

第5章 調査対象地域の現状

5.1 水文・気象

パプア・ニューギニアの気候は熱帯雨林気候である。年間降水量は、海岸部の低地の1,000mmから西部高地の6,000mm以上と幅広く、主に2,000mm～3,500mmである。南部山岳地帯とウェワーク地区を除くと、ほとんどの地域は雨期と乾期がある。PNGでは、近年数度（レイ市の例、1973-74, 1977, 1980-81, 1984, 1987, 1991, 1993）のエル・ニーニョ現象による多大な旱魃被害を経験している。一般的に、5年から7年の間隔で旱魃を経験しており、1997-1998年の様な大旱魃は20数年周期で発生する。現在(2000年)もその旱魃による渇水期は続いている。図-5.1にレイ市における1973年から2000年まで28年間の月別降雨パターンの分析を示す。

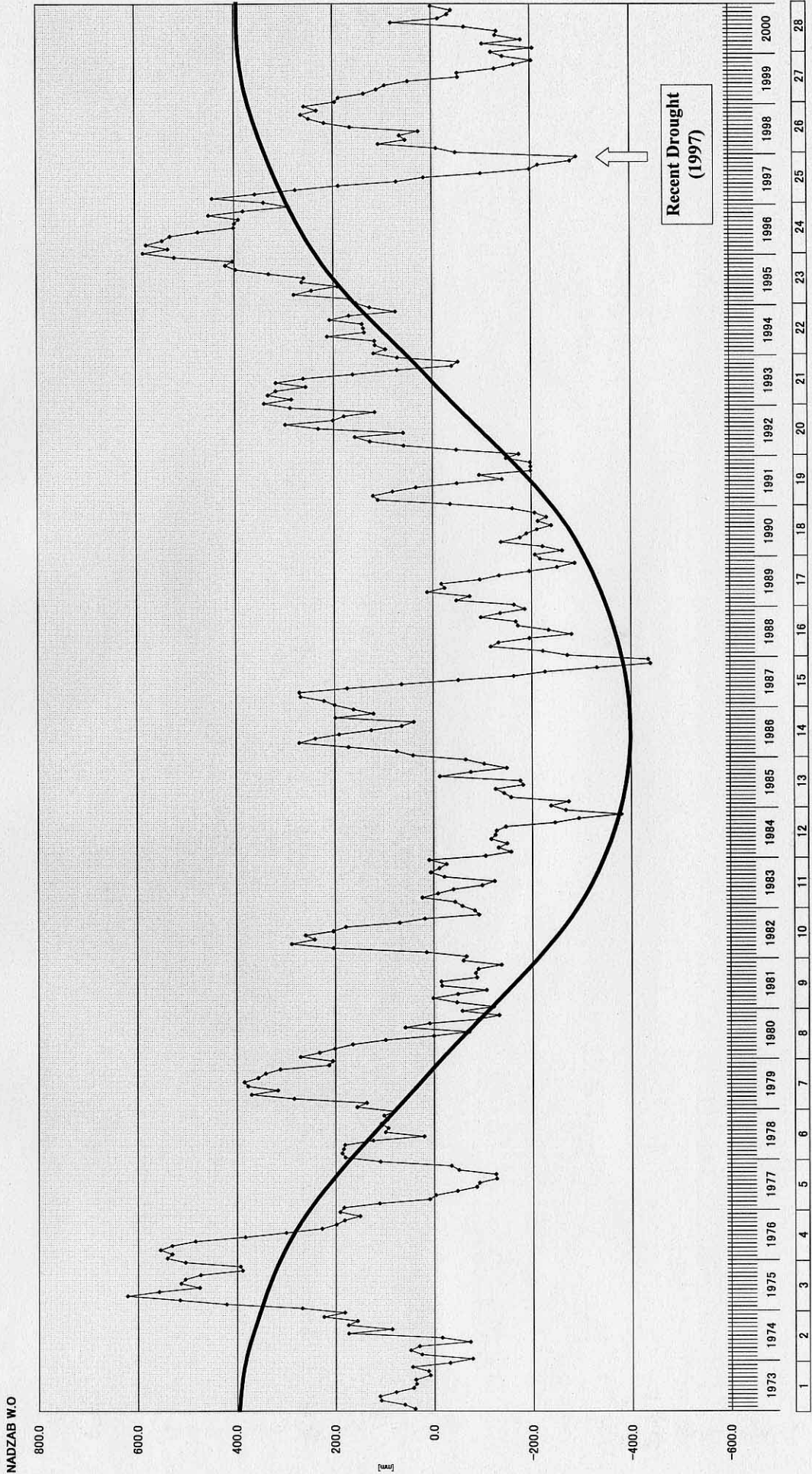
5.2 地形・地質・水理地質

パプア・ニューギニアは、インド・オーストラリア・プレートと太平洋・ソロモン・プレートの境界に位置し、その地質構造は複雑である。地質的には白亜紀から第四紀までの火山活動による火山岩類と石灰岩や砂岩などの堆積岩、第四紀の海岸や河川の堆積物で特徴づけられる。調査対象地域のポボンデッタやオロベイ、クイキラでは火山碎屑物や火山岩類に地下水賦存が期待される。

パプア・ニューギニアの地形は、複雑な地質構造を反映している。ビスマルク山脈とオーエンス・タンレー山脈などの東西に延びる山地・山脈はインド・オーストラリア・プレートの辺縁にあたり、南方向の圧力を受けて形成された。また、高地で降る多量の雨水で運搬される土砂により、峡谷部のムチンや平野部のベレイナ、クピアノでは沖積層が発達し、良好な帯水層となっている。一方、海岸部のダルやフィンシュハーフェンでは隆起珊瑚や海成の堆積物が帯水層を形成しているが、多孔質な珊瑚石灰岩は海水の侵入や潮汐からの影響を受け地下水位が日変動している。

地形や地質の特性より、パプア・ニューギニアの地下水賦存の概況は図-5.2の通りである。調査対象地域は水理地質資料に乏しく、本調査での物理探査と試掘調査が地方都市給水の水源として地下水の最初の本格的な調査である。

図-5.1 レイ市における最近28年間（1973～2000）の月別降水量の傾向と早魃（1997）



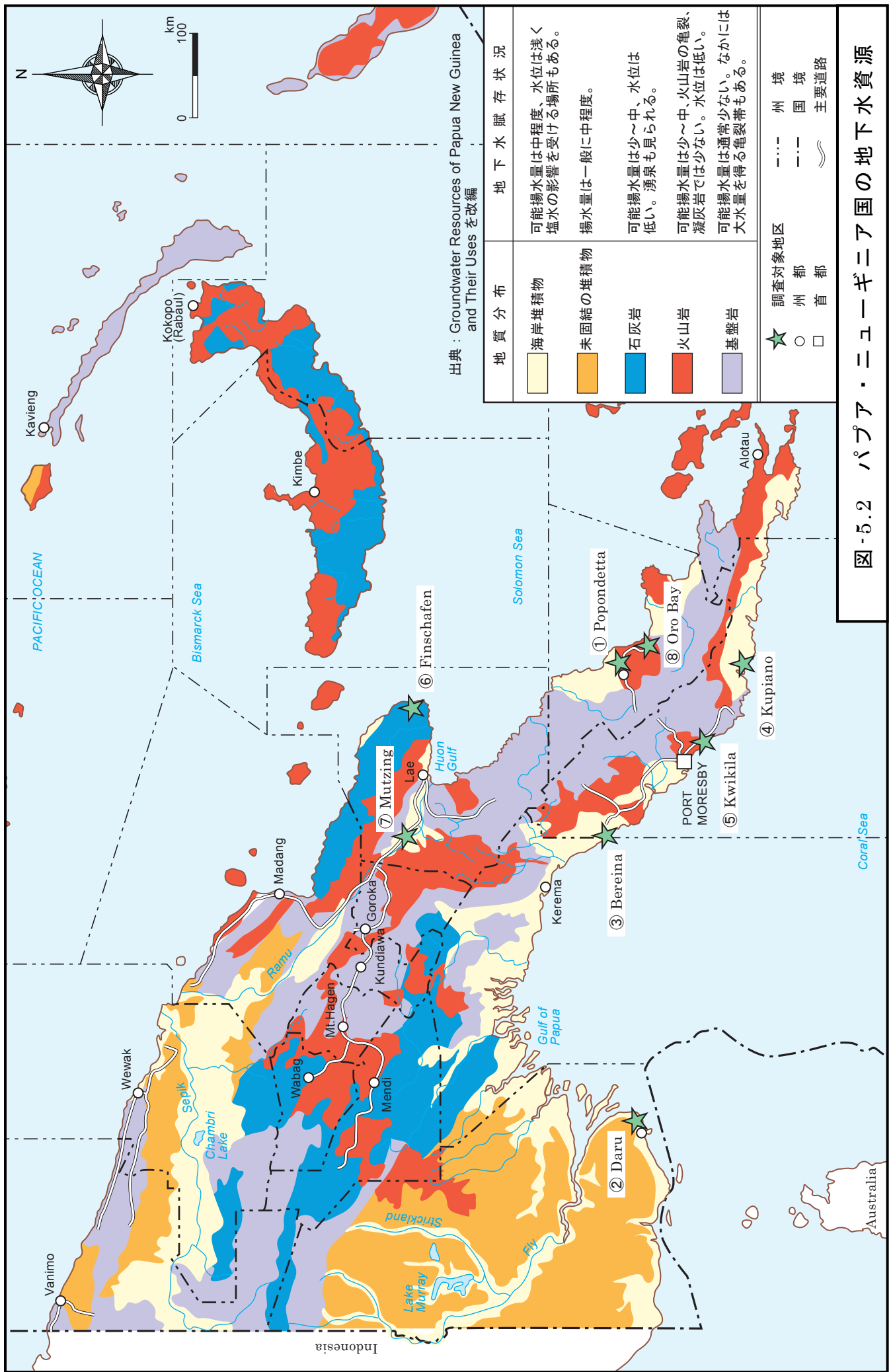


図-5.2 パプア・ニューギニア国の地下水資源

5.3 物理探査

地下水の賦存状況調査として、開発可能な地下水の分布特性を検討するため、基礎調査として物理探査を行った。物理探査では、地下水探査の調査手法としてシュランベルジャー法とウェンナー法による垂直探査と水平探査を実施した。また、地形地質条件によっては EM 法による電磁波探査もポポンデッタやダルでは導入し、試掘地点選定に利用した。物理探査結果と対象地域の特徴を以下に示す。

ポポンデッタは、Lamington Volcano (Elevation 1,679m) の北 17km に位置し、火山地域の特徴として地殻比抵抗値は一般的に高く、 $45\Omega\text{-m}$ から $10,000\Omega\text{-m}$ であった。電気探査は、ポポンデッタの Town を中心に Lamington Volcano の平坦な裾野において実施し、地下深度 130m の解析を行った。帯水層が予測されたのは、地殻比抵抗値で $85\Omega\text{-m}$ から $362\Omega\text{-m}$ の層で、Town の北東部から南東部地域の地下深度 30m 以深に地下水賦存が期待された。このため、試掘井はこれらの地域で井戸掘さく機がアクセス可能な、Town から 1.0km の地点を選定し、井戸掘さく深度 100m を目標に試掘井 2 井を掘さくした。

ダルは、東西南北 4～6km の小さな島で中心部が最も高く標高 12m で、小島の地下水開発としての特長がある。すでに PNG 地質調査所による地下水調査が行われており、塩水侵入の報告がある。物理探査では、これらの塩水化地域とその深度を解明し、飲料水に適する地下水の存在を確認する目的で実施した。地殻比抵抗値から判断される塩水影響域は、島の北西部から南部地域において $2\Omega\text{-m}$ から $8\Omega\text{-m}$ の非常に低い地殻比抵抗地帯で、深度は 8m～24m で北西部では約 40m と深い。一方、島で比較的標高の高い (5m～10m) 北東部では、地殻比抵抗値は $18\Omega\text{-m}$ から $80\Omega\text{-m}$ で、深度は数 m から 50m の地帯があり、地下水が期待されるため、この地点に試掘井 No.1 を選定した。また、試掘井 No.2 については南西部に選定した。この地点は、表層 6.9m までは地殻比抵抗値が $4\Omega\text{-m}$ と低い、その下位には $33\Omega\text{-m}$ から $282\Omega\text{-m}$ の層が 50m まで続いており地下水の賦存が期待できる。

ベレイナは、海岸平野に位置する Town として特長がある。北西部は丘陵地となっており、珊瑚性石灰岩の上に第四紀の砂礫層が覆っている。地下水は、海岸平野の低地に位置する Town および内陸部に被圧地下水が期待される。物理探査では、給水のための水源として、Town により近く被圧帯水層が発達する地域を探するため、Town を中心に北東に広がる地域に測定地点を設定した。解析では、水理地質的予想通り Town から北東に向かって地殻比抵抗値は $15\Omega\text{-m}$ から $95\Omega\text{-m}$ の帯水層が期待され、帯水層の厚さは 25m から 95m と北東の方向により深く厚くなることが判明した。試掘地点は、成功した場合を想定し送水管路の距離とアクセスを考えて、Town の保健所の敷地内に決定した。期待される帯水層は、地殻比抵抗値 $19\Omega\text{-m}$ から $33\Omega\text{-m}$ の深度 30m から 40m の比較的浅い帯水層である。同様に、海岸に位置するフィンシュハーフェン、オロベイそし

てクピアノ、クイキラについても、物理探査結果から将来的に地下水に塩水侵入の影響が少ない地域を試掘地点として選定した。

ムチンは、Markham Valley に位置し、交通と農業開発の中心地として特徴があり、同地域は地質構造線に沿って厚い第四紀の堆積物がある。Markham Valley は、地下水が豊富であることもよく知られている。電気探査は、調査対象サイトの帯水層の深度と広がりを見るために実施した。電気探査の解析では、地殻比抵抗値が $24\Omega\text{-m}$ から $282\Omega\text{-m}$ が砂礫の帯水層として期待され、帯水層の深さは深度 10 数m から 130m 以深に続いている。全体的に見ると、電気探査曲線はほとんど $100\Omega\text{-m}$ 前後のなだらかな曲線で同質の砂礫層と推定される。このため、試掘地点は Town の中心部に選定し、帯水層は地殻比抵抗値が $48\Omega\text{-m}$ から $63\Omega\text{-m}$ の深度 6m ~ 18m そして 43m ~ 122m を対象に試掘を実施した。

物理探査から試掘にいたる作業は、以下の点に留意し作業を実施した。

- ・各サイトの地形地質的特徴を捉えながら物理探査の実施と解析を行う。
- ・解析結果にもとずき、試掘地点と掘さく深度の予測を行う。
- ・試掘地点の選定は、井戸掘さく機が搬入可能なアクセス道路が整備されている地点を優先する。
- ・将来の給水水源として、地下水賦存が同等と判断される地点では、送水距離が短くなる、Town に近い地点を優先する。
- ・試掘地点は土地所有の視点から、政府ないし公共用地 (State Land) を優先し、個人用地 (Customary Land) の場合はあらかじめ所有者から協力が得られる土地であることを確認して、試掘地点を選定した。

5.4 ベースライン調査

1) 人口動態

PNG の人口統計は、1980 年、1990 年そして 2000 年にセンサスが実施された。2000 年の詳細については、集計中で未公表であるため、本調査対象地域の人口は 2000 年の調査人口を採用し、人口増加率は平均 2.3% とし、調査サイトごとの人口増加率 1.40% から 2.46% を 1990 年統計に基づき検討した。PNG の国民人口は、2000 年に 500 万人を超えていると報道されている。

表-5.1 PNG の人口増加率

年代	1990 年	1996 年	1997 年	1998 年
人口(万人)	392	440	450	460

2) 部族構成、関係、習慣

PNG の主要な民族であるメラネシア社会の特徴は、一つの社会の中に Big Man と呼ば

れる有力者が複数存在して、伝統的な族長などによる統率はあまり強力ではない。実際に、村落などでプロジェクトの導入を行う場合、村長など村の代表者を通して合意を形成するのは難しい状況があり、プロジェクト実施では、可能な限りワークショップや現地 NGO を起用し、村落の多くの構成員の意向を反映させた。また、PNG 社会の人間関係を律する習慣としてワン・トーク・システムがある。同じ言葉を話す人々、そこから、出身部族を同じくする人々が、相互に助け合うことを意味する習慣であったが、社会生活やプロジェクトの判断、決定にもこのワン・トーク・システムが働いていることがあるので理解が必要である。

3) 住民組織(NGO 組織他の活動関連)

パプア・ニューギニア国には、全国レベルで活動する NGO はないが、ワールド・ビジョンは、国内では比較的組織が整った規模の大きな NGO である。NGO に関する担当省庁の社会福祉開発省 (Department of Social Welfare & Development) の NGO/教会課 (Division of NGO/Church) でも、現在、国内の NGO に関する情報を収集中であった。本調査では NGO ワールド・ビジョンを現地再委託として選定し、村落でのワークショップや住民組織化を実施した。

4) 所得水準

調査対象 8 地域で、現金収入についての調査を行った。州都であるダル、ポボンデッタでの現金収入レベル (K390 ~ 1,700) が高く、地方都市間では交通などの便利なクイキラ、ムチンなどの所得水準 (K480 ~ K990) が高い傾向が見られた。州都にはサービス業や様々な商業活動が存在し、公務員以外の就労機会が多く、現金収入が高くなっている。

表-5.2 月 間 現 金 収 入

	ムチン	フィンハルフィン	オロベイ	ベレイナ	クイキラ	クピアノ	ダル	ポボンデッタ
フォーマルな居住者								
Median (K)	742.50	589.50	N/A	654.66	906.25	695.78	924.75	956.58
Average (K)	790.63	1,654.11	N/A	700.86	994.65	1,427.69	1,734.11	1,212.92
インフォーマルな居住者/ 村人								
Median (K)	283.50	90.00	189.59	237.50	408.33	159.75	696.50	394.65
Average (K)	797.04	176.43	337.91	349.43	486.10	236.93	928.45	432.01

1Kina=0.38US\$(2000 年 8 月)

地方都市のフォーマルな居住者の現金収入源は、公務員としての給与所得である。一方、女性によるインフォーマル・セクターでの経済活動として、農作物の販売や調理済み食品の販売などが盛んであることから、交通などの利便性が高い地域では、現金収入の平均が高くなっている。インフォーマルな住民や村人も、自給自足的な農業による余剰生

産物を販売することで現金収入を得ており、現金収入の傾向はそれぞれの村落立地条件が影響を与えている。インフォーマル・セクターの活動に従事するのは圧倒的に女性であり、居住者や村人の収入の大きな部分が女性によって獲得されている。

