

エクアドル共和国
アスアイ州地下水開発計画
基本設計調査報告書

平成 15 年 3 月

国際協力事業団
株式会社 協和コンサルタンツ

エクアドル共和国
アスアイ州地下水開発計画
基本設計調査報告書

平成 15 年 3 月

国際協力事業団
株式会社 協和コンサルタンツ

序 文

日本国政府は、エクアドル共和国政府の要請に基づき、同国のアスアイ州地下水開発計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成 14 年 10 月 8 日から 11 月 21 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。調査団は、エクアドル政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 15 年 2 月 9 日から 2 月 20 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 15 年 3 月

国際協力事業団
総 裁 川 上 隆 郎

伝 達 状

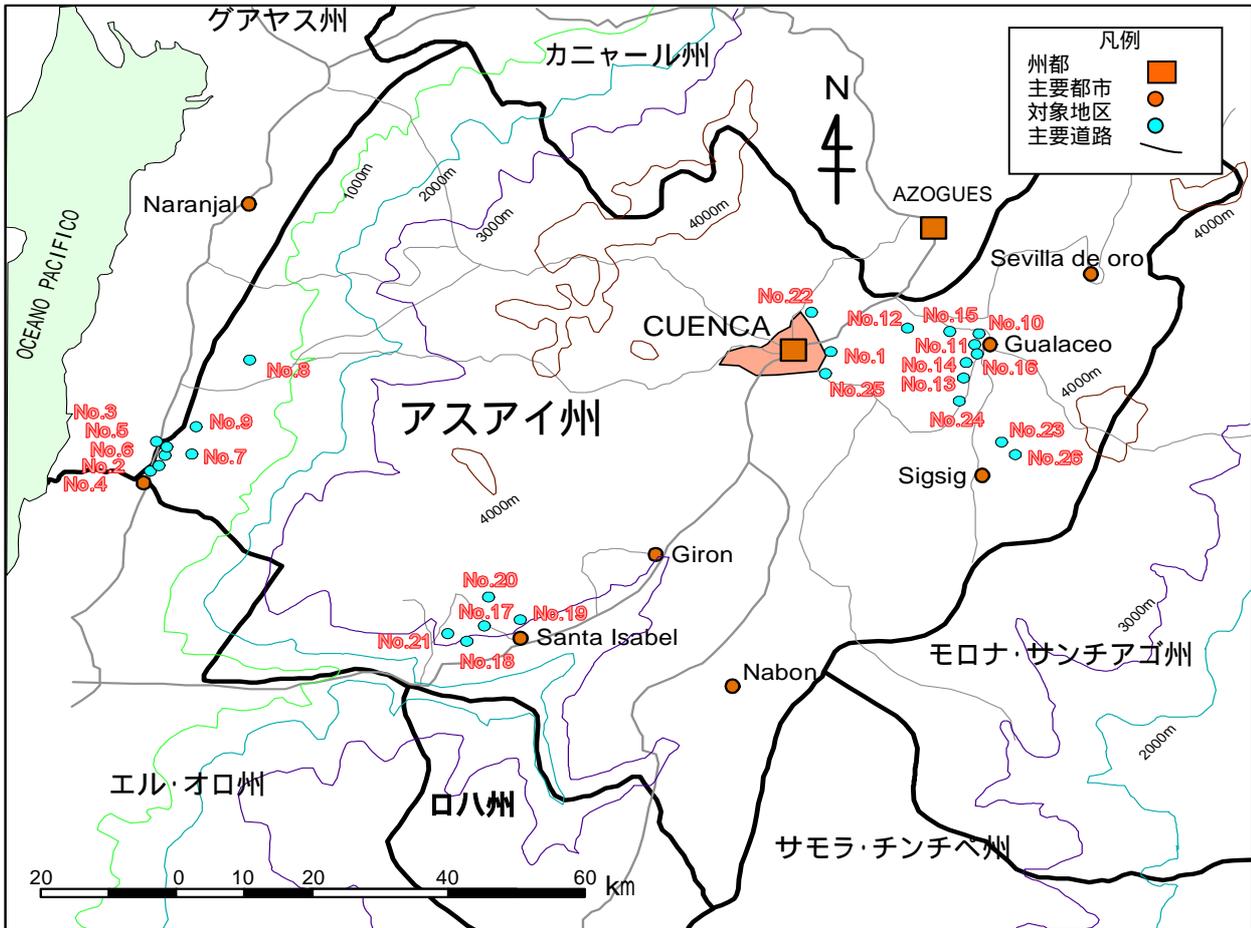
今般、エクアドル共和国におけるアスアイ州地下水開発計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 14 年 10 月より平成 15 年 3 月までの 6 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、エクアドルの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 15 年 3 月

