

カンボジア国
中部地域電気通信網整備計画
予備調査報告書

平成 15 年 8 月

国際協力事業団
無償資金協力部

無償三

JR

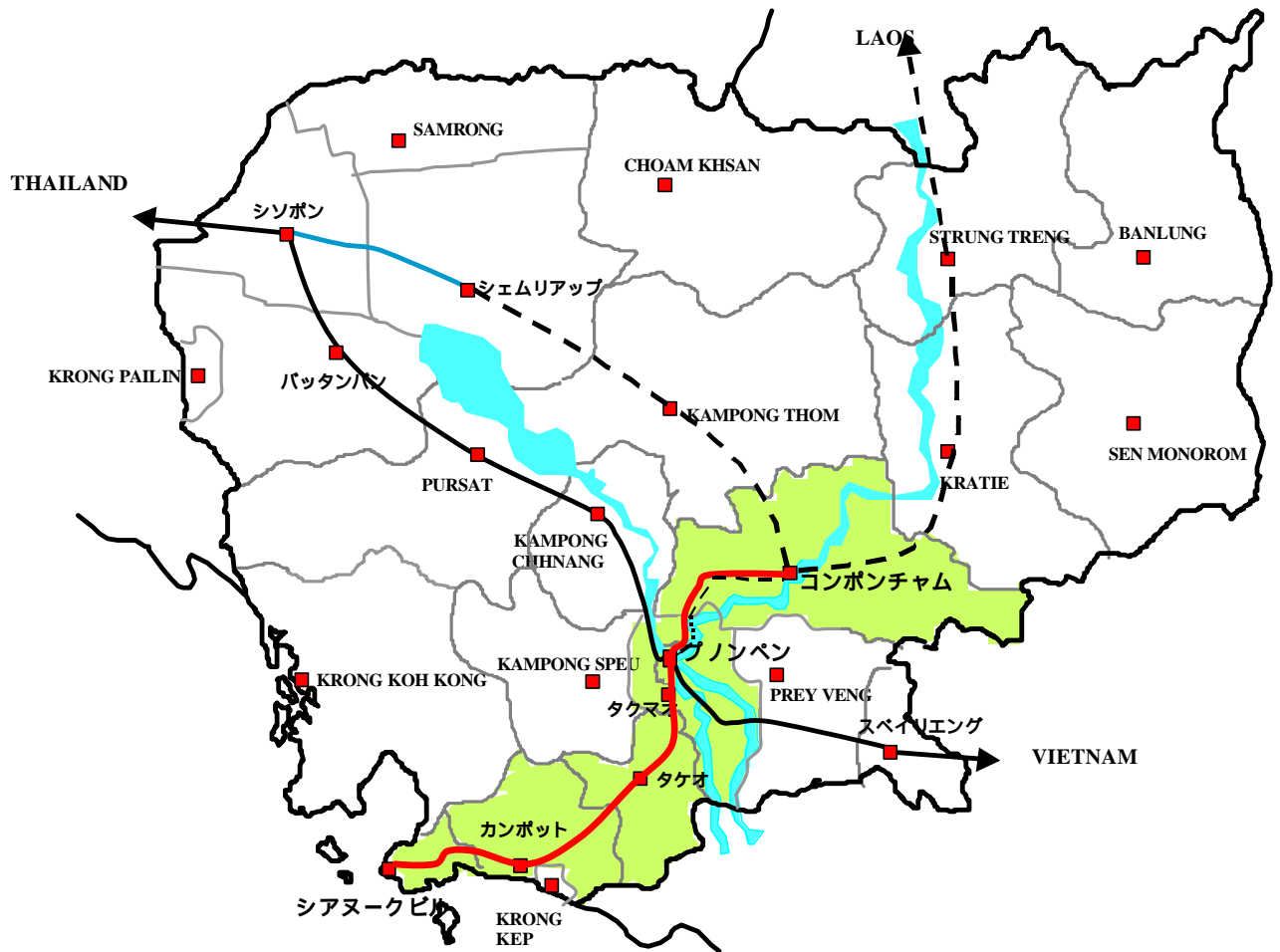
03-254







カンボジア国
中部地域電気通信網整備計画
予備調査報告書

平成 15 年 8 月

国際協力事業団
無償資金協力部

プロジェクト対象位置図



	プロジェクト対象州/市
	プロジェクト対象光伝送路 (コンポンチャム～シアヌークビル)
	既設光ファイバー伝送路 (ドイツ無償により敷設)
	既設光ファイバー伝送路 (自国で敷設)
	MPTC計画光伝送路(ADBにて計画中)
	州都

南ルート：プノンベン～シアヌークビル



タクマオブリッジ



ケーブルを橋梁添架（PVC 管内収容）



国道 2 号線



タケオ郵便局と電話設備用スペース



国道 3 号線と地方道 22 号線交差点付近
Angk Ta Saum 市街



国道 3 号線に架かるカンポット橋



国道 3 号線 Prepeang Popeay 付近
道路拡幅し、舗装工事实施



国道 3 号線 Veal Renh 付近
道路拡幅工事中



国道 4 号線 Veal Renh 郵便局前



国道 4 号線シアヌークビル



シアヌークビル郵便局、老朽化により MPTC が建替え予定

北ルート：プノンペン～コンボンチャム



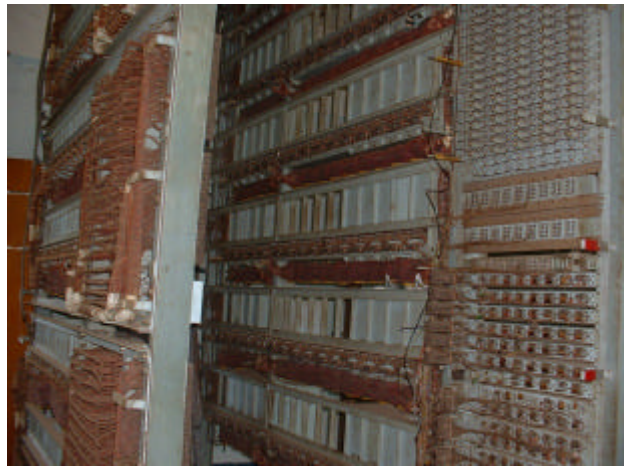
国道 6 号 Skun 郵便局付近



Prey Totung 局予定地



コンボンチャム郵便局



コンボンチャム郵便局に残る交換機



シエムリアップルート
Right of Way の境界標



ケーブル埋設位置マーカー



ケーブル埋設注意標

略語集

略 称	名 称
ADB	Asian Development Bank : アジア開発銀行
ADM	Add-Drop MUX (Multiplexer) : 多重装置の一種
AXE-104/AXE-105	エリクソン社製デジタル交換機
BHN	Basic Human Needs
CDR	Call Data Record : 詳細呼記録データ
DLC	Digital Line Concentrater : 集線装置
DRMASS	加入者デジタル無線多重化アクセスシステム
E-10B	アルカテル社製デジタル交換機
EDC	Electricite du Cambodge : カンボジア国営電力会社
GPO	General Post Office : 中央郵便局
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
IT	Information (Communications) Technology : 情報通信技術
ITU	International Telecommunications Union : 国際電気通信連合
LS	Local Switch : 市内交換機
Mbps	Mega bit per second : 1,000,000 ビット/秒
MDF	Main Distribution Frame : 主配線盤
MPTC	Ministry of Posts and Telecommunications of Cambodia : 郵電省
PABX	Private Automatic Branch Exchange : 構内電話交換機
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy : 非同期多重化方式
RSU	Remote Switching Unit: 交換機の一つ。監視、保守を親局から行う。
SDH	Synchronous Digital Hierarchy : 同期多重化方式
STM-1/-4	Synchronous Transfer Mode -1/ -4 : 同期転送モード (1 及び 4 は情報伝送速度が 156Mbps のそれぞれ 1 倍及び 4 倍を表す)
TS	Transit Switch : 中継交換機
UNTAC	United Nations Transitional Authority in Cambodia : 国連カンボジア暫定行政機構
WLL	Wireless Local Loop : 加入者無線方式
UXO	Unexploded Ordnance : 不発弾

要 約

カンボジア国では人口 1,264 万人に対して携帯電話を含めた全電話数は 35.7 万台で、電話普及率は 100 人当たり 2.8 台となり、世界的に最低水準である。特に固定電話は全電話数中 3.5 万台で、100 人当たり 0.3 台しかない。その固定電話の 84% が首都プノンペン市に集中しており、地方（州）における固定電話普及率は極めて低い。地方行政の中心である州都には固定及び携帯電話サービスがあるものの、それより小さい郡都やコミューンにおいては電話サービスのないところが多く、災害、事故、病気発生等の緊急時に連絡がとれない等、BHN 面からも改善が必要とされている。また、カンボジア国政府は経済発展による貧困削減を目指しているが、地方においては雇用力のある産業が誘致できない等から、貧困克服のために電話サービスと電気通信インフラ整備が必要とされている。

地方の中でも、農産物の物流拠点であるコンポンチャムから首都プノンペン、「カ」国唯一の良港であるシアヌークビルにいたる中部地域は、カンボジア人口の約 45% が住む経済活動の中心地であり、衣類産業の発達等により経済成長の原動力となっている。この地域の電話サービス、通信インフラ整備は、人口の多さに加え、経済成長の上から必要性が高いと考えられている。

このような状況を踏まえ、カンボジア国政府は日本国政府に対し、2002 年 7 月に「中部地域電気通信網整備計画」に関する無償資金協力の要請を行った。これを受けて、わが国政府は国際協力事業団（JICA）に予備調査を指示した。JICA は、初めての長距離光ファイバー敷設案件であるため、必要性について十分調査し、無償資金協力としての妥当性を調査・検討するため、また、基本設計調査を実施する場合の協力対象コンポーネント及び留意事項等を調査・検討するため、2003 年 6 月 16 日から 7 月 13 日まで予備調査団を派遣した。

主な調査結果は以下のとおりである。

1. 収益性

(1) MPTC の収支

MPTC は多額の黒字を出しているが、国際電気通信料やライセンス料に依存している部分が多い。

(2) プロジェクト収支見込み

プロジェクトの単年度の収支見込みは表 1 のとおりであり、黒字になる。

表1 プロジェクトの収支見込み (単位：百万円)

収 入		支 出	
電話料収入	132	保守運営費	139
専用線収入	265	人件費	2
		顧客サービス、マーケティング費	20
合計	397	合計	161

記事：要請の交換機容量 4,700 加入、伝送路使用予測のそれぞれ 31E1、102E1 回線が使用された時点の収支見込み（実施 5 年後）

(3) プロジェクトの収益性

FIRR（財務的内部収益率）は表 2 のとおりである。収益性は高いとは言えないが、ソフトローンを活用すれば実施できる可能性はある。

表 2 収益性の検討

ケース	内 容	FIRR
基本ケース	プロジェクトコスト（初期投資額）1,992 百万円 収入は電話収入と専用線収入 経費は保守運営費、人件費、顧客サービス費 比較期間：13 年 （算出については、表 3-2-11 参照）	5.2%
感度分析	プロジェクトコストが 10% 増加した場合	2.9%
感度分析	収入が 10% 減少した場合	2.7%

注：カンボジア側負担額が算出されていないため、日本側負担額だけで算出。そのため FIRR はもっと低くなる可能性がある。

2. 需要予測

(1) 電話需要数

カンボジアでは全電話数に占める携帯電話数の割合は 9 割を超えている。サービス地域の拡大、電話機を持ち運べる便利性、さらに通話料金の低価格化から、携帯電話数は順調に伸びており、今後も需要は伸びていくと考えられる。一方、固定電話はグループで業務を行う行政機関や病院等の公共サービスの提供に適し、また、インターネットや電子メールの提供にも適しているが、サービス地域の拡大に時間を要し、需要の伸びはゆるやかと予測している。

表3 カンボジア全国需要数 (単位: ×1,000、普及率は100人当たり)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
合計電話数	357	412	469	527	585	643	701	759	817
固定電話	35.4	38.2	41	43.9	46.8	49.7	52.6	55.5	58.4
携帯電話	321.6	373.8	428	483.1	538.2	593.3	648.4	703.5	758.6
人口予測数	12,638	12,954	13,278	13,610	13,950	14,299	14,656	15,023	15,398
電話普及率	2.8	3.2	3.5	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.3

交換設備及び市内線路設備の容量は、固定電話需要数によって決められる。プロジェクト対象地域の固定電話需要数(2010年)は、コンボンチャム:700、タケオ:500、カンポット:500、シアヌークビル:3,000の合計4,700である。

(2) 伝送路使用予測

本プロジェクト対象の中部地域は経済成長の原動力となっており、電話需要の増加、高速インターネット需要等が見込まれ、首都プノンペンとコンボンチャム及びシアヌークビルを結ぶ長距離伝送路に対する需要は大きい。

表4 光ファイバー伝送路使用予測 (単位: E1(2Mbps)回線)

区 間	予測容量	記事
コンボンチャム~プノンペン	31	STM-1(63E1)以下になり、この区間だけで考えるとSTM-1システムでよい。
プノンペン~シアヌークビル	102	STM-1(63E1)以上になり、STM-4システムが必要。

コンボンチャム~プノンペンは距離が短いことから、この区間だけではSTM-1で間に合う。MPTCはコンボンチャムからラオス国境及びシェムリアップまで延長することを考慮しており、その場合に必要なSTM-4システムを要請している。

3. 維持管理

主管官庁はMPTC、実施部門は同省の国内電話部門。

光伝送路の設備保守は国内電話部門のトランсмисシオンセンター。州電話設備の保守は州郵便局が担当し、現在8州で保守運営している。本プロジェクト実施に当たってはコンボンチャム、タケオ、カンポット、シアヌークビルの州郵便局に電気通信担当を新たに配置する必要がある。MPTCは約50名の新職員を採用する予定で、プロジェクト工事に参加する等で技術習得させることを望んでいる。

故障修理時間の短縮、サービスの向上等改善点はあるものの、維持管理はできると考えられる。

結論として、本計画の必要性が認められ、カンボジア国の社会・経済に与える大きな効果が期待できる。他方、無償資金協力案件の妥当性に関しては、ある程度の収益性は認められるものの、可能な限り低廉な料金体系にすることにより、貧困層の通信ニーズに対応することが可能となれば、実施の意義は認められる。

プロジェクト対象位置図	ii
現地の写真	iii
略語集	
要約	

< 目次 >

1. 要請の背景	1
2. プロジェクトの周辺状況	4
2-1 当該セクターの開発計画	4
2-2 社会経済状況	4
2-3 他の援助国、国際機関等の計画	5
(1) アジア開発銀行 (ADB)	5
(2) 韓国	5
2-4 我が国の援助実施状況	6
2-5 プロジェクトサイトの状況	6
2-5-1 自然条件	6
2-5-2 社会基盤整備状況	8
2-5-3 既存施設の現状	11
(1) 網構成	11
1) 加入者網	13
2) 市内中継網	13
3) 国際電気通信網	14
(2) 電気通信サービス	14
1) 市内電話サービス	14
2) 市外電話サービス	15
3) 国際電話サービス	15
4) 携帯電話サービス	16
(3) 電気通信設備	17
1) 交換設備	17
2) 伝送路設備	19
3) 市内線路設備	24
3. プロジェクトの概要	25
3-1 プロジェクトの目的	25
3-2 プロジェクトの最適案に係わる検討	25
3-2-1 電話需要数	25

3 - 2 - 2 伝送路トラフィック	32
(1)長距離光ファイバー伝送路	32
(2)中継伝送路	38
3 - 2 - 3 収益性	41
(1)プロジェクトの収支見込	41
(2)プロジェクトの収益性	42
3 - 2 - 4 施工及び調達	44
(1)施工	44
(2)調達	46
3 - 2 - 5 適用設備に関する留意事項	47
(1)交換設備留意事項	47
(2)伝送路設備留意事項	52
(3)市内中継伝送路留意事項	62
(4)市内線路設備留意事項	65
(5)局舎に関する留意事項	66
(6)電力設備留意事項	73
3 - 3 プロジェクトの実施体制	74
3 - 3 - 1 主管官庁及び実施機関	74
3 - 3 - 2 維持管理、要員、技術レベル	76
3 - 3 - 3 予算	77
4. 事業計画	79
4 - 1 施工上の留意事項	79
4 - 2 概算事業費	80
5. プロジェクトの評価と提言	82
5 - 1 妥当性に係わる実証・検証及び裨益効果	82
5 - 2 技術協力・他ドナーとの連携	83
(1) 技術協力	83
(2) 他ドナーとの連携	83
5 - 3 基本設計調査における留意事項	84
資料	
1. 調査団氏名、所属	86
2. 調査日程	86
3. 相手国関係者リスト	86
4. 議事録	88
5. 収集資料リスト	88