5) 産業構造

全人口の 85%が農業(水産・林業)に従事しているが、GDP に占める比率は 1997 年統計によると 28.2%である。農産物の輸出に占める割合は約 23%、コーヒー、パーム油、ココア、コブラ、ゴムなどである。鉱山開発は銅を中心に金・銀、石油などが外国資本により行われており、GNP の約 20%、輸出では約 60%を占める外貨獲得の重要な産業である。

6) 電力事情

PNG の電力は、電力公社と地方自治体そして鉱山会社などは独自の施設を有している。電力公社は、全国で 17 ヶ所の発電所を有しており、その 2/3 は水力発電である。しかし、送電網が整備されていないため、調査対象 6 地区センターでその公共電力を受けられるところは 3 ヶ所であった。

7) 交通事情

道路網の整備は悪く、地方都市と地方都市を結ぶのは航空手段が主流である。また、舗装率も約 20%と非常に低い。道路網の発達していない理由は、地形的な問題と伝統的土地所有に起因する土地の買収など道路ルートが決定できないところにある。また、限られた道路網も、雨期の洪水で毎年決まって橋が流出したり道路の崩壊が起こり、その整備が追いつかないところの問題がある。本調査においても、このアクセス問題で試掘や給水施設建設の進捗に遅れが出た。

8) 土地利用

パプア・ニューギニア国の土地は、その所有形態により、伝統的所有地(Customary Land)と譲渡地(Alienated Land)に区分される。譲渡地は、伝統的所有地から譲渡された土地であり、そのほとんどは政府に属している。しかし、国土の 99%は伝統的所有地で、これは、文書化された書類などでは規制されておらず、所有形態や利用権など、全ての事柄が土地の伝統によって決められる。そのため、土地に対して政府による規制はほとんど働かない。伝統的所有地は、パプア・ニューギニア人の伝統的な文化や生活を守ってきた源であると考えられてきたが、土地利用の妨げとなり、開発事業などの障害ともなっている。

本調査においてもこのような事情を念頭に、パイロット・プロジェクトの施設は政府所

有地内に建設をおこなった。また、ダルにおける売水施設のための水道栓も、当初はインフォーマルな居住者の中に導入予定であったが、伝統的所有地の問題から国有地内に建設した。例外は、村落に設置した公共水栓であるが、これは受益者が伝統的所有者集団と一致しており、所有者集団の合意の上で設置を行っている。

一般的には、伝統的所有地を伝統的所有者以外の利益のために利用することは、ほとんど不可能であると考えられる。現状では、伝統的所有地を利用しなければならないプロジェクトは、伝統的所有者によほどの利益がないかぎり非常に難しいと考えられる。

9) 教育事情

教育レベルを測る指標としての識字率は、UNDP の「人間開発報告書 2000」によれば PNG は 63.9%（男性 71.4%、女性 56.0%）となっており、開発途上国の中で中位に位置する。

教育に関して 1996 年に行われた調査によれば、都市部で 24.4%が学校教育を受けたことがなく、7 年以上の学校教育を受けた割合は 35.1%となっている。村落部では、それぞれ 50.5%、8.6%となっている。近年、就学率、男女間の就学率格差などの是正が進んでいる。

プロジェクト対象地域について、学歴レベルの調査を行なった。7 年以上の学校教育を受けた人間が、ほとんどの地区で 50%を越えている。インフォーマル居住者・村人は、4 年から 6 年までの学校教育を受けた層が多く、7 年以上の学校教育を受けた割合が 50%を越える地区は存在しない。フォーマル居住者の方が高学歴であり、教育水準が高い。一方、学校教育を受けたことのない割合は、24.4%を越えない地区が殆どで、プロジェクト対象地区の教育水準は、全国レベルで見た場合、やや高いと考えられる。

10) 女性の社会的地位および労働状況（ジェンダー配慮）

PNG では、女性の社会的地位が伝統的に男性より低かったと考えることは、正しくないかもしれない。現状では、女性が男性よりも不利な地位にあることは確かである。国政レベルで女性の議員が少なく、識字率、就学率、就労率など、女性の社会的な地位が男性より低い。本調査の中で意見交換を行ったが、女性による発言は限られており、パイロット・プロジェクトのための委員会を選ぶ場合にも、男性を中心とした構成になりがちであった。

水汲みは、圧倒的に成人女性によって担われている。また、インフォーマル・セクターでの経済活動は、圧倒的に女性によって担われており、現金収入のかなりの部分は女性

によって獲得されている。これら収入は、女性に処分権があることから、少額ながら女性にも可処分所得があると思われる。

炊事など日常的な家事労働は、その殆どが女性により行われており、給水事業は女性の日常生活に密接に関係し、男性よりもそのニーズは切実であると思われる。公共水栓の維持管理に関し、日常的に女性を中心とした活動とすることが有効である。このためパイロット・プロジェクトの中で、公共水栓を管理するために組織された委員会は、女性を含む構成とした。一方で、下表の指標は、女性が男性に比べて不利な立場にあることを示している。女性に対する家庭内暴力やレイプも深刻な問題である。

女性の経済的活動を阻む要因として、現状の土地制度の問題がある。なお、伝統的に母系による土地相続が一般的な地域では、女性の土地に関する権利は存在している。

表-5.3 ジェンダー間の社会的指標

	男性	女性
出生時平均余命	55.4	57.3
識字率	71.4%	56.0%
全教育レベル合計就学率	42%	35%
国会議員割合	90.7%	9.3%

(出典；人間開発報告書 2000)

11) 貧困配慮

調査対象地域では、社会経済的な視点から分類すると、異なるグループの存在が認められた。第一のグループは、都市の内部で、正式な居住権を持っているフォーマル居住者で、公務員などの安定した給与所得者層である。第二のグループは、都市の内部ではあるが、正式な居住権を持たずに生活するインフォーマル居住者で、給与所得者もいるが主要な収入源はインフォーマル・セクターでの商業活動による。第三には、都市に隣接して居住する村人で、その殆どが自給自足農業の余剰物販売を主な収入源としている。第二グループと第三グループの境界はやや曖昧であり、地域によっては明確に区分できない地域もあった。

第一グループと第二、第三グループの間には明確な社会的、経済財的格差が存在し、第二・第三グループは不利な立場にある。また、現金収入面での格差のみならず、居住環境、水環境、衛生施設などの生活環境面でも劣っており、教育水準にも格差が見られた。地方政府が行ってきた給水事業は、第一グループを対象としており、第二、第三グループは、対象とされてこなかった。本プロジェクトにおいては、このような社会的、経済的な格差を認識した上で、格差是正に繋がるようなパイロット・プロジェクトを実施した。

なお、PNG は一人当たりの GNP が US\$890(1998)と、中所得国に分類されるが、所得分配の偏りが大きく、所得最上位 25%の消費レベルは、所得最下位 25%のおおよそ 8 倍の開きがある。公的な貧困ラインは存在しないが、1996 年に、実施された調査によれば、食物消費レベルから考えられる貧困ラインは、年間 K461 となっている。この貧困ラインを基準にした場合、村落部の 41%が貧困ライン以下の生活をしていると考えられる。本調査対象地域であるフィンシュハーフェン、オロベイ、ベレイナなどのインフォーマル居住者・村人の現金収入は低く、主要な支出を差し引くとマイナスとなる家計が 30%に上ることから、貧困層が多数存在する地域であると考えられる。

12) 現状の水利用状況と満足度

調査対象 8 地方都市において、水道施設が存在し、比較的継続的な運転が行われているムチン、フィンシュハーフェン、ダル、ポボンデッタでは、都市住民(フォーマル居住者)は飲料および調理に水道を利用している。水道施設が存在しないか、あまり継続的な運転が行われていないベレイナ、クイキラ、クピアノにおいて、都市住民は飲料および調理用の水源は雨水タンク(天水)である。一方、ダルを除く都市周辺や、都市の内部であっても公的な居住権を持たないと考えられる住民(村民・インフォーマル居住者)の飲料水および調理用の水源は、河川および伝統的井戸となっている。

雨水に比べれば、河川水の方が安定した水源であると思われるが、水質や水汲みに必要な労働を考えれば、雨水の方が住民にとってより好ましい水源である。河川水は年間 6 ~ 7 ヶ月程度の間、利用可能である。水に関する問題点として、住民からは圧倒的に水質に関する泥臭さや汚さが挙げられている。既存の水道施設が存在するムチン、フィンシュハーフェン、ダル、ポボンデッタのフォーマル居住者からも水質問題(汚い)の指摘が多く、住民の望む水質と現状の給水にも改善の必要性がある。

13) 給水に対する意識

給水事業への期待：殆どの対象地域でほぼ 100%の人々が給水事業を望んでおり、給水事業に対して支払いを行うことに抵抗はない。都市のフォーマル居住者に関しては、各家庭が契約を行い、商業的給水事業の導入が可能であるが、インフォーマル居住者・村人への給水には、フォーマル居住者とは異なる配慮が必要である。

水使用料支払い意思と支払い可能額：PNGWB が実際に水道事業を運営しているダル、ポボンデッタの調査では、フォーマル居住者が支払っている水道料金は、月額 K5 ~ K10 が最も多く、次いで K5 となっている。インフォーマル居住者の場合、ダルは水道料金を支払っていない世帯も多いが、K 5 から K30 の間に均等に散らばっている。ポボン

デッタの場合、全体の7割近くが水道料金を支払っておらず、それらの住民は水道を利用できない世帯であることが判明した。一方、州都でない他の6都市で水道料金に対する支払意志額を調査したところ、フォーマル居住者で K10、インフォーマル居住者で K5～K10 程度であれば都市の半数以上が支払う意志のある調査結果が得られた。

フォーマル居住者の地区毎の平均現金収入が K700～K1,700 である点から考えると、K10 は支払い可能な額であると考えられる。一方、インフォーマル居住者の地区毎の平均現金収入は K170～K920 となっており、K10 は現金収入の少ない家庭ではやや難しい金額ではないかと推定される。パイロット・プロジェクトとして公共水栓の導入を図ったが、住民の話し合いの中で月額 K5 の支払いを決めており、K5 程度であれば支払い意志があり、支払いが可能であると判断される。PNGWB の最低使用料である月間水量 12m³ までは、K3.5 で販売されていることから、今後のモニタリングで適切な徴収金額が K5 以下であることが確認されれば、地方都市で給水サービスを行う場合に、公共水栓であれば現実性があると考えられる。

14) 維持管理に関する参加意思

水道・衛生施設に関して、維持管理の活動およびそれに必要な費用の負担意志を調査した。殆どの地域で、80%以上の高い割合で、賛成するとの調査結果が得られた。しかし、パイロット・プロジェクトによって実際に水道施設を更新し、家屋内の修理を必要とする水道栓の修理に関して、自己負担の意志を調査したところ、ベレイナでは 67.7%の意志が確認されたが、ムチンでは 4.0%、クイキラでは 25.4%と、自己負担の意志を持つ割合は少数であることが確認された。地方都市のフォーマルな居住者のほとんどが公務員であり、彼らの住居は官舎であることから、現実には住民による維持管理への参加はあまり期待できないと考えられる。しかし、従来から、メーターボックスまでの維持管理は PNGWB が責任を持ち、官舎内の施設に関しては関係する地方政府機関が維持管理を行うことが合意されており、PNGWB による水道サービスの運営に障害となる問題はない。

一方、インフォーマルな居住者・村人に関しても、事前の調査からは 90%以上の高い割合で維持管理の活動およびそれに必要な費用の負担意志が確認された。また、パイロット・プロジェクトによる公共水栓導入の過程で、日常的な維持管理は費用の点も含めて、受益者によってなされることが合意されている。今後、公共水栓の運用状況をモニタリングしてゆく必要はあるが、潜在的には住民による維持管理への参加意志は高く、住民参加による維持管理のアプローチは、現実的に推進可能であると判断された。

表-5.4 維持管理活動への参加意志

ムチン	フィンシュハーフェン	オロベイ	ベレイナ	クイキラ	クピアノ
フォーマルな居住者					
94%	91%	N/A	97%	100%	88%
インフォーマルな居住者・村人					
100%	92%	98%	93%	93%	100%

表-5.5 維持管理のための費用負担意志

ムチン	フィンシュハーフェン	オロベイ	ベレイナ	クイキラ	クピアノ
フォーマルな居住者					
80%	82%	N/A	88%	92%	56%
インフォーマルな居住者・村人					
100%	88%	98%	93%	100%	98%

5.5 保健状況

1) 保健センター配位置状況

調査対象 8 地域で医療サービスを提供する施設は、州都であるダル、ポボンデッタには病院が存在し、州内での医療サービスの中心として機能していた。他の地方都市にはクリニックが存在していた。フィンシュハーフェンには、中心部にクリニックが配置されると共に、ミッション系の病院が存在し、州内外からの患者を集めている。クリニックの場合、道路等のアクセスが悪いため、患者は施設周辺村落に限定され、分娩のためにクリニックに入院する妊婦の数も少ない。

表-5.6 調査対象サイトの医療施設

	ムチン	フィンシュハーフェン	オロベイ	ベレイナ	クイキラ	クピアノ	ダル	ポボンデッタ
施設名	クリニック	クリニック	クリニック	クリニック	クリニック	クリニック	病院	病院
医者	×	×	×	×	×	×	○	○
看護婦	○	○	○	○	○	○	○	○
入院施設	○	×	○		○		○	○
分娩施設	○	×	○		○		○	○
電気	○	○			○		○	○
水道	○	○	×		○		○	○

常勤・有り ○、不定期・閉鎖、無し ×

2) 治療体制の確認

今回の調査対象となった 8 地区の中で、州都であるダルおよびポボンデッタには病院が存在し、医師が常駐している。地方都市 6 地区は、クリニックが存在し、医師は常駐しておらず、看護婦が主に治療に当たっている。

フィンシュハーフェン以外は、入院病棟を付属しているが、ベレイナとクピアノは水と電気の供給が安定していないため、調査時点では入院患者は受け付けていなかった。地方都市での給水改善が実施されると、保健センターに水が供給され、治療体制が改善され、医療施設が復活する。フィンシュハーフェンの場合、近隣にキリスト系の団体が運営する病院が存在しており、そこには医師が常駐しており、重症の患者は病院の方で治療を受けている。病院、クリニックの記録からは、マラリア治療の患者が最も多く、次いで、皮膚病、下痢、肺炎などの疾病が多い。

料金徴収は統一されておらず、それぞれの地域で異なっている。無料で治療を行っているクリニック、治療費を徴収することになっているが、できていないクリニック、治療費徴収が円滑に行われている病院など、そのレベルは様々である。なお、医療品は中央政府より配給されるため、料金徴収をそれほど重視していない。

5.6 衛生状況

1) 衛生習慣

衛生習慣に関して、飲料水の煮沸、トイレの後の手洗いの習慣の有無について調査した。飲料水を煮沸する習慣はそれほど高くなく、特に、インフォーマル居住者・村人は飲料水を煮沸する習慣は少ない。インフォーマル居住者・村人の多くが、河川・伝統的井戸を水源としているため、衛生教育ではこれらの点を指導した。

また、トイレの後の手洗いの習慣についても同様に、ムチンの村落で行った Workshop では手洗いの習慣の重要性は理解されているが、実際には、トイレの側に水場がなく、実施されていないことが判った。

質問票調査の中で、調査対象地区の住民が下痢を予防可能な病気と考えているのかについて質問を行った。フォーマル居住者の大勢は、下痢を予防可能な病気と捉えているが、インフォーマル居住者・村人の中には、予防可能と考える世帯が非常に低い地区も見られた。また、保健衛生に関する教育を受けた経験についても、インフォーマル居住者・村人はフォーマル居住者よりも教育を受ける機会が少ない。このため、衛生習慣の向上に関して、インフォーマル居住者・村人に、教育やトレーニングの機会を提供すること

が重要と考えられる。

2) トイレの形態

インフォーマル居住者は、水洗便所か個人所有のおとし便所（Pit Latrine）あるいはその両方を所有しており、トイレを所有する世帯は90%以上である。ダルは例外的に、平坦な珊瑚島で、地下水の水位が高く、おとし便所を設置できないため、バケツ式便所が主流で、地方政府が汚物を回収し、海に投棄している。

インフォーマル居住者・村民は、オロベイ、ベレイナ、クピアノでは90%以上の世帯が便所を利用していない。一方、ムチン、ポボンデッタではほぼ全ての世帯がトイレを利用している。

全国平均でいえば、22%程度の世帯しか便所を利用していないとのデータもあり、政府の指導や援助の受け入れで極端な違いが生じている。PNG ではチフスなどの水系伝染病が継続的に発生しており、そのような疾病を予防するためにも、衛生施設の普及は重要である。

3) 生活排水処理

現状では水利用が限られていることから、生活排水に係わる配慮が欠けている。将来、持続的な給水が地方都市で開始されると、生活排水に係わる配慮として下水問題、排水路などの整備が必要である。ワークショップでは、これらの点について討論を行った。

4) 水源に対する衛生的配慮

本調査での水源は地下水であり、開発に当たっては既存のトイレやゴミ捨て場から地下水汚染の発生しない十分な距離として、少なくとも300m以上離れた地域を水源とするよう配慮した。

第 6 章 地下水開発と評価

6.1 試掘調査

物理探査の解析結果により、地下水賦存状況を確認するため試掘調査を行った。試掘に当たっては PNG の現地業者に再委託で実施した。調査対象サイトは、4 州 8 地区と全国に分散し、PNG の特徴として道路網で全国が結ばれていないこと、ダルのように離島も含まれることから、それぞれの地域に土地感がありアクセスに有利な地域の井戸業者を選定した。

首都ポートモレスビーを中心とする中央州・西部州の 4 地区： Central Drillers
 オロ州のポボンデッタを中心とする 2 地区： New Britain Drillers
 モロベ州レイを中心とする 2 地区： Paradise Drillers

試掘地点選定のための現地踏査は、例年にない降雨と長引いた雨期のため大きな影響を受けた。クピアノは調査中に洪水で橋が流され、1 ヶ月近く通行不能になり現地踏査は 7 月下旬から 8 月となった。試掘はベレイナで 6 月下旬から開始され、10 月に完了した。各地区の掘さく結果から、良好な地下水賦存が確認された。特に、ポボンデッタの従来までの調査では、開発の対象となる地下水賦存は確認されていなかったが、本調査の試掘井 2 井が成功し、深度 70m～120m に良好な帯水層があることが判明した。地下水賦存が確認され、試掘井が完成したサイトは、ポボンデッタ、ダル、ベレイナ、クイキラ、ムチン、フィンシュハーフェンの 6 サイトで、オロベイは豊富な地下水が確認されたが、帯水層が玉石のため井戸を仕上げる事が出来なかった。一方、クピアノは雨期のためアクセス道路が悪く、掘さく開始が数ヶ月遅れた。井戸は当初成功井として報告を受けたが、揚水試験の解析結果、水量が少なく失敗井とした。

