

ネパール国

国内水文資料整備計画調査

最終報告書

要 約

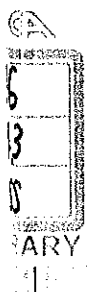
平成5年8月

国際協力事業団

社調二

CR (3)

93 - 082



ネパール国

国内水文資料整備計画調査

最終報告書

要 約

27796

JICA LIBRARY



1120101191

平成5年8月

国際協力事業団



本報告書では、事業費を1993年2月価格で算出し、ネパールルピーで表示した。また使用した通貨換算率は以下の通りである。

1.00米ドル=46.4315ネパールルピー=121.05円
(1993年2月15日の通貨換算率)

序文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国の国内水文資料整備計画にかかる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いたしました。

当事業団は、平成3年5月から平成5年6月までの間、5回にわたり日本工営株式会社の小柴勝氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

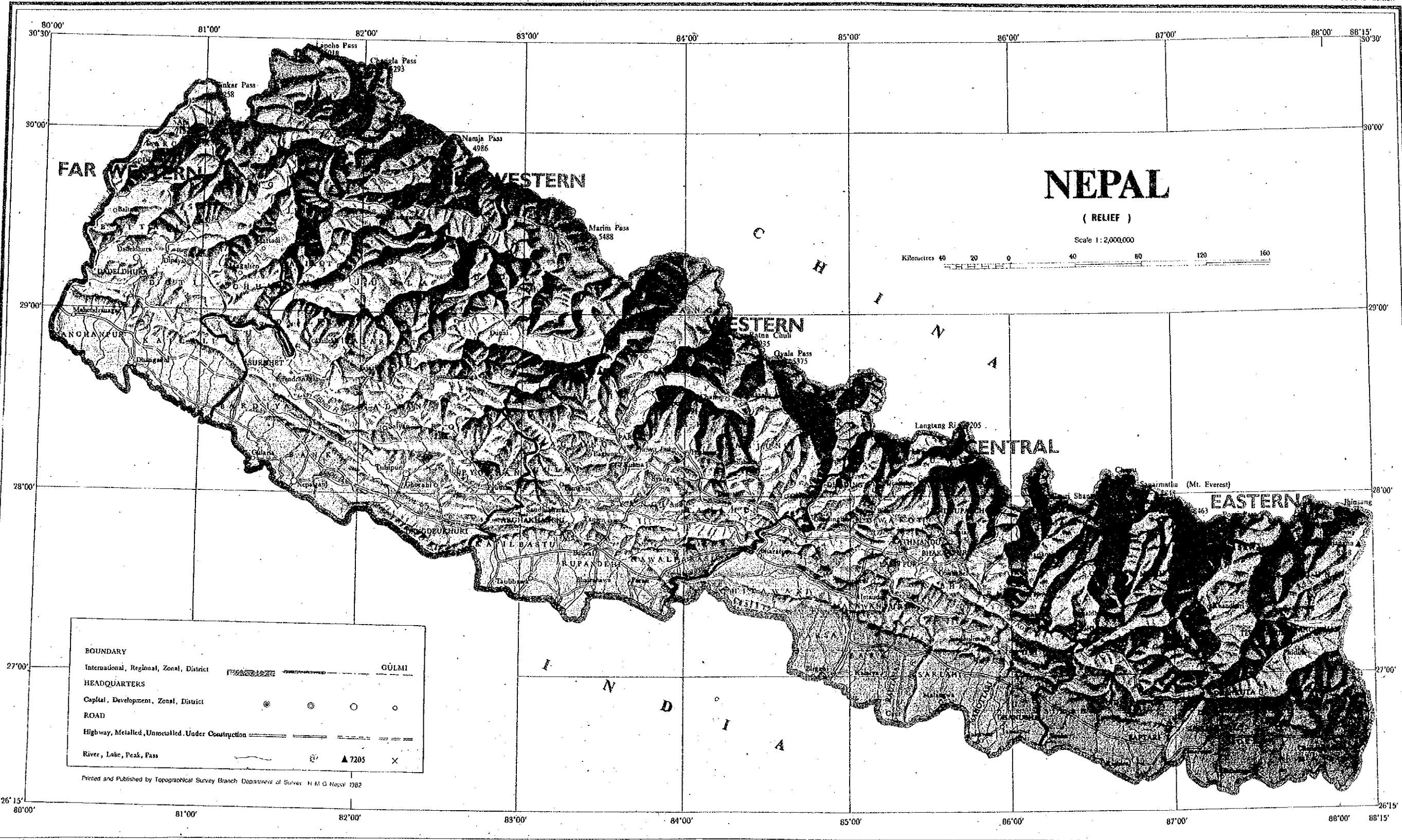
調査団は、ネパール王国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年8月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介



FAR WESTERN

WESTERN

CENTRAL

EASTERN

Lepcha Pass
2918

Changela Pass
2993

Naraja Pass
4986

Marin Pass
5488

Qyala Pass
5375

Langtang Ri
7205

Sarmatha (Mt. Everest)
8848

Jhimsang
4263

BOUNDARY
International, Regional, Zonal, District

HEADQUARTERS
Capital, Development, Zonal, District

ROAD
Highway, Metalled, Unmetalled, Under Construction

River, Lake, Peak, Pass

Printed and Published by Topographical Survey Branch, Department of Survey, H. M. G. Nepal, 1982

ネパール国 国内水文資料整備計画調査

調査概要

1. 調査の背景

ネパール国が有する水資源は、経済発展のための重要な資源のひとつであるが、同時に毎年雨期には甚大な洪水被害をもたらしている。これまでの国家開発5ヶ年計画において、ネパール国政府は河川の適正な管理及び水資源開発に重点をおき対応策を検討してきたが、これらの検討に信頼できる水文データを提供するために、水文観測網及びデータ管理システムの改善が緊急の課題となってきた。1987年に水文気象局を新設したのを契機に、全国規模で水文資料整備を進めるべく、本件調査が実施された。

2. 調査の目的

本調査の目的は、1) 全国規模の水文・気象観測網及びデータ管理システムの整備計画を策定し、
2) 併せてカウンターパートに技術移転を行なうことにある。

3. 調査の成果

本調査は1991年3月から1993年7月まで実施され、その間にモデルシステムの構築と水文資料整備に係わる長期計画（2005年目標）および短期計画（1995年目標）の策定作業が行なわれた。以下にこれらの調査結果の概要を記す。

4. モデルシステム

目的 : 現有機器の補強とその設計・設置の成果を長期・短期計画に反映させること。
モデル流域 : カリガンダキ川流域（面積7,110km²）およびジャムニ川流域（面積110km²）
モデル観測所 : 14雨量観測所（自記および普通雨量計）
 4 水位観測所（自記および量水標、ケーブルウェイ）
コンピュータ機器 : 7セットのコンピュータ・プリンタおよび附属品
設計・設置 : 1991年度
土木工事費 : 8,873千ルピー（=27,825千円、1991年価格）

5. 長期計画（2005年目標）

目的 : 全国的、長期に亘る信頼性の高い水文データを、水文特性把握と将来の水資源開発計画・設計に提供すべく、既存の観測・データ管理システムを改善する。

観測項目 : 降雨・水位・流量・流砂・水質

整備すべきシステム群（計18システム）

: 降雨観測システム（普通雨量計は既存の改修、新規設置合わせ394か所。
自記雨量計は計46か所の改修と新設。最終的に既存を含め470観測所となる。）
水位観測システム（10基準観測所、38一次観測所、62二次観測所整備。）
流量観測システム（100ケーブルウェイ、40流速計の整備・追加）
流砂採取システム（20観測所における採取器の設置と採取法の確立）
水質採取システム（11観測所の指定）

流砂分析システム（濁度計、電気オープン、はかり、ふるいの整備）
 水質分析システム（携帯キットの導入と分析室の新設）
 設置システムおよび点検・維持システム（構造物設計、工事、機器・観測所
 点検の作業内容の明確化とワークショップの整備、流速計検定施設の
 新設）
 データ収集システム、データ処理システム、データ保管システム、およびデ
 ータ提供システム（計19台のコンピュータおよびその付属機器の導入と作業
 内容の明確化）
 データ品質調査システム（システムの作業内容の明確化）
 訓練システム（訓練センタ導入と外国人専門家の招聘）
 工程管理システム、品質管理システムおよび評価システム（システムの作業
 内容の明確化と導入）

組織 : 中央事務所、4つの流域事務所および10出張所から成る新組織と138名の技
 術系職員の提案。

事業費 : 878百万ルピー（その内、外貨分 633百万ルピー、内貨分 245百万ルピー）

経済評価 : IRR 30.2%（ケーススタディとして算出した。）

6. 短期計画（1995年目標）

目的 : 観測システムを拡張すること無く、既存の観測・管理システムを強化するこ
 とにより水文データの質的改善を目指す。

観測項目 : 降雨・水位・流量・流砂

整備すべきシステム群（計16システム）

降雨観測システム（82か所の普通雨量計の補修と14か所の自記雨量計の整備）
 水位観測システム（10基準観測所整備）
 流量観測システム（21ケーブルウェイと25流速計の導入）
 流砂採取システム（20観測所での浮遊砂観測システムを完成）
 流砂分析システム（濁度計、電気オープン、はかりの導入）
 設置システム、点検・維持システム（長期計画に同じ）
 データ収集システム、データ処理システム、データ保管システムおよびデー
 タ提供システム（長期計画に同じ。ただし、新規導入コンピュータは14台）
 データ品質調査システム、訓練システム、工程管理システム、品質管理シ
 ステムおよび評価システム（長期計画に同じ）

組織 : 長期計画に同じ。ただし、必要技術者は129名。

事業費 : 366百万ルピー（その内、外貨分 275百万ルピー、内貨分 91百万ルピー）

ネパール国
国内水文資料整備計画調査

目 次

調査概要

	頁
1. はじめに-----	1
1.1 調査の背景-----	1
1.2 調査の目的-----	1
1.3 調査の成果-----	1
2. ネパールの社会・経済と自然-----	1
2.1 社会・経済-----	1
2.2 地形・地質-----	2
2.3 水文・気象-----	2
2.4 通信・交通-----	3
3. 既存水文・気象観測およびデータ管理システムの現状-----	3
3.1 水文気象局-----	3
3.2 観測-----	3
3.3 流砂・水質分析-----	4
3.4 観測施設の設置・点検・維持-----	4
3.5 データ処理・管理-----	5
3.6 データ品質改善と訓練-----	6
3.7 実施済みあるいは実施中のプロジェクト-----	6
4. 調査の基本方針-----	7
4.1 改善計画の目的-----	7
4.2 目標年-----	8
4.3 長期計画・短期計画・モデルシステム-----	8
5. モデルシステム-----	9
5.1 モデルシステムの目的-----	9
5.2 モデルシステムの計画と構築-----	9
5.3 モデルシステムの運営-----	10
5.4 モデルシステムの評価-----	12
6. 長期計画-----	13
6.1 降雨観測システム-----	13
6.2 水位観測システム-----	13
6.3 流量観測システム-----	14

	頁
6.4 流砂採取システム	14
6.5 水質採取システム	15
6.6 流砂分析システム	15
6.7 水質分析システム	15
6.8 設置システム	16
6.9 点検・維持システム	16
6.10 データ収集システム	16
6.11 データ処理システム	17
6.12 データ保管システム	17
6.13 データ提供システム	18
6.14 データ品質調査システム	18
6.15 訓練システム	18
6.16 工程管理システム	18
6.17 品質管理システム	19
6.18 評価システム	19
6.19 組織と要員	19
6.20 実施計画と事業費	19
6.21 長期計画の評価	20
7. 短期計画	21
7.1 短期計画の目的と基本方針	21
7.2 降雨観測システム	21
7.3 水位観測システム	21
7.4 流量観測システム	22
7.5 流砂採取システム	22
7.6 流砂分析システム	22
7.7 設置システム	23
7.8 点検・維持システム	23
7.9 データ収集システム	23
7.10 データ処理システム	23
7.11 データ保管システム	24
7.12 データ提供システム	24
7.13 データ品質調査システム	24
7.14 訓練システム	24
7.15 工程管理システム	24
7.16 品質管理システム	25
7.17 評価システム	25
7.18 コンピュータ機器	25
7.19 組織と要員	26
7.20 実施計画と事業費	26
7.21 短期計画の評価	27
8. 結論と勧告	27

付表リスト

	頁
表-1 流域面積	T-1
表-2 長期計画における観測システムの概要	T-2
表-3 必要技術者の総数	T-3
表-4 長期計画の概要	T-5
表-5 研修概要	T-7
表-6 短期計画の研修項目	T-8
表-7 短期計画の事業費	T-10

付図リスト

図-1 年平均降雨分布	F-1
図-2 月平均流出量	F-2
図-3 ネパールの河川とその流域	F-3
図-4 DHMの組織図	F-4
図-5 既存雨量観測網	F-5
図-6 既存水文観測網	F-6
図-7 水文データ管理システムの概要	F-7
図-8 カリ・ガンダキ川流域図 (モデルシステム)	F-8
図-9 ジャムニ川流域図 (モデルシステム)	F-9
図-10 モデル雨量観測におけるデータ記録の状況	F-10
図-11 モデル水位観測におけるデータ記録の状況	F-14
図-12 長期計画の雨量観測網	F-16
図-13 長期計画の水文観測網	F-17
図-14 DHMの年間作業スケジュール (案)	F-18
図-15 長期計画の組織 (案)	F-19
図-16 短期計画におけるコンピュータシステムの概要	F-20
図-17 短期計画における観測システム整備の実施計画	F-21
図-18 短期計画におけるデータ管理システム整備の実施計画	F-22
図-19 短期計画における土木建設工事計画	F-23

1. はじめに

1.1 調査の背景

ネパール国は147,181km²の国土面積を持つ。同国が有する水資源は、経済発展のための重要な資源のひとつとなっているが、同時に毎年雨期には甚大な洪水被害をもたらしてきた。これらに鑑み、ネパール国はこれまでの国家開発5か年計画において、河川の適正な管理及び水資源開発に重点をおき対応策を検討してきた。この過程で水文観測網及びデータ管理システムの改善が緊急の課題となってきた。ネパール国政府は、UNDP（国連開発計画）の協力で、既存水文資料の整備と一部施設の補強を行うとともに、国内水文・気象資料の総合管理機関として1987年に水文気象局を新設した。これを契機に全国規模で水文資料整備を進めるべく、同計画策定に係わる協力を日本政府に要請し、これを受けて1991年3月本件調査実施の運びとなった。

1.2 調査の目的

本件調査の目的は、1) 全国規模の水文・気象観測網並びに観測データの処理・管理システムの整備・強化を主な内容とする国内水文資料整備計画を策定し、2) 併せて本調査の実施期間中、ネパール側カウンターパートに対し調査業務を通じ技術移転を行うことにある。

1.3 調査の成果

本調査は1991年3月から1993年7月まで実施され、その間モデルシステムの構築と国内水文資料整備に係わる長期計画および短期計画の策定作業が行われた。ネパール側カウンターパートに対して現地調査期間中、調査業務を通じあるいは訓練・講義により技術移転が行われた。これらの調査の成果をファイナル・レポートにとりまとめ、1993年8月に提出した。

2. ネパールの社会・経済と自然

2.1 社会・経済

ネパールは、伝統的な農業国である。1991年の統計に依れば人口は18.5百万人であり、その年増加

率は2.08%である。労働力人口の約90%は農業あるいは農産加工業分野に従事していて、この分野の国内総生産に占める割合は50%以上である。1991/92年度に於ける国内総生産は3,000百万米ドルに達したが、一人当りでは160米ドルである。ネパール政府予算額は1991/92年度では26,641百万ルピーであり、その年増加率は18.27%である。ネパールは5つの開発地域、東部・中央・西部・中西部・極西部、に分かれている。第7次国家開発5か年計画（1985/86 - 1989/90）が終了し、引続き第8次計画（1992/93 - 1996/97）が進行中である。

2.2 地形・地質

ネパールは山岳国であり、その国土面積は147,181km²である。国土は北緯26°22'から30°27'、東経80°04'から88°12'の間に位置し、東西約885km、南北130から260kmの長さを持つ。ネパールは地形特性から南北に5つの地域、テライ・シワリク丘陵・中部山岳地・高地山岳地・ヒマラヤ山脈、に分類される。テライは沖積土からなる平坦な地形である。シワリク丘陵は、中部山岳地の南に位置し若い岩からなる丘陵地である。中部山岳地は、変成堆積層からなる。高地山岳地は、片麻岩及び珪岩より成る。ヒマラヤ山脈では、広く分布する珪岩が変成を受け、カンブリア・オルドヴィシヤ紀から始新世にかけ堆積作用が顕著であった。

2.3 水文・気象

ネパールは大きく5つの気候区分に分けられる。それらは、亜熱帯・温帯・寒帯・高山帯・極寒帯である。年平均雨量は全国平均で1,530mmである。年雨量の75%以上は、6月から9月にかけてのモンスーン期に降る。西部に較べ東部のほうがモンスーン期が長い。ヒマラヤ山脈、シワリクあるいはマハバラト山脈のそれぞれの南麓が多雨で年間5,000mmにも達する地域がある。降雨特性を図-1に示す。気温は2月から5月にかけての前モンスーン期に上昇し、10月から1月にかけてのモンスーン期後に下降する。

河川流量は、7月から9月までの3か月に集中して増加する。この3か月間の流量総量は年間流出量の65%、小流域に限れば75%にも達する。年平均流出量はカルナリ川、ガンダキ川、コシ川のそれぞれにおいて約1,400、1,590、1,500m³/Sである。ネパールの流出特性を図-2に示す。また、河川図を図-3に、また流域面積を表-1に示す。

2.4 通信・交通

交通の大部分は道路に依存し、その他は空路である。鉄道・ロープウェイはほんの限られた地域で利用されている。ネパール国内での通信手段の主なものは、電話と郵便である。しかし全国をカバーしていきとどいていない為充分機能していない。

3. 既存水文・気象観測およびデータ管理システムの現状

3.1 水文気象局

1921年ネパールで最初の雨量観測所が在カトマンズインド大使館内に設置された。引続いて、4つの気候観測所と約100か所の雨量観測所がインド気象局の手によりネパール国内で設置・運営された。水文データの組織的な観測は、1961年カルナリ流域において、国連特別基金により開始された。その後、水文・気象観測およびデータ管理に係わる多くのプロジェクトないし国際援助が展開された。水文・気象を担当するネパール国政府内機関も、諸々の変遷を経て、1987年水文気象局としてその体制を整えた。

水文気象局は、ネパール政府水資源省内の一局であり、水文・気象観測・データ管理・解析・予報およびデータ・情報の提供を主な仕事としている。水文気象局には、中央事務所に3つの部、2つの課そして5つの開発地域にそれぞれ地方事務所がある。水文気象局の組織図を図-4に示す。3つの部とは、水文部、気象部および天気予報部である。ふたつの課は、技術サービス課と事務経理課である。中央事務所には122名の技術系職員が配置されている。地方事務所では、合計102名の技術職員が観測・データ収集作業に従事している。1992/93年度の水文気象局予算は26,984千ルピーであり、その内通常予算は6,304千ルピー、開発予算は20,680千ルピーである。水文気象局の組織の改編作業が最近実施され1993/94年度から図-4に示す新体制となった。

3.2 観測

ネパール全国でモデルシステムを除いて252か所の雨量観測所が現在稼働している。その平均配置密度は580km²/観測所であるが、降雨分布解析結果および世界気象機構(WMO)の規準から判断すると不十分である。さらにこの雨量観測所分布には地域的に偏りがある。雨量観測所位置を図-5に

示す。系統的な降雪観測は、現在雪氷水文プロジェクトの6観測所での観測を除いて、実施されていない。252か所の観測所の内、14か所に自記雨量計が備えられている。自記雨量計は重量式あるいはサイフォン式である。パートタイムの観測人が観測を行っているが、航行/気象観測所では水文気象局職員が常駐して観測を実施している。

全国で136か所の水位観測所が1991年8月現在運営されている。これらの水位観測所の位置図を図-6にしめす。平均配置密度は約1,100km²/観測所でWMOの規準にはばたう。しかし、観測所は偏在しており改善を要する。自記水位計は34か所に設置されている。浮遊砂採取は18か所で実施されている。現在、全国的な水質調査、分析はおこなわれていない。フロート式自記水位計が多用されているが、その中のいくつかは観測井戸内の堆砂、あるいは河床低下による乾期の測定不能をきたしている。圧力式自記水位計も利用されている。82か所に流量観測用のケーブルが設置され、主に、プライス型流速計により流量観測がおこなわれている。しかし、観測回数は年3~4回と少ない。浮遊砂採取機器があるが、いくつかは破損している。水位観測所には観測人、浮遊砂採取人、ウインチ操作要員、浮遊砂採取ビン運搬人らが雇用されている。地方事務所の現場職員が流量観測と測量を機器点検をふくめ実施している。浮遊砂観測の中に、流速測定と粒度分析は含まれていない。適切なマニュアルが無く、また観測人の技術水準も不十分である。

