

スーダン国
農業灌漑省
リバーナイル州農業家畜資源灌漑省
ニューハルファ農業公社

スーダン国
食料生産基盤整備計画準備調査報告書

平成 24 年 4 月
(2012 年)

独 立 行 政 法 人
国 際 協 力 機 構 (J I C A)
株 式 会 社 三 祐 コ ン サ ル タ ン ツ

農村

JR

12-032

序 文

独立行政法人 国際協力機構は、スーダン共和国の食料生産基盤整備計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社 三祐コンサルタンツに委託しました。

調査団は、平成 23 年 3 月から平成 24 年 4 月までスーダンの政府関係者と協議を行うとともに、事業対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本事業の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 24 年 4 月

独立行政法人国際協力機構
農村開発部
熊代 輝義

要 約

1. 国土・自然・社会経済状況

スーダン共和国（以下「ス」国）は北アフリカに位置する。2011年7月に南スーダン共和国が分離独立して、現在はエジプト、リビア、チャド、中央アフリカ、エチオピア、エリトリア及び南スーダンと国境を接し、東側で紅海に面している。国土面積は186万km²（日本の約5倍）、人口は2010年に約4,181万人（Central Bureau of Statistics, Sudan）であったが、分離後は3,300万人（2010年、CBS）と推定される。首都は青ナイルと白ナイルの合流点であるハルツームである。

国土の大部分は広大な平原で、その多くは300～600mの標高にあり、国土のほぼ中央をナイル川とその支流が縦貫する。北部は乾燥した砂漠地帯であり、ナイル川や紅海沿岸に人々が住むに過ぎず、南にいくにしたがって雨量が増え、ステップ気候、サバンナ気候となって行き、農耕も盛んとなる。民族はアラブ人、ヌビア人、ヌバ人等であり、宗教は主にイスラム教、言語はアラビア語と英語が公用語である。

事業の対象サイトは北部のリバーナイル州と東部のカッサラ州である。リバーナイル州にあるサイトはナイル川本流に接した灌漑スキームで、ハルツームの北200～300kmに位置し、年間降雨量56mm程度（雨期7～9月）、月平均最高気温43℃程度（6月）、月平均最低気温14℃程度（1月）の極乾燥地帯に分類される。またカッサラ州にあるニューハルファ灌漑スキームはナイル川支流のアトバラ川に建設されたカシム・ギルバダム貯水池が水源である。ハルツームの東方約400kmの位置にあり、年間降雨量250mm程度（雨期5～10月）、月平均最高気温41℃程度（5月）、月平均最低気温17℃程度（1月）の乾燥地帯に分類される。

「ス」国の2011年でのGDP(MER)は684.4億ドル（IMF）、一人当たりのGDPは1,705ドル（IMF）（123位）である。GDPに占めるセクター別の比率は第1次産業30.6%、第2次産業24.9%、第3次産業44.5%（2009年、スーダン中央銀行）である。

第1次スーダン内戦（1955～1972年）、第2次スーダン内戦（1983～2005年）と続いた南北間の戦争により経済援助停止、累積債務等によりスーダン経済は疲弊し、高いインフレ率と生活物資や電力不足が恒常化していたが、1996年ごろからのIMFの経済修復プログラムを受け入れ、経済再建に努めた。1999年に産油地帯と紅海を結ぶパイプラインが完成したことや、国際市場での原油価格高騰をうけ、本格的な原油生産量および輸出量が急増したこと、また湾岸諸国や中国からの投資などにより、近年は平均約8%の成長率（2003年～2008年）を記録している。

しかし、2007年に始まったサブプライムローン問題に端を発した世界経済危機には直接の影響は受けなかったが、その後の世界不況による原油価格の下落によりスーダン経済は減速し、経済成長率も下落した。石油輸出額が減少し、国家予算の6割を占める石油収入が落ち込んだため、財政収支、経常収支が悪化した。2009年度後半以降の原油価格回復により、経済成長率や歳入は徐々に回復してきている。

「ス」国経済は、石油収入に過度に依存した経済構造からの脱却が課題である。石油産出の8割を占めていた南スーダンの分離後には石油収入の減収が必然であり、歳出削減や潜在的成長力

の高い農業や畜産業、民間セクターの成長等、産業構造の多様化を進めることが必要とされている。

特に農業分野は、肥沃な耕地にめぐまれ、GDPの約1/3、経済活動人口の約80%を雇用する主要産業であるが、農民の多くは自給的農業に依存する状況が続いており、その多くは近年の急速な平均所得の増加にもかかわらず貧困あるいは貧困ライン以下の生活レベルにとどまっている。20年にわたる内戦の結果により多くの地域で社会インフラ整備が不足している。農耕技術の向上、灌漑システムや輸送システムの整備などのインフラ整備により、農業経済活性化と「ス」国経済の発展、貧困撲滅が期待される。

2. プロジェクトの背景・経緯・概要

2009年のNBHS(National Baseline Household Survey)によると、「ス」国人口の1/3は食糧不足を被っている。また都市部人口の31%、農村人口の34%が栄養不足に陥っている状況である。近年の度重なる干ばつ、国内避難民の発生、年間2.24%の人口増加(2008, 世銀)に伴う食糧需要の拡大が進む中、国内の食糧安全保障のためには食糧増産が緊要となっている。

灌漑農業による穀物生産量は「ス」国の穀物生産の約60% (2007年GDP比)を生産しており¹、「ス」国の農業生産増大に重要な位置を占める。しかし、灌漑施設は古く、非効率的であり、低い作物生産性と生産コストの高騰を招いており、国内・海外市場における「ス」国製品の低い競争力の原因となっている。このような農業状況の打開と農業再生を目的として、「ス」国政府は、2008年に国家戦略として「農業再活性化計画」(EPAR)を策定した。また、農業森林省は2009年、灌漑施設の改修等を行い食料安全保障のため小麦の増産と自給達成を目指し「小麦増産計画」(NWPP)をスタートさせた。

こうした状況下、「ス」国政府は我が国に対しアフリカ開発会議(TICAD)IV等を通じて、「農業再活性化計画」(EPAR)、「小麦増産計画」(NWPP)の促進のため、灌漑施設の整備や水資源管理、米や小麦の増産等への支援を要請した。

これに対しJICAは農業開発のための基本情報収集を目的とした「東部・農業支援協力プログラム準備調査」(2009年3月～8月)、及び「北部食料生産基盤整備計画」協力準備調査(その1)(2010年8月～9月)を実施した。協力準備調査(その1)では、現地踏査及び先方政府との協議を通じ、支援対象候補となったカッサラ州、ノーザン州、リバーナイル州の灌漑スキームについて、一般無償案件実施の可能性の検討を行った。その結果から、「ス」国政府はリバーナイル州内6灌漑スキーム(バウガ、カダバス、アリアブ、キティアブ、サヤール、エルシャヒード)に対し、EPARおよびNWPPの方針に沿って、主にエンジン駆動ポンプの電動化、灌漑水路の改修等、「灌漑施設改修」と「機材供与」を中心とした無償資金協力を我が国に要請した。

この要請を受け、JICAは協力の妥当性、最適な事業内容・規模の概略設計と概略事業費積算、相手国分担事業内容、運営・維持管理計画などの提案を行なうための「北部食料生産基盤整備計画」協力準備調査(その2)を実施することを決定し、調査団を「ス」国に派遣した。

¹ Central Bank of Sudan, 48th Annual Report 2008.

3. 調査結果の概要とプロジェクト内容

(1) 「北部食料生産基盤整備計画」協力準備調査（その2）の実施工程

本調査は以下の3回の現地調査を行なう工程で実施された。

① 第1次現地調査（2011年4月21日～6月19日）

灌漑スキームにかかる一般情報収集と分析、インベントリーを作成し、調査の結果を「第1次現地調査結果概要」に取りまとめる。これを基に、支援対象候補灌漑スキームの優先順位付け案を作成する。

② 第2次現地調査（2011年7月21日～9月19日）

第1次現地調査の結果を受けて選定した支援対象スキームについて、報告書案の作成等に必要調査、協議、情報収集を行う。現地調査（第1次・第2次）の結果を記述した「調査結果概要」を取りまとめ、基本的な計画・設計の方向性を協議、確認する。

③ 準備調査報告書（案）の現地説明・協議（2012年2月9日～2月16日）

計画の内容を取りまとめた「準備調査報告書（案）」に基づき、計画内容を先方関係者に説明・協議・確認し、事業実施に向けた最終案について基本的了解を得る。

2011年4月から6月にかけて実施した協力準備調査（その2）（概略設計調査）第1次現地調査では、一般の協力準備調査（その1）の結果先方政府から正式要請があげられた6灌漑スキームのインベントリー調査とともに、かつて同政府から我が国に対して支援要請があり、裨益面積が大きいカッサラ州ニューハルファ灌漑スキームK14ポンプ場について状況確認を実施した。

帰国後、調査および検討結果を国内関係機関と協議し、その結果に基づき、2011年7月から9月に実施した第2次現地調査ではリバーナイル州の3灌漑スキーム（キティアブ、アリアブ、カダバス）とカッサラ州ニューハルファ灌漑スキームK14ポンプ場を改修の対象とすることで、スーダン政府と合意の上、概略設計調査を実施した。

上記の4ヶ所の対象灌漑スキームの調査結果に基づき概略設計と積算を行なった結果、当初の想定予算を上回るため、事業費の圧縮を検討することが必要となり、裨益灌漑面積は減少するものの、スーダン側の負担を増やすことなく事業を確実に実施するため、支援対象スキームの削減を行なう対処方針とし、2012年2月7日～16日にスーダン政府に対する準備調査報告書（案）の現地説明を実施した。

準備調査報告書（案）説明調査において「ス」国政府との協議の結果、カダバスを対象から外し、改修対象スキームをニューハルファ灌漑スキーム K14、キティアブ灌漑スキームおよびアリアブ灌漑スキームの3ヶ所とする案で、関係者の合意が得られた。

下表に「ス」国からの要請内容と本調査で最終的に「ス」国と合意された協力案の内容を示す。

要請内容と最終的に合意された協力案

項目	要請内容	最終協力案
対象灌漑スキーム	バウガ 1,890ha カダバス 2,016ha アリアブ 2,205ha キティアブ 2,394ha サヤール 1,176ha エルシャヒード 4,200ha ニューハルファ K14 13,020ha 合計 26,901ha	アリアブ 2,205ha キティアブ 2,394ha ニューハルファ K14 13,020ha 合計 17,619ha
	機材	電力ポンプ設備とポンプ場建設 ・アリアブ 1.0m ³ /s×170kw×4台 ・キティアブ 1.0m ³ /s×160kw×4台
土木工事	水路の掘削、補修、均平、取水口(レギュレーター)、用水路上の橋の建設。	電力ポンプ設備の更新(既設建物利用) ・ニューハルファ K14 3.5m ³ /s×480kw×3台
ソフトコンポーネント	・対象地区の気象・水文・地質・地形調査、 ・灌漑組合運営能力強化、 ・調達機材操作管理指導、 ・改良農業技術の導入、 ・戦略的換金作物導入と付加価値付けに関するバリューチェーン分析とトレーニング	「ス」国負担工事 ・アリアブ、キティアブ 水路の掘削・補修、レギュレーターなどゲートの補修、その他 ・ニューハルファ K14 ポンプ設備の通関、内陸輸送、据付等
		・灌漑組織運営能力強化、 ・灌漑施設維持管理能力強化、 ポンプ設備などの調達機材操作管理指導に関しては、ポンプ設備調達業者の操作管理指導により実施。

(2) 上位計画とプロジェクト目標

「ス」国の上位計画としては、前述のとおり「農業再活性化計画」(EPAR, 2008~2011)、「小麦増産計画」(2009/2010~2013/2014)などがある。本調査の上位目標は、「ス」国からの要請書にも謳われているとおり「スーダンの農村コミュニティにおいて農家の生計が向上するとともに、食糧安全保障および貧困緩和に貢献する」である。本協力事業では乾燥地農業に必須の電動ポンプを供与し、灌漑サービスの充実による作物生産性の向上を計り受益農家の生計改善だけでなく地域経済活性化、ひいては地域の食糧安全保障および貧困削減にも貢献することが期待される。従って本協力事業は上記の上位計画における政策と合致しており、その実現を支援するものである。

また、プロジェクト目標は、「対象灌漑スキームにおいてモデルとなる改良された灌漑施設を導入することにより、農業生産性、生産量が向上し、生産コストが低減する」である。上位目標及びプロジェクト目標を達成するためには、劣化し非効率なポンプ設備・ポンプ場の更新と灌漑施設の改修及びソフトコンポーネントの実施等、ハード、ソフトの両面における投入と活動が必要である。

(3) 基本方針

概略設計における基本方針は以下のとおりである。

- 1) リバーナイル州の対象スキームの現況ポンプ設備はディーゼルエンジン駆動であり、ポンプ設備の電動化は「ス」国の国家事業として推進されており、この方針に準じ、これをすべて電動化してモ

ーター駆動に変更する。また、既存建物は老朽化し、維持管理上支障をきたしているため、更新する。

- 2) カッサラ州のニューハルファ灌漑スキームでは、K14 ポンプ場の既設ポンプは、電動ではあるが設置後約 40 年経過し老朽化が著しく、吐出量の減少がみられ、またスペアパーツの入手が困難となっており、ポンプ設備の更新を行なう。
- 3) 灌漑水路の幹線水路はいずれの灌漑スキームにおいても、通水断面の不足などが見られる。取水施設であるポンプが電動化され整備されることに合わせて、その効果を発揮できるように水路断面の改修とレギュレーターなどのゲート施設の改修、整備も必要である。しかし、灌漑水路は土水路であり、その改修は水路通水断面の拡幅などの土工事を基本とするものであり、「ス」国が従来より行ってきた水路内堆積土砂の浚渫工事などの定期的あるいは適時の維持管理作業に類した工事である。また、ゲート施設等の改修、整備は、全般に小規模であり、特別高度の技術を要するものでないことから、これらの水路拡幅、水路浚渫およびゲート改修・整備などは「ス」国側が実施するものとする。
- 4) 本協力対象事業の目的である食糧生産基盤整備による作物生産性向上の実現にはハード面の整備だけでなく、水利組織の運営能力強化および灌漑施設維持管理能力強化のソフトコンポーネントの導入が必要である。

上記方針に従い、協力対象範囲は次の通りとした。

- 1) リバーナイル州アリアブ及びキティアブ灌漑スキームのポンプ及びポンプ場の更新と電動化。
- 2) カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場のポンプ及び電気設備の更新。
- 3) 各灌漑スキームでの水利組織の運営能力強化、灌漑施設維持管理能力強化指導を中心としたソフトコンポーネントの実施。

(4) 概略設計

各協力対象範囲に対し、以下の検討を行ない、その概要を決定した。

- 1) 各灌漑スキームの計画用水量は、期別の気象条件と予定或いは実施されている作物の作付カレンダーにより算定した作物別蒸発散量に灌漑効率と灌漑面積を考慮して求め、これに村落生活用水および家畜用飲雑用水を 5% 見込み、日当たり 18 時間のポンプ運転として決定した。取水ポンプの計画揚水量および灌漑水路の通水能力は、計画用水量が流下可能となるように改修する計画とした。
- 2) リバーナイル州のアリアブおよびキティアブ灌漑スキームの更新するポンプ場及びポンプ設備は下記の点を考慮し、現況で採用されている取水管方式の地下式上屋付き構造とし、横軸両吸い込み渦巻きポンプと横軸電動機とした。
 - ・ 灌漑用水量及び水源であるナイル川の水位も期別に変化するため、ポンプに必要な全揚程も期別に変化する。ポンプ設備は全ての時期にキャビテーションを起こさず運転、揚水可能とし、ポンプの運転において最も出現頻度の高い水位条件付近で最高ポンプ効率となるポンプ設備とする。このため機場の縦断的な構造は、既存の多くのポンプ場で採用されている形式とし、ポンプ基礎を地下室に設置し、キャビテーションに対し安全なポンプ据付高さで計画する。地下室の壁は、河川水の機場への侵入を防止できる構造とする。
 - ・ ナイル川の流水は土砂を多く含むため、引き込み導水路形式は土砂堆積に対する維持管理が困難であることから縦軸斜流ポンプは採用できない。ポンプ取水口への土砂の堆積をできるだけ

避ける構造を採用するとともに、土砂が堆積し、ナイル川の流れがある程度変化した場合にも比較的容易に対応が可能である取水管形式が適切である。

- ・ 季節的に吹き荒れる砂塵を含む暴風時に砂塵が入りにくいようにし、ポンプ設備の砂塵による劣化を防止するため、既存施設と同様に上屋を設ける。また上屋には維持管理用の天井クレーンと1スパン分の搬入、分解、組み立てスペースを考慮する。
 - ・ ポンプ設備の規模、台数は必要用水量の変動に合わせて効率的で経済的に運用できること、および他のスキームのポンプの部品との互換性などにも配慮して検討した結果、各スキームとも予備機を設けず、ポンプ容量 $1.0\text{m}^3/\text{s}$ を4台設置する計画とする。
 - ・ 更新ポンプ場の建設用地は、私有地を避けた公的な用地で、工事期間中も既存のポンプの運転に支障をきたさない位置として既存ポンプ場の横隣の用地が選定された。
 - ・ 既存のポンプ設備は、更新ポンプ場の完成後にすべて廃棄あるいは移設されるものとする。
- 3) カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームでは、K14ポンプ場のポンプ及び電気設備の更新を行う。機場の土木構造、上屋、吐出管及び灌漑水路（メジャー水路）に関しては多少の補修が必要と考えられるが今後とも使用可能と判断され、改修工事には含めない。多少の修理が必要な部分は通常の維持管理の範囲であり、「ス」国により補修が可能と判断される。更新するポンプ設備の主要な仕様は、灌漑状況のレビューを行い、作付計画、灌漑効率などの灌漑基本諸元を確認し、検討した結果、現況施設と同一のものとなった。尚、ポンプ設備更新を行なう時期は水需要の少ない3月から6月までの4ヶ月間とする。
- 4) 本事業の目的である食糧生産基盤整備による作物生産性向上の実現には、ポンプ設備、機場建物、付帯施設などいわゆるハード面の整備だけでなく、以下のソフトコンポーネントの実施を計画する。
- ・ 水利組織の運営能力強化
スキーム委員会は水利組織として具備すべき基本的データ・情報に不足し、運営状況を詳細に把握するには不十分な現状である。これに対処するためパソコンを導入して体系的に整理・管理するシステムの導入を図り体系的に整理統合することにより、問題点や改善点の把握、水利費徴収率向上を図る。
 - ・ 灌漑施設維持管理能力強化
上流から末端までの水の流れをスムーズにし、適期・適量灌漑を実施するために、水路管理分担に従った浚渫、除草などの施設の維持管理、定期点検及び記録、スペアパーツの保管、農家の賦役などに重点を置いたスキームの維持管理能力強化が必要である。

作物生産性向上に関わる改良栽培技術及び農業普及員の能力強化は必要なコンポーネントであるが、ともに教育的要素を包含し、効果を短期間で確認することは困難なことから本協力事業には含めない。

以上により、本調査で確定した無償資金協力事業の計画内容を次表に示す。

無償資金協力事業の計画内容と「ス」国側負担内容

対象灌漑スキーム	計画内容	「ス」国側負担内容
リバーナイル州		
キティアブ	<ul style="list-style-type: none"> 計画最大取水量：3.93m³/s（日 18 時間運転） 取水ポンプ及び付帯設備更新： 電動横軸両吸い込み渦巻きポンプ 吐出量 1.0m³/s×全揚程 11.4m×160Kw×4 台 配管及び制御盤 4 台分 ポンプ場建物更新： 鉄筋コンクリート構造（コンクリートブロック壁） 幅 30m×奥行き 11m×高さ 14.75m （地上部 8.65m、地下部 6.1m） 吐水槽及び既設灌漑水路への接続水路建設 	<ul style="list-style-type: none"> 建設予定地の確保 建設予定地内の倉庫、オイルタンク、 宿舎、樹木の撤去及び整地 仮設用地の無償提供 1,500KVA 変圧器の設置(基礎工事 含)と電力供給(高圧線から変圧器へ の引込み) 部品庫の改修或いは新設 灌漑水路及び付帯施設の改修
アリアブ	<ul style="list-style-type: none"> 計画最大取水量：3.58m³/s（日 18 時間運転） 取水ポンプ及び付帯設備更新： 電動横軸両吸い込み渦巻きポンプ 吐出量 1.0m³/s×全揚程 12.0m×170Kw×4 台 配管及び制御盤 4 台分 ポンプ場建物更新： 鉄筋コンクリート構造（コンクリートブロック壁） 幅 30m×奥行き 11m×高さ 14.65m （地上部 8.65m、地下部 6.0m） 吐水槽及び既設灌漑水路への接続水路建設 	<ul style="list-style-type: none"> 建設予定地の確保 建設予定地内の倉庫、樹木の撤去及 び整地 仮設用地の無償提供 1,500KVA 変圧器の設置(基礎工事 含)と電力供給(高圧線から変圧器へ の引込み) 部品庫の改修或いは新設 灌漑水路及び付帯施設の改修
カッサラ州		
ニューハル ファ K14	<ul style="list-style-type: none"> 計画最大取水量：9.91m³/s（日 18 時間運転） 取水ポンプ及び付帯設備更新： 電動縦軸斜流ポンプ 吐出量 3.5m³/s×全揚程 9.6m×480Kw×3 台 変圧器（3,000KVA）、制御盤 3 台分 (既設建物、既設配管、既設水路を継続使用する) 	<ul style="list-style-type: none"> 既設ポンプ・モーター・制御盤・変 圧器の撤去 供与資機材のポート・スーダン港で の通関、内陸輸送、荷下ろし、保管 ポンプ・制御盤類の据付作業 3,000KVA 変圧器の設置(基礎含む) 部品庫の整理・清掃 ポンプ設備の撤去・復旧期間におけ る受益者への飲料水の確保

また、ソフトコンポーネントの計画内容は次表のとおりである。

ソフトコンポーネントの内容

対象スキーム	ソフトコンポーネントの内容	実施時期	対象者	活動（投入）計画
リバーナイル州 キティアブ、 アリアブ	<ul style="list-style-type: none"> 水利組織の運営能力強化、 灌漑施設維持管理能力強化 	アリアブ工事完了時及び全工事完了時	<ul style="list-style-type: none"> スキーム役員、 農民ユニオン代表、 農業普及員 Canal & Farm Guards 	<ul style="list-style-type: none"> 邦人専門家 2 人 ローカル技術者 2 人及び 財務行政担当者 1 人 その他
カッサラ州 ニューハルファ K14	<ul style="list-style-type: none"> 水利組織の運営能力強化、 灌漑施設維持管理能力強化 	アリアブ工事完了時及び全工事完了時	<ul style="list-style-type: none"> スキーム役員、 農民ユニオン代表、 農業普及員 Canal & Farm Guards 	<ul style="list-style-type: none"> 邦人専門家 2 人 ローカル技術者 2 人及び 財務行政担当者 1 人 その他

4. プロジェクトの工期および概略事業費

本計画を我が国の無償資金協力事業として実施する場合、実施設計に7.0ヶ月、リバーナイル州キティアブとアリアブスキームの施設建設およびニューハルファ K14 ポンプ場の機材供与と据付けに32.5ヶ月を要する。また、概算事業費は31.18億円（日本側負担分：30.56億円、「ス」国側負担分：0.620億円）である。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

我が国の無償資金協力による協力対象事業の実施は以下の点から妥当と判断される。

- ① 本計画は、対象とする3灌漑スキームの灌漑面積合計が41,950フェダ（17,619ha）であり、裨益人口は141,500人に上る広大な裨益面積と多くの裨益人口を擁し、また貧困層が多い。事業実施により農業生産量・生産性および自給能力の向上により、受益農家の生計改善を図り、BHN（Basic Human Needs）、貧困削減さらには民生の安定に貢献することが期待され、本計画の重要性は高い。
- ② 「ス」国の国家財政は石油収入に大きく依存した構造であり、農業再活性化計画や小麦増産計画などによる農業生産向上をはかり、産業構造の多様化が進められているところであるが、その石油の約80%を産出する南スーダンが2011年7月に分離独立した。このため今後の石油収入の減少は必然であり、「ス」国政府はさらなる農業重視の政策に転換する必要に迫られており、国を挙げて農業生産の増大を推し進める方針を掲げている。従って、本案件の目標は「ス」国の政策および上位計画に合致しており、それらの目標達成に資するプロジェクトである。
- ③ 我が国の「ス」国に対するODAの基本方針は1)平和構築、2)平和の定着支援などである。農業分野については、人口の大部分が従事しており、輸出産業に成長する可能性の高い分野であり、農業生産性の拡大は「ス」国内の収入源の多様化および世界的な食糧安全保障の観点からも重要であると考えられている。特にミレニアム開発目標（MDGs）達成と「平和の定着」への支援のため、持続的な開発に繋がる農業分野への支援の可能性も検討していくとされており、本計画は我が国の「ス」国への援助政策・方針に沿うものである。また、第4回アフリカ開発会議（TICAD IV）にて我が国が公約した「灌漑施設10万haの改修・整備支援」の達成にも貢献するものである。

(2) 有効性

本プロジェクトでの3灌漑スキームの施設・機材更新並びにソフトコンポーネントの実施により、期待される効果は以下の通りである。

1) 定量的効果

指標名	基準値（2011年）	目標値（2017年） （事業完成3年後）
作物生産性（3灌漑スキーム平均の小麦の単収：kg/フェダ）	867	1,060*
年間ポンプ運転動力費（3灌漑スキーム合計：SDG/年）	3,401,745	2,215,632
年間維持管理費（3灌漑スキーム合計：SDG/年）	11,003,500	10,569,253

（*過去最大値の80%を10年で達成するとして、3年間で24%を目標）

2) 定性的効果

- ① 対象地域の作物の生産性と生産量が向上することで農村の経済基盤が安定し、貧困の軽減、若者の都市への流出低減、犯罪率の低下など地域社会の問題解決に資する。
- ② ソフトコンポーネントの実施により、運営・維持管理の改善と技術の向上が計られ、基礎データの収集・情報共有が実現すると、他の類似灌漑スキームへのモデルとなりその手法と技術が普及し広範な地域社会の改善に資する。
- ③ 電動ポンプに取替えられることで、既存のエンジンポンプに比較して維持管理が容易となる。また、ポンプ場が建て替えられ、ポンプの維持管理に必要なクレーンなどの設備が整うことで維持管理者の労働負荷の低減や作業事故などの安全面が改善される。
- ④ 農業技術の普及や農産物流通の改善の機会創出が高まり、農業生産性や農業所得の更なる向上の可能性が高まる。

序文	
要約	
目次	
位置図／完成予想図／写真	
図表リスト	
略語集	
単位	

第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1 農業セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-2
1-1-3 社会経済状況.....	1-3
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要.....	1-4
1-2-1 要請の背景・経緯.....	1-4
1-2-2 協力準備調査および概略設計調査の結果.....	1-5
1-3 我が国の援助動向.....	1-7
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-8
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-2 財政・予算.....	2-4
2-1-3 技術水準.....	2-5
2-1-4 既存施設・機材.....	2-6
2-1-4-1 対象サイトの概況.....	2-6
2-1-4-2 取水施設（ポンプ施設）の現状と課題.....	2-8
2-1-4-3 灌漑水路施設の現状と課題.....	2-11
2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況.....	2-16
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-16
2-2-2 自然条件.....	2-18
2-2-2-1 リバーナイル州およびカッサラ州の気象.....	2-18
2-2-2-2 ナイル川の水位.....	2-20
2-2-2-3 灌漑スキームの地形と概略平面図.....	2-22
2-2-2-4 インベントリー調査およびベースライン調査結果.....	2-30
2-2-3 農業の現状.....	2-35
2-2-3-1 各スキームにおける農業と水利組織.....	2-35
2-2-3-2 営農状況.....	2-45
2-2-4 環境社会配慮.....	2-50

2-2-4-1	環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要	2-50
2-2-4-2	環境社会配慮における懸案事項の確認	2-50
2-2-4-3	環境社会配慮における「ス」国の法制度との整合	2-55
2-2-4-4	代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討	2-56
2-2-4-5	スコーピング	2-57
2-2-4-6	緩和策および緩和策実施のための費用	2-60
2-2-4-7	モニタリング計画	2-60
2-2-4-8	ステークホルダー協議	2-60
2-2-4-9	本事業の環境許可取得手続きの現況	2-61
2-3	その他（グローバルイシュー等）	2-61
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	基本方針	3-2
3-2-1-2	自然環境条件（気象・水位・地質・土質等）に対する方針	3-5
3-2-1-3	営農・灌漑（施設）条件	3-8
3-2-1-4	社会・経済状況に対する方針	3-9
3-2-1-5	建設事情/調達事情に関する方針	3-9
3-2-1-6	現地業者（建設会社）の活用に係る方針	3-10
3-2-1-7	運営・維持管理に対する対応方針	3-10
3-2-1-8	施設、機材等のグレードの設定に係る方針	3-12
3-2-1-9	工法/調達方法、工期に係る方針	3-15
3-2-2	基本計画（施設計画/機材計画）	3-18
3-2-2-1	改修対象灌漑スキームの概要	3-18
3-2-2-2	灌漑スキームにおける灌漑必要水量	3-20
3-2-2-3	灌漑スキームのポンプ設備形式	3-24
3-2-2-4	ポンプ台数、規模および全揚程の決定（ポンプ仕様の決定）	3-26
3-2-2-5	電気設備の計画	3-40
3-2-2-6	ポンプ場建屋およびポンプ付帯設備の計画	3-43
3-2-2-7	各ポンプ場の計画資機材	3-52
3-2-2-8	吐水槽の計画	3-54
3-2-2-9	護岸工の計画	3-55
3-2-2-10	灌漑水路および付帯施設の改修計画	3-56
3-2-3	基本設計図	3-64
3-2-4	施工計画/調達計画	3-87
3-2-4-1	施工方針/調達方針	3-87
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項	3-88

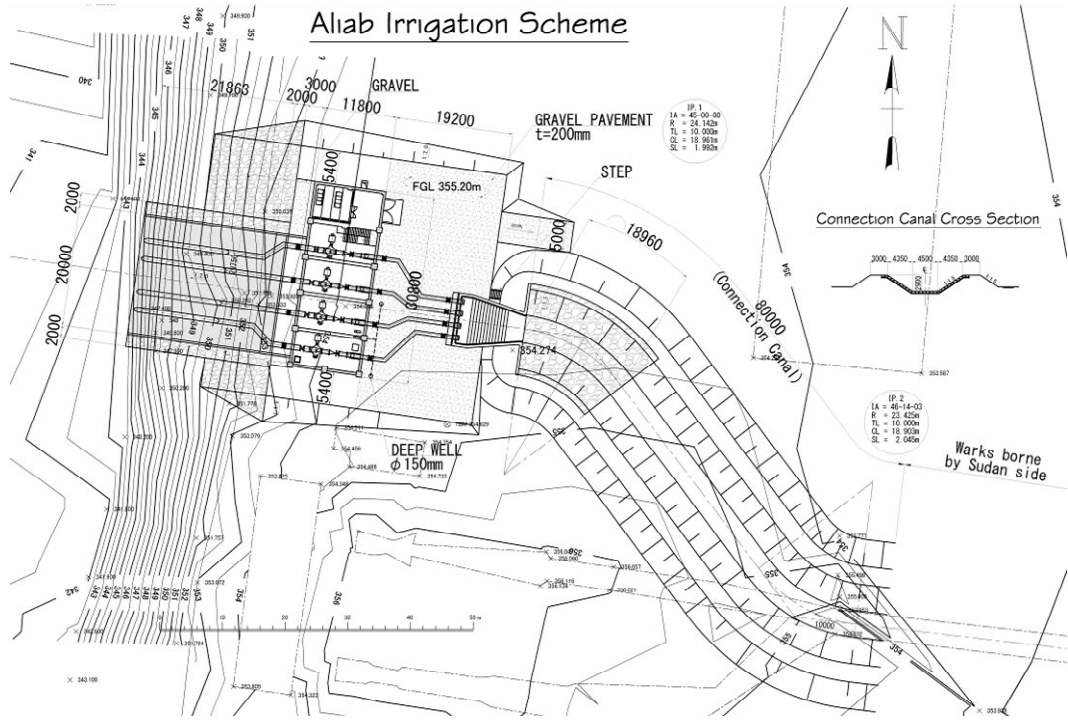
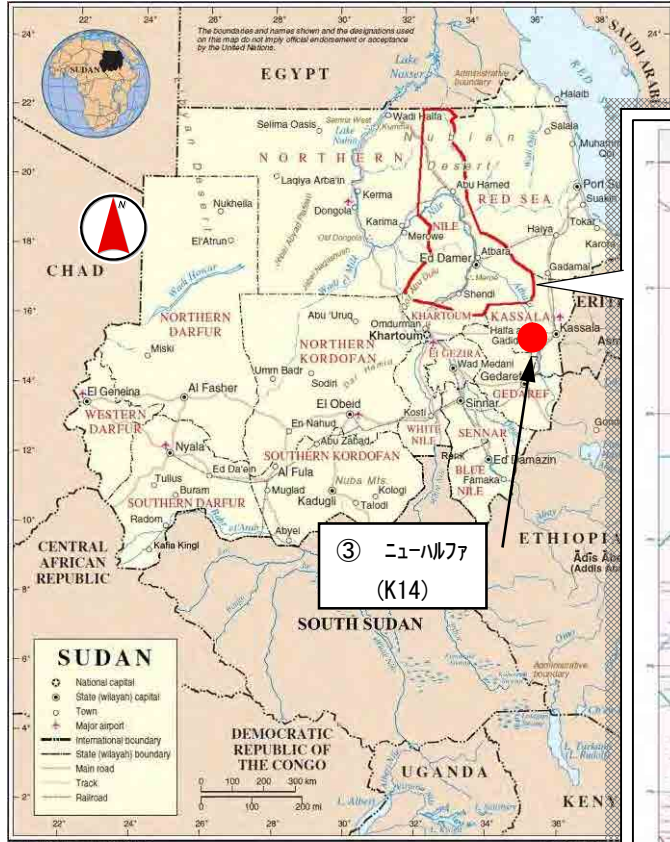
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分	3-89
3-2-4-4	施工監理計画/調達監理計画	3-90
3-2-4-5	品質管理計画	3-92
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-93
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-94
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-96
3-2-4-9	実施工程	3-102
3-3	相手国側分担事業の概要	3-104
3-3-1	施工区分/調達区分に係る負担事項	3-104
3-3-2	ソフトコンポーネント計画に係る負担事項	3-105
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-105
3-4-1	運営・維持管理体制	3-105
3-4-2	運営・維持管理計画	3-106
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-109
3-5-1	協力対象事業の概略事業費：「施工・調達業者契約認証まで非公表」	3-109
3-5-2	日本国負担経費	3-109
3-5-3	「ス」国負担経費	3-109
3-5-4	積算条件	3-109
3-5-5	運営・維持管理費	3-110
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-2
4-3	外部条件	4-3
4-4	プロジェクトの評価	4-3
4-4-1	妥当性	4-3
4-4-2	有効性	4-4

資料

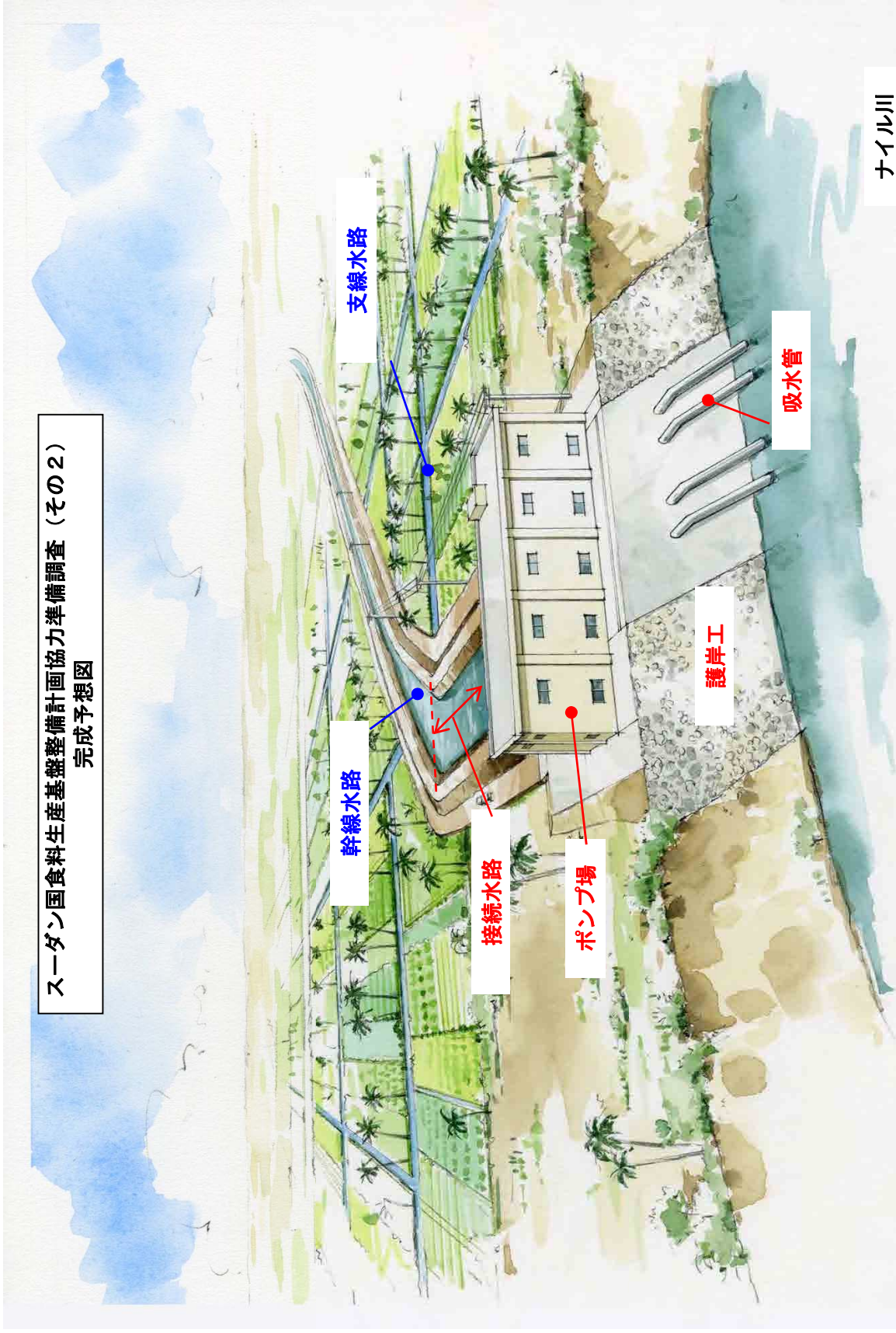
資料-1.	調査団員・氏名	A1-1
資料-2.	調査行程	A2-1
資料-3.	関係者（面会者）リスト	A3-1
資料-4.	討議議事録（M/D）	A4-1
資料-4.1	2011年7月26日 第1回 討議議事録	A4-1
資料-4.2	2011年9月15日 第2回 討議議事録	A4-8
資料-4.3	2012年2月16日 第3回 討議議事録	A4-23
資料-5.	ソフトコンポーネント計画書	A5-1
資料-6.	資料	A6-1
資料-6.1	協力対象事業における対象候補スキームの選定	A6-1

資料-6.2	組織図.....	A6-4
資料-6.3	作付体系.....	A6-7
資料-6.4	月平均ポンプ実揚程と全揚程.....	A6-12
資料-6.5	ポンプ軸動力と計画原動機容量.....	A6-13
資料-6.6	計画原動機台数と必要トランス容量.....	A6-14
資料-6.7	協力対象施設調達分担模式図.....	A6-16
資料-6.8	Environmental Approval.....	A6-19
資料-6.9	モニタリング計画および環境チェックリスト.....	A6-20
資料-6.10	対象スキームの水路工事費.....	A6-26
資料-6.11	対象スキームの水路工事計画.....	A6-33
資料-6.11-1	アリアブスキームの水路工事計画.....	A6-33
資料-6.11-2	キティアブスキームの水路工事計画.....	A6-58
資料-6.12	対象スキームの水路通水容量の計算.....	A6-85
資料-6.12-1	アリアブスキームの水路通水容量の計算.....	A6-85
資料-6.12-2	キティアブスキームの水路通水容量の計算.....	A6-91
資料-6.12-3	ニューハルファ（K14）の水路通水容量の計算.....	A6-97
資料-6.13	自然条件調査結果.....	A6-99

・ 位置図



スーダン国食料生産基盤整備計画協力準備調査（その2）
完成予想図



赤字：日本側負担工事

青字：スーダン国側負担工事

既存写真 (1/2)



写真-1: キティアブポンプ場
建設後 65 年以上経過しており、老朽化が進み、メンテナンスにも限界がきている。



写真-2: キティアブポンプ場
乾期と雨期のナイル川の水位変動状況。水位差は約 7m 以上ある。



写真-3: アリアブポンプ場
建設後 39 年以上経過しており、ポンプも老朽化が進んでいる。早急なりハビリテーションが必要である。



写真-4: アリアブポンプ場
地上部屋外に、2010 年(中国製)に設置されたポンプで、ナイル川の水位変動が大きく、キャビテーションを発生するため運転できない場合がある。



写真-5: K14 ポンプ場
建設後 37 年以上経過しており、ポンプ設備は劣化し効率も低下している。スペアパーツの入手が困難で維持管理に支障をきたしている。



写真-6: アリアブスキーム水路の状況 (左上: 幹線水路、右下: 支線水路)
毎年大量の土砂がナイル川から運ばれ、堆積するため、水路の維持管理として浚渫が不可欠である。浚渫土は水路横に残置されている。

既存写真 (2/2)



写真-7: キティアブスキーム水路の状況 (左上: 幹線水路、右下: 支線水路)

水路の維持管理として浚渫が必要であり、浚渫土は水路横に残置されている。特にキティアブでは水路への堆積土が水路断面を狭め通水不足を引き起こし灌漑水の配水に支障をきたしている。



写真-8: ニューファルファ灌漑スキーム水路の状況 (K14ポンプ場掛り)

水路の容量が大きく、設計流量の配水に支障はない。



写真-9: アリアブスキーム農地の状況

デーツ、柑橘類やソルガム、小麦、ソラマメ、牧草等の栽培が行なわれている。



写真-10: キティアブスキーム農地の状況

柑橘類や小麦、ソルガム、ソラマメ等の栽培が行なわれている。



写真-11 ニューファルファ灌漑スキーム農地の状況 (K14ポンプ場掛り)

広大な農地が広がっている。ソルガム、綿花、小麦、トマトなどが栽培されている。



写真-12: 水路内施設 (調整ゲート: アリアブ)