本調査での試掘の結果、現地井戸掘さく業者の間に技術力、保有資機材などに大きな差異があり、地下水が存在してもそれを井戸として完成できないことがしばしば発生した。また、火山地帯ゆえに非常に崩壊しやすい砂礫層や玉石などがあり、井戸掘さく指導団員が現場で指導しても、それを実行できない業者の技術力と機材不足が問題であった。重要な改善点の 1 つとして、最近の井戸掘さくにおいて PNG で一般的になっている泥水のポリマー利用であるが、PNG における優良な帯水層は礫層や玉石が多く泥水にベントナイトを使用しないと坑壁の崩壊を止めることが出来ない。崩壊が始まってから、泥水にベントナイトを投入しても効果は現れない。このため、礫層や玉石が予測される地域での泥水は、ベントナイト主体の工法に変更しておく必要がある。また、掘さく工法についても、泥水工法だけではなく、DTH 工法なども利用可能な掘さく機が必要である。

6.2 試掘井の評価

飲料水に適する地下水の存在と賦存量の確認を目的として、試掘を実施した。試掘作業は、井戸掘さく現場までのアクセス条件の悪さや、試掘業者自体の能力不足などから、実施工程は予定より大幅に遅れた。調査結果は以下の通り、8 サイト中 7 サイトにおいて地下水賦存を確認した。ただし、クピアノは少量。一方、オロベイにおいては豊富な地下水が確認されたが、玉石の崩壊で井戸が完成されなかった。また、ダルの水質分析の結果、塩水が含まれることが報告された。

表-6.1 調査対象地域の井戸試掘結果

調査対象地域	試掘深度 (m)	完成深度 (m)	静水位 (m)	揚水量 m ³ /d	比湧水量 m ³ /d/m	地下水賦存量 m ³ /d/w(井戸 1 井当 水位降下 10m の時)
ボボンデッタ No.1	126	120	7.3	536	85.9	成功
ボボンデッタ No.2	106	100	6.9	544	87.6	850 m ³ /d/w
ダル No.1	80	64	2.6	353	250	塩水問題
ダル No.2	42	35	2.1	320	400	3,250 m ³ /d/w
ベレイナ	36	28	5.4	290	75.1	成功 751 m ³ /d/w
クピアノ	62	36	1.4	53	7.7	少量 77 m ³ /d/w
クイキラ No.1	100	74	2.3	88	15.7	成功
クイキラ No.2	44	31	3.7	216	47.0	470 m ³ /d/w
フィッシュルフィン No.1	40	13	4.0	43	少量	成功
フィッシュルフィン No.2	37	36	5.9	540	540	5,400 m ³ /d/w
ムチン No.1	82	62	2.0	864	崩壊	成功
ムチン No.2	83	60	2.0	432	864	8,640 m ³ /d/w
オロベイ No.1	54	50	7.0	43	少量	不成功
オロベイ No.2	12	玉石崩壊	1.5	864	豊富	地下水賦存は確認されたが玉石崩壊のため完成できず。
オロベイ No.3	6	玉石崩壊	1.5	864	豊富	
計	910	709	-	-	-	

表-6.2 試掘と地下水賦存量の判定 (試掘について： 試掘成功×試掘失敗)

(地下水賦存量について： 生産井○賦存量確認・塩水化の問題を再評価が必要)

対象地域名	試掘	賦存量	調 査 結 果
ポポンデッタ			豊富な地下水賦存量が確認され、生産井への転用が可能。 ただし、試掘井の井戸内径がφ143mmであるため、水中ポンプの制約から揚水可能量は最大350m ³ /dayに制限される。賦存量の850m ³ /dayの地下水を得るためには、井戸内径φ200mm以上の生産井を掘さくする必要がある。
ダル		○	比較的多い地下水賦存量が確認されたが、水質分析で塩分が700mg/lあることが報告された。しかし、フォローアップ調査で、井戸中の地下水水質分布を計測したところ、深度30mまで、淡水であることが判明した。ダル島の地下水はGhyben-Herzbergの法則(H=42h)の通り淡水層が塩水の上に浮かんでいることが想定される。試掘井は将来的には塩水化の影響を考慮しなければならないが、賦存量が非常に多く、水位降下1mで325m ³ /dayの揚水が可能であるため、補助的水源の可能性調査として、揚水試験と水質変化をモニタリングする必要がある。
ベレイナ			豊富な地下水賦存量が確認され、生産井への転用が可能。 水質については、特に問題はない。
クピアノ		○	集水域からの有機的汚染と塩水化問題を考慮した結果、試掘井は集落から3km離れた地点となった。地下水は確認されたが、賦存量は小さい。生産井への転用は不可能。
クイキラ			豊富な地下水賦存量が確認され、生産井への転用が可能。
フィンシュルフェン			豊富な地下水賦存量が確認され、生産井への転用が可能。 水質について、海岸に近いので、塩水化の問題を考慮した利用が必要である。
ムチン			豊富な地下水賦存量が確認され、生産井への転用が可能。
オロベイ	×		塩水化問題を検討した結果、試掘は集落から2km程離れた地点となった。豊富な地下水賦存量は確認されたものの、玉石と未固結層のため井戸坑内崩壊で生産井を完成することが出来なかった。掘さく工法を再検討する必要がある。

第7章 給水計画マスター・プラン

7.1 既存給水施設の現状

各対象サイトの既存給水施設について現状調査を実施し、各施設の稼働状況および維持管理状況等を確認した。各対象サイトの給水システムの稼働状況は、ポポンデッタおよびダルの2州都では、それぞれに問題を抱えながらも既存給水施設が稼働しており、不十分ながら給水サービスが継続的に行われている。また、フィンシュハーフェンを除く4地区センター（ベレイナ、クピアノ、クイキラ、ムチン）では、水源、取水施設等の故障で現在（2000年）給水が停止している。一方、オロベイには既存給水施設はない。以下の表に対象サイト毎の既存施設の状況を示す。

表-7.1 ポポンデッタの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼働状況・使用状況
水 源	Bangho 川	1997年の洪水で流失した取水施設は、仮設ではあるが復旧している。取水ポンプは18時間運転。
動 力 源	ELCOM	公共電力を利用しているが、停電に備えスタンバイ発電機を設置している。
浄水処理	浄水処理施設	施設は急速濾過槽、急速凝集沈殿槽、塩素滅菌(ガス)、貯水槽(490m ³)、ブースターポンプ(2基)等で、浄水施設は15～18時間、送水は24時間稼働している。
水 槽	高架水槽×2基 (23m ³ 、H12m)	ブースターポンプによる直送で給水されており、高架水槽は配水施設として機能していない。
配 水 管	配管総長 約25km	市内の南北を走る主配管はφ150～100mm。市内の水栓に設置した24時間水圧自記録計では、日中の平均水圧は2.5kg/cm ² 、朝のピーク時で1.5kg/cm ² 、夜間は3～4kg/cm ² を記録している。

表-7.2 ダルの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼働状況・使用状況
水 源	本土 Binaturi 川	取水施設は取水ポンプと発電機2基。ダルへの導水配管は約16kmで、燃料をダルより船で輸送している。
動 力 源	ディーゼル発電	公共電力を利用しているが、浄水場では停電に備えスタンバイ発電機を設置している。
浄水処理	浄水処理施設	浄水場の施設は急速濾過槽、急速凝集沈殿槽、塩素滅菌(さらし粉)等。貯水槽は2基(1,800m ³ 、1,620m ³)あるが、古い1,620m ³ の水槽は現在使用されていない。
水 槽	地上型水槽 (470m ³)	市内北部の高台に設置されている。浄水場の貯水槽からφ200mmのPVC(約2.4km)でこの水槽へ送水され、この水槽から市内に配水される。
配 水 管	配管総長 約24km	主要配水管はφ200～25mm。過去に送水管として使用されていた古いφ225mmの配水管もあり、一部老朽化している。

表-7.3 ベレイナの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼動状況・使用状況
水 源	地下水	既存の井戸施設は砂が上がるため水中モータポンプが故障し、現在給水がとまっている。他に 1960～1970 年代に建設された井戸等複数の既存井があるが、いずれも使用されていない。
動 力 源	ディーゼル発電	電力供給は容易でなく、燃料費の調達やディーゼルの故障等で給電時間が限られている。
浄水処理	-	浄水施設はなく、塩素処理も行われていない。
水 槽	高架水槽 2 基 (45m ³ 、H15m)	2 基とも 2000 年 2 月まで使用されていた。漏水の痕跡は認められないが、デッキが腐食して欠損しており、日常の維持管理作業が困難である。水槽柱脚部の部材も一部腐食している。
配 水 管	配管総長 約 6km	主要配水管はφ100～25mm。GSP が多い。100～200m 程度の配管延長工事が数回行われており、排泥弁も数箇所設置されている。

表-7.4 クピアノの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼動状況・使用状況
水 源	Lako 川	Marshall ラグーンの対岸に位置する。エンジン駆動ポンプで取水し、φ150mm の配管で貯水槽へ約 2km 導水していた。
動 力 源	エンジン 駆動ポンプ	送水ポンプは取水ポンプ同様エンジン駆動型であるが、揚程能力の小さい小型ポンプで、給水の届かない地域があった。電力は、撤退した材木会社の残したディーゼル発電機により送電があるが、電力容量が過大で、燃料費の問題のため時間給電である。
浄水処理	塩素滅菌	浄水施設はなく、かつて塩素注入が行われていた時期もあった。
水 槽	地上型貯水槽 (450m ³) 地上型配水槽 (120m ³)	貯水槽(450m ³)は側壁下部に腐食箇所が多く、配管周りのバルブ等からの漏水も報告されている。 市内中央に位置する高台に強化プラスチック製の配水槽(120m ³)があり、本来はこの水槽から市内へ重力で送水していたものと考えられるが、送水ポンプの能力や、違法配管接続によって、システムが機能しなかったと推察される
配 水 管	配管総長 約 8km	貯水槽から市内の配水槽までの約 1.2km の送水管に多数の違法配管が接続されており、市内に給水が届かない原因の一つとなっている。市内は起伏が多く配管のアップダウンも多いが、空気弁および排泥弁が少なく、調査で確認した空気弁(1カ所)および排泥弁(3カ所)はいずれも故障放置されていた。 市内より約 3.5km 離れた Gavuone Village に配管が接続され、6 基の公共水栓があるが、ここも給水はされていない。

表-7.5 クイキラの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼動状況・使用状況
動力源	ELCOM	ポートモレスビーより送電線が敷設されており公共電力が利用可能。
浄水処理	浄水処理施設	浄水場の施設には急速濾過槽、急速凝集沈殿槽、塩素滅菌(さらし粉)等がある。処理水を浄水場内の水槽に貯水して送水ポンプにより市内北部高台の水槽へ送水していたが、このポンプも故障で稼動していない。施設は荒廃しており再使用は困難である。
水槽	地上型水槽 4 基 高架水槽 1 基	市内北部の高台に地上型水槽 2 基 (114m ³ 、45m ³) 高架水槽 1 基 (23m ³) があるが、それぞれ腐食箇所や欠損箇所があり改修が必要である。他に南部の Vocational Center に 1 基 (75m ³) 西部の高台に 1 基 (90m ³) の地上型水槽がある。
配水管	配管総長 約 4.5km	市内北部の 3 基の水槽からクイキラ高校の敷地内を経て市内へ給水管が延びている。高校にも 2 本の井戸による独自の給水システムがあり、市内への給水管がこれと接続されており、既存配管網を複雑にしている。

表-7.6 フィンシュハーフェンの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼動状況・使用状況
水源	Buta Creek	乾期の表流水の流量低下により給水量が不足。稼動中のポンプ仕様は、415V, 8kw, 15A, 287.5 lit/min, 30 ~ 50Hz
動力源	ELCOM	市内北部の ELCOM 発電所より 24 時間通電されている。
浄水処理	-	浄水施設はなく、塩素滅菌も行われていない。
水槽	地上型水槽 2 基 (194m ³)	空港近くの丘に 194m ³ の地上型水槽が 2 基設置されており、ここから未処理で市内へ給水している。配管周りのバルブ等に漏水跡はあるが、水槽容量としては十分であり、将来の有効利用は可能。
配水管	配管総長 約 14km	2000 年 5 月の調査では市内配管末端の水圧は 0.3kg/cm ² で、24 時間水圧自記録計でも 0.1 ~ 0.5kg/cm ² であった。市内から南の Bugain まで約 6km の PVC φ 50mm が延びており、ここで他の給水システム (GFS) と接続している。

表-7.7 ムチンの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼動状況・使用状況
水源	地下水	既存井は非常に浅く(5m)、揚水量も少ない。動力源の故障や燃料費の制限等から時間給水(1日3~4回、各1~2時間)となっている。
動力源	ディーゼル発電	既存のディーゼル発電機は 165KVA、415V、50Hz である。老朽化しており故障も多い。2001 年 7 月に ELCOM より通電が開始された。
浄水処理	-	浄水施設はなく、塩素滅菌も行われていない。
水槽	高架水槽 2 基 (28m ³ 、H9.5m) (31m ³ 、H6m)	70 年代建設の水槽 (28m ³) は 3 時間程度で満水になり直ぐに水がなくなるとのこと。老朽化しており漏水が著しい。1997 年建設の水槽 (31m ³ 、H6m) もあるが、高さが低いいため十分な水圧の確保が困難なことで揚水量不足等のため現在は有効に使用されていない。
配水管	配管総長 約 6.5km	既存配管は径が小さく、ほとんどの配管が φ 50mm 以下の GSP である。一部 PVC φ 40mm が使われている。

表-7.8 オロベいの既存給水施設状況

既存施設		各給水施設の稼動状況・使用状況
水 源	雨水・表流水	既存給水施設はない。雨水利用が基本となっており開放型浅井戸もあるが、乾季に水量が不足し塩分濃度が高いため、洗濯や沐浴にのみ使用されている。このため飲料水は小川をボートでさかのぼり、上流の表流水を汲んで使用している。
動 力 源	-	港湾施設として 24 時間の自家発電があり、水産局事務所では夜間のみ電力が使用されているが、地域には電力のサービスはない。

7.2 対象サイトの現状人口

各地区センター2000年の現状人口を下表に示す。

表-7.9 各地区センターの現状人口（2000年）

ポボンデッタ			ダ ル		
ポボンデッタ人口	世帯数	人口	ダル人口	世帯数	人口
WARD1（北部）	460	3,346	LARU 地区	831	3,832
WARD2（中北部）	295	3,670	DARAWARO 地区	322	1,839
WARD3（中部）	915	3,700	TAMATE 地区	377	1,807
WARD4（中南部）	318	1,740	KARAKARA 地区	554	2,808
WARD5（南部）	212	2,100	合 計	2,084	10,286
合 計	2,200	14,556			

対象サイト	住民	学生	病院	周辺村落	計
ベレイナ	760	-	70	513	1,343
クピアノ	839	982	196	5,792	7,809
クイキラ	1,180	1,396	170	180	2,926
フィンシュルフェン	900	1,249	920	1,159	4,228
ムチン	500	830	120	650	2,100
オロベイ	231	763	126	3,105	4,225

7.3 計画目標年次

マスタープランの計画目標年次は、PNGWD との協議を踏まえ、2015 年とされている。ただし、各サイトの現状を考慮して、開発計画の策定においては 2005 年、2010 年、2015 年の 3 段階に分け、各段階において最適な給水原単位を対象サイトごとに検討し、目標となる計画給水量の算定を行う。

表-7.10 マスタープランの計画目標年次

計画目標年次	2005 年	2010 年	2015 年
STAGE	STAGE -	STAGE -	STAGE -

7.4 計画緒元の検討

1) 人口増加率

2000 年 9 月に全国的センサスが実施されたが、データが公表されていないため、1980 年と 1990 年のセンサスによる対象サイトの人口増加率を採用する。ちなみに、PNG の平均人口増加率は、2.3%である。

表-7.11 人口増加率（1980～1990 年）

州	人口増加率	対象地域	人口増加率
1. 西 部	2.83 %	ダル	2.21 %
2. 中 央	1.93 %	ベレイナ	1.99 %
		クピアノ	1.99 %
		クイキラ	1.99 %
3. モロベ	2.15 %	フィンシュハーフェン	1.40 %
		ムチン	2.15 %
4. オ ロ	2.24 %	ポボンデッタ	2.46 %
		オロベイ	2.46 %

2) 計画給水人口

計画目標年次である 2015 年までの対象サイトの人口は、2000 年センサス等の最新資料は発表されていないため、本調査（2000 年 8 月）による人口を採用し、各対象サイトの計画給水人口を算出した。

表-7.12 対象サイトの計画給水人口

対象サイト	世帯数 (2000 年)	人 口 (2000 年)	計画給水人口		
			2005 年	2010 年	2015 年
1. ポボンデッタ	2,080	14,556	16,434	18,559	20,961
2. ダル	1,470	10,286	11,469	12,796	14,277
3. ベレイナ	194	1,343	1,483	1,636	1,805
4. クピアノ	837	7,809	8,621	9,511	10,495
5. クイキラ	211	2,926	3,197	3,488	3,821
6. フィンシュハーフェン	297	4,228	4,532	4,858	5,209
7. ムチン	163	2,100	2,335	2,598	2,888
8. オロベイ	467	4,225	4,770	5,387	6,084

3) 給水原単位

PNGWB のデザインマニュアルでは、居住者（Residential）の給水原単位の基準として 70～225 lit/c/day を採用し、都市周辺のセトルメント（Settlements）および村落（Villages）では 40 lit/c/day を基準としている。表-7.13 にデザインマニュアルの給水原単位（抜粋）を示す。

表-7.13 デザインマニュアルの給水原単位 (PNGWB)

給水対象	給水原単位 (lit/c/day)		
居住者	High Covenant -----		225
	Low Covenant -----		160
	No Covenant -----		70
	Settlements -----		40
	Villages -----		40
公共機関	学校	Teachers & Families -----	As for Residential
		Boarders -----	160
		Day Students -----	70
	病院	Staff & Families -----	As for Residential
		In-patients (Per Bed) -----	450
		Out-Patients & Guardians -----	40
	Corrective Institutions	Warders & Families -----	160
商業		Inmates -----	115
	Hotels	(Par Room) -----	500
	Restaurants	(Par Table) -----	100
	Shops	(Par 15m ²) -----	20
	Offices	(Par 15m ²) -----	110
工業	General (Par Hectare) -----		10,000
	Water Intensive -----		Special Assesment

