御装置、などから構成されている。

2.8図は衛星地球局設備構成の概要を示したものである。この項では衛星地球局を構成する主要な装置の概要について説明する。



2.8 図 衛星地球局設備構成概要図

(1) アンテナ装置

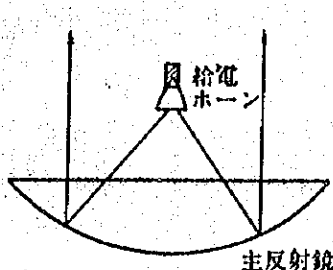
地球局のアンテナ装置は、衛星宇宙局との電波のやりとりをする地球側の玄関口である。この玄関口は①大口径反射鏡、②電波の発射口である給電装置（一次放射器）、③アンテナ追尾駆動機構などから構成されている。

一つのアンテナを送信、受信に共用するのだが、36,000m 離れた地点との通信であるから、アンテナの指向性を鋭くしなければならない。そのため地球局では開口面即ち直径の大きな反射鏡を持ったアンテナが使用される。開口面を大きくするのは、アンテナの利得が開口面の面積に比例するからである。またアンテナ利得は周波数の二乗にも比例するから、同じ開口面積を持っていても使用周波数が高いと利得は高くなる。

衛星地球局で一般的に使用されるアンテナは、回転放物面反射鏡を主体とす

るパラボラアンテナ又はカセグレンアンテナである。

ア) パラボラアンテナ

形	
状	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・構造簡易, 安価 ・低効率 ・サイドローブ特性が悪い ・大口徑アンテナには不透 (送信機との距離が長い)

このアンテナは、軸対象の回転放物面 (Paraboloid) 構造の反射鏡を基本としたアンテナである。2.12図はその断面を示すものである。

このアンテナは反射鏡の焦点に給電装置を取りつけて使用する。

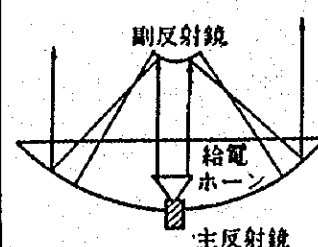
パラボラアンテナの特徴は構造が簡単であると共に鋭いビームが容易に得られることである。

2.9 図 パラボラアンテナ断面図

イ) カセグレンアンテナ

2.13図はカセグレンアンテナの断面図である。このアンテナの特徴は、図に見るように回転放物面を主反射鏡とし、焦点を共有する回転双曲面を副反射鏡とする複合反射鏡構造になっていることである。

回転双曲面のもう一つの焦点に一次放射器 (給電ホーン) を置き、この一次放射器から出た電波は回転双曲面で反射され、その電波は再び主反射鏡の放物面で反射されて放物面軸と並行なビームとなる。カセグレンアンテナは一次放射器を含む給電装置を主反射鏡の背後に設置でき給電用導波管が短くてすむ利点がある。

形	
状	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率, 低雑音 ・サイドローブ特性もある程度良い ・若干高価

2.10 図 カセグレンアンテナ断面図

ウ) 局舎間信号伝送

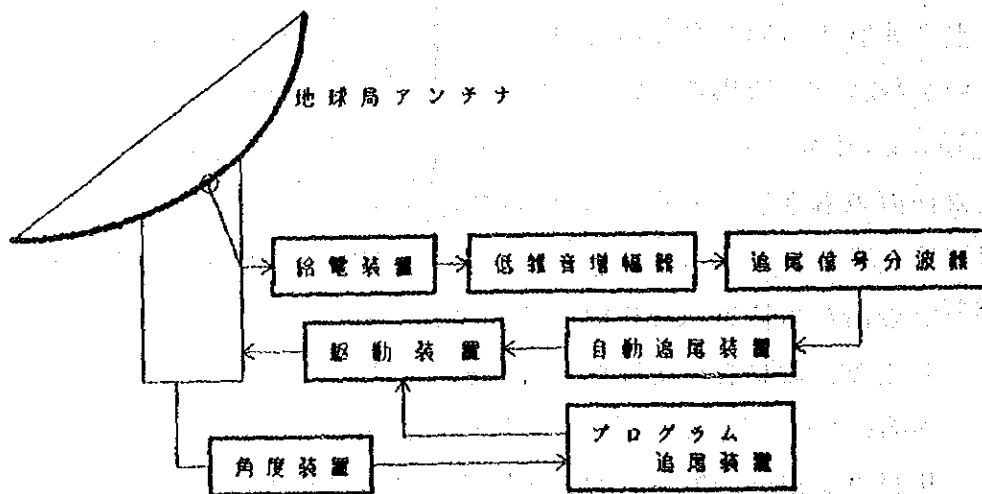
一般的に地球局主装置を設置する局舎と送受信アンテナを建設する場所は離れる場合が多い。この場合、主装置とアンテナ間の信号伝送は次の方法が用いられる。

- a) 光ケーブル伝送方式
- b) マイクロ波伝送方式
- c) IF伝送方式
- d) ベースバンド伝送方式

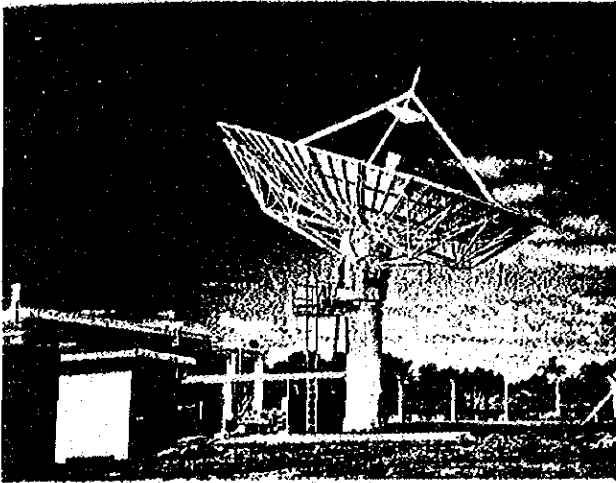
上記4方式の内、新通信方式の導入などに対する柔軟性、保守の容易性などの理由から、多くの地球局でマイクロ波伝送方式が使われている。

イ) アンテナ追尾および駆動装置

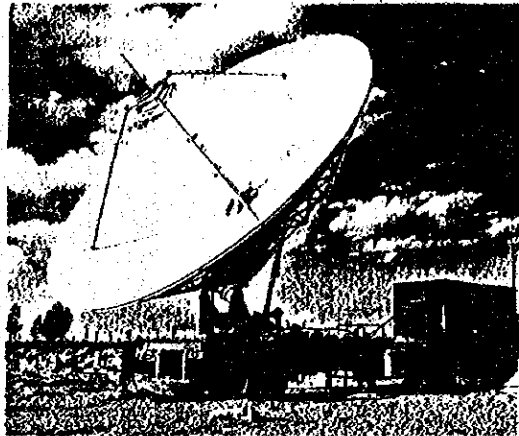
衛星宇宙局は、地球はもとより太陽や月などの引力の影響を受けて時間の経過と共に静止軌道も徐々に変化する（このずれを摂動と呼ぶ）。従って、衛星の摂動に追従して地球局のアンテナの仰角と方位角を変えて常にアンテナが衛星を捕らえるようにしなければ通信の確保が難しくなることから、地球局は衛星宇宙局から発射される追尾信号を受信して自動的にアンテナ駆動装置を動かし、アンテナを常に衛星宇宙局に正しく向けるように制御する。アンテナ制御は上記の衛星宇宙局が常時発射している電波によって自動的に衛星を追尾させる自動追尾方式の他に、あらかじめ計算された衛星の軌道情報をプログラムしておいてこれに基づくプログラム追尾方式の2種類がある。



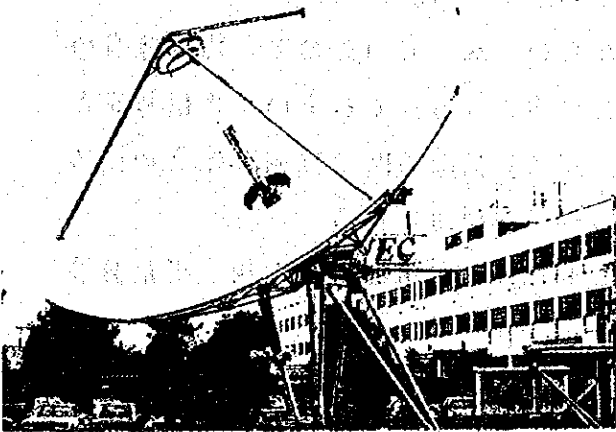
2.11 図 アンテナ追尾駆動系システム構成概要図



13m antenna in Fiji



11m C-band mobile antenna in Libya



7.6m Ku-band antenna



4.5m Ku-band mobile antenna



4.5m C-band antenna

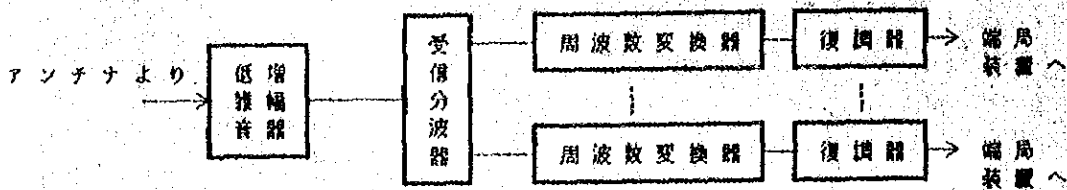


1.8m Ka-band mobile antenna for MPT

INTELSAT Standard-A/B/C/D/E/F Station Antennas

(2) 受信系システム

受信系システムの主要装置の構成概要は2.14図に示す通りである。



2.12 図 受信系システム構成概要図

7) 低雑音増幅器

36,000kmの彼方にある衛星宇宙局から到来する電波は大口径アンテナで受信してもその信号レベルは極めて微弱なものとなっているので、内部雑音の大きい受信機では受信目的の信号が雑音の中に埋もれてしまいその信号をとり出すのが困難になる。そこで衛星地球局の受信機回路では内部雑音の極めて低い低雑音増幅器 (Low Noise Amplifier) が使用される。

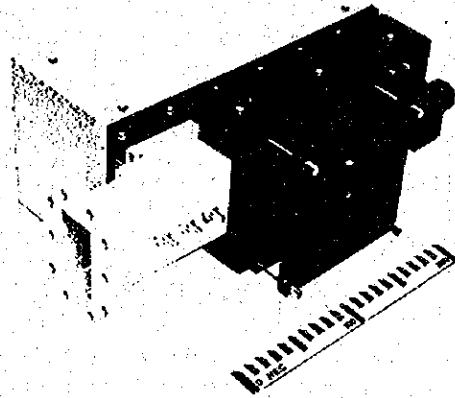
受信電波は低雑音増幅器によって必要レベルまで増幅された後、受信分波器に送り込まれる。

受信電波は既述の如く極めて微弱なため、受信信号の損失を最小限に食い止めることやこれ以上余分な雑音を拾わないようにするため、低雑音増幅器は一般的にアンテナの近くに設置されるケースが多い。

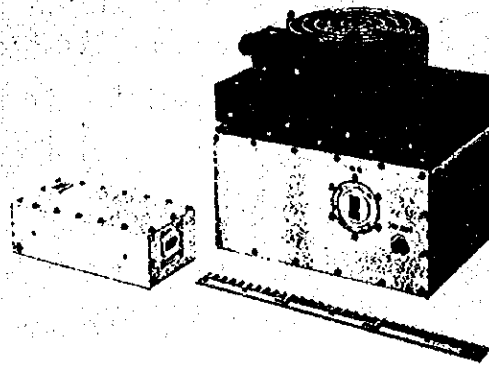
1) 周波数変換および復調装置

相手先の各地球局から衛星宇宙局を経由して到来する電波は、まず低雑音増幅器で必要なレベルまで増幅され、受信分波器でそれぞれの地球局から発進された信号に分離された後、それぞれ別々の周波数変換器と復調器で処理されて取り出される。

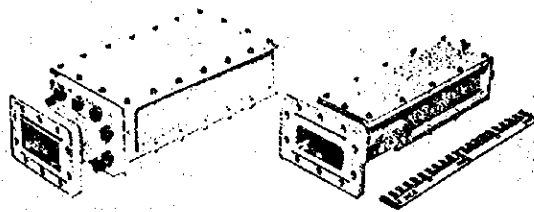
2.14図では衛星宇宙局から到来する電波を受信して端局へ送り出すまでの系統を示したものである。普通、受信信号は図に示す二系統だけではなく、複数の地球局からの電話、テレックス、データ伝送、画像 (TV) など沢山の種類から構成されるので、その数だけ周波数変換器および復調器が設備される。



LA-403



LA-1218 (left) and LA-1210



LA-405 (left) and LA-408

LNA (Low Noise Amplifier)

地球局では、この周波数変換器および復調器を構成する装置のことを受信 G C E (Ground Communication Equipment) と呼んでいる。

(3) 端局系システム

地球局の端局システムは、衛星宇宙局を相手に送受する信号を国内伝送回線に接続（衛星回線と国内回線のインターフェース）する装置である。

伝送信号の種類によって、電話端局、テレックス端局、データ通信端局、テレビジョン映像端局、テレビジョン音声端局などがある。

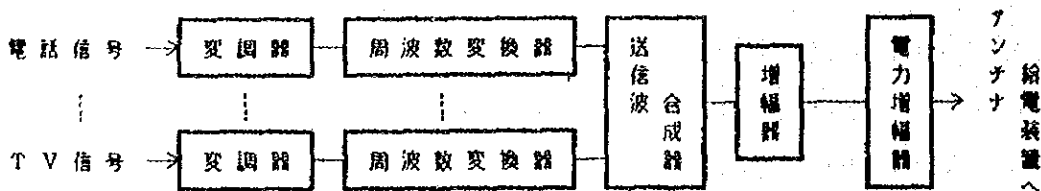
普通、衛星通信の相手先地球局は複数である。従って、それぞれの相手局から送られてくる信号は別々の搬送波で受信することになるから、受信端局装置の数は相手局の数だけ必要となり、相手局が多ければ多い程、その規模は大きくなる。

一方、地球局から送信する場合は、相手局が複数の場合でもあらかじめ各相手局向けの通話チャンネルの順序を決めておけば一つの搬送波を使って送信することができる（マルチプレクシオン方式）。そこで送信端局装置は、その順序配列を決める働きをする機能が持たされている。

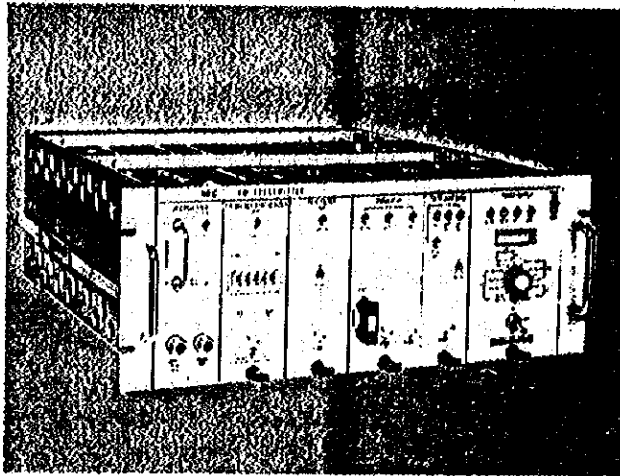
テレビジョン端局の場合は、衛星回線と国内回線のインターフェース機能の他に、音声を映像信号に多重するための装置、回線運用のための監視卓、TV標準方式変換装置なども端局系システムに含まれる。

(4) 送信系システム

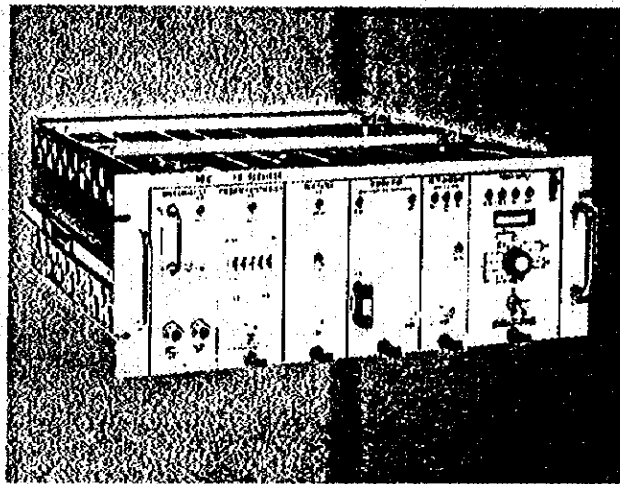
送信系システムの主要装置は、信号の変調および周波数変換をそれぞれに行った後、送信波合成器で合成し、これを増幅してアンテナへ送り出す電力増幅装置部分から構成されている。



2.13 図 送信系システム構成概要図

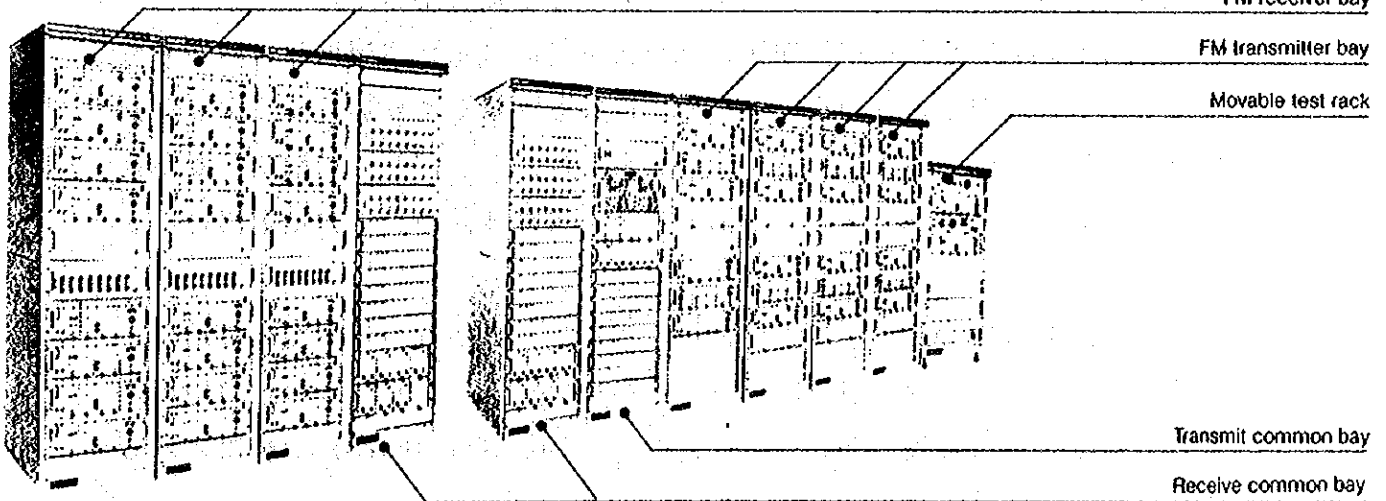


Transmitter shelf



Receiver shelf

Front view of GCE subsystem



GCE (Ground Communications Equipment)

7) 変調器および周波数変換装置

端局装置からの電話やテレビジョン信号などはそのまま宇宙局に向けて送信することは出来ないから、周波数の高い電波をキャリアーとしてこれを電話やテレビ信号で変調した後、これを更に高い周波数に変換して衛星通信システムに割り当てられた周波数の電波にする。

地球局では、この変調器および周波数変換器を構成する一連の装置のことを送信GCE (Ground Communication Equipment)と呼んでいる。

4) 送信電力増幅装置

衛星地球局は36,000km離れた衛星宇宙局との通信を行うため、地上通信の場合に比べて大きな送信電力が必要である。また地球局は通常衛星宇宙局へ向けて複数の電波を同時に発射する。このための大電力増幅方式として次の2つがある。

- a) 共通増幅方式： 一台の大電力増幅装置で一括して増幅するもの。
- b) 個別増幅方式： 複数の送信電波のそれぞれに対応する大電力増幅の出力を電力合成して給電装置に送り込むもの。

大電力増幅器としては、通常、進行波管(Traveling Wave Tube :TWT)が使用される。進行波管は広帯域増幅特性(500MHzにわたり同調操作不要)をもつので共通増幅方式の大電力増幅器として適している。

進行波管の他にクライストロンを使う大電力増幅器がある。クライストロンは増幅帯域幅が狭いため送信周波数毎に同調操作が必要である。しかし構造が単純且つ小型であり、保守も容易であり進行波管より安価であるという特徴をもっている。この特徴を生かし、個々の増幅帯域幅が狭くてよい個別増幅方式の大電力増幅器や小規模地球局の大電力増幅器にクライストロンが使用されることもある。

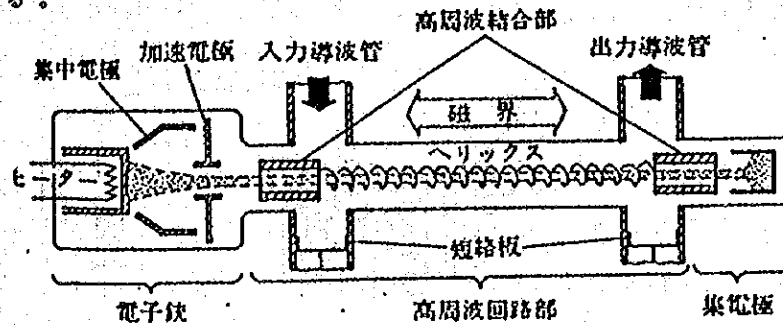
現在、大電力増幅器の主流は進行波管であるが、最近の技術開発の結果、小規模地球局 (Very Small Aperture Terminals: VSAT, など) の電力増幅器として固体素子増幅器 (Solid State Power Amplifier:SSPA) が使用されるようになってきている。

(参考)

進行波管(Travelling wave tube : TWT):

電子流と、これと同程度の速さで進む電磁的進行波との相互作用したマイクロ波増幅用真空管。進行波管は1946年、英国オックスフォード大学のコンフナーが発明し、米国GEC研究所のピーアスとフィールドらによって実用化された。

進行波管の動作原理は、陰極から出た電子をレンズ作用を行う電極で細く絞り(か)、高速度のビーム(電子流)をつくる。この電子流の周囲を遅延回路の螺旋状に巻いた導体で包み、この螺旋状導体にマイクロ波を伝え、このマイクロ波と電子流を作用させると、両者の速度が同じになり、マイクロ波が螺旋状導体を流れている間電子流からマイクロ波に対して実質的な120度の受渡しが行われマイクロ波が増幅される。進行波管はまたマイクロ波の発振管としても使用される。進行波管はマイクロ波の広い周波数範囲で一様な増幅特性を持っている。



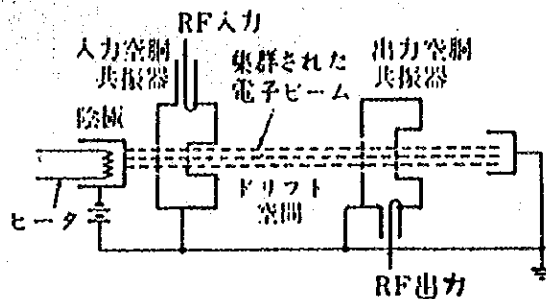
2.14 図 進行波管

速度変調管(Klystron)

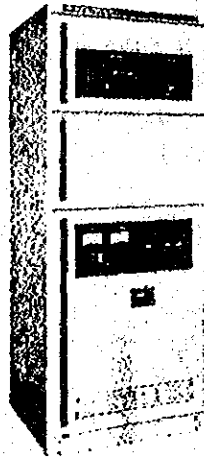
マイクロ波の増幅および発振用に設計された速度変調という方法を利用した真空管。

クライストロンはドリフト空間という外部からの電界の影響を受けない領域内における電子流とマイクロ波との相互作用によって増幅や発振を行う。

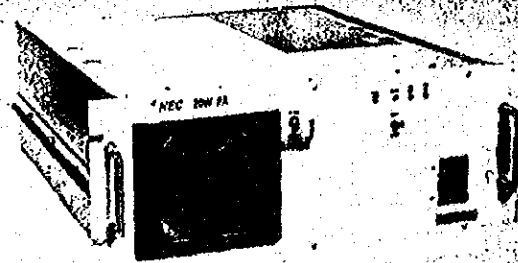
クライストロンは進行波管程の広帯域増幅特性はないが、利得は大きいという特徴がある。



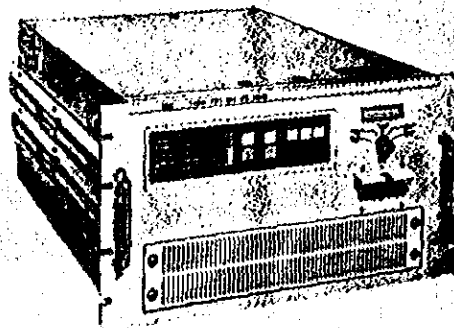
2.15 図 クライストロン



6GHz 3kW TWT HPA



14GHz 20W SSPA



Power supply unit for 14GHz TWT HPA

HPA (High Power Amplifier)

(5) 通信監視制御系システム

通信監視制御系システムの主要装置は、上記各システムの動作状態を監視する装置、回線の運用状況を監視する装置、冗長系を持つ装置類の現用／予備切換制御を行う装置、地球局間の回線運用上の技術打合せのための装置、回線の試験をする装置などから構成されている。

このシステムは、衛星地球局を構成する主要装置の運用状況の監視や制御を集中的に行うためのものであり、継続的に衛星通信回線を確保するために重要なものである。

(6) 電源系システム

電源系システムは、商用電源受電設備、非常用発電装置、無停電装置、配電設備、電源切換設備などから構成されている。

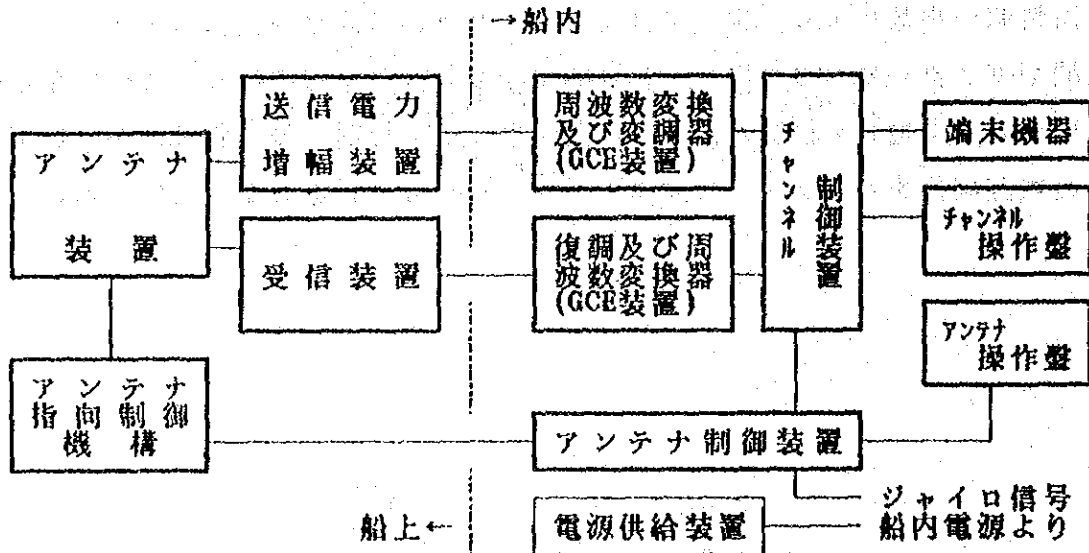
商用電源の事故により受電が不能になった時は、予備電源設備（ディーゼル発電機やガスタービン発電機など）を起動して電源の確保を行う、この非常用発電機が安定に電力の供給が出来る状態になるまでの間、無停電装置が働いて機器の電源確保をバックアップするシステムになっているのが普通である。

3) 船舶地球局設備の構成概要

船舶地球局は、船上に設置される衛星地球局である。機器構成は陸上固定標準地球局の小規模版と考えてよいが、大きな違いと言えば船の揺れや進む方向に関係なく常にアンテナを衛星宇宙局の方向に向けておく必要がある他、船上に設置される機器の防水である。

そこで船舶地球局のアンテナは衛星の追尾並びに船の動揺に対する姿勢制御機能を持たせ、防水対策としては船上に置く設備をドームに格納する方法が採用されている。

下図は船舶地球局を構成する主要な装置の概要を示すものである。



2.16 図 船舶地球局設備構成概要図

船舶地球局の装置全体の安定動作は、アンテナの姿勢の安定と衛星宇宙局の追尾精度に依存するところが大きい。

船舶地球局用アンテナは、80cm~120cm のパラボラアンテナが使用される。船舶地球局の正常な動作の確保には、如何にこのアンテナの姿勢を安定に保つかが鍵となる。

アンテナの姿勢安定化の方法としては、比較的簡単な制御回路によって必要なアンテナ指向精度が得られる4軸アンテナ支持機構が使用されている。

制御は船の動揺をジャイロスコープ、液体センサ等によってそれをトルクの変化として検出し、サーボシステムにより制御する。

衛星宇宙局を追尾させるための情報は、衛星に対する仰角と方位角である。このデータは、正確な船の位置と衛星の位置関係から計算し、手動で制御することもできるが、普通は船のジャイロコンパスの信号を利用した自動追尾の方法を用いている。

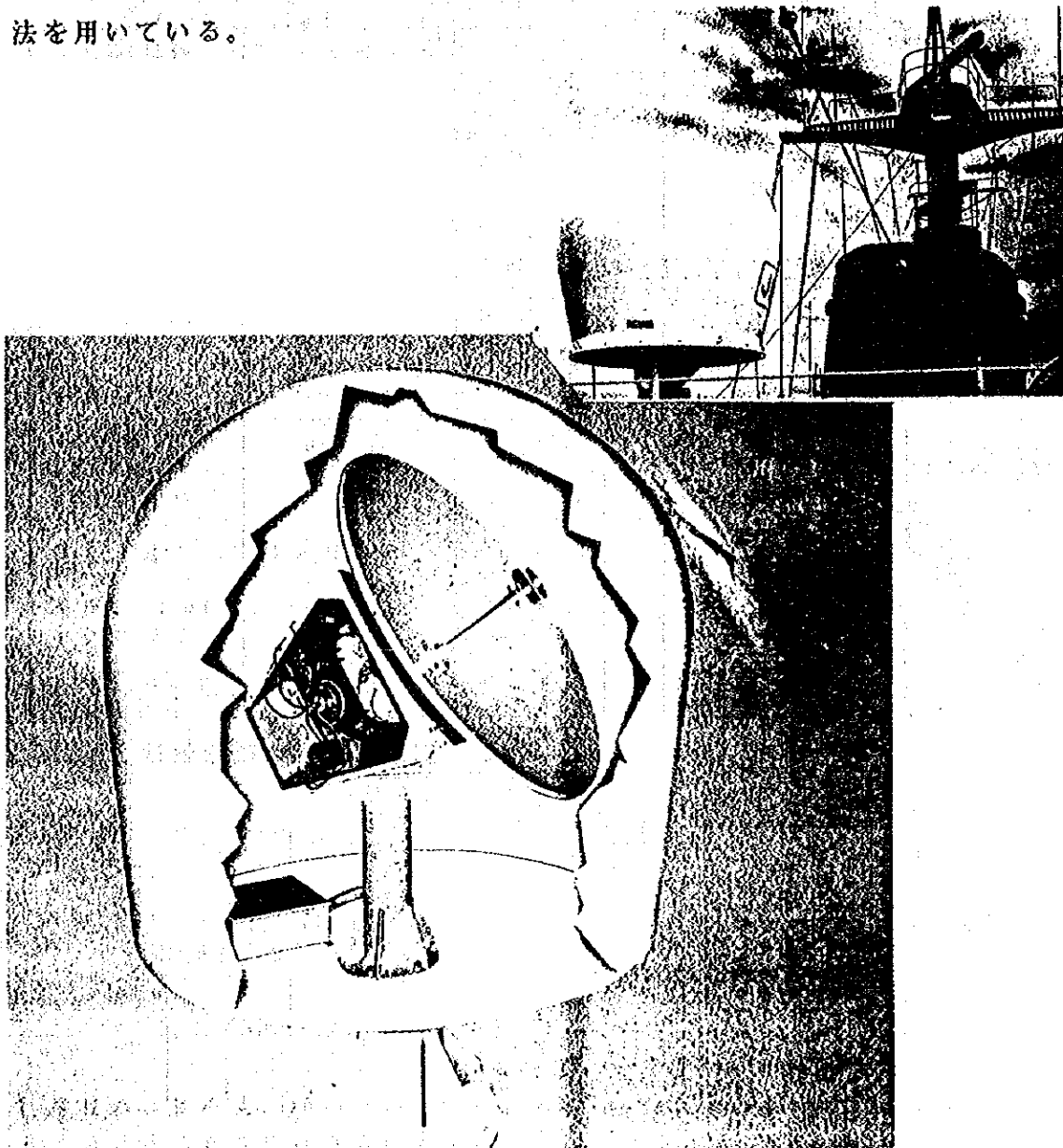
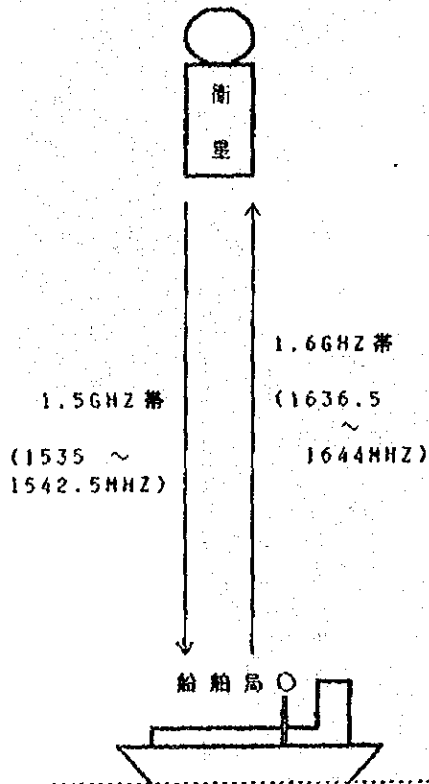


写真 2.3 船上に設置されるアンテナ・レドーム

船舶地球局のアンテナ系以外の設備は、地上固定標準地球局の場合とほぼ同じと考えてよい。但し機能が似ていても呼称が異なる場合があるので注意を要する。例えば、船舶地球局でチャンネル制御装置と呼ばれている部分は、固定地球局の端局装置に相当するものである。

国際海事衛星通信の場合、衛星宇宙局と船舶地球局間の通信には1.5GHz帯と1.6GHz帯の周波数が割り当てられている。



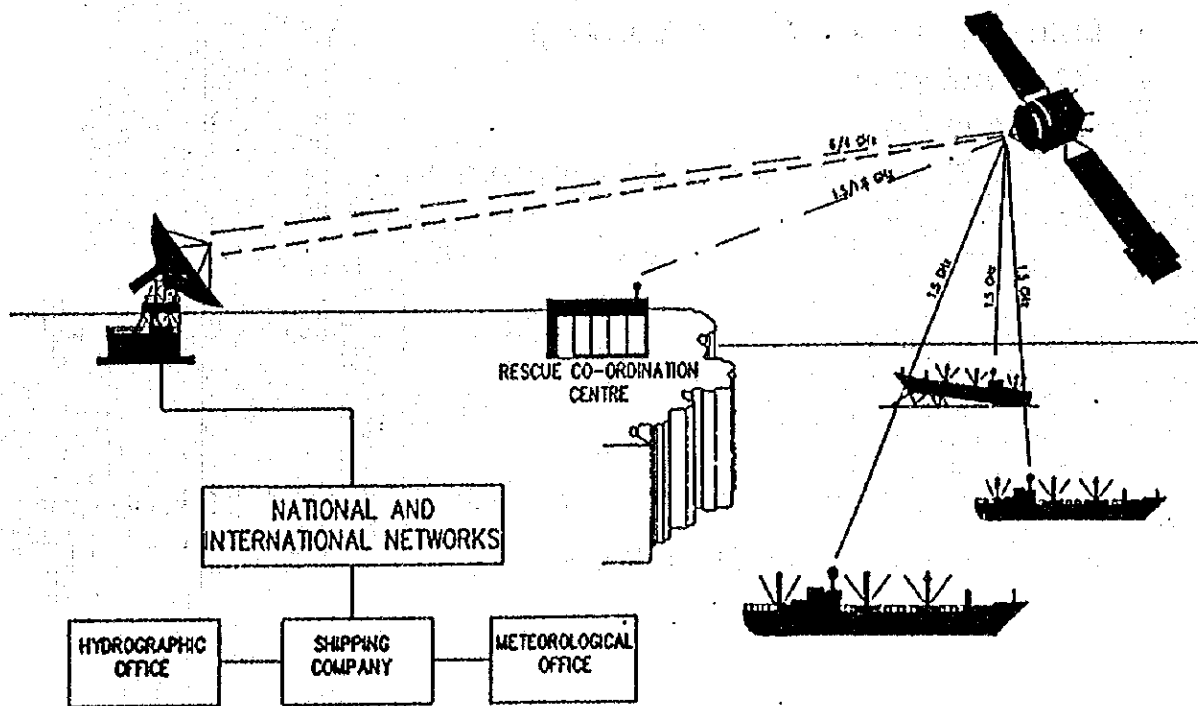
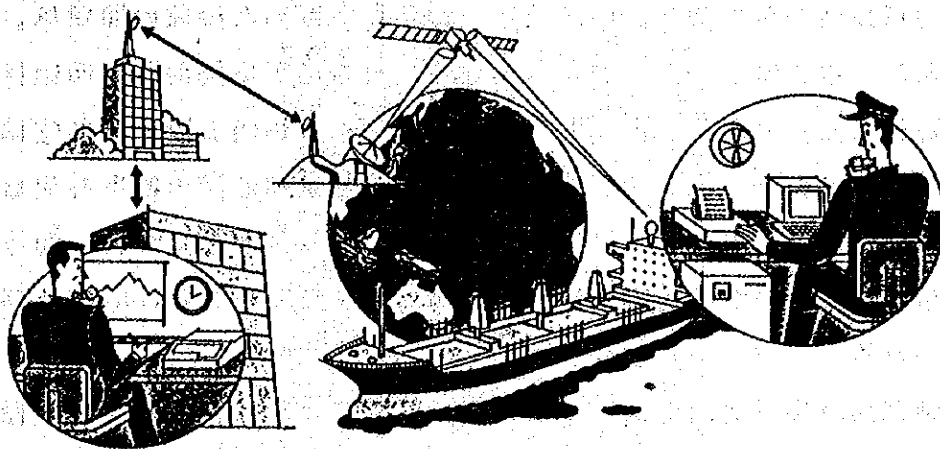
		標準 A 局	標準 B 局
伝送形式		アナログ	デジタル
サービス項目		電話 テレックス データ伝送	電話 テレックス データ伝送
アンテナ利得		21 dB	21 dB
アンテナ直径		0.8 ~ 1.2 m パラボラ	0.8 ~ 1.2 m パラボラ
アンテナビーム幅		10 ~ 18 度	10 ~ 18 度
EIRP		36 dBW	36 dBW
変調方式	電話	F M	Q P S K
	テレックス	2 相 P S K	4 相 P S K
	音声処理	2:1 シラビック コンパント	16kbps 適応 予測符号化
	誤り訂正	なし	3/4 たたき込み

