

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1編 公衆電話)
(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

SCB

JICA LIBRARY



1094116(9)

23029

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 I 編 公衆電話)
(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 I 編 公衆電話

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. 電話網設備の概要	9
2.1 公衆電話通信網	9
1) 電話網の構成要素	9
2) 電話網の基本構成	9
3) 広い地域の電話網	10
2.2 加入者線	12
2.3 市内電話網	13
1) 市内交換局	13
2) 市内回線網の構成	13

2.4	市外電話網	15
1)	市外帯域制	15
2)	局階位	15
3)	市外回線の種類と経路選択	17
2.5	電話交換機	19
1)	交換機の働き	19
2)	交換機の種類	21
3)	交換機システム構成の概要	25
2.6	伝送路用資機材	32
1)	有線伝送路	32
2)	無線伝送路	35
2.7	公衆電話通信設備の変遷	41
1)	通信機器の変遷	41
2)	交換機の変遷	42
3)	無線機器の変遷	44
3.	情報伝送の方式	47
3.1	伝送信号の処理方法	48
1)	変調の基本的な方式	49
2)	アナログ変調	51
3)	デジタル変調	53
3.2	信号伝送方式	56
1)	有線伝送の場合	56
2)	無線伝送の場合	64
3.3	公衆電話網の信号方式	67
1)	信号方式の役目	67
2)	信号の転送方式	70

4. 電気通信の技術基準	72
4.1 国際技術基準	72
1) I T U	72
2) C C I T T	75
3) C C I R	77
4) インテルサット	79
5) インマルサット	81
4.2 国内技術基準	85
1) 接続基準	85
2) 伝送基準	86
3) 安定基準	86
4) 品質の配分	87
5. 基本設計のための調査事項	88
5.1 通信需要量の予測	89
5.2 市内電話局設置計画と宅内設備、加入者線	91
5.3 交換設備	94
5.4 中継回線設備	100
5.5 電源設備と局舎	102
5.6 運用保全体制	103
6. 参考資料	105
6.1 基本設計調査実施工程	105
6.2 システム構成参考モデル	108
1) 加入者線、宅内設備構成及び 市内ケーブル敷設参考モデル	108
2) 市外伝送システム参考モデル	111
3) マイクロ波中継伝送システム参考モデル	112

6.3	プロジェクト実施参考工程	113
6.4	概算事業費の積算方法	114
1)	資機材費	114
2)	輸出梱包費	115
3)	送出国国内運送費	116
4)	保険料	131
5)	検査料	131
6)	倉庫料	131
7)	通関諸掛	131
8)	解回漕料	131
9)	積込費用	131
10)	積込費用	132
11)	海上輸送費	133
12)	航空輸送の場合の費用	134
13)	海上保険料	135
14)	積降し費用	136
15)	解回漕料	136
16)	埠頭使用料	136
17)	検査料	136
18)	倉庫料	136
19)	通関諸掛	136
20)	輸入税	136
21)	相手国内陸輸送費	136
22)	現地工事費	138

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	関係省	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			○		○
インテリゲンシーレポートの作成					○
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まとめるよう留意すべきである。

1.3 技術調査の留意点

情報の多様化即ち電気通信で取り扱われる情報伝送は、音声だけではなくテレックス、ファクシミリ、テレビ電話、パソコン通信、各種データなどいろいろ盛り沢山であると同時に、その通信量も増大の一途をたどっている。そして各国においてその需要を充たす施設が要求されている。

昨今の通信機器及び伝送方式の驚異的な発達の結果、光ファイバケーブルの実用、デジタル交換機、デジタル伝送方式の開発などによって多様かつ大量の情報を高速度で処理することが出来るようになった。しかし、日常交換伝送される情報は、増えることはあっても減ることはなく、通信設備の整備拡充要求は止まるところを知らない時代となっている。

情報は、人々の社会生活、産業の発展など経済活動の活性化、民生の安定確保などいろいろな面で極めて大切なものである。そしてその情報の交換伝達手段を提供する通信設備は、社会基盤整備の重要な要素である。

通信施設が未だ十分でない開発途上国において、その整備拡充は急務となっている。

コミュニケーションは、国民相互理解と民生の安定を保つための基礎的要件である。その意味で電気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。

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。

通信分野への経済協力は、わが国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。

1) 事業計画に相応した設備計画を

要請をしてくる側は、とかく量・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。

通信施設の建設計画に当たっては、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容量の不足をきたさないか、などを多面的に調査検討するのは当然ながら、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。

最近の通信機器は、コンピューター制御による自動かつ安定なシステムが開発されてきた。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でシステムの安定性を欠く場合があるから注意を要する。

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。

- 予備品を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・伝送路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）を事前に充分検討し、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必要のないよう、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、調査上の参考になる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あるとは限らない。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期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、難解な技術的内容を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

電話網設備の概要

2. 電話網設備の概要

2.1 公衆電話通信網

1. 音声を電気信号に変えて遠い所に送り受手側で再び音声にもどし、お互いに話ができるシステムを電話と称し、不特定多数の利用者間を網の目のようにつないで利用者が何時でも情報交換に利用できるようにした電話システムのことを公衆電話網という。

2. 電話の電気信号は、一般的に3~3.4kHzの周波数帯域を持っておれば情報の伝達に支障ない。この3kHzの伝送路に組み込まれている任意の利用者(加入者)の効率的情報交換を可能にするため、電話網の途中に多数の交換点を置き利用者相互間を迅速に接続するように工夫されている。

3. 市内加入線では多対ケーブル、電話局間は多重通信用同軸ケーブルやマイクロ波無線方式が使用されている他いろいろなエレクトロニクス技術が利用されている。

1) 電話網の構成要素

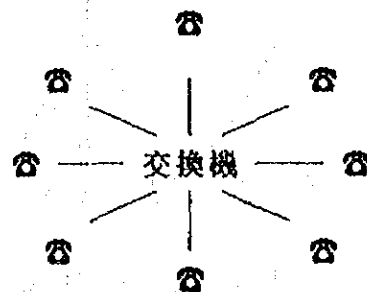
公衆電話網は、大きく分類して次の機器から構成されている。

- ア) 音声を電気信号に変換(または電気信号を音声に変換)する電話機、
- イ) 電気信号を伝送する伝送線、
- ウ) 相手加入者との通信経路を選択し設定する交換機

2) 電話網の基本構成

公衆電話網は、多数の加入者の中から特定の相手を自由に選んで通話できる機能を持つことが必要である。

通話相手を選んで接続する機能を受持つのが交換機であり、2.1図は公衆電話網の基本構成を示すものである。

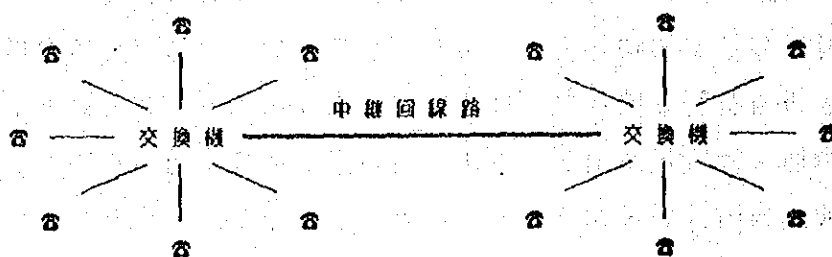


2.1 図 公衆電話網の基本構成

3) 広い地域の電話網

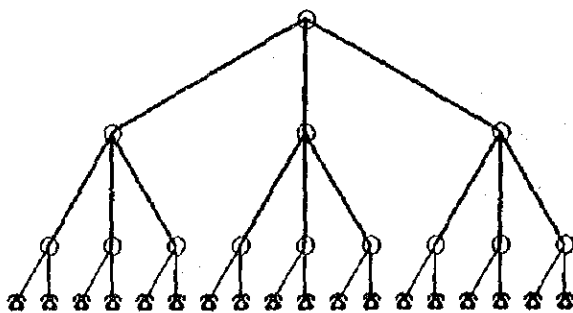
広い地域に多数の加入者が居て全加入者を1台の交換機に接続するのは電話機と交換機間の距離が長くなり通話のために不適當な場合がある。この場合は2.2図のように交換機設置場所を複数とし、それらの交換機を中継線で接続する方法が採用される。

こうすることにより、電話機と交換機との距離を短くできるばかりでなく、複数の交換機をつなぐ少数の中継回線を設けるだけで十分機能を果たすので伝送回線の観点からは経済的となる。しかし、交換機設置数が増えるための建設コストが増えることになる。

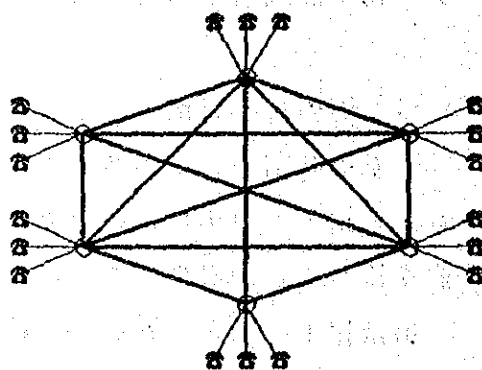


2.2 図 広い地域の公衆電話網の構成

更に広い地域をサービス対象とするには多数の交換機を設置し、それら相互間を中継線で結んだ電話網システムを構築する必要がある。その方法として、星状網、多面体状網、環状網、網状網、格子状網、蜂の巣状網などいろいろな種類がある。



2.3-a 図 星状網構成



2.3-b 図 網状網構成

2.3. _A 図は星状網、2.3. _B 図は網状網と称する電話網構成の例である。

星状網構成の場合は、何段もの交換機を介し接続されることになるが、伝送線を経済的に構成できるという利点がある。

もう一つの例の網状網構成は、すべての加入者間の通話が2台の交換機を経由するだけで可能であるが伝送路の建設に経費がかかるという難点がある。

実際の電話網は、星状網を骨格として一部に直通回線を設ける星状と網状の複合形態の構成となっている。

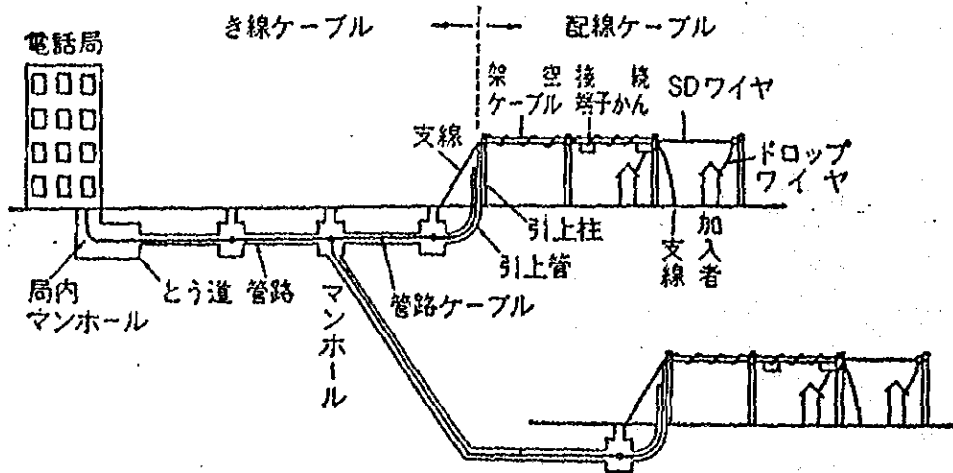
2.2 加入者線

加入者線とは、電話局と電話機との間を個々に1対1に接続するための電線路のことである。

各々の電話機と電話局間は必ず一対の電線で接続されていなければならない。これらの電線は電話局に近づくに従って次第に多くなり、そのすべてが電話局に入り交換機につながる。

逆に電話局側から言えば、交換機に接続された多数の電線が電話局を出て次第に分かれ、1対1対別々に加入者宅へ引き込まれ、そこに設置された電話機に接続される。この電線のことを加入線というのである。

加入線は、各家庭から電話加入申込があれば必ず電話局から申込家庭間に架設されなければならないが、加入申込の都度電話局から1対ずつ追加するのは経済的でないので、電話局建設の際、その区域の需要を予測してあらかじめ将来必要と思われる分量の電線を敷設しておくのが普通である。



2.4 図 加入者線の構成

2.3 市内電話網

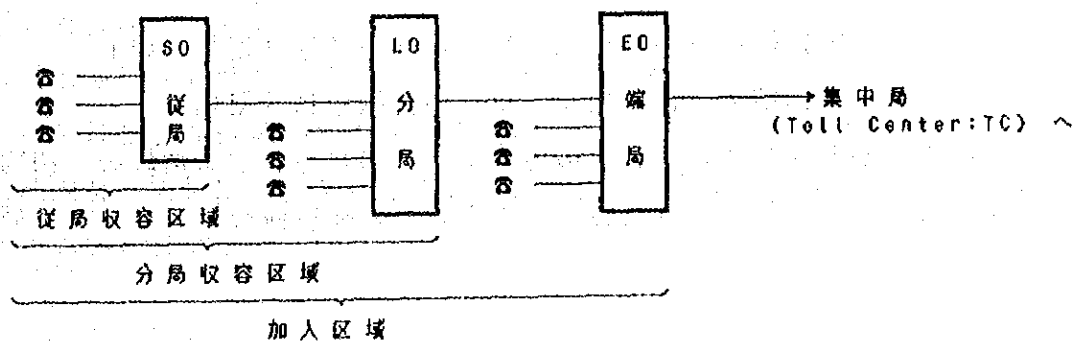
市内電話網とは、端局（市外電話網の末端の交換局、英語で End Office : EOという）を中心として半径数kmの地域を基準として構築された電話網のことをいう。我々の身近な言い方をすれば、局番が同じ地域、例えば 03-346-5173という電話番号の同じ局番(346) が付く地域の電話網のことであると理解すればよいであろう。この単位を加入区域とも言う。

この加入区域は、簡単に言えば上記のとおりであるが、実際は技術的な線路の長さ、行政区分などの要素によって左右される。

1) 市内交換局

市外電話網の末端に位置し、加入区域内の加入者を収容する交換局を端局と言うが、加入区域が広いときは加入者線を短くするため二つ以上の区域に分割する必要がある。そして分割されたそれぞれの区域に交換局を分散する。

このような区域を複局地と呼び、分割した区域を「収容区域」、分散設置した交換局を「分局 (Local Office : LO)」または「従局 (Satellite Office : SO)」という。



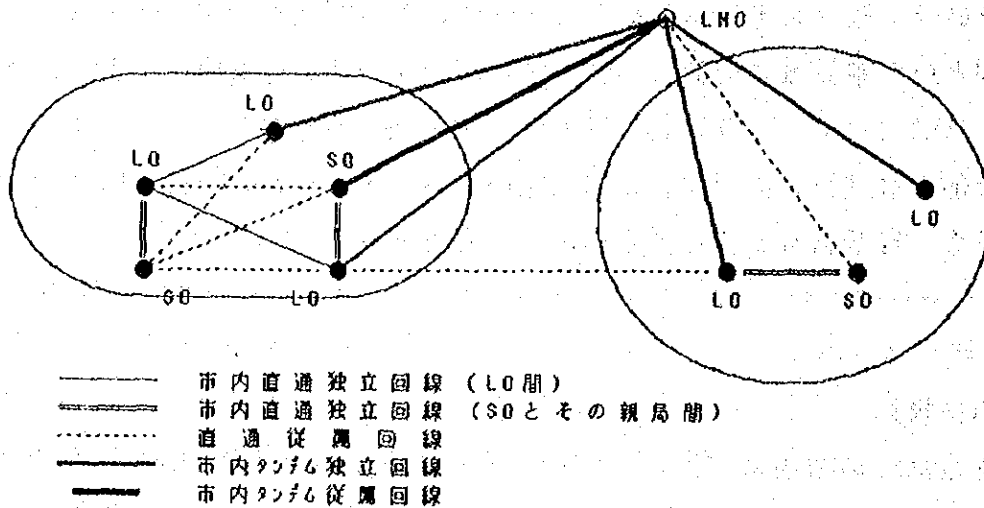
2.5 図 市内電話網の概念図

2) 市内回線網の構成

小さい加入区域では全加入者線が一つの端局の交換機に接続されるが、大規

模な複局地では、多数の分局・従局と端局の関係は市外電話網における局間中継線と同様に、網状と星状を合わせた複合網形態がとられる。

この場合、分局相互間の通話を中継する交換局を「市内タンデム局 (Local Tandem Office : LMO)」という。



2.6 図 市内回線の種類の概要

分局相互間の通話路の設定については、次の項で述べる市外電話網の端局相互間の通話路設定と同じ考え方で経路選択が行われる。市内及び市外とも通話路設定という同じ機能を持つものであるが、専門用語は次のように異なるので注意を要する。

市内網の「独立回線」は、市外網では「基幹回線」

市内網の「従属回線」は、市外網では「斜回線」

と呼ぶのが普通である。また市内タンデム局に発着する回線を「市内タンデム回線 (市内タンデム独立回線・市内タンデム従属回線)」と呼んでいる。

2.4 市外電話網

市外電話網とは、ほぼ町村単位の加入区域に置かれた「端局」を定められた方法で順次結び合わせて構築された全国的ネットワークのことをいう。このネットワーク構築の方法は、サラリーマン社会の職階制のようなものでネットワークに含まれる交換局にその機能に相応した階級を与え多段階層的にネットワークが組まれる。この階級のことを日本では「局階位 (Office Class)」といい、日本の電話網の局階位は4段階、即ち下から「端局」、「集中局」、「中心局」、「総括局」の4つに分類されているが、この分け方は国によって異なる。

例えば、英国、西独は日本と同じ4段階であるが、アメリカ、カナダ、オーストラリアは5段階である。

1) 市外帯域制

本章 2.1項で述べたように、電話局の数が多い国では、多段星状網を骨格とした複合電話網が有利である。

多段星状網において、ある中継局から見れば自局の所轄する区域は、その局を最上位とする多段星状網であり、このような区域のことを電気通信の専門用語で「帯域」と呼んでいる。

地域および交換局を区分けし、それを等級化して得られる体系を「帯域制」と呼び、帯域制は、回線網の簡明化、中継ルートの系統化、接続品質・伝送品質の合理的配分、交換機の機能の明確化、合理的な番号計画と料金制の確立などのために必要なのである。

2) 局階位

日本の場合、下位から順に「端局」「集中局」「中心局」「総括局」と、4段階に格付けされている。

これらのそれぞれの局階位について以下に概略説明する。

(1) 端 局 (End Office :EO)

端局は、加入区域内の加入者を収容する局であり、その区域から発信される電話を相手先へ仕向けたり、その区域に着信する電話を加入者の電話につなぐ役目を果たすところの市外電話網の最下位局である。

通常この端局は、行政区分の町村単位で置かれる。

(2) 集中局 (Toll Center :TC)

加入区域が幾つか集合した区域、即ち端局の幾つかの集まりを「集中区域 (Toll Area :TA)」と呼称し、これを市外帯域構成上の最小単位としている。

集中局は、集中区域の中心となる電話局である。この電話局は、自分の区域内の端局相互間の電話の接続交換および自分の区域内と他区域との間の接続交換を取り扱う機能を持った電話交換局である。この接続交換機能のことを電気通信の専門用語で「呼」という。即ち相手を呼び出す機能を果たすところから「呼」という表現をするのであろう。

この集中局は、一般的に行政区分の市単位で置かれる。

(3) 中心局 (District Center :DC)

集中局区域を県単位程度に集合した区域を「中心局区域 (District Area :DA)」と呼び、その中心となる電話局が中心局である。

自局が統括する区域内相互間および自局の区域と他の集中局区域との相互間の接続交換を行い通話を取り扱う機能を持つ電話交換局が中心局にランク付けられる。

(4) 総括局 (Regional Center :RC)

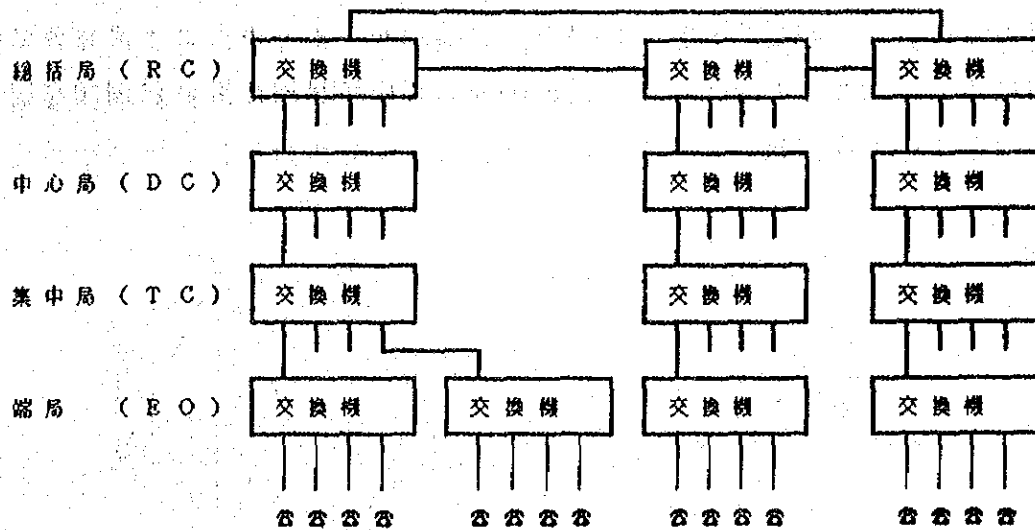
中心局区域をいくつか集合した区域を「総括局区域 (Regional Area :RC)」と呼び、この区域の中心となる局を総括局という。

これは市外帯域制の最上位の局階位であり、日本の場合、東京・名古屋・大阪・金沢・広島・福岡・仙台・札幌の8局がこの総括局にあたる。

総括局は自局の区域内の中心局相互間の通話および自局区域と他の総括局区域相互間の通話を取り扱う機能を果たす。

総括局相互間の電話網は完全網状形態の接続となっている。

以上を概念図にまとめると次のようになる。



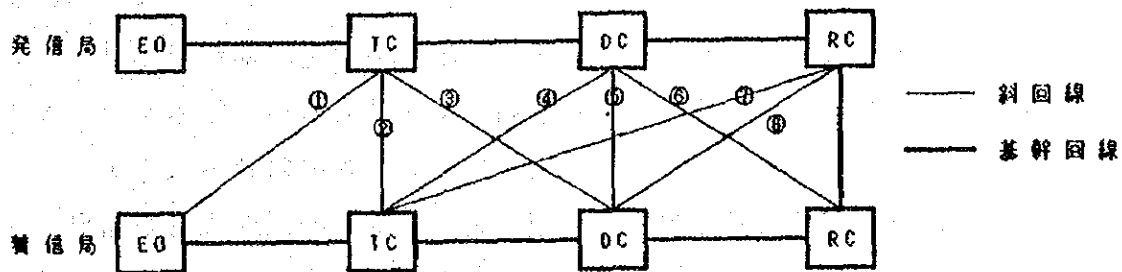
2.7 図 局階位理解のための概念図

3) 市外回線の種類と経路選択

回線の種類の分類法や名称の付け方は国々によって違うので注意を要する。

日本の場合、市外回線の種類は回線網構成上の分類から、局階位に従って所属上位局との間を多段星状に結ぶ回線および総括局相互間を結ぶ回線のことを「基幹回線 (Trunk Route)」(2.7 図の太線で示した回線)と称し、特に通話量の多い基幹回線以外の任意の2局間について、局階位にかかわらず直通回線を設け、これを「斜回線 (Traverse Route)」と呼ぶことになっている。

斜回線がある場合発信交換局から着信交換局までの経路の選び方が複数となる。複数経路の中から一つの経路を選択することを電気通信の専門用語で「経路選択 (ルーティング)」という。



2.8 図 基幹回線と斜回線

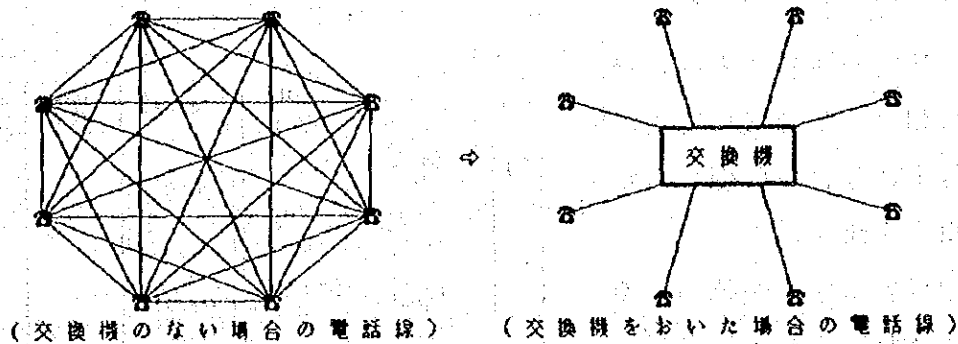
斜回線を設けると、一つの経路の回線がすべて使用中であっても別の経路の空回線を見つけて接続できるので、話中の率が小さくなる。ただし無秩序に空回線を探して行くと、過度に遠回りをしたりループ状態になるおそれがあるため、実際の回線では一定の規則を設け、効率のよい接続がききるように工夫されている。

