

序 文
伝達状
位置図
写真
図表リスト
略語集
要 約

目 次

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1
1-1 当該セクターの現状と課題	1
1-1-1 現状と課題	1
1-1-2 開発計画	4
1-1-3 社会経済状況	6
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	10
1-3 我が国の援助動向	11
1-4 他ドナーの援助動向	12
1-4-1 NGO（非政府組織）	12
1-4-2 二国間あるいは多国間の援助	14
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	17
2-1 プロジェクトの実施体制	17
2-1-1 組織・人員	17
2-1-2 財政・予算	23
2-1-3 技術水準	26
2-1-4 既存の施設・機材	26
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	28
2-2-1 関連インフラの整備状況	28
2-2-2 自然条件	30
第3章 プロジェクトの内容	37
3-1 プロジェクトの概要	37
3-2 協力対象事業の基本設計	42
3-2-1 設計方針	42
3-2-2 基本計画	48
3-2-2-1 全体計画	48
3-2-2-2 水源地保護計画	75

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

(1) 「モ」国における給水部門の現状

モーリタニア国（以下「モ」国）はサハラ・サブサハラ地域に位置するため表流水資源、地下水資源の両方が限られている。

水の効果的管理や利用については容易でなく、産業・用途間の水利用（農業、牧畜業、飲料など）の競合は急激に激しくなっている。そこで、良質の水の確保のためには、健全な開発計画を踏まえた水資源管理政策が必要となっている。

給水部門への過去10年間での投資による主な成果は、次のとおりである。

「モ」国の2大都市であるヌアクショット（Nouakchott）市とヌアディブ（Nouadhibou）市への給水は、Idini ポンプステーションが24,000m³/日から35,000 m³/日に、Boulanouar ポンプステーションが3,500 m³/日から6,500 m³/日まで容量を拡大したことから改善された。

アタル（Atar）市に2005年までの水需要をカバーする960 m³/日の新しいポンプステーションが建設された。

アユーン（Ayouun）市への水道施設が建設された。

村落部での給水普及率は67%となった。

「モ」国第3番目の都市であり、アサーバ（Assaba）州の州都であるキファ（Kiffa）市には、未だ水道施設が整備されていない。

(2) キファ市における給水サービスの現状と課題

キファ市での現在の水利用形態は、市内の低地に流れ込むコウダ・ワジ（降雨量が一定量を超えるような場合にのみ南に流下するが、地形的に通常は溜め池の状態となる）の表流水の利用と市内全域に設けられた伝統的井戸による地下水の利用である。

表流水の利用では、雨期のワジの洪水敷 / 冠水域を利用するナツメヤシの育成及び小規模灌漑農業がある。ただし、灌漑農業では乾期には冠水が消滅するため、伝統的井戸の併用が必要となる。これらの農業は市内のワジ中央部と最南部で行われている。

一方、地下水の利用では、市内全域にわたって、約 1,060 箇所の既存井戸が開発調査「キファ市地下水開発計画調査（1997～1998）」時に確認されている。キファ市民は、これらの井戸から以下に述べる 3 つの方法により飲料水及び生活用水の供給を受けている。

市内の井戸から自分で直接汲む
水売り人（ロバ引き荷車に 200 ㍻のドラム缶を積んでいる）から購入する
市営、水・電力公社（SONELEC）及び民間業者の給水車から購入する

それぞれの給水形態の現況と問題点は、表 1.1.1-1 のとおりである。

現在（2000 年）の一日当たり給水量は、以下のとおりと推定される。

市内の井戸から自分で汲む	: 500m ³
ロバ引き荷車の水売り人からの購入	: 650m ³
<u>給水車からの購入</u>	<u>: 500m³</u>
合 計	1,650m ³

上記のとおり使用水量は、一人一日当たり給水量として表すと 24 ㍻/人・日である。開発調査時の 17 ㍻/人・日より増加しているものの、SONELEC が水道事業を実施している主要 10 都市（ヌアクショット、アユーン、ヌアディブ、アタル、ロツソ、アクジョージト、ブーティリミト、アレグ、メデルドラ及びカエディ）の平均給水量（49 ㍻/人・日）と比較しても半分以下となっており、依然として低い水準にとどまっている。

表 1.1.1-1 キファ市における給水の現況と問題点

給水形態	現況	問題点
井戸から自分で汲む	<ul style="list-style-type: none"> ・市内に 1,060 箇所の既存井戸がある。 ・深度は 15m 程度で、浅層地下水が水源である(他の 2 つの給水形態も同じ水源)。 ・個人所有がほとんどで、公共井戸は 15 箇所程度。 ・ほとんどの井戸で大腸菌が検出され、また、半数の井戸でし尿汚染が原因の硝酸性窒素濃度が WHO の規準値を超えている。 ・供給量は 500m³/日で、供給量全体の 30% 程度を占める。 	<p>水汲みは、主に婦女子の仕事であり、かなりの重労働である。特に、乾期には井戸の水位が下がり枯れる井戸が多くあるため、水汲みは、婦女子にとって相当の負担になっている。</p> <p>井戸水は、し尿によって汚染されていることから、水因性疾病にかかる危険性が高い。</p>
水売り人からの購入	<ul style="list-style-type: none"> ・ロバの引く荷車に 200 ㍻のドラム缶を積んで売り歩く。 ・約 500 人の水売り人が存在するが、常時稼働している人数は約 300 人である。 ・水売り人が水を汲む井戸は、30 箇所程度。 ・営業は毎日、夜明けから日没まで行っている。 ・販売価格は、平均 150 UM/200 ㍻(750 UM/m³)。 ・供給量は、650m³/日程度である。 	<p>SONELEC が運営する 10 都市で適用されている水道料金は、最低(消費量 10m³/月以下)で約 93.5UM であり、水売り人の販売価格は、その約 8 倍と高い。</p> <p>消毒処理のため、漂白剤(次亜塩素酸ナトリウム)使用が義務付けられているが、ほとんどの水売り人が守っていない。そのため、大腸菌等による水因性疾病を引き起こしている可能性が高い。</p>
給水車からの購入	<ul style="list-style-type: none"> ・開発調査時は、市営給水車が 3 台稼働しているのみであったが、現在は SONELEC が 1999 年から運営している 8m³ 車 4 台と、民間 1 台、市営給水車 3 台の計 8 台が運転されている。 ・水源は、市営給水車用の井戸である。この井戸は、2000 年に給水車のタンクへ給水し易いように、高架水槽が World Vision の援助で建設された。 ・販売価格は、平均 250 ~ 300 UM/m³ 程度。(2001 年 4 月時点は 370UM) ・供給量は、約 500m³/日である。 	<p>水質が良く、漂白剤による消毒処理も実施している。しかし、給水車による給水は、主に大口の利用者で、自前のタンクを所有する公共機関や高所得者層に限られている。</p> <p>また、販売価格も水売り人より安価ではあるが、水道料金の 3 倍程度と高い。</p>

1.1.2 開発計画

「モ」国は国土の大半が砂漠であり、干魃にしばしば見舞われることから、衛生的な水の安定供給は国家の最重要課題と認識されている。

また、国内でバランスのとれた発展を行い、貧困層がヌアクシヨットに集まらないよう住民を地域に留めておく政策となっており、そのためには飲料水供給施設の整備が第1の条件とされている。

(1) 貧困削減戦略ペーパー

「モ」国政府は世銀及び IMF の指導の基に「貧困削減戦略ペーパー (CSLP)」を 2001 年に作成した。

1) 長期目標

具体的長期目標は次の通りである。

- a. 一般的な長期目標は 2010 年までに貧困層の比率を現状の 50.5% から 27% まで削減させ、2015 年までに 17% まで削減させる。また地方部においては貧困層の比率を半減させる。2015 年までに世界サミットで提案されている教育、識字率、飲料水の確保、住宅などの社会開発目標を達成させる、社会 / 地域間格差を是正させる。
- b. 教育については 2004 年までに世界的規格に統一させる。長期目標として、性の差別と地域間の是正を図ることを目標とする。2015 年までに全ての国民に教育の機会を提供する。知識の向上に必要な中学以上への通学率を飛躍的に伸ばすことを 2 次的目標とする。
- c. 保健と飲料水供給分野では、2015 年までに生活様式を改善するため 3 つの目標を設定する。基本的な健康管理のための手段にはどこからでもアクセスできるようにする。幼児死亡率を 40 / 1000 人まで減少させ、児童死亡率を 55 / 1000 人まで減少させる。500 人以上の村には 2010 年までに給水施設を整備する。都市部においては 2015 年までに 85% の人が上水道を利用できるように改善する。

2) 短期計画 (2001 - 2004)

主な目的は次の通りである。

年間 6% 以上の経済成長率を確保する。

貧困層の比率を 39% まで減少、最貧困層の比率を 22% まで減少させる。

短期計画（2001 - 2004）においては次の5つの分野を優先させる。

地方開発：貧困層を53%以下に減少させる。

都市開発：都市部周辺および第2次都市の開発を行う。

教育：2004年までに一般的教育体制を確立させ、就学率を65%にする。

健康：幼児死亡率を90/1000人以下、児童死亡率を130/1000人以下に減少させる。

飲料水：人口の80%が5km以内で飲料水が確保できるようにする。

3) 飲料水供給分野

- a. この分野の戦略は全住民に飲料水を供給することである。特に最貧困層を優先させる。長期目標としては500人以上の村には給水施設を整備する。また都市部住居の85%以上には上水道設備を設置することを目指す。
- b. 都市部における短期目標（2004年）としては、ヌアクシヨット市の給水量は35,000 m³/日から50,000m³/日に拡大する。また、ヌアディブ市は6,500 m³/日から18,000m³/日まで拡大する。これら2つの都市の給水普及率は60%まで拡大する。5,000人以上の都市に対しては上水道施設を整備する。有料料金ベースでの給水は需要に対応できる水準まで整備する。水道事業体は、国家補助から離脱した独立経営を確立する。
- c. 開発戦略は次の二つを優先させる。上水部門の改革：民間が上水サービスに参加できるように法制度面の改善を行う。また、最貧困層が飲料水の入手を容易にできるように経済コストを考慮した飲料水料金に改定する。水資源総合管理体制を2001年1月までに構築し、2001年中に新制度を発足する。給水容量の増加と水道網の整備。主な事業としてはヌアクシヨット市とヌアディブ市の飲料水の給水拡大と次の規模の9箇所（キファは「モ」国第3番目の規模）の地方都市を中心とする。開発調査はロツソ（Rosso）への飲料水供給計画とBOTプロジェクト（Aftout Es Saheli Project）であるセネガル川よりヌアクシヨットへの導水計画を実施する。
- d. 地方都市部においては次の指針に従って飲料水の供給増加を図る。予算の適正配分（都市計画との整合性、真のニーズと利用者組織や財政への配慮）、水資源（表流水/地下水）の全体管理、地方政府による給水設備の運営管理と財政的に独立した体制とするための地方優先の促進を図る。
- e. 村落給水システムに関しては、既存インフラの維持管理を行うことに重点を置くとともに、新規施設として年間40本の井戸を掘削する。

(2) 都市水利優先計画 2000-2001

本計画は、「都市水利優先計画 2000-2001」において、全国 9 都市飲料水供給施設整備プロジェクトと共に、最重要プロジェクトの一つに位置付けられている。

(3) キファ市都市計画

モーリタニア雇用促進公社 (AMEXTIPE) により、1997 年に「キファ市都市計画」(Plan Urbain de Référence Kiffa) が策定された。この計画では、公共投資計画作成のための基礎資料として都市インフラと公共サービス施設の現況について詳しく記述しているが、将来計画については 10～15 年先を見すえた都市開発の大まかな選択肢を提供するに留まっている。

1.1.3 社会経済状況

(1) 「モ」国の社会経済状況の概況

「モ」国 (人口 260 万人 (1999 年)) はアフリカ北西部サヘル地帯 (サハラ砂漠辺縁部) に位置する。GDP 構成比で 22% を占める農業、漁業及び牧畜を経済の基盤とし、外貨収入は水産物及び鉄鉱石の輸出 (それぞれ半分ずつ程度) に依存している。

現在、年平均 GDP 成長率の 5.5% の達成等を内容とする公共投資計画 (1998～2001) を策定し、経済発展に向けた努力を行っている。また、「モ」国政府は 1985 年以降 IMF・世銀との構造調整計画を実施し、着実に経済・財政の健全化を図っている。

しかしながら、GNP は 390US\$ (1999 年世界銀行統計) と低く LLDC に分類されるとともに、国家の財政状況は厳しいものとなっている。

(2) キファ市の社会経済状況

1) 商業及びサービス業

キファ市には、小売店、サービスステーション (給油所)、パン屋、洗濯屋、薬局及び簡易ホテル、地元民を対象とした極めて小さな食堂が存在する。これらの商業活動を営む零細事業所の数は 600 件以上とされている。とくに、市内には洗濯屋の数が多く 53 件あるとされており、水消費量の多い産業である。また、バスター

ミナル近郊には数多くの食堂（小屋）が存在するなどキファの立地にあった商業活動が営まれている。ホテルについては、開発調査実施時は1軒しかなかったが、現在は3軒（1軒あたり20～30部屋）あるということは、キファ市の商業活動は少しずつではあるが進展していることを示唆している。

2) 工業

これまでにキファ市に存在した製造業は極めて零細規模であるが製氷工場と乳製品工場があった。しかし、これらの設備は現在では機能していない。これに対して、製粉業、縫製業、皮革製品を作る手工業や機械・電気関係の修理業、金属建具などの手工業は零細ではあるが数多く存在する。また、コンクリートブロックを手作業で作る建材業も存在する。このように近代的技術を必要としない生活密着型の零細工業は存在しているが近代的な産業が新たに育成されるきざしは今のところ見えない。

3) 農業

農村開発・環境省（MDRE）地方局により提供された情報によれば、2000年時点でキファ市内及び周辺で耕作されていた主要穀物はソルゴ、ミレット、ニエベ豆及びトウモロコシである。これらの農産物はダム付近の湿地で500kg/haの収穫があり、雨季には800～1,000kg/haの収穫があるとされている。これらの農地は51箇所存在している。しかし、これらの規模は商業生産までには至らず、自給自足のレベルに留まっている。

4) 牧畜業

MDRE 地方局によれば、2000年時点でキファ市には、羊・山羊300,000頭、牛110,000頭、ラクダ100,000頭、ロバ500頭及び馬100頭が飼育されている。キファ市内で見られる家畜は山羊が中心で、食用ばかりでなく乳を得るために飼育されている。また、裕福な家では、数頭の乳牛、あるいは、乳を得るための数頭の雌ラクダを所有していることもある。ロバは水の運搬と住民の交通手段として、市内で大いに利用されている。

（注）ロバと馬の頭数は1997年のデータによる。

(3) 社会経済特性のアンケート調査

キファ市の地域住民の社会経済特性の詳細は、既に開発計画調査時にアンケート調査を実施して把握されているが、同アンケート調査（1998年2月）を実施してから3年以上を経過しているため、本基本設計調査においても水消費量、水需要量、支払い意思額等を再確認することを目的として、住民へのアンケート調査（2001年4月）を実施した。

調査結果の集計は付属資料 - 1 2 に添付したが、分析結果の概要は以下の通りである。

家族構成人数

本調査結果では、約 9 割の世帯が家族構成は 6 ~ 8 人と回答しており、平均は 7.9 人となる。前回調査の平均人数 6.6 人より多い結果となったが、両調査からキファ市においては 7 人ぐらいが、平均的家族構成と推定される。

一世帯あたりの平均月収

一世帯当たりの平均月収は約 38,000UM (US\$165) である。この額は前回調査の 7,826UM を大幅に越えているが、今回の調査結果の方が実態に近い数値と推定される (前回調査では月収について正確に把握できなかったと報告している)。この調査からは都市計画によらない周辺地区に貧困世帯が多いとは言えない結果となった。

一世帯あたりの平均食事代と年間支出額

年間支出額は平均約 485,000UM で、食事代には飲料水購入代も含まれているが、月額平均約 30,000UM である。食事代の支払額をレンジで見ると 20,000 ~ 40,000UM が約 6 割と最も多く、40,000UM 以上も約 2 割存在している。食事代が年間支出に占める比率は、66 ~ 83% と「モ」国の平均的世帯の支出構造となっている。年間支出額の平均は前回の約 353,000UM より 3 年間で大幅に増加しているが、同国の消費者物価指数の増加を考慮すると、見掛けほど所得拡大となっていない。

電化世帯数

この調査対象となった世帯のうち、電化されている世帯の比率は約半数である。

現在の水消費量と支払額

一世帯当たりの水消費量は 300 ㍓以下の世帯が 90% を占めており、平均 191 ㍓、一人当たり 24 ㍓/日となる。この消費量は同国の主要都市の平均水消費量 (49 ㍓人 / 日) の約半分に過ぎない。

また、一世帯あたりの水への支出額は 2430UM (US\$ 10.5) / 月で家計支出額の 6 %、食事代の 8% に相当する経費を支払っている。この額は同国の平均的水支出額である。つまり、キファ市の住民は水の消費量の割には高い金額を支払っていることになる。

現在の水の入手方法

水の入手方法は口バの水売り人からの購入世帯が最も多く 43%、給水車から購入している人と井戸から汲んでいる人の比率はほぼ同数で、それぞれ 28% となっている。前回調査では口バの水売り人からの購入者が 65% いたが、今回調査では口バの水売り

人からの購入者の比率が大きく下がっている。これは給水車による販売が普及してきたものとみられる。

水道代の支払い意思額

プロジェクト実施後の支払い意思額については、平均で 2,521UM (約 11 ドル) であるが、支払い意思額を一定のレンジで見ると 1,000~1,999UM (27%)、2,000~2,999UM (23%)、3,000~3,999UM (23%)、4,000UM 以上 (19%) とほぼ同様の比率となっている。1,000UM 以下と回答した世帯も 8% がある。前回の調査では 1,500UM 以下とした世帯が全体の 84% を占めており、2,500UM 以下とした世帯を含めると 94% も占めていたことからすると住民の支払い意思額は所得額に応じて高くなったと言える。

ちなみに現行の SONELEC の水道料金体制 (固定費 : 237UM + 使用料 : 93.5UM/m³) ならば 1,000UM (約 4.3 ドル) あれば、10m³/月近く購入できる金額である。すなわち一日一人当たり 47 ㍓まで消費できる額であり、住民の支払い意思額の平均的レベルはその 2.4 倍であるので、水に対する需要は高いことが伺える。

各戸給水希望世帯数

各戸給水希望世帯がほとんどである (134 世帯中 129 世帯が希望している)。回答者のうち 5 世帯のみが共同水栓を希望しており、この回答者の生活様式をみると、いずれも電気はなし、家計費は月額で 6,000~24,000UM と平均よりかなり低く最貧困層に属する世帯である。このうち家計費 24,000UM と回答した世帯は口バの水売り人から水を買っているが、その他の 4 世帯は井戸から自給している世帯である。水消費量も 125~200 ㍓/日と他の世帯よりかなり少なく回答している。

安全な飲料水の確保

飲料水を Javel (塩素系漂白剤) により消毒していると回答している世帯は全体の 3/4 であり、残りの 1/4 は汲んできた (買って来た) 水をそのまま飲んでいる。水の消毒方法は Javel 消毒のみで煮沸やろ過などの方法は取られていない。

衛生面への意識

食事の前に手を洗うと回答した世帯はほぼ全世帯となっている。前回調査でも同様の結果であった。これは手づかみで食べるという同国の伝統的な食事方法に大きく依存するものであるが、キファ市の住民は衛生面に対する基本的認識と習慣は出来ていると言える。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

「モ」国政府が2001年に作成した「貧困削減戦略ペーパー（CSLP）」では、都市給水の長期目標として2015年までに都市部の給水普及率を85%に向上させること、中期目標として2004年までに人口5,000人以上の都市に給水施設を整備することとしている。本計画は、「都市水利優先計画2000-2001」において、全国9都市飲料水供給施設整備プロジェクトと共に、最重要プロジェクトの一つに位置付けられている。

本調査の対象地域であるキファ市は、「モ」国第三の都市であり、首都と内陸部を結ぶ流通の重要な中継地点となっている。また、1970年代の干魃により遊牧民の流入・定着が進み、人口が急激に増加している。その一方、社会開発基盤の整備は遅れ、特に、給水施設は全く整備されておらず、住民は飲料水を市街地に点在する既存の伝統的井戸及び給水車やロバの荷車を使った水売り人に頼っている状況である。水量も絶対的に不足している上、このままの状態では既存の水源施設の汚染が急激に進み、住民の保健・衛生環境が悪化の一途をたどることになる。

このような状況を打開するため、我が国政府は1997-1998年度に、「モ」国の要請を受け、給水システム建設に係る水源の確認を行う目的で開発調査を実施した。その結果、緊急的整備を目的とした給水施設整備に必要な水量をまかなえる水質の良い水源の存在が確認され、給水施設の計画が提言された。この開発調査の結果を踏まえ、「モ」国は日本国へ無償資金協力を要請したものである。

1.3 我が国の援助動向

我が国は、「モ」国の基礎生活の向上を図るため、無償資金協力及び情報技術、行政、人的資源分野での研修員受け入れ、専門家派遣、開発調査等の技術協力を中心に援助を実施している。無償資金協力については、ほぼ毎年食料援助及び食料増産援助を実施しているほか、基礎教育、保健・医療、水供給といった基礎生活分野への援助、水産無償援助等を実施している。また、同国の構造調整努力を支援するため、99年度までに合計38億円のノン・プロジェクト無償資金協力を実施したほか、93年と95年に合計75億円の円借款を実施した。但し、「モ」国は重債務貧困国（HIPC）として債務削減処置が適用されることになっており、新規の円借款による協力は困難であることから、同国の民主化、経済改革努力を支援するため、無償資金協力、技術協力を中心とした協力が検討されている。

