(8) 無停電電源装置（ＣＶＣＦ）

容　量　　：　３ＫＶＡ

6.5.2　実施計画

実施計画の立案に際し、洪水予報システムプロジェクトを大きく２段階に分けた。すなわち洪水予報システムの設備・施設の建設とシステムの開発である。これを実施するに要する全工期は、図６－11に示す通り36ヶ月である。

洪水予報システムの実施に当たって必要となる作業は詳細設計、建設準備、施設の建設、装置の取り付け、運用・維持マニュアルの準備、及び洪水予測計算プログラムの開発等であり、12ヶ月の期間を必要とする。このシステムは完成後運用に供されるが、予報の確実性を得るための開発も行っていく必要がある。

このシステムの開発及び現地担当者への技術指導・訓練に要する期間は24ヶ月である。この開発段階では、洪水予測モデルの検証と修正、現地訓練及び海外研修が必要となってくる。

6.5.3　費用積算

建設費の見積りに当たっては、機材・機器の現地調達性及び価格、建設業者、及び施設の建設に関連するその他の事項等を十分に考慮、評価する。

施設の全建設費は、機材・機器類の購入費、建設・設置、調整、及び技術経費よりなり、さらに10％の予備費及び物価上昇を考慮した予備費３％を加算する。

価格は1987年12月現在を基準とし、外貨交換レートはこの月の10日間の平均レートを用い、 1.0ＵＳドル=25.5バーツ＝ 130円を採用した。

全事業費は2,786,00ＵＳドルで、この内、設備・施設の建設関係に 1,731,000ＵＳドル、そしてシステムの開発に1,055,000ＵＳドル必要である。

施設・機器関係費の内わけを次に示す。

<u>システムの構築</u>

(1) 電気通信　　ＵＳ＄960,360

(表６－14、6-15参照)

(2) 情報管理	203,120
(3) 技術サービス	179,300
－外国人技術者　（4人・月）	
－現地技術者　　（19人・月）	
(4) 洪水予測モデルのプログラミング	
（維持管理・運用マニュアルの準備を含む）	231,000
小　計	US＄1,573,780
(5) 予備費	157,220
合　計	US＄1,731,000

システムの開発

(1) 洪水予測モデルの検証と修正	US＄ 805,200
－外国人技術者　（24人・月）	
－現地技術者　　（12人・月）	
(2) 研　修	154,000
－現場研修	
－海外研修	
小　計	US＄ 959,200
(5) 予備費	95,800
合　計	US＄1,055,000
総　計	US＄2,786,000

6.6　システム維持管理体制

組織構成

洪水予報システムに関わる組織系体について図6－12に示す。これは現在ＲＩＤで洪水予報に関わっている組織体制に基づき、それを発展させた行政組織系体である。これに関連し洪水予報システムを運営し、予測結果の妥当性を判断し洪水時の水防活動を迅速に作動させるため、ＲＩＤ内に洪水予報委員会を設置する。

この委員会のメンバーは、現在の職種、業務上の責任等を考慮して任命する（表6－16参照）。

この委員会及び洪水予報活動を運営、管理する議長は、洪水防御、水防活動等に精通し、さらにＲＩＤ内部の関係部所を調整できるような相応の地位を持った人をあてる。

委員会の事務局員は洪水予報の実務に直接関わってくるので、水文解析、洪水予測問題等にくわしい人が必要である。その他の委員会のメンバーは、次の述べるような洪水予報活動の実施部局に関係している人、又は洪水防御や水防活動に深くかかわっている人が望まれる。

洪水予報システムの維持管理・運用はＲＩＤ内の水文部、維持管理部、通信部、データ処理部、及び地方事務所等の部所で行う。その他の関係機関については、ＭＤ（気象庁）、ＥＧＡＴ（タイ電力公社）、およびＰＡＴ（タイ海運公社）があり、これらの機関よりそれぞれ気象データ、ダム放流量、及び水文データを収集している。

予測結果は、ＥＧＡＴへダムコントロールの参考として配布され、ＢＭＡ（バンコク首都圏庁）とＬＡＤ（地方行政局）へは洪水時の水防活動のために配布される。又これらの機関又は他の関係機関からの洪水予測データに関する問い合わせに対してデータの公開を行う。

役割の分担

洪水予報システムのための役割分担を表6－17に示す。

関係事務所への役割分担はサポーテングレポートに詳細を記してあるが、現在実施している役割に基づいて分担する必要がある。

6.7　プロジェクト評価

洪水予報システム完成によって、チャオピア川の広範囲な流域をカバーする水文データを大量に質良く、しかも正確な方法で収集・処理することが可能になる。その結果、チャオピア川のそれぞれの対象地点における洪水流量及び洪水位を予測でき、その結果に基づき洪水軽減策が打ち出せれる。

2.10節でも述べたように、チャオピア川とその支川で発生した洪水はその流域の動産、不動産、経済活動及び交通に大きな被害を及ぼしてきた。洪水軽減策を打ち出すことによって、これらの被害を確実に減少させることが期待できる。

不動産

建物、道路、鉄道、河川構造物・施設、及び農作物のような不動産に与える被害は洪水期が始まる前に一時的に堤防を嵩揚げしたり、建物やその他の施設を補強したり、さらに又作物の収穫期を早めたりすることによって軽減される。

動　産

家畜や家財のような動産は浸水が始まる前に安全な場所へ移すことによって洪水被害をまぬがれることができる。

経済活動

浸水域内又は周辺部の個人及び事業所は浸水期の間、その経済活動を停止することになる。

しかしながら、事前に洪水の情報を流すことにより、浸水の開始に先だって、経済活動は部分的にそのまま営まれ、損失を軽減することが可能となる。

交　通

浸水区域内で交通が遮断されている間、車や鉄道による人の移動及び貨物の輸送は、道路・鉄道がもとの状態に回復するまで停止状態となるか、又は迂回して他の道を利用するしか方法はない。従って、もし洪水情報が事前に与えられたとすれば、人や貨物は浸水が始まる前に、迂回や停止をしいられることなく通行又は輸送を終えることが可能である。これによって交通遮断による損失を軽減することが可能となる。

表6－1　水位観測所一覧表（第1ステップ）

Code No.	River System	Station Number	Location				Type of Gauge /1	Administration Office /2
			District	Province	Latitude	Longitude		
W-H.1	Wang	W10A	Chae Hon	Lampang	18°31'16"	99°37'52"	V	HyD
W-H.2	Wang	W3A	Thoen	Lampang	17°38'29"	99°14'04"	F	HyD
W-H.3	Wang	W4A	Sam Ngao	Tak	17°12'22"	99°06'08"	F	HyD
W-H.4	Ping	P12	Sam Ngao	Tak	17°14'30"	99°00'45"	F	HyD
W-H.5	Ping	P7A	Muang	Kamphaeng Phet	16°28'38"	99°31'06"	V	HyD
W-H.6	Yom	Y20	Song	Phrae	18°35'03"	100°09'17"	B	HyD
W-H.7	Yom	Y14	Si Satchanalai	Sukhotai	17°35'42"	99°43'08"	V	HyD
W-H.8	Yom	Y4	Muang	Sukhotai	17°00'18"	99°49'31"	V	HyD
W-H.9	Yom	Y17	Sam Ngam	Phichit	16°30'50"	100°12'40"	V	HyD
W-H.10	Nan	N33	Nam Pat	Uttaradit	17°43'05"	100°34'32"	F	HyD
W-H.11	Nan	N12A	Tha Pla	Uttaradit	17°44'10"	100°32'28"	F	HyD
W-H.12	Nan	N27A	Phrom Phiram	Phitsanulok	17°01'54"	100°11'05"	B	HyD
W-H.13	Nan	N5A	Muang	Phitsanulok	16°49'15"	100°15'49"	B	HyD
W-H.14	Nan	N40	Wat Bot	Phitsanulok	17°13'14"	100°21'10"	V	Hyd
W-H.15	Nan	N24	Wang Thong	Phitsanulok	16°50'35"	100°31'20"	B	HyD
W-H.16	Nan	N10A	Taphan Hin	Phichit	16°12'42"	100°25'01"	F	HyD
W-H.17	Pasak	S9	Kaeng Khoi	Saraburi	14°37'33"	101°01'00"	F	HyD
W-H.18	Pasak	S5	Muang	Ayutthaya	14°21'32"	100°35'02"	B	HyD
W-H.19	Sakae Krang	Ct8	Thap Than	Uthai Thani	15°29'30"	99°56'28"	V	HyD
W-H.20	Chao Phraya	C2	Muang	Nakhon Sawan	15°40'15"	100°06'45"	F	HyD
W-H.21	Chao Phraya	C13	Sanphaya	Chai Nat	15°09'57"	100°11'32"	V	HyD
W-H.22	Chao Phraya	C3	Muang	Sing Buri	14°53'44"	100°24'14"	V	HyD
W-H.23	Lop Buri	L2A	Muang	Lop Buri	14°47'37"	100°36'34"	V	HyD
W-H.24	Chao Phraya	C7A	Muang	Angthong	14°35'05"	100°27'12"	V	HyD
W-H.25	Chao Phraya	C29	Bang Sai	Ayutthaya	14°11'33"	100°30'23"	V	HyD
W-H.26	Chao Phraya	C22	Pakred /3	Nonthaburi	13°53'47"	100°29'39"	F	HyD
W-H.27	Chao Phraya	C12	Dasit /4	Bangkok	13°47'14"	100°30'56"	F	HyD
W-H.28	Chao Phraya	C4	Thon Buri	Bangkok	13°44'15"	100°29'55"	F	HyD
W-PAT	Chao Phraya	Fort Phra Chul	Pom Phra Chulachomklao	Bangkok	13°32'50"	100°34'58"	F	PAT
W-M1	Pasak	Lom Sak	Lom Sak	Phetchabun	16°46'25"	101°14'58"	V	MD
W-M2	Pasak	Wichian Buri	Wichian Buri	Phetchabun	15°39'25"	101°06'30"	V	MD

Note: /1 V = Vertical Staff Gauge; F = Recorder, Float Gauge; B = Recorder, Bubble Gauge
/2 HyD = Hydrology Division, RID; PAT = Port Authority of Thailand; MD = Meteorological Department
/3 RID Pakred Office
/4 RID Bangkok Office

表6－2　雨量観測所一覧表（第1ステップ）

Code No.	Location					Type of Gauge /1	Administration Office /2
	River Basin	District	Province	Latitude	Longitude		
R-H.1	Ping	Khlong Lan	Kamphaeng Phet	16°20'03"	99°16'29"	R	HyD
R-H.2	Ping	Khlong Khlung	Kamphaeng Phet	16°04'22"	99°24'18"	R	HyD
R-H.3	Ping	Khanu	Kamphaeng Phet	15°54'10"	99°28'45"	R	HyD
R-H.4	Sakae Krang	Lat Yao	Nakhon Sawan	15°47'01"	99°40'55"	NR	Hyd
R-H.5	Sakae Krang	Lat Yao	Nakhon Sawan	15°38'23"	99°32'20"	R	HyD
R-H.6	Sakae Krang	Lam Sak	Uthai Thani	15°31'38"	99°28'10"	R	HyD
R-H.7	Yom	Song	Phrae	18°35'03"	100°09'17"	R	HyD
R-H.8	Yom	Satchanalai	Sukhotai	17°35'42"	99°43'08"	R	HyD
R-H.9	Nan	Tha Pla	Uttaradit	17°44'10"	100°32'28"	R	HyD
R-H.10	Nan	Muang	Phitsanulok	16°49'15"	100°15'52"	R	HyD
R-H.11	Nan	Wang Thong	Phitsanulok	16°50'35"	100°31'20"	R	HyD
R-H.12	Ping/Yom/Nan	Muang	Nakhon Sawan	15°40'15"	100°06'45"	NR	HyD
R-O.1	Wang	Muang	Lampang	18°26'16"	99°38'04"	R	RO
R-O.2	Nan	Muang	Uttaradit	17°37'38"	100°06'33"	NR	RO
R-O.3	Nan	Phrom Phiram	Phitsanulok	17°02'50"	100°10'52"	NR	RO
R-O.4	Pasak	Khlong Phrieo	Saraburi	14°31'34"	100°56'08"	NR	RO
R-M.1	Wang	Muang	Lampang	18°17'23"	99°30'27"	R	MD
R-M.2	Wang	Thoen	Lampang	17°36'39"	99°13'08"	R	MD
R-M.3	Ping	Sam Ngae	Tak	17°14'30"	99°03'45"	R	MD
R-M.4	Ping	Muang	Tak	16°52'50"	99°07'36"	R	MD
R-M.5	Ping	Muang	Kamphaeng Phet	16°28'56"	99°31'26"	NR	MD
R-M.6	Yom	Song	Phrae	18°28'06"	100°11'11"	NR	MD
R-M.7	Yom	Muang	Phrae	18°08'44"	100°08'42"	R	MD
R-M.8	Yom	Muang	Sukhothai	17°00'21"	99°49'36"	NR	MD
R-M.9	Yom	Sam Ngam	Phichit	16°30'25"	100°12'23"	NR	MD
R-M.10	Nan	Muang	Uttaradit	17°37'32"	100°05'57"	R	MD
R-M.11	Nan	Muang	Phitsanulok	16°49'24"	100°15'45"	R	MD
R-M.12	Nan	Taphan Hin	Phichit	16°12'44"	100° 25'23"	NR	MD
R-M.13	Pasak	Lom Sak	Phetchabun	16°46'42"	101°14'45"	NR	MD
R-M.14	Pasak	Muang	Phetchabun	16°25'00"	101°09'35"	R	MD
R-M.15	Pasak	Nong Phai	Phetchabun	15°59'13"	101°03'53"	NR	MD
R-M.16	Pasak	Wichianburi	Phetchabun	15°39'20"	101°06'37"	R	MD
R-M.17	Pasak	Bua Chum	Lop Buri	15°15'50"	101°11'00"	R	MD
R-M.18	Pasak	Chai Badam	Lop Buri	15°02'12"	101°08'11"	NR	MD

Note: /1 R = Recording Raingauge; NR = Non-Recording Raingauge
/2 HyD = Hydrology Division, RID; RO = Regional Office, RID; MD = Meteorological Department

表6－3　水位監視、検証用水位観測所（第1ステップ）

River System	Monitor and Calibration Items	Station Code No.	Location
Ping	Discharge	W-H.5	Kamphaeng Phet (P7A)
Wang	Discharge	W-H.2	Thoen (W3A)
Wang	Discharge	W-H.3	Wang Khrai (W4A)
Yom	Discharge	W-H.7	Si Satchanalai (Y14)
Yom	Discharge	W-H.8	Sukhotai (Y4)
Yom	Discharge	W-H.9	Sam Ngam (Y17)
Nan	Discharge	W-H.12	Lower Naresuan Dam (N27A)
Nan	Discharge	W-H.13	Phitsanulok (N5A)
Nan	Discharge	W-H.16	Thaphan Hin (N10A)
Sakae Krang	Discharge	W-H.19	Thap Than (Ct8)
Pasak	Discharge	W-M.2	Wichian Buri
Pasak	Discharge	W-H.17	Saraburi (S9)
Pasak	Water Level	W-H.18	Ayutthaya (S5)
Chao Phraya	Discharge/Water Level	W-H.20	Nakhon Sawan (C2)
Chao Phraya	Discharge/Water Level	W-H.21	Lower Chao Phraya Dam Dam (C13)
Chao Phraya	Discharge/Water Level	W-H.22	Sing Buri (C3)
Lop Buri	Discharge/Water Level	W-H.23	Lop Buri (L2A)
Chao Phraya	Discharge/Water Level	W-H.24	Angthong (C7A)
Chao Phraya	Discharge/Water Level	W-H.25	Bang Sai (C29)
Chao Phraya	Water Level	W-H.26	Pakred (C22)
Chao Phraya	Water Level	W-H.27	RID Bangkok Office
Chao Phraya	Water Level	W-H.28	Memorial Bridge
Chao Phraya	Water Level	W-PAT /1	Fort Phra Chul (Gulf)

Note: /1 The observed water level is also used to predict the tidal level in the Gulf of Thailand.