株式会社 協和コンサルタンツ
エクアドル共和国
アスアイ州地下水開発計画基本設計調査団
業務主任 井 川 雅 幸



対象地区位置図



No.1 バクチャ
水不足時に使用するために作られた手掘り井戸



No.4 ポンセエンリケ
水管理組合事務所



No. 4 ポンセエンリケ
ベジャリカ下流側にある、鉱山処理水及び住居下水用のラグーン



No. 8 シャガール
浄水場 塩素滅菌室、食塩使用による塩素滅菌装置



No. 12 ハダン
既存および増設配水池



No. 13 ナジグ
浄水場(着水井、ろ過池)



No.13 ナジグ
San Francisco川にある 水源、取水工



No.14 キムシ
水委員会内に張られている衛生教育のためのポスター



No.22 アドベパンバ
社会状況調査のようす



No.22 アドベパンバ
ろ過砂の洗浄



No.23 グエル
村落中心部



NO.25 ヌルチ
水源の湧水 家屋のすぐ脇にあるため、汚染を受けている

要約

要約

エクアドル国(以下「エ」国と称する)は南米大陸北西部に位置し、面積は約 27 万 Km²、人口は約 1,209 万人(2001 年)である。「エ」国は伝統的に農業国であり、農業従事者は就業人口の 3 分の 1 を超えるが、農地は国土面積の 1 割にも満たない。元来の財政赤字に加え、99 年には急激なインフレが進行したため、2000 年 3 月には経済改革基本法としてドル化政策がとられ、同年 9 月より完全ドル化が施行されている。1997 年あたりの 1 人当たり GNP は 1,570 ドルであったが、2000 年には 1,210 ドルとなっている。

「エ」国の上水、保健、衛生サービスへのアクセス率はそれぞれ 60%、75%、40%と近代社会として不適切なレベルにあり、母子死亡率および幼児栄養不良率はラテンアメリカの平均よりも高い状況にある(2000 年 - 2003 年の国家計画、2000 年 8 月)。「エ」国政府もこの状況を早急に解決すべく地方衛生状況の改善を重点政策としている。

一方、アスアイ州における上水道の普及率は都市部 97%に対して地方部は 40%であり(2001 年国家統計局(INEC)センサス)、州政府は州内の地方自治体である郡、市および住宅省(MIDUVI)、緊急社会援助基金(FISE)等とも協力してアスアイ州総合開発計画(2003 年 - 2013 年)を策定し、地方における社会インフラ整備を進めて上水も含めた地方衛生状況の改善を図ろうとしている。

アスアイ州では、飲料水水源はこれまで表流水に依存してきたが、森林の伐採による流域の荒廃、家畜による汚染、鉱山事業の排水による汚染等により水質、水量両面で問題を抱えている。この状況を改善するため、同州政府は深井戸の建設により新規水源として地下水の利用を図るべく 172 地区を対象とした地下水開発計画を準備している。しかし、井戸掘削機をはじめとして必要な機材を保有しないこと、および財政上の理由からこの計画を推進するのが困難な状況にある。

こうした状況のもと、アスアイ州は「エ」国政府を通し、地方部の住民に対し新規水源として地下水の利用を図るべく、深井戸施設の建設に必要な資機材の調達と機材の運用に必要な技術支援を無償資金協力として要請した。

日本国政府はこの要請に基づき、同国のアスアイ州地下水開発計画にかかる基本設計調査の実施を決定し、これを受け国際協力事業団は平成 14 年 10 月 8 日から 11 月 21 日まで基本設計調査団を「エ」国に派遣した。同調査団は「エ」国側実施機関であるアスアイ州審議会(州政府)と協議を行うとともに、現地調査ならびに関連資料等の収集を実施した。帰国後、国内作業において要請内容の確認及び協力の妥当性、適切な規模の内容の資機材調達計画と井戸建設の技術移転につき検討し、基本設計概要書を作成した。

更に、国際協力事業団は平成 15 年 2 月 9 日から 2 月 20 日まで基本設計概要書説明調査団を現地に派遣し、州政府に対して同概要書の内容を説明し協議を行った。その結果、日本側の協力範囲として、井戸掘削機 1 式を含む地下水開発関連資機材の調達と、「エ」国側によって建設される 10 地区 13 本の井戸のうち 5 井に対してソフトコンポーネントによる技術支援を実施する事となった。