手動巻上げ式のゲートであり、状態は比較的良好である。

図表リスト

図 1.1	「ス」国主要作物の作付け面積	1-1
図 1.2	「ス」国主要作物単収	1-1
図 1.3	「ス」国主要作物生産量	1-1
図 1.4	主要作物単収のスーダンと他のアフリカ諸国との比較(2005～2007年平均)	1-2
図 2.1	農業灌漑省(MoAI)の組織図(2011年)	2-1
図 2.2	リバーナイル州農業灌漑森林省の組織構成	2-2
図 2.3	農業灌漑省灌漑総局の組織図(旧灌漑水資源省から2012年移転予定)	2-3
図 2.4	灌漑水路の構成	2-12
図 2.5	リバーナイル州の気象概況	2-18
図 2.6	リバーナイル州年間降雨量の推移(1973～2007年)	2-19
図 2.7	カッサラ州の気象概況	2-19
図 2.8	カッサラ州年間降雨量の推移(1973～2007年)	2-20
図 2.9	リバーナイル州ナイル川水位観測所	2-20
図 2.10	ナイル川の月平均水位(シェンディ観測所)	2-21
図 2.11	ナイル川の月平均水位(アトバラ観測所)	2-21
図 2.12	キティアブの水路系統	2-40
図 2.13	K14ポンプの運転記録(2台のポンプの合計日運転時間)	2-44
図 2.14	K14掛かりの水路系統	2-44
図 2.15	灌漑スキーム別作付け面積の推移	2-45
図 2.16	保護区とスキームの位置関係	2-52
図 2.17	環境森林自然開発省の組織図	2-55
図 2.18	EIAの実施の流れ	2-56
図 3.2.1	水位観測所と各灌漑スキームの位置関係	3-6
図 3.2.2	平均月別水位(アリアブ)	3-7
図 3.2.3	水路系統	3-8
図 3.2.4	正の循環	3-10
図 3.2.5	ポンプ特性曲線と月別運転抵抗曲線(アリアブ)	3-31
図 3.2.6	ポンプ据付高さの検討ケース	3-32
図 3.2.7	吸い込み比速度	3-34
図 3.2.8	設計点を10%移動した場合のポンプ特性曲線と月別運転抵抗曲線(アリアブ)	3-38
図 3.2.9	寸法模式図	3-39
図 3.2.10	ポンプ始動、停止シーケンスブロック図(リバーナイル州の2機場)	3-43
図 3.2.11	ポンプ室の平面、縦断配置図	3-45
図 3.2.12	ポンプ場基礎の根入れ深さ	3-47
図 3.2.13	ボーリング柱状図と基礎地盤の平均N値	3-48
図 3.2.14	吐水槽の形状寸法	3-54
図 3.2.15	吸込み管部護岸基礎	3-55
図 3.2.16	吸込み管部以外の護岸基礎	3-56

図 3.2.17	水路勾配から定める余裕高の考え方	3-58
図 3.4.1	計画のポンプ場の運営・維持管理体制図	3-108
表 1.1	営農システム別耕地面積の推移	1-1
表 1.2	「ス」国における開発計画の概要	1-2
表 1.3	GDP および成長率の推移	1-4
表 1.4	「ス」国からの要請内容	1-5
表 1.5	第 2 次調査結果におけるリハビリ事業対象灌漑スキーム	1-6
表 1.6	要請内容と最終的に合意された協力案	1-7
表 1.7	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（農業分野）	1-7
表 1.8	他ドナー国・国際機関の援助実績（農業分野）	1-8
表 2.1	国家小麦増産計画ユニットの人員構成	2-2
表 2.2	リバーナイル州農業灌漑森林省の人員構成	2-3
表 2.3	農業灌漑省灌漑総局機械電気局の人員構成	2-4
表 2.4	国家小麦増産計画ユニットの予算の推移	2-4
表 2.5	灌漑水資源省（旧）とニューハルファ灌漑スキームおよび K14 関連の予算	2-5
表 2.6	リバーナイル州のローカリティと人口	2-6
表 2.7	リバーナイル州の経営規模別農家数	2-7
表 2.8	リバーナイル州の食料生産と受給バランス	2-7
表 2.9	取水施設（ポンプ設備）の現況	2-9
表 2.10	灌漑水路の流下能力	2-15
表 2.11	リバーナイル州の気象データ（アトバラ観測所）	2-18
表 2.12	カッサラ州の気象データ（カッサラ観測所）	2-19
表 2.13	ナイル川月別平均水位と既往最高・最低水位	2-21
表 2.14	インベントリー調査結果総括表	2-31
表 2.15	農業&農業組織 ベースライン調査	2-33
表 2.16	各スキームの平均世帯数および平均経営面積	2-46
表 2.17	ローカリティおよび所有形態別農地面積	2-46
表 2.18	作物構成	2-47
表 2.19	作物単収	2-47
表 2.20	州レベルの流通経路の状況	2-48
表 2.21	州の家畜頭数および飼養農家数	2-48
表 2.22	フェダンあたり粗生産額(GPV)	2-49
表 2.23	主要作物の平均収量と高収量の実績	2-49
表 2.24	小麦単収の比較	2-49
表 2.25	各コンポーネントの工事概要	2-50
表 2.26	保護区の説明	2-51
表 2.27	代替案の検討	2-56

表 2.28	プロジェクトによる社会環境への影響	2-57
表 2.29	プロジェクトによる自然環境への影響	2-58
表 2.30	プロジェクトによる公害発生の可能性	2-59
表 2.31	緩和策の検討	2-60
表 3.2.1	過去の年最高、最低水位	3-6
表 3.2.2	水位条件	3-7
表 3.2.3	各灌漑スキーム地点におけるナイル川水位条件	3-7
表 3.2.4	調達先の組み合わせ	3-16
表 3.2.5	調達先の比較表	3-17
表 3.2.6	スキーム毎の基準蒸発散量	3-21
表 3.2.7	灌漑効率の基準値	3-22
表 3.2.8	ポンプ設備月別計画用水量	3-23
表 3.2.9	ポンプ据付方法の比較検討	3-25
表 3.2.10	ポンプ場の適用規格	3-26
表 3.2.11	必要用水量と台数割	3-27
表 3.2.12	計画吸水位、計画吐水位および実揚程	3-28
表 3.2.13	各ポンプ場の配管損失と全揚程	3-29
表 3.2.14	ポンプ仕様点	3-30
表 3.2.15	吸込管径の検討	3-30
表 3.2.16	ポンプ据付高さの検討ケース	3-32
表 3.2.17	ポンプ設計点検討ケース	3-32
表 3.2.18	設計点の移動とポンプ回転数およびポンプ比速度 N_s	3-33
表 3.2.19	NPSH(AV)の算定	3-34
表 3.2.20	吸い込み水位最低時【LWL】のNPSH(RQ)	3-34
表 3.2.21	吸い込み水位最大時【HWL】のNPSH(RQ)	3-34
表 3.2.22	$N(1)=490\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭	3-35
表 3.2.23	$N(2)=580\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭	3-35
表 3.2.24	$N(1)=490\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭	3-36
表 3.2.25	$N(2)=580\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭	3-36
表 3.2.26	$N(1)=490\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭	3-36
表 3.2.27	$N(2)=580\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭	3-37
表 3.2.28	ポンプ回転数、設計点の移動量およびポンプの据付高さ	3-37
表 3.2.29	ポンプの仕様点と設計点	3-37
表 3.2.30	ポンプ設備概略仕様および機場計画	3-39
表 3.2.31	必要配電設備の台数	3-41
表 3.2.32	形状係数	3-46
表 3.2.33	支持力係数	3-46
表 3.2.34	基礎地盤の支持力検討結果一覧表	3-47
表 3.2.35	許容支持力の計算結果（ポンプ室側直接基礎）	3-49

表 3.2.36	許容支持力の計算結果（電気室側独立フーチング基礎）	3-50
表 3.2.37	許容支持力の確認	3-50
表 3.2.38	各ポンプ場の計画資機材	3-52
表 3.2.39	水路および付帯施設の調書	3-56
表 3.2.40	ゲートの状態調査結果表	3-57
表 3.2.41	アリアブスキームの水路の改修範囲	3-60
表 3.2.42	キティアブスキームの水路の改修範囲	3-61
表 3.2.43	ニューハルファスキームの水路検討条件	3-62
表 3.2.44	ゲートの標準サイズ	3-62
表 3.2.45	実施機関担当部署一覧表	3-88
表 3.2.46	施工区分/調達・据付区分	3-89
表 3.2.47	検査・管理内容と時期	3-92
表 3.2.48	品質管理計画(施工)	3-92
表 3.2.49	主要資材の調達区分	3-93
表 3.2.50	邦人専門家	3-97
表 3.2.51	ローカルリソース	3-97
表 3.2.52	対象者	3-98
表 3.2.53	ソフトコンポーネントの実施リソースの調達先	3-98
表 3.2.54	ソフトコンポーネントの実施工程表	3-99
表 3.2.55	ソフトコンポーネントの概略事業費	3-100
表 3.2.56	灌漑施設維持管理分担(アリアブスキーム)	3-100
表 3.2.57	灌漑施設維持管理分担(K14)	3-100
表 3.2.58	望ましいフォローアップ活動	3-101
表 3.2.59	実施工程表	3-103
表 3.4.1	各スキームの組織構成	3-105
表 3.4.2	定期点検項目・内容	3-108
表 3.5.1	「ス」国食料生産基盤整備計画概略総事業費	3-109
表 3.5.2	「ス」国負担経費	3-109
表 3.5.3	年間の維持管理費実績	3-110
表 3.5.4	エンジンと電動モーターの場合の動力費	3-110
表 3.5.5	年間維持管理費用の比較	3-111

略語集

ABS	Agricultural Bank of Sudan
AfDB	African Development Bank
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
ARC	Agricultural Research Corporation
C/P	Counterpart
CPA	Comprehensive Peace Agreement
CBS	Central Bank of Sudan
CBOS	Central Bureau of Statistics
EC	European Commission
EIA	Environmental Impact Assessment
E/N	Exchange of Notes
EPA	Environmental Protection Act
EPAR	Executive Programme for Agricultural Revival
FAO	Food and Agriculture Organization
MDTF	Multi-Donor Trust Fund
MoAIF, RNS	Ministry of Agriculture and Irrigation and Forestry, River Nile State
MoAI	Ministry of Agriculture and Irrigation
MoEFPD	Ministry of Environment, Forestry and Physical Development
MoF	Ministry of Finance and National Economy
MoIC	Ministry of International Cooperation
MoWR	Ministry of Water Resources
NGO	Non-Governmental Organizations
NHAC	New Halfa Agricultural Corporation
NPWW	National Wheat Production Project
NRDS	National Rice Development Strategy
G/A	Grant Agreement
GOJ	Government of Japan
GOS	Government of Sudan
GDP	Gross domestic product
GPV	Gross Production Value
HCENR	Higher Council for Environment and Natural Resources
HIV	Human Immunodeficiency Virus
ICID	International Committee of Irrigation and Drainage
IEE	Initial Environmental Examination
IFAD	International Fund for Agricultural Development
ILRI	International Institute for Land Reclamation and Improvement
IMF	International Monetary Fund
IROA	International & Regional Organizations Administration

IsDB	Islamic Development Bank
IUCN	International Union for Conservation of Nature
JICA	Japan International Cooperation Agency
JPY	Japanese Yen
NHAC	New Halfa Auricular Corporation
NATO	North Atlantic Treaty Organization
MDTF	Multi-Donor Trust Funds
M/D	Minutes of Discussion
N/A	Not Available
NGO	Non-Governmental Organization
O&M	Operation and Maintenance
PCM	Project Cycle Management
R/D	Record of Discussion
RNS	River Nile State
RRA	Rapid Rural Appraisal
PRA	Participatory Rural Appraisal
SDG	Sudanese Pound
SPLM	Sudan People's Liberation Movement
TICAD	Tokyo International Conference on African Development
UNDP	United National Development Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNMISS	United Nations Mission in the Republic of South Sudan
USDA	United State Department of Agriculture
US(SCS)	United States Soil Conservation Service
WB-MDTF	World Bank - Multi-Donor Trust Fund

单 位

1.0 feddan = 1.0 fed = 0.42 ha = 4,200m²

MT = 1 × 10⁶ kg

Kg = 1,000 g

Km = 1,000 m

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 農業セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

「ス」国において、農業セクターは GDP の 31% を占め¹、就業人口の約 80% が従事する重要なセクターである。(表 1.1)は「ス」国における灌漑形態別の耕作面積の推移を示している。

「ス」国の可耕地は約 8,400 万 ha に及ぶとされているが、このうち耕作されているのはわずか 20% に相当する 1,800 万 ha 程度である。

また伝統的天水農業が 60% を占め、灌漑農業が行なわれているのは耕地面積のわずか 6% に過ぎない(2008/09)。

主要作物はソルガム、ミレット、小麦等の主穀物、綿花、アラビアゴム等の輸出農産物、ゴマ、落花生等の自給兼換金作物である。

近年では全体の耕地面積は(表 1.1)に示されるように漸増している。これは(図 1.1)主要作物の作付面積に示されるように主にソルガムの作付面積の増加によるものである。これに反し、(図 1.2、1.3)に示されるように、主に伝統的天水農業で生産されるソルガム、ミレット等の主要作物の単収、生産量は年変動が大きく、またその他の主要作物も含め農業生産量は全体的に減少傾向にある。

かつてはこの地域の「穀倉」あるいは「パン籠」とよばれていたスーダンであるが、このように農業生産は長期に亘って停滞している。近年では小麦の国内消費量が急激に伸び、2009 年では 100 万トン以上を輸入

表 1.1 営農システム別耕地面積の推移

[単位：百万ha、()内は全体に対する%]

Year/Season	灌漑	半機械化天水	伝統的天水	合計
2005/06	0.8 (4.8)	6.4 (36.8)	10.1 (58.4)	17.3 (100)
2006/07	1.1 (7.0)	5.8 (35.9)	9.3 (57.1)	16.3 (100)
2007/08	1.0 (5.8)	4.7 (27.4)	11.6 (66.7)	17.3 (100)
2008/09	1.1 (6.0)	5.2 (28.5)	11.9 (65.5)	18.1 (100)
2009/10*	0.9 (4.5)	6.8 (35.0)	11.8 (60.5)	19.6 (100)

*：推定値

出典：Ministry of Agriculture and Forestry-The Agricultural Statistics.

Central Bank of Sudan , Annual Reports No. 4 7 th(2007) ~50th(2010).

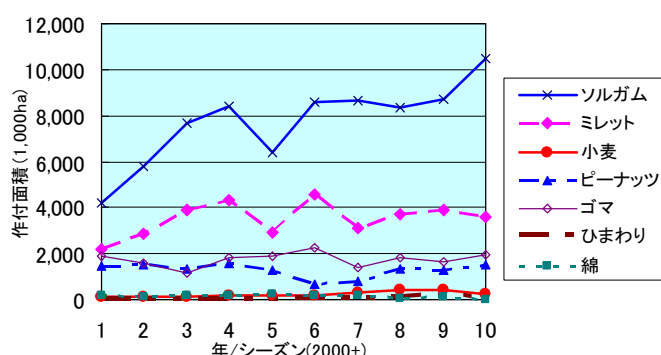


図 1.1 「ス」国主要作物の作付け面積

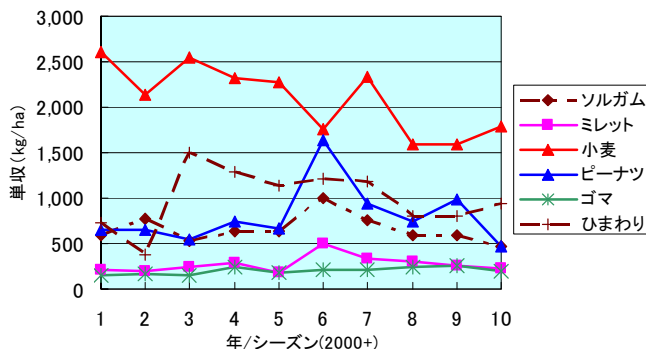


図 1.2 「ス」国主要作物単収

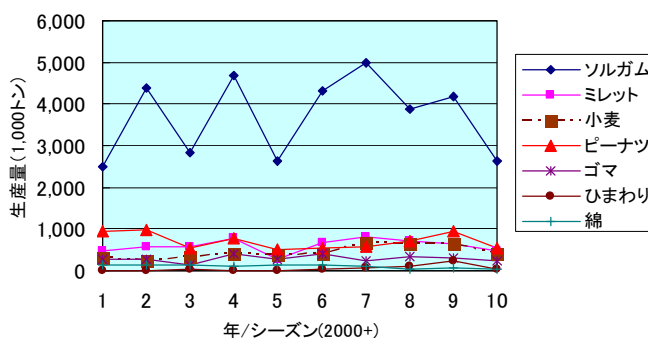


図 1.3 「ス」国主要作物生産量

¹ Central Bank of Sudan, 50th Annual Report

しており、農畜製品の輸出額が年々減少し、輸入額が増加している状況にある。

(図 1.4) にスーダンと他のアフリカ諸国との主要作物単収の比較 (2005～2007 年平均) を示しているが、近年におけるスーダンの作物生産性はアフリカ諸国の中でも低い水準にある²。

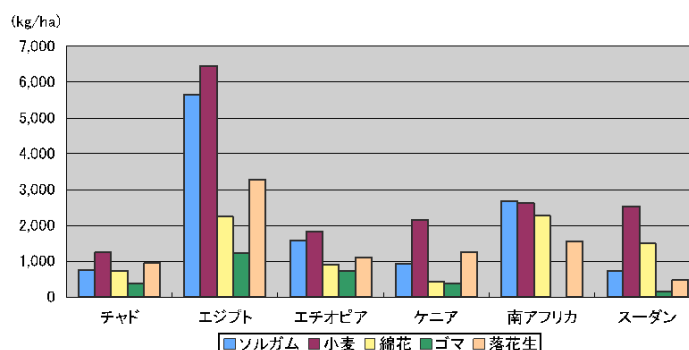


図 1.4 主要作物単収のスーダンと他のアフリカ諸国との比較 (2005～2007 年平均)

これらの問題は長年の懸案事項であるが、近年の度重なる旱魃への対応や国内避難民の発生、年間2%以上の人口増加 (2008年時点で2.24%、世銀) に伴う食料需要の拡大が進む中、国内の食料安全保障のためには、食料増産が緊急の課題となっている。

また、「ス」国は石油収入に大きく依存した国家財政の構造となっているが、その石油の約80%を産出する南スーダンが2011年7月に分離独立したことにより、石油収入が大きく減少している。このような背景から「ス」国政府はさらなる農業重視の政策に転換する必要に迫られており、国を挙げて農業生産の増大を推し進める方針を掲げている。

1-1-2 開発計画

「ス」国における農業セクターの開発計画としては、以下の計画が進められている。

- ①5 年計画 (2007～2011)、
- ②25 年計画 (2007～2031)
- ③農業再活性化計画 (EPAR) (2008～2011)
- ④小麦増産計画 (2009/2010～2013/2014)
- ⑤国家稲作開発戦略 (National Rice Development Strategy)

それぞれの計画の概要は(表1.2)に示すとおりである。

表 1.2 「ス」国における開発計画の概要

上位計画	概要
5 年計画 (2007～2011)	2007 年から 2011 年における国家の目標と戦略を示したもので、「National Strategic Planning」と題されている。内容は 25 年計画の目標および戦略に沿ったものである。5 つの政策があり、農業分野では、民間の競争力、社会インフラおよび農業プロジェクトへの支援、知識データベースに基づく経済の構築を奨励することにより「持続的な経済開発」を促進する、としている。
25 年計画 (2007～2031)	作物生産、畜産および灌漑は、国家経済の牽引車と位置付けられている。①自然資源の開発およびそれらの最適利用、②バランスの取れた農業・農村開発、持続的開発、食糧安全保障、雇用機会の創出の実現、を開発目的とし、その戦略を、生産性と競争力の向上、農業・農村開発を通じた貧困削減、旱魃インパクトの未然防止、インフラ整備、輸送産業の強化などが

² スーダン共和国東部・農業支援協力プログラム準備調査報告書 (第 1 次調査) による。なお、図中小麦、綿の単収が比較的高いのはスーダンではいずれも主に灌漑栽培であることによる。

上位計画	概 要
	掲げられている。また、その実現に向けた、本協力対象事業に関連する政策・手段としては、①水利用効率の向上のための灌漑サービスのリハビリ、水利用最適化を図る適正技術の導入および水に関する意識の向上、②ダムや灌漑水路の堆砂のコントロール、パピルスなど水路の雑草除去、汚濁防止、量的・質的な水利用のコントロール、③作付け面積の倍増（灌漑畑420万ha、天水依存畑2,100万haへの増加）および単収増加の実現、④他セクターの牽引役としての農業セクターへの支出増加および作物・畜産の石油生産を上回るGDPへの貢献度増のための農業再活性化を図る、など、多くの方策が挙げられている。
農業再活性化計画 (Executive Programme for Agricultural Revival (EPAR)) (2008~2011)	連邦政府は石油へ過度に依存した経済構造脱却の方策としてEPARを2008年4月に農業分野の国家戦略として策定した。EPARは食料の安全保障、農業生産性向上、農畜産物輸出振興、貧困削減と所得の向上、そして自然資源の再生と保全を図ることを目的としている。これを達成する第一の要因として農業生産性（単収）と生産量増加を可能とする生産環境の整備を掲げ、灌漑や物流システムなどの農業関連インフラストラクチャーの整備、水資源管理能力の向上や、農民の営農技術の向上および普及体制の強化などのキャパシティビルディングや、畜産や養殖の促進、土地利用、支援サービスの向上など、25ヵ年計画とリンクした方策を挙げている。
小麦増産計画 (National Wheat Production Project) (2009/2010~2013/2014)	連邦政府は1997~2010年にかけてリバーナイル州、ノーザン州の主要灌漑スキームの灌漑施設のリハビリ（水路新設・改修、ポンプやエンジンの改修、堆砂浚渫など）を実施し、一部ポンプの電化も進めた。最近では小麦生産量の拡大の兆しが見られるが、2009年における国内生産量は国内消費量の約40%にとどまっている。連邦農業森林省が策定した2013/2014年までの小麦生産計画によると、2013/14年には作付面積で833千ha、生産量で4,000千トンとし、小麦輸入国から輸出国への転換を目標としている。2009年よりブラジルのコンサルタント（IRRIGER社）により北部州とリバーナイル州のポンプ電化計画のフィージビリティスタディが実施され2010年連邦政府農業省に承認されている。現在、資金ソースを模索中である。
国家稲作開発戦略 (National Rice Development Strategy)	コメは「ス」国にとって第2の重要な戦略穀物として位置付けられている。調査対象のスキームにおいてコメは栽培されていないが、リバーナイル州のHudeibaにあるARCの試験場ではネリカ4の試験栽培が2007年から行われ、3~3.5t/haの単収を上げている。

1-1-3 社会経済状況

第1次スーダン内戦（1955~1972年）、第2次スーダン内戦（1983~2005年）と続いた南北間の戦争により経済援助停止、累積債務等によりスーダン経済は疲弊し、高いインフレ率と生活物資や電力不足が恒常化していたが、1996年ごろからのIMFの経済修復プログラムを受け入れ経済再建に努めた。1999年に産油地帯と紅海を結ぶパイプラインが完成したことや、国際市場での原油価格高騰をうけ、本格的な原油生産量および輸出量が急増したこと、また湾岸諸国や中国からの投資などにより、2006年の経済成長率は年約10%となった。

しかし、2007年に始まったサブプライムローン問題に端を発した世界経済危機には直接の影響は受けなかったが、その後の世界不況による原油価格の下落によりスーダン経済は減速し、経済成長率は2008年には大きく下落した。石油輸出額が減少し、国家予算の6割を占める石油収入が落ち込んだため、財政収支、経常収支が悪化した。2009年度後半以降の原油価格回復により、経済成長率や歳入は徐々に回復してきている。

「ス」国経済は、石油収入に過度に依存した経済構造からの脱却が課題であり、石油産出の8割を占めていた南スーダンの2011年7月の分離独立後には石油収入の減収は必然であり、経済の石

油依存脱却を進める必要がある。そのためには歳出削減や潜在的成長力の高い農業や畜産業、民間セクターの成長等、産業構造の多様化を進めることが必要とされている。

特に農業分野は、肥沃な耕地にめぐまれ、GDPの約1/3、経済活動人口の約80%を雇用する主要産業であるが、農民の多くは自給的農業に依存する状況が続いており、その多くは近年の急速な平均所得の増加にもかかわらず貧困あるいは貧困ライン以下の生活レベルにとどまっている。20年にわたる内戦の結果により多くの地域で社会インフラ整備が不足している。農耕技術の向上、灌漑システムや輸送システムの整備などのインフラ整備により、農業経済活性化と「ス」国経済の発展、貧困撲滅が期待される。

表 1.3 GDP および成長率の推移

セクター	年	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
農業	Value (百万SDG)	0.75	8.2	8.0	8.1	8.6	9.2
	Growth Rate %	7.2	8.4	2.4	7.7	6.7	6.7
	Share %	39.5	36.9	36.2	31.0	30.8	31.3
工業	Value (百万SDG)	0.54	6.1	7.3	6.14	7.0	7.2
	Growth Rate %	7.6	12.5	23.2	-15.9	14.0	6.7
	Share %	28.4	27.5	33.0	23.6	25.0	24.5
サービス	Value (百万SDG)	0.61	7.9	6.8	11.8	12.5	13.0
	Growth Rate %	9.8	10.3	7.5	74.1	5.6	6.7
	Share %	32.1	35.6	30.8	45.5	44.6	44.2
GDP (実質：1981/82 価格ベース)	Value (百万SDG)	1.9	22.2	22.2	26.0	28.0	29.4
	Growth Rate %	8.1	10.0	10.2	7.8	5.9	5.2
	Share %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Souce: Central Bank of Sudan, 47th(2007) ~50th(2010) Annual Reports

* : Preliminary Figures

注：上表の数値には整合のとれないものも含まれているが、出典の値そのままを表記した。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

1-2-1 要請の背景・経緯

2009年のNBHS(National Baseline Household Survey)によると、「ス」国人口の1/3は食糧不足を被っている。また都市部人口の31%、農村人口の34%が栄養不足に陥っている状況である。近年の度重なる干ばつ、国内避難民の発生、年間2.24%の人口増加(2008, 世銀)に伴う食糧需要の拡大が進む中、国内の食糧安全保障のためには食糧増産が緊要となっている。

灌漑農業による穀物生産量は「ス」国の穀物生産の約60%(2007年GDP比)を生産しており³、「ス」国の農業生産増大に重要な位置を占める。しかし、灌漑施設は古く、非効率的であり、低い作物生産性と生産コストの高騰を招いており、国内・海外市場における「ス」国製品の低い競争力の原因となっている。このような農業状況の打開と農業再生を目的として、「ス」国政府は、2008年に国家戦略として「農業再活性化計画」(EPAR)を策定した。

こうした状況下、「ス」国政府は我が国に対しアフリカ開発会議(TICAD)IV等を通じて、「農

³ Central Bank of Sudan, 48th Annual Report 2008.

業再活性化計画」(EPAR)の促進のため、灌漑施設の整備や水資源管理、米や小麦の増産等への支援を要請した。これに対し JICA は農業開発のための基本情報収集を目的とした「東部・農業支援協力プログラム準備調査」(2009年3月～8月)および「北部食料生産基盤整備計画」協力準備調査(その1)(2010年8月～9月)を実施した。その結果、「ス」国政府はリバーナイル州内6灌漑スキームに対する「施設改修」と「機材供与」を中心とした無償資金協力を我が国に要請した。

1-2-2 協力準備調査および概略設計調査の結果

2010年8月から9月にかけて実施した協力準備調査(その1)では、現地踏査および先方政府との協議を通じ、支援対象候補となったカッサラ州、ノーザン州、リバーナイル州の灌漑スキームについて、一般無償案件実施の可能性検討を行った。その結果、スーダン政府からはリバーナイル州内6灌漑スキームのリハビリ事業について要請があげられた。

表 1.4 「ス」国からの要請内容

改修要請対象灌漑スキーム灌漑面積リバーナイル州内6灌漑スキーム

番号	灌漑スキーム名	灌漑面積(1fed ≒ 0.42ha)
1	バウガ (Bauga)	4,500fed / 1,890ha
2	カダバス (Kadabas)	4,800fed / 2,016ha
3	アリアブ (Aliab)	5,250fed / 2,205ha
4	キティアブ (Kitiab)	5,700fed / 2,394ha
5	サヤール (Sayal)	2,800fed / 1,176ha
6	エルシャヒード (Elshaheed) [シュハダ (Shuhada)とも呼ばれる]	10,000fed / 4,200ha
	計	33,050fed / 13,881ha

(fed:フェダン)

要請内容

【機材】上記リバーナイル州内6灌漑スキームにおける電力ポンプ、スプリンクラー、管水路施設、点滴灌漑施設の新設。

【土木工事】水路の掘削、補修、均平、取水口(レギュレーター)、用水路上の橋の建設。

【ソフトコンポーネント】対象地区の気象・水文・地質・地形調査、灌漑組合運営能力強化、調達機材操作管理指導、改良農業技術の導入、戦略的換金作物導入と付加価値付けに関するバリューチェーン分析とトレーニング

調査内容の追加事項

「ス」国要請のリバーナイル州内6灌漑スキームのほか、かつて同政府から我が国に対して支援要請があったカッサラ州のニューハルファ灌漑スキームにあるK14ポンプ場のポンプ設備の更新に関する調査が追加された。

2011年4月から6月にかけて実施した協力準備調査(その2)(概略設計調査)第1次現地調査

では、先般の協力準備調査（その 1）の結果先方政府から正式要請があげられた 6 灌漑スキームのインベントリー調査とともに、かつて同政府から我が国に対して支援要請があり、裨益面積が大きいカッサラ州ニューハルファ灌漑スキーム K14 ポンプ場について状況確認を実施した。

帰国後、調査および検討結果を国内関係機関と協議した結果、第 2 次現地調査では以下の 4 灌漑スキームを対象とすることで、スーダン政府と合意の上、概略設計調査を実施した。

第 2 次調査の結果、(表 1.5)に挙げる灌漑スキームに対するリハビリ事業の概要について「ス」国政府とミニッツ上で合意したほか、事業の実施において日本・スーダンそれぞれの負担事項についてもミニッツ上で合意した。

表 1.5 第 2 次調査結果におけるリハビリ事業対象灌漑スキーム

灌漑スキーム名	灌漑面積	農家数	主要作物	概 要	
リバーナイル州					
1.	キティアブ灌漑スキーム	2,394ha	3,000 戸	柑橘類、小麦	老朽化したディーゼルポンプの、電力ポンプへの更新。 ポンプ場の新設。
2.	アリアブ灌漑スキーム	2,205ha	1,500 戸	小麦、ソラマメ マンゴー、デー ツ	
3.	カダバス灌漑スキーム	2,016ha	2,200 戸	小麦、ソラマメ	
カッサラ州					
4.	ニューハルファ灌漑スキーム K14	13,020ha	11,000 戸	ソルガム、綿花、 小麦、蔬菜類	耐用年数を過ぎた電力ポンプの更新。

上記の対象灌漑スキームの調査結果に基づき概略設計と積算を行なった結果、当初の想定予算を上回るため、事業費の圧縮を検討することが必要となった。南スーダン独立後石油収入が減少しているなか、スーダン側にさらなる負担額の上乗せを要請することは困難と判断されることから、裨益灌漑面積は減少するものの、スーダン側の負担を増やすことなく事業を確実に実施するため、支援対象スキームの削減を行なう対処方針とされた。

2012 年 2 月 7 日～16 日に実施された概略設計説明調査において「ス」国政府との協議の結果、カダバスを対象から外し、改修対象スキームをニューハルファ灌漑スキーム K14、キティアブ灌漑スキームおよびアリアブ灌漑スキームの 3 ヶ所とし、キティアブ、アリアブとも日本製のポンプを各 4 台設置する案とすることで、関係者の合意が得られた。

(表 1.6)に「ス」国からの要請内容と本調査で最終的に「ス」国と合意された協力案の内容を示す。

表 1.6 要請内容と最終的に合意された協力案

項 目	要請内容	最終協力案
対象灌漑スキーム	バウガ 1,890ha カダバス 2,016ha アリアブ 2,205ha キティアブ 2,394ha サヤール 1,176ha エルシャヒード 4,200ha ニューハルファ K14 13,020ha 合計 26,901ha	アリアブ 2,205ha キティアブ 2,394ha ニューハルファ K14 13,020ha 合計 17,619ha
	機材	電力ポンプ設備とポンプ場建設 ・アリアブ 1.0m ³ /s×170kw×4 台 ・キティアブ 1.0m ³ /s×160kw×4 台 電力ポンプ設備の更新（既設建物利用） ・ニューハルファ K14 3.5m ³ /s×480kw×3 台
土木工事	水路の掘削、補修、均平、取水口(レギュレーター)、用水路上の橋の建設。	「ス」国負担工事 ・アリアブ、キティアブ 水路の掘削・補修、レギュレーターなどゲートの補修、その他 ・ニューハルファ K14 ポンプ設備の通関、内陸輸送、据付等
ソフトコンポーネント	・対象地区の気象・水文・地質・地形調査、 ・灌漑組合運営能力強化、 ・調達機材操作管理指導、 ・改良農業技術の導入、 ・戦略的換金作物導入と付加価値付けに関するバリューチェーン分析とトレーニング	・灌漑組織運営能力強化、 ・灌漑施設維持管理能力強化、 ポンプ設備などの調達機材操作管理指導に関しては、ポンプ設備調達業者の操作管理指導により実施。

1-3 我が国の援助動向

我が国による「ス」国の農業分野における援助実績を(表 1.7)に示す。

表 1.7 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（農業分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
協力準備調査	2009 年度	東部・農業支援協力プログラム準備調査	スーダンの農業セクターの現状を確認し、対象地域や対象作物を含めた具体的な協力内容の提案を目的として実施された。
技術協力プロジェクト	2010～2013 年度	「農業再活性化計画」実施能力強化プロジェクト	農業セクターの活性化のため、連邦農林省および関係機関のキャパシティ・ディベロップメントを計る目的で、長期専門家3名(32M/M/年程度)、短期専門家(18M/M/年程度)派遣、第三国研修、トラクター・車両などの機材供与などを投入し、人材育成、稲作技術開発支援、カッサラ州の農

			牧業の生産向上へのアクションプラン作成支援を実施中。
技術協カプロジェクト	2010～2014 年度	(科学技術) 根寄生雑草(ストライガ) 克服によるスーダン乾燥地農業開発プロジェクト	スーダン科学技術大学のストライガ対策の研究、開発、普及能力向上を目指し、長期専門家 1 名、短期専門家 9 名、研究用資機材、車両 2 台を投入して実施中。

1-4 他ドナーの援助動向

DAC 諸国は現在、人道的支援を除いて「ス」国政府への援助を停止しているが、主な国際機関は(表 1.8)に示すように農業・農村開発分野で様々な支援を行っている。これらドナーは貧困削減および経済成長の観点から、伝統的天水農業セクター支援の重要性を強調している。

表 1.8 他ドナー国・国際機関の援助実績（農業分野）

実施年度	機関名	案件名	金額 (百万 USD)	援助形態	対象地域及び概要
2000～2008	国際農業開発基金	北コルドファン地方農業開発プログラム	10.5	有償	北コルドファン州(2郡)の干ばつに対する食料の安全確保
2001～2013	国際農業開発基金	南コルドファン地方農業開発プログラム	17.9 0.15	有償 無償	南コルドファン州(2郡)の女性からの意見による貧困の収入改善
2004～2012	国際農業開発基金	カッサラ州ガッシュ Sustainable Livelihoods generation Project	24.9	有償	カッサラ州(ガッシュェルタ)の農地開発
2005～2009	イスラム開発銀行	Rehabilitation of Rahad, Hurga, Tyba and Kimar Irrigation Schemes	17.8		ゲジラ州、ゲダレフ州、リバーナイル州の灌漑施設リハビリ
2005～2010	欧州連合	Recovery and Rehabilitation Programme (RRP)	68.3 (DFID) 6.4 (UNDP) 2.1 (ノルウェー)		カッサラ州他9州の能力と制度強化による生計改善のサービス提供
2005～2012	世界銀行	Commodity Development Fund	30.0	有償	南・北コルドファン州、カッサラ州、青ナイル州における特定郡にソーラーシステムを設置
2005～2013	国際農業開発基金	西部スーダン資源マネージメントプログラム	25.5	有償	フェーズ 1: 北・南コルドファン, フェーズ 2: 西・北ダルフール農業開発
2006～2009 2009～2011	欧州連合	Food Security Information for Action (SIFSIA)	1.5 (FAO) 27.6 (EC)		全国の食料安全保障の政策を計画と監視
2007～2010	欧州連合	Sudan Productive Capacity Recovery Programme (SPCRP)	52.3		南コルドファン州、青ナイル州、紅海州の農業発展による貧困抑制
2007～2012	世界銀行	Sudan Microfinance Project	20.0	有償	「暫定統治3地域」及び西部・南部・東部・北部・南部スーダンの周辺地域のマイクロファイナンス開発
2009	国連食糧農業機関	Livestock Survey (LESP)	不明		全国
2009	国連食糧農業機関	生産能力復興-生計向上のための作物・放牧地プロジェクト	不明		南コルドファン
2009	国連食糧農業機関	生産能力復興-生計向上・総合農村開発	不明		青ナイル州

実施年度	機関名	案件名	金額 (百万 USD)	援助形態	対象地域及び概要
2009	アフリカ開発銀行	家計調査 (Household Budget Survey:HBS) 実施支援	不明		北部スーダン (南部スーダンの調査はルウェーと UNDP が支援)
2009～2010	国連食糧農業機関	畜産流通システムの開発	不明		全国
2009～2010	国連食糧農業機関	アラビアゴム開発	不明		アラビアゴムベルト
2009～2010	国連食糧農業機関	農業普及サービス開発	不明		全国
2010～ 実施中	世界銀行	Improving Livestock Production and Marketing Project	2.5	有償	北コルドファン州、青ナイル州、白ナイル州、セナール州における特定郡の牧畜能力強化・マーケティング開発

注：一部実施中および予定を含む。

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) 主管官庁

本協力対象事業はリバーナイル州のアリアブ、キティアブの2つの灌漑スキームおよびカッサラ州のニューハルファ灌漑スキームのK14ポンプ場の改修を対象とするものであり、その全てのスキームの主管官庁は農業灌漑省(Ministry of Agriculture and Irrigation: MoAI)である。

「ス」国においては、2012年12月に省庁再編が行なわれ、以前はカッサラ州ニューハルファ灌漑スキームの主管官庁であった灌漑担当部局が水資源灌漑省から農業省に吸収された。これに伴い、本事業の主管官庁は農業灌漑省に一本化された。

農業灌漑省では、国家の食料安全保障と農業政策・戦略の計画立案、モニタリングおよび評価を実施する。

農業灌漑省の2011年における組織図を(図2.1)に示すが、灌漑部門は2012年2月時点では未承認である。本事業の担当窓口部署は「国際協力投資総局」である。

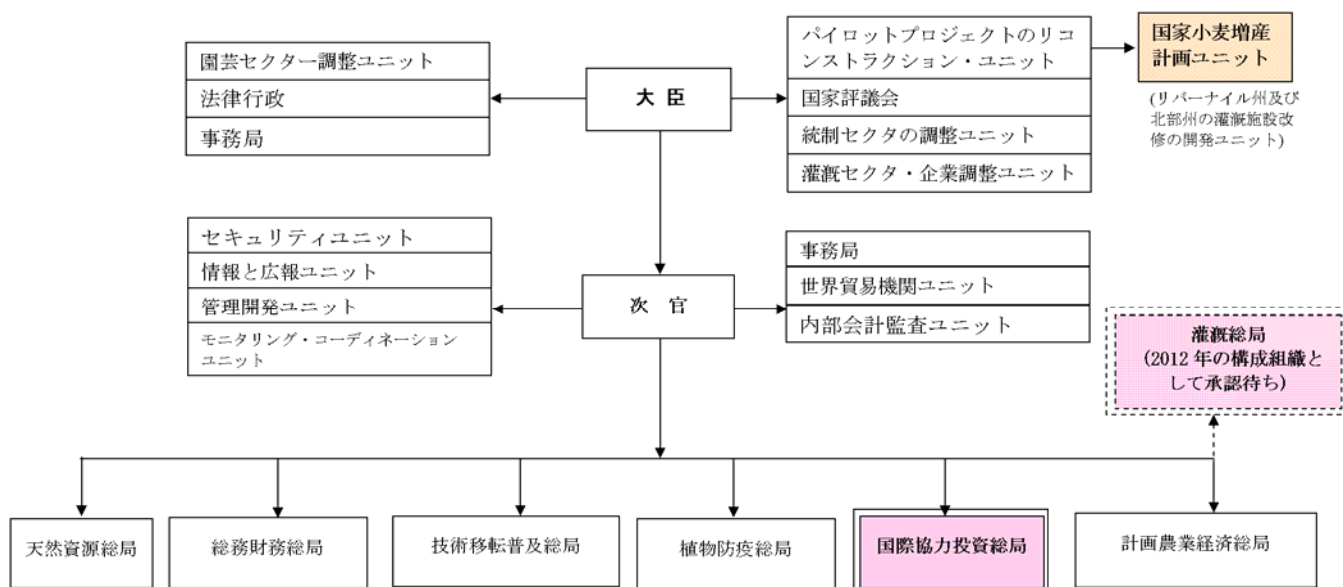


図 2.1 農業灌漑省 (MoAI) の組織図 (2011年)

2011年での主要部局は6部局であったが、2012年よりこれに灌漑部門が加わる予定である。職員数は約760名（行政官）で、学部以上の学位を取得したものが職員の28%を占める¹。

(2) 実施機関

1) リバーナイル州の灌漑スキームの改修計画の実施機関

リバーナイル州の2つの灌漑スキーム、アリアブおよびキティアブの改修計画の実施機関は国

¹ スーダン共和国東部・農業支援協力プログラム準備調査報告書（第2次調査）による。

家小麦増産計画ユニットであり、リバーナイル州農業灌漑森林省の協力のもとで本計画が推進される。

国家小麦増産計画ユニットは(図 2.1)に示すように、農業灌漑省に所属しておりリバーナイル州および北部州の主要灌漑施設の改修や一部のポンプの電化を実施している。国家小麦増産計画ユニットの人員構成は(表 2.1)に示すように合計 57 名であるが、リバーナイル州、北部州の農業灌漑森林省内にも州レベルの小麦増産計画オフィスが設けられており、連邦政府と州政府との連携で計画が推進されている。

表 2.1 国家小麦増産計画ユニットの人員構成

プロジェクト	修士コース	学部コース	テクニシャン	ワーカー	合計
国家小麦増産計画ユニット	13 名	23 名	10 名	11 名	57 名

一方、リバーナイル州の灌漑スキームでの事業実施を実施する国家小麦増産計画ユニットに連携して事業実施を推進するリバーナイル州農業灌漑森林省の組織構成を(図 2.2)に示すが、その中心となる部署は灌漑水資源総局である。