表6－4　境界条件入力用水位観測所（第1ステップ）

Item of Prediction		Applied Gauging Station		
Prediction Time	Target Point	River System	Station Code No.	Location
Short	Bangkok Metropolis	(1) Chao Phraya	W-H25	Bang Sai (C29)
Short	Ayutthaya	(1) Chao Phraya	W-H21	Lower Chao Phraya Dam (C13)
		(2) Pasak	W-M2	Wichian Buri
Short	Chai Nat, Sing Buri, Lop Buri and Angthong	(1) Ping	W-H5	Kamphaeng Phet (P7A)
		(2) Yom	W-H9	Sam Ngam (Y17)
		(3) Nan	W-H16	Thaphan Hin (N10A)
Short	Nakhon Sawan	(1) Ping	W-H4	Lower Bhumibol Dam (P12)
		(2) Wang	W-H3	Wang Khrai (W4A)
		(3) Yom	W-H9	Sam Ngam (Y17)
		(4) Nan	W-H13	Phitsanulok (N5A)
		(5) Nan	W-H15	Kehk River (N24)
Long	All Target Points	(1) Ping	W-H4	Lower Bhumibol Dam (P12)
		(2) Wang	W-H1	Lower Kiu Lom Dam (W10A)
		(3) Yom	W-H6	Ngao Sak (Y20)
		(4) Nan	W-H11	Lower Sirikit Dam (N12A)
		(5) Nan	W-H10	Nan Pat River (N33)

表6－5　流域流出予測計算用雨量観測所（第1ステップ）

Objective Basin		Applied Gauging Station		
Basin Code No. /1	River System	Station Code No. /Location	Station Code No. /Location	Station Code No. /Location
BS-2	Wang	R-O.1/Lampang	R-M.1/Lampang	R-M.2/Thoen
BS-3	Wang/ Ping	R-M.3/Sam Ngam	R-M.4/Tak	R-M.5/Kamphaeng Phet
BS-4	Ping	R-M.5/Kamphaeng Phet R-H.1/Khlong Lan	R-H.2/Khlong Klung	R-H.12/Nakhon Sawan
BS-5	Yom	R-M.7/Phrae	R-H.8/Satchanalai	R-M.6/Song
BS-6	Yom	R-H.8/Satchanalai	R-M.8/Sukhothai	
BS-8	Nan	R-H.9/Tha Pla R-H.10/Phitsanulok (R-M.11/ Phitsanulok) /2	R-O.2/Uttaradit (R-M.8/ Uttaradit) /2	R-O.3/Phrom Phiram
BS-9	Nan	R-H.11/Wang Thong	R-H.10/Phitsanulok (R-M/11/Phitsanulok)	
BS-10	Nan/ Yom	R-M.8/Sukhotai R-M.9/Sam Ngam	R-M.12/Taphan Hin	R-H.12/Nakhon Sawan
BS-11	Sakae Krang	R-H.3/Khanu R-H.4/Lat Yao	R-H.5/Lat Yao	R-H.6/Lan Sak
BS-12	Tha Pla Pai	R-H.12/Nakhon Sawan		
BS-13	Pasak	R-M.10/Lom Sak	R-M.11/Phetchabun	R-M.12/Nong Phai
BS-14	Pasak	R-M.13/Wichian Buri R-M.14/Bua Chun	R-M.15/Chai Badam	R-O.4/Khlong Phrieo

Note: /1 Step 1 Flood Forecasting System does not cover the upper reaches of Bhumibol and Sirikit dams which correspond to Basin Code Nos. 1 and 7.

/2 Gauging station in parenthesis is applied as secondary station to supplement lacking data of the main station.

表6－6　各代替案費用、中継地点数、通信データ量の比較（第1ステップ）

Comparison Item	Case 1	Case 2	Case 3
Construction Cost and O&M Cost (US$103)	1,048	1,036	1,029
- Construction Cost	935	948	960
- O&M Cost for 10 years	113	88	69
Repeating Point	2	1	0
Communication Volume (Transmitted Data Volume/Day) /1	104	74	41

Note: /1 One unit of communication volume is one hydrological data transmitted from one place to another, i.e., from hydrological observation station to project office, from project office to regional office, etc.

表6－7　管理対象データ（第1ステップ）

Classification	Data
(1) Data for Flood Forecasting Calculation	
	° Rainfall data
	° Water level, discharge, tide
	° Discharge from main water control structures
(2) Data for Flood Control Plan	
	° Meteorological data (atmospheric depression, wind velocity, etc.)
	° Flood inundation data (inundation area, depth and duration)
	° Flood damage data (house, household effects, public facilities, agricultural products, etc.)
	° Topographic map, land use map, etc.
	° River cross-section, longitudinal profile, etc.
	° Design features of water control structures and operation rule
	° Land subsidence

表6－8　コンピュータ・ハードウェア仕様（第1ステップ）

1.	Engineering Work Station	
1.1	Central Processing Unit (CPU)	1 set
	Type/Size	32 bit central processor
	Capacity/Memory	5 MB main memory minimum
1.2	CRT Graphic Display/Keyboard	1 set
	Type/Size	19 inches diagonal, 16 kinds of color
	Resolution	24 lines x 80 characters per line;
2.	Data Storage Equipment	
2.1	Hard Disk Drive	1 set
	Type/Size	Winchester Type
	Format Capacity	100 MB
2.2	Magnetic Tape Drive	1 set
	Type/Size	High-Speed, Single Density, Inter-Block Cap 0.60 inches
	Format Capacity	100 MB
3.	Printer	1 set
	Type/Size	Line Printer, 132 characters/line
	Capacity/Speed	600 LPM (Line Per Minute)
4.	Video Projector	1 set
	Size	100 inches
	Resolution	RGB in-out 100 lines, 25 lines x 80 characters/line

表6－9　コンピュータ・ソストウェア仕様（第1ステップ）

(1) OPERATING SYSTEM/SOFTWARE

1. Virtual storage/memory operating system
2. Interactive operating system
3. Multiple jobs
4. Data management system (DMS)
5. Automatic Data Compaction
6. Automatic Print Spooling
7. Background Processing
8. Multiple Language (FORTRAN, C, Assembler, etc.)
9. Data base
10. Spread sheet
11. Graphics
12. Security System

(2) UTILITY

1. Backup
2. Sort, Merge, Select
3. Copy
4. Tapecopy
5. Display
6. Data entry/Control
7. Create File
8. Editor
9. Security
10. etc.

(3) APPLICATION PROGRAM

1. Hydrological and flood information data bases
2. Statistic analysis
   (probable rainfall and probable flood)
3. Correlation analysis
   (rainfall-rainfall, rainfall-water level and water level-water level)
4. Discharge rating curve
5. Flood prediction model
6. Runoff analysis
7. River information display model /1
   (rainfall condition, water level condition and dam data)

Note: Above specification should be modified in detailed design.
/1: Item 7 is prepared at the stage of Step 2.

表6－10　情報伝達（第1ステップ）

Agencies for Data Dissemination	Items for Dissemination	Flood Prediction Point
BMA	Hourly Water Stage	Memorial Bridge, RID Samsen, RID Pakred
LAD	Daily Water Stage	Nakhon Sawan, Chai Nat, Singburi, Lop Buri, Angthong, Ayutthaya
EGAT	Daily Water Stage	Nakhon Sawan, Chai Nat
	Hourly Water Stage	Memorial Bridge, RID Samsen, RID Pakred
RID (Regional and Project Office)	Daily Water Stage	Ang Thong and Ayutthaya

表6－11　洪水予測地点年最大予測流量（第1ステップ）

Target Point	Year	Observed		Predicted 6 Days in Advance	
		m^3/s	Date	m^3/s	Date
Nakhon Sawan	1978	3,540	Oct. 07	3,228	Oct. 08
Chai Nat	1978	3,741	Oct. 11	3,408	Oct. 11
Angthong	1978	2,550	Oct. 10	2,693	Oct. 12
Nakhon Sawan	1980	4,320	Oct. 09	4,580	Oct. 09
Chai Nat	1980	3,795	Oct. 10	3,796	Oct. 10
Angthong	1980	3,115	Oct. 15	3,011	Oct. 11
Nakhon Sawan	1983	2,290	Oct. 23	2,348	Oct. 24
Chai Nat	1983	3,290	Oct. 25	3,139	Oct. 27
Angthong	1983	2,482	Oct. 24	2,477	Oct. 28

表6－12　感潮区間月最大予測潮位（第1ステップ）

Observation/ Prediction Date /1	Objective Point		Observed		Predicted 6 Days in Advance	
	Location Name	Distance from River Mouth (km)	Water Level (m. MSL)	Time	Water Level (m. MSL)	Time
Oct. 21 1978	Bangkok Port	27	1.73	10:00	1.52	11:00
	Satha Pradit	40	1.77	10:00	1.47	11:00
	Memorial Bridge	48	1.89	10:00	1.86	10:00
	RID Samsen	54	2.03	12:00	1.83	11:00
	Pakred	70	2.15	12:00	1.88	12:00
Oct. 27 1980	Bangkok Port	27	1.77	09:00	1.69	10:00
	Satha Pradit	40	Data Missing		1.65	11:00
	Memorial Bridge	48	1.92	10:00	2.06	10:00
	RID Samsen	54	2.01	10:00	2.00	11:00
	Pakred	70	2.21	11:00	2.30	12:00
Oct. 31 1983	Bangkok Port	27	1.97	15:00	1.72	16:00
	Satha Pradit	40	1.87	16:00	1.60	17:00
	Memorial Bridge	48	1.82	16:00	1.97	16:00
	RID Samsen	54	1.94	17:00	1.73	17:00
	Pakred	70	2.05	18:00	1.90	19:00

Note: /1 Date of observation of annual maximum discharge at Bang Sai.

表6－13 洪水到達時間（第1ステップ）

(1) Downstream Point	(2) Upstream Point	(3) Flood Year	(4) Date of Qmax Predicted at (2)	(5) Date of Qmax Observed at (2)	(6) Date of Qmax Observed at (1)	(7) Concentra-tion time (5)-(4) (day)	(8) Traveling Time (6)-(5) (day)	(9) Flood Lag Time (6)-(4) (day)
Nakhon Sawan (Sta. W-H.20)	Sta. W-H.5 Ping River	1978	29 Sep	02 Oct	07 Oct	3	5	8
		1980	02 Oct	04 Oct	10 Oct	2	6	8
		1983	15 Oct /1	20 Oct	23 Oct	5	3	8
	Sta. W-H.7 Yom River	1978	23 Sep	26 Sep	07 Oct	3	11	14
		1980	07 Sep	08 Sep	10 Oct	1	31	32
		1983	04 Oct	06 Oct	23 Oct	2	18	20
	Sta. W-H.13 Nan River	1978	23 Sep	25 Sep	07 Oct	2	12	14
		1980	07 Sep	09 Sep	10 Oct	2	31	33
		1983	05 Oct	07 Oct	23 Oct	2	16	18
Chai Nat (Sta. W-H.21)	Sta. W-H.14 Sakae Krang River	1978	06 Oct	-	11 Oct	-	-	5
		1980	06 Oct /1	-	12 Oct	-	-	6
		1983	18 Oct /1	-	25 Oct	-	-	7
Ayutthaya (1) (Sta. W-H.17	Sta. W-H.17 Pasak River	1978	30 Sep	03 Oct	03 Oct	3	0	3
		1980	01 Oct	05 Oct	05 Oct	4	0	4
		1983	10 Oct /1	14 Oct	14 Oct	4	0	4
Ayutthaya (2) (Sta. W-H.18)	Sta. W-H.21 (Chai Nat Dam) Chao Phraya River	1978	-	11 Oct	17 Oct /2	-	6	6
		1980	-	13 Oct	28 Oct /2	-	15	15
		1983	-	25 Oct	01 Nov /2	-	7	7
Bang Sai (Sta. W-H.24)	Sta. W-H.21 (Chai Nat Dam) Chao Phraya River	1978	-	11 Oct	27 Oct	-	16	16
		1980	-	13 Oct	01 Nov	-	20	20
		1930	-	25 Oct	05 Nov	-	11	11

Note: /1 Date of the maximum one day rainfall is substituted.
/2 Date of the predicted discharge is substituted.

表6－14　電気通信、情報管理施設費用一覧（第1ステップ）

Cost Item	Quantity	Unit Cost	Amount (US$)
Telecommunication Facilities			
HF Radio Station			
With Housing	30	26,020	780,600
VHF Radio Station			
With Housing	4	24,540	98,160
Without Housing	4	20,400	81,600
Total			960,360
Data Management Facilities			
Equipment			202,390
Mini-Computer with CRT Display	1 set		49,170
Hard Disk Drive	1 set		24,640
Magnetic Tape Drive	1 set		12,320
Line Printer	1 set		49,170
Operating System	1 set		12,320
Video Projector	1 set		36,950
CVCF	1 set		12,320
Spare Parts and Accessories	1 set		5,500
Installation and Adjustment of Equipment	L.S.		250
Miscellaneous Cost	L.S.		230
Total			202,870

表6－15　電気通信施設単価（第1ステップ）

Cost Item	Unit Cost (US$)
HF Radio Station	
Equipment	
HF Radio Equipment (3-15 MHz; 100W)	2,340
Antenna, Mast and Materials	7,400
Engine Generator	3,200
Spare Parts and Accessories	240
Installation and Adjustment of Equipment	4,300
Miscellaneous Cost	4,380
Sub Total	21,860
Station Housing	
Material and Installation	3,440
Miscellaneous Cost	720
Sub Total	4,160
Grand Total	26,020
VHF Radio Station	
Equipment	
VHF Radio Equipment (150 MHz; 10W)	2,900
Antenna, Mast and Materials	7,500
AC Power Supply Unit	700
Engine Generator	1,200
Spare Parts and Accessories	400
Installation and Adjustment of Equipment	4,300
Miscellaneous Cost	3,400
Sub Total	20,400
Station Housing	
Material and Installation	3,440
Miscellaneous	700
Sub Total	4,140
Grand Total	24,540

表6－16　ＲＩＤ内洪水予報委員会（第１ステップ）

	Position in RID	Position in Committee	Existing Related Activity
1.	Deputy Director General for O&M	Chairman	Management of the O&M Division and Regional Offices
2.	Director of Hydrology Division	Member and Secretary	Hydrological observation and analysis of main natural stream of Chao Phraya River.
3.	Director of O&M Division	Member	Management of water flow control
4.	Director of Communications Division	- do -	Telecommunication service
5.	Director of Data Processing Division	- do -	Data compilation by computer
6.	Director of Project Planning Division	- do -	Monitoring and evaluation of projects in RID for future project planning.
7.	Director of Design Division	- do -	Design of riparian structures for flood protection.
8.	Directors of Regional Offices (Nos. 7 and 8) /1	- do -	Flood fighting for agricultural areas.

Note: /1 Directors of Regional Offices shall serve as members upon instructions of the Chairman in accordance with predicted flood area and scale.

表6－17　チャオピア川洪水予報システム運用のためのＲＩＤ担当業務

Office	Existing Related Activity	Required Activity
Hydrology Division	Hydrological data observation and storage to study and analyze hydrological phenomena in the Chao Phraya River; repair of gauging facilities	Hydrological data observation /1; collection of hydro-meteorological information; flood prediction; basic data collection for formulation of flood control including flood forecasting; and inspection of gauging stations /2
O&M Division	Public response regarding flood and water flow control of Chao Phraya River	Public response regarding predicted flood data
Communications Division	Communication services for RID offices and other related agencies by radio and telephone including repair and maintenance	Hydrological data transmission /3 ; dissemination of predicted data; maintenance of tele-communication facilities /4
Data Processing Division	Processing and compilation of RID's data by computer	Data input and compilation by computer; and maintenance of computer facilities.
Regional Offices	Hydrological data observation	Hydrological data observation /1

Note: Administrative affairs and training are performed by all the divisions of RID mentioned above for their respective personnel.

/1 Presently executed by the Hydrology Division and Regional Offices of RID, MD and PAT.

/2 Periodical special inspection of gauging stations under Regional Offices are executed by the Hydrology Division, since there are only a few gauging stations in Regional Offices: one recording raingauge and three non-recording raingauges.

/3 All related hydrological data including those of RID, MD, PAT and EGAT are transmitted by this division.

