

ブータン王国
鉍工業プロジェクト形成基礎調査
(プナ・チャンチュ水力発電事業計画)

1997年4月

JICA LIBRARY



J 1139289 (1)

国際協力事業団
鉍工業開発調査部

鉍 調 計

J R

97 - 122

JICA LIBRARY

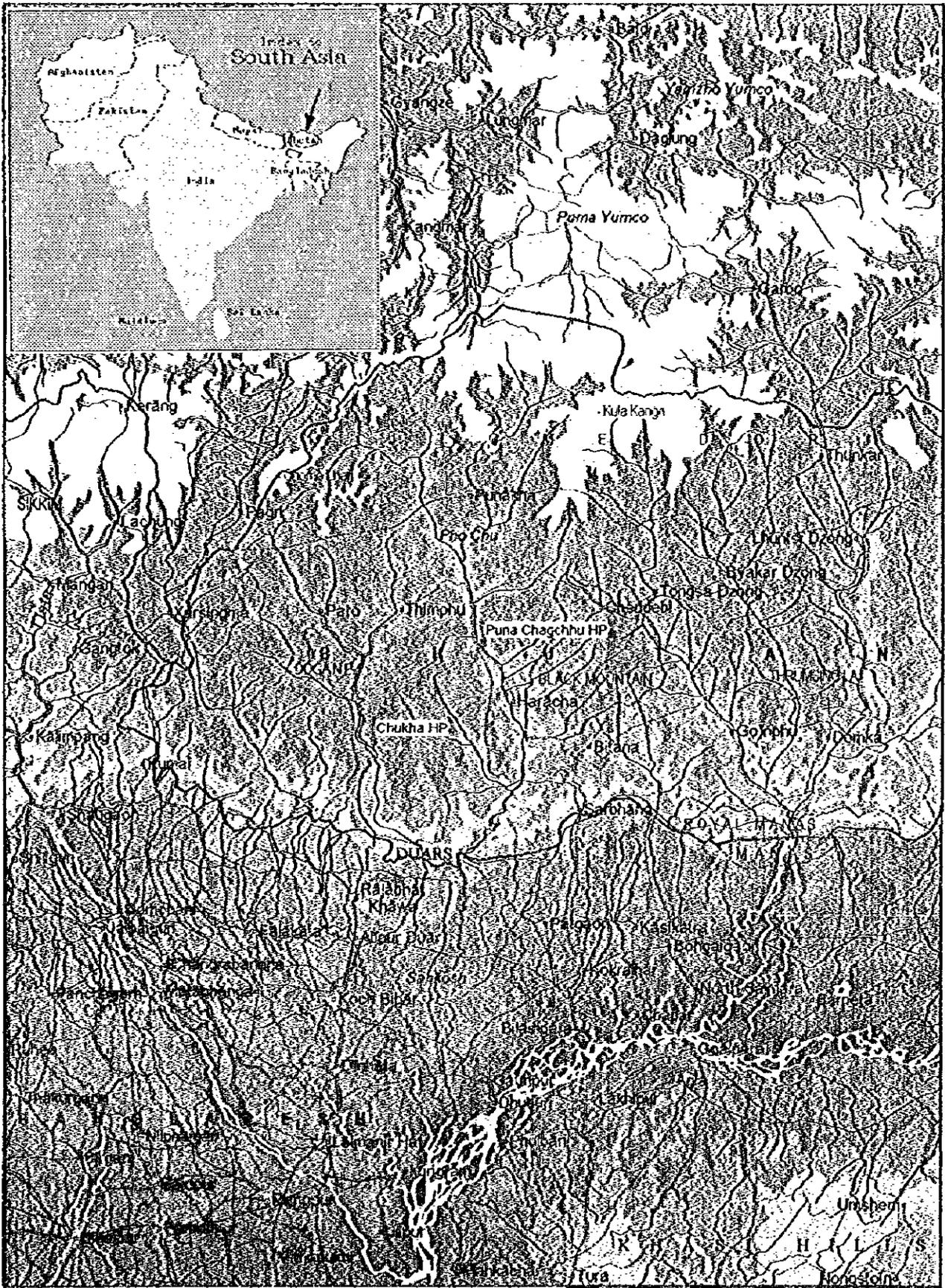
ブータン王国
鉦工業プロジェクト形成基礎調査
(プナ・チャンチュ水力発電事業計画)

1997年4月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部

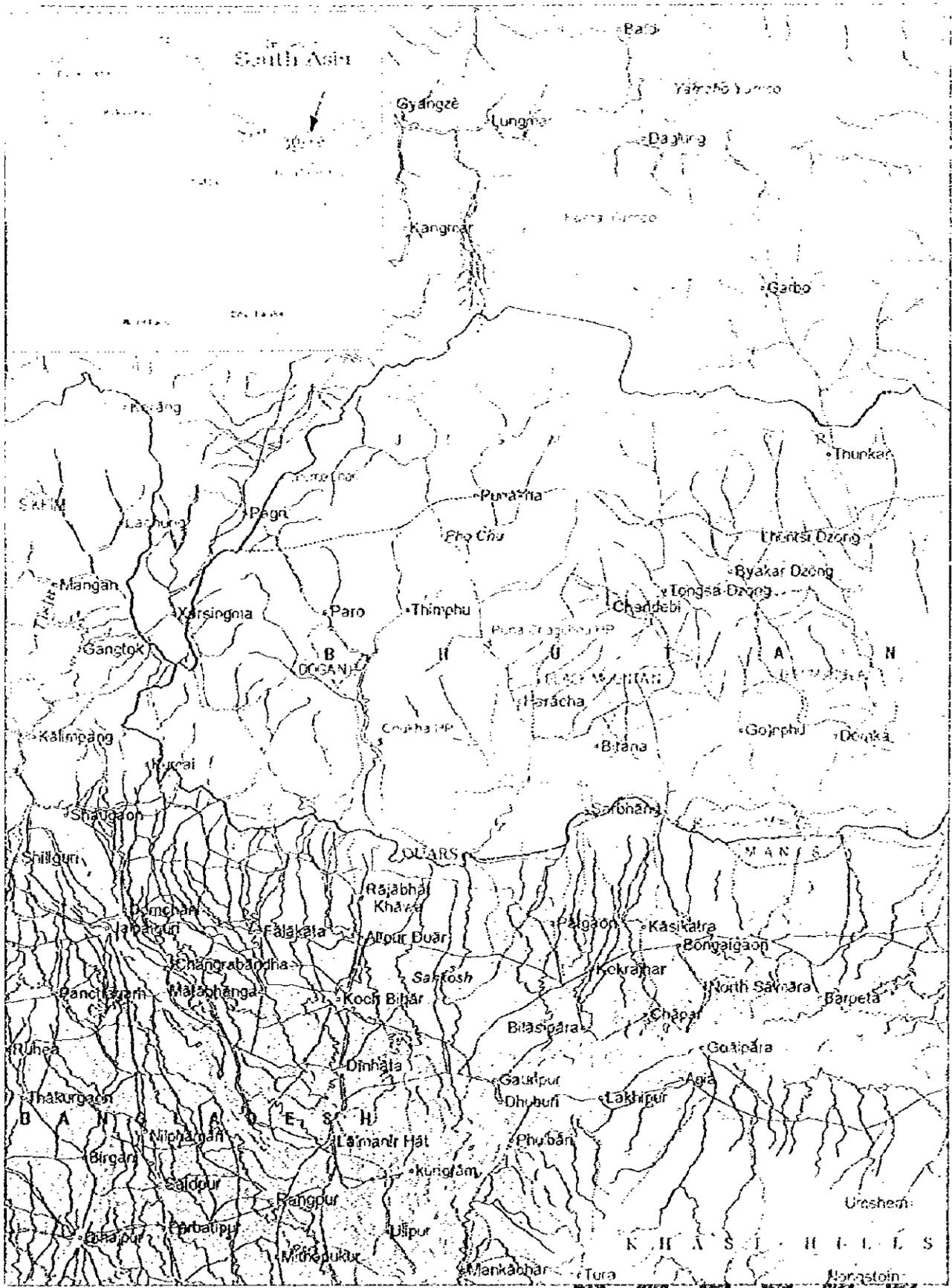


1139289(1)



ENCARTA 97
 WORLD ATLAS

Puna Changchhu Hydropower Project
 Bhutan



ENCARTA 97

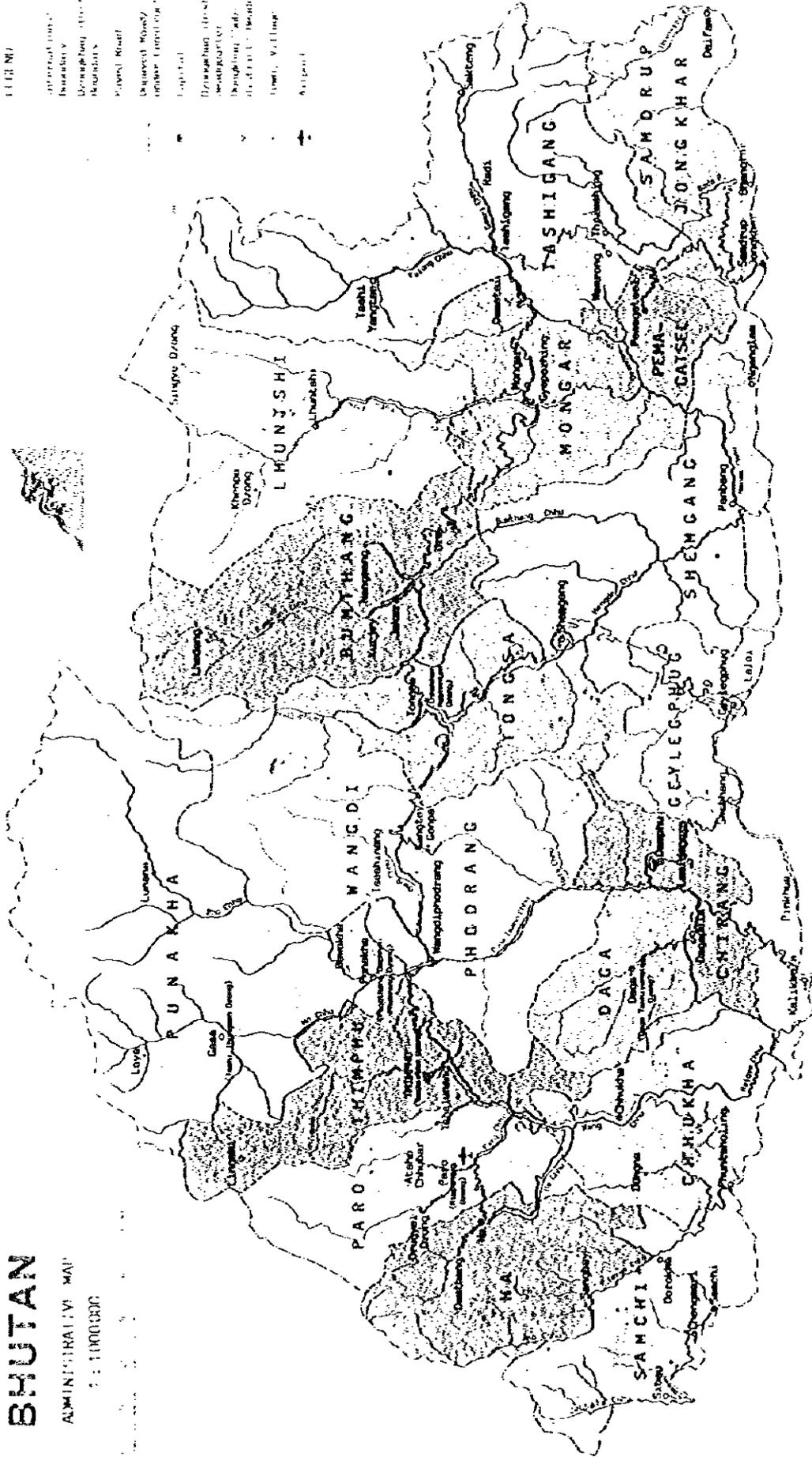
Puna Chongthub Hydropower Project
 Map in