本計画では、各対象サイトの社会調査、既存施設調査等の調査結果をもとに PNGWB と協議を行い、6 地区センター等の地方給水における給水原単位として最適なものを求めるべく検討を行った。検討作業においては、現在の不十分な給水状況から、合理的な給水事業運営へのスムーズな移行を重視し、開発計画の 3 段階(2005 年、2010 年、2015 年) に沿って以下のように行った。

表-7.14 給水原単位のレベル

レベル	対 象	内 容
Level-A	・ Hospital Patient (bed)	地方給水における医療保健施設への給水原単位は Level-B (居住者等) の 2.0 倍とする。
Level-B	・ Formal Residents (Station) ・ Hospital Staffs & Famillies ・ High School Staffs & Famillies	計画計画年次である 2015 年までに、安定的な生活用水を確保できる 75 lit/c/day とする。
Level-C	・ School (Boarders)	Level-B (居住者等) と Level-D (周辺村落等) の中間のレベル。
Level-D	・ Village ・ Compound ・ Settlement	安全な飲料水の確保できる 45 lit/day から、2015 年までに簡便な沐浴が可能となる 65 lit/c/day とする。
Level-E	・ Office ・ Hospital Out-Patient ・ School (Day Students)	「事務所」等への給水原単位は昼間のみの使用に限定されるため Level-B (居住者等) の 0.5 倍とする。

表-7.14 の給水原単位のレベルは、目標計画年次別段階 (2005 年、2010 年、2015 年) に沿って以下に示すように設定した。

表-7.15 マスタープランにおける給水原単位 (lit/c/day)

計画目標年次	2005 年	2010 年	2015 年
Level - A	130	140	150
Level - B	65	70	75
Level - C	55	65	70
Level - D	45	55	65
Level - E	33	35	38

7.5 水需要予測

2005 年、2010 年、2015 年の計画目標年次の各段階ごとに、給水対象区域別の計画給水人口に各対象区域の給水原単位を乗じて日給水量(DF)を算出し、係数を乗じて日平均給水量(ADF)と日最大給水量(PDF)を求めた。PNGWB のデザイン・マニュアルでは、都市給水の計画給水量算定に関する係数基準が設けられており、都市給水用デザイン・マニュアルを踏まえ、地区センター等の地方給水における計画給水量の算定を以下の通りとした。

表-7.16 地区センターの計画給水量

1. 日 給 水 量： Daily Flow(DF)	DF = TP × DWC
2. 日 平 均 給 水 量： Average Daily Flow(ADF)	ADF = DF × 1.2
3. 日 最 大 給 水 量： Peak Daily Flow(PDF)	PDF = ADF × 1.2
4. 時間平均給水量： Average Hourly Flow(AHF)	AHF = ADF / 24
5. 時間最大給水量： Peak Hourly Flow(PHF)	PHF = (ADF / 24) × 1.5
6. 水 槽 容 量： Tank Capacity(TC)	TC = PDF × 1 / 3

注-TP: 計画対象人口(Target Population) DWC: 給水原単位(Daily Water Consumption)

6 地区センターの計画給水量は、計画目標年次別に表-7.17 に示す。

表-7.17 6 地区センターの計画給水量 (lit/day)

SITE	計画給水量	2005 年	2010 年	2015 年
ベレイナ	日給水量	82,538	103,981	127,167
	日平均給水量	99,046	124,777	152,600
	日最大給水量	118,855	149,732	183,120
クピアノ	日給水量	109,624	310,127	674,407
	日平均給水量	131,549	372,153	809,289
	日最大給水量	157,858	446,583	971,146
クイキラ	日給水量	177,147	205,883	247,184
	日平均給水量	212,576	247,059	296,620
	日最大給水量	255,091	296,471	355,944
フィッシュルフィン	日給水量	264,417	319,824	376,638
	日平均給水量	317,301	383,789	451,966
	日最大給水量	380,761	460,547	542,359
ムチン	日給水量	131,696	165,993	202,265
	日平均給水量	158,036	199,192	242,718
	日最大給水量	189,643	239,030	291,262
オロベイ	日給水量	69,071	151,999	395,451
	日平均給水量	82,885	243,614	474,542
	日最大給水量	99,462	292,337	569,450

ポポンデッタおよびダルの 2 州都の水消費傾向を PNGWB の営業統計から算出すると表-7.18 に示す通りとなる。2000 年の年間水消費量はポポンデッタが 464,800 m³、ダルが 227,800 m³ となっている。全水消費量に対する工業用の水消費量は、ポポンデッタが 10%、ダルが 8% となっており、公共機関の水消費量は各々 30% と 10% である。

表-7.18 2 州都の年間水消費量(2000 年)実績

水消費量(2000 年)	ポポンデッタ		ダ ル	
	m ³ /year	%	m ³ /year	%
1) 生活用水(Domestic)	280,400	60%	186,200	82%
2) 工業用水(Industrial)	44,200	10%	18,400	8%
3) 公共機関(Institutional)	140,200	30%	23,200	10%
全水消費量	464,800	100%	227,800	100%

PNGWB の営業統計より算出

上記データをもとに、人口増加率、水需要の有効率を(1.2)を考慮した 2 州都の計画給水量を、計画目標年次別に表-7.19 に示す。

表 7-19 2 州都の計画給水量 (lit/day)

対象地域名	計画給水量	2005 年	2010 年	2015 年
ポボンデッタ	日給水量	2,014,420	3,087,393	4,404,553
	日平均給水量	2,417,304	3,704,871	5,285,463
	日最大給水量	2,900,765	4,445,845	6,342,556
ダ ル	日給水量	1,156,702	1,751,429	2,468,421
	日平均給水量	1,388,042	2,101,715	2,962,106
	日最大給水量	1,665,651	2,522,058	3,554,527

7.6 地下水開発計画

- (1) 計画目標年次 2015 年の給水計画（マスター・プラン）の水需要に対して、地下水調査の試掘結果をもとに地域的な地下水賦存量を算定した。深井戸 1 井当たりの可能取水量について、比湧水量（Specific Capacity）の概念から、揚水のための許容可能な水位降下（静水位と揚水水位の差）と井戸構造との関係から、一般的に可能な範囲としての水位降下 10m として算定した。この水位降下 10m は、試掘井の連続揚水試験結果と試掘井戸構造、静水位などから総合的に判断し算定したものである。特に、海岸からの塩水化が心配されるダル、オロベイそしてフィンシュハーフェンでは水位降下をそれぞれ 1m と小さくし、塩水侵入の影響をなるべく少なくなるように配慮し、表-7.20 の通り地下水開発可能量を判定した。

表-7.20 調査対象地域の地下水開発可能量（地下水賦存量）

対象地域名	井戸深度 (m)	静水位 (m)	揚水水位 (m)	帯水層 深 度 (m)	井戸 1 井当たり 可能取水量 (m ³ /d/w)
1.ポボンデッタ	110	7.0	17.0	70 ~ 100	850
2.ダル	50	2.5	3.5	20 ~ 40	325
3.ベレイナ	50	6.0	16.0	20 ~ 40	751
4.クピアノ	70	2.0	12.0	30 ~ 60	350
5.クイキラ	50	4.0	14.0	20 ~ 40	350
6.フィンシュハーフェン	50	6.0	7.0	20 ~ 40	540
7.ムチン	50	2.0	12.0	30 ~ 40	8,640
8.オロベイ	50	4.0	14.0	20 ~ 40	150
9.オロベイ（コブレ）	50	4.0	14.0	20 ~ 40	700

(2) 地下水開発計画

計画目標年次 2015 年の水需要に対して、必要な水源としての地下水開発計画を図-7.1(1)(2)(3)の通り検討し、その開発計画を策定した。対象サイトで年次毎に必要とされる井戸本数は表-7.21 の通りである。

表-7.21 対象地域の地下水開発計画(井戸開発本数)

対象地域名	2000 年(試掘)	2005 年	2010 年	2015 年
ボボンデッタ	850m ³ /日	2	2	2
ダル	325m ³ /日	JICA 井戸利用	3	3
ベレイナ	432m ³ /日	JICA 井戸利用	0	0
クピアノ	350m ³ /日	1	1	1
クイキラ	288m ³ /日	JICA 井戸利用	0	0
フィッシュハーフェン	300m ³ /日	JICA 井戸利用	1	0
ムチン	1 × 360m ³ /日	0	0	0
オロベイ	150-700m ³ /日	1	1	0

7.7 施設基準・建設資材基準

1) 施設・構造物基準

パプア・ニューギニア国の施設・構造物関連の基準としては、以下の「Building Act」, 「Building Regulation」, 「Papua New Guinea Standard (PNGS)」等がある。

表-7.22 PNG の施設・構造物関連基準と記載内容

基準名	記載内容
Building Act	施設・構造物の申請、許可、行政指導等
Building Regulation	施設・構造物の一般規定
Papua New Guinea Standard(PNGS 1001 ~ 4)	施設・構造物の設計に関わる細則

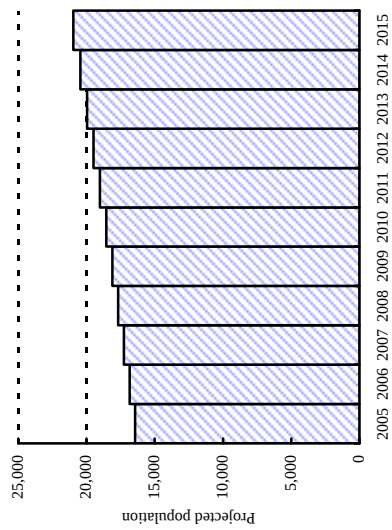
電気設備に関する基準については、現在のところ PNG 独自のものはないが、オーストラリア基準協会 (Standards Association of Australia) の定める「SAA Cord」または「ASS Specification」に準じて設計されることが指導されている。

また、PNG での施設・構造物の設計においては、同国が地震国であることに注意が必要である。ニューギニア本島の東部に火山地帯に属するニューブリテン島やブーゲンビル島などで近年も地震が多く観測されている。従って、パプア・ニューギニア国での構造物設計では、地震の頻度・強度により国内を 4 つの「Seismic Zone」に区分した構造計算が行われており、パイロット・プロジェクトについては、これらの基準を適用して給水施設を設計した。

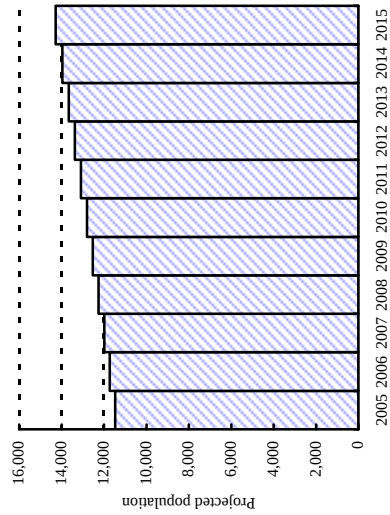
2) 資材の規格・基準

PNG において水道工事に使用する資機材は、一般にオーストラリアからの輸入品が多く、規格もオーストラリアのものが一般的となっている。配管材料についてはポリエチレン (HDPE) パイプや PVC パイプの直管が PNG 国内でも生産されているが、曲管やジョイント類は輸入品である。バルブや水栓、ポンプ類も主にオーストラリアから輸入されている。

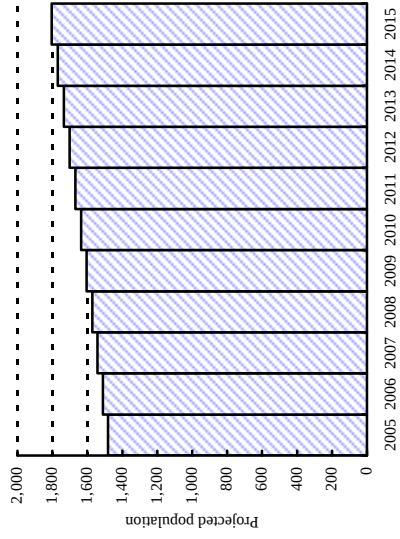
1. Projected Population Served in Popondetta



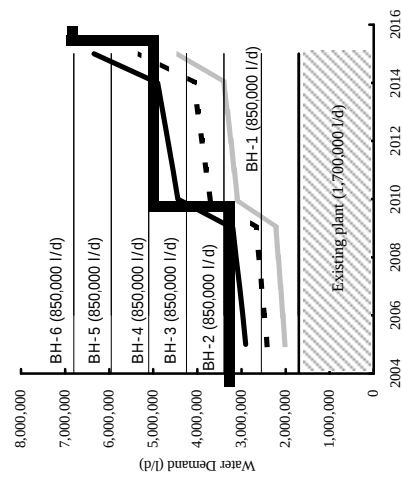
2. Projected Population Served in Daru



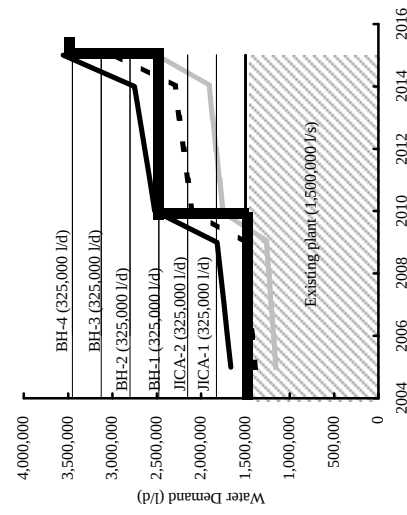
3. Projected Population Served in Bereina



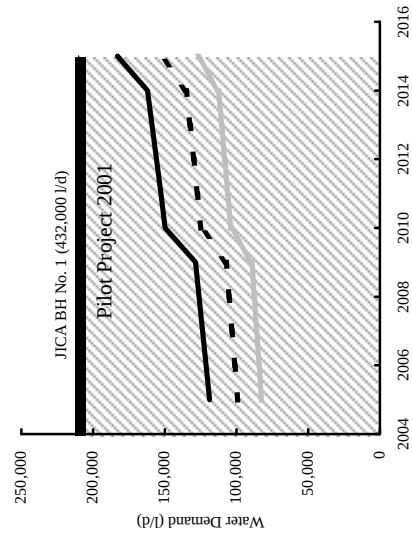
1. Projected Water Demand in Popondetta



2. Projected Water Demand in Daru



3. Projected Water Demand in Bereina



— Daily Flow (l/d)

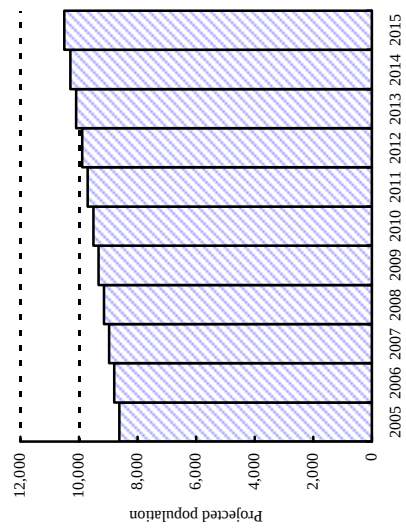
- - - Average Daily Flow (l/d)

— Peak Daily Flow (l/d)

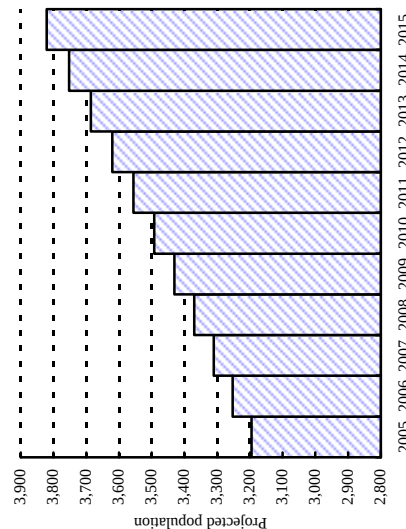
BH: Borehole

図-7.1 (1) 水需要と地下水開発 (2000 ~ 2015年)

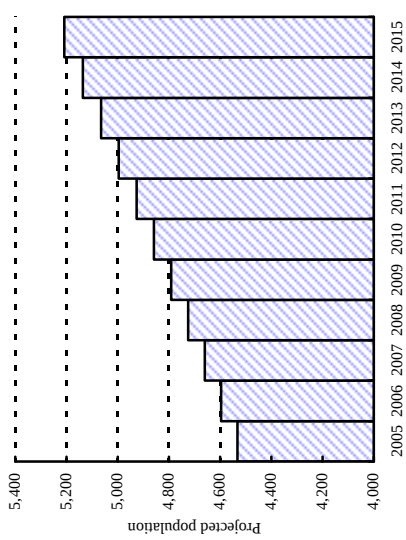
4. Projected Population Served in Kupiano



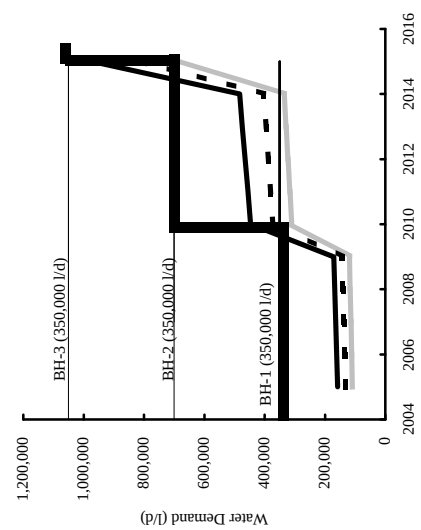
5. Projected Population Served in Kwikila



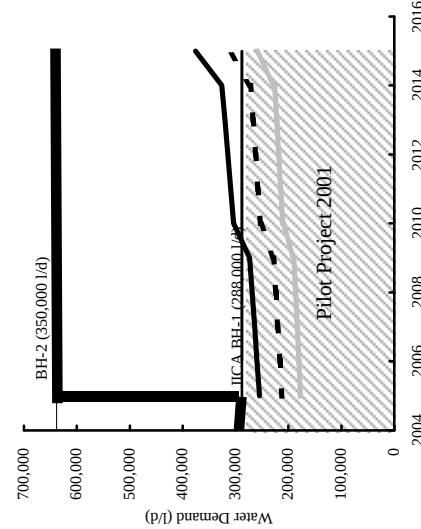
6. Projected Population Served in Finschhafen



