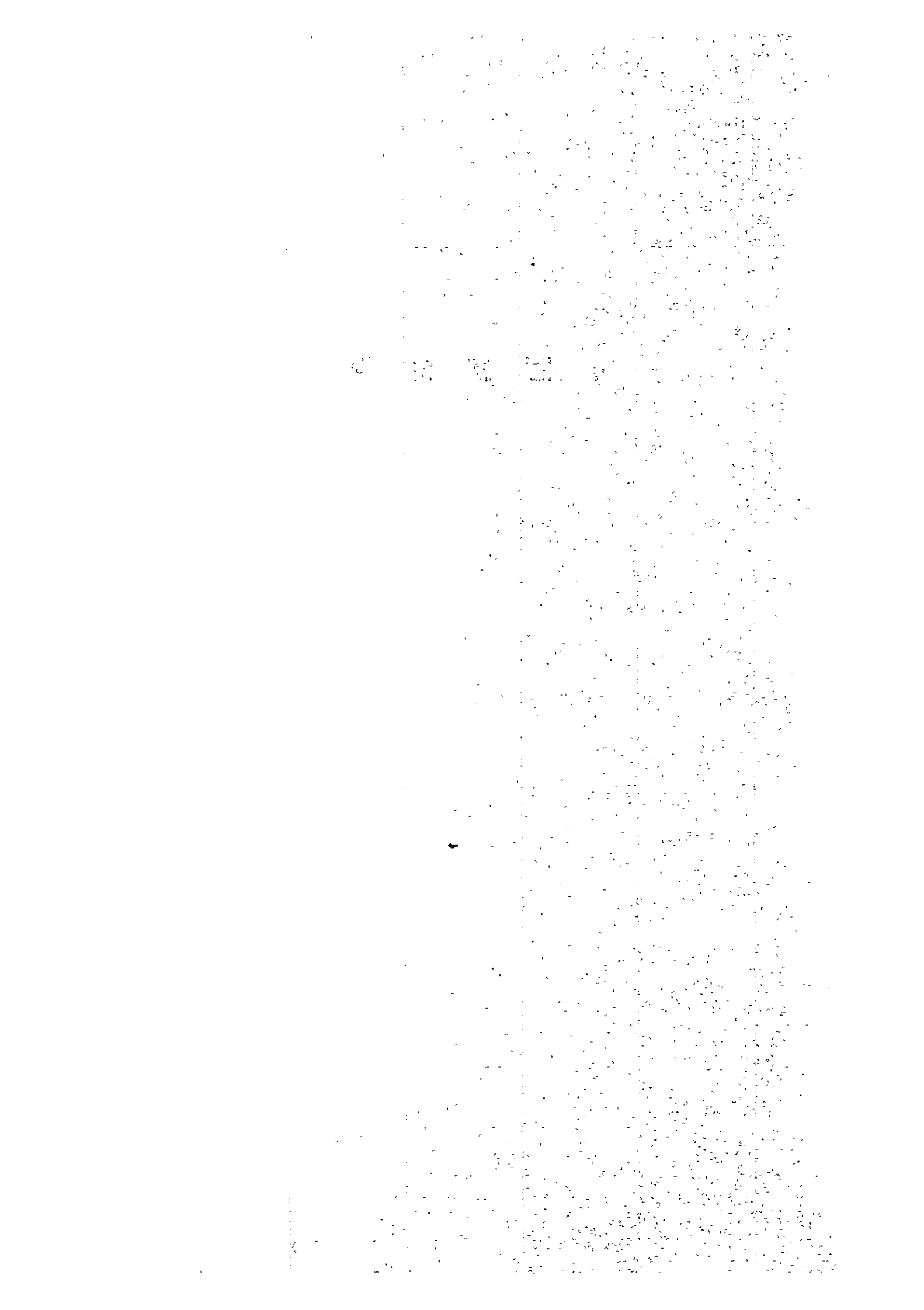


## 4. 回線計画



## 4. 回線計画

### 4.1 複数関門局運用と伝送ルートが多様化

ひとつの関門局が故障しても、電気通信サービスを継続させるという観点から、回線計画を策定する際には、できるだけ多くの相手国を、複数関門局に分散するべきである。リスクを分散化し、二重接続を回避するためには、国内外の伝送ルートの多様化を図るべきである。PALAPA衛星を経由して国際通信を行なう場合、国際部分に関しては、ケーブルにて処理した方がよい。しかし、経済効率（例えば、回線分割ロス）や、サービス向上による利用増大等の他の要素を注意深く検討した上で、回線計画策定の全般的判断を下す必要があるだろう。

メダン局がスマトラのユーザーに対しサービスの向上を図るとする利点を考えた場合、この局の開設は、P.T. Indosatにとって正当化し得るものであると思われる。これに関連して、国内伝送回線の現状その他の要素から判断すると、スマトラ発着のトラヒックは基本的にはメダン関門局が処理し、他の地域のトラヒックは、ジャカルタ関門局が処理するべきである。メダン局が取り扱わない対地国のトラヒックを、ジャカルタ局が処理するというのが当然の成り行きである。

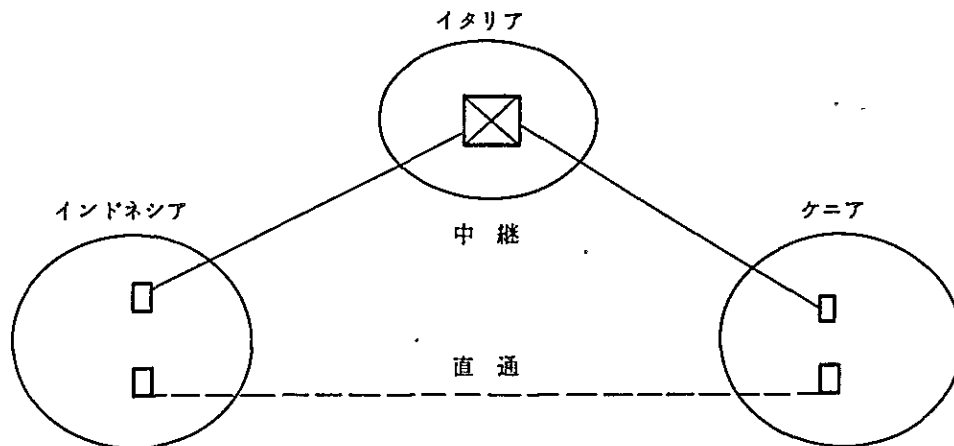
しかし、現実には、複数関門局を建設するためには、PERUMTELならびに諸外国の他の組織の協力が何としても必要である。

### 4.2 直通・中継の損益分岐

国際回線を設定する際には、国益という点から、できる限り全ての国々との直通回線を維持することが望ましい。また通信の信頼性にとっても、特定中継国に過度に依存するという事は望ましくない。しかし、通信回線を設定する際には、施設の冗長度、経済性、諸外国の意向その他の要素を、重要要素として検討しなければならない。本節は、特に損益分岐分析という点から、直通・中継回線の経済性を考究する。

まず、直通電話回線がある国、例えばケニアとの間に設定するべきであるか否かについて、P.T. Indosatが調査を開始したとする。更に、この国との間のトラヒックは、第三国、この場合はイタリアを経由して、現在のところ処理されているとする。

現在の国際慣行の下では、電気通信料金は、直通回線でも中継回線でも変わりがなく、着信国の利益の差は存在し得ない。ということは、損益分岐分析においては、直通回線と中継回線の経費、すなわちコストだけを比較すべきである。比較目的としてのコストは、年間ベースでも、月ベースでもよい。便利さという点から、我々は年間コストの方を選択した。



a) 中継トラヒックの年間コスト

受信国までの通信が中継回線によって処理される場合、コストは、一般には以下に示すような公式によって得られる：

$$Y_1 = \frac{2}{3} \times P \times M + \frac{M}{T} \times C_1 + \alpha$$

但し、 $Y_1$ ：（特定国までの）トラヒック処理に要する年間コスト

$P$ ：ユニットチャージ（1分当たり）

$M$ ：年間総課金分数

$T$ ：中継回線によって処理可能な年間トラヒック

$C_1$ ：中継回線の半回線に対する年間メンテナンス・コスト

$\alpha$ ：その他のコスト（交換システム、国内伝送回線、運転コスト等）

この計算によって得られる金額の内、 $\frac{2}{3} \times P \times M$ は、中継国・着信国双方に対して支払われる補償コストである。 $\frac{M}{T} \times C_1$ は、中継回線のメンテナンス・コストである。電話の場合、 $T$ は約70,000分/年、テレックスの場合は約36,000分/年である。これは、アーランB表によれば呼損率が、0.1の場合（中継回線が10以上の場合）、約0.8アーランのトラヒック増毎に対し、1回線を増設しなければならない事に起因する。

$$\left( 0.8 \times \frac{60 \times 300}{0.15 \times 1.35} \div 70,000, \quad 0.8 \times \frac{60 \times 270}{0.15 \times 1.35} \div 64,000 \right)$$

b) 直通トラヒックの年間コスト

同量のトラヒックを直通回線で処理する場合のコストは、以下の通りである：

$$Y_2 = \frac{1}{2} \times P \times M + C_2 \times n + \alpha$$

但し、 $Y_2$ ：（特定国までの）トラヒック処理に要する年間コスト

$P$ ：ユニットチャージ（1分当たり）

M : 年間総課金分数

n : トラヒックに必要な回線の数

C<sub>2</sub> : 直通回線の半回線に対する年間メンテナンス・コスト

α : その他のコスト (交換システム, 国内伝送回線, 運転コスト等)

$\frac{1}{2} \times P \times M$ の部分は, 着信国に対して支払われる補償コストである。n × C<sub>2</sub> の部分は, 回線のメンテナンス・コストである。

直通回線の設定は, Y<sub>1</sub> > Y<sub>2</sub> の場合には経済的である。ここで, αという同じ要素が両サイドに含まれる事に注意すること。

例えば, 電話の場合, P = 5 (米国ドル), T = 70,000 (分), C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub> = 10,000 (米国ドル: P. T. Indosat への支払いと衛星コストを含む) :

$$Y_1 = \frac{2}{3} \times 5 \times M + \frac{M}{70,000} \times 10,000 = 3.476M + 2$$

$$Y_2 = \frac{1}{2} \times 5 \times M + 10,000 \times n = 2.5M + 10,000n + 2$$

この場合, Y<sub>1</sub> > Y<sub>2</sub> を達成するためには, 以下のような条件が必要である:

$$3.476M > 2.5M + 10,000n \quad \text{または,}$$

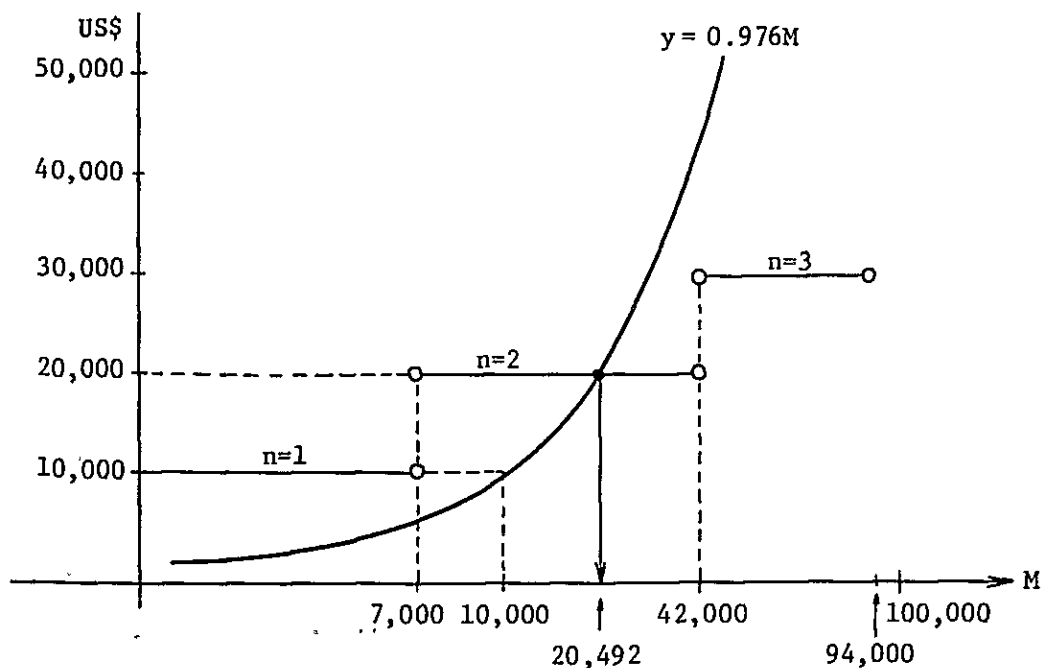
$$0.976M > 10,000n \quad (\text{但し, } n=1 \quad M < 7,000$$

$$n=2 \quad 7,000 < M < 42,000$$

$$n=3 \quad 42,000 < M < 94,000$$

∴ ∴

上述した計算は, 以下に示すグラフに要約される:



上のグラフにおいて、X軸と平行に走る直線のひとつと、 $Y = 0.976$  が交わる点が損益分岐点である。n = 2は明らかで

$$0.976 M = 10,000 \times 2$$

$M = 20,492$  という事になる。

従って、約 20,000 分/年 以上のトラヒックが存在する場合には、通常、直通回線の方が有利である。

ところで、先に示した例においては、 $C_1$  が  $C_2$  として設定されている。しかし、ある場合には、直通回線の値と中継回線の値が異なる場合（即ち、 $C_1 \neq C_2$ ）がある。従って、インドネシアと短距離海底ケーブルによって結ばれる近隣諸国との場合、損益分岐点はもっと低くなる。一方、IS および PS 範囲以外の遠隔諸国との場合には、高価な長距離海底ケーブル、衛星のダブル・ホップ、衛星とケーブルとの組み合わせに頼って通信を行わなければならないため、損益分岐点はもっと高くなる。

更に、相手国側から見た場合に、損益分岐点が、P.T. Indosat の分岐点と異なる場合もあり得る。（例えば、ケニアの衛星地球局のコストは、インドネシアのコストとは異なる。）

電信級回線においては、前述した P、 $C_1$ 、 $C_2$  に関する数字は異なる。（値は 20,000 よりも小さくなる。）

従って、分析は、ケース・バイ・ケースで行わなければならない。しかし、このマスタープランにおいては、分析を個別に行なう事が不可能である。従って、以下に示すような基準を試験的に設け、この基準を上回った場合には、新規直通回線を設定すると想定した。但し、相手国がこれに同意したという事を前提としている。

基準 : 直通回線設定のための最低限度値（年間課金分数により示される）

1. インドネシアまたは太平洋衛星範囲

電 話 30,000 分/年

テレックス 15,000 分/年

2. その他の地域（中央・南アメリカ、アフリカ、ヨーロッパの一部）

電 話 70,000 分/年

テレックス 35,000 分/年

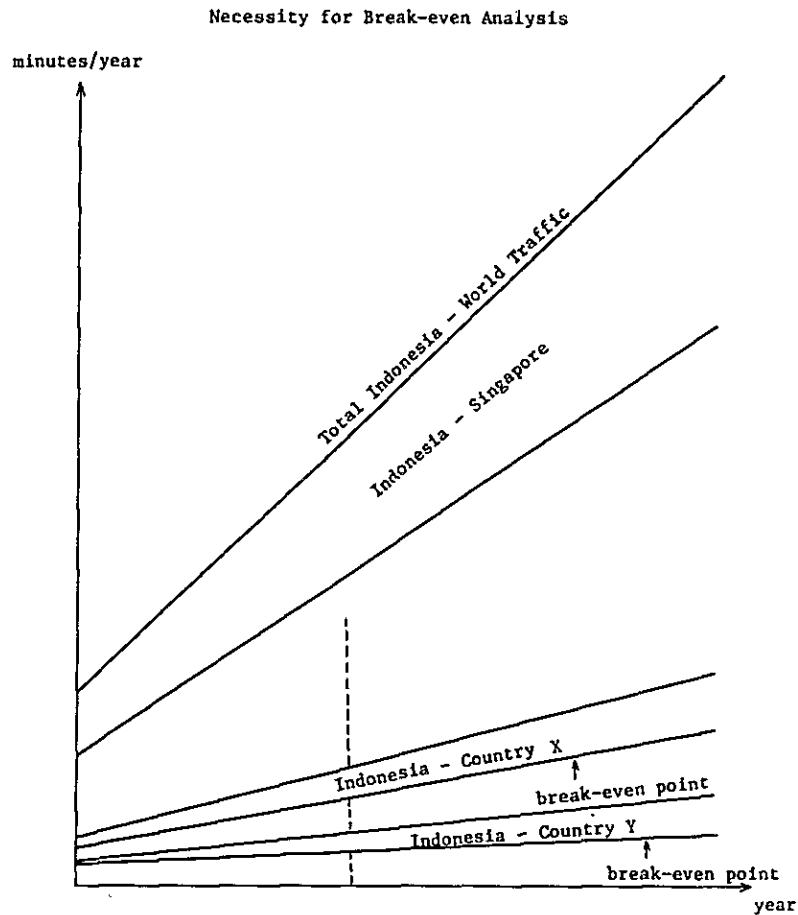
(註) 参考のため、電話の場合 20 通話/日（≒ 45,000 分/年）、テレックスの場合 15 通話/日（≒ 10,000 分/年）の基準を越えた場合に、通常、KDD は、この損益分岐調査を開始する。

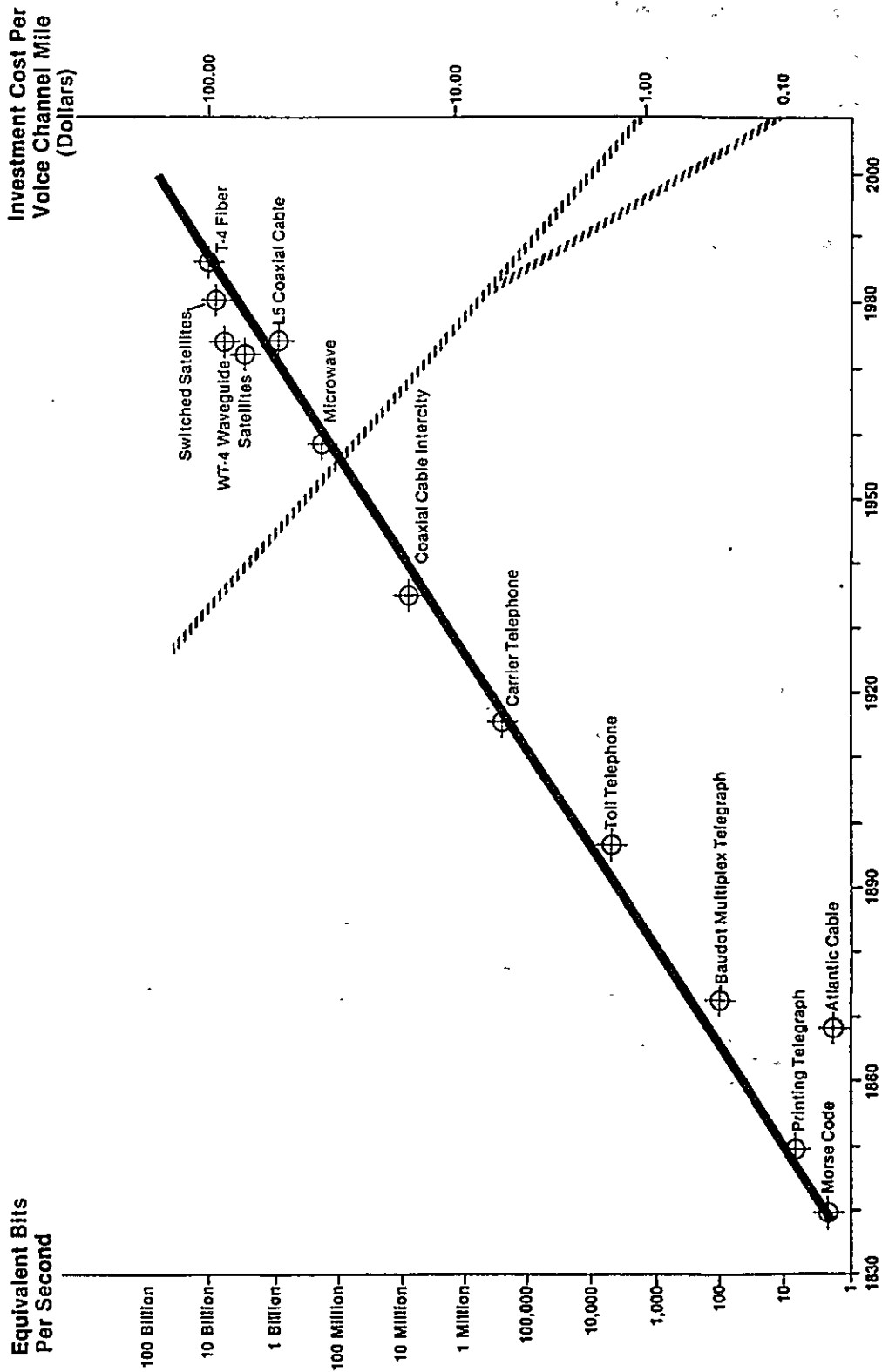
しかし、技術の進歩にともない、回線コストが減少しているため（図 4.2.1 を参照のこと）、前述の基準は、現在に関してのみ適正であると述べた方が良からう。

どちらにせよ、インドネシアと各国との間のトラヒックは、独自の分岐点を有するとともに、P.T. Indosat、キャリア双方にとって、中継回線から直通回線に切替えることが適切であるという事は言うまでもない。特に、インドネシアのようにトラヒックのレベル

が飽和状態をかなり下回り、対地国の数がかなり限られている国にとっては、この損益分岐点という考え方は、極めて重要である。このような国々においては、トラヒック全体が急増するにつれて、多くの国々との間のトラヒックが、独自の分岐点を次々に通過するものと予想される。(下のグラフを参照のこと。)電気通信における独立と自主を保証するという点では、国ベースでのトラヒックの監視と予測も不可欠である。

ここに、国ベースのトラヒック予測(トラヒックが非常に少ない、例えば年間1,000分以内の国は除く)が必要な大きな理由がある。(セクション3.3.5を参照のこと。)





Source: Richard J. Solomon, Massachusetts Institute of Technology

Fig 4.2.1 The Sequence of Inventions in Telecommunications 1840—2000



### 4.3 必要回線数決定のための算出方法

一般に、算出作業を開始する前に、以下の項目の準備を行なわなければならない。

- (a) (国際回線需要を知るための) 国別トラヒック予測と、(国内回線需要を知るための) WITEL ベースのトラヒック予測。
- (b) サービスの質に関する基準(例えば、応答時間、接続率等。セクション7.2.2を参照のこと。)
- (c) 国内ルーティングプラン(セクション5.2.1および5.2.2を参照のこと。)
- (d) 利益区分(即ち、損益分岐分析)
- (e) 伝送ルートへの配分(即ち、直通回線が設定されている、または予定されている国々への、全ての利用可能な広帯域伝送ルート(ケーブル、マイクロおよび/または衛星)。(付録4.3-1および4.3-2を参照のこと。)

次に、以下のステップに従って、予定年度の最繁時における予想トラヒック量に基づいて必要な回線の数が算出される。但し、国内回線の場合、多少の変更が必要である。

#### (1) 回線別トラヒック量の算出

国別の需要予測はすでにあると仮定する。この場合、各国に対するトラヒックを、各回線別トラヒックに換算する必要がある。当マスタープランにおいては、これを「回線別トラヒック」と呼ぶ。「国別トラヒック」と「回線別トラヒック」の概念の違いについては、付録3.2.6-3を参照のこと。

特定直通回線が処理するトラヒックは、その回線によって処理される直通回線トラヒックと、その回線を経由して他国と接続されるトラヒックとを加えることによって算出される。(また、異なるトラヒックの流れを取り扱う場合には、最繁時の違いを考慮する必要

Traffic by country (minutes)	Distribution Ratio* (%)	Traffic by Circuit (minutes)																	
Singapore 10,000	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>SIN</td> <td>90</td> <td>→</td> <td rowspan="3" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> </tr> <tr> <td>J</td> <td>5</td> <td>→</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>5</td> <td>→</td> </tr> </table>	{	SIN	90	→	}	J	5	→	USA	5	→	<table border="0"> <tr> <td>SIN</td> <td>9,000</td> </tr> <tr> <td>+)</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td></td> <td><u>9,250</u></td> </tr> </table>	SIN	9,000	+)	250		<u>9,250</u>
{	SIN		90	→	}														
	J		5	→															
	USA	5	→																
SIN	9,000																		
+)	250																		
	<u>9,250</u>																		
Japan 5,000	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>J</td> <td>95</td> <td>→</td> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> </tr> <tr> <td>SIN</td> <td>5</td> <td>→</td> </tr> </table>	{	J	95	→	}	SIN	5	→	<table border="0"> <tr> <td>J</td> <td>4,750</td> </tr> <tr> <td></td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>+)</td> <td><u>300</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>5,550</td> </tr> </table>	J	4,750		500	+)	<u>300</u>		5,550	
{	J		95	→	}														
	SIN	5	→																
J	4,750																		
	500																		
+)	<u>300</u>																		
	5,550																		
USA 3,000	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>USA</td> <td>90</td> <td>→</td> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> </tr> <tr> <td>J</td> <td>10</td> <td>→</td> </tr> </table>	{	USA	90	→	}	J	10	→	<table border="0"> <tr> <td>USA</td> <td>2,700</td> </tr> <tr> <td>+)</td> <td><u>500</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3,200</td> </tr> </table>	USA	2,700	+)	<u>500</u>		3,200			
{	USA		90	→	}														
	J	10	→																
USA	2,700																		
+)	<u>500</u>																		
	3,200																		