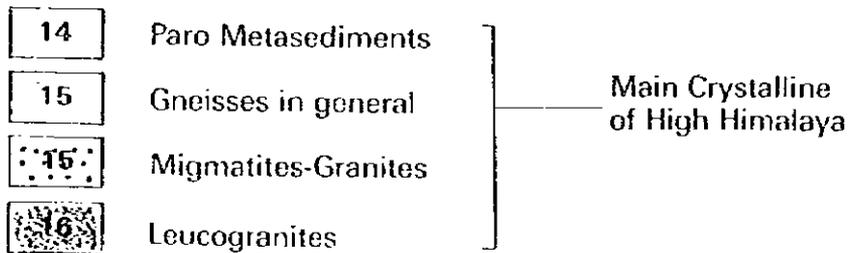
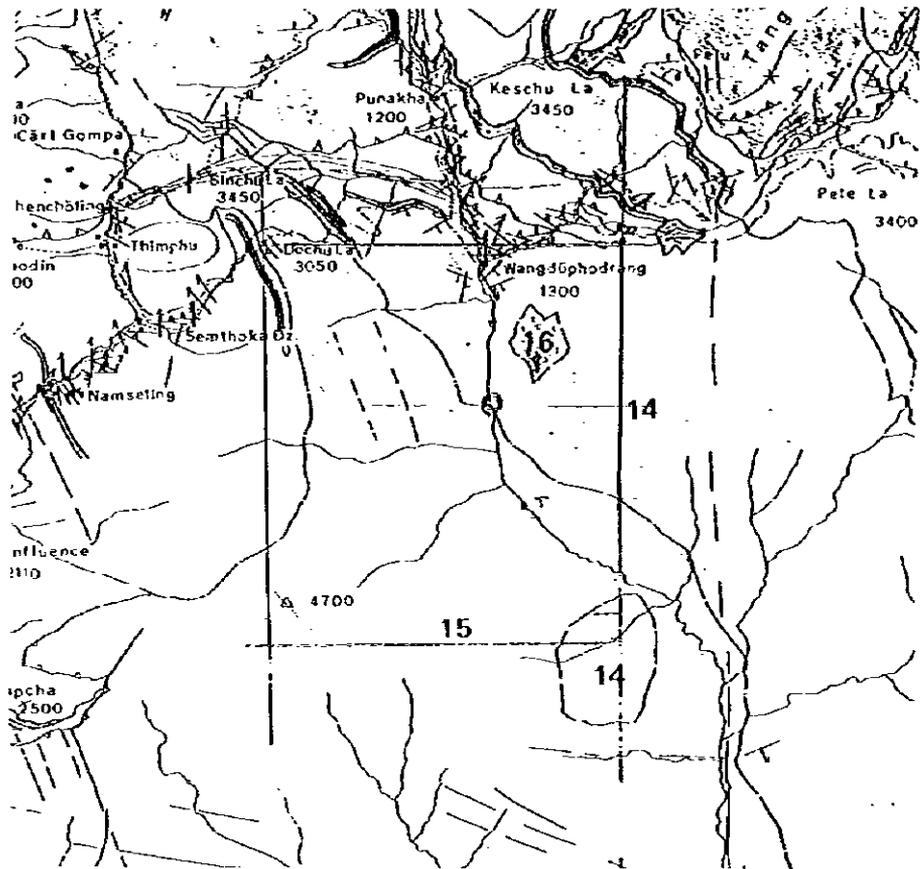
BHUTAN

ADMINISTRATIVE MAP

1:1,000,000

- LEGEND
- International boundary
 - National boundary
 - Administrative boundary
 - Capital
 - Regional Headquarters
 - District Headquarters
 - Urban Village
 - Road
 - Railway





GEOLOGICAL MAP
of the
BHUTAN HIMALAYA

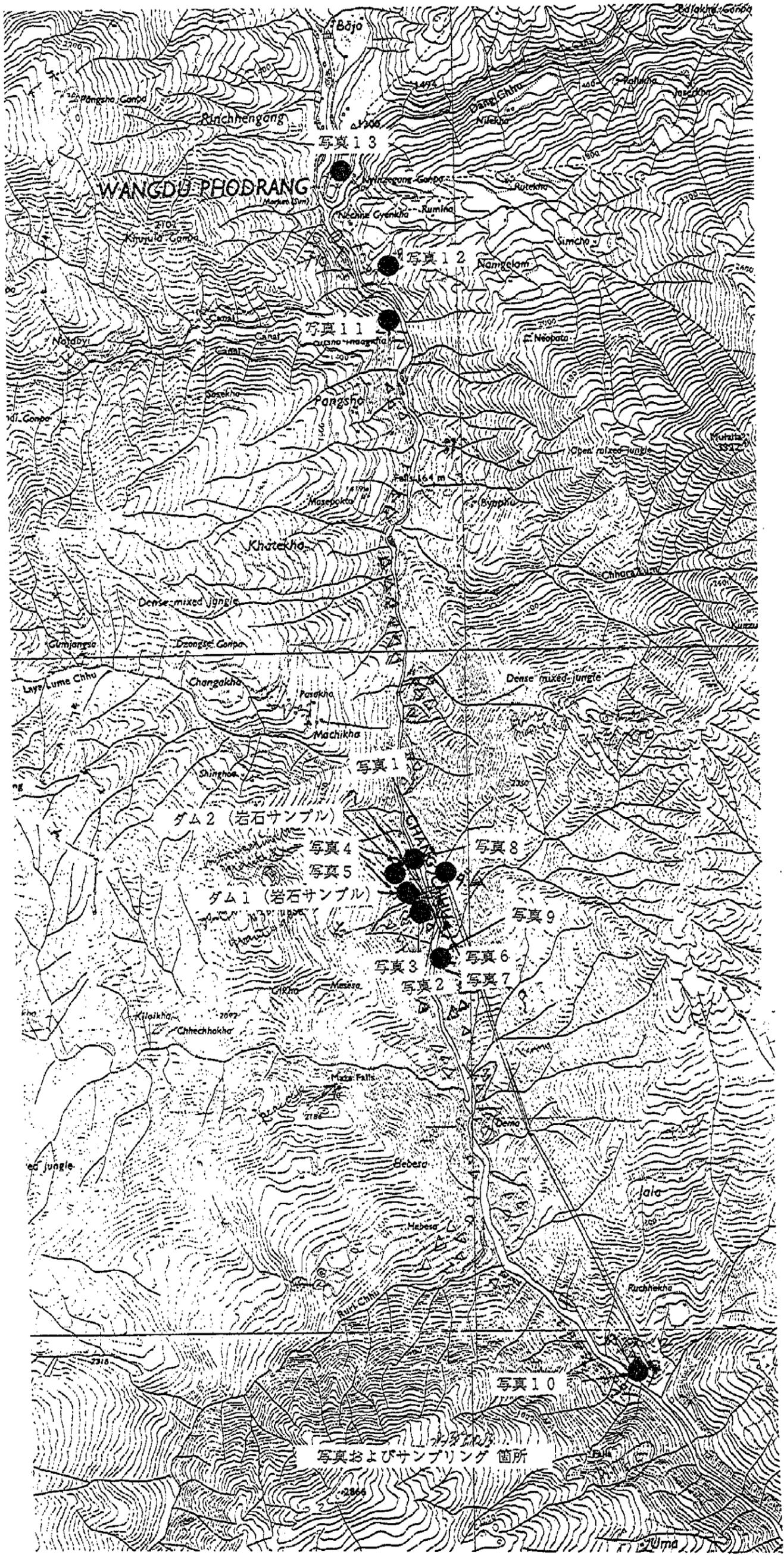
by Augusto Gansser

1:500000



50 Km

Based on fieldwork in 1963, 1965, 1967, 1969,
with some additions in 1977, on Landsat photos
and all other available informations.