2.5 表 船舶地球局の標準性能

(参考)

EIRP: Equivalent Isotropically Radiated Power. 等価等方向輻射電力。アンテナ主ビーム方向の電力で全方向に放射されたとしたときの電力で、アンテナの実効利得と送信機出力の積

(注) 変調方式に関する詳細は第3章を参照されたい。



2.17 図 インマルサット運用概要図

4) 海岸地球局設備の構成概要

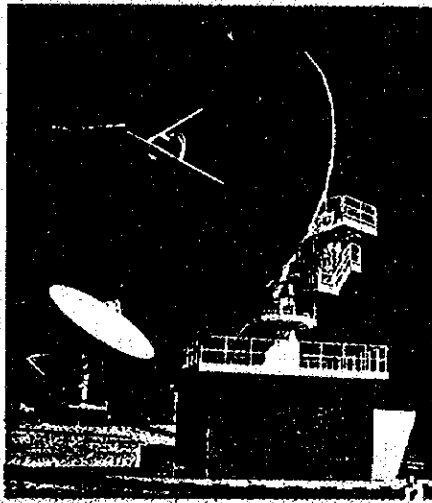
無線通信規則から言えば、船舶地球局と衛星宇宙局との間の通信は、『海上移動衛星通信業務』であるが、海岸地球局と衛星宇宙局間通信回線は『固定衛星通信業務』である。従って、衛星を経由する船舶と陸上の通信は2つの通信業務の混合であると言える。また、当然使用周波数の割当も異なり、船舶地球局と衛星宇宙局間は1.6GHz帯および1.5GHz帯が使用され、海岸地球局と衛星宇宙局との間は固定衛星通信業務に割り当てられた6GHz帯及び4GHz帯が使われる。

海岸地球局設備構成概要は、いままでに述べてきたインテルサット標準B地球局とほぼ同じである。

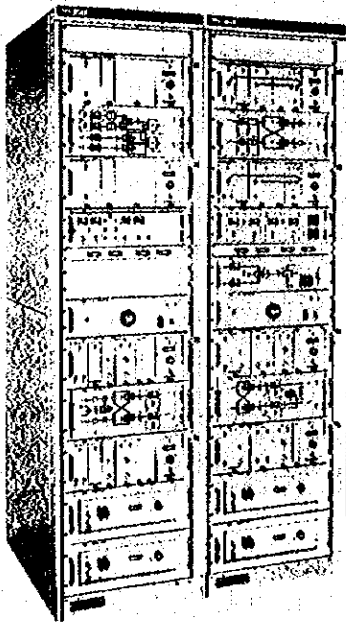
海岸地球局は次の機能を具備しなければならないことになっている。

- (1) 船側或いは陸側からの呼に対する回線の割当・設定
- (2) チャンネル状態（空き、リクエスト受付中、通話中など）の監視と待ち行列の管理
- (3) 船舶識別番号のファイリングおよび照合
- (4) 呼処理情報の記録
- (5) 遭難通信の監視
- (6) 衛星宇宙局トランスポンダの周波数ずれの補償
- (7) 衛星折返し試験

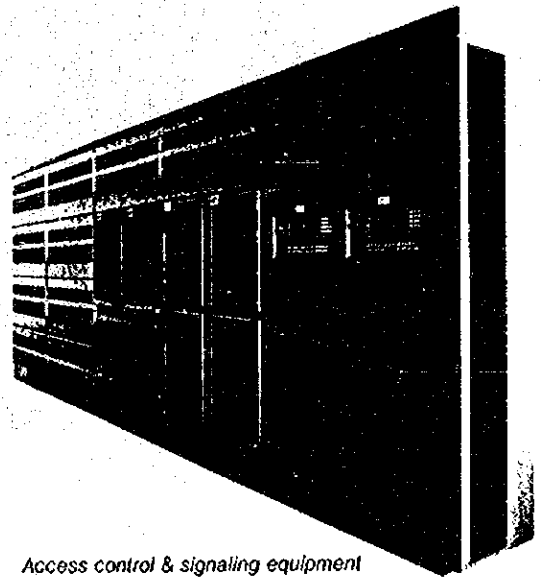
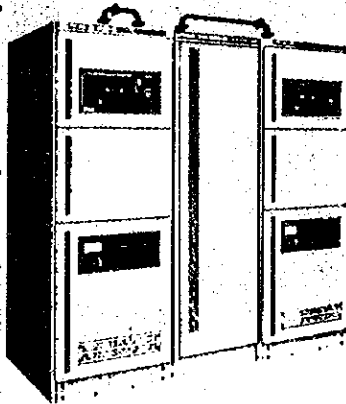
海岸地球局の設備構成概要は、既述のインテルサット標準地球局と同じであると考えてよいのでここでの説明は省略する。



INMARSAT Coast Earth Station In Umm-Al-Aish, Kuwait, with 13-meter antenna used for both C and L bands.

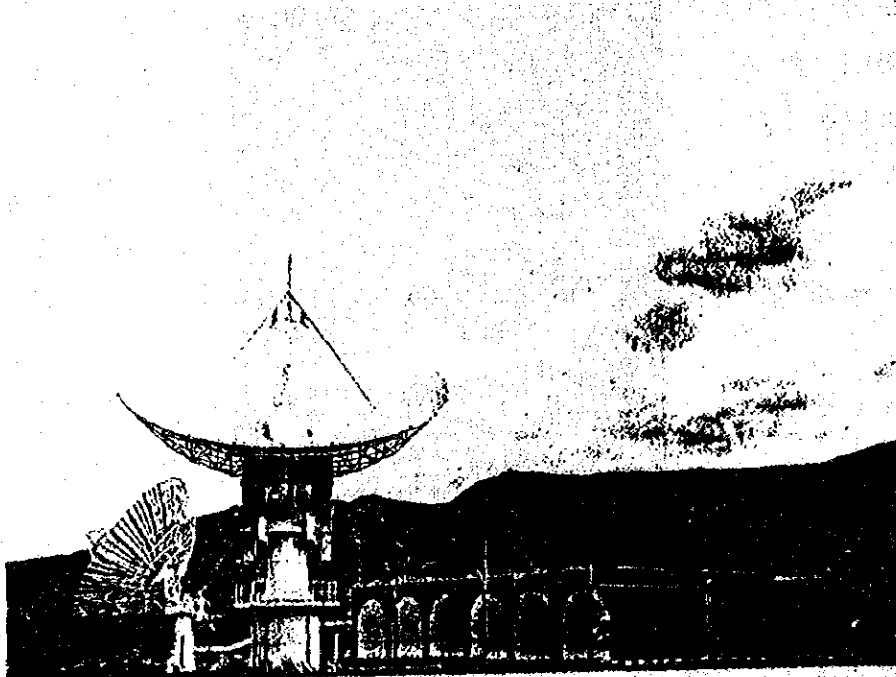


3kW Klystron HPA & ground communications equipment

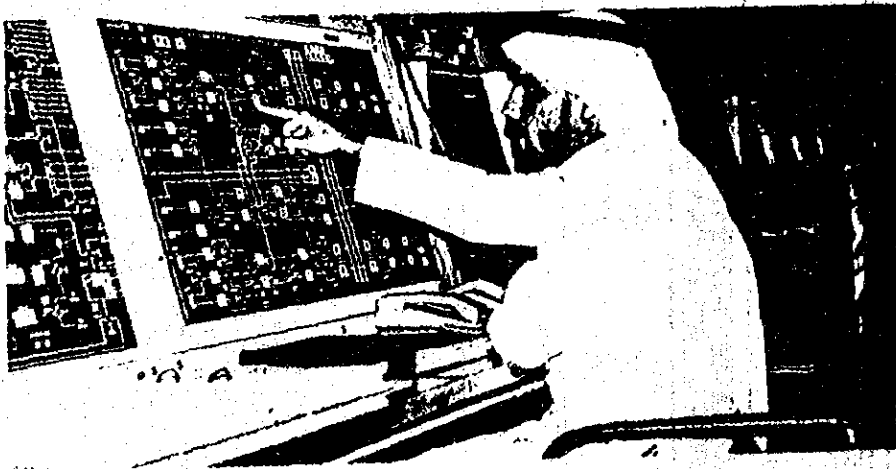


Access control & signaling equipment

写真 2.4 インマルサット海岸地球局



TTC & M station with 13m antennas at Riyadh, Saudi Arabia



TTC & M operating console

TTC & M Earth Station

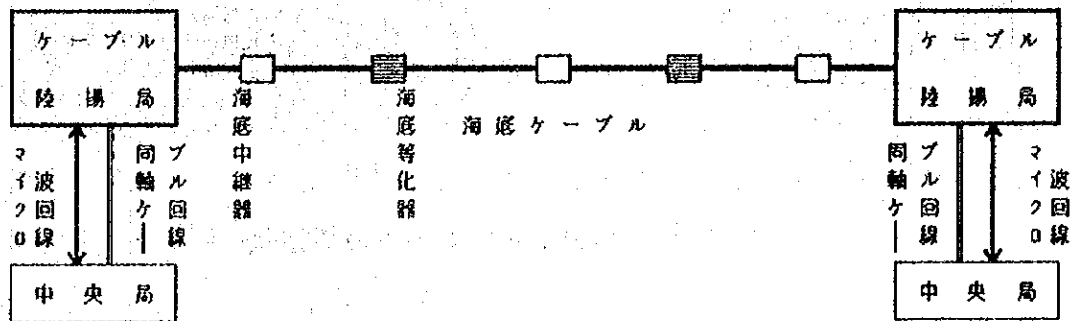
2.5 海底ケーブル通信設備

日本を含む諸外国の活発な研究開発の結果、海底ケーブルの広帯域化、大容量化の要求に対応する技術的進歩を見ている。

近年従来の同軸ケーブル方式に代わって、極めて細い石英ガラス繊維からできた光ファイバを伝送路とする更に広帯域で大容量の経済性に優れた海底ケーブル網の建設が既に始まっている。

光ケーブルは、低損失、広帯域、細径、軽量、可とう性、無誘導性などの優れた特性を持っている。この光ケーブルと高出力発光素子及び高感度受光素子との組合せにより、従来のメタリックケーブルを使用した伝送に比べて伝送路の経済化と高信頼化が図られる。

海底ケーブル通信システムは、同軸又は光ケーブル、中継器、等価器およびケーブル陸揚局設備から構成されている。

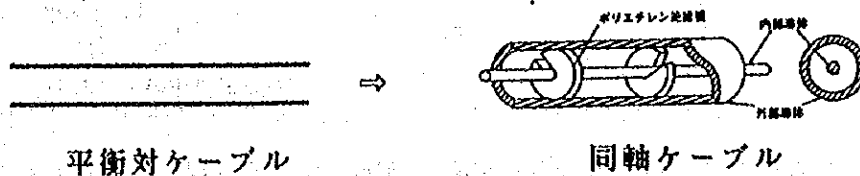


2.18 図 海底ケーブル通信システム概要図

1) 海底ケーブルの概要

(1) 同軸ケーブル

同軸ケーブルは、平衡対伝送路の一方の導体を平らにひろげ、他方の導体を包み込んだ往復導体が同軸の円筒状に構成された構造の通信ケーブルである。



2.19 図 ケーブル

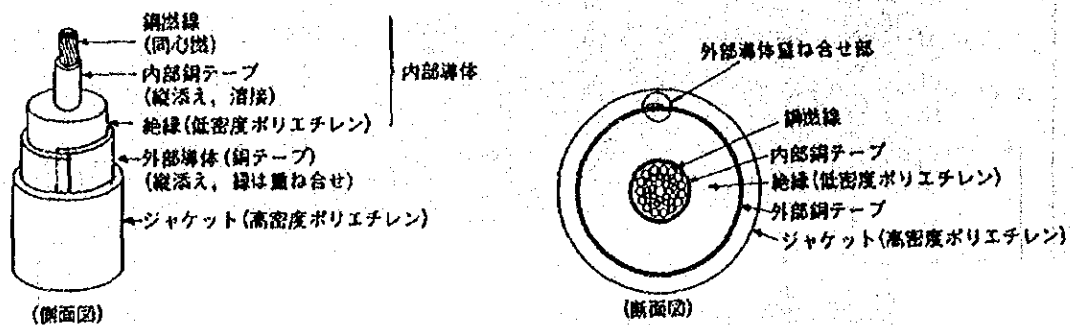
同軸ケーブルは、内部導体及び外部導体を一對の電気信号の往復路として使うので、伝送路は不平衡となっている。

内部導体は、図に示す如く、絶縁板によって常に外部導体と同心円になるよう保持された構造となっている。

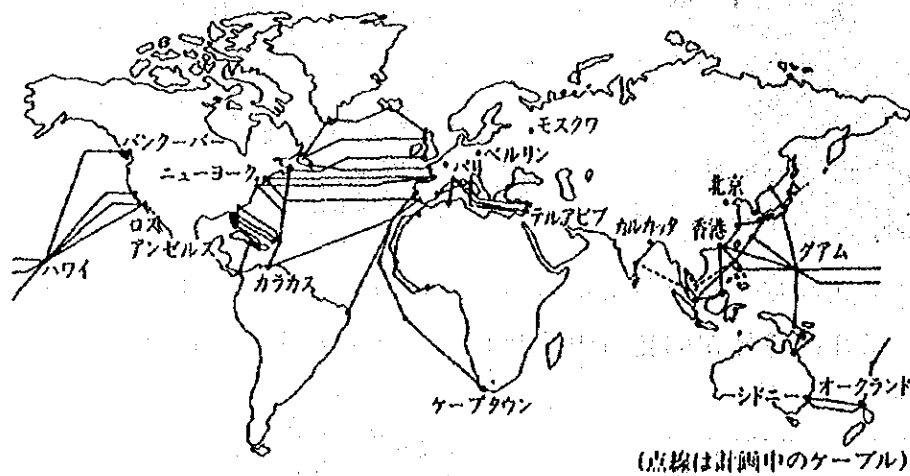
同軸ケーブルは、外部導体が遮蔽作用をもつので外部からの妨害、外部への信号の漏洩が少ないという利点がある。

海底同軸ケーブルの場合は、海底での高い水圧に耐えるためポリエチレンのような絶縁物を内部導体と外部導体の間に充たした構造になっている。

一本の海底同軸ケーブルは、搬送多重伝送方式を使用して900回線から1万回線の通信を行うことができる。



2.20 図 海底同軸ケーブルの構造例



2.21 図 主な国際通信用海底同軸ケーブル網

(2) 光ファイバケーブル

光ファイバケーブルは、0.1mm以下の髪の毛のように細い石英ガラス繊維で出来ており、中心部は屈折率が高く、周辺部は屈折率が低い構造になっている。

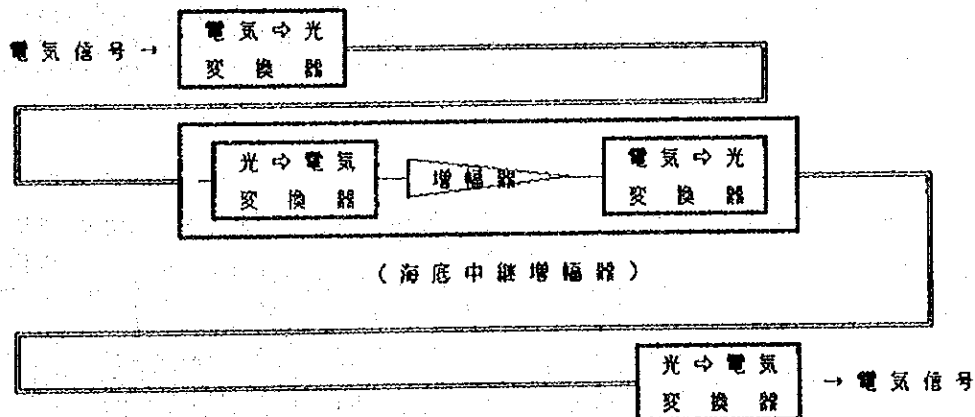
光ファイバケーブルは、非常に高い透明度があるため伝送損失が小さく、長距離に多量の情報を送ることができる。

光ファイバケーブルの特徴は、従来のメタリックケーブルに比べてケーブル自体が細く軽い上に電磁誘導を受けないこと、そのため妨害雑音に強いことである。更に波長多重方式を使用すれば1本の光ファイバケーブルを双方向伝送路として使用できる。

光ファイバケーブルは、多くの優れた特性を持っているため今後の海底ケーブルは現在の同軸から光ファイバーへと移っていくものと考えられる。

光ファイバケーブルも同軸ケーブル同様、海底での高い水圧に耐える構造や敷設時に加わる大きな外力に対する機械的強度が要求される。

光ケーブル伝送路の基本構成は次図に示すとおり、電話やテレビ等の電気信号の強弱又はあるか無いか（「1」か「0」）を光信号の強弱又は光の点滅に変換して光ケーブル伝送路内を伝播し、目的地に到着した光信号を再び電気信号に変換し、元の電話やテレビ信号として各端末に送る。



2.22 図 光ケーブル通信システム概要図

同軸ケーブルにしる、光ケーブルにしる嚴重に外装を施したものと、無外装のものがある。浅い海や海岸近くに敷設される場合は、漁撈や船の錨或いは激

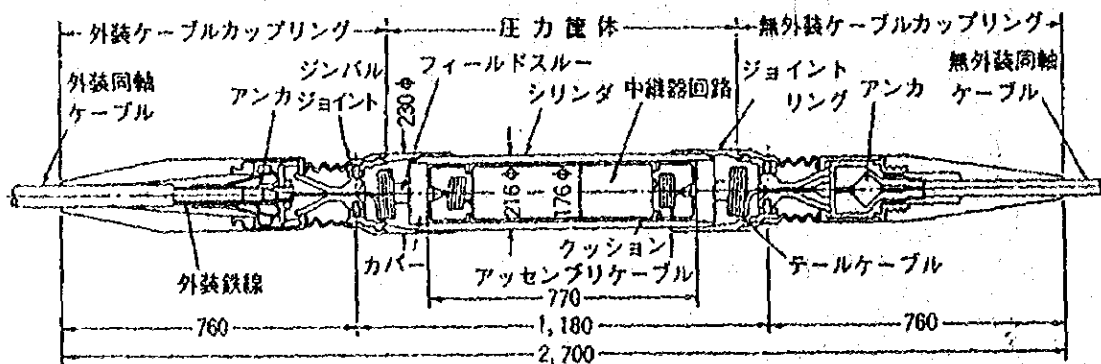
しい海流などの影響でケーブルに損傷を受けることが少なくない。従って、このような場所に敷設するケーブルは、回りを徹重に外装したケーブルを使用して損傷を免れるようにする。一方、深海部に敷設されるものは外的条件で損傷することが少ないため無外装ケーブルが使用される。

2) 海底中継器の概要

海底ケーブル通信線路には、沢山の中継器が海中に設置される。

2.6 表 各種海底同軸ケーブルシステムの中継器設置間隔

方式名	CS-12M	CS-36M	S G	45MHz	S-25
方式開発国	日本	日本	米国	英国	仏国
使用開始年	1977	1980	1976	1976	1976
中継器間隔	12.0 km	5.8 km	9.7 km	6.1 km	9.3 km
等化器間隔	180.0 km	120.0 km			
供給電力(DC)	±6kV, 100mA	±6kV, 150mA			
回線容量 (3kHz換算)	1,600	3,600	4,000	5,200	3,120
伝送帯域 (kHz)	高域	7,436 ~12,388	16,700 ~29,300	27,700 ~44,300	14,576 ~25,228
	低域	564 ~5,516	4,332 ~17,004	800 ~13,300	812 ~11,464



2.23 図 海底中継器の構造

日本製の海底中継器は、筐体をベリリウム銅合金の円筒で造りその中に中継増幅器回路を収め溶接で密封したものが使用されている。更に海底中継器筐体は、数100kg/cm²以上の水圧に耐えるよう筐体内部に約500kg/cm²のヘリウムガスが封入されている。

海底中継器は、ケーブル内を通る信号の減衰を補償するために上表に示した如く数kmから10数km間隔で挿入される。従って、大陸間海底ケーブルシステムの場合は数百個の海底中継器が設置される。

一般的に中継器に要求される主な要件は次のとおりである。

- ア) 伝送周波数帯域全域にわたる減衰補償利得特性を持つこと
- イ) 中継回路は海水の温度変化や電源電圧の変化などに対して安定な増幅特性を有すること
- ウ) 信号レベルの変化範囲において非直線歪みをおこさないよう余裕ある増幅特性をもたせること
- エ) 方向性フィルター特性は、信号の通過帯域で平坦かつ低損失であり、阻止帯域において急峻で高い減衰特性をもたせること

上記要件のほとんどは、負帰還増幅器の開発と高周波絶縁特性の優れた材料の発見によって実用化されるようになった。

2.6 国際通信設備の変遷

1) 海底ケーブル通信設備

海底ケーブル通信の発展は絶縁物の発見に始まる。1843年マレー半島の或る樹液からつくられるガクパーチャが絶縁性に優れていることを発見した英国人は、この絶縁物で数mm径の鉄線を覆い、更にその外側をジュートと鉄のテープで保護した直径約5cmのケーブルを製造し、これを1850年にドーバー海底に敷設して英国とフランス間の海底通信に成功したと記録されている。

しかし、この海底ケーブルは、長距離でケーブル芯線と大地との間の静電容量が増え、電流波形が崩れるため早い速度の通信はできなかったが、当時としてはこの海底ケーブル通信は画期的なものであった。

海底ケーブル通信の成功によって、英国は次々と植民地に海底ケーブル網を拡張し、海外通信権益の拡張を計った。かくして19世紀の大陸間通信は英国の独壇場であった。

19世紀末から20世紀にかけ、無線通信技術の発明と研究開発の結果、海底電信ケーブルは次第に経済的な短波通信に域を明け渡すことになったが、短波通信はフェーディングや混信による品質の悪さ、通信の秘密が守れないなどの欠陥もあり、その後、多重搬送通信方式の実用化(1918)、負帰還増幅器の発明(1930)、同軸通信方式の提案(1933)、絶縁体ポリエチレンの発明(1933)、長寿命海底中継器の開発(1940年代初期)、トランジスタの発明(1948)など相次ぐ技術開発を基盤とした電話通信用海底ケーブル出現により海底ケーブル通信システムは、再び国際通信の担い手として登場することになった。

同軸ケーブルは、損失の減少、大容量化、伝送帯域の広帯域化への研究開発が進められてきた結果、日本のCS-12M方式(3kHz容量: 1,600回線)、CS-36M方式(3kHz容量: 3,600回線)、CS-60M方式(3kHz容量: 6,000回線)、米国のSG方式(3kHz容量: 4,000回線)、英国の45Mhz方式(3kHz容量: 5,200回線)を実現するに至った。

これを更に大容量、広帯域化するには同軸ケーブルを太くし、より多くの海底中継器の設置が要求されるが、これは経済性の上で不利となる。これを克服する技術として光ファイバケーブルが開発され、従来の同軸ケーブルに比べて大幅な経済性が図られることになった。

海底光ケーブルは、1986年以降既に実用の域に入り、大西洋及び太平洋に敷設され国際通信に使用されている。

今後の大陸間海底ケーブル通信網は、同軸ケーブルシステムから光ケーブルシステムにとって換わることになる。

2) 衛星通信設備

衛星通信の主役はなんと言っても人工衛星である。

1956年、当時のアメリカの大統領であったアイゼンハウア氏が国際地理観測年(1957/58)に人工衛星を打ち上げる計画を発表したが、アメリカの人工衛星が打ち上げられる前にソ連がスプートニク衛星を打ち上げ(1957年10月4日)、これが世界最初の人工衛星となった。

世界最初の人工衛星スプートニクが打ち上げられる12年も前の1945年に英国のSF作家であるクラーク氏はワイアレスワールド誌に地球上35,800kmに3個の静止衛星を打ち上げ、これを宇宙中継局とすれば地球上のどこからでも地球上の遠く離れた地点と通信できるというアイデアを発表している。

赤道上35,800kmの同心円に置かれた人工衛星は一日で地球を一周するから、地球から見れば人工衛星は見掛け上静止していることになる。この35,800kmの地球を一周する円を静止衛星軌道と呼んでいる。

人工衛星打ち上げ技術、衛星追尾技術、静止衛星軌道への投入技術などの研究開発の結果として現在の衛星通信システムが確立されたと言える。

ベル研究所(米国)が開発した中継器を搭載したテルスタ衛星が1962年7月に打ち上げられ、世界最初の大西洋横断テレビ中継が行われると同時にヨーロッパとアメリカとの間の電話通信の実験、更には衛星追尾技術の可能性の実証などが行われ大きな成果を上げた。

続いて1962年12月に10Wの進行波管中継器を2台搭載したリレー衛星がNASA(米国航空宇宙局)によって開発され、打ち上げられて世界規模の衛星通信実験が実施された。このリレー衛星による太平洋横断テレビ中継実験の時(1963年11月23日)ケネディー大統領暗殺のニュースが飛び込んできたのを記憶している人もいるであろう。

これらの一連の実験に使用された衛星は静止衛星ではなかった。
世界で初めての静止衛星は、1964年の東京オリンピックを中継したシンコム衛星である。

衛星技術の開発によって、衛星通信は海底ケーブル通信と並んで国際通信の両横綱となった。これも昨今のエレクトロニクスの研究開発におうところが大きい。技術開発によって地球局施設建設の経済性、機器の安定性も高まり、国際通信のみならず国内通信の中継回線としても衛星宇宙局が使われる時代になってきた。これは先進国のみならず、開発途上国における通信網拡充整備に極めて大きな福音である。

例えば、標準D地球局のV I S A T (Village and Isolated Region Satellite Communications Applications)方式の普及は、開発途上国の僻地や島嶼国の通信網整備に大いに役立つことになるであろう。

第 3 章

国際通信における伝送方式

3. 国際通信における伝送方式

3.1 国際通信回線網の構成

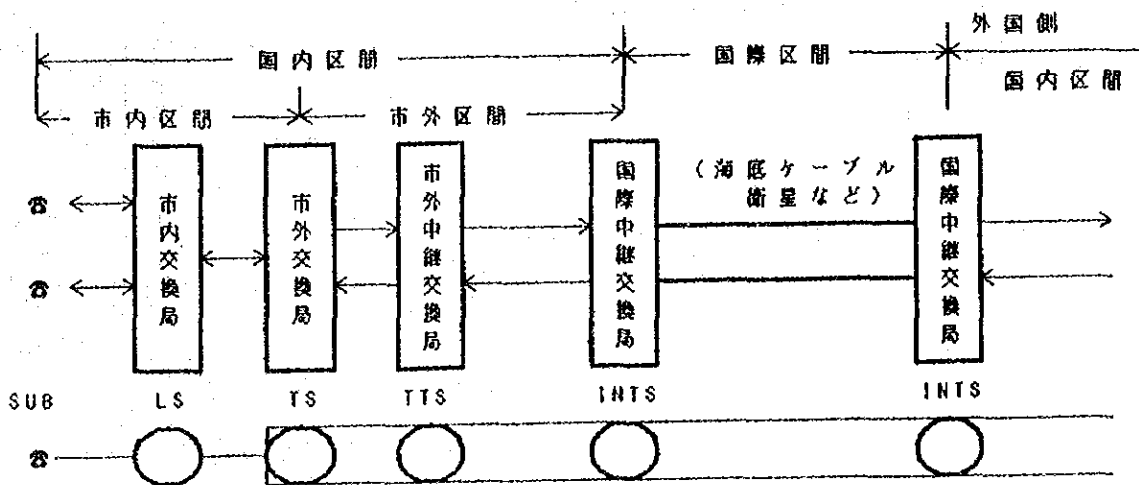
国際通信回線網の基幹部分は海底ケーブルと衛星伝送ルートである。

国際通信回線は、各国の国内通信網と相互接続されて使用されるものである。従って、国際通信回線は、国際中継交換局において通信方式、信号制御方式、網管理方式、課金方式など、各国の国内通信回線網と技術的なインタフェースがとられる。

特に国際通信回線は、次のような国内回線との相違点がある。

- a) 運用条件や技術的条件の変更、例えば新しい技術の導入などを計画した場合に、自国の都合だけでは決められず、常に関係国相互間で綿密な協議と調整が必要であること。
- b) 国際通信路は、国内通信路に比べて距離が長くなるので、電話の場合時間遅れによるエコー（反響）現象が発生し、通話品質の劣化が起こり易いこと。
- c) 国際通信回線は、多種類の言語が交錯するので特別の運用管理体制が必要であること。
- d) 料金計算に関する取決めが必要であること。

国際通信回線と国内回線の接続は、3.1図に示すように、各国の国際中継交換局で行われる。国際区間は常に相手国との直通回線構成によって接続されているのではなく、第三国の国際中継交換局を経由して接続される場合もある。



3.1 図 通信伝送路の構成概要図

3.2 伝送信号の処理方法

電話などの信号を遠距離に送る場合、有線伝送路では音声信号をそのまま送ることが出来るが、無線伝送では空間を伝播し易い高周波に音声信号を乗せて電磁波の形で伝播させる。

いずれにしても一つの伝送路を一つの音声信号で占有するのは不経済であるから、伝送能率をあげるために多くの情報信号（伝えたい情報を電気に変換した電気信号）をまとめて多重化し、一括して伝送する手段が使われている。

この高周波に情報信号をのせることを「変調 (Modulation)」、のせられる高周波の方を「搬送波 (Carrier)」と呼称する。変調されたいいくつかの搬送波をまとめることを「多重化 (Multiplex)」という。

多重化搬送通信を行うための最初の処理は変調である。

通信は、情報信号の性質を決める3要素である振幅、周波数、位相の中の一つあるいは同時に二つ以上を変化（変調）して送り出し、受信側でどれだけ変化させたかを検出（復調）することによって行われる。

変調の方式は、情報信号の3要素に着目した分類と、信号の種類による分類がある。3要素に着目した分類は

- a) 振幅変調
- b) 周波数変調
- c) 位相変調

の3種類であり、信号の種類による分類は

- i) アナログ変調
- ii) デジタル変調

である。

この項ではこれらの変調について説明する。

1) 基本的変調方式

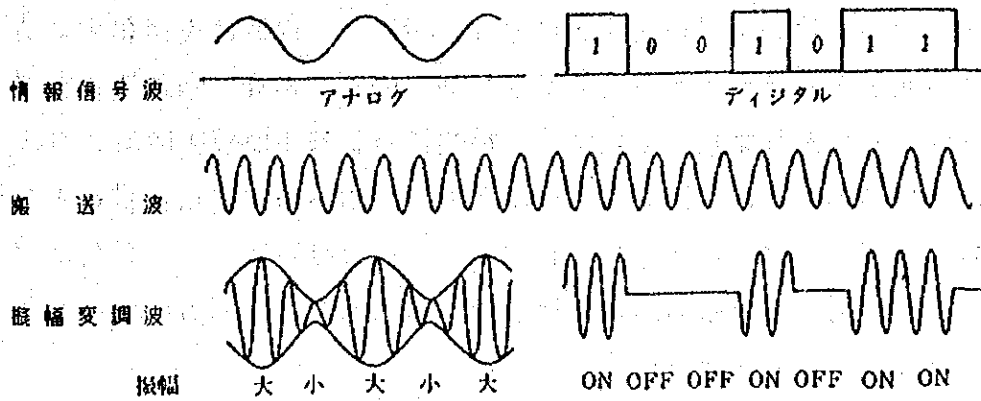
(1) 振幅変調

振幅変調 (Amplitude Modulation ; AM) は、電話の多重通信やラジオ放送などに広く使われている変調方式である。

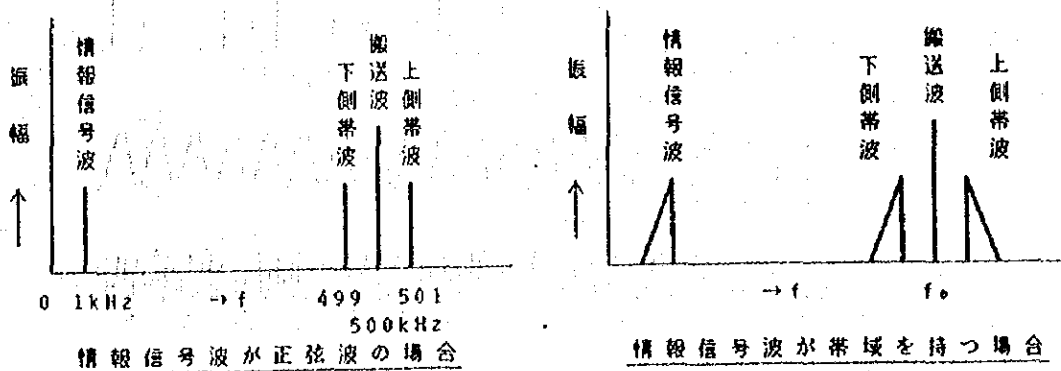
振幅変調は、搬送波である高周波の正弦波の振幅を変化する方式である。搬送波の振幅を情報信号で変化させると、搬送波は、変調されて波形が変わり2つ以上の正弦波の合成になる。

例えば、情報信号を1000Hz、搬送波を500kHzの正弦波と仮定した場合、振幅変調された高周波の被変調波は、500kHzの搬送波と500kHzより1000Hz高い501kHz及び1000Hz低い499kHzの3つの波の合成したものになる。

搬送周波数から1000Hz離れた上下に側帯波という波ができ、この大きさは情報信号の大きさに比例する。



3.2 図 振幅変調の波形



3.3 図 振幅変調された高周波の周波数スペクトル

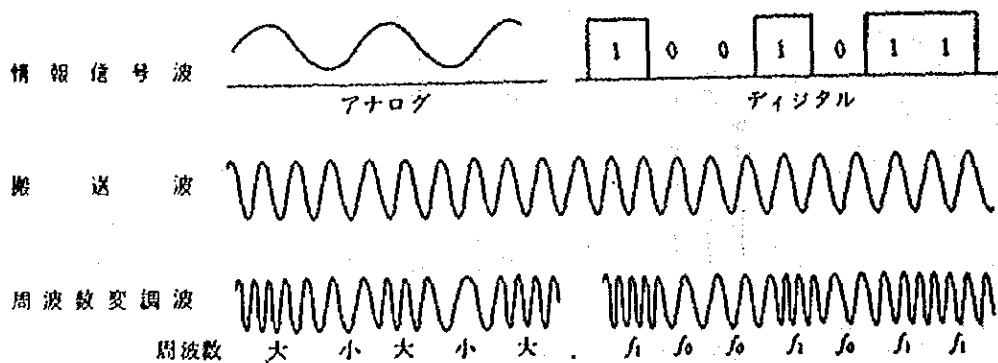
振幅変調した場合、信号伝送にはこの上下の側帯波の周波数を含む範囲の周波数帯域が必要となる。このような上下両方の側帯波を送る方法を両側帯波振幅変調方式 (Double Sideband ; DSB) という。