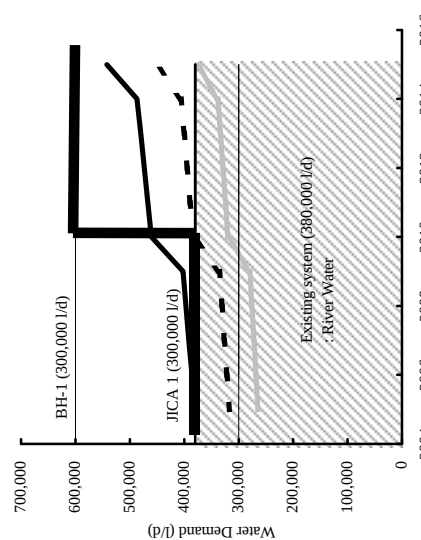
4. Projected Water Demand in Kupiano



5. Projected Water Demand in Kwikila



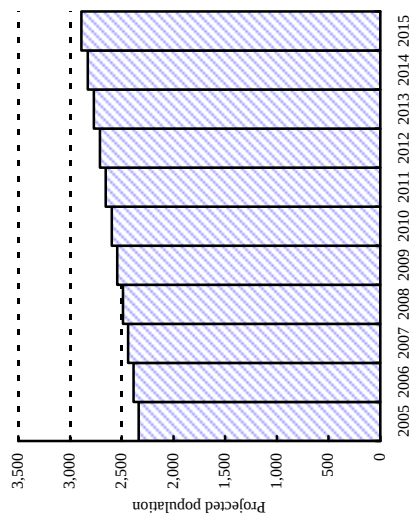
6. Projected Water Demand in Finschhafen



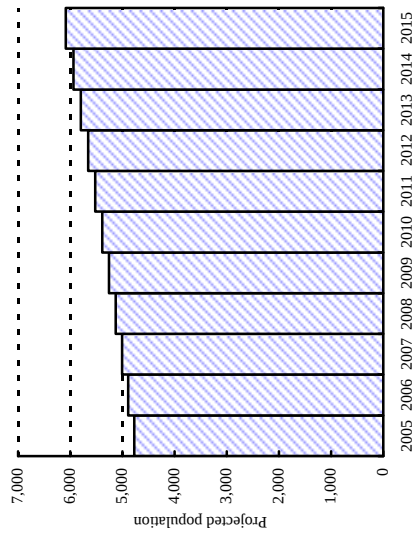
— Daily Flow (l/d) - - - - Average Daily Flow (l/d) ——— Peak Daily Flow (l/d) BH: Borehole

図-7.1 (2) 水需要と地下水開発 (2000 ~ 2015年)

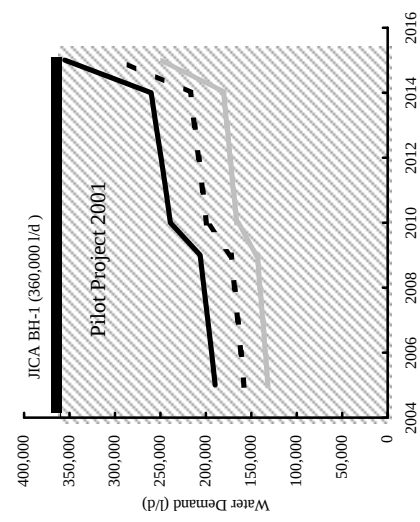
7. Projected Population Served in Mutzing



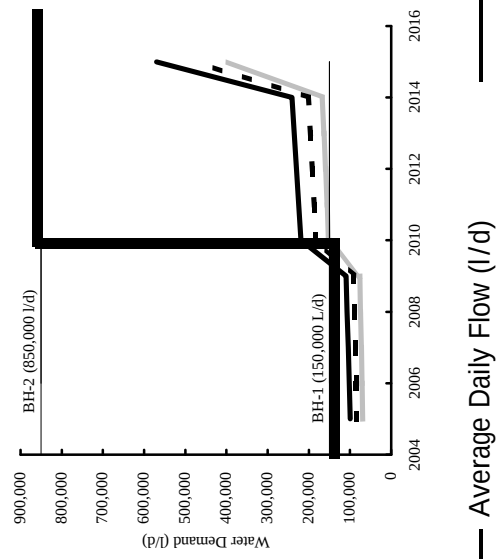
8. Projected Population Served in Oro Bay



7. Projected Water Demand in Mutzing



8. Projected Water Demand in Oro Bay



BH: Borehole

— Average Daily Flow (l/d) — Peak Daily Flow (l/d)

図-7.1 (3) 水需要と地下水開発 (2000 ~ 2015年)

こうした PNG における建設資材の流通事情から、パイロット・プロジェクトにおける資機材の品質基準には以下の国際基準を適用した。

表-7.23 パイロット・プロジェクトにおける資機材の品質基準

Australian Standards (AS)	Standards Association of Australia, Standard House
British Standards (BS)	British Standards Institution, British Standards House
American Society for Testing and Materials (ASTM)	American Society for Testing and Materials

7.8 給水施設計画

1) 施設計画の基本方針

- ・ 給水事業の実施主体の PNGWB が独自に運営・維持管理のできる給水システムに段階的に移行する。
- ・ 既存施設の有効利用を可能な限り図り、計画の実施段階で工期短縮と事業費のミニマイズを図る。
- ・ 各戸給水の普及している地域、および雨水タンクの普及している地域等の現地事情を勘案した妥当性のある施設計画とする。

Master Plan では、計画年次の段階に沿って、施設計画を Stage- 、 、 に区分し段階的に対象サイトの施設の充実を図った。

表-7.24 マスタープランの計画年次と施設計画(2001-2015)

STAGE		計画内容の概要
Stage-	2005 年	○ 井戸施設・ポンプステーションの建設 ○ 高架水槽・貯水槽の建設 ○ 導水管・配水管の敷設 ○ 公共水栓の建設
Stage-	2010 年	○ 井戸施設・ポンプステーションの増設 ○ 高架水槽・貯水槽の増設 ○ 配水管の延長
Stage-	2015 年	○ 井戸施設・ポンプステーションの増設 ○ 配水管の延長 ○ 既存配管の更新、拡充 ○ 公共水栓の増設

2) 給水システムの基本構成

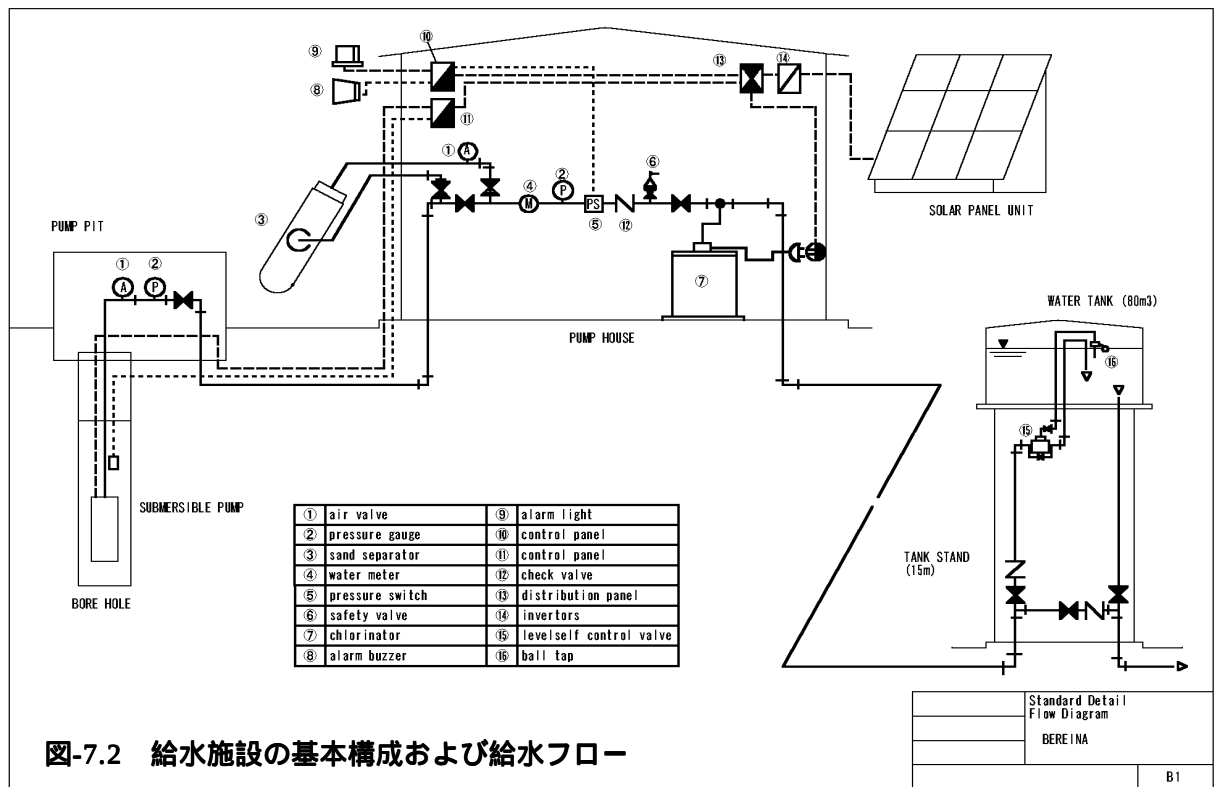
給水システムの基本構成は、1)水源、2)取水施設、3)導水施設、4)配水施設、5)給水施設により形成される。本計画では、地区センター等の地方給水施設の基本構成を表-7.25のように設定した。給水システムは、この基本構成のフレームに沿って施設計画を行った。水源については、第1次現地調査時に実施された地下水開発調査での試掘井を生産井として有効に使用する。

表-7.25 給水システムの基本構成

NO	システム	構 成	
1	水源	深井戸	
2	取水施設	揚水施設	
		水中モータポンプとポンプピット	
		動力源	公共電力
			ディーゼル発電機
			ソーラー発電機
		揚水室	揚水制御室
			塩素滅菌装置
		フェンスと門	コンクリートブロック
			網型
3	導水施設	導水管	
		道路・河川横断	
4	配水施設	貯水槽	地上型
			高架型
		配水管	
		道路・河川横断	
		既存配管の改修	
5	給水施設	公共水栓	
		各戸給水	

各対象サイトの給水システムは、(A)ポンプ・ステーション、(B)導水管、(C)貯水槽、(D)配水管で構成され、(A)のポンプ・ステーションはさらに、a)井戸ピット、b)ポンプ制御室、c)動力源等に分けられ、動力源として太陽光を利用する場合は、これらに PV アレーがポンプ・ステーション内に設置される。

ポンプ制御室には滅菌装置の部屋を併設し、薬液注入ポンプおよび薬液タンクを設置する。滅菌は高度さらし粉を採用する。また、ポンプステーションの外構内フェンスは、高さ 2.3m のクリンプワイヤーフェンスを基本とするが、動力源にソーラーシステムを採用する場合は、防犯を考慮して、高さ 3.25m のブロックフェンスとする。



3) 給水施設の動力源

6 地区センターの動力源としては、公共電力、ディーゼル発電機等、再生可能エネルギー等が挙げられる。施設の動力源としては運営・維持管理の面から公共電力が最も望ましいが、従来からディーゼル発電機が使用されている。

しかし、動力費・維持管理費の予算が十分でないケースも多く、ディーゼル発電機を動力源とする給水施設では、燃料代の不足による時間給水や発電機の老朽化による給水の断続的な停止を余儀なくされているのが現状である。再生可能エネルギーとしては、風力や太陽光の利用が考えられるが、本計画のマスタープランでは、こうした現地での動力源・電力事情の制約を考慮して、ソーラーポンプシステムの導入を検討した。

4) ソーラー発電システム

給水施設の動力源としてソーラー発電システムを導入する場合には、一般に $4.1 \text{ kw/m}^2/\text{day}$ 以上の日射量が必要である。また、日照時間に制約される揚水時間の設定も重要となるため、本計画では、計画給水量と貯水槽容量を勘案して 1 日 5 時間（10 時～15 時）の運転を想定した。図-7.5 にパプア・ニューギニア国の日射量マップ、図-7.3 にポートモレスビーとレイの月別平均日射量を示す。

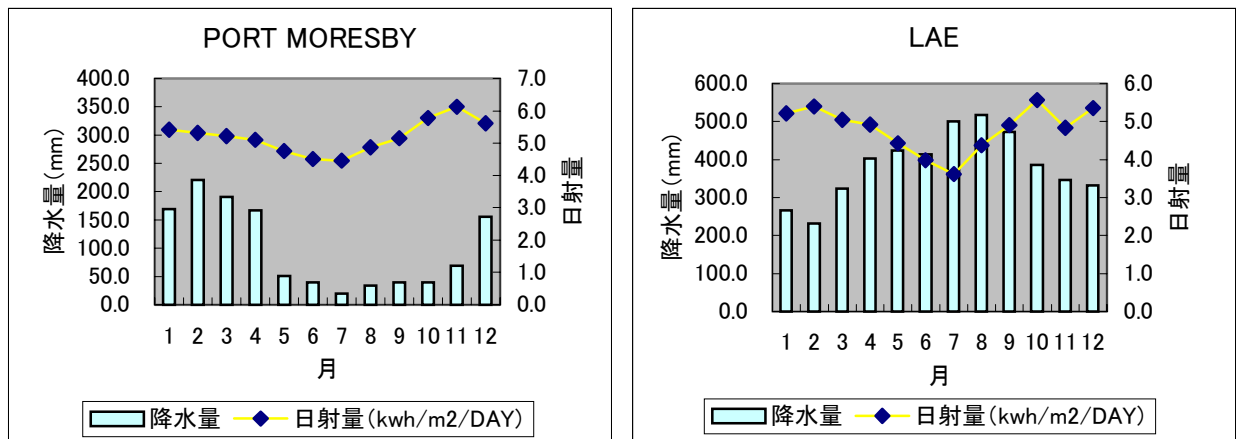


図-7.3 ポートモレスビーとレイの平均日射量と気象データ

図-7.3 では、レイの 8 月で日射量が $3.8 \text{ kw/m}^2/\text{day}$ となっているが、雨季の最盛期でもあり、雨水タンクの併用を考慮すれば、ソーラーポンプシステム導入の妥当性は十分にあると判断される。また、ソーラーポンプシステムは、揚水ポンプの定格出力 6.0 kw を境として、これより大きいポンプを設置する場合は経済的に著しく不利となる。従って人口 1,000～2,000 人程度がソーラーポンプシステムの適正規模となるため、既に述べたように給水区、給水原単位等を段階的に設定することにより、定格出力 3.7 または 5.5 kw のソーラーポンプシステムが適応可能な範囲となる。図-7.4 は、ソーラーポンプシステムによる給水施設概念図を示したものである。

図-7.4 ソーラーシステム概念図

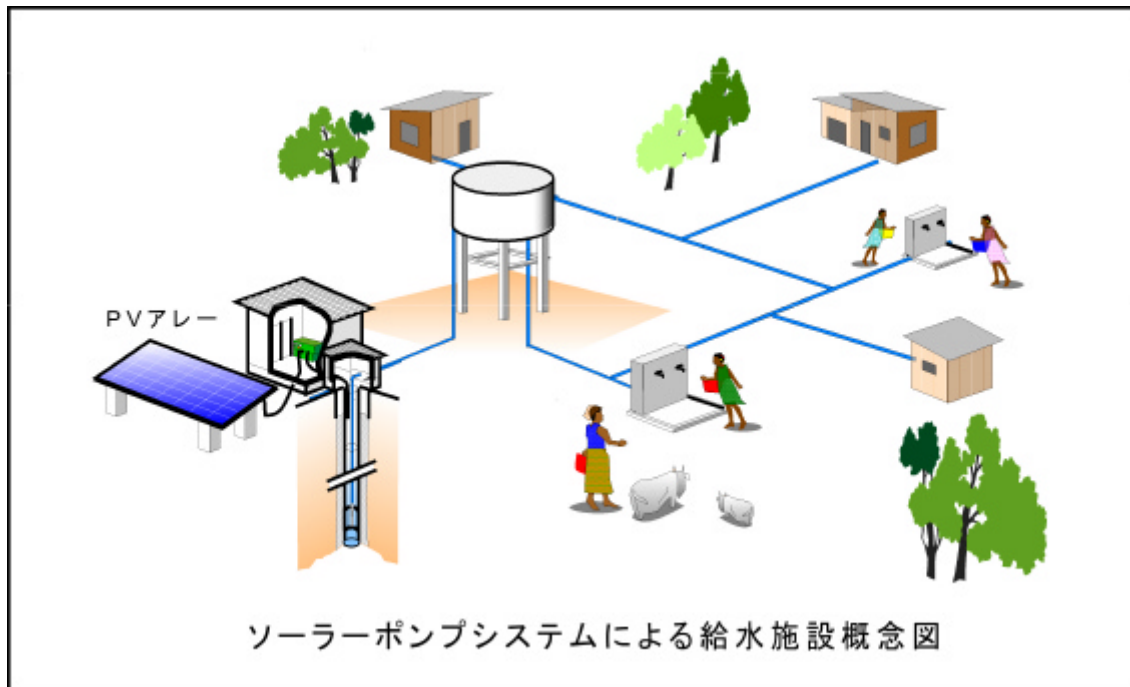
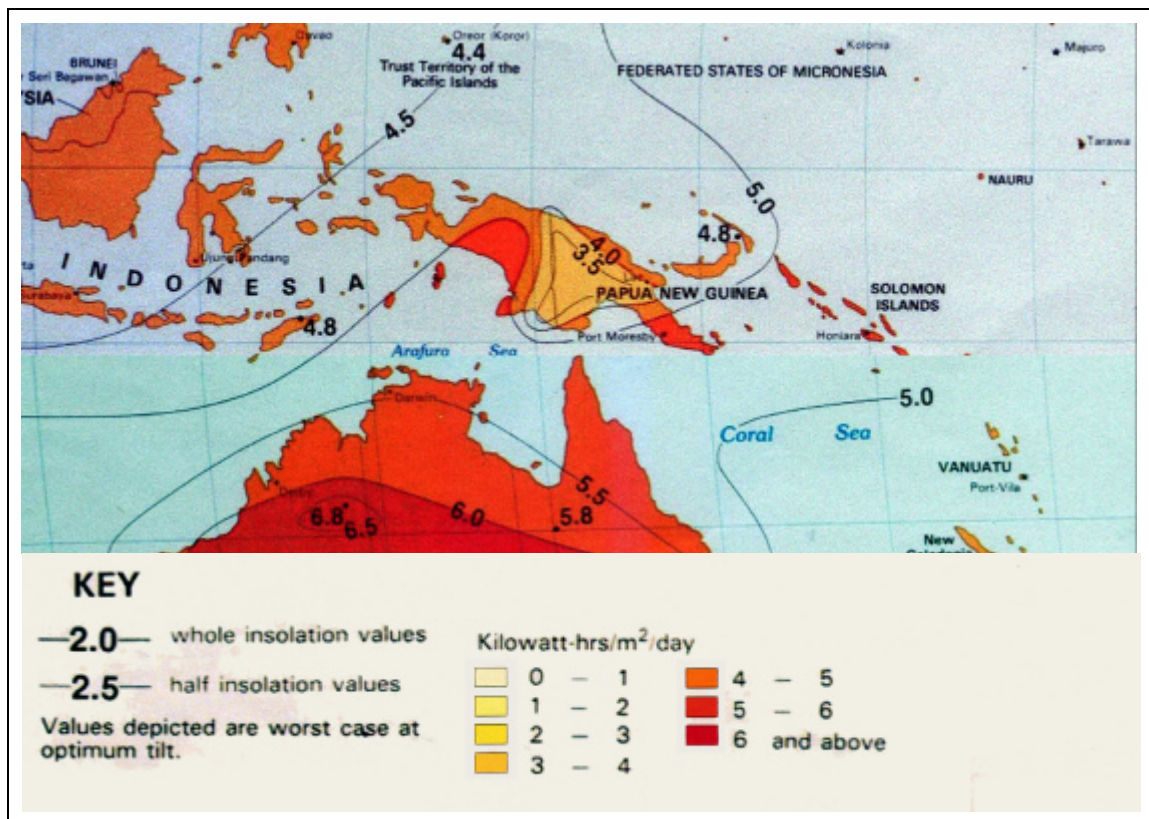


