

国際協力事業団

インド国  
水資源省

インド国

# 水質管理機材整備計画

## 基本設計調査報告書

平成6年3月

日本テクノ株式会社

国際協力事業団  
インド国  
水質管理機材整備計画  
基本設計調査報告書

平成6年3月

日本テク

JICA  
107  
618  
CRF  
BRARY  
94-051

無調一  
CR(2)  
94-051



27342

JICA LIBRARY



1118633(5)

国際協力事業団

27342

国際協力事業団

インド国  
水資源省

インド国

# 水質管理機材整備計画

## 基本設計調査報告書

平成6年3月

日本テクノ株式会社



## 序 文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、同国の水質管理機材整備計画にかかる基本設計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5年12月1日から12月21日まで、国際協力事業団 国際協力専門員の丸尾祐治を団長とし、日本テクノ株式会社の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インド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6年3月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 柳 谷 謙 介





## 伝 達 状

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介 殿

今般、インド国における水質管理機材整備計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成5年11月25日より平成6年3月18日までの4ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、インド国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、厚生省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、インド国における現地調査期間中は、水資源省関係者、JICAインド事務所、在インド日本大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

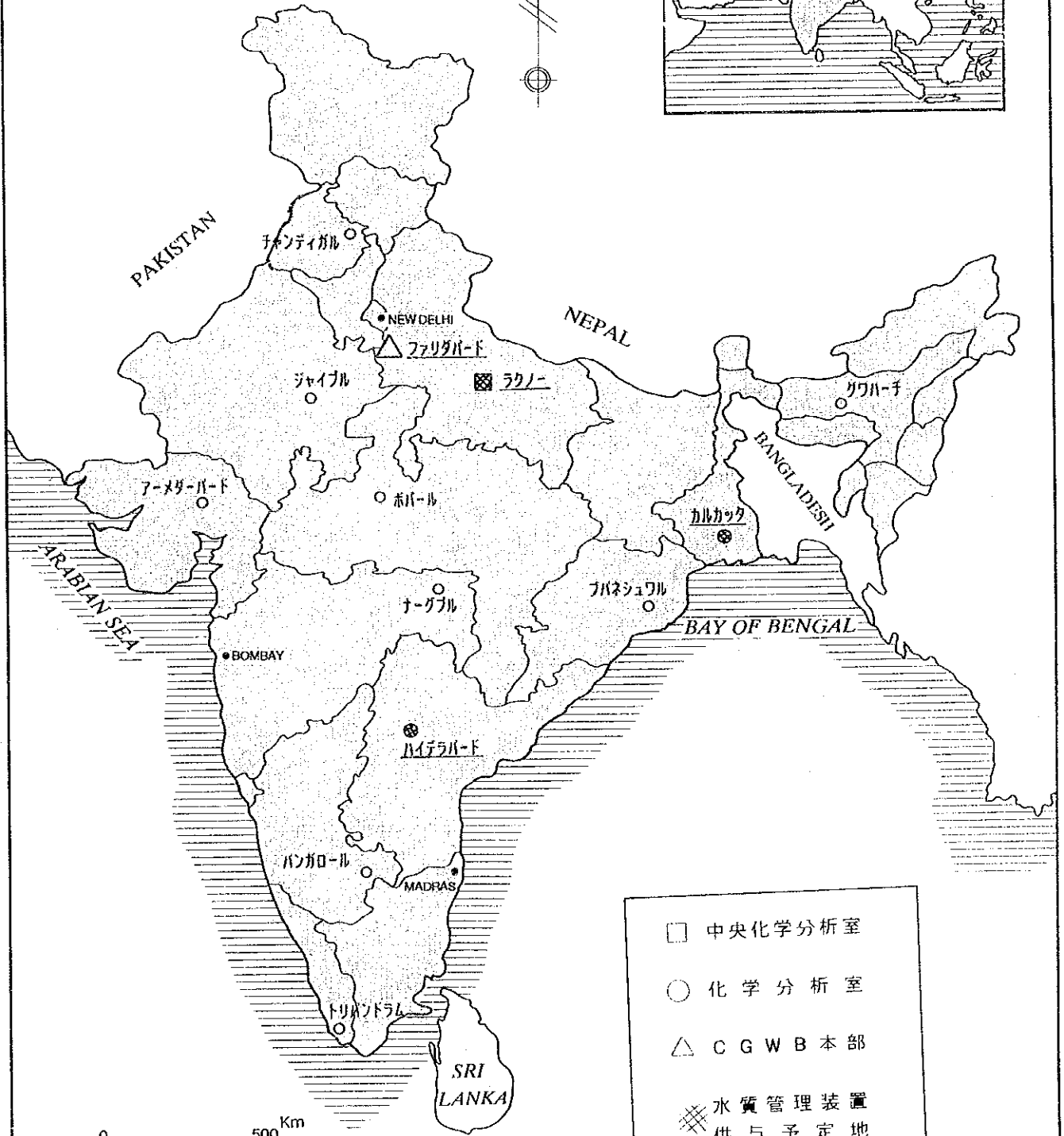
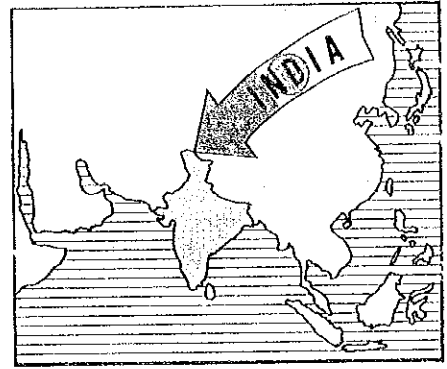
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成6年3月

日本テクノ株式会社  
イ ン ド 国  
水質管理機材整備計画基本設計調査団  
業務主任 中山 勝



# 計画対象地域図



- 中央化学分析室
- 化学分析室
- △ C G W B 本部
- ▨ 水質管理装置  
供与予定地



## 要 約

インド国はアジア大陸の南部に位置し、国土面積は約 328万km<sup>2</sup>、人口約 8億 7千万人（1992年）、国民一人当たりのGNPは 330米ドル（1991年）、GDPの約32%を農業生産が占め（1991年）、就業人口の約65%が農業に従事する農業国である。

1947年の独立後、同国はいち早く経済と社会の開発に関する五ヶ年計画に着手し、これまでに 8 次にあたる五ヶ年計画を実行してきた。現在進められている第 8 次五ヶ年計画（1992～1996）においては、適切な雇用の創造、人口増の抑制、文盲の根絶、保健施設の充実、食糧の自給、輸出余力の生成およびインフラストラクチャーの強化と共に「安全な飲料水の確保」を優先度の高い政策として挙げている。村落給水の約 8 割、農業用水の 5 割が地下水に依存していることから、地下水開発は地方村落の給水と共に同国の主力産業である農業の発展に不可欠な要素となっている。また、その一方では自然環境や生態系とのバランスの取れた工業化が強く望まれている。

実施機関の水資源省 (Ministry of Water Resources) の中央地下水機構 (Central Ground Water Board:CGWB) は、全国の地下水資源の科学的探査および地下水の管理を一元的に進めており、広域的水文地質調査の一環として毎年全国で約 800本の深井戸を掘さくしていると共に、全国的な地下水の水位観測・水質分析を実施することにより、開発と保全の両面に考慮した地下水資源の管理を行おうとしている。

インド国では工業化の進展や都市化の拡大に伴う環境汚染問題の対策が迫られているが、環境汚染の中でも水質汚染がとりわけ生態系に大きな影響を与えたとの認識の下に水質汚染防止に重要性が与えられ、水質汚染の被害の除去ないし、少なくとも汚染の進行を止めるように力を注いできている。水質管理に関しては、1974年制定された「水（の汚染防止・規制）に関する法」、1986年制定の「環境（保護）法」があり、環境汚染防止対策は、第 8 次五ヶ年計画でも重要課題に挙げられている。このような状況の下で、CGWBは、環境問題を管掌する環境・森林省 (Ministry of Environment and Forests) の中央公害管理機構 (Central Pollution Control Board: C P C B) からの依頼により、地下水管理の一環として全国約 1 万 6 千ヶ所で地下水の水位観測を行い、かつ、水質検査のための採水や、全国 12ヶ所の分析室で水質分析を行っており、さらに水質汚染の甚だしい 17 工業地帯の監視も実施している。しかし、CGWBは水質汚染防止にかかる水質分析を進める上で必要な水質管理装置を十分に装備していない現状である。

我が国は平成元年度および平成 2 年度に CGWB を実施機関とする第 1 次地下水開発計画を

実施し（以下第1次計画と呼ぶ）、パーバル地域の地下水開発のためにパーカッション式さく井機4台を含む地下水開発資機材を、また、平成4年度には第2次地下水開発計画（以下第2次計画と呼ぶ）によりパーカッション式さく井機3台を含む地下水開発資機材の供与を実施した。引続きインド国政府は平成5年1月、水質管理装置と深井戸建設用機材とにかかると無償資金協力を我が国に対し要請越した。水質管理装置は環境汚染防止に係わる水質検査を実施するための分析機器の不足に鑑みた水質汚染の防止・制御を目的とするものであり、一方、深井戸建設用機材はパーバル地域の地下水の開発のさらなる促進を目的としたパーカッション式さく井機と沖積平原に賦存するといわれる深層地下水の開発の推進を目的とするロータリー式さく井機からなっている。

これに対して我が国政府は、本件に対する基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は平成5年12月1日より同月21日まで基本設計調査団を派遣し、要請背景および計画内容を確認・把握し、我が国政府の無償資金協力案件としての本計画の妥当性を検討し、その最適な内容・規模を決定するため基本設計調査を行った。

水質汚染防止のための有効な水質分析機器が不足する実情はCGWBだけでなくインド全体に共通した問題であり、本計画の実施はCGWBに対する分析機器の充足に止まらず、同国全体に対する地下水管理のための水質管理体系の基礎を作ることにもなる。CGWBの事業計画、技術水準および維持管理能力そしてインド国全体の将来的地下水管理の動向を併せて検討し、実情に即して実施可能であり、導入により蓄積される技術経験が将来の水質管理体系の充実に繋がる機材を選定し、最適と考えられる計画を策定した。

なお、さく井機械に関しては現地協議を含め検討の結果、現時点ではさらなる供与は不必要との結論に達し、本計画から除外し、水質管理機材に限定することとした。

本計画により水質管理装置が配備される主な対象地域は、中央化学研究所のあるラクノー、化学分析室のあるカルカッタおよびハイデラバードの3ヶ所であるが、他の9化学分析室にも一部の機材が設置される予定である。水質管理装置の分析能力に関しては、1997年における推定検水数の約29,000検水を分析対象とすることとした。また、高周波プラズマ発光分析装置（ICP）は2台の要請があった。2台中の1台に関しては、対象地域が前述のハイデラバードであり、設置場所も現存する化学分析室と特定されており問題ない。一方、他の1台に関しては、対象地域はラクノーで明確であるが、設置場所に関しては、実施計画日程内で特定できないため、ハイデラバードに対して1台設置するのが適当と判断された。

計画の概要を分析・使用目的により①重金属分析用機器、②有機化合物分析用機器、③元素および無機化合物分析用機器、および④周辺機器に分類し以下に示す。

分類	機器名	台数	設置場所
重金属	高周波プラズマ発光分析装置 (ICP)	1台	ハイデラバード
	原子吸光分光光度計 (AA)	3台	ラクノー、カルカッタ、ハイデラバード
有機化合物	ガスクロマトグラフ (GC)	2台	ラクノー
	総有機炭素計 (TOC)	1台	カルカッタ
元素および無機化合物	半自動式分析装置 (SAA)	13台	ラクノー、カルカッタ、ハイデラバード等12ヶ所
	イオンメーター (IM)	13台	同上
周辺機器	土壌溶液採取器 (VZS)	24台	同上
	卓上型廃水処理装置 (TWT)	3台	ラクノー、カルカッタ、ハイデラバード

本計画の実施に必要な事業費は、日本国側負担分となる機材調達費用として2.44億円、インド国側負担分である、防塵対策費として約299千インドルピー（約865千円）、機材の運用・維持管理の費用として約1,261千インドルピー/年（約4,325千円/年）と見積もられる。

本計画の実施機関であるCGWBの運営管理能力については、水質管理に関して十分な維持管理に係わる技術レベルを持ち、予算的にも、調達資機材に対してCGWBが負担すべき運転管理費に関し十分対応可能であると判断される。

本計画の実施により以下の効果が期待できると同時に本計画が広く住民の衛生環境の向上に寄与することが見込まれることから、本計画を無償資金協力で行うことは妥当であると判断される。

- ①重金属、有機化合物、元素および無機化合物について、必要とされる分析項目および分析精度で分析することが可能となる。
- ②①の結果、環境・森林省の要求している正確な全国の地下水の水質に関する年報と水質図を作成し、経年の水質変化を明確にすることが可能となる。

- ③ 正確な資料が得られることにより、政府機関にとっては現状の把握、対策そして政策決定が可能となり、技術者にとっては公害対策の科学的根拠が明解になることから、具体的かつ効果的な公害対策を立てることが可能となり、また、住民にとっては公害の実態を客観的に把握することが可能となる。
- ④ 水質汚染の被害を最小限に抑制するとともに、その対策の早期立案が可能となる。
- ⑤ 指定17の工業地帯では、産業廃水による地下水の汚染が明確になり、具体的な改善案の策定が可能となる。
- ⑥ 水質関連のデータの集積により、工業地帯のみでなく将来は主要都市および農業地帯においても、環境問題予測の科学的根拠として活用されることが期待できる。
- ⑦ 工業化の初期段階の地域においても既に水質汚濁の問題が発生しており、工業化政策に際しても現状を科学的に捉え、水質の汚染機構の解明に役立たせることができ、汚染防止対策の早期立案が可能となる。

本計画実施に際して次のような点を提言として述べる。

本計画実施により、CGWBの水質管理を担当する12の化学分析室すべての分析能力向上が期待されるが、化学分析室が個々に運営された場合、データの一貫性に問題が生じたり、人員、機材、消耗資材等に無駄が生じたりすることも考えられる。このような問題の発生を防止するにはCGWBの水質管理部門全体の横断的・組織的な活動が必要であり、そのため運営委員会の設立が必要である。この運営委員会は活動の目標を設定し、そこに到達させるための長期計画を立案し、その方針の下に、各種標準を作成・実施することにより、調達機器の効率的かつ効果的な運営・維持・管理が行われる必要がある。



# 目 次

	頁
序文	
伝達状	
計画対象地域図	
要約	i
目次	v
付表一覧表	vii
付図一覧表	x
資料編目次	xi
略語一覧表	xii
第1章 緒論	1
第2章 計画の背景	
2.1 当該国の概況	
2.1.1 一般国情	3
2.1.2 人口	9
2.1.3 経済・財政	11
2.1.4 援助動向	18
2.2 関連計画の概要	
2.2.1 国家開発計画	20
2.2.2 本計画に関連する開発計画	20
2.3 地下水開発事業の概要	
2.3.1 地下水開発事業	23
2.3.2 水質管理および深井戸建設に関連する開発計画	26
2.4 要請の経緯と内容	
2.4.1 要請の経緯	34
2.4.2 要請の内容	36
第3章 計画地の概要	
3.1 計画地の位置および社会経済事情	
3.1.1 位置	47
3.1.2 社会経済事情	47
3.1.3 周囲の環境	47
3.2 自然条件	49
3.2.1 地理・地形	49
3.2.2 気象・水文	50
3.2.3 地質・水理地質	50
3.3 社会環境	
3.3.1 社会資本（インフラストラクチャー）	53
3.3.2 生活環境	56
3.4 水質管理の概要	57

第4章	計画の内容	
4.1	計画の目的	61
4.2	要請内容の検討	
4.2.1	無償資金協力案件としての妥当性	61
4.2.2	実施運営計画の検討	63
4.2.3	類似計画および国際機関等の援助計画との関連の検討	65
4.2.4	協力実施の基本方針	66
4.3	計画の概要	
4.3.1	実施機関および運営体制	67
4.3.2	事業計画	69
4.3.3	計画地の位置および状況	80
4.3.4	維持・管理計画	81
4.4	技術協力	81
第5章	基本設計	
5.1	設計方針	83
5.1.1	全般的事項	83
5.1.2	具体的手順	83
5.2	設計条件	84
5.2.1	水質管理装置	84
5.3	機材計画	
5.3.1	主要機材の設計	86
5.3.2	主要機材の仕様	96
5.4	実施計画	
5.4.1	計画地の設計	99
5.4.2	機材配置計画	100
5.4.3	要員計画	104
5.4.4	要員訓練計画	106
5.4.5	消耗品調達計画	107
5.4.6	事業実施体制	112
5.4.7	事業負担区分	113
5.4.8	技術移転計画	114
5.4.9	実施スケジュール	114
5.4.10	機材の調達	115
5.4.11	概算事業費	115
5.5	維持管理計画	
5.5.1	維持管理体系	116
5.5.2	維持管理費	118
5.5.3	維持管理上の留意事項および提言	122
第6章	事業の効果と結論	
6.1	事業評価・結論	125
6.2	妥当性に係る実証・検証	126
6.3	提言	126

## 付表一覧表

	頁
表-2.1.1. 公用語とその人口	7
表-2.1.2. 宗教別人口	7
表-2.1.3. 就学生徒数の変化(実績)	8
表-2.1.4. 識字人口および識字率の変化	9
表-2.1.5. 1901年以降の10年毎の人口	9
表-2.1.6. 州別の人口(1991年3月31日現在)	10
表-2.1.7. 財政予算の推移	11
表-2.1.8. 1981/82年を100とした卸売物価指数	12
表-2.1.9. 工場労働者の消費者物価指数	13
表-2.1.10. 勤労者消費者物価指数	14
表-2.1.11. 国際収支の推移	15
表-2.1.12. 主要輸出品目の推移	16
表-2.1.13. 主要輸入品目の推移	17
表-2.1.14. 貿易対象地域	17
表-2.1.15. 国民所得、一人当たり国民所得および国民総生産	18
表-2.1.16. 主要先進国からの二国間援助の支出純額およびシェア	19
表-2.1.17. 国際機関からの資金援助の支出純額およびシェア	19
表-2.2.1. 第8次五ヶ年計画の中に占められる水に関する投資金額	21
表-2.3.1. CGWBの12の化学分析室の分析検水数および水位観測所数	27

表-2.3.2.	CGWBの保有する化学分析機器一覧	27
表-2.3.3.	CGWBの保有するパーカッション式さく井機一覧表	31
表-2.3.4.	CGWBの保有するロータリー式さく井機一覧表	33
表-2.3.5.	CGWBの保有するDTH用ロータリー式さく井機一覧表	34
表-2.4.1.	原要請資機材一覧表	36
表-2.4.2.	インド国の水理地質層序	44
表-3.1.1.	計画関連人口	47
表-3.3.1.	上下水道の普及率	55
表-3.3.2.	9つの主要産業別の労働者数比率および年平均伸び率	56
表-4.2.1.	水質管理装置要請一覧	62
表-4.2.2.	CGWBの職員構成	63
表-4.2.3.	CGWBの年間予算	64
表-4.2.4.	国際機関等からの技術援助（日本からの分を除く）	65
表-4.2.5.	外国援助によるさく井機	66
表-4.3.1.	重金属分析用機器比較表	71
表-4.3.2.	F I Dで検出できない無機化合物	73
表-4.3.3.	G C用検出器の比較	75
表-4.3.4.	主なイオン選択性電極	77
表-4.3.5.	分析機器選定一覧表	79
表-5.2.1.	CGWBが現在対象としている検査項目	85
表-5.2.2.	CGWBが希望する検査項目	85

表-5.2.3.	CGWBの希望する検査水準	86
表-5.3.1.	重金属の分析用機器	88
表-5.3.2.	日本における飲料水に係わる水質基準	89~93
表-5.3.3.	有機化合物および農薬の分析用機器	94
表-5.3.4.	元素および無機化合物の分析用機器	95
表-5.3.5.	周辺機器	96
表-5.3.6.	分析機器一覧	96
表-5.3.7.	主要機材一覧	97
表-5.4.1.	水質管理用機材配置	100
表-5.4.2.	各分析機器の取扱要員の要件	104, 105
表-5.4.3.	各分析室毎の配置予定機器の要員計画	106
表-5.4.4.	実施スケジュール	115
表-5.5.1.	各機種毎の年間の維持管理費	119
表-5.5.2.	ラクノーにおける維持・管理費	120
表-5.5.3.	カルカッタにおける維持・管理費	120
表-5.5.4.	ハイデラバードにおける維持・管理費	121
表-5.5.5.	CGWB全体の維持・管理費	121
表-5.5.6.	各機種毎の年間償却費	122
表-5.5.7.	維持管理の留意事項および提言	122, 123
表-6.1.1.	計画実施による効果と現状改善の程度	125

## 付図一覧表

	頁
図-2.1.1. インド国の地形区分図 . . . . .	4
図-2.1.2. インドの基本的な学校系統図 . . . . .	8
図-2.3.1. 水資源省組織図 . . . . .	24
図-2.3.2. 中央地下水機構組織図 . . . . .	25
図-2.3.3. サイト位置図 . . . . .	28
図-2.3.4. 指定水質監視地域（17工業地域）所在地 . . . . .	29
図-2.3.5. 水位観測所数 . . . . .	30
図-2.3.6. ガーガル地域とインダス-ガングス-ブラマプトラ平原部との位置関係 . . . . .	32
図-2.4.1. ガングス平原地域の構造断面図 . . . . .	41
図-2.4.2. ガングス平原地質概念図 . . . . .	42
図-2.4.3. ガングス平原からチベット高原における地質概略断面図 . . . . .	43
図-3.2.1. インド国の降雨量図 . . . . .	51
図-4.3.1. CGWBの化学分析室組織図 . . . . .	69
図-4.3.2. ラクノーの化学分析室組織図 . . . . .	69
図-4.3.3. カルカッタの化学分析室組織図 . . . . .	70
図-4.3.4. ハイデラバードの化学分析室組織図 . . . . .	70
図-4.3.5. ICPプラズマ発光部 . . . . .	71
図-4.3.6. 原子吸光フレイム発光部 . . . . .	71
図-4.3.7. ガスクロマトグラフ検出器 . . . . .	75
図-4.3.8. 赤外線ガス分析部の原理 . . . . .	77
図-5.4.1. 分析室レイアウト例 . . . . .ラクノー . . . . .	101
図-5.4.2. 分析室レイアウト例 . . . . .カルカッタ . . . . .	102
図-5.4.3. 分析室レイアウト例 . . . . .ハイデラバード . . . . .	103