上下二つの側帯波のどちらか一つの側帯波だけでも必要な情報は含まれることが理論的にわかっており、また変調した後は搬送波そのものも必ずしも必要でないため、一つの側帯波の周波数範囲だけを通ずる波器を使って側帯波一つだけを送ることによって伝送効率が高まる。この方法は広く利用されている。これを単側帯波振幅変調方式 (Single Sideband ; SSB) と呼んでいる。

(2) 周波数変調

周波数変調 (Frequency Modulation ; FM) は、搬送波である高周波の正弦波の振幅を一定に保ち、情報信号の大きさに従って搬送波の周波数を変化する方式である。この変調方式はレベル変動や雑音に強く安定であり、高品質の伝送が可能であるが、振幅変調に比べて伝送に広い周波数帯域を必要とする。従って、電波密度の高い中波や短波帯には不向きで、電波の密度に余裕のとれる超短波帯以上の周波数帯で使用される。

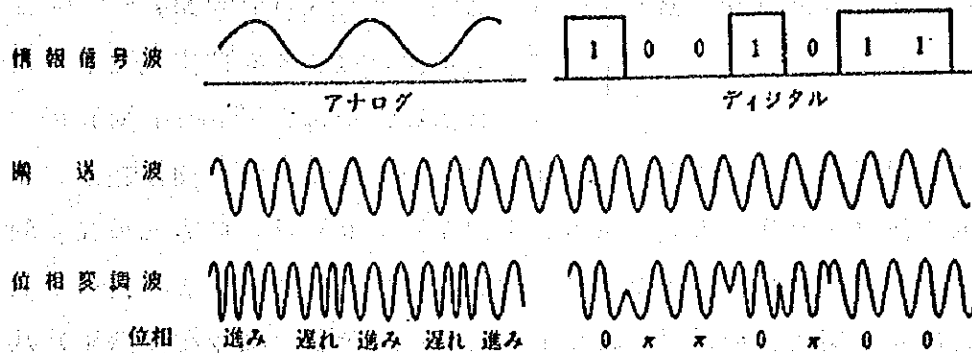
衛星通信では広い周波数帯域の活用が可能であるためこのFM方式が使用されている。



3.4 図 周波数変調の波形

(3) 位相変調

位相変調 (Phase Modulation ; PM) は、搬送波である高周波の正弦波の位相角をある基準位相から情報信号の瞬時値に比例する値だけ変化する方式である。



3.5 図 位相変調の波形

2) アナログ変調

アナログ変調 (Analog Modulation) とは、アナログ信号で搬送波を変調することをいう。搬送波が連続の場合とパルス列の場合の二種類がある。

a) 連続波アナログ変調に属す変調方式

i) 振幅変調 (AM)

- 両側帯波振幅変調方式 (DSB)
- 単側帯波振幅変調方式 (SSB)
- 残留側帯波変調方式 (VSB)

残留側帯波変調方式 (Vestigial Sideband Modulation) とは、情報信号の周波数が 0 又は 0 に近い即ち直流成分に近い場合には SSB ができない。この場合、低周波成分は両側帯波で、高周波成分は単側帯波として周波数占有帯域幅を狭くして伝送する方法である。これは DSB と SSB の利点を組合せて狭い周波数帯域で直流成分まで伝送するほうほうであり、テレビジョンの変調方式として使用されている。

ii) 周波数変調方式 (FM)

iii) 位相変調方式 (PM)

b) パルスアナログ変調に属す変調方式

i) パルス振幅変調 (PAM)

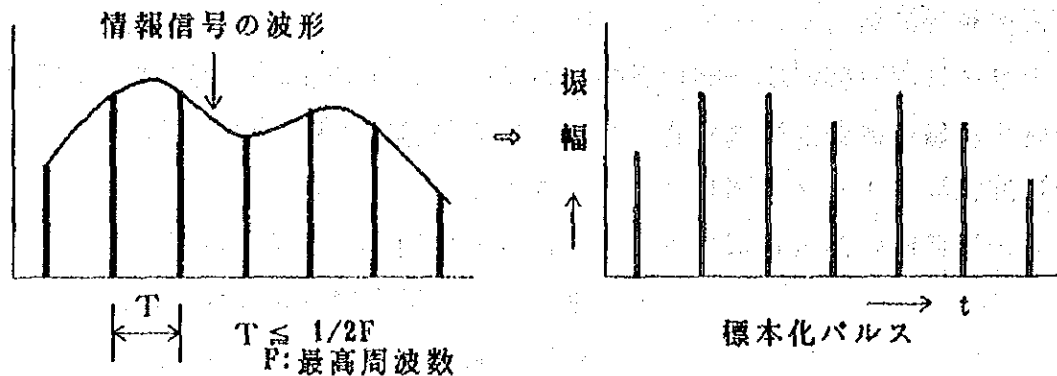
ii) パルス時変調 (PTM)

パルス幅変調方式 (PWM)

パルス位置 (位相) 変調方式 (PPM)

パルス周波数変調方式 (PFM)

パルス変調とは、搬送波として正弦波の代わりに繰り返し周波数が一定のパルス列を使用する変調方式である。上記 i), ii) はこの方式の代表的なものである。この変調方式の基本は、情報信号のある間隔ごとの信号の値だけを送れば受信側で元の信号に再現できるという理論 (標本化定理) に基づく方式である。



3.6図 標本化パルス生成概要説明図

上図左の元の情報信号波形を T の間隔に区切りそこの値を取り出したのが上図右である。この処理を標本化といい、PAMは標本化されたパルスの振幅を、PWM, PPM, PFMは振幅を一定としてパルス幅, パルス位置, パルス周波数を変化させるものである。

3) デジタル変調

デジタル変調 (Digital Modulation) とは、搬送波をデジタル信号で変調することをいう。アナログ変調同様、搬送波が連続の場合とパルス列の場合の二種類がある。

a) 連続波デジタル変調に属す変調方式

- i) 振幅偏移変調方式 (ASK)
- ii) 位相偏移変調方式 (PSK)
- iii) 周波数偏移変調方式 (FSK)

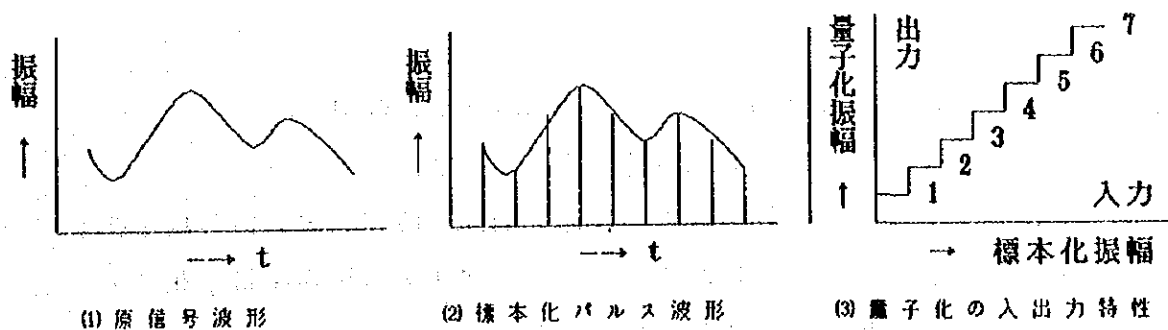
b) パルスデジタル変調に属す変調方式

- i) パルス符号変調方式 (PCM)

デジタルとは、情報の持つ振幅値を有限な幾つかの値 (これを離散値という) に限定して与えられるデータ、又は符号で与えられた情報のことである。

電話や画像などをデジタル伝送する場合、アナログ信号を一旦デジタル信号に変換即ち符号化する必要がある。この符号化の代表的なものがパルス符号変調 (PCM) である。

アナログ信号 (時間的に振幅値が連続的にしている信号) を変換してデジタル信号をつくりだした場合、元の連続的信号は不連続になるので情報に歪みを生ずることになる。しかし、通信品質上問題を生じない程度に細かく刻み、多くの値をとるようにしてやればよい。このような処理を行うことを量子化と言っている。



3.7 図 量子化過程を示す概要図

上図の(1)の原信号を(2)のように標本化し、それを(3)の入出力特性を持つ量子化

回路を通すことによって量子化されたパルスを得ることができるが、このまま伝送路に送り出すのではなく、通常2進符号に変換（符号化という）して送る。

このようにして出来上がったデジタル信号波形の一例は 3.6図のようなものである。



3.8 図 デジタル信号波形

(1) 振幅偏移変調 (Amplitude Shift Keying : ASK)

ASKは、デジタル信号による振幅変調であり、搬送波の振幅がデジタル信号の符号に対応して偏移する方式である。

(2) 位相偏移変調 (Phase Shift Keying : PSK)

PSKは、デジタル信号の符号に対応して搬送波の位相を変化させる方式である。

PSKの特徴は、衛星通信の一つの悩みである搬送波電力対雑音電力比(C/N)を高くとりにくい点であるが、PSKは他の変調方式に比べて同じC/Nに対する符号誤り率が小さいことである。

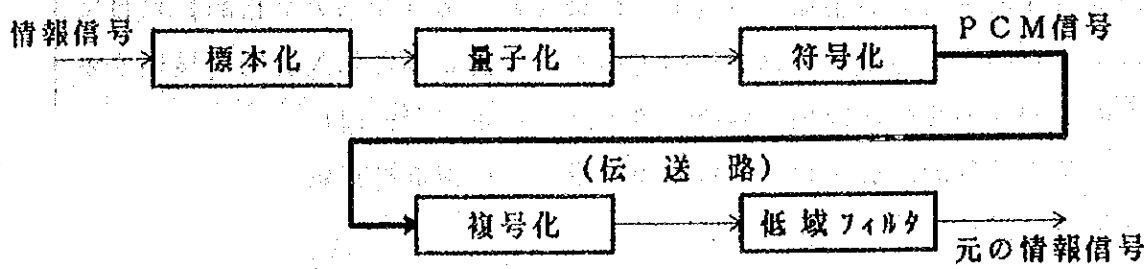
(3) 周波数偏移変調 (Frequency Shift Keying : FSK)

FSKは、デジタル信号の符号に対応して搬送波の瞬時周波数を変化させる変調方式である。

FSKの誤り率特性は、PSKより劣るが回路構成が簡単であるという利点がある。

(4) パルス符号変調方式 (Pulse Code Modulation : PCM)

PCMは、デジタル変調の代表的な方式である。原信号であるアナログの情報信号を、既述の如く、時間列で細断し標本化してパルス振幅変調とする。この標本化した各々のパルスの振幅を量子化してデジタル化し、これを更に符号化して伝送する方式である。



3.9 図 PCM信号処理概要説明図

3.3 信号伝送方式

電気信号の伝送方法は、例えば有線方式と無線方式、アナログ方式とデジタル方式、個別方式と多重方式など幾通りにも分類できる。
また、通信回線の中を伝送する信号は、電話、テレックス、データ、画像など加入者が必要とする情報を電気信号に換えたもの（伝送の主目的）だけではなく、目的とする信号を迅速に間違いなく指定された加入者間に接続すること即ち回線割当や回線網管理のための多くの信号が同時に伝送されているので、ここでは加入者が発する信号の伝送、更には国際通信回線専用の信号方式について述べることにする。

1) 多重化伝送方式

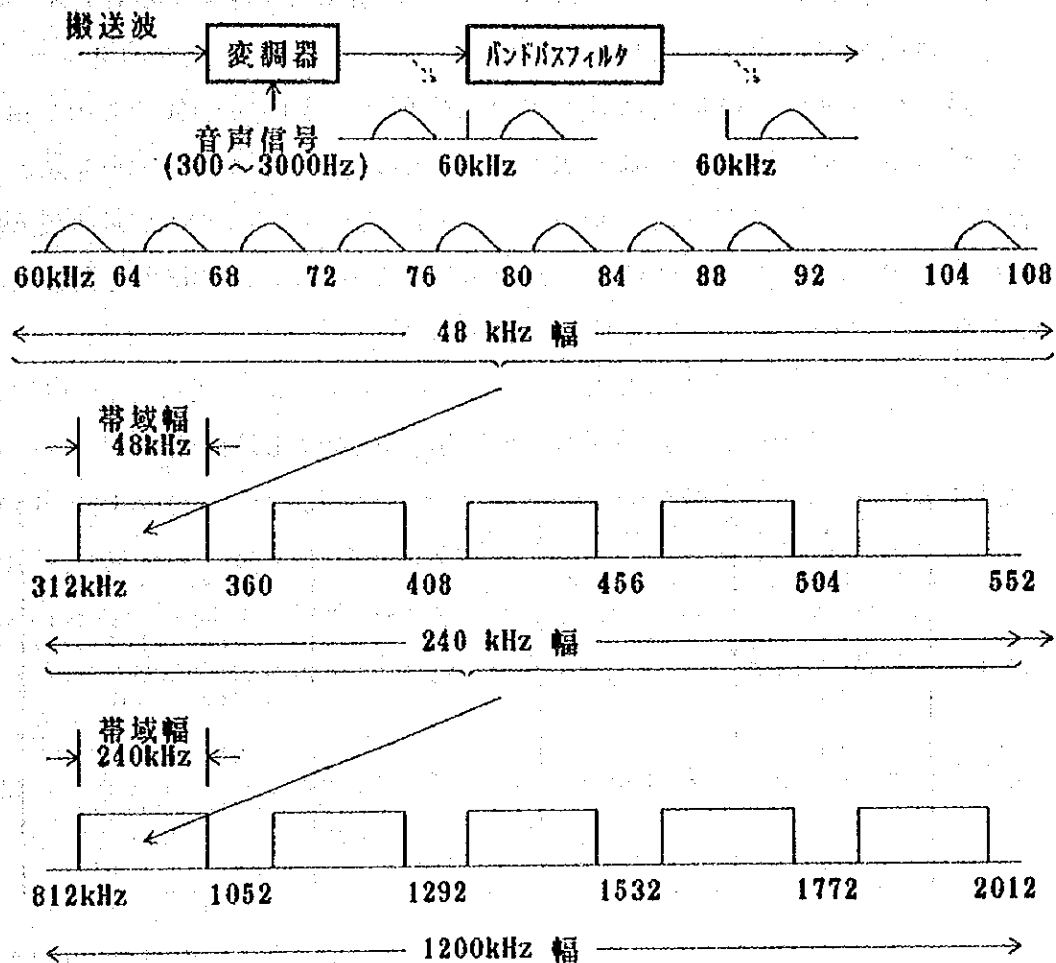
信号の多重化というのは、多くの個別信号を出来得る限りひとまとめにした信号にして能率良く伝送する方法である。多重化方式には次の2つがある

- a) 周波数分割多重方式(Frequency Division Multiplex : FDM)
- b) 時分割多重方式(Time Division Multiplex : TDM)

(1) 周波数分割多重方式 (FDM)

多重化は、「ベースバンドを搬送波に乗せることである」と説明したが専門用語では「ベースバンド信号によって搬送波を変調する」という説明になる。既述の如く、「変調」にはいろいろな方式があるが、ここではSSB-AMという変調方式が用いられる。

4kHzの周波数帯域を持ったベースバンドによって60kHzの搬送波を変調すると60kHzから64kHzまでの帯域を生ずる。もし、60kHz, 64kHz, 68kHzというふうに4kHz置きで搬送波を用意し、それぞれを4kHzのベースバンドでSSB-AM変調して加え合わせると3.2図のような周波数帯域を生ずる。仮に、4MHz(4000kHz)の帯域をもった伝送路が一本あれば、この方法で900の通話路を設定することができる。



3.10 図 SSB-AM信号の発生と多重化原理図

実際には、一度に900の搬送波を用意するのではなく、通常電話の音声帯域 300~3400Hzの信号を搬送周波数間隔、即ち既述の如く電話音声の通話路間隔を 4 kHzとして、まず12チャンネルをひとまとめの群(G)にする。次にこの群信号 ($4 \text{ kHz} \times 12 = 48 \text{ kHz}$ の帯域)をベースバンドとして扱いこれを5組束ねて $12 \times 5 = 60$ の超群(SG)にする。更にこの60通話路を5組多重(SG $\times 5$)によって 300の主群(MG)とし、更に $MG \times 3$ で超主群(SMG)に束ねられ 900チャンネルにするという方法が使われる。更に $SMG \times 4$ 巨群(JG)を構成させるとこの時の出力信号は 42,612 kHz - 57,012 kHzの間に 3,600チャンネル

ルが配列された多重信号となり、伝送回線上を能率的よく伝送させることができる。

この多重化の方法はアナログ伝送の場合の国際的に標準化されたものであり、多重化構成の模様を 3.1表に示した。

一般的に電気信号の伝送には2本の電線又は1本の同軸ケーブルが必要である。従って、双方向の伝送は4本の電線又は2本の同軸ケーブルを使うのが普通である。しかし、経済性の面から1本の同軸ケーブルで双方向伝送ができれば好都合である。これは周波数分割双方向伝送方式という技術の開発により可能となり、現在一般的に広く使用されている。

3.1 表 アナログ方式の場合の多重化構成表

多重化構成群の名称		チャンネル数	周波数帯域 (kHz)
英語名称	日本語名称		
G	群	12	60 - 108
SG	超群	60	312 - 552
HG	主群	300	812 - 2012
SMG	超主群	900	8516 - 12116
JG	巨群	3,600	42612 - 57012

(注) G : Basic Group, SG : Super Group, HG : Master Group
SMG : Super Master Group, JG : Jumbo Group

FDMの一種としてCFDM (複合周波数分割多重: Compounded Frequency Divided Multiplex) という方式がある。CFDMは、FDMが12チャンネル以上の多重化であるのに対してCFDMはその倍の24チャンネル以上を多重化したものである。

(2) 時分割多重方式 (TDM)

音声信号は連続して変化する量即ちアナログ信号である。これをそのまま送るのがベースバンド伝送であり、周波数帯域をシフトして送るのが搬送通信であることは既に説明したとおりである。

アナログ信号は長距離の伝送路において雑音やひずみの影響を受け易く伝送品質の低下をもたらす。そこで雑音やひずみにもっと強い伝送方式はないものか、という課題に応じて研究開発されたのがデジタル方式である。

デジタル信号は、アナログのように連続して変化する信号ではなく、あるか無いか（1か0か）で表される信号である。

デジタル信号は「有るか無いか」が判別できればよいのだから、雑音やひずみに強い。ただし広い周波数帯域を必要とするため、十分広い周波数帯域幅がとれる高周波帯でないとは利用できない。

時分割多重方式の原理は、アナログ信号をPCM処理し、それを2進符号の細かいパルスとして多重化を時系列に分割して伝送する方法である。

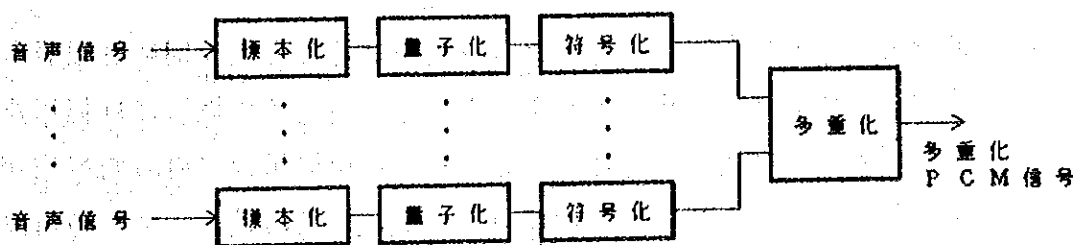
TDMのFDMとの大きな違いは、受信側でTDMで混然と伝送される2進符号の中からどうやってそれぞれの情報信号を取り出すかの難しさである。

この解決法として、信号の送受端局間で同期をとる方法が行われている。

このために、TDM方式では送信側から受信側に向かって特定の同期信号を伝送する方法をとっている。

PCM多重化信号をつくるには、本章3.1で既述のように、原信号を標本化、量子化、符号化の過程を経て多重化信号を得る。

その概略を3.11図に示した。



3.11 図 PCM多重化過程説明図

2) 海底ケーブルの信号伝送方式

海底ケーブル通信システムには、同軸ケーブルおよび光ファイバケーブルが伝送媒体として使用される。

陸上で使用される同軸ケーブルや光ファイバケーブルとの違いは、ケーブルが海中での腐食や深海の高い水圧に耐える堅牢なものであること、信頼性の高い中継器が要求される点である。

海底ケーブル敷設には大きな投資を必要とする。従って、海底ケーブル通信システム建設後の運用には信号の多重化などの方法で回線の利用効率を高める技術が採用されている。

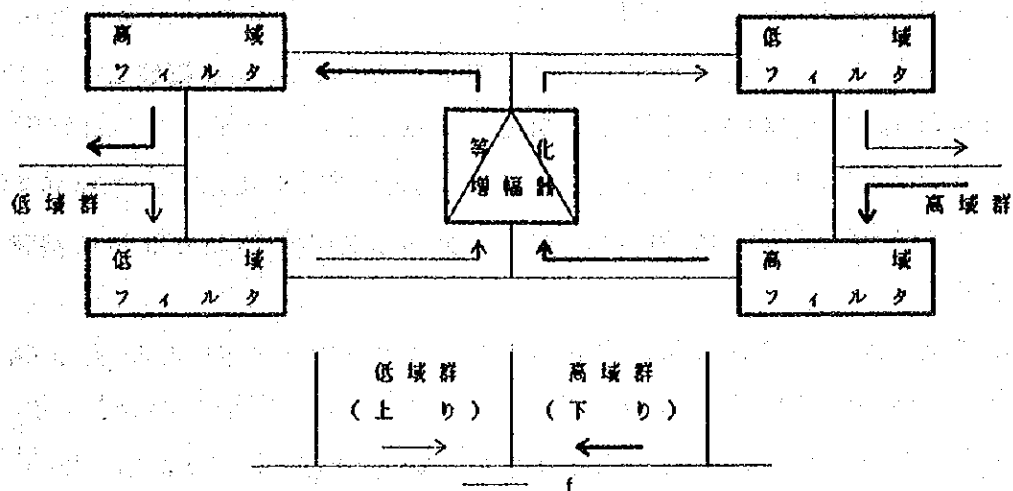
海底ケーブル通信システムでは、回線の利用効率を高める技術として、周波数分割双方向伝送方式、16通話路方式、TASI方式 (Time Assignment Speech Interpolation System) が使われている。

(1) 周波数分割双方向伝送方式

一般的に電気信号の伝送は、上下の方向別に一对の伝送路をつくる。即ち一对の伝送路は2条のケーブルから構成されるから、双方向の伝送のためには4条のケーブルが使用される。

しかし、海底ケーブルのように敷設費用（建設費）がかさむ場合は、経済性の面から1本の同軸あるいは光ファイバケーブルを伝送路とする多重化信号の双方向伝送ができる周波数分割双方向伝送方式が海底ケーブル通信システムで最も広く使用されている。

周波数分割双方向伝送方式は、上り下りの電話信号を方向別に低域群と高域群の周波数帯域に分けて伝送する技術である。このため中継器には低域及び高域フィルタ（方向性フィルタ）が組み込まれる。中継増幅器の所要帯域が4線式の2倍になるものの、建設費の削減対策として海底同軸ケーブルの電気信号伝送方式として一般化されている。



3.12 図 周波数分割双方向伝送概略説明図

(2) 16 通話路方式

一般陸上の搬送多重化伝送方式では、多重化の一般論で述べたように、60～108kHzの群帯域に 300Hz～3400Hzの音声信号を伝送する通話路が4kHz間隔で12設けられているが、海底ケーブル通信システムの場合は伝送路の有効利用のため音声信号帯域を 200Hz～3050Hzに制限し群帯域の中に3kHz間隔の通話路を16個とるようにしてある。この方式を16通話路方式という。

(3) TASI方式

電話で通話する場合、一方が話している時他方は無言で聴いているだけなので両方向の通話路の一つは空状態である。単純に考えて、通話中の回線利用率は50%である。更に両方が無言の時もあるので、実際に通話路が利用されるのは40%前後であると考えられている。

アナログ電話システムの各通話路の空時間をうまく融通し合う技術がTASIである。この方式は通話路の入口に音声検出器を設け、ここで音声信号の有無を検知し、音声信号が無い時だけその通話路の玄関を開けて音声信号を招き入れる。その情報は同時に相手局のTASIに伝えられ、相手局のTASIは音声信号がどの廊下（通話路）を通過して入って来るかを知り、やって来た音声信号を間違いなく取り出す操作を高速の時分割スイッチで行わせる機能を持つ装置のことをTASIと呼んでいる。

3) 衛星通信方式

実際に衛星通信を行うためには、変調などの処理によって電波として伝送するのに適した信号をつくつてやらなければならない。

陸上通信システムの伝送は変調方式と多重化方式の組合せによっているが、衛星通信システムの場合は、変調、多重化に多元接続方式が加わり3つの要素の組合せとなる。

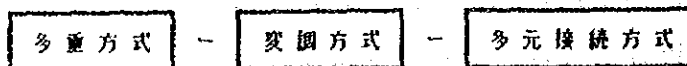
衛星通信システムの信号伝送方式の3要素をまとめたのが3.2表である。

3.2 表 衛星通信方式の3要素

3要素	方式の分類	回線割当方式の分類
変調方式	FM: 周波数変調	
	PSK: 位相変調	
多重化方式	FDM: 周波数分割多重	
	TDM: 時分割多重	
	SCPC:	
多元接続方式	FDMA: 周波数分割多元接続	PA: 固定割当
		DA: 接続要求割当
	TDMA: 時分割多元接続	PA: 固定割当
		DA: 接続要求割当

(注) FM: Frequency Modulation
 PSK: Phase Shift Modulation
 FDM: Frequency Division Multiplex
 TDM: Time Division Multiplex
 SCPC: Single Channel Per Carrier
 FDMA: Frequency Division Multiple Access
 TDMA: Time Division Multiple Access
 PA: Per Assignment
 DA: Demand Assignment

通信方式は次のように現すのが通例となっている。



(例) FDM - FM - FDMA
 周波数分割多重周波数変調周波数分割多元接続方式

変調方式及び多重化方式については既に説明してきたのでここでは多元接続について説明する。

多元接続は、衛星通信システム特有のものである。衛星通信では一つの衛星宇宙局を多数の地球局で共用使用したり、多くの地球局からの搬送波を宇宙局の中継器で多重する方法が用いられている。この方法を多元接続という。

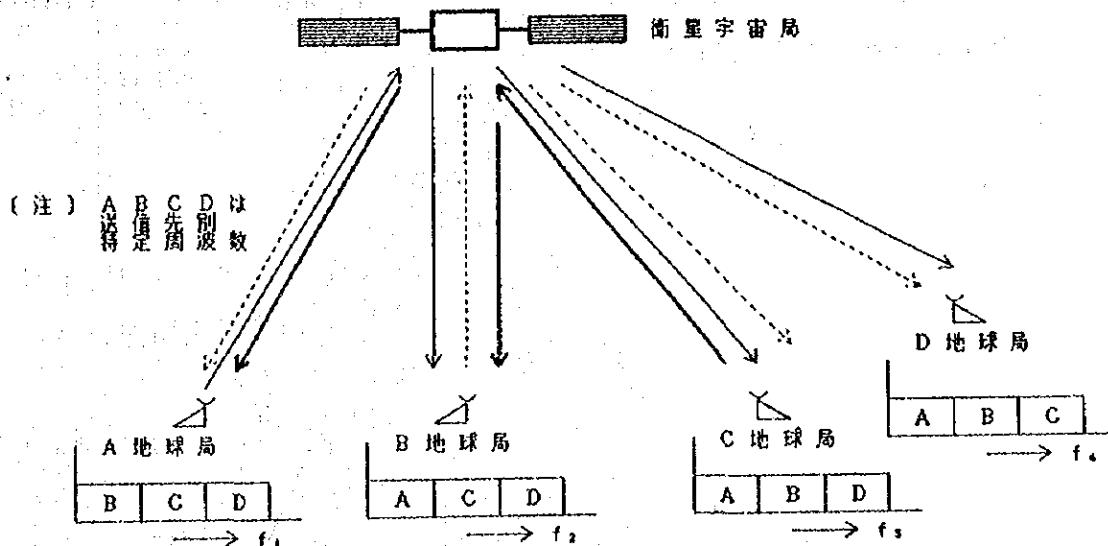
(1) 多元接続

7) 周波数分割多元接続方式(Frequency Division Multiple Access : FDMA)

各々の地球局から宇宙局に向かって発射される電波がお互いに重なり合わないような異なる周波数を使用する方法である。

換言すれば、2地点間(各々の地球局同志)で使用する特定の周波数をあらかじめ決めておき、宇宙局は周波数の違いでその信号の行き先を判断する仕組みになっているのが周波数分割多元接続方式である。

このFDMA方式は、装置が簡単で且つ変調波の如何を問わず有効であるため、現在までに最も広く活用されている多元接続方式である。



3.13 図 FDMAの原理説明図

1) 時分割多元接続方式(Time Division Multiple Access : TDMA)

各々の地球局から宇宙局に向かって発射されるデジタル変調された電波に

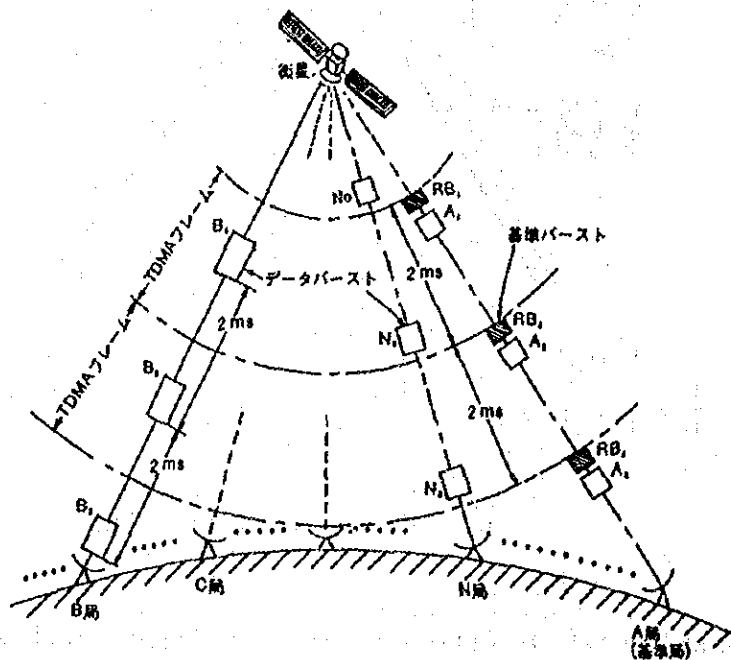
よって中継器を時分割して使用する方法である。

この方式は、SCPCのように各々の地球局がそれぞれ別々の周波数を使用して通信するのと異なり、一つの中継器全体の周波数帯域をこれにアクセスする地球局全部が共有、即ち各地球局の搬送波周波数は同一であり、その運用をある瞬間を捕らえて見ると、中継器では常にある一波だけを増幅するということになる。

TDMA方式の基本的概念は、宇宙局の中継器の中で周期的に区切られた時間を考えて、この区切られた周期の一つ一つをTDMAフレームとし、このフレームの中を時間的に分割してその時間のセグメントを各々の地球局に割り当てるというものである。

時間を割り当てられた各地球局は、その時間表に従い割り当てられた時間内に収まるように自局の信号を処理して宇宙局に向けて送り出す。従って、各送出電波はTDMAフレームと同じ周期を持った断続信号となる。この断続信号のことをバーストと呼称している。

各地球局から送出されるバーストは宇宙局の中継器の中でお互いに他局のバーストと重なり合わないよう、フレーム同期およびバースト同期というタイミング合わせを行う。



3.14 図 TDMA方式の概念図

(2) 衛星通信システムの主たる通信方式

3.3 表 主要衛星の伝送方式等

衛星	通信方式	回線容量	使用周波数帯		周波数帯域幅	中継機数
			上り	下り		
インテルサット IV-A	FDM-FM-FDMA PCM-PSK-SCPC PSK-SCPC FM-TV	TEL: 6,000CH + TV:2CH	6 GHz	4 GHz	500MHz	20
インテルサット V	FDM-FM-FDMA PCM-PSK-SCPC PSK-SCPC SPADE CFDM-FM PSK-TDMA	TEL: 12,000CH + TV:2CH	6 GHz 14GHz	4 GHz 11GHz	500MHz	27
マリサット	CFM-SCPC TDM-PSK-FDMA PSK-TDMA	音声級換算 8 CH	船⇨衛 1.6GHz 陸⇨衛 6 GHz	衛⇨船 1.5GHz 衛⇨陸 4 GHz	4MHz	2
マリックス	CFM-SCPC TDM-PSK-FDMA PSK-TDMA	音声級換算 46CH	船⇨衛 1.6GHz 陸⇨衛 6 GHz	衛⇨船 1.5GHz 衛⇨陸 4 GHz	5.5/ 5MHz	2
インテルサット V-HCS	CFM-SCPC TDM-PSK-FDMA PSK-TDMA	音声級換算 30CH	船⇨衛 1.6GHz 陸⇨衛 6 GHz	衛⇨船 1.5GHz 衛⇨陸 4 GHz	7.5MHz	2

3.3表は主要衛星宇宙局の通信方式と関連諸元を示したものである。
ここに示した通信方式の中から主なもの2, 3を以下に紹介する。

7) FDM-FM-FDMA

(周波数分割多重周波数変調周波数分割多元接続方式)

多重化方式のFDM及び変調方式FMについては、既に海底ケーブルの項で述べたとおりであり、衛星通信の場合はこれに多元接続方式FDMAが付加されたものと考えてよい。

この方式は、早くから技術的に完成されていたアナログのFDM-FM-FDMA方式としてインテルサットシステム発足当初から電話回線サービスに採用されてきた。

この方式は、主としてインテルサットの標準A、標準C地球局で使用されており、各地球局では複数の電話信号をまとめて周波数分割多重し、これを一つの周波数変調波（FDM-FM）として伝送するものである。

次項で述べるSCPC方式は一つの搬送波当たりの所要周波数帯域が狭く、送信電力も小さくて済むので、比較的小規模であるインテルサット標準B地球局の標準伝送方式として採用されてきたが、近年、衛星通信の需要増大に伴い、インテルサットは標準B地球局にも大容量通信が可能なFDM方式の導入を検討してきた。

標準B地球局はアンテナが小さいため、標準A地球局のFDMと同じパラメータの伝送では電話音声の品質が悪くなる。そこでその改善策としてCFDM（複合周波数分割多重：Compounded Frequency Divided Multiplex）方式が開発された。これは電話音声信号を多重化する前に各電話音声信号レベルを圧縮して伝送し、受信側では圧縮された信号レベルを元に戻す送信側と逆の処理をすることによって信号のS/N比（信号対雑音比）を改善する。この方式の採用で標準B地球局における品質の良いFDM方式による伝送が可能となった。

〔参考〕

インテルサット運用計画の再検討

1986年末に開催されたインテルサット・インド洋上衛星運用会議において、インド洋衛星の運用計画が審議された。この審議の中で、インド洋衛星自体の許容SCPC回線容量1,500チャンネルに対して、1988年末には衛星の許容容量を遙かに越える1,700チャンネル以上に達することが判明した。そこでインテルサットは、衛星搭載の中継器（トランスポンダ）の負荷の軽減策、地球局間の回線数の再調整、大容量通信方式への一部転換策の検討し、

i) SCPCの新規増設の見送り

ii) 既存SCPC所有国の一部SCPCの他方式への早期転換

が決議された。この決議に基づきルワンダの地球局もSCPCの一部をFDM/FM方式に改修さざるを得なくなった。

この方式変更のための地球局改修工事は通信相手の各国地球局の歩調を合わせたスケジュールに基づく実施が不可欠となっている。

4) SCPC (Single Channel Per Carrier)

SCPCとは、比較的小容量通信を行う地球局のために回線が固定割当て、FDMA通信方式を設定したものの一般的名称である。

SCPC方式は、通信量の小さな多数の地球局で構成された衛星通信システムに適しており、一つの音声チャンネルに対して一つのキャリアが割当てられる。

この方式は、通信相手とする地球局数は多いが、回線を終日固定的に設定するほど電話需要のない地球局のために有効な方式である。

この方式はインテルサットB地球局や海事衛星システムに使われている。

この方式は、比較的狭い帯域と小さな電力の搬送波で伝送し、宇宙局の中継器の中で搬送波を等間隔に並べたいわゆるFDMA多元接続の通信方式である。この方式の特徴は、各チャンネルが独立しているのでチャンネル割当ての柔軟性である。

SCPCでは伝送能率向上のいろいろな手段がとられており、SCPCは更に次のように分類されている。

(a) SPADE方式 (Single Channel Per Carrier PCM Multiple Access Demand Assignment Equipment)