写真およびサンプリング箇所

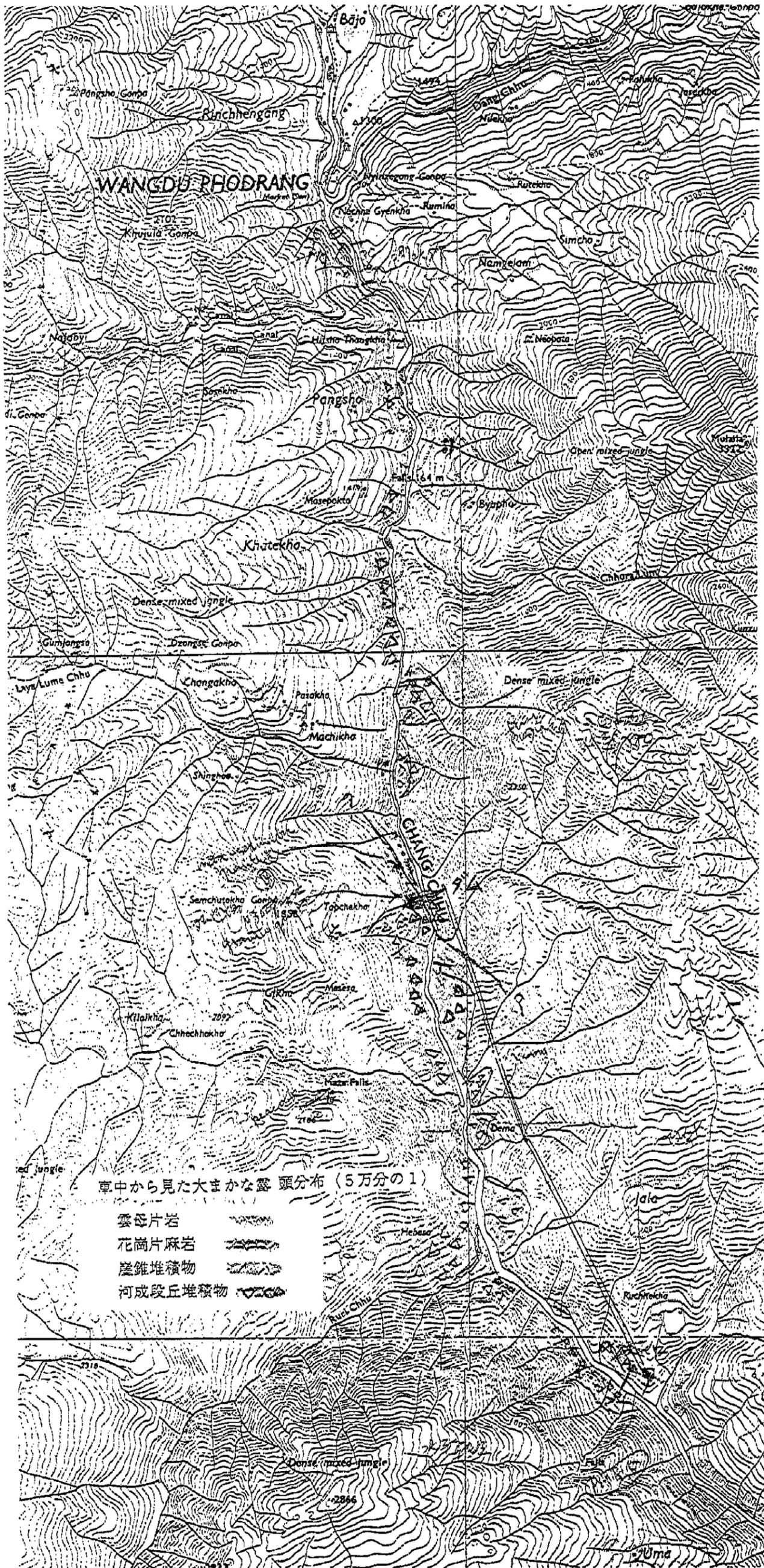




写真1

ダムサイト

上流より下流を望む。右岸に見える崩壊地より下流側がダムサイト。右岸の上流側には急峻な地形には珍しく広い段丘が分布している。



写真2

ダムサイト

下流より上流を望む。左岸の尾根が張り出している付近がダムサイト。右岸の手前の付近には広く巨礫が崩壊している。

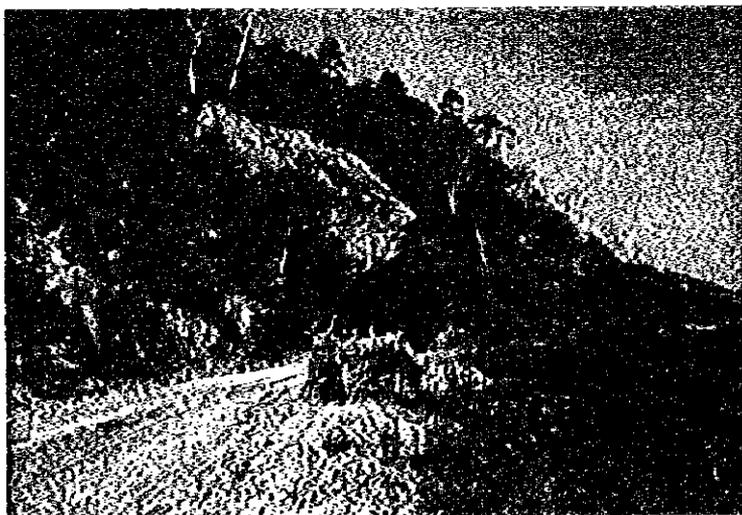


写真3

ダム軸下流右岸側を下流から望む。やや片理の発達した雲母片岩や花崗片麻岩の巨礫の転石が広く分布する。遠くの右岸の尾根には岩石が露頭している。

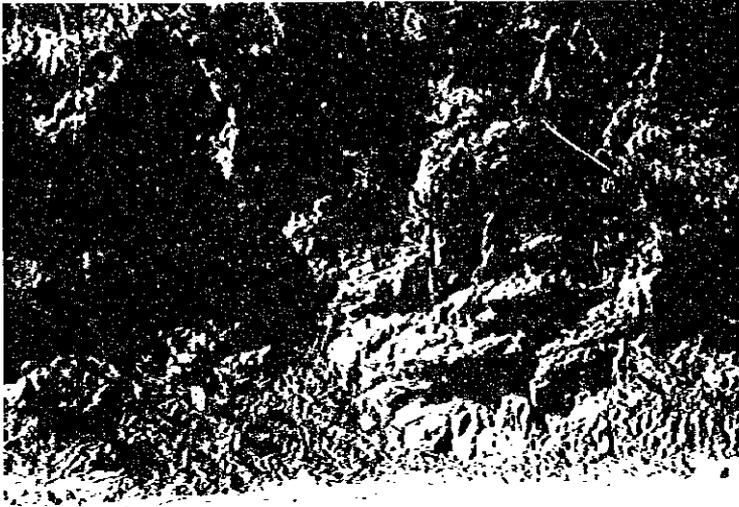


写真4

ダム軸直上流道路における花崗片麻岩の露頭

緩い下流側への傾斜を有する片麻状構造が認められる。道路盤まで標高が高くなるとやや風化の影響が認められている。

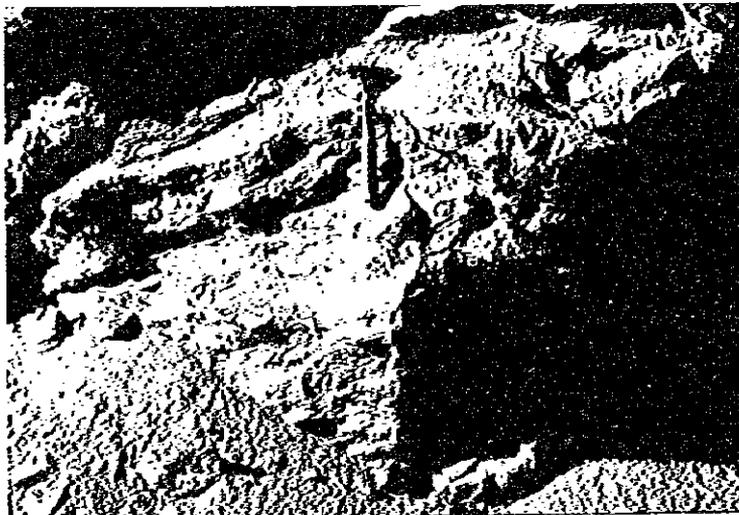


写真5

同上拡大写真



写真6

ダム軸河床

河床右岸側から左岸ダム上流を望む。右岸の大きな花崗片麻岩は一見露頭に見えるが、巨礫の可能性がある、今後調査により確認しなくてはならない。



写真7

ダム軸左岸

河床右岸から左岸のダム軸を望む。左岸河床には上部からの転石による崖錐堆積物が堆積している。上部には花崗片麻岩の全岩露頭が見られ、ダム基礎として有望である。



写真8

ダム軸上流の右岸側の雲母片岩の露頭

ダム軸よりも約100m上流にオーバーハングして分布。河床から高さ数十m上部を撮影。



写真9

礫岩

ダムサイト下流約1kmの河床に基盤の岩石の上に不整合で礫岩が右岸側に広く分布している。固結度はかなり高く、岩石化していることからかなり時代は古いものと推定される。折尺は1m。



写真10
放水口付近

Pazo Chhuとの合流点の直上流の本流左岸側を望む。ここに放水口を設ける予定。河床には花崗片麻岩の露頭が見えるが、それより上では30m程度の崖錐堆積物がみられる。平坦面は段丘化している。

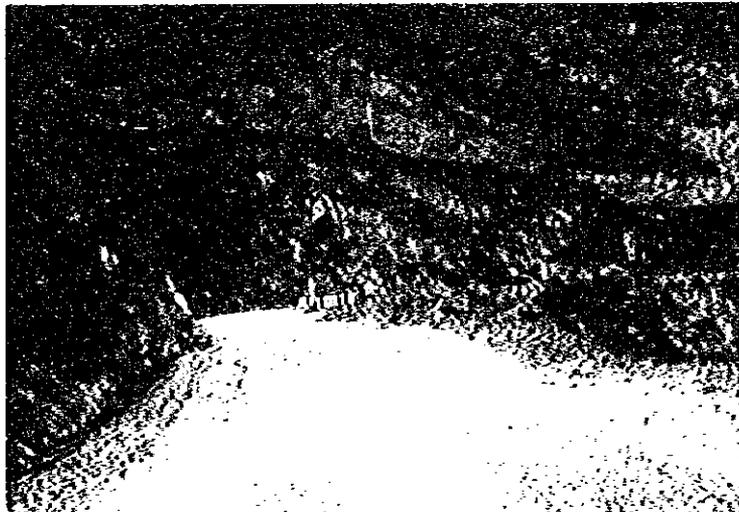


写真11
崖錐堆積物

湧水所の右岸道路に沿った崖錐堆積物の露頭。右岸側は地形が緩やかで、山側から崩れ落ちてきた堆積物。



写真12
谷押し出し堆積物

湧水所左岸側の沢が本流と合流する箇所で、谷奥から運ばれた堆積物が堆積すると共に、本流から運ばれた堆積物により河成段丘が形成されている。



写真13

Chang Chhu川本流と段丘堆積物

Wangdu Phodrangの町を乗せている段丘が川の対岸に分布している。段丘の下流側は主に、岩石からなるが、上流側には河川によって形成された礫が分布している。