## 資料編目次

	頁
資-1 合意議事録	1-1
資-2 現地調査団員リスト	2-1
資-3 現地調査日程	3-1
資-4 面談者リスト	4-1
資-5 収集資料リスト	5-1
資-6 カントリー・データ	6-1
資-7 インド国における水質汚染の調査実例	7-1
資-8 第1次計画供与機材運転状況	8-1

## 略語一覧表

A A	Atomic Absorption Spectrophotometer (原子吸光分光光度計)
A V R	Automatic Voltage Regulator (自動電圧調整器)
C G W B	Central Ground Water Board (中央地下水機構)
C I D A	Canada International Development Agency (カナダ国際開発庁)
C P C B	Central Pollution Control Board (中央公害防止機構)
C P U	Central Processing Unit (中央処理装置)
D A C	Development Assistance Committee (開発援助委員会)
D T H	Down the Hole (ダウンザホール)
E C D	Electron Capture Detector (電子捕獲検出器)
E D F	European Development Fund (欧州開発基金)
E / N	Exchange of Notes (交換公文)
E T O	Exploratory Tubewells Organization (開発井機構)
F I D	Flame Ionization Detector (水素イオン炎化検出器)



F P D	Flame Photometric Detector (炎光光度検出器)
F T D	Flame Thermionic Detector (水素炎熱イオン化検出器)
G C	Gas Chromatograph (ガスクロマトグラフ)
G C - M S	Gas Chromatograph/Mass Spectrometer (ガスクロマトグラフ質量分析計)
G D P	Gross Domestic Product (国内総生産)
G N P	Gross National Product (国民総生産)
H P L C	High Performance Liquid Chromatograph (高速液体クロマトグラフ)
I C P	Inductively Coupled Plasma Spectrometer (高周波プラズマ発光分析装置)
I D A	International Development Association (国際開発協会)
I M	Ion Meter (イオンメータ)
J I C A	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
N F E	Non-formal Education (正規の教育でないパートタイムの教育)
N W B	National Water Board (国家水委員会)

NWRC	National Water Resources Council (国家水資源評議会省)
PCB	Pollution Control Board (州公害防止局)
SAA	Semi-Automatic Analysis System (半自動分析装置)
SIDA	Swedish International Development Agency (スウェーデン国際開発庁)
TC	Total Carbon (全炭素)
TCD	Thermal Conductivity Detector (熱伝導度検出器)
TID	Thermionic Detector (熱イオン検出器)
TOC	Total Organic Carbon (総有機炭素量)
TWT	Table-type Water Treatment Equipment (卓上型廃水処理装置)
UNDP	United Nations Development Programme (国連開発計画)
UNICEF	United Nations Children's Fund (国連児童基金)
VZS	Vadose Zone Sampler (土壌溶液採取器)

## 第 1 章 緒 論



## 第1章 緒論

インド国は建国以来、国策の一つとして「国民全てに安全な飲料水を」を掲げてきた。村落給水の8割、農業用水の5割が地下水に依存していることから地下水開発は地方村落の給水と共に同国の主力産業である農業の開発に重要である。一方、同国は国家経済の充実・拡大を図るうえで経済振興、特に工業化政策を進めてきているが、社会基盤の未整備および急激な都市化に伴い環境汚染の問題が発生している。

同国においては、環境については環境・森林省が一元的に行政を行っており、同省は環境汚染のうち、生態系に対する影響の大きさから水質汚染防止に力を注いでいる。開発と保全の両面にわたり全国の地下水の管理を一元的に行っているCGWBは、同省からの依頼により、全国規模での地下水の水質調査と共に工業廃水による汚染の顕著である17の工業地帯での詳細調査を実施している。しかし、近年多様化する汚染物質や微量でも生態系に多大な影響を与える汚染物質による水質汚染が進行しており、それに対応しようとしてもCGWBが保有する水質管理機材では必要な検水数を必要とする精度で必要な時間内に分析することが困難な状態であり、この問題点を解決するためには必要機材の強化・整備が緊急課題となっている。

地下水管理に関連して、昭和63年にインド国政府は我が国に対し、ヒマラヤ山麓にある玉石層が厚く堆積するバーバル(Bhabar)地域の地下水開発を促進するための掘さく資機材および調査機材の調達の無償資金協力を要請越した。この要請を受けて平成元年に国際協力事業団は「インド・パキスタン プロジェクト形成調査」を実施した上で、我が国政府は第1次計画として平成元年度および2年度にわたりパーカッション式さく井機4台と地震探査装置等の調査機器の供与を無償資金協力により実施した。

引き続き、同国政府は、平成4年にバーバル地域の地下水開発をさらに促進するために必要なさく井機と調査機材の調達のための無償資金協力を再度要請越し、我が国政府は第2次計画として平成4年度にパーカッション式さく井機3台と地震探査装置等の調査機器の供与を無償資金協力により実施した。

かかる背景の下に、インド国政府は平成5年1月に水質管理用分析装置およびバーバル地域および沖積平原の地下水開発のための深井戸建設資機材の調達に係わる無償資金協力を要請してきた。我が国政府はこの要請に対し、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は同事業団国際協力専門員 丸尾祐治氏を団長とする基本設計調査団を同年12月1日から12月21日までの21日間にわたりインド国に派遣した。調査団は要請の背景、協

力の内容・範囲、援助効果等の観点から無償資金協力計画推進の妥当性を確認するための現地調査を実施した。

本基本設計調査報告書は現地調査結果を踏まえ、国内作業を経て作成したものである。報告書は最適な機材設計、事業費の概算、運営計画、維持・管理計画の策定を行うと共に、協力実施に関する提言を取り纏めたものである。合意議事録、現地調査団員リスト、現地調査日程、面談者リスト等は添付資料として巻末に添付した。

## 第 2 章 計画の背景





## 第2章 計画の背景

### 2.1 当該国の概況

#### 2.1.1 一般国情

##### (1)国土

インド国はアジア大陸の南部に位置し、3,287,263km<sup>2</sup>の国土面積を持つ。国土は北緯8°04'～37°06'、東経68°07'～97°25'で、東西の最大幅は3,214km、南北の最大長は2,933kmである。バングラデッシュ人民共和国、ミャンマー連邦、ブータン王国、ネパール王国、中華人民共和国およびパキスタン回教共和国とそれぞれ国境を接しており、スリランカ民主社会主義共和国とはパーク海峡 (Palk Strait) およびマナール湾 (Gulf of Mannar) とで隔てられている。

同国の地勢はヒマラヤ山岳部、インダスーガンジスーブラマプトラ平原部、砂漠地域および半島部の4つに大別することができるが、以下の記述では、砂漠地域を半島部に含めるものである。図-2.1.1.に3つの地形区分図を示す。

ヒマラヤ山岳部は幅240～320kmで長さ2,400kmの山塊を形成しており、世界の最高峰のいくつかがこの地域に含まれる。この山岳地帯はほぼ平行する3列の山系から成るが山系の間にカシミール・クル渓谷 (Kashmir and Kull valleys) のような大きな高原や渓谷を挟んでいる。これらの高原や渓谷は肥沃で豊かな景観を呈している。高山部分の通行は、ダージリン (Darjiling) 北東部のチュウンビ渓谷 (Chumbi Valley) を通るインドーチベット主要通商路上のジュレプ・ラ (Jelep La) およびナツ・ラ (Nathu La) やカルパ (Kalpa) の北東のサトレジ渓谷 (Satluj Valley) にあるシプキ・ラ (Shipki La) のようないくつかのパスに限られている。

インダスーガンジスーブラマプトラ平原部はヒマラヤ山岳部の南側に拡がり、幅240～320kmで長さ2,400kmの大きさを有し、インダス、ガンジス、ブラマプトラ (Brahmaputra) の3大水系の沖積堆積物でできている。この地域は世界で最も大きい沖積平野の一つであり、また、世界で最も人口密度の稠密な地域でもある。この地域は大変平坦で、ジャムナ川 (Yamuna River) の河畔にあるデリーからベンガル湾までの1,600km間の標高差は200mに過ぎない。

砂漠地域はパキスタンとの国境近くであり、大砂漠と小砂漠に分けられ、大砂漠はルー

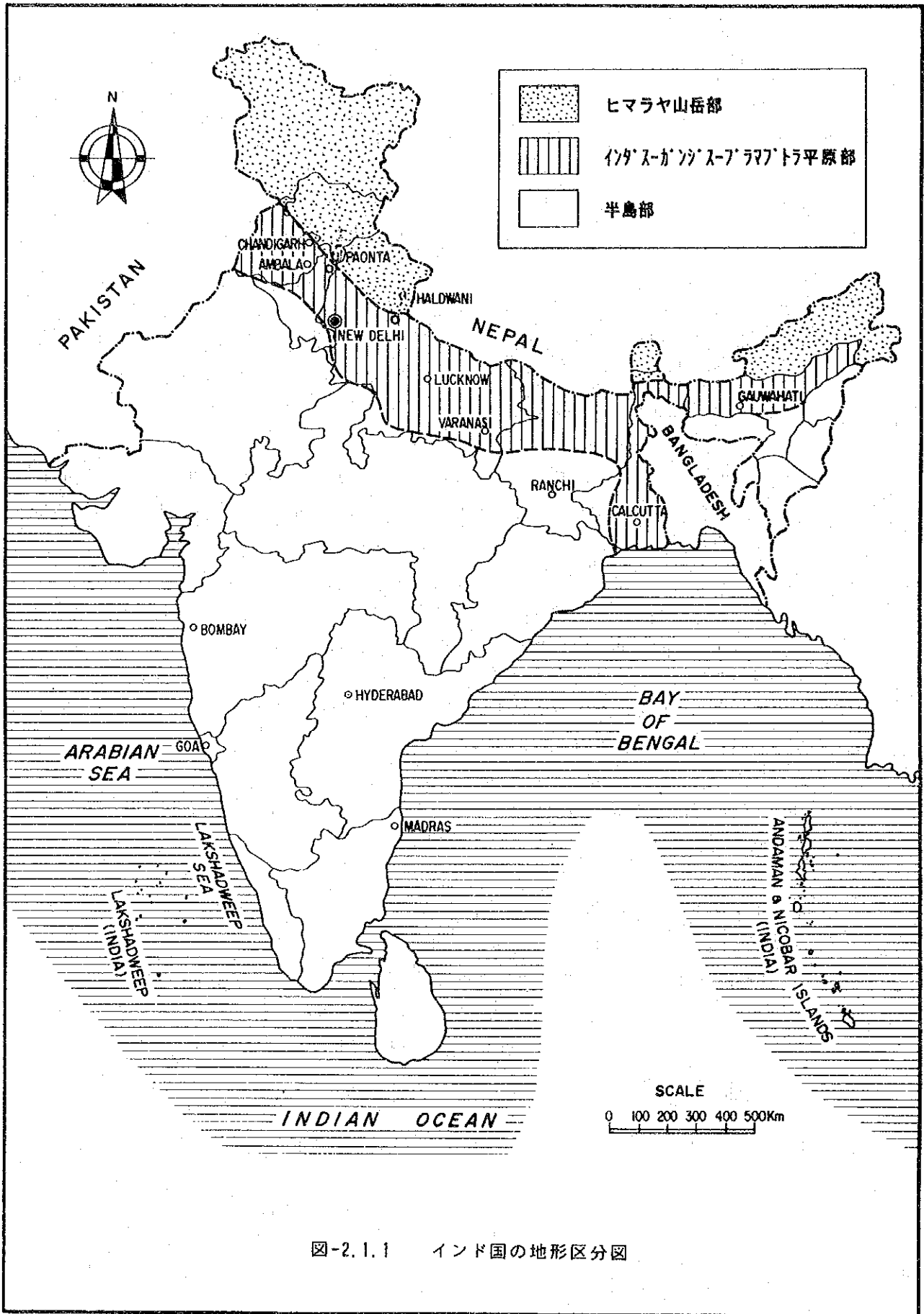


図-2.1.1 インド国の地形区分図

ニ川 (Luni River) の先にあり、ラジャスタン州の国境がこの地域を通り、小砂漠はジャaisalmer (Jaisalmer) とジョドプール (Jodhpur) との間ルーニ (Luni) から北部荒野に広がる。大砂漠と小砂漠の間には石灰岩層の切り立った、岩石のみの全く植物のない地域がある。

半島部はインダス-ガンジス-ブラマプトラ平原部の南側に位置するが、アラヴァリ (Aravalli)、ヴィンディヤ (Vindhya)、アジャンタ (Ajanta) 山脈等標高 460~1,220m の山脈が続きデカン高原に至る。デカン高原はヴィンディヤ (Vindhya) 山脈以南に広がるが、その東側は平均高度 610m の東ガーツ (Eastern Ghats) により、西側は 915~1,220m (ところにより 2,440m) の西ガーツ (Western Ghats) により取り囲まれている。

## (2) 気候

インドの気候は上記の地勢区分にはほぼ対応して、ヒマラヤ山岳部は高山気候、インダス-ガンジス-ブラマプトラ平原部は温帯モンスーン気候、砂漠地域は乾燥気候そして半島部は熱帯モンスーン気候に区分けされる。ヒマラヤ山岳部および砂漠地帯 (乾燥気候) 以外はモンスーンの影響が強く、6月~9月に南西風が卓越するが、インド洋、アラビア海およびベンガル湾を通過する際に多量な水分を含んだこのモンスーンの影響で、インド洋に面した西海岸やヒマラヤ山麓には多量の降雨をもたらす。この南西モンスーンが終わると、ポスト・モンスーンまたはインド半島南部では北東モンスーンと呼ばれる季節 (10月~12月) が始まる。この季節には風は陸地から海へと吹く。そして、1月~2月の冬、3月~5月の夏となる。

## (3) 言語

インドの言語は種類が多く、国勢調査に際して申告される言語の種類は 600 を超えると言われている。もちろんそれらの全てが独立した言語ではなく、方言やインド以外の地域の言語を含めているため実際には 260 位になる。これらの言語を大別すると、下記のような言語区分ができる。

- ① インド・アーリア諸言語
- ② ドラヴィダ諸言語
- ③ シナ・チベット諸言語
- ④ オーストロ・アジア諸言語

一般に、南部はドラヴィダ諸言語を話す地域となっており、その他の地域はインド・アーリア諸言語を話す地域が優勢であり、その中でも、アッサム地方にはシナ・チベット諸言語を話す地域が見られ、また、中央インドから東インドにかけてオーストロ・アジア諸言語を話す地域が散在する。

インド・アーリア諸言語は英語やその他のヨーロッパの諸言語との関係が知られているが、この言語を話す民族は、本来、東ヨーロッパに住んでいて、その内のアーリア人が東進し、一部が紀元前1500年頃インドに入りインド・アーリア人となったといわれている。

ドラヴィダ諸言語は現在のところ、他の言語との関係は不明であるが、これら話す人々は紀元前3500年頃、アフガン高原からインド北西部に入り、その後インダス文明を築いたと想像されている。

オーストロ・アジア諸言語はインドへ渡来した最古の言語と考えられている。渡来元やその時期等ははっきりしないが、ヴェトナム語、クメール語等東南アジアの諸言語と密接な関係にあると考えられている。

シナ・チベット諸言語もドラヴィダ諸言語より早く渡来し、中国語、チベット語、ビルマ語、タイ語等と同じグループに入れられている。カシミール、アッサム、ネパール等の北方山地に住む者達に話され、シャーキヤ族（仏教開祖）、リッチャヴィ族（ジャイナ教開祖）もこのグループに入ると言われ、インド文化に大きく寄与している。

インド国では実際に話される言語が地域毎に異なるため、一つの国語を選定することができず、主要な言語の話される地域を州に統合し、その言語をその州の公用語とした経緯があり、インドでは使用人口が1981年に2,946人のサンスクリット語が憲法の「指定語」となっている以外にも英語を含めて15の公用語がある。公用語の種類とその話される人口を表-2.1.1.に示す。同表中「区分」として上記の言語区分を示している。

なお、1991年の人口調査時には言語の調査結果は未公開であったため、本表では1971および1981年について示した。

表-2.1.1. 公用語とその人口

主要言語		区分	人口 (単位百万人)		構成比率	
			1971	1981	1971	1981
ヒンディー	(Hindi)	A	208.5	264.5	38.0	42.9
ベンガリー	(Bengali)	A	44.8	51.3	8.2	8.3
テルグ	(Telugu)	B	44.8	50.6	8.1	8.2
マラーティー	(Marathi)	A	41.8	49.5	7.6	8.0
タミール	(Tamil)	B	37.7	3.8 *	6.9	0.6
ウルドゥー	(Urdu)	A	28.6	34.9	5.2	5.7
グジャラーティー	(Gujarati)	A	25.9	33.1	4.7	5.4
マラヤラム	(Malayalam)	B	21.9	25.7	4.0	4.2
カンナダ	(Kannada)	B	21.7	25.7	4.0	4.2
オリヤー	(Oriya)	A	19.9	23.0	3.6	3.7
パンジャービー	(Punjabi)	A	14.1	19.6	2.6	3.2
アッサムズ	(Assamese)	A	9.0	0.1 **	1.6	0.01
シンディー	(Sindhi)	A	1.7	2.0	0.3	0.3
カシミーリー	(Kashmir)	A	2.5	3.2	0.5	0.5

出典：インド国勢調査、1971年および1981年

注：\*1981のタミール・ナド州の言語に関する調査結果が洪水のため失われたためタミール・ナド州は除かれている。

\*\*1981調査時に政治的理由でアッサム州では人口調査が行われなかったため、アッサム州は除かれている。

(4) 宗教

インドでは、古来様々な宗教が信仰されてきた。表-2.1.2.に主要な宗教別人口を示す。1991年の人口調査には宗教の調査結果も未公開であった。

表-2.1.2. 宗教別人口

(単位百万人)

宗教	1961		1971		1981	
	人口	%	人口	%	人口	%
ヒンズー教	366.5	83.5	453.3	82.7	549.7	82.6
イスラム教	46.9	10.7	61.4	11.2	75.6	11.4
キリスト教	10.7	2.4	14.2	2.6	16.2	2.4
シーク教	7.8	1.8	10.4	1.9	13.1	2.0
仏教	3.2	0.7	3.8	0.7	4.7	0.7
ジャイナ教	2.0	0.5	2.6	0.5	3.2	0.5
その他	1.6	0.4	2.2	0.4	2.8	0.4
合計	439.2	100.0	548.2	100.0	665.3	100.0

出典：インド国勢調査、1961年、1971年および1981年

注：1981調査時に政治的理由でアッサム州では人口調査が行われなかったため、アッサム州は除かれている。

(5)教育制度

インドの教育制度は日本と似た点と異なった点を併せ持つ。入学が4月である点は同じである。インドでは州により教育制度が異なるが、基本的には10・2・3制を目標としていると言われている。しかし、これは恵まれた者に対する制度で、この水準の到達はしばらくの時間が必要と思われる。インドの基本的な学校系統図を図-2.1.2.に示す。

現在、教育普及を最優先事業としており、1990年までに11才までの児童が全て5年間の初等教育を受けることができるようになったとしている。この初等教育には正規の教育以外に正規の学校教育に就学できない児童で、働いている児童や、ドロップアウトした児童等に用意されたパートタイムの学校教育(Non-formal Education:N F E)を受けた児童も含まれている。1995年迄には14才までの児童全てに無料の義務教育を適用するのを目標としている。

表-2.1.3.に就学生徒数の変化を示し、また、表-2.1.4.に識字率を示す。

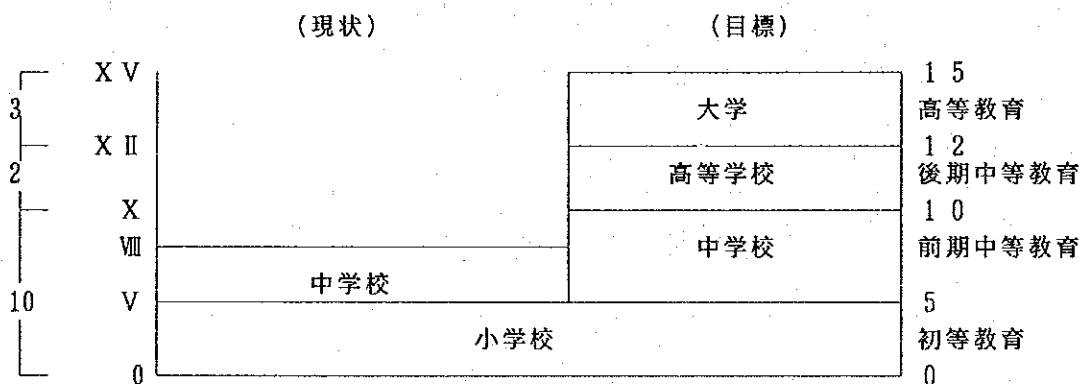


図-2.1.2. インドの基本的な学校系統図

表-2.1.3. 就学生徒数の変化 (実績) (単位千人)

	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
6-11才 (Class I - V) 就学数 (同年齢層就学率)	89,126 (95.36)	90,000 (96.0)	92,944 (97.9)	95,700 (99.6)	97,320 (100.0)
11-14才 (Class VI - VIII) 就学数 (同年齢層就学率)	28,997 (55.63)	28,800 (55.14)	29,914 (55.1)	30,900 (56.9)	32,180 (59.1)
6-14才 (Class I - VIII) 就学数 (同年齢層就学率)	118,123 (81.14)	124,399 (85.08)	122,858 (82.33)	126,600 (84.17)	129,500 (85.3)

出典: India 1992

表-2.1.4. 識字人口および識字率の変化

	1981	1991	1981-91
識字率 7才以上 (%)	43.56	52.11	+ 8.55
識字人口 7才以上 百万人	234.0	352.0	+118.0
非識字人口 7才以上 百万人	302.0	324.0	+ 22.0