1. 要請の背景

カンボジア国では人口 1,264 万人に対して携帯電話を含めた全電話数は 35.7 万台で、電話普及率は 100 人当たり 2.8 台となり、世界的に見て最低水準である。特に固定電話は 3.5 万台で、100 人当たり 0.3 台しかない。その固定電話の 84% が首都プノンペン市に集中しており、地方（州）における電話普及率は極めて低い。地方行政の中心である州都には電話サービスがあるものの、それより小さい郡都やコミューンにおいては電話サービスのないところが多く、災害、事故、病気発生等の緊急時に連絡がとれない等、BHN 面からも改善が必要とされている。また、カンボジア国政府は経済発展による貧困削減を目指しているが、地方においては雇用力のある産業が誘致できない等から、貧困克服のために電話サービスと電気通信インフラ整備が必要とされている。

カンボジアの電気通信セクターの主管官庁は郵電省（MPTC）であり、電気通信政策策定、規制、電気通信事業運営の 3 機能をあわせもっている。伝送路の整備は国家機関である MPTC が行うことになっており、政府機関、事業者等はその伝送路を使用することになっている。MPTC は、伝送路を提供できない場合は、事業者等にライセンスを与え独自のネットワークを構築できるようにしている。経済的制約から MPTC の長距離伝送路の構築は計画通りには進んでいないが、ドイツの無償援助で作られた東西光伝送路及びそこから分岐している伝送路を所有しサービスを提供している。長距離伝送路の敷設は、電気通信サービスを首都プノンペンから地方に拡大して行くため必要とされている。

農産物の物流拠点であるコンボンチャムから首都プノンペン、「カ」国唯一の良港であるシアヌークビルにいたる中部地域は、カンボジア人口の約 45% が住む経済活動の中心地であり、衣類産業の発達等により経済成長の原動力となっている。この地域がさらに発展していくためには、外国企業の誘致を含む更なる産業の活性化が必要と考えられており、産業を支える給水、給電、通信施設等の基盤インフラ整備が不可欠と考えられている。外国との貿易や連絡を行う上で通信設備は特に重要で、長距離光ファイバー伝送路の敷設と加入者電話設備建設による電気通信インフラの改善が必要とされている。

このような状況を踏まえ、カンボジア国政府は日本国政府に対し、2002 年 7 月に「中部地域電気通信網整備計画」に関する無償資金協力の要請を行った。これを受けて、わが国政府は国際協力事業団（JICA）に予備調査を指示し、JICA は、初めての長距離光ファイバー敷設案件であるため、必要性について十分調査し、無償資金協力としての妥当性を調査・検討するため、また、基本設計調査を実施する場合の協力対象コンポーネント及び留意事項等を調査・検討するため、2003 年 6 月 16 日から 7 月 13 日まで予備調査団を派遣した。

無償資金協力要請の概要は表 1-1 のとおりである。また、市内中継伝送路について工程内訳を表 1-2 に示す。

表 1-1 無償資金協力要請の概要

1. 機器、建物

	場所	機器	加入者 ケーブル	建物	土地	商用電源	記事
1	タクマオ	ADM(B)、 整流器+バッテリー	-	既設の部屋使用 (MPTCで改装)	有り	使用可能+ 既設 EG 有り	
2	タケオ	ADM(B)、RSU(500 端子)、 整流器+バッテリー+EG	700 対	要新築	有り(郵便局の敷 地使用)	使用可能	
3	チューク	ADM(B)、 整流器+バッテリー+EG*	-	要新築	未定、MPTC が探 して提供	有るが不安定	* ソーラーバッテリ ー等も可。
4	カンポット	ADM(B)、RSU(500 端子)、 整流器+バッテリー+EG	700 対	既設の部屋使用 (MPTCで改装)	有り	使用可能	
5	ペールレン	ADM(B)、DLC(50 端子) 整流器+バッテリー+EG	100 対	既設の部屋使用 (MPTCで改装)	有り	使用可能	
6	シアヌークビル(1)	ADM(B)、SW(2000 端子) 整流器+バッテリー+EG	4000 対	要新築	未定、MPTC が探 して提供	使用可能	
7	シアヌークビル(2)	RSU(1000 端子) 整流器+バッテリー+EG		郵便局使用 (MPTCで改築予定)	有り		
8	スクーン	ADM(B)、DLC(50 端子) 整流器+バッテリー+EG*	100 対	既設の部屋使用 (MPTCで改装)	有り	有るが不安定	* ソーラーバッテリ ー等も可。
9	プレイトウング	ADM(B)、DLC(50 端子)、 整流器+バッテリー+EG	100 対	要新築	MPTC が提供(ほ ぼ決定している)	小規模電力会 社が提供	
10	コンボンチャム	ADM(B)、SW(700 端子)、 整流器+バッテリー+EG	1000 対	既設の部屋使用 (MPTCで改装)	有り	使用可能	
11	アンコールセンター	ADM(P)、ADM(B)	-	既設の部屋	有り	使用可能	- ネットワーク管 理システム含む。 - 既設整流器、バッテ リー使用可能。
12	GPO	ADM(P)	-	既設の部屋	有り	使用可能	
13	パイヨン	ADM(P)	-	既設の部屋	有り	使用可能	
14	ウェスト	ADM(P)	-	既設の部屋	有り	使用可能	

2. 光ファイバーケーブル

(EG: エンジン発電機, ADM(P): プノンペン市中継用、ADM(B): バックボーン(長距離)伝送路用)

	ルート	距離	システム	記事
1	コンボンチャム~プレイトウング~スクーン~プノンペン	112 km	SDH STM-4	
2	プノンペン~タクマオ~タケオ~チューク~カンポット~ペ ールレン~シアヌークビル	283 km	SDH STM-4	
3	アンコールセンター~ウェスト	3 km	SDH STM-4	地下管路建設 (1050 m)

表1-2 市内中継伝送路工程内訳

ルート	区間	距離	管路状況	要請伝送システム	ケーブル状況
ルート#1	バイヨン～GPO	1.2 km	既設有り	SDH, STM-4	既設光ファイバーケーブル有り
ルート#2	GPO～アンコールセンター(新局)	2.8 km	既設有り	SDH, STM-4	北ルート光ファイバーケーブル(24芯)の 空きコア使用
ルート#3	アンコールセンター(新局～旧局)	160 m			MPTCが同軸敷設
ルート#4	アンコールセンター(新局)～ウェスト	3.6 km	一部既設有り 新設区間： 管路4条、約1050 m	SDH, STM-4	光ファイバーケーブル(24芯)新設
ルート#5	ウェスト～バイヨン	4.2 km	既設有り	SDH, STM-4	既設有り ただし直通回線でなく ウェスト～アンコールセンター経由 ～バイヨンで回線作成

局	機器	数量	光配線盤	建物、電源、接地	記事
バイヨン	ADM-4	1	1	既設有り	
GPO	ADM-4	1	1	既設有り	
アンコールセンター	ADM-4 & NMS	1	1	既設有り	
ウェスト	ADM-4	1	1	既設有り	

2. プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画

カンボジア国政府は、経済成長と貧困削減を目指して「第2次社会経済発展5ヵ年(2001 - 2005年)計画」を発表した。その骨子を次のように述べている。「本計画の趣旨は、貧困削減には経済成長が必要不可欠であり、経済成長のためには民間部門の発展が重要である。」

同計画の特徴の一つは、それまでの経済発展が首都に集中していた状況を認め、地方の貧困を改善するには雇用力のある製造業を誘致する必要がある、そのための環境整備が必要と指摘していることである。

政府の基本方針を受け、MPTC は以下の計画を立てている。

表 2-1-1 第2次社会経済発展5ヵ年(2001 - 2005年)計画における MPTC 計画

項番	内 容
1	電気通信事業の運営機関である公共企業体テレコムカンボジア(Telecom Cambodia、以下 TC)の設立
2	中部地域の電気通信ネットワーク構築
3	シアヌークビル~プノンペン間光ファイバー伝送路敷設
4	ラオス国境~プノンペン間光ファイバー伝送路敷設
5	伝送路の STM-4 へのアップグレード
6	MPTC 研修センターの改善
7	中継市内交換機の新設
8	ルーラル電気通信網の開発

また、カンボジア国政府は、同様の趣旨で 2002 年に“National Poverty Reduction Strategy 2003-2005”を作成し、MPTC はその中で、プノンペンの電話ネットワークを拡大するために、カンポンチャム - プノンペン - タケオ - カンポット - シアヌークビル、コンボンチャム - コンポントム - シェムリアップ - シソボン及びコンボンチャム - Kratie - Stung Treng (ラオス国境へのルート) を 5 年以内に建設し、州の中心部に電話サービスを拡大する計画を立てている。

なお、MPTC は上記計画を実現する財源がないため、ドナーからの無償資金協力、ローン等に頼らざるを得ない状況にある。本プロジェクトは、カンボジア国における電気通信整備計画の中で最優先課題として取り上げられている。

2-2 社会経済状況

カンボジアの国内総生産 (GDP) は 32 億ドルで経済規模は小さく、一人当たり GDP は 270 ドルで最貧国のカテゴリーにある。

表 2-2-1 カンボジアの社会経済指標

指標値 (2000 年)	カンボジア	(参考) ベトナム	(参考) タイ
人口 (1000 人)	12,800	78,500	60,700
国土 (1000km ²)	181	332	513
人口密度 (人/ km ²)	66	237	118
GDP (10 億ドル)	3.2	31.3	122.2
一人当たり GDP(US\$)	270	400	2,010
GDP 成長率 (%)	5.0	5.4	4.3
識字率 (15 歳以上、%)	67	93	95

カンボジアは基本的に農業国であるが、1 次産業の産出が減少傾向をたどっているのに対して、2 次産業と 3 次産業が拡大している。2 次産業は衣料製造の伸びが大きい。国別輸入枠をもつ米国向けの輸出が大半を占めている。そのベースになっている多国間繊維協定が 2004 年末に失効することから、仮にそれが継続されない場合、重大な影響を及ぼす可能性がある。そのため、産業の多角化が求められているが、工業集積と資本蓄積の水準が低いことから、外国直接投資が不可欠であり、その促進のためインフラ整備等の環境整備に取り組んでいる。

2-3 他の援助国、国際機関等の計画

(1) アジア開発銀行 (ADB)

アジア開発銀行 (ADB) は、メコン河流域地域を一つの経済地域とみなして開発計画を進めている。域内各国を結ぶ光ファイバー伝送路の整備を推進しており、フィージビリティ・スタディを実施した。国により料金政策等が異なり光ファイバー伝送路が十分に使えない恐れがあることから、ADB は現在カンボジア、ベトナム、ラオスに対して電気通信政策等に関する技術協力を行っている。それが 2005 年に終了する予定であり、それに合わせて表 2-3-1 区間のローンの提供を考えている。表の中のプノンペン～コンポンチャム間が本プロジェクトと重複しているが、ADB は他の機関と協力して光ファイバー伝送路整備を進めたいと考えており、本プロジェクトでプノンペン～コンポンチャム間光ファイバー伝送路を敷設することを期待している。本プロジェクトでプノンペン～コンポンチャム間光ファイバー伝送路を整備する場合は、ADB はコンポンチャムからラオス国境及びコンポンチャムからシェムリアップへの伝送路敷設にローンを提供したいと考えている。

表 2-3-1 ADB の援助計画

区 間	内 容	記 事
プノンペン～コンポンチャム～ストゥントレン～ラオス国境～(ラオス パクセ)	光ファイバー伝送路	2005 年以降ローンの実施
プノンペン～コンポンチャム～シェムリアップ		

(2) 韓国

韓国政府は IT 推進のため、e-Government 関連プロジェクトに協力している。実施機関は 2000 年に設置された NiDA (National Information Communications Technology Development Authority) で、2002 年度、2003 年度で実施している。その主要工程は次の 3 点である。

- ・ e-Government の推進・システム構築
- ・ 行政情報システムの構築 (住民、土地、車輛登録業務)
- ・ 国の IT インフラ整備 (コンピュータセンターの設置運営、行政府間高速ネットワーク)

2-4 我が国の援助実施状況

日本はカンボジアに対する最大のドナー国であり、プノンペン市とその周辺地域の電気通信ネットワークを改善するため無償資金協力を実施している。1 期目 (フェーズ 1) は 1995 年 8 月 23 日に、2 期目 (フェーズ 2) は 1996 年 6 月 14 日に E/N を交わし、3 電話局を建設し、デジタル交換機 (16,800 端子) 光ファイバー中継伝送システム、プノンペン市中心部をカバーする加入者ケーブル及び周辺地域をカバーする加入者無線設備を設置し、1998 年 4 月末に完成した。

2-5 プロジェクトサイトの状況

今回検討対象の中部地域電気通信網整備計画ルートを巻頭位置図に示す。

2-5-1 自然条件

・地理・地形

南ルートはプノンペンからカンポットに至るまでは略平坦地、水田地帯であり、カンポットの手前約 20km の地点で初めて 3 号線が丘陵地帯を通過する。カンポットから先 Veal Renh との中間地点までは略平坦地であるが、以降 15~20km は丘陵地帯を通過する。Veal Renh を過ぎて暫く平坦地である。シアヌークビル国際空港辺から市街まで丘陵地帯となる。

北ルートは略全域が平坦地、水田地帯であり、プノンペンの日本橋を渡った後、30km ほどは水田、湿地帯である。道路盛り土の高さも洪水時浸水を避けて 3~5m と高い。

・地質・水位

南ルートの平坦地では水田は軟土、畑作地、灌木地帯は普通土であり、掘削は容易であるが、シアヌークビルに至る丘陵地帯は一部軟岩盤地帯があるので、削岩機による岩盤破碎が必要となる。市街地内歩道部分は普通土である。北ルートは軟土、普通土である。市街地内歩道部分は普通土である。

洪水多発地域については、カンポット州とシアヌーク地域を除く全地域が洪水多発

地域である。

水資源省の南北ルート沿い観測所の洪水水位調査データによれば、乾季の最低水位と雨季の最高水位との差は 6～15m と非常に大きな差があるので堤防線を超えた水は平坦地に流入する事となり、ケーブル敷設工事は、雨季には、市街地を除いては、非常に困難と考えられる。逆に乾季においては、小河川の場合には、河川がほとんど干上がるので川底にケーブルを敷設することが可能である。

一方、プノンペン市内の中継ケーブルの敷設、中継ダクトの建設、また、地方都市、小市街地でのローカルケーブル網の建設については、市街地内道路歩道での工事であり、雨季初期においてはまだ工事は可能である。9 - 10 月は最も雨が多く、プノンペンでは 10 月の月間平均降水量は 250mm に達する。

国道 2、3、4、6-A、6 及び 7 号線ルート沿い河川の水位観測点の水位データを表 2-5-1 河川水位データに示す。

2 号線 : Bassul、3、4 号線 : Peam Kley Kampong Speu、6A 号線 : Kheh Khel、61 号線 : Prok Kdam、7 号線 : Kampong Cham における観測データを水資源省より入手した。

水資源省では水位データは河川のデータのみを採っており、ケーブル敷設ルート的一般平坦地のデータは採っていない。

このように乾季と雨季の水位に大きな差があり、2、3、6 及び 7 号線沿いの工事対象地域は平坦地であるため、冠水する。従って、雨季における掘削工事は不可能となる。

表 2-5-1 河川水位データ

データ (1991 - 2000 年)	最低水位	最高水位	平均水位
2 号線 : Bassul	1.5780	11.200	5.191
3、4 号線 : Peam Kley Kampong Speu	0.800	7.940	2.229
6 A 号線 : Kheh Khel	1.520	7.940	4.273
61 号線 : Prok Kdam	0.580	10.300	4.372
7 号線 : Kampong Cham	1.560	16.110	6.876

・気象

カンボジアは熱帯モンスーン気候に属し、年間をとおして高温多湿である。1 年は大きく雨季 (6 月下旬～10 月下旬) と乾季の二つの季節に分かれている。乾季はさらに暑季 (2 月上旬～5 月中旬) と涼季 (11 月上旬～1 月下旬) の二つの時期に分けて認識されている。暑季は酷暑の時期で日中の気温が 35～40 度近くにもなる。雨量は、雨季後半の 9 月～10 月が最も多い。