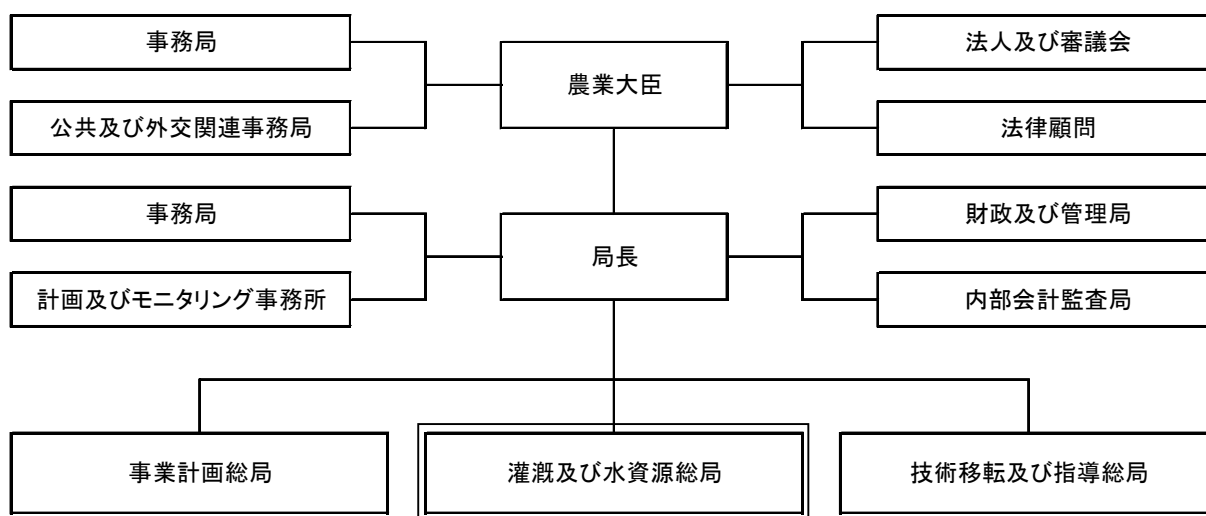


図 2.2 リバーナイル州農業灌漑森林省の組織構成

リバーナイル州農業灌漑森林省の組織構成も 2012 年 12 月の省庁再編に伴い改変されたものであり、以前には上記の 3 総局に加え動物資源及び漁業総局および農業天然資源総局が設置されていた。

現在の組織における人員構成を(表 2.2)に示す。リバーナイル州の小麦増産計画オフィスは(表 2.2)におけるその他の局及び事務所に含まれている。

表 2.2 リバーナイル州農業灌漑森林省の人員構成

部署	修士以上	修士コース	学士コース	テクニシャン	事務員	ワーカー
灌漑及び水資源総局	-	-	7	4	-	1
技術移転及び指導総局	-	1	12	1	-	2
事業計画総局	1	1	-	1	-	-
その他の局及び事務所	-	1	35	2	26	113
小計	1	3	54	8	26	116
合計	208					

2) ニューハルファ灌漑スキーム K14 の改修計画の実施機関

ニューハルファ灌漑スキーム K14 のポンプ施設改修計画の実施機関は、農業灌漑省に統合される灌漑総局であり、ニューハルファ農業公社との連携のもとで事業が実施される。農業灌漑省に統合が予定されている灌漑総局には、組織変更前は灌漑水資源省に属していた機械電気局および灌漑オペレーションズ局の二部局が移転する予定である。この2部局のうち K14 のポンプ施設改修計画を実施する機関は、機械電気局である。

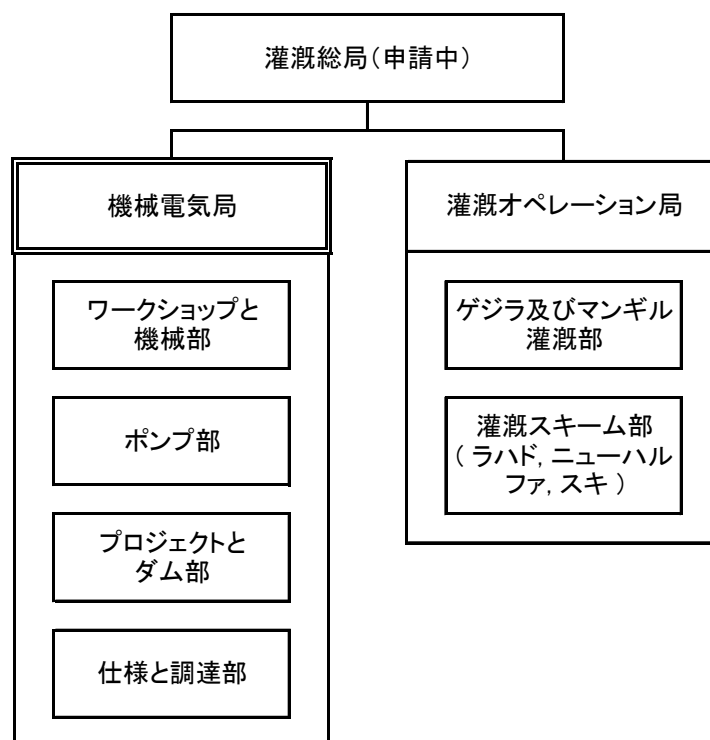


図 2.3 農業灌漑省灌漑総局の組織図 (旧灌漑水資源省から 2012 年移転予定)

機械電気局のオフィスは、旧灌漑水資源省の本部があったゲジラ州ワドメダニの水資源省の敷地内に現在も継続して置かれている。

機械電気局の人員構成は 2011 年時点の灌漑水資源省所属時で以下に示す(表 2.3)のとおりである。

表 2.3 農業灌漑省灌漑総局機械電気局の人員構成

部局	ダイレクター	機械技師	機械テクニシャン	電気技師	電気テクニシャン	ワーカー	合計
機械電気局	1	40	10	20	10	615	696

ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場掛かりの灌漑地区において、機械電気局はカシム・ギルバ (Khashmal Girba) ダムからのメイン水路、取水施設であるポンプ場設備、K14 で揚水された灌漑水を送水するメジャー水路およびメジャー水路からの分水施設までを管理運営している。それより下流に位置する施設に関しては基本的にニューハルファ農業公社が管理運営する。

2-1-2 財政・予算

(1) 灌漑スキーム

リバーナイル州の各灌漑スキームの運営は、2002年に成立した州農業スキーム法(2006年、2009年改定)に従って、農民より徴収される水利費(アリアブ、キティアブ灌漑スキームでは約300SDG/フェダン)により賄われる独立採算制を基本としている。しかし、水路の浚渫やゲート施設修理などの一部の維持管理費、およびポンプ設備の修理、更新などの費用についてはスキームの財政状況に応じて、国家小麦増産計画およびリバーナイル州農業灌漑森林省から補填されている場合が多い状況である。各スキームの水利費は、作物現物あるいは現金でも支払い可能で、単位面積当たりの水利費も作物毎に設定されており、年間の水利費はスキーム毎にまちまちである。現在の財政状況は、いずれのスキームも年間の維持管理費の40~60%程度の負債がある状況である。

一方、「ス」国で2番目の面積を有する国営灌漑スキームであるカッサラ州ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場掛かりの灌漑地区では、取水ポンプの動力費と人件費、メイン(1次)およびメジャー(2次)用水路の維持管理・人件費などは政府予算で賄われている。農民から徴集される水利費は250SDG/フェダン均一であり、徴集された水利費は、スキーム職員の給与、スキーム所有の車両の燃料費、マイナー(3次)用水路の浚渫など維持管理費等に使用される。

(2) 国家小麦増産計画ユニット

リバーナイル州の灌漑スキームの改修計画の実施機関である国家小麦増産計画ユニットは、農業大臣直属の機関であり、2009/2010年から2013/2014年の農業森林省の国家計画としてリバーナイル州、ノーザン州での灌漑水路新設や改修、浚渫、灌漑ポンプやエンジン設備の改修などを実施してきており、過去3カ年の予算額と支出額は(表2.4)に示すとおりである。

年により予算と支出はかなり増減しているが、2010年では約50億円程度支出されており、灌漑スキームの水路やポンプ場などの新設が行なわれている。聞き取りによれば、今年度(2012年)も20百万USドルの予算が準備されている。

表 2.4 国家小麦増産計画ユニットの予算の推移

(単位: 百万SDG)

ユニット	項目	2009		2010		2011	
		予算	支出	予算	支出	予算	支出
国家小麦増産計画	給与を含む一般予算	60	7	251	87	50	16
	プロジェクト開発予算	57	4	247	83	46	12

(3) 農業灌漑省灌漑総局機械電気局

カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場のポンプ設備改修計画の実施機関である機械電気局は、以前は灌漑水資源省の 1 部局であったが、2011 年 12 月の省庁再編で農業灌漑省に併合されることとなった。2008 年から 2011 年までの灌漑水資源省と同省におけるニューハルファ灌漑スキームおよび K14 関連の予算の推移を(表 2.5)に示す。

表 2.5 灌漑水資源省(旧)とニューハルファ灌漑スキームおよび K14 関連の予算

(単位:百万SDG)

省及び部局	項目	2008年		2009年		2010年		2011年	
		予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出
灌漑水資源省	給与を含む一般予算	51.0	45.0	53.0	47.9	53.0	48.6	51.1	46.8
	プロジェクト開発費	15.1	11.1	15.4	9.2	20.4	11.8	16.7	9.0
機械電気局	給与を含まない開発費	—	N.A	—	2.995	—	1.873	—	1.704
ニューハルファ灌漑スキーム K14 関	電気代、維持管理費、操作員給与等	0.709	0.709	0.703	0.703	0.666	0.666	0.709	0.709

K14 のポンプ設備供与資機材の通関、内陸輸送、既設ポンプ設備の撤去と新設ポンプ設備据付などの費用は約 0.6 百万 SDG と算定されるが、従来の機械電気局の開発予算に対し 35%程度であり、十分対応可能な範囲の費用であるものと判断される。

2-1-3 技術水準

リバーナイル州の灌漑スキームの灌漑施設の運営維持管理は、基本的に灌漑スキームが独立採算制を基本としていることからスキームの運営委員会のもと、スキームマネージャーを中心にポンプオペレーター、農業インスペクター、キャナル・ファームガードなど、各施設の運転、維持管理を専属で実施する要員が常駐している。従って通常の維持管理操作においてはスキームの要員のみで対応している。しかし、ポンプ設備や水路の比較的規模の大きい補修などにおいては州農業灌漑森林省の技術者の支援を必要とする。

州農業灌漑森林省では 500 フェダン以上の灌漑スキームだけでも 145 ヶ所もあるポンプ灌漑施設の改修や整備を実施してきており、また、アリアブ、キティアブ、バウガなどの灌漑スキームに新しく導入された中国製の電動ポンプの据付、運転も独自に行なっており、その技術水準は本計画実施運用に必要とされる、一定の水準にあるものと判断される。

また、リバーナイル州の灌漑スキーム改修の実施機関である国家小麦増産計画ユニットはリバーナイル州、ノーザン州での灌漑水路新設や改修、浚渫、灌漑ポンプやエンジン設備の改修などを実施してきており、また、独自の予算でブラジルのコンサルタント会社に委託してリバーナイル州、ノーザン州でのポンプ設備電動化のフィージビリティ調査を実施する等、当該計画の実施機関として十分な技術水準を有するものと判断される。

一方、カッサラ州ニューハルファ灌漑スキーム K14 掛かり灌漑地区では、ポンプ設備、メジャー水路、レギュレーターゲート、分水ゲートなどの主要施設の維持管理は、農業灌漑省機械電気

局で管理されている。同局は現在セナール州スキ灌漑スキーム(36,540ha)にある K14 と同形の縦軸斜流ポンプの更新工事を実施しようとしており、本計画の実施上、非常に有益である。このように、機械電気局は、「ス」国全土でのポンプ設備などの機械電気設備の据付、整備、維持管理を実施してきており、加えて K14 ポンプ場の運転、維持管理を 40 年以上実施してきていることから、本計画実施に必要な技術水準を十分に備えているものと判断できる。

さらに、本計画の主管官庁（責任機関）である農業灌漑省の受け入れ機関である国際協力投資局は、様々な国際機関からの農業・農村開発分野での援助に対応してきた実績を有しており、本プロジェクトの実施に際しても特段問題はないものと考えられる。

2-1-4 既存施設・機材

2-1-4-1 対象サイトの概況

調査対象地域であるリバーナイル州は北緯16度~22度、東経32度~35度の範囲に位置している。州面積は12,400km²(2,950万フェダン)であり、そのうち11%に相当する320万フェダンが農地可能地である。同州は降雨が年間25~100mmの極乾燥地帯に分類される（35年間の平均降雨量は56.4mm/年）。夏(5~6月)の最高気温は40℃を超え、冬期(1~2月)は14℃~15℃になるという大きな較差がある。土漠、移動性砂漠、低い丘陵が広がる地域である。

2008年の人口センサスによると同州の人口は1,120,541人で、うち58.5%が就業人口である。年人口増加率は1.95%であり、人口密度は90人/km²である。遊牧民族が4.5%を占める。

行政的には(表2.6)に示す7つのLocalityと21のAdministrative Unitからなる。

表2.6 リバーナイル州のローカリティと人口

Locality	人口 (2008)	%
El Buir	47,821	4.3
Abu Hamad	80,174	7.2
Berber	152,377	13.6
Atbara	134,676	12.1
Ed Damar	284,148	25.1
Shendi	269,446	24.1
El Matama	151,889	13.6
合計	1,120,541	100.0

リバーナイル州の地域経済にとって農業は主産業である。ソルガム、ソラマメ、タマネギ、小麦、豆類、果樹(デーツ、柑橘類)、アルファルファなどが栽培されている。降雨が年間平均56.4mmと極めて少ないため農業生産に灌漑は不可欠である。

2008年の州Agricultural Census Resultsによると、全世帯数に占める農業従事世帯は57,803世帯(84%)で、このうち48,283世帯がいわゆる農家であり、国から耕作権を付与されている小作農家である。残りの9,520世帯(16%)は土地なし世帯である。同統計によると、既耕地は345,733ha(823,173フェダン)で、そのうち灌漑農地は65%(224,933ha)で、残りの35%(120,800ha)は天水畑である。

耕作権を持つ48,283農家の規模別農家数は(表2.7)に示すとおりで、5フェダン以下の規模が61.2%を占めており、農家の大部分が零細農家である。

表 2.7 リバーナイル州の経営規模別農家数

経営規模	~5 fed.	5~10	10~20	20~30	30fed 以上
農家数	29,879	9,419	5,706	1,607	1,674
(%)	61.2	19.5	11.8	3.3	3.5

出典:Agricultural Census Results, Feb. 2008

リバーナイル州には500フェダン以下の灌漑スキームが約12,000カ所、500フェダン以上が145カ所あるとされ、ナイル川沿い両岸に散在している。それらの設立年は1910年代から2000年以降まであり、歴史の長さや土地条件によって営農の内容は様々である。この地域ではナイル川の河川水および地下水利用によるセンターピボット方式による近代的かつ大規模な灌漑地区も見られる(サウディアラビアおよびヨルダンなどの企業の経営による)。

州の食糧需給バランスを見ると、(表2.8)に示すとおり小麦を除いて自給を達成しているとともに他州へ移出する余力を持っている。特に豆類、タマネギ、ジャガイモ、スパイスなどに余力がある。小麦のように土地利用型作物の生産は極乾燥地の小規模灌漑スキームでは生産に困難性があることがうかがえる。従って、集約的な栽培作物が多く見られる。

表 2.8 リバーナイル州の食料生産と受給バランス

作物	2009/2010					2010/2011				
	作付け面積 (フェダン)	単収 (トン/ フェダン)	生産量 (トン)	食料 消費量 (トン)	食料過 不足量 (トン)	作付け面積 (フェダン)	単収 (トン/ フェダン)	生産量 (トン)	食料 消費量 (トン)	食料過 不足量 (トン)
小麦	32,320	0.8	25,856.0	82,688.5	-82,425.0	32,298	0.9	30,037.1	86,874.6	-58,339.3
ソラマメ	36,526	1.0	36,526.0	17,927.1	18,598.9	25,354	1.0	24,339.8	19,305.5	5,034.4
インゲンマメ	8,167	1.0	8,167.0	3,249.3	4,917.7	13,816	0.8	11,052.8	3,499.1	7,553.7
ジャガイモ	18,857	6.0	113,142.0	4,817.9	108,324.1	4,062	0.8	3,168.4	NA	NA
タマネギ	78,533	3.3	259,159.0	27,450.8	231,708.1	5,585	11.2	62,552.0	NA	NA
香辛料	7,519	0.9	6,767.1	0.0	6,767.1	12,143	6.2	74,315.2	5,188.3	69,126.8
ヒヨコマメ	5,239	0.8	4,191.2	0.0	4,191.2	56,300	8.3	467,290.0	29,561.5	437,728.5
トマト	20,356	2.1	42,747.6	11,204.4	31,543.2	6,547	6.0	39,279.0	12,065.9	27,213.1
野菜類	28,964	3.5	101,374.0	20,280.0	81,094.2	15,323	8.0	122,584.0	-	-
フラッドソルガム	0	0	0	0	0	10,545	10.0	105,450.0	-	-
灌漑ソルガム	0	0	0	0	0	30,000	1.2	36,000.0	-	-
天水ソルガム	0	0	0	0	0	21,104	1.1	23,214.4	-	-
全種ソルガム	84,768	0.7	59,237.6	34,733.7	18,116.9	52,188	5.7	292,252.8	-	-

出典: MoAIF, RNS

耕起などは賃耕のトラクター牽引のプラウ、収穫は作物によりコンバインあるいは人力で行われており、ある程度の機械化は進んでいる。しかし、一筆あたりの農地面積が狭く、大規模な機械化は困難な状況にある。作物は個人ベースで地方市場へ出荷・販売されるほか、果実はハルツームへ仲買人などを通して流通している。

調査対象である6スキームのうち4スキームは1917年から1940年代に設立されている。残りの2スキームは新しく2001年と2000年である。現在設置されているポンプは老朽化や故障状態にある他、水路断面不足などのため農家の要望に応えるに十分な灌漑サービスが行われていない現況である。このため水利費徴収率はアリアブスキームを除いて100%ではない。この低い水利費徴収率が不十分な施設の維持管理を導く悪循環になっていることが推察される。

長い歴史があるスキームは特産物を生産するスキームに成長してきている。バウガはデーツ、キティアブは柑橘類が特産物となっている。サヤールではタマネギが主産物である。対して設立が 2000 年以降のエルシャヒード及びカダバスは灌漑可能面積自体が計画灌漑面積に達していない現状にあるように、新旧スキームはその成熟度において対照的である。しかし、他方では長い歴史のあるスキームでは世代交代により農地の分割相続が繰り返され、経営規模が零細化、脆弱化し、貧困が進行している問題が見られる。

カッサラ州のニューハルファ灌漑スキームの一部が K14 ポンプ場により灌漑されているが、K14 ポンプ場のポンプ設備の更新も「ス」国より要請され、調査対象施設に含まれる。K14 ポンプ場は、ナイル川の最下流の支流であるアトバラ川に建設されているカシム・ギルバダムから自然流下で最大約 100m³/s を取水する幹線水路の、始点より 14km 下流の右岸地点に建設されたポンプ場である（別名、カシム・ギルバ・ポンプ・ステーションとも呼ばれている）。

K14 は重力灌漑が主流のニューハルファ灌漑スキームにおいて、高台になっている農地に、最大で 2 台のポンプを使用して灌漑用水を送水している。（現在 3 台ある灌漑ポンプは同時に 2 台を交互運転しており、1 台はスタンバイ・ポンプ（＝予備）となっている）。

K14 の灌漑面積はニューハルファ灌漑スキームの総面積 41 万フェダンのうちの約 31,000 フェダ（13,020 ha）である。受益のテナント農家は Nubian（＝アスワンハイダムの建設により北スーダンより移住してきた人々及び血縁にある人々）であり、22 村、約 11,000 戸の農家、受益人口は約 110,000 人である。

オールドハルファからの入植者は 15 フェダ/戸、ヌビアからの入植者は 3～5 フェダ/戸を耕作している。夏作、冬作が行なわれ、ソルガム、綿花、小麦などのほかオクラ、トマト、ジャガイモなどの野菜類が栽培されている。果樹は栽培されていない。

K14 の灌漑地区はニューハルファ農業公社のもとに管理・運営されている。水利組合は組織されていない。委員会が灌漑組織であり、ポンプ、ゲートの操作・維持管理などを行っている。その財源は水利費である。水利費は 250SDG/フェダ/年である。徴収率は毎年ほぼ 100%を達成している。

ポンプ場の建屋についてはスーダン側が必要な改修を行うので、日本側にポンプとモーターの交換が要請されている。技術的に見ても建屋および送水管は補修すれば使用できる状態と判断される。

2-1-4-2 取水施設（ポンプ施設）の現状と課題

(1) 取水施設の現状

リバーナイル州の対象 6 スキームともに、ナイル川から取水し、ポンプ施設を使用して 12～25 m 高さの吐水槽に送水している。揚水された水は吐水槽より灌漑水路を流下して圃場に配水される。各スキームのポンプ設備の現状は(表 2.9)に詳細を示すが、全体的な概要は以下のとおりである。

- 1) カダバスを除いて、ポンプ施設は建物内部に設置されている。ポンプ場建物は、バウガが

最も古く 1917 年、次いでアリアブ 1942 年、キティアブ 1946 年、サヤール、エルシャヒーードは 1974 年の建立である。なお、K14 は 1970 年である。建物は建設後 94 年から 37 年経過している。建設年の古いバウガ、アリアブ、キティアブの建物は、老朽化が進み、特に地下部は狭く、照明、換気、排水が充分でなくポンプ設備の維持管理に支障をきたしている。

ポンプ・エンジンはサヤールが 1989 年（エンジン 2001 年）、K14 が 1970 年、他は 2000 年～2005 年製である。ポンプ場外の配管は概ね建物建設と同時に設置されたものと見られ、老朽化している。

- 2) ディーゼルエンジンの燃料の調達の滞りや、エンジンの維持管理が難しく故障率が高いことから、停止しているポンプが多い。またディーゼルエンジンが古くて危険なため、オペレーターはエンジンの回転数を絞って運用しており、ポンプの吐出量は定格の 60~80%程度で運転されているものと推定される。このため灌漑水が十分に供給できていない。
- 3) ナイル川の流水は土砂が多く含まれており、取水口への土砂の堆積を避けるため、基本的に取水管 φ400mm～φ750mm をナイル川に直接差し込む形状で取水し、地下式のポンプ室に引き込み、エンジン駆動により地上の吐水槽までパイプ配管により揚水する形式が取られている。
- 4) 建物広さが限られていることから、代替ポンプが屋外に設置されている場合がある。ナイル川の水位が上昇すると、外部に設置した一部のポンプ設備では、高水位で水につかる状態となることから、エンジンとポンプあるいはエンジンのみを取り外し移動する必要がある。
- 5) ナイル川の年間の水位変動が 6～8m と大きいことから、ポンプがキャビテーション発生と上記の水没回避のため全水位変動範囲で運転できない状況である。
- 6) ポンプ台数が多いスキームにおいては、あるポンプは使用しない、あるいはローテーション使用している。
- 7) カダバスは、2008 年まではフローティングポンプ（エンジン駆動）を使用していたが 2009 年に流失したため、昨年 2010 年から仮設（屋外設置）2 台の電動ポンプ 0.4 m³/s（合計約 0.8m³/s）で冬季のみ運転されている。

表 2.9 取水施設（ポンプ設備）の現況

スキーム 最大必要水量 (m ³ /s)	ポンプ設備の状況と送水可能量
バウガ (5.89)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現況 4 台のポンプで、5m³/s である。1 台が修理中。現有能力は 4.0m³/s。 2. 新しい 2 組の横軸渦巻きポンプと電動モーターがポンプ場に届いている。 3. ポンプ場建物は 1917 年に建てられたレンガ造りで、クラックや漏水対策が必要。燃料、潤滑油、グリースなど油類が床一面にこぼれており、黒くなっている。電化に伴って、新規建設が望まれる。
カダバス (4.37)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2008 年まではフローティングポンプを使用していたが 2009 年に流失した

スキーム 最大必要水量 (m^3/s)	ポンプ設備の状況と送水可能量
	ためポンプ場建物はなく、現況は仮設(屋外設置)2台の電動ポンプ $0.4 m^3/s$ で、 $0.8m^3/s$ である。電気パネルは小屋の屋内設置である。
アリアブ (3.58)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現況 4 台のポンプで $4.5m^3/s$ の能力である。1 台が修理中。現有能力は $3.5m^3/s$。屋外設置 2 台。キャビテーション、洪水時水没問題あり。 2. ポンプ場建物は 1942 年に建てられたレンガ造りと 1974 年に増設された亜鉛鉄板作りで、はがれ、損傷、クラックや漏水への対策が必要。燃料、潤滑油、グリースなど油類が床一面にこぼれており、黒くなっている。 3. 新しい 2 組の横軸渦巻きポンプと電動モーターがポンプ場に届いている。
キティアブ (3.93)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現況で運転可能な 4 台のポンプと地区末端にあるフローティングポンプ 1 台で、合計 $5.75m^3/s$ の能力である。水路断面が小さく、最大 3 台 ($3m^3/s$) + フローティングポンプ $1m^3/s$ での運転であり、残りはスタンバイ。地区全体での現有能力は $4.0m^3/s$。屋外設置 1 台。 2. ポンプ場建物は 1946 年に建てられたレンガ造り、クラックや漏水対策が必要。燃料、潤滑油、グリースなど油類が床一面にこぼれており、黒くなっている。電化に伴って、新規建設が望まれる。 3. 新しい 2 台の横軸渦巻きポンプと電動モーターがポンプ場に届いている。
サヤール (2.84)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現況 6 台のポンプで $6.0m^3/s$ の能力である。2 台が故障で、現有能力は $4.0m^3/s$。 2. 地区が 2000 年に分割されて受益面積が 9,000 から 2,800fed と小さくなり必要水量は $3m^3/s$ 程度となっており、残る 4 台のうち 1 台を予備として最大 3 台で運転している。 3. ポンプ場建物は 1974 年に建てられたレンガ造り。土砂堆積対策のため導水路からパイプ吸入管に変更した経緯があることから、当初の縦軸斜流ポンプから縦軸渦巻ポンプに変更されており、他のスキームと異なっている。地下のポンプ室は水に浸っている。メンテには排水が必要。 4. 新しい 2 組の縦軸渦巻きポンプと電動モーターの導入が契約済みであり間もなくポンプ場に届く。
エルシャヒード (12.3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現況 6 台のポンプで $6.0m^3/s$ の能力である。6 台全台が一度は運転されているが、通常は 2 台のみの運転。 2. ポンプ施設建物は 1974 年に建てられたレンガ造り。損傷はあまり見られない。 3. 2001 年に設置して、数年使用したのみで、今は資金不足で停止中。

注： 最大必要水量はポンプ運転時間 18 時間/日とした場合の調査団の概定値である。

(2) ポンプの運転および維持管理の現状

- 1) ポンプ施設は「ス」国政府が供給、設置しているが、運転・維持管理は個々の灌漑スキームの責任で行う。但し、中規模のポンプ設備改修や更新は MoAIF, RNS の予算で行なわれる場合もあり、責任分担は明確でなく、その時の予算状況による。
- 2) スキームからのポンプ増設の要求に対し、予算が確保出来ない場合には、他スキームの中古品を供給する場合がある。このため、現況ポンプの仕様は、水位高低差、損失水頭、ポンプ能力、原動機能力など設置地点の状況に合わせたものでないため、全体的に多少大き目の能力のポンプを供給しており、無駄がある。
- 3) ディーゼルエンジンから電動機に変更すると、動力費が大幅に節減できることから、近年、政府は小麦増産プロジェクトの下で北部州より順次電動モーター駆動に移行しようとし

ている。この一環として、バウガ、アリアブ、キティアブ及びサヤールに、電気設備(引き込み配線、トランス、制御装置)、電動モーター、ポンプ(容量約 $1.0\text{m}^3/\text{s}/\text{台}$)、その他付属品(真空ポンプ設備)をそれぞれ2組ずつの供給を開始している。

- 4) リバーナイル州の配電設備は、現状では10:00~12:00の2時間、供給を停止する。時には一日24時間供給の場合もある。配電能力は十分にあり、安定していると見られる。
- 5) ポンプの運転はスキームのポンプオペレーターと機械専門家が行う。
- 6) 一般的に18時間前後の運転となるため、2交代制を敷いている。
- 7) 運転時間の記録は不完全であるがすべてのスキームでなされている。但し、統一性が無く、あるスキームでは運転時間のみ、あるスキームでは運転時間、燃料消費量、潤滑油消費量、メンテナンスの日付と種類などが記載されている。
- 8) 大多数のメンテナンス作業はディーゼルエンジンに関するもので、電動化によりメンテナンス回数、その為のポンプの停止時間が大幅に軽減されると判断される。
- 9) ディーゼルエンジンの起動は、すべて手動で行われている。大容量のディーゼルエンジンは横型8気筒のもので、手動起動に困難をきたしている。
- 10) Vベルト、平ベルト駆動を用いている場合、特に平ベルトの場合には、回転部分に防護策がとられておらず、オペレーターへの危険性が高い。

(3) 取水施設の課題

- 1) 各スキームの取水施設の一般的な課題としては、ナイル川の水位が年間6~8m変動することから、全範囲で運転可能とすることであり、ポンプの機種を選定、据付高さ、機場の構造形式に配慮が必要である。
- 2) ナイル川の浮遊土砂が多く、同時に堆積土砂も多い。このためポンプで揚水された水により運ばれた河川の浮遊土砂が水路内に堆積して、毎年浚渫する必要がある。
- 3) サヤールでは建設当初、河川水の引き込みのための導水路と取水樋管を設けて建設されたが、堆積土砂が多く堆積土砂の除去が困難で年々維持管理費用が嵩んできたことから、1989年にはポンプ形式を変更しパイプによる吸入管を敷設した経緯がある(ポンプ形式を縦軸斜流から縦軸渦巻きに変更し、取水樋管方式を取水パイプ方式に変更した)。
- 4) 現況の6スキームのポンプ場位置ではナイル川の比較的土砂堆積の少ない地点を選定し設置されているが、計画におけるポンプの取水方式では、いかに土砂堆積を避けるか、あるいは維持管理が容易なものにできるかが大きな課題である。

2-1-4-3 灌漑水路施設の現状と課題

(1) 灌漑水路の構成と構造

灌漑水路の構成は何れのスキームもほぼ同様であり、取水ポンプ場を起点に、Main Canal(幹線水路)があり、必要な地点でMinor Canal(支線水路)を分岐する。分岐点には通常クロス・レギュレーターが設置されている。Minor Canal(支線水路)からSub-minor Canalが分岐される場合もある。これらの分岐点にはOff-take Gateが設置されている。

(図2.4)に示すように、Minor CanalからAbu-Ashreen Canal、次いでAbu-Shitta Canalが分岐さ

れる。

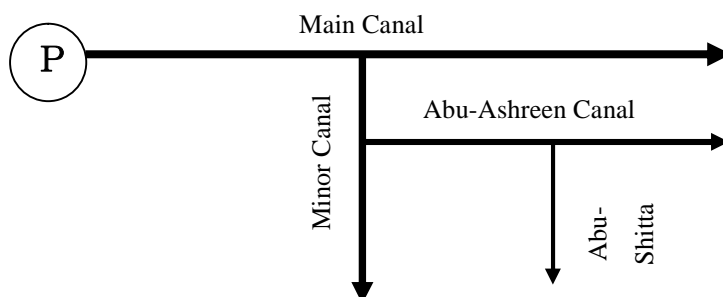


図 2.4 灌漑水路の構成

Main Canal（幹線水路）の延長はスキーム毎に異なるが、8~14km 程度であり、Minor Canal（支線水路）は総延長で 4km~34km とまちまちであり、本数もスキームの形状により大きく変化する。水路はすべて土水路で、法面の勾配 1:3.5~1:1.2 程度とする梯形断面である。水深は概ね 1.3m~2.4m、底幅は 4m~9m である。底勾配は 5cm/km~9cm/km の範囲で設計されているとのことであるが、各スキームの底勾配は、いずれも資料が残っていないため不明である。実際には堆積土砂の浚渫などにより原型からかなり不規則に変化している。

(2) 水路施設の概況

1) バウガスキーム

水路施設は 1917 年に建設後、既に 90 年以上を経過している。メイン水路は水路底幅 6.5m 程度の盛土水路で、その延長は約 13km である。メイン水路には 9 カ所のレギュレーターゲートが設置され、13 本のマイナー水路が接続している。マイナー水路の構造も土水路であり、総延長は 34km に及ぶ。



本地区では、地区を 3 分割し、ゲート操作により各々 10 日ずつのローテーション灌漑が行われている。水路には多量の土砂が堆積するため、洪水期後の 12~1 月にかけて、毎年 1 回程度浚渫が実施される。しかしながら、メイン水路の中流部では浚渫が不十分な区間があり、水草が繁茂し、灌漑用水の通水に支障が生じている。

ゲートは幅 1.0~1.4m 程度の矩形の鋼製スピンドル式が採用されているが、グリース塗布などのメンテナンスが施され、いずれも操作が可能な状態に維持されている。土木構造は多少の表面劣化は見られるが、継続使用が可能な状態と判断される。

2) カダバススキーム

水路施設は 2002 年に完成しており、比較的新しい施設である。メイン水路は水路底幅 6.5m 程度の盛土水路で、その延長は約 9km である。メイン水路には 1 カ所のレギュレーターゲートが設置され、5 本のマイナー水路が接続している。マイナー水路の構造も土水路であり、総延長は 18.4km である。

ゲート操作は1日2回の開閉が行われているが、特にローテーション灌漑は採用されていない。水路のメンテナンスは毎年3回程度の浚渫が実施されているとのことであったが、調査時には特に浚渫した形跡は見られなかった。このため、サイホン部が土砂で閉塞され、水路底にも不陸が多いため、所要の灌漑用水の通水に支障が生じているものと予想される。



ゲートは幅0.7～1.4m程度の矩形の鋼製スピンドル式が採用されているが、いずれもメンテナンスがなされておらず、開閉操作が不能のゲートもいくつか見られた。土木構造は多少の表面劣化は見られるが、継続使用が可能な状態と判断される。

3) アリアブスキーム

水路施設は1942年に建設され、既に60年以上を経過している。メイン水路は水路底幅4.5m程度の盛土水路で、その延長は約11kmである。メイン水路には7カ所のレギュレーターゲートが設置され、マイナー水路が接続している。



本地区では、地区を3分割し、上流側より3日、3日、4日でローテーション灌漑が行われている。水路には多量の土砂が堆積するため、洪水期後の12～1月にかけて、毎年1回程度浚渫が実施される。浚渫は、メイン水路の末端部まで定期的に行われており、全区間を通して水路断面が適切に維持されている。

ゲートは幅0.6～1.2m程度の矩形の鋼製スピンドル式が採用されているが、グリース塗布などのメンテナンスが施され、下流部の1部ゲートを除き、いずれも操作が可能な状態に維持されている。土木構造は多少の表面劣化は見られるが、継続使用が可能な状態と判断される。

4) キティアブスキーム

水路施設は1917年に建設後、既に90年以上を経過している。メイン水路は水路底幅4.5m程度の盛土水路で、その延長は約14kmである。メイン水路には5カ所のレギュレーターゲートが設置され、約14本のマイナー水路が接続している。マイナー水路の構造も土水路であり、総延長は20kmに及ぶ。地区の末端部では、河川に設置したフローティングポンプによる補給水の送水が行われている。



本地区では、地区を3分割し、ゲート操作により各々5日ずつのローテーション灌漑が行われている。水路には多量の土砂が堆積するため、洪水期後の12～1月にかけて、毎年1回程度浚渫が実施される。浚渫はメイン水路の末端部まで定期的に行われているが、水路断面が灌漑面積に対して不十分である可能性がある。

ゲートは幅1.0～1.3m程度の矩形の鋼製スピンドル式

が採用されているが、一部のゲートではメンテナンスが不十分で、開閉操作が不能なものが見られた。また、土木構造は多少の表面劣化は見られたものの、概ね継続使用が可能な状態と判断されたが、末端部の1カ所は新規に建設が必要である。

5) サヤールスキーム

水路施設は1973年に建設後、30年以上を経過している。メイン水路は水路底幅8.0m程度の盛土水路で、その延長は8kmである。メイン水路には2カ所のレギュレーターゲートが設置され、4本のマイナー水路が接続している。マイナー水路の構造も土水路であり、総延長は14kmである。



本地区では、東側と西側とに2分割し、それぞれ4日、3日ずつのローテーション灌漑が行われている。水路のメンテナンスは、洪水期後の12～1月にかけて、毎年1回程度浚渫が実施される。しかしながら、全線を通して水路の両岸には植物が繁茂しており、灌漑用水の通水に影響が生じる可能性が認められる。

メイン水路のゲートは幅が約1.3mと2.5mで、矩形の鋼製スピンドル式及びワイヤーロープ式が採用されている。スピンドル式ゲートの方は、メンテナンスが実施された様子は見られず、操作が不能な状態であった。土木構造は多少の表面劣化は見られるが、継続使用が可能な状態と判断される。

6) エルシャヒードスキーム

水路施設は2001年に建設され、2006年から灌漑が開始されている。メイン水路は、取水ポンプ場からSPφ900mm×3連のパイプラインとなっており、そのうち1連は、ポンプ場より下流約400mで分岐し、Canal-2の吐水槽に接続される。また、3連のパイプラインはそのまま直線的に布設されていて、ポンプ場より約1430m地点でCanal-1の吐水槽に接続される。Canal-1は延長24km、水路底幅9.0m程度の盛土水路、Canal-2は延長9km、水路底幅4.5m程度の盛土水路である。



水路のメンテナンスは実施されておらず、メイン水路の一部はワジで分断されている。2009年以降通水されていないため、水草の繁茂はないが、水路敷高が周辺地盤より低いため、重力灌漑が困難と思われる区間があった。

メイン水路には3カ所のゲート設備が確認され、ゲート幅は0.7～1.1m程度、いずれも矩形の鋼製スピンドル式である。ゲートのメンテナンスは実施された様子はなく、1部のゲートは土木施設を含めて全面的な改修が必要な状態である。

(3) 水路施設の課題

概測された現況の水路断面での流下能力を推定した結果を以下に示すが、カダバス以外の地区では通水能力が不足していると判断される。

表 2.10 灌漑水路の流下能力

スキーム	バウガ	カダバス	アリアブ	キティアブ	サヤール	エルシャヒード
流下能力(m ³ /s)	5.87	7.46	0.44	3.07	2.01	5.81
最大流量(m ³ /s)	5.89	4.37	3.58	3.93	2.84	12.3
過不足(m ³ /s)	-0.02	3.09	-3.14	-0.86	-0.83	-6.49

カダバス、エルシャヒードを除く各スキームでは、灌漑方式として地区を幾つかの灌漑ブロックに分割し、3日から10日のインターバルでのローテーション灌漑を実施しており、水路は言わば貯水池のような状態で使用されることから、通常の流量計算による等流断面で考えることが適切かどうかは明確ではないが、貯水量を確保する観点からも断面が不足しているものと考えられる。

水路の調整施設であるゲート構造物は、基本的にブリック積の門柱に鋼製のフレームと鉄板製のゲートおよび大型の場合にはコンクリート製の橋（床版）が設置されており、すべて手動操作である。ゲートは殆どがアトバラ（リバーナイル州の中心都市の1つ）の工場での製作であり、エルシャヒードではハルツーム製も使用されているようである。小型のゲートの場合は円形タイプもみられる。

Main 及び Minor 水路とそのゲートの操作、維持管理は、スキーム委員会が行い、末端水路（第3次水路）Abu-Ashreen Canal 及び圃場水路 Abu-Shitta Canal は農民が行なっている。

現況における灌漑水路施設の課題は主に以下のように集約される。

- 水路内の土砂の堆積により通水障害が発生し、毎年浚渫する必要がある。
- 浚渫後の土砂の運搬が困難で、水路の両側の盛土として残置されており、水路の監視が容易ではない。
- 雑草が水路内に繁茂し、通水障害を起こしている。
- 水路断面形状が経年とともに変化してきており、整形する必要のある部分もみられる。
- レギュレーター等のゲート施設は、大部分は使用可能であり、機能上は問題ないが、ゲート扉体やスピンドルが損傷し、更新する必要のある施設も見られる。

スキームごとでの主な問題点は以下のとおりである。

- バウガでは中流部付近では浚渫が不十分なため、水草の繁茂が見られる。ゲート等のメンテナンス状況は良好である。一部のマイナー水路では管理用道路が併設されていない。
- カダバスでは、施設が新しく、全体 4,800 フェダンのうち 1,100 フェダンしか灌漑されていないため、定期的なメンテナンス（維持管理）が実施されていないようである。また、ローテーション灌漑は採用されていない。水路途中のサイホンとなっている区間があるが、土砂で殆ど閉塞されているような状況であり、通水障害を起こしている。全体的に、水路

運用にともなう水路内堆砂は殆どないが、4,800 フェダンに適切に送水するためには水路標高などを評価し水路の改修が必要と思われる。

- アリアブは、水路の浚渫やゲートのメンテナンスが定期的に行われ、外観上は概ね良好な状態にある。しかしながら、必要水量の流下に必要な断面が確保されているのかは疑問であり、水路の拡張や嵩上げなどが必要と思われる。
- キティアブは、他地区と比較して水位を維持するためのレギュレーター（チェックゲート）が少ないように思われる。このため、モバイルポンプが多用されているようである。また、水路断面が灌漑面積に対し小さいといわれており、そのため地区末端部でフローティングポンプにより、地区への補給水を送水している。また、幹線水路に直接ゲートのない Abu-Ashreen Cana が多く設置されており、水不足の原因の一つとされている。改修時にはこの点に注意する必要がある。
- サヤールは、毎年水路の浚渫を実施しているが、全線を通じて水路の両側に植物が生えており、通水に影響があると思われる。また、スピンドルゲートの修理が必要である。
- エルシャヒードでは水路がワジで寸断されている箇所がある上、水路下流では水路の標高が相対的に低いように見える。灌漑するためには再度小型のポンプが必要と思われる。また、水路沿いの維持管理用道路が砂で覆われているものと思われ、移動は困難である。2009 年から灌漑されていないが、現在圃場の形状も見られず、灌漑を再開するためには水路設計の見直しとともに、圃場及び管理用道路の大々的な修復が必要と思われる。

2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) リバーナイル州の社会インフラ状況

1) 道路・橋梁

リバーナイル州の最も重要な幹線道路は、首都ハルツームから南北縦断するナイル川右岸(東岸)沿いに州都エド・ダマール及び近隣商都アトバラ間約 300km、また、エド・ダマールから東部砂漠を横断し主要港であるポートスーダンを結ぶ約 600km の幹線道路である。これら幹線道路はアスファルト舗装道路であり、物資運搬の大型のトレーラーや長距離バス及び一般車両に利用され、道路幅は充分広く、交通量も多い。この幹線道路は、近年「ス」国唯一の港湾都市ポートスーダンと首都ハルツームを結ぶ大動脈として利用されている。ナイル川左岸(西岸)沿いにも道路があるが、土漠・未舗装であり、また村落間で分断された状態であるため、長距離の往来は難しい。

州はナイル川で東西に二分されているが、東部地域と西部地域を結ぶ橋梁が不足している。東西を結ぶ主な橋梁は首都ハルツームから約 170km の北方で州南部に架かるシェンディ橋、および商都アトバラに架かるアトバラ橋である。この両橋梁間(約 130km)にはナイル川を横断する橋梁は無く、ナイル川沿いの町・村落には所々に渡し舟・フェリー乗り場があり、西岸から東岸への農産物の輸送や村落住民の交通手段として利用されている。

また州には東部砂漠を北上しアトバラでナイル川に合流するアトバラ川があり、それを渡り州北部と南部を結ぶ橋梁は、鉄道に付帯した重量・幅の制限がある古い橋梁がある。また、National

Trans State Roads 計画により上流に 2007 年に New Atbara 橋、2009 年には El Akad, Um El Tyom 橋が建設された。

新設予定のポンプ場（アリアブポンプ場、カダバスポンプ場）は、アスファルト幹線道路から約 4～6km の土漠・灌漑道路（未舗装道路）を経たナイル川沿いに位置する。また、キティアブポンプ場はナイル川西岸に位置するため、フェリーを利用したアクセスとなる。

2) 鉄道

ハルツーム、エド・ダマール、ポートスーダン間、及びハルツーム、エド・ダマール、北部のワディ・ハルファ間へも鉄道で結ばれているが、幹線道路の整備により鉄道の利用率は低い。