出典: India 1992

## 2.1.2 人口

インド国の人口は1991年3月31日現在84,630万人である。これは1991年の人口調査時には社会不安のためジャム・カシミール州 (Jammu and Kashmir) では人口調査が実施できなかったため、同州の推計人口 772万人を含めたものである。インド国は中国に次ぐ第二位の人口数を持つ (世界の人口の約16%) 一方、国土面積は世界の面積の2.42%である。インド国の1901年以降の10年毎の人口数を表-2.1.5.に、1991年3月31日現在の州別の人口を表-2.1.6.に示す。ウッタル・プラデッシュ州 (Uttar Pradesh) は13,911万人の人口 (全国の16.47%) を有し、第一位であり、ビハール州 (Bihar) の人口 8,637万人 (全国の10.23%)、マハラシュトラ州 (Maharashtra) の人口 7,893万人 (全国の9.33%) がそれぞれ第二位、第三位になっている。

表-2.1.5. 1901年以降の10年毎の人口

調査年度	人口数	10年間の増加率 (%)	10年間の年平均対数人口増加率 (%)	1901年度の人口に対する調査年度人口の増加率
1901	238,396,327	—	—	—
1911	252,093,390	+ 5.75	+ 0.56	+ 5.75
1921	251,321,213	- 0.31	- 0.03	+ 5.42
1931	278,977,238	+ 11.00	+ 1.04	+ 17.02
1941	318,660,580	+ 14.22	+ 1.33	+ 33.76
1951	361,088,090	+ 13.31	+ 1.25	+ 51.47
1961	439,234,771	+ 21.51	+ 1.96	+ 84.25
1971	548,159,652	+ 24.80	+ 2.20	+ 129.94
1981	683,329,097	+ 24.66	+ 2.22	+ 186.64
1991	846,302,688	+ 23.85	+ 2.16	+ 255.00

出典: インド国勢調査、1901~1991年

- 注: 1. 1981年のアッサム州の人口は1971年と1991年の調査結果を内挿し求めた。  
 2. この内挿の結果、1981年の全国の人口は公表されている685,184,692を683,329,097に訂正した。  
 3. ジャム・カシミール州の1991年の人口は人口推計専門家委員会推計し、7,718,700人とされた。

表-2.1.5.によると同国の総人口数は1911~1921年の10年間を除いて着実な伸びを示し、1981~1991年の10年間では、162,973千人の人口増加を見た。これは我が国の1991年の人口(123,921千人)の約1.32倍に相当する。また、同表によると、1901年以降人口の絶対数の増加はもとより、年平均人口増加率も増加傾向にあり、人口は1961年以降、加速度的に増加してきた。今回の人口調査で、1981~1991年の年平均人口増加率が2.16%と1971~1981年の2.22%から減少していることから、この原因を分析することにより、人口の増加を抑制する対策案が見つかることが期待されている。

表-2.1.6. 州別の人口 (1991年3月31日現在)

	州名および連邦直轄地名	人 口
州	1. ウッタル・プラデシュ	139,112,287
	2. ビハール	86,374,465
	3. マハラシュトラ	78,937,187
	4. 西ベンガル	68,077,965
	5. アンドラ・プラデシュ	66,508,008
	6. マドヤ・プラデシュ	66,181,170
	7. タミール・ナド	55,858,946
	8. カルナタカ	44,977,201
	9. ラジャスタン	44,005,990
	10. グジュラート	41,309,582
	11. オリッサ	31,659,736
	12. ケララ	29,098,518
	13. アッサム	22,414,322
	14. バンジャブ	20,281,969
	15. ハリアナ	16,463,648
	16. ジャム・カシミール	7,718,700
	17. ヒマキール・プラデシュ	5,170,877
	18. トリプラ	2,757,205
	19. マニプル	1,837,149
	20. メガラヤ	1,774,778
	21. ナガランド	1,209,546
	22. ゴア	1,169,793
	23. アルナチャル・プラデシュ	864,558
	24. ミゾラム	689,756
	25. シッキム	406,457
連邦直轄地	1. デリー	9,420,644
	2. ボンディシェリー	807,785
	3. チャンディガル	642,015
	4. アンドマン・ニコバル諸島	280,661
	5. ダドラ・ナガル・ハベリ	138,477
	6. ダマン・ディウ	101,586
	7. ラクシュドウィープ	51,707
合 計		846,302,688

出典：1991年インド国勢調査



## 2.1.3 経済・財政

### (1) 財政状況

発展途上国のなかでインドはいち早く国家開発のため五ヶ年計画に着手し、これまでに8次にわたる五ヶ年計画が実行されている。五ヶ年計画を支えてきた理念は「経済成長の推進」と「社会的公平の達成」の二本柱である。インドの五ヶ年計画を世界的に有名にしたのは第2次、第3次計画作成の基礎となった、生産財への投資を大きくすればそれだけ長期的には経済成長率が高まるという、マハラノビス・モデルである。これは重工業化推進の理論的根拠であった。第4次計画では農業の生産性向上が注目され、第6次、第7次では工業の近代化が重視され、現行の第8次計画（1992～1996）では環境と調和した工業の近代化が望まれている。

1989/90年以降の財政予算の推移を表-2.1.7.に示す。

表-2.1.7. 財政予算の推移

(千万ルピー)

	項 目	1989/90 (実績)	1990/91 (実績)	1991/92 (補正予算)
1	経常歳入	52,296	54,954	66,549
	内間接税としての歳入		(45,158)	(50,591)
2	経常歳出	64,210	73,516	83,630
3	経常赤字	2-1 11,914	18,562	17,081
4	資本勘定歳入	5+6 30,020	39,015	39,521
5	国債売却、その他	4,980	5,712	8,761
6	金融機関他からの借入	25,040	33,303	30,760
7	資本支出	28,698	31,800	29,472
8	歳入総額	1+4 82,316	93,969	106,070
9	歳出総額	2+7 92,908	105,316	113,102
10	財政赤字	9-8 10,592	12,347	7,032
11	公的債務	(1+5)-9 = 6+10 35,632	44,650	37,792

出典：インド国大蔵省

### (2) 物価動向

#### 1) 卸売物価指数

1989年7月に1981/82=100とした、447の品目につき調査した卸売物価指数が定められた。表-2.1.8.に1981/82=100とした卸売物価指数を示した。この中に全品目加重平均の卸売物価指数と個別の卸売物価指数（①主要製品、②燃料・電気・電灯・潤滑油、③工業製品）とが示されている。

表-2.1.8. 1981/82年を100とした卸売物価指数

項 目	係 数	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91
①主要産品	37.947	106.7	118.2	125.5	125.7	137.1	152.6	160.1	163.6	184.9
食料品	17.386	111.1	126.5	131.8	134.1	147.8	161.1	177.1	179.3	200.6
非食料品	10.081	100.8	112.4	124.6	120.4	134.1	163.0	160.2	166.0	194.2
繊維	1.791	92.0	109.1	144.7	109.3	96.7	136.1	149.7	165.9	174.4
食用油	3.861	97.7	114.1	120.5	110.1	137.5	179.1	151.3	151.4	194.9
鉱物	4.828	103.3	100.4	105.1	106.5	104.2	100.5	98.5	102.2	109.0
②エネルギー	10.663	106.5	112.5	117.3	129.8	138.6	143.3	151.2	156.6	175.8
③工業製品	53.139	103.5	109.8	117.5	124.5	129.2	138.5	151.5	168.6	182.8
加工食品	10.143	97.4	107.8	113.9	117.2	129.1	140.5	147.8	166.4	181.7
飲料、タバコ	2.149	100.2	106.7	111.1	123.2	133.0	155.0	180.7	207.7	242.1
衣類	11.545	104.8	109.5	120.0	119.5	116.0	126.6	139.6	158.2	171.4
紙、紙製品	1.988	108.5	118.2	131.4	144.1	154.3	170.2	180.9	208.4	222.4
皮、皮製品	1.018	100.4	108.3	115.4	128.1	134.2	142.9	168.4	185.7	224.3
ゴム・プラスチック製品	1.592	108.4	109.7	115.6	125.6	132.8	143.5	155.3	159.4	164.9
化学製品	7.355	103.5	107.3	112.0	118.3	124.6	131.9	135.8	140.0	147.9
非鉄金属製品	2.477	114.5	127.7	138.6	141.1	142.5	147.9	152.4	167.0	185.6
鉄、合金、金属製品	7.632	104.5	111.7	123.1	139.6	141.3	149.7	176.4	205.6	219.9
機械類	6.268	102.8	106.7	112.2	121.4	127.3	132.3	150.8	166.2	180.2
その他	0.972	101.8	101.5	101.5	99.3	107.0	109.9	113.1	117.2	119.0
④合 計	101.749	104.9	112.8	120.1	125.4	132.7	143.5	154.2	165.7	182.7

出典：India 1992

2) 消費者物価指数

1960年を100とした1970/71～1990/91の消費者物価指数を表-2.1.9.および表-2.1.10.に示す。表-2.1.9.は主要都市および全国の工場労働者に関する消費者物価指数を示し、表-2.1.10.は大都市および全国の勤労者に関する消費者物価指数を示す。

表-2.1.9. 工場労働者の消費者物価指数

年度	ボンベイ	ア-メダハ-ド	カルカッタ	マドラス	カンブール	デリー	全 国	
							全対象品目	食 品
連結係数	5.12	4.78	4.74	5.05	4.69	4.97	4.93	4.98
1970/71	182	176	182	170	190	199	186	201
1971/72	190	181	187	182	196	211	192	205
1972/73	203	198	197	203	212	222	207	223
1973/74	233	245	228	229	251	265	250	279
1974/75	289	305	288	301	323	337	317	358
1975/76	300	293	287	314	299	333	313	342
1976/77	298	281	297	288	294	332	301	317
1977/78	318	310	320	311	330	358	324	345
1978/79	325	323	331	318	337	368	331	347
1979/80	359	348	351	350	357	389	360	373
1980/81	400	376	382	388	396	426	401	419
1981/82	460	441	414	446	439	472	451	476
1982/83	502	487	447	475	473	508	486	508
1983/84	564	544	511	550	528	551	547	581
1984/85	609	570	576	576	554	597	582	607
1985/86	654	599	610	630	614	648	620	638
1986/87	717	657	671	681	672	707	674	700
1987/88	791	724	714	756	725	788	736	767
88.4/88.9	856	763	783	802	763	852	786	820
88.10/89	171	163	172	167	172	177	166	172
1989/90	179	171	178	172	178	182	173	177
1990/91	201	196	203	189	202	201	193	199

出典：Labour Bureau, Shimula

注：1. 1988.9 までは1960を100とした指数。

2. 1988.10以降は1982を100とした指数。

3. 1988.9 以前と1988.10 以降とは連結係数で整合される。

表-2.1.10. 勤労者消費者物価指数

年 度	ボンベイ	カカッタ	マドラス	ニュー・デリー	全 国
連結係数	5.38	4.51	5.77	5.08	5.32
1970/71	168	170	175	174	170
1971/72	172	174	188	180	180
1972/73	183	180	203	190	192
1973/74	204	204	231	217	221
1974/75	241	238	291	262	270
1975/76	246	243	306	273	277
1976/77	255	251	294	274	277
1977/78	269	265	311	288	296
1978/79	285	279	321	303	306
1979/80	315	297	350	321	330
1980/81	347	331	390	352	369
1981/82	393	367	439	395	413
1982/83	440	384	470	428	446
1983/84	493	418	531	468	492
1984/85	538	451	577	508	532
1985/86	568	481	611	551	568
1986/87	612	530	671	597	613
1987/88	666	562	736	645	656
1988/89	130	135	141	135	136
1989/90	139	146	152	143	145
1990/91	154	164	168	156	161

出典：Labour Bureau, Shimula

- 注：1. 1987.10までは1960を100とした指数。  
 2. 1987.11以降は1984/85を100とした指数。  
 3. 1987.10以前と1987.11以降とは連結係数で整合される。  
 4. 1987/88は1987.4～10の7ヶ月間の平均。

### (3)国際収支動向

インド製品の競争力は低下の一途を辿っていたため、輸出に拍車をかけ持続的に成長する経済を目指して、1992年3月31日に新「貿易政策大綱（1992.4～1997.3）」が発表された。内容は

- ①インドの工業の生産性の向上・近代化、競争力の向上を促進させ、輸出力を拡大する。
- ②国際水準に品質を高め、インド製品のイメージを高める。
- ③国際市場から原材料・中間財・消耗品・資本財等を調達し、輸出を増大させる。
- ④輸入代替品と貿易の規制緩和による自助努力を育成する。
- ⑤行政上の諸規制の緩和、諸手続きの簡素化を図る。
- ⑥研究開発と科学技術の向上を図る。

から構成されている。

実際の輸出入の最近の推移を表-2.1.11. の国際収支の推移で見ることができる。インドは7,500以上の品目を約190ヶ国に輸出し、6,000以上の品目を約140ヶ国から輸入しており、主要輸入品目は石油および石油製品を筆頭に、機械類、真珠・宝石類、化学製品等である。1991/92の輸出額は4,382億ルピーで、輸入金額は4,779億ルピーと396億ルピーの入超になっている。これらの金額は前年度のそれぞれ3,255億ルピー、4,319億ルピーと比べると増加しているが、輸出額が1,127億ルピーの増加になっているため相変わらず入超であるが、前年度の1,063億ルピーに比べると大幅な改善と言える。なお、これを米ドルで見ると、輸出は米ドル決済国で6.3%の増加であり、輸入は19.4%の減少となっている。

表-2.1.11. 国際収支の推移

(単位億ルピー)

年 度	輸 出 額	輸 入 額	貿易収支
1950/51	60.610	60.804	- 0.194
1960/61	64.239	112.162	- 47.923
1970/71	153.516	163.420	- 9.904
1980/81	671.071	1,254.915	- 583.844
1981/82	780.590	1,360.755	- 580.165
1982/83	880.336	1,429.274	- 548.938
1983/84	977.071	1,583.146	- 606.075
1984/85	1,174.368	1,713.420	- 539.052
1985/86	1,089.459	1,965.769	- 870.310
1986/87	1,245.195	2,009.576	- 764.381
1987/88	1,567.366	2,224.374	- 657.008
1988/89	2,023.150	2,823.522	- 800.372
1989/90	2,768.147	3,541.590	- 773.443
1990/91	3,255.334	4,319.286	- 1,063.952
1991/92 *	4,382.803	4,779.738	- 396.935

出典：DGCI&S, Calcuttaの単位を変更

注：\* 暫定値

次に、輸出の動向は表-2.1.12. 主要輸出品目の推移に示される。主要輸出品目は、宝石・貴金属、繊維、農産物、機械製品、化学製品等である。表-2.1.11. で見た通り、輸出は1960年以降量的に伸びているが、輸出品目の増加も見逃せない。輸出品構成の変化を見ると輸出総額に占める製造業製品のシェアは増加傾向にある。農業・関連製品の中で紅茶が最大の輸出製品であるが、近年エビを中心とした海産物、果物、野菜等が伸びてきている。製造業製品の中で綿アパレル製品・衣服等の繊維製品、皮革・皮革製品、加工ダイヤモンドを中心とした手工芸品、化学製品、広い意味のエンジニ

アリング製品等であるが、製造業製品の中心は低賃金労働に依存した繊維製品と加工ダイヤモンドである。1992/93に新しい為替管理制度が導入され、外貨と交換した場合、40%のみをインド準備銀行に公式為替レートで交換するだけでよくなった。輸入関税は最大150%であったが、1991/92に最大110%になり、輸出促進のため、一般機械およびプラント装置は80%から60%に、さらに電子工業では60%から50%にそれぞれ削減されている。

表-2.1.12. 主要輸出品目の推移

(単位億ルピー)

No.	品 目	1989/90*	1990/91*	1991/92*
1	茶	124.715	132.814	144.238
2	農産物	263.711	287.022	450.537
3	水産物	68.654	95.968	137.396
4	鉄鉱石等	138.012	169.491	228.109
5	革類	195.093	255.385	521.004
6	ダイヤモンド・宝石類	529.553	521.004	675.000
7	玩具・運動用品	8.147	9.209	10.885
8	化学製品	297.365	319.614	477.101
9	エンジニアリング製品	286.347	354.935	485.507
10	電子・コンピュータソフト	42.089	35.223	64.105
11	プロジェクト製品	3.728	15.702	3.071
12	繊維品	558.532	795.760	1,063.784
13	手工芸品	40.284	42.912	59.599
14	絨毯	70.009	74.471	123.440
15	石油製品	69.667	93.780	102.227
16	その他	72.241	49.438	50.223
合 計		2,768.147	3,252.728	4,382.803

出典：DGCI&S, Calcuttaの単位を変更

注：\*暫定値

表-2.1.13. に主要輸入品目の推移を示した。旧ソ連・旧東欧諸国への輸出はいわゆる「バーター貿易」としてルピー建てで決済しているがルピー決済地域(RPA)への輸出は550億ルピーから435億ルピーへ21%減少した。

表-2.1.13. 主要輸入品目の推移

(単位億ルピー)

No	品 目	1989/1990*	1990/91*	1991/92*
(1)	バルク商品	1,401.003	1,866.887	2,085.500
1	農産物	37.812	15.065	14.102
2	肥料	177.643	169.678	225.909
3	鉄鉱石等	22.367	28.331	34.089
4	石油・石油製品	627.362	1,081.965	1,312.949
5	食用油	21.086	32.222	24.008
6	パルプ・廃紙	30.388	45.433	29.875
7	非鉄金属	125.322	110.867	83.960
(2)	真珠・宝石原石	424.153	373.229	482.218
(3)	機械類	697.982	770.307	673.858
(4)	プラント	157.964	234.152	330.564
(5)	その他	860.086	1,072.497	1,207.598
1	化学製品	213.539	247.187	352.285
2	石炭・コークス等	56.195	77.995	103.633
3	医薬品	27.176	32.502	45.609
4	人工樹脂	99.615	109.611	140.296
	合 計	3,541.188	4,317.082	4,779,738

出典：DGCI&S, Calcuttaの単位を変更

注：\*暫定値

また、表-2.1.14. に貿易対象地域を示す。

表-2.1.14. 貿易対象地域

(単位億ルピー)

地 域	1989/90**		1990/91**		1991/92**	
	輸 出	輸 入	輸 出	輸 入	輸 出	輸 入
西ヨーロッパ	788	1,296	994	1,408	1,317	1,539
EC	712	1,193	893	1,272	1,185	1,397
EFTA	67	91	88	118	114	118
その他	8	11	12	18	17	24
アジア・オセアニア	847	1,327	973	1,770	1,550	2,112
日本 百万米ドル	2,035*	1,717*	1,843*	1,477*	1,487*	1,523*
アフリカ	65	91	84	114	139	239
アメリカ	484	545	522	684	797	643
北米	473	471	507	579	766	558
南米	3	62	5	82	15	66
その他	7	12	9	23	15	18
東ヨーロッパ	511	279	583	337	473	242
合 計	2,768	3,541	3,252	4,317	4,382	4,797

出典：DGCI&S, Calcuttaの単位を変更、一部変更

注：\* 日本に関するデータは大蔵省「外国貿易概況」による。 単位百万米ドル。

\*\* 暫定値

(4) 国民所得、一人当たり国民所得

表-2.1.15. に国民所得、一人当たり国民所得および国民総生産を時価および1980年価格でそれぞれ示す。

表-2.1.15. 国民所得、一人当たり国民所得および国民総生産

年 度	国 民 所 得		一人当たり国民所得		国 民 総 生 産	
	時 価 (億ルビ-)	1980年価格 (億ルビ-)	時 価 (ルビ-)	80年価格 (ルビ-)	時 価 (億ルビ-)	1980年価格 (億ルビ-)
1980	11,068.5	11,068.5	1,630	1,630	12,277.2	12,277.2
1981	12,879.7	11,714.0	1,861	1,693	14,325.6	12,992.8
1982	14,187.5	11,970.4	2,004	1,691	15,876.1	13,329.9
1983	16,655.0	12,939.2	2,304	1,790	18,577.9	14,386.1
1984	18,501.8	13,380.8	2,507	1,813	20,710.9	14,925.6
1985	20,613.3	13,902.5	2,734	1,844	23,237.0	15,536.5
1986	22,840.2	14,424.2	2,962	1,871	25,822.5	16,153.5
1987	25,880.5	14,967.0	3,289	1,902	29,214.6	16,800.4
1988	30,866.2	16,614.8	3,844	2,069	34,757.3	18,561.6
1989	35,185.0	17,615.9	4,291	2,148	39,739.6	19,687.4
1990	41,634.9	18,642.9	4,974	2,227	46,842.6	20,839.0

出典：情報・放送省

2.1.4 援助動向

(1) 先進国援助動向

1991年の主要先進国からの二国間援助の支出純額は17億6569万ドルであり、表-2.1.16. に1988年以降の主要先進国からの二国間援助のインドにおけるシェアを示す。従来、イギリスが宗主国として支出純額ベースで最大の二国間援助国であったが、漸時シェアが低下しており、1990年にドイツがシェア一位であった以外は日本がシェア一位を保っている。



表-2.1.16. 主要先進国からの二国間援助の支出純額およびシェア  
(単位百万ドル)

国名	1988	1989	1990	1991
日本	179.46 (18.9)	257.23 (22.7)	87.26 (12.0)	891.05 (50.5)
イギリス	112.56 (11.9)	81.87 (7.2)	97.13 (13.4)	148.61 (8.4)
ドイツ	152.32 (16.0)	122.54 (10.8)	169.24 (23.3)	262.05 (14.9)
アメリカ	91.00 (9.6)	69.00 (6.1)	-24.00 (-)	27.00 (1.5)
カナダ	49.19 (5.2)	24.31 (2.1)	22.56 (3.1)	25.06 (1.4)
DAC合計 (その他も含む)	949.83 (100.0)	1,133.67 (100.0)	726.95 (100.0)	1,765.69 (100.0)

出典：「我が国の政府開発援助」1990年版～1993年版

(2) 国際機関援助動向

国際機関からの資金援助は1991年の支出純額は9億8993万ドルであり、国際開発協会 (International Development Association: IDA) が82%のシェアを占めている。

表-2.1.17. に国際機関からの資金援助の支出純額およびシェアを示す。

表-2.1.17. 国際機関からの資金援助の支出純額およびシェア  
(単位百万ドル)

国名	1988	1989	1990	1991
IDA	820.00 (70.2)	473.00 (61.6)	540.00 (63.4)	814.00 (82.2)
EDF	153.33 (13.1)	119.85 (15.6)	111.67 (13.1)	37.52 (3.8)
UNICEF	不明 (.)	72.54 (9.5)	79.15 (9.3)	40.85 (4.1)
国際機関合計 (その他を含む)	1,168.06 (100.0)	767.53 (100.0)	851.73 (100.0)	989.93 (100.0)

