

ネパール連邦民主共和国 気候変動分野 プロジェクト形成調査報告書

平成 20 年 7 月
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構
南アジア部

地 二

J R

08-008

目 次

目 次

調査対象地域図

調査写真

略語表

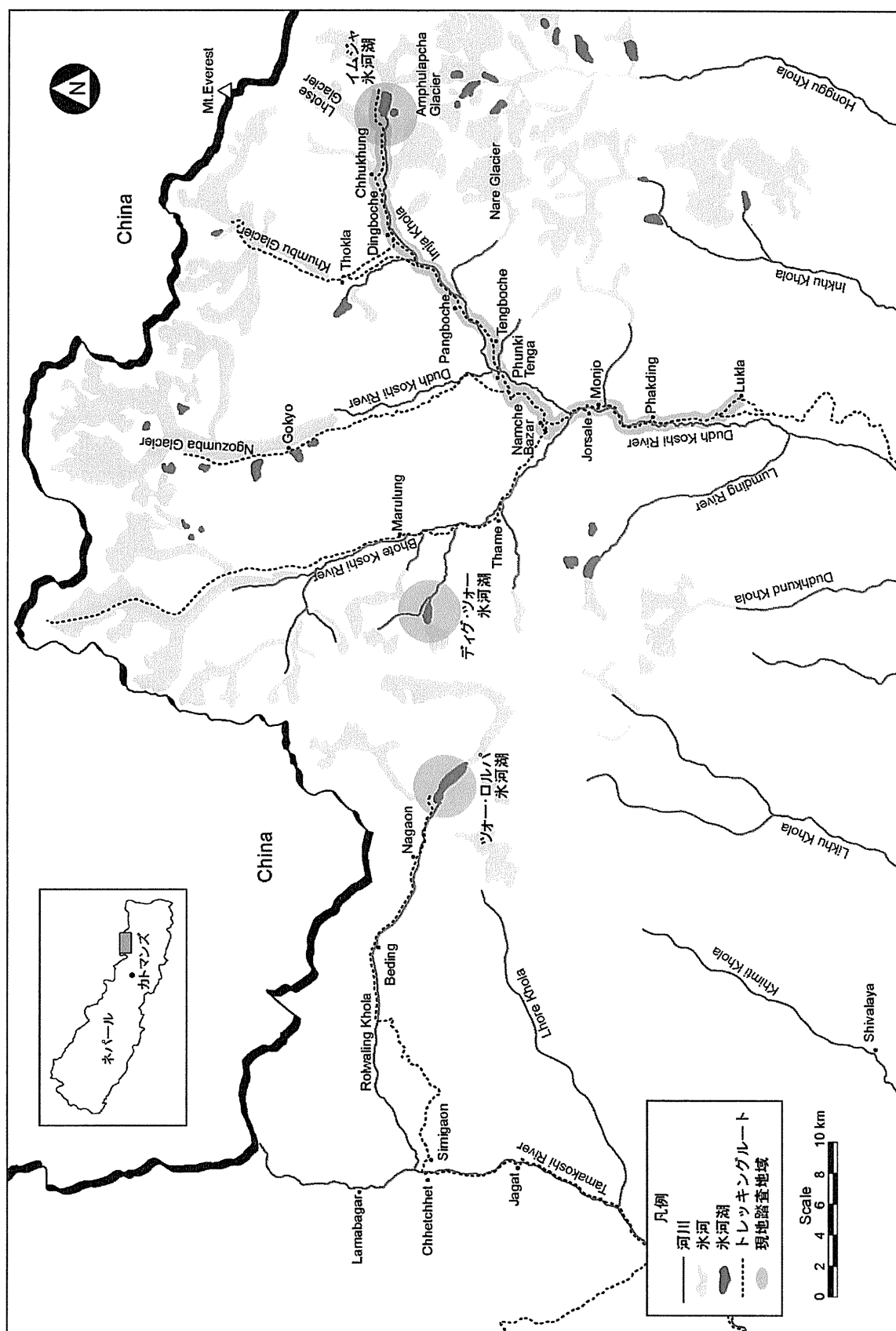
要 約

第1章 調査の概要	1
1-1 背景・経緯	1
1-2 調査の目的	2
1-3 調査団の構成	2
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者	2
第2章 調査結果概要	5
2-1 ネパールにおける気候変動に対する取り組みの現状と課題	5
(1) ネパールにおける気候変動	5
(2) ネパールにおける気候変動政策の現状	5
2-2 ネパールにおける氷河湖決壊洪水（GLOF）	5
(1) 氷河湖決壊洪水（GLOF）について	5
(2) ネパールにおける氷河湖決壊洪水（GLOF）の概要	6
(3) ネパール国家開発計画・防災分野における氷河湖決壊洪水（GLOF）の位置づけ	6
