第 3 章　プロジェクトの内容

第 3 章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトの上位計画は現在策定中のアスアイ州総合開発計画（2003 年－2013 年）及び「アスアイ州地下水開発計画」であり、州地方部の給水状況を改善し、衛生環境が改善されることを目的とする。 この中で、本プロジェクトは地下水開発に必要な資機材の調達を行い、州側による施設建設を技術支援するものであり、これによりアスアイ州の井戸建設実施体制が整備され、同州地方部の 11 地区で給水状況が改善されることを目標とする。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは上記目標を達成するために、地下水開発に必要な掘削機等の資機材を調達し、ソフトコンポーネントによってアスアイ州側カウンターパートへの技術移転を実施するものである。 これにより、アスアイ州が自ら地下水開発事業を推進する為の技術面・機材面の環境を整備するとともに、アスアイ州側により 10 地区 13 本の深井戸給水施設建設及び 1 地区の塩素滅菌設備設置が実施され、住民に安全な飲料水が供給されることが期待されている。この中において、日本側の協力対象事業は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。

(1) プロジェクトの基本構想

プロジェクトの基本構想は以下のとおりである。

表 3-1-1 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。

(2) 計画内容

対象地区の計画内容は表 3-1-2 に示すとおりである。

表 3-1-2 計画内容

No.	郡	村落	ｿﾌﾄｺﾝﾎﾟ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	ポンセエンリケ	ラ･エスペランサ	1	80	－	－	100	20m3x1基	1	1
4	ポンセエンリケ	ポンセエンリケ	1	150	－	－	495	50m3x1基	1	1
8	ポンセエンリケ	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	サンタイサベル	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

(3) 資機材調達の内容

資機材調達リストは表 3-1-3 に示すとおりである。

表 3-1-3 資機材調達リスト

機材名		仕様	数量
(Ⅰ) 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	掘削用ﾂｰﾙｽ	ﾛｰﾀﾘｰ式/DTH 掘削ﾂｰﾙｽ 350m 対応	1 式
3	ﾄﾗｯｸ搭載式ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ	ｽｸﾘｭｰ式、高圧ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ	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	小型作業車輌	ﾋﾟｯｸｱｯﾌﾟ（ｼﾝｸﾞﾙ）、ﾋﾟｯｸｱｯﾌﾟ（ﾀﾞﾌﾞﾙ）、ｽﾃｰｼｮﾝﾜｺﾞﾝﾀｲﾌﾟ	各 1 台
8	無線機	車載式、VHF、出力 25W	5 台
(Ⅱ) 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、小電力ﾄﾗﾝｼｰﾊﾞｰ	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	ﾊﾟｰｿﾅﾙ･ｺﾝﾋﾟｭｰﾀｰ	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、ﾃﾞｰﾀﾛｶﾞｰ	5 式
(Ⅲ) 井戸用資材			
1	水中ﾓｰﾀｰﾎﾟﾝﾌﾟ	1.5～7.5 kW	13 台
2	ｹｰｼﾝｸﾞ	STPG、SCH40、両端ﾈｼﾞ、片側ｶｯﾌﾟﾘﾝｸﾞ付、保護ｿｹｯﾄ付	14"×41 本 12"×60 本 6"×378 本
3	ﾜｰｸｹｰｼﾝｸﾞ	STPG、SCH40、両端ﾈｼﾞ、ﾌﾗｯｼｭｼﾞｮｲﾝﾄﾀｲﾌﾟ、保護ｿｹｯﾄ付	10"×35 本
4	ｽｸﾘｰﾝ	SUS304、両端短ﾈｼﾞ、ｽﾛｯﾄｻｲｽﾞ 1mm、開口率 20%	6"×289 本
(IV) 施設建設用資材			
1	PVC ﾊﾟｲﾌﾟ	INEN1373、1.25MPa、1.0MPa	φ90mm×6,320m φ110mm×1,585m
2	亜鉛ﾒｯｷ鋼管	ASTM A-120	φ3”×1,825m φ4”×500m
3	ｱｸｾｻﾘｰ類	仕切り弁（2 ｲﾝﾁ）	13 個
		空気弁（1 ｲﾝﾁ）	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
		ｺﾝｸﾘｰﾄﾌﾞﾛｯｸ	3,601 個

(3) ソフトコンポーネント

アスアイ州は地下水開発の経験がなく、新しい組織､人材で対応する方針であることから､「エ」国側で実施する井戸建設に対してソフトコンポーネントによる技術支援を行う。施工指導の対象は以下に示す 5 本の井戸である。

①ポンセエンﾘケ地区　No3 ラエスペランサ、
　　No4 ポンセエンﾘケ

②サンタイサベル地区　No19 グアヤラ

③グアラセオ地区　No12 ハダン

④クエンカ地区　No25 ヌルチ

本技術支援は①施工指導、②資機材の整備指導、③施設の運営維持管理指導の 3 分野に対して行うもので、準備期間 1 ヶ月、井戸掘削期間 9 ヶ月、掘削機材の整備 1 ヶ月の全体 11 ヶ月間、以下の技術者を派遣する。

表 3-1-4 ソフトコンポーネント計画

ソフト･コンポーネント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	数量
1. 物理探査／水理地質	□	■	■	■	■								3.5M/M
2. 井戸工事運営監理	□	■	■	■	■	■							5.5M/M
3. 井戸掘削	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		10.5M/M
4. 井戸の試験､解析､仕上げ			□	■	■								2.5M/M
5. 機材整備											□	■	1.5M/M
6. 運営維持管理計画			□	■									1.5M/M
7. 井戸掘削補助(現地再委託)	■	■	■	■	■								4.0M/M
8. 通訳/業務調整 (現地再委託)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11.0M/M

□ :国内　　■ :「エ」国

3－2　協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

本プロジェクトにおける協力対象事業は、限られた無償資金の効率的な活用を図る必要に加えて、「エ」国は 1 人当たり GNP が 1,130US$(1999 年)と高く、施工を実施するための経済的能力を有すると判断されるため、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地下水開発調査、井戸建設工事、運営維持管理の技術支援を実施する事とする。

事業の基本設計は以下の方針で臨んだ。

3-2-1-1 アスアイ州地下水開発計画(上位計画)

上位計画となるアスアイ州全体の地下水開発計画の対象である 172 地区についても、要請 26 地区と合わせて地質資料解析によって検討を行う。

3-2-1-2 地下水開発の対象となる地区の選定方針

協力の対象とする地区は、アスアイ州からの要請地区である 26 地区に対して、既存給水施設、既存水源の水量・水質、地区及びその周辺の地質踏査、物理探査、社会情況調査、住民意識調査を実施して、これらの現地調査を基に以下の判定基準に基づいて評価し、選定した。

(1) 既存施設、給水事情から判断される地下水開発の必要性

対象地区の実態調査、給水施設調査に基づき、以下の状況を検討して地下水開発の必要性を判断する。

(a) 雨期、乾期の給水量

(b) 水質の安全性

(c) 既存施設の改修、改善による対応の可否

(d) 表流水（湧水、渓流水）の開発可能性

(2) 他機関による活動との重複

給水の現状は問題があるが、すでに他機関の計画対象となり近い将来の給水施設整備が予定されている。

1) MIDUVI の地方上水整備計画（PRAGUAS）の計画に含まれている地区

2) FISE、NGO その他の機関の計画に含まれている地区

(3) 地下水開発の可能性

気象・水文条件の検討、地質踏査・物理探査の解析結果から、地下水への涵養条件や地下水位の高低を評価して地下水開発の可能性が低いと判断される地区は対象から除外する。

(4) 運営／維持管理能力、参加意思からの評価

各地区で実施する社会状況調査（水管理組合長あるいは村落改善委員会メンバー等インフォーマントへのインタビューおよび住民アンケート）から以下の項目によって判断する。

(a)水管理組合の有無と運営状況

(b)新規地下水開発への参加意思

(c)支払可能額

3-2-1-3 技術支援（施工指導）、資機材調達の対象地区選定

地下水開発対象地区から下記の基準に基づいて技術支援（施工指導）の対象となる地区を選定する。

⑴ 技術移転上必要とされる地区

① アスアイ州の代表的地質、地形より掘削技術の移転の必要性

州内の代表的な地質及び地形に対して対応可能なように掘削地点と掘削方法を決定する。

② 掘削機の運転、操作の基礎訓練及び習得

比較的掘削が容易な地点を選定し、基礎訓練を実施する。

⑵ 資機材の調達を必要とする地区

1）深井戸用資機材の調達

ケーシング、スクリーン、水中モータポンプ、コントロールパネル等深井戸用の資機材調査対象は井戸建設の緊急性が高く、効果発現の早い地区を選定する。これにより州の初期投資の軽減が図られ、地下水開発計画が順調に進捗する。

2) 給水施設の資材

管理棟建設のための資材、井戸口元から既存もしくは新設の配水池までの送水管（径 75mm～110mm）を対象として検討する。

3-2-1-4 計画策定に対するその他の方針

(1) 自然条件

アスアイ州の地下水開発の対象地域は山岳部では 3,500m、平野部では 50m 程度と標高の差が激しい。資機材の調達を検討するにあたっては高標高での影響を考慮する。

温度は比較的に年較差は少ないが、降雨については雨期と乾期の区別が明瞭であり、雨期には短時間で激しい雨が降る場合が多く、主要道路を除くと舗装されていない場合が多いため、工事車両の選定にあたっては機動性が高いものを選定する。

(2) 調達事情

水井戸掘削機は「エ」国で製造されておらず、第 3 国調達ではアメリカ製の可能性となるが、掘削機、スピンドルヘッド、泥水ポンプそれぞれのメーカが異なり、機械のマッチングが悪く、故障が多いことと、それへの対応の遅さなどが危惧されることより第 3 国調達は検討しないこととする。 日本製は「エ」国における他州のプロジェクトでも納入実績があり、順調に稼動しており、維持管理の点からも信頼できるため日本からの調達とする。他の資機材についても現地で製造されていない場合は基本的に日本製とする。

(3) 実施機関の運営･維持管理能力

1) 州の運営･維持管理体制

アスアイ州では新たに地下水課が組織され、井戸工事を実施することとなる。 アスアイ州ではこれまで地下水開発の経験がないことから1掘削班を前提とした組織とし、編成にあたっては外部からの新たな雇用と州政府内の移動により人員を確保することを検討する。

建設された施設の維持管理は原則住民が行うが、州は水中モータポンプの運転方法の指導と故障や不調の場合の補修と整備作業等の技術面での協力を行う必要がある。 また、地区に対するプロジェクトの事前説明やオペレーターへの指導、衛生教育の実施は社会開発担当が実施することになるため、州はポンプの補修、整備のための技術員と社会開発担当者の増員が必要となる。

2) 住民の維持管理体制

建設された井戸および給水施設の維持管理は、各地区の水管理組合が実施する。ほとんどの地区では既に水管理組合が存在し、相応に機能している。 しかし、井戸建設に伴って、今まで支払っていたオペレーターの給与、事務所の管理費等に加えて、水中ポンプ運転のための電気料金やスペアパーツ費等が加算されることになるため、アスアイ州審議会が対象地区に対して費用増額についての説明を行い、プロジェクト実施の最終確認をとるものとする。 また、井戸施設の運転･維持管理はソフトコンポーネントによる指導を実施する。

(4) ソフトコンポーネントに対する方針

アスアイ州は上述のように地下水開発の経験がなく、新しい組織､人材で対応する方針であることから、調達する資機材の運営･管理をソフトコンポーネントで指導する。また、いかに効率的に、更に効果的に技術移転が行えるかを念頭に指導内容、指導期間を検討する。

(5) 施設、機材のグレードの設定

1) 掘削機関連

①掘削機はアスアイ州が初めて導入する機材であり、操作経験者がいないこと、新設される地下水課の規模から1式とする。

②掘削方式、対象地区の地質踏査、地質図等の解析結果より、回転式の正循環泥水堀りと、衝撃式エアー堀（片岩, 片麻岩などの硬岩）を使用する事とする。

③掘削機の計画掘削深度は本地下水開発計画で想定される最大深度を考慮して決定する。

2) 給水施設建設資機材

① 井戸に設置する生産用水中モータポンプは維持管理を考慮してスペアパーツの流用が可能なようにポンプ口径の種類をまとめる事とする。

② 揚水試験用の水中モータポンプは適正揚水量、安全揚水量を的確に算出するため段階試験,連続試験に対応できるポンプを調達する。低揚程、高揚水対応型と高揚程、低揚水対応型の2種類を準備するものとする。

③ ケーシング、スクリーンの径は地質状況を考慮し決定する。

（6） 調達方法、工期に係わる方針

工期は単年度とし、資機材調達およびソフトコンポーネントによる技術支援による井戸建設工事を実施するものとする。 調達は日本もしくはエクアドル製を原則とし、調達価格および現地の調達事情を考慮して決定する。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 対象地区の選定

図 3-2-1 に対象地区選定のフローとその結果を示す。 以下、各選定条件ごとに選定の理由を記述する。

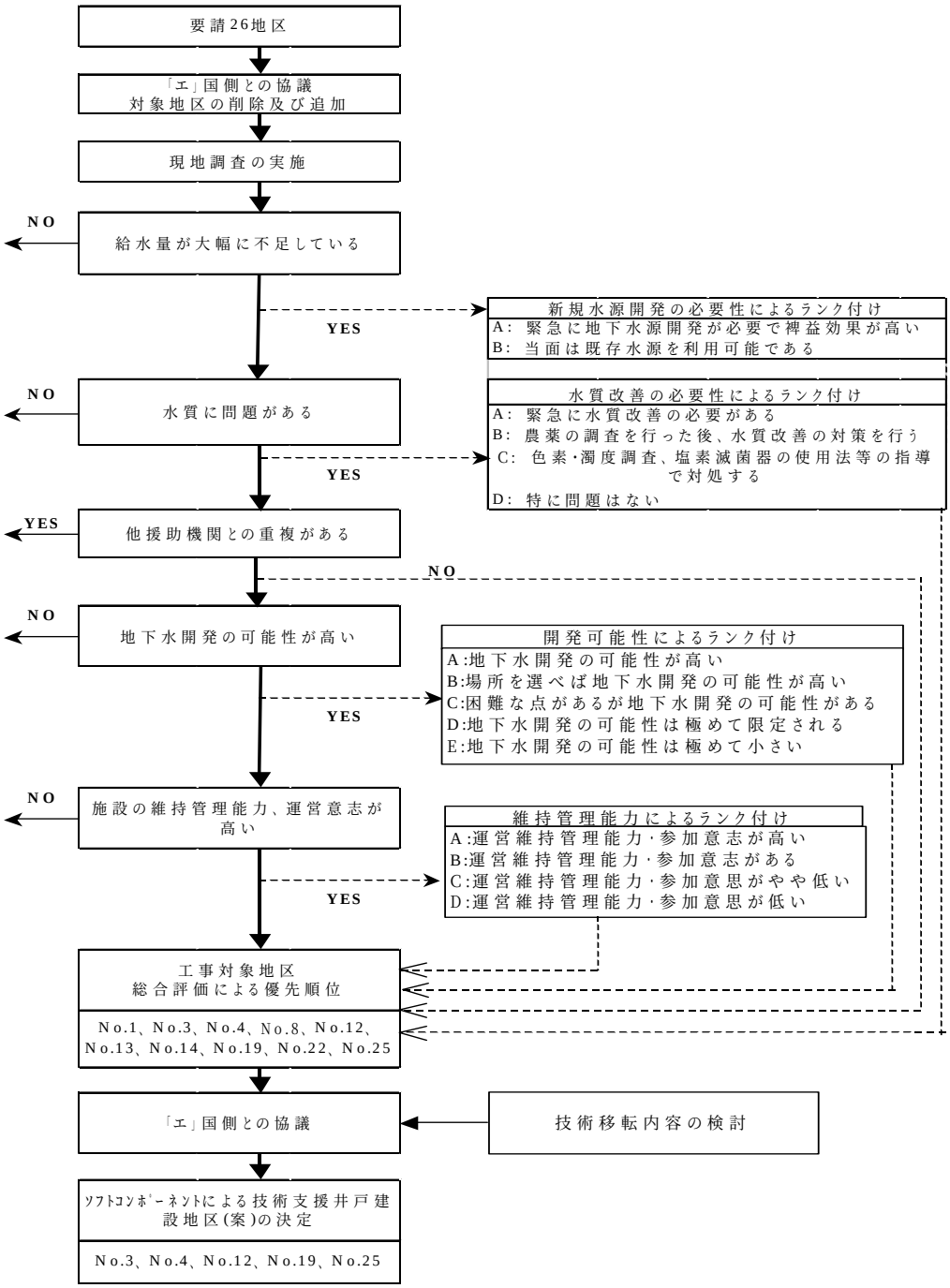


図 3-2-1 対象地区選定フロー

(1) 給水状況と対象地区の選定

1) 水源量の不足

対象地域では各々の地区が独自に水源を開発しており、多くの場合は湧水や渓流といった表流水は開発済みで水利権が設定されており、新たな新規水源としては地下水しかない状況である。

必要給水量は現時点の日最大給水量とし、この必要給水量に対して今回調査において実測した浄水施設への流入水量をもとに地区のオペレーター、アスアイ州カウンターパートの意見を考慮して乾期の水源量を推定した。 この比を用いて、給水量の不足状況は以下のように判断した。

・日最大給水量＝2002 年（現地調査時）の人口 x 給水原単位 x 負荷率 (a)

・現行の給水量＝乾期における推定水源流量 (b)

・充足率＝ (b)／(a)

（給水原単位と負荷率の詳細は 3-2-2-2 施設計画で記述する）

この結果、No.2 ﾌﾟｴﾉｽ・ｱｲﾚｽ、No.5 ｻﾝ・ｱﾙﾌｫﾝｿ、No.6 ｻﾝ・ﾌﾗﾝｼｽｺ、No.7 ｻﾝﾀ・ﾏﾙｻ、No.9 ｼｭﾐﾗﾙ、No.18 ﾀﾞﾝﾀﾞﾝ、No.21 ｻﾝ・ﾍﾟﾄﾞﾛ、No.26 ﾌﾟﾘﾝｼﾊﾟﾙの地区については充足率が高く、乾期でも十分な水量があると判断されるため、当面は新たな水源を必要としない。

No.10 ﾌﾞﾙｼｭﾝ、No.16 ｻﾝ・ﾌｧﾝ、No.17 ｶﾆｬﾘ・ﾊﾞﾝﾊﾞは水量不足と判断されたが、MIDUVIやFISEの計画が実施中であるため対象外とした。

2) 水質の問題

水質については対象地区サンプルの水質試験結果をもとに判断した（表 2-2-3 水質試験結果一覧表参照）。

① ベジャリカ鉱山が流域に存在する No.4 ﾎﾟﾝｾ・ｴﾝﾘｹでは、2 水源（ﾅﾗﾝﾎｽ渓流，ｷﾞﾆｱ渓流）を利用しているが、ｷﾞﾆｱ水源は現在でも雨期には高濁度であることから使用していない。 今回の調査で、主水源であるﾅﾗﾝﾎｽ水源の水質検査の結果から基準を超えたシアンが検出されており、本地区では水源を全面的に地下水へ変更することとする。

② No.25 ヌルチの検査結果から水源の湧水が汚染されているので現在の水源は廃止して新規水源に変更する。

③ 多くの地区で大腸菌、一般細菌が検出されているため、特に現在塩素滅菌装置を所有していない地区へは早急に設置を行なう（No.23 グエル）。 また、塩素滅菌装置をうまく利用できていない地区に対してアスアイ州から教育・指導することとする。

④ 多くの地区で色度、濁度が基準値を超えている。色度の原因としては、流域には工場等が存在しないことからフミン質系のものと考えられるので、将来的に地区で飲料水としての不満が高まった段階で現在の緩速濾過機能に加えて薬品処理を行なうなどの対策を地区とアスアイ州で検討することとする。濁度は州で濁度の計測調査を実施して雨期､乾期の実態を把握する必要がある。

⑤ No.18 ﾀﾞﾝﾀﾞﾝ、No.21 ｻﾝ･ﾍﾟﾄﾞﾛでは水質検査の結果、水質基準以下とはいえ農薬が検出されている。両地区は３０ｋｍ、１８ｋｍと離れた水源からくる灌漑用の開水路から取水しており、途中で水路に農薬が混入していると考えられる。基本的な対処は開水路による導水をパイプによるものへ改めることであるが、河川水源や開水路での水質調査をさらに実施して汚染源を明確にして対策を考える必要があり、州審議会で継続して調査を行うものとする。

この結果、水質への対処は以下のようにランク付けされる。

A: 緊急に水質改善の必要がある： No.4 ﾎﾟﾝｾｴﾝﾘｹ、No.25 ﾇﾙﾁ、No.23 ｸﾞｴﾙ

B: 農薬の詳細調査を行った後、水質改善の対策を行う：No.18 ﾀﾞﾝﾀﾞﾝ、No.21 ｻﾝ･ﾍﾟﾄﾞﾛ

C: 色素、濁度の計測を実施して実態を把握する、塩素滅菌器の使用法等の指導を実施する：

No.1 ﾊﾞｸﾁｬ、No.2 ﾌﾞｴﾉｽｱｲﾚｽ、No.5 ｻﾝｱﾙﾌｫﾝｿ、No.6 ｻﾝﾌﾗﾝｼｽｺ、No.8 ｼｬｶﾞｰﾙ、No.9 ｼｭﾐﾗｰﾙ、

No.10 ﾌﾞﾙｼｭﾝ、No.11 ﾁｶｳﾆｬ、No.12 ﾊﾀﾞﾝ、No.13 ﾅｼﾞｸﾞ、No.14 ｷﾑｼ、No.15 ｻﾝﾌｧﾝﾊﾟﾝﾊﾞ、No.16 ｻﾝﾌｧﾝ、

No.17 ｶﾆｬﾘﾊﾟﾝﾊﾞ、No.19 ｸﾞｱﾔﾗ、No.20 ｳｱｼﾊﾟﾝﾊﾞ、No.22 ｱﾄﾞﾍﾞﾊﾟﾝﾊﾞ、No.24 ｻﾝﾐｸﾞﾙ、No.26 ﾌﾟﾘﾝｼﾊﾟﾙ

D: 特に問題がない：No.3 ﾗ･ｴｽﾍﾟﾗﾝｻ、 No.7 ｻﾝﾀﾏﾙｻ

以上の結果から、給水量もしくは水質に問題があり、緊急性が高いと判断される地区の選定は以下の表3-2-1 のとおりとなる。

表 3-2-1 給水状況の要約表

No.	地区			水使用量	給水量	水源			給水量の問題				水質の問題		他機関の援助
	地区名	戸数	推定人口	UPD(l/p/d)	日最大(m3/d)	測定流量(l/s)	測定流量(m3/	乾期推定	雨期	乾期	充足率	判定	問題点	判定	
1	パクチャ	200	1000	100	130	0.27	23	19	週3日2時間	週3日1時間	14%	A	なし	C	無し
2&6	ブエノス・アイレス、サン・フランシスコ	150	750	120	117	2.80	242	121	24時間	24時間	103%	B	大腸菌、色度	C	無し
3	ラ・エスペランサ	300	1500	100	195	1.80	156	78	24時間	24時間	40%	A	なし	D	無し
4	ポンセ・エンリケ	500	2500	120	390	20.00	1728	259	24時間	6時間	66%	A	大腸菌、色度,シアンが基準値を大幅に越えている	A	無し
5	サン・アルフォンソ	200	1000	100	130	3.00	259	130	24時間	3時間	100%	B	大腸菌、色度	C	無し
6	サン・フランシスコ	-	250	100	33				24時間	24時間	0%	B		C	無し
7	サンタ・マルサ	60	300	100	39	1.15	99	50	24時間	24時間	127%	B	なし	D	無し
8	シャガール	300	2000	100	260	2.00	173	86	24時間	24時間、水圧の低下	33%	A	大腸菌、色度	C	無し
9	シュミラール	500	2500	100	325	7.70	665	333	24時間	6時間	102%	B	なし	C	無し
10	ブルシュン	400	2000	100	260	2.00	173	138	24時間	6時間	53%	A	大腸菌、色度	C	有り
11	チカウニャ	150	750	100	98	0.40	35	28	24時間	8時間	28%	A	なし	C	無し
12	ハダン	600	3000	100	390	2.23	193	135	24時間	2-3時間	35%	A	大腸菌、色度	C	無し
13	ナジグ	320	1600	100	208	3.60	311	93	24時間	6時間	45%	A	なし	C	無し
14	キムシ	180	900	100	117	0.70	60	48	24時間	3時間	41%	A	なし	C	無し
15	サン・フアンパンバ	90	400	100	52	0.30	26	21	24時間	2-3時間	40%	A	大腸菌、色度	C	無し
16	サン・ファン	500	2400	100	312	未測定	未測定	ー	24時間	6時間	-	A	なし	C	有り
17	カニャリパンパ	160	800	100	104	1.50	130	65	24時間	12時間	62%	A	大腸菌、色度	C	有り
18	ダンダン	100	500	100	65	1.20	104	52	24時間	24時間	80%	B	大腸菌、色度、基準値を下回るが農薬が検出された	B	無し
19	グアヤラ	250	1200	100	156	0.40	35	17	24時間	2-3時間	11%	A	大腸菌、色度	C	無し
20	ウアシパンパ	70	380	100	49	0.01	1	1	24時間	不定期	1%	A	大腸菌	C	無し
21	サン・ペドロ	60	300	100	39	2.20	190	95	24時間	24時間	244%	B	大腸菌、色度、基準値を下回るが農薬が検出された	B	無し
22	アドベパンパ	250	1000	100	130	1.32	114	68	24時間	週3日	53%	A	大腸菌、色度	C	無し
23	グエル	450	2200	100	286	2.36	204	163	12時間	12時間	57%	A	大腸菌、色度(滅菌装置がない)	A	無し
24	サン・ミゲル	150	750	100	98	0.36	31	31	24時間	4時間	32%	A	大腸菌、色度	C	無し
25	ヌルチ	45	250	100	33	0.10	9	7	12時間	2時間	21%	A	大腸菌、色度、硝酸性窒素	A	無し
26	プリンシパル	236	1200	100	156	4.00	346	311	24時間	24時間	199%	B	なし	C	無し

判定:

＜給水量＞ A: 給水量が不足しており、新規水源の緊急性がある、B: 当面新たな水源は必要としない

＜水質＞ A: 緊急に水質改善の必要がある、B: 農薬の詳細調査を行った後、水質改善の対策を行う

C: 色素、濁度の計測を実施して実態を把握する、塩素滅菌器の使用法等の指導を実施する、D: 特に問題がない

(2) 調査地域の地下水賦存状況及び地下水開発可能性

調査結果をもとに、今回調査地点における地下水開発の可能性を判定し、表 3-2-2 に示した。これよりわかるように、今回対象地点においてはポンセエンリケ地域の開発可能性が高く、比較的浅い井戸深度で多く揚水量が期待できるものと予想される。ただ、当地点においても、浅部の沖積層は比較的粘性土が多く透水性はさほど良好なものではないこと、既存試掘井では十分な水量を確保できていない例があること、鉱山廃水の影響は少ないと考えられるがまったく無視することはできないこと等から、井戸掘削地点の選定には十分な配慮が必要となる。

また、クエンカ地域の各地点も比較的開発可能性が高いものと予想される。ただし、当地域では主として比較的キレツの少ない軟岩が分布していると考えられる。そのため井戸掘削に際しては裂カ水のみではなく、砂岩、レキ岩中

の透水性の高い部分からの取水をも対象とする必要があり、掘削深度の決定、掘削時の泥水管理には特に注意が必要となろう。

それに対して、グアラセオ地域の各地点は、地形的に急峻な尾根～山腹部に位置する集落が多いこと、下位の地質が透水性の小さい粘板岩であることの2点から地下水開発にはかなり困難が伴うものと予想される。まず標高が高く、主谷との比高が大きい集落では開発の可能性は極めて少ない。当地域で開発可能性があるのは、主谷、河川との比高が小さい個所に限られるものと認識しておく必要がある。また、比高の小さい場所でも、地下水開発が可能なのは、地質的に沖積層などの良透水層が存在するか、基盤の裂カ水を期待できる場所に限られるものと考えられる。

