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　プロジェクトの目的

パラグアイ国における公共衛生事業、特に給水普及率が低迷している地方給水整備に関し、1993年厚生省は短期、長期の目標を設定し、同省に所属するセナサは、1998年までの地方給水促進五ヶ年計画に基づき、現在深井戸水源掘さくを含む給水施設建設を実施中であるが、同局が1977年以降の世銀借款により調達した合計4台の深井戸掘さく機のうち1979年に調達した初期の2台が老朽化してきたので、計画目標達成のために現有勢力の補強が不可欠となった。　セナサの同計画進行状況は次の通りである。

① 初年度(1994-1995)	44対象地区 (対象人口 85,000人)　完了。
② 2年度(1995-1996)	60対象地区 (対象人口 60,000人) 第1期/第2期に分割。 第1期は入札完了、一部契約済み。 第2期は入札公示中。

このうち、2年度事業は、国内の事務手続きに時間がかかり、実施に遅れが見られるが、一方世銀とは、3年度事業に関する協議が進んでいる。　同計画について、セナサでは約40地区を候補としているが、そのうち25地区は、「パ」国随一の農業地帯で国土の東南端パラナ川沿いに位置するイタプア県の農村集落群である。　イタプア県は29郡により構成されているが、県都エンカルナシオンと数カ所の郡庁所在地を除く大多数が人口4,000人以下の集落で、全人口40万人に対する給水普及率は10%程度に低迷しているため、給水施設整備が急務となっている。

本計画は、このようなセナサの事業活動に対し、目標達成のため必要とされている深井戸掘さく機と付帯機器・支援車輌を調達するとともに、3年度事業の対象の中で、イタプア県25地区の給水施設整備計画、特に緊急を要する4地区に対し施設建設を実施し、「パ」国地方給水整備促進の支援を行うことを目的とする。

3-2　プロジェクトの基本構想

1) 事前調査結果

本計画に関しては、1995年7月から8月にかけて、事前調査が実施され、基本的に「パ」国政府要請内容の妥当性が認められ、協力の方向性として次のような計画内容が適切であると判断された。

(1) 機材調達

① 深井戸掘さく機　　2式
(ただし、要請内容のうち、掘さく能力500mについては、300mに変更)
② エア・リフトおよび揚水試験装置 2式
③ 深井戸建設資材　　25本分
④ 深井戸測定機器　　2式
(孔内検層機、水位計、水質試験器等)
⑤ 支援車輌　　2式
⑥ スペアパーツ　　1式

(2) 調達資機材の操作・維持管理および掘さく技術に関する技術指導。

(3) 給水施設の建設 (25地区のうち特に緊急に整備を必要とする3ヶ所程度)

上記計画内容のうち、当初要請では対象地区は24ヶ所であったが、事前調査の結果により、3地区を優先順位の高い新規候補地区と入れ替え、さらに緊急に施設整備を必要とする1地区を追加とすることが合意され、合計25地区に変更された。

本基本設計調査では、先方政府に対する要請内容の確認、実施機関の実施体制調査、25対象地区における社会・経済、水理地質および給水計画技術調査等を実施し、事前調査で判断された計画の枠組みや基本構想を詳細に検討した。 その結果、プロジェクトの目的を達成するための最適な計画概要を次項2)および3)項において提案するものとする。

2) 妥当性の検討

本計画は、「パ」国政府による保健衛生政策推進の一翼を担うセナサの体制強化と同国における給水施設整備促進を支援する目的を持つ。 同局は1972年法第369号により厚生省内に制定され、国土の環境保全および住民参加による（具体的にはセナサ主導による集落の衛生委員会設立による）飲料水供給施設整備の促進を責務とする機関である。 同局給水・衛生部水資源課は、世銀借款により調達した深井戸掘さく機械を4台所有し、給水施設建設に伴う水源開発を直営で実施しているが、1979年に調達した2台については、すでに16年経過して老朽化するとともに、その間におけるメーカーの度重なるモデル・チェンジにより大部分の部品の入手が不可能となった。セナサでは、昨年度やはり世銀資金により、現有する4台の機械に対する部品調達を行ったが、2台は旧型であること、また1986年調達した1台は当時のメーカーが他メーカーに吸収合併されたことが原因で、調達は難渋を極め、今後これら3台に対する部品入手は極めて困難と判断してい

る。一般的なベアリング等の部品は代替品が利用可能であるが、特殊な部品は特注で製作でもしないかぎり、入手は不可能となっている。

このような保有機材の現況に対し、現在実施中の世銀第三次借款を主体とする五ヶ年計画中、セナサでは250本の深井戸掘さくが計画されている。国内には技術的に一定レベルにある民間さく井業者が数社あり、一部の水源建設工事は入札によりこれら業者が請け負っているが（セナサの年間掘さく井戸数約60本のうち20本程度）、保有機材の台数・内容また要員数や技術水準において、セナサの規模に及ぶものはなく、「パ」国における地下水開発はセナサの主導により推移している現状である。　全国的に低迷している給水普及率、特に今後の主流となると想定される小規模な経済的にも困窮している多くの地方集落に対する給水施設整備の必要性と公共性を考えると、セナサ組織の近い将来における民営化は困難な状況と考察される。セナサ自体もそのような方針はまったくないことを明言しており、現在の事業を継続発展していく構えである。

「パ」国の給水事業における以上のようなセナサの現在の位置づけから判断すると、要請内容の中心となっている深井戸掘さく機材を調達することは、十分な妥当性を有すると判断される。これら調達機材の直接的な操作・維持管理法については、納入メーカー派遣の専門家により提供されるものとする。一方、現在セナサで地下水開発に従事する要員は、機械一台につき6人構成を一班とし、交替のための1班を含め、計5班に組織されているが、ほとんどの要員が15年以上の経験を有し、セナサが現有機材調達後、同組織内で継続的に育成された人材で占められ、機械操作および掘さく技術両面の知識と技術をすでに習得している要員が大部分である。ただし、開発の対象となるイタプア県におけるこれまでの掘さく実績とその内容を検討すると、今後の開発方法については、例として掘さく地点の選定や深部地下水の開発等において、日本側の技術も投入し、従来のセナサ経験とあわせて、より効果的な手法を発展させる可能性が大きいと判断される。その観点から、実際の現場における地下水開発において、調達機材を利用しての技術指導を実施する必要性が認められる。

本計画で調達される機材は、セナサの守備範囲である「パ」国の東部地域全域で利用される計画であるが、計画の直接対象としては、その第一陣として、イタプア県25農村集落における給水施設整備に利用される。セナサの給水事業は、世銀借款に主として依存しているので、受益住民にも相当の負担（原則的には建設費の 60%）を義務づけており、従来はこの負担に対応できる比較的規模が大きい人口密集集落、例として郡庁所在地等、に集中してきたが、次第に中小集落に対象が移行する傾向となり、本計画では大部分が農耕地の中に人家が点在する中小の入植地（コロニアと呼ばれる）を対象とする。これら入植地の生活基盤は農業にあるが、例外はあるものの、経済的には恵まれない農民が多数を占める。このような対象地区の中で、特に緊急に給水施設の整備が必要とされるサイトに対して無償資金協力により施設を建設し、当該国の給水事業を支援することは適切な方針であると判断される。

セナサでは、このようなサイトに対しては住民負担の軽減措置をとり、実施を促進する方針であるが、従来の人口密集地と比較すると財政的措置が格段に困難となることを認識している。 このような状況に対し、本計画では一部ではあるが、世銀借款の代わりに無償資金協力による施設建設を提供し、セナサの計画促進を支援することを目的とする。 ただし、その支援が25地区のうちで不公平とならないよう、住民負担の方法を考慮することをセナサに申し入れ、同意を取りつけてある。 本計画の背景にあるこのような事情に配慮して、施設整備の一部を支援することは、無償資金協力事業として適切な方針であると判断される。

以上の観点から、事前調査により確認された協力の方針が妥当であることは十分確認されるので、次項で計画内容の細部について検討することとする。

3) 要請内容の検討結果

本計画の内容は前項で検討したように、①掘さく機および関連資機材、②調達機材に関する技術指導および③給水施設の建設 (数サイト) により構成される。 これらの内容について、本調査の結果により計画される最適案は次の通りである。

(1) 機材調達

① 深井戸掘さく機

掘さく機能力は当初の要請では500mとなっていたが、事前調査の結果、300 m級とすることが合意された。 本調査では、この妥当性を検証するため、イタプア県における対象地区の水理地質調査の結果を詳細解析したところ、限定された地域ではあるが、450m を越える地下水開発が必要であると判断されるサイトが含まれることが判明した。 しかし、大部分の地域では 300m を基本とすることで開発可能であると判定される。 この調査結果について、セナサ側と協議した結果、セナサ現有の4台のうち、1989 年調達した1台が450mの掘さく能力を持つので、特殊地域にはこの現有機械を利用することとし、基本的には 300m を変更しないことを合意した。 本調査の結果が示すように、広範囲に及ぶセナサの活動範囲の中には大型機械の必要性が生じるサイトが含まれることは十分理解されるが、今後増加する需要の主対象とする地域における掘さくには、アクセスのための道路状況、地質条件による平均的な掘さく深度、また操業およびメンテナンスにおける経済的・技術的軽便性、容易さを考慮すると、大型機械より中型の方が適当であろうと判断されるので、事前調査の結果に変更ないものとする。 通常、中型機械の能力範囲は、300mを基準とした場合でも、地質条件や井戸構造により、基準を上回る掘さくが可能なケースもあり、適用範囲は広いと判断される。

② エア・リフトおよび揚水試験装置

要請されているエア・リフト装置は、掘さく孔の洗浄作業や簡易揚水試験を目的として、孔内に設置する空気管と揚水管から構成されている。 この空気管に、掘さく機に付属するコンプレッサーを使って高圧空気を送り、揚水管を通じて水を揚げる装置であるが、その目的のために本計画では正規の揚水試験装置を調達するので、セナサとの協議結果、調達リストから除外することにした。

一方、揚水試験装置は、要請掘さく機2台に対し、それぞれ水中モータ・ポンプと発電機を組み合わせたセットを一組ずつ調達する計画であったが、セナサでは、昨年度、これらの機材を一式クレーンつきトラックに搭載したモデルを調達し、その稼動経験から同種の装置に変更したい旨申し入れがあり、実際の装置を視察結果、利便性と作業効果が高いと判断され、変更に合意した。 数量としては、車輌搭載の場合は機動性に優れているので1台で間に合うと判断された。

③ 深井戸建設資材

要請資材の内容は、25対象地区で掘さくされる各深井戸水源に設置するケーシング・パイプと井戸スクリーンとなっている。 本案件の当初計画では、対象地区としてイタプア県を含む広域の東部全域にわたる掘さく計画に利用する機材として、掘さく機が要請されており、その実施に伴う必要資材として要請されたものであった。 しかし、その後「パ」側から直接の対象としてイタプア県 24 地区に絞り込む申し入れが行われ、事前調査の実施となった経緯があるが(その結果25地区に変更)、イタプア県の大部分にはこの地域に特有の硬質玄武岩が分布しており、セナサでは掘さく孔が崩壊しないのでケーシングを入れずに裸孔で井戸を完成する慣行をとっている。 このため、本調査における再確認のさい、セナサ側からは次の理由により、同資材を調達から除外したいという申し入れがあった。

a. 従来の経験から玄武岩の場合は掘さく孔崩壊の危険はない。
b. パイプを設置することにより、地下水の井内流入抵抗が増大するため、揚水量が減少する。
c. パイプを設置しないことにより、材料費、工事費の節約となり経済的である。

このようなセナサ主張に対し、イタプア県の玄武岩分布地帯の調査結果、硬質岩石の不連続面に軟質部分が挟まれている (これらの不連続面に地下水が賄存する) ことが判明し、その崩壊によりポンプ装置あるいは井戸そのものまでが損なわれる危険を回避するためには、他国の同質岩石分布地帯で実践されているように、パイプを設置することが推奨されよう。 ただし、セナサでは、イタプア県のみならず、隣接する北部アルト・パラナ県

を含むと、約 80 本の井戸を玄武岩地区に掘さくしているが、崩壊経験はないということであり、このような従来の経験をまったく無視することはできないので、本計画では次のような措置をとることにする。

a. セナサ経験を尊重し、原則として、玄武岩は裸孔とし、ケーシングを設置しない。
b. 地下最上層部のラテライト部分は軟質で崩壊しやすいので、ここには上部ケーシング・パイプを設置する計画として、25 地区分の井戸資材を調達する。一井あたり平均長さ 15m とする。この部分はセナサでも常にパイプを設置するので異論はない。
c. 25 対象地区のうち、玄武岩ではなく、掘さく孔が崩壊する危険が大きい砂岩分布地帯の 4 地区に対しては、ケーシング・パイプとスクリーンを設置する計画とし、資材調達を行う。地区名は次の通りである。
   *サン・ソラノ
   *クリスト・レイ
   *サン・ディオニシオ
   *ポトゥレロ・ジャペポ
d. 本節第 3)項で述べるように、本計画では 25 地区のうち 4 地区に日本側で給水施設を建設する計画とするが、そのうち砂岩層露出地区 1 ヶ所 (サン・ソラノ)にケーシングとスクリーンを全長にわたり設置するほか、玄武岩層の下に砂岩層が発達している 1 地区(チャイペ)に対しては、特にこの下位砂岩層の地下水開発を目的として、ケーシングとスクリーンを設置する計画とする。この場合、スクリーン位置は、掘さく中の水量増加による判断とあわせ、調達した孔内検層機を利用して最終的な帯水層判定を行い決定するものとする。このように厳密なスクリーン位置判定により、地下水流入抵抗を小さく抑えることが可能となるので、日本側施工の深井戸建設はモデル建設と位置づけ、セナサに対するトレーニングの一項目とする方針である。

深井戸資材としては、これらパイプのほか、必要不可欠の装置として水中ポンプが含まれる。対象地区に対するポンプの調達は、各地区における給水施設操業を支援し、本計画の目的に適う措置の一つである。本調査では 25 対象地区において、物理探査を含む水理地質調査を実施し、各地区における予定深井戸水源の可能採水量と水位についての評価を行ったので、それぞれの地区に対して適切なポンプを選定する方針とする。ただし、この評価は周辺の既存井調査結果の分析による推定に基づくものであるから、選定ポンプが多種類にわたる場合は、能力範囲に融通性のある少数の機種にまとめて調達する方針とする。

④ 深井戸測定機器

深井戸測定機器は、掘さく孔における地層の比抵抗等の特性を測定し、帯水層位置を判定

する孔内検層機のほか、深井戸水位計と水質試験装置が要請に含まれている。 これら装置は2台の掘さく機に対応するためそれぞれ2式が必要とされていた。 セナサの現有孔内検層機は、測定深度300m用で、旧型ではあるが、比較的小型にまとまった装置であり、セナサでは同種の装置を想定していた。 しかし、近年無償資金協力で調達される孔内検層機は、測定する井戸深度が深くなってきているので、吊り下げ装置とともに一式小型車輌搭載型が一般的となっており、本調査時点セナサとの協議では、測定深度が増大し、装置が大型となった場合は車輌搭載型が必要であり、その場合は1台で2台の掘さく機に利用可能であるとの了解を得た。 その後、国内作業の検討において、本計画でも最大掘さく深度は、450m に達する必要性が確認されたので、そのような搭載型に変更することが適切と判断された。 調達数量は、装置に機動性を持たせた結果として、1台で作業に支障はない。 他の水位計と水質試験器は、当初計画通り2式必要である。

なお、当初要請には含まれていなかった測定機器であるが、基本設計概要説明時点で、本基本設計調査で水源調査に活用し、成果の大きかった地表電気探査装置1式の追加調達の要請があり、今後のセナサの地下水開発に必須の測定機器であるが、現在セナサには利用可能な同種装置がないため、基本設計概要説明調査団の帰国後検討した結果、追加調達とすることとした。

⑤ 支援車輌

支援車輌の内容は次の通りである。

a. 貨物トラック
b. 工事用水タンク車
c. 作業用小型トラック

現在セナサにはクレーン車がないため、資機材のトラック積み下ろしに三又を使うという状況におかれている。 このため、上記トラックとしては、軽量クレーンを搭載した汎用トラックが適切な選択となる。 水タンク車については、セナサには現在専用のタンク車がなく、通常のトラックに3トン容量の用水タンクと燃料タンクを2基積載して使用し、輸送大型車が不足しているため、通常の貨物輸送にも利用している。 このような現況から、セナサでは本計画の水タンク車も用水専用車でなく、一般の輸送にも活用したいという要望が強いので、積載トラックと同機種のクレーン架装汎用トラックとして、部品の互換性を持たせることが最適な活用法と判断される。 なお、水タンクはセナサが保有している鋼板性タンクを積載することになる。 作業用小型トラックは、掘さく要員の移動および連絡用で、現場における小運搬にも利用される多目的車である。

⑥ スペアパーツ

スペアパーツの調達については、我が国の無償資金協力における機材調達の一般的慣習に従い、機材価格の 15%、約 2 年分の数量とすることが適切である。 セナサでは過去の経験から、掘さく機材の特に可動部分の部品が必要であることを認識しており、メーカー推奨部品とあわせて、価格範囲内で適切な選択を行うことになる。

以上の機材調達について、無償資金協力では日本または当該国製品調達が原則ではあるが、日本から遠距離に位置する南米経済圏にある「パ」国の市場流通機構を考慮し、基本的に第三国調達を可能とし、価格、仕様、維持管理の便宜を比較検討する方針とする。

(2) 技術指導

技術指導については、これまで述べてきたように、本計画の主要な構成要素の一つとして取り扱う必要があると判断され、事前調査の結果としての計画に変更なく実施するものとする。技術指導の対象は以下の通りとする。

①調達機材の運転、維持管理に関わる技術指導
②地下水開発調査に関わる技術指導
③掘さく技術に関わる技術指導

(3) 給水施設建設

セナサでは、事前調査時点、調査団との合意に基づき、本基本設計調査に先立ち、イタプア県対象 25 地区の社会・経済調査、水理地質調査 （掘さく井戸地点の選定）、地形測量、およびこれら現地調査に基づく給水計画と建設費用積算を実施した。 本調査では、これらセナサ調査資料を参照しつつ、現地技術調査を実施したが、これらの調査結果を総合し、緊急に施設を必要とすると判断される数地区に日本側で給水施設建設を建設する方針とした。 判定の条件としては、次のような要素を基にセナサ側と日本側それぞれが採点し、その結果について再度日本側で検討した結果最終決定することとした。

① 既存水源状況 (給水施設の必要度判定)

a. 水源普及状況 （集落における浅井戸普及率）
b. 乾季における既存水源の水不足または枯渇月数
c. 既存水源の汚染状況 (主として家庭排水や便所による)
d. 農薬汚染の影響

② 受益人口・人口密度

a. 給水計画対象人口

b. 計画給水区域の人口密度

③ 施設建設環境

a. サイトへのアクセス状況（距離および道路状況）

b. 水中ポンプ利用のための三相電源利用の可能性

④ 新規水源開発条件

a. 井戸一本あたりの想定可能採水量

b. 井戸の成功率

⑤ 集落経済状況

a. 住民の経済力判定 （収入規模）

⑥ 保健衛生状況

a. 水因性疾患の発生状況

⑦ 給水施設整備に関する住民態勢

a. 施設建設の住民意志 (セナサによる住民意識調査結果を利用)

b. 衛生委員会設立の意志

⑧ 便益比較 (セナサ調査による概算建設費用と受益人口比を利用)

これらの判定基準に基づいて、セナサ側および調査団が高位の評点を与えたサイトは次表の通りである。

表 3-1　　日本側給水施設建設サイト判定表

日本側判定		
順位	サイト名	郡名
①	チャイペ	エンカルナシオン
①	アロジョ・ポラ	カンビレタ
①	ｻﾝ･ﾐｹﾞﾙ･ｸﾙｽ	カンビレタ
④	アソテア	ｻﾝ･ﾌｧﾝ･ﾃﾞﾙ･ﾊﾟﾗﾅ
⑤	サン・ソラノ	ｻﾝ･ﾍﾟﾄﾞﾛ･ﾃﾞﾙ･ﾊﾟﾗﾅ
⑥	カンピチュエロ	カンビレタ
⑦	ラパス	ラパス
⑦	クリスト・レイ	コロネル・ボガド

セナサ判定		
順位	サイト名	郡名
①	チャイペ	エンカルナシオン
①	アロジョ・ポラ	カンビレタ
③	ｻﾝ･ﾐｹﾞﾙ･ｸﾙｽ	カンビレタ
④	バリオ・クェ	ﾄﾏｽ･R･ﾍﾟﾚｲﾗ
⑤	アソテア	ｻﾝ･ﾌｧﾝ･ﾃﾞﾙ･ﾊﾟﾗﾅ
⑤	サン・ディオニシオ	ﾍﾈﾗﾙ･ﾃﾞﾙｶﾞﾄﾞ
⑦	サン・ソラノ	ｻﾝ･ﾍﾟﾄﾞﾛ･ﾃﾞﾙ･ﾊﾟﾗﾅ
⑦	ピラポイ	アルト・ペラ

本計画に含まれる25地区は、社会・経済・自然条件がそれぞれ異なるが、大多数は緊急に給水施設整備を必要としており、上表の順位も僅差で接近している。 そこで、日本側施工の候補サイト選定のための、上表の結果を基にした最終判断は、モデル施工としての位置づけから社会・経済・自然条件の特性の異なる集落からそれぞれの代表を選定する基準とした。 具体的には、集落規模の大小と掘さく対象の地層（玄武岩と砂岩）の区別が大きな相違点となるので、この組み合わせを判断基準とする。

このような観点から判断した場合、上表で両者に共通する高位3地区は、25地区のうち他サイトの大多数がすべて農業入植地であるのに対し、県都エンカルナシオンに近い新興開発住宅地で、賃金労働者集落である点が共通している。 これらの対象地区は他サイトと比較していずれも人口が多いため、上位を占めているが、集落形態が極めて類似しているので、代表として1地区のみ、「チャイペ」を選抜することにする。 「アロジョ・ポラ」はチャイペと同位であるが、水源および配水槽の建設予定地の取得に難点があるので、後者に決定する。 また比較的高位で両者に共通するサイトである「アソテア」は、 前3地区同様、80%以上の住民が県都に通う賃金労働者であるほか、同地区における地下水開発において日本側想定掘さく深度が450mに達し、調達掘さく機の利用範囲に入らないため、除外された。 両国評価において残る共通サイトは県の西北部に位置する中小規模集落「サン・ソラノ」であるが、同地区ではすでに衛生委員会設立の準備委員会が設立されており、また自然条件として砂岩分布地帯であるという特性があるため、モデル給水施設の候補地区として選定する。 他の高位サイトは両者で共通するものはないが、特性判断をした場合、県の北東部に位置し、自然条件では玄武岩分布地帯の中小規模農業入植地「バリオ・クェ」が浮上する。 また、25地区の中で、唯一日系人が経営する集落で、農薬汚染の疑いで社会的問題の中心となった郡庁所在地である「ラパス」は、顕著な社会的特性により選択の対象となる。 同地区は自然条件としては、玄武岩地帯にあり、地下水資源に恵まれない水理地質条件にある。

以上の評価の結果、日本側による給水施設建設サイトを下記のように設定し、それぞれの特性と給水施設計画の詳細については、第3-3節「プロジェクトの最適案に係る基本設計」において記述することにする。

① チャイペ　　（大集落、玄武岩下位の砂岩対象）
② サン・ソラノ（中小集落、砂岩対象）
③ バリオ・クェ（中小集落、玄武岩対象）
④ ラパス　　（大集落、玄武岩対象）

上記候補地区において、セナサ側の計画は各戸給水を基本とし、セナサ基準による各家庭の引

き込み配管まで含むが、本計画では、各戸配管まで網羅せず、日本側の建設範囲は配水支管と接続用の継ぎ手までとし、引き込み配管は受益世帯にてそれぞれ負担する計画内容とする。

以上の検討の結果、本計画の基本構想は、パラグァイ国厚生省に属するセナサが現在推進する地方給水整備計画を支援するため、同局に対し、掘さく能力300mを基本とする深井戸掘さく機2台、測定機器、深井戸建設資材（25 地区分）および支援車輌を調達し、同計画の一環であるイタプア県25地区に対する給水施設整備のうち、4地区に施設を建設するとともに、これらの計画内容の実施に伴い、調達機材、地下水開発技術、掘さく技術に関わる技術指導を提供しようとするものである。