/4 Maintenance of new telecommunication facilities to be installed in RID, MD, BMA, EGAT, LAD and PAT are carried out by the Communications Division.

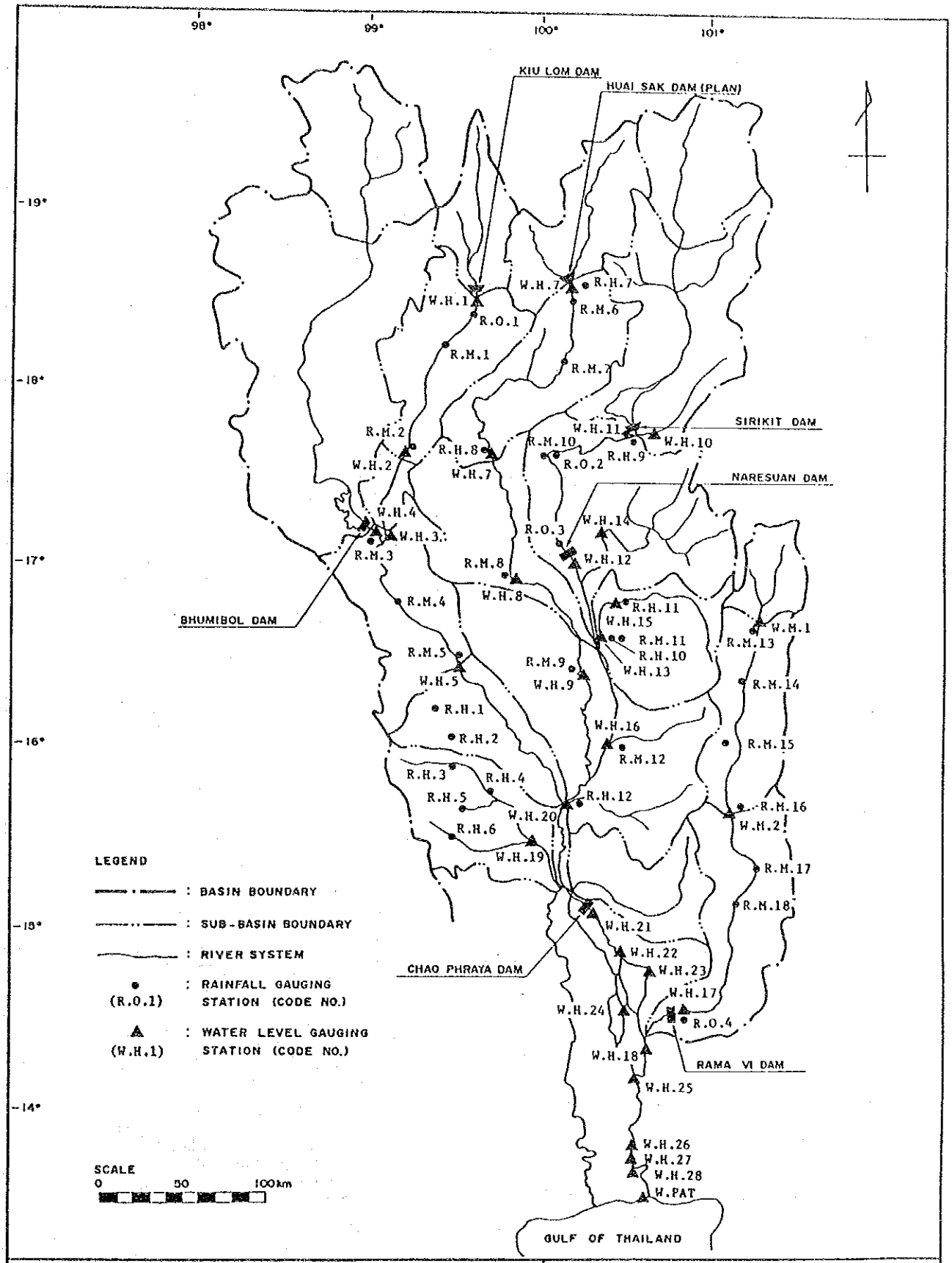


図6－1　水文観測所（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

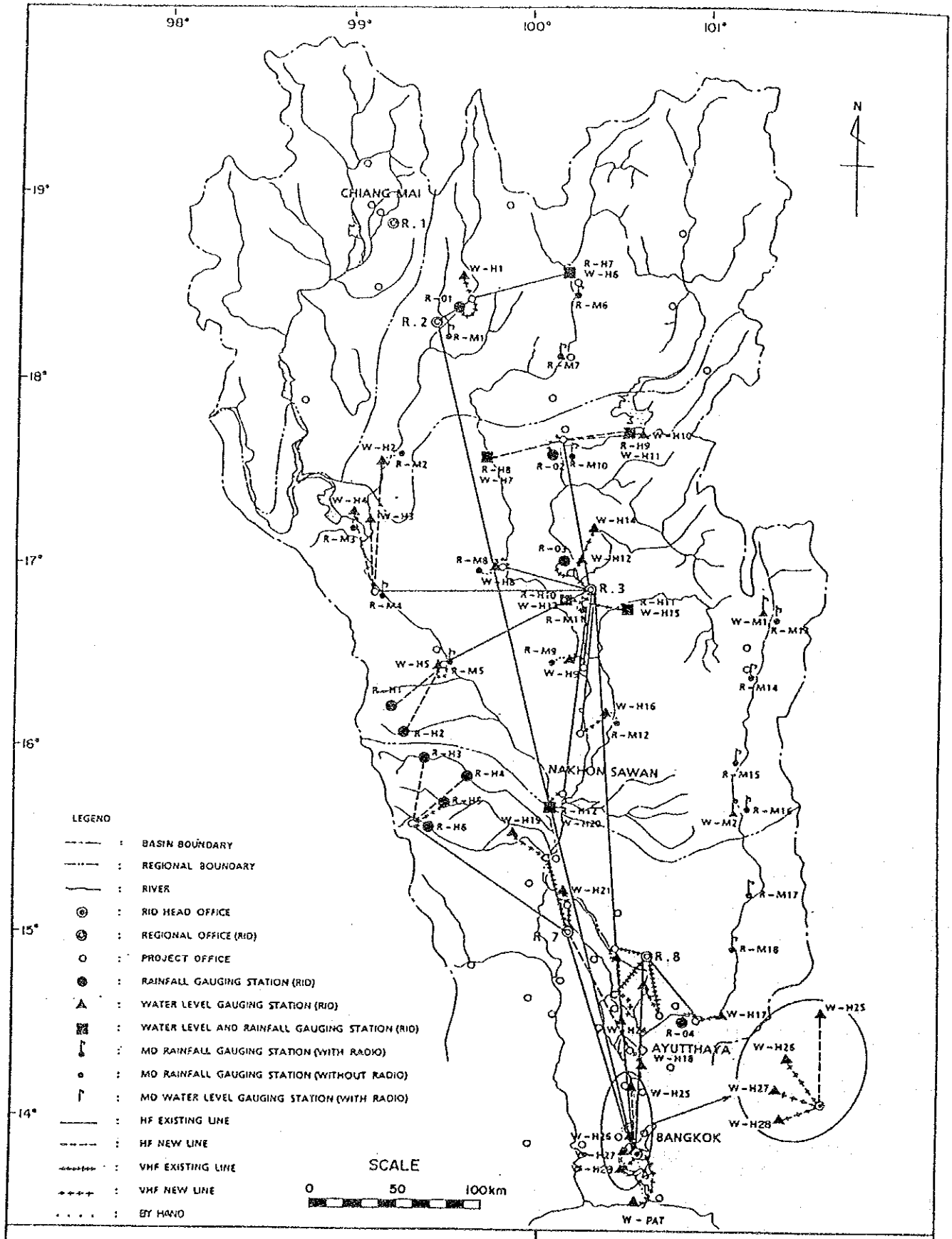


図6－2 (1/3) 電気通信網（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

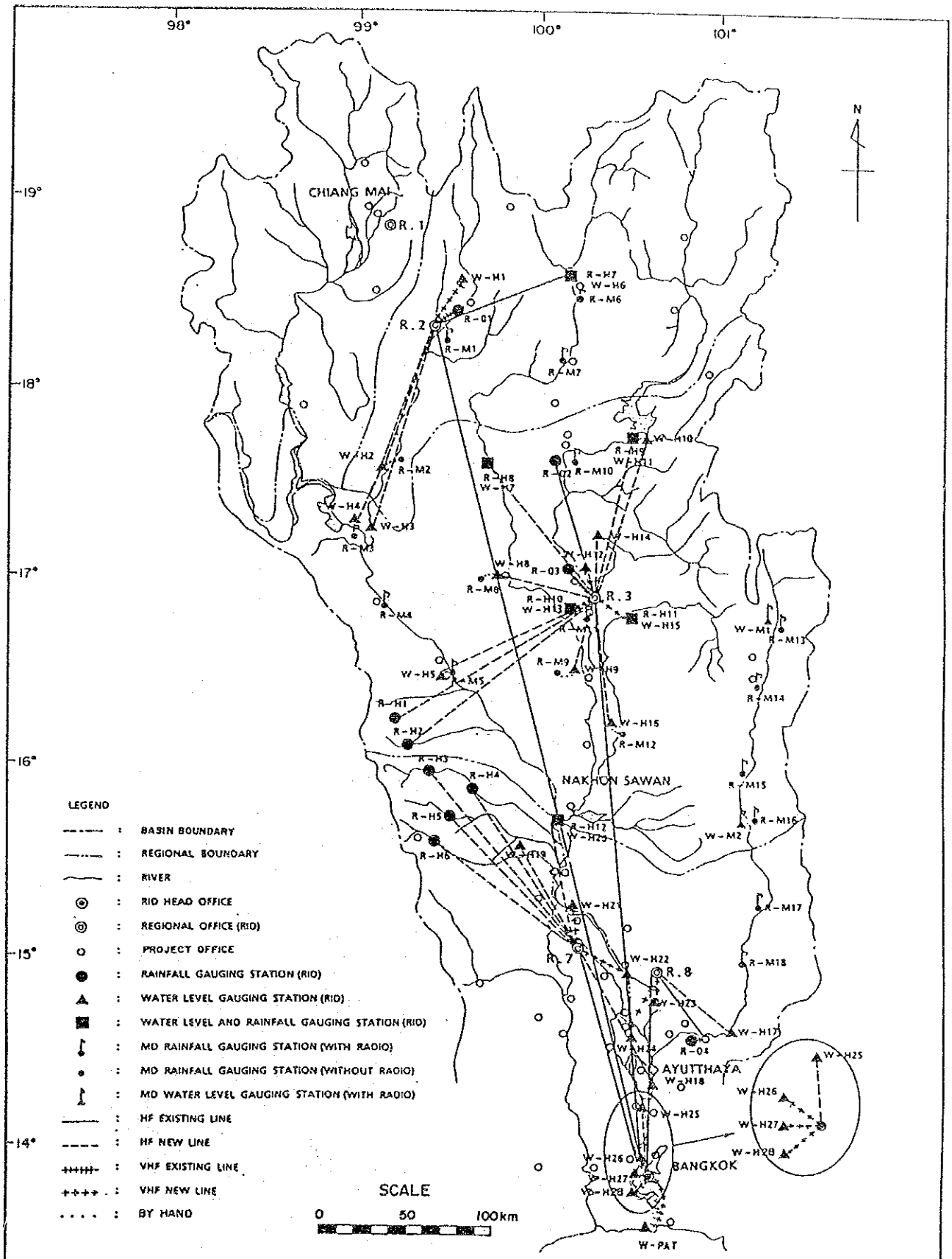


図6－2 (2/3) 電気通信網（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