2.8図はその一例を示したもので、図の①から若い番号順に近い斜回線を探し、しかるべきルートを選択する。

2.5 電話交換機

電話交換機とは、電話回線を希望する相手方の電話回線に接続する装置、別な言い方をすれば、多くの電話回線の間において必要な相手を選び、回線相互を交換接続する装置である。

交換機をおくことにより電話線の数を少なくする効果がある。



2.9 図 電話機を結ぶ電線数と交換機

1) 交換機の働き

たくさんの電話機が接続されている電話通信網の中において任意の電話機間の経路をつくることを電話交換といい、その電話交換のための装置が交換機である。交換機は機能的に大別して、端局に設置される「加入者線交換機(Local Switch: LS) と集中局や中心局などに設置される「中継線交換機(Tool Switch: TS) などがある。

交換機の役目は、加入者の電話機を希望する相手の電話機に正しく接続することである。

また、交換機は電話網全体を能率よく使うという機能を果たしている。

ここで、我々が電話をかけるときの操作手順と、それに応ずる交換機の動作を追ってみよう。それは次のようになる。

- a) 発信の意志表示があると、電話機からの呼を検出し、交換機は発信音により応答する。そして他の呼を受け付けない（二重接続防止）ように入線を閉

鎖する。(発呼検出、応答) (入線閉塞)

b) 発信者は相手の電話番号を回す。交換機は接続相手番号を受信し、その番号の意味を理解する。(選択信号受信、番号翻訳)

c) 交換機は相手先電話機又は他の交換局への出回線群を決定し、空いている経路を選択する。(出線選択、リンク選択)

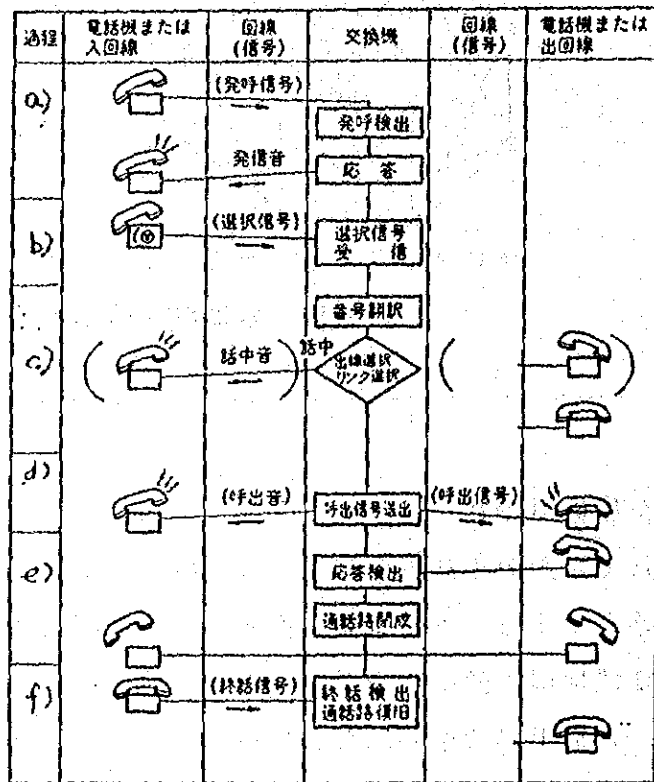
もし相手電話機又は交換局間の経路がすべて使用中の場合は発信側の電話機に話中音を送る。

d) 接続が終わると交換機は相手の電話機に呼出信号を送り、発信側にも呼出音を流す。

相手側電話機が他の交換機に収容されている場合は相手番号を送出し、相手交換機はこれを受けてb)以下の動作を行う。

e) 相手が電話機を上げ応答すれば接続が完了し、通話状態に入る。(応答検出、通話路閉成)

f) 通話が終了すれば、交換機は接続を絶ち、もとの状態に復旧する。

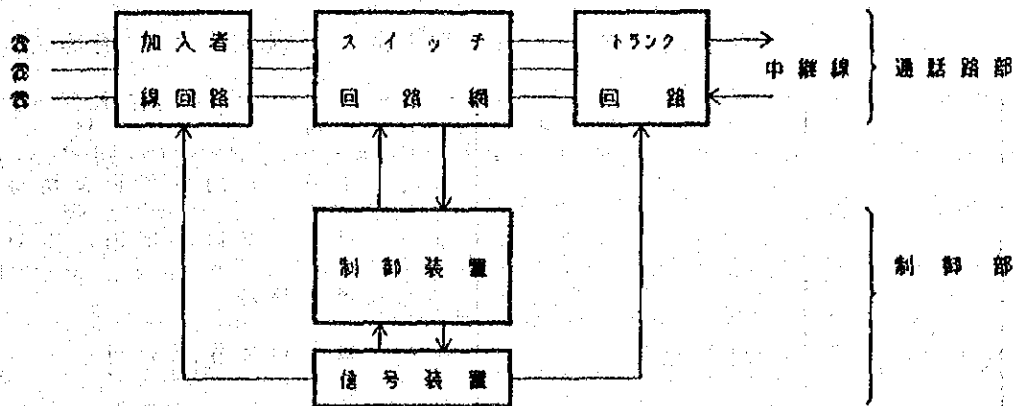


2.10図 交換機の働き概念図

〔参考〕 日本の場合の呼出信号は：

相手に対して 16Hzの1秒接続、2秒断を送り、発信側への呼出音は通常 400Hzに16Hzを重畳したものを1秒接続、2秒断を送る。

前頁に記述の交換動作を実行させるための機能を持たせるため、交換機は2.11図に示すように通話路部と制御部から構成されている。



2.11図 交換機機能説明図

通話路部は、交換機への多数の入力及び出力回線を任意の組合せで接続して通話経路をつくるスイッチ回路網を核として、その周囲に他の交換機又は電話機との信号の送受を行ったり、通話用の電流を供給するトランク回路および加入者線回路等が設けられている。

制御部の主要部分は、電話機または他の交換機から送られてくる選択信号を受信し、記憶するレジスタ（初期の交換機にはこの機能がなかった）、他の交換機へ選択信号を送り出すセンダ、これらの信号を翻訳し通話路部を制御する制御回路などから構成されている。

この他に、料金算定に必要な機能、保守上必要な機能、トラフィック管理上必要な機能等が加わって交換機全体を構成している。

2) 交換機の種類

(1) 使用目的による分類

7) 公衆電話網用交換機

公衆電話網用として使用されている電話交換機は、2.1表に示すように、大別して手動交換機と自動交換機とに分かれる。しかし、日本では1979年（昭和54年）に手動交換機は廃止され、この時から全面的に自動交換機に移行した。開発途上国では、まだ手動交換機が使われているところもある。

自動交換機は制御方式の違いから、ステップ・バイ・ステップ交換機は単独制御式交換機と呼ばれ、クロス交換機と電子交換機は共通制御式交換機と呼ばれている。これらの相違については、後の項で概略について述べる。

2.1 表 公衆電話用交換機の種類

	方 式	用 途
手 動 交 換 機	磁石式交換機	市内、市外、市内外併合交換用
	共電式交換機	市内、市外、記録、案内、通知用
自 動 交 換 機	ステップ・バイ・ステップ交換機	加入者線交換用
	クロス交換機	加入者線、中継線交換用
	電子交換機	加入者線、中継線交換及びその他用

4) 国際中継交換局用交換機

世界各国の交換方式は、それぞれの国の技術的、政治的背景の下に発展してきたという面がある。従って、国際間の通話は方式の異なった交換機相互間の接続が必要となっている。そこで通話の国境となる外に対して直接対向する交換局（電気通信の専門用語でこれを「国際関門局」と呼んでいる）の交換機は国際用の信号方式の扱いが出来る機能を持つ他、国際呼出特有の機能、例えば指名通話、クレジット通話、コレクトコールなどのサービスが可能な機能が付加されている。

国際用の共通信号方式については、国際電信電話諮問委員会（CCITT）によって標準方式を定め、国際間のインタフェースがとれるよう考慮している。

ウ) 構内用交換機

各企業の取り扱う情報量の増加に伴い、加入者線と任意の内線の接続、更に内線相互間の交換接続を行う交換機を設置する事業所が増加してきた。

この加入者構内に設置される交換機を構内交換機 (Private Branch Exchange : PBX) と呼んでいる。

この交換機の特徴は、加入者線交換機や中継線交換機に比べて多彩なサービス機能を備えていることである。その機能の一例を次に示す。

- a) 簡易会議電話機能 : 三者通話ができる。内線電話機のダイヤル操作で順次他の内線の呼出しが可能な機能。
- b) ページング機能 : ダイヤルで内線を社内放送設備に接続し、内線電話機から社内放送を可能にする機能。
- c) 不在転送機能 : 離席時、特定操作で出先に呼出を変更する、即ち離席者を追っかける機能。
- d) キャンプオン機能 : 相手の内線電話機が話中でふさがって入る場合、相手の話が終わった段階で自動的に接続する機能。
- e) ステップコール機能 : 相手の内線電話機が話中でふさがって入る場合、発信者が更に最後の一桁をダイヤルする操作で他の内線電話機に接続させる機能。

(2) 接続方式による分類

交換機が処理する情報の中でなんとと言っても電話が一番多いと考えられるが、電話の他に電報やテレックスのように文字や記号を符号化して通信するもの、テレビ電話、情報処理装置間の情報のやりとりを行うデータ通信、ファクシミリなどのような画像伝送など、通信目的の違いによって信号の波形や形状、更にはトラヒック的性格の違いが大きい。

(参考)

トラヒック (Traffic) :

通信回線を通して送受信される通信量のこと。

通信回線が運ぶことのできる単位時間当たりのトラヒック量のことをトラヒック容量といい、トラヒック量は呼数と平均保留時間 (呼が通信設備を占有している時間) の積であらわされる。

電話機による人対人の通話は、通常即時接続サービスが望ましいが、データ通信のように情報の授受相手が機械である場合は非即時即ち待ち合わせを許す交換接続でもよい。このようにサービス対象によって交換接続に融通性を持たせることにより、通信網運用上の能率を向上させることが出来る。

このような考え方に基づいて交換機を分類すると、直接交換方式と蓄積交換方式の2種類に分かれる。

7) 直接交換方式

この方式は、交換機が、交換機に入ってくる回線と交換機から出て行く回線の間において物理的に接続経路を設定し、回線の切換接続を行うものである。直接交換方式の特徴は、即時に直接的情報のやりとりが出来ること、交換機が回線を接続した後、交換機は情報伝達に関与しないから情報の形式などに対する制約が少ないことである。

1) 蓄積交換方式

蓄積交換方式とは、情報の伝送に当たって送信および受信端末間に直接接続経路を設定することなく、送信側から受けとった通信情報をいったん交換機システム内に設けられた蓄積回路に蓄積させながら、即ち蓄積回路を経由して、受信側への中継経路に空きルートが確保された時点で順次受信側へ通信情報を送り届ける交換方式である。

この蓄積交換方式にも次のようないろいろな形式のものがある。

a) メッセージ交換方式

この方式は、通信情報の蓄積単位を一個のメッセージ(通報)として取り扱う方法である。

(参考)

メッセージ(Message) :

適当な言語又は符号で伝達される一定量の情報の始まりと終わりが明確に、又は暗に明確に示されているもののことをいう。

例えば、データ伝送の場合のメッセージ構成は次のとおりである。

i) 題目、メッセージの開始を指示するスタート情報、発信者、

宛先、日付、経路など伝送に関する諸情報

ii) 伝達すべき情報の本文

iii) メッセージの終了を指示するストップ情報

b) パケット交換方式

この方式では、あらかじめ伝送単位を規格化されたユニットにしておき、長い情報は幾つかのユニットに区切って伝送する。各ユニットには個別に宛先が付けられ、各ユニットは別々に送信されても受信した電話局でそれらのユニットを元の情報に再現して受信者に届ける。

このようなユニットのことをパケットといい、このパケットを蓄積単位として蓄積交換する方式である。

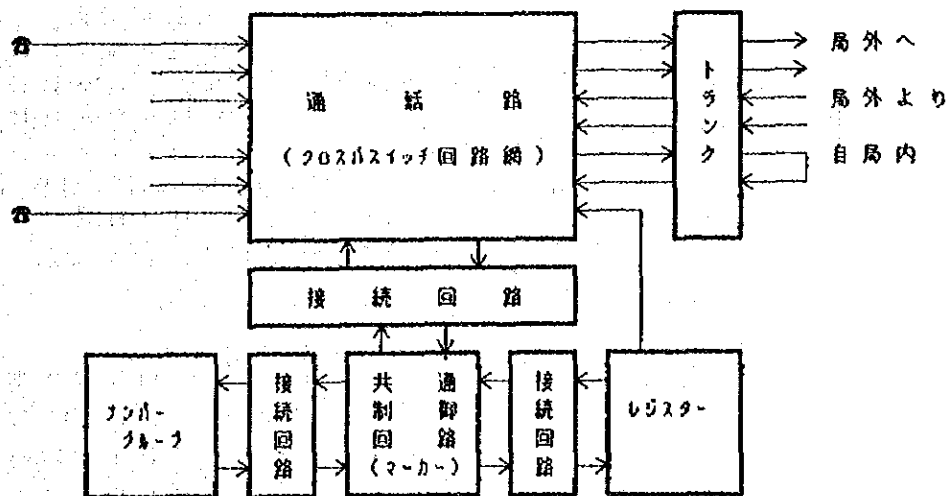
これらの蓄積交換方式の特徴は、蓄積回路が待合室となるので、伝送回線が混雑している時のやりくりが容易に行える。また蓄積した情報の変換も可能なところから、情報処理サービスなどが可能なことである。

3) 交換機システム構成の概要

(1) クロスバ交換機

クロスバ (Cross Bar) とは文字どおり「交差する棒」の意味であり、その交点において「横」から入って来た信号を「縦」方向の出回線に接続する装置がクロスバ交換機である。

クロスバ交換機は、大きく分けて通話路部分と制御部分の2つから構成されている。この交換機はダイヤルパルスをいったん蓄積し、その情報を解釈して通話路の設定を行う。通話路と制御部は完全に分離されて居り、通話路にはクロスバスイッチ、制御部にはワイヤスプリングリレーが使われている。



2.12図 クロスバ交換機システム構成図

この方式では、制御回路が交換手の役割をするので、回線の選択に自由度がとれ、ある局への回線が全部ふさがっていても、他の局を経由する迂回回線を見出すことが出来る。ダイヤルをいったんレジスターに蓄積してから接続すべきルート回線を選択するという共通制御方式を採用している。クロススイッチには電気的特性のよい貴金属接点が使用されている。このような機能向上によって経済性に富んだ全国自動即時化が可能になった。

更にクロスバー方式の導入は、次のようなメリットをもたらした。

a) 番号付与の融通性

ステップバイステップ交換機では番号の桁数と同じ数の回転スイッチを備える必要があったので、番号の桁数を増やす必要が起こった時の設備変更が大変だが、クロスバー交換機の場合はその点の融通性がある。

b) 電話機の多種類化

昔からあるダイヤル式電話機および最近のプッシュホン（押ボタン式電話機）の両方が併用できる。

更に短縮ダイヤルなど新サービスの導入を可能にした。

2.2 表 日本のクロスバ交換機の一例

形名	呼量容量 (E-ラン)	端子容量	用途
C 14 形	22.2	400	加入者線交換機
C 23 形	66.7	800	加入者線交換機
C 460 形	544	12,160	加入者線交換機 および 中継線加入者線併合交換機
C 400 形	2,752	61,440	加入者線交換機 および 中継線加入者線併合交換機
C 63 形	1,880	3,200 (入) 7,200 (出)	市内タンデム局用交換機 中継交換機
C 82 形	1,880	3,200 (入) 7,200 (出)	中継交換機

(参考)

呼量 (E-ラン) : 1時間当たりの呼数と平均保留時間との積、1時間中に回線を保留した割合を呼量といい、この量を示す国際単位をErlang (E-ラン) という。1回線が1時間に間断なく使用される時が1E-ランである。

クロスバ交換機は次の各国のものが著名である。

- WE形 (米国)
- エリクソン形 (スウェーデン)
- ITT形 (ベルギー)
- ノース形 (米国)
- BPO形 (英国)
- ベンタ形 (フランス)
- ジーメンス形 (西独)

(2) 電子交換機

電子交換機は、従来の交換機がリレー回路による制御であるのに対して、その制御を電子回路に置き換え、仕事の手順をプログラム化し、それをプログラムの形で記憶装置に蓄えておき、このプログラムの指示に従って交換業務を実行する仕掛けにしたものである。

この制御方式を「蓄積プログラム制御方式(Stored Program Control: SPC)」と呼んでいる。

これによって、交換機の動作速度と信頼度の向上が計られた。

更に、従来の交換機と電子交換機の大きな違いは、制御部がソフトウェアによって機能することである。即ち、この方式はプログラムを書換えることによって交換機の機能の拡張が図れるという大きな特徴をもっている。

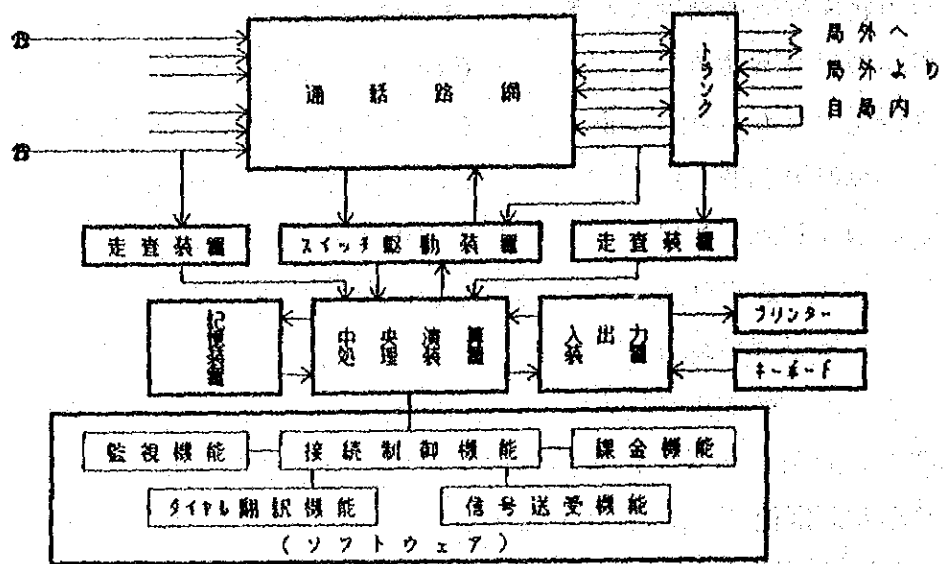
2.13図で、「走査装置」というのは「呼」があったらすぐに能率良く回線設定できるように、加入者線や中継線の状態を監視する装置である。

「中央演算処理装置」は、プログラムに従って動作する基本論理演算回路で、一般の電子計算機とほぼ同様の機能を持つものである。

「記憶装置」は、交換動作を定めるプログラムや各種のデータ、通話路の空きふさがりの状態、各装置の動作状態などを記憶させる働きをする。

「キーボード、プリンタ」は交換機とその保守者との情報授受装置である。

現在、実用化されている電子交換機のほとんどが、この「蓄積プログラム制御」の概念を導入したものである。



2.13図 電子交換機システム構成図

蓄積プログラム制御方式は次のような利点を持っている。

- a) 機能追加や変更に対する融通性が高く、プログラムの変更、追加により短縮ダイヤル、留守番電話、転送サービス、会議電話などの新サービスや、データ通信、画像通信、移動通信など新し通信の交換制御が容易に実現できる。
- b) いろいろな交換機の種類に対してハードウェアの統一規格化が行いやすい。
- c) 試験、障害の診断や処理など保守の自動化が容易であることなどである。

2.3表 日本の電子交換機の一例

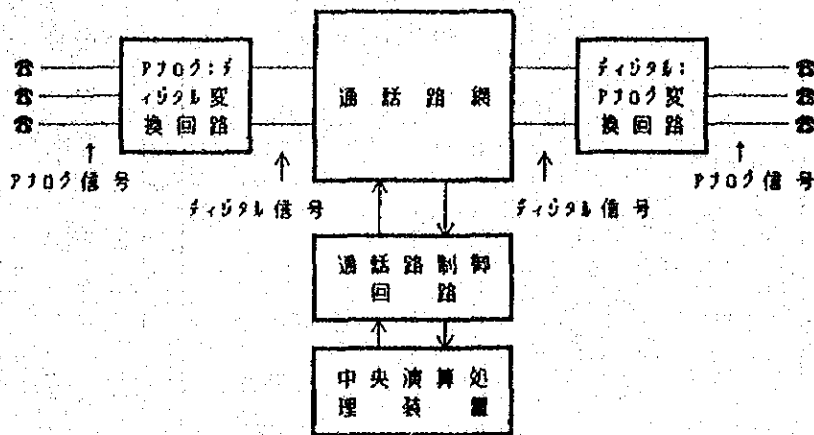
形名	呼量容量 (P-5%)	端子容量	用途
D 10 形	4,500	90,000	加入者線交換機
	8,200	32,000	中継交換機
	43,000	90,000	中継線加入者線併合交換機
		32,000	
D 20 形	800	24,000	加入者線交換機
	800	4,000	中継交換機
D 30 形	100	2,000	加入者線交換機

(3) デジタル交換機

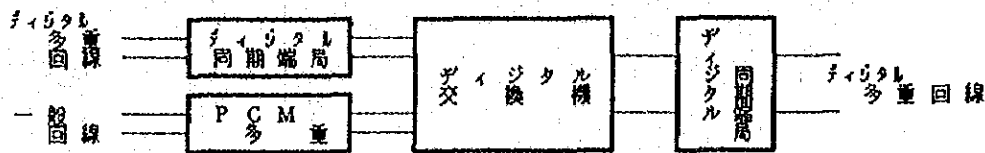
デジタル交換機とは、電話機からの音声信号が交換機に入り交換処理後別な電話機につなげるような場合、音声信号即ちアナログ信号を交換機の入口でいったんデジタル信号に変換し、交換機内部の処理をデジタルで実行した後の信号を再びアナログ信号に変換して送り出す方式の交換機のことである。

いま一つはデジタルで交換処理した信号をデジタル信号のまま中継線に送り出したりする。

デジタル交換機は、通話路網部の信号伝送方式にPCM（パルス符号化変調）をかけたデジタル信号の時分割形式を取り扱うので、時分割形電子交換機とも呼称されている。



2.14図 デジタル交換機概念図



2.15図 デジタル交換機と回線接続概念図

〔参考〕

デジタル(Digital) :

アナログ情報の振幅値を有限な値に限定すること、即ち連続的に振幅が時間的に変化している情報を不連続な品質上問題ない程度に細かくきざんだ値にしたものをいう。

デジタル交換機即ち時分割形電子交換機は、通話路を時間的に分割し、分割した時間帯に個々の通話を割り当てるので、実質的に一本の通話路に対する通話割当の複数化が可能になるため、アナログ方式の1通話路に1通話だけしか割当られない方式（空間分割方式）よりも通話路の使用効率が上がる他、この方式の採用により通話路網のスイッチを電子化することが出来、ICスイッチやICメモリーの使用が可能となったため、スイッチ素子の超小型化と高速化が図られ、高速大容量通信が可能となり、極めて経済的に交換伝送を行えるのがこの交換機の特徴である。

デジタル交換機は、デジタル信号で情報のやりとりする非電話系のパソコン、ファクシミリ、データ、画像など性格の異なる情報の処理をまとめて行うことが出来る利点がある。

2.4 表 世界の主要デジタル交換機

システム名	用途	製造メーカー
D 60 形 (NTT仕様)	中継交換機	日本電気 (日本) 富士通 (日本)
D 70 形 (NTT仕様)	加入者線交換機	日本電気 (日本) 富士通 (日本)
NEAX 61 形	加入者線交換機および 中継交換機	日本電気 (日本)
X E I 形	国際中継交換機	日本電気 (日本)
NXE10 形	国際中継交換機	日本電気 (日本)
NXE20 形	国際中継交換機	日本電気 (日本)
FETEX150 形	加入者線交換機および 中継交換機	富士通 (日本)
No.5 ESS 形	中継交換機および 中継線加入者線併合交換機	A T & T (米国)
System-X 形	加入者線交換機および 中継交換機	B T (英国)
E W S D 形	加入者線交換機および 中継交換機	ジェームス (西独)
ITT 1240 形	加入者線交換機および 中継交換機	I T T (ベルギー)
DMS100/200	中継線加入者線併合交換機	Northern T. (カナダ)