水供給分野におけるこれまでの協力を以下に示す。

(1) 無償資金協力

中南部地方水利計画（1993～1996）

モーリタニア国では国土の3分の2が砂漠に覆われているが、頻発する旱魃により、特に内陸部では水不足が問題となっている。そのため、遊牧民の定住化などにより人口流入が著しいトラザ(Trarza)、ブラクナ(Brakna)両州の180村落を対象に、井戸掘削機材の調達と飲料水供給のための深井戸給水施設（足踏み式ポンプ120箇所、共同水栓型給水施設60箇所）の建設が行われた。

ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画（1997～2000）

国土の大半が砂漠で覆われるモーリタニア国においても比較的降雨量の多い南部の住民は、不衛生な水溜まりや河川の水の飲用を余儀なくされ、ギニアウォーム症などの水因性疾患が多い。しかし、国家財政は非常に厳しく、深井戸建設は目標の5割程度しか進んでいない。そのため、なかでもギニアウォーム疾患率の高い南部3州（アサーバ(Assaba)、ゴルゴル(Gorgol)、ギジマカ(Guidimaka)）の136村落を対象として、井戸掘削機材の調達と207本の深井戸掘削が行われた。

これらのプロジェクトの内容を表1.3-1に示す。ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画の対象地域となっているアサーバ州にはキファ市が位置しているが、キファ市は都市部であるため、同プロジェクトの対象とはなっていない。

表 1.3-1 我が国が実施した給水部門での無償援助

プロジェクト名	中南部地方水利計画	ギニア・ウォーム撲滅対策飲料水供給計画
実施時期	1993年～1997年	1997年～2000年
対象地域・裨益人口	トラザ、ブラクナ両州の180村落の住民 76,659人	アサーバ、ゴルゴル、ギジマカの3州の136村落 の住民48,280人
プロジェクトコスト	総事業費：28.53億円 建設費：9.83億円 機材費：16.55億円 設計・監理費：2.15億円	総事業費：22.96億円 建設費：11.72億円 機材費：9.21億円 設計・監理費：2.03億円
内 容	-施設建設（レベル及び） ・足踏み式ポンプ付深井戸120本 ・電動式ポンプ付き深井戸60本及 び共同水栓型給水施設60ヶ所 -深井戸建設に必要な資機材 ・井戸掘削リグ：2式 ・支援トラック類：10台 ・支援ビッカップ車：10台 ・その他建設資材	-施設建設（レベル） ・足踏み式ポンプ付深井戸207本 -深井戸建設に必要な資機材 ・井戸掘削リグ：2式 ・支援トラック類：9台 ・支援ビッカップ車：7台 ・地下水試験機具類：2式 ・その他

(2) 開発調査

キファ市地下水開発計画調査（1997～1998）

キファ市には整備された給水網がなく、住民は水質、水量ともに問題の多い伝統的な井戸を飲料水に利用している。深井戸の水源となり得る帯水層については、過去にいくつかの調査がなされているものの、いずれも不十分な内容にとどまっており、水源が確保されない状況であった。同調査において、キファ市を対象として物理探査や試掘調査からなる地下水賦存量調査が行われ、キファ市周辺の地下水賦存状況が明らかとなり、地下水開発計画、導水計画、給水計画が策定された。

1.4 他ドナーの援助動向

「モ」国においては、これまで複数のNGO（非政府組織）や国際援助機関が水資源開発や保健衛生分野において多くの協力を実施してきている。キファ市においても、これまで以下に示す援助機関が活動している。

1.4.1 NGO（非政府組織）

(1) World Vision International

非政府組織 World Vision International は 1985 年以降、浅井戸の掘削（キファ市の

域外)、穀類銀行の設置、野菜栽培に対する支援、読み書き教育、協同組合の指導及び小規模な貸付の認可を対象とするアサーバ地域開発のための地方総合開発計画(PIDA: Programme Intégré pour le Développement de l'Assaba et du Tagant)を推進している。

2000年5月にはキファ市所有の既存井戸に、旱魃への応急処置として給水車用の給水塔を設置した。また、1999年から、キファ市内に小規模な貯水槽や浅井戸を設置するとともに、これら施設の住民による管理組合の形成等の活動を行っているが、衛生面の対策はあまりとられていない。

(2) 世界ルター派連盟 (FLM)

1970年代から、下記のようにアサーバ州の住民、特にキファ市の住民の経済・社会生活の様々な分野に関連した活動を展開した。

- 適正な技術に関連した協同組合(手工業的な機械製作)に対する援助
- 造林活動(緑地帯など)
- 身体障害者のための公的事務局
- 野菜栽培協同組合に対する支援
- 大口径浅井戸の掘削とハンドポンプの設置
- 教室、回教寺院の建設など

特に、1976年にキファ市内に数箇所、ハンドポンプ付き大口径浅井戸を設置したが、維持管理がなされていないため、現在は使われていない。

現在、アサーバ州におけるFLMの活動は中断されており、ブラクナ(Brakna)地方での活動に力を注いでいる。

(3) TENMIYA

フランスのNGOであるGRET(Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques)のプロジェクト支援のために設立された現地NGOであるが、現在は水分野に強い現地NGOとして独立した活動を行っている。特に、UNICEFや貧困撲滅委員会(Commisariat aux Droits de l'Homme à la Lutte Contre la Pauvreté: IMF及び世銀の指導によって貧困削減活動を行うことを目的に結成された国の組織)から委託され、ヌアクショット市の公共水栓の運営管理組織の指導、水売り人の指導、衛生的な水利用に関する住民教育等を行った実績がある。

キファ市には事務所を置いておらず継続的な活動は行っていないが、キファ市の市場のゴミ回収のための女性の共同組合作りを行ったことがある。

1.4.2 二国間あるいは多国間の援助

(1) 国連設備基金 (FENU)

アサーバ地方全域を対象とする国連設備基金(FENU)のアサーバ計画(Programme de l'Assaba)は、同計画の拠点があるキファ市において、下記の活動実施を計画した。

- 小学校 20 教室と中学校 1 校の改修と建設
- 不衛生な 2 地区の浄化(地区住民の自治会がゴミを撤去するために必要となる荷車の購入について、1997 年 4 月に、World Vision 共同体とアサーバ計画の間で合意書が調印された)
- 製造業、サービス業分野での小規模企業の振興
- 1997 年に 12m³ の貯水槽を 6 ヶ所 (El Hangar、Sonader、Qlig、Qadima、Jadida 及び Garage の諸地区) に建設した。これらの貯水槽には各々、水を運搬するための 4 台の荷車が備わっており、荷車の管理は女性の協同組合に委ねられている。

アサーバ計画の活動は 1997 年 3 月～4 月に開始され、今でも続行されている。

(2) 国際連合児童基金 (UNICEF)

水・衛生分野では全国で、風力ポンプの設置、小規模な貯水槽の建設、公共水栓の建設、水利用に関する住民教育、マラリア対策やギニアウォーム対策の住民教育、トイレの普及等を行っている。近年は、ヌアクショット市での公共水栓の設置と維持管理の指導、ヌアディブ市での簡易水質検査ラボの設置や水利用方法・衛生に関する住民教育を行っている。キファ市においては、これまで水分野での活動は行ってこなかったが、緊迫している水不足への応急的対策として、2001 年に、幾つかの地区に小規模な貯水槽の建設や、水の販売価格の低下と水質の改善のための水売り人の再組織化に着手した。

(3) アフリカ開発基金 (Fonds African de Développement)

SONELEC は、アフリカ開発基金の資金による「内陸部 10 都市飲料水供給計画調査」において、キファ市を含む 4 つの都市で試掘調査を行った。この調査で、1994 年～1995 年にキファ市北西部で物理探査と 12 箇所の深井戸の試掘が行われたが、水量が不足しているためキファ市に対する給水計画は中断した。SONELEC は水源が確保されなかったキファ市を除く 9 都市について「9 都市飲料水供給施設整備プロジェクト」を進めている。

(4) ドイツ技術協力公社 (GTZ)

ドイツの協力を受けて 1994 年に始まった GIRNEM(モーリタニア東部における天然資源の総合的な管理) 計画調査は、環境に関するアンケート調査・計画策定作業を中心とする活動で、現在ではほとんどキファ市とは無関係なものとなっている。

GTZ は、キファ市内では井戸の建設は行っていないが、キファ市周辺のアサーバ州の村落部にハンドポンプ付き深井戸を多数建設している。

(5) フランス進歩ボランティア協会 (AFVP)

キファ市において貯水槽の建設 (20 の貯水槽が建設されることになっていたが、現在そのうちの 7 ヶ所だけが、Debaï, Kebba, Seif, Jedida, Timicha 及び Gomez の諸地区で機能している) 及び市営給水車の修理を実施した。仏政府からの資金提供が中断されたため、この活動は停止している。

(6) アメリカ平和部隊 (Peace Corps)

アメリカ平和部隊のボランティアが小人数ではあるが、キファ市におり、特殊なタイプのポンプである栓付きポンプの使用を広めようとしてきた。

(7) サウジアラビア

キファ市では、モスクの建設に伴い大口径浅井戸を数箇所設置した。

(8) その他

地方開発・環境省地方局に関連した他のプロジェクト (OASIS、PARC、PDS、PRVA) により、様々な援助活動が展開されている。キファ市においては OASIS プロジェクトにより椰子畑に風力揚水ポンプが数箇所設置されたが、故障が多くあまり稼動していない。これらのプロジェクトは、キファ市に大きな影響を及ぼすものではない。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

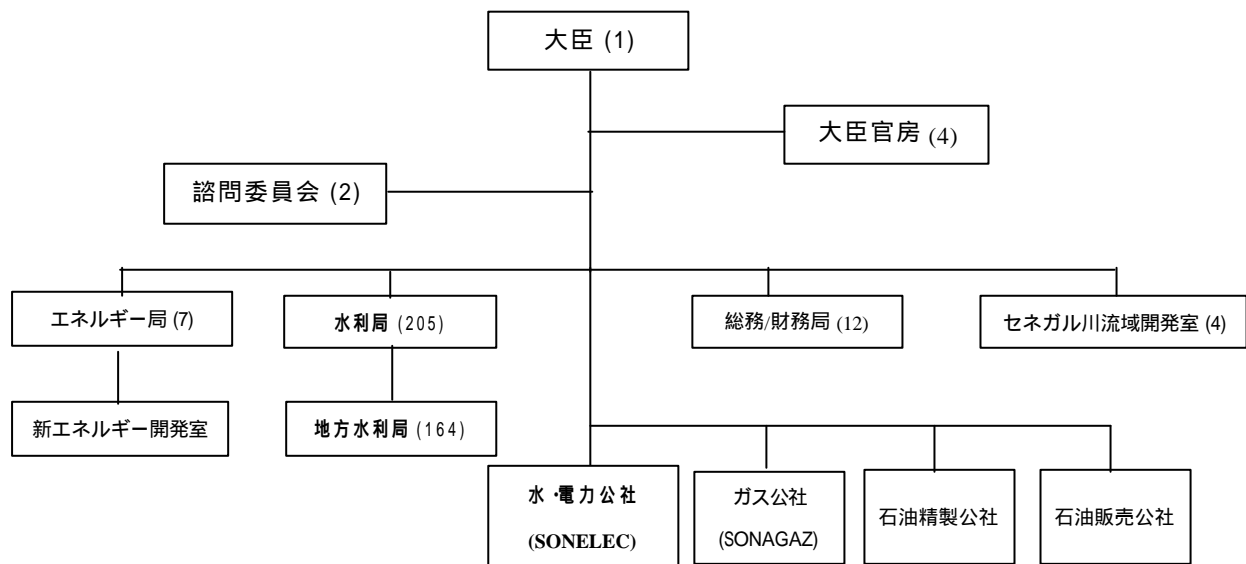
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

(1) 責任機関・実施機関

「モ」国では、水資源の開発及び給水については、水利・エネルギー省(Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie) が所轄しており、その組織は図 2.1.1-1 に示されるとおりで、その中の水利局(Direction de l'Hydraulique)が本計画の責任機関・実施機関である。2000 年末での水利・エネルギー省の職員数は 399 人であるが、水利局の職員がそのほとんどを占めている。また、同国の水とエネルギーを所管する 4 つの公社は水利・エネルギー省の傘下にある。そのうちの一つが水・電力公社 (SONELEC : Société Nationale d'Eau et d'Electricité) である。SONELEC は都市部の給水事業を所管しているのに対して、水利局は村落給水と小規模な地方都市給水を担当している。



注：() 内の数字は 2000 年末の職員数を示す。合計 399 人

図 2.1.1-1 水利・エネルギー省組織図

本計画の実施機関である水利局は、水資源政策立案、都市および地方の水資源調査 / 給水計画策定、SONELEC が管轄しない地方都市の給水施設建設、村落給水施設建設、井戸建設、給水施設の維持管理、SONELEC の監督等を行っている。また、図 2.1.1-2 に

示すように、キファを含む全国 9ヶ所に地方支局を設け、給水施設の建設・運営・管理を行っている。全職員の 369 人の内 164 人は地方支局に所属している。

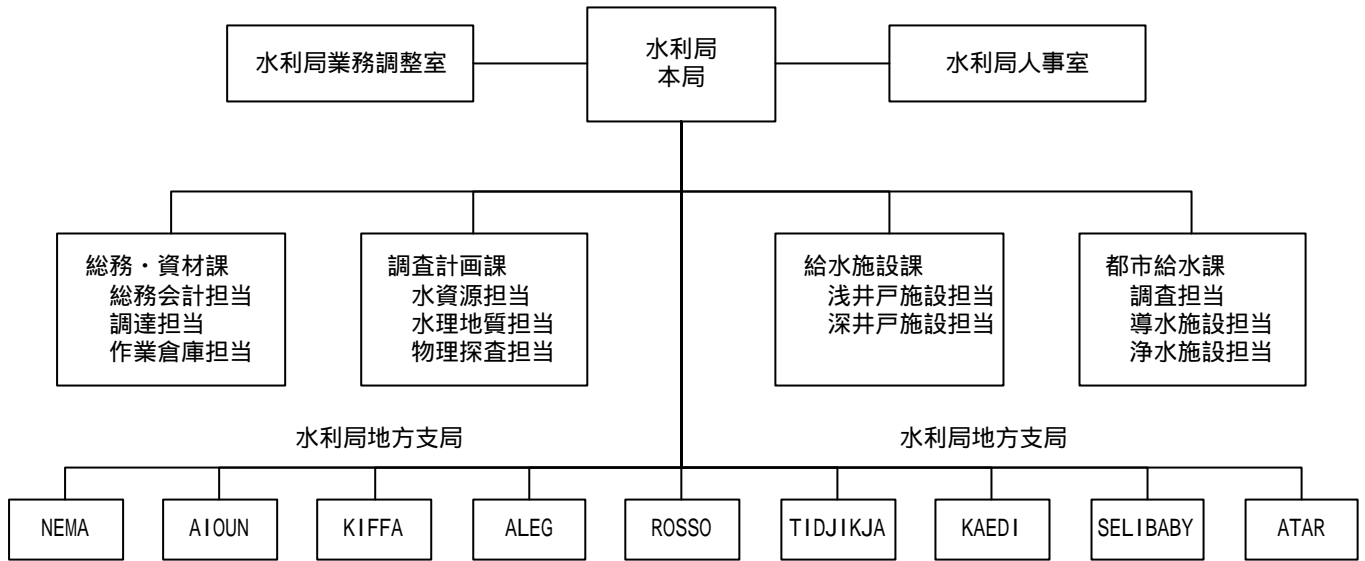


図 2.1.1-2 水利・エネルギー省水利局組織図

(2) 運営機関

本計画による飲料水供給施設が完成後は、主要な施設の運営・維持管理は SONELEC に移管されることになっている。SONELEC による水道事業は、現在、人口が比較的多く都市化が進んだ全国 10 都市（ヌアクショット、アユーン、ヌアディブ、アタール、ロツソ、アクジージュイト、プーティリミト、アレグ、メデルドラ及びカエディ）で実施されている。SONELEC 全体の水道事業規模は、表 2.1.1-1 のとおりである。

表 2.1.1-1 SONELEC の水道事業規模（2001 年 4 月）

人口（事業実施 10 都市の合計）	931,000 人
給水軒数（各戸給水）	46,601 戸
給水普及率（注 1）	25 %
公共水栓数	191 箇所
1 日配水能力	55,996 m ³ /日
1 日平均配水量	45,317 m ³ /日
1 日最大配水量	50,178 m ³ /日
1 日平均有収水量	41,529 m ³ /日
職員数（注 2）	105 人

注) 1. 公共水栓による給水人口は含まれていない。

2. 職員数は、水道部門専従職員数

SONELEC は、外国援助機関の援助や政府交付金で給水施設の整備を実施している。なお、SONELEC は、送水施設及び配水施設の建設のみならず配水管から分岐した家庭までの取付管を含む給水施設（量水計の取付まで）の施工も実施している。

SONELEC の組織図を図 2.1.1-3 に示す。SONELEC 全体の職員数は、1,014 人であり、水道事業部門が 105 人（水道部門専従職員数）、電力事業部門が 322 人（電力部門専従職員数）及び共通管理部門が 587 人（水道と電力両方の管理部門の職員数）である。本部及びヌアクシヨット市担当の職員数は 667 人で、全体の 66% を占めている。地方都市の発電所及び事業所（出先センター）の職員数は 347 人である。地方事業所の職員構成は電力部門の職員、水部門の職員及び共通部門の職員からなっているが、電力部門の維持管理が主体のため、水部門の職員は電力部門の職員の約 1/3 の比率である。

上水道が整備されている都市はヌアクシヨットを含めて 10 都市であるが、SONELEC の地方事業所は電力供給事業のため 19 箇所存在する。このうち 14 地方事務所は「事業部」の所管であり、ヌアディブ、アタール、ロツソ、メデルドラ、カエディの 5 つの地方事業所は「電気技術部」の所管になっている。ただし、これらの都市には上水道が整備されているため、水部門の職員も常駐している。

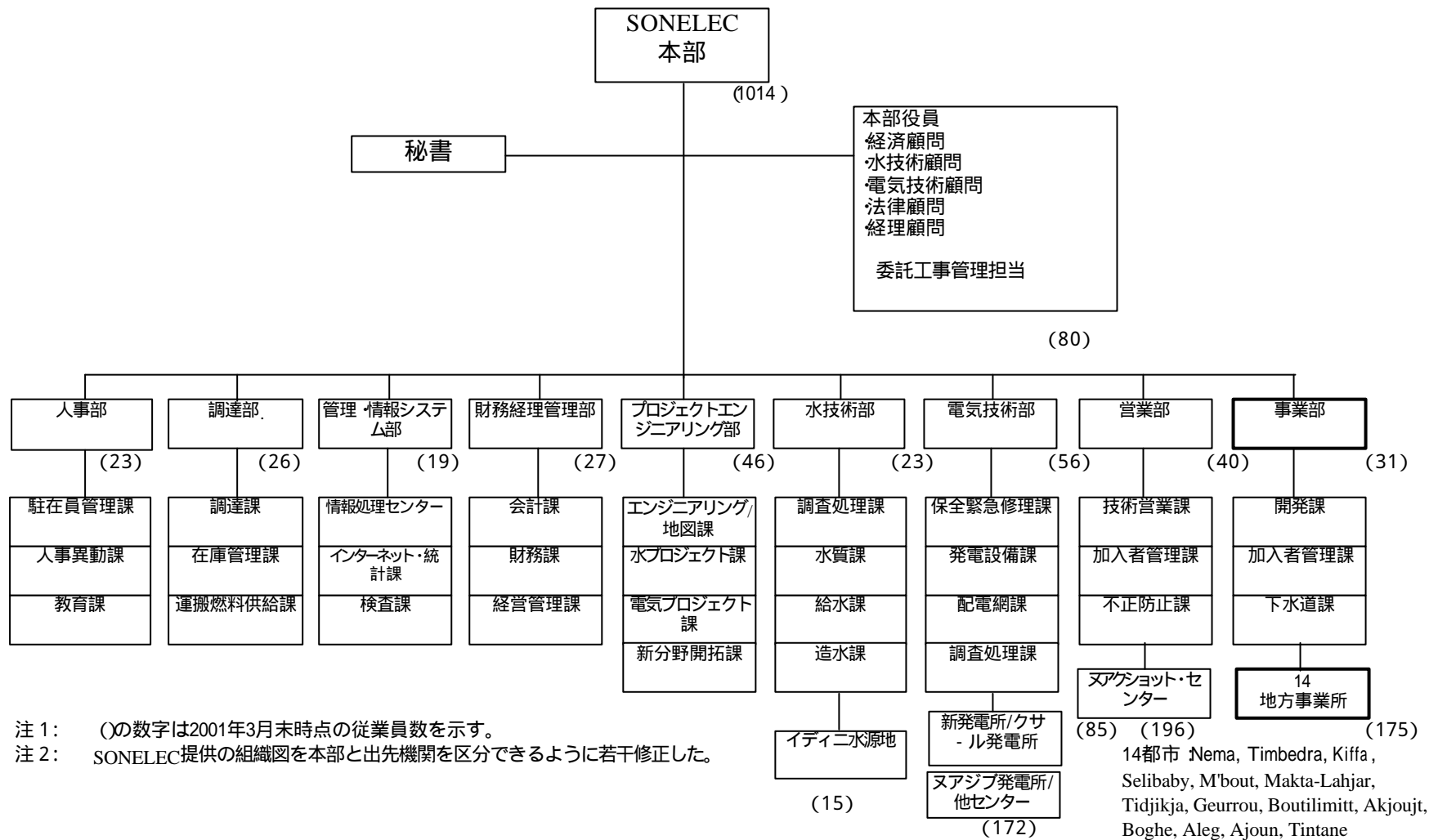
水道施設のうち、配水ポンプ等の機電設備の維持管理については電気部門が、配水管網については水部門の職員が維持管理を実施している。

表 2.1.1-2 SONELEC の職員数（2001 年 3 月末）

	電力部門	水部門	共通部門	合計
SONELEC 本部	75	39	221	371 (37%)
ヌアクシヨットの発電所/ 事業所	79	14	208	296 (29%)
地方の発電所/事業所	168	52	158	347 (34%)
計	322 (32%)	105 (10%)	587 (58%)	1,014 (100%)