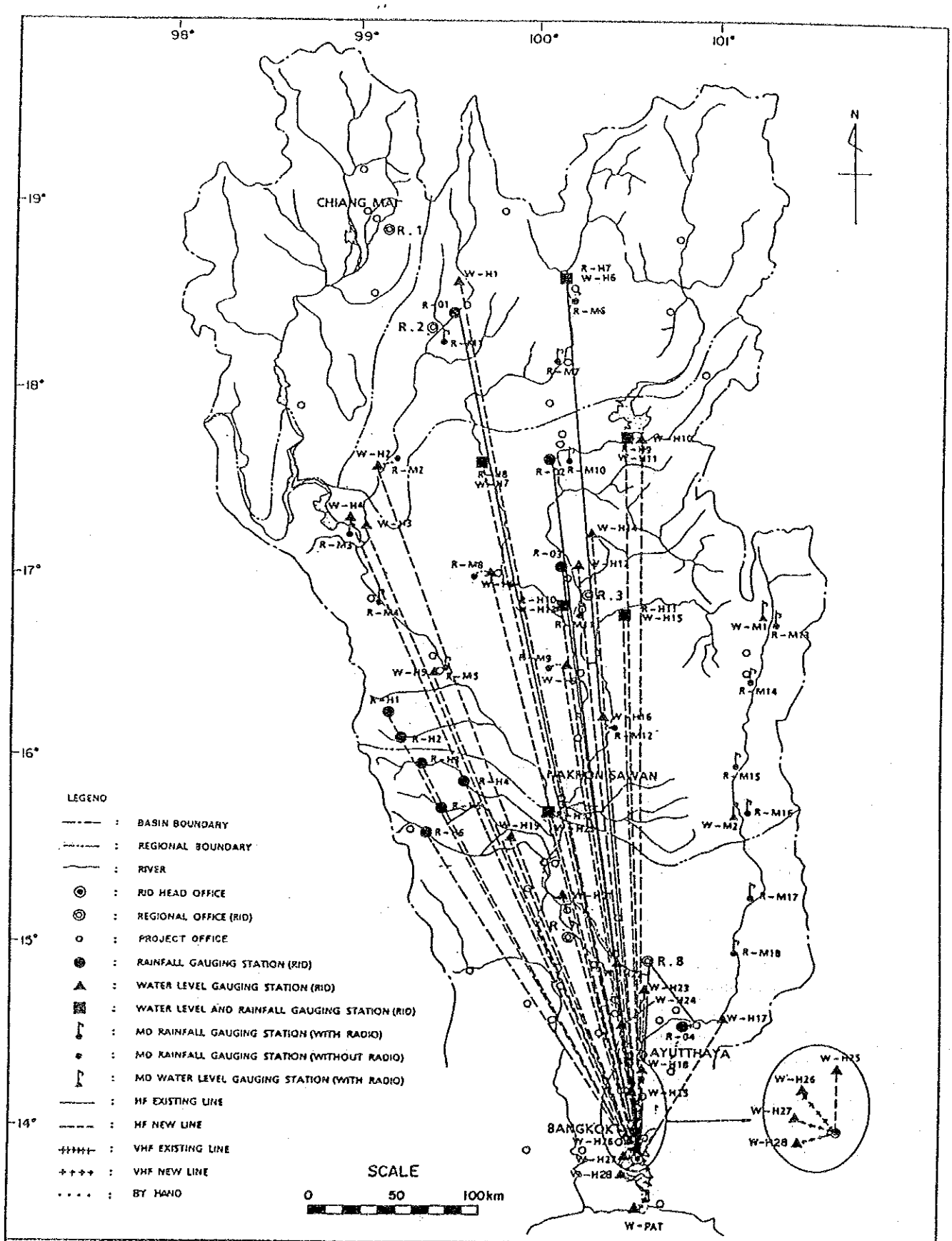


図6－2 (3/3) 電気通信網（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

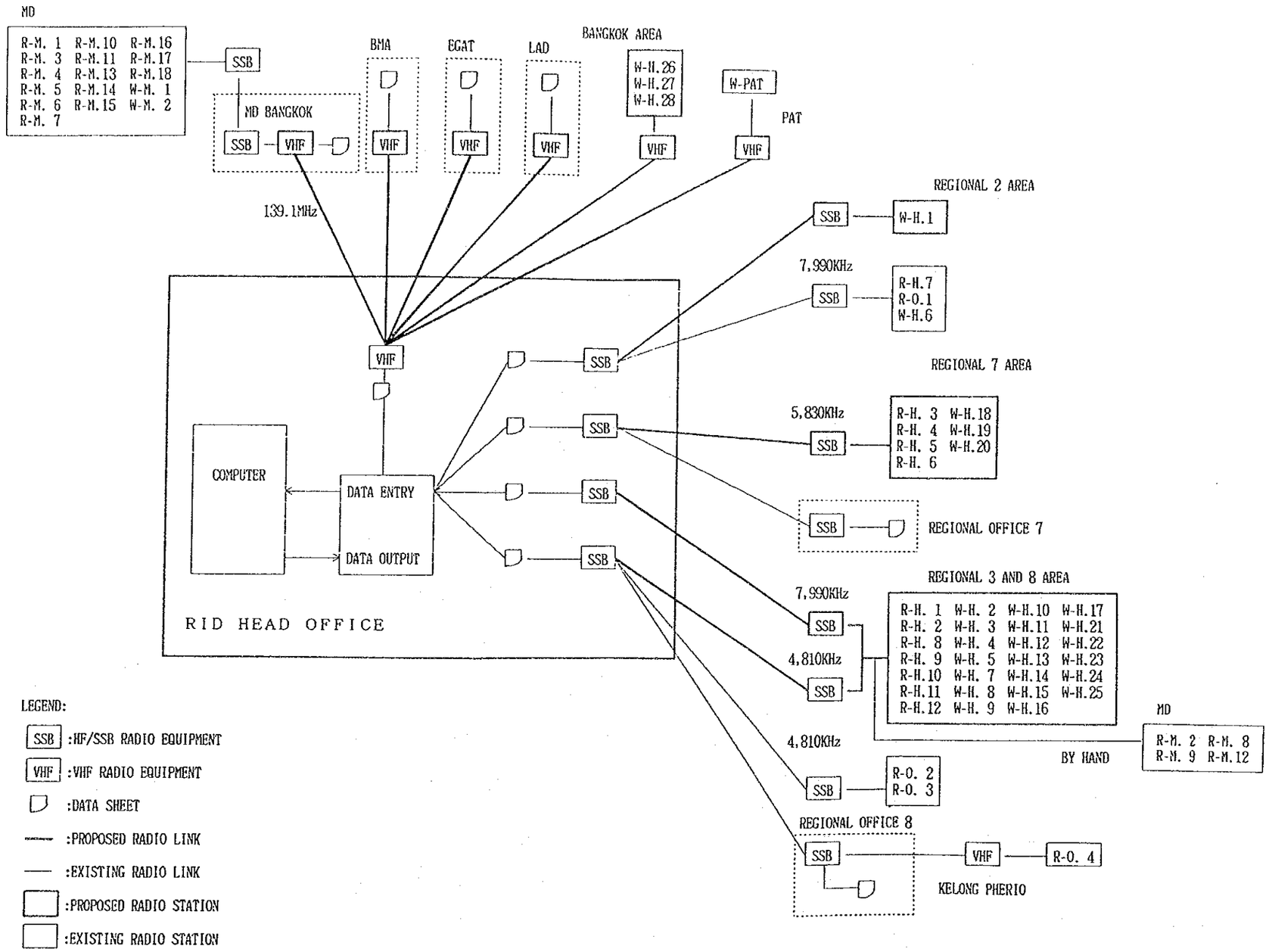


図6－3　電気通信網模式図（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

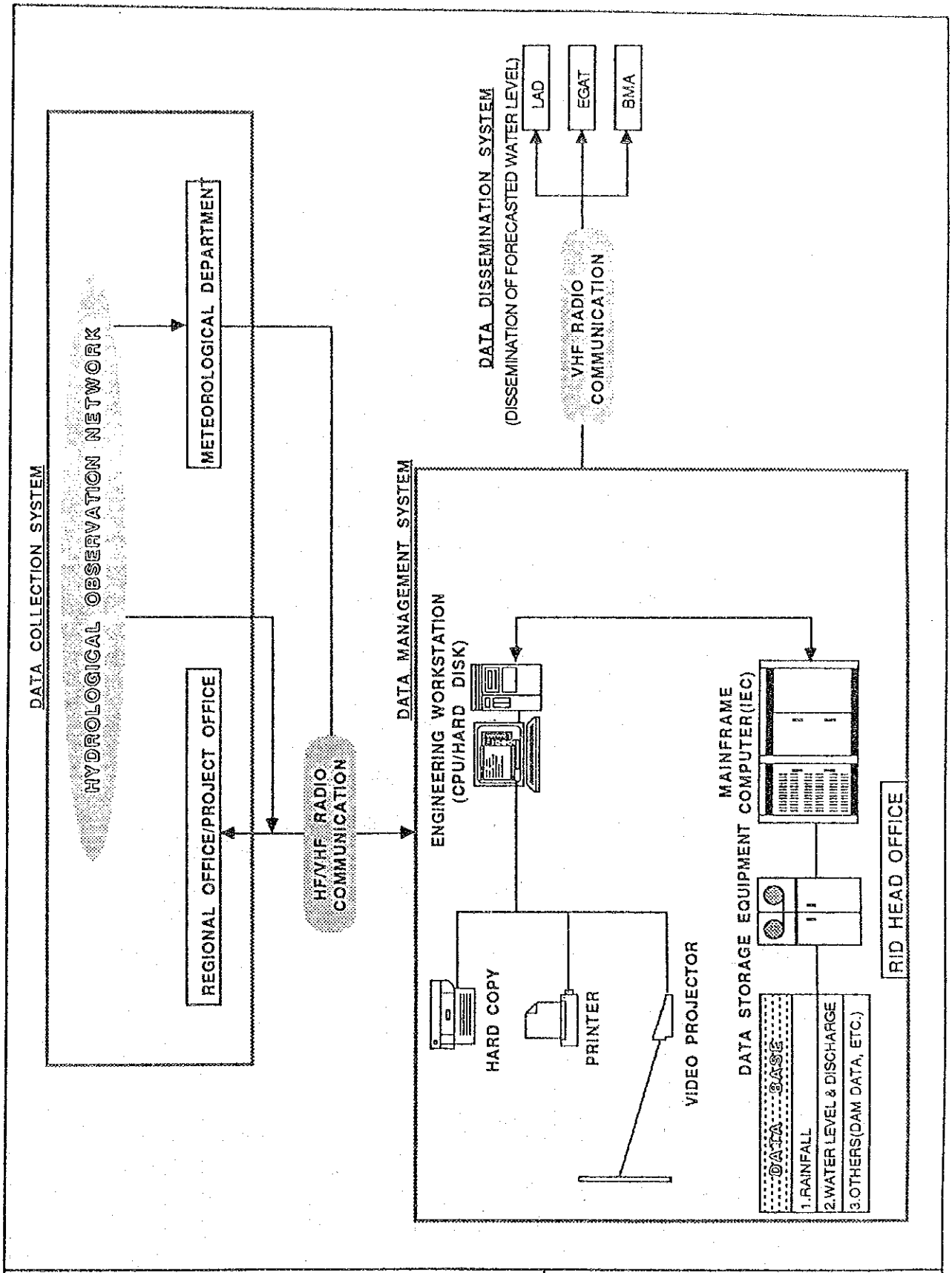


図6－4　情報管理システムの模式図
（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

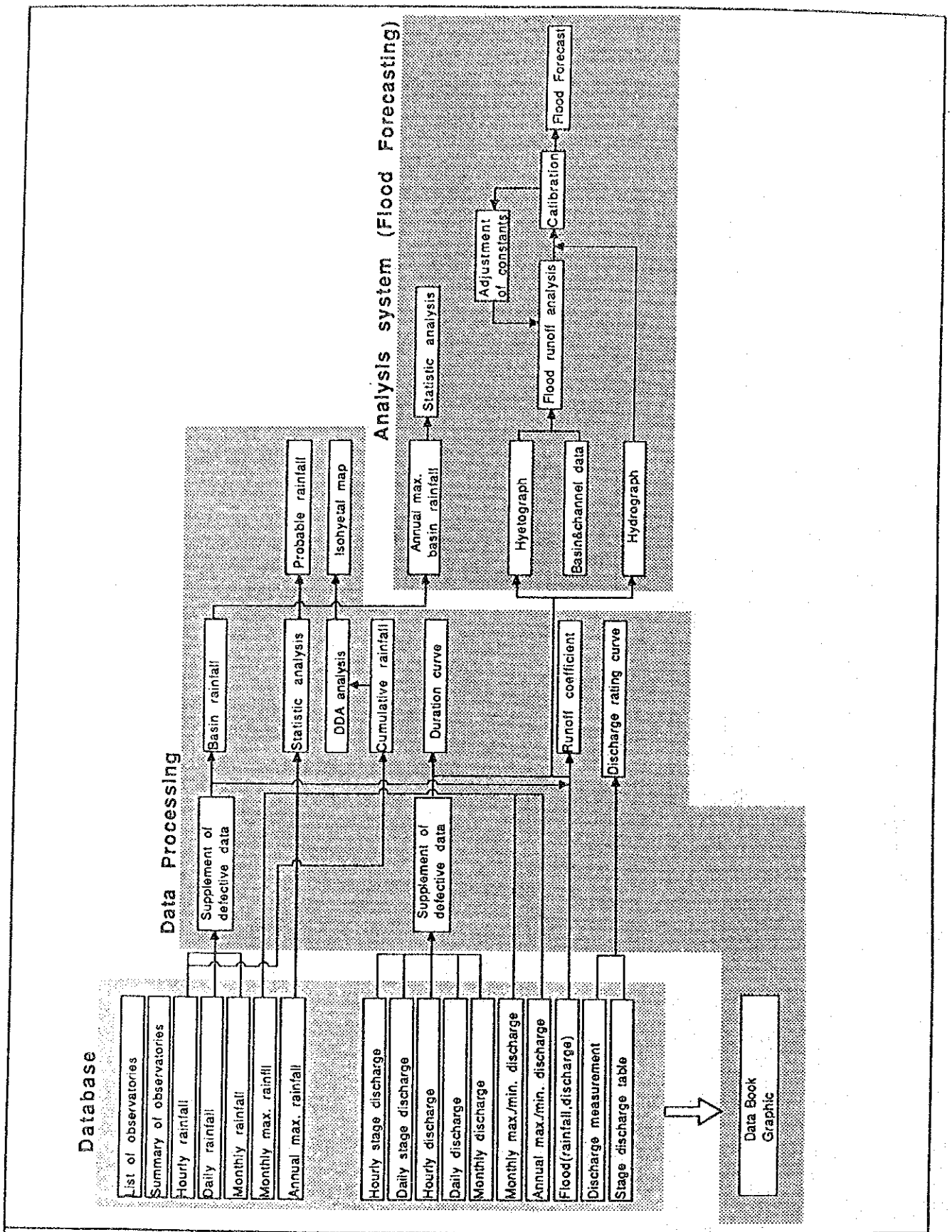
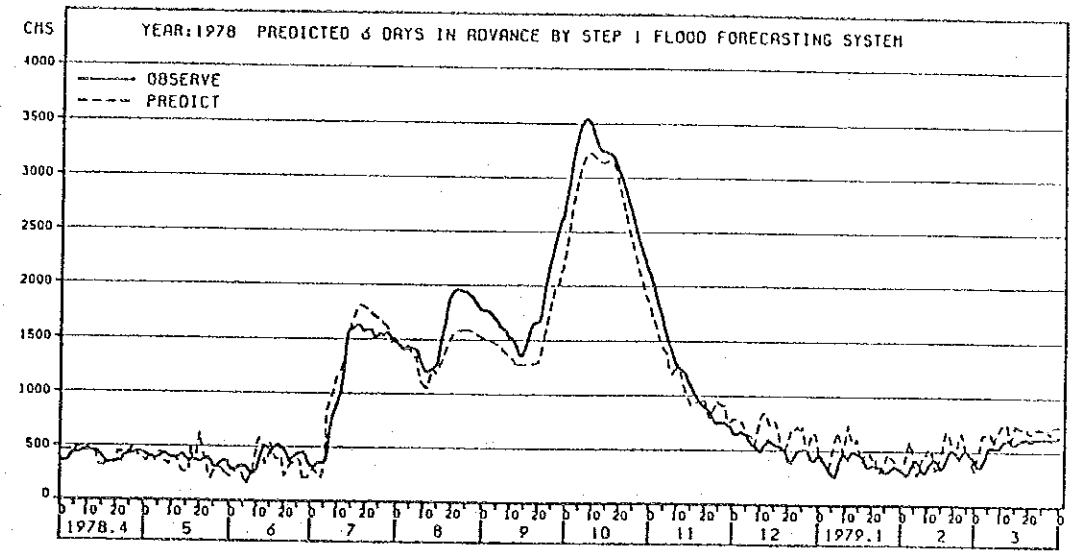
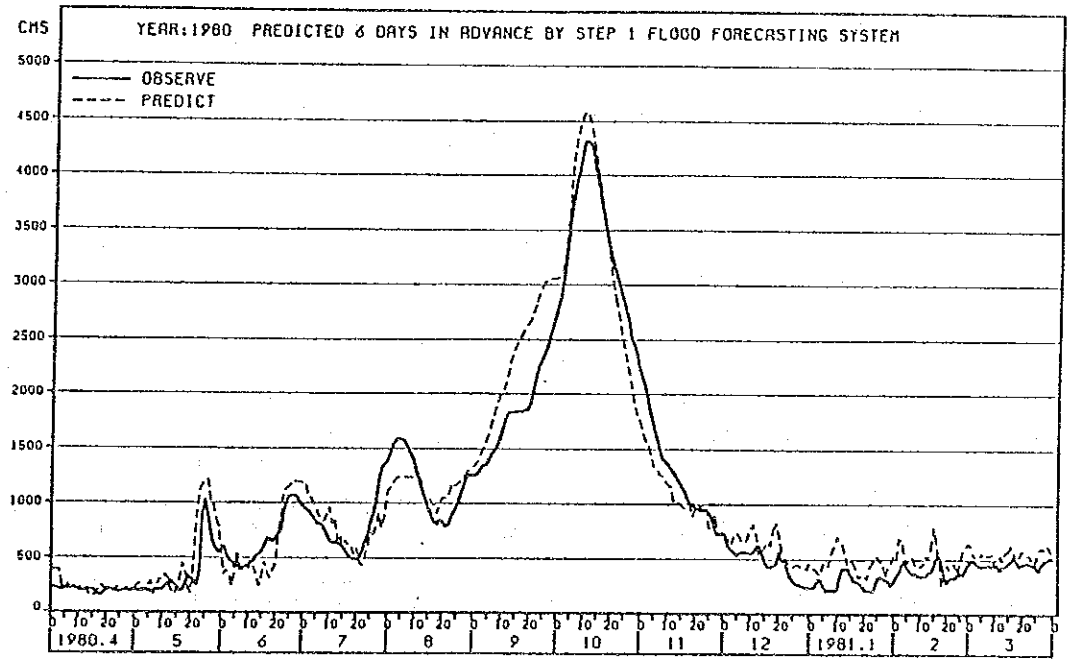


図6－5　情報解析システムのフローチャート
(第1ステップ)