また、サンタイサベル地域の各地点も地形的に急峻な尾根～山腹部に位置する集落が多いこと、降水量が全体に少なく、土壌･植生も貧弱であるため地下水涵養量がかなり少ないものと予想されることから地下水開発には困難が予想される。ただ、当地域に分布する地質は透水性は比較的良好なものが多いと予想されることから、地下水が集中する谷部において深度の深い井戸を掘削することにより開発が可能になる地点があると考えられる。

表 3-2-2 地下水開発可能性要約表

番号	地域	地区名	判定	解　説
1	ｸｴﾝｶ	パクチャ	E/C	山頂に近く谷との比高大。後背地狭い。比抵抗全体に小さく良好な帯水層の可能性低い。山側は開発の可能性無し。セントロ付近の平坦地で開発可能性あり。 (EL=2510m, Dep=-200m, SWL=-50m, DWL=-100m, Q=0.5l/sec, Type=C)
2	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	ブエノス･アイレス	C	緩やかな扇状地であるが、後背地は狭い。表層部は粘性土多い。近傍の 40mの井戸は水量少ない。沖積層帯水層を対象とした開発が可能。 (EL=70m, Dep=-150m, SWL=-20m, DWL=-40m, Q=1.0l/sec, Typ=B)
3	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	ラ･エスペランサ	A	Rio TenNo.23 グエル の扇状地であるが、タンク直下は Rio Blanco, Rio Neguro の影響が強い。後背地広い。扇状地の砂礫、基盤の安山岩を対象とした開発が可能。 (EL=130m, Dep=-80m, SWL=-5m, DWL=-20m, Q=3.0l/sec, Typ=B)
4	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	ポンセ･エンリケ	C	緩やかな扇状地であるが、後背地は狭い。表層部は粘性土多い。近傍の 40mの井戸は水量少ない。沖積層帯水層を対象とした開発が可能。 (EL=70m, Dep=-150m, SWL=-20m, DWL=-40m, Q=3.0l/sec, Typ=C)
5	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	サン･アルフォンソ	A	緩やかな扇状地であり、後背地も広い。表層部は粘性土多いが、下部には砂礫、砂が分布すると考えられる。沖積層帯水層を対象とした開発が可能。 (EL=140m, Dep=-80m, SWL=-5m, DWL=-20m, Q=2.0l/sec, Typ=B)
6	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	サン･フランシスコ	C	緩やかな扇状地であるが、後背地は狭い。表層部は粘性土多い。近傍の 40mの井戸は水量少ない。沖積層帯水層を対象とした開発が可能。 (EL=130m, Dep=-80m, SWL=-5m, DWL=-20m, Q=3.0l/sec, Typ=B)

番号	地域	地区名	判定	解　説
7	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	サンタ･マルサ	C	Rio TenNo.23 グエル の平野への出口にあたる。地下水賦存量は多いが、Riko TenNo.23 グエル の汚染、扇状地の巨レキの掘削性から開発には注意を要す。 (EL=70m, Dep=-150m, SWL=-20m, DWL=-40m, Q=3.0l/sec, Typ=B)
8	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	シャガール	B	Rio Jagua の氾濫原であり、透水性の良い砂礫が卓越する。巨レキが多く、掘削に注意を要する。 (EL=80m, Dep=-80m, SWL=-5m, DWL=-20m, Q=3.0l/sec, Typ=C)
9	ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ	シュミラール	C	Rio Gara の氾濫原であり、透水性の良い砂礫が卓越する。巨レキが多く、掘削に注意を要する。Rio Gara の汚染に注意。 (EL=80m, Dep=-80m, SWL=-5m, DWL=-20m, Q=3.0l/sec, Typ=B)
10	ｸﾞｱﾗｾｵ	ブルシュン	E	尾根部であり谷との比高大、後背地が非常に狭く地下水涵養なし。比抵抗も帯水層の存在を示さない。
11	ｸﾞｱﾗｾｵ	チカウニャ	E	尾根部であり谷との比高大、後背地が非常に狭く地下水涵養なし。比抵抗も帯水層の存在を示さない。
12	ｸﾞｱﾗｾｵ	ハダン	C	尾根部であり谷との比高大きく涵養少ない。地質は溶岩で帯水層として良好。比抵抗も帯水層として良好な値を示す。谷部等の集水地点を選定すれば開発可能。 (EL=2675m, Dep=-200m, SWL=-20m, DWL=-50m, Q=0.5l/sec, Typ=A)
13	ｸﾞｱﾗｾｵ	ナジグ	C	山腹部であり後背地が非常に狭く地下水涵養なし。山地（岩盤：粘板岩）の開発は困難。Rio Gualaceo の伏流水との併用による地下水開発が考えられる。 (EL=2185m, Dep=-150m, SWL=-10m, DWL=-30m, =2.0l/sec、Type=A)
14	ｸﾞｱﾗｾｵ	キムシ	C	山腹部であり後背地が非常に狭く地下水涵養なし。山地（岩盤：粘板岩）の開発は困難。Rio Gualaceo の伏流水との併用による地下水開発が考えられる。 (EL=2185m, Dep=-150m, SWL=-10m, DWL=-30m, =2.0l/sec、Type=A)
15	ｸﾞｱﾗｾｵ	サン･ファンパンバ	D	山腹部であり後背地が非常に狭く地下水涵養なし。地質は凝灰岩、砂岩で比抵抗も高く、帯水層としては良好であるが賦存量は少なく、開発困難。
16	ｸﾞｱﾗｾｵ	サン･ファン	D	山腹部であるが後背地は広く涵養が期待できる。ただ、地質は風化が激しく粘土化し、透水性は悪いため開発困難。
17	ｻﾝﾀｲｻﾍﾞﾙ	カニャリバンバ	C	集落近傍の谷は後背地やや広く涵養が期待できる。地質は凝灰角礫岩で裂カ水が期待できる。ただ主谷との比高が大きく、乾季には地下水が大きく低下の可能性。 (EL=2180m, Dep=-200m, SWL=-20m, DWL=-50m, Q=2.0l/sec, Typ=A)
18	ｻﾝﾀｲｻﾍﾞﾙ	ダンダン	E	尾根上に位置し、谷との比高も非常に大きい。深部では泥岩が主体となり、透水性も悪い。開発の可能性は極めて低い。
19	ｻﾝﾀｲｻﾍﾞﾙ	グアヤラ	C	集落近傍の谷は後背地やや広く涵養が期待できる。地質は凝灰角礫岩で裂カ水が期待できる。ただ主谷との比高がかなり大きく、地下水位はかなり低い。 (EL=1800m, Dep=-300m, SWL=-200m, DWL=-250m, Q=1.0l/sec, Typ=A)
20	ｻﾝﾀｲｻﾍﾞﾙ	ウアシパンバ	D	主谷との比高が大きく、後背地狭いため基盤を対象とした開発は難しい。集落の位置する崖錐堆積層を対象とした浅井戸による開発が考えられる。

番号	地域	地区名	判定	解　説
21	ｻﾝﾀｲｻﾍﾞﾙ	サン･ペドロ	E	尾根上に位置し、谷との比高も非常に大きい。深部では泥岩が主体となり、透水性も悪い。開発の可能性は極めて低い。
22	ｸｴﾝｶ	アドベパンバ	B	谷部は後背地広く涵養が期待できる。地質は砂岩、礫岩が卓越し良好であるが、比抵抗値が小さい。谷部の堆積岩を対象とした開発が可能。 (EL=2600m, Dep=-200m, SWL=-20m, DWL=-50m, Q=1.0l/sec, Typ=A)
23	ｻﾝﾀｲｻﾍﾞﾙ	グエル	E	山腹部であり後背地に狭く、谷との比高も大きい。地下水涵養なし。地質は粘板岩で透水性悪い。開発可能性小さい。
24	ｻﾝﾀｲｻﾍﾞﾙ	サン･ミゲル	E	山腹部であり後背地に狭く、谷との比高も大きい。地下水涵養なし。地質は粘板岩で透水性悪い。開発可能性小さい。
25	ｸｴﾝｶ	ヌルチ	C	後背地は狭く涵養は期待できないが主谷との比高は小さい。地質は砂岩、レキ岩が主体で比抵抗からも良好な帯水層が期待できるが水量は少ない。 (EL=2480m, Dep=-250m, SWL=-20m, DWL=-50m, Q=1.0l/sec, Typ=C)
26	ｸﾞｱﾗｾｵ	プリンシパル	B	後背地広く、主谷との比高も小さく十分な涵養が期待できる。表層部のガイスイは良好な透水層となる。ただし、基盤は粘土化が激しく透水性やや悪い。 (EL=2600m, Dep=-200m, SWL=-20m, DWL=-50m, Q=2.0l/sec, Typ=A)

＜可能性判定＞
A：地下水開発の可能性高い。B：場所を選べば地下水開発の可能性高い。C：困難な点があるが、地下水開発の可能性がある、D：地下水開発の可能性は極めて限定される。E：地下水開発の可能性は極めて小さい

＜井戸緒元＞
EL: 井戸標高、Dep：井戸深度、SWL：静水位、DWL：動水位、Q：可能揚水量、Typ：井戸断面タイプ

（3）運営維持管理能力・参加意思からの評価

各地区の施設の維持管理能力および地下水開発の運営意思について、社会状況調査（水管理組合委員長あるいは村落改善委員会メンバー等インフォーマントへのインタビューおよび住民アンケート）の結果は「2-2-1-3　対象地区の社会状況」に記述したとおりである。

この結果を踏まえ、維持管理能力および地下水開発の運営意志については、特に以下の項目に留意して評価した。

(a) 水管理組合の有無と運営状況

今回の 26 の対象地区のうち、NO.1 パクチャの中心地区（ETAPA が直接給水）および No20 ウワシパンパ以外は、全て水管理組合を保有している。このうち、No.1 パクチャの Guagualzhumi（給水施設を保有していないが、水管理組合は設立されている）を除けば、上水供給施設を運営･維持管理している。これらの水管理組合のうち、特に No.12 ハダンのそれは、コンピューターを利用して出納を管理したり、上下水整備計画の策定を行ったりし

て運営能力が高いと判断された。

(b) 新規地下水開発への参加意思

水管理組合や村落改善委員会のメンバー等が参加意志を明確に表明したり、現地訪問時に、住民から、地下水開発への積極的な意見を得た場合は、「参加意思が高い」と判断した。 その結果、特に「参加意志が高い」と判断したのは、No.1 パクチャ、No.3 ラエスペランサ、No.4 ポンセエンリケ、No.12 ハダン、No.25 ヌルチである。

一方、No.10 ブルスン、No.16 サンファン、No.17 カナリバンバ、No.18 ダンダン、No.20 ワシパンパ、No.21 サンペドロでは、「参加意志が低い」あるいは「参加意思がやや低い」と判断した。その理由としては、これらの地区が、既に上水供給施設を新設しているか、あるいは新施設が稼働間近であったり、既存施設の改善で対応が可能と回答したり、さらには、地区全体の組織としての取り組み方が弱いと判断されたためである。

(c) 支払可能額

新規地下水開発に係る水道料金支払可能額は、住民アンケート結果の地区別平均値を使用し、これが 1 ドル／月以下の地区は、維持管理能力のポテンシャルが低いという判断をした。支払可能額は、特に現行の水道料金支払額に影響を受けており、この数値が正確に維持運営能力のポテンシャルを表していると決めつける訳にはいかないが、アンケート全票の平均値が約 1.9 ドル／月なので、その約二分の一の値を指標とした。

支払可能額の平均が 1 ドル／月以下の地区は、No.7 サンタマルサ、No.21 サンペドロ、No.26 プリンシパルであった。逆に、これが 3 ドル／月以上の地区は、No.3 ラエスペランサ、No.10 ブルスン、No.16 サンファン、No.22 アドベパンバ、No.25 ヌルチであった。

表 3-2-3　運営維持管理能力･参加意思の評価

No.	地区名	地下水開発への参加意思	支払い可能額(ﾄﾞﾙ/月)	水管理組合	参加意思/維持管理能力
1	パクチャ	強い	2.4	ETQPA直接給水	A
2	ブエノス･アイレス	あり	1.4	あり	B
3	ラ･エスペランサ	強い	3.0	あり	A
4	ポンセ･エンﾘケ	強い	1.7	あり	A
5	サン･アルフォンソ	あり	1.6	集落内に2つある	B
6	サン･フランシスコ	あり	1.3	あり	B
7	サンタ･マルサ	あり	1.0	あり	C
8	シャガール	あり	1.6	あり	B
9	シュミラール	あり	2.1	あり	B
10	ブルシュン	あり	3.2	あり	D
11	チカウニャ	あり	1.6	あり	B
12	ハダン	強い	1.7	あり	A
13	ナジグ	あり	1.8	あり	B
14	キムシ	あり	1.8	あり	B
15	サン･フアンパンバ	あり	1.2	あり	B
16	サン･ファン	なし	3.0	あり	D
17	カニャﾘバンバ	なし	2.1	あり	D
18	ダンダン	少しあり	1.6	あり	C
19	グアヤラ	あり	1.3	あり	B
20	ウアシパンバ	少しあり	1.6	あり	D
21	サン･ペドロ	少しあり	1.0	あり	D
22	アドベパンバ	あり	3.4	あり	B
23	グエル	あり	1.1	あり	B
24	サン･ミゲル	あり	1.4	あり	B
25	ヌルチ	強い	3.4	あり	A
26	プﾘンシパル	あり	0.9	あり	C

評価:　A:　運営維持管理能力･参加意思が高い、B:　運営維持管理能力･参加意思がある

C:　運営維持管理能力･参加意思がやや低い、D:　運営維持管理能力･参加意思が低い

注:　水管理組合(ETAPA による直接給水を含む)がある場合はまず B ランクとし、「地下水開発の参加意思が高い」場合は1ランク上げ、「低い」場合は2ランク下げた。また、「支払い可能額」が1．0ドル／月の場合は1ランク下げた。さらに、水管理組合がない場合はCランクからスタートし、「地下水開発の参加意思」あるいは「支払い可能額」に応じてランクを上下させた。

以上から、プロジェクトの対象地区は　この評価で「運営維持管理能力･参加意思が高い」、および「運営維持管理能力･参加意思がある」と判断された地区から選定するものとする。

(4) 総合評価

1) 地下水開発の対象地区

以上の結果から、調査対象地区への評価は表 3-2-4 のようにまとめられる。 この中で、本プロジェクトは給水量もしくは水質に問題のある地区に対して検討を行う事とした。

表 3-2-4 検討結果のまとめ

No.	村落名称	給水量	水質	地下水開発の可能性	他援助機関との重複	社会状況調査	プロジェクトの対処方針	今後の対応方針
1	パクチャ	A	C	C	無	A	地下水開発	
2	ブエノス・アイレス	B	C	C	無	B		
3	ラ・エスペランサ	A	D	A	無	A	地下水開発	
4	ポンセ・エンリケ	A	A	C	無	A	地下水開発	
5	サン・アルフォンソ	B	C	A	無	B		
6	サン・フランシスコ	B	C	C	無	B		
7	サンタ・マルサ	B	D	C	無	C		
8	シャガール	A	C	B	無	B	地下水開発	
9	シュミラール	B	C	C	無	B		
10	ブルシュン	A	C	E	有	D		
11	チカウニャ	A	C	E	無	B		グアラセオ市との水源共有化
12	ハダン	A	C	C	無	A	地下水開発	
13	ナジグ	A	C	C	無	B	地下水開発	
14	キムシ	A	C	C	無	B	地下水開発	
15	サン・フアンパンパ	A	C	D	無	B		浅井戸水源へのアドバイス
16	サン・ファン	A	C	D	有	D		
17	カニャリパンパ	A	C	C	有	D		
18	ダンダン	B	B	E	無	C		導水方法へのアドバイス
19	グアヤラ	A	C	C	無	B	地下水開発	
20	ウアシパンパ	A	C	D	無	D		浅井戸水源へのアドバイス
21	サン・ペドロ	B	B	E	無	D		導水方法へのアドバイス
22	アドベパンパ	A	C	B	無	B	地下水開発	
23	グエル	A	A	E	無	B	(水質改善)	
24	サン・ミゲル	A	C	E	無	B		導水方法へのアドバイス
25	ヌルチ	A	A	C	無	A	地下水開発	
26	プリンシパル	B	C	B	無	C		
計 (対象地区数)		18	5	17	23	18	地下水開発:10地区 水質改善:1地区	

① 地下水開発の対象地区 (10 地区)

地下水開発の対象地区は、水源量もしくは水質に問題があり、他の機関からの施設整備プロジェクトが行われておらず、地下水開発の可能性が高い地区のなかで、更に社会開発調査で地下水開発の参加意思の高い以下の10 地区を選定した。

No.1 パクチャ、No.3 ラ・エスペランサ、No.4 ポンセ・エンリケ、No.8 シャガール、No.12 ハダン、No.13 ナリグ、No.14 キムシ、No.19 グアヤラ、 No.22 アドベパンパ、 No.25 ヌルチ

② 水質改善の対象地区 (1 地区)

No.23 グエルに塩素滅菌器を調達する。設置・運転指導は州側が担当する。

③ 他の手段による水源開発もしくは既存給水施設の改修が必要と判断される地区(6 地区)

水源量もしくは水質に問題があるが、地下水開発の可能性が低い地区は 6 地区ある。各地区に対する代替計画は以下の内容と考えられる。

取水, 導水管の改善:No18 ダンダン、No21 サンペドロ、No24 サンミゲル

No18 ダンダン、No21 サンペドロは記述のように基準以下であるが農薬が検出されているため、州側は汚染源の確定の調査を行った後に導水管の改善等の対策を実施する。

No.24 サンミゲルは水源量は問題がないため、州側は渓流の取水口を改善するとともに、導水路の再測量(詳細)を実施してエアー弁の再配置を行い空気溜まりの問題を解決する。

浅井戸による水源:No15 サンフアンパンパ、No20 ウアシパンパ

この2地区では水源量が不足するにも関わらず、地下水開発の可能性が低いと判断されるため深井戸の建設は行わない。 代替案としては、大口径浅井戸を建設し、浅い地下水を集水することである。 この設計・建設方法についてはプロジェクト実施の段階でコンサルタントが技術的なアドバイスを行うものとする。

グアラセオ市と共同で水源開発を進める: No.11 チカウニャ

本地区では水源量が不足しているが、地区付近では地下水開発の可能性は低い。グアラセオ川からの標高差はおよそ500mであり、河川付近に井戸掘削をして揚水した場合、料金が高騰する。 この地区は位置的にはグアラセオ市の直上流側となるので市で現在検討されている表流水による水源拡張計画の中で一部送水できる方向が望ましい。 もしくは、河川付近の井戸でグアラセオ市へ給水を行い、その代替として市からの給水を受ける等、チカウニャとグアラセオ市による共同開発が必要である。

④ 他機関との重複より対象外となる地区(3 地区)

No10 ブルシュン, No16 サンフアンは世銀の融資を受けて MIDUVI によって実施されるプロジェクトの対象となっている。 また、No17 カニャリバンバは FISE の融資による給水施設の試運転が始まったところであり、当面はこの施設の運転状況を見ることになる。 運転・維持管理に対しては州政府からの技術援助が必要である。

⑤ その他の地区(6 地区)

現在の給水量で当面問題はないと判断されるのは以下の地区である。ただし、水質の点では水質試験の結果で問題がなかったのはNo.7 サンタマルサだけであり、色度、濁度、大腸菌、一般細菌が基準を超えているため、当面は州主導でこれらの検査を実施して季節的な変動を把握するとともに、塩素滅菌を確実に実施して飲料水の安全性を高めるものとする。

No.2 ﾌﾞｴﾉｽｱｲﾚｽ、No.5 ｻﾝｱﾙﾌｫﾝｿ、No.6 ｻﾝﾌﾗﾝｼｽｺ、No.7 サンタマルサ、No.9 ｼｭﾐﾗｰﾙ、No.26 ﾌﾟﾘﾝｼﾊﾟﾙ

2) 技術支援による施工の対象とする地区

① アスアイ州地下水開発(上位計画)の対象地区

要請地区以外に州審議会の地下水開発の対象となっている地区(要請26地区と合わせて172地区)についても、地質図と地形図及び今回実施した 26 地区の踏査と電気探査のデータを基に地下水開発の可能性について検討を加えた。下記の概略判定表に示すように15郡の104地区が地下水開発の可能性ありと判定した。また、104地区の掘削予定深度についても検討を加え掘削深度を推定した。

その結果下記の地質区分別の掘進長は表 3-2-6 に示すように、100m以下 5 地区、150m12 地区、200m23 地区、250m31 地区、300m33 地区である。

表 3-2-5 172 地区地下水開発可能性概略判定一覧表

郡	開発可能性(地区数)						開発可能性(%)	
	A	B	C	D	E	合計	有(A～C)	無(D,E)
Chordeleg (ﾁｮﾙﾃﾞﾚｸﾞ)	0	1	0	2	1	4	25	75
Cuenca (ｸｴﾝｶ)	1	7	23	10	0	41	76	24
El Pan (ｴﾙ･ﾌﾟﾗﾝ)	0	0	2	3	0	5	40	60
Giron (ﾋﾛﾝ)	0	2	2	3	1	8	50	50
Guachapala (ｸﾞｱﾁｬﾊﾟﾗ)	0	0	1	1	0	2	50	50
Gualaceo (ｸﾞｱﾗｾｵ)	0	0	5	6	3	14	36	64
Nabon (ﾅﾎﾞﾝ)	0	1	9	5	2	17	59	41
Ona (ｵﾅ)	0	0	3	2	0	5	60	40
Paute (ﾊﾟｳﾃ)	0	1	5	2	0	8	75	25
No.4 ポンセ･エンリケ (ﾎﾟﾝｾ･ｴﾝﾘｹ)	2	2	6	0	0	10	100	0
Pucara (ﾌﾟｶﾗ)	0	0	2	1	0	3	67	33
San Fernand (ｻﾝ･ﾌｪﾙﾅﾝﾄﾞ)	0	0	2	1	0	3	67	33
Santa Isabel (ｻﾝﾀ･ｲｻﾍﾞﾙ)	0	2	9	9	4	24	46	54
Sevilla de Oro (ｾﾋﾞｨｰｼﾞｬ･ﾃﾞ･ｵﾛ)	0	0	3	3	0	6	50	50
Sigsig(ｼｸﾞｼｸﾞ)	0	1	12	6	3	22	59	41
合計	3	17	84	54	14	172	60	40

A:開発の可能性高い、 B:開発の可能性あり、C:開発の可能性不明(地点を選べば可能性あり)、
D:開発の可能性少ない、E:開発の可能性非常に少ない

表 3-2-6 地質区分別開発可能性本数、掘進長

掘進長(m)	地質区分				計
	1	2	3	4	
100	5				5
150	6		5	1	12
200			11	12	23
250		1	12	18	31
300		30	3		33
計	11	31	31	31	104
うち今回掘削本数	2	1	1	1	5
掘進長（m）	80m, 150m	300m	200m	250m	

アスアイ州の地下水開発の対象 104 地区を掘削機 1 式で履行する場合、年間の掘削本数をおよそ 10 本とすると全体で 11 年間必要である。 ただし、地下水開発の対象となる地区選定は資料ベースで行っているため、今後地下水開発調査手法の技術移転を受けた後に詳細な水理地質調査を実施して必要井戸本数の決定を含めて開発計画の見直しが必要であると考えられる。

②技術支援（ソフトコンポーネント）による施工地区

技術支援による施工井は、このアスアイ州政府が実施する地下水開発計画を踏まえて、以下の条件から選定する。

・当州は地質、地形上の観点より 4 つの地域に区分できる（図 3-2-2 参照）。 それぞれの地区の地質に適した掘削方法を指導する必要性から各地区から最低 1 箇所を選定する。サンタイサベル地区については地下水開発の可能性は低いが、将来計画の中で 24 地区が含まれており、技術移転上、掘削が必要である。

・掘削深度への対応に必要な地区

・掘削方法への対応に必要な地区（泥水、エアー掘り、ガイドケーシング・ワークケーシングの使用方法等）。

・比較的掘削が容易（扇状地で沖積層）で深度も深くない地点での掘削を最初の 1 井目とし、ここで基礎訓練をはじめる。候補地としてはポンセエンリケ地区を予定する。

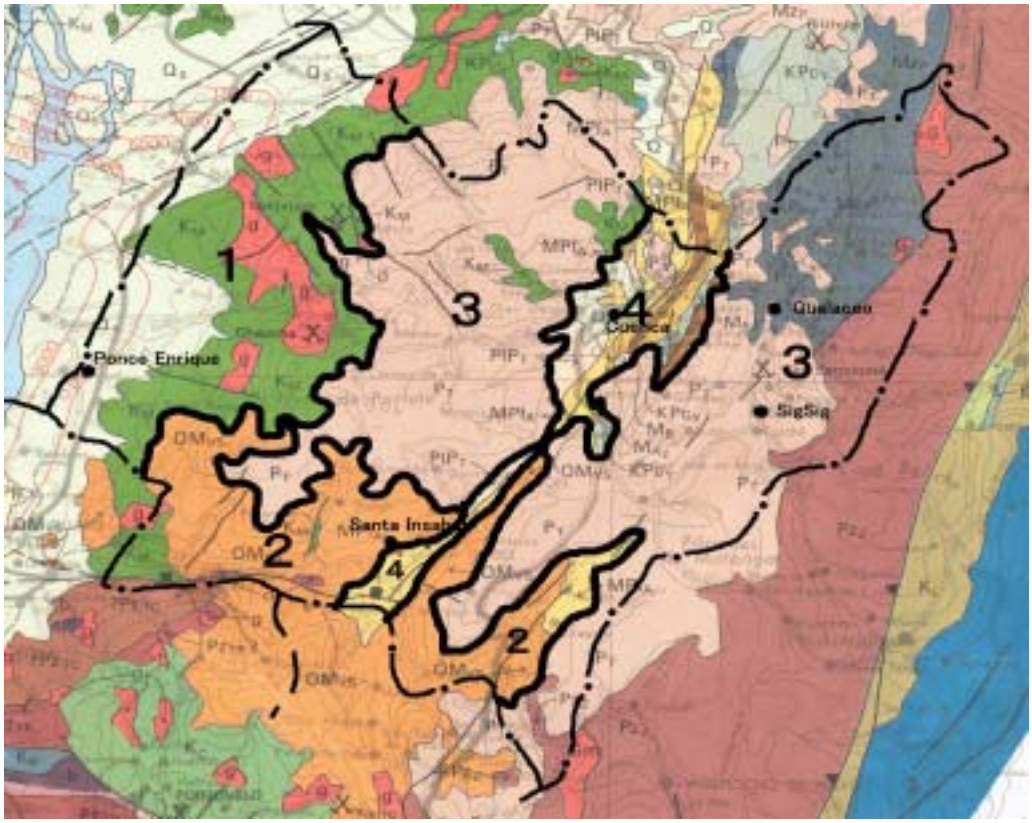


図 3-2-2　アスアイ州地質区分概念図

上記より井戸建設の技術移転に必要な地区は次の5地区とする。

①ポンセエンリケ地区　No3 ラエスペランサ（基礎訓練用）、No4 ポンセエンリケ（地質対応用）

②サンタイサベル地区　No19 グアヤラ（地質対応用＋掘削深度対応用）

③グアラセオ地区　No12 ハダン（地質対応）

④クエンカ地区　No25 ヌルチ（地質対応用＋掘削方法対応）

3-2-2-2　施設計画

（1） 給水計画の方針

地下水開発計画の策定にあたって、基本となる給水計画は以下の方針で策定する。

1）計画年

現在、アスアイ州では今後の地下水開発計画を検討している段階であり、本プロジェクトの計画年としては 10 地区 13 井の建設が終了すると想定される 2006 年を計画年として計画の策定を行なう。

給水人口は本調査における 2002 年人口をベースに、INEC によって 2001 年に実施されたセンサスに基づく各郡別 1991 年～2001 年の人口増加率を用いて計画人口をもとめる。 ただし、クエンカ市を要するクエンカ郡については都市部と地方部の人口増加率に大きな差異があるので地方部の増加率を用いる事とする。各郡毎の