(4) ネパールの防災管理体制と氷河湖決壊洪水（GLOF）モニタリング体制について	7
(5) ネパールにおける調査研究体制について	9
2-3 イムジャ氷河湖、ツォー・ロールパ氷河湖現地調査結果	9
(1) イムジャ氷河湖、ツォー・ロールパ氷河湖の位置づけ	9
(2) 各氷河湖の状況とリスク評価	9
(3) イムジャ氷河湖周辺の地勢、自然・地理条件	13
(4) 災害発生時のリスク評価	17
(5) 対策工の可能性	19
2-4 過去に実施された対策事業の評価	20
(1) 対策工事	20
(2) 予警報システム	22
2-5 環境社会配慮面の留意点	22
2-6 他ドナーの動向	22
2-7 わが国他機関による支援の動向（日本山岳会や大学など）	24
2-8 JICAによるこれまでの支援概要	26

第3章 わが国の協力方針	27
3-1 解決すべき課題の整理	27
3-2 協力の基本方針（考え方）	31
3-3 協力案件の提言	32

付属資料

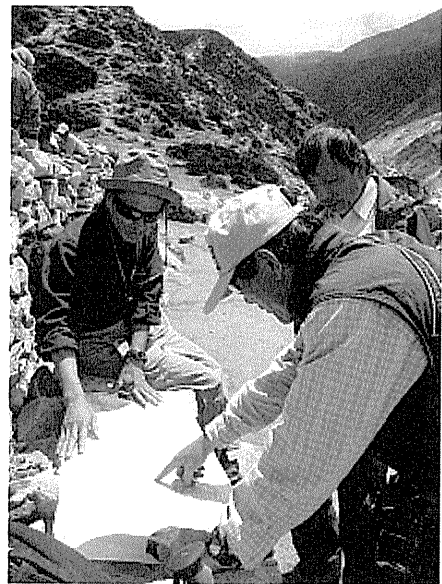
1. 調査日程	37
2. 面談議事録	38
3. 収集資料リスト	53
4. 主な参考文献リスト	55
5. セミナー資料	56