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





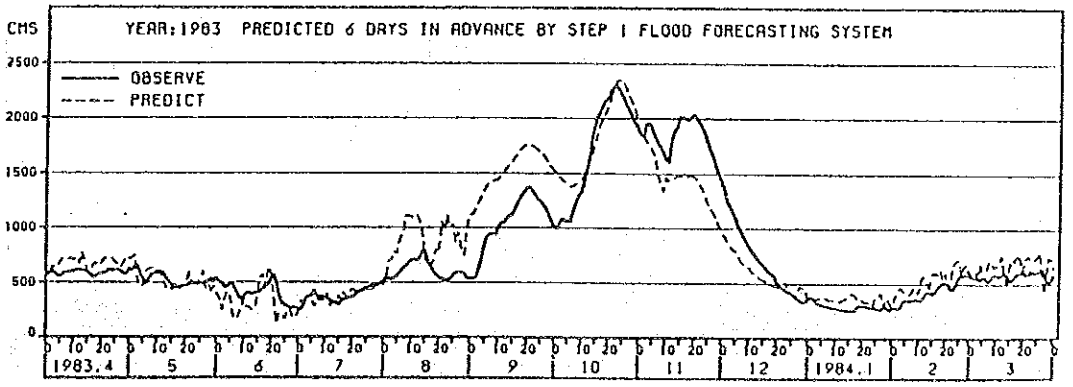
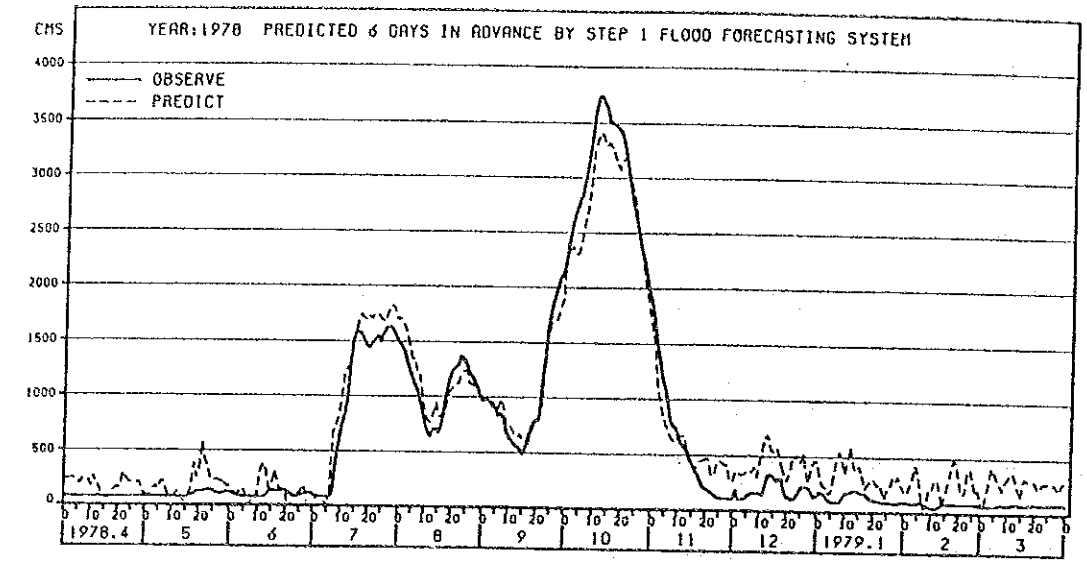
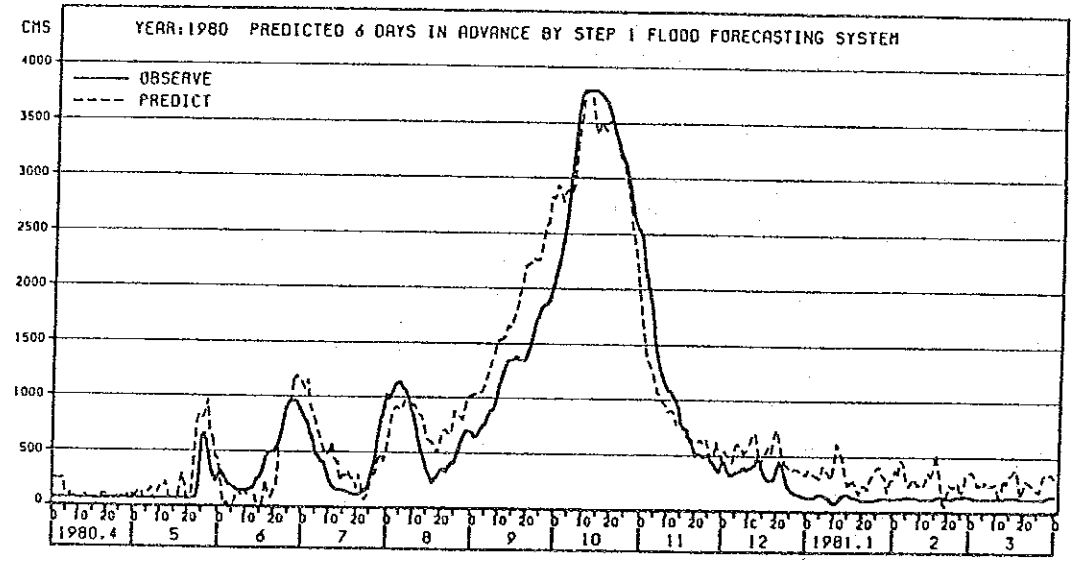


図6－6 (1/3) ナコンサワン地点の6日前予測流出ハイドログラフ（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





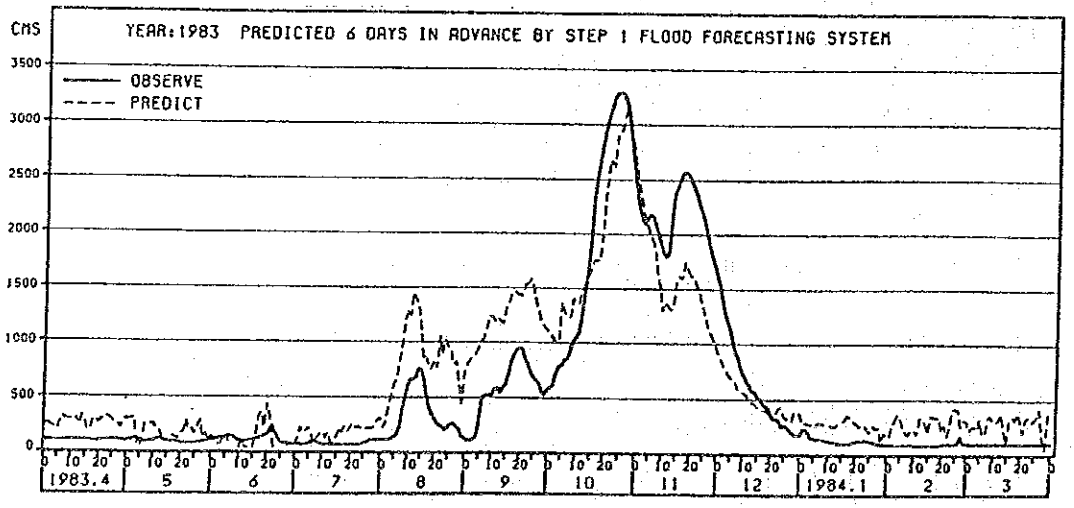
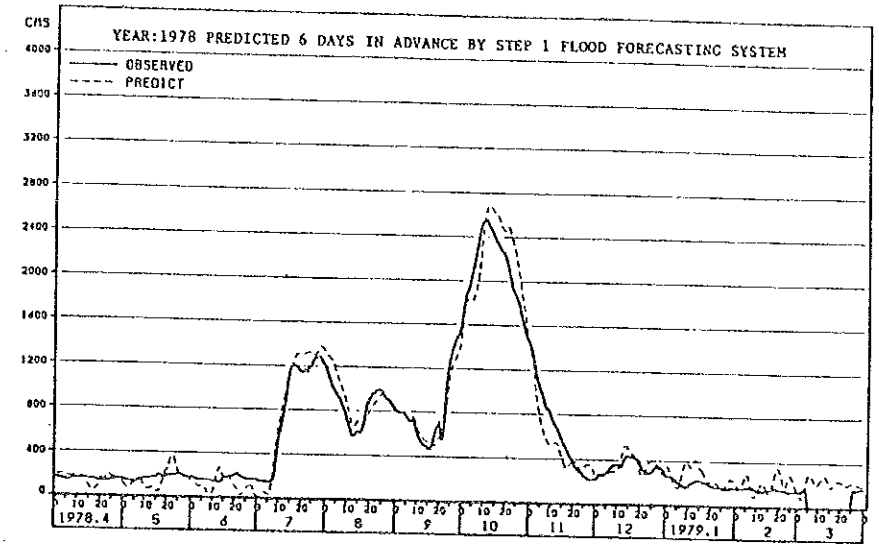
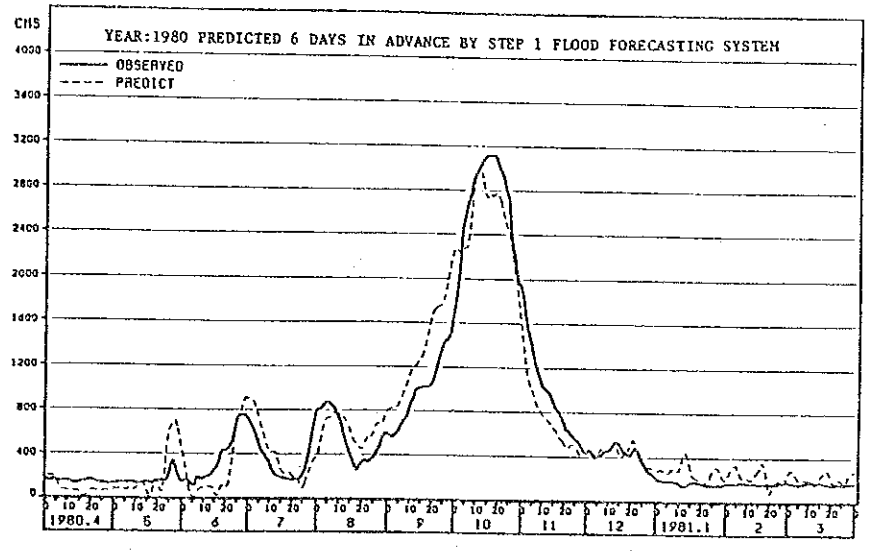


図6－6 (2/3) ナコンサワン地点の6日前予測流出ハイドログラフ（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





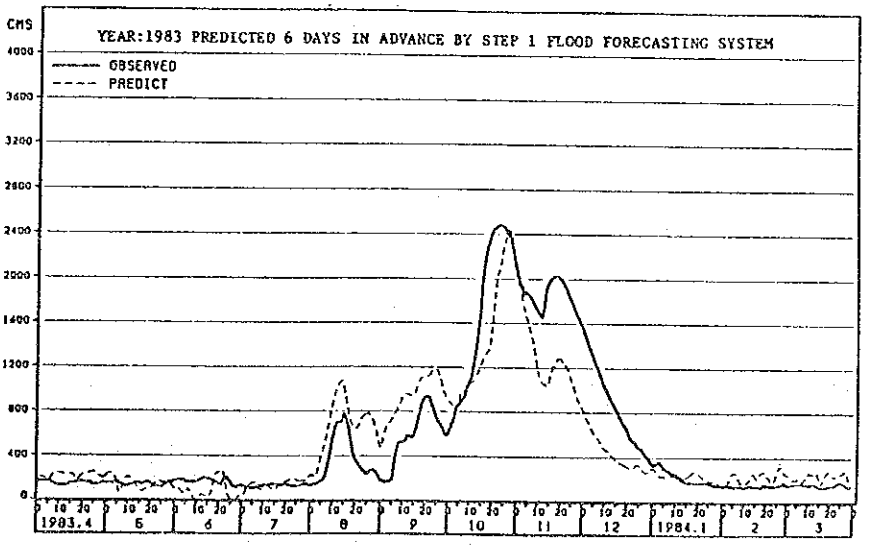


図6－6 (3/3) ナコンサワン地点の6日前予測流出ハイドログラフ（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

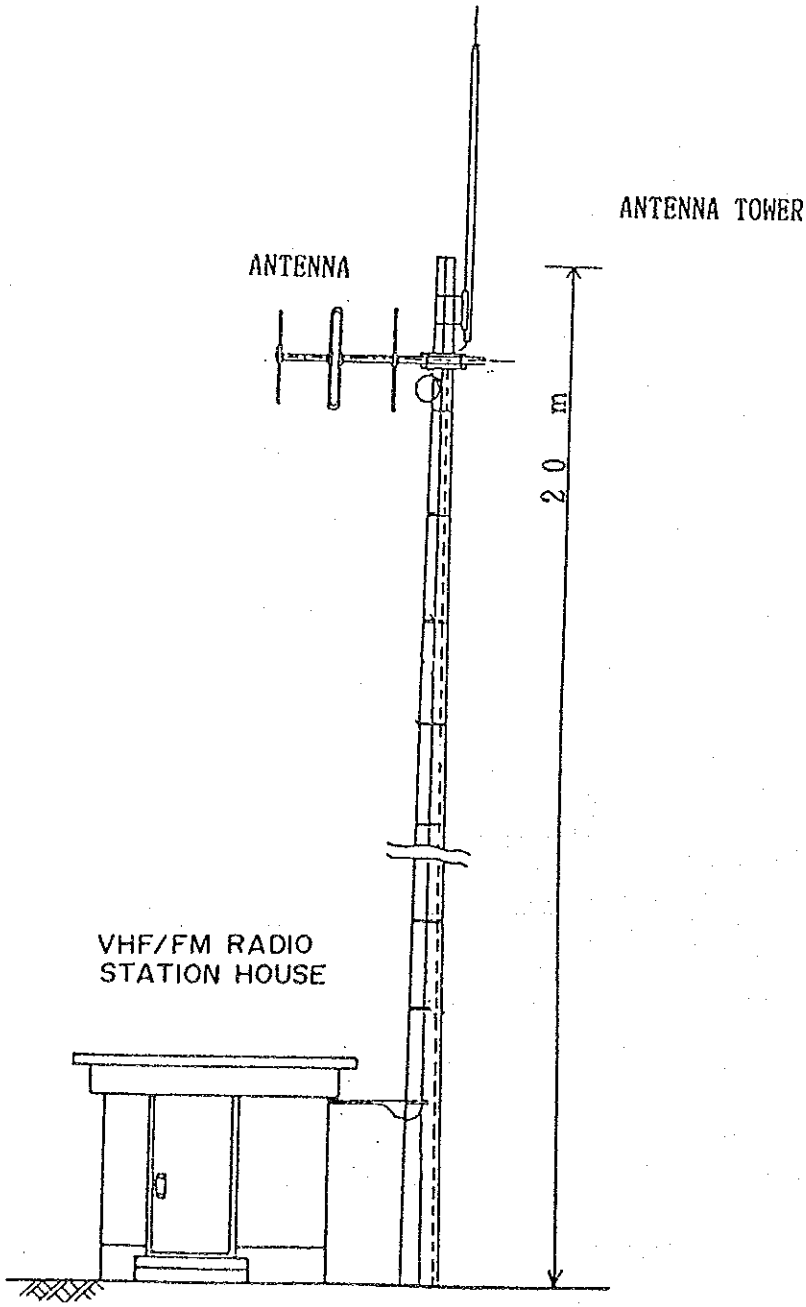


図6－7　VHF／FM無線局の標準図
(第1ステップ)

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

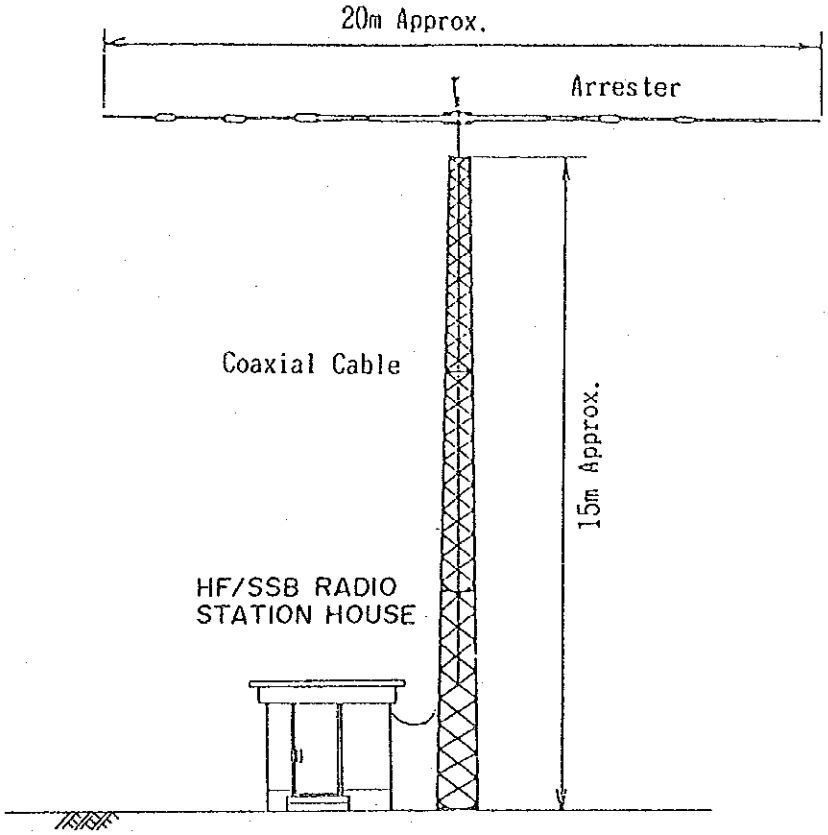


図6－8　ＨＦ／ＳＳＢ無線局の標準図
(第１ステップ)