最終的なプロジェクトの基本構想を表-1 にまとめる。

表 - 1 プロジェクトの基本構想

項目	要請内容	基本構想	決定根拠
対象地区	アスアイ州 26 地区	アスアイ州 11 地区	現地調査を通し、対象地区の給水状況、地下水開発の可能性、維持管理能力を検討した結果、10 地区を深井戸建設及び1 地区を水質改善の対象として選定した。
資機材調達内容	井戸掘削機及び支援機材 2 式 井戸用資材 26 地区分	井戸掘削機及び支援機材 1 式 井戸用資機材、管理棟・塩素滅菌器等資機材 11 地区 13 井分	アスアイ州はこれまで地下水開発の経験がなく、実施機関の運営維持管理能力を検討した結果、1 式の調達とした。
施設建設	26 地区への井戸掘削、管理棟建設、揚水ポンプの設置	本プロジェクトは資機材案件とし、10 地区の深井戸建設工事は「エ」国側で実施する。日本側は建設工事に関わる一部資材を負担し、掘削工事へのソフトコンポーネントによる技術支援を行う。	「エ」国側の財政・技術レベルの評価と無償資金協力の効率的な資金活用を考慮して決定した。

本プロジェクトは無償資金協力の単年度事業として実施され、日本側は地下水開発関連資機材の調達を行い、機材の現地到着後「エ」国側が実施する 5 地区 5 井の深井戸掘削に対しソフトコンポーネントにより技術支援を行う。施設建設は、深井戸掘削以降の給水施設建設工事も含め「エ」国側が責任を負う。

施設計画内容を表-2 に、調達資機材内容を表-3 に示す。

表 - 2 施設計画内容

No.	郡	村落	ソフトコンポーネントによる技術支援を行う井戸		アスアイ州で独自に工事を行う井戸		アスアイ州で実施する給水施設工事内容			
			計画本数	井戸深度 (m)	計画本数	井戸深度 (m)	送水管 (m)	配水池	井戸管理棟	塩素滅菌装置の設
1	クエンカ	パクチャ	-	-	2	200	2,835	-	2	1
3	ボンセエンリケ	ラ・エスペランサ	1	80	-	-	100	20m3x1基	1	1
4	ボンセエンリケ	ボンセエンリケ	1	150	-	-	495	50m3x1基	1	1
8	ボンセエンリケ	シャガール	-	-	1	80	105	30m3x1基	1	1
12	グアラセオ	ハダン	1	200	1	200	1,580	-	2	-
13	グアラセオ	ナジグ	-	-	1	150	525	-	1	1
14	グアラセオ	キムシ	-	-	1	150	1,385	20m3x1基	1	1
19	サントイサベル	グアヤラ	1	300	1	300	1,575	20m3x1基	2	1
22	クエンカ	アドベパンバ	-	-	1	200	830	-	1	1
23	シグシグ	グエル	-	-	-	-	-	-	-	1
25	クエンカ	ヌルチ	1	250	-	-	800	10m3x1基	1	1
計			5本	980	8本	1,280	10,230	6基	13基	10セット

