

インドネシアの
カリマンタンのスマタラシ
高級ケーブル建設計画
調査報告書

第一分冊
(本 文)

昭和63年3月

社会開発協力部発行

インドネシア国
カリマンタン—スラウェシ
海底ケーブル建設計画
調査報告書
(フェーズ 1)

第一分冊
(本文)

JICA LIBRARY



1065412L7J

昭和63年3月

国際協力事業団

17602

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、わが国の技術協力の一環として、同国のカリマンタンスラウェシ海底ケーブル建設計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

国際協力事業団は、昭和62年8月17日より11月4日まで、また、昭和63年1月25日より2月7日まで日本通信協力株式会社 上村精一郎氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、現地において同国政府関係者と協議を行い、カリマンタンスラウェシ海底ケーブル建設計画策定に必要な調査を行った。現地調査終了後、国内作業を進め、今般すべての作業が終了し、ここに報告書が完成する運びとなった。

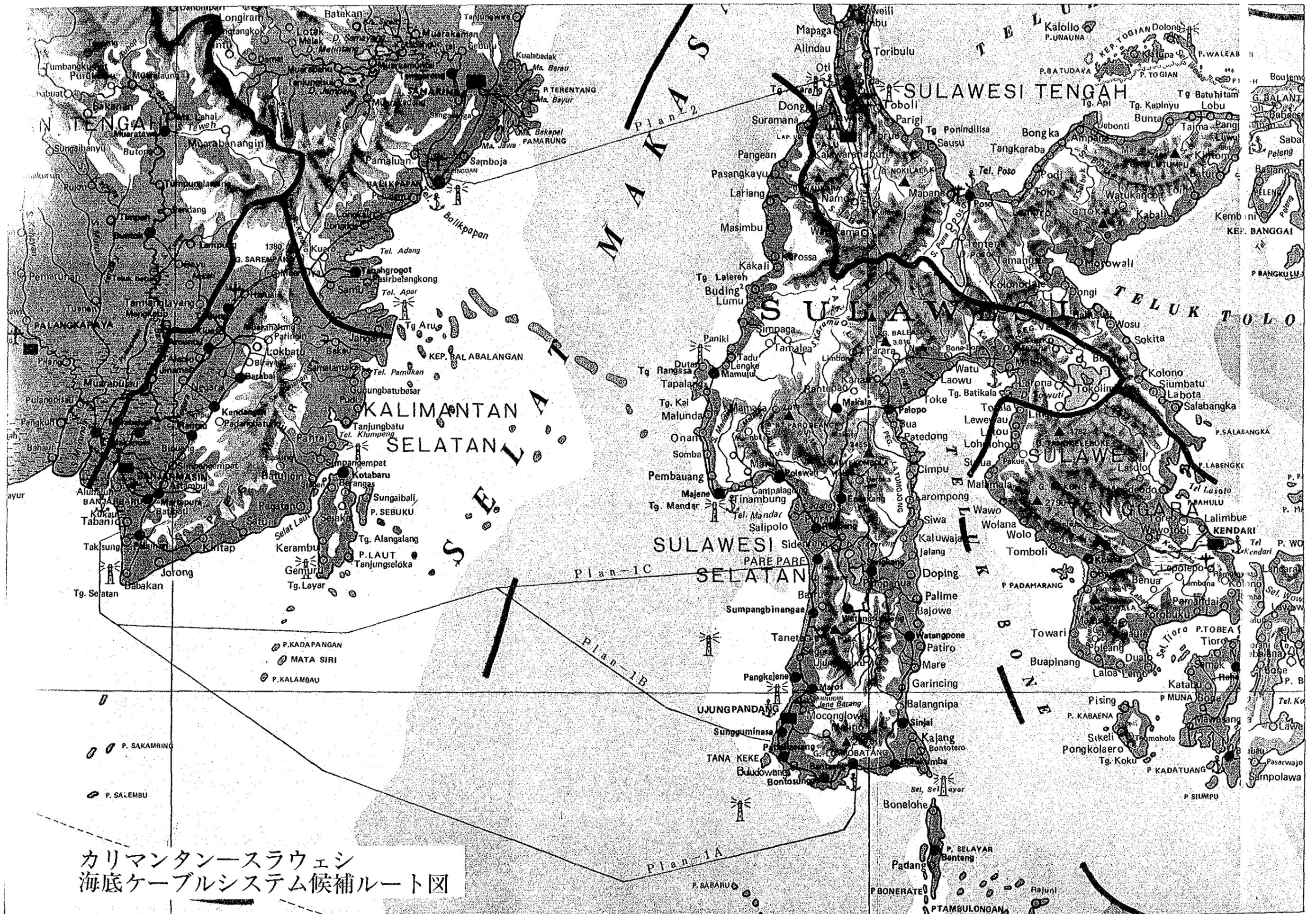
本報告書が本プロジェクトの実施の促進に寄与するとともに、日・伊両国間の友好関係の促進に資することを心から願うものである。

終りに、本調査に御協力ならびに御支援いただいた関係各位に対し心から感謝の意を表すものである。

昭和63年3月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介



カリマンタン-スラウェシ
海底ケーブルシステム候補ルート図

インドネシア国

カリマンタースラウェシ海底ケーブル建設計画

調査報告書(フェーズI)

第一分冊(本文)

目次

要約	1
1. 調査の概要	3
2. 需要, トラヒック予測, トラヒックルーティング, および回線数算出	3
2-1 需要予測, トラヒック予測, および回線数算出の方法	3
2-2 需要予測	4
2-3 供給計画	4
2-4 非電話系需要予測	5
2-5 トラヒック予測とトラヒック・ルーティング	5
2-6 回線数算出	6
3. ジャワ海の条件	7
3-1 地質条件	7
3-2 地震	7
3-3 漁業活動	7
3-4 船舶活動	7
3-5 海洋石油開発	7
3-6 機雷危険地域	7
4. システム基本計画	8
4-1 光ファイバー海底ケーブルの方式	8
4-2 パックハウルシステムの方式	8
5. 最適海底ケーブルルートを選択	8
5-1 比較したルート案	8
5-2 比較項目と各ルートの現状	8

5-3	各ルートの財務・経済比較	10
5-4	各ルートの評価	10
6.	プロジェクト実行計画	11
6-1	プロジェクト実施方針	11
6-2	プロジェクト実施線表	11
6-3	プロジェクトコストの推定	11
7.	財務・経済分析	14
7-1	分析の方法	14
7-2	代替案の設定と計算結果	14
7-3	経済・財務分析の評価	14
第1章 序 論		17
1.	調査の背景と経緯	19
2.	調査の目的と概要	20
2-1	調査の目的	20
2-2	調査の範囲	20
2-3	調査の概要	20
3.	調査団の構成と調査日程	21
3-1	調査団の構成	21
3-2	調査日程	23
第2章 総 論		29
1.	インドネシアの電気通信事情	31
1-1	概 説	31
1-2	電気通信サービスの種類と現状	32
1-3	電気通信サービスの将来計画	36
2.	本プロジェクトの位置付け	37
3.	プロジェクト実施主管庁, および組織	43

第 3 章	需要予測, トラヒック予測, トラヒック・ルーティング, および回線数算出	45
1.	需要予測, トラヒック予測, および回線算出の方法	47
2.	各予測の目的と手段	47
3.	需要予測	49
3-1	各種需要予測式	49
3-2	需要予測の結果	51
4.	トラヒック予測	55
4-1	トラヒック予測の方法	55
4-2	トラヒック予測式	56
4-3	局間トラヒックマトリックス	57
5.	トラヒック・ルーティング	57
5-1	トラヒック・ルーティングの考え方	57
5-2	局階位	57
5-3	市外局の拡張計画	58
5-4	関連トラヒックの分散	60
5-5	中継トラヒックの分散	60
5-6	バックホウルシステムの定義	60
5-7	本システムの伝送路上の位置付け	61
6.	回線算出	61
6-1	回線算出の手順	61
6-2	全国市外伝送路回線マトリックス	62
6-3	海底ケーブル所要回線数	62
7.	PLAN-1とPLAN-2の比較	63
第 4 章	海洋条件	65
1.	ジャワ海の自然条件の概要	67
1-1	海洋・地質の特性	67
1-2	地震	68
2.	漁業活動	71

3.	船舶活動	71
4.	海洋石油開発	72
5.	機雷による危険海域	74
6.	気象及び海象	74
6-1	気象(風・天候)	74
6-2	海象(海流・潮流)	75
第5章 システム基本計画		79
5-1	海底ケーブル・サブシステムの概要	81
5-2	海底ケーブル・サブシステムの寿命および信頼性	83
5-3	提案される海底ケーブルシステムの諸元	84
5-4	基本的な端局構成例	84
5-5	電源設備	85
5-6	給電用接地システム	85
5-7	海底ケーブルの設計	85
5-8	海底ケーブル布設	88
5-9	各ルート毎のシステム概要	89
5-10	バックホウル・サブシステムの基本計画	92
第6章 最適海底ケーブルルートの選択		113
1.	最適ルートの選択条件	115
1-1	検討したルート案	115
1-2	検討項目	115
2.	ルート毎の海洋条件	119
3.	財務・経済比較からのルート選択	123
4.	各検討項目に対する評価の方法	123
4-1	評価の基準	123
4-2	評価採点の方法	124
5.	各海底ケーブルルートの比較	124
6.	選択した最適ルート	127

第 7 章	プロジェクト実行計画	129
1.	プロジェクト実施方針	131
1-1	コントラクター	131
1-2	コンサルタント	131
1-3	建設スケジュール	131
1-4	現地資材調達	131
1-5	運用・保守に関する技術提携	131
2.	プロジェクト実施責務	131
2-1	インドネシア側の実施体制	131
2-2	コントラクターの責務	132
2-3	PERUMTEL およびコンサルタントの責務	132
3.	プロジェクト実施線表	132
4.	プロジェクトコストの推定	134
4-1	初期投資額	134
4-2	追加投資額	134
4-3	操業費用	139
4-4	総費用	139
第 8 章	財務・経済分析	141
1.	財務分析	143
1-1	本プロジェクトの便益	144
1-2	投資効率と事業化の分析	153
2.	経済分析	173
2-1	経済分析のためのプロジェクトコスト	173
2-2	マクロ経済モデル	175
2-3	産業連関モデル	184
3.	総合評価	195

表 目 次

表 S-1	海底ケーブルルートの比較	9
表 S-2	プロジェクト実施線表	12
表 S-3 (1/2)	プロジェクトコスト (初期投資額)	13
表 S-3 (2/2)	プロジェクトコスト (中間投資額)	13
表 S-4	計算結果一覧表	15
表 1-1	インドネシア国関係機関および関係者	24
表 1-2 (1/3~3/3)	現地調査行動日程表	26
表 2-1	電話加入数の推移	32
表 2-2	TELEX 加入数の推移	32
表 2-3	電報通数の推移	33
表 2-4	TVRI キー・ステーションの所在地	35
表 3-1	3 種類 (PLAN) の供給計画	52
表 3-2	本案 (GDP の伸びを 5% とした場合で、供給計画 PLAN-2 の場合)	52
表 3-3	参考例 (GDP の伸びを 3% とし、供給計画の PLAN-1 を採用した場合)	54
表 3-4	非電話系需要予測	55
表 4-1	地震感知回数	69
表 5-1	端局装置の必要量	84
表 5-2	損失配分	87
表 5-3	海底ケーブル布設全長	90
表 5-4-1 (1/4~4/4)	海中設備	90
表 5-5	バックホウル・サブシステムのプラン別比較表	98
表 6-1 (1/3)	海底ケーブルルート評価総括表	125
表 6-1 (2/3)	財務面からの各ルートの評価	125
表 6-1 (3/3)	海底ケーブルルートの評価	126
表 7-1	プロジェクト実施線表	133
表 7-2	各ルート案毎の初期投資額	136
表 7-3	各ルート案毎の追加投資額	137
表 8-1	投資効率の分析と事業見通しの分析の概念比較	144

表 8 - 2	インドネシア電話料金表	147
表 8 - 3	市外通話料金表 (手動, 自動)	149
表 8 - 4	直接便益	150
表 8 - 5	消費者余剰	153
表 8 - 6	各ルート案の前提条件	157
表 8 - 7	Plan-1B の長期借入金返済および支払利息一覧表	160
表 8 - 8	Plan-1B の減価償却費	162
表 8 - 9	Income Statement (Plan-1B)	165
表 8 - 10	Cash Flow Statement (Plan-1B)	167
表 8 - 11	Balance Sheet (Plan-1B)	169
表 8 - 12	Cash Flow for IRR Calculation (Plan-1B)	171
表 8 - 13	経済分析用プロジェクトコスト	174
表 8 - 14	変数一覧表	177
表 8 - 15	実績値一覧表	178
表 8 - 16	マクロ経済モデル体系	182
表 8 - 17	マクロ経済モデルによるシミュレーション結果	183
表 8 - 18	産業連関表の部門分類	186
表 8 - 19 (1/3 ~ 3/3)	逆行列表	189
表 8 - 20	影響力係数と感応度係数	193
表 8 - 21	雇用表 (1983年)	194

目 次

図 S - 1	需要予測の概要	4
図 S - 2	供給計画の概要	4
図 S - 3	非電話系需要予測の概要	5
図 S - 4	システム所要回線数の概要 (本案の場合)	6
図 S - 5	システム所要回線数の概要 (代替案の場合)	6
図 2 - 1	インドネシア電気通信網構成	35

図 2 - 2	既設基幹地上伝送路とその寿命	38
図 2 - 3	基幹地上伝送路建設計画 (REPELITA - IV, 1984-1989年)	39
図 2 - 4	基幹地上伝送路建設計画 (REPELITA - V, 1989-1994年)	40
図 2 - 5	基幹地上伝送路建設計画 (REPELITA - VI, 1994-1999年)	41
図 2 - 6	基幹地上伝送路建設計画 (REPELITA - VII, 1999-2004年)	42
図 2 - 7	通信観光省, 郵電総局, PERUMTEL 組織図	44
図 3 - 1	インドネシア電気通信局階位と伝送路	59
図 3 - 2	変則的中継ルートの例	60
図 3 - 3	地上伝送路系と衛星系のトラヒック配分	61
図 4 - 1	世界の地震分布図	70
図 4 - 2	プレート境界地震 (20年毎)	70
図 4 - 3	石油開発鉱区	73
図 4 - 4	海流概況図 (英版水路誌)	77
図 4 - 5	平均表面水温図 (℃)	78
図 5 - 1	海底ケーブルシステム構成	86
図 5 - 2	無線システムによるバックホウルシステム構成図 (Plan-1Bの場合)	103
図 5 - 3	バックホウルシステムの周波数計画 (CCIR 勧告 384-4)	105
図 5 - 4	陸上光ファイバーケーブルシステム構成図	106
図 5 - 5	ルート・マップ (Plan-1A)	107
図 5 - 6	ルート・マップ (Plan-1B)	108
図 5 - 7	ルート・マップ (Plan-1C)	109
図 5 - 8	ルート・マップ (Plan-2)	110
図 5 - 9	ルート・マップ (Plan-2')	111
図 6 - 1	計画ルート図	118
図 7 - 1	バックホウルシステム稼働スケジュール	138
図 8 - 1	マクロ経済モデルの構造	176

要 約

1. 調査の概要

インドネシア国政府は、ISDN構築を目指し国内の伝送路および交換機のデジタル化を進めている。この一環としてスラウェシ島では、交換機のデジタル化と共に島内縦断デジタルマイクロウェーブ建設を進めている。

同国政府は、さらにスラウェシ島のデジタル網と首都ジャカルタから延びるデジタル網とを結合するため、スラウェシ島とカリマンタン間に海底ケーブル建設を計画し、その調査を我が国に要請してきた。