調査写真



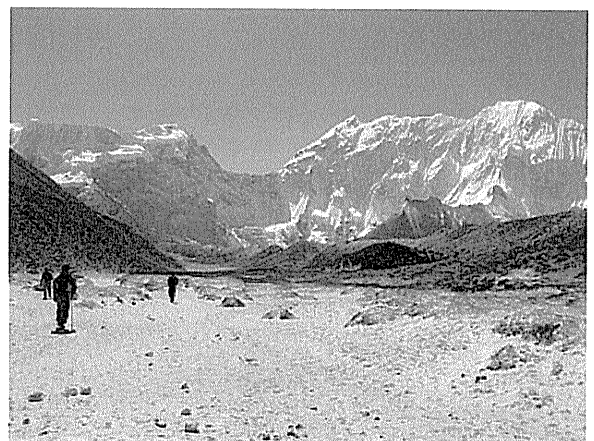
ICIMODとの協議



ドウドウコシ流域の調査



水文気象局（DHM）との協議



イムジャ氷河湖周辺踏査



調査結果報告セミナー開催



現地踏査キャンプ地にて

略 語 表

ADB	: Asian Development Bank	アジア開発銀行
CCN	: Climate Change Network	気候変動ネットワーク
CDM	: Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
DFID	: Department for International Development	英国国際開発省
DHM	: Department of Hydrology and Meteorology	水文気象局
DNA	: Designated National Authority	指定国家機関
DOS	: Department of Survey	測量局
DWIDP	: Department of Water Induced Disaster Prevention	治水砂防局
EIA	: Environmental Impact Assessment	環境影響評価
GIS	: Geographic Information System	地理情報システム
GLOF	: Glacial Lake Outburst Floods	氷河湖決壊洪水
ICIMOD	: International Centre for Integrated Mountain Development	国際総合山岳開発センター
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
JST	: Japan Science and Technology Agency	独立行政法人科学技術振興機構
MDGs	: Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MoEST	: Ministry of Environment Science and Technology	環境科学技術省
MOF	: Ministry of Finance	財務省
MOHA	: Ministry of Home Affairs	内務省
NAPA	: National Adaptation Programs of Action	国別適応行動計画
NEA	: Nepal Electricity Authority	ネパール電力公社
NGO	: Non-Government Organization	非政府組織
NPC	: National Planning Commission	国家計画委員会
PRSP	: Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略文書
UNDP	: United Nations Development Program	国連開発計画
UNDP/GEF	: United Nations Development Program/ Global Environment Facility	国連開発計画地球環境 ファシリティ
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組 条約

WECS	:	Water and Energy Commission Secretariat	水資源省水資源委員会
WWF	:	World Wide Fund for Nature	世界自然保護基金

要 約

1. 調査の目的と概要

ネパール連邦民主共和国（以下、「ネパール」と記す）ヒマラヤ山系における氷河湖決壊洪水（GLOF）に関し、現状把握と支援ニーズに係る情報の収集、及び実現性の高い具体的な協力案件の検討を目的として、プロジェクト形成調査団を派遣した。調査団は、2008年5月18日よりネパールに滞在し、同年5月20～30日の間クーンブ地域の現地踏査（イムジャ氷河湖、ディグ・ツォー氷河湖、ツォー・ロールパ氷河湖）を行うとともに、カトマンズにおいて主要機関と協議を行った。

2. 調査結果概要

(1) ネパールにおける GLOF 概要

ヒマラヤには9,000の氷河湖が存在するが、ネパールにはうち2,323湖が存在し、20湖が決壊の危険性が高いといわれている。ネパール国内では、古くはポカラ盆地がアンナプルナ山麓のGLOFにより形成されたといわれており、近年では14件のGLOF（うち9件はチベット領内で発生）が確認されている。危険箇所は東部に、とりわけドウドゥコシ川流域に集中している。これまでネパール国内で発生した主なGLOF被害としては、以下の2件があげられる。

・ザングザンボ GLOF (1981 年) : 中ネ友誼橋とアルニコハイウェイが被災。被災額 3 億円以上。

・ディグ・ツォー GLOF (1985 年) : ナムチェ発電所、14 橋が被災。被害額 1 億 5,000 万円。

(2) 国家開発計画・防災分野における位置づけ

ネパールの政策レベルで重要な役割を果たす財務省(MOF)や国家計画委員会(NPC)では、GLOFに対する認識は極めて低く、水資源省との意見交換や、暫定3ヵ年計画(国家開発計画)の内容から判断すると、国家開発課題としてのGLOF対策の優先度は必ずしも高くない。防災分野でも、毎年数百人の死者が発生する洪水や土砂災害に比べ優先度は低い。

(3) 解決すべき課題

GLOFは非常に特殊な分野であり、その対策検討において解決すべき課題は多い。今回調査で確認した課題は以下のとおり。

- 1) 対象箇所の特殊性（高所であり、調査、事業実施のためのコスト、リスクが高い）
- 2) 既往 GLOF 記録の整理の必要性
- 3) 氷河湖形成発達機構の解明の必要性
- 4) GLOF 発生メカニズム（決壊機構）の解明の必要性
- 5) GLOF の現象把握の必要性
- 6) 氷河湖とその下流の特性を把握した氷河湖ごとの GLOF 対策の必要性
- 7) 対策実施上の課題

- a) 排水路工：氷河湖そのものでの排水対策が最も効果的であるが、安易な工事ではかえって GLOF を誘発するおそれがあるため技術開発が必要。多額のコストが想定され、便益との