表 - 3 資機材調達リスト

機材名	仕様	数量	
() 井戸掘削用機材			
1	井戸掘削機	トラック搭載型(350m 掘削用)、ロータリー式/DTH 併用型	1 式
2	掘削用ツール	ロータリー式/DTH 掘削ツール 350m 対応	1 式
3	トラック搭載式コンプレッサー	スクリー式、高圧コンプレッサー	1 式
4	長尺運搬物運搬用トラック	6t クレーン付きトラック	1 台
5	中型資材運搬用トラック	3t クレーン付きトラック	1 台
6	水タンク車	工事用水運搬 8m ³ タンク車	1 台
7	小型作業車輛	ピックアップ(シングル)、ピックアップ(ダブル)、ステーションワゴンタイプ	各 1 台
8	無線機	車載式、VHF、出力 25W	5 台
() 試験機材			
1	電気探査器	有効測定深度 350m、水平 2 次元探査対応型、GPS、小電力トランシーバー	1 式
2	孔内検層器	最大測定深度 350m、測定項目:自然電位、比抵抗、電気伝導度等	1 台
3	揚水試験ポンプ	270m×200L/分×18.5kW (440V、60Hz、3 相) 100m×540L/分×15.0kW (440V、60Hz、3 相)	各 1 台
4	揚水試験用発電機	60kVA、440V、60HZ、3 相	1 台
5	水質分析器	簡易型。飲料水基準項目、重金属類の測定	1 式
6	パーソナル・コンピューター	CPU2.4GHz、RAM256MB、HD80GB、CD-RW、17 インチモニター	1 式
7	雨量計	0.5mm 転倒マス式、テトラログ	5 式
() 井戸用資材			
1	水中モーターポンプ	1.5 ~ 7.5 kW	13 台
2	ケーシング	STPG、SCH40、両端ネジ、片側カップリング付、保護ソケット付	14" × 41 本
			12" × 60 本
			6" × 378 本
3	ワーケケーシング	STPG、SCH40、両端ネジ、フラッシュジョイントタイプ、保護ソケット付	10" × 35 本
4	スクリーン	SUS304、両端短ネジ、スロットサイズ 1mm、開口率 20%	6" × 289 本
(IV) 施設建設用資材			
1	PVC パイプ	INEN1373、1.25MPa、1.0MPa	90mm × 6,320m
			110mm × 1,585m
2	亜鉛メッキ鋼管	ASTM A-120	3" × 1,825m
			4" × 500m
3	アクセサリ類	仕切り弁(2 インチ) 空気弁(1 インチ)	13 個
			22 個
4	塩素滅菌装置	食塩から電気分解により塩素を抽出する。 2 種(120m ³ /日、360m ³ /日)	計 10 台
5	井戸管理棟用資材 (13 棟分)	セメント	22,451kg
		鉄筋	2,847kg
		コンクリートブロック	3,601 個

実施機関であるアスアイ州審議会はこれまで地下水開発の経験を有しておらず、新しい組織・人材で地下水開発事業を行う方針であることから、ソフトコンポーネントによる技術支援を行う。

ソフトコンポーネントは5地区5本の井戸掘削に関して 施工指導、 資機材の整備指導、 施設の運営維持管理指導の3分野に対して行い、準備期間1ヶ月、井戸掘削期間9ヶ月、掘削機材の整備期間1ヶ月の全体11ヶ月間、技術者を派遣する。

本プロジェクトを日本の無償資金により実施する場合、入札業務期間として3ヶ月、資機材調達期間として7ヶ月、ソフトコンポーネント実施期間として11ヶ月が想定され、全体工期は約21ヶ月である。本計画に必要な事業費総額は約6.91億円(日本側事業費:約6.41億円、「工」国側:約0.50億円)と見積もられる。

本プロジェクトにより、アスアイ州審議会に掘削機及び掘削関連資機材が整備されることにより、本プロジェクト完了後もアスアイ州審議会による地下水開発が継続され、アスアイ州の給水事情が改善される。また、ソフトコンポーネントによる技術支援によって、アスアイ州審議会職員が工事運営管理、深井戸施工、維持管理の技術を習得し、州独自の地下水開発の実施が可能となる。さらに、10地区13本の井戸建設及び1地区の水質改善により、同地区の17,825人に安定的に安全な飲料水が供給されることとなり、間接的な効果として、水因性による疾病患者数が減少することが期待される。

本プロジェクトで調達される掘削機、掘削関連資機材、及び日本側の技術支援を得て「工」国側が建設する給水施設が、プロジェクト完了後もアスアイ州によって持続的、効果的に運営管理されるためには、以下の点に留意する必要がある。

- ・アスアイ州審議会公共事業局内に新設される地下水課で、技術移転を受けた技術者(特に掘削技師、水理地質技師)が継続的に雇用されること、あるいは地下水課に技術の蓄積が行われること。
- ・アスアイ州において、計画の実施に必要な事業費、機械等の維持管理費、組織の運営費(人件費、一般経費など)についての予算措置が計画通りに確実に履行されること。
- ・給水施設の運営・維持管理は利用住民が主体となることから、アスアイ州が住民に対し、水管理組合の強化、施設オペレーターに対する運転・維持管理方法(水中モータポンプ、発電機、塩素滅菌設備等)、水の有効利用や衛生教育について確実に指導・啓発活動を行うこと。
- ・我が国無償資金協力において類似の案件が実施されたピチンチャ州・ロハ州との技術提携を推進し、相互の技術力向上が図られること。
- ・給水事業実施の効率性を高めるため、アスアイ州審議会が中心となって、アスアイ州内でのドナー・NGO・国内他機関の給水事業に関する活動との連携・調整を積極的に行うための体制が強化されること。