3) 電気、水道

メロウエダムの建設に伴い、リバーナイル州は国の電力供給ネットワークと繋がり、電気の安定供給が始まり、都市のみならず村落での利用率が向上している。高圧電源網は 33kV で送電されている。しかしながら、州内の主要都市部でも停電は多い。水道は主要都市部では整備されているが、地方の村落部には水道サービスはなく地下水（井戸）に頼っている。

(2) カッサラ州の社会インフラ状況

1) 道路

カッサラ市はポートスーダンと首都ハルツームのほぼ中間点に位置し、アスファルト舗装の幹線道路として整備されている。ハルツーム・カッサラ間は約 700km であり、カッサラ・ポートスーダン間は約 600km である。

K14 ポンプ場はカッサラ～ハルツーム道路の幹線道路より北側約 5km に位置するが、部分的に未舗装道路があり、雨期期間中のアクセスには支障がある。

2) 鉄道

ハルツーム～カッサラ～ポートスーダン間には以前は鉄道でも結ばれていたが、長期内戦により部分的に破壊され、現在は運行されていない。

3) 電気、水道

州内の配電網は整備されているが、主要都市部でも停電は多い。高圧電源は 11kV で送電されている。水道は主要都市部では整備されているが、地方の村落部には水道サービスはなく地下水（井戸）に頼っている。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 リバーナイル州およびカッサラ州の気象

(1) リバーナイル州

リバーナイル州の気象は、11月から3月までの冬期と4月から10月までの夏期に分けられる。夏期の最高気温は40℃を超え、冬期の1月、2月には最低気温が15℃前後に下がる。年間降雨量は、過去には250mm近くを記録した年もある（1988年）が、平均すると50～100mm程度であり、夏期の8月頃が最も多く、冬期にはほとんど雨は降らない。湿度は年間を通して低く、概ね20～40%程度である。

表 2.11 リバーナイル州の気象データ（アトバラ観測所）

月	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	相対湿度 (%)	降雨量 (mm)
1月	29.9	14.1	37	0.0
2月	32.2	15.1	31	0.0
3月	35.9	18.3	24	0.0
4月	40.3	22.5	23	0.4
5月	42.7	26.0	23	3.5
6月	43.3	28.2	23	1.0
7月	41.3	27.3	33	14.7
8月	40.7	27.0	38	25.7
9月	41.7	27.5	33	8.2
10月	39.9	25.4	31	2.9
11月	35.2	20.3	37	0.0
12月	31.5	16.0	40	0.0
平均/合計	38.5	22.9	31	56.4

出典) Ministry of Science and Technology (1971-2000)

- 注) 1.最高気温、最低気温、相対湿度は、各々日最高・最低気温、日平均相対湿度の月別平均を30年間で平均した値である。
2.降雨量は、月別降雨量の合計値を30年分平均した値である。

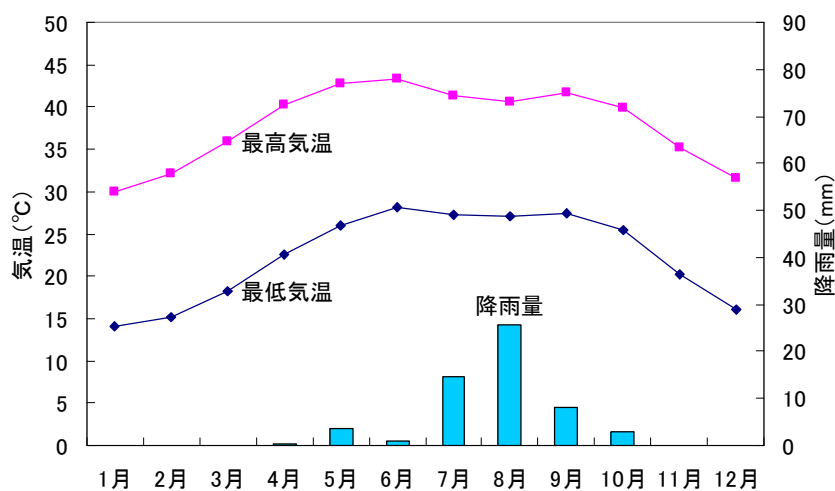


図 2.5 リバーナイル州の気象概況

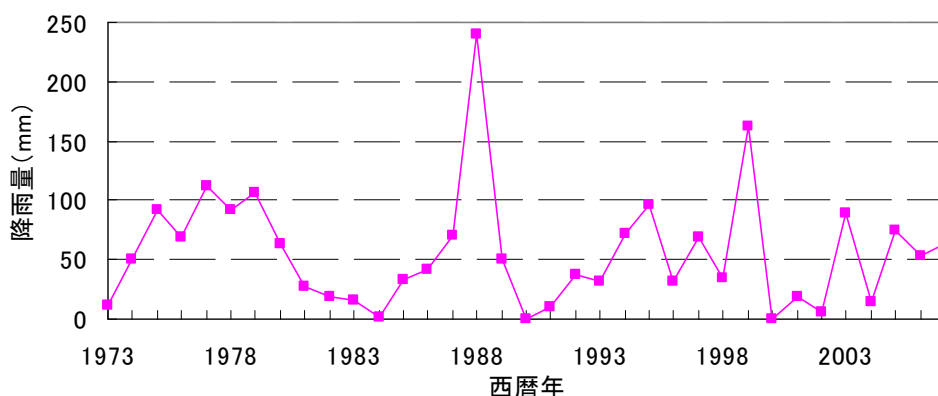


図 2.6 リバーナイル州年間降雨量の推移(1973~2007年)

(2) カッサラ州

カッサラ州の気象は、12月から3月までの冬期と4月から11月までの夏期に分けられる。最高気温は年間を通して30℃以上に達し、特に4月から6月頃の気温が比較的高い。12月から2月にかけては最低気温が20℃を下回る。

年間降雨量は、平均すると250mm程度であり、7月から9月頃が多く、冬期にはほとんど雨は降らない。湿度は概ね30~60%程度である。

表 2.12 カッサラ州の気象データ (カッサラ観測所)

	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	相対湿度 (%)	降雨量 (mm)
1月	33.5	16.8	46	0.0
2月	35.2	17.5	40	0.0
3月	38.2	20.2	32	0.0
4月	41.0	23.7	27	2.0
5月	41.4	26.2	31	11.3
6月	39.8	26.0	39	24.7
7月	36.3	24.1	54	74.9
8月	35.2	23.7	60	81.2
9月	36.9	24.3	53	43.6
10月	38.7	24.7	42	9.5
11月	37.1	21.9	41	0.2
12月	34.5	18.4	46	0.0
平均/合計	37.3	22.3	43	247.4

出典) Ministry of Science and Technology (1971-2000)

- 注) 1. 最高気温、最低気温、相対湿度は、各々日最高・最低気温、日平均相対湿度の月別平均を30年間で平均した値である。
 2. 降雨量は、月別降雨量の合計値を30年分平均した値である。

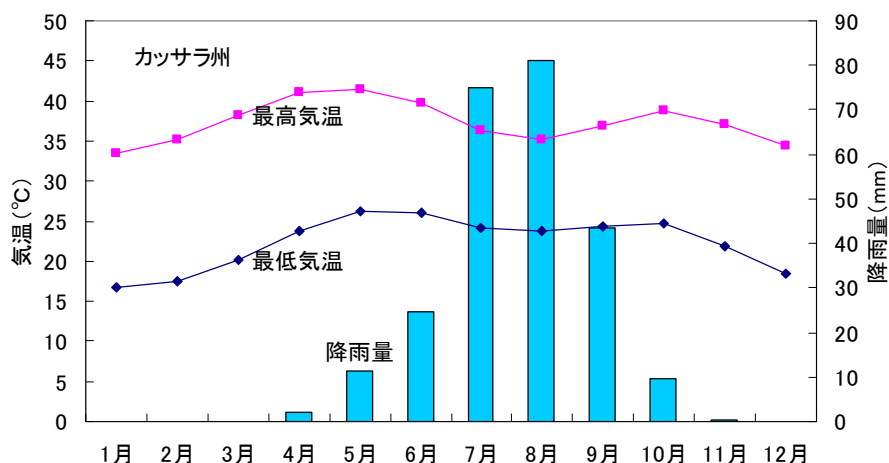


図 2.7 カッサラ州の気象概況

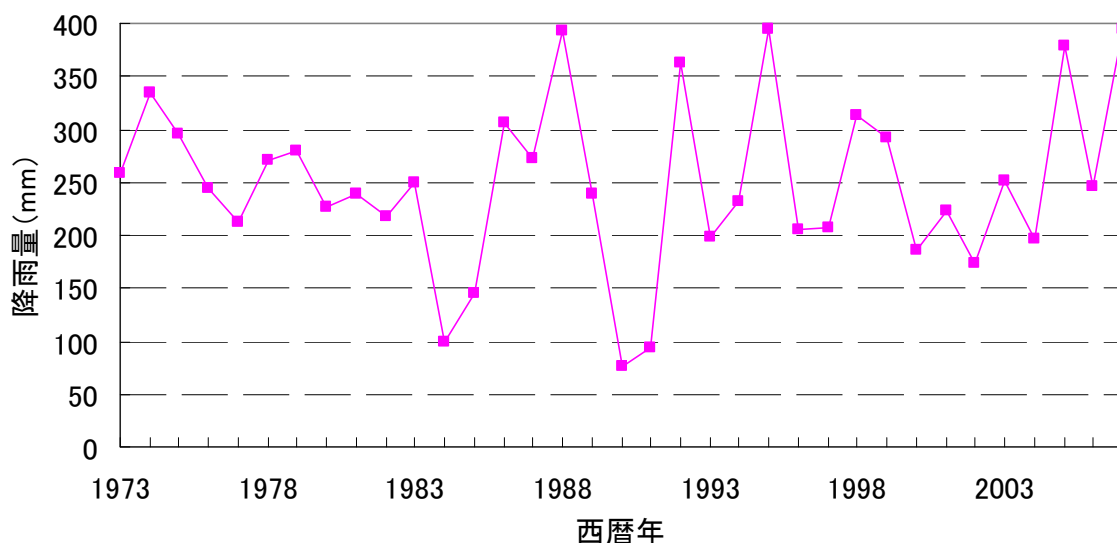


図 2.8 カッサラ州年間降雨量の推移(1973～2007 年)

2-2-2-2 ナイル川の水位

リバーナイル州の対象スキームの水源であるナイル川は、本川流路長 6,700km、流域面積 300 万 km² に及ぶ世界最長の国際河川である。

東西の主要支川である青ナイル川と白ナイル川は、スーダンの首都ハルツームで合流しナイル川となる。ハルツームから約 300km 下流で、支流のアトバラ川と合流した後、エジプト国内を北へ流れ、地中海に注いでいる。

青ナイル川は、エチオピアとエリトリアの高原地帯を主な水源域とし、タナ湖から主河道が始まる。白ナイル川は、ビクトリア湖を含む赤道付近の大湖沼地帯を水源とする。

ナイル川水量の 85% はエチオピアに依存するが、その大半はエジプトとスーダンで利用されている。

対象スキーム近傍のシェンディ及びアトバラ観測所の位置地点における水位観測記録を以下に示す。

リバーナイル州内のナイル川水位は、上流に建設されたダムによる影響もあり、年毎の大きな変動は見られず、12 月から 6 月頃まではほぼ一定で、8 月から 9 月頃にピークを迎える。年間の平均的な変化量は 5～7m 程度であるが、過去の最高水位と最低水位でみると、シェンディ地点において約 8m の差がある。

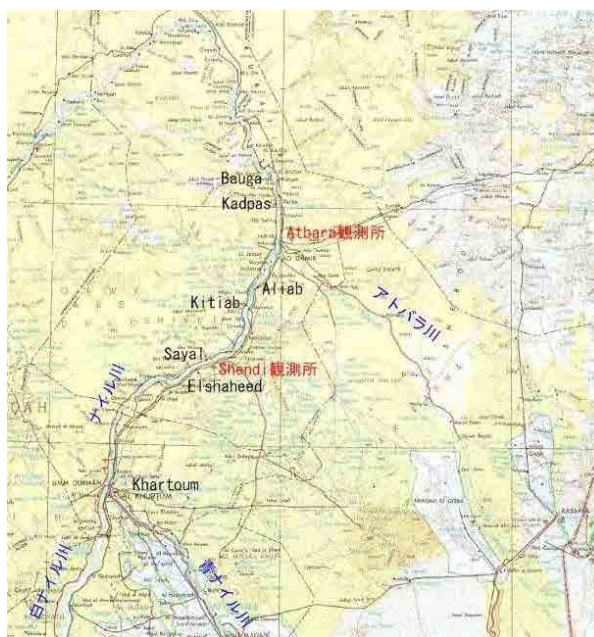


図 2.9 リバーナイル州ナイル川水位観測所

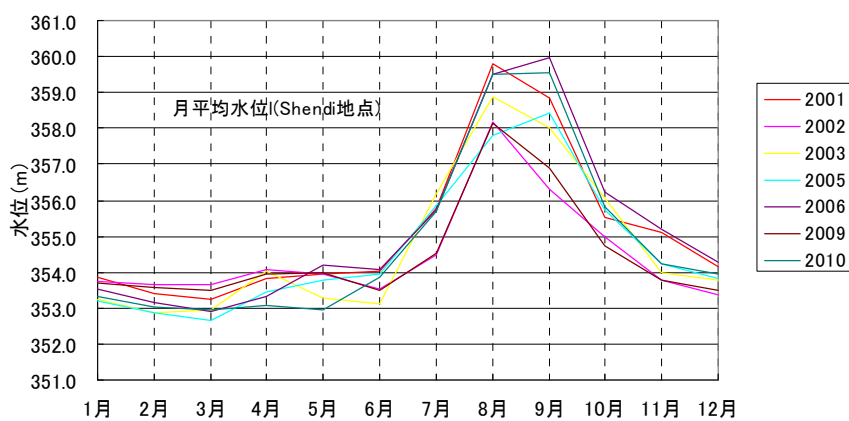


図 2.10 ナイル川の月平均水位 (シェンディ観測所)

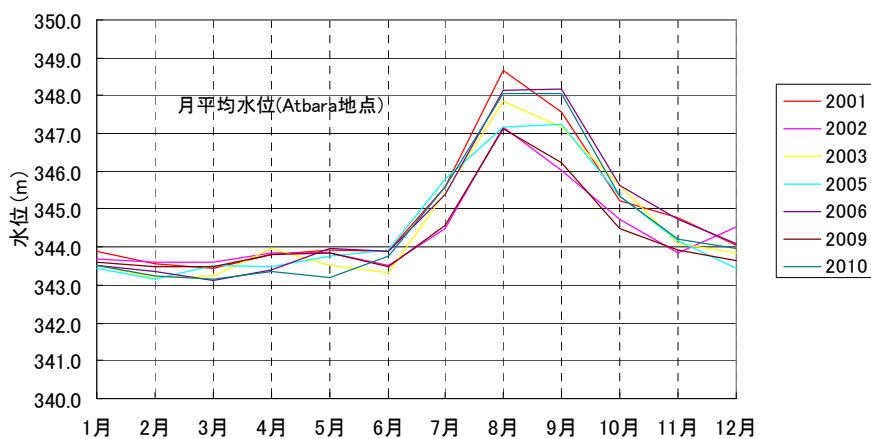


図 2.11 ナイル川の月平均水位 (アトバラ観測所)

表 2.13 ナイル川月別平均水位と既往最高・最低水位

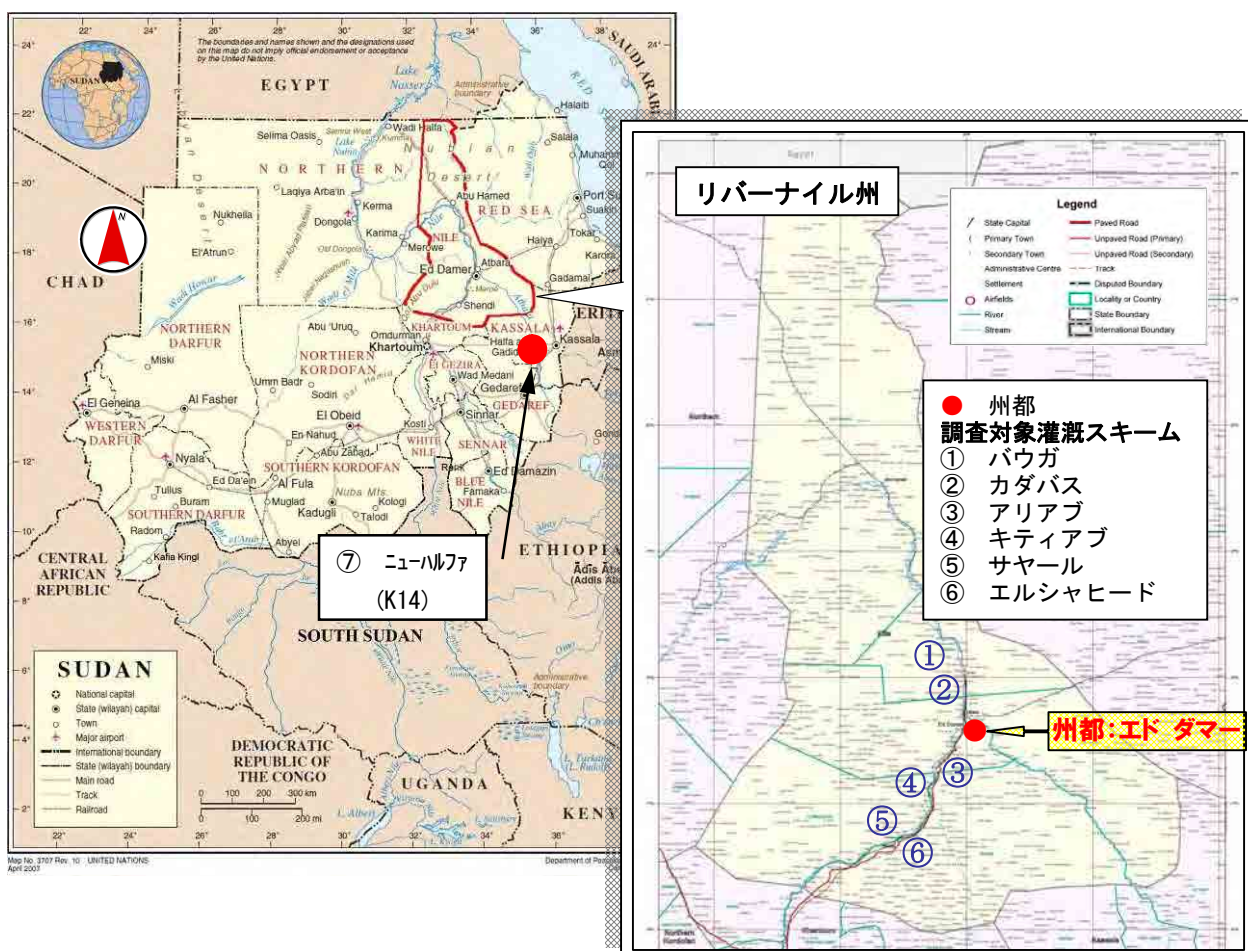
	Shendi	Atbara	備考
1月	353.503	343.588	
2月	353.221	343.374	
3月	353.129	343.368	
4月	353.674	343.672	
5月	353.724	343.719	
6月	353.727	343.681	
7月	355.468	345.259	
8月	358.836	347.738	
9月	358.277	347.210	
10月	355.582	345.200	
11月	354.337	344.251	
12月	353.832	343.935	
年平均	354.776	344.583	
既往最高	360.520	349.344	1946年
既往最低	352.375	342.914	各1991年、1988年

注) 月別平均水位は、2001年～2010年(2004、2007、2008年を除く)の日水位を月別に平均したものである。

2-2-2-3 灌漑スキームの地形と概略平面図

調査対象とする灌漑スキームの地形は、リバーナイル州においてはナイル川の氾濫原に開けた地域で、全体的に非常に平坦である。また、カッサラ州のニューハルファ灌漑スキームの K14 灌漑受益地もナイル川支流のアトバラ川の氾濫原と考えられ、リバーナイル州と同様に平坦な地形であり、農業に適した地形である。

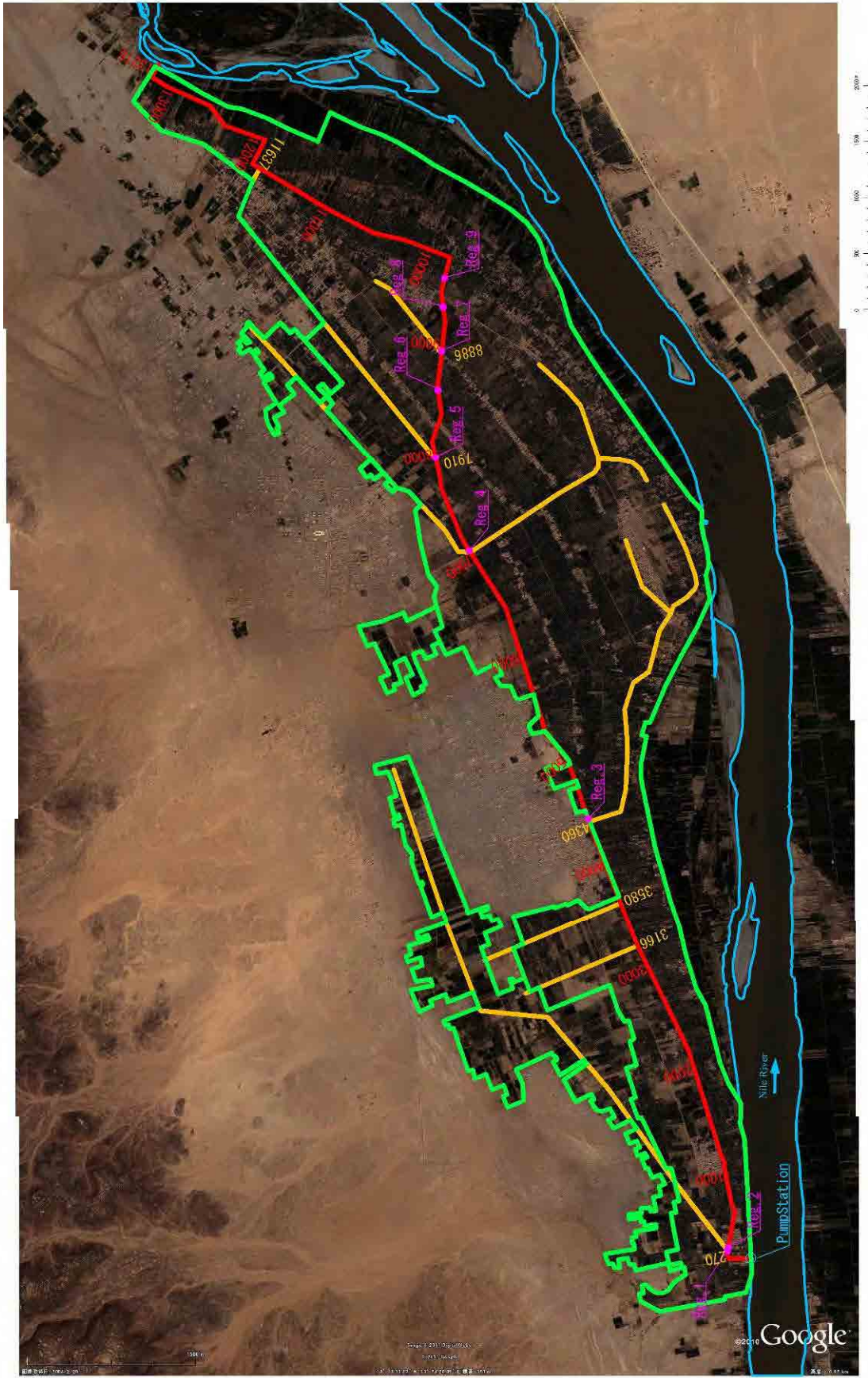
調査対象とする7ヶ所の灌漑スキームの位置図および概略平面図を以下に示す。また図中に用いられるナイル川、地区境界、幹線水路、支線水路等のラインを凡例に示す。



凡例

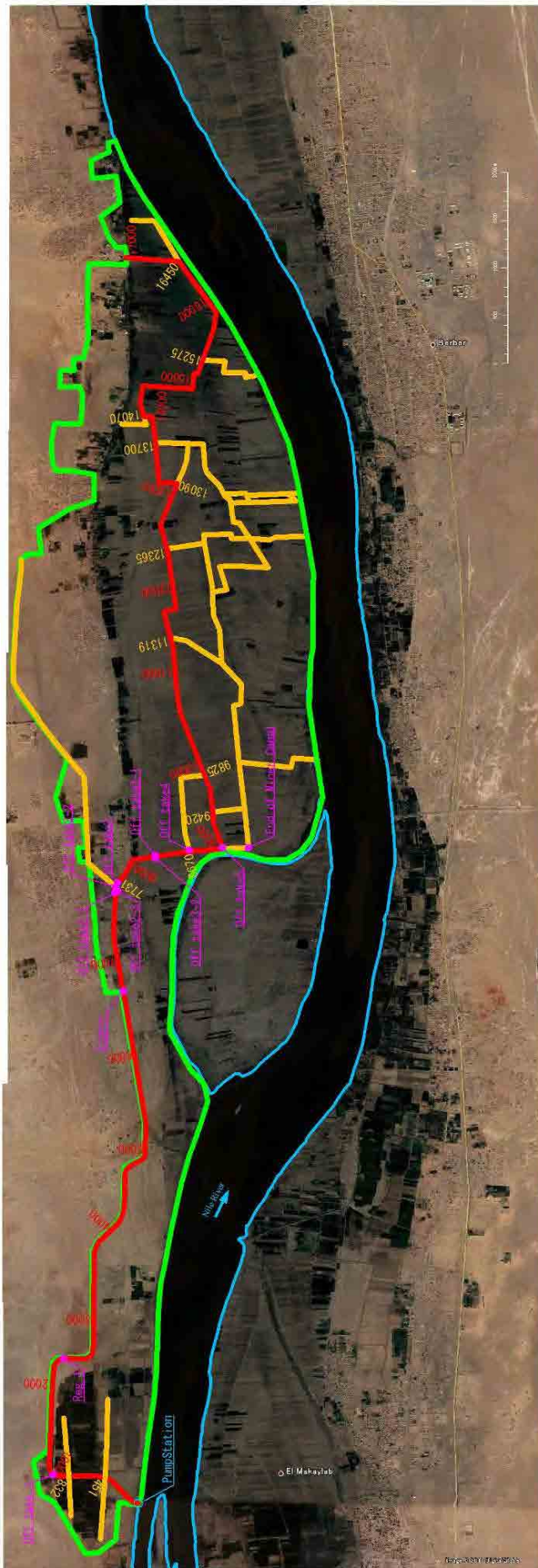
- ナイル川境界
- 灌漑スキーム境界
- 幹線水路
- 支線水路

①バウガ 4,500 フェダン (1,890ha)



4,800 フェダン (2,016ha)

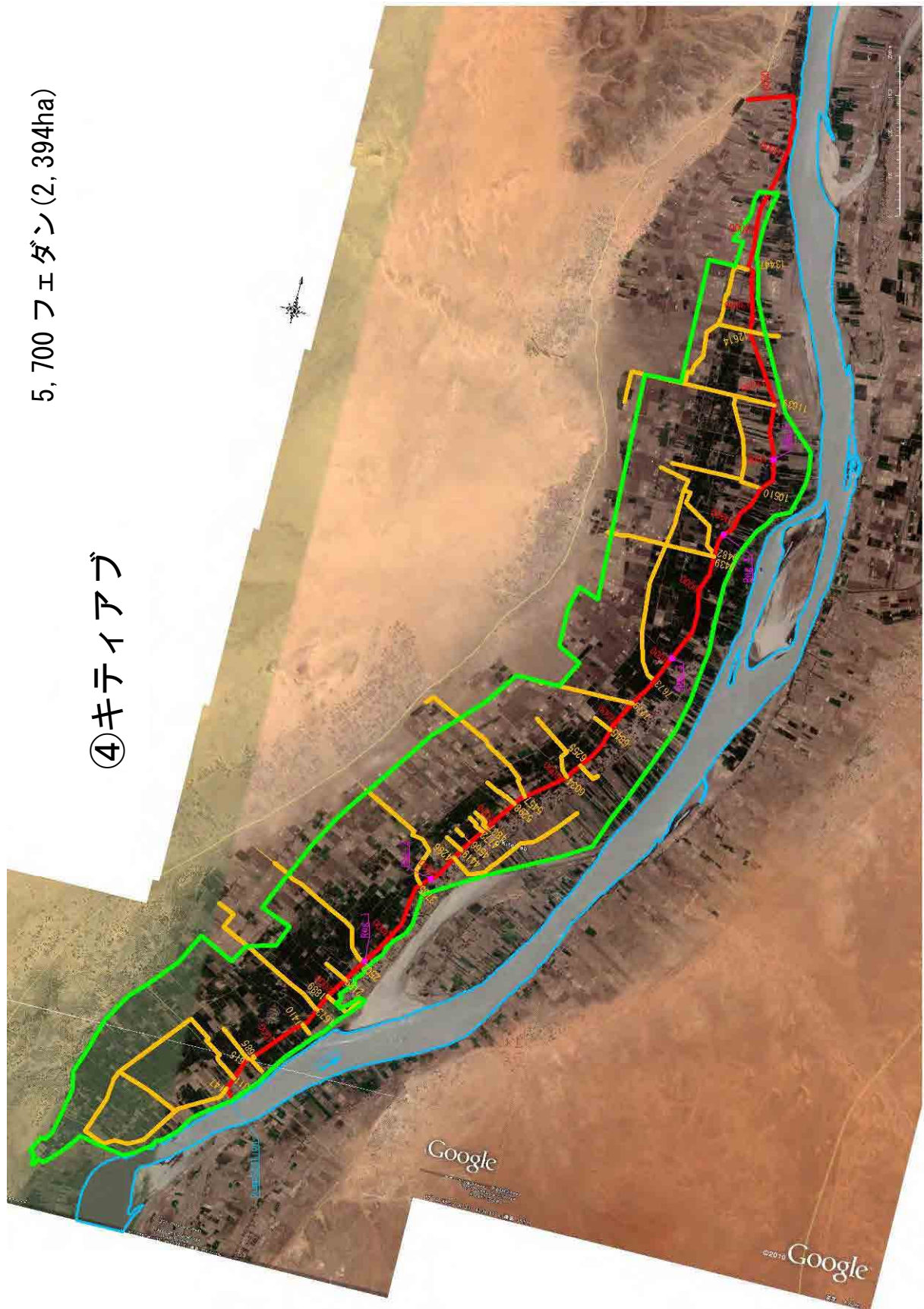
②カダバス



5,250 フェダン (2,205ha)

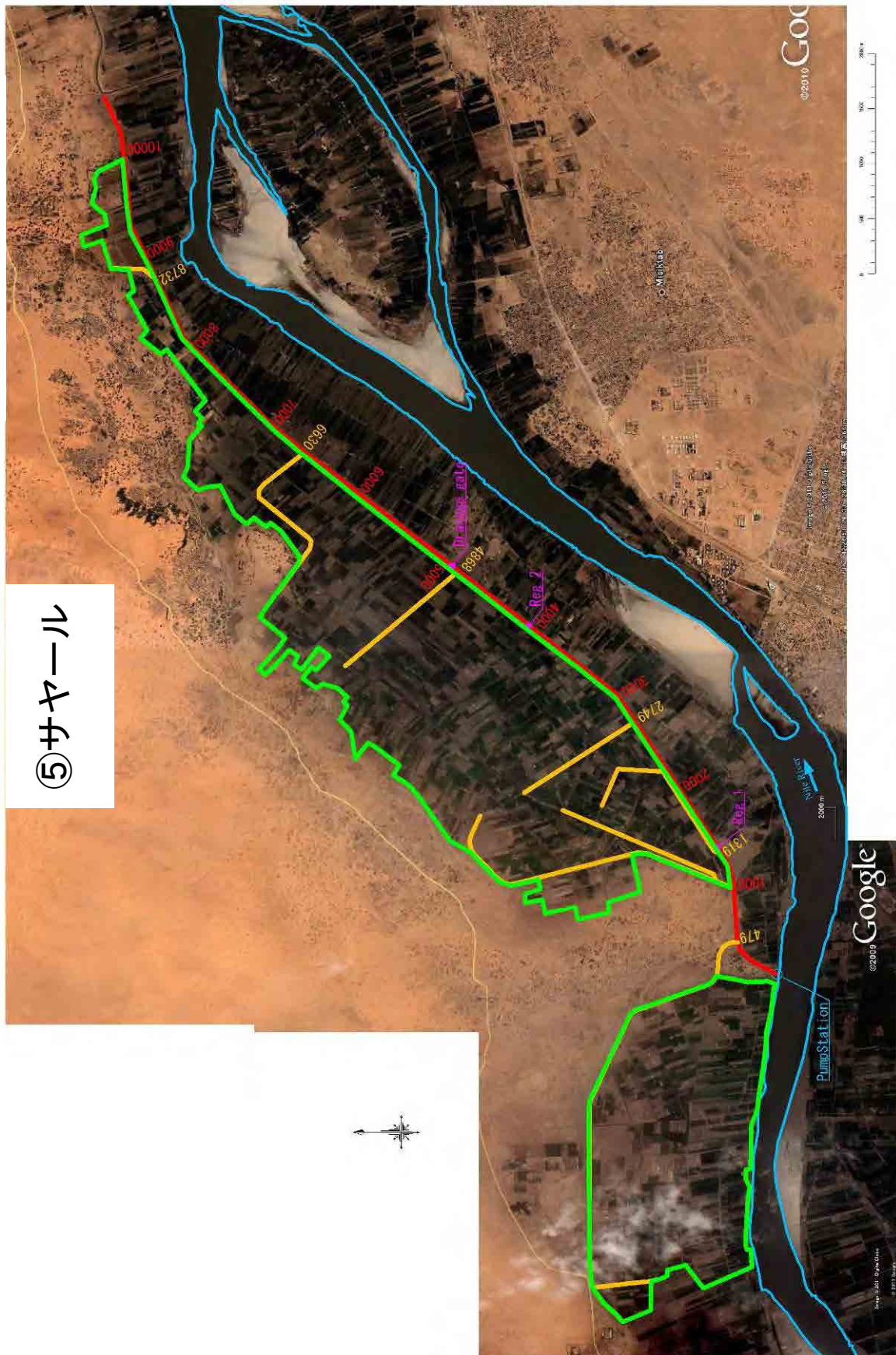
③エリアアブ





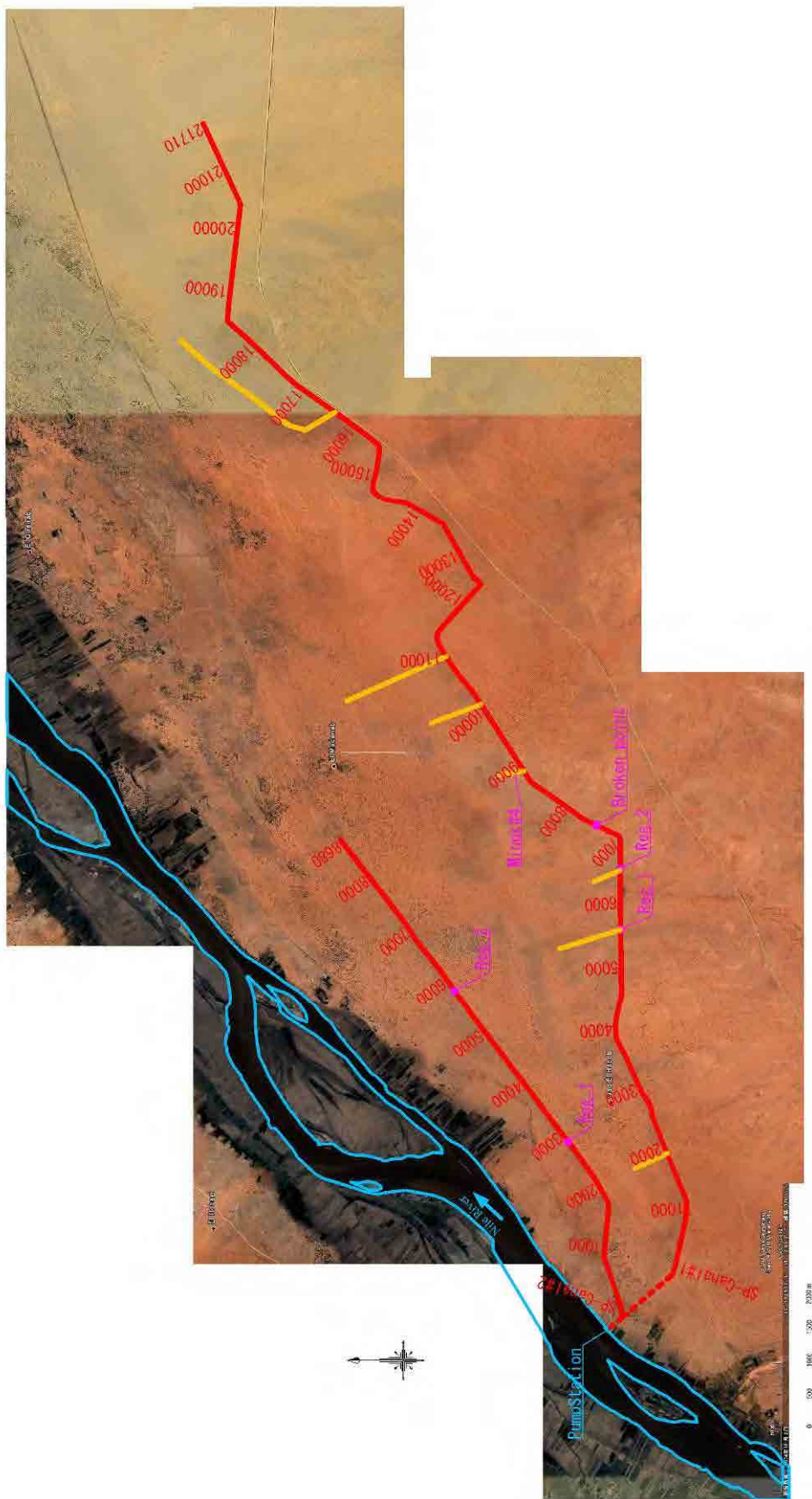
2,800 フェダン(1,176ha)

⑤サヤール

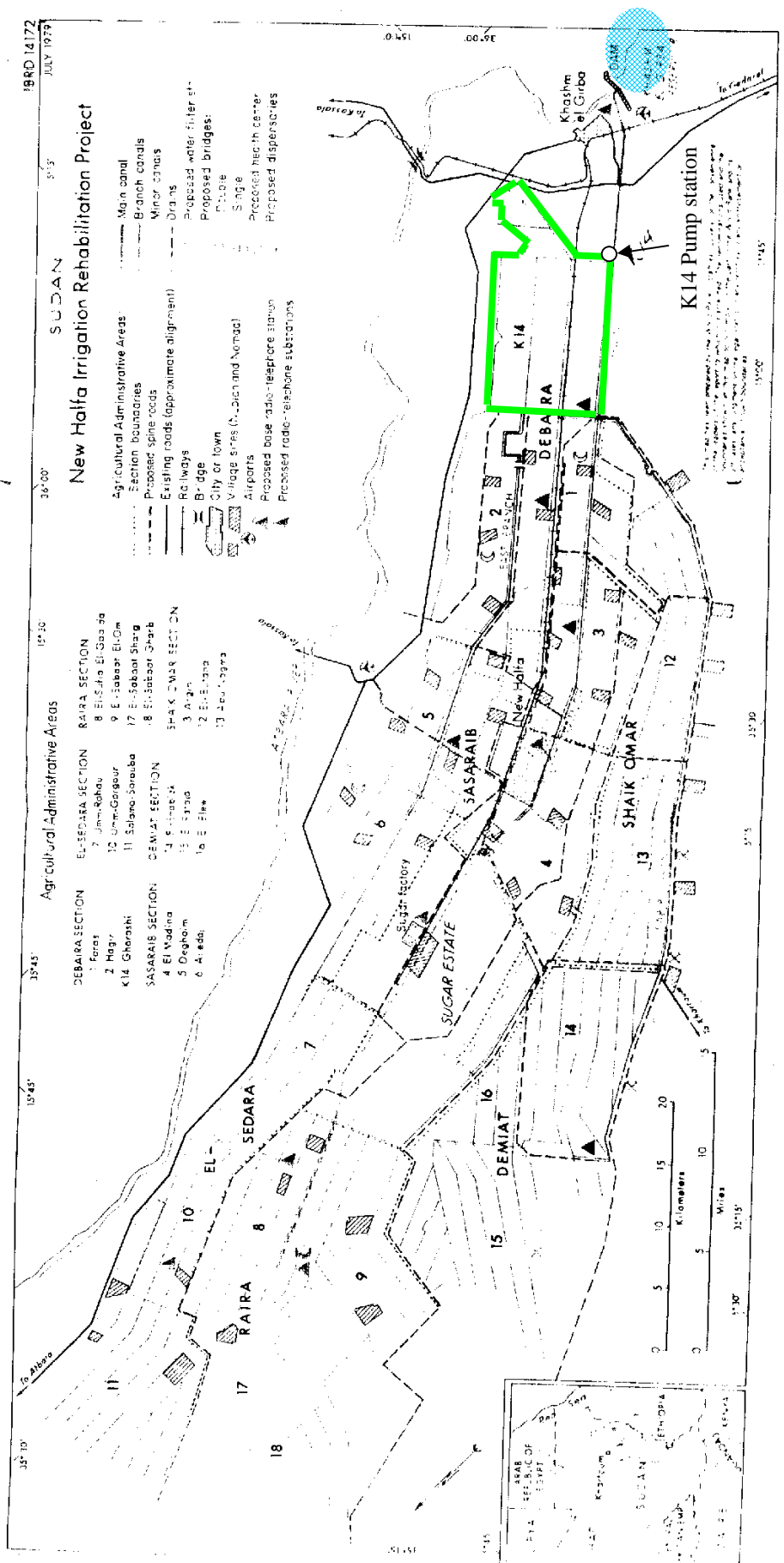


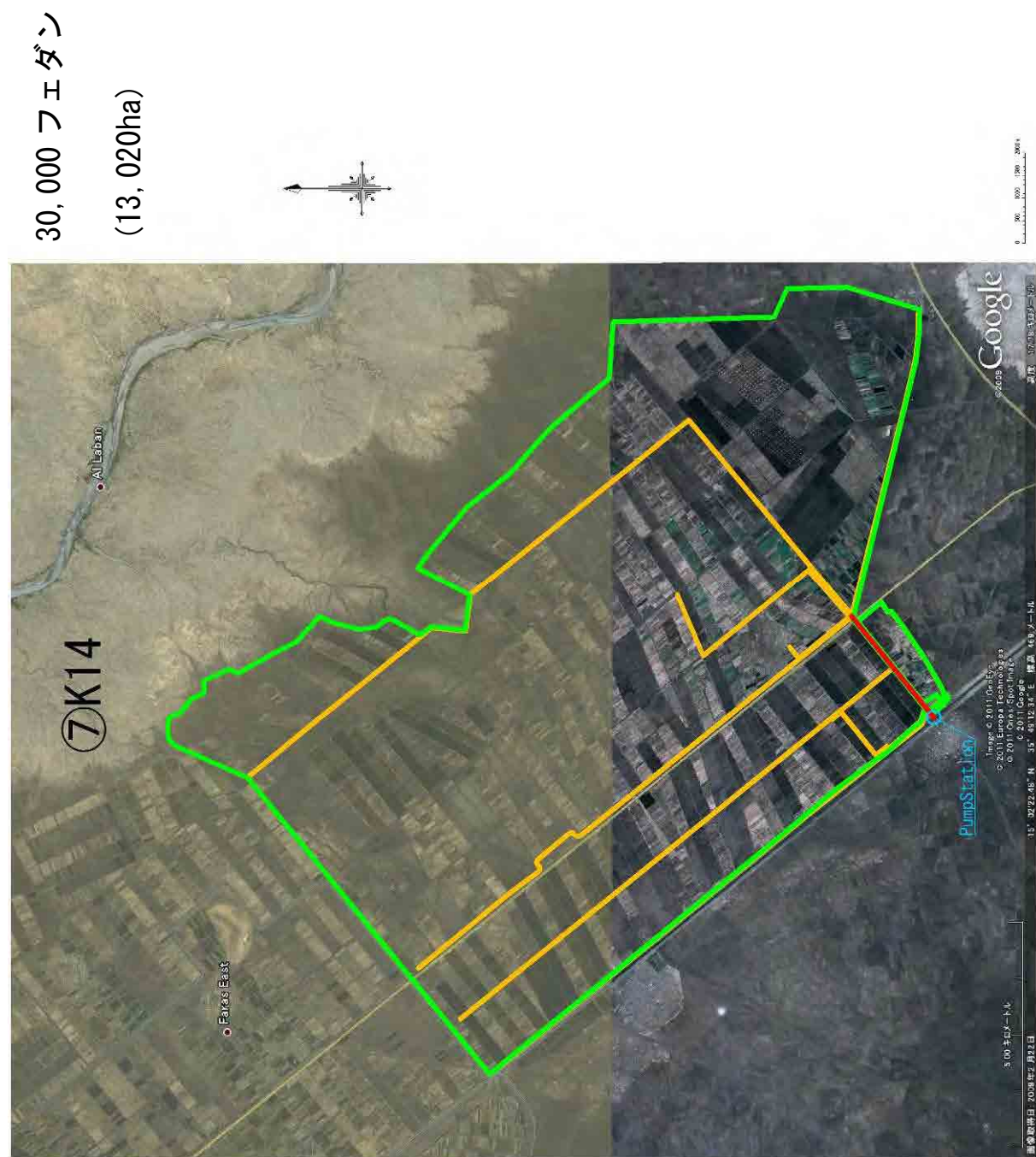
10,000 フェダン (4,200ha)