図-7.5 パプア・ニューギニア国の日射量マップ



7.9 サイト別給水システムの検討

1) 給水システムの検討

6 地区センターの地方給水システムは、(A) ポンプステーション、(B) 貯水槽、および (C) 配水管で構成される。6 地区センターのマスタープランにおいては、オロベイ以外の 5 サイトは何れも既存給水施設があることから、可能な範囲での既存施設の有効を含めた給水システムを検討した。以下に 6 地区センターの、給水システムおよび計画施設の概要を示す。

2) ベレイナの給水システム

ベレイナの既存給水施設は、ポンプおよびディーゼル発電機の故障、発電機用燃料費の不足などから給水が断続的に停止している。また、Station 周辺には 8 つの村落があるが、配管延長もないまま給水サービスが行われておらず、不衛生な手汲み浅井戸または雨水タンクを利用している。

従って、ベレイナのマスタープランでは、まずステージ 1 で、安定した水供給を行うためのソーラー発電システムを動力源とするポンプステーションの建設と、周辺 8 村落への配水管の敷設および公共水栓の設置を計画した。ポンプステーションはソーラー関連施設の他、ポンプ操作室、高架水槽等で構成される。

ステージ 2 では、計画給水人口を考慮して、対象地域を東西 2 つの給水区に分けるべく、Station の西側にある既存高架水槽の回収・新設を行い、ポンプステーションからの導水管敷設を行う。対象地域を東西に走る配水本管の新設・敷設替えもステージ 2 で行い、ステージ 3 でこの本管からの分岐配水管の新設・敷設替えを行う。表-7.26 にベレイナのマスタープラン（計画目標年次 2015 年）の給水施設計画を示す。

表-7.26 ベレイナ給水計画マスタープラン(2015)

BEREINA		Facilities	
STAGE-1	2005	Central Toreno No.1, No.2 Ponepone Paikwa Baukeke Karoapaina Hihive No.1, No.2	・井戸掘さく & ポンプハウス No.1 ・ソーラー発電システム ・貯水槽 (80m³, H15m) ・配水管 (2.8km) ・公共水栓 (9 基)
STAGE -2	2010	Central	・貯水槽改修 (45m³, H15m) × 2 ・配水管 (1.3km)
STAGE -3	2015	Central	・配水管 (2.2km)

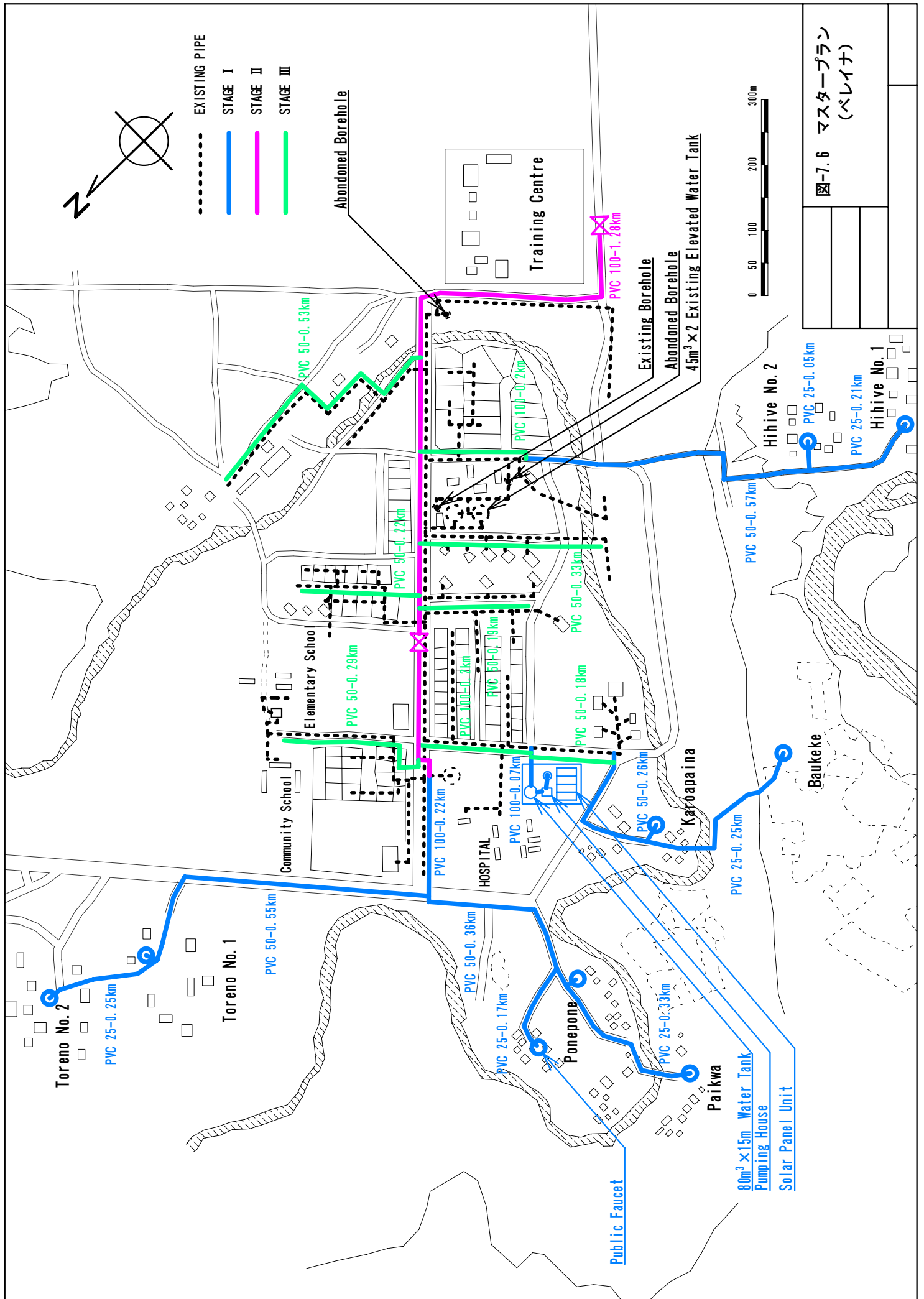


図-7.6 マスタープラン
(ベレイナ)

3) クピアノの給水システム

クピアノは中央州 Abau District の郡都で、人口約 2,000 人であるが、Marshall ラグーン上流にある Wanigela（人口約 3,300 人）と、下流の Gavuone（人口約 2,500 人）を合わせると人口は約 7,800 人となり、計画目標年次の計画給水人口は 1 万人を超えることが予想される。Wanigela、Gavuone はクピアノと同様に適切な既存水源がなく、クピアノのマスタートプランの中に両地域の給水計画を盛り込んだ。また、クピアノには適切な電力サービスがないことから、施設の動力源としてソーラー発電システムを採用した。

ステージ 1 では、クピアノ市内から東側約 3km の地点にポンプステーションを計画し、市内への導水管の敷設、地上方水槽の建設(180m³)の建設を計画した。また、ポンプステーションとクピアノ市内の中間に位置する 2 つの学校（Korela Mission School および Iopara School）へも導水管および高架水槽を配置する。配管延長は、導水管および配水管を合わせ約 7.1km となる。

Gavuone を対象給水区とするステージ 2 では、ステージ 1 で建設したクピアノのポンプステーションから約 1.3km 離れた地点に第 2 のポンプステーションを建設し、導水管で第 1 のポンプステーションと接続する。クピアノ市内東側に Gavuone への配水用の高架水槽(200m³)を配置する。この高架水槽から約 2.5km の距離にある Gavuone までの導水管の敷設を行い、6 基の公共水栓を設置する。配管総延長は約 5.6km となる。

ステージ 3 の Wanigela の給水システムも Gavuone と同様の構成とする。第 3 のポンプステーション、高架水槽(200m³)、公共水栓 5 基を配置する。配管総延長は 7.7km となる。

表-7.27 クピアノ給水施設計画マスタートプラン(2015)

KUPIANO		Area	Facilities
STAGE-1	2005	Kupiano	・井戸掘さく & ポンプハウス ・ソーラー発電システム ・貯水槽改修 (180m³) ・貯水槽 (30m³ × 2) ・導水管 (5.0km) ・配水管 (2.1km)
STAGE -2	2010	Gavuone	・井戸掘さく & ポンプハウス ・ソーラー発電システム ・貯水槽 (200m³) ・導水管 (2.2km) ・配水管 (3.4km) ・公共水栓 (6 基)
STAGE -3	2015	Wanigela	・井戸掘さく & ポンプハウス (クピアノ) ・ソーラー発電システム ・貯水槽 (200m³) ・導水管 (7.0km) ・配水管 (0.7km) ・公共水栓 (5 基)

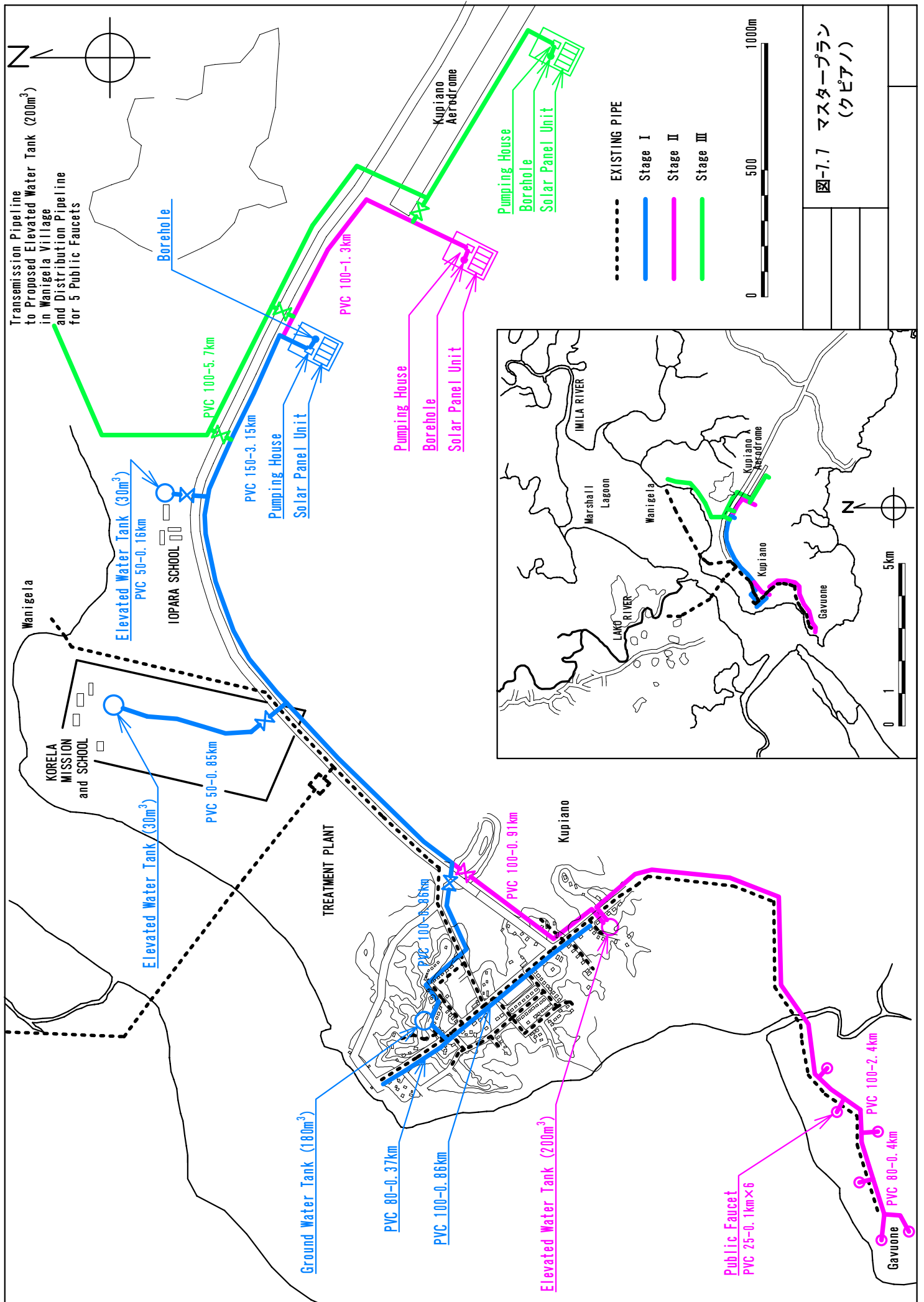


図-7.7 マスタープラン
(クピアノ)

4) クイキラの給水システム

クイキラの給水区域は Central、 Kwikila 高校、 職業訓練校周辺の 3 つに区分した。クイキラ高校では独自に井戸を持ち、水量の上で不十分ながらも給水が行われているが、クイキラ高校以外の Station および職業訓練校周辺の地域では長期間給水が停止している。このため既存配管については各所で漏水や詰まりが予想され、既存配管の有効利用は容易でないと判断された。マスタープランの各ステージで既存配管の段階的な敷設替えを行うこととした。

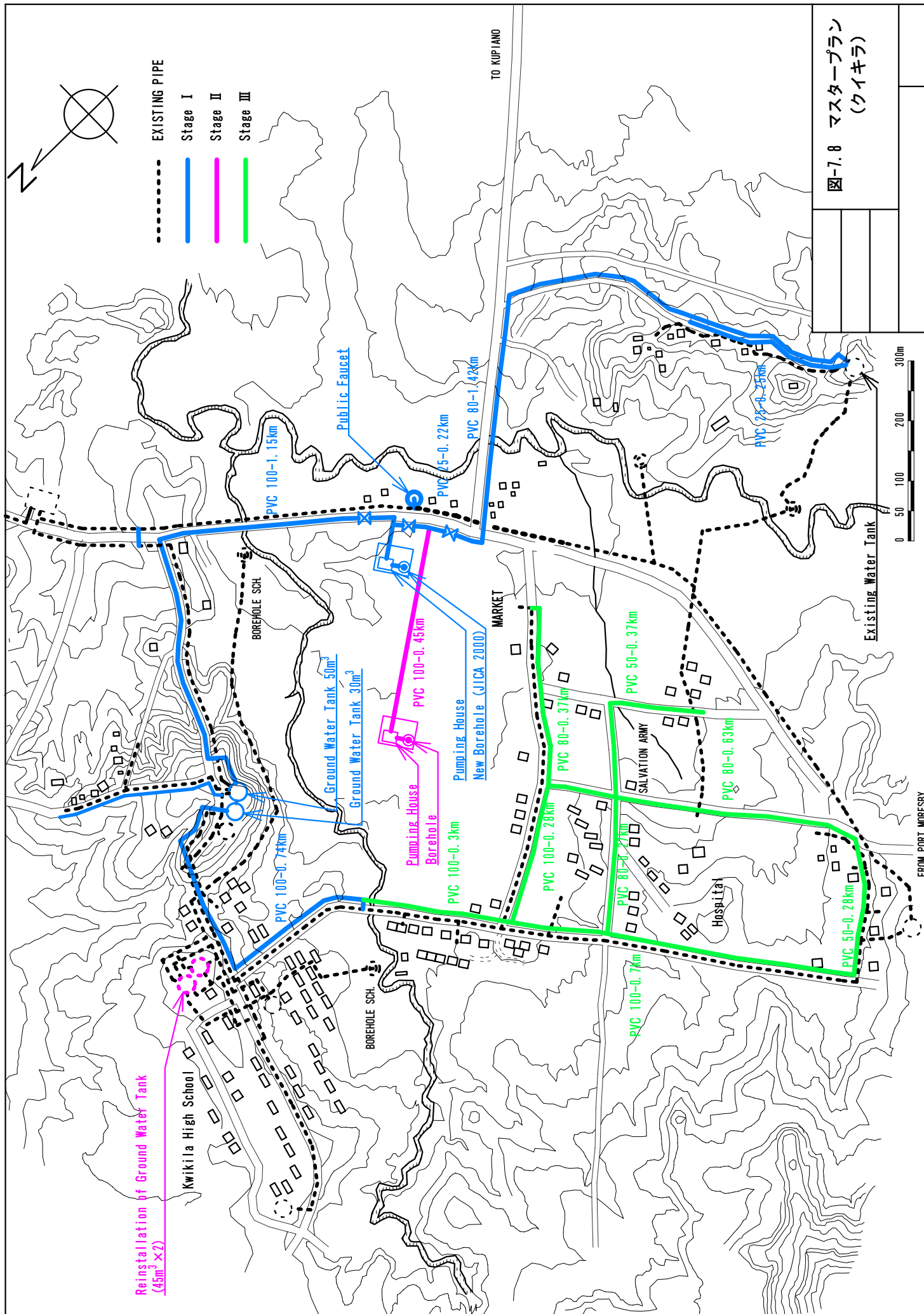
各給水区には、それぞれの水需用量を賄う容量の既存水槽がありクイキラ高校および職業訓練校の水槽は充分使用に耐える。一方、Central への配水を行う 2 基の既存水槽は、老朽化が著しいため新設が必要である。

従って、ステージ 1 では、ポンプステーションの新設と各給水区域への導水管の敷設、および地上型水槽(60m³×2)の新設を計画した。また、Station 東側の Compound への給水を目的とする公共水栓の設置を計画した。

計画目標年次である 2005 年までの水需要は、試掘井の生産井への転用で必要水量をまかなうことが可能である。それ以降の水需要に対しては、深井戸を建設する必要がある。Central 用地上型水槽の増設およびクイキラ高校の水槽補修はステージ 2 で行う。ステージ 3 では、ステーション内の主な配水本管の敷設替えをほぼ全面的に行うこととした。敷設替えの配管延長距離は約 4.3km となる。

表-7.28 クイキラ給水計画マスタープラン (2015)

