

2-4-8 ベースライン値の整理

(1) 水汲み労働時間

対象の再定住化地域における給水の現状では、一部地区内近距離に地下タンクが存在している場合もあるが、1時間から2時間以上の水汲み時間を費やしていることが多く、特に Bita-Tanque、Km 45では川まで70～100mの比高差を上り下りしなければならず、非常な重労働を強いられている。

水汲みが長距離、長時間になる原因としては、再定住化計画が農業従事者を優先しているために農地の確保の必要性から従来の居住地区からかなり離れたエリアに設定されていること、用地の確保を優先しているために給水計画が追いつかないことが多いためと考えられる。したがって、現況での人口に対しては十分近距離に給水施設が存在する場合でも、将来計画人口に対しては水量や給水箇所の不足が考えられ、長距離の水運搬が今後増大することも考えられる。

表-2.4.17 対象地域における水運搬距離および1日の水汲み労働時間

Municipio	地 域	現在の給水	片道距離	運搬時間	備 考
Cacuaco	Chendovava	タンク(地区内)	0.3km	15分	私企業所有タンク
	Espelanca	農業用水パイプ	3～4km	2時間	社会復興省計画外
Samba	Benfica II	タンク (近隣)	4km	2時間	
	Ramiro	タンク/パイプ	5km (タンク/パイプ不可の場合)	2時間～	深井戸増設計画あり
Viana	Bitá-Tanque	クアンザ川	5km(比高差100m)	2時間～	
	Km 45	クアンザ川	(2km、比高差70m)	1時間	
	Km 30	タンク (建設中)	0.3km	15分	計画人口に対してはタンク不足
	Boa Fé	タンク (近隣)	4～5km	2時間	
	Caópi	(未定住)			

(2) 1人当り給水量

アンケート調査による1人1日当たりの水消費量を水源別に「未処理河川水（灌漑用水を含む）」「浄化したEPALの水または深井戸水」に分けると、表-2.4.18 に示すようにまとめられる。

表-2.4.18 国内避難民再定住化地域における現給水量

水 源	定住地	水消費(購入)量 (ℓ/人日)	希望購入量 (ℓ/人日)
未処理河川水等 (地下タンク)	Chendovava	11.4	23.3
	Esperansa	2.9	16.7
	Camama	12.4	25.8
	Benfica II	9.3	22.5
	Boá Fe	13.9	28.8
	Km 30	14.3	24.3
	Bitá-Tanque	2.6	24.3
	Km 45	3.6	18.2
	平均	8.8	23.0
処理水 (地下タンク)	Benfica I	9.4	20.0
	Ramiro	11.5	22.4
	Bimba	8.0	16.0
	Caop(Transit Ctr.)	5.5	13.8
	Irmãos Coragem	5.0	15.0
		平均	7.9
処理水 (パイプ給水)	Moxico	18.1	26.8
	Mussende	10.4	34.4
		平均	14.3

以上のように、現在の給水量はすでにパイプ給水を受けている定住地の平均14.3(ℓ/人・日)に比べて、地区内または地区外の地下タンクからトラックで運搬された水の購入量は、平均1人1日8~9リットルとかなり少なく、また未処理河川水も浄化した水も大きな差が見られない。これは、給水車の来る回数が絶対的に少ないことや水価格が生活費に比べて高価であることが原因と考えられる。

(3) 水価格

国内避難民再定住化計画地における避難民の水購入価格は、20リットル（バケツ1杯）あたり、地下水で1kz、地下タンクからの購入では1~7kzであり、未処理水と処理水の有意差は認められず、ジラファ等から地下タンクまでのトラック運搬距離の違いを反映している。EPALの都市給水料金設定は、2000年6月現在 2.5 (kz./m³) であり、民間地下タンクの料金はこれの20倍~140倍である。

民間の給水トラック運転者は、河川水取水では購入価（5~10 kz./m³）の10倍、EPALの浄水では購入価(15~20 kz./m³)の4~5倍、遠距離では最大15倍程度で地下タンク所有者に販売している。さらに、タンクを持たない避難民には1.2~2倍程度の価格で販売されるため、避難民の購入価格が高価なものとなっている。今後、施行が予定される「給水車規制法」により、民間給水車による販売価格が抑制されることが期待される。また、本プロジェクトにより、給水システムが改善されれば、避難民の購入価格も低減されると期待される。

(4) 水系疾病

避難民キャンプ及び 1980 年代の定住地を含む 17 の避難民居住地で地域のコーディネーターを含む 39 人に対して、水因性疾病の発生状況についてアンケート調査を行った結果、地下タンク給水の水源を河川水や農業用水としている地域全てにおいて、水系疾病の発生があることが確認された。また、浄化した水が給水されていても発生頻度は少ないが、10 地域のうち 3 地域で水因性疾病の発病が確認された。

表-2.4.19 飲料水源別水因性疾病の発生状況

水源の種類 水因性疾病の発生	EPAL の浄化した水 または、深井戸地下水	未処理の河川水 または 農業用水
有り	Camama(少), Benfica 1 (少), Vimba (3)	Chendovava, Espelanca, Camama, Benfica 2, Boa Fé, Bitá-Tanque, Km 30, Km 45 (8)
無し	Ramiro, Campo Malange, 500Caca, Caop, Moxico, Mussende, Irmãos Coragem, (7)	—

発生が報告された水因性疾病は、コレラ、下痢、マラリア、腹痛の順で多く、それぞれ 30～35%程度である。このほか、皮膚病、住血吸虫が 1～2 例であった。

水因性疾病の原因は、必ずしも居住地での飲料水とはいえないが、プロジェクトの実施によって、浄化された水や深井戸の地下水が、衛生的な給水施設で供給されることにより、かなり減少することが期待できる。

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 プロジェクトの目的

アンゴラ国では 20 年間続いた内戦によって多くの国内避難民が首都のルアンダに流入した結果、急激な人口の増加に都市としてのインフラ整備が追いつかず、種々の問題をかかえている。このような中でアンゴラ国政府では国内避難民の再定住化政策に取り組んでいるが、中でも質・量共に問題のない生活用水を再定住化地域の住民に安定供給することが、一連の基盤整備の中でも重要な課題となっている。ルアンダ州内の避難民は 65～100 万人（社会復興省推定）と推計されているなかで、まず約 75,000 人分の再定住地域が用意され、移住も始まっている。しかし、同国の財政事情から、これ等の地域も大半が生活用水供給の見通しが立っておらず、再定住化政策の進行をさまたげている状態にある。

このような行動計画の遅れに対処するため、同国政府は飲料水供給施設のない再定住化地域や学校等公共施設における給水施設の建設計画を策定し、その中で必要な資機材の調達及び施設建設を我が国の無償資金協力によって実施しようとするのが、本計画の目的である。

3-2 プロジェクトの基本構想

3-2-1 プロジェクトの妥当性・必要性

(1) アンゴラ国政府の「国内避難民再定住化政策」は、国内避難民に対する ①安全が保証された定住地（宅地、農地）の無償提供 ②水供給施設、保健所、学校等のインフラ整備 ③医薬品、学用品の無償提供及び食糧の供給（インフラ整備参加の見返りとして）を計画の軸として推進している。しかし、生活していく上で最も重要な生活用水については、給水車の不足や、深井戸等の給水施設の工事が充分に行われていないため、行動の成果は満足のものではない。

要請された本プロジェクトは、上記行動計画の一翼を担うものであり、我が国からの援助は計画の目標を達成するうえで重要な役割を演じることになるため、裨益効果が極めて高いと同時に、緊急性を要するプロジェクトと判断される。