\* ある対地国に対する全トラヒックに対する比率

がある。この問題は、適当な集中率を仮定することにより解決できる。集中率に関しては次節を参照)。

## (2) 年間平均平日数と集中率

次の段階においては、平均平日数(ここでは、最繁日とする。)1日当たりのトラヒック量を得るために、年間平均平日数をトラヒック・データやその他の情報(休日)を基に各直通回線対地毎見積らなければならない。しかし、一般には、各サービスについては、直通回線対地国全てに対して、代表的数字が利用されている。(例えば、テレックス用回線については、年間270日という数字が使用されている。)

また、時系列トラヒック・データ(トラヒック・プロファイル)を基に、各直通回線毎に集中率の見積りを行なわなければならない。

## (3) 予定年度の最繁日トラヒック量の算出

次に、予定年度の最繁日トラヒック量を算出する。この過程においては、様々な仮定を利用する事ができる。ひとつの例としては、トラヒックが月毎に増すと仮定する事であり、この場合、最繁日は、年末である。もうひとつの例は、最繁日が、平均平日数に対する一定率(いわゆる“季節係数”)を有すると仮定する事である。

前者に従うとすると、最繁日(即ち年末)のトラヒック量は、以下の公式によって算出される。

$$T_b = \frac{T_t + T_{t+1}}{2} \times \frac{1}{D_w}$$

但し、 $T_b$  : 年末の通話トラヒック量

$T_t$  : 予定年度の年間トラヒック

$T_{t+1}$  : 次年度の年間トラヒック

$D_w$  : 年間平均平日数

後者の仮定に従った場合、最繁日のトラヒック量は以下によって求められる：

$$T_b = T_t \times \frac{1}{D_w} \times S$$

但し、 $S$  : 季節係数(例、1.2)

## (4) 必要回線数の決定

当然のことながら、各回線は、与えられたトラヒックを搬送するのに十分な容量を持つ必要がある。通常は、予定年度の最繁日の最繁時トラヒックが、回線容量目標として設定される。

最繁時における1分あたりのトラヒック量が、テレックスおよび電話に関して既に予測されていると仮定すると、最繁時におけるトラヒック(通常、アールンにて示される)は、以下の公式によって求めることができる：

$$E = T_b \times \frac{P_c}{100} \times h \times \frac{1}{60}$$

但し、E : 最繁時におけるトラヒック量 (アーラン)

P<sub>c</sub> : 最繁時の集中率 (%)

T<sub>b</sub> : 年末のトラヒック量 (通話数。(3)において示されている。)

h : 1通話当たりの平均保留時間 (分単位)。これは、平均課金分数 (分) と、有効呼当たりの平均取扱時間 (分) より成る。また、後者は、以下のよう  
に求めることができる：

$$\text{平均取扱時間 (有効呼当たりの)} = \frac{\text{総取扱時間 (無効呼も含む)}}{\text{有効呼数}}$$

呼損率ならびにトラヒックのアーラン値が与えられていれば、特定トラヒックの搬送に必要な回線数は、数学的に求めることができる。テレックスの場合、CCITT Rec. F64のアーランテーブルを、電話の場合、手動運用に関しては、CCITT Rec. F510を、半自動および完全自動回線に関しては、CCITT Rec. E520を用いる。

必要回線数の算出には、以下の公式を利用することも可能である。

$$P = \frac{\frac{E^n}{n!}}{1 + \frac{E}{1!} + \frac{E^2}{2!} + \dots + \frac{E^n}{n!}}$$

但し、P : 呼損率

E : トラヒックのアーラン値

n : 回線数

(注) しかし、実際の算出を行なうためには、少なくとも、プログラマブル・カルキュレータが必要である。BASIC言語によるサンプル・プログラムを付録4.3-5に示す。

上のステップに基づく作業のサンプル・フォーマットを付録4.3-3 (電話) および付録4.3-4 (テレックス) に示す。

#### (5) アーラン算出値とアーラン測定値との比較

一般に、中・長期計画においては、上述した方法が使用される。一方、特に短期的ベースでの回線需要を決定する場合には、アーラン・カウンターによって直接得たアーラン測定値を、実際の回線設定に導入するべきである。

従って、アーラン測定値と、アーラン算出値との比較調整を、実際の計画策定において行なうべきである。

## 4.4 国際電話回線

### 4.4.1 回線別および関門・局別のトラヒック予測値の集計

マスタープランでは、第3.3.5章(付録4.4.1-3)において得た国別トラヒック予測値を、回線別トラヒックに割当てる際に、以下の基準を使用した。

基準：

1. セクション4.2に示す分岐点を上回るトラヒックが発生した場合に、インドネシアが、直通回線を設定するものと仮定する。回線が完成次第、対象相手国のトラヒックを100%、新しい回線に移行する。
2. 中継回線を使用してある国とトラヒックを疎通する場合、トラヒックの割合は、5%以下であることが望ましい(できれば、0%とする)。従って、過去におけるこの割合が5%を上回る場合には、この5%を中継回線の最大限度率として使用する。実際の割合が5%以下の場合には、実際の割合をそのまま使用する。
3. 直通回線を有さず、トラヒックが分岐点に達していないような対地国に関しては、過去の割合に従って、トラヒックを1次回線・2次回線に配分すること。

付録3.2.1-3は、実績データを示し、付録4.4.1-5は、前述した基準に基づく配分率を示す。

付録4.4.1-6は、回線別トラヒックの結果を示す表である。国別トラヒック予測に含まれない国々のトラヒックは、前記回線別トラヒック比率に基づき付録4.4.1-4に示されるように配分したとともに、付録4.4.1-6にも記した。

付録4.4.1-7は、関門局別、即ちメダン局、ジャカルタ局別のトラヒックを示す。この配分は、各国の過去の関門別割合を基に実施されることが望ましい。しかし、過去のデータを入手できないため、トラヒック全体におけるスマトラの割合に関する仮定を、回線別トラヒックにも使用した。

### 4.4.2 必要回線数の算出

前述した対地国別ならびに関門局別トラヒック予測値に基づいて、必要回線数を算出するという作業は、2つの段階に分けることができる。

第1段階においては、最繁時アールン値は、トラヒック量から算出される。第2段階においては、必要回線数が、CCITT Rec.のE520に従って、アールンB表から読み出される。

メダンからの回線の設定は、トラヒックが前述した分岐点に達している東南アジアの8ヶ国とヨーロッパ地域に限られる。

他の全ての地域においては、ジャカルタ関門局がトラヒック(スマトラ発信)処理を行なう。

回線別年間総課金時間に基づき、最繁時アーラン値は、以下の公式によって求められている。

$$BHE = \frac{\text{集中度} \times 1.35}{60 \times 300} \times \frac{\text{総分数 } t + \text{総分数 } t+1}{2}$$

上の公式においては、年間平均平日数300日、保留/課金分率を1.35と仮定している。採用した集中度は、既存の回線に関して1981年12月15日から17日までの3日間に行なった測定値の平均である。時差を考慮した上で、新規対地国については以下の仮定を行なった。

仮定：集中度（測定値を入手できない場合）

時差 0～2時間 : 0.10

“ 6～7時間 : 0.15

“ その他 : 0.13

KDDも同じ値を使用している。ジャカルタと東京の時差は少ないため、前述した仮定は適正であると思われる。付録4.4.2-1は、各対地国に適用される集中度を示している。

この集中度と前述した公式に基づいて算出された最繁時アーラン値は、付録4.4.1-7の上段に示すとおりである。

付録4.4.2-2は、CCITT Rec. E520を用いて呼損率1%を使用して、これらのアーラン値から算出された必要回線数を示している。

その結果の要約は次のとおりである。

表4.4.1

Year	Jakarta Gateway	Medan Gateway	Indonesia Total
1983	714	-	714
1984	824	75	899
1985	1,027	143	1,170
1986	1,236	172	1,408
1987	1,491	233	1,724
1988	1,775	295	2,070
1989	2,094	357	2,451
1990	2,445	421	2,866
1994	3,848	734	4,582
1999	5,844	1,254	7,098
2000	6,239	1,367	7,606

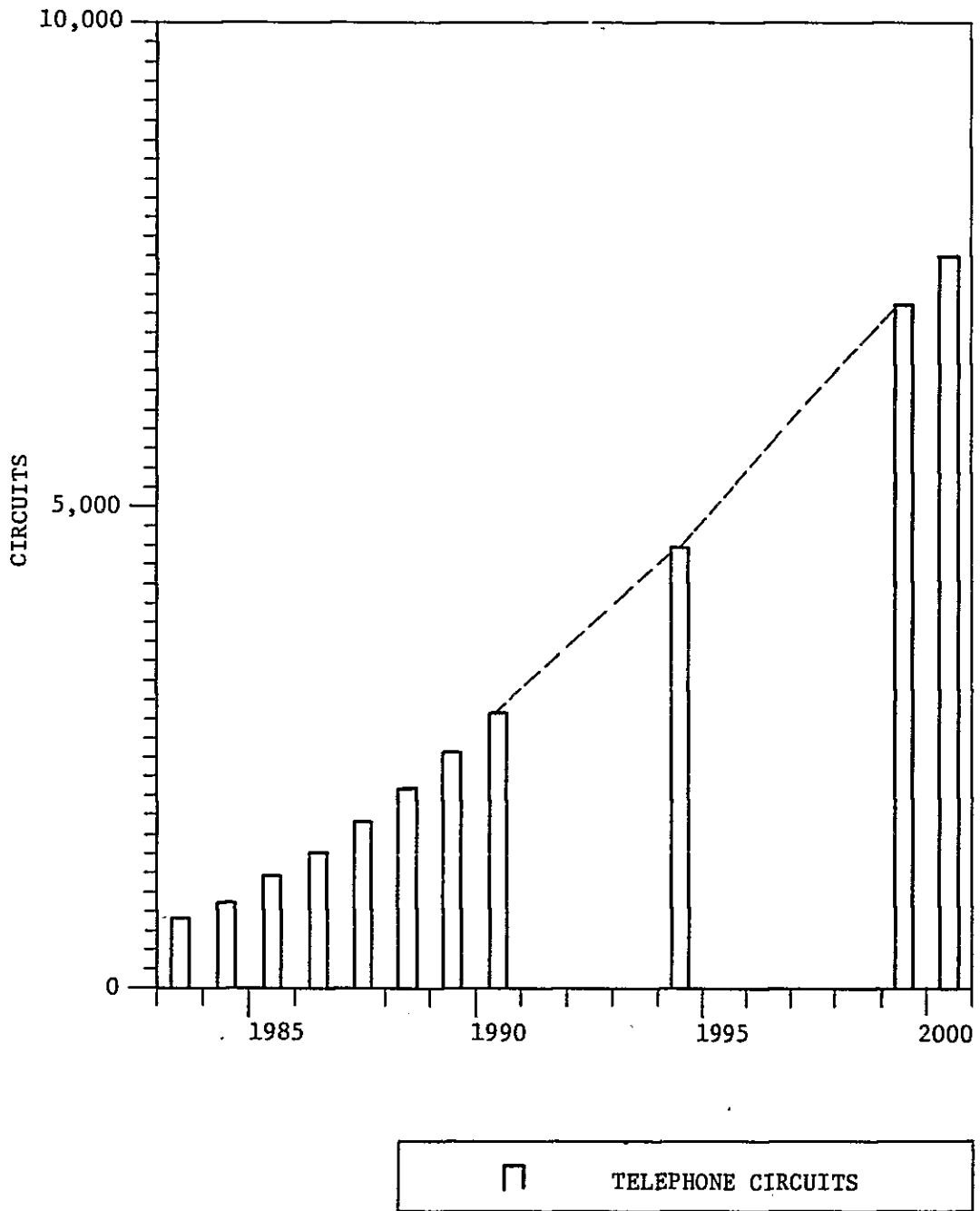
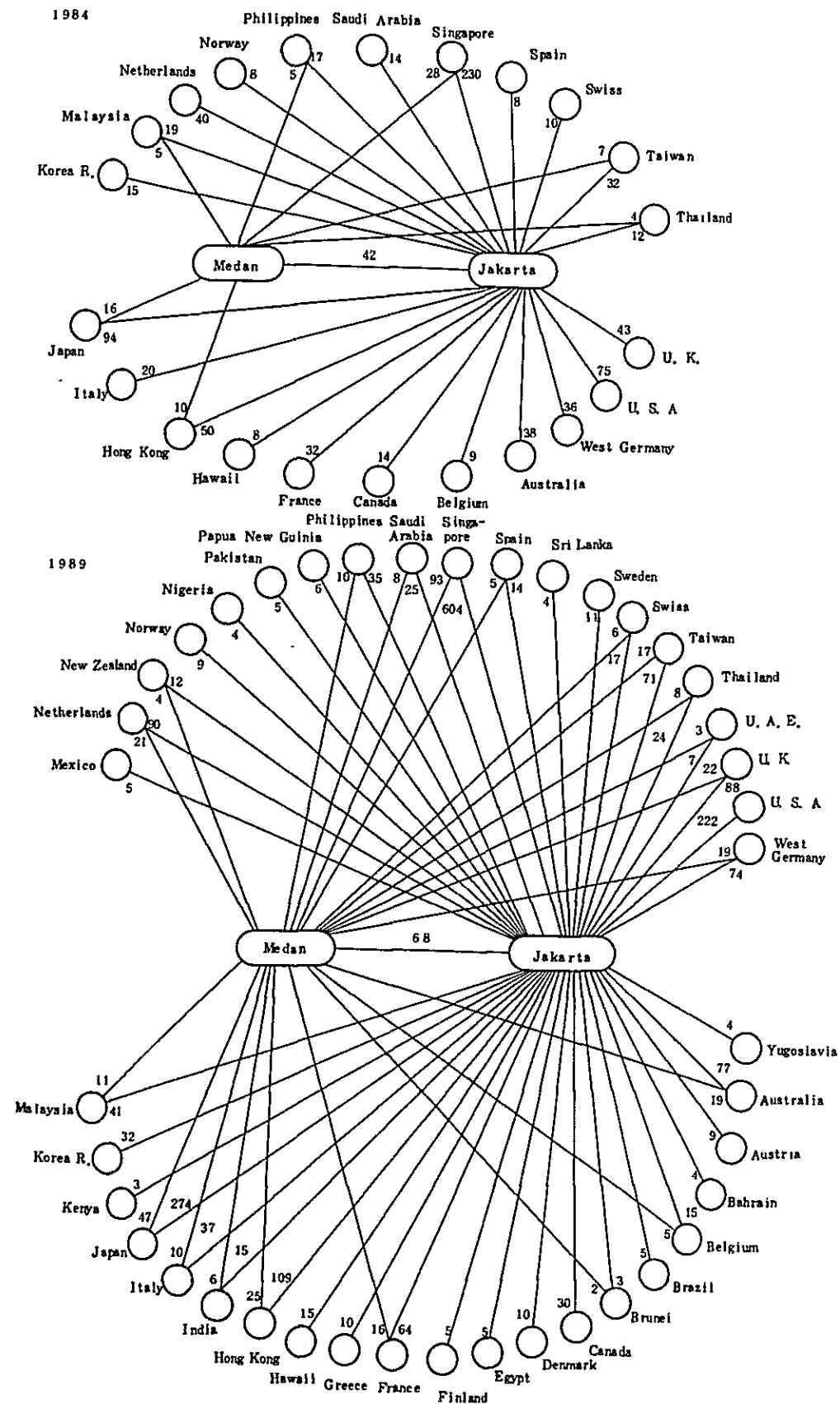


图 4.4.2.1 International Circuits for Telephone



☒ 4.4.2.2 Increase in Telephone Direct Circuit Destinations

## 4.5 国際テレックス回線

### 4.5.1 対地国別ならびに関門局別のトラヒック予測

テレックスに関する回線別トラヒック予測値を得る方法は、基本的には、電話の場合と同じである。

付録 4.5.1-5 は、実績および予定配分率を示す。

この配分率に基づき、回線別トラヒックを集計し、付録 4.5.1-6 に示した。電話の場合と同様、国別トラヒック予測において集計することのできない国々に関するトラヒックは、対地国別トラヒックに関する過去の割合に基づく付録 4.5.1-5 に示すように配分されている。このトラヒックについては、付録 4.5.1-6 に含まれている。

付録 4.5.1-7 は、メダン局、ジャカルタ局別および回線別のトラヒック分布を示す。電話に関する予測の場合と同じように、トラヒック全体におけるスマトラと他地域との割合に関する仮定を使用している。

### 4.5.2 必要回線数の算出

回線別年間総課金時間を用いて最繁時アーラン値を算出する場合、以下の公式が使用される：

$$BHE = \frac{\text{集中度} \times 1.35}{60 \times 270} \times \frac{\text{総分数 } t + \text{総分数 } t+1}{2}$$

測定データが不足しているため、対地国との時差を考慮して、集中度は、以下に示すように設定した：

仮定：テレックスの集中度

アジア、オーストラリア、ニュージーランド： 0.15

北アメリカ、ラテンアメリカ、ヨーロッパ、アフリカ： 0.20

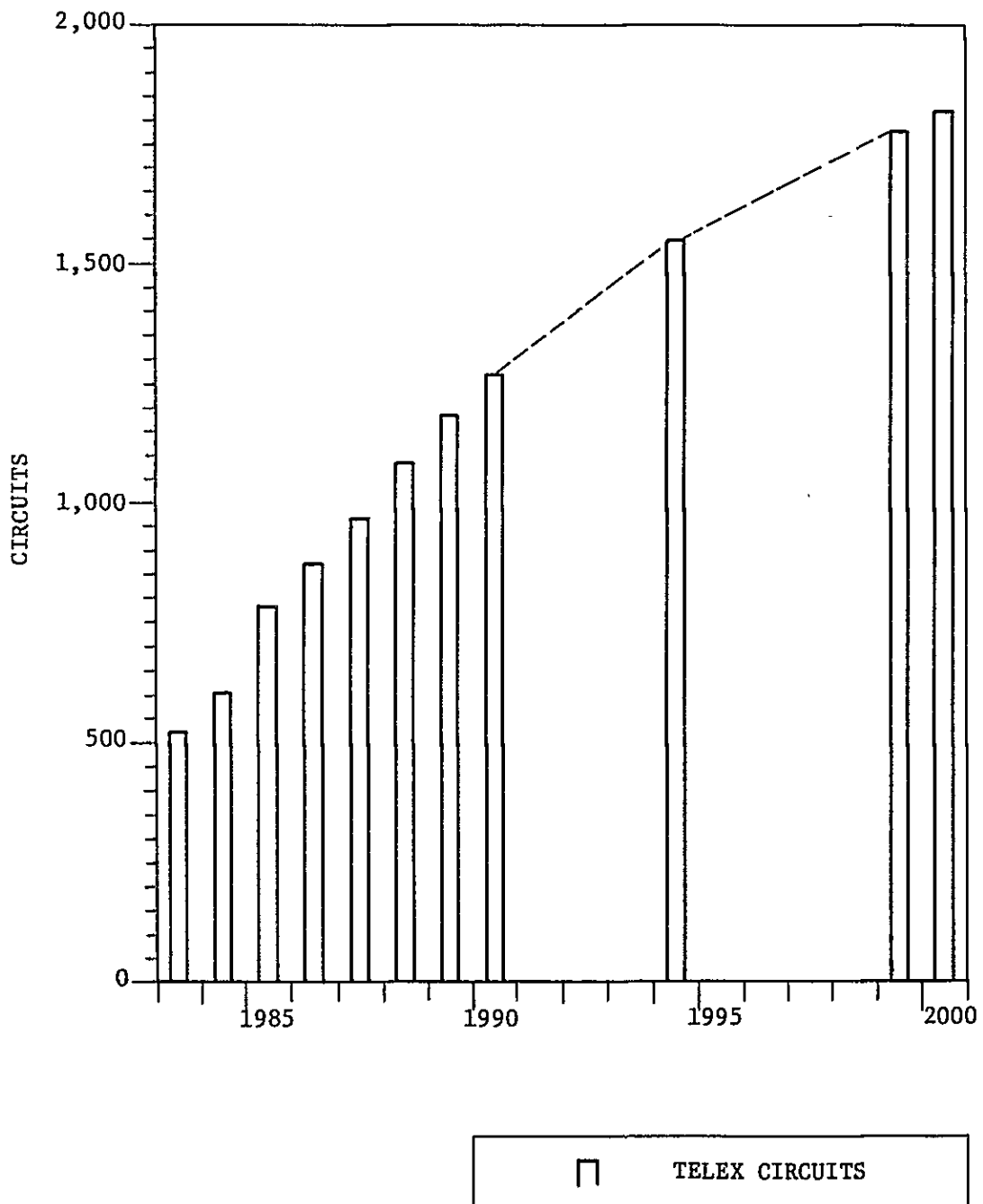
付録 4.5.2-1 は、対地国別に適用される集中度を示している。先述した公式において、この集中度を用いることによって算出される最繁時アーラン値は、付録 4.5.1-7 の上段に示すとおりである。

付録 4.5.2-2 は、CCITT Recommendations に基づく呼損率 2% を利用して算出された必要回線数を示している。



表 4.5.1 Number of International Circuits for Telex  
between Indonesia and the world

Year	Jakarta Gateway	Medan Gateway	Indonesia Total
1983	522	-	522
1984	565	40	605
1985	694	88	782
1986	768	103	871
1987	841	126	967
1988	933	152	1,085
1989	1,012	174	1,186
1990	1,080	189	1,269
1994	1,292	258	1,550
1999	1,445	333	1,778
2000	1,471	350	1,821



☒ 4.5.2.1 International Circuits for Telex

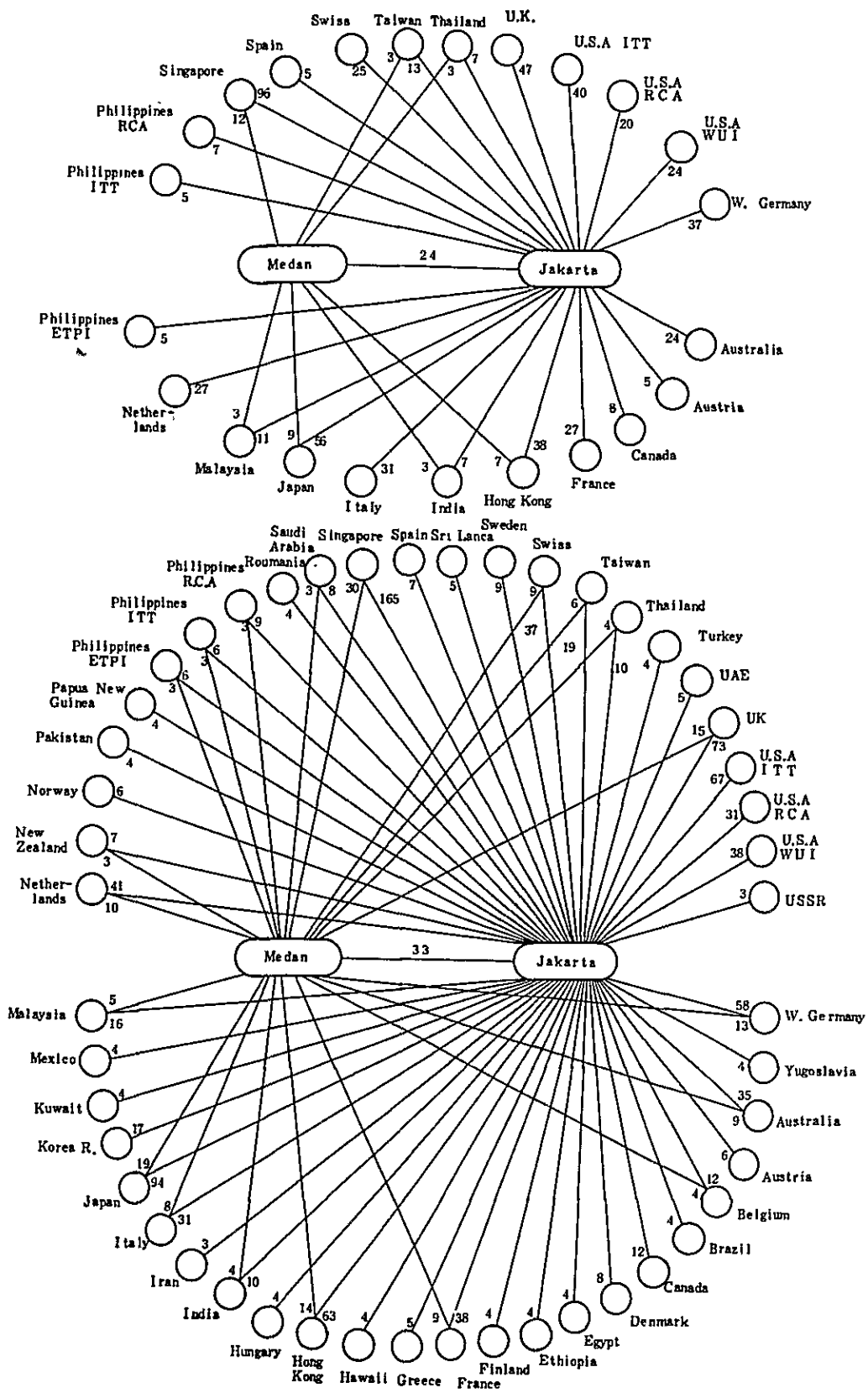


图 4.5.2.2 增加在 Telex 直接电路目的地

## 4.6 その他のサービス用国際回線

### 4.6.1 パケット交換サービス回線需要

セクション 3.9.3 に示す 4 大アプリケーションに関する総トラヒックに基づいて、必要回線数が算出されている。算出方法は、付録 4.6.1-1 に示すとおりである。必要回線数は以下のとおりである（9.6 kbps / 回線）：