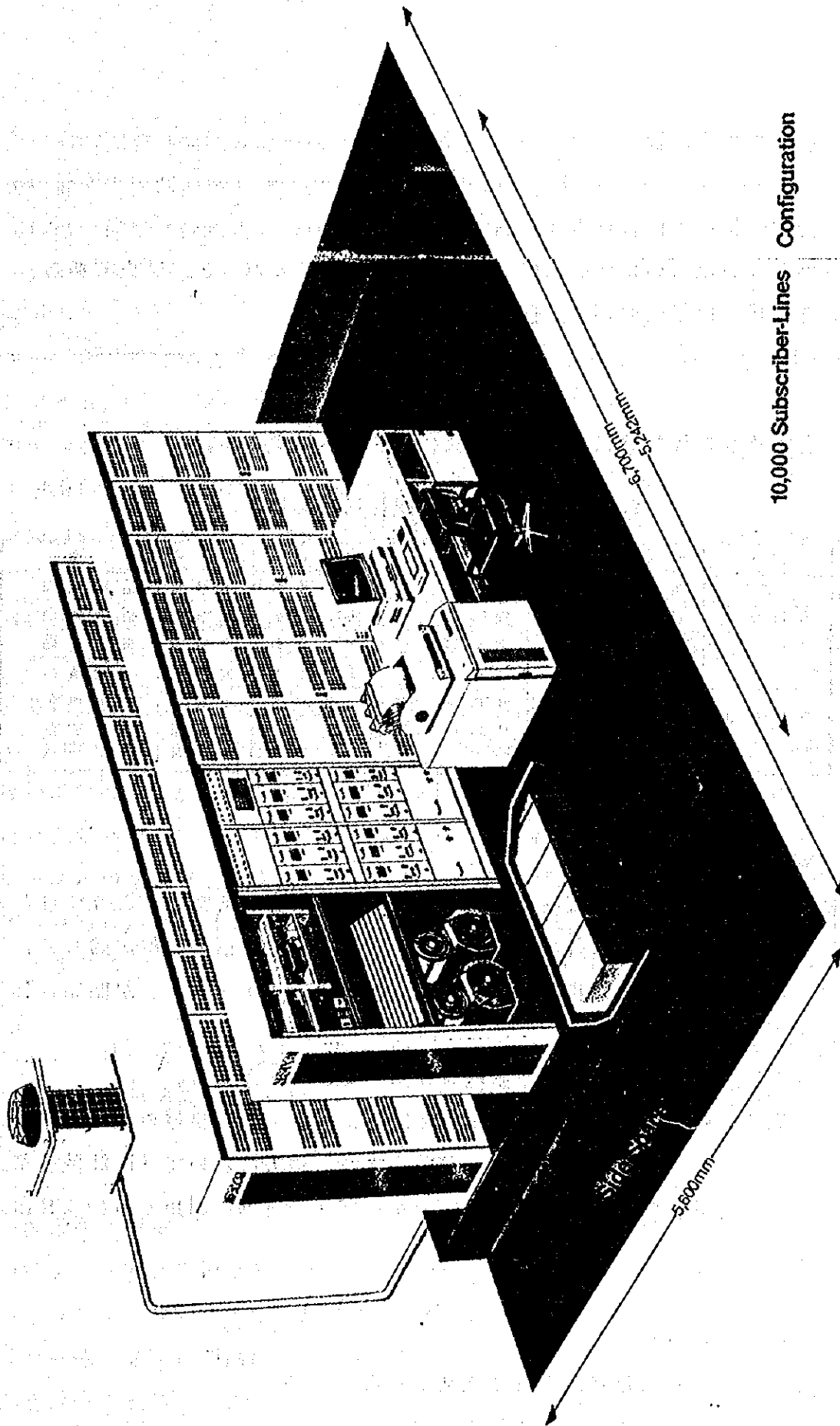


写真 2.1 交換機

2.6 伝送路用資機材

情報の伝送には有線方式と無線方式がある。
 有線方式の場合の伝送媒体は、銅線および光ファイバーケーブルである。
 無線方式では電磁波が情報伝送の媒体となる。

有線及び無線無線伝送の特徴は次に示すとおりである。

2.5 表 有線及び無線伝送の特徴

方式	素材 / 媒体	特徴 (利点 / 欠点)	用途
有線伝送	架空銅線	狭帯域, 高雑音, 安価	小容量, 近距離向
	対ケーブル	狭帯域, 高雑音, 安価	小容量, 近距離向
	同軸ケーブル	中帯域, 低雑音, 高価	大容量, 遠距離向
	光ファイバーケーブル	広帯域, 低雑音, 高価	大容量, 遠距離向
無線伝送	短波～超短波	狭帯域, 混信, 低秘守	小容量, 移動通信
	マイクロ波およびそれ以上	広帯域, 強指向性	大容量, 固定通信 大容量, 衛星通信

1) 有線伝送路

初期の伝送路は、架空裸線（2本の銅線を碍子を介して電柱にとりつけた方式）であったが、裸線は外界の影響を受け易く安定な通信の確保が難しい。そこで、銅線を絶縁体で被覆してより合わせた「平衡対ケーブル」が開発され、これに置き換えられてきた。

開発途上国では、現在でも架空裸線を使用している所がある。

電話の発達に伴って、たくさんの情報を同時に伝送できる帯域の広い媒体である「同軸ケーブル」や「光ケーブル」が開発され、他方において「周波数分割多重方式」、「時分割多重方式」など一本のケーブルを有効に利用する伝送技術が生まれてきた。

(1) 平衡対ケーブル

平衡対ケーブルは用途によって大別すると、

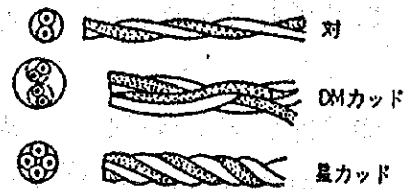
- a) 電話局から加入者までの加入者線、

- b) 都市内電話局相互間の伝送路の市内ケーブル、
- c) 都市相互間の中継線に使用される市外ケーブル、
- d) 局内配線に使用される局内ケーブル、
- e) 海底を通る海底ケーブル、

などである。

各ケーブルの電気的特性は絶縁材料等により異なっているが、基本的構造はほぼ同じである。

平衡対ケーブルの心線となる導体には、一般に軟銅線が用いられ、その線径は0.32乃至1.4 mmである。心線の絶縁材料には、昔は絶縁紙や塩化ビニール等が用いられたがきたが、最近では耐水性があり優れた電気的特性を持つ発泡ポリエチレン（PEF）が多く用いられている。



一般に心線は2本より合わされて「対」、または4本より合わされて「カッド」と呼ばれ、心線集合の最小単位となる。対またはカッドの数十乃至数百がより合わされ、被覆が施されて一本のケーブルとなる。

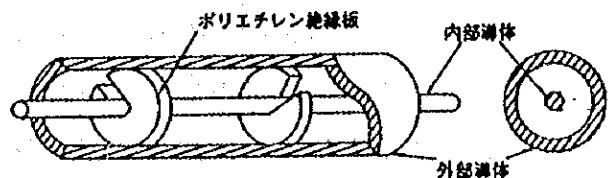
2.16 図 対ケーブルの心線配列

ケーブルの被覆は、防水性、可とう性、化学的安定性、製造のし易さ、それに接続の容易性などが考慮された材料が選ばれる。最近ではポリエチレンや塩化ビニールなどのプラスチック被覆、更にそれにアルミ被覆を加えたものが用いられている。

ケーブルは管路に敷設される場合が多いが、じかに地中に埋設する場合もあり、この場合は上記被覆の上を更にジュートや鋼帯などによる外装がなされたものが使用される。

(2) 同軸ケーブル

同軸ケーブルは円筒上の導体とその中心におかれた1本の内部導体、及び内部導体と外部導体とを一定間隔に保つための絶縁体から構成される。



2.17 図 同軸ケーブルの構造 (例)

同軸ケーブルの内部導体は軟銅線、外部導体は銅のテープまたは銅線の編組、絶縁体にはポリエチレンが使用されるが、2.18図の形式の他に、心線にテープを縦添えに巻いたものや心線と外部導体の間に絶縁物を充填したものなどもある。

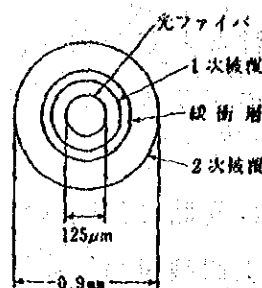
平衡対ケーブルは伝送する周波数が高くなると、他回線からの漏話や外界からの誘導妨害が増大する欠点があるが、同軸ケーブルは、外部導体が遮蔽作用をもつので外部からの妨害、外部への信号の漏洩が少ないという利点があり、同軸ケーブルは周波数が高くなるほど漏話などが減少する特性がある。この性質は同軸ケーブルの優れた特徴であり、このため平衡対ケーブルより高い周波数帯まで伝送可能であり、従ってより多くのチャンネルを多重できるようになった。

(3) 光ファイバケーブル

光通信の研究は1960年のレーザーの発明を契機として発展した。1966年に光学ガラス繊維（光ファイバ）を伝送媒体とする光伝送の可能性が提唱され、1970年には実用的な光ファイバが試作されるに至った。

光というのは、非常に周波数の高い電磁波である。光ファイバは、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。そこで光を搬送波として電気信号を送れば非常に多くの情報を多重伝送することができる。

光ファイバは、0.1mm以下の髪の毛のように細い石英ガラス繊維でできており、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おり、

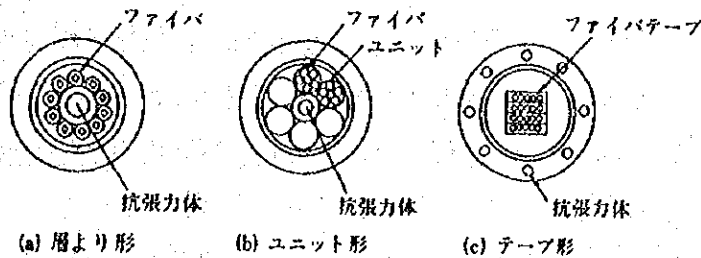


2.18 図 光ファイバ線の構造

光はその中に閉じ込められて伝わって行くものである。この光ファイバを束ねて被覆を施しケーブルをつくるが、現在では銅線を使ったケーブルと同程度の機械的強度や重量の確保が可能であり、数百対以上のケーブルが実用化されている。

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という特性をもっているので妨害雑音に強いという特徴がある。

このように、光ファイバケーブルは多くの優れた特性を持っているので、今後の有線方式の通信の媒体として同軸ケーブルから光ケーブルへと置き変わるものと考えられる。



2.19 図 光ファイバケーブルの構造

2) 無線伝送路

無線伝送路に使用される媒体は空間以外の何物でもない。

空間を情報伝送媒体とする場合には、伝送したい情報を高周波にのせ、アンテナから電磁波（一般的に電波という）として空間に放射し、情報の受取側は送手側の逆の方法で情報を受け取るという方法がとられる。

無線通信路を通る電波は、電波法の定めによれば1秒間の振動数が 3×10^{12} 以下の電磁波とされており、それぞれの周波数帯に対する名称が次のように国際的に定められている。

2.6 表 電波の種類

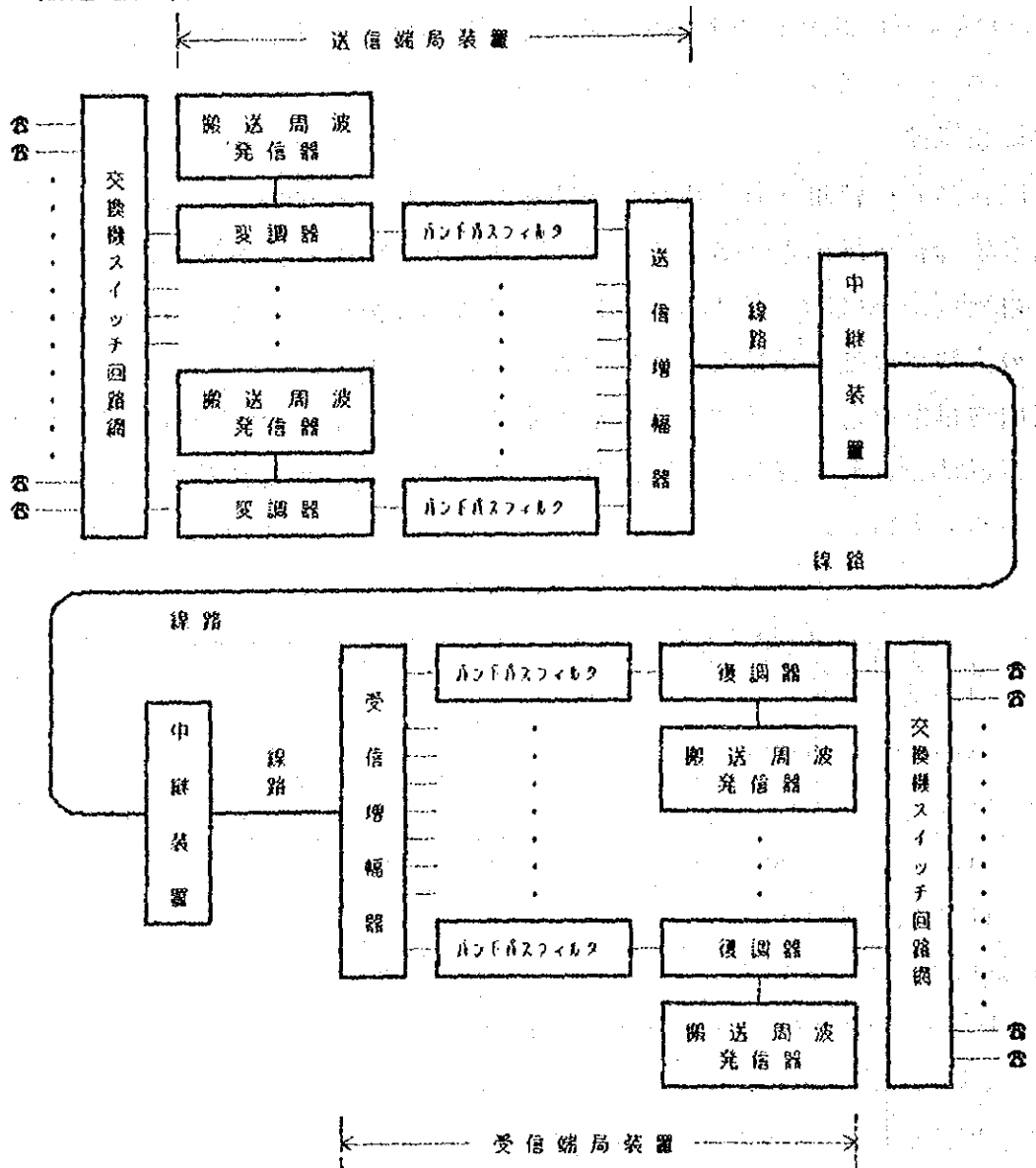
(波長)	(周波数)	(呼称)	(国際規定による呼称)
1mm	300GHz	ミリ波	EHF(extremely high frequency)
1cm	30GHz	マイクロ波	SHF(super high frequency)
10cm	3GHz	超短波	UHF(ultra high frequency)
1m	300MHz	短波	VHF(very high frequency)
10m	30MHz	超短波	HF(high frequency)
100m	3MHz	短波	MF(mediaum frequency)
1km	300kHz	中波	LF(low frequency)
10km	30kHz	長波	VLF(very low frequency)
100km	3kHz	長波	ELF(extremely low frequency)

3) 伝送路及び端末に使用される主要機器の概要

(1) 搬送電話装置

電話での通話は、発信側の電話機は電話回線網の端局から中継局（集中局、中心局、総括局）を通り再び相手側の電話機が収容されている端局を通して相手側の電話機につながり通話出来るようになる。このことは既に前項で説明したとおりであるが、その間で電気信号に変えられた人の声は搬送電話装置を介してやりとりされるのである。

この搬送電話装置の概要を2.20図に示す。



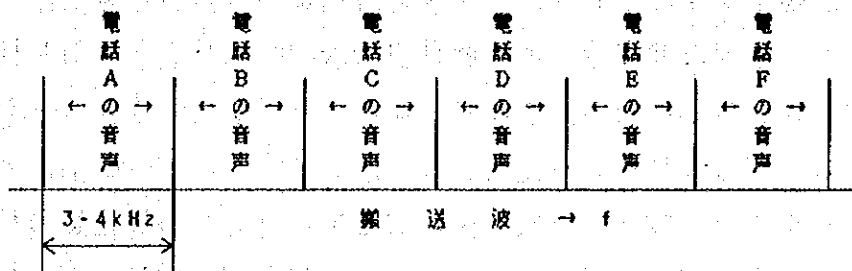
2.20 図 電話搬送装置構成概要図

7) 端局装置

端局装置は、各加入者の電話機からの音声の電気信号を多重化して伝送路に送り出したり、伝送路から多重化された信号を受け取り元の電気信号に復元して各加入者の電話機に送る装置である。端局装置は伝送線路を有効かつ経済的に利用するための装置であると言ってもよい。

多重化は第3章でそのいろいろな方式について述べるが、簡単に説明すると、1つの線路に一度に多数の情報をのせて伝送する技術である。

一般的に電話の音声は、300Hz ~ 3,000Hz程度の周波数帯域があれば通話内容の理解に不自由しない。これを1対1で個々に線路を使って通話することは極めて不経済であるから、高周波の搬送波を300Hz ~ 3,000Hzの音声周波で変調し多数の音声信号を経済的に伝送することを多重化伝送方式と呼んでいる。



2.21 図 多重化された音声信号配列の例

1) 中継装置

中継装置は、伝送路におけるレベルの低下や特性の劣化などの伝送路損失の補償を行うための装置であり、この主要部分は増幅器である。この中継装置には増幅器の他に、障害監視や連絡打合など保守に必要な遠方監視打合装置が含まれる場合がある。

伝送路にはたくさんの中継装置が必要である。例えば、東京—大阪間の同軸ケーブルによるC-60M方式（方式については第3章を参照されたい）の伝送には300以上の中継装置が必要である。

従って、伝送路に使用される増幅器は信頼性の高いことが必要条件である。

(2) 無線伝送装置

市内や近・中距離の伝送には既述の如く主として有線が使用されるが、ケーブルの敷設が困難な遠距離の伝送回線、あるいは山岳地帯や砂漠地帯などケーブルの敷設が事実上不可能な地域の場合には無線を使うしかない。

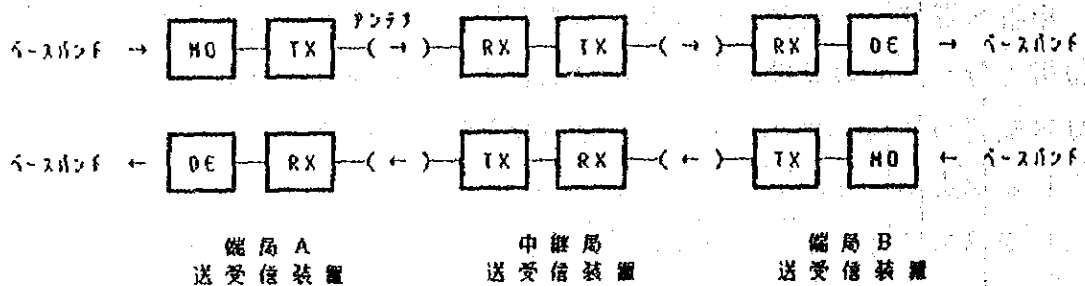
ここでは開発途上国の基幹回線として多用されているマイクロウェーブ回線に重点をおいて述べることにする。

無線電話と言え、昔は地球上空100km ~ 400kmの存在する電離層に短波を反射させて遠距離通信を行う装置であるとされていたが、今ではこれが地上マイクロ波通信や衛星通信へ移行してきた。広大な国土を持った国では、基幹回線として衛星通信を利用するケースも多い（衛星回線については本編 3.2章と第2編の「国際通信」を参照されたい）。

7) マイクロ回線を構成する機器

開発途上国のマイクロ回線には2GHz帯または7GHz帯（6GHz帯の上部を含む）を搬送波とした周波数変調による音声 960チャンネル又はカラーテレビ 1チャンネルを伝送するシステムが主流であったが、最近ではデジタル・システムの伝送機器の導入も始まっている。

マイクロウェーブは光に近い性質を持っており、電波は直線的に伝播するため、一般的に中継局は見通しのよい高台、山頂などに設けるが、伝播路の地形によってはフェーディング（受信電波の強さが変動する現象）を起こす場合もある。



2.22 図 マイクロ波伝送システム概念図

交換機とマイクロ波端局の間では電話の多重信号やテレビ信号などがやりとり

される。マイクロ端局ではこれをベースバンド信号として扱い、変調器 (MO) によって中間周波 (IF) を変調する。変調された中間周波は送信機 (TX) に入り定められた周波数のマイクロ波に変換されアンテナから送信される。

中継局の受信機 (RX) は端局 A からのマイクロ波を受けて一旦中間周波に戻し、途中の減衰を補正した後、送信機 (TX) で再びマイクロ波に変換して端局 B に向けて送り出す。この時のマイクロ波の周波数は、端局 A から受信した周波数とは異なる周波数に変えられている。

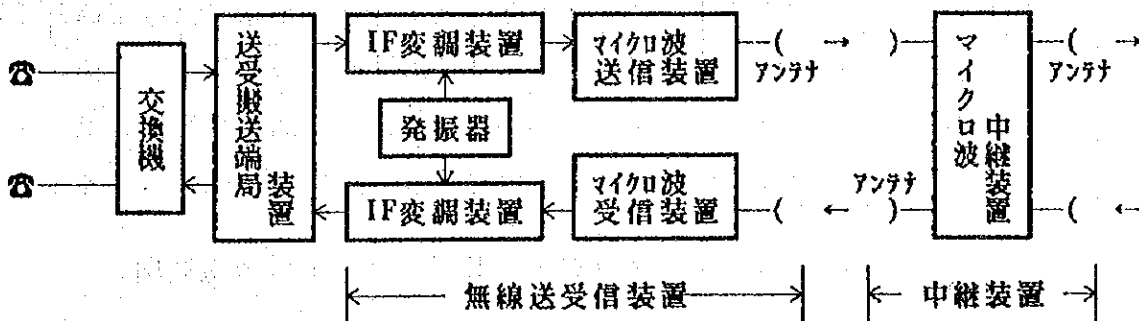
端局 B の受信機 (RX) はこれを中間周波に戻して復調器 (DE) に送る。復調器は変調された中間周波から元のベースバンドを取り出す。

伝送距離が長いときは、端局間に通常 50km ~ 100km 間隔に多数の中継局が設置される。

イ) 無線送受信装置

現在の無線送受信装置は、有線伝送路の代わりに空間を利用するための空間への出入口、即ち空間伝送路の玄関に相当する機能を持ち、且つ多くの情報を一度に伝送できるように工夫されている。衛星通信の場合は地球局がこれにあたる。地球局設備については第 II 編「国際通信編」を参照されたい。