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

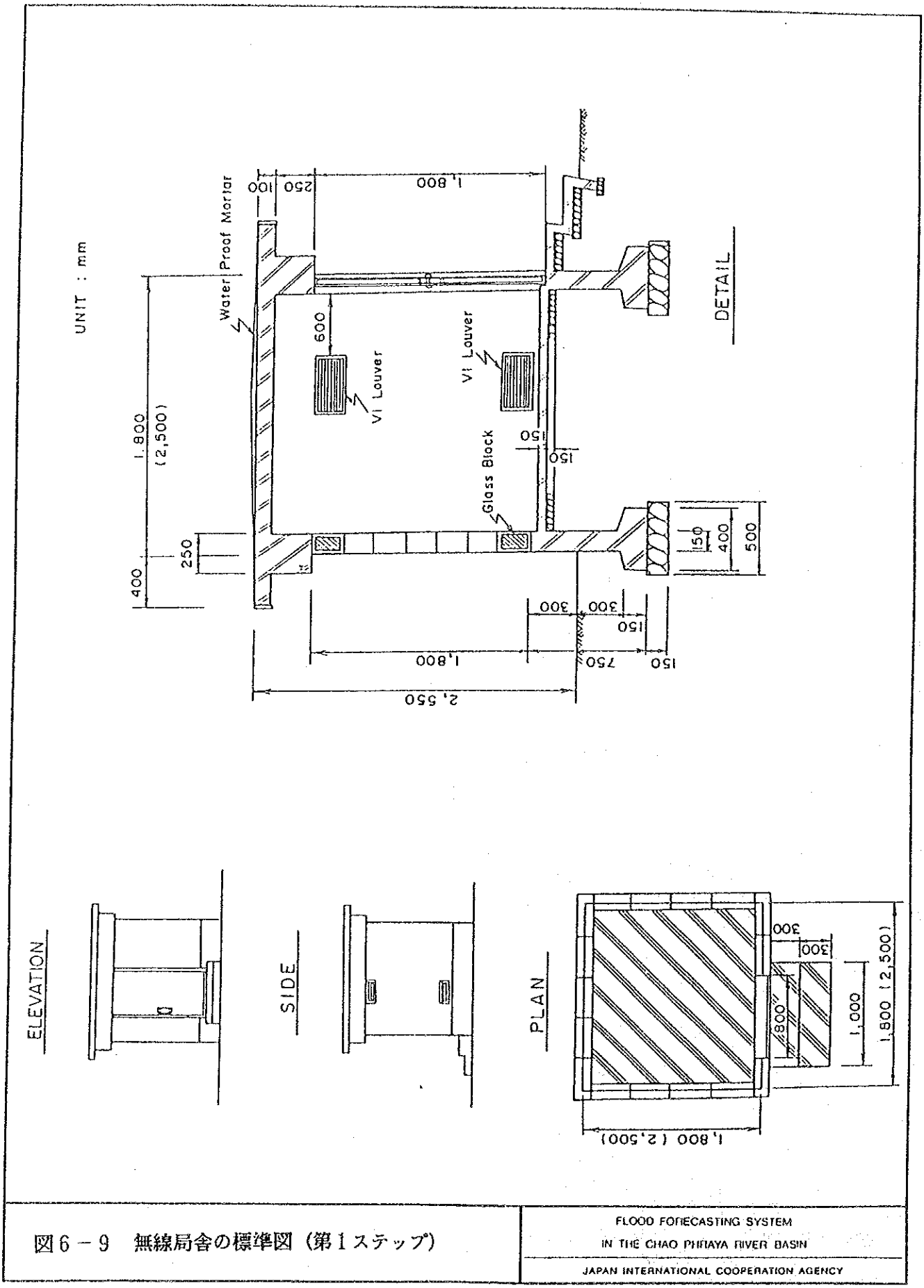
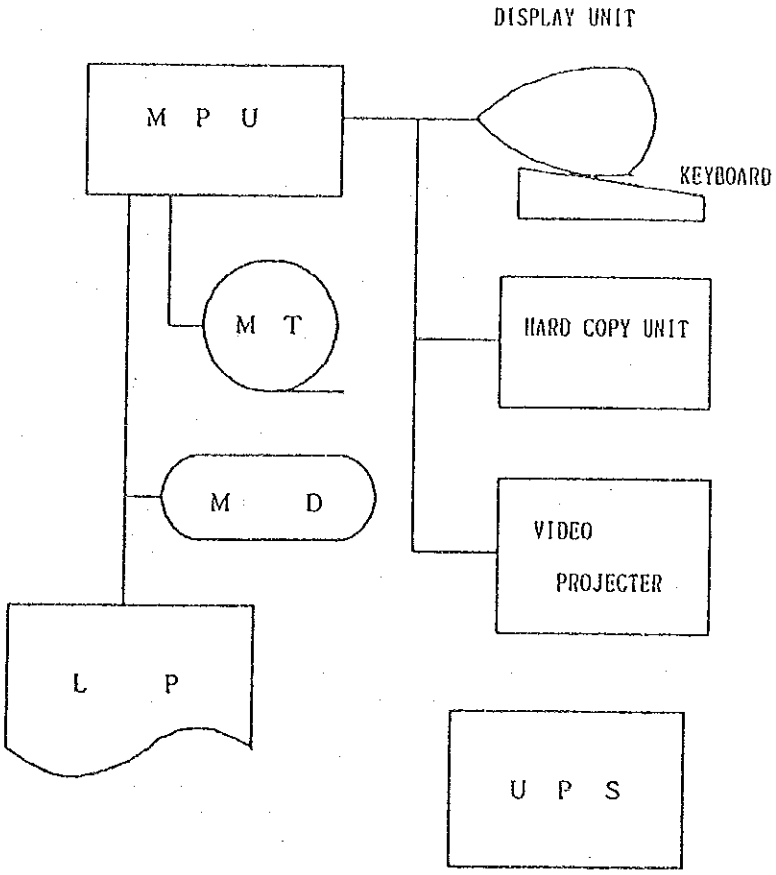


図6－9　無線局舎の標準図（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



MPU : MAIN PROCESSING UNIT

M T : MAGNETIC TAPE

M D : MAGNETIC DISK

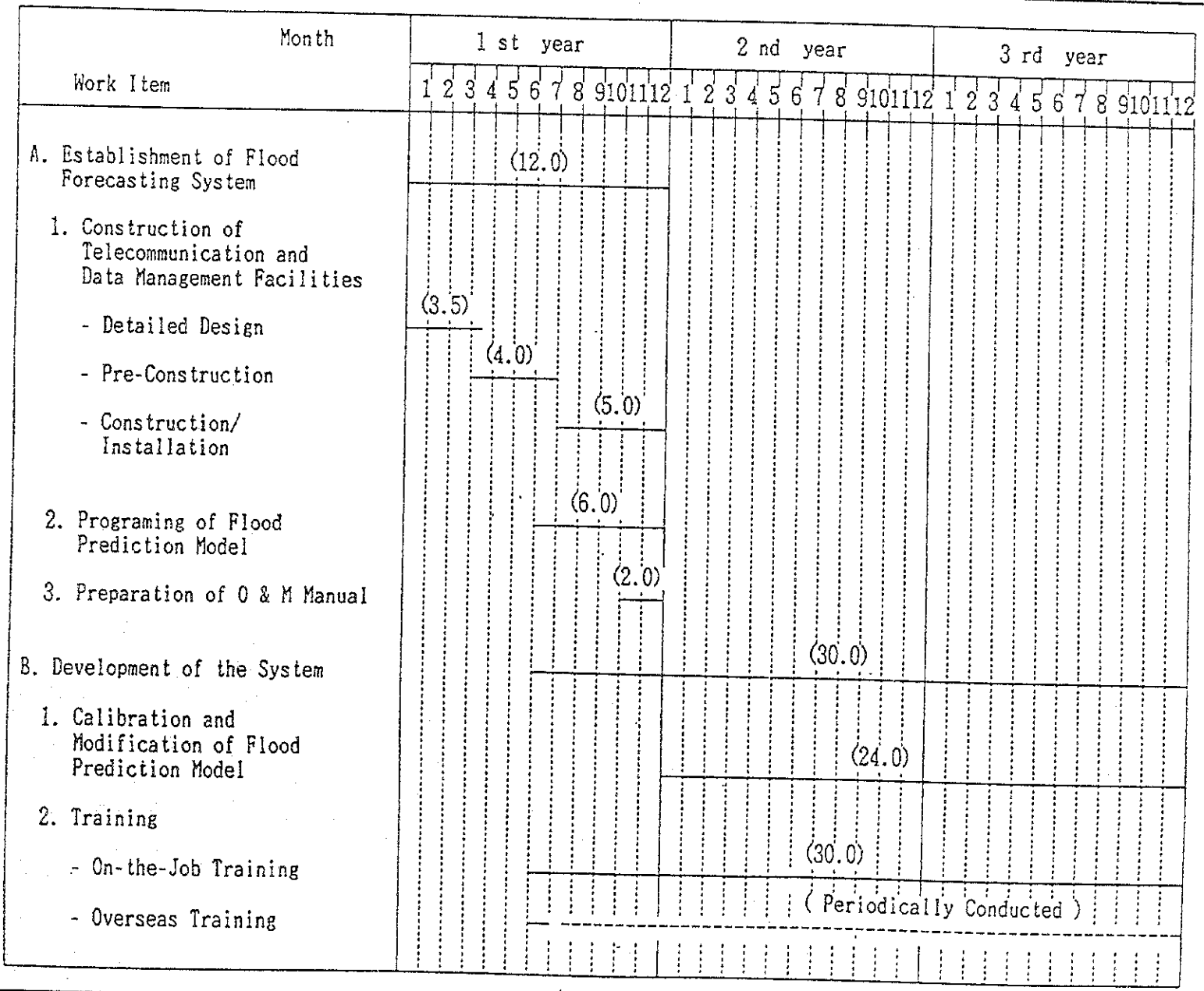
L P : LINE PRINTER

UPS : URGENT POWER SUPPLY

図6－10 情報処理装置の概要図（第1ステップ）

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図6－11 洪水予測システムの実施計画
(第1ステップ)



FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

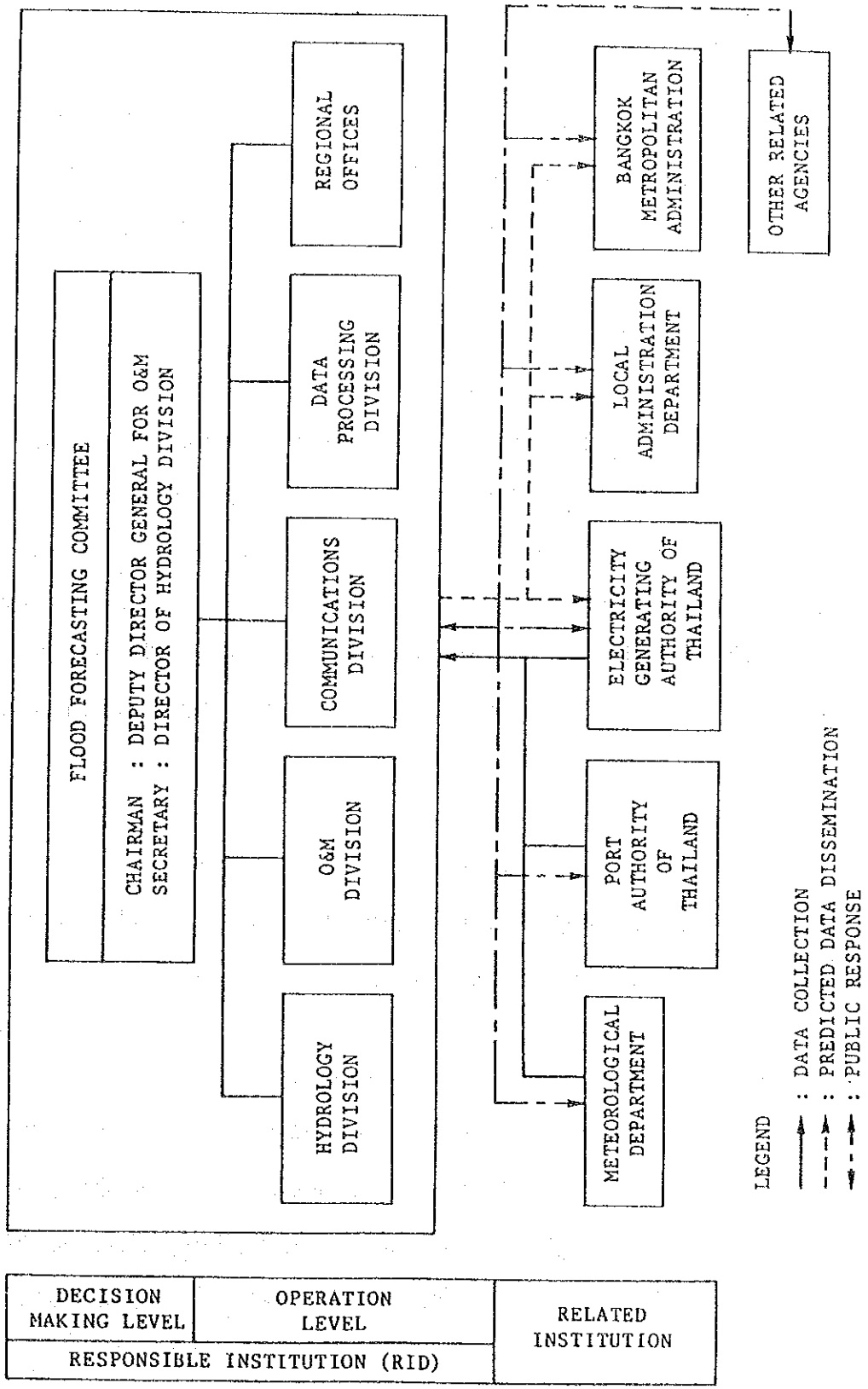


図6－12　洪水予報システムの組織計画
(第1ステップ)

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

第7章　最新施設による洪水予報システム（第2ステップ）

7.1　計画策定方針

第1ステップの洪水予報システムは洪水問題に緊急に対処するため設置されるところからチャオピア川流域にとって必ずしも最適の洪水予報システムには至っていない。

第2ステップ洪水予報システムは第4章に述べた概念とともに以下の事も考慮して策定する。

(1) 第2ステップ洪水予報システムはマスタープランレベルで検討を行い、更に詳細な調査は現在進められている水管理計画調査と調整して行われるものと考える。

(2) 第2ステップは新規に導入する最新施設に基づいて策定する。

(3) チャオピア川全流域を対象にシステムを整備するには非常な長期間が必要なため短期間で一度に全事業を実施するのは現実的とはいえない。ここでは本システムの大きな目的である短期と長期の予報システムの確立のうち緊急性から判断して短期洪水予報システムを優先し、予報対象域の重要性に従って段階的に整備を進める。

7.2　洪水予報システムの策定

7.2.1　水文観測

第2ステップの水文観測所網は洪水予報結果の精度を高め、また長期間の洪水予測が可能なように次のことを考慮して設定する。

(1) 最新鋭の観測機器を用いた最適観測手法を検討する。

(2) 水文観測所は最適な支配面積を検討し最適観測所数を求める。この数と場所は洪水シミュレーション結果から判断される水文的な重要性に基づいて選定する。

(3) 第2ステップシステムは予報対象域の優先度に従い段階施工を行うが、この段階施工計画立案のため、水文観測所の設置優先順位を検討する。

<u>水文観測の目的</u>

洪水予測モデル運用には雨量と水位が最重要項目であるがこれらの観測目的は以下のものである。

(1) 雨量観測の目的

第1ステップの水文観測所網はブミポン、シリキットダム下流域を対象に配備されたが、第2ステップの水文観測所網はダム上流域も対象にする。この水文観測所網の拡大で、下流の予報対象域にとってより長期の洪水予測が可能になる。