本海底ケーブル建設計画は、インドネシア国電気通信システム長期計画の中で第5次5カ年電気通信設備拡充計画（REPELITA-V）に含まれている。

ここでの調査の目的は、西暦2019年を目標最終年度としたインドネシア国カリマンタン-スラウェシ間の海底ケーブル建設計画に係わるフェージビリティ調査をするものである。

調査は2 PHASEに分類され、PHASE-1は海底ケーブルの選定とフェージビリティ調査を、PHASE-2は海底ケーブルルートの海洋調査である。本報告書は、PHASE-1に係る調査報告書である。

2. 需要，トラヒック予測，トラヒック・ルーティング，および回線数算出

2-1 需要予測，トラヒック予測，および回線数算出の方法

需要，トラヒック予測，および回線数算出の方法は、インドネシア国の電気通信網整備計画を対象とした過去の、あるいは現在進行中の下記のJICA調査で採用されている方法を適用した。

- (1) インドネシア国電気通信システム長期開発計画（以後『長期計画』と略す。）

JICA, 1987年

- (2) 地方電気通信網整備計画調査（以後、『地方網計画』と略す。）

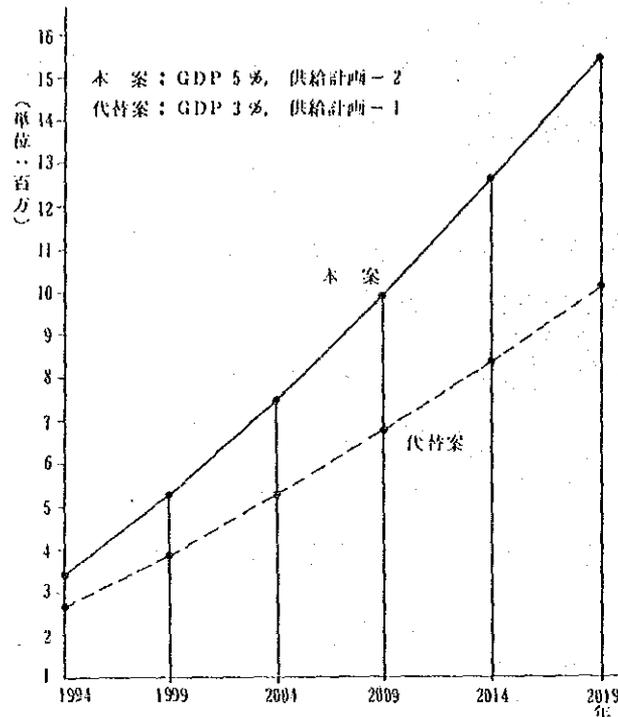
JICA, 1987年

- (3) スマトラ縦断幹線伝送路整備計画（以後、『スマトラマイクロ』と略す。）

JICA, 進行中

2-2 需要予測

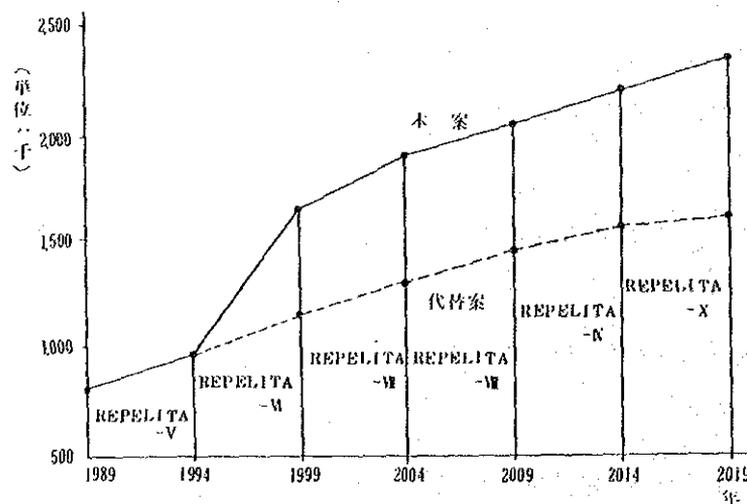
本調査では、上記(3)『スマートマイクロ』同様、需要予測の条件としてGDPの伸び：年率5%、供給計画（需要充足計画）-2を選び本案としているが、代替案として（GDP：3%、供給計画-1）の場合の予測をし、比較した。



図S-1 需要予測の概要

2-3 供給計画

上記需要計画に対する供給計画は以下のとおり。

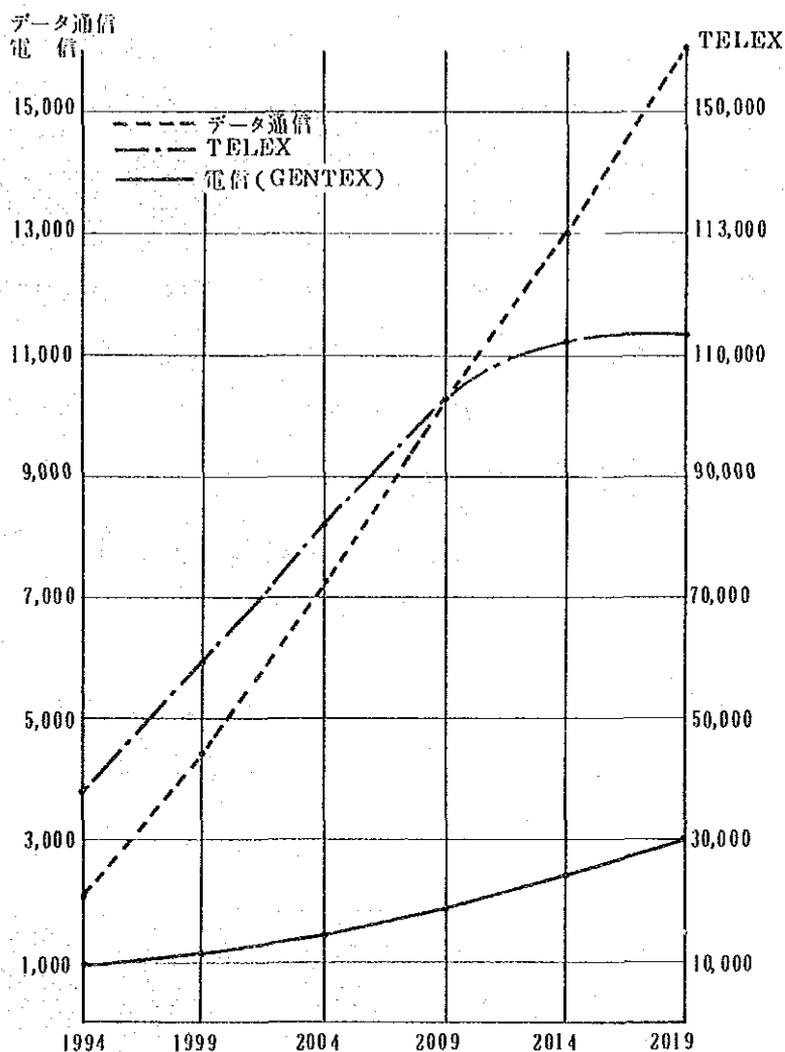


※ 1994年の値はPERUMTEL, PEPELITA-V計画書(草案)による。

図S-2 供給計画の概要

2-4 非電話系需要予測

電話系の需要予測（図S-1）に対して、非電話系は以下の様に予測される。



図S-3 非電話系需要予測の概要

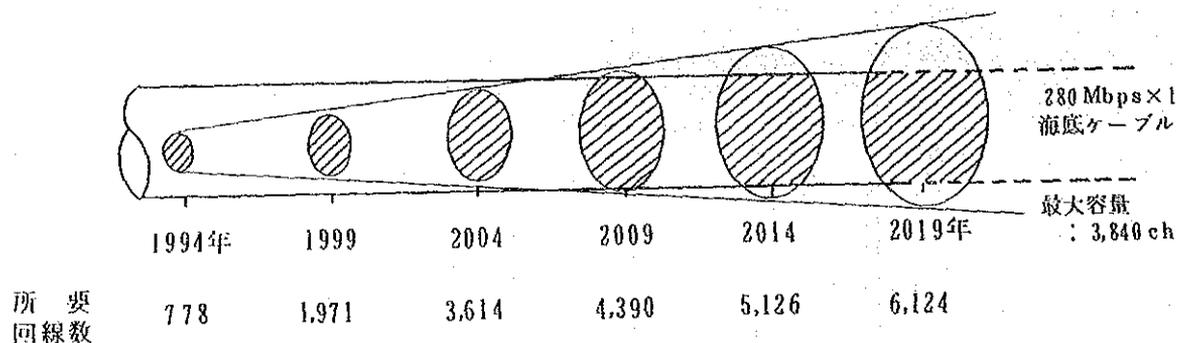
2-5 トラヒック予測とトラヒック・ルーティング

トラヒック予測の方法も、前述の『スマトラマイクロ』の方法に準拠した。

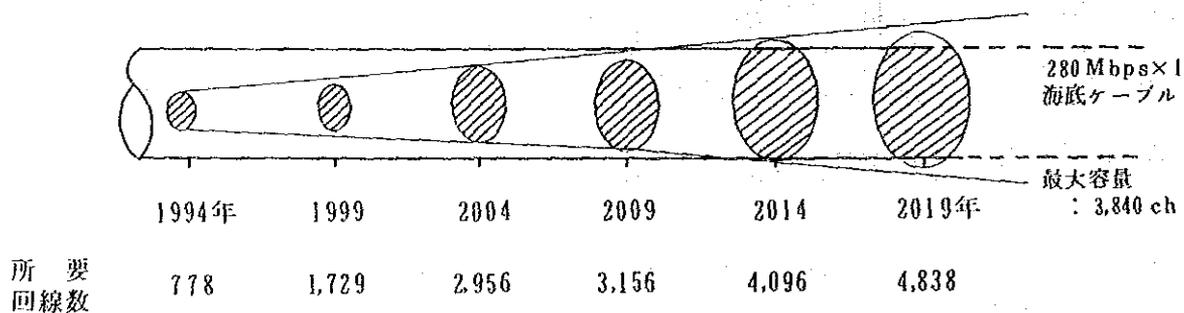
本海底ケーブルシステムは、通信網構成上カリマントンとスラウェシの総括局（TC：Tertiary Centre）間を結ぶ基幹回線として位置付けられる。従って、システムの終端局は、バンジャルマシンとウジュンパンダンの両TCである。

2-6 回線数算出

前述の需要・トラヒック予測の結果，下記の様に所要回線数を算出した。



図S-4 システム所要回線数の概要（本案の場合）



図S-5 システム所要回線数の概要（代替案の場合）

3. ジャワ海 の 条 件

3-1 地殻構造

インドネシアは、地殻構造上ユーラシアプレート上に乗っているが、南からオーストラリアプレートと西からのパシフィックプレートとが押しあっている。従って、地殻変動による地震と火山が多い。発生する場所は、オーストラリアプレートが沈下するジャワ海溝の一带と、パシフィックプレートが押し寄せている北東部に集中している。

3-2 地 震

スラウェシの北部域は、世界地震活動地域の地震危険度MAPによると強震発生地帯となっており、特にPalu付近は北西から南西に伸びる活断層があり、現在でもマグニチュード4以上の地震が数多く発生している。

3-3 漁業活動

海底ケーブルに傷害を与える可能性の大きいトロール漁業は、法令で禁止されており、一般的には一本釣などの小規模漁業が中心である。

3-4 船舶活動

本海底ケーブル建設計画のルート上には、Banjarmasin、Balikpapan、Ujung Pandang、Pare Pare、Palu等の重要な港があるが、海底ケーブルの陸揚候補地は、いずれも港から離れた所に選定したので、各々の港から出入りする船舶が海底ケーブルに直接影響を与えることはないと思われる。

3-5 海洋石油開発

海洋石油開発はカリマンタン側でさかんである。特にBalikpapanの近傍でさかんに進められている。

3-6 機雷危険地域

Ujung Pandang付近の海域には、第二次大戦中に敷設された機雷の未掃海海域が存在する。

本調査によって勧告された海底ケーブルルート（Plan-1B）は本海域を通過するので、ケーブル布設工事に先立ち、磁気探査を行う事により機雷の有無、位置を確認し、ケーブルルートを安全な距離だけずらすか、ケーブルを埋設しない工法により危険から回避する必要がある。

4. システム基本計画

4-1 光ファイバー海底ケーブルの方式

- A. 波長 1.3 μ m の光ファイバー海底ケーブルシステムを適用する。
- B. (280Mbps \times 1) システムを適用する。

4-2 バックホウルシステムの方式

- A. バックホウルシステムには

- 1) デジタル・マイクロウェーブ無線システム
- 2) 光ファイバーケーブルシステム

を適用するが、各海底ケーブルルートに対し、経済的・技術的に最適なシステム設計をした。

5. 最適海底ケーブルルートの選択

5-1 比較したルート案

カリマンタン・スラウェシ間の海底ケーブルシステムとして、以下のルートと比較した。

Plan-1A	Banjarmasin (Takisung) - Bantaeng (Lamalaka) ルート
" -1B	" (") - Ujung Pandang (Balang) ルート
" -1C	" (") - Pare Pare (Bojo) ルート
" -2	Balikpapan (Lemaru) - Palu (Towaja) ルート

() 内は、陸揚候補地をしめす。

5-2 比較項目と各ルートの現状

表S-1に最適海底ケーブルルートの選択のため、各ルートについて比較した項目と各ルートの現状の概要を示す。

表 S-1 海底ケーブルルートの比較

A (陸揚候補地点の比較)

	Plan-1A			Plan-1B			Plan-1C			Plan-2								
	Takising			Lamalaka			Balang			Bojo			Lemaru			Towaja		
	砂浜の有無	1	砂の堆積は多い	0	礫岩の上に薄く堆積	1	砂の堆積は多い	0	岩盤が露出している	0	岩盤が露出している	0	礫浜海岩, 砂少ない					
沿岸標砂	0		0	標砂跡なし	1		0		0		0							
港湾施設の有無	1	無 50 km以上	1	無 50 km以上	1	無 20 km以上	1	無 約5 km	1	無 20 km以上	1	無 約20 km以上						
局舎用敷地の有無	1	有	0	狭い	1	有	0	狭い	1	有	1	有						
道路事情の良否	1	舗装道路	1	舗装道路	1	未舗装道路	1	舗装道路	1	未舗装道路	0	道路まで約0.5 km						
居住環境	1	極端に悪くない	1	極端に悪くない	1	極端に悪くない	1	極端に悪くない	1	極端に悪くない	1	極端に悪くない						
商用電源の有無	0	不安定である	1	有	0	無	0	有, 不安定	0	無	0	無						

合計 (9)

合計 (8)

(7)

B (計画ルートの比較)

	Plan-1A	Plan-1B	Plan-1C	Plan-2
水平距離	0 772.0 km	0 656.0 km	0 650.0 km	1 330.0 km
機雷危険海域	1 無	0 有 22 km	1 無	1 無
珊瑚礁の有無	0 有	0 有	0 有	1 無
石油開発海域	0 239 km	0 232 km	0 232 km	0 85 km 活動
海底深度	0 934.0 m	1 1911.0 m	1 2333.0 m	1 2300.0 m
海底傾斜角	1 1/14	1 1/12	1 1/4	0 1/2
漁業活動	1 小規模漁業	1 左同	1 左同	1 左同
地震	1 少ない	1 少ない	1 少ない	0 多, 断層帯

合計 (4)

合計 (5)

(5)

C (バックホウル・システムの比較)

	Plan-1A	Plan-1B	Plan-1C	Plan-2
システム長	1 145 km	1 93 km	1 267 km	0 1134 km
既設設備	0 JA-KAL システム UP 側無し	0 同 左	1 JA-KAL システム TR. SUJAWESI M/W	1 BJM-BLK TR. SUJAWESI M/W