⑥エルシヤヒード



ニューハルファ灌漑スキーム





2-2-2-4 インベントリー調査およびベースライン調査結果

インベントリー調査結果の総括表を(表 2.14)に示す。また、農業、営農に関するベースライン調査結果の総括表を(表 2.15)に示す。

表 2.14 インベントリ調査結果総括表 (1/2)

スキーム		バウガ		カダバス		アリアブ	
A:スキーム一般情報							
	スキームの建設年	1917年		2000年		1942年	
1	スキーム計画時灌漑面積	4,500 (fd)	[1,890 (ha)]	4,800 (fd)	[2,016 (ha)]	5,250 (fd)	[2,205 (ha)]
	スキーム現況灌漑面積	"	"	1,100 (fd)	[462 (ha)]	"	"
	計画拡大灌漑面積 (調査結果)	1,500 (fd)	[630 (ha)]	0 (fd)	[0 (ha)]	2,500 (fd)	[1,050 (ha)]
2	当初設計灌漑水量 (m ³ /s)	5.00		2.00		5.00	
	現況灌漑水量 (m ³ /s)	4.00	2.50 ~ 4.0	約 0.8		4.0~3.0	
B:ポンプの運転と維持管理情報							
3	ポンプ場建設年	1917年	England	無し	当初フローティングポンプ。 2009年に流失。	下流半分 1942年(英国)	上流半分1972年(スーダン)
4	ポンプの駆動形式と 設置台数	エンジン式	4台	1台はstandby	無し	4台	2台:standby
		モーター式	無し		2台	無し	新品モーター式を2台設置予定
5	ポンプ定格送水能力 (m ³ /s)	5.00	1.5m ³ /s × 2台 + 1.0m ³ /s × 2台	0.74	0.37m ³ /s × 2台	4.50	1.0m ³ /s × 3台 + 1.5m ³ /s
7	ポンプの運転方法	計4台のポンプを3台ずつローテーション稼働		2台を常用		計4台のポンプを2台ずつローテーション稼働	
6	時間当たりポンプの運転時間	Max:24hr/d Min:15hr/d以下	AM0時から運転 Max時は冬期	Max:16hr/d Min:12hr/d		Max:19hr/d Min:17hr/d以下	AM0時から運転
8	ポンプの運転記録	有り		無し		有り	<ul style="list-style-type: none"> ・屋内No.3のGodwin (Eng)のポンプ+volvoのエンジンの1m³/s容量のポンプ2台はすでに廃棄されている。 ・屋内のポンプ1m³/s1台(2番)は、2009年12月以来運転されていない。 ・屋外設置の2台のポンプは運転されている。
7	ポンプの維持管理記録	無し		無し		無し	
9	ポンプの維持管理回数	故障時に対応	フィルターやエンジン点検	今冬期に3回	ベアリングやベルト交換	故障時に対応	
8	ポンプ修繕、点検費	記録無し		12,500SDG	年平均	記録無し	
10	ポンプの燃料または電気代	8,400		41,210SDG	2011年冬期	記録無し	
C:水路及びゲート施設情報							
11	水路の建設年	1917年		2002年		1942年	
12	ゲート施設の建設年	1917年		2002年		1942年	
13	ゲートの調達場所	スーダン国内	アバラの鉄工所	スーダン国内	アバラの鉄工所	スーダン国内	アバラの鉄工所
14	メイン水路の延長	13 km	1本	9 km	1本	11 km	1本
15	マイナー水路の延長	34 km	13本	18.4 km	5本	32 km	16本
16	ゲート施設の数	12箇所	(メイン水路には9箇所)	4箇所	(メイン水路には1箇所)	7箇所	(メイン水路に7箇所)
17	ゲート施設の維持管理回数	年2回	平均	故障時		年1回	
18	ゲートの操作回数や規則	ローテーション灌漑	3地区に分け、各地区を10日ずつで灌漑	一斉取水	1日に2回開閉操作実施	ローテーション灌漑	3地区に分け、上流から3,3,4日で灌漑
19	ゲートと水路の維持管理記録	無し		無し	維持管理実施の様子なし。	無し	
20	ゲートの維持管理費の財源	水利費		水利費		水利費	
21	水路の維持管理回数(浚渫)	年1回	洪水期後の12月~1月	年3回		年1回	洪水期後の12月~1月
22	水路の維持管理費(浚渫)	58,000SDG	業者、浚渫52,000+776,000	1,500SDG	業者契約	不明	
23	水路の維持管理費の財源	州MoAFIから予算配分(小麦増産Pro.による)		州MoAFIから予算配分(小麦増産Pro.による)		州MoAFIから予算配分(小麦増産Pro.による)	
D:環境社会配慮に関する情報							
24	近隣の野生動物保護区の有無	無し		有り	当該地区から西方90km	無し	
25	対象希少種の営巣の有無	無し		無し		無し	

表 2.14 インベントリ調査結果総括表 (2/2)

スキーム		キティアブ		サヤール		エルシャヒード		
A:スキーム一般情報								
スキームの建設年		1917年		1974年		2001年		
1	スキーム計画時灌漑面積	5,700 (fd)	[2,394 (ha)]	2,800 (fd)	[1,176 (ha)]	10,000 (fd)	[4,200 (ha)]	
	スキーム現況灌漑面積	"	"	2,800 (fd)	[1,176 (ha)]	1,250 (fd)	[525 (ha)]	
	計画拡大灌漑面積 (調査結果)	500 (fd)	[210 (ha)]	2,800 (fd)	[1,176 (ha)]	0 (fd)	[0 (ha)]	
2	当初設計灌漑水量 (m ³ /s)	5.00		3.00	当初6m ³ /sで計画したが、灌漑面積変更により3m ³ /sになった	6.00	メイン水路は2本あり、 メイン水路①:4m ³ /s メイン水路②:2m ³ /s	
	現況灌漑水量 (m ³ /s)	4.00		3.00		(2.00)		
B:ポンプの運転と維持管理情報								
3 ポンプ場建設年		1946年 (英国)		1974年 (スーダン)		1974年 (スーダン)		
4	ポンプの駆動形式と設置台数	エンジン式	5台	1台:フローティング、1台:standby	6台	1台:standby、2台:破損	6台	6台のうち過去2台のみ移動
		モーター式	無し	新品モーター式を2台設置予定	無し	新品モーター式を2台設置予定	無し	
5 ポンプ定格送水能力 (m ³ /s)		5.75	1.0m ³ /s × 3台 + 2.0m ³ /s + 0.75m ³ /s	4.00	1.0m ³ /s × (6-2)台: (2台破損)	6.00	1.0m ³ /s × 6台	
7 ポンプの運転方法		計4台の定置ポンプを3台ずつローテーション移動、フローティングは常用 (通常1.0m ³ /s × 3台=3.0m ³ /s)		4台を3台ずつローテーション移動		現状運転せず		
6 時間当たりポンプの運転時間		Max:24hr/d Min:15hr/d	AM4時から運転	Max:18hr/d Min:10hr/d	Max:1月, Min:11月 AM4時から運転	Max:14hr/d Min:10hr/d		
8 ポンプの運転記録		有り		有り		有り	運転期間2006年~2009年	
7 ポンプの維持管理記録		無し		無し		無し		
9 ポンプの維持管理回数		年1回	夏期のあと	冬期の初めに1回		故障時に対応	駆動部への油差し等	
8 ポンプ修繕、点検費		記録無し		記録無し		無し		
10 ポンプの燃料または電気代		1,330,000		287,000SDG	2010年時 (41,000gal × 7SDG/gal)	480,000		
C:水路及びゲート施設情報								
11 水路の建設年		1917年		1973年	1974年から灌漑開始	2001年	2006年から灌漑開始	
12 ゲート施設の建設年		1917年		1973年		2001年		
13 ゲートの調達場所		スーダン国内	7トバウの鉄工所	スーダン国内	ハルガムまたはシエンティ	スーダン国内	ハルガムまたはシエンティ	
14 メイン水路の延長		14 km	1本 (1km分はフローティングP)	8 km	1本	Canal①22km、Canal②9km (2本のメイン水路)		
15 マイナー水路の延長		20 km	14本	14 km	4本	N. A.	9本	
16 ゲート施設の数		25箇所	(メイン水路には5箇所)	13箇所	(メイン水路には2箇所)	5箇所	(メインに5箇所だが確認は3箇所)	
17 ゲート施設の維持管理回数		年1回		年1回	11月に実施	無し		
18 ゲートの操作回数や規則		ローテーション灌漑	3地区に分け、各地区を5日ずつで灌漑	ローテーション灌漑	原則2地区 (北、南) で北4日、南3日で実施。(北の大きなエリアは連続灌漑)	各シーズンに1回		
19 ゲートと水路の維持管理記録		無し		無し		無し		
20 ゲートの維持管理費の財源		水利費		水利費		無し		
21 水路の維持管理回数 (浚渫)		年1回	洪水期後の12月~1月	年1回	洪水期後の12月~1月?	無し		
22 水路の維持管理費 (浚渫)		206,000SDG	浚渫200,000+7,000	7,000SDG	MoAが一部補助する場合あり	無し		
23 水路の維持管理費の財源		州MoAFIから予算配分 (小麦増産Pro.による)		水利費とMoAFIの一部補助 (補助率不確定)		無し		
D:環境社会配慮に関する情報								
24 近隣の野生動物保護区の有無		無し		無し		無し		
25 対象希少種の営巣の有無		無し		無し		無し		

表 2.15 農業 & 農業組織 ベースライン調査 (1/2)

No.	スキーム	バウガ	カダバス	アリアブ
1	設立年	1917	2000	1942
2	総灌漑面積 (fed& ha): 要請面積	4,500(1,890)	4,800 (2,016)	5,250 (2,205)
	うち政府用地 (fed)	4,500	4,000	5,250
	私有地 (fed)	0	800	0
3	スキーム下の村落数	7	12	16
4	スキーム下の農家数	2,200 (小作)	500 in 1,100 fed.	1,500 (小作)
5	スキーム下の人口 (人)	about 30,000	about 7,000	22,000
6	平均世帯員数 (人/戸)	4	5-6	7
7	最小限必要な生計費 (SDG/戸/月)	700	500	2,100
8	平均農業経営規模 (fed/戸)	2.0	2.2	3.5
9	延べ作付面積 (fed)	5,230	1,100	5,753
	うち単年性作物 (fed)	1,610	1,100	4,050
	永年性作物 (fed)	3,620	0	1,703
10	2011年現在の灌漑不可面積 (fed)	225 fed.	3,600 fed.	なし (100%灌漑)
11	単年性作物率	31%	100%	70%
12	永年性作物率	69%	0	30%
13	年休閑面積 (fed)	500	0	0
14	主要冬作物	小麦、ソラマメ	小麦、ソラマメ	小麦、ソラマメ
15	主要夏作物	ソルガム	ソルガム (2008)	ソルガム
16	主要果樹	デーツ(3,000fed)、 柑橘類、マンゴ	なし	マンゴ、デーツ、柑橘類、 アルファルファ
17	主要作物の単収			
	小麦 (kg/fed)	1,000	800	1,000-1,200
	ソルガム (kg/fed)	800	800	800-900
	ソラマメ (kg/fed)	600	-	600-800
18	スキーム内で過去の小麦最高単収 (kg/fed)	1,500	11,000	2,800
19	推定総作物粗生産額 (SDG)	18,435,850	1,936,000	35,487,313
20	推定作物粗生産額 (SDG/fed)	3,525	1,760	6,168
21	役員会メンバー数 (人)	1 (10)	1 (5)	1 (11)
22	スキーム職員数 (人)	40	8	37
23	Farmer' s Union数 (メンバー数)	1 (14)	1 (9)	1 (30)
24	灌漑・農業委員会 (人)	1 (5)	1 (3)	1 (4)
25	財務委員会 (人)	1 (4)	なし	1 (4)
26	調達委員会 (人)	なし	なし	1 (3)
27	行政委員会 (人)	1 (3)	なし	なし
28	土地配分委員会	なし	なし	なし
29	スキーム内の水利組合数	なし	なし	なし
30	ポンプオペレーター数 (人)	12	3	9
31	Canal & farm guards数 (人)	12	4	7
32	会計担当者 (人)	2	1	2
33	スキーム内農業普及員数 (人)	0	0	2
34	水利費 (SDG/fed.)	Fruits(460), Wheat(250), Sorghum(250), Alfalfa(500), Broad bean(250), Onion(250)	42% of crop profit be paid to the scheme	Wheat(175), Broad bean(175), Sorghum(150), Onion(300), Veget.(250), Henna(300), Dates(300), Citrus(450), Alfalfa(350)
35	徴収水利費総額 (2010年, SDG)	695,300	20,000	1,523,500
36	水利費徴収率 (%)	40% (08)-90%	about 10%	100% (2010)
37	年間O&M費 (SDG)	993,291	200,000	1,553,500
38	年間ポンプ運転燃料費 (SDG)	8,400	None (electirc pumps)	NA
39	2011年5月現在の負債額 (SDG)	250,000	72,000	980,000
40	農家による水路管理	Abu Ashreen & Abu Shitta を年2回	Abu Ashreen & Abu Shittaを 4回/シーズン	Abu Ashreen & Abu Shittaを 年1回
41	Youth Union数	各村に1つ	各村に1つ	各村に1つ
42	Women Union数	各村に1つ	各村に1つ	各村に1つ
43	Cooperative society数	なし	なし	なし
44	スキーム規約の有無		共通の規約がある	

表 2.15 農業 & 農業組織 ベースライン調査 (2/2)

No.	スキーム	キティアブ	サヤール	エルシャヒード
1	設立年	1917	1974	2001
2	総灌漑面積 (fed& ha): 要請面積	5,700 (2,394)	2,800 (1,176)	10,000 (4,200), of which 8,500 fed. was distributed
	うち政府用地 (fed)	5700	2,800	10,000
	私有地 (fed)	0	0	0
3	スキーム下の村落数	9	13	29
4	スキーム下の農家数	3,000(小作)	452(小作)	2,833 in 8,500 fed.
5	スキーム下の人口 (人)	about 21,000	40,000	NA
6	平均世帯員数(人/戸)	7	7	6
7	最小限必要な生計費(SDG/戸/月)	700~800	1500	600
8	平均農業経営規模 (fed/戸)	1.9	2.0	3.0
9	延べ作付面積 (fed)	4520	2,377	1,110
	うち単年性作物 (fed)	1970	2,160	1,110
	永年性作物 (fed)	2550	217	0
10	2011年現在の非灌漑面積 (fed)	200 fed.	なし(100%灌漑)	8,890 fed.
11	単年性作物率	44%	91%	100%
12	永年性作物率	56%	9%	0%
13	年休閑面積 (fed)	400	0	0
14	主要冬作物	小麦、ソラマメ、玉ネギ	玉ネギ、小麦、ソラマメ、スパイス	小麦
15	主要夏作物	ソルガム	ソルガム(飼料)	-
16	主要果樹	柑橘類(2,328fed.), デーツ	マンゴ、アルファルファ	-
17	主要作物の単収			
	小麦 (kg/fed)	800	600~1,000	100
	ソルガム (kg/fed)	900~1,500	-	-
	ソラマメ (kg/fed)	900~1,500	1,000~1,400	-
18	スキーム内で過去の小麦最高単収 (kg/fed)	1,400	1,600	-
19	推定総作物粗生産額 (SDG)	23309000	6,083,900	111,000
20	推定作物粗生産額 (SDG/fed)	5,157	2,559	100
21	役員会メンバー数 (人)	1 (11)	1 (11)	Nil
22	スキーム職員数 (人)	48	24	7
23	Farmer's Union数 (メンバー数)	1 (40)	1 (4)	Nil
24	灌漑・農業委員会 (人)	なし	なし	なし
25	財務委員会 (人)	なし	1 (4)	Nil
26	調達委員会 (人)	なし	1 (4)	Nil
27	行政委員会 (人)	なし	なし	なし
28	土地配分委員会	なし	1(4)	Nil
29	スキーム内の水利組合数	なし	なし	なし
30	ポンプオペレーター数 (人)	15	4	2
31	Canal & farm guards数 (人)	2	6	0
32	会計担当者(人)	2	1	0
33	スキーム内農業普及員数 (人)	1	0	0
34	水利費 (SDG/fed.)	Wheat(160), Sorghum(160), Onion(300), Veget.(300), Dates(700), Citrus(700), Alfalfa(700)	Wheat(180), Broad bean(180), Onion(300), Veget.(300), Alfalfa(300)	Wheat(150)
35	徴収水利費総額 (2010年, SDG)	1,530,000	680,000	未徴収
36	水利費徴収率 (%)	90% for last 3 yrs	60~65%	未徴収
37	年間O&M費 (SDG)	1,700,000	1,046,000	NA
38	年間ポンプ運転燃料費 (SDG)	1,330,000	287,000	NA
39	2011年5月現在の負債額 (SDG)	800,000	287,000	480,000
40	農家による水路管理	Abu Ashreen & Abu Shitta を年2回	Abu Ashreen & Abu Shitta を年3回	未管理
41	Youth Union数	各村に1つ	各村に1つ	各村に1つ
42	Women Union数	各村に1つ	各村に1つ	各村に1つ
43	Cooperative society数	なし	なし	なし
44	スキーム規約の有無		共通の規約がある	

2-2-3 農業の現状

2-2-3-1 各スキームにおける農業と水利組織

(1) バウガ灌漑スキーム

1) 農業

本スキームは7村をカバーしている。全農地は国有である。国から耕作権を付与された小作農家が平均2.0フェダン/戸の農地を経営している(入植時は5フェダン/戸配分)。3%は0.25フェダン/戸しか耕作していない。

本スキームは4,500フェダンのうち63%を永年性作物が占める。特にデーツは3,000フェダンで栽培される

このスキームの主産物である。この他に柑橘類、マンゴなどがある。

単収は小麦1,000kg/フェダン(これまでの最高単収は1,500kg/フェダン)、ソルガム800kg/フェダン、ソラマメ800kg/フェダンである。

1917年の設立から長い歴史があり、穀類より収益性が高い果樹が多く栽培される成熟したスキームである。果樹の水利費は他作物より高く設定されているので、水利費収入が増えることになり、組織運営上からみれば望ましい現象と考えられるが、一方で、果樹は単年性作物より必要水量が多く、用水量の増加及び水不足を招く面もある。事実、5%の面積で灌漑水が届いていないと推定される。

この地域では、4人/戸平均の農家で、食費のみで年8,400SDG/戸が必要と推定される(聞き取りによる)。作物は個々の農家が地方市場へ出荷・販売している。

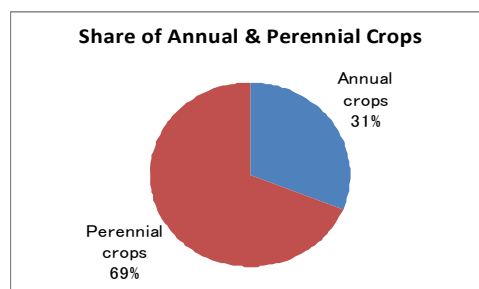
耕作・収穫はトラクター及びコンバインのレンタルが中心である。フェダン当たり推定粗生産額は3,525SDG/フェダンで、6スキーム中では3番目に高い。各農村にはYouth Union、Women Unionがそれぞれ1つ組織されている。

2) 水利組織と維持管理

水利組合はなく、スキーム委員会自体が水利組織である。スキーム組織は水利費で運営・維持管理されているが、年によって徴収率は40~90%と変動している。それは経営農地の零細化及び灌漑水が末端水路まで十分配水されないために単収が低くなり、年によっては水利費が払えない農家があるためである。警官を呼んで強制的に徴収するケースがあるとのことである。

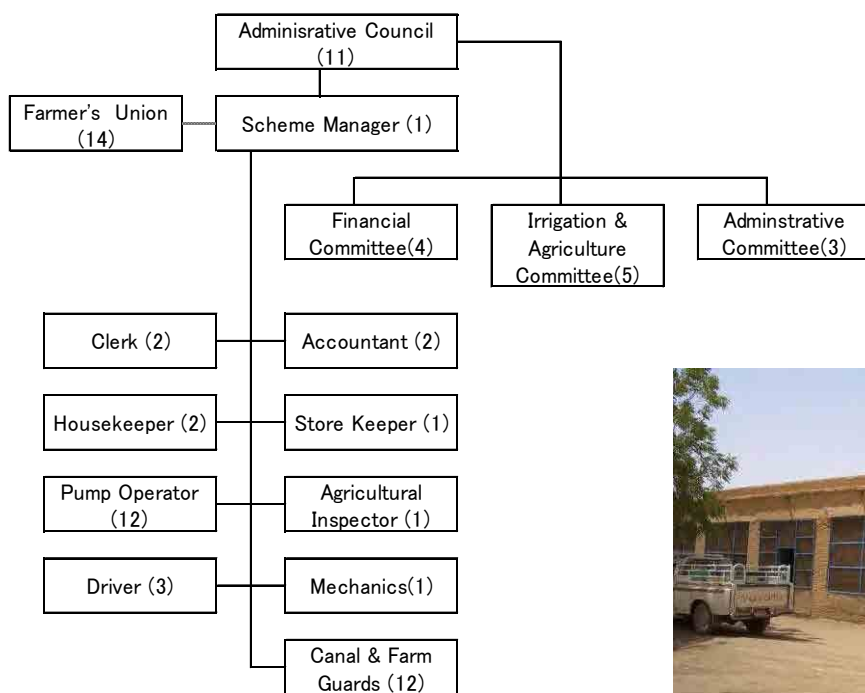
フェダン当たり水利費は作物により異なる。納入は作物の現物あるいは現金でもよい。年間のスキーム維持管理費は993,291SDGである。

スキームマネージャーが農家の要望を聞いてポンプの運転をオペレーターに指示する。地区を北、中部、南に分けて、各10日灌漑のローテーション方式がとられている。農家は末端水路(Abu-Ashreen canal 及び Abu-Shitta canal)を年2回清掃・管理している。12人のCanal & farm guardsへのゲート操作指示はスキームマネージャーが車で行う。



14人の農民代表からなる Farmer's Union は紛争解決や農業に関する政策の提言などスキームマネージャーをアシストする機能を持っている。Irrigation & Agriculture Committee は圃場レベルでの農業状況把握や水利費徴収促進などを行う委員会である。

組織に関する基本的な情報は手書きノートで保管されているが、維持管理状況を体系的に把握するには内容的に不十分である。250,000SDG の借金がある。



Organization of the Bauga Irrigation Scheme

(2) カダバス灌漑スキーム

1) 農業

灌漑面積 4,800 フェダンのうち 4,000 フェダンは政府用地、800 フェダンは私有農地である。政府の農地で耕作している農家は耕作権を持つ小作農家である。灌漑面積 4,800 フェダンのうち、作付面積は 1,100 フェダンに過ぎない。3,600 フェダンは灌漑できていない。このため個人でナイル川から揚水し、灌漑している面積が約 580 フェダンある。

年間を通して単年性作物（小麦など）しか栽培されていない。小麦は作付体系図に示すように冬作物である。2009 年以前には夏作のソルガムが栽培されていた。現在、果樹は栽培されていない。これは本スキームの設立が 2000 年で、灌漑農業の歴史が浅いことを示している。

1,100 フェダンの受益農家数は 500 戸で、平均的な経営規模は 2.2 フェダンである。平均的な農家世帯員数は 6 人/戸で、年間生計費は約 6,000SDG/戸である（聞き取り結果）。

単収は小麦 800kg/フェダン(これまでの最高単収は 1,100kg/フェダン)、ソルガム 800kg/フェダン



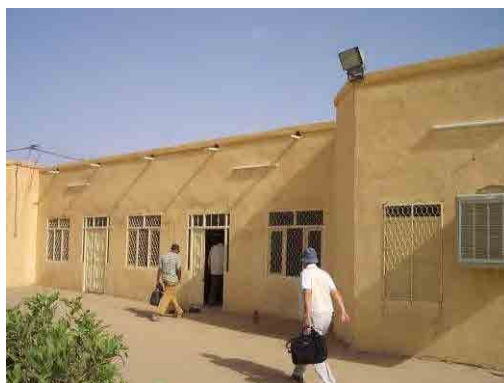
である。農作物の出荷・販売は個人で行われている。耕作・収穫はレンタルが中心で、トラクター及びコンバインが利用されている。

フェダン当たり推定粗生産額は 1,760SDG/フェダンで、6 スキーム中では 5 番目である。受益農家は概して Poor とのことである。各農村には Youth Union、Women Union がそれぞれ 1 つ組織されている。

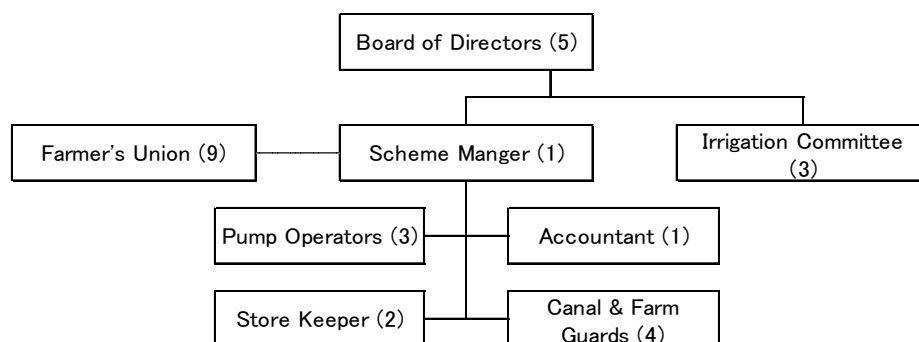
2) 水利組織と維持管理

水利組合はない。スキーム委員会が灌漑組織であり、ポンプ(電動)、ゲートの操作などを行っている。その財源は水利費であるが、現在の作付面積が 1,100 フェダンにとどまっているため徴収率は約 10% である。

本スキームでは、水利費はフェダン当たりではなく、農家は作物収益の 42% をスキームに納める方式であるが、払えない農家も多い。年間のスキーム維持管理費は 200,000SDG である。2010 年、2011 年に肥料や種子を農家に配布したため 72,000SDG の借金がある。



ゲート操作やポンプ操作の指示は、スキームマネージャーが携帯電話及び徒歩で連絡する。農家は末端水路 (Abu-Ashreen canal 及び Abu-Shitta canal) を管理する。維持管理、作付面積、水利費徴収などの基本的な情報整理が不十分である。



*: No extensionist is deployed in the scheme

Organization Chart of the Kadpas Scheme

(3) アリアブ灌漑スキーム

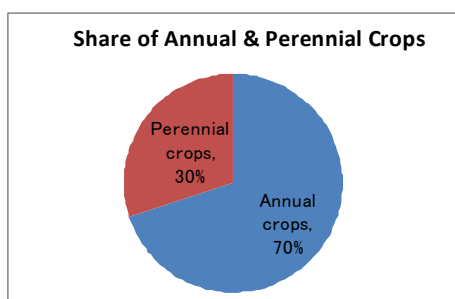
1) 農業

16 村をカバーする 1942 年設立のスキームである。農地はすべて国有であり、入植農家は契約により耕作権を国から付与された小作である。1,500 戸が入植しており、平均 3.5 フェダンの経営規模である。土地利用では、小麦、ソラマメなど単年性作物が 70%、マンゴ、デーツなど永年性作物が 30% である。

小麦の単収は 1,000~1,200kg/フェダン(これまでの最高単収は 2007 年の 2,800kg/フェダン)、ソルガムは 800~900kg/フェダン、ソラマメ 600~800kg/フェダンである。入植当初は単年性作物が中心であったが、現在は果樹など永年性作物が増加、これに伴い水需要量も増加してきている。

この地域における1農家当たりの年間生計費は25,200SDG/戸、うち飲食費のみでは14,400SDG/年が必要と推定される(聞き取り結果)。収穫作物は個々の農家が地方市場で販売しており、組織的な共同出荷は行われていない。

耕作・収穫はトラクター及びコンバインのレンタルによるのが中心である。フェダン当たり推定粗生産額は6,168SDG/フェダンで、6スキーム中で最も高い。各農村にはYouth Union、Women Unionがそれぞれ1つ組織されている。



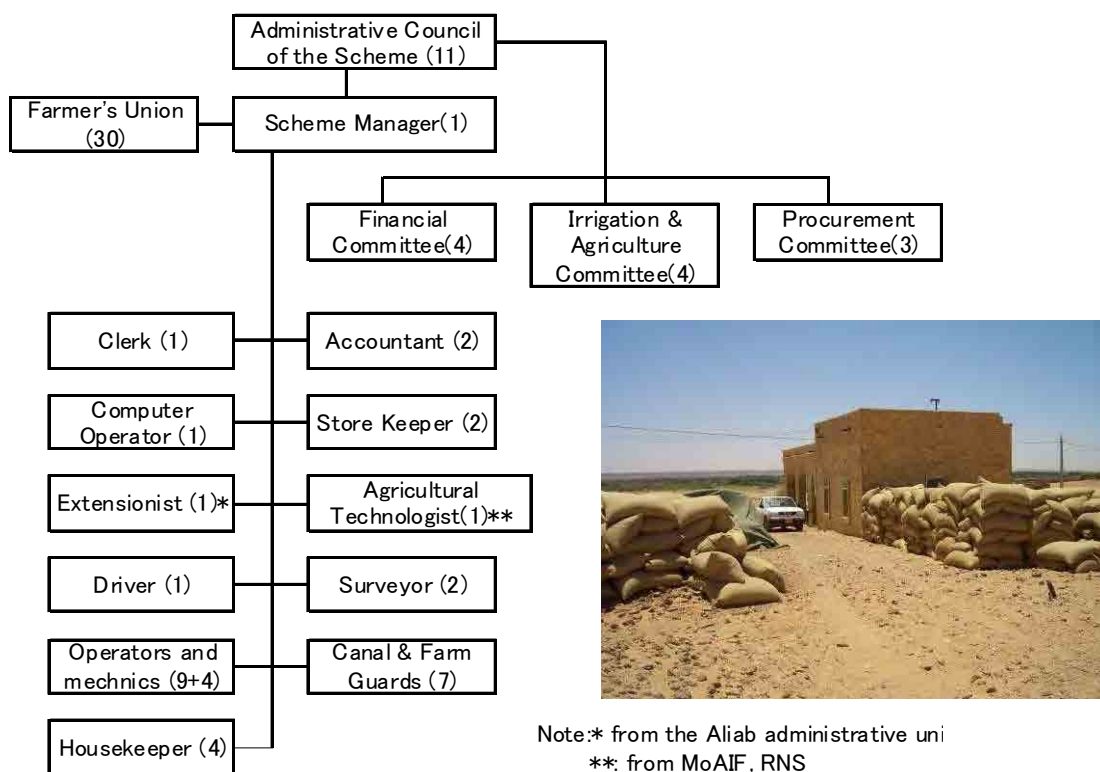
2) 水利組織と維持管理

スキーム職員の給料、施設の維持管理費用は受益農家から徴収する水利費で賄われている。フェダン当たり水利費は作物により異なる。過去に水利費徴収率が低い年があったが、2009年、2010年は100%の徴収率を達成している。また100%の灌漑面積を達成している。このため単収は安定している。年間のスキーム維持管理費は1,553,500SDGである。水利費納入は作物の現物あるいは現金で行われる。作物の場合はその年の作物相場で納入量が評価される。

Farmer's Unionのほか3つの委員会が組織され、圃場レベルの農業情報収集・伝達、水利費調達促進活動などが行われている。毎日2回(午前、午後)、スキームマネージャーとAgricultural Inspectorが車で巡回して、水位チェックし、canal & farm Guardsへゲートの操作など水管理の指示を行っている。

普及員は2名おり、うち1名はMoAIF, RNSから常駐している。1名はスキームの職員である。農家は末端水路(Abu Ashreen canal 及び Abu Shitta canal)を管理、年1回水路の清掃を行っている。水利費徴収などの記録は手書きノートで保管されている。また組織の詳細な維持管理状態を知るに必要な情報管理が不十分である。ピックアップ2台を所有している。水利費として現物で納められる小麦・ソルガムは事務所の屋外に野積み状態である。貯蔵する倉庫が2カ所あるが、うち1カ所は天井部分が壊れている。

980,000SDGの借金がある。燃料費に充てられた。



Organization of the Aliab Irrigation Scheme

(4) キティアブ灌漑スキーム

1) 農業

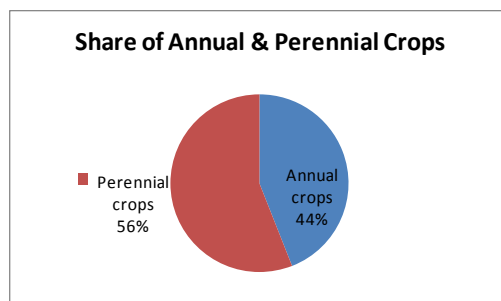
スキームは9村をカバーする。人口は非農家を含めて21,000人である。耕作権を付与された3,000戸の小作農家が入植している1917年設立の長い歴史があるスキームである。

永年性作物56%、単年性作物44%の土地利用である。なかでも柑橘類は2,328フェダンを占めるこのスキームの主作物である。果樹栽培中心農家と小麦などの単年性作物栽培農家に大きく分かれる。

入植時は各戸10フェダン配分されたが、現在3代目にあたり、相続のため経営規模が零細化してきて、現在1.9フェダン/戸である。

小麦の単収は800kg/フェダン(過去最高単収は1,400kg/フェダン)、ソラマメ900~1,500kg/フェダン、ソルガム900~1,500kg/フェダンなどと良好である。

MoAIF, RNSによれば本スキームの農家は裕福ではないが貧乏ではない、とのことである。その一因には果樹の存在があると考えられる。この地域における1農家当たり年間生計費は9,000SDG/戸/年が必要と推定される(聞き取り結果)。農家は有望作物として、柑橘類、マンゴ、デ



ーツをあげている。穀類、豆類は 2 番目の有望作物としている。これら果実類は農家及び仲買業者によりハルツームに運搬・販売される。穀類・豆類は地方市場で個別農家により販売される。賃耕ベースで、トラクター、収穫にはコンバインが使用されている。フェダン当たり推定粗生産額は 5,157SDG/フェダンで、6 スキーム中でアリアブに次ぐ高さである。

各農村には Youth Union、Women Union がそれぞれ 1 つ組織されている。

2) 水利組織と維持管理

本スキーム内に水利組合は存在しない。スキーム運営委員会自体が水利組織であり、灌漑施設の維持管理、水利費徴収を行っている。スキームマネージャーに政策を提案したり紛争解決を行う Farmer's Union が組織されているが、農業・灌漑委員会などは存在しない。

年間のスキーム維持管理費は 1,700,000SDG である。過去 3 年間の水利費徴収率は 90% である。地区の一部 (200 フェダン) に灌漑水が届いていないためと推定される。末端部分では私有ポンプで個人で灌漑している農家もあるとのことである。消費水量は 15 年前と比べて増加している。果樹など永年性作物(現在 56% を占める)が増加しているためである。

ゲート操作、ポンプ操作などの指示は、スキームマネージャーが車 (2 台所有) で回って指示している。農家は年 2 回末端水路の Abu-Ashreen canal 及び Abu-Shitta canal を清掃管理している。

組織運営に関する記録はノートに手書きで保管されているが、維持管理や作物収量等に関するデータ管理は適切ではなく、聞き取りに困難を生じる。MoAIF, RNS の普及員が 1 名配属されているが、スキーム専属の普及員はいない。このスキームでは下図に示すように Main canal から多くの Abu-Ashreen canal が分岐しており、水量の制御ができず灌漑水量の不足をきたしているとのことである。800,000SDG の借金がある。

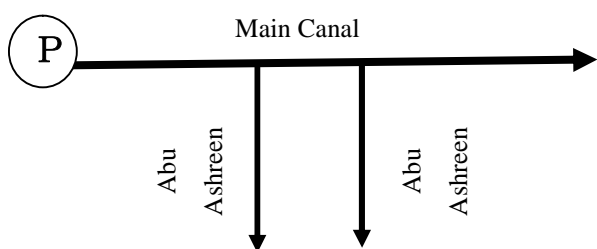
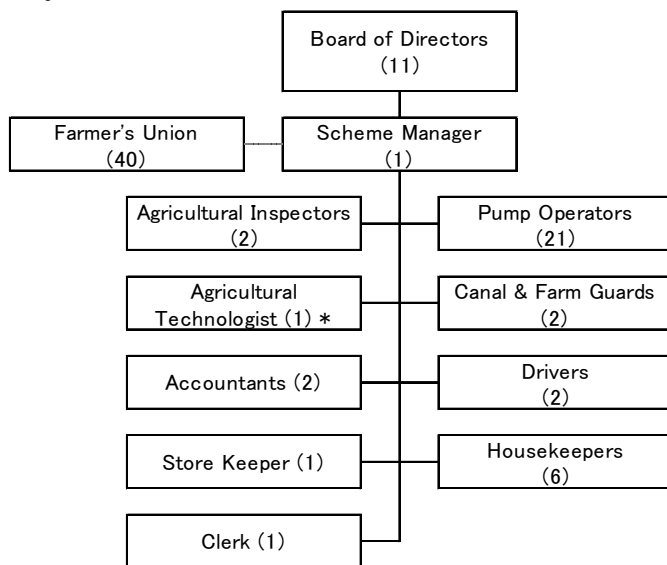


図 2.12 キティアブの水路系統



*:from State MOAIAR

Organization Chart of the Kitiab Scheme

(5) サヤール灌漑スキーム

1) 農業

本スキームは1974年に9,000フェダンで設立されたが、面積が大きく、また水路延長が非常に長いため、灌漑が適切に実施できなかったため、2000年に2,800フェダンと6,200フェダンに分割された経緯がある。

2,800フェダンのサヤール灌漑スキームは13村をカバーしているスキームであり、452戸の受益農家があり、耕作権を持つ小作農家である。入植当初は5フェダンを配分されたが、相続のため現在は2.0フェダン/戸が平均である。なお、土地なし世帯も多く存在する。

ソラマメ、タマネギ、小麦など単年性作物が91%占める土地利用形態である。特にタマネギは860フェダンで栽培され、作物中最大の面積を占める。永年性作物ではマンゴ、アルファルファが栽培されている。

マンゴは未成木が多い。アルファルファは果樹の下草である。夏作では飼料用のソルガムが栽培される。

本スキームの農家の年間生計費は18,000SDG/戸が必要とのことである（聞き取り結果）。作物単収は、小麦600~1,000kg/フェダン（過去最高単収は1,600kg/フェダン）、ソラマメ1,000~1,400kg/フェダンであり、土壌条件は比較的良好と見られる。農家はタマネギを最も有望な作物にあげており、ソラマメがこれに次ぐ。

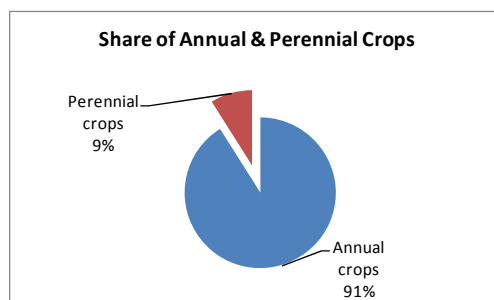
毎年8月頃、水路沿いの460フェダンで湛水（水路が3カ所で決壊するため）被害があるとのことであるが、現在MoAIF, RNSが洪水防御の堤防を建設中である。長い歴史があるスキームであるが、果樹が少ないのは、この湛水のリスクがあるからとのことである。フェダン当たり推定粗生産額は2,559SDG/フェダンで、6スキーム中では4番目である。

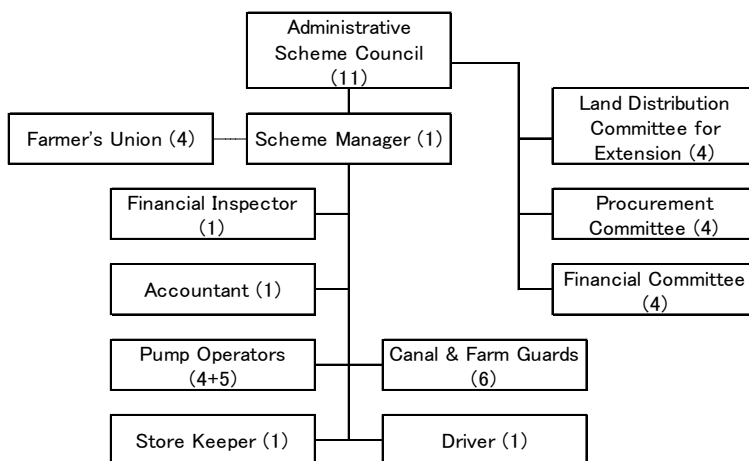
各農村にはYouth Union、Women Unionがそれぞれ1つ組織されている。拡張地区が1,500フェダンあるが、これは土地なし世帯のために用意されたものとのことである。

2) 水利組織と維持管理

水利組合は存在しない。スキーム委員会が水利組織であり、ポンプの運転・管理、水管理及び水利費徴収などを行っている。年間のスキーム維持管理費は1,046,000SDGである。財源は水利費であるが、年によって徴収率は変動し、60~65%である。その理由としてスキームマネージャーは、近年のタマネギ価格の低下と農地の零細化をあげている。