() 内は職員の構成比率を示す。

キファ市には現在、SONELEC キファ事業所があり、市内への電力供給事業および 4 台の給水車（所有は水利・エネルギー省）を使った給水サービスを実施している。キファ市において水道事業が開始されれば、都市の規模からみても、都市給水に対する維持管理体制が整っている SONELEC が運営・維持管理を行うことが妥当である。



注 1: ()の数字は2001年3月末時点の従業員数を示す。

注 2: SONELEC提供の組織図を本部と出先機関を区分できるように若干修正した。

図 2.1.1-3 SONELEC の組織図

現在の SONELEC キファ事業所の組織図は図 2.1.1-4 のとおりである。電力部門のスタッフを加えると全員で 25 名の陣容となっている。本計画完了後の給水事業実施のベースはできている。本件水道事業に必要な運転・維持管理要員は 21 人であるが、それらの要員は新たに雇用することなく、他の都市での水道事業の経験者を転勤させることで補充する計画である。

(注) 現在 SONELEC は職員の数が多すぎると世銀 (2000 年 5 月) から指摘を受けており、削減の努力が求められている。

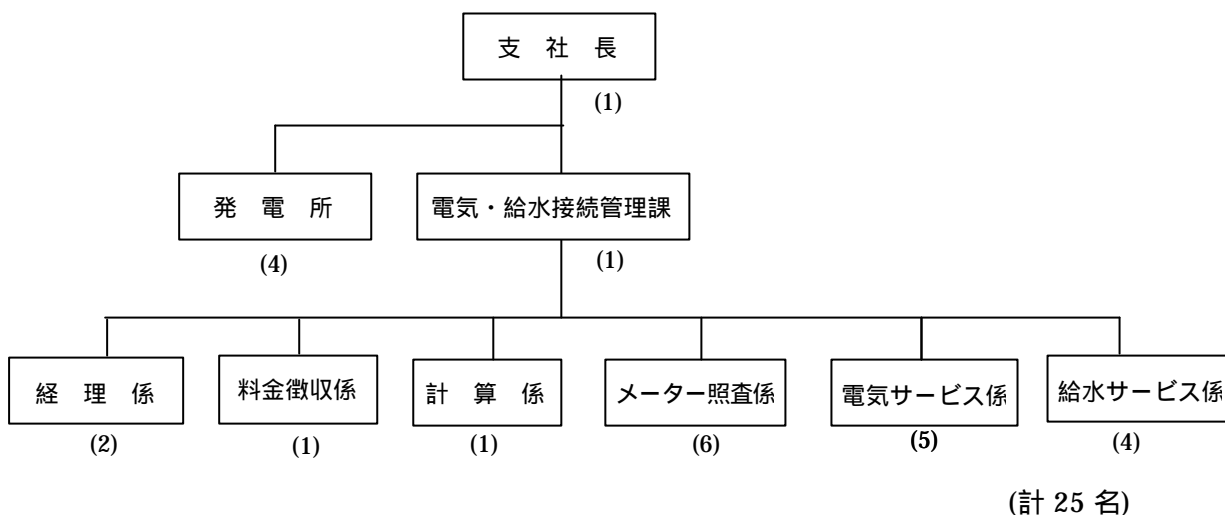


図 2.1.1-4 SONELEC キファ事業所の組織図

(3) SONELEC の民営化と水利局の改編

「モ」国における民営化の動きが 1990 年代に入ってから具体化した。民営化の目的は 民間部門投資の活性化の促進と法制度の整備を促す、 効率的な民間部門の基本インフラの整備や雇用創出機会を増加させる、 地方企業家の拡大を図ることである。

民営化の第 1 号は石油・関連製品をモノポリーで取り扱っていた NAFTEC で 1992 年に民営化された。この分野には現在 ELF、TOTAL などの他の外国資本企業も参入している。民営化の検討は経済・開発省 (MAED: Ministère des Affaires Economiques et du Développement) の内部に「再編成プロジェクトチーム」が設置されており、そこで検討されている。政府の民営化計画はエネルギー分野を優先させる方針である。また、通信も民営化の対象となっており、2001 年内には民営化が完了する見込みである。

SONELEC の民営化については 1998 年 9 月 23 日付け水・エネルギー分野開発政策 (Déclaration de Politique Pour le Développement des Secteurs de l'Eau et de l'Energie) で明らかにされているが、エネルギー部門と水部門は分離することになっている。エネルギー部門は民営化しモーリタニア電力会社 (SOMELEC :Société

Mauritanienne d'Electricité) とする方針であり、準備が整いしだい、2001 年内にも入札に掛けられる予定である(民間:49%、国:51%の所有比率の方向で検討されている)。一方、水部門については水利・給水施設はあくまでも国家の所有としており、民営化の対象とはしないことになっている。水部門は国営機関として水公社(SNDE:Société Nationale d'Eau)となる。2001年10月現在においてはトップの人事が決まった段階で、新組織への移行期にある。

水利局は2001年7月1日付けで組織改編され、3つの機関に分割された。水利局本体は水利・下水局(Direction de l'Hydraulique et de l'Assainissement)となり、その下部機関として水資源を調査・管理する水資源国家センター(Centre National des Ressources en Eau)と地方給水施設の維持管理を行う上下水道事業団(Agence Nationale d'Eau Potable et d'Assainissement)となった。水利・下水局は、牧畜・村落水利課、都市水利課、下水課、法規制課の4つの課からなり、計画策定、計画実施の管理、法・規則・基準等の作成を行う。上下水道事業団は20,000人未満の中小規模の都市給水施設と村落給水施設の運営・維持管理を担当し、水公社(SNDE)は人口20,000人以上の都市給水の運営・維持管理を担当することになった。水利・下水局を含む水利・エネルギー省の改編後の新組織の権限は政令で決められることになっているが、2001年10月現在においては政令案が作成された段階である。

従って、新組織において、キファ市の水道事業の運営・維持管理はSNDEが行い、水利・下水局の都市水利課がその監督を行うことになる。

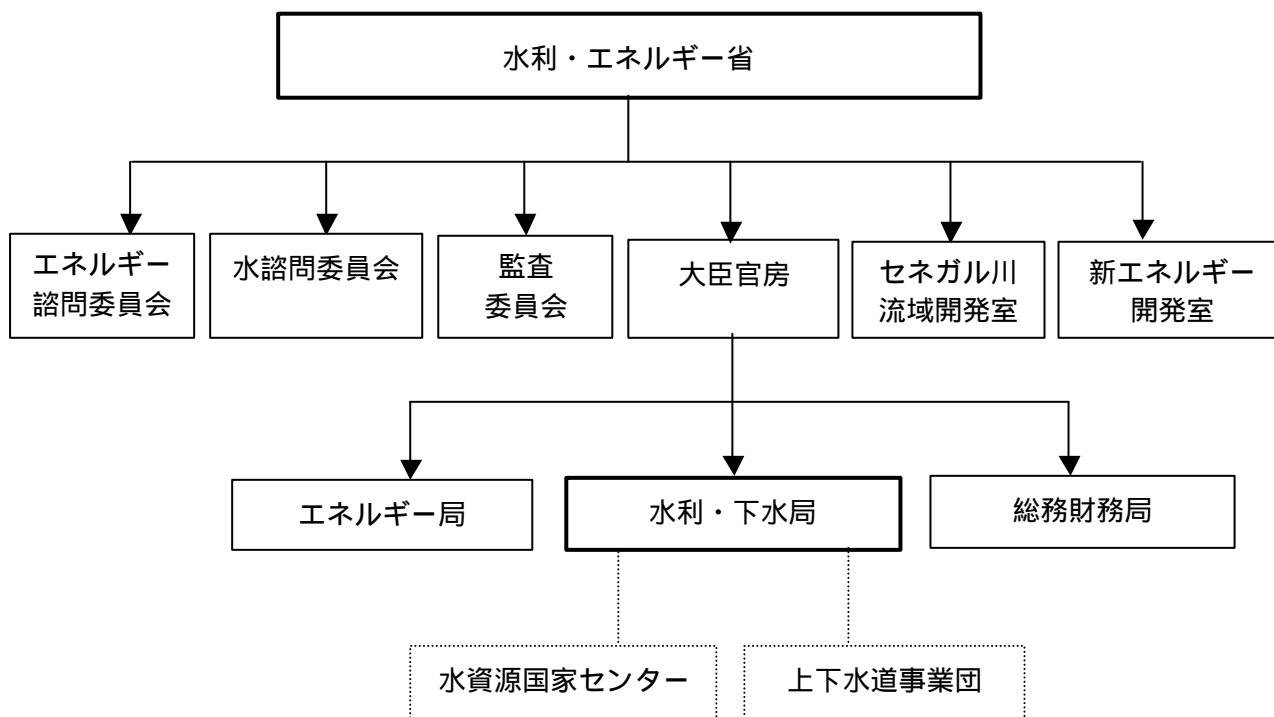


図 2.1.1-5 水利・エネルギー省の新組織図

2.1.2 財政・予算

(1) 当該セクターの開発予算

水利・エネルギー省の予算は国家予算全体の 1% 前後で推移している。この予算は通常業務の執行に伴う経費であり、人件費や車両・備品関係等の維持管理費からなっている。インフラ整備に必要な事業予算は各省が毎年事業実施計画を作成しているが、一括して首相府が特別基金 (Fund de Soutien) として管理しており、この予算の多くは外国からの援助に依存しているため、随時援助が決定した案件から実施されている。同省の 1999 年、2000 年度の事業予算は地方井戸掘削、ポンプ場の改修、電化事業の実施などのために、それぞれ 60 百万 UM、61 百万 UM であった。これは国全体の事業予算のそれぞれ 1.5%、0.9% に相当する額である。

表 2.1.2-1 水利・エネルギー省の予算の推移

(単位：百万 UM)

	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
水利・エネルギー省	141.4 (0.96%)	146.7 (0.92%)	165.0 (0.98%)	169.6 (1.09%)	184.8 (1.01%)
予算全体	14,617.3 (100%)	15,945.0 (100%)	16,753.0 (100%)	15,459.0 (100%)	18,237.0 (100%)

注：() 内の数字は全予算に対する比率

出典：ANNUAIRE STATISTIQUE, 1998 “JORNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE, LOI DE FINANCES POUR L'ANNEE 1999”, “LOI DE FINANCES POUR L'ANNEE 2000”

(2) 運営機関の財務状況

SONELEC の最近 3 年間の損益計算書 (全体) と水道部門のみの収支バランス表を表 2.1.2-2 と表 2.1.2-3 に示す。

これまで経営的には順調にきたが、2000 年度になり、初めて赤字となった。この原因はエネルギー部門の原油価格が高騰したことによるもので、水部門のバランスは売上高に対して 5~10% の黒字となっている。

薬品代の年度別変化にバラツキがあるが、1999 年の大幅減額は前年度 (1998 年) 調達の在庫があったことと、SONELEC が直接輸入による調達方式に変更したことによる減額によるものである。なお、水消毒の薬品は 1998 年よりヌアクシヨットで使用されており、その他の都市では消毒剤は使われていない。

表 2.1.2-2 SONELEC 損益計算書 (1998 - 2000 年)

(単位：UM)

項目		年度		
		1998年	1999年	2000年
収入	営業収益			
	1. 電気・水道料金収入	6 299 293 093	6 770 136 791	7 422 466 099
	・電気料金収入	4 146 180 645	4 882 426 620	5 347 877 784
	・水道料金収入	1 828 017 000	1 775 014 000	1 805 084 000
	・その他の収入	325 095 448	112 696 171	269 504 315
	2. 交付金	108 618 622	113 324 163	124 568 430
	3. 為替差益等	24 085 879	115 258 949	41 720 822
	営業収益計	6 757 093 042	6 998 719 903	7 858 259 666
	営業外収益	1 183 631 786	372 677 553	964 285 030
	収益合計	7 940 724 828	7 371 397 456	8 822 544 696
支出	営業費用			
	1. 設備、部品購入費	2 339 285 703	3 009 552 815	4 135 061 101
	2. 人件費(給料、手当)	621 435 783	724 370 503	807 348 541
	3. 施設維持管理費	153 275 061	123 095 767	128 737 688
	4. 投資関連支出	114 197 196	115 835 156	124 993 452
	・賃貸料	114 116 486	115 588 453	124 993 452
	・図書費、研究費	80 710	246 703	
	・拡張工事費			
	5. 営業関連支出	333 398 024	410 822 151	459 654 907
	・交通費、通信費等	66 325 155	76 648 964	96 357 458
	・広報費、寄付金等	267 072 869	334 179 187	363 297 449
	6. 減価償却費	1 946 761 391	1 635 413 244	1 848 661 828
	7. その他	943 186 139	865 457 213	1 158 455 246
	・社会保険	47 661 728	57 493 483	55 693 918
	・研修費等	101 048 697	148 657 944	149 648 780
	・利息支払い	766 701 361	246 392 444	549 870 401
	・諸雑費	17 290 140	16 732 545	11 484 800
	・税金	10 484 213	396 180 797	391 757 347
	営業費用計	6 451 539 297	6 884 546 849	8 662 912 763
	営業外費用	900 848 244	270 664 722	371 256 887
支出合計	7 352 387 541	7 155 211 571	9 034 169 650	
純利益または損失		305 553 745	226 869 225	-804 653 097

表 2.1.2-3 SONELEC 水道事業損益計算書 (1998-2000 年)

(単位:千UM)

rubrique		annee fiscale	年度	1998	1999	2000	
gain 収益		•recette de frais d'eau	料金収入	1,645,465	1,567,453	1,659,294	
		•autres recettes	その他収入	270,569	312,977	298,582	
		total	収入合計	1,916,034	1,880,430	1,957,876	
depense 支出	frais pour l'exploitation 営業費用	• frais de main d'oeuvre	人件費	323,080	348,413	398,143	
		• frais de produit de traitement (sterilisation)	薬品費	8,931	3,168	6,704	
		• frais d'energie (carburant, electricite, etc.)	動力費	27,956	37,443	45,369	
		• frais de reparation	修繕費	114,196	106,139	135,884	
		• frais d'amortissement	減価償却費	549,413	527,310	377,833	
		• autres depenses	その他	271,783	289,343	342,063	
		sous-total	小計	1,295,359	1,311,816	1,305,996	
	frais sauf l'exploitation 営業外費用	• paiement d'interets	利息支払	180,914	58,126	129,720	
		• autres depenses	その他	385,482	367,172	340,671	
		sous-total	小計	566,396	425,298	470,391	
		total	支出合計	1,861,755	1,737,114	1,776,387	
	gain net ou deficit			純利益または損失	54,279	143,316	181,489

(注) 収益項目のその他の収入は、水道メーター販売費、社内消費水道代、補助金などである。

出典: SONELEC

現行の水道料金を表 2.1.2-4 に示す。SONELEC の料金表は物価指数の変化に合わせて定期的に見直されている。水道料金は全国一律に同様の料金が適用されている。

表 2.1.2-4 SONELEC の水道料金表

(2001年4月現在)

コード番号	用途別		水道料金 (UM/m ³)	取付管径別 保証金 (UM)						施設使用料 (UM/月)		
				15~20mm	26~32mm	40mm	50~60mm	80mm	100mm		150mm	200mm
0120	家庭用	0~10m ³ /月	93.5	8 450	25 346	47 631	202 762	270 350	337 937	506 905	675 874	237
		11~30m ³ /月	185.24									
		31m ³ /月以上	232.85									
1110	公共水栓	85.7	8 450	25 346	47 631	202 762	270 350	337 937	506 905	675 874		
2220	商工業	194.05	8 450	25 346	47 631	202 762	270 350	337 937	506 905	675 874		
4440	政府機関	194.05	0	0	0	0	0	0	0	0		
下水道	下水道使用料 (UM/m ³)	水道使用量 1m ³ につき	14.73									
	処理水 (UM/m ³)	野菜生産者向	54.7									

2.1.3 技術水準

「モ」国では、現在 10 都市において SONELEC により水道事業が実施されている。SONELEC は、ヌアクショット市に技術研修センター (Ecole de Métier de la SONELEC) を持っている。SONELEC の維持管理要員予定者は、現場で 6 ヶ月間の実施訓練を受けた後、同センターで 2 週間程度、電力・水道事業に係る運営・維持管理技術について復習を兼ねた研修を受けることになっており、SONELEC における維持管理要員の育成体制は整っている。

2.1.4 既存の施設・機材

(1) フランス統治時代の給水施設

フランス統治下の 1958 年、ワジ沿いの伝統的井戸を水源とした揚水ポンプ 1 基、給水塔 1 基、6,000m の送水管及び市内の 3 つの地区 (Qadima 地区、Jedida 地区、行政地区) に 6 箇所の公共水栓が備わった給水施設が設置された。しかし、水源が枯渇したため、この給水管網は数ヶ月間しか使用できなかったことを示す文献がある。住民への聞き取りによると、1970 年頃には既に使われていなかった。これらの施設は老朽化が著しいため、本計画には使用できない。

(2) 給水車による給水施設・機材

給水車による給水事業は当初市所有の 3 台 (10m³、12m³、14m³) の運営を民間業者に委託していたが、1997 年 11 月より市の直営となっている。1999 年 4 月より水不足に対する緊急の給水方法として、水利・エネルギー省は給水車 4 台 (8m³ 車 × 4 台) をキファ市に配備し、それらの運営を SONELEC キファ事業所に委託した。その他に民間の運営する給水車 1 台があり、既存する給水車は合計 8 台である。

これらの給水車の水源は、Belemtar 地区に位置する市所有の井戸である。この既存井戸には、2000 年 5 月に給水車のタンクへ給水し易いように、高架水槽が World Vision の援助で建設された。

本計画実施後は、SONELEC が運営する給水車による給水事業は廃止し、水利・エネルギー省所有の給水車 4 台は他の都市で使われる計画となっている。市営の給水車 3 台による給水事業は、市の計画では、本計画による給水が行き届かない市の周辺部への給水のために存続させることになっている。

SONELEC による給水車事業を廃止することにより市が所有する給水車用既存井戸の水量に余りが出るが、貴重な水資源の有効利用のために同既存井戸を本計画の Belemtar 地区への給水施設の水源として活用することとする。World Vision が設置した高架水槽については、緊迫する水不足への応急対策的な仮の施設であり、長期使用に耐える構造ではないため、本計画には使用できない。

(3) 市内の既存井戸

キファ市には、その殆どが私的所有である約 1,060 箇所の伝統的な既存井戸がある。これらの私有の井戸は、「モ」国の文化的な背景から公共の使用に供されている。本計画でハンドポンプを設置する予定の市内 13 箇所の既存井戸については、各井戸周辺の住民への聞き取りにより、特に公共性が高く住民側がハンドポンプの設置を望む井戸のみを選定しており、本計画での利用に問題はない。

これらの既存井戸から、水は一般に口バ引き荷車の水売り人によって各家庭に運搬されており、住民のメンタリティーから自ら水汲みを行う割合は少ない。水売り人の正確な人数はわからないが、市役所及び州政府の算定によれば約 300 人である。荷車 1 台の設備費用は約 40,000UM である。

(4) 市北西部水源地の深井戸

SONELEC は、「内陸部 10 都市飲料水供給計画調査」において、1994 年～1995 年にキファ市北西部の 12 箇所で深井戸の試掘を行い、開発用深井戸 F-5 と F-5 の

観測用深井戸 F-6 を設置した。1999 年 4 月に旱魃に対する緊急の給水方法として水利・エネルギー省から給水車 4 台による給水事業が SONELEC に委託され、これら給水車の水源として F-5 井戸に発電機と水中ポンプが設置された。しかし、F-5 井戸はアクセス道が整備されておらず市の中心から 13km と遠いことから数カ月で使用を止め、現在は市営給水車用の市内 Belemtar 地区の既存井戸を水源として利用している。

深井戸 F-5 と F-6 については、本基本設計調査において揚水試験を実施し、本計画の生産井として転用できることを確認しており、また、SONELEC より本計画での利用許可を得ている。

また、水利局と JICA は、1997 年～1998 年に「キファ市地下水開発計画調査」を実施した。この開発調査時の試掘調査井の内、水質が良く水量が多い試掘井 4 箇所（JF-2、JF-5A、JF-7B、JF-13A）については、本基本設計調査において揚水試験を実施し、本計画の生産井として転用できることを確認した。

2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 社会的基盤

1) 地方行政

「モ」国の地方行政はウィライヤ（wilaya）と呼ばれる州単位の行政区に分割されており、それぞれの州はさらにいくつかの“ムガタ（Moughataa：日本の郡レベルに相当する）”から構成されている。地方行政はウィライヤと中央政府の地方出先機関（水利局キファ支局、農村開発・環境省地方局、など）によって行われている。

キファ市が所在するアサーバ州は 5 つのムガタ（郡）からなっているが、州知事にあたるワリ（Wali）が同州の行政権を有している。例えば、政府により有益と判断された公共事業に必要な土地の収用を行わせる権限を有するのは、ワリである。キファは同州の州都であるため、州庁舎はキファ市の中心地にある。また、キファ市の行政は市長が所管している。

（注）モ国は 12 州、58 ムガタからなっている

2) 教育

「モ」国全体の小学校就学率は 1989 年の 46% から 1999 年には 86% まで増加した。キファ市においては年 2.93% の増加率となっている。

キファ市には、1997年時点で小学校は22校、生徒総数約6,000名、教師226名であった。これらのうち14校はキファ市内にある。さらに、生徒800人を擁する中等教育機関(中学+高校)並びに回教寺院に併設される約30のコラーン学舎が存在する。この分野もUNDP、世銀など国際機関やWorld VisionなどのNGOも支援している

3) 保健と衛生

キファ市には地方病院(50ベッド)が1つ建設されている。この病院は中国からの技術協力により医師が派遣されている(専門が異なる7名の中国人医師が同病院で診療に携わっている)。この他、保健センター(Health centre)と産婦人科医(Maternity)がそれぞれ1ヶ所と、8ヶ所の保健所(Health posts)が存在しているが、外国人の目から見ると診療体制ができていない状況である。地方病院の周辺には針のついた使い捨て注射器や薬品の廃品が散らばっている状況であり、この分野の行政を始めとする関連機関や住民のモラルの改善が強く望まれる。