基本設計調査報告書

目次

序文

伝達状

対象地区位置図／写真

要約

目次

図表リスト／略語一覧

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1 1 当該セクタの現状と課題	1-1
1 1 1 現状と課題	1-1
1 1 2 開発計画	1-2
1 1 3 社会経済状況	1-5
1 2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-7
1 3 我が国の援助動向	1-9
1 4 他ドナの援助動向	1-9
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2 1 プロジェクトの実施体制	2-1
2 1 1 組織・人員	2-1
2 1 2 アスアイ州の財政状況と予算計画	2-1
2 1 3 技術水準	2-4
2 1 4 既存施設の状況	2-5
2 2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-13
2 2 1 関連インフラの整備状況	2-13
2 2 1 1 下水道整備の状況	2-13
2 2 1 2 社会基盤の整備状況	2-13
2 2 1 3 対象地区の社会状況	2-13
2 2 2 自然状況	2-21
2 2 2 1 自然概況	2-21
2 2 2 2 地質状況	2-22
2 2 2 3 地下水の腑存状況	2-23
2 2 2 4 水質調査	2-35

2 2 3	プロジェクトの実施による影響	2-40
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3 1	プロジェクトの概要	3-1
3 1 1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3 1 2	プロジェクトの概要	3-1
3 2	協力対象事業の基本設計	3-5
3 2 1	設計方針	3-5
3-2-1-1	アスアイ州地下水開発計画(上位計画)	3-5
3-2-1-2	地下水開発の対象となる地区の選定方針	3-5
3-2-1-3	技術支援(施工指導)、資機材調達の対象地区の選定	3-6
3-2-1-4	計画策定に対するその他の方針	3-6
3 2 2	基本計画	3-9
3 2 2 1	対象地区の選定.....	3-9
3 2 2 2	施設計画.....	3-22
3 2 2 3	資機材計画.....	3-28
3 2 3	基本設計図	3-39
3 2 4	調達計画.....	3-56
3 2 4 1	調達方針	3-56
3 2 4 2	調達上の留意事項	3-57
3 2 4 3	調達区分	3-57
3 2 4 4	調達監理計画	3-58
3 2 4 5	資機材等調達計画	3-59
3 2 4 6	ソフトコンポ ネット計画	2-61
3 2 4-7	実施工程	3-71
3 3	相手国側分担事業の概要	3-73
3 4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-74
3-4-1	井戸掘削機材の運営	3-74
3-4-2	維持管理体制	3-75
3-4-3	当該地区	3-76
3-4-4	故障時の体制	3-76
3 5	プロジェクトの概算事業費	3-77
3 5 1	協力対象事業の概算事業費	3-77
3 5 2	運営・維持管理費	3-77
3 6	協力対象事業実施にあたっての留意事項	3-79

第4章 プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4.1 プロジェクトの効果	4-1
4.2 課題・提言	4-1
4.3 プロジェクトの妥当性	4-2
4.4 結論	4-2

【資料】

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 当該国の社会経済状況（国別基本情報抜粋）
5. 討議議事録（M/D）
6. 事業事前評価表
7. 参考資料／入手資料リスト
8. その他の資料・情報

図表リスト

図

1-2-1	要請地区位置図.....	1-8
2-1-1	アスアイ州審議会組織図	2-1
2-1-2	給水システムの現状.....	2-6
2-2-1	対象地区分類図	2-21
2-2-2	月別降雨量	2-22
2-2-3	気象観測所の位置と年間降雨量	2-22
2-2-4	ポンセエンリケ地区地質模式断面図	2-25
2-2-5	サンタイサベル地区地質模式断面図	2-25
2-2-6	グアラセオ地区地質模式断面図	2-26
2-2-7	クエンカ地区地質模式断面図	2-27
2-2-8	ポンセエンリケ地域要請地区と汚染発生源の位置関係	2-38
3-2-1	対象地区選定フロー	3-9
3-2-2	アスアイ州地質区分概念図.....	3-22
3-2-3	井戸掘削支援車両構成	3-33
3-2-4	給水システム(1)～(10)	3-40
3-2-5	井戸構造図(1)～(3)	3-50
3-2-6	井戸管理棟標準図	3-53
3-2-7	ポンプ据え付け図	3-54
3-2-8	ワークショップ、資機材置き場配置図	3-55
3-2-9	事業実施体制	3-56
3-4-1	地下水課組織図	3-74
3-4-2	整備工場の組織図	3-74