この方式は、特定数の回線を各地球局に共通プールしておき、デマンド即ち呼び要求の発生に応じて共通プールの中の送受一対の周波数（回線）をアサイメント（割当て）し、通話が完了すると割当てを解消して回線を元のプールに戻すという割当て方式である。

海事衛星通信システムではこの方式をデマンドアサインメントSCPCという。

この方式は、回線割当て要求を制御局に知らせるための回線（リクエストチャンネル）と、制御局が割り当てる回線を周知するための制御チャンネル用の特別な搬送波を使用する。この制御は海岸地球局の一つが受け持つ。

例えば、大洋を航行中の船から陸に電話したい場合、まず最初に海岸地球局に向けてリクエスト信号を衛星を経由の専用チャンネルで発信する。

リクエスト信号を受けた海岸地球局は、直ちに船舶地球局ごとに割り当てられた番号を確認した後、その要求を通信網管理局（NCS: Network Control Station）に向けて送信する。

通信網管理は、プールした回線の中から一対の空き回線を見つけ、その回線を使うよう受持海岸地球局と船舶地球局に連絡する。

割当を受けた海岸地球局と船舶地球局は、指定された回線を使い通信を行い、通信が終了したら同じようなルートで回線割当を解除する。

インテルサットは、この方式をSPADEと呼称する。

インテルサットでは1970年からこの方式をIV号系衛星システムに導入している。

SPADE方式は、回線割当制御を特定の制御局が集中的に行うものではなく、それぞれの地球局が平等に分散制御を行う方式なので、或る地球局が障害をおこしてもシステム全体に影響を及ぼすことがないこと、特定の制御局が不要であることなどの利点がある。

SPADEでは、分散制御形の回線制御を行うのでTDMA方式のCSC(Common Signalling Channel : 共通信号チャンネル) が設けられるなど、各地球局の制御回路が複雑になるという難点がある。

b) キャリアオンオフSCPC方式

この方式は、電話通信の場合の音声が存在する時だけ電波を送出する方式である。この方式をとれば衛星宇宙局の中継器で同時に増幅する搬送波の数が全回線数の場合より少なくなるから中継器の電力効率の向上および相互変調雑音の軽減になる。

c) CFM-SCPC方式

この方式は、電話通信を対象にしたもので、電話の音声信号をコンパウンドし、この出力をFMで伝送する方式である。

コンパウンドというのは、圧縮器(コンプレッサー)と伸長器(エキスパンダー)との合成語である。通常大きなレベル変化を伴っている電話の音声を忠実に伝送しなければならない。大きな音声信号は問題ないが、小さな音声信号は雑音に埋もれやすいのでこれを防止するために開発された技術である。

つまり送信側にコンプレッサーを設備し、大きく変化する音声信号のレベ

ルを圧縮して平均化する。即ち大きな音声信号レベルの時はこれを小さく、小さな音声信号レベルの時はこれを大きくするように補正して伝送路に送信し、受信側でこの平均化されて伝送されて来た信号をエキスパンダーによって再び元の音声信号に復元するものである。これは雑音の抑制に効果がある。

d) デジタルSCPC方式

この方式では、音声やデータ信号をまずPCM符号化し、出力のデジタル信号を2相又は4相PSK変調した後搬送波周波数を定め、更にこれを周波数変換し、電力増幅してアンテナから送出する。

インテルサットのデジタルSCPC方式は、一つの音声信号又は一つのデータ信号を伝送速度64kbit/sのQPSK(4相位相変調)信号として伝送している。36MHz帯域を持つインテルサットの中継器の場合、この36MHzの帯域に各SCPC搬送波を45kHz間隔で最大800波を収容することが可能である。

e) PSK-TDMA方式

この方式は、音声やデータなどのアナログ信号を、まずPCMによってデジタル化した後、これを沢山あつめて時分割多重を行い、このパルス幅を狭くして2相又は4相のPSK変調を行い、断続搬送波の使用で、多くの地球局が宇宙局の一つの中継器を能率よく共用できるように考えられた通信方式である。

3.4 信号方式

情報そのものの信号の伝送について前項までに述べてきた。目的とする信号の送受を円滑に実行するために、目的信号とは異なる即ち相手を呼び出したり、交換機の接続など電話網の中で電話を接続するため、電話機と交換機、交換機相互で特別な信号のやりとりが行われている。

この特別な信号のやりとりのために、あらかじめ幾つかの信号の意味や、信号のやりとりの手順を約束しておく必要がある。これを信号方式という。特に国際中継交換機間には国際標準が必要であり、国内通信網の信号方式は各国で異なるため、国際中継交換機は信号方式の変換機能を持たせる必要がある。

1) 信号方式の役目

3.7図は電話交換の基本的な信号を示したものである。

この一連の基本的信号は次の4つに大別される。

- a) 選択信号：接続相手の加入者電話番号を内容とする信号
- b) 監視信号：起動、切断など機器制御信号と機器の状態を表示する信号
- c) 課金信号：料金積算のための信号
- d) 管理信号：設備の保全、運用に必要な信号

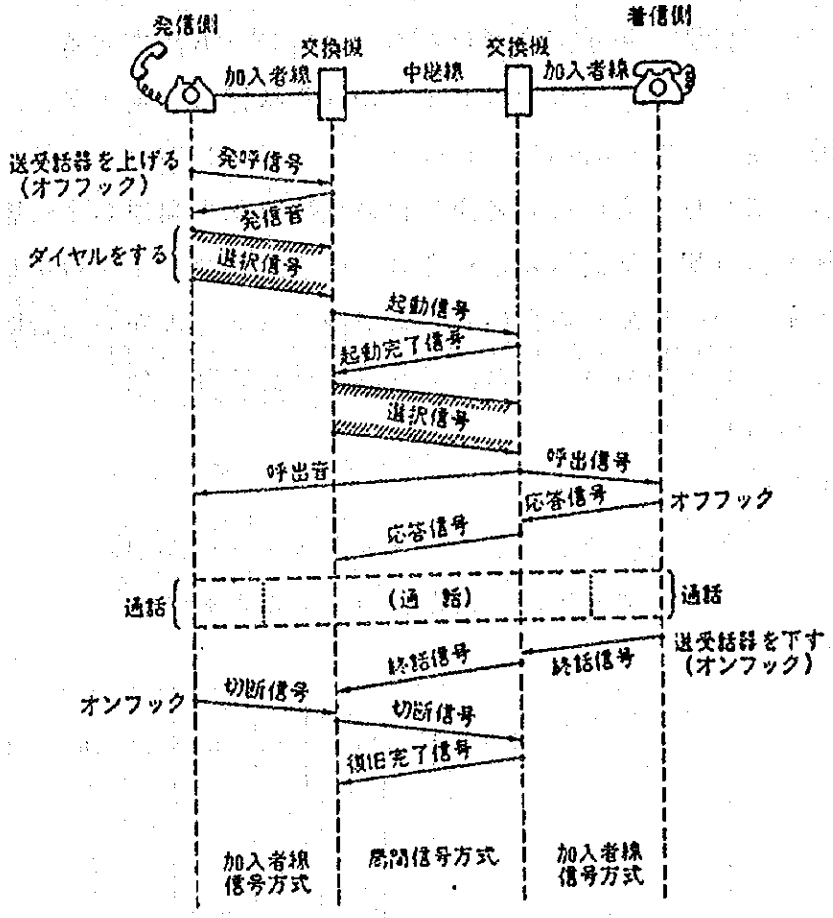
この4つの信号の中で直接我々の通話に関与する信号は a), b) の2つである。電話機と交換機間および交換機相互間では信号の種類や送受の手順が異なり、それぞれ加入者線信号方式、局間信号方式と呼ばれている。

端末機器の一つである電話機は、1対の加入者線を通して電話局内の交換機に接続されており、電話機は次のような機能を果たしている。

- ア) 接続、通話終了を交換機に知らせる
- イ) 発信音、呼出音、話中音等の信号音を受信する
- ウ) 接続相手番号や各種サービス要求を通知する(選択信号)
- エ) 音声を電気信号に変換して送信する(送話機能)
- オ) 電気信号を受信し音声に変換する(受話機能)



加入者線信号方式	局間信号方式	加入者線信号方式
⇨ 発呼信号 選択信号 切断信号	⇨ 起動信号, 選択信号, 切断信号	⇨ 呼出信号
呼出音 ⇨	⇨ 起動完了信号, 応答信号, 終話信号, 復旧完了信号	応答信号 ⇨ 終話信号



3.15 図 電話交換の基本的信号

我々は現在回転ダイヤル式または押しボタン式の電話機を日常使用しているが、その仕組みを見てみよう。

i) 接続要求

送受話器を上げるとフックスイッチが閉じ、加入者線を通じて交換機に直流電流が流れる。交換機ではこれを検出し、発信音を送る。

ii) 選択信号

受話器で発信音を聞いた加入者は、ダイヤルまたは押しボタンにより相手の電話番号を交換機へ送る。ダイヤル式ではダイヤル番号に応じた数のパルスを、押しボタン式ではボタンの番号に対応する2つの周波数(図に示すように「1」なら697 Hzと1209 Hz)の信号を発生する。交換機はこれらを識別して通話路を設定する。(クロスバー交換機・電子交換機はどちらの信号でも識別するが、ステップバイステップ交換機ではダイヤル式電話機しか使えない。

iii) 通話

送話器には、音圧による炭素粉の抵抗変化を利用して音響/電気変換を行う炭素送話器が用いられている。このタイプの送話器はエネルギーの変換効率の良いことと安価であることから電話機用として古くから用いられて来た。受話器には高感度、低コストの電磁形が用いられている。

iv) 通話終了

発信者が送受話器をおろすとフックスイッチが切れ、直流電流の流れが止まるので交換機は話が終わったことを知り、通話路を開放する。

高群 \ 低群	1209Hz	1336Hz	1447Hz	1633Hz
697Hz	1	2	3	
770Hz	4	5	6	
852Hz	7	8	9	
941Hz	*	0	#	

(注)
1633Hzは
将来の
拡張用

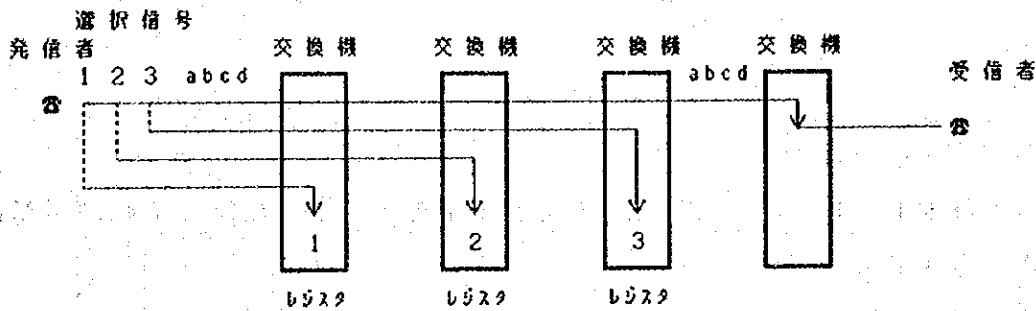
3.16 図 押しボタンと周波数配列

2) 信号の転送方式

選択信号と監視信号の交換機間転送方式には2種類の方法がある。

(1) E-E接続方式

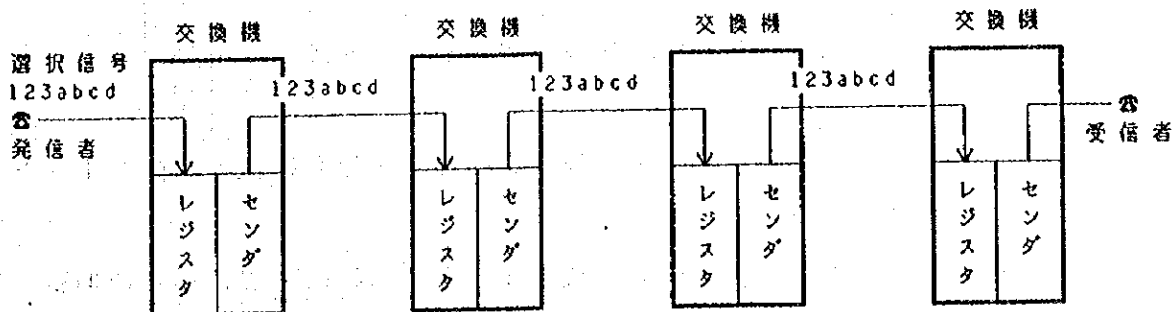
これはEnd-to-End方式と呼び、ダイヤル信号の数字ごとに交換機の出線を選択し次の局階位の交換機まで中継線を延長する。さらに次のダイヤル信号で中継線を伸ばすというふうに接続して行く方法である。



3.17 図 End-to-End 接続方式概念図

(2) L-L接続方式

Link-to-Link接続方式は、E-E方式と異なり最初の交換機はダイヤルを受けた数字全部をいったん交換機のレジスタに蓄積し、そうした後で交換機は相手の市外局番を読み取って最も適当な出線を選択し、次の交換機との間のリンクを構成する。そうすると最初の交換機は蓄積していた全部の数字をセンダから次の交換機へ転送する。同じようにして次々と接続して行く方法である。



3.18 図 Link-to-Link 接続方式概念図

3) 国際中継交換機間の信号方式

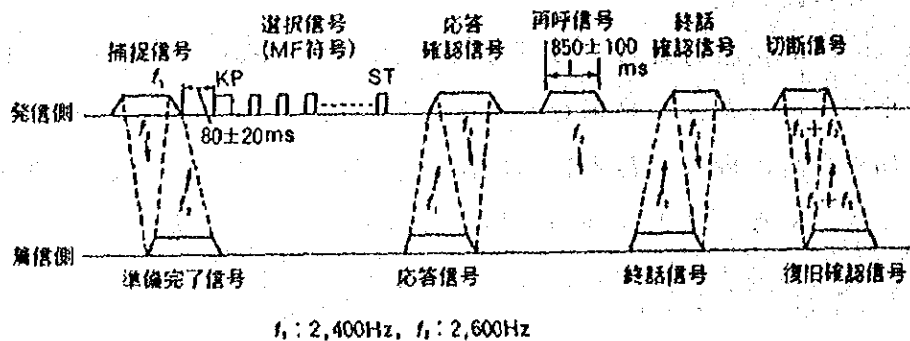
既述の如く、国内通信網の信号方式は各国で異なるため国際中継交換機内で相手の国の信号方式に変換するか、あるいは信号を受け取った相手側の国際中継交換機で自国の信号方式に適合するように、いずれにしても変換が必要である。そのため国際中継交換機間にはCCITTの勧告する国際信号方式を使用することになっている。

CCITTが勧告する国際信号方式の主要なもの2、3の例を以下に紹介する。

(1) No. 5信号方式

これは1964年に標準化された海底同軸ケーブルによる大陸間電話網のための方式である。

監視信号は $f_1 = 2,400\text{Hz}$ と $f_2 = 2,600\text{Hz}$ 、選択信号はMF符号を用い回線の接続は既述のLink-by-Link方式である。切断信号には $2,400\text{Hz}$ と $2,600\text{Hz}$ の複合信号を使用している。



3.19 図 No. 5信号方式のシーケンス

- i) 国際中継交換機が出線を選択し、次の着信側交換機を起動しトランク補足信号を送出する。
- ii) 着信側交換機が補足信号を確認すると、選択信号受信のため回線と空きレジスタ・センダを接続し発信側へ準備完了信号を送出する。
- iii) 選択信号が L-L接続方式で転送される。

iv) 選択信号を受け取った交換機は応答信号を送り出す。発信側交換機は応答確認信号を送出する。

v) 回線接続、通話

vi) 通話が終わり受話器をおくと終話信号が発信側交換機へ送られる。

発信側交換機は終話確認信号を送り出した後、改めて切断信号を送出する。着信側は切断信号を受け取ると更に復旧確認信号を返送して双方で回線の切断が完了する。

3.4 表 MF符号の構成表

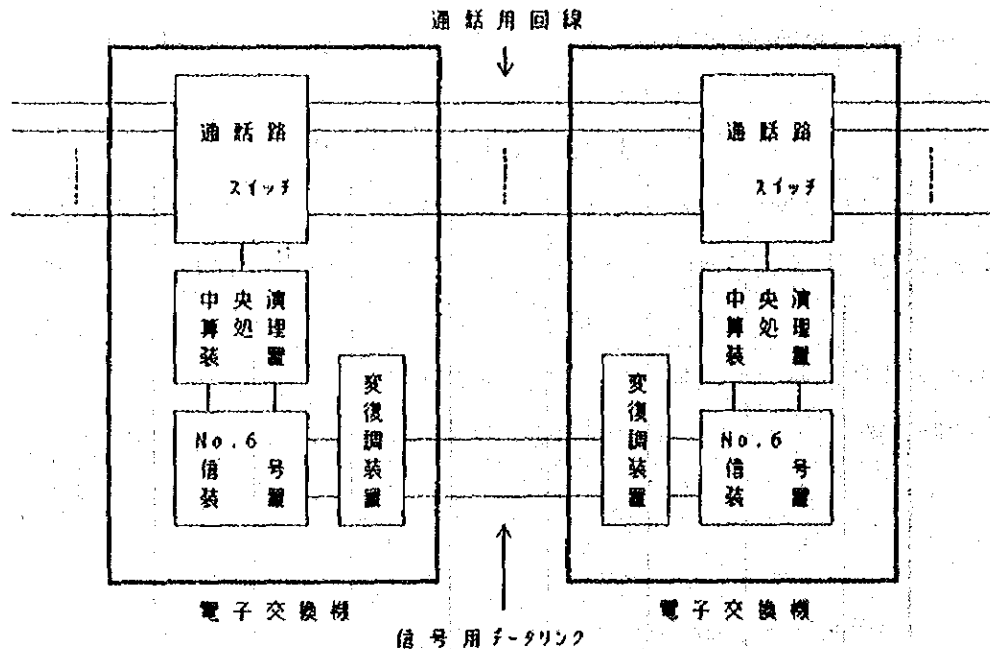
周波数		0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	送出時間長 ms
符号		kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
数字 符号	1	○	○					55 ± 5 (間隔 55 ± 5)
	2	○		○				
	3		○	○				
	4	○			○			
	5		○		○			
	6			○	○			
	7	○				○		
	8		○			○		
	9			○		○		
	0				○	○		
接 符 号	KP ₁			○			○	100 ± 10
	KP ₂				○		○	100 ± 10
送 符 号	SI					○	○	55 ± 5

(注1) 再呼信号とは、半自動運用の時相手国の交換手呼び出す時に使用する信号である。

(注2) MF符号とは、複合周波数(Multi frequency)を使った符号。

(2) No. 6信号方式

この信号方式は電子交換機用として1972年に標準化されたものである。この方式では、多数の通話路の監視信号と選択信号をまとめて信号専用のデータリンクで最大約1,500通話回線分を2,400bpsの4相DPSK信号としてL-L接続方式で伝送するものである。

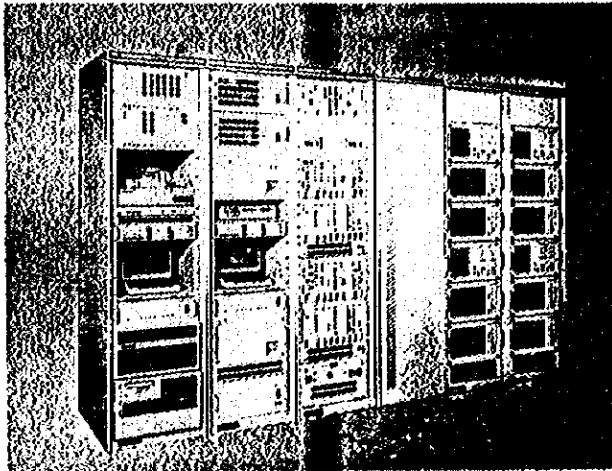


3.20 図 No. 6信号方式

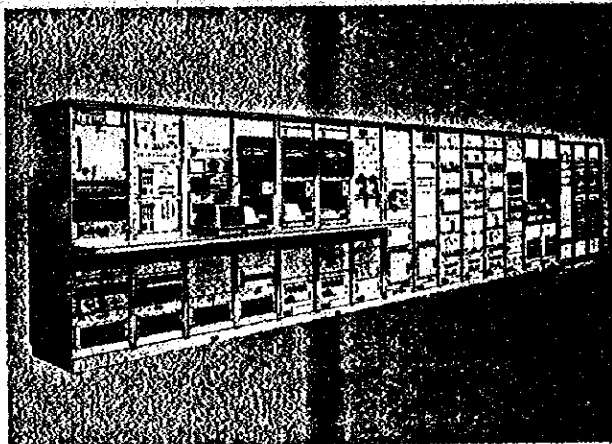
(2) No. 7信号方式

No. 7信号方式は、デジタル交換方式のデジタル伝送網用として1980年に標準化された方式である。

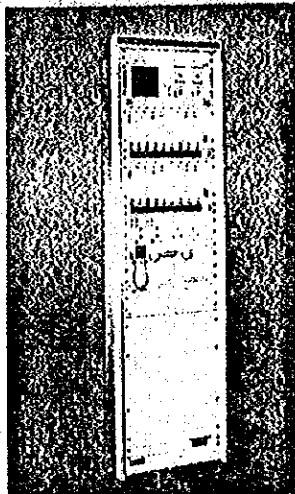
ISDN（総合デジタル通信網）対応する信号方式で信号伝送速度は64kbpsでNo. 6信号より機能が向上した方式である。



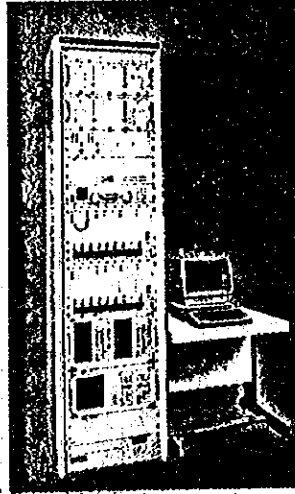
TDMA/DSI traffic terminal with 4 redundant DSI/DNI units



INTELSAT reference station in Elam, U.S.A.

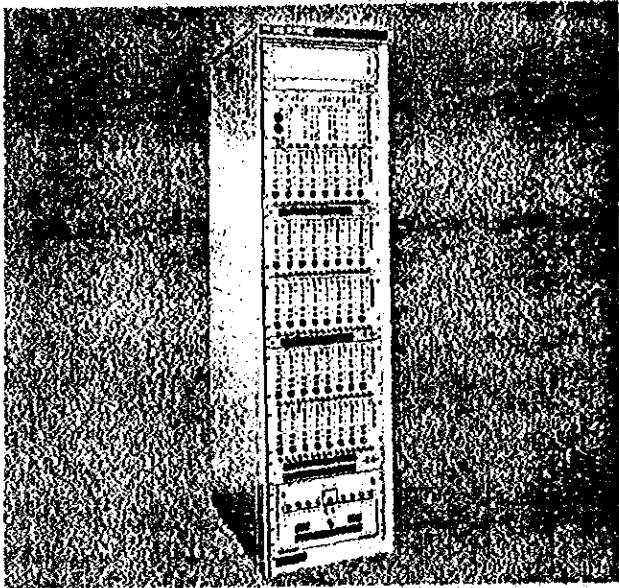


*Model TDMA-15M low-speed
TDMA terminal equipment*

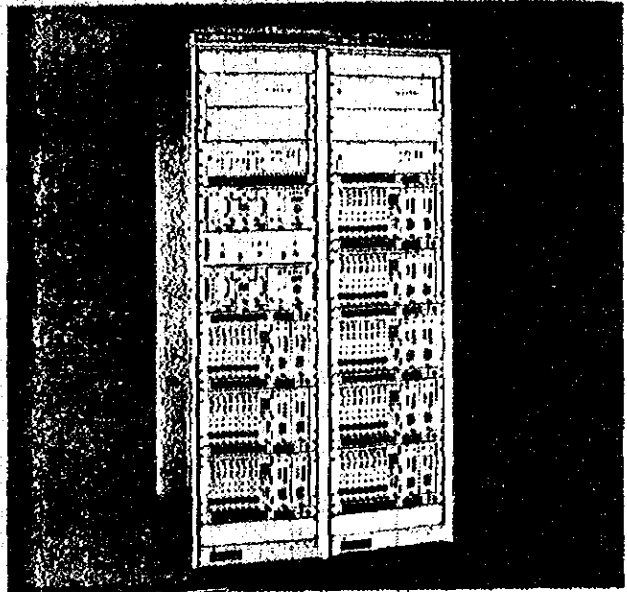


*Model TDMA-60M medium-speed
TDMA terminal equipment*

TDMA System Terminal Equipment

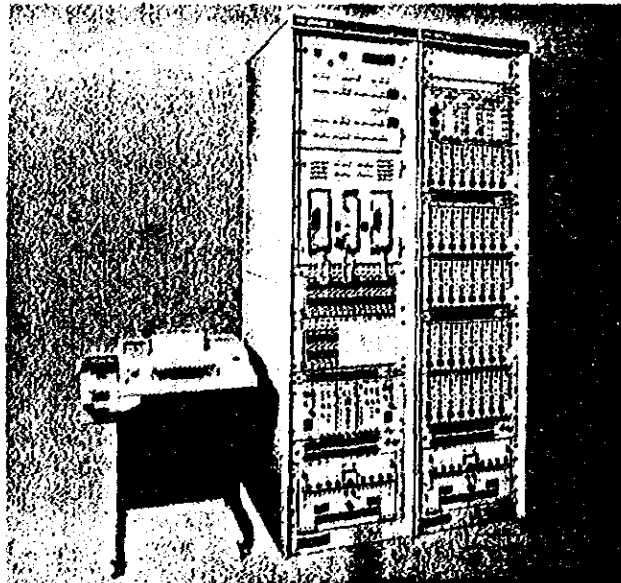


SCPC-PSK terminal equipment



FM-SCPC terminal equipped with 64 channels

SCPC Terminal Equipment



SPADE-II terminal equipment

SPADE Terminal Equipment

第 4 章

國際技術基準

4. 国際技術基準

国際通信の信号は、国境を超えて行き交う性質上、その利用については国際的とりきめが必要である。このため「国際電気通信条約」が締結され、電気通信に関する国際的な調整を行う機関、ITU (International Telecommunications Union: 国際電気通信連合) が設立された。

また、衛星通信では一つの衛星宇宙局に多数の地球局が同時に接続されるので技術的標準仕様が必要となる。ITUで勧告されている基本的技術基準に沿いつつ詳細仕様は、インテルサットやインマルサットで定められている。

4.1 ITU (国際電気通信連合)

ITUは、電気通信の合理的利用と電気通信に関する問題の改善、周波数の割当、電気通信に関する研究と勧告を行うことを基本的な目的としている。

ITUの主な実施業務は次の通りである。

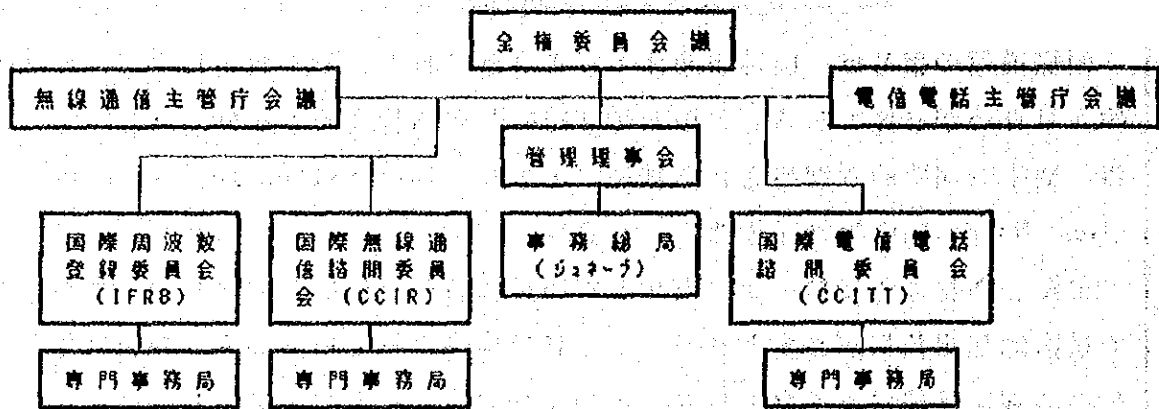
- a) 電気通信の改善と合理的利用による国際秩序の確立とそのため
の制度、基準などの研究開発と勧告
- b) 各国の無線局の混信対策、周波数配分計画の研究立案と調整
- c) 電気通信事業、利用促進のための技術的手段や能率的運用技術
の研究開発
- d) 電気通信利用料金の基準設定に関する協力
- e) 開発途上国に対する電気通信に関する技術協力

1865年、パリで国際電信連合が設立された。

その後無線通信の普及で混信の問題が起こり、この解決のために国際無線電信条約が1906年に締結され国際無線電信連合が発足した。

のちに上記の2つの機関は1932年のマドリッド会議で一本化され「国際電気通信条約」が採決され、1934年に現在の「国際電気通信連合」いう名称になった。更に、1947年に国際連合の専門機関の一つとなった。

組織構成の概要は次図の通りである。



4.1 図 ITU (国際電気通信連合) 組織図

主管庁会議は必要の都度開催され国際的協議と決定を行う。無線主管庁会議で決定された重要事項の一つに国際的周波数割当がある。

これは業務別、地域別に使用周波数帯を割り当てたもので、ITU加盟各国の主管庁はこれに基づいて個別の周波数割当を行う。

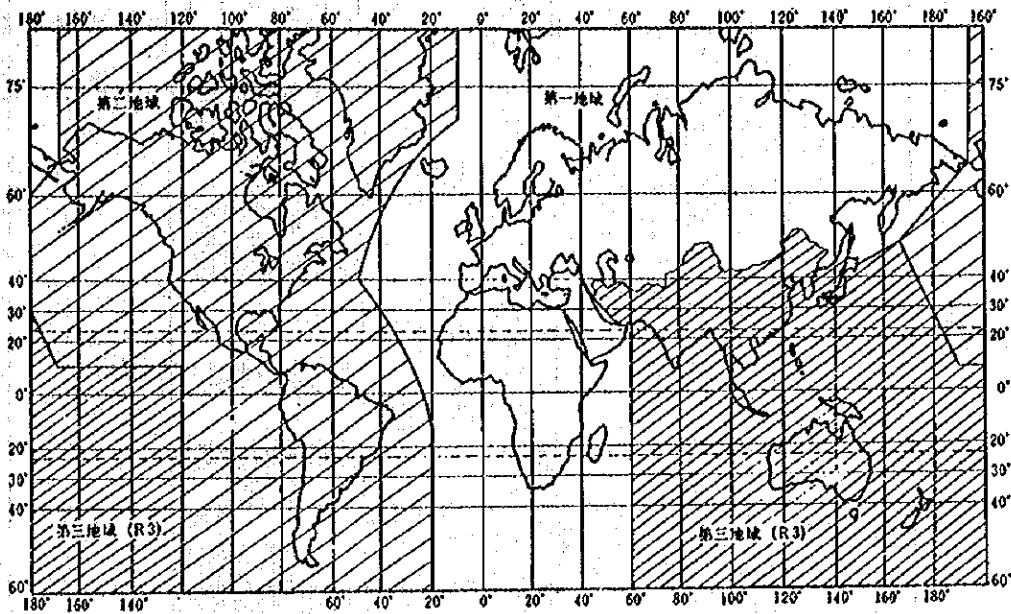
IFRB (International Frequency Registration Board: 国際周波数登録委員会) は、電波を効率よく利用するためWARCにより決定された周波数を公式に登録、管理する機関である。

周波数の配分、調整は5つの地域から選出された5人の合議制によって実施されている。

IFRBの周波数管理は、世界を3つの地域に分けて行われている。

(参考)

- 全権委員会 : 加盟国代表で構成されるITUの最高機関
 会議は5年毎に開催される。主官庁会議からなり、特定
 の電気通信の国際問題を処理するために招集される
- 管理理事会 : 全権委員会選ばれる36か国代表で構成される
 理事は年一回ジュネーブで開催される。年間予算
 の承認、他の国際機関との調整に当たる



4.2 図 無線周波数の配分を定めた3地域を明示した地図

衛星通信に対する周波数の配分は、WARC79（1979年に開催された世界無線通信主管庁会議）において定められた。

衛星通信業務は、固定衛星業務、海上移動衛星業務、放送衛星業務の3つに分かれている。この中の固定衛星業務用の周波数は、現用の地上マイクロ波中継業務の周波数と共用することになっている。

衛星通信では、地球局から宇宙局に向けて発射される電波をアップリンク、宇宙局から地球局に向けて発射される電波をダウンリンクと呼んでおり、6/4 GHz などのように書く習慣になっている。一般的に低い周波数、即ち後に書いてあるのがダウンリンクに使用される。

4.1 表 固定衛星業務割当周波数帯

周波数帯域 (GHz)	地球⇄宇宙			宇宙⇄地球			衛星間業務 3地域共通
	地域別			地域別			
	1	2	3	1	2	3	
2.5 - 2.535					■	■	
2.535 - 2.655					■	■	
2.655 - 2.690		■	■		■	■	
3.4 - 4.2					■	■	
4.5 - 4.8					■	■	
5.725 - 5.85	■						
5.85 - 7.075	■	■	■				
7.25 - 7.75					■	■	
7.9 - 8.4	■	■	■				
10.7 - 11.7	■				■	■	
11.7 - 12.2					■	■	
12.2 - 12.3						■	
12.3 - 12.5					■	■	
12.5 - 12.7	■				■	■	
12.7 - 12.75	■	■	■				
12.75 - 13.25	■	■	■				
14.0 - 14.5	■	■	■				
14.5 - 14.8	■	■	■				
17.3 - 17.7	■	■	■				
17.7 - 18.1	■	■	■		■	■	
18.1 - 21.2					■	■	
22.55 - 23.55							■
27.0 - 27.5		■	■				
27.5 - 31.0	■	■	■				
32.0 - 33.0							■
37.5 - 40.5					■	■	
42.5 - 43.5	■	■	■				
50.4 - 51.4	■	■	■				
↓ 以下略							

(参考) 一般的に、CバンドとかKuバンドなどの呼び方があるがこれは俗称である。日本での波数帯域と俗称の関係は次に示す通りである。

L バンド :	1.0 - 2.0 GHz
S バンド :	2.0 - 4.0 GHz
C バンド :	4.0 - 8.0 GHz
X バンド :	8.0 - 12.4 GHz
Ku バンド :	12.4 - 18.0 GHz
K バンド :	18.0 - 26.5 GHz
Ka バンド :	26.5 - 40.0 GHz

4.2 表 海上移動衛星業務割当周波数

周波数帯域 (GHZ)	地球⇄宇宙			宇宙⇄地球			衛星間業務
	地域別			地域別			
	1	2	3	1	2	3	3地域共通
0.806 - 0.89		■			■		
0.942 - 0.96			■			■	
1.53 - 1.544				■	■		
1.544 - 1.545				■	■		
1.545 - 1.559				■	■		
1.61 - 1.6265	■	■		■	■		
1.6265 - 1.6455	■	■					
1.6455 - 1.6465	■	■					
1.6465 - 1.6605	■	■					
2.3 - 2.535						■	
2.655 - 2.69			■				
5.0 - 5.25	■	■		■	■		
7.25 - 7.375				■	■		
7.9 - 8.025	■	■					
14.0 - 14.5	■	■					
15.4 - 15.7	■	■		■	■		
19.7 - 21.2				■	■		
29.5 - 31.05	■	■					
39.5 - 40.5				■	■		
↓ 以下略							

(参考)

- 第一地域： ヨーロッパ， アフリカ， ソ連， 東欧地域
- 第二地域： 南北アメリカ大陸
- 第三地域： アジア， オセアニア

4.2 CCITT (国際電信電話諮問委員会)

CCITT(International Telegraph and Telephone Consultative Committee)は、1956年にITUの中にあった国際電信諮問委員会および国際電話諮問委員会の2つを合併してできた委員会である。この諮問委員会は無線通信を除く世界の電信および電話の技術的問題、運用的問題、料金問題などに関する研究を行い勧告を行うことを任務とする常設機関である。

各国の主管庁は、CCITTの勧告の遵守を義務づけられているため、勧告は実質的には世界共通標準となっている。

CCITTでは研究委員会および作業部会が活動している。

委員会の成果は、4年ごとの総会開催時に勧告案として提出され採決されることになっている。

総会で採決された勧告は総会毎に勧告書として発行される。従って、電気通信システムの構築や改善のための実施にあたっては、CCITTにおいて発表されている勧告書の該当項目を十分調査した上で実施しなければならない。

(参考)