(2) 都市基盤施設

1) 道路

キファ市におけるアスファルト舗装された唯一の幹線道路は、ヌアクショットとネマを結ぶ道路(国道3号線)であり、市の南東から北西方向へとつながっている。これらの2本の幹線道路以外、キファ市の道路は空き地と道路の区別がつかない状況である。国道3号線は2001年現在、マグタ・ラヒジャ(Magta Lahijar)~キファ間の約230kmは舗装後の維持管理が全くなされておらず、穴だらけで自動車が正常に走れる状態ではない。国道3号線は現地調査期間中の4月21日の大統領のキファ訪問に併せて、キファ市周辺において暫定的な道路補修がおこなわれたが、2002年4月にはアラブファンドの資金でディジュク(Dijouk)~キファ間の108kmのアスファルト舗装が完了する予定である。また、キファ市内の未舗装道路も国道3号線の契約の一部として約25kmがアスファルト舗装される予定である。

2) 上水道

ヌアクショット市を始めとする主要都市10ヶ所では上水道が整備されている。しかし地方部においては3000村落の約10%の村が給水施設を整備されているに過ぎない。現在キファ市には上水道は整備されていない。

小規模な導水施設がフランスの統治時代の1958年、キファ市に設置されたが、短期間しか機能しなかった。現在、キファ市の住民は給水車(市営3台、SONELEC運営4台)とロバ引き荷車による水売り人から水を調達している。開発調査の結

果、キファ市には、ほとんどが私有の約 1060 の既存井戸があることが確認されている。

3) 下水及び廃棄物

現在、キファ市には汚水排水のための公共施設は存在しておらず、市内の 3 件のホテルや病院が簡易処理場をそれぞれ独自に有しているだけである（国全体を見ても首都のヌアクショットの極限られた地域で僅か（4%）整備されているに過ぎない）。雨水排水施設はいっさい存在しない。固形ごみもいっさい系統的な収集が行われておらず、これまでは“通り”や空き地に放置されっぱなしになっていた。最近やっと World Vision など啓蒙活動によって空港西側に投棄場所を決定し、女性を中心とする NGO などが、不定期ではあるが市内からごみを運搬している。ただし投棄場所には注射器を含む医療品の廃品も混在して捨てられているなど、衛生埋め立てなどは一切行われていない現状である。

4) 電気

「モ」国の電化率は未だ非常に低く国全体で僅か 4% の水準である。都市部の電化はヌアクショット市とヌアディブ市を中心に 1995 年の 30,000 世帯から現在の 52,000 世帯へと大きく改善した。しかし地方部における電化率は僅か 1%（1998 年の時点で 20 町村、3000 世帯）に過ぎない。

キファ市には 1995 年 9 月から、800kWA 及び 400kWA の発電装置が各々 2 基、計 4 基が備わったディーゼル発電所が稼動している。PUR（基準都市計画）/ SONELEC のデータによれば、設置された 3,125 の分岐線総数に対して、市の加入者数 1997 年時点で 2,300 世帯、2000 年の時点で 2,540 世帯である。

2.2.2 自然条件

(1) 気象・水文

キファ市の中心地に気象観測所があり、ここでは気温、湿度、蒸発量、降水量、風向、天候日数等の気象観測を 1989 年より実施している。水文観測については、キファ市を縦貫するコウダ・ワジ（Wadi Khouda）に水が流れることが無いため、ワジの流量観測は実施していない。

キファ市の過去 10 年間（1991-2000）の気象観測集計表を表 2.2.2-1 に示す。計画地のキファ市は、サヘル地域と呼ばれる乾燥地域に属し、雨量が少なく気温が高い。年平均気温は 30.4、最高気温は 2 月～11 月の年間 10 カ月間は 40 を超えることがあり 50 近くになることもある。特に、4 月～6 月は毎日の最高気温が月平均で 40 を超えている。

年間の降雨量は約 250mm、蒸発散量は約 3000mm と年間を通して常に蒸発量は降雨量を上回り乾燥した気候を形成している。6月から10月までの5ヶ月間は雨期にあたり、他の月ではほとんど降雨はみられない。雨期における降雨の特徴はしばしば嵐を伴うことが多く、同時に雷も発生する。年間の雷の発生日数は22日にのぼる。一方、砂塵を伴う砂嵐は年間50日、月平均4.2日と季節に係わらず平均して発生する。

キファ市周辺地域では、過去21年間の雨量観測結果によると、おおよそ5年の周期で渇水年と豊水年が繰り返しており、渇水年は、1982年の100mm、1987年の171mm、1992年の126.2mm、1997年の147.9mmである。2000年は豊水年となり515.3mmもの降雨があり、24時間に79mmの降雨が観測された。

表 2.2.2-1 キファ市の気象 (1991-2000 の平均)

月	気温 (°C)					湿度 (%)		蒸発 散量 (mm)	降雨 (mm)			天候 (日数)				
	最高	最低	最高 平均	最低 平均	平均	最高 平均	最低 平均		降雨量	降雨日数 (日)	24時間 最大	嵐	雷	乾燥し たもや	霧	風砂
1	39.3	8.4	30.5	16.2	23.4	33.3	12.6	215.2	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	12.0	0.0	4.5
2	42.6	10.0	33.4	18.8	25.9	26.4	10.4	223.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	15.4	0.0	6.5
3	45.2	13.5	36.6	21.5	29.1	26.0	9.9	278.0	0.9	0.7	0.6	0.4	0.4	12.3	0.0	5.1
4	45.8	14.6	40.3	25.6	32.9	24.1	9.3	321.7	0.0	0.3	0.0	0.6	0.6	11.5	0.0	3.9
5	46.8	20.4	42.9	29.0	35.9	28.6	11.2	347.0	2.0	0.8	1.7	0.8	0.9	17.6	0.0	7.8
6	47.5	22.5	42.6	30.7	36.6	41.8	15.8	323.6	16.2	1.9	13.5	2.2	1.5	22.9	0.0	8.5
7	46.2	19.0	38.7	28.3	33.5	64.0	28.5	241.2	58.7	4.5	34.8	4.7	3.0	19.3	0.0	6.1
8	44.8	18.6	36.7	26.6	30.9	78.5	38.6	166.6	87.4	8.7	29.3	7.8	7.8	6.3	0.0	2.6
9	43.7	20.8	37.4	26.6	32.0	70.4	33.6	163.8	54.0	6.3	18.7	5.6	5.6	5.9	0.0	0.9
10	44.0	19.0	38.6	25.5	32.1	48.6	19.0	242.1	25.9	1.4	13.1	1.6	2.1	4.9	0.0	0.7
11	40.8	13.8	35.9	20.7	28.3	32.0	12.2	235.9	0.5	0.3	0.5	0.1	0.1	6.0	0.0	1.3
12	37.5	10.0	31.3	17.2	24.2	35.8	15.2	209.9	4.1	0.8	1.8	0.0	0.1	9.5	0.0	2.6
年間 合計	-	-	-	-	-	-	-	2967.7	249.8	26.3	-	24.3	22.2	143.6	0.0	50.4
月 平均値	-	-	37.1	23.9	30.4	42.5	18.0	247.3	20.8	2.2	9.5	2.0	1.8	12.0	0.0	4.2

出典： キファ気象観測所

(3) 地形・地質

1) 地形

キファ市は、西をアサーバ (Assaba) 台地により、北をアウケル (Aouker) 砂丘状山地により、東をアフォレ (Affolé) 山地により制限されている平原に位置している。

キファ市周辺地域には、北東 南西方向に平行して延びる固定砂丘や、露岩地帯が分布するなだらかな丘が分布している。露岩地帯は、ゆるやかに褶曲したジャスパーや珪質ペライト等の風化に強い岩石がなだらかな丘と谷を形成している。丘の間に分布する谷は、流出口の無い窪地となっていることが多く、窪地に向かって数多くの小規模なワジが流入している。この様な閉鎖した水系の集合が調査地域の水系の特徴であり、流出水が他の水系に流れ出ることは無く、自流域内で地下浸透、蒸発散を繰り返すサイクルで、水が移動する。ワジは大量の降水がなければ水は流れず、年間を通じほとんど涸れている状況である。

セネガル河の支流の一つであるカラコロ (Karakoro) 川の北の延長にあたるエル・ムシレ (El Msilé) ワジに流入するコウダ (Khouda) ・ワジがキファ市の中央を横切っている。コウダ・ワジには、雨季の間ワジ沿いに池が断続的に形成されている。キファ市周辺地域は、乾季には灌木が疎らにしか分布しない沙漠状の様相を呈すが、雨季には低草がワジ沿いや窪地の中に繁茂するようになる。

2) 地質

キファ市の周囲にはインフラカンブリア紀からカンブリア - シルル紀までの堆積岩層および第四紀層が見られる。地層の層序は表 2.2.2-2 の様に構成されている。

表 2.2.2-2 キファ市周辺の地質層序

第四紀		砂丘、沖積層、湖沼底の粘土
	貫入岩類	粗粒玄武岩
シルル紀	アサーバ・シリーズ	砂岩、珪岩
		上部ドロマイト
~ カンブリア紀	キファ・シリーズ	淡黄色細粒砂岩
		ペライト（泥岩、頁岩）
		ジャスパー（チャート）
		下部ドロマイト
	カンブリア基部・シリーズ	上部漂レキ岩
		ダール・タレブ砂岩
	下部漂レキ岩	
インフラカンブリア紀	アフォレ・シリーズ	アフォレ山塊頂上の緻密な砂岩
		アユーン砂岩

キファ市の東（アフォレ山地）から西（アサーバ台地）まで、西方にゆるく傾斜したカンブリアからシルル紀までの地質系統が見られる。キファ市より東方には、アフォレ山地にこの地域では最も古いインフラカンブリア紀のアユーン（Ayoun）砂岩が広く露出している。アユーン砂岩は大規模な斜葉理により特徴付けられ、岩質は柔らかく、層厚は約 100m である。アユーン砂岩は良好な帯水層となる場合がありアユーン市の水源となっているが、キファ市付近ではその分布は確認されていない。

キファ市内及びキファ市北西部には、主としてペライト（泥岩、頁岩）からなるキファ・シリーズの古生層が広く分布している。ペライトは、いろいろな色（灰色、緑色、ベージュ色、帯紫色、黒色）の緻密な珪質 - 粘土質の非常に細粒な岩石であるが、時々砂岩質となる。ペライトは、一般にゆるく西に傾斜して整合して重なっており、層厚は 200m を超える。ペライトの亀裂の多い部分がキファ地域の主要帯水層となっている。ペライト中にはしばしば薄い石灰岩が挟まれており、ペライトの下部はカンブリア紀の漂レキ岩となる。漂レキ岩は、著しく淘汰が悪い粘土 砂 角レキからなる。漂レキ岩中の角レキファ、花崗岩からなりさまざまな大きさである。

ペライトを覆って風成層である砂丘砂が薄く、広く分布する。砂丘砂が厚く分布する部分は、北東 - 南西方向に延長する固定砂丘上であるが、その厚さは通常 10m 以下であり、固定砂丘の中心部は岩盤より成る。

また、ペライトはしばしば、塩基性貫入岩（粗粒玄武岩、閃緑岩等）により貫入されている。塩基性貫入岩は北東 - 南西方向に延長した線状に分布しており、

この方向はキファ市周辺域の主要断層の方向とも一致している。貫入岩の貫入によって周りのペライトに破碎帯が形成しており、これが良好な帯水層となっている。

キファ市より西方は、オルドビス～シルル紀の砂岩・珪岩が、キファ・シリーズの堆積岩類を覆いアサーバ台地を形成している。

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

(1) 上位目標とプロジェクト目標

「モ」国の人口の約半数の 50.5% (2000 年) は貧困層に属しており、同国政府は貧困削減のために「貧困削減戦略ペーパー (2001 年)」を策定し、教育、保健、飲料水供給の 3 つの主要分野に目標を定めている。飲料水供給分野の長期目標は、都市給水については 2015 年までに 85% の人が上水道を利用できるように改善し、村落部については 500 人以上の村に 2010 年までに給水施設を整備することとしている。また、2004 年までの短期目標として、5000 人以上の都市に対しては上水道施設を整備することとしている。

一方、対象地域であるキファ市には上水道施設が全く整備されておらず、住民は、現在、飲料水・生活用水のすべてを市内の浅層地下水に頼っており、周辺の井戸から自ら汲むか、もしくは数台の市の給水車、ロバの荷車による民間水売り人からの供給を受けている。この浅層地下水は過剰揚水および生活排水の増加の影響を受け汚染が進み、一部の地区を除き、硝酸性窒素濃度 (NO₃ 濃度として 0~1,400mg/L) が WHO 飲料水ガイドライン値 (50mg/L) を越えている。更に、民間の水売り人によるドラム缶を用いた運搬途中での大腸菌等の 2 次汚染も指摘されている。

また、水の使用量は、住民一人あたり一日 24 リットル程度にとどまっており、SONELEC の 10 都市平均給水量約 49 リットルに比較し半分以下であり、市内既存井戸による給水は量と質の両面で限界に達している。現在、キファ市民は安全な飲料水の供給を切望しており、その施設の早急な建設がキファ市民の保健衛生上の緊急な課題となっている。

このように、キファ市においては現在、安全な水源からの給水施設は全く整備されていない。本プロジェクトは、キファ市における衛生的な水の供給システムを整備することによって、キファ市の住民 83,000 人 (2008 年) に、各戸給水により 66,000 人に一人一日あたり 40 リットル (うち 10 リットルは市内の既存井戸を水源とする)、公共水栓により 17,000 人に一人一日あたり 30 リットル (うち 10 リットルは市内の既存井戸を水源とする) の衛生的な水を安定的に供給することを目標とするものである。

(2) 本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深井戸揚水ポンプ場の建設（6箇所）、導水管路の布設、送水ポンプ場の建設、送水管路の布設、配水池の建設、配水施設の建設（配水管路、公共水栓 39 箇所、ハンドポンプの設置 13 箇所、高架水槽 1 基、井戸ポンプ 1 台）を行うとともに、ソフトコンポーネントにより水管理組織の設立と住民の衛生意識の改善を行うものである。これにより、キファ市に衛生的な飲料水を供給するシステムが整備される。

本プロジェクトの概要（上位目標、計画目標、期待される成果、活動・投入計画等）を図 3.1-1 にとりまとめて示す。

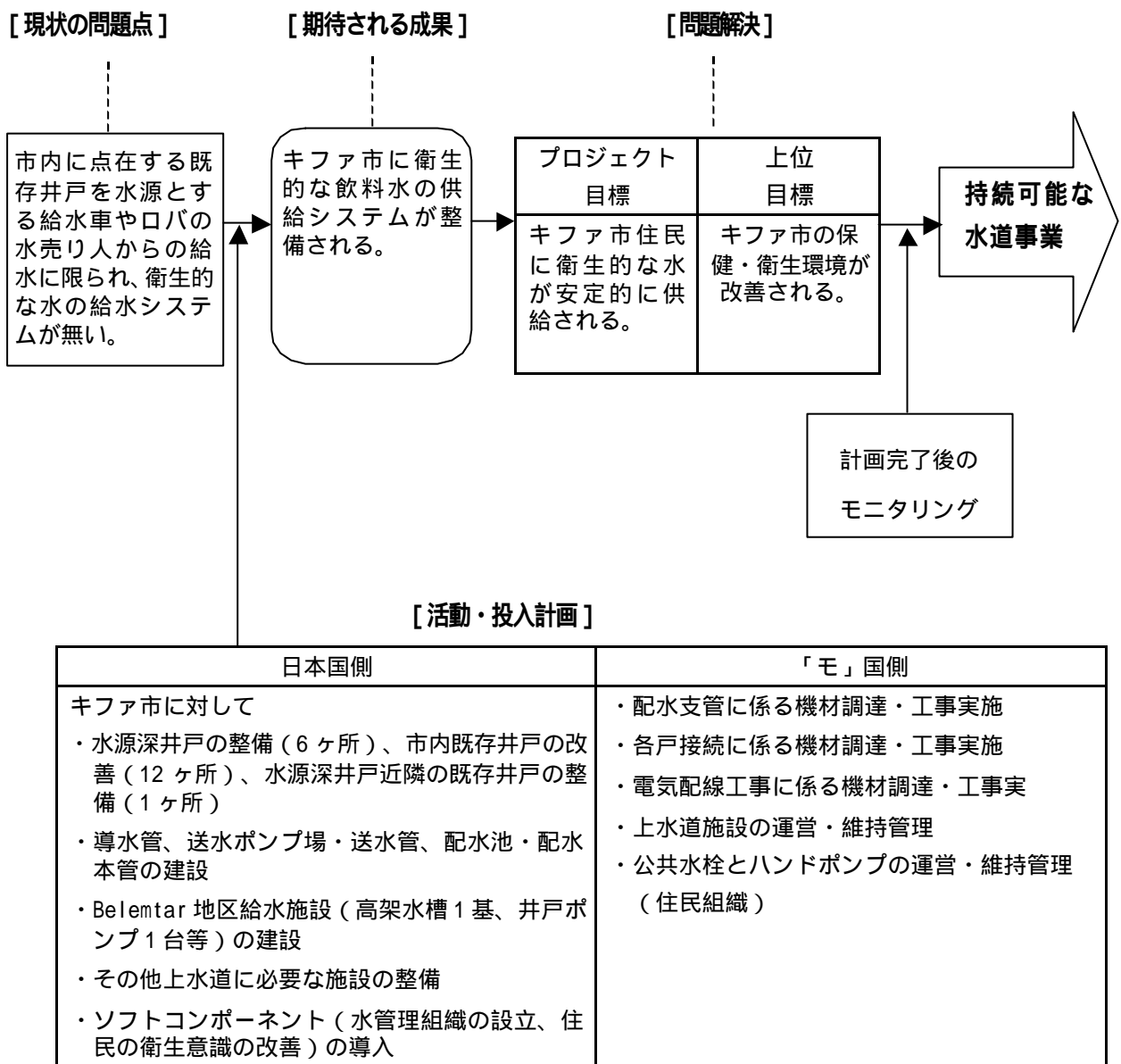


図 3.1-1 本プロジェクトの概要

(3) プロジェクトの基本構想

1) 計画目標年次

本計画は、導水管及び送・配水管路の整備であることから、建設期間がかなり長期にわたり、また、施設の耐用年数も長期となる。管路の場合は配水量の増加に見合って段階的に能力を増大させることが困難であるため、施設は長期的な見通しのうえで計画する必要がある。住民に不便を強い、また、施工が困難である狭い市街地道路での管路の布設替えを出来るだけ少なくし、完成直後から増設を行うことのないようにするために、最小限の余裕を考慮して計画するものとして、計画目標年次は、施設完成から4年後の2008年とする。

2) 計画人口

施設計画のための計画人口は、1997年の開発調査時の調査結果を基に、2000年10月に実施された人口統計の結果を考慮して設定する。

3) 給水源

本計画の給水システムの給水源として、開発調査時に新規に安全な水源として試掘された、キファ市の北西部に位置する試掘調査井のうち、今回の調査で水質・水量ともに良好であると確認された4ヶ所の深井戸、及びSONELECの既存深井戸2ヶ所、合計6ヶ所の深井戸を使用する。また、市内の既存井戸のうち、水質の比較的良好な井戸については、開発調査における詳細な水質分析により飲用水として使用可能な井戸が特定されている。これらの水質の良い井戸は水資源の非常に乏しいキファ市においては貴重な水資源であり、その有効活用と水質保全との観点から、地下水汚染対策をとったうえで飲用水給水源として施設計画に考慮する。

4) 計画給水量

施設の計画給水量は、「モ」国全国の都市給水としての給水目標値と現実的に開発可能な水源から決定すべきである。キファ市は、サブサハラの内陸乾燥地帯にあり、水源は絶対的に限られたものである。水源の適正な開発及び給水事業の持続的な維持運営の観点から、計画給水量を設定する。

5) 給水方式

キファ市内には、各戸給水の配水管設置のために必要な道路が整備されていない地域等の存在があるため、各戸給水と公共水栓の混在する方式を採用する。また、上記のように、キファ市周辺の水資源は限られており、何らかの使用量抑制方を講じる必要があるため、「モ」国でも一般的に採用されている時間給水方式を採用する。

6) 配水支管及び各戸接続

本計画は飲料水供給施設整備であり、上流側の主要施設の建設とともに計画地であるキファ市街地の配水支管を含む配水管網整備が不可欠である。

当初要請には、配水支管の布設工事が日本側負担に含まれていたが、配水支管の材料調達及び布設工事共に「モ」国負担とすることで合意に達し基本設計調査時のミニッツに記載された。

以上の検討の結果、本計画の基本構想は、キファ市において、目標年次の平均給水量の配水が可能となるような給水システムの確立のため、水源井戸揚水ポンプ設備の整備、導水管路の建設、送水ポンプ場・送水管の建設及び配水池・配水本管の建設を実施するものである。

さらに、本プロジェクトにより整備される公共水栓とハンドポンプの運営・維持管理方法の確立のためソフトコンポーネントを導入し、水管理組織の形成と運営・維持管理の指導を行う。また、住民の非衛生的な水利用による2次汚染が開発調査時に指摘されているため、水利用に関する住民の衛生意識向上のための啓発活動をソフトコンポーネントによって行うこととする。

(4) 要請内容の検討

上記の基本構想に基づき現地調査を実施し、「モ」国側関係機関との協議、及び日本側関係者との協議を踏まえ基本設計を行った。基本設計調査ミニッツ調印時における「モ」国の要請（修正要請）の内容と検討結果の比較を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 要請内容の検討結果

