

**ボリビア国**  
**「氷河減少に対する**  
**水資源管理適応策モデルの開発」**  
**プロジェクト**  
**終了時評価報告書**

平成 27 年 4 月  
(2015 年)

**独立行政法人国際協力機構**  
**地球環境部**

環境
JR
15-098



**ボリビア国**  
**「氷河減少に対する**  
**水資源管理適応策モデルの開発」**  
**プロジェクト**  
**終了時評価報告書**

平成 27 年 4 月  
(2015 年)

**独立行政法人国際協力機構**  
**地球環境部**



# 目 次

調査対象地域図

略語表

評価調査結果要約表（和文・英文）

第1章 終了時評価調査の概要.....	1
1-1 協力の背景と経緯.....	1
1-2 終了時評価調査の目的.....	1
1-3 調査団の構成.....	1
1-4 調査日程.....	2
1-5 対象プロジェクトの概要.....	3
第2章 評価方法.....	5
2-1 評価の手法.....	5
2-2 データ収集の方法.....	5
2-3 評価調査の制約・限界など.....	7
第3章 プロジェクトの実績の検証.....	9
3-1 投入の実績.....	9
3-1-1 日本側の投入.....	9
3-1-2 ボリビア側の投入.....	10
3-2 成果の達成状況.....	10
3-3 プロジェクト目標の達成状況.....	15
3-4 プロジェクト活動に対する貢献・阻害要因.....	16
3-4-1 貢献要因.....	16
3-4-2 阻害要因.....	16
3-5 プロジェクトの実施プロセスの検証.....	17
3-5-1 研究・技術開発課題に起因する不確実性.....	17
3-5-2 ドナー間の協調.....	18
3-5-3 ボリビア側の人的資源の不足.....	18
第4章 5項目による評価.....	19
4-1 妥当性.....	19
4-2 有効性.....	19
4-3 効率性.....	20
4-3-1 日本側からの投入の効率性.....	20
4-3-2 ボリビア側からの投入の効率性.....	21
4-4 インパクト.....	22
4-4-1 研究成果に関するもの.....	22
4-4-2 社会実装に関するもの.....	22
4-4-3 他のプロジェクトへの波及.....	23

4-4-4 その他のインパクト .....	23
4-5 持続性 .....	23
4-5-1 政策・制度面 .....	23
4-5-2 組織面 .....	23
4-5-3 財政面 .....	25
4-5-4 技術面 .....	25
4-5-5 社会・文化・環境面 .....	26
第5章 研究課題別終了時評価報告書（JST 評価） .....	27
5-1 研究課題名 .....	27
5-2 研究代表者 .....	27
5-3 研究概要 .....	27
5-4 評価結果 .....	27
5-4-1 地球規模課題解決への貢献 .....	28
5-4-2 相手国ニーズの充足 .....	28
5-4-3 付随的成果 .....	29
5-4-4 プロジェクトの運営 .....	30
5-4-5 今後の研究に向けての要改善点および要望事項 .....	31
第6章 結論 .....	33
6-1 結論 .....	33
6-2 提言 .....	33
6-3 教訓 .....	34
別添資料	
別添資料 1：MP Ver. 3 .....	37
別添資料 2：PO Ver. 3 .....	40
別添資料 3：評価グリッド .....	44
別添資料 4：関係研究者リスト .....	57
別添資料 5：人的投入 .....	59
別添資料 6：機材リスト .....	64
別添資料 7：設置機材概要 .....	66
別添資料 8：GRANDE Report 掲載論文 .....	69
別添資料 9：署名済みミニッツ .....	73







## 略 語 表

略語	英語	西語	日本語
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	Satélite de Observación de Tierra Avanzada	陸域観測技術衛星「だいち」
APMT	Plurinational Authority of Mother Earth	Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra	母なる大地の多民族庁
C/P	Counterpart	Contrapartes	カウンターパート
CRIEPI	Central Research Institute of Electric Power Industry (Japan)	Instituto de Investigación Central de Industria de Energía Eléctrica	(一財)電力中央研究所 (日本)
EPSAS	Public and Social Company of Water and Sanitation	Empresa Publica Social de Agua y Saneamiento	ラパス市・エルアルト市上下水道公社
GCM	General Circulation Model	Modelo de Circulación General	大気循環モデル
GRANDE	Glacier Retreat Impact Assessment and National Policy Development	Estudio del Impacto del Retroceso de Glaciares en la Disponibilidad de Recursos Hídricos	「氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発」プロジェクト
IAHR	International Association for Hydro-Environment Engineering and Research		国際水圏環境工学会
IAHS	International Association of Hydrological Sciences		国際水理学会
IDB	Inter-American Development Bank	Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
IDH	Direct Tax on Hydrocarbons	Impuesto Directo a los Hidrocarburos	炭化水素直接税
IEM	Institute of Material Testing - UMSA	Instituto de Ensayo de Materiales - UMSA	材料試験研究所 (サン・アンドレス大学)
IHH	Institute of Hydraulics and Hydrology - UMSA	Instituto de Hidrología e Hidráulica - UMSA	水理学研究所 (サン・アンドレス大学)
IIDEPROQ	Institute for Research and Development of Chemical Process - UMSA	Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos - UMSA	化学プロセス開発研究所 (サン・アンドレス大学)
IIS	Institute of Sanitary and Environmental Engineering - UMSA	Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - UMSA	衛生・環境技術研究所 (サン・アンドレス大学)
IRD	Institute of Research for Development (F.) Institut de Recherche pour le Développement	Instituto de Investigación para el Desarrollo	開発調査庁 (フランス)
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial	(独)宇宙航空研究開発機構 (日本)
JCC	Joint Coordinating Committee	Comité de Coordinación Conjunta	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	(独)国際協力機構 (日本)
JICE	Japan International Cooperation Center	Centro de Cooperación Internacional de Japón	(一財)国際協力センター (日本)
JMA	Japan Meteorological Agency	Agencia Meteorológica de Japón	気象庁 (日本)
JSCE	Japan Society of Civil Engineers		(公社)土木学会 (日本)

JSPS	Japan Society for the Promotion of Science		(独)日本学術振興会 (日本)
JST	Japan Science and Technology Agency	Agencia de Ciencia y Tecnología de Japón	(独)科学技術振興機構 (日本)
M/M	Minutes of Meeting	Actas de Reunión	会議議事録
MM	Man-month (unit of manpower)	Hombres / mes (unidad de mano de obra o fuerza laboral)	人月 (単位)
MMAyA	Ministry of the Environment and Water	Ministerio de Medio Ambiente y Agua	環境・水資源省
MP	Master Plan	Plan Maestro	マスタープラン
OECD-DAC	Organisation for Economic Co-operation and Development - Development Assistance Committee	Comité de Asistencia para el Desarrollo - Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	経済協力開発機構－開発援助委員会
PCM	Project Cycle Management	Ciclo de Gestión del Proyecto	プロジェクト・サイクル・マネジメント
PMM	Metropolitan Master Plan	Plan Maestro Metropolitano	首都圏マスタープラン
PNCC	National Climate Change Program	Programa Nacional de Cambios Climáticos	国家気候変動プログラム
PO	Plan of Operation	Plan Operativo	活動計画
PPCR	Pilot Program for Climate Resilience		気候変動パイロットプログラム
PRAA	Adaptation to the Impact of accelerated glacier retreat in the Tropical Andes	Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales	熱帯アンデスの氷河後退の影響に関する適応プロジェクト
R/D	Record of Discussion	Registro de Conversaciones	討議議事録
RESTEC	Remote Sensing Technology Center of Japan	Centro de Tecnología de Sensor Remoto de Japón	(一財)リモート・センシング技術センター
RUSLE	Revised Universal Soil Loss Equation	Equación universal de pérdida de suelo revisada	一般土壌流出方程式
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	Asociación para la Investigación Científica y Tecnológica para un Desarrollo Sostenible	地球規模課題対応国際科学技術協力
SENAMHI	National Service of Meteorology and Hydrology	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología	国立気象水文機関
SPOT	Satellite for Earth Observation (F.) Satellite pour l'Observation de la Terre	Satélite para la Observación de la Tierra	地球観測衛星
UMSA	Major University of San Andrés	Universidad Mayor de San Andrés	サン・アンドレス大学
VAPSB	Vice-Ministry of Drinking Water and Basic Sanitation - MMAyA	Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Basico - MMAyA	上水道・基礎衛生次官室 (環境・水資源省)
VIPFE	Vice-Ministry of Public Investment and External Financing - Ministry of Development Planning	Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo - Ministerio de Planificación del Desarrollo	公共投資・外部資金次官室 (開発計画省)
VMA	Vice-Ministry of Environment - MMAyA	Viceministerio de Medio Ambiente - MMAyA	環境次官室 (環境・水資源省)

VRHR	Vice-Ministry of Water Resources and Irrigation - MMAyA	Viceministerio de Recursos Hidricos y Riego - MMAyA	水資源・灌漑次官室（環境・水資源省）
WB	The World Bank	El Banco Mundial	世界銀行
WEP model	Water and Energy Transfer Processes model	Modelo de Procesos de Transferencia de Agua y Energía	水循環解析モデル



## 評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：ボリビア多民族国	案件名：氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発
分野：水資源・防災-総合的水資源管理	援助形態：技術協力プロジェクト-科学技術
所轄部署：地球環境部水資源・防災グループ	協力金額（評価時点）：2.70 億円（評価調査実施時）
協力期間	(R/D): 2010/1/19
	2010年4月～2015年3月 (5年間)
	先方関係機関：サン・アンドレス大学(UMSA)、環境・水資源省(MMAyA) 日本側協力機関：東北大学、東京工業大学、福島大学、日本大学 他の関連協力： フランス開発調査庁(IRD)「アンデス氷河・気候変動観測支援」(GLACIOCLIM) 世界銀行(WB)「熱帯アンデスの氷河後退の影響に関する適応プロジェクト」(PRAA)
1-1 協力の背景と概要	
<p>熱帯アンデスに属するボリビア国の年間降水量は年間 500 ミリ程度であり、水資源の大部分を氷河の融解水に依存している。しかしながら、気候変動に伴い今後 30～40 年で熱帯アンデス氷河は消失すると予測され、水資源枯渇の危機に直面している。水質面では、氷河の消滅に伴い河川流量が減少し、河川や貯水池の汚濁負荷濃度増加に繋がると予測されている。また、気候変動に伴い大雨の頻度が高くなることも予測され、豪雨による土砂の流出が、貯水池の貯水能力を減少させ、水資源の逼迫に拍車をかけることも予想されている。</p> <p>このような状況において、ボリビア国では気候変動に伴う水問題の対策を迫られているが、包括的に水問題を扱える専門家が不足し、かつ、水文・水質観測網の整備やデータマネジメント、水資源評価モデルも不十分な状況にある。</p> <p>このような背景から、氷河の消失を考慮した水資源賦存量の分析と具体的な対策を検討するための水資源管理モデルの構築が急務となっている中、本件は地球規模課題対応国際科学技術協力(Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS) 案件として採択され、2010年1月19日にR/Dが署名され、2010年4月から開始された。</p>	
1-2 協力内容	
(1) 上位目標	
気候変動に適応した水資源政策の立案に、本研究で得られたモデル、科学知見、研究成果が活用される。	
(2) プロジェクト目標	
ボリビア国ラパス市・エルアルト市における気候変動に適応した水資源政策策定を支援するシステム*が開発され、右システムをもとに情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討	

される。

※システム：水資源に関する、データの収集・解析、各種モデルの運用、シミュレーションの実施、シミュレーションに基づいた情報や知見の共有、及びそれらを更新しつつ運用する体制)

備考：本プロジェクトで得られる研究成果・科学的知見は、Tuni-Condoriri 及び Huayna Potosi 西流域を対象とした気候変動の水資源への影響評価に基づくものである。

### (3) 成果

成果 1：Tuni-Condoriri 氷河及び Huayna Potosi 西氷河を対象に気候変動下における氷河融解モデルが構築される。

成果 2：Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における流出モデルが構築される。

成果 3：Tuni-Condoriri 氷河流域と Huayna Potosi 西氷河流域における気候変動に伴う土砂侵食・移動モデルが構築される。

成果 4：Tuni 貯水池を対象に気候変動下における水質モデルが構築される。

成果 5：ラパス市・エルアルト市への水供給を担う Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における水資源総合評価モデルが構築される。

成果 6：成果 1～5 のモデルを活用し、ラパス市・エルアルト市における水資源管理情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。

### (4) 投入 (評価時点)

日本側：総投入額 2.70 億円

長期専門家派遣 1 名 機材供与 4611.7 万円

短期専門家派遣 11 名 ローカルコスト負担 207 万ボリビアーノ (3,131.2 万円)

研修員受入 本邦研修 12 名、長期研修員 8 名

その他 科学技術振興機構 (Japan Science and Technology Agency : JST) 負担による

日本人学生及び日本滞在中の JICA 長期研修員のボリビア渡航

相手国側：

カウンターパート配置 18 名 機材購入 3.7 万ボリビアーノ (55.9 万円)

土地・施設提供 サン・アンドレアス大学 (Major University of San Andrés : UMSA) 内 2 室  
ローカルコスト負担 69 万ボリビアーノ (1,043.7 万円)

## 2. 評価調査団の概要

	(担当分野：氏名 職位)
調査者	1. 総括：宮崎 明博 JICA 地球環境部 水資源第二課 課長
	2. 水資源：永田 謙二 JICA 国際協力専門員
	3. 協力企画：山崎 正則 JICA 地球環境部 水資源第二課
	4. 評価分析：田中 誠 (株)アイコンズ 主任コンサルタント
	5. 通訳：大滝 節子 (一財)日本国際協力センター
	6. プロジェクト評価(JST)：井上 孝太郎 JST 地球規模課題国際協力室 上席フェロー
	7. プロジェクト評価(JST)：鵜瀬 美里 JST 地球規模課題国際協力室 調査員
	8. 評価：Mario Terán サン・アンドレス大学(UMSA) 材料試験研究所 (Institute of Material Testing : IEM) 教授、前工学部長

	9. 評価：Fany Elba Sarzuri Bernal 環境・水資源省 (Ministry of the Environment and Water : MMAyA) 上水道・基礎衛生次官室 (Vice-Ministry of Drinking Water and Basic Sanitation : VAPSB)	
調査期間	2014年7月26日～2014年8月17日	評価種類：終了時評価
3. 評価結果の概要		
3-1 実績の確認		
(1) 成果の達成度		
<u>成果1：プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。</u>		
<p>指標 1-2「雪氷班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。」及び指標 1-3「モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。」は既に達成されている。2014 年 6 月に、MMAyA 環境次官室 (Vice-Ministry of Environment : VMA) が MMAyA 技術者 [VMA 及び水資源・灌漑次官室 (Vice-Ministry of Water Resources and Irrigation : VRHR) 所属] に対して「氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発」プロジェクト (Glacier Retreat Impact Assessment and National Policy Development : GRANDE) モデルセミナーを開催して、C/P 及び帰国留学生がモデルの講習を実施した。</p>		
<p>指標 1-1「モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。」は既にほぼ達成されている。モデルのユーザーガイドについては、東北大学と水理学研究所 (サン・アンドレス大学) (Institute of Hydraulics and Hydrology - UMSA : IHH-UMSA) が協働して、モデルの西語ユーザーガイドを作成中であり、細部の字句修正を残すのみとなっている。</p>		
<u>成果2：プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。</u>		
<p>指標 2-3「モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。」は既に達成されている。指標 2-1「モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。」、指標 2-2「流出班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。」も 2014 年 8 月中に達成される予定である。モデルのユーザーガイドについては、作成済みの英語版を西語訳する作業を進めており、2014 年 8 月中に完成する見込みである。</p>		
<u>成果3：プロジェクト終了直後に達成される予定である。</u>		
<p>指標 3-1「モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。」、指標 3-2「土砂班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。」は 2014 年 8 月中に達成される予定である。モデルのユーザーガイドについては、東北大学、福島大学と IHH-UMSA が協働して、西語版を作成中でであり、2014 年 8 月に JICA 長期研修員がボリビアに来て、最終修正を行う予定である。指標 3-3「モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。」もプロジェクト終了直後に達成される予定である。</p>		
<u>成果4：プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。</u>		
<p>指標 4-1「モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。」は既にほぼ達成されている。モデルの西語ユーザーガイドが作成済みであり、C/P が、解説書をトレーニングマテリアルとして編集中であり、完成間近である。指標 4-2「水質班の C/P が</p>		

UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。」も既に達成されており、指標 4-3 「モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。」についても、現在、投稿中、準備中の論文が複数あるため、プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。

成果 5：プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。

指標 5-1 「少なくとも 3 つの気候循環モデル (General Circulation Model : GCM) のアウトプットに基づいて水資源の将来展望が行われる。」は、2014 年中に達成される予定である。

成果 6：プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。

指標 6-1 「ラパス市・エルアルト市の水資源関連機関からの参加者を集めた会議を少なくとも年に 3 回実施する。」、指標 6-3 「WHO 又はボリビアの水質基準に基づいて少なくとも 10 の代替水源について水質検査が行われる。」、指標 6-4 「気候変動シナリオ下の水資源評価モデルのアウトプットが ラパス市・エルアルト市の水資源について協議を行う会合にて共有される。」、指標 6-5 「C/P 又はプロジェクト研究者が公開シンポジウムにて発表を行う。」は既に達成されている。指標 6-2 「水需要モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。」、指標 6-6 「広報資料及びデータカタログが作成される。」はプロジェクト期間中に達成される予定である。モデルのユーザーガイドについては、英語版が作成されており、西語版は近日中に完成する見込みである。広報資料については、長期専門家が UMSA と共に作成中である。データカタログについては、第一稿が作成され、現在、内容確認中である。

(2) プロジェクト目標達成の見込み：プロジェクト期間中に達成される可能性が高い

指標 1 「プロジェクト成果が気候変動シナリオを考慮した水資源管理政策や他のプロジェクト又は研究者において言及ないし参照される。」は既に達成されている。指標 2 「気候変動シナリオを考慮した水資源影響評価モデルが水関連機関への情報提供ができる体制のある IHH に導入される。」は、「気候変動シナリオを考慮した水資源影響評価モデルが IHH に導入される」の部分は既に達成されており、「水関連機関への情報提供ができる体制のある IHH」の部分はプロジェクト期間中に達成される予定である。指標 3 「上記モデルのアウトプットがウェブサイト公開される又は電子媒体に記録され関連機関に配布される。」は、プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。「気候変動シナリオを考慮した水資源影響評価モデル」の公開が、既に技術的に (サーバー準備等) 可能になっており、残りの対応事項である各グループの成果統合、アウトプット公開ポリシー等の検討については、プロジェクト期間中に完了する見込みである。

### 3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：高い

ラパス・エルアルト都市圏は、熱帯氷河を重要な水源の 1 つとしている。熱帯氷河は特に気候変動の影響を受けやすく、現に本プロジェクトが対象とする氷河は目に見えて後退しており、水資源量が減少する恐れがある。一方、ラパス・エルアルト都市圏では地方からの人口流入が激しく水需要が増大しており、将来的に対策を講じなければ、深刻な事態を招く可能性がある。2014 年初めに施行された法律 300 号「母なる大地ならびによく生きるための総



合的開発枠組法」に基づき、プロジェクト目標は水資源開発の課題に整合すると考えられる。

本プロジェクトは、日本の対ボリビア ODA 政策とも一致している。外務省の「対ボリビア国別援助方針」は、開発課題の 1 つとして「水と衛生」を掲げている。

ボリビアの水資源政策の立案に対して、気候変動の影響を考慮した水供給に係る科学的知見を提供するため、本プロジェクトを実施する意義は大きく、MMAyA からの期待も大きい。氷河流域を対象として融解、流出、土砂、水質を統合したモデルの開発は世界でも例が少なく、雪氷を水資源として利用する上で学術上の知見を有する日本は、その技術を生かして水資源問題の解決に貢献していける。このような学術上の知見は、プロジェクトデザインにも活かされ、5 つの研究グループを設置し、それぞれの研究上の役割や研究グループ相互の関係を明確にしたことは、研究の方法として適切であったといえる。

## (2) 有効性：高い

プロジェクト目標の 3 つの指標の達成状況より、プロジェクト目標はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。6 つの成果はプロジェクト目標の達成に貢献しており、プロジェクト目標の達成は 6 つの成果によって引き起こされたものと判断される（各指標の達成状況、達成見込みについては、3-1 実績の確認 (2) プロジェクト目標達成の見込みを参照）。

## (3) 効率性：中程度

本プロジェクトの効率性は中程度である。しかし、下記のような厳しい制約の下で、プロジェクトの成果の大部分を達成したことは、関係者の多大な努力によるものであり、称賛されるべきである。効率性を高められなかったのは、災害、自然環境、免税に関する問題による機材調達の遅れといった外的要因によるところが大きい。

### 【日本側からの投入の効率性】

2011 年 3 月に発生した東日本大震災に伴い、日本側研究者の活動が制約を受けた。観測機器の調達、免税に関する問題から予定よりも遅れ、設置後にも盗難に遭ったり破壊されたりといった事態が生じた。厳しい自然環境の下、当初予定よりも余裕をもった活動計画を立てることが必要とされた。また、雨季には搭乗車両がスタックするなど活動を制限される事態も生じた。結果的に、以後の活動に大幅な遅れは生じなかったものの、現地活動に制約がなければ、活動がより早く進捗していた可能性がある。

### 【ボリビア側からの投入の効率性】

JICA 長期研修員の選考に当たっては、専門分野の他、英語が使用可能であること、所定の学位を有すること、帰国後は引き続き本プロジェクトに関与することという条件を付してボリビア側で募集が行われたが、これらの条件を満たす人材を発見するのに時間を要し、選考は予定よりも遅れた。厳しい自然環境は、ボリビア側研究者にとっても無視できるものではなかった。本プロジェクトに重要な関わりを持つラパス市・エルアルト市上下水道公社 (Empresa Publica Social de Agua y Saneamiento : EPSAS) に、人事異動のみならず組織改編が頻繁にあり、新任の担当者に対する情報共有に時間を要した他、EPSAS からの水質モニタリング等に係る統計データの提供が限定的であったため、研究活動に投入できる時間の損失や測定重複といった非効率を生じた。

(4) インパクト：正のインパクトが見られる

- ・ 世界でも最高標高にある首都圏であるラパス・エルアルト都市圏を対象として、気候変動に伴う水資源の問題に取り組んだ初めてのケースである。標高の高い地域は気候変動の影響が顕著に表れるため、類似の地域に対して先行的な研究であり、波及効果が期待できる。
- ・ 社会実装の面において、MMAyA が主催する気候変動に対する水管理適応策に関するセミナー（2013年2月、2014年6月）において日本側研究者が基調講演の要請を受け、実務者を対象として流域管理モデルを用いた気候変動の影響評価手法について講義した。
- ・ 世界銀行(World Bank：WB)の資金投入を受けて実施されていた国家気候変動プログラム(National Climate Change Program：PNCC)のプロジェクトである「熱帯アンデスの氷河後退の影響に関する適応プロジェクト」(Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales：PRAA)に、本プロジェクトの成果のうち、流域における土砂生産のモデルが引用されている。PRAAの続編であるPRAA2にも、本プロジェクトで得られた知見が利用されると期待される。
- ・ ボリビアでは、UMSAのような学術機関と、MMAyAのような公的機関とが共通の目標のために団結することは稀であったが、プロジェクト期間中、両者の交流が密になり、情報交換が促進された。この関係は、将来、MMAyAにとっては、水資源問題の解決という自らが直面する課題をUMSAの力を借りて解決する、UMSAにとっては、水資源問題という新しい研究課題をMMAyAに提供してもらい、という双方にメリットのある関係に発展する可能性が高い。
- ・ なお、負のインパクトは特に認められない。

(5) 持続性：課題の解決により、高い又は中程度

本プロジェクトの持続性は、主として次の3つの課題にかかっている。現時点ではこれらが未解決であるため持続性は中程度であるが、これらが解決されれば持続性は高いと見込まれる。

1. 組織面：プロジェクト成果を活用するEPSASが、プロジェクトの成果であるモデルの信頼性を高めるためにデータを提供すること、及び、水資源プラットフォームに参加すること。
2. 組織面：UMSAやMMAyAは帰国するJICA長期研修員が引き続き本研究に携わることができる場を提供すること。
3. 技術面：本プロジェクトで開発されたモデルを他流域に適用していくに当たって、モデルの適用限界や、適用先のローカルな条件を反映させるために必要な修正点といった工学的課題を、ボリビア側が理解すること。

尚、持続性に関する現状は以下のとおり。

1. 政策・制度面

本プロジェクトで対象としたラパス・エルアルト都市圏の水資源政策の方向性、すなわち、氷河水源の将来の水資源量を科学的根拠を持って予測すること、並行して代替水源を開発す

ることという基本方針は、本プロジェクト終了後も転換されない可能性が高く、政策・制度面に問題は見当たらない。

## 2. 組織面

JICA 長期研修員 8 名のうち既に帰国した 3 名のうち、1 名は UMSA 工学部の予算により、2 名は炭化水素直接税 (Impuesto Directo a los Hidrocarburos : IDH) を財源とする研究資金により、それぞれ UMSA に任期付研究員として任用されている。任期満了後も引き続き本研究に携わることができるよう、指導教員である日本側研究者、派遣推薦元である UMSA 研究者とも努力しており、研究助手や補助教員として UMSA に残る、MMAyA に採用される、日本学術振興会 (Japan Society for the Promotion of Science : JSPS) のポストドクトラルフェローとして日本に再留学する、といった進路が検討されている。最終的には UMSA の正規の研究員のポストに公募採用される道も開けている。それ以外にも、本プロジェクトに参加した研究者は、本研究により得られたモデルをはじめとする知見を学生に伝授し、若手研究者を育成していく意向を示している。

UMSA 及び MMAyA は、水資源プラットフォームに関する覚書の締結に向けた調整を進めている。MMAyA は、UMSA が水資源プラットフォームにおいて研修を実施するよう要求しており、UMSA にはこれに応える用意がある。それ以外に大きな意見の相違はない。近日中に UMSA の学長と MMAyA の大臣が会談し、合意に至る見込みである。なお、水資源プラットフォームの中には、個別の具体的なテーマを議論するために、複数のサブプラットフォーム (作業部会) が設置される予定である。

一方、EPSAS は、ラパス・エルアルト都市圏への水供給を担っているため、EPSAS が水資源プラットフォームに参加し、本プロジェクトの成果を活用していける体制を整備することは、ラパス・エルアルト都市圏の水需給問題の解決にとって不可欠である。ただし、EPSAS は経営再建中で国の管理下にあり、ラパス市・エルアルト市の水資源に関する情報共有やデータ提供に関する覚書の締結の見通しは不透明である。

この水資源プラットフォームには、JICA ボリビア事務所がオブザーバーという形で関わることになる見込みである。今後、気象・水文・水質の観測を継続する上で、現状維持、拡充、縮小するべき観測項目が日本側研究者と UMSA との間で検討されている。将来の観測の管理や機器更新に関する体制や IDH を中心とした活動の財源も今後検討される予定である。

## 3. 財政面

ボリビア政府は、IDH を気候変動問題の研究に投入する制度を 2009 年に整備した。この制度は今後も継続される見込みである。IDH は安定した税収が見込まれている。UMSA には、IDH を財源とする研究資金が投入されており、これを使用する研究プロジェクトは、1 年強に 1 回の割合で募集されている。UMSA の研究者は、研究プロジェクトを計画して研究資金を申請し、学内の選抜を経てこれを獲得することができる。UMSA は本研究の重要性を認識しており、本プロジェクトの関係者が今後も継続して本プロジェクトに関連する研究資金を獲得していく可能性は高い。

## 4. 技術面

本プロジェクトの活動の結果、氷河減少に対する水資源管理適応策モデルが開発された。

観測データの蓄積に伴って、モデルの精度が向上し、さらに、計算に用いる気候変動シナリオの妥当性を検証できるようになる。そのため、本プロジェクト終了後も、観測を継続する必要がある。

今後のモデルの運用は、IHH に設置されるサーバーを利用して行われることになる。ここでは、観測データや研究成果の提供もあわせて実施される予定である。現在は構築途中であるためデータの公表には至っていないが、モデルの運用や、観測データや研究成果の提供を担当し、サーバーを維持管理する知識や技術のある人員は既に確保されており、サーバーのバックアップも化学プロセス開発研究所（サン・アンドレス大学）（Institute for Research and Development of Chemical Process - UMSA : IIDEPROQ）に置かれることになっている。

このモデルは、現地の状況（地形・気象等の自然条件）をより反映し改良可能なオープンコードであり、それぞれの流域向けに改良し適用することが可能である。また、氷河融解、流出、土砂、水質に分割して利用することができ、例えば降雨量の変化に伴う水資源量の変化を予測することができる。そのため、本プロジェクトの対象である流域以外の流域にも適用することができる。ただし、モデルを他流域に適用していくに当たって、モデルの適用限界や、適用先のローカルな条件を反映させるために必要な修正点といった工学的課題を、ボリビア側が理解することが必要である。本プロジェクトに関係する UMSA の研究者は、プロジェクト終了後もこのような活動を自ら継続していくことを表明しており、そのために必要なノウハウもある程度備えている。ただし、モデル自体に修正が必要になった場合、修正のために必要なプログラミングの能力がボリビア側には十分でない恐れがあることから、上記の工学的課題に対して正しく対応していくためには、日本側がボリビア側の活動に対して適宜助言を与えていくことが求められる。

## 5. 社会・文化・環境面

社会・文化・環境面に関して持続的効果を阻害する要因は見当たらない。本プロジェクトにおいて、地元住民との間で対話を続け、どのような目的で観測機器を設置するのかを粘り強く説明した結果、理解が得られたという経験がある。今後、新たに観測機器を設置する際には、この経験が活用されることが期待される。

### 3-3 効果発現に貢献した要因

#### (1) 計画内容に関すること

JICA 長期研修員として来日した 8 名が、研究内容に精通し、かつ英語が使える人材であったことにより、日本側とボリビア側とのコミュニケーションギャップを埋め、連絡を密にする上で、極めて重要な役割を果たした。

#### (2) 実施プロセスに関すること

プロジェクトの実施を契機として、C/P 機関である UMSA と、国の省庁の 1 つである MMAyA の間の交流が密になり、情報交換が促進された。

### 3-4 問題点及び問題を惹起した要因

#### (1) 計画内容に関すること

研究者によっては現地滞在中に高山病にかかり、活動に制約を受けた。日本側研究者につ

いては、雨季に搭乗車輛がスタックしたり、氷河へ徒歩で接近することによる極端な疲労が生じて安静を余儀なくされたりといった事態もあった。このような事態を避けるためには、現地活動について、当初はゆとりのあるスケジュールを組み、慣れるにつれてタイトにしていくといった対策を取ることが有効であった。結果的に、以後の活動に大幅な遅れは生じなかったものの、現地活動に制約がなければ、活動がより早く進捗していた可能性がある。

## (2) 実施プロセスに関すること

2011年3月に発生した東日本大震災に伴い、日本側研究者11名の大部分が、所属先の建物への立ち入りを制限されたり、複数回の移転を余儀なくされたりした。2011年度上半期は震災の影響を受けて研究者所属先とJICAとの契約も滞り、活動の停滞を招いた。この要因は、その後の研究者の努力により克服された。

観測機器の調達、免税に関する問題から予定よりも遅れた。通常、機器を輸入する際には関税が課税されるが、本プロジェクトの実施で供与される観測機器については免税とすることで、関税当局とMMAyAとの間で合意していた。しかしながら、末端の税関職員まで同合意内容が周知されていなかったため手続きに時間を要した。また、機材設置後にも盗難に遭ったり破壊されたりといった事態が生じた。

日本人研究者がボリビアを訪問した際、道路封鎖により目的地に到達できない場合もあった。

## 3-5 結論

- ・ 本プロジェクトは、必要に応じて柔軟な活動計画の見直しや修正を行った上で、成果1～成果6を達成しつつある。これにより、プロジェクト目標はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。
- ・ 評価5項目に沿って検討した結果は次のとおりである。本プロジェクトの妥当性は高い。プロジェクトの6つの成果は達成しつつあり、プロジェクト目標の達成に貢献しているため、有効性は高い。日本側、ボリビア側とも投入の効率性は中程度であり、全体の効率性も中程度である。本プロジェクトは、正のインパクトをもたらすと予測される。本プロジェクトの持続性は、主として3つの課題にかかっており、現時点ではこれらが未解決であるため持続性は中程度であるが、これらが解決されれば持続性は高いと見込まれる。
- ・ 以上のことから、今後、持続性を高めるために、「3-2 (5) 持続性」で述べた3つの課題を解決することが望まれる。

## 3-6 提言

- ・ UMSAは本プロジェクトで開発されたモデルを他流域に適用していくに当たって、モデルの適用限界や、適用先のローカルな条件を検討すること。
- ・ 水資源政策関係者は、本プロジェクトの成果を活用し、地下水や他流域水源を含む包括的な水資源計画の必要性を理解し、水資源プラットフォームにおいて検討すること。

## 3-7 教訓

- ・ 本プロジェクトはSATREPS案件であり、プロジェクト活動の大部分は研究によって占められる。本プロジェクトは、必要に応じて柔軟な活動計画の見直しや修正を行ったために、活

動を実りあるものとする事ができた。また、活動途上においてプロジェクト目標及び成果の指標を見直して具体的な事項を掲げたことは、プロジェクトの有効性を明確化するのに役立った。

- ・ 本プロジェクトの対象であるラパス市・エルアルト市は標高 3,000~4,000m 程度であり、氷河はさらに高い 4,500~4,900m 程度の高地にある。雨季には観測地点へのアクセス道路が泥濘化する。観測地点によっては車輛によるアクセスができず、降車後に数時間の登攀を必要とする。プロジェクト関係者がこのような厳しい自然環境条件に適応できずに体調を崩したり負傷したりすれば、以後のプロジェクトの進捗に影響する。このような事態を避けるためには、現地活動について、当初はゆとりのあるスケジュールを組み、慣れるにつれてタイトにしていくといった対策を取ることが有効であった。
- ・ 本プロジェクトでは、西語を解する研究者が日本側にはなく、ボリビアにも英語を解する研究者は少なかった。日本の研究者がボリビアのような西語圏において相手国側と共同して研究を進めるためには、言語の違いがコミュニケーション上の障害となる可能性が大きいいため、言語の違いを克服し、かつ研究内容に通じた人材が必要である。本プロジェクトにおいては、JICA 長期研修員の募集条件の 1 つに英語が使用可能であることという項目があったことから、選考された 8 名の JICA 長期研修員が、研究者間のコミュニケーションの改善に大いに貢献した。
- ・ 今後、類似案件において社会実装を効率的に進めていくためには、研究成果を活用する側の実務者も、広義の共同研究者としてプロジェクトの初期段階から巻き込むことが重要である。
- ・ 本プロジェクト開始当初、SATREPS の制度の詳細が明確ではなかったため、JICA、JST、大学側の間で認識に齟齬があり、プロジェクトの円滑な実施が困難であった。今後のプロジェクト形成の際には、共通認識を十分に醸成する必要がある。
- ・ 観測機器の調達、免税に関する問題から予定よりも遅れた。通常、機器を輸入する際には関税が課税されるが、本プロジェクトの実施で供与される観測機器については免税とすることで、関税当局と MMAyA との間で合意していた。しかしながら、末端の税関職員まで同合意内容が周知されていなかったため手続きに時間を要した。今後の同様の輸入を行う際には、C/P 機関等を通じて、税関当局に末端の税関職員にも合意内容を周知徹底させることが重要である。
- ・ プロジェクト初年度、流域内のモニタリングネットワークへの投入機材の設置に関して、不信感を持った現地住民から妨害される事態が起り、設置が当初計画よりも遅れた。今後、現地住民の近隣に観測機材を設置する際には、現地住民の理解を得るために要する時間も見込んで研究計画を検討することが必要である。

### 3-8 フォローアップ状況

特になし。

## Summary of Evaluation Results

I. Outline of the Project	
Country: Plurinational State of Bolivia	Project Title: Study on Impact of Glacier Retreat on Water Resource Availability for cities of La Paz and El Alto
Issue/Sector: Water Resources / Disaster Management-Comprehensive Water Resources Management	Cooperation Scheme: Technical Cooperation Project
Division in Charge: Water Resource Management Division 2, Global Environment Department	Total cost: 270 million yen at the time of the Terminal Evaluation
Period of Cooperation	Record of Discussion (R/D): 19 January 2010
	April 2010 - March 2015 (five years)
	Partner Country's Implementing Organization: Major University of San Andrés (UMSA) Ministry of Environment and Water (MMAyA) Japan's Implementing Organization: Tohoku University, Tokyo Institute of Technology, Fukushima University and Nihon University Related Cooperation: IRD (France): "Le Service d'observation GLACIOCLIM - Andes" WB: "Andes Adaptation to the Impact of Climate Change in Water Resources" (PRAA)
I-1 Background of the Project	
<p>Bolivia, situated in the Tropical Andes with an average annual precipitation of about 500mm, largely depends on melt water from glaciers for its water resources. It is predicted, however, that these glaciers in the Tropical Andes will disappear in the next 30 to 40 years due to the effects of climate change; and Bolivia is faced with a potential depletion of water resources. Regarding the quality of water resources, the decrease of current flow of rivers due to glacier retreat is estimated to cause the increased pollution load in rivers and lakes, in addition to more and more intensively increasing demand. Furthermore, it is predicted that soil erosion at times of heavy rainfall will bring about sediment and reduce the water storing capacity of reservoirs, which would worsen the shortage of available water resource amount of the country.</p> <p>Considering these circumstances, Bolivia is compelled to take appropriate measures for its water resource management based on scientific information on the supply and demand of water. The country, however, has inadequate number of experts on water problems, and is lacking observation networks of water quality and collected data management, as well as the development of scientific models to evaluate the water resource availability, particularly in the context of climate change impact.</p> <p>It is of urgent necessity for Bolivia to promote researches on the available amount of water resources taking into account the disappearance of glaciers, and to develop a modeling of water resource management for its possible application to adaptation policies. As such, this Project was formulated under the scheme of Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS) and the Record of Discussion (R/D) was signed on 19 January 2010. The Project started with the dispatch of Japanese experts/researchers to Bolivia in April 2010.</p>	
I-2 Project Overview	
(1) Overall Goal: The system of modeling, scientific insight and investigation results are applied to the formulation of policies of water supply under climate change scenarios.	
(2) Project Purpose: Support system is developed for the formulation of water resource management policies under climate change scenarios, in the cities of La Paz and El Alto.	
(3) Outputs	
Output 1: Glacier melting model under climate change scenarios is developed for glaciers of	

Output 2:	Tuni-Condoriri and Huayna Potosi West. Water balance model is developed, which accompanies to hydrometeorological and land use changes for the cities of La Paz and El Alto.
Output 3:	Model of erosion and sediment transport is developed under climate change scenarios in the basins of the glaciers of Tuni-Condoriri and Huayna Potosi West.
Output 4:	Model of water quality for Tuni Reservoir is developed under climate change and land use change scenarios.
Output 5:	Model for the evaluation of the impact on water resources is developed under climate change and land use change scenarios for the cities of La Paz and El Alto.
Output 6:	Possible adaptation policies to climate change scenarios for water resources management are considered, applying the models developed by the results from 1 to 5 for the cities of La Paz and El Alto.
(4) Inputs	
Japanese Side: approximately 270 million JPY (at the time of evaluation)	
Long-term Expert: 1 expert	
Equipment: 46,117,000 JPY	
Short-term Expert: 11 experts	
Number of Trainees Received: 12 participants in Trainings in Japan and 8 long-term trainees	
Local Cost: 2,070,000 bolivianos	
Others: Dispatch of students to Bolivia financed by JST	
Bolivian Side:	
Main Counterparts: 18 people	
Equipment: XXX bolivianos	
Facilities: two rooms in UMSA	
Local Cost: 690,000 bolivianos	

II. Evaluation Team	
Members of Eval. Team	<p>&lt; Japanese Side &gt;</p> <p>Leader: Mr. Akihiro MIYAZAKI, Director, Water Resources Management Division 2, Global Environment Department, JICA</p> <p>Water Resources: Mr. Kenji NAGATA, Senior Advisor, JICA</p> <p>Cooperation Planning: Mr. Masanori YAMAZAKI, Water Resources Management Division 2, Global Environment Department, JICA</p> <p>Evaluation Analysis: Dr. Makoto TANAKA, ICONS Inc.</p> <p>Interpreter: Ms. Setsuko OTAKI, JICE</p> <p>Project Evaluation (JST): Dr. Kotaro INOUE, Principal Fellow, JST</p> <p>Project Evaluation (JST): Ms. Misato UNOSE, Assistant Programme Officer, JST</p> <p>&lt; Bolivian Side &gt;</p> <p>Evaluator: Prof. Mario TERÁN, Professor, Institute of Material Testing, UMSA (former Dean of Faculty of Engineering)</p> <p>Evaluator: Ms. Fany Elba SARZURI Bernal, Vice Ministry of Water Resources and Irrigation, MMAyA</p>
Eval. Period	26 July 2014 - 17 August 2014
	Type of Evaluation: Terminal Evaluation

III. Results of Evaluation	
3-1 Confirmation of Achievement	
(1) Outputs	
<u>Output 1: likely to be achieved during the Project period</u>	
Index 1-3 “At least 2 articles of the research on models are published in international journals with peer review.” has already been achieved. Index 1-1 “User-guide for the model is prepared by C/P and the scholars involved in the Project.” and Index 1-2 “C/P who is in charge for Snow and Ice Group conducts at least one model seminar to relevant personnel of UMSA.” have almost been achieved.	
<u>Output 2: likely to be achieved during the Project period</u>	
Index 2-3 “At least 2 articles of the research on models are published in international journals with	



peer review.” has already been achieved. Index 2-1 “User-guide for the model is prepared by C/P and the scholars involved in the Project.” and Index 2-2 “C/P who is in charge for Runoff group conducts at least one model seminar to C/P of relevant personnel of UMSA.” will be achieved in August 2014.

Output 3: will be achieved just after the Project termination

Index 3-1 “User-guide for the model is prepared by C/P and the scholars involved in the Project.” and Index 3-2 “C/P who is in charge for Sedimentation group conducts at least one model seminar to relevant personnel of UMSA.” will be achieved in August 2014. Index 3-3 “At least 2 articles of the research on models are published in international journals with peer review.” will be achieved just after the Project termination.

Output 4: likely to be achieved during the Project period

Index 4-1 “User-guide for the model is prepared by C/P and the scholars involved in the Project.” has almost been achieved. Index 4-2 “C/P who is in charge for Water Quality group conducts at least one model seminar to relevant personnel of UMSA.” has already been achieved. Index 4-3 “At least 2 articles of the research on models are published in international journals with peer review.” is likely to be achieved during the Project period.

Output 5: likely to be achieved during the Project period

Index 5-1 “Future water resources are projected and evaluated with at least outputs of 3 GCMs.” will be achieved in 2014. (GCM: General Circulation Model)

Output 6: likely to be achieved during the Project period

Index 6-1 “A meeting with participants from relevant institutes who are in charge in water sector for La Paz and El Alto is conducted at least 3 times a year.”, Index 6-3 “Water quality of key parameters at least 10 alternative water sources is examined based on either WHO or Bolivian water quality standards.”, Index 6-4 “Outputs of model for the evaluation of the impact on water resources under climate change scenarios are shared in the periodical meetings for discussion on the water resources for the cities of La Paz and El Alto.” and Index 6-5 “Either C/P or the scholars involved in the Project make presentations in the open symposium.” have already been achieved. Index 6-2 “User-guide for the Water Demand model is prepared by C/P and the scholars involved in the Project.” and Index 6-6 “Public relation materials and data catalogue are prepared.” are likely to be achieved during the Project period.