慎重な比較が求められる。

- b) ハザードマップ：ハザードマップは住民に災害の危険度・避難場所・避難経路等の情報を提供するもの（住民避難用）と災害対策を行う各行政部署がそれぞれの業務を検討するためのもの（行政検討用）と目的を明確にし、作成する必要がある。
- c) 橋梁・トレッキング道の付け替え：シミュレーション等により付け替えの必要性を評価する必要がある。
- d) 早期警報・避難システム：発生後数分内に到達するという特殊性を考慮のうえ、①対象地域の被害想定、②被害想定に基づいた警報後の避難計画策定、③住民による予警報の理解、④維持管理体制の確立が必要。
- e) 啓発活動：洞爺湖サミットを控え気候変動による氷河湖への影響が注目を集めるなか、日本から多くの調査団やマスコミが氷河湖から下流の村々を訪れている。単にGLOFによる危険度を周知するだけでなく、正しい知識を伝える活動を心がけるべき。
- f) 多角的・総合的な視点でのGLOF対応人材育成の必要性：行政・研究そして多分野にわたる複数機関との連携を確保のうえ、雪氷学や気象学、水文学を学び、次世代にそれを伝えることのできるシステム、人材の拡大再生産が可能なシステムの構築が望まれる。

3. 想定される協力内容

上記調査結果に基づき、調査団が提案する協力内容は以下のとおり。

(1) 検討の前提条件

- 1) GLOFは必ずしもネパールの国家開発課題の優先課題ではなく、防災分野での優先度も高くない。
- 2) 日本国内においては気候変動の象徴的な影響としてとらえられている。
- 3) 特殊な分野であり日本国内のリソースが限られている。
- 4) 技術的な課題が多く、技術開発や研究が必要。
- 5) 雪氷、地質、防災、水文気象等の多分野、多機関にかかわる。
- 6) ネパール関係機関、特に政府機関の本分野での能力、人材、経験は極めて限られている。

(2) 形成方針

- 1) 象徴的な案件に対する象徴的な対応とし、費用対効果を考慮し限られた投入とする。
- 2) 研究と監視、対策を両立させる体制を確立する。
- 3) コミュニティでの現場の活動を含める。
- 4) 複数機関、大学との連携を図る。

気候変動により深刻化するヒマラヤ山岳地域での災害適応プロジェクト

(1) Super Goal：

GLOFについて、研究、監視を持続的に実施し、コミュニティと関係機関が対応する能力と体制が構築される。

(2) 目 的：

- 1) 研究と監視、対策のキャパシティ・ディベロップメント
- 2) GLOF 防災データベースの構築
- 3) コミュニティ防災のキャパシティ・ディベロップメント

(3) 活動とインプット：

- 1) GLOF 防災データベース
- 2) 関連技術検討：早期警報・避難体制、対策工事、ハザードマップ、啓発、氷河湖決壊洪水対策、人材育成
- 3) コミュニティ防災

第1章 調査の概要

1-1 背景・経緯

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、「地球温暖化は疑う余地がない」として、海水面の上昇による低地の水没、熱帯性低気圧の大型化や早魃などの異常気象の増加、感染症による健康被害の増加、水資源の枯渇、食糧生産の減少等、広範な悪影響を予測している。このため国際社会は温暖化に影響を与えている温室効果ガスの削減に向け、中長期的な目標を立て、ポスト京都議定書の枠組みを構築する方向に進んでいる。

こうした状況のなか、特に災害に対する脆弱性が高い途上国では、大きな被害が懸念されており、開発途上国をめぐる問題が大きな課題となっている。また、「ミレニアム開発目標（MDGs）」達成にも大きな支障となることが懸念されている。そうした懸念が増大するなかで開発途上国においては、係る影響に対処するための技術・資金等が不足しており、先進国からの広範な技術移転・資金支援が重要な課題となっている。

JICAは、日本政府の方針を踏まえ、これまでにJICAが培ってきた開発途上国支援の経験・成果や日本の経験と技術を最大限活用し、以下の方向性に基づき気候変動対策を積極的に実施している。