出典：「我が国の政府開発援助」1990年版～1993年版

## 2.2 関連計画の概要

### 2.2.1 国家開発計画

インドは独立後いち早く国家開発五ヶ年計画に着手し、1951～56年の第1次計画を皮切りに、現在は第8次（1992～96）になっている。五ヶ年計画を支えてきた理念は「経済成長の推進」と「社会的公平の達成」の二本柱である。国家開発評議会（National Development Council）により1991年12月23～24日に承認された第8次五ヶ年計画では山積した財政赤字、膨張する国家予算、赤字を累積する国営企業という大問題の解決を計り、インドにおける新たな方向付けを行うものとして、一連の政策を打ち出している。本計画では工業部門と貿易部門に対する政府の管理が益々少なくなるように求め、開発の過程で国民の自主性と参加を大切な要素として認めることによって、1990年代にインドにも押し寄せるであろう経済改革の波に取り組みようとしている。したがって、将来を見据えた長期戦略を策定し、将来を予測し、貿易競争力を可能な限り向上させる必要性を強調している。公共性が必要でない分野から公共企業は撤退するように示唆している。本五ヶ年計画の重要な目標には適正な雇用の創造、人口増加の抑制、字の読めない者をなくすこと、プライマリー・ヘルスケア・センターの建設、食料の自給、余剰農産物を輸出に回すこと、社会資本の強化と並んで「安全な飲料水の確保」が挙げられている。

### 2.2.2 本計画に関連する開発計画

#### (1) 地下水の開発計画

インド国にあっては、水は国家の開発および農業の発展のために重要であり、地下水開発を適性にかつ効率よく行うことは大変意義深いものとして考えられ、地下水開発には高い優先度が与えられている。

水資源省（Ministry of Water Resources）は1985年10月の改組以来、水資源を国家の資源と考え、水の開発・保全・管理を行う中心的役割を果たしている。水資源が最も重要な国家的資源として、「国家水政策」が1987年9月に制定されているが、本「政策」によると、水利用の優先順位は飲料水を一番とし、以下、灌漑、水力発電、船舶運航、工業用水、その他の順になっている。また、この「政策」はさらに表流水および地下水の水質は監視されるべきものとして述べられている。

水資源省は同国の水資源の開発と法制化に関し幅広く政策の策定と計画の立案を行う権限が与えられている。

第8次五ヶ年計画の最重点目標に「国民全てに安全な水を」が挙げられているが、まだ全ての国民に安全な水を提供するまでには至っておらず、特に農村地帯では立ち遅れている。このために、地下水開発の努力が必要とされると同時に、「安全性」を保つため、水質の監視の必要性が述べられている。一方、地方給水の分野においてはハンドポンプ、深井戸のリハビリテーションの必要性が指摘され、継続的な水供給を行うため大規模に水資源の保全と水層のリチャージが実施される必要があると述べられている。

第8次五ヶ年計画の中に占められる水に関する投資金額は表-2.2.1.の通りである。

表-2.2.1. 第8次五ヶ年計画の中に占められる水に関する投資金額  
(単位千万ルピー)

	連邦政府	州政府	直轄地	合計
総額	247,865.00	179,985.00	6,250.00	434,100.00
灌漑および治水	1,500.00	30,945.10	80.19	32,525.29
上下水道	5,968.00	9,847.26	895.77	16,711.03

出典：第8次五ヶ年計画（1992～96）

## (2)環境関係の法規

インド国政府は「持続性に対する配慮の欠けた開発活動、貧困そして開発の遅れが結びついて環境への脅威となっており、今や環境の悪化を修復し生態系の均衡を守ためには環境汚染問題の緊急な対策が必要である。」との認識に立っている。同国政府は第4次五ヶ年計画（1969～1973）で初めて環境関連の問題を取り上げ、その問題点を調整するため1972年および1980年に委員会がそれぞれ設立された。1980年に設立された委員会の提唱に基づき同年環境局（Department of Environment）が設立され、さらに1985年には環境および森林に関する立案、促進および調整を目的として環境・森林省（Ministry of Environment and Forests）に改組された。同国においては、環境保全に関連して現在施行されている主要法令は約30に及ぶと言われているが、その中に1974年に制定された「水（の汚染防止・規制）に関する法」、1981年に制定された「大気（の汚染防止・規制）に関する法」、「工場法」、「殺虫剤法」等が含まれている。そして環境汚染による被害を防止または限定するための権限の根拠を明確にするため、1986年に「環境（保護）法」が制定された。インドでは工業化の進展や都市化の拡大に伴う環境汚染問題に注目が集まり、生態系に対し重大な悪影響を与え得る水質汚染の防止に対し、高い優先度を与えており、第8次五ヶ年計画において「環境・生態および開発は社

会の要求に合うように均衡が保たなければならない。持続性のある開発を進める上で、貴重な生態系を保存し、発展機能させるために必要な対策が講じられなければならない。」と述べ、環境保護の重要性が強調されている。

先に述べた1986年の「環境（保護）法」は下記の特徴がある。

- ① 廃水や排出物の基準値が規定されている。
- ② 企業活動の制限地域を指定でき、そこでは有害物の取扱いについての保安方法を定めるよう規定している。そして、第5条の規定に基づいて、電力・水道・その他のサービスに関連する企業・営業またはプロセスを閉鎖・禁止・規制ないしはそれらのサービスの供給を停止するための指示を出すことができるようになった。また、規定や法令に違反する場合には罰則を備えている。
- ③ 環境研究所の創設を規定している。

同省の中央公害防止機構(Central Pollution Control Board: CPCB)が環境を統括しているが、CPCBのみならず、他の機関も例えば州公害防止機構(state PCB)も1986年制定の環境保護法令の施行の責任を負い、大部分の州に設置されている。

以上、インド国における環境行政を概観したが、下記の問題点が指摘されている。

- ① インド国の環境関連法は古くから設定されているが、その目的・達成基準の明記のないものがあり、その時々に応じた解釈適用がなされてきたため一貫性に欠けるところが見られる。
- ② 国家政策の変更や、経済・社会・環境等の変化により、不適切となった法律も生じている。
- ③ 州政府は国家政策を採用する一方で、州独自の法律を制定施行するため、統一性にかける。
- ④ 一般的に法の効力が弱い。例えば、汚染源の大小、公私、地方または中央のいかんを問わず、全ての汚染源がこの概念を定めた規定に従わなければならないが、CPCB等の努力にもかかわらず現在までの成果は十分とはいえないとされている。
- ⑤ 成果の挙がらない原因は環境保護関連の人員（特に熟練職員）の不足、環境保護・監視のための分析機器・設備・施設の不足、関連機関の間での調整が円滑でない等によると指摘されている。
- ⑥ 近年いくつかの法律改定が行われているが、上記⑤の理由で、法律の施行強化、施行状況の監督・評価が進まないことが懸念されている。

## 2.3 地下水開発事業の概要

### 2.3.1 地下水開発事業

#### (1) 水行政の位置付け

現在インド国の水行政は水資源省の大臣を議長とし、計画省(Ministry of Planning)、科学・技術省(Ministry of Science & Technology)、農業・協力省(Ministry of Agriculture & Cooperation)、地方開発省(Ministry of Rural Development)、都市開発省(Ministry of Urban Development)、陸上運輸省(Ministry of Surface Transport)、環境・森林省および各州および連邦直轄領の大臣により構成される「国家水資源評議会」(National Water Resources Council: NWRC)のもとに一元的に「国家水政策」の立案を行っている。

1990年9月24日に「国家水資源評議会」の下部機構として「国家水委員会」(National Water Board: NWB)が設立された。この委員会は水資源省の次官を議長として上記各省の次官をメンバーとして構成され、「国家水政策」の実施案の策定と必要に応じて報告書を取りまとめ「同評議会」への報告書提出を目的としている。

水資源の調達、開発、管理については一元的に水資源省が管掌しており、その組織は図-2.3.1.に示される。この内、中央地下水機構がインド国の地下水に関して一元的に地下水の調査開発、水資源の評価およびデータ・ベースを構築し、計画、開発および水資源の科学的管理、保守、保護および増量を図っている。

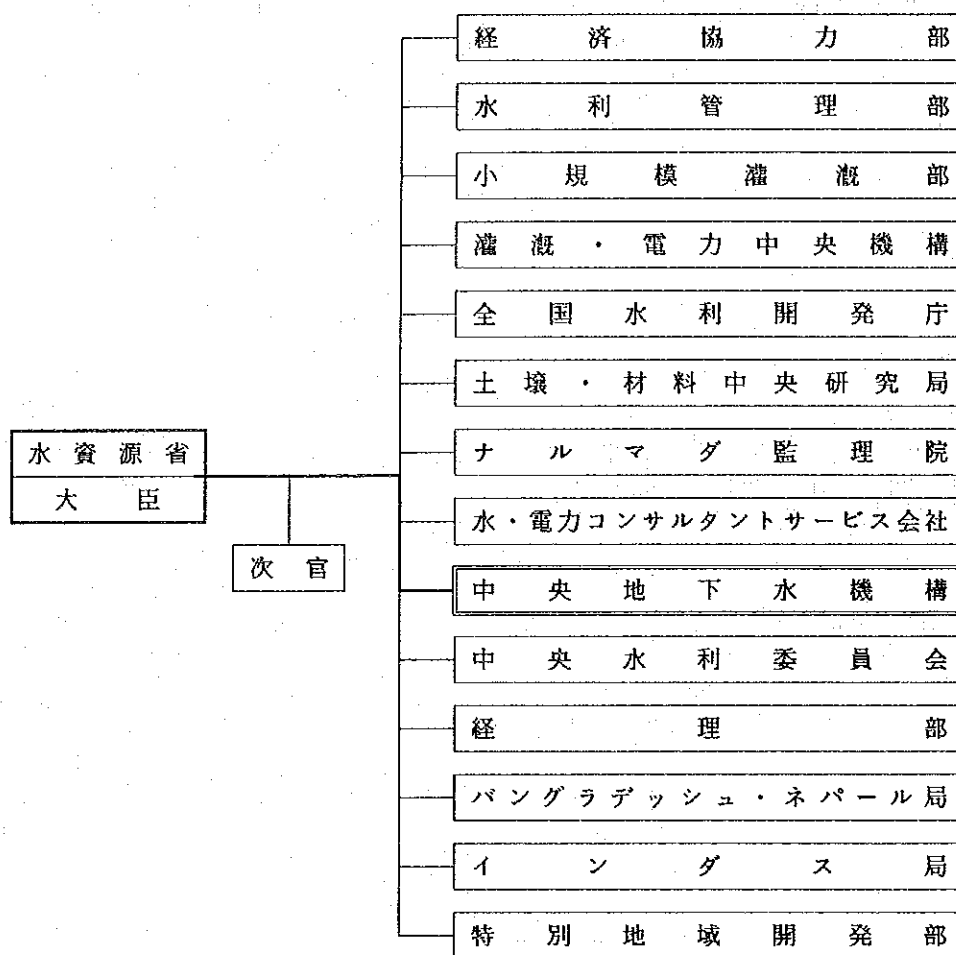


図-2.3.1. 水資源省組織図

(2)実施機関

CGWBは水資源省の下部機構である。1954年に設立されたインド国政府の開発井機構(The Exploratory Tubewells Organization: ETO)が1970年にCGWBと改称され、1972年にインド地質調査所の地下水部(Ground Water Wing of Geological Survey of India)を吸収した。CGWBはそれぞれ技師長を長とする水理地質部門と掘さく部門とからなり、技師長はCGWBの理事が歴任している。水理地質部門は12ヶ所の地方事務所(Regional Offices)と9ヶ所の州事務所(State Unit Offices)、そして特別調査部門(6部門)・特別研究所(3研究所)および中央化学研究所(Central Chemical Laboratory)とからなり、一方、掘さく部門は3ヶ所の建設事務所(Circles)および14ヶ所の工事事務所(Divisions)から構成されている。この組織図を図-2.3.2.に示す。

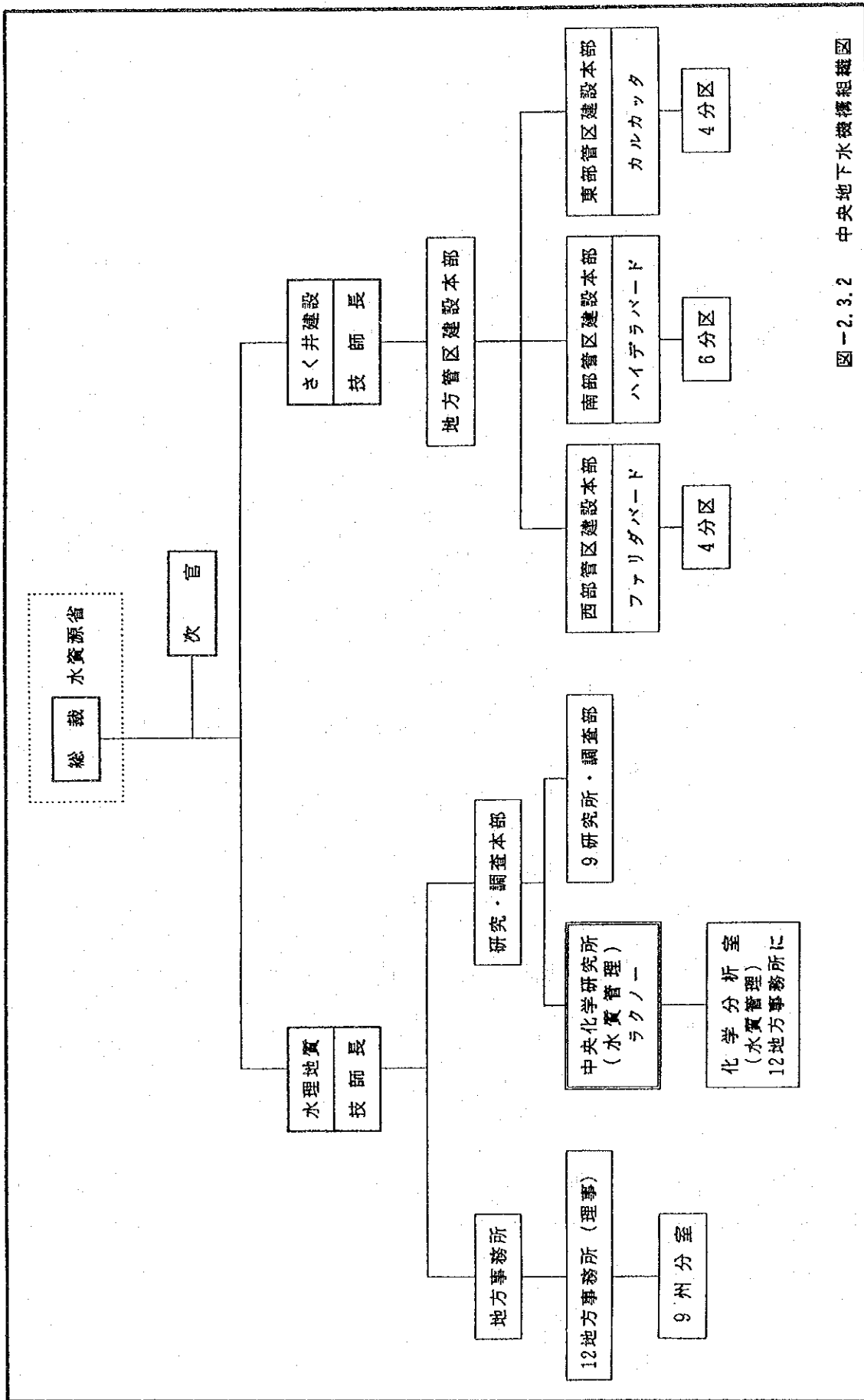


図-2.3.2 中央地下水機構組織図

CGWBの機能と責任は下記の通りである。

- ① 水理地質調査、物理探査、リモートセンシング調査、その他による科学的技術データの作成。
- ② 掘さくに基づく地下水開発。
- ③ 国家的レベルの科学的技術データ・ベースの構築とそのデータの管理・利用。
- ④ ベーゾン、サブ・ベーゾン毎に算定される水資源ポテンシャル量の推計。
- ⑤ 全国規模の水質調査および地下水資源の水質汚染に係わる事項の州政府への助言。
- ⑥ 地下水開発プログラムを目的とする国際協力または二国間援助のため申請された地下水開発計画の承認。
- ⑦ 地下水開発プログラムを目的とする経済援助および技術援助のための国際協力または二国間援助に関する交渉。
- ⑧ 生活用水、農業用水、工業用水の種々の水利用のための水質基準の評価。
- ⑨ 地下水の調査・開発・管理に必要な種々の機器の調達計画。
- ⑩ 地下水開発に関連する業務のためのCGWB職員、州政府職員、インド国政府職員に対する教育計画の立案と調整。
- ⑪ 地下水資源の開発計画の管理および規制のための法制化および行政の施策の計画と実施。
- ⑫ 地下水への浸出、かん水の活用、共同使用、人工的リチャージ、地下水開発に利用される掘さく作業の安価な代替技術の開発と適用、長引く干害の地下水領域への影響、深井戸建設、設計、スペーシングに係わる新しく安い資材の利用等の項目に関して科学的で詳細な予測ができるような調査計画の立案と実行。
- ⑬ 地下水の視点から見た大中規模灌漑計画の承認。

### 2.3.2 水質管理および深井戸建設に関連する開発計画

#### (1) 水質管理

インド政府は、工業の振興を図る一方、環境保全とバランスを取りながら経済発展を行うことを望んでいる。前述の通り環境に関しては環境森林省が管轄しているが、その内地下水の水質管理に関しては、環境・森林省の要請に基づきCGWBが一元的に実施している。

その内容としては、CGWBは全国に約16,000ヶ所の地下水観測網を設け、年4回の水位観測と共に年1回採水し、地下水の水質分析を行っていることと、工業廃水により水質汚染の認められた指定17工業地域の原因調査を行っている。この原因調査では、水質汚



染の原因とそのメカニズムを解明することを目的としている。CGWBの行っている分析は図-2.3.3.に示す位置に設置される12の化学分析室で行われている。この化学分析室はCGWBが全国に持つ水理地質に関連した業務を行う地方事務所に所属している。図-2.3.4.に上記の指定水質監視地域(17工業地域)を示す。各分析室の1992年度の分析検水数および水位観測所数を表-2.3.1.に示し、また、現在CGWBの保有する化学分析機器を表-2.3.2.に示し、図-2.3.5.に1985年以降の水位観測所数の推移を示す。

表-2.3.1. CGWBの12の化学分析室の分析検水数および水位観測所数

CGWB地方事務所名	所在地	全項目分析	一部項目分析	重金属項目分析	水位観測所数
1. 北部地方事務所	ラクノー	708	1,328	269	1,605
2. 南部地方事務所	ハイデラバード	482	1,554	121	1,860
3. 東部地方事務所	カルカッタ	791	886	216	1,546
4. 西部地方事務所	ジャイプール	227	897	884	1,370
5. 中央地方事務所	ナガプール	452	1,296	-	1,444
6. 北東部地方事務所	グワハチ	-	614	-	548
7. 北西部地方事務所	チャンディガル	15	1,270	-	1,645
8. 北部中央地方事務所	ポパール	983	649	239	1,349
9. 南東部地方事務所	ブバネシャワール	463	308	-	1,131
10. 南西部地方事務所	バンガロール	997	911	-	1,353
11. 西部中央地方事務所	アーメダバード	455	-	-	1,025
12. ケララ地方事務所	トリバンドラム	146	472	356	681
13. 公害理事事務所	ラクノー	19	348	143	-
合計	(18,500)	5,738	10,534	2,228	15,557

表-2.3.2. CGWBの保有する化学分析機器一覧

項目	数量
1. 原子吸光分光光度計 (A A)	4 台
2. UV分光計	12 台
3. pHメーター	75 台
4. デジタル蛍光光度計	60 台
5. 比色計	75 台
6. 分光光度計	30 台
7. 電導度計	60 台