(2) 国内避難民のためにリストアップされた再定住化地域は、一時的な難民キャンプのよう

なものでなく定住地域として設定されており、同時に安全上の問題も保証されている。

また、定住地域には住民の代表（調整役）も選定されており、給水施設等の種々の施設の運営・維持管理を機能させるのに可能な体制が組まれている。しかし、大半の再定住化地域は衛生的な飲料水の供給施設が不十分で、給水車で運搬される高価な水を購入しているうえ、未処理の河川水等が利用されていることが多い。このため安定した所得のない国内避難民にとって水の購入は大きな財政的負担になっていると同時に、不衛生な水を飲料水としているため、水因性疾病発生の大きな原因になっているのが実情である。従って、再定住化地域に衛生的で安価な生活用水を確保することは、国内避難民にとって水不足問題の解消だけでなく、保健衛生環境の改善、生活の安定と向上、経済的負担の軽減等にも大きく貢献するものである。

(3) また、ルアンダ州内の上水道施設は、現在の人口に見合った給水施設が整備されていない。いうえ、既存施設の老朽化や新期施設の建設の遅れにより慢性的な水不足状態にあり、多くの市民は、高価格の民間給水車の水を購入せざるを得ない。またルアンダ州内の民間給水車は絶対数が不足気味で消費者の需要に答えられない状態にある。さらには国内避難民に生活用水を販売している市郊外の貯水槽の所有者は、自家消費の為に給水車より購入しているもので、国内避難民へは隣人の苦境を見かねて好意から分け与えているのが実情である。また、学校、病院等の公共施設の場合もこの選に洩れず、多くの施設が民間給水車に依存しており、満足な量の水が確保できていない。このため、安定した所得のない国内避難民や上記公共施設への給水車を使った公共機関による給水活動は、遅れている都市部のインフラ整備を支援し、国内避難民等の生活基盤の確立に資するものと言え、我が国の無償資金協力による給水車の調達を計画するものとする。

3-2-2 計画の構成要素の検討

(1) 協力範囲

再定住化地域への難民の入植は非定期であり、また、地域の計画人口も未定の所があるなど、アンゴラ国の対国内避難民体制は確立されていない。このため、日本の無償資金協力案件としての協力範囲は、プロジェクトの裨益者について、①基本設計調査実施時点で再定住化地域における居住が確認ないし確実視される難民、及び②都市部の学校関係者を対象とする。

(2) 協力対象再定住化地域の選定

協議議事録に記されたプロジェクトの実施場所、構成要素決定の判断基準に基づき、アンゴラ国政府でリストアップした国内避難民の再定住化地域を評価し、協力対象地域を選定した。

検討要素

1) 安全上の問題

アンゴラ政府では再定住化地域の安全上の問題を重視しており、国内避難民の移住が開始されている要請地域では、すでに地雷の有無等の確認が行なわれ、安全性が保証されている。ただし、Funda 地区の Funda に関しては地域を選定中で確定していないため、調査はおこなわれていない。

2) 施設の維持管理体制

給水施設完成後は、DAAS で進めているプログラムに沿って裨益者住民自身の手で給水施設を運営維持管理する組織が必要となるが、Funda 地域の Funda を除く再定住化が開始された地域では、すでに地域の代表となる調整役が選定されており、地域毎に行政機構が確立されているため、給水施設の管理組織の立ち上げは可能である。

3) 既存の給水施設の有無（計画を含む）

要請された 13 地域のうち Moxico、Mussende の 2 地域はすでに EPAL の共同水栓が設置されており、さらに Camama、Benfica I の 2 地域も EPAL の給水計画では 2002 年頃迄に給水可能区域となる。Ramiro 地域は地下水を水源とした給水計画（州、退役軍人省、石油会社等による計画）が進行中である。また、Irmãos Coragem 地域は UNHCR と NGO の共同作業でインフラ整備の支援が行なわれており、給水施設については農業用水を処理し、20m³ の水を生活用水とする計画が進行中である。しかし、定住予定者が全て移住した場合の水量としては不十分で、地下水が得られないことが明らかになったので、将来の人口増加にそなえて、同様な施設の拡張が予想される。

残りの Funda (Chendovava)、Benfica II、Bita-Tanque、Km 30、Boa Fé、Caop、Km 45 の 7 地区では公的機関による給水サービスの目度は立っていない。

4) 水理地質条件

ルアンダ州は新生代第三紀中新世以降の堆積岩が厚く分布するが、深部は不透水性の地層を主体に構成されており、全般に水理地質条件は恵まれていない。即ち、州の中央部を北北西～南南東に延びる推定断層を境として、東側の地域では全く地下水を期待することができないが、条件の良い西側の地域でも海岸沿いでは塩水化の問題をはらんでいる。したがって、地下水開発の可能性が高い地域は、Camama、Bita-Tanque、Km 45 の3地区のみである。また、Benfica I・II 及び Ramiro の各地域は地域内に限定すると地下水は塩水化しているが、内陸側では、飲料水に適した地下水を得ることが可能である。

5) 再定住化地域の現状人口

調査時点で、定住人口が確認されなかった地域は、Caop で、本地域については協力対象から除外する。

以上の評価基準を各地域について検討した結果（表-3.2.1）、6 地区をプロジェクト協力対象として選定した。各地区の給水方式は水理地質条件によって、地下水利用あるいはその他の方式を選定する。

表-3.2.1 再定住化地域の評価表

地 域	再定住化地域名		評 価 基 準*						協力対象 とするこ との妥当 性	備 考
			定住地 域であ る	入植者 が存在 する	安全で ある	施設の維 持管理が 可能	既設水道施 設又は計画 がない	水理地 質条件		
Cacuaco	Funda	Funda	—	×	×	×	○	—	無	定住化地域が決まっていない
		Chendovava	○	○	○	○	○	×	有	給水方法の検討要
Kilamba Kiayi	Camama		○	○	○	○	×	○	無	
Samba	Benfica I		○	○	○	○	×	×	無	
	Benfica II		○	○	○	○	○	×	有	地域内の地下水は塩水化しているが、より内陸側で飲料水に適した地下水が得られ、配管による給水が可能。
	Ramiro		○	○	○	○	×	×	無	EPAL の水道計画はないが、地下水による給水計画(3 計画)が進行中
Viana	Bita-Tanque		○	○	○	○	○	○	有	地下水の詳細調査を要す
	Km 30		○	○	○	○	○	×	有	給水方法の検討要
	Irmãos Coragem		○	○	○	○	△	×	無	UNHCR による給水計画が進行中
	Boa Fé		○	○	○	○	○	×	有	給水方法の検討要
	Caop		○	×	○	○	○	×	無	現在人口が無く将来の定住に疑問
	Moxico		○	○	○	○	×	—	無	EPAL の配管による共同水栓がある
	Mussende		○	○	○	○	×	—	無	
Km 45		○	○	○	○	○	○	有	地下水の詳細調査を要す	

注：○適合、△関係機関との調整必要、×問題有り

* 評価基準の詳細

- 1 : 定住地域であること (一時的な避難民キャンプでないこと)
- 2 : 民衆の騒乱、安全上の問題がないこと
- 3 : 適切な維持、管理ができる (定住化地域にコーディネーターがいる)
- 4 : 既存の水道網がないこと (計画を含む)
- 5 : 水理地質条件がよいこと (給水方式選定評価の対象)

(3) 再定住化地域の協力対象人口の設定

(2) 項でプロジェクトの協力対象とした再定住化 6 地域について、対象人口を以下のように設定する。

BD 調査時における各定住化地域の人口の調査結果は、次のパターンに分けることができる。

- a) 明確な計画人口が設定されていないため、2000 年 12 月現在の人口を計画人口として
いる。(c) のパターンと異なり、家族が揃って生活している。
……Fundá(Chendovava)、Benfica II
- b) 計画人口に達していないが、家族が揃って生活しており、一応仮設の家屋が建設さ
れている。
……Km 45, Km30, Boa Fé
- c) 移住予定の家族代表だけが入植し、テント生活をしながら、家屋建設にたずさわっ
ている。
……Bita Tanque