3.3 流砂・水質分析

カトマンズの中央事務所にひとつの、そして極西部、中西部、西部、東部4地方事務所にひとつづつの流砂分析室がある。しかし1991年8月現在、ふたつの分析室が機器の故障により稼働していない。分析を担当する職員の知識は不十分であるしマニュアルも無い。浮遊砂の粒度分析および河床材料の分析は実施されていない。水質分析も実施されていない。

3.4 観測施設の設置・点検・維持

雨量観測所の現地点検作業は、年に1~2回地方事務所の職員が実施しているが、その全体計画が無く効率が悪い。また雨量計点検・維持マニュアルも無い。航行/気象観測所の機器に対する点検は、ワークショップの機械工により行われている。水位観測所の点検は年に2~3回実施されている。点検フォームはあるがマニュアルが無い。点検・維持・補修を担当する職員の技術レベルが不十分である。観測所及び観測機器に対する台帳も未整備である。水文・気象観測機器のワークショップが中央

事務所に備えられているが、工具、スベアパーツの不足と技術者の訓練不足により、スムーズに稼働していない。流速計の検定施設が無く、ほとんどの流速計が検定無しで使用されている。

3.5 データ処理・管理

普通雨量計・量水標の観測データは、観測後ただちに月一度地方事務所へ1か月以内に郵便で送付するルールになっている。しかし、約50%のデータしか1か月以内に収集できていない。これらは、観測所から郵便局まで遠いなどの地理的条件と、観測人が定期的に送付しない等の観測人の問題および地方事務所の管理不足などが原因になっている。

収集データは、地方事務所で手作業による処理が1991年まで行なわれていた。1992年に、全地方事務所に本調査のモデルシステムの一環としてコンピュータが導入され、現在このコンピュータによるデータ処理が地方事務所で実施されている。雨量観測データの処理状態は良い。しかし、水文データの処理は、水位流量曲線作成の遅れなどにより、遅れぎみである。この水位流量曲線作成の遅れは、流量観測回数の少なさ、経験ある技術者の不足、および作成管理体制の不備等により発生している。データチェックは充分行われていない。データ処理に関するマニュアルもほとんど無いし、その監視フォームも有効に利用されていない。

すべてのデータは地方事務所から中央事務所へ職員により運ばれる。中央事務所でのデータ登録が不徹底である。雨量データの処理状況はおおむね良好である。データチェックは入力プログラムあるいは目視により、中央事務所の気象担当者によりおこなわれている。しかし、自記雨量データはほとんど処理されていない。中央事務所での水位データの入力状態は良い。しかし上記の理由で水位流量曲線の作成が遅れている為、流量への変換が遅れている。水文担当者によりデータチェックは一部行われている。現在2種類のデータベースが利用されている。ひとつは気象データベースであり、もうひとつは水文データベースである。これらのデータベースはモデルシステムのコンピュータを除き6台のIBMコンピュータにより構成されている。

データのオリジナルは中央事務所の倉庫に保管されている。しかし、水文データは無雑作に積み上げられたままの状態である。処理データは、データベースに保管されている。中央事務所だけがデータおよび解析結果を、年報、レポート、コンピュータアウトプット、ディスクットなどの形で利用者に提供している。

3.6 データ品質改善と訓練

既存の観測およびデータ管理システムを改善する為の、継続的な組織だった調査・検討は現在水文気象局内ではほとんど行われていない。現存するマニュアル・フォームの改良もほとんどなされていない。データ利用者との交流・対話も定期的には実施されていない。若年技術者および観測人に対する訓練は、彼らの不十分な技術水準を向上させる為に必須である。水文気象局もその努力を継続しており、1992年には4種の訓練コースが実施された。

3.7 実施済みあるいは実施中のプロジェクト

UNDPの資金によるプロジェクト、Development of Operational Hydrology Service、は1982年から1987年にかけて実施され、25か所の水位観測所の整備、観測所台帳の作成、コンピュータ導入とデータベースの作成、そして年報の出版をおこなった。

German Development Services (GDS) は、1986年以来常に4名の技術者を水文気象局に派遣し、水文観測およびデータ処理の指導、訓練計画に対するアドバイスのほか、4か所に圧力式水位ゲージを設置し、その観測を続けている。また、水文気象局内に水質分析室を設立すべくその準備作業をおこない1993年はじめに分析室の一部完成を見た。

Snow and Glacier Hydrology Project はドイツ政府の協力を得て、1987年以来活動を続けていて、すでにヒマラヤ地域の6か所に雪氷水文に係わるデータ収集の為の観測所を設置した。今後これら観測所の管理・運営を続け1995年に終了する予定である。

Nepal - India Flood Forecasting Project は、洪水予警報の為の即時データをインドに提供する為に、ネパール国内に20か所の水位・雨量観測所とそれ以外に25の雨量観測所を設置する計画のもとに、1984年開始された。現在、9か所の水位・雨量観測所と、7か所の雨量観測所の設置が完了し運営されている。

日本政府の協力で、土砂・洪水対策に係わる技術向上をめざして、ネパール治水砂防技術センターが設立され現在日本人専門家による指導のもと活動が開始されている。

4. 調査の基本方針

4.1 改善計画の目的

水文気象局は、その業務のひとつとして全国的水文気象特性の把握の為の解析・検討をせねばならず、そのためにはベースとなる長期に亘る全国的信頼度の高いデータを観測・管理することが必須である。一方、将来起こることが予想されている電力、食料不足に対処するための水資源開発、あるいは水に起因する災害の防止対策立案に信頼性の高い長期的水文気象データが欠かせない。従って本調査で立案する改善計画は、全国的、長期に亘る信頼性の高い水文データを水文特性把握と将来の水資源開発計画、設計に提供することができる様に、観測およびデータ管理システムを強固にまた効率的に改善することを目的とする。改善計画に含めるべき観測項目は、降雨、水位、流量、流砂、そして水質の5項目である。これらすべては、水文特性把握そして水資源開発計画にとってもっとも基本的な項目である。

本調査で検討する改善計画では、降雨以外の気象パラメーター、雪氷、湖沼水文、そして即時データは取り扱わない。しかし、これらの項目も将来検討しその観測・データ管理の改善計画を機会を得て立案することを勧める。

データ提供に係わる改善計画の最終目標は、観測・処理された水文データを翌年に出版することである。そのため、現在の開発地域ごとの地方事務所のかわりに大流域ごとに設置する流域事務所とその出張所を提案する。これによって流域ごとの効率的な観測・データ管理が可能となる。

以下に掲げる18のシステムを改善計画の中で提案する。

- | | | |
|-----------|---|----------|
| (1) 観測の為に | : | 降雨観測システム |
| | | 水位観測システム |
| | | 流量観測システム |
| | | 流砂採取システム |
| | | 水質採取システム |
| (2) 流砂・水質 | : | 流砂分析システム |
| 分析の為に | | 水質分析システム |

- | | | |
|--------------|---|-------------|
| (3) 観測施設の設置・ | : | 設置システム |
| 点検・維持の為に | | 点検・維持システム |
| (4) データ処理・管理 | : | データ収集システム |
| の為に | | データ処理システム |
| | | データ保管システム |
| | | データ提供システム |
| (5) データ品質改善 | : | データ品質調査システム |
| と訓練の為に | | 訓練システム |
| (6) 監視と評価 | : | 工程管理システム |
| の為に | | 品質管理システム |
| | | 評価システム |

これらのシステムを図-7に示す。

4.2 目標年

改善計画の最終目標年は2005年である。この計画を着実にまた完全に実現する為に、この計画の実施を3段階に分ける。第一段階は、1995年目標で、水文データの品質を向上させるべく、既存の観測所数を増加することなく、観測・データ処理システムの質的変換・改善を計る。第二段階は、2000年目標で、雨量・水位観測網を拡充すると共に、流砂・水質の新たな項目を導入する。第三段階は、2005年目標で雨量・水位流量・流砂・水質の最少観測網を完成させると共に、データ提供のオンライン化など提供業務の改善を計る。

4.3 長期計画・短期計画・モデルシステム

上述の改善計画は、長期計画と短期計画から成る。長期計画は長いスパンを持つマスタープランで、観測およびデータ管理に係わる改善計画そのものである。短期計画は緊急な質的改善を目的とし、これは改善計画の第一段階に相当する。これら長期計画および短期計画の立案をより現実的に、実現可能なものとするためモデルシステムを構築し、観測機器ならびにコンピュータを導入して運営することにより問題点・改良点を明らかにした上で計画に反映させた。

5. モデルシステム

5.1 モデルシステムの目的

モデルシステムの目的は以下に述べる通りである。

- 1) 観測およびデータ管理作業をいくつかの手法を用いて実施し、その長所・短所を評価した上でより実際の長期計画・短期計画の立案に反映させる。
- 2) ネパール側カウンターパートに対し技術移転を計る。
- 3) 観測機器・コンピュータ機器を導入し、既存観測網・データ管理システムの拡充を計る。
- 4) 長期に運営・管理することにより信頼性の高い水文データを得、それによって水文解析作業をおこない、ネットワークの見なおし、流出モデルの構築等に役立てる。

5.2 モデルシステムの計画と構築

モデル観測を実施するモデル流域として、カリガンダキ川流域とジャムニ川流域のふたつの流域を選定した。カリガンダキ川流域はヒマラヤ山脈を水源とし、多様な降雨特性を持つと共に、実現性の高いカリガンダキA水力発電プロジェクトがその直下流に位置する。流域内に大きな河川構造物が無いこと、そして雪氷水文プロジェクトの観測所があることも選定理由である。一方、ジャムニ川流域は、シワリクを水源とし、観測施設が無いことおよびほとんど河川構造物が無いことが選定の理由である。これらのモデル流域を図-8および図-9に示す。観測項目は、日・連続降雨、日・連続水位、流量観測および浮遊砂採取である。

カリガンダキ川流域は流域面積約7,110km²を有するが、域内に12個の自記雨量計を南東モンスーンの挙動、平面的・高度的均等分布、村人による確実な観測等を考慮し配置した。また3個の自記水位計を流出特性変換点、支川合流点等に配した。ジャムニ川流域は流域面積約110km²を持ち、その中にふたつの自記雨量計とひとつの自記水位計を、均等分布、河川状況等を考慮し配置した。

モデル雨量観測機器として、13個の重量式自記雨量計とひとつの転倒ます式自記雨量計を導入した。重量式雨量計には記録用紙タイプを、転倒ます式雨量計にはデータロガー方式を選んだ。モデル水位観測機器として、3個の水圧式水位計をカリガンダキ川流域に、ひとつのフロート式水位計をジャムニ川流域に設置した。データロガーを水圧式水位計のひとつに装着した。その他の水位計は記録用紙

タイプの記録部をもつ。プライス型、ピグミープライス型そしてプロペラ型流速計を計5個導入した。また、ダブルウィンチタイプのケーブルウェイを3か所に設置した。その内2か所はカリガンダキ川流域内、1か所はジャムニ川流域内である。

モデルデータ管理システムは、1) 郵送、無線、職員によるデータ収集、2) 地方事務所での導入コンピュータによるデータ処理、3) データ転送、4) 中央事務所でのデータ処理、5) 倉庫、データベースへのデータ保管、そして6) データ提供業務より成る。このシステムの実作業は水文気象局職員により、導入された7台のコンピュータと既存のデータベースソフトを用いて行なわれた。

以下のコンピュータがモデルシステム運営の為に導入された。

コンピュータ	台数	事務所
ラップトップ コンピュータ	6台	地方事務所
デスクトップ コンピュータ	1台	中央事務所
データロガー読取機	2台	西部地方事務所

既存およびモデル観測システムの為の運営・維持マニュアルが作成された。また、既存およびモデルデータ処理・管理用の運営・維持マニュアルも用意した。さらに、モデルシステム導入時の水文気象局職員の訓練、現地観測訓練、およびコンピュータ訓練を実施した。

5.3 モデルシステムの運営

いくつかの重量式雨量計が正確に検定されていなかったが、1992年末の時点ですべて再検定を終えまた1993年6月の追加検定により、現在正常に作動している。観測人に依る重量式雨量計および自記水位計の記録用紙の時刻・0点調整がほとんどの観測所で適切になされなかった。これは観測人に対する指導がまだ徹底していなかった為と考えられる。モデルシステム内の普通雨量計および量水標による観測も数観測所で不適切と思われる数値を示していた。これも観測人の指導の必要性を示唆している。データロガによる記録はおおむね良好な結果を得たが、観測所でデータロガ内の記録をモニターできる装置が望ましい。普通雨量計の記録紙および自記記録紙はおよそ1993年4月までの分が6月現在地方事務所で収集された。データ収集状況を図-10に示す。タトパニ水位観測所で設置した水圧式

水位センサが、1992年8月に転石によつかり流失した。チュンタハ水位観測所でも、観測井戸付近の堆砂により1992年8月の一時期と1993年4月から、記録が取れなかった。量水標および自記水位計のデータは1993年3月ないし4月までの分が6月現在地方事務所に届いている。水位データの回収状態を図-11に示す。

ダブルウィンチケーブルウェイは順調に働き、安全にまた容易に流量観測が行えた。洪水観測としての浮子法あるいは勾配面積法が有効であることを実際に行なって確認した。

地方事務所でのデータ回収状況を西部および中西部地方事務所のデータ登録簿を参考に調査した。これに依れば、約58%の普通雨量計あるいは量水標のデータが1か月以内にまた約86%のそれらが3か月以内に回収されている。水文気象局の規定ではこれらのデータは1か月以内に地方事務所で回収する計画になっている。実際の回収の遅れは、観測人が毎月定期的に送付せず数か月まとめてデータを郵送することなどが原因である。無線によってデータを送付する試みがカリガンダキ川流域でなされたが、雑音が多くまた安定して音声が届かないことが解かり、音声無線はデータ送付に適さないと判断した。

地方事務所に導入したラップトップコンピュータは職員により効率的に利用されている。しかし、予期せぬトラブルに対処する為に、彼らに対するアドバイスが将来必要であろう。1990年までの量水標データは地方事務所のデータベースに入力されている。モデルシステムの量水標データは、観測所の登録が遅れ1992年末現在まだ入力されていなかった。しかし、その後観測所登録が済み、データ入力が開始された。自記水位計のデータはいまだ入力されていない。モデルシステムの普通雨量計データは地方事務所のデータベースに入力されている。しかし、自記雨量計のデータは処理されていない。モデルシステムで実施した流量観測回数が少なく、水位流量曲線を作成するまでには至らなかった。採取された浮遊砂サンプルを西部事務所の流砂分析室で分析した。

地方事務所では、データチェック作業がおこなわれなかった。目視によるチェックと総計チェックを予定していたが、チェックに対する理解を充分得ることができなかった。データのチェックリストが少々複雑だったため利用されなかった。普通雨量計および量水標のデータの一部は中央事務所に不定期的に届けられた。しかし、自記記録はいつさい中央事務所に届いていない。中央事務所で図を用いたデータチェックと総合チェックを試みた。ハイドログラフを用いた水位データチェックと、等雨量線図、ダブルマスを用いた雨量データのチェックが特に有効であった。

5.4 モデルシステムの評価

転倒ます式自記雨量計は、安定した性能とデータロガーとの接続が容易等の点から、積極的な利用を勧める。重量式自記雨量計は、降雪地域での利用を勧めるが、綿密な検定が必要である。データロガーは、記録の信頼性が高く、広く利用すべきと考える。しかし、データロガーの記録内容を現地でモニターできる装置が必要である。水圧式自記水位計のセンサは、その設置に当り最適な位置選定と綿密な設計・施工を要する。ダブルウィンチケーブルウェイはスムーズな流量観測を可能にするので、引続き利用すべきと考える。洪水観測としての浮子法と勾配面積法は有効である。浮遊砂観測に際しては、流量観測、定位型・濃度平均型採取法の組合せ、最適な採取断面の決定と洪水時観測が必要である。

観測人に依る観測機器の点検を毎日行なう必要がある。運営・維持に関するマニュアルの整備も緊急課題である。また機器の故障に際しての早急な対応を計る体制がとられなければならない。観測人に対する観測と維持の訓練を続ける必要がある。現場職員に対する重量式自記雨量計の検定およびデータロガーの取扱いに対する訓練も特に実施する必要がある。

地方事務所へのデータ送付は、郵送および職員による運搬が簡単でありしかも確実である。日データの一か月以内の回収は観測人に対する訓練と職員の回収スケジュールをより充実・発展させることにより可能と思われる。音声無線は回収作業には利用できない。データ処理にコンピュータは大いに役立つ。データロガー、ディジタイザー、イメージスキャナなどの機器を、自記記録紙の読取りに活用すべきである。雨量データのチェックには、付近のデータとの比較や等雨量線図、ダブルマスが利用できる。流量観測結果は、水位面積図、水位流速図などや、水理計算によってチェック可能である。水位・流量データは、ハイドログラフや流出率などによりチェックする。

データのオリジナルその他の情報は、中央事務所にきちんと保管されねばならない。中央事務所と地方事務所のコンピュータをオンラインで結ぶと、データのやりとりのみならずデータ管理作業が容易になる。コンピュータ訓練が若い職員になされる必要がある。データ処理・管理に対するマニュアル整備と責任分担、作業スケジュールの明確化が必須である。各作業に対して、モニターとその評価がなされなければならない。

6. 長期計画

6.1 降雨観測システム

長期計画で、最少降雨観測網を提案する。この観測網では、全部で470か所の降雨観測所を標高4,000m以下の地域に、山岳部で250km²に一個の割合で、またテライ平原で900km²に一個の割合で配した。470観測所は、既存252か所のすべての観測所と、14か所のモデル観測所、それに新設204観測所から成る。470の内、自記雨量計は60か所に配置される。60か所の中には、14の既存、14のモデルそして32の新設自記観測機器が含まれる。最少降雨観測網を図-12に示す。自記雨量計には、転倒ます式と重量式のふたつのタイプを選択した。重量式自記雨量計は標高2,000m以上の山岳部に配し、降雪観測をもおこなうこととした。以下に降雨観測機器と方法の概要を記す。

機器	記録方法	観測所数
普通雨量計のみ	毎朝 8:45	410
転倒ます式自記雨量計	データロガ	40
重量式自記雨量計	週記録用紙	20
計		470

重量式の自記雨量計の場合、記録用紙は毎週一回観測人によって取替えられる。データロガーのデジタル記録は、3か月ごと現場職員により回収される。観測マニュアルの整備が必要である。

6.2 水位観測システム

長期計画で、最少水位観測網を提案する。この観測網は、計110か所の観測所から成り、その内訳は10基準観測所、38一次観測所そして62二次観測所である。これらの観測所の位置は水文学的に重要な点、水資源開発計画地点、およびWMOの規準などを基に決定した。110か所の水位観測所の内、86か所は既存観測所、3か所はモデル観測所であり、新設観測所は21か所である。最少水位観測網を図-13に示す。量水標と自記水位計の両者を今後とも使用する。自記水位計は基準観測所と一次観測所に設置し、下記のようにフロート式と水圧式のふたつのタイプを選択した。

機器	記録方法	観測所数
量水標のみ	一日3回(8, 12, 16時)	62
フロート式自記水位計	データロガー	33
水圧式自記水位計	データロガー	15
計		110

フロート式自記水位計の観測井戸は、河床低下に対処する為の適切な設計・施工と堆砂処理方法の確立が必須である。データロガーは、メモリ容量を大きくとりデータのオーバーフローを防ぐとともに、記憶内容を現地で簡単にモニタできるものにすべきである。

量水標は観測人が一日3回観測する。洪水時には、1時間ごとに量水標を読取ると共に、水面勾配観測をしなければならない。自記記録用紙は、週1回取替え、同時に簡単な機器の点検をおこなう。データロガー内のデジタル記録は、職員が流量観測に現地をおとずれるたびに回収する。各基準観測所に、2名の職員を常駐させることを提案する。観測マニュアルの整備が必要である。観測方法の概要を表-2に示す。

6.3 流量観測システム

長期計画では、流量観測の為に以下の機器の整備を提案する。

- 1) 40か所のダブルウインチケーブル施設と、60か所のシングルウインチケーブル施設の整備
- 2) 25個のプロペラ型流速計と15個のプライス型流速計の新規導入
- 3) 基準観測所と一次観測所へそれぞれ3断面に量水標を設置し、洪水時の浮子法あるいは勾配面積法による観測に利用する。また最高水位計を二次観測所に設置する。