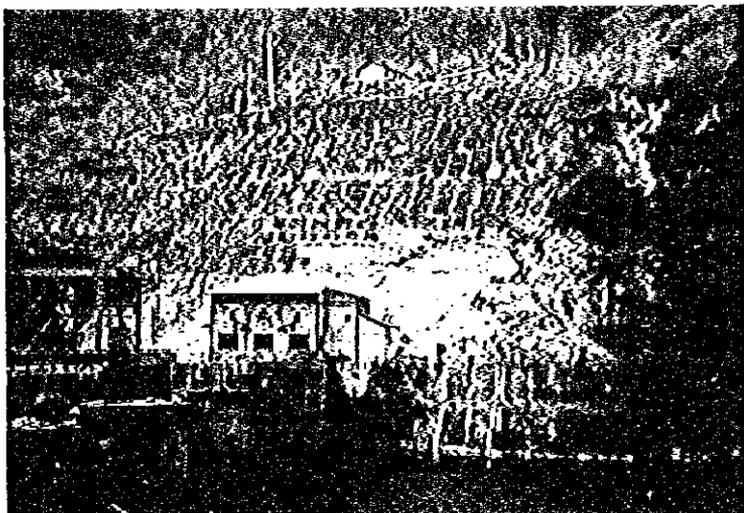


写真14

Chuka発電所の取水ダム

右岸から左岸を望む。ダムのアバットメントは雲母片岩にのっているが、それより上位は崖錐堆積物で、吹き付けコンクリートを破壊して、崩壊している。

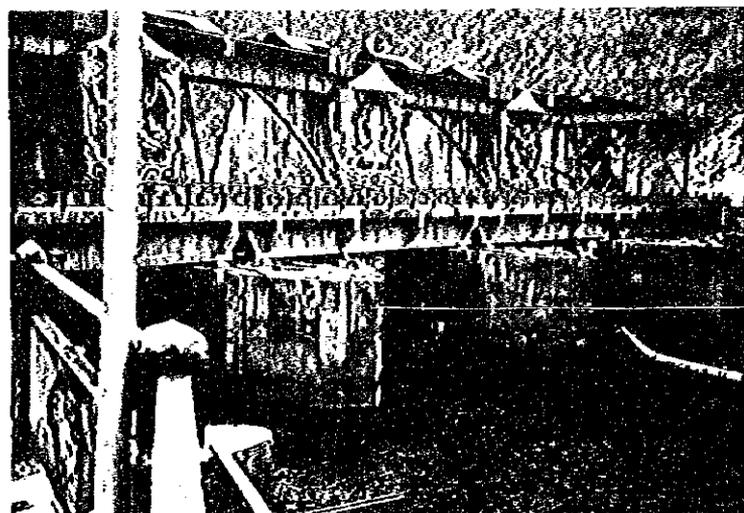


写真15

Chuka発電所の取水ダム

上流より下流を望む。

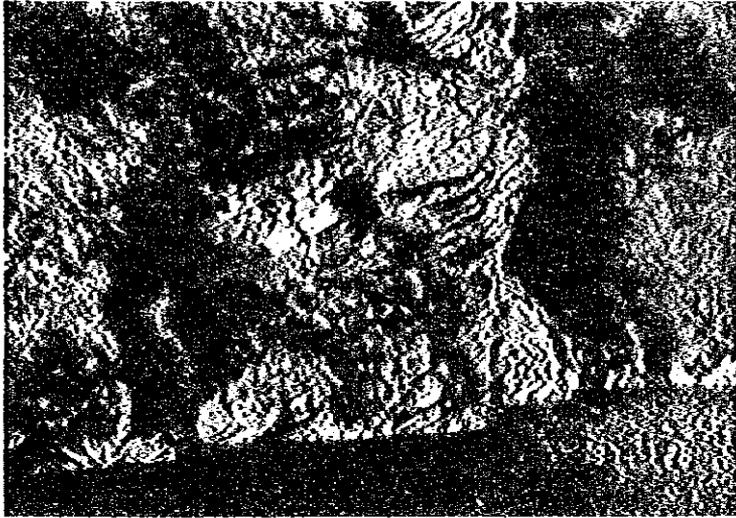


写真16
Chuka発電所の取水ダム
湛水地右岸側の硬質な雲母片岩

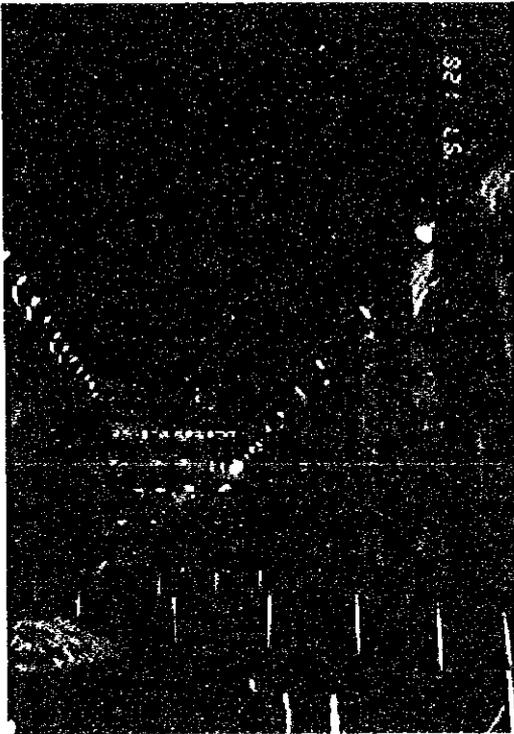


写真17
Chuka地下発電所

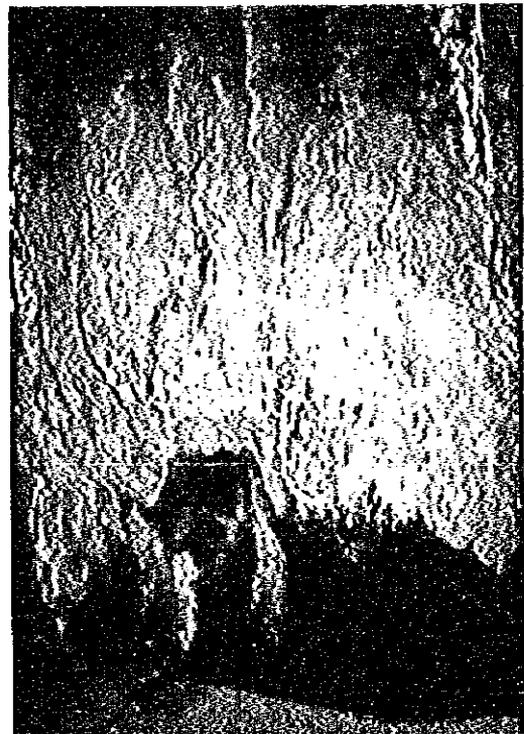
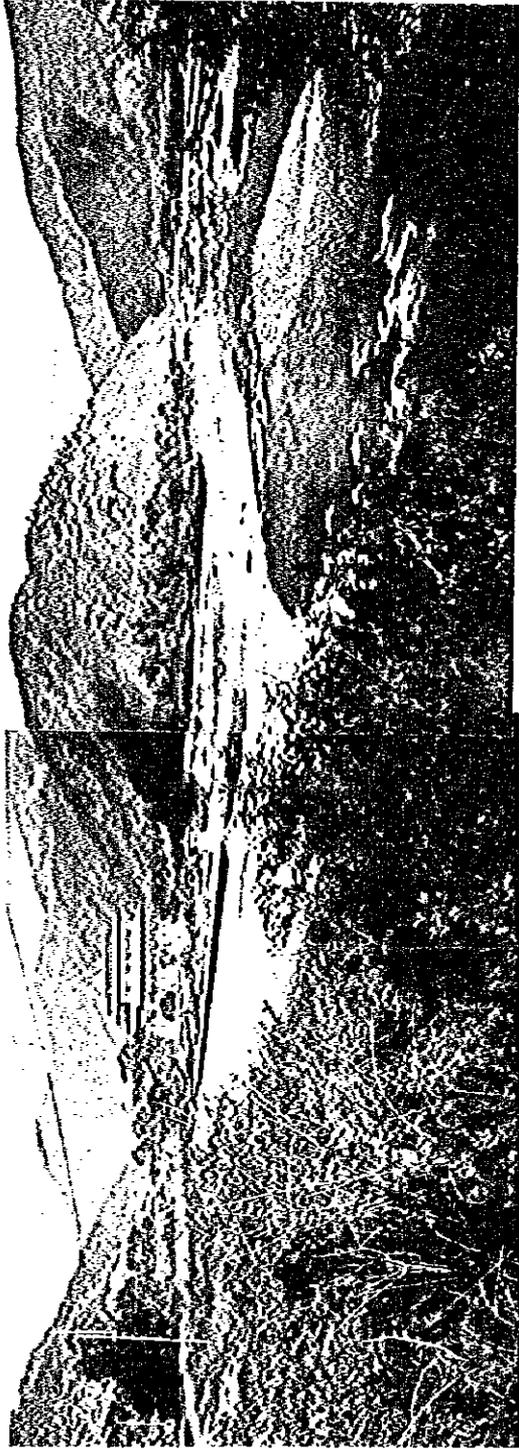


写真18
Chuka地下発電所
モルタル吹き付けの下側にみられる雲母片岩



1994年10月7日の水河湖決壊洪水が襲ったブナカソン（左側の建物）。写真右側の上流より洪水が来襲し、橋が流され（橋の基礎のみ残されて、現在は新しい橋が作り直されている）、ブナカソンの下御まで浸水した。さらに、左側の支流を逆流して行ったが、はるか遠くの右岸側のブナカの市街は浸水を免れた。