歳入不足を補うため借金があり、スキーム委員会は287,000SDGの負債を抱えている。Agriculture Inspectorが携帯電話あるいは口頭で直接ゲート操作員(Canal & farm guards)に指示し、水管理を行っている。農家は年2回末端水路のAbu-Ashreen canal及びAbu-Shitta canalを清掃管理している。





Note.No extensionist is deployed

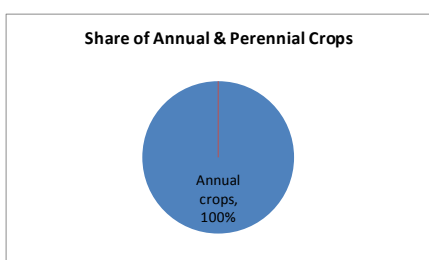
Organization Chart of the Sayal Scheme

(6) エルシャヒード灌漑スキーム

1) 農業

2001年に設立されたスキームであるが、現在でも灌漑面積は全体の約10%に過ぎない。水路設計の不備の他、肥沃度が低い土壌、周囲の砂漠化などの地区選定時の議論に立ち戻るとい背景がある。スキームは29村をカバーする。10,000フェダンのうちこれまでに8,500フェダンが2,833戸に配分された。入植者は砂漠化のために周辺の村から移動してきた農家で、MoAIF, RNSによると極めて貧困とのことである。このため「ス」国政府、NGO、UAE環境相などから3.0fed/戸が贈与される措置が取られている。

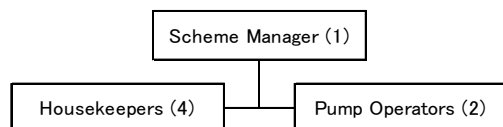
唯一栽培されている冬作物の小麦単収は6スキームのなかで最も低いレベルである。本スキームにおける農家の生計費は年間7,200SDG/年/戸と推定される。



2) 水利組織と維持管理

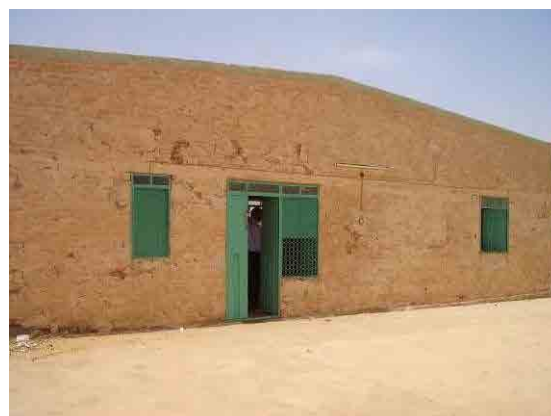
特筆すべきは、このスキームは他の5スキームと異なり、現在もMoAFL, RNSの職員が管理・運営し、彼らの給料は州政府から出ていることである。現在のポンプ・水路施設では灌漑サービスができないために、水利費も徴収できる状態にない。民間に管理を移管できる状態にもない。再開発のための投資が必要である。末端水路の管理もなされていない。ポンプ施設のリハビリを

超えた対策が必要と考えられる。スキーム委員会は種子・肥料を農家に配布したため 480,000SDG の負債がある。



Organization Chart of the Elshaheed Scheme

Note:all staff from State MOAFI
and get salary from the State MOAFI



(7) ニューハルファ K14 掛かり (カッサラ州)

1) 農業

K14 揚水機場は 31,000 フェダン (13,020ha) を灌漑し、22 村の 11,000 農家をカバーしている。受益人口は約 110,000 人である。これら農地は個人農家が国から耕作権を付与され、小作農家として耕作している。

ソルガム、綿花、小麦などのほかオクラ、トマト、ジャガイモなどの野菜類が栽培されている。作付体系図に見られるように、夏作、冬作が行われ、灌漑水が比較的安定的に供給されている点で、夏作が困難なリバーナイル州と異なっている。

本地区はエジプトのアスワンハイダム建設に伴う住民移転による入植地であり、オールドハルファからの入植者は 15 フェダン/戸、ヌビアからの入植者は 3~5 フェダン/戸を耕作している。果樹は栽培されていない。栽培計画は Board of Directors が需要と Food security を勘案して策定する。綿花の栽培費用は Sudan Cotton Company が負担し、利益の 50% を農家へ還元する。他の作物については、農家はスーダン農業銀行(ABS)からローンで営農資材を購入し、現金で返済する。融資のアレンジはニューハルファ農業公社が行う。

耕起作業は 250SDG/フェダンの賃耕で行われる。綿及びソルガムの収穫は人力で行われている。労賃は 15~25SDG/日/人である。綿花は Sudan Cotton Company に買い取られるがほかの作物の販売は農家が個人で地方市場へ出荷・販売している。

年間生計費は平均 10 人の世帯規模で最小 6,000SDG/戸/年、諸経費を入れると 12,000SDG/戸/年は必要との推定である（聞き取りによる）。

ARC 傘下のニューハルファ農業試験場がある。灌漑とは直接の関係がないが、Cooperative society が組織されている。しかし活動は活発ではないとのことである。

以下の図は K14 ポンプの運転記録である。2 台のポンプの合計日運転時間を示している。

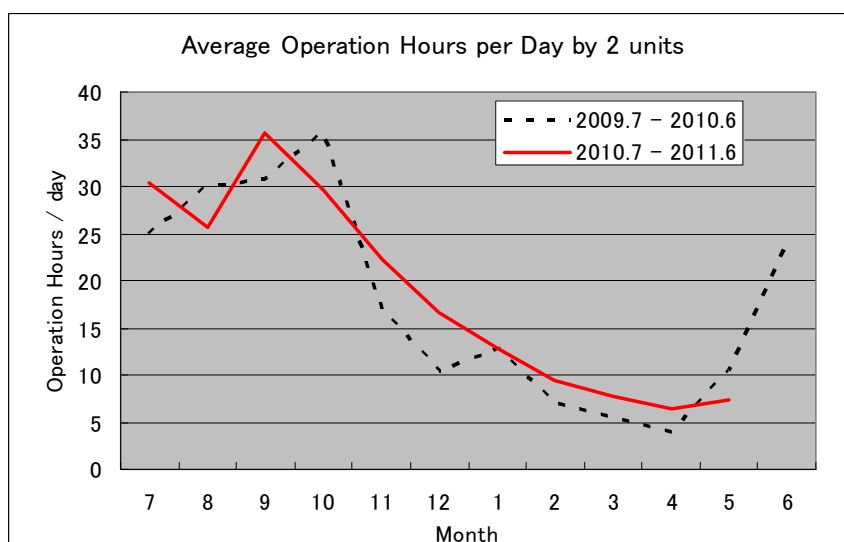


図 2.13 K14 ポンプの運転記録 (2 台のポンプの合計日運転時間)

2) 水利組織と維持管理

K14 の灌漑地区は、ニューハルファ農業公社 (NHAC) の管轄のもとに Agricultural Manager がトップに立って管理・運営されている。しかし、K14 ポンプ場およびその下流 3km の範囲の水路 (Major Canal) と分水ゲート施設 (Off-take Gate) は連邦灌漑水資源省 (旧) が直接管理・運営しており、それに関連するスタッフの人件費、ポンプの動力費および Major Canal 3km の浚渫費を負担している。NHAC の管理・運営費、Minor Canal の浚渫などの維持管理費の財源は水利費である。水利費は 250SDG/フェダン/年である。徴収率は毎年ほぼ 100% を達成している。ポンプ運転には年間 420,000SDG (月 35,000SDG) の維持費 (電気代) がかかっている。水利組合は組織されていない。(資料 6-2、図 A-6-2-3 及び A-6-2-4 参照)

農家は末端水路 (Abu-Ashreen canal 及び Abu-Shitta canal) を管理する。水配分は連邦灌漑水資源省 (旧) と NHAC が協議して決定する。圃場におけるゲート操作は 20 人の Minor Canal Guards が行う。農業普及は普及局が担当している。

ニューハルファ灌漑スキームには K14 掛かりも含め 19 の灌漑ブロックがある。灌漑ブロックごとに農業委員会が組織され、Section Supervisor をアシストし、公社とのパイプになっている。NHAC のもとに Farmer's Union (45 人) があり、行政的対応や紛争解決に当たっている。総会はセクション (6 つ) ごとに年一回開催されている。

国営事業であるが、約 12,000ha の広大な面積のため、きめ細かい水管理が難しいと推察される。

また、水利組織に関する基本的な情報の整理が行き届いていないことから、将来的には同じ国営灌漑スキームの Gezira スキームのように水利組合設立の検討が必要と思われる。さらに農業普及に関しては、11,000 戸の農家に対して普及局の 8 人体制 (1,375 戸/人) では十分な普及は困難と思

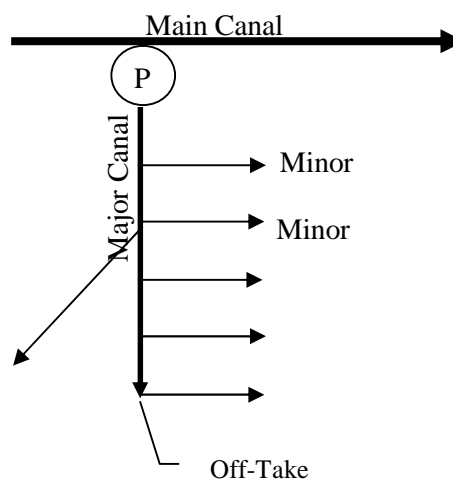
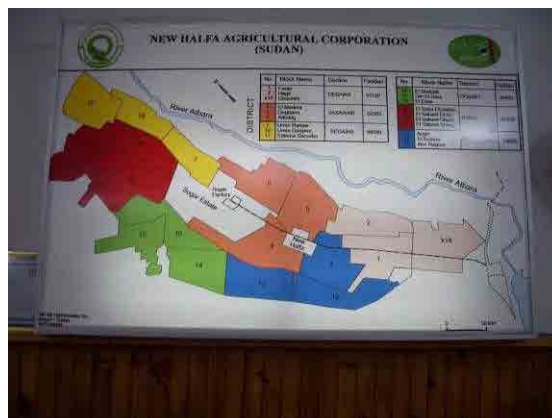


図 2.14 K14 掛かりの水路系統

われる。



2-2-3-2 営農状況

(1) 灌漑面積の変動

MoAIF, RNS から入手した関係 6 スキームの 1999/00~2007/08 の 9 年間の作付面積の変動状況をグラフにし、(図 2.15)に示した。この図から各スキームの作付面積は年によって大きく変動していることが分かる。この 9 年間の記録はないが、エルシャヒードでは小麦が 2008/09 年に 1,609 フェダン作付されている。灌漑面積の変動に伴って生産量も同じ傾向で変動していることが推定される。

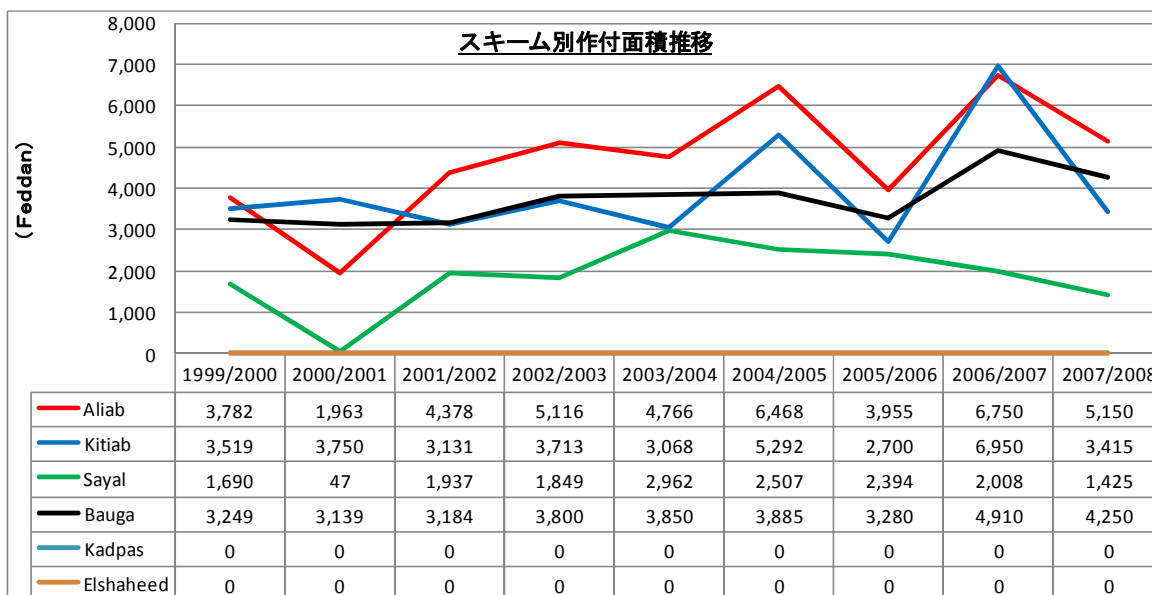


図 2.15 灌漑スキーム別作付け面積の推移

(2) 平均世帯数及び平均経営面積

スキームの農家は 4 人から 7 人の家族構成である。うち 2 人以上は農業に従事していると見られる。平均的な経営面積を以下に示す。

表 2.16 各スキームの平均世帯数および平均経営面積

	バウガ	カダバス	アリアブ	キティアブ	サヤール	エルシャヒト ^o
平均世帯員数(人)	4	5~6	7	7	7	6
典型的農地 (fed/戸)	2.0	2.2	3.5	1.9	2.0	3.0

(3) 土地所有形態

1970年の無登録土地法によってそれまでに登録されていない土地は政府の所有として登録された。現在、民間所有地以外の土地は次の3つのタイプに分類される。

- 1) 測量済みの政府所有地で、貸借契約による保有地 (registered leases)
- 2) 測量済みの政府所有地で、使用権(usufruct rights)が付与された土地として登録されている土地。
- 3) 伝統的使用権は付与されているが、測量及び登録はなされていない土地 (政府所有の土地と判断されるべき土地)

各スキームにおける土地所有形態は明らかではないが、入植者は国と農地の貸借契約を結び、耕作権を付与された小作農家であることから上記2)に分類されると思われる。耕作権は50年間有効で(場所によっては25年)、相続も可能である。

下表はリバーナイル州における土地所有形態別面積である。

表 2.17 ローカリティおよび所有形態別農地面積

Cultivable Areas by Holding Types and by Localities

(Unit: Acreage in feddan)

Locality	Governmental Schemes		Investment Projects		Companies & Native Schemes		Cooperative Societies		Private Schemes		Flood & Irrigation (fed)	Rainfed & Wadies (fed)	Total Acreage (fed)
	No.	Acreage (fed)	No.	Acreage (fed)	No.	Acreage (fed)	No.	Acreage (fed)	No.	Acreage (fed)			
Shendi	4	26,250	63	335,000	0	0	1	3,500	2,083	162,550	13,000	1,500,000	2,040,300
Metama	4	17,629	1	50,000	0	0	0	0	1,699	36,403	25,000	850,000	979,032
Damer	6	114,075	12	68,297	9	108,008	12	3,182	21,470	1,237,853	276,000	116,000	1,923,415
Atbara	3	20,650	1	20,000	0	0	1	0	0	0	20,213	20,034	80,897
Berber	3	31,000	3	53,725	5	22,700	6	3,745	1,292	162,000	250,000	150,000	673,170
Abu Hamad	13	83,059	8	2,121,696	0	0	0	0	12	116,840	0	0	2,321,595
Total	33	292,663	88	2,648,718	14	130,708	20	10,427	26,556	1,715,646	584,213	2,636,034	8,018,409

Source: Basic Information on Agriculture in the River Nile State 2010, River Nile State

統計的に把握できないが、各スキームには土地なし世帯もかなり存在するとみられる。

(4) 栽培作物

作物構成はスキームによって特徴が表れる。設立後長い歴史があるスキームでは果樹が多く作付されている傾向がある。果実は単価が穀類より良いので広がる傾向にある。サヤールは1974年設立であるが永年性作物が9%にとどまっている。サヤールにも果樹(マンゴ)はあるが未成木で、タマネギを主産物としている。2000年以降設立のスキームでは単年性作物のみ栽培されている。これは灌漑施設及び体制がまだ十分整っていないためと推察される。

表 2.18 作物構成

	バウガ	カダバス	アリアブ	キティアブ	サヤール	エルシャヒード
単年性作物 (%)	37	100	62	44	91	100
永年性作物 (%)	63	0	38	56	9	0

(5) 植付方法

冬作の小麦は確認できていないが、夏作飼料向けのソルガム、タマネギ、牧草のアルファルファなどは散播 (broadcasting) 形式で植え付けられている。デーツや柑橘類の果樹は一定の間隔を保って植栽されている。乾燥防止・雑草抑制のためのマルチング(敷きワラ処理)は行われていない。

(6) 灌漑方法

灌漑水は Abu-Shitta canal(末端水路)からプロット (plot) へ導水される。タマネギなど畑作物の場合プロットは最小数メートル区画で、周辺が約 20cm 高さ、幅約 20cm の畝で囲われ、水盤灌漑が行われている。果樹の場合も基本的に水盤灌漑である。果樹の下にはアルファルファが栽培されていることが多い。



タマネギ畑の灌漑状況



デーツ及びアルファルファへの灌漑状況

(7) 単収 (kg/フェダン)及び栽培技術

作物単収はスキームによってバラツキが見られる。極端に低いのは 2001 年設立のエルシャヒードで、10,000 フェダンのうち 1,110 フェダンしか灌漑されていない。「ス」国における小麦の平均単収は 830kg/フェダン程度であるからエルシャヒードを除いてほぼ国レベルの単収である。しかし (13) 項に示す高収量とは開きがあり、まだ単収増加の余地があることがうかがえる。

表 2.19 作物単収

(kg/フェダン)

	バウガ	カダバス	アリアブ	キティアブ	サヤール	エルシャヒード
小麦	1,000	800	1,000-1,200	800	600-1,000	100
ソラマメ	600	-	600-800	900-1,500	1,000-1,400	-
ソルガム	800	800	800-900	900-1,500	-	-

スキームマネージャーへのインタビューから、入植農家の栽培技術はいまだに伝統技術に依存していることが推察される。このことは単収増加の余地はあるが、灌漑施設整備とともに農家への改良技術普及の必要性を示唆していると考えられる。

(8) 耕起・収穫作業

牛耕は一部で行われているが、耕起は賃耕により行われるのが主流である。トラクターを所有する農家が請負い、トラクター+プラウにより行われる。収穫は作物により異なりコンバインあるいはタマネギなどは人力で行われる。

(9) 流通

小麦、ソルガム、野菜類、豆類は個々の農家により地方市場へ出荷・販売されるのが支配的である。一方、果実は仲買人を通じてハルツームへ流通する。州レベルの流通経路の状況を下表に示す。

表 2.20 州レベルの流通経路の状況 (単位：農家数)

	Direct	Middleman	Agent	Others	Total
小麦	6,743	192	340	548	7,823
ソラマメ	11,780	527	1,168	591	14,066
ソルガム	11,877	166	190	807	13,041

出典：Agricultural Census Results Feb. 2008, River Nile State

(10) 農業普及員配置

スキーム内に普及員を配置しているのはアリアブのみである。MoAIF, RNS の普及体制も十分ではない。きめ細かな普及を行い、生産性向上を図るためにはスキームの予算の範囲でできるだけ独自に普及員を配置するのが望まれる。

(11) 家畜

表 2.21 州の家畜頭数および飼養農家数

Locality	Administrative unit	No. of Livestock (head)				No. of FHH raising livestock (No.)				No. of Livestock per FHH (head)			
		Cattle	Camel	Sheep	Goats	Cattle	Camel	Sheep	Goats	Cattle	Camel	Sheep	Goats
Abu Hamad	1 Abu Hamad	1,152	281	33,791	13,450	443	101	2,564	2,688	2.6	2.8	13.2	5.0
	2 El Shirak	1,003	680	16,874	7,667	383	129	1,305	1,231	2.6	5.3	12.9	6.2
Berber	3 El Farog	3,147	1,077	15,948	7,536	1,289	366	2,082	1,871	2.4	2.9	7.7	4.0
	4 Berder	4,770	1,380	18,662	5,442	1,190	441	1,551	1,242	4.0	3.1	12.0	4.4
	5 Bawga	3,270	139	12,921	8,598	1,195	84	1,748	1,929	2.7	1.7	7.4	4.5
	6 Berber Town	913	236	2,762	1,798	249	84	429	427	3.7	2.8	6.4	4.2
Atbara	7 Sola	2,596	2,616	17,508	17,580	755	632	864	1,332	3.4	4.1	20.3	13.2
	8 Atbara North	2,481	1	1,465	1,303	430	2	158	176	5.8	0.5	9.3	7.4
Aldamar	9 Engaz	2,192	312	7,349	7,538	670	158	767	1,098	3.3	2.0	9.6	6.9
	10 Zadab	3,178	321	12,728	14,360	968	145	1,087	1,960	3.3	2.2	11.7	7.3
	11 Alatbarani	3,087	316	22,040	14,523	964	93	1,872	2,183	3.2	3.4	11.8	6.7
	12 Sidoom	3,444	5,489	38,718	35,420	1,025	1,007	3,217	4,267	3.4	5.5	12.0	8.3
	13 Ganab Aldamar	3,031	595	18,163	10,616	803	156	1,037	1,208	3.8	3.8	17.5	8.8
	14 Aldamar	2,849	57	3,326	2,993	556	12	252	363	5.1	4.8	13.2	8.2
Shandi	15 Veleage Shandi	9,049	695	27,612	24,966	2,895	185	1,693	2,437	3.1	3.8	16.3	10.2
	16 Veleage Kobashia	321	4	1,836	1,673	130	4	178	254	2.5	1.0	10.3	6.6
	17 Hagar Alassal	1,744	1,538	22,868	16,658	500	518	1,461	1,910	3.5	3.0	15.7	8.7
	18 Kobashia	4,874	347	15,543	8,258	1,014	84	782	992	4.8	4.1	19.9	8.3
Alamatama	19 Amatama	7,181	867	31,753	18,591	1,832	377	1,813	2,314	3.9	2.3	17.5	8.0
	20 Taiba	3,147	208	15,127	7,359	801	68	711	900	3.9	3.1	21.3	8.2
	21 Wad Hamid	4,720	1,571	17,167	15,918	1,404	596	1,698	2,302	3.4	2.6	10.1	6.9
Total		68,149	18,730	354,161	242,247	19,496	5,242	27,269	33,084	3.5	3.6	13.0	7.3

Source: Agricultural Census Results, February 2008, MOAARFI River Nile State

各スキームの受益地では羊・山羊が必ず見られる。羊肉は人々が最も好む食肉であり、需要が高い。羊・山羊は粗食で飼養可能であるため、農家所得補填の手段として1農家数頭飼養されて

いる。家畜飼料としてアルファルファ、飼料ソルガムが栽培され、地方市場でも販売されている。アルファルファ乾草はポートスーダンからサウジなどへ輸出もされている。州の家畜頭数及び飼養農家数を上表に示す。

(12) 推定農業粗生産額

各スキームの営農の内容はスキームにより異なることは前述したとおりである。作物構成によって粗生産額は影響されるとの予測のもとに、フェダンあたり粗生産額 (GPV:Gross Production Value)を推算した。その結果は次表のとおりである。アリアブが最も高く、エルシャヒードが最も低い結果となった。

表 2.22 フェダンあたり粗生産額 (GPV) (単位: SDG/フェダン)

	バウガ	カダバス	アリアブ	キティアブ	サヤール	エルシャヒード
GPV	3,525	1,760	6,168	5,157	2,559	100

(13) 農業生産性の向上と増産の可能性

リバーナイル州は年間降雨量が 54.6mm という寡雨、極乾燥地帯にある。従って作物栽培に灌漑は不可欠である。しかし、ポンプの老朽化、低効率、水路の堆砂や雑草繁茂、断面不足などのために末端水路まで灌漑水が適量給水されない、また給水されても量不足のために単収が低下し、水利費を払わない受益農家が存在する。このことは各スキームの水利費徴収率に現れている。

灌漑水が農家の要望通り適期に適量供給された場合、単収は少なくとも 20%~30%は増加し、小麦、ソルガムなど「ス」国の主食穀類をはじめ豆類、果樹の増産にも貢献することが期待できる。これは本事業による事業効果（定量的効果）ととらえることができる。単収の増加に伴い、農家収入も増加することが期待できる。その実現には農家の栽培技術の向上も必要である。現状は伝統的な栽培技術に依存しており、肥料の投入量、使用する種子、肥培管理、防除など改善すべき余地はあると推定される。生産性増加には灌漑水の安定供給と栽培技術の向上が必要である。

MoAIF, RNS の資料による主要作物の平均収量と高収量の実績を下記に示す。

表 2.23 主要作物の平均収量と高収量の実績

	Sorghum	Wheat	Broad bean	Onion	Orchard
高収量	16 sacks/fed	20 sacks/fed	10 sacks/fed	100 sacks/fed	2,000 SDG/fed
平均収量	12 sacks/fed	10 sacks/fed	8 sacks/fed	60 sacks/fed	1,200SDG/fed

出典: MoAIF, RNS

また、各スキームについては小麦の過去最高の単収と現況単収を比較し、単収増加の余地を示した。

表 2.24 小麦単収の比較 (単位: kg/フェダン)

	バウガ	カダバス	アリアブ	キティアブ	サヤール	エルシャヒード
平均単収	1,000	800	1,000~1,200	800	600~1,000	100
過去最高単収	1,500	1,100	2,800	1,400	1,600	100

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本協力対象事業は、新規ポンプ場、既設開水路改修及び、ポンプ設備更新を実施する。(表 2.25) に各工事の概要を示す。

表 2.25 各コンポーネントの工事概要

アリアブ	① 新規ポンプ場建設：1ヶ所 ・ $Q=3.58\text{m}^3/\text{hr}$ のポンプ場設置
	② 既設メイン開水路の改修：11.6km ・必要用水量に対応した水路断面改修
キティアブ	① 新規ポンプ場建設：1ヶ所 ・ $Q=3.93\text{m}^3/\text{hr}$ のポンプ設置
	② 既設メイン開水路の改修：13.8km ・必要用水量に対応した水路断面改修
ニューハルファ	① ポンプ施設の更新：3台 ・ $Q=9.91\text{m}^3/\text{hr}$ のポンプ設備の更新

本協力対象事業内容からは環境への大規模な負の影響は想定されない。しかし、望ましくない影響も一部で発生する可能性もあることから、本案件は「JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010年4月)」のカテゴリーBに分類されている。

2-2-4-2 環境社会配慮における懸案事項の確認

協力準備調査（その1）業務において懸案事項であったスーダン国でIUCNレッドリストに登録されている16種の哺乳類・鳥類・両生類・植物のうち、特に鳥類のSaker FalconとSociable Lapwingについて、各スキームでの生息状況をスキームマネージャー及びステークホルダーへ聞き取り調査を行った。

その結果、どちらの希少鳥類も対象スキーム内には営巣していないことを確認した。

以下にスーダン国の保護区の説明、保護区とスキームの位置関係及び希少種の写真を示す。

表 2.26 保護区の説明

Index to Protected Areas map

National Designations
Site number, Site name (P Proposed, U Unknown location), Area (ha)

Bird Sanctuary:

1. El Roseireis Dam ^P	70'000	5. Lake Abiad ^P	500'000	8. Lake Nubia ^P	
2. Jebel Aulia Dam ^P	100'000	6. Lake Keilak ^P	3'000	9. Sennar Dam ^P	
3. Jebel Bawzer Forest (Sunut Forest) ^P	1'234	7. Lake Kundi ^P	2'000		
4. Khashm El-Girba Dam ^P	10'000				

Game Reserve:

10. Abroch ^{P,U}	150'000	17. Ez Zeraf	970'000	24. Mongalla	
11. Ashana	90'000	18. Fanikang	48'000	25. Numatina	
12. Barizunga ^{P,U}	200'000	19. Jebel Gurgei Massif	10'000	26. Red Sea Hills	
13. Bhangai	17'000	20. Juba	20'000	27. Sabaloka	
14. Bire Kpatuos	500'000	21. Kidepo	120'000	28. Tokor	
15. Boro ^P	150'000	22. Mashra ^P	450'000	29. Wadi Howa ^P	
16. Cheikou	550'000	23. Mbarizunga	1'000		

Marine National Park:

30. Dongonab Bay	300'000				
31. Port Sudan	100'000				
32. Sanganeb	28'000				

National Park:

33. Badingo	1'850'000	37. Lantoto ^P	76'000	41. Southern	2'300'000
34. Boma	2'280'000	38. Nimule	41'000	42. Suakin Archipelago ^P	150'000
35. Dinder	1'000'000	39. Radom	1'250'000	43. Wadi Howa ^P	10'000'000
36. Jebel Hassan ^P	1'000'000	40. Shambe	62'000		

Nature Conservation Area:

44. Imatong Mountains ^P	100'000	46. Jebel Marra massif ^P	150'000	48. Lake No ^P	100'000
45. Jebel Elba ^P	480'000	47. Lake Ambad ^P	150'000		

Wildlife Sanctuary:

49. Erkawit Sinkat	12'000				
50. Erkawit	82'000				
51. Khartoum	1'500				

International Conventions and Programmes
Site number, Site name, Area (ha)

Wetlands of International Importance (Ramsar):

52. Dinder National Park	1'000'000				
53. Dongonab Bay-Marsa Waia ^P	280'000				
54. Jebel Bawzer Forest (Sunut Forest) ^P	1'234				
55. Suakin-Gulf of Agil ^P	1'125'000				
56. Sudd	5'700'000				

World Heritage Convention:

57. Gebel Barkal and the Sites of the Napatan Region					
--	--	--	--	--	--

UNESCO-MAB Biosphere Reserve:

58. Dinder National Park	1'000'000				
59. Radom National Park	1'250'000				

Common name	Scientific name	Red List category
Mammals		
Aldas*	<i>Aldas maculatus</i>	CR A2c-d
African ass	<i>Equus africanus</i>	CR A1b
Dama gazelle	<i>Gazella dama</i>	CR A2c-d
Nubian ibex	<i>Capra nubiana</i>	EN C2a
Gasy's zebra*	<i>Equus gweyi</i>	EN A1a+2c
Rhim gazelle	<i>Gazella leptoceros</i>	EN C1+2a
African wild dog	<i>Lycaon pictus</i>	EN C2b0
Chimpanzee	<i>Pan troglodytes</i>	EN A3cd
Birds		
Northern bald ibis	<i>Geronticus eremita</i>	CR C2a0
Socable lapwing	<i>Varellus gruganus</i>	CR A3bc
Bassm reed warbler	<i>Acemophalus griseolis</i>	EN A2bc+3bc
Saker falcon	<i>Bubo chimaera</i>	EN A2bcd+3b
Spotted ground thrush	<i>Zosterornis guttata</i>	EN C2a0
Raptors		
Hawbill hawk	<i>Buteo bueo indicata</i>	CR A1bd
Green hawk	<i>Chelonia nodosa</i>	EN A2bd
Plants		
Medema ugum	<i>Medema ugum</i>	CR B1+2c
Nubian dragon tree	<i>Dracaena ombet</i>	EN A1cd

CR = critically endangered; EN = endangered; * questionable occurrence in Sudan

Map reference	Protected area (* proposed)	Type (* proposed)	Km ²	Habitat(s)	Key species
Marine protected areas					
30	Dongonab Bay	National park/Ramsar site/Important bird area	3'000	Marine/terrestrial	Dugong, marine turtles, white-eyed gull
32	Sanganeb	National park/Ramsar site	280	Marine	Coral, marine fish
42	Suakin Archipelago*	National park/Important bird area/Ramsar site*	500	Marine	Marine turtles, crested tern
	Erkawit Sinkat	National park*	2	Marine	Coral
	Abu Hishin Shabo Island	National park*	2	Marine	Coral
		National park*	4	Marine	Coral
Terrestrial protected areas					
39	Radom	National park/MAD reserve/Important bird area	~2'800	Savannah woodland	Buff-b. giant ostrich, local d. hartbeest
35	Dinder	National park/MAD reserve/Ramsar site/Important bird area	~0'000	Savannah woodlands and flooded grasslands (maysa)	Red-c. ox, orbi. buffalo, och. antelope, red-fronted gazelle
36					
39	Jebel Hassan*	National park	~0'000	Semi-desert	
43	Wadi Howa*	National park	~00'000	Desert	
43	Jebel Gurgei Massif*	Game reserve	00		
26	Palaeo	Game reserve	3'500		
26	Red Sea Hills	Game reserve	~50	Semi-desert	
27	Sabaloka	Game reserve	~1'60	Semi-desert	
28	Tokor	Game reserve	6'300	Semi-desert	
49	Erkawit Sinkat	Wildlife sanctuary	~23	Semi-desert	
50	Erkawit	Wildlife sanctuary	820	Semi-desert	
3	Jebel Bawzer (Sunut) forest	Bird sanctuary/Ramsar site*	~3	Semi-desert	
8	Lake Nubia	Bird sanctuary	~03	Freshwater lake	Faraoh egret, crowned heron, grebe
2	Jebel Aulia Dam*	Bird sanctuary	~1'000	Freshwater lake	
7	Lake Keilak*	Bird sanctuary	20	Freshwater lake	
6	Lake Keilak*	Bird sanctuary	30	Freshwater lake	
7	Khashm El-Girba Dam*	Bird sanctuary	~03	Freshwater lake	
4	Khashm El-Girba Dam*	Bird sanctuary	~03	Freshwater lake	
9	Sennar Dam*	Bird sanctuary	80	Freshwater lake	
45	Jebel Elba*	Nature conservation area	4'500		
46	Jebel Marra Massif*	Nature conservation area/Important bird area	~1'500	Savannah grassland and woodland	Oriental kudu, red-fronted gazelle
5	Lake Abiad	Bird sanctuary	5'000	Freshwater lake	Red-c. egret, roseate spoonbill

Source: <http://www.unep.org/sudan/>

Figure Relation between Protected areas and scheme

Source : <http://www.unep.org/sudan/>

SUDAN
POST-CONFLICT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Figure 11.2 Protected areas of Sudan

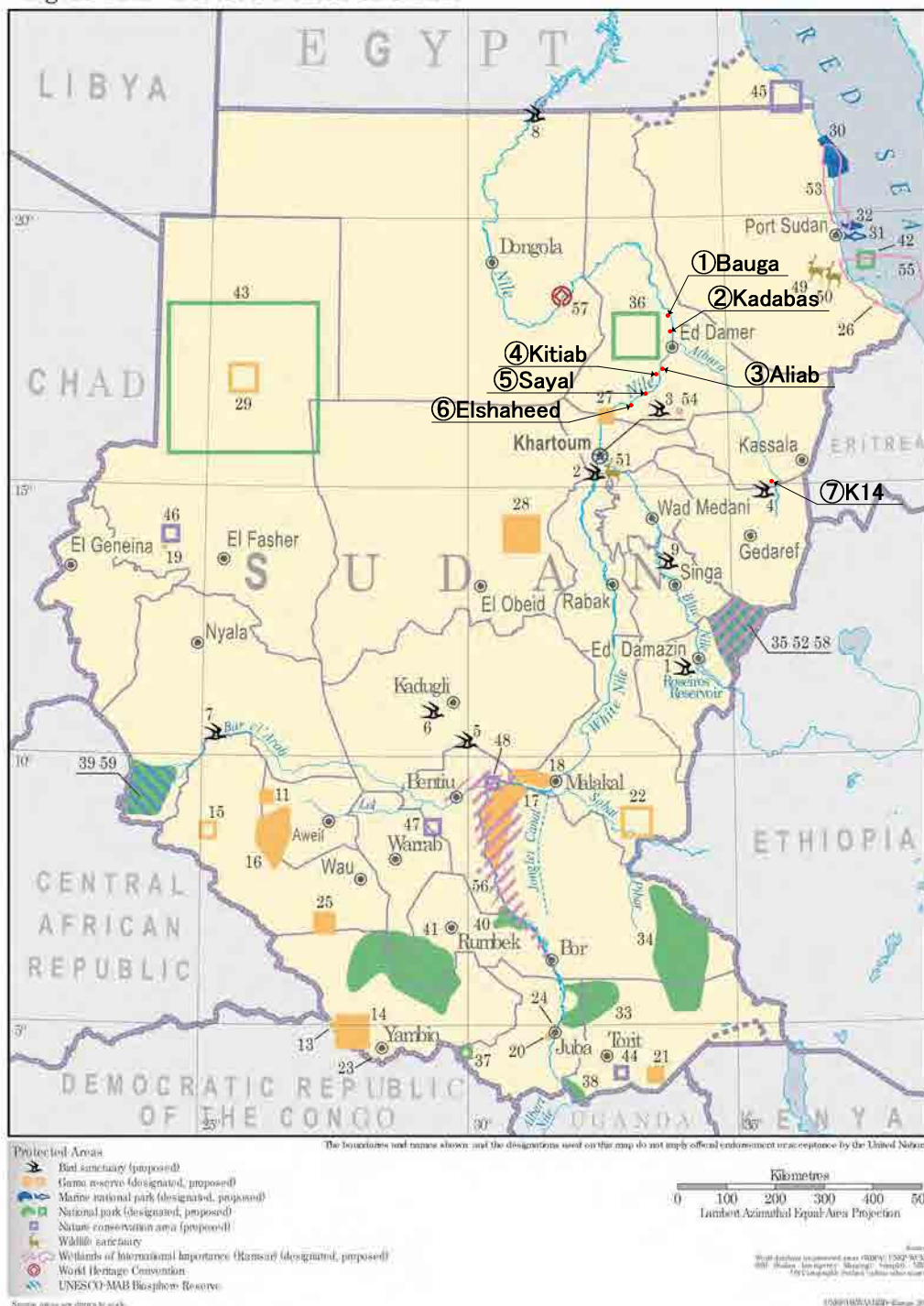
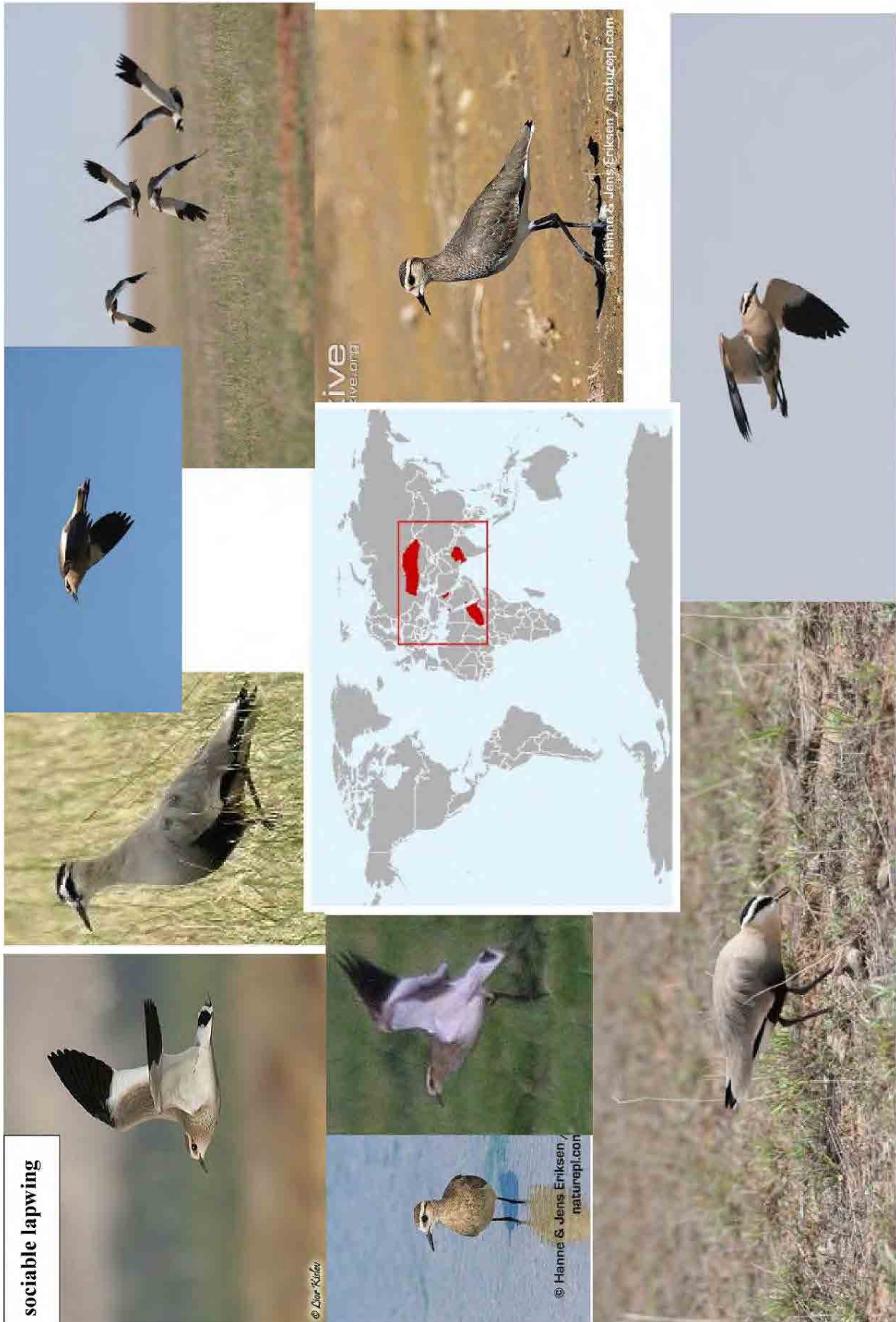


図 2.16 保護区とスキームの位置関係



saker falcon

saker falcon



sociable lapwing

sociable lapwing

2-2-4-3 環境社会配慮における「ス」国の法制度との整合

「ス」国における環境社会配慮制度については、環境・森林・自然開発省(MoEFPD: Ministry of Environment, Forestry and Physical Development)が管轄している。2001年に制定された環境保護法(Environment Protection Act 2001)に則り、開発プロジェクトの計画申請に際して、事業者はMoEFPDに対して環境影響評価(EIA)報告書提出が必要である。

本計画の対象は、ポンプ場の改修と既設水路の改修である。本計画の内容をMoEFPDの次官との協議の結果、例外なくすべての開発プロジェクトはEIAの提出が必要であり、コミッティにより可否が下されることを確認した。また、EIA報告書は以下の5項目が必要である。

- (1) プロジェクトの概要説明
- (2) スコーピング
- (3) 上記の個々の評価に対しての影響緩和対策の作成
- (4) チェックリストとモニタリング計画
- (5) 各スキームのステークホルダーの事業実施に関する同意書