人口増加率は以下に示すとおりである。

人口増加率

郡	人口増加率（%）
クエンカ	0.3
グアラセオ	0.7
ポンセ・エンリケ	1.9
サンタ・イサベル	0.4
シグシグ	0

2）給水原単位

地方給水計画に用いられる原単位は MIDUVI によって以下のように設定されている。

給水原単位

人口	気候	水使用原単位（L/人/日）
5,000 人まで	寒冷	120-150
	中間	130-160
	温暖	170-200

ただし、MIDUVI の計画基準でも上記の基準をベースに現地の水源による制約や社会生活状況を考慮して現実的な値を採用する事となっている。特にアスアイ州で人口や村落位置によって計画値を規定していないため、既存の水利用状況やエクアドル国における他州の地方給水の基準を検討した結果、給水原単位として 100 (l/人/日)、ただし、ポンセ・エンリケ市については新しく設置されたポンセ・エンリケ郡の中心地であり、水使用の増加が予想される事から 120 (l/人/日)を採用する。

3）計画日平均給水量

計画日平均給水量＝計画人口 x 給水原単位

4）計画日最大給水量

計画日最大給水量＝計画日平均給水量 x 1.3

（1.3 の割増に負荷率や各種損失すべてを含むものとする）

5）水源開発量

不足量＝日最大給水量 － 乾期の推定水源量

井戸 1 井当たりの揚水量は表 3-2-2 の可能揚水量による。 不足量に対して必要な井戸本数が 2 本以上になる場合は、本プロジェクトで対処する井戸計画本数を最大 2 本までとし、その後はプロジェクトで収集される地下水データを解析・検討した結果を踏まえて「エ」国側で地下水開発の計画を進めるものとする。

（2）井戸建設地区の給水施設の設計方針

井戸建設地区では既存の水質に問題があり使用を停止する場合を除いて、既存の水源及び給水施設は継続し

て利用する事となる。ほとんどの場合、井戸の建設地点は既存の給水施設位置や地区の中心地よりも標高的に低位に位置する場所を選定する事になるので、既存の配水池もしくは新規配水池まで送水する必要がある。 配水池の容量は計画日最大給水量の30%をめどに既存配水池容量が大幅に不足する場合及び既存配水池の位置が必要な標高にない場合、新規配水池を建設して送水先とする。

井戸の運転時間については、対象地区のオペレーターは 1 名昼間のみの勤務であるため 12 時間を標準とする。

施設の内容は以下のとおりである。

1) 井戸水源地

井戸、ポンプハウスで構成され、必要に応じて電柱とトランスを含む。 井戸元は汚染水防止のためにシーリングを行なっているが、井戸付近地の保護および維持管理作業のためにできれば10mx10m程度の敷地とする。フエンス、夜間用照明、井戸水の排水設備を有する。

2) ポンプハウス

井戸は安全のため、ポンプハウスの室内に入れる計画である。このため、ポンプハウスの屋根はポンプ維持管理のため開閉できる構造とする。 電気の受電盤、ポンプの制御盤が配置されるとともに、ポンプ機材管理のために必要な用具、オペレーターの作業のために必要なスペースを確保する。

3) 配水池

既存配水池では容量もしくは位置的に問題がある場合は新規配水池を建設する。基本的にアスアイ州で実績を持つファローセメント工法（モルタル製の円形タンク）で建設する。

4) 送水管

井戸元から配水池までの送水管は PVC 管もしくは亜鉛めっき鋼管を使用する。

5) 塩素滅菌

井戸元で注入した場合は別途小型のポンプが必要となるので、配水池の直前で井戸からの着水井を作り混入するものとする。 塩素はアスアイ州で一般的に使われている塩からの塩素精製装置を使用する。

(3) 対象地区の計画内容

地下水開発の対象地区として選定した10地区に対して、給水計画の策定を行った。
各地区別の状況と計画方針は以下のとおりである。（表 3-1-2 計画内容、表 3-2-7 給水計画諸元、図 3-2-4 基本設計図(給水システム図)参照）

No.1 パクチャ(中心部)

既存水源も継続して利用する事を前提に、通年的な水不足を解消するために地下水源開発を実施する。計画給水量 131m3/日に対して 113m3/日が不足となる。 1 井当たりの想定揚水量は 0.5 l/sec であるため、5本の井戸が必

要となる。井戸は市内中心から河川側へ下った地点で2本建設して既存の浄水施設地点の配水池に送水する事とし、この結果から当地での水理地質状況を把握してその後の計画を検討するものとする。当面の不足分は井戸の運転時間を延長して対処する。井戸資機材を2本分調達し、州側が施工する。

No.3 ラ･エスペランサ

新規移住者へも配水を行なうため、不足水源を地下水開発で補充する。計画給水量 211m3/日に対して、不足分は 133m3/日である。 1 井当たりの想定揚水量は 3.0 l/sec であるため、1本の井戸が必要となる。既存施設に隣接して配水池を建設し、河川リオネグロの近くに建設する井戸から送水する。井戸資機材を1本分調達し、アスアイ州側による施工に対して日本側はソフトコンポーネントによる技術指導を行なう。

No.4 ポンセ･エンリケ

計画給水量 420m3/日全量を地下水源へと変更する。 1 井当たりの想定揚水量は 5.0 l/sec であるため、2 本の井戸が必要となる。Guanache 川右岸で井戸掘削、別途計画地に配水池を建設して送水する。掘削時に水質分析を実施して安全性を再確認する。井戸資機材を1本分調達し、アスアイ州側による施工に対して日本側はソフトコンポーネントによる技術指導を行なう。なお、配水管については州審議会で 2003 年に建設予定で現在社会開発省に(補助)予算を申請中である。

No.8 シャガール

水源不足を地下水開発で補強する。計画給水量 281m3/日に対して、不足分は 195m3/日である。 1 井当たりの想定揚水量は 3.0 l/sec であるため、1本の井戸が必要となる。既存の浄水場から 100m の位置に井戸を建設し、浄水場（敷地の拡張が必要）内に建設する新規配水池へ送水する。日本側で井戸資機材1本を調達し、州政府側が施工を実施する。

No.12 ハダン

流域内ではこれ以上の水源は確保できない為、水源不足を地下水開発で補強する。計画給水量 401m3/日に対して、不足分は266m3/日である。 1井当たりの想定揚水量は0.5 l/secであるため、12本の井戸が必要となる。井戸から市中心部をカバーする既存配水池への送水管へ接続して市中心部200 戸分への給水を実施する。井戸資機材を2本分調達し、うち 1 本はアスアイ州側による施工に対して日本側はソフトコンポーネントによる技術指導を行なう。

No.13 ナジグ

流域内でこれ以上表流水水源を確保することは不可能である為、不足分を地下水源で補強する。計画給水量214m3/日に対して、不足分は121m3/日である。 1井当たりの想定揚水量は2.0 l/secであるため、1本の井戸が必要となる。グアラセオ川近傍で井戸掘削を行ない、既存のタンクへ送水する。これにより下部給水区の給水を行なう事とし、上部給水地区は既存水源を用いて給水を継続する。井戸資機材1本を調達し、アスアイ州側が施工する。

No.14 キムシ

現在、州側援助による浄水施設が稼働を始めたところはであるが、No.13 ナジグと同様にサン･フランシスコ川からの乾期取水の増強は不可能である。グアラセオ川沿いで井戸建設を実施して下部給水区をカバーする。 計画給水量 120m3/日に対して、不足分は 72m3/日である。 1 井当たりの想定揚水量は 2.0 l/sec であるため、1本の井戸が必

要となる。日本側で井戸資機材1本を調達し、州側で施工する。

No.19　グアヤラ

計画給水量 159m3/日に対して、不足分は 131m3/日である。 1 井当たりの想定揚水量は 1.0 l/sec であるため、3 本の井戸が必要となる。地区西側に位置する谷筋で井戸の建設を行い、新規に建設する配水池に送水する。日本側は井戸資機材2本の調達を行ない、うち 1 本はアスアイ州側による施工に対して日本側はソフトコンポーネントによる技術指導を行なう。

No.22　アドベパンバ

周辺でこれ以上の表流水源開発は不可能である。計画給水量 131m3/日に対して、不足分は 63m3/日である。 1 井当たりの想定揚水量は 1.0 l/sec であるため、1本の井戸が必要となる。道路横の教会敷地内の既存配水池へ道路沿いに 3.4km 下がった地点に井戸を建設、送水する。この配水池から下流側住民への水供給とし、上流部については既存の湧水･緩速ろ過施設から供給する。日本側で井戸資機材1本の調達を行ない、州側で施工する。

No.25　ヌルチ

流域に表流水源の開発の見こみはない。計画給水量 33m3/日に対して、不足分は 26m3/日であるが、既存水源の湧水も汚染されているので全給水量を地下水源で賄うこととする。 1 井当たりの想定揚水量は 1.0 l/sec であるため、1本の井戸が必要となる。送電線鉄塔付近に配水タンクを建設し、下流側に建設する井戸から送水する。井戸資機材を1本分調達し、アスアイ州側による施工に対して日本側はソフトコンポーネントによる技術指導を行なう。

表 3-2-7　給水計画諸元

No.	村落	家族数	2002年人口	人口増加率 (%)	2006年人口	計画日最大 (m3/d)	乾期推定流量 (m3/d)	不足量 (m3/d)	計画給水量 (l/s)	一井当たり推定揚水量 (l／s)	必要本数	計画本数	井戸深度 (m)	送水管延長 (m)	配水池	井戸管理棟	塩素滅菌装置
1	パクチャ	200	1000	0.3	1010	131	19	112	2.6	0.5	5	2	200	2835	既存利用	2基	1セット
3	ラエスペランサ	300	1500	1.9	1620	211	78	133	3.1	3.0	1	1	80	100	20m3x1基	1基	1セット
4	ポンセエンリケ	500	2500	1.9	2695	420	0	420	9.7	5.0	2	1	150	495	50m3x1基	1基	1セット
8	シャガール	300	2000	1.9	2160	281	86	195	4.5	3.0	1	1	80	105	30m3x1基	1基	1セット
12	ハダン	600	3000	0.7	3085	401	135	266	6.2	0.5	12	2	200	1580	既存利用	2基	ー
13	ナジグ	250	1600	0.7	1645	214	93	121	2.8	2.0	1	1	150	525	既存利用	1基	1セット
14	キムシ	180	900	0.7	925	120	48	72	1.7	2.0	1	1	150	1385	20m3x1基	1基	1セット
19	グアヤラ	250	1200	0.4	1220	159	28	131	3.0	1.0	3	2	300	1575	20m3x1基	2基	1セット
22	アドベパンバ	250	1000	0.3	1010	131	68	63	1.5	1.0	1	1	200	830	既存利用	1基	1セット
25	ヌルチ	45	250	0.3	255	33	0	33	0.8	1.0	1	1	250	800	10m3x1基	1基	1セット

3-2-2-3 資機材計画

（1） 井戸の構造と付帯設備

1）井戸の構造

①井戸孔径は当州の地質条件（賦存量が少ない）より、計画揚水量を確保するには大きな井戸径が必要であることから、6 インチのケーシングを使用するものとし、掘削径は 17-1/2 インチ、12-1/4 インチ、10-5/8 インチ、9-5/8 インチとする。（基本設計図　井戸構造図　参照）

②粘土層を挟む地層の掘削については張り出し、盤ぶくれなどを考慮して掘削径は 12-1/4 インチとする。

③井戸深度は 300mを最深とする。従って機械の掘削能力、巻き上げ能力などから機能は 350mとする。

④井戸の掘削方法は地質条件（未固結層、固結層、固結層で粘土、巨レキを含む）より 3 通りとし、未固結層は泥水掘り、固結層はエアー掘りとする。

⑤スクリーンの位置は孔内検層の結果とスライムと掘削記録より最適な位置とする。

2）付帯設備

①井戸は管理棟内に収めるものとする。

②管理棟内の配管、配線は最適なものとする。

③管理棟の屋根は水中モータポンプが出し入れできるものとし、扉、窓の位置はクレーンの使用時にクレーンから井戸元が見られる構造とする。

表　3-2-8　井戸構造と掘削本数

地区名	本数	掘削深度（m）	井戸構造（タイプ A,B,C）
No.3　ラ・エスペランサ	1	80m	タイプ　B
No.4　ポンセ・エンリケス	1	150m	タイプ　B
No.12　ハダン	1	200m	タイプ　A
No.19　グアヤラ	1	300m	タイプ　A
No.25　ヌルチ	1	250m	タイプ C
計	5	980m	

（2） 主要資機材

主要資機材リストは表 3-1-3 に示すとおりである。 各機材についての用途、仕様は以下のとおりである。

1）井戸掘削機、その他ツールス類

① 掘削機

本地区の地質は、粘土、シルト、砂、レキ層等の堆積層地帯と、中生代を中心とした火成岩等の岩盤地帯に区分される。掘削方法としては粘土やレキなどの異なる粒径からなる地質や、異なる岩盤の質と強度など複数の掘削に適した回転式でしかも操作性、掘削効率に優れているロータリー方式のトップヘッドドライブとする。一方、火成岩等の基盤岩の掘削ではハンマーによる衝撃掘削が適しており、ロータリー方式との併用が可能となるダウンザホール（DTH）掘削工法を選定する。

掘削深度は帯水層深度によって決定されるが、本プロジェクトの予定掘削深度は平均 150m、最大で 300m と想定される。よって、掘削機の最大掘削深度は事故時の余裕を加味して 350m まで掘削可能な機種とする。

井戸掘削機は以下の理由によりトラック搭載型とする。

・現地に掘削機を積み下ろしする重機がない

・掘削機の動力としてトラックのエンジンが利用でき、発電機などの機材を必要としない

・機動性に富み、機材類の数量が減り、コンパクト化される

② トラックエンジン

掘削機は同エンジンより PTO にて駆動される。掘削機に必要な馬力は下記の通りである。

① マッドポンプ：吐出量Q：1,500 L/min. 吐出圧P：20 kgf/cm²の場合の馬力は P x Q/450/0.75÷89 PS（65kW）

② ドリルヘッド及びドローワークス：87 PS（64kW） その他：約 14 PS（10kW）とすると 合計：190 PS（139 kW）

⇒190 PS x 0.8（作業効率）x 1.13（原動機係数）÷172 PS（126kW） となる。

標高 3,000 m で使用の場合エンジン出力が下がるため、約 30 %増しとする必要があり、掘削機に必要な馬力を供給するには 172 PS x 1.3 = 224 PS（165kW）としなければならない。従ってトラックエンジンの馬力数は 230 PS（169kW）以上とする。

③エアーコンプレッサー（トラック搭載型）

無水掘りでスライム（掘削屑）排出に要する空気流速は経験上約 990m/min とされる。風量は井戸口径が 10"-5/8 の口径の場合 45.29 m^3/min、9"-5/8 の場合 35.14 m^3/min であるが、発泡剤を利用することで浮力を得ることを前提に空気量 25m^3/min、2.35MPa(24.0kg/cm^2)の容量とする。この場合、コンプレッサーの重量は約 6tとなり車両搭載型でない場合、操作の安全を考慮すると 7.5t以上のクレーン車が必要となる。市場のクレーン車は

13.5t対応となり、特殊車輌になることから大幅に価格があがる。また、州審議会も 13.5t 対応のクレーン車を所有していないことからエアーコンプレッサーはトラック搭載型とする。

表 3-2-9　掘削関連機材の仕様

井戸掘削機	掘削機種	車輌搭載型ﾄｯﾌﾟﾍｯﾄﾞﾄﾞﾗｲﾌﾞ式ﾛｰﾀﾘｰ掘削機（泥水/DTH 掘削併用型）
	掲載機器	ﾏｽﾄ、ﾛｰﾀﾘｰﾍｯﾄﾞ、ﾄﾞﾛｰﾜｰｸｽ、泥水ﾎﾟﾝﾌﾟ、ｲﾝｼﾞｪｸｼｮﾝﾎﾟﾝﾌﾟ等
	掘削能力	4-3/4”ﾄﾞﾘﾙﾊﾟｲﾌﾟ 孔径 9”～17”で 350m 対応
	駆動形式 ｴﾝｼﾞﾝ出力	ﾄﾗｯｸｴﾝｼﾞﾝ PTO(Power-Take-Off) 169kw （230 PS）
	車輪駆動形式	6×4 （後輪駆動）
掘削用ﾂｰﾙｽ	掘削孔径	17-1/2”、14-3/4”、12-1/4”、10-5/8”、9-5/8”
	ｹｰｼﾝｸﾞ口径	14”、12”、10”、6”（本管）
	ﾂｰﾙｽ内容	掘削機用ｱｸｾｻﾘｰ、泥水/DTH 共通ﾂｰﾙｽ、泥水掘削用ﾂｰﾙｽ、DTH 用ﾂｰﾙｽ、ｹｰｼﾝｸﾞﾂｰﾙｽ、支援機材、350m 対応
高圧 ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ 搭載ﾄﾗｯｸ	吐出空気量/圧	25m^3/min、2.35Mpa
	運搬形式	ﾄﾗｯｸ搭載型
	車輪駆動形式 ｴﾝｼﾞﾝ出力	6×4 （後輪駆動） 169 kw （230 PS）

(2) 井戸掘削支援車両

井戸の掘削工事を効率良く運営するには、掘削機附属品、ドリルパイプ、ドリルカラー、ビット等の掘削ツール類、調泥剤、ケーシングパイプ、スクリーン、グラベル、水中ポンプなどの井戸建設資機材等を計画的に工事現場へ搬入する必要がある。また、掘削作業員、揚水試験や孔内検層の作業員、物理探査・水質試験の作業員及び現場と事務所との連絡等に運搬車の他に作業車が必要となる。支援車輌の利用目的とその仕様を表 3-2-10 に、また各車輌の稼動計画を表 3-2-11 に示す。

表 3-2-10 掘削支援車輌の仕様

長尺重量物運搬用ﾄﾗｯｸ	ﾄﾞﾘﾙﾊﾟｲﾌﾟ・ﾄﾞﾘﾙｶﾗｰ等の長尺重量物や井戸用ｹｰｼﾝｸﾞﾊﾟｲﾌﾟ・ｽｸﾘｰﾝの運搬、積み降ろしに使用する。さく井現場内ではﾄﾞﾘﾙﾊﾟｲﾌﾟ・ﾄﾞﾘﾙｶﾗｰ等の重量物の吊り上げ／降ろしやｹｰｼﾝｸﾞﾊﾟｲﾌﾟ・水中ポンプの挿入等の掘削機の補助作業にも使用する。このﾄﾗｯｸは常に掘削機と同一の行動をとる。	
	駆動方式	6×4 後輪駆動型、標準ｶｰｺﾞ仕様
	ｴﾝｼﾞﾝ出力	169kw （230 PS）
	荷台長さ	6m 以上
	ｸﾚｰﾝ	最大吊り上げ荷重 58.8kN（6t）
中型資機材運搬用ﾄﾗｯｸ	掘削機の附属品、ﾄﾞﾘﾙﾊﾟｲﾌﾟ・ｹｰｼﾝｸﾞﾊﾟｲﾌﾟ昇降用附属品、泥水循環用ﾎｰｽ類、ﾏｯﾄﾞﾐｷｻ、ﾊﾟｲﾌﾟ接続用ｻﾌﾞ、ﾄﾘｺﾝﾋﾞｯﾄ、DTH ハンマー及びﾋﾞｯﾄ、ﾋﾞｯﾄﾌﾞﾚｰｶｰ、事故回復用具、組み立て水槽、ﾊﾟｲﾌﾟﾚﾝﾁ等作業用工具、ｴｱﾘﾌﾄ装置、調泥剤、ｾﾒﾝﾄ、ｸﾞﾗﾍﾞﾙﾊﾟｯｷﾝ用ｸﾞﾗﾍﾞﾙ等の運搬。また掘削終了後の揚水試験用水中ﾎﾟﾝﾌﾟ、発電機、更に据付給水用水中ﾎﾟﾝﾌﾟの運搬など多種多様の資機材運搬につかわれる。	
	駆動方式	6×4 後輪駆動型、標準ｶｰｺﾞ仕様
	ｴﾝｼﾞﾝ出力	169kw （230 PS）
	荷台長さ	4.5m 以上
	ｸﾚｰﾝ	最大吊り上げ荷重 29.4kN（3t）
水ﾀﾝｸ車	泥水で掘削する為多量の水を必要とするため、水ﾀﾝｸ車で輸送を行なう。掘削準備中に調泥を行いﾋﾟｯﾄ中に泥水を準備する。掘削が開始となれば孔が深まるにつれ泥水の補給が必要であり、又地層によっては逸泥が考えることから、水ﾀﾝｸ車での運搬が頻繁となる。	
	駆動方式	6×4 後輪駆動型、標準ｶｰｺﾞ仕様
	ｴﾝｼﾞﾝ出力	169kw （230 PS）
	ﾀﾝｸ容量	8.0m^3
小型作業車	掘削担当車として掘削作業員の移動が主な目的となり、掘削機と行動を共にする事となる.現場と事務所との連絡にも使用される。又消耗品、作業用品、緊急に入用とする部品等の輸送にもつかわれる。	
	駆動方式	4×4 全輪駆動型、ｼﾝｸﾞﾙｷｬﾋﾞﾝ・ﾋﾟｯｸｱｯﾌﾟ
	排気量	2,200cc
	ｴﾝｼﾞﾝ出力	90kW（120PS）
小型作業車	揚水試験車として掘削終了後の揚水試験や、孔内検層に使用される機材及びその作業員の輸送に使われる為、掘削担当車輌とは別行動となる。掘削準備期間中は補助作業員の移動にも使用される。	
	駆動方式	4×4 全輪駆動型、ﾀﾞﾌﾞﾙｷｬﾋﾞﾝ・ﾋﾟｯｸｱｯﾌﾟ
	排気量	2,200cc
	ｴﾝｼﾞﾝ出力	90kW（120PS）
小型作業車	調査専用車として物理探査機、水質試験用機材等の精密機器を輸送する為、土木用車輌とは別の車輌が必要となる。また現場踏査、社会状況調査、井戸建設終了後の衛生指導等へも活用されるため、掘削支援車輌とは別行動となる。	
	駆動方式	4×4 全輪駆動型、ｽﾃｰｼｮﾝﾜｺﾞﾝ
	排気量	2,200cc
	ｴﾝｼﾞﾝ出力	90kW（120PS）
無線機	州政府内の事務所と掘削現場、各車両に設置し、定期的な連絡と、緊急時に使用する。	
	周波数	159.500（受信）160.525MHz（送信） （VHF）に対応すること
	出力	25W 以上

表 3-2-11 車両運行表

作業内容	物理探査・現地調査	移動・組立・準備	掘削作業	検層作業	ケーシング挿入	グラベル充填・井戸仕上げ	揚水試験	水質試験	ポンプ掘付け
作業日数	10～15	5～6	10～40	2～3	1～2	1～2	3～5	2～3	1～2
掘削機(リグ) 最大掘削深350m		■	■	■	■	■	■→	■→	■→
小型作業車両①(掘削担当班) (消耗品、作業用品、要員輸送)		■	■	■	■	■	■→	■→	■→
高圧エアーコンプレッサー (車載型)		□	■			■	■→	■→	■→
長尺重量物運搬用トラック (6tクレーン付)		■	■	■	■		■→	■→	■→
小型作業車両②(揚水試験班) (検層作業、揚水試験)		□	□	■	□	■	■		■
中型資機材運搬用トラック (3tクレーン付)		□	□	■	□	■	■		■
水タンク車($8m^3$)		□	■			■	■→	■→	■→
小型作業車両③(調査専用班)＊ (電気探査、電磁探査、水質分析、社会状況調査、衛生教育)	■							■	

凡例: ■ 主稼動　□ 稼動　→ 次井に移動し、着工

＊小型作業車両③(調査専用班)は掘削作業工程とは別に、施設建設前の社会状況調査、施設建設後の衛生教育を行う為、別途行程となる。

支援車両の選定にあたっては、州政府の保有している機材で、井戸掘削工事に転用できる車輌、発電機、エアーコンプレッサー、電気・ガス溶接機等を確認するためにワークショップを調査したが、一部修理中のものを除き殆どの機械が各工事現場で使用されており、転用できる機材はないものと判断、井戸掘削工事に必要最低限の機材を準備するものとした。

基本的に、全車両は現地の道路事情と掘削現場内の作業性や安全面を考慮すると、ヘビーデューティータイプが適切である。

①長尺重量物運搬用トラックおよび中型資機材運搬用トラック

上記の車両稼動表から2台のトラッククレーンが必要となるが、通常の掘削作業としてはドリルパイプ、ケーシングやその他資材の運搬、積み下ろしが主体となり、この場合は3トンクレーン車における作業が最も効率的であるため、1台は3トンクレーンを選定する。しかし、揚水テスト用揚水管及びポンプ・キャブタイヤケーブルの総重量が3t以上となることから、4トンクレーンが市場に流通していないため、6tクレーンを調達の対象とする。

②水タンク車

井戸の掘削孔径が 10-5/8”(269.9mm)、深度が 250m の場合は泥水のために沈殿ピット、サクションピット、デイッチ・ライン、予備水槽合わせて約 $55m^3$ の工事用水を現場に準備すると想定する。流通している水タンク車は $6m^3$ と $8m^3$ 容量の 2 種類があるが、掘削地区近辺で工事用水を採水できない場合も多く想定されることから、作業効率を考慮して給水車の容量は $8m^3$ とする。

③小型作業車

稼動表のとおり3台の車両が必要となってくる。通常市販されている仕様で特に問題が無く、作業の効率性、運搬能力、作業員の移動を考え、シングルキャビンとダブルキャビンのピックアップトラックタイプとする。また残る一台は調査専用班車両で、物理探査機器、孔内検層機器等の精密機器の運搬用として使用するため屋根付きのステーションワゴンタイプとする。

④無線機

地下水開発を安全に迅速に行う上で、無線機による情報の管理が必要であることから無線機の調達を行う。現在州政府では 1 台のベース機と、車載型、ハンディータイプの約 20 台を所有し、州内 5 ヵ所に中継アンテナを設置していることから、州政府で登録されている周波数に合致した無線機を選定する。設置場所は地下水課事務所、掘削サイト、小型車両(3 台)それぞれ 1 台の計 5 台とする。

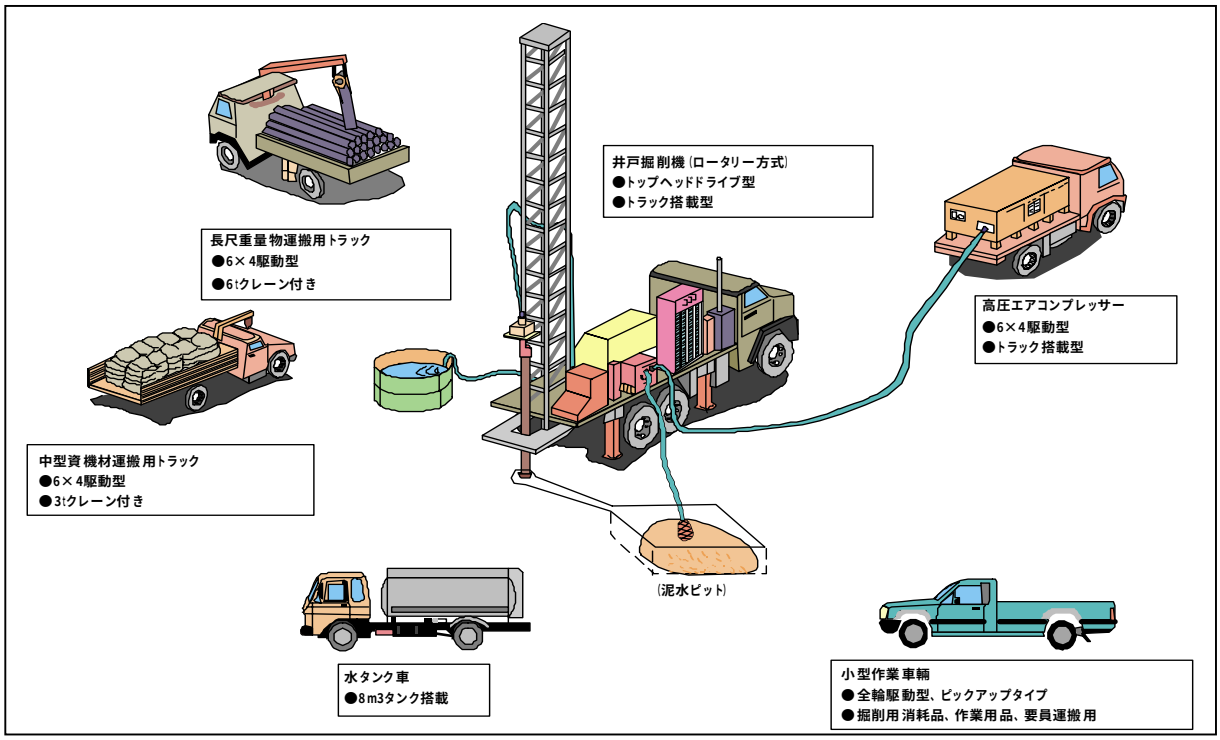


図 3-2-3 井戸掘削支援車両構成

(3)試験用機材

試験・測定機器は井戸建設位置を決定する為に地質状況、地下水賦存状況を調べる物理探査と、掘削終了後に帯水層の確認を行いスクリーンの位置決めを行うための孔内検層、適正揚水量を確認するための揚水試験、及び水質試験に必要な機材を選定した。試験・測定機器の仕様を表 3-2-12 に示す。