3-3　プロジェクトの最適案に係る基本設計

3-3-1　設計方針

本計画の構成内容は、地下水開発と給水施設整備の要素に大きく二分されるが、次項で様々な角度からこれら要素に関する設計方針について検討を加える。

1) 自然条件に対する方針

本計画の実施機関セナサの給水施設整備対象地域は、全国民の約97%が集中する東部地域と設定されており、本計画で調達される掘さく機材は、同地域の最南端に位置するイタプア県を皮切りに、東部全域で利用されることになる。同地域は平坦な地形の西部と比較すると起伏に富んでいるものの、大部分が標高 300～500m の緩やかに起伏する丘陵地と開析谷により構成されている。地質特性は地域により多様であるが、有力な帯水層としては「ミシオネス層群」と総称される中生代ジュラ紀の砂岩層、およびその上位に分布する「アルト・パラナ層群」と呼ばれる中生代白亜紀の玄武岩である。ただし、玄武岩は全般的に固く締まった溶岩で、通常地下水は浸透せず、地殻変動により生じた断層破砕帯や亀裂帯部分が主力帯水層となる。したがって、これらの地質構造が発達していない玄武岩地域での開発では、十分な水量を確保することが容易でないと判断される。

本計画の対象となっているイタプア県は前項で述べた玄武岩が広域に分布する地域であり、その下位に分布する砂岩層とあわせて、地下水開発が進んでいる。セナサによる公共水道水源のほか、特に国道1号および6号線沿いに盛んに建設されている工場群でも水源を深井戸に依存している。本調査では、それら資料の収集と解析による最新の情報を基とし、広範囲にわたって実施した物理探査の結果とあわせ、同地域における最適な掘さく工法や、井戸構造等の詳細を含む効果的な地下水開発手法と、それに必要な掘さく機材の詳細仕様を提案する。

2) 社会条件に対する方針

イタプア県のほぼ全域に散在する本計画対象の 25 地区の大部分は、農業を生活基盤とする中小入植地（コロニア）である。調査結果によると、人口は数百人から千人程度までで、一世帯あたりの農地面積は 4 ha から 20ha にわたるが、大多数の農家は所有面積 10 ha 以下の経済的に圧迫された世帯が多い。このほか 25 地区のうち県都エンカルナシオンに近接する 5 地区は近年盛大となった都市周辺宅地造成地の入植地で、構成住民は大部分賃金労働者であり、千人から 2 千人規模の集落を構成する。これら入植地の特徴は、いずれも開拓者部落の特性を備え、行政上の長は存在せず、開発事業ごとに集落内で委員会を構成し、その組織主導により事業を促進する。25

地区のうち現在公共給水施設を所有するサイトは、日系人社会の郡庁所在地ラパス以外になく、住民は各家の周辺に自家用の手掘り浅井戸を作り、飲料水と生活用水を得ている。しかし、この地域の地質的特徴として、地表の薄いラテライト層の直下に硬質の玄武岩が分布していることから、浅井戸の深度は限られ、乾季には水不足や水涸れの状態が続くだけでなく、同じ敷地内にある素掘りの屋外便所からの汚水が浸透しやすい環境となっている。また、営農上必然的に農薬を使用するため、近年では農薬の有害物質による浅層地下水汚染のおそれが地域の社会問題の一つとなっている。

このような環境の中で、いずれの集落も深井戸を水源とする公共給水施設の整備が急務となっているが、「パ」国政府は、セナサ設立による地方給水整備事業の基本的構想として、住民参加型の施設建設を目指し、受益住民に相応の建設費負担を課す方策をとってきた。近年の開発政策ではさらにその傾向を強め、集落自体による施設整備を奨励する方針が強調されているが、その前提として一般国民の経済水準の大幅な向上がなければ実現は困難であり、現実に本計画の対象地区では、いずれも各自の負担義務に対応する意思表示をしているものの、セナサ主導の政府支援がなければ、施設建設は容易でない。一方、セナサ側では、資金源が借款主体であるため、原資の償還が確実な対象地区を優先し、住民負担を少しでも減少するための経済的設計内容の事業を推進する方針をとってきた。セナサによるこれまでの実績を調べると、対象地区はほとんどが規模の大きい集落、例として郡庁所在地等であったが、本計画では大部分が経済水準の低い中小入植地を対象とする内容となっており、セナサにとっても初めてのケースとなる。このような観点から、本計画がセナサと集落側双方の緊密な協力を通じて成功裡に完成し、それ以後、全国に拡散している類似集落に対する給水普及にその経験を生かすことができるよう大きな期待がかかる。

以上述べた地方給水事業を取り巻く社会環境の中で、日本側が多様な特性を持つ25地区の中から代表的な数地区に対し施設建設を実施する方針は有意義なことであり、これら地区に対する施設設計・建設にあたっては、セナサの基本政策を尊重しつつ、住民による安全で安定した効果的な水利用を目標とする。

3) 実施機関による維持管理

本計画で調達される機材はセナサにより維持管理が行われる。同局の維持管理能力については、現有機材のうち、すでに16年使用した掘さく機2台が、老朽化したとはいえ、現役として業務推進に貢献している事実からも十分認識することが可能である。ただし、調査機材については、現有機材が十分活用されていない状況が伺われるので、掘さく技術だけでなく、地下水開発のための調査やデータ・バンク整備等ソフト面での強化を促進し、さらに内容を充実することが望まれる。本計画では、掘さく機材の調達が主体であるが、追加調達される地表電気探査装置を利用し、掘さく地点選定のための物理探査の適用とその解析方法をはじめ、地質特性に基づく井戸構造についての再検討とそれらの知識の実際の現場における運用等の面において、技術指導を行う方針とする。

一方、深井戸を水源とする給水施設は、セナサ主導により各集落で組織する衛生委員会により維持管理が行われる。セナサ設立法によると、これら委員会を構成する各委員は無給であるが、委員会が雇用する専従操業要員等の実務スタッフは有給が原則である。イタプア県ですでに活動している主として郡庁所在地の衛生委員会は、水道料金を抑えるため、いずれも最少要員で運営が行われており、基本的に操作員1名、集金事務1名の組織が多い。ただし、料金伝票や集金業務については、コンピュータ処理や銀行振り込みが導入されているところが少なくない。本計画の25対象地区の多数はこのような都市機能とは無縁の過疎農村であるため、異なる施設運営となると想定されるが、最少の専従要員で給水サービスの実務が行われることは、従来のセナサの指導からも明らかである。このため、本計画の施設・機器計測は出来るだけ単純な構成を目標とし、国営公社から供給される三相電源により運転される深井戸水中ポンプ、または三相未導入地区では動力源としての発電機が加わる内容とするので、操作開始前に通常の操作方法を一通り習得すれば、日常業務に支障はない。水中ポンプは通常操作では維持管理不要の機器であるため、一般操作は容易であり、発電機に関しては、セナサでは操作員の短期間のトレーニングを考慮している。

本調査時点、当初のセナサによる給水計画を検討したところ、井戸掘さく地点や必要井戸本数で再検討する必要のある地区が存在し、日本側で施設建設を行う候補地区にも一部変更の必要が認められた（例えば、「チャイペ」では当初井戸水源は1本で計画されていたが、調査結果2本が必要と判断された）。しかし、基本的にセナサが目指す、操作に手間がかからず簡素で経済的な施設内容として、深井戸の水中ポンプから直接配水槽に送水し、各世帯に重力で給水するという設計方針にしたがい、施設計画をまとめる方針とした。

4) 建設事情および現地資機材の活用

調達資機材については、掘さく機をはじめとし、また給水施設資材に関しても、現在セナサが利用している大部分の資材は、自国産を含み、米州経済圏で製作・生産されているものが圧倒的な状況である。日常業務に使用するこれら資機材の性格を考えると、無償資金協力のスキームである日本または当該国製品調達とともに、第三国調達を考慮する必要がある。

調達機材に関しては、価格、品質の査定を基本とし、維持管理面の便宜を考慮する必要がある。「パ」国では重機械・車輌類は生産されていないため、掘さく機は定評ある米国製と無償資金協力の実績がある日本製を中心として検討する方針とする。隣国ブラジルにも掘さく機メーカーが存在し、小型機械やパーカッション型掘さく機は「パ」国の民間業者も利用しているが、中・大型ロータリー方式については、実績がない。 セナサ側では、品質が優れ耐久性があり、部品調達がスムーズに行うことが出来る製品であれば、現有モデルにこだわらないと言明しているので、各種の製品を比較検討する方針とする。 掘さく機に関しては、現地に代理店が存在し、アフターケアが円滑に行われることが望ましく、選定条件の重要な要件となる。

給水施設建設に関しては、セナサは世銀をはじめとする国際機関の支援により事業を推進しているが、これら国際機関による事業実施方法としては、資機材に関しては国際入札、施工に関しては地元建設業者による入札が基本となっているので、従来の事業実施を通じて、セナサの設計基準に基づく施設建設に十分な経験を持つ民間業者が首都アスンシオンに5～6社存在する。 深井戸水源掘さくはセナサ自身が直営で施工する原則となっている。本計画における給水施設建設工事の主体は、水源工事以外では、高架水槽と配管工事で構成されるが、本調査中、イタプア県内各所における完成施設や建設現場を視察した結果、民間業者の技術レベルは一定基準に達していると評価され、工期についてもセナサの従来の経験によると、通常想定される工期内で施設が完成され極端な遅れは見られないとのことであった。

施設建設の主材料であるセメント、骨材、硬質塩ビ管等は国産品が流通し、量の確保と品質に問題はない。 このような当該国の建設事情から判断して、給水施設建設に関わる事業実施体制としては、我が国の業者が、当該国産品や一部近隣国の工業製品を採用し、地元建設業者を下請けとして、施設を完成する方針が最適であると判断される。 ただし、資機材・施工については、業者から派遣される専門技術者による管理体制のもとで、工程管理とともに十分な品質管理を行い、我が国の無償資金協力事業にふさわしい成果をあげることが必要である。

なお、深井戸水源掘さくについては、民間業者起用の可能性も検討されたが、調査の結果、イタプア県において玄武岩の下部に分布する砂岩の地下水開発のため、特に本計画で提案する10" ハ

ンマー掘さく工法に対応できる適格者はやはりセナサだけであると判断されたので、調達機材を利用する実地の掘さく工事は、日本の建設業者がセナサから機材と要員を無償で提供してもらい、完成する方針が適切である。 技術指導はこの作業プロセスにおいて、コンサルタントおよび業者の派遣専門技術者により実施される計画とする。

3-3-2 基本計画

以上のような検討結果を踏まえ、基本計画を次にまとめる。

1) 機材計画

セナサの要請によると、新規に調達する掘さく機は、同局の通常の掘さく工法から判断し、エア掘さくの場合8" ハンマーを使って300mの掘さくが可能であること、また泥水掘さくの場合は、12-1/4" トリコン・ビットで200mを下回らない能力を持つことが要求されている。 前者は玄武岩のような硬岩を対象とし、後者は主として砂岩層における平均的な掘さく目標とされている。これらの掘さく目標を達成するための空気量また泥水循環量から、ドリル・パイプのサイズは4-1/2"が必要となる。 各メーカーの製品ラインナップにおける機種選定は、この 4-1/2"パイプを300m 使用して掘さくする作業を基本として荷重計算し、機械装置全体の大きさを選定することにより決定される。

泥水掘さくには、複式ピストン型の泥水循環ポンプを使用し、エア掘さくには高圧コンプレッサーが利用されるが、それぞれの仕様は、要請掘さく口径と深度により算出し、汎用モデルの中で適合する能力を持つ機種を選定することになる。 特に8"ハンマーで300mの掘さくに対しては、最大級のコンプレッサーが必要となるが、このように大型のコンプレッサーを掘さく機搭載車輌に積載すると、操作上の利便性は高いが、車輌自体が極めて大型となるので、「パ」国の地方における道路事情を考えると、別車輌に積載する方策を推奨する。

ツールス類としては、泥水掘さく用およびエア掘さく用それぞれのほか、ケーシング・パイプ設置用と失策事故を起こした場合の引揚げ用としてフィッシング・ツールスが必要である。 なお、泥水掘さくのためのトリコン・ビットおよびエア掘さく用のハンマーとハンマー・ビットについては、今回の25対象地区における深井戸水源掘さくに必要な個数を想定地質条件を基に算出して調達することにする。

表3-2　掘さく機調達リスト

	機材名	主構成機材	数量	仕様
①	1) 深井戸掘さく機	a.掘さく機	2式	型式: 高圧エア掘さくおよび泥水掘さく兼用ヘッド・ドライブ駆動型 基本能力: 4-1/2" O.D.ドリル・パイプにより掘さく深度300mを下回らない掘さく能力。 動力源：トラック・エンジンP.T.O.
		b.車輌	2台	掘さく機搭載用 4サイクル水冷エンジン G.V.W. 26,000 Kgf, 6x4駆動 最大出力280PS/2,300rpm以上。
		c.泥水循環ポンプ	2台	掘さく機車輌に積載。 1,200 lit/分 x 22 kgf/cm²
	2) 掘さくツールス	a.ドリル・パイプ	2式	4-1/2" O.D. フラッシュ、2-7/8"IF規格ボックス/ピン, 6m/本x50本 (1台分)
		b.ドリル・カラー	2式	4-1/2" O.D., 6m/本x3本 (1台分)
	3) 泥水掘さくツールス	a.ウィング・ビット	2個	17-1/2"(軟岩用)
		b.トリコン・ビット	18個	14-3/4" (軟岩～中硬岩用)
		c.同上	29個	12-1/4" (中硬岩～硬岩用)
		d.同上	8個	9-5/8" (中硬岩～硬岩用)
		e.スタビライザー	2式	12-1/4"
		d.ベーリング機材	2式	各種ベーラーおよびサンド・ポンプ
		e.ビット・ブレーカ	2式	14-3/4"および12-1/4"ビット用
		f.泥水試験装置	2式	
	4) DTH掘さくツールス	a.DTHハンマー	2個	6"ビット用
		b.同上	2個	8" ビット用
		c.同上	2個	10" ビット用
		c.DTHビット	6個	インサート型、6-1/2"
		d.同上	25個	8"
		e.同上	16個	10-5/8"
		f.高圧ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ	2式	900 cfm x 350 psi x 400 BHP/1,800 rpm 車輌積載(4x4駆動)
	5)ケーシング・ツールス		2式	ケーシング・クランプ等
	6)フィッシング・ツールス		2式	オーバショット、フィッシング・タップ ジャッキ　50ton
	7)作業用補助機材・工具		2式	溶接機、酸素工具等

掘さく機以外の調達機材は次表の通りである。

表 3-3　掘さく機関連資機材調達リスト

	機材名	主構成機材	数量	仕様
②	揚水試験装置		1式	型式: 車輌搭載型揚水試験装置
		a.試験ポンプ	2台	水中モータポンプ (6" 井戸用) 30 m³/時 × 150 m × 25 HP × 1台 15 m³/時 × 150 m × 20 HP × 1台
		b.配電盤	1面	屋外自立型、380 V × 30 HP
		c.揚水管	1式	3" × 200 m
		d.発電機	1台	380 V × 60 KVA
		e.揚水量測定器	1式	水量計測装置
		f.車輌	1台	4 × 2駆動、車輌後尾4トン・クレーン架装
③	深井戸建設資材	a.ケーシング・パイプおよびスクリーン	1式	・深井戸用上部ケーシング (25サイト30井分) ・本設ケーシングおよびスクリーン （4サイト6井分） (数量詳細は表 3-4(2)参照)
		b.深井戸水中モータ・ポンプ (25地区分)	10台	・20 m³/時× 120 m × 12.5 HP
			7台	・20 m³/時× 180 m × 20 HP
			4台	・10 m³/時× 120 m × 7.5 HP
			4台	・10 m³/時× 165 m × 10 HP
			2台	・10 m³/時× 230 m × 15 HP
			3台	・ 8 m³/時× 250 m × 15 HP
④	深井戸測定機器	a.孔内検層機	1台	測定深度 500 m 測定項目: 地層比抵抗、自然電位、ガンマ 水温、カリパー 小型車輌搭載：4x4 駆動車
		b.水位計	2台	バッテリー操作型
		c.電気伝導度計	2台	デジタル表示、携帯型
		d.pH 計	2台	携帯型
		e.簡易水質試験器	2台	イオンメータ。 試験項目: 塩素イオン、フッ素、カルシウム
		f.地表電気探査装置	1式	デジタル表示、出力 800mA 以上
⑤	支援車輌	a.貨物トラック	2台	4×4 駆動車、4トン・クレーン架装汎用トラック
		b.工事用水タンク車	2台	4×4 駆動車、3トン・クレーン架装汎用トラック
		c.作業用小型トラック	2台	4×4 ダブルキャブ
⑥	スペア・パーツ		1式	調達機材価格の 15%相当。2年分。

表3-2および3-3において、本計画の25対象地区において使用されるビット類、ケーシング等の掘さく資材と、井戸完成後設置される深井戸ポンプに関し、各サイト別の資機材仕様と数量をまとめて、次表3-4に示す。 （図3-1 掘さく用機材概念図参照）。

2) 給水施設計画

(1) 給水施設計画の位置づけ

本計画は、「パ」国イタプア県の25地区を対象とする給水施設整備を目的とするが、実施機関であるセナサでは、これら25地区を世銀第三次借款3年度の候補サイトに選定し、世銀およびセナサ基準に基づく給水施設計画と事業実施方法に基づく実施計画を策定した。 同計画に対し、本調査に先行した事前調査においては、25地区のうちで、施設整備を急務とし、多様な地区特性を代表する数サイトに対して日本側で施設建設を実施し、「パ」側の給水事業を支援する方向が打ち出され、本調査の結果その妥当性が確認されたので、代表的な4サイトにおいて我が国の無償資金協力による施設建設を計画する方針とする。

セナサ側では、世銀に対し、次年度計画の実施候補サイトとして、本計画の25地区と他の候補をあわせた申請リスト (計40地区を予定) を1996年2月頃提出する予定であるが、日本側による施設建設が合意された場合は、世銀に対するリストから4地区を除外する意向である。

日本側で施工する4サイト以外の地区は、従来の世銀借款に基づく事業が実施される予定であるが、実施方法としては、原則として建設費の60%を受益住民が負担する方式が適用される。 ただし、本計画では、深井戸水源に関し、井戸掘さく用の消耗品類、上部ケーシング・パイプ(コンダクター・パイプと呼ばれる)、および砂岩分布地帯の3地区には本設ケーシング・パイプならびにスクリーン、さらにそれぞれの地区に対する本設水中ポンプを調達し、これら地区の給水施設整備も支援する方針である。 これら地区の事業は世銀と我が国政府との連携プロジェクトとして実施されることになる。

一方、日本側で施工する4地区については、無償資金協力事業で実施される関係で、他地区と比較すると格段に住民負担が軽いことになり、経済的不公平が生じる。 セナサでは、その場合でも通常の住民参加型施設整備の原則から、応分の住民負担を求める方針とし、本計画地区全体の住民負担を公平化するとともに、無償資金協力分により全体の負担を軽減する意向である。

表3－4　（1）　２５地区別掘さく消耗品調達リスト

	サイト名	岩相	深度（m）	ﾋｯﾄﾋﾞｯﾄ 9-5/8"	12-1/4"	14-3/4"	17-1/2"	ﾀﾞﾐｰﾋﾞｯﾄ 6"ﾋﾞｯﾄ	8"ﾋﾞｯﾄ	10"ﾋﾞｯﾄ
1	ｱｶｼﾁ	玄武岩／砂岩	450	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00
2	ｻﾝﾌﾟﾗｽ・ｸﾗﾌﾞﾍﾟﾝｼｮﾝ	玄武岩／砂岩	250	0.78	0.00	0.81	0.00	0.78	0.00	0.81
3	ﾋﾞｼｮｯﾌﾟ	玄武岩	200	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00
4	ｱｴﾛﾄﾋﾟｽﾄﾝ	玄武岩	250	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00
5	ﾌｪﾙﾍﾞﾙ 1	玄武岩／砂岩	270	0.94	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00
6	ﾌｪﾙﾍﾞﾙ 2	玄武岩／砂岩	210	0.94	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00
6	ｱﾛｼﾞｭｰﾄﾞﾗ（ﾍﾞﾄﾛ・ﾀﾞｲｽﾄ）1	玄武岩／砂岩	270	0.78	0.00	0.86	0.00	0.78	0.00	0.86
6	ｱﾛｼﾞｭｰﾄﾞﾗ（ﾍﾞﾄﾛ・ﾀﾞｲｽﾄ）2	玄武岩／砂岩	270	0.78	0.00	0.86	0.00	0.78	0.00	0.86
6	ｱﾛｼﾞｭｰﾄﾞﾗ（ﾍﾞﾄﾛ・ﾀﾞｲｽﾄ）3	玄武岩／砂岩	270	0.78	0.00	0.86	0.00	0.78	0.00	0.86
7	ﾊﾝﾋﾞﾀｯﾄﾝ	玄武岩／砂岩	250	0.78	0.00	0.78	0.00	0.78	0.00	0.78
8	ｻﾝ・ｼﾞｪﾙﾏﾝｽ 1	玄武岩／砂岩	200	0.78	0.00	0.76	0.00	0.78	0.00	0.76
8	ｻﾝ・ｼﾞｪﾙﾏﾝｽ 2	玄武岩／砂岩	200	0.78	0.00	0.76	0.00	0.78	0.00	0.76
9	ｴﾃﾞﾝ 65	玄武岩	250	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00
10	ｶﾞﾗﾝﾄﾞ 17	玄武岩	250	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00
11	ｱﾝｼｭﾗ	玄武岩／砂岩	450	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00
12	ﾄｰﾚｽ・ｺﾛﾚｽ	玄武岩	250	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00
13	ｼﾞｬﾊﾟﾆｰｽﾍﾟｲﾝ	玄武岩	250	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00
14	ｻﾝｸﾗｼﾞ	砂岩	200	0.00	11.54	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
15	ｱｴﾛﾄﾋﾟｽﾄﾝ	玄武岩／砂岩	250	0.78	0.00	0.86	0.00	0.78	0.00	0.86
16	ｻﾞﾗｽﾄﾝｲﾝ	砂岩	150	0.00	7.02	0.00	0.21	0.00	7.02	0.00
17	ｺﾝﾊﾞﾆｱ・ﾊﾞﾙｶｽ・ｱﾝﾄﾆｵ・ﾛﾍﾞｽ・ﾀﾗ・ｻﾞﾙﾀ	玄武岩	200	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00
18	ｻﾝ・ﾛﾚﾝｿﾝ	玄武岩	200	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00
19	ｻﾝ・ﾌﾞｪﾅﾐﾝｼｪ	砂岩	150	0.00	0.00	5.00	0.50	0.00	0.00	5.00
20	ﾊﾟﾗｼｭ・ﾀｽ	玄武岩	250	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
21	ﾊﾟﾗｼｭ・ﾍﾞｱｰ・ｶﾚｯﾀ	玄武岩	250	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00
22	ﾊﾟﾗｼｭ・ｻﾝ・ｱﾝﾄﾆｵ	玄武岩	250	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00
23	ﾌﾟｴﾙﾄ・ﾌﾞﾗﾝｼｭ	玄武岩	250	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00
24	ﾎﾞﾄﾚﾛ・ｼﾞｬﾍﾟｰﾙ	砂岩	200	0.00	0.00	5.00	0.50	0.00	0.00	5.00
25	ﾗﾍﾟｽ 1	玄武岩	250	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	3.02	0.00
25	ﾗﾍﾟｽ 2	玄武岩	250	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	3.02	0.00
	計		7450	8.00	29.00	18.00	2.00	6.00	25.00	16.00

うち日本側施設建設サイト分

9-5/8"	12-1/4"	14-3/4"	17-1/2"	6"ﾋﾞｯﾄ	8"ﾋﾞｯﾄ	10"ﾋﾞｯﾄ
1.87	13.64	2.95	0.25	0.00	9.07	0.00