2.24 図は無線送受信装置自体の構成概要を示すものである。



2.23 図 無線送受信装置システム構成概要図

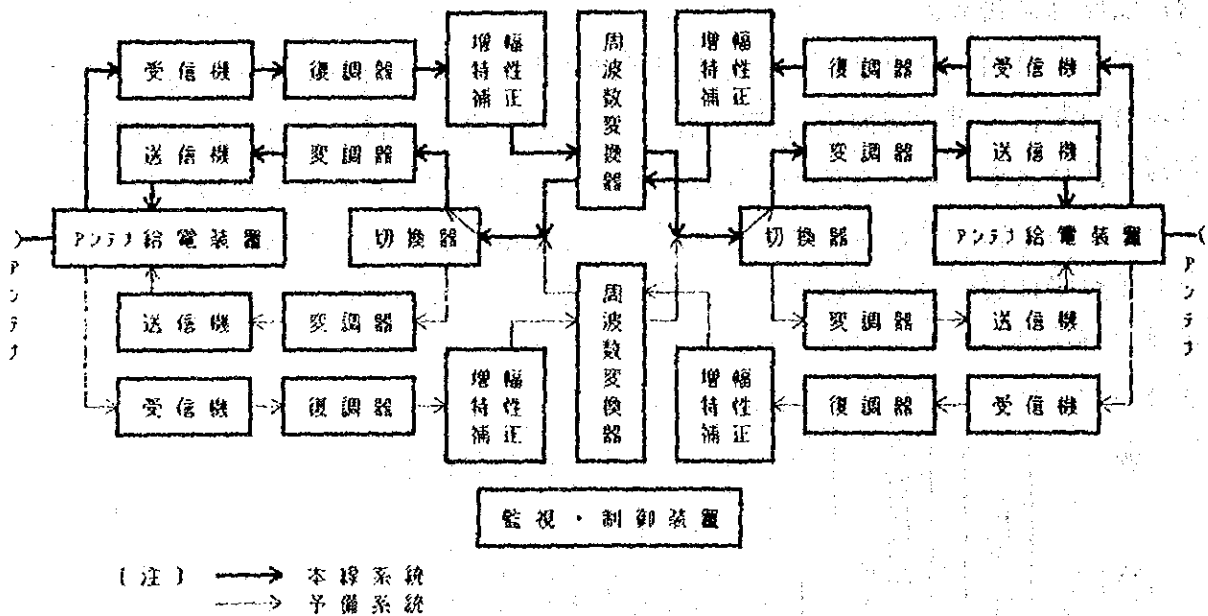
ウ) 中継装置

マイクロ波中継装置は、中間周波で信号の補償即ち増幅や特性の補正を行い、受信搬送波周波数を送信搬送波周波数に変換して相手の中継所に向けて送り出

す装置である。

信号の受け渡しに「中間周波」を用いるのは次の理由によるためである。

- a) 送信と受信の搬送波のまま増幅や特性の補正を行うより、それより周波数の低い中間周波にして処理した方が処理し易い。
 - b) 周波数変換技術は簡単であるから、一連のシステムの中で共通の中間周波の使用は送受信の周波数の異なる部分を除くほとんどの部分の機器の標準化が図れる。
 - e) 回線の分岐点などでの信号の受け渡しは中間周波で行われるので、分岐回路・合成回路に同一の部品を使える利点がある。
- 同じ方向に対する送信と受信には一つのアンテナを共用する。



2.24 図 マイクロ波中継装置システム構成概要図

2.7 公衆電話通信設備の変遷

電気通信の幕開けは、1838年のモールスによる電信の発明であると言
ってよかろう。日本での電信サービス業務はそれより30年後の1869年
である。電話がベルによって発明されたのが1876年、日本で使われ始め
たのが1889年である。

その後、伝送路、伝送方式、交換技術、部品などの相次ぐ開発により電気
通信は目覚ましい発展を遂げてきた。

伝送路は裸銅線から多心ケーブル、同軸ケーブル、光ファイバケーブルへ、
伝送方式は1対1から多重大容量へ、交換機は手動から自動へ、機械式から
電子式へと変革してきた。

これら技術革新を支えたのは、なんと言っても電子部品の発達とその信
頼性の向上であろう。1950～60年代には、通信機器のトランジスタ化
、伝送路に同軸ケーブルの導入、交換機はステップバイステップから共通制御方式のク
ロスバへと移行して行った。

1970年代の機器のIC化、交換機の電子化がおこり、続く1980年
代には機器のLSI化、光ファイバケーブルの導入、交換機のデジタル化
へと進んできた。

この間、一方において衛星通信、移動通信の研究開発が進み、世界は海底
ケーブルと衛星宇宙局によるネットワークにカバーされ、我々は携帯電話を
ポケットに、何時でも何処でも世界中と情報交換出来るようになった。

1) 通信機器の変遷

日本最初の実用マイクロ回線は、1954年東京—大阪間に設けられた40GHz帯
の搬送波を使った2つのシステムであった。

このルートには平均約50kmの9区間に中継局が設けられた。

この2つのシステムの内の一つは電話360チャンネル、もう一つは白黒テレビ信号を1チャンネル伝送するものであった。

当時の伝送設備は、すべて真空管式がつかわれ、送信機の出力部は進行波管、発振部にはクライストロンという特殊な真空管が用いられた。

これが現在ではすべて半導体に置き替わり、小型化、低消費電力化され、それに増して機器の信頼性が高まったことは通信事業の発展に大きく寄与していると言えよう。

2) 交換機の変遷

2.7 表 交換機変革の主要なイベント

年 代	日 本	年 代	外 国
1877	日本での電話実演	1876	電話の発明(ベル)
1883	磁石式交換機 (交換業務開始)	1877	電話交換開始(アメリカ)
1903	共電式交換機	1889	自動交換機発明 (ストロージャ)
1926	ステップバイステップ自動交換機	1915	クロスバスイッチ発明 (スエーデン)
1929	ステップバイステップ交換機国産化	1926	クロスバ交換機の實用 (スエーデン)
1956	クロスバ交換機国産化	1938	クロスバ交換機實用 (アメリカ)
1965	電子交換機試作(NTT)	1953	最初の電子交換局 (ノルウェー)
1972	電子交換機D10K型實用化	1965	電子交換機 No. 1ESS (アメリカ)
		1976	電子交換機 No. 4ESS (アメリカ)

初期の磁石式や共電式交換機は、手動であった。

交換手は加入者の呼に応じて、プラグをジャックに差し込んで接続するものであった。しかし手動式は加入者の収容数に限度があり、加入者が増加し、電話網のカバーする地域も広がるにつれて手動交換では対応出来なくなり、自動交換機の開発導入となった。1889年、ステップバイステップ式自動交換機(発明者の名をとってストロージャ式交換機という)が発明された。日本では関東大震災後の電話網再建に当たり1926年からこのストロージャ式交換機を採用した。

1953年（昭和28年）から日本は、当時の電電公社とメーカーが協力してクロスバ交換機の開発に着手し、日本独自のクロスバ交換機C40、C50形が開発され1957年（昭和32年）に市内交換用クロスバ交換機として実用された。

さらに1960年（昭和35年）にその改良形C41、C51が開発され、同じ頃に市外交換用としてC80形が開発実用されるなど、日本のクロスバ交換機の幕開けとなった。

1964年（昭和39年）、当時の電電公社は電子交換機研究開発実用化長期計画を策定し、日立、沖、日本電気、富士通との協力の下に本格的開発活動を開始した。

1965年の米国における世界初めての電子交換機(No.1 ESS)には遅れをとったが、日本初の実験用の周波数分割形電子交換機DEX-1および時分割形交換機DEX-T1の試作機がその年の暮れに完成した。

その後、DEX-2形、DEX-21形などの試作実用実験を経て、大容量交換局向けのD10形、中小交換局向けのD20、D30形、更にデジタル交換機D60、D70形などの仕様化が次々となされてきている。

今後は通信の多様化と通信量の一括大処理の必要性から、デジタル交換機（時分割形電子交換機）に置き変わって行くものと考えられる。

3) 無線機器の変遷

無線通信の変革の主要なイベントは次に示すとおりである。

1895年、イタリーのマルコーニが電磁波を利用する無線通信技術を発明した。この技術は1905年の真空管の発明によって急速に進歩発展するところとなった。これによって、1920年代のラジオ放送事業の開始に続いて短波による無線通信が盛んになった。しかし、通信の品質、安定度、回線容量、秘密保護の困難さなどから、また高周波技術の発達とともに短波通信はより高い周波数領域へと移ってきた。

2.8 表 無線通信の歴史

年 代	日 本	年 代	外 国
		1864	電磁波の存在提唱 (マクスウェル)
		1888	電磁波の存在立証 (ヘルツ)
		1895	無線通信の発明 (マルコーニ)
1905	信濃丸「フカヅミ」の電信発信	1905	3極真空管の発明 (フォレ)
		1915	真空管発振器の発明 (ロートレー)
1925	ラジオ放送開始 (JOAK)	1925	コンパニオン-37 顔写真伝送成功
1926	八木・宇田アンテナ発明		
		1938	PCM方式の発明 (リファス)
1950	テレビ実験放送開始 (NHK)	1940	カラーテレビ実験放送開始 (CBS)
1960	カラーテレビ放送開始		
1964	東京オリンピック衛星中継	1958	初の衛星通信実験成功
1968	イコネット開始 (NTT)	1965	インテルグット 運用開始
1979	自動車電話開始 (NTT)		
1987	携帯電話開始 (NTT)	1979	インテルグット 運用開始

今日の高度情報化社会の進展に伴い、高度かつ多様な情報ニーズが社会の広い範囲に浸透する時代になった。

1975年4月に電気通信事業法が施行され、NTTが民営化され、かつ新規電気通信事業者に様々な形で参入する機会が与えられ電気通信事業の自由化時代が到来した。これは世界的潮流である。

このような環境の中で無線機器分野の技術開発も多様な発展を遂げてきた。技術開発は、高周波デバイス、集積回路などの急速な発展と相まって、デジタル信号処理技術やソフトウェア技術も発展し、これらは新機種開発の強力な推進

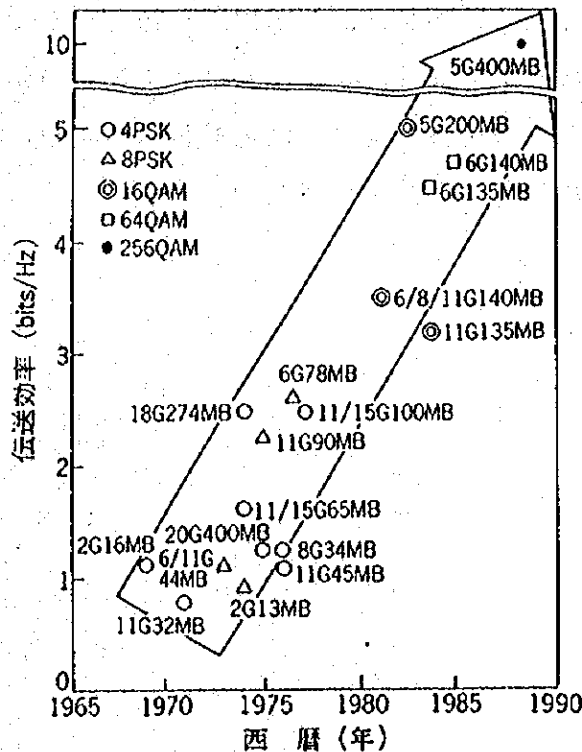
を助けた。新規開発機器は、いずれも機能が拡張され、高性能化、高信頼化、小型化、経済性の向上を達成している。

マイクロ波通信の分野では、これまでにアナログマイクロ波通信機器の成熟期に達し、デジタルマイクロ波通信機器の飛躍的な発展を見るに至った。

なかでも衛星通信の飛躍的発展である。通信方式の多様化による関連機器の技術開発は衛星通信に多様な新サービスをもたらしている。

アナログマイクロ波通信は、当初 4 GHz, 360CH方式から始まり、以来 4 GHz帯から 2 GHz, 6 GHz, 8 GHz, 11GHz, 15GHz帯の周波数が開発利用され、伝送容量の増大と共にマイクロ波用集積回路 (IC) の開発による機器の小型化、省電力化が進んでいる。

一方、通信網の経済化、サービス品質の向上、通信網の自由度の向上、非電話系サービスの拡張、周波数資源の有効利用などの要求の増大からデジタル通信技術の研究開発が進み、変調信号の多値化による大容量化や周波数利用効率向上が進んできた。下図はデジタルマイクロ波無線伝送方式における伝送容量と周波数利用効率の推移を示したものである。



2.23 図 伝送容量と周波数利用効率の推移

情報ニーズの多様化に伴い、50GHz帯のミリ波を使用した「誰でも、何時でも、どこでも」使える加入者無線通信装置が開発された。これはミリ波帯を使うため長距離伝送は無理であるが、晴天時は10~20kmの区間の伝送が可能である。

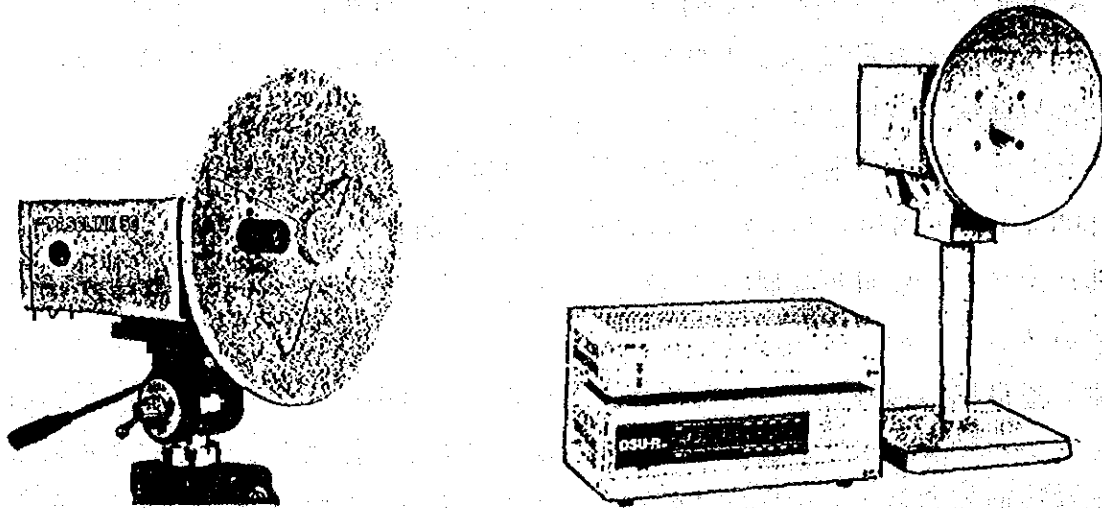


写真 2.2 加入者無線通信装置

更に衛星通信技術の進歩は、衛星通信が国際通信のみならず国内通信の伝送路として利用されるようになってきた。インテルサット標準D地球局の小型化とそれを利用したネットワークの構築による遠隔過疎地域の通信、あるいはビジネス専用通信サービスが可能になり、盛んになりつつある。

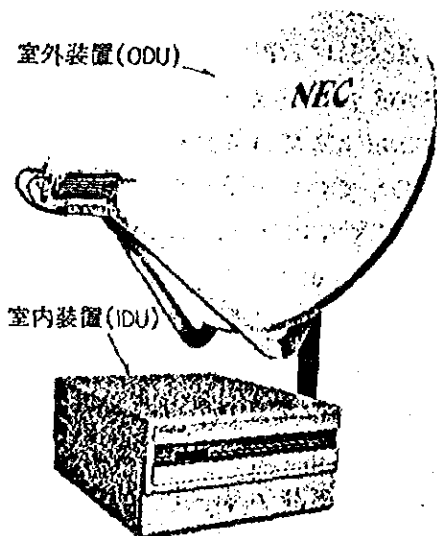
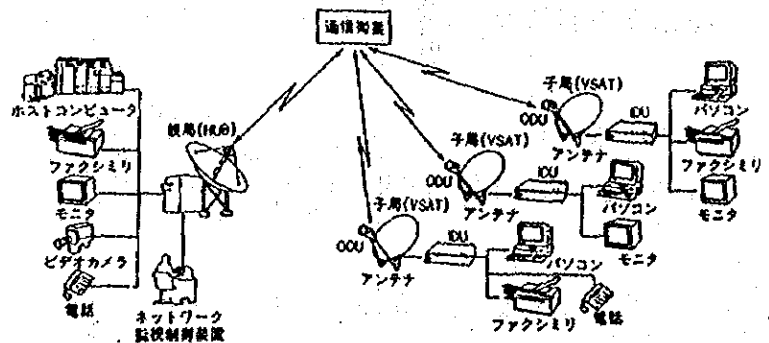


写真 2.3 小型標準D地球局



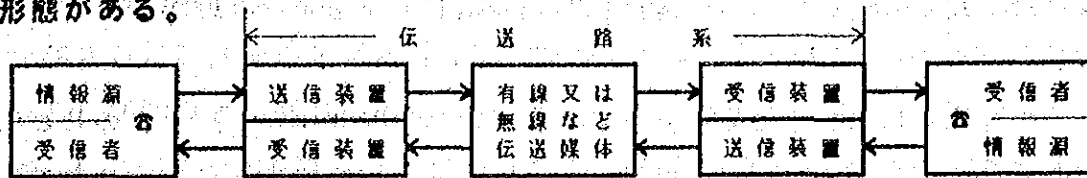
2.24図 小型標準D地球局によるネットワーク

第 3 章

情報伝送の方式

3. 情報伝送の方式

情報伝送システムの基本は、情報の送側と受側を有線なり無線の伝送路で結んだものである。送側の情報を伝送路に送り込んだり伝送路から取り出して受側に送られて来た情報を提供するために、いろいろな伝送路にそれぞれ適した送信装置と受信装置が必要である。また情報源と受け取り側は、その情報の内容により、人対人、機械対機械、あるいは人対機械などいろいろな形態がある。



3.1 図 情報伝送システムの基本構成

情報源が音声の場合は、人の話す声は電話機で直ちに電気信号にされ 3.1 図の経路をたどって受側に到達し、その電気信号は再び電話機で音声に変換されて人の耳に入る。このように電話機は情報を電気信号として伝送路に接続する両端に位置する機械であるところから、電話機のようなものを我々は「端末機器」と呼んでいる。

3.1 図に示す伝送路系という概念は伝送媒体だけを云うのではなく伝送媒体の出入口に必ず付属する送受信機、途中の中継機を含むものである。

送信装置は情報源の電気信号を変調、多重化し、搬送波として伝送媒体に送り込む機能、受信装置はその逆の機能、中継機は信号の減衰や特性の劣化を伝送媒体の途中で補償する機能を果たすものである。

送受信装置は、伝送路系の両端に位置するのでこれらを一般的に「端局装置」と呼んでいる。

情報伝送では伝送路を効率的かつ経済的に利用するために、変調、多重化や周波数分割、時分割などの技術が活用され、更にデジタル方式の利点が導入され、ますます伝送路の効率化が図られている。

この章ではいろいろな情報伝送方式について解説する。

3.1 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) 変調の基本的方式

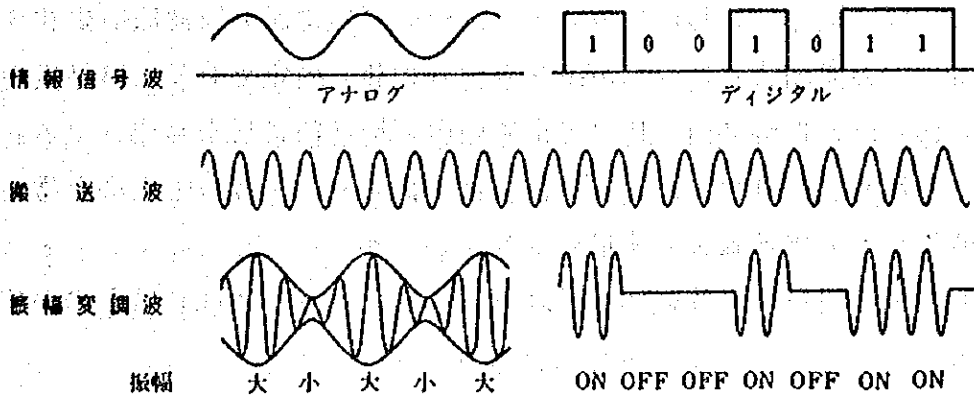
(1) 振幅変調

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。

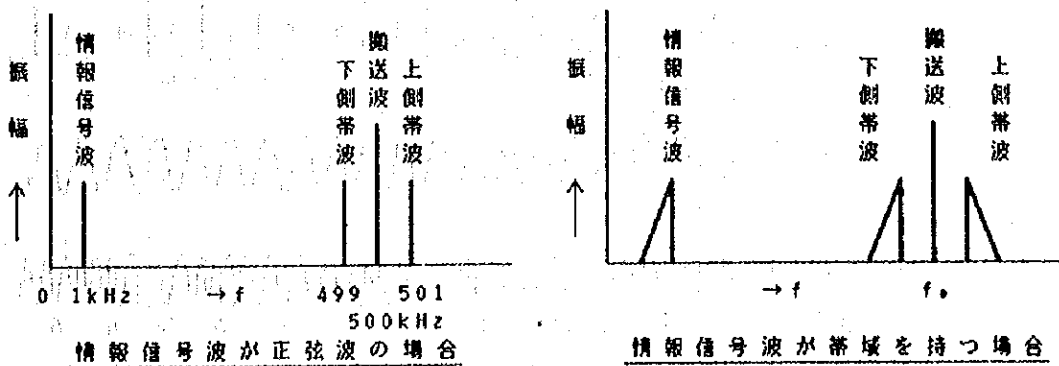
振幅変調は、搬送波である高周波の正弦波の振幅を変化させる方式である。搬送波の振幅を情報信号で変化させると、搬送波は、変調されて波形が変わり2つ以上の正弦波の合成になる。

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

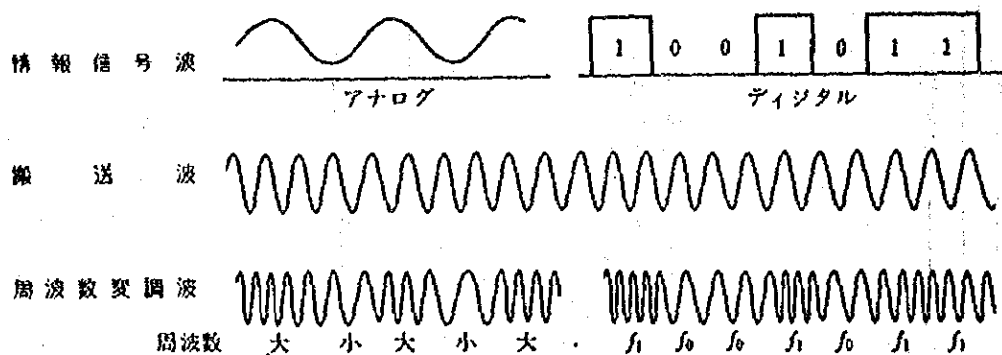
振幅変調した場合、信号伝送にはこの上下の側帯波の周波数を含む範囲の周波数帯域が必要となる。このような上下両方の側帯波を送る方法を両側帯波振幅変調方式 (Double Sideband ; DSB) という。

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。

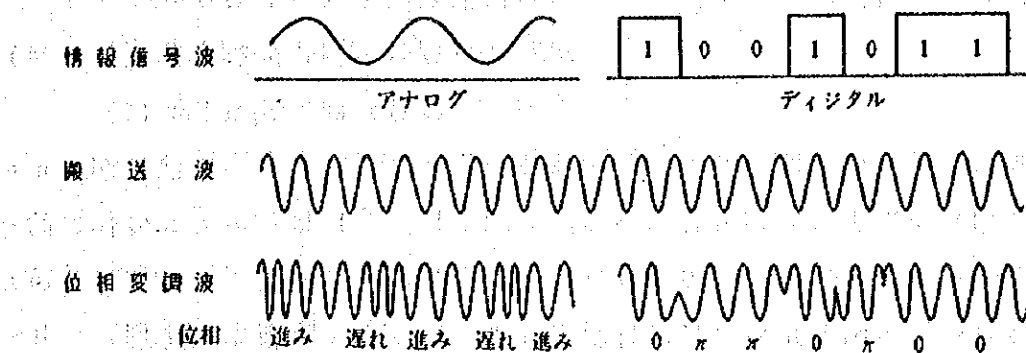
衛星通信では広い周波数帯域の活用が可能であるためこのFM方式が使用されている。



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法である。



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)

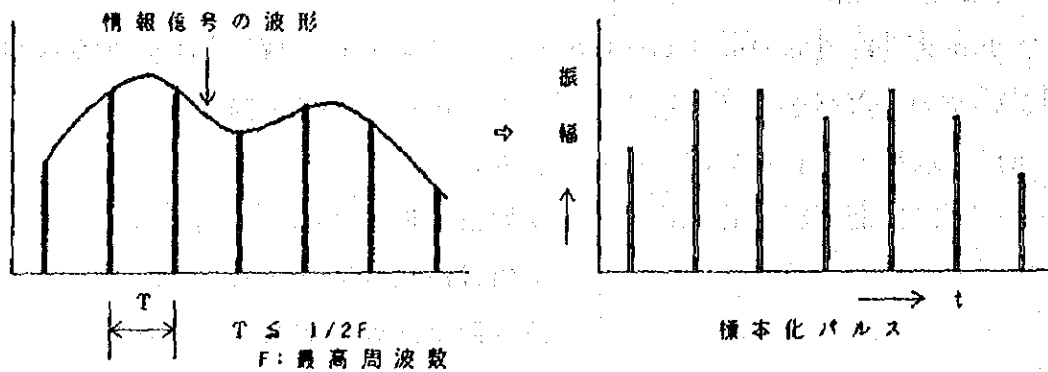
ii) パルス時変調 (PTM)

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)