ミニッツ調印時の要請内容	検討結果
1. 深井戸揚水ポンプ場の建設 ・揚水ポンプ×6台	1. 深井戸揚水ポンプ場の建設 ・揚水ポンプ×6台
2. 導水管路の布設 ・ダクタイル鋳鉄管（口径100～200mm） L=約17km	2. 導水管路の布設 ・ダクタイル鋳鉄管（口径100～200mm） 口径100:L=約15.5km 口径150:L=約13.7km 口径200:L=約2.3km
3. 送水ポンプ場の建設 ・送水ポンプ×3台 ・受水槽（V=40m ³ 、RC造）×1基	3. 送水ポンプ場の建設 ・送水ポンプ×3台 ・受水槽（V=40m ³ 、RC造）×1基
4. 送水管路の布設 ・ダクタイル鋳鉄管（口径250mm） L=約11km	4. 送水管路の布設 ・ダクタイル鋳鉄管（口径250mm） L=約8.8km
5. 配水池の建設 ・配水池（地上置：1000m ³ 、RC造）×1基	5. 配水池の建設 ・配水池（地上置：1160m ³ 、RC造）×1基
6. 配水施設の建設 配水本管の布設（口径63～300mm） L=約43km 公共水栓の建設 ・水栓：39箇所 Belemtar地区給水施設 ・既存井戸用ポンプの設置×1台 ・高架水槽の建設（V=10m ³ 、H=10m）1基 ハンドポンプの設置 ・ポンプ1台付：9箇所 ・ポンプ2台付：3箇所	6. 配水施設の建設 配水本管の布設（口径63～250mm） L=約42.5km 公共水栓の建設 ・水栓：39箇所 Belemtar地区給水施設 ・既存井戸用ポンプの設置×1台 ・高架水槽の建設（V=10m ³ 、H=10m）1基 ・導水管路の布設（GSP管口径100mm、L=300m） ハンドポンプの設置 ・ポンプ1台付：11箇所（市内既存井戸用：10箇所、深井戸近隣の既存井戸用：1箇所） ・ポンプ2台付：2箇所
	7. ソフトコンポーネント ・地域住民参加型の水管理体制の確立 ・住民の衛生意識向上のための啓発活動

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

1) 気候条件

計画地は、サヘル地域と呼ばれる乾燥地域に属し、高温乾燥、砂嵐、雷等の過酷な気候条件を示しており、本計画の実施にあたっては、これらの気候条件を十分に考慮した設計を行い、施工計画を策定するものとする。

管路の布設計画では、凍結への対応は必要がなく埋設管は「モ」国規準上の最低土かぶりを確保するようにし、土質条件が劣悪な一部の場所では地上管方式を適用するが、夏期における気温上昇を考慮して、空水時の管の熱応力対策を講ずるものとする。

ポンプ設備では保温工事が不要であり、配水池については、地上置き形式を取ることが可能である。ポンプ設備及び電気設備については、夏期の温度上昇に対する換気および砂嵐対策としての防塵対策を施すものとする。防塵対策では送水ポンプ室の自然換気窓へのフィルターの設置、また、ポンプ用モーターを防塵仕様とする。

一方、雨期の落雷対策として、井戸ポンプ、送水ポンプ等の機電設備には避雷器を設置するものとする（揚水ポンプ場、送水ポンプ場、Belematar 地区高架水槽）。

2) 地形・地質条件

導水管ルート

本計画の導水管ルートについては、JF-13A 井戸及び F5/F6 井戸のルートは砂層であるが、他の導水管ルートは、岩が所々で露出しており、岩盤層である。したがって、岩掘削工法を採用しなければならず工事費の上昇を招く。

一方、キファ市に隣接するアユーン市では、管路の布設に一部地上配管方式を採用しており、これまでの維持・管理に問題は発生していない。本計画の導水管布設工事では、JF-13A 及び F5/F6 揚水用井戸ルートを除く他の導水管ルートは、岩盤掘削に比べ工事費の安価な地上配管方式を採用する。

「モ」国からの要請では、JF-13A の導水管ルートは直線的にワジ内を横切り、農園を通過することになる。ワジ内は年間を通してほとんど涸れた状態であるが、一度洪水がおそった場合、砂の流失により導水管がむき出しになることも予想される。本計画では当初のワジ内のルートを避け、これを迂回したルートに変更するものとする。これにより、導水管距離は当初の要請ルートに比べ約 900m 長くなる。なお、本ルートの地質条件は砂・シルト層であり、1m の土かぶりによって管を布設する。

配水管ルート

キファ市内の配水管は埋設管とする。埋設ルートのほとんどが砂層地盤であり、土かぶりには「モ」国基準の1.0mとする。一方、市内の一部は、表層が0.3m程度の砂層でその下は岩盤層である。ここでは岩掘削量を少なくするために土かぶりを0.6mとして埋設する。

管路のワジ横断部

4カ所のワジの横断部には伏せ越し構造を採用し、雨期の流水による管路の流失防止を図る。

配水池及び送水ポンプ場

配水池及び送水ポンプ場の構造物の支持形式は、土質調査の結果、現地盤下は砂層が広がり沈下の恐れも無く、十分な支持力があることが確認されたため、直接基礎方式とする。ただし、配水池の現地盤面は1m程度の不陸があるため、本工事に先立ち、「モ」国側が事前に整地作業を行う。

3) 地震・風荷重

本計画の設計においては、日本の設計基準が国際的にみて体系的に整備され十分な数の実施例に適用されており、信頼性がきわめて高いこと、かつ、日本国の無償資金協力による事業で、関係者が精通していることから、これらの基準を採用する。

設計荷重条件については、地域特性を尊重する必要があるが、「モ」国ではまだ整備されていないので、日本の基準に準拠する。

地震については、「モ」国及びキファ市近辺での過去の記録はなく、構造物の設計で耐震性は考慮されていないので、本計画でも地震は考慮しない。

風荷重については、風力に関するデータがなく、構造物設計に対する「モ」国の規程がないため、日本の規程に準拠するものとする。なお、雪・砂塵荷重については、考慮する必要がない。

(2) 社会条件に対する方針

キファ市は、1997年の計画省調査で示される以下の3地区に分類されており、この分類はキファ市の現状を適切に反映している。

類地区	:	旧市街
類地区	:	計画に基づき開発された新市街地区
類地区	:	自然発生的に開発が進んだ地区

開発調査(1997-1998年度)では、本地域分類に基づき 類地区を公共水栓方式、IおよびII類地区を各戸給水方式という地域分けを設定した。

一方、今回の基本設計調査において、住民への水需要に対するアンケート調査を実施し、公共水栓方式に対する住民の意向を調査した。その結果、多くの住民は各戸給水を望む傾向があり、地区別ごとに住民の意向が異なることは少ないことが判明した。

また、同アンケート調査において家計収入の地区間の差はあまり大きくないことが判明した。現在住民は、SONELEC が運営する他の都市の水道料金に比べ、給水車からの購入の場合約 3 倍、水売り人からの購入の場合約 8 倍高い水価を支払っている。従って、各地区とも各戸給水に対する料金支払い能力があると判断される。

以上より、各戸給水と公共水栓の設置基準については、開発調査時からの見直しを行い、以下のような 3 点を主眼とし再設定を行うものとする。

- λ 配水管を布設する道路がない地域
- λ 公共の市場
- λ 運送業者等、多くの非定住者が宿泊する主要道路沿い

ただし、各戸給水と公共水栓の比率は、運用開始後の 2005 年においては、各々 65% と 35% としたが、今後キファ市の都市計画に基づく開発地域の増加が見込まれることから、計画目標年度である 2008 年以降については、上記の値を 80% と 20% とし、各戸給水比率を増加させるものとする。

(3) 施工事情・資機材調達事情に対する方針

本計画で使用する資機材の内、「モ」国で調達可能なものは、セメント、骨材（砂利、砂）、型枠材、PVC 管、鉄筋等に限られ、他の資機材はすべて外国からの輸入になる。このうち、PVC 管、鉄筋は同国内で広く流通しているが、PVC 管の口径は 200mm 以下に限られ、鉄筋にしても 16mm 以上のサイズは調達できない。また、本計画は短期間に大量の資機材の調達を必要としており、PVC 管と鉄筋を、同国内の市場から安定的に確保するのは問題が残る。したがって、現地の供給能力を考慮し、本計画で使用する資機材の内、セメント、骨材（砂利、砂）、型枠材は同国内で調達し、他の資機材はすべて第 3 国、または、日本からの輸入とする。なお、同国には生コン業者が存在しないため、建設業者がサイトにてコンクリートを製造するものとする。

(4) 現地業者の活用に対する方針

現地には公共土木事業等に実績のある建設業者もあるが、大型土木工事や特殊技術を必要とする事業では、まだまだ外国資本の建設業者のもとでの下請的事业が多い。本計画の施設建設および設備機器設置工事は基本的に難易度の高い工事ではな

いため、一般建設作業は現地業者を中心とした施工計画を策定するものとする。しかし、事業全体の総合的な施工計画立案、工程管理、資機材調達管理、品質管理といった分野では、現地業者の能力は十分ではない。したがって、本計画では日本の建設業者の監督、指導のもと、現地の建設業者を活用し工事を実施することが妥当である。また、配水池建設のような大型土木工事、施設の試運転等のために、日本から必要な技術者、技能工の派遣計画、ならびに必要な資機材の現地運搬の計画を策定する。

(5) 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

「モ」国では、現在 10 都市で水道事業が実施されているが、その事業者は水利・エネルギー省管轄下にある水・電力公社（SONELEC）である。本計画の各戸給水施設を含む主要施設の運営・維持管理についても、同公社が実施する予定である。

SONELEC は、上記のように全国の主要都市での水道施設の運営・維持管理を実施しており、水部門の経営状況は過去 3 年間黒字で、健全な経営を行っている。また技術的にもヌアクショットにある技術研修センターで維持管理要員の育成を実施しており、運転・保守を行うための技術力が十分であると判断される。

本計画実施後は、SONELEC は、キファ市で給水車による給水事業を行っている現在の事業所を拡充する必要があるが、本計画施設の適切な運営を実施するためには、上記の技術研修センターで養成された技術者を維持管理要員として配置する必要がある。

また、本計画施設にはポンプ設備等の機電設備があることから、維持管理予定要員を日本側工事期間中に現地（キファ市）に派遣し、日本側技術者がこれら予定要員に OJT を実施し、より効果的で効率的な設備の運転・維持管理が行えるように配慮する。

なお SONELEC については、2001 年 10 月現在、電力部門のモーリタニア電力会社（SOMELEC）と水部門の水公社（SNDE）への分割手続きが始まっており、本計画施設は、この SNDE が運営・維持管理を実施することになる。

(6) 施設・資機材の範囲、グレードの設定に対する方針

上記(1)から(5)の条件を考慮し、本計画の施設建設、調達資機材の範囲及び適用すべき技術水準は以下を基本方針とする。

1) 施設・資機材の範囲

キファ市への衛生的な飲料水の安定供給を目的として、整備の内容は以下の通りとする。

揚水ポンプ場の建設（6 箇所）

- 揚水ポンプ場から送水ポンプ場までの導水管路の布設
- 送水ポンプ場の建設（送水ポンプ、受水槽）
- 送水ポンプ場から配水池までの送水管路の布設
- 配水池の建設
- 配水施設の建設
 - 配水本管の布設
 - 公共水栓の建設（39 箇所）
 - 既設井戸整備工事（揚水ポンプの設置と高架水槽の建設 1 箇所）
 - ハンドポンプの設置（ポンプ 1 台付き 11 箇所、ポンプ 2 台付き 2 箇所）

2) グレードの設定

管路材料

導水管路、送水管路の管材料には、管口径、耐用年数およびその重要度を考慮して上水道施設に広く適用されているダクタイル鋳鉄管を採用する。ダクタイル鋳鉄管は「モ」国では一般に流通しておらず、第3国または日本からの輸入により調達する。配水管網を構成する配水本管の材料には上水道施設に広く適用される PVC 管を採用する。PVC 管は「モ」国内における標準的な配水管材で、配水管網から各需要家までの給水管にも PVC 管が用いられており、将来の維持管理を考慮すれば、配水管網の管材には PVC 管を採用することが妥当である。

ポンプ設備

目標年 2008 年までは水源からの揚水量が配水域への給水量を上回るため、揚水ポンプの運転を制御することによって給水量と等しくなるように揚水量を調整する。しかしながら、6 箇所の水源は広範囲に分布していること、施設運用後の維持管理を考慮すると高度な制御方法を採用することは得策ではなく、管理が比較的容易な圧力によるポンプの計測制御法を採用する。また、送水ポンプ場の送水ポンプ操作は半自動によって行う。送水ポンプは 24 時間の連続運転を行い、操作員が常駐していることを考慮すれば特別な制御は必要なく、緊急時の送水ポンプの自動停止装置のみを用意し、ポンプの起動は手動によって行うものとする。

(7) 既存井戸の活用に対する基本方針

キファ市の水源は限られており、市北西部の新規水源地の深井戸だけでは水需要をまかないきれない。そこで、約 1,060 本存在する市内の既存井戸から水質の良い井戸を選び、ハンドポンプを設置することにより飲料水として供給する。これは、あくまで本計画で整備される地方都市型給水施設（各戸給水と公共水栓）による衛生的な給水を補完するものであり、緊急的で暫定的な対策である。将来「モ」側による水源開

発が行われれば、ハンドポンプ設置井戸は飲料水以外の生活用水として使用するものとする。つまり、キファ市内の伝統的な既存井戸の飲料水利用については、長期的には縮小廃止の方向に持っていくものとし、衛生的な水源が確保され次第都市型の給水施設への移行を進めるべきである。また、ハンドポンプを設置しない既存井戸については、飲料水としては使用しないよう本計画のソフトコンポーネントにより住民の衛生教育を行う。

市内の既存井戸からは大腸菌が検出されるために、ハンドポンプ設置井戸による給水には、現地の雑貨屋で安価に販売されている Javel (次亜塩素酸ナトリウム) による殺菌を義務付ける。このために、各ハンドポンプ設置井戸には必ず番人を置くこととし、番人が Javel を注入し水料金の徴収を行うものとする。

(8) 工期に対する方針

本計画の施設には、SONELEC が実施する揚水ポンプ場及び送水ポンプ場までの送電線布設工事、並びに配水枝管布設工事が含まれている。本計画では、SONELEC が実施する部分の工事工程を十分考慮し、工程計画を策定するものとする。

一方、雨期においては、砂漠が悪路化して車両の通行に支障をきたすことが予想される。資機材の内陸輸送計画 (ヌアクショットからキファまで) ではこのような条件を考慮し、資機材の調達計画及び工程計画を策定するものとする。

本計画の工事工程は 19 ヶ月と見込まれているが、本計画施設の送配水システムは、全てが完成してはじめてその機能を果たすため、期分けは困難であることから、2期の国債案件として計画する。

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 全体計画

(1) 計画地

1) 計画地の位置

キファ市は、行政区域として市の中心部から半径約 20 km の範囲を持っており、市街地と 6 カ所の独立した近隣集落とで構成されているが、本計画で給水計画の対象とする地域は、市街地区域（図 3.2.2.1-1 に示す範囲）とする。

キファ市は首都ヌアクショットから約 600km の内陸部に入ったアサーバ（Assaba）州に位置する。アサーバ州は面積 36,000km²、人口 225,484 人からなり砂漠性の乾燥地域に属する。キファ市はアサーバ州の州都として同州の中心地になっており、同州の約 1/3 の人口がここに集中している。キファ市には州庁舎、州内に一つしかない地方病院（50 ベット、現在中国が技術協力中）もあるなど、商業/行政の中心地区となっている。

歴史的にキファ市は、南部の Tagant から Nioro や Kayes に向かう隊商の通り道にあたり、1970 年代の一連の旱魃以降、ここに水を求めて多くの放牧民が集まり都市が形成されてきた。現在も住民の 8 割は放牧で生計を立て、縫製業、修理業などの個人・零細企業や小売店は数多く存在するが、その他特筆すべき産業はない。

キファ市はコウダ・ワジを隔てて西側と東側の二つに市街地が広がっており、西地区と東地区に分かれている。

2) 計画地の人口

給水計画の対象地域は市街化地区であり、人口は、開発調査時点（1997 年）においては 60,921 人であった。

上記の人口は 1997 年の計画省の調査に、キファ市の市域拡大の方針を考慮した結果に基づいている。この計画省の調査は、航空写真の住宅数と一戸当たりの家族数から推定しており、最も信頼できる。なお、地域の分類は、計画省調査で示されているもので、以下のとおりであり、キファ市の現状を適切に分類するものである。

- : 旧市街
- : 計画に基づき開発された新市街地区
- : 自然発生的に開発が進んだ地区

同分類による、キファ市地区分類図を図 3.2.2.1-1 に示す。

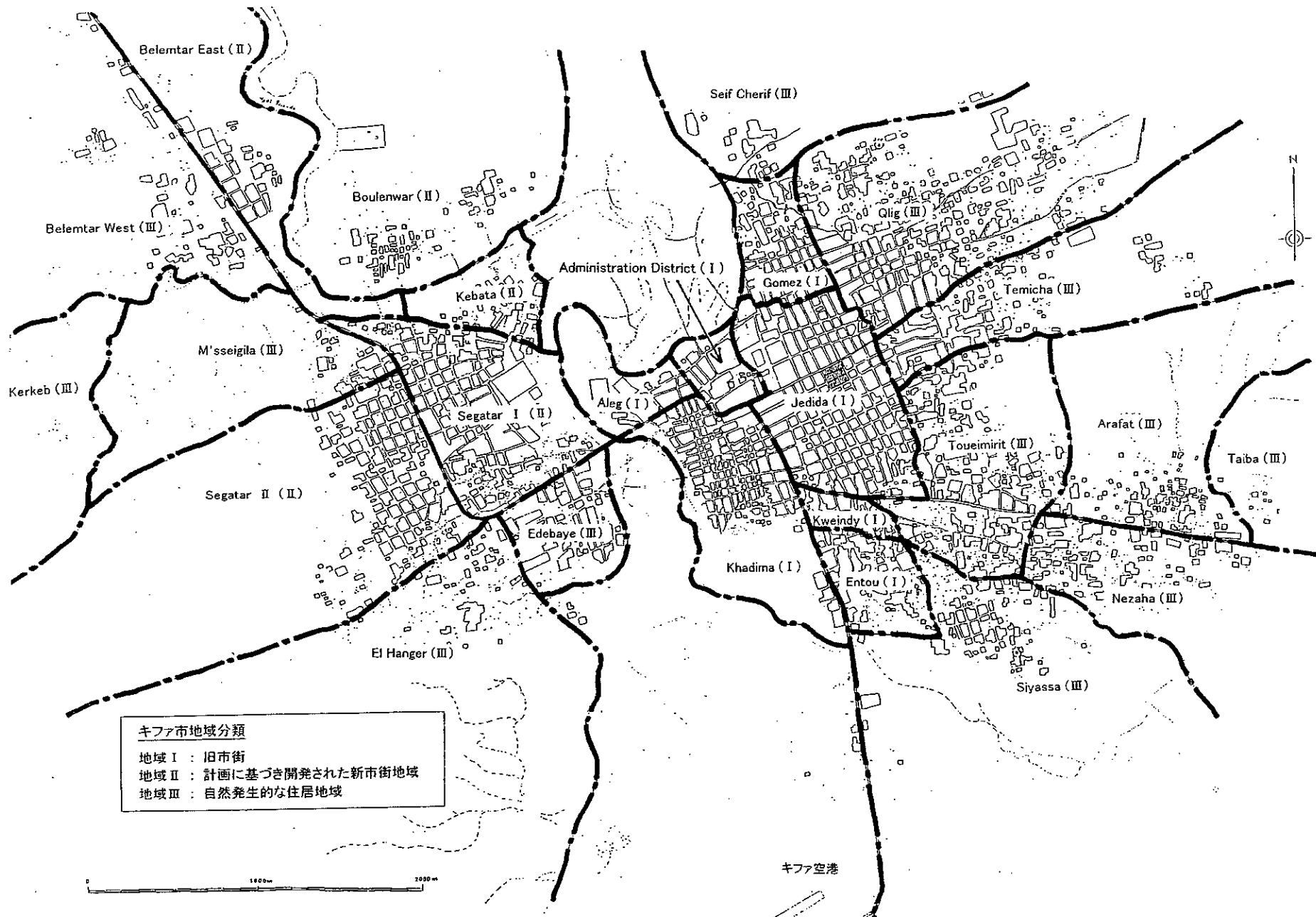


図3.2.2.1-1 キファ市地区分類図

キファ市地域分類
 地域Ⅰ：旧市街
 地域Ⅱ：計画に基づき開発された新市街地域
 地域Ⅲ：自然発生的な住居地域

「キファ市都市計画」(Plan Urban de Reference Kiffa, 1997)では、1980年代の急激な人口定着化・流入は一段落し、比較的落ち着くものとして、人口増加率 2.9%が市全体の平均として採用されている。そこで、本計画の計画人口は、1997年の都市計画調査を基本として、2.9%の年間増加率より表 3.2.2.1-1 のように設定する。この結果は、2000年における人口予測値が、基本設計調査時に入手した2000年10月の人口センサスによる数値である約 69,000人とほぼ一致しており、信頼できる数値であると言える。

表 3.2.2.1-1 計画人口

年 次	人 口 (人)
開発調査時 (1997年)	60,921
2000年	69,000
2005年	77,000
2007年	81,000
2008年	83,000
2009年	85,000
2015年	100,000

3) 計画地の原単位(一人一日給水量)の設定及び水需要量

現在、キファ市の住民、約 10,000 世帯、約 69,000 人に対する給水源は、キファ市内にある約 1,060 箇所の既存井戸である。キファ市における現在の飲料水の給水形態は、前述 [1.1.1-(2)]のとおりである。

住民への給水量は、1999年に SONELEC が給水車 4 台による給水サービスを開始したことにより、開発調査時点(1997-1998年)の 17ℓ/人・日から若干向上したものの、依然 24ℓ/人・日程度と低いレベルとなっており、給水車及びロバの水売り人では供給に限界があることが分かる。

一方、キファ市の置かれている、サブサハラの内陸乾燥地帯、少ない雨量、限られた賦存量、人口の急増等の状況を考えれば、水資源は極めて重要であり、かつキファ市周辺の地下水開発可能性を考慮すれば、持続可能な開発のためには需要量がある程度抑制されることが不可欠である。

したがって、都市給水として安全な水を管路で給水することは、都市衛生上必須事項ではあるが、本計画の目標年次の計画給水量は、現在の使用水量から一気に増加させるのではなく、利用可能な地下水量、利用者の経済的負担能力を考慮するとともに市内の既存井戸の利用分(10ℓ/人日)を含めた給水量とする必要がある。