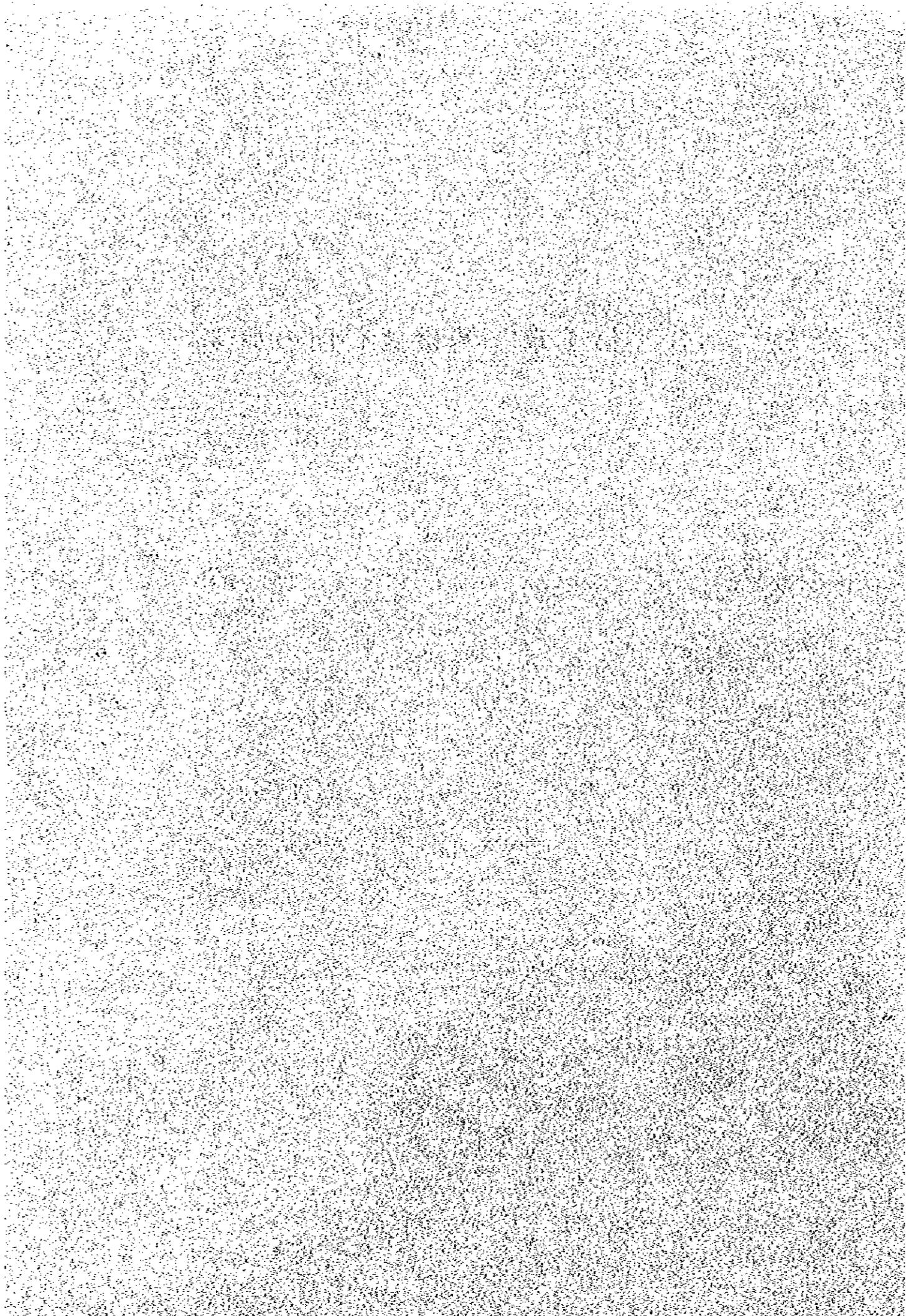
目 次

計画位置図

写真集

第1章 基礎調査団の概要	1
1. 要請の背景・経緯	3
2. 要請内容	3
3. 調査の目的	3
4. 団員構成	4
5. 調査日程	4
6. 主要面談者	4
第2章 協議の概要	7
1. 対処方針	9
2. 協議結果	10
3. 面談議事録	12
4. 案件評価	19
第3章 ブータン国の概要	23
1. ブータン国の概要	25
2. ブータン国のエネルギー・電力事情	26
3. ブータン国のエネルギー政策	31
4. ブータン国の各国機関協力状況	33
第4章 プロジェクトの概要及び今後の課題	35
1. 電力計画	41
2. 水力計画	42
3. 発電施設・土木	44
4. 地形・地質	46
5. 氷河湖決壊洪水	66
6. 水文	71
7. 環境問題	72
8. 今後の課題	73

第 1 章 基礎調査団の概要



第1章 基礎調査団の概要

1. 要請の背景・経緯

ブータン国においては、豊富な水資源と急峻な地形を利用した水力発電による売電事業の展開を国家歳入戦略の中心に据えて、「電力立国」を目指している。近い将来この売電事業の一翼を担うものとして、サンコシュ川流域のプナ・チャンチュ水力発電事業計画がある。

このプロジェクトは、ブータン国中西部を南北に流れるサンコシュ川本流において、日調整式の流れ込み式水力発電施設を建設し、インド国に対して電力輸出を行うものである。

本件に関連して、ブータン国の電力システムマスタープラン（Power System Master Plan）が1990年から1993年にかけて、世銀及びノルウェーの協力により策定され、25地点の開発計画地点が選定されている。そして、そのうちの有望な4地点についてPre-F/Sが実施された。プナ・チャンチュ水力発電所はその4地点のうちの一つであり、計画最大出力760MW、年間発生電力量3,305GWhの能力を持ち、さらに住民移転及び自然破壊等の大きな環境問題の生じない優良案件とされた。

ブータン国では、インド国の援助による電力事業を数多く実施あるいは計画してきているが、今後インド国への過度の依存を避けるため、さらに、国内の技術者不足に対応して、運転員等が少人数で済む自動化の進んだ最新の水力発電技術を導入するために、特に本プロジェクトのF/Sの実施に係る技術協力を1995年12月26日に日本政府に対して正式に要請越した。

これを受けた日本政府は、1997年1月20日より、本件の要請内容の確認を行うため、プロジェクト形成基礎調査団を派遣することを決定した。

ブータン国プナ・チャンチュ水力発電事業計画調査 プロジェクト形成基礎調査団（団長：足立隼夫 JICA国際協力専門員）は、平成9年1月20日から2月1日までの13日間の日程でインド国及びブータン国を訪問し、本案件の要請内容の確認及び本格調査の内容並びに対象範囲について、ブータン国政府電力局（DOP）をはじめとする先方政府関係機関と協議を行うとともに、プロジェクト対象地域の踏査を行った。

2. 要請内容

プナ・チャンチュ水力発電事業計画の技術的・経済的なFeasibility Studyを国際的な援助機関での評価資料と成り得る水準で実施すること。調査期間は2年以上。カウンターパート機関は、ブータン国貿易産業省（Ministry of Trade & Industry）傘下の電力局（Division of Power）である。

3. 調査の目的

今回のプロジェクト形成基礎調査の目的は、上記の技術協力要請を受けて、ブータン国において本件の要請内容及び背景を確認し、本格調査を実施する場合を想定して、調査内容及び範囲を検討することにあつた。

4. 団員構成

団長 (水力計画)	足立隼夫	JICA国際協力専門員
副団長 (水土木)	堀米昇士朗	JICA国際協力専門員
ダム地質	井上大榮	(財) 電力中央研究所地質部長
技術協力行政	伊藤好直	通産省通商政策局経済協力部技術協力課事務官
水力発電行政	伊藤早直	通産省資源エネルギー庁公益事業部発電課水力調査係長
技術協力政策	岡島洋之	外務省経済協力局開発協力課事務官
調査企画	田中啓生	JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課職員
インド事務所 (現地同行)	田中俊昭	JICAインド事務所次長

5. 調査日程

平成9年1月20日 (月)	成田発 (バンコク経由) デリー着 NH 925
21日 (火)	JICAインド事務所、OECF事務所、日本大使館、ブータン大使館表敬
22日 (水)	情報収集及び資料整理
23日 (木)	移動日：デリー発 (カトマンズ経由) パロ (ブータン) 着 KB108
24日 (金)	青年海外協力隊調整員事務所 (JOCV) 訪問、ブータン政府関係機関表敬 UNDP訪問
25日 (土)	団内打ち合わせ、資料収集
26日 (日)	ダムサイトの踏査
27日 (月)	ダムサイト上流の踏査
28日 (火)	Chhukha発電所視察
29日 (水)	電力局 (DOP) 及び大蔵省予算援助調整局との協議
30日 (木)	移動日：パロ発 (カトマンズ経由) デリー着 KB107
31日 (金)	JICAインド事務所報告、日本大使館報告、 デリー発 (バンコク経由) NH926
2月1日 (土)	成田着

6. 主要面会者

- (1) ブータン国貿易産業省大臣 リンポ・オム・ブラダン
- (2) ブータン国貿易産業省電力局 (Division of Power, Ministry of Trade and Industry)
- | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| KARMA DORJEE | JOINT SECRETARY | DIVISION OF POWER |
| BHARAT TAMANG YONZEN | SUPERINTENDING ENGINEER | OPERATION & MAINTENANCE WING |
| D.B. CHETTRI | EXECUTIVE ENGINEER | HEAD OF UNIT |
| TENZING TONTEN | PROJECT MANAGER | RURAL ELECTRIFICATION PROJECT |
- (3) ブータン国大蔵省予算援助調整局 (Budget and Aid Coordination Division, Ministry of Finance)
- | | | |
|--------------|----------|------------------------------------|
| WANGDI NORBU | DIRECTOR | BUDGET & AID COORDINATION DIVISION |
|--------------|----------|------------------------------------|
- (4) チュカ発電所 (Chukha Hydro Power Corporation)
- | | | |
|-------------|-------------------------|------------------------------------|
| R.V. SHARMA | SUPERINTENDING ENGINEER | CIVIL ENGINEERING DIVISION |
| J.C. SHARMA | SUPERINTENDING ENGINEER | ELECTRICAL ENG. OPERATION DIVISION |

TSHOKEY DORJEE SENIOR ADMINISTRATION OFFICER

R.B.LAL CHIEF FINANCE OFFICER FINANCE DIVISION

(5) 在インドブータン大使館

NADO RINCHHEN 大使

SANGYA RINCHHEN 二等書記官

(6) 在インド日本大使館

谷野 作太郎 特命全權大使

小島 誠二 公使

川上 良 参事官

阪田 涉 一等書記官

福嶋 正人 一等書記官

(7) OECF ニューデリー駐在員事務所

不破 吉太郎 ニューデリー首席駐在員

廿枝 幹雄 ニューデリー駐在員

(8) JICAインド事務所

熊野 秀一 所長

田中 俊昭 次長

(9) 青年海外協力隊ブータン調整員事務所

小松 征司 所長

小畑 けい子 調整員

(10) UNDPブータン事務所

弓削 昭子 所長

ANDREW S.GEAIR 副所長 DEPUTY RESIDENT REP.(PROGRAMME)

第 2 章 協議の概要

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

1100 S. EAST ASIAN AVENUE

CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: (773) 936-3322

FAX: (773) 936-3322

WWW: [WWW: http://www.uchicago.edu](http://www.uchicago.edu)

PHILOSOPHY DEPARTMENT

1100 S. EAST ASIAN AVENUE

CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: (773) 936-3322

FAX: (773) 936-3322

WWW: [WWW: http://www.uchicago.edu](http://www.uchicago.edu)

PHILOSOPHY DEPARTMENT

1100 S. EAST ASIAN AVENUE

CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: (773) 936-3322

FAX: (773) 936-3322

WWW: [WWW: http://www.uchicago.edu](http://www.uchicago.edu)