CCITTの専門事務局の下にある研究委員会(SG: Study Group)の主なものは次の通りである。

- SG-1: 電信とテレマチックサービスの定数と運用に関する研究
- SG-2: 電話回線の運用およびサービスの品質に関する研究
- SG-3: 一般料金原則に関する研究
- SG-4: 国際伝送路、国際回線およびリンクの保守などに関する研究
- SG-5: 電磁気妨害に対する通信施設の保護に関する研究
- SG-6: 通信ケーブルの保護とその仕様に関する研究
- SG-7: データ通信網に関する研究
- SG-8: テレマチックサービスのための端末装置に関する研究
- SG-9: 電信網とその端末に関する研究
- SG-11: 電話交換および信号方式に関する研究
- SG-12: 電話伝送品質と地方電話網に関する研究
- SG-15: 伝送方式に関する研究
- SG-18: デジタル網に関する研究

CCITTは、国際通信回線の品質確保のために詳細な技術基準を定めている。
例えば、次のような規定や勧告がある。

- a) 海底ケーブル通信回線の周波数特性： (CCITT- Rec. G151)
(CCITT- Rec. G235)
- b) 最長国際接続系の相対遅延時間： (CCITT- Rec. G133)
- c) 最長国際接続系に回線の減衰歪： (CCITT- Rec. G141)
- d) 通話明瞭度の確保目標： (CCITT- Rec. G121)
- e) 回線雑音に関する規格： (CCITT- Rec. G103, 123
G152, 153)
- f) 回線網管理に関する勧告： (CCITT- Rec. E410, 411,
E412, 413)
- g) 国際間信号方式に関する勧告： (CCITT- Rec. Q120 ~139)
(CCITT- Rec. Q140 ~164)
(CCITT- Rec. Q251 ~300)
(CCITT- Rec. Q310 ~331)
(CCITT- Rec. Q400 ~480)
(CCITT- Rec. Q700 ~795)
- h) 国際交換機の制御信号方式： (CCITT- Rec. U 1, 11, 12)
- i) 国際番号計画規定： (CCITT- Rec. E163)
- j) 国際テレックス番号計画規定： (CCITT- Rec. F 69)
- k) 国際データ網番号計画規定： (CCITT- Rec. X121)
- 時分割多重電信方式に関する勧告： (CCITT- Rec. R101, 111)
- 国際データ伝送の品質に関する勧告： (CCITT- Rec. M1020, 1025)
- 電話交換網伝送路特性に関する勧告： (CCITT- Rec. M580)

4.3 CCIR (国際無線通信諮問委員会)

CCIR (International Radio Communications Committee) は、1927年にワシントンで開催された国際無線電信会議において設立された。

この諮問委員会は無線通信に関する技術基準、運用、料金などの問題を研究し、勧告を行うことを任務としている。CCIRは、主管庁および認められた私企業、学術団体、工業団体を構成員として無線通信に関する技術および運用の問題について研究を行い勧告することを任務とするITUの常設機関である。

CCIRの研究成果は、CCITT同様通常4年毎に開催される総会で採決され、勧告書にまとめられる。

CCIRは、技術分野に応じていくつかのワーキング・グループを設けて、無線通信業務に必要な技術基準に関する研究が実施されている。

そして現在までに多数の勧告書 (Recommendation) と報告書 (Report) が提出されている。

総会で採決された勧告および報告は、総会年度毎に出版されているので必要な国際技術基準はこれらの書類を参照することによって獲得することができる。

参考までに各研究委員会の研究項目を示す。

(参考)

CCIRの専門事務局の下にある研究委員会 (SG: Study Group) の主なものは次の通りである。

- SG-1: スペクトラムの有効利用と監視に関する研究
- SG-2: 宇宙および電波天文に関する研究
- SG-3: 30MHz以下の周波数での固定業務に関する研究
- SG-4: 固定衛星業務に関する研究
- SG-5: 対流圏の電波伝播への影響に関する研究
- SG-6: 電離層における電波伝播に関する研究
- SG-7: 標準周波数と時刻信号に関する研究
- SG-8: 移動、無線測位およびアマチュア業務に関する研究
- SG-9: 無線中継システムを用いる固定業務に関する研究
- SG-10: 音声放送業務に関する研究
- SG-11: テレビジョン放送業務に関する研究
- CMTT: テレビジョン放送および音声伝送に関する研究
- CMV: 用語および定義などに関する研究

CCIRでは、無線通信回線の品質確保のために詳細な技術基準を定めている。例えば、次のような技術的条件や目標が勧告されている。

- a) PCM回線におけるランダム雑音に対する伝送品質目標についての勧告：
： (CCIR-Rec. 522-1)
- b) 衛星回線と地上マイクロ波中継回線との干渉の許容値の規定：
 - 両システムがFDM-FM電話回線の場合： (CCIR-Rec. 356-4)
 - 衛星システムがテレビジョン回線の場合： (CCIR-Rec. 483-1)
 - 衛星間の干渉： (CCIR-Rec. 466-3)

4.4 国際電気通信衛星機構 (インテルサット)

(1) 国際電気通信衛星機構の概要

1961年12月国連総会において「衛星による通信が世界的かつ無差別に、出来得る限り速やかに、世界の諸国民の利用に供されるよう国際協力を推進する」という決議第1721号が採決された。

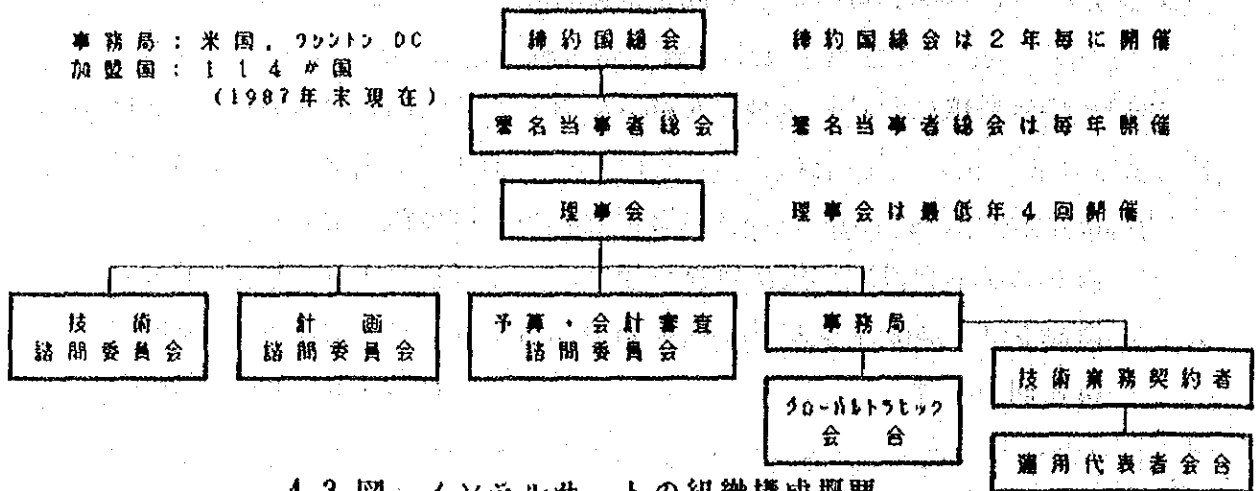
このような世界的な動きを背景として、インテルサットは米国の提唱により日本、カナダ、オーストラリアおよび西欧の11か国の参加により、1964年8月暫定制度としてコンソーシアムの形体で発足した。

1971年、恒久制度化への移行のための国際会議が開催され、「国際電気通信衛星機構に関する協定」と「同運用協定」が採決され、1973年2月インテルサットは法人格を有する国際機関として再編成された。

「国際電気通信衛星機構に関する協定」は、インテルサットに加盟する国（締約国）の政府が署名する政府間協定であって、インテルサットの設立、活動範囲、組織構成、財政原則、調達方針、メンバーの権利義務等の基本事項を定めている。

「国際電気通信衛星機構に関する運用協定」は、機構に出資してその運営に参画する者（加盟国の政府、またはその国の政府が指定した電気通信事業者）が署名する協定で、政府間協定を親協定として、財務、調達、運用等の細目事項を定めたものである。インテルサットは、国際条約で各国一機関のみの参加が認められている。

インテルサットの組織構成概要は下図のとおりである。



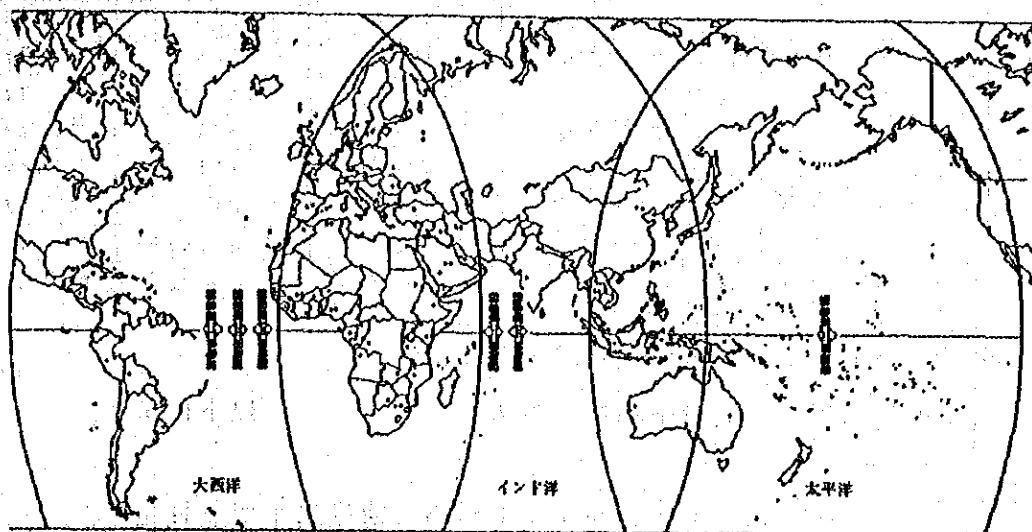
4.3 図 インテルサットの組織構成概要

(2) インテルサット衛星通信回線網

インテルサット衛星通信回線網は、太平洋、インド洋、大西洋の3群に分かれて赤道上に配置された14個の静止衛星と、各国に設置された地球局（1988年末現在、100ヶ国以上、約500局）を結んで運用されている。

インテルサットは、全世界の電話、テレビジョン、テレックスなどの国際電気通信サービスを提供する「固定衛星業務」機関であり、現在の回線別主要サービスは以下のとおりである。

- a) 大容量電話およびデータ回線
- b) 小容量電話およびデータ回線
- c) テレビジョン伝送回線
- d) 僻地用電話回線（VISTAサービス）
- e) 中継器賃貸サービス（国内用および海事用）
- f) ビジネス通信用回線（IBSサービス）
- g) データ集配用回線（INTELNBTサービス）



4.4 図 インテルサット衛星群のカバレッジの概要図

(3) インテルサット標準地球局規格

インテルサット衛星通信システムでは、一つの衛星宇宙局に対して多数の地球局が同時にアクセスする関係上、それを可能にするための最低限の技術基準を定めておく必要がある。

また、衛星通信回線の設定の難易度は、宇宙局の通信周波数帯域の広さや送信電力の大きさに決まる。宇宙局の中継器の帯域が広く且つ送信出力が大きければ大きいほど地球局の負担は軽くなるが、人工衛星上に設置される宇宙局には自ずから限度がある。そこでインテルサットでは次の観点から地球局の技術基準を定めている。

- a) 宇宙局と地球局を含めた全システムの適正建設コスト
- b) 必要とする通信回線容量の確保
- c) 各国の既存技術との整合性

上記に基づいて、幾つかの標準地球局の技術基準を設け、各国がその用途に応じて選択できるよう配慮されている。

インテルサットの標準地球局は、A, B, C, D, E, F, Zに分けられている。その主たる用途と基本事項を 4.3表に示した。

4.3 表 インテルサット標準地球局の用途と基本事項

標準地球局	用途	アンテナ径	使用周波数	G/T (dB/K)
A	国際公衆通信	30 m	6/4	35
B	国際公衆通信	13	6/4	31.7
C	国際公衆通信	11 ~ 20	14/11	37
D-1/D-2	小容量公衆電話	5	6/4	22.7/31.7
E-1/E-2/E-3	総合ビデオ通信	3.5 ~ 8	14/11, 12	25/29/37
F-1/F-2/F-3	総合ビデオ通信	5 ~ 10	6/4	22.7/27/29
Z	国内通信	任意	6/4, 14/11	任意

(注) G/T (dB/K) は受信機の雑音を示す数値で、大きい程高性能なことを示す。

(4) インテルサット標準地球局の主要特性

各インテルサット標準地球局の主要特性について以下に示す。

4.4 表 インテルサット標準A地球局主要特性表

項目	主要特性
i) 周波数帯域	送信帯域: 5.925 ~ 6.425 GHz 受信帯域: 3.7 ~ 4.2 GHz
ii) 性能指数 (G/T) (受信感度特性ともいう)	$G/T \geq 35 + 20 (\log f/4) \text{ (dBK)}$ f は周波数 (GHz)
iii) 変調と多元接続方式	変調方式: FDM/FM (電話回線) SCPC/PCH/PSK (音声電話回線) SCPC/PSK (データ回線) FM (テレビ回線) 多元接続方式: FDMA
iv) アンテナ利得	65.6 dB 以上 (6 GHz)
v) アンテナ指向特性 (送信)	$1^\circ < \theta \leq 48^\circ$: $G(\theta) \leq 32 - 25 (\log \theta) \text{ (dBi)}$ $\theta > 48^\circ$: $G(\theta) \leq -10 \text{ (dBi)}$
vi) アンテナの軸比	1.4 以下
vii) 送信等価等方放射電力 (e.i.r.p) の安定度	規定値レベルに対して ± 0.5 dB 以内

4.4 表 インテルサット標準A地球局主要特性表 (続き)

項 目	主 要 特 性																					
vi) 偏 波 次に示す旋回方向の円偏波	<table border="1" data-bbox="566 495 1214 795"> <thead> <tr> <th>衛 星</th> <th>カバレッジ</th> <th>送信波</th> <th>受信波</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">V号系</td> <td>グローバル</td> <td>左 旋</td> <td>右 旋</td> </tr> <tr> <td>東半球ビーム</td> <td>左 旋</td> <td>右 旋</td> </tr> <tr> <td>西半球ビーム</td> <td>左 旋</td> <td>右 旋</td> </tr> <tr> <td>東ゾーンビーム</td> <td>右 旋</td> <td>左 旋</td> </tr> <tr> <td>西ゾーンビーム</td> <td>右 旋</td> <td>左 旋</td> </tr> </tbody> </table>	衛 星	カバレッジ	送信波	受信波	V号系	グローバル	左 旋	右 旋	東半球ビーム	左 旋	右 旋	西半球ビーム	左 旋	右 旋	東ゾーンビーム	右 旋	左 旋	西ゾーンビーム	右 旋	左 旋	
衛 星	カバレッジ	送信波	受信波																			
V号系	グローバル	左 旋	右 旋																			
	東半球ビーム	左 旋	右 旋																			
	西半球ビーム	左 旋	右 旋																			
	東ゾーンビーム	右 旋	左 旋																			
	西ゾーンビーム	右 旋	左 旋																			
ix) 搬送波周波数精度	FDM-FM搬送波: ±150kHz以内 SCPC搬送波: ±250Hz以内 テレビ搬送波: ±250kHz以内																					
x) 相互変調による帯域外放射 許容レベル	FDM-FM (テレビを含む) 搬送波相互によるもの、および 1以上のSCPC搬送波とその他の搬送波とによるもの:																					
<table border="1" data-bbox="268 1205 1251 1733"> <thead> <tr> <th rowspan="2">衛 星 カバレッジ</th> <th colspan="2">仰角10°に対する値</th> <th rowspan="2">その他の仰 角α°に対 する補正值</th> </tr> <tr> <th>IV-A号系</th> <th>V, V-A及びVI号系</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>IV-A号系</td> <td>V, V-A及びVI号系</td> <td>する補正值</td> </tr> <tr> <td>半球および ゾーン</td> <td rowspan="2">23.0</td> <td>19.3 dBW/4kHz</td> <td>-0.02 (α - 10) dB</td> </tr> <tr> <td>グローバル (SPADE)</td> <td>20.4 dBW/4kHz</td> <td>-0.06 (α - 10) dB</td> </tr> <tr> <td>グローバル</td> <td>26.0</td> <td>23.4 dBW/4kHz</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	衛 星 カバレッジ	仰角10°に対する値		その他の仰 角α°に対 する補正值	IV-A号系	V, V-A及びVI号系		IV-A号系	V, V-A及びVI号系	する補正值	半球および ゾーン	23.0	19.3 dBW/4kHz	-0.02 (α - 10) dB	グローバル (SPADE)	20.4 dBW/4kHz	-0.06 (α - 10) dB	グローバル	26.0	23.4 dBW/4kHz		
衛 星 カバレッジ		仰角10°に対する値			その他の仰 角α°に対 する補正值																	
	IV-A号系	V, V-A及びVI号系																				
	IV-A号系	V, V-A及びVI号系	する補正值																			
半球および ゾーン	23.0	19.3 dBW/4kHz	-0.02 (α - 10) dB																			
グローバル (SPADE)		20.4 dBW/4kHz	-0.06 (α - 10) dB																			
グローバル	26.0	23.4 dBW/4kHz																				

4.4 表 インテルサット標準A地球局主要特性表(続き)

項 目	主 要 特 性							
x) 相互変調による帯域外放射 許容レベル SCPC搬送波相互によるもの:	<table border="1" data-bbox="296 542 1289 808"> <thead> <tr> <th data-bbox="296 542 561 656">搬送波変調方式</th> <th data-bbox="561 542 994 656">仰角10°に対する値 (NはSCPCチャンネル数)</th> <th data-bbox="994 542 1289 656">その他の仰角α° に対する補正値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="296 656 561 808"> SCPC/PCM/PSK および SCPC/PSK </td> <td data-bbox="561 656 994 808"> $33 \text{ dBW/4kHz}; 2 \leq N \leq 7$ $50 - 20 \log N$ $\text{dBW/4kHz}; N > 7$ </td> <td data-bbox="994 656 1289 808"> $-0.06(\alpha - 10)$ dB </td> </tr> </tbody> </table>		搬送波変調方式	仰角 10° に対する値 (N はSCPCチャンネル数)	その他の仰角 α° に対する補正値	SCPC/PCM/PSK および SCPC/PSK	$33 \text{ dBW/4kHz}; 2 \leq N \leq 7$ $50 - 20 \log N$ $\text{dBW/4kHz}; N > 7$	$-0.06(\alpha - 10)$ dB
搬送波変調方式	仰角 10° に対する値 (N はSCPCチャンネル数)	その他の仰角 α° に対する補正値						
SCPC/PCM/PSK および SCPC/PSK	$33 \text{ dBW/4kHz}; 2 \leq N \leq 7$ $50 - 20 \log N$ $\text{dBW/4kHz}; N > 7$	$-0.06(\alpha - 10)$ dB						
x1) スプリアス放射許容レベル (相互変調によるものを除く)	4 dBW/4kHz以下							

4.5 表 インテルサット標準B地球局主要特性表

項 目	主 要 特 性								
i) 周 波 数 帯 域	送信帯域：5.925 ～ 6.425 GHz 受信帯域：3.7 ～ 4.2 GHz								
ii) 性 能 指 数 (G / T) (受 信 感 度 特 性 と も い う)	$G/T \geq 31.7 + 20 \log f/4$ (dBK) f は周波数 (GHz)								
iii) 変調と多元接続方式	変調方式： FDH/FH (テレビ音声プログラム) SCPC/PCM/PSK (音声電話回線) SCPC/PSK (データ回線) FM (テレビ回線) 多元接続方式： FDMA								
iv) アンテナ利得	53.2 dB 以上 (6 GHz)								
v) アンテナ指向特性 (送信)	$1^\circ < \theta \leq 48^\circ$: $G(\theta) \leq 32 - 25 \log \theta$ (dBi) $\theta > 48^\circ$: $G(\theta) \leq -10$ (dBi)								
vi) 偏 波	次に示す旋回方向の円偏波 <table border="1" data-bbox="571 1218 1232 1518"> <thead> <tr> <th data-bbox="571 1218 705 1294">衛星</th> <th data-bbox="705 1218 970 1294">カバレッジ</th> <th data-bbox="970 1218 1098 1294">送信波</th> <th data-bbox="1098 1218 1232 1294">受信波</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="571 1294 705 1518">V号系</td> <td data-bbox="705 1294 970 1518">グローバル 東半球ビーム 西半球ビーム 東ゾーンビーム 西ゾーンビーム</td> <td data-bbox="970 1294 1098 1518">左 旋 左 旋 左 旋 右 旋 右 旋</td> <td data-bbox="1098 1294 1232 1518">右 旋 右 旋 右 旋 左 旋 左 旋</td> </tr> </tbody> </table>	衛星	カバレッジ	送信波	受信波	V号系	グローバル 東半球ビーム 西半球ビーム 東ゾーンビーム 西ゾーンビーム	左 旋 左 旋 左 旋 右 旋 右 旋	右 旋 右 旋 右 旋 左 旋 左 旋
衛星	カバレッジ	送信波	受信波						
V号系	グローバル 東半球ビーム 西半球ビーム 東ゾーンビーム 西ゾーンビーム	左 旋 左 旋 左 旋 右 旋 右 旋	右 旋 右 旋 右 旋 左 旋 左 旋						
vii) アンテナの軸比	1.4 以下								
viii) 送信等価等方放射電力 (e.i.r.p) の安定度	規定値レベルに対して ±0.5 dB 以内								

4.5 表 インテルサット標準B地球局主要特性表 (続き)

項 目	主 要 特 性																								
ix) 搬送波周波数確度	FDM/FM搬送波: $\pm 80\text{kHz}$ 以内 SCPC搬送波: $\pm 250\text{Hz}$ 以内 テレビ搬送波: $\pm 250\text{kHz}$ 以内																								
x) 相互変調による帯域外放射 許容レベル FDM/FM (テレビを含む) 搬送波相互によるもの、および 1以上のSCPC搬送波とその他の搬送波とによるもの:	<table border="1" data-bbox="304 734 1294 1189"> <thead> <tr> <th rowspan="2">衛星 カバレッジ</th> <th colspan="2">仰角10°に対する値</th> <th rowspan="2">その他の仰 角α°に対 する補正值</th> </tr> <tr> <th>IV-A号系</th> <th>V, V-A及びVI号系</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>半球および ゾーン</td> <td rowspan="2">23.0</td> <td>21.0 dBW/4kHz</td> <td>-0.02 ($\alpha - 10$) dB</td> </tr> <tr> <td>グローバル (SPADE)</td> <td>21.0 dBW/4kHz</td> <td>-0.06 ($\alpha - 10$) dB</td> </tr> <tr> <td>グローバル</td> <td>26.0</td> <td>24.0 dBW/4kHz</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> SCPC搬送波相互によるもの: <table border="1" data-bbox="304 1301 1294 1570"> <thead> <tr> <th>搬送波変調方式</th> <th>仰角10°に対する値 (NはSCPCチャンネル数)</th> <th>その他の仰角α° に対する補正值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SCPC/PCM/PSK および SCPC/PSK</td> <td>33 dBW/4kHz: $2 \leq N \leq 7$ 50 - 20 log N dBW/4kHz: $N > 7$</td> <td>-0.06 ($\alpha - 10$) dB</td> </tr> </tbody> </table>		衛星 カバレッジ	仰角 10° に対する値		その他の仰 角 α° に対 する補正值	IV-A号系	V, V-A及びVI号系	半球および ゾーン	23.0	21.0 dBW/4kHz	-0.02 ($\alpha - 10$) dB	グローバル (SPADE)	21.0 dBW/4kHz	-0.06 ($\alpha - 10$) dB	グローバル	26.0	24.0 dBW/4kHz		搬送波変調方式	仰角 10° に対する値 (NはSCPCチャンネル数)	その他の仰角 α° に対する補正值	SCPC/PCM/PSK および SCPC/PSK	33 dBW/4kHz: $2 \leq N \leq 7$ 50 - 20 log N dBW/4kHz: $N > 7$	-0.06 ($\alpha - 10$) dB
衛星 カバレッジ	仰角 10° に対する値			その他の仰 角 α° に対 する補正值																					
	IV-A号系	V, V-A及びVI号系																							
半球および ゾーン	23.0	21.0 dBW/4kHz	-0.02 ($\alpha - 10$) dB																						
グローバル (SPADE)		21.0 dBW/4kHz	-0.06 ($\alpha - 10$) dB																						
グローバル	26.0	24.0 dBW/4kHz																							
搬送波変調方式	仰角 10° に対する値 (NはSCPCチャンネル数)	その他の仰角 α° に対する補正值																							
SCPC/PCM/PSK および SCPC/PSK	33 dBW/4kHz: $2 \leq N \leq 7$ 50 - 20 log N dBW/4kHz: $N > 7$	-0.06 ($\alpha - 10$) dB																							
xi) スプリアス放射許容レベル (相互変調によるものを除く)	4 dBW/4kHz 以下																								

4.6 表 インテルサット標準C地球局主要特性表

項 目	主 要 特 性
i) 周 波 数 帯 域	送信帯域：14.0 ～ 14.5 GHz 受信帯域：10.95 ～ 11.20 GHz 11.45 ～ 11.70 GHz
ii) 性能指数 (G/T) (受信感度特性ともいう)	$G/T_1 - L_1 \geq A + 20 \log f / 11.2$ (dBK) $P_1(x)$ を除く時間率に対して $G/T_2 - L_2 \geq B + 20 \log f / 11.2$ (dBK) $P_2(x)$ を除く時間率に対して f は周波数 (GHz)
iii) 変調と多元接続方式	変調方式：FDH/FM (電話回線) 多元接続方式：FDMA
iv) アンテナ利得	65.6 dB 以上 (6 GHz)
v) アンテナ指向特性 (送信)	$1^\circ < \theta \leq 48^\circ$: $G(\theta) \leq 32 - 25 \log \theta$ (dBi) $\theta > 48^\circ$: $G(\theta) \leq -10$ (dBi)
vi) 偏 波	直線偏波で送受信直交、但し東向き スポットビームと西向きスポットビ ームとは互いに直交
vii) アンテナの軸比	31.6 dB 以上
viii) 送信等価等方放射電力 (e.i.r.p) の安定度	規定値レベルに対して ± 0.5 dB 以内
ix) 搬送波周波数確度	FDH-FM 搬送波： ± 150 kHz 以内
x) 相互変調による帯域外放射 許容レベル	10 dBW/4kHz
xi) スプリアス放射許容レベル (相互変調によるものを除 く)	4 dBW/4kHz 以下

4.7 表 インテルサット標準D地球局主要特性表

項 目	主 要 特 性
i) 周 波 数 帯 域	送信帯域 : 5.925 ~ 6.425 GHz 受信帯域 : 3.7 ~ 4.2 GHz
ii) 性能指数 (G/T) (受信感度特性ともいう)	D-1: $G/T \geq 22.7 + 20 \log f/4$ (dBK) D-2: $G/T \geq 31.7 + 20 \log f/4$ (dBK) f は周波数 (GHz)
iii) 変調方式	SCPC/CFM
iv) アンテナ利得	$46.6 - 0.06(\alpha - 30)$ 以上 (6GHz) α は地球局迎角 (度)
v) アンテナ指向特性 (送信)	$1^\circ < \theta \leq 48^\circ$: $G(\theta) \leq 32 - 25 \log \theta$ (dBi) $\theta > 48^\circ$: $G(\theta) \leq -10$ (dBi)
vi) 偏 波	A 偏波 : 左旋円偏波 (送信波) と 右旋円偏波 (受信波) B 偏波 : 右旋円偏波 (送信波) と 左旋円偏波 (受信波)
vii) アンテナの軸比	D-1: 1.3 以下 D-2: 1.09 以下
viii) 送信等価等方放射電力 (e.i.r.p) の安定度	D-1: +1.0 ~ -1.5 dB 以内 D-2: ± 0.5 dB 以内
ix) 搬送波周波数確度	± 250 Hz 以内
x) 相互変調による帯域外放射 許容レベル	$N < 7$: 22.7 dBW 以下 $N \geq 7$: $44.7 - 20 \log N$ dBW 以下 N は SCPC 搬送波の数
xi) スプリアス放射許容レベル (相互変調によるものを除く)	4 dBW/4kHz 以下、且つ LDTS 用帯域内 で送信搬送波レベルより 50dB 以上低いこと
xii) 端局特性	エコー抑圧方式: CCITT 勧告 G-161 コンパンド: 2:1 シラピック型 CCITT 勧告 G-162

4.8 表 インテルサット標準E地球局主要特性表

項 目	主 要 特 性
i) 周 波 数 帯 域	送信帯域: 14.0 ~ 14.25 GHz 受信帯域: 10.95 ~ 11.20 GHz
ii) 性能指数 (G/T) (受信感度特性ともいう)	E-1: G/T ≥ 25.0 (dBK) E-2: G/T ≥ 29.0 (dBK) E-3: G/T ≥ 37.0 (dBK)
iii) 変調方式	QPSK
iv) アンテナ利得	
v) アンテナ指向特性 (送信)	$1^\circ < \theta \leq 48^\circ$: $G(\theta) \leq 32 - 25 \log \theta$ (dBi) $\theta > 48^\circ$: $G(\theta) \leq -10$ (dBi)
vi) 偏 波	直交偏波 (送受信直交)
vii) アンテナの軸比	31.6 dB 以上
viii) 送信等価等方放射電力 (e.i.r.p) の安定度	±1.5 dB以内
ix) 搬送波周波数確度	94 - 135kbps 搬送波: ±1.5kHz以内 2.3 - 9Mbps 搬送波: ±15kHz以内
x) 相互変調による帯域外放射 許容レベル	HPA 相互変調積: 12 dBW/4kHz以下 搬送波スイト36-3: 主搬送波スイト36 電力より26dB以上低いこと
xi) スプリアス放射許容レベル (相互変調によるものを除く)	4 dBW/4kHz以下
xii) 端局特性	IFフィルタの挿入 スクランプリングの採用

4.9 表 インテルサット標準F地球局主要特性表

項 目	主 要 特 性
i) 周 波 数 帯 域	第1帯域部分 送信帯域: 5.925 ~ 6.256 GHz 受信帯域: 3.7 ~ 4.031 GHz 第2帯域部分 送信帯域: 6.094 ~ 6.425 GHz 受信帯域: 3.869 ~ 4.2 GHz
ii) 性能指数 (G/T) (受信感度特性ともいう)	F-1: G/T $\geq 22.7 + 20 \log f/4$ (dBK) F-2: G/T $\geq 27.0 + 20 \log f/4$ (dBK) F-3: G/T $\geq 29.0 + 20 \log f/4$ (dBK)
iii) 変調方式	QPSK
iv) アンテナ利得	F-1: 47.7-K(dB)以上 (6 GHz) F-2: 51.6-K(dB)以上 (6 GHz) F-3: 53.0-K(dB)以上 (6 GHz) 半球及びビーム-6の時: K = 0.02 ($\alpha - 10$) dB グローバルビームの時: K = 0.06 ($\alpha - 10$) dB α は地球局仰角(度)
v) アンテナ指向特性 (送信)	$1^\circ < \theta \leq 48^\circ$: G(θ) $\leq 32 - 25 \log \theta$ (dB) $\theta > 48^\circ$: G(θ) ≤ -10 (dB)
vi) 偏 波	すべての2重偏波 復し、同時2偏波運用は行わない
vii) アンテナの軸比	1.09 以下
viii) 送信等価等方放射電力 (e.i.r.p)の安定度	F-1, F-2: +1 ~ -1.5 dB以内 F-3: ± 0.5 dB以内
ix) 搬送波周波数精度	$\pm 0.015 R$ 以内、但し最大 ± 10 kHz Rは伝送レート(bit/s)
x) 相互変調による帯域外放射 許容レベル	HPA 相互変調積: 半球及びビーム-6: 19.3-0.02 ($\alpha - 10$) dM/4kHz 以下 グローバルビーム: 23.4-0.06 ($\alpha - 10$) dM/4kHz 以下 α は地球局仰角(度) 搬送波スケッチ-リフト-ラ: 主搬送波スケッチ-ラ 電力より26dB以上低いこと
xi) スプリアス放射許容レベル (相互変調によるものを除く)	4 dBW/4kHz 以下、且つ EIRP-サービス用 帯域内で送信搬送波レベルより 50 dB 以上低いこと
xii) 縮局特性	スクランプリング: CCITT勧告 V.35

4.10表 インテルサット標準Z地球局主要特性表

項目	主 要 特 性																											
	6/4 GHz 用標準地球局	14/11(14/12)GHz用標準地球局																										
i) 周波数帯域	送信帯域: 5.925 - 6.425GHz 受信帯域: 3.5 - 4.2 GHz	送信帯域: 14.0 - 14.5 GHz (14.0-14.25 GHz全地域) 受信帯域: 10.95 - 11.2 GHz 11.45 - 11.7 GHz (11.7-11.95 GHz 第2地域) (12.5-12.75 GHz 第1,2地域)																										
ii) パンチ指向特性I (送信)	$1^\circ < \theta \leq 48^\circ : G(\theta) \leq 32 - 25 \log \theta \text{ (dBi)}$ $\theta > 48^\circ : G(\theta) \leq -10 \text{ (dBi)}$ θ/λ が100 以下の時は $100\lambda/\theta$ (度)																											
iii) 偏 波	IV/IV-A号系衛星: 送信波は左旋円偏波、受信波は右旋円偏波 V, V-A, V-B および VI号系衛星は以下のとおりとする																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">宇宙局 カテゴリー</th> <th colspan="2">V号系</th> <th colspan="2">V-A, V-B, VI号系</th> </tr> <tr> <th>送信波</th> <th>受信波</th> <th>送信波</th> <th>受信波</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>カテゴリー A</td> <td>左旋円</td> <td>右旋円</td> <td>左旋円</td> <td>右旋円</td> </tr> <tr> <td>カテゴリー B</td> <td>左旋円</td> <td>右旋円</td> <td>左右旋円</td> <td>左右旋円</td> </tr> <tr> <td>半球 ゾーン</td> <td>左右旋円</td> <td>左右旋円</td> <td>左右旋円</td> <td>左右旋円</td> </tr> </tbody> </table>				宇宙局 カテゴリー	V号系		V-A, V-B, VI号系		送信波	受信波	送信波	受信波	カテゴリー A	左旋円	右旋円	左旋円	右旋円	カテゴリー B	左旋円	右旋円	左右旋円	左右旋円	半球 ゾーン	左右旋円	左右旋円	左右旋円	左右旋円
宇宙局 カテゴリー	V号系		V-A, V-B, VI号系																									
	送信波	受信波	送信波	受信波																								
カテゴリー A	左旋円	右旋円	左旋円	右旋円																								
カテゴリー B	左旋円	右旋円	左右旋円	左右旋円																								
半球 ゾーン	左右旋円	左右旋円	左右旋円	左右旋円																								
iv) パンチの軸比	IV/IV-A号系: 1.4以下 V, V-A, V-B および VI号系 既設パンチ: 1.09以下 新設パンチ: 1.06以下	31.6 dB 以上																										
v) 送信等価等方放射電力(e.i.r.p.)の安定度	+1 ~ -1.5 dB以内、但し悪天候時は除く																											
vi) 搬送波周波数精度	450kHz搬送波: $\pm 0.015 R$ 以内、但し最大 ± 10 kHz R は伝送レート(bit/s) 720kHz搬送波:																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>搬送波の形式</th> <th>帯域幅 B (MHz)</th> <th>精度 (kHz)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SCPC/FM搬送波</td> <td>—</td> <td>± 1.0 以内</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">FDM/FM および IV/FM 搬送波</td> <td>$B \leq 1.25$</td> <td>± 40 以内</td> </tr> <tr> <td>$1.25 < B \leq 5.0$</td> <td>± 80 以内</td> </tr> <tr> <td>$5.0 < B < 17.5$</td> <td>± 150 以内</td> </tr> <tr> <td>$B \geq 17.5$</td> <td>± 250 以内</td> </tr> </tbody> </table>				搬送波の形式	帯域幅 B (MHz)	精度 (kHz)	SCPC/FM搬送波	—	± 1.0 以内	FDM/FM および IV/FM 搬送波	$B \leq 1.25$	± 40 以内	$1.25 < B \leq 5.0$	± 80 以内	$5.0 < B < 17.5$	± 150 以内	$B \geq 17.5$	± 250 以内									
搬送波の形式	帯域幅 B (MHz)	精度 (kHz)																										
SCPC/FM搬送波	—	± 1.0 以内																										
FDM/FM および IV/FM 搬送波	$B \leq 1.25$	± 40 以内																										
	$1.25 < B \leq 5.0$	± 80 以内																										
	$5.0 < B < 17.5$	± 150 以内																										
	$B \geq 17.5$	± 250 以内																										
vii) 17.5dB放射等価放射電力(e.i.r.p.)密度	CCIR勧告 524-1に規定する値を越えないこと	$2.5^\circ < \theta \leq 48^\circ :$ $D(\theta) \leq 33 - 25 \log \theta$ dBW/40kHz) $\theta > 48^\circ : D(\theta) \leq -0.9$ dBW/40kHz)																										