SONELEC は、「モ」国全国の都市給水としての給水量の目標値を 40~50ℓ/人日としているが、上記のように、キファ市の人口増加予測と周辺での現実的な水源開発可能

量を考えた場合、そのままの適用は不可能であり、給水量を抑制することで、水源の適正な開発及び給水事業の持続的な維持運営が可能となると考えられる。

また、市内の社会状況、開発状況を見ると、道路が無く各戸給水のための配水管設置が不可能な地域があり、公共水栓方式の適用が妥当と判断される。

以上より、一人一日給水量は以下とする。

各戸給水： 40 ㍑/人日（うち 10 ㍑/人日は既存井戸を使用）

公共水栓： 30 ㍑/人日（うち 10 ㍑/人日は既存井戸を使用）

上記の値は、開発調査時からの一貫した数値である。

以上から、市内の既存井戸からの給水量（10 ㍑/人）を除いた本計画での給水方式における年次毎の水需要量を推計すると表 3.2.2.1-2 のとおりとなる。

なお、各戸給水比率と公共水栓比率を、運用開始後の2005年では各々65%と35%に設定したが、都市計画に基づく開発地域の比率の上昇に伴い、各戸給水比率が、漸次、高まっていくことが想定されるため、2008年以降は各々80%と20%に設定する。

表 3.2.2.1-2 給水方式における水需要量の推移（m³/日）

年次	給水方式	給水人口（人）	水需要量	備考
2005年	各戸給水	50,000	1,500	各戸給水人口比率：65%
	公共水栓	27,000	540	公共水栓人口比率：35%
	計	77,000	2,040	
2007年	各戸給水	61,000	1,830	各戸給水人口比率：75%
	公共水栓	20,000	400	公共水栓人口比率：25%
	計	81,000	2,230	
2008年	各戸給水	66,000	1,980	各戸給水人口比率：80%
	公共水栓	17,000	340	公共水栓人口比率：20%
	計	83,000	2,320	
2009年	各戸給水	68,000	2,040	各戸給水人口比率：80%
	公共水栓	17,000	340	公共水栓人口比率：20%
	計	85,000	2,380	
2015年	各戸給水	80,000	2,400	各戸給水人口比率：80%
	公共水栓	20,000	400	公共水栓人口比率：20%
	計	100,000	2,800	

4) 既存水源井戸の揚水量および水質（全体水源開発計画）

既存水源井戸

本計画では、開発調査時の試掘調査井を生産井へ転用するとともに既存井を活用し、新規井戸は掘削しない。本計画で利用予定の既存水源井戸を表3.2.2.1-3に示し、それら

の位置を北西部水源地について図3.2.2.1-2に、キファ市内について図3.2.2.1-3に示す。

表3.2.2.1-3 本計画で利用予定の既存水源井戸

水源地	揚水方法(計画)	揚水計画井戸	現況
北西部水源地 (地下水)	水中ポンプ	JF-2, JF-5A, JF-7B, JF-13A, F-5, F-6	試掘調査井
キファ市内 地下水	水中ポンプ	No.127	給水車水源井戸
	ハンドポンプ	No.51, No.272, No.388, No.450, No.532, No.548, No.661, No.722, No.752, No.984, No.985, No.1039	周辺住民や水売り 人の水源、バケツ による手汲み

ここで、JF-2、JF-5A、JF-7BおよびJF-13Aについては、JICA 開発調査による試掘調査井で、F-5とF-6はSONELECによる試掘調査井である。F-6については水中ポンプが設置されているが、現在使用されていない。

No.127は給水車水源の井戸で市が所有している。ハンドポンプ設置用井戸は、水質が良い既存の井戸のうち、良く利用されている公共性の高い井戸である。これらの井戸は個人の所有ではあるが「モ」国の文化的な背景から公共の使用に供されており、本計画における使用については、各井戸周辺の住民への聞き取りにより問題ないことを確認している。

水源の水質

水源地の水質分布

北西部水源地においては未だ地下水開発がほとんど行われていないため、詳細な水質分布は明らかになっていない。大まかに、帯水層の透水性が悪く地下水の流動が遅い地域において塩分濃度が高い傾向がある。

市内既存井戸を水源として評価する場合、先ずその水質について把握することが重要である。開発調査の結果、塩分濃度、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、大腸菌群について、世界保健機関(WHO)の水質基準を超える水質分布が明らかとなっている。

キファ市の地下水の、飲料水としての適用性を評価すると、図3.2.2.1-4に示すように区分することができる。なお、大腸菌群については塩素類の薬品により滅菌できることから、評価の指標とはしていない。キファ市の地下水の水質を総合的に評価すると、市街地をはずれた地域(特に市の北西部)で水質が良く、飲料水として利用できると考えられる。市街地中心部では、硝酸性窒素或いはアンモニア性窒素による水質汚染が広範囲に及んでおり、飲料水として利用できる地域は狭い範囲に限られている。これら飲料水として利用できるキファ市内の既存井戸は水源保護対策を講じながら有効に活用することとし、本計画の中でも公共性が高く水質の良い井戸についてはハンドポンプを設置することとする。

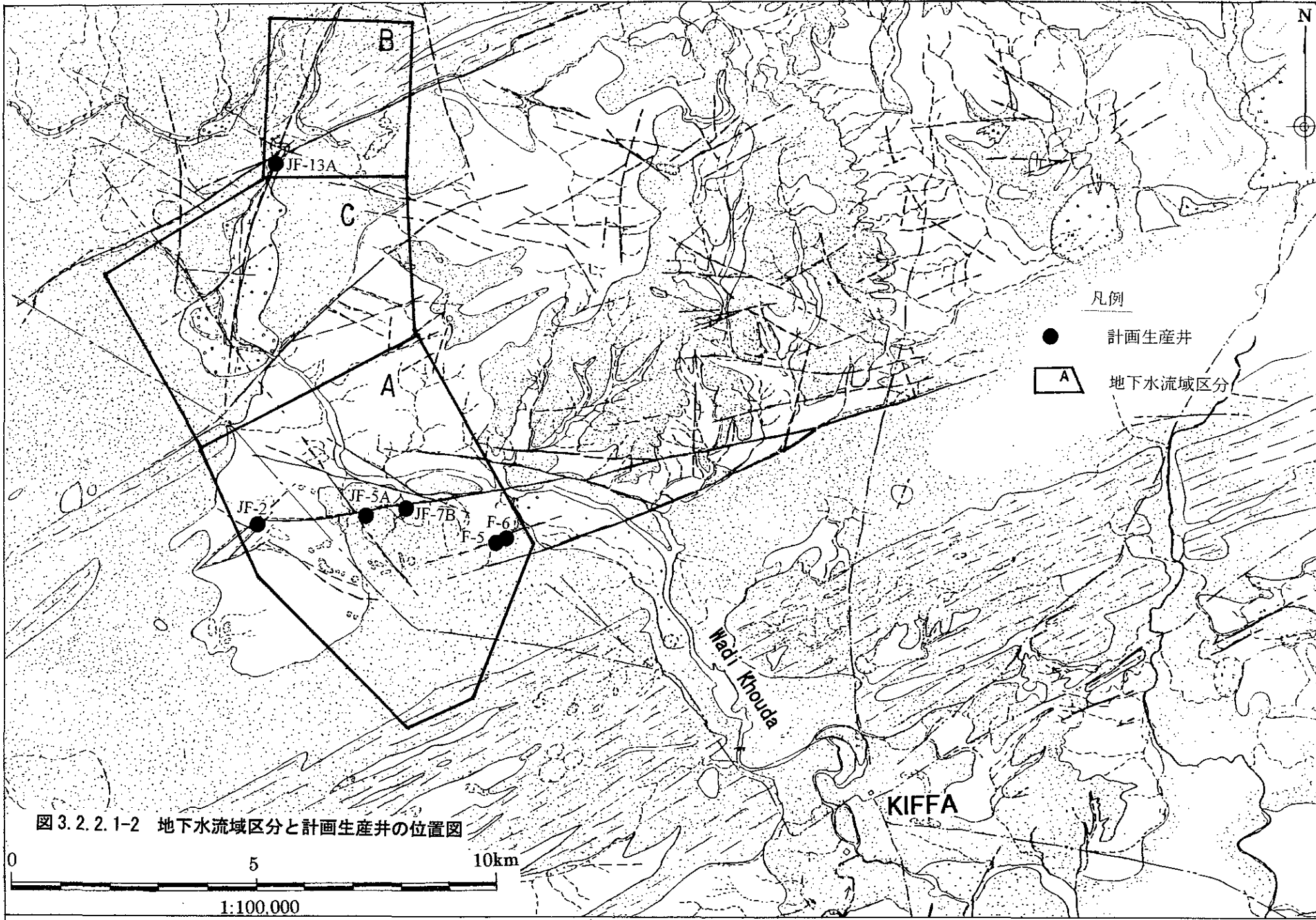


図 3.2.2.1-2 地下水流域区分と計画生産井の位置図

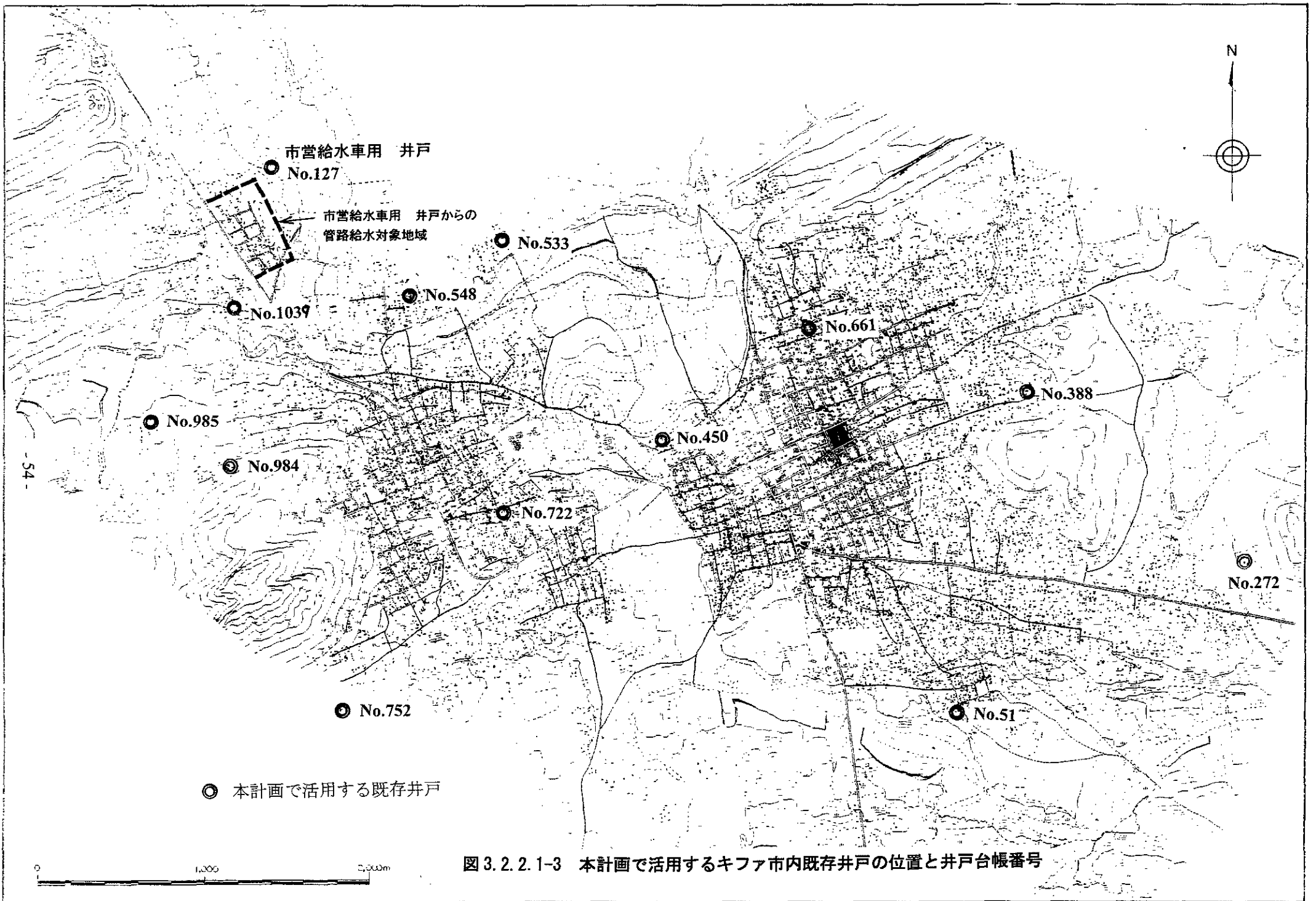


図 3. 2. 2. 1-3 本計画で活用するキファ市内既存井戸の位置と井戸台帳番号

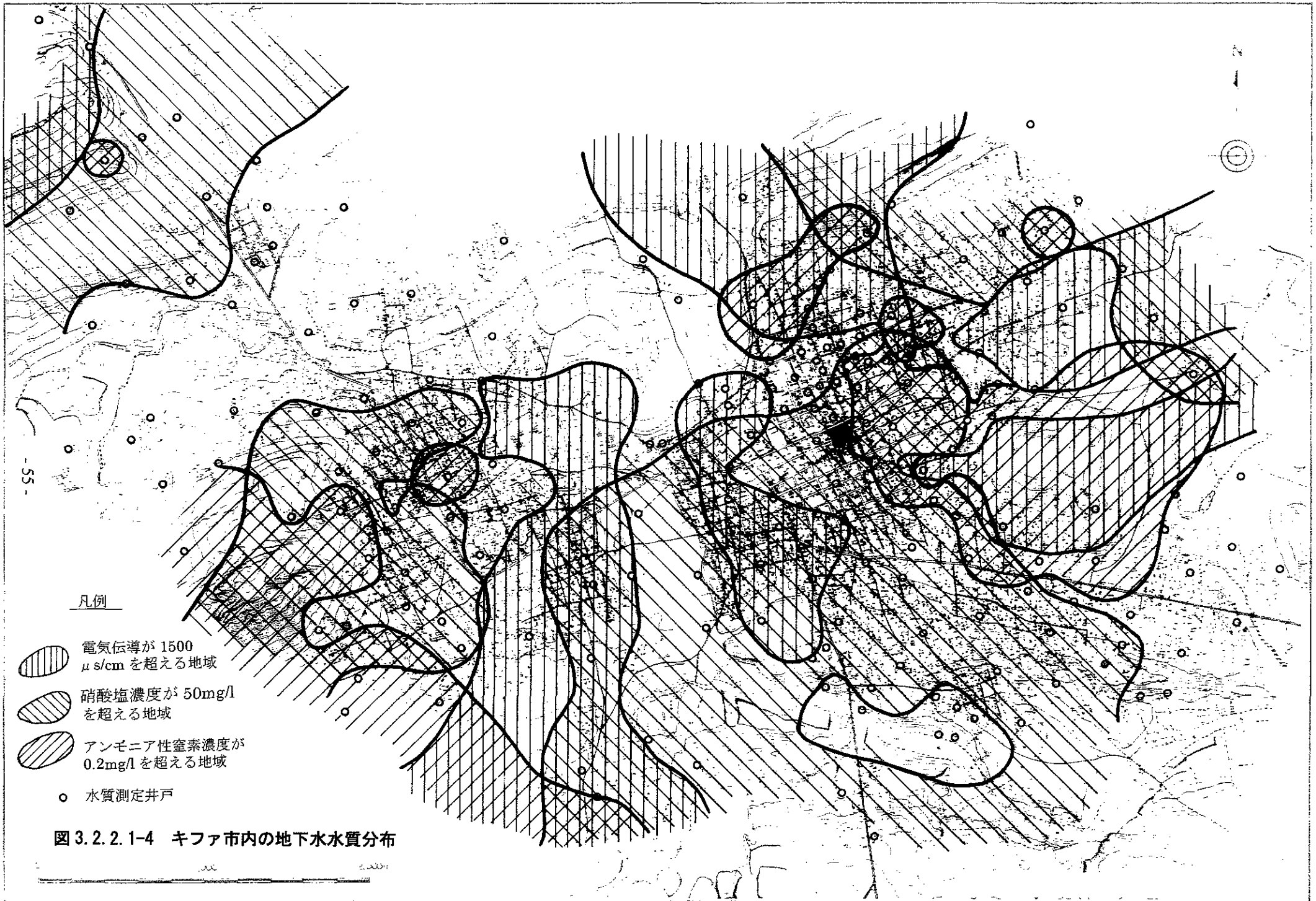


図 3.2.2.1-4 キファ市内の地下水水質分布

各水源井戸の水質

2001年4月に実施した、本計画で利用予定の全井戸の水質試験結果を添付資料10の表A10-2に示す。本計画で利用予定の市北西部の試掘調査井6井については、JF-13Aにおいて大腸菌群と一般細菌が検出された他は基準値よりもかなり低い値である。従って、これらの井戸については、塩素殺菌を行えば、飲料水として良好である。JF-13A付近には家畜用の井戸があり、井戸周囲に羊、牛、ラクダ等の家畜の糞が非常に多く、これが細菌類の汚染源になっていると考えられる。対応策として、生産井の周囲に家畜の進入を防止する柵を作り、汚染源の井戸は汚染物質が入らない構造にする必要がある。その他5本の試掘調査井についても将来家畜が集まる井戸とならないよう、同様に柵を設置する必要がある。

ハンドポンプの設置を予定している市内の既存井については、全ての井戸で大腸菌群と一般細菌が検出された。従って、各家庭の貯水槽で、漂白剤として安価に市販されているJavel(次亜塩素酸ナトリウム)による滅菌を行う必要がある。

これらの市内の既存井には蓋が無く、井戸口元が常に開口しており、地表からの汚染を受けやすい井戸構造となっている。一方、同じ市内に位置する給水車用の既存井においては、ポンプが設置され井戸に完全に蓋がされているため、細菌類は検出されていない。従って、市内の既存井については、ハンドポンプを設置し井戸口元を完全に塞ぐとともに井戸周囲の排水を良くすることで、糞便からの細菌類や硝酸性窒素の汚染は防止できるものと考えられる。

また、ハンドポンプ設置予定であった水利局敷地内に位置するNo.1井戸では、電気伝導度と硝酸性窒素濃度が高く飲料水として適していない。これらの成分は急に改善することは無いと考えられる。従って、No.1の井戸はハンドポンプ設置の対象からはずし、代わりに本計画で水道管が設置されない地域に位置するNo.984の井戸を対象とした。

地下水開発可能量

北西部水源地の地下水開発可能量

開発調査での試掘調査の結果、キファ市北西部の12km～20km地点において、割目の多いペライト(泥質岩)の表層風化部、特に断層沿いに水質の良い地下水が多く賦存していることが明らかとなった。

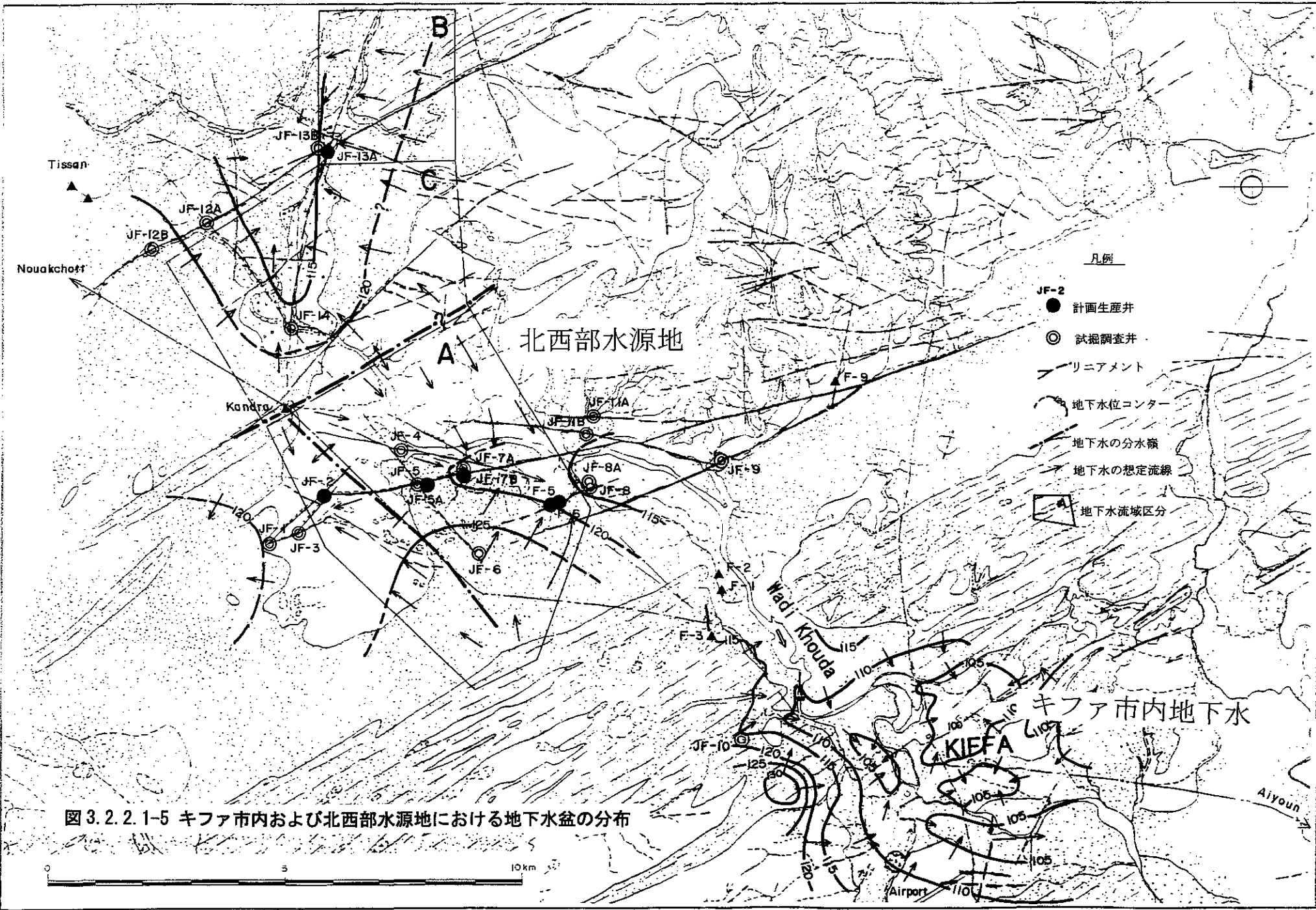
開発調査で明らかとなった水源地の地下水盆の分布を図3.2.2.1-5に示す。この図に設定した地下水の流域区分毎に、その区域面積と年間降水量および降水の地下浸透率から地下水涵養量を算定した。年間降水量は1991年～2000年の過去10年間の年間平均降水量である249.8mm/年を採用し、降水の浸透率としてはキファ市の水収支検討から得られた10%を採用した。区域の開発可能量(安全揚水量)としては、涵養量の80%に設定した。このようにして求めた各区域毎の、地下水涵養量と地下水開発可能量の計算結果を、表3.2.2.1-4に示す。