現場職員が流量観測をおこなう。流量観測の最低限必要な数をWMOの規準等から、一年に基準観測所で36回、一次観測所で10回、二次観測所で6回とすべきことを提案する。

6.4 流砂採取システム

最低限必要な流砂観測の為に、長期計画では20か所の既存観測所を選定した。これらの観測所の内、10か所は基準観測所であり、残りの10か所は一次観測所である。流砂観測網を図-13に示す。浮遊砂

および河床材料採取の為に、定位置・濃度平均型採取器、ピット採取器、および濁度計を導入する。定位置法と濁度計による間接測定法を基準観測所で利用する。その他の観測所では濃度平均法で採取する。浮遊砂は乾期には週1回、雨期には1日1回採取することを提案する。洪水時は1時間ごとに採取する。河床材料は年1回とする。さらに河川縦横断測量をいくつかの観測所において年1回実施する。サンプリングは観測人あるいは基準観測所の常駐職員がおこなう。

6.5 水質採取システム

長期計画において、水質観測を全国で11観測所において実施することを提案する。11観測所の内、10観測所は基準観測所であり、残りの1か所はカトマンズ盆地内の一次観測所である。濃度平均法により定期的に1日1回あるいは1か月1回の採取とする。基準観測所の常駐職員あるいは水質分析室の職員が採取を担当する。

6.6 流砂分析システム

浮遊砂量分析には、蒸発法あるいはフィルター法を勧める。濁度計による浮遊砂濃度の間接測定を導入する。浮遊砂の粒度分析をVA法、ふるい法あるいは比重計法により実施する。河床材料に対する粒度分析その他の物理試験を導入する。既存の流砂分析室を中央あるいは流域事務所において整備・拡充する。各流域事務所では、ふたりの職員を流砂分析室担当とする。既存の分析機器、例えば電気オープンヤはかりを修理・補充する必要がある。外国人専門家によるガイダンスや分析マニュアルの整備が望まれる。

6.7 水質分析システム

長期計画では、次の11項目を水質分析項目として取上げる。すなわち、水温、pH、電導度、溶存酸素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、オルトリン酸塩、濁度、塩素イオン、BODおよびCODである。携帯キットあるいは器具の活用を勧める。BODおよびCOD分析用のサンプルは24時間以内に分析室に運ばれ、3°~4°Cに保って保存されなければならない。水質分析は、基準観測所の職員ないしは水質分析室の担当者によって実施される。各分析室に2名の職員が必要である。水質分析室は既存の流砂分析室を拡大・発展させる形で中央及び流域事務所に導入する。新しい水質分析室には、十分なスペースを持たせ、BODメータ・CODメータ・培養器等の器具や現場測定用のキットなど

を用意しなければならない。外国人専門家のガイダンスおよび分析マニュアルの整備も必要である。

6.8 設置システム

長期計画で提案する設置システムは、観測所・分析室の構造物設計、土木工事、機器据付および工事監理などからなる。観測網設計と機器設計は後に述べるデータ品質調査システムにおいて行なわれる。この設置システムは流域事務所の作業となる。このシステムの担当者は、構造物設計・施工に責任を持つ。

6.9 点検・維持システム

観測人あるいは基準水位観測所の職員による1日1回あるいは週1回の機器・観測所点検を徹底させる。数か月に1度の定期点検は、よく訓練された現場職員ないしは機械工により実施される。年1度の点検は、中央事務所あるいは流域事務所の水文担当・気象担当専門家により行われる。機器の調整・検定はワークショップの機械工により行なわれる。各流域事務所にワークショップの導入を提案する。このワークショップには、それぞれ2名の機械工が配置されねばならない。

中央事務所・流域事務所間の効率的なコミュニケーションが観測所を維持していく点から最も重要である。また、中央事務所の既存ワークショップに機械・工具・スペアパーツ・スペア器具等を追加補充すると共に、職員の訓練をおこなわねばならない。十分に装備された流速計の検定施設の建設を提案する。

6.10 データ収集システム

データ収集システムの目的は、観測あるいは分析された水文データおよびその他の情報を回収し、登録後データ処理システムに上記データ・情報を引渡すことにある。データ・情報は郵便・職員・テレメータ・電話等により収集される。普通雨量計・量水標のデータは簡便・確実であり経済的である点から郵送により回収される。自記紙およびデータロガーのデータは職員による流量観測・点検の為の現場作業スケジュールに合わせてその職員が回収する。カルナリ川・ナラヤニ川・コシ川の3大河川の基準観測所からは、テレメータ・システムにより各流域事務所にデータ・情報が伝達される。このシステムは確実なデータ収集と観測所管理を目的とする。出張所で収集されたデータは、簡単なチェッ

クを経て流域事務所へ送付される。データ収集に関するチェックリストを有効に活用しなければならない。このチェックリストはコンピュータで作成され流域事務所・中央事務所の両方で共有する。緊急時の情報は郵便・電話あるいは電報により流域事務所の点検・維持システムに伝えられねばならない。これらの情報はさらに、後述する工程管理・品質管理システムにも伝達される必要がある。長期計画で提案する全体作業スケジュールを図-14に示す。

6.1.1 データ処理システム

データ処理システムの目的は、収集されたデータを利用者のニーズに合わせた形に処理し、収集されたその他の情報と共に、データ保管システムに引渡すことにある。収集データは流域事務所で簡単なチェックを受けた後、コンピュータに入力される。この入力作業後、データはさらにチェックを受ける。このチェックは入力データをひとつづつ見ていくモニターチェック、コンピュータを利用した異常値のチェック、その他2度入力によるチェック等から成る。さらに、データは3段階の処理作業を受ける。第一段階はデータそのものの合計値、平均値等を算出する処理レベル、第二段階は2種以上の水文データを組合わせて処理するレベルで流量算出等の作業、第三段階は年報の印刷を内容とする。このあと流域事務所でさらにデータチェックがおこなわれる。

処理データは流域事務所から中央事務所へオンラインで転送される。データのオリジナルは職員により中央事務所へ運ばれる。処理データは中央事務所最終的に総合チェックを受ける。計26台のコンピュータを利用したデータ処理・管理用システムが長期計画で提案されている。この内、19台が新規導入で7台がモデルシステムで設置したコンピュータである。

6.1.2 データ保管システム

データ保管システムの目的は、データ及び情報を安全にそして効率的に保管し、必要に応じデータ提供システムにデータ・情報を引渡すことにある。データのオリジナル、処理データ及びその他の情報は登録番号を付して中央事務所に年一回保管される。データのオリジナル及び情報は倉庫に保管される。処理データはデータベースに保管される。上記データのバックアップには光ディスクを利用する。

6.13 データ提供システム

データ提供システムの目的は、利用者とデータ品質調査システムに必要なデータを提供することにある。データの提供は、年報・オンライン・フロッピーディスク・コピー等によりおこなわれる。データの提供に際しては、オンラインの利用者登録がなされているか、利用者の要求は何か、また要求されたデータが保管されているか否か調査される。

6.14 データ品質調査システム

データ品質調査システムの目的は、水文データの品質の向上にある。その為に、観測網の検討、観測・データ処理機器の調査・検討、水文解析、既存の観測・データ処理システムのレビューなどを通じ現観測・処理システムの改善計画を作成・提言する。既存の運営・維持マニュアルの改良もこのシステムの作業である。

6.15 訓練システム

訓練システムの目的は、水文気象局職員および観測人を訓練して観測・データ管理システムをスムーズに動かし、最終的に信頼のおけるデータを観測・処理することにある。長期計画では、水文気象の基礎知識、観測機器・手法、データ処理およびコンピュータ操作等を理解・習熟させる為の定期的な職員の訓練・講義を実施する。実作業を通じての職員・観測人訓練のみならず訓練センターを導入して、センターでの効果的な訓練を計る。外国人専門家による指導が望ましい。

6.16 工程管理システム

工程管理システムの目的は、水文データの観測・管理に係わる全作業の工程をモニター・管理し水文データを翌年に出版することにある。このシステムでは、他のすべてのシステムから毎月作業進捗報告を受け、中央事務所・流域事務所のそれぞれでオンラインを利用して進捗報告書を作成する。そしてこの報告書を基に問題点の調査と改善策の提言をおこない、各システムに改善指導を行なう。また、各システムの年間作業スケジュールを常に見直し効率化を計る。

6.17 品質管理システム

品質管理システムの目的は、データと作業の質をモニター・管理し、最終的に信頼性の高い水文データを提供することにある。このシステムでは、すべての他のシステムから作業内容・手法・状況についての報告を毎月受け、工程管理システムと同様にモニター報告書を作成する。このモニター報告書を基に問題点の整理と対策案の検討を行い、他のシステムを指導・改善する。対策案の検討に当たっては、データ品質調査システムの助言を得る。品質管理のためのチェックリストの改善もこのシステムの作業である。

6.18 評価システム

評価システムの目的は、水文気象局の全作業に対して評価を下してその改善の動機を与えることにある。評価作業は上記工程管理システムと品質管理システムからの報告書ならびに利用者の声、その他をもとに進められる。評価には信賞必罰が伴うことが望ましい。

6.19 組織と要員

長期計画では、中央事務所、4つの流域事務所、10の出張所を提案する。この新しい組織は、効率的にそして容易に観測・データ管理を行なうことを目指している。新しく提案された組織図を図-15に示す。中央事務所は主に作業監理を行う。その中には、工程管理・品質管理、評価などが含まれる。そのほか、データの提供や職員訓練を行う。流域事務所は、ネパールガンジ、ポカラ、カトマンズ、そしてピラトナガルにおくことを勧める。流域事務所は主に観測所の運営・管理とデータ処理を受けもつ。出張所は流域事務所を補佐し観測所の管理とデータ収集を行なう。この新しい組織では、138名の技術系職員が必要になる。詳細は表-3に示す。

6.20 実施計画と事業費

長期計画は3段階から構成される。第1段階は1995年目標の短期計画である。第2段階は1996年から2000年までの5年間に実施する計画である。第3段階は2001年から2005年までの5年間に実施する計画で長期計画の最終ステージである。表-4に実施計画の概要を示す。長期計画の総事業費は878

百万ルピーであり、その内、外貨分が633百万ルピー、内貨分が245百万ルピーである。算出された事業費の内訳は次の通りである。

(単位：千ルピー)

項目	外貨	内貨	合計
- 観測	128,690	87,066	215,756
- 流砂・水質分析	3,056	0	3,056
- 施設管理	23,293	6,663	29,956
- データ処理・管理	38,783	637	39,420
- データ品質向上・訓練	190,935	42,217	233,152
- コンピュータ	58,109	5,500	63,609
小計	442,866	142,083	584,949
- 監理・技術経費	75,107	4,032	79,139
- 予備費	13,306	20,562	33,868
- 訓練	0	2,424	2,424
合計	531,278	169,102	700,380
- 物価上昇	101,611	76,130	177,741
総計 (物価上昇含む)	632,889	245,231	878,121

年間の運営・維持・取替費用は2005年で12.8百万ルピーと推定される。これは同年の予想される水文気象局予算の約16%に当る。

6.2.1 長期計画の評価

長期計画の実現によって量的にまた質的に水文データが飛躍的に改善される。これによって、水文解析の信頼性が増し、水文分野の学問水準が向上すると共により経済的・効果的な水資源開発計画・設計が可能になる。また、年間運営・維持・取替費用は2005年で12.8百万ルピーと推定され、これは総予算の16%という小さなパーセンテージから判断し水文気象局で充分負担可能な額と考えられる。

さらにケーススタディから30.2%の内部収益率が算出され長期計画がフィージブルであると判断される。

7. 短期計画

7.1 短期計画の目的と基本方針

観測・データ管理システムの段階的改善に際しては、量的改善に先立ち質的改善がまず第一にはかられねばならない。短期計画は、従って、観測システムを拡張すること無く、既存のシステムを強化することにより水文データの質的改善を目指す。そのため以下の点を基本方針とする。

- 1) 既存の4観測項目、降雨・水位・流量・流砂をとり上げる。
- 2) 既存の観測所及び分析室を修理・強化する。
- 3) 既存のデータ管理システムに対し、作業内容・責任を明確にし、またコンピュータシステムを拡充して、管理システムを強化・改善する。
- 4) データ品質改善の体制を整え、また作業工程・内容のモニタシステムを確立する。
- 5) 水文気象局の組織を強化し、その作業を円滑化する。そのため長期計画で提案した18システムの内、16システムを短期計画で導入する。

7.2 降雨観測システム

短期計画では、降雨観測網を拡張せず、既存システムの補修・強化を計る。既存システムに含まれる降雨観測所数は266である。この内、既存252、モデル14である。自記雨量計の数を38にする。これは、14か所の既存、14か所のモデルそして10か所の新規自記雨量計から成る。既存普通雨量計の補修・取替えと4自記雨量計の取替えが必要である。観測マニュアルの整備と観測人・職員に対する訓練も必要である。転倒ます式自記雨量計を低地に、重量式自記雨量計を標高2,000m以上の高地に設置することを提案する。定期的な機器の点検・維持が必須である。

7.3 水位観測システム

一次および二次観測所の本格的補修・強化は長期計画の第2・第3段階で計画されている。短期計画では、最小限の補修を提案する。この中には、シングルウィンチの設置、故障記録計の修理、ケー

ブル修理等が含まれる。さらに、10基準観測所の整備を既存観測所の強化という形で実施する。各基準観測所には、3断面に設置された量水標、自記水位計、ダブルウィンチケーブルウェイ、プロペラ型流速計、定位置型浮遊砂採取器、濁度計、管理事務所が備えられる。

ティナウ川の観測所No. 390とカマラ川のNo. 598は適切な位置へ移動すべきである。これらの観測所では、フロート式の観測井戸を設けることのできるサイトを見つけるのは困難と考えるので、水圧式水位計の設置を勧める。観測所No. 350の観測井戸は河床低下による乾期の水位測定が不可能な状況であるので、同じく水圧式水位計を勧める。既存・新規いずれの自記水位計にもデータロガーの装着を提案する。このデータロガーはディスプレイ表示で記憶内容が現地で見られることが望ましい。観測マニュアルの整備も必要である。

7.4 流量観測システム

各基準観測所には安全・確実な流量観測の為にダブルウィンチケーブルウェイを設置する。ただし、観測所No. 150およびNo. 280には既にこの型のケーブルウェイが張られており新たに設置の必要はない。また、観測所No. 598の直下流には橋が在り、この橋を利用して流量観測を実施することとする。20個のプロペラ型および5個のプライス型流速計の導入も計る。

7.5 流砂採取システム

短期計画では、既存の20水位観測所で浮遊砂観測を実施するシステムを完成させる。全基準観測所でより精度の高い測定を実施する為に定位置法による浮遊砂採取を採用する。この観測所および観測所No. 550.05で、濁度計による浮遊砂濃度の現場測定も実施する。定位置型採取器を8台、濃度平均型採取器を5台、濁度計を11台それぞれ新規導入する。

7.6 流砂分析システム

既存の流砂分析室にある分析機器を修理・補充する。新たな分析項目は短期計画では導入しない。修理・補充すべき分析機器は電気オープンや電気式ばかりなどである。その他分析マニュアルの整備と職員訓練が必須である。

7.7 設置システム

この設置システムは短期計画で導入・整備を計ることを提案する。このシステムは主に流域事務所の業務である。流域事務所の担当者は、観測所の構造設計と工事・設置作業にたずさわる。従って彼らは観測機器に対する知識のみならず土木工学についての素養も備えている必要がある。

7.8 点検・維持システム

長期計画で提案された機器の毎日/毎週点検、数か月ごとの点検、年点検と調整・検定作業を、観測機器を最適な状態に保ち信頼性の高いデータを得るために、短期計画で導入することを勧める。中央事務所と流域事務所の密なコミュニケーションを計る必要がある。そして中央事務所の分析室とワークショップの担当者は、流域事務所に必要に応じアドバイスする。十分なスペアパーツ・スペア機器・修理工具等の導入を計る。流速計検定施設を設置することを勧める。電気技術者の補充も必要である。

7.9 データ収集システム

短期計画でデータ収集システムを導入し整備する。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順は短期計画にもそのままあてはまる。このシステムは流域事務所と出張所で主に機能する。データ・情報は郵便・職員・電話等により回収される。テレメータシステムは短期計画では導入しない。作業マニュアルの整備が必須である。

7.10 データ処理システム

短期計画でデータ処理システムを導入し整備する。このシステムに係わる作業のほとんどは流域事務所で行われ、中央事務所では最終的な処理・データチェック作業がおこなわれるのみである。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順は短期計画にもほとんどそのままあてはまる。しかし中央・流域事務所間のオンライン化は考えない。回収されたデータは流域事務所で行われ、その後中央事務所にオンラインでは無くディスクの形で職員の手によって運ばれる。データ処理の作業中、必ずデータチェック作業が伴わなければならない。また作業マニュアルの整備が必要である。

7.1.1 データ保管システム

短期計画でデータ保管システムを導入し整備する。このシステムは主に中央事務所の作業である。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順はほとんどそのまま短期計画にあてはまる。データのオリジナルは倉庫に保管される。処理データはデータベースに保存される。しかし短期計画では、バックアップ用の光ディスクまでは他の機器とのバランスも考え導入しない。作業マニュアルの整備が必須である。

7.1.2 データ提供システム

短期計画でデータ提供システムを導入し整備する。このシステムは主に中央事務所の担当である。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順は短期計画にそのままあてはまる。データ提供は年報・フロッピーディスク・コピーなどの形でおこなわれる。オンラインによるデータ提供、また流域事務所での提供は短期計画では考えない。作業マニュアルの整備も必要である。

7.1.3 データ品質調査システム

データ品質調査システムを短期計画で導入・整備し、水文データの品質向上を計る体制を整えることを提案する。このシステムは中央事務所の作業である。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順はそのまま短期計画にあてはまる。

7.1.4 訓練システム

訓練センターを中央事務所に設置し、水文気象局職員に対してタイミングの良い効率的なまた水文気象分野の専門的な訓練を行なうことを提案する。表-5および6に訓練項目の概要を示す。

7.1.5 工程管理システム

工程管理システムを短期計画で早急に導入・整備し、短期計画で導入予定の他のシステムが予定に従い円滑に動くよう機能させることを提案する。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順はそのまま短期計画にあてはまる。このシステムは、他のシステムから作業進捗報告を受け毎月工

程管理を行う。また年に一度評価システムに、作業進捗と分析結果を盛り込んだ報告書を提出する。

7.16 品質管理システム

品質管理システムを短期計画で早急に導入・整備し、水文データの品質を維持・向上させることを提案する。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順はそのまま短期計画にあてはまる。このシステムは、他のすべてのシステムから毎月作業内容・手法・状況等の報告を受け、水文データ・作業の品質を管理する。年に一度、データの品質と作業の状況そしてその評価を盛り込んだ報告書を評価システムに提出する。

7.17 評価システム

評価システムは、短期計画の中で早急に導入・整備し、工程・品質管理を徹底させると共に、作業の円滑化に対し動機付けをおこなうよう提案する。評価は工程管理・品質管理の両システムから提出された報告書、利用者の声その他を基にしておこなわれる。長期計画で設定したこのシステムの目的・概念・手順はそのまま短期計画にあてはまる。

7.18 コンピュータ機器

図-16 に示すコンピュータ機器を、短期計画で、中央事務所と流域事務所に導入することを提案する。このシステムは21台のコンピュータを含みその内訳は以下の通りである。

事務所	システム	台数
中央事務所	データベース	1セット
	データチェック	4セット
	データ提供	1セット
	システム管理	1セット
	データ入力	1セット
	訓練	5セット
各流域事務所	データ入力	1セット×4事務所
	データ保存	1セット×4事務所

上記21台のコンピュータの内、14台は新規に導入するコンピュータであり、残りの7台はモデルシステムで導入済みのコンピュータである。中央事務所のコンピュータは、LANで統合され効率的な運用が計られる。コピー機械を各流域事務所に配しデータのオリジナルのコピーを取ることを提案する。

7.19 組織と要員

短期計画で提案する水文気象局の組織は長期計画のそれとほぼ同じである。ただし、流域事務所のワークショップ、水質分析室、およびテレメータ施設は短期計画では導入しない。提案された組織は中央事務所、4流域事務所、10出張所と観測所から構成される。必要技術者の数は129名である。

7.20 実施計画と事業費

短期計画は、1993年から1995年までの3年間に実施する計画である。一年目の1993年には、観測機器・コンピュータ・土木構造物等の設計と入札書類の作成がおこなわれる。入札は1994年の前半に実施され、その後、土木工事、機器設置作業が1995年までおこなわれる。短期計画の実施スケジュールを図-17, 18, 19に示す。

短期計画の総事業費は約366百万ルピーである。その内、外貨分は275百万ルピーであり、内貨分は91百万ルピーである。内訳を表-7に示す。また事業費の年支出額を以下に示す。