さらにリアルタイムの洪水予報情報を利用して予報対象地域への洪水流量軽減のため、より効率的なダム操作が期待出来る。

(2) 水位観測の目的

第1ステップの洪水予報システムで提案されている項目に加えて、以下に述べる観測項目が第2ステップで既存の河川構造物の運用に関連して新しく考えられる。

ダム流域からの流出量観測が洪水予報の目的に含まれているところからブミポン、シリキットダムの貯水位、ダム上流域のピン川、ナン川沿いの流量観測が新たに加わる。この観測データは上流域観測流量として境界条件に使われ、またダム貯水池への流入を監視するのに使われる。

さらにチャオピアダムの操作に関係する主要水路の既設流量調節ゲートの水位監視も含まれる。

これらの観測データに基づいて洪水予測結果はチャオピアダムや、他の流量調節ゲートによる統合的操作に反映されることになる。

雨量観測手法

雨量観測手法は大きく地点雨量観測とレーダー雨量観測に分かれる。

地点雨量観測は通常一般に使われる方法で第1ステップでも適用している。

5.4節に述べたように地点雨量観測手法はナコンサワン地点 3,000㎥/s以上の流量を予測するのに有効であるが、適用度は降雨域の範囲、大規模洪水の洪水到達時間によっている。

レーダー雨量計はレーダーでとらえた大量のデータを実際の降雨量に変換するため、大量のデータ処理が可能なコンピューターシステムの発達に伴なって最近開発された手法である。このレーダー雨量計の利点は降雨域の規模にかかわらず約 120㎞の半径の区域の降雨を直接観測出来ることである。しかし、レーダー雨量計の場合実際の降

雨量とレーダーでとらえた雨量情報間の関係が、雨滴の大きさ、降雨強度等によって変化するため常に地点雨量観測結果と検証する必要がある。さらにレーダー雨量計の操作に関連して気象水文的知識を修得するのに長期間の研修が必要であり、またレーダー雨量計施設を整備するのに多大なコストがかかる。

上記の評価から考え、第2ステップの降雨観測手法としては次の条件に従い地点雨量計とレーダー雨量計の2手法を適用するものとする。

(1) 地点雨量観測網はレーダー雨量計に先立ちまず最初に整備する。

ここで地点雨量計はオンラインデータ通信システムで一般に採用されている転倒枡型を用いる。

(2) 地点雨量計に続き、地点雨量の刻一刻の観測結果を検証データとして面雨量の精度を高めるためレーダー雨量計を設定する。

水位計観測手法

水位観測の場合、各河川の状況を考慮し、フロート型、圧力型、リードスイッチ型等、種々のタイプから最適なものを選ぶ必要がある。

しかし現実には、チャオピア川流域のすべての河川状況を把握して最適観測計のタイプを選ぶのは現段階では困難であり、またこれら各タイプによる観測所設置費はそれ程大差なく、さらにこれら各タイプによる通信システムへのコスト影響も少ない。

上記の状況から考え、ここでは種々の河川状況の変化に対して割と融通性の高いフロートタイプを全観測所に適用する。

雨量計観測位置と数

雨量計は流域流出計算モデルで分割した14分割流域に配置する（図5－3参照）。前に述べたように、まず地点雨量観測網を整備しその後レーダー雨量計を設置する。地点雨量計、レーダー雨量計の観測網は以下に述べる考えに従って選定した。

(1) 地点雨量計

雨量計の必要密度は1978年、1980年、1983年の流出波形を用いて(1)ナコンサワン、(2)ブミポンダム、(3)サラブリ（パサック川観測所地点番号S.9）の上流域について1観測所の支配面積を 1,000㎢から 1,800㎢に変化させた場合の雨量データで検討する。この計算結果からみると、図7－1に示すように雨量計の密度を1,200㎢当たり1ヶ所より粗くした場合に実測流出波形と計算波形の差が大きくなる。この差は表7－1に示す年最大流量と、年間流出量の実測値と計算値の比較をみても明らかである。

上記の結果から、観測所の配置密度は 1,200㎢に一観測所とし、観測所の位置は観測期間の連続性を考慮し、なるべく既存観測所の近くで各分割流域に均等に配置するものとした。

ただし、チャオピア川の流出にそれ程影響しないタプラピ流域（流域コード番号B－12）については観測密度は 2,000㎢当たり一ヶ所となっている。

上記の検討の結果、第2ステップの雨量観測所網は84観測所となっている。図7－2、表7－2、3にこれら観測所の位置と一覧表を示す。各分割流域の流域平均雨量の計算は表7－4に示す各観測所を使って行う。

この84観測所のうち19観測所は水位計も合わせて設置し、他の65観測所は雨量計単独の観測所である。

(2) レーダー雨量計

流域流出量予測計算の対象域と考えられる14分割流域のうちピン、ヨム、ナン、パサック、サカエクラン川下流域の6流域（流域コード番号BS－4、9、10、11、12）は図5－3に示すように下流の洪水予測対象地点に近く、以下の特性があげられる。

(a) これらの流域については降雨の発生とこの降雨による予測対象地点への流出量の到達までの時間差が洪水予測計算では3日以内と短いため、流出予測には降雨予測も組み込む必要がある（図5－5、5－6参照）。

ここでレーダー雨量計は降雨域の動きと降雨強度と雨域の一連の時間的変化傾向をとらえるのに非常に効果的である。

(b) これらの流域の降雨は他の上流域の降雨に比べ予報対象地点の流出量により鋭敏に影響を与える。このことから地点雨量計ではつかみきれない小規模な降雨も観測することが必要で、この点からもレーダー雨量計を適用するのが望ましい。

上記の特性から判断し、前記の6分割流域の面積雨量を把握するため、1基当たり半径 120kmの面積をカバー出来るレーダー雨量計2基を設置する（図7－3参照）。このレーダー雨量計の位置は約北緯14°40′、東経 100°30′（ロッブブリの南方）と北緯16°15′、東経 100°15′（タファンヒンの近く）である。

水位観測所の位置と数

水位観測所地点は以下のデータの必要性から判断して選定した。

(1) 洪水予測モデルによる流量、水位を監視、検証する。
(2) 上流域での観測流量を境界条件としてインプットする。
(3) タイ湾の潮位予測用の基礎データとして保存する。
(4) 既存流量調節ゲート地点での主要水路の流入出量を監視する。

この結果潮位観測所1ヶ所を含む45水位観測所を、洪水予報上必要な観測所として選んだ。

これら水位観測所の一覧表と位置を表7－3、5および図7－2に示す。これらの観測所の目的別分類を表7－6、から7－8に示す。

第2ステップの水位観測所のうち27観測所は観測所の水文計算上の重要性と同じ観測所によるデータ蓄積を増すという意味から第1ステップと同じ位置に選んだ。

この結果、第2ステップで新たに選定した観測所は次のものである。

(1) ブミポン、シリキットダム上流域で、ダム貯水池の水位観測に2ヶ所、上流域流出量を観測するためにチェンマイとナンに2ヶ所、の計4ヶ所。
(2) チャイナートダム下流域でチャイナート・パサック水路、チャイナート・アユタヤ水路、ノイ川、スパン川沿いの主要流量調節ゲートの流入、放流量を監視するため12ヶ所（表7－7参照）。

観測所設置優先順位

観測所の設置優先順位はまず第1に洪水予報対象域の拡張計画と洪水予測時間に基づいて設定し、各段階での設定観測所数にあまり大きな片よりのないよう調整を計る。

前述の状況から、設置優先順位は以下に示す5段階で設定した（表7－9、図7－2参照）。

(1) 第1プライオリティーとしては、チャオピア川本川のナコンサワン下流域とパサック川沿いのウィチィャンブリ下流域の37地点に設置する。

これらの水文観測網によってナコンサワンを除く洪水予報対象域について短期洪水予測（予測期間3日）が可能になる。

(2) 第2プライオリティーとして、ピン、ヨム、ナンの下流域とパサック川上流域の29観測所を設置する。これによってナコンサワンを除く洪水予報対象域に対して6日間の予測が可能になり、またナコンサワンについては3日の短期洪水予測が可能となる。

(3) 第3プライオリティーとして、ブミポン、シリキットダム上流域を除くピン、ヨム、ナン川の上流域に21観測所を設置する。

集中豪雨がこの観測所網設置地域に発生した場合、洪水予測はナコンサワンに対しては6日先まで、他の洪水予報対象域では6日以上先まで可能となる。

(4) 第4プライオリティーとしては、ブミポン、シリキットダム上流域に23観測所を設置する。これによってより長期の洪水予測が可能になるとともに、ブミポン、シリキットダムの持つ洪水調節能力を有効に利用して洪水被害軽減が期待できる。

(5) 第5プライオリティーでは2基のレーダー雨量計を設置、これによって降雨予測を容易にするとともに面積雨量の計算精度を向上することができる。

7.2.2 情報収集

計画条件

(1) 洪水予測のための収集情報

洪水予測のために収集される情報量として水文観測所の数と情報収集時間間隔は

(a) 4水位観測所が1時間間隔、(b)22水位観測所、65降雨観測所と19降雨／水位観測

所が6時間間隔、(c)レーダー雨量計が5分間隔である。

ＲＩＤ本局の洪水予報センター（ＦＦＣ）で処理するデータは6時間間隔で予測水位として関係機関に送信される。

(2) 電気通信施設

洪水予報システムの電気通信施設は以下のことを考慮して選定する。

(a) 情報伝達の信頼性と迅速性を確保するため無線専用回線を採用する。

(b) 人為操作による誤差発生を防ぐためオンラインによる情報収集とする。

(c) ただし、情報、指示の交換には音声通信を考える。

(3) 電気通信網と必要回線数

(a) 電気通信網の構成

本システムではかなりの数の水文観測所を取り扱うため流域をいくつかに分割し、各分割流域に水文データを収集管理するための集中局を設置するのが妥当である。

この集中局は維持管理の便宜上ＲＩＤ地方局内に置く。

この洪水予報システムの電気通信網は情報収集と交信のための幹線と支線からなる。幹線はＦＦＣと集中局間に設置し、情報収集用の支線は集中局と水文観測所間に設置する。また情報伝達用の支線はＦＦＣと関係機関との間に設ける。

(b) 必要回線数

－幹　線

ＦＦＣと集中局の間の交信には情報収集用と電話・ＦＡＸ用にそれぞれ1回線、計2回線設置する。ホットラインによる指令伝達用としてＦＦＣと第7、8地方局にさらに1回線を設ける。

また、ＦＦＣと第3、8地方局の間にレーダー雨量計用に2回線用意する。

表7－10に幹線用の回線数を示す。

－支　線

情報収集にはポーリングシステムを適用するため水文観測所と集中局を結ぶ各支線は集中局1ヶ所につき1回線で対応出来る。

もう１回線はＦＦＣとＢＭＡ、ＬＡＤ、ＥＧＡＴの関係機関への情報伝達に用いる。

代替案の検討

代替案の検討は、数ケースの代替案が考えられる幹線部分について行い、支線部分については、回線を設置する場所と距離のある程度限られた条件から考えられる最適な回線網を選択する。

(1) 幹線回線網

下に述べるように利用可能な回線網から４ケースの代替案を考える（図７－４参照）。

ケース１：ＴＯＴ長距離電話回線を利用した場合

ＴＯＴ長距離電話回線はバンコックと集中局を設置する予定の主要都市間を結んでおり、以下の追加工事によって幹線網を整備することが可能である。

ＦＦＣとＴＯＴの端末局および集中局とＴＯＴの端末局を結ぶため、ＲＩＤがアプローチ回線を設置する。このアプローチ回線は洪水予報システム用の専用回線とするため交換機を通さない形式にする。

このＴＯＴ回線を利用した場合ＲＩＤはＴＯＴ回線使用料を払う代わりに建設費、維持管理費は負担しなくて済む。

ケース２：ＲＩＤが専用回線を設定した場合

この場合、回線網はＦＦＣとすべての集中局を直接結ぶように以下の条件で設置する。

(a) 適用する周波数帯は信頼性と費用の面で有利なＵＨＦ帯を適用する。

(b) 先の計画条件で述べた回線数を確保するため多重回線を用いる。

この幹線はＲＩＤ自身が管理運営するため将来のチャンネル増加には融通がきくとともに、維持、修理が保証される。

ケース３：ＣＡＴ衛星回線を使用した場合

ＣＡＴはバンコックに中央局を持ちチャオピア川流域の主要都市にある５つの地上局とINTELSATによって結ぶ通信網を有している。このためＣＡＴ衛星通信回線を使用した場合、これら５つの地上局と監視局を結ぶ専用回線を設置すれば幹線網が構築できる。この場合もケース１と同様ＲＩＤは建設費、維持管理費の負担が大幅に緩和される。

ケース４：ＰＴＤ衛星回線を使用した場合

ＰＴＤはインドネシアのPARAPA衛星のトランスポンダを貸すだけなので地上中継局の場所は自由に選べるものの利用者が自前で用意しなければならない。

このことからＰＴＤ衛星回線を使用する場合、地上中継局をＲＩＤの集中局地点に設置するとアプローチ回線なしに幹線網が構築出来る。

この場合ＲＩＤは５つの地上局の建設費、維持管理費、ＰＴＤ衛星回線使用料を支払う必要がある。ただし、ＰＴＤ衛星回線網はまだ開発段階にあり、回線使用料、利用可能回線数等まだ確定していない部分も含まれている。

これら４つの代替案の建設費と10年間の維持管理費を次表に示す（表７－11参照）。

単位：ＵＳ＄10^3

ケース	建設費	維持管理費	合　計
ケース１（ＴＯＴ）	3,169	1,531	4,700
ケース２（ＲＩＤ）	12,504	2,986	15,490
ケース３（ＣＡＴ）	3,305	6,865	10,170
ケース４（ＰＴＤ）	4,102	2,286	6,388

これら各ケースの比較でケース１のＴＯＴ回線を利用した幹線回線網が他の案に比べコストが安く、また長い経験からくる信頼性から考えて最適と思われる。

(2) 支線、回線網

テレメーター観測と情報通信用の支線回線網を図７－４に示す。

(a) 水文観測所・集中局間のテレメータ用支線回線

この区間での支線の回線ルートは地形的条件から選定される中継局の位置が決

まれば自動的に決定される。

また適用する周波数帯は経済的判断からＶＨＦの単信回線を適用する。

(b) ＦＦＣと関係機関の情報伝達用支線回線

この区間での送信距離は短いため中継局なしに、直接交信が可能である。

この区間には情報伝達方法が電話／ＦＡＸとコンピューター通信の２ケースで実施されるためＵＨＦの多重回線を適用する。

最適電気通信網

前述の検討結果のもとに図７－５に最適電気通信網を示す。

7.2.3 情報管理

(1) 機　能

第２ステップの情報管理システムは前の6.2.3節に述べたように洪水予報システムに必要な機能が充分発揮出来るように考える。

このことから第１ステップから更に強化すべき機能はリアルタイムの情報のファィリング、処理、洪水予測結果の表示、流域状況の監視等である。

(2) 管理対象データ

第１ステップと同様管理の対象となるデータは洪水予報用と洪水防御用の２種類に分かれる。この２種類のうちリアルタイム洪水予測計算に必要なデータは次の時間間隔で収集する。

データ	データ数	収集時間間隔
雨　量	84	6時間
水　位	42	6時間
潮　位	1	1時間
貯水位	2	6時間
レーダー雨量	2	5分間

この他洪水に関する情報は随時オンラインで水防活動のために収集する。管理対象データは第１ステップ同様、表６－７に示す如くで、これらのデータはすべ

て解析、情報伝達のためデータベースに保存する。データ処理、予測計算結果の出力形式はサポーティングレポートに示す通りである。これらの結果はみやすくするため図形式で表示する。

(3) 施　設

ＦＦＣに設定するハードウェアはエンジニアリングワークステーション（ＥＷＳ）、データ記憶装置、プリンター、カラーコピー、ビデオプロジェクター等である。データ処理システムの概要を図７－６、ハードウェアの仕様を表７－12に示す。ＥＷＳに関しては、リアルタイムの洪水予報、データ処理、データベースからの情報引き出し等を同時に処理するため３台設置する。