以上の各パターンについて、次の通り計画対象人口を算出する。

- ① a)、b) のパターンについては、2001 年 5 月現在の居住者人口を 500 人単位で丸めて
計画対象人口とする。ただし、Chendovava 地区については、正確な人口集計が行な
われていないため、聞き込み調査による定住人口の約 9 割を計画対象人口とする。
- ② c) のパターンについては、家族数から家屋完成後の入居者を推定し、同様に 500 人
単位で丸めて計画対象人口とする。

1 家族の平均人数は、国内避難民の主婦から個別に聞き込み調査を実施した結果、7.7 人/
家族 (資料編) が得られており、この値を採用する。

以上の考えに基づき、計画対象人口を集計すると表-3.2.2 に示す通りである。

表-3.2.2 再定住地域毎のプロジェクト対象人口集計表

地 域	アンゴラ政府の計画人口(人) ※ ₁	現況の人口(人)			定住地における現況居住パターン※ ₂	算出定住人口(人) ※ ₃	採用対象人口(人) ※ ₄	備 考
		聞き込み調査 2000年12月	社会復興省の調査2001年1月	聞き込み調査 2001年5月				
Cacuaco								
Funda								
Chendovava	(3,000)	3,000(256F)	6,838	12,000	C	12,000	※ ₅ 11,000	2000年4月より入居。社会復興省の調査(2001年1月)以降の大雨による崖崩れで、Boa Vista 地域の住民が数千人単位で流入、多くの住民がテント生活を送っている。
Samba								
Benfica II	(1,019)	1,019(不明)	1,019	1,019	A	1,019	1,000	新築の家屋もあるが、テント生活者主体。
Bitá-Tanque	6,414	700(450F)	2,240	1,985	B	3,500	3,500	人口700人は2000年12月初旬の人口、450家族は2000年12月末の集計。家族の代表のみ移住。家屋建設中で、住民の大半がテント又は仮小屋で生活、将来は22,000人が入居予定。
Viana								
Km 30	21,851	2,250(不明)	3,250	3,250	A	3,250	3,500	ほとんど全員がテント又は仮小屋で生活をしている。将来は30,000人が入居予定であるが、州政府支給予定の農地等の見通しが立たないため、当面大幅な人口増はないと判断される。
Boa Fé	9,200	3,360(975F)	3,630	3,818	A	3,818	4,000	2000年12月時点では、大半がテント生活であったが、2001年5月時点では家屋の建設もほぼ完了していた。
Km 45	3,000	1,850(250F)	1,810	2,050	A	2,050	2,000	茅葺の家で生活。家族全員で移住している。
計	46,682	12,179	18,787	24,122	-	25,637	25,000	

※₁ () の人口は計画人口が明確でない為現在人口とする。

※₂ A : 家族全員で居住し、現段階で人口の変動は少ない。

B : 主に家族の代表が居住し、家屋建設中、2001年5月現在も入植が続いている。

C : 市街地に隣接し、人口急増中

※₃ A,C : 算出定住人口=現在人口 B : 算出定住人口=家族数(2000年12月)×一家族の平均人数 (7.7人)

※₄ 500人単位で丸め処理

※₅ 最新の人口データは正確な人口集計が行なわれていないため、採用対象人口=算出定住人口×0.9で処理



(4) 再定住化地域の給水方式

再定住化地域はルアンダ州内の市街地から離れた位置に分散しているが、各地域の水理地質条件は異なっており、一部の地域でしか地下水が利用できないことから、各対象地域に対する給水方式を以下のように設定した。

1) Chendovava, Km 30, Boa Fé (地下水の無い地域)

給水車による給水以外に選択肢はない。水源はEPALの上水道とし、給水車による運搬と貯水槽+共同水栓による給水方式を採用する。この方式については、アンゴラ政府は運用実績があり、また、給水車が調達された場合、その運用に対して州政府の財政的な支援が得られることを確認している。

2) Benfica II, Bita-Tanque, Km45 (地下水開発可能であるが、地下水位が深い地域、又は、隣接地での地下水開発が可能な地域)

定住地域としての永続的な基盤整備の観点から、地下水利用が妥当と判断される。深井戸と動力ポンプによって地下水を揚げ、貯水槽から定住化地域へ配水し共同水栓による給水方式を採用する。

(5) 設計給水単位

現行の給水に係る国家計画では、村落民の1日当たり給水量は規定がない。

国内避難民を対象とした主婦からの聞き込み調査では、現状における一日一人当りの生活用水量は平均9リットルで、いずれも量的に不満足な状態との返答であった。これに対し、希望する生活用水量は平均22リットル/人である。給水車によるサービスの場合、基準給水量を高く設定することは車両数の増加等運営経費が多額となり、これが州政府だけではなく受益者(国内避難民)の負担にも跳ね返る。これは地下水利用の給水施設の場合も同様である。

上記を考慮の上、先方政府と基準給水単位について協議した結果、本計画で要請されている一日一人当りの給水量15リットルは、現況利用量の2倍近い量であり、国内避難民の現状の生活用水が質・量の面で大幅に改善されること、アフリカ諸国の平均給水量は国情により15~25リットル/人・日を採用していること、を考慮すると、十分に満足できる量にはならないが、妥当な値と判断され、本プロジェクトにおける基準給水単位として、15リットル/人・日を採用することで合意した。

また、小学校に供給される水は飲料水と手洗い用に使用されることになるが、3部制の授業となっているため就学時間の短い児童の場合給水量は2リットル/日・人(内訳:飲料水1リットル/

日・人、手洗い用 1 ㍻/日・人)、勤務時間の長い教職員場合 5 ㍻/日・人 (内訳: 飲料水 1.5 ㍻/日・人、手洗い用 3.5 ㍻/日・人) を基準とすることで合意した。

(6) 深井戸給水施設

1) 深井戸工事の成功率と揚水量の設定

a) 水理地質条件と深井戸の成功率

プロジェクト対象地域において帯水層となりうる地層は、表-3.2.3 に示すように 3 層存在するが、この内実際に飲料水として利用可能な地下水の賦存が認められるのは、第三紀鮮新世のルアング層で、上位層であるケロ層に覆われて標高+50m~-50m 付近に分布する。

この地層中の地下水は自由 (不圧) 地下水で、水位標高は海岸から数 km 内陸側に入っても最大で海拔+10m 程度、台地周辺部では海拔付近に位置し、地下水位面が内陸に向かってあまり上昇せず、計画地域においても同程度の地下水位標高を示すと考えられる。

表-3.2.3 対象地域の地質区分と帯水層 (世界銀行資料に加筆)

年代	地層名	世 銀 資 料		取水対象層としての評価	備 考
		深井戸成功率 (%)	可能揚水量 ㍻/日 (m ³ /h)		
第四紀	完新統 沖積層	100	15~50 (50~180)	×	河岸の低地、水質は河川水にほぼ等しく、飲料水としての利用は不可
	更新統 ケロ層	60~80	1~5 (3.6~18)	×	砂礫層が主体で帯水層となりうるが、標高が高いため実際には地下水はほとんどない
第三紀	鮮新統 ルアング層 標高 +30~70m 標高 -60m	50~70	1~3 (3.6~11)	○	地下水は砂質層の一部に分散して賦存する。 地下水面は 0~+10m 付近と想定
	中新統 カクアコ層	データ無し	データ無し	×	石灰岩、泥岩よりなり、ほぼ水はない

ルアング層の深井戸成功率は、上記資料では 50~70% と一括されているが、詳細には帯水層としての性状は東西でかなり異なる。また、全般に若干固結が進んでいるため、鮮新世の地層としては幾分低めの値である。なお、成功基準は明示されていないが、水量的には 3~4m³/h 以上、水質は各機関毎に設定されている基準値に沿うと推測される。