合計 (1)

合計 (2)

合計 (1)

5-3 各ルート of 財務・経済比較

最適な海底ケーブルルートは上記の環境条件によって選択されるが、なお、各ルート案につき財務・経済比較をし、検討した。

5-4 各ルートの評価

最適な海底ケーブルルートを選択するに当り、上記の環境条件に（問題なし）に1点、（好ましくない）に0点をあたえる採点法によった。

各項目につき採点は表S-1に示す。

	Plan-1A	Plan-1B	Plan-1C	Plan-2
陸揚地条件	9	11	8	7
計画ルート	4	4	5	5
BHシステム	1	1	2	1
技術的評価点	14	16	15	13
(評価順)	(3)	(1)	(2)	(4)

参考として財務・経済比較の結果の順位を示す。

	Plan-1A	Plan-1B	Plan-1C	Plan-2
財務・経済比較	3	1	2	4

この評価の結果Plan-1Bを最適ルートとして選択した。

6. プロジェクト実行計画

6-1 プロジェクト実施方針

- (1) システム全体を同一コントラクターによるターンキー工事とする。
- (2) コンサルタントの雇用
- (3) 本計画は REPELITA-V に位置づけられており、1993年末までに完了するものとする。
- (4) 現地資材調達をできるだけ行う。
- (5) コントラクターによる運用・保守に関する技術援助を1年間実施する。

6-2 プロジェクト実施線表

表 S-2 に本海底ケーブルシステムの建設計画実施線表を示す。

6-3 プロジェクトコストの推定

表 S-3 に海底ケーブルルート毎の初期投資額と追加投資額を示す。表中 (Plan-2') は、Balikpapan-Palu ルートで、Banjarmasin-Balikpapan 間を、既設 34 Mbps システムをベアラ増設してバックホウルシステムの一部とした場合である。

初期投資額の比較では、最適ルートとして選択された Plan-1B が最小である。

表S-2 プロジェクト実施繰表

項 目	1989年				1990年				1991年				1992年				1993年				1994年				
	I	II	III	IV																					
1. ポーン条件の締結																									
2. コンサルタント雇用契約				▶																					
3. 詳細設計、調査および入札仕様書作成																									
4. 入札および審査																									
5. コントラクター契約締結																									
6. 資機材の製造																									
7. 資機材の出荷および工事																									
8. 竣工審査																									
9. 開 通																									
10. 運用・保守の技術援助																									
11. 局舎建設(PERUMTEL)																									

表S-3 (1/2) プロジェクトコスト (初期投資額)

(外貨: 百万円, 内貨: 百万Rp)

	Plan-1A		Plan-1B		Plan-1C		Plan-2		Plan-2'	
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨
1. 資機材費計	6,807	0	5,755	0	5,891	0	6,604	0	6,184	0
2. 工事費計	1,956	1,534	1,622	1,543	1,620	2,333	1,705	6,065	1,396	3,077
3. コンサルタント費	368	321	310	322	315	487	349	1,267	318	643
4. コンテンジション	365	146	308	147	313	223	346	579	316	294
5. 合計(1+2+3+4)	9,496	2,001	7,995	2,012	8,139	3,043	9,004	7,911	8,214	4,014

表S-3 (2/2) プロジェクトコスト (中間投資額)

(百万Rp)

	Plan-1A		Plan-1B		Plan-1C		Plan-2		Plan-2'	
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	カリマントン側	スラウェシ側
増設投資	1998 : 342		同左		同左		同左		—	1998 : 342
更新投資	2008 : 7,036		2008 : 5,050		2008 : 9,327		2008 : 38,760		1998 : 19,746 2013 : 19,404	2008 : 19,699

7. 財務・経済分析

7-1 分析の方法

本プロジェクトの投資規模と事業計画を策定するための指標は、以下の2つの分析結果によって行った。

- (1) 財務的内部収益率 (F-IRR)
- (2) 経済的内部収益率 (E-IRR)

7-2 代替案の設定と計算結果

分析にあたっては、以下の案を対象とする。

- (1) 各ルートの比較
 - Plan-1A
 - Plan-1B
 - Plan-1C
 - Plan-2
- (2) Plan-2' : Plan-2において、既設34Mbpsをベアラー増してバックホウルシステムとした場合。
- (3) 海底ケーブルの(280Mbps×1)システムと、(280Mbps×2)システムの比較。
- (4) Plan-1Bに対して収入、支出をそれぞれ10%増減した場合の感度分析
- (5) 需要の伸びが悲観的な場合(GDP 3%, 供給計画-1の場合)

表S-4に上記の代替案に対する計算結果を示す。

7-3 経済・財務分析の評価

(1) 財務効果

a. IRR

投資効率の観点に立つと、Plan-1BのFIRRは18%強となり、財務上からも最も優れたルートである事を示している。本システム自体はE-IRRがF-IRRよりも約2%高くなっており、消費者余剰も十分大きい事を示している。

また感度分析でも、控えめな場合のF-IRRも17%以上となっており、本プロジェクトの耐久力の強さを示している。

表 S - 4 計算結果一覧表

	ケース	EIRR	FIRR	
1	Plan-1A	18.39%	16.72%	各ルートと比較
2	Plan-1B	20.08%	18.14%	
3	Plan-1C	19.67%	17.85%	
4	Plan-2	17.59%	15.87%	Plan-2の代替案
5	Plan-2'	18.30%	16.46%	
6	Plan-1B (GDP 3% CASE)	17.48%	15.80%	Plan-1Bの悲観的代替案
7	Plan-1B (REVENUE+10%)	21.14%	19.18%	
8	Plan-1B (REVENUE-10%)	18.81%	17.01%	感度分析
9	Plan-1B (COST+10%)	18.93%	17.09%	
10	Plan-1B (COST-10%)	21.30%	19.30%	
11	280 Mbps × 2	20.03%	18.21%	280 Mbps の代替案

b. 財務諸表

- ① Plan-1Bの損益計算書を見ると、開通後4年目(1997年)で単年度損益が、又、同7年目(2000年)より累積損益が黒字転換し、以降は安定した収益状況を示す。
- ② Plan-1Bの資金収支表を見ると、開通後2年間(1994, 1995年)金利負担の増大のため資金繰りが悪化するものの、その後は短期借入金の発生はない。さらに、バックホウルシステムの追加投資についても内部留保金で全て賄うことが可能である。
- ③ その結果、資産状況も以下のように推移し、2018年には、5,110億Rp.の現金資産を所有することと推定される。

	1993年	2003年	2018年
現金資産	1,160億Rp.	1,260億Rp.	5,110億Rp.

以上よりPlan-1Bは財務面から見てもフィージブルであることが示唆される。

(2) 経済効果

経済性の最も高いケーブルルート案、Plan-1Bのプロジェクトコストのうち、インドネシア国内で支出される費用がもたらす同国産業・経済への影響について、経済分析モデルを用いて計量した。

- ① 本プロジェクトの実施によって、設備投資が約80億Rp.、民間消費が約30億Rp.増加する。従って、本プロジェクトコストが約70億Rp.であることから、本プロジェクトによる所得乗数効果は約40億Rp.と推計される。
- ② しかしながら、国内経済の活発化に伴い、輸入も急増し、その額は約60億Rp.に達する。よって、本プロジェクトによるインドネシアのGDP増加額は約50億Rp.に減少する。
- ③ 一方、産業構造への影響を調べると、インドネシア全体で約100億Rp.に達し、これによってもたらされる雇用増は約11,000人と推計される。

第1章 序 論

第 1 章 序 論

1. 調査の背景と経緯

インドネシア共和国政府は国内電気通信網の ISDN (Integrated Services Digital Network) 完成の目標を 2000 年とし、電気通信開発計画の第 4 次 (1984 - 1989)、第 5 次 (1989 - 1994)、第 6 次 (1994 - 1999)、第 7 次 (1999 - 2004) 5 ケ年計画の中で伝送路および交換機のデジタル化に取り組んでいる。

その計画の一環として、第 5 次 5 ケ年計画 (REPELITA-V) の中で、Kalimantan 島と Sulawesi 島内のデジタル通信網を海底ケーブルにより接続し、デジタル網を拡張する計画をしている。

Kalimantan 島内では、Banjarmasin - Balikpapan 間のデジタルマイクロウェーブ無線網 (2 GHz, 34 Mbps) が完成しており、また Banjarmasin - Pontianak 間のデジタルマイクロウェーブ無線網の建設が予定されている。

Kalimantan 島と首都 Jakarta を結ぶ Jawa・Bali デジタル網とは、現在建設中の『Surabaya - Banjarmasin 海底ケーブル』で接続されることになっている。従って、Kalimantan - Sulawesi 海底ケーブル』が建設されると、首都 Jakarta から Sulawesi までデジタル通信網が拡張されることになる。

一方、Sulawesi 島内では、第 4 次 5 ケ年計画で交換機のデジタル化が予定されており、また島内縦断デジタルマイクロウェーブ無線網の建設も第 5 次 5 ケ年計画の中で予定されているため、Kalimantan - Sulawesi 海底ケーブル』が完成すると Sulawesi 島を含めたデジタル網が完成することになる。インドネシア国政府は、本海底ケーブルシステムの重要性を認め、第 5 次 5 ケ年計画期間内に本海底ケーブルを布設する事を計画し、このためのフェージビリティ調査の実施を日本国政府に要請してきた。

日本国政府は、この要請を受けて 1987 年 3 月に国際協力事業団より同国へ事前調査団を派遣した。事前調査団は、インドネシア国政府と本格調査に係る Scope of Work を協議すると共に、本格調査の計画、立案に必要な情報、資料の収集を行った。

当該 Scope of Work を付録 - 1 に示す。Scope of Work の中で、本格調査は海底ケーブルルートの選定とフェージビリティ調査を主とする Phase - 1 と、海底ケーブルルートの海洋調査が目的の Phase - 2 に分割されている。本報告書は、Phase - 1 調査の報告である。

日本国政府は、1987年8月17日、本調査（Phase-1）に係る国際事業団による本格調査団をインドネシア国に派遣した。

本格調査団は、先に締結された Scope of Work に基づき、『Kalimantan-Sulawesi 間海底ケーブルシステム』に関し、1987年8月17日より11月4日まで現地踏査と現地で収集した情報、資料の検討を行った。調査、検討結果によりインテリムレポートを作成し、インドネシア国の関係機関と協議した。

その後、日本国内においてさらに検討を進め、ドラフト・ファイナル・レポートを作成し、インドネシア国の関係機関と協議した。これらの経緯と結果をふまえて『Kalimantan-Sulawesi 海底ケーブル』建設計画の社会的、経済的、および技術的実現可能性を確認し、本海底ケーブルの最適布設ルートを選択して最終報告にとりまとめ、ここに勧告するものである。

2. 調査の目的と概要

2-1 調査の目的

本調査の目的は、西暦2019年を目標最終年度としたインドネシア国 Kalimantan-Sulawesi 海底ケーブルシステム建設計画に係るフェージビリティを調査するものである。

2-2 調査の範囲

本調査の範囲は、1987年3月17日に取り決めた Scope of Work、およびその協議に関する議事録に基づき、Kalimantan-Sulawesi 間の海底ケーブル建設計画に係るフェージビリティ調査のうち、Phase-1部分を実施するものである。

2-3 調査の概要

2-3-1 調査対象地域

対象地域は、Kalimantan 島と Sulawesi 島の他、本海底ケーブルに関連する地域。

2-3-2 調査の内容

本調査は、インドネシア国における現地調査と、日本、およびインドネシア国における資料、情報の収集、それらの分析作業とからなる。調査の内容は以下のとおり。

(1) 国内事前準備

国際協力事業団が1987年3月に実施した本調査に係る事前調査の結果に基づき、調査の

方針、計画、体制、工程、要員計画等を検討し、インセプションレポートを取りまとめた。

(2) 現地調査

- 1) 資料、情報の収集と解析
- 2) 海底ケーブル陸揚地の現地踏査
- 3) 海底ケーブルルートの海図上の調査
- 4) 海底ケーブルルートの検討
- 5) 海底ケーブルシステムの基本設計
- 6) バックホウルシステムの基本設計
- 7) プロジェクトコストの見積り
- 8) 経済、財務分析の方法の検討
- 9) 実行計画案の作成

分析作業の結果によりインテリムレポートをまとめ、インドネシア国関係機関に説明、協議した。

(3) 国内作業

インテリムレポートの説明、協議結果に基づき、さらに日本国内で詳細検討を実施し、ドラフトファイナル・レポートにまとめ、再度インドネシア国政府に提出、説明、協議した。その時の協議の結果に基づき、本ファイナル・レポートをまとめた。

3. 調査団の構成と調査日程

3-1 調査団の構成

3-1-1 事前調査団

氏 名	担当分野	所 属
浅見 春雄	総 括	郵政省通信政策局国際協力課 国際協力調査官
野口 孝二	海底ケーブルシステム	郵政省通信政策局国際協力課
草川 慶一	無線システム	郵政省電気通信局電波部 周波数課

山本茂夫	海洋調査	国際電信電話(株) 海底線部 調査役
戸塚龍太郎	業務調整	国際協力事業団社会開発協力部 開発調査2課

3-1-2 本格調査団の構成

(1) 作業監理委員会

担 当	氏 名	所 属
管理委員長	浅見春雄	郵政省通信政策局国際協力課 国際協力調査官
委員(陸上システム)	今田敏明	郵政省電気通信局電波部周波数課
委員(海洋調査)	山本茂夫	国際電信電話(株) 海底線部 調査役
委員(海底ケーブル システム)	永井彰	国際電信電話(株) 海底線部 計画課係長
委員(業務調整) (インセプションレポート説明時)	戸塚龍太郎	国際協力事業団社会開発協力部 開発調査2課
委員(同) (インテリムレポート説明時)	林和昭	国際協力事業団総務部 システム管理課 参事
委員(同) (ドラフトファイナル・レポート 説明時)	神田道男	国際協力事業団社会開発協力部 開発調査2課長

(2) 調査団

担 当	氏 名	所 属
総括(マイクロルート)	上村精一郎	日本通信協力(株)(N.T.C) 通信事業本部 総合技術部 調査役

副総括（回線計画）	末永隆志	日本通信協力㈱（N.T.C） 通信事業本部営業部次長
団員（マイクロシステム）	三原昇	日本通信協力㈱（N.T.C） 通信事業本部第2技術部 専門課長
団員（海底ケーブルシステム）	岩元 巖	日本通信協力㈱（N.T.C） 通信事業本部総合技術部 調査役
団員（海底ケーブルルート）	吉田重義	㈱臨海測量 海洋測量部 課長
団員（経済評価） エコノミスト	木村 繁	センチュリー リサーチ センター㈱（C.R.C） 総合研究所 研究第1部 課長

3-1-3 インドネシア国政府関係機関と関係者

本調査の要請元、ならびにプロジェクト実施主管庁は、インドネシア国郵電総局(Direktorat Jendral Pos dan Telekomunikasi, 以降POSTEL と略す)と電気通信公社(Perusahaan Umum Telekomunikasi, 以降PERUMTEL と略す)である。本調査に関連した上記機関の関係者、その他の機関名を表1-1に示す。