PHILOSOPHY DEPARTMENT

1100 S. EAST ASIAN AVENUE

CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: (773) 936-3322

FAX: (773) 936-3322

WWW: [WWW: http://www.uchicago.edu](http://www.uchicago.edu)

PHILOSOPHY DEPARTMENT

1100 S. EAST ASIAN AVENUE

CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: (773) 936-3322

FAX: (773) 936-3322

WWW: [WWW: http://www.uchicago.edu](http://www.uchicago.edu)

PHILOSOPHY DEPARTMENT

1100 S. EAST ASIAN AVENUE

CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: (773) 936-3322

FAX: (773) 936-3322

WWW: [WWW: http://www.uchicago.edu](http://www.uchicago.edu)

第2章 協議の概要

1. 対処方針

基礎調査団派遣前の平成9年1月14日に通産省、外務省、国際協力事業団の三者による各省会議にて確認された対処方針は以下のとおりである。

1) 要請内容及び背景の詳細の確認

日本政府に対して提出された要請書の内容に関して確認を行い、また、本件の要請の背景について詳細な説明を受ける。

2) プロジェクトの実現性の確認

本プロジェクトの実現には、インドとの売電契約の成立が不可欠の条件であることに鑑み、本プロジェクトにおけるインド国との関係についてブータン国政府の姿勢を確認する。

特に、資金面での調達方法について意見交換を行い、特に内貨負担の問題及び民間資金の導入に関して、先方の認識を確認する。

3) 環境問題等の現地調査

本プロジェクトに係る環境上の問題としては、住民移転、農耕地の補償、水利権の問題、森林破壊及び下流河川環境の変化等がある。今回は、現地踏査により基本的な情報収集を行う。

上記の問題のうち特に、下流河川の生態系への影響を考慮した下流維持放流に関する事、さらに、堆砂対策などについては、先方政府機関と技術的な意見交換を行う。

また、本プロジェクトの立地上の懸案として対象河川上流に分布する氷河湖の決壊の問題がある。これは、氷河湖決壊洪水と呼ばれるこの地域特有の自然災害であるが、万が一ダム施設に影響を及ぼす規模の洪水が発生したときの被害は条件次第で甚大なものとなる。したがって、ダムの設計に際してどのような対策がなされるか、さらに、本件に係り本格調査において氷河湖調査あるいは洪水被害シミュレーション等を含めて、どのような調査を実施すべきかを現地にて調査・検討する。そして、先方の本件に関する認識を確認する。

4) 日本の技術協力の基本的枠組みの説明

日本の技術協力におけるHICAの開発調査の位置付け及びスキーム等について、資料を配布して説明を行い、先方の理解を求める。

さらに、日本の技術協力と資金協力についての先方の認識を確認する。

5) 要請書のTORに関する協議

先方が提出した要請書のTORについて、電力計画M/P及びPre-F/Sのレビューの必要性を含めて、調査内容全般について協議する。

6) 本格調査実施体制の確認

先方国の本格調査実施体制について、C/Pの人的資源、調査用資機材の保有状況、現地調査工事の実施能力及び水文・地質・地形等の基本情報の存在状況等について調査する。

また、本格調査実施時の日本の調査団の調査環境について情報収集を行う。

7) 本格調査実施上の留意事項の確認

標準的なS/WのUndertakigについて説明を行い、本格調査実施の際の条件について先方の理解を得る。

2. 調査結果

(1) 要請内容及び背景の詳細の確認

電力局はブナ・チャンチュプロジェクトを推す理由として、以下の3点を挙げた。

- 1) 流域面積が広大で水量豊富、さらに水力発電に適した河川勾配を有している。
- 2) 環境問題がない。
- 3) インドに売電市場が存在する。(75,000MWの不足)

また、インドとの売電契約の締結には自信を持っていること。さらに、本格調査においてはノルウェーのコンサルタントが実施したM/P及びPre-F/Sを建設位置及びダムタイプの選定を含めてレビューして欲しいとした。

(2) プロジェクトの実現性の確認

1) インド国との関係

ブータン政府によれば、インド国との関係はすべてブータン政府が対応するので、日本側は本件に係りインド側と接触する必要はないと考えるし、接触して欲しくもないとした。また、当方のインド側資料入手の要求には、これを了解した。

2) 建設資金調達方法

ブータン政府は、F/Sの実施を控えた現在のところ、具体的な検討段階にないものとする一方、本事業が一つの融資機関で対応不能であることを認識しており、日本側の指摘する内貨負担についても今後検討して行くことを明らかにした。

(3) 環境問題等

1) 住民移転、農耕地の補償、水利権の問題、森林破壊及び下流河川環境

ブータン側は本件に係り、特に問題点があるとは思わないとする一方、日本の報告書を基礎にブータン側でE.I.A.を準備することに同意した。

調査団としても、今のところ大きな環境問題は見当たらないと考える。

2) 堆砂

チュカ発電所調整池の現状を参考にすれば、ダムのゲートの配置、その適正な運用によって、堆砂による上流への影響はある程度避けられるものと考えられる。

3) 氷河湖決壊洪水

調査団は、1994年10月7日にサンコシュ川の流域で起きた決壊洪水のデータを提供された。それによれば、計画地点上流付近での増水時の水位は最大で7mで、通常雨期における既往最大水位の9mよりも少なかった。

また、日本側が想定していたように、電力局としてはこの程度の洪水であれば、異常洪水設計の範囲で対処できるものと考えており、それに係る調査を今回の開発調査で実施して欲しいとした。

(4) 日本の技術協力の基本的枠組みの説明

調査団は開発調査に関して、その規模、目的及び代表的な工程について説明し、理解を得た。

(5) 要請書のTORに関する協議

先方の要請内容に対して、日本側が検討した案を指し示した。

また、先方は、そのとるべき処置を含め日本側の提案を受け入れることが可能とした。この点は援助窓口機関である大蔵省においても確認された。

(6) 本格調査実施体制の確認

1) C/Pの人的資源

地質調査等の実施については問題ないが、物理探査及びコアテストについては専門家を要していない。

2) 調査用資機材の保有状況

貿易産業省地質鉱業局にボーリング機材がある。また、保有機材の能力及び日本側からの機材補強の必要性は、事前調査で確認する必要がある。

3) 現地調査工事の実施能力

航空測量、物理探査及びコアテスト以外の分野では、民間のコンサルタントが存在する。ただし、これらのコンサルタントは、技術力を含めて人的及び物的能力について限界があり、現地委託を行うに際しては、日本又は第三国による補強が必要であると考えられる。この点の詳細については、事前調査でさらに詰める必要がある。

4) 水文・地質・地形等の基本情報の存在状況等

ある程度の水文データの蓄積があるが十分ではない。特に雨量資料等による補強が必要である。

サイトの地質状況は今後詳細に調査する必要有り（地形・地質の項参照）。

5万分の1の地形図が入手可能で取り扱い自由。しかし、F/S用に新たに1万分の1の航空写真を撮影する必要がある。航空写真の撮影図化については、日本側で実施する事を考慮する必要があり、第三国調達を含めて、今後調査したい。

5) 日本の調査団の調査環境

ダムサイトへのアクセスは、非常によい。幹線道路直下に対象地域が拡がっている。

現地に一番近いプナハにて長期滞在可能。ダムサイトより車で約40分のところに近代的ホテル有り。

ただし、車で移動に関しては、冬期は注意が必要で、現地にて調達不能なチェーン等の装備を日本側で調達することを検討する必要がある。また、調査に不可欠な四輪駆動車を現地で長期に借り上げることは非常に困難な状況にあり、4台程度の車輛を日本側で供与する必要がある。

(7) 本格調査実施上の留意事項の確認

先方政府に対する留意事項として、S/WのUndertakigについて説明し、援助受け入れ機関の大蔵省予算援助調整局及び実施機関の貿易産業省電力局の理解を得た。

3. 面談議事録

(1) JICAインド事務所（1月21日火曜日09:30 ニューデリー）

熊野 秀一 所長
田中 俊昭 次長

1) 対処方針の説明

調査団が対処方針について一通り説明し、事務所側の理解を得た。

2) OECF資金協力の件

OECF及びその他の国際機関の資金融資については、ブータン国にとって今後の検討課題であるが、日本側が採るべき姿勢は、資金協力の可否はF/Sの調査結果を待ち、判断することとの認識で両者は一致した。

3) インドとの関係

下記の点につき両者は確認した。

本プロジェクトの成功には、インドとの適正な条件での売電契約の締結にかかっているが、今回の調査ではブータン政府の見込みあるいは姿勢を確認してくる。

また、より精度の高い調査報告書を完成するためには、インドの電力事情に関する情報の入手が不可欠であるが、この点につきブータン側に資料入手及び提供を依頼する。

4) ブータン国における援助事情

事務所よりブータン国における日本の援助活動の近況（通信設備、道路網及び協力隊活動等）について説明があった。

(2) OECF インド事務所（1月21日火曜日10:30 ニューデリー）

不破 吉太郎 ニューデリー首席駐在員
廿枝 幹雄 ニューデリー駐在員

1) 今回の調査の目的について

調査団は、本プロジェクト調査の調査目的及び内容について説明した。

2) F/Sの実施について

調査団は、本格調査実施の見込み及びスケジュールについて説明した。また、氷河湖決壊洪水及び経済・財務分析面等の調査上の要点について説明した。

3) 資金協力について

以下、OECF首席駐在員の話の要約。

OECFとしては、現在までのところブータン国に対して円借款の実績はない。本件については今のところ、円借款の実施の可能性について言及できないが、既に調査団を3度ブータンに派遣しており、非常に注目している案件ではある。

ブータン国への円借款における問題点は、資金総額が同国の経済規模に対して非常に大きく返済にリスクを伴うこと、さらに、円貨での返済が困難であることである。

ブータン国では外貨獲得の手段が、零細な観光産業及び将来的には期待がもてるものの現在は開発途上の水力事業に限られており、インドルピー以外の外貨獲得量が少ない。そのため、円を獲得しようとするれば、ルピーをインドの金融市場で円に換金する以外に方法はない。