①電気探査器、孔内検層器

電気探査機器の能力は、掘削対象深度が 300m であることから同様の深度である 300m まで探査可能なものとし、解析ソフトと併せ、近年その手法において一般的になった水平 2 次元解析が可能なタイプとする。また調査位置の緯度・経度・標高を計測する GPS と、現場調査が効率的に行えるよう特定小電力ﾄﾗﾝｼｰﾊﾞｰを附属品として調達する。

孔内検層器は解析に最も一般的な項目である比抵抗、自然電位、自然放射能、電気伝導度、温度と、深度が 300m まで測定可能なものとする。

②揚水試験用ポンプ、ディ-ゼル発電機

揚水試験用の水中ポンプは、井戸の持つ揚水能力を調査するための機材である。想定する地下水の動水位が大きく-20m～-50mと-200m～-250mの 2 種類に分かれる為、ポンプの全揚程もこれに合わせて 65～100m、180m～270m のものとする。また、それぞれ計画揚水量の最大値の 2 倍～3 倍の揚水が可能なこととし、表 3-2-12 の仕様とした。

③水質試験器

水質試験器は簡易試験によるものとし、測定項目は表 3-2-12 のとおりとする。

表 3-2-12　調査用機材の仕様

電気探査器	地質構造を明らかにし、地下水開発の可能性の判断及び井戸掘削地点の位置決定を行なうために必要とされる。地中に人工的に電流を流し、地層の比抵抗値を測定する。	
	探査方法	垂直探査比抵抗法および水平 2 次元探査法
	探査深度	300m
	付属品	ﾃﾞｰﾀ解析のためのｿﾌﾄｳｪｱｰ、GPS、特定小電力ﾄﾗﾝｼｰﾊﾞｰ
孔内検層器	帯水層の分布状況を把握し、ｽｸﾘｰﾝの設置深度を決定するために井戸孔壁の電気抵抗、自然電位等を深度方向に連続して測定する。	
	検層方式	ﾃﾞｼﾞﾀﾙ検層
	検層項目	比抵抗、自然電位、自然放射能、電気伝導度、温度
	検層深度	300m
	付属品	ﾃﾞｰﾀ収録再生機能付き
揚水試験用ﾎﾟﾝﾌﾟ ﾃﾞｨ-ｾﾞﾙ発電機	掘削完了後の井戸の適正揚水量を決定するために使用される深井戸用水中ﾎﾟﾝﾌﾟで、段階揚水試験、連続揚水試験、水位回復試験、水質分析ｻﾝﾌﾟﾙの採取を行なう。	
	水中ﾎﾟﾝﾌﾟ	270m、揚水能力 200lt/min、3 相、440V、18.5kW、60Hz 100m、揚水能力 540lt/min、3 相、440V、15.0kW、60Hz
	発電機	ﾎﾟｰﾀﾌﾞﾙ型ﾃﾞｨｰｾﾞﾙ、60ｋVA、440V、60Hz
水質試験器	ﾎﾟｰﾀﾌﾞﾙ式の水質試験器で、河川水、地下水の水質分析を行う。また、現地にて懸念されている重金属類の計測も行う。	
	温度、ph、色度、電気伝導度、一般細菌、大腸菌、濁度ｱﾙｶﾘ度、硬度、TDS、鉄銅、ﾌｯ素、鉛、ﾏｸﾞﾈｼｳﾑ、ﾏﾝｶﾞﾝ、ｶﾙｼｳﾑ、塩素ｲｵﾝ、硫酸ｲｵﾝ、ｱﾝﾓﾆｱ性窒素、ﾅﾄﾘｳﾑ、ｶﾘｳﾑ、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、炭酸ｲｵﾝ、ﾋ素、ｶﾄﾞﾐｳﾑ、ｼｱﾝ、ｾﾚﾝ、水銀、ｱﾙﾐﾆｳﾑ、残留塩素	

(4) モニタリング機材

モニタリング機材はアスアイ州全地区を対象とした給水事業に関する一般的なデータの蓄積を行い、また物理探査、水質試験、揚水試験の解析等、データベース作成に使用し、今後の地下水開発計画に役立てることを目的として選定した。モニタリング機材の仕様を表 3-2-13 に示す。

①パーソナルコンピューター

解析ソフト(物理探査、孔内検層、データベース)が安定して使用でき、今後引き続く州側の計画を考慮し、現地で一般的に流通している機種を前提に解析に対応したハイスペックなものとする。

②雨量計

アスアイ州全域の降雨量を把握するため、5 台の雨量計を調達する。使用は標準の仕様である、クオーツ転倒マス型とし 0.5mm 単位で測定を行い、データの蓄積のためにデータロガーをこれに接続する。ﾛｶﾞｰは簡易さを考え長期間の観測が可能な電磁式のタイプとする。

表 3-2-13 モニタリング機材の仕様

ﾊﾟｰｿﾅﾙ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀｰ	物理探査、水質試験、揚水試験等のﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ、ﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ作成。	
	本体	ﾌﾟﾛｾｯｻｰ:2.4GHz以上、RAM256MB 以上、ﾊｰﾄﾞﾃﾞｨｽｸ:80GB 以上、ﾃﾞｽｸﾄｯﾌﾟ型、17"ﾓﾆﾀｰ、CD-RW、FD ﾄﾞﾗｲﾌﾞ
	付属品	ﾜｰﾌﾟﾛ、表計算、ﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ、CAD、ｽｷｬﾅｰ、ﾌﾟﾘﾝﾀｰ、
雨量計	ﾃﾞｰﾀ蓄積と、計画揚水量の策定の基礎資料として、5 台の雨量計を調達する。	
	本体	ｸｵｰﾂ転倒ﾏｽ型、精度 0.5mm
	付属品	ﾃﾞｰﾀﾛｶﾞｰ

(5) 井戸用資機材

10 地区 13 井の井戸建設資機材として、ケーシング、スクリーン及びポンプ設備と管材料を調達することとし、その仕様を表 3-2-14 に示す。

①ケーシングパイプ

ケーシングは掘削の仕様に併せ、6 インチとする。掘削深度が最大 300m を計画していることから強度のある配管用炭素鋼鋼管とし、技術移転を速やかに行うために片側カップリング付きケーシングとする。スクリーンは地質状況を勘案して井戸深度の 30%と想定することから、残る 70%をケーシング延べ m 数とする。

②ワークケーシング

ワークケーシングは i)粘土層が厚く軟弱であるか、岩盤に粘土化帯の挟みがあり押し出しの現象がある。ii)風化・変質が著しく孔壁の崩壊が発生する。iii)軟弱層に玉石がありビットが揺動して掘削不能となる。等の特殊な場合に用いる。現地調査の結果から、表 3-2-2 に示すように 10 地区中掘削 Type が C にあたる 3 地区 4 本においてワークケーシングが必要であると判断される。また掘削の状況によっては、その他の地区に

おいても必要となる可能性も考えられる。ワークケーシングは可能であるならば引き抜きを行って掘削孔から回収するが、現実的には約 30%は引き抜きが不可能となる。ワークケーシングを使用するのは最深で 80m 位であることから、各地区で約 24m（80m の 30%）が埋め殺しになるとすると、80m＋24m＋24m＋24m＝152m が 4 本のさく井工事に必要となる。

③スクリーン

井戸掘削完了後に行なわれる孔内検層の結果に基づき、帯水層位置に設置される採水用のパイプである。電触等による劣化防止と井戸の耐用年数を可能な限り延ばすためにスクリーンの材質はステンレス製のものとする。選定には以下の点に留意した。

・井戸内への細砂の流入、スクリーンの目詰まりに留意し、開孔面積の割合を大きく取るために、開孔部は V 型連続巻線形状のものであること。

・強度、耐久性に富み、耐酸性であること。

・スリット幅は 1.0mm とし開孔率は 20%であること。

・ケーシングと連続できる短ねじ加工カップリング付きであること。

④水中ポンプ

地下水の推定動水位が地上から 20～250m と低いため、地下水の揚水には水中ポンプを使用する。各地点における計画揚水量及び地下水の動水位と配水池の吐出し水位等から以下の式にて、仕様を決定した。

H（全揚程）=A+B+C

A：揚水管路の長さ（摩擦損失水頭含む）

B：配水池（標高）－井戸位置（標高）

C：井戸位置から配水池間に埋設される管路摩擦損失水頭

管路摩擦損失水頭についてはヘーズン・ウイリアム公式を使用し算定した。

$$H=10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

H：摩擦損失水頭（m）　C：流速係数（110 を使用）

D：管内径（m）Q：送水量（m^3/sec）L：管路延長（m）

井戸の仕上がり口径は 6 インチ（150mm）とし、水中モーターポンプの設置を行う。 ポンプ据付図は基本設計図　図 3-2-7 の通り。受電盤とポンプ制御盤はポンプ制御小屋内に設ける。 起動電力はポンセ・エンリケ地域で三相交流式 220Vとするが、山岳地のグアラセオ、サンタ・イサベル地域では三相交流の送電線までの距離が遠いため単相式 220Vとする。

表 3-2-14 井戸用資機材と管材の仕様

井戸用ｹｰｼﾝｸﾞﾊﾟｲﾌﾟ、ﾜｰｸｹｰｼﾝｸﾞ	井戸用掘削孔保護に使用する。 仕様:6 ｲﾝﾁ炭素鋼鋼管(JIS-3454、STGP)、片側ｶｯﾌﾟﾘﾝｸﾞ、ｽｹｼﾞｭｰﾙ 40
井戸用 ｽｸﾘｰﾝ	掘削孔の帯水層に位置する場所に設置し、地下水を孔内に導く為に用いる。 仕様:ｽﾘｯﾄ 1.0mm、開孔率 20%、短ねじ加工ｶｯﾌﾟﾘﾝｸﾞ付き。ｽﾃﾝﾚｽ製(SUS304)。
水中ﾎﾟﾝﾌﾟ	井戸孔内に設置し、地下水を配水池まで送水する。 〔三相 220V〕 180L/min×48m ×3.7kw　180L/min×83m ×5.5kw　180L/min×32m ×2.2kw 〔単相 220V〕 30L/分× 241m ×3.7kw×2 台　30L/min×91m ×1.5kw×2 台　120L/min×136m ×5.5kw 120L/分× 206m ×7.5kw　60L/min×336m ×7.5kw×2 台　60L/min×162m ×3.7kw 48L/分× 199m ×3.7kw　計 13 台
管理棟内配管 ﾊﾞﾙﾌﾞ類	ﾎﾟﾝﾌﾟの揚水管、空気弁、逆止弁、圧力計、制水弁、流量計を設ける。また、既存施設に配水槽がある場合はそこまでの連絡管を設置する。

(6)送水管材、管理棟建設資材

前述の施設計画に基づき、送水管材、管理棟に係る調達資材は以下のとおりとする。また、水質向上のために塩素滅菌装置が装備されていない地区へ調達を行う。

①送水管

送水管は井戸元から既存もしくは新設する配水池までとする。

水道用 PVC 管:φ90mm　総延長 6,320m

水道用 PVC 管:φ110mm　総延長 1,585m

水道用亜鉛めっき鋼管:3 インチ　総延長 1,825m

水道用亜鉛めっき鋼管:4 インチ　総延長 500m

計:　10,230m

仕切り弁(排水用)　1 インチ　x　13 個

空気弁　2 インチ　x　22 個

②管理棟用資材

管理棟用資材はセメント、コンクリートブロック及び鉄筋とし、他の資材は「エ」国側の調達とする。

③塩素滅菌装置

塩素滅菌装置は現地にて市販されている食用塩を電気的に分解して塩素を抽出する装置である。「エ」国では塩素自体が水道料金に対してコスト的に高くなることから、多くの地区でこの装置を利用している。調達は各地区の給水事情に合わせ 360m^3/日に対応できるタイプと、120m^3/日に対応できる 2 種類の調達を行う。

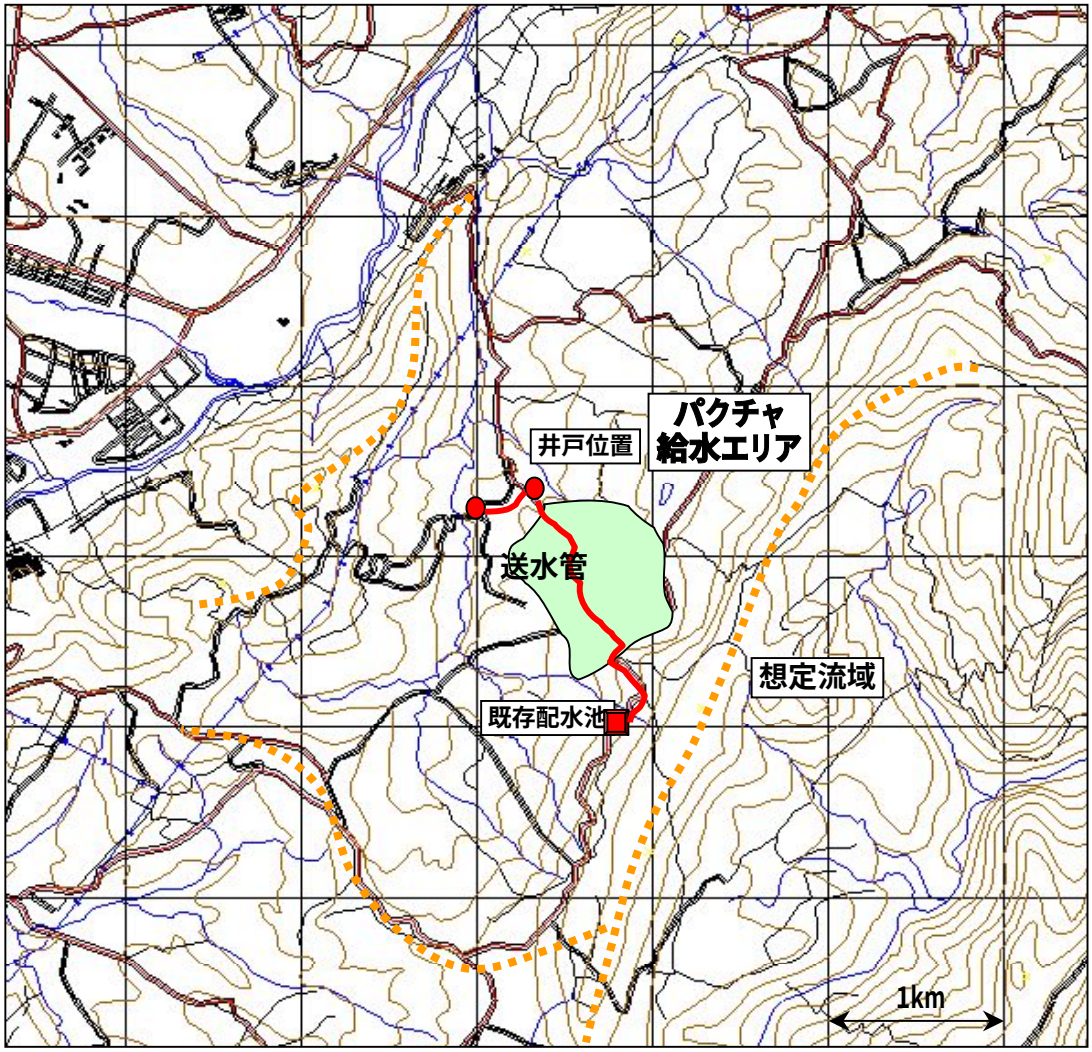
表 3-2-15　送水管材、管理棟用資材

送水管材	対象の井戸もとから既存、あるいは新規に建設される配水池までの配管材。 PVC 管は INEN1373 あるいは同等以上の規格を満たしていることとする。また、記述する径は呼び径（外径）である。耐圧と口径はＰＶＣφ90mm（1.25MＰa、1.0MＰa）、ＰＶＣφ110mm（1.0MＰa）。亜鉛ﾒｯｷ鋼管は ASTM A-120 あるいは同等以上の規格で、呼び径は 3 ｲﾝﾁ、4 ｲﾝﾁとする。	
配管材用アクセサリー	空気弁	1 ｲﾝﾁ、耐圧 2Mpa 以上、AWWAC509 あるいは同等以上とする。
	仕切り弁	2 ｲﾝﾁ、耐圧 2Mpa 以上、銅製（ASTM-B30-5A）、AWWAC500 あるいは同等以上とする。
塩素滅菌器	塩素作成装置、食塩を電気分解することにより塩素を抽出する装置。	
	120m^3/日の配水量に対応出来る容量のﾀｲﾌﾟ 360m^3/日の配水量に対応出来る容量のﾀｲﾌﾟ	
井戸管理棟用資材	ｾﾒﾝﾄ	INEN490 あるいは同等以上とする。
	鉄筋	JISG3112 あるいは同等以上とする。
	ｺﾝｸﾘｰﾄﾌﾞﾛｯｸ	INEN680 あるいは同等以上とする。

3-2-3 基本設計図

本計画の井戸施設、給水施設建設にかかる基本設計図は以下の通り。

- 給水システム図
- 井戸標準構造図
- 制御建屋標準図
- ポンプ据付図
- アスアイ州　ワークショップ資機材置き場配置図



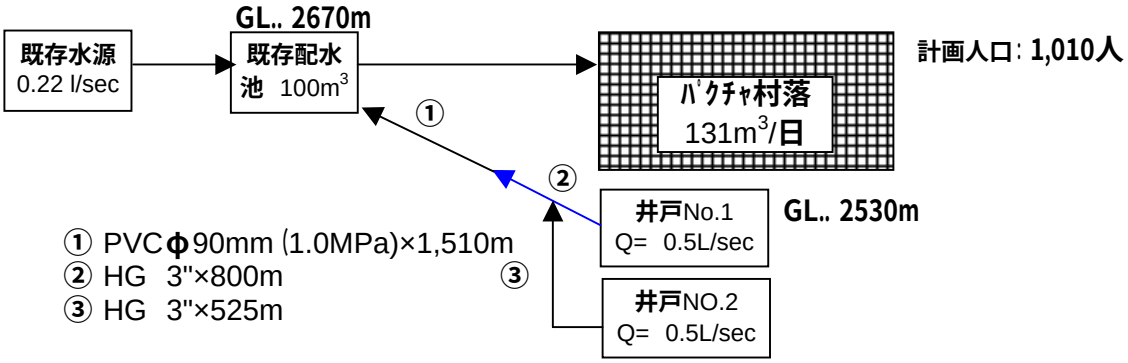
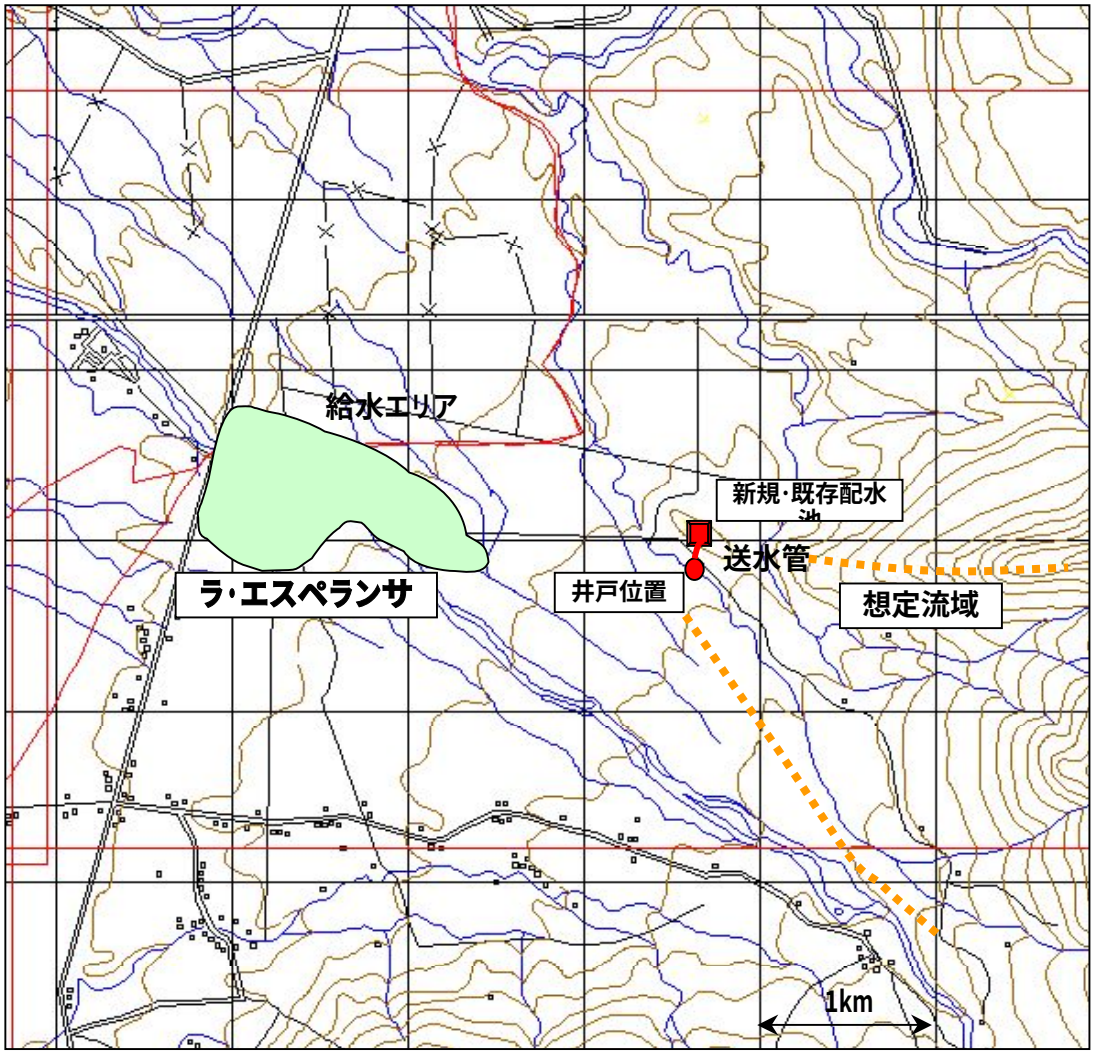


図 3-2-4(1) 給水システム No. 1 パクチャ



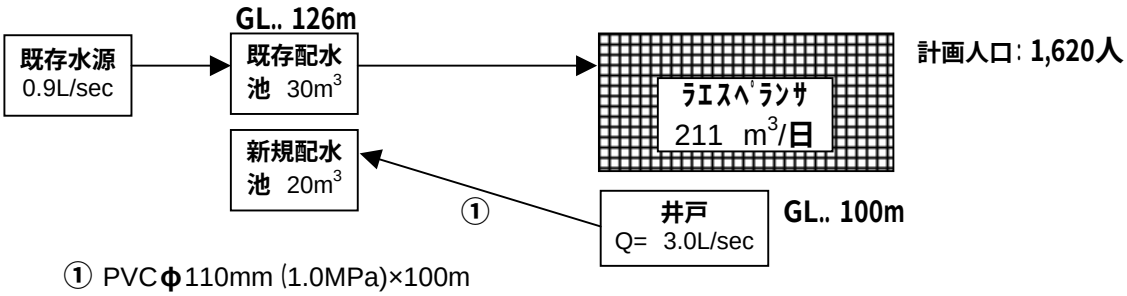
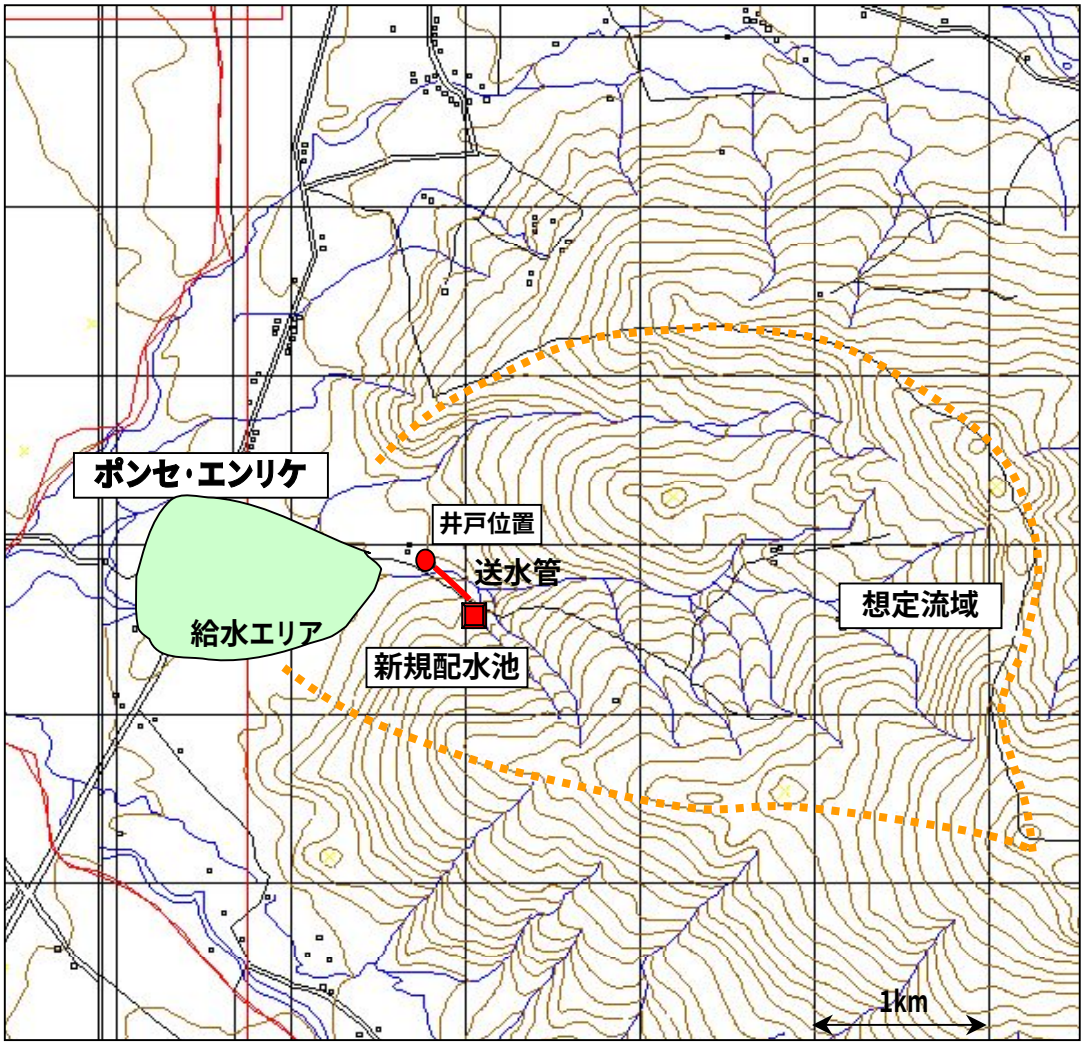