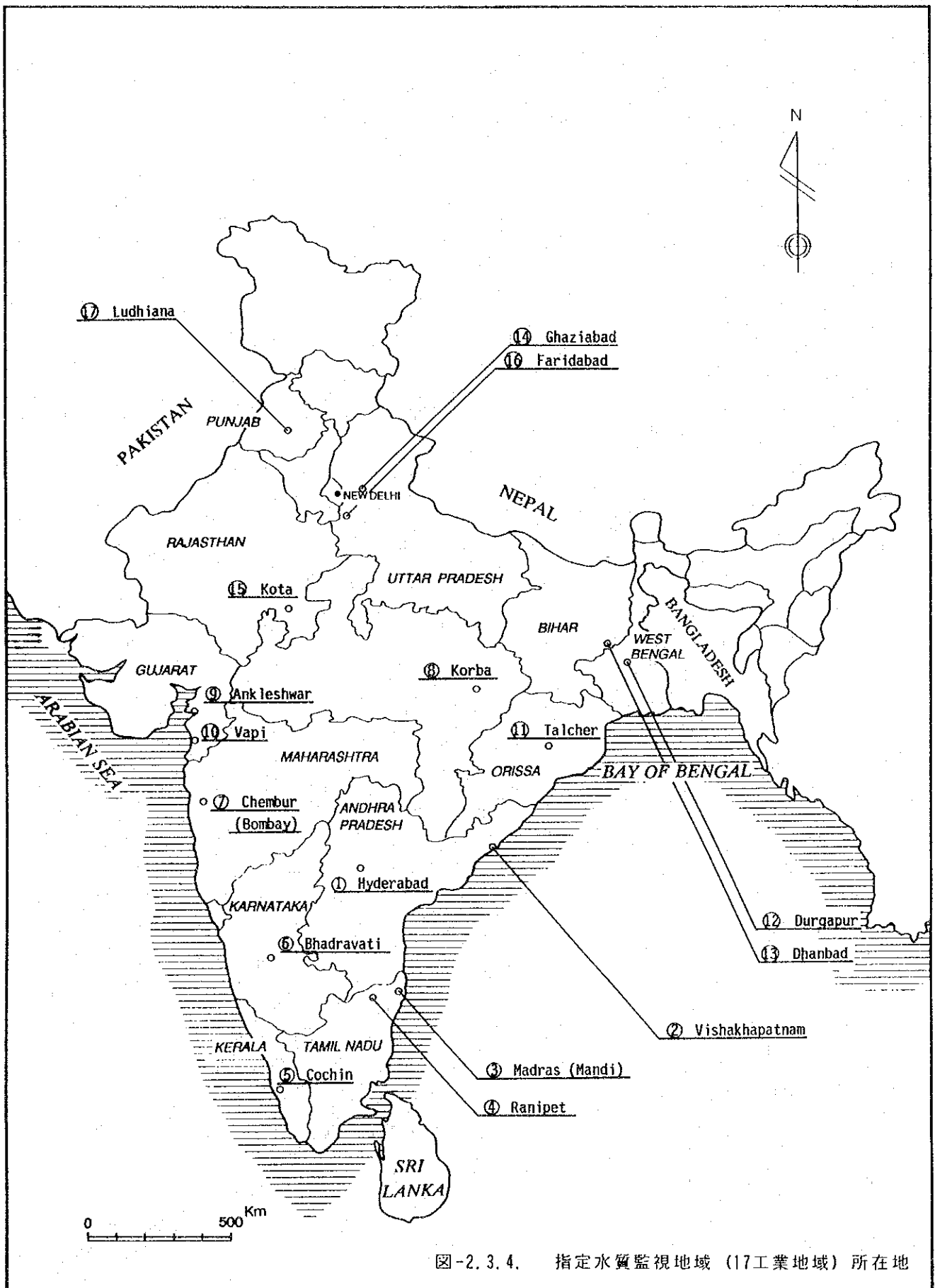


图-2.3.4. 指定水质监视地域 (17工业地域) 所在地

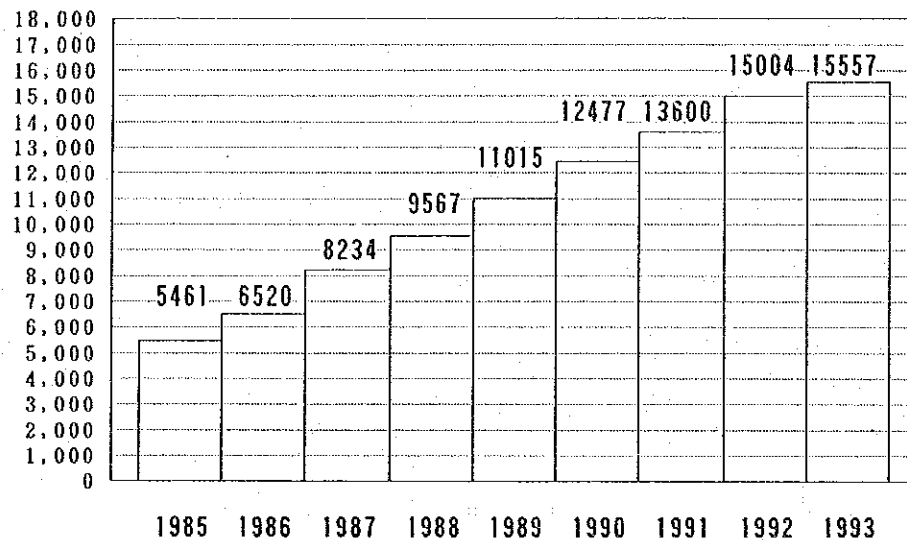


図-2.3.5. 水位観測所数

## (2) 深井戸建設

CGWBはインド全国にわたり年間約 800本の深井戸建設を行っているが、地域により掘さく密度が異なる。掘さく密度の低い地域は大きく分けると3ヶ所あり、それぞれ特異な地質学的特徴が認められる。この3地域とは、①ヒマラヤ山麓のバーバル (Bhabar) 地域、②インダス川-ガンジス川-ブラマプトラ川の流域に広がる沖積平野および③半島部の硬岩地帯であり、この地域の地下水開発のためには①300mの掘さくのできる能力のあるパーカッション式さく井機、②大深度ロータリー式さく井機および③300mの掘さくのできる能力のあるダウンザホール (DTH) 用ロータリー式さく井機が必要とされており、いずれもがまだインドの国産品では対応できないため、地下水開発の必要性があるにもかかわらず、掘さく実績はそれぞれの地下水開発計画から大幅な遅れを示している。

以下に、これらの地域における地下水開発の現況を簡単に記す。

### ①バーバル地域

ヒマラヤ山岳部とインダス-ガンジス-ブラマプトラ平原部との境界部にあたるヒマラヤ山麓部の10~30kmの範囲には巨礫 (Boulder) に富む地域があり、通称バーバル (Bhabar) 地域と呼ばれる。ここは地下水のかん養部といわれ、厚く堆積する巨礫 (または玉石という) 層を掘り抜く必要があるため掘さく工法上困難な地域になって

いる。CGWBは従来パーカッション式さく井機械によるケースドホール工法という、ワイヤーで吊り下げられたビットをケーシング内に落下させその衝撃力でさく孔し、そのさく孔された分ケーシングを下げ、このサイクルを繰り返しつつ、所定の深度まで掘さくする工法を用いていた。掘さく実績は150mの井戸掘さくに約1年~1年半かかるとのことである。

CGWBは我が国の無償資金協力による第1次計画で日本からパーカッション式さく井機を調達し、そのコミッショニング時に示されたオープンホール工法の成果(300mを約3ヶ月で掘さく)を評価し、今後の本地域における地下水開発にはオープンホール工法を採用する方針を立てた(第1次計画で調達されたさく井機の稼働状況を巻末に示す)。また、これまでにさく井工事が実施された2井(第1次計画第1期で掘さくされたハルドワニのラマダ・アンシンおよびバタリヤ)での揚水試験の結果はいずれも2m<sup>3</sup>/分を上回り、水質も良好であったことから、第2次地下水開発計画基本設計調査(以下第2次B/Dと略称)の計画に従って、同工法によるパーカッション式さく井機によるバーバル地域の地下水開発を進め、さらに広範囲にわたり地下水開発を促進したいとしている。なお、バーバル地域の位置図は図-2.3.6.に示した。現在、CGWBの保有するパーカッション式さく井機一覧を表-2.3.3.に示す。

表-2.3.3. CGWBの保有するパーカッション式さく井機一覧表

メーカー		調達年度	台数	カタログ上の能力	使用状況
外国産	米 国	1959	1	120m	稼働中
	米 国	1969	1	457m	稼働中
	米 国	1977	1	485m	稼働中
	米 国*	1977	1	750mロータリー 305mパーカッション	稼働中
	米 国*	1986	1	762mロータリー 610mパーカッション	稼働中
	日 本	1991	4	300m	稼働中
	日 本	1993	3	300m	コミッショニング中
国 産		1988	2	200m	稼働中

注：\*はロータリー・パーカッション兼用型さく井機。

上記日本製とあるのは第1次計画および第2次計画で調達したさく井機である。

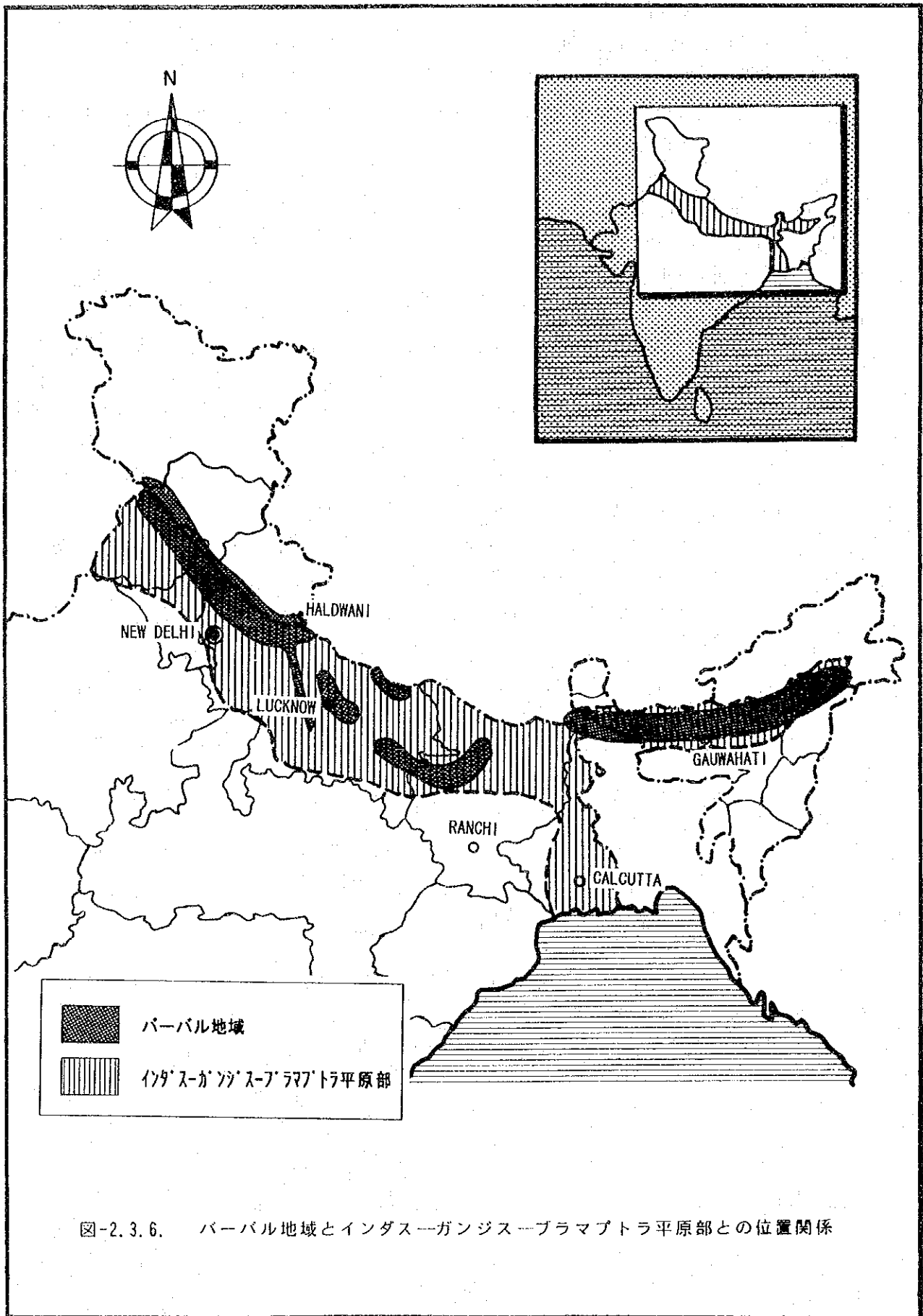


図-2.3.6. パーバル地域とインダス-ガンジス-ブラマプトラ平原部との位置関係

②沖積平野

CGWBはサトレジ川に始まりガンジス川を経てブラマプトラ川にいたる各流域に発達した大沖積平原、通称、ガンジス平原またはインダス-ガンジス-ブラマプトラ平原部（バーバル地域を除く）において広く賦存すると言われている深層地下水層に強い関心を持ち、その賦存状況の調査および開発を促進したいとしている。この地域は最高標高200m程度の緩やかな起伏が続き、年間降雨量が1,000~2,500mmの肥沃な土地であり、インド国における主要な農業生産地であるとともに、世界最大級の地下水貯留地とも言われている。沖積平野の位置は図-2.3.6.に示す。

CGWBはこの調査・開発の目的を、同地域の合理的な水利用のため、地下水の開発を進めながら地域全体の地質構造と水文サイクルのモデル化を図りたいとしており、そのため、飲料水および他の目的に適する水質を持つ水層の賦存状況を調査し、その水層毎の水質、産出能力および掘り方を明らかにしたいとしている。沖積平野のこの深層地下水層に関する地下水調査が緒に就いたばかりであるため、この地域における地下水調査はCGWBの事業計画の中でも優先順位の高いものになっているとのことである。CGWBはこれに必要なさく井機械は約900mの掘さく能力を有するロータリー式さく井機械としている。現在、CGWBの保有するロータリー式さく井機一覧を表-2.3.4.に示すが、このうち米国製の915mの掘さく能力を持つとされるロータリー式さく井機がこの地域の地下水開発に利用されている。

表-2.3.4. CGWBの保有するロータリー式さく井機一覧表

メーカー	調達年度	台数	掘り上の能力	使用状況	
外国産	米国	1955	8	610m	稼働中
	米国	1955	1	455m	稼働中
	米国	1964	1	445m	稼働中
	米国	1965	1	152m	稼働中
	米国	1967	1	455m	稼働中
	米国	1968	1	760m	稼働中
	米国	1968	1	455m	稼働中
	米国	1969	3	760m	稼働中
	米国	1969	8	760m	稼働中
	米国	1972	4	455m	稼働中
	旧ソ連	1972	2	610m	稼働中
	米国	1980	2	915m	稼働中
	旧ソ連	1988	6	350m	
国産	1972	3	445m		
	1975	2	450m		
	1979	2	457m	稼働中	
	1988	4	450m	未使用	

### ③硬岩地帯

インド半島部の硬岩地帯ではCGWBはDTH（ダウン・ザ・ホール）工法を用いたロータリー式さく井機により地下水開発を実施している。現在のDTH用ロータリー式さく井機の同地域での実際の掘さく能力が200mに限られているため、開発地域の拡大を図る意味で300m以上の掘さく能力を持つさく井機の調達を検討している。

現在CGWBの保有するDTH用ロータリー式さく井機の一覧を表-2.3.5.に示す。

表-2.3.5. CGWBの保有するDTH用ロータリー式さく井機一覧表

メーカー		調達年度	台数	かけ上の能力	使用状況
外 国 産	米 国	1972	1	350m	稼働中
	米 国	1976	1	300m	稼働中
	米 国	1977	1	300m	稼働中
	米 国	1977	1	150m	稼働中
	米 国	1984	1	450m	稼働中
	米 国	1986	1	450m	稼働中
国 産		1972	1	150m	稼働中 稼働中 未使用 未使用
		1977	1	300m	
		1986	1	300m	
		1986	1	300m	
		1987	10	300m	
		1988	11	200m	

## 2.4 要請の経緯と内容

### 2.4.1 要請の経緯

インド国における地下水調査・開発の歴史は古く、大規模で科学的な開発は、本要請の対象地域にもなっているウッタル・プラデシュ州において、1934年に実施された1,500本にのぼるさく井事業に始まったとされている。1972年に現在の形のCGWBが設立されたのもって地下水開発行政の確立とされ、CGWBの今日までの事業活動の成果から高い評価が得られている。連邦レベルでの地方の水資源開発行政は一元的に水資源省が管掌しており、地下水開発に関しては、同省CGWBが実務を担当している。CGWBでは全国の地下水のポテンシャルを調査するため、年間約800本の深井戸を掘しており、また、水質管理のため全国の地下水の水質分析と水資源の汚染の顕著な17の工業地域の実態調査を実施している。図-2.3.4.にこの指定された水質監視（17工業地域）の所在地を示した。



1992年の調査結果では、ウッタル・プラデシュ州のカンプールの観測井検水40のうち7検水から最高6.35ppmのクロムが検出され、西ベンガル州マルダ郡の観測井検水からは最高290ppbの砒素が検出されている。これらは、工業廃水による井戸の汚染と考えられる。また、農薬による汚染も報告されており、例えば、浅井戸であるがウッタル・プラデシュ州ジャウンプルで最高1,250ppmの窒素肥料からと思われる硝酸が検出されている。このように、工業廃水、農薬による汚染は進行中であると見ることができる。しかし、CGWBは観測井の水質検査を行う分析機器の不足に直面している。汚染進行の実状を巻末に資-7「インド国における水質汚染の調査実例」に示す。

インド国は1987年に全国規模で早魃の大きな被害を受け、これに苦慮した同国政府は安定した地下水による水供給の必要性を痛感し、緊急に22台の国産さく井機と、7台の外国製さく井機を購入する閣議決定がなされた。当時被害の大きかったヒマラヤ山麓地域には深井戸掘さくの容易でない玉石層が厚く発達した地質条件の地域があり、パーバル地域と呼ばれており、人口密度が高く貧困層の多く住む農村地域でもあったため、同国政府は早魃の緊急対策を同地域に施す必要に迫られていた。

同地域は地下水のポテンシャルが有りながら、国産・外国製のいずれの手持ちの掘さく機械でも性能的に同地域の地下水開発は困難であったため、インド国政府は先に閣議決定のあった外国製さく井機7台分の輸入枠の中から、この地域での地下水開発に適した掘さく能力を有するパーカッション式さく井機と関連資機材および地下水開発に要する調査機材の調達を無償資金協力事業として、我が国政府に要請越した。我が国政府は、これに応えて、平成元年8月～9月に「インド・パキスタン プロジェクト形成調査（地下水開発）」を実施し、その報告書に基づき「インド国第1次地下水開発計画（第1次計画）」を第1期（平成元年度）および第2期（平成2年度）の二度にわたり実施した。

引き続き、同国政府は平成4年度にパーバル地域の地下水開発を一層促進するため、この計画に必要なさく井機と調査機材を調達する目的で無償資金協力を再度要請し、我が国政府は第2次計画として平成4年度にパーカッション式さく井機3台と地震探査装置等の調査機器の供与を無償資金協力で実施した。

また、パーバル地域に隣接してインダスーガンジスーブラマプトラ沖積平原が横たわっている（図-2.3.6.参照）。この沖積平原にあっては厚く沖積層が堆積しており、従来はさく井機の到達範囲が500m前後に限定されていたが、最近900mクラスの米国製さく井機が投入され、同地域の地下水開発のための掘さく調査が進められている。掘さく深度は800m前後とほぼ目標に近い掘さく深度を示しているが、台数が現在2台のため、2005年目

標の掘さく本数 300本に対し約30本の掘さく実績を挙げたに止まり、掘さく実績は国家計画から大幅に遅れているとのことである。

このような背景の下に、インド国政府は、平成5年1月に水質管理用の分析装置の充実を図り、水質汚染の防止および制御に役立たせること、ヒマラヤ山麓のパーバル地域および沖積平原において両地域の深井戸建設用資機材を用いて地下水開発促進することとを目的として、我が国政府に対し、計画実施のための資機材の無償資金協力を要請越した。

#### 2.4.2 要請の内容

原要請の内容を表-2.4.1.に示す。

表-2.4.1. 原要請資機材一覧表

	機 種	主 要 仕 様	数 量
(1) 水質管理装置	①高周波プラズマ発光分析装置	重金属分析	3 台
	②ガスクロマトグラフ	有機化合物分析	3 台
	③オートアナライザー	元素および無機化合物分析	3 台
	④原子吸光分光光度計	重金属分析	2 台
	⑤イオンメーター	元素および無機化合物分析	13 台
	⑥質量分析計	安定同位元素	2 台
	⑦土壌溶液採取器	3 mまでの深さの土壌溶液採取	30 台
	⑧簡易水質分析装置	パック式	100 式
	⑨自動記録式水位計	デジタル式	100 台
	⑩コンピューターソフト	上記用	1 式
(2) 深井戸建設用資機材	①パーカッション式さく井機	掘さく能力：300m 対象地域：玉石層 ツールズ：オープンホールツールズおよび必要なアクセサリー その他：3年分のスペアパーツ	4 台
	②オープンホール用ツールズ	既存パーカッション式さく井機用	4 台
	③ロータリー式さく井機	型式：ロータリーテーブル 掘さく方式：泥水循環方式 掘さく能力：約900m 孔径：8"径 ドリルパイプ：4-1/2" ツールズ：必要なアクセサリー その他：3年分のスペアパーツ	2 台

## (1)水質管理装置

### 1)現状と問題点

CGWBは環境森林省から全国の地下水の水質に関して、1年間の変化と長期的変化とを年報にまとめるように求められている。この年報により、水質に変化ないしは劣化が見られる地域を明確にすることができ、その原因を究明することで必要な水質基準に回復させるための対策が講じられるようになるのが期待されている。また、同省から、工業廃水により周囲の水質の汚染が認められている17工業団地について、地下水の水質およびその汚染の進行に関する詳細調査を実施するように勧告がなされており、CGWBではこの17工業団地について地下水、汚染物質および水層の相互作用に関して長期にわたり詳細な調査を実施したいとしているのは前述の通りである。

CGWBは全国の地下水の水質を継続的にかつ広範囲にわたり定期的に測定して、地域および時間の変化により水質がどのように変化するかを把握し、その結果を報告書や図にまとめて、住民に水質汚染の実態を認識させると共に、関連官庁の行政官や専門家に汚染を除去ないし削減するための対策を講ずるのに必要な資料を提供したいとしている。

CGWBは地下水の水質汚染は次の各要因により決定されるとしている。

- ①表土および不飽和層での化学反応。
- ②土壌の水分および飽和率の違いにより移動速度を変える効果。
- ③汚染物質の層流移動。
- ④流体の比重の違いにより分離する重力効果および粘性の違いにより移動速度の異なる粘性効果。

上記①の表土および不飽和層での化学反応には、生物の分解、濾過、吸着、酸化、還元等がある。廃水が濾過されるまでの時間を決定する主要な要素には不飽和層の貯留係数および飽和度特性があることから、地下水の中に廃水とともに付加される汚染物質の特性やその汚染物質が移動する地層の性状により、上記の化学反応に基づいて、廃水の濾過過程で化学成分が付加されたり、除去されたりすることがある。つまり、不飽和層での汚染機構を把握するためにはこの層の特性を知る必要があり、このため、表土から地下水面までの地層、不飽和層の構成物質、地下水、固体廃棄物、液体廃棄物等の性状を調査する必要があることになり、CGWBとしては不飽和層での土壌溶液を採集する土壌溶液採集機（VZS）を含めたいとしている。

また、分析目的を①重金属、②有機化合物、③元素および無機化合物に分けると、CGWBの現状装備している分析機器では、飲料水の水質基準から見て、下記の問題点がある。

- ①重金属に関しては、原子吸光分光光度計（AA）を使用しているため、精度的には満足できるが処理能力に限度がある。
- ②農薬等有機化合物に関しては、現有設備では分析が不可能である。
- ③元素および無機化合物に関しても、手分析によるため、精度および処理能力に限度がある。

CGWBは上記のように、同機構の現状をこの種の水質分析に必要な分析機器の不足により、環境・森林省の要求を十分に応えることができない。そのため必要精度が得られないのみならず、分析不可能な物質があり、また、処理能力の不足からタイムリーな分析結果を得ることが困難な状態であると分析している。