地質鉱山省等の資料を基に、ルアング層の過去における地下水開発の施工実績を深井戸の成功率について整理すると、図-3.2.2 に示すとおり、A~C の 3 地域に区分することができる。西側の A 地域は、海岸線沿いの塩水化地域を除き、相対的に水理地質条件が良く、深井戸数も多い。地質鉱山省の資料では成功率 70% 以上が得られており、1 本の深井戸か

らの揚水量も相対的に多い。

一方、ルアンダから南南東へ延びる断層東側の C 地域では泥質層が主体となることから、地下水開発成功の可能性はほとんどなく、既存深井戸もない。

B 地域は上記 2 地域に挟まれ、プロジェクト対象の 3 定住化地域が含まれる。地下水開発の実績はあるが、既存深井戸はルアンダに近い西側部分に分布するのみで、東側では地質資料も乏しい。ただし、深井戸数が減少するのは、地下水位が数 10m 以深と深いため、通常の人カポンプによる揚水が困難な地域が多いことから、地下水開発が積極的に行われてこなかった理由もある。

今回実施した電気探査の結果を A から C の東西断面として整理した結果では、ルアンダ層の比抵抗は A から B 地域にかけて東側程増加する傾向を示している。この理由としては、一般に①構成粒子の固結度が高くなる、②粒径が粗粒化する、③東側では断層に近くなることから地下水の供給が絶たれて、相対的に含水量が低下している、等が考えられる。しかし、①は比較的狭い範囲でこのような差異は通常でにくいこと、②はむしろ東側では細粒分が多くなっていると判断される資料もあること等、の理由により③の断層の影響が考えられる。

以上を総合すると、B 地域では A 地域より地下水の賦存量は少ないと見積もられ、B 地域内でも揚水可能量は東側に向けて低下すると判断される。

一般に深井戸の成功率は、同一地域でも成功基準とする水量を高く設定すれば低下する。上記のように B 地域内のルアンダ層から取水可能な地下水量は東側ほど少ないと判断されることから、B 地域内について深井戸の成功率自体は同一に設定した上で可能揚水量を細分して設定するのが妥当と判断される。成功率としては、A 地域で 70%以上が得られていること、世銀資料（50～70%）、事前に深部電気探査を十分行う計画であること、を考慮し 70%とする。

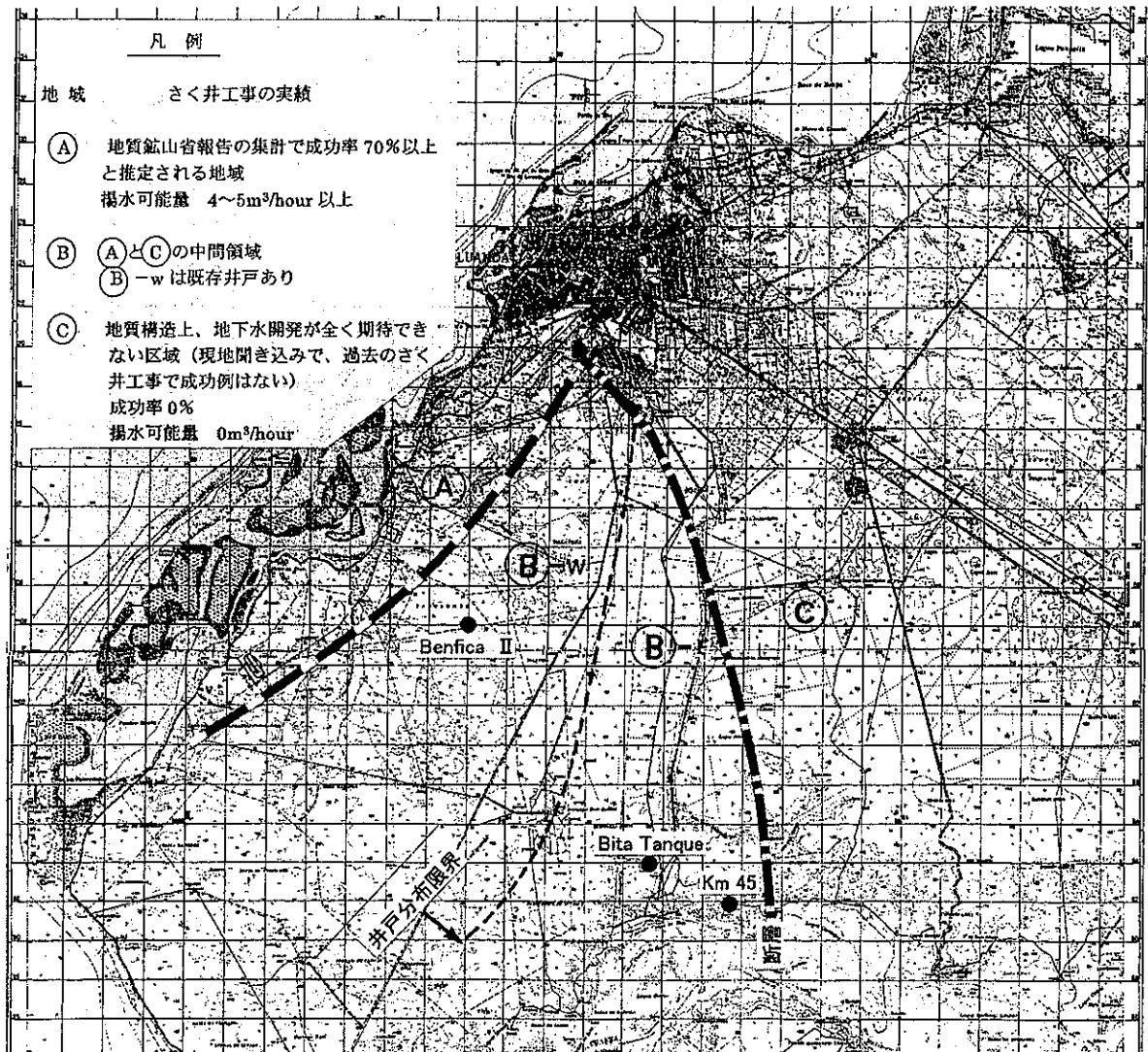


図-3.2.2 地下水開発条件図

b) 深井戸の揚水量

ルアンダ層を取水層とした動力ポンプによる深井戸からの揚水量は、西側の A 地域及び B 地域西側で、 $4.5 \sim 12.0 \text{ m}^3/\text{hour}$ (1 地点 $18.0 \text{ m}^3/\text{hour}$) のデータが得られている。一方、表-3.2.3 に示した世銀の資料では、ラフな値であるが揚水量の最小値として $3.6 \text{ m}^3/\text{h}$ があがっている。このことから、B 地域の西側エリアでは $4 \sim 5 \text{ m}^3/\text{h}$ 程度は無理なく期待できると判断され、取水量として $4.5 \text{ m}^3/\text{h}$ を採用する。

B 地域の東側エリアは、西側エリアに比べ電気探査の比抵抗は 1.3 倍程度高い値を示す。この比率から揚水可能量の比を推定するのは、土粒子の比抵抗、地下水の比抵抗等にもよるため一概にいえませんが、地中の間隙を充填する地下水量は約 0.5 倍になると想定されることから、取水量として $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ を採用する。

2) 深井戸の諸元

帯水層は、砂層及び石灰質砂層が粘土層と細かい互層をなし、地下水は薄く挟まれる粘土層の上面に分散して溜まっていて、深井戸を設置した場合は、それらの水が孔内に流入し、水面を形成すると考えられる。特に B 地域の東側エリアでは、地下水は帯水層内に少しずつ分散して分布すると想定されることから、水面標高は海拔 0~+10m 付近にあると想定されるものの、必要取水量を確保するためには、ルアング層下端まで掘削する必要がある。以上より井戸に必要な諸元は以下のように想定される。