・地雷、UXO

地雷、UXO の調査除去問題は自然条件とはいえませんが、プロジェクトサイトの状況に予め通曉するためには欠くことのできない重要な要素である。

カンボジアは 1970 年アメリカとベトナムが侵攻し、以後、ポルポトクメールレジューとの内戦を含め、略 20 年間に亘る戦乱のうちにあった。米軍により投下された爆弾の UXO、長い内戦中に埋められた大量の対人地雷に対しては、現在もこれら危険物の調査と除去作業が進められている。

対人地雷の埋設調査資料によれば、南北ルートとも、その恐れのある場所はきわめて少ないが、MPTC が事前に地雷調査の実施をすることを確認している。UXO については、爆撃ターゲットを記録した米軍資料によれば、北ルートは広範な地域が爆撃目標となっており MPTC による事前調査が必要である。一方、南ルートは非常に少ない (収集資料「地雷、UXO 調査図」参照)。

2-5-2 社会基盤整備状況

・道路

図 2-5-1 道路計画に国道建設・修復・補修計画、完了ルート、工事進行中のルートを示す (JICA 道路橋梁専門家牧田氏資料による)。

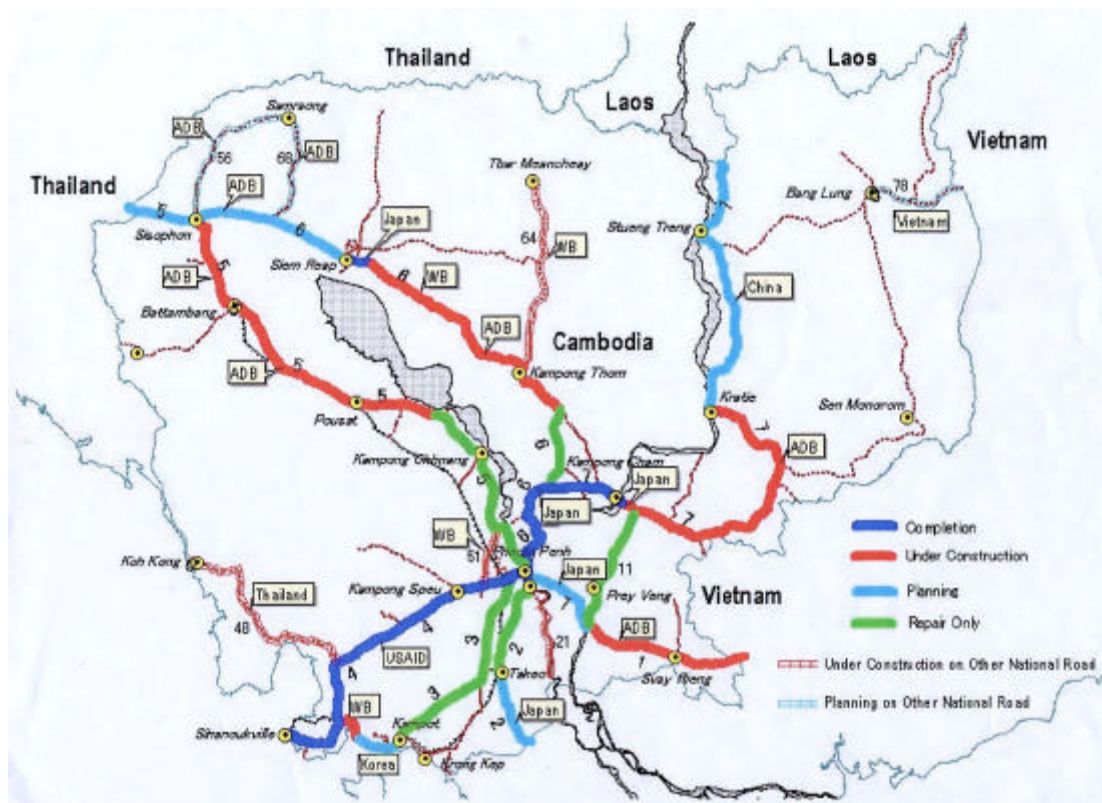


図 2-5-1 道路計画

本南北ルートプロジェクト関連部分の道路改修計画を公共事業省 Director General Mr. Chin Kong Hean, M.Sc より聴取した結果を以下に示す。

1) Phnom Penh ~ Takeo (国道 2 号線)

ADB ローンの Flood Emergency Project により道路面補修、一部の橋、カルバートの付け替えを含む。2004 年 2 月完了予定。橋梁の架け替えを日本に要請している。

2) Takeo ~ Ang Ta Saum(22 号線)

補修工事の計画はない。

3) Ang Ta Saum ~ Kampot(国道 3 号線)

ADB と世銀 Flood Emergency Project により補修中。2004 年 5 月完工予定(中国のコントラクター)。橋梁の架け替えを日本に要請している。

4) Kampot ~ Trapeang Popeay (国道 3 号線)

韓国輸出入銀行とローン契約を締結し、韓国のコンサルタントが現在調査中である。コントラクターは未定、また、工事スケジュールも不明である。道路拡幅、小橋架け替え、Kampot 橋の架け替えを含む。

5) Trapeng Popeay ~ Veal Renh (国道 3 号線)

世銀ローンにより現在、施工中である。拡幅、橋の架け替えを含む。2004 年末までには完工予定である(中国のコントラクター)。

6) Veal Renh ~ Sihanouk Ville (国道 4 号線)

USAID により 1960 年に完成した。道路は良好で修復計画はない。民間会社が保守を行っている。

7) Phnom Penh - Kampong Cham (国道 6A, 6 及び 7 号線)

道路巾、橋梁ともに現状のままである。道路面のオーバーレイを日本側に要請している。

・電力

地方への電力供給担当責任機関は EDC (Electricite du Cambodge) である。EDC の Deputy Director Dr. Chelasa Praing より聴取した地方電力事情を以下に記述する。

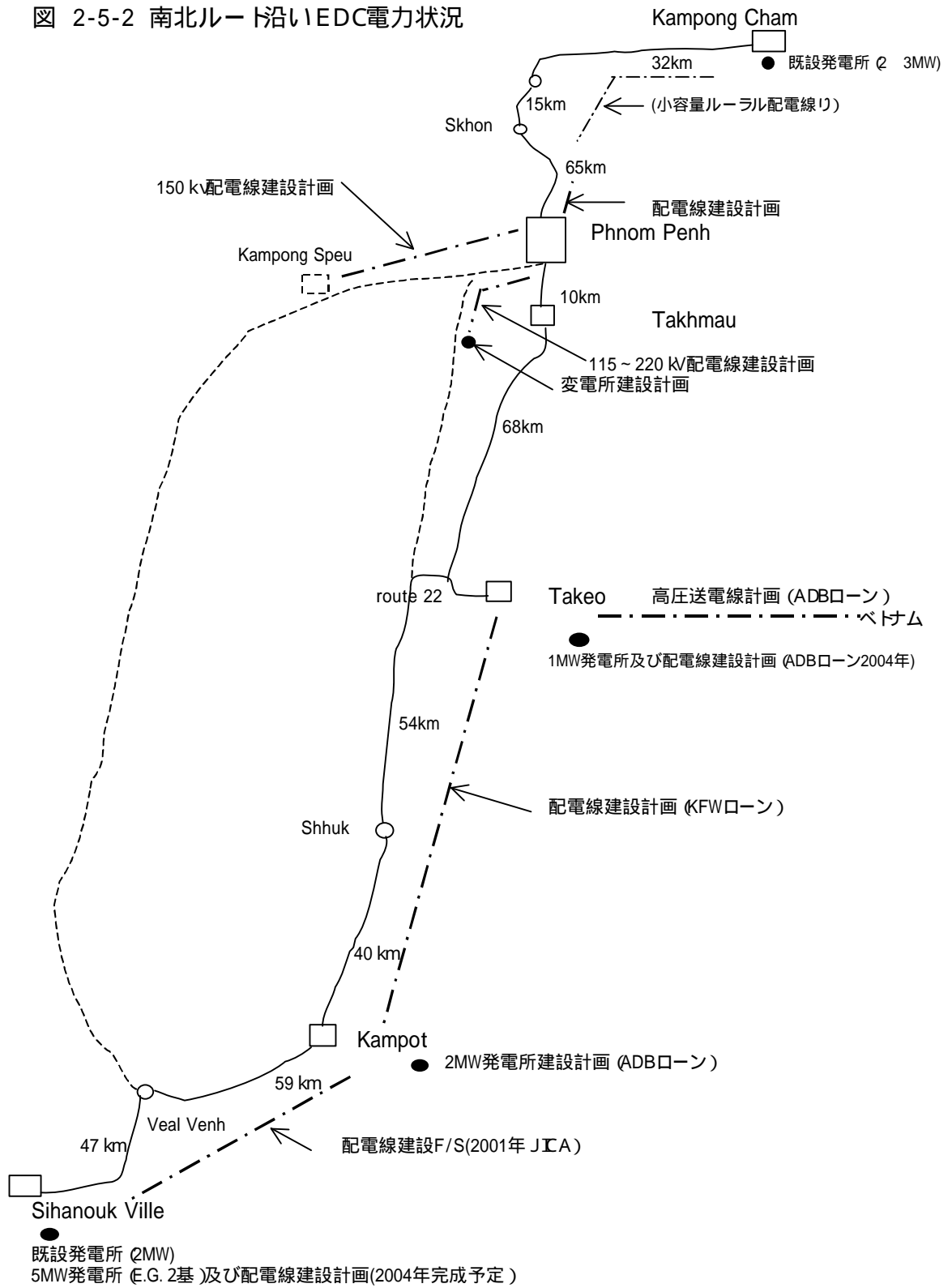
1) 南部ルート

図 2-5-2 に南北ルート沿いの EDC 電力状況を図示する。3 号線沿いにプノンペンから約 20km の地点までに配電線建設の計画がある。また、変電所(送電線は 115~220kV)の計画がある。

4 号線沿いにプノンペンから約 20km の地点(Kampong Speu)までに配電線建設の計画がある(送電線は 150kV)。

Takeo から 10km のところに ADB ローンにより 1 MW 発電所建設の計画があり、配電線も 2004 年に計画されている。ベトナムと結ぶ高圧送電線建設が ADB ローンにより実施される計画がある。

図 2-5-2 南北ルート沿いEDC電力状況



Kampot には ADB ローンにより 2 MW の発電所建設計画がある。

Takeo ~ Kampot 間には KFW ローンにより送電線建設の計画がある。

Kampot ~ Sihanouk Ville 間の送電線建設についての事業化調査が JICA により 2 年前に実施された。

Sihanouk Ville 地区は 2 MW の発電所があり、さらにエンジン発電機 2 基を増設し、合計出力 7 MW に増強される。配電線工事を含め、2004 年完成の予定である。

2) 北部ルート (Kampong Cham)

2~3MW の商用電力が配電されている。ただし、市内のみであり、ルーラルエリアには配電されていない。10 MW の増強計画はあるが、いつ完了するのは不明。プノンペン コンボンチャム間は小規模のルーラル地域電力配電線はあるが、料金は高い。6 号線沿いプノンペンから約 15km の地点までに配電線建設の計画はある。Soung 地区の状態について質問したが、状況は不明で、かつ配電線延長は無理のようであった。

3) 小市街地

DLC 設置予定地のような小さな町では、町自体が所有の 100KVA 程度の小さな発電容量しかない。また、給電は 1 日 10 時間程度である。

4) 安定性

停電や電圧変動があり信頼性は高くないが、全体として南北ルートとも電力事情はかなり改善されていくので、過度の自家発電装置を持つ必要はないと思われる。

以上の状況より、自家ディーゼル発電装置と商用電源用安定化装置、DLC 局、光中継所では、ソーラー・バッテリー等の配備を検討する必要がある。

・上下水道

全プロジェクトサイトに公営の上水道があり、建設工事用水供給、シアヌークビル、コンボンチャムの交換機用の冷房装置に循環冷却水型装置を使用する場合、その用水供給に問題はない。下水道は公営の設備はないが、流し落としに詰まってしまうような問題はない。

2-5-3 既存施設の現状

(1) 網構成

カンボジア国内の電気通信網構成を図 2-5-3 に示す。

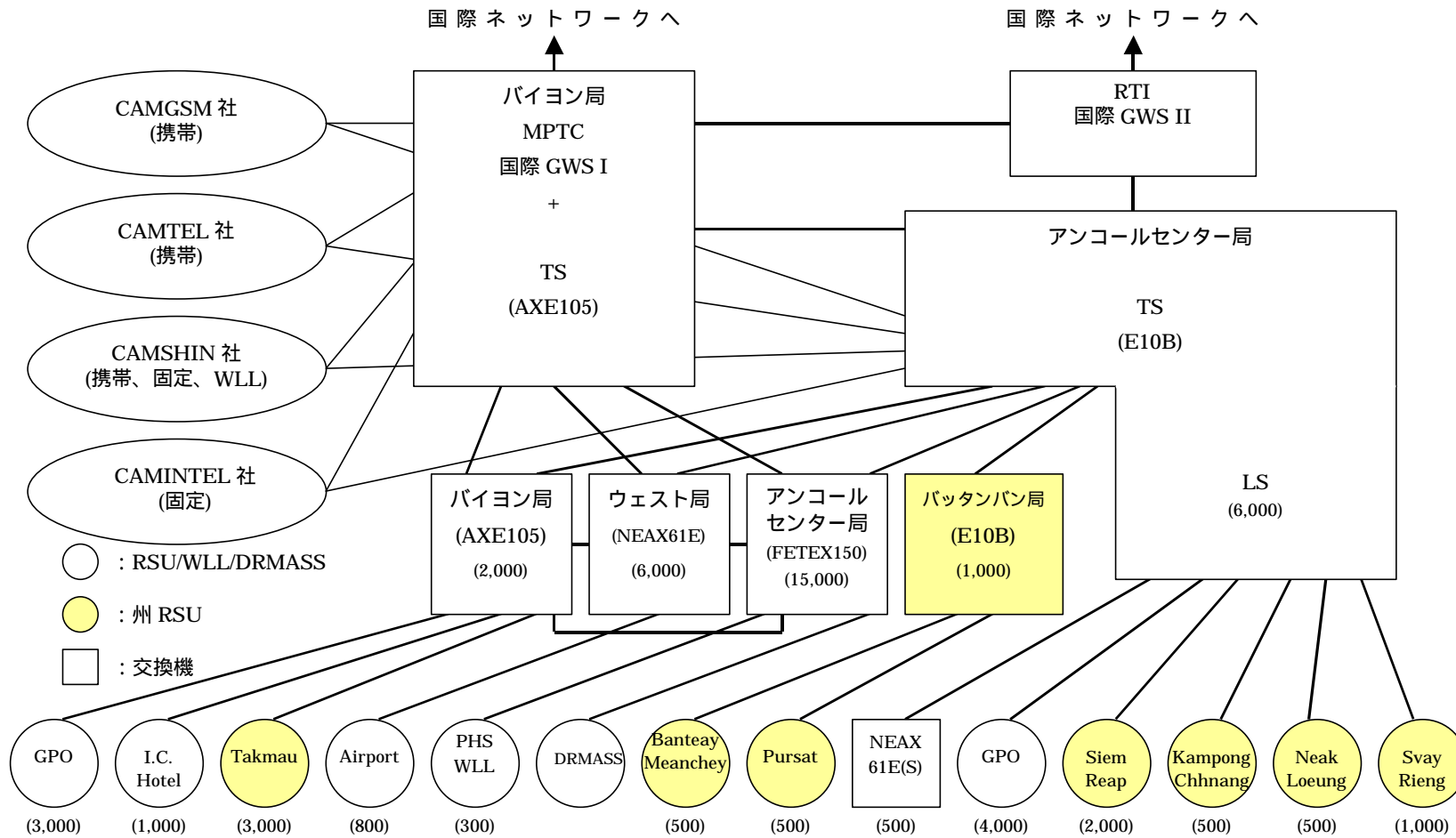


図 2-5-3 カンボジア全国網構成

1) 加入者網

固定電話サービスは、MPTC のほかに CAMINTEL 社と CAMSHIN 社が提供しており、それぞれが独自の設備を有している。MPTC は、プノンペン市内に交換機を 5 システム有しており、これらの交換機に接続された RSU や WLL を用いて市内を広くカバーしているほか、DRMASS (加入者デジタル無線多重化アクセスシステム) を用いて周辺の地域にも電話サービスを提供している。また、2000 年以降東西の光伝送路上の地方都市バットンバンに交換機を 2 都市にその RSU を設置し、プノンペンの東側 3 都市にプノンペンの市内交換機からの RSU を設置しサービス地域を拡張した。今回の対象地域である中部地区では設備を有していない。