(2) Project Purpose: Likely to be achieved during the Project period

Index 1 “The outputs of project is mentioned or referred in water resources management policies under climate change scenarios, other projects, or researches.” has already been achieved. Index 2 “Model for the evaluation of the impact on water resources under climate change scenarios (Support system) is installed in IHH with staff who are capable to respond to the needs (information) of water related organization.” has already been achieved in its first part “Model for the evaluation of the impact on water resources under climate change scenarios (Support system) is installed in IHH” and will be achieved during the Project period in its second part “with staff who are capable to respond to the needs (information) of water related organization”. Index 3 “The outputs of above model are uploaded in the website or stored in digital media and distributed to the concerned organization.” is likely to be achieved during the Project period.

3-2 Summary of Evaluation Results

(1) Relevance: High

Tropical glacier is one of the main water resources of the Metropolitan of La Paz and El Alto. Tropical glacier is very sensitive to climate change; actually the glacier targeted in the Project is visibly retreating and water resources from it would reduce. On the other hand, the demand for water in the Metropolitan of La Paz and El Alto continues to increase due to population inflow from other areas. It may cause serious situation if no countermeasures are taken in future. According to the Act No. 300 “Act on Framework of General Development for Mother Earth and to Live Well”, which was enforced in early 2014, the Project Purpose is thought to fit the subject on water resources development.

The Project also agree with the Japanese ODA policy for Bolivia. “Assistance Policy for Each Country: Bolivia” by the Ministry of Foreign Affairs designates “water and sanitation” as one of the development subjects.

The implementation of the Project is very significant since it would propose scientific knowledge on water supply considering the influence by climate change to draft the Bolivian water resources policies.

MMAyA also expects the effect of the Project. There are few examples of the development of integrated model on melting, runoff, sediment and water quality targeted to glacier basins. Japan can contribute to settle problems on water resources by using its technology since it has academic knowledge on using snow and ice as water resources. Such knowledge is also reflected to the Project design: five research groups are installed and the roles of each group and the relationship between them are clearly defined. It can be said that the research method is appropriate.

(2) Effectiveness: High

From the achievement of the three indices of the Project Purpose, it is likely to be achieved during the Project Period. The six Outputs contribute to the achievement of the Project Purpose. Thus the Project Purpose is judged to be achieved because of the 6 Outputs.

(3) Efficiency: Moderate

The Efficiency of the Project is moderate. However, it should be admired that most parts of the Project Outputs have been achieved by the great effort of persons concerned under severe restriction described below. External factors such as disaster, natural environment and purchase of machines made the Efficiency lower.

[Efficiency of inputs from the Japanese side]

“The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake” prevented the activities by the Japanese researchers. The purchase of the observation machines delayed due to taxation. Some of them were stolen or destroyed after installation. Under serious natural environment, it was required to make looser plans than originally expected. In rainy seasons, the activities were often prevented: the Project vehicles sometimes stacked in mud. These difficulties did not result in large delay in the consequent activities, but it is probable that the activities could have been faster unless they had not been limited.

[Efficiency of inputs from the Bolivian side]

The JICA long-term trainees was selected in Bolivia with the conditions of specialties, English skills, degrees and that they should continue their research even after they finish the course. The selection delayed since it needed a long time to find candidates that satisfies these conditions. Serious natural environment affected the activities by the Bolivian researchers as well. The Public and Social Company of Water and Sanitation (EPSAS), which has important relation with the Project, often experienced structural changes as well as personnel changes, resulting in taking a long time in sharing information with new persons in charge. EPSAS offered only limited statistical data on water quality monitoring etc. This caused insufficiency such as loss of time for research activities and duplicated measurement etc.

(4) Impact: There are expected positive Impacts

- This Project is the first challenge to the problem of water resources affected by climate change, targeting the Metropolitan of La Paz and El Alto, the world highest capital region. The Project effect is leading and is expected to spread to similar areas since high areas are strongly affected by climate change.
- The Japanese researchers were invited to the Seminars on Adaptation in Water Resources Management to Climate Change (Feb. 2013 and Jun. 2014) and had keynote lectures there on methods for evaluating the influence by climate change using basin management models intending for practical engineers.
- Sedimentation model in basins, one of the Project results, is referred in “Adaptation to the Impact of accelerated glacier retreat in the Tropical Andes” (PRAA), a project in “National Climate Change Program” (PNCC) financed by the World Bank (WB). It is also expected that some of the Project results will be referred in PRAA2, a succeeding project of PRAA.
- It is a rare case in Bolivia that an academic entity such as UMSA and an administrative organization such as MMAyA act on common subjects. The Project enhanced their mutual exchange and communication. This relationship is likely to develop into the one with mutual merit: MMAyA can tackle the problem of water resources with the aid of UMSA and UMSA can obtain new research subjects on water resources from MMAyA.
- There are seen no negative impacts.

(5) Sustainability: High or moderate depending on solving subjects

The Sustainability of the Project mainly depends on the following three subjects. Currently the Sustainability is moderate since the three subjects have not solved yet, however, it is likely to be high if these are solved.

1. Organizational aspects: EPSAS, which would apply the Project results, would offer data to make the model as the Project results durable, and participate in the Water Resources Platform.
2. Organizational aspects: Field would be prepared for the returning JICA long-term trainees to continue their research.
3. Technical aspects: The Bolivian side would understand the engineering issues such as the application limit of the models developed in the Project and the points to be corrected for reflecting local conditions in applying them to other basins.

There are seen no problems in policy and institutional aspects, financial aspects, technical aspects and society, culture and environmental aspects.

### 3-3 Factors Promoting Sustainability and Impact

#### (1) Factors Concerning Planning

The eight JICA long-term trainees have played great roles in the communication between the Japanese and Bolivian sides since they know much about the research and they are good English speakers.

#### (2) Factors Concerning the Implementation Process

The implementation of the Project made the relationship between UMSA, the C/P entity and MMAyA, a ministry very tight to enhance their communication.

### 3-4 Factors Inhibiting Sustainability and Impact

#### (1) Factors Concerning Planning

Some researchers suffered from mountain sickness and were forced to limit their activities. Some of the Japanese researchers had difficulties such that their vehicle stacked in mud in rainy seasons and that they were forced to stay rest quietly in bed due to extreme fatigue in access to the glaciers. It was effective for such difficulties that the plan of site activities is made leeway first and then tighter. These difficulties did not result in large delay in the consequent activities, but it is probable that the activities could have been faster unless they had not been limited.

#### (2) Factors Concerning the Implementation Process

Most of the eleven Japanese researchers were made impossible to enter the buildings of their affiliation or forced to move several times due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. Blank occurred in the contract between their affiliation and JICA in the first half of FY 2011 to cause delay in their activities. This factor was overcome because of their effort afterward.

The purchase of the observation machines delayed due to taxation. Some of them were stolen or destroyed after installation.

Some of the Japanese researchers could not reach the concerned sites due to blocked roads when they visited Bolivia.

### 3-5 Conclusion

- The Project is achieving the Outputs 1 to 6 after flexibly conducting the review and correction of the PO. Therefore the Project Purpose is likely to be achieved during the Project period.
- The results of the examination on the five evaluation criteria are as follows. The Relevance of the Project is high. The Effectiveness is high since the six Outputs are being achieved and contribute to the achievement of the Project Purpose. The Efficiency is moderate according to moderate efficient inputs by both the Japanese and Bolivian sides. The Project is expected to produce positive Impacts. The Sustainability of the Project mainly depends on three subjects. Currently the Sustainability is moderate since the three subjects have not solved yet, however, it is likely to be high if these are solved.
- From above, it is desired that the three subjects are solved for making the Sustainability higher as described in “3-2 (5) Sustainability”.

### 3-6 Recommendations

- To examine the application limit of the models developed in the Project local conditions in applying them to other basins.
- To apply the Project results, to understand the necessity of comprehensive water resources plans including groundwater and water resources in other basins and to discuss them in the Water Resources Platform.

### 3-7 Lessons Learned

- This Project is a SATREPS project: most of its activities are research. The Project could implement fruitful activities by flexibly reviewing and correcting the PO if needed. Describing concrete items by reviewing the indices of the Project Purpose and the Outputs during its implementation contributed to clarify the Effectiveness of the Project.
- The cities of La Paz and El Alto, the target area of the Project, are 3,000 to 4,000 meters in elevation. The targeted glaciers are located in areas of higher elevation of 4,500 to 4,900 meters. The access roads to the glaciers become muddy in rainy seasons. Some of the observation points cannot be accessed by vehicles and require wading access. If the persons concerned fail to adapt to such serious natural environment to suffer or to be injured, it will affect to the progress of the Project afterward. To avoid such situation, it was effective for such difficulties that the plan of site activities is made leeway first and then tighter.
- In this Project, there were no Japanese researchers who understand Spanish and few Bolivian researchers who understand English. Persons are necessary who can overcome the difference in languages and know much about the research contents, for Japanese researchers to collaborate with researchers in Spanish-speaking countries like Bolivia, since the difference in languages may prevent smooth communication. In this Project, the selected eight JICA long-term trainees greatly contributed to the improvement of communication between the researchers since English language was one of the required conditions of their selection.
- To promote social implementation in similar projects in future it is important to involve engineers who would apply research results as researchers in a wide sense from early periods.
- At the initial stage of the Project, the details of SATREPS regulation was not commonly recognized among JICA, JST and the concerning universities. This prevented smooth implementation of the Project. It is necessary to ferment common understanding among concerning entities in future project formation.

### 3-8 Follow-up

None.

# 第1章 終了時評価調査の概要

## 1-1 協力の背景と経緯

熱帯アンデスに属するボリビア国の年間降水量は年間 500 ミリ程度であり、水資源の大部分を氷河の融解水に依存している。しかしながら、気候変動に伴い今後 30～40 年で熱帯アンデス氷河は消失すると予測され、水資源枯渇の危機に直面している。水質面では、氷河の消滅に伴い河川流量が減少し、河川や貯水池の汚濁負荷濃度増加に繋がると予測されている。また、気候変動に伴い大雨の頻度が高くなることも予測され、豪雨による土砂の流出が、貯水池の貯水能力を減少させ、水資源の逼迫に拍車をかけることも予想されている。

このような状況において、ボリビア国では気候変動に伴う水問題の対策に迫られているが、包括的に水問題を扱える専門家が不足し、かつ、水文・水質観測網の整備やデータマネジメント、水資源評価モデルも不十分な状況にある。

このような背景から、氷河の消失を考慮した水資源賦存量の分析と具体的な対策を検討するための水資源管理モデルの構築が急務となっている中、本件は地球規模課題対応国際科学技術協力 (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS) 案件として採択され、2010 年 1 月 19 日に R/D が署名され、2010 年 4 月から開始された。

## 1-2 終了時評価調査の目的

- 1) マスタープランに基づき、プロジェクトの投入、活動、実施プロセスを確認し、成果の達成状況とプロジェクト目標の達成見込みを検証する。
- 2) 「新 JICA 事業評価ガイドライン (2010 年 6 月)」に基づき、評価 5 項目 (妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性) の観点からレビューを行う。
- 3) プロジェクトの実施プロセス及び成果達成を促進・阻害した要因を確認し、プロジェクトの残りの協力期間における対応および終了後の持続発展性について提言を取りまとめる。
- 4) プロジェクトの達成状況や 5 項目評価結果、提言等について先方実施機関と協議を行い、合意事項をミニッツ署名により確認する。

## 1-3 調査団の構成

ボリビア側

	氏名	分野	所属
1	Prof. Mario Terán	評価分析	サン・アンドレス大学 (UMSA) 材料試験研究所 (IEM) 教授、前工学部長
2	Ms. Fany Elba Sarzuri Bernal	評価分析	環境・水資源省 (MMAyA) 上水道・基礎衛生次官室 (VAPSB)

日本側

	氏名	分野	所属	調査期間
1	宮崎 明博	総括	JICA 地球環境部 水資源第二課 課長	8/6～8/17
2	永田 謙二	水資源	JICA 国際協力専門員	8/6～8/17
3	山崎 正則	協力企画	JICA 地球環境部 水資源第二課	8/8～8/17
4	田中 誠	評価分析	(株)アイコンズ 主任コンサルタント	7/26～8/17
5	大滝 節子	通訳	(一財)日本国際協力センター	7/26～8/17
6	井上 孝太郎	プロジェクト評価 (JST)	JST 地球規模課題国際協力室 上席フェロー	8/8～8/17
7	鵜瀬 美里	プロジェクト評価 (JST)	JST 地球規模課題国際協力室 調査員	8/8～8/17

#### 1-4 調査日程

調査日程は下記のとおりである。

	月日	調査内容
1	7/26(土)	(田中、大滝) 成田発
2	7/27(日)	(田中、大滝) ラパス着
3	7/28(月)	JICA ボリビア事務所との打合せ、合同評価調査団打合せ インタビュー調査：MMAyA、IIS-UMSA、長期専門家
4	7/29(火)	インタビュー調査：IIS-UMSA、長期専門家
5	7/30(水)	評価報告書作成作業
6	7/31(木)	インタビュー調査：IHH-UMSA
7	8/1(金)	インタビュー調査：IHH-UMSA、IIS-UMSA
8	8/2(土)	視察調査：コンドリリ氷河登山口観測地点、トゥニ貯水池
9	8/3(日)	評価報告書作成作業
10	8/4(月)	インタビュー調査：EPSAS、WB
11	8/5(火)	インタビュー調査：MMAyA (VAPSB、VMA、VRHR)、IDB
12	8/6(水)	評価報告書作成作業 (宮崎、永田) 成田発
13	8/7(木)	インタビュー調査：IHH-UMSA、IIDEPROQ-UMSA、IIS-UMSA (宮崎、永田) ラパス着
14	8/8(金)	合同評価打合せ、評価報告書作成作業 (宮崎、永田) コチャバンバ訪問 (別案件) (山崎、井上、鵜瀬) 成田発
15	8/9(土)	評価報告書作成作業 (宮崎、永田、山崎、井上、鵜瀬) ラパス着
16	8/10(日)	団内協議、評価報告書作成作業
17	8/11(月)	評価報告書ドラフト確認 EPSAS、IHH-UMSA、IIS-UMSA、JICA ボリビア事務所表敬
18	8/12(火)	UMSA、VIPFE、JICA ボリビア事務所表敬、評価報告書ドラフト説明
19	8/13(水)	評価報告書修正作業 (宮崎、永田、山崎、井上、鵜瀬) 現場視察
20	8/14(木)	JCC、M/M 署名、JICA ボリビア事務所への報告
21	8/15(金)	在ボリビア日本大使館への報告 ラパス発
22	8/16(土)	移動
23	8/17(日)	成田着

## 1-5 対象プロジェクトの概要

本プロジェクトの概要を下表に示し、MP Ver. 3 及び PO Ver. 3 をそれぞれ別添資料 1 及び 2 に示す。

プロジェクト名	氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発プロジェクト
プロジェクト期間	2010 年 4 月～2015 年 3 月
予算額	約 270 百万円
対象地域	ラパス市、エルアルト市及びトゥニ・コンドリリ、ミリュニ両氷河域を中心とする流域
関係機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サン・アンドレス大学 (Major University of San Andrés : UMSA)</li> <li>・環境・水資源省 (Ministry of the Environment and Water : MMAyA)</li> </ul>
上位目標	気候変動に適応した水資源政策の立案に、本研究で得られたモデル、科学知見、研究成果が活用される。
プロジェクト目標	<p>ボリビア国ラパス市・エルアルト市における気候変動に適応した水資源政策策定を支援するシステム*が開発され、右システムをもとに情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。</p> <p><small>*システム：水資源に関する、データの収集・解析、各種モデルの運用、シミュレーションの実施、シミュレーションに基づいた情報や知見の共有、及びそれらを更新しつつ運用する体制)</small></p> <p><small>備考：本プロジェクトで得られる研究成果・科学的知見は、Tuni-Condoriri 及び Huayna Potosi 西流域を対象とした気候変動の水資源への影響評価に基づくものである。</small></p>
成果	<p>成果 1： Tuni-Condoriri 氷河及び Huayna Potosi 西氷河を対象に気候変動下における氷河融解モデルが構築される。</p> <p>成果 2： Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における流出モデルが構築される。</p> <p>成果 3： Tuni-Condoriri 氷河流域と Huayna Potosi 西氷河流域における気候変動に伴う土砂侵食・移動モデルが構築される。</p> <p>成果 4： Tuni 貯水池を対象に気候変動下における水質モデルが構築される。</p> <p>成果 5： ラパス市・エルアルト市への水供給を担う Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における水資源総合評価モデルが構築される。</p> <p>成果 6： 成果 1～5 のモデルを活用し、ラパス市・エルアルト市における水資源管理情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。</p>





## 第2章 評価方法

### 2-1 評価の手法

本プロジェクトの終了時評価は、「新 JICA 事業評価ガイドライン第1版」(2010年)にある PCM 手法に沿って、日本及びボリビア双方から選出されたメンバーからなる合同評価調査団により、以下の調査方法に基づき実施された。評価の手順は次のとおりである。

- (1) プロジェクト完了報告書、月報その他の文献の調査、質問票調査、関係者への聞き取り調査、関係するサイトへの視察調査により、評価に必要な情報を収集する。
- (2) 評価グリッドを用いて、MP Ver. 3 に対応する実績及びプロジェクトの実施プロセスを検証し、評価する。
- (3) 表 2-1 に示す評価 5 項目に沿ってプロジェクトを評価する。
- (4) 各項目の評価設問及び評価指標については、評価グリッド(別添資料 3)を参照。

表 2-1 評価 5 項目

項目	視点
妥当性	プロジェクト目標及び上位目標と、プロジェクトの対象グループのニーズ、相手国側の政策及び日本の援助政策との整合性があるか等、プロジェクトの正当性、必要性を検証する。
有効性	プロジェクトの実施による対象グループへの便益を確認し、プロジェクトが有効であるか否かを検証する。
効率性	プロジェクト資源の有効活用という観点から、効率的であったか否かを検証する。
インパクト(予測)	プロジェクトの実施によりもたらされる、より長期的な効果や波及効果を検証する。
持続性(見込み)	プロジェクト終了後、プロジェクトにより発現した効果が持続するか否かを検証する。

あわせて、これらの結果に基づき、今後 JICA が実施する他案件の形成・実施・運営管理に参考となる教訓を、プロジェクトの経験から抽出する。

### 2-2 データ収集の方法

本調査に使用するデータ・情報は、文献調査、質問票調査、関係者からの聞き取り調査、視察調査を通じて収集した。それぞれの詳細は表 2-2 のとおりである。

表 2-2 主なデータ収集源

収集方法	情報源
文献調査	プロジェクト実施報告書（2010年～2014年） 中間レビュー調査報告書（2012年12月） 終了報告書案（2014年6月）
質問票調査	日本側研究者 UMSA、MMAyA、EPSAS 他ドナー（WB、IDB、IRD）
聞き取り調査	日本側研究者（電話インタビュー） プロジェクト業務調整員 UMSA、MMAyA、EPSAS 他ドナー（WB、IDB）
視察調査	コンドリリ氷河登山口観測地点、トゥニ貯水池

また、主な面談者及び電話インタビュー対象者は、それぞれ表 2-3 及び表 2-4 に示すとおりである。

表 2-3 主な面談者

氏名	所属
岡村 優子	長期専門家（業務調整員）
*Prof. Edson Ramirez	サン・アンドレス大学水理学研究所 (IHH-UMSA) 副所長
*Prof. Javier Mendoza	サン・アンドレス大学水理学研究所 (IHH-UMSA) 教授
*Prof. Ramiro Pillco	サン・アンドレス大学水理学研究所 (IHH-UMSA) 教授
Prof. Angel Aliaga	サン・アンドレス大学水理学研究所 (IHH-UMSA) 教授
*Prof. Nestor Funes	サン・アンドレス大学水理学研究所 (IHH-UMSA) 教授
*Prof. Carlos España	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所 (IIS-UMSA) 教授、前副学長
*Prof. Francisco Bellot Alarcón	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所 (IIS-UMSA) 教授
*Prof. Marcelo Gorritty	サン・アンドレス大学化学プロセス開発研究所 (IIDEPROQ-UMSA) 教授
*Prof. Andrés Calizaya	サン・アンドレス大学水理学研究所 (IHH-UMSA) 教授
Prof. Gregorio Carvajal Sumi	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所 (IIS-UMSA) 教授
Prof. Eufemia Briancon	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所 (IIS-UMSA) 教授
*Ms. Consuelo Luna	環境・水資源省 (MMAyA) 環境次官室 (VMA)
Ms. Liset Revollo	環境・水資源省 (MMAyA) 環境次官室 (VMA)
*Mr. Oscar Meave	環境・水資源省 (MMAyA) 水資源・灌漑次官室 (VRHR)
*Ing. Abel Sangüeza Antezana	環境・水資源省 (MMAyA) 上水道・基礎衛生次官室 (VAPSB)
*Ing. Tomas Quisbert Guarachi	ラパス市・エルアルト市上下水道公社 (EPSAS) 生産部長
*Mr. Jorge Treviño	世界銀行 (WB) ボリビア事務所
*Mr. Prem Jai Vidavre	米州開発銀行 (IDB) ボリビア事務所

\*は質問票調査対象者で、全員が回答している。この他にフランス開発調査庁 (IRD) の Mr. Jean Emmanuel Sicart から質問票調査の回答を得た。

表 2-4 電話インタビュー対象者\*

氏名	班	所属
山崎 剛	雪氷	東北大学大学院理学研究科准教授
風間 聡	雪氷	東北大学大学院工学研究科教授
朝岡 良浩	雪氷	東北大学大学院工学研究科特任助教
真野 明	流出	東北大学災害科学国際研究所教授
木内 豪	流出	東京工業大学総合理工学研究科教授
田中 仁	土砂	東北大学大学院工学研究科教授
川越 清樹	土砂	福島大学共生システム理工学研究科准教授
中野 和典	水質	日本大学工学部准教授
梅田 信	水質	東北大学大学院工学研究科准教授
奥村 誠	マネジメント	東北大学災害科学国際研究所教授
真砂 佳史	マネジメント	東北大学未来科学技術共同研究センター准教授

\*全員が質問票調査にも回答している。

### 2-3 評価調査の制約・限界など

SATREPS である本プロジェクトは、研究事業が主体であり、通常の技術協力プロジェクトと比較して、成功するか否かは不確定な要素が大きいと思われる。また、プロジェクト計画時に期待される成果をはかるための指標としては、モデルのユーザーガイド、モデルセミナーの実施回数、査読付き論文の掲載数など、一般的なものに留まっていた。



## 第3章 プロジェクトの実績の検証

### 3-1 投入の実績

#### 3-1-1 日本側の投入

##### (1) 専門家派遣

長期専門家1名（業務調整員）が2010年4月に派遣され着任し、現在も業務を継続している。長期専門家は西語が使用可能であり、日本側とボリビア側との連絡・調整に重要な役割を果たしている。また、観測データの収集やプロジェクト成果の社会実装に係る活動等を支援するため、表3-1に示すように現地コンサルタントが備上された。

表 3-1 現地備上コンサルタント

備上目的	備上期間	備考
広報	2014年1月～3月	現在は長期専門家が対応
機材管理	2010年10月～同月	
	2011年5月～2013年9月	辞職（大学の正規職員になったため）
	2014年7月～現在	契約は2015年3月末まで
プラットフォーム調整	2014年1月～3月	
	2014年4月～7月	辞職 現在はC/Pと長期専門家が対応 今後は検討中
データカタログ作成	2014年4月～現在	契約は2015年3月末まで

別添資料4(1)のとおり、日本人研究者11名が本プロジェクトに参加している。別添資料5(1)に示すとおり、このうち9名が計46回ボリビアに派遣され、派遣日数は計556日となった。

この他に、科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency : JST）の経費負担による日本人学生及び日本滞在中のJICA長期研修員のボリビア渡航があった。

##### (2) カウンターパート(C/P)本邦研修

別添資料5(2)に示すとおり、IHH-UMSA、ISS-UMSA、IIDEPROQ-UMSAから12名の研究者が本邦研修に参加した。UMSAから8名がJICA長期研修員として来日し、日本側の大学院にて研修を受けた。JICA長期研修員は、別添資料4(2)及び別添資料5(3)に示すとおりである。

##### (3) 供与機材

別添資料6(1)に示すとおり、3Dレーザー・スキャニングシステム、気象観測装置、水理観測機器、水質観測機器等の機材が調達され、IHHに供与された。これらの機器を用いて観測が実施されたが、一部に欠測が生じている。機材の概要を別添資料7に示す。

また、別添資料 6(2)に示すとおり、国内研究設備・機材が投入されている。

#### (4) 現地業務費

日本側はプロジェクト活動実施のための活動費の一部を負担している。2010 年 4 月から 2014 年 5 月までの現地業務費の合計は 207 万ボリビアーノ（供与機材の購入費を除く）で、内訳は航空費、車両借上・燃料費、通信費、印刷費、現地契約費、その他消耗品などとなっている。

### 3-1-2 ボリビア側の投入

#### (1) カウンターパート(C/P)の配置

プロジェクト開始時、カウンターパートとして UMSA から 10 名が配置された。JICA 長期研修員 8 名のうち 3 名は既に大学院の課程を修了し、UMSA に任期付研究員として任用されている。現在のカウンターパートのメンバー（18 名）は、別添資料 4(3)に示すとおりである。

#### (2) 現地業務費

ボリビア側はプロジェクト活動実施のための活動費の一部を負担している。2010 年 4 月から 2014 年 5 月までの現地業務費の合計は 69 万ボリビアーノで、内訳は工事費、燃料費、旅費、分析費用、IHH 職員の外勤手当などとなっている。

#### (3) 投入機材

ボリビア側は、別添資料 6(3)に示すとおり、機材として雪氷用レーダーを投入している。

#### (4) 執務スペースの提供

長期専門家（業務調整員）及び日本側研究者がボリビア訪問時に使用できるスペースとして、IHH-UMSA の 2 室が提供された。

### 3-2 成果の達成状況

MP に示された指標に基づいた、成果の達成状況は以下のとおりである。

成果 1: Tuni-Condoriri 氷河及び Huayna Potosi 西氷河を対象に気候変動下における氷河融解モデルが構築される。	
指標	達成状況
1-1. モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。	➤ 東北大学と IHH-UMSA が協働して、モデルの西語ユーザーガイドを作成中であり、細部の字句修正を残すのみとなっている。

<p>1-2. 雪氷班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2014 年 2 月に、UMSA 研究者および国立気象水文機関 (National Service of Meteorology and Hydrology : SENAMHI) を対象としたトレーニングコースを開催して、モデル概要、実行方法・アウトプットデータの解析に関する演習を実施した。</li> <li>➤ 2014 年 6 月に、MMAyA 環境次官室 (Vice-Ministry of Environment : VMA) が MMAyA 技術者 [VMA 及び水資源・灌漑次官室 (Vice-Ministry of Water Resources and Irrigation : VRHR) 所属] に対して GRANDE モデルセミナーを開催して、C/P 及び帰国留学生がモデルの講習を実施した。</li> <li>➤ 2014 年 8 月に、MMAyA の各次官室 (VMA、VRHR、VAPSB)、UMSA 研究者、学生を対象にモデルセミナーが実施され、JICA 長期研修員も参加する予定である。</li> <li>➤ モデルセミナーは、ユーザーガイドの作成の進捗や、サブプラットフォームに合わせて、今後も実施される予定である。</li> </ul>
<p>1-3. モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 既に、モデルに関する査読付き論文が国際誌に 6 編掲載されている。</li> </ul>

<b>成果 2 : Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における流出モデルが構築される。</b>	
<b>指標</b>	<b>達成状況</b>
<p>2-1. モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 準分布型概念モデルおよびスーパータンクモデルのユーザーガイドを作成中である。先に英語版を作成済みであり、これを西語訳する作業を進めており、2014 年 8 月中に完成する見込みである。</li> </ul>
<p>2-2. 流出班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2014 年 8 月に、MMAyA の各次官室 (VMA、VRHR、VAPSB)、UMSA 研究者、学生を対象にモデルセミナーが実施され、JICA 長期研修員も参加する予定である。</li> <li>➤ モデルセミナーは、ユーザーガイドの作成の進捗や、サブプラットフォームに合わせて、今後も実施される予定である。</li> </ul>
<p>2-3. モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 既に、モデルに関する査読付き論文が国際誌に 3 編掲載されている。</li> </ul>

**成果 3 : Tuni-Condoriri 氷河流域と Huayna Potosi 西氷河流域における気候変動に伴う土砂侵食・移動モデルが構築される。**

指標	達成状況
3-1. モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 東北大学、福島大学と IHH-UMSA が協働して、モデルの西語ユーザーガイドを作成中である。2014 年 8 月に JICA 長期研修員がボリビアに来て、最終修正を行う予定である。</li> </ul>
3-2. 土砂班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2014 年 8 月に、MMAYa の各次官室（VMA、VRHR、VAPSB）、UMSA 研究者、学生を対象にモデルセミナーが実施され、JICA 長期研修員も参加する予定である。</li> <li>➤ モデルセミナーは、ユーザーガイドの作成の進捗や、サブプラットフォームに合わせて、適宜、実施される予定である。</li> </ul>
3-3. モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現時点では、モデルに関する査読付き論文は国際誌に掲載されていないが、準備中の論文が複数ある。</li> </ul>

**成果 4 : Tuni 貯水池を対象に気候変動下における水質モデルが構築される。**

指標	達成状況
4-1. モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ モデルの西語ユーザーガイドが作成済みである。</li> <li>➤ C/P が、解説書をトレーニングマテリアルとして編集中であり、完成間近である。</li> </ul>
4-2. 水質班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも 1 回モデルセミナーを実施する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2013 年 10 月以来、日本・ボリビアにおけるモデルセミナーにて本プロジェクトで開発中の貯水池解析モデルの構成に関する解説および、プログラムコードと入力データの取扱に関する説明を行っている。</li> <li>➤ 2014 年 6 月に、MMAYa 環境次官室（VMA）が MMAYa 技術者〔VMA 及び水資源・灌漑次官室（VRHR）所属〕に対して GRANDE モデルセミナーを開催して、C/P がモデルの講習を実施した。</li> <li>➤ 2014 年 8 月に、MMAYa の各次官室（VMA、VRHR、VAPSB）、UMSA 研究者、学生を対象にモデルセミナーが実施され、JICA 長期研修員も参加する予定である。</li> <li>➤ モデルセミナーは、ユーザーガイドの作成の進捗や、サブプラットフォームに合わせて、今後も実施される予定である。</li> </ul>
4-3. モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも 2 編掲載される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現時点では、モデルに関する査読付き論文は国際誌に掲載されていないが、投稿中、準備中の論文が複数ある。</li> </ul>



<b>成果 5：ラパス市・エルアルト市への水供給を担う Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における水資源総合評価モデルが構築される。</b>	
指標	達成状況
5-1. 少なくとも3つの GCM のアウトプットに基づいて水資源の将来展望が行われる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ モニタリングデータは、UMSA に設置されたデータサーバーに蓄積されている。これらは段階的にデータカタログとして公開される予定である。</li> <li>➤ 現在、暫定計算のアウトプットを解析している。水資源展望に関する研究成果は、2014 年中にサーバーに収録する予定である。</li> </ul>

<b>成果 6：成果 1～5 のモデルを活用し、ラパス市・エルアルト市における水資源管理情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。</b>	
指標	達成状況
6-1. ラパス市・エルアルト市の水資源関連機関からの参加者を集めた会議を少なくとも年に3回実施する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ UMSA 及び MMAyA は、水資源プラットフォームに関する覚書の締結に向けた調整を進めており、2014 年 2 月にプラットフォーム予備会議を開催し、2014 年 5 月に MMAyA の GRANDE モデルセミナーでプラットフォーム全体会議を開催した。2014 年 8 月中に UMSA の学長と MMAyA の大臣が会談し、合意に至る見込みである。その際には全体会議も開催される予定であり、実現すれば、2014 年中の会議の回数は合わせて3回となる。</li> <li>➤ この他、UMSA と MMAyA の各次官室 (VMA、VRHR、VAPSB)、EPSAS 企画課、米州開発銀行 (IDB) との間で適宜個別に会議を開催している。</li> <li>➤ ラパス市・エルアルト市の水資源に関する情報共有やデータ提供のため、EPSAS と UMSA との間で覚書の締結が必須である。ただし、EPSAS は度重なる組織改編があったこと、また経営再建中で国の管理下にあることにより、覚書の締結の見通しは不透明である。</li> </ul>
6-2. 水需要モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ユーザーガイドの英語版が作成された。西語版は作成中であり、近日中に完成する見込みである。</li> </ul>
6-3. WHO 又はボリビアの水質基準に基づいて少なくとも10の代替水源について水質検査が行われる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 飲用水源である Condoriri、Huayna Potosi 両氷河流域を含む様々な水源において、重金属および病原微生物による汚染についての評価を実施した。2010 年から 2013 年にかけて 28 地点において計 37 の試料を採取し、飲用水質基準となっている 17 種類の重金属濃度および指標細菌 (大腸菌群、大腸菌) を測定した。水質検査の対象は最終的に 50 地点程度になる見込みである。</li> <li>➤ 地下水についても、C/P が分析中である。</li> </ul>

<p>6-4. 気候変動シナリオ下の水資源評価モデルのアウトプットがラパス市・エルアルト市の水資源について協議を行う会合にて共有される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 日本側研究者が2013年からGRANDE Reportや各発表プレゼン資料を用いて、成果を関連機関に普及している。</li> <li>➤ MMAyAは2013年2月及び2014年6月の2回、気候変動に対する水管理適応策に関するセミナーを主催した。このセミナーには、MMAyAの環境次官室(VMA)の他、水資源・灌漑次官室(VRHR)、EPSAS、SENAMHIも参加した。日本側研究者が基調講演の要請を受け、実務者を対象として流域管理モデルを用いた気候変動の影響評価手法について講義した。</li> <li>➤ 2014年6月に、MMAyA環境次官室(VMA)がMMAyA技術者に対してGRANDEモデルセミナーを開催し、GRANDEモデル及び成果の活用計画案の策定を協議した。現在、各機関と調整中である。このセミナーにおいて、日本側研究者が、展望結果の一部と日本での応用例を発表した。</li> </ul>
<p>6-5. C/P又はプロジェクト研究者が公開シンポジウムにて発表を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2012年10月に仙台市で第1回公開シンポジウムが開催された。</li> <li>➤ 2014年8月に第2回公開シンポジウムが開催される予定である。</li> </ul>
<p>6-6. 広報資料及びデータカタログが作成される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 長期専門家がUMSAと共にHPを作成した。広報資料を作成中である。</li> <li>➤ データカタログの第一稿が作成された。現在、内容確認中である。</li> </ul>

成果1：成果1の3つの指標のうち、指標1-3は既に達成、指標1-1及び指標1-2も既にほぼ達成されている。以上の指標の達成状況より、成果1はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。

成果2：成果2の3つの指標のうち、指標2-3は既に達成、指標2-1、指標2-2も2014年8月中に達成される予定である。以上の指標の達成状況より、成果2はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。

成果3：成果3の3つの指標のうち、指標3-1、指標3-2は2014年8月中に達成される予定であり、指標3-3もプロジェクト終了直後に達成される予定である。以上の指標の達成状況より、成果3はプロジェクト終了直後に達成される予定である。

成果4：成果4の3つの指標のうち、指標4-1は既にほぼ達成、指標4-2も既に達成されており、指標4-3もプロジェクト期間中に達成される可能性が高い。以上の指標の達成状況より、成果4はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。

成果5：成果5の唯一の指標である指標5-1は、2014年中に達成される予定である。指標の達成状況より、成果5はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。

成果6：成果6の6つの指標の達成状況は次のとおりである。指標6-1、指標6-3、指標6-4、指標6-5は既に達成されている。指標6-2、指標6-6はプロジェクト期間中に達成される予定である。

以上の指標の達成状況より、成果 6 はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。

なお、本プロジェクトに関連して発表された論文は、本プロジェクトが発行する「氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発」プロジェクト（Glacier Retreat Impact Assessment and National Policy Development : GRANDE）Report という冊子に掲載されている。掲載論文は別添資料 8 に示すとおりである。

### 3-3 プロジェクト目標の達成状況

MP に示された指標に基づいた、プロジェクト目標の達成状況は以下のとおりである。

プロジェクト目標：ボリビア国ラパス市・エルアルト市における気候変動に適応した水資源政策策定を支援するシステムが開発され、右システムをもとに情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。	
指標	達成状況
1. プロジェクト成果が気候変動シナリオを考慮した水資源管理政策や他のプロジェクト又は研究者において言及ないし参照される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 世界銀行 (World Bank : WB) が環境・水資源省 (MMAyA) の気候変動室と共に実施した「熱帯アンデスの氷河後退の影響に関する適応プロジェクト」(Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales : PRAA) において、本プロジェクトの成果のうち、流域における土砂生産のモデルが引用されている。PRAA から本プロジェクトに対して氷河インベントリが提出され、本プロジェクトから PRAA には気候変動に応じたラパス市の斜面崩壊予測マップを提供した。</li> <li>➤ 2012 年 7 月にラパス市議会からの依頼により、本プロジェクトの日本側専門家がプロジェクトの内容について説明した。議会側からは、ラパスの水需給予測について高い関心が寄せられた。</li> <li>➤ 2013 年 2 月に MMAyA の環境次官室 (VMA) が主催した流域モデルセミナーにおいて、本プロジェクトの専門家に講師の依頼があった。</li> <li>➤ 2013 年 11 月に JCC に合わせて開催された技術セミナーにおいて、本プロジェクトの成果が紹介された。</li> <li>➤ 2014 年 6 月の流域モデルセミナーにおいて、本プロジェクトの専門家が講師を務めた。</li> </ul>
2. 気候変動シナリオを考慮した水資源影響評価モデルが水関連機関への情報提供ができる体制のある IHH に導入される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 気候変動シナリオを考慮した水資源影響評価モデルは、既に IHH に導入されている。</li> <li>➤ IHH は、水関連機関に対して情報提供ができる体制を段階的に構築中である。雪氷グループの成果は既に情報提供できるようになっており、他のグループについても、グループに属する JICA 長期研修員の帰国に合わせて、構築が完了する予定である。</li> </ul>
3. 上記モデルのアウトプットがウェブサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 本プロジェクトは、流域水資源に関して、氷河消失時及び複数の気候変動シナリオ〔既存の大気循環モデル (GCM) の出力値〕に対</li> </ul>

<p>イトに公開される又は電子媒体に記録され関連機関に配布される。</p>	<p>する将来展望を整備している段階である。現在、検討に用いた気候変動シナリオがまだ1ケースのみであり、より多くのシナリオ（2014年中に少なくとも3ケース）について検討を実施してからアウトプットが公開される予定である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 氷河融解量の将来展望データについては、既に提供する準備ができていますが、ウェブサイトで公開することは計画していない。</li> <li>➤ 水文・気象モニタリングデータについては、データカタログにより段階的に公開する予定である。</li> <li>➤ 現在は、各グループの成果を統合する最終段階でもあり、アウトプットの公開に関するポリシー等を検討する必要がある。</li> <li>➤ 研究上のアウトプットは、学術論文等の形で随時公開されている。</li> </ul>
---------------------------------------	--

プロジェクト目標の3つの指標の達成状況は次のとおりである。指標1は既に達成されている。指標2は、「気候変動シナリオを考慮した水資源影響評価モデルがIHHに導入される」の部分は既に達成されており、「水関連機関への情報提供ができる体制のあるIHH」の部分はプロジェクト期間中に達成される予定である。指標3は、プロジェクト期間中に達成される可能性が高い。

以上の指標の達成状況より、プロジェクト目標はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。

### 3-4 プロジェクト活動に対する貢献・阻害要因

#### 3-4-1 貢献要因

##### (1) 研究者間のコミュニケーション改善に対するJICA長期研修員の貢献

JICA長期研修員として来日した8名が、研究内容に精通し、かつ英語が使える人材であったことにより、日本側とボリビア側とのコミュニケーションギャップを埋め、連絡を密にする上で、極めて重要な役割を果たした。

##### (2) ボリビア側学術機関と公的機関との団結

プロジェクトの実施を契機として、C/P機関であるUMSAと、国の省庁の1つであるMMAyAの間の交流が密になり、情報交換が促進された。ボリビアでは、UMSAのような学術機関と、MMAyAのような公的機関とが共通の目標のために団結することは稀であったが、本プロジェクトにおいてはこの両者はよく団結し、MMAyAからUMSAに対してプロジェクトの成果の提供を要請することにより、UMSAがセミナーを開催することを促進した。

#### 3-4-2 阻害要因

##### (1) 東日本大震災による活動の停滞

本プロジェクト開始後の2011年3月に発生した東日本大震災に伴い、日本側研究者11名の大部分が、所属先の建物への立ち入りを制限されたり、複数回の移転を余儀なくされたりした。2011年度上半期は震災の影響を受けて研究者所属先とJICAとの契約も滞り、活動の停滞を招いた。この要因は、その後の研究者の努力により克服された。

## (2) 観測機器の盗難・不具合

プロジェクト初年度、流域内のモニタリングネットワークへの投入機材の設置に関して現地住民から妨害される事態が起り、設置が当初計画よりも遅れた。これは、プロジェクトに対する抗議運動という位置付けではなく、現地機関の水利用に対する現地住民の不信感に起因している。貯水池近くの農民には、自分たちに上水が供給されていない、目の前にある水が全て町に流されているという不信感があった。そこで、プロジェクト活動に対する理解が得られるまで投入機材の設置を控えることとした。長期専門家が通訳（西語⇄アイマラ語等）を伴って現地住民にプロジェクトの目的を説明し、和解案について交渉を進め、現地モニタリングの理解と承諾を得た。現在は、機材の監視を現地住民に委託するなど協力関係を築きつつある。また、機材を設置するまでのリカバリ策として、まずは、作成したモデルに他の氷河のデータを入力して試算を行い、計算結果を現実と比較することによってモデルを修正していった。日本から機材を持ち込んで集中観測を行い、データの不足を補う対策も取られた。

Condoriri 氷河に設置された気象観測装置が 2012 年 10 月に盗難に遭い、観測を一時的に中断せざるを得なかった。観測項目を絞り、盗難対策を施して 2013 年 8 月以降にモニタリングを再開した。4 年目から雪氷班自体が Condoriri 氷河で観測して得たデータをモデルに入力できるようになった。観測機器のデータ回収プログラムに不備があり、納品が遅れたこともあったが、こちらの影響は小さかった。

## (3) 現地活動への制約

日本人研究者がボリビアを訪問した際、道路封鎖により目的地に到達できない場合もあった。治安の悪化により滞在予定を切り上げた研究者もいた。活動範囲の制限や滞在期間の短縮により積み残しとなった現地活動上の課題は、次回以後の渡航に延期されることとなった。結果的に、以後の活動に大幅な遅れは生じなかったものの、現地活動に制約がなければ、活動がより早く進捗していた可能性がある。

## (4) 自然環境への適応の難しさ

本プロジェクトの対象であるラパス市・エルアルト市は標高 3,000~4,000m 程度であり、氷河はさらに高い 4,500~4,900m 程度の高地にある。研究者によっては現地滞在中に高山病にかかり、活動に制約を受けた。日本側研究者については、雨季の訪問で路面がぬかるんで搭乗車輛がスタックしたり、氷河へ徒歩で接近することによる極端な疲労が生じて安静を余儀なくされたりといった事態もあった。このような事態により、予定されていた現地活動上の課題は、次回以後の渡航に延期されることとなった。結果的に、以後の活動に大幅な遅れは生じなかったものの、現地活動に制約がなければ、活動がより早く進捗していた可能性がある。

### 3-5 プロジェクトの実施プロセスの検証

#### 3-5-1 研究・技術開発課題に起因する不確実性

本プロジェクトの事前評価時に、研究・技術開発課題に起因する不確実性が外部条件として掲げられている。事前評価表には、「必要に応じ柔軟な活動計画の見直しや修正を行う。」との