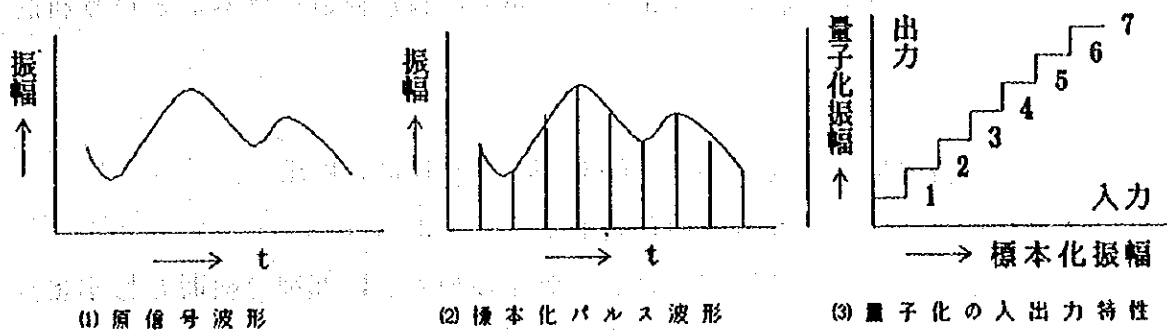
b) パルスデジタル変調に属す変調方式

- 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。

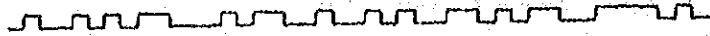


3.7 図 量子化過程を示す概要図

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

デジタル変調方式としては、次のようなものがある。

(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)

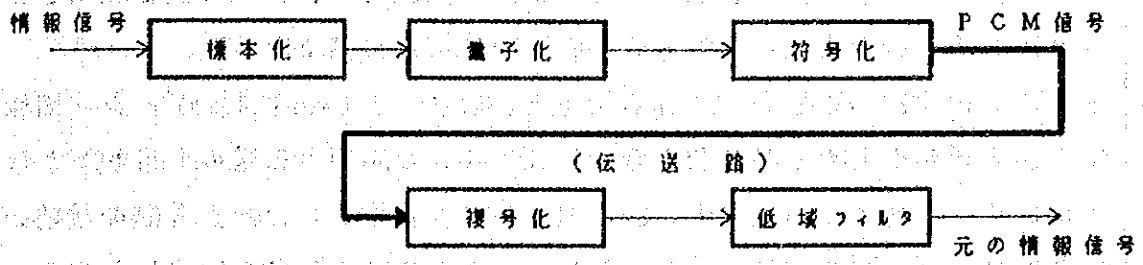
FSKは、デジタル信号の符号に対応して搬送波の瞬時周波数を変化させる変調方式である。

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

3.2 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される信号は、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の接続をさせたり回線割当や回線網管理のために必要な多くの信号も同時に伝送されるが、ここでは主目的の加入者が発信する信号の伝送に限定して述べることにする。

1) 有線伝送の場合

地上有線伝送媒体は、平衡対ケーブル、同軸ケーブルおよび光ファイバケーブルが使用される。伝送方式としてはアナログとデジタルの2種類がある。

3.1表および3.2表に現在公衆電話通信網に使用されている両方式の特徴を例示した。

3.1 表 伝送媒体とアナログ伝送方式

伝送媒体	電話CH数	最高周波数	中継器設置間隔
平衡対ケーブル	12	12 ~ 60kHz 72 ~ 120kHz	5km ~ 19km
同軸ケーブル	2,700 10,800	約 12MHz 約 60MHz	4.5km 1.5km
光ケーブル	現在は映像伝送が主である		数km

3.2 表 伝送媒体とデジタル伝送方式

伝送媒体	電話CH数	伝送速度	中継器設置間隔
平衡対ケーブル	24	1.544 Mbit/s	2 km
同軸ケーブル	1,140 5,760	約 100 Mbit/s 約 400 Mbit/s	4.5 km 1.5 km
光ケーブル	24/96 96/1,440 5,760	1.5/6.3 Mbit/s 6.3/100 Mbit/s 約 400 Mbit/s	7 km 15/25 km 25 km

伝送路の利用効率を高める方法として、信号多重化方式が使用されている。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。

伝送路の末端である加入者線は、その加入者に発着する音声信号とダイヤル信号はそのまま線路に流れる。伝送の主目的である音声信号は 300Hz—3400Hz の周波数帯域を持っておれば十分な伝送品質が得られる。加入者の電話 1 台に割り当てられる周波数帯域は多少の余裕をみて 4000Hz あれば十分である。

実用されているどんな伝送路でもこれ以上の帯域幅を持っているから、電話局間を結ぶ中継線については、一本のケーブルで沢山の 4000Hz の帯域（このことをベースバンドという）を同時に伝送する多重化伝送を行って伝送路の効率化を図っている。

多重化するというのは、ベースバンド信号をより高い周波数の搬送波に乗せて送る技術である。これを搬送通信という。

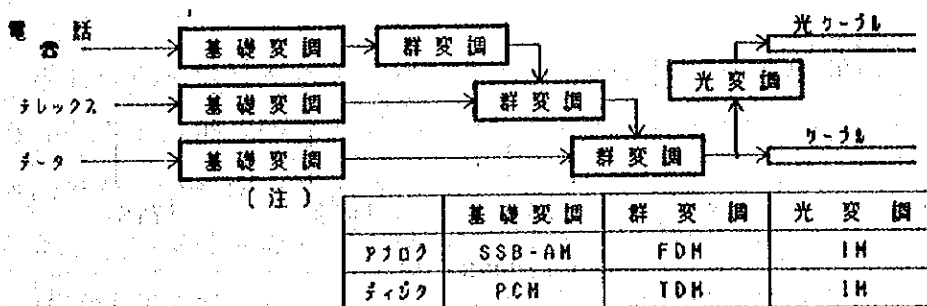
日本の搬送通信の歴史は、1928年東京—名古屋の架空裸線に2通話路を伝送したことに始まる。1953年には24通話路方式が開発され、東京—名古屋—大阪間の長距離即時サービスが実現した。

搬送通信による多重技術はまずアナログ方式が開発され、後にデジタル方式が生まれた。現在はそれぞれの利点を生かして使い分けられているが、将来はデジタル方式に統一されISDN（総合電気通信網）となるだろう。

多重化方式は次の2つに大別される。

- 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)

3.10図は有線伝送の場合の信号多重の仕組みを示すものである。

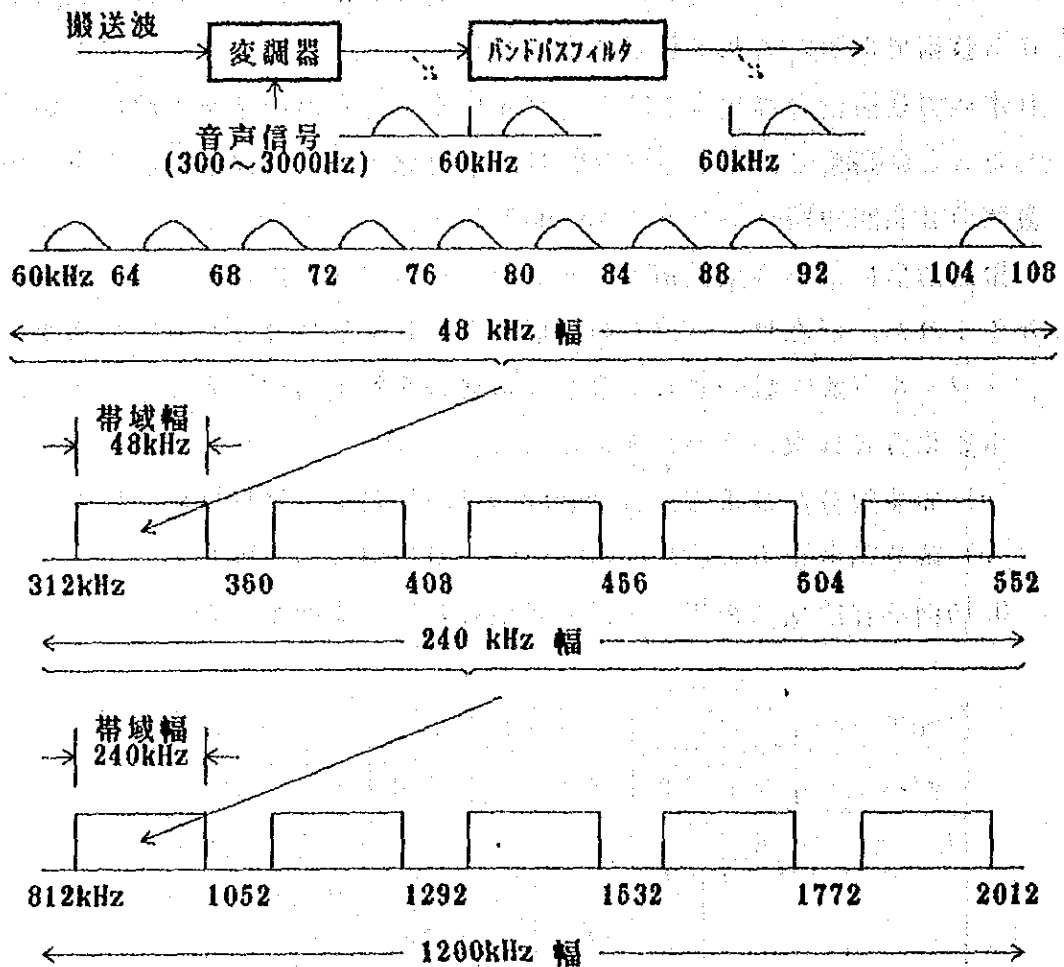


3.10 図 ケーブル伝送の場合の仕組み図

(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置きに搬送波を用意し、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。



3.11 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4kHz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(4kHz×12=48kHzの帯域)をベースバンドとして扱いこれを5組束ねて12×5=60の超群(SG)にする。更にこの60通話路を5組多重(SG×5)によって300の主群(MG)とし、更にMG×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×4巨群(JG)を構成させるとこの時の出力信号は42,612kHz-57,012kHzの間に3,600チャンネルが配列された多重信号となり、伝送回線上を能率的に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3.3表に示した。

3.3 表 アナログ方式の場合の多重化構成表

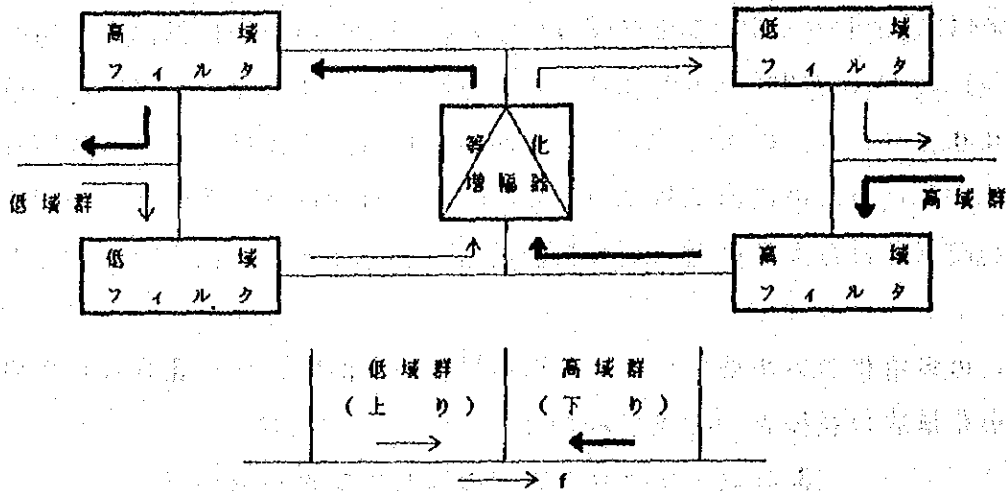
多重化構成群の名称		チャンネル数	周波数帯域 (kHz)
英語名称	日本語名称		
G	群	12	60 - 108
SG	超群	60	312 - 552
MG	主群	300	812 - 2012
SMG	超主群	900	8516 - 12116
JG	巨群	3,600	42612 - 57012

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

一般的に電気信号を送るには、2本一對の電線又は1本の同軸ケーブルを使う必要がある。従って双方向の信号伝送を行う場合は、普通4本の電線又は2本の同軸ケーブルが使われる。

しかし、経済性の面から1對の電線又は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。これを行うために、周波数分割双方向伝送方式という技術が開発され現在広く使われている。

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周波数帯域を低域群と高域群に分けて伝送するものである。このため中継器に低域及び高域フィルタ（方向性フィルタ）が組み込まれたものを使用される。



3.12 図 周波数分割双方向伝送概略説明図

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するものである。

(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、有るか無いか（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。

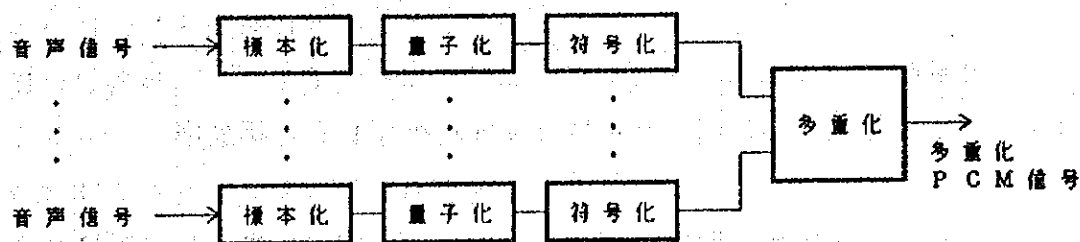
時分割多重方式の原理は、アナログ信号をPCM処理し、それを2進符号の細かいパルスとして多重化を時系列に分割して伝送する方法である。

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を採用している。

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挿入する方法をとっている。

PCM多重化信号をつくるには、本章 3.1-3)項で述べたように、源信号を標本化、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 3.3図に示した。



3.13 図 PCM多重化過程説明図

(参考)

標本化と量子化： 音声信号のある瞬間の値を検出するのと一パルスが得られる。ここにその瞬間の値を充ちて、その瞬間の値を短くして得る。このパルス列はPCMの信号源となる。標本化及び量子化の間隔を短くすれば、このパルス列の密度が高くなり、音声信号の再現精度が向上する。

符号化： 音声信号のレベルを表現するために、パルス列の強弱をデジタル符号に変換する。この際、パルス列の強弱を「有る」と「無い」という二つの状態に表現する。このようにして、音声信号のレベルをデジタル符号に変換する。

PCM多重方式の国際基準は、CCITTで議論されたがその結果統一標準国際基準を導きだすに至らず、次の2つの方式が存在することになった。

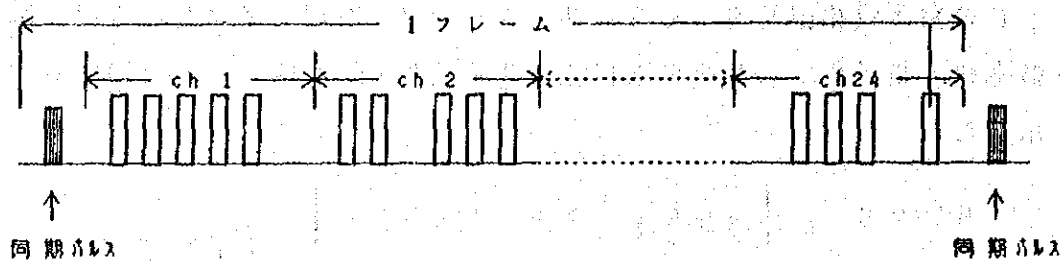
a) PCM-24多重方式： 日本、米国などが採用

b) PCM-30多重方式： ヨーロッパ諸国が採用

それぞれについて、その特徴を紹介しておこう。

7) PCM-24多重方式

この方式は、CCITT Rec. G733 に規定されており、そのパルス配列は3.14図のようになっている。



3.14 図 PCM-24 方式のフレーム構成図

一般的に、標本化間隔を「フレーム」、1チャンネル当たりの符号の長さを「ワード」と呼んでいる。

この方式の場合、1標本化周期を多重化するチャンネル数だけ分割し、それを更に符号化ビット数（電話音声では8bit）に分割し、それに同期符号のパルスを1標本化周期に一つずつ付けた構成になっている。

伝送路上のPCM信号の伝送速度は、

$$\text{伝送速度} = \left((\text{符号化ビット数} \times \text{チャンネル数}) + \text{同期符号数} \right) \times \text{標本周波数} \quad (\text{bit/s})$$

で計算され、この伝送速度のことをビットレートという。

PCM-24方式の場合は、1フレームが24チャンネルで、1フレーム長のビット数は1ビットのフレーム同期信号を加えて193ビット(8x24+1)から構成されているから、多重信号の伝送速度は、193ビット/125μs = 1.544kbps となる。

デジタルの場合も多重度が大きくなると、次に示す多重化構成に従って対処される。3.4表のチャンネル数は音声(64 kbit/s)をベースにしたものである。

3.4 表 デジタル伝送方式の多重化構成表

名 称	多 重 度	チャンネル数	伝 送 速 度
0 次 群	1	1	64 kbit/s
1 次 群	0 次 × 24	24	1.544 Mbit/s
2 次 群	1 次 × 4	96	6.312 Mbit/s
3 次 群	2 次 × 5	480	約 32 Mbit/s
4 次 群	3 次 × 3	1,440	約 100 Mbit/s
5 次 群	4 次 × 4	5,761	約 400 Mbit/s

4) PCM-30 多重方式

この方式は、CCITT Rec. G732 に規定されている。

1フレームが32のチャンネル・タイムスロットから成り、1フレーム当たり $8 \times 32 = 256$ ビットから構成されている。

多重信号の伝送速度は、 $256 \text{ bit}/125 \mu\text{s} = 2,048 \text{ kbps}$ である。

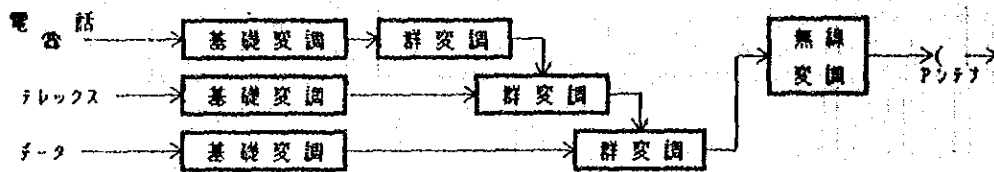
この方式の場合、チャンネル・タイムスロット0は8ビットともフレーム同期信号などに使用され、チャンネル・タイムスロット16の8ビットは電話交換用信号などの伝送に割り当てられている。このため、通話用チャンネル・タイムスロットは、1～15 および 17～31 の30チャンネル構成となっている。

2) 無線伝送の場合

(i) 固定地上無線伝送方式

無線伝送の場合も基礎変調、群変調を行うことは有線の場合と同じであるが、その後無線の場合には空間伝送させるため、高周波の電磁波を搬送波として変調をかけなければならない。

一般的にこの変調は、アナログではSSB-AMとFM、デジタルではPSKとQAMが広く使用されている。無線の場合には一つの空間を大勢の人々が利用するので、極力使用周波数帯域を狭くして周波数利用効率高める措置が必要である。



(注)

	基礎変調	群変調	無線変調
アナログ	SSB-AM	FDM	SSB-AM, FM
デジタル	PCM	TDM	PSK, QAM

3.15 図 無線伝送の場合の仕組み

デジタルの場合は広い周波数帯域を必要とするため、無線では帯域幅を出来る限り縮小して周波数利用効率を高める方法としてPSK（デジタル位相変調）の2PSK, 4PSK, 8PSK, 16PSKなどの多相位相変調が用いられる他、更に位相変調と振幅変調を混合したQAM（直交位相変調）がマイクロ波伝送路に使われている。

例えば、2GHz, 20GHzのデジタル無線伝送には4PSKが、4GHz, 6GHz, 6GHz帯などには16QAMが使用されている。

3.5表に固定無線伝送の具体例を示した。

3.5 表 固定無線伝送の伝送方式の一例

周波数帯 (GHz)	アナログ方式			デジタル方式		
	変調方式	電話CH数 (CH)	中継所 間隔(km)	変調方式	電話CH数 (CH)	中継所 間隔(km)
2	FH	600	100	4PSK	120	25
4	FH	3,600	50	16QAM	2,880	50
5	FH	3,600	50	16QAM	2,880	50
6	SSB-AM	5,400	50	16QAM	2,880	50
11	FH	2,700	20	4PSK	1,440	20
15	FH	2,700	8	4PSK	1,440	8
20	-	-	-	4PSK	5,760	6

(2) 衛星通信方式

広大な国土を持つ国では、電話網の基幹回線として衛星を利用するケースがある。この場合、国内通信専用の衛星を持っている国（インドネシア等）のほか、インテルサットのトランスポンダーを借用して国内通信に利用している国も多い。

衛星通信の場合の伝送方式は、既述の固定地上無線伝送方式と基本的には同じであるが、ただ一つ違うのは衛星宇宙局の同じ中継器を複数の地球局が同時に使うことである。そのために衛星通信では多元接続が加えられることである。

多元接続のことをMA (Mutiple Access) と呼称している。MAには回線割当の面から、

- (a) 固定割当 (Pre-assignment)
- (b) 接続要求割当 (Demand assignment)
- (c) 任意接続 (Random access)

があり、又接続方式の面から、

- (a) 周波数分割多元接続 (FDMA)
- (b) 時分割多元接続 (TDMA)

(c) スペクトラム拡散多元接続 (SSMA)

に分類される。

実用されている代表的な方式はFDMA方式およびPCM時分割多重方式と時分割多元接続 (TDMA) 方式を組合せたものである。

多元接続は、衛星通信システム特有のものである。即ち、一つの衛星宇宙局を多数の地球局で共用使用する方法とか、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を多元接続という。

多元接続の代表的な方式には次のようなものがある。

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。

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。

4) 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方法である。

TDMA方式は、各地球局にあらかじめ与えられた時間スロットに定められた時間だけ搬送波を送出する方法で中継器を共用するものである。

なお、衛星通信方式については、「第2編 国際通信」の関係各章を参照されたい。

3.3 公衆電話網の信号方式

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、音声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。

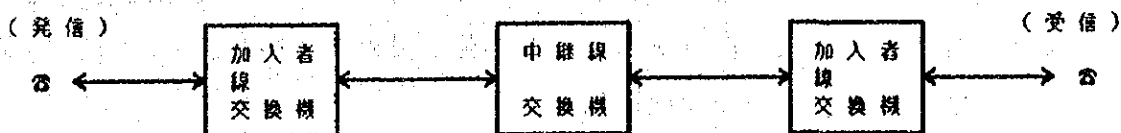
1) 信号方式の役目

3.7図は電話交換の基本的な信号を示したものである。

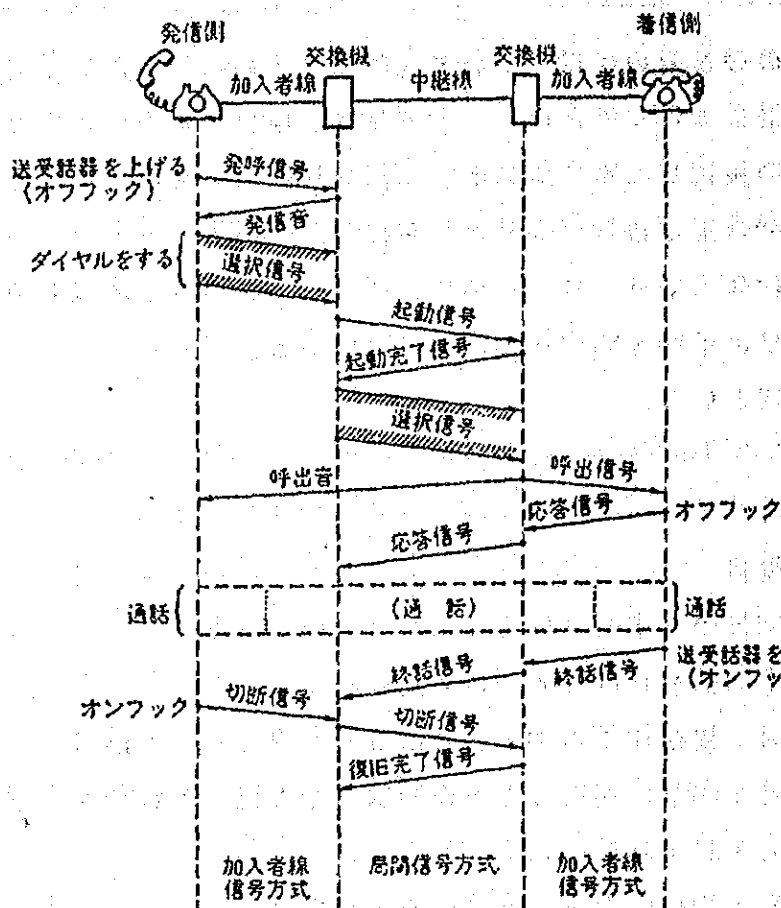
この一連の基本的信号は次の4つに大別される。

- 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。



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



3.16 図 電話交換の基本的信号

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)