4.10表 インテルサット標準地球局主要特性表(続き)

項 目	主 要 特 性	
	6/4 GHz 用標準地球局	14/11(14/12)GHz用標準地球局
ω) 相互交調による帯域外放射許容レベル	(別表) 参照 但し α は仰角(度), β は衛星の受信ビームエッジ利得と地球局方向の最悪時利得との差(dB)	10dBW/4kHz以下
ix) スプリング放射許容レベル(相互交調によるものを除く)	4 dBW/4kHz以下, 但し 5.925 - 6.425 GHz (IV号系), 5.925 - 6.425 GHz 及び 14.0 - 14.5 GHz (V,V-A号系) 5.850 - 6.425 GHz 及び 14.0 - 14.5 GHz (VI号系) の各周波数帯域内	
x) 搬送波スペクトル特性	搬送波スペクトルのサイドローブレベルは、帯域外においてメインローブのピーク値より25dB以上低いこと(デジタル搬送波に対する暫定値)	

(別表)

宇宙局カバレッジ	仰角10° に対する値		その他の仰角に対する補正値
	IV/IV-A号系	V,V-A,V-B および VI号系	
半球及びゾーン	23.0	21.0 (dBW/4kHz)	- 0.02 ($\alpha-10$) - β
グローバル	26.0	24.0 (dBW/4kHz)	- 0.06 ($\alpha-10$)

4.5 国際海事衛星通信機構(インマルサット)

(1) 国際海事衛星通信機構の概要

海事衛星通信は、大洋を航行中の船舶と陸上間、あるいは船舶相互間の通信手段として通信衛星を利用するものである。

1966年の政府間海事協議機関の海上安全委員会において海事衛星システムの研究の着手が決定し、初めて公式に国際海事衛星システムの構想が打ち出された。その後、1971年に専門委員会が設置され、海事衛星システムの運用要件、技術事項、経済評価などの作業が行われたが、運営体制等について各国間の意見の対立があり、1976年に至りやっと「インマルサットに関する条約及び同運用協定」が合意された。そして、1979年7月16日インマルサット条約に基づく国際機関である国際海事衛星通信機構が発足した。

インマルサットは、当初1978年にサービスを開始する計画であったが、衛星や打上げロケットの開発が遅れた。またこの動きとは別に、1976年、米国の通信業者が共同して太平洋、インド洋、大西洋に静止衛星を打ち上げ「マリサットシステム」として米国艦船や一般商船に対する公衆通信サービスを開始した。このマリサット衛星は1981年に寿命（設計寿命5年）が尽きたため、1982年2月1日からマリサットシステムはインマルサットに業務を引き継いだ。従って、国際海事衛星通信機構が海洋を航行する船舶との間の通信サービスを運用管理する国際機関として業務を開始したのは1982年2月1日ということになる。

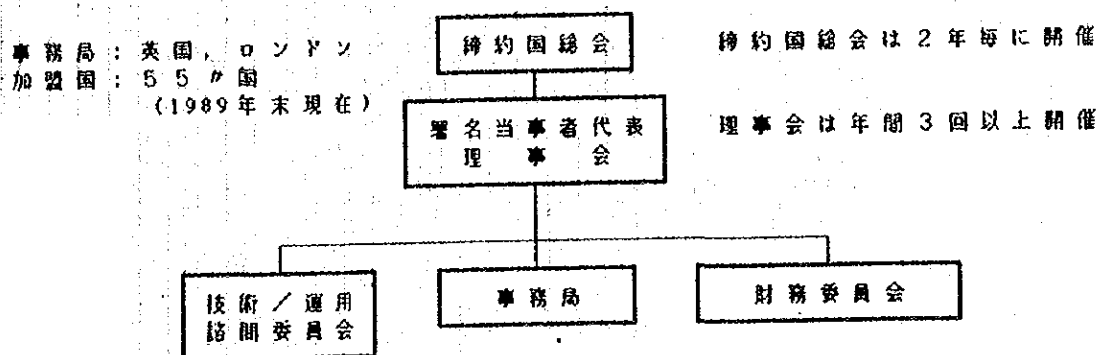
インマルサットは、条約の定めによって地球上すべての海域における遭難及び人命の安全にかかる通信、船舶の効率的運行管理、海事公衆通信業務、無線測位の能力改善に貢献することが義務づけられている。

インマルサットが提供する主なサービス内容は電話とテレックスであるが、大口顧客のために、月単位の専用又は毎日一定時間の音声級回線の提供も行っている。インマルサットの電話回線で2,400 bit/s までのデータ伝送が可能である。その他のサービスとして、

- a) 船舶から陸方向へ 56 kbit/sのデータ伝送が可能
- b) テレックスグループコールが可能

将来は航空衛星通信サービス、陸上移動体衛星通信サービス、二つの衛星利用による位置測定など、業務の拡大が計画されている。

インマルサットの組織構成概要は下図のとおりである。



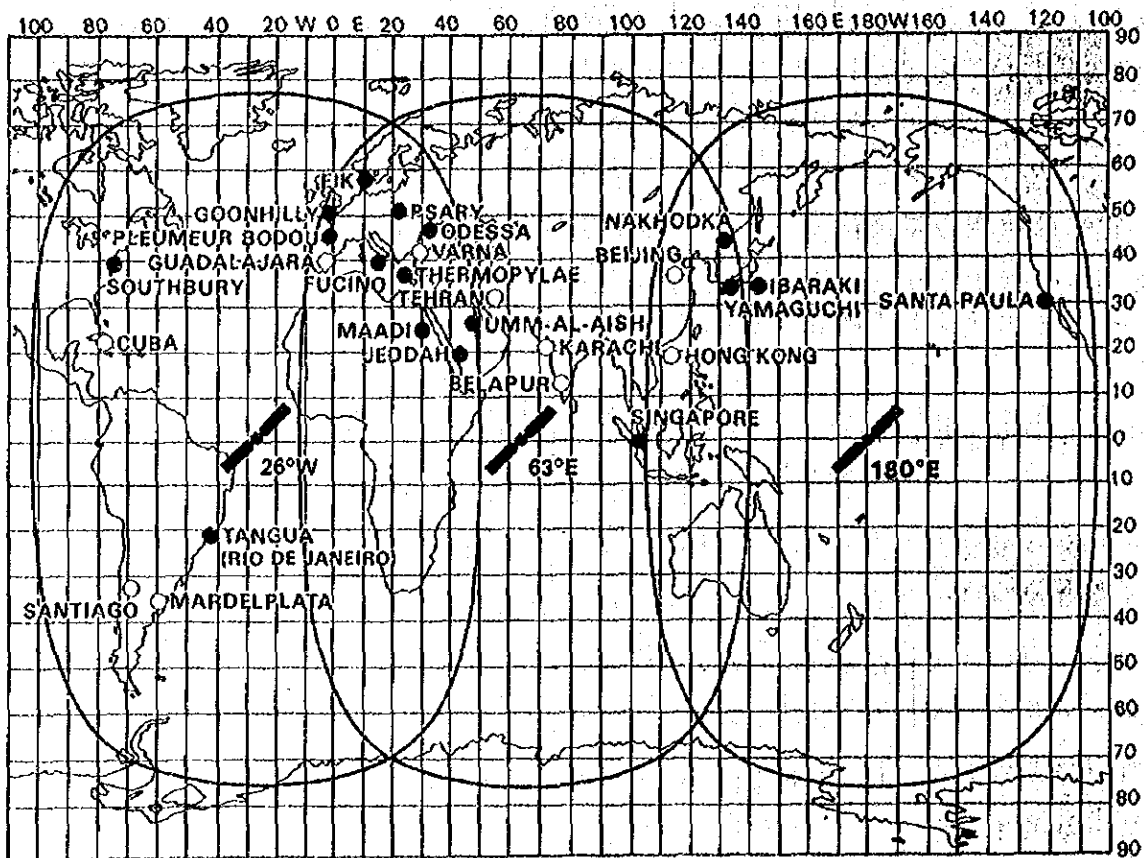
4.5 図 インマルサットの組織構成概要

(2) インマルサット衛星通信回線網

インマルサットは、1989年現在太平洋上に3個（現用：1，予備：2），大西洋上に3個（現用：1，予備：2），インド洋上に2個（現用：1，予備：1）の衛星を配置し、海岸地球局21局（太平洋地域：4局，大西洋地域：10局，インド洋地域：7局）を設置し、6,000隻以上の船舶を対象にサービス網を構成している。

インマルサット衛星通信システムの回線の割当は、遭難，緊急，安全の順番で通常の通信に優先して割り当てる方式となっている。遭難通信の場合は即時回線接続が行われる。

通常の電話やテレックスについては、呼びの発生毎に海岸地球局と船舶地球局間の回線を設定することになっている。このため、船舶地球局は常に通信網管理地球局（NCS：Network Coordination Station）からの回線割当信号を受信し、常にNCS経由で回線割当が行われるシステムとなっている。



Coast earth stations ● In operation ○ Planned

(As of July, 1988)

4.6 図 インマルサット衛星群のカバレッジの概要図

(3) インマルサット標準地球局主要基準

インマルサットもインテルサット同様、一つの宇宙局に沢山の船舶／海岸地球局がアクセスするため、共通運用に必要な最低限の技術基準を定めておかなければならない。

そのためインマルサットでは、標準A局、標準B局、標準C局、標準M局の4種類の地球局が定められている。

4.11 表 インマルサット標準地球局主要基準

	標準A局	標準B局	標準C局	標準M局
用途	海上移動 陸上可搬	海上移動 陸上可搬	海上移動 陸上移動	海上移動 陸上移動
サービスの種類	電話, フレックス, ファクシミリ, テレク	電話, フレックス, ファクシミリ, テレク	フレックス, テレク	電話, フレックス, ファクシミリ, テレク
伝送方式	アナログ	デジタル	デジタル	デジタル
レフ-6サイズ	1.2 - 1.4mφ	1.2 - 1.4mφ	20cmφ	50cmφ
アンテナ直径	0.8 - 1.2mφ パラボラ	0.8 - 1.2mφ パラボラ	20cmφ パラボラ	50cmφ ダイナミック, ハリカル
アンテナビーム幅	10 - 18度	10 - 18度	100度以上	
アンテナ利得	21.2 dBi	21.2 dBi	0 ~ 2 dBi	15 dBi : 海上 13 dBi : 陸上
G / T	- 4 dBK	- 4 dBK	- 23 dBK	- 10 dBK 海上 - 12 dBK 陸上
e. i. r. p.	36dBW + 1dBW + 2dBW	33dBW/29dBW 25dBW	12dBW	26dBW : 海上 24dBW : 陸上
変調方式 電話 音声処理 フレックス	F M 2:1 コラック コシッド 2相 P S K	Q P S K 16kbps 適応 予測符号化 4相 P S K	- - 1	
誤り訂正	なし	3/4 誤り訂正		
テレク伝送 速度	4,800 bps	9.6 kbps (16 kbps)	8PSK 600 bps	2400 bps
周波数帯 (右): 右旋円偏波 (左): 左旋円偏波	海岸地球局 6417.5-6425MHz (右) 宇 → ← 4192.5-4200MHz (左) 局	宇宙局	1535-1542.5MHz (右) 海岸地球局 → ← 1636.5-1644MHz (左) 局	

4.12 表 インマルサット船舶地球局環境条件勧告値

項 目		技 術 基 準
周 囲 温 度	船 上 設 備	-35° ~ 55°C
	船 内 設 備	0° ~ 45°C
相 対 湿 度		45°C にて 95 % まで
飛 沫		すべての方向からの飛沫 (船上設備)
着 氷		氷厚 2.5 cm まで (船上設備)
降 雨		10 cm/時まで (船上設備)
相 対 風 速		平均 100 ノット まで (船上設備)
電 源 変 動	周 波 数	± 6 %
	電 圧	± 10 %
振 動	船 上 設 備	周 波 数 (kHz) 振 幅 (mm)
		4 - 10 2.54
10 - 15 0.76		
15 - 25 0.40		
船 内 設 備	25 - 33 0.23	
	周 波 数 (kHz) 振 幅 (mm)	
	4 - 15 0.75	
	15 - 25 0.40	
	25 - 33 0.23	
33 - 40 0.13		
40 - 50 0.07		
動 揺	ロ ー ル	± 30° (同期: 8 秒)
	ピ ッ チ	± 10° (同期: 6 秒)
	ヨ ー	± 8° (同期: 50 秒)
	サ ー ジ	± 0.2g
	ス ウ ェ ー	± 0.2g
	ヒ ー プ	± 0.5g
	旋 回 速 度	6°/秒
	航 行 速 度	30 ノット

4.6 国際通信衛星機構 (インタースプートニク)

(1) 国際通信衛星機構の概要

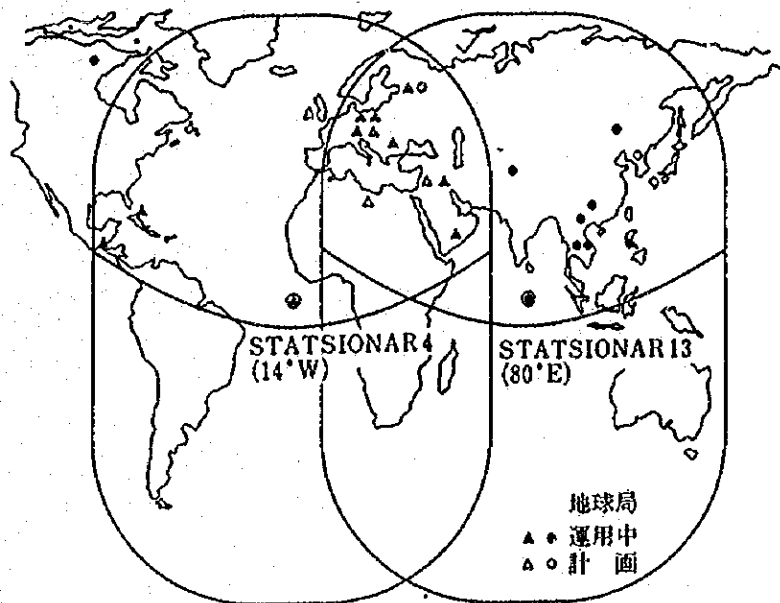
国際通信衛星機構は、1972年7月ソ連を中心とする東側諸国によって設立され、運用されているものである。

(参考) インタースプートニク本部： ソ連、モスクワ
加 盟 国 数： 15カ国 (1987年末現在)

(2) インタースプートニク衛星通信回線網

使用している衛星は、静止通信衛星スタショナーである。この衛星のCバンドトランスポンダを大西洋で4本、インド洋で2本をリースして運用しているものである。

現在運用中の地球局は20局余りである。



4.7 図 インタースプートニク衛星のカバレッジの概要図

第 5 章

基本設計のための調査事項

5. 基本設計のための調査事項

1. 国際通信の分野における無償資金協力案件は次のようなものと考えられる

(1) 衛星地球局施設の新規建設

(2) 既設地球局設備の老朽更新

(3) 既設地球局設備の機能改善

これらの基本設計についての技術的調査事項について、更にプロジェクト完了後の運用保全計画、国際回線利用計画に関する調査の実施は勿論であるが、先方が関係国際機関（インテルサット等）及び通信相手国との間で、この計画が十分話し合われているかどうかについて確認することが重要である。

2. 能率的調査のために、現地調査にとりかかる前に既存資料の収集調査を行い、現地調査ではこれを補完するという心構えが肝要である。

3. 基本設計調査の目的はその案件を実施すべきかどうかの判断材料となる資料を収集することにある。その中で所要経費の見積は、プロジェクト実施の判断材料の一つとして重要である。

もとより正確な見積は、詳細設計を待たなければならないが、与えられた期間内に出来るだけ確度の高い見積のできる設計資料を得ることが経験豊富なコンサルタントの腕の見せ所である。

5.1 衛星地球局の新規建設計画

衛星地球局を新規に建設する計画の場合は、地球局の建設場所の確認、国際間取決めの確認、国際中継交換局建設場所および衛星地球局から国際中継交換局間の伝送ルートの調査を実施する他、衛星地球局建設サイトの気象環境に関する調査、サイトへのアクセスロード及び電源供給など建設資材の運搬、工事環境および建設完了後の運用の難易に関する十分な調査が必要である。

調査の重点項目

1. 計画内容の確認
2. 国際機関および通信相手国関係機関との間の取決めに係る確認
3. 建設予定地の確認調査
4. 国際中継交換局設備内容に関する確認
5. 国内回線との接続システムおよびルートに関する確認調査
6. 付帯条件に関する確認調査

解 説

昨今の世界各国の政治経済は、各国ともその国自体の狭い範囲ではコントロール不可能な時代となってきた。現在、各国の政治経済はその国の自己完結型から世界的規模のネットワークの一環に組み込まれて動く時代に代わってきた。

このような世界情勢の中で、開発途上国といえどもあらゆる事柄が常に世界の動きに左右される環境にあるという理由からそこに国際通信の必要性和重要性が発生するわけである。

第4章 4.2に述べたインテルサット（国際電気通信衛星機構）は各国の国際通信網への参加に道を開いている。即ち、国際通信網に参加する一番早道はインテルサット衛星地球局の建設である。インテルサットでは各国への衛星通信回線割当計画や運用計画等についてはSSOP (Satellite Operational Plan) にまとめられている。

1) 建設地点の選定

(1) 衛星地球局の建設予定地点は、基本的に次の諸条件を充たしているサイトでなければならない。

- a) 太平洋、大西洋およびインド洋上空 36,000 kmに静止している衛星宇宙局の中のどれかに対して見通しであること
- b) 衛星地球局は、宇宙局からの微弱な電波を受信するため外部雑音の少ない環境が望ましい。
- c) 地質調査によってアンテナ建設に十分な地耐力があるかどうかを確認すること
- d) 地上マイクロ波中継回線等との間で電波干渉を起こさない環境条件にあること。
- e) アクセスロードが整備されているか、又は容易に建設できる条件にあること。
- f) 電力供給が容易である環境条件が整っていること。

少なくとも以上の観点からサイトの選定、あるいは相手国が既に選定してあるサイトについても再確認が必要であろう。

インテルサット衛星宇宙局の静止軌道位置は次のとおりである。

インド洋 61.5° E, 63° E

太平洋 179° E

大西洋 18.5° W, 24.5° W, 29.5° W

緯度、経度としては大丈夫でも周囲の山や構築物が障害となって見通しのきかない場合もあるので、建設予定サイトから衛星宇宙局の方位と仰角を測定し、見通しであることを十分調査確認しなければならない。

- (2) 衛星地球局から国際中継交換局（通常市内に建設される）までの伝送ルートが容易に設定できる環境条件にあるかどうかの調査確認をする必要がある。国際通信回線と国内通信回線は、伝送方式、信号方式、制御方式、網管理方式、課金方式等が相互に異なるので国際網と国内網両者間のインタフェースを満足しなければならない。このために国際中継交換局が設置されている。

(3) 将来の増設計画に対して十分な面積が確保できるかどうかを併せて調査検討しておく必要があるだろう。

将来必ず通信量が増加することに伴い別な衛星宇宙局にアプローチする施設が必要（静止軌道上の衛星宇宙局は一個だけではない）になるのが常であるのでそのことを念頭においてサイトの調査をおこなわねばならない。

2) 地球局設備内容と規模の決定

各国の地球局の規模は、毎年開催される「署名当事者総会」における各国主管庁会議あるいは地域別の地球局所有者の運用代表者会議で回線運用計画、各地球局への搬送波割当が行われ国際間取決めとしてSSOP (Satellite System Operation Plan) にまとめられ、各国主管庁はこれに基づいて衛星地球局の運用や建設加計外を計画するものである。

従って、調査団は相手国の主管庁と打合せを行い最低限次の事項に関する確認を行う必要がある。

- a) 対向衛星宇宙局名
- b) 建設する地球局の標準タイプ
- c) 変復調方式、伝送方式など
- d) 通信チャンネル数、搬送波周波数など
- e) 通信の相手先地球局、相手先地球局の改修の必要性の有無等
- f) 設備規模（現用1系統のみか、予備系統を持つ設計とするのか等）
- g) 開局の期限
- h) 関連施設の詳細内容
 - y) 国際-国内交換方式およびその設備規模
 - i) 地球局から国際中継交換局までの伝送方式と設備

SSOPは、各国主管庁が管理しており民間には公開されていないものであるから地球局施設内容について相手国主管庁に十分確認する必要がある。

なお、インテルサットは、各標準地球局の標準技術基準をIESS (Intelsat Earth Station Standard) にまとめて各製造会社に配付してあるので問題ない。

通信相手の地球局に対する改修事項が必要な場合、その実施者は誰か、そして

また日本の援助に加えには相手国地球局の改修までは含まれないことを確認しておく必要がある。また、国際通信は相手があること、更に相手地球局の改修が伴う場合には完成させなければならない期日が設定されている。そこで日本政府援助の手順の中での完成期日と国際間取決めによる完成期日が整合するかどうかの検討が必要であろう。これが食い違う場合は相手国主管庁を通じて通信相手国およびインテルサットとの完成時期の変更に係る交渉を行うことが必要となってくる。

3) 地球局建設サイト付近の無線施設と電界強度

サイト付近の既設および計画中の無線施設、即ちマイクロ波、VHF、UHF短波通信施設、中波、短波ラジオ送信施設、VHF、UHFテレビ/FM送信施設、レーダー施設、航空管制施設などについて次の事項の調査確認が必要である。これはCCIRの相互干渉基準に適合するかどうかの検討資料として大切である。

- a) 使用周波数帯
- b) サイトからの方位と距離
- c) 出力
- d) アンテナ形式
- e) アンテナの主ビーム方向
- f) サイトにおける電界強度

4) 既設国際および国内通信施設の現状

国際中継交換局の規模設定のために次の事項について調査を行う。

(1) 国際通信

- a) 既設国際回線の種別（短波、海底ケーブル、マイクロ施設による隣国経由など）
- b) サービスの種類と回線数
- c) 交換方式
- d) 料金体系
- e) 利用実績

f) 将来計画

(2) 国内通信

a) 既設国内回線の種別（短波、マイクロ波、ケーブルなど）

b) サービスの種類と回線数

c) 交換方式

d) 料金体系

e) 利用実績

f) 将来計画

5) 一般環境条件の調査

(1) 自然環境

地球局建設予定サイト付近の気象条件に関するデータを収集する。年間月別平均、日照時間、温度、湿度、降雨量、降雪量、風速、地震、などについて過去10年間の現地気象統計資料を入手すること。これらのデータは設置する機器や局舎の仕様決定のため重要である。

(2) 規格、法規等

機器製造に当たって特に留意すべき規格規定の有無、また特に規定しないなど、現地政府および加盟外実施機関の担当者との間で十分確認しておくことが肝要である。

また、環境保全など現地工事に関連する法規の有無などについて機器の規格同様十分調査確認する。

調査確認の主対象は次のとおりである。

a) 機器および電気設備

b) 建築土木

c) 建築設備

d) 電気工事

e) 付帯設備

世界で広く使用されている規格は、英国規格 (BS) , ドイツ規格 (DIN), 日本規格 (JIS, JIM など) などがある。

(3) 現地調達可能資材

国際通信施設の建設に当たって、どんな資材、工事材料が現地調達可能か、その品質に問題はないか、価格はどうか、調達数量に限界はないか、などに関する調査確認を行う。

現地の資材や工事材料を出来得る限り利用することにより、現地の経済効果の増進、プロジェクトコストの軽減等の効果をもたらすことになる。

(4) 建設機械、測定機器

クレーン等重機の現地での建設に必要な機械、機器調整のための測定機器などの現地借用の可能性と料金などについて調査確認する。

これは現地工事をスムーズに進行させるため、測定器関係については二重投資を避ける、即ちプロジェクトコストのセーブのために重要である。

(5) 建設業者、人材の確保と料金

国際通信施設の建設に必要な現地雇員の可能性について調査確認する。

併せて現地雇員の賃金、労働時間に関する法規なども十分調査する。

これは現地社会への経済的効果の波及と現地人への技術移転という二面的効果、更には日本人技術者の派遣人数をセーブしプロジェクトコストのセーブにもつながる。

5.2 地球局施設の老朽更新計画

設備の老朽更新の場合は、新規建設の場合と異なり本章 5.1 (1), 2) 3) の調査は必要ない。その他の調査項目に加えて既設局舎、既設機器の概要調査と既設関連施設（国際中継交換機など）の改修の要不要に関する調査が必要であろう。

調査の重点項目

1. 計画内容の確認
2. 既設局舎、機器の確認
3. 既設国際中継交換局設備等周辺施設に関する調査
4. 付帯条件に関する確認調査

解 説

調査の主目的は、期限内に低コストで適切な設備を建設し、プロジェクトをスムーズに完了させることにある。

1) 老朽更新計画内容の確認

相手国政府主管庁および加計外実施機関関係者から更新計画内容の詳細について聴取し、その計画に問題はないかなど調査検討するものである。

この調査は、要請プロジェクトが適性規模であるかどうか、更新の必要性が有るかどうか、今直ちに更新しなければならないかどうかの判断材料を得るために重要なものである。

2) 既設局舎および局舎設備の調査

既設局舎およびその設備について詳細な調査確認を実施するのは、新規加計外の下に供給される設備が旧局舎内に据付けられるものかどうかの検討をするためであると共に、そこのスペースに納まるように技術仕様書を書く、また仕様書の中で既設局舎の改修点を指示する必要があるため、下記の事項の調査が必要であ

る。

(1) 局舎各室（機器室、監視制御室、電源室、倉庫など）の広さ、建物構造、
機材の搬出入口の寸法、アンテナが局舎屋上に建設されている場合は地表か
ら屋上までの機材の搬出入方法など、旧機器の撤去、新規機器の搬入据付工
事に支障の有無の調査確認をする。

(2) 電源系統、種別、容量、分電盤の新規設備機器への適合性に関する調査確
認を行う。

(3) ケーブルダクト、トレンチ、配管等の新規設備機器への適合性の調査確認
をする。

(4) 空調能力の新規設備機器への適合性に関する調査確認を行う。

3) 既設設備（撤去予定設備）の調査

(1) 老朽更新であるから、ハードウェアは新しくなるがシステム自体は変更な
いと考えられる。しかし、長年月旧設備を使用してきた実績の中で障害がお
きやすい部分、運用上改修が望ましい部分、機能の追加が必要と思われる部
分などがあるのが常である。

老朽更新は設備／システムの弱点排除のチャンスでもある。新しい設備で
はこの点を十分考慮した技術仕様としなければならない。そのため現場関係
者とじっくり懇談して弱点の洗い出しと新設備に対する希望を聴取すること
が肝要であろう。

(2) 通常、地球局建設と同時に国際中継交換機および地球局から交換局までの
伝送回線（マイクロ波伝送又はケーブル）も建設されているので、地球局設
備の老朽更新にあたっては伝送回線設備及び交換設備の更新も含めて検討す
る必要がある。

5.3 既設地球局設備の機能改善計画

設備の機能改善の場合は、既設機能のどの範囲を改善するのかの確認と共に既設機器および既設関連機器（国際中継交換機など）などの詳細な現況調査が必要である。

調査の重点項目

1. 計画内容の確認
2. 既設設備機器の調査確認
3. 改修に係る相手国側の工事日程の確認

解 説

1960年代以降の衛星通信の発展は驚異的なものがある。

技術的にもSPADE方式 (Single channel Per carrier PCM multiple Access Demand assignment Equipment)、SCPC (Single Channel Per Carrier) などの新技術がインテルサット4号系衛星の中継器の効率的使用のために開発された。また5号系衛星にはTDMA方式 (Time Division Multiple Access) が導入されるなど技術的発展に伴い、70年代、80年代と時代が進むにつれ衛星通信回線容量も増大し、回線当たりの経済性も向上してきた。

1977年、インテルサットは開発途上国用として小回線容量の地球局の仕様を定め、これを標準B地球局と呼称している。標準B地球局の電話回線の変調方式はSCPC/PCM、多元接続方式はFDMAである。

開発途上国は、この標準B地球局が開発されるまでは経済的理由（大型地球局の建設コストの負担が困難）により衛星通信システムを利用できる環境になかったが、この建設コストの安い標準B地球局の出現により多くの南太平洋やアフリカの国々が国際機関や先進国の援助で標準B地球局を建設し国際通信網に参加することになった。

その後、国際通信の需要は、世界の政治経済の動向から、急激に増大しており、この傾向は将来にわたり継続して行くものと推測されている。このような世界的

環境の中で、開発途上諸国も例外でなく、各国は過去に割り当てられた回線数の増加を強く希望している。そこでインテルサットも国際通信量の増加に対応して行くため、衛星宇宙局の中継器の効率的利用を図り一部の大容量通信方式への転換、地球局間の回線の再割当調整を実施することにした。このインテルサットの決定に伴い、過去に多くの開発途上国に建設された標準B地球局のSCPCの一部を他方式へ転換して回線増を図ることになった。従って、開発途上国の既設地球局設備の改修が次々と発生してくるものと考えられる。

そればかりではなく、今後は、技術革新による通信設備の機能改善は継続的に発生する運命にあると言えよう。

1) 既設設備機器の調査確認

衛星地球局の機能改善プロジェクトは、新規建設や老朽更新と異なり既設設備／システムの一部の変更と機器の追加／入替を行うものであるから既設機器についての詳細な調査確認が必要である。

2) 方式変更に伴う機器の追加／入替

SCPCから他方式にシステム変更する場合、一般的に見て、必要な追加／入替機器の主なものは次のとおりである。

- a) 大電力増幅器
- b) 導波管スイッチ等大電力増幅器周辺部品類
- c) 低雑音増幅器
- d) 導波管スイッチ等低雑音増幅器周辺部品類
- e) 送信変調及び周波数変換装置
- f) 受信復調及び周波数変換装置
- g) 信号伝送多重装置
- h) 送信受信動作状態監視制御装置
- i) 新システムに必要な測定器類

5.4 運用保全計画

保全とは、完全な状態を保つということである。供与した施設が長い間役に立つかどうかは、その放送機関の運用保全体制の如何にかかっている。

援助プロジェクト実施後の管理保全業務の在り方について、前もって検討し、補修用部品の補給体制、保守予算の確保、保守技術者の確保と教育訓練など、その体制があるか、また将来その体制作りが可能か、を見極めることが大切である。

調査の重点項目

1. 保全組織の評価
2. 保守技術者の技術水準と人数の評価
3. 補修部品の管理状況調査
4. 機器資材管理状況調査
5. 保守予算の確保状況調査
6. 補修部品調達のための外貨割当実態調査と今後の見通しの把握
7. 組織幹部の保全業務に対する理解度の測定

解 説

対象機関の機器保全能力を評価する鍵は、次の事項を把握することである。

- 直接その業務にあたる技術者の量と質
- 組織自体の持つ保全システムの完成度
 - ア) 予備品をストックしておくための予算の重要性は認められているか、
 - イ) 十分な予算が割当てられているか、
 - ウ) 機器の現状が正確に把握されているか、
 - エ) 故障の発生・修理状況がありのままに報告されているか、
 - オ) それらの報告データが分析され、運用の改善や設備更新計画に役立っているか、などである。

調査事項について要約すると以下の通りである。

a) 保全組織

日常の保全業務は現場の運用要員が行っているのが通例であるが、その他に保全業務専門要員の育成、組織化がなされているかどうか。

b) 運用保全要員

運用保全要員の現状と、プロジェクト完成に伴う増員の必要性。

c) 運用・保全経費

運用保全予算の現状と、プロジェクト完成に伴う増額の必要性。

d) 保全情報の管理状況

機器の現状ファイルが完備しているか、変更があった時こまめに更新されているか。故障の発生と修理状況が正確に報告されているか。

e) 予備品の管理状況

多種にわたる予備品類が必要の際すぐ取り出せるように整理して保管されているか、補給状況はどうか。

f) 修理のための輸出・再輸入手続

現地で修理できない機器やユニットを外国の製造メーカーへ送り返すことがある。この段階では輸出・再輸入の手続きが必要となり、多くの開発途上国ではこの事務手続きに時間を要し、且つ修理代金の外貨割当の問題もからんでくるので、そのあたりの実情を調査しておく必要がある。

第 6 章

球 面 幾 何

6. 参 考 資 料

国際通信施設の標準モデルを論ずることは極めて難しい。地球局と一口に言っても小はVISTAと称されている電話やデータ通信など1乃至2回線のサービスを目的とした地球局から大容量回線のサービスを目的とする標準A地球局まであり、更にそれぞれに対して内容の違いは千差万別である。

国際通信施設の規模は、目的とするサービスの範囲、平均通信需要量によって違ってくる。

国際通信の場合の基本設計実施工程は、サイトの数が限定されるので国内電話や放送の調査のように加減規模による差異はあまりないと考えてよい。

ここでは過去に実施された加減の場合を参考にしながら検討した結果を以下にまとめた。

6.1 基本設計調査実施工程

基本設計実施工程を大別すると次の通りである。

項 目	作 業 内 容	期 間 (日)	人 数 (人)
国 内 作 業	事前準備 a) インタビューレポートの作成 b) 質問状の作成 c) 国内資料の収集・検討・分析 d) 現地調査日程の検討・作成	5 ~ 10	2 ~ 3
	調査資料解 析・ドラフトレ ポートの作成 a) 調査結果の解析整理 b) ドラフトレポートの作成 p) 地球局を新設する場合 i) 地球局の老朽更新の場合 u) 地球局の機能改善の場合	30 30 30	6 4 4
	ファイルレポート の作成 a) ドラフトレポートの説明及び協議結 果の整理 b) ドラフトレポートに修正を加えファイ ルレポートを完成させる c) ファイルレポートの印刷・校正・ 製本	15	2

項目	作業内容	期間 (日)	人数 (人)
現 地 作 業	現地調査 a) インタビューレポートの説明 b) 質問状の回答回収 c) 必要資料・情報の収集 d) 現地関係者との協議 e) 電界強度等の測定 f) 建設予定地の踏査 p) 地球局を新設する場合 i) 地球局の老朽更新の場合 u) 地球局の機能改善の場合	p) ~ u) 参照	30 15 15 6 4 4
	調査資料解析・フラットレポートの作成		
	フラットレポートの説明 a) フラットレポートの説明 b) フラットレポートの協議 c) 最終確認	10	2 ~ 4

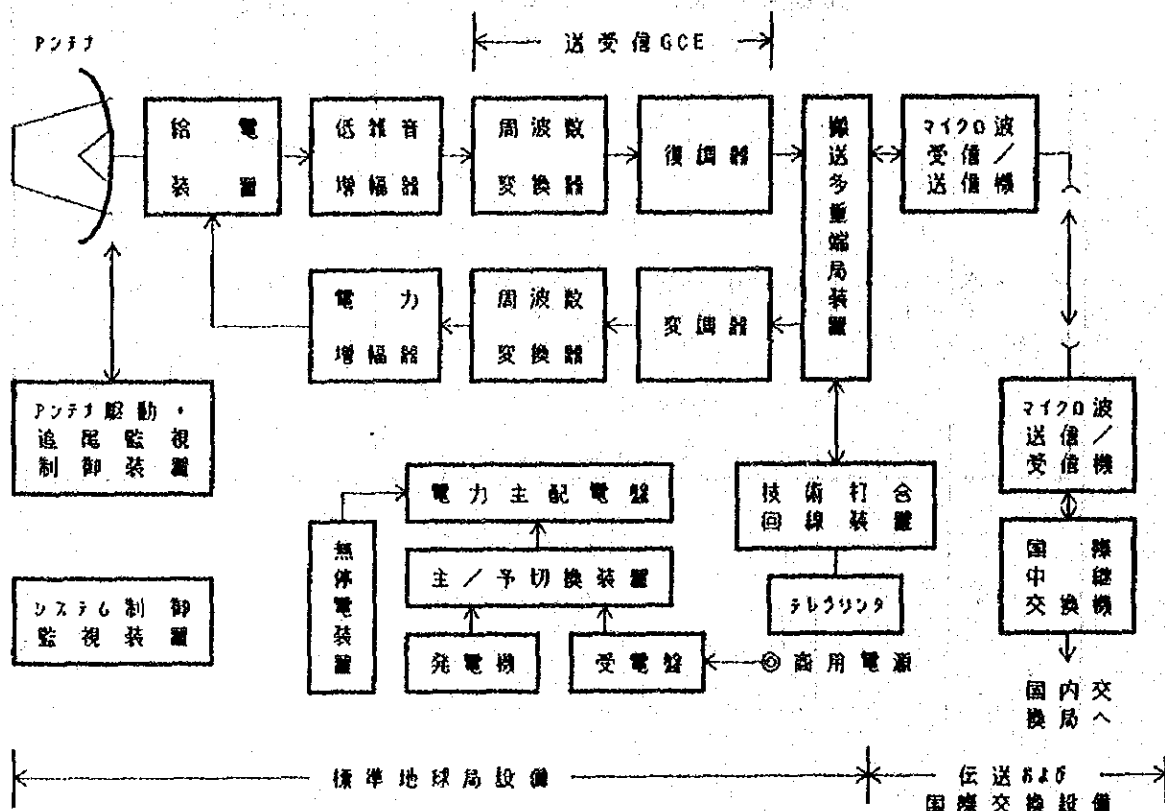
必要とする業務担当者区分

プロジェクトの規模	業務担当
p) 地球局を新設する場合	<ul style="list-style-type: none"> - 国際通信システム設計 - 地球局施設計画 - 国際中継交換局計画 - 伝送回線計画 - 局舎建設計画 - 電源供給計画
i) 地球局の老朽更新の場合	<ul style="list-style-type: none"> - 国際通信システム設計 - 地球局施設計画 - 国際中継交換局計画 - 伝送回線計画