文言が記載されている。2012年11月の中間レビュー調査において、プロジェクトの情報や知見の政策・計画への反映に向けた道筋の明確化と準備が提言された。これを受けて、MP及びPOが修正され、新たに達成指標が設定された。

### 3-5-2 ドナー間の協調

フランス開発調査庁(Institute of Research for Development : IRD)は、本プロジェクトが対象とする氷河を20年にわたって観測していた。本プロジェクトは、IRDの協力を得ることにより、開始直後の観測データの欠落を補うことができた。IRDは本プロジェクトに対して、高山集水域における気象学・雪氷学的観測に関する助言を行い、輻射計のキャリブレーションに必要なデータを提供した他、本プロジェクト開始時には、IRDがCondoriri集水域に設置した雨量計1基及び対象3流域に設置した三角堰(各流域に1基)をIHHに無償で提供した。

ボリビアの国家気候変動プログラム(National Climate Change Program : PNCC)のうち、WBの資金投入を受けて実施されていたプロジェクトである「熱帯アンデスの氷河後退の影響に関する適応プロジェクト」(PRAA)から本プロジェクトに対して氷河インベントリが提出され、本プロジェクトからPRAAには気候変動に応じたラパス市の斜面崩壊予測マップを提供した。PRAAには、本プロジェクトの成果のうち、流域における土砂生産のモデルが引用されている。PRAAはこのほど終了し、続編であるPRAA2が開始されることとなっている。

### 3-5-3 ボリビア側の人的資源の不足

本プロジェクトでは、日本側、ボリビア側双方の研究者が、雪氷、流出、土砂、水質、マネジメントの5つの研究グループを構成して活動を実施した。これらのうち、土砂及びマネジメントの両グループには、グループの専門性に合致する研究者がボリビア側に不足していた。土砂グループについては、配置されたC/Pにある程度の基礎力はあったが、専門性が完全に一致していなかったことから、応用力には不足があった。マネジメントグループについては、水資源マネジメントを専門とする研究者がもともとUMSAに不在で、EPSAS等の実務者の中にも、英語が使える十分なコミュニケーションが取れる人材は見出せなかった。

これに対して、土砂グループについては、グループに属する複数のボリビア側研究者を浸食担当と土砂輸送担当に分け、担当毎に日本側との交流を密にした。マネジメントグループについては、2012年9月から新たに衛生・環境技術研究所(サン・アンドレス大学)(Institute of Sanitary and Environmental Engineering - UMSA : IIS)をC/Pに追加し、水資源マネジメントに近い専門分野の研究者をボリビア側からも投入することで、グループのボリビア側の能力強化を図った。その結果、両グループが担当した活動も、成果を挙げることができた。

## 第4章 5項目による評価

### 4-1 妥当性

本プロジェクトの妥当性は高い。

気候変動に適応した水資源政策の立案は、ボリビア政府の重要な開発課題の1つである。本プロジェクトの対象であるラパス・エルアルト都市圏は、熱帯氷河を重要な水源の1つとしている。熱帯氷河は特に気候変動の影響を受けやすく、現に本プロジェクトが対象とする氷河は目に見えて後退しており、水資源量が減少する恐れがある。一方、ラパス・エルアルト都市圏では地方からの人口流入が激しく水需要が増大しており、将来的に対策を講じなければ、深刻な事態を招く可能性がある。2014年初めに施行された法律300号「母なる大地ならびによく生きるための総合的開発枠組法」に基づき、プロジェクト目標は水資源開発の課題に整合すると考えられる。

本プロジェクトは、日本の対ボリビア ODA 政策とも一致している。外務省の「対ボリビア国別援助方針」は、開発課題の1つとして「水と衛生」を掲げている。また、留意事項として、「ボリビアは、複雑な地形であるがゆえに気候変動の影響を受けやすく、近年、洪水、渇水、干ばつなどの被害が多く、水・基礎衛生分野を含め、環境・気候変動を考慮した支援が必要である。」「援助を実施するに当たり、政府ベースの協力のみならず、我が国の技術を生かした官民オール・ジャパンでの支援が重要である。」とも述べている。

ボリビアの水資源政策の立案に対して、気候変動の影響を考慮した水供給に係る科学的知見を提供するため、本プロジェクトを実施する意義は大きく、MMAyA からの期待も大きい。氷河流域を対象として融解、流出、土砂、水質を統合したモデルの開発は世界でも例が少なく、雪氷を水資源として利用する上で学術上の知見を有する日本は、その技術を生かして水資源問題の解決に貢献していける。このような学術上の知見は、プロジェクトデザインにも活かされ、5つの研究グループを設置し、それぞれの研究上の役割や研究グループ相互の関係を明確にしたことは、研究の方法として適切であったといえる。本プロジェクトは氷河からの融解水という水資源に特化したものであるが、将来、ラパス・エルアルト都市圏の水資源政策を検討するに当たっては、地下水を含む代替水源の評価も行う必要がある。

### 4-2 有効性

本プロジェクトの有効性は高い。

プロジェクト目標の3つの指標の達成状況より、プロジェクト目標はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。6つの成果はプロジェクト目標の達成に貢献しており、プロジェクト目標の達成は6つの成果によって引き起こされたものと判断される。最終的にプロジェクト目標を達成するためには、プロジェクト関係者が6つの成果の達成に向けた努力を続けるとともに、開発したモデルや予測結果の十分な説明を通じて、施政者が適応策を検討する上で参照するに足る情報や知見を提供すること、また施政者の側でも、日々蓄積・更新されていく情報や知見に対して常に受入窓口を開いておくことが求められる。

本プロジェクトは研究プロジェクトであるため、目標達成までのプロセスが予見できるわけではない。これに対して、本プロジェクトは、必要に応じて柔軟な活動計画の見直しや修正を行った。本プロジェクトの中間レビューにおいて、「MP 中の指標については、達成度を測るために適切に設定されている、とは言えない。現時点での進捗の理解に基づく適切な指標設定は、2.5 年後の現実的で実現可能な目標のイメージをプロジェクト関係者間で共有するためにも必要である。」と指摘されている。これを受けて MP や PO が改訂された。改訂されたプロジェクト目標の 3 つの指標は、いずれも具体的なもので適切である。また、成果の指標として、雪氷、流出、土砂、水質、水需要の各モデルについてユーザーガイドを整備すること、セミナーや会議を開催すること、モデルに関する査読付き論文が国際誌に掲載されることといった具体的な事項が掲げられたことも、上記の指摘に応えるものであり、プロジェクトの有効性を明確化するのに役立った。

### 4-3 効率性

主としてプロジェクトの前半に、災害、自然環境、機器調達上の問題、政情不安といった要因により活動が遅れが生じたため、本プロジェクトの効率性は中程度である。しかし、下記のような厳しい制約の下で、プロジェクトの成果の大部分を達成したことは、関係者の多大な努力によるものであり、称賛されるべきである。

#### 4-3-1 日本側からの投入の効率性

本プロジェクト開始後の 2011 年 3 月に発生した東日本大震災に伴い、東北大学大学院工学研究科の建物が使用停止になり、所属する研究者は、自宅待機や数度の研究室移転を余儀なくされた。2012 年 1 月になり、ようやく仮設の研究棟を利用できるようになった。同理学研究科においても、震災後 1 ヶ月程度建物が立入禁止になり、外部との通信やインターネットへの接続が停止するといった影響があった。このような物理的な影響のみならず、震災の影響を受けて契約更新が滞り（東北大学と JICA との契約は毎年更新となっていた）、2011 年 4 月からしばらくの間、東北大学と JICA との契約が空白となる期間があったため、その間は会議が開催できなくなるといった影響もあった。

供与機材のうち観測機器の調達は、関税当局と MMAyA との間で合意されていた免税措置が末端の税関職員まで周知されていなかったため手続きに時間を要した。調達された機材の一部には、調達業者の理解不足によるキャリブレーションの誤りといった不具合が散見された。さらに、所定箇所に設置された観測機材が盗難に遭ったり破壊されたりといった事態が生じた。これらによる欠測については、別添資料 7 を参照されたい。氷河上に設置された観測機材までもが盗難に遭っている。これは計画的犯行と考えられることから、地元住民以外の者が犯行に及んだ可能性もある。機器を頑丈に固定したり、一部の機器は地元住民に見守りを依頼したりといった対策が講じられ、盗難は減少したが、氷河上や流路上に機器を完全に固定することや、24 時間監視体制を敷くことは不可能であるため、根本的な対策は取られていない。機器の破損については、嫌がらせの可能性もあったことから、長期専門家（業務調整員）が現地コンサルタントの支援（西語⇄アイマラ語通訳等）の下に地元住民との間で対話を続け、どのような目的で観測機器を設置するのかを粘り強く説明した結果、理解が得られた。このような経緯があるため、これらの観測機器から得られた観測データは、現在のところ 2 年分に留まっている。



本プロジェクトでは、初期には他流域のデータを流用することでモデルの開発自体は行うことができたが、開発されたモデルは、観測データの蓄積に伴って精度が向上するという性質を持つため、より長期の観測データの蓄積があった場合と比較して、その精度は低くなることとなった。

2012年11月の中間レビュー調査において、研究者間のコミュニケーションの向上が提言されている。日本側研究者はいずれも大学に所属しているため、大学における本務に支障のない範囲で可能な限り渡航回数を増やす努力を払った。一部の日本側研究者については渡航回数を増し、他の日本側研究者についても各グループに複数名いる日本側研究者が時期をずらして渡航したり、日本側研究者の指導を受けている JICA 長期研修員の渡航を増やしたり、JST の経費負担により日本人学生をボリビアに渡航させるなど活動の効率を上げる工夫を行った。日本側研究者は西語を話さず、ボリビア側研究者の一部は英語を話さないことから、長期専門家（業務調整員）を介してコミュニケーションが図られていた。その後、JICA 長期研修員（いずれも英語が話せる、後述）が活動に参加するようになり、日本側とボリビア側とのコミュニケーションが著しく改善され、意思疎通に要する時間が大幅に短縮され、その時間を研究上の議論の本質に充てることができるようになった。

このような努力にもかかわらず、日本側研究者がボリビアの空港に到着した直後にデモが発生して空港道路が封鎖されたり、現地活動中にデモ隊の襲撃を受けて搭乗車両が破壊されたりして、即時帰国を余儀なくされたことがあった。これにより積み残しとなった現地活動上の課題は、次回以後の渡航に延期されることとなった。結果的に、以後の活動に大幅な遅れは生じなかったものの、現地活動に制約がなければ、活動がより早く進捗していた可能性がある。

日本側研究者のボリビア渡航に当たっては、限られた時間の中でできるだけ多くの現地活動を実施できるよう予定を立てられた。しかし、活動場所が高地で気候が寒冷という厳しい自然環境の下、観測地点によっては車両によるアクセスができず、降車後に数時間の登攀を必要とするため、体調を崩す研究者もあり、当初予定よりも余裕をもった活動計画を立てることが必要とされた。また、雨季には観測地点へのアクセス道路が泥濘化して搭乗車両がスタックするなど活動を制限される事態も生じた。

以上から、日本側からの投入の効率性は中程度に留まる。

#### 4-3-2 ボリビア側からの投入の効率性

JICA 長期研修員として 8 名が選考され、2011 年 10 月の 2 名を皮切りに、2013 年 4 月までに全員が来日し、日本側研究者の所属先大学に修士課程又は博士課程の学生として入学した。うち 3 名は既に日本の大学院の修士課程を修了し、ボリビアに帰国している。現在は、博士課程に 2 名、修士課程に 3 名がそれぞれ在籍しており、本プロジェクト終了までに順次課程を修了し帰国する予定である。選考に当たっては、専門分野の他、英語が使用可能であること、修士課程入学者は学士の学位を有すること、博士課程入学者は修士の学位を有すること、帰国後は引き続き本プロジェクトに関与することという条件を付してボリビア側で募集が行われたが、これらの条件を満たす人材を発見するのに時間を要し、選考は予定よりも遅れた。

前述の厳しい自然環境は、ボリビア側研究者にとっても無視できるものではなかった。観測地点への登攀の途中で転倒し、骨折した研究者もあった。これによって以後の活動に大幅な遅れは生じなかったものの、このような事態がなければ、活動がより早く進捗していた可能性がある。

MMAyA には人事異動が多く、その都度引継ぎが行われた。引継ぎはおおむね順調に行われ、人事異動による効率性の低下はあまりなかったと言える。一方、EPSAS については、人事異動のみならず組織改編が頻繁にあり、新任の担当者に対する情報共有に時間を要したため、日本側研究者がボリビアに渡航した際の限られた時間のうち、本来の研究活動に投入できる時間を減じることとなった。EPSAS からは、水質モニタリング等に係る統計データの提供が限定的であったため、本プロジェクトで必要となる水質データは、たとえ EPSAS が測定している項目であっても、プロジェクト側で別に測定したものを使用した。EPSAS からのデータの提供があれば、水質の測定の一部を省略できた可能性がある。

以上から、ボリビア側からの投入の効率性も中程度に留まる。

#### 4-4 インパクト

本プロジェクトは、正のインパクトをもたらすと予測される。

##### 4-4-1 研究成果に関するもの

本プロジェクトは、世界でも最高標高にある首都圏であるラパス・エルアルト都市圏を対象として、気候変動に伴う水資源の問題に取り組んだ初めてのケースである。標高の高い地域は気候変動の影響が顕著に表れるため、類似の地域に対して先行的な研究であり、波及効果が期待できる。

本プロジェクトに関係する UMSA の研究者に対しては、水資源や気候変動に関する会議・セミナーでの講演や発表依頼の件数が増えている。UMSA は既に、ラパス・エルアルト都市圏の水源のうち本プロジェクトで対象とした氷河地域以外の水源や、他地域の水源について、本プロジェクトと同様の研究を実施することを検討している。

水資源プラットフォームでは、本プロジェクトの成果をこれら他ドナーへ提供することを含め、研究成果の活用案を策定しようとしており、他ドナーによるプロジェクトの他、ボリビア政府や MMAyA といった国内機関によるプロジェクト、UMSA に他大学を巻き込んだ研究プロジェクトに、本プロジェクトの成果が活用される可能性もある。

この他、研究成果を広くボリビアの研究者に知ってもらい、研究の輪を広げるため、研究者向けの学校を設立する構想が UMSA から出されている。この構想はまだ具体化していないが、実現すれば、ボリビア中で同様の研究の機運が高まることが期待される。

##### 4-4-2 社会実装に関するもの

本プロジェクトの社会実装の面において、MMAyA が主催する気候変動に対する水管理適応策に関するセミナー（2013年2月、2014年6月）において日本側研究者が基調講演の要請を

受け、実務者を対象として流域管理モデルを用いた気候変動の影響評価手法について講義した。同講義によって伝えられた知見を基に、本プロジェクトで得られた知見の利用も促されると期待される。

#### 4-4-3 他のプロジェクトへの波及

WB の資金投入を受けて実施されていた PNCC のプロジェクトである「熱帯アンデスの氷河後退の影響に関する適応プロジェクト」(PRAA)に、本プロジェクトの成果のうち、流域における土砂生産のモデルが引用されている。PRAA の続編である PRAA2 にも、本プロジェクトで得られた知見が利用されると期待される。

#### 4-4-4 その他のインパクト

ボリビアでは、UMSA のような学術機関と、MMaYA のような公的機関とが共通の目標のために団結することは稀であった。しかし、プロジェクト期間中、C/P 機関である UMSA と、国の省庁の 1 つである MMaYA の間の交流が密になり、情報交換が促進された。この関係は、将来、MMaYA にとっては、水資源問題の解決という自らが直面する課題を UMSA の力を借りて解決する、UMSA にとっては、水資源問題という新しい研究課題を MMaYA に提供してもらう、という双方にメリットのある関係に発展する可能性が高い。

なお、負のインパクトは特に認められない。

### 4-5 持続性

本プロジェクトの持続性は、主として次の 3 つの課題にかかっている。現時点ではこれらが未解決であるため持続性は中程度であるが、これらが解決されれば持続性は高いと見込まれる。

1. 組織面：プロジェクト成果を活用する EPSAS が、プロジェクトの成果であるモデルの信頼性を高めるためにデータを提供すること、及び、水資源プラットフォームに参加すること。
2. 組織面：UMSA や MMaYA 帰国する JICA 長期研修員が引き続き本研究に携わることができる場を提供すること。
3. 技術面：本プロジェクトで開発されたモデルを他流域に適用していくに当たって、モデルの適用限界や、適用先のローカルな条件を反映させるために必要な修正点といった工学的課題を、ボリビア側が理解すること。

#### 4-5-1 政策・制度面

本プロジェクトで対象としたラパス・エルアルト都市圏の水資源政策の方向性、すなわち、氷河水源の将来の水資源量を科学的根拠を持って予測すること、並行して代替水源を開発することという基本方針は、本プロジェクト終了後も転換されない可能性が高く、政策・制度面に問題は見当たらない。

#### 4-5-2 組織面

JICA 長期研修員 8 名のうち既に帰国した 3 名のうち、1 名は UMSA 工学部の予算により、2 名は炭化水素直接税 (Impuesto Directo a los Hidrocarburos : IDH) を財源とする研究資金により、

それぞれ UMSA に任期付研究員として任用されている。任期満了後も引き続き本研究に携わることができるよう、指導教員である日本側研究者、派遣推薦元である UMSA 研究者とも努力しており、研究助手や補助教員として UMSA に残る、MMAyA に採用される、日本学術振興会 (Japan Society for the Promotion of Science : JSPS) のポストドクトラルフェローとして日本に再留学する、といった進路が検討されている。最終的には UMSA の正規の研究者のポストに公募採用される道も開けている。それ以外にも、本プロジェクトに参加した研究者は、本研究により得られたモデルをはじめとする知見を学生に伝授し、若手研究者を育成していく意向を示している。

UMSA 及び MMAyA は、水資源プラットフォームに関する覚書の締結に向けた調整を進めている。MMAyA は、UMSA が水資源プラットフォームにおいて研修を実施するよう要求しており、UMSA にはこれに応える用意がある。それ以外に大きな意見の相違はない。近日中に UMSA の学長と MMAyA の大臣が会談し、表 4-1 に示す内容で合意に至る見込みである。なお、水資源プラットフォームの中には、個別の具体的なテーマを議論するために、複数のサブプラットフォーム（作業部会）が設置される予定である。

表 4-1 水資源プラットフォームにおける UMSA と MMAyA との合意内容

UMSA の責務	MMAyA の責務
1. 融解量（率）の予測	1. MMAyA から、プラットフォームの活動のための技術者を任命する
2. 水バランスの予測	2. プラットフォームとサブプラットフォームのために、各政府機関は技術者を任命する
3. 貯水池の堆積の予測	3. 政府の技術コーディネーターと UMSA の科学技術コーディネーターとともに、関係次官室を通じてサブプラットフォームで扱うテーマを提言する
4. 貯水池及び表層水の水質の予測	4. (事業) 投資や (事業) 実施や調査地域の水プロジェクトに関する環境・水省の情報を提供する
5. 上記 1-4 の結果をまとめた水資源評価モデル	5. 普及、協議などのセミナー、ワークショップ、イベントの開催に参加する
6. プラットフォームで、得られた知見をもとに、水資源管理における気候変動適応策について関係機関と協議する	6. GRANDE プロジェクトの情報（結果）の適切な活用を保障する
7. プラットフォームとサブプラットフォームに参加する技術者を任命する	7. MMAyA や各次官室は、GRANDE プロジェクトの成果など得られるプロダクトを用いて、ニーズにしたがいプロジェクトを策定する
8. 上述した項目について必要なセミナー、ワークショップ、イベントの開催に参加する	
9. 上述した項目について必要なセミナー、ワークショップ、イベントを通じ、プロジェクトで開発した様々なモデルやツールについて環境・水省の技術者に対し研修する	
10. サブプラットフォームで扱うテーマを提言する	

一方、EPSAS は、ラパス・エルアルト都市圏への水供給を担っているため、EPSAS が水資源プラットフォームに参加し、本プロジェクトの成果を活用していける体制を整備することは、

ラパス・エルアルト都市圏の水需給問題の解決にとって不可欠である。ただし、EPSAS は経営再建中で国の管理下にあり、ラパス市・エルアルト市の水資源に関する情報共有やデータ提供に関する覚書の締結の見通しは不透明である。

この水資源プラットフォームには、JICA ボリビア事務所がオブザーバーという形で関わることになる見込みである。今後、気象・水文・水質の観測を継続する上で、現状維持、拡充、縮小すべき観測項目が日本側研究者と UMSA との間で検討されている。将来の観測の管理や機器更新に関する体制や IDH を中心とした活動の財源も今後検討される予定である。

#### 4-5-3 財政面

ボリビア政府は、IDH を気候変動問題の研究に投入する制度を 2009 年に整備した。この制度は今後も継続される見込みである。IDH は安定した税収が見込まれている。UMSA には、IDH を財源とする研究資金が投入されており、これを使用する研究プロジェクトは、1 年強に 1 回の割合で募集されている。UMSA の研究者は、研究プロジェクトを計画して研究資金を申請し、学内の選抜を経てこれを獲得することができる。UMSA は本研究の重要性を認識しており、本プロジェクトの関係者が今後も継続して本プロジェクトに関連する研究資金を獲得していく可能性は高い。また、観測機器の維持管理費に関しても同資金が活用される見込みである。

#### 4-5-4 技術面

本プロジェクトの活動の結果、氷河減少に対する水資源管理適応策モデルが開発された。観測データの蓄積に伴って、モデルの精度が向上し、さらに、計算に用いる気候変動シナリオの妥当性を検証できるようになる。そのため、本プロジェクト終了後も、観測を継続する必要がある。

今後のモデルの運用は、IHH に設置されるサーバーを利用して行われることになる。ここでは、観測データや研究成果の提供もあわせて実施される予定である。現在は構築途上であるためデータの公表には至っていないが、モデルの運用や、観測データや研究成果の提供を担当し、サーバーを維持管理する知識や技術のある人員は既に確保されており、サーバーのバックアップも化学プロセス開発研究所（サン・アンドレス大学）（Institute for Research and Development of Chemical Process - UMSA : IIDEPROQ）に置かれることになっている。

このモデルは、現地の状況（地形・気象等の自然条件）をより反映し改良可能なオープンコードであり、それぞれの流域向けに改良し適用することが可能である。また、氷河融解、流出、土砂、水質に分割して利用することができ、例えば降雨量の変化に伴う水資源量の変化を予測することができる。そのため、本プロジェクトの対象である流域以外の流域にも適用することができる。ただし、モデルを他流域に適用していくに当たって、モデルの適用限界や、適用先のローカルな条件を反映させるために必要な修正点といった工学的課題を、ボリビア側が理解することが必要である。本プロジェクトに関係する UMSA の研究者は、プロジェクト終了後もこのような活動を自ら継続していくことを表明しており、そのために必要なノウハウもある程度備えている。ただし、モデル自体に修正が必要になった場合、修正のために必要なプログラミングの能力がボリビア側には十分でない恐れがあることから、上記の工学的課題に対して正

しく対応していくためには、日本側がボリビア側の活動に対して適宜助言を与えていくことが求められる。

#### 4-5-5 社会・文化・環境面

社会・文化・環境面に関して持続的効果を阻害する要因は見当たらない。本プロジェクトにおいて、地元住民との間で対話を続け、どのような目的で観測機器を設置するのかを粘り強く説明した結果、理解が得られたという経験がある。今後、新たに観測機器を設置する際には、この経験が活用されることが期待される。

## 第5章 研究課題別終了時評価報告書（JST 評価）

### 5-1 研究課題名

氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発（2010年4月－2015年3月）

### 5-2 研究代表者

日本側研究代表者：田中 仁（東北大学・大学院工学研究科・教授）

相手国側研究代表者：Prof. Angel Alliaga（サン・アンドレス大学・水理水文研究所・教授）

### 5-3 研究概要

本プロジェクトの上位目標は、首都地域の水源となっている氷河が地球温暖化により縮退しているボリビアを対象に、（1）気候変動に対応した水資源政策支援システムの構築 および（2）2030年代までのボリビアにおける水資源の展望と科学的知見の提供 により、気候変動に対する水資源管理適応政策の立案に資することである。

具体的には（1）流域の水文・気象を継続的にモニタリングする観測網の構築、（2）氷河融解、流出、土砂移動、水質変化の解析モデルを統合した、水資源を質・量の両面から評価できる水資源統合モデルの開発、（3）氷河縮退・消失とそれに伴う水資源展望を行い、政府機関に提示する。さらに共同研究を通じて、水資源マネジメントに資する技術をボリビアに移転すると共に必要な人材を育成し、気候変動に対する水資源適応策という長期的な課題にボリビアが自立的に取り組める体制を強化することを目指す。

### 5-4 評価結果

総合評価（A-：所期の計画と同等の取組みが行われ、一定の成果が得られている）

本プロジェクトは、ボリビアの世界でも有数の高地氷河地域を対象とした研究であり、高地ゆえに観測データの収集といった基礎的な研究活動にも困難が付きまとう環境で、首都圏の水源となっている Tuni-Condoriri 氷河と Huayna Potosi West 氷河を含む Tuni 貯水池流域において水文・気象観測網を整備し、気候変動に対する氷河後退、河川流量、貯水池の土砂堆積と水質に関するデータセットを獲得した。

さらに、モニタリングデータに基づいて、氷河融解モデル、流出モデル、土砂生産・運搬モデル、貯水池水質モデルを構築し、水資源を質量の両面から評価できる水資源統合モデルを開発したことは、先駆的な研究として高く評価できる。

一方、中間評価の段階で氷河の水源としての寄与が想定したよりも小さく、水資源としては、この地域の降水（降雨・降雪）量の評価がより重要であることが明らかになったが、地球規模の気候変動研究の現状ではこの地域の降水量変化の精度の良い予測が困難であることが判明し、長期の水資源供給量を高精度で予測するには至らなかった。また、現業公共機関で水源管理適応策として活用されるとの見通しがまだ明確とはいえない。

以下に、評価項目における特筆すべき内容を列挙する。

#### 5-4-1 地球規模課題解決への貢献

##### 【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

ボリビアのように氷河域を水源としている国、地域においては気候変動による氷河の縮退は、水資源問題として極めて重要であると考えられていた。本研究により得られた、ラパス都市圏の水源である上流の氷河域から消費地である都市圏までを科学的に解析する手法及びその解析結果は当該地域における気候変動と水資源の関係を知る上で科学技術的にも社会的にも重要な成果といえる。一方で、氷河自体からの水供給の割合が少なく、水源としては降水量がより重要であることが判明したが、この地域での大気循環モデル(Global Climate Model : GCM)の降水量についての予測誤差が大きいことなどから長期的な水資源変動の実用レベルでの予測ができなかった。今後も観測を継続することにより将来的には GCM の降水量の予測精度改善に促し、水資源変動の予測可能期間が広げられることを期待したい。

##### 【国際社会における認知、活用の見通し】

アンデス高地における、水文・観測網の構築、氷河・積雪の融解、流出、水質モデルの開発など、ユニークな成果を得ており、国際的にも高く評価されている。今後、GCM 開発機関への観測データの提供・公開も含めて、積極的に情報発信することによりアンデス地域の降水量の変動予測精度の向上に貢献することが期待できる。

水収支や水資源の課題は環境の違いのほか社会的な面も含め地域的な特性を考慮する必要があり、本研究で開発されたモデル等は対象地域に合わせてチューニングされている為、近隣アンデス諸国への活用という点も含め一般性が成り立つかには不確定さがある。一方で科学的な水資源管理が重要であるという認識をボリビア国内はもとより発展途上国に広く伝える良いモデルケースになり得ると思われる。

##### 【他国、他地域への波及】

同じような状況にある隣接アンデス諸国（ペルー、エクアドル、コロンビア）の関心は高く、セミナーやワークショップなどにより技術の展開、広域観測網の整備、連携研究体制の構築などに寄与できる可能性が大きいと考えられる。そのためには、プロジェクト終了後も引き続き日本も支援することが必要と思われる。

##### 【国内外の類似研究と比較したレベル】

従来のアンデス氷河研究のほとんどが過去の変動状況の報告であったのに対して、本研究では、系統的な観測を基に構築した氷河融解モデルのシミュレーションによって、現状での氷河融解が水資源供給に与えている影響は 10%程度とそれほど大きくはないこと、予想される気温上昇が続くと仮定した場合でも、Tuni-Condoriri 氷河と HuaynaPotosWest 氷河は今後 30 年間では消失しないこと、など地域特性を明らかにしたことは先駆的研究成果として評価できる。

#### 5-4-2 相手国ニーズの充足

##### 【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

ボリビア政府の要請を受けて始まったこの研究は、研究体制の構築（人材育成、技術移管を



含む)、観測網の構築に加え、ラパス市・エルアルト市の水源である、Tuni-Condoriri 氷河と HuaynaPotosWest 氷河の水供給メカニズムを明らかにしたことに意義があろう。更に、降水量及び気温などの気象予測が可能な範囲(現時点では短期にとどまるが)で水の供給量が精度よく予測できるようになり、上水道の運用に適用できるなど、相手国ニーズに適合した成果を挙げている。一方、当初目的の、長期的な水資源政策への反映が困難なこと、支援ツールである水資源管理適応策モデルが、上流から下流まで統一的にまとまったと言うにはまだ早い段階であることなどの課題が残されている。個別課題の成果をバラバラに相手国に渡しても、水資源管理適応策として持続的に運用することは難しい為、最終段階で統合化に注力する事が望ましい。

### 【課題解決、社会実装の見通し】

ボリビア側のカウンターパートは、当初、サン・アンドレス大学水理水文研究所と衛生研究所が主であったが、研究の後半では環境・水資源省やラパス市・エルアルト市上下水道公社との連携が深まり、2014年10月には、本プロジェクトの成果を受け継ぎ、発展させる組織として大学と上記行政機関によって構成される「ボリビア水資源プラットフォーム」が設立された。このプラットフォームが、成果の社会実装に向けて有効に機能することを期待したい。

### 【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

JICA 長期研修員として日本の大学院修士・博士課程に留学したサンアンドレス大学研究者8名が、各種モデル開発とその適用に関する研究を進める能力を身につけている。サン・アンドレス大学首脳も彼らが帰国後この分野で働ける地位につける配慮をする意向であり、彼らが中心となって研究の継続的発展が進むことが期待できる。また、本プロジェクトの一つの成果として設立された「ボリビア水資源プラットフォーム」が、研究の継続的発展と社会実装に有効に機能する組織となることを期待したい。そのためにも日本側の引き続いての支援、連携が望まれる。

### 【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

各種モデルの開発については講習会、トレーニング等も行われ、マニュアル等がスペイン語で整備されていることから、部分的にはあっても、研究成果が持続的に活用される可能性は高い。さらに本プロジェクト成果が「ボリビア水資源プラットフォーム」を通じて、政策に反映されることが望まれる。

#### 5-4-3 付随的成果

### 【日本政府、社会、産業への貢献】

日本の水管理技術の先進性を条件の異なる熱帯高地アンデス氷河地域においても示すことができた。また、人的ネットワーク、氷河地域の水資源の解析など、高地にある国、都市などの上下水道の整備に関する日本としての国際支援、技術、産業の展開にある程度寄与するものと思われる。

### 【科学技術の発展】

日本では経験することができない高地での観測が行われ、貴重なデータ、知見、経験が得ら

れた。アンデス氷河の研究を、経験的研究から理論的モデル研究に発展させた点が評価される。他方、地域別の水資源管理モデルは、その境界条件として、GCM からのダウンスケールを行うため、そこから先を精緻化しても、GCM の誤差で予測精度が決まってしまうので、今後も観測点を増やし継続的に観測を行いデータを蓄積することで本地域の GCM の精度を向上させていく必要がある。

#### 【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

日本からの長期派遣者はいなかったが、かなり厳しい環境条件にも関わらず多くの学生を現地に同行し観測等に從事させたり、ボリビアからの留学生を多く受け入れ研修を行ったことは日本人学生のグローバル人材への育成と言う観点で評価できる。日本の学生や若手研究者の中からスペイン語でも研究交流ができる人材が育つことを期待したい。

#### 【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

モデルのマニュアル作成や学術雑誌への発表など多くの成果物を作成した。一方で、査読付き論文において国際誌が 9 編、国内和文誌が 26 編と言う構成は、五年間の国際共同研究であることを考えると必ずしも十分とは言えない。今後、特に国際誌への論文発表を期待したい。

#### 【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

ボリビアから 8 名もの留学生を受け入れており、今後のネットワーク構築に有効と思われる。留学経験者の大部分は、ボリビアの大学、研究機関、政府機関その他の関連機関で職を得られる見通しである。ただし、ボリビア側の研究者はそれほど多くなく、特に中心的な役割を果たしてきた研究者は、他国あるいは他のプロジェクトに異動する可能性がないとは言えないようである為、本研究プロジェクトで形成された研究者/実務者ネットワークを、サン・アンドレス大学に設置された「水資源プラットフォーム」の中で継続・拡大させることが望ましい。

#### 5-4-4 プロジェクトの運営

#### 【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

研究開始直後に機材の盗難に遭ったこと、また東日本大震災により主研究期間である大学が大きな被害を受けたことなど多くの困難があったにも拘わらず、ほぼ予定通りで進捗したことは推進体制が良く構築されていたことの証であると思われる。また、気象水文観測による基本的データ取得と各種モデル開発に重点を置き、大学間の共同研究や人材育成は十分進んだが、成果を反映すべき政策立案実施機関、すなわち現業機関（環境・水局や上下水道公社）との交流が遅れたため、実施機関での研究成果に対する理解は十分とは言えないと思われる。持続性を維持する上でも今後の課題と考えられる。

#### 【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

3.11 東日本大震災、ボリビア現地でのストライキ、住民の反対運動や観測機材盗難など、予期しない困難に遭遇する中で、体制を維持し、研究を進めることができたのは研究代表者のリーダーシップに依るところが大きく、評価できる。一方で、氷河自体の融解が水供給量に占める割合が小さく、降水量（降雨、降雪）の予測が重要であるとの知見が得られたが、その結果をその後の研究計画に十分反映したとは言い難い。

### 【成果の活用に向けた活動】

研究成果の実装を行う組織として国や地域の行政機関で構成される「水資源プラットフォーム」が立ち上ることになったことは、評価できるが、出来れば1年位前に立ち上げ、その運用の道筋を付けることが出来ていればなお良かったと思う。ボリビアの現業機関に活用してもらう努力はさらに必要ではないかと思われる。

### 【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

モデル開発に関する技術移転や研究成果の活用などのためのセミナーや講演会を現地で適宜開催している点は評価出来る。しかしながら、政府、現業機関に何をどう活用してもらうかという意図を明確にした情報発信は十分とはいえない。また、論文発表は良く行われているが、国際誌9編は、これが5年間の国際共同研究であることを考えるとやや少ないと考えられる。

### 【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

東日本大震災、現地ストライキ、関税問題による供与機材納入の遅れ、住民反対運動や機材盗難など、研究計画が遅延する事態に遭遇したが、最終的には概ね当初計画に近い成果を上げることができた。

#### 5-4-5 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

今後、本プロジェクトの成果の活用と発展へ向けてキーとなるのは、観測が継続的になされることは当然として、サン・アンドレス大学を中心に設立された「ボリビア水資源プラットフォーム」が有効に機能するかどうかである。有効に機能させるためには、ボリビア側の自発的措置が前提になるが、日本側の支援も不可欠だと考えられる。日本側の継続可能な支援体制を構築していただき、ボリビアの水資源計画への反映など、社会実装に道筋をつけることが重要である。さらに、当該地域の観測データを発信し、降水量予測の精度向上に寄与する事を期待したい。

一方、技術面では、解析・予測結果について誤差評価をきちんと行い表記すること、氷河の移動（流下）を無視した影響評価と（必要ならば）その改善をすることが重要である。また、各モデル（氷河融解、流出、土砂生産・輸送、水質）間の関係を明確に記述し、最終的に水資源管理適応策モデルとしてどのように統合化するのか、道筋を明確にするのが望ましい。更にこれらを相手国の現業機関に明確に示すことによって、プロジェクト成果が活用されることを期待したい。

研究課題名	氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発
研究代表者名 (所属機関)	田中 仁 (東北大学工学系研究科教授)
研究期間	H21採択 平成22年4月から平成27年3月(5年間)
相手国名	ボリビア多民族国
主要相手国 研究機関	サンアンドレス大学水理研究所(IHH-UMSA)、サン アンドレス大学衛生研究所(IIS-UMSA)

### 付随的成果

日本政府、社会、産 業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボリビア人留学生の増加(プロジェクト外も含む)および日本学術振興会 外国人特別研究員の内定</li> <li>・日本が運用する人工衛星の活用</li> <li>・大学生、高校生への水環境技術のアピール</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>・氷河モニタリング</li> <li>・熱帯氷河分布する流域のモデリング手法</li> <li>・世界最高地の首都圏における水資源分野の気候変動に対する適応策支援</li> </ul>
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボリビア側：修士6名、博士2名の学位取得(科学的アプローチで気候変動に対する水資源適応策の立案に資する人材の育成)</li> <li>・世界で活躍する日本人若手の育成</li> </ul>
知的獲得、国際標準化、生物資源へのアクセスデータ入手	該当なし
その他(提言書、論文、マニュアル等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内誌26編、国際誌9編</li> <li>・国際学会受賞1件、国内学会受賞3件</li> <li>・流域管理モデルとスペイン語マニュアル</li> <li>・データカタログ発行</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築(相手国含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>相手国側：水資源プラットフォームの設立、モデルセミナー開催、PRAA技術提供</li> <li>日本側：氷河ネットワークの構築</li> </ul>

(注)プロジェクトサイトは、ラパス市とエルアルト市の水源の一部である、Huayna Potosi西氷河およびTuni-Condorini氷河を源流とするTuni貯水池流域である

### 上位目標

(ボリビア国において)気候変動に適応した水資源政策の立案に、本研究で得られたモデル、科学的知見、研究成果が活用される。

研究内容・成果がボリビア政府、地元自治体などに認められ、ボ国内での活用・普及への道筋が明らかになる

### プロジェクト目標

ボリビア国ラパス市・エルアルト市における気候変動に適応した水資源政策策定を支援するシステム※が開発され、このシステムをもとに情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。

※システム：水資源に関する、データの収集・解析、各種モデルの運用、シミュレーションの実施、シミュレーションに基づいた情報や知見の共有、及びそれらを更新しつつ運用する体制

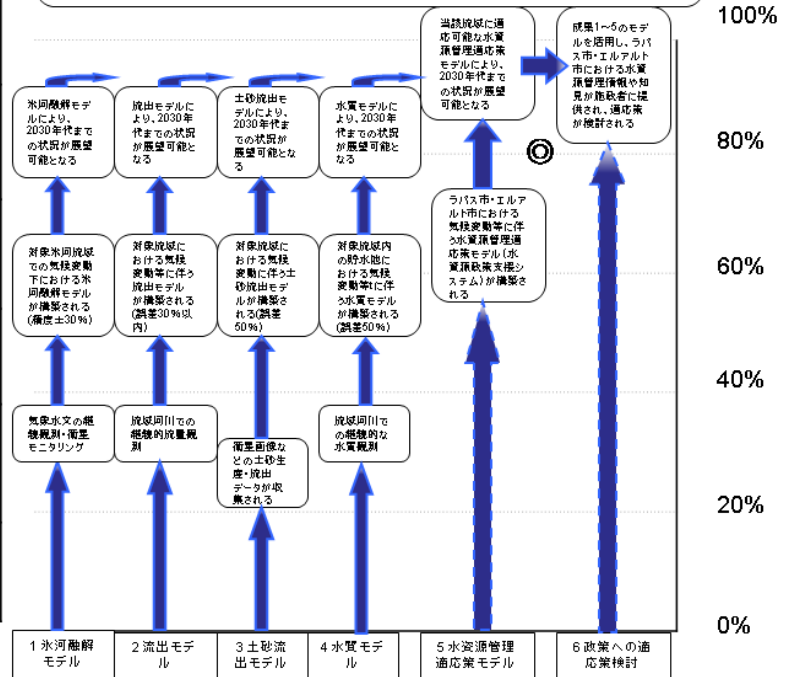


図 5-1 成果目標シートと達成状況 (2014年11月時点)

## 第6章 結論

### 6-1 結論

これまでに述べてきた知見及び評価より、次の結論が導かれる。

- 本プロジェクトは、必要に応じて柔軟な活動計画の見直しや修正を行った上で、成果 1～成果 6 を達成しつつある。これにより、プロジェクト目標はプロジェクト期間中に達成される可能性が高いといえる。
- 評価 5 項目に沿って検討した結果は次のとおりである。本プロジェクトの妥当性は高い。プロジェクトの 6 つの成果は達成しつつあり、プロジェクト目標の達成に貢献しているため、有効性は高い。日本側、ボリビア側とも投入の効率性は中程度であり、全体の効率性も中程度である。本プロジェクトは、正のインパクトをもたらすと予測される。本プロジェクトの持続性は、主として 3 つの課題にかかっており、現時点ではこれらが未解決であるため持続性は中程度であるが、これらが解決されれば持続性は高いと見込まれる。
- 以上のことから、今後、持続性を高めるために、「5-5 持続性」で述べた 3 つの課題を解決することが望まれる。

### 6-2 提言

本プロジェクト終了後にプロジェクトの効果を継続して発揮させるため、下記の行動をとるよう提言する。

プロジェクト終了までに実施すべきこと

- (1) 水資源プラットフォームの設立規約においては、UMSA 及び MMAyA の活動内容が確認されているが、EPSAS やラパス市・エルアルト市その他の関係機関の参加及び役割分担・権限を特定の文書で整理・合意することが望ましい。(UMSA 及び MMAyA)
- (2) 本プロジェクト終了後の C/P の活動、帰国した留学生 (JICA 長期研修員) の活動、日本側がフォローすべき項目を明確にすること。今後どのような活動を継続していくべきかを、関係者全員が認識しておくべきである。また、帰国した留学生 (JICA 長期研修員) が研究を継続できるポストに就けるよう、個々の留学生について、誰 (又はどの機関) がどのような支援を行うのかを明確にしておくべきである。(UMSA 及び MMAyA、日本側研究者)
- (3) ボリビア側研究者が本プロジェクトの成果を積極的に公表、宣伝し、社会実装に結びつけるよう努力すること。本プロジェクト終了後も、MMAyA の関係 3 次官室 (VMA、VRHR、VAPSB) や EPSAS に対して、UMSA 研究者が自らの研究成果を説明・発表し意見を聴取する場を設けることが望まれる。(UMSA)
- (4) 本プロジェクトで実施された気象・水文・水質の観測を継続するに当たって、現状維持、拡充、縮小すべき観測項目を確定するとともに、観測の管理や機器更新に関する責任分担の体制を明確化すること (UMSA)

プロジェクト終了後も継続的に実施すべきこと

- (5) 本プロジェクトで開発されたモデルを他流域に適用していくに当たって、モデルの適用限界や、適用先のローカルな条件を検討すること。(UMSA)
- (6) 本プロジェクトの成果を活用し、地下水や他流域水源を含む包括的な水資源計画の必要性を理解し、水資源プラットフォームにおいて検討すること。(水資源政策関係者)

### 6-3 教訓

- (1) 本プロジェクトは SATREPS 案件であり、プロジェクト活動の大部分は研究によって占められる。本プロジェクトは、必要に応じて柔軟な活動計画の見直しや修正を行ったために、活動を実りあるものとすることができた。また、中間レビュー時にプロジェクト目標及び成果の指標を見直して具体的な事項を掲げたことは、プロジェクトの有効性を明確化するのに役立った。
- (2) 本プロジェクトの対象であるラパス市・エルアルト市は標高 3,000~4,000m 程度であり、氷河はさらに高い 4,500~4,900m 程度の高地にある。雨季には観測地点へのアクセス道路が泥濘化する。観測地点によっては車輛によるアクセスができず、降車後に数時間の登攀を必要とする。プロジェクト関係者がこのような厳しい自然環境条件に適応できずに体調を崩したり負傷したりすれば、以後のプロジェクトの進捗に影響する。このような事態を避けるためには、現地活動について、当初はゆとりのあるスケジュールを組み、慣れるにつれてタイトにしていくといった対策を取ることが有効であった。
- (3) 本プロジェクトでは、西語を解する研究者が日本側にはなく、ボリビアにも英語を解する研究者は少なかった。日本の研究者がボリビアのような西語圏において相手国側と共同して研究を進めるためには、言語の違いがコミュニケーション上の障害となる可能性が大きいため、言語の違いを克服し、かつ研究内容に通じた人材が必要である。本プロジェクトにおいては、JICA 長期研修員の募集条件の 1 つに英語が使用可能であることという項目があったことから、選考された 8 名の JICA 長期研修員が、研究者間のコミュニケーションの改善に大いに貢献した。
- (4) 今後、類似案件において社会実装を効率的に進めていくためには、研究成果を活用する側の実務者も、広義の共同研究者としてプロジェクトの初期段階から巻き込むことが重要である。
- (5) 本プロジェクト開始当初、SATREPS の制度の詳細が明確ではなかったため、JICA、JST、大学側の間で認識に齟齬があり、プロジェクトの円滑な実施が困難であった。今後のプロジェクト形成の際には、共通認識を十分に醸成する必要がある。
- (6) 観測機器の調達で、免税に関する問題から予定よりも遅れた。通常、機器を輸入する際には関税が課税されるが、本プロジェクトの実施で供与される観測機器については免税とすることで、関税当局と MMAyA との間で合意していた。しかしながら、末端の税関職員まで合意内容が周知されていなかったため手続きに時間を要した。今後の同様の輸入を行う際には、C/P 機関等を通じて、税関当局に末端の税関職員にも合意内容を周知徹底させることが重要である。

プロジェクト初年度、流域内のモニタリングネットワークへの投入機材の設置に関して、不信感を持った現地住民から妨害される事態が起り、設置が当初計画よりも遅れた。今後、現地住民の近隣に観測機材を設置する際には、現地住民の理解を得るために要する時間も見込んで研究計画を検討することが必要である。

## 別 添 資 料

1. MP Ver. 3
2. PO Ver. 3
3. 評価グリッド
4. 関係研究者リスト
5. 人的投入
6. 機材リスト
7. 設置機材概要
8. GRANDE Report 掲載論文
9. 署名済みミニッツ





## OVERALL GOAL

(The system of modeling, scientific insight and investigation results are applied to the formulation of policies of water supply under climate change scenarios. )

## PROJECT PURPOSE

Support system is developed for the formulation of water resource management policies under climate change scenarios, in the cities of La Paz and El Alto. The system is utilized to provide information and insight\* to policy makers to formulate adaptation measures.