我々は現在回転ダイヤル式または押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。

3.6 表 押しボタンと周波数配列

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

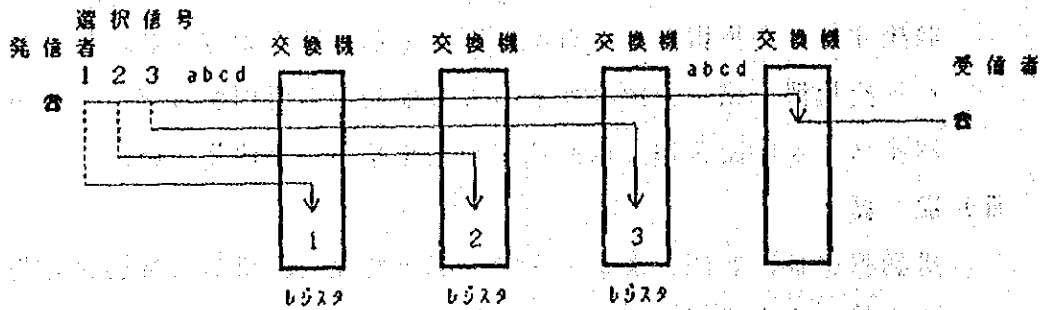
(注)
1633Hzは
将来の
拡張用

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

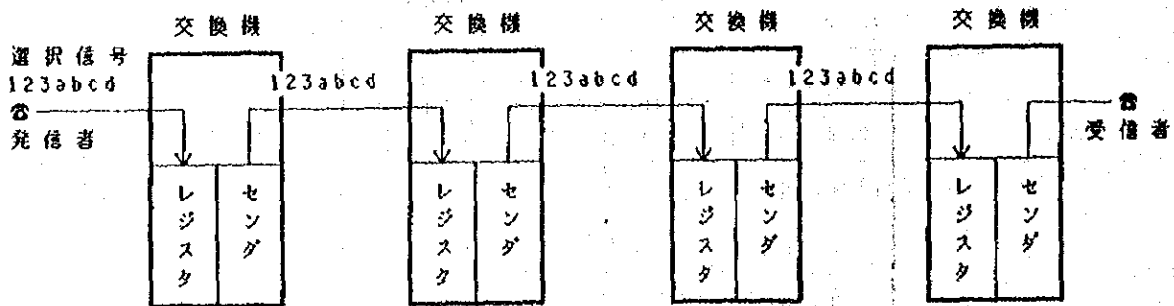
これはEnd-to-End方式と呼び、ダイヤル信号の数字ごとに交換機の出線を選択し次の局階位の交換機まで中継線を延長する。さらに次のダイヤル信号で中継線を伸ばすというふうに接続して行く方法である。



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

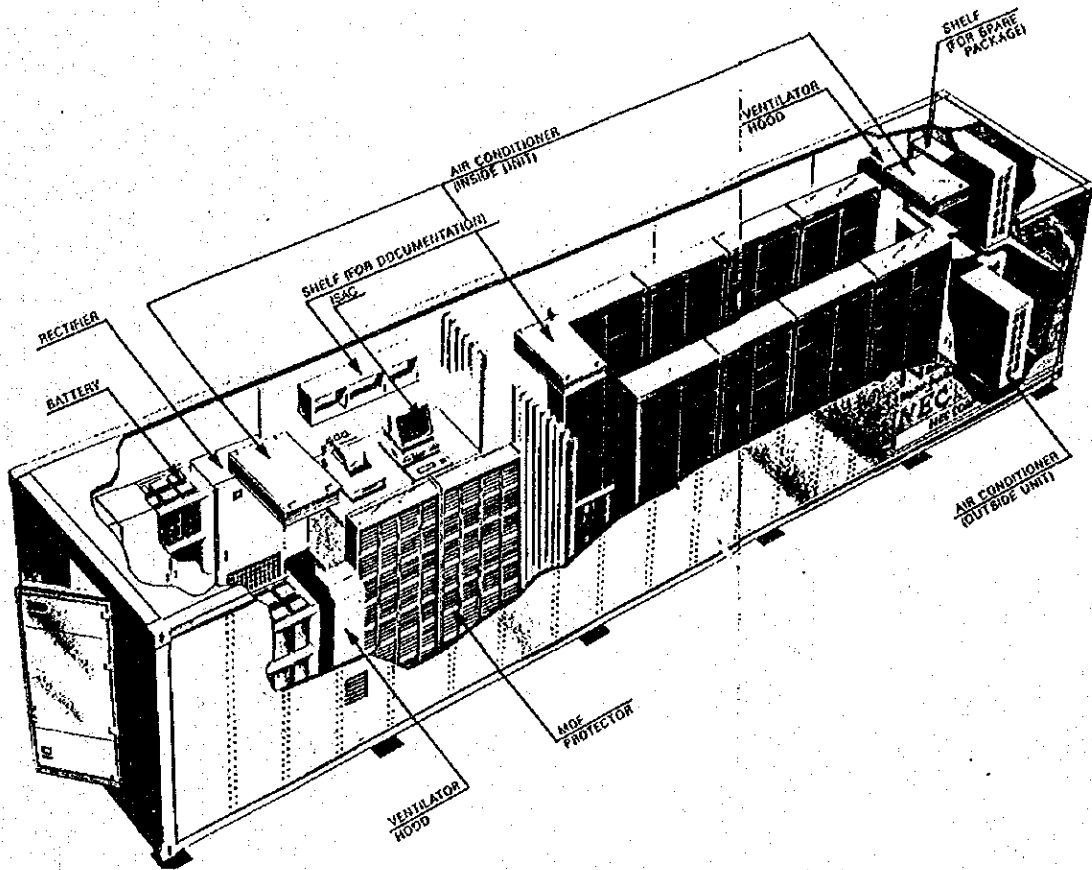


写真 3.1 コンテナ型交換機設備

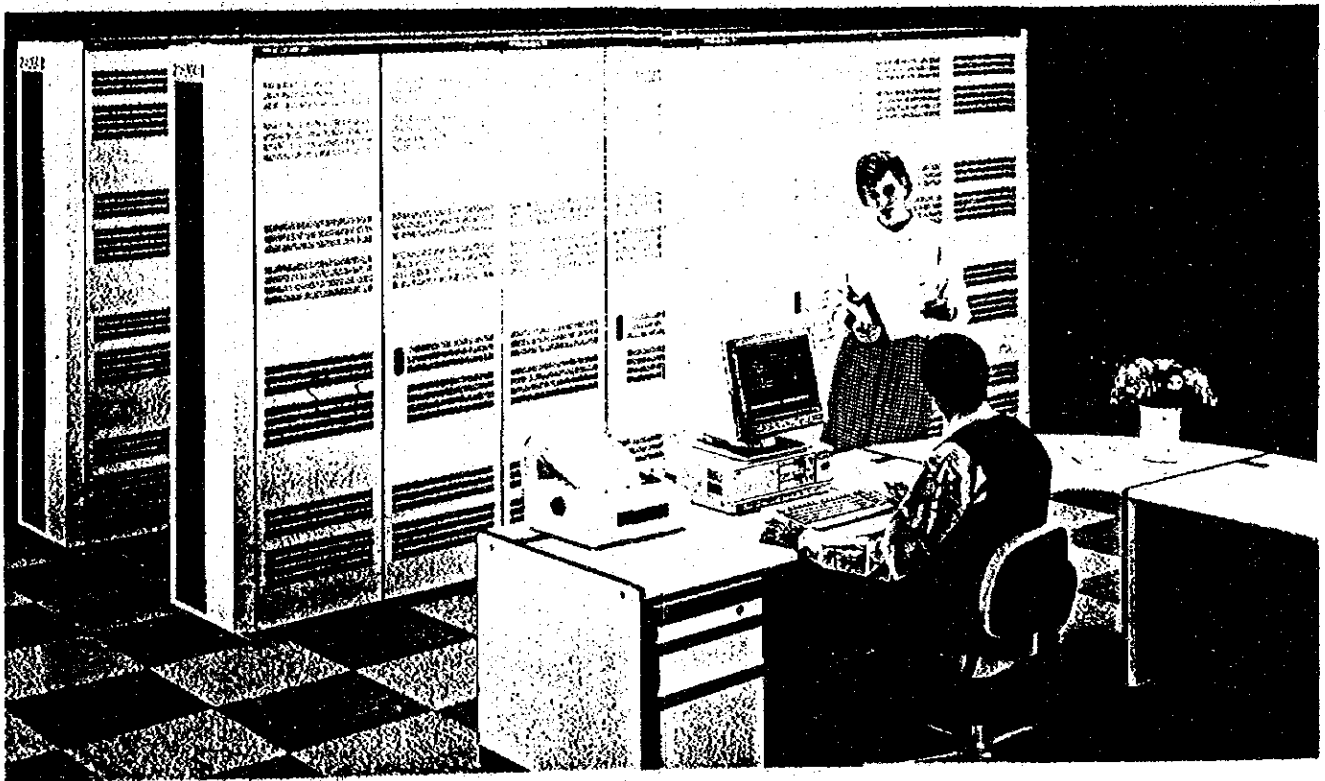


写真 3.2 局舎内設置の交換機設備

第 4 章

電気通信の技術基準

4. 電気通信の技術基準

4.1 国際技術基準

電気通信システムにおいて、通信網相互間、通信網と端末機器間、システム相互間などの相互通信性の確保、国内的あるいは国際的規模の電気通信システムの円滑な構築と効率的運用のため、各国とも通信システムの技術基準を定めており、国際的には国際電気通信連合など国際機関において技術基準を定めている。

電気通信に関する国際的とりきめ事項は、「国際電気通信条約」の締結による国際的合意がなされ、これに関する国際的な調整は、ITU（国際電気通信連合：International Telecommunications Union）が実施することになっている。

電気通信の国際的技術基準は、ITUの常設機関である国際電信電話諮問委員会（CCITT）および国際無線通信諮問委員会（CCIR）において実施されている。

その他衛星通信などについては、インテルサットや インマルサットにおいて国際標準仕様を公表している。

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。

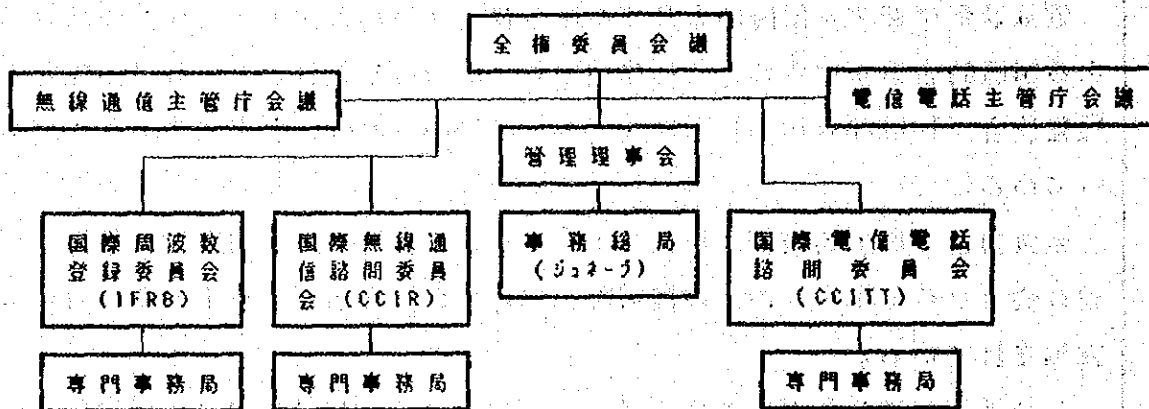
- a) 電気通信の改善と合理的利用による国際秩序の確立とそのため
の制度、基準などの研究開発と勧告
- b) 各国の無線局の混信対策、周波数配分計画の研究立案と調整
- c) 電気通信事業、利用促進のための技術的手段や能率的運用技術
の研究開発
- d) 電気通信利用料金の基準設定に関する協力
- e) 開発途上国に対する電気通信に関する技術協力

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。

(参考)

全権委員会 : 加盟国代表で構成されるITUの最高機関

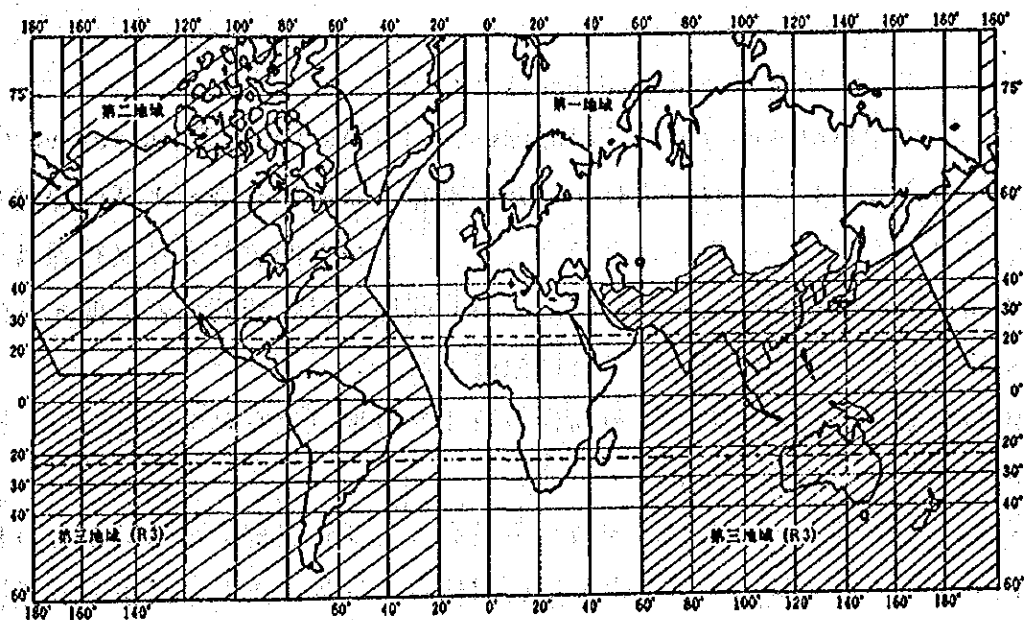
主管庁会議 : 世界主要な主管庁と地域主管庁会議からなり、特定の電気通信の問題を処理するために招集される

管理理事会 : 全権委員会から選ばれる36ヶ国代表で構成される。年間の承認、他の国際機関との調整に当たる

I F R B (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 W A R C 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。

I F R B 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。



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

(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

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。
ITUにはIFRBの他にCCITTとCCIRの2つの主要委員会がある。

a) CCITT: 無線以外の電気通信に関する委員会

b) CCIR : 無線通信に関する委員会

各々について、以下の各項で解説する。

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は、4.1表に示す研究委員会および作業部会の活動が行われ、この諮問委員会の成果は、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プロジェクト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。

4.1 表 主な研究委員会とその研究内容

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。	
研究委員会	研究内容
SG-1	電信とテレマチックサービスの定義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

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、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と同様通常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にもCCITT同様な技術分野に応じていくつかのワーキング・グループが設けられ、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、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。

参考として各研究委員会の研究項目の概要を4.2表に示す。

4.2 表 主な研究委員会とその研究内容

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。	
研究委員会	研究項目
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

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。

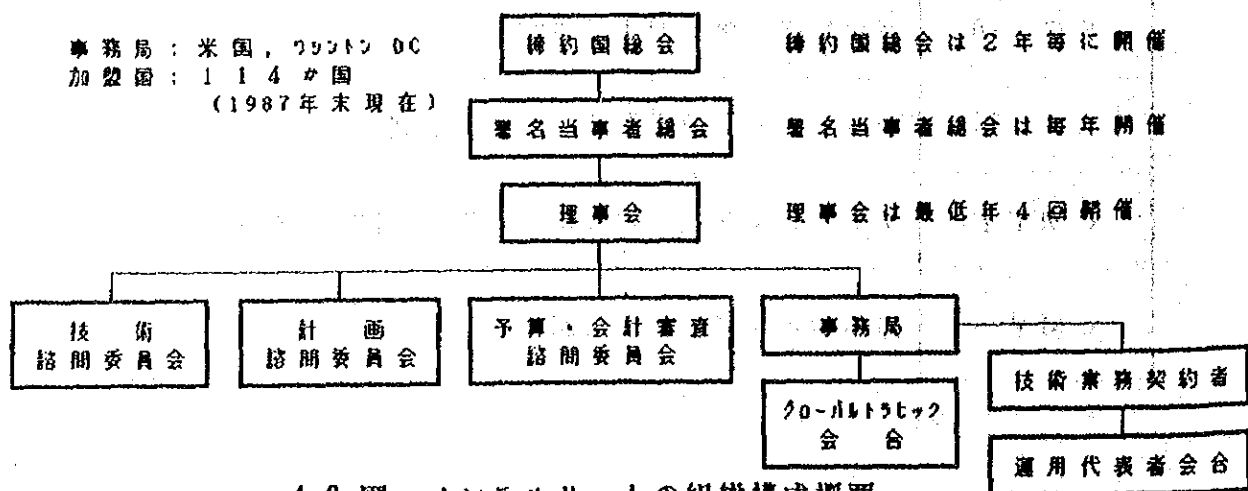
このような世界的な動きを背景として、インテルサットは米国の提唱により日本、カナダ、オーストラリアおよび西欧の11か国の参加により、1964年8月暫定制度としてコンソーシアムの形で発足した。

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、大西洋の赤道上に静止している赤道上の3群からなる14個の静止衛星群から構成され、各国に設置された地球局（1988年末現在、100か国以上、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（INTELNETサービス）

(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きで決まる。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、各国がその用途におおむね選択できるように配慮されている。

インテルサットの標準地球局は、A、B、C、D、E、F、Zに分けられているおり、その主たる技術的基準は下表に示す通りである。

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	総合ビジネス通信	3.5 ~ 8	14/11, 12	25/29/37
F-1/F-2/F-3	総合ビジネス通信	5 ~ 10	6/4	22.7/27/29
Z	国内通信	任意	6/4, 14/11	任意

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ものである。

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の遅れの他、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帯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。

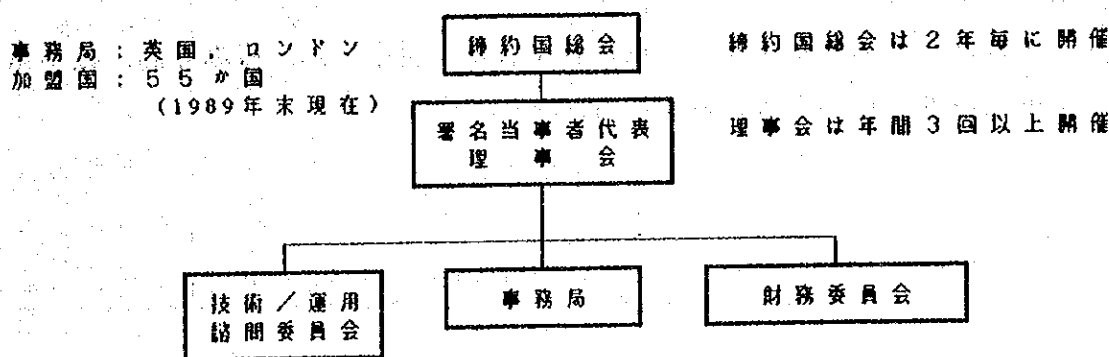
インマルサットは、条約の定めによって地球上すべての海域における遭難及び人命の安全に係る通信、船舶の効率的運行管理、海事公衆通信業務、無線測位の能力改善に貢献することが義務付けられている。

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。



4.4 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。

(3) インマルサット標準地球局技術基準

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。

4.3 表 インマルサット標準地球局主要技術基準

	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, テレックス, ファクシミリ, テータ	電話, テレックス, ファクシミリ, テータ	テレックス, テータ	電話, テレックス, ファクシミリ, テータ
伝送方式	アナログ	デジタル	デジタル	デジタル
レド-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 ダイポール, ヲリカル
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 テレックス	F M 2:1 ステレオ コンパンド 2 相 P S K	Q P S K 16kbps 適応 予測符号化 4 相 P S K	- - 1 2 相 P S K	
誤り訂正	なし	3/4 誤り訂正		
データ伝送速度	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) → ← 4192.5-4200MHz (左)	宇宙局 1535-1542.5MHz (右) → ← 1636.5-1644MHz (左)	海岸地球局	

4.2 国内技術基準

日本の場合、国内技術基準及び標準化作業は郵政省を中心にNTT、KDD、(株)電信電話技術委員会などの団体機関がCCITT勧告などのあるものはこれに準拠し、国際技術基準が未だ無いものについては電気通信事業者、メーカー、ユーザー等関係者のコンセンサスの下に郵政省の主催する電気通信審議会の審議を経て国内技術基準を制定している。

各国とも日本の場合同様、国内技術基準の制定を行っている。ただし開発途上国では、英国、フランス等先進諸国の技術基準に準拠している例も多々あるので注意する必要がある。

主たる技術基準は、接続基準、伝送基準および安定基準である。

電話網の技術基準は、換言すればサービスの品質を如何に高く保つかということである。それは、次の三つの要素に分けて規定される。

- a) 早く接続できること (迅速性) 接続基準
- b) はっきり聞き取れること (明瞭性) 通話基準
- c) 故障しないこと (安定性) 安定基準

電話事業者は、出来得る限り良い品質のサービスを出来るだけ安い料金で提供しなければならない。しかし最高の品質を追求すれば限り無くコストがかかる。そこで社会的に認められ得るサービス品質に帯する技術基準が設けられている。

1) 接続基準 (Traffic engineering standard)

接続基準とは、如何に迅速に接続されるか、これがどの程度であればよいのかその妥当値を規定するものである。その妥当値を接続品質の規格値といい、この基準はトラヒック設計の基礎となるものである。

すべての加入者の電話機の相互間をスイッチと伝送線で常時つないでおけば、相手の電話機が空いている限り絶対に話中は起こらない。しかし、すべての加入者が毎日一日中電話を使うわけではないから、こんなことをすれば膨大な設

備を遊ばせておくことになる。

電話機と加入者線は、加入者の数だけ用意するのが原則であるが、交換機と中継線は出来得る限り少なくし、なるべく多くの加入者の共用として設備の稼働率を上げることでより合理的なコストでのサービスが可能になる。この考え方が電話網設計の要点である。

そこで、電話の接続要求（電気通信の専門用語で「呼」という）の発生頻度と、生じた「呼」が交換機と回線を専有している時間（電気通信の専門用語で「保留時間」という）について統計的に調べ、最も「呼」の多い時間帯でも話中の頻度があまり多くならない程度の経済設計を行う。これを「トラヒック設計」という。

接続基準は、電話をかけたとき、途中の回線や交換機の話中に遭遇する割合（接続損失）と発呼してから相手が応答するまでの時間（接続遅延）との二つの要因で規定できる。これらは利用者に「待つ」という心理的影響をひどく及ぼさない範囲で規格が設定される。

2) 伝送基準 (Transmission engineering standard)

伝送基準とは、明瞭な通話を確保するためにはどの程度の通話品質が必要であるかなど、即ち通話品質の良さの目標値をさだめ、その実現のために設備が具備しなければならない条件を規定したものである。

電話において「良く聞える度合」を数量的に表したものを通話品質という。「良く聞える度合」には、電話機と伝送系だけでなく、電話機のある場所の騒音と音場特性、さらには通話者自身の特性まで含まれるが、ここで伝送品質の対象とするのは電話機と伝送系のみであり、実際の使用状態をほぼ代表できる条件のもとで「良く聞える」ように伝送基準を規定する。

通話品質にかかわる要因としては、送受話機の性能、信号レベル、伝送周波数帯域、雑音、歪み、漏話などがある。

3) 安定基準 (Reliability engineering standard)

安定基準とは、予知できないような使用状態の発生に際して接続及び伝送品質維持に関する信頼性技術基準である。即ち設備障害に対してサービスが

安定している度合を安定を規定するものである。

一般に故障率と不稼働率によって表される。

故障率は単位時間あたりの故障発生の確率を示し、不稼働率は故障している時間と全時間の比である。どちらも小さいことが望ましいが、高い品質を保証するには必然的に冗長設備（稼働している設備が故障した時にすぐに切り替わるよう待機している設備）が必要となりコストの増大を招くことになる。

このため基準値を定めるに当たっては、社会的要求と技術的可能性を考慮し妥当な目標値が定められている。

4) 品質の配分

電話網を構成する諸設備の設計のためには、総合規格をそれぞれの設備の経済性を考慮して配分する必要がある。そしてこのようにして設計された設備で構成されたシステムは総合品質の規格を満たすことになる。

これらの基準値については、必要に応じて基準書の必要な部分を参照されたい。

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. 新規に設備を導入しようとする場合、次の事項に十分考慮を払いながら調査しなければならない。

a) 過剰投資とならないかどうか

b) 今後の電気通信の需要を吸収できる設備であるかどうか

c) サービス開始直後に需要がまかないきれず増設工事に着手するようでは困る。少なくとも、サービス開始後3～5年間の需要をまかなえる設計とする設備規模はどうか

従って、調査実施に際して少なくともサービス開始3～5年後（その国の事情により異なるので調査団の判断が必要）の「呼量、トラヒック」の予測に必要な資料を収集しなければならない。