プロジェクトの規模	業務担当
9) 地球局の機能改善の場合	<ul style="list-style-type: none"> - 国際通信システム設計 - 地球局施設計画 - 国際中継交換局計画 - 伝送回線計画
* 新規に国際通信事業を始める場合は右の調査業務を追加する必要がある	<ul style="list-style-type: none"> - 国際通信事業運営計画 - 国際回線運用計画 - 料金計画

6.2 システム構成参考モデル

1) 衛星利用国際通信地上系システム参考モデル



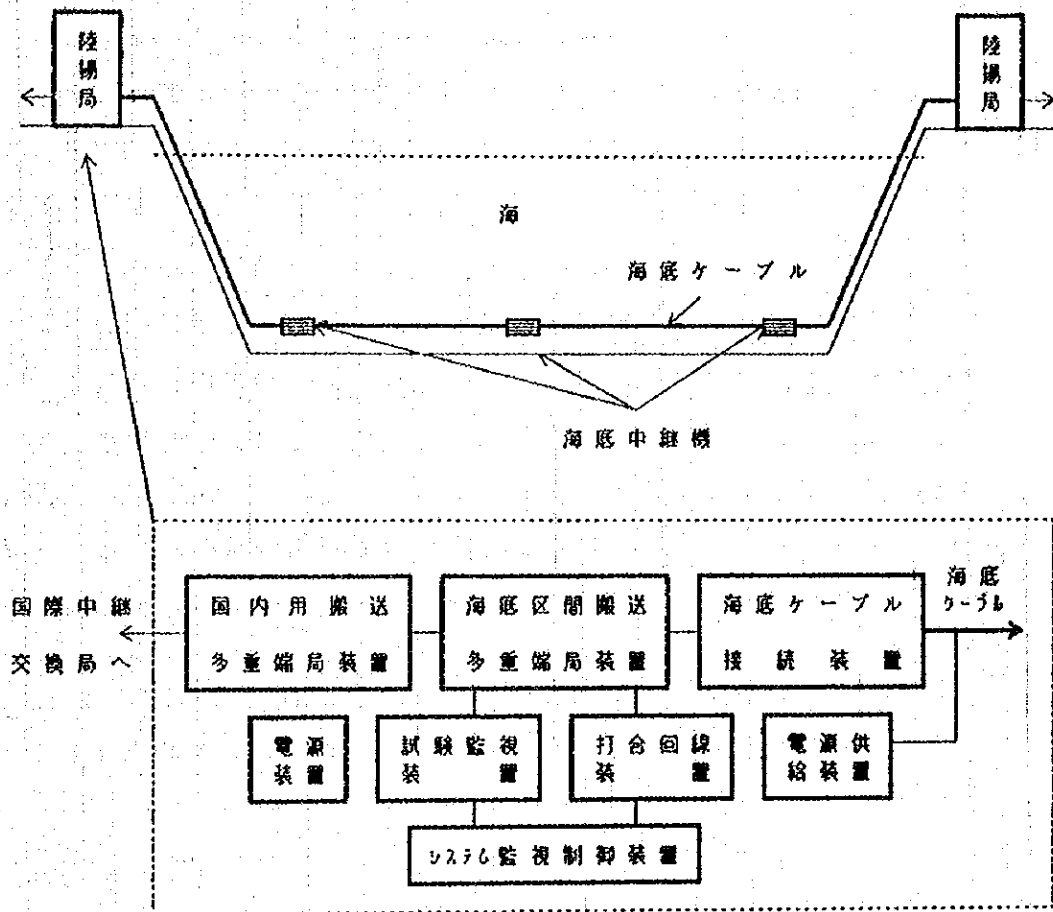
主たる使用機器の構成

	構成機器名	数量
標準B地球局設備	アンテナ (13m 径)	1 式
	アンテナ給電装置 - 偏波変換器 - 受信側偏分波器 - 送信側偏分波器	1 式
	アンテナ駆動・追尾監視制御装置 - アンテナ駆動装置 - 自動追尾装置 - フォックシング制御装置	1 式
	低雑音増幅器 (適用/予備方式) - 右旋円偏波用 - 左旋円偏波用	1 式

	構成機器名	数量
標準 B 地球局設備 (続き)	4 GHz 増幅器 (運用 / 予備方式)	1 式
	受信分波装置	1 式
	受信 G C E	1 式
	- 周波数変換器	
	- 発信器	
	- コライザ	
	- 復調器	
	(ユニットの数および種類は、チャンネル数とサービスの種類 (テレビ、ラジオ、テレックス など)、伝送方式 (FM-TV, FDM- FM, SCPC-PSK など) によって異なる)	
	大電力増幅器 (運用 / 予備方式)	1 式
	- 右旋円偏波用	
	- 左旋円偏波用	
	6 GHz 増幅器 (運用 / 予備方式)	1 式
	送信合成装置	1 式
	送信電力検出制御装置	1 式
受信 G C E	1 式	
- 周波数変換器		
- 発信器		
- コライザ		
- 変調器		
(ユニットの数および種類は、チャンネル数とサービスの種類 (テレビ、ラジオ、テレックス など)、伝送方式 (FM-TV, FDM- FM, SCPC-PSK など) によって異なる)		
搬送多重端局装置	1 式	
- 電話端局装置		
- 電信端局装置		
- TV 映像端局装置		
- TV 音声端局装置		
技術打合回線装置	1 式	
システム制御監視装置	1 式	
電源装置	1 式	
マイクロ波伝送設備	アンテナ (送受)	1 式
	アンテナ給電装置	1 式
	受信装置 (運用 / 予備方式)	1 式
	復調器 (運用 / 予備方式)	1 式

	構 成 機 器 名	数 量
	送信装置（運用／予備方式）	1 式
	受調器（運用／予備方式）	1 式
	システム制御監視装置	1 式
	電源装置	1 式
国際中継交換設備	通話路スイッチ回路網装置	1 式
	入力トランク装置	1 式
	出力トランク装置	1 式
	信号装置	1 式
	信号交換装置	1 式
	交換台制御装置	1 式
	繰合装置	1 式
	中央演算処理装置	1 式
	システム制御監視装置	1 式
	電源装置	1 式

2) 海底ケーブル利用国際通信システム参考モデル

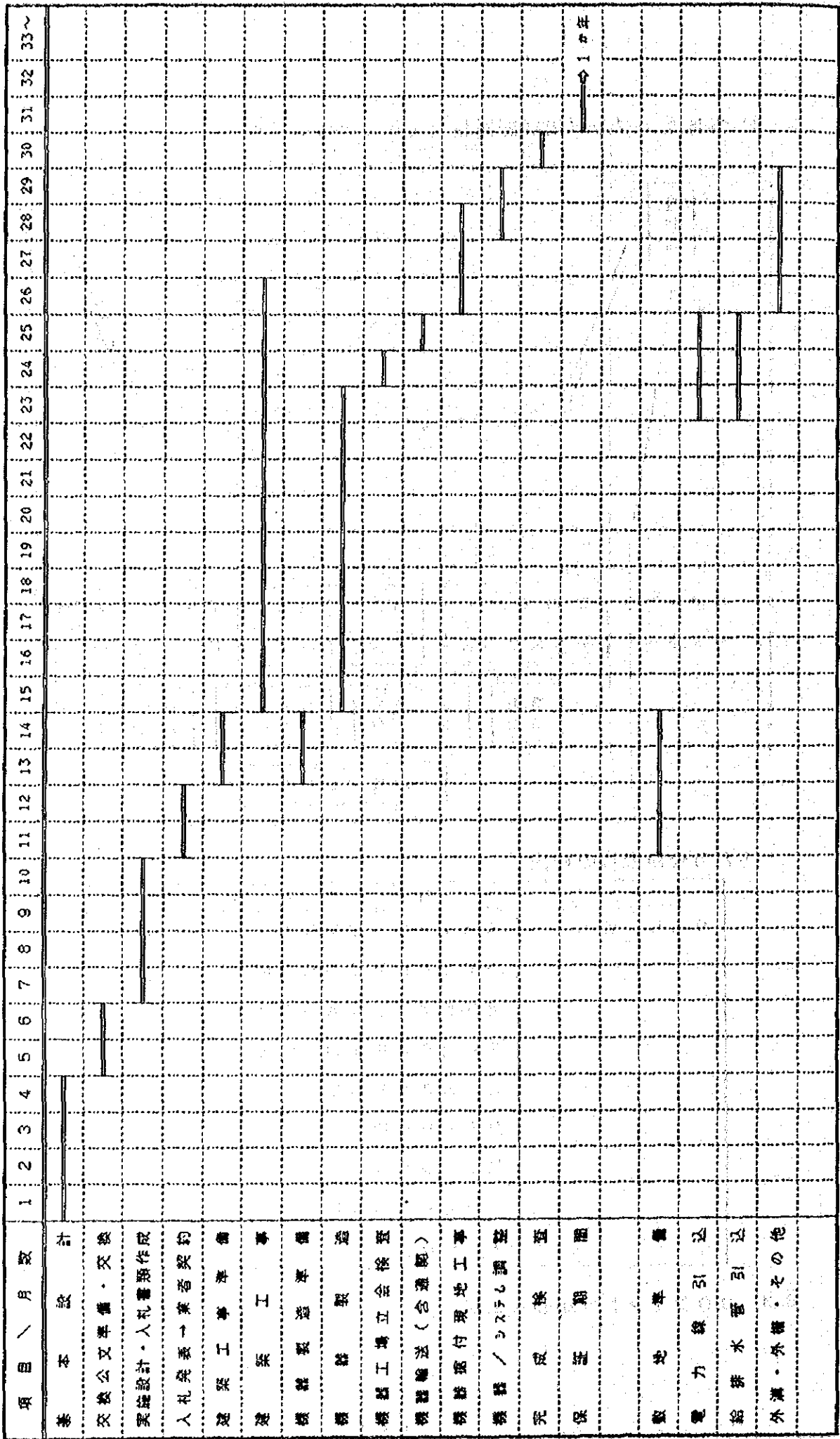


主たる使用機器の構成

	構成機器名	数量
陸揚局設備	海底ケーブル接続装置	1式
	海底中継機電源供給装置	1式
	海底区間搬送多重端局装置	1式
	国内用搬送多重端局装置	1式
	信号方式変換装置	1式
	打合回線装置	1式
	試験監視装置	1式
	マイクロ監視制御装置	1式
	電源装置	1式

6.3 プロジェクト実施参考工程

基本設計開始からプロジェクト完了までの工程概要



6.4 概算事業費の積算方法

プロジェクト実施コストの総合計は次のように積算される。

$$\text{資機材費} + \text{梱包船積費等} + \text{保険料} + \text{輸送費} + \text{現地工事費} = \text{事業費総合計}$$

1) 資機材費

資機材の値段は一般的に「工場渡し(Ex Factory)」の価格を言う。

工場渡しの資機材は国内移動/輸送に耐える程度の梱包がされており、この梱包費用は普通資機材の値段に含まれている。この梱包は輸出用としては不適當であるので別途輸出梱包を施す必要がある。

一般民生品は製造会社の販売希望価格が明示されているが、通信機器のような特別注文製品はその都度値段が定められる。

一般民生品と特別注文品の違いの主な点は次の通りである。

民 生 品	特 注 品
- 単品として販売、使用に供される。	- システムとして販売、使用に供される。
- 顧客は製造会社が設計製造した製品を選んで購入する。	- 顧客の注文に応じてシステムを組み上げ、納入する。
- 同じ製品を一度に大量に生産する。	- 受注の都度、客先の要求に応じ設計し一つ一つ手造り的に生産し、システムに組あげる。即ち一品生産品である。
- 使う側が製品の操作基準に合わせて操作に馴れるという使い方を要する。	- 使用者側の操作基準（国又は放送機関毎に差異がある）及び設置場所の自然条件など特殊性を勘案した設計が要求される。また、詳細なシステム/機器取扱説明書の作成が必要である。
- 製造会社側のみの検査、使用者側は立ち会わない。	- 顧客立会いの詳細な工場検査、引渡検査を実施する。
- 製造計画段階で販売希望価格が決定される。	- 客先の仕様の決定、客先との詳細打合せ後でないと価格決定ができない。

上記の如く、通信設備は特注品であるばかりでなく、通話時間の枚数、伝送内容や伝送方式などの組合せによりシステム内容がかなり違ってくるため、一般的な標準的値段を明示することは難しく、価格は複数の製造会社に仕様書を示し見積書を作らせた後、詳細な検討を行い製造会社と厳しいネゴシエーションを行いながら決められるのが普通である。

資機材の値段は、「工場渡し」の他に、「倉庫渡し(Ex Godown)」、「本船積込渡し(FOB)」、「輸入港船側渡し(CIF)」、「到着港埠頭渡し」、「現地渡し」などのいろいろな条件による場合があるので注意を要す。

取引形式と諸条件

取引形式	工場渡しにプラスされる条件
倉庫渡し	輸出梱包費、送出国内運送費、保険料
本船積込渡し	輸出梱包費、送出国内運送費、保険料、検査料、倉庫料、通関諸掛、解回港料、積込費用
輸入港船側渡し	輸出梱包費、送出国内運送費、保険料、検査料、倉庫料、通関諸掛、解回港料、積込費用、海上輸送費、海上保険料
到着港埠頭渡し	「輸入港船側渡し値段」+ 積降し費用、解回港料、埠頭使用料、検査料、倉庫料、通関諸掛、輸入税
現地渡し	「到着港埠頭渡し値段」+ 仕向国内陸輸送費、保険料

2) 輸出梱包費

輸出梱包費単価は不変のものではない。社会情勢に左右されるが、1990年2月現在の単価は次の通りである。従って現時点での積算にはこれを使用出来るが、案件発生の都度見積もりをとって確認することが望ましい。

- a) J I S 防湿包装 17,000 円/㎡
- b) 普通ケース梱包 15,000 円/㎡

c) クレート梱包	11,000 円/m ³
d) バンドル梱包	4,000 円/m ³
e) ベア一梱包	1,000 円/m ³

すべての通信機器は、精密機器であるから J I S 防湿包装をしなければならないが、鉄塔鋼材などは普通ケース梱包のみでよい。

調達資機材の総容積が判明すれば上記単価を参考に積算できる。

3) 送出国国内運送費

日本国内の輸送費は、荷物の容積と距離、輸送手段（トラックか鉄道か）などの条件によって異なる。最近はこの種の荷物の輸送のほとんどがトラックを使用する傾向が強いので、ここではトラック輸送の運賃について考察してみた。

日本国内の運送料は各事業区域を統括する運輸局毎の認可料金となっている。この料金体系の概要は、「距離制運賃」、「時間制運賃」、「諸料金（車両留置料及び地区割増料）」、「運賃割増（品目割増、特大品割増、特殊車両割増、悪路割増、当期割増、休日割増、深夜早朝割増）などから成っている。

運送料金の基準を次ページに示す。詳細は各運輸局毎の運賃早見表とその適用方の解説書が作られ各地区のトラック協会などで頒布されている。

運送料金の積算は、品物の分量、在場所と輸送先が決定した段階で詳細に算出されるものであって、ここに標準単価的な数値を示すことはできない。

事業区域を定める貨物自動車運送事業運賃料金

(1) 車扱運賃料金

I 距離制運賃率表

北海道運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	14トン車を 超え20 トンまで ごとに
10kmまで	5,130	6,520	7,400	8,680	9,890	11,010	同	同	同	同
20 "	8,350	9,380	10,070	11,190	12,320	13,290	14,720	16,580	17,620	1,800
30 "	9,790	10,900	11,710	13,010	14,400	15,580	17,330	19,670	20,500	2,230
40 "	11,070	12,410	13,320	14,850	16,420	17,930	20,050	22,640	23,360	2,600
50 "	12,450	13,930	14,960	16,660	18,450	20,240	22,770	25,410	26,240	2,920
60 "	13,820	15,440	16,580	18,500	20,450	22,300	24,970	28,200	29,090	3,110
70 "	15,190	16,940	18,210	20,320	22,460	24,330	27,170	30,930	31,970	3,280
80 "	16,550	18,460	19,830	22,160	24,340	26,350	29,400	33,400	34,840	3,430
90 "	17,910	19,980	21,460	23,980	26,250	28,390	31,640	35,900	37,710	3,570
100 "	19,270	21,480	23,090	25,800	28,210	30,560	34,060	38,510	40,580	3,680
110 "	20,190	22,450	24,120	26,960	29,620	32,170	35,790	40,640	42,390	3,920
120 "	21,110	23,400	25,150	28,110	30,910	33,940	37,760	42,650	44,210	4,130
130 "	22,010	24,370	26,160	29,260	32,110	35,310	39,740	44,320	46,030	4,370
140 "	22,940	25,330	27,200	30,430	33,380	36,650	41,360	45,990	47,850	4,610
150 "	23,860	26,290	28,220	31,570	34,680	38,000	42,870	47,730	49,660	4,840
160 "	24,770	27,260	29,250	32,720	35,960	39,430	44,370	49,580	51,480	5,080
170 "	25,700	28,210	30,280	33,880	37,270	40,910	46,050	51,410	53,290	5,300
180 "	26,610	29,170	31,310	35,030	38,550	42,380	47,760	53,270	55,110	5,540
190 "	27,520	30,130	32,340	36,190	39,850	43,880	49,470	55,110	56,920	5,770
200 "	28,460	31,090	33,360	37,340	41,140	45,350	51,190	56,970	58,760	6,010
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すごとに	1,530	1,680	1,800	2,000	2,210	2,430	2,760	3,070	3,140	360
500kmを超え50 kmまでを増す ごとに	3,820	4,190	4,490	5,010	5,540	6,080	6,870	7,670	7,880	650

東北運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	14トン車を 超え20 トンまで ごとに
10kmまで	4,620	6,820	7,900	8,670	9,560	10,340	同	同	同	同
20 "	7,740	8,630	9,610	10,630	11,600	12,540	13,980	15,850	17,000	1,850
30 "	9,110	10,140	11,180	12,330	13,450	14,570	16,290	18,520	19,680	2,240
40 "	10,260	11,620	12,730	14,040	15,450	16,780	18,770	21,430	22,350	2,620
50 "	11,470	13,120	14,280	15,730	17,400	18,980	21,270	24,210	25,020	3,040
60 "	12,900	14,620	15,840	17,450	19,110	20,710	23,140	26,280	27,710	3,160
70 "	14,340	16,100	17,390	19,150	20,780	22,470	24,960	28,280	30,400	3,300
80 "	15,950	17,600	18,950	20,860	22,490	24,210	26,820	30,280	33,120	3,390
90 "	17,320	19,060	20,500	22,550	24,300	26,080	28,760	32,240	35,800	3,530
100 "	18,690	20,560	22,060	24,250	26,120	28,000	30,860	34,570	38,400	3,650
110 "	19,510	21,470	23,030	25,140	27,420	29,550	32,610	36,530	40,210	3,920
120 "	20,380	22,360	23,990	26,540	28,710	31,100	34,360	38,500	41,940	4,150
130 "	21,220	23,260	24,940	27,660	30,070	32,650	36,120	40,470	43,690	4,400
140 "	22,060	24,140	25,900	28,790	31,390	34,220	37,870	42,420	45,440	4,630
150 "	22,910	25,050	26,860	29,910	32,570	35,770	39,610	44,400	47,180	4,880
160 "	23,740	25,940	27,810	31,040	33,850	37,320	41,360	46,340	48,920	5,120
170 "	24,570	26,820	28,780	32,170	35,150	38,870	43,110	48,320	50,680	5,350
180 "	25,410	27,720	29,730	33,290	36,420	40,410	44,870	50,280	52,430	5,620
190 "	26,250	28,610	30,690	34,420	37,720	41,970	46,620	52,250	54,180	5,820
200 "	27,090	29,500	31,650	35,550	39,000	43,520	48,360	54,220	55,920	6,060
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すごとに	1,460	1,560	1,690	1,870	2,040	2,350	2,610	2,920	3,020	370
500kmを超え50 kmまでを増す ごとに	3,650	3,900	4,210	4,680	5,110	5,660	6,530	7,280	7,530	920

新潟運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	12トン車を個人 が1台を超過する 場合に
10kmまで	4,440	6,330	7,390	8,490	10,130	10,710				
20 "	7,440	9,280	9,950	11,020	12,210	13,100	14,320	15,910	17,320	1,550
30 "	9,070	10,770	11,550	12,820	14,200	15,530	16,990	18,880	20,160	1,920
40 "	10,560	12,280	13,150	14,610	16,180	17,750	19,730	21,510	22,990	2,300
50 "	12,050	13,790	14,750	16,420	18,170	19,930	22,470	24,130	25,820	2,680
60 "	13,540	15,280	16,370	18,220	20,170	22,100	24,880	26,750	28,660	2,860
70 "	14,910	16,770	17,970	20,010	22,150	24,290	27,300	29,380	31,460	3,080
80 "	16,250	18,270	19,580	21,810	24,140	26,460	29,690	32,040	34,300	3,270
90 "	17,570	19,760	21,190	23,620	26,120	28,640	32,100	34,720	37,150	3,480
100 "	19,070	21,280	22,790	25,410	28,120	30,880	34,590	37,400	39,970	3,670
110 "	19,890	22,190	23,790	26,550	29,350	32,240	36,160	39,050	41,720	3,930
120 "	20,730	23,130	24,760	27,650	30,550	33,600	37,650	40,670	43,450	4,160
130 "	21,560	24,050	25,760	28,770	31,770	34,960	39,180	42,300	45,180	4,400
140 "	22,390	24,970	26,750	29,890	32,980	36,330	40,690	43,930	46,910	4,650
150 "	23,220	25,900	27,760	31,010	34,210	37,690	42,220	45,560	48,650	4,890
160 "	24,050	26,830	28,750	32,130	35,430	39,050	43,750	47,180	50,400	5,120
170 "	24,880	27,760	29,730	33,240	36,640	40,410	45,280	48,800	52,140	5,340
180 "	25,710	28,670	30,730	34,380	37,870	41,770	46,790	50,440	53,880	5,550
190 "	26,550	29,600	31,710	35,480	39,080	43,130	48,320	52,060	55,600	5,790
200 "	27,360	30,530	32,710	36,610	40,300	44,490	49,840	53,690	57,340	6,000
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すことに	1,480	1,630	1,760	1,960	2,180	2,380	2,690	2,900	3,290	450
500kmを超え50 kmまでを増す ことに	3,670	4,120	4,400	4,900	5,410	5,980	6,720	7,230	8,240	1,030

関東運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	12トン車を個人 が1台を超過する 場合に
10kmまで	4,370	6,220	7,410	8,450	9,530	10,560				
20 "	7,210	9,950	10,660	11,380	12,590	13,820	15,610	17,370	17,900	1,830
30 "	9,850	11,610	12,410	13,240	14,650	16,080	18,160	20,150	20,830	1,870
40 "	11,200	13,250	14,140	15,090	16,700	18,350	20,710	23,000	23,740	1,940
50 "	12,990	14,870	15,890	16,950	18,760	20,600	23,250	25,830	26,670	1,990
60 "	14,770	16,500	17,620	18,810	20,830	22,860	25,810	28,640	29,580	2,130
70 "	16,360	18,120	19,370	20,670	22,880	25,120	28,360	31,470	32,520	2,250
80 "	17,810	19,760	21,110	22,520	24,950	27,370	30,910	34,310	35,440	2,400
90 "	19,270	21,390	22,860	24,380	26,990	29,630	33,450	37,120	38,360	2,540
100 "	20,830	23,030	24,600	26,240	29,050	31,890	36,000	39,770	41,280	2,700
110 "	21,720	24,030	25,670	27,380	30,330	33,290	37,570	41,650	43,090	2,880
120 "	22,620	25,030	26,740	28,550	31,600	34,690	39,150	43,370	44,900	3,090
130 "	23,520	26,050	27,810	29,700	32,880	36,080	40,730	45,110	46,710	3,260
140 "	24,410	27,050	28,880	30,840	34,150	37,490	42,310	46,900	48,520	3,440
150 "	25,320	28,060	29,950	32,000	35,430	38,890	43,880	48,690	50,330	3,620
160 "	26,210	29,050	31,030	33,150	36,700	40,280	45,460	50,460	52,150	3,860
170 "	27,110	30,060	32,090	34,290	37,980	41,670	47,060	52,250	53,960	4,100
180 "	28,000	31,070	33,160	35,460	39,250	43,080	48,630	54,030	55,770	4,330
190 "	28,910	32,070	34,230	36,610	40,520	44,480	50,210	55,800	57,580	4,400
200 "	29,810	33,080	35,310	37,760	41,790	45,870	51,790	57,590	59,390	4,860
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すことに	1,600	1,770	1,890	2,020	2,240	2,470	2,780	3,090	3,190	420
500kmを超え50 kmまでを増す ことに	4,010	4,450	4,740	5,070	5,610	6,160	6,930	7,720	7,970	910

中部運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	12トン車を 超え500km まで
10kmまで	4,390	6,240	7,420	8,450	9,530	10,570				
20 "	7,220	9,510	10,430	11,360	12,320	13,280	15,170	17,030	17,680	1,830
30 "	9,870	11,190	12,260	13,210	14,600	15,750	17,970	20,150	20,790	2,110
40 "	11,480	12,840	13,980	15,080	16,640	18,090	20,630	22,990	23,710	2,390
50 "	13,170	14,500	15,690	16,920	18,730	20,410	23,200	25,800	26,610	2,870
60 "	14,720	16,160	17,390	18,760	20,770	22,740	25,740	28,630	29,530	2,880
70 "	16,160	17,820	19,100	20,600	22,820	25,040	28,290	31,460	32,420	3,080
80 "	17,600	19,480	20,790	22,460	24,860	27,310	30,810	34,270	35,350	3,280
90 "	19,060	21,100	22,510	24,320	26,930	29,550	33,360	37,080	38,260	3,450
100 "	20,550	22,740	24,240	26,170	28,960	31,790	35,910	39,900	41,180	3,620
110 "	21,430	23,730	25,280	27,320	30,250	33,180	37,480	41,650	42,980	3,800
120 "	22,320	24,700	26,340	28,460	31,520	34,550	39,050	43,420	44,800	3,970
130 "	23,230	25,700	27,400	29,630	32,780	35,930	40,630	45,180	46,610	4,140
140 "	24,120	26,680	28,450	30,770	34,070	37,320	42,210	46,930	48,410	4,330
150 "	25,000	27,670	29,510	31,920	35,340	38,680	43,800	48,680	50,230	4,520
160 "	25,890	28,640	30,560	33,080	36,610	40,060	45,380	50,440	52,040	4,690
170 "	26,790	29,640	31,610	34,220	37,890	41,450	46,950	52,190	53,850	4,880
180 "	27,680	30,620	32,670	35,370	39,150	42,840	48,520	53,940	55,650	5,050
190 "	28,570	31,600	33,730	36,530	40,420	44,200	50,100	55,720	57,480	5,250
200 "	29,460	32,580	34,780	37,670	41,710	45,580	51,680	57,460	59,300	5,440
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すごとに	1,590	1,750	1,880	2,020	2,220	2,460	2,760	3,090	3,180	420
500kmを超え50 kmまでを増す ごとに	3,960	4,390	4,680	5,050	5,590	6,130	6,930	7,700	7,950	1,070

近畿運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	12トン車を 超え500km まで
10kmまで	4,380	6,230	7,420	8,450	9,530	10,570				
20 "	7,210	9,960	10,660	11,380	12,580	13,820	15,590	17,100	17,900	1,990
30 "	9,860	11,600	12,390	13,240	14,650	16,080	18,160	19,850	20,840	2,290
40 "	11,710	13,240	14,140	15,080	16,720	18,350	20,710	22,620	23,750	2,580
50 "	13,440	14,880	15,880	16,950	18,780	20,600	23,250	25,380	26,670	2,850
60 "	14,890	16,500	17,630	18,810	20,840	22,870	26,800	28,160	29,580	3,070
70 "	16,370	18,150	19,360	20,670	22,880	25,120	28,360	30,920	32,520	3,210
80 "	17,820	19,780	21,100	22,520	24,940	27,370	30,910	33,680	35,440	3,350
90 "	19,280	21,400	22,860	24,380	26,990	29,670	33,450	36,440	38,360	3,490
100 "	20,830	23,040	24,600	26,240	29,060	31,900	36,010	39,210	41,280	3,630
110 "	21,720	24,060	25,670	27,380	30,330	33,290	37,570	40,900	43,090	3,740
120 "	22,620	25,060	26,730	28,550	31,600	34,690	39,150	42,590	44,900	3,870
130 "	23,520	26,070	27,810	29,690	32,880	36,090	40,730	44,290	46,730	3,990
140 "	24,410	27,080	28,880	30,840	34,150	37,500	42,300	45,980	48,510	4,110
150 "	25,320	28,090	29,960	31,990	35,410	38,900	43,880	47,690	50,350	4,230
160 "	26,220	29,090	31,030	33,150	36,690	40,280	45,480	49,360	52,150	4,360
170 "	27,120	30,110	32,090	34,290	37,980	41,670	47,030	51,070	53,960	4,490
180 "	28,000	31,110	33,170	35,440	39,240	43,080	48,630	52,750	55,770	4,590
190 "	28,910	32,110	34,230	36,590	40,520	44,480	50,200	54,460	57,580	4,720
200 "	29,810	33,140	35,310	37,740	41,780	45,880	51,790	56,140	59,400	4,860
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すごとに	1,600	1,770	1,900	2,020	2,250	2,470	2,790	3,020	3,190	420
500kmを超え50 kmまでを増す ごとに	4,010	4,450	4,740	5,050	5,610	6,170	6,940	7,530	7,970	1,080

中国運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	12トン車を 超え50 トンまで 増すこと に
10kmまで	4,440	6,260	7,530	8,630	9,660	10,590					
20 "	7,340	9,320	10,080	10,760	11,770	12,770	14,310	16,220	17,000	1,840	
30 "	9,490	11,010	11,710	12,820	13,890	14,980	16,580	18,720	19,750	2,020	
40 "	11,430	12,550	13,320	14,620	16,050	17,190	18,910	21,200	22,500	2,170	
50 "	12,810	14,080	14,970	16,420	18,120	19,440	21,290	23,720	25,250	2,330	
60 "	14,200	15,610	16,590	18,210	20,080	21,500	23,470	26,080	27,980	2,500	
70 "	15,610	17,140	18,210	20,000	22,050	23,580	25,710	28,520	30,730	2,660	
80 "	17,000	18,670	19,850	21,800	24,030	25,670	27,980	30,970	33,480	2,830	
90 "	18,380	20,220	21,470	23,590	26,000	27,790	30,270	33,420	36,210	2,990	
100 "	19,870	21,780	23,100	25,400	27,960	29,930	32,550	35,900	38,870	3,170	
110 "	20,760	22,740	24,130	26,540	29,200	31,360	34,240	37,790	40,630	3,360	
120 "	21,650	23,710	25,170	27,690	30,430	32,800	35,950	39,690	42,390	3,540	
130 "	22,540	24,690	26,200	28,830	31,680	34,270	37,660	41,580	44,140	3,730	
140 "	23,430	25,660	27,230	29,970	32,930	35,680	39,340	43,490	45,900	3,900	
150 "	24,320	26,620	28,280	31,110	34,180	37,020	41,060	45,390	47,670	4,130	
160 "	25,200	27,590	29,310	32,260	35,410	38,430	42,760	47,280	49,430	4,300	
170 "	26,090	28,570	30,340	33,390	36,650	39,840	44,460	49,170	51,190	4,480	
180 "	26,990	29,540	31,370	34,540	37,900	41,260	46,150	51,060	52,950	4,660	
190 "	27,870	30,520	32,410	35,680	39,130	42,670	47,860	52,970	54,710	4,860	
200 "	28,770	31,470	33,420	36,820	40,370	44,090	49,560	54,860	56,470	5,040	
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すことに	1,540	1,700	1,790	1,970	2,170	2,380	2,690	2,960	3,090	380	
500kmを超え50 kmまでを増す ことに	3,870	4,230	4,500	4,920	5,440	5,940	6,750	7,390	7,710	940	

四国運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	12トン車を 超え50 トンまで 増すこと に	
10kmまで	4,250	6,160	7,280	8,410	9,490	10,590					
20 "	7,030	9,350	9,990	11,040	12,230	13,420	15,040	16,870	17,380	1,840	
30 "	8,970	10,860	11,600	12,840	14,220	15,580	17,510	19,610	20,200	2,060	
40 "	10,840	12,370	13,230	14,650	16,200	17,760	19,980	22,350	23,010	2,260	
50 "	12,360	13,880	14,830	16,450	18,200	19,920	22,480	25,070	25,820	2,450	
60 "	13,720	15,410	16,450	18,260	20,180	22,110	24,720	27,810	28,640	2,700	
70 "	15,090	16,910	18,060	20,070	22,150	24,280	26,960	30,340	31,460	2,920	
80 "	16,450	18,420	19,700	21,860	24,150	26,430	29,230	32,830	34,250	3,130	
90 "	17,810	19,940	21,300	23,670	26,120	28,620	31,480	35,340	37,080	3,370	
100 "	19,340	21,450	22,920	25,470	28,110	30,780	33,820	37,970	39,880	3,610	
110 "	20,180	22,370	23,900	26,580	29,350	32,130	35,430	39,760	41,630	3,810	
120 "	21,020	23,320	24,910	27,730	30,580	33,470	37,040	41,530	43,360	4,050	
130 "	21,860	24,270	25,890	28,840	31,810	34,820	38,640	43,310	45,100	4,240	
140 "	22,710	25,190	26,910	29,980	33,030	36,150	40,240	45,100	46,830	4,470	
150 "	23,450	26,120	27,910	31,100	34,250	37,500	41,850	46,900	48,590	4,670	
160 "	24,400	27,050	28,910	32,220	35,470	38,830	43,460	48,680	50,340	4,920	
170 "	25,230	27,990	29,910	33,350	36,710	40,170	45,070	50,480	52,070	5,140	
180 "	26,080	28,930	30,910	34,480	37,930	41,510	46,670	52,240	53,810	5,390	
190 "	26,920	29,860	31,930	35,600	39,170	42,860	48,280	54,030	55,540	5,620	
200 "	27,770	30,790	32,910	36,740	40,390	44,200	49,890	55,820	57,290	5,870	
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すことに	1,500	1,660	1,770	1,980	2,170	2,380	2,690	3,010	3,070	360	
500kmを超え50 kmまでを増す ことに	3,740	4,160	4,430	4,930	5,440	5,940	6,740	7,520	7,690	910	

九州運輸局

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	13トン車を超え 14トン車まで 増すことに
10kmまで	4,360	6,140	7,340	8,560	9,750	11,060				
20 "	7,110	9,360	10,050	11,010	12,200	13,390	15,110	16,800	17,340	1,840
30 "	9,330	10,870	11,670	12,810	14,180	15,580	17,610	19,550	20,180	2,100
40 "	11,020	12,380	13,290	14,610	16,180	17,770	20,040	22,280	23,010	2,380
50 "	12,370	13,890	14,920	16,410	18,170	19,950	22,480	25,020	25,830	2,660
60 "	13,720	15,420	16,550	18,210	20,170	22,150	24,920	27,750	28,670	2,850
70 "	14,840	16,930	18,170	20,020	22,150	24,320	27,350	30,470	31,500	3,060
80 "	16,430	18,430	19,790	21,810	24,140	26,520	29,770	33,210	34,330	3,250
90 "	17,770	19,940	21,420	23,600	26,120	28,690	31,980	35,020	37,160	3,460
100 "	19,270	21,450	23,040	25,400	28,080	30,870	34,250	38,420	39,990	3,660
110 "	20,100	22,390	24,040	26,530	29,380	32,260	35,860	40,310	41,760	3,900
120 "	20,940	23,330	25,040	27,650	30,610	33,620	37,570	41,960	43,610	4,120
130 "	21,780	24,270	26,050	28,770	31,840	34,990	39,240	43,680	45,270	4,370
140 "	22,610	25,200	27,040	29,890	33,080	36,350	40,710	45,280	47,040	4,610
150 "	23,450	26,140	28,050	31,020	34,330	37,700	42,240	47,010	48,810	4,810
160 "	24,290	27,060	29,060	32,140	35,570	39,060	43,860	49,740	50,560	5,060
170 "	25,140	28,020	30,050	33,270	36,800	40,420	45,440	50,450	52,330	5,290
180 "	25,960	28,940	31,060	34,380	38,050	41,790	47,040	52,180	54,090	5,520
190 "	26,810	29,890	32,040	35,500	39,280	43,150	48,630	53,880	55,840	5,760
200 "	27,640	30,810	33,050	36,620	40,530	44,510	50,230	55,610	57,610	5,980
200kmを超え500 kmまで20kmまで を増すことに	1,490	1,660	1,790	1,970	2,170	2,390	2,700	3,000	3,260	460
500kmを超え50 kmまでを増す ことに	3,730	4,140	4,440	4,910	5,440	5,980	6,740	7,490	8,050	1,020