(単位：千ルピー)

年	投資額			運営・維持・取替費用	
	外貨	内貨	計	外貨	内貨
1993	16,928	0	16,928	0	0
1994	160,794	66,989	227,783	2,326	997
1995	96,976	23,599	120,575	3,267	1,400
合計	274,698	90,588	365,286	5,593	2,397

年間の運営・維持・取替費用は1995年で4.7百万ルピーと推定される。これは同じ年の水文気象局の予想予算額の11%に当たる。

7.2 1 短期計画の評価

短期計画では、水文データの質的改善を目指し、その為に、現在の観測・データ管理システムを観測網の拡大を計らず、補修・強化することを提言している。したがって、短期計画の内容は観測・データ管理体制の強化のみならず、作業内容・責任の所在の明確化を計ることをも含んでいる。これらは、水文気象局として現在実施しなければならない最も基本的事項と考えるので早急な実現化が望まれる。

8. 結論と勧告

- (1) 既存の観測・データ管理システムを改善して、全国に亘る長期の信頼できる水文データを得ることは、効果的・経済的水資源開発の計画・設計の為に絶対的に必要なことである。したがってここに提言した長期計画の実施が切に望まれる。
- (2) 長期計画の中から最も基礎的なあるいは緊急に改善しなければならない項目を選定し短期計画を策定した。この短期計画をまず実施する必要がある。この短期計画の実現によって、引続く長期計画の第二、第三段階の実施がスムーズに行われよう。

付 表

表-1 流域面積

Name of River Basin		Basin Area (sq.km) within Nepal	Percentage of Basin Area within Nepal
I.	MAHAKALI RIVER	5,317	34%
II.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 1	3,811	100%
III.	KARNALI RIVER	(43,227)	
	1. HUMLA KARNALI	5,527	65%
	2. MUGU KARNALI	6,155	100%
	3. SINJATILA	3,252	100%
	4. SETI WEST	7,103	100%
	5. BHERI	13,867	100%
	6. KARNALI MAIN (OTHERS)	7,323	100%
IV.	BABAI RIVER	3,252	100%
V.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 2	948	100%
VI.	RAPTI (WEST) RIVER	6,215	100%
VII.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 3	4,849	100%
VIII.	NARAYANI/GANDAKI RIVER	(31,726)	
	1. TRISULI	3,622	57%
	2. BUDHI	3,621	73%
	3. MARSHANGDI	4,819	100%
	4. SETI (GANDAKI)	2,843	100%
	5. KALI GANDAKI	11,573	100%
	6. RAPTI (GANDAKI)	2,993	100%
	7. NARAYANI/GANDAKI MAIN (OTHERS)	2,255	100%
IX.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 4	3,502	100%
X.	BAGMATI RIVER	3,681	100%
XI.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 5	3,013	100%
XII.	KAMALA RIVER	1,786	100%
XIII.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 6	1,896	100%
XIV.	SUN KOSHI/SAPTA KOSHI RIVER	(27,863)	
	1. BHOTE KOSHI	240	10%
	2. TAMA KOSHI	2,714	76%
	3. DUDH KOSHI	4,030	100%
	4. ARUN	5,248	15%
	5. TAMAR/TAMUR	6,125	100%
	6. SUN KOSHI MAIN (OTHERS)	9,506	100%
XV.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 7	3,462	100%
XVI.	KANKAI RIVER	1,317	100%
XVII.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO. 8	1,316	100%
TOTAL		147,181	

表-2 長期計画における観測システムの概要

	Basic Station	Primary Station	Secondary Station
1) Observation instruments - Flood measurements	i) Staff Gauge facility (3 Sections) ii) Water Level Recorder & Facility iii) Bank Operation Double drum winch cable way iv) Point integrated sample v) Portable meters and electrodes for water quality observation	i) Staff gauge facility (3 Sections) ii) Water level recorder & facility iii) Mountainous area →Double drum winch cable way (Bank operating) Terai area →Single drum winch cable way (with cable car) iv) Depth integrated sample v) Portable meters and electrodes for water quality observation	i) Staff gauge only (1 Section) ii) Single drum winch cable way with cable car Peak water level gauge (Flood-crest gauge)
2) Water level observation - Regular - Flood	3 times per day (8, 12, 16) every hour during flood	3 times per day (8, 12, 16) every hour during flood	3 times per day (8, 12, 16) every hour during flood
3) Discharge measurement - Regular measurement - Flood measurement	twice a week in dry season once a week in monsoon season A minimum total of 36 times per year i) Shortened and optimized measurement by bank operating current meter ii) Float method iii) Slope area method	a minimum of 10 times per year ditto	a minimum of 6 times per year i) Float method ii) Slope area method
4) Sediment observation - Regular - Flood	Point integrated sampling once a week in dry season once a day in monsoon season every hour during flood	Depth integrated Sampling ditto every hour during flood	no observation
5) Water quality observation	Once a day for basic properties e.g. temperature, PH, conductivity turbidity, others per month	ditto (550.05 only)	no observation
6) Inspection and Maintenance	Stationed staffs carry out frequent inspection and continuous maintenance. Mechanic/Electric inspection is Carried out by mechanics once a year	Field technicians in branch office carry out inspection and mechanics conduct Mechanical/Electric Inspection once a year	ditto
7) Staff	Two stationed field technicians stay in all year	Field technicians in branch office	Field technicians in branch office

表-3 必要技術者の総数 (1/2)

Office	Remarks	Number of staffs
1. Central Office		
1.1 Evaluation Division	Chief	1
1.2 Data Management Division	Chief	1
	Staff	2
1.2.1 Management Section		
1.2.1.1 Progress Control Unit		1
1.2.1.2 Quality Control Unit	Chief	1
	Data Processing Staff	4
	Observation	1
Laboratory	Chief	1
	Sediment	2
	Water Quality	2
Workshop	Chief	1
	Observation Equipment	4
	Computer Maintenance	2
Sub-Total (1.2.1)		19
1.2.2 Data Arrangement Section	Chief	1
1.2.2.1 Data Storing Unit	Chief	1
	Data Arrangement	2
	Maintenance of Software	4
1.2.2.2 Data Dissemination Unit	Staff	2
Sub-Total (1.2.2)		10
Sub-Total in the Central Office		33
2. Basin Office		
2.1 Far Western Basin Office	Chief	1
a Data Arrangement Unit	Data Entry	1
	Data Processing	2
b Observation Unit		4
c Laboratory Unit		2
d Workshop Unit		3
Sub-Total (2.1)		13
2.2 Western Basin Office	Chief	1
a Data Arrangement Unit	Data Entry	1
	Data Processing	2
b Observation Unit		6
c Laboratory Unit		2
d Workshop Unit		2
Sub-Total (2.2)		14
2.3 Central Basin Office	Chief	1
a Data Arrangement Unit	Data Entry	1
	Data Processing	2
b Observation Unit		2
c Laboratory Unit		0
d Workshop Unit		0
Sub-Total (2.3)		6
2.4 Eastern Basin Office	Chief	1
a Data Arrangement Unit	Data Entry	1
	Data Processing	2
b Observation Unit		4
c Laboratory Unit		2
d Workshop Unit		2
Sub-Total (2.4)		12

表-3 必要技術者の総数 (2/2)

Office	Remarks	Number of staffs
3. Branch office		
3.1 Bannga		2
3.2 Chainpur		2
3.3 Simikot		2
3.4 Jumla		2
3.5 Musikot		2
3.6 Jomson		2
3.7 Simla		2
3.8 Okhalding		2
3.9 Khadbari		2
3.10 Taplejung		2
Sub-Total (3)		20
4 Basic Station		
4.1 Mahakali		2
4.2 Karnali		2
4.3 Babai		2
4.4 West Rapti		2
4.5 Tamur		2
4.6 Gandaki		2
4.7 Bagmati		2
4.8 Kamara		2
4.9 Koshi		2
4.10 Kankai		2
Sub-Total (4)		20
5 Synoptic Station		
5.1 Dandeldhura		2
5.2 Dhangadhi		2
5.3 Dipayal		2
5.4 Surkhet		2
5.5 Jumla		1
5.6 Ghorai		2
5.7 Bhairhawa		2
5.8 Pokhara		2
5.9 Simla		1
5.10 Kathmandu		2
5.11 Okhaldhunga		1
5.12 Dhankuta		2
5.13 Biratnagar		2
5.14 Taplejung		1
Sub-Total (5)		20
Grand-Total		138

表-4 長期計画の概要 (1/2)

FUNCTION OF SYSTEM	SUBSYSTEM A				LONG TERM PROGRAMME			MODEL SYSTEM
	(1) OBSERVATION STATION	(2) BRANCH OFFICE	(3) BASIN OFFICE	(4) CENTRAL OFFICE	FIRST STAGE (Immediate Programme)	SECOND STAGE	THIRD STAGE	
					Urgent Improvement of Existing System till 1995	Initial Extension of Existing System till 2000	Further Extension of Existing System till 2005	
(A) OBSERVATION	Precipitation Observation System				<ul style="list-style-type: none"> Elevation of Observation Accuracy Strengthening of Basin Office Work Improvement of Data Managing Work Completion of Processing of Existing Data Introduction of Basic Station Reinforcement/Repair of Existing Rain gauge Repair of Existing Ordinary and Recording Rain gauge Addition of Recording Rain gauges(10) 	<ul style="list-style-type: none"> Extension of Rain gauge Network (Initial stage:Focusing priority water resources project and scarce density) Establishment of New Rain gauge Stations (102) Addition of Recording Rain gauges(15) 	<ul style="list-style-type: none"> Expansion of Observation Network to Complete Min Network Improvement of Data Dissemination System Preparatory Study and Work for Further Stage Extension of Rain gauge Network(Final stage:Completing min network) Establishment of New Rain gauge Stations(102) Addition of Recording Rain gauges(7) 	<ul style="list-style-type: none"> Plan of Distribution and Selection of Gauge Type Installation, Operation and Maintenance
	Water Level Observation System				<ul style="list-style-type: none"> Repair of Existing Water Level Gauge and Introduction of Basic Stations Minimum Required Repair of Existing Staff Gauges and Measuring Equipment Establishment of Basic Stations(10) 	<ul style="list-style-type: none"> Completion of Primary Station and Extension of Water Level Gauge Network Repair/Reinforcement of Existing Equipments of Primary Stations(34) Establishment of Secondary Stations(17) 	<ul style="list-style-type: none"> Plan of Distribution and Selection of Gauge Type Installation, Operation and Maintenance 	
	Discharge Measurement System				<ul style="list-style-type: none"> Repair of Existing Measuring Equipments Minimum Required Repair of Existing Measuring Equipment Repair and Addition of Current Meter Completion of Sediment Observation Network Repair/Reinforcement of Sediment Sampling Equipments 	<ul style="list-style-type: none"> Completion of Measuring Equipments of Primary Stations Improvement and Addition of Equipment of Primary Stations Addition of Current Meter 	<ul style="list-style-type: none"> Operation and Maintenance of Measuring Equipment Introduction of Float and Slope-area Methods 	
	Sediment Sampling System				<ul style="list-style-type: none"> Introduction of Sampling of Riverbed Material Introduction of Sampling Equipments 	<ul style="list-style-type: none"> Improvement and Addition of Equipments of Secondary Stations 	<ul style="list-style-type: none"> Sampling and Guidance Improvement of Sampling Method 	
	Water Quality Sampling System				<ul style="list-style-type: none"> Introduction of Water Quality Observation 	<ul style="list-style-type: none"> Completion of Water Quality Observation Network 		
(B) SEDIMENT AND WATER QUALITY ANALYSIS	Sediment Analysis System				<ul style="list-style-type: none"> Reinforcement of Sediment Laboratory Repair/Reinforcement of sediment Analysis Instrument 	<ul style="list-style-type: none"> Introduction of Field Test Kits and Sensor Introduction of Gradation Analysis Installation of Equipments 		
	Water Quality Analysis System				<ul style="list-style-type: none"> Introduction of Water Quality Analysis Introduction of Laboratory Equipment (BOD/COD) 	<ul style="list-style-type: none"> Completion of Water Quality Analysis Addition of Laboratory Equipment (BOD/COD) 		
(C) ESTABLISHMENT, INSPECTION AND MAINTENANCE OF FACILITY		Inspection and Maintenance System			<ul style="list-style-type: none"> Improvement of Establishment System 			
			Inspection and Maintenance System		<ul style="list-style-type: none"> Improvement of System 	<ul style="list-style-type: none"> Introduction of Workshop in Basin Office Installation of Mechanics and Tools 	<ul style="list-style-type: none"> Study on Inspection Manual 	
			Inspection and Maintenance System		<ul style="list-style-type: none"> Establishment of Calibration Facility for Current Meter Reinforcement of Central Workshop Reinforcement of Mechanics and Tools 			

表-4 長期計画の概要 (2/2)

(D) DATA PROCESSING AND MANAGEMENT	Data Collection System	Mail/Staff	Mail/Staff	Mail/Staff Introduction of Telemetry System * Establishment of Telemetry Stations(3) * Reinforcement of Computer	* Mail * Trial of Wireless Communication * Introduction of New Computer * Data Processing and Checking
	Data Processing System	<ul style="list-style-type: none"> * Introduction of Computer * Reinforcement of Processing System * Introduction of Data Logger System * Introduction of Data Logging Equipment * Improvement of Storing System 	<ul style="list-style-type: none"> Reinforcement of Computer Reinforcement of Data Logger System * Addition of Data Logging Equipment 		
	Data Storing System	<ul style="list-style-type: none"> * Collection by Floppy Disk * Mail/Staff * Introduction of Computer * Improvement of Processing System * Completion of Processing of Existing Data Backlog 	<ul style="list-style-type: none"> * Collection by Floppy Disk * Mail/Staff * Reinforcement of Computer 	<ul style="list-style-type: none"> * Commencement of Data Dissemination * Data Transmission through Telecommunication Line, Mail/Staff * Introduction of On Line System between Regional and Central Offices * Study on Renewal of Computer 	<ul style="list-style-type: none"> * Data Collection by Floppy Disk * Introduction of New Computer * Data Processing and Checking
	Data Dissemination System	<ul style="list-style-type: none"> * Establishment of Storeroom * Improvement of Storing System * Improvement of Dissemination System 		<ul style="list-style-type: none"> * Improvement of Storing System * Publication of Data Book for Previous Year's Data 	
(E) DATA QUALITY IMPROVEMENT AND TRAINING	Training System	<ul style="list-style-type: none"> * Introduction of Research System * Improvement of Manual * Invitation of Foreign Expert * On The Job Training 	<ul style="list-style-type: none"> * Invitation of Foreign Expert * On The Job Training 	<ul style="list-style-type: none"> * Invitation of Foreign Expert * On The Job Training 	<ul style="list-style-type: none"> * On The Job Training * Lecture and Guidance
	Training System	<ul style="list-style-type: none"> * Invitation of Foreign Expert * Establishment of Training Center * Regular Training * Training in Manufacturer 	<ul style="list-style-type: none"> * Invitation of Foreign Expert * Regular Training * Training in Manufacturer 	<ul style="list-style-type: none"> * Invitation of Foreign Expert * Regular Training * Training in Manufacturer 	<ul style="list-style-type: none"> * Lecture and Guidance
	Progress Control System	<ul style="list-style-type: none"> * Improvement of Progress Control System 			<ul style="list-style-type: none"> * Establishment of Organization and Schedule
	Quality Control System	<ul style="list-style-type: none"> * Improvement of Quality Control System 			
(F) MONITORING AND EVALUATION OF ACTIVITIES	Quality Control System	<ul style="list-style-type: none"> * Improvement of Evaluation System 			
	Evaluation System				

表-5 研修概要

Person to be trained	Item to be trained	Content
Field technician	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precipitation Observation 2. Water level observation Data processing 3. Discharge measurement 4. Sediment observation 5. Inspection of the station 6. Maintenance of instruments and facilities (including simple adjustment/ calibration of instrument) 7. Civil construction works related observation system 8. Survey 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation observation method operation of instrument • ditto • ditto (including flood measurement) • Observation method, operation of instrument • Method, reporting • Method (including minor repair) • Construction/Repair of facilities • Planning and Cost estimation • Design, drawing • Field practice such as levelling, cross section, theodolite survey etc. • Mapping and drawing, Survey method
Part time Observer	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precipitation observation 2. Water level observation 3. Sediment Sampling 4. Daily inspection of the Station 5. Maintenance of instruments and facilities 	<ul style="list-style-type: none"> • Observation method • Operation of instrument • ditto • ditto • method (including minor repair) • method

表-6 短期計画の研修項目 (1/2)

Training Item	Training Hour				
	N	F	J	S	E
1. Introduction					
1.1 Outline of DHM	1				
1.2 Observation of DHM	1	1			
1.3 Data Processing in DHM	1		1		
1.4 Data Checking in DHM	1			1	
1.5 Analysis					1
Sub-Total	4	1	1	1	1
2. Observation					
2.1 Precipitation					
2.2.1 General	1	1			
2.2.2 Observation Network					3
2.2.3 Manual Gauge		1	1		
2.2.4 Recording Gauge (Weighting Type)		5	1		5
2.2.5 Recording Gauge (Other Type)					1
2.2 Snowfall					
2.3 Rainfall					
2.3.1 Radar					5
2.3.2 Satellite					1
2.4 Snow cover			1		
2.5 Evaluation			1		
2.6 Water Level					
2.6.1 General	1	1	1		
2.6.2 Observation Network					3
2.6.3 Manual Gauge		1	1		
2.6.4 Recording Gauge (Float Type)		5	1		
2.6.5 Recording Gauge (Other Type)					5
2.7 Discharge Measurement					
2.7.1 General	1	1	1		
2.7.2 Current Meter		5	5		
2.7.3 Float					5
2.7.4 Other Way					5
2.8 Sediment					
2.8.1 General	1				
2.8.2 Selection of site					2
2.8.3 Suspended-Sediment					
2.8.3.1 Sampling		1	1		
2.8.3.2 Sediment Concentration				5	
2.8.3.3 Suspended-Sediment Discharge					2
Sub-Total	4	21	14	5	37

表-6 短期計画の研修項目 (2/2)

Training Item	Training Hour				
	N	F	J	S	E
3. Data Processing					
3.1 Computer					
3.1.1 General Knowledge on Computer			1	1	
3.1.2 General Knowledge on Software			1	1	
3.1.3 Data Base Software				15	
3.1.4 Application Software				30	30
3.2 Procedure					
3.2.1 General				1	
3.2.2 Preliminary Data Checking				1	1
3.2.3 Data Entry				1	
3.2.4 Determination of Rating Curve				5	5
3.2.5 Estimation of Discharge				1	1
3.2.6 Data Processing Checking					5
3.2.7 Overall Checking					15
3.2.8 Final Checking					1
3.2.9 Deal with Error					1
3.2.10 Emergency Case		1		1	1
Sub-Total	0	1	3	57	60
4. Basic Knowledge					
4.1 Meteorology				5	
4.2 Statistics in Hydrology Analysis				5	
4.3 Precipitation				5	
4.4 Hydrograph				5	
4.5 Hydrologic Losses				5	
4.6 Stream Flow				5	
Sub-Total				30	
5. Analysis					
5.1 General					1
5.2 Precipitation					
5.2.1 Mean Area Precipitation					5
5.2.2 Depth-Area-Duration Analysis					5
5.2.3 Probable Maximum Precipitation					5
5.2.4 Rainfall Frequency					5
5.2.5 Rainfall Intensities					5
5.3 Stream Flow					
5.3.1 Low Flow Analysis					15
5.3.2 Flood Frequency					15
5.3.3 Runoff Relations with Rainfall					15
Sub-Total					71
6. Management					
6.1 General		1	1	1	1
6.2 How to Instruct Observer				1	
6.3 Management on System					5
Sub-Total		1	1	2	7
Grand Total	8	24	19	95	176

Note N : Newly employed staff J : Junior hydro-meteorological assistant
 F : Field assistant S : Senior hydro-meteorological assistant
 E : Engineer