2. 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を得るための資料を収集することにある。

なかでも所要経費の見積もりは重要な判断資料となる。もとより正確な見積もりは詳細設計を待たなければならないが、出来得る限り確度の高い見積もりが出来るだけの資料を収集する必要がある。

3. 能率的な調査を行うには、事前に必要資料を出来る限り収集分析しておき、現地ではその確認と補完にあたるという態勢でのぞむべきである。

4. 本章では、基本設計にあたって必要な技術調査事項について次に示す区分でまとめられている。

5.1 通信需要量の予測

5.2 宅内設備と加入者線

5.3 交換設備

5.4 中継回線設備

5.5 電源設備と局舎

5.6 運用保守体制

5.1 通信需要量の予測

1. 現在、電話網の全くない国は無いと思われる。従って、この分野の無償資金協力要請案件は、既設電話網の拡充、改善など、全国電話網を構成するシステムの部分的老朽更新や網拡充が主であると考えられる。

電話網の拡充や一部分の設備更新であっても、要請案件の部分だけに着目して調査するのではなく、一つの全国電話網システムの中の位置付けを明確にし、その電話網システムの将来の計画の一環とした調査が肝要である。

2. 対象とする地域の交換機や中継伝送回線のトラヒック予測は当然のことながら、全国電話網との関連を十分考慮した予測をするための十分な資料収集と調査が必要である。

調査の重点項目

1. トラヒックデータを集める（もし電話網の整備拡充の場合、既設設備の中にトラヒック測定装置が設置されておれば）
2. 電話局が受持つ地域内の世帯数と人口統計
3. 将来の世帯数及び人口増加率予測資料
4. 国民総生産（GNP）統計及び将来の伸び率予測資料
5. その他、将来の通信需要予測に必要な資料

解 説

通信設備は、発生する通信要求に100%応える設備を準備するに越したことはないが、それには莫大な投資が必要である。事業計画は、常に最小の投資で最大の効果をあげる検討が必要である。通信設備の内容決定にあたって、発生する通信要求（これを「呼」という）に対してどの程度応じられれば社会的に容認されるか、その容認可能限度を見極め、それに基づく最小元の投資を行うような計画立案が必要である。経済的設備構成内容を決める基礎になるのがトラヒック量である。

トラフィック量は、呼数と呼が通信施設を占有している平均時間の積で与えられる。社会的容認、即ち通信要求の一定水準のサービスに応えるには、将来のトラフィック量を予測して設備計画を策定しなければならない。その予測の精度は、その計画の良否を左右する。若し精度が低いと交換設備、伝送設備などの計画と実際のトラフィックとが整合しなくなり、需要に応えられずサービスの低下を招いたり、逆に過剰投資で遊休設備が増えたりするので予測の精度を高めるために十分な資料調査を行うことが肝要である。

5.2 市内電話局設置計画と宅内設備，加入者線

1. 無償資金協力プロジェクトにおける宅内設備は、通常相手国の分担となる。しかし、日本側分担事項とのインターフェイスについて十分調査し、プロジェクト実施に当たって問題をおこさないようにしておくことが必要である。
2. 加入者線設備は、開発途上国における電話網のネックとなっているケースが多い。熱帯多雨地域でのケーブルの浸水による障害のほか、交通量の増加による埋設線路の損傷などである。

中継伝送線は「線」、無線では「点」の保守をすればよいが市内電話網の加入者線は「面」の保守が重要課題であるため、加入者線関連設備の老朽更新や整備拡充にあたっては安全性を最優先に考える調査が必要である。

調査の重点項目

1. 市内電話局区域
2. 既設設備と新規設備とのインターフェイス
3. 既設設備の廃棄基準
4. 採用すべきケーブルとその工法

解 説

- 1) 加入区域は、基準となる加入者数、加入者線の伝送損失や直流抵抗による技術上の制限のほか、行政区画、産業・民生の状態などにより定められる。複局地ではこのほか、市内通話の交流状況などの資料をもとに、技術的、経済的条件を考慮の上設定される。

市内電話局の位置を決定する要因は、加入者の需要密度分布、発着信呼率、トラヒック交流状況、加入者線・市内中継線・交換機・電力・土地・局舎などの施設費、運用保守費などである。

需要予測をたて、市内網のコストが最小になるように、収容区域・局規模・局

位置・計画年度・サービス開始年度を定める。

何年後の需要予測値を計画の基準にするかは、各々の国により、また地域の経済基盤により決められる。

2) 市内電話網の拡充プロジェクトの場合、既設設備と新規設備間のインターフェイスは重要な課題である。さらに設備稼働後の運用・保守上に当たって、無用の混乱が起きないように配慮することが必要であろう。

出来得る限り運用・保守の一元化が起についての考慮が望ましい。

3) 参考として日本で使用されているケーブルについて以下に2, 3の例をあげておく。

i) 市内/市外ケーブル

市内電話網には、0.32mm, 0.4mm, 0.65mm, 0.9mm、市外ケーブルとしては、0.65mm, 0.9mm の径の銅心線に紙絶縁, PE絶縁 (ポリエチレン), PVC絶縁 (ポリ塩化ビニール), PEF絶縁 (発砲ポリエチレン) を施し、これを数百対から数千対にまとめたものが使用される。

昔はガス封入方式の鉛被ケーブルが使われることが多かったので、開発途上国では今でもこの形式のケーブルが存在すると思われる。

現在はPEFケーブルが一般的である。

ii) 加入者線引込み用ケーブル

PVC被覆の網線の周囲に対構成のPE絶縁, PVC被覆の電線をより合わせた自己支持構造のSDワイヤ (Self-supporting distribution wire) が使用される。

4) 現地調査の結果を線路図, 管路図にまとめる。

i) 市外線路図

市外線路図とは、集中局区域単位で縮尺1/25000 ~ 1/50000の地図上に市外線路の経過位置, ケーブルの種類, 電話局の所在位置などを記入するとともにその周辺の地勢, 地形関係を明らかにしたものである。

ii) 市内線路図

市内線路図とは、縮尺1/1000~1/1500の地図上を使って市内架空線路の電柱や支線の位置、引込み端子盤の位置などを明確にした図面である。

iii) 引込みケーブル明細図

引込みケーブル明細図とは、各中継所ごとの引込みケーブルの敷設位置、ケーブル成端位置、局舎外壁から接続部までの実長とケーブル名称などについて縮尺1/50~1/300の平面図、側面図、断面図で明確にしたものである。

iv) ケーブル直線図

ケーブル直線図とは、中継ケーブルや市外ケーブルについてその設備の構成内容（ケーブル種別、線路直長など）、線路の形態（マンホール、ケーブル接続点など）の詳細を直線図で作成したものである。

v) 管路図

管路図とは、マンホール、ハンドホール、とう道、引上げ柱等の間を結ぶ硬質ビニール管の経路を示す図面である。

4) 開発途上国では極めて古い設備を大事に使っている場合が多い。これは経済的理由もあるが、設備の保守基準や廃棄基準が明確でないためである。古い設備を大事に使うことの是非は各々の国に事情によるが、昨今のめざましい技術開発の裏で、古い機器の補修部品の補給が困難になり、これは通信サービスの低下につながる。

従って、整備・拡充プロジェクトの場合、一部分の老朽更新でよいのか、全面的更新がよいのか、適切な判断が要求される。

また、この際、設備の保守基準や廃棄基準の明確化についての提案も重要な課題であろう。

5.3 交換設備

1. トラヒック量の予測から交換機の容量が決まる。
交換機の機種を選定については、今後の拡張計画やその国の電話網に対してどんな機種が最適であるか、相手側と納得のいくまで討議し、機種選定に必要な情報・資料の収集調査を行う。
2. 自動か半自動化か、デジタルかアナログか、固定型か可搬型か、案内サービスや料金確認サービス等の必要性など相手側とのコンセンサスを得ることが重要である。
3. 交換機は電話網で使用する設備の中でも最も技術革新の著しい分野であるから、相手側に対する十分な説明と理解を得る方策が必要であろう。

調査の重点項目

1. 必要な交換容量
2. 信号方式
3. 番号方式
4. 課金方式

解 説

1) アナログ交換機とデジタル交換機の得失

	アナログ交換機	デジタル交換機
信号の品質確保	デジタルに比べて劣る	よい
通信網とのインターフェイス	デジタル回線に対してA/D変換が必要	問題ない
大 き さ	交換機の小型化に限度	アナログに比べて小型
経 済 性	特注品、コスト割高	量産化でコスト逓減化
一 般 性	将来生産中止	今後の主流
非電話系サービス	困 難	容 易

2) 固定型交換機と可搬型交換機の得失

	固定型交換機	可搬型交換機
局舎の建築	必要	必要ない
必要敷地面積	広い敷地が必要	コンテナ型、狭くてよい
工事の難易度	難	易
工事期間の長短	長	短
経済性	建設費コンテナ型より高い	安い
空調等付帯設備	高価	安い

3) 半導体及びコンピュータ技術の発展によって交換機技術は一般の電子機器並みの扱いを受けるようになったが、それ以前、交換機は特殊な技術分野に属していた。そして各国は独自の技術をもって開発製造を行ってきた結果、現在交換機を独自で開発製造出来る国は、わずかに日本、米国、カナダ、フランス、スウェーデン、西独の7か国である。

その他の国、即ちスペイン、ソ連、中国、スイス、イタリア、インド、オーストラリア、シンガポール、マレーシア、ベルギーなどでもライセンス生産が行われている。

交換機は、国際的標準化が遅れた機器の一つであり、かつその寿命は20～50年と長い。開発途上国では、経済的理由で地域ごとに当時安価であった製品を導入、即ち同一国内に数社の交換機が散在し、国内統一が出来ていない状況にある。通信網の整備拡充プロジェクトの実施に当たって問題となるのはこの部分である。通信網の整備拡大時の宿命として既設の他機種とのインターワークが必要条件である。この点を見落とすと後で大変な問題を惹起する可能性があるので十分な調査が必要であろう。

交換機の種類の概要は第2章で述べたが、ここで今一度自動交換機の分類別の製造国を紹介しておくことにする。

(1) スタップ・バイ・スタップ式交換機

- a) ストロージャ形 : 米国、英国、日本
- b) ジェームス形 : 西独、日本
- c) AGF形 : スウェーデン

d) ユーサー形 : 米国, 英国

e) パネル形 : 米国

(2) 知事式交換機

i) 部分制御式交換機

a) ベンコンタ形 : フランス

b) エリクソン形 : スウェーデン

c) I T T形 : ベルギー, 米国

ii) 共通制御式交換機

a) W E形 : 米国 (No. 4, No. 5)

b) N T T形 : 日本 (C1~C9, C400)

iii) 部分電子式交換機

a) エリクソン形 : スウェーデン (ARE, AKE)

b) I T T形 : ベルギー (10C)

c) ノース形 : 米国 (NX1E)

d) B P O形 : 英国 (TXE)

(3) 電子式交換機

i) ワイヤード・ロジック式交換機

a) B P O形 : 英国 (TXE)

ii) プログラム制御式交換機

- マトリクス式電子交換機

a) W E形 : 米国 (No. 1, No. 2)

b) GTE形 : 米国 (No. 1, No. 2)

c) N T T形 : 日本 (D10, D20, D30)

d) エリクソン形 : スウェーデン (ARE)

e) マクソンタ形 : ベルギー, フランス

f) NEC形 : 日本 (ND20, NXE20)

- デジタル式電子交換機

a) アルカテル形 : フランス (E 10)

b) バイダー形 : 米国 (ITS)

c) カールソン形 : 米国 (SYSTEM CENTURY)

- d) Xリクソン形 : スウェーデン (AXE 10)
- e) I T T形 : 米国 (SYSTEM 12)
ベルギー (ITT 1240)
- f) ノーデン形 : カナダ (DMS 100/200)
- g) B P O形 : 英国 (SYSTEM X)
- h) W E形 : 米国 (No. 4, No. 5)
- i) N T T形 : 日本 (D60, D70)
- j) NEC形 : 日本 (NEAX 61)
- k) FUJITU形 : 日本 (FETEX-150)
- l) ジーメンス形 : 西独 (EWSD)

4) 交換機には、信号方式・番号方式・課金方式など、交換設備と切り離せない事項がある。これらについて既設方式の十分な調査が必要であろう。

(1) 信号方式

例えば、信号の主なものは次のようなものがある。

	電話機 - 市内電話局	電話局相互間
タイトル信号	タイトルパルス	タイトルパルス
フラッシュオン信号	8周波数の組合せ	
オフフック信号	起動	
オンフック信号	切断	
呼出信号	着信連絡音	
リングバックトン信号	呼出中連絡音	
M F 信号		6周波数の組合せ
HFC 信号		6周波数 × 6周波数の組合せ
No. 6 信号		ネットワーク運用の共通信号
No. 7 信号		ネットワーク運用の共通信号
起動信号		接続の開始
応答信号		受話器上る
切断信号		受話器下す
課金信号	度数計起動	度数計起動

信号方式の主な目的は、本文第4章に既述の如く、発信・着信を知らせる、交換機に必要な動作をさせることである。

信号方式はそのための統一された信号の利用法や伝達方法を約束するものであ

り、通信網を構成する交換機、伝送路、端末を有機的に結合する役割を果たすものである。

従って、信号方式は、一旦導入されると長期にわたって機能を制約することにもなる。そしてその変更には莫大な投資を必要とする場合もあるから、信号方式の導入に当たっては長期的展望に立って検討されなければならない。

(2) 信号方式の具備条件

信号方式の具備しなければならない条件を以下に示す。

a) 情報の伝達性能

- i) 信号方式として必要な信号種類が得られること
- ii) 接続、応答などに対してサービス品質基準を満足するものであること
- iii) 長距離伝送路においても確実に機能すること
- iv) 本来の目的とする通信内容とこの信号、あるいは信号方式の信号相互間の識別が容易であること

b) 適合性

- i) 導入に際して既存信号方式との共存が可能なこと
- ii) 信号方式の変更、拡張が可能であること
- iii) 通信網全体に適用可能なこと
- iv) 将来の網全体の機能向上に支障をきたさないこと
- v) 保守性が優れていること

c) システム条件

- i) 安定性に優れていること
- ii) 通信網全体的に見て経済性に優れたシステムであること
- iii) システムの体系化が明確であること

(3) 課金方式

通信料金は、各々の国によって計算方法が異なるが、課金方法は次のように分けられる。

市内課金	{	定額方式
		一呼数一度数方式
		時分制方式：(3分間ごとに度数計を動す)

市外課金

距離別時間差方式：（距離別に定められた分秒ごとに
度数計を動かす）

詳細課金方式：（いつ、どこへ、何分、料金の記録を
残す方式）

度数計方式は、詳細課金方式に比べて設備投資が少なくてよい。記録が残らないためのトラブルを問題にしなければ、投資資金に限界がある場合の導入に遺している。

(4) 課金制度の具備すべき条件

- i) 公平で加入者の納得が得られるものであること
- ii) 加入者に理解し易い制度であること
- iii) サービス原価に対応するものであること
- iv) 自動課金装置が簡単なものですむこと

(5) 番号方式

ダイヤルで相手の電話機に接続させるためにはそれぞれの電話に特定の番号が必要である。そのため一般的に次のような番号構成方式がとられている。

市外識別番号	+	市外番号	+	市内局番号	+	加入者番号
--------	---	------	---	-------	---	-------

国際接続の場合は更に

国際接続識別番号

 +

国識別番号

 が付けられる。

番号の桁数は通信網の規模によって検討決定されなければならない。

(6) 番号計画の具備すべき条件

- i) 将来に予想される加入者の増加や新規サービスの発生に対して長期間十分対応できる、即ち永続性のあるものであること
- ii) 簡単で規則性があり、わかり易いこと
- iii) 普遍性があること
- iv) 装置類が経済的に構成され得ること
- v) 国際基準に適合すること

以上の諸事項を念頭において調査することが肝要である。

5.4 中継回線設備

1. 中継回線は、有線か無線かなど伝送方式に関する調査を実施する。
2. 中継局設置場所の選定調査を実施する。

調査の重点項目

1. 伝送方式（有線、無線）の見極めに関する調査
2. 伝送予定経路の踏査
3. 中継所候補地の踏査
4. 潜在電界の測定
5. 伝播テスト

解 説

1) 有線／無線の比較検討材料を収集するとともに現地の踏査を行い建設の難易度や建設コストなど多角的な検討が必要であろう。

有線伝送路の敷設が事実上不可能な山岳地帯、砂漠地帯や離島では、無線回線に頼らざるを得ない。無線伝送路の設計において最も大切なのは送受信点・中継点の選定にある。少容量通話路回線にはVHF、UHFも使われるが大容量の幹線、テレビの伝送にはSHF（マイクロ波）が使用される。

マイクロ波は2, 4, 5, 6, 11, 15 GHz帯が使われる。日本の例を次頁に示した。

トラヒック設計によって導き出された所要回線数、伝送距離、使用可能周波数などを勘案してどの方式を使うかを定める。

2) 国内の電話網に衛星による無線伝送路を利用している国もある。開発途上国では、インテルサットなど国際通信用衛星のトランスポンダーの一部を借用している国が多いが、国内通信専用の衛星を所有している国（インドネシア）もある。

方式 項目	UF-04	2S-P1	SF-B5	SF-E1	SF-U3	SF-T3	SF-F3	15S-P1
伝送方式	2GHz帯 FDM-FM	2GHz帯 PCM-PH	4GHz帯 FDM-FM	5GHz帯 FDM-FM	6GHz帯 FDM-FM	11GHz帯 FDM-FM	15GHz帯 FDM-FM	15GHz帯 PCM-PH
送信電力 W	0.3	0.05	5	20	11	0.5	2	0.1
通話路容量 (CH/RF)	600	240	960	2700	1800	960	2700	960
無線周波数 帯 (MHz)	2110 - 2290	2110 - 2290	3600 - 4200	4400 - 5000	5925 - 6425	10700 - 11700	14400 - 15250	14500 - 15250
標準中継間 隔 (km)	50	25	50	50	50	30	3	10
無線チャンネル 数	5+1	9+1	6+1	6+1	7+1	10+2	9+1	9+1
電源	DC-21	DC-21	DC-48	DC-21	DC-21	DC-21	DC-21	DC-21

3) 地図の上で所要の中継局設置候補点を定め、踏査および伝播テストによって
 実際の中継局の設置場所を決定する。

6.5 電源設備と局舎

1. 通常、交換機、伝送設備、無線設備に必要な電力は、一瞬たりとも停電することのないよう蓄電池から供給する方式にしている。
その蓄電池を商用電源で常時充電するという形態をとるのが普通である。
さらに商用電源の停電に備え、ディーゼル発電機を置いたり、太陽電池、燃料電池などが用いられることもある。
調査実施案件について、どの方式が適当であるかについて十分な調査が必要である。
2. 恒久局舎を建設する場合と少容量の無人市内分局などは交換機を積載したトレーラーをそのまま置いておくモバイル方式なども用いられる。
どちらにするか、現地の環境条件、将来計画等を勘案の上相手側とも十分コンセンサスを得た上で調査の結論を出すようにしたい。

調査の重点項目

1. 商用電源の方式、安定性の調査
2. 局新設の場合は、商用電源引込みの可能性の調査
3. 非常用または代替電源の方式選定にかかわる調査
4. 局舎の建築条件、現地資材・労力の入手条件などの調査

解 説

電源と局舎及び空調設備等は、通信設備の安定運用のために極めて重要な要素である。

また建設コスト上にも大きな影響のある部分であるから十分な調査検討が必要である。

5.6 運用保全体制

供与した施設が長い間役に立つかどうかは、相手先機関の運用保全如何にかかっている。運用保全の体制、補修部品の管理補給体制、技術者の教育訓練などの現状を調査し、援助プロジェクト完了後供与施設の運用保全が充分に行われるかを見極める必要がある。

もし不安の点があれば改善について相手機関と検討し、合意のもとに改善策を見出しておかなければならない。

調査の重点項目

1. 運用保全組織の評価
2. 運用保全技術者の技術水準と人数
3. 機器資材の管理状況
4. 補修部品の管理状況
5. 施設の現況把握体制と長期計画

解 説

営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) 通信施設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、そのほかに保全業務専門の要員を置き、如何なる業務組織を持っているか。

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

機器や通信網の図面など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

自国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

基 本 材 料

8. 参 考 資 料

公衆通信網の標準モデルを論ずることは極めて難しい。現実の通信網は極めて複雑で、その国の経済社会環境に大きな関わり合いを持ち、そのすべてを定量的に取り扱うことは困難である。通信網は社会的ニーズにより順次成長するものであり、それも各々の地域社会ごとに独立的に発展し、その成長速度は必ずしも一致しない。

通信網の規模は、社会が要求するサービスの種類や平均通信需要量によって違ってくる。

放送局や地球局の建設工事の場合は一箇所又は数箇所の点での工事であるが、公衆通信網の建設は、一つの地域を対象とする電話網の場合であっても、マンホールや電柱、ケーブルの埋設や架線工事など面での工事であることが特徴である。従って、公衆通信網建設の基本設計実施工程は、加計外規模による差異があると考えられる。

以下は過去に実施された加計外を参考にしてまとめた結果である。

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	事 前 準 備	a) インベクシオン・レポートの作成	5 ~ 10	3 ~ 4
		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		
作 業	調 査 資 料 解 析 ・ フ ラ ヴ ト ・ レ ポ ー ト の 作 成	a) 調査結果の解析整理	45	7
		b) フラフト・レポートの作成		
		p) 市内電話網建設または網拡充 の場合	45	7
		y) 市内電話網の老朽更新の場合	45	7
		u) 市街マイクロ中継所建設または老 朽更新の場合	30	4

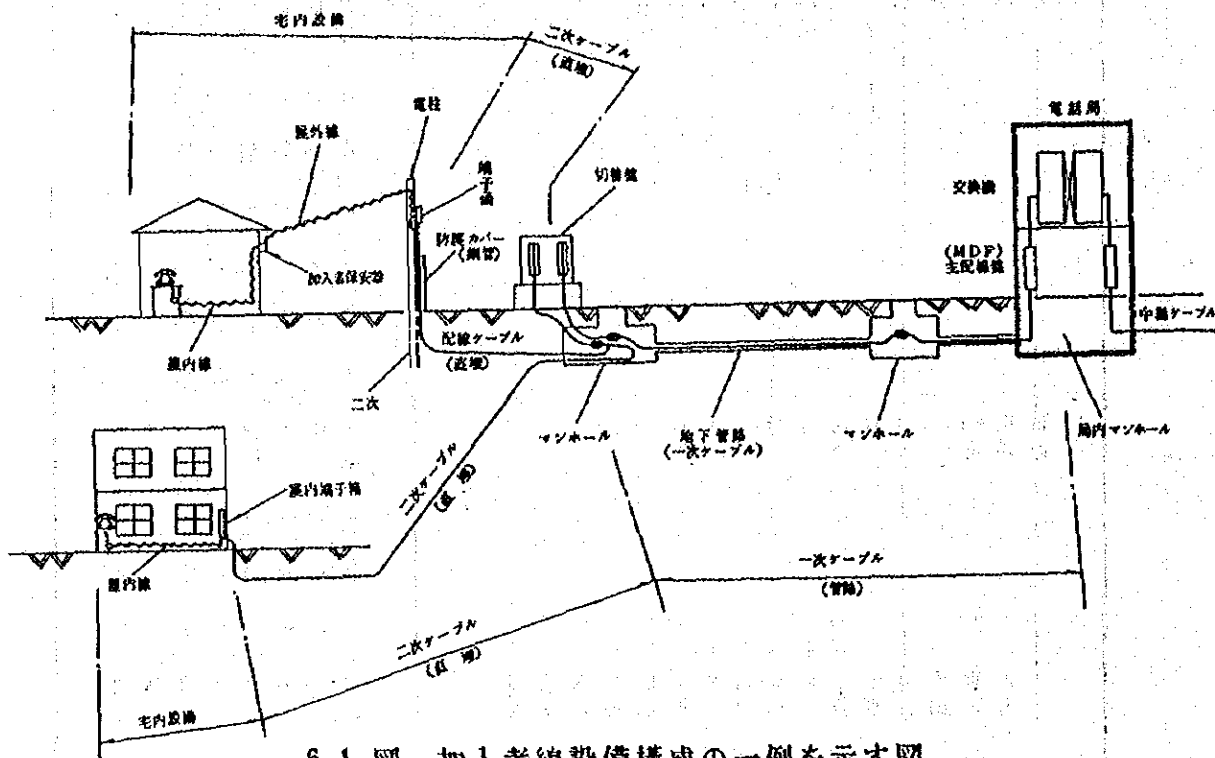
項 目		作 業 内 容	期 間 (日)	人 数 (人)
国内 作 業	ファイナルレポート の作成	a)ドラフトレポートの説明及び協議結 果の整理 b)ドラフトレポートに修正を加えファイ ナルレポートを完成させる c)ファイナルレポートの印刷・校正・ 製本	15	3
	現地調査	a)インタラクティブレポートの説明 b)質問状の回答回収 c)必要資料・情報の収集 d)現地関係者との協議 e)電界強度等の測定 f)建設予定地の踏査 P)市内電話網建設または網拡充 の場合 I)市内電話網の老朽更新の場合 U)市街マイクro中継所建設または老 朽更新の場合	30 30 30	7 7 4
現 地 作 業	調査資料解 析、ドラフトレ ポートの作成	a)ドラフトレポートの説明 b)ドラフトレポートの協議 c)最終確認	10	3～4