## 2) 対策

CGWBはこれらの問題点の解決のためには水質管理装置の充実が必要と判断し、それを目的として、表-2.4.1.に示す水質管理装置の調達を要請してきた。

要請された水質管理装置を分類すると下記の通りである。

- ①重金属に関しては、AAとともに、多項目を同時分析でき、より分析精度も高く、分析処理能力の高い高周波プラズマ発光分析装置（ICP）による分析を行う。
- ②有機化合物に関しては、ガスクロマトグラフ（GC）を用いる。
- ③元素および無機化合物に関しては、オートアナライザーとイオンメーター（IM）を使用する。
- ④その他、安定同位元素の測定に質量分析器、表土の溶液を採集する土壌溶液採集器（VZS）、地下水の水位を自動記録する水位自記記録計、ポータブル型の簡易水質分析装置を使用する。

## 3) 期待する調達の効果

CGWBは水質管理装置の調達の効果を次のように考えている。すなわち、CGWBは目的に合致した分析精度とデータの高速処理能力とを保有する分析機器が是非必要であり、これらを調達することにより全国規模の充実した水質管理体系を構築することができるようにしている。前述の17工業団地を例にとると、そこでは無秩序な工業廃水により近隣地域の地下水の水質が汚染されたと考えられているが、①その汚染の程度を正確に評価し、②その評価結果から適切な対策を立てることで、③汚染除去の

効果を高めることができるものと期待している。また、(4)地下水の水質分析を全国的に実施できれば、現在水質汚染が未確認のため、まだ汚染地域と指定されていない地域にも水質汚染の顕著な地域が発見され、その地域の特特定が可能となることを期待している。

このためCGWBは、調達する水質管理装置により得られるデータを、既存の測定データ、水理地質学的調査および関連調査の結果と結びつけて、解析したいと考えている。したがって、より一層充実した観測井網を全国的に作り、種々な水層の水質を観測することが必要であり、それにより、水理地質学的パラメーターを正確に評価・算定できるものと期待している。各地域を堆積学的に調査し、土壌解析を実施することによって、表土および堆積層中において濾過、吸収、物質の酸化・還元等の化学反応がどのように行われるかを評価することができ、また、その結果得られるパラメーターを活用して各地域の数値モデルを構築し、与えられた時間および位置における汚染物質の移動と見込まれる水質および水資源の供給能力とをシミュレートすることを究極の目的としている。CGWBでは定期的に地下水の水質分析を行い、水質に関する報告書および地図を定期的に刊行したいとしている。

また、これにより、CGWBは全国規模の水質監視網とそこから得られる検水を迅速に分析する分析体制およびその分析結果を解析し対策を講じるためのデータセンターを打ち出すことのできるデータ処理体制を構築することができるとしている。

## (2) 深井戸建設用資機材

### 1) パーカッション式さく井機およびオープンホールツールズ

当初の要請ではCGWBは、パーカッション式さく井機および従来からCGWBが保有しているパーカッション式さく井機用のオープンホールツールズにより、さらにバーバル地域の地下水開発を促進することを目的として4台の同機種の機材供与を要請しており、次のような背景があるとしている。すなわち、バーバル地域には玉石層が厚く堆積しており、地下水開発が困難なため早魃の影響を受けやすい地域になっている。早魃対策上、同地域の地質条件に適した仕様のパーカッション式さく井機械により、早急に地元住民のために水の生産井を建設する必要があるが、どの州政府もまだこの種のさく井機械を保有していないのが実態であり、4州（ハリアナ州、ウッタル・プラデシュ州、ビハール州およびアッサム州）からCGWBに対し、生産井掘さく協力の要請がなされた。

一方、既存のパーカッション式さく井機械は供与機種に比較すると小型であり老朽化

も進んでいるため300m級の掘さく深度は困難であるが、地域によりその展開が可能であることから、現在もバーバル地域で地下水位が余り低くなく、かつ、玉石層厚も余り厚くない地域で用いられている。この既存のパーカッション式さく井機械4台に対しオープンホール工法用ツールズを調達・装備すれば能力増強になることが期待できるとし、この目的で既存のパーカッション式さく井機械用オープンホールツールズ4式の調達を要請してきたことが判った。

しかし、現地協議に際しCGWBはパーカッション式さく井機械によるオープンホール工法掘さく技法の技術移転の途中であることを理由に上記パーカッション式さく井機械に係る要請を取り下げたため、本計画に含めないこととし、本報告書の中ではこれ以降検討を行わないこととする。

## 2) 大深度ロータリー式さく井機械

大深度ロータリー式さく井機械の調達要請の目的はインダス・ガンジス・ブラマプトラ平原部に広く賦存するといわれる深層地下水層の賦存状況を調査確認することであり、その良好な帯水層は上部シワリク層から沖積層中にあるといわれている。1980年代の半ばに、それまでのインド石油・天然ガス委員会によるガンジス平原における石油探査のボーリング調査結果の見直しから、CGWBは深度600~900mにある良好な被圧地下水の存在の可能性に注目するようになった。

第8次5ヶ年計画に基づき策定された水資源省の実施計画における2005年までの掘さく予定本数は300本であるが、現在までに約30井の掘さくを達成したに過ぎない。一方、現在投入可能なさく井機械は2台と台数が限られ、また、実際の掘さく能力は700~800mと定格能力915mを下回る掘さく能力しか示しておらず、同計画の達成は全く困難であると判断されている。したがって、CGWBとしては今後、同地域の地下水開発を促進するため900m程度の掘さく能力を持つロータリー式さく井機械を調達したいとしている。CGWBではこの大深度ロータリー式さく井機械が導入された場合には、1台あたり年間4井の掘さく能力があるものと算定している。

図-2.4.1.にガンジス平原の孔井位置図と地質構造断面図、図-2.4.2.にCGWBの作成によるガンジス平原の構造断面図、図-2.4.3.にガンジス平原からチベット高原における概略地質断面図をして表-2.4.2.に水理地質層序を概念的に示した。これらの資料から同平原部は南から北へ堆積層厚が増大し、また淡水部も厚くなる傾向が見られる。ネパール国境近くに自噴井が得られていることを考え合わせると、インド国の大深度ロータリー式さく井機械の調達目的は、調達するさく井機械の掘さく能力の

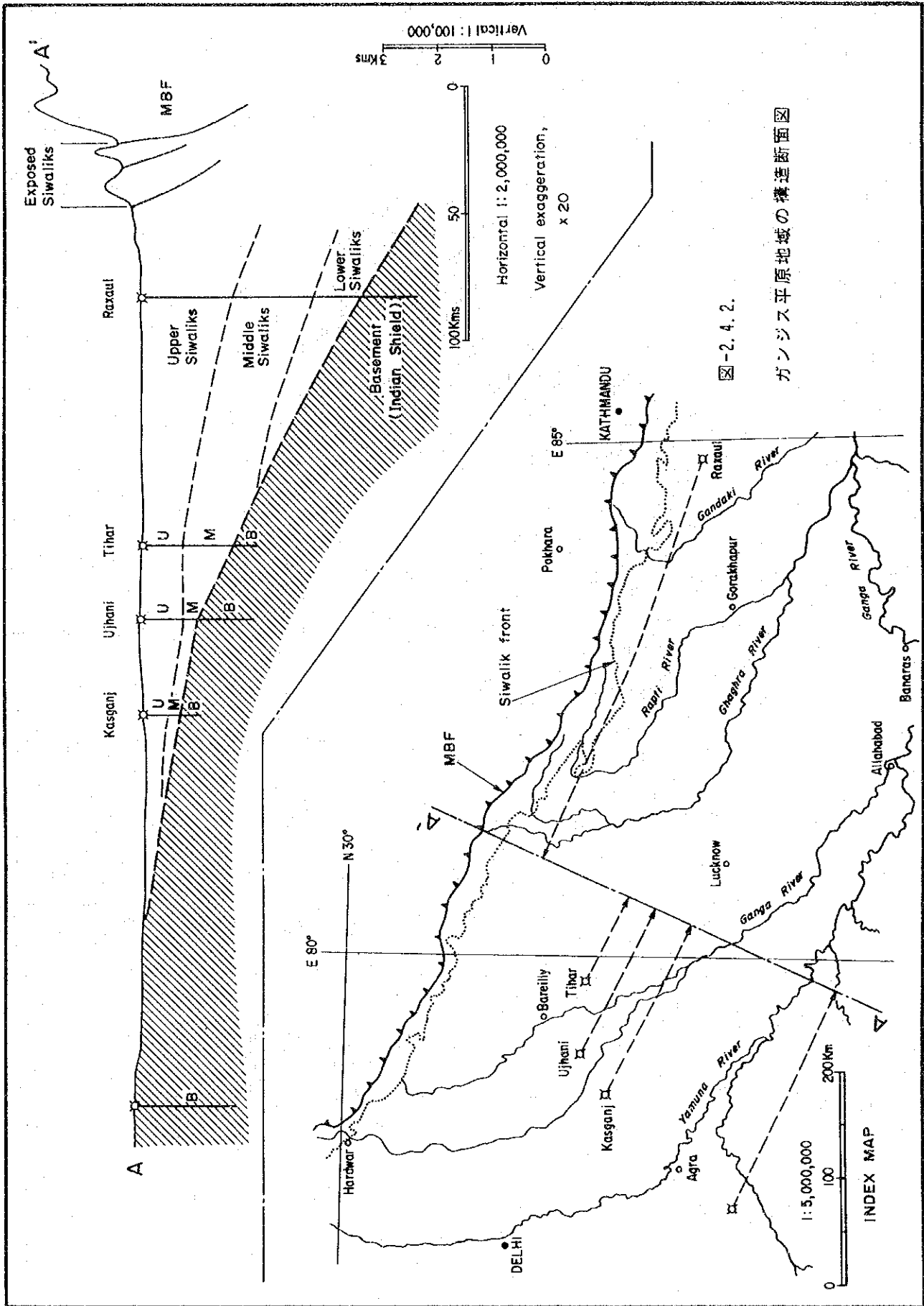


図-2.4.2.

ガンジス平原地域の構造断面図

Source : Land Resource Mapping Project, Geology Report His Majesty's Government of Nepal 1966

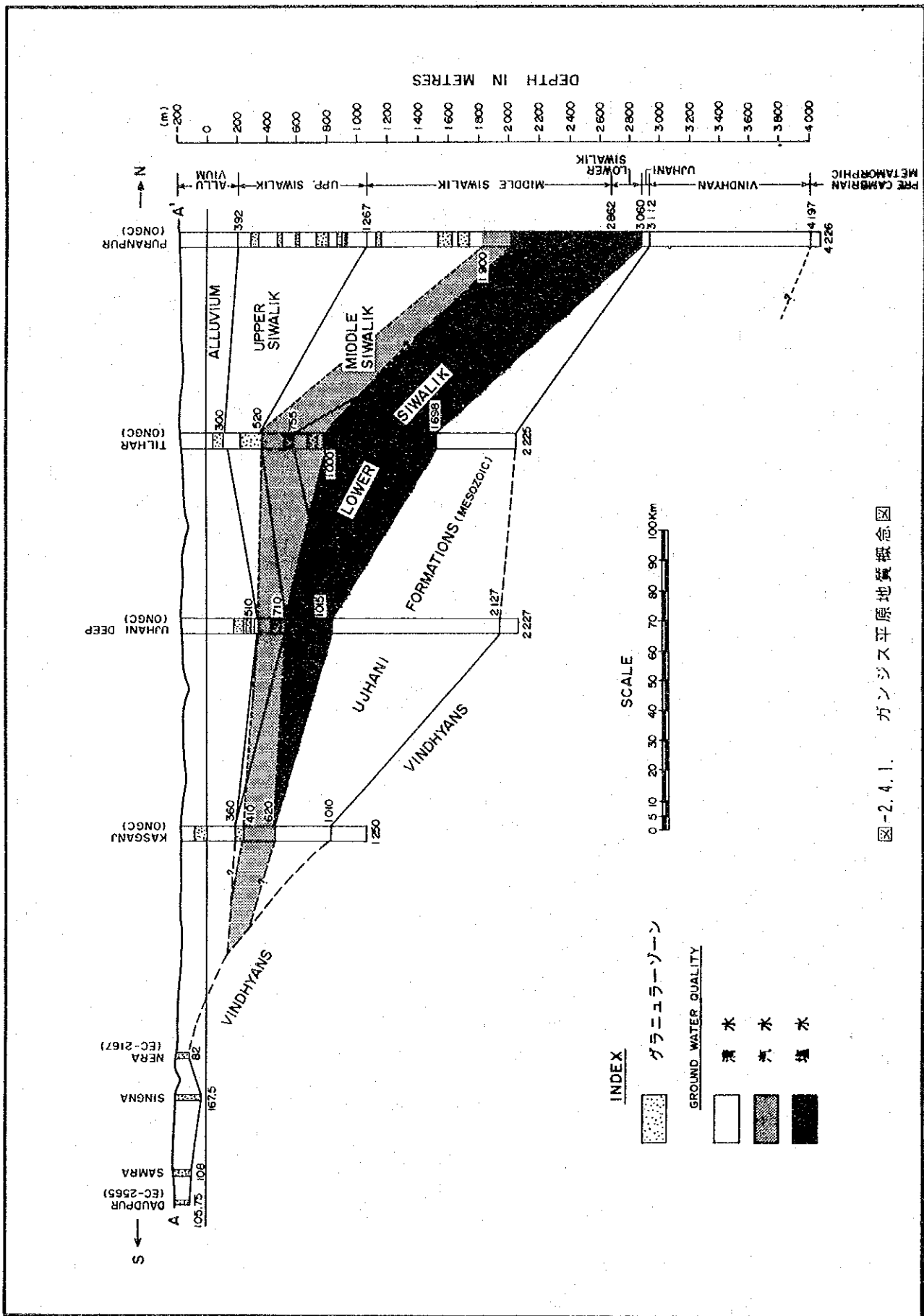


図-2.4.1. ガンジス平原地質概念図

Source : Tectonic Sub-surface Geology and Groundwater Occurrence in Gange Basin and Proposal for Deep Drilling with Special References Uttar Pradesh, Government of India 1965



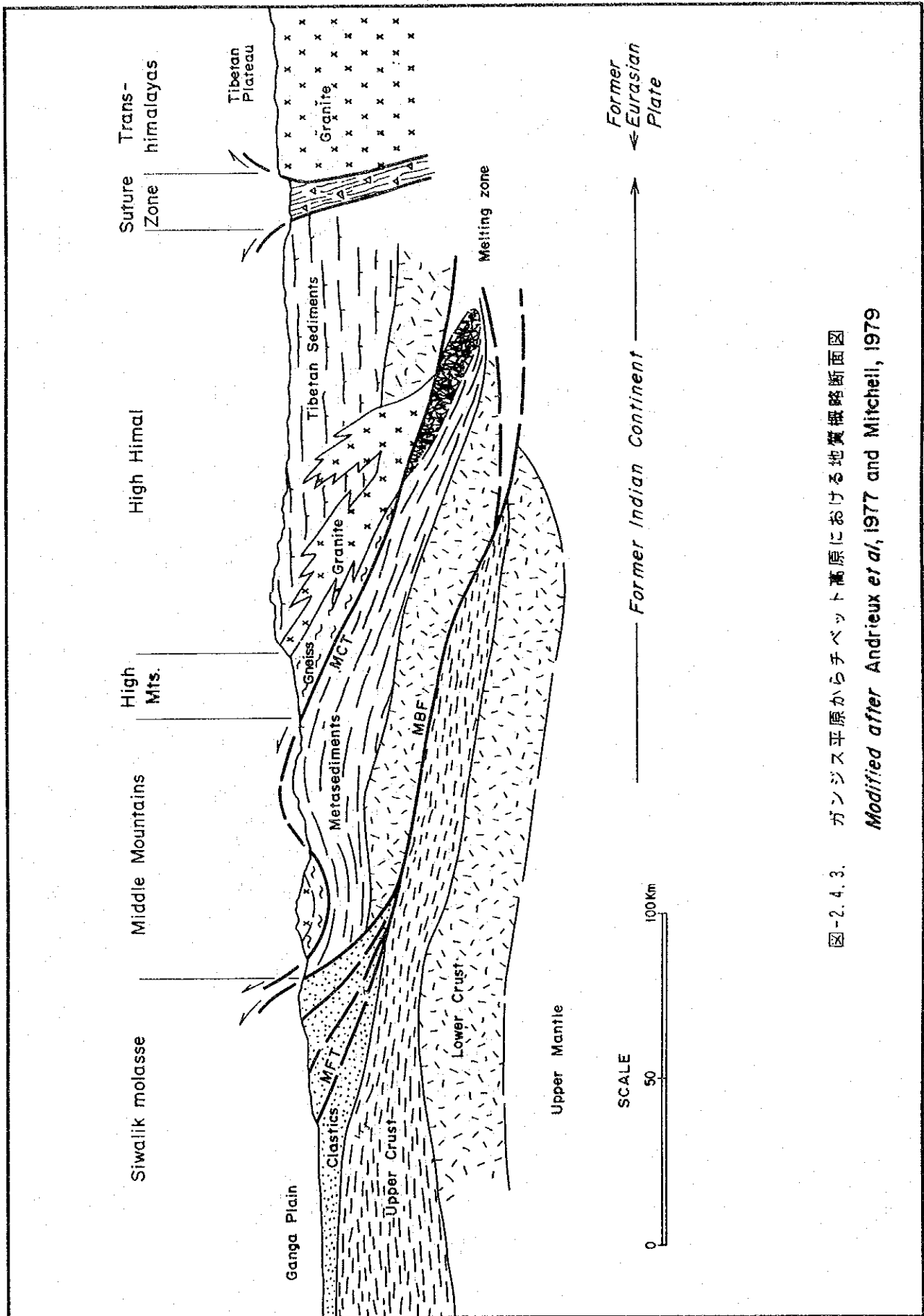


図-2.4.3. ガンジス平原からチベット高原における地質概略断面図  
 Modified after Andrieux *et al.*, 1977 and Mitchell, 1979

Source : Land Resource Mapping Project, Geology Report His Majesty's Government of Nepal 1986

表-2.4.2. インド国の水理地質層序

時 代		岩 相	
第四紀	完新世	未固結の小石、丸石、砂、粘土	
1.8 百万年	更新世	シルト、粘土、小石 (湖沼体積物)	砂利層
	鮮新世	丸石、礫、砂岩、頁岩、粘土、軟質砂岩、赤色砂岩、頁岩	
新第三紀	中新世		
23 百万年		赤色頁石、砂岩	
古第三紀	漸新世	石灰岩、頁岩(海性) 灰色~紫色頁岩、石灰質頁岩、 石岩層(陸性)	
	始新世		
65 百万年	暎新世	主に塩基性岩	石灰質砂岩 (デカントラップ)
中生代	白亜紀	砂岩、頁岩、石灰岩、 鉄質オーライト	
	ジュラ紀		
243 百万年	三疊紀	石灰岩、ドロマイト、頁岩、砂岩、 暗灰色頁岩	
	二疊紀	主に頁岩と砂岩を伴う火山岩、 植物化石を産する硅岩、礫岩、 ダイヤミックタイト、スレート	
古生代	石炭紀	石灰岩(化石動物群を含む)、シルト岩、 頁岩(植物化石を含む)、多種のシルト岩、 硅岩、成熟度の高い硅岩、 シルト質および石灰質の頁岩、石灰岩、 海洋性の化石を含む硅岩	
	デボン紀		
	シルル紀		
	オルトビス紀		
570 百万年	カンブリア紀	緑泥色砂岩、硅岩、暗灰色頁岩、 石灰岩の帯を伴うシルト岩、 チャート、リン灰石	
670 百万年		石灰岩、ストロマトライトを含むドロマイト、 暗灰色頁岩、硅岩をわずかに含むスレート、 ダイヤミックタイト、頁岩、石灰岩	
原生代	III	スレート、千枚岩、 硅岩、灰色頁岩、 シルト岩、石灰岩、 石膏	灰紫色硅岩、 シルト岩、 暗灰色頁岩、 スレート、千枚岩、 石灰岩
	900 百万年	花崗岩	
1600 百万年	II	オルソコーツァイト、塩基性火山岩、 石灰岩、ストロマトライトを含む ドロマイト、りん灰石、 共生イオウ敏化作用	
2500 百万年	I	カタ帯の変成岩、	
始生代		角閃石相の緑色片岩 片麻岩、 塩基性・超塩基性貫入岩を伴う花崗岩体	

シワリク  
層

群  
ム

層  
群  
(  
ナ  
ワ  
ド  
ン  
コ  
)  
ス  
ホ  
ー  
ト

ス  
ト  
マ  
ト  
ラ  
イ  
ト

範囲内で予備的開発を行いながら、得られる水理地質資料を解析することで大深度の地下水開発の実施計画の策定を図ることにあると思われる。この予備的開発の過程で次のような事項を明らかにする必要がある。

- ①大深度帯水層の水理地質学的な位置づけ（構造、層序、分布、連続性等）とそれによる地下水の涵養機構
- ②対象帯水層の水理定数を明確にし、開発に伴う地下水シュミレーション解析
- ③対象帯水層の水質
- ④地下水開発予定地点での対象深度までの試掘評価
- ⑤大深度地下水開発の経済性

この地下水開発計画の意義と効果は上記の通り期待されるが、着手にあたり必要とされる水理地質学的根拠および地下水開発計画の具体的資料の提出がないことから、本計画対象の妥当性の確認ができないと判断される。したがって、4.2.1で後述する通り、現地協議の際、大深度ロータリー式さく井機械に関する要請がなされたが、本計画には含めないこととした。



### 第3章 計画地の概要



## 第3章 計画地の概要

### 3.1 計画地の位置および社会経済事情

#### 3.1.1 位置

今回要請された計画地は、水質管理装置に関してはラクノー、カルカッタおよびハイデラバードの3化学分析室であるが、この水質管理装置は全国で採集された検水の水質分析を目的としている。CGWBの化学分析部門にはラクノーにある中央化学研究所と称する統括センターを中心に、全国の水理地質部門の12ヶ所の地方事務所に化学分析室(Chemical Laboratories:ラクノーを含む)が所属している。これらの化学分析室の位置図を図-2.3.3.に示した。なお、深井戸建設用資機材については4.2.1で述べられる通り本計画に含まないこととしたため第3章では取り上げないこととする。