表 3.2.2.1-4 北西部水源地の地下水涵養量と地下水開発可能量

地下水 流域区分	面積 (km ²)	涵養量 (m ³ /年)	開発可能量 (m ³ /年)	現在の推定揚 水量 (m ³ /年)	生産井 (計画)
A 区域	34	850,000	680,000	5,000	JF-2, JF-5A, JF-7B, F-5, F-6
B 区域	9	220,000	180,000	3,000	JF-13A
小計	43	1,070,000	860,000	8,000	-
C 区域	21	520,000	420,000	10,000	将来新規に開発を行なう
合計	64	1,590,000	1,280,000	18,000	-

この表に示したように、本計画で生産井への転用を予定している 6 本の試掘調査井が位置する A と B 区域における涵養量は 1,070,000m³/年程度、開発可能量は 860,000m³/年程度である。また、将来 A 区域と B 区域の間に位置する C 区域で地下水開発を行った場合、3 区域合計の涵養量は、1,590,000m³/年程度、その開発可能量は 1,280,000m³/年程度となる。

一方、それぞれの地区における現在の揚水状況は次のとおりである。A 地区にはコウダ・ワジの河床に浅井戸が 10 数本あるのみで、村落の生活用水および小規模な灌漑用水として使われている。B 区域で使われている井戸は、家畜の水飲み場となっている井戸 1 本だけである。C 区域には、カンドラ (Kandra) の集落への太陽光給水システム (共同水栓型) の水源である深井戸が 1 本使われている他、浅井戸が約 20 本あるのみである。これらの既存井戸による現在の推定揚水量は、表 3.2.2.1-4 に示したように開発可能量に比べて非常に少ない。



キファ市内の地下水開発可能量

地下水の雨季と乾季の水位差と帯水層の有効間隙率から、領域内の降雨浸透による地下水貯留の増分を算定し、これを涵養量とした。

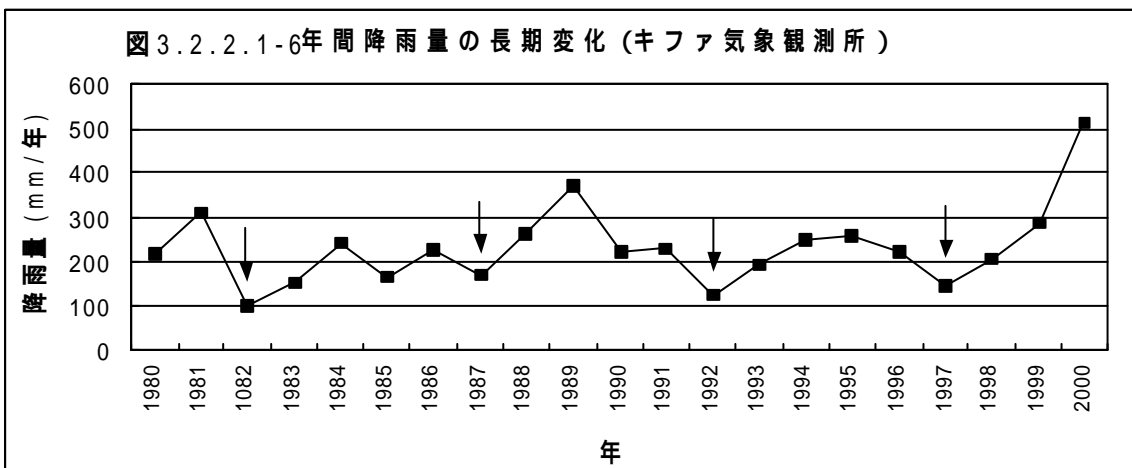
キファ市の雨季と乾季の地下水位差は、1997年4月から1998年6月までの水位観測結果から約70cm程度であり、帯水層の面積を21.1km²、有効間隙率を2%とすると、キファ市の地下水涵養量は表2.2.1-5のように概算される。また、キファ市の帯水層は透水性の低い基盤岩の風化層であるため、適正揚水量の観点から、地下水開発可能量は涵養量の80%程度が限界であると想定される。従って、キファ市における地下水開発可能量は年間240,000m³程度であると推算される。

ただし、1997年は年間降水量が147.9mmと渇水年であり、乾季の終盤には約半数の井戸が枯れてしまった年であった。1991年～2000年の過去10年間の年間平均降水量である249.8mm/年から通常年の値を推定すると、地下水涵養量は510,000 m³/年程度、地下水開発可能量は410,000 m³/年程度となる。

表 3.2.2.1-5 キファ市の推定地下水涵養量と開発可能量

	地下水涵養量 (m ³ /年)	地下水開発可能量 (m ³ /年)	地下水揚水量 (m ³ /年)	過剰揚水量 (m ³ /年)
渇水年(1997)	300,000	240,000	330,000(1997)	90,000(1997)
通常年(10年平均)	510,000	410,000	360,000(2000)	-50,000(2000)

一方、現在のキファ市の人口と一人当たりの水使用量から、地下水揚水量は1997年では330,000m³/年、2000年では360,000m³/年と推計される。1997年の渇水年では可能揚水量を約90,000m³/年程度上回っていると考えられる。通常年では過剰揚水にいたっていないが、年間降雨量がおおよそ200mmを下回る年には過剰揚水となり井戸枯れが発生するものと考えられる。1980年から2000年までの過去21年間で200mm以下の年は、7回あり1/3の確率で発生している。また、極端な渇水年は図3.2.2.1-6に示すように5年の周期で発生している。キファ市内の地下水は岩盤中に分布しているものの、降雨の影響を直接受ける不圧地下水である。従って、キファ市内の地下水の開発においては、このように頻発する渇水年を想定しておく必要がある。



全体水源開発計画（地下水開発計画）

キファ市において、生活用水として利用されている水源は地下水のみである。各水源地の地下水開発可能量、現在の揚水量および将来の水需要をもとに全体水源開発計画を策定すると、表 3.2.2.1-6 に示すとおりとなる。

表 3.2.2.1-6 全体水源開発計画

単位: m³/年

水源地		開発可能量	2000年	2005年	2008年	2010年	2015年	2018年
北西部 水源地	A 区域	680,000	5,000	537,000	636,000	677,000	680,000	680,000
	B 区域	180,000	3,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
	C 区域	420,000	10,000	10,000	10,000	10,000	305,000	420,000
	小計	1,280,000	18,000	727,000	826,000	867,000	1,165,000	1,280,000
キファ市内		410,000 (240,000)*	360,000	317,000	341,000	359,000	240,000	240,000
合計		1,690,000	540,000	1,044,000	1,167,000	1,226,000	1,405,000	1,520,000

(*)*: 渇水年における開発可能量

北西部水源地における地下水開発可能量は合計 1,280,000 m³/年である。一方、現在の揚水量は 18,000 m³/年と開発可能量の 1.4% と非常に少ない。現在 A 区域には 5 本の試掘調査井が B 区域には 1 本の試掘調査井があるが、これら 6 本の試掘調査井を生産井に転用すれば、両区域の地下水開発可能量である 860,000 m³/年を全て開発できる。ただし、A 区域および B 区域の計画揚水量は 2010 年には 857,000 m³/年となり水源に余裕が無くなるため、2011 年からは C 区域で新規に地下水開発を行う必要がある。この C 区域での新規地下水開発に成功すれば、2018 年までのキファ市の水需要は北西部水源地での地下水開発で間に合うことになる。

約 1000 本の既存井戸を水源とするキファ市内の地下水については、2000 年の揚水量が 360,000 m³/年であるが本計画による給水施設が完成すると 2005 年には 317,000 m³/年に削減できる。これは、給水施設完成後には現在 SONELEC が運営している給水車(8m³) 4 台による給水事業が廃止される予定となっており、市内の給水車水源井戸の揚水量が減少するためである。しかし、1 人あたりの水需要(各戸給水 40 リットル/人、公共水栓 30 リットル/人)の内 10 リットル/人は市内の既存井戸でまかなう計画となっているため、2010 年までは市内地下水の揚水量が漸増する。2011 年以降に北西部水源地 C 区域で新規の地下水開発が行われると、渇水年における地下水開発可能量である 240,000 m³/年にまで市内地下水の揚水量を削減することが望ましい。

2018 年以降のキファ市の水源については、キファ市東方の砂岩地帯での地下水開発の可能性が高い。ヌアクショットとネマ間の「希望の道」建設期間中の 1979 年に、キファ東方 23km 地点 (PK23) では 5 本の深井戸の掘削が行われ(表 3.2.2.1-7 参照)、内 2

本が成功し、揚水量 17m³/h(149,000 m³/年)の深井戸 FM3A と揚水量 20 m³/h(175,000 m³/年)の深井戸 FM3B が設置された。これらの井戸は道路建設後も家畜用の水源として 1997 年頃まで使用されていたが、現在では老朽化により放棄されている。平均的な井戸寿命は 30 年程度であるが、新規水源開発が必要となる 2018 年にはこれらの既存井戸は建設後 40 年が経過していることになる。従って、これらの既存井戸はそのまま利用することは出来ず、同地域で新たに地下水開発を行う必要がある。一方、道路建設時の 5 本の深井戸掘削においては、空中写真判読によるリニアメント上で掘削しているが、FM3A から僅か 154m 離れた FM3C の掘削では 1.5 m³/h、FM3A から 367m 離れた FM3G では 0.7m³/h の揚水量しか得られていない。この地域の砂岩は粒子間がセメンティングされて緻密であるため、地下水は砂岩の破砕部に集中して賦存している。従って、この地域における将来の地下水開発の可能性は高いが、その効率的な実施のためには、空中写真判読及び現地踏査によるリニアメントの確認と電気探査によるリニアメントの位置の特定が必要となる。また、持続的な地下水開発を行うために、総合的な水文地質調査を行い同地域の地下水開発可能量を算定する必要がある。

表 3.2.2.1-7 キファ東方 23km 地点の既存深井戸

井戸番号	井戸深度	静水位	揚水量	水位降下	現況
FM 3A	113.5m	17m	17m ³ /h	20m	水中ポンプが設置されていたが 1997 頃から老朽化のため放置されている
FM 3B	98m	20m	20m ³ /h	25.2m	水中ポンプが設置されていたが 1997 頃から老朽化のため放置されている
FM 3C	110m	21	1.5 m ³ /h	-	揚水量不足のためケーシング挿入しないで放棄された
FM 3D	119.3m	20.9m	8 m ³ /h	58m	水位降下量大きく、水位回復遅いためケーシング挿入しないで放棄された
FM 3G	120m	-	0.7 m ³ /h	-	揚水量不足のためケーシング挿入しないで放棄された

本計画での揚水計画

上記の全体水源開発計画を基に、本計画による水源地ごとの揚水計画をまとめると表 3.2.2.1-8 に示すようになる。

表 3.2.2.1-8 本計画での水源地ごとの揚水計画 単位: $\text{m}^3/\text{年}$ ($\text{m}^3/\text{日}$)

水源地	2005年	2006年	2007年	2008年	2010年	2015年	生産井(計画)
北西部水源地 A 区域	532,000 (1,456)	563,000 (1,543)	599,000 (1,640)	631,000 (1,727)	672,000 (1,841)	675,000 (1,850)	JF-2, JF-5A, JF-7B, F-5, F-6
北西部水源地 B 区域	177,000 (485)	177,000 (485)	177,000 (485)	177,000 (485)	177,000 (485)	177,000 (485)	JF-13A
北西部水源地 C 区域	0	0	0	0	0	295,000 (807)	2011 年から「モ」側 が新規に開発を行な うことを想定
市内 Belemtar 地区	36,000 (99)	37,000 (102)	38,000 (105)	39,000 (108)	42,000 (114)	48,000 (132)	No.127 (市所有井戸)
小計 (水道施設)	745,000 (2,040)	777,000 (2,130)	814,000 (2,230)	847,000 (2,320)	891,000 (2,440)	1,195,000 (3,274)	
市内既存井 (10リットル/人)	281,000 (770)	288,000 (790)	296,000 (810)	303,000 (830)	318,000 (870)	192,000 (526)	ハンドポンプ設置 12 箇所を含む既存井戸
合計 (全給水量)	1,026,000 (2,810)	1,065,000 (2,920)	1,110,000 (3,040)	1,150,000 (3,150)	1,209,000 (3,310)	1,387,000 (3,800)	

各水源井戸の適正揚水量と計画揚水量

市内 Belemtar 地区の市所有の既存井については、本計画での計画揚水量 $108\text{m}^3/\text{日}$ (2008年)に比べ、SONELEC が運営する給水車 4 台による揚水の廃止に伴う削減量約 $300\text{m}^3/\text{日}$ の方が十分に大きい。従って、計画揚水量は十分に適正揚水量以下に設定されている。

ハンドポンプ設置予定の市内既存井 12 箇所については、現在、No.450 や No.661 等の揚水量の多い井戸では約 $26\text{m}^3/\text{日}$ 程度の揚水が行われている。ハンドポンプ設置による揚水量は、ハンドポンプの揚水能力と計画運転時間から $6.19\text{m}^3/\text{日}$ とする (2-2-10 市内既存井戸改善計画を参照)。1 箇所の井戸にハンドポンプを 2 台設置した場合でも揚水量は $12.38\text{m}^3/\text{日}$ に半減する。従って、ハンドポンプ設置には、市内地下水を揚水規制する効果がある。ハンドポンプ 1 個設置井戸 10 箇所、ハンドポンプ 2 個設置 2 箇所で、合計 14 個のハンドポンプを市内の既存井戸に設置すると、その計画揚水量は $87\text{m}^3/\text{日}$ となり、市内既存井による計画揚水量である $830\text{m}^3/\text{日}$ (2008年)に対する不足分 $743\text{m}^3/\text{日}$ は、これまでどおり市内に約 1000 本ある既存井戸から伝統的なバケツによる手汲みで揚水されることになる。ただし、伝統的な井戸からの手汲みの水は衛生的でないため、洗濯や水浴などの飲用以外の生活用水として使用することが望ましい。ソフトコンポーネントにおいて実施する住民への衛生教育において、伝統的井戸の利用方法について啓蒙することとする。

本計画における主要水源となる北西部水源地の揚水計画井戸については、開発調査時と今回の揚水試験から求めた各試掘調査井の適正揚水量と計画揚水量を表 3.2.2.1-9 に示す。

表 3.2.2.1-9 揚水試験の結果による適正揚水量

井戸番号	開発調査時の揚水試験による適正揚水量	今回の揚水試験による適正揚水量	計画揚水量	備考
JF-2	11 m ³ /h	10 m ³ /h	8 m ³ /h ^{*1}	^{*1} ストレーナーの位置より水位下げない
JF-5A	5 m ³ /h	5 m ³ /h	5 m ³ /h	
JF-7B	18 m ³ /h	15 m ³ /h	10 m ³ /h ^{*2}	^{*2} ストレーナーの位置より水位下げない
JF-13A	30 m ³ /h	25 m ³ /h	25 m ³ /h	
F-5	75 m ³ /h	45 m ³ /h 以上 ^{*3}	37 m ³ /h	^{*3} 井戸径 150mm 用水中ポンプの限界揚水量
F-6	-	18.1 m ³ /h 以上 ^{*4}	15 m ³ /h	^{*4} 井戸径 100mm 用水中ポンプの限界揚水量
合計	139 m ³ /h	118 m ³ /h 以上	100 m ³ /h	

F-5 と F-6 についてはポンプの最大揚水量でも限界揚水量に達していないため、設置されているケーシングの径（F-5 が 7 インチ、F-6 が 4.5 インチ）に挿入できる水中ポンプの揚水能力から適正揚水量と計画揚水量を決定した。

ストレーナーの位置より水位を下げた場合、ストレーナーの目詰まりや水中ポンプの故障の原因となる。ストレーナーの位置まで水位を下げない揚水量を今回の揚水試験で確認し、計画揚水量を設定した。これにより、JF-2 と JF-7B については適正揚水量より計画揚水量が少なくなっている。

これら 6 本の試掘調査井を生産井に転用した場合の計画揚水量は 100m³/h となる。

(2) 全体施設配置計画

本計画は、衛生的な給水システムが整備されていないキファ市に、キファ市北西部に位置する水源深井戸（開発調査時の調査井戸及び SONELEC の既存深井戸）から導水し、送水ポンプ場と安定した水量・水圧で配水するための配水池を建設し、キファ市街地に衛生的な安定した水を配水しようとするものである。

本計画には、以下に示す主要施設整備が必要である（巻頭全体施設配置計画図参照）。

地下水を揚水するための水源深井戸揚水ポンプ場の整備。

水源深井戸から送水ポンプ場まで、水を導水するための導水管路の布設。井戸からの地下水を受け、それを配水池まで送水するための送水ポンプ場の建設。

送水ポンプ場から配水池まで、水を送水するための送水管路の布設。

配水区域に水を配水し、また異常時の一定量確保、ピーク時の配水量調整の機能をもつ配水池の建設。

配水池から配水区に水を配水するための配水本管の布設。

(3) 設計条件

1) 計画地（対象給水区域）の面積及び標高

本計画で給水計画の対象とする地域は、市街地区域（東西約 5km、南北約 4km の範囲）とする。

キファ市内の地形の特徴は、中央をコウダ・ワジが流れ同市をほぼ東西に 2 つに分断し、ワジに向かってなだらかに地形が傾斜している。市街地域の標高は、中央部のワジ周辺部が標高約 115m と低く、西側地区は 135m 程度まで地形が傾斜し、東側地区は 125m 近辺までなだらかに傾斜する地形である。

また、同市外から同市南西部の入口部まで固定砂丘が続いており、この固定砂丘が配水池の建設予定地となる高台（標高約 169m）である。

送水ポンプ場は、配水池と水源深井戸の中間部に位置し、配水池との標高差を考慮しポンプ設計に有利となる国道 3 号線沿いの地盤標高が高い（標高約 152m）地点に選定した。

2) 計画諸元

計画時間最大給水量の時間係数

24 時間給水の場合、水使用は朝及び夕方にピークとなり夜間は使用されず変動が生じるが、本計画では、時間給水を適用するので時間変動がないと考えられる。したがって、時間係数は 1.0 とする。

計画目標年次

給水計画の目標年次は、施設の耐用年数及び建設期間がかなり長期にわたること、特に管路の場合は、配水量の増加に見合って段階的に能力を増大させることが困難であるため、施設は長期的な見通しのうえで計画する必要がある。

このため、都市の規模及び発展状況によって一般的に 5～20 年の範囲で設定されている。一方、本計画の場合、キファ市は対象人口が約 7 万人で、「モ」国で第 3 の都市であり、内陸輸送の重要中継点に位置し、都市計画も策定され、今後 5 年程度は着実な発展が予想されることから、施設完成後 4 年程度先を目標年次とすることが妥当である。

したがって、本計画の目標年次は、2008 年とする。

計画一人一日最大給水量

各戸給水： 40 ㍓/人日（うち 10 ㍓/人日は既存井戸を使用）

公共水栓： 30 ㍓/人日（うち 10 ㍓/人日は既存井戸を使用）

計画一日最大給水量 : 2,320 m³

本値は、以下のように求められる。

$$\begin{aligned} Q &= 66,000 \times 30 + 17,000 \times 20 \\ &= 2,320,000 \text{ リットル} \\ &= 2,320 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

ここに、

Q : 計画一日最大給水量 (m³)

2008年の各戸給水人口 : 66,000人

2008年の各戸給水一人一日最大給水量 : 30リットル/人日

2008年の公共水栓人口 : 17,000人

2008年の公共水栓一人一日最大給水量 : 20リットル/人日

3) 給水計画

基本方針

a) 水源

水源としては、3.2.2.1、4)項で詳述したように、キファ市周辺の水源地区における持続可能な地下水の開発可能量は、総計で年間128万m³程度と評価されており、水需要を適正に抑制することにより、2008年の需要を満たすことができるものと考えられる。

一方、市内に残された水質の比較的良好な既存の井戸について、開発調査における詳細な水質分析、及び今回の調査により飲用水として使用可能な井戸が特定されており、水質保全策と共に、飲用水給水源として給水計画に考慮する。

b) 給水計画

現在使用しているキファ市内の地下水の汚染は重大で、新たな水源による飲用水供給は緊急の課題である。一方、サブサハラの内陸乾燥地帯、少ない雨量、限られた賦存量、人口の急増等の状況を考えれば、水資源は極めて重要であり、水需要はある程度抑制されなければならない。また、市内の社会状況、開発状況を見ると、各戸給水の配水管設置のために必要な道路配置が整備されていない地域が存在があり、各戸給水と公共水栓の混在する方式を考える。また、本給水計画での各戸給水に対する計画給水量として40リットル/人・日を設定したが、同時に、使用量を実効をもって抑制する必要がある、そのための方法として時間給水を導入する。