表-7 短期計画の事業費

	WORK ITEM		HC		L/C		1993		1994		1995		Total		
							F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	
(A) Observation	(1) Rainfall Observation	Manual Rain-gauge								660		660	0	1,320	
		Tipping Bucket Type	Rain-gauge / Recorder / Data Logger						6,370	600		400	6,370	1,000	
		Weighing Type	Rain-gauge / Recorder						192				192	0	
		Spare Inst. / Parts etc.	Spare Parts						656				656	0	
	(2) Water Level Observation	Staff Gauge									126		234	0	360
		Float-type	Recorder / Data Logger						1,104	13			97	1,104	110
		Pressure-type	W.L. Gauge / Data Logger						1,524	121			242	1,524	363
		Peak Water Level Gauge												0	0
		Survey Instrument	Level / Transit						2,250					2,250	0
		Spare Inst. / Parts etc.	Spare Parts / Data Logger						641					641	0
	(3) Discharge Measurement	Single Winch									3,094			0	3,094
		Double Winch	Double Winch / Suspension Wire						10,376	5,370				10,376	5,370
		Propeller-type Current Meter	Body / Weight / Counter						15,490					15,490	0
		Pirco-type Current Meter	Body / Weight / Counter						2,580					2,580	0
		Spare Inst. / Parts etc.	Spare Parts						1,807					1,807	0
	(4) Sediment Observation	Point Integrated Sampling	Sampler Bottle / Turbidity Meter										6,352	6,352	0
		Depth Integrated Sampling	Sampler Bottle / Turbidity Meter										1,105	1,105	0
		Spare Inst. / Parts etc.	Spare Parts										746	746	0
(5) Water Quality Observation	Field Test Kit												0	0	
	Sensor												0	0	
(6) Basic Station	Office								1,110		740	0	1,850		
Sub - Total (A)							0	0	51,437	11,094	0	2,373	51,437	14,067	
(B) Analysis of Sediment and Water quality	(1) Sediment Analysis	Sediment Labo.							1,220				1,220	0	
	(2) Water quality Analysis	Water quality Labo.											0	0	
Sub - Total (B)							0	0	1,220	0	0	0	1,220	0	
(C) Management of Facility	(1) Maintenance of Station	Regional Workshop											0	0	
	(2) Repair of Equip.	Central Workshop							1,108				1,108	0	
	(3) Current Meter Calibration	Facility							21,073	3,998		2,665	21,073	6,663	
Sub - Total (C)							0	0	22,181	3,998	0	2,665	22,181	6,663	
(D) Data Processing and Management	(1) Data Collection	Telemetry											0	0	
	(2) Data Processing	Data Logger System							4,954				4,954	0	
Sub - Total (D)							0	0	4,954	0	0	0	4,954	0	
(E) Data Quality Improvement and Training	(1) Staff Training	Invitation of Foreign Expert							9,192		14,344		27,576	0	
		Training in Manufacture							733		733		1,466	0	
		Attendance of International Course							366		366		732	0	
(2) Training Center		Computer Equip / Observation Inst. / Building						20,477	33,349	28,121	8,466	48,591	42,217		
Sub - Total (E)							0	0	30,768	33,349	47,604	8,466	78,372	42,217	
(F) Computer System	(1) Design and Programming							3,129	8,344	2,500	6,258	2,500	17,731	5,000	
	(2) Computer Inquiries								3,951		5,550		9,501	0	
	(3) Soft Ware								1,942		3,281		5,223	0	
	(4) Furnitures and Installation								330		350	500	700	500	
	(5) Staff Training										5,215		5,215	0	
Sub - Total (F)							3,129	0	14,287	2,900	20,654	2,000	38,210	5,500	
Sub - Total (A+B+C+D+E+F)							3,129	0	125,147	51,543	68,258	16,904	196,534	68,447	
Administration and Engineering Service							13,799	0	24,137	1,556	19,537	517	57,473	2,073	
Contingency and Reserve							0	0	5,326	7,356	1,465	2,161	7,191	9,517	
Staff Training							0	0	1,003			281	0	1,284	
Grand - Total							16,928	0	154,610	61,458	89,660	19,863	261,198	81,321	
Price Escalation									6,184	5,531	7,316	3,736	13,501	9,267	
Grand - Total (With Escalation)							16,928	0	160,794	66,989	96,976	23,599	274,699	90,588	
O. M. R. (Operation, Maintenance and Replacement)							0	0	2,326	997	3,267	1,400	5,593	2,397	

付 図

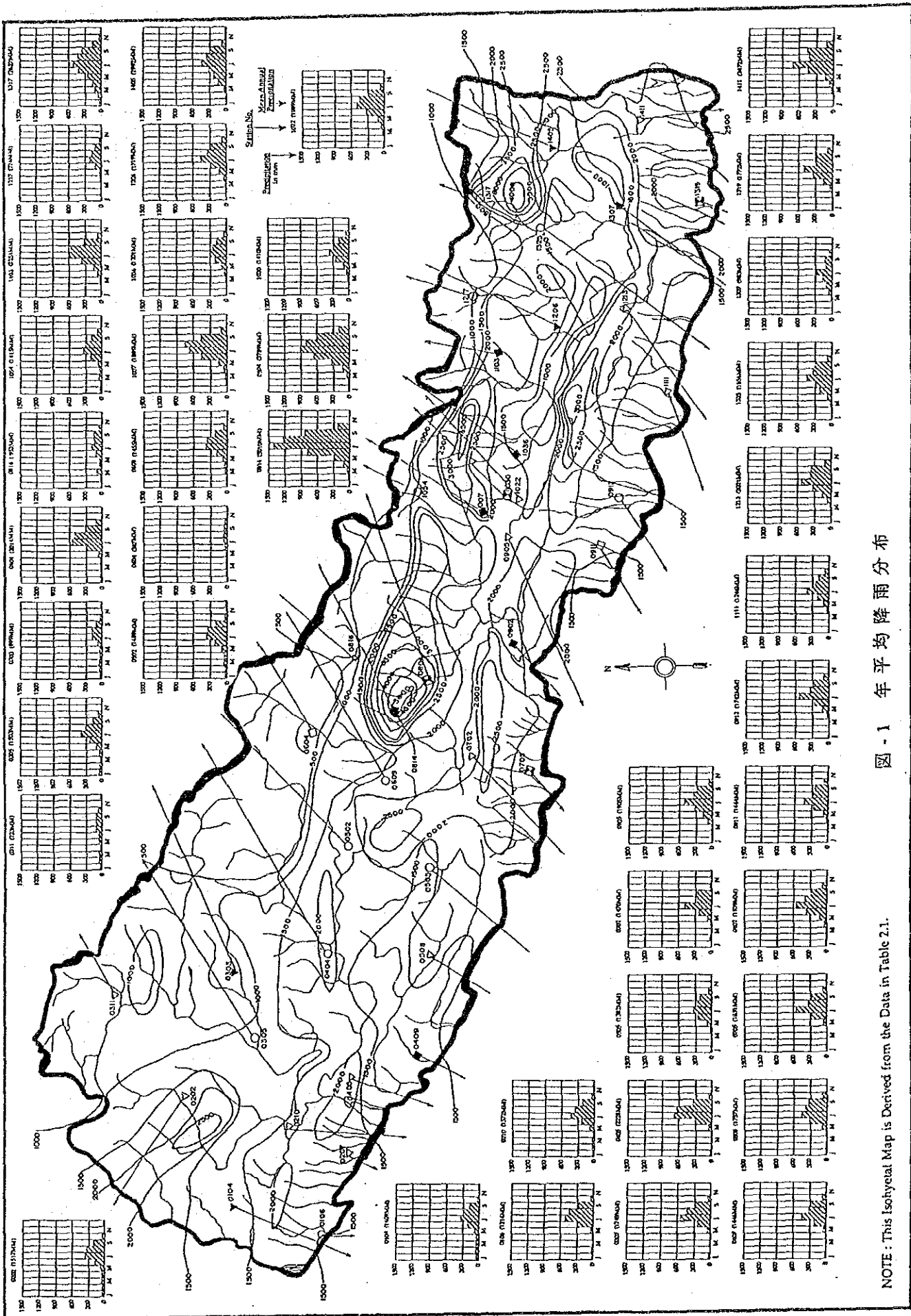


图 - 1 年 平 均 降 雨 分 布

NOTE : This Isohyetal Map is Derived from the Data in Table 2.1.

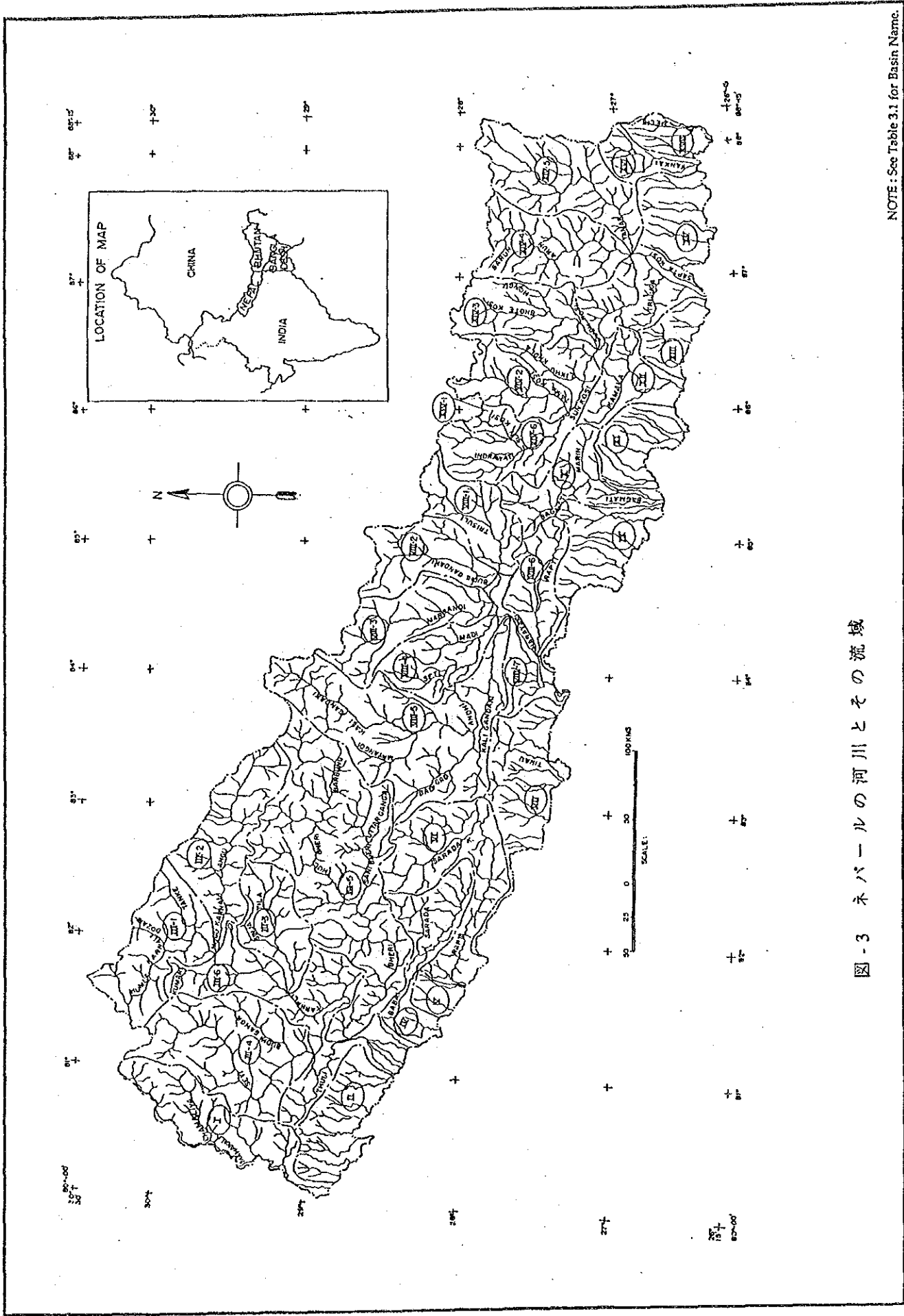
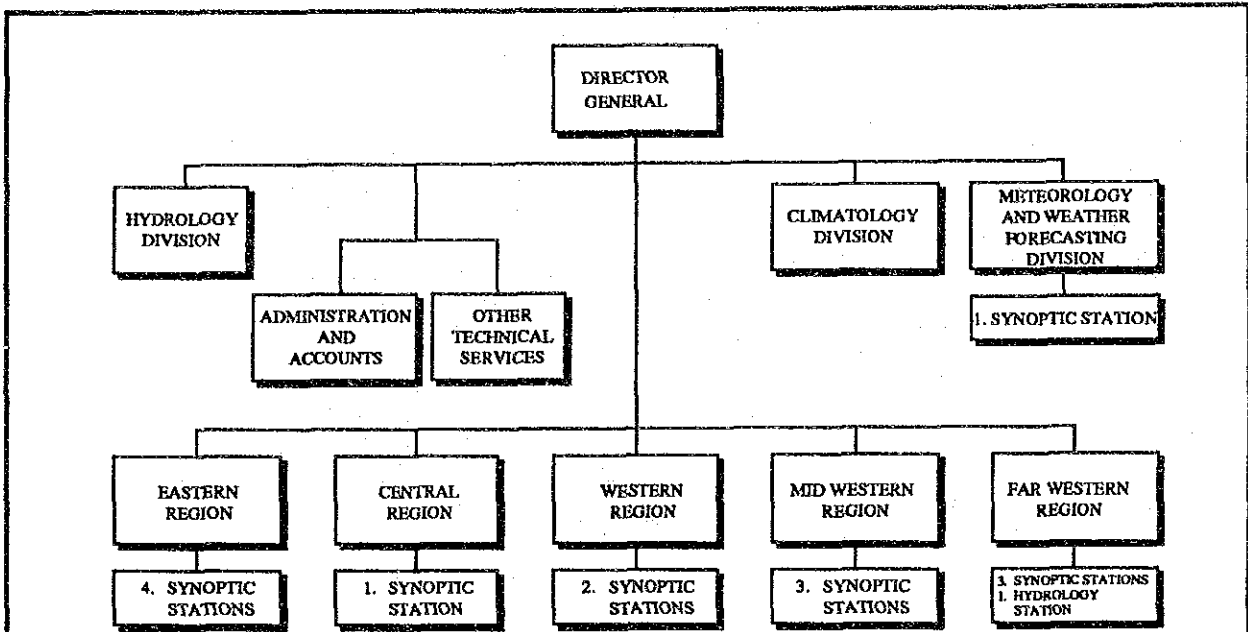
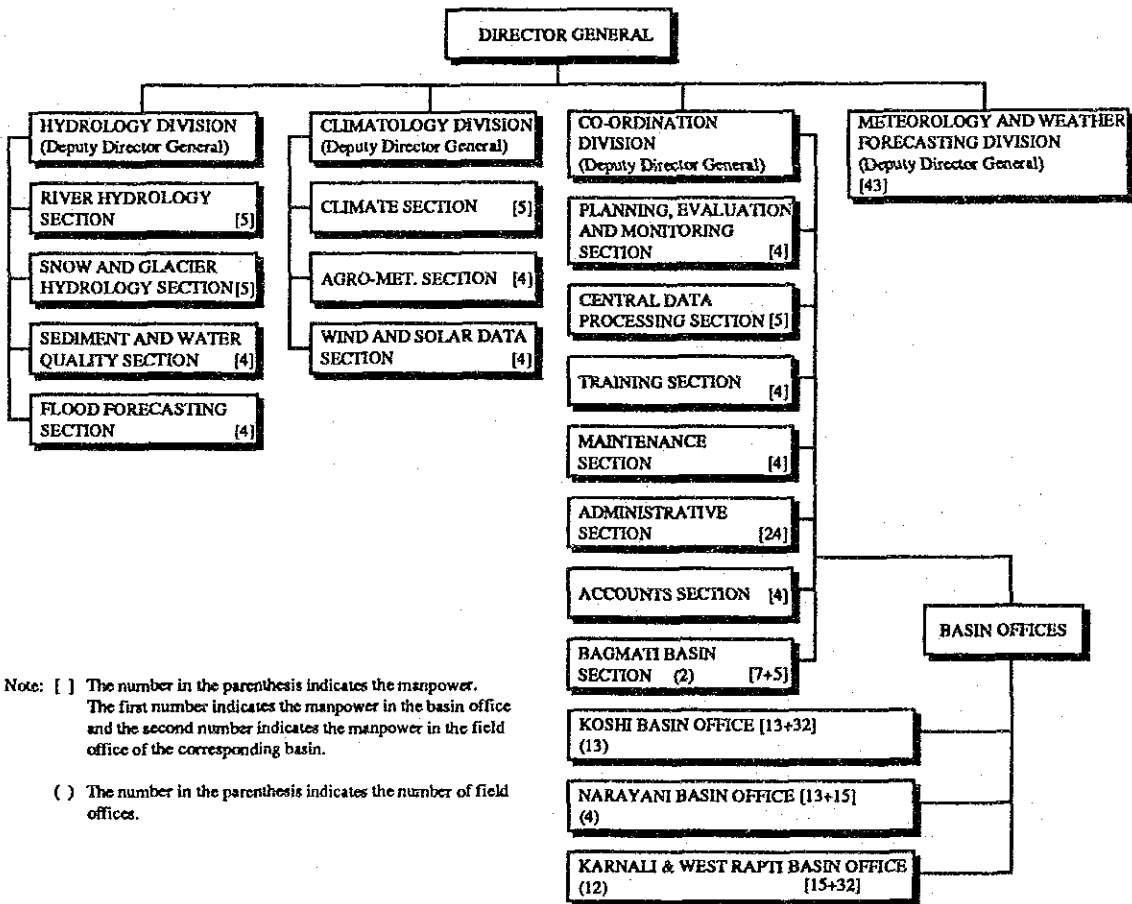


図-3 ネバールの河川とその流域

NOTE : See Table 3.1 for Basin Name.



Organization Effective till Mid-July 1993



Note: [] The number in the parenthesis indicates the manpower. The first number indicates the manpower in the basin office and the second number indicates the manpower in the field office of the corresponding basin.

() The number in the parenthesis indicates the number of field offices.