プロジェクトの規模	業務担当
P)市内電話網建設または網拡充の場合	- 市内通信網システム 設 - 線路設備計画 - 1 - 線路設備計画 - 2 - 伝送設備計画 - 1 - 伝送設備計画 - 2 - 交換設備計画 - 土木設備計画

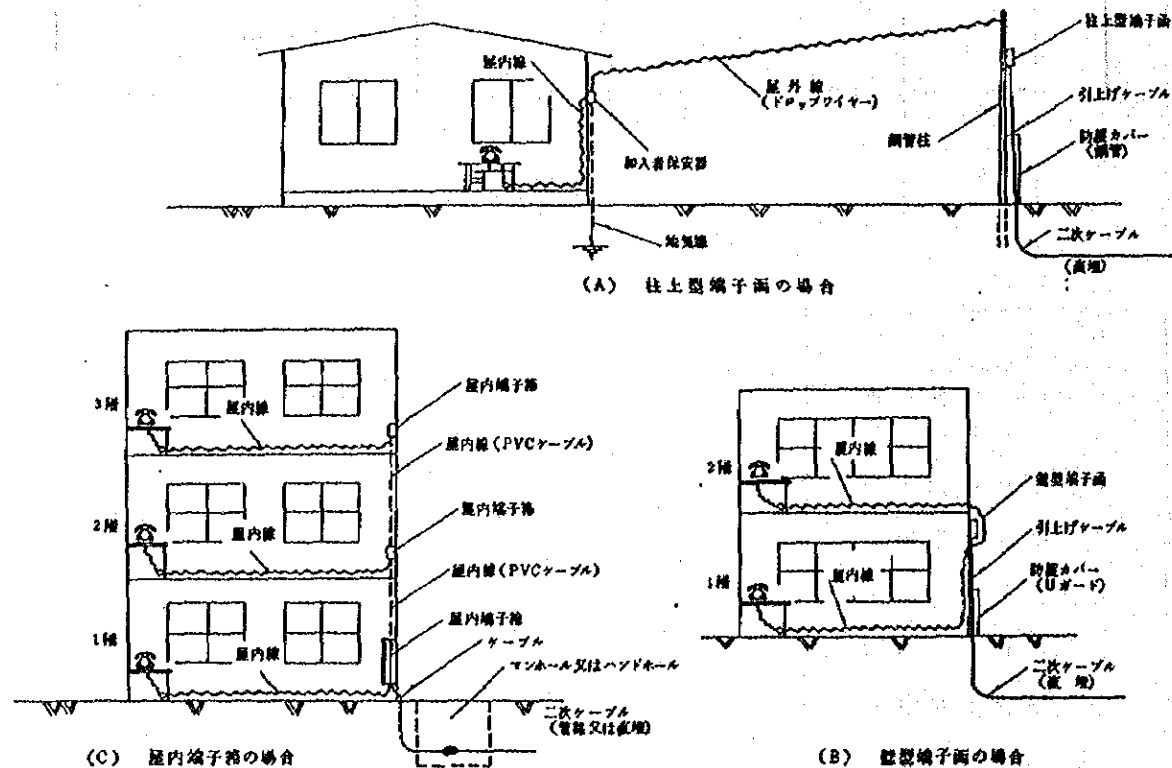
プロジェクトの規模	業務担当
1) 市内電話網の老朽更新の場合	<ul style="list-style-type: none"> - 市内通信網システム設計 - 線路設備計画 - 1 - 線路設備計画 - 2 - 伝送設備計画 - 1 - 伝送設備計画 - 2 - 交換設備計画 - 土木設備計画
2) 市街マイクロ中継所建設または老朽更新の場合	<ul style="list-style-type: none"> - 市街通信網システム設計 - 伝送設備計画 - 1 - 伝送設備計画 - 2 - 土木設備計画
* 新規に通信事業を始める国の場合は右の調査業務を追加する必要がある	<ul style="list-style-type: none"> - 公衆通信事業運営計画 - 通信回線運用計画 - 料金計画

6.2 システム構成参考モデル

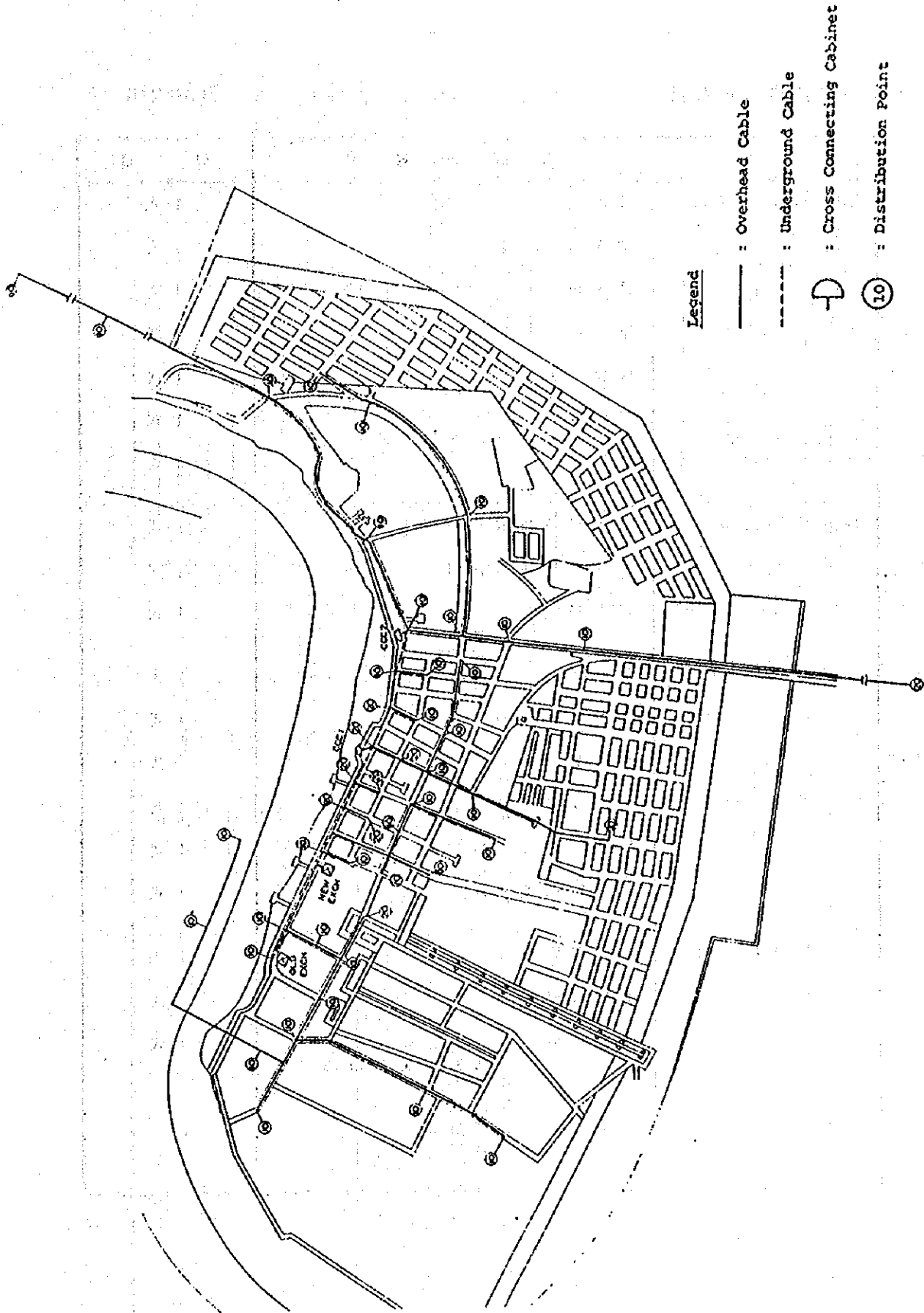
1) 加入者線、宅内設備構成及び市内ケーブル敷設参考モデル



6.1 図 加入者線設備構成の一例を示す図



6.2 図 加入者宅内設備構成の一例を示す図

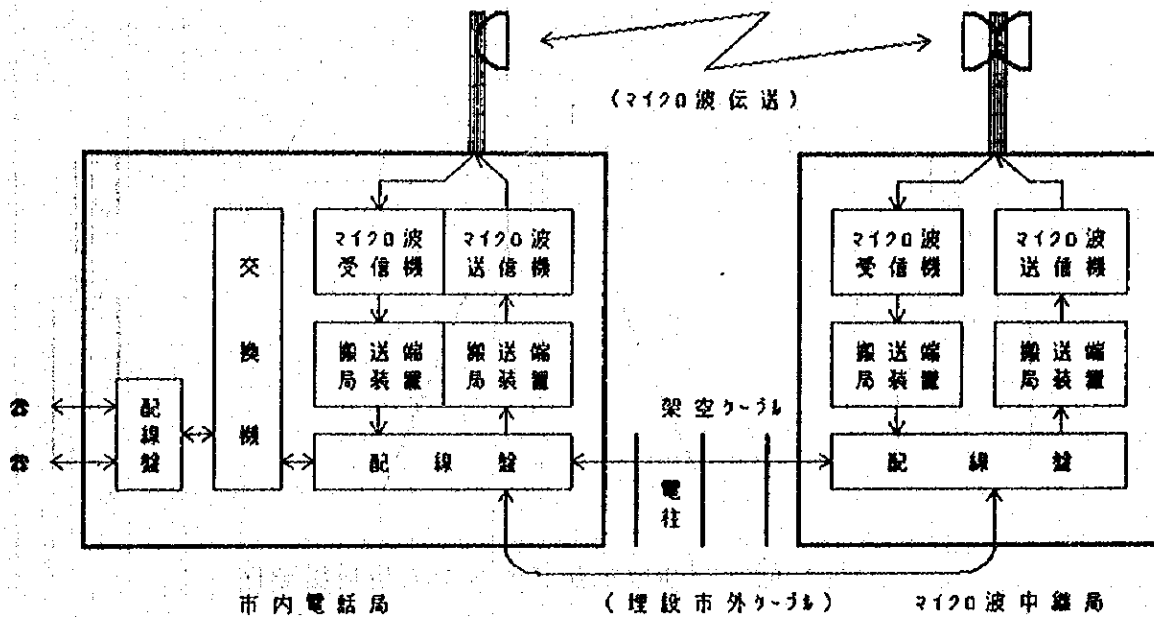


6.3 図 市内ケーブル網敷設計画の一例を示す図

主たる使用機器の構成

	構 成 機 器 名	数 量
加入者宅内設備	電話機 加入者保安器 端子箱 電 柱 線保護カバー 屋内線 接地線	1 式 1 式 1 式 1 式 1 式 1 式 1 式
加入者線設備	地下管 路用 資材 マンホール用資材 切 換 盤 - 端 子 - 防 護 箱 電 柱 地下ケーブル 架空ケーブル 引込み線 ケーブル接続用材料 支線用編より線	1 式 1 式 1 式 1 式 1 式 1 式 1 式 1 式 1 式
市内電話局設備	自動交換機 主配線盤 電力設備 - 商 用 電 源 受 電 装 置 - 蓄 電 池 補 給 装 置 - 充 分 電 流 電 源	1 式 1 式 1 式

2) 市外伝送システム参考モデル

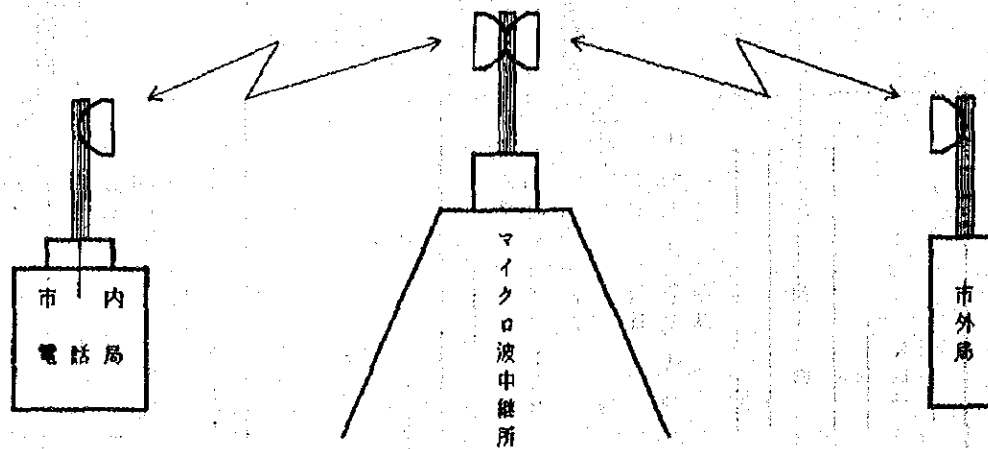


6.4 図 市外伝送システム構成概要図

主たる使用機器の構成

	構成機器名	数量
市内電話局設備 (市外伝送部分)	マイクログ波送信機	1式
	マイクログ波受信機	1式
	搬送端局装置(送受信用)	1式
	ハルネラアンテナ及びフィーダー	1式
	アンテナ铁塔	1式
	打合回線装置	1式
	試験監視装置	1式
	システム監視制御装置	1式
	電源装置	1式
マイクログ波中継局	マイクログ波送信機	2式
	マイクログ波受信機	2式
	搬送端局装置(送受信用)	2式
	ハルネラアンテナ及びフィーダー	2式
	アンテナ铁塔	1式
	打合回線装置	1式
	試験監視装置	1式
	システム監視制御装置	1式
	電源装置	1式

3) マイクロ波中継伝送システム参考モデル



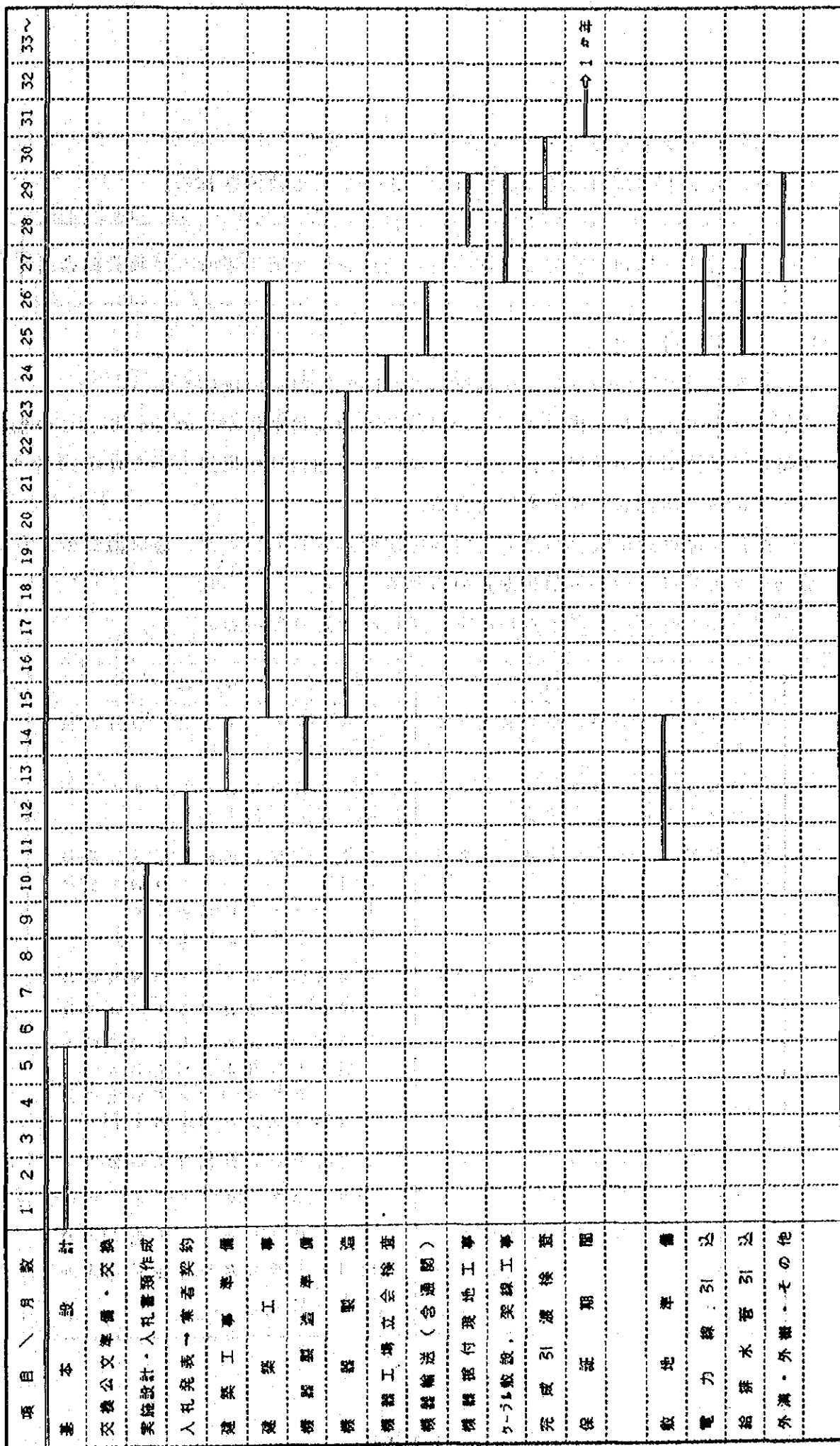
6.5 図 マイクロ中継伝送システム構成概要図

主たる使用機器の構成

	構成機器名	数量
市内電話局設備 (市外伝送部分)	マイクロ波送信機	1式
	マイクロ波受信機	1式
	搬送端局装置(送受信用)	1式
	ホラホラアンテナ及びフィルター	1式
	アンテナ鉄塔	1式
	打合回線装置	1式
	試験監視装置	1式
	シスレム監視制御装置	1式
	電源装置	1式
マイクロ波中継局 及び市外電話局 (マイクロ波伝送 部分のみ)	マイクロ波送信機	2式
	マイクロ波受信機	2式
	搬送端局装置(送受信用)	2式
	ホラホラアンテナ及びフィルター	2式
	アンテナ鉄塔	1式
	打合回線装置	1式
	試験監視装置	1式
	シスレム監視制御装置	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

プロジェクト実施の概算事業費は次のようにして積算される。

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

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／機體取扱説明書の作成が必要である。
- 製造会社側のみ検査、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。	- 客先の仕様決定、客先との詳細打合せ後でないとも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、通話チャネル数、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まるものである。

この資機材の値段は、「工場渡し」値段ばかりでなく、次のような種類がある。「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」などの条件による場合があるので注意を要す。

(参考)

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/m²
- b) 普通ケース梱包 15,000 円/m²
- c) クレート梱包 11,000 円/m²

d) バンドル梱包 4,000 円/m³

e) ベアラー梱包 1,000 円/m³

すべての通信機器は、精密機器であるから J I S 防湿包装としなければならないが、鉄塔材料、線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。従って、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	13トン車を超える 1トン車を増す車 種までごとに
10kmまで	5,130	6,520	7,400	8,680	9,890	11,010				
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	15,680	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 "	12,460	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	29,080	3,110
70 "	15,190	16,940	18,210	20,320	22,460	24,330	27,170	30,930	31,870	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	2,750	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	7,860	850

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	13トン車を超える 1トン車を増す車 種までごとに
10kmまで	4,620	6,820	7,900	8,670	9,580	10,340				
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	26,290	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	28,750	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 "	20,360	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	5,860	6,530	7,230	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トン車を超え 2トン車を増す ごとに
10kmまで	4,440	6,330	7,390	8,450	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 "	10,860	12,280	13,150	14,810	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	2,660
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	31,480	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	34,690	37,400	39,970	3,670
110 "	19,890	22,190	23,790	28,550	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 "	21,660	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	39,060	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	5,560
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 を増すごとに	1,480	1,630	1,760	1,960	2,180	2,380	2,690	2,900	3,290	460
500kmを超え50 kmまでを増す ごとに	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トン車を超え 2トン車を増す ごとに
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	31,800	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	3,880
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 を増すごとに	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 ごとに	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>車 まで	2ト>車 まで	3ト>車 まで	4ト>車 まで	5ト>車 まで	6ト>車 まで	8ト>車 まで	10ト>車 まで	12ト>車 まで	12ト>車を 超え500 kmまで 増すこと に
10kmまで	4,390	6,240	7,420	8,450	9,630	10,570				
20 "	7,220	9,510	10,430	11,360	12,320	13,280	15,170	17,030	17,880	1,930
30 "	9,870	11,190	12,260	13,210	14,600	15,750	17,970	20,150	20,790	2,110
40 "	11,460	12,840	13,980	15,060	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	2,670
60 "	14,720	16,160	17,390	18,760	20,770	22,740	25,740	28,630	29,530	2,860
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	41,160	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 を増すことに	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 ことに	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>車 まで	2ト>車 まで	3ト>車 まで	4ト>車 まで	5ト>車 まで	6ト>車 まで	8ト>車 まで	10ト>車 まで	12ト>車 まで	12ト>車を 超え500 kmまで 増すこと に
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	25,800	28,160	29,590	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	41,260	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	3,980
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 を増すことに	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 ことに	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	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	15トン車を 超え50 kmまで 増す ことに
	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで
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	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	15トン車を 超え50 kmまで 増す ことに
	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで
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	31,480	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	30,680	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	12トン車を超え 20トン車を増す車 まで
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	35,920	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	43,510	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	43,850	48,740	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	12トン車を超え 20トン車を増す車 まで
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	1トン車以上 3トン車以下	3トン車以上 5トン車以下	
		まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	まで	
現	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		
	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		
	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 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	12トン車を 増す車種 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 増す車種 まで	
	まで	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 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	480	480	570	570	650	730	730	820	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. 竈、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. 高圧ガス取掃法に定める品目 2. 消防法に定める品目 3. 毒物及び劇物取掃法に定める品目	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. 火薬類取掃法に定める品目 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	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	至 3月31日	

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。

(別種運賃との関係)

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

記トン数の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ふ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。

(個運契約運賃)

9. 長期にわたつ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。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
③ 1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ときは、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、）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、）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 実費の計算

(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、実費として取受します。

- (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、実費として取受します。

ただし、次に掲げる費用はこの限りではありません。

- (1) 車上的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取受します。

〔使用車両の航送料(助手に係る旅客運賃を含む)+航送期間中の固定費

(1時間当り車両留置料相当額×航送所要時間)〕×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、

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

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。

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

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	FCL	FCL	LCL	LCL
作業形態	上屋戸前受 よりCYまで	メーカー Vanning CY直搬入	上屋戸前受 よりCFS まで	メーカー 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、メーリスト料は含まない。

在来船の場合

船積単位	80し未満	80し以上
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、メーリスト料は含まない。

(参考 1)

FCL : Full Container Load
 LCL : Less than Container Load
 CY : Container Yard
 CFS : Container Freight Station

(参考 2)

- FCL/LCL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FCL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LCL貨物と呼ばれる。
- CY/CFSの相違 :
- 港に於ける貨物の持込み場所の違い
 - FCL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CY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。
 - LCL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カブツケサト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 ton 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揚地での陸揚げの際の船内荷役賃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 \yen 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) 斛 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け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 にによってタリフ化されており、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) 現地マニピュレーショ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) 市内電話網建設及び拡張工事の場合 線路舎基工事 } スーパーバイザー 局舎基礎工事 局舎建築工事 ケーブル敷設工事 加入者宅架線工事 マイクロ波設備架線工事 交換線盤架線工事 電源設/設備架線の調整、検査 敷設/設備架線の調整、検査 マイクロ波設備の調整、検査	1名 2名 2名 2名 2名 2名 2名 2名 2名	300日 100日 60日 60日 60日 60日 60日 60日 30日 30日
ii) 老朽更替の工事の場合 局舎補修工事 } スーパーバイザー 線路土敷架線工事 ケーブル敷設架線工事 マイクロ波設備架線工事 交換線盤架線工事 電源設/設備架線の調整、検査 マイクロ波設備の調整、検査	1名 2名 2名 2名 2名 2名 2名	60日 100日 60日 60日 60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一例である。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。通信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。

(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