年	85	86	87	88	89	90	91	2,000
ccts数 (9.6kbps)	1	2	3	4	6	8	19	71

開設時には、予想トラヒック分布という観点から、6つの直通回線（3回線は米国の I R C）を経由して、日本、米国、シンガポール、イギリスの4カ国に対して、サービスが提供される予定である。数年内に、フランス、オーストラリア、西ドイツとの直通回線が設定される予定であり、他の多くの国々に対しては、中継回線を通して、サービスを提供する。（図 4.6.1.1, 4.6.1.2 参照）

### 4.6.2 電信専用サービス用必要回線数

当マスタープランにおいては、直通テレックス回線を開設するために、V F T（または T D M）が設置された場合に、直通回線を設定させることとしている（付録 4.7.1-3 を参照のこと）。

専用回線需要は、需要予想に関する章に示すとおりである（セクション 3.6 および付録 4.7.1-2 と 4.7.2-2 を参照のこと）

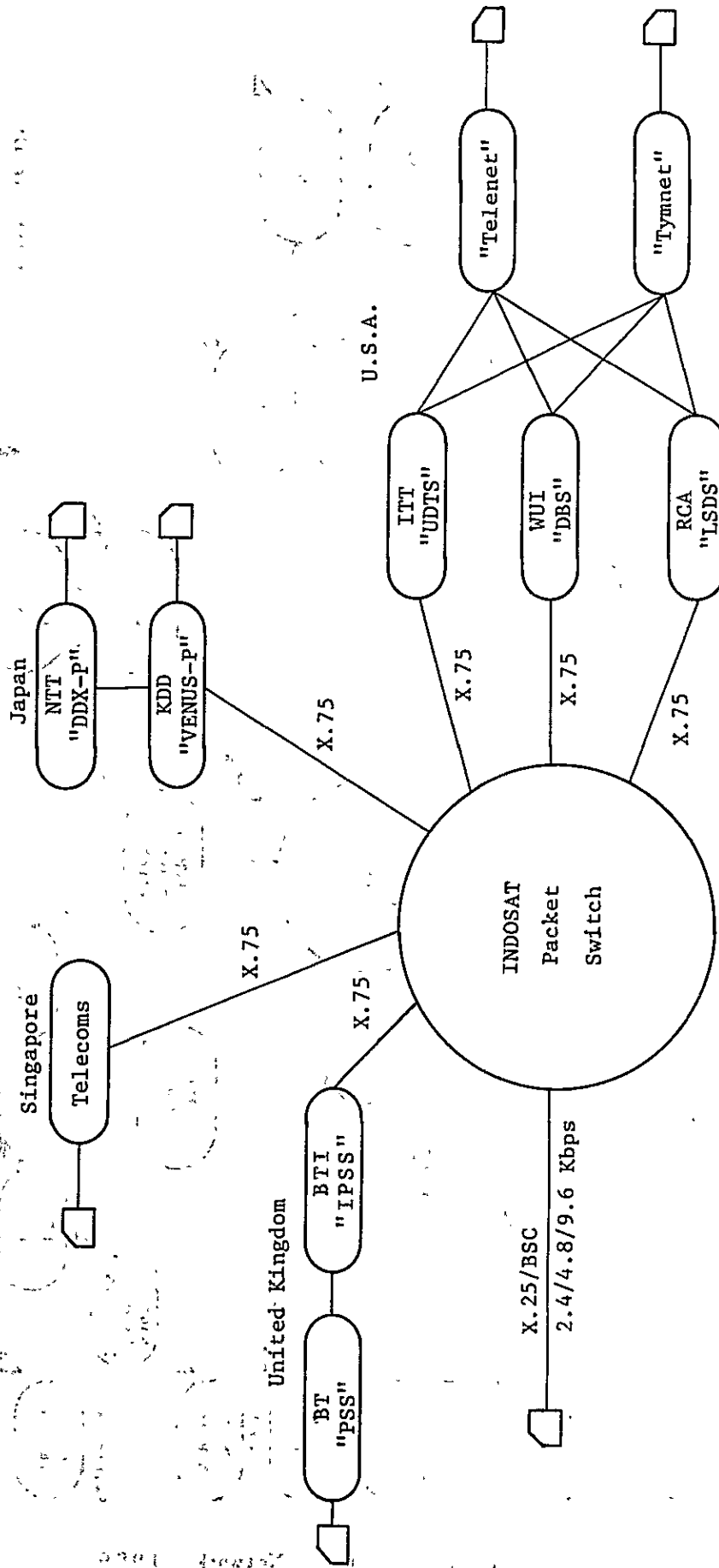
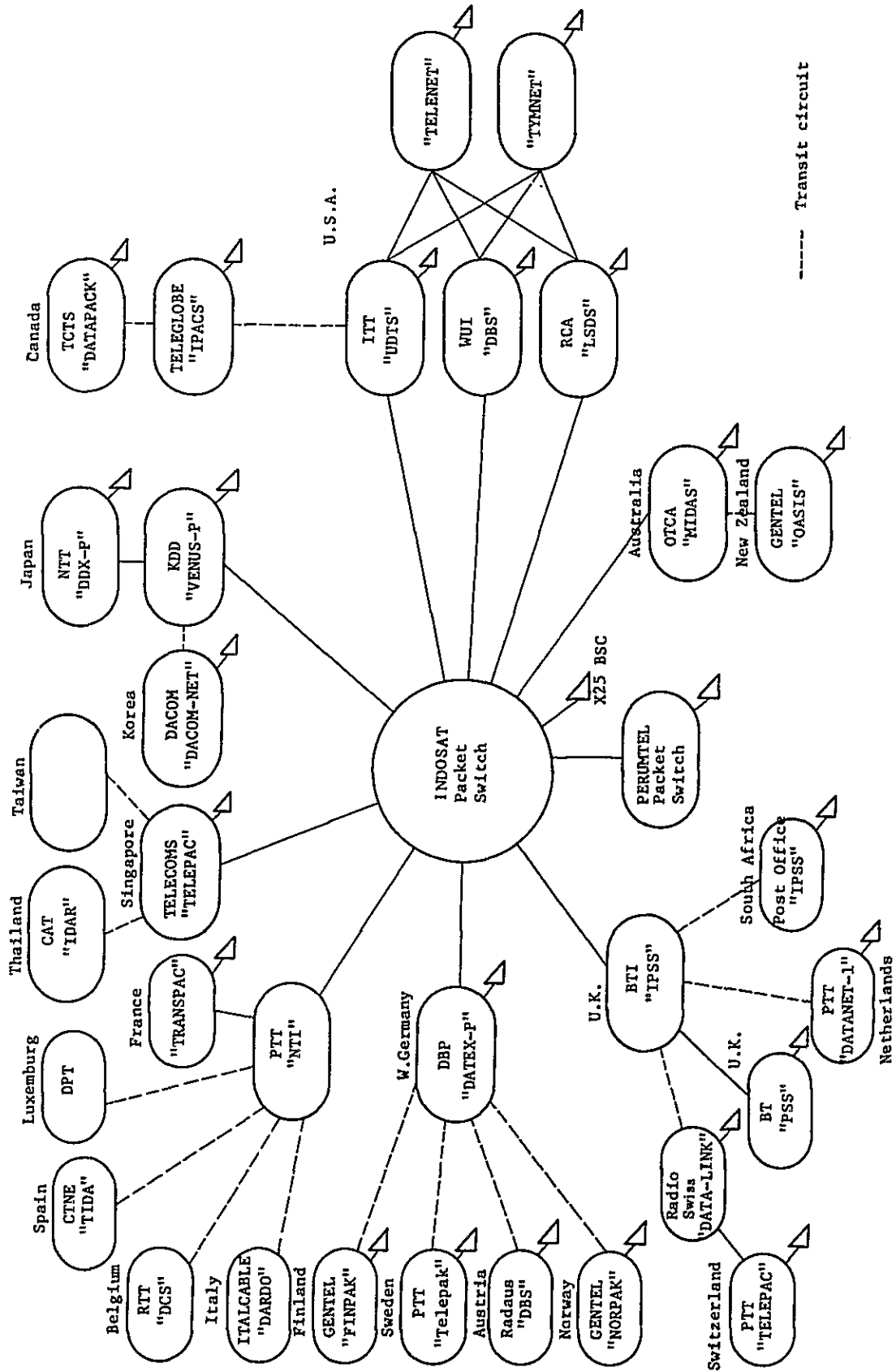


图 4.6.1.1 国际分组交换网络 - 1985



☒ 4.6.1.2 International Data Network - 1989

## 4.7 伝送ルート別国際回線数集計

### 4.7.1 電信級，音声級，回線数集計

電話，テレックス，電信，専用，新規サービスに関して前に算出した回線需要を，電信級と音声級とに分類した後，まず電信級の回線合計が，付録4.7.1-3に示すように，国別，年別，サービス別，関門局別に集計される。

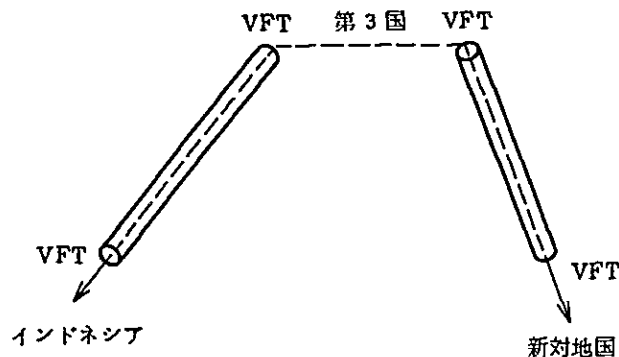
次に，音声級回線が，付録4.7.2-3に示すように，国別，年別，サービス別，関門局別に集計される。この段階において，電信級回線を多数有する対地国に関しては，VFTまたはTDMが導入される（付録4.7.2-1を参照のこと）。

この集計過程のフローチャートは，付録4.7.1-1に示すとおりである。

電信級の回線を設定する際に，以下の基準を用いた。

基準：対地国との間に，電話用直通回線がない場合でも，電報を含む電信級の回線に対する需要が3本以上であれば，直通VFT回線を開設する。

経済性という観点からは，前述したステップが必ずしも好ましいものであるとは限らない。回線需要が少ない場合には，インドネシアおよび望ましい接続相手国との間の未使用VFT回線を有する第三国をみつけ，その国から回線およびVFTの一部を賃貸した方がよい場合もある。



しかし，インドネシアは東南アジアにおける通信の中心地のひとつになりうる。従って当マスタープランでは可能な限り，P.T. Indosat は，直通回線を開設するという前提の下で策定された。

### 4.7.2 伝送ルート別音声級回線の配分

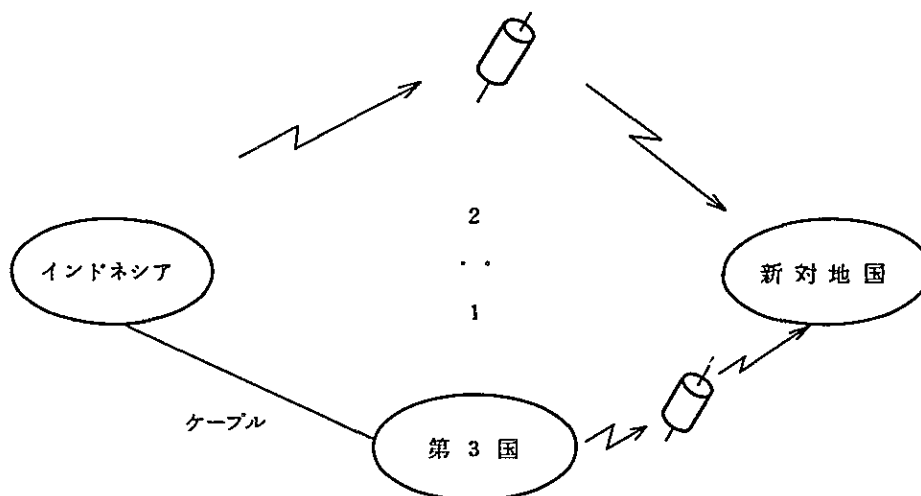
伝送ルート別VFTを含む音声級回線需要の配分は，原則として，以下に示す基準に基づいて行なわれた。但し，1つのタイプの伝送ルートしか可能でない場合は例外とする。

基準：

1. インド洋および太平洋の衛星双方を利用できる場合、INTELSATの指定に従って利用する。

日本	PS	シンガポール	IS
ホンコン	PS	台湾	PS
韓国	PS	タイ	PS
マレーシア	PS	オーストラリア	PS
フィリピン	IS		

2. 幾つかの代替ルートを経由した通信が可能な場合、第三国の国内ルートを利用するルートは、原則として除外する。(ニュージーランドとは、I-Aケーブルだけを経由して接続されるため、このルートは除外しない。)
3. インドネシアとある対地国との伝送ルートが海底ケーブルと衛星とを組み合わせる場合とひとつの衛星で通信が可能な場合とでは、その使用比率を1：2とする。



(例) USA PS(2/3), IS-TAT(1/3)  
New Zealand PS(2/3), IA Cable-ANZCAN Cable(1/3)

4. 海底ケーブルと衛星双方を使用できる場合は、ジャカルタと相手国の首都との直線距離を基に、2つの間の比率を以下のように決定する。

比率は、ジャカルタ局またはメダン局のどちらかに設定されている回線の合計に適用する。

	衛 星 / ケーブル
近隣諸国 (4,000km以下)	30 : 70
“分岐” 諸国 (4,000～10,000km)	50 : 50
遠隔諸国 (10,000km以上)	90 : 10

5. ジャカルタ・ヨーロッパ間のトラヒックの内、インド洋ケーブルに割り当てられた



トラヒックは、国内回線経由で搬送した方が良い。しかし、現在のところ、このトラヒックは、ISケーブルを経由（次いで、MSケーブルとMCケーブルを経由）する予定である。

付録4.7.2-4は、前述した基準に基づく国別の予定配分率を示す。付録4.7.2-3は、この配分率に基づく、伝送ルート別回線数を示す。

トラヒック配分の実際の作業においては、目標値達成の前に、まず、暫定措置を講じるべきである。そして、専用線およびVFT回線に関しては、短期間に目標値の達成が困難な場合でも、信頼性、顧客の希望等の観点から、衛星・海底ケーブル間の比率は、同率（50：50）が採用されている。

表4.7.2は、伝送ルート別インドネシアの国際音声級回線の総需要を示す。（この表は、メダン—シンガポール—ジャカルタ間の中継回線を含む。中継回線に関しては、付録4.7.2-5を参照のこと。）

表 4.7.2 Circuit Requirement by Transmission Route

Transmission Route		84	85	86	87	88	89	90	94	2000		
Satellite	Jakarta	Pacific Satellite	235	294	335	418	484	564	644	991	1,591	
		Indian Satellite	333	407	470	567	672	778	894	1,393	2,238	
Cable	Jakarta	Jakarta-Singapore	Jakarta -World	309	412	457	603	715	842	992	1,539	2,467
			Medan * -Australia, N Z	-	-	-	19	21	25	29	42	71
			Total	309	412	457	622	736	867	1,021	1,581	2,538
		Jakarta-Perth	Jakarta -Australia, N Z	-	-	-	6	18	30	41	89	142
			Medan -Australia, N Z	-	-	-	19	21	25	29	42	71
			Total	-	-	-	25	39	55	70	131	213
	Medan	Medan-Singapore	Medan -Asia	75	91	111	144	179	215	256	453	882
			Jakarta * -Europe	-	40	50	54	62	71	81	119	182
			Total	75	131	161	198	241	286	337	572	1,064
			Medan-Penang	7	11	13	14	17	19	21	30	48
		Medan-COLOMBO	Medan -Europe	-	55	62	78	103	123	141	217	371
			Jakarta -Europe	-	40	50	54	62	71	81	119	182
	Total	-	95	112	132	165	194	222	336	553		

\* transit requirement

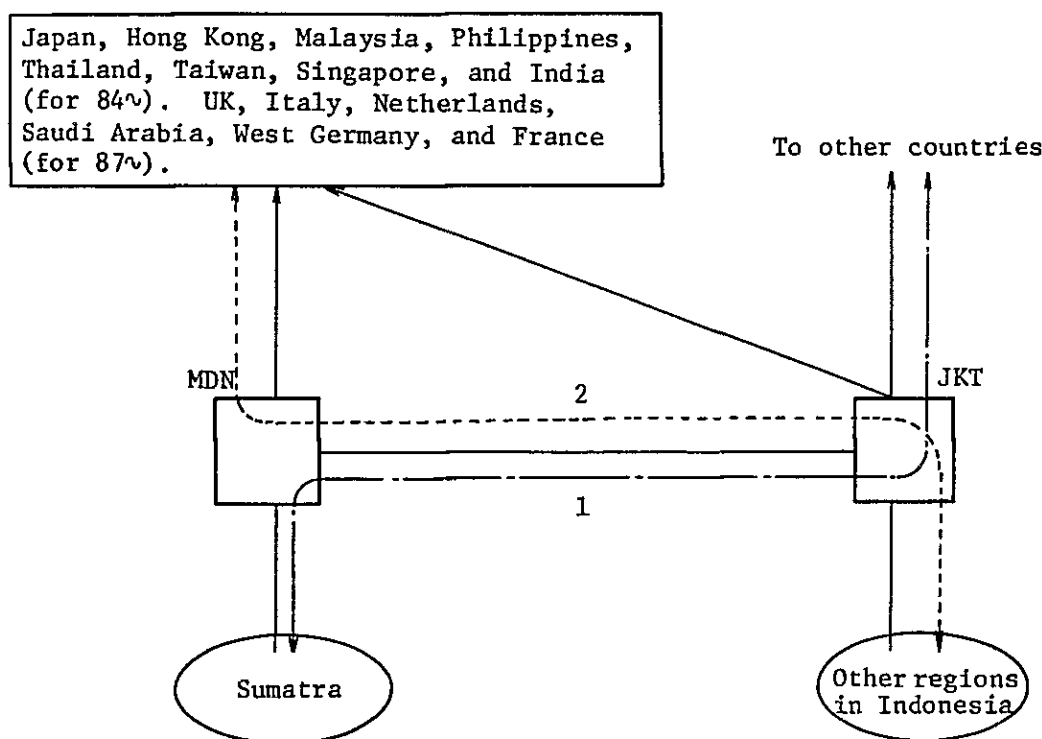
## 4.8 国内回線

### 4.8.1 関門局間の接続線

原則として、先のセクション4.1において述べた基本的アプローチから、ジャカルタとメダンの関門局間の接続線は、メダン関門局が取り扱わない対地国に関しスマトラ発着トラヒックを流す場合にのみ使用する。しかし、スマトラヤアジア諸国以外の地域で発生した緊急事態やジャカルタからメダンへのオーバーフローに対する措置として、当マスタープランは、以下のようなトラヒックを見積っている。

基準：ジャカルタ・メダン関門局間のトラヒック

この2つの関門局間のトラヒックは、メダン関門局が取り扱わない対地国のスマトラ発着総トラヒックとジャカルタ関門局が取扱うトラヒックの内、メダン関門局が取り扱う対地国との間の発着信トラヒックの10%、それにジャカルタからオーバーフローしたトラヒックが追加される。(下図を参照のこと。)



- ① スマトラから発信し、他の国々に着信する。他の国々から発信し、スマトラに着信する。
- ② インドネシアのスマトラ以外の地域から発信し、図の  で囲んだ国々に着信する(メダン関門局経由)トラヒックのオーバーフロー。  
 で囲んだ国々から発信し、メダン関門局経由で、インドネシアのスマトラ以外の地域に着信するトラヒック。 \*  
 緊急措置。

\* ②は、ここでは、スマトラから発信し、で囲んだ国々に着信するトラヒックの約10%と仮定する。

前述した基準に基づく、電話・テレックス・トラヒックに対する最繁時アールン値と回線数を以下に示す。

表 4. 8. 1 Number of Tie Lines between Jakarta and Medan Gateways

Year	Telephone #circuit	Telex		Total voice circuit
		#circuit	#TDM	
1984	42	24	1	43
1985	37	19	1	38
1986	47	23	1	48
1987	44	24	1	45
1988	54	28	1	55
1989	68	33	1	69
1990	84	38	1	85
1994	160	50	2	161
2000	330	68	2	331

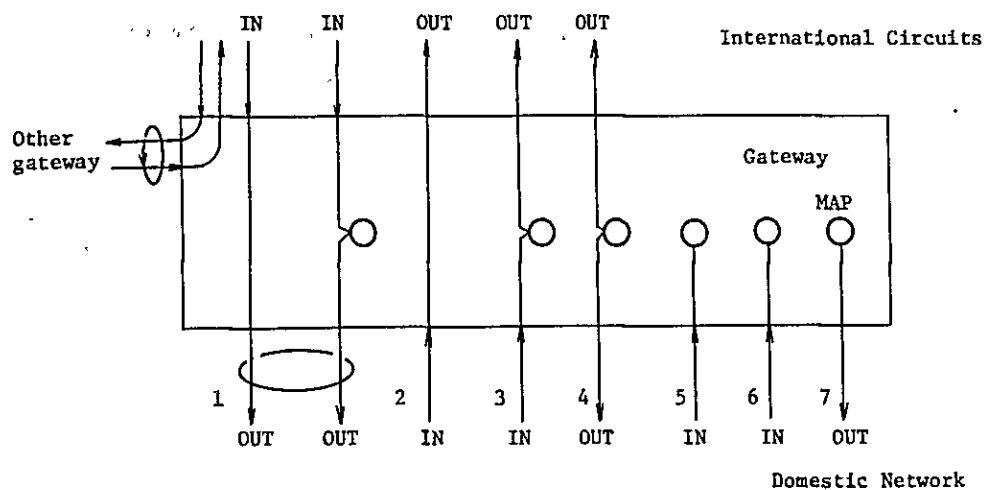
#### 4. 8. 2 関門局と国内網の接続線

##### (1) 電話用接続線

国内網との接続における呼の種類およびそのトラヒックの方向は図 4. 8. 2 - 1 に示される。呼び返し接続呼が存在することによって接続線のトラヒックの方向は国際回線のトラヒックの方向と一致せず、国内網に対する発信トラヒックは着信トラヒックより多い。この発着比率は ISD 率の向上、CLR ( Combined Line and Recording ) 運用率の向上によって 50/50 に接近していく。問合せ呼 ( Information Call ) および料金通知呼 ( Charge Notice Call ) のトラヒックは総トラヒックに比例して増加していくことに注意する必要がある。

##### (a) 電話用接続線数の推移

接続線は片方向で使用することを前提にして発信 / 着信別に算出されている。各関門局の接続線の推移を表 4. 8. 2. 1 ( ジャカルタ関門局 )、表 4. 8. 2. 2 ( メダン関門局 ) に示す。



- 1 International Incoming Call
- 2 ISD Call
- 3 CLR Call
- 4 Call Back Connection Call
- 5 Booking Call
- 6 Information Call
- 7 Charge Notice Call
- 8 Inter Gateway Call

图 4.8.2.1 Telephone Traffic Flow

表 4.8.2.1 Number of Tie Lines for Telephone Between Jakarta Gateway and Domestic Network

(Circuits)

Year	Outgoing Circuits	Incoming Circuits	Total
1984	650	280	930
1985	780	360	1,140
1986	920	470	1,390
1987	1,080	600	1,680
1988	1,270	750	2,020
1989	1,490	920	2,410
1990	1,700	1,100	2,800
1994	2,600	1,800	4,400
1999	3,800	3,000	6,800
2000	4,000	3,200	7,200

表 4.8.2.2 Number of Tie Lines for Telephone Between  
Medan Gateway and Domestic Network

(Circuits)

Year	Outgoing Circuits	Incoming Circuits	Total
1984	90	25	115
1985	110	40	150
1986	140	55	195
1987	160	75	235
1988	200	100	300
1989	260	140	400
1990	310	180	490
1994	540	360	900
1999	950	710	1,660
2000	1,020	770	1,790

(b) 算出方法

次の呼種別毎に各年度の呼数および平均保留時分を基準に最繁時呼量を求め、これを発信及び着信別に集計し、回線数を算出した。

- 国際着信呼
- I S D呼
- C L R呼
- 呼返し呼
- BOOKING呼
- 問合せ呼
- 料金通知呼

① 最繁時呼量の算出式

$$BHE = \frac{C_1 \times H}{C_2} \times \frac{N_t + N_{t+1}}{2} \times \alpha \times \frac{1}{60}$$

但し、BHE : 最繁時呼量 ( erl ) ( 付録 4.8.2 - 3 )

C<sub>1</sub> : 集中率 ( 0.1 )

C<sub>2</sub> : 年間平均平日数 ( 300 )

H : 平均保留時間 ( 付録 4.8.2 - 4 )

N<sub>t</sub> : 計画年度の呼数 ( 不完了呼を含む ) ( 付録 4.8.2 - 5 )

N<sub>t+1</sub> : 計画翌年度の呼数 ( 不完了呼を含む ) ( 付録 4.8.2 - 5 )

α : 予測に対する余裕度 ( 1.2 )

## ② 回線数の算出方法

最繁時呼量が100 erl 未満のときは

$$\text{Loss probability} = \frac{1}{100} \text{にて Erlang B式により求めた。}$$

最繁時呼量が100 erl 以上のときは

$$\text{回線数} = \frac{\text{最繁時呼量 (erl)}}{\eta} \quad \eta = 0.75$$

により求めた。

## ③ 算出に用いたその他のファクター

I S D率 付録表3-2

C L R率 付録4.8.2-6

Bookingされた呼の取り消し率 : 0.5

発信完了度数に対するインフォメーション呼数の比率 : 0.01

発信完了呼数に対する料金通知呼数の比率 : 0.15

完了呼比率 : 付録4.8.2-5(3)

## (2) テレックス回線

テレックス・サービスの大半は、完全自動化されているため、国内回線の計画は、電話回線の場合よりも単純である。関門局と国内回線との間の接続線の数は、付録4.8.2-8に示す各WITEL 別最繁時アールン値(BHE)におけるトラヒック増加見積りを基に算出される。