- (1) 重点国との政策的枠組みを踏まえ、分野横断的な視点を踏まえた協力を実施
- (2) 民間の技術も含め、日本の先進的な技術を積極的に活用
- (3) 開発途上国の経済開発及び住民の生計向上と温室効果ガスの削減を両立し得る開発を重視
- (4) 国際社会に貢献する研究の推進（例：低炭素社会に係る基礎研究）

ネパール連邦民主共和国（以下、「ネパール」と記す）ヒマラヤ山系では、およそ半世紀ほど前から氷河湖の形成が始まった。1950年代から突発的な洪水がみられるようになっていたが、主に雨期に発生していたことから、当初は降雨による洪水と思われていたものが、各種研究を通じて氷河湖の決壊による洪水（GLOF）であることが判明した。国際総合山岳開発センター（ICIMOD）の報告（2001年）によれば、ネパールには2,323湖、ブータンには2,674湖の氷河湖が存在し、そのうちネパールでは20湖、ブータンでは24湖の氷河湖に関して決壊による洪水のリスクが高まっているとされている。

IPCC第4次報告書では、気候の変化がヒマラヤ山系における氷河の融解を促進し、氷河湖の拡大・増加に影響を及ぼしている可能性が高く、氷河湖の決壊による突発的な洪水リスクが高まっていると報告されている。近年高まる氷河湖決壊のリスクは、下流域の人々の生命・生活、水力発電所や橋梁等のインフラ施設の破壊など、多大な影響を与えることが懸念されている。2007年12月3、4日に大分県別府市で行われたアジア・太平洋水サミットにおいて、ICIMODが中心となり氷河湖問題に関するセッションを開催し、国内外からの注目も高まっている。

係る状況を受けて、JICAでは「ヒマラヤ氷河湖に対する国際協力（JICA、他ドナー）及び調査研究の実績調査」を実施し、過去の協力実績及び日本のリソースについて整理を進めたところである。右結果を踏まえつつ、現在のヒマラヤ山系における氷河湖の状況を把握し、現地事情に即した気候変動分野におけるわが国協力の可能性について検討するために、プロジェクト形成調査団をネパールに派遣することとした。

1-2 調査の目的

ネパールヒマラヤ山系における氷河湖の状況を把握し、現地事情に即した気候変動分野におけるわが国協力の可能性について検討するために、以下を目的として、プロジェクト形成調査団をネパールに派遣した。

- (1) 当該セクター概況の把握：気候変動の影響に伴い、氷河湖決壊によりネパールが直面する災害リスク、右に限らないネパールの災害管理体制の課題、他ドナーや国際機関等の動向、当該分野重点課題の確認、中長期的に改善すべき実行可能な解決策、支援ニーズに係る情報を収集する。
- (2) 実現性の高い具体的な協力案件の検討について、事業効果、難易度、緊急性、他ドナーの動向、わが国支援スキームとの整合性などを踏まえ、ショートリスト化し、その概要をまとめる。

1-3 調査団の構成

調査団は、以下の団員で構成された。

	名 前	担 当	所 属
官団員	石渡 幹夫	総 括	JICA 国際協力専門員
	山田 知充	氷河水文学	NPO 法人 雪氷ネットワーク 理事長
	檜垣 大助	土砂災害対策・防災	弘前大学 農学生命科学部 教授
	丸尾 祐治	地形・地質	JICA 国際協力専門員
	服部 修	防災対策・予警報	JICA 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第一課
	亀井 温子	協力企画	JICA 南アジア部 南アジア 第二課
コンサル タント	児玉 真	土砂災害・ 災害リスク評価	いであ株式会社 海外事業本部 技術部 グループマネージャー

1-4 調査日程

付属資料 1 のとおり。

1-5 主要面談者

(1) 政府機関

1) 国家計画委員会 (NPC)

Er. Rama Kant Gauro

Member, Infrastructure sector

2) 財務省 (MOF)

Mr. Thiwari

Japan Desk Officer

Mr. Krishna Bahadur Bohara

Section Officer

3) 環境科学技術省 (MoEST)