#### 3.1.2 社会経済事情

##### 人口

水質管理装置は、全国の水質を対象としているが、その主要設置予定地であるラクノー、カルカッタ、ハイデラバードの所在する州を計画地域とし、1991.3.31現在のそれぞれの人口を表-3.1.1.に示す。

表-3.1.1. 計画関連人口

州名	人口	化学分析室
ウッタル・プラデシュ ①	139,031,130 (16.47)	ラクノー
西ベンガル ④	67,982,732 ( 8.05)	カルカッタ
アンドラ・プラデシュ ⑤	66,354,559 ( 7.86)	ハイデラバード
合計	273,368,421 (32.38)	

注: ○内の数字は1991年度人口調査の州人口の多い順位。

( )内の数字は1991年度人口調査の州人口の全国比率。

#### 3.1.3 周囲の環境

本計画地域の周囲環境を州単位に述べる。

(1) ウッタール・プラデシュ州

面積：294,411 km<sup>2</sup>

首都：ラクノー

人口：139,112 千人（1991年）

言語：ヒンディー語およびウルドゥ語

農業：人口の78%が農業人口。穀物、サトウキビ、菜種の最大生産地。小麦生産1,835.6万トン、米1,025.6万トン、菜種132.0万トン、ジュート0.1万トン、サトウキビ257.7万トン等である。

産業：270,418工場があり、生産高は418億ルピー相当額。工場労働者は1,445千人。24の紡績工場があり、繊維、鋳業、製糖、電子工業等が産業である。手工芸品はインド全国の約6分の1の生産高で、皮革加工業が成長産業となっている。

(2) 西ベンガル州

面積：88,752km<sup>2</sup>

首都：カルカッタ

人口：68,077千人（1991年）

言語：ベンガリ語

農業：50%強の収入と約75%の人口が農業である。1990年には1,043.65万トンの米を生産し、国内一位となり、また、60.9%のジュートと22%の紅茶が本州で生産されている。その他にポテト、菜種、小麦が生産されている。

産業：西ベンガル州は8,746の工場が登録されており（1989年）、最大の工業州の一つである。製鋼所、機械工業、自動車工業、化学医薬品工業、アルミ、セラミック、繊維、紅茶、等々を生産している。

(3) アンドラ・プラデシュ州

面積：275,045 km<sup>2</sup>

首都：ハイデラバード

人口：66,508千人（1991年）

言語：テルグ語およびウルドゥ語

農業：約69%の人口が農業に従事している。1990年の穀物総生産高は1,233.0万トンであり、米は965.4万トン、菜種は965.4万トンをそれぞれ生産している。その他にタバコ、サトウキビ、綿、胡椒、バナナが生産されている。

産業：機械工具、医薬品、重電機械、船舶、肥料、電子装置、時計等の工業製品を生産している。

鋳業：98%のバライトを生産しており、雲母原石は41%、石英は34%生産している。



## 3.2 自然条件

水質管理装置は全国的な地下水の水質分析を対象としており、また、水質分析を行う12の化学分析室が全国に点在していることから、インド全土の自然環境をヒマラヤ山岳部、インダスーガンジスーブラマプトラ平原部および半島部の3地域に分けて概観する。

### 3.2.1 地理・地形

ここではインドを地理・地形学上、(1)ヒマラヤ山岳部、(2)インダスーガンジスーブラマプトラ平原部、(3)半島部の3つの地域に区分する(図-2.1.1.参照)。

(1)ヒマラヤ山岳部は、インド最北部の中国との国境に横たわる山岳地帯であり、ヒマラヤ山脈に代表される万年雪に覆われた高山岳地帯である。ヒマラヤ山脈には氷河もあり、多くの、大恒常河川の源となっている。

(2)インダスーガンジスーブラマプトラ平原部は、半島部、半島外部を分けるものであり、インダス川(インド国内の平原部の支流はサトレジ川)、ガンジス川、ブラマプトラ川流域を結ぶインドの北部寄りに、ほぼ東西方向に発達する大沖積平原である。ここは、最高標高200~300mで緩やかに起伏し、年間降雨量は750~2,500mmの肥沃な土地であり、主要な農業生産地となっており、また人口密度も高い地域である。

(3)半島部は、インド国の大半の中・南部を占めるインド洋に突き出た三角形の半島部である。半島部の東側、インド洋に面して東ガーツ山脈、西側、アラビア海に面して西ガーツ山脈などの主要山脈が走り、南部のこれら山脈が出会う地点では、標高2,000~3,000mの山岳地帯を形成している。しかしながら、半島部の地質は、一部を除き、先カンブリア系と第三紀の玄武岩溶岩(デカントラップ)で構成されており、半島部の地形は、全体としては、前者の侵食台地と後者の溶岩台地で構成される標高500~1,000mの高原台地地形を呈している。

計画対象地域のウッタル・プラデシュ州(ラクノー)、ウエスト・ベンガル州(カルカッタ)の大部分はガンジス平原部に、また、アンドラ・プラデシュ州(ハイデラバード)は半島部にある。

### 3.2.2 気象・水文

インドは亜熱帯に位置し、ケッペンの気候区分(Köppen System)によると熱帯雨林・サバンナそしてステップ気候でモンスーンで特徴づけられる。インドでは南西モンスーンと北東モンスーンの二つがあるが、6月～9月が南西モンスーンの季節であり、東海岸とジャム、カシミール州を除いて、年間降雨量の75%がこの季節に集中する。年降雨量の地域毎の変化量は大きく、例えば、アッサム州の一部および西ガーツ山脈部では年降雨量が4,000mmにも達するが、パキスタン国境近くの西インド乾燥地帯では400mmにも満たない。しかしながら、国土の大部分は500～2,000mmの範囲に含まれ、インド全体の年平均降雨量は約1,050mmである(図-3.2.1.参照)。

インドの河川は、ヒマラヤ山岳地域を水源とする河川と半島部を流れる河川と、大きく2つのグループに分けられる。ヒマラヤの河川は、ヒマラヤ山脈の雪と氷を源とする河川であり、恒常河川である。これらの河川は、山間の垂直の壁をもつ深い峡谷を急流あるいは滝となって流れるが、平地に至っては、緩やかで幅の広い流れとなり、土砂が堆積し、広大な扇状地と沖積平原、そして河口部には三角州を形成している。ヒマラヤ山岳地域を水源とする主要な水系としては、インダス川、ガンジス川、ブラマプトラ川などの世界的な大河川があり、前記のように、インダス-ガンジス-ブラマプトラ川の扇状地や平原地帯を形成している。一方、半島部は地形学的には老年期に達していることから、半島部を流れる川の河床勾配は緩く、河幅は広がっている。半島部の主要な河川としては、マハナジ川、ゴダバリ川、クリシュナ川、ペナル-パラル川などがあるが、殆どが西ガーツ山脈に源を發し、東方へ流れ、インド洋(ベンガル湾)へ注ぎ、河口には明瞭な三角州を形成している。

計画対象地域のウッタル・プラデシュ州(ラクノー)および西ベンガル州(カルカッタ)はほぼインダス-ガンジス-ブラマプトラ平原部に位置しており、前者は年降雨量750～1,500mm帯に属するが、アンドラ・プラデシュ州(ハイデラバード)は半島部に位置し、年降雨量750mm帯に属する。

### 3.2.3 地質・水理地質

ユーラシア大陸とインド亜大陸の衝突は、古第三紀、始新世の初期(約5千万年前)に始まり、現在も継続しているといわれている。衝突前に両大陸間に存在した海洋(テチス海)堆積物が、衝突部で盛り上がり、形成された山脈がヒマラヤ山脈であり、衝突部の引きずり込みによる沈降帯に形成されたのがインダス-ガンジス-ブラマプトラ平原で

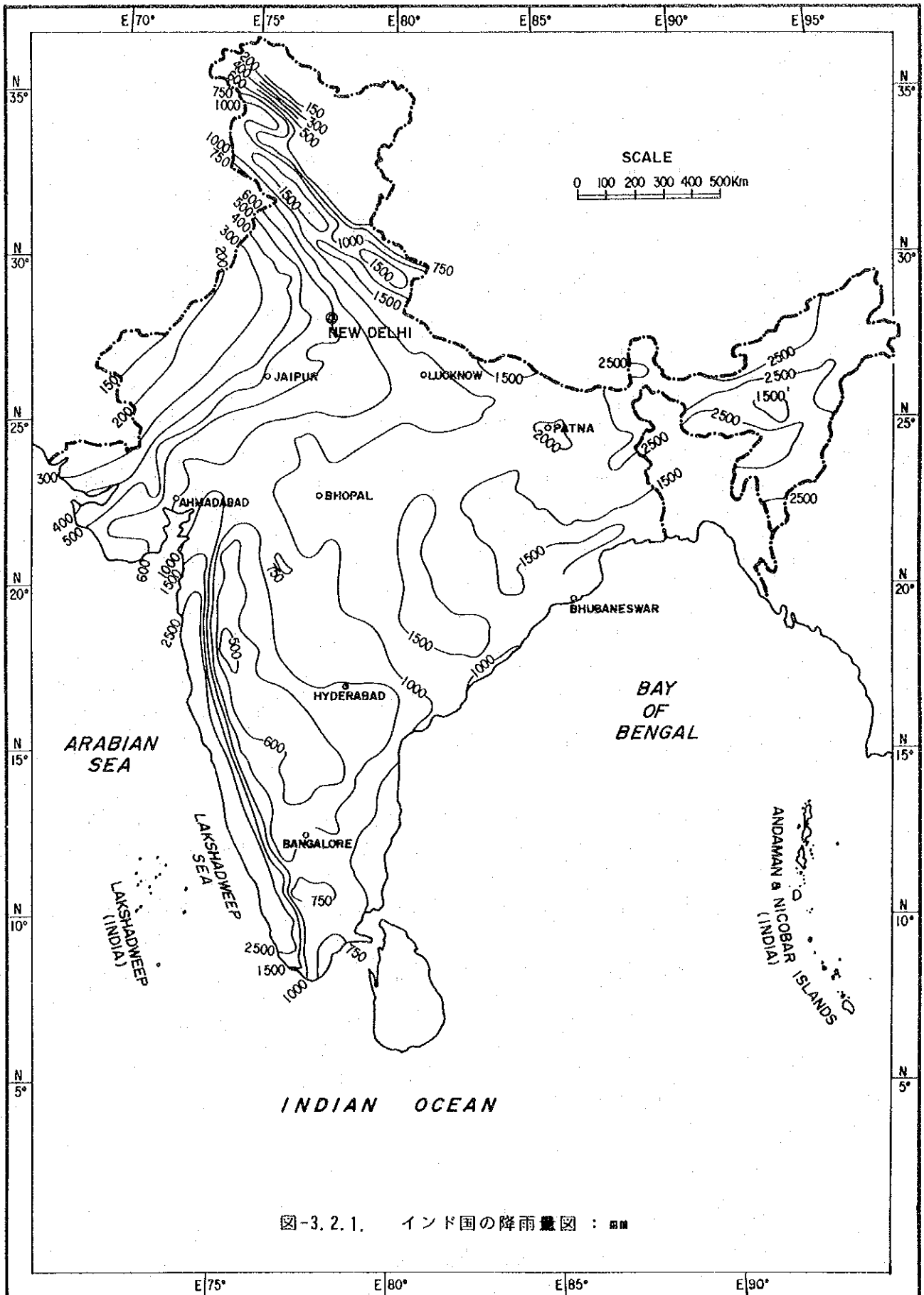


図-3.2.1. インド国の降雨量図 : mm

Source : Government of India, Hydrogeological Map of India 1989

ある。一方では盛り上がり、形成されつつある山脈の侵食された砕屑物（モラッセ）が、沈降帯に堆積し、それを充填して形成されたのが扇状地と堆積平原である。また、半島部は第三紀の玄武岩溶岩（デカントラップ）に覆われている。表-2.4.2.にインド国の水理地質層序を概念的に示した。

(1)ヒマラヤ山岳部は、激しく褶曲しているが、弱い変成作用を受けている古生代・中生代の堆積岩類を主としたテーチス海堆積物と、褶曲は弱いやや強い変成作用を受けている原生界の堆積岩類（ミドランド堆積物）で構成され、多くの貫入岩体が褶曲と衝上断層帯で複雑な構造をなし、今でも隆起を続ける造山帯である。このため、地下水の分布は岩盤の裂かからの小規模な湧水とそれに続く沢水（表流水）である。

(2)一方、インダスーガンジスーブラマプトラ平原部は、新第三紀、中新世（約2千万年前）から沈降帯へ堆積し始めた砕屑岩類（シワリク層）とその後の沖積層で構成される大沖積平原であり、世界最大の地下水貯留地ともいわれている。この地帯の地下水はヒマラヤ山脈を水源とする、世界的な恒常大河川水を主なかん養源とし、沈降帯を埋める砕屑岩類の空隙に貯留する地層水である。したがって、第四紀層に相当する上部シワリク層の一部と沖積層の砂礫が良好な帯水層を形成している。この地域での井戸当たりの揚水量は、25~40ℓ/秒あるいはそれ以上を示している。

この地域のヒマラヤ山岳部との境界部（ヒマラヤ山麓部）の10~30kmの範囲には、巨礫に富む部分、通称、バーバル地域がある。ここは地下水のかん養部ともいわれ、地下水位が低く（被圧はしていないか、または弱く）、また、井戸掘さくが困難であることから、水理地質学上は一つの特異な地域として区別される。

(3)半島部は、中西部で第三紀の玄武岩溶岩に覆われるが、片麻岩、花崗岩を主とした始生界の地質で構成される安定大陸塊である。半島部は、水理地質学上は硬岩地帯といわれ、地下水は、最上部の風化帯や岩盤の亀裂に貯留する裂か水が対象となる。したがって、玄武岩溶岩などの亀裂の多い岩盤地帯や石灰岩などの空洞を有する岩盤地帯を除いて、一般的には多量の地下水を得るのは困難な地域である。半島部の井戸当たりの揚水量は、玄武岩、石灰岩地帯で5~25ℓ/秒、その他で1~5ℓ/秒程度である。

### 3.3 社会環境

#### 3.3.1 社会資本（インフラストラクチャー）

##### (1) 鉄道

インドは1853年にボンベイ・ターネ間34kmの鉄道が開通し、英国植民地時代は綿花やジュートのような第1次製品の生産地と輸出港とを結び付けるのを目的としてきたが、独立後、社会資本整備に巨額の資金を投じ、同国にとっては多くの問題を抱えながらも主要交通手段の一つになっている。1991年現在総延長78,608kmで年間38億人の旅客と3億トン以上の貨物とを運んでいるが、独立直後の1951年に比べるとそれぞれ1.3倍、3倍弱、3.5倍位と増加している。特に貨物輸送の増加が顕著である。これは乗客の多い路線に新しい列車が導入され、単線区間の複線化と新線開通などで、旅客・貨物の輸送能力が大幅に増大したことによる。軌道は広軌(1676mm)、メーター・ゲージ(1000mm)、狭軌(762mm, 610mm)で3種類ある。鉄道は国営され、地域別に中央(ボンベイ)、東部(カルカッタ)、北部(ニューデリー)、北東部(ゴラクプール)、北部国境(マリガオン)、南部(マドラス)、南部中央(セクンドラバート)、南西部(カルカッタ)、西部(ボンベイ)の9支社に分割・運営されている。

計画対象地域にはニューデリーから鉄道で行くことが可能である。

ニューデリー - カンプルル - ラクノー	約 570km (7時間)
ニューデリー - カンプルル - カルカッタ	約 1,440km (18時間)
ニューデリー - ハイデラバード	約 1,450km (26時間)

##### (2) 道路

1989年現在バスが29万台強、トラックが約128万台走っており、独立直後の1951年に比べそれぞれ9倍と14倍になっている。道路も鉄道と同じく植民地時代は第1次製品の移動を目的としたものであった。道路運輸としては道路運送の60%、道路旅客の25%はナショナルハイウェイを利用している。しかし、その延長は3万3千kmで全道路184万kmの2%に過ぎない。現在、総運輸に占める道路運輸は旅客の80%、貨物の50%であり、今後増えるものと思われる。道路運送業者は56社である。

計画対象地域にはそれぞれニューデリーから道路で行くことが可能である。しかし、約10時間で行けるラクノー以外へは旅客手段としては適当ではない。本計画でもカルカッタで通関することが予想されているが、カルカッタからラクノーおよびハイデラバードへは舗装された国道での内陸輸送が適当と思われる。

### (3)航空路

国際線の国営のエアインディアがインドと世界の主要都市と結んでおり、同様に国内線は国営のインディアンエアラインズが国内と近隣諸国の67都市を繋ぎ、旅客・貨物・郵便の輸送の主要な位置を占め、その他に小規模に運行する公営・民営の国内線が若干数ある。

計画対象地域のラクノー、カルカッタおよびハイデラバードにはそれぞれニューデリーから国内航空便が毎日運行されている。ラクノーには鉄道、陸路共に可能ではあるが、旅客にとってはラクノーに行く場合でも航空機による方が良い。カルカッタおよびハイデラバードに行くには、實際上航空機による以外困難である。

### (4)電気

単相220V(50Hz)、三相440V(50Hz)が標準である。インドの発電容量は1947年の1,400MWから1992年3月末の69,000MWに増大している。1991/92年の火力発電所の稼働率は55.3%で、発電量は72.7%が火力発電、25.3%が水力発電、1.9%が原子力発電であった。

インドで設備計画を行う際に考慮すべき電気事情としては、上記の通り使用電圧の違いとそれによる電気器具の違いに注意する他に、停電および電圧変動に対する配慮が必要である。

### (5)郵便・電話・通信

インドにおける郵便事業は1837年に始まり、郵便局は現在148千ヶ所を越え、その約15%が都市部、85%が農村部にある。年間40億通の郵便が取り扱われている。1986年にスピードポストと呼ばれる速達・託送方式が導入されたが、これがデリー、ラクノー、カルカッタ、ハイデラバードを含む60都市の間を結ぶことから計画対象地域との連絡に活用すると良い。

電話に関してはインド全国に16,070の電話交換局が設置されている。これらの電話交換局は27千kmの同軸ケーブル、37千kmのマイクロウエーブ、23千kmのUHF、6千kmのケーブルで結ばれている。地方における電話の普及は遅れており、電話局での通話申込みが一般である。ファックスの普及は最近目ざましいものがあり、全国で約53千回線が登録されている。

(6)上下水道

都市の上下水道の普及率は1990年12月現在それぞれ83.8%および46.8%である。第8次五ヶ年計画(1992~96)期間中に100%および75%にそれぞれ達成するのが目標である。都市開発省は世界銀行からのローンによるマハラシュトラ州、グジャラータ州、パンジャブ州、ラジャスタン州、ウッタル・プラデシュ州での6上下水道事業の完工に向け統括しており、同じくマハラシュトラ州、ケララ州、タミール・ナドゥ州およびアンダーラ・プラデシュ州で進められている世界銀行事業をコーディネートしている。また、同省は簡易型下水処理装置の普及に当たっており、1981年人口調査で50万人以下の都市の500ヶ所に、毎年この簡易型下水処理装置を設置していけば今次五ヶ年計画の完了時には全都市に下水が普及すると見ている。

農村部の上下水道は1985年8月に都市開発省から地方開発省に移管され、農村部の水道普及に当たっている。村落中一つの水源も無い「無給水村」は1985年4月に161,722ヶ村あったが1992年3月までに158,754ヶ村に水源が付けられ、2,968ヶ村の給水を行うよう努力中である。ただし、「無給水村」とはその村落中に、1.6km以内の距離または山岳地帯では高度差100m以内には給水人口250人以上のハンドポンプまたはポイントソースが1つも無い村と定義している。したがって、上記定義では給水有とされた村落であっても、極く限定された住民にしか給水されない村が多いため、給水内容と水質(フッ素、鉄分、塩分等の多いものがある)およびギニアウォーム等の寄生虫感染対策等の改善が必要とされている。

農村部の下水道の普及率は極めて低く、1985年4月で0.72%であり、1993年3月までに2.73%までに改善されたのに過ぎない。表-3.3.1.に上下水道の普及率を示す。

表-3.3.1. 上下水道の普及率

調査時期	1985.3.31		1990.3.31		1992.3.31	
	人口	普及率	人口	普及率	人口	普及率
1. 農村上水道	313.86	56.26	444.65	73.87	486.11	78.40
2. 農村下水道	4.03	0.72	14.79	2.45	16.96	2.73
3. 都市上水道	127.20	72.90	182.00	83.93	185.67	84.90
4. 都市下水道	49.60	28.40	99.70	45.93	104.76	47.90

出典：第8次五ヶ年計画(1992~96)

### 3.3.2 生活環境

#### (1)雇用・所得

主要産業別の労働者数比率を表-3.3.2.に示す。

1986年の工場労働者の年平均賃金は州毎にかなり違いが見られる。計画対象地域の州別の年平均賃金は次の通りである。なお、全国平均は9,900ルピーであった。

アンドラ・プラデシュ	7,774ルピー
ウッタル・プラデッシュ	6,610ルピー (1982)
西ベンガル	13,706ルピー

表-3.3.2. 9つの主要産業別の労働者数比率および年平均伸び率

(単位%)

項 目	主要産業別の労働者数比率			年 平 均 伸 び 率		
	1977/78	1983	1987/88	1978~83	1983~88	1987~88
農 業	70.70	66.31	63.90	1.30	1.11	1.21
鉱 業	0.52	0.65	0.77	2.56	0.88	1.71
製 造 業	10.00	10.93	11.13	2.07	-0.09	0.99
電力・ガス・給水	0.26	0.32	0.34	3.67	3.26	3.47
建 設	1.82	2.47	3.96	1.92	1.25	1.59
商 業	6.18	6.67	7.30	1.94	1.43	1.69
運 輸	2.13	2.71	2.78	2.25	1.20	1.72
金融、不動産等	0.55	0.73	0.83	2.96	2.25	2.60
その他のサービス	7.82	8.78	8.80	-	-	-
合計	100.00	100.00	100.00	2.48	1.38	1.93

出典：第8次五ヶ年計画 (1992~96)

注：合計には少数で産業の記載のなかったものも含む。

#### (2)保健・衛生

インドではどの五ヶ年計画においても、地方の保健・衛生の向上に努めており、独立後40年余りの間に、目覚ましい成果を上げてきたとあってよい。地方医療の中心であるプライマリーヘルスセンターおよび付属センターは1951年以前は全く存在しなかったが、1991年3月31日現在22,229ヶ所にまで増えている(約4万人に1ヶ所)。従来、高い死亡率を示したマラリヤ、結核、コレラ等は最近の改善が顕著であると報告されている。