図5.2.2.1に示すネットワーク構成に基づき、国内トランクを分類し、各国内中継交換機と相互接続する。各中継交換機別BHE見積りと、必要接続線数は、付録4.8.2-9に示すとおりである。BHEから接続線数を算出するためには、呼損率1/100を使用する。1990年、1994年、2000年の年末のBHEを得るためには、6ヶ月間の増加量を、外挿法によって、年間増加量から算出した上で、各年の値にこれを加えればよい。即ち、

$$\text{BHE(年末)} = R \times \text{BHE(年度中頃)}$$

$$R = 1 + (\text{BHE}(y) - \text{BHE}(Y-y)) / \text{BHE}(Y) \times 1/Y \times 1/2$$

但し、R : 6ヶ月間の増加率

Y : 計画年度

y : 年間隔

表4.8.2.3と4.8.2.4は、各々、ジャカルタ関門局とメダン関門局の必要接続線数を示す。

表 4.8.2.3 Number of Tie Lines for telex between  
Jakarta Gateway and Domestic Network

Year	Bothway Circuits by Tandem Exchange			
	Jakarta	Surabaya	U. Pandan	Total
1984	384	37	8	429
1985	442	41	9	492
1986	501	46	10	557
1987	565	51	11	627
1988	629	56	11	696
1989	693	61	12	766
1990	758	67	13	838
1994	941	79	16	1,036
2000	1,098	90	18	1,206

表 4.8.2.4 Number of Tie Lines for telex between  
Medan Gateway and Domestic Network

Year	Bothway Circuits
1984	41
1985	52
1986	65
1987	80
1988	96
1989	115
1990	140
1994	195
2000	277



## 5. 施 設



## 5. 施 設

### 5.1 新 技 術

#### 5.1.1 交換技術一般

##### (1) 交換技術の変遷

半導体技術の発達、とりわけ集積技術の発達により交換分野における技術革新が可能となった。

主要動向の1つは交換素子の変遷、即ちステップバイステップメカニズム、クロスポイント、あるいはリードリレー等の電気機械スイッチから電子素子への変遷である。これと関連して、電話、テレックス、データ等の回線交換の分野では空間分割方式から時分割方式へと交換方式が近代化されつつある。さらにメッセージ交換分野ではコンピュータ技術によりパケット交換の様な新しい高度の技術が生まれた。

こうした変化により高品質、高い信頼性、保守の簡素化、床スペースの節約、価格低減、およびあらゆる見地から利用者に、より良いサービスが提供される。

##### (2) ハードウェア

L S IやI Cメモリ、バブルメモリの様な半導体素子の集積技術や電磁デバイスの発達には目覚ましいものがある。

この傾向がプロセッサスピードの向上や交換システムの容量の増大を、もたらしている。

少数の保守用員しか要さず、しかもシステムの信頼性を高めるこうした静的メモリデバイスが磁気ドラムや磁気ディスク等の回転形外部メモリデバイスに取って代わろうとしている。こうした傾向のもう1つの結果はマイクロコンピュータと呼ばれる小型コンピュータである。

これら小型コンピュータはO A（オフィスオートメーション）化を促進し通信端末装置や交換システム周辺装置にインテリジェンスを与えるものである。

これと関連して新しい交換機には、C V C F（定電圧及び定周波）のような、より高い安定性と、より大規模な電力が必要となる。

##### (3) ソフトウェア—蓄積プログラム制御方式（S P C）

交換分野における最も革新的な変化はプロセッサメモリに蓄積されたプログラムにより制御される諸機能を備えたコンピュータ制御の交換機の導入である。

S P Cは交換機能に様々な改良をもたらした。ソフトウェアによる複雑な制御が可能となったので新しい信号方式や通信プロトコルが開発されベーシックな交換機能に様々な新しい先進的なサービス特性が加えられることになった。今後、開発、導入される交換システムは全てS P C交換となるであろう。

上述の通り、S P Cの導入は多くの有効性を持つが、一方ではS P C交換機にはシステム全体をダウンさせる可能性がある。

これは交換機のソフトウェアには人手で書かれた膨大な数のプログラムステップが関係しており超スピードの処理が行われる際にフレキシブルな書換可能メモリがエラーやバグにより損われるからである。

交換システムの高い信頼性を実現するために、多くの対策が講じられた。即ち、システムコンフィギュレーションには冗長度が与えられ、システムの自動再構成のための特別制御プログラムが開発された。もう1つの傾向は制御の分散である。損害範囲がシステム全体に広がるのを防ぐため、プログラムは特定のインタフェース用のパッケージモジュールとして書かれている。同様にハードウェアも幾つかのプロセッサや制御装置に分散されている。分散型制御は2つのコンセプトに分類される。即ち負荷分割と機能分割である。

前者においては、トラヒックロードが同一機能の制御装置により分割される。このコンセプトはビルディングユニット方式で構築される。第2のコンセプトでは、各装置は異なるソフトウェアを有し、特定のインタフェースにより相互に接続される。

より重要な点は、ソフトウェア自体のバグの数を減らすこと、もしくは十分にデバッグされたプログラムを購入することである。多数の交換機を導入する際は、システムの1つをデバッグセンターとして、また訓練を目的として使用すべきである。

技術の進歩につれて、通信系ハードウェアは自動プロセスで製造されるようになり、価格は著しく低減する。しかし、プログラムの製作は、ソフトウェア生産の自動化に多大な努力が払われているにも関わらず、今だに人の手を借りて、長い期間をかけて行なわれている。大量のソフトウェアが必要とされ、またその生産費及び保守費はますます高騰しているため、この分野の近代技術には、より有効なソフトウェア開発システムと効果的な試験方法が必要である。

高水準言語の開発に、1つの解決方法が見出された。交換システム用ソフトウェアは、アセンブリ言語と呼ばれる機械向き言語で書かれており、機械により異っている。高水準言語にはさらに多くの処理段階と時間とが必要とされる。だが(2)で説明したプロセッサのスピードの向上により高水準言語の開発は徐々に進展しており、より効果的なソフトウェアの開発のためにやがて国際標準化が進められるだろう。

上述の諸条件を要約し、ソフトウェアが人間の創造活動に関連していることを考えてみると、交換技術の開発は未来のソフトウェア技術となることは明らかである。

## 5.1.2 電話交換

### (1) 電話網のデジタル化

電話サービスは100年の歴史をもって広大なアナログ網を構築してきた。網の拡大は技術の発展の足跡でもある。

伝送からみると、国内においては、マイクロウェーブと同軸ケーブル、国際間においては、衛星通信と海底同軸ケーブルの飛躍的な発展によって通話品質は著しく向上しアナログ技術をベースとする上では限界に近い状態に至っている。

交換技術の面では交換部品の品質向上と制御技術の進歩によって自動接続が可能になり、迅速で安定なサービスを提供できるようになった。このように電話網のサービス品質が向上したこと、経済活動の広域化および社会活動の発展により電話需要は目ざましい勢いで増加している。

PCM理論は1937年に発明された。その後トランジスタの発明および高速パルス技術の研究進展に伴って伝送路のデジタル化が可能になった。コンピュータの高速化、大容量化の目的で開発されたLSI技術の進展により従来はアナログ交換機が優位であった電話サービスにもデジタル交換機が経済的に適用できるようになった。

デジタル伝送路およびデジタル交換機で構成されるデジタル網には次のような利点がある。

- ① 伝送路での品質劣化は網の入口でのA/D変換による量子化雑音のみであるためアナログの場合の雑音、レベル変動の相加、伝送損失がなくなる。したがって伝送距離とリンク数による品質劣化は極めて小さく高品質な通信が可能になる。
- ② デジタル交換機では大容量通話路を経済的に実現することができる。また内部呼損が極めて小さいので特定の通話バスを常時固定接続できる。
- ③ 伝送品質の劣化が小さいので接続リンク数の制限が少なくなりデジタル交換機の高度な機能と合せて柔軟性のある網構成が可能になる。
- ④ 加入者相互間に64kbps デジタル通行路が提供できるのでデータ端末、ファクシミリ端末などの非電話系端末を接続でき電話と合せた複合サービスが可能になる。

1970年代の後半から各国において電話網のデジタル化が積極的に進められている。

デジタル化が進むと非電話系サービスも電話網で提供されるようになるだろう。したがって電話網のデジタル化を進めるにあたっては、他サービス網との系統的な運用が可能のように配慮して進める必要がある。

## (2) 交換方式

電話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ー、さらに蓄積プログラム方式のクロスバー、あるいはフェリッド交換機へと発展してきた。いずれも音声をアナログのまま交換するのでアナログ交換機という。一方、LSI技術の進歩により経済的で、大容量で豊富な機能をもつデジタル交換機が開発された。

デジタル交換では音声 64kbps のデジタル情報 ( P C M 信号 ) に変換し、これを時分割多重化する。

多重化されたラインをハイウェイと言いデジタル音声情報には、チャンネルに相当するタイムスロットが割当てられる。このタイムスロットを T ( Time ) スイッチで入れ換え、交換機能を実現する。

T スイッチは、メモリで構成されるから 1 個のスイッチで交換できるチャンネル数はメモリ read/write 速度で制約される。

大容量通話路を実現するためには複数の T スイッチを設け T スイッチ間を S ( space ) スイッチで接続する構成がとられる。

すなわち T スイッチはハイウェイ上のチャンネルのタイムスロットをスイッチングするのに用いられ S スイッチは複数のハイウェイ間でチャンネルを、スイッチングする。S スイッチは L S I 化されたゲートマトリクスで構成される。

デジタル交換機の制御は S P C ( Stored Program Control ) 方式で機能分散と負荷分散方式が採用される。

これによってプログラム構成の単純化、機能追加への融通性、処理能力の拡大、信頼性の向上がはかれる。

デジタル交換機はデジタル網の基本的構成要素であるから、その機能や性能等の外部条件は国際的標準に適合する必要がある。

C C I T T S G X I はデジタル交換機の標準化作業を進めているので諸外国の開発状況と併せて動向を注目していく必要がある。

### (3) 信号方式

共通線信号方式は、S P C タイプ交換機に適した信号方式である。通話路から独立した信号リンクは高速のデータ回線であって、交換機間でシグナリング網を構成する。共通線信号方式は既存の C C I T T № 5. R<sub>2</sub> 等の通話路対応信号方式に比べて次の利点を持つ。

- ① 信号の転送が速いので接続時間が短縮される。
- ② 豊富な情報を転送できるので高度な網運用が可能である。
- ③ 通話路単位に信号器を必要としないので、交換機のコストを低減できる。

C C I T T № 6 信号方式は電話用の共通線信号方式で、国内および国際間に使用されており、適用地域は拡大の途にある。信号リンクの伝送速度は 2400bps で、アナログ伝送と、デジタルバージョンによるデータ伝送が可能である。

デジタル網に適用できる共通線信号方式として C C I T T № 7 が標準化されている。この信号方式にはユーザパート ( U P ) が設けられていて、サービス種別の識別が可能である。すなわち、今後予想される全てのサービスに適用できる万能形信号方式である。

電話用UPおよび一部データ用UPが標準化済みであるが、今後より研究が進められ、IDNにおける中心的信号方式となるであろう。

(4) デジタル電話交換における技術

網がデジタル化すると、これに関する基本技術は、すべてのサービス網に共通して適用できる。ここでは当面のデジタル電話網に関する技術を述べる。

(a) 網の同期

デジタル網では網内のすべての交換機と伝送路を同一のクロックで動作させる必要がある。

周波数の同期方法として1つのマスタ局のクロックに網全体を従属させる従属同期方式と高精度のクロックを各々が持って独立に運用するプレシクロナス運用がある。

一般には一つの通行事業体が運営する国内網では従属同期運用を各国の対等な関係が求められる国際網ではプレシクロナス方式が適用される。

クロックの精度は $10^{-11}$ 程度が要求される。

ジッタやワンダによるクロック位相の異りも補償されなければならない。一般には交換機で位相同期メモリを用いて位相の異りを補正する。

(b) 交換機と伝送路のインターフェース

アナログ伝送路とデジタル伝送路が並存するとき伝送路と交換機のインターフェースは図5.1.2.1のようになる。

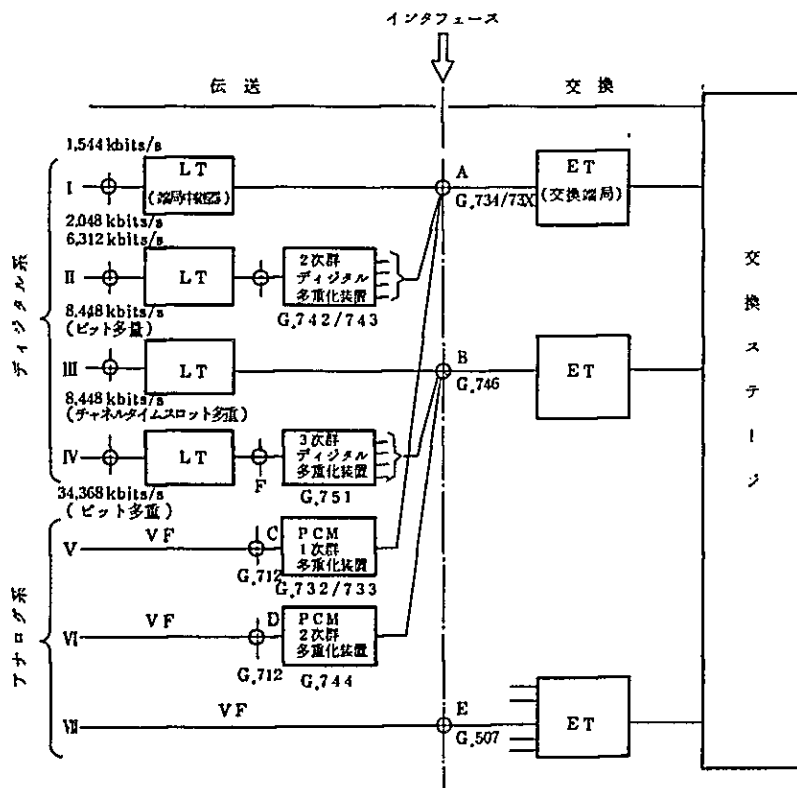


図 5.1.2.1 伝送路とデジタル交換機のインターフェース

インターフェースにはA, B, Eの3種がある。AおよびBはデジタル・インターフェースでありC C I T T 勧告Q 503に規定されている。

アナログ回線の収容方法には、回線V, VIのように交換機の外でデジタル多重化してデジタルインターフェースA, Bに接続する方法と回線VIIのようにアナログのままインターフェースEを介して、デジタル交換機に接続し交換機内でデジタル多重化する方法がある。後者では交換機内で任意の多重形式に積上げることができ、多重回線の構成に自由度が与えられる。

アナログインターフェースEはC C I T T 勧告Q 507に規定されている。

(c) エコー制御

長距離電話回線では信号伝搬時間が数百ミリ秒に達しエコーが生じる。アナログ回線ではエコーサプレッサを設備しているが、動作原理がエコーのリターンパスをスイッチで切断する方式であるため加入者に快適な通話を提供するものではない。

エコーキャンセラは現在のエコーサプレッサの欠点を完全に解決する理想的な装置である。

また電話回線を非電話サービスに使用してもエコーキャンセラは全く妨害を与えない。エコーキャンセラはアルゴリズム手法を用いるのでデジタル網によく整合する。

L S I の技術発展により小形で高性能なものが開発されつつある。

現在デジタル交換機用にデジタルエコーサプレッサを設備している国が多いが近い将来、デジタルエコーキャンセラが主流になるであろう。

(d) デジタル信号装置

デジタル網が成熟するまでの間、デジタル電話交換機には、プッシュボタン(P B)信号や多周波信号(M F)を用いる既存の信号方式が使用されるであろう。

一部の信号方式(C C I T T № 6, R 2)はデジタル交換の仕様条件が勧告されているので信号情報には特定のタイムスロットが割当てられ、一般のデジタル処理が可能である。

しかし、その他の信号(C C I T T № 5, 国内信号方式)はデジタル交換を行わないで音声情報と同じように直接デジタル符号に変えられる。デジタル交換を行わない信号方式のために、デジタル交換機では直接デジタル符号化されたP B信号, M F信号, Line 信号をアナログ交換しないでデジタル符号のまま受信識別したり、直接デジタル信号を発生して送信する装置が用いられる。

受信用装置にはデジタル・フィルター方法と離散的フーリエ交換方式のものがある。

前者は比較的高い情報量を要するとき、例えばP B信号の受信用に用いられる。送信装置にはデジタル発振器が用いられる。信号は、あらかじめ、デジタル符号の形



でメモリに記憶されており送信する時メモリから読み出される。

### 5.1.3 テレックス交換

国際テレックスサービスの急速な成長により世界的規模のテレックスネットワークが確立するに至った。これに伴って、テレックス交換技術も発達し、この分野では、もはや、これ以上の技術革新の余地も残されていないと言われるまでになった。

最近の傾向はサービス設備の増強と他のネットワークとの相互接続に向けられている。

以下の項では、こうした話題に加えてテレックス交換に伴う交換方式に関して、また最終的にテレックスサービスに取って代わると予想されている未来のサービスに関して、幾つかの観点が紹介される。

#### (1) テレックス交換方式

将来導入されるテレックス交換は時分割交換方式案による完全な電子SPC方式となることが予想される。

何種類かの時分割交換システムは既に開発されたシステムに採用されている。

それらは、各交換タイムスロットの情報転送単位を考慮して次のように分類することができる。

- (a) キャラクタ交換
- (b) ビット(エレメント)交換
- (c) サンプリングパルス交換
- (d) 極性反転交換

(a)および(b)には固有の信号再生装置がついているが、一方で、各文字および素子の所要時間に相当するいわゆる交換遅延を伴う。この装置は符号と速度依存型であるが、信号の透過性に欠けている。

(a)は大規模システムを簡単に導入することを可能にしたので、SPC交換の初期には広範に採用された。

現在では、CCITTの論議は(a)を採用しない方向に向かっている。タンデムに接続された国際リンクによる伝送遅延を増大させるというのがその理由である。

(c)および(d)は符号速度依存のトランスペアレントシステムだが、固有の再生装置が無いため、信号の損傷を補正できない。

(c)には最も高い処理速度と大容量のための特別な調整が必要である。

#### (2) 信号方式

CCITTは、国際間接続に使われている信号方式をタイプA, B, C, およびDに標準化した。この4つのタイプ中、勧告U.1で標準化されたAとBは規約システムであり、多くの国で採用されている。

タイプCはイギリスにより提案されたもので、勧告U.11により標準化された。タイプCの狙いは、国際間の直接回線をオーバーフロートラヒックの自動迂回中継や中継交換と関連させて、高水準で効率的に利用することにある。

タイプDは、西独により提案された公衆データ網、X.70と同じ起源を持ち、このためX.70にはタイプDとよく似た共通点がある。

タイプDはSPC交換用に設計されたもので、タイプCに採用されている利点を含む多くの優れた特性、例えば呼のセットアップを高速化するための順方向経路の選択や国際間の料金計算のための中継センタの識別等の特性を合わせて併えている。

最近のSGIXの信号に関する論争の焦点は、タイプAおよびBとタイプCおよびDの間の相互接続である。この結論は、タイプCを新しい交換機へ適応することを勧告しないとするものであった。

タイプDは研究期間中に改訂されたため、旧版で実現した国もある。タイプD信号条件の国際テレックス接続は、まだ公式には、報告されていない。

### (3) アドバンスサービス

テレックス交換は、既に完成された技術であり、サービス向上の見地より、多くの国がベーシックな交換機能に追加機能を導入することに進んで身を入れている。

次に挙げるものは、将来のネットワークに検討が予想されるユーザ設備の数々である。機能は大きく分けて1)リアルタイムおよび、2)蓄積転送ベースに基づいて提供されるものに分類される。

#### 1) リアルタイムで提供される諸機能

- (a) 短縮ダイヤル
- (b) ダイレクトコール(信号選択なしの呼出し)
- (c) 有料時分通知
- (d) キャンプ・オン
- (e) 呼再転送: RDI
- (f) アドレス変更通知: NCH
- (g) 告示サービス(録音メッセージ)

#### 2) 蓄積転送ベースで提供される諸機能

- (h) 蓄積および転送
- (i) 複数アドレス呼

機能(h)は現在、CCITTのSGIXで標準化の最中である。

#### 3) 他網との相互接続

- (a) INMARSAT

MARISATからINMARSATへのサービスの移行により1つの海洋地域に多数の

海岸局の開局が可能となった。自己保有する海岸局を利用してテレックスサービスを提供する場合、国際テレックス網と INMARSAT ネットワーク間の相互接続を考  
える必要がある。この相互接続の信号条件は既に C C I T T 勧告 U. 60 および 61  
として標準化されているので次にその導入の詳細を説明する。

海岸局と関門局の間の相互接続については、各運営機関が適当な信号を選定する  
ことが可能となった。

相互接続の実行は国内網との相互接続に使われているものと同じ信号を採用し I  
NMARSAT ネットワークを国内中継交換局とみなせば簡単なものとなった。海事衛  
星チャンネルの不安定性を補う文字蓄積機能をもつ海岸局には信号変換、例えば衛  
星アクセスコードが必要である。

#### (b) テレックス網

テレテックスの将来は、テレテックスサービスが国際的に、いかに広範に  
いかに急速に発展するかに大きく依存している。

記録通信としては理論上はテレテックスはテレックスに等しい。

だがテレテックスは次のような進んだ特性を持っている。

- i) より速い通信速度：2400bps
- ii) 文字レパートリーのより幅広い組み合わせ：コーディング I. A. № 5  
—基本的にローマン体アルファベット、小文字及び大文字、等を使用。
- iii) メモリ間自動転送  
—テキストの受信と準備を同時に実行可能
- iv) ページ単位の印字

以上の魅力的な諸機能は、テレックスのテレテックスによる交換の基礎を準備するた  
めに考案されたものである。上述の機能に加えて、C C I T T 勧告 F. 100 は、変換装置  
(C F) を用いる。テレックスサービスとの両方向相互接続の可能性を明記している。

さらにこの勧告は、テレテックストラヒックを伝送するネットワークの選択を各運営機  
関に委ねている。

次の3つのネットワークが可能である。

- i) 回線交換公衆データ網 (C S P D N)
- ii) パケット交換公衆データ網 (P S P D N)
- iii) 公衆交換電話網 (P S T N)

このためテレテックス端末間の相互接続は、ネットワーク特性と無関係でなければなら  
ず、端末装置のプロトコルは、この所要条件に叶うよう開発されなければならない。レ  
イヤード・モデルの通信プロトコルは、各処理手順が全く違っている。関連する勧告は  
次の通りである。

S. 62 テレテックスサービスのための制御手順

S. 70 テレテックスのためのネットワーク非従属基本輸送サービス。

レベルプロトコルでは、2つのネットワークにインタフェースするCFは、各メッセージ用の蓄積装置と共に、各レベルでプロトコル変換ができなくてはならない。

テレテックスとテレテックスの2つのサービスには密接な関係があり、相互接続は、まずテレテックスサービスが開始されてから達成されるべきである。現時点では、この相互接続がどの位の期間、またどの程度浸透するか予測するのはむずかしいが、それが電気通信網の転換と将来の発展のために必要な準備であることは間違いないだろう。

#### 5.1.4 データ交換

##### (1) 概論

コンピュータ技術の発達は電気通信の分野に深く浸透し、新しい通信メディアやコンピュータ間または端末データトランスファーを生み出した。初期段階では、専用線を使って、区間ベースで実施するのが一般的傾向となっている。データトラヒックは益々増大し、受信あて先が多極化したので交換コンセプトが導入され、交換が専用線をベースに行なわれることもある。コンピュータの数の増加につれ公衆データ交換網のコンセプトも導入されている。多くの国々が国内データ網を既に構築しており、国際公衆交換データ網の開発も始まっている。

データ交換では、通信の両端は自動機械着信となっており、交換されるデータ伝送には幾つかタイプがある。例えばデータベースアクセス、ファイル転送、大量データ伝送、ファクシミリ模写電送、問合せ応答、等。

この機械間通信には、より高い速度と品質、フレキシブルなネットワーク運用等の優れた可能性を備えた新しいネットワークの出現が必要となるだろう。

データ転送単位や蓄積方法によって、データ交換計画は、次の3つのカテゴリーで実施される。

メッセージ交換（蓄積交換）

回線交換

パケット交換

次にそれぞれの特性を説明する。

##### (2) 交換方式

###### (a) メッセージ交換（蓄積交換）

メッセージ交換は以前から電報の交換に応用されてきたが最近では、エンドツーエンド方式により同時二方向メッセージフローを必要としない専用線のメッセージ交換に応用されている。

各メッセージはバッファメモリ装置に蓄積され、即ち従来の方式により、交換局の紙テープに記録され、それからアドレスに従って次の局に送られる。メッセージが蓄積されるか、別のメッセージ伝送のために使われるかした後は、回線を復旧することができるので、回線効率は著しく高められる。

さらに、蓄積された情報の追加データ処理が可能で、利用者に最新のサービス機能を楽しんでもらうことができる。また一方でこの計画は一定量のバッファを必要とし、メッセージ転送遅延を起こす原因となる。

## (b) 回線交換

回線交換は加入者間の会話的通信である電話およびテレックスに由来から使われてきた。この技術はまた、データ交換にも適用できる。呼が設定されると、回線は、データの流れる中断に関係無く、通話中はエンドツーエンドベースで維持される。既存の国際標準では、エラー制御機能は加入者のプロトコルに委ねられているので、このタイプのネットワークによる伝送は比較的品質が低いものとなっている。