Mr. Laxman Prasad Mainali

Joint Secretary, Chief Law and Convention Division

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| Mr. Mathbar K. Adhikari | Under Secretary |
|-------------------------|-----------------|
- 4) 水文気象局 (DHM)、MoEST
- | | |
|-----------------------------|---|
| Mr. Nirmal Hari Rajbhandari | Director General and Permanent Representative of Nepal with WMO |
| Mr. Om Ratna Bajracharya | Senior Divisional Hydrologist |
| Mr. K.P. Buahu Jheki | Senior Divisional Meteorologist |
| Mr. Keshav P. Sharma | Deputy Director General |
| Mr. Suresh Chand Pradhan | Hydrological Assistant |
- 5) Alternative Energy Promotion Centre, MoEST
- | | |
|-------------------------|--------------------|
| Dr. Govind Raj Pokharel | Executive Director |
|-------------------------|--------------------|
- 6) 治水砂防局 (DWIDP)、Ministry of Water Resources
- | | |
|------------------------------|---|
| Mr. Narayan Prasad Bhattarai | Director General |
| 加藤 仁志 | JICA Disaster Prevention Advisor to DWIDP |
- 7) 水資源省水資源委員会 (WECS)、Ministry of Water Resources,
- | | |
|------------------------|-----------------|
| Mr. Shital Babu Regmee | Joint Secretary |
|------------------------|-----------------|
- 8) 測量局 (DOS)
- | | |
|--------------------------|-----------------|
| Mr. Thir Bahadur G.C. | Under Secretary |
| Mr. Shambhu Pd. Marasini | Section Officer |
- 9) 内務省 (MOHA)
- | | |
|----------------------------|-----------------|
| Mr. Krishna Bahadur Bohara | Section Officer |
|----------------------------|-----------------|
- 10) ネパール電力公社 (NEA)
- | | |
|-------|---|
| 尾崎 行義 | JICA Expert (Electric Power Department) |
|-------|---|
- (2) 二国間
- 1) 日本大使館
- | | |
|------|-------|
| 藤原 直 | 公使参事官 |
| 吉野 睦 | 一等書記官 |
- 2) 英国国際開発省 (DFID)
- | | |
|------------------|--|
| Ms. Clare Shakya | Sr. Regional Environment and Water Adviser |
|------------------|--|
- (3) 国際機関、非政府組織、その他
- 1) ICIMOD
- | | |
|--------------------------|--|
| Dr. Ramesh Ananda Vaidya | Senior Visiting Scientist, Environment and Sustainable Development |
| Mr. Milan Raj Tuladhar | Director, Administration and Finance |
| Ms. Julie Dekens | Institutional Specialist Integrated Water and Hazard Management |
| Dr. Mats Eriksson | Programme Manager, Water, Hazards & Environmental Management |
| Dr. Madhav Karki | Deputy Director General |

Dr. Arun B. Shrestha	Climate Change Specialist Integrated Water and Hazard management
Mr. Pradeep K. Mool	Remote Sensing Specialist Integrated Water and Hazard Management
Mr. Deo Raj Gurung	GIS Analyst
Mr. Samjwal Ratna Bajracharya	Geo-morphologist
2) 国連開発計画 (UNDP)	
Mr. Vijaya P. Singh	Assistant Resident Representative, Environment, Energy & Disaster Reduction Unit
3) 世界自然保護基金 (WWF)	
Mr. Sandeep Chamling Rai	Program Manager-Climate Change & Energy
Ms. Moon Shrestha	Climate Change Officer
4) Red Cross	
Mr. Dev Ratna Dhakhwa	Secretary General
Mr. Sanjeev Kumar Kafley	Director, Disaster Management Department
5) Tribhuvan University	
Prof. Dr. Bishal Nath Upreti	Professor, Institute of Science and Technology
	Tribhuvan University Department of Geology
Dr. Vishnu Dangol	Associate Professor, Department of Geology / Chief, Information Technology Division Central Department of Geology
6) Kathmandu University	
Prof. Panna Thapa,	Dean, School of Science, Kathmandu University
Dr. Rijan Bhakta Kayastha	Associate Professor, Department of Environmental Science and Engineering