CAMINTEL 社は、UNTAC 寄贈の PABX を局用交換機に改造したものをを用いて地方都市においてもサービスを提供している。中部地域では、タクマウ、タケオ、カンポット、シアヌークビルに交換機があり、MOBILTEL からマイクロ回線を借りてプノンペンの交換機に接続しているが、その容量は 1E1 程度である。2002 年にはバットンバンとシェムリアップの交換機を中国の Huawei 社から導入した交換機に更改し、収容能力を増強、伝送路も東西光伝送路を使用している。他の地方都市の交換機は PABX の一般的な寿命である 10 年に達しており、マイクロウェーブを利用した局間伝送路の能力限界とあわせて整備が必要だが今後の計画は不明である。

CAMSHIN 社は、移動通信網を利用した WLL によりサービスを提供しているが、固定電話については拡張の計画はない。

2) 市内中継網

現在、中継交換はバイヨン局の国際交換機 (AXE105) とアンコールセンターに設置された TS、LS 併合交換機 (E10B) により実施されている。この 2 つの交換機はほぼ均等に中継トラフィックをシェアし、一方の交換機の障害でも疎通を確保することが目的であったが、現在は携帯電話の中継トラフィックの増大と、AXE105 の増設、保守部品の入手が困難になっていることから、E10B への依存度が高くなってきている。また、AXE105 はメーカーのエリクソン社が生産を縮小しているため増設等が困難になっている。このため、MPTC 内部で国際交換機の更改を含む中継交換網整備計画が検討され始めている。

市内中継網には PDH 140Mbps と SDH STM-1 が使用されているが、PDH 伝送装置は生産中止になっており、保守に支障を来しているほか、携帯電話事業者や ISP などの増設の要請が強く、今回の要請書で信頼性確保とあわせて STM-4 へのグレードアップが要請されている。

さらに RSU の接続には一部で 7GHz (8Mbps) のマイクロウェーブ伝送装置が使用されている。

3) 国際電気通信網

国際電気通信網は、1990年よりオーストラリアの Telstra 社と MPTC の合併で運営が開始され、2000年10月からは MPTC にすべて移管され MPTC が単独でサービスを提供している。2000年12月からは、携帯電話会社の MOBITEL 系の RTI 社（Royal Telecom International, Ltd.）もサービスを開始し、2社体制となっている。MPTC の国際回線としてベトナム、タイにはドイツ無償資金協力の光伝送路を利用（スタンバイで衛星回線を確保）その他の国にはインテルサット衛星を利用している。直通回線を持っている国は表 2-5-2 のとおりである。RTI 社は別の衛星を利用している。

表 2-5-2 MPTC の国際対地と回線数

国名	オーストラリア	タイ	シンガポール	フランス	日本	韓国
回線数	119 (中継呼を含む)	134 (60 は光 伝送路)	52	100(中継呼 を含む)	24	24
マレーシア	中国	香港	ベトナム	米国	台湾	計
16	19	29	58 (30 は光 伝送路)	75 (中継呼を 含む)	16	662

(2) 電気通信サービス

1) 市内電話サービス

現在、固定電話のサービスは MPTC のほかに、CAMINTEL 社と CAMSHIN 社が提供しており、いずれも州都を中心とした地域に限られている。各州における電話加入者数の推移を表 2-5-3 に示す。この中で網掛け部分が本調査の対象となっている地域である。CAMSHIN 社は携帯電話に注力する方針であり、固定電話加入者数は減少傾向にある。その他の社もブノンペン市以外は増加がゆるやかであり、固定電話が整備される前に携帯電話が普及した影響が現れている。サービス機能としては、公衆電話やプリペイドサービスが実施されている。プリペイドサービスは、MPTC と CAMINTEL 社との間で相互乗り入れが検討されている。

表2-5-3 州別電話加入者数の推移

Provinces	Total No. of Subs						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Banteaymeanchey		59	80	162	262	282	323
(Poipet)		0	0	0	126	155	219
Battambang		202	433	640	908	975	1,042
Kampong Cham		145	291	417	561	584	615
Kampong Chnang		48	72	136	194	216	281
Kampong Speau		38	43	86	114	130	142
Kampong Thom		94	104	140	148	150	164
Kampot		58	91	193	193	195	212
Kandal							
Kratie		103	124	176	181	201	205
Krong Kaeb							
Krong Koh Kong		100	95	129	116	118	123
(Sre Ambel)					38	47	49
Krong Pailin							
Mondolkiri		0	0	2	2	2	2
Otdor Mean Chey							
Phnom Penh	13,289	18,200	21,615	24,253	24,448	26,033	27,791
Prek Vihear		0	0	2	2	2	2
Prey Veng		37	36	41	55	60	72
(Neak Loeng)		0	0	0	243	132	127
Pusat		92	117	183	258	271	304
Ratanakiri		67	82	127	165	164	163
Siem Reap		131	443	617	813	927	1,284
Sihanouk Ville		174	441	561	585	581	576
Stung Treng		90	117	138	145	145	149
Svay Rieng		89	116	193	256	276	292
(Bavet)					18	18	21
Takeo		117	128	177	286	284	286
TOTAL	13,289	19,844	24,428	28,373	30,117	31,948	34,444

2) 市外電話サービス

MPTC は東西光伝送路沿いに独立の交換機または RSU を設置して地方におけるサービスを開始したが、一部の RSU はプノンペンの LS 交換機に接続されているため、網構成上は市外市内の明確な区分はなく、番号計画、課金計画上のものとなっている。CAMINTEL も各地の交換機からの呼はプノンペンの交換機で中継しているので、同様の状況にある。また、本調査の対象である中部地域では、マイクロウェーブによる伝送であるため、具体的データはないが通話品質は悪くシアヌークビル等からのダイヤルアップアクセスは非常に低速になってしまうか、データ送信不能になることもある。

3) 国際電話サービス

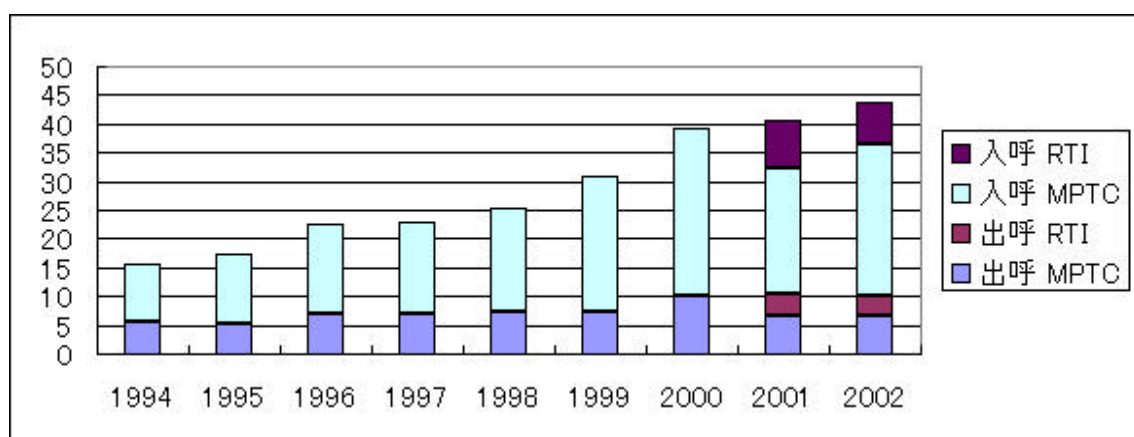
2000 年以来、国際電話サービスは、MPTC と RTI 社の 2 社体制となっている。電

話会社の選択は加入者の国際アクセス番号によりなされ、アクセス番号"001"は MPTC に、"007"は RTI 社に付与されている。シェアは MPTC が 50%を大幅に上回っているようであるが、両者で食い違いがあり正確なデータは得られていない。ライセンス料授受のため正確なデータが必要であり、現在 2 社間で調整作業が行われている。国際トラフィック量の推移を表 2-5-4、図 2-5-4 に示す。

表 2-5-4 国際トラフィックの推移

		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
出呼	MPTC	5.6	5.2	6.9	6.8	7.4	7.3	9.9	6.5	6.6
	RTI	0	0	0	0	0	0	0	3.9	3.3
	合計	5.6	5.2	6.9	6.8	7.4	7.3	9.9	10.4	9.9
入呼	MPTC	9.9	12.1	15.5	16.2	17.9	23.7	29.3	21.8	26.6
	RTI	0	0	0	0	0	0	0	8.5	7.4
	合計	9.9	12.1	15.5	16.2	17.9	23.7	29.3	30.3	34.0

図 2-5-4 国際トラフィック推移



プノンペン市においては、近年（この 1 年程）インターネットカフェがいたるところに開店している。その多くは無線ブロードバンドサービス（2.4GHz 帯を使用した最大 1Mbps のサービスで、速度により初期費用、月額基本料が決められ、転送データ量による月額使用量が加算される）を利用しており国際インターネット電話サービスを提供している。

4) 携帯電話サービス

携帯電話の加入者は近年年間 50%の伸びを示しており、2002 年末には 32.2 万加入に達して固定電話加入者数の 9 倍を超えている。携帯電話事業は、外国資本を中心と

した民間（形式的には MPTC との JV）の事業者 4 社の競争体制となっているが、実質的には CASACOM = Samart、CAMGSM = MobiTel、CAMSHIN の GSM 方式 3 社が競争を展開している。この 3 社は全州都及び主要国道沿いに全国サービスを実施している。4 社のシェア状況を図 2-5-3 に、各社の加入者数の推移を表 2-5-5 に示す。

図 2-5-5 携帯事業者シェア状況

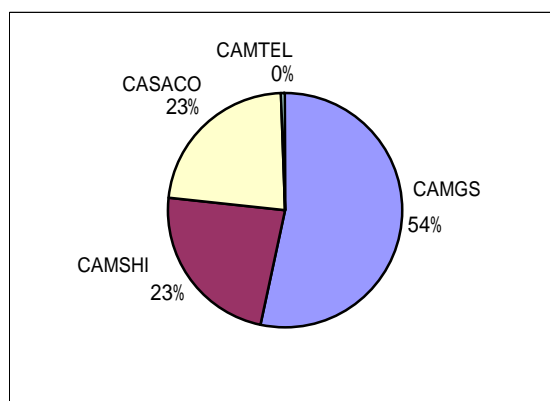


表 2-5-5 携帯電話加入者数推移

事業者 \ 年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
CAMSHIN (011)		0	0	2,206	5,943	10,552	42,150	74,358
CamGSM (012)		0	5,342	27,681	51,451	90,941	130,116	171,940
CASACOM (015)		13,005	17,545	24,528	21,676	8,958	2,854	1,582
CASACOM (016)		0	0	0	6,103	17,674	47,587	72,240
Tricelcam (017)		5,353	5,250	3,580	0	0	0	0
CAMTEL (018)		4,740	5,419	3,350	3,944	2,422	751	1,501
TOTAL	15,000	23,098	33,556	61,345	89,117	130,547	223,458	321,621

(3) 電気通信設備

1) 交換設備

MPTC の有する加入者交換機の容量、収容加入者数の現状を表 2-5-6 に示す。交換機の生産は世界の多くのメーカーが撤退を開始しており、Bayon 局の AXE105 はすでに保守部品の入手が不可能になっているほか、日本の援助で導入した FETEX150、NEAX61 もそれぞれ富士通、NEC が撤退を表明しており、今後の増設も保守部品の入手も困難となりつつある。

プノンベン近郊 40km の範囲内のルーラルエリアは、DRMASS（加入者デジタル無線多重化アクセスシステム）を用いて加入者を FETEX150 に収容している。DRMASS の加入者側施設は需要に応じて当初の設置場所から移設しているものも多

い。

中継交換機はエリクソンの AXE105 と LS との併合交換であるアルカテルの E10B が使用されており、それぞれ Bayon 局、Angkor センターに設置されている。

表 2-5-6 MPTCの交換機一覧

Year	交換機実装容量			収容加入者数						
	1996	2001	2002	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1 Alcatel E10B (Angkor Center)	2,000	6,000	6,000	4,524	5,171	4,818	3,959	3,884	4,220	4,217
RSS (GPO)	4,000	4,000	4,000			(?)	(?)	(?)	(?)	(?)
RSS (Siem Reap)		2,000	2,000						(80)	(336)
RSS (Kg. Chhnang)		500	500					(26)	(31)	(41)
RSS (Neak Loeung)		500	500					(81)	(103)	(98)
RSS (Svay Rieng)		1,000	1,000					(19)	(27)	(21)
Bavet (Payphone)		20	20					(18)	(18)	(21)
2 Alcatel E10B (Battambang)		1,000	2,000					231	275	310
RSS (Pusat)		500	500					(63)	(46)	(43)
RSS (Sisophon)		500	500					(77)	(83)	(115)
Poipet (Payphone)		30	30					(5)	(5)	(5)
3 AXE-105 (Bayon)	2,000	2,000	2,000	3,038	2,853	2,790	2,218	2,386	2,436	2,464
RSS (GPO)	3,000	3,000	3,000	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)
RSS (IC Hotel)		1,000	1,000			(?)	(?)	(174)	(204)	(229)
RSS (Takmau)		1,000	1,000			(?)	(?)	(119)	(195)	(225)
4 FETEX-150A (Angkor Center)		10,000	15,000		1,958	4,586	7,312	8,364	9,182	9,723
5 NEAX-61E (WEST)		6,000	6,000			1,191	2,256	2,842	3,475	3,783
RSS (Airport)		800	800			(?)	(94)	(121)	(181)	(258)
6 NEAX-61E(S)(Angkor Center)	500	500	500	492	481	450	259	224	229	178
7 NEAX-61E (PHS-WLL)		300	300				76	121	137	139

CAMINTEL は 1992 年に UNTAC が設置した PABX の移管を受けて事業を開始したため、その設備の更改必要時期が迫っている（エリクソンの MD110 及びそれを局設備用に変更した DRX-1）。プノンペン、バタンバン、シェムリアップでは中国 Huawei 社の交換機 C&C08 を導入した。この際不要となった旧型交換機を保守用品として活用している。対象中部地域の CAMINTEL 社の加入者数の推移と交換機の容量を表 2-5-7 に示す。

なお、CAMINTEL の MPTC との契約は BOT 形式となっており、2006 年 5 月で契約期間が切れることになっており、その後は MPTC に吸収される可能性が強い。

表 2-5-7 対象都市における CAMINTEL 社の状況

	加入者数			交換機		
	2000	2001	2002	機種	容量	利用率
Kampong Cham	371	408	439	DRX-1	600	73%
Kampot	193	195	212	MD110	500	42%
Sihanouk Ville	400	412	407	DRX-1 × 2	1,100	37%
Takeo	197	174	176	MD110	248	71%

2) 伝送路設備

MPTC の伝送路設備は市外伝送路用に光ファイバーケーブル、ベトナム - プノンペン - タイを結ぶ東西光ルート、Sisophon-Siem Reap を結ぶ光ルートがある。伝送システムは両ルートともにSDH STM-1 156 Mbps(1+1)のシステムを採用している。

プノンペン市内中継網用に光ファイバーケーブルが稼動しており、旧型の PDH 140 Mbps(1+1)システムと日本の無償資金協力により建設された SDH STM-1 156 Mbps(1+1)システムとが併用されている。

市内局外設備は 1990 年代以降に建設されたものがほとんどで、ポリエチレン絶縁の銅心線ケーブル、ケーブル内にはジェリーを充填し、ポリエチレン被覆したケーブルが使用されている。

一部に未だ 1970 年代に敷設された紙絶縁ケーブルも残っている。

伝送路構成を図 2-5-6 Transmission Network (Physical Network) に示す。同図にはプノンペン地域内における市内、市外、国際通信の伝送路網、プライベートセクター各通信事業者回線と MPTC との接続状況、ベトナム国境 - プノンペン - タイ国境を結ぶ東西光伝送路と Sisophon - Siem Reap を結ぶ光伝送路の状況も図示してある。