一般的にこの交換方式は、大量データ転送に適しているとみなされている。回線交換は、西独、スカンジナビア諸国、および日本の国内網に設定された公衆交換データ網に採用されている。だが国際データ交換への適用は当分の間制限されており、今後どのように発展するかはまだ明らかでない。

## (c) パケット交換

### 1) 概論

パケット交換技術は、通信網管理にソフトウェア制御技術を広範に応用した最近開発中の国際公衆交換データ網（図 5.1.4 (2)を参照）に採用された。これは蓄積転送方式によるもので、その原則は、高価な国際伝送ラインを効率よく使うことにある。

メモリ価格が国際伝送ラインの価格よりずっと安い場合は、この方式は妥当であると思われる。

この技術の特質は、交換が“パケット”方式で行なわれることである。1つのパケットは、標準化されたフォーマットに分割された1つのメッセージの1短節のことである。交換される情報の長さはより短かく（例えば128または256オクテット\*）なっているため、伝達遅延も少ないが、交換ノードの記憶量も少ないものとなる。このためネットワーク中のメッセージが効率よくフレキシブルに処理できる。この“パケット”化された単位は、呼の設定や終話、等の制御情報としても利用できる。

\* 1オクテット=8ビット

さらにオフィス間伝送ラインは、高速リンクより構成されており、それによってパケットが高速転送され、交換遅延は極めて短い。また交換は受信したパケットを

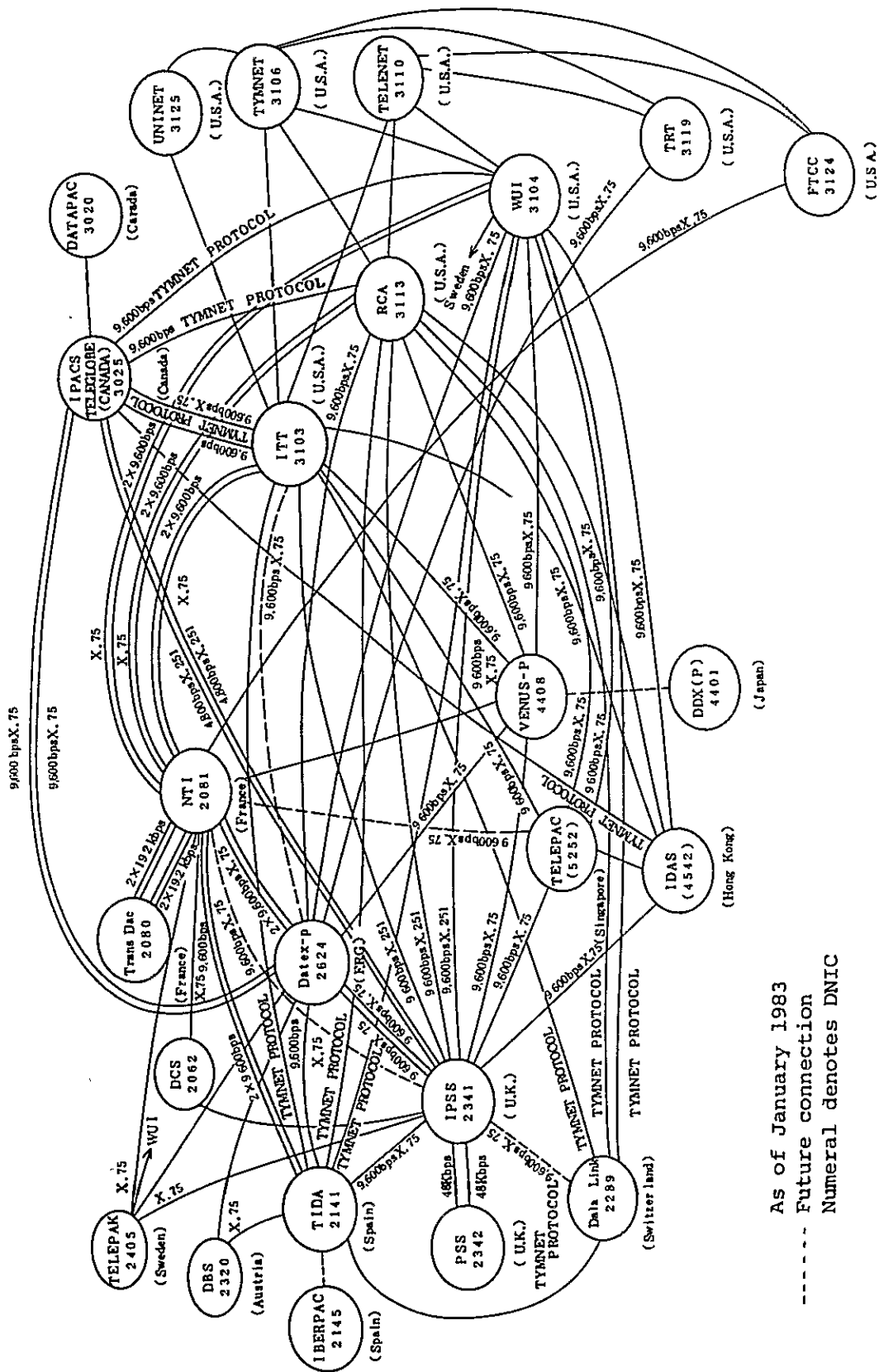
主記憶装置から発信リンクへ、外部記憶装置に蓄積せず直接転送することができる。これは、従来のメッセージ交換とは全く異なる技術である。さらにまた転送パケットにはエラー制御機能が備えてあるので、高品質の伝送が実現される。

例えば、ビット誤り率は $10^{-9}$ ~ $10^{-10}$ である。

このネットワークでは高速変換も可能である。

パケット交換のもう1つの魅力ある特性は、新課金制度の導入である。規約上の通話時間料金に加えて、伝送された情報の量、即ちパケットの数が計算され、規約料金と合計される。

こうした優れた特性により、パケット交換網はコンピュータ通信の所要条件を満たし、全世界で広範な発展を遂げ、新しい国際データ網を確立させることになるだろう。



As of January 1983  
 ----- Future connection  
 Numerals denotes DNIC

图 5.1.4.1 Development of International Public Switched Network

## ii) 高度通信モード：バーチャルコール

パケット交換には、幾つかの通信処理モードがある。即ち、バーチャルコールサービス、永久バーチャルコールサービス、及び datagram サービスである。datagram サービスというのは、パケット交換の原点であった。しかし国際パケット交換の分野では、世界の趨勢は、フレキシブルな最新ネットワークの確立のためにバーチャルコールサービスの標準化へと傾いていった。

バーチャルコールサービスに呼が設定されるとパケットが伝送され、“論理”リンクが設定される。各交換ノードに記憶された情報がパケットの流れを制御し、交換ノード間の物理的接続を様々なバーチャルコールに利用することができる。加入者から見ると、回線交換と同様の通信専用のエンドツーエンド接続が設定されたように見える。永久バーチャルコールは、論理リンクが常に制御パケットの伝送なしで維持される点を除いて、バーチャルコールと殆ど同じメカニズムを持つ。従ってこのサービスは、専用線の特性を備えている。

バーチャルコールサービスにはもう1つの優れた特性がある。即ち、ネットワークの破壊的過負荷の原因となるバッファのオーバーフローを防ぐためのネットワーク管理における“フロー制御”である。これは通信キャリアが、フレキシブルで高い信頼性を持つ国際ネットワークを確立する上で、魅力ある特質である。CCITTの標準化がバーチャルコールサービスに焦点を絞って進められ、国際公衆データ交換サービスがバーチャルコールサービスから始まったのもこのためである。

## (3) インターフェースの標準化：プロトコル

データ通信には、文字表示装置から、通信制御装置をインターフェースとする親機械まで、多種類の端末装置がある。このインターフェースは、電話やテレックスに採用されている、人によって操作される単純な汎用インターフェースとは全く異なるものである。機械間通信には、インターフェースを指定し、全ての複雑で異常な事態に対処するための共通で厳密な特性が必要である。

“プロトコル”と呼ばれる標準インターフェースを検討することが重要であるのはこのためである。プロトコルというのは、2つのコンセプトを合わせたものである。概念の1つは従来 of 交換の信号方式に相当し、もう1つはコンピュータ通信分野のデータリンク制御手順に相当する。

プロトコルには次の仕様が含まれる。

- i) 回線及びリンクの設定手順
- ii) エラー及びフロー制御を含むデータ転送手順
- iii) エンドツーエンド制御手順

今述べた通り、プロトコルは多くの機能について書かれる必要があり、非常に複雑な



ものとなることが予想される。それらを効果的に単純化，組織化するため，その機能に従って次の通りプロトコルを分類した。これは“レイヤードモデル”または“基準モデル”のプロトコルコンセプトである。概略図とその応用は図 5. 1. 4. 3 - 1 に示した。

レベル 1. 物理レイヤー

端末やスイッチ等の装置と伝送リンクとの間の物理的電氣的インターフェース。

レベル 2. データリンクレイヤー

リンクの設定やエラー制御の様な，1つの伝送リンクに接続された装置間のデータ伝送を制御するための手順

例：HDLC及びCCITTのフレームレベル

勧告X. 25及びX. 75

レベル 3. ネットワークレイヤー

呼の設定，フロー制御の復旧の様な，エンドツーエンド接続を制御するための手順。

例：X. 25及びX. 75のケットレベル

レベル 4. トランスポートレイヤー

レベル3以下とは独立した，即ちPSDNやCSDNとは無関係のエンドツーエンドトランスペアレントデータ転送を可能にする手順。

端末装置やコンピュータの機能を更に詳細に調べれば，さらに高水準のプロトコルは，レベル5.6および7に分類される。分類は，端末ホスト間，テレックス等のサービス機能による。

最近のCCITT SG VII (新データ網)の活動成果は，ケット交換に関連した幾つかの勧告として，示すことができる。ケット交換網と主な勧告との関係は，図 5. 1. 4. 3. 2 に示した。

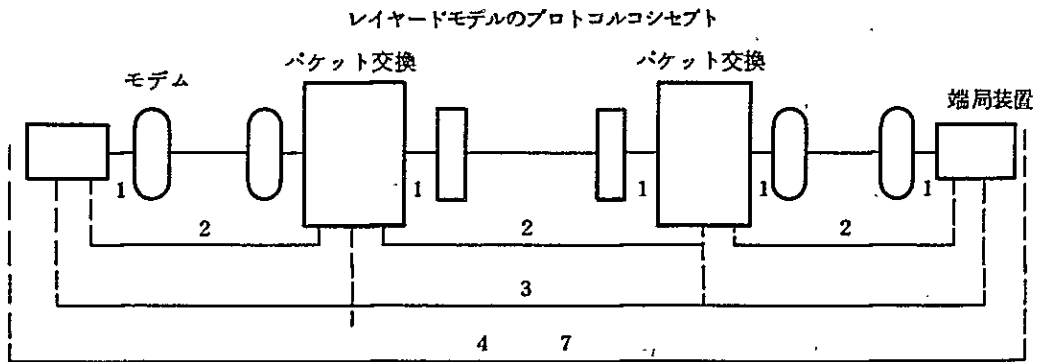
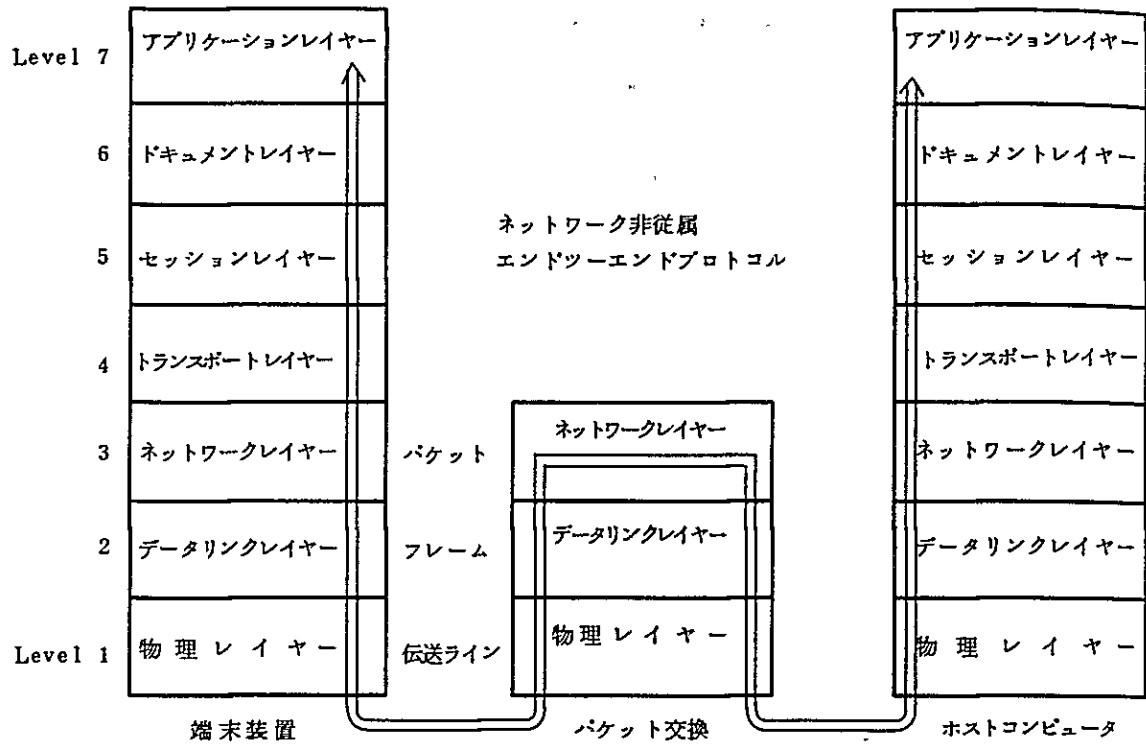
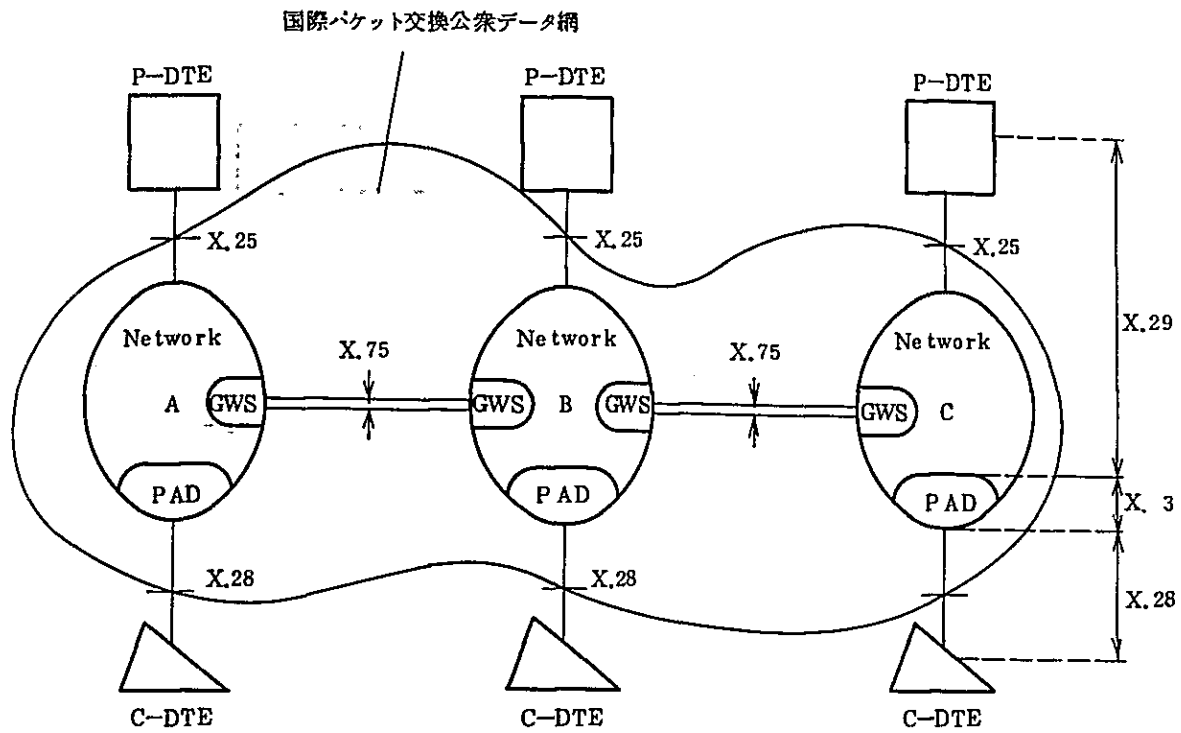


図 5. 1. 4. 3. 1 プロトコルの応用



- GWS : 閘門スイッチ  
 PAD : パケット組立/分解装置  
 P-DTE : パケットモードデータ端末装置  
 C-DTE : 文字モードデータ端末装置  
 : 国内回線  
 : 国際回線

- X. 3 : パケット組立/分解装置 (PAD)  
 X. 25 : 公衆データ網でパケットモードにより端末装置を操作するための、データ端末装置 (DTE) とデータ回線終端装置 (DCE) の間のインターフェース。  
 X. 28 : PADにアクセスするスタートストップモードデータ端末装置のためのDTE/DCE インターフェース。  
 X. 29 : パケットモードDTEおよびPADの間の制御情報及びユーザーデータの交換のための手続き。  
 X. 75 : パケット交換データ網間の国際相互作業。

図 5. 1. 4. 3. 2 パケット交換データ網と C C I T T 勧告との関係

(4) 番号計画

公衆データ網の導入を容易にするため、公衆データ網に関する国際番号計画が、C C I T T 勧告 X. 121 として立案された。この番号方式を用いる呼出しフォーマットは次の通りである。

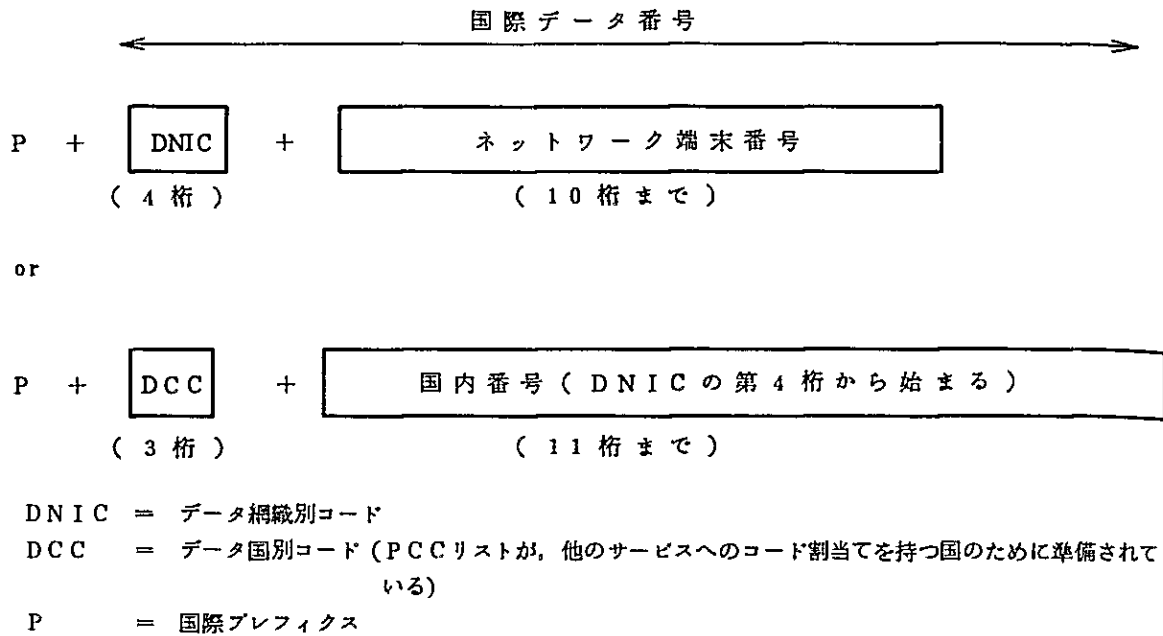
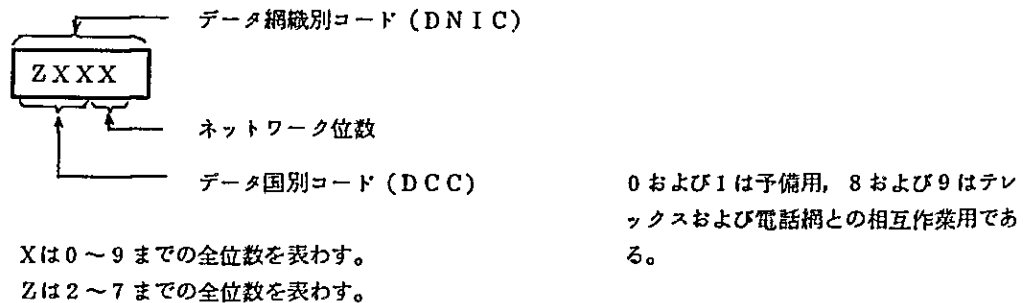


図 5.1.4 国際呼出しフォーマット

DNIC のフォーマットは次の通りである。



(5) メッセージ処理装置 (MHS)

国際公衆交換網の開発が始まり、新しい高品質のネットワークを用いるテレックスおよびファクシミリ端末装置のアプリケーションが、オフィスオートメーション (OA) の発達と共に研究されつつあるので、国際標準化の動向は、ネットワークファイルに蓄積された伝送メッセージのより優れた処理装置へ向けられた。メッセージの定義は、広い範囲に及んでおり、例えばテキスト、ファクシミリ模写電信、デジタル音声、等がメッセージに含まれる。この傾向は、従来のテレックスサービスに起きている新傾向と非常によく似ている。

MHS が提供するものは、非リアルタイムモードサービスと非会話型モードサービスである。主なサービス特性は次の様に分類される。

- 1) 複数アドレス、連続伝送、再転送、等の最新配達サービス

- ii) メールボックス（着信預り）の様な蓄積検索サービス
- iii) ファイルの処理および編集の様なメッセージ生成サービス

MHSの適用範囲はまだ不明瞭だが、国際規模のプロトコル（例えばISO相互接続オープンシステムに関するプロトコルの様な）を実現させるために標準化の努力が重ねられている。こうしたプロトコルは、レイヤードモデルの4以上のレベルで標準化されるものと思われる。このことは、MHSが交換データ網のタイプに関係のないネットワーク非従属の装置であることを意味する。

### 5.1.5 端末装置

#### (1) 概論

L S I とソフトウェア技術の発達は、交換システムと交換ネットワークに大きな影響を与えた。通信端末装置の開発にも、これと同じ影響が及んだ。顕著な傾向はマイクロプロセッサとその周辺装置の端末装置への応用であり、これによって端末装置の機能には知性とバラエティが与えられた。

データ端末装置に端を発したこの傾向は、オフィスオートメーション（OA）の需要により一層加速的となった。

一例はCRT表示装置やディスクの様な外部記憶装置を備えたワードプロセッサの出現である。即ちこの新装置が新しい電気通信サービス、テレックスを生み出したのである。

#### (2) 既存サービスのための端末装置

電話機の様な、ネットワークと簡単にインターフェースされる従来の端末装置にも近代化は進められている。例えば、ダイヤル盤の代わりに押しボタンが取り付けられ、ネットワークによりコンピュータファイルのアクセスが可能になれば、データ入力端末として使用することができる。もう1つの特徴は、アナログからデジタルへの変換である。将来のデジタルネットワークのために、デジタル電話機が準備されるだろう。

従来のテレックス端末装置にも、テキスト編集機能を補うことのできるマイクロプロセッサやCRT表示装置が装備されつつある。

#### (3) データ端末装置

データ端末装置の知能の効果は、局所プロセッシングの可能性を持たせ、親機械の負荷を軽くすることにある。これによってコンピュータ資源が有効に使用される。

データ端末装置（DTE）を従来の電話やテレックスと比べて最も異なる点は、その多様性である。もしこの装置を適当な標準化されたインターフェース、例えば通信制御装置やモデム等に接続すれば、ネットワークを通してDTE間のアクセスが可能になる。標準インターフェースについては5.1.4(3)で説明してあり、端末間接続手続きはより高

いレベルで実行される。既存のデータ端末装置は、次の様に分類することができる。

- I) 単純なテレタイプ端末装置
- II) ワードプロセッサ
- III) 知能端末装置
- IV) オフィスコンピュータ
- V) オンラインまたはホストコンピュータ

(4) ファクシミリ端末装置

マイクロプロセッサの発達に呼応して、ファクシミリ端末装置の低価格化が可能となり、今日では高速度の端末装置が普及している。CCITTでは、従来のアナログネットワーク用の3種類のファクシミリ装置を既に標準化した。即ち、

T. 2	グループ 1	低速 / 6分	} I S O A 4 書類に関して
T. 3	グループ 2	中速 / 3分	
T. 4	グループ 3	高速 / 1分	

現在では、公衆データ網で使われる予定のグループ 4 の端末装置が標準化の最中である。公衆データ網の開発と同様、さらに高速の、さらに高品質のより優れた処理への要求が高まっている。グループ 4 の端末装置はこうした所要条件を満たすものとなるだろう。

グラフィックや通信の記録法等、ファクシミリ模写電送のメリットは認められていたが、公衆交換サービス、特に国際ベースでのそれを提供することは困難であった。多種多様な端末装置が、国際標準化の確立以前に市場にもち込まれたため、伝送価格は他の記録通信メディアと比べて高いものとなった。前述のCCITTの標準化によりこうした問題の克服が始められ、ファクシミリは将来発達の可能性のある通信メディアとなるだろう。

(5) 端末混合モード

ネットワークのデジタル化が進んでいるので、サービス総合化の傾向はやがて実現され、端末装置というのはサービス端末、例えばファクシミリ模写電送やテレックスの混合モード処理、あるいはデジタル電話、またはデータ/ファクシミリ伝送、等の複合構成となるだろう。