図 3-2-4(2) 給水システム No.3 ラエスペランサ



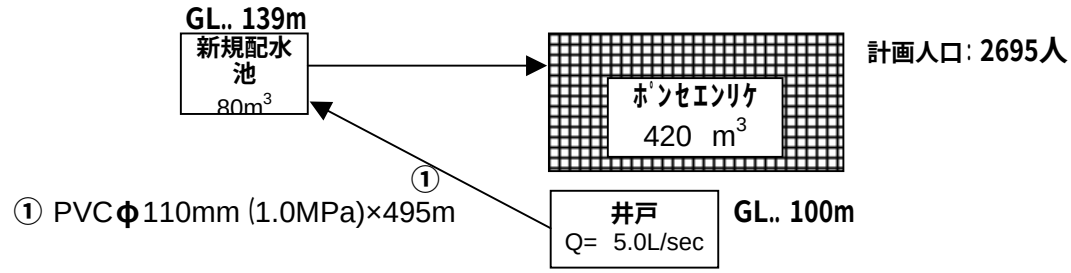
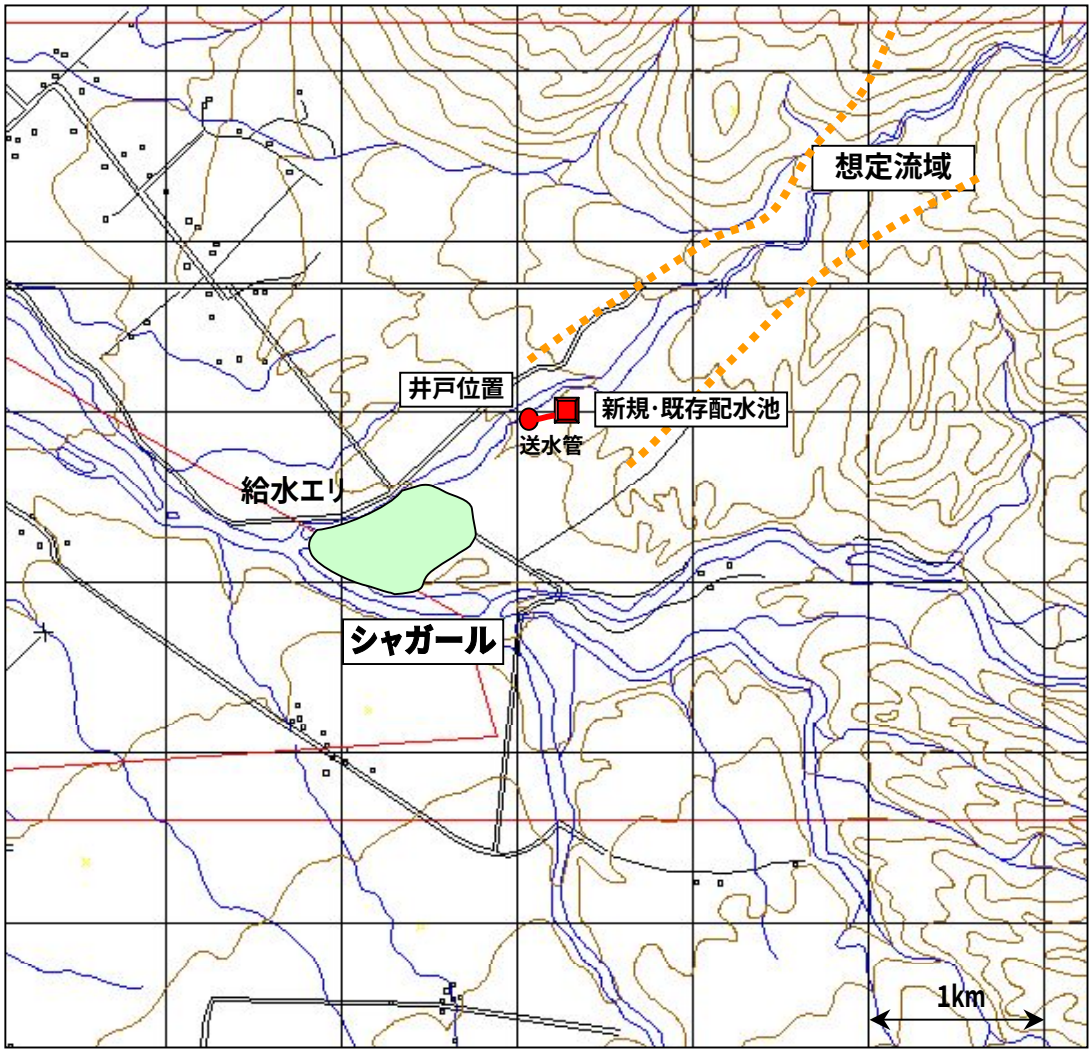
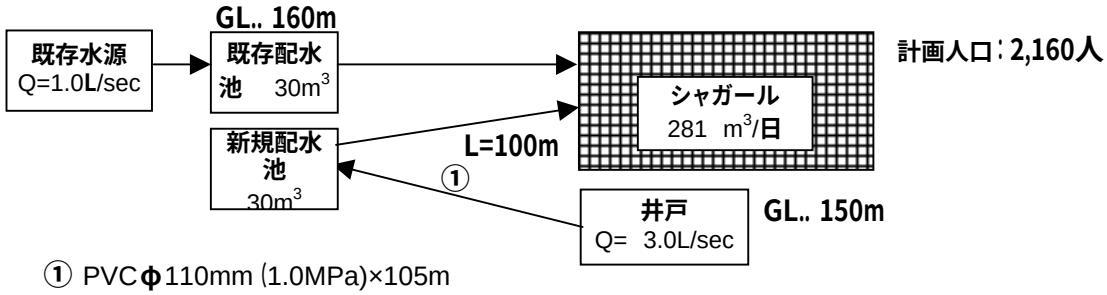


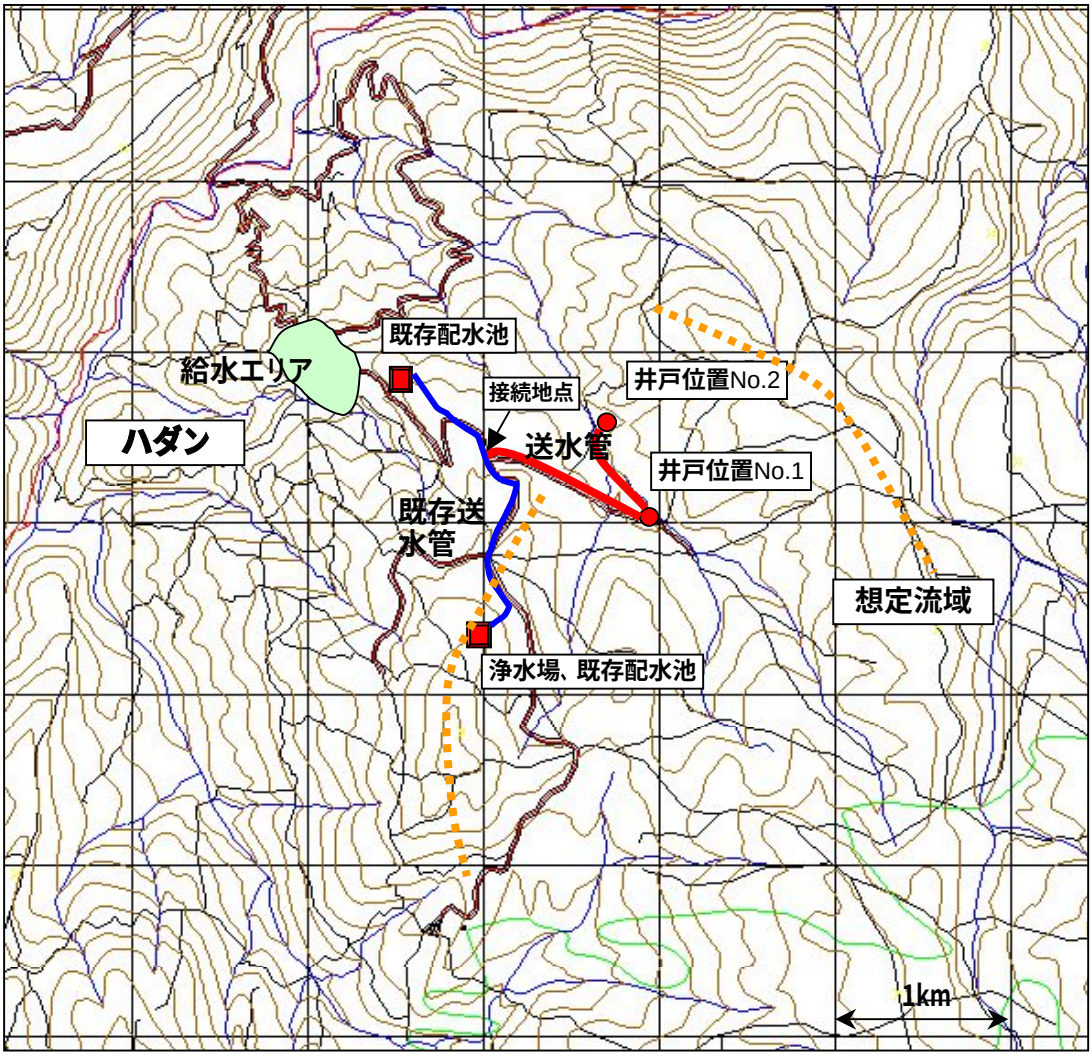
図 3-2-4(3) 給水システム No.4 ポンセエンリケ





① PVCφ110mm (1.0MPa)×105m

図 3-2-4(4) 給水システム No.8 シャガール



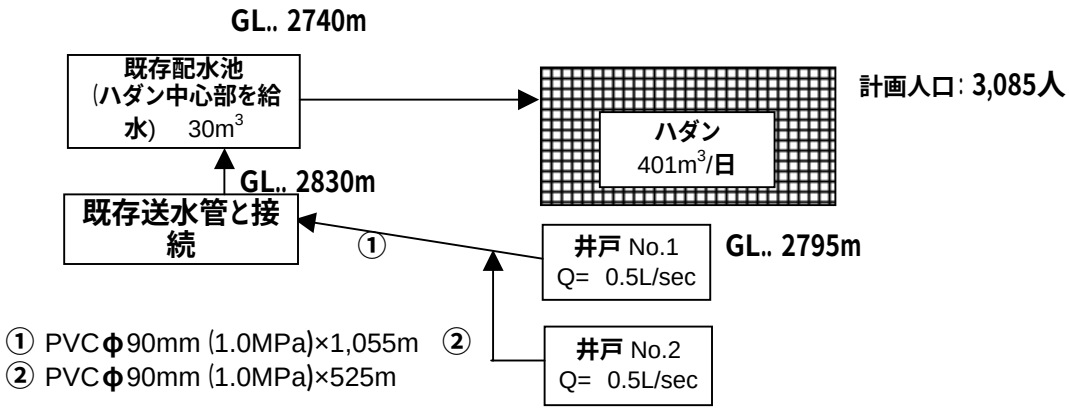
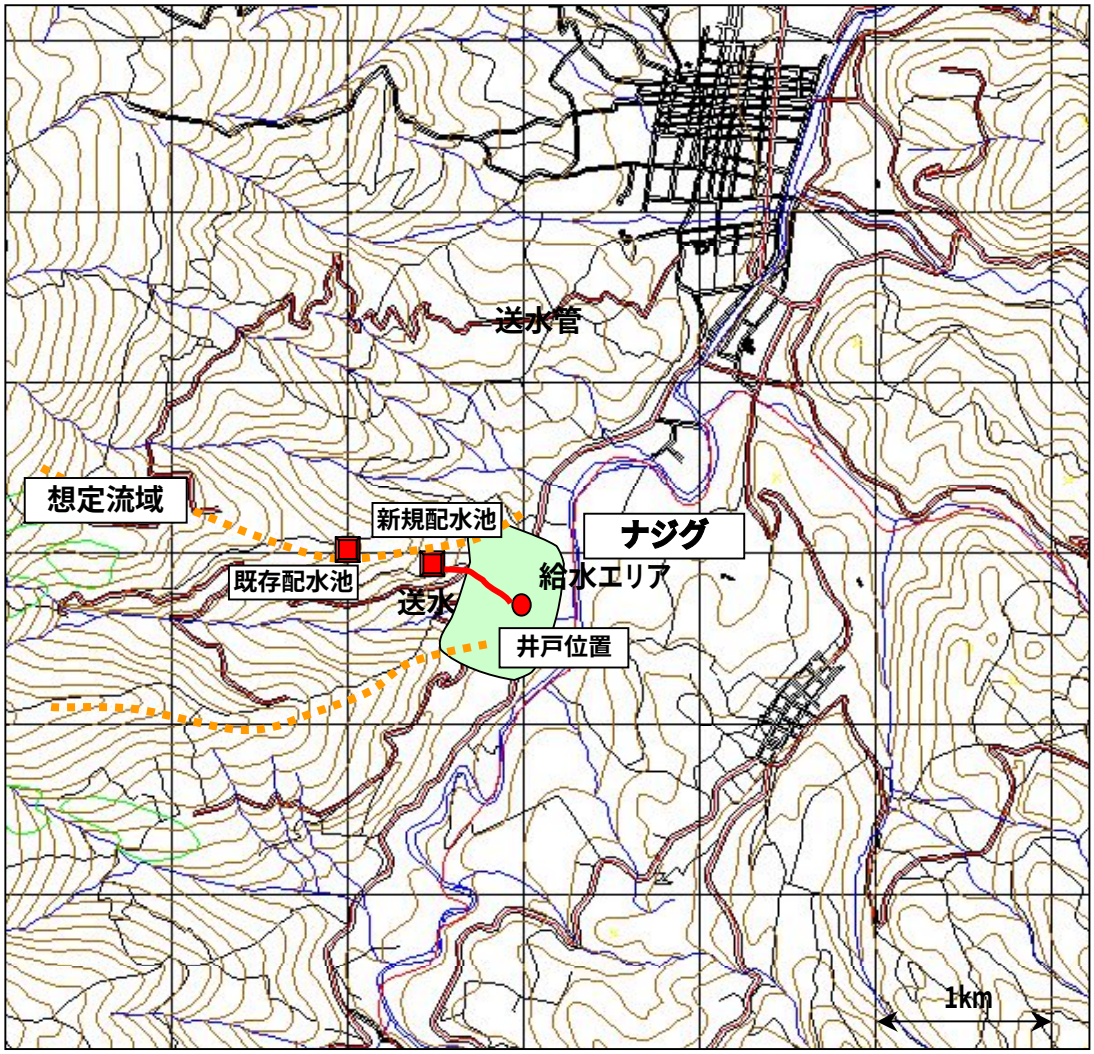
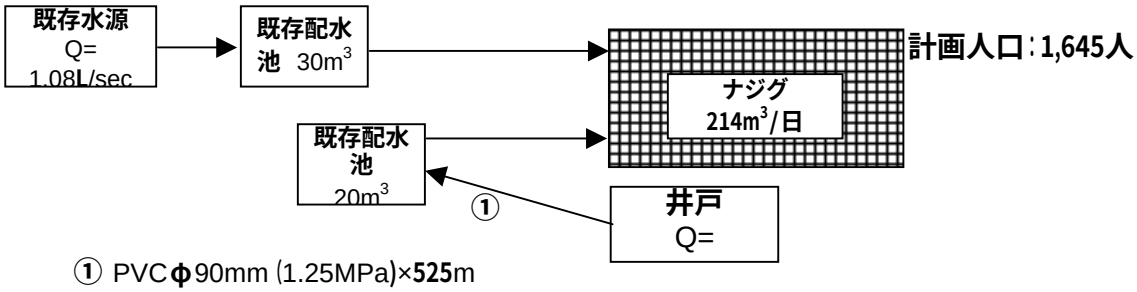


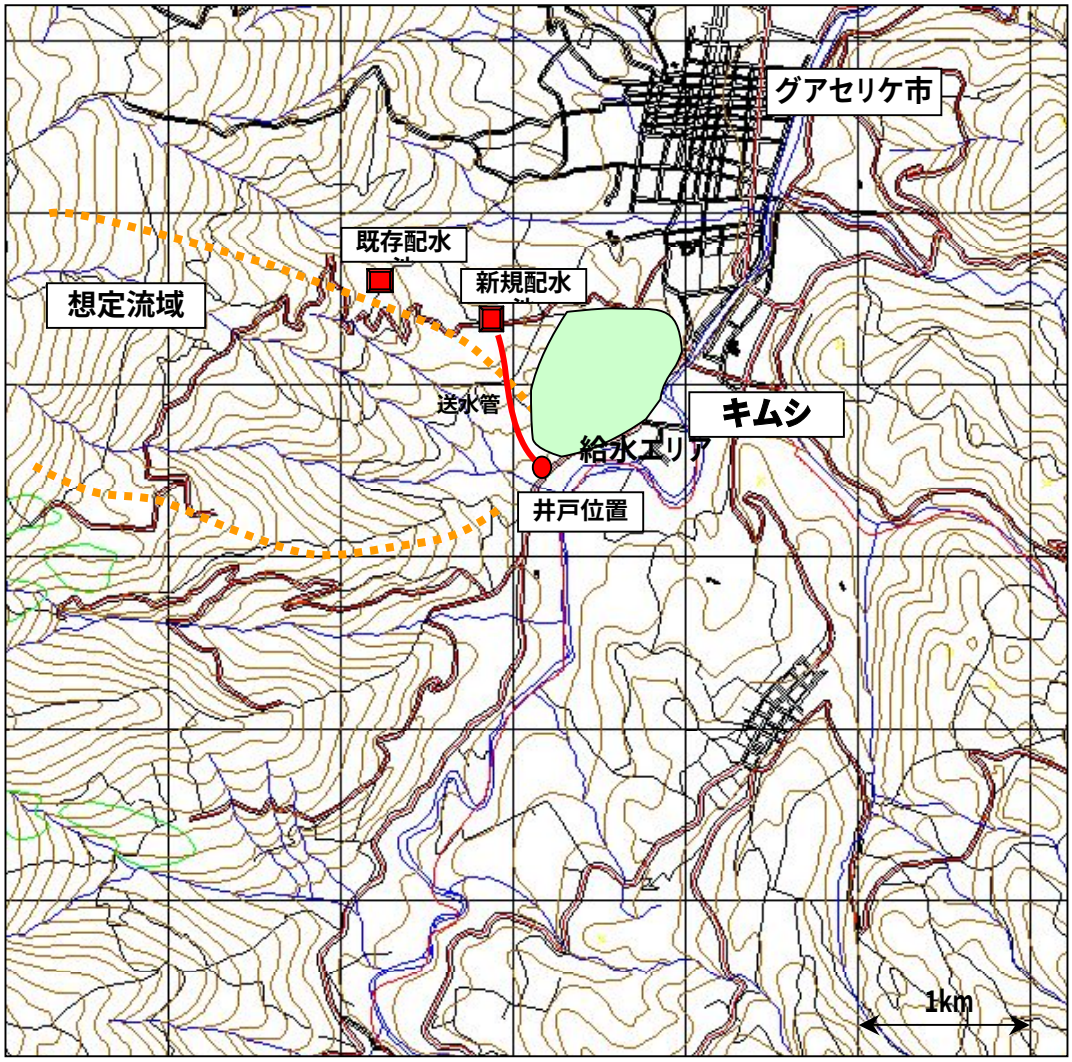
図 3-2-4(5) 給水システム No.12 ハダン

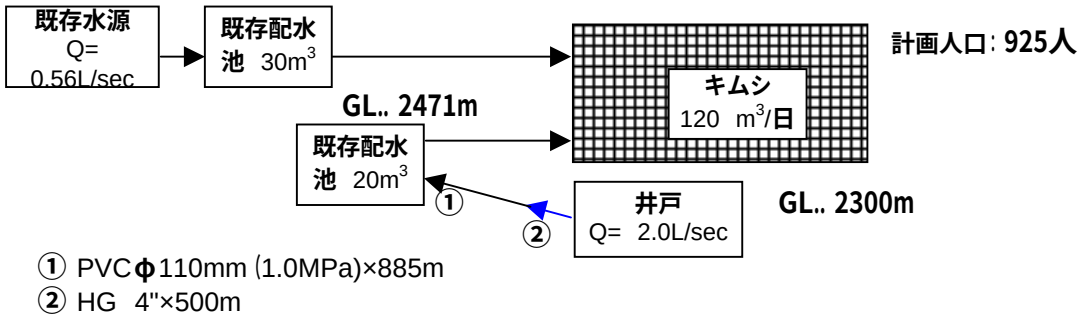




① PVCφ90mm (1.25MPa)×525m

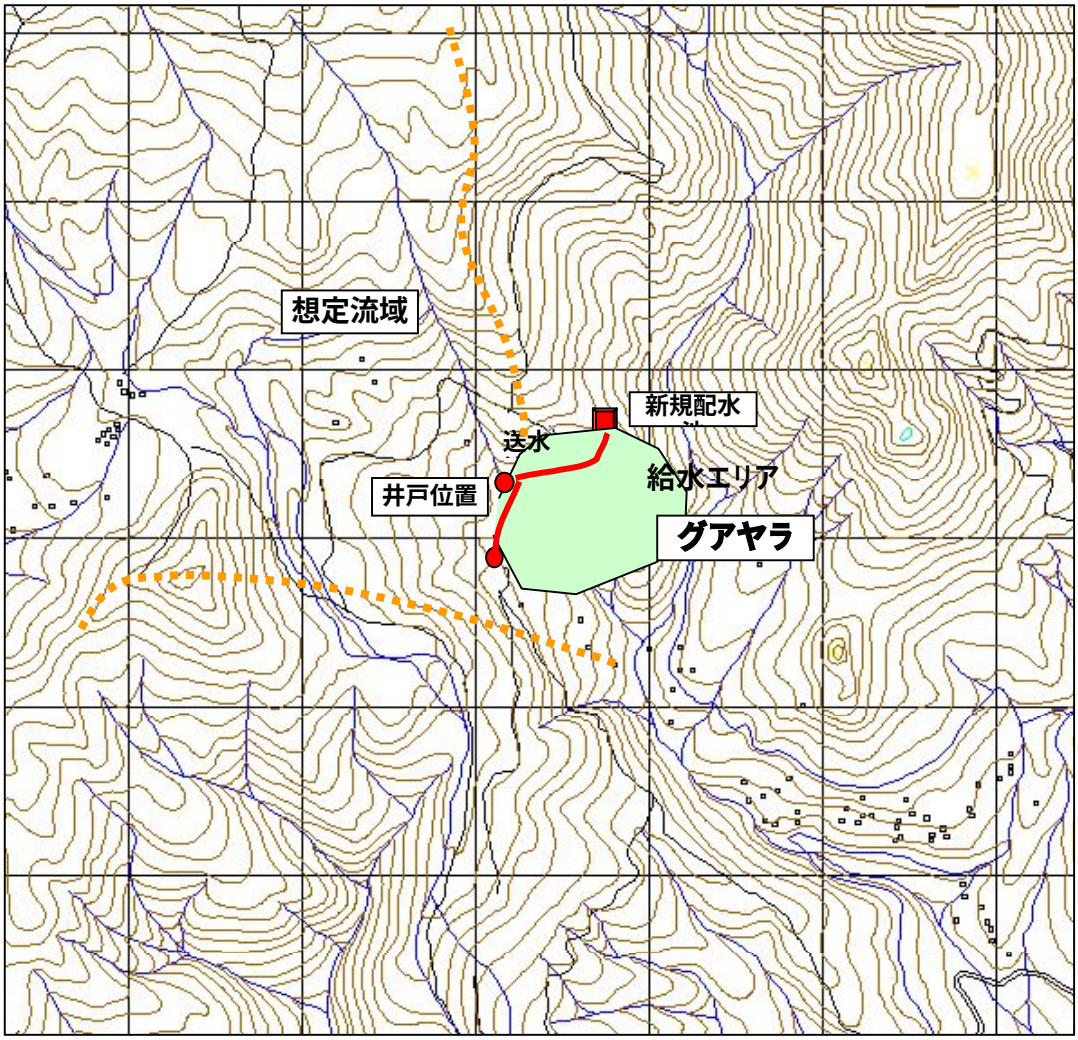
図 3-2-4(6) 給水システム NO.13 ナジグ





① PVCφ110mm (1.0MPa)×885m
② HG 4"×500m

図 3-2-4(7) 給水システム No.14 キムシ



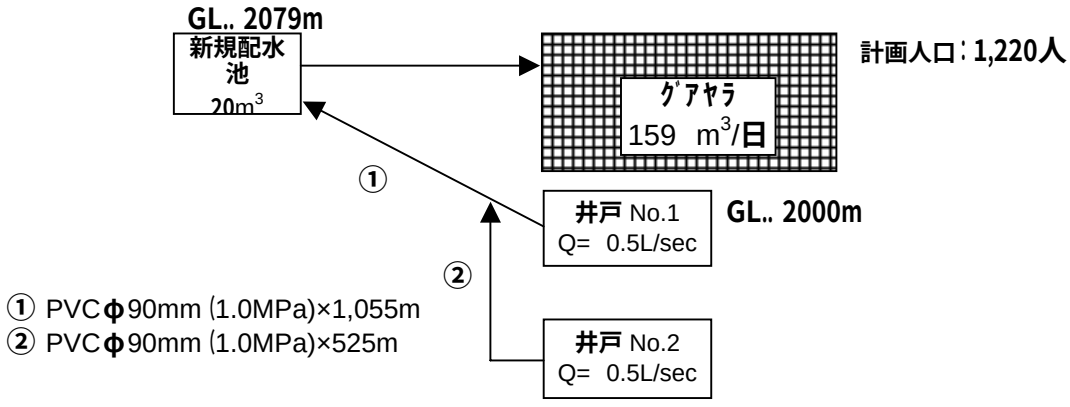
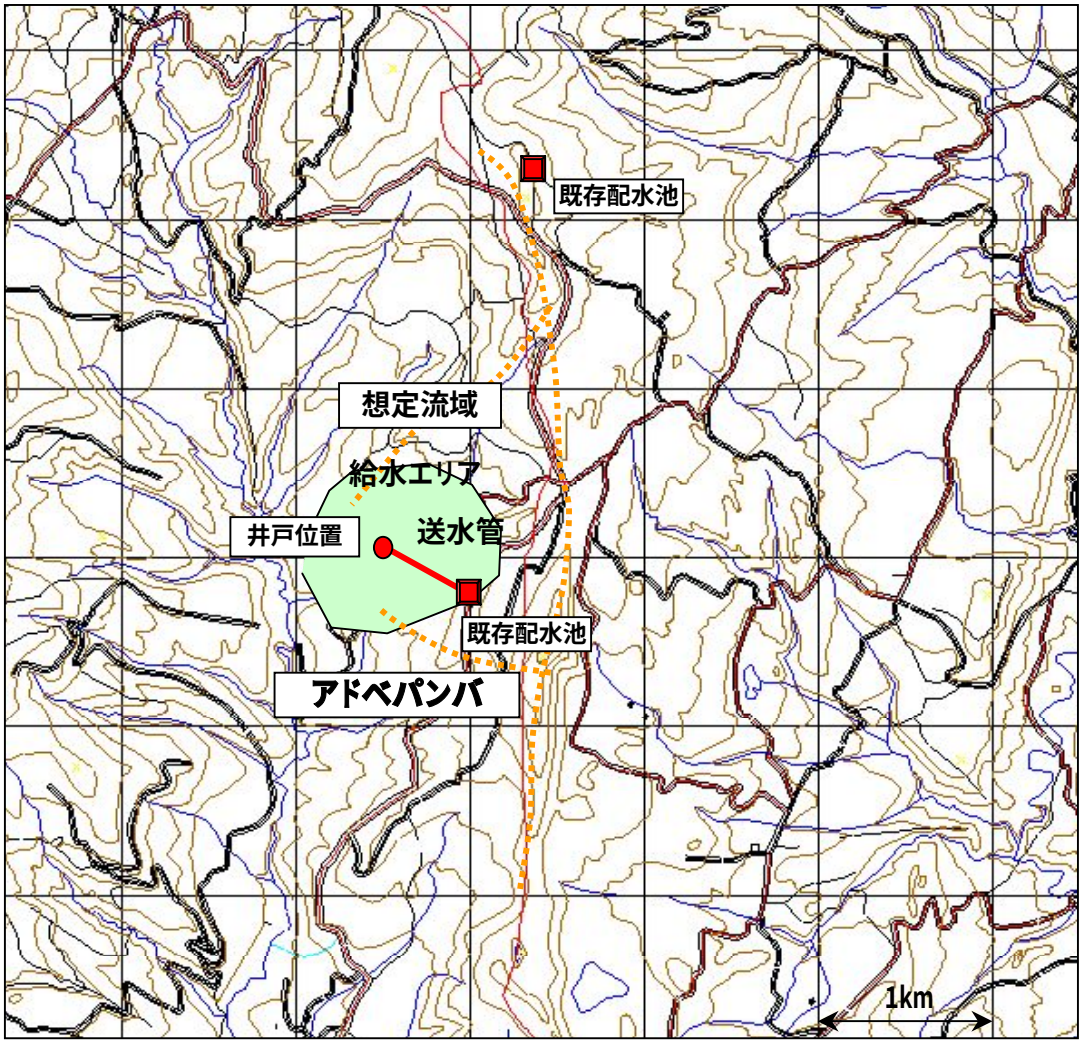
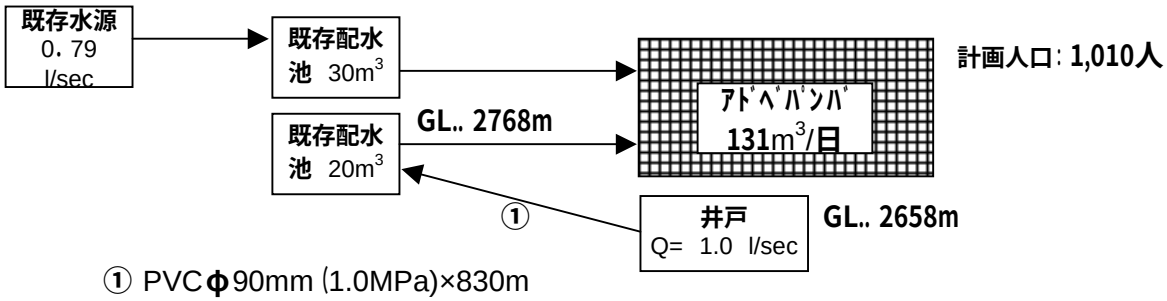