3-2 調査日程

現地調査の日程を表1-2に示す。

表 1 - 1 インドネシア国関係機関および関係者

1. POSTEL

Ir. Rollin	Deputy Director General
Mr. R.I. Soemardi Bc.T.T.	Director of Planning (Former)
Ir. Sri Slameto	ditto "
Mr. Tjaroso Bc.T.T.	Director of Engineering
Ir. Koesmarihati Sugondo	Planning Division
Ir. Tanti Dewi S.	ditto
Mr. Samlawi Bc.T.T.	ditto
Drs. Bambang Suseno	ditto
Mr. Soedarpo Bc.T.T.	Engineering Division
Mr. Sukarso Bc.T.T.	ditto
Mr. Soeharsono Bc.T.T.	Operation Division
Mr. Benjamin Sura Bc.T.T.	ditto
Mr. Rachmat W. Bc.Y.Y.	ditto
Mr. H.V.R. Saragih Bc.T.T.	ditto

2. PERUMTEL

(1) BANDUNG

Ir. Syonan Sembiring	Chief of Terrestrial Transmission Planning
Mr. Nurman Burhan Bc.T.T.	Terrestrial Transmission Planning
Ir. Imam Soebekti	ditto
Ir. Tjahjono Djatmiko	ditto
Mr. Sugeng Winarto	ditto
Mr. Usman Azroni B.S.c.	ditto
Mr. Maman	ditto
Mr. Nono Leksono	ditto
Ir. Lumumba Sirait	System Engineering Planning
Ir. Indro Wuryanto	ditto
Ir. Undang Sudirman	ditto
Mr. Hari Purnomo M.S.c. Bc.T.T.	Chief of Traffic Planning
Mr. Gutomo Gandjar Bc.T.T.	Traffic Planning
Ir. Yaya Wahya	ditto
Mr. R.E. Sudradjat Bc.T.T.	Exchange Planning
Mr. Indro Wuryanto Bc.T.T.	ditto

Mr. Suyanto Bc.T.T. Exchange Planning
Mr. Agus Nursjamsah Bc.T.T. ditto

(2) WITEL

WITEL IX Mr. Soegiyono
 Mr. Pudjadi Slamet (Banjarmasin MW)
 Mr. Suradi
 Mr. Kodrat (Balikpapan MW)
WITEL X Mr. Soeharto, Bc.T.T.
 Mr. Bambang
 Mr. Yasuf Adjam (Ujung Pandang MW)
 Mr. Bunjin (Palu Station)

3. その他の関係機関

Banjarmasin

- (1) WITEL IX (第9通信局)
- (2) Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kantor Wilayah (海運総局)
- (3) Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Selatan Dinas Perikanan (漁業サービス局)
- (4) Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Selatan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) (州地方開発庁)
- (5) PERUTAMINA Head Office Balikpapan (石油公社)

Ujung Paudaug

- (1) WITEL X
- (2) Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kantor Wilayah VI
- (3) Pemerintah Propinsi Sulawesi Selatan Dinas Perikanan
- (4) Pemerintah Propinsi Sulawesi Selatan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA)

表 1 - 2 現地調査行動日程表 (1/3)

月 日	(総括・マイクロルート・海底ケーブル・ケーブルシステム)		(トラヒック)	
	行 動	滞 在 地	行 動	滞 在 地
昭和62年				
8月17日(月)	出発 (東京～ジャカルタ)	ジャカルタ	同 左	同 左
18日(火)	POSTEL 打合せ	"	"	"
19日(水)	移動(ジャカルタ～バンドン)	バンドン	"	"
20日(木)	PERUMTEL 打合せ	"	"	"
21日(金)	団内打合せ, 資料整理	"	"	"
22日(土)	PERUMTEL 打合せ	"	"	"
23日(日)	移動(バンドン～ジャカルタ)	ジャカルタ	"	"
24日(月)	POSTEL 打合せ, 議事録署名	"	"	"
25日(火)	現地調査準備, 資料整理	"	"	"
26日(水)	" , "	"	"	"
27日(木)	" , "	"	"	"
28日(金)	" , 通行許可証受領	"	帰国(ジャカルタ発)	
29日(土)	団内打合せ, 調査準備	"	東京着	
30日(日)	移動(ジャカルタ～バンジャルマシ)	バンジャルマシ		
31日(月)	通信局打合せ	"		
9月 1日(火)	バンジャルマシ, 調査	"		
2日(水)	カラマイアン, タキスン 調査	"		
3日(木)	移動(バンジャルマシ～バリクパパン)	バリクパパン		
4日(金)	バリクパパン 調査	"		
5日(土)	陸揚候補地調査	"		
6日(日)	移動(バリクパパン～バンジャルマシ)	バンジャルマシ		
7日(月)	資料整理	"		
8日(火)	移動(バンジャルマシ～ウジュンパンダン)	ウジュンパンダン		
9日(水)	ウジュンパンダン 調査	"		
10日(木)	移動(ウジュンパンダン～パルー)	パルー		
11日(金)	パルー 調査	"		
12日(土)	資料整理	"		
13日(日)	パルー 調査	"		
14日(月)	移動(パルー～ウジュンパンダン)	ウジュンパンダン		
15日(火)	ウジュンパンダン 調査	"		
16日(水)	"	"		
17日(木)	移動(ウジュンパンダン～パレパレ)	パレパレ		

表 1 - 2

現地調査行動日程表 (2 / 3)

月 日	(総括・マイクロルート・海底ケーブル・ケーブルシステム)		(トラヒック・マイクロシステム・財務分析)	
	行 動	滞 在 地	行 動	滞 在 地
昭和62年				
9月18日(金)	陸揚候補地調査	パ レ バ レ		
19日(土)	移動(パレバレ～ウジュンバンダン)	ウジュンバンダン		
20日(日)	団内打合せ	〃		
21日(月)	通信局打合せ	〃		
22日(火)	団内打合せ	〃		
23日(水)	移動(ウジュンバンダン～ジャカルタ)	〃		
24日(木)	移動(ジャカルタ着)	ジャカルタ	出発(東京～ジャカルタ)	ジャカルタ
25日(金)	打合せ資料作成	〃	打合せ資料作成	〃
26日(土)	〃	〃	〃	〃
27日(日)	移動(ジャカルタ～バンドン)	バ ン ド ン	同 左	同 左
28日(月)	事務所設営	〃	〃	〃
29日(火)	インテリムレポート準備	〃	〃	〃
30日(水)	〃	〃	〃	〃
10月 1日(木)	〃	〃	〃	〃
2日(金)	〃	〃	〃	〃
3日(土)	〃	〃	〃	〃
4日(日)	〃	〃	〃	〃
5日(月)	〃	〃	〃	〃
6日(火)	〃	〃	〃	〃
7日(水)	〃	〃	〃	〃
8日(木)	〃	〃	〃	〃
9日(金)	〃	〃	〃	〃
10日(土)	〃	〃	〃	〃
11日(日)	〃	〃	〃	〃
12日(月)	〃	〃	〃	〃
13日(火)	〃	〃	〃	〃
14日(水)	〃	〃	〃	〃
15日(木)	〃	〃	〃	〃
16日(金)	〃	〃	〃	〃
17日(土)	〃	〃	〃	〃
18日(日)	〃	〃	〃	〃
19日(月)	〃	〃	〃	〃

表 1 - 2 現地調査行動日程表 (3 / 3)

月 日	(総括・マイクロルート・海底ケーブル・ケーブルシステム)		(トラヒック・マイクロシステム・財務分析)	
	行 動	滞 在 地	行 動	滞 在 地
昭和62年				
10月20日(火)	インテリムレポート準備	バン ド ン	同 左	同 左
21日(水)	"	"	"	"
22日(木)	"	"	"	"
23日(金)	"	"	"	"
24日(土)	"	"	"	"
25日(日)	"	"	"	"
26日(月)	"	"	"	"
27日(火)	"	"	"	"
28日(水)	団内打合せ	"	"	"
29日(木)	PERUMTEL打合せ	"	"	"
30日(金)	資料整理	"	"	"
31日(土)	"	"	"	"
11月 1日(日)	移動(バンドン～ジャカルタ)	ジャ カ ル タ	"	"
2日(月)	POSTEL打合せ, JICA・大使館報告	"	"	"
3日(火)	議事録署名	"	"	"
4日(水)	東京着	"	"	"

第2章 総論

第2章 総論

1. インドネシアの電気通信事情

1-1 概説

インドネシア国の公衆電気通信事業のうち、国内陸上通信事業（国内衛星通信網による通信事業を含む。）と国際通信事業は観光・郵電省の内部組織である郵電総局（POSTEL）により管理、監督されており、運営については電気通信公社（PERUMTEL）、国营国際電気通信会社（PT. INDOSAT）が、それぞれ国内通信、国際通信を行っている。また、国内海上通信は、運輸省の内部組織の海運総局が管理、運営を行っている。

現在提供されている通信サービスは、国内陸上および国際通信に関して、電話、電報、テレックス、パケット・データ通信、自動車電話（国内の限定された地域でのみ実施）および各種専用線がある。

電話の普及率は、0.3/100人（1985年）と低く、ASEAN諸国の中でも低い水準に属している。公衆電話機も大ホテルの一部に設置されているだけである。

インドネシア国は、東西5,000km、南北1,800kmというアメリカ合衆国とほぼ同じ広さの国土を持ち、14,000もの島々で構成されている。インドネシア政府はこれらの島々を結ぶ国内通信網を早急に整備する必要から、1976年国内通信衛星（PARAPA-A）を打ち上げ、これを使用した国内衛星通信システムを推進した。現在、全国に121の衛星地上局が建設されており、これにより全国のほとんどの都市に電気通信サービスが提供されることとなった。

衛星通信システムは、1983年に打ち上げられたPARAPA-B1と1987年打ち上げられたPARAPA-B2Pにより通信を行っている。

衛星通信システムの導入により、インドネシア国内の電気通信は飛躍的に発展したが、通信衛星の通信容量が限られていることから、年々増加する通信需要に対して衛星通信網により全ての伝送路を供給することは不可能である。このためインドネシア国では現在、衛星通信網と併設して容量の大きい地上系伝送路網の整備拡張を推進しており、マイクロウェーブ無線システム、海底ケーブルシステムの建設が各地ではじまっている。

伝送路の拡張計画と同時に、インドネシア国では西暦2000年を目標に、電気通信網のISDN（Integrated Services Digital Network）化を計画しており、第4次5ヶ年電気通信開発計画（PELITA-IV：1984～1989）より交換機、伝送路のデジタル化が進められている。

1-2 電気通信サービスの種類と現状

(1) サービスの種類と現状

現在、国内電気通信サービスで扱われているサービスは、下記のとおりである。

- A. 電話サービス
- B. テレックスサービス
- C. 電報サービス
- D. ファクシミリサービス
- E. 専用線サービス
- F. データ通信サービス
- G. 自動車電話サービス

A. 電話サービス

電話サービスは、前述のようにASEANの中でも普及率は極めて低く、下記に示すように、毎年積滞数が増加している。

インドネシア国では、現在PELITA-IV計画のなかで1,069,000端子の増設を計画しているため、本計画が完成すれば大幅な改善が期待できる。

表2-1 電話加入数の推移

年度 項目	1981	1982	1983	1984	1985	1986
加入者数	427,185	475,459	503,253	536,102	591,747	657,882
積滞数	66,513	137,953	221,084	307,210	378,245	399,678

B. テレックスサービス

テレックスサービスの普及率も、他のASEAN諸国に比較して低い水準にある。下記テレックス加入者数の推移を示す。

表2-2 TELEX加入数の推移

年度 項目	1981	1982	1983	1984	1985	1986
加入者数	6,740	8,105	9,292	10,289	11,299	11,738

テレックス加入者の伸びは、今後データサービスの加入者の増加に影響されて、伸びが遅くなるものと考えられる。

C. 電報サービス

電報の通数は、電話、テレックス、ファクシミリなどの普及率の低さのため年々増加しているが、これらの普及率の増加に伴い、将来は伸びが鈍化するものと考えられる。下記に電報通数状況を示す。

表 2-3 電報通数の推移 (X 1000)

年度 項目	1981	1982	1983	1984	1985	1986
電報通数	6,921	7,142	7,861	8,429	9,087	10,377

D. ファクシミリサービスとデータサービス

ファクシミリサービスとデータサービス共に最近のサービスなので、数年間を通じての実績はない。データサービスの加入者は、1986年約300(出典:BINPPOSENTEL, July 25, 1987)。本サービスは、既存の電報、テレックスサービスに代わって、将来増加するものと思われる。

E. 専用線サービス

専用線サービスに対する需要も年々増加しているが、市内、市外伝送路に賃貸するだけの余裕がほとんどないことにより、全体の数としては伸び悩んでいる。

F. 自動車サービス

現在、ジャカルタ市を中心にサービスが開始されているが、近い将来他の大都市を中心に導入される予定である。

(2) 伝送路設備の現状

インドネシア国の国内伝送路網は、地上伝送路網と衛星伝送路網の2系統で構成されている。地上伝送路網は、マイクロウェーブ、UHF、VHF、短波などの無線システム、同軸ケーブル、光ケーブル、裸線搬送などのケーブルシステムなどで成り立っている。

基幹部分は、現在、アナログのマイクロウェーブ無線である。既設の基幹マイクロウェーブ無線ルートと経済寿命を図2-2に示す。

インドネシア国では、西暦2000年を最終目標年度として、加入者階梯施設を除く全設備をデジタル化することにより、ISDNを実現する計画であり、現在のアナログ回線をデジタル化するとともに、新しいデジタル伝送路の建設計画も進展中で

ある。

現在進行中の、PELITA-IVに含まれる主なデジタル伝送路建設計画を下記に示す。

- A. スマトラ縦断幹線伝送路整備計画
- B. ジャワバリ市外伝送路デジタル計画
- C. バンジャルマシノーバリクパパン デジタルマイクロウェーブ無線建設計画
- D. スラバヤーバンジャルマシソ 海底ケーブルシステム建設計画

衛星伝送路網については、1976年、1977年に打ち上げられたPARAPA-A1, A2により、今まで地上系伝送路では技術的にも経済的にも困難であった地方の主要都市を結ぶことが可能となり、スマトラからイリアンジャヤまで東西5,000kmの通信が可能となると共に、全国テレビ放送も実現できるようになった。(テレビ放送の管理・監督主管庁は、情報省)

現在は、1983年に打ち上げられたPARAPA-B1と1987年打ち上げられたPARAPA-B2Pにより通信を行っており、衛星のトランスポンダの一部分は、ASEAN諸国、および国内の政府機関等にリースしている。

国内衛星通信地上局は、インドネシア全土で121局あり、大容量地球局が19、中容量地球局が20、小容量地球局が82となっている。

(3) 電話交換網構成

インドネシアの国内電話交換網は、下図に示す局階位に基づき構成されている。交換局数は、ISC 2, TC 7, SC 33, PC 190それにLEが453で、ISCはジャカルタおよびメダンに、また、TCはジャカルタ、スラバヤ、メダン、パレンバン、バンジャルマシソ、ウジュンパンドンおよびアンボンに設置されている。

上位局および一部のPCには、自動交換機が導入されており、自動化率は加入者数比では86%に達しているが、SCの一部およびその他のPCとLEには小容量の手動交換機が設置されているため、局数比では26%と低い値となっている。