KWIKILA		Area	Facilities
STAGE-1	2005	Central High school Vada Compound Mr.Broun Compound Makan Compound Vocational center Community school	- 井戸掘さく & ポンプハウス No.1 - 貯水槽 (60m³ × 2) - 導水管 (2.6km) - 配水管 (2.0km) - 公共水栓 (1 基)
STAGE -2	2010	Central High school Vada Compound Mr.Broun Compound	- 井戸掘さく & ポンプハウス No.2 - 導水管 (0.5km) - 貯水槽改修 (45m³ × 2)
STAGE -3	2015	Makan Compound	配水管 (3.2km)



5) フィンシュハーフェンの給水システム

フィンシュハーフェンの給水区は、Langemark Bay の海岸線を走る道路に沿って、Central (Gagidu)から Gingala まで、Gingala から Degerhaphen 高校を経て Bugain まで、Buraun Memorial Hospital から Central (Gagidu)までの 3 地区に区分する。マスタープランの配管総延長は、道路に沿って約 15km に及ぶ。計画目標年次である 2015 年の計画給水人口は、約 4,700 人となる。

現在 Buta Creek の表流水を水源とする既存給水施設が稼働しているが、水需要量に比べ揚水量が少なく、浄水処理も行われていないことから、試掘井を生産井として利用する。ステージ 1 でフィンシュハーフェン (Gagidu)市内にポンプステーションを建設し、Gagidu の南側に位置する Gingala まで約 7.4km の既存配管の敷設替えを行う。また、Buta Compound、DCA、Gingala 等への分岐配水管を敷設し公共水栓を設置する。

ステージ 2 では Gingala からさらに南側約 4.8 km の位置にある Bugain Village まで配水管の敷設替えを行い、途中に位置する Buki Village や Dreger High School に公共水栓を配置して給水を行う。

ステージ 3 では、Butaweng Dreek 上流に深井戸を建設し、第 2 のポンプステーションとして貯水槽(50m³)を併設する。この貯水槽より Buraun Memorial Hospital を経由して Central(Gagidu)まで約 9.9km の配水管敷設を行う。その途中に位置する Godowa Village や Tomuc Village への分岐管敷設および公共水栓の設置も合わせて行うこととする。

表-7.29 フィンシュハーフェン給水計画マスタープラン (2015)

FINSCHHAFEN		Area	Facilities
STAGE-1	2005	Central (Gagidu) Buta Compound DCA Gingala Village	- 井戸掘さく & ポンプハウス No.2 - 貯水槽 (60m³ × 2) - 導水管 (0.2km) - 配水管 (7.4km) - 公共水栓 (3 基)
STAGE -2	2010	Bugain Village High school	- 配水管 (4.8km) - 公共水栓 (2 基)
STAGE -3	2015	Vocational Center Buraun Memorial Hspital Godowa Village Tomuc Village Timblim Settlement	- 井戸掘さく & ポンプハウス No.1 - 導水管 (0.1km) - 貯水槽 (60m³, H15m) - 配水管 (9.9km) - 公共水栓 (2 基)

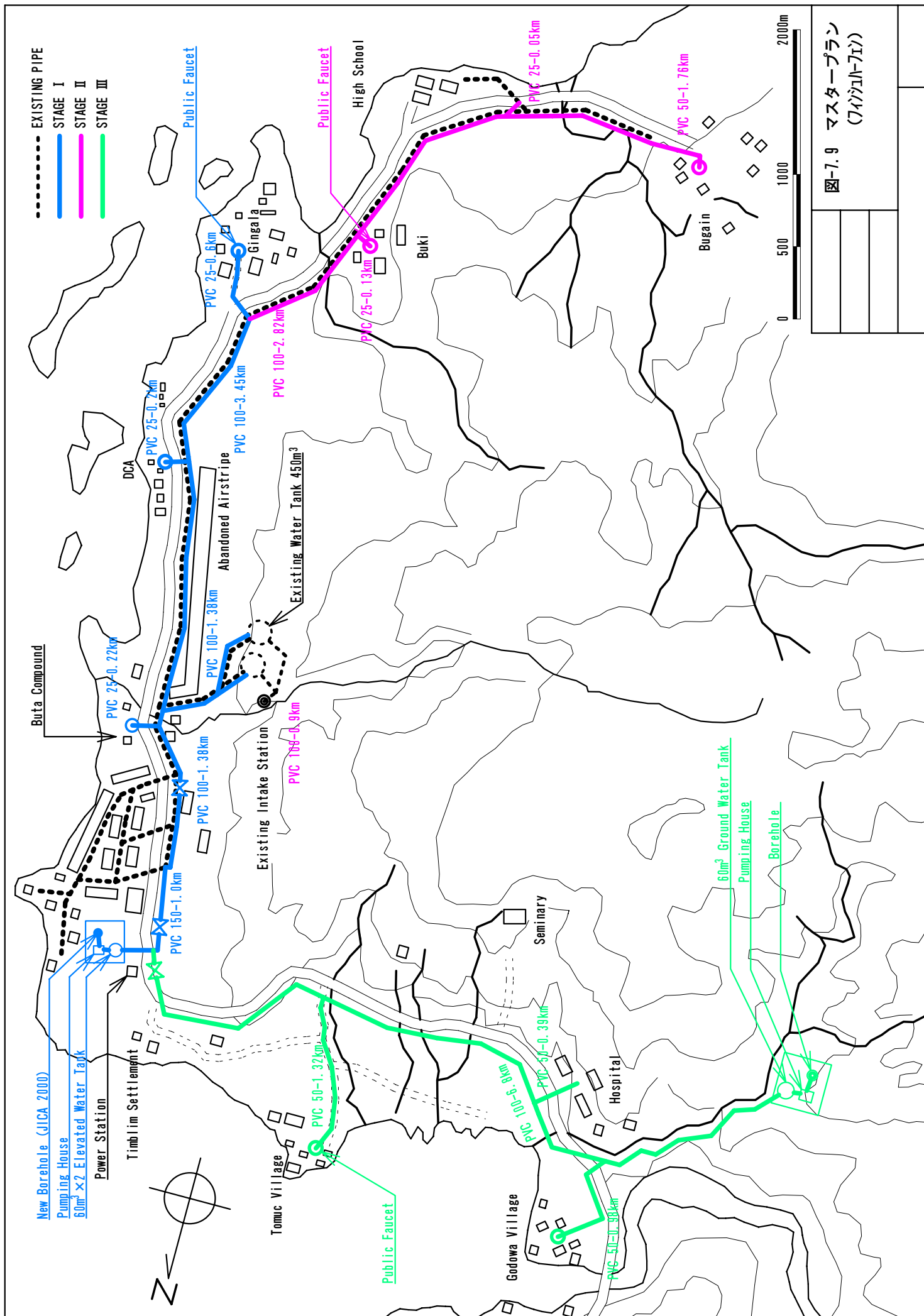


図-7.9 マスタープラン
(7/10/17)

6) ムチンの給水システム

2001 年 6 月にレイからムチンへ ELCOM の送電線が延長され、ようやくムチンでの 24 時間給電が可能となった。既存配管は Station 内側のみの敷設となっているが、Station 西側の Markham Valley High School と Station 東側の Lae 側村落へも給水すべく、ムチンの給水区を、Station 内部、Mutzing Village および Sampubagin Village、Markham Valley high School の 3 つに拡大した。

既存の高架水槽は高さが不足し、かつ既存配管が小口径であることから、Station 中心部から離れた周辺部の既存水栓からは十分な水圧が得られない状態にあるため、高さ 15m の高架水槽の新設と既存配管の敷設替えを行う。

ステージ で、ポンプ操作室および高架水槽等で構成されるポンプステーションを建設する。ムチンではこのポンプステーションからの配水により計画目標年次である 2015 年までの水需要量をカバーする。また、新たな給水対象区である Markham Valley High School と Station 東側の Lae 側村落 (Mutzing Village および Sampubagin Village) への導水管・配水管を敷設する。さらに、不足している既存水栓からの水圧を改善するため、Station 南側に位置する Intoap Model Village への既存配管等の敷設替えもステージ で行う。

現在ムチンは、モロベ州 Kaiapit 郡の Mutzing Sub District の地区センターであり、Madang および Goroka 方面へ向かう Highlands Highway の主要中継地であるため、周辺地域の中心地としての発展が期待されている。ステージ (2010 年)において、既存高架水槽の改修または新設、既存配管の改修等を行って、計画目標年次(2015 年)水消費量の増加に対応できる計画とした。

表-7.30 ムチン給水計画マスタープラン(2015)

MUTZING		Area	Facilities
STAGE-	2005	Central Sampubagin Village Mutzing Village Intoap Model Village Markham Valley High school	・井戸掘さく & ポンプハウス No.1 ・導水管 (0.6km) ・貯水槽 (80m ³ × 15m) ・配水管 (2.4km) ・公共水栓 (4 基)
STAGE -	2010 (2015)	Central	・貯水槽改修(30m ³) ・既存配管改修

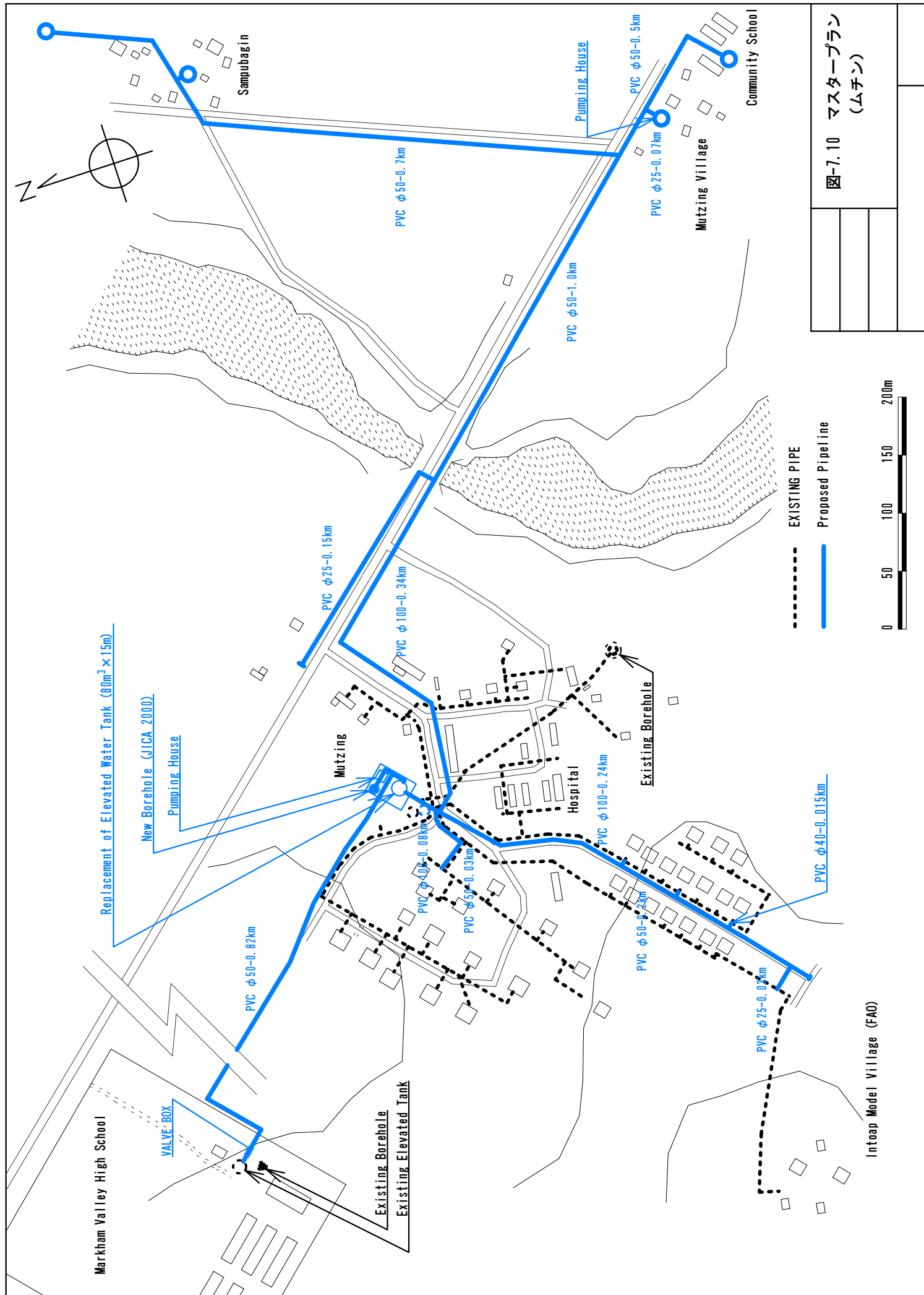


図-7.10 マスタープラン
(ムチン)

7) オロベイの給水システム

オロベイの給水区は、オロベイ南側の Wharf から Fisheries office まで、Fisheries office 北側から Ijivitari District Administration を経て Eroro Mission および Kopure Village まで、Eroro Mission 北側から Embogo High School までの 3 区域で、オロベイからポボンデッタへ向かう幹線道路に沿って約 17km の範囲が対象となる。計画目標年次 2015 年の計画給水人口は、5,800 人となる。オロベイには既存給水施設がないため、マスタープランにおける給水施設は全て新規に建設として計画した。オロベイには ELCOM の通電サービスがないため、給水施設の動力源としてソーラーシステムの導入を行う。

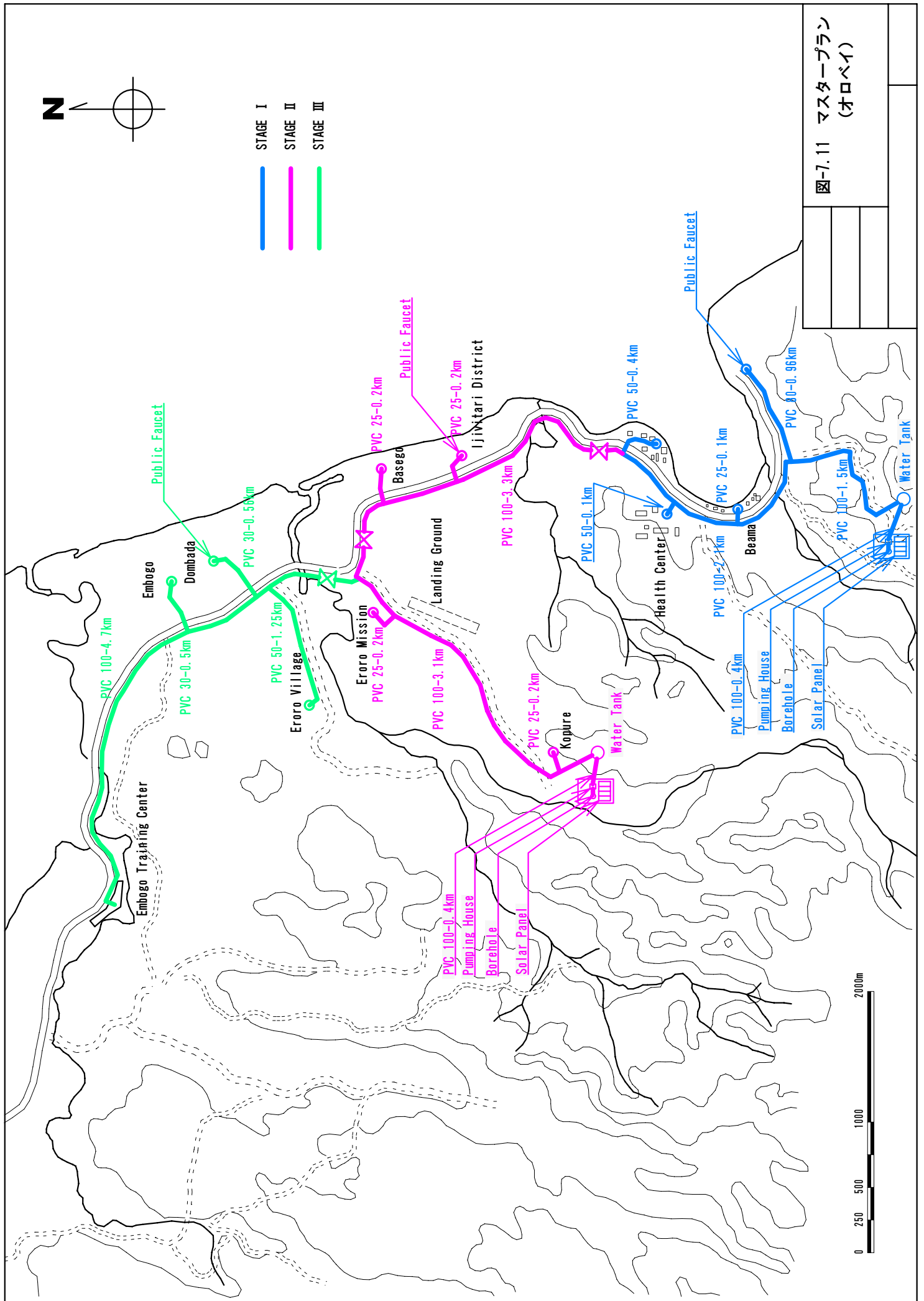
ステージ 1 で、Beama Village から内陸側約 1km の地点にポンプステーションおよび貯水槽を建設し、この水槽から海岸線までの約 1.5km の導水管を敷設する。試掘井は水量が少量であったため、水源井の建設が必要である。Wharf から Fisheries office までのオロベイ湾を囲む約 2.1km の配水管を敷設し、Wharf、Health Center、Fisheries office の 3 ヶ所に公共水栓を配置する。ステージ 1 の総配管延長距離は約 5.7km となる。

ステージ 2 では、Kopure に第 2 の水源井とポンプステーションと水槽の建設を行う。また、Kopure から Fisheries office 北側までの約 7.7km の配水管と、Kopure Village、Eroro Mission、Basego Village、Ijivitari District Administration の 4 ヶ所に公共水栓を配置する。

ステージ 3 では、Eroro Mission 北側から Embogo High School までの給水区を対象とし、配管の延長距離は分岐配管を含め約 7.0km となる。Embogo Village、Dombada Village、Eroro Village、Embogo High School の 4 ヶ所に公共水栓を配置する。

表-7.31 オロベイ給水計画マスタープラン (2015)

ORO BAY		Area	Facilities
STAGE-1	2005	Sub-Dist. Administration Health Center Marine Compound Beama Village Mobil Oil Depot CCEA & Wharf	・井戸掘さく & ポンプハウス No.1 ・ソーラー発電システム ・貯水槽 (80m³) ・配水管 (5.2km) ・公共水栓 (4 基)
STAGE -2	2010	Ijivitari Dist. Administration Kopure Village Eroro Village Eroro Mission Besego Village Ijivitari Dist Office	・井戸掘さく & ポンプハウス No.2 ・ソーラー発電システム ・貯水槽 (80m³) ・配水管 (7.2km) ・公共水栓 (4 基)
STAGE -3	2015	Embogo Village Embogo High School Dombada Village	・配水管 (7.0km) ・公共水栓 (3 基)