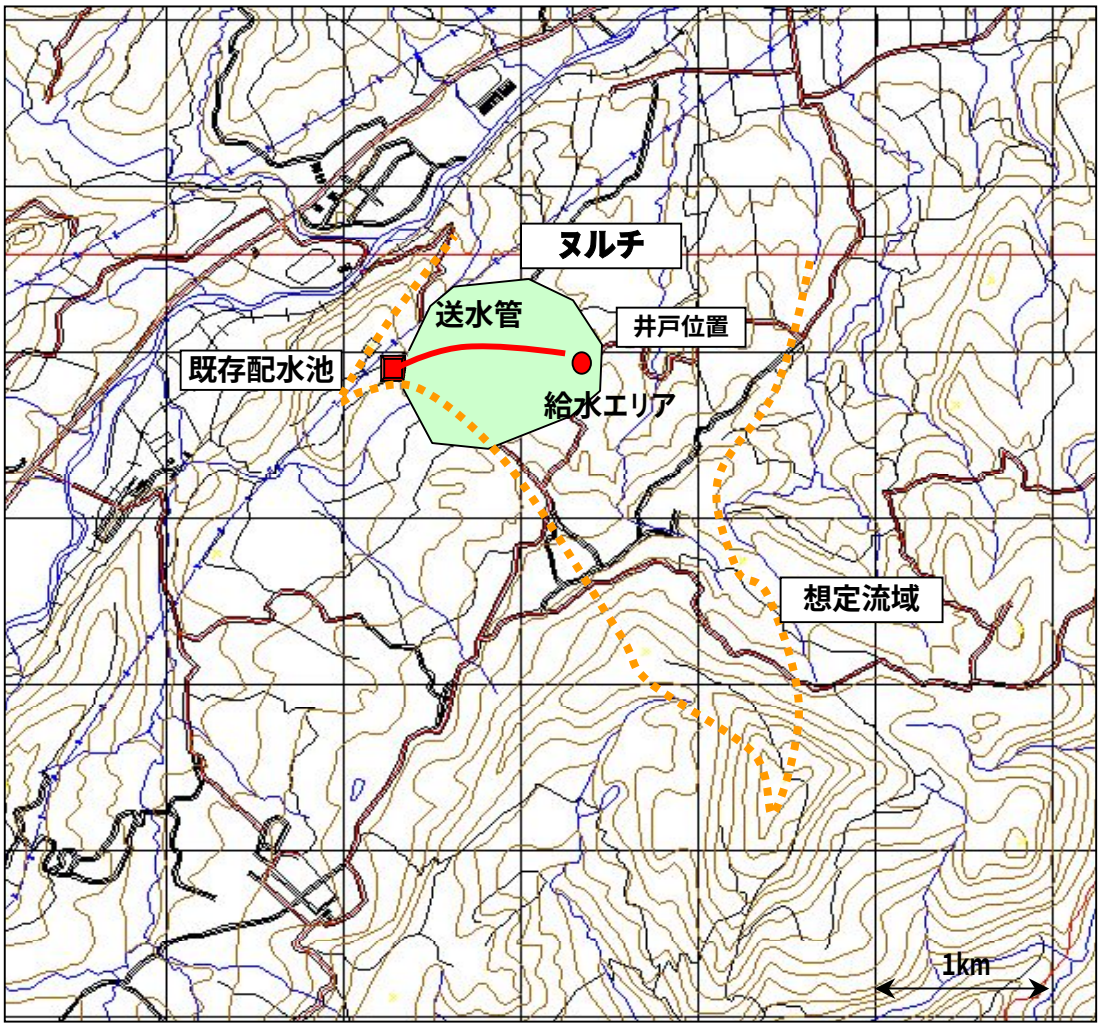
図 3-2-4 (8) 給水システム No.19 グアヤラ





① PVCφ90mm (1.0MPa)×830m

図 3-2-4 (9) 給水システム No.22アドベパンパ



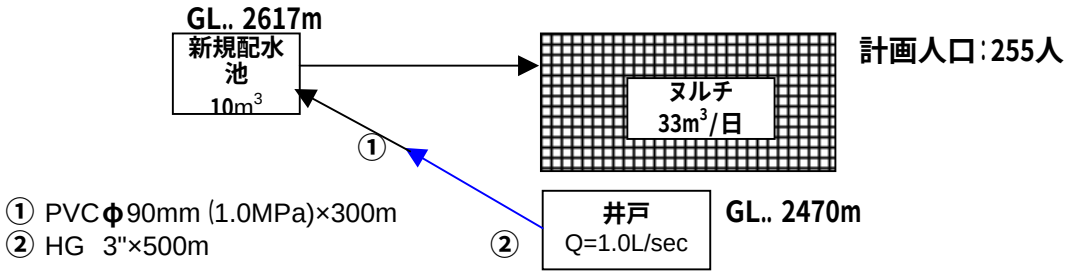


図 3-2-4(10) 給水システム No.25 ヌルチ

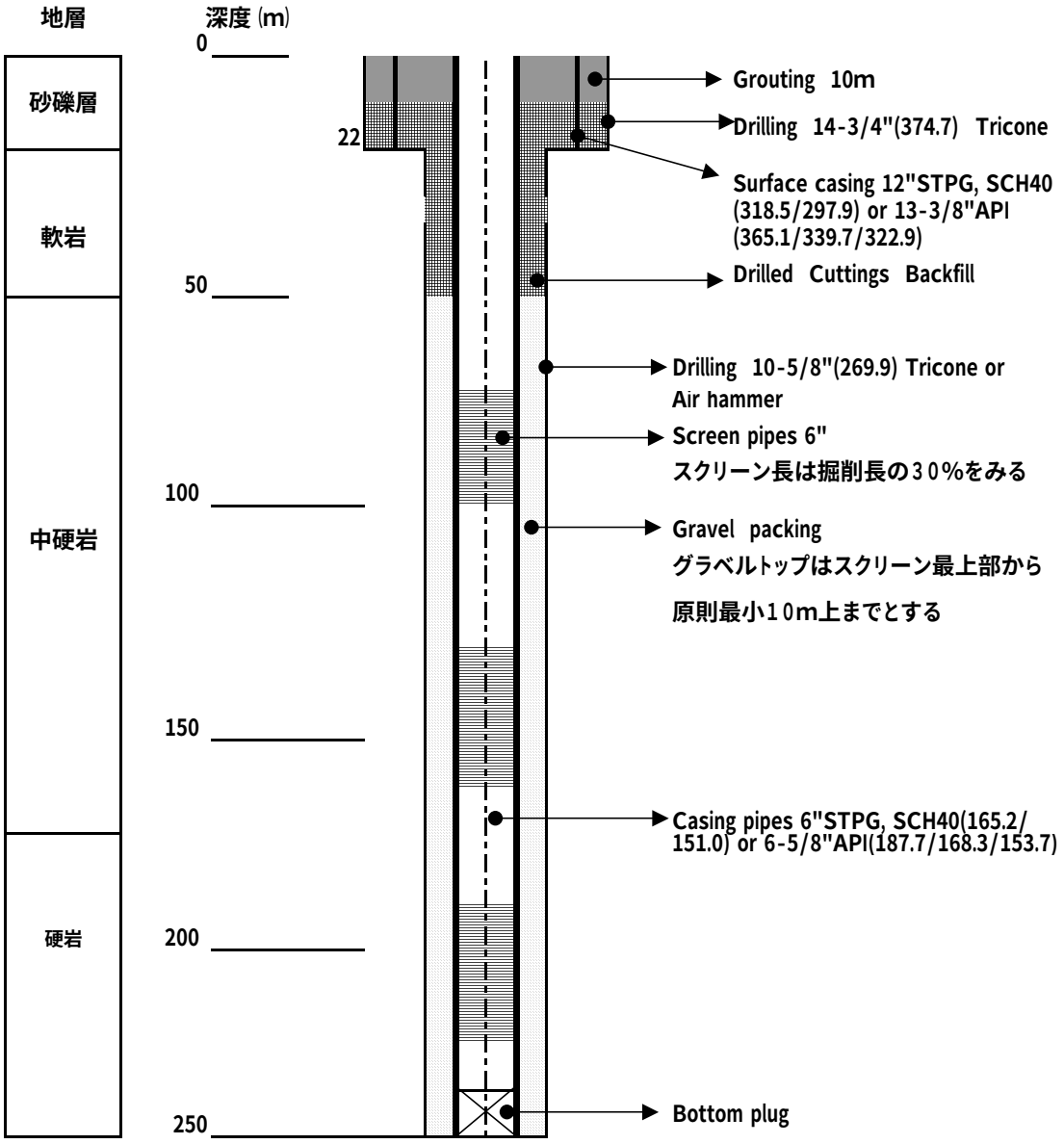


図 3-2-5(1) 井戸構造図 タイプA
(固結層)

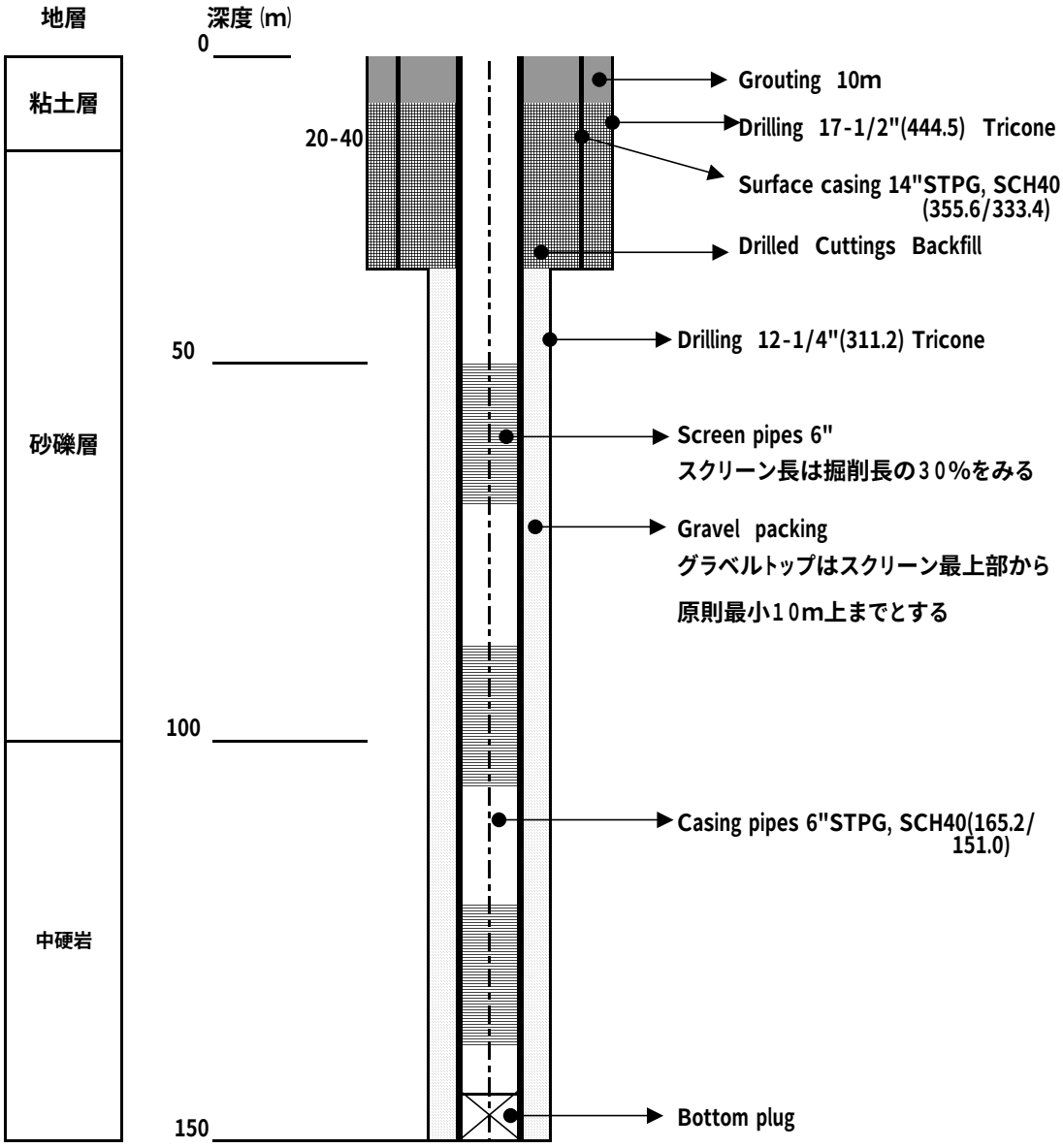


図 3-2-5(2) 井戸構造図 タイプB
(未固結層)

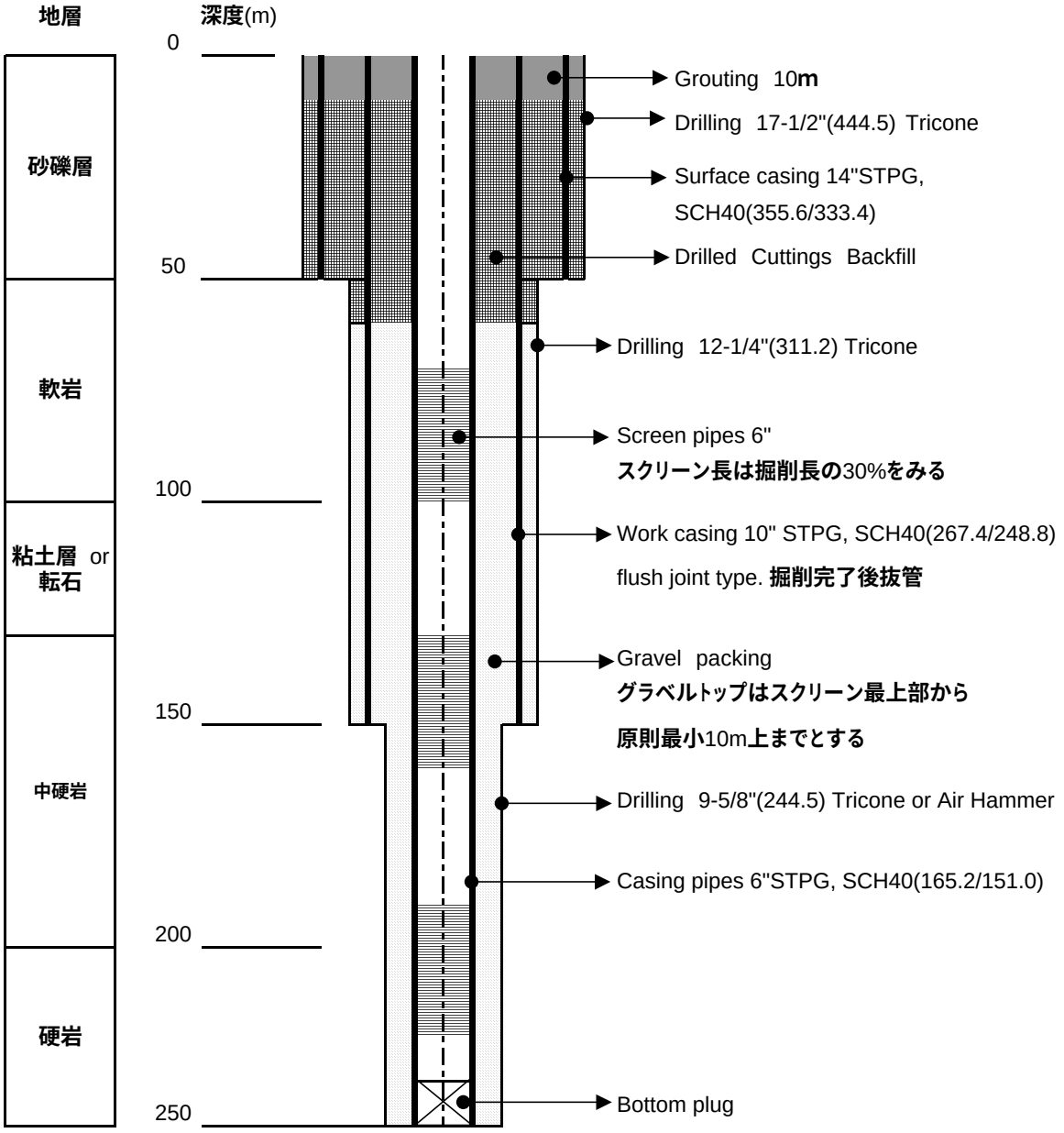
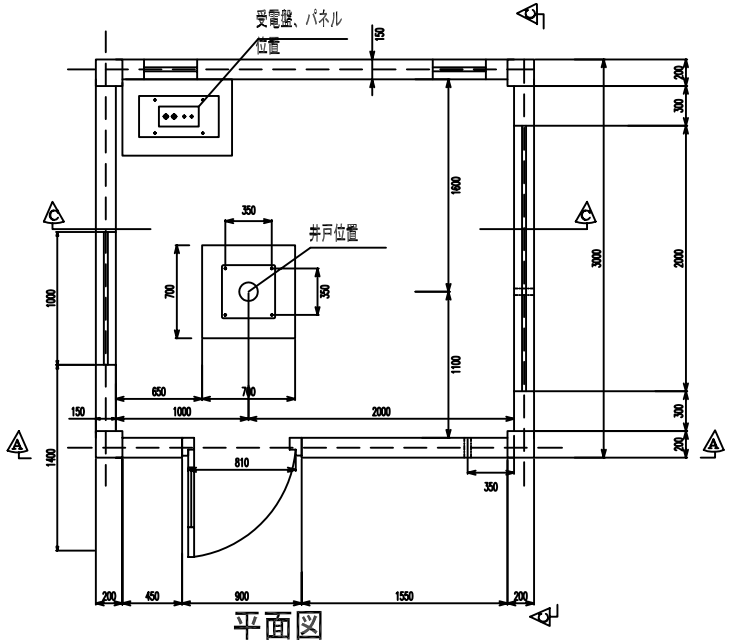
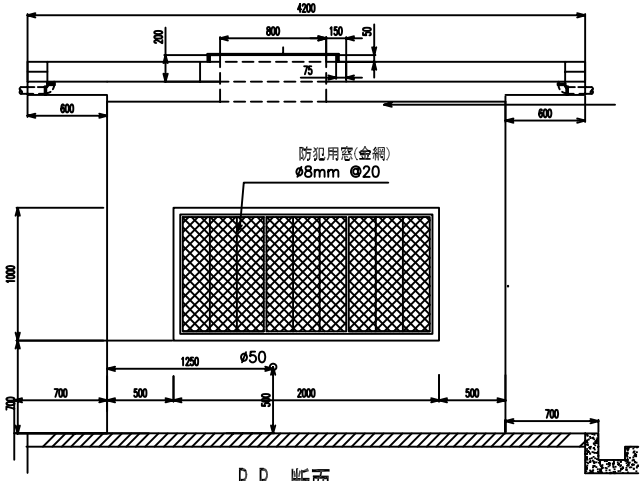
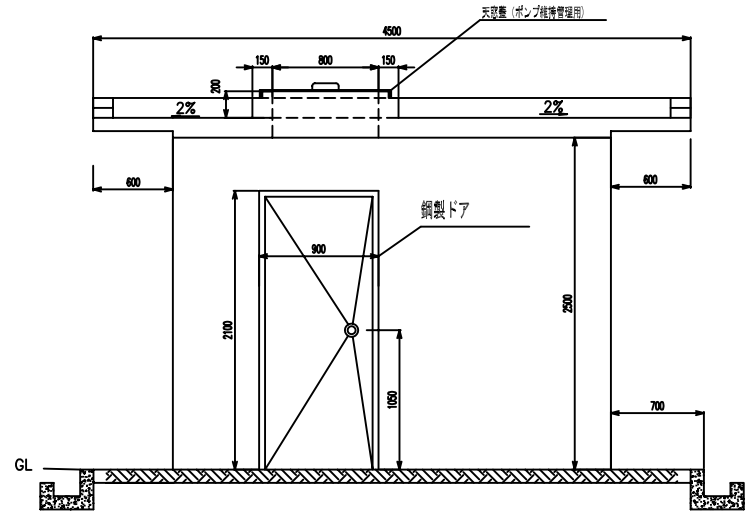


図 3-2-5(3) 井戸構造図 タイプC
固結層中に軟弱粘土の挟み、または硬い転石が存在する場合







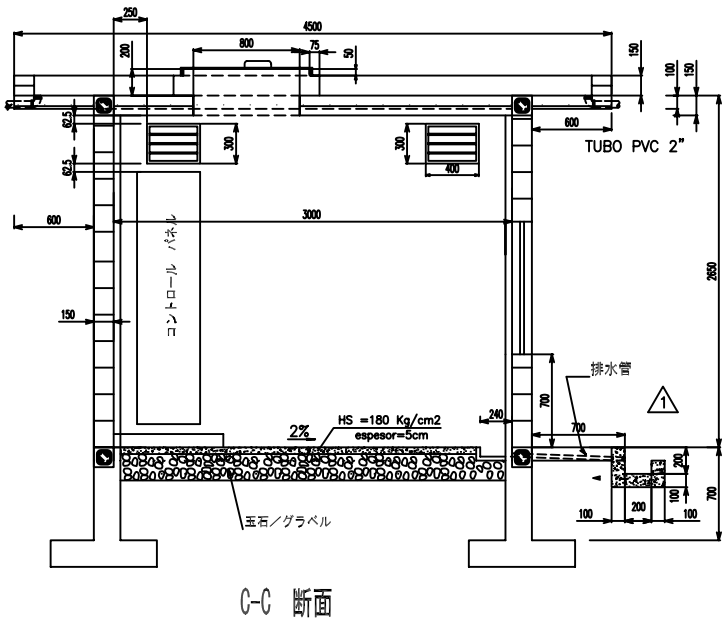
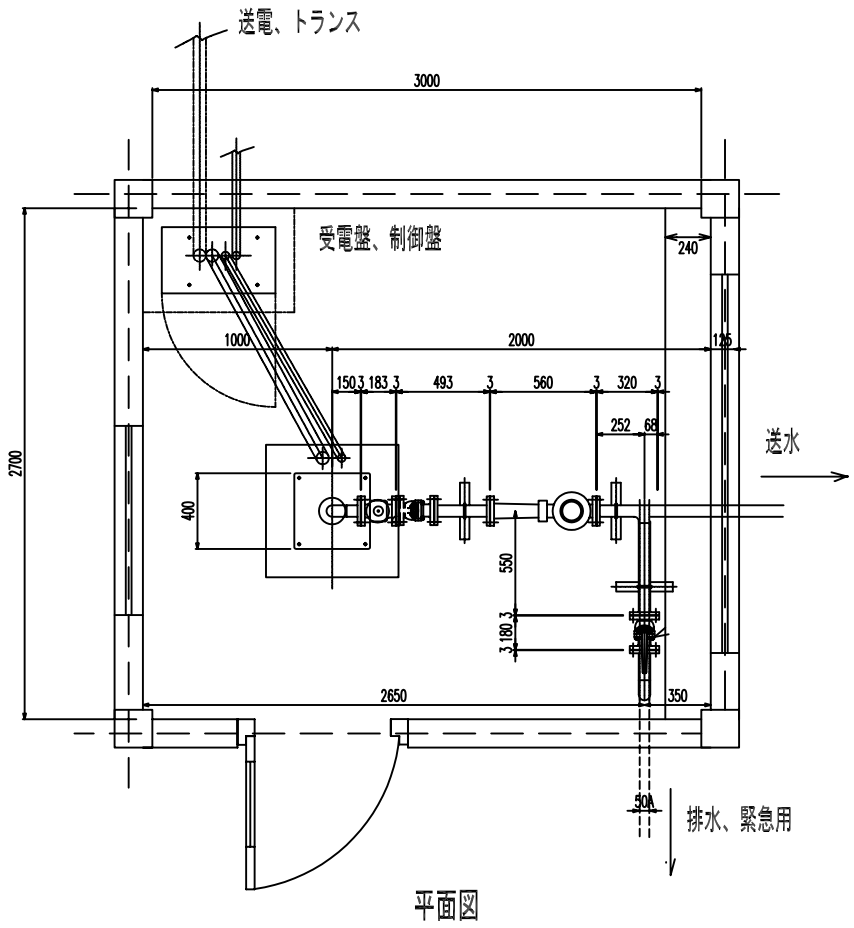
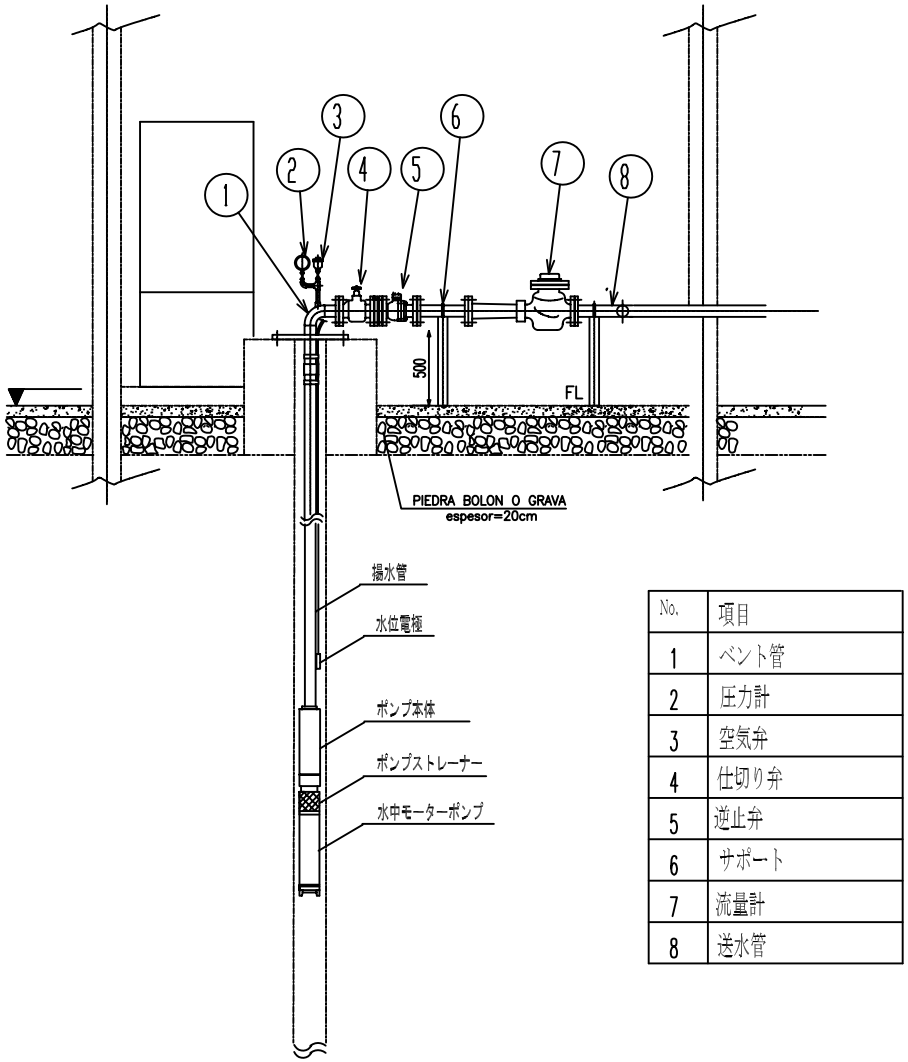