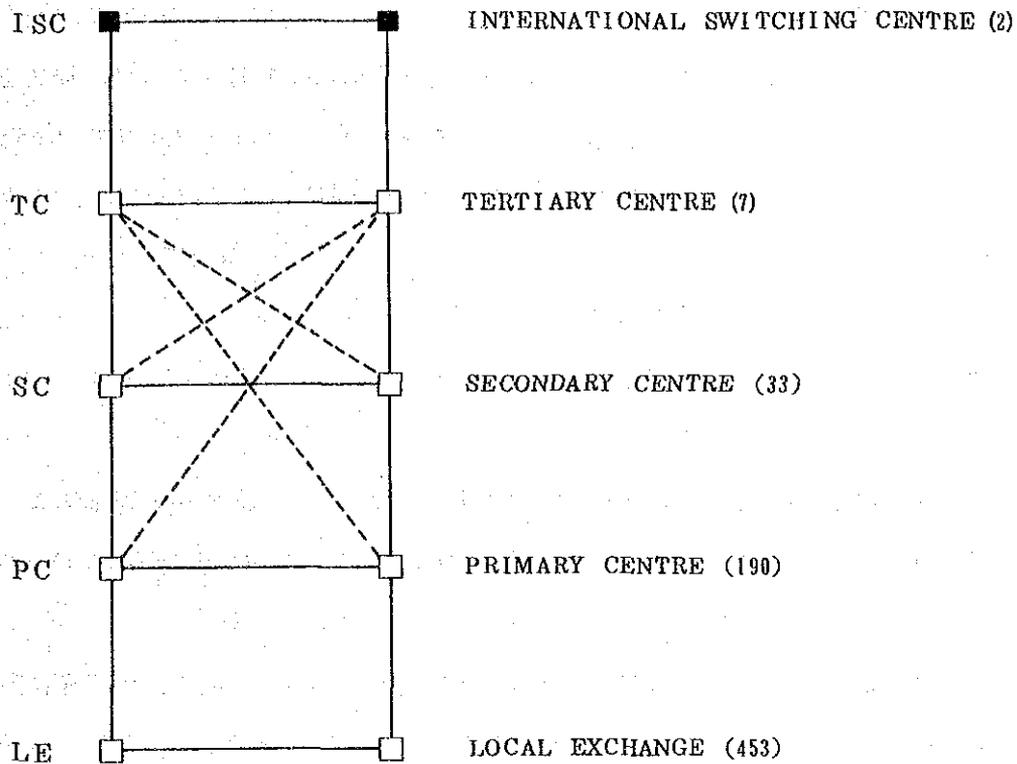


図 2 - 1 インドネシア電気通信網構成

()内の数字は局数を示す

(4) テレビ伝送の現状

テレビ放送は、TVRI (Televisi Republik Indonesia) により行われている。

TVRIは1962年にアジア大会の模様を放送するためにその前身が設立されたもので、1963年に公共企業体、1966年に情報省の所管となった。1976年からPAL方式によるカラー放送を開始している。

スタジオを有するキー・ステーションは、下表の通りであり、ほかにサテライト局が約140局ある。

表 2 - 4 TVRI キー・ステーションの所在地

地 区	所 在 地
ジャワ	ジャカルタ, ジョグジャカルタ, スラバヤ
スマトラ	メダン, パレンバン
スラウェシ	ウジュンパンダン, メナド
カリマンタン	バリクパパン
バリ	デンパサール

放送時間は週約60時間で、これらの放送番組の大部分はジャカルタにおいて編成、制作しPARAPA衛星により各地に点在する受信地球局(4GHz帯、既設局数約50局、計画中局数約70局)を介して全国各地に中継しているが、ローカル番組制作設備を持っている地方テレビ局では全国中継番組枠のなかの2時間から3時間程度を自局制作ローカル番組で充当している。

1-3 電気通信サービスの将来計画

1-3-1 電気通信長期開発計画

インドネシア国の電気通信に対する長期計画として、『インドネシア国電気通信システム長期開発計画』(JICA, 1987年)があり、POSTEL, PERUMTELによって承認されている。

本長期開発計画は、POSTELより発行された『インドネシア電気通信開発計画(Strategic Development Plan, Indonesia)』に示された、電気通信の西暦2000年までの政策に基づいている。

長期開発計画によると、GDPの伸び率(年率)5%、人口の伸び2%の条件で、電気通信設備計画を供給計画-2とした場合、現在の電話普及率0.3/100人が、西暦2004年には2.54/100人に改善される。また、2004年(第7次5ヶ年計画終了時)には、完全なISDN網の整備を計画している。

1-3-2 長期開発計画の中の伝送路整備計画

本長期開発計画は、1984年から2004年までの20年間を5年毎区切り、

第4次5ヶ年電気通信設備拡充計画	(PELITA-IV)	: 1984 - 1989
第5次	" "	(REPELITA-V) : 1989 - 1994
第6次	" "	(REPELITA-VI) : 1994 - 1999
第7次	" "	(REPELITA-VII) : 1999 - 2004

としている。

各5ヶ年計画毎の伝送路の拡充計画を図2-3~2-6に示す。図中、現在既設の、(ジャワバリ)マイクロウェーブ無線システムとスラウェシ島の市外伝送路を結ぶ東部マイクロウェーブ無線システムは、技術的な理由から、アナログ方式からデジタル方式への取り換えをしないことになっている。当無線システムの経済寿命は1998年に終わるので、それ以降使用に供しないとすると、第3章で述べるように(スラウェシ島および以東の島々)と

(ジャワ島およびその他の島々)間の通信トラフィック量が、本海底ケーブルシステムの最大容量(280 Mbps, 3840チャンネル)を越えてしまう。従って何らかのメディアで、市外伝送路を拡張する事が2004年以降必要となる。

2. 本プロジェクトの位置付け

本海底ケーブルシステムは、前項1-3-2に述べたように第5次5ヶ年電気通信開発計画(PELITA-V)に含まれている。

スラウェシ島では、同一時期に『スラウェシ縦断マイクロウェーブ無線網』が完成することになっており、首都ジャカルタから本海底ケーブルシステムを経由してスラウェシ島までデジタル網が拡張されたことになる。

また、第5次5ヶ年計画では、スラウェシ島とマルク島を結ぶ海底ケーブルシステムの建設が計画されているため、デジタル網は、スラウェシ島より更にマルク島まで拡張される。

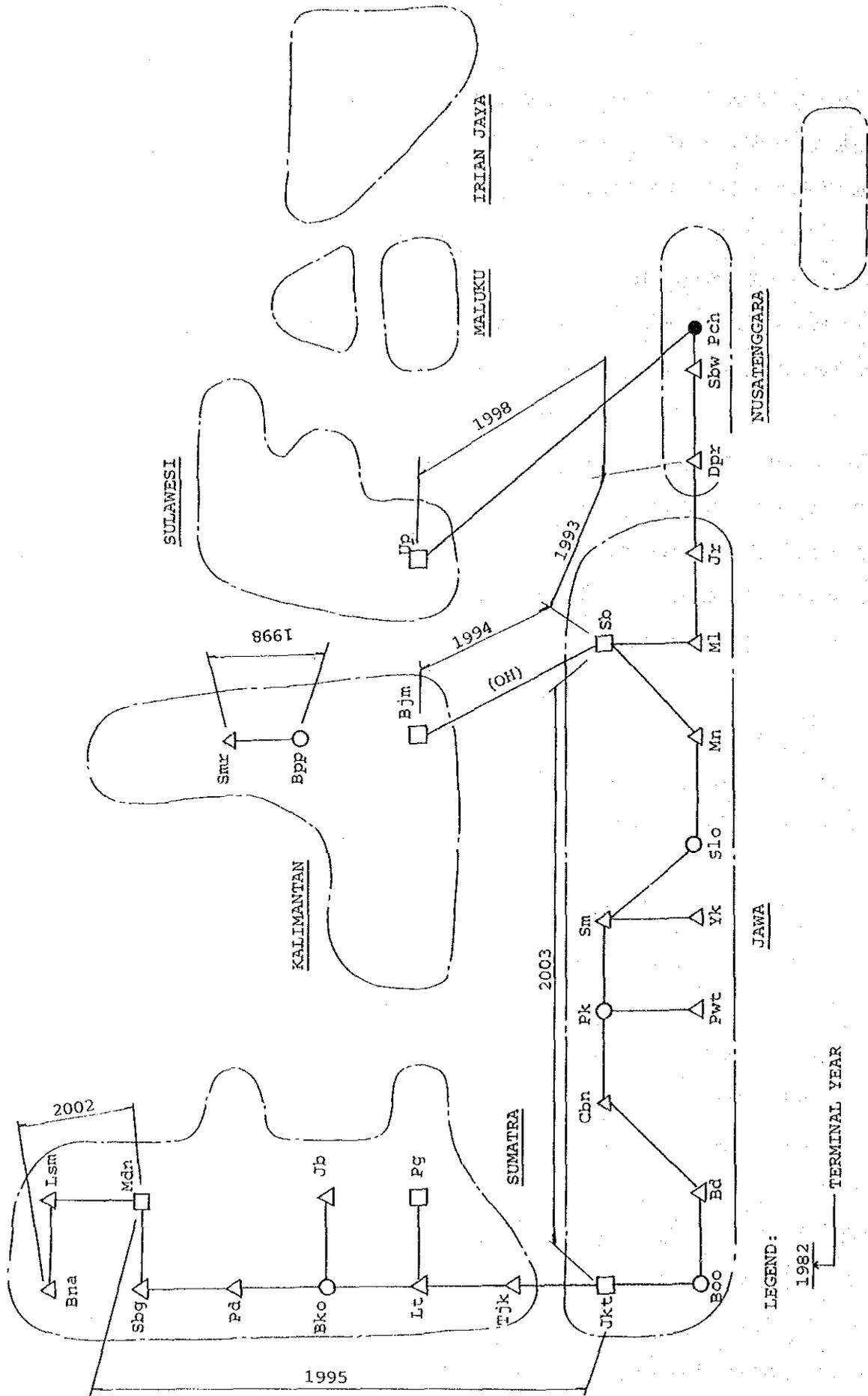


図 2 - 2 既設基幹地上伝送路とその寿命

LEGEND:

- Existing Analog Link
- Existing Digital Link
- === Planned Digital Link
- Tertiary Centre
- △ Secondary Centre
- Primary Centre
- Branching Point
- ★ Provincial Capital

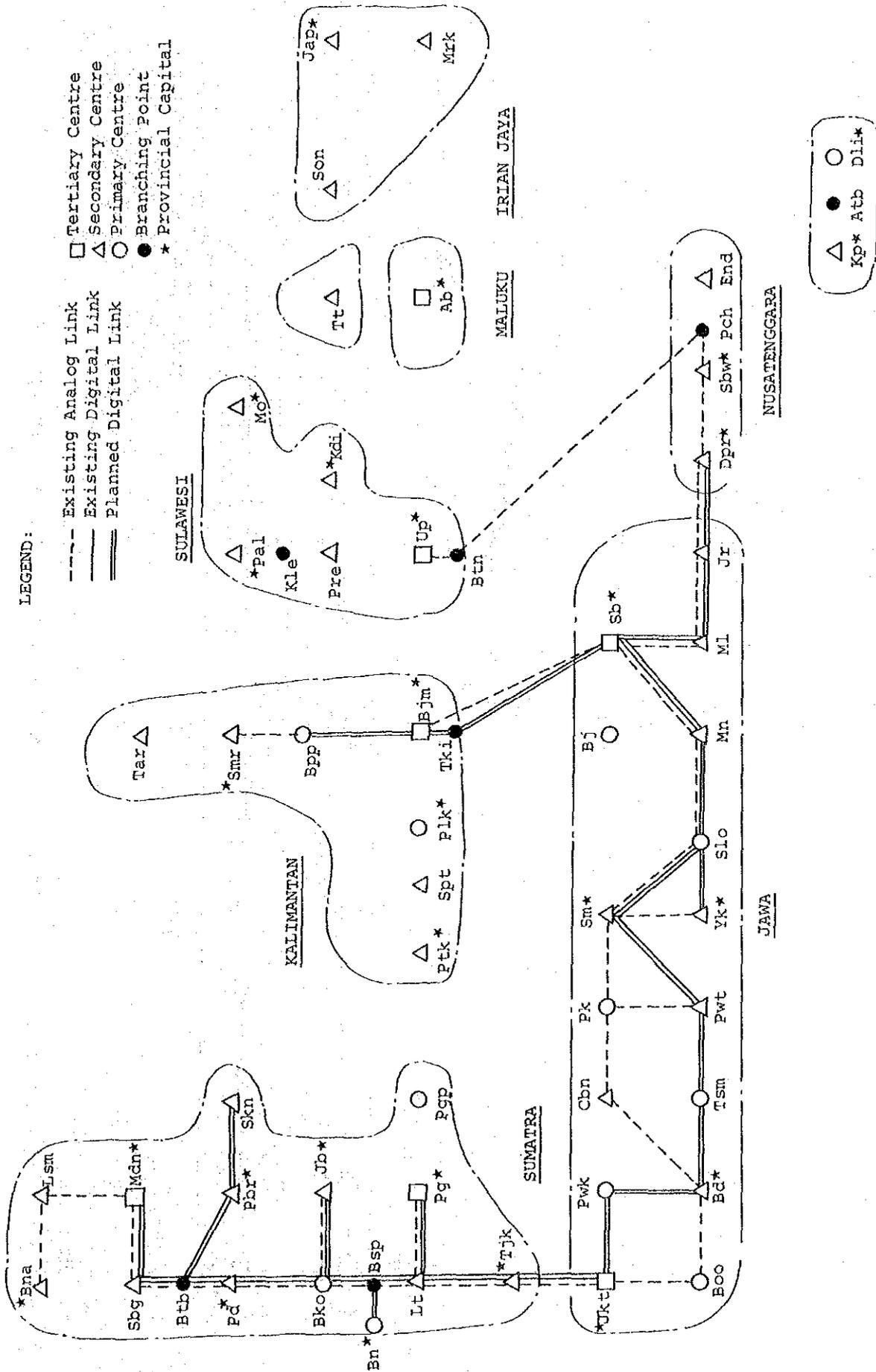


图 2 - 3 基幹地上伝送路建設計画 (REPELITA-IV, 1984 - 1989年)

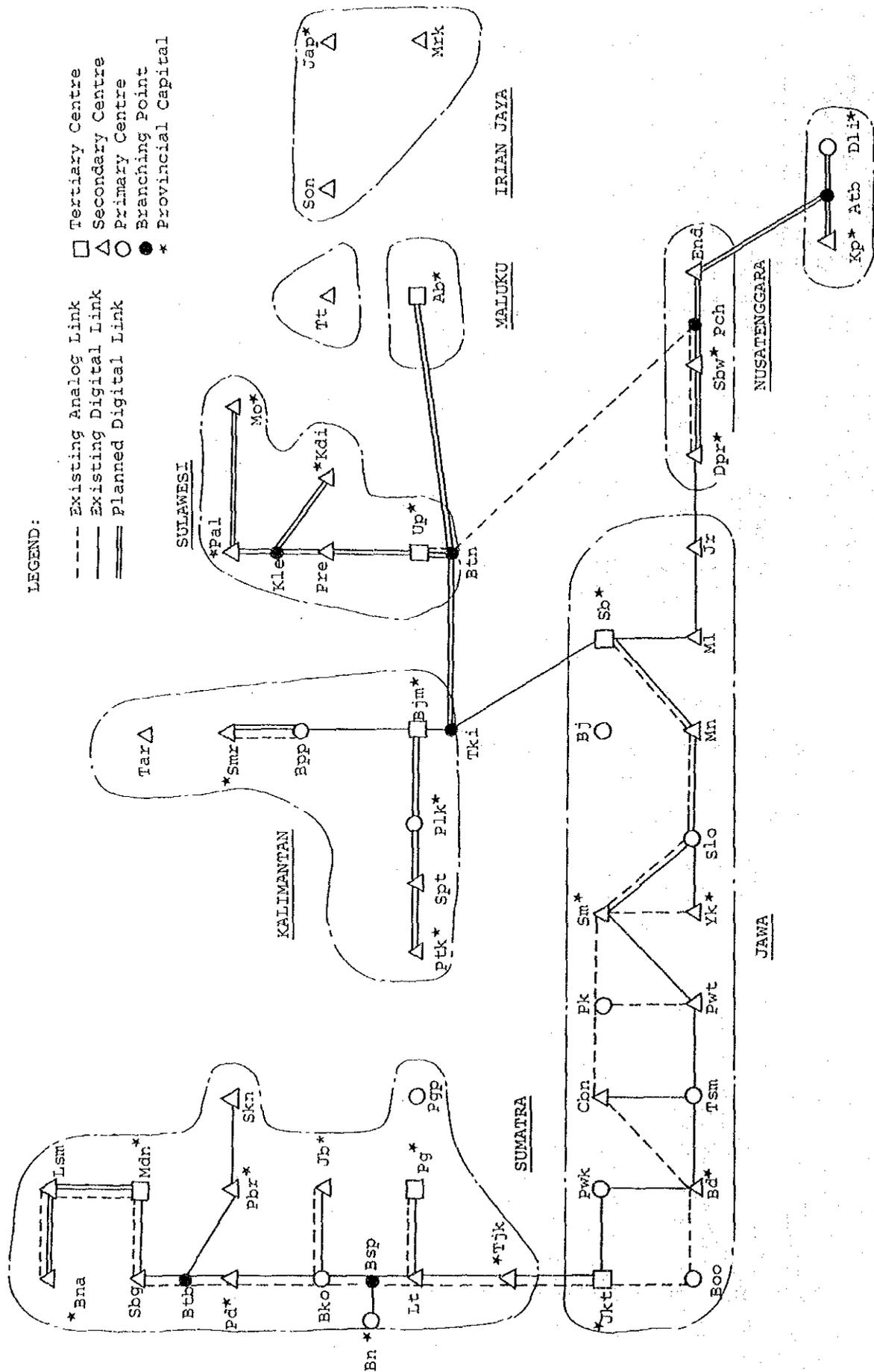


图 2 - 4 基幹地上伝送路建設計画 (REPELLITA-V, 1989-1994年)