天然痘は根絶され、全国の千人当たりの死亡率は1951年27.4人から1990年の9.6人に減少し、平均年齢は1941～1951の32歳から1991～96の61.1歳に伸び、幼児死亡率は1950年代の146人から80人に減少した。

マラリアはインドで国を挙げてマラリア撲滅(National Malaria Eradication Programme)に励んでおり、独立直後の7500万人いた患者が1965年に1000万人、1991年には181万人に減少しており、マラリアによる死亡は皆無となった。

らい病は重大な公衆衛生問題の一つであり、また、社会問題でもある。全国で約300万人の患者がおり、その内15～20%が伝染性と推定されている。定期的に治療を受けているらい病患者は1992年3月31日現在の169万人である。

結核は全人口の1.3% (約11百万人) が感染していると推定され、1991年1年間に161万人の肺病患者が新たに報告されている。

### 3.4 水質管理の概要

水質管理に関しては図-2.3.3に示した地方事務所併設の化学分析室が水質分析を行っており、ラクノーにある中央化学研究所が統括し、また、CGWBの専任の理事がラクノーに駐在して水質汚染問題について専門的に取り組んでいる。したがって、分析室としては全国12ヶ所であるが、関連組織としては13ヶ所となる。水質汚染関係の1992年度のCGWBの調査活動の一部を巻末資料編に示した。

今回要請のあった計画サイトはラクノー、カルカッタ、ハイデラバードであり、各サイトを現地調査したが、その現状は次の通りであった。

- ①建屋：各地方事務所共空調をしており、今回要請のあった分析機器の設置については問題ないと判断できるが、インド国での慣行として外で履いている靴で室内に入るため、塵埃が入りやすいことが観察された。要請機器の内、高感度機器であるICPおよびAAに対しては、室内粉じんが妨害物質として分析結果に異常値を与える原因になり得るため防塵対策が必要と思われる。後述の通り各サイト共50m<sup>2</sup>程度の床面積があれば分析機器の据え付けが可能であるから、既存建屋への据え付けも可能である。しかし、ラクノーおよびカルカッタの2ヶ所では、地方事務所全体の統合計画があり、新庁舎の建設計画が進められており、このいずれもが1994年3月に計画の承認が得られ、1995年3月の完工予定である。総床面積はラクノーは約4000m<sup>2</sup>、カル

カッタは約2800㎡で、その内化学分析室用にいずれも 250㎡が計画されているとのことであり、本計画に対し十分なスペースがあると判断できる。 ハイデラバードでは現在の庁舎に機器の設置を予定しており、問題ないと判断できる。

② A Aはラクノー、カルカタおよびハイデラバードの3ヶ所に設置されているいずれも1970年代の米国製でメーカーも生産停止したものであり、ラクノーでは発光管の半数近くが既に損耗しているが、部品の補充ができず、使用できる発光管のみの分析にならざるを得ないため分析項目が限られている。 また、ハイデラバードでは故障しているその補修部品が手に入らないため、修理できない状態である。(表-2.3.2.参照)。

③ I C Pはインドでも使われており、全国で数10台といわれている。 その内日本製は10台余りとのことである。 CGWBにはまだ導入されていない。 I C Pは精密分析装置で、据え付けに十分配慮する必要があるため、据え付け後移動のないように計画することが望ましい。

④ 分光光度計、炎光光度計等の分析器およびpH計、電導度計等が使用されている。手分析の段階にあり周辺機器の設備の充実が待たれる(表-2.3.2.参照)。

⑤ G C系の分析機器は装備されていない。

⑥ 試薬・標準試薬は、ライセンス契約でインド企業が英国規格準拠で生産しているため、問題ないと判断できる。

⑦ ビーカー・メスフラスコ等分析に用いられる器具は、同様にライセンス契約でインド企業が英国規格準拠で生産しているため、問題ないと判断できる。

⑧ 純水は蒸留法で給水されている。 また、イオン交換法での精水を製造しており、給水については問題ないと判断できる。

⑨ 職員の技術レベルは、中心となっている各分析室で4~5名の分析員が工学部大学院の化学系修士で占められており、学歴の高さに特色がある。 長年手分析による分析作業が行われているため、前処理等手作業を要する分野では丁寧な作業が行われており問題ない。 旧式のA Aを使いこなしていることからI C Pを含め分析機器の使用には支障ないと判断される。

- ⑩設備に関して、インド国では給電状態があまり良くなく、停電、電圧変動が多いため、主要機器には全て自動電圧調整器（AVR）が使われている。本計画実施に当たっては全ての機器にAVRを取り付ける必要がある。
- ⑪アルゴンガス、水素ガス、ヘリウムガス等、使用の予想されるガスの供給は現地日系企業で生産されているので問題はなく、価格的には日本で購入するよりも安い。なお、圧力調整器の規格は日本と異なるため、詳細設計時の仕様書作成には十分注意する必要がある。
- ⑫CGWBが保有する分析機器は飲料水の水質分析に必要な精度を持つものが限られ、また、分析およびデータ処理に関しても能力・速度に限界がある。したがって、CGWBは要求されている精度の高い分析を行うために、それに適した分析精度と処理能力を持つ水質管理装置を緊急に装備する必要があり、また、得られたデータを汚染防止ないし汚染原因の除去のために活用できるようなデータ・バンク機能を包含した水質管理体制を構築する必要があると考えている。インド国がさらなる経済開発を望んでおり、今後、環境問題の増加、深刻化に繋がり易い状況であることから、水質管理体制の増強・整備は緊急性が高いと考えられる。



## 第 4 章 計画の内容



## 第4章 計画の内容

### 4.1 計画の目的

本計画の目的は、CGWBが実施している地下水開発および地下水管理のうち、緊急性が高く、かつ、インド国内では調達が困難な機材を用いた事業を推進するために、この事業の推進に必要な機材を日本から無償資金援助により調達するものである。

本計画の対象となる事業とは、全国規模で展開している地下水の水質調査および17工業地域における工業廃水による水質汚染地域の監視等の水質管理事業を指し、これらの事業の推進のために、日本より調達する機材の概略はICP、AA、GC等の水質管理のための分析装置等である。

要請内容を検討した結果、以下に述べる通り本計画はCGWBが地下水の開発と保全のため実施する全国規模の地下水の水質調査と指定工業地域における水質監視等の水質管理事業を対象とし、その事業推進体制の強化を図ることを目的とし、事業実施に必要な機材を無償資金協力により調達することを内容とすることとした。

### 4.2 要請内容の検討

#### 4.2.1 無償資金協力案件としての妥当性

要請のあった水質管理装置および深井戸建設用資機材の供与について、無償資金協力としての妥当性を検討した結果、水質管理装置については下記の通り妥当性が確認されたが、深井戸建設用資機材については現時点ではさらなる供与は不必要との結論に達したので、これ以降は水質管理装置についてのみ検討する。

現地での協議に際し、CGWBから要請のあった水質管理装置について表-4.2.1.に一覧表として示す。

表-4.2.1. 水質管理装置要請一覧

機 種 名
1.高周波プラズマ発光分析装置 (ICP)
2.ガスクロマトグラフ (GC)
1) ECD
2) FID、FPDおよびFTD
3.オートアナライザー
4.原子吸光分光光度計 (AA)
5.イオンメーター (IM)
6.土壌溶液採取器 (VZS)
7.総有機炭素計 (TOC)
8.高速液体クロマトグラフ

先に述べた通りCGWBは環境・森林省の指示により、地下水管理の一環として、全国約1万6千ヶ所で地下水の水位観測と共に水質検査のための採水を行い全国12ヶ所の分析室での水質分析と、水質汚染の甚だしい17工業地帯の地下水水質の監視も実施している。しかし、CGWBが現状装備している分析機器では、2.4.2.で述べた通り飲料水の水質基準から見て、次のような問題があることが判った。

- ①重金属に関しては、原子吸光分光光度計 (AA) を使用しているため、精度的には満足できるが処理能力に限度がある。
- ②有機化合物に関しては、現有分析機器では分析が困難で、殆ど分析されていない。
- ③元素および無機化合物に関しても、手分析によるため、精度および処理能力に限度がある。

このため、CGWBの現状と問題点は必要精度が得られないのみならず、処理能力の不足からタイムリーな分析結果を得ることが困難であることが判明した。したがって、本計画の内容として必要なことは、CGWBの全国規模の水質監視網とそこから得られる検水を迅速に分析する分析体制、およびその分析結果を解析し対策を講じるためのデータを打ち出すことのできるデータ処理体制の構築ということになる。

今回の現地調査の結果、CGWBの現在の技術レベルおよび設備する分析機器が判明した。これを基に、国内での機材計画の策定に当たったが、要求精度および処理能力を持つ機器の内、CGWBが十分使いこなせ、かつ将来的展望に合致した機材の選定を行うとし、後述のごとく、CGWB側で運転するための技術レベルには問題がない機材の選定が可能であった。また、CGWBの運営能力は十分にあり本計画の維持・管理には問題なく、予算面に関しても従来我が国の無償資金協力による資機材調達に対してCGWBが負担することになる維持・管理費の支払いが行えていることから、本件に必要な維持・管理の予算程度であれば十分確



保できるものと判断できる。

以上の通り、本計画の実施により多大な効果が期待されると同時に本計画が広く住民の衛生環境の向上に寄与することから、本計画を無償資金協力で行うことは妥当であると判断される。なお、機種を選定については4.3.2 および第5章で詳述する。

#### 4.2.2 実施運営計画の検討

##### (1) 実施機関の人員

本計画の実施機関は水資源省の中央地下水機構CGWBである。CGWBの組織図は図-2.3.2.に示した。1993年3月31日現在のCGWBの職員数は表-4.2.2.に示す。

表-4.2.2. CGWBの職員構成

分類	定員数	充足数	空席数
A	393	308	85
B	359	283	76
C	2,572	2,308	264
D	1,999	1,834	165
合計	5,323	4,733	590

上記の職員数は1992年3月31日と比較すると、充足数では全く同数(4,733名)である。定員数では若干の減少(23名減)となっている。ただし、分類別に見ると上級職員の40名の増員(Aの1名、Bの39名の増員)と下級職員の63名の減少(Cの51名、Dの12名の減)とに大別される。充足数で比較すると各分類共殆ど変化が無いことが分かり、非常に雇用状態は安定していると見ることができる。

この内化学分析関係者は $A+B=74$ 名、 $C+D=25$ 名、合計99名である。

##### (2) 実施機関の予算の評価

CGWBの予算の概要は表-4.2.3.の通りである。1992年度は実績であるが、1993年度は概算値、1994年度は計画を示す。表-4.2.3.によると通常予算は年々増加傾向にあり、1993年、1994年における対前年比率はそれぞれ112.3%、123.0%となっている。給料等が1993年、1994年とほぼ同一水準にあるのは、CGWBの運営努力の現れと評価できるものと思われる。旱害対策費が年度毎に大幅に変動するのはその性質上やむを得ない。1993年度に機械器具購入費が515百万ルピーと大きな金額を計上しているが、この一部は第2次地下水計画により調達された資機材の購入費が占めるものと思われる。回収

とは掘さくした井戸を州政府に移管することにより、州政府から支払われる掘さく費等のことである。また、特別予算にCGWBの事務所建設費が計上されている。特に1994年に3千万ルピーが計上されているが、これはCGWBが計画している地方事務所の建設計画に対応するものと思われる。

化学分析部門のみの予算は確認できなかったが、CGWBの予算をながめると、各所に運営努力の跡がしのばれる中に、必要な費用は予算化されている姿が確認でき、CGWBが本計画に対し具現化を切望していること、また、5.5.2の維持管理費で算定した維持管理費は1,261千ルピーであり、1994年通常予算に対して0.2%、償却費を含めても全額9,201千ルピー（1994年通常予算に対し1.7%）であることを考え合わせると、CGWBの運営・維持管理については全く問題ないと判断される。

表-4.2.3. CGWBの年間予算

(単位百万ルピー)

区分	項目	1992 (実績)	1993 (概算)	1994 (計画)
通常 予 算	①給料等	176.736	194.800	195.300
	②旅費	22.202	24.000	23.500
	③事務所経費	15.518	18.800	22.800
	④技術費	0.445	0.400	0.400
	⑤賃借料その他	8.276	11.815	11.850
	⑥出版費	1.157	3.600	3.600
	⑦井戸掘さく費	84.001	75.000	85.000
	⑧機械器具購入費	7.219	4.000	20.000
	⑨車輛費	14.253	15.000	32.200
	⑩その他	68.548	99.900	155.350
		小計(1) (前年比)	398.360	447.315 (112.3%)
早 害 対 策 費	①給料等	—	23.600	13.300
	②旅費	—	5.500	5.500
	③事務所経費	0.009	0.050	0.050
	④技術費	—	—	0.050
	⑤井戸掘さく費	8.514	20.000	30.000
	⑥機械器具購入費	17.378	515.000	250.000
	⑦車輛費	0.835	1.600	1.100
		小計(2)	26.737	565.750
	合計	425.097	1,013.065	850.000
回収	掘さく費等(3)	82,993	63,300	96,000
	総計(1)+(2)-(3)	342,104	947,765	754,000
特別 予 算	①第8次五ヶ年計画関連	—	0.400	29.300
	②事務所建設費	—	2.500	30.000
	小計(4)	—	2.900	59.300

#### 4.2.3 類似計画および国際機関等の援助計画との関連の検討

##### (1) 類似計画

水質管理装置に関しては類似計画はない。深井戸建設は、州政府によりCGWBの助言を得て直接井戸掘さくを行っている。しかしながら、州政府が掘さくする井戸は150m以浅のものであり、CGWBが計画している300m級の掘さく能力は州政府には無い。今回の目的とするパール地帯での300mの掘さくおよび沖積平原における900mの掘さくのいずれも州政府の所有するさく井機には、掘さく能力はない。

##### (2) 国際機関の援助

インド国への技術援助は、国際機関としてUNDPによる援助と我が国による開発援助として第1次計画、第2次計画、オランダ、カナダ、スウェーデン、イギリス等の援助がある。外国からの援助によって実施されたプロジェクトを表-4.2.4.に示す。

表-4.2.4. 国際機関等からの技術援助（日本からの分を除く）

プロジェクト名	実施年	援助機関
Groundwater Studies in Rajasthan & Gujarat	1967-1974	UNDP
Ground Water Studies in Ghaggar River Basin	1975-1979	UNDP
Pilot Project on Artificial Recharge in Gujarat	1981-1988	UNDP
Project for Ground Water Exploration in Bihar	1968-1971	オランダ
Ground Water Project in Andhra Pradesh and Karnataka	1971-1975	カナダ (CIDA)
Ground Water Studies in Noyil, Amravati and Ponnai River Basins	1975-1979	スウェーデン (SIDA)
Water-Balance Studies in Upper Betwa River Basin	1975-1979	イギリス
Water-Balance Studies in Coastal Kerala	1979-1984	スウェーデン (SIDA)

表-4.2.4.に示したプロジェクトはすべて終了している。今後の計画については、現段階では本計画以外には予定されていない。

CGWBは表-4.2.4.に示した技術援助の他、外国からさく井機の援助を受けている。これを表-4.2.5.に示す。

表-4.2.5. 外国援助によるさく井機

援助国	機種	台数
UNDP	ロータリー式	1
"	DTH	1
米国	ロータリー式	17
ソ連	ロータリー式	8
イギリス	DTH	3
カナダ	DTH	1
日本	パーカッション式	7
合計		38

今迄にCGWBは合計38台のさく井機を外国から供与されているが、このうち、日本の無償資金援助により調達された7台がパーカッション式で、これ以外の31台はロータリー式またはDTHである。

#### 4.2.4 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討の結果、水質管理装置の調達を対象とし、その目的やCGWBの事業運営能力等を評価し、我が国の無償資金協力事業として実施することは妥当であると判断された。本計画の対象となる水質管理装置について無償資金協力事業の最適案としての基本設計の策定に当たり、分析の対象となる分析項目の違いに留意し重金属、有機化合物、元素および無機化合物の3グループ別に機材の内容に関する検討を行った。各のグループに対応した機器に求められる条件を整理して、下記に述べる。

重金属の分析機器については次の通りである。

- ①CGWBの技術レベルで運転・分析が可能な機器。
- ②CGWBの運営能力で維持・管理が可能な機器。
- ③CGWBが必要とする分析の精度・処理能力を持つ機器。
- ④CGWBの現在の職員で運転・分析が可能な機器。
- ⑤メーカーの十分なアフターセールスサービスの期待できる機器。
- ⑥インドの自然環境・社会環境に対応できる機器。

有機化合物の分析機器については次の通りである。

- ①CGWBの運営能力で維持・管理が可能な機器。
- ②CGWBが必要とする分析の精度を持つ機器。
- ③CGWBの将来の展開を考慮し、これに役立つ機器。
- ④最小限度の人員の採用で運転・分析が可能な機器。
- ⑤メーカーの十分な技術移転とアフターセールスサービスの期待できる機器。
- ⑥インドの自然環境・社会環境に対応できる機器。あるいは、付属品により対応できる機器。

元素および無機化合物の分析機器については次の通りである。

- ①CGWBの技術レベルで運転・分析が可能で全体的技術レベルの向上につながる機器。
- ②CGWBの運営能力で維持・管理が可能な機器。
- ③CGWBが必要とする分析の精度・処理能力を持つ機器。
- ④CGWBの現在の職員で運転・分析が可能な機器。
- ⑤インドの自然環境・社会環境に対応できる機器。

## 4.3 計画の概要

### 4.3.1 実施機関および運営体制

実施機関はCGWBであるが、本計画の対象である水質管理事業は、CGWBの化学分析室が担当している。図-4.3.1.に化学分析室の組織図を示し、図-4.3.2.～4.3.4.にラクノー、カルカットおよびハイデラバードの化学分析室の組織を示す。本計画はこの3ヶ所を含め全国12の化学分析室全てに関連するものである。化学分析の分野は相互関連する技術であるから、共通の技術基盤を上げる必要がある。したがって、本計画で調達される機材の運営・維持管理に関しては、CGWB全体にわたり統一された分析の標準化を進める必要があるため、運営委員会を設立し、組織立った事業の運営が求められる(5.5.1参照)。

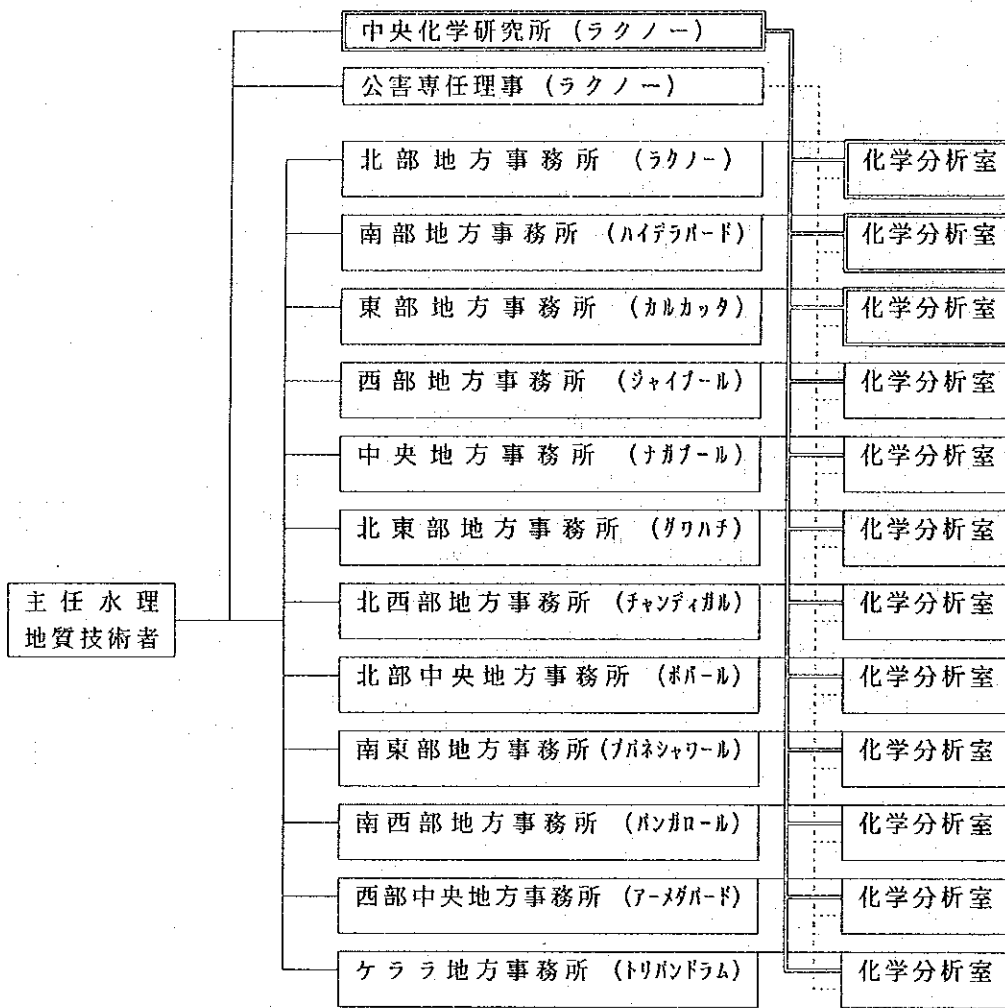
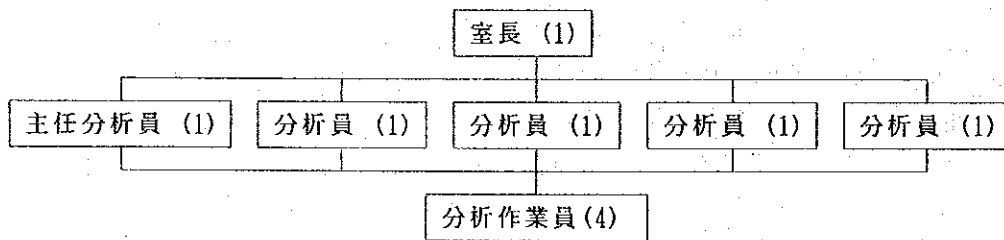


図-4.3.1. CGWBの化学分析室組織図



( ) 内は人数

図-4.3.2. ラクノーの化学分析室組織図