Organization Effective after Mid-July 1993

図 - 4 D H M の組織図

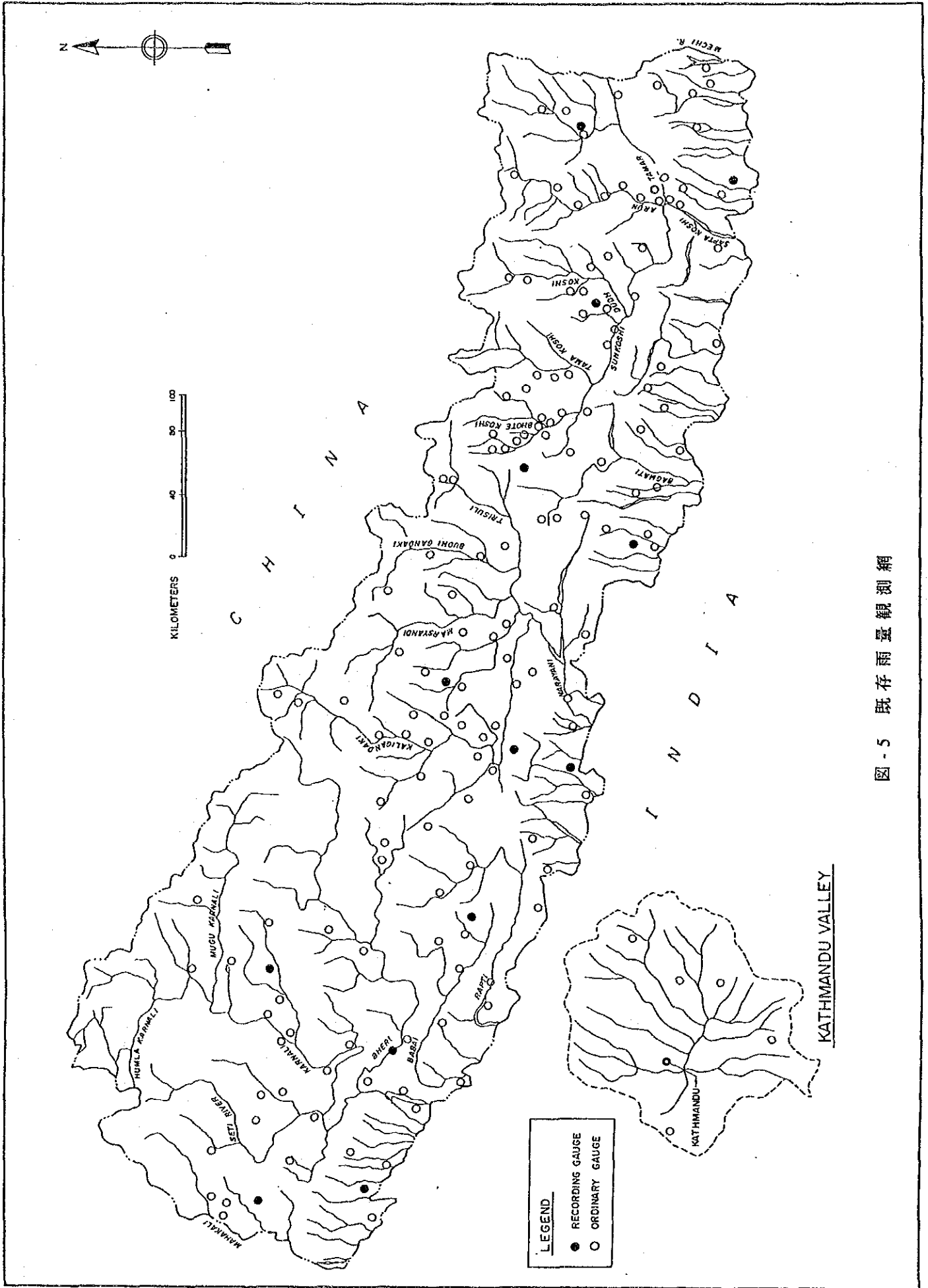
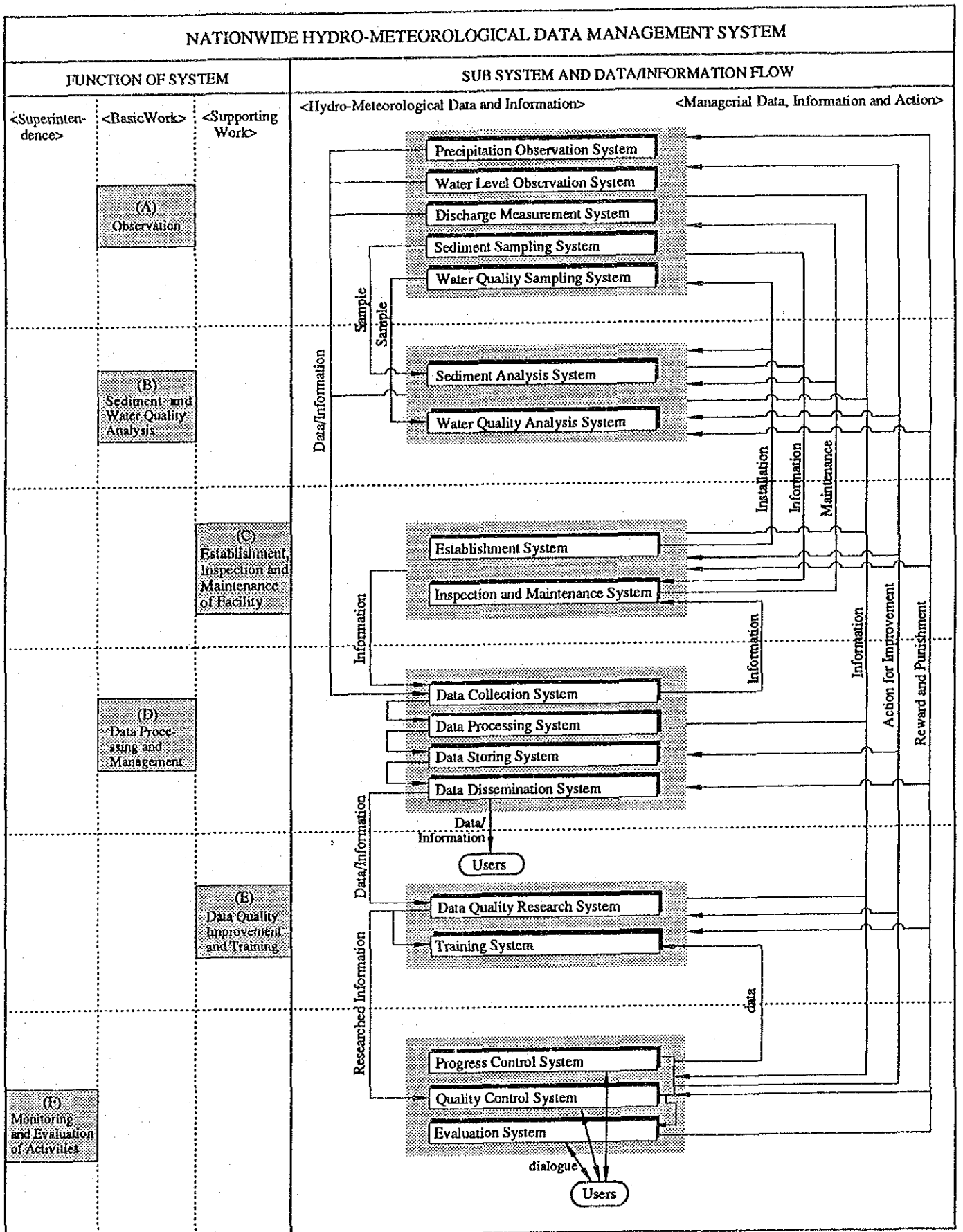


图-5 既存雨量観測網

図-7 水文データ管理システムの概要



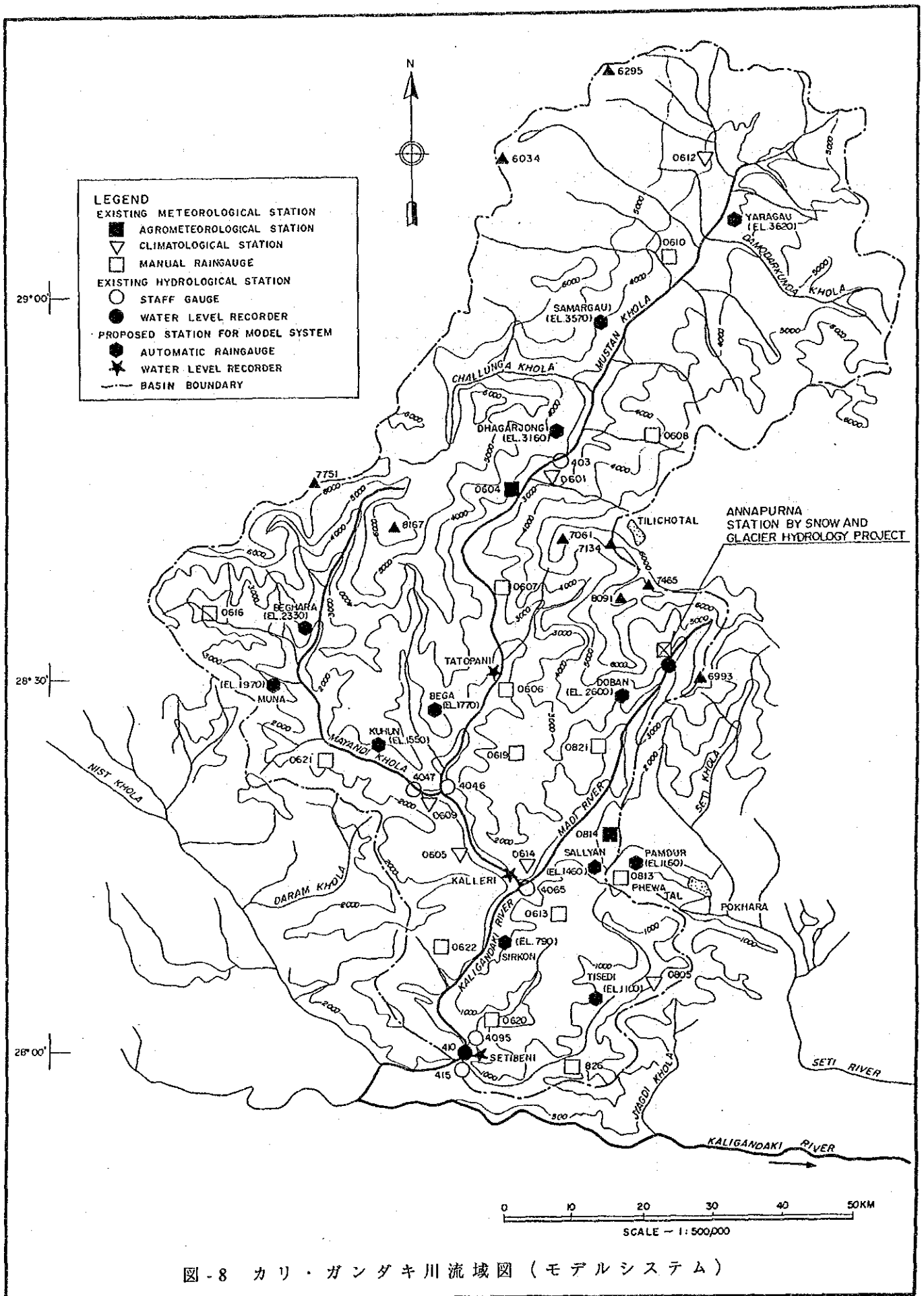


図-8 カリ・ガンダキ川流域図 (モデルシステム)

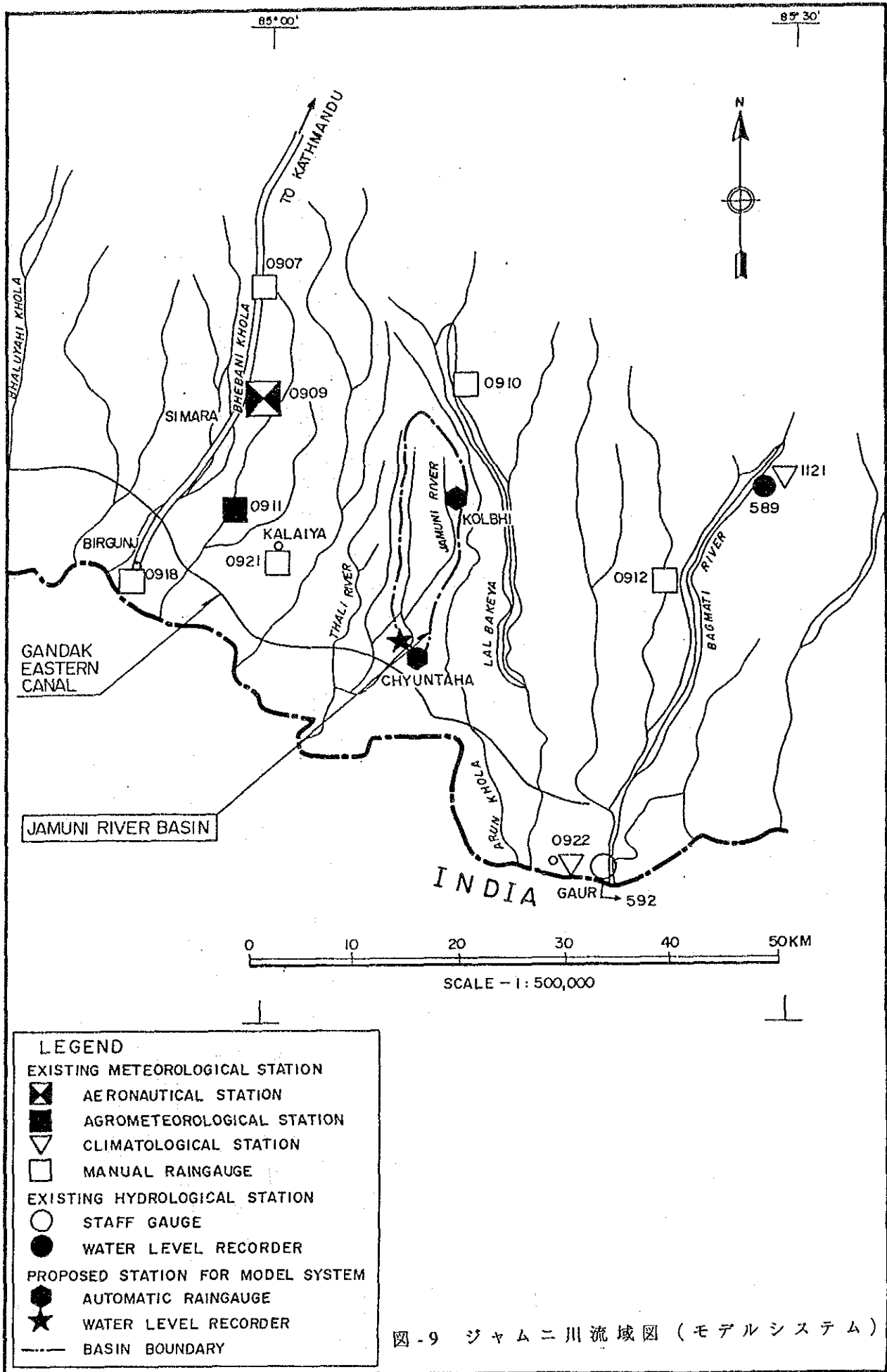
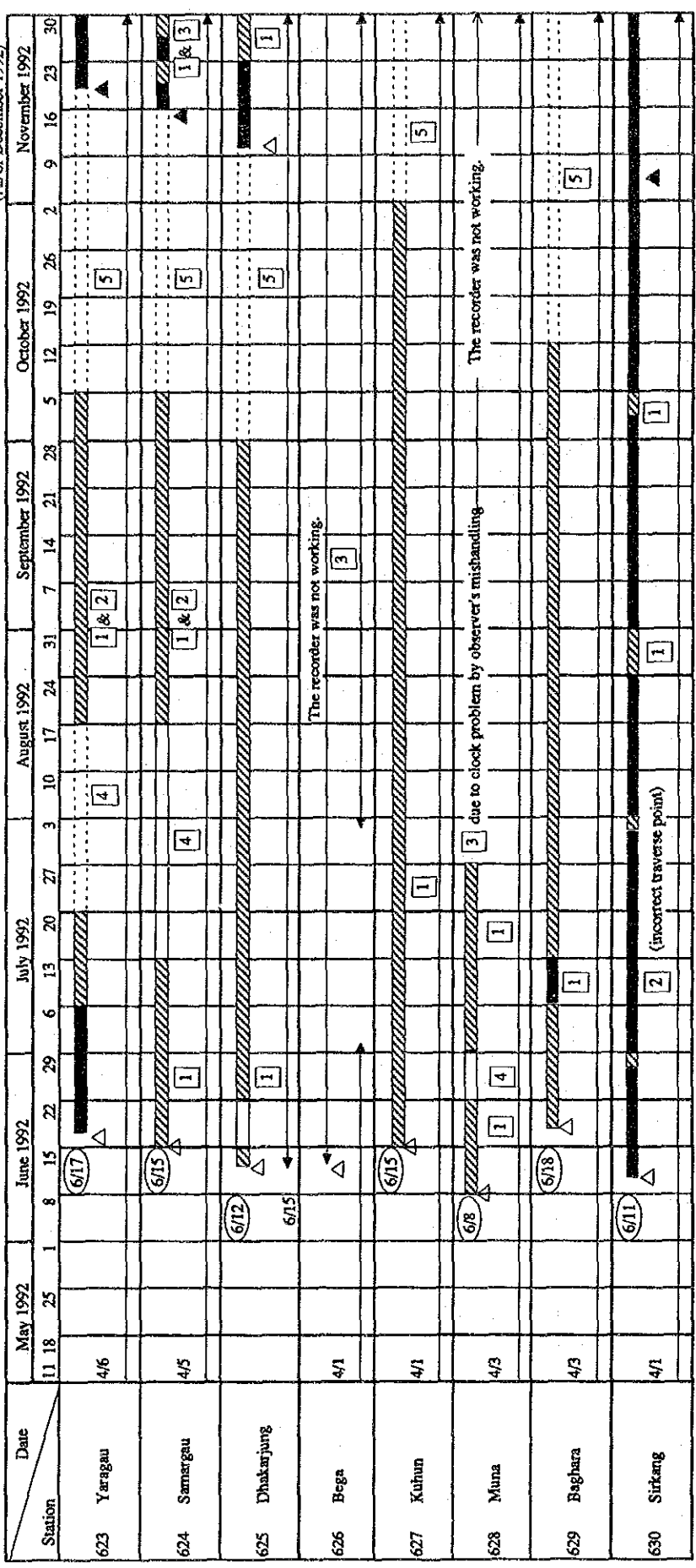


図-9 ジャムニ川流域図 (モデルシステム)

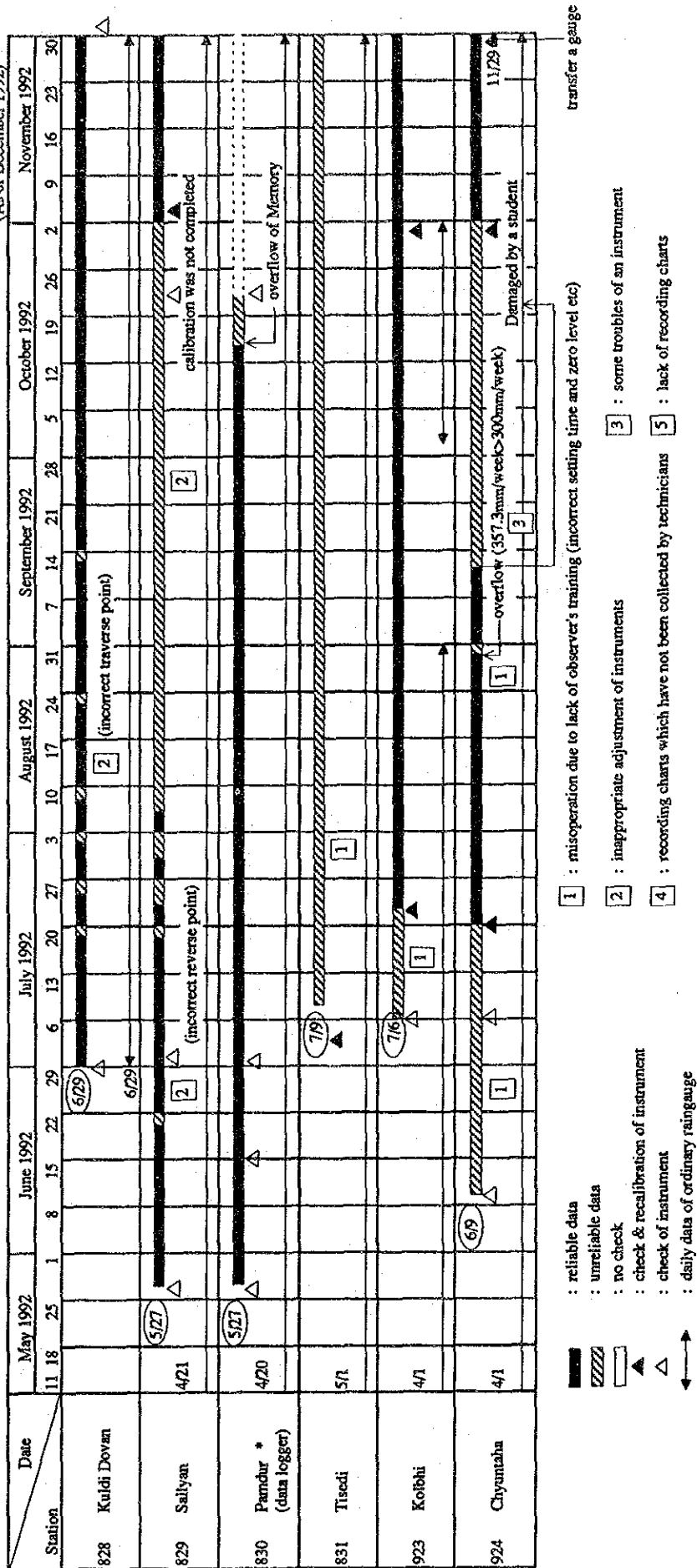
(Revised in June 1993)
(As of December 1992)



- ▬ : reliable data
 - ZZZZ : unreliable data
 - : no check
 - ▲ : check & recalibration of instrument
 - △ : check of instrument
 - ↔ : daily data of ordinary rangauge
- All recording gauges are weighing type ones.
- 1 : misoperation due to lack of observer's training (incorrect setting time and zero level etc)
 - 2 : inappropriate adjustment of instruments
 - 3 : some troubles of an instrument
 - 4 : recording charts which have not been collected by technicians
 - 5 : lack of recording charts

図-10 モデル雨量観測におけるデータ記録の状況 (1/4)

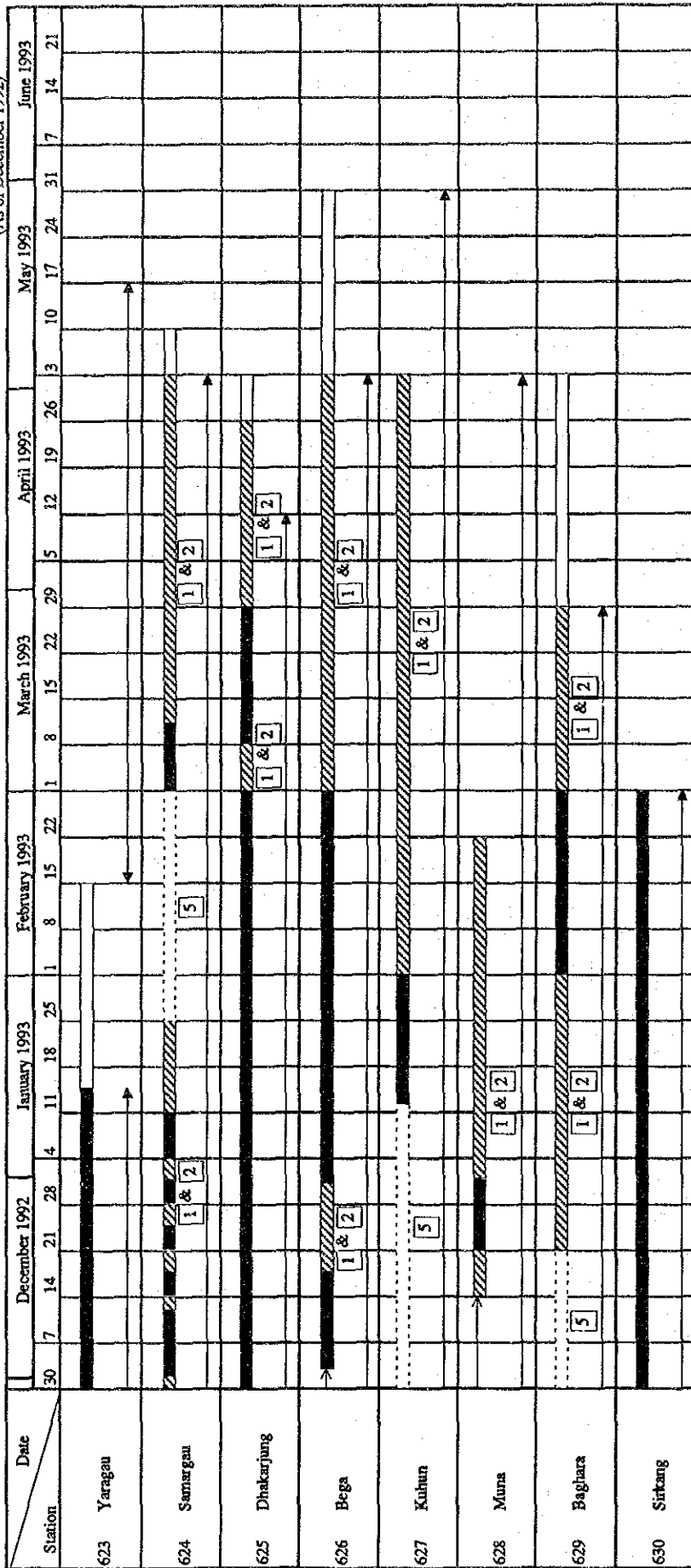
(Revised in June 1993)
(As of December 1992)



* All recording gauges are weighing type ones except No. 0830 at Pamdur, which is tipping bucket-type with data logger system.