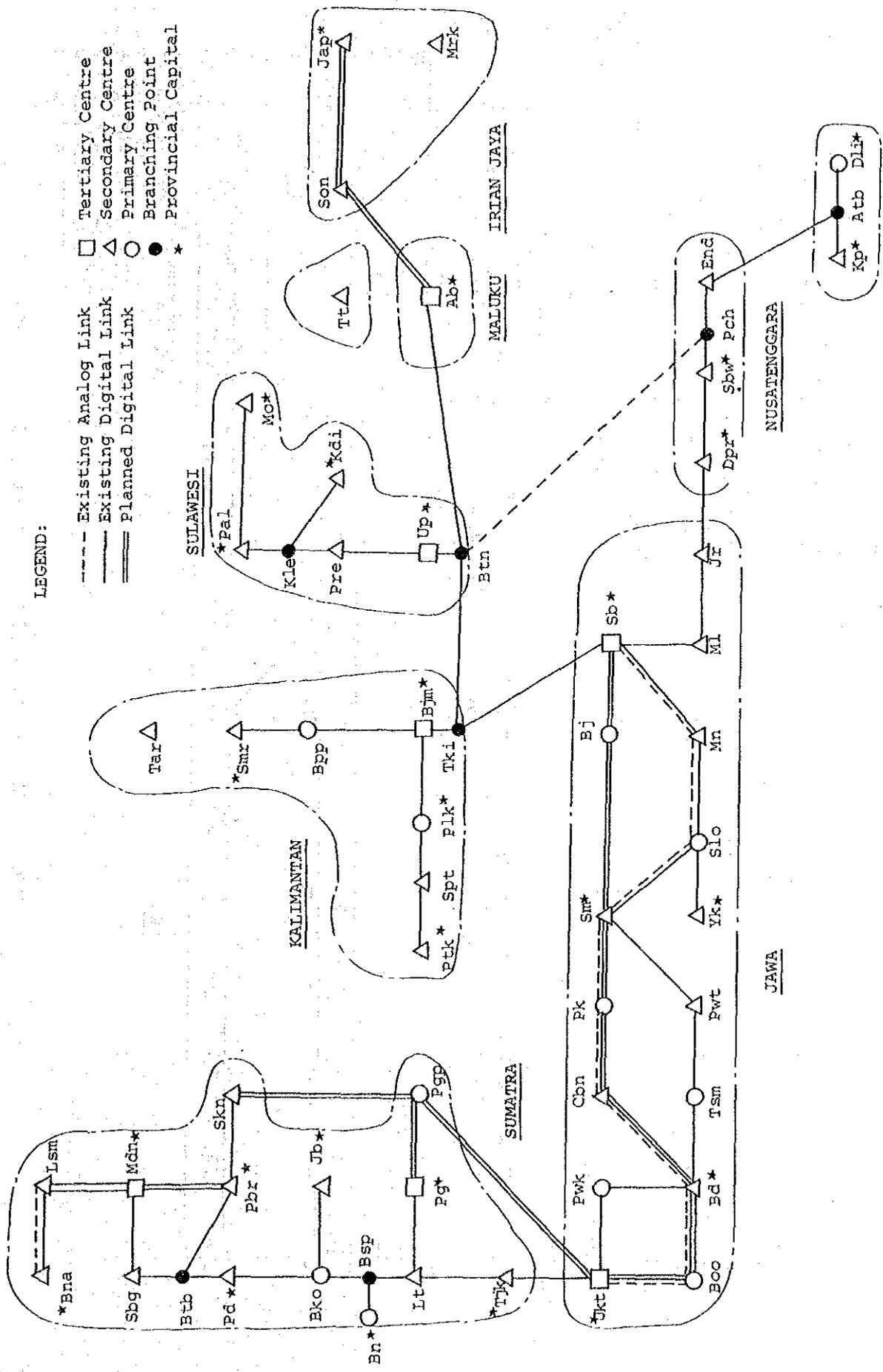


图 2 - 5 基幹地上伝送路建設計画 (REPELITA - VI, 1994 - 1999年)

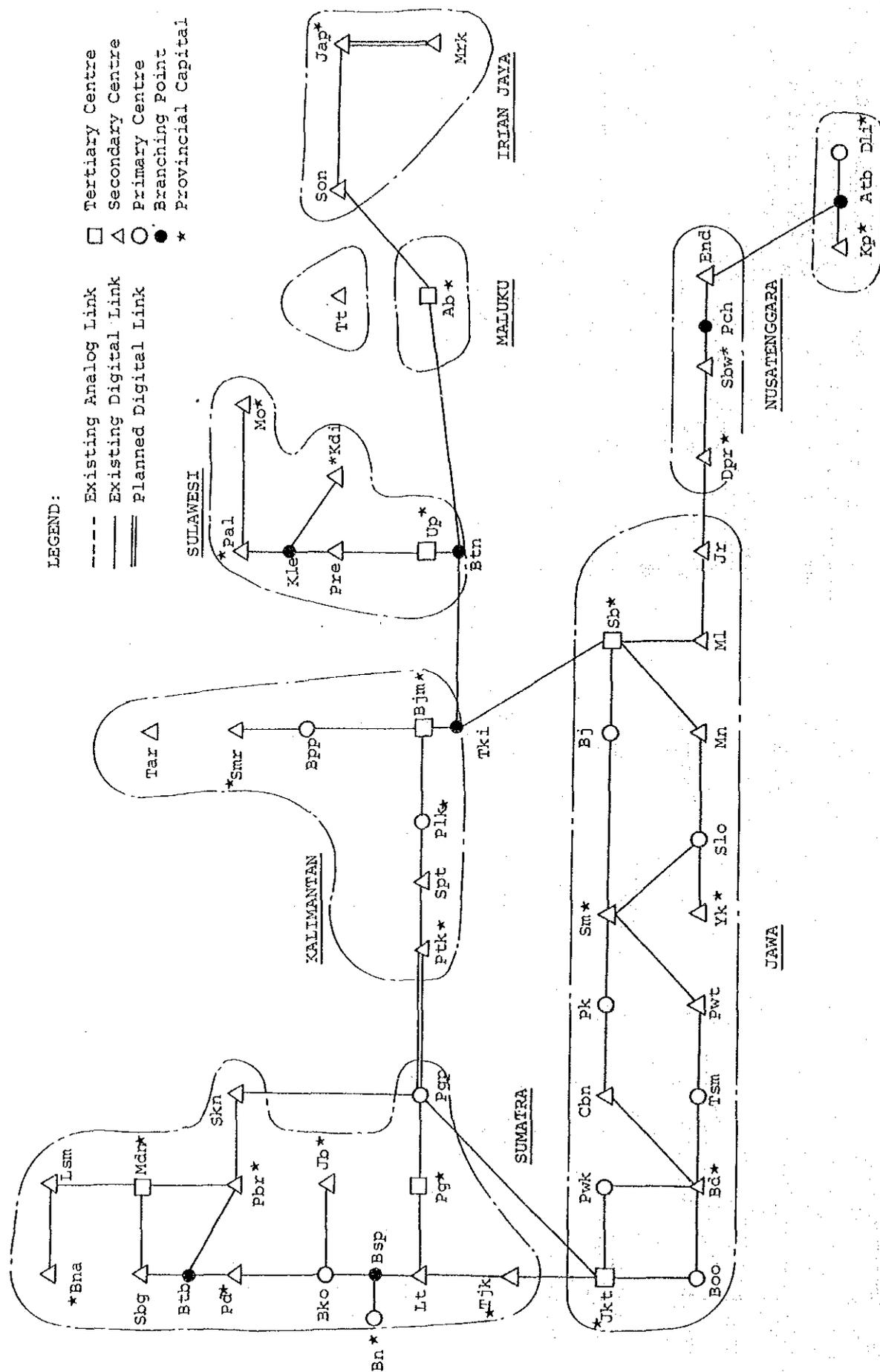


图 2-6 基地地上伝送路建設計画 (REPELIT A-Ⅷ, 1999-2004年)

3. プロジェクトの主管庁、および関係組織

本プロジェクトの主管庁は、観光・郵便省の郵便総局 (POSTEL) 実施体は電気通信公社 (PERUMTEL) である。

図 2-7 に観光・郵便省以下の関係機関組織図を示す。

Minister of Tourism, Post & Telecommunication

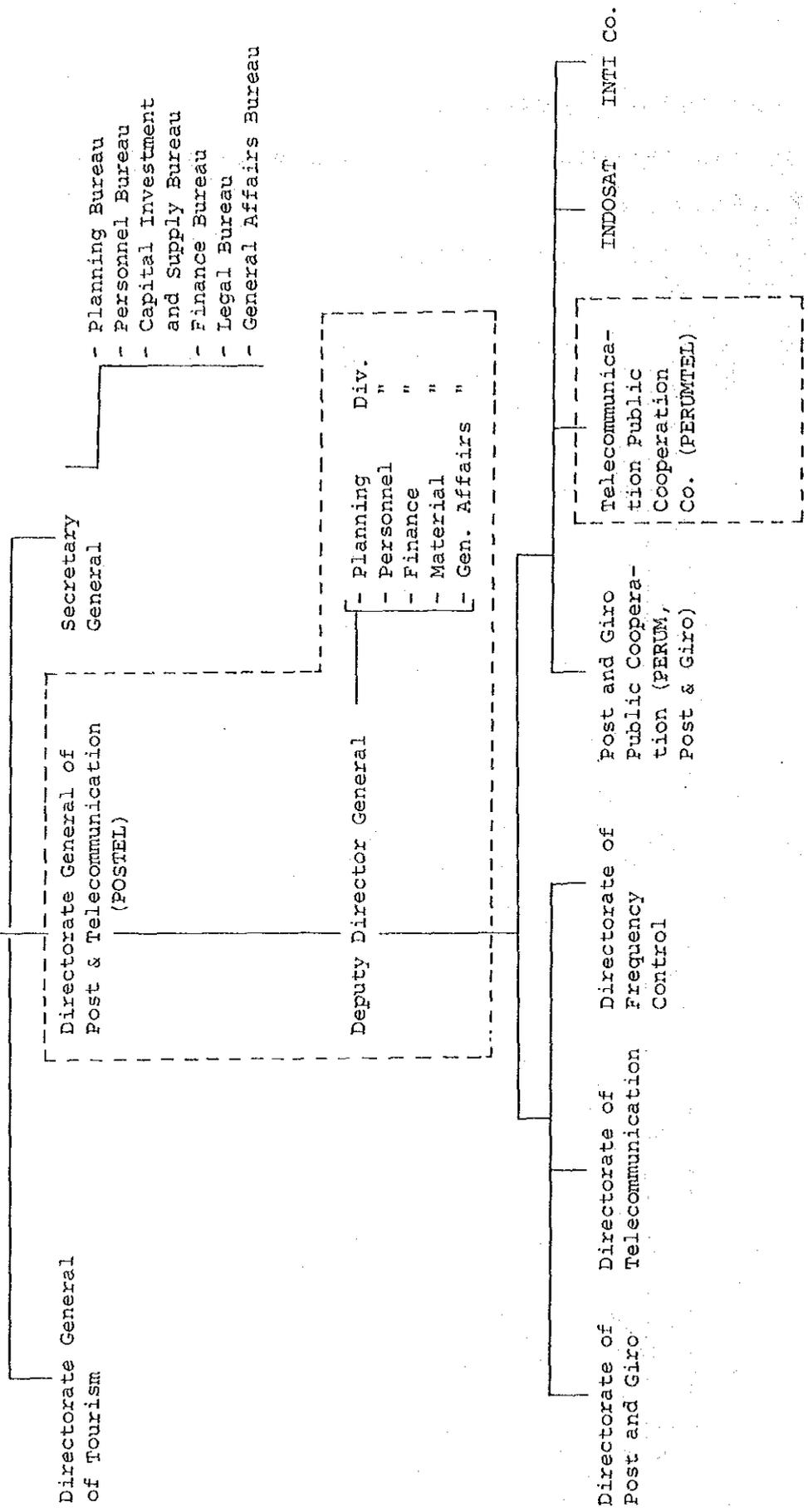


图 2 - 7 通信觀光省，郵電總局，PERUMTEL 組織圖

第3章 需要予測、トラヒック予測、トラヒック ・ルーティングおよび回線数算出

第3章 需要予測，トラヒック予測，トラヒック・ルーティング および回線数算出

1. 需要予測，トラヒック予測，および回線算出の方法

需要予測，トラヒック予測，および回線算出の方法は，インドネシア国の電気通信整備計画を対象とした過去の，あるいは現在進行中の下記の JICA 調査で採用されている方法と，原則的に同様の方法をとった。

- | | |
|---------------------|-------|
| (1) 電気通信システム長期開発計画 | 1987年 |
| (2) 地方電気通信網整備計画調査 | 1987年 |
| (3) スマトラ縦断幹線伝送路整備計画 | 進行中 |

特に、『スマトラ縦断幹線伝送路整備計画』は，本調査と時期が同一であるため収集した情報，資料の内容が一致することから，各種の予測に用いられた予測式，変数として用いられた経済指数等は全て同一であり，従って，結果も同一である。

ただし，『スマトラ縦断幹線伝送路整備計画』の予測年度は，下記の条件を前提にして2004年までとしているのに対し，本調査では2019年を最終予測年度としている。2004年以降2019年までの予測は本調査が初めてである。

	<u>システム経済寿命</u>	<u>稼働開始年度</u>
スマトラ伝送路計画	15年	1992年
本海底ケーブルシステム	25年	1993年

2000年までは『インドネシア電気通信開発計画 (Strategic Development Plan, Indonesia)』『通信2000年計画 (Telecommunications in Indonesia by the Year 2000)』等の通信発展のための国家方針が公表されているが，2000年以降についてはそれらの方針が示されていない。このため本調査においては予測のための各種の条件（例えば，GDPや人口の伸び率，加入者当たりの発着呼率，衛星通信網と地上系通信網のトラヒック配分率等）を2004年の値で固定して算出することとした。