Note: \* the information and insight will be based on the evaluation of the impact on water resources in Tuni-Condoriri and Huayna Potosi West Catchment by climate change

## OUTPUTS

1. Glacier melting model under climate change scenarios is developed for glaciers of Tuni-Condoriri and Huayna Potosi West.
2. Runoff model under climate change scenarios is developed for Tuni Reservoir Catchment.
3. Model of erosion and sediment transport under climate change scenarios is developed in the basins of the glaciers of Tuni-Condoriri and Huayna Potosi West.
4. Model of water quality for Tuni Reservoir under climate change scenarios is developed.
5. Model for the evaluation of the impact on water resources under climate change scenarios is developed in Tuni Reservoir Catchment for water supply to the cities of La Paz and El Alto.
6. Possible adaptation policies to climate change scenarios for water resources management are considered, applying the models developed by the results from 1 to 5 for the cities of La Paz and El Alto.

## ACTIVITIES

- 1-1 To establish a hydro-meteorological observation system to be operated continuously in glaciers of Tuni-Condoriri and Huayna Potosi West.
- 1-2 To monitor glacier melt in regional scale by satellite imagery such as LANDSAT and ALOS.
- 1-3 To develop glacier melting models (multi-layer model and simplified model) utilizing data from 1-1 and 1-2.
- 1-4 To apply and to validate the glacier melting model by applying observed data to permit establish the real water contribution from glacier to reservoir.
- 1-5 To project glacier melting under climate change scenarios utilizing the developed model.
- 1-6 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 1-3.
- 1-7 To hold model seminars to C/P using the training materials.
  
- 2-1 To collect digital information in the Project Area in order to create integrated digital maps.
- 2-2 To collect and compile meteorological data set of the Project Area.
- 2-3 To install water level measurement equipment, to calculate discharge from glacier melting and to formulate Height – Discharge rating curves in 2 stations.
- 2-4 To develop a runoff model with the precipitation and glacier melting volume as inputs.
- 2-5 To validate the model developed in activity 2-4 based on observed data.
- 2-6 To project future runoff under climate change scenarios utilizing the developed model.
- 2-7 To assess the variation of long-term water cycle utilizing the developed model.
- 2-8 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 2-4.
- 2-9 To hold model seminars to C/P using the training materials.
  
- 3-1 To generate data of erosion and transport of sediment based on the time series of satellite imagery.
- 3-2 To develop a sediment production model for snow and ice covered areas.

- 3-3 To develop a model on sediment transportation and sedimentation in Tuni Reservoir.
- 3-4 To validate the developed models based on data of observation of sedimentation.
- 3-5 To project sedimentation in reservoirs under climate change scenarios utilizing the developed model.
- 3-6 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 3-2 and 3-3.
- 3-7 To hold model seminars to C/P using the training materials.
  
- 4-1 To conduct periodical water quality observation in reservoirs and inflowing rivers with portable equipment and laboratory analysis.
- 4-2 To modify the existing model of water quality in reservoirs and inflowing rivers in the Project Area.
- 4-3 To validate the modified model based on observed data.
- 4-4 To project water quality in reservoirs and inflowing rivers under climate change scenarios utilizing the developed model.
- 4-5 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 4-2.
- 4-6 To hold model seminars to C/P using the training materials.
  
- 5-1 To establish a data center in order to archive the obtained information by various institutions and to share it in a sustainable form under specific protocols.
- 5-2 To develop a model on water resources evaluation which integrates the results of output 1 to 4.
  
- 6-1 To prepare water demand scenarios based on population for the cities of La Paz and El Alto.
- 6-2 To evaluate the water quality of existing and alternative water sources for the cities of La Paz and El Alto.
- 6-3 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 6-1.
- 6-4 To hold model seminars to C/P using the training materials.
- 6-5 To assist relevant institute and agencies to have periodical meetings for discussion on the water resources for the cities of La Paz and El Alto.
- 6-6 To project water resources availability under climate change scenarios utilizing the developed models and provide the results to the Ministry of Environment and Water and other governmental institutions in charge of decision making.
- 6-7 To provide the scientific insight in order that decision makers related to water discuss concrete policies of adaptation to climate change scenarios on water resource management.
- 6-8 To discuss with decision makers about the adaptation policy to climate change scenarios on water resource management based on scientific insight obtained through 6-7.

別添資料 2 : PO Ver. 3

Activity	FY2010				FY2011				FY2012				FY2013				FY2014			
	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3
1-1 To establish a hydro-meteorological observation system to be operated continuously in glaciers of Tuni-Condoriri and Huayna Potosi West.	←-----→																			
1-2 To monitor glacier melt in regional scale by satellite imagery such as LANDSAT and ALOS.	←-----→																			
1-3 To develop glacier melting model (multi-layer model and simplified model) utilizing data from 1-1 and 1-2.	←-----→																			
1-4 To apply and to validate the glacier melting model by applying observed data.	←-----→																			
1-5 To project glacier melting under climate change scenarios utilizing the developed model.	←-----→																			
1-6 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 1-3.	←-----→																			
1-7 To hold model seminars to C/P using the training materials.	←-----→																			
2-1 To collect digital information in the Project Area in order to create integrated digital maps.	←-----→																			
2-2 To collect and compile meteorological data set of the Project Area.	←-----→																			
2-3 To install water level measurement equipment at 2 points, to calculate discharge from glacier melting and to formulate Height-Discharge rating curves in 2 stations.	←-----→																			
2-4 To develop a runoff model with the precipitation and glacier melting volume as inputs.	←-----→																			
2-5 To validate the model developed in activity 2-4 based on observed data.	←-----→																			
2-6 To project future runoff under climate change scenarios utilizing the developed model.	←-----→																			
2-7 To assess the variation of long-term water cycle utilizing the developed model.	←-----→																			
2-8 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 2-4.	←-----→																			
2-9 To hold model seminars to C/P using the training materials.	←-----→																			
3-1 To generate data of erosion and transport of sediment based on the time series of satellite imagery.	←-----→																			
3-2 To develop sediment production model for snow and ice covered areas.	←-----→																			
3-3 To develop a model on sediment transportation and sedimentation in Tuni Reservoir .	←-----→																			
3-4 To validate the developed models based on data of observation of sedimentation.	←-----→																			
3-5 To project sedimentation in reservoirs under climate change scenarios utilizing the developed model.	←-----→																			

A2-1

Activity	FY2010				FY2011				FY2012				FY2013				FY2014				
	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	
3-6 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 3-2 and 3-3.											←										→
3-7 To hold model seminars to C/P using the training materials.											←										→
4-1 To conduct periodical water quality observation in reservoirs and inflowing rivers with portable equipment and laboratory analysis.	←				←				←				←				←				→
4-2 To modify the existing model of water quality in reservoirs and inflowing rivers in the Project Area.					←				←												→
4-3 To validate the modified model based on observed data.							←						←								→
4-4 To project water quality in reservoirs and inflowing rivers under climate change scenarios utilizing the developed model.							←						←								→
4-5 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 4-2.											←										→
4-6 To hold model seminars to C/P using the training materials.											←										→
5-1 To establish a data center in order to archive the obtained information by various institutions and to share it in a sustainable form under specific protocols.					←				←				←								→
5-2 To develop a model on water resources evaluation which integrates the results of output 1 to 4.									←				←								→
6-1 To prepare water demand scenarios based on population for the cities of La Paz and El Alto.					←				←				←								→
6-2 To evaluate the water quality of existing and alternative water sources for the cities of La Paz and El Alto.	←				←				←				←				←				→
6-3 To prepare and revise user guide and training materials for training for use of model which is indicated in 6-1.											←										→
6-4 To hold model seminars to C/P using the training materials.											←										→
6-5 To assist relevant institute and agencies to have periodical meetings for discussion on the water resources for the cities of La Paz and El Alto.							←						←				←				→
6-6 To project water resources availability under climate change scenarios utilizing the developed models and provide the results to the Ministry of Environment and Water and other governmental institutions in charge of decision making.					←				←				←				←				→
6-7 To provide the scientific insight in order that decision makers related to water discuss concrete policies of adaptation to climate change scenarios on water resource management.	←				←				←				←				←				→
6-8 To discuss with decision makers about the adaptation policy to climate change scenarios on water resource management based on scientific insight obtained through 6-7.													←				←				→

別添資料3：評価グリッド

実績の検証

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
プロジェクト目標達成度	ボリビア国ラパス市・エルアルト市における気候変動に適応した水資源政策策定を支援するシステム※が開発され、右システムをもとに情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。	プロジェクト成果が気候変動シナリオを考慮した水資源管理政策や他のプロジェクト又は研究者において言及ないし参照される。	同左	政策や他のプロジェクトに本プロジェクトの成果が言及ないし参照された実績 他の研究者が本プロジェクトの成果を参照した実績 研究成果の活用案又は活用に関する覚書	関係研究者の回答 実施報告書 他のプロジェクトの活動記録 MMAYA の回答 研究成果活用に係る協議記録	文献調査 インタビュー 質問票
		気候変動シナリオを考慮した水資源影響評価モデルが水関連機関への情報提供ができる体制のある IHH に導入される。	同左	水資源影響評価モデルの IHH への導入記録 IHH における水資源影響評価モデルの運用体制・能力	IHH 関係研究者の回答 実施報告書	
		上記モデルのアウトプットがウェブサイトに公開される又は電子媒体に記録され関連機関に配布される。	同左	モデルのアウトプットを公開しているウェブサイトの存在・運営状況 モデルのアウトプットを記録した電子媒体の配布状況・作成見込み	関係研究者の回答 実施報告書	
成果の達成度	成果1：Tuni-Condoriri 氷河及び Huayna Potosi 西氷河を対象に気候変動下における氷河融解モデルが構築される。	モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。	同左	ユーザーガイドの作成状況	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド	文献調査 インタビュー 質問票 文書提示依頼
		雪氷班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも1回モデルセミナーを実施する。	同左	モデルセミナー実施記録	関係研究者の回答 実施報告書 モデルセミナー実施報告	
		モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも2編掲載される。	同左	モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 モデルに関する査読付き論文のリスト	
	成果2：Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における流出モデルが構築される。	モデルのユーザーガイドが C/P 及びプロジェクト研究者によって作成される。	同左	ユーザーガイドの作成状況	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド	
		流出班の C/P が UMSA の関係者に対して少なくとも1回モデルセミナーを実施する。	同左	モデルセミナー実施記録	関係研究者の回答 実施報告書 モデルセミナー実施報告	
		モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも2編掲載される。	同左	モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 モデルに関する査読付き論文のリスト	

成果3：Tuni-Condoriri 氷河流域と Huayna Potosi 西氷河流域における気候変動に伴う土砂侵食・移動モデルが構築される。	モデルのユーザーガイドがC/P及びプロジェクト研究者によって作成される。	同左	ユーザーガイドの作成状況	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド
	土砂班のC/PがUMSAの関係者に対して少なくとも1回モデルセミナーを実施する。	同左	モデルセミナー実施記録	関係研究者の回答 実施報告書 モデルセミナー実施報告
	モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも2編掲載される。	同左	モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 モデルに関する査読付き論文のリスト
成果4：Tuni 貯水池を対象に気候変動下における水質モデルが構築される。	モデルのユーザーガイドがC/P及びプロジェクト研究者によって作成される。	同左	ユーザーガイドの作成状況	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド
	水質班のC/PがUMSAの関係者に対して少なくとも1回モデルセミナーを実施する。	同左	モデルセミナー実施記録	関係研究者の回答 実施報告書 モデルセミナー実施報告
	モデルに関する査読付き論文が国際誌に少なくとも2編掲載される。	同左	モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 モデルに関する査読付き論文のリスト
成果5：ラパス市・エルアルト市への水供給を担うTuni 貯水池流域を対象に気候変動下における水資源総合評価モデルが構築される。	少なくとも3つのGCMのアウトプットに基づいて水資源の将来展望が行われる。	同左	水資源の将来展望が行われた実績	関係研究者の回答 実施報告書 発表論文
成果6：成果1～5のモデルを活用し、ラパス市・エルアルト市における水資源管理情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。	ラパス市・エルアルト市の水資源関連機関からの参加者を集めた会議を少なくとも年に3回実施する。	同左	会議開催実績	関係研究者の回答 実施報告書 会議開催報告
	水需要モデルのユーザーガイドがC/P及びプロジェクト研究者によって作成される。	同左	ユーザーガイドの作成状況	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド
	WHO又はボリビアの水質基準に基づいて少なくとも10の代替水源について水質検査が行われる。	同左	水質検査の実績	関係研究者の回答 実施報告書 水質検査記録
	気候変動シナリオ下の水資源評価モデルのアウトプットがラパス市・エルアルト市の水資源について協議を行う会合にて共有される。	同左	ラパス市・エルアルト市の水資源について協議を行う会合の議題	関係研究者の回答 実施報告書 ラパス市・エルアルト市の水資源について協議を行う会合の議事録

		C/P又はプロジェクト研究者が公開シンポジウムにて発表を行う。	同左	公開シンポジウム実施記録	関係研究者の回答 実施報告書 シンポジウム実施報告	
		広報資料及びデータカタログが作成される。	同左	広報資料の作成状況データカタログの作成状況	関係研究者の回答 実施報告書 広報資料 データカタログ	
投入の実績	<p>日本側投入</p> <p>A. 専門家派遣</p> <p>1. 短期専門家</p> <p>- 専門家：雪氷，流出，土砂，水質，マネジメントの5グループ</p> <p>2. 長期専門家</p> <p>- 業務調整</p> <p>B. 各モデルの構築</p> <p>C. 本邦研修</p> <p>D. 供与機材等</p> <p>- 気象観測機器（気温、風速、湿度、長短放射、アルベド）、降雨降雪計、レーザープロファイラ、流量計、多項目水質計、データセンター構築のためのサーバー、車両</p> <p>E. 在外事業強化費</p> <p>F. その他（セミナー・シンポジウム・学会参加等）</p>	投入量、投入の質及び時期は計画通りだったか。	時期、投入量、投入の質	実施報告書 関係者へのインタビュー結果	文献調査 データ提出依頼 インタビュー 質問票	
	<p>相手国側投入</p> <p>A. カウンターパート配置</p> <p>- カウンターパート(C/P): 気象・流量装置の設置及び運営。水質・土砂の定期的観測。モデル運営</p>					

## 実施プロセスの検証

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
活動の実施	1-1	Tuni-Condoriri 氷河及び Huayna Potosi 西氷河にて、気象水文観測網を設置し、継続観測を行う。(気温、風速、放射、アルベド、比温)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活動計画と実績とを比較する。</li> <li>・活動計画と実績とが異なる場合は、その原因を確認する(例えば、活動開始条件が満たされていないか、活動に必要な投入が不足していたか、活動のための時間が不足していたか、等)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・達成度、達成時期</li> <li>・POに修正があった場合、その理由や対応方法</li> <li>・活動ごとの担当者</li> <li>・上記主担当を支援した関係者があった場合は、その関係者及び支援した理由</li> <li>・活動相互間の関係(例えば、ある活動の達成が別の活動の開始のための必要条件になっているか)</li> </ul>	実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
	1-2	LANDSAT や ALOS 等の衛星画像から雪氷域を把握し、氷河の後退を広域的に観測する。				
	1-3	1-1 及び 1-2 のデータを基に雪氷融解モデル(多層モデル及び簡易モデル)を開発する。				
	1-4	観測データ及び推定モデル 1-3 を基にシミュレーションを行い、実地適用及び検証を行う。				
	1-5	気候変動シナリオに基づき、氷河融解モデルを使って将来展望を行う。				
	1-6	モデルのユーザーガイドと研修材料を作成・改訂する。				
	1-7	C/P に対してセミナーを開催する。				
	2-1	対象地域の数値地図情報データの収集ならびに作成を行う。				
	2-2	対象地域の気象データの整備を行う。				
	2-3	流域河川の上下流 2 地点において水位計の設置と流量観測を行い、水位—流量曲線を求める。				
	2-4	降雨と氷河融解量を入力値とする流出解析モデルを開発する。				
	2-5	観測データ及び推定モデル 2-4 を基にシミュレーションを行い、実地適用及び検証を行う。				
	2-6	気候変動シナリオに基づき、流出解析モデルを使って将来展望を行う。				
	2-7	開発したモデルを用いて、長期水収支の変動を評価する。				
	2-8	モデルのユーザーガイドと研修材料を作成・改訂する。				
	2-9	C/P に対してセミナーを開催する。				
	3-1	衛星の時系列画像を基に土砂侵食・流出データを収集する。				
	3-2	雪氷域における土砂侵食モデルを開発する。				
	3-3	Tuni 貯水池の土砂堆積・輸送モデルを開発する。				
	3-4	観測データ及び推定モデル 3-3 を基にシミュレーションを行い、実地適用及び検証を行う。				
	3-5	気候変動シナリオに基づき、土壌浸食・移動モデルを活用し貯水池の堆砂を展望する。				
	3-6	モデルのユーザーガイドと研修材料を作成・改訂する。				
	3-7	C/P に対してセミナーを開催する。				
	4-1	分析装置を整備し、流域河川の上下流において、継続的な水質観測(濁度、水温、DO、pH、塩分、電気伝導度)を実施する。また、他からのデータ入手を行う。				
	4-2	貯水池と河川の水質モデルを現地に適応できるように改良する。				



	4-3 観測データ及び4-2のモデルを基にシミュレーションを行い、実地適用及び検証を行う。				
	4-4 気候変動シナリオに基づき、貯水池と河川の水質モデルを活用し、貯水池の堆砂を展望する。				
	4-5 モデルのユーザーガイドと研修材料を作成・改訂する。				
	4-6 C/P に対してセミナーを開催する。				
	5-1 各研究機関が収集・観測しているデータを集積するためのデータセンターを設置する。				
	5-2 成果1~4のモデルを統合した水資源総合評価モデルを開発する。				
	6-1 ラパス市・エルアルト市の人口増加に基づく水需要予測シナリオを作成する。				
	6-2 ラパス市・エルアルト市の代替水源の水質を評価する。				
	6-3 水需要予測モデルのユーザーガイドと研修材料を作成・改訂する。				
	6-4 C/P に対してセミナーを開催する。				
	6-5 ラパス市・エルアルト市の水資源について協議する定例会議の開催を支援する。				
	6-6 成果5の水資源評価モデルにより将来の水資源を展望し、その結果を水資源管理政策の策定に携わる関係者に提示する。				
	6-7 気候変動に対する水資源管理の具体的な適応策を現地水関係機関が検討するための科学的知見を提供する。				
	6-8 科学的知見を基に気候変動に対する水資源管理の具体的な適応策を現地関係機関と検討する。				
技術移転の方法・内容	技術移転の方法に問題はなかったか。		技術移転活動（現場指導、研修、セミナー等）の時期、形態は妥当だったか。	技術移転活動（現場指導、研修、セミナー等）に関する記録 活動実績 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果  文献調査 インタビュー 質問票
	技術移転の内容に問題はなかったか。		上記技術移転活動で扱われた内容は妥当だったか。 技術移転の内容に過不足はなかったか。	技術移転の内容に関する記録 関係者の意見	
ステークホルダーの関係	日本側専門家とUMSAとの関係は良好か。	相互に信頼関係が醸成されているか。相互の満足度は高いか。	同左	関係者の意見	インタビュー結果  インタビュー 質問票
		相互コミュニケーションは十分に行われているか。	同左	関係者間の相互のコミュニケーションの頻度 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果  文献調査 インタビュー 質問票
	UMSAにおいて、共同研究を行う体制を行う体制が十分に整備されているか。		UMSAは、日本側専門家と共同で研究を行う体制を構築できているか。  UMSA側の各研究班は、自班の研究課題を理解しているか。	UMSA側の人員配置、技術レベル、プロジェクトの方針内容や、各関係者の役割責任の関係者間での共有、理解度	実施報告書 インタビュー結果  文献調査 インタビュー 質問票

	各関係主体（UMSA、MMaYA、EPSAS）の関係者の役割分担、指揮命令系統は明確か。連携、情報共有体制は良好か。		指揮命令系統や役割分担ができる体制が構築されているか。連携、情報共有体制は良好か。	プロジェクト組織図 組織図中の各関係者の位置付けと役割 関係者連絡会の記録 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
相手国実施機関のオーナーシップ	適切なカウンターパートが配置されているか。	十分な数の C/P が配置されているか。	C/P の配置人数は十分か。各レベルの C/P の本プロジェクトとの程度関与していたか	活動実績 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
		配置された C/P の専門分野、レベルは適切か。	同左			
		C/P は主体的にプロジェクト活動に参加しているか。	配置された C/P が研究活動や研修に参加したか。研究活動や研修に参加した C/P は、不明点があれば質問していたか。			
	UMSA はプロジェクトの活動状況を十分に把握しているか。	UMSA の関係研究者各人がプロジェクトの活動状況を十分に把握しているか。	UMSA のプロジェクト情報共有体制 関係者の意見	インタビュー結果	インタビュー 質問票	
	UMSA の研究予算は計画通り確保、支出されているか。	同左	財務状況 プロジェクト経費実績 関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票	
他ドナーとの協調	他ドナーとの協力関係はあるか。また協力内容の重複はないか。	世界銀行(WB)	他ドナーの協力内容や本プロジェクトとの協力関係 WB については、特に熱帯アンデス 4 ヶ国氷河減少インパクト対応プロジェクト(PRAA2)との連携 IDB については、特に社会実装マスタープラン（作成中）への研究成果の反映 IRD については、特に氷河に関する情報の交換	他ドナーの協力内容 長期専門家の意見 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
		米州開発銀行(IDB)				
		フランス開発調査庁(IRD)				
阻害要因及び貢献要因	活動進捗、成果達成、目標達成に阻害、貢献する要因はあるか。	研究・技術開発課題に起因する不確実性	必要に応じ柔軟な活動計画の見直しや修正が行われたか。	関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
		その他の阻害、貢献要因はあるか。	同左			

A3-6

妥当性

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
必要性	プロジェクト目標とボリビア側（ターゲット・グループ）のニーズは一致しているか。		同左	水資源開発計画、関連文書、関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
	プロジェクト目標は対象地域・社会のニーズに合致しているか。		同左	水資源開発計画、関係者の意見		

優先度	上位目標及びプロジェクト目標が国家開発計画、水資源開発計画、その他の水資源関連政策に照らして妥当であるか。		同左	水資源開発政策に係る文書 関係者の意見	水資源開発政策関連文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー
	プロジェクト目標が日本の援助政策、JICA 国別事業実施計画に照らして整合性はあるか。		同左	日本の援助政策（特に水資源セクター協力、対南米協力、対ポリビア二国間協力に関係するもの）	「ODA 大綱」「ODA 中期政策」等援助政策文書 JICA 国別事業実施計画	文献調査
手段としての適切性	ポリビアの水資源分野の開発課題に対する効果をあげる戦略として適切だったか。	プロジェクトのアプローチは適切であったか。	同左	プロジェクト活動実績 類似案件実績・評価 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
		他ドナーとの援助協調において、どのような相乗効果があったか。	同左			
	日本の技術の比較優位性はあるか。	日本側専門家の水資源研究の経験が活かされているか。	水資源に関する過去の研究にて蓄積された日本側専門家独自の技術、知見、教訓が活用されているか。	日本側専門家の水資源研究にて蓄積された技術、知見、教訓 関係者の意見	インタビュー結果	
その他	事前評価以降、プロジェクト開始以降のプロジェクトを取り巻く環境（政策、経済、社会など）の変化はあったか。		同左	関係者の意見	関係文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票

### 有効性

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
プロジェクト目標の達成度	プロジェクト目標はどの程度達成されるか。（見込み）	ポリビア国ラパス市・エルアルト市における気候変動に適応した水資源政策策定を支援するシステム※が開発され、右システムをもとに情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。	プロジェクト目標の3つの指標が達成されたか。	実施報告書その他の文献におけるシステム開発の進捗に関する記述 実施報告書その他の文献におけるシステム運用に関する記述 システム運用実績 研究グループから施政者への報告（案） 情報や知見の伝達記録 研究成果の活用案又は活用に関する覚書の記述	実施報告書 関連報告書等 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
		プロジェクト目標の指標の設定は適切か。	ベースラインとの比較	ベースラインデータ	実施報告書 関連報告書等	文献調査
因果関係	プロジェクトのアウトプットはプロジェクト目標達成に貢献しているか。（プロジェクト目標の達成はアウトプットによって引き起こされたものか。）		6つのアウトプットが達成されればプロジェクト目標を達成するという論理に無理がないか。	アウトプットの指標	実施報告書 関係者へのインタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
	その他プロジェクト目標達成のために必要な要因はあるか。		同左	実施報告書 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
	研究・技術開発の途上で予見されていなかった課題が出現した際に、柔軟に対応できたか。	必要に応じ柔軟な活動計画の見直しや修正が行われたか。	どのような課題が出現したか、その課題にうまく対応できたか。	関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー
	プロジェクト目標達成の障害・貢献要因は何か		プロジェクト目標達成の障害・貢献要因の有無			

## 効率性

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
アウトプットの達成度	アウトプットはどの程度達成されたか。	アウトプットは計画通り達成しているか。阻害要因があるとすれば何か。	実績と計画（目標値）の比較 阻害要因の有無	計画の達成度、時期 関係者の意見	プロジェクトのモニタリング・評価 報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー
		各アウトプットの指標の設定レベルは適切か。	指標の設定レベルの妥当性	現時点での達成度 プロジェクト目標との因果関係		
因果関係	アウトプットを産出するために必要十分な活動であったか。	Tuni-Condoriri 氷河及び Huayna Potosi 西氷河を対象に気候変動下における氷河融解モデルが構築される。	活動1の3つの指標が達成されたか。	ユーザーガイドの作成状況 モデルセミナー実施記録 モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド モデルセミナー実施報告 モデルに関する査読付き論文のリスト	文献調査 インタビュー 質問票
		Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における流出モデルが構築される。	活動2の3つの指標が達成されたか。	ユーザーガイドの作成状況 モデルセミナー実施記録 モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド モデルセミナー実施報告 モデルに関する査読付き論文のリスト	
		Tuni-Condoriri 氷河流域と Huayna Potosi 西氷河流域における気候変動に伴う土砂侵食・移動モデルが構築される。	活動3の3つの指標が達成されたか。	ユーザーガイドの作成状況 モデルセミナー実施記録 モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド モデルセミナー実施報告 モデルに関する査読付き論文のリスト	
		Tuni 貯水池を対象に気候変動下における水質モデルが構築される。	活動4の3つの指標が達成されたか。	ユーザーガイドの作成状況 モデルセミナー実施記録 モデルに関する査読付き論文の掲載数	関係研究者の回答 実施報告書 ユーザーガイド モデルセミナー実施報告 モデルに関する査読付き論文のリスト	
		ラバシティ・エルアルト市への水供給を担う Tuni 貯水池流域を対象に気候変動下における水資源総合評価モデルが構築される。	活動5の指標が達成されたか。	水資源の将来展望が行われた実績	関係研究者の回答 実施報告書 発表論文	

		成果 1～5 のモデルを活用し、ラパス市・エルアルト市における水資源管理情報や知見が施政者に提供され、適応策が検討される。	活動 6 の 6 つの指標が達成されたか。	会議開催実績 ユーザーガイドの作成状況 水質検査の実績 ラパス市・エルアルト市の水資源について協議を行う会合の議題 公開シンポジウム実施記録 広報資料の作成状況 データカタログの作成状況	関係研究者の回答 実施報告書 会議開催報告 ユーザーガイド 水質検査記録 ラパス市・エルアルト市の水資源について協議を行う会合の議事録 シンポジウム実施報告 広報資料 データカタログ	
	達成されたアウトプットから見て投入の質、量、タイミングは適切か。	日本側専門家派遣人数、専門分野、派遣時期、期間は適切か。	同左	日本側専門家派遣実績 関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー
		供与機材の仕様、種類、量、導入時期は適切か。	同左	納入機材リスト 関係者の意見		
		本邦研修の派遣人数、資格、分野、研修内容、研修期間、受入時期は適切か。	同左	研修員受入実績 関係者の意見		
		ボリビア側の C/P の人数、配置状況、能力は適切か。	同左	C/P 配置状況 関係者の意見		
		日本側の現地活動費は適切か。	同左	現地活動費実績 関係者意見		
		ボリビア側の予算配分は適切か。	同左	プロジェクト経費 関係者の意見		
コスト	アウトプットは投入コストに見合ったものか。		投入金額に対してアウトプットが極端に多く／少ないか。 専門家の現地日数に対する実働日数の比率が極端に少ないか。	プロジェクト経費 専門家の渡航及び現地活動の実績 関係者の意見	実施報告書 関連文書	文献調査
	プロジェクト目標の達成度は投入コストに見合ったものか。		投入コストに対してプロジェクト目標の達成度が極端に高く／低い			
プロジェクトの実施プロセスの効率性に影響を与えている要因	ローカル資源を有効に活用しているか。	既存の組織、施設などを有効に活用しているか。	同左	既存の組織、施設などの利用状況 関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
	その他効率性を阻害した要因はあるか。		阻害、貢献要因の有無	関係者の意見		

## インパクト

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
社会実装への 貢献の見込み	プロジェクトの研究成果は、今後どの程度社会実装に繋がることが見込まれるか。	気候変動に適応した水資源政策の検討に、本研究で得られたモデル、科学的知見、研究成果が活用される。	水資源評議会において、気候変動の適応した水資源政策の検討に、本研究で得られたモデル、科学的知見、研究成果が活用される見込みか。  本研究で得られたモデル、科学的知見、研究成果が他ドナーに活用される見込みか。	研究成果の活用案又は活用に関する覚書 他ドナーとの協議記録	関係研究者の回答 実施報告書 他のプロジェクトの活動記録 MMAyA の回答 研究成果活用に係る協議記録	文献調査 インタビュー 質問票
	社会実装に向けた取り組みを推進・阻害する要因はあるか。		阻害、貢献要因の有無	関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	
波及効果	UMSA が、プロジェクト対象以外の水源について、同様の研究を実施することを検討するか。	UMSA が、ラパス・エルアルト都市圏の水源のうち、プロジェクト対象の氷河地域以外の水源について、同様の研究を実施することを検討するか。	同左	UMSA の講座又は各研究者の中期的研究計画 関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	
		UMSA が、ラパス・エルアルト都市圏以外の地域の水源について、同様の研究を実施することを検討するか。	同左			
	その他の波及効果はあるか	その他社会実装に伴う正負の効果・影響があるか。	正負の効果・影響の有無	関係者の意見		
プロジェクトの貢献度	インパクト発現に対するプロジェクトの貢献度は高いか。	他のドナーとのデマケ、相乗効果はあるか。	同左	プロジェクトの貢献度		

持続性

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
政策・制度面	ポリビアの水資源政策の方向性は協力終了後も転換されない可能性は高いか。		同左	水資源に関する政策レベルの計画、戦略	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
組織面	関係主体（UMSA、MMAyA、EPSAS）の連携はプロジェクト終了後も維持されるか。		水資源評議会が継続的に開催される見込み。 IHH-UMSA と EPSAS の間での情報共有体制は整備されているか。	水資源評議会を公式に承認する覚書の締結見込み IHH-UMSA と EPSAS 間の覚書の締結見込み 関係機関の組織体制 関係機関の連携体制 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果 関係主体間の覚書	
			帰国研修員が、UMSA 内外において本研究に関わるポストに就いた、又は就く見込みか。	関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	
財政面	プロジェクトの活動継続に必要な財源は確保されているか。	UMSA の研究者に、研究資金が提供される見込みがあるか。	国家レベルの競争的研究資金制度その他、UMSA の研究者が利用可能な研究資金源が存在するか。	研究資金制度 関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	
		ポリビア政府は、科学技術研究予算を将来も確保するか。	同左	財務状況 関係者の意見		
		炭素税その他の科学技術研究予算の財源は確保されているか。	同左			
技術面	MMAyA が、必要に応じて政策・基準・ガイドラインなどを自助努力で改訂していけるか。		MMAyA に、必要に応じて政策・基準・ガイドラインなどを改訂していく技術力及びマンパワーがあるか。	関係者の意見	実施報告書 インタビュー結果	
	UMSA による観測の継続、モデル運用、将来展望結果の提供、データの公開が持続的に行われるか。		UMSA に、観測の継続、モデル運用、将来展望結果の提供、データの公開に必要な技術力及び人員配置があるか。			
	UMSA が、プロジェクトで得た経験・知見の他水源への適用に技術面において貢献していけるか。		帰国研修員が、UMSA 内外において本研究に関わるポストに就いた、又は就く見込みか。			
社会・文化・環境面	社会・文化・環境面に関して持続的効果を阻害する要因はあるか。	脆弱なリスクグループへの配慮はできているか。	同左	関係者の意見	インタビュー結果	

A3-11

## その他

評価項目	評価設問		判断基準	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
プロジェクト終了時までの留意点	投入・活動・アウトプットの内容を再検討する必要があるか。		投入・活動・アウトプットの内容を再検討する必要があるかについて、専門家及びC/Pにインタビューして判断する。	関係者の意見 関連情報	PDM 実施報告書 インタビュー結果	文献調査 インタビュー 質問票
	今後、プロジェクト終了時までに留意していかなければならないことは何か。		今後、プロジェクト終了時までに留意していかなければならないことについて、専門家及びC/Pにインタビューして判断する。	関係者の意見	実施報告書 関連文書 インタビュー結果	



別添資料4：関係研究者リスト

(1) 日本側研究者

班*	氏名	所属	期間
1	山崎 剛	東北大学大学院理学研究科准教授	2009年6月～現在
1	風間 聡	東北大学大学院工学研究科教授	2009年6月～現在
1	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科特任助教	2009年8月～現在
2	真野 明	東北大学大学院工学研究科教授	2009年6月～2012年3月
		東北大学災害科学国際研究所教授	2012年4月～現在
2	木内 豪	東京工業大学総合理工学研究科准教授	2009年6月～2014年3月
		東京工業大学総合理工学研究科教授	2014年4月～現在
2	Dr. Liu Tong	東京工業大学総合理工学研究科特別研究員	2013年4月～2014年5月
3	田中 仁	東北大学大学院工学研究科教授	2009年6月～現在
3	川越 清樹	福島大学共生システム理工学研究科准教授	2009年6月～現在
4	中野 和典	東北大学大学院工学研究科准教授	2009年6月～2012年3月
		日本大学工学部准教授	2012年4月～現在
4	梅田 信	東北大学大学院工学研究科准教授	2009年6月～現在
		東北大学東北アジア研究センター教授	2009年6月～2012年3月
5	奥村 誠	東北大学災害科学国際研究所教授	2012年4月～現在
		東北大学大学院工学研究科助教	2009年6月～2013年7月
5	真砂 佳史	東北大学未来科学技術共同研究センター助教	2013年8月～2013年9月
		東北大学未来科学技術共同研究センター准教授	2013年10月～現在

(2) JICA 長期研修員

班*	氏名	所属	期間
1	Mr. Pablo Fuchs	東北大学大学院工学研究科修士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2011年10月～2013年9月
1	Mr. Gonzalo Leonardini	東北大学大学院理学研究科修士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2012年4月～2014年3月
2	Ms. Fabiola Ledezma	東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2010年10月～2012年10月
2	Mr. Vladimir Moya	東北大学大学院工学研究科博士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2011年10月～現在
3	Ms. Gabriela Sossa Ledemza	東北大学大学院工学研究科修士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2013年4月～現在
3	Ms. Fabiana Mercado	福島大学大学院共生システム理工学研究科修士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2013年4月～現在
4	Ms. Evelin Humerez	東北大学大学院工学研究科博士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2012年2月～現在
5	Mr. Gustavo Ayala Ticona	東北大学大学院工学研究科修士課程／サン・アンドレス大学(UMSA)	2013年4月～現在

## (3) ボリビア側研究者

班*	氏名	所属	期間
1	Prof. Edson Ramirez	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)副所長	2009年9月～現在
1	Prof. Javier Mendoza	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2009年9月～2010年8月
2			2010年9月～現在
1	Prof. Andrés Burgoa Mariaca	サン・アンドレス大学(UMSA)教授	2009年9月～現在
2	Prof. José Luis Montano	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2009年9月～2012年8月
2	Prof. Ramiro Pillco	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2009年9月～2010年8月
3			2010年9月～現在
2	Prof. José Antonio Luna	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2011年8月～現在
3	Prof. Angel Aliaga	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2009年9月～現在
3	Prof. Nestor Funes	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2009年9月～現在
4	Prof. Grover Rivera	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所(IIS-UMSA)教授	2012年8月～現在
4	Prof. Edwin Astorga	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所(IIS-UMSA)教授	2012年8月～現在
4	Prof. Francisco Bellot Alarcón	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所(IIS-UMSA)教授	2013年4月～現在
5			2012年8月～現在
4	Prof. Marcelo Gorritty	サン・アンドレス大学化学プロセス開発研究所(IIDEPROQ-UMSA)教授	2009年9月～現在
5	Prof. Andrés Calizaya	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2009年9月～現在
5	Prof. Juana Mejia	サン・アンドレス大学水理学研究所(IHH-UMSA)教授	2009年9月～2012年3月
5	Prof. Oscar Paz Rada	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所(IIS-UMSA)教授	2012年8月～現在
5	Prof. Jose Augusto Diaz	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所(IIS-UMSA)教授	2012年8月～現在
5	Prof. Gregorio Carvajal Sumi	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所(IIS-UMSA)教授	2012年8月～現在
5	Prof. Eufemia Briancon	サン・アンドレス大学衛生・環境技術研究所(IIS-UMSA)教授	2012年8月～現在

\*1班：雪氷、2班：流量、3班：土砂、4班：水質、5班：マネジメント

別添資料5：人的投入

(1) 日本側研究者投入実績

No.	氏名	本邦所属先	派遣開始日	派遣終了日	指導分野	日数
1	山崎 剛	東北大学大学院理学研究科	2010年5月8日	2010年5月17日	氷河融解モデル	10
2	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2010年5月8日	2010年5月20日	氷河融解モデル	13
3	中野 和典	東北大学大学院工学研究科	2010年5月8日	2010年5月20日	流域水質評価	13
4	真砂 佳史	東北大学大学院工学研究科	2010年5月8日	2010年5月20日	水資源マネジメント	13
5	川越 清樹	福島大学大学院共生システム理工学研究科	2010年5月8日	2010年5月20日	土砂生産モデル	13
6	木内 豪	東京工業大学大学院総合理工学研究科	2010年5月10日	2010年5月21日	水循環モデル	12
7	田中 仁	東北大学大学院工学研究科	2010年9月18日	2010年9月27日	土砂輸送モデル	10
8	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2010年9月18日	2010年9月27日	氷河融解モデル	10
9	梅田 信	東北大学大学院工学研究科	2010年9月18日	2010年9月27日	貯水池水質モデル	10
10	奥村 誠	東北大学アジア研究センター	2010年9月18日	2010年9月27日	水資源マネジメント	10
11	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2011年2月19日	2011年2月28日	氷河融解モデル	10
12	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2011年9月13日	2011年10月2日	氷河融解モデル	20
13	木内 豪	東京工業大学大学院総合理工学研究科	2011年9月13日	2011年9月26日	水循環モデル	14
14	中野 和典	東北大学大学院工学研究科	2011年9月16日	2011年9月25日	流域水質評価	10
15	梅田 信	東北大学大学院工学研究科	2011年9月16日	2011年9月29日	貯水池水質モデル	14
16	田中 仁	東北大学大学院工学研究科	2011年9月24日	2011年9月29日	土砂輸送モデル	6
17	奥村 誠	東北大学大学院工学研究科	2011年9月24日	2011年10月2日	水資源マネジメント	9
18	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2011年11月20日	2011年12月10日	氷河融解モデル	21
19	梅田 信	東北大学大学院工学研究科	2012年3月10日	2012年3月24日	貯水池水質モデル	15
20	川越 清樹	福島大学大学院共生システム理工学研究科	2012年3月11日	2012年3月20日	土砂生産モデル	10
21	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2012年7月17日	2012年7月28日	氷河融解モデル	12
22	真砂 佳史	東北大学大学院工学研究科	2012年7月17日	2012年7月28日	水資源マネジメント	12
23	川越 清樹	福島大学大学院共生システム理工学研究科	2012年11月10日	2012年11月19日	土砂生産モデル	10
24	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2012年11月17日	2012年12月8日	氷河融解モデル	22
25	梅田 信	東北大学大学院工学研究科	2012年11月20日	2012年12月10日	貯水池水質モデル	21
26	田中 仁	東北大学大学院工学研究科	2012年11月24日	2012年11月29日	土砂生産モデル	6
27	奥村 誠	東北大学災害科学国際研究所	2012年11月28日	2012年12月6日	水資源マネジメント	9
28	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2013年2月21日	2013年3月3日	氷河融解モデル	11
29	川越 清樹	東北大学大学院工学研究科	2013年3月10日	2013年3月20日	土砂生産モデル	11
30	木内 豪	東京工業大学大学院総合理工学研究科	2013年3月11日	2013年3月21日	水循環モデル	11
31	山崎 剛	東北大学大学院理学研究科	2013年6月14日	2013年6月26日	氷河融解モデル	13
32	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2013年6月15日	2013年6月29日	氷河融解モデル	15
33	真砂 佳史	東北大学大学院工学研究科	2013年6月19日	2013年6月30日	水資源マネジメント	12
34	梅田 信	東北大学大学院工学研究科	2013年8月5日	2013年8月16日	貯水池水質モデル	12