なお、水中ポンプの設置深度は、想定自然水位から 50m 以深を想定する。

表-3.2.4 計画井戸の諸元

地域	平均地盤 標高 (海拔±m)	推定地下水位		基盤カクア コ層の標高 (海拔±m)	計画井戸 深度 (m)	想定ポンプ 深度 (m)
		標高 (海拔±m)	深度 (m)			
Benfica II	+70	+10	60	-60	130	110
Bitá Tanque	+115	+10	105	-60	175	155
Km 45	+80	±0	80	-60	140	130

3) 揚水システムの選定

深井戸の揚水ポンプは、建設後の維持費の面からは一般的に人力ポンプが経済的であるが、大揚程用に改良された人力式ポンプでも 80m が揚程の限界であり、揚水中の水位降下を考慮すると、もっとも水面深度の浅い Km 45 でも動力ポンプが必要と判断される。したがって、揚水方式としては、全力所について、水中電動ポンプによる揚水とせざるを得ない。

この場合、使用する電動ポンプの電力源は、通常 i) 商用電力、ii) ソーラーシステム、iii) 発電機の 3 タイプが考えられるが、本プロジェクトの電源については原則として先方政府による商用電力の提供を前提とし、商用電源で考える。

ただし、Benfica II に関しては配電地点が、既設の送電線から遠く離れており工事費が高くなる（発電機設置費の約 10 倍）うえ、配電地点（深井戸位置）が農場地帯で、将来建設された配電施設の公共施設、民家への活用の可能性がないため、電源は発電機とする。

4) ポンプの運転時間

深井戸のポンプ運転管理は、再定住化地域の住民が管理組合（後章で詳述）を設立し、住民のなかからポンプ管理の訓練を受けたスタッフが管理することになる。

ポンプの運転時間は給水量(15 ㎥/日・人)、井戸 1 本当りの揚水可能量、井戸本数等より算出されるものであるが、ポンプ管理人の勤務時間を考慮し、ポンプの運転時間は、基

本的に井戸と居住地が隣接する Bita-Tanque, Km45 の場合は 8 時間/日とするが、定住化地点から深井戸まで約 6km の距離となる Benfica-II については、管理人の通勤時間を考慮し 6 時間/日とする。

5) 付帯の貯水槽及び共同水栓

動力ポンプを採用する深井戸については、1 本当たりの給水人口が 1,000 人前後となるため、給水施設として共同水栓と井戸から共同水栓への配管が必要である。また、給水を安定化させるため井戸と共同水栓の間に貯水槽を設ける必要がある。

共同水栓は、配管距離や人口の密集度により箇所数や 1 箇所当たりの水栓数が決められるが、現時点では居住形態が不明であることから、各地域に 1 カ所とし、将来の拡張に対応できるよう分岐弁を配置する。共同水栓の配置は、貯水槽の近くとし、蛇口の供用人口を 400 人程度として、全員に朝、昼、晩各 2 時間で給水できるよう、末端の流量を設計する。(3-31 頁参照)

貯水槽の規模は、一時的なポンプ故障にも対応できるように、1 日分の必要量とする。

(7) 再定住化地域の給水車による給水

給水車を必要とする再定住化地域は Chendovava, Km 30、Boa Fé の 3 地域で、裨益者となる国内避難民の人口合計は 18,500 人となる。また、(3) 項の検討に基づき一日一人当りの必要な給水量 15 リットルより、一日当りの必要給水量は 277.5m³となる。

1) アクセス道路の条件と給水車の仕様

ルアンダ州内の道路条件は、幹線道路については舗装されており問題はないが、幹線道路から外れた再定住化地域へのアクセス道路や地域内の道路は特に路盤材等によって整備されているわけではなく、ルーズな砂より構成された土漠道路となっている。地形的に平坦な地域では通常の二輪駆動車でも運行に支障はない。しかし、起伏のある場合は雨期の走行については、四輪駆動車相当の能力のある車輛が必要となる。上記定住化地域の場合、Chendovava は傾斜地形部にあり、道路条件は悪い。

日本国内及び第三国で製造している給水車の一般仕様は、

給水タンク容量	車輛(駆動方式)仕様
・ 4.5m ³ の場合	4×4 又は 4×2
・ 9.0m ³ の場合	4×2
・ 15.0m ³ の場合	6×4

となり、調達の対象としては作業効率や一般的な貯水槽の容量等から 9m³ 又は 15 m³ のタンク容量の車両が適当と判断される。また、現在ルアンダ州内で活動している給水車の場合タンク容量 10 m³ が標準となっている。以上より、Km 30, Boa Fé の再定住化地域は標準タイプのタンク容量 9m³ の給水車とするが、人口の多い Chendovava(対象人口 11,000 人)は給水活動の効率性、さらに道路条件等を考慮し、タンク容量の大きい 15 m³ の給水車とする。

2) 給水車の1日の運行回数

現在 ELISAL が管轄する給水車の運行回数は 2.5 回/日であるが、以下の理由により給水車の運行回数を 3.5 回/日とする。

- ELISAL では市街地と Viana の中間地点に車両基地となる広大な敷地を所有する。
- 再定住化地域の集中する Viana 地区は、市中心部程道路混雑はない
- 将来 Viana 地区 Kikuxi に給水車のための新しい給水所が新設されることを期待する
- 民間の給水車の運行回数は一般に 3~4 回/日前後である

3) 再定住化地域への給水車の必要台数

以上の条件に基づき、再定住化地域に対する給水車の必要台数を計算すると表-3.2.5 に示す通りであり、タンク容量 15m³ の給水車が 4 台、タンク容量 9 m³ の給水車が 4 台の計 8 台が必要となる。

表-3.2.5 再定住化地域に必要な給水車の台数

地域	計画人口 (人)	必要給水量 (m ³)	アクセス道路及び 地域内の道路条件	給水車 の容量 (m ³)	給水車の必要運行回数 (回)		給水車の必要台数 (台)	
					15m ³	9m ³	15m ³	9m ³
Funda (Chendovava)	11,000	165	悪い	15	11	—	4	—
Km 30	3,500	53	2 輪駆動車 でも可	9	—	6	—	2
Boa Fé	4,000	60	2 輪駆動車 でも可	9	—	7	—	2
計	18,500	278	—	—	11	13	4	4

(8) 学校関係の給水

学校関係の給水方法は給水車によるものとし、本プロジェクトでは給水車の調達を実施する。

1) 対象裨益人口

学校への給水は、先方政府と協議の結果、表-3.2.6 に示す人数をプロジェクト協力対象とする。

表-3.2.6 学校の受益者数及び必要水量

Ref. No.	地区	学校 No.	単 位 使用水量 ($\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{人}$)	使用人数 (人)	一日当たり 使用量(m^3)
1	Samba	105	児童 2	1,215	2.43
			教職員 5	43	0.22
2	Maianga	230	児童 2	3,780	7.56
			教職員 5	114	0.57
3	Kilamba Kiaxi	614	児童 2	3,915	7.83
			教職員 5	117	0.59
4	Cazenga	730	児童 2	2,565	5.13
			教職員 5	80	0.40
5	Cacuaco	802	児童 2	2,025	4.05
			教職員 5	66	0.33
6	Viana	905	児童 2	1,890	3.78
			教職員 5	62	0.31
7	Cazenga	Hoji-Ya-Henda	児童 2	2,025	4.05
			教職員 5	66	0.33
8	Viana	500 CASA	児童 2	1,620	3.24
			教職員 5	54	0.27
9	Samba	124	児童 2	2,160	4.32
			教職員 5	69	0.35
11	Maianga	229	児童 2	2,295	4.59
			教職員 5	73	0.36
14	Kilamba Kiaxi	611	児童 2	2,565	5.13
			教職員 5	80	0.40
15	Cacuaco	814	児童 2	3,105	6.21
			教職員 5	95	0.48
16	Viana	KM9A	児童 2	2,025	4.05
			教職員 5	66	0.33
	計 13 校			32,170	67.31