2. 各予測の目的と手段

本章での需要，トラヒック予測は，電気通信長期計画を策定する時の政策決定をするための条件として求めるものと異なり，最終的に本システムに係る必要回線数を求めるための一検討

過程として捉えられる。本調査における予測の手順は以下のとおりである。

(1) ITUで認められている方法（ITUモデル：GDPと電話需要の相関により需要を予測する）を用いて、18国12年間の実績によりInternationalモデルを作成し、これにより全国電話需要を求める。（この結果は次の手順で求める供給計画の目標を設定する上での参考となる。）

(2) 前述の『電気通信開発計画』では、1995年での最小到達目標として電話の普及率を1.2台/100人としている。本調査ではこれを供給目標とし、(1)の全国需要、人口の推定値から供給計画（需要充足計画）をたてる。

2000年以降は、前述のような到達目標を示す政策・指針等が無いため、1985年（PELITA-IV）より2000年（REPELITA-VII）までの供給計画の時系列的伸率を適用した。

(3) 本海底ケーブルシステムは、第10、11、それに第12通信局とそれ以外の通信局を結ぶ市外伝送路であるから、上記(2)で求めた全国的な供給計画の値を、各通信局単位に分割する必要がある。

このために、各通信局で作成された過去5ヶ年間の（加入者数+積滞者数）のデータから、その伸びを数式化して、これをWITELモデルとする。

全通信局の総計を100%として、各通信局の比率をもとめ、これにより上記(2)で求めた供給計画を各通信局に分配する。

ただし、2004年以降は全国デジタル通信網が完成した事により通信局への増設投資が均等化される事を期待して2004年の配分比率を2019年まで適用する。

さらに、通信局でのデータから各中心局（Secondary Centre：SC）まで分散する。

(4) SC局別、年度別供給計画と加入者市外発呼率よりSC局単位の市外発呼トラヒックを得る。

SC局トラヒックとSC間距離の関数で全SC間の交流トラヒックが求まる。これらの中には、現在トラヒックの交流がまったくないSC局間でありながら計算上トラヒックが計上される場合があり、将来もトラヒックが生じる確かな理由が見出せられない場合があったりするため、個々の対地に対して実情にあった方向で調整する。

(5) SC局間トラヒックからSC間の必要回線数が求まる。

(6) さらに、必要回線数を衛星通信網と地上系通信網とに分割することにより本海底ケーブルの年度別必要回線数を求める。

3. 需要予測

3-1 各種需要予測式

3-1-1 International モデル

International モデルでは、過去12年間の18ヶ国の実績にもとずき、下記の子測式を適用した。

$$\ln \left(\frac{MLA_t + W_t}{N_t - ML_{t-1}} \right) = -1.009505 - 0.533327 \ln(SF_t) \\ + 0.1815022 \ln \left(\frac{GDP_t}{N_t} \right) \\ + 0.6072295 \ln \left(\frac{ML_{t-1}}{N_{t-1}} \right)$$

(R = 0.86)

ここで、 MLA_t : t年における電話機の増加分 (単位: 百万台)

W_t : t年における積滞数 (単位: 百万台)

N_t / N_{t-1} : t年, t-1年における人口 (単位: 百万人)

ML_{t-1} : t-1年における電話機数 (単位: 百万台)

SF_t : t年における加入者あたりの電話収入 (単位: 1975年を基準としたUS\$)

GDP_t : 1975年を基準としたt年のGDP (単位: 百万US\$)

R : 相関係数

3-1-2 WITEL (通信局) モデル

各通信局への需要, 供給の配分には, 下記の子測式が適用された。

本式は、『電気通信システム長期開発計画』(JICA, 1987)により検証された子測式を、『スマトラ縦断幹線伝送路整備計画調査』で1985年, 1986年の最新情報を入力して更新したものである。

$$\ln\left(\frac{D_{it}}{N_{it} - ML_{it-1}}\right) = -6.932086 - 0.408515 \ln(PI_{it}) \\ + 0.2862410 \ln(Y_{it}) \\ + 0.4971982 \ln(TD_{it}) \\ + 0.5416949 (D_0) + 0.5021028 (D_1) \\ + 1.7332294 (D_4) + 0.3553089 (D_9) \\ - 0.231578 (D_{10})$$

(R = 0.93)

- ここで、 D_{it} : t年におけるWITEL iの需要(単位:百万台)
 N_{it} : t年におけるWITEL iの人口(単位:百万人)
 ML_{it-1} : t-1年におけるWITEL iの電話機数(単位:百万台)
 PI_{it} : t年におけるWITEL iの電話架設費(1975年を基準としたUS\$)
 Y_{it} : t年におけるWITEL iの収入(同上)
 TD_{it} : t年におけるWITEL iの電話普及率(台/100人)
 $D_0 - D_{10}$: 実情との調整係数

3-1-3 非電話系サービスの需要予測

非電話系サービスの需要予測の方法も電話系サービスの予測同様、『スマトラ縦断幹線伝送路整備計画』で採用された下記の予測式によった。

(I) データ通信サービスの需要予測式

$$\ln(SD) = -8.7778 + (0.7707 + 0.11487 \times \ln(TD)) \times \ln(S) \\ + 3.1724 \times ID$$

(R = 0.97)

- ここで、 SD : データ通信サービスの需要(単位:千加入)
 TD : 電話サービスの需要(単位:千台)
 S : 電話加入者数(単位:千人)
 ID : インドネシアの特殊係数
 R : 相関係数

上記の予測式で算出された全国需要は、先のWITELモデルより求めた比率により各WITEL毎に分配する。

(2) TELEXサービスの需要予測式

TELEXサービスは、(1)に述べたデータサービスの増加によって次第に減少することがインドネシアを含む先進8ヶ国のデータで判っている。予測式は下記のとおり。

$$\ln(SX/S) = -1.7934 + 0.72074 \times \ln(SX/S)_{t-1} \\ - 0.0303506 \times \ln(SD/S)_{t-1} + 0.35164 \times ID$$

(R = 0.99)

ここで、SX : TELEXサービスの需要 (単位: 千台)

S : 電話加入者数 (単位: 千人)

SD : データサービスの需要 (単位: 千加入)

ID : インドネシア特殊係数

R : 相関係数

(3) 電信サービスの需要予測式

電信サービスには、電信サービスの他、GENTEXサービスをも含む。予測式は下記のとおり。

$$TLG = -5.652 + (122.36 + 523.5 \times TD) \times N \\ + (0.33 - 1.47 \times TD) \times Y - 131.98 \times ID$$

(R = 0.99)

ここで、TLG : 電信の通数 (単位: 千通)

TD : 電話普及率 (台/100人)

N : 人口予測 (単位: 百万人)

Y : 1980基準年のGDP (単位: 百万US\$)

ID : インドネシア特殊係数

R : 相関係数

上式で計算された電信通数から、1電信端末から1年間平均14,000通の電信が取り扱われるとして、電信端末が計算される。

3-2 需要予測の結果

3-2-1 電話系需要予測

需要予測について、『スマトラ縦断幹線伝送路整備計画』では、『電気通信システム長期計画』で試みたPLAN-1 (GDPの伸びを毎年3%とする)、PLAN-2 (GDPの伸び5%)、PLAN-3 (GDPの伸び7%)のうちPLAN-2を採って検討している。

スマトラ島の場合、平均的に開発されており、ジャワ島同様全国GDPを向上させるに貢献するものと考えられるが、本海底ケーブルの対象となるWITEL-X, XIそしてWITEL-XII地域では開発の速度が鈍化することが考えられるため、悲観的な例としてPLAN-1についても参考として検討した。

また、供給計画（需要充足計画）については、『電気通信システム長期開発計画（JICA, 1987年）』に述べられているように表3-1に示す3種類の供給計画案に対し、『スマトラ縦断幹線伝送路整備計画』では、1994年（REPELITA-V）までPERUMTELの5ヶ年計画による数値を採用し、それ以降はPLAN-2を適用しているが、本調査では本案は上記計画と同様の方法（PLAN-2）を採用し、悲観的な参考例としては1994年以降PLAN-1を採用して検討を行った。

表3-1 3種類（PLAN）の供給計画

REPELITA	PLAN-1	PLAN-2	PLAN-3
IV	0.11×5	0.15×5	0.19×5
V	0.17×5	0.24×5	0.30×5
VI	0.22×5	0.33×5	0.45×5
VII	0.26×5	0.38×5	0.56×5

表3-2 本案（GDPの伸びを5%とした場合で、供給計画PLAN-2の場合）

A. 全国電話需要

年	人口（千人）	需要（千人台）	需要密度
1994	198698	3373	1.69
1999	218556	5230	2.39
2004	249557	7508	3.01
2009	270020	9933	3.68
2014	292162	12536	4.29
2019	316119	15381	4.87

B. 通信局別電話需要

WITEL	1994	1999	2004	2009	2014	2019
I	241191	393263	592287	782720	987837	1212023
II	94425	150762	222993	295010	372319	456816
III	200485	316039	463852	612866	733471	949008
IV	1336406	1977722	2690401	3557007	4489142	5507936
V	353571	546780	784270	1036012	1307505	1604238
VI	284103	450594	664357	878077	1108182	1359680
VII	410033	656318	975165	1288310	1625919	1994916

VIII	126,434	200,963	295,199	390,367	492,665	604,473
IX	139,984	227,932	344,549	454,931	574,149	704,450
X	144,222	238,328	363,799	480,757	606,742	744,440
XI	22,516	37,486	57,490	75,491	95,273	116,896
XII	24,387	40,410	61,698	81,451	102,795	126,124
(計)	337,775	523,659	751,603	939,900	1,253,600	1,538,100

C. 全国供給計画（需要充足計画）

年	5ヶ年計画	供給数	供給総数	充足率
1989	PELITA-IV	1,069,000	1,728,869	
1994	REPELITA-V	968,000 (撤去: 440,26)	2,652,843	0.786
1999	REPELITA-VI	1,650,000 (撤去: 219,06)	4,280,937	0.819
2004	REPELITA-VII	1,900,000	6,180,937	0.823
2009	REPELITA-VIII	2,000,000	8,180,937	0.824
2014	REPELITA-IX	2,150,000	10,330,937	0.825
2019	REPELITA-X	2,350,000	12,680,937	0.825

D. 通信局別供給計画

供給計画のうち、1989年までのPELITA-IVに関しては、具体的にプロジェクトを指定した計画がある。また、1994年までのREPELITA-Vに関しても実行計画の中で具体化されている。それ以降の2019年までの各通信局への供給数の配分は前述のWITELモデルの2004年の需要配分率を適用した。

WITEL	1994	1999	2004	2009	2014	2019
I	(+ 34,000)	337,337	487,057	644,657	814,077	999,922
II	(+ 17,800)	127,143	183,573	242,973	306,828	376,874
III	(+ 43,200)	264,133	381,363	504,763	637,418	782,934
IV	(+579,000)	1,533,003	2,213,393	2,929,593	3,699,508	4,544,063

V	(+94200)	446501	644671	853271	1077516	1323501
VI	(+47000)	378434	546394	723271	913254	1121740
VII	(+67500)	555237	801663	1061067	1339922	1645811
VIII	(+31800)	168240	242910	321510	406005	498692
IX	(+21100)	196066	283086	374686	473156	581173
X	(+23600)	207197	299157	395957	500017	614165
XI	(+ 3600)	32535	46975	62175	78515	96439
XII	(+ 5200)	35103	50683	67083	84713	104052
(計)	+968000	4280937	6180937	8180937	10330937	12680937

() は増設数, その他は供給総数を示す。

表3-3 参考例 (GDPの伸びを3%とし, 供給計画のPLAN-1を採用した場合)

A. 全国電話需要

年	人口 (千人)	需要 (千人)	需要密度
1994	198698	2726	137
1999	218556	3948	181
2004	249557	5450	218
2009	270020	6942	257
2014	292162	8428	288
2019	316119	10014	317

B. 全国供給計画

年	5ヶ年計画	供給数	供給総数	充足率
1989	PELITA-IV	1069000	1728869	
1994	REPELITA-V	968000 (撤去: 44026)	2652843	0.97
1999	REPELITA-VI	1100000 (撤去: 21906)	3752843	0.95
2004	REPELITA-VII	1300000	5052843	0.93

2009	REPELITA-V	1,450,000	6,502,843	0.94
2014	REPELITA-K	1,550,000	8,052,843	0.96
2019	REPELITA-X	1,600,000	9,652,843	0.96

3-2-2 非電話系需要予測

下記に非電話系の需要予測の結果を示す。非電話系のサービスとしては、データ通信サービス、TELEXサービス、電信（GENTEX）サービスを対象とした。

表3-4 非電話系需要予測

年	データ通信	TELEX	電信（GENTEX）
1994	2087 (134)	38281 (2450)	994 (64)
1999	4418 (283)	59412 (3802)	1167 (75)
2004	7791 (499)	83245 (5328)	1449 (93)
2009	10307 (660)	99119 (6344)	1917 (123)
2014	13009 (833)	112584 (7205)	2419 (155)
2019	15961 (1021)	124321 (7957)	2968 (190)

() 内は本海底ケーブルに関連する第10、11および12通信局の需要の合計を示す。

4. トラヒック予測

4-1 トラヒック予測の方法

トラヒック予測も全節の需要予測同様、『スマトラ縦断幹線伝送路整備計画』調査と同じ方法により、また詳細は当調査報告書に記述されていることから、ここでは予測手順の概略を述べる。

- (1) 各中心局（Secondary Centre：SC）の最新市外トラヒックデータから、加入者当たりの市外発信呼率を求める。1985年の全国平均市外発信呼率は3.95 mEr1であった。
- (2) 1971年から1985年の15年間の記録の中から、全国加入者数と総課金パルス数の関係进行分析して見ると、数度の通話料金値上げがあつたにも関わらず確実に1加入者当たりの課

金パルス数は年々増加しており、ある傾向にあることが判る。これで、(1)で求めた加入者当たりの市外発信呼率もこの傾向で増えることが推定でき、1994年、1999年そして2004年の市外発信呼率を求め、同時に該当年度の各SC局の加入者数を乗じて市外総発信呼量を推定する。

2004年以降2019年までは、第3章冒頭で述べたように電気通信政策に対して国家的な指針等が現在示されていないため、(2)で求めた加入者当たりの市外発信呼率は2004年以上増加しないものとし、2004年値を用いる。

- (3) 次にSC間トラヒックを『電気通信システム長期計画（JICA, 1987）』で採用された回帰式（SC間距離と加入者数の関数）を最新のデータにより一部修正して計算した。
- (4) さらに(3)で求めたSC間トラヒックを実際の市外伝送網ルーティングに合うよう、ITS, GAS 3 Manualに提唱されている“Kruithof Algorithm”により調整する。

4-2 トラヒック予測式

4-2-1 加入者当たりの課金パルス予測式

$$Y = 15,000 \times \exp[-\exp(0.341056 - 0.137943 \times T + 0.7322842 \times D)]$$

$$(R = 0.96)$$

ここで、 Y : 加入者当たりの年間課金パルス数

T : 1971年を1とする年数

D : 調整係数（Tが15のとき1，その他は0）

R : 相関係数

4-2-2 SC間トラヒック予測式

$$\begin{aligned} \ln x_{ij} = & -3.764853 + 0.5006986 \ln S_i + 0.4487037 \ln S_j \\ & + (-0.681247 + 0.1563939 \times D_1) \times \ln D_{ij} \\ & + 0.4646919 \times D_2 - 0.766746 \times D_3 - 1.266141 \times D_4 \end{aligned}$$

$$(R = 0.9)$$

ここで、 x_{ij} : i-SC局からj-SC局へのトラヒック

S_i/S_j : i-SC局, j-SC局の自動電話加入者数

D_{ij} : 両SC間の直線距離

- D1 : 調整係数 (ジャカルタに対して1, その他0)
- D2 : " (メダンに対して1, その他0)
- D3 : " (チレボンに対して1, その他0)
- D4 : " (スンバワプサールに対し1, その他0とする)
- R : 相関係数