このことは、円借款の可否がインドの金融政策に強く左右されることを意味しており、インドの金融市場の現状に鑑みれば困難な状況にあると言える。

以上の理由から、インドの金融政策及び市場動向を中心とした資金協力に係る周辺環境の調査が必要である。

また、基本的にF/S実施前の現時点において円借款の実施を検討するには不確定要素が多すぎる。

何れにしても、OECD自身単独で融資することは考え難く、残る方法としてはADBあるいは世銀との協調出資の形が残されるのではないか。

また、本格調査における経済・財務分析の重要性は言うまでもないが、資金調達の方法について少なくとも3種類以上の選択肢を調査することが望ましいと思う。

さらに、本件に係り日本ができる技術援助の分野に、専門家を派遣してプロジェクトの早期立ち上げを支援することがあると思う。そうすることにより、滞りのない事業の実現が可能となり、F/Sの調査結果の有効性を通貨リスク、つまり為替面で失うことが少なくてすむと思われる。

(3) 在インド日本大使館（1月21日火曜日12:00 ニューデリー）

谷野 作太郎	特命全権大使
小島 誠二	公使
川上 良	参事官
阪田 渉	一等書記官
福岡 正人	一等書記官

1) 調査の概要説明

調査団は、本調査団の目的及び対処方針並びにプロジェクトの要点について説明した。

2) ブータン国との関係

以下、谷野大使の話の要約。

大使自身が、1年前にブータン国を訪問した際、本案件についての先方政府の日本に対する期待の大きさを痛感した。

ブータン国は先進大国のうち、唯一日本とのみ外交関係を持っており、非常に親日的である。日本からの経済援助も同国においては大変歓迎されており、現在協力隊員も約40人ほど（正確には34人）活動を続けている。

また、最近実施されている通信部門での日本の技術援助（無償、NEC）が、ブータン国民の生活に大変化をもたらし、同国の歴史に残る重要な援助となっている。

本案件については、初の鉱工業部門の開発調査として、当大使館は大きな期待を寄せており、早期に調査が実現することを望んでいる。

(4) 在インドブータン大使館（1月21日火曜日15:00 ニューデリー）

NADO RINCHHEN	大使
SANGYA RINCHHEN	二等書記官

1) 大使からの歓迎の弁

ブータン政府として、調査団の訪問を歓迎し、日本政府に感謝する。日本とブータンは文化的にいくつかの共通点を持ち合わせており、親しみを感じる。また、経済協力は15年前から行われており、日本はブータンにとって大変な友好国である。

個人的には、大使自身も日本に公用で渡航経験があり親しみを感じている。

2) 通信部門の援助に係る大使の話

現在、ブータン国内で実施されている電話網整備はブータン国民に大変歓迎されており、ブータンにとって歴史に残る重要な事業である。

3) 本プロジェクトを優先する理由

以下が、本電力事業を優先して実施するブータン側の理由。

1. MP及びPre-FISが実施されている。
2. 首都に近くアクセスがよく、非常用電源として使える。
3. インドへ送電する既存の送電線網に近い。
4. インド政府への接触

ブータン政府の要望は、以下のとおり。

今回の調査で売電契約の件は勿論のこと、調査に必要な情報収集を含めて、日本側がインド側に接触するのは避けて欲しい。

そして、インドとの関係はブータン政府が独自に責任をもって対処するので、日本側は今後一切関知しないで欲しい。

4) インドとの売電契約

インドとの売電契約締結には自信を持っており、ブータン側に一切を任せて欲しい。基本的に日本側が扱う問題でないことを理解して欲しい。

5) インドにおける情報収集

調査の必要な情報については、ブータン側が責任をもって入手し、調査団に提供することを約束する。

6) 経済援助の窓口

経済援助の窓口は、大蔵省にあり今回当局に接触することを勧める。

(5) 青年海外協力隊ブータン調整員事務所（1月24日金曜日09:00 ティンブー）

小松 征司 事務所長

小畑 けい子 調整員

1) ブータン国での活動事情

1. 5月末から10月初めまでは雨期で、崖崩れ等が頻繁に起こり交通が遮断されることがある。
また、3月から5月にかけては観光シーズンで、航空機及びホテル並びにレンタカーのブッキングが困難である。
2. プナハが本格調査団の宿泊先として適当ではないだろうか。
3. 車輛のレンタル料は50~60ドル/日であるが、台数が限られている。
4. 事務所で車両を購入したときは、日本から直接輸入したが、発注から納入まで約6ヶ月を要した。

2) 協力隊活動状況

1. 教育分野を中心に現在34名の隊員が活動中。
2. 測量隊員はいない。

3) ブータン国内における貴重種

事務所では、川イルカ、ワニ、ヒマラヤヒョウ、クマ、トラなどがブータン国内に生息すると聞いている。

4) 治安状況

南部インド国境付近で、ゲリラ等の活動地帯があるが、プロジェクトサイト付近では問題は無い

(6) Department of Power, Ministry of Trade and Industry (1月24日金曜日11:30 ティンブー)

KARMA DORJEE	JOINT SECRETARY	DEPARTMENT OF POWER
BHARAT TAMANG YONZEN	SUPERINTENDING ENGINEER	OPE & MATN WING, DOP
D.B. CHETTRI	EXECUTIVE ENGINEER	DIVISION OF POWER
TENZING YONTEN	PROJECT MANAGER	RURAL ELECTRIFICATION UNIT

1) プナ・チャンチュを推す理由

1. 流域面積が広大で、水力発電に適した河川勾配を有している。
2. 環境問題がない。
3. インドに売電市場が存在する。(75,000MWの不足)

2) インド問題

インドは既にこのプロジェクトの存在を知っており、日本の調査団が活動していることも知っている。今のところ、F/Sを実施するだけなのでインドに対して売電の話を持ち込むには時期尚早だと考える。従って、日本側がインドと接触する必要はなく、そうして欲しくない。

3) 民間部門の参加について

本プロジェクトに国の内外を問わず民間部門が参加することに対しては、決して否定的ではなく柔軟に対応していきたい。ただし、電力部門において現在そういう状況を想定した政策や法制度を持ち合わせておらず、今後の検討課題だと言える。

電力部門以外では、シリコン産業における日本の丸紅の参加やセメント産業部門でインドの民間企業 (ACCI) の参加の実績がある。

4) 資金調達

莫大な事業資金を調達する際に、ローカルコスト負担の問題があるが、ブータン政府はその取り扱いに自信を持っている。ただし、具体的な手法は今後の検討課題である。

ブータン側は、事業予算の見積もりをより少なく見ている。その理由としては、河川が急峻であり落差を稼ぎやすいこと、さらにダムサイトの谷が狭く深いため水没地が少なく、ダムの建設費が安くすむことである。

5) 地形図関係

1/50,000の地形図は入手可能。日本への持ち出しも可能。

航空写真を撮るのは容易ではなく、図化に使用するには精度の観点から勧められない。以前にオーストリアが小型飛行機を持ち込み撮影した。しかし、谷が深いことと森林が濃く茂っているため、正確なものを作れなかった。

6) SAVのサイナー

電力局長がサイナーで大蔵省の援助窓口機関がカウンターサインできる。

7) 氷河湖決壊洪水

最近ではサンコシュ川の流域では1994年10月7日に氷河湖決壊洪水が起き、住民にも被害が出たが、計画地点上流付近での増水時の水位は最大で7mで、通常雨期における既往最大水位の9mよりも少なかった。その水位変化の記録が残っておりデータ提供をする。

電力局としては、異常洪水設計の範囲で対処できるものと考えており、それに係る調査を今回の開発調査に盛り込んで欲しい。

8) 環境問題

ブータン側としては、なんら大きな環境問題が存在するとは考えていない。しかし、E.I.A.を実施する事に依存はなく、日本の報告書を基礎にブータン側でE.I.A.を準備することに同意した。E.I.A.は最終的にブータン政府のEnvironmental Commissionに提出され、審査を受ける。

9) M/Pのレビュー

M/Pのレビューを行い、調査に改めてダムサイト及びダムタイプの選定を盛り込んで欲しい。

10) 土地所有

国有あるいは農業目的の私有がある。私的所有の形態としては、個人所有やコミュニティの集団所有があるが、何れにしても私有地は全体の中で非常に少ない。

11) 治安状態

調査地域の治安状況は非常によい。取り立てて危険な動物も存在しない。

12) 現地調査工事

A) ボーリング調査

地質・鉱業局に実施機関があるほか民間企業にも可能なものがある。

B) 物理探査

ブータン国内では調達不可能。

C) 航空測量

日本から調達することを勧める。インド企業の参画は好ましくない。

D) 地上測量

ブータン国内で調達可能。

E) コアテスト

ブータン国では不能。日本あるいはタイで行うことを勧める。インドは好ましくない。

F) 横坑

ブータンのコンサルタントが対応できる。インドのコンサルタントに直接依頼するのは避けて欲しい。

G) 航空測量

ブータン国内では、調達不可能。日本から調達することを勧める。

(7) ブータン国大蔵省 (Ministry of Finance) (1月24日金曜日15:30 ティンブー)

WANGDI NORBU

DIRECTOR

BUDGET & AID COORDINATION DIVISION

1) UNDERTAKINGSについての回答

これまでに日本の援助を受け入れてきた中で、既に周知の問題で相互に理解されていると思う。したがって、今回の開発調査においてもなんら問題があるとは思わないが、今一度確認して知らせる。

2) 資金調達について

以下、事務官の弁。

プロジェクトの資金調達の件については、調査団が指摘するように多国間あるいは複数の融資機関による援助を模索する必要があると思う。この点についてはブータン政府も認識をしており、また、資金調達は当国の責任において解決する問題であると考え。資金協力の件は、これからの検討課題であり、調査と平行して検討して行くつもりであるが、最終的にはやはりF/Sの結果を待ち、具体的な動きを開始したい。

(8) Division of Power, Ministry of Trade and Industry (1月29日水曜日10:00 ティンブー)

KARMA DORJEE

D.B.CHETTRI

BHARAT TAMANG YONZEN

TENZING TONTEN

JOINT SECRETARY

EXECUTIVE ENGINEER

SUPERINTENDING ENGINEER OPE & MATN WING.DOP

PROJECT MANAGER RURAL ELECTRIFICATION PROJECT

DEPARTMENT OF POWER

DIVISION OF POWER

1) 調査団の現地調査所感

プロジェクトに対する調査団の所感を水力計画、地質及び土木等の技術的観点から説明。(現地報告書参照)

ダムサイトにはライムストーンあるいはドロマイトが存在する可能性があり、横坑の必要性は今後の検討課題である。

2) 調査環境

ブータン政府は予算及びオフィススペースの不足から調査団に対してオフィスを提供することは難しい。治安問題は存在しない。ホテルは問題ない。車輛は提供できない。調査を実施するときには川を渡る手段を日本側に負担して欲しい。

(9) 貿易産業省大臣室 (1月29日水曜日11:00 ティンブー)