35	中野 和典	日本大学工学部	2013年8月5日	2013年8月16日	流域水質評価	12
36	木内 豪	東京工業大学大学院総合理工学研究科	2013年9月14日	2013年9月24日	水循環モデル	11
37	梅田 信	東北大学大学院工学研究科	2013年10月12日	2013年10月22日	貯水池水質モデル	11
38	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2013年10月19日	2013年10月28日	氷河融解モデル	10
39	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2013年11月18日	2013年11月29日	氷河融解モデル	12
40	田中 仁	東北大学大学院工学研究科	2013年11月22日	2013年11月28日	土砂生産モデル	7
41	川越 清樹	福島大学大学院共生システム理工学研究科	2013年12月7日	2013年12月14日	土砂生産モデル	8
42	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2014年2月21日	2014年3月6日	氷河融解モデル	14
43	川越 清樹	福島大学大学院共生システム理工学研究科	2014年5月7日	2014年5月18日	土砂生産モデル	12
44	木内 豪	東京工業大学大学院総合理工学研究科	2014年5月20日	2014年6月3日	水循環モデル	15
45	梅田 信	東北大学大学院工学研究科	2014年6月17日	2014年6月29日	貯水池水質モデル	13
46	朝岡 良浩	東北大学大学院工学研究科	2014年6月19日	2014年6月29日	氷河融解モデル	11
						556

(2) 短期研修員受入実績  
 <研修ベース>

No.	氏名	所属先	主な研修先	研修分野	研修開始日 (出発日)	研修終了日 (帰国日)	日数
1	Prof. Edson Ramirez	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・東北大学川渡共同セミナーセンター</li> <li>・JICA</li> </ul>	氷河融解モデリング	2012年 10月12日	2012年 11月1日	21
2	Prof. Javier Mendosa	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・東北大学川渡共同セミナーセンター</li> <li>・名取川流域</li> <li>・JICA</li> </ul>	流出モデリング	2012年 10月12日	2012年 11月1日	21
3	Prof. Nestor Funes	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・東北大学川渡共同セミナーセンター</li> <li>・名取川流域</li> <li>・福島大学</li> <li>・JICA</li> </ul>	土砂モデリング	2012年 10月12日	2012年 11月1日	21
4	Prof. Ramiro Pillco	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・東北大学川渡共同セミナーセンター</li> <li>・福島大学</li> <li>・JICA</li> </ul>	土砂土モデリング	2012年 10月12日	2012年 11月1日	21
5	Prof. Gregorio Carvajal	IIS-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・東北大学川渡共同セミナーセンター</li> <li>・名取川流域</li> <li>・JICA</li> </ul>	水質モデリング 水資源マネジメント	2012年 10月12日	2012年 11月1日	21

6	Prof. Francisco Bellot Alarcón	IIS-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・東北大学川渡共同セミナーセンター</li> <li>・名取川流域</li> <li>・JICA</li> </ul>	水質モデリング 水資源マネジメント	2012年 10月12日	2012年 11月1日	21
7	Prof. Francisco Bellot Alarcón	IIS-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・三春ダム</li> </ul>	貯水池水質解析モデル	2014年 1月16日	2014年 1月26日	11
8	Prof. España Vasquez Carlos David	IIS-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・三春ダム</li> </ul>	貯水池水質解析モデル	2014年 1月16日	2014年 1月26日	11
9	Prof. Marcelo Gorrity	IIDEPROQ-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・三春ダム</li> </ul>	貯水池水質解析モデル	2014年 1月16日	2014年 1月26日	11
10	Prof. Nestor Funes	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・福島大学</li> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> </ul>	土砂モデリング	2014年 6月5日	2014年 6月15日	11
11	Prof. José Antonio Luna	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京工業大学大学院総合理工学研究科</li> <li>・宮ヶ瀬ダム</li> </ul>	流出モデリング	2014年 6月20日	2014年 6月30日	11
12	Prof. Javier Mendosa	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京工業大学大学院総合理工学研究科</li> <li>・宮ヶ瀬ダム</li> </ul>	流出モデリング	2014年 6月20日	2014年 6月30日	11
							192

## &lt;出張ベース&gt;

No.	氏名	所属先	主な研修先	研修分野	研修開始日 (出発日)	研修終了日 (帰国日)	日数
1	Prof. Marcelo Gorrity	IIDEPARQ-UMSA	東北大学大学院工学研究科	貯水池水質モデリング	2010年 8月16日	2010年 8月29日	14
2	Prof. Edson Ramirez	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第4回 ALOS 国際シンポジウム</li> <li>・電力中央研究所</li> <li>・気象研究所</li> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> </ul>	氷河融解モデリング	2010年 11月11日	2010年 11月27日	17
3	Prof. Ramiro Pillco	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・福島大学</li> <li>・電力中央研究所</li> <li>・気象研究所</li> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> </ul>	土砂流出モデリング	2010年 11月11日	2010年 11月27日	17
4	Prof. Juana Mejia	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北大学大学院工学研究科</li> <li>・東北アジア研究センター</li> <li>・東京工業大学大学院総合理工学研究科</li> </ul>	水資源マネジメント	2011年 1月6日	2011年 1月20日	15

5	Prof. Edson Ramirez	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RESTEC</li> <li>・ JAXA つくば宇宙センター</li> <li>・ 東京工業大学</li> <li>・ 福島大学</li> <li>・ 東北大学大学院工学研究科</li> </ul>	氷河融解モデル	2011年 7月20日	2011年 8月14日	26
6	Prof. Ramiro Pillco	IHH-UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RESTEC</li> <li>・ JAXA つくば宇宙センター</li> <li>・ 東京工業大学</li> <li>・ 福島大学</li> <li>・ 東北大学大学院工学研究科</li> </ul>	土砂流出モデル	2011年 7月20日	2011年 8月14日	26
7	Prof. Carlos España	UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東北大学大学院工学研究科</li> <li>・ 東北大学川渡共同セミナーセンター</li> <li>・ JICA</li> </ul>	水資源マネジメント (GRANDE International Symposium 参加・プロジェクト協議)	2012年 10月15日	2012年 10月24日	10
8	Mr. Carlos Ortuno	MMAyA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東北大学大学院工学研究科</li> <li>・ 名取川流域</li> <li>・ JICA</li> </ul>	水資源マネジメント (GRANDE International Symposium 参加・プロジェクト協議)	2012年 10月17日	2012年 10月24日	8
							133

## (3) 長期研修員受入実績

No.	氏名	所属先	研修先	研修分野	日本到着日	日本出発日
1	Ms. Fabiola Ledezma	UMSA	東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程	水循環モデル	2010年9月15日	2012年10月31日
2	Mr. Pablo Fuchs	UMSA	東北大学大学院工学研究科修士課程	氷河融解モデル	2011年7月18日	2013年10月5日
3	Mr. Vladimir Moya	UMSA	東北大学大学院工学研究科博士課程	流出モデル	2011年7月18日	2014年9月30日 (予定)
4	Ms. Evelin Humerez	UMSA	東北大学大学院工学研究科博士課程	貯水池水質モデル	2012年1月18日	2015年3月31日 (予定)
5	Mr. Gonzaolo Leonardini	UMSA	東北大学大学院理学研究科修士課程	氷河融解モデル	2012年3月12日	2014年3月29日
6	Mr. Gustavo Ayala	UMSA	東北大学大学院工学研究科修士課程	水資源マネジメント	2012年7月4日	2015年3月31日 (予定)
7	Ms. Gabriela Ledezma	UMSA	東北大学大学院工学研究科修士課程	土砂輸送・堆積モデル	2012年7月4日	2015年3月31日 (予定)
8	Ms. Fabiana Mercado	UMSA	福島大学大学院共生システム理工学研究科修士課程	土砂生産モデル	2012年12月12日	2015年3月31日 (予定)

別添資料6：機材リスト

(1) 供与機材

No.	種別	供与機材	設置場所	機材到着日	利用状況	備考
1	現地調達	気象観測装置	各流域	2011年3月29日	観測中	2010
2	現地調達	3D スキャナー	水理学研究所	2011年3月21日	使用中	
3	現地調達	GPSR	水理学研究所	2011年3月21日	使用中	
4	現地調達	パソコン、カメラなど	水理学研究所	2011年3月15、16日	使用中	
5	現地調達	ボート	各流域	2011年3月21日	使用中	
6	現地調達	温湿度計	各流域	2011年3月22日	使用中	
7	現地調達	多項目水質計	水理学研究所	2011年3月29日	使用中	
8	現地調達	水温計	各流域	2011年3月29日	使用中	
9	現地調達	水位計	各流域	2011年3月29日	使用中	
10	現地調達	流速計	水理学研究所	2011年10月30日	使用中	2011
11	現地調達	氷河観測機材	各流域氷河	2011年12月12日	設置・観測中	
12	現地調達	pH 計	水理学研究所	2011年12月13日	使用中	
13	現地調達	流速計算ボード	水理学研究所	2012年3月6日	使用中	
14	現地調達	サーバーPC 類	水理学研究所	2012年3月15日	使用中	
15	現地調達	分析用冷蔵庫	水理学研究所	2012年3月23日	使用中	
16	現地調達	観測用車両	水理学研究所	2013年2月4日	使用中	購入：2012/03/10
17	現地調達	土壌湿度計	水理学研究所	2012年10月5日	使用中	2012
18	現地調達	水位計	各流域	2012年10月5日	使用中	
19	現地調達	電子天秤	IHH	2013年6月17日	IHH において使用中	2013
20	現地調達	コンピューター	IHH	2014年3月7日	IHH において使用中	
21	現地調達	ディスドロメーター	Huayna Potosi	2014年3月17日	設置・観測中	

(2) 国内研究設備・機材

No.	機材	設置場所	機材到着日	利用状況
1	Arc GIS	東北大学大学院工学研究科	2010年2月23日	Tuni 流域における数値地図情報の解析に使用
2	赤外線カメラ	福島大学	2010年4月20日	表面土壌の水分の測定
3	ワークステーション	東北大学大学院理学研究科	2010年8月23日	氷河融解研究のデータ処理
4	携行型分光放射計	東北大学大学院工学研究科	2012年1月10日	衛星画像による雪氷域抽出のための分光放射計測に利用
5	ワイパー式メモリークロフィル濁度計	東北大学大学院工学研究科	2012年2月1日	河川の濁度観測に利用
6	小型メモリー濁度計	東北大学大学院工学研究科	2012年2月7日	河川の濁度観測に利用

(3) ボリビア側投入機材

No.	機材	設置場所	機材到着日	利用状況
1	雪氷用レーダー	IHH-UMSA	2013年9月20日	IHH において使用中





別添資料 7：設置機材概要

(1) コンドリリ流域

【気象】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
氷河	気象観測機材一式	1	降水量、気温、湿度、風向、風速、日射	モデル構築	2012.1.17-2.10 2012.9.27-2013.8.8	バッテリー不足、盗難
		1	降水量、気温、湿度、風向、風速、日射、積雪高	モデル構築	2012.2.10-3.8 2012.9.27以降	ロガー故障、盗難
モレーン	温湿度計	1	気温、湿度	モデル構築	2013.12.7-2014.2.7	メモリー不足
	トータライザー	1	降水量	モデル構築	不規則	
氷河湖（青）	トータライザー	1	降水量	モデル構築	不規則	
堰	温湿度計	1	気温、湿度	モデル構築	なし	
湿地	気象観測機材一式	1	降水量、気温、湿度、風向、風速、日射、カメラ	モデル構築	なし	

【水文】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
氷河湖（白）水路	水位計	2	水位	モデル構築	2013.9.4-11.4	機材不良
氷河湖（ピエゾメーター）	水位計	1	地下水位	モデル構築	なし	
堰	水位計	2	水位	モデル構築	2013.9.4-11.6	機材不良
湿地（ピエゾメーター）上	水位計	1	地下水位	モデル構築	なし	
湿地（ピエゾメーター）下	水位計	1	地下水位	モデル構築	なし	破損

(2) トゥニ貯水池

【気象】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
トゥニ貯水池湖畔	気象観測機材一式	1	降水量、気温、湿度、風向、風速、日射、雨水集水装置	モデル構築	2012.5.12-18 2013.11.5-2014.2.6	メモリー不足

【水文】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
コンドリリ導水路流入口	水位計	1	水位	モデル構築	2012.2.9-4.21 2012.6.27-8.22 2013.11.1-2014.2.5	機材不良、破損

	水温計	1	水温	モデル構築	2012.2.9-4.21 2012.6.27-8.22 2013.9.18以降	機材不良、盗難
ワイナポトシ導水路流入口	水位計	1	水位	モデル構築	2011.10.27-12.6 2012.8.8-12.18 2013.11.1-12.10	破損、メモリー不足、 水量なし
	水温計	1	水温	モデル構築	2011.10.27-12.6 2011.12.6-2012.1.13 2012.4.21-5.18 2012.6.15-2012.12.18	破損、メモリー不足、 水量なし
トゥニ流域堰	水位計	1	水位	モデル構築	2012.10.26-12.6 2012.8.8-8.22 2013.9.19-12.10	機材不良、破損、 メモリー不足
	水温計	1	水温	モデル構築	2012.10.26-12.6 2012.6.15-8.22 2013.9.19-12.10	機材不良、盗難、 メモリー不足
トゥニ貯水池（大）	水温計	26	水温	モデル構築	2011.9.3-11.19	機材不良

## (3) ワイナポトシ流域

## 【気象】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
氷河	気象観測機材一式	2	降水量、気温、湿度、風向、風速、 積雪高、日射	モデル構築	2012.3.1-2012.5.3 2014.1/8-2/2	機材不良
モレーン	温湿度計	1	気温、湿度	モデル構築	なし	
	トータライザー	1	降水量	モデル構築	不規則	
湿地	気象観測機材一式	1	降水量、気温、湿度、風向、風速、 日射、ディストロメーター	モデル構築	2011/11/25-12/3 2012/3/23-4/12	バッテリー不良

## 【水文】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
氷河湖水路	水位計	2	水位	モデル構築	なし	
	濁度計	1	濁度	モデル構築	2012.6.29-7.2 2012.7.25-10.25	バッテリー不良
氷河湖（ピエゾメーター）	水位計	1	地下水位	モデル構築	なし	
堰	水位計	2	水位	モデル構築	2012.3.6-2012.4.12	機材不良
	濁度計	1	濁度	モデル構築	2012.6.26-7.2 2012.9.16-10.16 2013.9.19-10.10	バッテリー不良
湿地（ピエゾメーター）1	水位計	1	地下水位	モデル構築	2012.3.6-2012.4.21	機材不良
湿地（ピエゾメーター）2	水位計	1	地下水位	モデル構築	2012.3.6-2012.4.22	機材不良

湿地（ピエゾメーター）3	水位計	1	地下水位	モデル構築	2014/02/05以降	破損
湿地（ピエゾメーター）4	水位計	1	地下水位	モデル構築	2012.3.6-2012.4.22	機材不良
湿地出口水路	水位計	1	水位	モデル構築	2012.3.6-2012.4.21	機材不良

(4) ソンゴ流域

【気象】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
ボフティラカ集落	気象観測機材一式	1	降水量、気温、湿度、風向、風速、日射	観測データ補足	2013.9.5-2013.10.2	メモリー不足

(5) IHH

【気象】

場所	機材	数	観測項目	目的	欠測	理由
IHH 敷地	温湿度計	1	気温、湿度	観測データ補足	なし	
	水温計	3	水温	観測データ補足	なし	
	カメラ	1	植生変化	観測データ補足	なし	



## 別添資料 8 : GRANDE Report 掲載論文

1. Tanaka, H. and Mano, A.: Glacier retreat and resulting water resource problems in Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 46, pp. 161-166, 2010 (in Japanese).
2. Umeda, M. and Asaoka, Y.: Field observations on aquatic environments in Tuni reservoir basin, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 46, 2010, pp. 167-172 (in Japanese).
3. Asaoka, Y., Toyoda, Y. and Takeuchi, Y.: The effect of the precipitation form discrimination method on river discharge estimation during winter, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 54, pp. 421-426, Feb. 2010 (in Japanese).
4. Soria, F. and Kazama, S.: Evaluation of the effects of and El Niño event on glacier melting rate, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol., 54, pp. 25-30, Feb. 2010.
5. Soria, F. and Kazama, S.: Evaluation of climate change effects on discharge generation in a heterogeneous watershed, *Proceedings of 16th IAHR Asian and Pacific Regional Division 2010 Conference*, 2b002/CD-ROM, Feb. 2010.
6. Tanaka, H. and Pillco, R.: Sediment deposit in lake Tuni, Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 107-112, 2011 (in Japanese).
7. Umeda, M. and Gorritty, M.: Observations of water quality in Tuni lake basin, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 119-122, 2011 (in Japanese).
8. Li, Y. H., Pradjoko, E. and Tanaka, H.: Sand spit decline at the Sagami river mouth, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 207-212, 2011.
9. Ishigaki, Y., Asaoka, Y., Udo, K. and Mano, A.: Precipitation and runoff characteristics around the lake Tuni in Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 113-118, 2011 (in Japanese).
10. Asaoka, Y. and Takeuchi, Y.: Characteristics of acidity and major ion concentration of snowfall, snowpack and snowmelt water in the temperate snow area, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S409-S414, Feb. 2011 (in Japanese).
11. Soria, F. and Kazama, S.: Potential impacts of climate change on the tropical Andes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S79-S84, Feb. 2011.
12. Kashiwa, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Assimilation of snow depth date into snowmelt-runoff model, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S403-S408, Feb. 2011 (in Japanese).
13. Nam, D. H., Udo, K. and Mano, A.: Flood forecasting and early warning for river basins in central Vietnam, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S7-S12, Feb. 2011.
14. Farid, M., Mano, A. and Udo, K.: Modeling flood runoff response to land cover change with rainfall spatial distribution in urbanized catchment, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S19-S24, Feb. 2011.
15. Asaoka, Y., Takeuchi, Y. and Kazama, S.: Temporal variation in acidity and ion concentration of snowmelt water in light and heavy snow years, *IAHS Publication 346*, pp. 86-91, 2011.

16. Watanabe, M., Kawagoe, S. and Asaoka, Y.: Water resource analysis in tropical glaciers due to global warming, *Proceedings of the 19th Symposium on Earth Environment*, Mito, pp. 139-144, Sep. 2011 (in Japanese).
17. Okumura, M. and Tanaka, H.: Statistical analysis of operation and maintenance cost of network infrastructure – Municipal water supply systems in Tohoku region –, *Papers on City Planning*, Vol. 46, No.3, pp. 223-228, 2011 (in Japanese).
18. Pradjoko, E. and Tanaka, H.: Evaluation of sediment budget around a river entrance, *Journal of JSCE, Ser. B2*, Vol. 67, No. 2, pp. I\_616-I\_620, 2011 (in Japanese).
19. Kashiwa, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Validation of long term runoff analysis in snow area, Japan, *9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, C1\_3, 2011 (Part II).
20. Soria, F. and Kazama, S.: Assessing the investigation of streamflow source areas through uncertainty evaluation of numerical experiments in small catchments, *Hydrological Processes*, Vol. 26, pp. 907-931, 2012.
21. Asaoka, Y. and Kominami, Y.: Spatial snowfall distribution in mountainous areas estimated with a snow model and satellite remote sensing, *Hydrological Research Letters*, Vol. 6, pp. 1-6, 2012.
22. Tanaka, H., Ramirez, E. and Fujita, Y.: Sediment deposit in a lake – Comparative study between Lake Tuni, Bolivia and Inawashiro Lake, Japan, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 237-242, 2012 (in Japanese).
23. Kawagoe, S., Imaizumi, N., Pillco, R. and Asaoka, Y.: Sedimentation produces analysis in tropical glacier zone, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 225-230, 2012 (in Japanese).
24. Shiratori, S., Mano, A., Asaoka, Y. and Udo, K.: Estimation of evaporation in Tuni lake catchment, Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 219-224, 2012 (in Japanese).
25. Tani, K., Umeda, M. and Gorritty, M.: Numerical simulation of water temperature distribution in Tuni reservoir, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 231-236, 2012 (in Japanese).
26. Fuchs, P., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Snowmelt runoff simulation in a mountain watershed Tuni, Bolivia, *Proceedings of the FY2011 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-10, 2012.
27. Liu, T. and Kinouchi, T.: Water balance of glacierized catchments in tropics: A case study in Bolivian Andes, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_247-I\_252, 2012.
28. Kashiwa, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Estimation of snowdepth distribution in mountainous area by assimilation of snowdepth data, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_331-I\_336, 2012 (in Japanese).
29. Watanabe, M., Nakano, K., Hirabayashi, Y., Kawagoe, S., Asaoka, Y. and Kanae, S.: Estimation of the tropical glacier in Bolivia using satellite imagery, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_307-I\_312, 2012 (in Japanese).
30. Miyata, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Verification of degree-day method and snowmelt rate factor in AMeDAS points over Japan, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_343-I\_348, 2012 (in Japanese).
31. Asaoka, Y., Yamazaki, T. and Kazama, S.: Heat balance analysis of tropical glacier in the Andes with a multi-layer snow model, *Snow and Life in Tohoku*, Vol. 27, pp. 40-43, 2012 (in Japanese).

32. Asaoka, Y., Takeuchi, Y. and Sarukkalinge, R.: Temporal variations in acidity and ion concentrations of precipitation, snowpack and outflow from snowpack in a temperate snow area of Japan, *Journal of Hydroscience and Hydraulic Engineering*, Vol. 30, No. 1, pp. 63-76, May 2012.
33. Morizawa, K., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Estimation of spatial albedo on Condoriri glacier using satellite imagery, *Journal of JSCE, Ser. G*, Vol. 68, No. 5, pp. I\_153-I\_158, 2012 (in Japanese).
34. Nakano, K., Chigira, J., Nakamura, K., Yano, T. and Nishimura, O.: Self-development of the treatment performance of multi stage vertical flow constructed wetlands working for two years, *Journal of JSCE, Ser. G*, Vol. 68, No. 5, pp. III\_87-II\_92, 2012 (in Japanese).
35. Calizaya Terceros, A., Ayala Ticona, G., Lima Quispe, N. and Quisbert Sanchez, H.: Estrategia para la concertación y sostenibilidad del abastecimiento de agua para la ciudad de El Alto, *XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica*, San José, Costa Rica, 9 al 12 de Septiembre de 2012 (in Spanish).
36. Tani, K., Umeda, M. and Asaoka, Y.: Field study on aquatic environment in a reservoir in the Andes altiplano and numerical prediction of influences from climate change, *Proceedings of the 20th Symposium on Earth Environment*, Kyoto, pp. 25-30, Sep. 2012 (in Japanese).
37. Fuchs, P., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Seasonal discharge in a high altitude tropical glacier: Zongo, Bolivia, *Proceedings of the 2012 Conference of the Japan Society of Hydrology and Water Resources*, pp. 218-219, Sep. 2012.
38. Nam, D. H., Udo, K. and Mano A.: Climate change impacts on runoff regimes at a river basin scale in Central Vietnam, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, Vol. 23, No. 5, pp. 541-551, Oct. 2012.
39. Asaoka, Y., Yamazaki, T., Miyata, S., Kazama, S. and Ramírez E.: Heat balance analysis on the glacier with summer-precipitation seasonality and effect of snow – A case study of Andean tropical glacier –, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_427-I\_432, 2013 (in Japanese).
40. Morizawa, K., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Spatial albedo estimation on glacier using satellite images in combination with observed data, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_421-I\_426, 2013 (in Japanese).
41. Fuchs, P., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Estimation of glacier melt in the tropical Zongo with an enhanced temperature-index model, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_187-I\_192, 2013.
42. Kinouchi, T., Ledezma, F., Liu, T. and Mendoza, J.: Impact of glacier disappearance on runoff from a glacierized catchment in the Andes, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_415-I\_420, 2013 (in Japanese).
43. Liu, T., Kinouchi, T. and Ledezma, F.: Spatial distribution of glacier melt deduced from solar radiation mapping with refined atmospheric parameters, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_181-I\_186, 2013.
44. Tani, K., Umeda, M., Kinouchi, T., Asaoka, Y. and Gorrity M.: Assessment of aquatic environmental impact by a future climate change in a reservoir located in the Bolivian Andes, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_1501-I\_1506, 2013 (in Japanese).
45. Humerez, E. and Umeda, M.: Ions composition in a small river basin in the royal range of the Andes, *Proceedings of the 2012 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-4, 2013.

46. Fuchs, P. Asaoka, Y. and Kazama, S.: Global radiation and albedo parameterization for computing glacier melt in high altitude tropical glaciers, *Proceedings of the 2012 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-21, 2013.
47. Sossa-Ledezma, G. and Tanaka, H.: An appraisal of morphology change in Lake Tuni, *Proceedings of the 2012 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-30, 2013.
48. Sossa-Ledezma, G. and Tanaka, H. Case study: Wind impact on shoreline change in front of a river mouth in lakes, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 49, pp. 87-92, 2013.
49. Humerez, E. and Umeda, M.: Influence over water quality due to nutrient loading in the Royal Range of the Andes, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 49, pp. 91-96, 2013.
50. Moya Quiroga, V., Mano, A., Asaoka, Y., Kure, S., Udo, K. and Mendoza, J.: Snow glacier melt estimation in tropical Andean glaciers using artificial neural networks, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 17, pp. 1265-1280, 2013.
51. Morizawa, K., Asaoka, Y., Kazama, S. and Niroshana Gunawardhana, L.: Temporal glacier area changes correlated with the El Niño/La Niña southern Oscillation using satellite imagery, *Hydrological Research Letters*, Vol. 7, No. 2, pp. 18-22, 2013.
52. Asaoka, Y. and Kominami, Y.: Incorporation of satellite-derived snow-cover area in spatial snowmelt modeling for a large area: determination of a gridded degree-day factor, *Annals of Glaciology*, Vol. 54, No. 62, pp. 205-213, 2013.
53. Liu, T., Kinouchi, T., and Ledezma, F.: Characterization of recent glacier decline in the Cordillera Real by LANDSAT, ALOS, and ASTER data, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 137, pp. 158-172, 2013.
54. Moya Quiroga Gomez, V., Mano, A., Asaoka, Y., Udo, K., Kure, S. and Mendoza, J.: Hydrological modelling of a glacierized Andean basin using the semi distributed model supertank. Case: the Andean basin Condoriri, *Proceedings of 2013 IAHR World Congress*, Vol. 7, pdf/A10575.pdf, 2013.
55. Humerez, E. and Umeda, M.: Influence over water quality due to nutrient loading in the Royal Range of the Andes, *Proceedings of 2013 IAHR World Congress*, pp. 452-459, 2013.
56. Nakano, K., Cui, H., Nakamura, K., Yano, T., Aikawa, Y. and Nishimura, O.: Effect of the vegetation and subsurface water level on nitrogen removal in a five-stage vertical flow constructed wetland, *Proceedings of the 50th Forum on Environmental Engineering*, A13, Nov. 2013.
57. Moya Quiroga, V., Mano, A., Asaoka, Y., Udo, K., Kure, S., and Mendoza, J.: Glacier ablation and water resources in tropical Andes: the Condoriri glacier, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 58, pp. I\_229-I\_234, Feb. 2014.
58. Tani, K., Umeda, M., Asaoka, Y. and Yamazaki, T.: Field measurement and analysis on heat balance and water temperature formation in a high-altitude reservoir in the Bolivian Andes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 58, pp. I\_1627-I\_1632, Feb. 2014 (in Japanese).
59. Humerez, E. and Umeda, M.: Seasonal and spatial variation of stream water quality in the Royal Range of the Andes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 58, pp. I\_1255-I\_1260, Feb. 2014.



MINUTES OF MEETING  
BETWEEN  
JICA-JST JOINT TERMINAL EVALUATION TEAM,  
AND AUTHORITIES CONCERNED OF THE PLURINATIONAL STATE OF BOLIVIA  
ON  
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION (SATREPS) FOR  
THE PROJECT FOR STUDY ON THE IMPACT OF GLACIER RETREAT ON WATER  
RESOURCES AVAILABILITY FOR THE CITIES OF LA PAZ AND EL ALTO

The Joint Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), Japan Science and Technology Agency (hereinafter referred to as “JST”), Universidad Mayor de San Andrés (hereinafter referred to as “UMSA”) and Ministry of Environment and Water (hereinafter referred to as “MMAyA); and headed by Mr. Akihiro Miyazaki of JICA, conducted the joint terminal evaluation in Bolivia from July 28 to August 15, 2014 on the Japanese technical cooperation (SATREPS: Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development) for the Study on the Impact of Glacier Retreat on Water Resources Availability for the Cities of La Paz and El Alto (hereinafter referred to as “Project” or “GRANDE”).

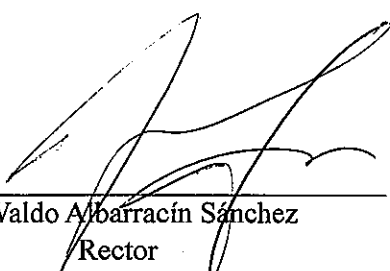
During its stay, the Team, the authorities and the institution concerned of Bolivia had a series of discussions and exchanged views on the Project.

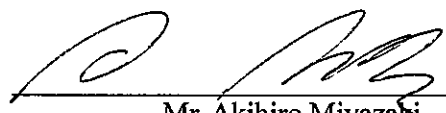
As a result of the intensive study and analysis of the activities and achievements of the Project, the Team prepared the Joint Terminal Evaluation Report (hereinafter referred to as “the Report”) attached hereto and presented it to the Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as the “JCC”) held on August 14, 2014.

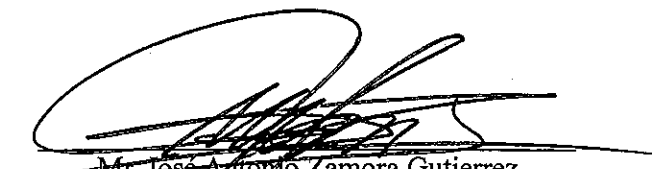
After discussions in respect of recommendations and issues for the successful implementation of the Project, the JCC approved the contents and the matters described in the Report. The respective representatives of Bolivian side and the Japanese side agreed to the matters referred to in the documents attached hereto and forward it to the respective Governments to ensure that necessary measures are taken for the smooth and successful implementation of the Project.

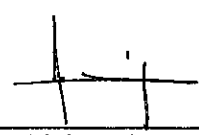
This Minutes has been prepared in duplicate, in English and Spanish, each text being equally authentic. In case of divergence of interpretation, the English version shall prevail.

La Paz, August 14, 2014

  
Dr. Waldo Albarracín Sánchez  
Rector  
Universidad Mayor de San Andrés

  
Mr. Akihiro Miyazaki  
Leader  
Joint Terminal Evaluation Team  
Japan International Cooperation Agency

  
Mr. José Antonio Zamora Gutiérrez  
Minister  
Ministry of Environment and Water  
Plurinational State of Bolivia

  
Ms. Viviana Caro Hinojosa  
Minister  
Ministry of Development Planning  
Plurinational State of Bolivia

Attachment

The Report, attached hereto, was explained by the Team to JCC. The results, issues and recommendations were discussed between the Team and JCC and the Report was accepted and approved by JCC.

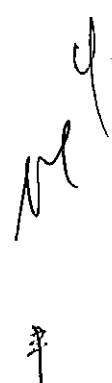
Attached Document: Joint Terminal Evaluation Report



**Informe de la Evaluación Final Conjunta**  
**sobre**  
**El Proyecto del Estudio del Impacto del Retroceso de Glaciares**  
**en la Disponibilidad de Recursos Hídricos para las Ciudades de La Paz y El Alto**  
**en**  
**El Estado Plurinacional de Bolivia**

Agosto de 2014

Equipo de Evaluación Conjunta

Handwritten signature and a small mark at the bottom right of the page.

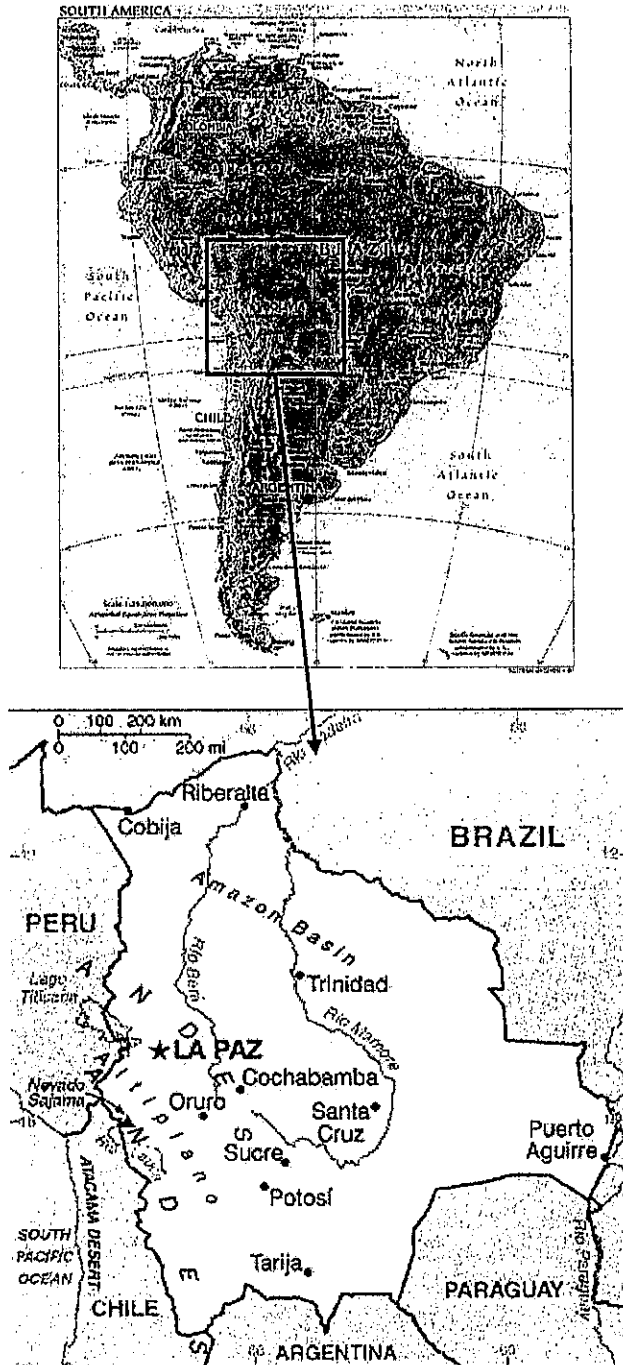


Anexo 6 : Resumen de los equipos instalados

Anexo 7 : Artículos publicados de GRANDE Report

✕ 

Mapa de localización del área del Proyecto  
(Estado Plurinacional de Bolivia)



Capital : Sucre (constitucional) , La Paz ( de facto) Poblacion: 10.670 mil personas (Estudio del Banco Mundial, 2013) , Superficie : 1,098,581km<sup>2</sup>

(Fuente del mapa) Univerisdad de Texas (<http://www.lib.utexas.edu/maps/bolivia.html>)

## Abreviaturas

Abreviaturas	Inglés	Español	Japonés
ALOS	<b>Advanced Land Observing Satellite</b>	Satélite de Observación de Tierra Avanzada	陸域観測技術衛星「だいち」
APMT	Plurinational Authority of Mother Earth	<b>Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra</b>	母なる大地の多民族庁
C/P	<b>Counterpart</b>	Contrapartes	カウンターパート
CRIEPI	<b>Central Research Institute of Electric Power Industry (Japan)</b>	Instituto de Investigación Central de Industria de Energía Eléctrica	(一財)電力中央研究所(日本)
EPSAS	Public and Social Company of Water and Sanitation	<b>Empresa Publica Social de Agua y Saneamiento</b>	ラパス市・エルアルト市上下水道公社
GCM	<b>General Circulation Model</b>	Modelo de Circulación General	大気循環モデル
GRANDE	<b>Glacier Retreat Impact Assessment and National Policy Development</b>	Estudio del Impacto del Retroceso de Glaciares en la Disponibilidad de Recursos Hídricos	「氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発」プロジェクト
IAHR	<b>International Association for Hydro-Environment Engineering and Research</b>	Asociación Internaciona para Ingeniería Hidroambiental e Investigación	国際水圏環境工学会
IAHS	<b>International Association of Hydrological Sciences</b>	Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas	国際水文学会
IDB (BID en español)	<b>Inter-American Development Bank</b>	Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
IDH	Direct Tax on Hydrocarbons	<b>Impuesto Directo a los Hidrocarburos</b>	炭化水素直接税
IEM	Institute of Material Testing - UMSA	<b>Instituto de Ensayo de Materiales - UMSA</b>	材料試験研究所(サン・アンドレス大学)
IHH	Institute of Hydraulics and Hydrology - UMSA	<b>Instituto de Hidrología e Hidráulica - UMSA</b>	水理学研究所(サン・アンドレス大学)
IIDEPROQ	Institute for Research and Development of Chemical Process - UMSA	<b>Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos - UMSA</b>	化学プロセス開発研究所(サン・アンドレス大学)

IIS	Institute of Sanitary and Environmental Engineering - UMSA	Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - UMSA	衛生・環境技術研究所 (サン・アンドレス大学)
IRD	Institute of Research for Development F.) Institut de Recherche pour le Développement	Instituto de Investigación para el Desarrollo	開発調査庁 (フランス)
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial	(独)宇宙航空研究開発機構 (日本)
JCC	Joint Coordinating Committee	Comité de Coordinación Conjunta	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	(独)国際協力機構 (日本)
JICE	Japan International Cooperation Center	Centro de Cooperación Internacional de Japón	(一財)国際協力センター (日本)
JMA	Japan Meteorological Agency	Agencia Meteorológica de Japón	気象庁 (日本)
JSCE	Japan Society of Civil Engineers	Sociedad de Ingeniería Civil de Japón	(公社)土木学会 (日本)
JSPS	Japan Society for the Promotion of Science	Sociedad para la Promoción de Ciencia de Japón	(独)日本学術振興会 (日本)
JST	Japan Science and Technology Agency	Agencia de Ciencia y Tecnología de Japón	(独)科学技術振興機構 (日本)
M/M	Minutes of Meeting or Man-month (unit of manpower)	Actas de Reunión o Hombres / mes (unidad de mano de obra o fuerza laboral)	会議議事録 または 人月 (単位)
MMAYa	Ministry of the Environment and Water	Ministerio de Medio Ambiente y Agua	環境・水資源省
MP (PM en español)	Master Plan	Plan Maestro	マスタープラン
OECD-DAC	Organisation for Economic Co-operation and Development - Development Assistance Committee	Comité de Asistencia para el Desarrollo - Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	経済協力開発機構-開発援助委員会



PCM	<b>Project Cycle Management</b>	Ciclo de Gestión del Proyecto	プロジェクト・サイクル・マネジメント
PMM	Metropolitan Master Plan	<b>Plan Maestro Metropolitano</b>	首都圏マスタープラン
PNCC	National Climate Change Program	<b>Programa Nacional de Cambios Climáticos</b>	国家気候変動プログラム
PO	<b>Plan of Operation</b>	Plan Operativo	活動計画
PPCR	<b>Pilot Program for Climate Resilience</b>	Programa Piloto para Resiliencia Climática	気候変動パイロットプログラム
PRAA	Adaptation to the Impact of accelerated glacier retreat in the Tropical Andes	<b>Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales</b>	熱帯アンデスの氷河後退の影響に関する適応プロジェクト
R/D	<b>Record of Discussion</b>	Registro de Conversaciones	討議議事録
RESTEC	<b>Remote Sensing Technology Center of Japan</b>	Centro de Tecnología de Sensor Remoto de Japón	(一財)リモート・センシング技術センター
RUSLE	<b>Revised Universal Soil Loss Equation</b>	Equación universal de pérdida de suelo revisada	一般土壌流出方程式
SATREPS	<b>Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development</b>	Asociación para la Investigación Científica y Tecnológica para un Desarrollo Sostenible	地球規模課題対応国際科学技術協力
SENAMHI	National Service of Meteorology and Hydrology	<b>Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología</b>	国立気象水文機関
SPOT	System for Earth Observation (F.) <b>Système pour l'Observation de la Terre</b>	Satélite para la Observación de la Tierra	地球観測衛星
UMSA	Major University of San Andrés	<b>Universidad Mayor de San Andrés</b>	サン・アンドレス大学
VAPSB	Deputy Minister of Water and Basic Sanitation - MMAyA	<b>Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico - MMAyA</b>	上水道・基礎衛生次官室（環境・水資源省）
VIPFE	Deputy Minister of Public Investment and External Financing - Ministry of Development Planning	<b>Viceministro de Inversión Pública y Financiamiento Externo - Ministerio de Planificación del Desarrollo</b>	公共投資・外部資金次官室（開発計画省）

VMA	Deputy Minister of Environment - MMAyA	Viceministro de Medio Ambiente - MMAyA	環境次官室（環境・水資源省）
VRHR	Deputy Minister of Water Resources and Irrigation - MMAyA	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego - MMAyA	水資源・灌漑次官室（環境・水資源省）
WB	The World Bank	El Banco Mundial	世界銀行
WEP model	Water and Energy Transfer Processes model	Modelo de Procesos de Transferencia de Agua y Energía	水循環解析モデル

## Capítulo 1 Resumen del Estudio de la Evaluación Final

### 1-1 Antecedentes

Bolivia, situada en los Andes Tropicales con unas precipitaciones anuales medias de 500mm, depende en gran medida del agua de deshielo de glaciares para sus recursos hídricos. Se prevé, sin embargo, que los glaciares en los Andes Tropicales tienden a desaparecer dentro de los próximos 30 o 40 años debido al efecto del cambio climático y Bolivia enfrenta a potencial disminución de recursos hídricos. Respecto a la calidad de recursos hídricos, la disminución del caudal de ríos debido al retroceso glacial puede causar una mayor carga de contaminación en ríos y lagos, además del incremento de la demanda de agua que se está dando cada vez más intensamente. Se pronostica que la erosión de tierra en momentos de fuertes lluvias ocasionará sedimentación y reducirá la capacidad de almacenamiento de agua en reservorios, que empeorara la falta de recursos de agua disponibles del país.

Considerando estas circunstancias, Bolivia se ve obligada a tomar medidas apropiadas para la gestión de sus recursos de agua basada en una información científica sobre el suministro y demanda de agua. Al país, pese a contar con expertos en temas de agua, le faltan aun expertos sobre problemas de agua, una red de observación de calidad de agua, además de la gestión de datos recolectados y el desarrollo de modelos científicos para evaluar la disponibilidad de los recursos de agua, particularmente vinculados a los impactos del cambio climático.

Es de necesidad urgente para Bolivia promover investigación sobre el volumen disponible de recursos hídricos teniendo en cuenta la desaparición de glaciares, y desarrollar una modelación de gestión de recursos de agua para una posible aplicación en sus políticas de adaptación. Ante esto, este Proyecto se formuló bajo el esquema de Asociación de Investigación de Ciencia y Tecnología para Desarrollo Sostenible (SATREPS) y el Registro de Discusión (R/D) que se suscribió el 19 de enero de 2010. El Proyecto comenzó con el envío de expertos/investigadores japoneses a Bolivia en abril de 2010.