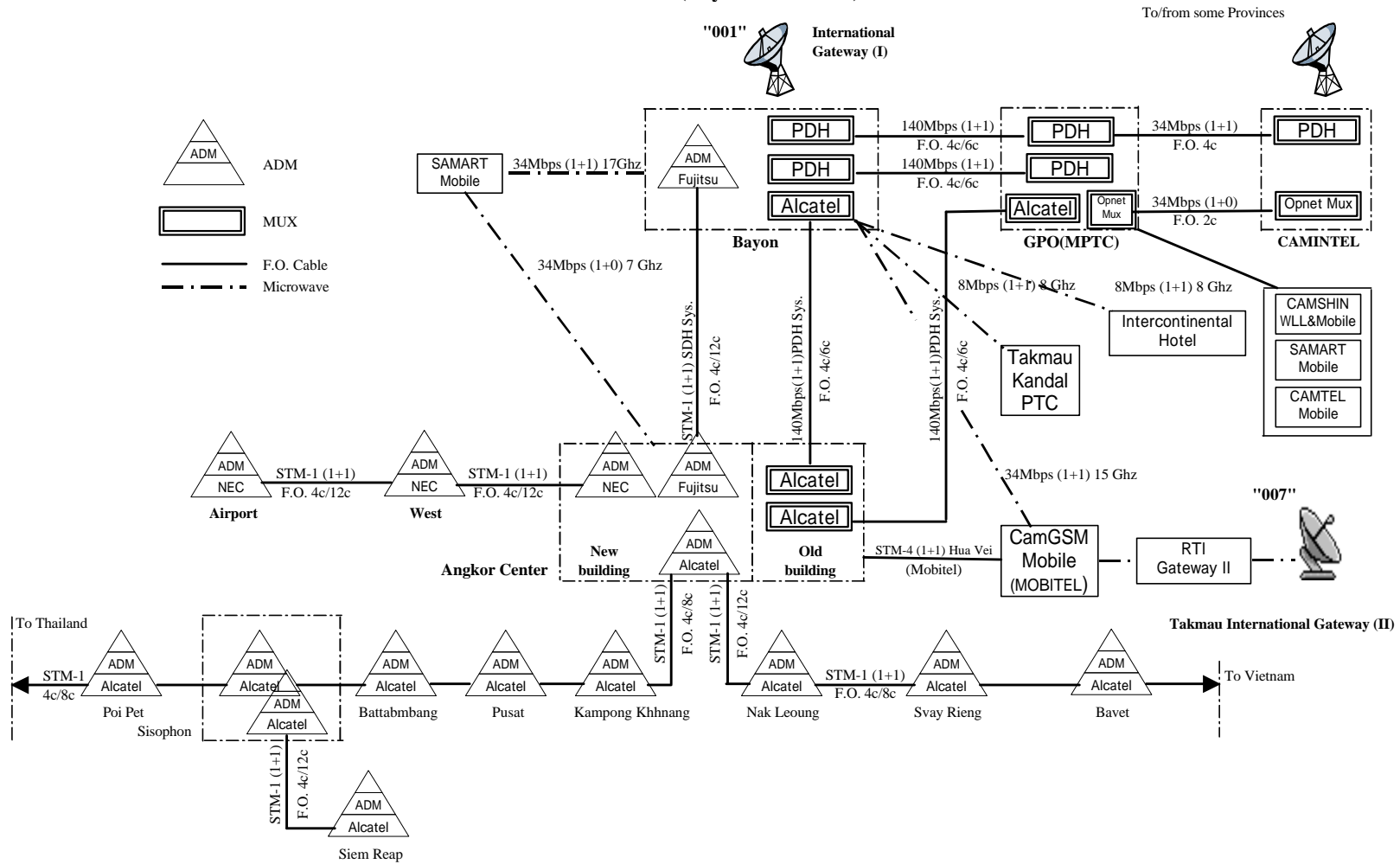
(a) 伝送装置

MPTC の伝送装置は主に表 2-5-8 MPTC 伝送装置新增設に示す 5 つのフェーズにより新增設された。

表 2-5-8 MPTC 伝送装置新增設

年	関係国	区間	伝送装置
1990	オーストラリア、テルストラ、業務協力契約(1990年2月より10年間)	Bayon AXE105-衛星地球局 Bayon - GPO (1.2km)	同一局内 IOR64D.E(東経 64 度) POR174D.E(東経 174 度) PDH 140 Mbps
1995	フランス政府、無償資金協力	Angkor Center - Bayon(2.7km) Angkor Center - GPO(2.8km)	PDH 140 Mbps PDH 140 Mbps
1996, 1997	日本政府、無償資金協力	Angkor Center - Bayon(2.6km) Angkor Center - West(4.2km) West - Airport(7.4km)	SDH STM-1 156 Mbps SDH STM-1 156 Mbps SDH STM-1 156 Mbps
1999	ドイツ政府、無償資金協力	東西光ケーブル, ベトナム国境 タイ国境(581km)	SDH STM-1 156 Mbps
2001	カンボジア MPTC 自己資金	Sisophon - Siem Reap 光ケーブル (110.7km)	SDH STM-1 156 Mbps ベトナム、タイ国際回線、 (スタンバイ衛星経由)

2-5-6 Transmission Network (Physical Network)



RTI 地上局設備としてタクマオ標準 F 型地球局 2 基を設置、衛星は THAICOM-1A と APSTAR-2A でグアム中継アメリカ本土 (MCI) とシンガポール (BT) を中継して世界に接続される。基地局と MPTC 間はマイクロ無線回線で結んでいる(国際回線の項は JICA 電気通信専門家田村氏の資料による)。 Bayon 局と中継局 Mobitel との間は 15GHz、34 Mbps マイクロ無線で結んでいる。

- 民間固定電話事業者 CAMINTEL 社(MPTC とインドネシアの Indosat 社との合弁会社) は PALAPA 衛星を利用した VSAT 回線により、地方州都(Provincial Center)、郡都(District Center)と接続している。MPTC の東西光ファイバルート沿いの州都、郡都との接続は同光回線をリースしている。また、現在 MPTC において計画の南北ルート沿いの州都、郡都との接続は Mobitel 社のマイクロ無線回線をリースしている。
- 携帯各社の伝送設備の状況は表 2-5-9 携帯電話各社伝送設備のとおりである。

表 2-5-9 携帯電話各社伝送設備

会社名 J/V	CamGSM (Mobitel) スエーデン	Shinawatra CAMSHIN タイ	CASACOM Samart GSM タイ、マレーシア	CAMTel タイ	S Telecom 韓国
サービス開始	1997.3(Digital)	1998.4(Digital)	1992.11(Analog) 1999.4(Digital)	1992.10(Analog) 2003 (Digital)	2003(Digital)
サービスエリア	全州都(24)及び主要国道沿い	全州都(24)及び主要国道沿い	19 州都(Analog) 22 州都及び主要国道沿い(Digital)	Phnom Penh のみ (Analog) 全国計画(Digital)	全国計画
適用方式	GSM, 900Mhz Alcatel E10B	DCS, 1800Mhz Nokia DX-220	NMT, 900Mhz(Analog) GSM, 900Mhz Nokia DX-220(Digital)	AMPS, 800Mhz(Analog) GSM, 900 & 1800Mhz(Digital)	CDMA, 800Mhz
伝送設備	マイクロ無線 VSAT 東西ルート	マイクロ無線 VSAT 東西ルート	マイクロ無線 VSAT 東西ルート	N.A.	N.A.

プノンペン近郊 40km の範囲内のルーラルエリアは、DRMASS(加入者デジタル無線多重化アクセスシステム) を用いて加入者を FETEX150 に収容している。DRMASS の加入者側施設は需要に応じて当初の設置場所から移設しているものも多い。

(b) 市外伝送路

カンボジア国内の市外伝送路は光ファイバーケーブルとマイクロ無線により構成されている。MPTC は光ファイバーケーブル、民間事業者は小容量のマイクロウェーブ回線により市外伝送路を構成している。州都、郡都、基地局との接続に自社回線がない場合には、MPTC の光回線、または他社のマイクロ回線を借用している。

MPTC の地方伝送路網を巻頭対象位置図に示す。同図では地図上に東西光ルート、Sisophon - Siem Reap 光ルート及び本プロジェクトの南北ルートを示している。

ベトナム国境 Bavet までの東ルート光ケーブルは最初の 1 区間 Angkor Center - Nak Leong 間は 4c/12c (使用芯数 4 / ケーブル内総芯数 12) 以降国境まで 4c/8c である。西ルートはタイ国境 Poi Pet まで全て 4c/8c である。

MPTC の市外伝送路ルート沿いには MPTC が 2002 年に自己資金で建設した交換機が接続されている。これらの接続状況を図 2-5-7 MPTC Toll O/F Transmission System に示す。

民間通信事業者として固定電話サービスを提供している、CAMINTEL 社はマイクロ無線及び遠隔地州都への接続に INDOSAT の PALAPA 衛星経由の VSAT 回線を利用している。

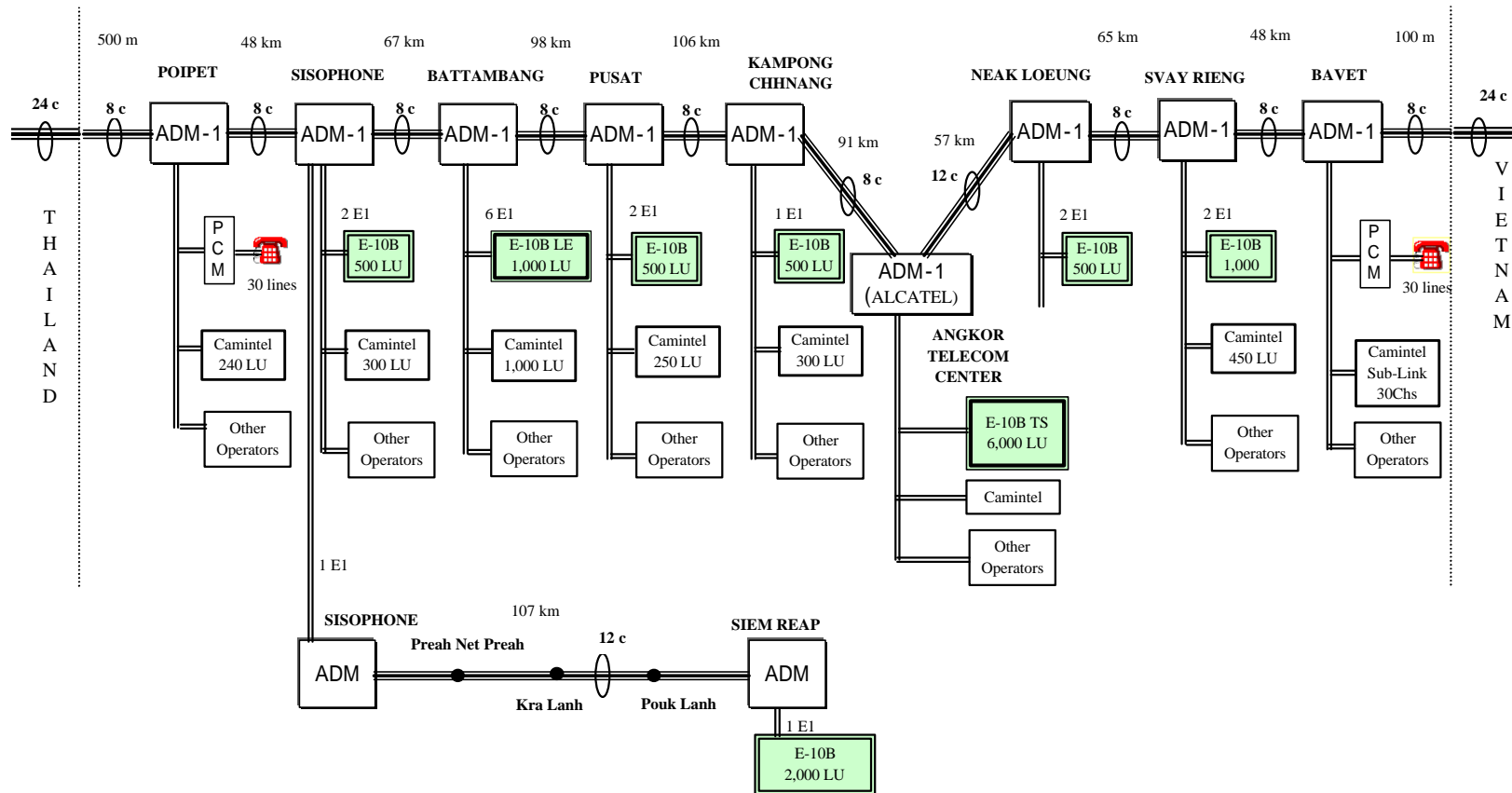
(c) 市内中継伝送路

プノンペン市内には五つの電話交換局があり、それぞれ表 2-5-10 プノンペン市内中継伝送路 に示す光ファイバーケーブルにより接続されている。

表 2-5-10 プノンペン市内中継伝送路

システム	Bayon-GPO	Bayon-Angkor Center	Angkor center-GPO	Angkor Center-West	West-Airport
PDH 140 Mbps (1+1)	4c/6c (1.2km)	4c/6c (2.7km) (旧局)	4c/6c (2.8km) (旧局)	なし	なし
SDH STM-1 156 Mbps (1+1)	なし	4c/12c (2.6km) (新局)	なし	4c/12c (4.2km) (新局)	4c/12c (7.4km)

PDH 方式の伝送機器の製造がすでに停止されているため、MPTC はスペアパーツの在庫が不足という問題に直面している。

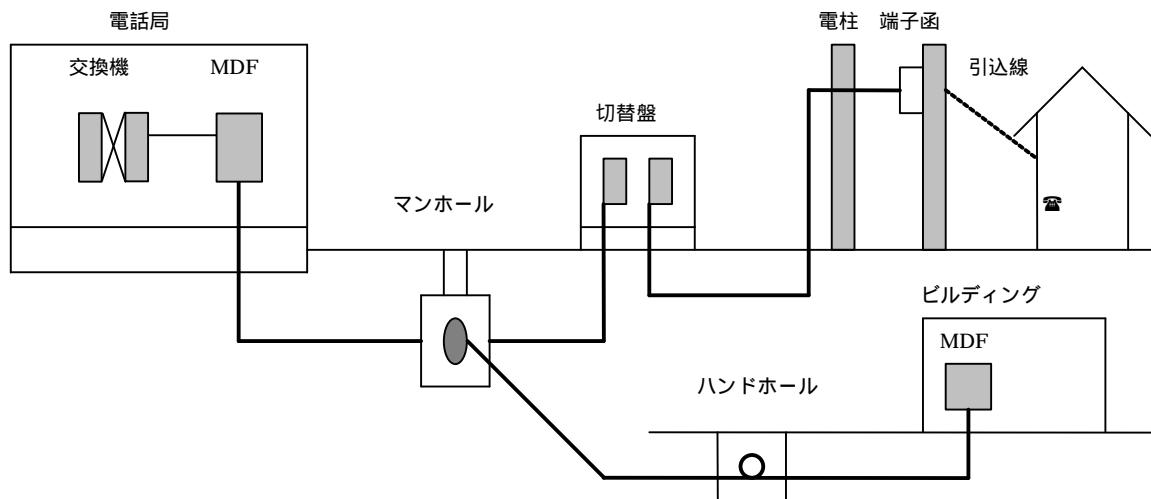


3) 市内線路設備

MPTC の市内線路設備はそのほとんどがプノンペン市内に集中しており、その他は東西ルート、Siem Reap ルート沿いに建設された設備である。局 MDF と切替盤の間には多対の 1 次ケーブルが敷設され、切替盤より先は小対の 2 次ケーブルが敷設されている。

1 次ケーブルは管路方式と直埋設方式とあるが、市街地内では歩道に敷設された管路内に収容されている。2 次ケーブルは架空ケーブル方式が主であり、電柱上に端子函を設置し加入者宅に引込み線で配線する。官公庁、諸ビルディングには加入数が多いため、1 次ケーブルを直接配線している。市内局外線路設備の代表例を図 2-5-8 市内線路設備例図に示す。

図 2-5-8 市内線路設備例図



プノンペン市内 Angkor Center、West 及び Airport 局のケーブル設備は 1997、1998 年に日本の無償資金協力で建設された。Angkor Center 局は当初 2,400 対ケーブルを 5 条、West 局 2,400 対ケーブル 2 条、Airport 局 800 対ケーブル 1 条が建設されたが、その後 MPTC 自己資金によりケーブルの増設が実施され、Angkor Center 局ケーブル容量は 14,400 対、West 局は 8,000 対になっている。GPO 局にはフランス植民地時代に建設された古いケーブルが残っており、他局はクローネ製の 100 対ブロック 8 Vertical/frame の標準装備であるのに対し、20 対保安器ブロック 8 Vertical/frame が 30 frame(5,000 対)が、いまだに稼働している。