なお、スキーム毎にEIAの手続きをする必要はなく、実施するスキーム別のEIA検討書は不要であるとのことであった。

以下に環境森林自然開発省の組織図とEIAの実施の流れについて示す。

Ministry of Environment, Forestry and Physical Development

Organization Chart

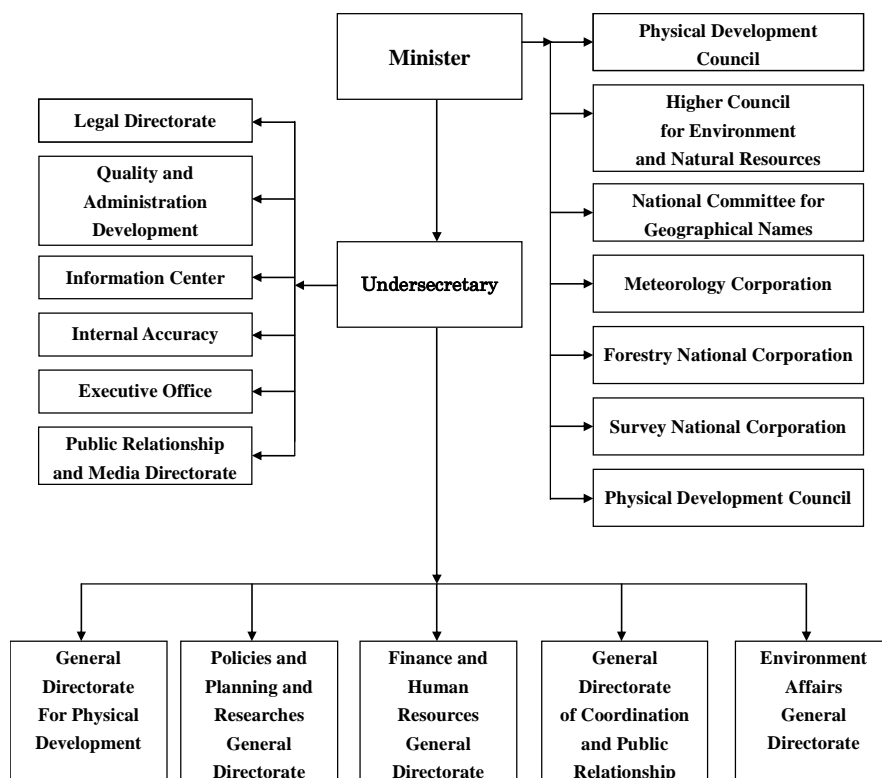


図 2.17 環境森林自然開発省の組織図

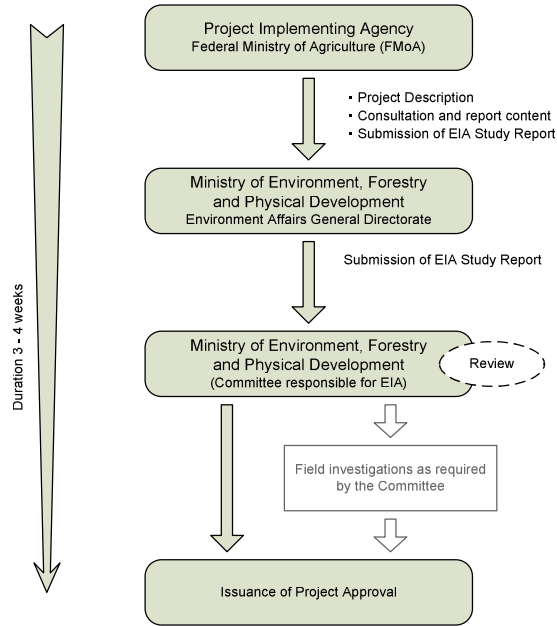


図 2.18 EIA の実施の流れ

2-2-4-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

本協力対象事業の代替案の検討として、A 案: 現行事業（ゼロオプション）、B 案: JICA による支援事業(リハビリテーション)、C 案: 新規農地開発（新天地開発など）について比較検討を行った結果、B 案（本計画）が妥当であるとの判断に至った。

表 2.27 代替案の検討

種類	内容	技術的・費用的難 度	土地利用	環境影響	社会影響	評価
A 案	現行事業 (ゼロオ プショ ン)	◎現状と同じ。	◎現状と 同じ。	×ポンプ施設の経 年劣化が更に進 み、施設が維持で きなくなり放棄 される。	×既存施設の経 年劣化が進行 し、送水能力の 低下をもたら し、農業が継続 できなくなる。	×
B 案	JICA に よる支援 事業	○適用される技術 の多くは確立さ れている。既存施 設の改修である ため、新設よりも 費用は安価であ る。	◎改修工 事である ため現状 とほぼ同 じ。	◎ポンプ施設更 新により、ディー ゼルエンジンか ら電化され CO ₂ の排出がなくな ることが期待で きる。	◎灌漑サービ スの質が向上し食 糧増産が期待で きる。大規模工 事により、雇用 が生まれる。	◎
C 案	新規農地 開発事業	×新規農地にかか る調査・設計・建 設が必要。	△新規ポ ンプ場、 排水路の 建設が必 要。	△新規農地開発 の必要性より、地 域環境に与える 影響を評価する 必要がある。	◎同上	△

2-2-4-5 スコーピング

2010年9月の準備調査(その1)で実施された予備的スコーピングの結果を受け、本協力対象事業に含まれる各コンポーネントが環境社会へ及ぼす影響について具体的な検討とスコーピングのアップデートを行った。本協力対象事業の実施により想定される環境社会への影響を(表2.28～表2.30)に示す。工事中の地域交通、廃棄物処理などが主として考えられるが、適切な緩和策の実施により、影響を軽減することが可能であり、環境社会に対して深刻な影響は生じない。表中の「評定」-「前回」は、「スーダン国北部食料生産基盤整備計画準備調査(その1)2010年9月」の評定を記載しているため表記に差異がある。

表2.28 プロジェクトによる社会環境への影響

番号	環境項目	評定			根拠
		前回 ※	工事中	供用時	
1	非自発的住民移転	D	D	D	本計画における工事内容は、ポンプ場、水路のレギュレーターの改修、水路の一部改修である。ポンプ場の改修については、既設ポンプ場に隣接した建設可能用地は国有地である。また、既設開水路のレギュレーター改修については、既存施設の更新・改修である。従って工事に伴う非自発的住民移転は発生しない。
2	雇用や生計手段等の地域経済	C	B+	A+	工事中: 工事による地域住民の雇用機会が創出されるため、地域経済に良い影響をもたらす可能性が期待できる。 供用時: 維持管理費が低減され、配水サービスの向上に伴う作物増産、農家の生計改善が期待できる。
3	土地利用や地域資源利用	C	D	D	上記1.の通り、本計画における工事は、既存施設内、公用地内で実施されるため、土地利用の変化および地域資源利用に対する影響は生じない。
4	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	D	A+	無償事業期間のソフトコンポーネント支援及び想定される今後の技術協力プロジェクトにより水利組織の強化が期待できる。
5	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	D	工事中: 資機材の搬入には地域の主要な道路を使用するため、工事期間中の地域交通に配慮する必要があるが、交通量自体は少ないため、影響は小さい。
6	貧困層・先住民族・少数民族	D	D	D	先住民族、少数民族は各スキーム内に存在しない。また、受益農家の生活レベルは特に貧困とは云えない。従って、本計画による影響は生じない。
7	被害と便益の偏在	B	D	D	灌漑施設のリハビリが主体であり、農地は整備しない。リハビリによる農業便益は受益農家全体に行き渡る。従って、本計画による被害と便益の偏在は生じない。
8	遺跡・文化財	D	D	D	遺跡や文化財は本改修工事箇所には存在しない。本計画が現地の文化に影響を及ぼすことはない。

※ スーダン国北部食料生産基盤整備計画準備調査(その1)2010年9月

番号	環境項目	評 定			根 拠
		前 回 ※	工 事 中	供 用 時	
9	地域内の利害 対立	C	D	D	スキーム毎に評議会等が設置されており、紛争は Farmer's Union 内で解決が図られている。また、スキーム内に地主と小作の構造は存在しているが、リハビリの便益は受益農家全体に裨益するため、利害対立は発生しない。
10	水使用・水利 権・入会権	B	D	D	新規の水使用・水利権の増加はないため、新たな枠組みは必要ない。
11	公衆衛生	D	B-	D	工事中: 他国の事例では、施工中の工事関係者等往来の増加に伴い悪化することも指摘されている。工事関係者の注意を喚起し、悪化防止に努める。
12	災害(リスク)、 HIV/AIDS の ような感染症	D	B-	D	工事中: 他国の事例では、施工中の工事関係者等往来の増加に伴い悪化することも指摘されている。工事関係者の注意を喚起し、悪化防止に努める。

表 2.29 プロジェクトによる自然環境への影響

番号	環境項目	評 定			根 拠
		前 回	工 事 中	供 用 時	
13	地形・地質	D	D	D	工事中: 大規模な採石、切土、盛土の計画はない。改修工事であり、地形・地質に大きな変化はない。
14	土壌侵食	D	D	D	工事中: 大規模な地形・地質を改変するような工事はないが、河岸工事を実施する。ただし、仮締切り工による仮設を行うため、影響はないと想定される。 供用中: 護岸などの防止策が必ず施されるため影響はない。
15	地下水	D	D	D	地下水の揚水は計画されていない。
16	湖沼・河川流 況	C	D	D	工事中: 仮締切り工により河川流況が変化する可能性がある。ただし、低水時に工事を行うため流速も遅く、影響はないと想定される。 供用中: 更新事業であり、本計画による流況への影響は小さい。
17	海岸・海域	D	D	D	本計画の工事箇所には海岸および海域は含まれていない。
18	動植物・生物 多様性	B	D	D	本計画の工事箇所は保護区域の中に位置していない。また、鳥類の営巣場所も地区外である。
19	気象	D	D	D	本計画に起因する気象の変化はない。
20	景観	D	D	D	本計画によって周辺の景観が悪化することはない。
21	地球温暖化	D	D	A+	ポンプ設備の電動化により CO ₂ 排出がなくなり、地球温暖化防止に貢献する。

表 2.30 プロジェクトによる公害発生の可能性

番号	環境項目	評 定			根 拠
		前 回	工 事 中	供 用 時	
22	大気汚染	C	B-	A+	工事中: 改修工事の際に、重機による工事が想定される。重大な大気汚染は発生しないが、スキームによっては一部の区間で、重機や工事車両が居住地区を通過するため、近隣住民に対する配慮が必要である。ポンプ場敷地内の工事については、居住地域より離れているため、影響しない。 供用中: ポンプ設備の電動化により CO ₂ 排出がなくなる。
23	水質汚濁	D	D	D	リハビリ工事に伴う地下水汚染は予測されない。
24	土壌汚染	D	D	D	本事業は、灌漑水供給が目的であるため、土壌汚染が起こることはない。
25	廃棄物	C	B-	D	工事中: 改修工事により、建設廃材、掘削土が発生することが想定される。廃棄物が発生する可能性があり、適切な処分が必要である。 供用中: 周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生はない。
26	騒音・振動	C	B-	B+	工事中: 改修工事の際に、重機による工事が想定される。重大な騒音・振動は発生しないが、一部の区間で、重機や工事車両が居住地区を通過するため、近隣住民に対する配慮が必要である。ポンプ場敷地内については、居住地域より離れているため、影響しない。 供用中: ポンプ設備の電動化により、騒音・振動が低減される。
27	地盤沈下	D	D	D	本改修工事では、地下水の揚水は計画されておらず地盤沈下は想定されない。
28	悪臭	D	D	D	本事業は、灌漑水供給が目的であるため、悪臭の元となる要因はない。
29	沈殿物	D	D	D	沈殿物を発生する要因はない。
30	事故	C	B-	A+	工事中: 工事車両の通行により地域住民の交通事故の可能性、ポンプ場建設、開水路ゲート改修の際の重機による事故など、潜在的なリスクが生じる。 供用時: ポンプ設備の電動化により維持管理中の事故が低減される。

評価分類

A+: 特に positive な影響があるもの

A-: 特に negative な影響があるもの

B+: Positive な影響があるもの

B-: Negative な影響があるもの

C: 影響の範囲が不明なもの

D: 影響がないもの

2-2-4-6 緩和策および緩和策実施のための費用

本協力対象事業により予想される負の影響に対する緩和策および回避策は、(表 2.31)の対策が必要である。緩和策および回避策は、政府と施工業者との間の業者契約の中で安全衛生などの間接費用として含まれる範疇にあり、新たな費用が発生するものではない。

表 2.31 緩和策の検討

負の影響	緩和策または回避策
【交通】 ポンプ場施設、開水路の改修工事の際、地域の交通に影響を与える可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 必要な工事標識および交通整理人員を配置する。工事危険箇所に入ることがないように、安全対策を講じる。 片側通行を確保し、渋滞が生じないように計画する。 住民の居住地通過の可能性がある地域には、必要に応じて Speed hump を設置し、工事車輛の減速を促す。
【労働者の公衆衛生（HIV などの感染症）】	<ul style="list-style-type: none"> 労働者に対する保健衛生にかかる啓蒙教育を実施する。
【土壌侵食】 取水口施設地点の河岸の法面が侵食される。	<ul style="list-style-type: none"> 土壌侵食に対し必要に応じて護岸などの防止策を施す。
【大気汚染】 工事に伴う掘削機械等の使用により窒素酸化物などが排出される。工事と交通量増加に伴う砂埃が発生する。	<ul style="list-style-type: none"> 機械を適切に維持管理する。 工事期間中道路上に散水する。
【廃棄物】 工事により掘削土が発生する。既設ポンプ場の改修の際に廃棄物が発生する。	<ul style="list-style-type: none"> 掘削土を管理用道路の再整備に利用する計画とする。 廃棄物の処分については、基準に従う。
【騒音・振動】 工事の際、バックホウの稼働、トラックの通行などにより騒音・振動が発生する。	<ul style="list-style-type: none"> 適切なマフラーや騒音を弱める装置を付けた施工機械を使用し、騒音を減らす。 近隣に居住地区がある区間については、できるだけ迂回路を利用し、夜間の工事を避ける。

2-2-4-7 モニタリング計画

モニタリング計画および環境チェックリストの作成については、MoAIF, RNS が計画し、環境配慮担当団員が作成支援を行った。(資料-6.9 参照)

モニタリングの実施は、MoAI および MoAIF, RNS が行う。これは、施主が行う工事状況の定期的な現場確認に含まれる内容であり、各実施機関の通常予算により実施される。

2-2-4-8 ステークホルダー協議

各スキームのスキームマネージャー・スキーム運営委員会や Farmer's Union 等を含むステークホルダーに対し、本協力対象事業は、環境社会に配慮する必要があることを説明した。また、工事内容、工事スケジュール、用地計画、施設計画について説明し同意を得ている。

2-2-4-9 本事業の環境許可取得手続きの現況

本協力対象事業は開発事業であり、EIA の提出が必要であることを FMoEFPD に確認した。これを受けて MoAIF, RNS は、無償資金協力事業で対象とする 3ヶ所の灌漑スキームの EIA レポート（案）を調査団の協力の下、準備して、2011 年 8 月 11 日に環境省に提出した。EIA レポートは「環境と天然資源のための上級カウンシル（HCENR）」により審議され、Environmental Approval が 2011 年 9 月付けで発出された。（資料-6.8 参照）

2-3 その他（グローバルイシュー等）

(1) 南部スーダンの独立

スーダン北部（アラブ系、イスラム教徒中心）と南部（アフリカ系、キリスト教徒等）の間で長年にわたる対立があり、1983 年以降、北部政府と南部反政府勢力スーダン人民解放運動（SPLM）の間で 20 年以上にわたり内戦が続いてきた。2005 年に南北包括和平合意（CPA）が成立し、南北間の争いに終止符が打たれた。この CPA に基づき、2011 年 1 月 9 日～15 日南スーダンで分離・独立に関する住民投票が行われ、圧倒的多数(98.83%)で分離・独立が支持され、7 月 9 日、南スーダンがアフリカで 54 番目の国として独立を果たした。

南部スーダン独立後も、南北境界線の問題、石油利権、対外債務の負担割合など、南北間では今後解決しなければならない問題が山積みである。

日本からは、国連南スーダン共和国ミッション（UNMISS）に対し 2011 年 11 月 28 日から 2 名の司令部要員を派遣、またそれに続いて、1 月 11 日、南スーダン国際平和協力隊現地支援調整所の先遣要員 5 名および 1 月 14 日、陸上自衛隊の先遣隊の 34 人が派遣された。さらに、道路などのインフラ整備等を行う自衛隊部隊を 2 段階で派遣する予定で、第 1 次施設隊約 210 名、第 2 次施設隊以降は約 330 名、現地支援調整所要員約 30 名を派遣する予定である。当面は、首都ジュバ及びその周辺での活動が予定されている。

スーダンでは、国境付近は別として、首都ハルツーム以北では特別に大きな変化はなく平穏な日常が維持されているが、南スーダンが新通貨の流通を始めた直後にスーダン側は新紙幣を導入したことから、旧紙幣の扱いをめぐる南北間に摩擦が生じているようである。

南スーダン独立に伴って、プロジェクトへは以下の影響が懸念される。

- ・ 南スーダン国独立後、北スーダンの建設物価高騰が起きている。特に、労務費、油脂類、セメント、鉄筋、通信（テレコム）等について、20～30%の値上がりとなっている。この 7 月 9 日以降の急激な建設物価高騰と不安定さは、原油生産地である「南スーダン国」の独立により、原油生産量の配分が未確定であることに起因している。原油生産量の配分率は南：75～80%、北：25～20%等々の情報が市場に流れており、北スーダンの経済状況は、南スーダン国独立前とは一変しつつある。
- ・ IMF データによれば「ス」国の消費者物価は、近年約 10%/年の上昇であるが、南スーダン国独立後の 2～3 ヶ月間で約 2 年相当分の物価上昇が起きていると考えられる。為替レートは 5 月調査時点とほとんど変動していない。
- ・ 具体的な例として、当調査団による本年 5 月の 1 次調査（4 月中旬～6 月中旬）時点と、今回の 2 次調査（7 月末～9 月中旬）の時点における、ハルツーム市内におけるガソリン価格は、1.50SDG/L⇒1.99DG/L で約 33%上昇している。セメント資材も建設会社からの聞取り

では 450SDG/Ton⇒700SDG/Ton で約 56%の上昇となっている。

- ・ また、建設業に従事する労働者について、熟練工・一般労働者が不足しており労務費が上昇している。この理由は、南スーダン国の独立により、いままで熟練工・一般労働者として北スーダンの建設工事に従事していた南部出身者の多くが「南スーダン国」に帰国したことにより、建設市場における労働者不足が発生しているためである。この為、近隣諸国（エリトリア、エチオピア等）から労働者が流入しつつある状況である。

(2) アラブの春

アラブの春 (Arab Spring) とは、2010 年から 2011 年にかけてアラブ世界において発生した、前例にない大規模反政府（民主化要求）デモや抗議活動を主とした騒乱の総称である。2010 年 12 月 18 日に始まったチュニジアでの暴動によるジャスミン革命は、瞬く間にアラブ世界に波及した。

ヨルダンでも早い段階で飛び火し、反政府運動によりサミール・リファーイー内閣が 2011 年 2 月 1 日、総辞職した。

エジプトでは 2011 年 1 月 25 日より大規模な反政府抗議運動が発生、小麦価格の高騰による貧困層の困窮や、若年失業率（最低でも 2 割、多いところでは 5 割と言われる）の大きさが原因としてあげられているが、これにより 30 年以上に渡るホスニー・ムバーラク大統領下による長期政権が崩壊した（2011 年エジプト騒乱）。

立憲君主国バーレーンでも反政府運動が計画され、政府は給付金を全世帯に給付するなど対処したようにみえたが、首都マナマの真珠広場であった中規模反政府集会を政府は治安部隊を動員し強制排除し死者が出ている。

カダフィ大佐による独裁体制が敷かれているリビアでも、カダフィの退陣を要求するデモが 2 月 17 日に発生、2 月 20 日には首都トリポリに拡大し放送局や公的機関事務所が襲撃・占拠され、その後、半年間に及ぶ事実上の内戦状態に突入したが、NATO による軍事介入などの支援の成果もあり、8 月 24 日には首都トリポリが陥落、42 年間に及ぶカダフィ政権が崩壊した（2011 年リビア内戦）。

これらの動きはスーダンでも見られ、1 月 30 日、オマル・アル＝バシール政権の打倒を叫び学生らがデモを起こす。デモはハルツームやアルウベイドで、学生が中心となった 200 人から 500 人程度の反政府デモ隊がシュプレヒコールなどを行いデモンストレーションを行なっているが、警察が介入し沈静化している。カッサラの町でも 11 月 1 日に数 100 人のデモがあった。

現時点では、プロジェクトへの影響はないものと思われるが、今後も反政府抗議行動の情勢に注意していく必要がある。

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

「ス」国の上位計画としては、①5年計画、②25年計画(2007~2031)、③農業再活性化計画(EPAR, 2008~2011)、④小麦増産計画(2009/2010~2013/2014)、⑤国家稲作開発戦略(National Rice Development Strategy)などがある。

本協力対象事業の事業名は「食料生産基盤整備計画」であり、その上位目標は、「ス」国からの要請書にも謳われているとおり「スーダンの農村コミュニティにおいて農家の生計が向上するとともに、食糧安全保障および貧困緩和に貢献する」である。リバーナイル州の対象2スキームの既存灌漑ポンプはその殆どがディーゼルエンジン駆動で、老朽化が進み、多くは故障状態にある他、燃料の不安定な供給状態と高騰などで運転に困難をきたしており、電動ポンプへの更新が必要とされている。本協力事業では乾燥地農業に必須の電動ポンプを供与し、灌漑サービスの充実による作物生産性の向上によって受益農家の生計改善だけでなく地域経済活性化、ひいては「ス」国食糧安全保障および貧困削減にも貢献することが期待される。この観点から本協力事業は上記の上位計画における政策と合致しており、その実現を支援するものである。

また、プロジェクト目標は、「対象灌漑スキームにおいてモデルとなる改良された灌漑施設を導入することにより、農業生産性、生産量が向上し、生産コストが低減する」である。供与される電動ポンプにより、末端まで適期・適量の灌漑水が届くことにより、作付率、作物単収および生産量が向上すると共にポンプ電動化により生産コストの低減が期待できる。

前述の上位目標およびプロジェクト目標を達成するためには、劣化し非効率なポンプ設備・ポンプ場の更新と付帯施設の改修およびソフトコンポーネントの実施等、ハード、ソフトの両面における下記の投入と活動が必要である。

必要な投入(Input)

- 1) 電動ポンプ機材および付帯施設の調達・供与・設置
- 2) 上記に伴う人材（技術者の派遣）
- 3) ポンプ場建屋の建設
- 4) 取り付け灌漑水路の建設
- 5) 灌漑スキームへのパソコンの調達・供与・設置
- 6) ソフトコンポーネント実施のための邦人技術者・専門家派遣

主な活動(Activities)

- 1) 電動ポンプ機材および付帯施設の操作・管理に係る指導・研修の実施
- 2) 灌漑スキーム水利組織の運営能力強化と灌漑施設維持管理能力強化に係るソフトコンポーネントの実施

期待される成果(Output)は「対象サイトにおいて農業生産性増大に必要な灌漑施設の改修がなされる」である。

なお、ソフトコンポーネントの実施は、供与・整備した灌漑施設の利用の持続性を高め、灌漑スキームの運営・維持管理能力を高め、向上した灌漑サービスにより作物単収を増加し、農家の生計向上に資するために不可欠である。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

(1) 協力対象サイト

「ス」国から要請された協力対象灌漑スキームは、リバーナイル州でバウガ、カダバス、アリアブ、キティアブ、サヤール、エルシャヒードの6つのスキームと、カッサラ州のニューハルファ灌漑スキームである。これらの灌漑スキームについて現況調査を実施し、その調査結果と無償資金協力事業を導入する場合に備えていなければならない条件と目的に照らして評価した。その結果、以下の3つのスキームで無償資金協力事業を実施することが適切と判断され、これらを協力対象サイトとする。

- 1) アリアブ灌漑スキーム（リバーナイル州）
- 2) キティアブ灌漑スキーム（リバーナイル州）
- 3) ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場（カッサラ州）

なお、上記スキームの選定検討結果を(資料-6.1)に示す。

(2) 協力対象範囲

要請されている協力内容は、リバーナイル州では、灌漑スキームにおける電動ポンプ、スプリンクラー、管水路施設、点滴灌漑施設の機材の供与、また土木工事では水路の掘削、補修、均平、取水口(レギュレーター)、用水路上の橋の建設等である。加えてソフトコンポーネントでは主に灌漑スキーム水利組合運営能力強化、調達機材操作管理指導である。また、カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームでは K14 ポンプ場のポンプおよび電気設備の更新である。

協力対象範囲は以下の点を考慮し、決定する。

- 1) 灌漑スキームにおける電動ポンプの導入とは、ポンプ設備とポンプ場の土木建築施設の更新である。ポンプの電動化は「ス」国の国家事業として推進されており、緊急性が高く、当該事業でもこの方針に準じるものとする。リバーナイル州の対象スキームの現況ポンプ設備はその殆どがディーゼルエンジン駆動であり、これをすべて電動化してモーター駆動に変更する。また、既存建物は老朽化し、維持管理上支障をきたしているため、更新する必要がある。
- 2) カッサラ州のニューハルファ灌漑スキームでは、K14 ポンプ場のポンプは、電動ではあるが設置後約 40 年経過しており、老朽化が著しく、吐出量の減少がみられ、またスペアパーツの入手が困難となっており、早急なポンプ設備の更新が必要とされている。
- 3) リバーナイル州の機材要請におけるスプリンクラー、管水路施設、点滴灌漑施設の機材の供与に関しては、営農の近代化を図る観点から導入が望まれるが、現時点ではこれらの機

材の効率的で持続的な運用のために必要となる維持管理体制が整備されることが確認できないことから協力対象に含めない。

- 4) 土木工事での圃場の均平、用水路上の橋の建設等については、調査の結果、幾つかの箇所での不備、不具合は見られるが、これらがすぐに全体の灌漑機能の不全を生じる程度とは考えにくく、通常の維持管理の範囲での改修工事が妥当と考えられることから、協力対象には含めない。
- 5) 灌漑水路の幹線水路はいずれの灌漑スキームにおいても、通水断面の不足が観測される。取水施設であるポンプが電動化され整備されることに合わせて、その効果を発揮できるように水路断面の改修が必要である。また、幹線水路に設けられたレギュレーター・ゲートなどの制御ゲートの中には、不適切な使用による破損、腐食等の経年劣化、メンテナンスの不備等の理由により、本来の機能が果たせていないものが見られ、改修、整備が必要である。しかし、灌漑水路などの施設改修は水路通水断面の拡幅などの土工事を基本とするものであり、「ス」国が従来より行なってきた水路内堆積土砂の浚渫工事などの定期的あるいは適時の維持管理作業に類した工事である。また、ゲート施設等の改修、整備は、全般に小規模であり、特別高度の技術を要するものでない。従ってこれらの水路拡幅、水路浚渫およびゲート改修・整備などは「ス」国側で実施されるものとする。
- 6) なお、支線水路では、一般的に各掛かりの圃場での水量不足などの顕著な情報は無く、本協力事業でも新規の灌漑面積の増加計画はないことから、各灌漑スキームにおける支線水路の現況通水断面での大きな不足はないものと見られ、特段の改修工事の必要はないものと判断される。
- 7) 本協力対象事業の目的である食糧生産基盤整備による作物生産性向上の実現にはハード面の整備だけでなく、下記のソフトコンポーネントの導入が必要である。

- ・ 水利組織の運営能力強化
- ・ 灌漑施設維持管理強化

なお、要請書では調達機材操作管理指導がソフトコンポーネントとして要請されているが、これについては機材、設備の初期操作指導、維持管理方法の説明として実施され、ソフトコンポーネントには含めない。

従って、協力対象範囲は以下の通りとする。

- 1) リバーナイル州アリアブおよびキティアブ灌漑スキームのポンプおよびポンプ場の更新と電動化。
- 2) カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場のポンプおよび電気設備の更新。
- 3) 各灌漑スキームでの水利組織の運営能力強化、灌漑施設維持管理強化指導を中心としたソフトコンポーネントの実施。

(3) リバーナイル州の各灌漑スキームの取水施設更新の基本方針

取水ポンプ場と灌漑水路の設計に係る方針は以下のとおりとする。

1) 計画用水量

各灌漑スキームの計画用水量は、期別の気象条件と灌漑スキームで予定あるいは実施されている作物の作付カレンダーにより算定した作物別の蒸発散量を使用し、これに灌漑効率を考慮して単位水量とし、灌漑面積を乗じて求め、これに村落生活用水および家畜用の飲雑用水として全体用水量の5%を見込む計画とする。

ポンプの計画揚水量および灌漑水路の通水能力は、計画用水量が流下可能となるように改修する方針とする。

2) ポンプの全揚程およびポンプの機種

ポンプの全揚程はナイル川の水位からポンプ吐出水槽の水位までの実揚程に連結管路の損失水頭を加えて算定されるが、灌漑に必要な用水量は期別に変化し、またナイル川の水位も期別に変化するため、ポンプに要求される全揚程も期別で変化することとなる。従って、用水量と全揚程の関係を期別（月別）に算定し、適切なポンプ機種を選定し、全ての時期に送水可能となるポンプ設備とする。

3) 取水工タイプ、ポンプ場上屋

更新するポンプ場のタイプについては、現況の各灌漑スキームで採用されている取水工タイプ、ポンプタイプ、ポンプ据付方法、ポンプ場上屋を基本的に踏襲する。しかし、ポンプ据付方法には多くの種類があり、それらと比較・評価し、決定する。

4) ポンプ場の建設用地

ポンプ場を更新する場合の位置は、私有地を避けた公的な用地で、工事期間中も既存のポンプの運転に支障をきたさない位置を選定する。

5) ポンプ設備の規模、台数

ポンプ設備の規模、台数は必要用水量の変動に合わせて適切に運用できるように決定する。

1 台当たりのポンプ容量が大きいほどポンプ効率がよく、機場スペースも小さくなるが、期別変動への追従が適切にできない場合がある。経済性を考慮して台数を判断することとなるが、他のスキームのポンプの部品との互換性などにも配慮して決定する。

6) 予備機

従来のエンジンポンプの計画の場合では、ポンプの台数は、スキームの最大必要水量を供給できる台数に1台の予備機を加えて決定されていた。これは、エンジンの故障のリスクが高いこと、また故障した場合に、全てが輸入品であるため修理に長期間（半年から1年間）を要することが多いことから、そのための安全保障であると考えられる。

しかし、今回の更新ではエンジンを電動モーターに変更する。モーターの場合には実績から判断してエンジンに比べ格段に故障のリスクが少なく、またメンテナンスも容易で短期間で可能である。さらに、ポンプの台数と仕様は、年間の2ヵ月間ほどの最大用水量の期間で

決定され、その時期以外では必要水量に合わせてポンプの運転台数と運転時間を減らすなどの調節が必要となり、ポンプ容量に余裕のある期間が殆どである。

従って、計画のポンプ台数には予備機を用意しない方針とする。

7) 既設新ポンプ

現在、「ス」国により、アリアブ、キティアブ灌漑スキームのポンプ場に新しい2台の横軸渦巻きポンプと電動モーターが調達されている。いずれも約 $1\text{m}^3/\text{s}$ の吐出量で、全揚程は 16m ~ 18m である。これらは、既存のポンプ場建屋内に間もなく設置される予定である。また、これに必要なトランスや配電盤などの電気設備も同様に供給されている。

しかし、更新ポンプ場を計画する場合には、スキーム内でのポンプ設備の一貫性からスキームの必要容量台数すべてを協力事業で供与することとする。

また、「ス」国で調達された新品のポンプ設備は、現在の計画では既存の古いポンプ場内に設置されるが、将来的には、十分なポンプ設備容量を有していないカダバススキームに「ス」国側で移設される予定である。

8) スタンダードおよび設計基準

設計基準および適用スタンダードは、国際的に認められている基準を適用する。なお「ス」国では地震は殆ど観測されておらず、構造設計において地震力は考慮しない。

(4) カッサラ州の灌漑スキームの取水施設更新の基本方針

カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームでは、K14 ポンプ場のポンプおよび電気設備の更新が要請されている。機場の土木構造、上屋、吐出管および灌漑水路（メジャー水路）に関しては多少の補修が必要と考えられるが今後とも使用可能と判断され、改修工事には含めない。多少の修理が必要な部分は通常の維持管理の範囲と判断され、「ス」国により充分補修が可能である。

更新するポンプ設備の主要な仕様は、現況施設と同一のものとなる事が想定されるが、作付計画、灌漑効率などの灌漑基本諸元を確認し、灌漑状況のレビューを行い、最適なポンプ設備の仕様を決定する。

3-2-1-2 自然環境条件（気象・水位・地質・土質等）に対する方針

(1) 気象条件

気温、湿度、降雨量等の気象条件は、対象灌漑スキーム近隣の気象観測所（リバーナイル州はアトバラ観測所、カッサラ州はカッサラ観測所）における既往の統計データを用いることを基本とする。なお、灌漑必要水量の計算には、風速や日照時間、日射量等の情報が必要になるため、これらのデータに関してはFAOのデータベースから引用する。

(2)水位条件

各灌漑スキーム地点にはいずれも水位計は設置されておらず、同地点における水位観測データは存在しない。リバーナイル州内のナイル川水位は、アトバラおよびシェンディに設けられた水位観測所において毎日定時に観測されているため、これを用いて推定することとする。

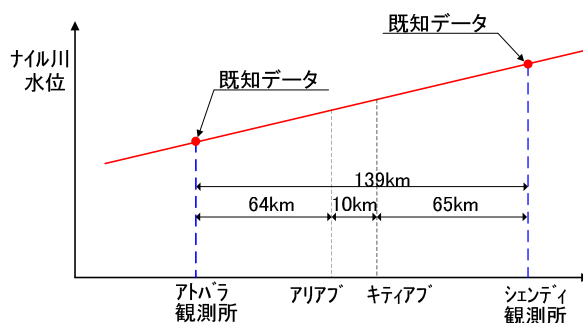


図 3. 2. 1 水位観測所と各灌漑スキームの位置関係

各灌漑スキーム地点の水位は、両水位観測所との位置関係（河川の流路延長）から、内挿法により直線近似で算定する。ただし、施設設計においては、観測の精度や算定したデータの信頼性を勘案し、既存の構造物や地盤面の標高、痕跡水位等を総合的に検討し、水位の設定を行う。

(表 3. 2. 1)は、アトバラ観測所およびシェンディ観測所における過去の年最高、最低水位を集計したものである。これより、最高水位時および最低水位時の水面勾配を仮定した。

月別平均水位および既往最高・最低水位の水面勾配から求めたアトバラ、シェンディ観測所の観測水位との各灌漑スキーム地点における水位差は次のとおりとなり、この換算値を用いて定めた水位条件を(表 3. 3. 2、表 3. 3. 3)に示す。

表 3. 2. 1 過去の年最高、最低水位

年	最高水位		最低水位	
	アトバラ	シェンディ	アトバラ	シェンディ
1946	349.344	360.520	342.924	NA
1988	349.104	360.410	342.914	352.580
1991	NA	359.615	NA	352.375
1992	〃	359.375	〃	352.685
1993	〃	359.985	〃	352.935
1994	〃	360.355	〃	352.515
1995	〃	359.155	〃	352.795
1996	〃	359.665	〃	352.555
1997	〃	359.245	〃	352.645
1998	〃	360.405	〃	352.845
1999	〃	360.235	〃	353.165
2000	〃	360.405	〃	353.255
2001	〃	360.245	〃	353.115
2002	〃	358.815	〃	353.255
2003	348.584	359.795	343.124	352.655
2004	348.064	359.355	343.314	352.715
2005	348.044	359.285	343.004	352.565
2006	348.724	360.415	343.314	352.785
2007	348.894	360.425	343.424	353.135
2008	348.584	360.395	343.304	353.155
2009	348.034	359.595	343.364	352.495
2010	348.634	360.195	343.154	352.645
水位差 ^{※1}	11.176 m		9.461 m	
水面勾配 ^{※2}	8.04 cm/km		6.81 cm/km	

※1； 両観測所の既往最高、最低水位（着色部）の差を示す
 ※2； ※1を両観測所間距離（=139km）で除した値

表 3.2.2 水位条件

	水面勾配 (cm/km)	両観測所との換算水位差(m)			
		アトバラ (0km)	アリアブ (64km)	キティアブ (74km)	シェンディ (139km)
月別平均水位	7.30	-	-5.475	-4.745	-
既往最高水位	8.04	-	-6.030	-5.226	-
既往最低水位	6.81	-	-5.108	-4.427	-

注1：月別平均の水面勾配は、2009～2010年の観測水位の平均値から算出したものである。

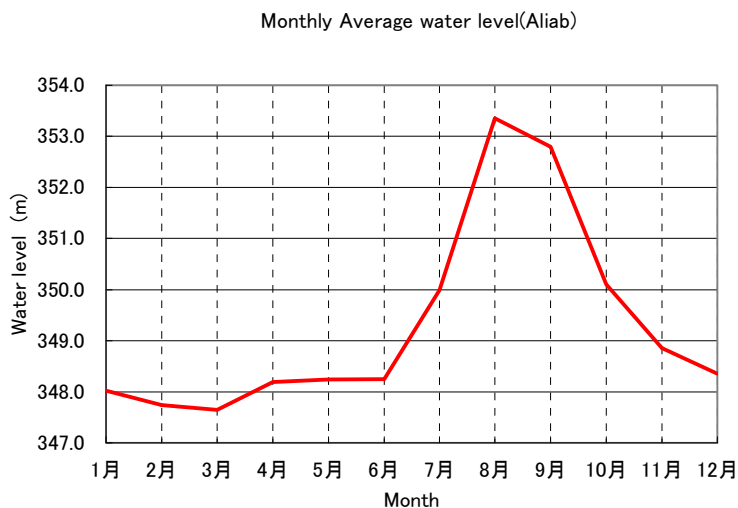


図 3.2.2 平均月別水位（アリアブ）

表 3.2.3 各灌漑スキーム地点におけるナイル川水位条件

	アトバラ	アリアブ	キティアブ	シェンディ	
月別 平均 水位 (m)	1月	343.59	348.02	348.75	353.50
	2月	343.37	347.74	348.47	353.22
	3月	343.37	347.65	348.38	353.13
	4月	343.67	348.19	348.92	353.67
	5月	343.72	348.24	348.97	353.72
	6月	343.68	348.25	348.98	353.73
	7月	345.26	349.99	350.72	355.47
	8月	347.74	353.36	354.09	358.84
	9月	347.21	352.80	353.53	358.28
	10月	345.20	350.10	350.83	355.58
	11月	344.25	348.86	349.59	354.34
	12月	343.94	348.35	349.08	353.83
既往最高水位(m)	349.34	354.50	355.30	360.52	
既往最低水位(m)	342.91	347.30	348.00	352.38	

(3)地形・地質条件

ポンプ場設置予定地付近の地形・地質条件、既存の灌漑水路の縦横断形に関しては、再委託による測量および地質調査結果を用いる。

ボーリング柱状図は、後述する「3-2-2-6 ポンプ場建屋およびポンプ付帯設備の計画」におけ

る基礎工の検討を参照のこと。

3-2-1-3 営農・灌漑（施設）条件

本協力対象事業は老朽化しているポンプおよび付帯施設の更新が主目的であり、灌漑サービスの向上により農家の営農環境は改善され、夏作が現在より増加する可能性はあるが、事業実施に伴う営農体系の変更は生じないと考えられる。

また、作物選定は基本的に農家の自由裁量に任されており、これに変更はないが、灌漑水の安定供給が実現すればより有利な作物の導入を考える農家が出ることは予想される。なお、K14 掛かりの Rotation Land の営農については、リバーナイル州の灌漑スキームとは異なり、NHAC から指示があり、農家はこれに従うことになっている。

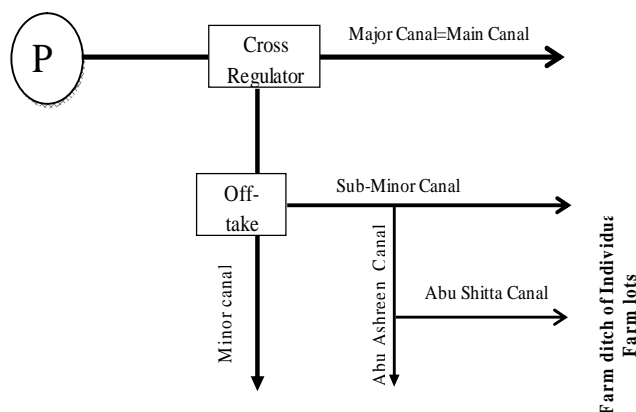
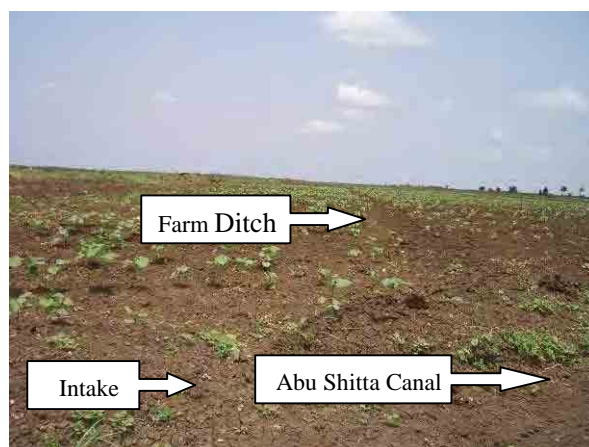


図 3.2.3 水路系統

末端灌漑施設の管理についても事業実施に伴う維持管理の分担に変更は生じない。リバーナイル州のスキーム委員会は Abu-Ashreen Canal を管理（浚渫など）し、農家（水利組合はないので時に応じてグループが形成される）は個々の Farm-Ditch(圃場内水路)に導水する Abu-Shitta Canal の浚渫・除草などを定期的（年 1~2 回）に行う。一方、NHAC の K14 掛かりにおいては、農家は Abu-Ashreen Canal および Abu-Shitta Canal を管理する規定になっている。ともに水利組合がないのでスキーム事務所が末端施設の適切かつ定期的な維持管理を受益農家側に促し、上流から末端水路まで一貫した維持管理を行うことが求められる。事業実施後も末端灌漑施設の管理については上述の従来方式に従う方針とする。



灌漑用水量の配水要請の流れについても以下に示す従来のシステムに従うことにし、事業実施に伴う変更はない。リバーナイル州のスキームでは、

個々の農家 → Farm & Canal Guards → スキームマネージャー → 配水

一方、NHAC の K14 掛かりにおいては、下記の通りである。

個々あるいは農家グループ → Farm & Canal Guards → Agricultural Inspector → Agricultural Manager → 配水

能力については、縦横断測量の結果に基づき検証を行う。水路構造は、盛土による土水路であ

るが、微細砂、シルト系材料で建設されており、浸透性は低く、漏水量は小さいものと判断される。また、水路勾配が緩く流速が小さいため洗掘もされにくい。従って、通水能力不足が明らかになった場合でも、現況と同様の土水路構造での改修を計画する。

クロスレギュレーター、オフテイクゲート等の調整施設は、全般に規模が小さく、手動による操作が行われている。維持管理の観点から、これら施設を電動化あるいは自動化する必要性はないため、現況の構造形式を踏襲する。

3-2-1-4 社会・経済状況に対する方針

本協力対象事業の実施により灌漑サービスが質的・量的に向上し、受益農家の営農環境が改善されることが期待される。事業の主な内容は、老朽化ポンプおよびポンプ建屋の新規建設を含む付帯施設の更新であり、新たな開発行為を行うものではない。従って、各スキームのコミュニティにおける村落住民の生活習慣や伝統は現在のまま保たれることになる。

灌漑条件が改善されることにより単収が向上することが期待でき、これに伴って上位目標にあるとおり農家の生計が向上、地域の食糧生産が増加し、地域経済に正のインパクトを及ぼすと推定される。また、地域および州の食糧安全保障にも影響すると思われる。より具体的には、夏作（主に食用ソルガム）の作付けの増加と増収余力がある小麦単収の増加は農家経済に実質的な改善をもたらすと考えられる。また農家経済の改善は、水利費徴収率の向上をもたらし、よりよいスキームの運営・維持管理をもたらす正の循環を生むことになる。