### 1-2 Objetivo del estudio de la evaluación final

- 1) Confirmar los insumos, las actividades y el proceso de implementación del Proyecto en base al Plan Maestro y verificar las perspectivas de lograr el objetivo del Proyecto.
- 2) Revisar a partir de cinco criterios de evaluación (relevancia, efectividad, eficacia, impacto, sostenibilidad) en base a "Nuevas Directrices de Evaluación de Proyectos de JICA (junio de 2010)".
- 3) Confirmar los factores que impidieron o favorecieron el proceso de implementación del proceso del Proyecto y el logro de los resultados del mismo y hacer recomendaciones sobre las medidas

que se deben tomar en el período restante de la cooperación y la sostenibilidad del Proyecto después del término del Proyecto.

- 4) Discutir el avance de los logros, los resultados de la evaluación en base a cinco criterios y las recomendaciones con las organizaciones relacionadas del país receptor y constatar el resultado de discusiones en la Minuta.

### 1-3 Miembros del equipo de evaluación

#### Parte boliviana

	Nombre	Area	Organización perteneciente
1	Mario Terán	Evaluación y análisis	Profesor, Instituto de Ensayo de Materiales, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Ex decano de la Facultad de Ingeniería
2	Fany Elba Sarzuri Bernal	Evaluación y análisis	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB),

#### Parte japonesa

	Nombre	Area	Organización perteneciente	Duración
1	Akihiro Miyazaki	Líder	Director, Div. 2 de Gestión de Recursos Hídricos, Dpto. de Ambiente Global, JICA	6 Ago. - 17 Ago.
2	Kenji Nagata	Recursos hídricos	Asesor Senior , JICA	8 Ago. - 17 Ago.
3	Masanori Yamazaki	Planificación de cooperación	Div. 2 de Gestión de Recursos Hídricos, Dpto. de Ambiente Global, JICA	8 Ago. - 17 Ago.
4	Makoto Tanaka	Evaluación y análisis	Consultor Senior , ICONS Inc	26 Jul. - 17 Ago.
5	Setsuko Otaki	Intérprete	Centro de Coopación Internacional de Japón	26 Jul. - 17 Ago.
6	Kotaro Inoue	Evaluación del Proyecto (JST)	Investigador principal, Div. de Asociación de Investigación para Desarrollo Sostenible, Agencia de Ciencia y Tecnología de Japón	8 Aug. - 17 Aug

7	Misato Unose	Evaluación del Proyecto (JST)	Oficial auxiliar de Programa, Div. de Asociación de Investigación para Desarrollo Sostenible, Agencia de Ciencia y Tecnología de Japón	8 Aug. - 17 Aug
---	--------------	-------------------------------	--	--------------------

#### 1-4 Itinerario del estudio

El itinerario del estudio es como se indica abajo.

	Date	Contents of investigation
1	26 Jul. (sab.)	(Tanaka y Otaki) Salida de Narita
2	27 Jul. (dom.)	(Tanaka y Otaki) Llegada a La Paz
3	28 Jul. (lun.)	Reunión con la oficina de JICA Bolivia, Entrevista con el Comité de Evaluación Conjunta Entrevista: MMayA, IIS-UMSA, expertos a largo plazo
4	29 Jul. (mar.)	Entrevista: IIS-UMSA, expertos a largo plazo
5	30 Jul. (mier.)	Preparación del Informe de evaluación
6	31 Jul. (jue.)	Entrevista
7	1 Ago. (vier.)	Entrevistas: IHH-UMSA, IIS-UMSA
8	2 Ago. (sab.)	Estudio de campo: El punto de observación a la entrada de Glaciar Condoriri, Embalse Tuni
9	3 Ago. (dom.)	Preparación del Informe de evaluación
10	4 Ago. (lun.)	Entrevista: EPSAS, Banco Mundial
11	5 Ago. (mar.)	Entrevista: MMayA (VAPSB, VMA, VRHR), IDB
12	6 Ago. (mier.)	Preparación del Informe de evaluación (Miyazaki and Nagata) Salida de Narita
13	7 Ago. (jue.)	Entrevista: IHH-UMSA, IIDEPROQ-UMSA y IIS-UMSA (Miyazaki and Nagata) Llegada a La Paz
14	8 Ago. (vier.)	Reunión sobre la evaluación conjunta, preparación del informe de evaluación (Miyazaki and Nagata) Visita a Cochabamba (otro proyecto) (Yamazaki, Inoue and Unose) Salida de Narita
15	9 Ago. (sab.)	Preparación del Informe de evaluación (Miyazaki, Nagata, Yamazaki, Inoue y Unose) Llegada a La Paz
16	10 Ago. (dom.)	Reunión interna sobre el Informe de evaluación
17	11 Ago. (lun.)	Confirmation del borrador del Informe de evaluación Visita de cortesía EPSAS, IHH-UMSA, IIS-UMSA y la oficina de JICA Bolivia

18	12 Ago.(mar.)	Visita de cortesía y la explicación del borrador del Informe de evaluación a UMSA, VIPFE and MMAyA
19	13 Ago.(mier.)	Revisión del Infore de evaluación (Miyazaki,Nagata, Yamazaki, Inoue and Unose) Visita al sitio del Proyecto
20	14 Ago.(jue.)	JCC, firma de M/M e informe a la oficina de JICA Bolivia
21	15 Ago.(vie.)	Infome a la Embajada de Japón, Salida de La Paz
22	16 Ago.(sab.)	Traslado
23	17 Ago.(dom.)	Llegada a Narita

**1-5 Perfil del Proyecto**

El perfil del Proyecto se indica abajo y se adjuntan PM Ver.3 y PO Ver. 3 como el Anexo 1 y el Anexo 2 respectivamente.

Nombre del Proyecto	El proyecto del Estudio del Impacto del Retroceso de Glaciares en la Disponibilidad de Recursos Hídricos para las Ciudades de La Paz y El Alto
Período del Proyecto	De abril de 2010 al marzo de 2015
Presupuesto	Aproximadamente 270 millones de yenes
Area del Proyecto	Las ciudades de La Paz y El Alto y las cuencas de los glaciares de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste.
Organizaciones relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)</li> <li>• Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)</li> </ul>
Objetivo Superior	El sistema de modelación, conocimiento científico y resultados de investigación se aplican a la formulación de políticas de suministro de agua bajo escenarios de cambio climático.
Objetivo del Proyecto	<p>Está desarrollado el sistema de soporte para la formulación de políticas de gestión de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático, en las ciudades de La Paz y El Alto. El sistema se usa para proporcionar información y visión* a las instituciones encargadas de dictar políticas para formular las medidas de adaptación.</p> <p>Nota: * La información y la visión se basarán en la evaluación del impacto sobre recursos hídricos en las cuencas de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste por el cambio climático.</p>

<p>Resultados</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Está desarrollado el modelo de derretimiento glaciar bajo escenarios de cambio climático para los glaciares de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste.</li> <li>2. Está desarrollado el modelo de escurrimiento bajo escenarios de cambio climático para la cuenca del embalse de Tuni.</li> <li>3. Está desarrollado el modelo de erosión y transporte de sedimentos bajo escenarios de cambio climático en las cuencas de los glaciares de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste.</li> <li>4. Está desarrollado el modelo de calidad de agua para el Embalse Tuni bajo escenarios de cambio climático.</li> <li>5. Está desarrollado el modelo de para la evaluación del impacto sobre recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático en la cuenca del embalse de Tuni para el suministro de agua para las ciudades de La Paz y El Alto.</li> <li>6. Se consideran posibles políticas de adaptación a escenarios de cambio climático para la gestión de recursos hídricos, aplicando los modelos desarrollados por los resultados del 1 al 5 para las ciudades de La Paz y El Alto.</li> </ol>
-------------------	--

**Capítulo 2 Método de Evaluación**

**2-1 Método de evaluación**

La evaluación final del Proyecto se realizó basada en el método de PCM indicado en “Nuevas Directrices de Evaluación de Proyectos de JICA, Versión 1” (2010) por el equipo de evaluación conjunto formado por los miembros elegidos de la parte japonesa y la parte boliviana. El procedimiento de la evaluación es el siguiente.

- (1) Recopilar la información necesaria a través de informes de actividades del Proyecto, informe mensual y otros documentos, entrevista con el personal relacionado y el estudio de campo en el sitio del Proyecto.
- (2) Verificar y evaluar los resultados correspondientes a PM Ver.3 y el proceso de implementación del Proyecto en base a la Matriz de Evaluación.
- (3) Evaluar el Proyecto basado en cinco criterios de evaluación indicado en la tabla 2-1.

Tabla 2-1 Cinco criterios de evaluación

Criterio	Visión
Relevancia	La Relevancia se revisa la validez del Objetivo del Proyecto teniendo en cuenta las políticas y necesidad de desarrollo de Bolivia y la política de cooperación de Japón.
Efectividad	La Efectividad se evalúa hasta qué nivel el Proyecto alcanza su Objetivo, aclarando la relación entre el Objetivo del Proyecto y los Resultados.
Eficiencia	La Eficiencia se analiza dando énfasis a la relación entre los Resultados y el Insumo en términos de momento, calidad y cantidad.
Impacto	El impacto se evalúa en términos de influencia esperada/no esperada, generada por el Proyecto.
Sostenibilidad (Perspectivas)	La Sostenibilidad se evalúa en términos institucional, financiero y técnico examinando hasta qué punto el Logro del Proyecto se sostendrá después del término del mismo.

Asimismo, se trata de sacar las lecciones de las experiencias del Proyecto desde los resultados de la evaluación que puedan servir de referencia para la formulación, implementación y gestión de futuros proyectos de JICA.



## 2-2 Método de recopilación de datos

Los datos y la información que se utilizaron para el estudio de evaluación se recopilaron a través de la documentación, el cuestionario, la entrevista con el personal relacionado y el estudio de campo. El detalle se indica en la tabla 2-2.

Tabla 2-2 Fuente principal de información

Método de recopilación	Fuente de información
Documentación	Informes de actividades del Proyecto (del 2010 al 2014) Informe de la Revisión Intermedia (Dic. 2012) Borrador del informe final (Jun. 2014)
Cuestionario	Investigadores japoneses UMSA, MMayA, EPSAS Otros donantes (WB, IDB, IRD)
Entrevista	Investigadores japoneses (entrevista por teléfono) Coordinadora del Proyecto UMSA, MMayA, EPSAS Otros donantes (WB, IDB)
Estudio de campo	Punto de observación en el punto inicial del camino para el glaciar Condoriri, El embalse de Tuni

Los entrevistados principales y los entrevistados por teléfono se indican en la tabla 2-3 y la tabla 2-4 respectivamente.

Tabla 2-3 Entrevistados principales

Nombre	Organización perteneciente
Yuko Okamura	Experto a largo plazo (coordinadora del Proyecto)
Prof. Edson Ramirez	Subdirector, Instituto de Hidrología e Hidráulica – Universidad Mayor de San Andrés (IHH-UMSA)
*Prof. Javier Mendoza	Profesor, Instituto de Hidrología e Hidráulica – Universidad Mayor de San Andrés (IHH-UMSA)
*Prof. Ramiro Pilco	Profesor, Instituto de Hidrología e Hidráulica – Universidad Mayor de San Andrés (IHH-UMSA)
Prof. Angel Aliaga	Profesor, Instituto de Hidrología e Hidráulica – Universidad Mayor de San Andrés (IHH-UMSA)
*Prof. Nestor Funes	Profesor, Instituto de Hidrología e Hidráulica – Universidad Mayor de San Andrés (IHH-UMSA)

*Prof. Carlos España	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental– Universidad Mayor de San Andrés (IIS-UMSA), ex vicerrector
*Prof. Francisco Bellot Alarcón	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental– Universidad Mayor de San Andrés (IIS-UMSA)
Prof. Marcelo Gorrity	Profesor, Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos-Universidad Mayor de San Andrés (IIDEPROQ-UMSA)
*Prof. Andrés Calizaya	Profesor, Instituto de Hidrología e Hidráulica – Universidad Mayor de San Andrés (IHH-UMSA)
Prof. Gregorio Carvajal Sumi	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria – Universidad Mayor de San Andrés (IIS-UMSA)
Prof. Eufemia Briancon	Profesora, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental– Universidad Mayor de San Andrés (IIS-UMSA)
*Ms. Consuelo Luna	Viceministro de Medio Ambiente(VMA), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)
Ms. Liset Revollo	Viceministro de Medio Ambiente(VMA), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)
*Mr. Oscar Meave	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego(VRHR), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)
*Ing. Abel Sangüeza Antezana	Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB) , Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)
*Ing. Tomas Quisbert Guarachi	Director de Producción, Empresa Publica Social de Agua y Saneamiento(EPSAS)
*Sr.Mr. Jorge Treviño	Oficina de Bolivia, Banco Mundial(BM)
*Mr. Prem Jai Vidavre	Oficina de Bolivia, Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

\* Son los encuestados y todos respondieron al cuestionario. Además el instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD) mediante sr. Jean Emmanuel Sicart respondió al cuestionario.

Tabla 2-4 Entrevistados por teléfono

Nombre	Grupo	Organización perteneciente
Dr. Takeshi Yamazaki	Nieve y hielo	Profesor asociado, Escuela Superior de Ciencias de la Universidad de Tohoku
Prof. So Kazama	Nieve y hielo	Profesor, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku
Dr. Yoshihiro Asaoka	Nieve y hielo	Investigador asociado, Escuela Superior de

		Ingeniería de la Universidad de Tohoku
Prof. Akira Mano	Escorrentía	Profesor, Instituto de Investigación Internacional de Ciencia de Desastres de la Universidad de Tohoku
Prof. Tsuyoshi Kinouchi	Escorrentía	Profesor, Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio
Prof. Hitoshi Tanaka	Sedimentación	Líder del Proyecto Profesor, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku
Dr. Seiki Kawagoe	Sedimentación	Profesor asociado, Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima
Dr. Kazunori Nakano	Sedimentación	Profesor asociado, Colegio de Ingeniería, Universidad de Nihon
Dr. Makoto Umeda	Calidad de agua	Profesor asociado, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku
Prof. Makoto Okumura	Gestión	Profesor, Instituto de Investigación Internacional de Ciencia de Desastres de la Universidad de Tohoku
Dr. Yoshifumi Masago	Gestión	Profesor asociado, Centro de Incubación y Creación de Nueva Industria, Universidad de Tohoku

\*Todos respondieron al cuestionario.

Capítulo 3 Verificación de los Resultados del Proyecto

3-1 Insumo invertido

3-1-1 Insumo de la parte japonesa

(1) Envío de expertos

JICA envió un experto de largo plazo (la coordinadora del Proyecto) y asumió el cargo desde abril de 2010 a la fecha y sigue en servicio activo como coordinadora del Proyecto. El experto a largo plazo domina el idioma español y ha desempeñado el papel importante de ayudar la comunicación y la coordinación entre la parte japonesa y la parte boliviana. Se contrató un consultor local como se indica en la tabla 3-1 para apoyar las actividades en el área de promoción del uso de los resultados del Proyecto para la formulación de políticas y planificación.

Tabal 3-1 Consultores locales contratados

Objetivo	Duración	Nota
Información pública	De enero a marzo de 2014	El experto a largo plazo asume la función.
Administración de equipos	Octubre de 2010	
	De mayo de 2011 a septiembre de 2013	Dimisión( por ser contratado como tecnico en la Universidad))
	De julio de 2014 hasta el presente	El contrato expira a finales de marzo de 2015
Coordinación de la Plataforma	De enero a marzo de 2014	
	De abril a julio de 2014	Dimisión. Actualmente las contrapartes y el experto a largo plazo se encargan de la coordinación. La coordinación futura está en consideracion.
Preparación del catálogo de datos	De abril de 2014 hasta el presente	El contrato expira a finales de marzo de 2015

Como se indica en el Anexo 3(1), 11 investigadores japoneses participaron en el Proyecto. Como se indica en el Anexo 4(1), 9 de 11 investigadores se enviaron 46 veces a Bolivia con una estadía total de 556 días. Aparte de ello, los costos del viaje a Bolivia de estudiantes japoneses y los costos de viaje a Japón de los becarios de JICA a largo plazo fueron costeados por JST.

**(2) Capacitación de contrapartes (C/P) en Japón**

Como se indica en el Anexo 4(2), 12 investigadores de IHH-UMSA, IIS-UMSA, IIIDPROQ-UMSA participaron en la capacitación en Japón. 8 personas de UMSA llegaron a Japón como becarios de JICA a largo plazo y fueron capacitados en universidades de la parte japonesa. Los becarios de JICA a largo plazo se indican en el Anexo 3(2) y el Anexo 4(3).

**(3) Equipos adquiridos**

Como se indica en el Anexo 5(1), se adquirieron y entregaron a IHH los equipos como sistema de escaneo Laser 3D, equipos de observación meteorológica, equipo de sondeo hidráulico, medidor de calidad de agua, etc. Se realizó la observación con estos equipos, aunque parcialmente no se pudo realizar la observación. El listado del estado de los equipos se indica en el Anexo 6. Asimismo, fueron adquiridos las instalaciones y los equipos para la investigación en Japón como se indica en el Anexo 5(2).

**(4) Gastos de operación local**

La parte japonesa sufragó una parte de gastos para realizar las actividades del Proyecto. Los gastos de operación local de abril de 2010 a mayo de 2014 suman 2.070.000 bolivianos (excepto los gastos de adquisición de equipos entregados) por conceptos de billetes de avión, alquiler de vehículos, combustible, comunicación, impresión, contratación de servicios locales, artículos de consumo, entre otros.

**3-1-2 Insumo de la parte boliviana****(1) Asignación de contraparte (C/P)**

Al inicio del Proyecto, 10 personas de la UMSA fueron asignadas como contraparte del Proyecto. De los 8 becarios de JICA a largo plazo, 3 personas culminaron el curso de posgrado y siguen participando en el Proyecto como contrapartes. Las contrapartes actuales (18 personas) se indican en el Anexo 3(3).

**(2) Gastos de operación local**

La parte boliviana sufragó una parte de gastos para realizar las actividades del Proyecto. Los gastos de operación local de abril de 2010 a mayo de 2014 suman 690.000 bolivianos por conceptos de gastos de obras, combustible, viaje, análisis en IIS y los viáticos para el personal de IHH:

**(3) Equipos adquiridos**

La parte boliviana adquirió el equipo de radar para nieve y hielo como se indica en el Anexo 5(3).

**(4) Espacio de despacho**

Se proporcionaron dos salas como despacho para el experto a largo plazo (coordinadora del Proyecto) y los investigadores de la parte japonesa durante su estancia en Bolivia,

3-2 Avance del logro de los resultados

El avance del logro de los resultados según indicadores del PM es el siguiente.

Resultados 1 : Está desarrollado el modelo de derretimiento glaciar bajo escenarios de cambio climático para los glaciares de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste.	
Indicador	Avance del logro.
1-1. Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La Universidad de Tohoku y el IHH-UMSA están preparando conjuntamente el manual del modelo en español y solo les queda la corrección ortográfica y del detalle.</li> </ul>
1-2. El personal contraparte encargado del Grupo Nieve Hielo organiza por lo menos un seminario del modelo al personal pertinente de la UMSA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En febrero de 2014 se organizó el curso de capacitación para investigadores de UMSA y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) donde se explicó el resumen del modelo y se hizo el ejercicio de la aplicación del modelo y el análisis de datos obtenidos.</li> <li>➤ En junio de 2014 el Viceministerio de Medio Ambiente de MMAYA organizó el curso sobre el modelo GRANDE para el personal técnico (del Viceministerio de Medio Ambiente (VMA) y del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) donde las contrapartes y los becarios que regresaron al país impartieron el curso del modelo.</li> <li>➤ Se organizará en agosto de 2014 el seminario del modelo para los Viceministerios de MMAYA (VMA, VRHR, VAPSB ) y los investigadores y estudiantes de UMSA , en el que participarán también los becarios de JICA a largo plazo.</li> <li>➤ El seminario del modelo se organizará oportunamente según el avance de la preparación de la guía de usuario y las sub plataformas.</li> </ul>
1-3. Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se publicaron 6 artículos sobre el modelo en revistas internacionales con revisión de partes académicas.</li> </ul>

<b>Resultado2 : Está desarrollado el modelo de balance hídrico que acompaña a los cambios hidrometeorológicos y de uso de suelo para las ciudades de La Paz y El Alto.</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Avance del logro</b>
2-1. Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Está en preparación la guía de usuario sobre el modelo de concepto semi distribución y el modelo Supertank. La versión en inglés ya está preparada y actualmente están traduciendo la guía del inglés al español que terminará en agosto de 2014.</li> </ul>
2-2. El personal contraparte encargado del Grupo Escurrimiento organiza por lo menos un seminario del modelo al personal pertinente de UMSA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se organizará en agosto de 2014 el seminario del modelo para los Viceministerios de MMAyA (VMA,VRHR,VAPSB) y los investigadores y estudiantes de UMSA ,en el que participarán también los becarios de JICA a largo plazo</li> <li>➤ El seminario del modelo se organizará oportunamente según el avance de la preparación de la guía de usuario y las sub plataformas.</li> </ul>
2-3. Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se publicaron 3 artículos sobre el modelo en revistas internacionales con revisión de pares académicos.</li> </ul>

<b>Resultado3 : Está desarrollado el modelo de erosión y transporte de sedimentos bajo escenarios de cambio climático en las cuencas de los glaciares de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste.</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Avance del logro</b>
3-1. Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La universidad de Tohoku, la Universidad de Fukushima e IHH-UMSA están preparando conjuntamente la guía de usuario del modelo en español. La revision final se hará cuando regresen los becarios de JICA a largo plazo a Bolivia en agosto de 2014.</li> </ul>
3-2. El personal contraparte encargado del Grupo Sedimentación organiza por lo menos un seminario del modelo al	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se organizará en agosto de 2014 el seminario del modelo para los Viceministerios de MMAyA (VMA, VRHR, VAPSB) , investigadores y estudiantes de UMSA, participarán también los becarios a largo plazo de JICA</li> <li>➤ El seminario del modelo se organizará oportunamente según el</li> </ul>

personal pertinente de UMSA.	avance de la preparación de la guía de usuario y las sub plataformas.
3-3. Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.	➤ Hasta el momento no se publicó ningún artículo sobre el modelo en revistas internacionales con revisión de pares académicos, pero hay varios artículos que están en proceso de preparación.

<b>Resultados 4: Está desarrollado el modelo de calidad de agua para el Embalse Tuni bajo escenarios de cambio climático.</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Avance del logro</b>
4-1. Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Está preparada la guía de usuario del modelo en español.</li> <li>➤ Las contrapartes están editando el manual de instrucción como material de capacitación y están por terminar la edición.</li> </ul>
4-2. El personal contraparte encargado del Grupo Calidad de Agua organiza por lo menos un seminario del modelo al personal pertinente de UMSA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A partir de octubre de 2013 tanto en Japón como en Bolivia en los seminarios, se explicaron las características del modelo del embalse que el Proyecto está desarrollando, y el manejo del código de programación y el manejo de los datos de entrada (input) ..</li> <li>➤ En junio de 2014 el Viceministerio de Medio Ambiente (VMA) de MMAYa organizó el seminario del modelo para el personal técnico de MMAYa (de Viceministerio de Medio Ambiente (VMA) y del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)) donde las contrapartes impartieron el curso del modelo.</li> <li>➤ Se organizará en agosto de 2014 el seminario del modelo para los Viceministerios de MMAYa (VMA, VRHR, VAPSB) y los investigadores y estudiantes de UMSA, en el que participarán también los becarios a largo plazo de JICA</li> <li>➤ El seminario del modelo se organizará oportunamente según el avance de la preparación de la guía de usuario y las sub plataformas.</li> </ul>



<p>4-3. Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.</p>	<p>➤ Hasta el momento no se publicó ningún artículo sobre el modelo en revistas internacionales con revisión de pares académicos, pero hay varios artículos que están en proceso de envío o preparación.</p>
---	--

<p><b>Resultados 5: Está desarrollado el modelo de para la evaluación del impacto sobre recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático en la cuenca del embalse de Tuni para el suministro de agua para las ciudades de La Paz y El Alto.</b></p>	
Indicador	Avance del logro
<p>5-1. Se proyectan y evalúan recursos hídricos futuros con, por lo menos, resultados de tres GCMs.</p>	<p>➤ Los datos de monitoreo están almacenados en el servidor de datos instalado en UMSA. Estos datos se publicarán gradualmente como Catálogo de Datos. (Se está analizando actualmente el resultado (output) del cálculo provisional. Los resultados de investigación sobre las perspectivas de recursos hídricos se almacenarán en el curso del año en el servidor.</p>

<p><b>Resultados 6: Se consideran posibles políticas de adaptación a escenarios de cambio climático para la gestión de recursos hídricos, aplicando los modelos desarrollados por los resultados del 1 al 5 para las ciudades de La Paz y El Alto.</b></p>	
Indicador	Avance del logro
<p>6-1. Se organizan por lo menos tres veces la reunión con participación de instituciones pertinentes encargadas del sector de agua para La Paz y El Alto.</p>	<p>➤ UMSA y MMAyA están trabajando coordinadamente hacia la suscripción del memorando de entendimiento sobre la “Plataforma Científico-Técnica GRANDE”. En febrero de 2014 se celebró la reunión preliminar sobre la “Plataforma Científico-Técnica GRANDE” y en mayo de 2014 se celebró la reunión plenaria de la “Plataforma Científico-Técnica GRANDE” en ocasión del seminario del modelo GRANDE. Está prevista en Agosto la reunión entre el Rector de UMSA y el Ministro de MMAyA y llegarán previsiblemente al Acuerdo. Si se lleva a cabo esta reunión, el número de las reuniones celebradas en 2014 serán tres en total.</p> <p>➤ Aparte de lo anterior, el Proyecto sostuvo oportunamente reuniones bilaterales con UMSA, Viceministerios de</p>

	<p>MMAyA (VMA, VRHR, VAPSB), unidad de Planificación de EPSAS y BID (Banco Interamericano de Desarrollo).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Es indispensable la suscripción del convenio entre UMSA y EPSAS para compartir la información y entregar los datos. Sin embargo dado que EPSAS se reestructuró repetidas veces y está intervenida por el Estado, no hay perspectivas claras de la suscripción del convenio.</li> </ul>
<p>6-2. Está preparada la guía de usuario del modelo de demanda de agua por el personal contraparte y los becarios en Japón.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La guía de usuario está preparada en idioma ingles. La versión en el español está en preparación y próximamente estará terminada.</li> </ul>
<p>6-3. Se examina la calidad de agua por parámetros clave, por lo menos, diez fuentes hídricas alternativas, basada en las normas de calidad de la OMS o las propias de Bolivia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se evaluó la contaminación debida a metales pesados y microorganismos patógenos en diferentes fuentes de destinadas a consumo humano, incluyendo los glaciares de Condoriri y Huayan Potosí. Se realizaron 37 muestreos en 28 puntos entre los años 2010 y 2013, midiendo la concentración de 17 metales pesados, así como las bacterias indicadoras de contaminación (coliformes y E.coli) establecidos en la norma de la Calidad de Agua Potable. Finalmente se analizará la calidad del agua en 50 puntos de muestreo. Las contrapartes están analizando también la calidad de aguas subterráneas.</li> </ul>
<p>6-4. Se comparten los resultados del modelo para la evaluación del impacto sobre los recursos hídricos en la reunión periódica para discutir sobre recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A partir de 2013, los investigadores japoneses están divulgando los resultados del Proyecto a organizaciones relacionadas a través de GRANDE Report, documentos y presentaciones.</li> <li>➤ En febrero de 2013 y en junio de 2014 MMAyA organizó dos seminarios sobre estrategias de adaptación para la gestión de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático. En estos seminarios participaron el Viceministerio de Medio Ambiente (VMA) de MMAyA, el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), EPSAS, y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) donde se solicitó a los investigadores japoneses la conferencia magistral inaugural, presentaron ponencias para el personal técnico sobre el método de evaluación del impacto de cambio climático con el modelo de manejo de cuencas.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En junio de 2014 el Viceministerio de Medio Ambiente (VMA) de MMayA organizó el seminario del modelo GRANDE para el personal técnico de MMayA y discutieron la elaboración del plan de utilización del modelo GRANDE y sus resultados. Al respecto, el Proyecto está coordinando con las organizaciones relacionadas. En este seminario los investigadores de la parte japonesa presentaron los resultados parciales de perspectivas y ejemplos de aplicación en Japón.</li> </ul>
6-5. El personal contraparte o becarios que han retornado de Japón realizan exposición en simposios abiertos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En octubre de 2012 se organizó el primer simposio abierto.</li> <li>➤ Está previsto organizar el segundo simposio abierto al público en agosto de 2014.</li> </ul>
6-6. Están preparados materiales de relaciones públicas y el catálogo de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El experto a largo plazo preparó con UMSA la Página Web. Los documentos de información pública están en preparación.</li> <li>➤ Se elaboró la primera edición del catálogo de datos. Actualmente se está revisando el contenido.</li> </ul>

**Resultado 1** : De los 3 indicadores del resultado 1, el indicador 1-3 se ha logrado en su totalidad y los indicadores 1-1 y 1-2 se han logrado prácticamente. A la luz del avance del logro de los indicadores arriba mencionados, se juzga que la posibilidad de lograr el resultado 1 dentro del período del Proyecto es alta.

**Resultado 2** : De los 3 indicadores del resultado 2, se ha logrado el indicador 2-3 y está previsto que los indicadores 2-1 y 2-2 se lograrán en agosto de 2014. A la luz del avance del logro de los indicadores arriba mencionados, se juzga que existe alta posibilidad de lograr el resultado 2 dentro del período del Proyecto.

**Resultado 3** : De los 3 indicadores del resultado 3, se prevé que los indicadores 3-1 y 3-2 se lograrán en agosto de 2014 y es muy posible que el indicador 3-3 se logrará justo después de culminar el Proyecto. A la luz del avance del logro de los indicadores arriba mencionados, se juzga que el resultado 3 se logrará justo después de culminar el Proyecto.

**Resultado 4** : De los tres indicadores del resultado 4, el indicador 4-1 se ha logrado prácticamente, el indicador 4-2 ya se ha logrado y es muy posible que el indicador 4-3 se logre dentro del período

del Proyecto. A la luz del avance del logro de los indicadores arriba mencionados, se juzga que la posibilidad de lograr el resultado 4 dentro del período del Proyecto es alta.

**Resultado 5** : El indicador 5-1, el único indicador del resultado 5 se logrará dentro del año 2014 en curso. A la luz del avance del logro del indicador, se juzga que la posibilidad de lograr el resultado 5 dentro del período del Proyecto es alta.

**Resultado 6** : El avance del logro de los 6 indicadores del resultado 6 como el siguiente. Los indicadores 6-1, 6-3, 6-4 y 6-5 ya se han logrado. Los indicadores 6-2 y 6-6 se lograrán dentro del período del Proyecto. A la luz del avance del logro de los indicadores arriba mencionados, se juzga que la posibilidad de lograr el resultado 6 dentro del período del Proyecto es alta.

Los artículos publicados en relación al Proyecto están presentados en el boletín titulado "GRANDE Report". Los artículos publicados se indican en el Anexo 7.

**3-3 Avance del logro del objetivo del Proyecto**

El avance del logro del objetivo del Proyecto según los indicadores de PM es el siguiente.

<b>Objetivo del Proyecto : Está desarrollado el sistema de soporte para la formulación de políticas de gestión de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático, en las ciudades de La Paz y El Alto. El sistema se usa para proporcionar información y visión a las instituciones encargadas de dictar políticas para formular las medidas de adaptación.</b>	
Indicador	Avance del logro
1. Serán referidos los Resultados del Proyecto en políticas de la gestión de recursos hídricos bajo escenarios del cambio climáticos, otros proyectos o investigaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) que el Banco Mundial ejecutó con la unidad de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) citó el modelo de producción de sedimentos en la cuenca del Proyecto. El PRAA proporcionó al Proyecto GRANDE el inventario de glaciares. El Proyecto GRANDE proporcionó al PRAA el mapa de predicción del deslizamiento de tierra del área urbana de la ciudad de La Paz bajo escenarios de cambio climático.</li> <li>➤ En julio de 2012 en respuesta a la solicitud de el Concejo Municipal de La Paz, un experto de la parte japonesa explicó el contenido del Proyecto. El Concejo mostró mucho interés en el tema de la predicción de la oferta y demanda de agua en La Paz.</li> <li>➤ MMAyA a través del Viceministerio de Medio Ambiente les</li> </ul>

	<p>solicitó a los expertos del Proyecto que se hicieran cargo de instructoría en el seminario del modelo de cuencas organizado por el Viceministerio de Medio Ambiente en febrero de 2013.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En el seminario técnico de l Comité de Coordinación Conjunta (JCC) en noviembre de 2013, se presentaron los resultados del Proyecto.</li> <li>➤ En el seminario del modelo de cuencas organizado por MMAyA en junio de 2014, los expertos del Proyecto se hicieron cargo de la instructoría.</li> </ul>
<p>2. Está instalado el modelo para la evaluación del impacto sobre los recursos hídricos bajo escenarios del cambio climáticos (Sistema de soporte) en el IHH, con personal capaz de responder a las necesidades (información) de organizaciones relacionadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El modelo para la evaluación del impacto sobre los recursos hídricos bajo escenarios del cambio climático está instalado ya en el IHH.</li> <li>➤ El IHH está construyendo gradualmente el sistema para proporcionar la información relacionada a los recursos hídricos. Los resultados del grupo de nieve y hielo están listos para ser proporcionados y respecto a otros grupos, terminarán la construcción del sistema al regresar los becarios a largo plazo de JICA.</li> </ul>
<p>3. Se actualizan los resultados de dicho modelo en la página web o se almacenan en medios digitales y se distribuyen a organizaciones pertinentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El Proyecto está desarrollando las perspectivas del recurso hídrico de la cuenca bajo el escenario de desaparición de los glaciares y diferentes escenarios de cambio climático (el valor existente de salidas (output) del Modelo de Circulación General (GCM)). Hasta el momento se ha trabajado en base a un solo escenario de cambio climático y la publicación de salidas (output) se hará después de haber estudiado en base a diferentes escenarios (por lo menos 3 escenarios dentro de 2014).</li> <li>➤ Los datos de las perspectivas cuantitativas del derretimiento glaciar están preparados para proporcionarlos. Pero no se tiene el plan de publicarlos en la Página Web.</li> <li>➤ Los datos hidrometeorológicos se publicarán gradualmente a través de los catálogos de datos.</li> <li>➤ Ya que se encuentra en la etapa de integrar los resultados de los grupos, es necesario definir las políticas sobre la publicación de los resultados..</li> </ul>

	<p>➤ El output de la investigación se ha publicado oportunamente como trabajos académicos.</p>
--	--

El avance del logro de los 3 indicadores del objetivo del Proyecto es como sigue: El indicador 1 ya se ha logrado. Respecto al indicador 2, la parte correspondiente a “Está instalado el modelo para la evaluación del impacto sobre los recursos hídricos bajo escenarios del cambio climático en el IHH” se ha logrado y la parte correspondiente a “el sistema de soporte en el IHH es capaz de responder a las necesidades (información) de organizaciones relacionadas” se logrará dentro del período del Proyecto. La posibilidad de lograr el indicador 3 en el período del Proyecto es alta.

A la luz del avance del logro de los indicadores arriba mencionados, se juzga que la posibilidad de lograr el objetivo del Proyecto dentro del período de tiempo es alta.

**3-4 Factores favorables y desfavorables para las actividades del Proyecto**

**3-4-1 Factor favorable**

**(1) Contribución de los becarios a largo plazo de JICA mejorar la comunicación entre investigadores**

8 personas que llegaron a Japón como becarios a largo plazo de JICA tenían el conocimiento profundo sobre el contenido de la investigación y dominaban el idioma inglés. Por ello, desempeñaron el papel sumamente importante para superar la barrera de comunicación y estrechar el contacto entre la parte japonesa y la parte boliviana.

**(2) Cohesión entre instituciones académicas y gubernamentales**

Con la ejecución del Proyecto GRANDE el MMAyA y UMSA tuvieron una relación de coordinación e intercambio de información. UMSA y MMAyA, instituciones gubernamentales del país han mantenido el contacto a lo largo de la ejecución del Proyecto. Aunque no es frecuente que una institución académica como UMSA y una institución gubernamental como MMAyA trabajen de forma unida para perseguir el mismo objetivo, ambas instituciones mostraron cohesión en este Proyecto. De hecho, el deseo manifiesto de MMAyA de conocer los resultados del Proyecto hizo que se promoviera la organización de seminarios por parte de UMSA.

**3-4-2 Factor desfavorable**

**(1) Estancamiento de actividades a causa del gran terremoto en el Este de Japón**

A causa del terremoto que ocurrió en el Este de Japón en marzo de 2011, la mayoría de investigadores japoneses tuvieron el acceso limitado al edificio de su organización o se vieron obligados a trasladarse varias veces. En la primera mitad del año fiscal 2011, como consecuencia del gran terremoto se estancaron los contratos entre la organización perteneciente de los investigadores y JICA y consecuentemente las actividades del Proyecto. Sin embargo, este factor fue superado gracias a los esfuerzos posteriores de los investigadores.

**(2) Robo y problemas en equipos de observacion**

En el primer año del Proyecto, hubo incidente en el que la población local trató de impedir la instalación de los equipos de la red de monitoreo dentro de la cuenca y se retrasó su instalación respecto a lo programado. Esta acción por parte de la población local no se manifiesta como un movimiento contrario al Proyecto, sino una expresión de desconfianza de la población hacia el uso del agua por parte de las organizaciones locales. Los campesinos que no cuentan con el aprovisionamiento de agua a pesar de vivir cerca del embalse desconfiaban de que todos los recursos de agua que estaban enfrente de ellos se llevan a las ciudades. Por esta razón, se abstuvieron de instalar los equipos hasta que la población comprendiera el propósito de las actividades del Proyecto. El experto a largo plazo visitó y explicó a la población el objetivo del Proyecto con la ayuda del intérprete (español y aimará), negoció el plan de conciliación y consiguió el consentimiento y aprobación de la población para realizar el monitoreo local. Actualmente se está construyendo una relación de cooperación que permita encargar a la población local la vigilancia de los equipos. Por otro lado, como medidas de restablecimiento hasta la instalación de los equipos, se aplicaron los datos de otros glaciares en el modelo desarrollado para hacer el cálculo aproximado y luego fueron corregidos comparando el resultado del cálculo con los datos reales. Asimismo se trajeron los equipos desde Japón para realizar las observaciones técnicas de fondo que permita complementar la falta de los datos.

El equipo de observación instalado en el glaciar Condoriri fue robado en octubre de 2012 y se suspendieron temporalmente las observaciones de manera obligada. Enfocando en algunos ítems de observación y tomando las medidas preventivas para el robo, reanudándose el monitoreo a partir de agosto de 2013. Para el cuarto año, se introdujeron en el modelo los datos de observación que el grupo de nieve y hielo obtuvo en el glaciar Condoriri. La entrega de los equipos se retrasó por una falla en el programa de recuperación de datos, pero esto no afectó significativamente.

**(3) Limitación de actividades locales**

Cuando los investigadores japoneses visitaban Bolivia, en ocasiones no pudieron acceder a su destino debido al bloqueo de caminos. Hubieron investigadores que retornaron a su lugar de origen antes de lo programado por falta de la seguridad. Como consecuencia los trabajos no realizados a casusa de las limitaciones en el desarrollo de actividades y el recorte de la duración de estadía tuvieron que ser diferidos hasta las próximas visitas. Aunque no se ocasionó el retraso considerable en las actividades posteriores, las actividades podían haber avanzado con mayor celeridad si no hubieran habido las limitaciones en las actividades de campo.

**(4) Dificultad de adaptación a las condiciones naturales**

Las ciudades de La Paz y El Alto, áreas objetivo del Proyecto se sitúan entre 3.000 y 4.000 m sobre el nivel del mar y los glaciares están en el nivel más alto de 4.500 a 4.900 m. Algunos investigadores se enfermaron por la altura y sus actividades se vieron limitadas. Respecto a los

investigadores japoneses, hubieron casos en los que sus vehículos quedaron atrapados en el camino fangoso o tuvieron que guardar reposo completo por el cansancio extremo después de realizar caminatas hacia los glaciares. Debido a estos incidentes, las actividades locales previstas fueron postergadas hasta próximas visitas. Aunque no se ocasionó el retraso considerable en las actividades posteriores, si no hubieran habido las limitaciones en el desarrollo de actividades locales, estas podían haber avanzado con mayor celeridad.

### **3-5 Verificación del proceso de implementación del Proyecto**

#### **3-5-1 Incertidumbre que implica el tema de investigación y desarrollo tecnológico**

En la evaluación preliminar del Proyecto, se establece como condición externa la incertidumbre que implica el tema de investigación y desarrollo tecnológico. En la evaluación preliminar hay la siguiente descripción; “se deberá revisar y modificar flexiblemente el plan de operación según necesidad.” En ocasión de la revisión intermedia en noviembre de 2012, se recomendó esclarecer los caminos y hacer preparativos de manera que la información y el conocimiento del Proyecto sean reflejados en las políticas y la planificación. Para responder a ello, se modificaron el Plan Maestro y el PO y se establecieron nuevamente los indicadores para medir los logros.

#### **3-5-2 Coordinación entre donantes**

El Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) ha realizado la observación de los glaciares-objetivo del Proyecto durante 20 años. El Proyecto pudo suplir la falta de información correspondiente al inicio del Proyecto gracias a la colaboración de IRD. IRD dio al Proyecto consejos sobre la observación meteorológica y glaciológica en las áreas de captación de agua en las montañas altas. Además de proporcionar datos necesarios para la calibración de radiómetro, al inicio del Proyecto IRD ofreció gratuitamente a IHH un pluviómetro instalado en las áreas de captación de agua en Condoriri y los vertederos triangulares (un vertedero por cuenca) instalados en las tres cuencas objeto del Proyecto.

El PRAA (Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales) del MMAyA inscrito en el Programa Nacional de Cambios Climáticos de Bolivia financiado por el Banco Mundial entregó el inventario de glaciares al Proyecto GRANDE y este entregó el mapa de predicción de deslizamientos de tierra de la ciudad de La Paz. Entre los resultados del Proyecto GRANDE, el modelo de producción de sedimentos fue citado en el PRAA. El PRAA culminó recientemente y se prevé iniciar el PRAA2 para dar continuidad al PRAA.

#### **3-5-3 Falta de recursos humanos de la parte boliviana**

En el Proyecto los investigadores de la parte japonesa y la parte boliviana conformaron cinco grupos de investigación (nieve y hielo, escorrentía, sedimentación, calidad de agua, gestión) para desarrollar las actividades. En el grupo de sedimentación y en el de gestión, faltaban investigadores bolivianos que tuvieran especialización. Aunque las contrapartes asignadas tenían cierto



conocimiento básico, por no ser el área de su plena especialización, la capacidad de aplicación era un tanto deficiente. En cuanto al grupo de gestión, UMSA no contaba desde el principio con los investigadores especializados en la gestión de recursos hídricos ni tampoco se encontraban en EPSAS el personal técnico que pudiera comunicarse suficientemente en inglés.

En estas circunstancias, respecto al grupo de sedimentación, los investigadores de la parte boliviana se dividieron en el tema de erosión y en el tema de transporte de sedimentos estableciendo estrecho contacto con los investigadores japoneses del tema. En caso del grupo de gestión, se incorporó al IIS como entidad contraparte a partir de septiembre de 2012 e integraron a los investigadores que tuvieran especialización cercana a la gestión de recursos hídricos para reforzar la capacidad de la parte boliviana. Como consecuencia, las actividades de ambos grupos pudieron lograr los resultados.



## Capítulo 4 Evaluación en base a cinco criterios

### 4-1 Relevancia

La relevancia del Proyecto es alta.