5.1.6 ISDNの動向

前に説明した通り、交換技術の主な傾向は、LSIおよびSPCといったデジタル技術の広範な採用に向かっている。伝送の分野では次項で説明する通りPCM方式の導入と共に20年前から始められたデジタル化が光ファイバやミリ波無線方式の発達により飛躍的に拡大されようとしている。

次なる新しい共通の傾向はデジタル交換と伝送技術を1つに合わせ I D N (総合デジタルネットワーク) と呼ばれるトータルなデジタル網を実現することである。

このコンセプトは次の様な好ましい点により支えられている。

- 1) 主に時分割多重技術に支えられたデジタル方式は、総合化の段階と処理速度がさらに向上を続けていけば、価格とスペースの面で非常に大きな効果を上げることができる。

デジタル化の推進においては、アナログ伝送におけるフィルタ装置のような技術上の障害となる問題は無い。

- ii) デジタル伝送は繰返される変復調段階の回数が少なく本来蓄積されるひずみが無い。

従って伝送品質が大幅に改善されることが期待される。

- iii) デジタル技術は、テレマチックサービス、高度な信号方式、あるいは、最新式の保守や処理等の未来の新サービスの導入に相応しい適応性を持っている。

I D N の設定はまず電話から始められるだろう。

その実現のためには加入者線伝送のデジタル化が必要不可欠であるが経済的に実行するのは難しい。

この加入者インターフェースは将来のサービス総合化のためのサービス諸機能に大きな影響を与えるので、そのデジタル化は非常に重要である。

電話における I D N の発展と共にデータ通信やテレマティック (ファクシミリ、テレテックス、ビデオテックス) の様な他のサービスも I D N のメリットを利用するようになる。遠い将来にはメインサービスは各専用ネットワークから提供されるようになり相互のアクセスは相互作業機能により誘導されることになる。

最終アプローチは、各専用ネットワークをあらゆる種類のサービスを提供する1つのネットワークに統合しようとする試みである。これが I S D N の基本概念である。

I S D N の確立のために C C I T T は必要な標準化を積極的に進めている。標準化が必要とされるのは、次の様な理由による。

- 1) 未来の社会は次第に国際化されるので、ネットワーク管理、システム製作、およびユーザ操作の観点からネットワーク全体を標準化することが望ましい。
- ii) デジタル化には、ネットワークの同期化やアナログ/デジタル変換の様な統合的特性を持つ必要がある。
- iii) デジタルネットワークの将来の適用範囲はまだ明瞭でない。もし各国がそれぞれ独立した特性に基づくネットワークを構築するならば、国際ネットワークは実現されず、I S D N へのアプローチも無に帰すだろう。

最近の研究成果に従って、I S D N の定義は変わりつつある。新しいコンセプトは次の

様なものとなる。

- i) ISDNの主な特性は、音声および非音声通信を同一ネットワークでサポートすることにある。ISDNへのサービス統合のキーポイントは、限定された標準多目的インターフェースの準備にある。
- ii) またISDNの発展には、将来における、64Kビット/秒以上あるいは以下のビット率での交換接続が含まれる。交換接続には、回線交換とパケット交換の両方の接続とそれらに関連する接続が含まれる。

こうした案により、以下に示す従来の定義は変更されるだろう。

ISDN：総合化されたデジタルネットワーク。そこでは同一のデジタルスイッチとデジタル経路が用いられ、電話やデータ等の様々なサービスのための接続が行なわれる。

国際規模の標準化を明文化するには大変な努力を要する。

その上、ISDNへ向かう際に排除しなければならない次の様な制約がある。

- i) ISDNに設定される装置は非常に精巧で複雑なものとなるので、極めて高度の技術、保守、および操作が必要となる。
- ii) ISDNの1つのパートで起きた障害が、サービス全体に影響を及ぼすかもしれない。
- iii) 様々な機構と様々なサービスについて誰がISDNを管理するのか決めることは難しい。

克服しなければならない多くの問題はあるが既に多くの国がISDNへの布石とみなされる、デジタル交換およびデジタル伝送方式を導入しつつある。

日本の国内ネットワークにおけるISDN構想はINS（情報ネットワーク・システム）と呼ばれる。

INSの実験は、日本電信電話公社（NTT）が1982年に開始し、1984年まで続けられる予定である。この試験のネットワーク構成は、図5.1.6に示す通りである。

INSに向けての主要ステップは、以下のように計画されている：

(a) 当面

非音声系サービス（データおよびファクシミリ等）専用のネットワークの開発と、デジタル電話ネットワークの構築。

(b) 1985年以降

デジタル・データ・ネットワークとファクシミリ・ネットワークを全国的に構築する。

(c) 1990年頃

非音声系ネットワークの統合。電話ネットワークは、デジタル/アナログが混



在して残る。

(c) 1990年以降

以下のようなネットワーク構成の再編成でINSを完成させる。

i) 加入者交換の適用範囲の拡張

ii) 衛星リンクを有するメッシュ・タイプのネットワークと、地球リンクを有するループ・タイプのネットワークを組合せることによるネットワークの信頼性の向上

iii) ハイアラキーレベル数の減少

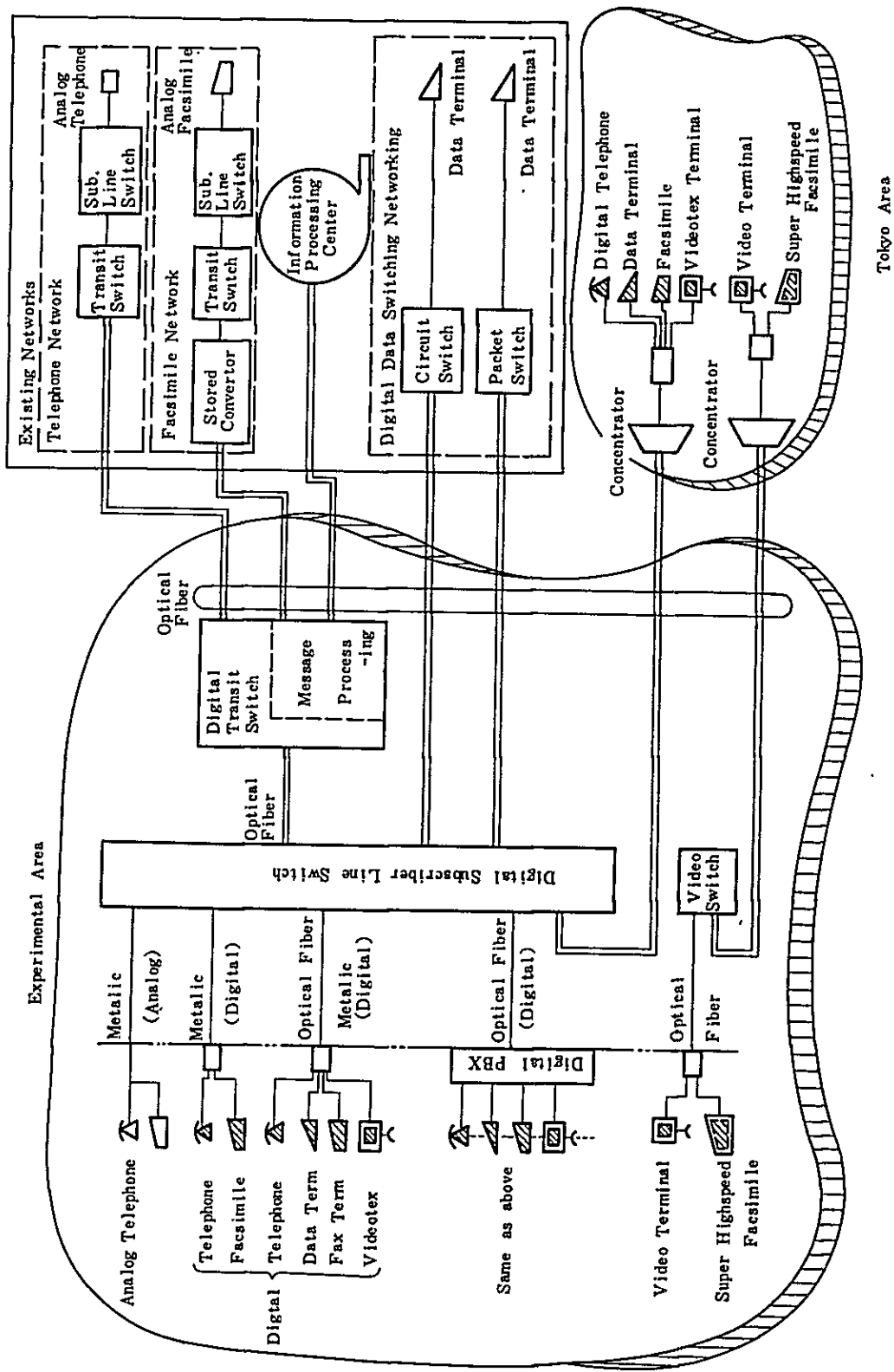
当プロジェクトの原則は、以下に基づく：

(a) 非音声系サービスの割合の増加

(b) 経済化をはかったシステム能力の向上

(c) 距離に無関係な、料金制度

このように、ISDNの実現は、将来に向けての一步を確実に踏み出したのである。



☒ 5.1.6 Japanese Domestic Experimental Network for ISDN

## 5.1.7 INMARSAT システム

### (1) INMARSAT 概要

#### (a) INMARSAT 機関

INMARSATとは、国際海事衛星機構に関する国際会議の決議により設立された国際機関のことである。INMARSATは協定の所要条件に応ずるといふカナダの署名の2ヶ月後の1979年7月16日に発足した。この決議に付随する運用協定に署名した政府関係者または指定機関は署名当事者と呼ばれる。

INMARSATの機構は、総会、理事会および事務局から成る。

総会は、協定への全締約国で構成され、2年に1度開催される。総会の機能は、特にINMARSATの活動、目的、一般指針、および長期目標を検討、再調査し見解を発表し、また理事会に勧告を行なう。

一方理事会は、機構で高額の出資分担金を荷う、署名当事者の代表20名と、地域代表として選出された、署名当事者代表4名から成る。現在の理事会代表者とそれぞれの出資分担額を表5.1.7.1に示す。

理事会の機能は、方針の採択、計画および設計のための方策、宇宙セグメントの開発、構築、獲得、運用、保守および利用等を含むINMARSATに直接関係する全ての問題の裁定を行なうことにある。

事務局長は最高責任者であり、INMARSATの法的代表者で、その任期は6年である。INMARSAT本部はロンドンに置かれて、その事務局の構成は、図5.1.7.1に示す。事務局の職員数は、1982年2月1日現在で66名である。

理事会は、関連する技術および運営問題の詳細を討議する補助機関として、技術および運営問題に関する諮問委員会(ACTOM)を設立した。

#### (b) INMARSATの目的

規約の第3条に述べられているINMARSATの目的は、海上通信の改善に必要な宇宙セグメントの準備をすることで、それに付随して海上における遭難応答や生命の安全に関する通信、船舶の効率および管理、海上公衆通信サービス、および無線確認能力等の改善を支援することにある。

この場合“船舶”とは、海上で操作されるあらゆる種類の船のことである。水中翼船、エアカー、潜航船、浮動船、および一時的に係留されたプラットフォーム等はこれに含まれる。

規約第7条(2)により、船舶以外の、海上で操作される構造物に設置された搭載地球局からINMARSAT宇宙セグメントへのアクセスは、この地球局の運転が船舶へのサービス供給に著しい影響を及ぼさなければ、また及ぼさない限りは許可される。

南極基地に置かれた日本および西独の船舶地球局は、以上の規定に従って、IN -

MARSAT宇宙セグメントへのアクセスを認可されている。

また、今述べた様なデモンストレーションを目的とする船舶地球局は今日では、理事会で決定された方針に基づいて、INMARSAT宇宙セグメントへのアクセスを許可されることになっている。

(2) サービスおよびトラヒックの予測

(a) 提供されるサービス

表 5. 1. 7. 2 は、INMARSAT により提供されるサービスである。放送（グループコール）サービスに対する相当の需要が予想されており、INMARSAT 理事会および署名当事者による広範に渡る研究が進められている。現在提供されている唯一のグループコールは、NCS によるシステム管理を目的とした告示サービスである。将来のサービスでは全船舶へのグループコール、限定された海域の船舶へのグループコール、および特定国の船舶または特定船団へのグループコール等も行なわれる。商用ニュースサービス、気象図伝送を含むファクシミリサービス等が、近い将来導入される予定である。

高速データ伝送サービスも近く提供される予定である。衛星による船舶位置の確認も、INMARSAT システムのもう 1 つの魅力的特性である。

(b) 遭難および安全確認通信

遭難および安全確認通信は、必要とあれば稼働中のチャンネルを先取して、最優先で電話およびテレックスチャンネルで処理されている。IMCO で計画された将来の総合海上遭難および安全システム（FGMDSS）は、INMARSAT システムに大巾に依存することになる。初期の INMARSAT システムには衛星 EPIRB（非常位置指示無線標識）が導入されることになっており、近く関係諸機関により CCI R と共同で実験が行なわれる予定である。

Prinsendam 号の場合、伝えられるところによれば地上通信連絡線が無力であったため衛星システムがフルに活用されず、探索と救助作業が従来の無線を使って行なわれたという。IMCO と INMARSAT は、遭難応答と安全を目的とする通信方法を如何に改善するかの研究に、目下積極的に取り組んでいる。

(c) トラヒックの動向と予測

図 5. 1. 7. 2 は、船舶地球局とトラヒックの統計と、MARISAT サービスによるデータに基づく予測を表わしたものである。1982 年 2 月 10 日現在、世界中で合計 1,022 の船舶地球局が運用中であり、140 が承認を待機している。トラヒックの増加は、船舶の増加とほぼ比例しているが、やや著しい。1986 年の末には、約 5,000 の船舶が INMARSAT システムの船舶地球局を運用しているものと予想される。

MARISAT 時代のトラヒックパターンに注目してみると面白い。図 5. 1. 7 (3)(a) は呼を

海洋区域で分類したものである。1981年には、電話の77%とTelexの65%が、大西洋区域(AOR)で設定されたものであった。図5.1.7.4(a)および(b)は、各海洋地域におけるトラヒックの増加を示している。1978年11月にサービス開始したインド洋地域(IOR)の急激なトラヒック増加が注目される。INMARSATシステムのトラヒックパターンは、多くの国々がシステムに参加し始めているので、やがて変わっていくものと思われる。図5.1.7.3(b)はMARISAT時代の呼をその方向によって分類したものである。特に電話については、最も多いのが船舶から海岸局への呼である。図5.1.7.5を見ると、電話通話の平均的長さは約9分で、Telexについては約3分であることがわかる。船舶間の呼が長時間に渡ることも注目すべきことである。

### (3) INMARSATシステムの技術特性

#### (a) システムコンフィギュレーション

図5.1.7.7は、INMARSATシステムの構成図である。船舶に搭載された無線局を“船舶地球局(SES)”と呼び、地上に設置された固定無線局を“海岸地球局(CES)”と呼ぶ。衛星および関連統制局は“宇宙セグメント”と呼ばれる。通信網管理局(NCS)は、通信チャンネルの割当てのため、各海洋区域に設置される。

運用管理センタ(OCC)は、複雑なシステムの管理を容易にするために、ロンドンのINMARSAT本部に置かれる。OCCはCES、宇宙セグメントの提供機関の衛星管理センタ(SCC)、およびNCSを統合する。OCCはまた、SES就役や新しいSESモデルのための機種認可、等の申請を処理する。

S-ESは1.6 GHz帯域の無線信号を衛星に送出し、衛星はこの周波数を4 GHz帯域信号に変換して、CESに受信させる。次にCESは信号を適当な形態に変換して、国内交換センタを経由して加入者に伝送する。この反対に地上の加入者からの信号は、交換センタを通してCESに送出され、次に6 GHz帯域の無線信号に変換され、衛星に伝送される。衛星はこの信号を1.5 GHzの帯域信号に変換して、SESに送出する。

規約上L帯域信号と呼ばれる1.5～1.6 GHzの信号は電離層の妨害を受けないので、高品質の通信と瞬時接続を保証する。海上移動衛星サービスに割当てられた周波数帯と各宇宙セグメントで使用可能な帯域幅を図5.1.7.6に示した。

#### (b) 宇宙セグメント

初期システムの宇宙セグメントは、次の衛星より成る。米国のMARISATジョイントベンチャーからリースするMARISAT衛星、ESAのMARECS衛星、およびINTERNERSAT V衛星のMCS(海上通信サブシステム)。衛星の軌道位置は、主要航路および既存の、または計画中のCESを考慮して決定された。

図5.1.7(8)はINMARSAT衛星のカバレッジエリアと既存の、および1984年の末

までに建設される予定のCESの位置を示したものである。

表5.1.7.3は既存の、および計画中のCESをまとめたものである。

図5.1.7.9はこれらの衛星の運用計画である。MARISAT衛星は既に計画上の寿命を超過しているが、最近の報告によれば、その燃料は、1983年の終りまで軌道の傾斜角度を3°の指定限度に保つのに十分なものであるという。MARISAT衛星の通信容量は現在、たとえ10チャンネルが活用されていても、AORでは飽和状態である。

MARECS Aは、1981年12月20日、欧州の発射台ARIANE 104から打ち上げに成功した。軌道試験の後、この衛星は多分3月の終りからAORでサービスを開始した。

INTELSAT V衛星については、4つのMCSが借用契約に従って軌道に乗せられることになっている。

ここに述べた宇宙セグメントの容量は、各宇宙セグメント提供者との借用協定に従って、INMARSATに使用可能となる。衛星のパフォーマンスを指定値に保つ責任は、各宇宙セグメントの提供者にある。INMARSAT衛星の動作特性は、表5.1.7.4にまとめてある。

#### (c) 多重アクセス / 変調方法

初期のINMARSATシステムでは、MARISATシステムと同じ変調および多重アクセス方法が用いられる。

表5.1.7(5)は変調 / アクセス方法を要約したものである。電話チャンネルはデマンドアサインメントベースで、コンパンドによりFM/FDMAモードで運用され、一方Telexチャンネルは、二相PSK/TDM(地上→搭載船)モードと二相PSK/TDMA(搭載船→地上)モードで運用される。船舶からの通信リクエストはランダムアクセススペースで伝送される二相PSKパースト信号によって行なわれる。地上からの通信要求と、船舶からの要求に応答するチャンネル割当ては、先に説明したTDMチャンネルのTelex信号に予め指定した情報ビットを使って行なわれる。56 kbpsの高速データ伝送もまた提供される。SES TRDはこの可能出力を四相PSKモードでオプションとして指定する。

将来は、通話信号が探知された場合のみ電話チャンネルを有効にする音声有効化方法が、宇宙セグメントの有効利用のために導入されるだろう。

#### (4) 地球局の概略

##### (a) 海岸地球局 (CES)

INMARSATのCESに必要な技術特性は、INMARSAT海岸地球局に関する技術要件文書に規定されている。表5.1.7(6)はCESの代表的RF特性をまとめたもので

ある。

CESには直径約1.3mのカセグレンアンテナが用いられる。このアンテナをLおよびC帯域で共同で使用するために、特別な技術が開発された。C帯域HPAにはクライストロン増幅器が用いられ、L帯域HPAにはトランジスタ増幅器が用いられる。3.5K~5.5Kの雑音温度の極低温冷却パラメトリック増幅器またはFET増幅器が、C帯域LNAに使用される。L帯域LNAには、バイポーラトランジスタまたはFET増幅器が用いられる。

図5.1.7.10はCESの代表的構成図である。

衛星ハードウェアによる周波数ドリフトと衛星の移動によるドップラシフトを補償するためにCESではAFC(自動周波数補償)技術が使われている。共通AFC計画が採択されており、それぞれの海域でCESの1局が、AFCパイロット伝送の基準局に割当てられる。

#### (b) 通信網管理局(NCS)

システムを多重CESモードで稼働できるようにするため、各海洋区域には、通信網管理局(NCS)が設けられている。NCSはIORでは山口CESに、PORでは茨城、AORではサウスペリーのCESにそれぞれ配置されている。

チャンネル割当ては、ダイヤモンド・アサイメントに基づいて行なわれる。船上または地上の加入者が、電話、データ、ファクシミリ、または高速データ等の呼出しを希望する場合、リクエストはCESに対して行なわれ、CESはNCSに、チャンネルをこの呼出しに割当ててことを要求する。次にNCSはブールされているチャンネルから理想的なチャンネルを捜し、それを割当て、その結果を共通TDMキャリアを通して、SESとCESの両局に知らせる。これによりSESは共通TDMキャリアに同調させるだけで、チャンネル割当てメッセージを受信することができる。

#### (c) 船舶地球局(SES)

標準A船舶地球局のための技術要件文書(TRD)が、INMARSATシステムのインテグリティと互換性を維持するために用意されている。SESの代表的RF特性は表5.1.7.6に示す。TRDは、MARISATシステム時代の船上端末装置の技術仕様書を基に作成されたもので、それに幾つか追加特性が加えられている。

標準A SESは船上装置(ADE)と船内装置(BDE)から構成される。ADEは直径約1.2mのアンテナ、LNAおよびHPAから成る。BDEはチャンネル制御装置、アンテナ制御装置、モデム、Telexおよび電話端末装置、等で構成されている。

標準A SESは電話チャンネルを通して、電話およびTelex通信、またファクシミリおよびデータ伝送を行うことができる。SESにオプション装置が設置されれば、

56 kbps の高速データ伝送も使用可能になる。

表 5.1.7.7 は、INMARSAT により考案された実用のための 4 つの標準 SES である。但し、現在 INMARSAT システムで稼働しているのは、標準 A SES のみである。他の標準 SES のどれかを初期システムに導入することも可能である。INMARSAT の研究および開発計画として、広範な研究が事務局および署名当事者で進められている。

標準 A SES の G/T 比は -4 dbk で、アンテナの直径は約 1.2 m である。標準 D はアンテナの直径約 3 m で、G/T 比は +5 dbk であり、様々な速度のデータ伝送や、タンカーや掘削プラットフォーム用の多重音声チャンネルに使われる。標準 B のアンテナ直径は約 40 cm、G/T 比は -12 dbk で、低品質の電話および Telex 通信ができる。

標準 C は低 G/T 比端末であり、G/T 比は -19 dbk と低い。この標準 SES は電信チャンネルしか提供できないが、そのコンパクトなサイズのため小型船には非常に魅力あるものである。また標準 C は、将来導入される遭難警報装置には有効と思われる。

#### (5) 未来の INMARSAT システム

##### (a) 調達スケジュール

第 1 世代の INMARSAT システム宇宙セグメントの寿命は 7 年である。このため遅くとも 1988 年の初期迄に新しい宇宙セグメントが軌道に乗ることが必要とされる。衛星の製造には少なくとも 3 年を要する。従って、打上げ遅延に対する余裕と調達手続きに要する期間を考慮に入れて、1984 年の終りまでに衛星の発注を行なうことが必要と思われる。

第 2 世代システムの設計作業が、1982 年の終り迄に“提案に対する要請”(RFP)を準備するために、既に INMARSAT では始められている。図 5.1.7.11 は、INMARSAT 第 2 世代宇宙セグメント収容に関する調達スケジュールである。

技術問題、特に未来の INMARSAT システムについての研究を促進させるために、INMARSAT 理事会は研究および開発計画方針を採択した。

表 5.1.7.8 は、INMARSAT R & D 計画の諸項目をまとめたものである。

##### (b) 基本的考察

###### (i) 専用衛星と多目的衛星

専用衛星を使えば、INMARSAT はサービスエリア、チャンネル容量および衛星配置の計画上、十分なフレキシビリティを持つことになる。但しこの種の衛星の価格はかなり高いものになる。

一方多目的衛星は、専用衛星とは正反対の特性を持つ。INMARSAT 衛星の様な常時業務衛星と業務分担した場合、海事通信部分の価格は、総体としての衛星価格



の合計と比較すると僅かなものである。また、T T & Cサービスの様な運用費も比較的小さいものとなる。けれども少数利用者のリクエストに応ずることは恐らく不可能であるから、システムの主要目的を達成する上で違約金を支払わなくてはならない。

航空衛星システムとの業務分担は、一考に値する。というのは、探索および救助活動に参加する航空機が、同システムの衛星通信装置で機装されていれば、より効果的作業が実施されるからである。

#### (ii) カバリッジ

理論上は、3つの衛星で全地球をカバーできているが、有効範囲とC E S位置決め の 所要条件を同時に満たすことは難しい。もし4つの衛星を使えば、隣り合った衛星のカバリッジが十分に重なり合うので、衛星の位置決めにおける十分なフレキシビリティを持つことができる。4つの衛星を使う形態では、もう1つのメリットがある。即ち、同じ周波数帯を地球の裏側で使うことができる点である。こうしたメリットと衛星およびT T & C局に関する追加費用との妥協点の研究が、今後必要となろう。

極地方に関するカバリッジは、静止衛星が使用されている限りは、達成され得ない。この難題を解決するためには、大きな傾斜角を持つ同期衛星が使用されれば、1日の限られた時間に、極地方にある搭載船からのアクセスが可能となる。極地方をカバーするためのもう1つ可能なアプローチは、幾つかの極軌道衛星を使うことである。

S E Sは、これらの非静止衛星を追跡することができる。操作および経済上の見地より、総合的研究が必要となるだろう。

#### (iii) スポットビームの利用

将来は、衛星のトランスポンダに多くのチャンネルが必要になる。この所要条件を満たす為の最も効果的な方法は、スポットビームとより高いトランスポンダパワーを用いて衛星のE I R Pを増大させることである。この場合限定された海洋地域が照射されることになるので、特定の船舶が位置しているスポットビームエリアを識別する方法が開発されなくてはならない。ビーム間の衛星交換が完成すれば、より効果的な運用が可能になる。