（2）　２５地区別掘さく資機材調達リスト

	サイト名	ケーシング（上部方形を含む）（本） 14"	12"	10"	8"	6"	スクリーン（本） 8"	6"	充填砂利(m3)	ポンプ仕様 数量（式）	揚水量 m3/hr	揚程 (m)	馬力 (HP)
1	ｱｶｼﾁ			3						1	20	120	15
2	ｻﾝﾌﾟﾗｽ・ｸﾗﾌﾞﾍﾟﾝｼｮﾝ		3							1	20	180	20
3	ﾋﾞｼｮｯﾌﾟ			3						1	10	165	10
4	ｱｴﾛﾄﾋﾟｽﾄﾝ			3						1	10	120	7.5
5	ﾌｪﾙﾍﾞﾙ 1		3		44		6	2		1	20	150	20
5	ﾌｪﾙﾍﾞﾙ 2		3		44		6	2		1	20	180	20
6	ｱﾛｼﾞｭｰﾄﾞﾗ（ﾍﾞﾄﾛ・ﾀﾞｲｽﾄ）1		3							1	20	180	20
6	ｱﾛｼﾞｭｰﾄﾞﾗ（ﾍﾞﾄﾛ・ﾀﾞｲｽﾄ）2		3							1	20	180	20
6	ｱﾛｼﾞｭｰﾄﾞﾗ（ﾍﾞﾄﾛ・ﾀﾞｲｽﾄ）3		3							1	20	180	20
7	ﾊﾝﾋﾞﾀｯﾄﾝ		3							1	20	120	12.5
8	ｻﾝ・ｼﾞｪﾙﾏﾝｽ 1		3							1	20	120	12.5
8	ｻﾝ・ｼﾞｪﾙﾏﾝｽ 2		3							1	20	120	12.5
9	ｴﾃﾞﾝ 65			3						1	8	250	15
10	ｶﾞﾗﾝﾄﾞ 17			3						1	10	200	12.5
11	ｱﾝｼｭﾗ			3						1	20	120	12.5
12	ﾄｰﾚｽ・ｺﾛﾚｽ			3						1	10	200	12.5
13	ｼﾞｬﾊﾟﾆｰｽﾍﾟｲﾝ			3						1	10	120	12.5
14	ｻﾝｸﾗｼﾞ	9			31		6		2	1	15	90	12.5
15	ｱｴﾛﾄﾋﾟｽﾄﾝ		3							1	20	120	12.5
16	ｻﾞﾗｽﾄﾝｲﾝ	3			22		6			1	15	120	12.5
17	ｺﾝﾊﾞﾆｱ・ﾊﾞﾙｶｽ・ｱﾝﾄﾆｵ・ﾛﾍﾞｽ・ﾀﾗ・ｻﾞﾙﾀ			3						1	10	120	7.5
18	ｻﾝ・ﾛﾚﾝｿﾝ			3						1	10	165	10
19	ｻﾝ・ﾌﾞｪﾅﾐﾝｼｪ	3			22		6			1	15	120	12.5
20	ﾊﾟﾗｼｭ・ﾀｽ			3						1	10	230	15
21	ﾊﾟﾗｼｭ・ﾍﾞｱｰ・ｶﾚｯﾀ			3						1	10	200	12.5
22	ﾊﾟﾗｼｭ・ｻﾝ・ｱﾝﾄﾆｵ			3						1	10	155	10
23	ﾌﾟｴﾙﾄ・ﾌﾞﾗﾝｼｭ			3						1	10	120	12.5
24	ﾎﾞﾄﾚﾛ・ｼﾞｬﾍﾟｰﾙ	3			31		6			1	15	120	12.5
25	ﾗﾍﾟｽ 1			3						1	7	250	15
25	ﾗﾍﾟｽ 2			3						1	7	250	15
	計	12	30	48	106	88	24	12	6	30			

うち日本側施設建設サイト分

14"	12"	10"	8"	6"	8"	6"	砂利(m3)	ポンプ
3	6	9	31	88	6	12	6	6

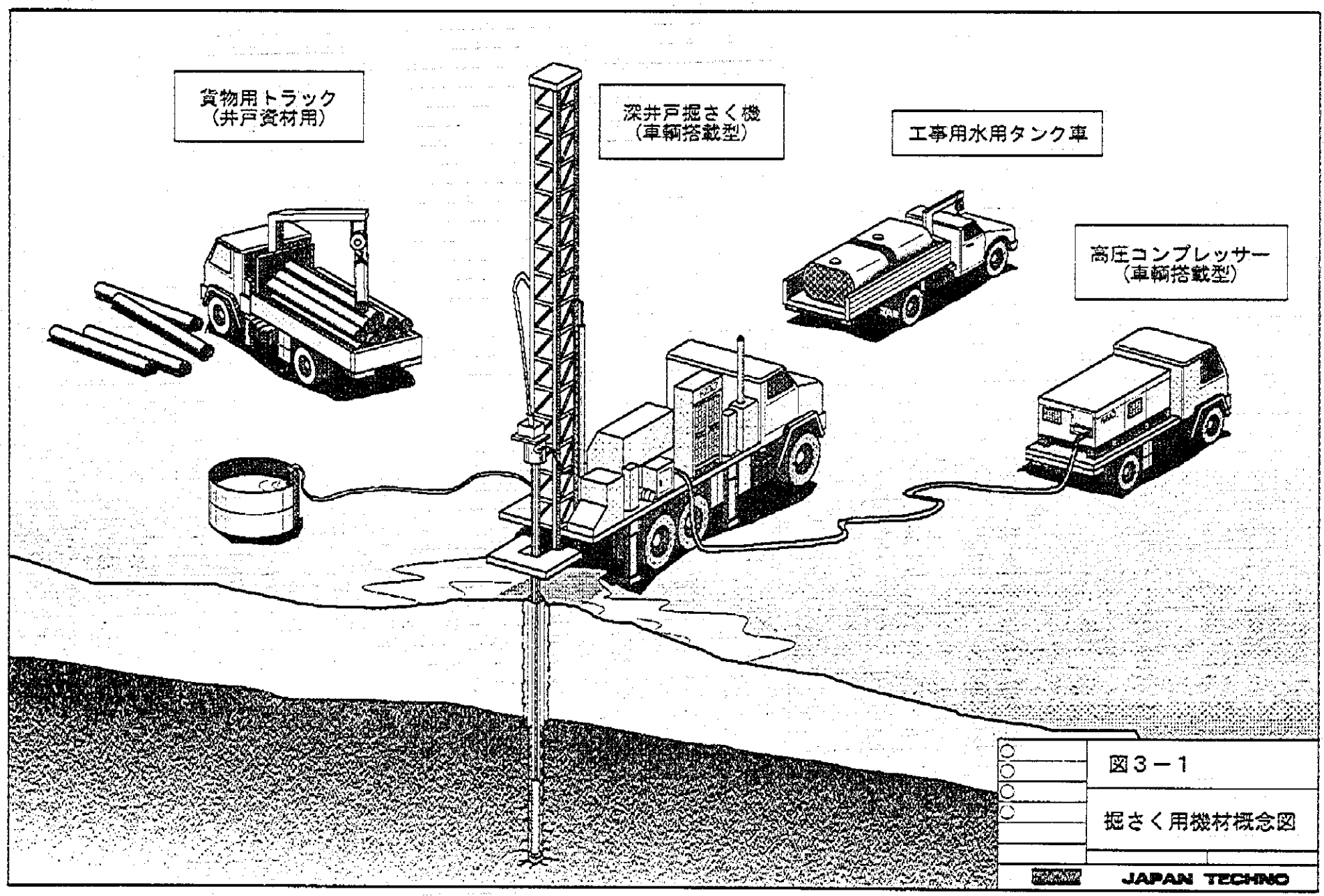


図3－1

掘さく用機材概念図

(2) セナサによる給水施設計画

セナサにより作成された25地区の計画書は、今後各実施候補地区と交渉を通じて建設契約を結ぶためのたたき台となる予備計画書の性格を持ち、最終的なものではないが、次のような内容により構成されている。

a. 社会・経済調査 (給水対象人口、家屋数、住民意識調査、住民負担意志調査)
b. 水理地質調査報告書 (水源深井戸掘さく地点選定を含む)
c. 給水区域地形測量
d. 給水施設計画および計画平面図 (給水対象世帯分布図を含む)
e. 建設費積算書 (セナサの積算フォームによるもので、1戸あたりの建設費算定を含む)

これら計画書は、世銀との借款契約に基づき、世銀が要求する「実施地区選択基準」および「施設設計基準」を土台として設定されたセナサ自体の施設基準に基づくもので、これら基準のうち主なものは次の通りである。

* 事業実施地区選択基準は、①衛生委員会の設立が確実視される地区、②水理地質調査を実施し、水源確保が可能であることが実証された地区、③一人あたりの建設費が1992年4月価格で110米ﾄﾞﾙ以下であること。

* 各戸給水は、道路100mあたり3戸以上の人家密集地区を対象とする。

* 施設設計諸単元
  計画目標年＝ポンプおよび配管－10年
  送水管および配水槽－20年
  人口成長率=2.4%
  一人一日平均給水量＝130 lit/日
  一日最大給水量係数= 1.1 倍
  時間最大給水量係数= 1.3 倍
  配水槽容量=計画目標年における一日平均給水量の1/5～1/6
  給水圧=給水網の最低地点において、6m以上とならないこと。

上記のセナサ設計基準を、日本の無償資金協力事業における類似計画に適用される基準と対比した場合、一部であるが基準を整理する必要性が認められる (端的には、配水管の口径を算定する基準である時間最大給水量係数)。 これらの基準は、従来セナサが主として対象とした比較的規模の大きい集落に適用されてきたものであるが、本計画で対象とする中小規模の

農村は、それらの都市型集落と比較すると、集落形態、対象人口、さらに経済基盤や生活様式の水準が異なるため、従来の原単位をそのまま適用せず、社会・経済状況や給水事情を十分調査した上で人口・集落規模別の適切な原単位と設計基準を確立することが重要である。

(3) 日本側による給水施設計画

本計画では、日本側により、25 対象地区のうち次の 4 地区に給水施設が建設される計画である。

a. チャイペ　(エンカルナシオン郡)
b. サン・ソラノ　(サン・ペドロ・デル・パラナ郡)
c. バリオ・クェ　(トマス・R・ペレイラ郡)
d. ラパス　(ラパス郡)

これらの 4 地区に対する給水施設計画は、すでにセナサによる調査結果策定された計画書が用意されていたので、本調査では、このセナサ計画書を参照しながら現地技術調査を実施したが、日本側による給水施設計画の策定にあたり、以下の方針で対応することとする。

a. 給水区域の設定

セナサでは、世銀／セナサ基準に基づき、各対象地区において、衛生委員会設立の確実性を調査するとともに、各戸給水可能範囲を設定したが、本計画の対象で多数をしめる過疎農村地帯におけるこのような給水区域は集落中心部に限定されてしまう。 このため、ほとんどの集落で、中心地から離れて点在する世帯は給水対象外となった。 これらの世帯を対象にすると、人口一人あたりの建設費が増大し、世銀の実施地区選択基準からはずれるばかりでなく、点在農家自体が過大な自己負担をきらって、施設建設に積極的ではないという事情がある。 また、世銀方針によると、点在地区には公共水栓を設置する計画となるが、これらの点在人家はほとんどが自家用浅井戸を所有しているので、特に公共水栓による安全で安定した水利用の必要を実感していないため、住民のニーズに合わないという背景がある。

本計画におけるこのような背景と地域特性のほか、施設が日本側により建設された場合でも、完成後の維持管理はセナサ指導による衛生委員会により行われるので、次に述べる特殊な場合を除いて、セナサ側で現地事情を調査した上で設定した給水区域を尊重する方針が実際的であると判断される。

ただし、25 地区の中で、日系人住民が多数をしめる特殊なサイトである「ラパス」は、

セナサ側調査の対象世帯のほかに、既成入植地に 30 世帯がすでに入植しているがセナサ調査に入っていないこと、また近年増設された新設入植地には 1996 年中に 180 世帯の入植が予定され一部はすでに入植すみであり、また一部は住居を建設中であるがセナサ基準では現住者のみ対象とするため対象外となっていること等の事実が判ったので、これらの新規入植(予定) 人口を対象とする計画とする。 他の 3 地区に関してはセナサの設定範囲により計画する方針である。

b. 深井戸水源

セナサによる 25 地区の水理地質調査の結果、各地区には深井戸水源 1 本が計画されたが、本調査により掘さく地点また可能採水量等の要素について、セナサからのカウンター・パートともども再検討した結果、次の 4 地区に対しては、複数の水源井戸が必要であると判断され、両者のメモランダムにより確認されている。

「チャイペ」(エンカルナシオン郡、日本側施工サイト)	2 本
「アロジョ・ポラ/バレロ・グァス (カンビレタ郡)	3 本
「サン・ミゲル・クルス」(カンビレタ郡)	2 本
「ラパス」(ラパス郡、日本側施工サイト)	2 本

以上の複数井の必要サイトのほか、本調査における物理探査の結果、掘さく地点を移動すべきであると判断されるサイトが存在する。 日本側施工サイトである「バリオ・クェ」がこれに該当する。 このような一部の変更は存在するが、総体的評価として、セナサ側選定掘さく地点は適切であると判断された。

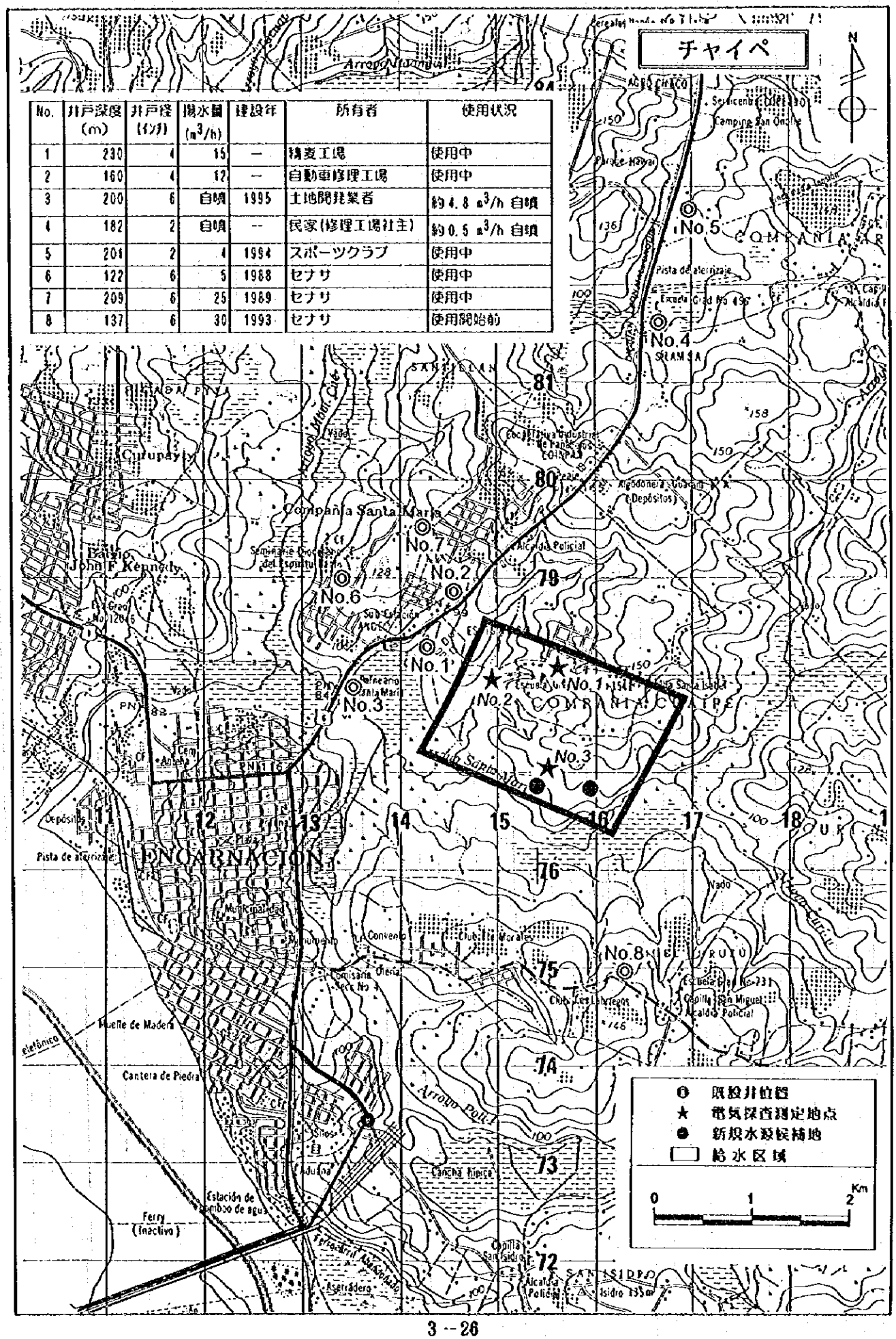
日本側で給水施設整備を計画する 4 地区について、掘さく地点選定理由を次表 3-5 にまとめる。 また参考として、調査地点を示す周辺地形図と地表電気探査解析図を図 3-2～3-9 に示す。

表3-5　日本側施設建設4地区深井戸水源

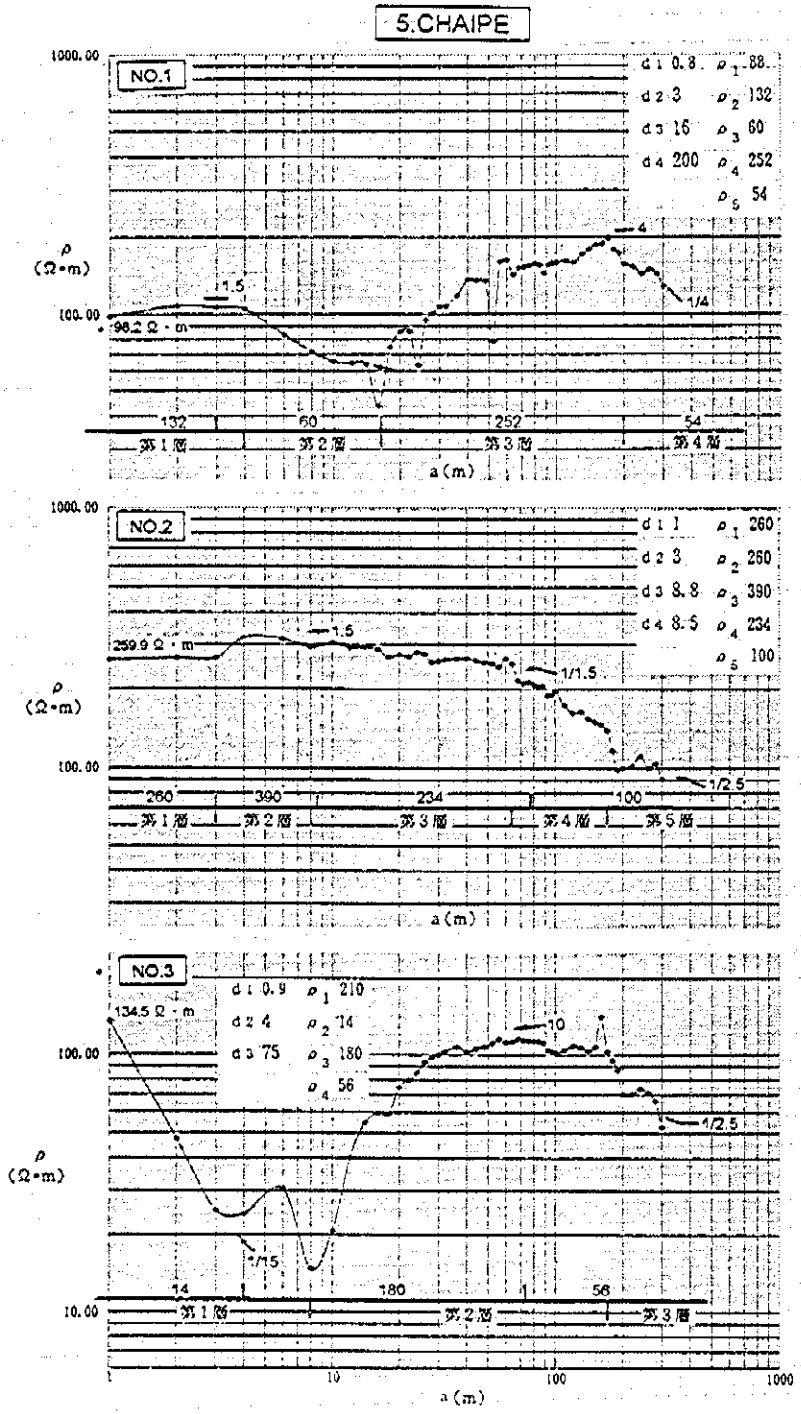
地区名	水理地質特性	対象帯水層	説　明
チャイペ	玄武岩の下部に砂岩が分布	砂岩主体	既存井調査により、本地区では玄武岩下部に有力帯水層である砂岩が分布していることが判明したので (深度 180～200m)、給水対象人口が多い本地区では、水量確保のため、砂岩層を主帯水層として開発すべきであると判断される。 物理探査の結果、砂岩層の存在が確実であると判定される南部地区の谷沿いに 2 点の掘さく地点を選定した(図 3-2 および 3-3 参照)。既存井調査により、1 井あたりの可能採水量は 20m³/時程度と判定され、計画給水量を満足するためには 2 本必要となる。
サン・ソラノ	砂岩/泥岩互層(砂岩露出地帯)	砂岩	地下水賦存の可能性が薄い粘性土や輝緑岩が卓越する東側をさけ、電気探査の結果により、200 m 付近に有力帯水層があると推定される No.2 の地点を候補として選定する (図 3-4、3-5)。
バリオ・クェ	玄武岩	玄武岩	集落内の地形判定から谷部 3 点で電気探査を実施した結果、セナサによる掘さく候補地である No. 1 地点では比抵抗が高い玄武岩が一様に連続し、地下水賦存の可能性が薄いと判断されるが、地下構造変化の様子が推定される No.3 地点がもっとも有力と判定された。(図 3-6、3-7)
ラパス	玄武岩	玄武岩	本地区には公共水源として既存井が 3 本あるが、2 本は井戸構造が不良なため、地表からの汚染の疑いがあるとともに水量が減少し、そのうち 1 本はすでに廃棄され、他の 1 本も同じく廃井処分が適当と考えられる。 これら 2 井の掘さく時、水量試験は比較的良好な成績を示しているので、新設井はこの地点が有望と判断される。 既存井のうち 3 本目は、水量が 3m³ しかないが、継続使用する計画とする。同既存井を含め、周辺地区の井戸は全般に水量が少なく、大量の開発は困難と判断されるため、少なくも 2 本の新設井が必要である。 追加井は物理探査の結果、小規模であるが亀裂帯の存在が推定される No. 1 地点 (セナサ選定地点) とする。(図 3-8、3-9)

日本側で給水施設を建設する 4 地区の水源深井戸の構造は、第(3)項で述べたように、チャイペとサン・ソラノの 2 地区において、砂岩層の地下水開発のため、ケーシング・パイプと井戸スクリーンを設置する計画である。 この方針に基づいて決定される 4 地区の深井戸水源計画の諸元を表 3-6 にまとめた。

図３－２　深井戸水源調査地点周辺地形図「チャイペ」



No.	井戸深度 (m)	井戸径 (インチ)	揚水量 (m^3/h)	建設年	所有者	使用状況
1	230	4	15	—	精麦工場	使用中
2	160	4	12	—	自動車修理工場	使用中
3	200	6	自噴	1995	土地開発業者	約4.8 m^3/h 自噴
4	182	2	自噴	—	民家(修理工場社主)	約0.5 m^3/h 自噴
5	201	2	4	1994	スポーツクラブ	使用中
6	122	6	5	1988	セナサ	使用中
7	209	6	25	1989	セナサ	使用中
8	137	6	30	1993	セナサ	使用開始前



チャイペ

No. 1

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～ 4	88	ラテライト
第2層	4～ 16	55	風化帯
第3層	16～ 170	252	玄武岩
第4層	170～	50	砂岩

第3層と第4層には比抵抗の違いが明らかで、第4層は砂岩の出現と判定できる。

No. 2

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～ 3	260	ラテライト
第2層	3～ 8	390	玄武岩(硬質)
第3層	8～ 54	234	玄武岩
第4層	54～170	100	玄武岩（比抵抗の小さい）
第5層	170～	60	砂岩