図-10 モデル雨量観測におけるデータ記録の状況 (2/4)

(Revised in June 1993)
(As of December 1992)

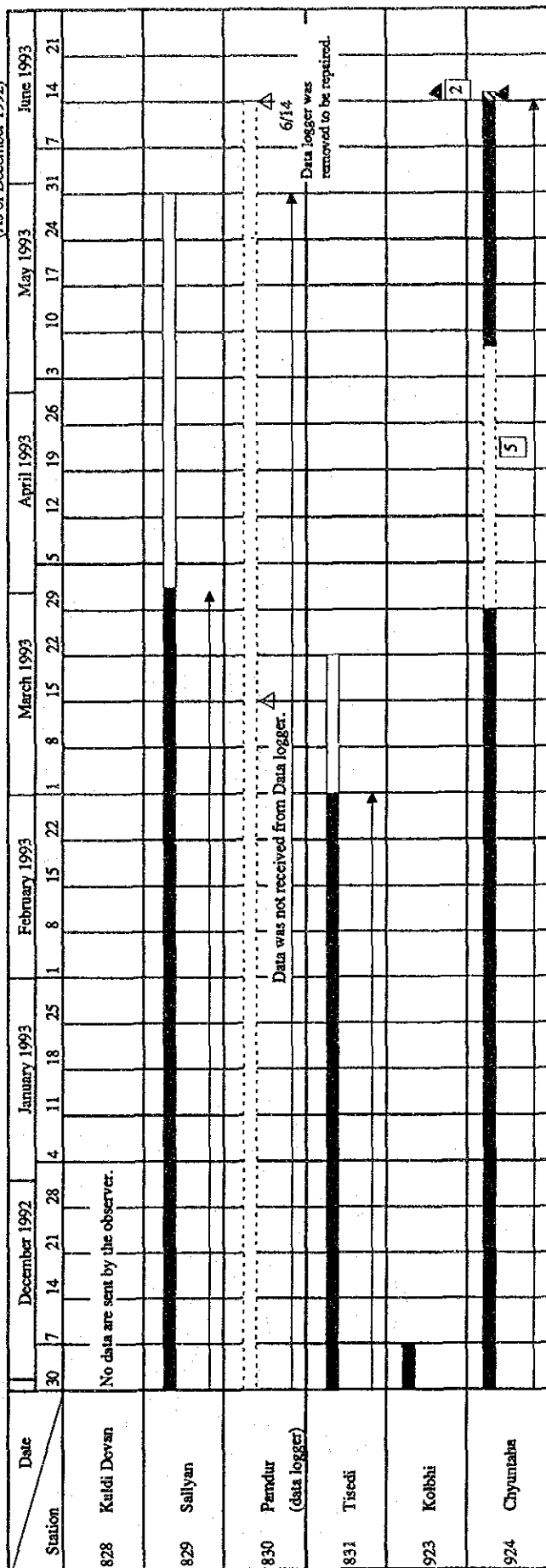


■ : reliable data
 ▨ : unreliable data
 □ : no check
 ▲ : check & recalibration of instrument
 △ : check of instrument
 ↔ : daily data of ordinary rain gauge
 All recording gauges are weighing type

1 : misoperation due to lack of observer's training (incorrect setting time and zero level etc)
 2 : inappropriate adjustment of instruments
 3 : some troubles of an instrument
 4 : recording charts which have not been collected by technicians
 5 : lack of recording charts

図-10 モデル雨量観測におけるデータ記録の状況 (3/4)

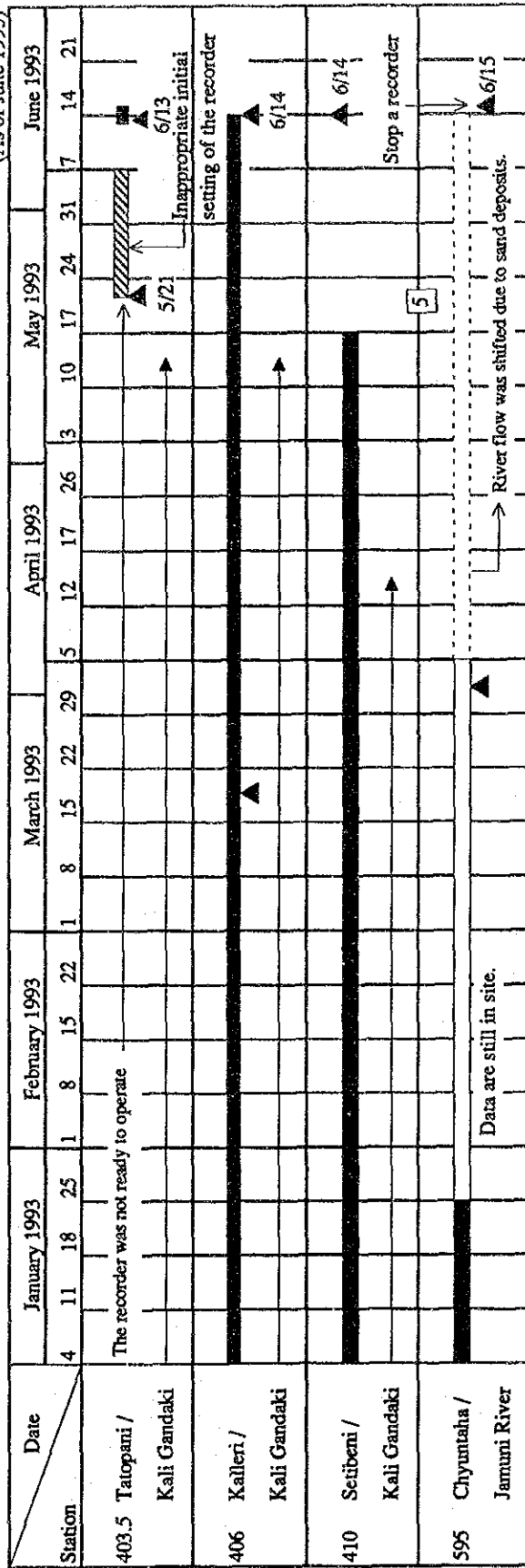
(Revised in June 1993)
(As of December 1992)



- [Solid black bar] : reliable data
 - [Hatched bar] : unreliable data
 - [Empty box] : no check
 - [Upward arrow] : check & recalibration of instrument
 - [Downward arrow] : check of instrument
 - [Dashed line with arrow] : daily data of ordinary raingauge
 - [Triangle] : misoperation due to lack of observer's training (incorrect setting time and zero level etc)
 - [Box with 2] : inappropriate adjustment of instruments
 - [Box with 3] : some troubles of an instrument
 - [Box with 4] : recording charts which have not been collected by technicians
 - [Box with 5] : lack of recording charts
- All recording gauges are weighing type

図-10 モデル雨量観測におけるデータ記録の状況 (4/4)

(As of June 1993)



- Note :
- : reliable data
 - ▨ : unreliable data
 - : not yet checked
 - ▲ : inspection of station (DHM & JICA)
 - ↔ : staff gauge reading
- 1 : misoperation due to lack of observer's training (incorrect setting time and water level, misadjustment etc)
 - 2 : stop clock (for spring watch)
 - 3 : Low battery (for pressure sensor)
 - 4 : High water level was cut due to some machine trouble
 - 5 : Lack of recording chart

図-11 モデル水位観測におけるデータ記録の状況 (2/2)

図-12 長期計画の雨量観測網

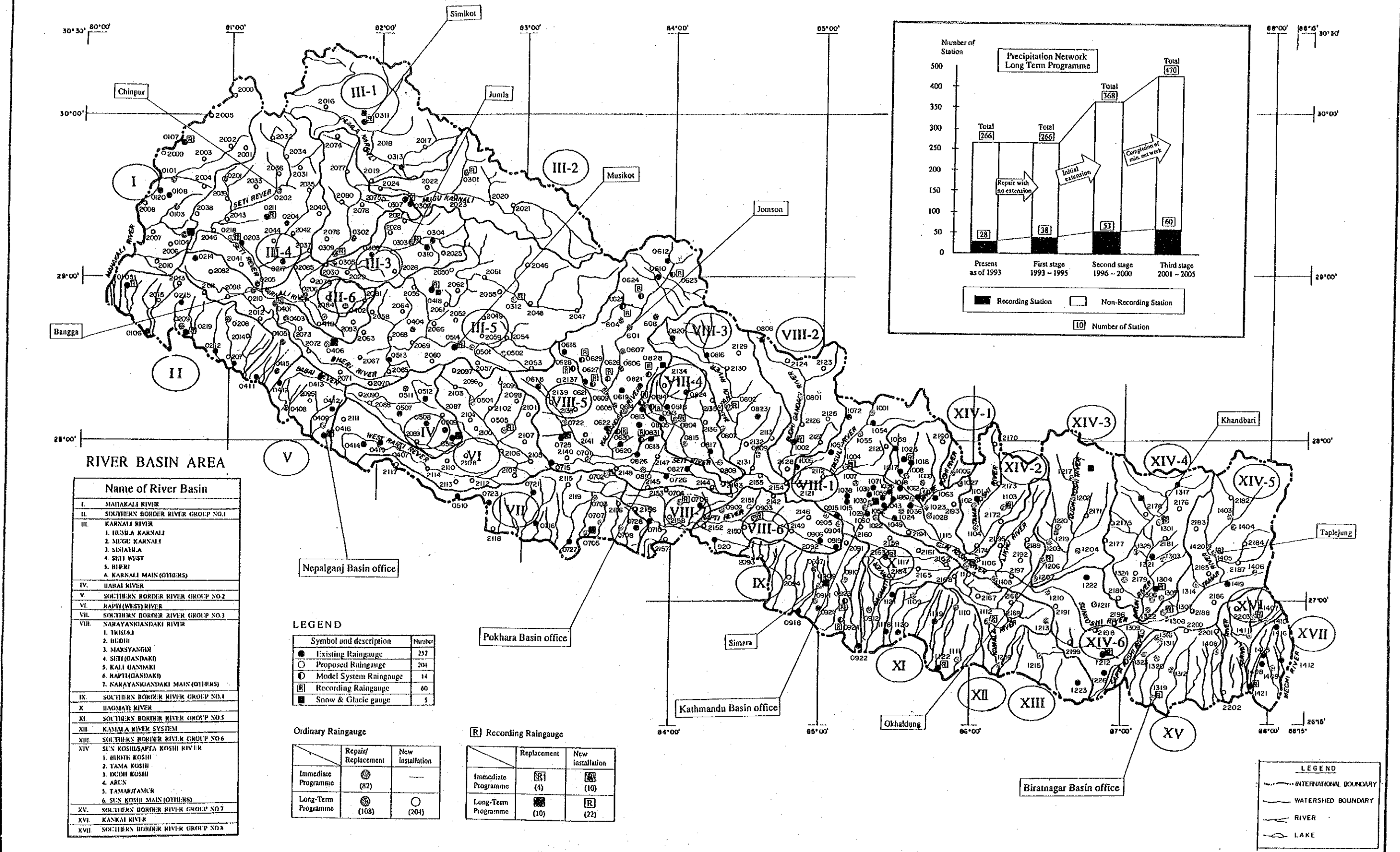
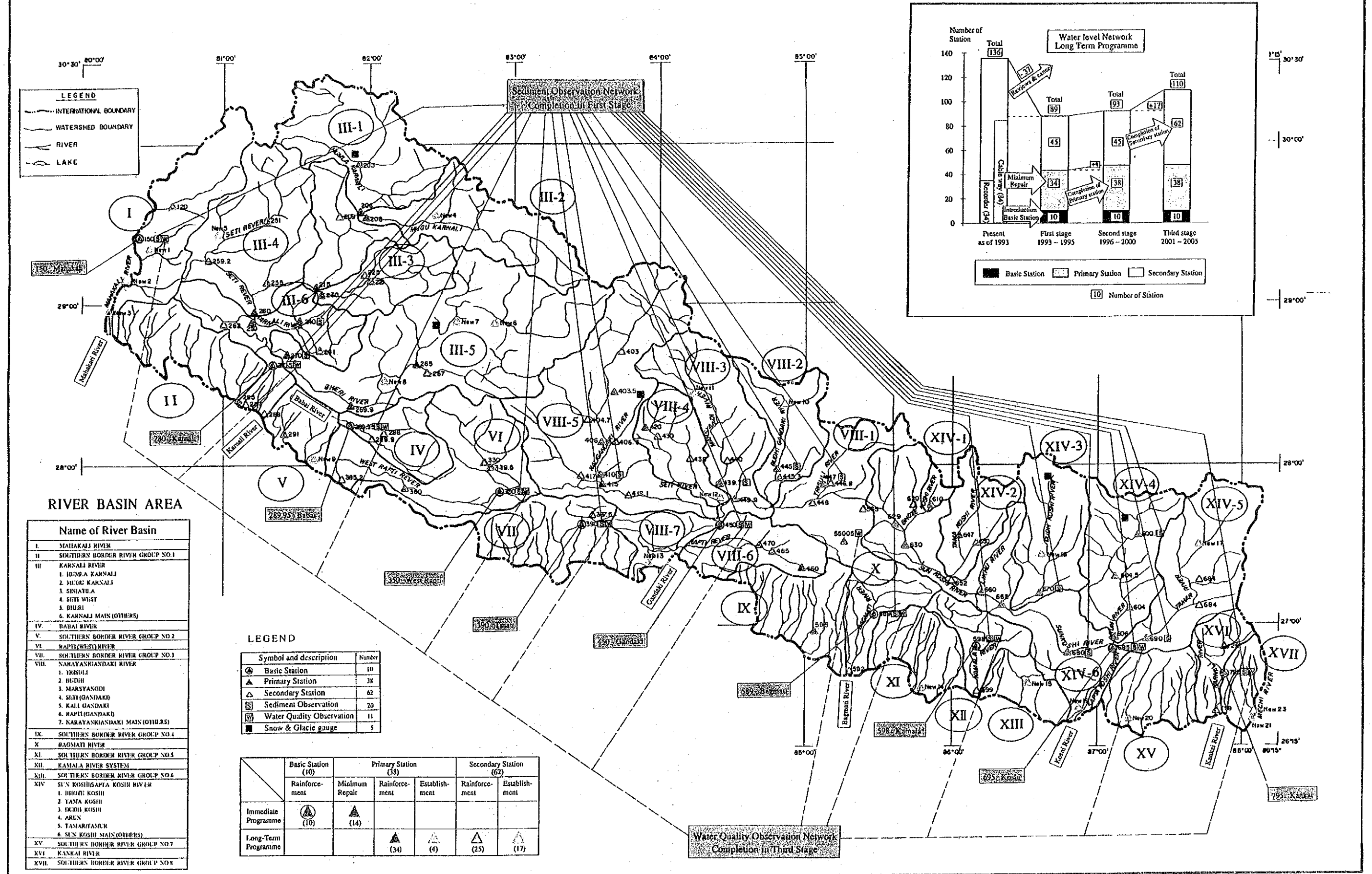