図 3-2-6 井戸管理棟標準図



平面図



No.	項目
1	ベント管
2	圧力計
3	空気弁
4	仕切り弁
5	逆止弁
6	サポート
7	流量計
8	送水管

井戸ポンプ設置要領図

図 3-2-7 ポンプ据え付け図

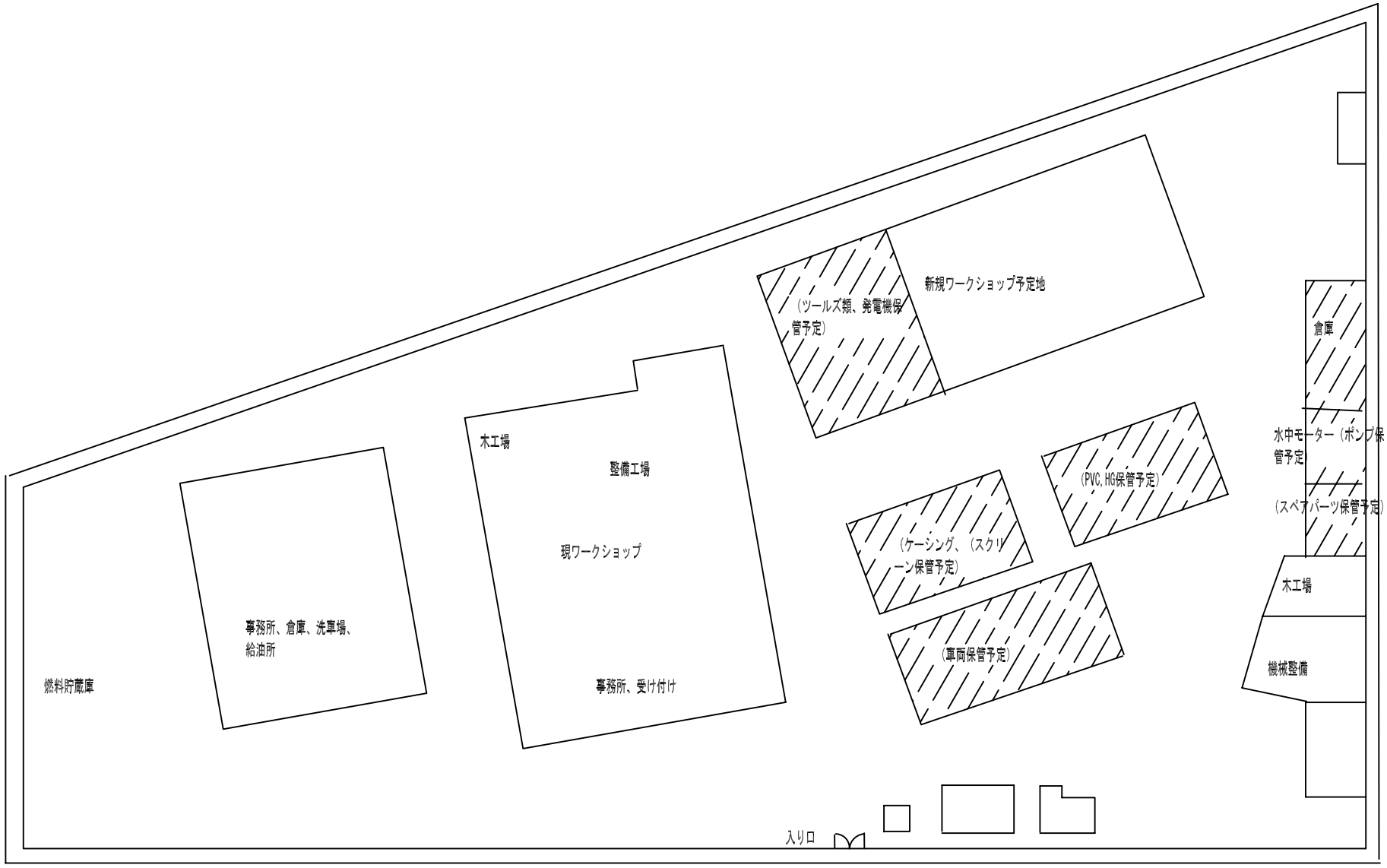


図　3-2-7　　ワークショップ、資機材置き場配置図

3-2-4 調達計画

3-2-4-1 調達方針

⑴ プロジェクト実施概要

本プロジェクトは、①井戸掘削機材及び井戸建設資機材の調達、②ソフト・コンポーネントによる技術支援、③「エ」国による井戸ならびに給水施設の建設工事によって構成されている。①、②は日本が実施する無償資金協力の対象となり、③は日本側の技術支援によって「エ」国政府の自己資金にて同国政府の責任下で実施されるべきものである。事業実施の体制は図 3-2-9 の通りである。

最初に事業実施に関する交換公文（E/N）が両国政府間で調印され、その後日本のコンサルタントと「エ」国政府実施機関であるアスアイ州政府との間でコンサルタント業務契約が結ばれる。コンサルタントはこの契約に従って入札図書作成の後、資機材調達業者の入札を「エ」国側実施機関に代行して実施する。入札により業者が選定され、契約が締結された後、直ちに資機材調達業務が着手される。その後、資機材の現地到着、「エ」国側により井戸建設工事が実施され、日本側はソフトコンポーネントによりコンサルタントが技術支援を行う。「エ」国側は E/N 締結後直ちに銀行取極め（B/A）を行い、また機材の搬入に必要な関税・国内税の免除等に対する処置を関係省庁で準備しなければならない。アスアイ州政府はプロジェクトの円滑な実施のため、関連の政府機関や地方自治体の諸機関と連携を図ることが必要とされる。

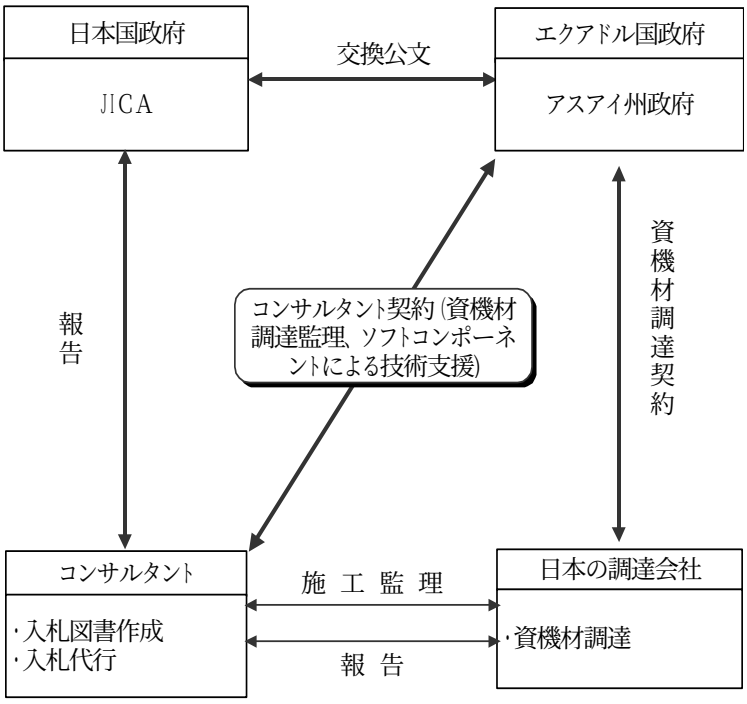


図 3-2-9 事業実施体制

⑵ 調達方針

調達方針は以下のとおりである。

①調達機材は現地製品の品質・保証・アフターケア、消耗品の入手方法等の調査を行い、現地流通品を優先するが､将来的な維持管理に対してこれらの条件を満たさない製品や現地に流通していない製品は日本製品から最も適切な製品を選択する。

②調達機材の維持管理の責任機関は､州審議会地下水課とし､全ての資機材に関して統括を行う｡但し、保管、整備等の関連から一部社会整備部局内の機材整備部に委託されることとする。

③調達工程はソフトコンポーネントによる施工技術の支援期間を最大に取るため工期を可能な限り短縮する。

④車両等を「エ」国に輸入する場合に、通関、登録手続きに支障が無く、短期間で円滑に行える製品を選定する。

⑤給水施設建設資材は INEN（エクアドル規格）等のエクアドル規格、あるいは国際規格に準拠した製品から選定する。

3-2-4-2 調達上の留意事項

・ 調達スケジュールが円滑に行われるよう下記項目に特に注意を払う。

① 製造期間及び、製造品質の管理

② 輸送状況の確認

③ 通関手続き（日本国内、エクアドル国内）の促進

④ 輸送中の事故

・ 特に、車両関連は通関手続きに関わる必要な書類が不備である場合、「エ」国における車両登録まで 2～3 ヶ月の日数を要すことから、出港前に十分な確認が必要である。

・ 「エ」国側負担調達資材の管理（品質、調達スケジュール）の促進を行う。

3-2-4-3 調達区分

日本側、「エ」国側双方の調達分担に係る基本方針は井戸掘削関連機材については日本側、機材の受け入れに関しては「エ」側の負担となる。スクリーン･ケーシング等の井戸工事用建設資材、セメント、鉄筋等の井戸管理棟、PVC 管等の送水管は下記区分（表 3-2-16）の通り一部日本側負担とし、燃料、ベントナイト等の井戸建設消耗品、扉、配線等の井戸管理棟付属品は「エ」国側負担とする。また、その他管理棟の一次電源の配線、配水池等既存施設との接続用資材についても「エ」国側の負担とする。

表 3-2-16 負担事項分担表

1. 井戸掘削関連機材

	項目	日本側	「エ」国側
1	井戸掘削機材	○	
2	支援車両	○	
3	揚水試験用機材	○	
4	測定機器	○	
5	モニタリング機材	○	
6	輸入手続、免税手続き等		○
7	機材、スペアパーツの保管場所の確保と整備		○
8	ワークショップの確保と整備		○
9	機材管理者、整備工の確保		○
10	機材管理者、整備工への技術支援	○	

2. 井戸工事用建設資材

1	ケーシング	○	
2	スクリーン	○	
3	揚水用ポンプ（含配電盤）	○	
4	ビット	○	
5	ベントナイト、その他の調泥材		○
6	充填砂利		○
7	燃料、オイル		○
8	グラウチング用セメント		○

3. ポンプ棟等の工事用建設資材、消耗品

1	セメント	○	
2	骨材		○
3	鉄筋	○	
4	コンクリートブロック	○	
5	屋根材		○
6	窓、扉材		○
7	配電用材料		○
8	配管用材料		○
9	受電盤、トランス		○
10	井戸－既存施設用送水管、バルブ類	○	

3-2-4-4 調達監理計画

入札から輸送、納品まで資機材調達が円滑に行われるよう、コンサルタント及び調達業者において以下の調達監理を行う。

- 入札図書作成から入札、製造、輸送、税関、通関手続き等の調達工程の遵守。
- 工場立会検査、船積前検査、員数検査等の検査を行い品質監理、員数監理を確実に行った上で引渡しを行う。
- 資機材の「エ」国到着後、アスアイ州審議会保有のクエンカ資機材倉庫、置き場にて全資機材の検収を実施する。検収には州政府、コンサルタント、調達業者が立ち会う。また、この時に調達業者は井戸掘削機、地下水物理探

査器については機材の運転・使用方法の説明を行う。

3-2-4-5 資機材等調達計画

本プロジェクトで調達される予定の資機材は品質、調達及び維持監理の容易さを考慮して「エ」国内の調達、日本からの調達もしくは第3国からの調達を決定する。

- 井戸掘削機及び掘削ツールス類は現地で製作されていないことから、アフターサービス体制、調達期間、確実性を考え日本国内もしくは第3国からの調達とする。
- 支援車両のうち大型のトラックに搭載され、クレーンやタンク等取付け/加工を加えるものに関しては、「エ」国の技術に不安がある事、取付け/加工後のメーカー保証が得られない等の障害があることから、日本国からの調達とする。但し軽トラック（ピックアップ、ステーションワゴン）は「エ」国において流通しており、スペアパーツの供給も問題ない事から「エ」国での調達とする。
- 試験用機材、揚水試験用機材（揚水ポンプ、発電機等）は、自国生産品は無く第 3 国から輸入されたものであるため、「エ」国では流通している種類が限られる。 特に、大型の機種が少ない事や発注後の生産、輸入過程の迅速さが確立されていないことを考慮して日本国もしくは第3国からの調達とする。
- モニタリング機材は、一般家庭にも普及していることから「エ」国での調達とする。
- 井戸用資機材（ケーシング、スクリーン）は「エ」国内では生産されていない事から、日本から調達する。
- 送・配水用管材（PVC、アクセサリー類）、管理棟用資機材は現地にて購入可能であり、INEN 基準に準拠したもの、あるいはその他の国際規格に準拠したものを「エ」国内で調達する。
- 資材は十分な敷地を確保されていることから、全てをアスアイ州所有のクエンカ資材置き場において保管、管理する。
- スペアパーツ類の調達は、10 地区 13 井の掘削期間を想定して決定する。掘削関連機材については、他州で実施済みプロジェクトの実績を考慮して選定、調達する。

表 3-2-17 調達資機材内容

機材名	調達先		
	日本国	「エ」国	第3国
井戸掘削、ツールス類	◎		◎
支援車輌（クレーントラック、給水車）	◎		
支援車輌（ピックアップ）		◎	
揚水試験用機材（揚水ポンプ、発電機等）	◎		
試験用機材（電気探査、電気検層、水質分析器）	◎		◎
モニタリング機材（コンピュータ）		◎	
井戸用資機材（ケーシング、スクリーン）	◎		
揚水機（水中モーターポンプ）	◎		
送・配水用管材（PVC、アクセサリー類）		◎	
管理棟用資機材（セメント、鉄筋、コンクリートブロック）		◎	

調達実施段階のアスアイ州側の担当部局は以下に示すとおりである。

表 3-2-18　実施段階と担当機関

実施段階	アスアイ州担当機関
入札	企画計画局　調査／契約部 公共事業局　環境衛生･灌漑部　地下水課
調達、通関、免税処置	財務局 総務局
施工	公共事業局　環境衛生･灌漑部　地下水課
運営･維持管理	公共事業局　環境衛生･灌漑部　地下水課 公共事業局　機械整備部

3-2-4-6　ソフトコンポーネント計画

(1) 「エ」国側による井戸工事施工上の留意事項

1) 施工の体制

本計画では、300mクラスの深井戸による地下水開発を、ソフトコンポーネントにより日本側が技術支援を実施しながら「エ」国政府が井戸・給水施設施工を行う。

ソフトコンポーネントによる施工支援期間には限りがあり、できるだけ効率、効果的に技術移転を実施するためにも「エ」国側（アスアイ州審議会、村落水管理組合及び関連する組織）と日本側の綿密な協議・連絡体制を築く必要がある。

2) 工程計画

井戸の掘削工程は基礎技術の習得という観点からポンセ・エンリケ地区から始めるが、その後の工程については技術移転の内容、アクセス条件を考慮する。12月から5月までの6ヶ月は雨期にあたり、非舗装道路のアクセス条件は悪くなるため、道路の改善が必要なところは前もって州政府と協議を行ない早めに対処を行なう。　基本的には技術移転内容から以下の施工順序で実施するものとする。 本工事に先立って、準備工を 1 ヶ月、5 本の工事終了後掘削機等の整備に 1 ヶ月を予定する。

ソフトコンポーネントによる施工支援の対象地区と技術移転の目的は次のとおりである。

① No.3 ラ・エスペランサ： 井戸建設工事基本作業
② No.25 ヌルチ： 地質、工法への対応
③ No. 12 ハダン： 地質、工法への対応
④ No. 4 ポンセ・エンリケ： 地質への対応
⑤ No.19 グアヤラ： 地質、深度への対応

表 3-2-19　井戸工事工程

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	準備工	■											
2.	No.3 ﾗｴｽﾍﾟﾗﾝｻ		■										
3.	No.25 ﾇﾙﾁ			■	■								
4.	No.12 ﾊﾀﾞﾝ					■	■						
5.	No.4 ﾎﾟﾝｾｴﾝﾘｹ							■	■				
6.	No.19 ｸﾞｱﾔﾗ									■	■		
7.	機材整備											■	

3) 安全管理

工事現場では人身事故防止を始めとして安全管理を徹底することとし、立ち入り防止柵等必要な対策をとると

ともに工事を通じてカウンターパートへの安全管理教育を行なうものとする。

以上の工程を前提に、本プロジェクトのソフトコンポーネント計画は①施工指導、②資機材の整備指導、③施設の運営維持管理指導の３つからなる。

(2) 施工指導

1) 背景

アスアイ州審議会は地方村落の給水事情の改善を図るため、地下水開発計画を策定し、計画を実行するための実施体制と予算措置を講じている。実施体制は公共事業局内に地下水課を新設し、この課を中心に地下水開発事業を行う計画である。従って地下水の賦存状況を確認し、井戸建設の位置を決定するための物理探査及び水理地質調査、井戸掘削機の運転、操作から州内のあらゆる地質と深度に対応できる掘削技術、井戸建設に必要な技術（①帯水層からの効果的採水を行うためのケーシングプログラムの作成とその基礎データとなる孔内検層、②井戸の安定使用の為の帯水層からの細砂の流入を防ぐためのグラベル充填の方法と地表部周辺からの汚染水の進入防止のためのモルタルグラウチングの方法、③地下水揚水の障害となる掘削用泥水の排除等のためのデベロップ作業の方法、④長期間安定した揚水が可能な適正揚水量を知るための揚水試験等)、飲料水としての適正を知るための水質分析など地下水開発に必要な一連の技術の習得が必要となる。アスアイ州審議会にはこれまで地下水開発を実施した経験がないため、新しい組織、人材で長期間の地下水開発事業を行うには施工指導による技術支援が必要となる。

2) 成果

アスアイ州地下水課に技術支援を行うことで、

① 掘削機及び関連機材の運転、維持管理が可能となる。

② 課単独で井戸建設が実施できる技術を習得できる。

3) 実施形態

エンジニアリング支援とする。

4) 活動

ソフトコンポーネントの実施時期は掘削機到着１ヶ月前より 10 ヶ月を予定する。

要員計画としては井戸工事運営監理指導１名、井戸掘削指導１名、物理探査・水理地質指導１名、井戸の試験、解析、仕上げ指導１名を配置する。

本ソフトコンポーネントでは、調査機器類の操作・データの解析、掘削機及び関連機材の操作運転、掘削技術、安全管理等についての総合的技術移転を図ることで、導入される資機材を有効利用し、アスアイ州独自の井戸建設の実施を目指すものである。業務内容については以下の通り。

① 物理探査／水理地質指導

井戸建設地点の選定、地下水賦存状況の把握、地下水開発の可能性の判定が行えるまでの技術支援を行うもので、具体的な指導内容は次の通り。

ア．既存の資料（地質図、地形図、航空写真など）の解読
イ．現地地表踏査の調査方法
ウ．調査機器の取り扱い方法と運転
エ．物理探査の調査方法及びデータの解析
オ．地質構造図の作成とデータの整理

② 井戸工事運営監理指導

井戸建設にあたり関係課への指示から工事資金の準備等の運営業務、工事計画の策定、井戸建設技術の習得、工事管理等　地下水課の業務全般が実施可能なレベルまでの技術支援を行う。具体的な指導内容は次の通り。

ア．井戸建設計画と工事工程計画の策定
イ．井戸建設に関わる基礎理論
ウ．施工管理及び品質管理（施工管理記録書式、品質シート）
エ．安全管理（安全管理簿）

③ 井戸掘削

導入される掘削機と関連機材の操作運転と掘削技術の習得のための技術支援を行う。ソフトコンポーネントでの技術支援を受ける前に井戸建設班（掘削技士、掘削助手の予定者）の３名は隣接するロハ州での井戸掘削現場の見学（２週間程度）を行い、掘削現場の概要、機械類の配置、作業の流れなどを事前に把握しておく必要がある。また掘削機の操作や掘削作業を開始する前に井戸掘削指導担当者より機械、掘削に関する基礎理論を身につけるものとする。

具体的な指導内容は次の通り。

ア．掘削機及び関連機材の操作、運転
イ．井戸掘削技術（最適掘進方、泥水管理、事故と事故対策）
ウ．井戸建設技術（ケーシング挿入、砂利充填、デベロップ、揚水テスト、ポンプ据付け）
エ．掘削機等機材の保守、定期点検

④ 井戸の試験、解析、仕上げ

井戸建設に必要な試験（孔内検層、揚水試験、水質試験）の機器の操作、運転と試験方法及びそれぞれデータの解析と井戸の仕上げに必要な技術の習得のための技術支援を行う。

具体的な指導内容は次の通り。

ア．調査機器の取り扱いと試験方法
イ．データの解析
ウ．井戸仕上げ方法
エ．井戸のモニタリング、ポンプの運転

5)　役務調達方法

現地再委託業務を含む現地調査の結果、物理探査から井戸建設計画の策定、工事期間中の施工管理、各種試験工事等各分野におけるローカルコンサルタント及びローカル業者の技術レベルは地下水課への技術指導を行うには十分でない。一方、掘削技術の分野ではローカル業者の技術レベルは基本的な技術指導は可能であるが、深井戸や硬岩に対する経験は十分でなく、また、技術員の数が少なく長期間にわたって他へ貸与できる余裕がない状況

である。従って技術力の高い日本人技術者による本邦コンサルタントの直接支援型とする。 ただし、州側カウンターパートが基本作業に慣れるまでの約4ヶ月の期間は、掘削指導担当1名で掘削チーム全体を指導するのは困難であるので現地再委託によりローカル業者から掘削技術者の雇用を行う必要がある。

また、現地で日本人技術者が技術支援を行うにあたって OJT 方式による実地教育、また、理論面をセミナー、現場ミーティングで指導する予定である。しかし、州審議会側カウンターパートで英語によるコミュニケーションが可能な人間はいないこと、また、十分な指導を実施していく上で州審議会と各種の交渉をする事が予測されること、マニュアル類はすべて現地の状況に合わせて仕上げる予定であることから通訳 1 名を現地再委託により雇用する。

6) 業務工程・成果品と詳細投入計画

物理探査／水理地質担当は本工事開始に合わせて現地へ入り、３ヶ月の指導を行う。基本設計時に検討した各地区の水理地質条件を再検討し、物理探査の実施と解析をセミナー及び OJT 形式で指導する。本工事では No.3　ｴｽﾍﾟﾗﾝｻと No.25　ヌルチの２井でまず掘削が進むと想定され、井戸現場では地質サンプルの判定、物理探査結果との照合、裸孔に対する電気検層結果とケーシングプログラムの検討を指導することとなる。

井戸工事運営監理担当は本工事の 1 ヶ月前から現地に入り、5 ヶ月間指導する。本計画では「エ」国側が施工するため工事に関わる燃料、ベントナイト、グラベル等の材料や消耗品は「エ」国負担となるため、予算執行、材料調達を含めての井戸工事に関わる準備作業を行う。井戸工事は 1 本目の No.3　ｴｽﾍﾟﾗﾝｻで基礎知識の習得を図った後に No.25　ヌルチで本格的な泥水掘り、3 本目の No.12 ﾊﾀﾞﾝで DTH 工法を実施する予定であり、この期間内で 3 本目の井戸に関わる手配までの指導を行う。また、1 本目の井戸で管理棟内の配管、ポンプの運転、井戸のモニタリングについてもこの担当が実施する。

井戸掘削担当は本工事の 1 ヶ月前から現地に入り、掘削機等のスペアパーツの維持管理、井戸掘削機準備、本工事前のセミナーを実施した後に 5 本分の井戸掘削の 9 ヶ月間にわたりショートセミナー、OJT によって掘削技術の指導を行う。

井戸の試験、解析、仕上げ担当は本工事開始後現地に入り 2 ヶ月間、電気検層、揚水試験、水質の簡易試験等についてセミナー、OJT で指導を行う。

表 3-2-20 業務工程･成果品（施工指導）

ソフト･コンポーネント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	成果品
1. 国内準備	□	□											
2. 州地下水部との打ち合わせ、スペアパーツ類の整理、井戸工事準備	■												研修計画書、到達目標、チェックシート
3. 物理探査調査方法指導		■	■										物理探査調査マニュアル
4. 水理地質調査指導				■	■								水理地質調査マニュアル
5. 井戸建設計画、工程計画策定指導、井戸建設基礎理論指導	■	■	■	■	■								研修計画書、さく井概論、工事基本計画書、品質管理ﾏﾆｭｱﾙ、安全管理の手引き
6. 井戸工事施工指導（工程、品質、安全管理）		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		掘削機等操作マニュアル
7. 掘削機器等の日常的保守点検		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		保守点検シート
8. 孔内検層調査指導			■										検層器操作マニュアル
9. 揚水試験実施、解析指導			■	■									揚水試験実施、解析マニュアル
10. 水質試験指導				■									水質試験器操作マニュアル
11. 揚水ポンプの設置、管理棟内配管、					■								
12. ポンプの運転、モニタリング						■							揚水ポンプ運転マニュアル、モニタリングシート
13. 報告書			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

表 3-2-21 詳細投入計画（施工指導）

ソフト･コンポーネント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	数量	摘要
1. 物理探査／水理地質	□	■	■	■	■								3.5M/M	国内0.5M/M 現地3.0M/M
2. 井戸工事運営監理	□	■	■	■	■	■							5.5M/M	国内0.5M/M 現地5.0M/M
3. 井戸掘削	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		10.5M/M	国内0.5M/M 現地10.0M/M
4. 井戸の試験､解析、仕上げ			□	■	■								2.5M/M	国内0.5M/M 現地2.0M/M
5. 井戸掘削補助(現地再委託)		■	■	■	■								4.0M/M	
6. 通訳（現地再委託）		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		11.0M/M	
7. 車両-1		■	■	■	■	■							5.0M/M	日本人スタッフ用

7) 目標達成､成果の確認

分野ごとに最終目標を設定し、指導内容ごとに指導担当者がチェックシートを用いて、技術移転の進捗と理解度の最終確認を行う（表 3-2-22 参照）。 最終確認については各分野でカウンターパートの技術者に単独で業務を実施させ評価するものとする。評価は技術の到達度と今後の技術の研鑽についてのアドバイスからなる。

表 3-2-23 にチェックシートの例を示す。 このチェックシートは各担当者が準備段階で作成し、指導開始の段階で目標やチェック内容をカウンターパートに説明、確認する。

表 3-2-22　最終目標と確認方法(施工指導)

指導項目	最終目標	確認方法	
		確認事項	確認者
物理探査/水理地質	地下水帯水層の確認	データの解析技術及びチェックシートでの確認	ｿﾌﾄｺﾝｻﾎﾟｰﾈﾝﾄの技術指導者
井戸工事運営監理	井戸建設技術の習得	チェックシートでの確認	ｿﾌﾄｺﾝｻﾎﾟｰﾈﾝﾄの技術指導者
井戸掘削	掘削技術の習得	チェックシートでの確認	ｿﾌﾄｺﾝｻﾎﾟｰﾈﾝﾄの技術指導者
井戸の試験、解析、仕上げ	採水層の決定 適正揚水量の把握	チェックシートでの確認	ｿﾌﾄｺﾝｻﾎﾟｰﾈﾝﾄの技術指導者
水質分析	正確な分析作業	チェックシートでの確認	ｿﾌﾄｺﾝｻﾎﾟｰﾈﾝﾄの技術指導者

表 3-2-23　指導チェック項目例(施工指導)