グラフは全体的になだらかで、構造の変化は明確ではない。　第3層は比抵抗の低い玄武岩で、第4層から砂岩となる。

No. 3

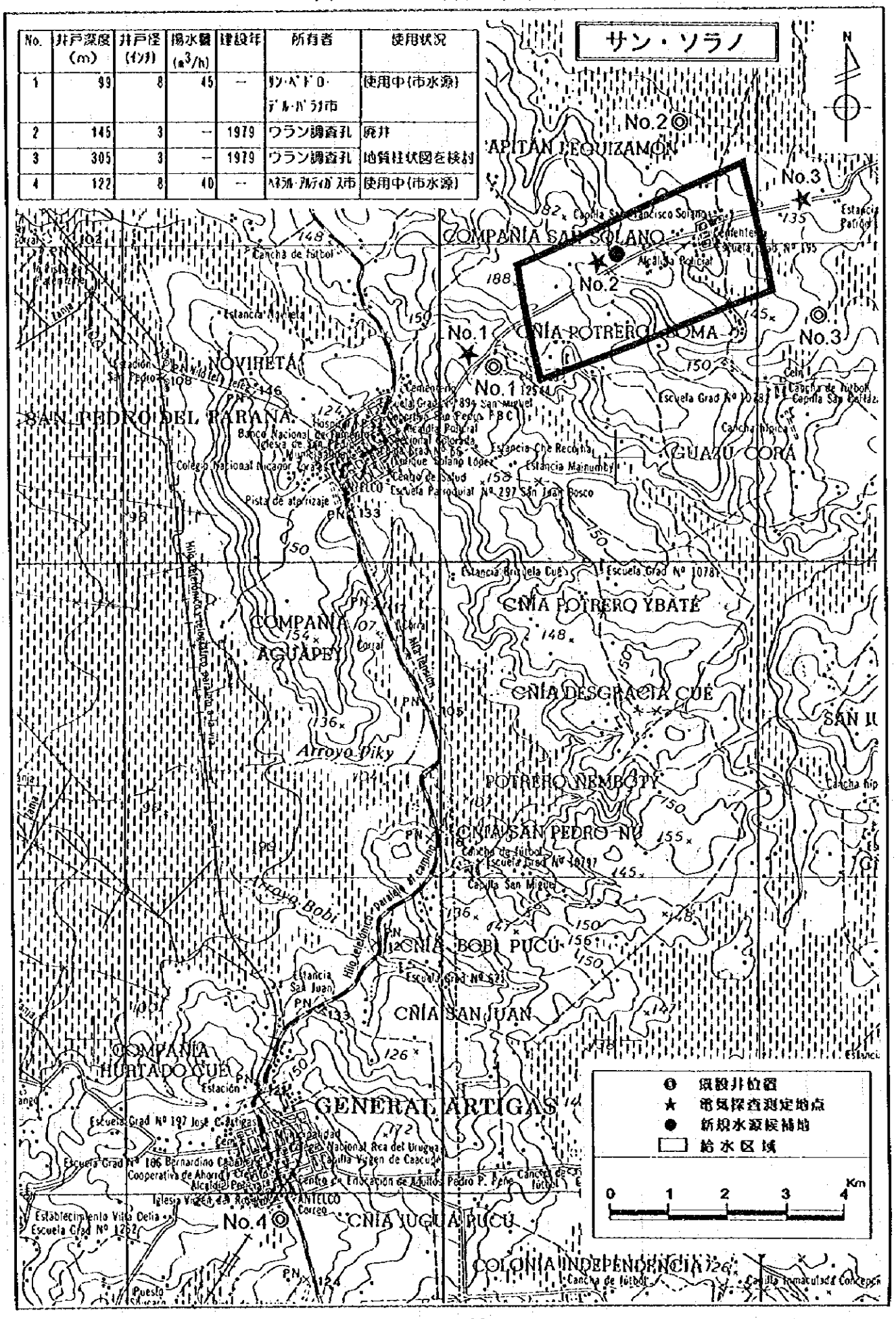
比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～ 8	14	ラテライト
第2層	8～170	180<	玄武岩
第3層	170～	56	砂岩

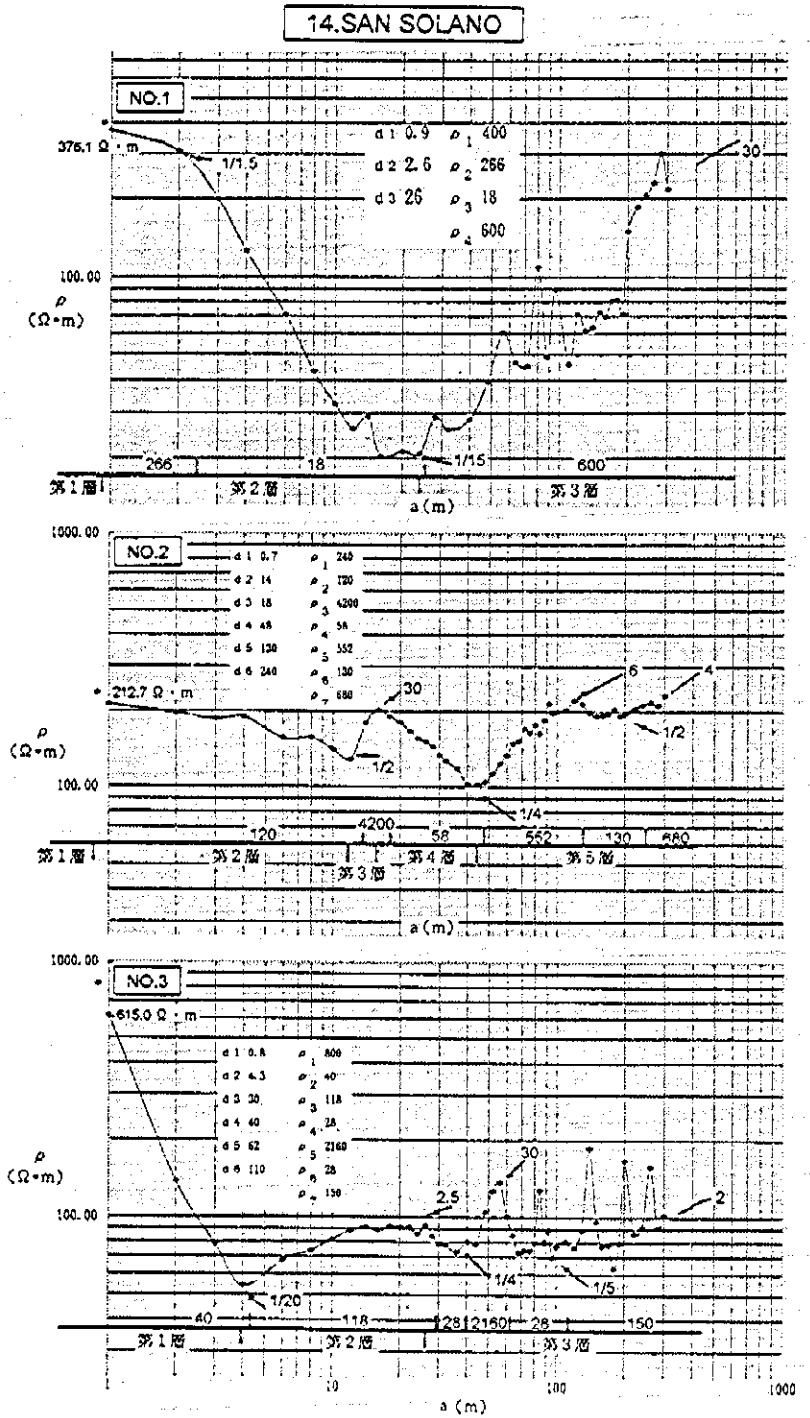
チャイペの中では、最も砂岩（第3層）出現が顕著に現れている。　この地点は、東西方向のリニアメントにものっており、最も有望なさく井候補地点である。

図3－3　地表電気探査解析図「チャイペ」

図３－４　深井戸水源調査地点周辺地形図「サン・ソラノ」

No.	井戸深度 (m)	井戸径 (インチ)	揚水量 (m^3/h)	建設年	所有者	使用状況
1	99	8	45	—	サン・ペドロ・デル・パラナ市	使用中(市水源)
2	145	3	—	1979	ウラン調査孔	廃井
3	305	3	—	1979	ウラン調査孔	地質柱状図を検討
4	122	8	40	—	ベラル・アルティガス市	使用中(市水源)





サン・ソラノ

No. 1

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～0.9	400	ラテライト
第2層	0.9～24	18	砂岩（風化帯）
第3層	24～	300	砂岩と泥岩の互層

特徴的な3層構造を示す。　第2層と第3層の間（20 m付近）を除いては、帯水層は認められないと判断される。

No. 2

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～0.7	240	ラテライト
第2層	0.7～12	120	砂岩（風化帯）
第3層	12～16	2800	泥岩
第4層	16～42	58	砂岩（風化／亀裂帯）
第5層	42～	680	砂岩と泥岩の互層

第3層に泥岩の不透水層が認められ、その下部の第4層（砂岩層）が帯水層と考えられる。また、第5層の中でも150 m付近に帯水層（亀裂帯）が認められ、この地点がさく井候補地点として、最も有望と判定する。

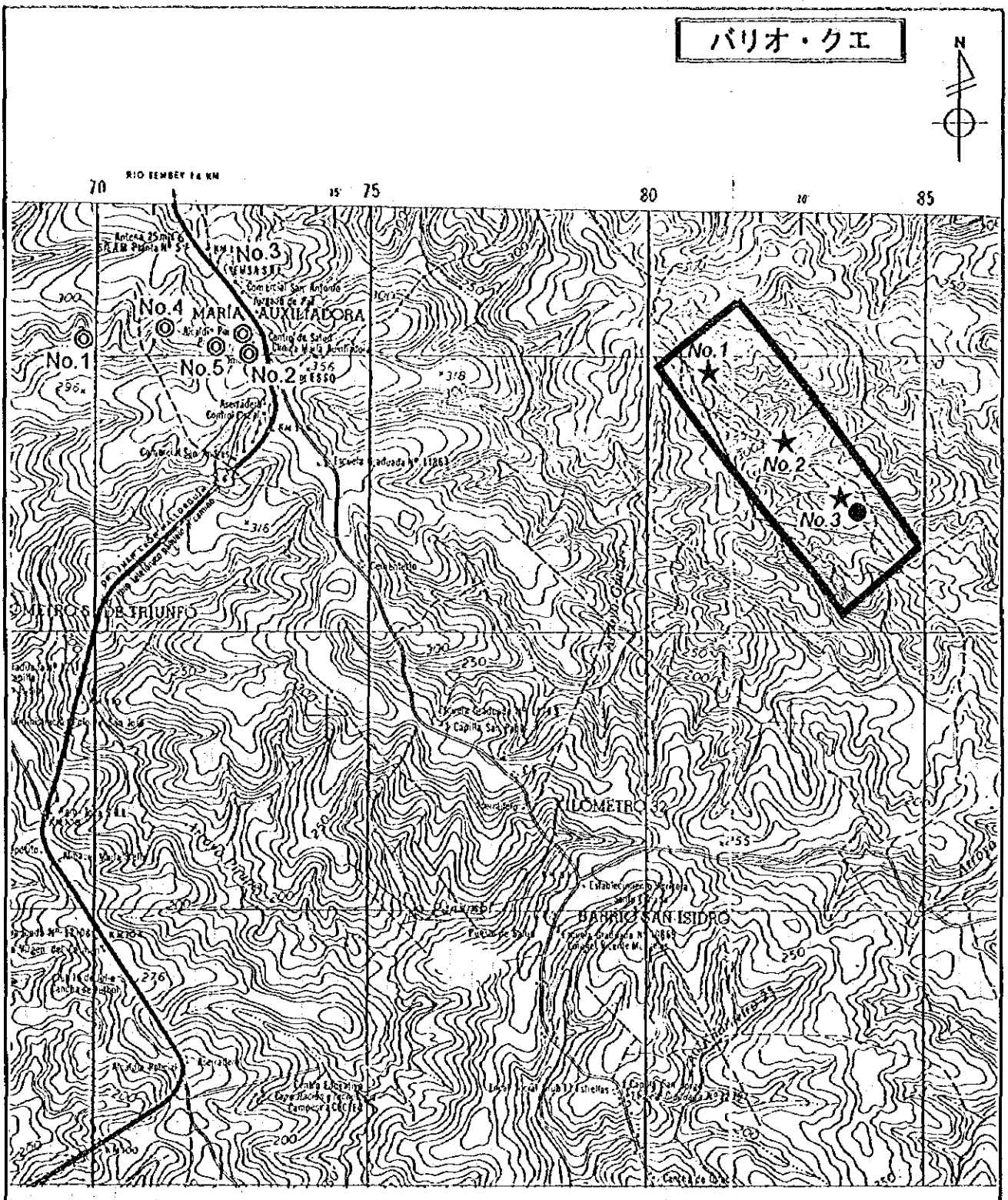
No. 3

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～ 4	40	ラテライト
第2層	4～26	118	砂岩
第3層	26～	23～150	砂岩と泥岩の互層

第3層の上部（16～35 m）に風化／亀裂帯があると思われる。　それ以深のグラフの乱れは、泥岩や礫が砂岩に挟んでくるためと判断される。　（対象地区に近いセナサ既存井前サン・ファン・デル・パラナ市）

図3－5　地表電気探査解析図「サン・ソラノ」

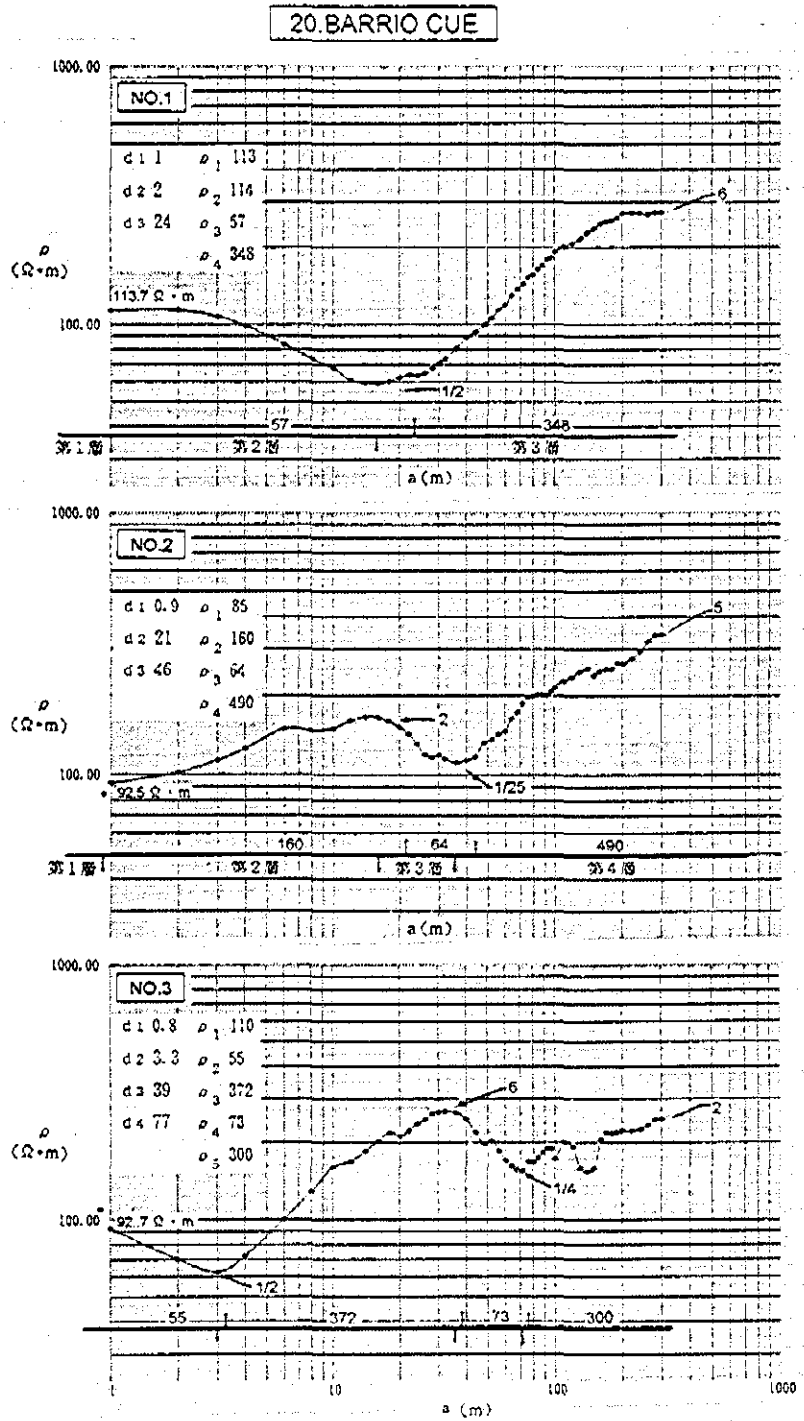
図３－６　深井戸水源調査地点周辺地形図「バリオ・クエ」



No.	井戸深度 (m)	井戸径 (インチ)	揚水量 (m^3/h)	建設年	所有者	使用状況
1	143	6	12	—	ﾏﾘｱ･ｵｰｷｼﾘｱﾄﾞﾗ市	使用中
2	170	6	4.5	—	ﾏﾘｱ･ｵｰｷｼﾘｱﾄﾞﾗ市	水量減少のため廃井
3	286	8	0	—	ﾏﾘｱ･ｵｰｷｼﾘｱﾄﾞﾗ市	空井戸のため廃井
4	262	8	8	—	ﾏﾘｱ･ｵｰｷｼﾘｱﾄﾞﾗ市	使用中
5	185	6	7	1994	ﾏﾘｱ･ｵｰｷｼﾘｱﾄﾞﾗ市	使用中

◎ 既設井位置
★ 電気探査測定地点
● 新規水源候補地
□ 給水区域

0 1 2 3 4 Km



バリオ・クエ

No. 1

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～ 1	113	ラテライト
第2層	1～ 16	57	風化帯
第3層	16～	348	玄武岩（硬質）

第1層はラテライト、第2層は風化帯、第2層と第3層との間に帯水層がある。 硬質な玄武岩の典型的なカーブを示している。 このグラフからは 16 m以深に帯水層は認められない。

No. 2

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～0.9	85	ラテライト
第2層	0.9～ 16	160	玄武岩
第3層	16～ 36	64	玄武岩（風化・亀裂）
第4層	36～	490	玄武岩（硬質）

第3層は比抵抗値が小さく帯水層と考えられるが、深度が 16～ 36 mと浅い。

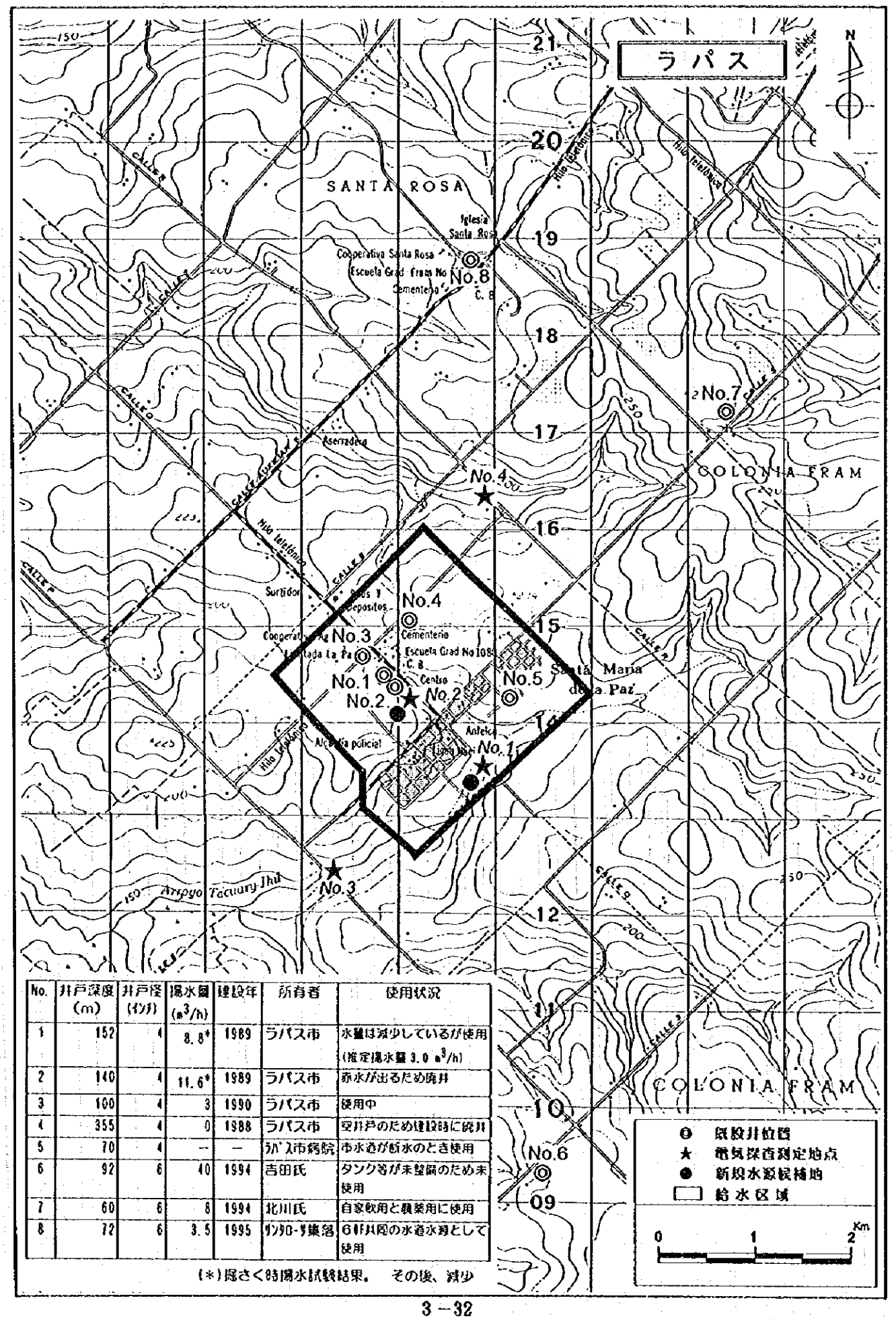
No. 3

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～ 3	55	ラテライト
第2層	3～36	372	玄武岩
第3層	36～82	73	玄武岩（風化・亀裂）
第4層	82～	300	玄武岩（亀裂・角礫を含む）

明確な4層構造を示している。 第3層は帯水層と考えられ、また、第4層の 150 m付近にも亀裂・角礫と考えられる層を含んでいる。 このようにグラフから明確な構造変化が見られることより、バリオ・クエでは最も有望なさく井候補地点と判断される。

図3－7　地表電気探査解析図「バリオ・クエ」

図３－８　深井戸水源調査地点周辺地形図「ラパス」

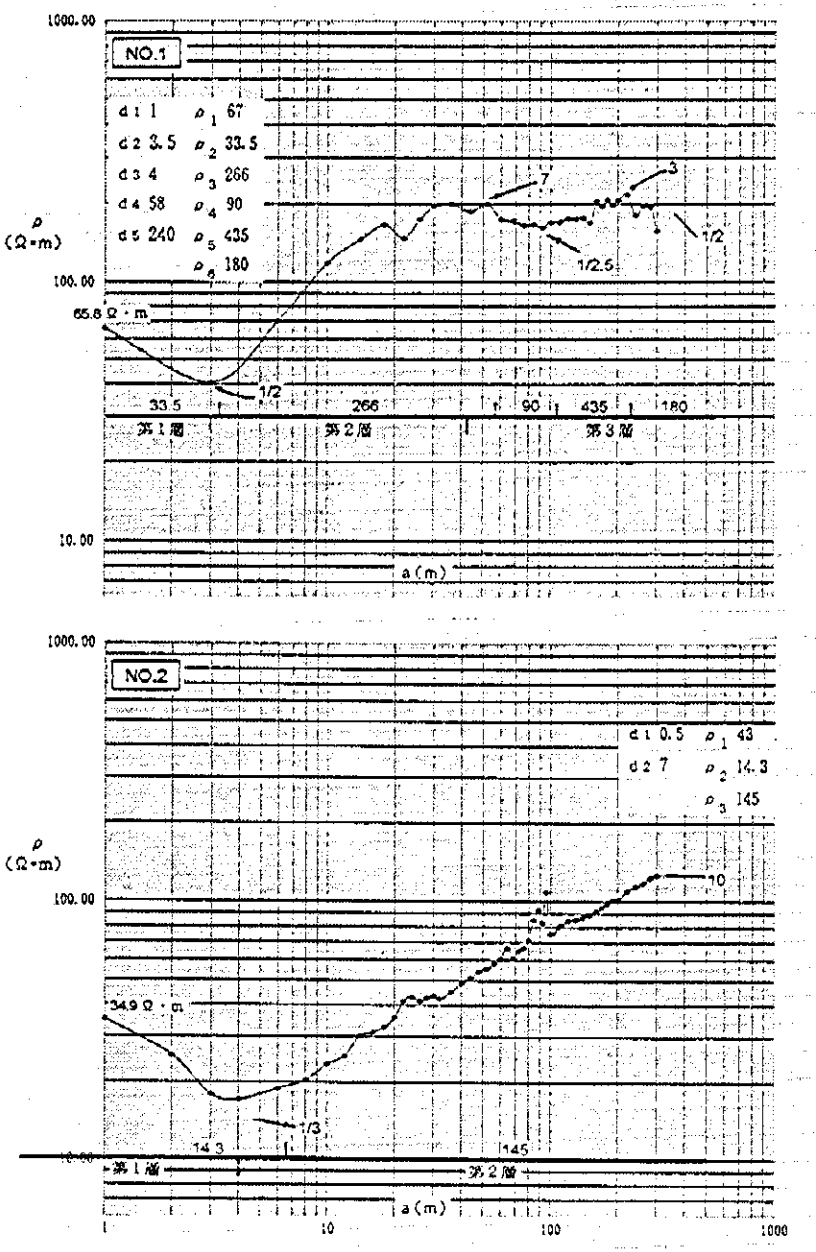


No.	井戸深度 (m)	井戸径 (インチ)	揚水量 (m^3/h)	建設年	所有者	使用状況
1	152	4	8.8*	1989	ラパス市	水量は減少しているが使用 (推定揚水量 3.0 m^3/h)
2	140	4	11.6*	1989	ラパス市	赤水が出るため廃井
3	100	4	3	1990	ラパス市	使用中
4	355	4	0	1988	ラパス市	空井戸のため建設時に廃井
5	70	4	—	—	ラパス市病院	市水道が断水のとき使用
6	92	6	40	1994	吉田氏	タンク等が未整備のため未使用
7	60	6	8	1994	北川氏	自家飲用と農業用に使用
8	72	6	3.5	1995	サンタローザ集落	GOF共同の水道水源として使用