図-13 長期計画の水文観測網



LEGEND
 - - - INTERNATIONAL BOUNDARY
 - - - WATERSHED BOUNDARY
 RIVER
 LAKE

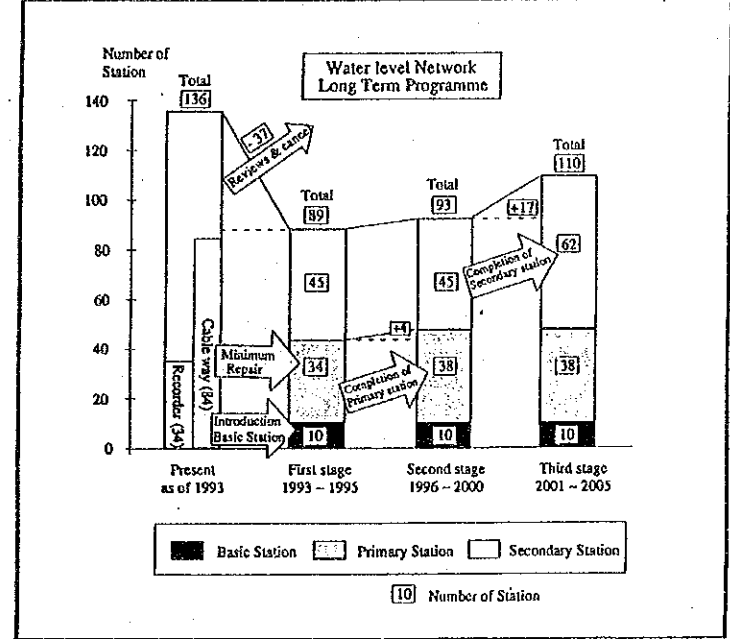
RIVER BASIN AREA

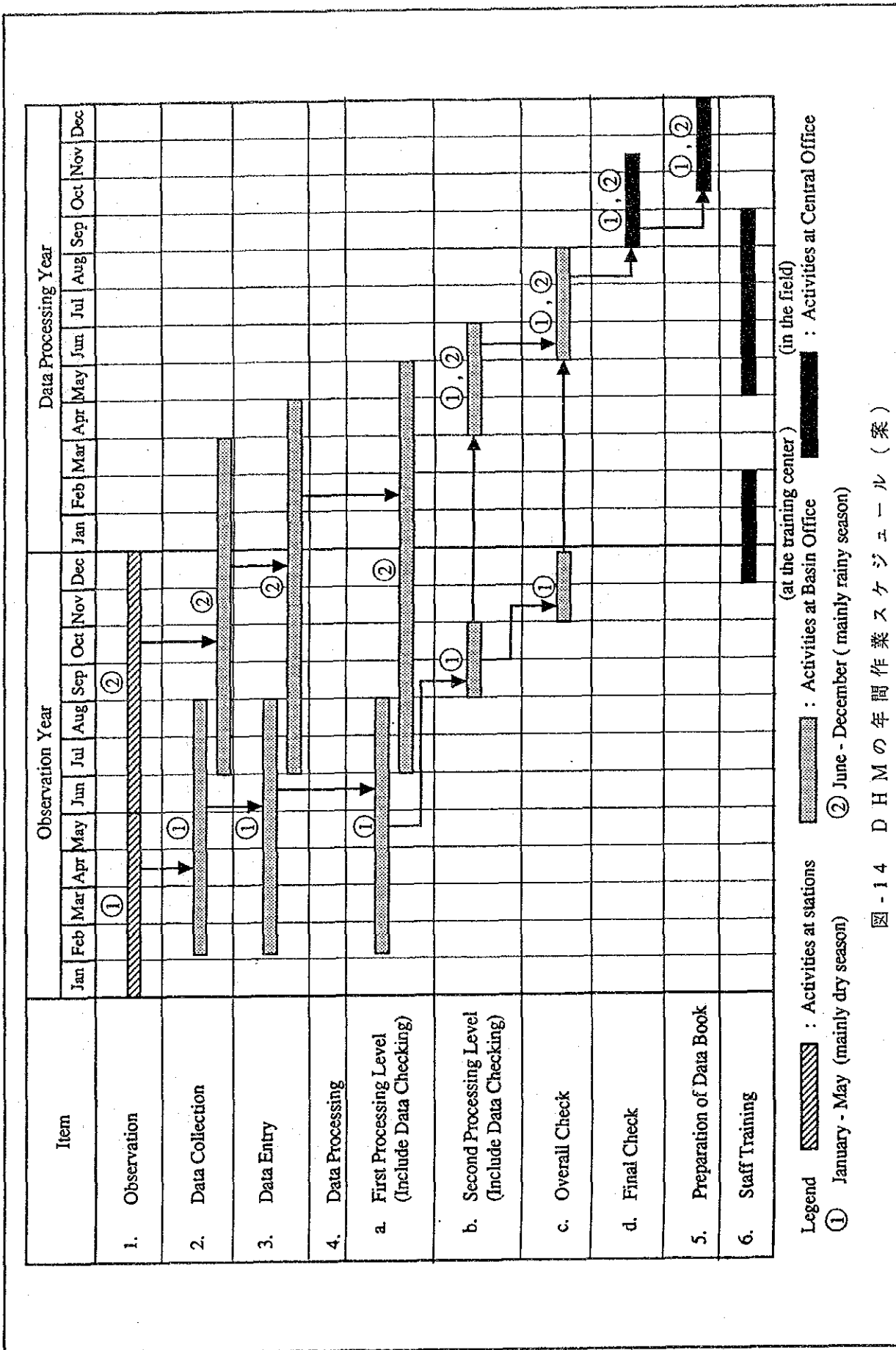
Name of River Basin	
I.	MATIKAJI RIVER
II.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.1
III.	KARNALI RIVER 1. HUNDA KARNALI 2. MUGU KARNALI 3. SINIATLA 4. SITI WEST 5. DULRI 6. KARNALI MAIN (OTHERS)
IV.	BABAI RIVER
V.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.2
VI.	RAPTI (WEST) RIVER
VII.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.3
VIII.	NARAYANKHANI RIVER 1. TRISULI 2. BUDHI 3. MARSYANGDI 4. SETI (GANDAKI) 5. KALI GANDAKI 6. RAPTI (GANDAKI) 7. NARAYANKHANI MAIN (OTHERS)
IX.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.4
X.	BAGMATI RIVER
XI.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.5
XII.	KAMALA RIVER SYSTEM
XIII.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.6
XIV.	SUN KOSHI/GAPTA KOSHI RIVER 1. HIRDI KOSHI 2. TAMU KOSHI 3. KUDHI KOSHI 4. ARUN 5. TAMAR/TAMU 6. SUN KOSHI MAIN (OTHERS)
XV.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.7
XVI.	KANKAI RIVER
XVII.	SOUTHERN BORDER RIVER GROUP NO.8

LEGEND

Symbol and description	Number
Basic Station	10
Primary Station	38
Secondary Station	62
Sediment Observation	20
Water Quality Observation	11
Snow & Glacice gauge	5

	Basic Station (10)		Primary Station (38)		Secondary Station (62)	
	Reinforce-ment	Minimum Repair	Reinforce-ment	Establish-ment	Reinforce-ment	Establish-ment
Immediate Programme	(10)	(14)				
Long-Term Programme			(34)	(4)	(25)	(17)





Legend : Activities at stations : Activities at Basin Office : Activities at Central Office
 (at the training center) (in the field)

① January - May (mainly dry season) ② June - December (mainly rainy season)

図 - 14 D H M の年間作業スケジュール (案)

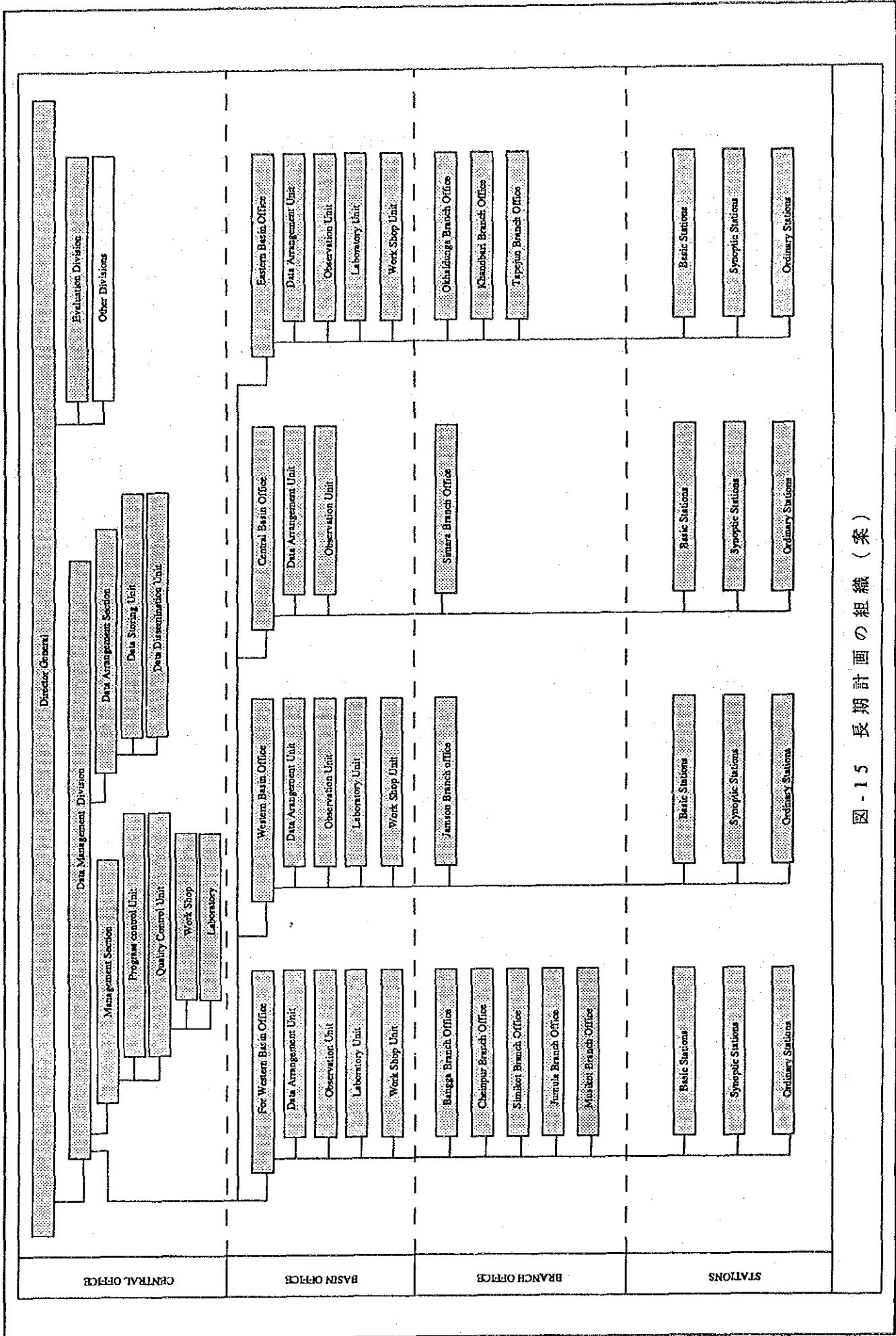


図-15 長期計画の組織(案)

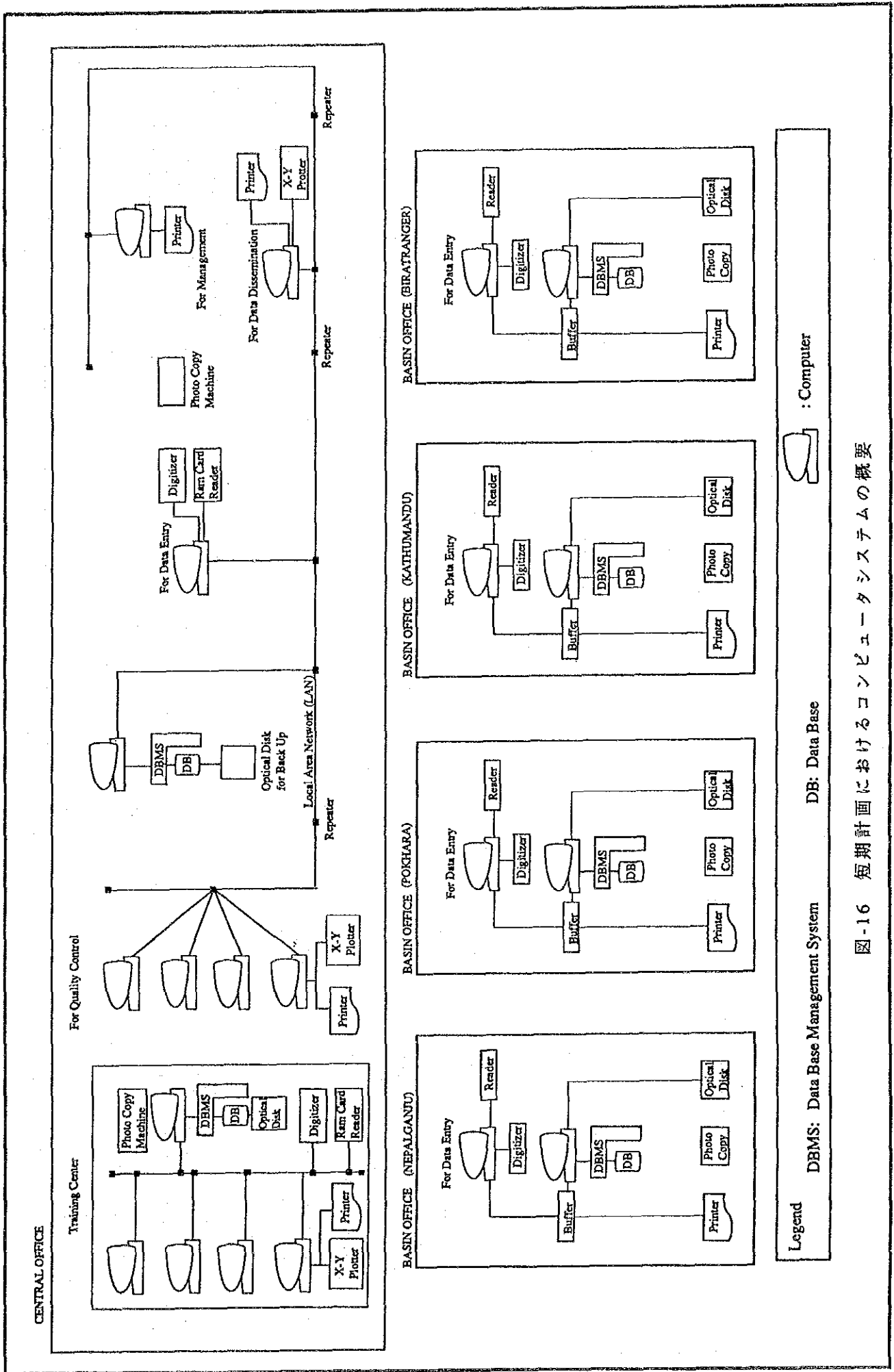


図-16 短期計画におけるコンピュータシステムの概要

図-17 短期計画における観測システム整備の実施計画

Item	Month																											
	1993				1994				1995																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1.1 Detail Design Civil work Instrument/workshop/Labo Tender					(8)				(12)				(12)				(5)											
1.2 Supervision Civil work Instrument/workshop/Labo									(12)				(6) (1M/M)				(11) (2M/M)	(12) (3M/M)					(7)					
													Order equipments					Installation & adjustment of equip./training										
2.1 Installation of Raingauge													(7)								(4)							
2.2 Installation of Staff gauge/recording gauge Maintenance/Repair of gauge well													(11)								(4)							
2.3 Installation of Double winch cable way													(7)				(11)				(4)							
2.4 Repair of Single winch cable way													(7)								(4)							
2.5 Office building																	(9)				(2)							
2-6 Calibration facility for current meter													(7)															
2-7 Training Center																					(6)							
3-1 Training by foreign expert													(1)								(24 M/M)							
- Overall Observation System																					(2) (6 M/M)	(7)						
- Calibration for current meter																					(5) (6 M/M)	(10)						
- Sediment Observation																					(2)							
3-2 Training in Instrument manufacture																	(11)				(2)							

Note  : Schedule on civil construction  : Schedule on training () : month

図-18 短期計画におけるデータ管理システム整備の実施計画

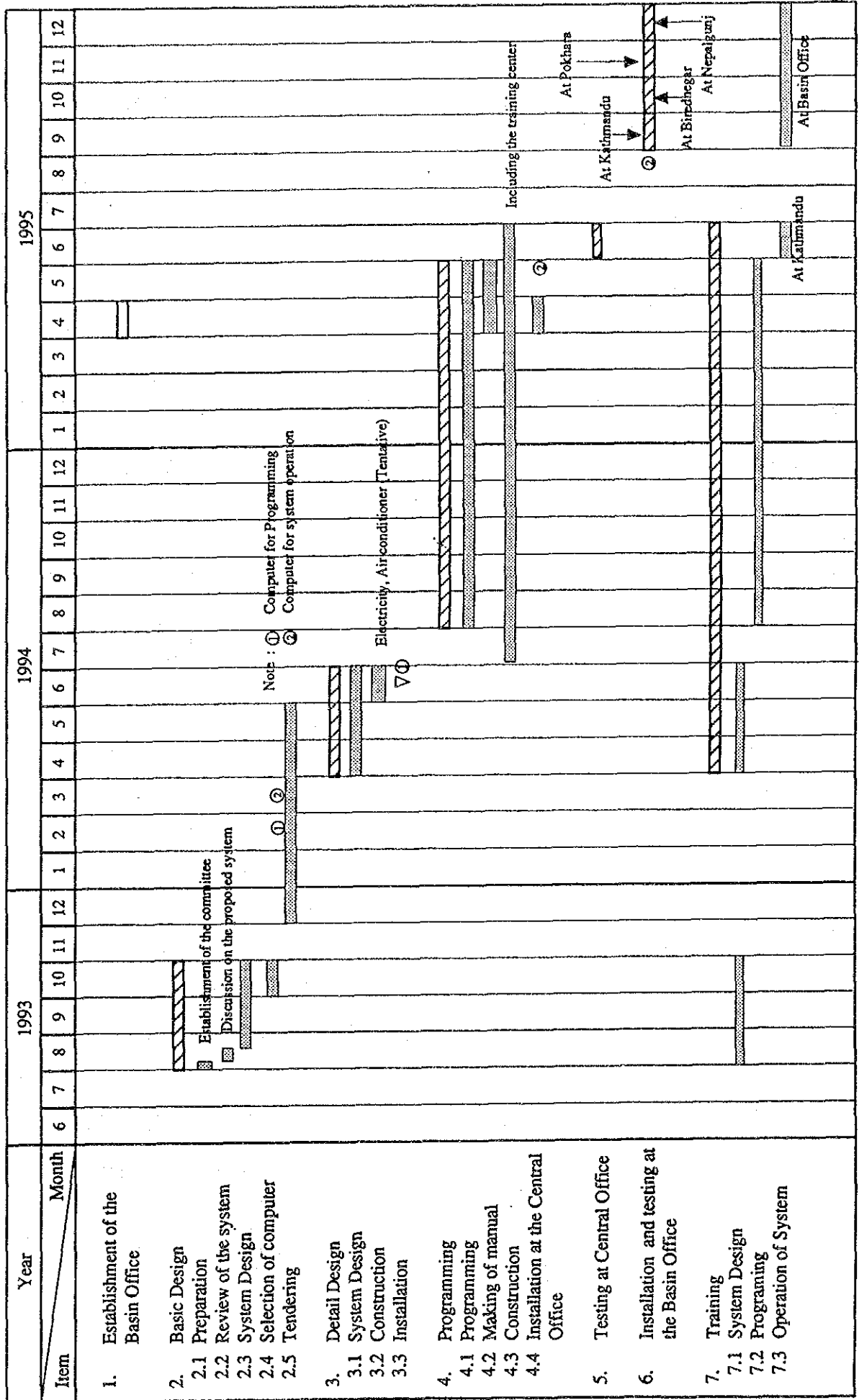
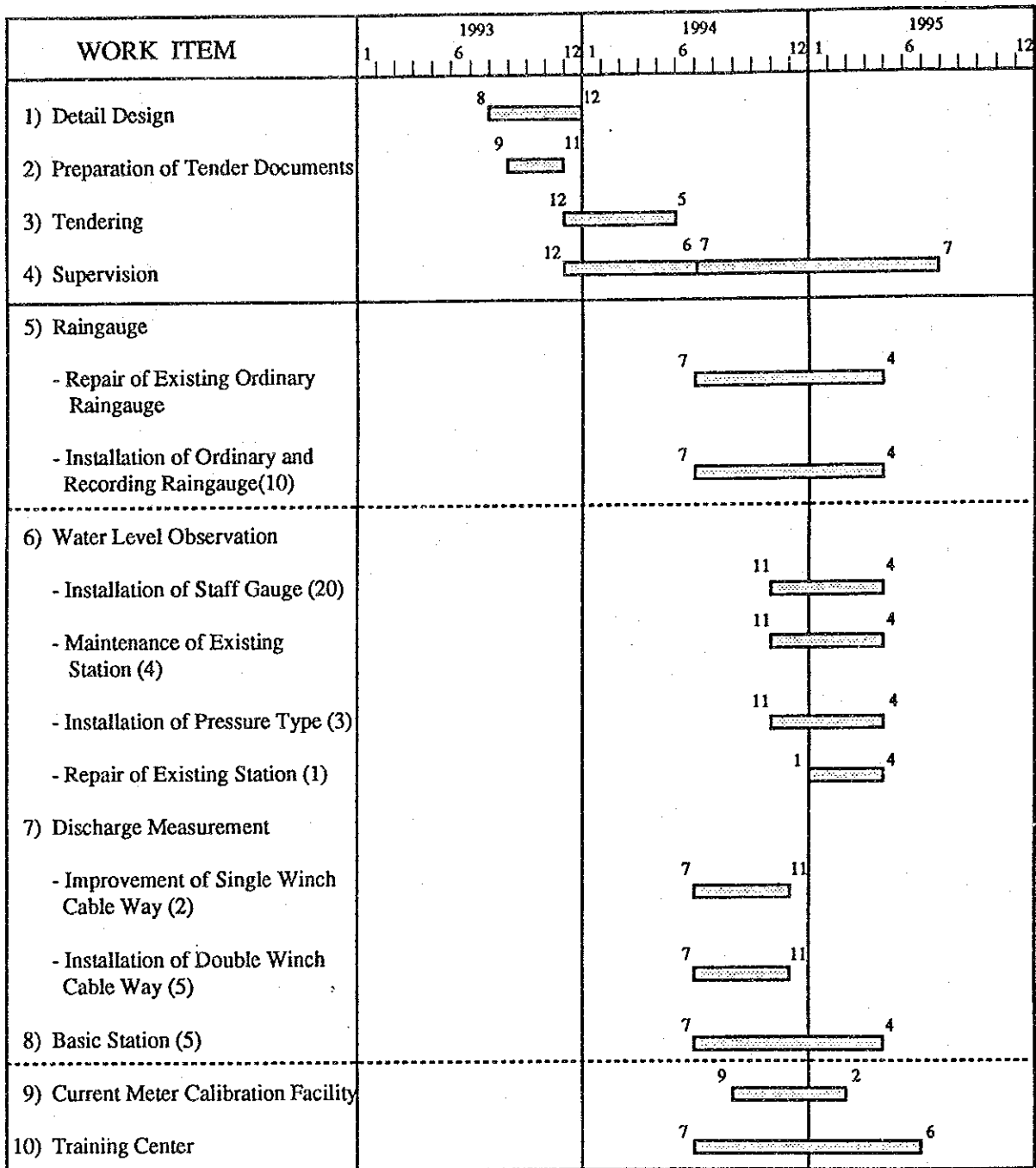


図 - 19 短期計画における土木建設工事計画



Note; () shows the number of gauges.