La formulación de las políticas de adaptación para el manejo de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático es uno de los temas importantes de desarrollo para el gobierno boliviano. Las ciudades de La Paz y El Alto, que son las áreas objeto del Proyecto depende de manera importante de los glaciares tropicales para el suministro de agua. Sin embargo estos glaciares tropicales son susceptibles al cambio climático y de hecho, los glaciares objeto del Proyecto están retrocediendo visiblemente y es posible que se disminuya el volumen del suministro de los recursos hídricos. Por otro lado, el flujo migratorio que llega de las regiones a las ciudades de La Paz y El Alto está aumentando y creará mayor demanda de agua. Si no se toman medidas para afrontar el problema, la carencia del suministro de recursos hídricos podría causar problemas serios. En base a la ley 300 (Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien) que entró en vigor al principio de 2014 se considera que el objetivo del Proyecto coherente con el tema de recursos hídricos

El Proyecto es coherente con las políticas de ayuda japonesa (ODA) para Bolivia. “Las directrices de ayuda japonesa para Bolivia” del Ministerio de Asuntos Exteriores establecen como uno de los temas prioritarios de desarrollo el sector de “Agua y Saneamiento”. Además dicho documento indica como observación lo siguiente; “Bolivia es susceptible a los efectos de cambio climático por su topografía accidentada. Dado que han aumentado los daños de inundación, falta del suministro de agua y sequía en los años recientes, es necesario brindar la ayuda en los sectores como agua y el saneamiento básico, entre otros, en la que se tengan en cuenta el medio ambiente y los efectos de cambio climático.” También añade; “Al realizar la cooperación, es importante aunar los esfuerzos no solo del gobierno sino también del sector privado para desarrollar la cooperación del equipo nacional japonés compuesto por los sectores público y privado para poder aprovechar las tecnologías japonesas.”

El Proyecto tiene como objetivo desarrollar el sistema de soporte para proporcionar a las instituciones encargadas de dictar políticas el conocimiento científico sobre el manejo de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático. En este sentido la ejecución del Proyecto es muy significativa y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) también tiene mucha expectativa en este Proyecto. A nivel internacional no existen ejemplos del desarrollo de los modelos que integran el derretimiento glaciar, escurrimiento, sedimentación y calidad de agua en la cuenca de los glaciares, y al considerar que Japón tiene el conocimiento y las experiencias en el uso de nieve y hielo como recursos hídricos, puede contribuir a resolver el problema de recursos hídricos aprovechando su tecnología. El conocimiento científico y académico ha servido para diseñar el Proyecto y el hecho de esclarecer la relación entre los cinco grupos ha sido adecuado como método

de investigación. El Proyecto trata específicamente de los recursos hídricos del derretimiento glaciar, es necesario hacer la evaluación de fuentes alternativas incluyendo las aguas subterráneas para examinar las políticas de recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto.

#### 4-2 Efectividad

La efectividad del Proyecto es alta.

A la luz de los 3 indicadores del objetivo del Proyecto, se juzga que la posibilidad de dicho objetivo dentro del período del mismo es alta. Los 6 resultados del Proyecto contribuyeron a lograr su objetivo y se considera que el logro del mismo es atribuible al logro de 6 resultados. Para lograr el objetivo del Proyecto finalmente se requiere:

- continuar los esfuerzos para lograr los seis resultados del Proyecto entre el personal relacionado con el mismo.
- proporcionar la información apropiada para que los responsables de la elaboración de políticas puedan utilizar las mismas y adecuarlas a la adaptación al cambio climático a través del modelo desarrollado y los resultados de predicción obtenidos.
- los responsables de la toma de decisión deben estar abiertos a aceptar la información y el conocimiento que se va actualizando y acumulando día a día.

Como se trata de un proyecto de investigación, no se puede preveer el proceso que conduzca al logro del objetivo del Proyecto. En estas circunstancias se revisó y modificó flexiblemente el plan de operación del Proyecto de acuerdo con la necesidad. En la revisión intermedia del Proyecto se señaló que “los indicadores actuales en el Plan Maestro no están adecuadamente establecidos para medir el nivel del logro. Hace falta establecer los indicadores adecuados en base al entendimiento del nivel de logro actual para compartir entre el personal involucrado en el Proyecto la imagen de la meta realista y alcanzable dentro de dos años y medio.” Para responder a la indicación, se modificaron el Plan Maestro y el PO. Los 3 indicadores revisados del objetivo del Proyecto son concretos y adecuados. Asimismo como indicadores de los resultados se establecieron los indicadores concretos como la preparación de la guía de usuario de los modelos de nieve y hielo, escorrentía, sedimentación, calidad de agua, demanda de agua; la organización de seminario y conferencia; la publicación de artículos del modelo en revistas internacionales con revisión de pares académicos. El establecimiento de estos nuevos indicadores es una respuesta a la indicación arriba mencionada y al mismo tiempo ayudó a esclarecer la efectividad del Proyecto.

#### 4-3 Eficiencia

La eficiencia del Proyecto es del nivel medio. Sin embargo es atribuible al gran sacrificio del personal relacionado y debe ser elogiado el hecho de que el Proyecto haya logrado la mayoría de los

resultados aun con las limitaciones severas que se indican abajo. Los factores externos como desastres naturales, condiciones naturales, problemas en la adquisición de equipos, inestabilidad política son causas principales de que no se pudo elevar el nivel de eficiencia.

#### 4-3-1 Eficiencia del insumo de la parte japonesa

A causa del gran terremoto que azotó el Este de Japón en marzo de 2011 después de comenzar el Proyecto, se suspendió el uso del edificio de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku y sus investigadores se vieron obligados a permanecer en su domicilio o trasladarse varias veces el laboratorio. Fue a partir de enero de 2012 cuando los investigadores pudieron utilizar el edificio provisional de laboratorio. En el caso de la Escuela Superior de Ciencias de la misma universidad, se prohibió el acceso al edificio durante un mes después del terremoto quedando paralizadas la comunicación con el exterior y el acceso a Internet. Aparte de estos efectos físicos, se generó el período de vacío a partir de abril en el contrato (el contrato entre la Universidad de Tohoku y JICA tenía que renovarse cada año) y como consecuencia no se pudo realizar reuniones durante ese período.

La adquisición de equipos de observación se retrasó respecto a lo programado a causa de los trámites de exención de impuestos. En algunos equipos adquiridos se encontraron fallas de calibración por falta del conocimiento del contratista encargado de adquisición. Además se suscitaron problemas de robo y destrucción de equipos instalados en los sitios de observación. La falta de datos de observación por estos problemas se detalla en el Anexo 6. Hasta los equipos instalados en glaciares y represas sufrieron robo. Como se considera que estos actos se cometieron premeditadamente, es posible que los autores hubieran sido personas ajenas a la población local. Después de tomar las medidas como fijar firmemente los equipos y encargar la vigilancia de algunos equipos a la población local se redujeron los robos, pero no se tomaron medidas contundentes porque es imposible fijar perfectamente los equipos en glaciares o en el cauce del río o vigilar los equipos durante 24 horas al día. En cuanto a la destrucción de equipos, había la posibilidad de que la población destruyera los mismos para acosar al Proyecto. Por eso el experto a largo plazo (coordinadora del Proyecto) mantuvo el diálogo con la población local con la ayuda del consultor local (intérprete de español y aymará) explicando con persistencia el propósito de la instalación de equipos y finalmente pudo contar con la comprensión de la población. Debido a estos antecedentes, los datos de observación obtenidos de estos equipos se limitan a dos años. Aunque al inicio del Proyecto se pudo desarrollar el modelo aplicando los datos de otras cuencas, dado que el modelo desarrollado tiene características que permiten mejorar su precisión a medida que aumentan datos de observación, la precisión del modelo resulta inferior en comparación con el modelo desarrollado en base a datos de observación más prolongada.

En ocasión de la Revisión Intermedia en noviembre de 2011 se recomendó mejorar la comunicación entre los investigadores. Puesto que los investigadores de la parte japonesa pertenecen a las universidades, trataron de aumentar el número de viajes en la medida de posibilidad para no ocasionar problemas en el oficio de la universidad. Algunos investigadores aumentaron el número de viaje mientras que otros investigadores se las arreglaron para mejorar la eficiencia a través de medidas como tratar de viajar en períodos distintos los investigadores que pertenecen al mismo grupo, aumentar el número de becarios a largo plazo de JICA tutorados por los investigadores de la parte japonesa, enviar a los estudiantes japoneses a Bolivia por cuenta de JST, entre otros. Como los investigadores de la parte japonesa no hablan español y una parte de los investigadores bolivianos no hablan inglés, se comunicaban por medio del experto a largo plazo (coordinadora del Proyecto). Después de que los becarios a largo plazo de JICA (todos hablan inglés como se menciona posteriormente) empezaron a incorporarse en las actividades, se mejoró sustancialmente la comunicación entre la parte japonesa y la parte boliviana y por haberse reducido el tiempo que se necesitaba para la comprensión, pudieron dedicar más tiempo para la discusión sustancial de la investigación.

A pesar de estos esfuerzos, hubo incidentes de que el camino del aeropuerto fue bloqueado por los manifestantes justo después de la llegada de los investigadores de la parte japonesa a Bolivia o tuvieron que regresar inmediatamente a Japón después de que los vehículos en los que estaban a bordo fueran atacados por los manifestantes durante las actividades de estudio en campo. Como consecuencia los trabajos que no podían ser realizados tuvieron que diferirse hasta las próximas visitas. Aunque no se ocasionó el retraso considerable en actividades posteriores, si no hubiera habido limitaciones en el desarrollo de las actividades de campo, estas podían haber avanzado con mayor celeridad.

Durante la visita de los investigadores de la parte japonesa, se prepararon los itinerarios para poder desarrollar al máximo las actividades en el tiempo limitado de estancia. Sin embargo considerando las condiciones naturales severas de altura y frío en el sitio del Proyecto, la inaccesibilidad del vehículo a algunos puntos de observación y las indisposiciones que manifestaban algunos investigadores al tener que subir caminando varias horas para llegar a los puntos de observación, fue necesario programar actividades con más holgura que lo previsto. Durante la época de lluvia los vehículos quedaban atrapados a veces en el camino fangoso y se daban situaciones que limitaban el desarrollo de actividades.

Por lo arriba mencionado, la eficiencia del insumo de la parte japonesa se limita al nivel medio.

#### 4-3-2 Eficiencia del insumo de la parte boliviana

8 personas fueron seleccionadas como becarios a largo plazo de JICA y en octubre de 2011 se enviaron a los primeros dos becarios y posteriormente se fueron enviando sucesivamente todos los

becarios a Japón hasta abril de 2013, quienes ingresaron en los cursos de doctorado o maestría de las universidades pertenecientes de los investigadores de la parte japonesa. De ellos, 3 personas terminaron el curso de maestría y regresaron a Bolivia. Actualmente hay 2 becarios en el curso de doctorado y 3 en el curso de maestría y regresarán a Bolivia al terminar su estudio. En el proceso de selección, se pusieron como requisitos aparte de la especialización, el dominio del idioma inglés, el título de licenciado para los que estudian en el curso de maestría, el título de master para los que estudian en el curso de doctorado y continuar involucrándose en el Proyecto después de regresar al país y se celebró la convocatoria en la parte boliviana. Pero se demoró en encontrar el personal que satisfaga estas condiciones y el proceso de selección requirió más tiempo que lo previsto.

Las condiciones naturales severas arriba mencionadas pesaron de la misma forma a los investigadores de la parte boliviana. Había un investigador que se cayó y se fracturó cuando estaba subiendo a los puntos de observación. Aunque no incidió considerablemente en el desarrollo de actividades posteriores, si no hubiera habido estos incidentes, las actividades podían haber avanzado con mayor celeridad.

En MMAyA había mucha rotación del personal pero la entrega de cargo se llevó a cabo sin mayor contratiempo y se puede decir que la rotación del personal no incidió negativamente en la eficiencia. Por otro lado en cuanto a EPSAS, debido a la reestructuración frecuente de la organización además de la rotación del personal, los investigadores japoneses tuvieron que dedicar tiempo para proporcionar la información al nuevo encargado, lo cual restó tiempo para realizar la investigación sustancial del Proyecto dentro del tiempo limitado de su estancia en Bolivia. Puesto que la entrega de parte de EPSAS de datos estadísticos relacionados con el monitoreo de calidad de agua estaba limitada, se tuvo que medir y obtener por cuenta propia los datos necesarios aunque se trataba de ítems monitoreados por EPSAS. Si el Proyecto hubiese recibido de EPSAS los datos necesarios, se hubiera omitido una parte de medición de la calidad de agua.

Por lo arriba mencionado, la eficiencia del insumo de la parte boliviana también se limita al nivel medio

#### 4-4 Impacto

El Proyecto generará impactos positivos.

##### 4-4-1 En relación a los resultados de investigación

El Proyecto es el primero en abordar el tema de los recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático, enfocando como el área del trabajo las ciudades metropolitanas más altas del mundo. Considerando que las áreas altas son lugares donde los efectos del cambio climático se manifiestan de forma más acentuada, el Proyecto desarrolla investigaciones previas y se espera que los efectos de las mismas tengan el mayor alcance.

Se incrementa la solicitud de conferencias o presentaciones de los investigadores de UMSA en las reuniones y seminarios relacionados con los recursos hídricos y el cambio climático. Se estudia la posibilidad de que UMSA realice estudio de la misma índole en las fuentes de recursos hídricos fuera de los glaciares estudiados en el Proyecto, para el suministro de agua en las ciudades de La Paz y El Alto, extensible a otras áreas.

La Plataforma plantea compartir los resultados del Proyecto con otros donantes y discutir los planes de uso de los resultados. Por ello, es posible que estos resultados sean utilizados en los proyectos de donantes o de instituciones del gobierno boliviano como MMAyA o en los proyectos de investigación en los que se involucran UMSA y otras universidades de país.

La UMSA propone una iniciativa de crear una escuela para los investigadores que permita ampliar la red de investigación. Aunque la idea no se ha concretado todavía, de realizarse, se puede esperar que se promueva las condiciones para desarrollar investigaciones similares en Bolivia.

#### 4-4-2 Utilización de los resultados del Proyecto en la formulación de políticas y la planificación

Respecto a la promoción del uso de los resultados del Proyecto para la formulación de políticas y planificación, en respuesta a la solicitud de MMAyA, los investigadores de la parte japonesa presentaron una ponencia inaugural sobre el método de evaluación del impacto del cambio climático con el modelo de manejo de cuenca para el personal técnico de la institución en los seminarios de políticas de adaptación para la gestión de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático organizado por MMAyA (en febrero de 2013 y en junio de 2014).

#### 4-4-3 Impacto a otros proyectos

De los resultados obtenidos del Proyecto, el modelo de producción de sedimentos fue citado en el Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales inscrito en el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC). Se espera que el conocimiento científico que se obtuvo en el Proyecto sea utilizado en PRAA2 que dará la continuidad a PRAA.

#### 4-4-4 Otros impactos

No era frecuente que una institución académica como UMSA y una institución gubernamental como MMAyA trabajaran de forma conjunta persiguiendo el mismo objetivo. Pero UMSA, que es la entidad contraparte del Proyecto y MMAyA, una entidad gubernamental han mantenido el contacto durante el período de la ejecución del Proyecto. Es posible que esta relación se desarrolle y se transforme en una relación de mutuo beneficio, porque significa por un lado, que MMAyA puede contar con las capacidades de UMSA para resolver los problemas de recursos hídricos y por otro, UMSA puede recibir nuevos temas de investigación sobre los problemas de recursos hídricos.

No se encuentran los impactos negativos.

#### 4-5 Sostenibilidad

La sostenibilidad del Proyecto depende principalmente de tres aspectos cuestionables. Aunque la sostenibilidad en este momento es del nivel medio al no estar resueltos los siguientes temas. Si se logra resolver, se estima que la sostenibilidad será alta.

1. Aspecto organizacional: Al ser EPSAS la entidad que utiliza los resultados del Proyecto, debe proporcionar los datos solicitados para contribuir a mejorar la confiabilidad del modelo que es el resultado del Proyecto y más adelante forme parte de la Plataforma Científico – Técnica GRANDE .
2. Aspecto organizacional : Que se les proporcione a los becarios a largo plazo de JICA los puestos de trabajo que les permitan involucrarse continuamente en las investigaciones futuras derivadas Proyecto.
3. Aspecto técnico: que la parte boliviana comprenda el límite de aplicación del modelo y las cuestiones de ingeniería para poder modificar puntos necesarios y reflejar las condiciones locales en el modelo al aplicar a otras cuencas el modelo desarrollado en el Proyecto.

#### 4-5-1 Aspectos político e institucional

Es muy posible que después de terminar el período del Proyecto no cambie la dirección de políticas de recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto y se sostengan como el lineamiento básico la necesidad de predicción con el fundamento científico de la disponibilidad de recursos hídricos provenientes de glaciares y el desarrollo de fuentes alternativas de agua y por lo tanto, no se encuentran problemas en los aspectos político e institucional.

#### 4-5-2 Aspecto organizacional

De 8 becarios de JICA a largo plazo, 3 becarios regresaron al país, de los cuales 1 fue contratado con el presupuesto de la facultad de Ingeniería de UMSA y 2 fueron contratados con los fondos de investigación proveniente del Impuesto Directo a los Hidrocarburos como investigador del tiempo definido de UMSA. Tanto los investigadores de la parte japonesa que los tutelaron como los investigadores de UMSA que los recomendaron están trabajando para buscar diferentes posibilidades incluyendo su permanencia en UMSA como investigador asistente o docente auxiliar o ser admitido como funcionario de MMAyA o estudiar nuevamente en Japón en calidad de investigador posdoctorado de la Sociedad para la Promoción de Ciencia de Japón (JSPS). También está abierto el camino para ocupar la plaza de investigador titular de UMSA a través de convocatoria pública.



Además los investigadores que formaron parte del Proyecto están en disposición a transferir el conocimiento incluyendo los modelos desarrollados en el Proyecto y formar a investigadores jóvenes.

UMSA y MMAyA están trabajando coordinadamente para la suscripción del memorando de entendimiento sobre la "Plataforma Científico-Técnica GRANDE". En dicho documento MMAyA demanda la capacitación en el marco de la "Plataforma Científico-Técnica GRANDE" y UMSA está en disposición a responder a la demanda. Excepto a este tema no hay discrepancias entre ambas instituciones. Proximamente el rector de UMSA y el ministro de MMAyA se reunirán y llegarán previsiblemente al acuerdo cuyo contenido se indica en la table 4-1. Además la "Plataforma Científico-Técnica GRANDE" contrará con las sub plataformas (grupos de trabajo) para discutir temas específicos y concretos.

Tabla 4-1 Contenido del Acuerdo sobre " la Plataforma Científico - Técnica Granade" entre UMSA y MMAyA

Responsabilidad de UMSA	Responsabilidad de MMAyA
1) Predicción de tasa de derretimiento.	1) Designara Personal técnico dentro de El MMAyA para desarrollar actividades inherentes a la Plataforma.
2) Predicción del balance hídrico.	2) Designar Personal técnico responsable de cada una de las instituciones Gubernamentales integrantes de la Plataforma y las sub-plataformas.
3) Predicción de la sedimentación en los embalses de agua.	3) Proponer temas a ser tratados en las sub-plataformas a través de los Viceministerios relacionados con el Coordinador Técnico- Gubernamental ad tempus quien será el interlocutor con el Coordinador técnico- científico ad tempus de Científico-Técnica Grande (UMSA).
4) Predicción de la calidad de agua en los embalses y fuentes superficiales.	4) Coadyuvar en la alimentación de información generada en el MMAyA y sus dependencias respecto a las inversiones programadas, en ejecución y conclusión de Proyectos de Agua en la zona de Estudio.
5) Modelo de evaluación de recursos hídricos que integre los resultados descritos en los 4 puntos anteriores.	
6) Dentro de la Plataforma la discusión con actores locales acerca de las estrategias concretas de adaptación a los escenarios de cambio climático sobre el manejo de recursos hídricos en base a los conocimientos científicos adquiridos.	
7) Designar Personal técnico responsable de cada una de sus institutos como integrantes de la plataforma y subplataforma.	
8) Participar en la organización de seminarios, talleres y eventos necesarios para cada uno de	

<p>los puntos arriba mencionados.</p> <p>9) Capacitar al personal técnico del MMAyA respecto a los diferentes modelos y herramientas de planificación generadas con el proyecto, mediante la organización de cursos, seminarios, talleres y eventos necesarios para cada uno de los puntos arriba mencionados.</p> <p>10) Proponer temas a ser tratados en las sub-plataformas.</p>	<p>5) Participar en la organización de seminarios, talleres y eventos de difusión, discusión y otros.</p> <p>6) Asegurar el uso adecuado de la información generada con el Proyecto Grande.</p> <p>7) Con los Productos desarrollados como resultados del Proyecto Grande el MMAyA y sus dependencias planificarán los proyectos de recursos hídricos de acuerdo a las demandas.</p>
---	--

Por otro lado, considerando que EPSAS es la entidad responsable de abastecer el agua en las ciudades de La Paz y El Alto, es imprescindible que EPSAS forme parte de la “Plataforma Científico-Técnica GRANDE” y se desarrolle (entre entidades contrapartes) el sistema que permita utilizar los resultados del Proyecto para solucionar el problema de oferta y demanda de agua en estas dos ciudades. Sin embargo, EPSAS está en proceso de reestructuración e intervenido por el Estado, por consiguiente no se ven claramente las perspectivas de la suscripción del convenio sobre el intercambio de la información y la entrega de datos.

Está previsto que JICA Bolivia participará en la Plataforma en calidad del observador. Actualmente los investigadores japoneses y UMSA están estudiando para determinar los ítems de observación que se deben mantener, ampliar o reducir al continuar la observación hidrometeorológica y de calidad de agua en el futuro. Está previsto que se debatirá posteriormente el sistema de control de la observación y de la reposición de los equipos, así como fuentes de financiamiento de las actividades en torno a los fondos del IDH.

**4-5- 3 Aspecto financiero**

El gobierno de Bolivia estableció en 2009 el sistema para invertir los fondos de Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH) en las actividades de investigación. Se prevé que este sistema se mantendrá en el futuro y la recaudación de IDH evolucionará establemente. UMSA cuenta con los fondos de investigación provenientes de IDH y se celebra la convocatoria una vez por un un poco más de un año para seleccionar los proyectos destinatarios de dichos fondos. Los investigadores de UMSA formulan proyectos para solicitar fondos de IDH y después de pasar por el proceso de selección interna de la universidad, se puede conseguir fondos para proyectos de investigación. Al considerar que UMSA es consciente de la importancia de la investigación del Proyecto, es muy posible que el personal relacionado con el Proyecto consiga sosteniblemente fondos de investigación relacionada con el Proyecto.

#### 4-5-4 Aspecto técnico

Como resultado de las actividades del Proyecto se ha desarrollado el modelo de adaptación para la gestión de recursos hídricos bajo escenarios de la disminución de glaciares. La precisión del modelo se mejorará en función de datos acumulados y además servirá para verificar la pertinencia del escenario del cambio climático que se usa para realizar el cálculo. Para ello es necesario continuar las observaciones después de terminar el Proyecto.

La operación de los modelos se hará utilizando el servidor que se instalará en el IHH. Al mismo tiempo los datos de observación y los resultados de las investigaciones se entregarán a través del mismo sistema. Todavía los datos no se hicieron de dominio público por estar en construcción el sistema, pero ya cuenta con el personal con el conocimiento técnico capaz de operar el modelo, entregar los datos de observación y los resultados de investigación y dar el mantenimiento al servidor y está previsto que el sistema de respaldo o backup se instalará en el IIDEPROQ. El modelo es un programa de código abierto que permite reflejar las condiciones locales (topografía, meteorología y otras condiciones naturales) y mejorar de modo que se ajuste mejor a cada una de las cuencas. Además el modelo se puede utilizar separadamente para el derretimiento glaciar, escorrentía, sedimentación y calidad de agua y por consiguiente se puede hacer la predicción de la variación de la disponibilidad de recursos hídricos en función de la variación de la precipitación al poner un ejemplo. Dadas estas características el modelo es aplicable a otras cuencas. No obstante, al aplicar el modelo a otras cuencas es necesario que la parte boliviana entienda el límite de aplicación del modelo y otras cuestiones de ingeniería para poder modificar los puntos necesario y reflejar las condiciones locales en el modelo. Los investigadores de UMSA relacionados con el Proyecto han manifestado la voluntad de continuar propiamente las actividades después del período de ejecución del Proyecto y ello tienen un cierto nivel de conocimiento (know how) necesario. No obstante, en caso de surgir la necesidad de modificar el modelo, hay temor de que la capacidad de programación de la parte boliviana no sea suficiente como para modificar el programa y para responder correctamente a las cuestiones de ingeniería arriba mencionadas, es necesario que la parte japonesa dé asesoramiento oportuno para apoyar las actividades de la parte boliviana.

#### 4-5-5 Aspectos social, cultural y ambiental

No se encuentran factores desfavorables en los aspectos social, cultural y ambiental para el mantenimiento sostenible de los efectos. El Proyecto tiene la experiencia de contar con la comprensión de la población local después de mantener el diálogo persistente y explicar el propósito de la instalación de equipos de observación. Se espera que se sirva de esta experiencia al instalar nuevamente equipos de observación.

## Capítulo 5 Conclusión

### 5-1 Conclusión

Como resultado de la evaluación s tiene las siguientes conclusiones.

- El Proyecto está logrando los resultados de 1 al 6 tras realizar flexiblemente la revisión y modificación del plan de operación según necesidad. Por consiguiente la posibilidad de lograr el objetivo del Proyecto dentro del período del Proyecto es alta.
- El resultado de la evaluación en base a cinco criterios de evaluación es el siguiente. La relevancia del Proyecto es alta. Puesto que se están logrando seis resultados del Proyecto contribuyendo al logro del objetivo del Proyecto, la efectividad es alta. La eficiencia del insumo implementado tanto por la parte japonesa como por la parte boliviana es del nivel medio y la eficiencia en término general también es del nivel medio. El Proyecto generará el impacto positivo. La sostenibilidad del Proyecto depende principalmente de tres problemas pendientes de solucionarse. A pesar de que la sostenibilidad en este momento es del nivel medio por no estar resueltos estos temas, si se resuelven, se estima que la sostenibilidad será alta.
- Por lo arriba mencionado, es deseable que se resuelvan los tres problemas mencionados en “5-5 Sostenibilidad”.

### 5-2 Recomendaciones

Se recomienda tomar las siguientes acciones para sotener los efectos del Proyecto una vez cluminado.

#### Lo que se debe realizar hasta terminar el Proyecto

- (1) El acuerdo sobre el establecimiento de la Plataforma Científico - Técnica GRANDE establece claramente las responsabilidades de UMSA y MMAyA. Sin embargo también es deseable la participación de EPSAS, las alcaldías de La Paz y El Alto y otras instituciones relacionadas, que se constaten y acuerden por escrito sus atribuciones y responsabilidades en documentos específicos.
- (2) Establecer claramente las actividades que deben desarrollar las contrapartes y los becarios que regresaron al país (becarios a largo plazo de JICA) y los asuntos que JICA debe dar el seguimiento después de terminar el Proyecto. Es necesario que todo el personal relacionado tenga el conocimiento común sobre las actividades que se deben continuar a futuro. Se debe esclarecer quién o qué institución y qué tipo de apoyo brindará a cada uno de los becarios que regresaron al país (becarios a largo plazo de JICA) para asegurar la continuidad en el proceso de investigación.

- (3) Que los investigadores de la parte boliviana realicen esfuerzos para publicar y difundir los resultados del Proyecto de modo que la información y el conocimiento generado sean utilizados para la formulación de políticas y la planificación. Es deseable que aun después del Proyecto los investigadores de UMSA dispongan de espacios para explicar y presentar los resultados de las investigaciones a EPSAS y tres Viceministerios (VMA, VRHR, VAPSB) de MMAY y a la vez hacer el intercambio de opiniones con ellos.
- (4) Determinar los ítems de observación que se deben mantener, ampliar o reducir al continuar la las observaciones hidrometeorológicas y de calidad de agua y esclarecer el sistema de reparto de responsabilidades para el mantenimiento y la reposición de los equipos de observación.

Lo que se debe realizar continuamente durante y después de la conclusión del Proyecto

- (5) Examinar el límite de aplicación del modelo y las condiciones locales al aplicar a otras cuencas el modelo desarrollado en el Proyecto.
- (6) Entender la necesidad de la planificación integral de los recursos hídricos que incluyen aguas subterráneas y las fuentes de otras cuencas y discutir en la Plataforma Científico-Técnica GRANDE.

### 5-3 Lecciones

- (1) El Proyecto se inscribe dentro del Proyecto SATREPS y la mayoría de las actividades representan actividades de investigación. El plan de operación del Proyecto se revisó y modificó flexiblemente según necesidad, lo cual permitió que las actividades se desarrollasen de forma fructífera. También la revisión de indicadores originales y el establecimiento de nuevos indicadores concretos correspondientes al objetivo y los resultados del Proyecto en el transcurso del desarrollo del mismo ayudó a esclarecer la efectividad del Proyecto.
- (2) Las ciudades de La Paz y El Alto, área objetivo del Proyecto se sitúan entre 3.000 y 4.000m sobre el nivel del mar y los glaciares están al nivel más alto de 4.500 a 4.900 m. En la época de lluvia el camino de acceso a los puntos de observación se vuelve fangoso y el vehículo no puede acceder a algunos puntos de observación y se tiene que subir caminando hasta los sitios de observación. Las indisposiciones o la lesión a causa de estas condiciones naturales severas afectan negativamente el desarrollo de las actividades. Para evitar estos incidentes los investigadores trataron de programar el itinerario laxo al iniciar las actividades locales y a medida que se aclimataron, se aumentó la intensidad de actividades, lo cual resultó una medida efectiva.
- (3) En la parte japonesa del Proyecto no había investigadores que hablaban español y en la parte boliviana había pocos investigadores que entendían inglés. Cuando los investigadores japoneses

llevan a cabo la investigación conjunta en un país hispanohablante como Bolivia, es muy probable que la barrera de idioma sea el obstáculo de comunicación. Por esta razón, es necesario contar con el personal que supere la barrera de idioma y a la vez, tenga el conocimiento profundo del contenido de la investigación. Cuando se hizo convocatoria de becarios a largo plazo de JICA, se incluyó como uno de los requisitos el dominio del idioma inglés y las 8 personas seleccionadas como becarios a largo plazo de JICA contribuyeron significativamente a mejorar la comunicación entre investigadores de ambas partes.

- (4) Al implementar en el futuro proyectos similares es importante involucrar desde la etapa inicial del proyecto al personal relacionado de las entidades que van a utilizar los resultados de investigación con el fin de poder utilizar efectivamente los resultados del Proyecto para la formulación de políticas y la planificación.
- (5) Al principio del Proyecto, el detalle del sistema SATREPS no estaba claramente definido. Por esta razón se generó discrepancia en el entendimiento del sistema entre JICA, JST y las universidades, dificultando la implementación fluida del Proyecto. Por ende, al formular proyectos en el futuro, es necesario previamente fomentar y llegar al conocimiento común.



Anexos

- Anexo 1 : PM Ver. 3
- Anexo 2 : PO Ver. 3
- Anexo 3 : Lista de investigadores relacionados
- Anexo 4 : Insumo de recursos humanos
- Anexo 5 : Lista de equipos
- Anexo 6 : Resumen de los equipos instalados
- Anexo 7 : Artículos publicados de GRANDE Report



Anexo 1 : Plan Mestro Ver. 3

1. Nombre del Proyecto : Proyecto del Estudio del Impacto del Retroceso de Glaciares en la Disponibilidad de Recursos Hídricos para las Ciudades de La Paz y El Alto en el Estado Plurinacional de Bolivia
2. Período del Proyecto: cinco años (de abril de 2010a marzo de 2015)
3. Entidad ejecutora : Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)
4. Sitios del Proyecto : ciudades de La Paz y El Alto y las cuencas de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste

Resumen del Proyecto	Indicadores	Medios de adquisición 入手手段	Condición externa
Objetivo superior :			
(El sistema de modelación, conocimiento científico y resultados de investigación se aplican a la formulación de políticas de suministro de agua bajo escenarios de cambio climático.)			
Objetivo del Proyecto :			
Está desarrollado el sistema de soporte para la formulación de políticas de gestión de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático, en las ciudades de La Paz y El Alto. El sistema se usa para proporcionar información y visión* a las instituciones encargadas de dictar políticas para formular las medidas de adaptación. Nota: * La información y la visión se basarán en la evaluación del impacto sobre recursos hídricos en las cuencas de Tuni-Condoriri y	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serán referidos los Resultados del Proyecto en políticas de la gestión de recursos hídricos bajo escenarios del cambio climáticos, otros proyectos o investigaciones.</li> <li>2. Está instalado el modelo para la evaluación del impacto sobre los recursos hídricos bajo escenarios del cambio climáticos (Sistema de soporte) en el JHH, con personal capaz de responder a las necesidades (información) de organizaciones relacionadas.</li> <li>3. Se actualizan los resultados de dicho modelo en la página web o</li> </ol>		



Huayna Potosí Oeste por el cambio climático.	se almacenan en medios digitales y se distribuyen a organizaciones pertinentes.		
Resultados :			
1. Está desarrollado el modelo de derretimiento glaciar bajo escenarios de cambio climático para los glaciares de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste.	<p>1-1 Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.</p> <p>1-2 El personal contraparte encargado del Grupo Nieve e Hielo organiza por lo menos un seminario del modelo al personal pertinente de UMSA.</p> <p>1-3 Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.</p>		
2. Está desarrollado el modelo de escurrimiento bajo escenarios de cambio climático para la cuenca del embalse de Tuni.	<p>2-1 Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.</p> <p>2-2 El personal contraparte encargado del Grupo Escurrimiento organiza por lo menos un seminario del modelo al personal pertinente de UMSA.</p> <p>2-3 Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.</p>		

<p>3. Está desarrollado el modelo de erosión y transporte de sedimentos bajo escenarios de cambio climático en las cuencas de los glaciares de Tuni-Condoriri y Huayna Potosí Oeste.</p>	<p>3-1 Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.          3-2 El personal contraparte encargado del Grupo Sedimentación organiza por lo menos un seminario del modelo al personal pertinente de UMSA.          3-3 Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.</p>		
<p>4. Está desarrollado el modelo de calidad de agua para el Embalse Tuni bajo escenarios de cambio climático.</p>	<p>4-1 Está preparada la guía de usuario por el personal contraparte y los becarios en Japón.          4-2 El personal contraparte encargado del Grupo Calidad de Agua organiza por lo menos un seminario del modelo al personal pertinente de UMSA.          4-3 Están publicados por lo menos dos artículos de la investigación sobre modelos en revistas internacionales con revisión de pares académicos.</p>		
<p>5. Está desarrollado el modelo de para la evaluación del impacto sobre recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático en la cuenca del embalse de Tuni para el suministro de agua para las ciudades de La Paz y El Alto.</p>	<p>5-1 Se proyectan y evalúan recursos hídricos futuros con, por lo menos, resultados de tres GCMs.</p>		

<p>6. Se consideran posibles políticas de adaptación a escenarios de cambio climático para la gestión de recursos hídricos, aplicando los modelos desarrollados por los resultados del 1 al 5 para las ciudades de La Paz y El Alto.</p>	<p>6-1 Se organizan por lo menos tres veces la reunión con participación de instituciones pertinentes encargadas del sector de agua para La Paz y El Alto.</p> <p>6-2 Está preparada la guía de usuario del modelo de demanda de agua por el personal contraparte y los becarios en Japón</p> <p>6-3 Se examina la calidad de agua por parámetros clave, por lo menos, diez fuentes hídricas alternativas, basada en las normas de calidad de la OMS o las propias de Bolivia.</p> <p>6-4 Se comparten los resultados del modelo para la evaluación del impacto sobre los recursos hídricos en la reunión periódica para discutir sobre recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto.</p> <p>6-5 El personal contraparte o becarios que han retornado de Japón realizan exposición en simposios abiertos.</p> <p>6-6 Están preparados materiales de relaciones públicas y el catálogo de datos.</p>		
<p>Actividades :</p>	<p>Insumo :</p>		
<p>1-1 Establecer un sistema de observación hidro-meteorológica a ser operadas de manera continua en los glaciares Tuni Condoriri y</p>	<p><u>Insumo de la parte japonesa</u>          Expertos : expertos de cinco grupos de nieve y hielo, escorrentía, sedimentación, calidad de agua, gestión de recursos hídricos, y la</p>		<p>(1) Incertidumbre derivada del tema de investigación y desarrollo tecnológico</p>

A9-51

<p>Huayna Potosí Oeste.</p> <p>1-2 Monitorear el derretimiento glaciar a escala regional por imágenes satelitales como LANDSAT y ALOS.</p> <p>1-3 Desarrollar el modelo de derretimiento glaciar (modelo multicapa y el simplificado), utilizando los datos de las Actividades 1-1 y 1-2.</p> <p>1-4 Aplicar y validar el modelo de derretimiento glaciar, aplicando los datos observados para permitir establecer la contribución real de agua proveniente del glaciar al embalse.</p> <p>1-5 Proyectar el derretimiento glaciar bajo escenarios del cambio climático utilizando el modelo desarrollado.</p> <p>1-6 Preparar y revisar la guía de usuario y manuales de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en la Actividad 1-3.</p> <p>1-7 Organizar seminarios del modelo al personal contraparte usando materiales de capacitación.</p>	<p>coordinación (de largo plazo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de los modelos</li> <li>• Capacitación en Japón (a corto y a largo plazo)</li> <li>• Provisión de equipos : equipos de observación meteorológica (temperatura, velocidad del viento, humedad, radiación, albedo, precipitación, nieve), sistema de escaneo Laser, medidor de caudal, equipo de sondeo de calidad de agua, servidor para configurar el centro de datos, vehículo</li> <li>• Gastos para reforzar la operación local</li> </ul> <p><u>Insumo de la parte boliviana</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrapartes(C/P): instalación y operación del equipo de observación meteorológica y el medidor de caudal. Observación periódica de calidad de agua y sedimentación. Operación de modelos.</li> </ul>	<p>El Proyecto no trata de transferir la tecnología existente sino que trata de desarrollar y verificar nuevo sistema afrontando la investigación y el desarrollo tecnológico sin apenas precedentes. Son temas desafiantes y no se pueden prever los procesos para alcanzar el objetivo. Por consiguiente se requiere revisar y modificar flexiblemente el plan de operación según necesidad.</p>
<p>2-1 Recopilar información digital en el Área del Proyecto para la elaboración de mapas digitales integrados.</p> <p>2-2 Recolectar y sistematizar los datos meteorológicos del Área del Proyecto</p>		

<p>2-3 Instalar los equipos de medición del nivel de agua para calcular caudales de derretimiento glaciar y obtener curvas de nivel-descarga en dos estaciones.</p> <p>2-4 Desarrollar un modelo de escurrimiento, con precipitaciones y el volumen de derretimiento glaciar como datos de entrada.</p> <p>2-5 Validar el modelo desarrollado en la Actividad 2-4. basado en los datos observados.</p> <p>2-6 Proyectar futuro escurrimiento bajo escenarios del cambio climático utilizando el modelo desarrollado.</p> <p>2-7 Evaluar la variación del ciclo hídrico de largo plazo utilizando el modelo desarrollado.</p> <p>2-8 Preparar y revisar la guía de usuario y materiales de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en la Actividad 2-4.</p> <p>2-9 Organizar seminarios del modelo al personal contraparte usando materiales de capacitación.</p>		
<p>3-1 Generar datos de erosión y transporte de sedimentos en base a series cronológicas de imágenes satelitales.</p> <p>3-2 Desarrollar un modelo de producción de sedimento para áreas cubiertas por nieve e hielo.</p>		<p>Condición presupuesta:</p>

A9-53

<p>3-3 Desarrollar un modelo de transporte de sedimento y sedimentación en el embalse de Tuni.</p> <p>3-4 Validar los modelos desarrollados en base a datos de observación de sedimentación.</p> <p>3-5 Proyectar la sedimentación en los embalses bajo escenarios del cambio climático utilizando el modelo desarrollado.</p> <p>3-6 Preparar y revisar la guía de usuario y materiales de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en las Actividades 3-2 y 3-3.</p> <p>3-7 Organizar seminarios del modelo al personal contraparte usando materiales de capacitación.</p>		
<p>4-1 Llevar a cabo observación periódica de calidad de agua en los embalses y fuentes superficiales con un equipo portátil y análisis en laboratorio.</p> <p>4-2 Modificar el modelo de calidad de agua existente en los embalses y fuentes superficiales en el Área del Proyecto.</p> <p>4-3 Validar el modelo modificado basado en los datos observados.</p> <p>4-4 Proyectar la calidad de agua en los embalses y fuentes superficiales bajo escenarios de cambio climático, utilizando el</p>		

A9-54

<p>modelo desarrollado.</p> <p>4-5 Preparar y revisar la guía de usuario y materiales de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en la Actividad 4-2.</p> <p>4-6 Organizar seminarios del modelo al personal contraparte usando materiales de capacitación</p>		
<p>5-1 Establecer un centro de datos para archivar la información obtenida de varias instituciones y compartir la misma de manera sostenible bajo protocolos específicos.</p> <p>5-2 Desarrollar un modelo de evaluación de recursos hídricos, que integre los productos de los Resultados 1 al 4.</p>		
<p>6-1 Preparar escenarios de demanda de agua basados en la población para las ciudades de La Paz y El Alto.</p> <p>6-2 Evaluar la calidad de agua de fuentes hídricas existentes y alternativas para las ciudades de La Paz y El Alto.</p> <p>6-3 Preparar y revisar la guía de usuario y materiales de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en la Actividad 6-1.</p> <p>6-4 Organizar seminarios del modelo</p>		

A9-55

<p>al personal contraparte usando materiales de capacitación.</p> <p>6-5 Apoyar a instituciones e institutos relevantes para mantener reuniones periódicas con el fin de discutir la información sobre los recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto.</p> <p>6-6 Proyectar la disponibilidad de los recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático utilizando los modelos desarrollados, y proporcionar los resultados logrados al Ministerio de Medio Ambiente y Agua y otras instituciones gubernamentales encargadas de dictar políticas.</p> <p>6-7 Proporcionar el conocimiento científico para que las autoridades relacionados al agua discutan políticas concretas de adaptación a escenarios de cambio climático sobre la gestión de los recursos hídricos.</p> <p>6-8 Discutir con las autoridades sobre políticas de adaptación a escenarios de cambio climático sobre la gestión de recursos hídricos en base al conocimiento científico adquirido mediante la Actividad 6-7.</p>		
--	--	--

A9-56





Actividad	AÑO FISCAL2010				AÑO FISCAL2011				AÑO FISCAL2012				AÑO FISCAL2013				AÑO FISCAL2014							
	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3				
estaciones.																								
2- Desarrollar un modelo de escurrimiento, con 4 precipitaciones y el volumen de derretimiento glaciario como datos de entrada.					←-----→																			
2- Validar el modelo desarrollado en la Actividad 5 2-4. basado en los datos observados.									←-----→															
2- Proyectar futuro escurrimiento bajo escenarios 6 del cambio climático utilizando el modelo desarrollado.									←-----→															
2- Evaluar la variación del ciclo hídrico de largo 7 plazo utilizando el modelo desarrollado.					←-----→																			
2- Preparar y revisar la guía de usuario y materiales 8 de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en la Actividad 2-4.											←-----→										←-----→			
2- Organizar seminarios del modelo al personal 9 contraparte usando materiales de capacitación.																								
3- Generar datos de erosión y transporte de 1 sedimentos en base a series cronológicas de imágenes satelitales.	←-----→																							
3- Desarrollar un modelo de producción de 2 sedimento para áreas cubiertas por nieve e hielo.			←-----→																					
3- Desarrollar un modelo de transporte de 3 sedimento y sedimentación en el embalse de Tuni.							←-----→																	
3- Validar los modelos desarrollados en base a 4 datos de observación de sedimentación.							←-----→																	
3- Proyectar la sedimentación en los embalses bajo 5 escenarios del cambio climático utilizando el modelo desarrollado.							←-----→																	
3- Preparar y revisar la guía de usuario y materiales 6 de capacitación para entrenar el uso de modelo													←-----→											

A9-58

Actividad	AÑO FISCAL2010				AÑO FISCAL2011				AÑO FISCAL2012				AÑO FISCAL2013				AÑO FISCAL2014			
	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-1 2	1-3	4-6	7-9	10-1 2	1-3
indicado en las Actividades 3-2 y 3-3.																				
3- Organizar seminarios del modelo al personal 7 contraparte usando materiales de capacitación.																				
4- Llevar a cabo observación periódica de calidad 1 de agua en los embalses y fuentes superficiales con un equipo portátil y análisis en laboratorio.																				
4- Modificar el modelo de calidad de agua existente 2 en los embalses y fuentes superficiales en el Área del Proyecto.																				
4- Validar el modelo modificado basado en los 3 datos observados.																				
4- Proyectar la calidad de agua en los embalses y 4 fuentes superficiales bajo escenarios de cambio climático, utilizando el modelo desarrollado.																				
4- Preparar y revisar la guía de usuario y materiales 5 de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en la Actividad 4-2.																				
4- Organizar seminarios del modelo al personal 6 contraparte usando materiales de capacitación.																				
5- Establecer un centro de datos para archivar la 1 información obtenida de varias instituciones y compartir la misma de manera sostenible bajo protocolos específicos.																				
5- Desarrollar un modelo de evaluación de recursos 2 hídricos, que integre los productos de los Resultados 1 al 4.																				
6- Preparar escenarios de demanda de agua basados 1 en la población para las ciudades de La Paz y El Alto.																				
6- Evaluar la calidad de agua de fuentes hídricas 2 existentes y alternativas para las ciudades de La																				

Actividad	AÑO FISCAL2010				AÑO FISCAL2011				AÑO FISCAL2012				AÑO FISCAL2013				AÑO FISCAL2014			
	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-1 2	1-3	4-6	7-9	10-1 2	1-3
Paz y El Alto.																				
6- Preparar y revisar la guía de usuario y materiales de capacitación para entrenar el uso de modelo indicado en la Actividad 6-1.																				
6- Organizar seminarios del modelo al personal contraparte usando materiales de capacitación.																				
6- Apoyar a instituciones e institutos relevantes para mantener reuniones periódicas con el fin de discutir la información sobre los recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto.																				
6- Proyectar la disponibilidad de los recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático utilizando los modelos desarrollados, y proporcionar los resultados logrados al Ministerio de Medio Ambiente y Agua y otras instituciones gubernamentales encargadas de dictar políticas.																				
6- Proporcionar el conocimiento científico para que las autoridades relacionados al agua discutan políticas concretas de adaptación a escenarios de cambio climático sobre la gestión de los recursos hídricos.																				
6- Discutir con las autoridades sobre políticas de adaptación a escenarios de cambio climático sobre la gestión de recursos hídricos en base al conocimiento científico adquirido mediante la Actividad 6-7.																				