(＊)昨さく時揚水試験結果。　その後、減少

● 既設井位置
★ 電気探査測定地点
● 新規水源候補地
□ 給水区域

25.LA PAZ (1)



ラパス

No. 1

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～3	34	ラテライト（玄武岩が風化したもの）
第2層	3～52	266	玄武岩（硬質）
第3層	52～	90～435	玄武岩（角礫岩層を含む）

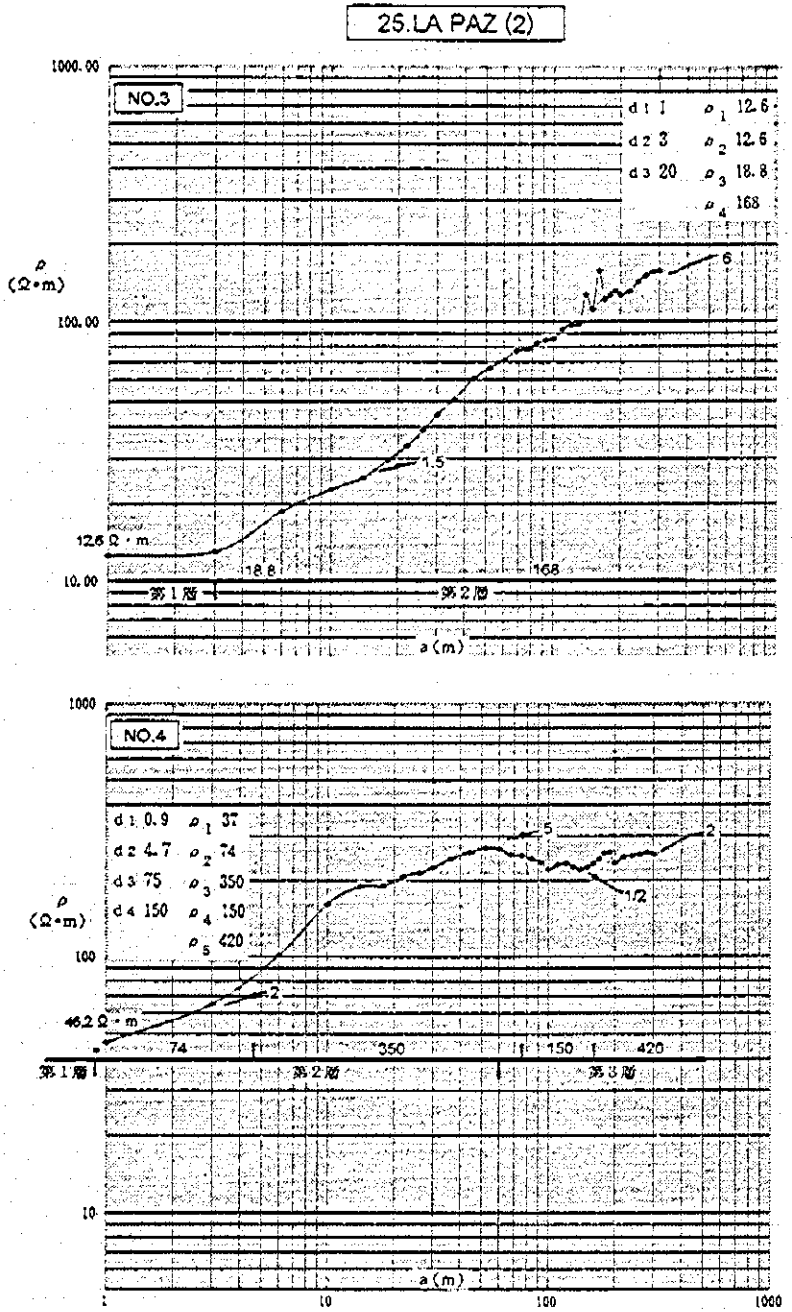
第3層のうち、深さ52～150 mは比抵抗値がやや小さくなっており、第2層とは別の時期に流れた溶岩と考えられる。　判定は難しいがこの第3層上部が風化（亀裂）帯となっていると考えられる。　また、その下部も角礫層（52～150 m）と判断されるので、この地点をさく井候補地とした。

No. 2

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～4	14	ラテライト
第2層	4～	145	角礫や亀裂帯を含む玄武岩

明らかな2層構造である。　第2層は角礫・亀裂帯を含むと判断される。　既存井は、これらの層から揚水していると考えられる。

図3－9 (a) 地表電気探査解析図「ラパス」



No. 3

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～ 3	12.6	ラテライト
第2層	3～	18.8～168	玄武岩（硬質）

第2層のうち 130～150 mに比抵抗の小さな変化がみられる。　薄い角礫層の可能性はあるが、優良な帯水層の期待はできない。

No. 4

比抵抗層	深さ（m）	比抵抗　（Ω・m）	地　層
第1層	0～0.9	37	ラテライト
第2層	0.9～ 60	74～350	玄武岩（硬質）
第3層	60～	150	玄武岩（角礫や亀裂を含む）

第3層の 60～140 mに角礫や亀裂帯と思われる小さな変化が見られる。　しかし、さく井地点とするにはグラフから読み取れる構造変化が小さく、帯水層の期待はできないと思われる。

図３－９(b) 地表電気探査解析図「ラパス」

表 3-6　日本側建設 4 地区の深井戸掘さく計画

	チャイペ	サン・ソラノ	バリオ・クェ	ラパス	特記事項
深井戸本数	2 本	1 本	1 本	2 本	
掘さく工法	ｴｱ・ﾊﾝﾏｰ及び泥水掘さく併用	泥水掘さく	エア・ハンマー	エア・ハンマー	基本的に玄武岩に対してはハンマー、砂岩には泥水掘さくを採用。
掘さく深度	270 m	200 m	250 m	250	電気探査結果により判定。
掘さく孔径	10"	12"	8"	8"	12" はﾄﾘｺﾝﾋﾞｯﾄ、10" と 8" はﾊﾝﾏｰ採用。　ただし、ﾁｬｲﾍﾟでは、下位砂岩層に入ったら 10" ﾄﾘｺﾝﾋﾞｯﾄに切り替える。
ケーシング径	6"	8"	裸孔	裸孔	チャイペとサン・ソラノ井は砂利充填井とする。
想定揚水量 (1 井あたり)	20 m³/時	15 m³/時	10 m³/時	7 m³/時	既存深井戸調査による推定。

上記の仕様において、特に注目すべき点としては、チャイペにおいて下位砂岩層の地下水開発における上部玄武岩掘さくに 10" のエア・ハンマーを使用する計画である。　従来セナサでは、玄武岩に対しては 8" ないし 6" のハンマーで掘さくし、ケーシング・パイプを設置せず、裸孔のまま完成する工法をとってきた。　しかし、玄武岩の下部に崩壊しやすい砂岩が分布し、地下水を主としてこの下部の砂岩から開発したい場合、裸孔のままで仕上げると崩壊するおそれがあるため、技術的に難度が高く、いまだに適正な開発技術が確立していない状態となっている (慣行としては、砂岩層の最上面が玄武岩溶岩に接触したさい固くなっているので、その薄い部分だけをハンマーで掘りぬき、全体を裸孔として完成している)。 本計画では、この技術的問題を解決するため、新規に 10"ハンマー掘さく技術を導入し、6" ケーシング・パイプを設置するとともに砂利充填を施工することにより、崩壊の危険を取り除き、的確に主帯水層である砂岩の地下水開発を可能とする深井戸完成の工法・技術を、セナサに対して技術移転する計画とする。　この場合、8"ハンマーで掘さくして 4" パイプを設置する小型井戸構造も考えられるが、4"パイプに入る水中ポンプの水量は限られているため、要求水量が大きい場合は井戸本数を増やす必要がある。 これらの工法はセナサでも実施の経験がない。 ただし、10" ハンマーおよび同装置にセットして岩石掘さくを行うハンマー・ビットも高価なツールスであり、今回のチャイペのように特に玄武岩の下位砂岩層の地下水開発を対象とする中型から大型のプロジェクトで採用すべきである。　さらに、本計画の日本側施工地区の中の玄武岩地帯のサイトでは裸孔仕上げとするが、対象地区のラパスとバリオ・クェでは揚水量確保の難度が高い

地区と想定されるため、出来る限り開発効率が大となるよう所定深度まで8"ハンマーで掘さくする計画とする。

以上述べた日本側施工による深井戸の基本的構造を図3-10に、また他21地区の標準深井戸構造を図3-11にまとめて示した。 表3-7は、25地区における調査結果としての深井戸計画の諸元をまとめたものである。 この計画内容に基づき、調達を予定する資材として、ビット等のツールス類およびベントナイトや発泡剤等消耗品類の仕様と数量を決定した。

なお、本計画における深井戸掘さくの成功率は、玄武岩地区における難度が高いが、総体的にみて80%の水準と判断される。 本計画の成功率はセナサが従来玄武岩地区で達成しているといわれる 90%より低い数値であるが、セナサでは水量が小さい場合でも掘さくした深井戸をできるだけ利用する方針であり、計画揚水量と計画井戸本数に基づく厳密な成功率ではない。 本計画では、調査結果の検討に基づき、水源工事に対し予算内で完成する指標として80%と設定したものである。

c. 給水計画諸単元

以下に、日本側で施工する給水施設計画諸単元について検討する。

* 計画給水人口

すでに本項(a)において述べた通り、ラパス以外の3地区では給水区域をセナサの設定区域とする。 したがって、給水人口もセナサ調査に準じることになるが、同調査における区域内世帯分布図を実際の現地において再確認したところ、各地区で多少の漏れが散見され、調査人口を次のように調整する必要が認められた。

人口1,000人以上の密集地区	調査人口	× 1.1
それ以下の集落	調査人口	× 1.05

* 人口成長率

「パ」国では1982年と1992年に人口調査が実施されたが、10年間における全国平均人口成長率は3.2%であった。 世銀では成長率算定に関連する諸要素を分析し、今後10年間の成長率を2.5%と見込んでいる。 これに対し、セナサでは対象集落群の分析を通じ、その施設基準において2.4%と設定した。

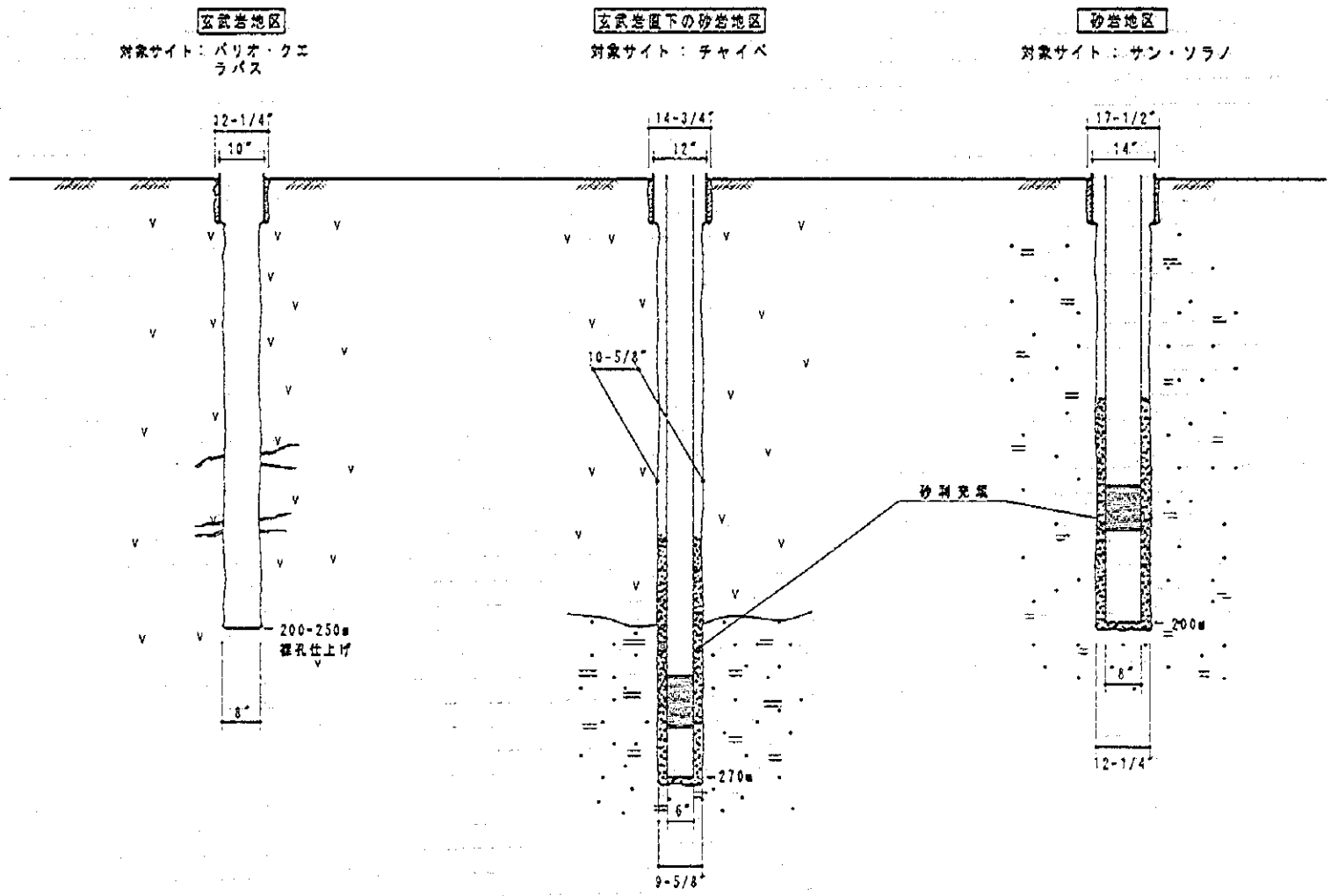


図3－10

標準深井戸構造図

（日本側施工サイト）

JAPAN TECHNO

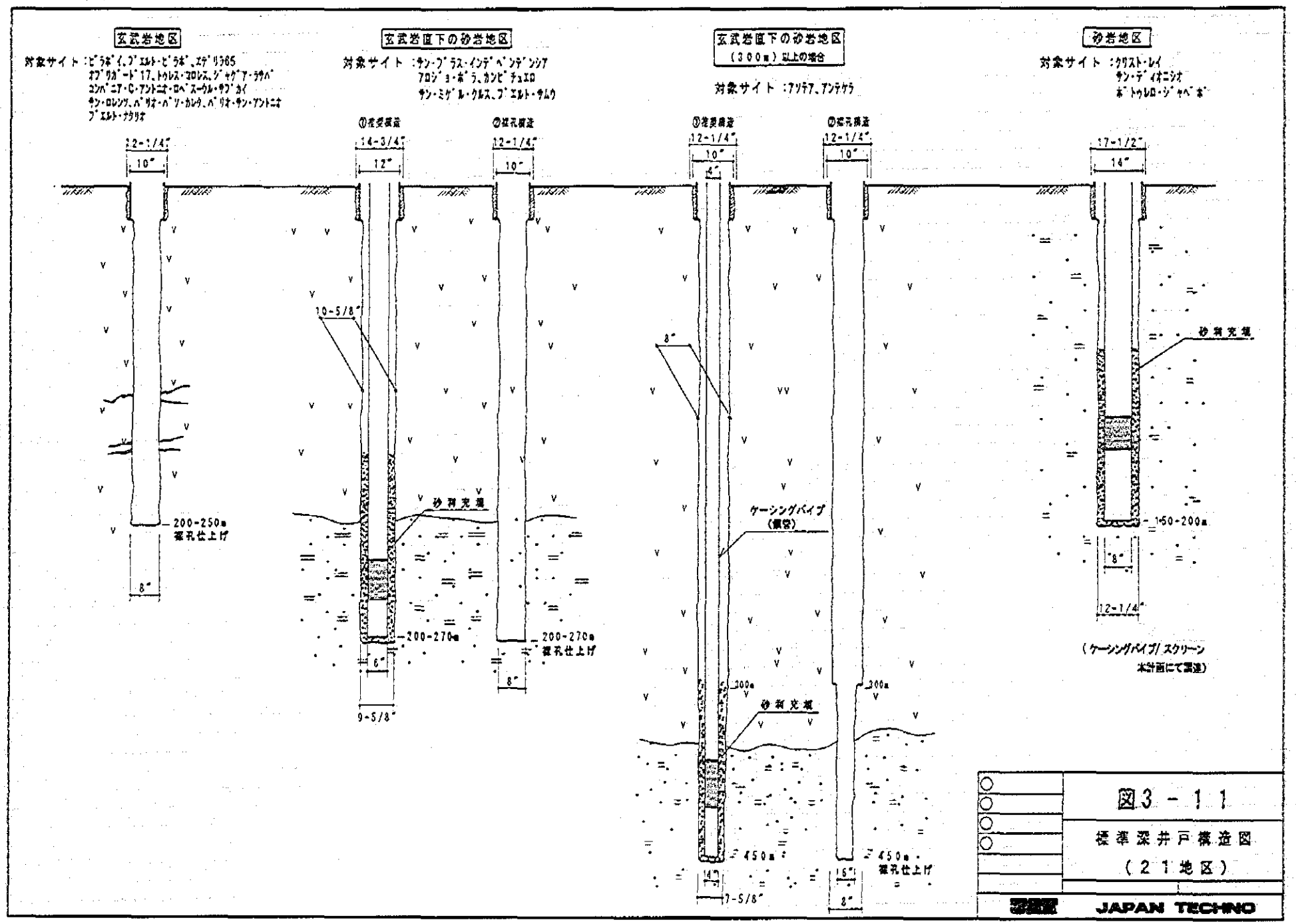


図3－11

標準深井戸構造図

（21地区）

JAPAN TECHNO

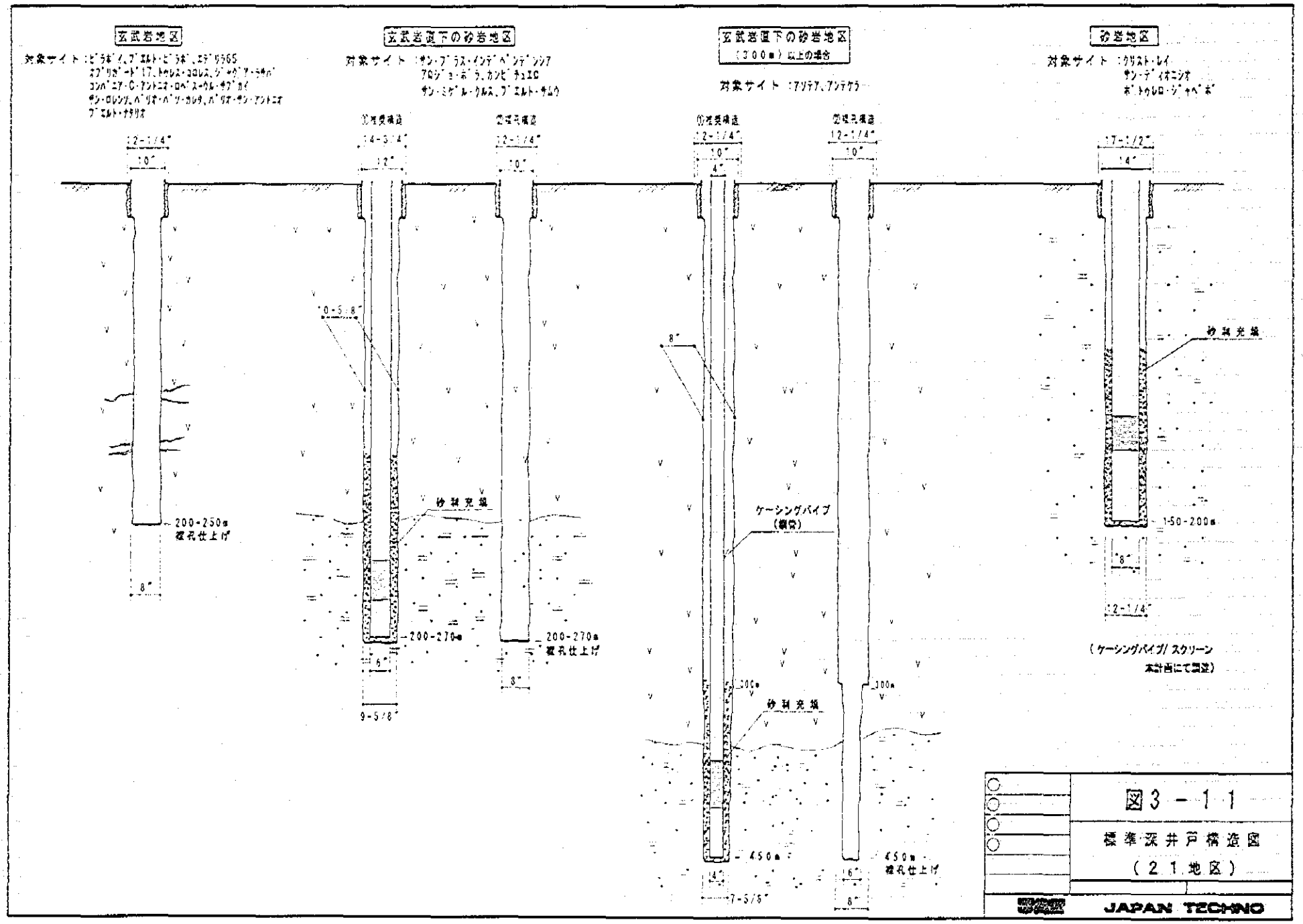


図3－11

標準深井戸構造図

（21地区）

JAPAN TECHNO

表3－7　25地区深井戸計画諸元

	No.	サイト名	掘さく深度	井戸本数	掘さく方式	掘さく口径 上部ラテライト	掘さく口径 玄武岩	掘さく口径 砂岩	ケーシングパイプ 上部ラテライト	ケーシングパイプ 玄武岩	ケーシングパイプ 砂岩
玄武岩地区	3	ピラポイ	200	1	ハンマー	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	4	プエルト・ピラポ	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	9	エデリラ 65	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	10	オブリガド 17	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	12	トゥレス・コロレス	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	13	ジャグア・ラサパ	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	17	コンパニア・C・アントニオ・ロペスーウル・サブカイ	200	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	18	サン・ロレンゾ	200	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	20	ペリオ・クエ	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	21	ペリオ・パソ・カレタ	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	22	ペリオ・サン・アントニオ	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	23	プエルト・ナタリオ	250	1	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
	25	ラパス	250	2	〃	12-1/4″	8″	－	10″	裸孔	－
		小計		14							
玄武岩直下の砂岩	2	サン・プラス・インデペンデンシア	250	1	ハンマー+泥水	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	5	チャイペ	270	2	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	6	アロジョ・ポラ（バレロ・グァス）	270	3	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	7	カンピチュエロ	250	1	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	8	サン・ミゲル・クルス	200	2	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	15	プエルト・サムウ	250	1	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	1	アゾテア	450	1	〃	12-1/4″	8″	7-5/8″	10″	4″	4″
	11	アンテケラ	450	1	〃	12-1/4″	8″	7-5/8″	10″	4″	4″
		小計		12							

	No.	サイト名	掘さく深度	井戸本数	掘さく方式	掘さく口径 上部ラテライト	掘さく口径 砂岩	ケーシングパイプ 上部ラテライト	ケーシングパイプ 砂岩
砂岩地区	14	サン・ブラソ	200	1	泥水	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
	16	クリスト・レイ	150	1	〃	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
	19	サン・ディオニシオ	150	1	〃	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
	24	ボトゥレロ・ジャペボ	200	1	〃	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
		小計		4					
		合計		30					