一般に流域状況やデータエラーをチェックするのにテレメーター情報は常時監視されるが、一定の形体で処理できない洪水状況に関する情報は視覚装置やスキャナーを使って収集する。

これらの資料の保存は(1)ミミックボード、(2)エレクトリックファイルシステム、(3)ビデオテープレコーダー等の機器を使って特別にファイルする。

表６－９にソフトウェアの内訳を示す。河川情報に対するアプリケーションプログラムはデータ管理施設の設置の後用意する。第１ステップで準備するアプリケーションプログラムの他、河川情報表示モデル（雨量、水位、ダムデータ等）等のプログラムを追加して用意する。

7.2.4　情報伝達

情報伝達先となる関係機関と地方局は第１ステップと同様で、これら各機関に設置する施設は(1)遠隔端末コンピューター、(2)電話／ＦＡＸ、(3)専用電話である。

図７－８に情報伝達の概要を示す。伝達情報は図式で表わすがその内訳は各予測地点での予測水位と現在の流出状況関係情報である。

公式発表用の予測水位は責任者の承認を得たうえで洪水予測水位ハイドログラフの形でファクシミリによって送付する。

洪水予測地点、予測水位の種類は第１ステップと同様である。現時点の洪水状況は端末コンピューターを使って伝送する。この情報によって現在の状況を把握し、また短期間の見通しをたてるのに役立てる。

ＦＦＣと関係機関との連絡には電話も利用し、ＦＦＣと第７、８局の間では専用電話を設ける。

7.3　洪水予測の内容

各予測地点での洪水予測はリアルタイムの観測データを使い種々の予測モデルの組み合わせで行う。この洪水予測結果は各地点に対し３日間先までの日平均もしくは時間平均水位で求める。さらにこの予測結果の更新のため６時間おきに新しい観測データを用いて予測計算を繰り返す。（5.3節参照）この洪水予測の内容を以下に示す。

日平均水位、流量の予測

バンコック以外の洪水予報対象域に対する予測はバングサイ地点より上流の観測所から集めたリアルタイムのデータを使って行う。

観測データは間断なく自動的に情報処理システムにインプットされ、流域平均雨量、流域流出量が求められると同時に記憶装置に保存される。さらにこのデータは流域流出モデル、河道追跡モデル、洪水氾濫モデルによる６時間ごとの洪水予測計算に使われる。そして日平均水位、流量として６時間ごとに更新する予測結果がえられる。

時間平均水位の予測

感潮区間に位置し、潮位の影響を強くうけるバンコック首都圏の予測計算は次の初期条件、境界条件を使い不定流計算モデルによって６時間間隔で行う。

(1)　水位観測データは河口からバングサイまでの感潮区間にある５つの観測所から集める。集めたデータは計算モデルスタート直前の初期条件として感潮区間の縦断水位を求めるのに利用する。

(2)　上流端境界条件にはバングサイの予測日水位を用いる。

(3)　下流端境界条件は河口の予測潮位を用いる。この予測潮位は河口の観測潮位をもとに調和解析で求める。

7.4　洪水予測の効果

洪水予測の効果は第２ステップ洪水予報システムで適用する観測所の近傍観測データを用い、1978年、1980年、1983年の３洪水を検証洪水として、洪水予報システムにまず

必要な短期予測期間である3日とさらに6日予測結果をもとに検討する。

ただし6日以上の予測については、実際的には降雨予測が必要であり（特にナコンサワン、チャイナートのような上流の予測地点）、降雨予測手法が今回の検討に含まれていないことろから行わない。

しかし、最下流予測地点であるバンコックは洪水到達時間が長く約10日間の予測が可能である。

表7－13、14と図7－7から12に計算結果を示す。以下に示すように第2ステップの洪水予報システムで、第1ステップと比べ（表6－11、12および図6－6参照）特にナコンサワンとバンコックの予測結果においてかなりの改善がみられる。

バングサイ上流域流域平均流出量の予測

観測データのあるナコンサワン、チャイナート、アントンでの予測洪水流量ハイドログラフを流域流出計算モデル、河道追跡モデル、洪水氾濫モデルを用いて求めた。

(1) ナコンワン地点での予測

表7－13、図7－7、7－8に示すように実測ハイドロに対し3日、6日予測とも流域に被害が出始める本予測の検討対象である3000㎥/sをこえる部についてはよく適合している。

一方、2000㎥/s以下の洪水については特に6日予測の場合、精度よく予測するのが困難になっている。これは主に地点雨量観測では雨域が小規模の洪水を正確に把握出来ないことによるものと考えられる。

(2) チャイナートダム地点での予測

ナコンサワンに対する予測と同様、3日、6日予測は流量が2000㎥/sをこえた場合、観測流量とよく適合している。（表7－13、図7－9、10参照）

(3) アントン地点での予測

この地点での予測結果はナコンサワン、チャイナートの予測結果と比べ実測値との適合が悪くなっている。（表7－13、図7－11、12参照）

この原因は流量観測値が非常に限られているため観測流量の信頼性が低いこと

に起因しているものと考えられる。

このことから今後流量観測データを蓄積し、モデルを検討することが必要である。

感潮区間での時間水位の予測

感潮区間の数点について不定流計算モデルによって以下の条件のもとに3日、6日予測を行い実測値と比較した。

(1) 予測対象時期は1978年、1980年、1983年の洪水で年最大水位がバングサイ地点で観測された日とする。

(2) 上流端の境界条件は3日、6日のバングサイ地点予測水位とする。この予測水位について第2ステップ洪水予報システムではバングサイ上流の観測地点の増加で境界条件の精度改善が期待出来る。

(3) 下流端の境界条件は調和解析で予測するフォートプラチュルの時間平均潮位を用いる。この予測潮位についてリアルタイム、オンラインシステムによる収集データによって第2ステップ洪水予報システムでは絶えず短期間で潮位予測結果を更新出来、精度の向上が期待出来る。

表7－14は第2ステップ洪水予報システムで実施可能と思われる、潮位予測結果を毎日観測データに基づいて更新して行った6日予測結果である。この結果は昨年一年間の潮位データをもとに予測した潮位と比較して実測値にかなり適合している。(表5－11参照)

この河口潮位予測精度の改良によって第2ステップ洪水予報システムでは感潮区間の水位予測がかなり改善される。表7－15に示すように3日予測ではすべての予測地点で誤差を20cm以内におさえることが出来る。

6日予測でも1983年10月31日メモリアル橋地点で生じた30cmの誤差以外はすべて20cm以内である。

7.5　予備設計

観測所に設置する施設

(1)　電気通信機器

雨量観測所、水位観測所および雨量／水位観測所に設置する主な電気通信機器の仕様は以下に示す如くである。

－雨量計

タイプ　　：記録式転倒枡型

受口径　　：200㎜

－水位計

タイプ　　：記録式フロート型

－テレメーター機器

伝送スピード：50ｂｐｓ

－無線装置

周波数　　：150ＭＨｚ

ＦＲ出力　：10W

アンテナ　：３素子ヤギアンテナ

－電源装置

太陽電池　：12Ｖ、 8.5W

バッテリー容量：ＤＣ12Ｖ、40ＡＨ

(2)　局舎・タワー

図７－13に雨量計、水位計、雨量／水位計の標準局舎を示す。

各局舎は各機器の大きさ、維持作業のスペースを考え床面積３㎡とする。各観測所の側には約20ｍのタワーを設置、その上にアンテナを設置する。

レーダー雨量計に設置する装置

(1)　電気通信装置

レーダー雨量計に設置する主な通信装置の仕様は以下のものである。

－レーダー送信／受信機

送信周波数　：5,300ＭＨｚ帯

送信出力　　：250ＫＷ以上

－アンテナ

アンテナ径　：３ｍφパラボラ

－信号処理装置

距離分解能　：３ｋｍ

角度分解能　：2.8°（120ｋｍ以内）

1.4°（120ｋｍ以上）

－多重無線装置

周波数帯　　：1.5ＧＨｚ帯

ＲＦ出力　　：1.0W

アンテナ　　：８素子ヤギアンテナ

－多重端末装置

チャンネル容量：４チャンネル

－電　源

出力電圧　　：ＡＣ220Ｖ、50Ｈｚ

出力容量　　：200ＫＶＡ

(2) 局　舎

図７－13にレーダー観測所の局舎標準図を示す。

局舎は電報が広範囲をカバー出来るように、また維持管理のための場所も考慮し、３階建てのビルとした。

情報送信のアンテナは局舎の側に設置する。

中継局に設置する施設

(1) 電気通信装置

中継局に設定する主な通信機器の仕様は以下のものである。

－中継機器

タイプ　　：現用／予備　自動切り換えおよび遠隔切り換え

中継機　　：ＵＨＦ－ＵＨＦ中継機

－無線装置

周波数　　：150ＭＨｚ

ＲＦ出力　　：10W

アンテナ　　：３段コリンアー

－電源装置

太陽電池　　：12V、20W

バッテリー容量：ＤＣ12V、80ＡＨ

(2)　局舎・タワー

中継局の標準図を図７－13に示す。タワーの高さは30ｍとし、各中継局に設置、さらにタワーの上にアンテナを設置する。

集中局に設置する施設（ＲＩＤ地方局）

(1)　電気通信装置

集中局に設置する機器は幹線回線用と観測所やレーダー地点を結ぶ支線回線用の２種類ある。

ここで設置する主要機器の仕様は以下の通りである。

幹線回線網

－多重無線装置

周波数帯　　：1.5ＧＨｚ帯

ＲＦ出力　　：1.0W

アンテナ　　：８素子ヤギアンテナ

－多重端末装置

チャンネル容量：５チャンネル

水文データ収集用支線回線網

－テレメーター監視機器

伝送速度　　：50ｂｐｓ

－無線装置

周波数帯　　：150ＭＨｚ帯

ＲＦ出力　　：10W

アンテナ　　：３段コリニアー

－操作卓／コンソール

操　　作　　：観測所選択、呼び出し間隔セット

音声通話

表　　示　　：受信データ、欠測表示、日・時

レーダー雨量計観測データ受け取り用支線回線（第３、８地方局）

－レーダー監視／制御

監視卓　　：20項目以上

制御卓　　：20項目以上

－光輝度表示装置

ディスプレイ：19インチ、カラー

－多重無線装置

（幹線網用と同じ）

－多重端末装置

（幹線網用と同じ）

共通使用装置

－電　　源

出力電圧　　：ＡＣ220Ｖ、50Ｈｚ

出力容量　　：75ＫＶＡ以上

(2)　局舎・タワー

各地方局に設置する集中局用局舎の標準図を図７－14に示す。この局舎に必要な床面積は機器の大きさや維持管理用のスペースを考え 100㎡とする。この局舎の側に30ｍのタワーを設置、その上には図７－14に示すようにアンテナを設置する。

ＴＯＴ端末局に設置する施設

ＴＯＴ端末局に設置する機器は以下に示すものである。

ただし、これらの機器の設置に必要なスペースはＴＯＴが用意するものとし、この施設の消費した電力料金はレンタル料金の中に含んで考える。

－多重無線装置

周波数帯　：1.5ＧＨｚ帯

ＲＦ出力　：1.0W

アンテナ　：８素子ヤギアンテナ

－多重端末装置

チャンネル容量：５チャンネル以内

ＦＦＣに設置する施設（ＲＩＤ本局）

(1)　電気通信装置

主要機器の仕様は以下の通りである。

幹線回線網

－多重無線装置

周波数帯　：1.5ＧＨｚ帯

ＲＦ出力　：1.0W

アンテナ　：８素子ヤギアンテナ

－多重端末装置

チャンネル容量：16チャンネル

－通信制御卓

伝送速度　：1,200ｂｐｓ

－データ変換器

記憶容量　：200ＫＢ以上

支線回線網（バンコック周辺地域水文データ収集）

－テレメータ監視装置

伝送速度　：50ｂｐｓ

－無線装置

周波数帯　：150ＭＨｚ帯

ＲＦ出力　　：10W

アンテナ　　：３段コリニアー

－操作卓／コンソール

操　　作　　：観測所選択、呼び出し間隔設定；音声通信

表　　示　　：受信データ、欠測表示、日・時

支線回線網（関係機関への情報伝達用）

－多重無線装置

周波数帯　　：1.5ＭＨｚ帯

ＲＦ出力　　：1.0W

アンテナ　　：３段コリニアー

－多重端末装置（多方向型）

チャンネル容量：３チャンネル

共通装置

－電源装置

出力電圧　　：ＡＣ220Ｖ、50Ｈｚ

出力容量　　：200ＫＶＡ以上

(2)　情報処理装置

－エンジニアリングワークステーション

ＣＰＵ　　：32ビット

ＣＲＴグラフィック表示管：19インチカラー

－ハードディスク装置

容　　量　　：10ＭＢ以上

－ＭＴ装置

密　　度　　：1,600ビット／インチ

伝送速度　　：120ＫＢ／ｓｅｃ

－プリンター

プリント巾　：132文字／ライン

プリント速度：180文字／ｓｅｃ

－ビデオプロジェクター－

大きさ　　：100インチ

(3) 局舎・タワー

図７－14に本局内に建設するＦＦＣの局舎標準図を示す。

この床面積は機器の大きさ、維持管理用のスペースを考慮し約600㎡とした。

またＦＦＣの中に高さ30mのタワーを設置、その上にアンテナを設置する。

関係機関に設置する施設

電源と機器設置の場所はＢＭＡ、ＬＡＤ、ＥＧＡの各機関が供給ものとする。主要機器の仕様は次の通りである。

－多重無線装置（多方向型）

周波数帯　　：1.5ＧＨｚ帯

ＲＦ出力　　：1.0W

アンテナ　　：８素子ヤギアンテナ

－多重端末装置（多方向型）

チャンネル容量：３チャンネル

－端末監視装置

ＣＲＴグラフ表示管：14インチ、カラー

7.6　実施計画・費用積算

7.6.1　実施計画

プロジェクトの作業量と施工能力、類似プロジェクトの経験から判断し、各作業の実施期間は統合検討調査1.5年、必要資金の調達1.5年、コンサルタント選定0.5年、詳細設計２年、工事準備期間0.5年、建設、施設設置に５年を必要とする。（図７－15参照）

機器の製造と建設に関して、より重要な地域を守るため早期にシステム完成するには段階施工を考えるのが現実的で有効である。

ここで全体工事を7.2.1節（表7－16参照）に述べたように観測所の設置優先順位に従って5段階に分けて実施するものとする。各段階で必要とする期間は機器購入8ヶ月、機器の設置と調整に4ヶ月を含め、全12ヶ月である。

また、土木工事には8ヶ月間必要であるが、これは機器購入と併行して行う。（図7－16参照）

7.6.2 費用積算

建設費

建設費の積算に先立ち、このシステム構築に必要な機器の現地調達の可能性、価格、その他について詳細に検討を行った。建設費の構成は機器の購入、土木工事建設、機器の設置、調整とエンジニアリングサービスとそれに10%の予備費である。

価格は1987年12月時点の交換率1＄＝25.5バーツ＝130円を用いた。

総建設費は表7－17に示すようにＵＳ＄55,947,500である。また段階施工の場合、各フェーズの建設費は次に示すようになる。（詳細は表7－18参照）

詳細設計	：	ＵＳ＄ 3,882,800
フェーズ1建設工事	：	ＵＳ＄ 11,582,000
フェーズ2建設工事	：	ＵＳ＄ 5,249,500
フェーズ3建設工事	：	ＵＳ＄ 5,212,400
フェーズ4建設工事	：	ＵＳ＄ 5,222,500
フェーズ5建設工事	：	ＵＳ＄ 24,798,300

維持管理費

維持管理費にはＴＯＴ回線使用料、人件費、部品費、消耗品費およびその他の雑費が含まれている。

年間維持管理費はシステム完成後で、ＵＳ＄ 1,688,600で表7－19に詳細を示す。

7.7 システム維持管理体制

組織構成

洪水予報を効率的、系統的に運営していくためには、統合した体制を確立することが必要である。この意味から洪水予報実施の中核として洪水予報センター（ＦＦＣ）