表

1-1-1	州総合開発計画(1993年～2002年)上水分野整備計画の内容	1-1
1-1-2	アスアイ州の上水分野の実績表	1-2
1-1-3	州4カ年計画 環境衛生分野	1-2
1-1-4	郡別給水状況	1-4
1-1-5	郡別下水整備状況	1-4
1-1-6	郡別人口及び人口増加率	1-5
1-1-7	州の経済活動人口(12歳以上)の推移	1-6
1-1-8	郡別経済活動人口(5歳以上)(2001年)	1-6

1-2-1	要請地区リスト	1-8
1-2-2	要請資機材内容	1-9
1-4-1	PRAGUAS 計画の対象村落	1-10
1-4-2	各州における関連プロジェクトの実施状況	1-11
2-1-1	州審議会予算の推移	2-2
2-1-2	州審議会の予算計画	2-3
2-1-3	本プロジェクト (PAS-JAPON) の予算計画	2-4
2-1-4	対象地区の給水施設および給水の状況	2-10
2-1-5	ゾーン毎の社会状況分析表	2-14
2-1-6	社会状況調査総括表	2-19
2-2-1	地質要約表	2-23
2-2-2	対象地区の自然条件一覧表	2-28
2-2-3	水質試験結果一覧	2-36
2-2-4	ポンセエンリケ地域周辺の河川水質分析結果	2-38
3-1-1	プロジェクトの基本構想	3-1
3-1-2	計画内容	3-2
3-1-3	資機材調達リスト	3-3
3-1-4	ソフトコンポーネント計画	3-4
3-2-1	給水状況の要約表	3-12
3-2-2	地下水開発可能性要約表	3-13
3-2-3	運営維持管理能力・参加意思の評価	3-17
3-2-4	検討結果のまとめ	3-18
3-2-5	172 地区地下水開発可能性概略判定一覧表	3-20
3-2-6	地質区分別開発可能性本数、掘進長	3-21
3-2-7	給水計画諸元	3-27
3-2-8	井戸構造と掘削本数	3-28
3-2-9	掘削関連機材の仕様	3-30
3-2-10	掘削支援車両の仕様	3-31
3-2-11	車両運行表	3-32
3-2-12	調査用機材の仕様	3-34
3-2-13	モニタリング機材の仕様	3-35
3-2-14	井戸用資機材と管材の仕様	3-37
3-2-15	送水管材、管理棟用資材	3-38
3-2-16	負担事項分担表	3-58
3-2-17	調達資機材内容	3-59
3-2-18	実施段階と担当機関	3-60

3-2-19	井戸工事工程	2-61
3-2-20	業務工程・成果品（施工指導）	2-65
3-2-21	詳細投入計画(施工指導)	2-65
3-2-22	最終目標と確認方法(施工指導)	2-66
3-2-23	指導チェック項目例(施工指導)	2-66
3-2-24	業務工程・成果品（機材整備）	3-67
3-2-25	詳細投入計画(機材整備)	3-67
3-2-26	最終目標と確認方法(機材整備)	3-68
3-2-27	指導チェック項目例(機材整備)	3-68
3-2-28	業務工程・成果品（運営維持管理）	3-70
3-2-29	詳細投入計画(運営維持管理)	3-70
3-2-30	最終目標と確認方法(運営維持管理)	3-70
3-2-31	指導チェック項目例(運営維持管理)	3-70
3-2-32	掘削工程	3-71
3-2-33	事業実施工程	3-72
3-3-1	「工」国側の負担事項	3-73
3-5-1	各地区の想定水道料金	3-78
4-1-1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度	4-1

略 語 一 覧

BID	米州開発銀行(Banco Interamericano de Desarrollo)
CARE	ケアインターナショナル(国際ケア機構)
DTH	ダウン・ザ・ホール工法 (Down the Hole)
E/N	交換公文 (Exchange of Note)
ETAPA	アスアイ市電力,上下水道公社(Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillados)
FISE	緊急社会整備基金 (Fondo de Inversion Social de Emergencia)
GNP	国民総生産 (Gross National Product)
GPS	全地球無線測位システム (Global Positioning System)
IEOS	厚生省国立衛生部(Instituto Ecatriano de Obras Sanitarias)
INEC	国家統計局 (Instituto Nacional de Estadistica y Censos)
KfW	ドイツ復興金融公庫 (Kreditanstalt fur Wiederaufbau)
MIDUVI	都市住宅省(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda)
TDS	全溶解性物質 (Total Dissoluble Solid)
OMS	世界保健機構 (Organización Mundial de la Salued)