#### (iv) デジタルシステムの導入

初期システムでは、電話チャンネルに、コンパンドを用いる狭帯域周波数変調システムが使用される。音声符号化や転送エラー補正の様なデジタル技術が使用されると、低品質の電話サービスと4.8 Kbpsのデータサービスが、-10 dBKのG/T比を持つS E S（標準B）に提供可能となる。さらに、既存の標準Aシステムと同

じ船上装置（A D E）を用いる新しいS E S規準が導入されると、チャンネル容量は著しく増大する。

こうしたデジタルシステムの導入は、将来のINMARSATシステムにとって非常に頼もしいものとなる。従って、十分な発展のシナリオに基づく未来のシステム構成を真剣に考察することは非常に重要である。

近い将来予定されているI S D N（総合サービスデジタル網）が、完全にデジタル衛星システムに依存しているため、デジタル通信技術は通信分野で非常に重要な役割を果たすことが期待されている。初期システムからのスムーズな移行のため、総合的な研究が必要である。

(v) 多重アクセス / 変調方式

標準A, B, C, およびD型S E S等の様々なシステムが使用される場合に備え、可能な多重アクセス、チャンネル割当て、および変調方法を研究する必要がある。衛星トランスポンダの混変調を防ぐための周波数割当て方法の研究も、それに含まれるべきである。

表 5. 1. 7. 1 加盟国と署名当事者および出資分担

1981年12月31日現在

国名	署名当事者	有効日	出資分担額
\$ UNITED STATES	COMSAT	79.07.16	23.36370
\$ USSR (INCLUDING BYELORUSSIAN & UKRAINIAN)	MORSVIAZSPUTNIK	79.07.16	14.09217
\$ UNITED KINGDOM	BRITISH TELECOM	79.07.16	9.89134
\$ NORWAY	TELECOM. ADM.	79.07.16	7.87821
\$ JAPAN	KDD	79.07.16	6.99915
\$ ITALY	MPT	79.07.16	3.35524
\$ FRANCE	DGT	79.10.18	2.88553
\$ GERMANY (FED. REP)	BPF	79.10.23	2.88553
\$ GREECE	OTE	79.07.16	2.88553
\$ NETHERLANDS #	PTT	79.07.16	2.88553
\$ CANADA	TELEGLOBE CANADA	79.07.16	2.61717
\$ KUWAIT	MINISTRY OF COMM.	79.07.16	2.01315
\$ SPAIN	CTNE	79.07.16	2.01315
\$ SWEDEN *	TELECOM. ADM.	79.07.16	1.87898
\$ AUSTRALIA	OTC	79.07.16	1.67770
\$ BRAZIL	EMBRATEL	79.07.16	1.67770
\$ DENMARK	P&T ADM.	79.07.16	1.67770
\$ INDIA	OCS (GOV. OF INDIA)	79.07.16	1.67770
\$ POLAND	MINISTRY OF COMM.	79.07.16	1.67770
\$ SINGAPORE	TELECOM. AUTHOR.	79.07.16	1.67770
CHINA (PEOPLE'S REP.)	MARINE COM& NAV.CO.	79.07.16	1.23666
BELGIUM #	RTT	79.07.16	0.60395
FINLAND *	GEN. DIRECT. OF P&T	79.07.16	0.60395
ARGENTINA ¢	ENTEL	79.10.02	0.60395
NEW ZEALAND ¢	POSTMASTER GEN.	79.07.16	0.36277
BULGARIA ¢	STATE SHIPPING CORP.	79.07.16	0.27204
PORTUGAL	RADIO MARCONI CO.	79.07.16	0.20610
ALGERIA ¢	MPT	79.07.16	0.05000
EGYPT	GOVERNMENT	79.07.16	0.05000
IRAQ	GOVERNMENT	80.07.21	0.05000
LIBERIA	GOVERNMENT	80.11.14	0.05000
OMAN	PTT	80.12.30	0.05000
CHILE	ENTEL-CHILE	81.02.26	0.05000
PHILIPPINES	PHILCOMSAT	81.03.30	0.05000
SRI LANKA	GOVERNMENT	81.12.15	0.05000

37 : 加盟国

35 署名当事者

s : 出資分担額に基づく理事会代表

c : 地理的エリアを代表する理事会代表国

# } : 理事会グループ代表国

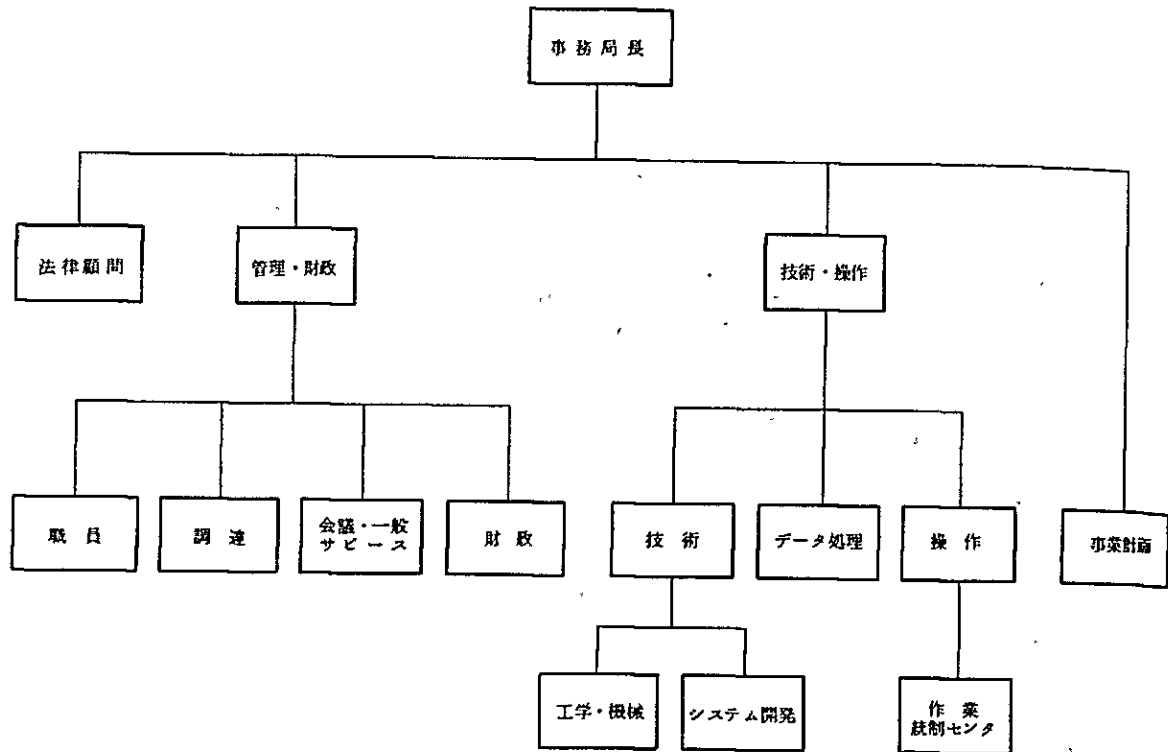


図 5. 1. 7. 1 INMARSAT事務局の構成図

表 5. 1. 7. 2 INMARSATの提供するサービス

サービス	注
電話 Telex	(ファクシミリを含む) 船舶 対 地上 地上 対 船舶 船舶 対 船舶
データ	2.4 kbps まで (電話チャンネル経由) 9.6 kbps まで (標準 DSES用) 5.6 kbps (オプション)
グループコール	全ての船舶, 地域, 国, 船団
遭難および安全確認 通信	電話および Telex チャンネルを通して 優先的に
EPIRB	INMARSAT が宇宙セグメント容量を 提供

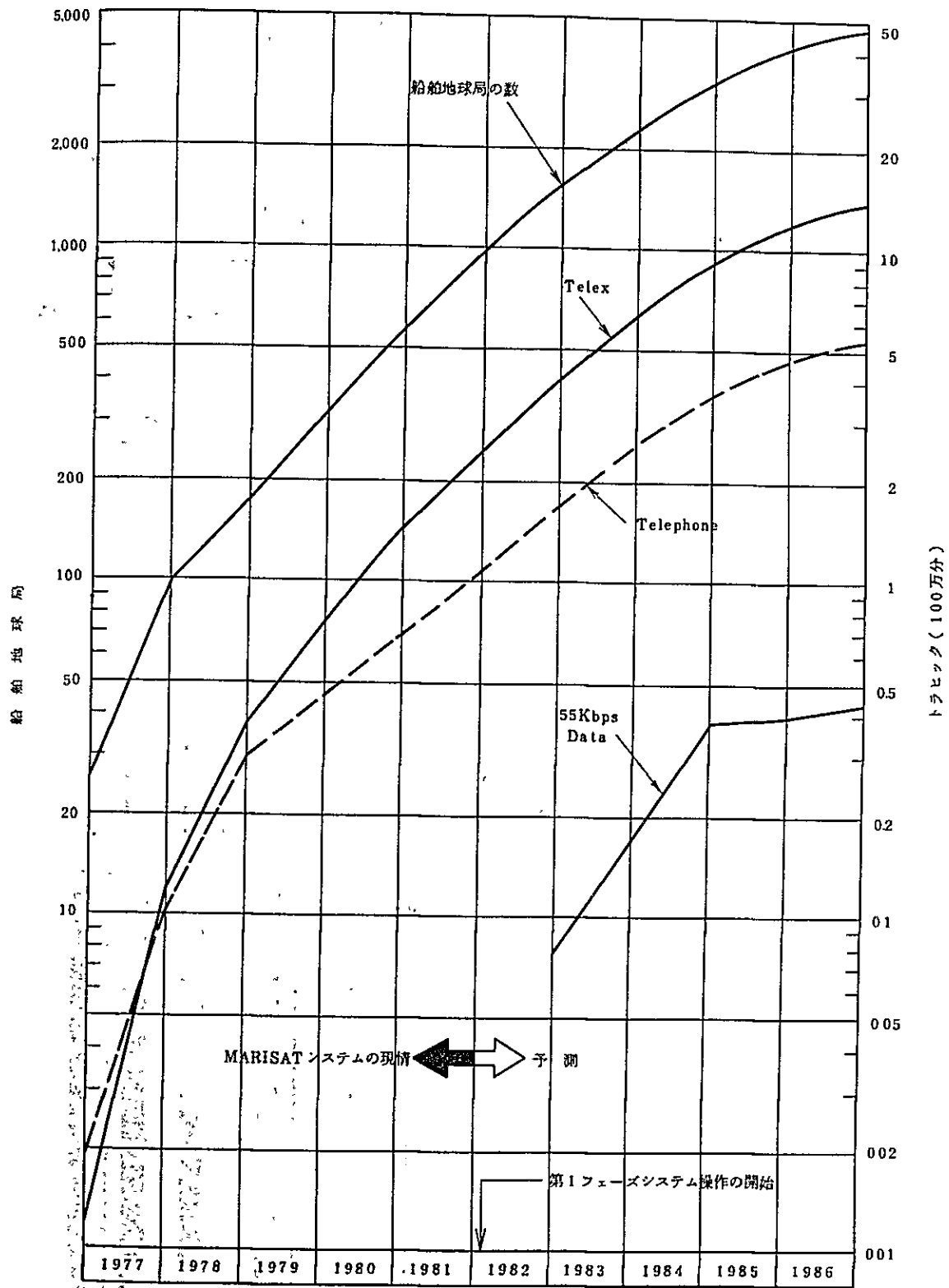


図 5.1.7.2 船舶地球局とトラヒックの統計

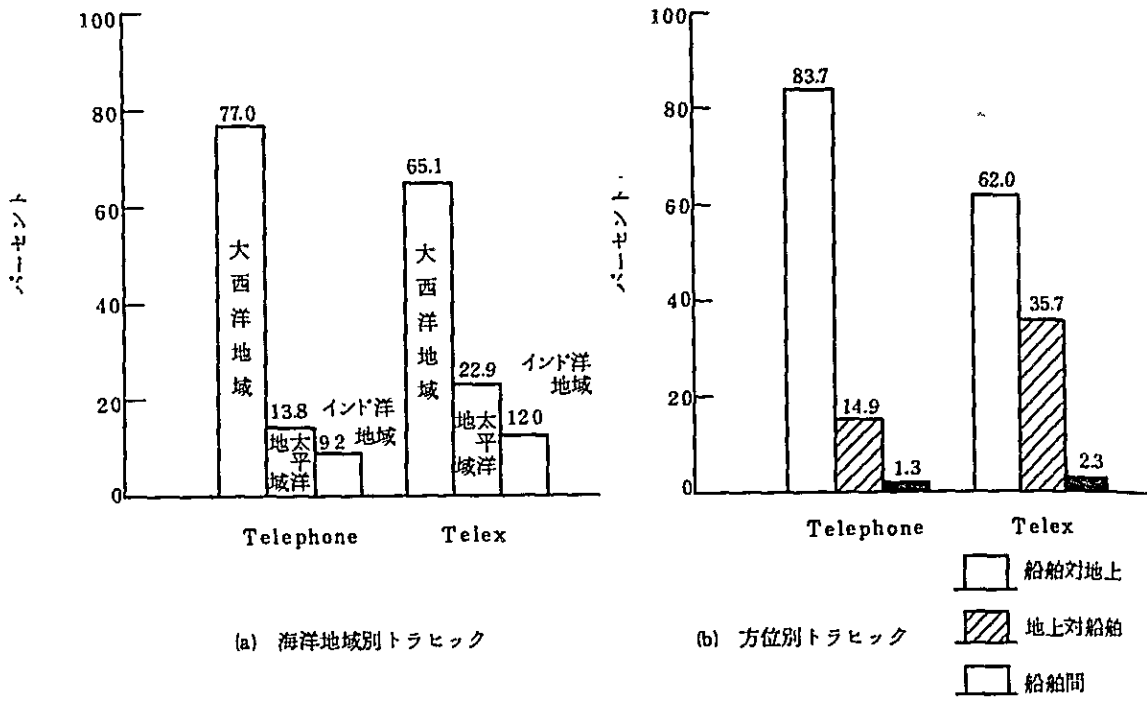


図 5. 1. 7. 3 呼の長さで表わすMARISATサービスのトラヒック統計

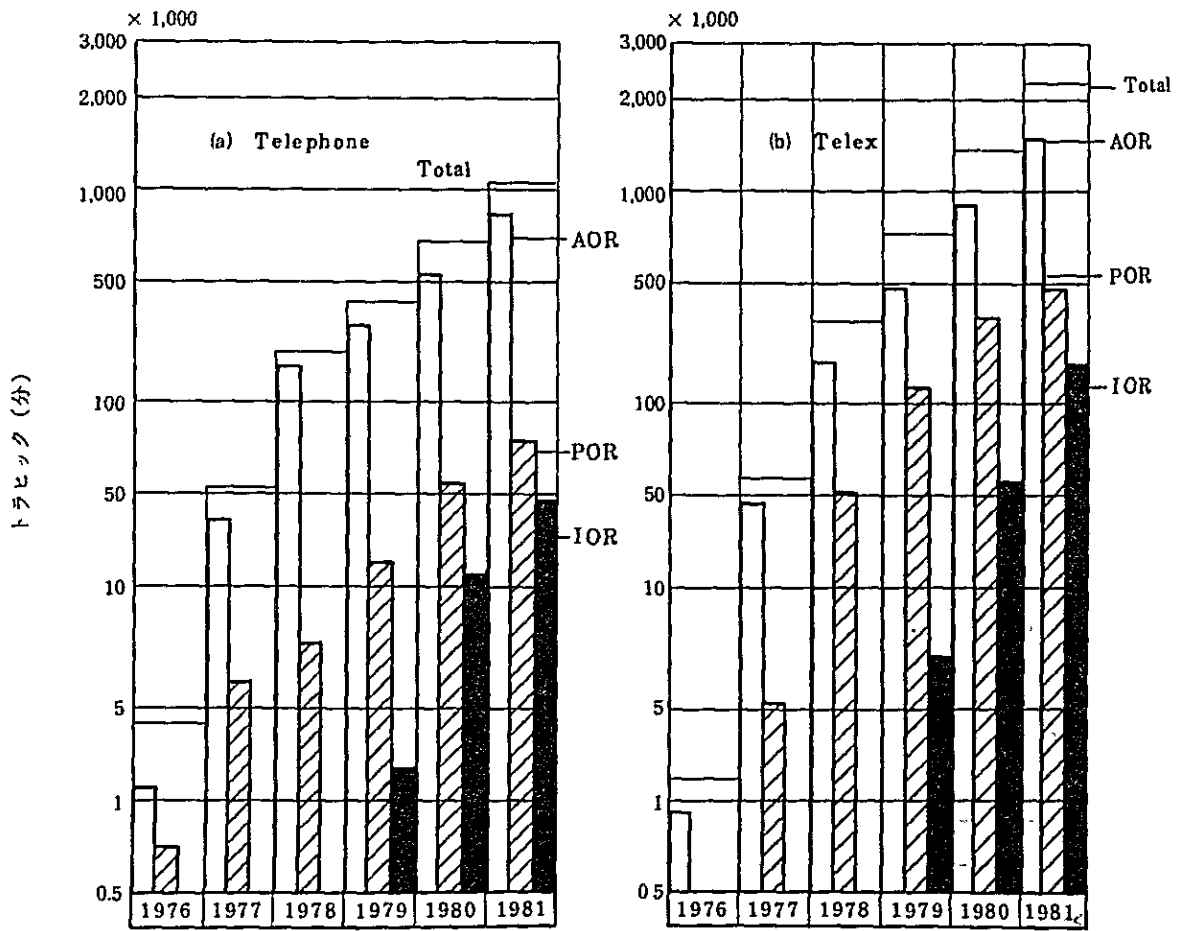
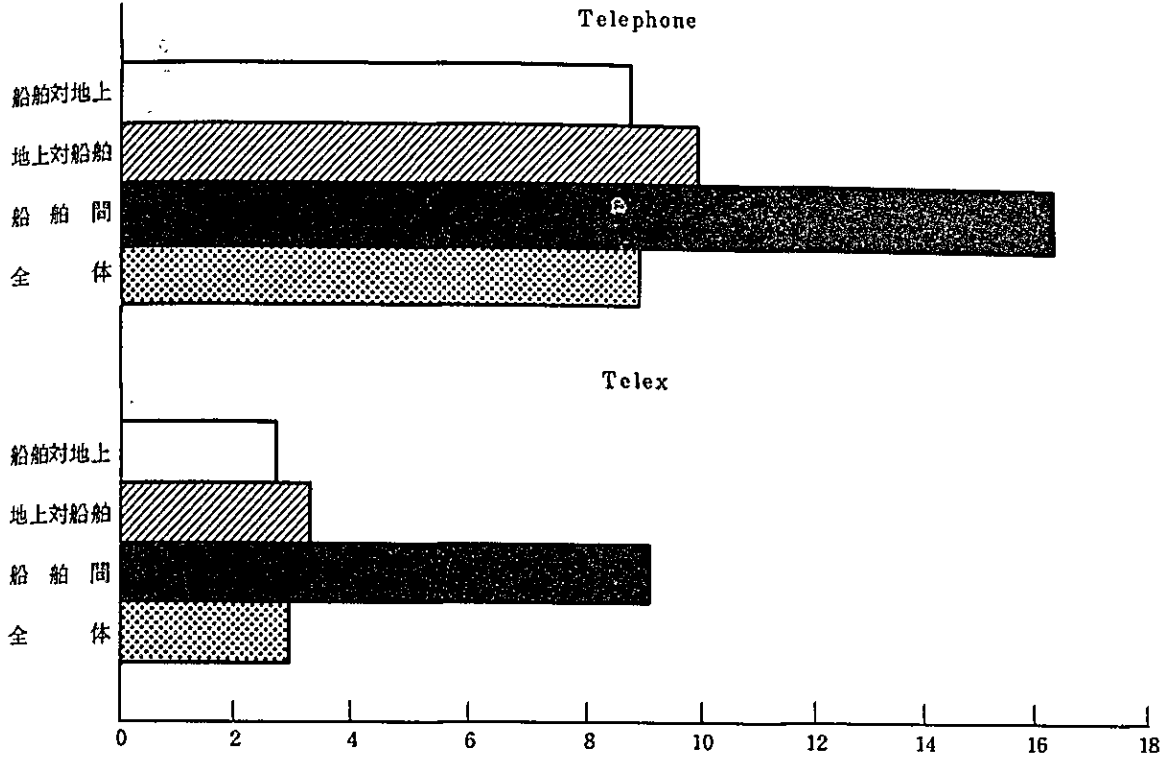


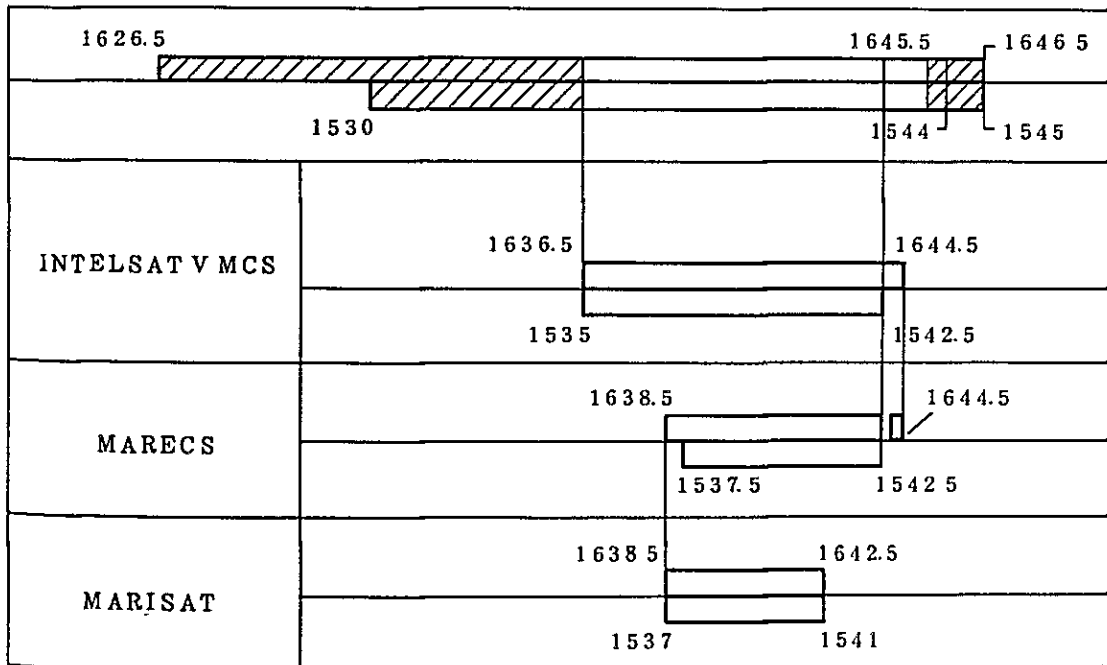
図 5. 1. 7. 4 MARISATシステムのトラヒックの増加

呼の平均長



(分)