3 プロジェクトの概要

3-1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、コンボンチャム～プノンペン～シアヌークビル間に長距離光ファイバー伝送路を敷設し、コンボンチャム、シアヌークビル並びに伝送路上のタケオ、カンボット等に交換設備、市内線路設備を設置する。現在固定電話サービスが提供されている州都においては固定電話サービスの品質を向上し、固定電話サービスが提供されていない郡都においては、ディストリクト（郡）役所、警察、病院、学校等公共機関の電話や公衆電話の設置を可能にする。

電話に加え、「カ」国唯一の良港であるシアヌークビルと農産物の物流拠点であるコンボンチャムを両極としたプノンペンを含む産業地域が必要とするインターネット及び電子メール等の基礎インフラを整備することにより、カンボジア政府が進める経済発展による貧困削減に必要なインフラ整備を支援する。

また、上記工事の実施に伴い設備が不足するプノンペンの中継伝送設備についても、あわせて改善する。

3-2 プロジェクトの最適案に係わる検討

3-2-1 電話需要数

需要予測については、今まで ITU、ADB、総務省及び MPTC が第 2 次社会経済発展 5 ヵ年計画（2001 - 2005）の中で行っている。その予測値を図 3-2-1 に示す。

総務省の予測値は ADB 予測（Low Assumption: 予測を上限と下限の範囲で行っておりその下限値）をベースにしており、「カ」国側の要請は総務省の予測値を使っている。また、固定電話と携帯電話の比率については、ITU、ADB 予測の中では触れられておらず、総務省予測では 1 対 1 としている。

ここ 2 年携帯電話が急増しており、携帯と固定の合計電話数は ITU や ADB の 2010 年の予測値をはるかに超えている。ITU と ADB の予測は固定電話が中心だった時期、電話普及率と一人当たり国内総生産に高い相関関係があったことから作られた予測モデルを利用したものである。しかし、日本では経済成長がほとんど止まっていたここ数年、携帯電話は毎年 1000 万台以上の増加を示し固定電話数を抜き 8000 万台を超えてしまったことが示すように、携帯電話の普及については必ずしも当てはまらず、特にカンボジアのように全電話に占める携帯電話比率の高い国に適用できるモデルではない。

一番単純な予測は過去の電話数の伸びから予測するものであり、最近の急増ぶりからみて指数近似が一番近いので、それを図 3-2-2 に示す。指数分布予測は、電話の予測の中ではよく使われるものであるが、ここ 2、3 年の変化が数年先には非常に増幅されて出てくるので、予測が大きくなる可能性がある。

将来どこかで飽和してくることを考えると、ロジスティック曲線の適用が考えられる。先進国では固定と携帯を足した合計の電話普及率は 100 人当たり 100 台を超えているが、

ロジスティック曲線の飽和値（100%）を一人当たり一台とみなしても、カンボジアの経済がもっと成長しないと、今の勢いで飽和値に向かって行くのは難しいと思われる。

日本においては携帯電話が数年にわたり毎年約 1000 万台増えたが、カンボジアでは 2001 年、2002 年と約 10 万台増えている。日本の傾向を当てはめると、カンボジアについてもあと数年 10 万台近く増える可能性があり、この場合の予測を図 3-2-3 に示す。しかし、2 年だけの数字から予測するのは、データが少なすぎ誤差が大きくなる可能性がある。携帯電話の普及は料金の低廉化とサービスエリアの拡大によりもたらされたと考えられているが、収益率の高い地域をカバーしたので、これからはサービス地域の拡大は鈍化することが予想され、今の伸びが続くとは考え難い。

予測の中で電話数の実績に一番近いのが MPTC の予測であるが、ここ 2 年の実績は MPTC 予測の倍の伸びをみせている。しかし、過去 6 年間の実績の伸びは年当たり平均 53,100 台で MPTC の予測の伸び年当たり 55,600 台とほぼ等しいのと、先に述べたように携帯の伸びが鈍化する可能性があることから、今回 MPTC の予測の伸びをそのまま使うこととした。この予測を図 3-2-4 に示す。また、MPTC の予測はカンボジアの「第 2 次社会経済発展計画（2001 - 2005）」の中で作られており、国家的に承認されたものである。ただし、2002 年まで実績が出ているので、実績で補正して使用する。また携帯と固定の比率については、最近の傾向から新規加入者の伸びの 95%が携帯電話で 5%が固定電話とした。そうして求めた固定電話の予測値が図 3-2-4 の一番下の線であり、2010 年で総務省の固定電話の予測値とほぼ一致している。この理由は、携帯電話は増加が著しいものの固定電話の増加には大きな変化がないためと考えられる。

本プロジェクトの交換機容量及び市内線路設備容量は固定電話の需要数によって決められ、固定電話数の予測値が、今回の予測と総務省予測でほぼ等しくなったことから、要請は全体として妥当なものと判断した。

地域ごとの需要数については、最近の道路改善工事、橋の建設等により、要請時の需要から変化が見られ、またルート上で Angk Ta Saum のように旺盛な需要が予想される郡都も新たに認められるので、基本設計調査が行われるようであれば、その時期までに見直しを行いたいとの申し出が MPTC からあり、予備調査では予測値を採用する。以上の経過により、地域ごとの需要数については基本設計調査時に見直すことが必要である。

ここで求めた合計電話数を、人口予測数で割って、電話普及率を求めると次のようになる。

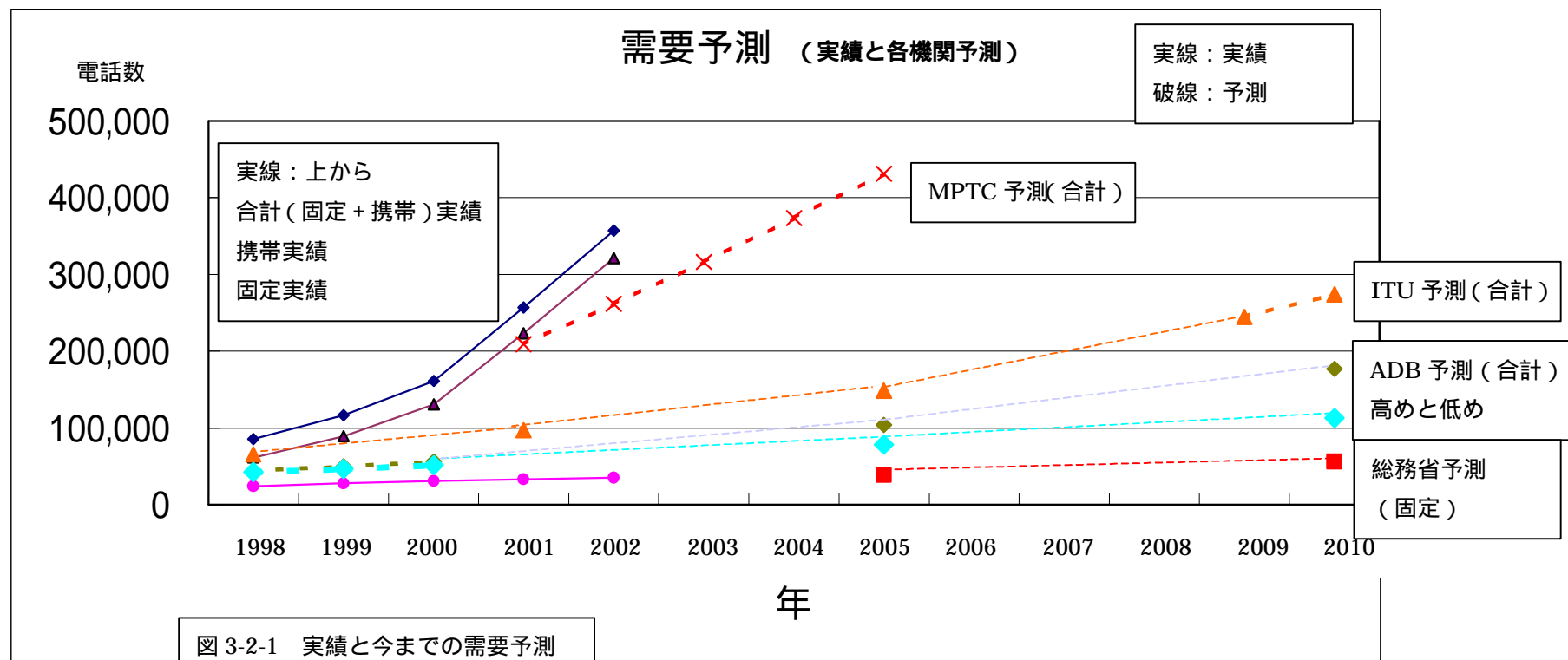
表 3-2-1 電話普及率の推移 (単位：×1,000、普及率は100人当たり)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
合計電話数	357	412	469	527	585	643	701	759	817
固定電話	35.4	38.2	41	43.9	46.8	49.7	52.6	55.5	58.4
携帯電話	321.6	373.8	428	483.1	538.2	593.3	648.4	703.5	758.6
人口予測数	12,638	12,954	13,278	13,610	13,950	14,299	14,656	15,023	15,398
電話普及率	2.8	3.2	3.5	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.3

注) 人口予測数は「カンボジア国電気通信事情」を参考に、年 2.5%の人口増加率と想定した。

100人当たり電話普及率 5.3台は 2001 年末のベトナムの電話普及率と同じであり、依然低い数字である。

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
実際の電話加入数	85,606	116,821	161,424	256,780	357,040								
固定電話数再掲	24,261	27,704	30,877	33,322	35,419								
携帯電話数再掲	61,345	89,117	130,547	223,458	321,621								
MPTC計画				208,900	261,400	316,400	373,400	431,400					
ITU 予測	65,600			97,000				148,700				244,500	273,979
ADB 予測 (高め)	44,063	49,884	56,256					103,733					176,930
ADB 予測 (低め)	42,684	46,857	51,486					78,158					112,733
総務省 (JTEC) 固定								39,079					56,367



	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
携帯電話	15,000	23098	33556	61345	89117	130547	223458	321621								
固定電話	8528	15475	20054	24261	27704	30877	33322	35419								
合計	23,528	38,573	53,610	85,606	116,821	161,424	256,780	357,040								

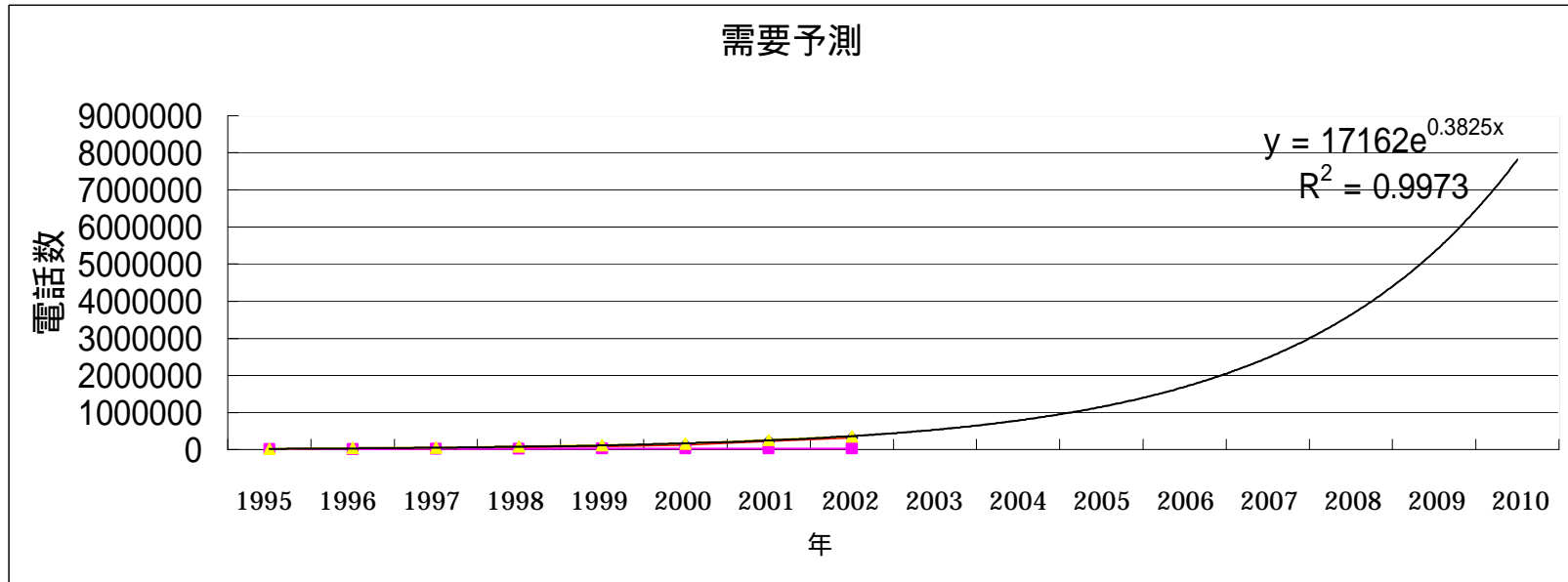
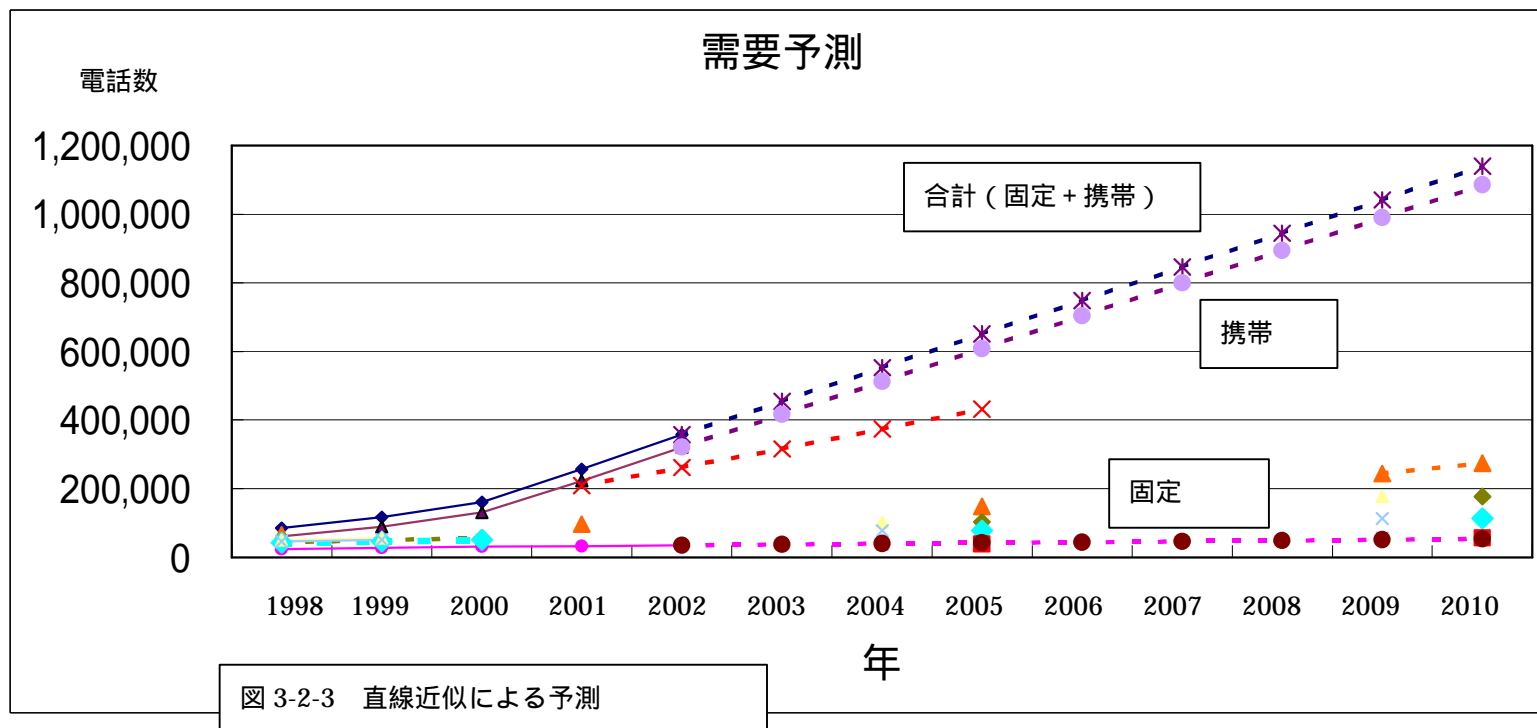
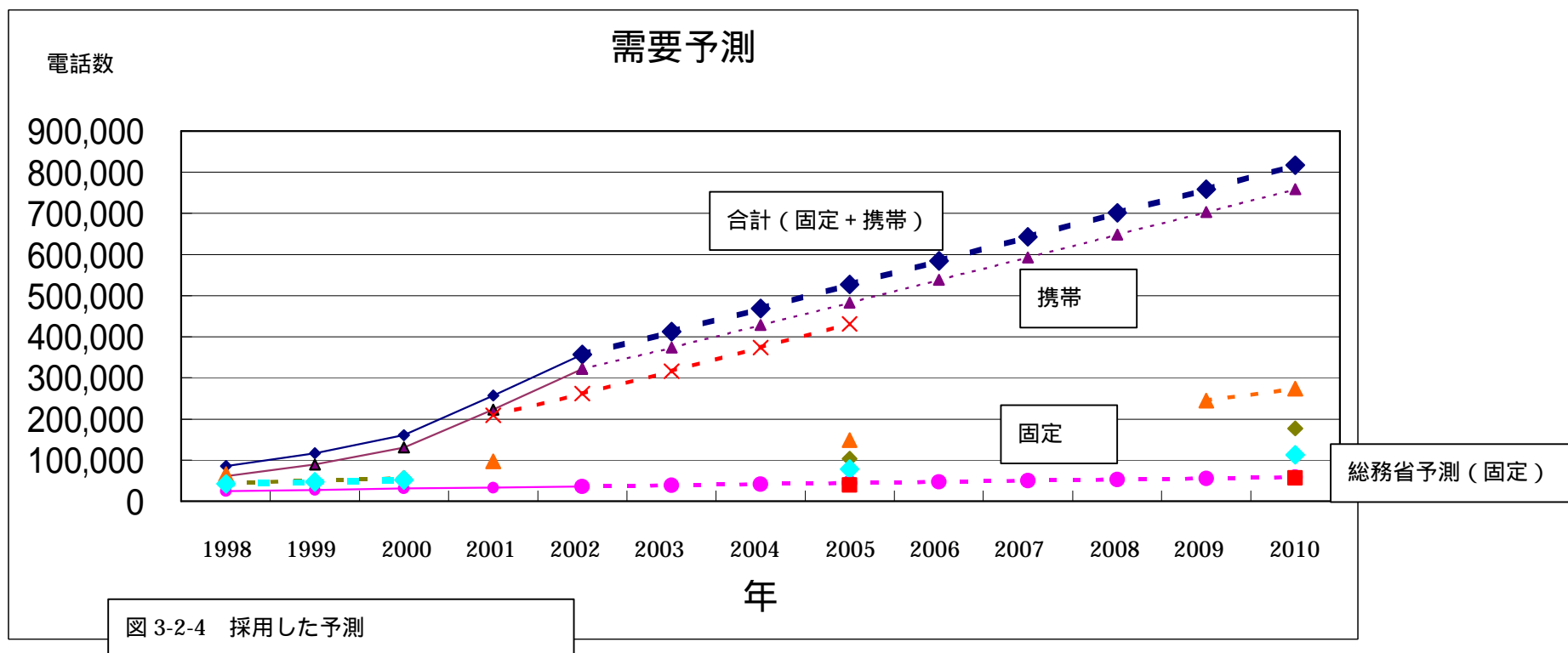