2) 必要給水車数

貯水槽への給水は、先方政府との協議の結果、1回で3日分を給水することとなった。この作業ローテーションを次のような地域分けて考えると、 15m^3 クラスで2台の給水車が必要である。

表-3.2.7 給水車の運行計画（学校用） 15m^3 給水車

給水車	地域	1 日目	2 日目	3 日目	計
No.1	Maianga	2 校(39m^3) 3 往復			1 台 8 往復/3 日 合計 103m^3
	Kilamba Kiaxi		2 校(42m^3) 3 往復		
	Samba			2 校(22m^3) 2 往復*	
No.2	Cazenga・Viana	3 校(36m^3) 3 往復	2 校(29m^3) 2 往復		1 台 8 往復/3 日 合計 98m^3
	Cacuaco			2 校(33m^3) 3 往復*	

* : Samba, Cacuaco は給水所から 10km 以上離れるため、他地域 (10km 以下) より効率が低い。

3) 本計画で調達する給水車台数

(7) 及び本項の検討結果より、本計画で調達する給水車台数は次記の通りである。

表-3.2.8 給水車の調達台数

	タンク容量 9 m ³	タンク容量 15 m ³	計
再定住化地域用	4 台	4 台	8 台
学校用		2 台	2 台
合計	4 台	6 台	10 台

(9) 掘削機の調達の検討

1) 掘削機調達の必要性

a) 上位計画

アンゴラ国における給水普及率は、都市部で 46.4% (1998 年)、農村部では 15% にすぎない。特に農村部では給水施設はあっても老朽化し、15% の約半数が使えない状態になっている。アンゴラ国政府では、2001 年～2005 年 (2001 年 6 月入手資料では 2002 年～2006 年) の 5 年間で、このような水と衛生に関する問題を改善すべく国家給水計画を策定中である。

具体的には、都市部における給水能力として、都市住民 1 日 1 人当たり 70 リットル分を確保すると同時に、農村部においては 5,000 ヶ所 (1,000 ヶ所/年) の給水施設を新たに設置し、給水普及率 30% を目指している。この中で、特に農村部における給水施設は、点水源となることから深井戸を中心としており、建設工事には掘削機を欠かすことができない。

また、この計画のなかで深井戸工事の実施組織として、民間企業や NGO も予定に組み込まれているが、エネルギー・水資源省傘下の NAS の活躍が計画を推進するうえで重要な鍵をにぎっており、NAS が新しい掘削機を保有する意義は極めて大きい。

この計画全体を遂行するために必要な予算としては、810 百万 US\$ としているが、農村部の給水施設の建設の予算は 50 百万 US\$ と見込まれており、アンゴラ政府は資金源として 30% を政府予算とし、残りの資金は他先進国や国際援助機関の援助を期待している。

2001 年 2 月にルアンダにおいて、水と衛生に関するドナー会議が開催され、この計画が公表されたが、政府内で所定の手続きを経た後具体的な援助要請が行われる予定になっている。

b) UNICEF の計画

農村部では、1982 年以來 UNICEF の資金（一部政府資金）で、継続的に深井戸建設工事が実施されてきたが、UNICEF の 1999 年～2003 年の 5 ヶ年計画では、水・衛生環境関連予算として 7.43 百万 US\$ が計上されている。

表-3.2.9 アンゴラ国における UNICEF の水、衛生環境関連予算

(単位百万 US\$)	
年 度	予算額
1999 年	1.186
2000 年	1.267
2001 年	1.529
2002 年	1.646
2003 年	1.802
計	7.430

対象とする地域は、農村及び都市周辺地域、乾燥地域／半乾燥地域、旱魃地域としており、州別に見るとアンゴラ国北部の首都周辺に当る Bengo, Uíge, Cuanza Sul, Cuanza Norte, Luanda, Malanje の 6 州と南部国境近くの Huíla, Kunene, Namibe の 3 州である。

このなかで、深井戸建設の具体的地域、本数についての記述はないが、社会情勢や治安状況が考慮され、適宜深井戸建設が実施されてきた。

最近、内戦の影響を被って井戸掘削活動の範囲がせばめられ、減少傾向にあるが、UNICEF の援助は予算が唯一具体化している計画であり、前記国家給水計画を推進するうえで、極めて重要な位置を占めている。

表-3.2.10 UNICEF による深井戸建設プロジェクトの実績

プロジェクト	年 度	場 所	協力機関※
深井戸建設(7 本)	1995 年完了	Vila Nova	(NAS)
深井戸建設(8 本)	1996 年完了	Vila Nova Andulo, Caxito	(NAS)
深井戸建設(31 本)	1997 年完了	Malanje 州	アンゴラ政府(NAS)
深井戸建設(14 本)	1998 年完了	Malanje 州	アンゴラ政府(NAS)
深井戸建設(20 本)	1999 年完了	Kuanza-Sul 州	アンゴラ政府(NAS)
深井戸建設(4 本)	2000 年完了	Luanda 州	アンゴラ政府(NAS)

※ (NAS) : 深井戸掘削作業担当
アンゴラ政府 : プロジェクトへの財政的支援

c) NAS で維持管理する掘削機の現状と新規調達必要性

前記述国家計画は深井戸工事が主体となっており、1年間に数100本の深井戸掘削が予定されている。本計画を推進していくうえで、エネルギー・水資源省傘下の唯一の地下水開発の実施機関であるNASの位置付けは極めて重要であり、UNICEF援助のプロジェクトだけでなく、他給水計画を独自で実施してゆく必要がある。

このためには性能の良い掘削機を保有し、施工機材を充実させ、実施体制を整備することが重要となる。

水供給衛生部(DAAS)は、過去の地下水開発プロジェクトで調達した機材を所有し、傘下の地下水掘削ユニット(NAS)がその維持管理、運営を行っている。DAASが所有する井戸掘削機材及び深井戸資材は、いずれも過去のUNICEFのプロジェクトによって調達されたものである。

NASの管理・運営する主な掘削機の現況は表-3.2.11のとおり4台有り、その内稼動可能な掘削機は2台であるが、No.1のパーカッション式掘削機は深度50m付近迄の能力しかなく、同時に掘削の対象とする地質は土砂～軟岩レベルとなるため、大西洋に面した海岸線の極く狭い地域に活動範囲が限定されるうえ、作業時間もかかり、極めて作業効率が悪い。

一方、No.2のロータリー式掘削機は軟岩～硬岩迄適用範囲が広く、機動性に富むため実用的であるが、12年前に調達された機械であるため老朽化が進み、耐用年数に近づいており、スペアパーツ、修理用機材を投入してもすぐに故障し、投資額に見合っただけの効果を期待できない状態になっている。

以上より、前記国家給水計画を推進していくうえで、ロータリー式掘削機は更新時期に達しており、新規調達は不可欠である。

表-3.2.11 既調達機材の状況(井戸掘削機)