第 8 章 組織・運営・維持管理

8.1 給水分野における組織・運営・維持管理体制の現状

調査対象地域 8 地区のうち、ダルとポボンデッタの 2 州都については、既に PNGWB の水道事業が行なわれており、組織・運営・維持管理体制が持続される。しかし、収入に対して費用が大きく採算割れとなっている。費用で最大の費目は人件費であり、ダルでは水源に係わる操業要員が多く、体制の合理化が必要である。PNGWB の水道事業の運営・維持管理部門である Customer Services Division は、現在、事業の効率化とサービス向上につながる組織や体制の改革を進めている。採算面で課題があるこの 2 州都の水道については、要員数の削減などの合理化が進められる。ダルにおいては、Southern Region Office の管轄下として、所長を配置せずに Regional Manager が直接管理する体制として、費用削減が期待される。

一方、調査対象地区 6 地区の郡都(District Town)の水道については、州政府傘下で District Administration がその運営・維持管理を担当している。施設自体の問題もあるものの、それらの適切な改善と持続的操業が実現できておらず、新しい形での運営・維持管理体制が求められる。なお、調査対象地区の中で、オロバイは唯一既存水道施設が存在しない地区であるが、当然、その将来的な水道の運営・維持管理体制を想定する場合には、ゼロからの検討が必要となる。

8.2 PNGWB の組織改革

PNGWB では組織改革の一環として、全国で展開する事業を地域毎に統括する地域事業所 (Regional Office) の設置とそれに伴う小規模な事業所の合理化を進めている。全国を Northern Region、 Highlands Region、 Southern Region に分割し、各地域の拠点として Regional Office を設置し、より効率的な事業実施を目指すものである。また、図-8.1 に組織改革後の PNGWB の Customer Services Division の組織図を示す。

表-8.1 PNGWB 新組織(地域事務所)2001 年

地域	地域事業所	対象 Water District ()内は計画	設置状況
1. Northern	Lae	Lae, Kimbe, Rabaul, Kavieng, (Lorengau)	6 月上旬設置済、要員配置済
2. Highland	Mt.Hagen	Mt.Hagen, Madang, Wewak, Kundiawa, (Mendi, Wabag)	6 月上旬設置済、要員配置済
3. Southern	Port Moresby	Daru, Alotau, Popondetta, (Central City, Kerema)	6 月上旬設置済、要員は未配置

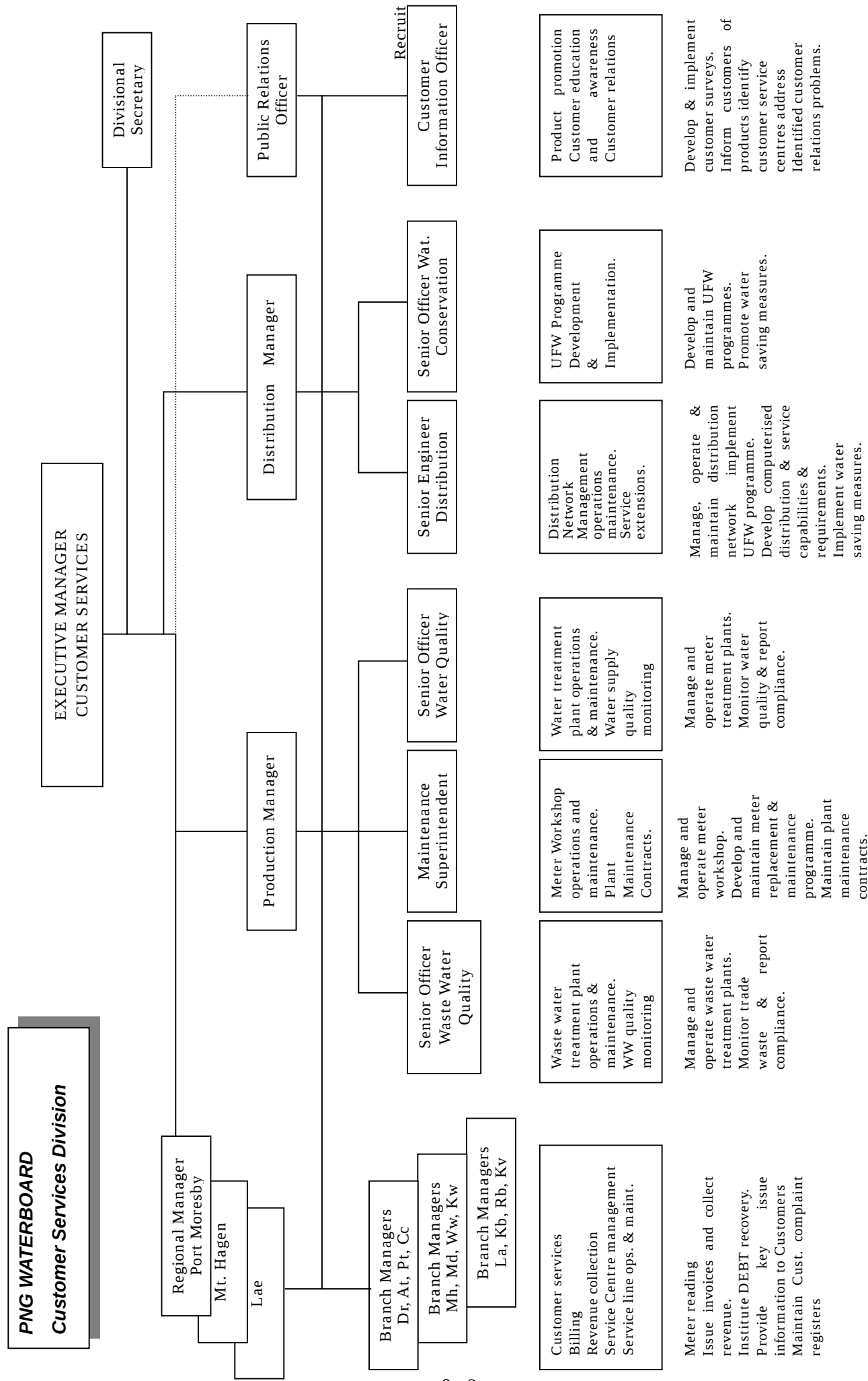


図-8.1 PNGWB 顧客サービス部の組織図(2001年)

既に 3 ヶ所の Regional Office が設置済みであり、このうち Northern Region と Highland Region については所長が配置されている。今後、Regional Office を活用して地方分権化を進め、操業の合理化を図ることが期待される。同時期に同じ Customer Services Division の中に Regional Manager と同格の新しいポストとして、Production Manager (Madang 在勤) と Distribution Manager (Lae 在勤) が新設され、各々が全国の Production と Distribution に関する管理責任者となる。既に要員も配置されている。将来の合理化の可能性としては、例えば、Daru のように人件費が高額となっており、慢性的に大きな金額の赤字となっている Water District については、Regional Office からの管理で管理部門の要員を減らし、費用の節減を図ることなどが可能と思われる。これは District Town の給水事業についても当てはまると考えられる。

さらに、Corporate Relations Division にある Public Relations の部門を Customer Services Division の中に持ってくることも計画されている。これは、従来の Customer Services Division の機能の中に欠落している水道利用者とのコミュニケーションを重視していく考えによるものである。従来、PNGWB が上下水道整備のための計画・設計・開発業務 (Technical Services Division) と施設の操業 (Customer Services Division) に力を注いでくる中で、エンジニアリング中心の視点が支配的になっている。しかし、実際の水道サービスの向上という面では、利用者が適切に水道を利用し、顧客として一定の満足を得て、料金を支払っていくことを確保するうえで、利用者に対する広報・教育活動を含めたコミュニケーションが不可欠である。今後、District Town の水道については、特にこの部分が重要であり、PNGWB がこの部分を強化していくことが望まれる。さらに、従来技術的なテーマについてしか実施されていない公社内の社員研修にも、コミュニケーションや顧客対応の概念などについてのプログラムを取り入れることが求められる。

8.3 運営管理組織の検討

1) 上下水道公社の役割

既存の運営・維持管理体制では、水道事業の持続的操業が難しいと判断される 6 地区の District Town については、原則として PNGWB が正規の水道区 (Water District) として運営・維持管理を担当することが、最も望ましいと考えられる。ただし、その人口規模が小さく、水道事業として十分な収入を得ることが困難と判断されるため、財務面での支援に関わる仕組みを用意することも不可欠である。パイロット・プロジェクトを実施したベレイナ、クイキラ、ムチンについては、新たに Water District が担当大臣によって宣言され、PNGWB の事業として運営・維持管理が行われている。ただし、合理化策として、対象地区には Water Operator とその Assistant のみを配置することとし、対象地区の Regional Office となる Southern Region (ベレイナおよびクイキラ) と

Northern Region (ムチン) の Regional Manager が実際のマネジメントを担当する。したがって、残りの地区フィンシュハーフェン、オロベイ、クピアノが将来計画の対象となる場合には、フィンシュハーフェンはレイの Northern Regional Office からの管理、クピアノは Southern Regional Office からの管理、そして、オロベイについては、ポポンデッタの Branch Office からの管理ということが現実的と判断される。パイロット・プロジェクトの対象地区については、その実施と今後の運営・維持管理体制確認のために協定書 (MOU と MOA) を PNGWB と州政府・LLG との間で締結し、その内容に基づいて、両者が追うべき役割について、明確にした。

PNGWB は、Water District における給水事業のオーナーであり、運営・維持管理のすべてを担当する。NWSS Act の施行に伴って、現在の州都の水道は、DOW から PNGWB に移管され、施設の所有権も PNGWB に移って、PNGWB が操業、料金の徴収、点検・補修などを担当している。一方、District Town の場合にも、Water District が宣言された段階で施設の所有権は、DOW や州政府から PNGWB に移ることになる。同様に移管後は、すべての操業、料金徴収、点検・補修などトータルな運営・維持管理が PNGWB の役割となる。さらにこれらの施設に更新や拡張が求められる段階では、そのための追加投資などについても PNGWB が担当する。パイロット・プロジェクトで改修された施設については、PNG 側の負担として各戸給水のための水道メーターの設置があり、PNGWB が担当している。

2) 地方自治体の役割

District Town の水道事業についての州政府と地方自治体の役割は、Water District における PNGWB の水道事業を日常的に支援するものであり、PNGWB との間で Consultation Meeting を年一回以上、種々の課題への対応を協議していく。具体的には、採算の悪い District Town の水道事業において、操業のために発生する赤字額について、州政府・地方自治体が PNGWB に対する赤字補填を行う点である。その金額については、Consultation Meeting において協議し、決定する。このような州政府や地方自治体の役割は、赤字経営が想定され PNGWB としては進出が難しい District Town の水道事業への進出を実現するために、本調査の中で設定したものであり、地方都市の給水率向上のために関係機関と協議し、協定書 (MOU と MOA) に基づき実施するものであり、パイロット・プロジェクトとしての重要なモデルの提案でもある。

8.4 維持管理体制

1) 維持管理体制の構築

NWSS Act (1986 年) 施行以前は、給水衛生サービスは政府によって無償で提供され

ていた。District Town の給水施設は、“Station”と呼ばれる州政府の District レベルでの行政出先機関だけが対象であったため、州政府や地方自治体が費用のすべてを負担してきた。しかし、予算の制約もあり、既存施設の運転と最低限の日常的な維持管理に限定され、給水が止まっているにもかかわらず住民の不満はない。

給水事業のマネジメントを行なう上で、「使命への責任」、「強い動機付け」、「実行のための資源」といった一貫した体制が必要であるが、District Town の給水の場合、いずれの要素も州政府や地方自治体の現況においては不十分である。このような運営・維持管理の問題を話し合う場として、PNGWB の職員を対象としたワークショップや、中央レベルや地方レベルの行政や給水事業にかかわる関連機関の代表が参加した。ワークショップを開催し、問題点の指摘がなされたが、現状の州政府や地方自治体によって、持続的な給水サービスのマネジメントを行うことは難しいと判断される。

2) 維持管理体制への支援

州政府・地方自治体からの補助金：州政府と地方自治体が既存給水システムのために使用している予算が存在している。この予算相当額が District Town の給水サービスの運営・維持管理の損失を補うための資金として提供でき、州政府や地方自治体が PNGWB との間でパートナーシップに関する協定を結びこの予算を配分することによって運営上の経済負担は改善されと考えられる。しかし、現状の州政府と地方自治体は、District Town における給水サービスの財務の実情を正確には認識していない。PNGWB が District Town の給水サービスの財務状況に関する透明性を確保し、アカウントビリティを持つことが維持管理体制構築の本質的な条件である。しかし、この方法の不安な点は、予算を州政府や地方自治体に廻す中央政府のキャッシュフローが不安定なことである。近年、予算執行の遅れが州政府や地方自治体の事業にかなりの影響を及ぼしているという事実がある。この執行の遅れが甚だしい場合や執行がされない場合には、この方法で PNGWB が実施する持続的給水サービス改善支援に寄与することはできない。

維持管理拠点の設立：給水システムの運営・維持管理では、施設や機器の操業と保守といった技術的な面と、請求書発行、料金徴収、事務処理などの管理面がある。スタッフ、施設、機器等運営・維持管理のための一定のリソースは、毎日使用されるものではないが、給水システムの規模の大小に係わらず必要となる。これらのリソースは、District Town の給水にとって大きな負担になる。District Town のシステムができる限り支援することができれば、その負担は軽減することができる。複数の District Town の給水システムのように共通に使用できる運営・維持管理のリソースがある維持管理支援拠点が使用できるならば、各 District Town でリソースをシェアすることで給水サービスのた

めの費用を削減することができる。

維持管理支援拠点は、PNGWB の既存の Water District Office の中に設置されることが現実的である。維持管理拠点は、District Town 給水サービスを支えるうえで求められる人材を確保し、同時に、施設、修理のための機器、検査、訓練、会計などとともに交通の面で容易な地理的条件であることが必要である。特に PNGWB の既存 Water District Office がない 場合には、この種維持管理拠点の設置が強く求められる。政府または外国援助などでこのような施設を設置することは、PNGWB の負担を軽減するうえで必要である。

3) 維持管理計画

District Town における給水は運営面ではけっして良い状況にないが、その原因は「施設」、「（人的資源を含む）制度上の仕組み」、「財務」といったものである。そこで次のような解決策がテーマとなる。

- a) 施設：最も適切な計画、設計、建設がなされなければならない。
- b) 制度上の仕組み：技術的な面とマネジメントの面の両面にかかわる問題に対処できる仕組みが作られる必要がある。
- c) 財務：利用者による費用負担として料金の徴収体制が作られることと給水サービスのための独立した会計が必要である。不足する料金収入のために発生する損失を補填するための政府予算からの補助金の配付が検討される。

PNGWB が District Town の給水サービスに参画する場合において、以下のような 2 通りの方法が可能である。 PNGWB による直接の運営・維持管理、“External Services” と呼ばれ、PNGWB は、給水サービスの主体としての州政府や地方自治体に対して技術的なサービスのみを提供する。

PNGWB による直接の運営・維持管理と新規水道区の宣言・設置

PNGWB による直接の運営・維持管理は、PNGWB が現在運営・維持管理を担当している Provincial Town での場合と同様に直接給水サービスを担当するものである。この方式を行うためには、NWSS Act に基づいて新規の水道区を各々の District Town を対象にして設置して、PNGWB がその給水サービスを全面的に責任を持つことが必要である。また、州政府や地方自治体による PNGWB への支援も必要となる。このために必要なプロセスを以下に示す。

新規水道区の設立（宣言）:

- PNGWB は関係する州政府・地方自治体と協議し、パートナーシップ協定に合

意する。

- PNGWB の役員会は、新規水道区の宣言を所管大臣に推奨する。
- 所管大臣（現状は、Minister for Corporatization and Privatization）は NWSS Act のもと、新規水道区を宣言する。

District Town の給水サービスのための新規水道区が設立された段階で、新規水道区のマネジメントシステムは基本的に Provincial Town のものと同様の内容となる。すなわち、規模は異なる（小さい）が一貫したマネジメントであることに変わりがなく、以下のような基本的なものを含む。：

- 水質、水量、水圧等スタンダードに適した給水サービスのための操業
- 保守・点検、修理、拡張
- 請求、料金徴収、調達、広報、その他の管理事項等

PNGWB 管理下の 11 Provincial Towns の規模と比較すると、Provincial Town の中で最小の Kundiawa は顧客数が約 600 件である。11 の Provincial Town の中で最も大きな損失を出している Daru の場合で顧客数は 1,100 件である。本調査対象の 6 つの District Town の期待される顧客の数は、200 件以下でしかない。したがって、このような小規模な給水システムのためには、以下のような条件が求められる。

- a) 低コストで効率的な施設となるような設計と施工
- b) 低コストのマネジメントシステム

しかし、顧客 200 件での District Town の給水事業の収入は、絶対的に不足するものと見られる。したがって、この財務的なギャップを州政府や地方自治体が埋めることが不可欠と判断される。

PNGWB による External Service

External Service は、PNGWB が州政府や地方自治体に操業・保守・点検などの技術的なサービスのみを提供する方式である。この場合、給水サービスのマネジメントは引き続き州政府や地方自治体のもとで行われる。PNGWB は現在 External service を New Ireland Province の Lihir 島で鉱山会社の要請に応じて提供している。また、East Sepik Province の求めに応じて Angoram で、また、Eastern New Britain Province の Kokopo では、Rabaul Water District の域外にある高校などの公共施設に提供している。External Service 提供の条件や費用は、PNGWB と各々の州政府や地方自治体の間での協定によって取り決められる。たとえば East Sepik Province の Angoram では、PNGWB と州政府がオペレータとその助手について、一方がいずれかを配置するという方式がとられている。

これらの給水サービスについての料金徴収のようなマネジメントの面は、州政府や地方自治体が担当している。そのため、PNGWB は料金徴収と費用の収支などの実態を把握していないが、国政策である“USER PAY POLICY”にもかかわらず州政府や地方自治体が料金を徴収していないケースや多額の財務的な損失が発生しているケースが見られる。事実、州政府や地方自治体が PNGWB に対して支払うべき External Services の費用を支払えないでいるケースがある。したがって、District Town 給水の運営・維持管理のコストが低く、あるいは、一定以上の料金収入が期待できる場合にのみ External Service 方式が適用可能と考えられる。しかし、そのような条件の当てはまる District Town は非常に限られる。