図 3-2-2 指数近似による予測

年	1998	1999	2000	2001	2002	2,003	2,004	2,005	2006	2007	2008	2009	2010
実際の電話加入数	85,606	116,821	161,424	256,780	357,040								
固定電話数再掲	24,261	27,704	30,877	33,322	35,419								
携帯電話数再掲	61,345	89,117	130,547	223,458	321,621								
MPTC計画				208,900	261,400	316,400	373,400	431,400					
今回の予測値					357,040	454,840	552,640	650,440	748,240	846,040	943,840	1,041,640	1,139,400
固定電話数再掲					35,419	37,719	40,019	42,319	44,619	46,919	49,219	51,519	53,779
携帯電話数再掲					321,621	417,121	512,621	608,121	703,621	799,121	894,621	990,121	1,085,621
ITU 予測	65,600			97,000				148,700				244,500	273,979
ADB 予測 (高め)	44,063	49,884	56,256					103,733					176,930
ADB 予測 (低め)	42,684	46,857	51,486					78,158					112,733
総務省 (JTEC) 固定								39,079					56,367



年	1998	1999	2000	2001	2002	2,003	2,004	2,005	2006	2007	2008	2009	2010
実際の電話加入数	85,606	116,821	161,424	256,780	357,040								
固定電話数再掲	24,261	27,704	30,877	33,322	35,419								
携帯電話数再掲	61,345	89,117	130,547	223,458	321,621								
MPTC計画				208,900	261,400	316,400	373,400	431,400					
今回の予測値					357,040	412,000	469,000	527,000	585,000	643,000	701,000	759,000	817,000
固定電話数再掲					35,419	38,200	41,000	43,900	46,800	49,700	52,600	55,500	58,400
携帯電話数再掲					321,621	373,800	428,000	483,100	538,200	593,300	648,400	703,500	758,600
ITU 予測	65,600			97,000				148,700				244,500	273,979
ADB 予測 (高め)	44,063	49,884	56,256					103,733					176,930
ADB 予測 (低め)	42,684	46,857	51,486					78,158					112,733
総務省 (JTEC) 固定								39,079					56,367



3-2-2 伝送路トラフィック

(1) 長距離光ファイバー伝送路

伝送路トラフィックは以下により算出した。

a. 交換機間トラフィック

(a) ネットワーク構成

本プロジェクト交換機等の構成については、北部ルートはコンポンチャムに、南部ルートはシアヌークビルに収容する（ネットワーク構成決定理由及び構成図は「3-2-5 適用設備に関する留意事項(1)交換設備の留意事項」参照）。

(b) 回線数の算出

必要 E1 回線数は表 3-2-2 により算出した。注書きに算出根拠を示す。

表 3-2-2 MPTC 必要回線数の算出

区間	呼率 発/着	他交換機 率	電話 加入数	呼量（ア ー ラン）発/着	必要 回線数	必 要 E1 数
コンポンチャム～プレートタウン	0.06/0.06	1.0	50	3/3	8+8	1
コンポンチャム～スクーン	0.06/0.06	1.0	50	3/3	8+8	1
コンポンチャム～プノンペン	0.06/0.06	市外： 0.68 国際： 0.02	700	28.6/28.6 0.8/0.8	40+40 4+4	3 1
シアヌークビル～ベールレン	0.06/0.06	1.0	50	3/3	8+8	1
シアヌークビル～カンポット	0.06/0.06	0.7	500	21/21	31+31	3
シアヌークビル～タケオ	0.06/0.06	0.7	500	21/21	31+31	3
シアヌークビル～プノンペン	0.06/0.06	市外： 0.62 国際： 0.02	4,000 (3,000+ 500+500)	148.8/148.8 4.8/4.8	168+168 11+11	12 1

注 1) 呼率については、途上国用に一般的に採用されている 1 加入者当たり発/着 0.06 アーランずつ、合計 0.12 アーランを使用した。

注 2) 交換機等には、交換機、RSU、DLC の 3 種類がある。交換機、RSU は交換機能があり、着信先が自交換機内の場合は自交換機内で処理し、呼は他の交換機に行かない。一方、DLC は交換機能がないため、すべての呼が親局を通ることになる。ここで、呼が他の交換機を通る割合を他交換機率とすると、DLC の場合は、他交換機率は 1 となる。

交換機、RSU の場合の他交換機率については、ITU の GAS の出版物である“Economic Aspects of the CHOICE OF TELEPHONE SWITCHING SYSTEMS”に依存し、400 ~ 10,000 回線の中規模局の 30%を使用した。なお、カンボジアのネットワーク構成では、国際、携帯、他社固定網との相互接続は、プノンペン市で行われており、携帯電話が全電話数の 90%を占めることから、各州からプノンペン市に向かう比率が 30%より若干高い可能性がある。

また、国際通信向け比率は日本人専門家による 2000 年時点の測定 2%を使用した。

シアヌークビル~タケオ、シアヌークビル~カンポットについては、国際呼も含めて親局のシアヌークビルを通るので、他交換機率 0.7 となる。コンポンチャム~プノンペンは国際回線を分離することとし、国際回線呼率 0.02 と市外呼率 0.68 (0.7-0.02) に分離した。シアヌークビル~プノンペンについても、同じく国際回線を分離したが、シアヌークビルから見るとタケオとカンポットへの呼はプノンペンにゆく必要がないので、市外呼率は 0.68 から 0.06(0.68×2 州分/全 24 州)をマイナスして求めた。

注 3) 呼量は最繁忙時間帯の電話の使用量であり、次の式で求められる。

呼量 (アーラン) = 呼率 × 電話加入数 × 回線を使う比率

注 4) 回線数は、呼損率 0.01 としたときに呼量を運ぶのに必要な回線数であり、完全群回線負荷表 (ランダム呼用) から求めた。なお、発信と着信は別々に計算して回線数を合計した。

注 5) E1 回線数は、伝送装置、交換機で取扱う回線単位で、1 E1 回線は電話回線 30 回線に相当する。

(c) タクマオ~プノンペン間トラフィック

タクマオ局には RSU が設置され、8Mbps(1+1) 7GHz マイクロシステムによりバイオン局に接続されている。光ファイバー伝送路の構築により、光ファイバーにのせることを計画しており、4 E1 回線 (1 E1 は 2Mbps) を見込む。

(d) CAMINTEL 交換機間回線数

CAMINTEL 社の交換機については、将来的に MPTC の交換機に統合されると想定して

いる。しかし、統合までに時間を要することも考えられるので、予備調査時点では CAMINTEL の分についても見込む（ただし、基本設計調査時に CAMINTEL 社の契約状況については確認する必要がある）。

CAMINTEL のネットワークは当初市外回線に衛星回線を使用していたが、光伝送路、マイクロ伝送路が使用できるようになったところでは、衛星回線をバックアップに変更している。本プロジェクトエリアでは携帯電話会社のマイクロ回線をリースしているが、光伝送路の構築により、光伝送路を使用する意向である。

算出方法については、MPTC の場合と同じだが、現在のネットワーク形態を踏襲し国際回線は設けていない。

表 3-2-3 CAMINTEL 必要 E1 回線数の算出

区間	呼率	他交換機率	電話加入数見込み (2002 末)	呼量(ア ーラン)	必要 回線数	必 要 E1 数
コンボンチャム ～ブノンペン	0.06/0.06	0.7	616 (439)	25.9/25.9	37+37	3
シアヌークビル ～ブノンペン	0.06/0.06	0.7	735 (407)	30.9/30.9	43+43	3
カンポット～ブ ノンペン	0.06/0.06	0.7	297 (212)	12.5/12.5	21+21	2
タケオ～ブノン ペン	0.06/0.06	0.7	247 (176)	10.4/10.4	18+18	2

注 1) 電話加入数は、CAMINTEL 社の 2002 年末加入数をもとに 2007 年末需要数を想定した。電話加入数の伸びは需要予測と同じとした。

(e) 携帯電話会社

携帯電話会社は多くの電話ユーザにサービスし、伝送路のトラフィックも多い。本来、伝送路は MPTC が建設し事業者に貸すことになっているが、経済的制約から MPTC が建設できないので、携帯電話会社に独自のネットワークを構築することを許可している。携帯電話会社は独自のネットワークを建設しているが、MPTC に信頼性の高い光ファイバー伝送路を作ってもらい使用したいと要望している。

将来的には携帯電話会社の長距離伝送路は、MPTC のネットワークに吸収されると想定されているが、建設したのがここ 1、2 年のことであり、今後数年は使用されるものと考えられる。このため、今回の予測の中では携帯電話会社使用分は見込まない。

一方、東西光伝送路については、道路拡幅工事に伴うケーブル切断事故が多発した。故障修理に長時間要したことで顧客対応の不備から、MPTC の電話加入者の中には解約した

ものがあり、以降 MPTC は加入数が伸びないという問題を抱えている。MPTC がシエムリアップに光ファイバー伝送路を構築し交換機（RSU）を設置したときは、携帯電話業者と提携し、伝送路の相互バックアップを行うことにより、ケーブル切断やその他の故障に備えた。これにより、自社の伝送路故障時に通信が途絶することを防ぐことができ、今回のようなリング構成になっていない伝送路のときは、有効な二重ルート化と考えられる。日本等においては、電話局間伝送路のリング化あるいは二重ルート化は欠かせないものである。この他社との相互バックアップによる二重化については MPTC も積極的であることから、使用予測の中に見込んだ。

主要携帯電話会社が 3 社あり、電話のトラフィックをほぼバックアップできるようにするため、次のように見込んだ。

表 3-2-4 携帯電話会社のバックアップ回線数 （単位：E1）

ルート	MPTC 電話用回線数	バックアップ回線数
北ルート	6	6 （2E1×3社）
南ルート	20	18 （6E1×3社）

b. 専用線

(a) インターネット・サービス・プロバイダー（ISP）

ISP の数及びサービスエリアは拡大している。さらに、大容量の光ファイバー伝送路ができると、ADSL や専用線を使用する高速インターネットサービスが広がると予測される。インターネットサービスを行うためには、電話網からインターネット網へ接続するアクセスポイントが必要になるが、ユーザからアクセスポイントまでの電話料を安くするために各州にアクセスポイントを置くのが一般的である。

高速インターネットでは、1 ユーザ当たり 2Mbps～100Mbps くらいの伝送速度が要求され、それに必要な長距離伝送路の容量は非常に大きいものになる。また、伝送速度の高速化に伴い料金も高くなるので、使えるユーザ数は ISP の料金政策に影響される。既設光ファイバールート沿いに高速インターネットサービスは提供されているもののまだ普及していないことから、各 ISP は光ファイバー伝送路沿いの各州に 1 E1 のアクセスポイントを設けると想定した。また、南ルートでは特にシアヌークビルで大きい需要がでる可能性があることから、プノンペンからシアヌークビルまで同じ伝送速度とし、アクセスポイント間の融通性を高めた。

ISP としては、現在広い地域でサービスを提供しているのは Camnet、ONLINE、Telsurf、CAMINTEL（ISP）の 4 社であるが、Telsurf は MOBITEL の子会社で MOBITEL の回線を使用しているので除き残り 3 社を見込んだ。また、TFI、NATCOM、CAMSHIN が ISP の免許をとったが、まだ全国的なサービスを行っていないので、3 社で 1 社分の需要があると見込んだ。

(b) e-Government (NiDA)

NiDA(National Information Communications Technology Development Authority)がカンボジアの IT 推進機関であり、韓国の協力を得て e-Government 関連プロジェクトを進めている。NiDA はプノンペンで行政機関高速ネットワークの構築を行っているが、2004年には州都に接続し、2005年には郡まで繋ぎ、行政のコンピュータ化、公共サービスの向上を図りたいと考えている。現状の光ファイバー伝送路やマイクロ伝送路は限られた地域で導入されており、全国一斉の実現は難しいと思われるが、可能などころについては順次ネットワーク化される可能性がある。NiDA との打合せの中でも具体的な伝送速度については触れられなかったが、各州都に 2E1 (州都用 1E1、州内の郡用として 1E1) と見込んだ (ただし、基本設計調査時に NiDA に具体的な伝送速度が決まったかどうかを確認する必要がある)。

(c) TV 会社

MPTC の情報によると、チャンネル 3 とチャンネル 5 の 2 社がプノンペンからシェムリアップまで光ファイバー伝送路をリースし、シェムリアップでオンラインの TV 放送サービスを提供する計画をたて、技術的検討をしているとのことである。また、国営 TV 会社の TVK (チャンネル 7) は衛星を使用して全国に発信し、シアヌークビル、シェムリアップ等の地域で受信し、地上波に変換して視聴者に番組を提供している。地方の情報をプノンペンで放送するためには、地方からビデオテープをプノンペンに配達しており、即時性の必要なニュースがすぐに放送できていない。光ファイバー伝送路ができれば、ビデオテープの配達に替えて光ファイバー伝送路を使用したいと強い意欲を示している。

算出は、TV 1 システム (チャンネル) 当たり 4E1 (8Mbps) で、1 社当たり 2 システム (TV 放送用と情報転送用)、2 社を見込んだ。

$$\text{TV 会社用必要回線数} = 4E1 \times 2 \times 2 = 16E1$$

なお、コンボンチャム、タケオはプノンペンの TV 放送のカバー地域であることから TV 回線は必要ない。一方、シアヌークビルはカバー地域外であることから、シアヌークビルに TV 回線需要を見込んだ。