番号	主な機材	調達年度	状況	活動実績 (掘削本数, n:新設, r:リハビリ)	備考
1	DANDO パーカッション式 ポータブル型	1994	稼働	'95 (n=7), '96 (n=8), '97 (n=11), '98 (n=7)	使用可
2	HALCO ロータリー式 トラック搭載型	1987	頻繁に故障	'97 (n=20, r=25), '98 (n=14, r=23), '99 (n=11), '00 (n=4)	使用可 2000年は部 品調達でき ず休止状態
3	INGERSOLL RAND/TH60 ロータリー式トラック搭載型	1982	頻繁に故障	故障した1台の部品を利用し、 他の1台を修理して、使用可能 な状態としたが、故障続きで'95 ～'99年の使用実績なし	老朽化し、使 用困難
4	INGERSOLL RAND/TH60 ロータリー式トラック搭載型	1982			

d) 本プロジェクトにおける掘削機調達方法の比較

本件工事を実施するに当り、日本国から掘削機の新規調達も含め、最適な調達方法について比較検討すると表-3.2.12 に示す通りである。

表-3.2.12 掘削機調達方法の比較

比較項目	A)日本国又は第三国からの新規調達(供与)	B)NAS 保有掘削機の活用	C)現地業者への再委託	D)近隣国さく井業者への再委託
掘削機の状態	新品のため良好	本計画の工事に適した仕様の掘削機は、1988年製作のため老朽化が進み、耐用年数に近づいている。	ルアンダ州及びその周辺地域を活動地域とする民間会社の掘削機材は1台のみである。掘削機の状態は不明。	掘削機の製作が行われている南ア国の場合、スペアパーツ等修理用機材の調達が容易なため、比較的良く整備されていると考えられる。
本計画で活用する場合の問題点	製作に長期間(約5~6ヶ月)を要するため、工事の着手が遅れる	頻繁に故障するため、工程通り工事を進めることが困難。故障した場合スペアパーツ、修理用部品の調達に、UNICEFプロジェクトの実績では約6ヶ月かかっている。	ルアンダ地区(周辺含む)で稼働している民間掘削機は1台しかないため、本計画の工事に活用すると、他プロジェクトの工事を長期間中断させてしまうことになる。	他国からの掘削機等機材運搬が必要となるため、ある程度まとまった数量の工事が行えないと、工事単価がC)にくらべ割高。
利点	スケジュール通りに工事を実施することができる。新しく調達された掘削機は、本計画終了後、政府が推進している国家給水計画(ドラフト)に活用できる。	運転経費が安い	D)にくらべ安価で機動性に富む。	台数、期間等で柔軟な対応が可能のため、スケジュール通りの工事が実施できる。
総合判断	本案件での使用は1年間で7カ所と少ないが、プロジェクト終了後機材を使用してアンゴラ国が独自で地下水開発を継続できる。	工程上の問題で不可	他プロジェクトへの影響が大きく、本計画への活用は不可	本案件工事への投入は問題ないが、工事数量が少ないためC)にくらべ割高となる。

DNAでは、農村部に5ヶ年間で5000ヶ所の給水施設を新設する国家計画を策定中であり、この計画を推進するうえで、国家機関に属するNASの役割は極めて大きい。しかし、現在NASで保有する掘削機は老朽化が進み、将来継続的な活用が困難な状態になっているため、掘削機の更新時期に達している。従って、単純に経済性だけで対比するとB),C),D)の方が有利であるが、要請通り掘削機を新期調達することは、アンゴラ国政府の政策を支援し継続的な地下水開発に取り組むことができるため妥当と判断される。

2) 掘削機の仕様と能力について

プロジェクト地域の地質は全般的に新生代第三紀中新世の軟岩層より構成されており、掘削機の仕様としては軟岩層を200mの深度迄掘削できる能力があれば問題はない。しかし、

本プロジェクトの工事が完了後、アンゴラ国政府では国家給水計画に沿って全国レベルの地下水開発の主力機として調達機材を活用することを予定しており、多様な地質条件にも適用できる能力が求められている。

国家給水計画の一翼を担う、UNICEFのプロジェクトでは、対象地域をアンゴラ国北部の Bengo, Uíge, Cuanza Sul, Cuanza Norte, Luanda, Malanje の6州と南部国境付近の Huíla, Kunene, Namibe の3州に絞り込んでいる。これ等各州に分布する代表的な地質状況と掘削条件について整理すると次表に示す通りである。

表-3.2.13 UNICEFプロジェクトの対象となるアンゴラ国各州の地質と掘削条件

地域	州名	代表的な地質	掘削条件
北部	Bengo	新生代～中生代白亜紀堆積岩 先カンブリア紀複合岩体	軟岩～中硬岩 硬岩
	Uíge	古生代～先カンブリア紀 堆積岩及び変成岩	硬岩
	Cuanza Sul	新生代～中生代白亜紀堆積岩	軟岩～中硬岩
	Cuanza Norte	先カンブリア紀（堆積岩、複合岩体）	硬岩
	Luanda	新生代 堆積岩	軟岩
	Malanje	古生代堆積岩及び変成岩	硬岩
南部	Huíla	古生代火山岩及び先カンブリア紀堆積岩	硬岩
	Kunene	新生代堆積岩 先カンブリア紀複合岩体及び古生代火成岩	軟岩 硬岩
	Namibe	新生代～中生代白亜紀堆積岩 古生代～先カンブリア紀堆積岩、変成岩、 複合岩体、火成岩	軟岩～中硬岩 硬岩

以上のとおり、アンゴラ国の地質は、ルアンダ周辺等の海岸線に沿った地域では比較的固結度の低い堆積岩類が分布するが、他の州では軟岩に混じって火成岩や古生代～先カンブリア紀の硬い地層が広く分布する。

通常、掘削機の掘削能力において、泥水ロータリー式で掘削可能な地質は、年代的には新生代第三紀中新世頃まで、岩質は土砂及び軟岩までである。中生代、古生代以前の硬質な岩盤については、エアハンマー工法を採用しないと掘削は不可能であり、このことから、深井戸工事の実施機関である NAS が保有する掘削機材も、1台はエアハンマー・泥水掘削両用タイプとなっている。従って、本プロジェクトで調達する掘削機の仕様は、泥水ロータリー・エアハンマー併用機種を選定するのが妥当である。

(10) 付帯機材・支援車両の調達数量

本項での検討は前記掘削機調達の妥当性が確認されることを前提として記載する。

付帯機材や支援車両の調達に当たっては、NAS 所有の機材の活用をまず検討する。現在 NAS

で使用している支援車両の状況は以下のとおりである。これらの内、1982年製のコンプレッサー車や、走行距離15万km以上の車両は使用限界に達しており、これら老朽機材は将来使用可能な範疇から除外する。

表-3.2.14 NAS保有の支援車両、機材

名 称	台数	走 行 距 離 等
コンプレッサー車	2	1982年製1台、1987年製1台
トラック	3	走行距離：20万km×1台、7万km×2台
ステーションワゴン	3	走行距離：15万km
乗用車	2	走行距離：6万km
給水車	1	走行距離：10万km

また、NASでは深井戸工事終了後の水場工事は直営では実施していないため、NASの作業は深井戸掘削と揚水試験までの作業とし、NASの通常業務を支援するうえで最低限必要とされる支援車両編成について検討する。

1) 運搬用クレーン付きトラック

運搬用クレーン付きトラックは、深井戸掘削用ツールズ（ドリルパイプ、ケーシングパイプ、ビット、その他）と深井戸仕上げの資材（スクリーンパイプ、グラベル、セメント、砂利）等のベースキャンプサイトとサイトの間の運搬に使用される。このトラックは、掘削用ツールズに掘削用ドリルパイプ等で、長さ6mのものが含まれるため、荷台長さ6m以上、3トンクレーン付が必要となる。

また、この他に給水及び燃料運搬用トラックも1台必要となる。アンゴラ国の水事情、さく井工事の内容から考えて、工事用水の確保、ストック、速やかな供給、移動がプロジェクトの進行に及ぼす影響は非常に大きいものがある。容量的には、泥水循環工法において全逸水のケースがあるので、工程に遅れを生じさせないために、5m³の給水タンク付きトラックが1台必要となるが、積み卸しが可能な可搬式給水タンクを採用し、このトラックを燃料運搬用としても活用する。また、このトラックは、土木班の建設資材の運搬にも活用する。このトラックには、6tクレーンが必要となる。

以上のように、運搬用クレーン付トラックは、掘削工事に通常は2台必要であるが、井戸工事量が少ないことから、最少限6tクレーン付トラック1台を調達して有効活用し、不足分は工事業者持ち込み機材として対処する。

2) ピックアップ

作業員の移動用、工事管理用（掘削班主任、助手使用）、電気検層機材、軽量資機材の運搬、連絡用として、掘削班 1 台、揚水試験班 1 台、の計 2 台が必要となり、ダブルキャビンが適当と判断される。しかし、工事量が少ないことから最少限 1 台を調達し、不足分は工事業者持ち込み機材として対処する。