リンポ・オム・ブラダン

ブータン国貿易産業省大臣

以下、大臣の弁の要約。

1) ブータン国での水力発電事業の位置付けについて

ブータン国においては、国民経済発展の手段として、水力発電事業に最大のプライオリティーと期待を寄せている。

現在計画している事業を展開して行けば、確実に大きな経済発展と国民生活の向上がブータンで見られると思う。

また、地方の農村電化を実現することは、国内の平等な生活向上の観点から非常に望ましい。

2) プナ・チャンチュプロジェクトについて

世銀とノルウェーの援助により策定された、電力システムマスタープラン及びPtc-F/Sによれば、プナ・チャンチュプロジェクトはタラプロジェクトに次ぎ、最も優先順位の高いプロジェクトである。

このプロジェクトにおいては、日本の最新の技術による協力を期待している。

3) 外国民間資本の参加について

ブータン国においては、水力事業以外の産業セクターで、最近、いくつかのプロジェクトにインドや日本の外国民間資本の参加が見られ始めている。しかし、わが国の人口及び経済の規模から鑑み外国資本が与える影響を考慮し、さらに文化の独自性を維持することを考えれば、基本的には外資導入に慎重な態度を採らざるを得ない。

わが国の独自性を脅かすような大国に対しては、今のところ民間協力を受け入れるつもりはない。

4) 国際機関の資金援助について

本プロジェクトにおける資金調達の問題は、F/Sの調査結果をまっぴら具体的に進めたい。

また、今のところ水力事業で得られる外貨は、ルピーあるいは可能性があるとするドルであり、他の外貨の獲得は困難である。したがって、資金調達においてはその面で援助元の制約があることを認識している。

しかし、日本の資金協力を得られるとすれば、これを非常に歓迎するものであり、その返済方法については、相互に検討する余地があると思う。例えば、現在丸紅が国内に投資しているシリコン産業において、

円貨を獲得している様に、様々な方法が考えられると思う。

5) ブータン国の国際収支について

現在、ブータン国のアカウントバランスは非常に良く、対外的に負債を抱えていない。

そうした観点からは、日本の機関あるいはその他の国際機関においても、資金援助しやすい環境にあるのではないか。

4. 案件評価

(1) プロジェクトの背景

人口が少なく、農業以外の産業の未熟なブータン国では、電力需要は少なく、当面十数万kW程度の電力供給量増加があればよいとされている。また、ブータン国の理論包蔵水力は20,000MW、開発可能水力は6,000MWと推定され、1994年現在開発済みの22地点の電力量342.15MWのうち約86%の294.25MWはインドに輸出されている。

一方で、電力不足が慢性的であり、2006年までに60,000MW分の発電所増設が必要とされるインドでは、様々な対策が講じられている。例えば1989年に電力省の監督下に全国の高圧送電線全ての運転・保守業務を主管するパワーグリッド公社が設置され、事業者相互間の送電を促進するばかりでなく、発電、送電の双方に対する国内外の民間投資を促すものと期待されている。

したがって、電力資源としてのブータン国内の包蔵水力及び売電市場としてのインドの電力不足が好条件で存在していることは明らかである。

(2) プロジェクトの経済・社会的潜在効果

ブータン国では、1994年現在において国家財政の中で電力収入が33%を占め、将来に渡って、インドへの電力輸出により安定した財源を確保し、国内の経済の活性化及びインフラ整備を図る「電力立国」を目指している。

また、安定かつ安価な電力を大量に必要とするシリコン産業（丸紅）やセメント産業（インド系企業）などに見られるように、国内市場についても部分的ではあるが日本などの外国資本に解放した実績を作っており、将来的に安価で豊富な電力を売り物とした工場立地の可能性がある。

したがって、本プロジェクトの実現による潜在的経済波及効果は、計り知れないものがあると考えられる。

(3) プロジェクトの経済性（財務評価）

ノルウェーの援助で作成されたPre-F/S レポートによれば、プナ・チャンチュプロジェクトの建設コストは約500億円であり、年間発電量見込みは33億kWhで売電単価を1.0¢/kWhとすれば（インドでの火力発電売電単価は1.5～1.8¢/kWh）、年間売電収入は約100億円となる。1994年の政府総収入が約145億円であることに鑑みれば、本件が如何に大きなインパクトをブータン国経済に与えるかが想像できる。

さらに、同レポートによれば、IRRを10%と仮定したときの発電コストは、2.17 US¢/kWhとなっており、インドでの代替火力の発電コストを4.8 US¢/kWhと想定していることに比べると非常に低い値である。このことは、好条件での売電契約締結の可能性を秘めていることを示している。

一方、現在売電をしているチュカ発電所のインドへの売電価格は1.2 US¢/kWh（1996年度現在、近年増額交渉に成功）であるが、これは建設費にインドよりのグラント（60%）を含んでいるので売電価格の予想価格及びその根拠にはならないと考えられる。

したがって、インドとの売電契約の締結に関しては、今のところ不確定要素が多いが、本プロジェクトにとって無理の無い価格で売電価格を設定することが可能であることは、上記のレポートより判断できる。

(4) 技術移転の有効性

電力立国を目指しているブータン国においては、官民を問わず電力事業に関わる専門家の育成に苦慮している。専門家の絶対数を増やすことも急務であるが、既に欧米で教育を受けた人材に対して、実務経験を積ませてやることも急務かつ重要な課題である。

また、少人数で操業できる日本式の発電設備を将来備えることは、技術者不足対策として大きな効果がある。

したがって、本開発調査において、カウンターパートとして、あるいはローカルコンサルタントとして、ブータン国の専門家を対象に日本の水力技術を移転することは、ブータンの国益上非常に有益であることが言える。

(5) 環境面

近年、途上国における大規模水力発電開発に対して、国際的に批判的な意見が大勢を占める中、本件は、当地の特殊な自然条件と湛水池面積の少ない流れ込み式であること、さらに地下発電所式であることから自然環境面で無害な案件と言える。

一方、社会環境面から考察すると、伝統的な文化の維持に関連した要素を除けば、本件のような大規模開発の実施は、雇用の創出、付随するインフラの整備、国内産業の活性化など、国民生活向上に大きく貢献する要素を多く含んでいると考えられる。

このように環境面で優良かつ援助の投資効果が顕著に期待できる水力案件の開発調査は珍しく、昨今の状況から高い評価を与えられるものと思われる。

(6) プロジェクトの実現性について

ブータン国においては、インド単独の援助による水力発電所建設の他に、世銀及びノルウェーの援助により策定された電力システムプランに基づく国内の有力な水力発電地点の開発計画が進行している。

インドの援助による発電所建設の実績は、既設のチュカ (336MW)、建設中のクリュー (45MW)、建設が決定されたタラ (1,020MW) 等がある。これらは、インドのグラント60%、ローン40%のスキームで行われている。

また、電力システムプランに基づくものとしては、本件のサイトに近い場所にオーストリアの援助でパフュー (61MW) が建設中であり、将来本件の建設工事の電源としての利用も期待されている。さらに、ブナ・チャンチュはノルウェーの援助によりF/S が実施されたほか、同国によりマゲチュ (265MW) のF/Sが作成中であり、またワツェ (900MW) のF/Sはインドにより完成されている。

本件は、ブータン国の開発計画の中で、タラ発電所に次ぐプライオリティを約束された案件で、ブータン政府は国運を賭けて取り組んでいる。

本件の資金調達に関してブータン政府は、具体的な計画を明らかにしてはいないが、日本の円借款に対する期待を大きく持っていることを明らかにしている。以下に、ブータン政府関係者の発言の要旨をまとめる。

1) ブータン国大蔵省経済援助担当事務官

「プロジェクトの資金調達の件については、調査団が指摘するように多国間あるいは複数の融資機関による援助を模索する必要があると思う。この点についてはブータン政府も認識をしており、また、資金調達は当国の責任において解決する問題であると考えます。資金協力の件は、これからの検討課題であり、調査と平行して検討して行くつもりであるが、最終的にはやはりF/Sの結果を待ち、具体的な動きを開始したい。」

2) ブータン国貿易産業省大臣リンポ・オム・ブラダン

A) ブータン国での水力発電事業の位置付けについて

「ブータン国においては、国民経済発展の手段として、水力発電事業に最大のプライオリティーと期待を寄せている。

現在計画している事業を展開して行けば、確実に大きな経済発展と国民生活の向上がブータンで見られると思う。

また、地方の農村電化を実現することは、国内の平等な生活向上の観点から非常に望ましい。」

B) プナ・チャンチュプロジェクトについて

「世銀とノルウェーの援助により策定された、電力システムマスタープラン及びPre-F/Sによれば、プナ・チャンチュプロジェクトはタラプロジェクトに次ぎ、最も優先順位の高いプロジェクトである。このプロジェクトにおいては、日本の最新の技術による協力を期待している。」

C) 外国民間資本の参加について

「ブータン国においては、水力事業以外の産業セクターで、最近、いくつかのプロジェクトにインドや日本の外国民間資本の参加が見られ始めている。しかし、わが国の人口及び経済の規模から鑑み外国資本が与える影響を考慮し、さらに文化の独自性を維持することを考えれば、基本的には外資導入に慎重な態度を採らざるを得ない。

わが国の独自性を脅かすような大国に対しては、今のところ民間協力を受け入れるつもりはない。」

D) 国際機関の資金援助について

「本プロジェクトにおける資金調達の問題は、F/Sの調査結果をまっけて具体的に進めたい。

また、今のところ水力事業で得られる外貨は、ルピーあるいは可能性があるとするドルであり、他の外貨の獲得は困難である。したがって、資金調達においてはその面で援助元の制約があることを認識している。

しかし、日本の資金協力を得られるとすれば、これを非常に歓迎するものであり、その返済方法については、相互に検討する余地があると思う。例えば、現在丸紅が国内に投資しているシリコン産業において、円貨を獲得している様に、様々な外貨獲得方法が考えられると思う。」

E) ブータン国の国際収支について

「現在、ブータン国のアカウントバランスは非常に良く、対外的に負債を抱えていない。

そうした観点からは、日本の機関あるいはその他の国際機関においても、資金援助しやすい環境にあるのではないか。」

これまでの調査結果から実現性を評価するとすれば、以下の2つの評価要素が考えられる。

まず第一に、政策上本件に高いプライオリティーを与えて取り組んでおり、内貨負担の問題を含めて資金調達について自信を持っているとする先のブータン政府の発言を如何に評価するかという要素。

第二に、インドとのリーズナブルな売電契約の締結を前提条件として、上記Pre-F/Sの結果にも見られるような本件の高い経済性を如何に評価するかという要素。