4-3 局間トラヒックマトリックス

上記手順と、予測式で計算されたSC局間のトラヒック・マトリックスを付録-Ⅱに示す。

5. トラヒック・ルーティング

5-1 トラヒック・ルーティングの考え方

本海底ケーブルを市外伝送網の一部であるとし、その網構成上の位置つけをする上で、トラヒック・ルーティングを考える時、次のような点に付き考慮しなければならない。

- (1) プロジェクトの関連する市外局の局階位と回線種別
- (2) 市外局の拡張計画
- (3) 関連地域に対するトラヒックの分散
- (4) 中継トラヒックの分散

さらに、バックホウル・システムの定義についても考慮しなければならない。

5-2 局階位

本海底ケーブルに直接関連する通信局は、WITEL-K(カリマンタン)とWITEL-X(スラウェシ)であり、両通信局の市外局の局階位は以下のとおり。

	<u>WITEL-K(カリマンタン)</u>	<u>WITEL-X(スラウェシ)</u>
総括局 : TC (Tertiary Centre)	Banjarmasin (BJM)	Ujung Pandan (UP)
中心局 : SC (Secondary Centre)	Samarinda (SMR)	Pare-Pare (PRE)
	Tarakan (TAR)	Palu (PAL)
	Sampit (SPT)	Kendari (KDI)
	Pontianak (PTK)	Manado (MO)

端局：PC Balikpapan (BPP) Watanpone (WTN)
(Primary Centre) Palangkaraya (PLG), 他 Bntaeng (BTN), 他

これらの局階位と伝送路の関係を、図3-1に示す(出典：Strategic Development Plan, Indonesia)。図中、実線で示された伝送路は基幹回線と呼ばれ、通信網構成上常に設備される伝送路である。一方、点線部分は、斜回線と呼ばれ、基幹回線があるのかかわらず、例えば地理的な関係からA通信局のあるSCから、B通信局のSCへかなりのトラヒックが期待される場合など、基幹回線を3リンク、総括局(TC)市外交換機を2箇所経由するルートより、SC間に直接リンクを設定した方が、経済的と判断される場合は、この斜回線が設定される。

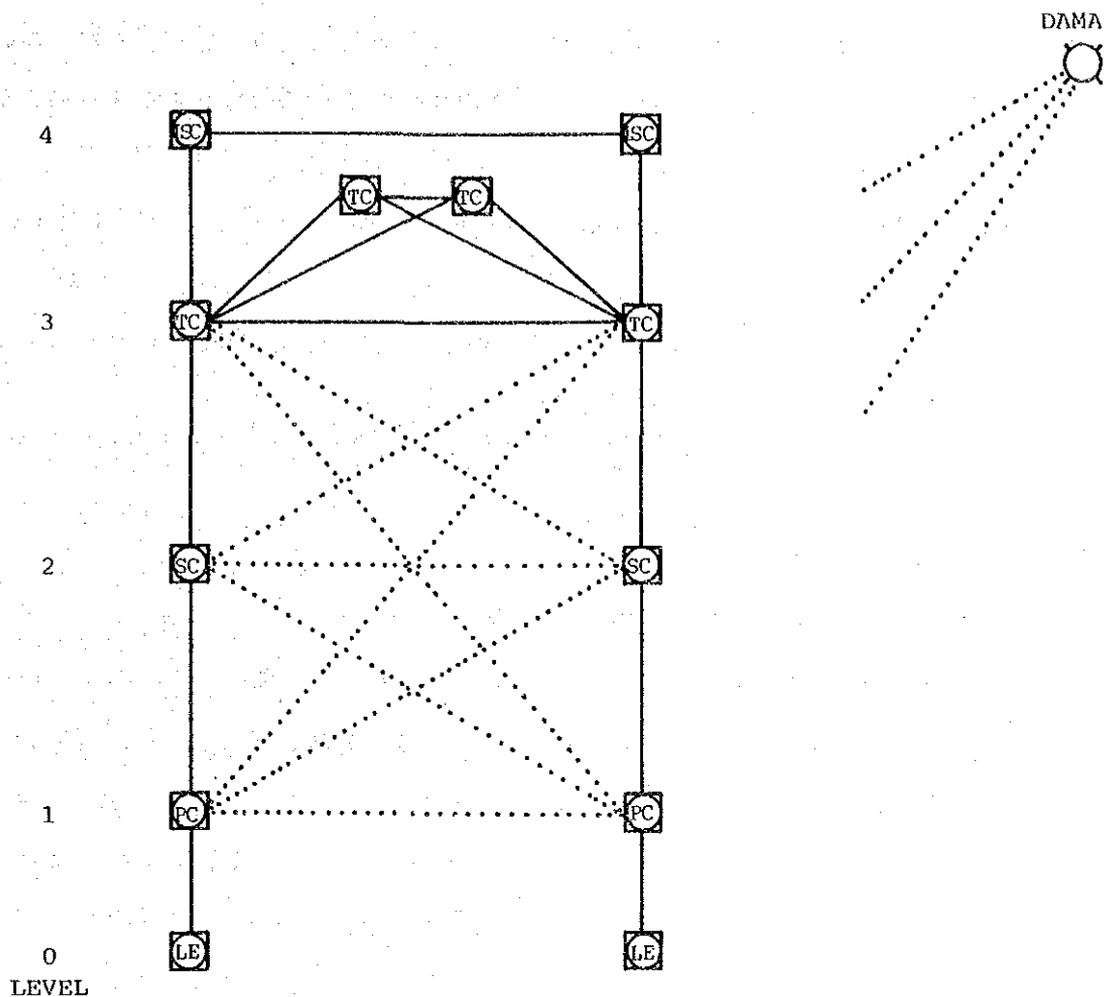
本海底ケーブルシステムの4候補ルートを考えてみると、

- A. PLAN-1A, PLAN-1Bは、ともに両通信局の総括局(TC)にシステムの端部が近いことから、このルートはTC-TC間を結ぶ基幹回線となる。
- B. PLAN-1Cの場合、カリマンタン側はTC、スラウェシ側をもしPare-Pareとすると、回線はTC-SC間の斜回線となってしまう。つまり、基幹回線が無い、斜回線のみの変則網になってしまう。
- C. PLAN-2の場合も同様で、Balikpapan-Paluを両端局とすると、PC-SC間斜回線となり、基幹回線が構築されないことになる。

つまり、伝送網構築の基本からすれば、海底ケーブルのルートのいかにかわらず、本海底ケーブルシステムは、TC：パンジャルマシとTC：ウジュンパンダン間の基幹伝送路であるべきである。

5-3 市外局の拡張計画

海底ケーブルシステムの終端局には、140 Mbpsの無線端局の他、これを市外局交換機と接続するための伝送端局装置、およびトラヒックを各対地に交換する市外交換機が必要である。当海底ケーブルシステムを通過するトラヒックは、本章第4項でも明らかなように、2004年で約2200アーランと見込まれている。それに対する交換機もそれ以上の処理容量を持っていないが、現在のところPOSTEL/PERUMTELとしては、TC局以外に大容量市外交換機の設置を考えていない。



LEGEND:

- ISC : International Switching Centre 2x
- TC : Tertiary Centre 6x
- SC : Secondary Centre 33x
- PC : Primary Centre 360x
- LE : Local Exchange
- DAMA : Demand Assigned Multiple Access
- : Switching Centre (either digital or analogue)
- : Link, always provided
- : Possible link

図 3 - 1 インドネシア電気通信局階位と伝送路

(出典: Strategic Development Plan. Indonesia - POSTEL -)

5-4 関連トラヒックの分散

前項5-2項で述べたように、基幹回線以外にも、特定対地のトラヒックが大きい場合には、斜回線の設定が考えられる。PLAN-1CとPLAN-2で斜回線を設定する場合を考えてみると、付録-Ⅱに示すように2000年において、

PLAN-1C	:	Banjarmasin-Pare-Pare間トラヒック	8.79 Erlang
PLAN-2	:	" -Palu間トラヒック	9.48 "

(BalikpapanはPCなのでBanjarmasinと置き換えた)

と、何れも全トラヒック約2,200 Erlangに比較して斜回線を設定するまでには到らない。

5-5 中継トラヒックの分散

本海底ケーブルシステムは、WITEL-Ⅱ,Ⅲのトラヒックを中継することになるが、今Palu局をシステムの終端局とした場合、下記に示すように例としてAmbonへの中継ルートは、(TC)-(SC)-(TC)となってしまう。現在通信網管理上、中継は(TC)-(TC)-(TC)はあっても、下位局から上位局への、下記のような中継パターンは採用していない。

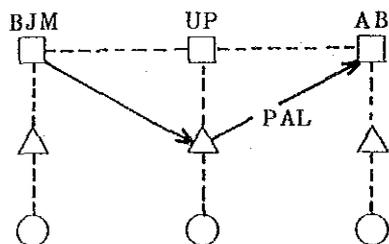


図3-2 変則的中継ルートの例

5-6 バックホウル・システムの定義

海底ケーブルシステムのバックホウルは、あくまで海底ケーブルの陸上側施設として見なされ、海底ケーブルに見合った設備のみで構成される。つまり、海底ケーブルの280 Mbps, 3,840チャンネル分の設備を海底ケーブル陸揚端局からシステム終端局(TC局)まで確保する。従って、途中の分岐、合流は一切考えない。バックホウル・システムに増設余地があり、増設した部分を一般の市外伝送路として使うことは可能であるが、使用区分(無線ベアラ)はあくまで分離する。

5-7 本システムの伝送路上の位置付け

上記の検討での結論として、本海底ケーブルシステムの位置付けは、バンジャルマシンTCとウジュンパンダンTCを結ぶ基幹回線であり、バックホウルシステムはその一部としてトラヒックの分岐、合流は無いものである。本結論は、考えられる4つの海底ケーブルルートでも同一である。

6. 回線算出

本海底ケーブルシステムは、ルーティング計画上総括局(Tertiary Centre:TC)間を接続する市外伝送路である。カリマンタ島側の第9通信局のTC局はバンジャルマシン、スラウェシ島側の第10通信局のTCはウジュンパンダンである。

6-1 回線算出の手順

- (1) 第4項で求めたSC局間トラヒックにより、呼損率0.01で回線数を求める。
- (2) (1)で求めた回線数に非電話系サービス分および専用線分として10%の回線数を見込む。
(電話回線は1チャンネル64kbpsで換算されるが、非電話系、例えばデータ回線は16kbps、32kbpsと通常電話回線より帯域が狭い)
- (3) 地上伝送路系と、衛星系とに回線数を分配する。分配の方法は『電気通信システム長期開発計画(JICA, 1987)』で検討した方法によるが、当配分計画は2004年までしか検討されていない。2004年以降2019年まではトラヒック予測時と同様、2004年での数値を適用する。回線配分の方法を下記に示す。

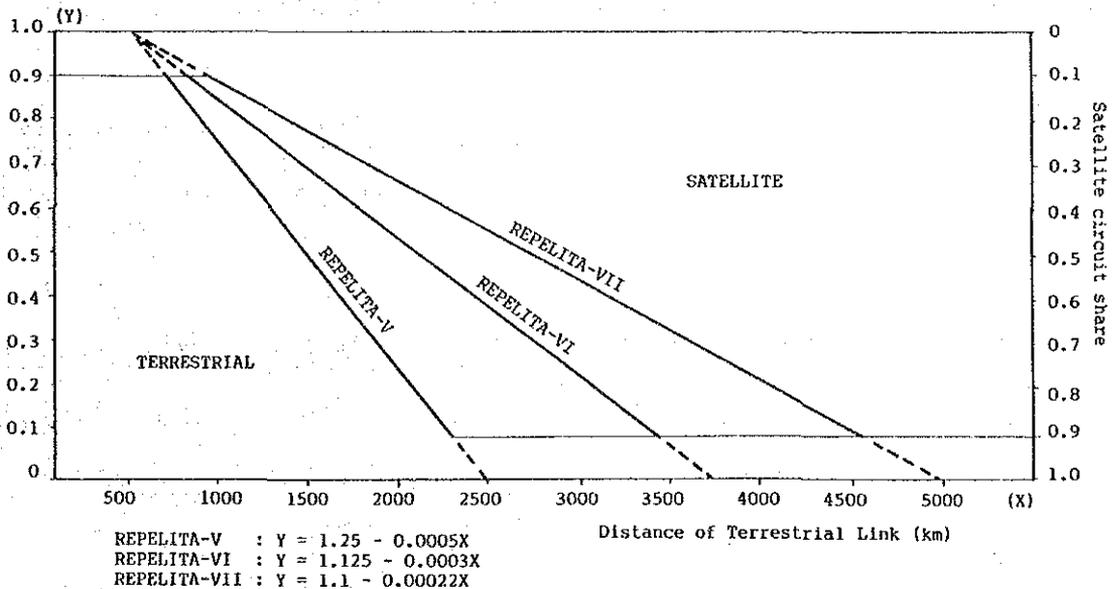


図3-3 地上伝送路系と衛星系のトラヒック分配

(4) 回線収束

本海底ケーブルシステムを通過するトラヒックは、第9通信局と第10通信局間のトラヒックのみならず、将来第11、第12通信局が新規の海底ケーブルで接続されると、第10、11、そして12通信局とその他通信局との伝送路となる。この条件により、(1)で求めたSC間回線数の中から関係回線を収束させ、各年度における必要回線数を得る。

- (5) 現在、第10通信局とジャワ島等の市外伝送路として、東部マイクロウェーブ無線システムが稼働中である。本海底ケーブルシステムが1993年に稼働開始すると当無線システムの経済寿命が尽きる1998年までトラヒックを分割することになるが、今後デジタル形のトラヒックが増えると予想されるに反して、当無線システムがアナログシステムであり、また当ルートでのデジタル無線の設備計画が『インドネシア電気通信発展計画』(Strategic Development Plan, Indonesia)では計画されていないことから、当システムへのトラヒックの配分は1998年以降考えない。

6-2 全国市外伝送路回線マトリックス

付録一Ⅱに上記の手順で計算された全国の市外伝送路の回線マトリックスを示す。回線数には、地上伝送路系に配分される回線と、衛星系に配分される回線を含む。

6-3 海底ケーブル所要回線数

前項6-1に述べた手順によって算出された必要回線数は以下のとおり。ここでは先に需要予測で述べたPlan-2(本案)の場合とPlan-1(参考)の場合を示す。

(Plan-2)

年	1994	1999	2004	2009	2014	2019
所要回線数	778	1,971	3,614	4,390	5,126	6,124

(Plan-1)

年	1994	1999	2004	2009	2014	2019
所要回線数	778	1,729	2,956	3,516	4,096	4,838

7. PLAN-1とPLAN-2の比較

需要予測，トラヒック予測，および回線数算出に関し，本調査で採用したPLAN-2計画と，悲観的な参考例としてPLAN-1の比較を以下に集約する。

表3-5 需要予測，トラヒック予測および回線数算出の要約

	本案 (PLAN-2) の場合	参考例 (PLAN-1) の場合
(1) 需要予測	(千人)	
1994	3373	2726
1999	5230	3948
2004	7508	5450
2009	9933	6942
2014	12536	8428
2019	15381	10014
(2) 供給計画	(千人)	
1989	1729	1729
1994	2653	2653
1999	4281	3753
2004	6181	5053
2009	8181	6503
2014	10331	8053
2019	12681	9653
(3) 必要回線数		
1994	778	778
1999	1971	1729
2004	3614	2956
2009	4390	3516
2014	5126	4096
2019	6124	4838