沖縄総合事務局管内

車種別 キロ程	1トン車 まで	2トン車 まで	3トン車 まで	4トン車 まで	5トン車 まで	6トン車 まで	8トン車 まで	10トン車 まで	12トン車 まで	13トン車を超え 14トン車まで 増すことに
5kmまで	2,840	4,340	5,350	6,320	7,320	8,400	10,500	11,670	12,030	1,380
10 "	3,660	5,160	6,160	7,170	8,190	9,300	11,290	12,550	12,930	1,460
20 "	5,310	6,750	7,820	8,900	9,980	11,100	12,870	14,300	14,740	1,620
30 "	6,890	8,220	9,210	10,310	11,490	12,640	14,270	15,850	16,360	1,840
40 "	8,350	9,610	10,330	11,420	12,640	13,880	15,650	17,420	17,960	1,990
50 "	9,470	10,540	11,270	12,440	13,770	15,110	17,060	18,970	19,570	2,160
60 "	10,240	11,410	12,190	13,460	14,900	16,360	18,460	20,520	21,170	2,290
70 "	11,010	12,240	13,090	14,480	16,030	17,600	19,870	22,080	22,780	2,500
80 "	11,790	13,130	14,020	15,510	17,170	18,840	21,260	23,640	24,370	2,730
90 "	12,570	13,990	14,930	16,510	18,300	20,070	22,650	25,200	25,990	2,970
100 "	13,340	14,850	15,870	17,530	19,410	21,320	23,970	26,750	27,600	3,190
110 "	14,130	15,720	16,790	18,570	20,550	22,550	25,460	28,300	29,200	3,410
120 "	14,900	16,590	17,720	19,580	21,670	23,800	26,850	29,860	30,800	3,610
130 "	15,660	17,430	18,640	20,600	22,790	25,040	28,260	31,480	32,420	3,830
140 "	16,450	18,310	19,550	21,630	23,940	26,280	29,660	32,970	34,010	4,040
150 "	17,220	19,160	20,480	22,640	25,070	27,520	31,050	34,530	35,630	4,260
160 "	18,000	20,030	21,400	23,650	26,200	28,770	32,450	36,090	37,230	4,550
170 "	18,780	20,900	22,320	24,680	27,340	29,990	33,850	37,650	38,830	4,850
180 "	19,550	21,750	23,240	25,690	28,470	31,240	35,260	39,210	40,430	5,160
190 "	20,330	22,610	24,170	26,720	29,590	32,470	36,660	40,740	42,050	5,440
200 "	21,110	23,490	25,090	27,750	30,690	33,720	37,930	42,320	43,660	5,740
200kmを超え10 kmまでを増す ことに	780	870	920	1,020	1,130	1,250	1,410	1,560	1,590	420

II 時間制運賃率表

(単位：円)

種別	車種別 局別	1トン車	2トン車	3トン車	4トン車	5トン車	6トン車	8トン車	10トン車	12トン車	13トン車			
		まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで			
基礎	8時間制 基礎走行キロ 3トン車まで 80キロメートル 3トン車を超えるもの100キロメートル	北海道	16,710	19,550	22,410	25,280	27,990	29,400	32,290	36,500	39,790	3,450		
		東北	17,670	19,880	21,770	24,930	27,130	29,340	34,070	38,180	39,490	3,740		
		新潟	17,450	19,650	21,510	24,630	26,810	29,000	33,670	37,730	39,070	3,680		
		関東	19,590	21,740	23,210	25,620	28,380	30,210	33,300	36,390	39,780	3,400		
		中部	19,540	21,590	23,160	25,580	27,470	29,630	33,320	36,420	39,820	3,410		
		近畿	19,600	21,760	23,210	25,630	28,380	30,170	33,260	36,330	39,770	3,350		
		中国	17,420	19,590	21,460	24,570	26,740	28,920	33,580	37,630	39,160	3,370		
		四国	16,420	18,670	20,750	22,660	24,890	26,960	31,120	35,440	39,190	3,610		
		九州	17,400	19,590	21,450	24,560	26,740	28,920	33,570	37,620	39,160	3,690		
		沖縄	10,720	13,330	15,940	18,620	21,230	23,850	27,340	30,390	31,350	2,560		
		額	4時間制 基礎走行キロ 3トン車まで 40キロメートル 3トン車を超えるもの50キロメートル	北海道	11,590	12,860	13,040	15,170	16,560	17,490	19,680	21,560	23,430	1,880
				東北	10,110	11,670	12,630	14,520	15,780	17,030	19,880	22,080	23,690	2,220
				新潟	9,990	11,550	12,470	14,340	15,580	16,820	19,650	21,810	23,450	2,190
				関東	11,760	12,950	13,880	15,380	16,350	17,260	19,430	21,290	23,130	1,850
中部	11,430			12,670	13,890	14,810	16,040	17,280	19,450	21,300	23,150	1,850		
近畿	11,760			13,040	13,890	15,380	16,290	17,230	19,380	21,250	23,150	1,790		
中国	9,950			11,500	12,440	14,300	15,540	16,790	19,590	21,760	23,500	1,800		
四国	9,510			10,890	12,100	12,970	14,170	15,750	17,980	20,400	23,530	2,110		
九州	9,960			11,510	12,430	14,300	15,540	16,790	19,590	21,760	23,440	2,170		
沖縄	5,890			7,450	8,980	10,590	12,150	13,700	15,750	17,510	18,060	1,540		
加算	基礎走行キロを超える場合は、10キロメートルまでを増すごとに			北海道	310	330	360	390	410	460	520	580	590	50
				東北	300	320	340	350	370	390	440	480	500	40
				新潟	320	340	380	390	410	460	520	570	580	30
				関東	410	430	440	460	470	480	530	580	590	30
		中部	290	330	340	380	410	420	480	530	600	40		
		近畿	370	420	450	470	480	490	530	590	600	30		
		中国	290	330	340	380	410	460	530	540	570	40		
		四国	250	270	290	330	360	400	460	520	570	40		
		九州	270	280	290	320	330	340	390	410	460	40		
		沖縄	220	230	260	290	300	310	330	370	410	30		
		算	基礎作業時間を超える場合は、1時間までを増すごとに(4時間制の場合であって、午前から午後にかかる場合は、正午から起算した時間により加算額を計算します)	北海道	1,630	1,950	2,230	2,450	2,720	2,920	3,210	3,630	3,870	350
				東北	1,790	2,030	2,270	2,440	2,700	2,970	3,340	3,720	3,830	350
				新潟	1,780	2,010	2,230	2,410	2,670	2,930	3,320	3,680	3,800	360
				関東	1,980	2,140	2,290	2,440	2,580	2,800	3,130	3,470	3,670	350
中部	1,930			2,130	2,330	2,490	2,730	3,020	3,340	3,720	3,910	350		
近畿	1,980			2,190	2,330	2,490	2,760	2,990	3,340	3,710	3,910	350		
中国	1,770			2,000	2,220	2,420	2,670	2,940	3,320	3,690	3,820	350		
四国	1,770			2,000	2,240	2,420	2,680	2,920	3,320	3,680	3,810	360		
九州	1,770			1,980	2,170	2,410	2,670	2,910	3,310	3,680	3,790	360		
沖縄	970			1,260	1,560	1,870	2,170	2,470	3,020	3,360	3,470	410		

III 諸 料 金

1. 車 両 留 置 料

時間	車種別 区域	1トン車	2トン車	3トン車	4トン車	5トン車	6トン車	8トン車	10トン車	12トン車	12トン車を 増すごとに
		まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで
30 分 ま で ご と に	北海道	円	円	円	円	円	円	円	円	円	円
	東北										
	新潟										
	関東										
	中部	1,030	1,140	1,230	1,310	1,440	1,580	1,800	1,980	2,070	170
	近畿										
	中国										
	四国										
	九州										
沖縄	820	880	940	1,000	1,110	1,210	1,370	1,530	1,610	190	

2. 地区割増料

地域	車種別										
	1トン車	2トン車	3トン車	4トン車	5トン車	6トン車	8トン車	10トン車	12トン車	12トン車を 増すごとに	
	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	
東京都特別区 大阪市	円 730	円 820	円 820	円 880	円 960	円 1,040	円 1,120	円 1,220	円 1,280	円 130	
札幌市・仙台市・ 横浜市・川崎市・ 名古屋市・京都市・ 神戸市・広島市・ 北九州市・福岡市	480	460	480	570	570	650	730	730	820	90	

IV 運賃割増率

1. 品目割増

項目	内 訳	割 増 率
易 損 品	1. レントゲン機械、電子計算機等精密機器及びその部品 2. 宮、みこし、仏壇、神仏像 3. ピアノ、その他楽器類及びその部品又は付属品 4. 度量衡器及びその部品	3割以上の臨時の約束による。
危 険 品	1. 高圧ガス取締法に定める品目 2. 消防法に定める品目 3. 毒物及び劇物取締法に定める品目	2割以上の臨時の約束による。ただし特定毒物については、5割以上の臨時の約束による。
	4. 火薬類取締法に定める品目 5. 放射性物質及びこれに類するもの	10割以上の臨時の約束による。
特 殊 物 件	1. 引越荷物、生きた動物、鮮魚介類	2 割
	2. 屍 体	5 割
汚 わ い 品	生さなぎ、骨の類、ぼうこう、あま皮、うろこ、内臓、塵芥等の廃棄物、し尿	4 割
貴重品、高価品	貨幣、証券類、貴金属その他高価品で貨物運送約款第9条第1項に掲げる貨物	5割以上の臨時の約束による。

2. 特大品割増

1個の長さが荷台の長さとその長さの1割を加えたもの、重量1トン又は容積5立方メートル以上のもの及び積載した状態において車両の高さが3.8メートル以上又は長さが12メートル以上となるもの。	3割以上の臨時の約束による。
---	----------------

3. 特殊車両割増

冷蔵車・コンクリートミキサー車	2 割
冷凍車	3 割

4. 悪路割増

道路法による道路及びその他の一般交通の用に供する場所ならびに自動車道以外の場所に限る。	3 割
---	-----

5. 冬期割増

地 域	期 間	割 増 率
北 海 道	自 11月16日 至 4月15日	2 割
青森県・秋田県・山形県・新潟県・長野県・富山県・石川県 ・福井県・鳥取県・島根県の全県	自 12月1日 至 3月31日	2 割
岩手県のうち、北上市・久慈市・遠野市・二戸市・九戸郡、 二戸郡・上閉伊郡・下閉伊郡・岩手郡・和賀郡		
福島県のうち、会津若松市・喜多方市・南会津郡・北会津郡 ・耶麻郡・大沼郡・河沼郡 岐阜県のうち、高山市・大野郡・吉城郡・益田郡・郡上郡		

6. 休日割増

日曜祝祭日に運送した距離に限る。	2 割
------------------	-----

7. 深夜・早朝割増

午後10時から午前5時までに運送した距離	3 割
----------------------	-----

V 消費税導入に伴う運賃料金の加算 (免税対象となる取引は除く。)

運賃料金総額の3%

VI 車扱運賃料金適用方

(1) 距離制運賃料金適用方

(適用区域)

1. この運賃及び料金は、一般区域貨物自動車運送事業者が免許を受けた自己の事業区域内に発地又は着地が存する貨物の運送に適用します。

(別運賃との関係)

2. この運賃及び料金は、特殊な貨物の運送、特殊車両を使用する運送等であって、別途これらに関する運賃及び料金の認可を受けた場合には適用しません。

(運賃料金計算の基本)

3. (1) 運賃及び料金は使用車両1車1回の運送ごとに計算します。

(2) 車両が2両以上連結して運送される場合であって、荷主が同一であり、かつ、発地及び着地が同一のときは2両以上の車両を1車として計算します。

ただし、荷主が異なるとき又は、発地若しくは着地が異なるときは、それぞれの車両を1車として計算します。

(運賃計算の方法)

4. (1) 運賃は使用車両の最大積載量（標記トン数といいます。以下同じ）及び運送距離によって、運賃率表に掲げてある金額（基準運賃といいます。以下同じ）の上下それぞれ10%の範囲内で計算します。

(2) 割増率又は割引率が適用される貨物は、基準運賃にそれぞれの率を乗じた金額を基準運賃に加減した上で、上下それぞれ10%の範囲内で計算します。

(は数の処理)

5. 運賃又は料金を計算する場合において生じたは数は、次により処理します。

(1) 計算した金額が10,000円未満のときは、100円未満のは数は100円に切り上げます。

(2) 計算した金額が10,000円を超えるときは、500円未満のは数は500円に、500円を超え、1,000円未満のは数は1,000円に切り上げます。

(キロ程の計算)

6. 運送距離は、1車1回の運送ごとの実車キロ程によるものとし、経路が二途以上あるときは、その最短となる経路のキロ程により計算します。

ただし、荷送人が経路を指定したときは、その指定した経路のキロ程によります。

(割増率及び割引率が重複する場合の計算)

7. 2種以上の割増率又は割引率が重複する場合は、それぞれの率をあらかじめ加減した上で計算します。

(運賃計算の特例)

8. (1) 積載貨物（貨物の性質上、積み重ねて積載することができない貨物を除きます）が標

肥トン数の50%以下のときは、直近下位のトン数の車両の運賃を適用します。

この場合、容積貨物にあつては1立方メートルを280キログラムに換算します。

- (2) 継続かつ反復して行う貨物の運送の契約において、あらかじめ特定の車両トン数を基準として運賃を算出した場合には、実際の使用車両のトン数にかかわらず、当該基準車両のトン数による運賃を適用することができます。

(個建契約運賃)

9. 長期にわたって計画的かつ大量に出荷される(1)の各号に該当する貨物の運送契約(文書をもって運送契約を締結したものに限り)をする場合には、運送区間ごとに(2)の式により算出した1個当りの運賃を適用することができます。ただし、1回の出荷量が基準車両の積載可能個数の60%以上ある場合に限ります。なお、長期契約割引が適用される場合は適用しません。

(1) ①単一品目であること

②荷姿が一定していること

③1個の重量又は容積が一定していること

(2) 基準車両(運賃計算の対象となる車両)のトン数による基準運賃

当該貨物の基準車両積載可能個数×0.7

(品目別割増)

10. 貨物が割増品目に該当する場合には、所定の割増率を適用します。1車の貨物に割増率を適用する貨物と適用しない貨物、又は異なった割増率を適用する貨物が含まれている場合には、そのうちの最高の割増率を適用します。

(特大品割増)

11. 貨物の長さ(高さを含みます)、重量又は容積が特に大きなきは、所定の割増率を適用します。

(特殊車両割増)

12. 特殊車両を使用した場合は、所定の割増率を適用します。

ただし、積載した貨物に品目別割増を適用した場合には適用しません。

(悪路割増)

13. 運送区間中に悪路割増適用区間に該当する部分がある場合には、次の式により算出した金額を加算します。

悪路割増区間の運送距離に対応する基準運賃×0.3

(冬期割増)

14. 運送区間中に冬期割増適用地域に該当する部分がある場合には、次の式により算出した金額を加算します。

冬期割増区間の運送距離に対応する基準運賃×0.2

(休日割増)

15. 日曜祝祭日及びそれにまたがる運送については、次の式により算出した金額を加算します。

日曜祝祭日に運送した運送距離に対応する基準運賃×0.2

(深夜・早朝割増)

16. 深夜・早朝割増の適用時間(午後10時から午前5時まで)に行われる運送については、次の式により算出した金額を加算します。

深夜・早朝割増適用時間に運送した運送距離に対応する基準運賃×0.3

(長期契約割引)

17. 3ヵ月以上にわたる契約(文書をもって運送契約を締結したものに限り、継続かつ反復して運送される貨物(1回の運送距離が200キロメートルを超えるものに限り)については、基準運賃に対して15%以内の割引率を適用することができます。

(往復貨物の割引)

18. 1個の契約で、同一の車両により通常の車両回送の範囲内において往復貨物の運送(それぞれ100キロメートル以上の運送に限ります)を行う場合であって、次の(1)又は(2)のときには往路及び復路の基準運賃について、それぞれ20%以内の割引率を適用することができます。

ただし、長期契約割引が適用される場合は適用しません。

(1) 往路及び復路の貨物が同一荷主のものである場合

(2) 往路の荷主が復路の貨物をあっせんし、その運賃料金の支払いについて連帯責任を負う場合

(車両留置料)

19. 車両が貨物の発地又は着地に到着後、荷主の責により留置された時間(貨物の積込又は取卸しの時間を含みます)が下記(3)の車両留置時間を超える部分については、所定の車両留置料を収受します。

(1) 1回の運送において2箇所以上で積込み又は取卸しが行われる場合の作業時間は、それぞれについて合計するものとします。

(2) 引越荷物については所定の時間の50%増とします。

(3) 車両留置時間

車種別	3トン車まで	3トン車を超え 6トン車まで	6トン車を超え 12トン車まで	12トン車を超え 4トンを増す車種までごとに
発地又は 着地ごとに	50分	60分	90分	20分

(地区割増料)

20. 貨物の発地又は着地が、東京都(特別区に限ります)又は地方自治法(昭和22年法律第67号)第252条の19第1項の規定により政令で指定された都市(「政令指定都市」といいます)の場合には、所定の地区割増料を収受します。

ただし、貨物の発地及び着地が同一都市内又は隣接都市間の場合は、発地又は着地のいずれか一方についてのみ収受します。

(パレットの使用等)

21. J I S規格のパレット(荷主側の提供したものに限り、)の使用、荷主側の積卸作業等により19の(3)の車両留置時間が短縮された場合には、短縮された時間について、車両留置料を適用した場合の金額を4及び5により計算した運賃より減じます。

(消費税導入に伴う運賃料金の加算方法)

22. 運賃及び料金の総額に3%を乗じて計算します。
(2) 前号により計算した金額に1円未満のは数が生じた場合は、1円単位に四捨五入します。

(計算の順序)

23. 運賃及び料金の計算は、次の順序により行います。

- ① 使用車両及び運送距離による運賃の計算
- ② 割増率及び割引率の適用の計算
- ③ 上下それぞれ10%幅の適用計算
- ④ 5による運賃のは数処理
- ⑤ パレット使用等による減算
- ⑥ 諸料金(は数処理を含む)の計算
- ⑦ 22による加算の計算
- ⑧ 実賃の計算

(実費負担)

24. 次項に定める荷役費用及び荷主の要求により要する次に掲げる費用は、実費として収受します。

- (1) 有料道路利用料
- (2) 架装費用
- (3) その他運送に関連して求められるサービスに対する費用

25. 荷役機械使用料、荷役作業員料、横持ち、縦持ち、はい付け等、荷役に伴う費用は、実費として収受します。

ただし、次に掲げる費用はこの限りではありません。

- (1) 車上における貨物の整理、積付け及びこれに附帯する業務(ロープ、シートかけ等)
- (2) 1個の貨物の重量が30キログラム以下の場合であって19の(3)の車両留置時間内において運転者が行う積卸作業

26. フェリーボート利用料(自動車航送船利用料)

運送区間中にフェリーボートを利用して運送する場合には、次の式により算出した金額を収受します。

$$\{ \text{使用車両の航送料(助手に係る旅客運賃を含む)} + \text{航送期間中の固定費} \\ \{ \text{1時間当り車両留置料相当額} \times \text{航送所要時間} \} \times 2$$

(その他)

27. この運賃及び料金の適用に関して、この適用方に定めのない事項については、法令に反しない範囲で、当事者間の取り決め又は慣習によるものとします。

(2) 時間制運賃料金適用方

(運賃料金計算の基本)

1. この運賃及び料金は、距離制運賃によることを適切としない運送又は荷主との契約で、これによることとした運送に適用します。
2. この運賃及び料金は、使用車両及び時間制の別（8時間制又は4時間制の別）ごとに計算します。

(キロ程及び時間の計算)

3. 走行キロ及び作業時間の計算は、使用車両が荷主の指定した場所に到着したときからその作業が終了して車庫に帰着するまでについて行います。

(従業員)

4. 運送に従事する従業員の数は、1車につき1人とします。

(距離制運賃料金適用方の準用)

5. 距離制運賃料金適用方の1. 2. 4. 5. 7. 10から16. 22から27までは時間制運賃料金を適用する場合に準用します。

〔2〕小口扱運賃料金

一般路線貨物自動車運送事業者が認可を受けている一般路線貨物自動車運送事業運賃料金（運賃率表・割増率表・諸料金表・運賃料金適用方）（宅配便に係るものを除く。）を準用します。

4) 保 険 料

保険料と一口に言っても、いろいろなケースに対していろいろな種類があり、標準となるものはないと考えてよい。条件を各保険取扱会社に示し、見積りを取り、同一条件で一番安い保険会社の料金を採用することになる。

各保険会社はそれぞれ独自に蓄積された過去のデータを参照しながら料率を定めるのが普通である。

過去の実績平均ではFOB価格の0.5～1.0%程度のものである。

5) 検 査 料

1990年2月現在の検査料は、

$$(995 \text{ 円} / 1 \text{ 船積回数}) \times \text{船積回数}$$

となっているが、これは書類検査のための検査料である。従って、指定検査会社による現物検査が必要な契約書になっている場合は、検査会社への照会により別途見積りを取り確定する必要がある。

6) 倉 庫 料

1990年2月現在調べでは次のようになっている。

保管料は通常7日間無料である。8日目以降は50円/日/ton

7) 通 関 諸 掛

1990年2月現在調べでは次のようになっている。

$$(5,600 \text{ 円} / 1 \text{ 船積回数}) \times \text{船積回数}$$

8) 解 回 漕 料

現在解を使用することはほとんどない。

9) 輸 出 諸 掛 かり

貨物を船又は航空機に積み込む前に必要な支出は、(1)～(8)であるが、この他に、通産省の輸出保険（日本機械輸出組合扱い）や銀行諸掛（入札/契約保証積立金など）などが必要である。

これらは条件によって異なるが、過去の実績では各 0.1%～0.3%程度である。

10) 積込費用

コンテナ船の場合

船積単位	F C L	F C L	L C L	L C L
作業形態	上屋戸前受 よりCYまで	メーカ- Vanning CY直搬入	上屋戸前受 よりCFS まで	メーカ- よりCFS へ直搬入
料 金 (トシ当り)	3,700円	950円	4,000円	950円

(注) 最低料金は 11,000 円である。但し通関料、メーカ-リスト料は含まない。

在来船の場合

船積単位	80%未満	80%以上
作業形態	上屋戸前受より本船まで	上屋戸前受より本船まで
料 金 (トシ当り)	3,400円	3,600円

(注) 最低料金は 11,000 円である。但し通関料、メーカ-リスト料は含まない。

(参考 1)

F C L : Full Container Load
 L C L : Less than Container Load
 C Y : Container Yard
 C F S : Container Freight Station

(参考 2)

- F C L / L C L の相違 :
- コンテナ貨物の種類の違い
 - コンテナの大きさは数種類ある。一貨物で一コンテナを使用する場合は F C L 貨物となり、一コンテナで混載を組む必要がある場合 (要は一貨物だけで一コンテナを占有できないような場合) は L C L 貨物と呼ばれる。
- C Y / C F S の相違 :
- 港に於ける貨物の持込み場所の違い
 - F C L 貨物の場合、コンテナへの積込み (Vanning) を行えばすぐに船に積み込むことができるため C Y に搬入される。コンテナへの積込み作業はメーカ-自身或いは乙仲が行う。
 - L C L 貨物の場合は混載のため、コンテナ内での当該貨物の位置を決定してからコンテナに積み込む必要があるため貨物は一旦コンテナ積込ステーションに集められる。集積された貨物はステーションでコンテナに積み込まれる。

11) 海上輸送費

海上輸送費は、横浜／神戸等日本の指定港における本船船側より相手国加計外
の最寄りの荷揚港における本船船側までをカバーするBERTH TERMS とするの
が普通である。

海上輸送費は、同盟レートで ton 当たり US\$ で算出する取り決めになってい
るが、Measurement については $40\text{cft} \approx 1\text{M}^3 = 1\text{ton}$ とされている。

同盟レート表上で、ある一定の航路上を動くすべての貨物に対する運賃が品目別
に定められている。なお、その運賃は貨物の容積によるもの、高価品はその貨物
の価格によって、その貨物に課す運賃が表示されている。

運賃の課し方は、Tariff に記載されている運賃課徴基準 (Tonnage Standard)
による。例えば、運賃課徴基準がウエイト (Weight) / メジャー (Measurement) で
あれば、その貨物の重量屯と重量用の運賃を掛け合わせたものと、容積屯と容積
用の運賃を掛け合わせたものとを比較して、大きい方を課徴の対象とするという
方法が採られている。

通信機器等電子機材の運賃は重さの割に Value が高く、梱包も厳重になるため、
Weight で 1 ton なくても 1M^3 以上の Measurement になるため通常才寸勝ちとし
て計算される。

特に、長尺物 (通常 12 m 以上)、重量物 (通常 1 パッケージ当たり 5 weight t
on 以上)、大容積物 (通常 1 パッケージ当たり 200 cft 以上) に対しては割増料
金が課せられる。

基本レート

基本レートは、向地によって同盟があり向地ごとにベースレートが規定され
ている。しかし燃料価格や通貨の変動によって毎月見直されることになってい
る。従って、海上輸送運賃は仕向地と積出期日が確定しないと積算は困難であ
る。

(参考)

BERTH TERMS : 貨物を本船船側で受取り、本船に積み込む時および積地
での陸揚げの際の船内荷役費は船会社負担とするもので
ある。

計算の一例を上げれば、昨年のある時期のアフリカ東海岸、モンバサ港向けの同盟運賃レート、その他が以下の通りであった。

a) Base Rate	US\$ 154. ⁰⁰ per Ton or US\$ 138. ⁰⁵ per M ³
b) B A F	15.9 % on (a)
c) C A F	52.0 % on (a)

この場合、運賃合計 = (a) + (b) + (c) であり、貨物が通信機器の場合は才寸勝ちとなるので、単位 M³ 当たりの運賃は、

$$\text{US\$ } 138.⁰⁵ + \text{US\$ } 138.⁰⁵ (0.159 + 0.52) = \underline{\text{US\$ } 233.¹³ \text{ per M}^3}$$

のように計算される。

12) 航空輸送の場合の費用

航空輸送費は、東京（成田）空港より相手国の空港までの航空貨物運賃をカバーするものとする。

航空輸送費は、IATAの取り決めにより本邦出荷分に関しては、kgs 当たり率にて算出することになっている。

Measurement については、6,000 cm³ = 1 kgs とされている。

IATAレート表では、相手国空港向け航空貨物運賃の品目別の取扱規定がなく、すべての品目について同一レートの場合と品目によってレートが異なる場合があるので注意を要する。

運賃の課しかたは、実重量と上記容積重量とを比較して、大きい方についてIATA Tariff表記載の運賃を乗じて算出することになっている。

(参考)

B A F : Banker Adjustment Factor

燃料価格変動に対する付加料金率。これはマイナスの場合もある。

C A F : Currency Adjustment Factor

通貨変動による為替差益（差損）を調整するための割増（割引）料金率。

基本レート

航空貨物運賃のレートは成田から各国空港までの貨物1kg当たりの運賃について IATA Tariff表に記載があるので必要ときに航空会社で調べられる。

13) 海上保険料

貨物海上保険 (Marine Cargo Insurance)、又は航空貨物保険 (Air Cargo Insurance) の付保は、日本 (又は第三国) から貨物を海上輸送又は航空輸送の手段によって相手国のプロジェクト・サイトに搬入するまでの間にその輸送中発生する種々の偶発的損害をカバーするための措置である。

一般的に保険期間は、貨物が本邦の工場や倉庫から搬出された時から仕向地のサイトに搬入されるまでの全輸送期間を担保するのが普通である。

保険条件と保険料率は各保険会社によって異なり、案件発生時点において見積もりをとって条件のよい保険会社を選ぶことになる。

保険条件は、次のようになっている。

i) 海(空)上危険	Institute Cargo Crisis (All Risks)
ii) 戦争危険、	Institute War Crisis
ストライキ危険、	Institute Strikes and Riots and
騒乱危険	Civil Commotion Crisis

海上/航空輸送の保険料計算の例を上げれば、保険条件に対する保険料率が次のような場合、

	海上輸送	航空輸送
i) All Risks	0.5750%	0.3%
ii) War & SRCC	0.0275%	0.02%
TOTAL 料率	0.6025%	0.32%

(参考)

IATA (International Air Transport Association):

各航空会社が加盟する航空貨物協議会であり、航空運賃通貨規則等を協議し規定しているものである。

保険料 (x) = CIF 価額 × 保険料率という計算式で算出されるから、

(a) 海上輸送の場合

保険料 = (貨物 FOB 価格 + 海上輸送費 + 内陸輸送費 + 保険料) × 0.6025 %

(b) 航空輸送の場合

保険料 = (貨物 FOB 価格 + 航空輸送費 + 内陸輸送費 + 保険料) × 0.32 %

ということになる。

これはあくまでも一例であり、現時点の保険料率はこの例とは異なる。

上記は1989年にアフリカの東海岸国向けの貨物に対してある保険会社が提示した料率を使って計算の仕方を例示したものである。

- 14) 積降し費用
- 15) 解回漕料
- 16) 埠頭使用料
- 17) 検査料
- 18) 倉庫料
- 19) 通関諸掛
- 20) 輸入税

案件発生時点の相手国の実態を調査して積算する。

21) 相手国内陸輸送費

相手国内陸輸送費とは、その国のプロジェクト・サイトに一番近い陸揚港（空港）において本船船側（航空機）より Berth Terms 条件にて荷受けし、輸入通関の後、陸揚港からプロジェクト・サイトまでの陸路の輸送およびサイトにおける荷降しまでをカバーする諸掛かりのことをいうのである。

内陸輸送費は、陸揚港（到着空港）における Port Charge 等、即ち既述 15) から 19) までを含め、陸揚港（空港）からサイトまでの内陸輸送費、サイトでの荷降し費等のすべて業務を包括した構成となる場合が多い。

これらの費用は、Port Charge を除き、関連業者自身の手によってレートが設定されるため一定レート基準は無く業者によってまちまちである。費用については、Port Charge も含めた Freight/ton 当たりの一貫レートの場合と、各経費項目ごとに Freight/ton 当たりのレートが出される場合の両方がある。

一般的に内陸輸送はその時の経済環境によって変動要素が大きく規定レートを見つめることは困難であるが、実態として過去の例などを参考にすると、諸費用全体としてCIF 価格の3%から5%程度は見る必要がある。

従って、内陸輸送費近似計算式は次の通りとなる。

$$\text{内陸輸送費} = (\text{FOB価格} + \text{海上運賃} + \text{保険料}) \times 3 \sim 5\%$$

(参考)

Port Charge : 陸揚港における Berth 使用料、荷扱料等のことである。これは各陸揚港の Port Regulation にによってクリフ化されており、Port Authority に対して支払う Official Charge である。

輸入通関費 : 陸揚港において通関業者が輸入通関を行うのに必要な手数料である。但し、輸入通関の際に支払われる関税およびその他公租公課は含まれない。公租公課は通常相手(客先)負担又は相手側が免税手続きをとる、このどちらかとなるので Contractor 側の費用には含めない。

内陸輸送費 : 貨物を陸揚港からプロジェクト・サイトまで輸送するための費用である。この費用は貨物の重量/才数、サイトまでの距離/ルート等に基づいて輸送業者が積算し、更に業者自身の手数料が加算されレートが決定されるものである。

荷降し費 : この費用は、サイトにおいて貨物を降ろすために必要な機材費および人件費である。これには荷降用機材の保管場所からサイトまでの輸送費も含まれるため、サイトと荷降用機材保管場所の距離が遠いほどコスト高となる。この費用も内陸輸送費同様、業者の手数料が加算されてレートが決定される。

22) 現地工事費

現地工事費の主たる要素は次の3つである。

- a) 工事及び機器調整技術者の現地派遣費用
- b) 現地テクニシャン及び労務者の雇上げ費用
- c) 現地工事事務所開設運営費用

(a) 工事及び機器調整技術者の現地派遣概算人数と期間とその費用

技術者担当分野	派遣人数	派遣期間
i) 地球局新設工事の場合 - アソシエイトエンジニア } スーパーハイパー - 地球局舎建築工事 - アソシエイトエンジニア組立工事 - 地球局設備据付組立配線工事 } - マイクロ波設備据付組立配線工事 } - 交換設備据付組立配線工事 } - 地球局設備の調整、検査 - マイクロ波設備の調整、検査 - 交換機の調整、検査	1名 5名 2名 2名 1名 2名 2名	300日 100日 30日 20日 60日 20日 30日
ii) 老朽更替工事の場合 - 地球局舎補修工事 } スーパーハイパー - アソシエイトエンジニア組立工事 - 地球局設備据付組立配線工事 } - マイクロ波設備据付組立配線工事 } - 交換設備据付組立配線工事 } - 地球局設備の調整、検査 - マイクロ波設備の調整、検査 - 交換機の調整、検査	1名 5名 2名 2名 1名 2名 2名	60日 100日 30日 20日 60日 20日 30日

上記は1サイト当たりの概算派遣人数と派遣期間である。厳密にはプロジェクトの規模によって異なるのでその都度算定する必要がある。

なお、日本人派遣技術者はJICA基準の3～5等級でよいと考えられる。

(参考)

Freight/ton : Freight/ton とは、貨物の各梱包ごとの重量 (K Ton) と才数 (M³) を比較し、いずれかの大きい方を 1 Freight Ton とするものである。通借機器のように重量のわりに Value が高く梱包が軽重な貨物については、通常才数勝ちとなり Total M³ をもって Total Freight Ton とする場合が多い。また、船積当たりの Freight Ton が少ない場合は、最低料金が設定される。これも標準レートは無く業者によってまちまちである。

技術者派遣費用の算出式

$$\begin{aligned} & \left((\text{直接人件費} + \text{宿泊費} + \text{日当}) \times \text{人数} \times \text{期間} \right) + \text{オーバーハット} \\ & + \text{航空運賃} \times \text{人数} \times \text{回数} = \text{技術者派遣費用} \end{aligned}$$

(b) 現地テクニシャン及び労務者の雇上げ概算人数と期間とその費用

作業分野	雇上人数	雇上期間
i) 地球局新規建設工事の場合	20名	20日
- 資材ナシ	5名	30日
- アシテナシ	5名	30日
- 地球局舎建築工事	5名	250日
- アシテナシ		
- 地球局機器据付組立配線工事	5名	100日
- マイクロ波設備据付組立配線工事		
- 交換設備据付組立配線工事	2名	30日
- 電源設備据付組立配線工事	5名	20日
- 地球局設備の調整、検査	2名	60日
- マイクロ設備の調整、検査	2名	20日
- 交換機設備の調整、検査	2名	30日
ii) 老朽更替新築機機能改善工事の場合	20名	20日
- 資材ナシ		
- アシテナシ		
- 地球局機器据付組立配線工事	5名	100日
- マイクロ波設備据付組立配線工事		
- 交換設備据付組立配線工事	2名	30日
- 電源設備据付組立配線工事	5名	20日
- 地球局設備の調整、検査	2名	60日
- マイクロ設備の調整、検査	2名	20日
- 交換機設備の調整、検査	2名	30日

人件費単価は、各国によって異なる。従って雇上げ費用はプロジェクト発生の都度現地調査の結果によって積算しなければならない。

現地テクニシャン及び労務者の雇上げ費用の算出式

$$\text{日当} \times \text{人数} \times \text{期間} = \text{現地テクニシャン及び労務者の雇上げ費用}$$

(c) 現地工事事務所開設運営費用

- i) 事務所借上費 (又は仮設現場事務所設営費)
- ii) 工事車両/機械借上費
- iii) 燃料費
- iv) 通信費
- v) 現地国内交通費
- vi) 事務所スタッフ (事務員, 運転手等) 雇用費
- vii) 事務用機材費
- viii) 事務所の光熱, 水道等の費用
- ix) 工事関係保険料

上記も現地労務者雇上費用と同じように、それぞれの単価は各国によって異なるため、これらの費用はプロジェクト発生の都度現地調査の結果に基づいて積算しなければならない。

現地工事事務所開設運営費用の算出式

$\begin{aligned} & i) + ii) + iii) + iv) + v) + vi) + vii) + viii) + ix) \\ & = \text{現地工事事務所開設運営費用} \end{aligned}$

JICA