時間給水

前述したように、キファ市周辺の水資源は限られており、何らかの使用量抑制方を講じる必要がある。本計画では、その一方法として「モ」国でも一般的に採用されている時間給水方式を適用する。給水時間は、以下に示す検討の結果、西地区と東地区で、それぞれ7時間とするのが妥当である。

a) 前提条件

時間給水を実施する上で考慮すべき点は以下のとおりである。

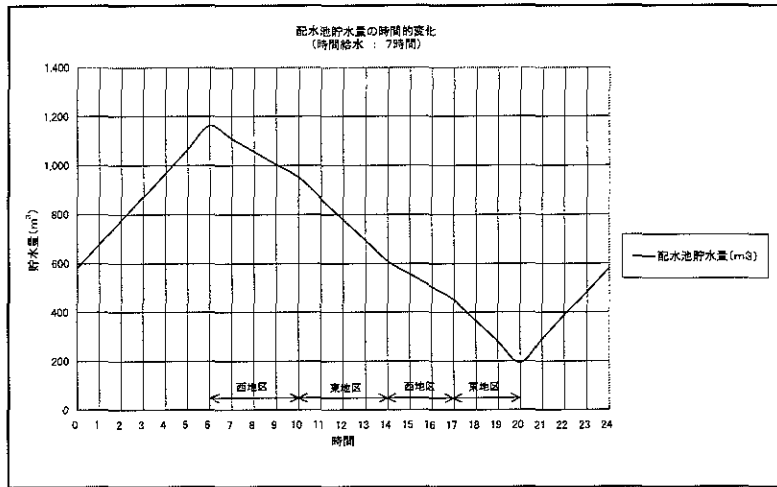
- λ 時間給水の対象区域及び給水時間は、配水施設が過大にならない範囲で設定する。
- λ 給水時間の設定にあたっては水使用量が最も大きい時間帯（朝7時～9時、夜6～8時）を考慮する。
- λ 時間給水を実施するためには、人力によるバルブの開閉が必要になるが、対象となるバルブ数が多すぎて維持管理に多大の労力と費用がかからないよう配慮する。
- λ 主要管路が事故で破損した場合でも、給水区域全体に水がある程度供給されるような管網計画とする。
- λ 管網の検討は、決められた給水時間内に住民が所定の給水量を確保または消費するものとして行う。

b) 時間給水の区域分け

キファ市はコウダ・ワジを隔だてて西側と東側の二つに市街地が広がっており、管網も西地区と東地区とでほぼ独立した管網が形成される。従って、時間給水区域は西地区と東地区の2地区に分けることとする。

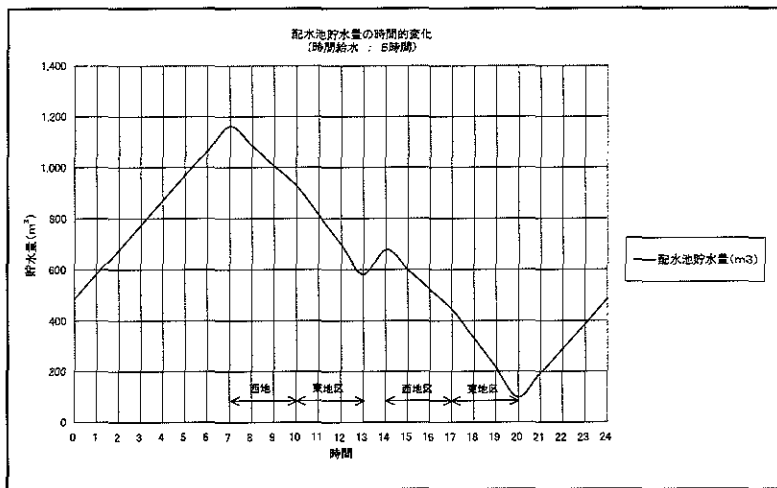
c) 給水時間及び時間帯の設定

時間給水においては、住民がその時間帯に一齐に水を使用し短時間に多量の水消費が行われると想定される。その際、配水池貯水量がゼロ以下になり、その結果配水管路内が負圧の状態にならないよう給水時間及び時間帯を設定する必要がある。上述の前提条件を考慮して、7時間、6時間及び5時間の3ケースについて給水時間の経過による配水池貯水量の時間的変化を検討した。その結果を図3.2.2.1-7、3.2.2.1-8及び3.2.2.1-9にそれぞれ示す。



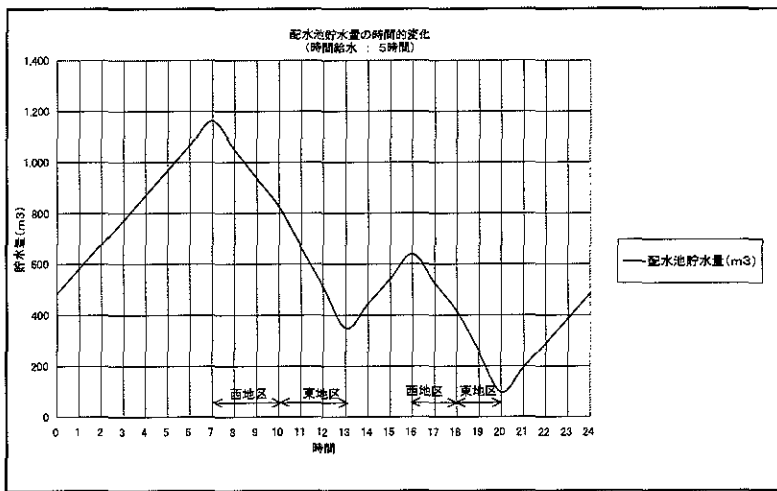
西地区 6:00～10:00
14:00～17:00
東地区 10:00～14:00
17:00～20:00

図 2.2.1-7 配水池貯水量の時間的変化 (7時間)



西地区 7:00～10:00
14:00～17:00
東地区 10:00～13:00
17:00～20:00

図 2.2.1-8 配水池貯水量の時間的変化 (6時間)



西地区 7:00～10:00
16:00～18:00
東地区 10:00～13:00
18:00～20:00

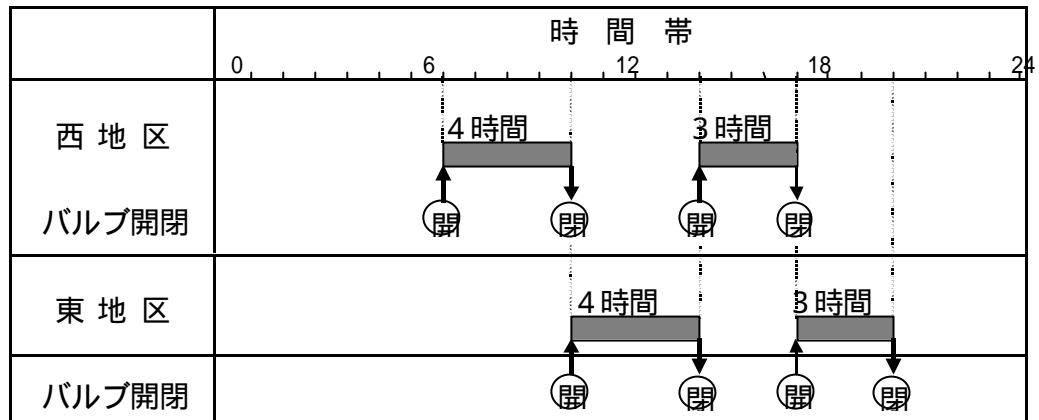
図 2.2.1-9 配水池貯水量の時間的変化 (5時間)

- ・ 住民が決められた給水時間内に所定の給水量を消費するものとし、その他の時間帯は消費されず、送水ポンプ場から所定の水量が配水池に送水されるものとする。
- ・ グラフ上の下降線は水が消費されている状態を表し、上昇線は消費されず配水池に貯水されている状態を表す。

これらの結果からわかるように、5時間及び6時間給水においては、東地区への給水時間終了後の配水池貯水量が約90m³と少なくなり、日最大給水量を記録する時期には貯水量がゼロ以下になる危険性がある。従って、7時間給水を採用する。

7時間給水の場合の1日の時間給水実施スケジュールを図3.2.2.1-10に示す。

図3.2.2.1-10 時間給水実施スケジュール(7時間給水)



送水専用管の設置

配水管網は、時間給水がより確実に実行できること、両地域への正確な配水量の監視ができること、またバルブ開閉作業を極力少なくし、維持管理にかかる労力・費用が最小限にできること等を考慮し、西地区と東地区を完全に分離できる構成とする。このため、配水池から東地区に送水する専用管を設ける。ただし、緊急時等における両地域間相互の水の融通を確保するため、両地域の管網を接続する配水本管を設け、平常時は同接続管に設置されたバルブを閉じておく。

給水施設概要

本計画の給水施設概要は、表3.2.2.1-10に示す通りである。

表 3.2.2.1-10 給水施設概要

本計画の施設	「モ」国実施分	日本国実施分
(1)揚水ポンプ場の建設		開発調査時試掘井戸：4本 SONELECの既存井戸：2本 合計6本の井戸を生産井に転用し揚水ポンプ場を建設する。
(2)導水管布設（口径100～200mm）		約31.5km（ダクタイル鋳鉄管）
(3)送水ポンプ場の建設		1箇所
(4)送水管（口径250mm）の布設		約8.8km（ダクタイル鋳鉄管）
(5)配水池の建設		1,160 ³ m x 1基
(6)配水本管（口径63～250mm）の布設		約42.5km（送水専用部：ダクタイル鋳鉄管、配水管：PVC）
(7)配水枝管の布設	約52km（PVC）：材料調達及び工事共	
(8)各戸給水管の接続工事	一式	
(9)ハンドポンプの設置		13箇所
(10)公共水栓の設置		39箇所
(11)高架水槽の建設		1基（10m ³ ,H=10m）
(12)電気配線工事	既存発電所から送水ポンプ場及び各生産井揚水ポンプ場まで： L=約23km、材料調達及び工事共	

4) 施設計画

基本方針

a) 施設規模設定における留意事項

各給水施設の規模は、本計画の目標年次（2008年）における市内既存井戸による給水量（10ℓ/人・日）を除いた給水原単位（30ℓ/人・日）、計画人口、整備範囲等に基づいて設定する。施設規模の設定における留意事項は、表3.2.2.1-11に示すとおりである。

表 3.2.2.1-11 施設規模設定における留意事項

主要施設	規模設定の留意事項
揚水ポンプ場	本計画の現地調査で実施した揚水試験で確認された安全揚水量から計画揚水量を決め、井戸の稼働率を勘案した必要揚水量に見合う揚水ポンプを選定する。
導水管路	各井戸から送水ポンプ場までの管路である。揚水ポンプの揚程が過大とならず、かつ送水ポンプ場での有効水頭が確実に受水槽に流入可能な水頭となるように管路口径を設定する。
送水ポンプ場	各井戸から導水管路によって運ばれてきた水を一旦受け入れ、ここから市内の高台に設置される配水池まで圧送するためのポンプ場である。本計画の送水ポンプ場の土木・建築計画は、将来のポンプ増設を考慮するとともに、ポンプ施設の維持管理用スペースを考慮して策定する。
送水管路	送水ポンプ場から配水池までの管路である。送水ポンプの揚程が過大とならず、かつ配水池での有効水頭が確実に配水池に流入可能な水頭となるように管路口径を設定する。
配水池	目標年次（2008 年）における計画一日最大給水量の 1 2 時間分が貯水可能な容量とする。
配水本管	配水支管末端での最小給水圧（ 1.0kg/cm^2 ）及び公共水栓での最小給水圧（ 0.5kg/cm^2 ）が確保できるように管路口径を設定する。また、配水本管の主要管路の一部が事故で破損した場合でも、給水圧が極端に低下しないような管網を考慮する。

b) 施設設計における留意事項

本計画の施設設計においては、「モ」国の都市給水システムの現状を考慮し、建設費が安価で、維持管理が容易であり、かつ維持管理費の低減が図られるよう、以下の点を考慮する。

表 3.2.2.1-12 施設設計における留意事項

項目	留意事項
配水方式	市内の高所に配水池を配置し、自然流下方式による配水とする。
管布設ルート	管路の計画ルートにおいて、岩が地上に露出している箇所では、地上配管の適用を検討する。また、ワジ横断部では降雨時に管路が損傷を受けないような防護方法及び布設方法を検討する。
管材料	「モ」国で一般に適用されている管種及び管径のものを使用する。特に、導水管路、送水管路及び配水本管の配水池と配水管網の接続管等の主要管路については、十分な強度があり、かつ耐久性に優れたダクタイル鋳鉄管を採用する。
管路の埋設深さ	管路の土被りは、砂や粘土層地盤では、「モ」国で一般に適用されている 1.0m 以上とする。表層が砂層で、下部層が岩盤の場合は、0.6m とする。
導水ポンプ設備	「モ」国において、スペアパーツの調達が可能なものを選定する。
送水ポンプ設備	「モ」国において、スペアパーツの調達が可能なものを選定する。
ハンドポンプ	「モ」国で一般的に適用され、スペアパーツの調達が容易なものを選定する。
塩素投入設備	塩素消毒剤は「モ」国で入手が容易なものとする。また、投入設備は維持管理が容易となるような方式を採用する。
設計基準	「モ」国の設計基準は整備されていないので、日本の設計基準に従って設計する。

設計条件

前述の計画諸元及び施設計画の基本方針に従って設定した設計条件は、表 3.2.2.1-13 のとおりである。

表 3.2.2.1-13 施設計画の設計条件

項目	設計条件		備考
計画目標年次	2008 年		
計画人口	83,000 人		
・各戸給水	66,000 人		計画人口の 80%
・公共水栓	17,000 人		計画人口の 20%
計画一人一日最大給水量			
・各戸給水	30 ㍓/人・日		現地調査結果より設定
・公共水栓	20 ㍓/人・日		現地調査結果より設定
計画一日最大給水量	2,320 m ³ /日	計画人口 x 計画一人一日最大給水量	
配水支管末端の最小給水圧			
・各戸給水	1.0 kg/cm ²		「モ」国規準による
・公共水栓	0.5 kg/cm ²		「モ」国規準による
配水池容量	一日最大給水量の 12 時間分		「モ」国規準による
管種			
・導水管路	ダクティル鑄鉄管		「モ」国で一般的
・送水管路	ダクティル鑄鉄管		
・配水本管	PVC 管		
・配水支管	PVC 管		
・公共水栓取付管	ポリエチレン管		
管路埋設土被り	1.0 m (砂・粘土層)		「モ」国の規準による
	0.6m (表層より下が岩盤層の場合)		
公共水栓の負担人口	500 人程度		「モ」国の実情から設定

なお、計画目標年次（2008年）における各戸給水比率と公共水栓比率は、各々80%及び20%とする。

給水システムの構成

給水システムは、以下の施設によって構成される。本計画における給水システムの概念図を図3.2.2.1-11に、また各施設間の平面距離及び高低差を図3.2.2.1-12に示す。なお、各施設の基本設計図は、「3.2.3 基本設計図」に示すとおりである。

- a. 揚水ポンプ場
- b. 導水管路
- c. 送水ポンプ場
- d. 送水管路
- e. 配水池
- f. 配水管路
- g. 公共水栓

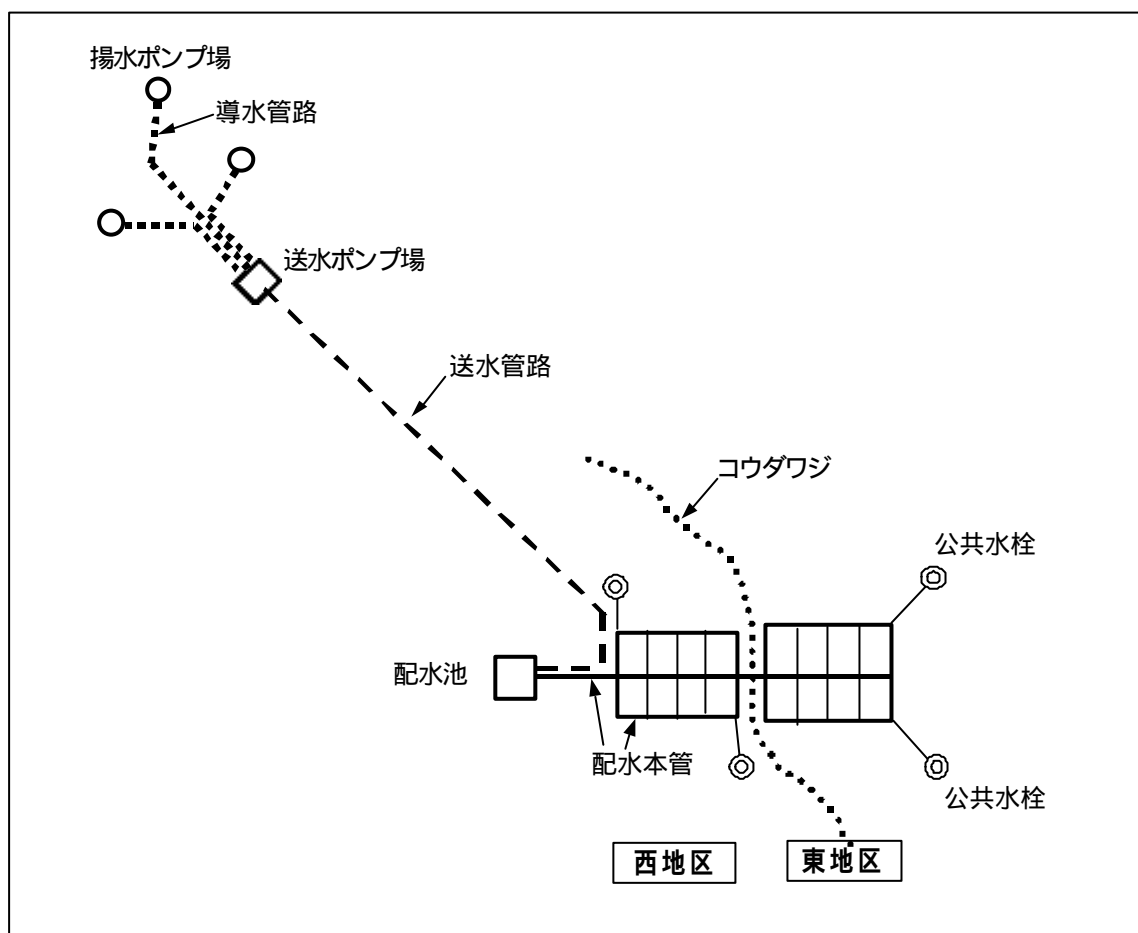


図3.2.2.1-11 給水システムの概念図

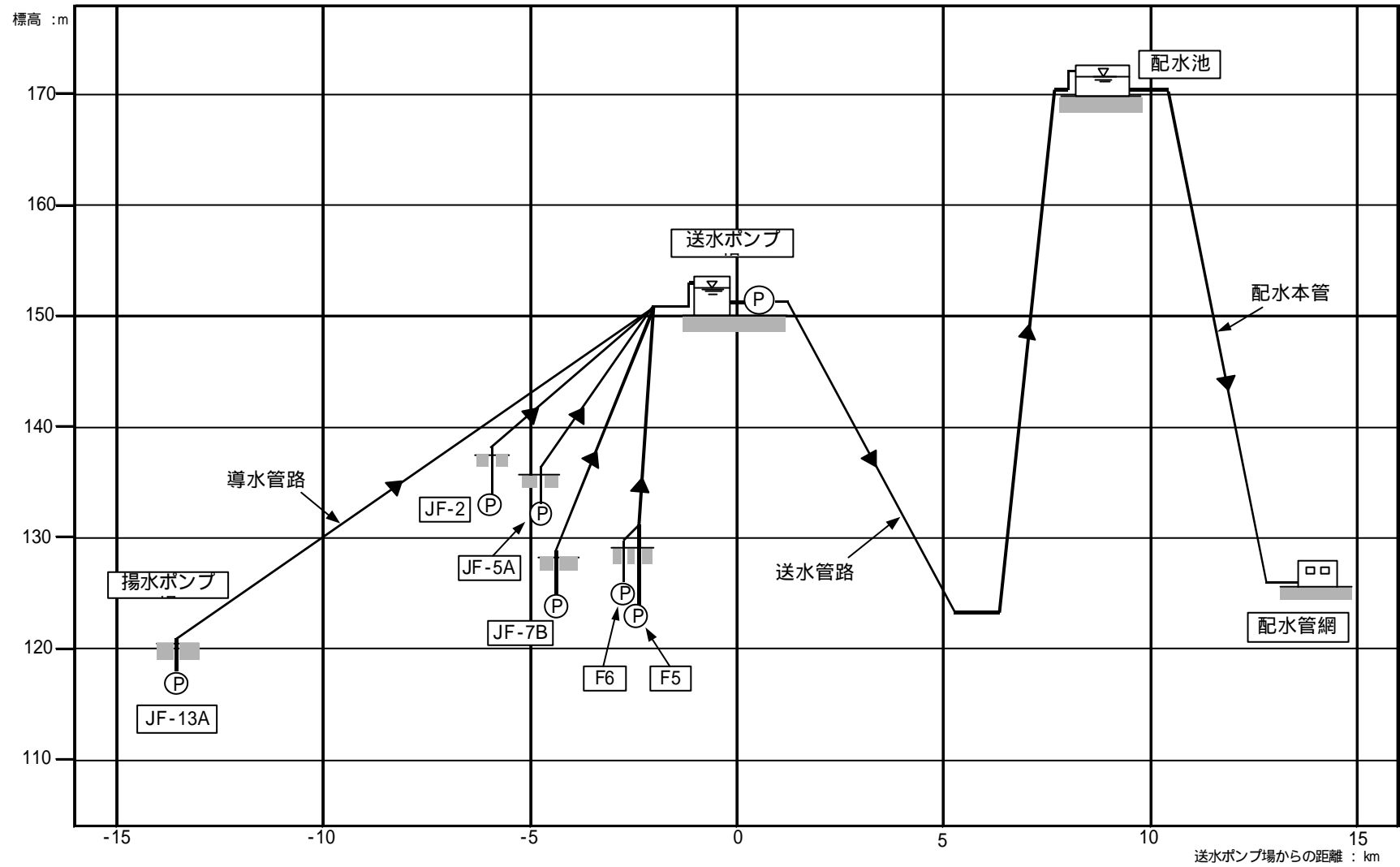


図 3.2.2.1-12 各施設間の平面距離及び高低差