図 5. 1. 7. 5 MARISATトラヒック統計



□ : 探索および救助チャンネル

▨ : WARC, 79 に割当てられた追加周波数帯域

1.6 GHz : マップリンク    1.5 GHz : ダウンリンク

図 5. 1. 7. 6 各宇宙セグメントに使用可能な周波数帯域

略語  
 NCS : ネットワーク調整局  
 SCC : 衛星制御センタ  
 CES : 海岸地球局  
 TTC : 遠隔追跡指令

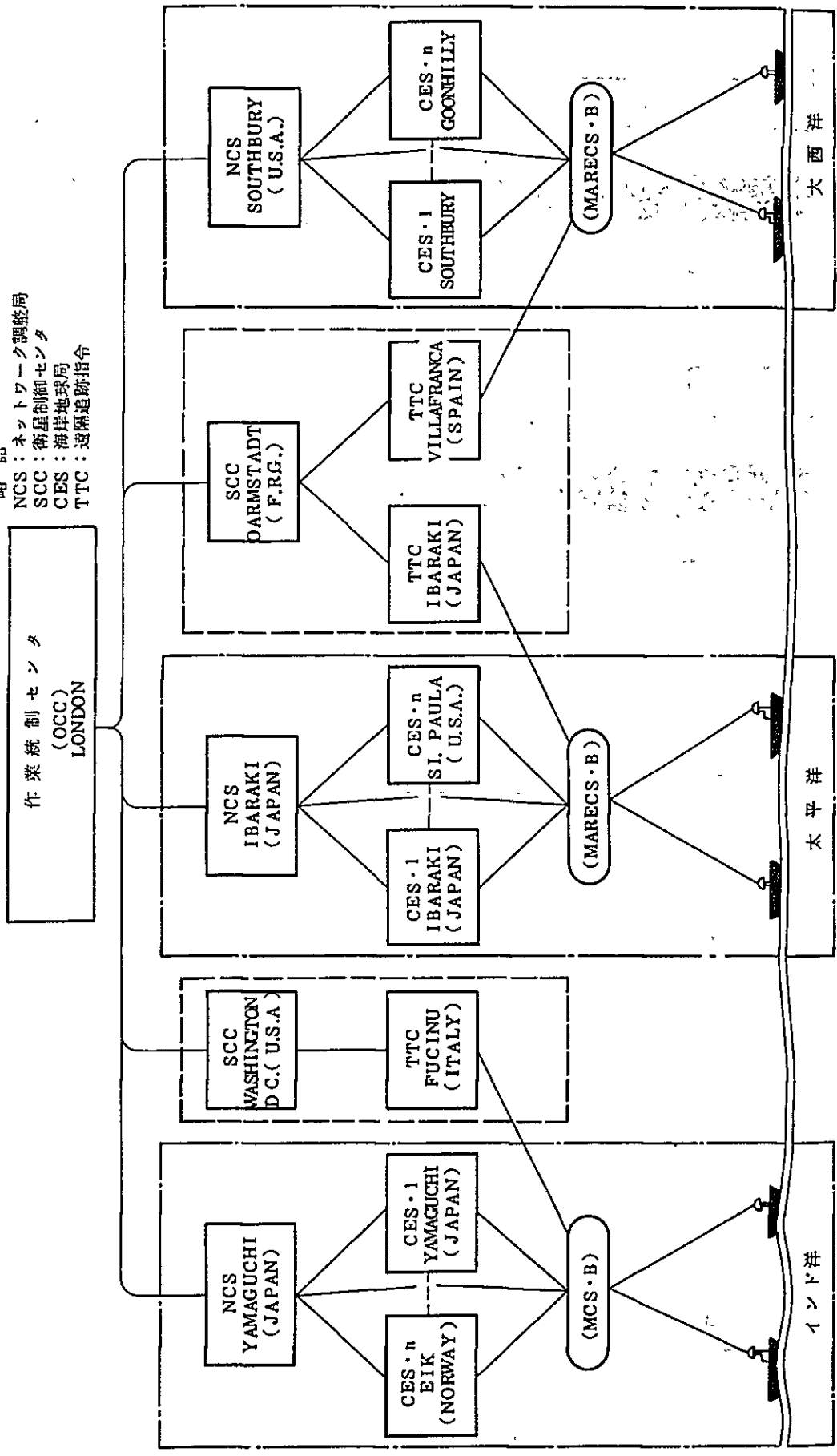


図 5. 1. 7. 7 INMARSAT システム構成図



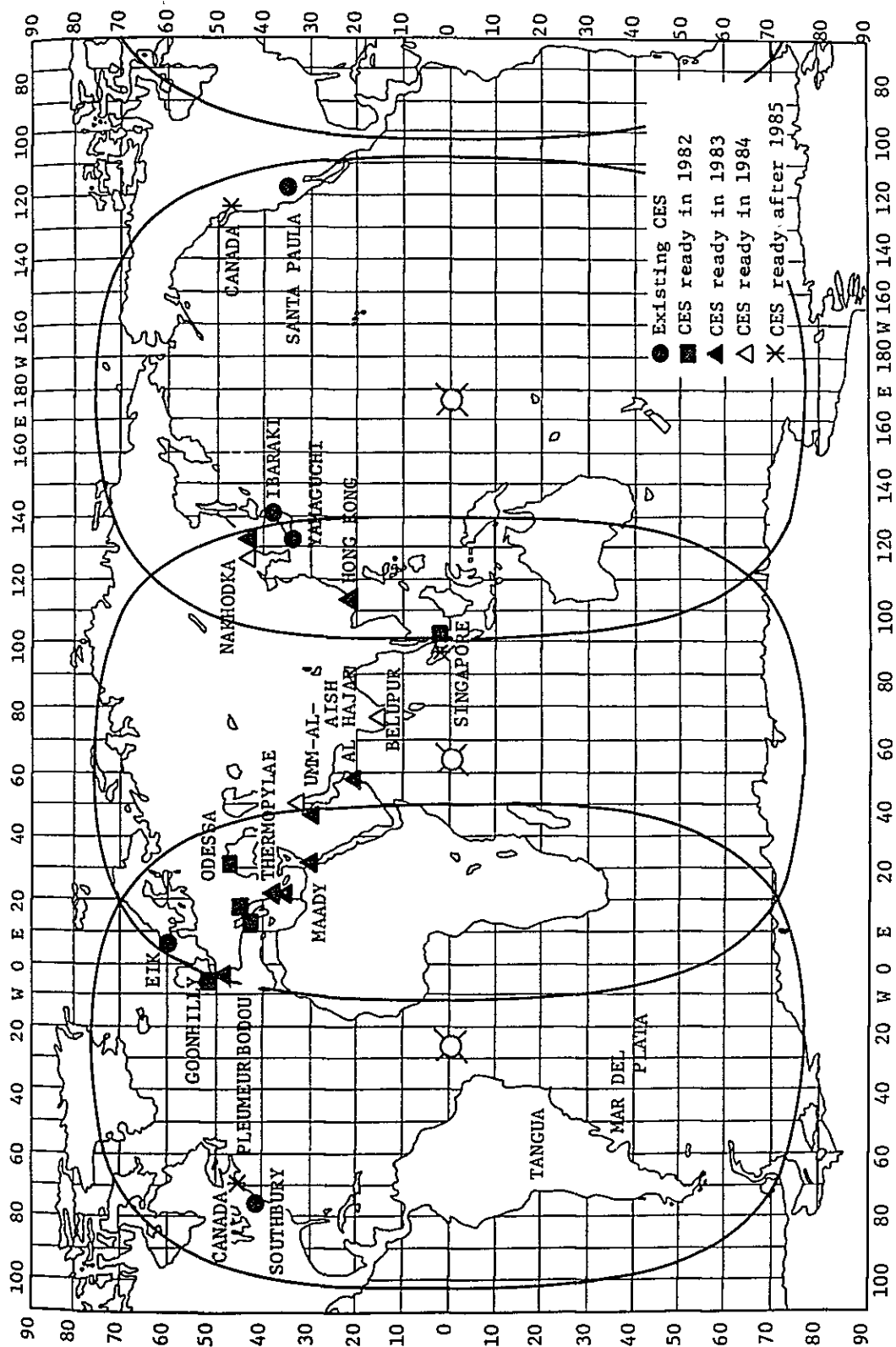
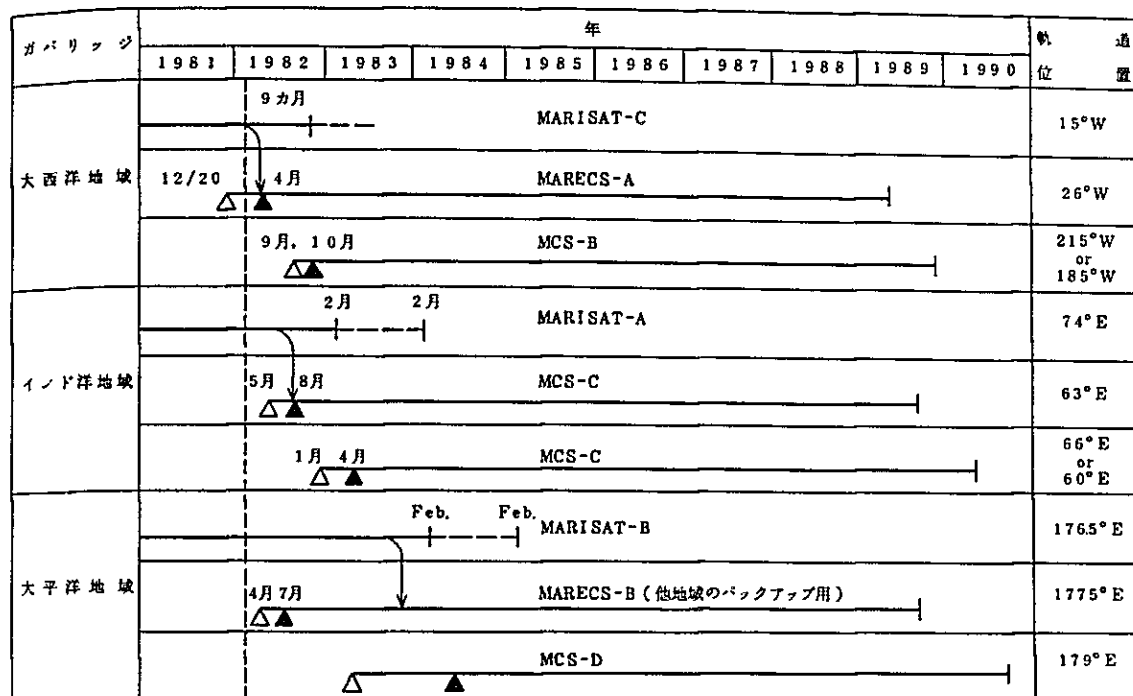


図 5.1.7.8 INMARSAT 衛星カバリッジと海岸地球局の位置





初期 INMARSAT システムの操業開始

----- : オプション  
 Δ : 打ち上げ日  
 ▲ : サービス開始日  
 | : 契約終了

図 5. 1. 7. 9 INMARSAT システムの操業計画

表 5. 1. 7. 4 INMARSAT 衛星の主な動作特性

衛星	方位	G/T (dBK)	EIRP (dBW)	船舶対地上容量 (チャンネル)
INTELSAT V MCS	船舶対海岸局	-16	1 7.5 (飽和状態)	30 (35) *
	海岸局対船舶	-21	3 1.8	
MARECS	船舶対海岸局	-15	1 4 (有効)	40 (50) *
	海岸局対船舶	-19	3 3.2	
MARISAT	船舶対海岸局	-17.5	1 8 (飽和状態)	4 (8) *
	海岸局対船舶	-22	2 3	

註：借用契約にリストされた値である。( ) \* : 期待されるチャンネル数

表 5. 1. 7. 5 変調および多重アクセス方法

チャンネル	変調/多重アクセス	註
電 話	SCPC-FM	最大周波数偏差：12 KHz 2：1シラビックコンパンダ使用
電 信 船舶対地上 地上対船舶	2φ PSK-TDMA 2φ PSK-TDM	フレームあたり22バースト：4,800 bps 22多重チャンネル：1,200 bps
高速データ 船舶対地上	4φ PSK	データ率：56 kbps；1/2たたみ込み符号
リクエスト	2φ PSX ランダムアクセス	バースト信号(172 bits)：4,800 bps
割 当 て	2φ PSX-TDM	予め指定の情報ビットをTelex信号へ：1,200 bps

表 5. 1. 7. 6 各局の無線周波数特性

		海 岸 地 球 局				船 舶 地 球 局	
		C 帯 域		L 帯 域		L 帯 域	
		送 信	受 信	送 信	受 信	送 信	受 信
周 波 数 (MHz)	From	(6410.0) * 6417.5	(4180.0) * 4192.5	(1626.5) * 1636.5	(1530.0) * 1535.5	1636.5	1535.0
	To	6425.5	4200.0	1644.0 (1646.5) *	1542.5 (1545.0) *	1645.0	1542.5
偏 波		RHCP	LHCP	RHCP		RHCP	
交 差 偏 波		1.06	(1.06) *	1.3	(1.3) *	2 dB	
アンテナ利得 (dBi)		54.0	50.0	29.5	29.0	-	
(dBK) G/T 比		32.0		20		-40	
EIRP (dBW)	リクエスト TDM/TDMA	67.0max		36.0		36.0	
	電 話	70.0max					
	高速データ			38.0		38.0	
	AFCパイロット	59.0max		27.0			

( ) \* ..... 推奨値

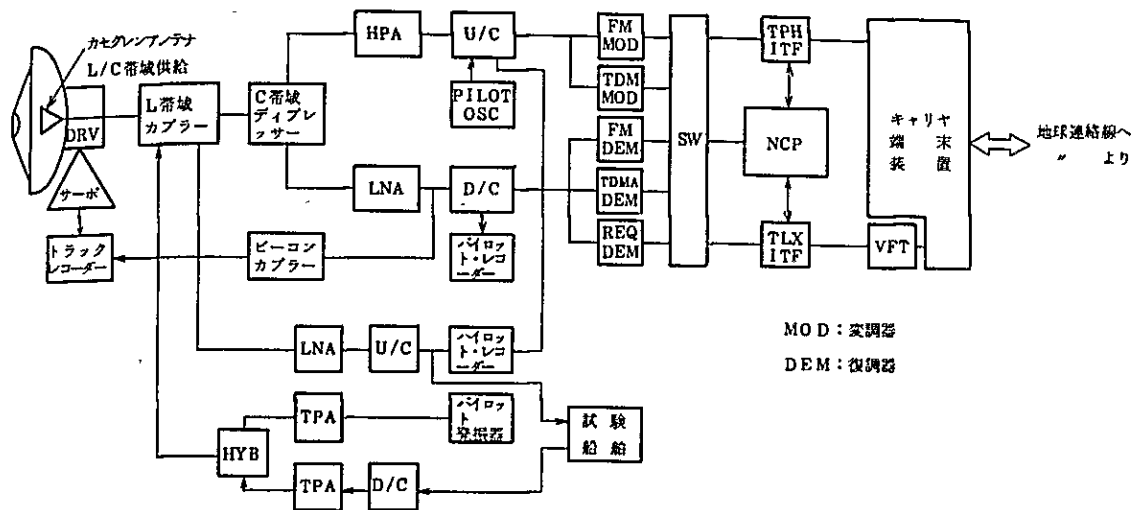


図 5. 1. 7.10 海岸地球局の構成図

表 5. 1. 7. 7 INMARSAT 搭載地球局標準

標準		A	B	C	D
G/T (dBX)		-4	-10 to -12	-17 to -19	+5
EIRP (dBW)		36 38 (HSD)	26	19	36 to 46
アンテナ	種類 (直径)	パラボラ (0.8 to 1.3m)	パラボラ (0.5m) ショートバックファイア (0.4m) 矩形・ら線	ショートバックファイア (0.3m) ダイボール ら線	パラボラ (25 to 40m)
	利 得	20 to 24 dB	15 to 18 dB	8 to 10 dB	30 to 34 dB
	ビーム幅	10° to 18°	20° to 30°	50° to 65°	3.5° to 5.5°
サービス能力		電 話 電話データ	電話 (低品質) 電 話 データ	電 信	多重電話 多重電話データ

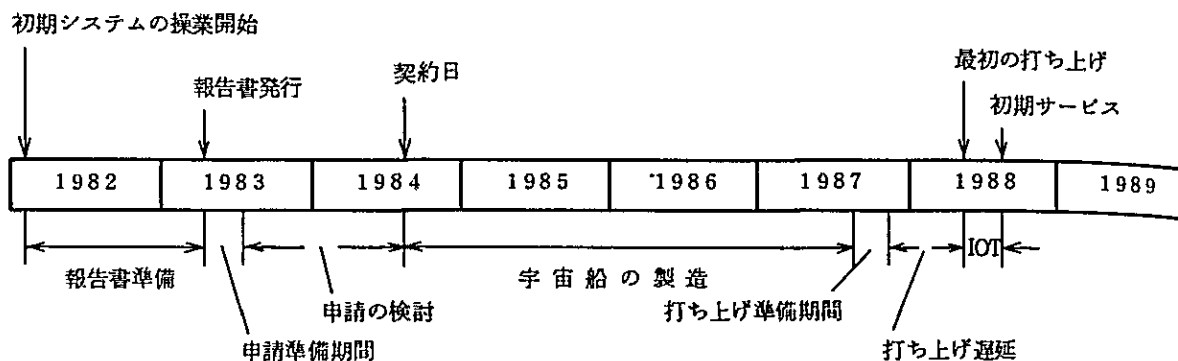


図 5. 1. 7. 11, 第 2 世代 INMARSAT システムの調達スケジュール

表 5. 1. 7 (8) INMARSAT R & D 計画の要約

1982年～1986年迄の INMARSAT R & D 計画

1. サービス状況
  - 1.1 トラヒック予測
  - 1.2 将来の INMARSAT サービス
2. 遭難および安全確認に関する特別研究
3. 低G/T比の船舶搭載地球局 (SES)
4. 標準D型搭載地球局
5. 衛星設計
  - 5.1 衛星システム構成
  - 5.2 衛星技術
6. 帯域巾および衛星能力の効果的利用
7. 一方向伝送 (放送)
8. ポーリング
9. 操業状況
10. 反響

1982年の契約外の R & D テーマ

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. 標準LおよびDシステムの研究                 | 1 |
| 2. 基本宇宙船モデルの特性の定義                 | 2 |
| 3. 衛星技術                           | 2 |
| 4. 将来の地球規模の遭難救助システム               | 4 |
| 5. INMARSAT 衛星の配置による船舶位置確認システムの設計 | 6 |
| 6. 非常に小さい仰角で作動する標準A SESのパフォーマンス測定 | 5 |

7. 標準AおよびB SESのための音声符号化技術

3

8. デジタル伝送システム

\*

\* : 第10回評議会で追加

5.1.8 光海底ケーブル方式の開発動向

低損失、広帯域光ファイバを用いる光ファイバ伝送方式は1970年に開発され、1970年代末には光ファイバの損失は波長1.3μmで0.4dB/Km、1.55μmで0.2dB/Kmという理論値に近い低損失化が実現された。

光海底ケーブル方式の研究は、1970年代中頃から世界各国の研究機関で開発され、1980年代に入り次々と海洋実験が行なわれるようになり、1985年には中距離方式、1988年頃には長距離方式が実用化される状況にある。図5.1.8.1には各国の開発線表を示す。

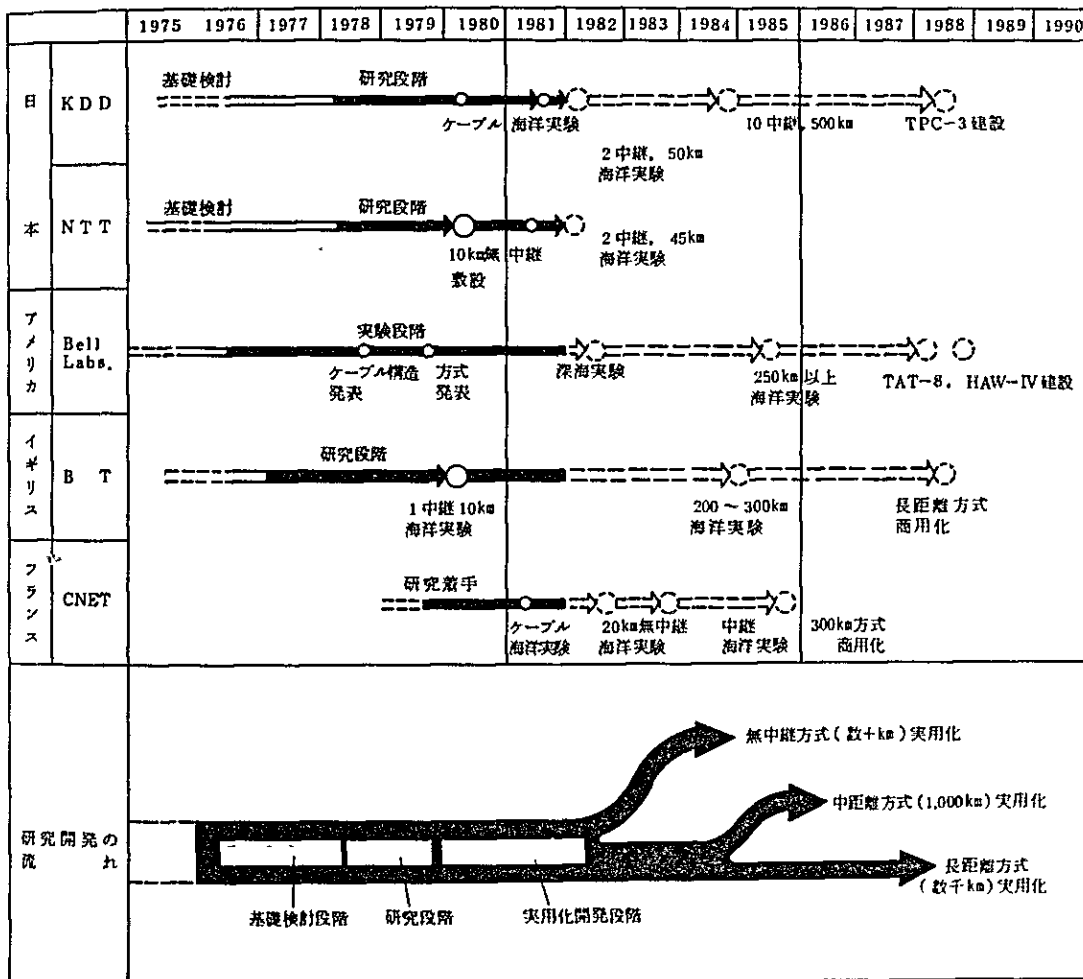


図5.1.8(1) 光海底ケーブル方式の研究開発

(1) 光海底ケーブル方式

各国で開発中の光海底ケーブル方式の設計目標諸元を表5.1.8.1に示す。

国内伝送用としての短距離大容量を必要とするNTTを除いて各国とも300 Mb/s前後のデジタル伝送速度を中心に開発が進められている。

伝送路数は1から最大5が検討されているが、経済性、信頼性から1～3程度が望ましいと考えられる。

光の波長に関しては、損失が比較的少なく、単一モード光ファイバが零分散となる1.3 μmが選定されている。特に長距離方式(7500km～10,000km)にとっては、ファイバの伝送損失が最小となる1.55 μmが望ましいが、1.55 μm 半導体レーザーの高信頼度化に解決すべき点があり、次世代の光海底ケーブル用波長としてとらえられている。

中継間隔は現段階ではレーザー・ダイオード、光ファイバ、受光素子の特性において不確定要素があるためケーブルシステムに余裕を持たせた設計目標になっている。しかし光ファイバの低損失化の開発からみて1.3 μm伝送で中距離区隔を50km前後にすることは可能である。

表 5.1.8.1 各国で開発中の光海底ケーブル方式

諸元	日本		アメリカ	イギリス British Telecom	フランス CNET
	KDD	NTT	Bell Labs.		
伝送速度	～280Mb/s	400Mb/s	>274Mb/s	(140),280Mb/s	(140),280Mb/s
伝送路数	1～3	1～2	1～3	1～5	1～4
光ファイバ数	2～6	2～4	2～6	2～10	2～8
最大方式長	10,000 Km	1,000 Km	8,000 Km	7,500 Km	10,000 Km
最大水深	8,000 m	8,000 m	7,500 m	7,500 m	>6,500 m
中継間隔	30～50 Km	25 Km以上	30～35 Km	25～50 Km	25～50 Km
使用波長	1.3 μm	1.3 μm	1.3 μm	1.3 μm	1.3 μm
使用光ファイバ	SMF	SMF	SMF	SMF	SMF
監視方式	光折返し形	検討中	電気折返し形	電気折返し形	折返し形
方式設計寿命	25年	20年以上	24年	25年	25年
信頼度	MTBF10年	—	MTBF 8年	MTBF10年	MTBF15年

発光素子としては、1.3 μm～1.6 μmの長波長帯にInGaAsPが優れた特性を有している。長波長帯の受光素子としてはGeを素材とするAPDがすでに開発されているが、雑音特性の改善を目指しInGaAsを用いた受光器の開発が進められている。

## (2) 光海底ケーブル

ケーブル構造に関しては以下のことを目標として種々の材料、構造が検討されている。



- ① 伝送損失増加が少ないこと
- ② 構造が安定で製造性がよいこと
- ③ ケーブル切断時海水がケーブルに侵入するのを防ぐこと
- ④ 光ファイバの伸び緩和効果があること
- ⑤ 水深6500~8000mの高水圧に耐えられること
- ⑥ 8~9トン以上の張力に耐えられること

図 5. 1. 8. 2 に各国が開発しているケーブル構造を示す

このように光ファイバ構造は種々の案が試みられておりどの構造が望ましいかは明らかでない。

光ファイバ構造は、光海底ケーブル実現のうえで重要な課題であり今後さらに改良が加えられていくと考えられる。

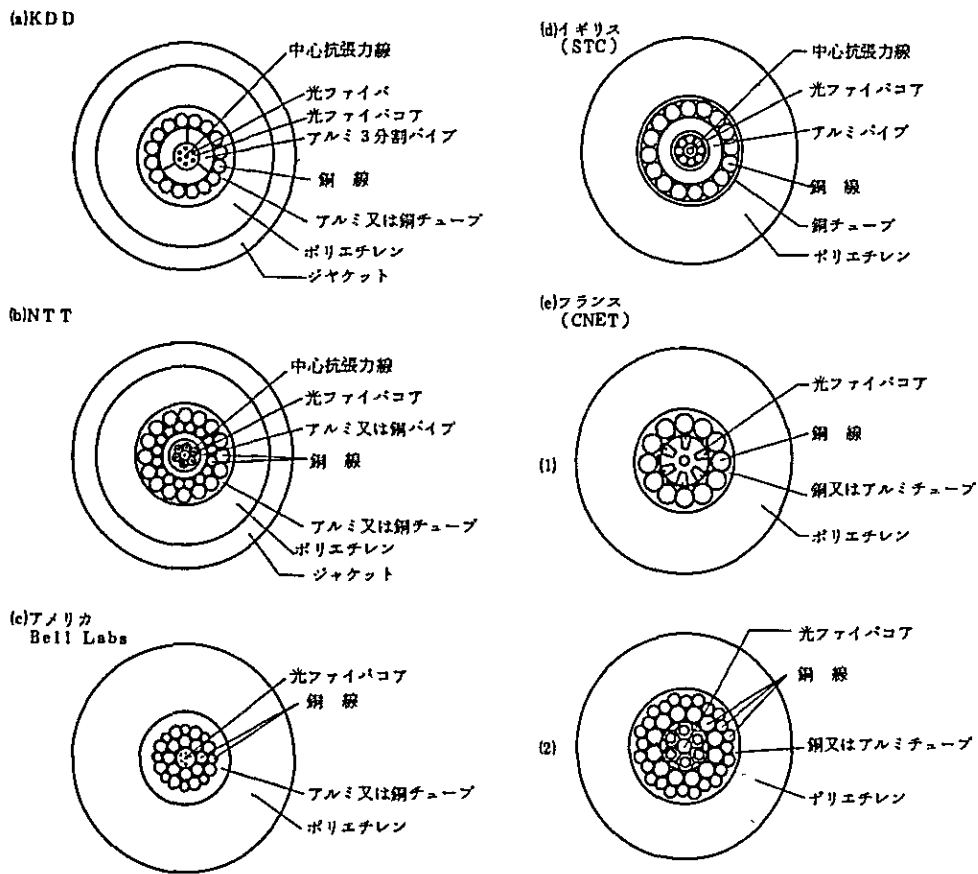


図 5. 1. 8. 2 各国で開発中の光海底ケーブル断面図