また、監理用車両や土木工事班の車輛も必要となるが、不足分に対しては工事業者持ち込み機材として対処する。

3) 給水タンク

深井戸掘削工事において、泥水掘進の場合、大量の掘削用水を使用するため、掘削用水の確保は極めて重要となる。一般に給水車は掘削機に不可欠な支援車輛であるが、本計画では 1) 項で記した通りトラックの有効活用を図るため、可搬式の給水タンクを調達し、必要に応じてクレーンによる積み降しが可能な方式で工事を実施する。

尚、ハンマー掘りを主体とする掘進においても、表層部の風化帯等では地層は脆弱で、泥水掘りから始められるため、いかなる掘削条件においても、給水タンク（給水車）は掘削機に付属する必需品として位置付けられ、本計画の工事完了後も、欠かせない存在である。

4) 燃料タンク

本計画の工事において、ディーゼル燃料は掘削機、コンプレッサー等の動力源として使用され、燃料の確保と運搬が重要となる。

ルアンダでのガソリン、ディーゼルの調達事情は、給油所が少なく給油のために 1~2 時間も要し、時間的なロスが極めて大きい。この問題を解決する方策として燃料をまとめて大量に購入し、保管場所からドラム缶等によって必要量を工事現場へ運搬するのが最も効率的である。

本計画では Viana 付近の幹線道路沿いに工事のベースキャンプを設けることが考えられ、石油会社のタンクローリーから直接燃料を購入するためには、ベースキャンプに定置式の燃料タンクが必要となる。

しかし、NAS では燃料タンクがなくても工事を実施していることを考慮し、調達の要請が行われているが、本計画では請負業者の持ち込み機材として対処する。

5) 揚水試験機材

NAS ではこれまで完成井戸の揚水試験を実施していないため、アンゴラ国における水理

地質データ、特に地下水位や透水係数等の不足の原因となっている。地下水の管理上、水理地質データは特に重要であり、NAS が地下水開発を行う中核機関として、揚水試験を実施し、井戸の管理と水理地質データをファイリングしていくことが必要である。

揚水試験班の主な役割は次の通りである。

- ・揚水試験により揚水可能量の判定
- ・ポンプのセット
- ・水質試験と水質適否の判定

以上のような揚水試験班の役割から、揚水試験機材は機動性の良いトラック搭載型とし、揚水は発電機による水中ポンプ揚水とする。孔内水位測定器及び吐出量測定器、簡易水質分析器（電気伝導度、温度、pH 測定器等）も必要となる。

新規に調達する掘削機 1 台に対し、日本側が工事を実施する上で必要となる付帯機材の機種・数量は上記検討のとおりであるが、これらに対しアンゴラ側の現存機材からの借用は表-3.2.15 に示すようにできない状況にあるため、コンプレッサー車、揚水試験車、クレーン付きトラック、ピックアップを各 1 台を掘削機と共に調達する。

表-3.2.15 支援車輛調達台数の検討

項目	車種	コンプレッサー車	揚水試験車	クレーン付きトラック	給水車	ピックアップ又は ステーションワゴン
A) 掘削機 1 台に対し必要となる支援車輛の最低編成		1	1	2 (※1)	0(移動式タンク) ~1	2 (※2)
B) NAS の管理する支援車輛 (老朽車除外)		1	0	2	1	0
C) 新規掘削機を導入する場合に NAS が振り分けられる余剰車輛 =B-A ≥ 0		0	0	0	0	0
D) 新規掘削機を導入する場合に必要とされる支援車輛 (調達車輛) =A-C		1(1)	1(1)	2(1)	0 (移動式タンク)	2(1)
E) アンゴラ国政府の要請内容		1	1	2	0 (移動式タンク)	3
F) 要請数量に対する必要数量の増減 =(D)-E		0	0	-1	0	-2

(※1) 1 台目：掘削に際し 5m³/日の水を使用するため、毎日現場まで水タンク運搬を行う。また、2, 3 日おきに燃料運搬を行う。
2 台目：掘削用ツールズ、管、泥剤、グラベル、等の運搬を行う。

(※2) 1 台目：工事管理用 (掘削班主任、助手使用)、電気検層機材など運搬。
2 台目：軽量資機材の運搬、連絡用

6) 修理機材を含むワークショップ用設備

深井戸工事に際しては、上記の通り掘削機、支援車輛を含め多種の機材の組合せによって実施されるが、これ等機材を常時効率的な稼働体制を維持させるためにはワークショップ用機材が必要である。

DNA ではワークショップ用機材を Viana 地区に確保していたが、92 年の争乱時に多くが失われ、現在に到っている。本計画完了後の掘削機等機材の有効活用を考慮するとワークショップ用機材の調達が必要不可欠と判断される。

修理用機材を含む、ワークショップ用設備を用途別に整理すると表-3.2.16 に示すとおりである。

表-3.2.16 修理用材を含むワークショップ用設備とその用途

工 具	用 途
1. ディーゼル発電機／溶接機 2. ガス溶接機 3. 電動工具	・ 掘削ツールを含む鉄製品の加工と修理
4. エアコンプレッサー（電動式） と空気工具	・ 車輛の清掃 ・ オイル交換時の油圧ホースの洗浄 ・ タイヤへの空気充填 ・ 塗装
5. 潤滑機材	・ 機材のメンテナンス
6. バッテリーサービス機材	・ バッテリーの管理
7. タイヤ工具	・ タイヤ交換等
8. 測定用工具 9. 一般工具	・ 車輛及びその他機材の日常の定検と整備

(11) 試験用機材の調達

1) 水質分析器

揚水試験による揚水可能性を把握するのと同様、水質分析は、開発された地下水の飲料水としての適否を判定するうえで非常に重要となる。最終的な水質分析は公的試験機関に依頼することとし、現場における事前の判断を行うためには簡易水質試験器が必要となる。

分析機器のうち汎用性が広く、使用頻度の最も高くなる下記の試験器については、調達の対象とし、試薬等消耗品を必要となる項目は、請負業者の持ち込み資材によって調査する。

- ・電気伝導度計（温度計付）……水中に含まれる溶存成分の多寡を判定
- ・PHメーター（温度計付）……水質の判定

2) 電気検層器

電気検層器は、掘削した深井戸の孔内における滞水層分布状況を把握し、スクリーン位置をプログラムするために必要な機器である。

DNA で実施した、深井戸工事では、今まで電気検層は実施されて来なかったが、DNA 傘下の DAAS には、水理地質、物理探査の技術者が在籍しており、本計画の工事において OJT で技術を習得すれば、将来の地下水開発事業において、有効な活用が期待できるため電気検層器を調達の対象とする。

3) 電気探査機

電気探査機は、地下の水理地質構造を把握するための機器で、施工時に空井戸等が発生した場合の代替工事位置選定のために必要であり、本機器はベースキャンプに常時使用できる状態で保管しておくことになる。

DAAS には 2) 項で述べた通り物理探査、水理地質技術者が在籍しているが、手持ちの探査器がなかったため、地下水開発のための調査は、地質鉱山省との協力で実施した経緯があり、調達の要請が行われたが、調達の対象から除外する。

3-2-3 プロジェクトの基本構想

本プロジェクトの基本構想は、衛生的な生活用水の不足に悩むルアンダ州内の国内避難民（病院、学校等を含む）に対し、国家目標である再定住化政策の一環として、生活用水を供給するため、地下水を利用した深井戸給水施設及び給水車による給水施設の建設と、給水活動に必要な給水車、深井戸給水施設建設機材を提供しようとするものである。また、調達した機材は、給水普及率の向上を目指して、プロジェクト終了後アンゴラ国が独自の給水計画に使用する計画である。

本プロジェクトの裨益人口は、再定住化地域、25,000 人、学校関係、32,170 人、合計 57,170 人となる。