表3－7　25地区深井戸計画諸元

	No.	サイト名	掘さく深度	井戸本数	掘さく方式	掘さく口径 上部ラテライト	掘さく口径 玄武岩	掘さく口径 砂岩	ケーシングパイプ 上部ラテライト	ケーシングパイプ 玄武岩	ケーシングパイプ 砂岩
玄武岩地区	3	ビラボイ	200	1	ハンマー	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	4	ブエルト・ビラボ	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	9	エデリラ 65	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	10	オブリガド 17	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	12	トゥレス・コロレス	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	13	ジャグア・ラサバ	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	17	コンパニア・C・アントニオ・ロペスーウル・サブカイ	200	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	18	サン・ロレンゾ	200	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	20	パリオ・クエ	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	21	パリオ・パリ・カレタ	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	22	パリオ・サン・アントニオ	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	23	ブエルト・ナクリオ	250	1	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
	25	ラバス	250	2	〃	12-1/4″	8″	-	10″	裸孔	-
		小計		14							
玄武岩直下の砂岩	2	サン・ブラス・インデペンデンシア	250	1	ハンマー+泥水	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	5	チャイペ	270	2	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	6	アロジョ・ポラ（パレロ・グィス）	270	3	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	7	カンピチュエロ	250	1	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	8	サン・ミゲル・クルス	200	2	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	15	ブエルト・ナムウ	250	1	〃	14-3/4″	10-5/8″	9-5/8″	12″	6″	
	1	アソテア	450	1	〃	12-1/4″	8″	7-5/8″	10″	4″	4″
	11	アンテケラ	450	1	〃	12-1/4″	8″	7-5/8″	10″	4″	4″
		小計		12							

	No.	サイト名	掘さく深度	井戸本数	掘さく方式	掘さく口径 上部ラテライト	掘さく口径 砂岩	ケーシングパイプ 上部ラテライト	ケーシングパイプ 砂岩
砂岩地区	14	サン・ソラノ	200	1	泥水	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
	16	クリスト・レイ	150	1	〃	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
	19	サン・ディオニシオ	150	1	〃	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
	24	ポトゥレロ・ジャペポ	200	1	〃	17-1/2″	12-1/4″	14″	8″
		小計		4					
		合計		30					

本計画では、対象 25 地区において、それぞれ過去 5 年間の人口動態調査を試みたが、入植地の性格を反映して、大多数が 2.4%を越える高い成長率を申告し、今後 5～10 年間は同様な増加傾向にあるとの予想であった。 特に県都エンカルナシオン周辺の分譲地では急激な人口増加の現象が見られ、今後 5 年間で倍増の予想をたてている地区もある。 一方、少数の一部集落では、逆に県都やその他郡庁所在地等への人口流出が顕著に見られ、マイナス成長の地区もある。 本計画では、自然増加または入植による増加傾向がある地区に対しては、セナサ基準の 2.4%を最小基準として適用し、明確に減少傾向がある地区に対しては、現在人口を基本とする方針とした。 ただし、ゼロ成長地区に対しては、給水計画上の余裕を持たせるため、2 年間は平均の 2.4%成長があると仮定する。 また、本項(a)で述べた特殊状況にあるラパスに対しては、既成入植地に対しては平均成長率を適用するが、増設地における人口は、1996 年入植予定世帯により飽和し、それ以降の成長を見込まないこととした。

* 計画目標年

給水計画の目標年次としては、セナサでは施設種類により 10 ないし 20 年の計画年を設定しているが、長期計画は緊急援助の性格を持つ無償資金協力の方針になじまないことと、本計画対象地のように人口動態がダイナミックに変化する地域に対しての計画は長期間にわたるべきではないと判断されるので、5 年間を目途として計画策定することが適切である。

* 一人一日平均給水量

本計画の 25 対象地区における調査によると、住民の現在の水消費量は 80～120 lit/人/日であった。 これは自家用浅井戸の普及率が高いので、乾期の水不足期間を除いて、比較的自由な水利用が可能である事情を反映している。 県都周辺の対象地区では、電気洗濯機を利用する世帯も少なからず存在する。 ただし、浅井戸に電動ポンプが設置されている家庭はそれほど多くなく、多数の家庭はツルベによる手作業で日々水汲みを励行している。 これに対して、セナサの施設基準は 130 lit/日と設定されているが、この給水レベルは、従来の対象地区である郡庁などの比較的大きな集落体が基準となったものと推察される。 しかし、本計画の対象地区に対しても各戸給水が目標であるから、消費量の増大を見込む必要があり、現在の水利用状況から判断し、セナサ基準に準拠することとする。

* 一人一日最大給水量

セナサ基準同様平均給水量の 1.1 倍を採用する。

* 時間最大給水量

セナサ基準では集落規模や水消費傾向に関係なく一定数値に設定されているが、給水サービスにおけるピーク時間帯の給水量設定は配水管口径を算定するための重要な要素であり、通常、集落人口規模や水消費特性と時間帯分布等、消費の実態調査に基づく推定値が採用される。 この要素については適切な基準が実施機関側にないため、無償資金協力の類似プロジェクトで採用され、効果的であることが判明している日本の簡易水道基準を参照する方針とする。

* 水質

本計画の主目的である安全で安定した飲料水供給の柱の一つである「安全な」水の確保に関し、セナサでは、WHO 基準に準拠する。 現在同局には我が国から環境保全水質管理の JICA 専門家が派遣され、試験室の整備を進めており、現在すでに世銀プロジェクトの深井戸水源サンプルの試験を引き受けているので、本計画でも利用可能である。

本調査では、各対象地区において、家庭の手掘り浅井戸の、地表水による汚染、敷地内における屋外便所からの汚水浸透、さらに農薬汚染等の要因に関する住民の認識・知識度に関する調査を行い、実際のサンプリングを通じて実態を調べたが、ほとんどの浅井戸において大腸菌の検出が顕著であった。

このような現状に対し、本計画では、掘さく工法において、地層最上部の軟質土壌部分に崩壊を防止するとともに汚水を遮蔽する保護管を設置し、周囲にセメンテーションを施す汚染防止対策を講じる。 同工法はセナサでも従来から実施しているが、本計画では、25 地区に対し、この保護管を調達する方針とする。 またセナサ基準に基づき、井戸ポンプで配水槽に送水するさいに、次亜塩素酸カルシューム注入装置による滅菌を行う。

以上に説明した諸単元について、日本の施設建設対象 4 地区に対し、次表 3-8 にまとめて示す。

表 3-8 日本建設サイト給水計画諸元

	調査(調整)人口(1995)	人口成長率	計画給水人口 (2000)	一日平均給水量(m³/日)	一日最大給水量(m³/日)	時間最大給水量 (m³/時)
チャイペ	2,303	2.4	2,593	337	371	37.1
サン・ソラノ	612	2.4	713	93	102	14.5
バリオ・クェ	553	0	609	79	87	13.4
ラパス						
a.既成地区	945	2.4	1,171	152	167	16.7
b.増設地区	1,260	0	1,260	164	180	19.5
計	5,673	–	6,346	–	–	–

d. 施設計画

本計画の施設は、維持管理を担当する集落組織の衛生委員会の特性を考慮した簡素な構成を目標とし、1地区に対して深井戸水源が2本となったサイトも存在するが、セナサの施設構成と同じ内容とする。 次のような系統により給水が行われる。

水源施設　深井戸（図 3-12 給水施設概念図参照）
↓
取水施設　水中モータ・ポンプ (三相電源利用) ＋ 操作室
↓
送水施設　送水管
↓
配水施設　高架水槽
　　配水本管 ＋ 配水支管
↓
給水施設　(各戸配管―「パ」側施工)

上記システムのうち、日本側による建設範囲は、最終段階である各家庭への引き込み配管を除いて、全施設を網羅する計画とする。

施設の構成主要素に関する内容は次の通りである。

* 水中ポンプ

水中ポンプは、深井戸から直接高架水槽まで送水する揚程を持つ機種を選定し、中間施設を含まない設計方針とする。 揚水量は地下水の可能採水量により単位時間あたりの送水量を決定する。 ポンプ運転時間は最長 15 時間までとし、給水範囲が大きいサイトでは、複数の井戸を建設する。 また、セナサによる基準に基づき、ポンプ故障に対処するための予備ポンプを用意し、各井2台のポンプを調達する。 ただし、同一地区における複数の井戸で使用するポンプは同機種とし、複数井戸に対し、予備ポンプ1台とする。 さらに、セナサ規定により、操作室には次亜塩素酸カルシューム溶液の注入による滅菌装置を設備する。

* 配水槽

配水槽の容量決定は、一日の送水量と水消費量の傾向を解析して、計画目標年におけ

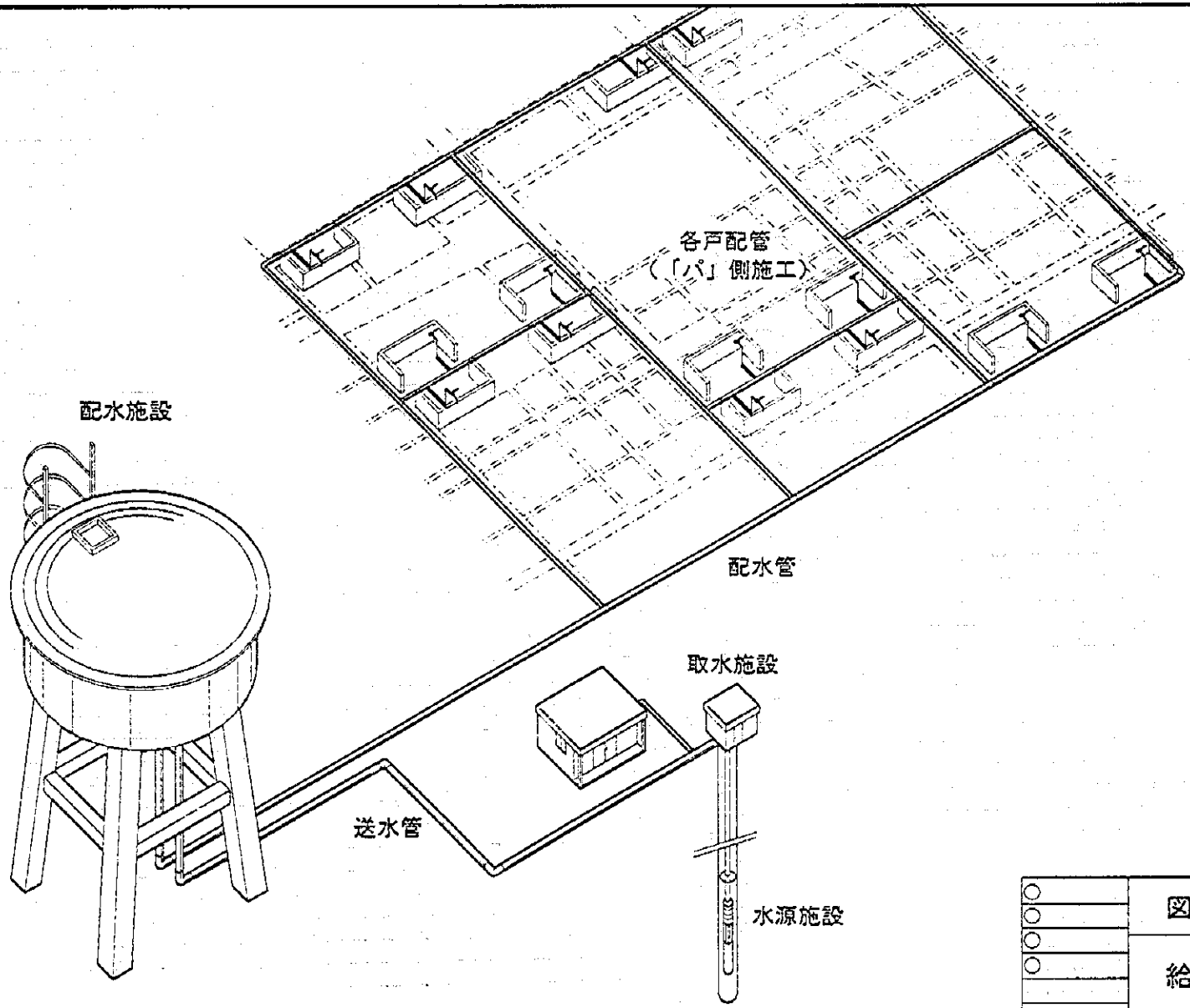


図３－１２

給水施設概念図

JAPAN TECHNO

る給水人口の給水サービスが可能な容量とする。 算定によると、ほぼ一日最大給水量の 12 時間相当となり、4 地区の水槽容量は次表の通りである。 なお、各地区で高架水槽が必要となるが、セナサの標準構造図に準拠するものとする。 水槽には避雷針を設置するが、高架水槽水位を検知して行うポンプの自動運転については、セナサの従来の方針に基づき、操業開始後適切な時期に、衛生委員会により設置されるものとして、本計画には含まない。 高架水槽高さは 12m～16m である。

表 3-9　日本側建設サイト高架水槽仕様

地 区 名	水槽有効容量 (m^3)	高架水槽高さ (m)
チャイペ	150	16.5
サン・ソラノ	50	12.0
バリオ・クェ	50	12.0
ラパス	80	12.8

なお、ラパスの高架水槽容量は、既成地域に $100m^3$ 容量の既存高架水槽があるので、新設高架水槽は主として、増設入植地用として使用する計画とする。

* 配水管

配水管は、送水管、配水管とも国産の硬質塩ビ管を使用する。 前者は耐圧 10 kg/cm^2、後者は 6 kg/cm^2 を基本とする。 配管口径は時間最大流量により、ウイリアム・ヘーゼン公式を採用して計算する。 管路において地形上の凸部には空気弁を設置し、配水管網においては、修理などのさい一部管路閉鎖のための仕切弁をもうける。 また水中ポンプから送水管路との高架水槽からの配水管路にはそれぞれ量水器を設置し、生産量と消費量両者を把握し、漏水探知等水の有効利用を図るものとする。

e. 動力源

本計画では、セナサ基準により、三相電源による深井戸水中モータ・ポンプの運転による揚水と送水システムを採用するが、調査によると大多数のサイトで単相電源は導入済みであるが、三相化は一部の地区に限られている。 「パ」国全土の電力事業は国営電力公社アンデにより運営されているが、セナサが 25 地区の現状についてアンデに確認した結果は次の通りである。

*すでに三相化されている地区　　7 地区
*1996 年度三相化が予定される地区　　4 地区
(日本側建設サイトのうち、「チャイペ」と「ラパス」が該当)
*三相化未計画地区(単相電源導入済み)　　10 地区

(日本側建設サイトの「サン・ソラノ」と「バリオ・クェ」が含まれる)
*未電化地区　　4地区
(うち2地区は時期は未定であるが電化計画あり)

ただし、上記のうちで、ラパスとサン・ソラノは現地調査のさい、三相電源の存在を確認しており、その後セナサでもイタプア県アンデ支所を通じ三相化を確認しているので、日本側建設サイトで三相化されていない地区はチャイペとバリオ・クェの2サイトである。チャイペの場合は、国道沿いであり、導入は容易であるので、「パ」側の計画通り本計画実施までに三相化が実現することが見込まれ、三相化による施設計画とする。　ただし、バリオ・クェの場合は集落位置が三相電源幹線が走る国道から15km入るため、単独三相化は困難と想定されるので、本計画ではバリオ・クェ一地区のみ、代替案として動力源として発電機の採用を考慮しなければならない。　この代替動力源は、「パ」側で用意することが基本設計概要調査時点確認されている。

以上のような検討に基づき、4地区の主要構成施設を表3-10-1～4に示す。　また、各地区の施設平面図および主要施設構造図を添付する。

表 3-10-1 「チャイペ」計画給水施設一覧表

	工種	施設名	仕様	単位	数量
1	水源施設	深井戸	深度:270 m, 孔径 10", ｹｰｼﾝｸﾞ径	本	2
			6", (ﾊﾝﾏｰ、泥水掘さく併用)		
2	取水施設	操作室	壁面ｺﾝｸﾘｰﾄ･ﾌﾞﾛｯｸ製ﾀｲﾙ張り	棟	2
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ設備	20m³/時 x160mx20 HP	台	3
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ吐出配管	3" 鋼管、3" 仕切弁、ﾁｪｯｸ弁、量水器	式	2
		滅菌装置	次亜塩素酸ｶﾙｼｭｰﾑ注入機	台	4
3	電源工事	三相接続工事	25KVAﾄﾗﾝｽ、引き込み線 300m	式	2
4	送水施設	送水管	PVC 16kg/cm², 85mm	m	5,800
		空気弁室	25mm	個	2
		仕切弁	75mm 10 kg²/cm	個	2
5	配水施設	高架水槽	150 m³ x 16.5m	基	1
		配水管 (埋設)	PVC 6 kg/cm², 160 mm	m	30
			110 mm	m	2,780
			85 mm	m	3.950
			75 mm	m	3,370
			60 mm	m	2,350
			50 mm	m	1,620
			40 mm	m	1,200
		仕切弁	150～40mm 6kg/cm²	個	28
		流量計	100mm	個	2
		空気弁室	20mm	個	5
		各戸配管接続接ぎ手	110～40mm x 20 mm	式	1

表 3-10-2 「サン・ソラノ」計画給水施設一覧表

	工種	施設名	仕様	単位	数量
1	水源施設	深井戸	深度:200 m, 孔径 12", ｹｰｼﾝｸﾞ径	本	1
			8", (泥水掘さく)		
2	取水施設	操作室	壁面ｺﾝｸﾘｰﾄ･ﾌﾞﾛｯｸ製ﾀｲﾙ張り	棟	1
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ設備	15m³/時 x80mx12.5 HP	台	2
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ吐出配管	3" 鋼管、3" 仕切弁、ﾁｪｯｸ弁、量水器	式	1
		滅菌装置	次亜塩素酸ｶﾙｼｭｰﾑ注入機	台	2
3	電源工事	三相接続工事	15KVAﾄﾗﾝｽ、引き込み線 300m	式	1
4	送水施設	送水管	PVC 10kg/cm², 85mm	m	510
5	配水施設	高架水槽	50 m³ x 12m	基	1
		配水管 (埋設)	PVC 6 kg/cm², 110 mm	m	30
			75 mm	m	720
			60 mm	m	310
			50 mm	m	950
			40 mm	m	2,930
		仕切弁	75～40mm 6kg/cm²	個	4
		流量計	75mm	個	2
		空気弁	20mm	個	5
		各戸配管接続接ぎ手	75～40mm x 20 mm	式	1

表 3-10-3 「バリオ・クェ」計画給水施設一覧表

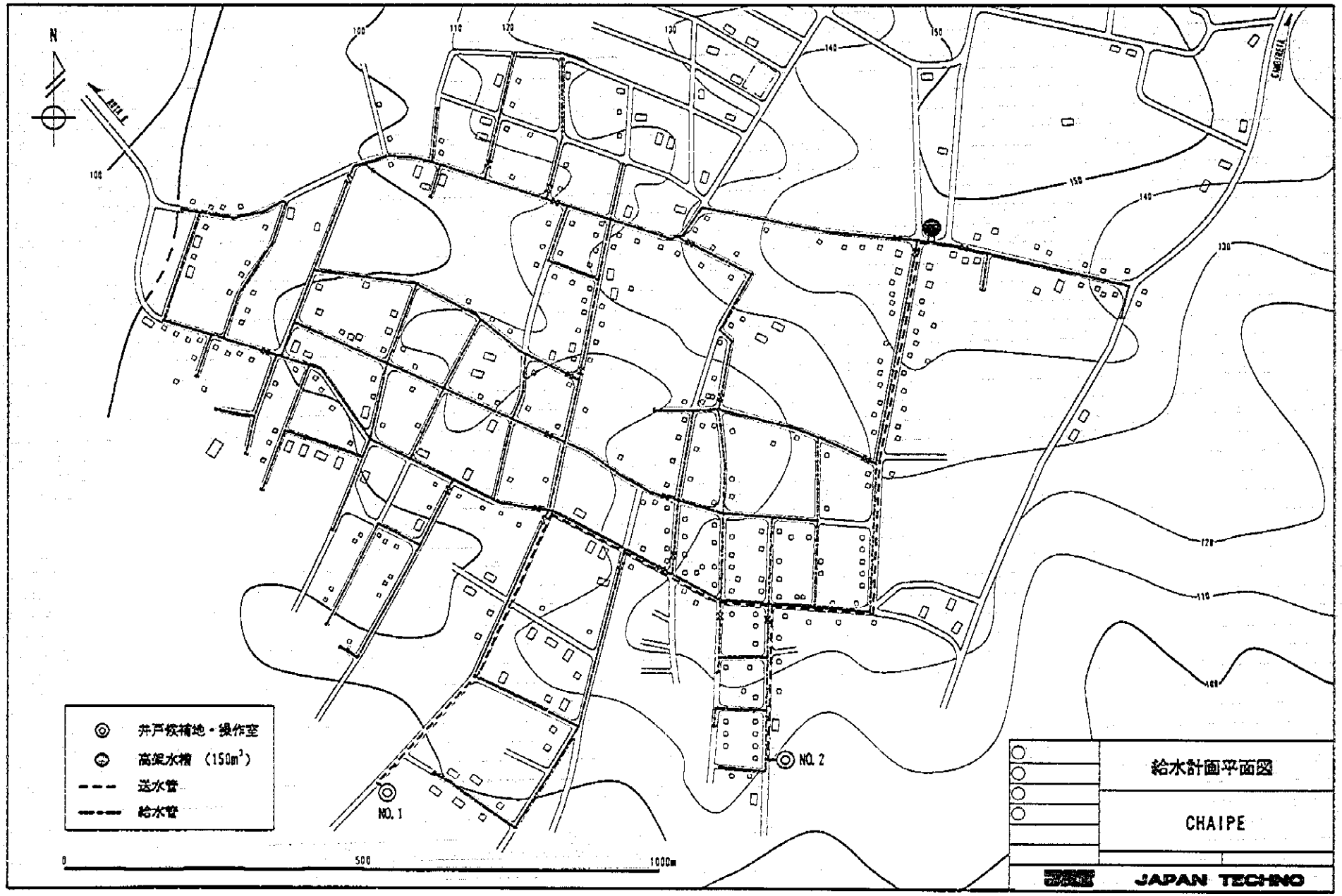
	工種	施設名	仕様	単位	数量
1	水源施設	深井戸	深度:250 m, 孔径 8" (ﾊﾝﾏｰ掘さく)	本	1
2	取水施設	操作室	壁面ｺﾝｸﾘｰﾄ・ﾌﾞﾛｯｸ製ﾀｲﾙ張り	棟	1
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ設備	10m³/時 x230mx15 HP	台	2
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ吐出配管	3" 鋼管、3" 仕切弁、ﾁｪｯｸ弁、量水器	式	1
		滅菌装置	次亜塩素酸ｶﾙｼｭｰﾑ注入機	台	2
3	電源工事	三相接続工事	既存発電機電源接続	式	1
4	送水施設	送水管	PVC 10kg/cm², 85mm	m	3,160
		空気弁室	20mm	個	3
		仕切弁	75mm 10kg/cm²	個	1
5	配水施設	高架水槽	50 m³ x 12m	基	1
		配水管 (埋設)	PVC 6 kg/cm², 110 mm	m	30
			75 mm	m	720
			60 mm	m	890
			50 mm	m	340
			40 mm	m	2,190
		仕切弁	75～40mm 6Kg/cm²	個	4
		流量計	75mm	個	2
		空気弁室	20mm	個	1
		減圧弁室	40mm	個	1
		各戸配管接続接ぎ手	75～40mm x 20 mm	式	1