A9-60

*[Handwritten marks]*

Anexo 3 : Lista de investigadores relacionados

(1) Lista de investigadores japoneses

Grupo*	Nombre	Organización perteneciente	Período
1	Dr. Takeshi Yamazaki	Profesor asociado, Escuela Superior de Ciencias de la Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - current
1	Prof. So Kazama	Profesor, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - current
1	Dr. Yoshihiro Asaoka	Investigador asociado, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Aug. 2009 - current
2	Prof. Akira Mano	Profesor, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - Mar. 2012
		Profesor, Instituto de Investigación Internacional de Ciencia de Desastres de la Universidad de Tohoku	Apr. 2012 - current
2	Prof. Tsuyoshi Kinouchi	Profesor asociado, Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	Jun. 2009 - Mar. 2014
		Profesor, Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	Apr. 2014 - current
2	Dr. Liu Tong	Investigador invitado, Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	Apr. 2013 - May 2014
3	Prof. Hitoshi Tanaka	Líder del Proyecto Profesor, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - current
3	Dr. Seiki Kawagoe	Profesor asociado, Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima	Jun. 2009 - current
4	Dr. Kazunori Nakano	Profesor asociado, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - Mar. 2012
		Profesor asociado, Colegio de Ingeniería, Universidad de Nihon	Apr. 2012 - current
4	Dr. Makoto Umeda	Profesor asociado, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - current
5	Prof. Makoto Okumura	Profesor, Centro de Estudios de Asia del Nordeste, Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - Mar. 2012
		Profesor, Instituto de Investigación Internacional de Ciencia de Desastres de la Universidad de Tohoku	Apr. 2012 - current

A9-61

5	Dr. Yoshifumi Masago	Investigador asociado, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Jun. 2009 - Jul. 2013
		Investigador asociado, Centro de Incubación y Creación de Nueva Industria, Universidad de Tohoku	Aug. 2013 - Sep. 2013
		Profesor asociado, Centro de Incubación y Creación de Nueva Industria, Universidad de Tohoku	Oct. 2013 - current

## (2) Lista de becarios de JICA a largo plazo

Grupo*	Nombre	Organización perteneciente	Period
1	Sr. Pablo Fuchs	Curso de maestría, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku / UMSA	Oct. 2011 - Sep. 2013
1	Sr. Gonzalo Leonardini	Curso de maestría, Escuela Superior de Ciencias de la Universidad de Tohoku / UMSA	Apr. 2012 - Mar. 2014
2	Sr. Fabiola Ledezma	Curso de maestría, Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio / UMSA	Oct. 2010 - Oct. 2012
2	Sr. Vladimir Moya	Curso de Ph.D., Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku / UMSA	Oct. 2011 - current
3	Ms. Gabriela Sossa Ledemza	Curso de maestría, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku / UMSA	Apr. 2013 - current
3	Ms. Fabiana Mercado	Curso de maestría, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku / UMSA	Apr. 2013 - current
4	Ms. Evelin Humerez	Curso de Ph.D. Course, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku / UMSA	Feb. 2012 - current
5	Sr. Gustavo Ayala Ticona	Curso de maestría, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku / UMSA	Apr. 2013 - current

## (3) Lista de investigadores bolivianos

Grupo*	Nombre	Organización perteneciente	Período
1	Prof. Edson Ramirez	Vice Decano, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - current
1	Sr. Pablo Fuchs	Investigador, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Major University of San Andrés (UMSA)	Oct. 2013 - current
1	Prof. Javier Mendoza	Professor, Institute of Hydraulics and Hydrology (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - Aug. 2010

2			Sep. 2010 - current
1	Prof. Andrés Burgoa Mariaca	Profesor, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - current
1	Sr. Gonzalo Leonardini	Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Apr. 2014 - current
2	Prof. José Luis Montano	Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - Aug. 2012
2	Prof. Ramiro Pillco	Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - Aug. 2010
3			Sep. 2010 - current
2	Prof. José Antonio Luna	Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Aug. 2011 - current
2	Sr. Fabiola Ledearna	Investigador, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Nov. 2012 - current
3	Prof. Angel Aliaga	Lider del Proyecto Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - current
3	Prof. Nestor Funes	Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - current
4	Prof. Grover Rivera	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Aug. 2012 - current
4	Prof. Edwin Astorga	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Aug. 2012 - current
4	Prof. Francisco Bellot Alarcon	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Apr. 2013 - current
5			Aug. 2012 - current
4	Prof. Marcelo Gorrity	Profesor, Instituto para Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPROQ), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - current
5	Prof. Andrés Calizaya	Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - current
5	Prof. Juana Mejia	Profesor, Instituto de Hidráulica y Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Sep. 2009 - Mar. 2012

5	Prof. Oscar Paz Rada	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Aug. 2012 - current
5	Prof. José Augusto Díaz	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Aug. 2012 - current
5	Prof. Gregorio Carvajal Sumi	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Aug. 2012 - current
5	Prof. Eufemia Brianson	Profesor, Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)	Aug. 2012 - current

\*Grupo 1: Nieve e Hielo, Grupo 2 : Esguerrimiento, Grupo 3 : Sedimentación, Grupo 4 : Calidad de agua, Grupo 5 : Gestión de Recursos Hídricos



Anexo 4 : Insumo de Recursos Humanos

(1) Insumo de recursos humanos japoneses invertidos

No.	Nombre	Organizacion perteneciente enJapón	Enviado desde	Enviado hasta	Area de instrucción	Días
1	Dr. Takeshi Yamazaki	Escuela Superior de Ciencias de la Universidad de Tohoku	8 May 2010	17 May 2010	Modelo de derretimiento glaciar	10
2	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	8 May 2010	20 May 2010	Modelo de derretimiento glaciar	13
3	Dr. Kazunori Nakano	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	8 May 2010	20 May 2010	Evaluación de calidad de agua de la cuenca 流域水質評価	13
4	Dr. Yoshifumi Masago	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	8 May 2010	20 May 2010	Gestión de recursos hidricos	13
5	Dr. Seiki Kawagoe	Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima	8 May 2010	20 May 2010	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	13
6	Dr. Tsuyoshi Kinouchi	Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	10 May 2010	21 May 2010	Modelo de circulación de agua	12
7	Prof. Hitoshi Tanaka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Graduate School of Engineering, Tohoku University	18 Sep. 2010	27 Sep. 2010	Modelo de transporte de sedimentos 土砂輸送モデル	10
8	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	18 Sep. 2010	27 Sep. 2010	Modelo de derretimiento glaciar	10
9	Dr. Makoto Umeda	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	18 Sep. 2010	27 Sep. 2010	Modelo de calida de agua del embalse 貯水池水質モデル	10
10	Prof. Makoto Okumura	Centro de Estudios de Asia del Nordeste, Universidad de Tohoku	18 Sep. 2010	27 Sep. 2010	Gestión de recursos hidricos	10
11	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	19 Feb. 2011	28 Feb. 2011	Modelo de derretimiento glaciar	10
12	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	13 Sep. 2011	2 Oct. 2011	Modelo de derretimiento glaciar	20
13	Dr. Tsuyoshi Kinouchi	Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	13 Sep. 2011	26 Sep. 2011	Modelo de circulación de agua	14

A9-65

14	Dr. Kazunori Nakano	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	16 Sep. 2011	25 Sep. 2011	Evaluación de calidad de agua de la cuenca 流域水質評価	10
15	Dr. Makoto Umeda	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	16 Sep. 2011	29 Sep. 2011	Modelo de calida de agua del embalse 貯水池水質モデル	14
16	Prof. Hitoshi Tanaka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	24 Sep. 2011	29 Sep. 2011	Modelo de transporte de sedimentos 土砂輸送モデル	6
17	Prof. Makoto Okumura	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	24 Sep. 2011	2 Oct. 2011	Gestión de recursos hidricos 水資源マネジメント	9
18	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	20 Nov. 2011	10 Dec. 2011	Modelo de derretimiento glaciar 氷河融解モデル	21
19	Dr. Makoto Umeda	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	10 Mar. 2012	24 Mar. 2012	Modelo de calida de agua del embalse 貯水池水質モデル	15
20	Dr. Seiki Kawagoe	Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima	11 Mar. 2012	20 Mar. 2012	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	10
21	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	17 Jul. 2012	28 Jul. 2012	Modelo de derretimiento glaciar 氷河融解モデル	12
22	Dr. Yoshifumi Masago	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	17 Jul. 2012	28 Jul. 2012	Gestión de recursos hidricos 水資源マネジメント	12
23	Dr. Seiki Kawagoe	Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima	10 Nov. 2012	19 Nov. 2012	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	10
24	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	17 Nov. 2012	8 Dec. 2012	Modelo de derretimiento glaciar 氷河融解モデル	22
25	Dr. Makoto Umeda	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	20 Nov. 2012	10 Dec. 2012	Modelo de calida de agua del embalse 貯水池水質モデル	21
26	Prof. Hitoshi Tanaka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	24 Nov. 2012	29 Nov. 2012	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	6
27	Prof. Makoto Okumura	Instituto de Investigación Internacional de Ciencia de Desastres de la Universidad de Tohoku	28 Nov. 2012	6 Dec. 2012	Gestión de recursos hidricos 水資源マネジメント	9
28	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	21 Feb. 2013	3 Mar. 2013	Modelo de derretimiento glaciar 氷河融解モデル	11
29	Dr. Seiki Kawagoe	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	10 Mar. 2013	20 Mar. 2013	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	11

30	Dr. Tsuyoshi Kinouchi	Escuela Superior	11 Mar. 2013	21 Mar. 2013	Modelo de circulación de agua 水循環モデル	11
31	Dr. Takeshi Yamazaki	Escuela Superior de Ciencias de la Universidad de Tohoku	14 Jun. 2013	26 Jun. 2013	Modelo de derretimiento glaciar 氷河融解モデル	13
32	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	15 Jun. 2013	29 Jun. 2013	Modelo de derretimiento glaciar 氷河融解モデル	15
33	Dr. Yoshifumi Masago	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	19 Jun. 2013	30 Jun. 2013	Gestión de recursos hídricos 水 資源マネジメント	12
34	Dr. Makoto Umeda	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	5 Aug. 2013	16 Aug. 2013	Modelo de calida de agua del embalse 貯水池水質モデル	12
35	Dr. Kazunori Nakano	Colegio de Ingeniería, Universidad de Nihon College of Engineering, Nihon University	5 Aug. 2013	16 Aug. 2013	Evaluación de calidad de agua de la cuenca 流域水質評価	12
36	Dr. Tsuyoshi Kinouchi	Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	14 Sep. 2013	24 Sep. 2013	Modelo de circulación de agua 水循環モデル	11
37	Dr. Makoto Umeda	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	12 Oct. 2013	22 Oct. 2013	Modelo de calida de agua del embalse 貯水池水質モデル	11
38	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	19 Oct. 2013	28 Oct. 2013	Modelo de derretimiento glaciar	10
39	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	18 Nov. 2013	29 Nov. 2013	Modelo de derretimiento glaciar	12
40	Prof. Hitoshi Tanaka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	22 Nov. 2013	28 Nov. 2013	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	7
41	Dr. Seiki Kawagoe	Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima	7 Dec. 2013	14 Dec. 2013	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	8
42	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	21 Feb. 2014	6 Mar. 2014	Modelo de derretimiento glaciar 氷河融解モデル	14
43	Dr. Seiki Kawagoe	Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima	7 May 2014	18 May 2014	Modelo de producción de sedimentos 土砂生産モデル	12
44	Prof. Tsuyoshi Kinouchi	Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	20 May 2014	3 Jun. 2014	Modelo de circulación de agua 水循環モデル	15
45	Dr. Makoto Umeda	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	17 Jun. 2014	29 Jun. 2014	Modelo de calida de agua del embalse 貯水池水質モデル	13

46	Dr. Yoshihiro Asaoka	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	19 Jun. 2014	29 Jun. 2014	Modelo de derretimiento glaciario 氷河融解モデル	11
						556

## (2) Becarios a corto plazo recibidos

&lt;En base al curso de capacitación &gt;

No	Nombre	Organización perteneciente	Lugares de capacitación	Area de capacitación	Capacitado desde	Capacitado hasta	Días
1	Prof. Edson Ramirez	IHH-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Centro de Seminario de Kawatabi de la Universidad de Tohoku JICA	Modelado de derretimiento glaciario	12 Oct. 2012	1 Nov. 2012	21
2	Prof. Javier Mendosa	IHH-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Centro de Seminario de Kawatabi de la Universidad de Tohoku Cuenca del Río Natori JICA	Modelado de escurrimiento	12 Oct. 2012	1 Nov. 2012	21
3	Prof. Nestor Funes	IHH-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelado de sedimentos	12 Oct. 2012	1 Nov. 2012	21

			Centro de Seminario de Kawatabi de la Universidad de Tohoku Cuenca del Río Natori Universiada de Fukushima JICA				
4	Prof. Ramiro Pillco	IHH-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Centro de Seminario de Kawatabi de la Universidad de Tohoku Universidad de Fukushima JICA	Modelado de ssedimentos	12 Oct. 2012	1 Nov. 2012	21
5	Prof. Gregorio Carvajal	IIS-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Centro de Seminario de Kawatabi de la Universidad de Tohoku Cuenca del Río Natori JICA	Modelado de calidad de agua Gestión de recursos hídricos	12 Oct. 2012	1 Nov. 2012	21
6	Prof. Francisco Bellot	IIS-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelado de calidad de agua Gestión de recursos hídricos	12 Oct. 2012	1 Nov. 2012	21

			Centro de Seminario de Kawatabi de la Universidad de Tohoku Cuenca del Río Natori JICA				
7	Prof. Francisco Bellot	IIS-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Presa Miharu	Modelo de análisis de calidad de agua del embalse	16 Jan. 2014	26 Jan. 2014	11
8	Prof. Espana Vasquez Carlos David	IIS-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Presa Miharu	Modelo de análisis de calidad de agua del embalse	16 Jan. 2014	26 Jan. 2014	11
9	Prof. Marcelo Gorrity	IIDEPROQ-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Presa Miharu	Modelo de análisis de calidad de agua del embalse	16 Jan. 2014	26 Jan. 2014	11
10	Prof. Nestor Funes	IHH-UMSA	Universidad de Fukushima Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelado de sedimentos	5 Jun. 2014	15 Jun. 2014	11
11	Prof. José Antonio Luna	IHH-UMSA	Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio Presa Miyagase	Modelado de escurrimiento	20 Jun. 2014	30 Jun. 2014	11

12	Prof. Javier Mendosa	IHH-UMSA	Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio Presa Miyagase	Modelado de escurrimieto	20 Jun. 2014	30 Jun. 2014	11
							192

< En base a viaje >

No	Nombre	Organización perteneciente	Main venues	Field of trainings	Trained from	Trained to	Days
1	Prof. Marcelo Gorrity	IIDEPARQ-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelado de calidad de agua del embalse	16 Aug. 2010	29 Aug. 2010	14
2	Prof. Edson Ramirez	IHH-UMSA	4° Simposio Internacional de ALOS Instituto de Investigación Central de Industria de Eneergía Electrica (CRIEPI) Instituto de Investigación Meteorológica Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelado de derretimiento glaciár	11 Nov. 2010	27 Nov. 2010	17
3	Prof. Ramiro Pillco	IHH-UMSA	Universidad de Fukushima	Modelado de transporte de sedimentos	11 Nov. 2010	27 Nov. 2010	17

A9-71

			Instituto de Investigación Central de Industria de Energía Eléctrica (CRIEPI) Instituto de Investigación Meteorológica Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku				
4	Prof. Juana Mejia	IHH-UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Centro de Estudios de Asia del Nordeste, Universidad de Tohoku Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	Gestión de recursos hídricos	6 Jan. 2011	20 Jan. 2011	15
5	Prof. Edson Ramirez	IHH-UMSA	RESTEC Centro Espacial de Tsukuba JAXA Instituto de Ingeniería de Tokio Universidad de Fukushima Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de	Modelo de derretimiento glaciar	20 Jul. 2011	14 Aug. 2011	26

✍

✍



			Tohoku				
6	Prof. Ramiro Pillco	IHH-UMSA	RESTEC Centro Espacial de Tsukuba JAXA Instituto de Ingeniería de Tokio Universidad de Fukushima Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelado de transporte de sedimentos	20 Jul. 2011	14 Aug. 2011	26
7	Prof. Carlos Espana	UMSA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Centro de Seminario de Kawatabi de la Universidad de Tohoku JICA	Gestión de recursos hídricos (Participación en el simposio internacional GRANDE • discusión sobre el Proyecto)	15 Oct. 2012	24 Oct. 2012	10
8	Mr. Carlos Ortuno	MMAyA	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku Cuenca del Río Natori JICA	Gestión de recursos hídricos (Participación en el simposio internacional GRANDE • discusión sobre el Proyecto)	17 Oct. 2012	24 Oct. 2012	8
							133

(3) Becarios a largo plazo capacitados

No	Name	Affiliatio	Venue	Field of training	Arrival at	Departure from
----	------	------------	-------	-------------------	------------	----------------

		n			Japan	Japan
1	Ms. Fabiola Ledezma	UMSA	Curso de maestría, Escuela Superior Interdisciplinaria de Ciencia e Ingeniería, Instituto de Ingeniería de Tokio	Modelo de circulación de agua	15 Sep. 2010	31 Oct. 2012
2	Sr. Pablo Fuchs	UMSA	Curso de maestría, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelo de derretimiento glaciar	18 Jul. 2011	5 Oct. 2013
3	Sr. Vladimir Moya	UMSA	Curso de Ph.D. Course, Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelo de escurrimiento	18 Jul. 2011	30 Sep. 2014 (planned)
4	Ms. Evelin Humerez	UMSA	Curso de Ph.D., Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelo de calidad de agua del embalse	18 Jan. 2012	31 Mar. 2015 (planned)
5	Sr. Gonzalo Leonardini	UMSA	Curso de maestría, Graduate School of	Modelo de derretimiento glaciar	12 Mar. 2012	29 Mar. 2014

			Science, Tohoku University			
6	Sr. Gustavo Ayala	UMSA	Curso de maestría , Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Gestión de recursos hídricos	4 Jul. 2012	31 Mar. 2015 (planned)
7	Ms. Gabriela Ledezma	UMSA	Curso de maestría , Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	Modelo de transporte de sedimentos-sedimentación	4 Jul. 2012	31 Mar. 2015 (planned)
8	Ms. Fabiana Mercado	UMSA	Curso de maestría, Escuela Superior de Ciencias y Sistema simbiótico de la Universidad de Fukushima	Modelo de producción de sedimentos	12 Dec. 2012	31 Mar. 2015 (planned)

A9-75

## Anexo 5 : Lista de Equipos

## (1) Equipos entregados

N o.	Clase	Equipo	Lugar de instalación	Fecha de llegada	Estado de uso	Nota
1	Adquisición local	Equipos de observación meteorológica	Cuencas	29 de mar. de 2011	En funcionamiento para observación	2010
2	Adquisición local	Sistema de escaneo Laser 3D	IHH	21 de marzo de 2011	En uso	
3	Adquisición local	GPSR	IHH	21 de marzo de 2011	En uso	
4	Adquisición local	PC, cámara, etc	IHH	15 y 16 de marzo de 2011	En uso	
5	Adquisición local	Barco para investigación	Cuencas	21 de marzo de 2011	En uso	
6	Adquisición local	Sensores de temperatura y humedad	Cuencas	22 de marzo de 2011	En uso	
7	Adquisición local	Medidor de calidad de agua Multi-parámetros	IHH	29 de marzo de 2011	En uso	
8	Adquisición local	Sensor de temperatura de agua	Cuenca	29 de marzo de 2011	En uso	
9	Adquisición local	Sensor de nivel de agua	Cuenca	29 de marzo de 2011	En uso	
10	Adquisición local	Medidor de caudal	IHH	30 de oct. de 2011	En uso	2011
11	Adquisición local	Equipo de observación glaciario	Glaciar de la cuenca	12 de dic. de 2011	Instalado y en funcionamiento para observación	
12	Adquisición local	Medidor de pH	IHH	13 de dic. de 2011	En uso	
13	Adquisición local	Consola de medición de corriente	IHH	6 de marzo de 2012	En uso	
14	Adquisición local	Servidor y PC (ordenadores)	IHH	15 de marzo de 2012	En uso	

15	Adquisición local	Refrigerador para análisis	IHH	23 de marzo de 2012	En uso	
16	Adquisición local	Vehículo	IHH	4 de feb. de 2013	En uso	Adquisición : 10/marzo /2012
17	Adquisición local	Sensor de humedad del suelo	IHH	5 de oct. de 2012	En uso	2012
18	Adquisición local	Sensor de nivel de agua	Cuencas	5 de oct. de 2012	En uso	
19	Adquisición local	Balanza electrónica	IHH	17 de jun. de 2013	En uso en IHH	2013
20	Adquisición local	Ordenador	IHH	7 de marzo de 2014	En uso en IHH	
21	Adquisición local	Disdrómetro	Huayna Potosi	17 de marzo de 2014	Instalado y en funcionamiento para observación	

(2) Instalación y equipos para la investigación en Japón

No.	Equipo	Lugar de instalación	Fecha de llegada	Estado de uso
1	Arc GIS	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	23 de feb. de 2010	Se usa para analizar la información numérica del mapa en la cuenca de Tuni
2	Cámara infrarojo	Universidad de Fukushima	20 de abr. de 2010	Medición de agua en el suelo superficial
3	Estación de trabajo	Escuela Superior de Ciencias de la Universidad de Tohoku	23 de ago. de 2010	Procesamiento de datos de la investigación de derretimiento glaciar
4	Espectroradiómetro tipo portátil	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	10 de ene. de 2012	Se usa para la reflectometría de espectro para extraer las áreas de nieve y hielo en base a imágenes satelitales
5	Medidor de turbiedad de clorofila con memoria, tipo limpiaparabrisas	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de	1 de feb. de 2012.	Se usa para observar turbiedad en los ríos

		Tohoku		
6	Medidor de turbiedad pequeño con memoria	Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Tohoku	7 de feb. de 2012	Se usa para observar turbiedad en los ríos

## (3) Equipo adquirido por la parte boliviana

No.	Equipo	Lugar de instalación	Fecha de llegada	Estado de uso
1	Radar para nieve y hielo	IHH-UMSA	20 de sep. de 2013	En uso en IHH

Anexo 6 : Resumen de equipos instalados

(1) Cuenca de Condoriri

【Meteorología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Items de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Glaciar	Equipos de observación meteorológica	1	Precipitación, temperature, humedad, dirección y velocidad de viento, radiación solar	Desarrollo de modelos	2012.1.17-2.10 2012.9.27-2013.8.8	Falta de batería, robo
		1	Precipitación, temperature, humedad, dirección y velocidad de viento, radiación solar, altura de nieve	Desarrollo de modelos	2012.2.10-3.8 2012.9.27 以降	Problemas en Logger, robo
Morrena	Sensores de temperatura y humedad	1	Temperature, humedad	Desarrollo de modelos	2013.12.7-2014.2.7	Falta de memoria
	Totalizadores	1	Precipitación	Desarrollo de modelos	Irregular	
Lago glaciar(azul)	Totalizadores	1	Precipitación	Desarrollo de modelos	Irregular	
Dique	Sensores de temperatura y humedad	1	Temperatura, humedad	Desarrollo de modelos	Ninguna	
Humedal	Equipos de observación meteorológica	1	Precipitación, temperature, humedad, dirección y velocidad de viento, radiación solar, cámara	Desarrollo de modelos	Ninguna	

A9-79

## 【Hidrología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Ítems de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Lago glaciar (blanco) canal	Sensor de nivel de agua	2	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	2013.9.4-11.4	Problemas en equipos
Lago glaciar(Piezómetro)	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	Ninguna	
Dique	Sensor de nivel de agua	2	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	2013.9.4-11.6	Problemas en equipos
Humedal (Piezómetro) arriba	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	Ninguna	
Humedal (Piezómetro) abajo	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	Ninguna	Destruído

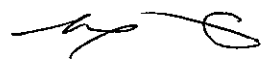
## (2) Embalse de Tuni

## 【Meteorología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Ítems de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Orilla del embalse de Tuni	Equipos de observación meteorológica	1	Precipitación, temperature, humedad, dirección y velocidad de viento, radiación solar , equipo de recolección de lluvia	Desarrollo de modelos	2012.5.12-18 2013.11.5-2014.2.6	Falta de memoria

## 【Hidrología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Ítems de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Boca del canal de conducción de Condoriri	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	2012.2.9-4.21 2012.6.27-8.22	Problemas en equipos,

\*  




	Sensor de temperature de agua	1	Temperatura de agua	Desarrollo de modelos	2013.11.1-2014.2.5 2012.2.9-4.21 2012.6.27-8.22 2013.9.18 以降	destruido Problemas en equipos , robo
Boca del canal de conducción de Huayna Potosí	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	2011.10.27-12.6 2012.8.8-12.18 2013.11.1-12.10	Destruído, falta de memoria, no caudal
	Sensor de temperature de agua	1	Temperatura de agua	Desarrollo de modelos	2011.10.27-12.6 2011.12.6-2012.1.13 2012.4.21-5.18 2012.6.15-2012.12.18	Destruído, falta de memoria, no caudal
Dique de la cuena de Tuni	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	2012.10.26-12.6 2012.8.8-8.22 2013.9.19-12.10	Problemas en equipos , destruido, falta de memoria
	Sensor de nivel de agua	1	Temperatura de agua	Desarrollo de modelos	2012.10.26-12.6 2012.6.15-8.22 2013.9.19-12.10	Problemas en equipos, robo, falta de memoria
Embalse de Tuni (grande)	Sensor de temperature de agua	26	Temperatura de agua	Desarrollo de modelos	2011.9.3-11.19	Problemas en equipos

## (3) Cuenca de Huayna Potosí

## 【Meteorología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Items de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Glaciar	Equipos de observación meteorológica	2	Precipitación, temperature, humedad, dirección y velocidad de viento, altura de nieve, radiación solar	Desarrollo de modelos	2012.3-1-2012.5.3 2014.1/8-2/2	Problemas en equipos

Morrena	Sensores de temperatura y humedad	1	Temperatura, humedad	Desarrollo de modelos	Ninguna	
	Totalizadores	1	Precipitación	Desarrollo de modelos	Irregular	
Humedal	Equipos de observación meteorológica	1	Precipitación, temperatura, humedad, dirección y velocidad de viento, radiación solar, disdrómetro	Desarrollo de modelos	2011/11/25-12/3 2012/3/23-4/12	Batería averiada

## 【Hidrología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Items de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Canal del lago glaciar	Sensor de nivel de agua	2	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	Ninguna	
	Sensor de turbiedad	1	Turbiedad	Desarrollo de modelos	2012.6.29-7.2 2012.7.25-10.25	Batería averiada
Lago glaciar (piezómetro)	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	Ninguna	
Dique	Sensor de nivel de agua	2	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	2012.3.6-2012.4-12	Problemas en equipos
	Sensor de turbiedad	1	Turbiedad	Desarrollo de modelos	2012.6.26-7.2 2012.9.16-10.16 2013.9.19-10.10	Batería averiada
Humedal (piezómetro) 1	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	2012.3.6-2012.4.21	Problemas en equipos
Humedal (piezómetro) 2	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	2012.3.6-2012.4.22	Problemas en equipos
Humedal (piezómetro) 3	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	A partir de 2014/02/05	Destruído
Humedal (piezómetro) 4	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua subterránea	Desarrollo de modelos	2012.3.6-2012.4.22	Equipo averiado

Canal de salida del Humedal	Sensor de nivel de agua	1	Nivel de agua	Desarrollo de modelos	2012.3.6-2012.4.21	Problemas en equipos
-----------------------------	-------------------------	---	---------------	-----------------------	--------------------	----------------------

(4) Cuenca de Zongo

【Meteorología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Items de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Comunidad Botijlaca	Equipos de observación meteorológica	1	Precipitación, temperatura, humedad, dirección y velocidad de viento, radiación solar	Complementar datos de observación	2013.9.5-2013.10.2	Falta de memoria

(5) IHH

【Meteorología】

Lugar	Equipo	Cantidad	Items de observación	Objetivo	Observación no realizada (Año/mes/día)	Causas
Recinto de IHH	Sensor de temperatura y humedad	1	Temperatura, humedad	Complementar datos de observación	Ninguna	
	Sensor de temperature de agua	3	Temperatura dea agua	Complementar datos de observación	Ninguna	
	Cámara	1	Variación de vegetación	Complementar datos de observación	Ninguna	

Handwritten marks and scribbles at the bottom left of the page.

## Anexo7 : Artículos publicados en GRANDE Report

1. Tanaka, H. and Mano, A.: Glacier retreat and resulting water resource problems in Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 46, pp. 161-166, 2010 (in Japanese).
2. Umeda, M. and Asaoka, Y.: Field observations on aquatic environments in Tuni reservoir basin, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 46, 2010, pp. 167-172 (in Japanese).
3. Asaoka, Y., Toyoda, Y. and Takeuchi, Y.: The effect of the precipitation form discrimination method on river discharge estimation during winter, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 54, pp. 421-426, Feb. 2010 (in Japanese).
4. Soria, F. and Kazama, S.: Evaluation of the effects of and El Niño event on glacier melting rate, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol., 54, pp. 25-30, Feb. 2010.
5. Soria, F. and Kazama, S.: Evaluation of climate change effects on discharge generation in a heterogeneous watershed, *Proceedings of 16th IAHR Asian and Pacific Regional Division 2010 Conference*, 2b002/CD-ROM, Feb. 2010.
6. Tanaka, H. and Pillco, R.: Sediment deposit in lake Tuni, Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 107-112, 2011 (in Japanese).
7. Umeda, M. and Gorrity, M.: Observations of water quality in Tuni lake basin, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 119-122, 2011 (in Japanese).
8. Li, Y. H., Pradjoko, E. and Tanaka, H.: Sand spit decline at the Sagami river mouth, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 207-212, 2011.
9. Ishigaki, Y., Asaoka, Y., Udo, K. and Mano, A.: Precipitation and runoff characteristics around the lake Tuni in Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 47, pp. 113-118, 2011 (in Japanese).
10. Asaoka, Y. and Takeuchi, Y.: Characteristics of acidity and major ion concentration of snowfall, snowpack and snowmelt water in the temperate snow area, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S409-S414, Feb. 2011 (in Japanese).
11. Soria, F. and Kazama, S.: Potential impacts of climate change on the tropical Andes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S79-S84, Feb. 2011.
12. Kashiwa, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Assimilation of snow depth data into snowmelt-runoff model, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S403-S408, Feb. 2011 (in Japanese).
13. Nam, D. H., Udo, K. and Mano, A.: Flood forecasting and early warning for river basins in central Vietnam, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S7-S12, Feb. 2011.
14. Farid, M., Mano, A. and Udo, K.: Modeling flood runoff response to land cover change with rainfall spatial distribution in urbanized catchment, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 55, pp. S19-S24, Feb. 2011.
15. Asaoka, Y., Takeuchi, Y. and Kazama, S.: Temporal variation in acidity and ion concentration of snowmelt water in light and heavy snow years, *IAHS Publication 346*, pp. 86-91, 2011.
16. Watanabe, M., Kawagoe, S. and Asaoka, Y.: Water resource analysis in tropical glaciers due to global warming, *Proceedings of the 19th Symposium on Earth Environment*, Mito, pp. 139-144, Sep. 2011 (in Japanese).

17. Okumura, M. and Tanaka, H.: Statistical analysis of operation and maintenance cost of network infrastructure – Municipal water supply systems in Tohoku region –, *Papers on City Planning*, Vol. 46, No.3, pp. 223-228, 2011 (in Japanese).
18. Pradjoko, E. and Tanaka, H.: Evaluation of sediment budget around a river entrance, *Journal of JSCE, Ser. B2*, Vol. 67, No. 2, pp. I\_616-I\_620, 2011 (in Japanese).
19. Kashiwa, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Validation of long term runoff analysis in snow area, Japan, *9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, C1\_3, 2011 (Part II).
20. Soria, F. and Kazama, S.: Assessing the investigation of streamflow source areas through uncertainty evaluation of numerical experiments in small catchments, *Hydrological Processes*, Vol. 26, pp. 907-931, 2012.
21. Asaoka, Y. and Kominami, Y.: Spatial snowfall distribution in mountainous areas estimated with a snow model and satellite remote sensing, *Hydrological Research Letters*, Vol. 6, pp. 1-6, 2012.
22. Tanaka, H., Ramirez, E. and Fujita, Y.: Sediment deposit in a lake – Comparative study between Lake Tuni, Bolivia and Inawashiro Lake, Japan, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 237-242, 2012 (in Japanese).
23. Kawagoe, S., Imaizumi, N., Pillco, R. and Asaoka, Y.: Sedimentation produces analysis in tropical glacier zone, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 225-230, 2012 (in Japanese).
24. Shiratori, S., Mano, A., Asaoka, Y. and Udo, K.: Estimation of evaporation in Tuni lake catchment, Bolivia, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 219-224, 2012 (in Japanese).
25. Tani, K., Umeda, M. and Gorrity, M.: Numerical simulation of water temperature distribution in Tuni reservoir, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 48, pp. 231-236, 2012 (in Japanese).
26. Fuchs, P., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Snowmelt runoff simulation in a mountain watershed Tuni, Bolivia, *Proceedings of the FY2011 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-10, 2012.
27. Liu, T. and Kinouchi, T.: Water balance of glacierized catchments in tropics: A case study in Bolivian Andes, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_247-I\_252, 2012.
28. Kashiwa, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Estimation of snowdepth distribution in mountainous area by assimilation of snowdepth data, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_331-I\_336, 2012 (in Japanese).
29. Watanabe, M., Nakano, K., Hirabayashi, Y., Kawagoe, S., Asaoka, Y. and Kanae, S.: Estimation of the tropical glacier in Bolivia using satellite imagery, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_307-I\_312, 2012 (in Japanese).
30. Miyata, S., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Verification of degree-day method and snowmelt rate factor in AMeDAS points over Japan, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 68, No. 4, pp. I\_343-I\_348, 2012 (in Japanese).
31. Asaoka, Y., Yamazaki, T. and Kazama, S.: Heat balance analysis of tropical glacier in the Andes with a multi-layer snow model, *Snow and Life in Tohoku*, Vol. 27, pp. 40-43, 2012 (in Japanese).
32. Asaoka, Y., Takeuchi, Y. and Sarukkalige, R.: Temporal variations in acidity and ion concentrations of precipitation, snowpack and outflow from snowpack in a temperate snow area of Japan, *Journal of Hydrosience and Hydraulic Engineering*, Vol. 30, No. 1, pp. 63-76, May 2012.
33. Morizawa, K., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Estimation of spatial albedo on Condoriri glacier using satellite imagery, *Journal of JSCE, Ser. G*, Vol. 68, No. 5, pp. I\_153-I\_158, 2012 (in Japanese).

34. Nakano, K., Chigira, J., Nakamura, K., Yano, T. and Nishimura, O.: Self-development of the treatment performance of multi stage vertical flow constructed wetlands working for two years, *Journal of JSCE, Ser. G*, Vol. 68, No. 5, pp. III\_87-II\_92, 2012 (in Japanese).
35. Calizaya Terceros, A., Ayala Ticona, G., Lima Quispe, N. and Quisbert Sanchez, H.: Estrategia para la concertación y sostenibilidad del abastecimiento de agua para la ciudad de El Alto, *XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica*, San José, Costa Rica, 9 al 12 de Septiembre de 2012 (in Spanish).
36. Tani, K., Umeda, M. and Asaoka, Y.: Field study on aquatic environment in a reservoir in the Andes altiplano and numerical prediction of influences from climate change, *Proceedings of the 20th Symposium on Earth Environment*, Kyoto, pp. 25-30, Sep. 2012 (in Japanese).
37. Fuchs, P., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Seasonal discharge in a high altitude tropical glacier: Zongo, Bolivia, *Proceedings of the 2012 Conference of the Japan Society of Hydrology and Water Resources*, pp. 218-219, Sep. 2012.
38. Nam, D. H., Udo, K. and Mano A.: Climate change impacts on runoff regimes at a river basin scale in Central Vietnam, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, Vol. 23, No. 5, pp. 541-551, Oct. 2012.
39. Asaoka, Y., Yamazaki, T., Miyata, S., Kazama, S. and Ramirez E.: Heat balance analysis on the glacier with summer-precipitation seasonality and effect of snow – A case study of Andean tropical glacier –, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_427-I\_432, 2013 (in Japanese).
40. Morizawa, K., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Spatial albedo estimation on glacier using satellite images in combination with observed data, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_421-I\_426, 2013 (in Japanese).
41. Fuchs, P., Asaoka, Y. and Kazama, S.: Estimation of glacier melt in the tropical Zongo with an enhanced temperature-index model, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_187-I\_192, 2013.
42. Kinouchi, T., Ledezma, F., Liu, T. and Mendoza, J.: Impact of glacier disappearance on runoff from a glacierized catchment in the Andes, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_415-I\_420, 2013 (in Japanese).
43. Liu, T., Kinouchi, T. and Ledezma, F.: Spatial distribution of glacier melt deduced from solar radiation mapping with refined atmospheric parameters, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_181-I\_186, 2013.
44. Tani, K., Umeda, M., Kinouchi, T., Asaoka, Y. and Gorrity M.: Assessment of aquatic environmental impact by a future climate change in a reservoir located in the Bolivian Andes, *Journal of JSCE, Ser. B1*, Vol. 69, No. 4, pp. I\_1501-I\_1506, 2013 (in Japanese).
45. Humerez, E. and Umeda, M.: Ions composition in a small river basin in the royal range of the Andes, *Proceedings of the 2012 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-4, 2013.
46. Fuchs, P. Asaoka, Y. and Kazama, S.: Global radiation and albedo parameterization for computing glacier melt in high altitude tropical glaciers, *Proceedings of the 2012 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-21, 2013.
47. Sossa-Ledezma, G. and Tanaka, H.: An appraisal of morphology change in Lake Tuni, *Proceedings of the 2012 Technical Research Conference of Tohoku Branch, JSCE*, II-30, 2013.
48. Sossa-Ledezma, G. and Tanaka, H. Case study: Wind impact on shoreline change in front of a river mouth in lakes, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 49, pp. 87-92, 2013.
49. Humerez, E. and Umeda, M.: Influence over water quality due to nutrient loading in the Royal Range of the Andes, *Tohoku Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 49, pp. 91-96, 2013.
50. Moya Quiroga, V., Mano, A., Asaoka, Y., Kure, S., Udo, K. and Mendoza, J.: Snow glacier melt estimation in tropical Andean glaciers using artificial neural networks, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 17, pp. 1265-1280, 2013.

51. Morizawa, K., Asaoka, Y., Kazama, S. and Niroshana Gunawardhana, L.: Temporal glacier area changes correlated with the El Niño/La Niña southern Oscillation using satellite imagery, *Hydrological Research Letters*, Vol. 7, No. 2, pp. 18-22, 2013.
52. Asaoka, Y. and Kominami, Y.: Incorporation of satellite-derived snow-cover area in spatial snowmelt modeling for a large area: determination of a gridded degree-day factor, *Annals of Glaciology*, Vol. 54, No. 62, pp. 205-213, 2013.
53. Liu, T., Kinouchi, T., and Ledezma, F.: Characterization of recent glacier decline in the Cordillera Real by LANDSAT, ALOS, and ASTER data, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 137, pp. 158-172, 2013.
54. Moya Quiroga Gomez, V., Mano, A., Asaoka, Y., Udo, K., Kure, S. and Mendoza, J.: Hydrological modelling of a glacierized Andean basin using the semi distributed model supertank. Case: the Andean basin Condoriri, *Proceedings of 2013 IAHR World Congress*, Vol. 7, pdf/A10575.pdf, 2013.
55. Humerez, E. and Umeda, M.: Influence over water quality due to nutrient loading in the Royal Range of the Andes, *Proceedings of 2013 IAHR World Congress*, pp. 452-459, 2013.
56. Nakano, K., Cui, H., Nakamura, K., Yano, T., Aikawa, Y. and Nishimura, O.: Effect of the vegetation and subsurface water level on nitrogen removal in a five-stage vertical flow constructed wetland, *Proceedings of the 50th Forum on Environmental Engineering*, A13, Nov. 2013.
57. Moya Quiroga, V., Mano, A., Asaoka, Y., Udo, K., Kure, S., and Mendoza, J.: Glacier ablation and water resources in tropical Andes: the Condoriri glacier, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 58, pp. I\_229-I\_234, Feb. 2014.
58. Tani, K., Umeda, M., Asaoka, Y. and Yamazaki, T.: Field measurement and analysis on heat balance and water temperature formation in a high-altitude reservoir in the Bolivian Andes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 58, pp. I\_1627-I\_1632, Feb. 2014 (in Japanese).
59. Humerez, E. and Umeda, M.: Seasonal and spatial variation of stream water quality in the Royal Range of the Andes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol. 58, pp. I\_1255-I\_1260, Feb. 2014.