(d) 一般専用線

企業等で使用する専用回線であり、企業ネットワーク構築に使用され、銀行等多くの支店を持ちデータの転送が多いところを使う。プノンペンでは数社が使用しており、多国籍企業の進出が進めば増えてゆく可能性がある。考えられるシステムとして、銀行システム、港湾物流システム、税関システム、株式市場システム、外資企業をはじめとする企業内通信網がある。総務省予測及び MPTC 意見を参考に、シアヌークビル～プノンペン間は 20E1、コンボンチャム～プノンペン間は半分の 10E1 と見込んだ。

以上を合計すると、表 3-2-5 のとおりである。

表 3-2-5 伝送路使用予測

(単位 1回線)

Sihanouk Ville	Veal Renh		Kampot		Shuuk		Takeo		Takmau		Phnom Penh		Skum		Prey Totung		Kampong Cham	
Terminal	South	North	South	North	South	North	South	North	South	North	South	North	South	North	South	North	Terminal	
MPTC (固定電話)																		
	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
	1	1																
	3	3	3	3														
	3	3	3	3	3	3	3	3										
									4	4								
											4	4	4	4	4	4	4	
													1	1	1	1	1	
															1	1	1	
CAMINTEL (固定電話)																		
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
					2	2	2	2	2	2	2	2						
									2	2	2	2						
													3	3	3	3	3	
MOBITEL (携帯電話 相互バックアップ)																		
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
													2	2	2	2	2	
SAMART (携帯電話 相互バックアップ)																		
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
													2	2	2	2	2	
SHINAWATRA (携帯電話 相互バックアップ)																		
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
													2	2	2	2	2	
Camnet (SP)																		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
													1	1	1	1	1	
ONLINE (SP)																		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
													1	1	1	1	1	
CAMINTEL (SP)																		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
													1	1	1	1	1	
TFI,NATCOM,CAMSHIN (SP)																		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
													1	1	1	1	1	
e-Government(NiDA)																		
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
					2	2	2	2	2	2	2	2						
									2	2	2	2						
										2	2							
													2	2	2	2	2	
TV companies																		
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						
Leased line																		
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20						
													10	10	10	10	10	
Total																		
	95	95	94	94	95	95	95	95	96	96	102	102	29	29	30	30	31	31

表 3-2-5 をまとめると次のようになる。

表 3-2-6 光ファイバー伝送路使用予測

(単位：E1(2Mbps)回線)

区 間	予測容量	内 訳	記 事
コンポンチャム～ プノンペン	31	固定電話：15 ISP：4 e-Government：2 専用線：10	STM-1(63E1)以下になり、この 区間だけで考えると STM-1 シ ステムでよい。
プノンペン～ シアヌークビル	102	固定電話：42 ISP：16 e-Government：8 TV：16 専用線：20	STM-1(63E1)以上になり、 STM-4 システムが必要。

コンポンチャム - プノンペンは距離が短いことから、この区間だけでは STM-1 で間に合う。MPTC はコンポンチャムからラオス国境及びシェムリアップまで延長することを考慮しており、その場合に必要な STM-4 システムを要請している。

なお、STM-1 は 1 台 6 百万円、STM-4 は 8 百万円程度である。

(2) 中継伝送路

a. 中継伝送路ネットワーク構成

中継ネットワーク構成は図 3-2-5 のとおりである。

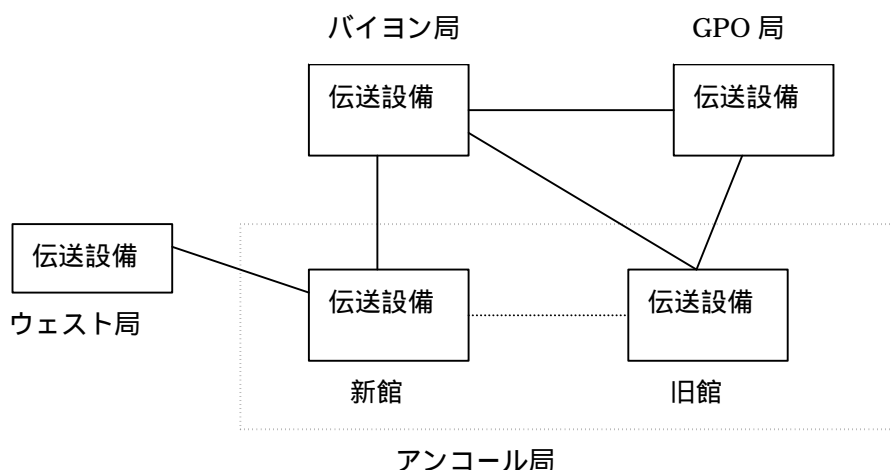


図 3-2-5 中継ネットワークの構成

b. 他社ネットワークとの接続

バイヨンとアンコール局は、MPTC と他社ネットワークをつなぐ関門交換局（ゲートウェイ）となっており、携帯及び国際回線が接続されている(図 3-2-6 参照)。バイヨン、GPO、アンコール局には、他社固定電話、携帯電話会社に加え、ISP 及び企業が収容され、専用線によりバイヨン局経由で国際バックボーンに接続されている。また一部はアンコール局から光ファイバ経由で地方に延びている。

このように、中継ネットワークには、電話のトラフィックに加え、ISP のインターネット回線と企業の専用線の需要がのっている。

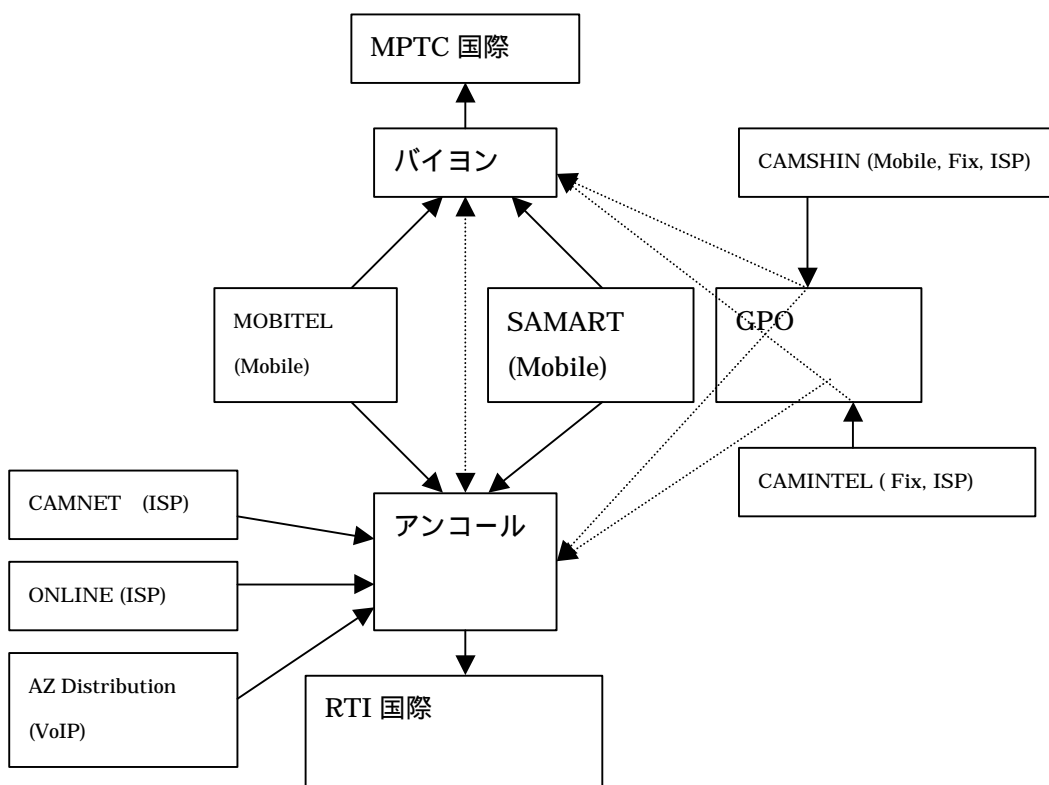


図 3-2-6 他社ネットワークの接続

ユーザから電話局までのアクセス回線

- ➡ ユーザが MPTC の専用線を使い、必要な局につないでいる。
- 1 . Mobitel と SAMART はバイヨンとアンコール局に直接回線を持っている。
- 2 . CAMSHIN と CAMINTEL は GPO から MPTC の専用線でバイヨンとアンコール局にのびている。
- 3 . CAMNET 等はアンコール局から専用線でバイヨン局につなぎ、バイヨン局から国際衛星回線使用でインターネット・バックボーンに接続する。

c. 回線使用状況

回線の使用状況は表 3-2-7 のとおりである。

表 3-2-7 回線使用状況 (単位：E1)

番号	区 間	電話 (MPTC)	電話等 (MPTC 以外の 固定・携帯等)	専用線 (ISR 社 内網)	合計(現在 使用量)
	バイオン～アンコール (新)	30	4(VoIP)	8	42
	バイオン～アンコール (旧)	12			12
	バイオン～GPO	19	24	3	46
	アンコール～GPO	16	18		34
	アンコール～ウェスト	23		1	24

d. 回線使用予測

利用種別ごとの使用の伸びについては、次のように予測した。

(1)電話 (MPTC)

MPTC の電話トラフィックの伸びについては、本プロジェクトの固定電話の伸び (2002 年から 2010 年は 1.65 倍) をベースにて、1.65 (倍増加分 0.65 倍) とする。また、バイオン局からタクマオ局まで無線で 4 E1 が接続されているが、南北光伝送路構築に合わせて、タクマオ～アンコール～バイオン局に変更する予定であるので、アンコール～バイオン局に 4 E1 加える。国際回線については、本プロジェクトによるアンコール～バイオン局間国際電話回線の増分 (コンボンチャム～プノンペン間、シアヌークビル～プノンペン間各 E1 回線) と MPTC が現在の国際衛星回線を東西光ファイバー経由に移行したいと考えているのでその分 3E1 を加える。

(2)電話等 (MPTC 以外の固定・携帯等) (等には固定、携帯会社のインターネット含む)

携帯電話の伸びは電話ユーザの伸びから 2.36 倍 (増加分 1.36 倍)。

GPO からバイオンとアンコール局に延びている CAMSHIN、CAMINTEL の回線は携帯、固定、インターネットがのっているので 2 倍 (増加分 1 倍) とした。

VoIP は申込みが 8E1 だったが、回線容量から 4 E1 しか新設できていないことを考慮し差分をのせる (VoIP の動向及び必要回線数については、基本設計調査時に確認する必要がある)。

(3) 専用線 (ISP、社内網)

ISP 用回線については、インターネット加入数がここ 3 年毎年 1.2～1.5 倍増えているので、1.2 倍が 8 年間 (2002 から 2010) 続くと考えると加入数は 4.3 倍になるが、

回線数の伸びは大群効果で加入数の伸びより低くなるので、その分を考慮し3倍（増加分2倍）とした。社内網の伸びについてはデータがないが、ISP用と同じくデータ回線なので、同じく3倍（増加分2倍）とした。

これより、表3-2-8の使用予測が得られた。

表3-2-8 区間別回線利用予測 (単位：E1)

番号	区間	現在 使用量	電話増 (MPTC)	電話等増 (MPTC以 外の固定・携 帯等)	専用線増 (ISP、 社内網)	合計	既設 容量
	パイオン～ アンコール(新)	42	19+4+ 5	4(VoIP)	16	90	42
	パイオン～ アンコール(旧)	12	8			20	16
	パイオン～GPO	46	12	24	6	88	64
	アンコール～ GPO	34	10	18		62	42
	アンコール～ ウェスト	24	15		2	41	42

表に既設容量をのせたが、これより、アンコール-ウェスト局間を除いては、増設の必要があることがわかる。

3-2-3 収益性

(1) プロジェクトの収支見込み

プロジェクトの収支見込みを表に示す。

表3-2-9 プロジェクトの収支見込み (単位：百万円)

収 入		支 出	
電話料収入	132	保守運営費	139
専用線収入	265	人件費	2
		顧客サービス、マーケティング費	20
合計	397	合計	161

記事：要請の交換機容量 4,700 加入、伝送路使用予測のそれぞれ 31E1、102E1 回線が使用された時点の収支見込み（実施5年目）。

ドルから円への換算は換算レート 120 円 / ドルを使用。

電話料収入は1加入者の電話支払額を算定し、それに需要数を乗じて算出した。1加入者の電話支払額は2002年の実績が、シムリアップで2,640円(22ドル)/月、バタンパンで1,800円(15ドル)/月であったことから、地域の類似性からシアヌークビルを2,640円(22ドル)/月、それ以外の地域を1,800円(15ドル)/月として、加重平均値2,340円(19.5ドル)/月を求め使用した。

専用線収入は伝送路使用予測で求めた専用線使用数に専用線料金を乗じて算出した。E1(2Mbps)回線の使用料は、距離が100kmまでは217,080円(1,809ドル)/月、200kmまでは317,520円(2,646ドル)/月である。

保守運営費は、概算事業費(4-2 概算事業費参照)の7%と見込んだ。人件費はMPTCが50人の雇用を見込んでいることから、それ見合いの人件費を見込んだ。顧客サービス、マーケティング費は、顧客を獲得して行くにはサービスの改善、広報が必要なことから収入の5%を見込んだ。

(2) プロジェクトの収益性

本プロジェクトの収益性をみるため、財務分析をFIRR(財務的内部収益率)に基づいて行った(表3-2-10)。収益性は高いとは言えないが、ソフトローンを活用すれば実施できる可能性はある。代表的なソフトローンの金利は、世銀(WB)が0.75%、ADBが1%である。

表 3-2-10 収益性の検討

ケース	内 容	FIRR
基本ケース	プロジェクトコスト(初期投資額)1,992百万円 収入は電話収入と専用線収入 経費は保守運営費、人件費、顧客サービス費 比較期間:13年 (算出については、表3-2-11参照)	5.2%
感度分析	プロジェクトコストが10%増加した場合	2.9%
感度分析	収入が10%減少した場合	2.7%

注:カンボジア側負担額が算出されていないため、日本側負担額だけで算出。そのためFIRRはもっと低くなる可能性がある。

本プロジェクトは、人口と産業が集まっている中部地域を対象とすることから、カンボジアの電気通信計画の中でも最も収益性の高い部類に属すると考えられる。

表 3-2-11 FIRR (財務的内部収益率) の計算

(単位 :千円)

年	支出					収入			収支差
	プロジェクト投資額	保守運用費	顧客サービス・マーケティング費	人件費	小計	電話収入	専用線収入	小計	
1	996,206			1,915	998,121				(998,121)
2	996,206	69,734	2,634	1,915	1,070,489	21,996	30,677	52,673	(1,017,817)
3		139,469	11,169	1,915	152,553	94,349	129,023	223,372	70,819
4		139,469	17,154	1,915	158,538	127,343	215,745	343,088	184,549
5		139,469	19,872	1,915	161,256	131,976	265,473	397,449	236,192
6		139,469	20,536	1,915	161,920	131,976	278,746	410,722	248,802
7		139,469	21,233	1,915	162,617	131,976	292,684	424,660	262,043
8		139,469	21,965	1,915	163,349	131,976	307,318	439,294	275,945
9		139,469	22,733	1,915	164,117	131,976	322,684	454,660	290,543
10		139,469	23,540	1,915	164,924	131,976	338,818	470,794	305,870
11		139,469	24,387	1,915	165,771	131,976	355,759	487,735	321,964
12		139,469	25,276	1,915	166,660	131,976	373,547	505,523	338,862
13		139,469	26,210	1,915	167,594	131,976	392,224	524,200	356,606
Total	1,992,412	1,603,892	236,708	24,898	3,857,910	1,431,472	3,302,696	4,734,168	876,258
FIRR=									5.2%

記事： 数値のベースはADBのGMS:East Loop Telecommunications Projectに合わせた。

比較期間：13年うち2年は建設期間

プロジェクト投資額：概算事業費(日本負担分)を使用し、2年で建設工事実施。

保守運用費：投資額の7%。ただし1年遅れ。

顧客サービス・マーケティング費：収入の5%。販売努力が必要のため計上。

人件費：MPTCは50人の保守要員の雇用を考慮しているので、それ見合いの人件費。

電話収入：1回線当たり収入は2,340円(19.5ドル)/月。3年で4700加入分の加入者開通。

専用線収入：1E1回線当たり料金は、100km以下217,080円(1,809ドル)/月、100～200km317,520円(2,646ドル)/月。3年で開通。
6年目以降5%の回線増見込む。