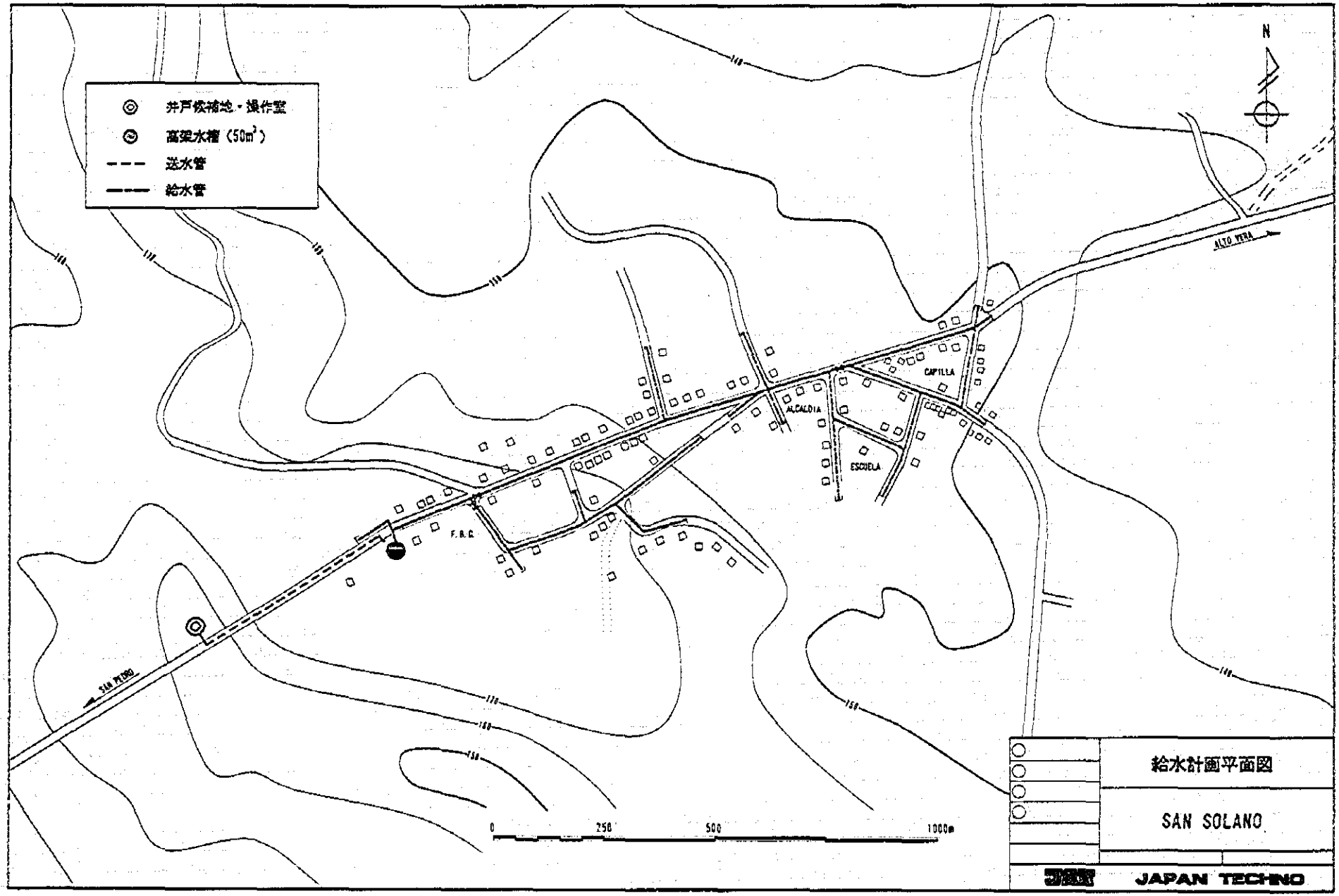
表 3-10-4 「ラパス」計画給水施設一覧表

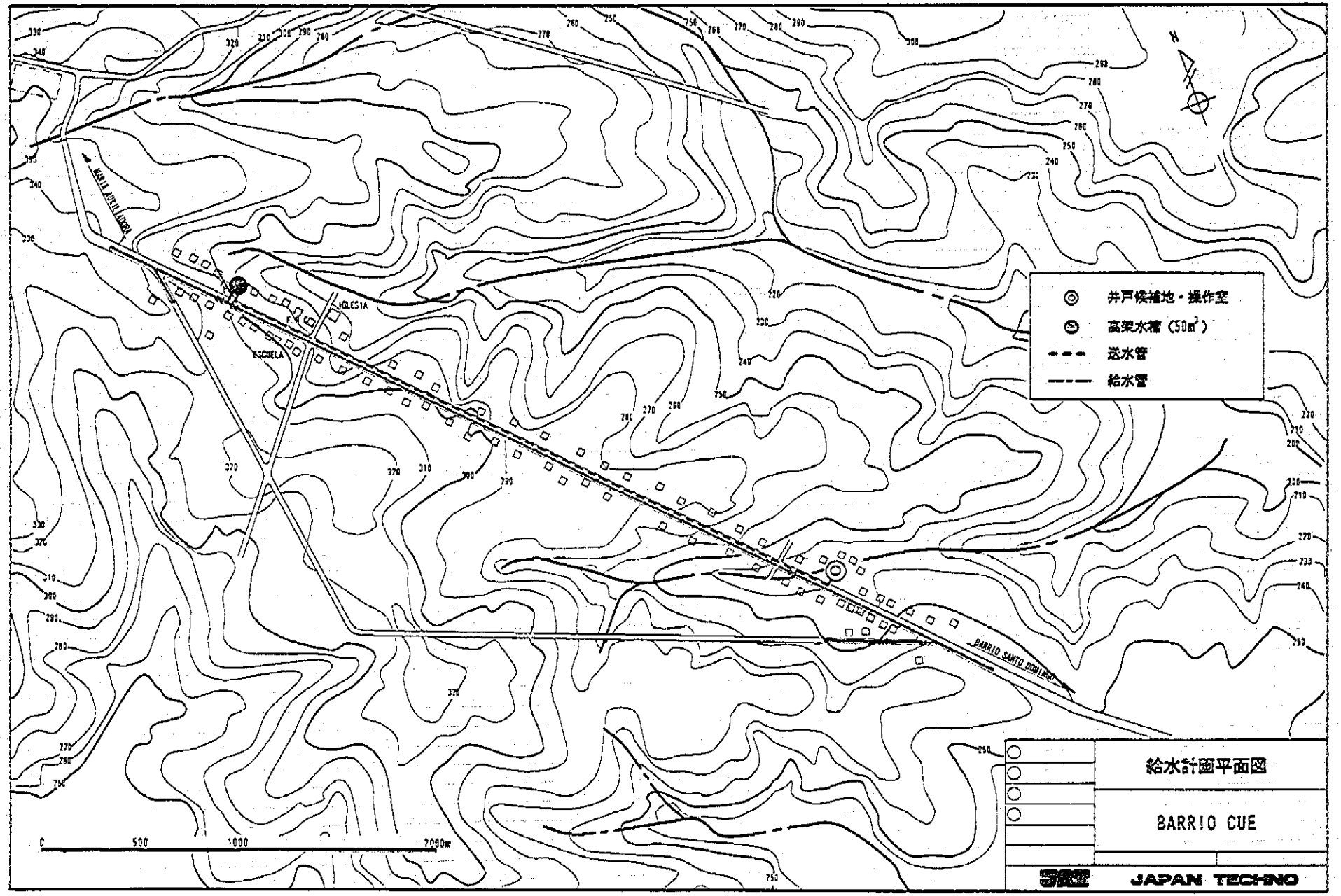
	工種	施設名	仕様	単位	数量
1	水源施設	深井戸	深度:250 m, 孔径 8" (ﾊﾝﾏｰ掘さく)	本	2
2	取水施設	操作室	壁面ｺﾝｸﾘｰﾄ・ﾌﾞﾛｯｸ製ﾀｲﾙ張り	棟	1
		既存操作室改修	廃動ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ撤去ほか改修工事	式	1
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ設備	7m³/時 x160mx15 HP	台	3
		水中ﾎﾟﾝﾌﾟ吐出配管	3" 鋼管、3" 仕切弁、ﾁｪｯｸ弁、量水器	式	2
		滅菌装置	次亜塩素酸ｶﾙｼｭｰﾑ注入機	台	4
3	電源工事	三相接続工事	10KVAﾄﾗﾝｽ、引き込み線 300m	式	2
4	送水施設	送水管	PVC 10kg/cm², 85mm	m	3,200
		空気弁室	25mm	個	2
		仕切弁	75mm 10kg/cm²	個	4
5	配水施設	高架水槽	80 m³ x 12.8m	基	1
		配水管 (埋設)	PVC 6 kg/cm², 160 mm	m	340
			110 mm	m	2,360
			85 mm	m	2,075
			75 mm	m	1,500
			50 mm	m	375
		仕切弁	150～65mm 65kg/cm²	個	12
		流量計	150mm	個	1
		流量計	100mm	個	2
		空気弁室	20mm	個	5
		各戸配管接続接ぎ手	110mm～50mm x 20mm	式	1

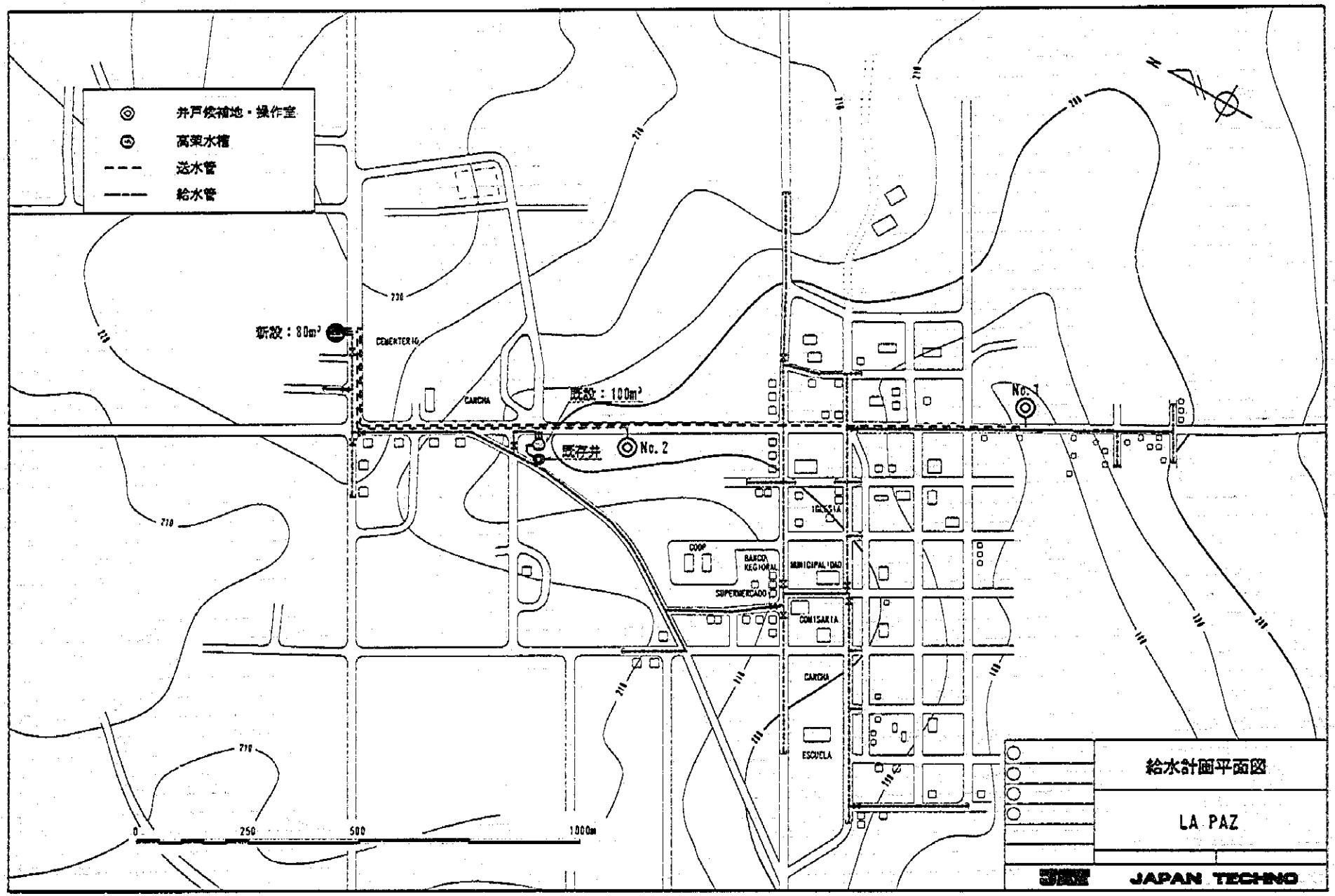
施設平面図および主要施設構造図

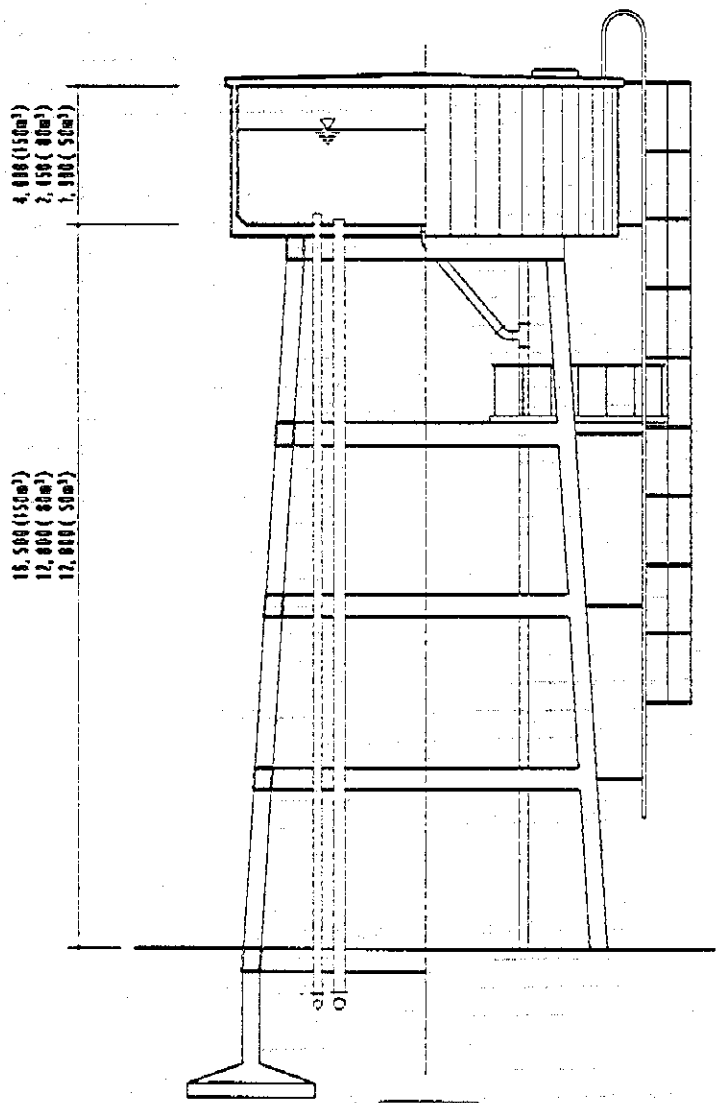
① 給水計画平面図「チャイペ」
② 「サン・ソラノ」
③ 「バリオ・クエ」
④ 「ラパス」
⑤ 給水施設標準図「高架水槽」
⑥ 「深井戸用ピット」
⑦ 「操作室」
⑧ 「操作室付属衛生施設」
⑨ 「一般配管図　弁桝・埋設管断面図」
⑩ 「バルブ・ボックス」


N
100
110
120
130
140
150
井戸候補地・操作室
高架水槽 (150m³)
送水管
給水管
NO. 1
NO. 2
0
500
1000m
給水計画平面図
CHAIPE
JAPAN TECHNO

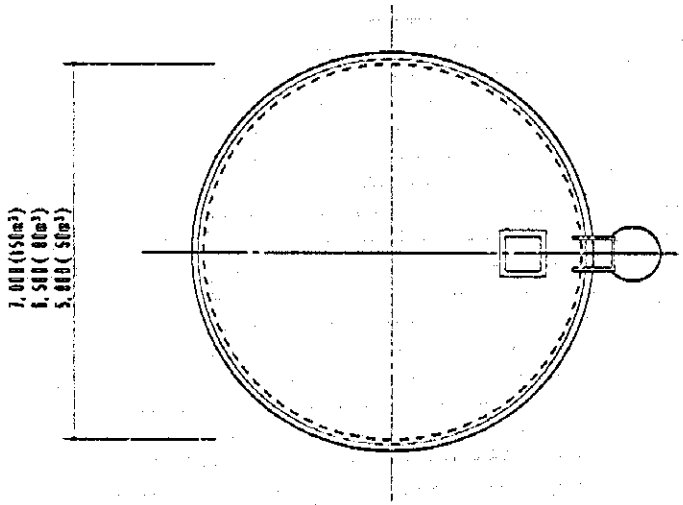

井戸枡補地・操作室
高架水槽（50m³）
送水管
給水管
N
ALTO VERA
SAN PEDRO
CAPILLA
ALCALDIA
ESCUELA
F.B.G.
0
250
500
1000m
給水計画平面図
SAN SOLANO
JAPAN TECHNO


井戸候補地・操作室
高架水槽（50m³）
送水管
給水管
IGLESIA
ESCUELA
BARRIO SANTO DOMINGO
0
500
1000
2000m
給水計画平面図
BARRIO CUE
JAPAN TECHNO


井戸候補地・操作室
高架水槽
送水管
給水管
新設：80m³
既設：100m³
既存井
No. 1
No. 2
CEMENTERIO
CANCHA
COOP
BANCO REGIONAL
SUPERMERCADO
IGLESIA
MUNICIPALIDAD
COMISARIA
ESCUELA
0
250
500
1000m
給水計画平面図
LA PAZ
JAPAN TECHNO