工程 (掘進作業)	指導項目	ﾁｪｯｸ欄	日時	備考
1	9”7/8 のﾄﾘｺﾝﾋﾞｯﾄにて掘削を行う。地層に適合した回転数と給圧を与える。給圧はﾊﾞﾗﾝｽを給圧とし、回転数は進捗状況に応じて最適なものを設定する。			
2	泥水の測定を行い、泥水が劣化した際、ﾋﾟｯﾄの泥水を放棄し沈殿槽の清掃と新しい泥水の作成を行う。 (粘土層の質により 1 井あたり 2～3 回ﾋﾟｯﾄ清掃を行う。)			

（2）　資機材の整備指導

1)　背景

新しい機材や調査機器の整備は次の要領で行われる。

①掘削機と関連機材の通常の保守､点検整備は掘削現場にて行い、井戸掘削指導担当者が指導する。

②物理探査機器の保守､点検整備、補修は物理探査/水理地質担当者が指導する。

③孔内検層器の保守､点検整備、補修は井戸の試験、解析、仕上げ担当者が指導する。

掘削機と関連機材の修理､分解組み立てなどのオーバーホールは州の整備工場で行う。整備工場は公共事業局の機械整備部に属し、道路建機などの大型機械を所有し補修、整備の技術力もある。

但し掘削機及び泥水ポンプに関しては知識､経験ともにないため､機械整備部にこれらの機械の分解組み立て､補修の技術移転を行う。尚スペア-パーツの保管整理については井戸掘削の担当技術者が物品課に指導する。物品課はスペア-パーツの管理を行う。

以上より調達する掘削機と関連機械が継続的に有効利用されるために必要な支援を実施する。

2)　成果

アスアイ州公共事業局機械整備部に技術支援を行うことで期待される成果は以下のとおりである。

①掘削機と関連機械の整備が可能となる

②機材の修理技術が向上する

3) 実施形態

実施形態はエンジニアリング支援とする

4) 活動

掘削の技術支援が終了した後､州の整備工場にて掘削機と関連機械のオーバーホールを実施する｡業務内容は次の通り｡

①技術者の養成

掘削機及び関連機械の修理技術の指導を行う｡実施方法は邦人コンサルタントが実際に掘削機等を分解､組み立てしてオーバーホールを実施する｡特に負荷のかかるスピンドルヘッド部と磨耗の激しい泥水ポンプのスピンドル部､油圧系統について指導する｡

②機材の維持管理指導

調達される新しい機械類の整備技術を指導することで､全体の技術力の向上を図る｡また機材の適切な維持管理についても指導を行う｡

5) 役務調達方法

アスアイ州には掘削機を始めとした機材を運営した経験がなく､｢エ｣国の中でも掘削機の整備を行える人材は少なく調達が困難であるため､本邦コンサルタントの直接支援型とする｡

6) 業務工程・成果品と詳細投入計画

業務工程は以下のとおりである｡

表 3-2-24 業務工程・成果品(機材整備)

ソフト･コンポーネント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	成果品
1. 国内準備	□												
2. 機材維持管理方法の指導､点検記録､管理台帳の整理､管理方法の指導	■												点検記録､管理台帳
3. 掘削機の検査､オーバーホール､修理方法の指導		■											掘削機等の取扱い説明書
4. 報告書作成		■											報告書

表 3-2-25 詳細投入計画(機材整備)

ソフト･コンポーネント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	数量	摘要
1. 機材整備	□	■											1.5M/M	国内0.5M/M 現地1.0M/M

7) 目標達成､成果の確認

分野ごとに最終目標を設定し､指導内容ごとに指導担当者がチェックを行い､技術移転の進捗と理解度の最終確認を行う｡最終確認については機材整備の技術指導者がカウンターパートの技術者に単独で業務を実施させ評価するものとする｡評価は技術の到達度と今後の技術の研鑽についてのアドバイスからなる｡

表 3-2-26　最終目標と確認方法(機材整備)

指導項目	最終目標	確認方法	
		確認事項	確認者
機材整備	掘削機等の整備技術	チェックシートでの確認	ｿﾌﾄｺﾝﾎﾟｰﾈﾝﾄの技術指導者

表 3-2-27　指導チェック項目例(機材整備)

工程 (掘進作業)	指導項目	ﾁｪｯｸ欄	日時	備考
1	スピンドルヘッドの分解と組み立て及び保守点検方法について			
2	スピンドルヘッド内のメインギア、ベベルギアの磨耗状態のチェック、グリスの交換、オイルシール、ベアリングの点検、交換			
3	スイベルヘッドの分解、組み立て、ベアリング、オイルシール、ケースカバーの点検			

⑶　施設の運営維持管理指導

1)　背景

対象地区には水管理組合があり、地区によって施設の運営管理方法に多少の違いはあるものの、相応の活動を行っている。しかし、全ての地区で料金の徴収や組織運営が効率的に行われているとはいえない状況である。地下水の利用は給水事情を改善するが、住民の経済的負担も増加するため住民に対する説明・説得が必要である。また、住民への衛生教育はほとんど行われていない状態である。

州政府は今後の地下水開発にあたって、地下水課運営維持係に要請地区の調査とともに事業実施後の地区側の運営・維持管理に対しての支援をこれまでよりも強化する方針を持つ。今回の調査を通じて州審議会公共事業局の社会開発担当者は表流水水源による給水施設整備を実施する中で水管理委員会支援への経験はあり、能力的にはこの担当者が中心となって活動が行われると判断しているが、この担当者を指導して、更なる能力開発を行い、マニュアル等のツールを整備して水管理組合の運営指導、住民の啓発および衛生教育を実施させることが効果的と判断する。

2)　成果

アスアイ州地下水課運営維持管理係に技術支援を行うことで以下の成果が期待される。

①住民への衛生教育の徹底が可能となる

②住民に対し地下水源導入による新給水システムの効果やそれに関わる維持管理の必要性に対する啓蒙活動が行える

③水管理組合のメンバーに料金徴収、出納帳の整備、施設の運転記録の指導を行う事により組合運営の強化が可能となる

3) 実施形態

実施形態はマネージメント支援とする

4) 活動

ソフトコンポーネントの実施時期は井戸掘削地区で井戸建設後に１ヶ月を予定する。

本コンポーネントでは地下水課運営維持管理係の社会開発担当者に対して、住民に対して衛生教育の実施とPCM ワークショップを通じての住民への地下水源導入による新給水システムの効果やそれに関わる維持管理の必要性といった啓蒙活動、水管理組合メンバーへの運転指導が実施できるように教育するものであり、プロジェクトの対象地区のうち５地区への活動を通じて OJT で指導する。

具体的な指導内容は次の通り。

ア．衛生セミナーを実施する

表流水、地下水資源保護のための流域保全、水因性疾病の原因とその予防、給水施設の重要性

イ．施設維持管理セミナー

井戸施設の運転・維持管理につき、実際の施設を使って指導する。セミナーの講師は井戸工事運営監理担当が行い、本担当はセミナーの調整とオペレーター用マニュアル等の作成を行う。

ウ．地下水水源による給水システム導入にあたって、その効果、維持管理の必要性を確認するため、PCM ワークショップを実施する

既存給水システムの問題点の整理、新給水システムの概要と維持管理内容の説明、水管理組合員の役割確認

エ．水管理組合メンバーに運営指導を行う

出納簿、会議記録、事故記録等の整理、故障時の対応方法

オ．簡易なマニュアル、セミナー用ツール類の作成指導を行う

5) 役務調達方法

現地調査の結果、NGO 組織のうち CARE はアスアイ州で活動しておらず、Plan International が上水の給水プロジェクトを実施していたが、近年は給水分野よりも教育分野へ活動の重点を移している状況である。また、地元コンサルタントにはこのような活動経験をもつところはない。本プロジェクトによる指導は、プロジェクト開始の段階で短期間に上述の社会開発担当者に目的、内容、成果指標を説明するとともに、水管理組合への効果的な教育内容を習得してもらう事であるため、本プロジェクトの目的・内容を充分理解した本邦コンサルタントを派遣する事とする。

6) 業務工程・成果品と詳細投入計画

詳細業務工程と詳細投入計画は下表の通り。

表　3-2-28　業務工程・成果品(運営維持管理)

ソフト･コンポーネント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	成果品
1. 国内準備													
2. セミナー用ツール、マニュアル類の作成指導													セミナー用パンフレット
3. 衛生セミナーの実施指導													セミナー用パンフレット
4. 施設維持管理セミナー指導													セミナー用パンフレット
5. PCMワークショップ指導													PCMﾜｰｸｼｮｯﾌﾟﾃｷｽﾄ
6. 水管理組合の運営指導													運営ﾏﾆｭｱﾙの作成
7. 報告書作成													報告書

表 3-2-29 詳細投入計画(運営維持管理)

ソフト･コンポーネント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	数量	摘要
1. 運営維持管理計画													1.5M/M	国内0.5M/M 現地1.0M/M
2. 車両-1													1.0M/M	日本人スタッフ用

7) 目標達成、成果の確認

分野ごとに最終目標を設定し、指導内容ごとに指導担当者がチェックを行い、技術移転の進捗と理解度の最終確認を行う。最終確認はソフトコンポーネントの技術指導者が、カウンターパートの技術者に単独で業務を実施させ評価するものとする。評価は技術の到達度と今後の技術の研鑽についてのアドバイスからなる。

表 3-2-30　最終目標と確認方法(運営維持管理)

指導項目	最終目標	確認方法	
		確認事項	確認者
運営維持管理	衛生セミナーの実施 ワークショップの実施 マニュアルに基づく水管理組合の運営指導	チェックシートでの確認	ｿﾌﾄｺﾝﾎﾟｰﾈﾝﾄの技術指導者

表 3-2-31　指導チェック項目例(運営維持管理)

項目	指導項目	ﾁｪｯｸ欄	日時	備考
1	表流水、地下水資源保護のための流域保全の必要性や井戸水源による給水システムの内容を十分理解し、住民に説明できる。			
2	住民を対象とするセミナーやワークショップ等で、パンフレット等のツールを利用して、住民にわかりやすく説明できる。			
2	(水管理組合ﾒﾝﾊﾞｰ向けの) 運営指導および簡易な運営マニュアルの作成指導ができる。			

3-2-4-7 実施工程

⑴ 工期の設定

1) 資機材調達

資機材は日本及び「エ」国内からの調達となる。井戸掘削機材及び支援機材（1 式）、井戸建設資機材（13 本分）の製作、調達には約 6 ヶ月を要すると考えられる。その後、日本から海路にて資機材を輸送し、「エ」国太平洋岸のグアヤキル港に陸上げし、クエンカ市内の州政府の機材倉庫まで内陸輸送される。輸送期間は海路、陸路含めて 2 ヶ月である。

2) 井戸建設

本プロジェクトの井戸掘削作業は以下に示す工程で実施される。

① サイト間の移動： 1 日
② 準備工：2 日
③ 組み立て、解体：1 日
④ 掘削：深度、地質により 7 ～25 日
⑤ 口元管挿入：1 日
⑥ 孔内検層：1 日
⑦ ケーシング挿入準備、挿入：2 日
⑧ グラベル設置、井戸仕上げ、遮水：9 日
⑨ 揚水試験、水質試験：予備揚水を含めると 7 日程度

工事は掘削を実施する主要チームと、その後の揚水試験以降を担当するチームに分かれて作業を実施するため、全体工事工程に対するクリティカルな部分は①～⑧である。工事工程の策定にあたって、年間の休・祝日、降雨日を考慮すると 1 ヶ月あたりの工事稼動期間は 18.8 日と想定される。ソフトコンポーネントによる指導対象５地区の井戸掘削期間は表 3-2-32 に示すように 268 日、約 9 ヶ月となる。

揚水試験の完了後、井戸管理棟、配水池、送水管等の工事が実施される。基本的に井戸管理棟完成後に揚水用ポンプの設置を行い、既設もしくは新設の配水池に接続後に試運転を実施する。このため、本プロジェクトの期間中に試運転まで可能であるのは３～4 本と想定される。

表 3-2-32 掘削工程

	サイト名	本数	予定深度(m)	1 本 あ た り												全日数
				掘削	口元管挿入	孔内検層	挿入準備	ケーシング挿入	グラベル設置	井戸仕上げ	遮水	組立／解体	サイト間移動	準備工	小計	
3	La Esperanza	1	80	7	1	1	1	1	1	7	1	1	1	2	24	39
4	Ponce Enríquez	1	150	11	1	1	1	1	1	7	1	1	1	2	28	45
12	Jadán	1	200	17	1	1	1	1	1	7	1	1	1	2	34	55
19	Guayara	1	300	25	1	1	1	1	1	7	1	1	1	2	42	68
25	Nulti	1	250	21	1	1	1	1	1	7	1	1	1	2	38	61
	合計	5	980													268

注： 全日数= 実工事日数ｘ30／18.8

3) 実施工程

本プロジェクトでの「エ」国側による施工は、井戸掘削は最初の 1 井は基本作業の研修のため、全員で準備、掘削から井戸の仕上げ、揚水試験までを行う事とし、2 井目以降は掘削作業と井戸仕上げ～揚水試験の班に分かれて作業する。 また、5 本の掘削作業終了後、掘削機は約 1 ヶ月の機械整備指導が必要である。 表 3-2-33 に本プロジェクト実施に要する入札業務、機材調達、ソフトコンポーネントの工程を示す。

表 3-2-33 事業実施工程

(月)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入札業務													
	入札図書作成、入札、契約												
調達													
	調達資機材の製作												
	輸送												
施工指導	事前準備												
	井戸掘削												
	機材整備												

3－3　相手国側分担事業の概要

本プロジェクトは井戸掘削関連資機材及び給水施設建設に必要な資機材を調達するとともに、「エ」国側で実施する 5 本の井戸施工に対してソフトコンポーネントによって技術支援を実施するものである。本プロジェクトの実施に際し、「エ」国側が行うべき負担事業は以下のとおりである。

表 3-3-1 「エ」国側の負担事項

No.	項目	「エ」国側の負担事項
1	一般、資機材調達	・銀行取引のための銀行手数料の負担 ・日本人プロジェクト関係者に対する出入国や安全な環境での滞在のための便宜供与 ・資機材の輸入・現地購入に関する関税、間接税等の免税とその処置 ・日本側で調達する井戸掘削用資材、試験機材、井戸用資材、施設建設用資材以外で工事に必要な一切の資機材の調達
2	建設工事	・地下水課の新設、カウンターパートの配置 ・建設用地の確保・整備、工事用アクセスの確保、工事実施に必要な手続きの実施 ・井戸掘削工事の実施 ・送電線、トランス設置等による電源の確保 ・井戸管理棟の外構工事 ・送水管の敷設、配水池等の関連する給水施設の建設工事
3	費用負担	上記資機材調達、建設工事に必要な費用
4	工期	基本的に、工期（EN 期限）内に 5 本の井戸と工期内では最大 4 地区と想定される関連給水施設を完成させる。ただし、未完了となった場合は引き続き「エ」国側で工事を継続する。
5	掘削位置の選定	井戸試験の結果、空井戸と判断した場合は「エ」国側の責任で代替位置の選定を行い、井戸工事を実施する。
6	安全・警備体制	全工事に関わる安全対策、資機材に対する警備を実施する。
7	瑕疵責任	すべての施設に対する瑕疵責任

３－４　プロジェクトの運営･維持管理計画

3-4-1 井戸掘削機材の運営

プロジェクトの運営は、州審議会の公共事業局内に新設される地下水課が実施する。地下水課は、調査係、運営・維持係、井戸建設係とポンプ据付・施設建設係から構成される（図　3-4-1 参照)。総勢は 30 名で、特に水理地質技師および井戸掘削技士は重要なポジションであり、前者は新規雇用、後者は州政府職員の育成によって確保するものとする。新規に増員される技術員は各班の責任者もしくは技術責任者となるが、次のことに留意する必要がある。

1) 地下水課　課長

地下水課　課長は州政府内部の協力が不可欠であることと、給水施設の建設に携わった経験を有する必要性があることから州政府職員を教育･訓練することとなる。また掘削技術の理論面及び井戸建設全般の技術習得が必要であることから土木技師もしくは衛生工学の基礎技術力のある技師が望ましい。

2) 調査、分析技術者

①水理地質技師

井戸建設に必要な掘削予定地の調査、地下水帯水層の予測、ケーシングプログラムの作成が必要業務で、地質図、地形図、水理地質図、航空写真などの解読、解析が必要であり、水理地質もしくは地質に詳しい技術者が必要である。

②井戸試験関連技士

孔内検層、揚水試験、水質簡易試験を行う人材で土木技術者が必要である。

3) 井戸掘削技士

井戸掘削技士には 10 年程度の経験者が望ましい。 この技師については、民間の井戸業者からﾘｸﾙｰﾄするのが望ましいが、それが不可能な場合は州の職員を教育する事となる。この場合、職員の中で機械(回転体)の操作に慣れている人、機械を扱うことに興味のある人等を対象とするのが望ましい。州の道路建設の現場でﾌﾞﾗｽﾄﾎｰﾙ用の削岩機を使用していたが、機械の規模、能力、目的と大きく差異のあるものの、全くの未経験者よりも、削岩機のオペレータも候補の一つだと考えられる。

4) 給水施設建設ポンプ据付の責任者

現在給水施設建設に携わっている技術者が望ましい。ポンプの据付は揚水テスト時にも行うため揚水テストの方法について技術を習得してもらうこととする。従って新しいことに意欲的な技術員が望ましい。

5) 運転維持管理責任者

掘削機等の維持管理については整備工場の設備, 技術力から問題はないと考えられる。

給水施設の維持管理は原則地区の水管理組合が行うが、ポンプの保守、点検、修理等は州が行う必要があり、

井戸の運転状況を管理する必要上、電気技術者が望ましい。また水管理組合, 住民との窓口となる社会開発担当者も重要となる。

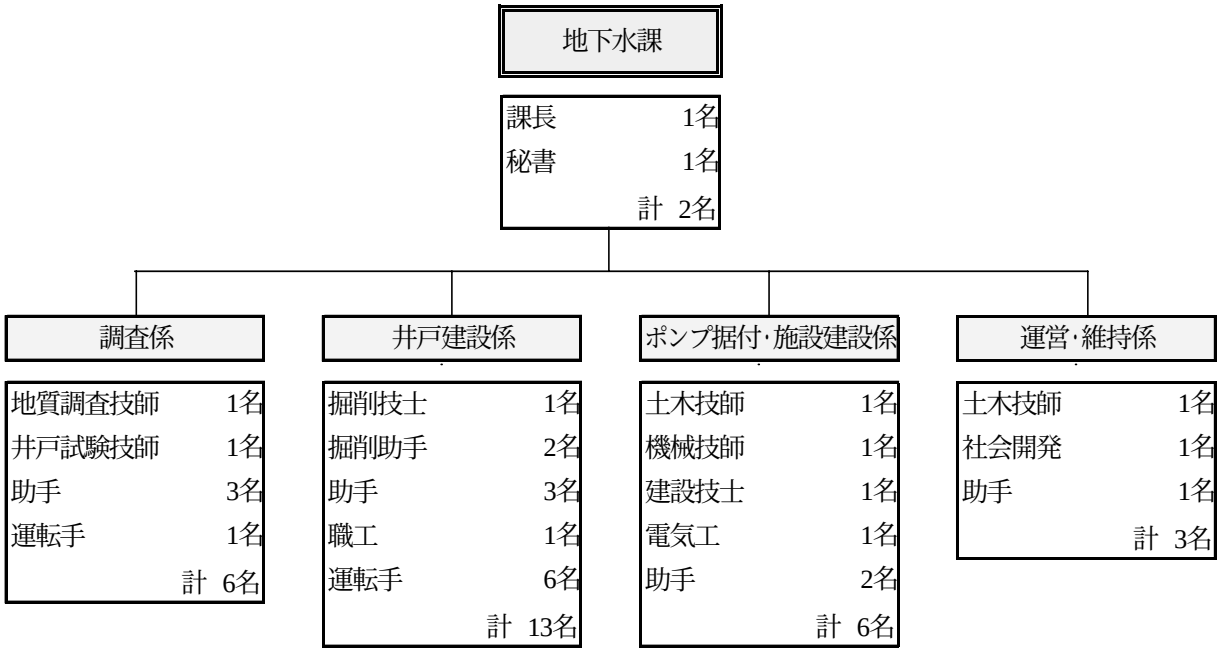


図 3-4-1 地下水課組織図

3-4-2 維持管理体制

調達される井戸掘削機および支援車両の保守点検・維持管理については、日常的な点検､保守作業は州審議会地下水課の掘削技師や掘削助手が実施するものとする。 それに対して、クエンカ市にある州審議会の整備工場（機械整備部）は工事後や年間の定期的な保守・維持管理を実施するものとする。この整備工場では掘削機等が調達される場合に備えて、現在スクラップヤードを整理し、新規のワークショップを建設中である。整備工場の人員構成は図 3-4-2 の通りである。

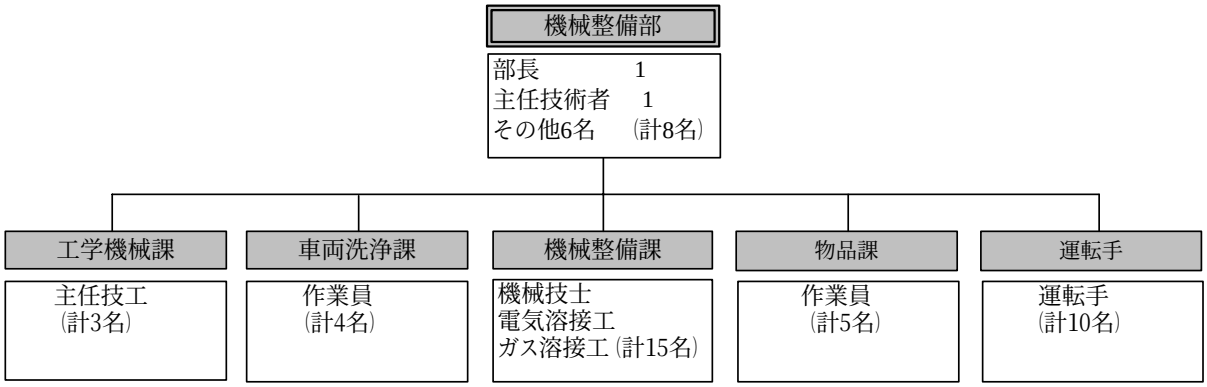


図 3-4-2 整備工場の組織図

3-4-3 当該地区

給水施設の維持管理は水管理組合が実施する。水管理組合は、法規に基づいて選ばれた委員長以下各メンバーを中心に、水道料金を徴収し、その収入に基づいて、オペレータの雇用、電力料金の支払い、スペアパーツ、薬品、消耗品等の購入を行うものとする。なお、水管理組合が雇用するオペレータが、給水施設の日常の保守・点検や小規模な修理等を実施する。深井戸水源による給水は地区にとって初めての経験となるため、オペレーターに対して揚水ポンプの運転、日常的な維持管理、施設の運転記録、モニタリングの訓練を実施する。

また、プロジェクト全体の効果をあげるために、既存の緩速ろ過池の運転・維持管理、配水池、塩素滅菌装置、配水管網の管理に対してもオペレーターに再訓練をすることが必要である。

基本的に州審議会の運営維持課社会開発担当が水管理組合の運営、維持管理に対する支援を行う。また、特に工事開始前の段階で新規施設建設に伴う水道料金の支払増について、住民に説明し、その理解を十分得なければならない。また、オペレーターの訓練については、同じ運営維持課の土木（衛生工学）技師が担当する。

3-4-4 故障時の体制

水管理組合は、定期的に収集する井戸やポンプのモニタリング結果を地下水課からの要請に応じて提出する。また、揚水ポンプの異常（ポンプの異常音、アンペアの変動）を発見した場合はただちにポンプを停止して、地下水課へ連絡を行う事とする。地下水課は連絡を受けた場合は緊急的に対処を行う。

3－5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画を日本の無償資金により実施する場合に必要となる事業費総額は約 640．7百万円となり、先に述べた日本と「エ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は下記に示す積算条件によれば次のとおりと見積もられる。

(1) 日本側負担内容

(百万円)

事業費区分	金額
機材費	557．1
設計監理費	83．6
合計	640．7

(2) 州が負担する事業費

州が負担する事業費 (10 地区13本の井戸、関連給水施設の建設及び 1 地区塩素滅菌装置設置) は以下のとおりである。

1) 付帯工事費 (用地取得、整備費、電気引き込み等)： 4万ドル

2) 井戸建設費： 11万ドル

3) 給水施設建設費 (ポンプ棟、配水池、送水管)： 21万ドル

4) 人件費： 14 万ドル

計 50 万ドル (60百万円)

(3) 積算条件

1) 積算時点： 平成 14 年 12 月

2) 為替交換レート： 1US$=￥120.90

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 州審議会

調達される井戸掘削機および支援車両の保守点検・維持管理については、工事期間中は、州審議会地下水課の掘削技師や掘削助手が実施するものとする。資機材の維持管理には年間 2 万ドル程度が必要と考えられるが、これらは、既に州審議会の予算計画で 2005 年以降に計上されている。また、給水施設の維持管理は、原則として、当該地区の水管理組合が実施するが、水中ポンプの保守・点検および修理等は地下水課の運営・維持係が実施するものとする。予算計画では 2006 年以降、年間 3 万ドルの掘削機等の機材修理費が計上されているので、この中から拠出されることになる。

（2）当該地区

給水施設の維持管理は水管理組合が実施する。表 3-5-1 に示すように、井戸建設が予定される１０地区の運転・維持管理費用は、水中ポンプ運転のための電力料金、オペレータの給与、スペアパーツ、薬品（

塩素滅菌用の塩代)、消耗品等の購入や水管理組合運営費から構成される。一戸あたりの想定水道料金は 0.58～3.99 ドルであり、一部の地区を除き、社会経済調査で得た支払可能額あるいは家計収入の 4%以内に収まっている。なお、これに収まらない地区については、州審議会による電力料金補助のシステム（特に水供給に電力が使われる場合、その電気代を州審議会が補助する制度）を利用する予定である。

表 3-5-1 各地区の想定水道料金

No.	村落	家族数	ポンプ出力（kW)	電力量（kWh／月)	電気代（US$)	オペレーター（US$)	スペアパーツ、水組合運営費等（US$)	計（US$/月)	揚水量（m3／月)	水単価（US$/m3)	不足量（m3/d)	不足分料金計（US$/月)	1戸当たりの水道料金（US$)	家計収入（US$/月)	家計収入に対する比率 (%)	支払可能額（US$/月)
1	パクチャ	200	7.4	2664	148	50	100	298	1296	0.23	112	773	3.86	100	3.9%	2.4
3	ラ･エスペランサ	300	3.7	1332	69.43	50	50	169	3888	0.04	133	174	0.58	130	0.4%	3
4	ポンセエンリケ	500	7.5	2700	150.1	50	100	300	6480	0.05	420	584	1.17	120	1.0%	1.7
8	シャガール	300	2.2	792	37.57	50	50	138	3888	0.04	195	207	0.69	140	0.5%	1.6
12	ハダン	600	3	1080	54.56	50	50	155	1296	0.12	266	952	1.59	60	2.6%	1.7
13	ナジグ	250	5.5	1980	107.7	50	100	258	2592	0.10	121	361	1.44	80	1.8%	1.8
14	キムシ	180	11	3960	224.5	50	150	424	2592	0.16	72	354	1.97	100	2.0%	1.8
19	グアヤラ	250	22	7920	458.1	50	150	658	2592	0.25	131	998	3.99	90	4.4%	1.3
22	アドベパンバ	250	3.7	1332	69.43	50	50	169	1296	0.13	63	247	0.99	90	1.1%	3.4
25	ヌルチ	45	3.7	1332	69.43	50	50	169	995	0.17	33	169	3.75	150	2.5%	3.4

(1) ポンプ運転時間は12時間／日
(2)スペアパーツ＆水組合運営費等はポンプ出力をベースに
US$50,US$100,US$150の4ケースを想定した

3-6　協力対象事業実施にあたっての留意事項

(1)　限られた期間内でソフトコンポーネントによる技術移転の成果を出すためには、新設される地下水課の職員が確実に配置されるとともに、組織の運営費（人件費、一般経費など）、計画の実施に必要な事業費、機械等の維持管理費（補修、整備費など）についての予算措置が計画通りに履行されることが必要である。

(2)　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、ロハ州との連携は本計画を実施する上で有益であり、初期の段階では掘削機等の運転、維持管理上も協力を得る必要がある。