立面図

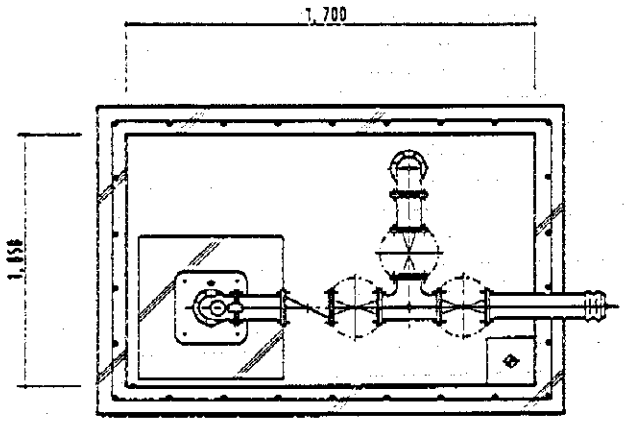


平面図

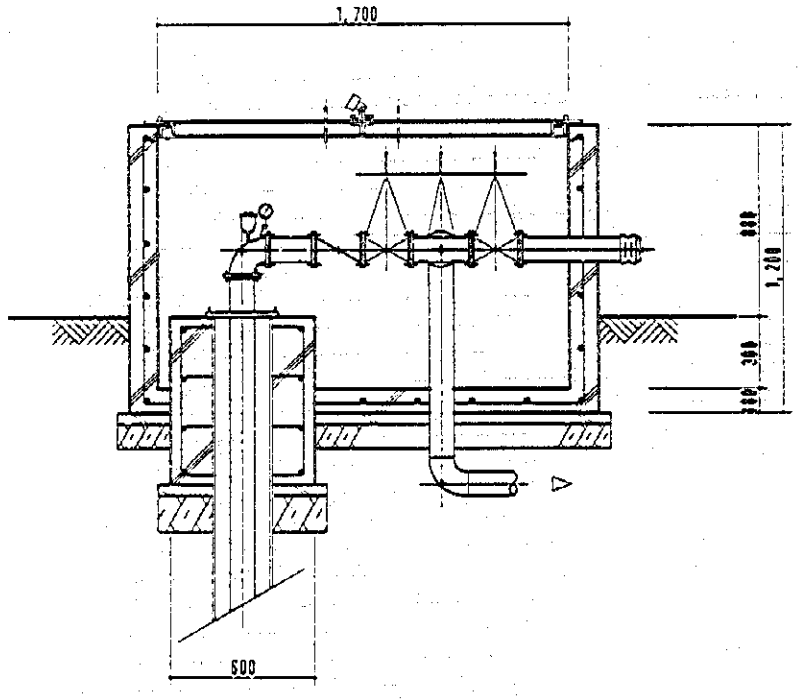
給水施設標準図

高架水槽
150m³, 80m³, 50m³

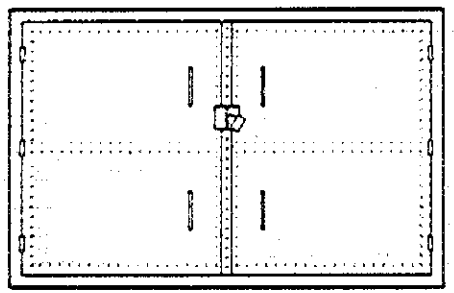
JAPAN TECHNO



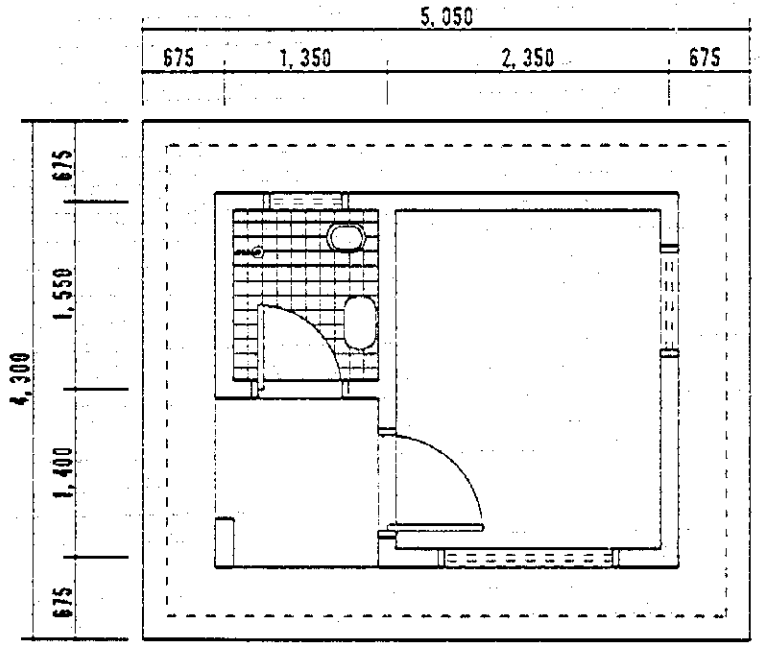
平面図

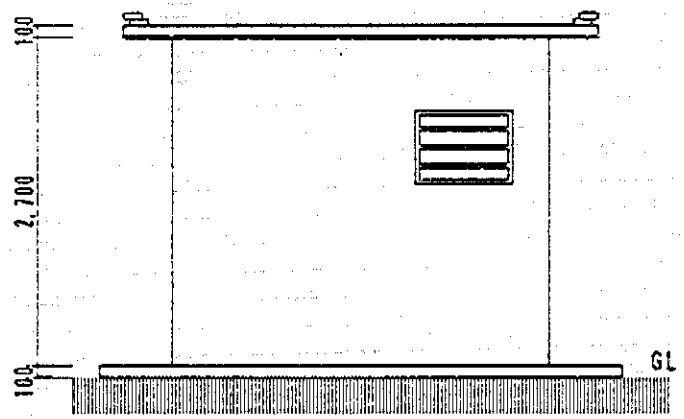


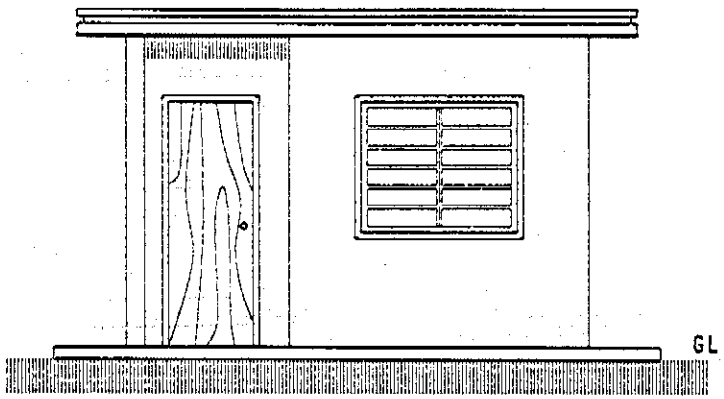
断面図



○	給水施設標準図
○	
○	深井戸用ピット
○	
	JAPAN TECHNO



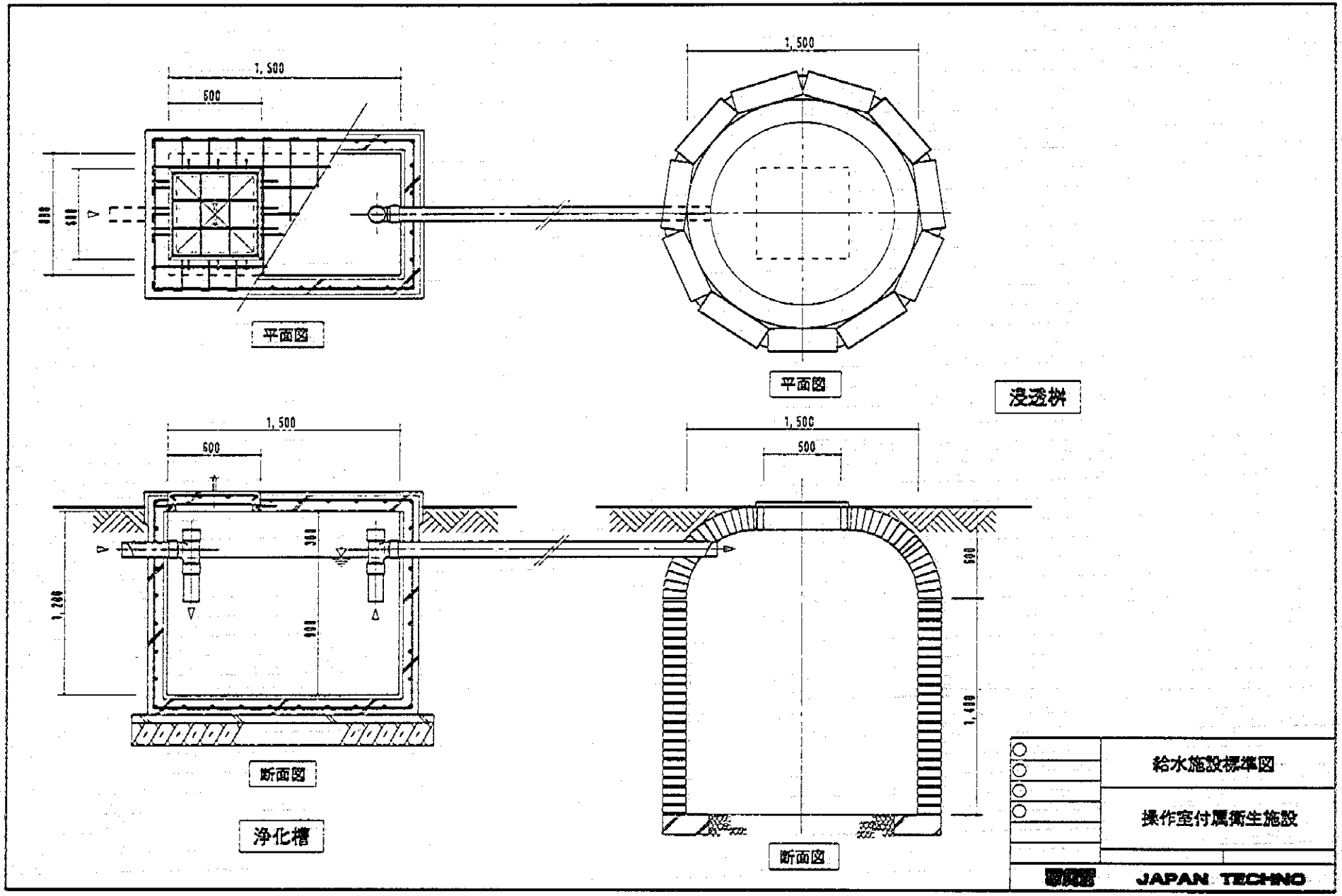


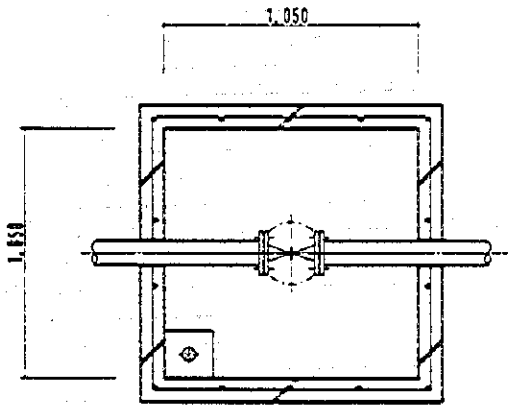


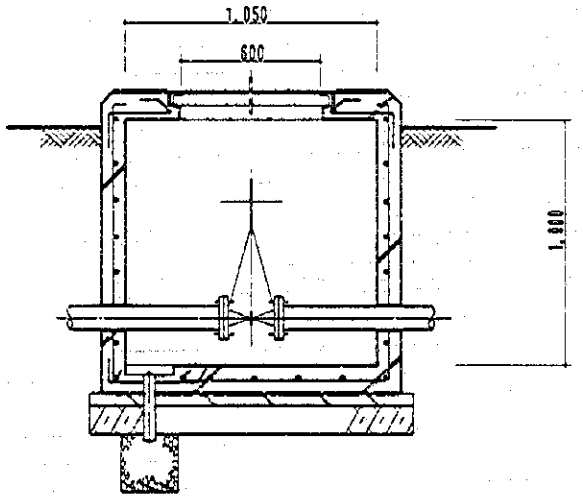
給水施設標準図

操作室

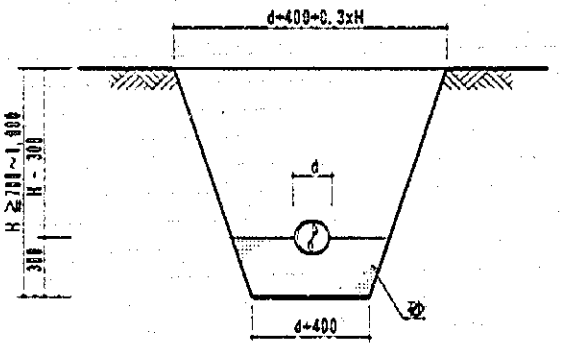
JAPAN TECHNO


1,500
600
平面図
1,500
平面図
浸透桝
1,500
600
1,200
断面図
浄化槽
1,500
500
600
1,400
断面図
給水施設標準図
操作室付属衛生施設
JAPAN TECHNO

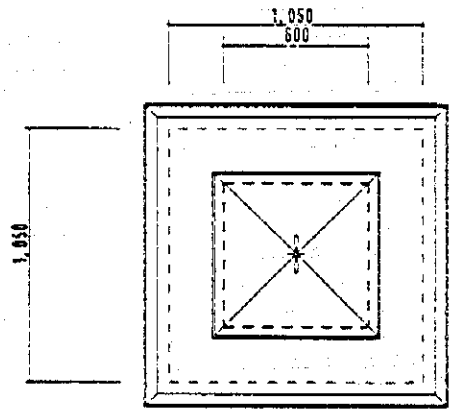




断面図



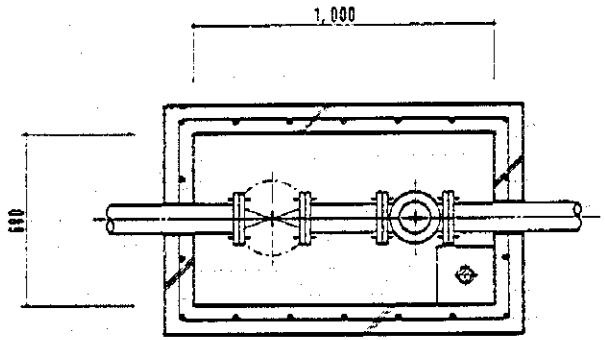
埋設管断面図



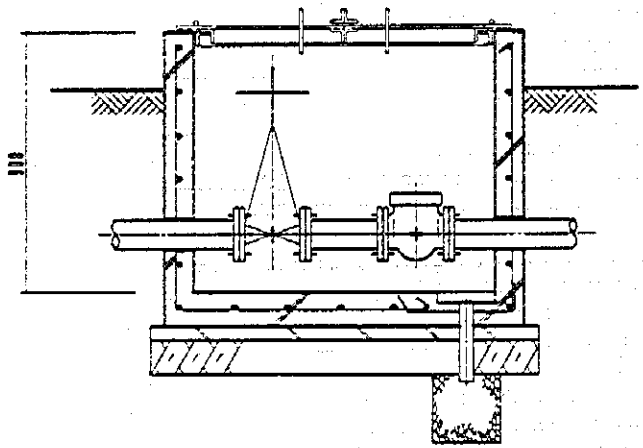
平面図

弁 栓

	給水施設標準図
	一般配管図 弁 栓・埋設管断面図
	JAPAN TECHNO



平面図



断面図

バルブボックス

	給水施設標準図
	バルブボックス
	JAPAN TECHNO

3-4　プロジェクトの実施体制

3-4-1　組織

本計画は、パラグァイ国厚生省に所属するセナサにより実施される。同局は 1972 年 12 月、法第 369 号により、政府からの出資金 16,290,000ｸﾞｱﾗﾆ（約 330 百万円）を受けて設立された。その設立目的は、厚生省における環境衛生政策の企画、促進、実施および管理を行うことであり、具体的な業務としては、地方共同体の給排水施設の整備を、集落単位の衛生委員会設立により、推進することを目指す。同法には、この目的を果たすためのセナサによる技術基準の設定や資金運用の権限等が規定されている。都市上下水道を主管する内務省所属のコルポサナに対し、セナサでは 4,000 人以下の中小規模集落を対象とすることが取り決められている。

同法によると、セナサ主導により設置される衛生委員会は、施設建設に伴う住民負担と建設費融資に対する償還額・方法についてセナサと契約を結び、さらに給水料金の設定についてセナサの審査を受けるが、施設の運営・維持管理すべてを自ら行う義務を有する。セナサ側は施設完成後は衛生委員会に対し、運営指導と技術支援の責務がある。これら衛生委員会の役割と責務については、さらに 1980 年の「衛生委員会飲料水供給規則」により、細かく規定されている。

セナサの事業は、設立以降世銀支援に重く依存してきた。現在その第三次借款により、給水施設整備を実施中であるが、今回の借款事業を始めるにあたり、1991 年世銀の勧告を受け、組織改造を行った。それ以降引き継がれている現行組織を図 3-13 に示す。事業の核となる給水・衛生部はその改造により誕生したものである。事業実務を推進する同部には、技術、建設および水資源課の専門グループのほか、地方運営課が重要な位置をしめる。同課により、東部地域 14 の各県に設置されているセナサ支所が統括され、各集落の衛生委員会はそれぞれの県にあるセナサ支所を通じ、中央本部と連結される一元化が完成した。

一方、セナサは、給水事業とともに農村地帯の基礎衛生施設の普及・改善に努力してきている。1970 年代からドイツ、世銀、米州開発銀行等の資金により、特に過疎農村地帯において、ハンド・ポンプや公共水栓式の小規模給水施設を整備するとともに、便所の設置や改良型便所の普及を目指してきた。これらは、衛生施設がほとんどない農村における基礎的環境改善計画の一環であり、給水事業と比較すると、内容・規模ともに小さい。

1995 年 10 月現在セナサ職員総数は全国で 553 人の規模に達し、サン・ロレンソ事業所は 3 部あわせて約 290 人を擁す。一方、各集落の衛生委員会は、1995 年 5 月現在全国 296 ヶ所で組織されているが、次の構成メンバーにより組織される。

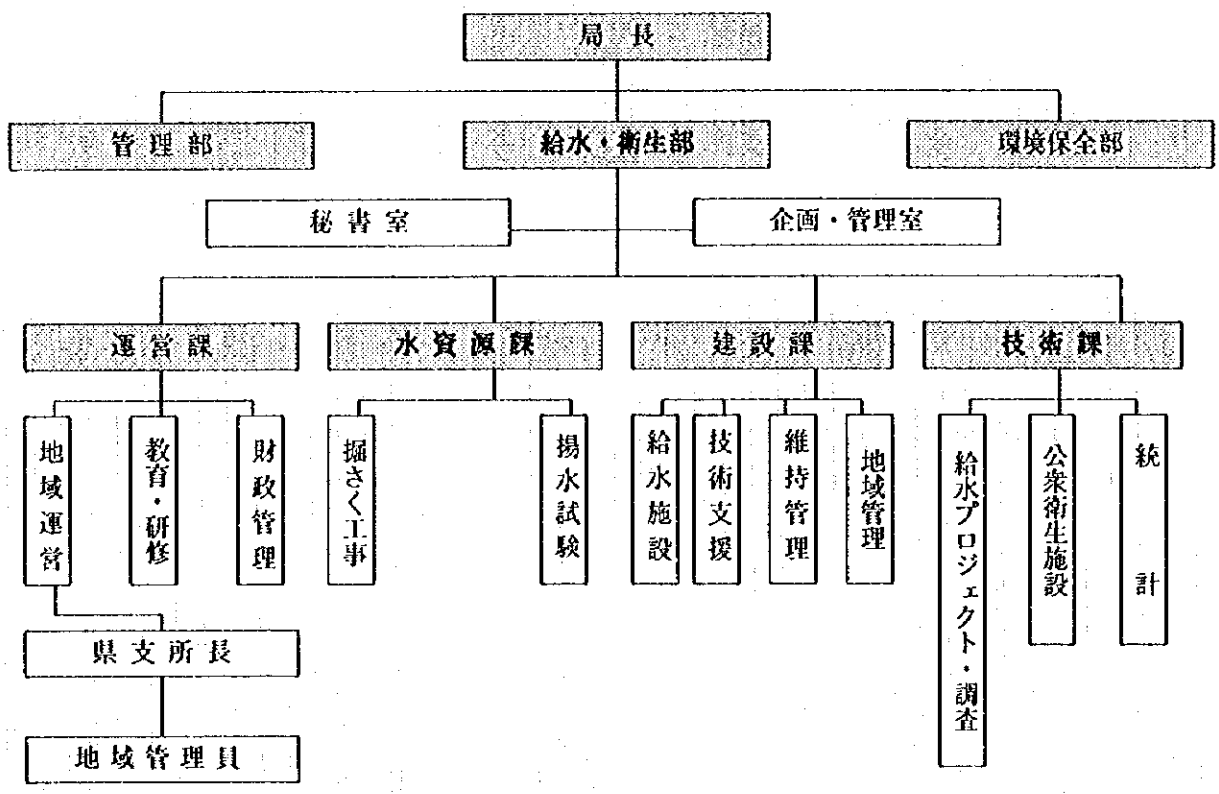


図3·13　セナサ組織図

会長　1名
副会長　1名
書記　1名
無任所　1名
監査人(正) 1名
監査人(副) 1名

これらの委員は無給であることが、セナサ設立法に規定されているが、実際の施設操作にあたる専従操作要員や料金伝票・集金係には住民から徴収する水道料金から給料が支払われている。これらの衛生委員会の活動に関しては第4·2·2節で詳細を説明することとする。

3·4·2　予算

セナサの一般経費・管理費および地方給水・衛生整備投資は政府の通常予算により賄われる。同局の年間予算は、まず親元の厚生省に提出され、同省の検討、両者による協議の過程を経て、同省の全体予算の中に組み込まれ、大蔵省の予算局の承認を得た後国会に提出される。この三年間の同局収支

の推移は表3-11の通りである。 表において、政府のセナサに対する予算割り当ては、世銀借款に対するローカル・ポーション分を含み、セナサ事業は大きく世銀資金に依存していることがわかる。

「パ」国の会計年度は1月から12月となっているが、セナサに対する1996年度予算はすでに確定し、給与を含む経常経費として約9,200百万ｸﾞｱﾗﾆ（4.7百万米ﾄﾞﾙ）、事業費としての投資予算として約20,700百万ｸﾞｱﾗﾆ（10.5百万米ﾄﾞﾙ）、計29,900百万ｸﾞｱﾗﾆ（15.2百万米ﾄﾞﾙ）を確保した。 この中で、本計画に対する1996年度予算計上は、初年度に必要となる無償資金支払いのための銀行手数料の相当額として1.97百万ｸﾞｱﾗﾆ（1万米ﾄﾞﾙ）が大蔵省により認められている。 また、実際の掘さく工事運営費の一部として、機材の操作を行う掘さく班2班、12名のセナサ職員給与は確保されている。 セナサでは、本年度、本計画でその他の支出が必要な場合は、事業投資予算の中で消化を予定している。

表3-11　セナサ予算の推移　(単位百万ｸﾞｱﾗﾆ)

	1993	1994	1995
1. 歳入			
政府予算	4,468.9	6,447	10,970
贈与	90	0	0
世銀資金	358.2	8,737	16,000
その他借款	0	0	1,000
衛生委員会出資金	64.1	360.5	600
その他	10	200.7	
計	4,991.2	15,745.2	28,835.9
2. 歳出			
給与	3,205.4	4,400	5,612
その他支出	50	60	1,502
世銀プロジェクト建設費・機材費	154.5	11,248.8	10,615
ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ費用・ﾄﾚｰﾆﾝｸﾞ費用	17.6	6	946
その他投資	309.6	59	1,502
その他事業	0	0	1,000
計	4,731.5	15,773.8	21,177

1USﾄﾞﾙ＝97円（平成8年1月）
1Gs＝0.0493円

3-4-3 要員・技術レベル

本計画の実施体制としては、セナサは世銀借款事業で確立した局内組織により運営する方針である。対外的にはアスンシオン本部に位置し、局長直属の管理部を窓口とし、技術的な実務は、首都の郊外

に位置するサン・ロレンソ事業所の給水・衛生部の各技術専門課のスタッフが対応することになる。これら要員は、現在まで三次に及ぶ世銀プロジェクトをはじめ、ドイツKFWおよびGTZ、さらに米州開発銀行のプロジェクトの計画・実施の経験を通じ、資機材調達の国際入札を含む国際的プロジェクトのプロセスに柔軟に対応できる専務能力を有し、15年以上にわたる国内全国における、掘さく工事と機材の維持管理および地方給水施設建設のための計画・設計・施工監理の両面に、豊富な経験と実績を持つので、本計画の実施においても、十分満足できる対応を提供することが可能と判断される。

現在セナサは、世銀借款で調達した4台の中～大型さく井機を使用し、深井戸掘さくを直営で施工しているが、これら掘さく工事の運営、維持管理はすべて給水・衛生部水資源課により行われている。同課の現在のスタッフを以下に分類して示す。

① 技術者 (工学/地質技術者)	6名	(セナサ設立以来23年勤続者2名～学卒後4年経験者2名)
② 事務およびコンピュータ操作員	5名	
③ 掘さく主任	7名	(勤続23～15年)
④ 掘さく助手	12名	(全員勤続15年)
⑤ 運転手	8名	(ほとんどが勤続15年)
⑥ 配管工	2名	(勤続15年)
⑦ 電気工	1名	(勤続5年)

上記の勤続15年以上のスタッフは、セナサが1979年掘さく機を調達し、本格操業に乗り出してから継続して経験を積んできたメンバーである。 セナサはこの1994年までに544本の深井戸を完成し、4台の機械による年間掘さく井戸本数は40本程度で推移してきているが、現在の世銀第三次借款および他の援助機関によるプロジェクト実施に伴う水源工事は機械4台で消化しきれず、年間20本程度が民間さく井業者に委託されている。 しかし、これら民間業者と比較すると、セナサの保有機材の陣容と施工実績は「パ」国随一と評価されている。 セナサの施工体制としては、各機械に対し、それぞれ地質専門家を専従監督として任命し、水理地質の専門的知識とあわせて掘さく技術にも熟練した監督を育成してきた。各班はいずれも以下の6人のメンバーにより構成されている。

地質技師 (監督)	1名
掘さく主任	1名
掘さく助手	2名
運搬トラック運転手	1名
用水トラック運転手	1名

水資源課では、新規調達の機材についても同様なメンバー構成で対応する方針である。 その方法としては、現在4台の機材に対し、5チームの掘さく班が配置されているが、このうちの1チームを新

規機材 1 台の専従とし、現有機材のうちで老朽化が進んでいる 1979 年調達機材 2 台のうちで特に不調な 1 台は廃棄処分として、この機材の担当チームを他の新規調達 1 台の担当とする予定である。 廃棄処分とする 1 台は、現在稼働中である他の同時期調達機のパーツ補給源となる。また、この計画によると予備チームがなくなるが、セナサでは、必要に応じて新規採用により要員を補充するので問題ないと判断している。

サン・ロレンソ事業所にはヤードと倉庫のほか、小規模な作業所が設置されてあり、簡易な修理は現場と作業所で行うほか、アスンシオン市内に契約修理工場があるので、維持・修繕に利用している。 したがって、本計画で調達される機材も、スペアパーツの供給が円滑に行われるならば、現行体制で十分対処することが可能と判断される。 現有勢力 4 台のうち 2 台は 1979 年に調達したもので、すでに 15 年経過しているが、セナサの管理下、現役として稼働していることから同局の維持管理能力は高いと評価できる。

3-4-4 保有機材

セナサの現有機材は全て第一次から第三次までの世銀借款を資金として国際入札により調達したものであり、前節で述べた 4 台の深井戸掘さく機を中心として、次のように構成されている。

1) 深井戸掘さく機

表 3-12 セナサ現有掘さく機一覧表

名称	型式	能力	メーカー	製造国	製造年	現状
1 号機	ロータリー方式 ﾄｯﾌﾟ・ﾄﾞﾗｲﾌﾞ型	300m	インガソル・ランド社	米国	1979	稼働中
2 号機	同上	同上	同上	同上	同上	同上
3 号機	ﾛｰﾀﾘｰ方式ﾃｰﾌﾞﾙ型	250m	スピード・スター社	同上	1986	同上
4 号機	ロータリー方式 ﾄｯﾌﾟ・ﾄﾞﾗｲﾌﾞ型	450m	インガソル・ランド社	同上	1989	同上

これらの掘さく機に関しては、1994 年セナサは部品調達を行い、年代の旧い 1 号、2 号機は搭載トラックのエンジン交換を行った。 ただし、1 号、2 号機は旧型モデルとなったため、メーカーが大部分の初期部品を提供することができず、セナサは特注品や代替品にてなんとか確保した。また、3 号機のメーカーであるスピード・スター社は他メーカーに吸収合併され、現在は同モデルが廃止されたため、やはり部品調達は難渋をきわめた。 セナサでは、これら老朽化した旧型掘さく機の継続運転が可能であるのは、ひとえに同局の通常の維持管理を徹底してきた賜物であるとしている。 4 台とも現役で稼働中であるが、このうち 1 号機は特に老朽化が進み、同時期の 2 号機と比較すると能力が劣り、操作不調となるケースがあるため、セナサでは本計画にて新規

掘さく機を調達した場合は、同機を廃棄処分とする方針である。

上表に見る通り、米国のインガソル・ランド社のロータリー方式トップ・ドライブ型掘さく機がセナサの主力となってきたが、同社は首都アスンシオンに代理店を置いている。 同代理店は、掘さく機に関しては部品等の在庫は保有しておらず、営業上の取り次ぎ機能を果たすだけの現状である。 ただし、同社のコンプレッサーは相当数の実績があるため、同装置に関する部品等はサービス体制が出来ている。 したがって、セナサでは、現有掘さく機の維持管理には、アスンシオン近郊の一般機械工場と維持契約を結び、利用しているが、掘さく機の維持管理には日常の点検・修理が最も効果的であることから、この方針を同局スタッフに徹底させる方針を貫き、これまで大きな修理は必要なかった。

2) 測定機器

測定機器については、本調査にてセナサが保有する機材を点検したが、全般的に十分な活用がされていないと判断され、地下水調査のソフト面を今後充実する必要がある。 例として老朽化した地表電気探査装置は、修理をするにしても部品調達が困難であるため、現在は使用不可となり放置されている。 1994年に調達した車輌搭載型揚水試験装置は機動性があり適用範囲が広いが、1台だけのため、掘さく機に付属するコンプレッサーによる簡易試験だけで完成する井戸が多数にのぼっている。 最近、貫入岩の存在等を調べるための地磁気探査装置を購入したが、操作指導がまだ実施されていないため未使用であるが、近日試験を行う予定であった。

本計画では、調査・測定面を補強するため、デジタル方式の地表電気探査装置、孔内検層機、水位計を調達するが、これら機材を利用して技術指導を実施し、今後のセナサの地下水開発技術の充実を図る方針とする。 セナサの現有機器リストを以下に示す。

表 3-13　セナサ保有測定機器リスト

機器種類	数量	仕　様	製造国	製造年	現　状
車輌搭載型揚水試験装置	1式		ブラジル	1994	稼働中
地磁気探査機	1台		カナダ	1994	未使用
地表電気探査器	1台	ｱﾅﾛｸﾞ測定式	米国	1986	使用不可
水位計	1台	300m 深度測定	カナダ	1994	使用中
孔内検層機	1台	300m 深度測定	米国	1982	使用中
孔内検層機	1台	300m 深度測定	米国	1986	使用可であるが時に操作不良

3) 支援車輌

セナサでは、世銀第三次プロジェクトの開始とともに、老朽化した支援車輌を総入れ替えし、現在使用中の車輌は新規調達車であるが、貨物トラックが掘さく機1台につき1台しか割り当てがなく、輸送のほか用水運搬まで担当しなければならないため、工期に影響が出てくる。 本計画ではこの点に配慮し、水・燃料運搬車輌を別車として、掘さく工事の円滑な進捗を支援する方針とする。

表 3-14　セナサ保有支援車輌リスト

種類	仕様	台数	メーカー	製造国	製造年	現状
貨物ﾄﾗｯｸ	12ﾄﾝ	4	ﾌｫｰﾄﾞ	ブラジル	1994	使用中
作業ﾄﾗｯｸ	ﾀﾞﾌﾞﾙ･ｷｬﾌﾞ	1	三菱	日本	1994	使用中
作業ﾄﾗｯｸ	ﾀﾞﾌﾞﾙ･ｷｬﾌﾞ	5	ｼﾎﾞﾚｰ	ブラジル	1994	使用中