従って、社会・経済状況に対する方針では、各スキームのコミュニティにおける村落住民の生活習慣や伝統を尊重し、灌漑サービスの改善を支援する方針とする。

3-2-1-5 建設事情/調達事情に対する方針

(1) 準拠法

「ス」国における労働基準法を基に、最低賃金や労働時間についてはこれに準拠する。

(2) 準拠規格

「ス」国においては建設工事に関する設計・施工管理基準が整備されていないため、本協力対象事業における資機材や工事の仕様・品質・試験方法等は ISO および JIS 規格に準拠するものとする。この点については、現地実施機関と確認済みである。

(3) 建設事情

「ス」国では、現地建設会社の大部分は小規模(個人経営規模)であり、建設工事に関する知識や技術を有する技術者や技能工が少ないのが現状である。特に本協力対象事業建設予定地であるリバーナイル州(州都エド・ダマールやアトバラ周辺)では大型建設案件は無く、小規模なビル・個人経営ホテル・小住宅等が、地元の小規模建設会社により建設されているに過ぎない。

一方、首都ハルツーム市内では現地大手建設会社が高層ビル・道路拡張工事等を建設中であり、生コン販売（製造・配送・コンクリートポンプ車も配備）が一般化している。また、これら信頼の置ける大手建設会社や中堅建設会社は、主たる建設機械を保有しており、また、外国人技術者を雇用するなどして施工能力と施工実績を持っている会社がある。

本協力対象事業においては建設現場が2カ所に分かれること、1現場当たりの工事規模は大規模ではないことからハルツームに本社を持つ中堅建設会社を活用することで品質・工期の確保を図ることが期待される。

現地建設会社および生コン会社を調査したところ、「ス」国では2011年7月9日の南スーダン独立後、建設工事従事者の激減（南スーダン国出身者の帰国）等により、労務単価の上昇や建設資材の値上がりが起きており、建設コストが数カ月前に比し高騰し続けているとのことである。

(4) 工事用資機材

「ス」国内で流通している鉄筋、セメント、砂、砂利、石材等は現地調達資材とする。バックホウ・ブルドーザ・クレーンなどの汎用建設機械は「ス」国内でも調達可能である。ポンプ、配電盤類、吸水・吐水用の管材は「ス」国内では流通していない。このため、本計画ではポンプ、モーター、制御盤、鋼管材について、品質確保・工程管理の点から日本からの調達とする。

3-2-1-6 現地業者（建設会社）の活用に係る方針

ポンプ場の建設工事・ポンプ・モーター・制御盤の据付・配管工事について、施工規模と施工の難易度を勘案して現地の中堅規模の建設会社を活用する方針とする。

3-2-1-7 運営・維持管理に対する対応方針

水路およびポンプ施設の維持管理については役割分担が決まっており、事業実施後も従来のこのシステムに従って運営・維持管理を行う方針とする。この役割分担をスキーム、受益農家グループ（水利組合はない）双方が規定通りに果たすことが持続性あるよりよい灌漑サービスの提供、作物生産性の向上、水利費徴収率の向上、スキームの財務状況改善につながる。

しかし、スキーム委員会の現状は負債を抱え、リバーナイル州の対象2スキームの水利費徴収はアリアブ（最近2年は100%）を除いて必ずしも良くない。これが不十分な水路・ポンプの維持管理につながっているのが現状である。（図3.2.4）のような正の循環を実現させるためにソフトコンポーネントを無償事業期

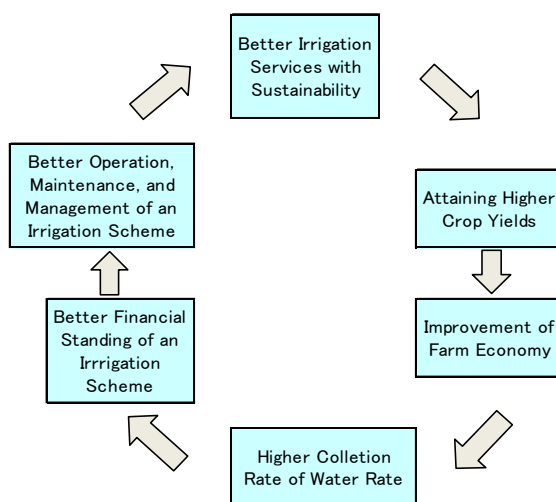


図 3.2.4 正の循環

間中に実施することが求められる。

対象スキームのポンプ場は全て改修であり、すでに運営・維持管理体制が出来上がっており、ポンプ場では十分な人数の運転・維持管理者が確保されている。但し、既存のポンプ場はカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場を除きディーゼルエンジン駆動での運転であったが、新規に調達する原動機は電動モーターとなる。各ポンプ場には部品庫を備えているが、そこは旧式機材の部品が散乱しており、それら部品は利用不可である。このような状況から、以下の方針で臨むものとする。

- 1) ポンプ場の運転・維持管理体制は現状を継続して続けるものとする。将来的には運転・維持管理体制の質の向上に伴い、人員の削減を提案する。
- 2) 現況では必要部品の保管は殆ど行なわれてなく、故障した後に必要部品を注文・入手する形態となっている。必要部品の保管体制を整えることとし、部品庫の改修が必要な場合には、「ス」国側で行うものとする。
- 3) 維持管理に予防保全措置の考え方を取り込み、運転・維持管理の質を高める。
- 4) 上記を踏まえ、能力向上のために運用指導を行う。

この方針に従い、作成した主要なソフトコンポーネントの内容についてリバーナイル州および NHAC と協議し、合意を得た。以下はその内容である。

(1) 灌漑スキーム組織の運営・維持管理能力強化

- 1) 統一した様式に基づくスキームの基礎情報・運営・維持管理・財務に関するデータ・情報の整理・および管理。
- 2) 1)を行うため各スキームにパソコンの導入を図り、MoAIF, RNS のパソコンとリンクさせ、連携強化を図る。
- 3) 財務管理の透明性を図る。

(2) 供与機材の操作管理指導

本操作管理指導はソフトコンポーネントとしてではなく、ポンプ設備の据付・運用指導として行う。ポンプ設備の運転・維持管理者を対象にして、供与機材の据付時から完成時までの間に、業者が行う機材の運転・維持管理に関する運用指導として以下の内容の研修・教育を行う。

- 1) ポンプ・電気機材の据付方法研修と実施教育
- 2) ポンプ設備の試験運転方法研修と実施教育
- 3) ポンプ設備の運用運転方法研修と実施教育
- 4) ポンプ・電気設備の維持管理方法と実施教育

本協力対象事業はリバーナイル州では 2 スキーム、カッサラ州では K14 のみであるが、リバーナイル州には多くのポンプ灌漑スキーム(灌漑面積 500 フェダン以上約 145 ヶ所)が存在し、同じような状況、すなわち、ポンプ施設の老朽化、脆弱なスキーム運営・維持管理、不十分な灌漑サー

ビス、低単収、の状況下にある。リバーナイル州で対象の2スキームはそれらの改良モデルとなる。

カッサラ州はリバーナイル州から遠隔地であり、上記に係る研修などは別個に行う方針とする。

調査期間中、農家にインタビューを行い要望を聞き取ったが、さらに詳細に受益農家のニーズを把握し研修モジュールの作成に役立てるため、PCM(Project Cycle Management)ワークショップを実施する。

3-2-1-8 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

本協力対象事業ではリバーナイル州の灌漑スキーム2カ所とカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場の更新・改修を行う。更新・改修に必要な機材の規模や仕様は以下の方針で決定する。

(1) リバーナイル州2スキーム

- 1) 全てのポンプのディーゼルエンジンからモーターへの電動化を行う。
- 2) ポンプ設備として、ポンプ、モーター、制御盤、トランス、管類、弁類の一連の機材および取水口から吐出し水槽までの付帯設備を考慮する。
- 3) 既存のポンプ設備は、更新ポンプ場の完成後にすべて廃棄されるものとする。
- 4) 新設機場は既設用水路との取り付けに便利のように、既設機場に横付けするような位置に建設されるものとする。調査の結果、どのスキームにおいても、新設機場の用地に関する制約はないことが確認されている。
- 5) ポンプの台数は、スキームの最大必要水量を供給できる台数とする。対象となっている何れの既存スキームでも予備機を保有して運転されているが、ポンプの台数割と運転時間の調整とで必要水量に十分対応出できるよう取り計らい、予備機は設けない。
- 6) ポンプ場設置位置がナイル川河岸に近く、また、吐出し水槽も近いことから、従来の方式と同様に吸水管および吐出し管共にポンプ毎に設け、集合管は採用しない。
- 7) アリアブ、キティアブの2カ所の灌漑スキームに、「ス」国側によりそれぞれ2組の新品の両吸込み渦巻きポンプとモーター（1台当たり容量 $1.0\text{m}^3/\text{s} \times$ 全揚程 $16\sim 18\text{m} \times$ モーター出力 200KW ）が調達されており、現在据付の準備が進められている。本協力対象事業による更新ポンプ場では、これら2組のポンプは「ス」国側でカダバス灌漑スキームに移設することとし、必要揚水量に見合った設備容量で計画する。
- 8) 機場の縦断的な構造は、ポンプ基礎を地下室に設置し、ナイル川の水位が変動してもポンプがキャビテーションを発生しないで運転可能となるような計画とし、地下室の壁は、河川水の機場への侵入を防止するため、既往最高水位より約 1.0m 高く計画する。なお、機場への地下水の流入やポンプ継ぎ手からの漏水などが発生した場合に備え、場内排水ポンプを装備する。
- 9) 維持管理用の天井クレーンを備える。天井クレーンは必要最低限の能力とする。
- 10) 建物の中に、メンテナンスを容易とするため、1スパン分の搬入、分解、組み立てスペースを考慮する。

11) 吸入管が設置されるナイル川の河岸の護岸工は必要最小限の範囲にとどめる。既存のポンプ場では吸入管のコンクリート・アンカーによる固定は行われているが、護岸工は設けられていないことから、河岸浸食の恐れは少ないものと判断される。

(2) カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場

- 1) カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場の計画については、ポンプ、モーター、制御盤、トランスを更新対象機材とする。
- 2) 既存のポンプ設備のうち、調達対象部分の機材は、「ス」国側で撤去する。
- 3) ポンプの台数は、スキームの最大必要水量を供給できる台数とする。既存建物内に設置することから、台数・能力共に既存に沿うものとする。ポンプ機種は立軸斜流型である。既存吐出し管を利用することから、吐出し位置・大きさは既存ポンプと同一とする。
- 4) 更新する機材の性能は既存のものと同等とする。但し、ポンプの台数割と能力は同等（3台割、1台あたり $3.5\text{m}^3/\text{s}$ ）とするが、モーターとトランスはポンプ能力に見合ったものとする。
- 5) 機場土木構造、上屋、吐出し管および灌漑水路は今後とも使用可能と判断されることから改修工事に含まない。

(3) 自然条件に対する方針

リバーナイル州および、カッサラ州の自然条件は非常に過酷である。どちらも農産物の生産に灌漑用水は不可欠であり、季節的に吹き荒れる砂塵を含む暴風雨と高温の中での作業は困難を伴うものとなっている。ナイル川の水位変動も 7m 以上となり、雨期には特に流れが速く、水の濁度も高い。このようなことから、ポンプ設備の計画については、以下の方針とする。

- 1) 室内温度を上げないために、断熱性の高い壁材の採用や直射日光がなるべく入らないように配慮する。
- 2) モーターによる発熱を分散するため扉および窓からの通気性を十分に確保する。
- 3) 暴風時に砂塵が入りにくいようにする。
- 4) 水位変動が大きいことから、キャビテーションが起きやすい。運転・維持管理の容易さを考慮し、かつキャビテーションの発生防止ができるよう配慮する。
- 5) 水質が悪いことからポンプ・インペラの材質、ポンプ軸やスリーブの材質を検討し対応を図る。
- 6) ポンプ取水口への土砂の堆積をできるだけ避ける構造を採用するとともに、土砂が堆積し、ナイル川の流れがある程度変化した場合にも比較的容易に対応が可能である取水口の方式を選定する。

(4) 社会条件に対する方針

対象スキームの多くの地域で灌漑用水が生活用水としても利用されていることから、ポンプ設備が頻繁に停止することや停止期間が長期化することは避けなければならない。よって、以下の方針で臨む。

- 1) 運営・維持管理体制を充実および質の向上を考慮し、体制強化を図る。
- 2) ポンプの運転時間は従来から採用されている方式で、18 時間/日を基本とし、2 交代制を敷く。
- 3) 日常のポンプ運転時間はリバーナイル州ではスキームマネージャーが指示し決定している。カッサラ州の K14 ポンプ場ではニューハルファ農業公社(NHAC)内の 3 名の農業インスペクターが決定し、週に 2 回農業灌漑省の専属担当を通して K14 ポンプ場に運転時間を依頼している。この形態を踏襲する。

(5) 機材のグレードの設定に係る方針

対象地域、特にリバーナイル州では種々のポンプ場形式が見られる。それらは大きな変動水位を持つナイル川からの揚水であることから、キャビテーションの防止や運転・維持管理の容易さを考慮して計画されたものである。しかしながら、いずれも一長一短を有する。本事業では以下の方針でそれらを比較検討し最適のものを選定する。

- 1) ポンプ場形式およびポンプ形式は、想定されるポンプ場形式の長所短所を明確にし、運転・維持管理の容易さと費用、建設費用などを確認し総合的に判断して決定する。
- 2) ポンプ場は、運転・維持管理の容易さと安全性を考慮して、必要最低限のスペースを確保する。
- 3) 電気系統はできる限り浸水が起きない、地上レベルに設ける。
- 4) ポンプ機材はできる限り標準品を選定する。日本からの調達品では JIS 規格或いは国際規格に沿ったものとする。
- 5) 維持管理費軽減のためできる限りポンプの互換性を考慮し選定する。
- 6) ナイル川の変動に対応してキャビテーションの発生が懸念されることから、回転数の低減と管径の拡大・縮小による防止策を考慮する。弁による絞り運転、回転数制御或いは翼角制御等は運転・維持管理が難しく、機材部品の磨耗が早く、一部では費用も高価となることから、採用しない。灌漑水量の制御はポンプ台数と運転時間の調整で対応する。
- 7) 原動機のモーターの形式は汎用性、経済性、取り扱いの容易さを考慮して決定する。
- 8) 所要動力は連結方式とポンプ軸動力を考慮して決定する。一般的な余裕量を加味するとともに、汎用性のある動力帯とする。
- 9) モーターの電圧は、汎用性、経済性、動力の大きさを考慮して現地で一般的に使用されている電力帯を使用する。一般的には高圧電源は 33kV と 11kV で 50Hz、低圧電源は 3 相、415V と単層 200V、50Hz である。
- 10) 現地が熱帯性気候で気温が高いことから、それに対応した方式とする。必要な場合には強制通風冷却も考慮する。
- 11) 始動方式は動力帯と電気容量を考慮して、一般的に使用されている方式とする。
- 12) 吸入管および吐出し管には、必要な弁を配備する。
- 13) 制御装置は雨水その他の被水を考慮して、一般的に採用されている密閉型で漏電防止対策を施す。
- 14) 地域で季節的に発生する暴風雨および高温に備え、制御装置内への砂塵の侵入を防止するよう、防塵型、熱帯仕様とする。換気扇、盤内灯を備える。

- 15) 保守点検が容易となるよう、パネル前面側に開閉ドアを設ける。
- 16) 制御室を設け、高温に対処するために地域で採用されている方式と同等とし、エアコンを配備する。

3-2-1-9 工法/調達方法、工期に係る方針

(1) ポンプ場建設工事

各ポンプ場建設予定地（アリアブ、キティアブ）には多くの老朽化した既設建物（倉庫、オイルタンク、宿泊所等）や樹木が存在する。これらは「ス」国側の手により工事着工前に解体・除去され、更地の状態にすることが確認されている。

ポンプ場の建設位置はナイル川に隣接しており取水管設置・法面保護工事は、洪水期を避けナイル川の水位が下がる乾期中に施工するものとする。ポンプ場地下部分の基礎・壁工事も乾期中に工事を完了するものとする。新設ポンプ場建設予定地は、既存のポンプ場施設（稼働中）に隣接しているため、工事期間を通して稼働中のポンプ場施設に支障をきたさないよう計画する。

また、取水管設置・法面保護工事の期間中、ナイル川からの水の浸入を防止するために仮締切堤（Coffer Dam）を建設する。ナイル川流水側法面を土嚢や捨石により防護し、仮締切堤内側の湧水はポンプ排水しながら施工する。

(2) 調達方法

機材調達に当たっては、以下の内容を吟味・検討して決定する。

- 1) ポンプ機材の調達では、従来から使用されているポンプに対する経験を十分に踏まえて決定する。
- 2) 年間を通しての灌漑水の安定的な供給が不可欠であることから、過酷な使用条件に耐え、かつ維持管理が容易で、高品質でかつ高効率なものが要求される。
- 3) 予備機が配備されないので、設備の点検・修理が必要な場合、迅速な対応が求められる。従って、信頼でき、かつ長期間に渡ってサービスを提供できる調達先やアフターサービス先からの調達が重要である。
- 4) 日本の無償資金協力事業での予算執行の確実性に鑑み、事業実施工期を厳守する必要がある。

調達する資機材は、梱包後にコンテナを使用して輸送する。現地に到着した資機材は施工ヶ所別に区分して資機材置場に保管する。

(3) 機材調達先の検討

本プロジェクトで調達する機材の調達先を以下の通り総合的に検討する。

1) 調達条件

調達方針に従って、その条件として以下を設定する。

- ① 「ス」国の従来からの調達、運転・維持管理の経験、意見を重視
- ② ポンプ設備は過酷な自然条件や運転条件に耐え、かつ維持管理の容易な高品質、高効率のもの
- ③ 機材調達後のアフターサービスの充実
- ④ 日本の無償資金協力事業での事業実施

2) 調達先の検討

トランスを除き、ポンプ設備は「ス」国では製造されていないため、調達先については以下のケースを組み合わせ、検討する。

表 3.2.4 調達先の組み合わせ

A. ポンプ設備	B. トランス
A1. 第三国調達	B1. スーダン調達
A2. 日本調達	B2. 第三国調達
	B3. 日本調達

3) 調達先の比較

調達条件に沿って、以下の面から検討を加え判定する。

- ① 調達先の検討で示された地域或いは国の製品に対して、「ス」国側の意見、利用経験、品質・機能、アフターサービス面で評価し、それぞれの特徴、問題点を示す。
- ② 機材を調達するために必要な工期を算出して比較する。
- ③ 価格面での比較を行う。

4) 調達先の評価

調達先の評価は、各比較項目に判定を設け、その後総合評価を行う。(表 3.2.5)に調達先の比較表を示す。その結果、調達条件を十分に満足するためには、ポンプ設備は日本からの調達、トランスは「ス」国内からの調達が最適と判断される。

表 3.2.5 調達先の比較表

項目	ポンプ設備				トランス					
	ケース A1 第三国		ケース A2 日本国		ケース B1 スーダン国		ケース B2 第三国		ケース B3 日本国	
	判定	判定	判定	判定	判定	判定	判定	判定	判定	
1 11ヶ国の利用経験とコメント	<ul style="list-style-type: none"> 英国、オーストラリア、ブラジル、イタリア、南ア、中国、スエーデン、チェコなどの利用経験がある。耐久力がないので、維持管理が高額となる。 スーダン側は日本の無償援助では日本からの調達されると判断している。 第三国の調達について、スーダン側は了解していない。 	<ul style="list-style-type: none"> 日本製の利用経験はあるが、少ない。 品質が安定しているため、日本製の調達を望んでいる。 	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 多数のトランスが使用されている。 2000kVAまでは汎用性、それ以上は特注となる。 3500kVAでも同様に数ヶ月で製造可能。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 古くは英国などヨーロッパから納入されていた。 現在はスーダン国で製造可能であり、現地調達が可能とされている。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 日本からの調達は殆どない。 日本からの調達に問題は無い。 	○
2 品質・機能	<ul style="list-style-type: none"> オーストラリア製、日本製を除いて一般的に耐久力が無い。 ポンプの設計点が確保されていない。 ポンプの性能表、性能曲線、テストデータなどは提供されない、品質管理検査記録がないことで、受け入れ時、品質判定できない。 多大な性能表示で大きな原動機を付属し、維持管理費の増加を招いている。 輸送中に一部部品が破損するなどの不具合が多い。 品質、規格を守った製造であるかの判定が大変難しい。 	×	<ul style="list-style-type: none"> 十分に品質管理で設計、製造される。 検査記録も提示される。 受入後のテスト、運転指導も行う。 	○	<ul style="list-style-type: none"> IEC基準に基づいて製造されている。 ある大製造会社はISO9001, 2000を取得している。 供給能力もあり、注文後数ヶ月で供給できる。 トランス製造のみで輸送、据付けは行わない。 電機会社が指定した性能と据付方法を守り、指定の計測器を取り付ける規定である。 電機会社が確認する。 	○	<ul style="list-style-type: none"> JIS、JEC、JEMなどの規格、基準で製造される。 検査、検査データも整備される。 	○		
3 アフターサービス	<ul style="list-style-type: none"> 部品供給に多大な時間を要する。 部品価格が非常に高い。 ある製造社ではアフターサービス店がハルツームにあるが、迅速な対応が出来ていない。 	△	<ul style="list-style-type: none"> 現状では、アフターサービス店は見当たらないが、近隣諸国には支店、連絡事務所がある製造社もある。 実施された場合にはアフターサービス店の設置も可能である。 	○	<ul style="list-style-type: none"> アフターサービスは殆ど必要ないが、不具合の場合は電機施工会社が行う。 輸送、据付けは電機施工会社が電機会社の指導のもとに行う。 	○	<ul style="list-style-type: none"> アフターサービス店はないが、設置は可能。 ポンプ業者が同時に行い得る。 	○		
4 工期	<ul style="list-style-type: none"> 製造期間は一般と同様な期間と判断されるが、輸送中の不具合多発で、完全品となるには長期間を要する。 日本の無償資金協力の内容を熟知していないので、日本の契約者かつ調達業者が調達を躊躇する。 	△	<ul style="list-style-type: none"> 日本の無償資金協力内容を熟知していることから、工期の厳守は認識されている。 一般的には設計・製造に10ヶ月を要する。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 製造に数ヶ月。 据付けは施工業者によるが、コンクリート台を使用するため2-3週間を要する。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 製造は数ヶ月。 施工はスーダンの電機会社の指導の基に施工が可能。 	○		
5 価格	<ul style="list-style-type: none"> ヨーロッパ製は2-3割の安さ。 中国製は3-5割の安さ。 中国製は大量生産で、受注後の設計・製造ではなく、現貨する似たものを供給する傾向にあることから、安くなる。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 比較的高価となる。 	△	<ul style="list-style-type: none"> 高圧電源により価格は多少異なる。 1500kVAでは105,000SDG(¥3,150,000)程度。日本製の2割り強。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 比較的高価。 1500kVAで¥15,000,000程度 	△		
総合評価	◎				◎		-		○	

注記：判定、評価欄におけるマークは右を参照。 x：採用できない △：採用しないほうが良い ◎：採用しても良い ○：採用する

(4) 工期設定

工期にあたっては以下の内容を検討して決定する。

- 1) ポンプ機材は汎用性ではあるが、契約後に設計、製作図の作成・承認を経て、製造に入り、複数台の調達であることから、10ヶ月以上の製作期間を考慮する必要がある。但し、管類・弁類は設計、製造が比較的簡易なことから、製造期間も短い。これら製造期間を考慮する。
- 2) リバーナイル州の2スキームについては、雨期(洪水期)には建設が遅滞すると判断され、その前後での作業が主流となる。建物に付帯する管類は時期を合わせての調達を考慮する。特に雨期の7月～10月(4ヵ月間)は上流の降雨によりナイル川水位が乾期水位に比し約6～7m上昇する。このため、ポンプ場地中部・法面保護工の工事は困難である。また、この期間は降雨により工事用進入路の確保が難しくなる(アスファルト舗装道路からキティアブ現場へは67～72kmの土漠道路が続く)。これらの理由により、土木建設工事を乾期の8ヵ月間(11月～翌年6月)で行い、雨期期間中には、場内で行える作業を優先し、ポンプ/モーター/制御盤の据付・運転・引渡しなどを行う工程とする。
- 3) 工事工程は、仮設機材の有効な転用および効率の良い人員配置を考慮し、第一段階としてアリアブポンプ場を着工し、1年後に引渡しを行う。その後、第二段階としてキティアブポンプ場の建設に着手する計画とする。
- 4) カッサラ州、K14ポンプ場の機材供与に伴う据付・運転指導は、受益地区での作付けがなくポンプ場からの灌漑用水の送水が停止される期間中(毎年、3月～6月の4ヵ月間)に行う計画とする。

3-2-2 基本計画(施設計画/機材計画)

3-2-2-1 改修対象灌漑スキームの概要

(1) アリアブ灌漑スキーム

アリアブは、灌漑面積5,250フェダン(2,205ha)を有し、16村をカバーする1942年設立のスキームである。農地はすべて国有であり、入植農家は契約により耕作権を国から付与された小作である。1,500戸が入植しており、1農家平均3.5フェダンの経営規模である。小麦、ソラマメなど単年性作物70%、マンゴー、デーツなど永年性作物30%の土地利用である。

入植当初は単年性作物が中心であったが、現在は果樹など永年性作物が増加、これに伴い用水量も増加してきている。作物は個々の農家が地方市場で販売しており、組織的な共同出荷は行われていない。

耕作・収穫はトラクターおよびコンバインのレンタルによるのが中心である。フェダン当たり推定粗生産額は6,168SDG/フェダンと高い。各農村にはYouth Union、Women Unionがそれぞれ1つ組織されている。

灌漑施設については、4台のディーゼル・エンジン・ポンプが設置され、合計4.5m³/sの能力で

あるが、現在1台が修理中のため、現有能力は $3.5\text{m}^3/\text{s}$ である。2012年2月現在、新しい2台の横軸渦巻きポンプと電動モーターが既設ポンプ場に設置され稼動している。

水路施設は、スキーム設立後、大規模な改修はされていないため、既に60年以上を経過していることになる。メイン水路は水路底幅4.5m程度の盛土水路で、その延長は14kmである。メイン水路には7カ所のレギュレーターが設置され、マイナー水路が接続している。ゲート施設は比較的良好に機能しているが、メイン水路の通水能力が必要量の約70%程度の能力と推定され、不足している。

本地区では地区を3分割し、上流側より3日、3日、4日でローテーション灌漑が行われている。水路には多量の土砂が堆積するため、洪水期後の12～1月にかけて、毎年1回程度浚渫が実施される。浚渫は、メイン水路の末端部まで定期的に行われている。

ゲートは幅0.6～1.2m程度の矩形の鋼製スピンドル式が採用されているが、グリース塗布などのメンテナンスが施され、下流部の1部ゲートを除き、いずれも操作が可能な状態に維持されている。

(2) キティアブ灌漑スキーム

キティアブは、灌漑面積5,700フェダン(2,394ha)を有し、9村をカバーする1917年設立の長い歴史があるスキームである。人口は非農家を含めて21,000人である。耕作権を付与された3,000戸の小作農家が入植している。永年性作物56%、単年性作物44%の土地利用である。なかでも柑橘類は2,328フェダンを占めるこのスキームの主作物である。果樹栽培中心農家と小麦などの単年性作物栽培農家に大きく分かれる。

農家は有望作物として、柑橘類、マンゴー、デーツをあげている。穀類、豆類は2番目の有望作物としている。これら果実類は農家および仲買業者によりハルツームに運搬・販売される。穀類・豆類は地方市場で個別農家により販売される。賃耕ベースで耕起はトラクターとプラウあるいはハロー、収穫にはコンバインが使用されている。フェダン当たり推定粗生産額は5,157SDG/フェダンである。各農村にはYouth Union、Women Unionがそれぞれ1つ組織されている。

灌漑施設については、現況4台のディーゼル・エンジン・ポンプと地区末端にあるフローティングポンプ1台で、合計 $5.75\text{m}^3/\text{s}$ の能力であるが、水路断面が小さく、最大3台($3\text{m}^3/\text{s}$)＋フローティングポンプ $1\text{m}^3/\text{s}$ での運転であり、地区全体の現有能力は $4.0\text{m}^3/\text{s}$ である。現在小麦増産計画を通じて新しい2台の横軸渦巻きポンプと電動モーターがポンプ場に届いており、据付準備中である。

水路施設は建設後既に90年以上を経過している。メイン水路は水路底幅4.5m程度の盛土水路で、その延長は約14kmである。メイン水路には5カ所のレギュレーターが設置され、計20本のマイナー水路が接続している。マイナー水路の構造も土水路であり、総延長は34kmに及ぶ。地区の末端部では、ナイル川本線に設置したフローティングポンプによる補給水の送水が行われている。メイン水路からゲートなしで直接取水するAbu-Ashreen Canal(圃場水路)が多く設置されているため灌漑水量に不足をきたすことがあり、また水路断面の通水能力も不十分と推定される(約80%)。不足分を補うため、地区末端の地区外からナイル川本線に設置したフローティング

ポンプ $1\text{m}^3/\text{s}$ により水路を 1km 逆流させて地区に補給している。

本地区では、地区を 3 分割し、ゲート操作により各々 5 日ずつのローテーション灌漑が行われている。水路には多量の土砂が堆積するため、洪水期後の 12～1 月にかけて、毎年 1 回程度浚渫が実施される。浚渫はメイン水路の末端部まで定期的に行われている。

ゲートは幅 1.0～1.3m 程度の矩形の鋼製スピンドル式が採用されているが、一部のゲートではメンテナンスが不十分で、開閉操作が不能なものが見られる。

(3) ニューハルファ灌漑スキーム K14 (ポンプ場)

K14 ポンプ場は、アトバラ川に建設されているカシム・ギルバダムを始点とした幹線水路の 14km 地点に建設されたポンプ場であり、31,000 フェダン (13,020ha) を灌漑している。これら農地は個人農家が国から耕作権を付与され、小作農家として耕作している。K14 機場は 22 村の 11,000 農家をカバーしている。人口は約 110,000 人である。

ソルガム、綿花、小麦などのほかオクラ、トマト、ジャガイモなどの野菜類が栽培されている。作付体系図に見られるように、夏作、冬作が行われ、灌漑水が比較的安定的に供給されている点で、夏作が困難なリバーナイル州と異なっている。

年間生計費は平均 10 人の世帯規模で最小限 6,000SDG/戸/年、諸経費を入れると 12,000SDG/戸/年は必要との推定である。

国営事業であるが、水利組織に関する基本的な情報の整理が行き届いていないこと、広大な面積であるため、きめ細かな水管理が難しいことなどが課題である。

K14 のポンプ場に設置されている灌漑ポンプ 3 台 (立軸軸流ポンプ、 $3.5\text{m}^3/\text{秒}$) は 1974 年に設置されたものであるが、全て稼動している。3 台とも全て電動モーターで動いており、うち 1 台のモーターは 2005 年製のものである。

水路施設は、延長 5km のメジャー水路から 7 本のマイナー水路に接続し、更に圃場内の水路に分岐して地区全体に分水されており、末端部には排水路が整備されている。いずれも土水路であり、水路の堆砂状況をみて年に 1 回程度優先順位が高い箇所から順次浚渫等の維持管理が行われている。農家は Abu-Ashreen Canal および Abu-Shitta Canal を維持管理することになっている。

3-2-2-2 灌漑スキームにおける灌漑必要水量

(1) 算定方法

灌漑必要水量は、受益地区の気象特性および土壌水分特性と灌漑の対象となる作物の水分消費特性から決定される。実際の計算には、FAO のソフトウェア「CROPWAT」が一般に使用されている。同ソフトウェアでは、対象地区の気象件や実際に栽培・計画されている作付体系を考慮することができ、単位面積当たりの必要水量を計算するため、実灌漑面積と計画灌漑面積に差があっても対応できる。また、先方政府の関係機関 (リバーナイル州 Hudeiba の農業研究公社および

ニューハルファ農業公社) において、同ソフトウェアの使用について容認された。

CROPWAT による灌漑必要水量の算定手順は次の通りである。

1) 基準蒸発散量 (ET₀) の算定

基準とする作物に十分に水を供給した場合の基準蒸発散量 (ET₀) を算定する。この ET₀ の推定には幾つかの方法があるが、気象データ (気温、湿度、日照、風速) から推定する場合に適合性が高いとされているペンマン・モンティース法を CROPWAT では採用している。

2) 有効雨量の計算

リバーナイル州の年間降雨量は平均 50mm 程度、カッサラ州では年間平均 250mm 程度といずれも小さく、降雨は夏期の一部期間に限られる上、年ごとのばらつきも大きい。従って、灌漑必要水量の計算において、降雨量は考慮しないものとした。

3) 栽培作物および作付体系の入力

作物の種類、作付時期および収穫時期、作物係数、生育段階毎の期間等のデータを入力する。

4) 作物必要水量の計算

基準蒸発散量、栽培作物とその作付体系等の情報をもとに、月毎の必要水量の計算を行う。

(2) 基準蒸発散量

CROPWAT は、FAO が開発したデータベース「CLIMWAT」と連動しており、CLIMWAT には世界中の 5,000 を超える観測所における気象データが蓄積されている。リバーナイル州の 2 スキームについては、このデータベースから、対象スキームの中央付近に位置する Hudeiba 観測所の気象データを使用し基準蒸発散量 ET₀ を算出した。ニューハルファ灌漑スキームは、「Rehabilitation Program and Technical, Economic and Financial Feasibility Study (2004, New Halfa Agricultural Corporation)」より、1970 年～2000 年の気象データに基づき CROPWAT で算出された数値を採用した。

表 3.2.6 スキーム毎の基準蒸発散量
基準蒸発散量 ET₀ (mm/day)

月	アリアブ, キティアブ	ニューハルファ K14
1月	5.76	5.48
2月	6.74	6.19
3月	8.04	7.86
4月	9.23	7.86
5月	8.21	8.10
6月	9.64	8.57
7月	9.13	7.38
8月	7.61	7.14
9月	8.30	6.90
10月	7.12	6.19
11月	5.98	5.48
12月	5.86	5.00

(3) 栽培作物および作付体系

各スキームにおける最新の作付体系は(資料-6.2)に示す通りである。各スキームとも休耕地を有していることやローテーション栽培を行っているなどの理由により、図中の面積を合計しても必ずしもスキーム全体の灌漑対象面積とは一致しない。

(4) 灌漑効率

FAO、ICID および USSCS 等の基準値から、下記に示す通り総合灌漑効率を算出する。

搬送効率 E_c :対象スキーム内では、灌漑期間中は農民が随時水路から取水、灌水するため、幹線水路は常時通水の状態に保たれる。このような状況は、 E_c 区分の連続通水の場合に相当するものと判断されるため、 $E_c=0.90$ を採用する。

圃場水路効率 E_b :対象スキーム内の状況から、20ha以下の土水路の効率である $E_b=0.70$ を採用する。ただし、ニューハルファでは、農業公社での聞き取り調査の結果に基づき、 $E_b=0.85$ とする。

圃場適用効率 E_a :対象スキームの灌漑方式が主として畝間灌漑であることから、基準値である0.55~0.70の最大値をとり $E_a=0.70$ を採用する。

以上より、総合灌漑効率を計算すると次の通りとなる。

$$E = E_c \times E_b \times E_a = 0.90 \times 0.70 \times 0.70 = 0.44 \text{ (アリアブ、キティアブ)}$$

$$\text{//} \quad = 0.90 \times 0.85 \times 0.70 = 0.53 \text{ (ニューハルファ)}$$

表 3.2.7 灌漑効率の基準値

<u>Conveyance Efficiency(E_c)</u>		ICID/ILRI	
Continuous supply with no substantial change in flow		0.90	
Rotational supply in projects of 3,000–7,000ha and rotation areas of 70–300 ha, with efficient management		0.80	
Rotational supply in large schemes (>10,000ha) and small schemes (<1,000ha) with respective problematic communication and less effective management:			
Based on predetermined schedule		0.70	
Based on advance request		0.65	
<u>Field Canal Efficiency(E_b)</u>			
Blocks larger than 20ha : unlined		0.80	
lined or piped		0.90	
Blocks up to 20ha : unlined		0.70	
lined or piped		0.80	
<u>Distribution efficiency($E_d = E_b \times E_c$)</u>			
Average for rotational supply with management and communication			
adequate		0.65	
sufficient		0.55	
insufficient		0.40	
poor		0.30	
<u>Field Application Efficiency (E_a)</u>			
Surface methods			
Light soils		0.55	
Medium soils		0.70	
Heavy soils		0.60	
Graded border		0.60–0.75	
Basin and level border		0.60–0.80	
Contour ditch		0.50–0.55	
furrow		0.55–0.70	
corrugation		0.50–0.70	
Subsurface		up to 0.80	
Sprinkler, hot dry climate		0.60	
Moderate climate		0.70	
Humid and cool		0.80	
Rice		0.32	

注) ICID :International Committee of Irrigation and Drainage

ILRI :International Institute for Land Reclamation and Improvement

USDA :United State Department of Agriculture

US(SCS) :United States Soil Conservation Service

(5) ポンプ運転時間

日当たりのポンプ運転時間は、各スキームでの実績および聞き取り結果に基づき、18 時間/日を標準とする。

(6) 飲雑用水量

灌漑用水は、家畜の飲用水、農機具等の洗浄、その他生活用水としても利用されている。これらの飲雑用水量を単位灌漑水量の5%見込むものとする。

(7) 灌漑必要水量

灌漑に必要な粗用水量は、FAO の CROPWAT8.0 を用いて算定した単位面積当たりの日必要水量 (m³/s/ha) を 1,000 フェダンあたりに換算し、総合灌漑効率で除して求められる。ポンプの計画揚水量は、粗用水量に飲雑用水量分5%を加算し、ポンプの運転時間 (18 時間/日) を考慮して算出した。

単位粗用水量 = 単位必要水量 / 総合灌漑効率

計画ポンプ揚水量 = 単位粗用水量 × 灌漑面積 × (1 + 0.05) × 24 / 18

各スキームにおける計算結果は、(表 3.2.8) に示すとおりである。

表 3.2.8 ポンプ設備月別計画揚水量

Aliab

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
純必要水量 (l/s/ha)	0.51	0.52	0.48	0.39	0.34	0.38	0.36	0.34	0.42	0.45	0.40	0.49
〃 (m ³ /s/1000fd)	0.21	0.22	0.20	0.16	0.14	0.16	0.15	0.14	0.18	0.19	0.17	0.21
総合灌漑効率	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
粗用水量 (m ³ /s/1000fd)	0.49	0.50	0.46	0.37	0.32	0.36	0.34	0.32	0.40	0.43	0.38	0.47
灌漑用水量 (m ³ /s/1000fd)	0.51	0.52	0.48	0.39	0.34	0.38	0.36	0.34	0.42	0.45	0.40	0.49
灌漑対象面積 (fd)	5,250	4,659	3,902	2,714	2,219	2,053	2,053	2,776	3,500	3,533	4,307	5,250
計画揚水量 (m ³ /s)	3.58	3.24	2.50	1.41	1.01	1.04	0.99	1.26	1.96	2.12	2.30	3.44

Kitiab

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
純必要水量 (l/s/ha)	0.51	0.58	0.55	0.48	0.40	0.46	0.44	0.40	0.44	0.42	0.36	0.45
〃 (m ³ /s/1000fd)	0.21	0.24	0.23	0.20	0.17	0.19	0.18	0.17	0.18	0.18	0.15	0.19
総合灌漑効率	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
粗用水量 (m ³ /s/1000fd)	0.49	0.55	0.53	0.46	0.38	0.44	0.42	0.38	0.42	0.40	0.34	0.43
灌漑用水量 (m ³ /s/1000fd)	0.51	0.58	0.55	0.48	0.40	0.46	0.44	0.40	0.44	0.42	0.36	0.45
灌漑対象面積 (fd)	5,700	5,069	5,069	3,733	3,216	3,216	3,216	3,216	3,531	3,846	4,174	5,700
計画揚水量 (m ³ /s)	3.88	3.93	3.73	2.39	1.72	1.98	1.89	1.72	2.08	2.16	2.01	3.43

New Halfa (K14)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
純必要水量 (l/s/ha)	0.19	0.14	0.13	0.03	0.02	0.01	0.18	0.51	0.77	0.76	0.56	0.22
〃 (m ³ /s/1000fd)	0.08	0.06	0.05	0.01	0.01	0.00	0.08	0.21	0.32	0.32	0.24	0.09
総合灌漑効率	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
粗用水量 (m ³ /s/1000fd)	0.15	0.11	0.10	0.02	0.02	0.01	0.14	0.40	0.61	0.60	0.44	0.17
灌漑用水量 (m ³ /s/1000fd)	0.16	0.12	0.11	0.02	0.02	0.01	0.15	0.42	0.64	0.63	0.47	0.18
灌漑対象面積 (fd)	3,640	2,525	1,810	1,105	200	200	8,970	11,600	11,600	11,600	10,780	6,910
計画揚水量 (m ³ /s)	0.77	0.39	0.26	0.04	0.00	0.00	1.79	6.56	9.91	9.78	6.70	1.69

3-2-2-3 灌漑スキームのポンプ設備形式

(1) ポンプ設備形式の検討

リバーナイル州の現況のポンプ設備では、種々のポンプ設備形式が採用されてきている。既存のポンプ設備形式から判断すると、ポンプ設備選定においての重要な課題は、①吸水位の大きな変動に対応できること、②ナイル川の流水に含まれる浮遊土砂の取水口への堆積にできるだけ対応できること、そして③運営・維持管理が容易で、その費用が安く抑えられることである。しかし上記課題への対応が可能であってもその操作・維持管理が複雑かつ困難であり、ポンプ機材の故障危険度が高いものなどについては、採用を見合わせる必要がある。

また、以前に採用されていたフローティングポンプ形式は、一般的に吐出量 $1\text{m}^3/\text{s}$ 程度以下の小規模ポンプに採用されることが多く、当該プロジェクトで採用する場合には、複数台のフローティングポンプを並べる必要がある。またポンプ吐出管は大きな水位変動量に対応した頻繁で危険を伴うパイプの繋ぎこみ作業が必要であり、さらに流れの速いナイル川では適切で安全な台船の係留が困難なことなど、ナイル川の流れへの対処が容易ではない。今までこのような問題点に直面してきた「ス」国側の経験を考慮し、フローティングポンプ形式は採用しないこととする。

これらを念頭に可能性のある各種形式を比較検討した結果、総合評価として、対象施設と同程度の施設容量での採用事例が最も多い「地下型」が最適であるものと判定された。(表 3.2.10)にその判定内容を示す。なお、判定された結果からポンプ型式は横軸渦巻型となり、吸込性能の良い機種で一般的に採用されている両吸込型を採用する。それに伴ってモーターは汎用性、経済性を考慮して横軸かご型誘導電動機を使用し、直接カップリングでポンプに繋ぐ方式とする。

なお、K14 ポンプ場は既存建物をそのまま利用し、ポンプ機材のみの更新を行なう。ポンプタイプは現在の技術での検討を行いその適正を確認した結果、既存ポンプと同様の立軸斜流ポンプタイプが選定される。

表 3.2.9 ポンプ据付方法の比較検討

	① 旧地下型		② 仮設置型		③ 張出型		④ 引込型		⑤ 地下型		⑥ 地下圧送型	
	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価
図 1		-		-		-		-		-		-
図 2		-		-		-		-		-		-
縦型渦巻	横型渦巻	横型渦巻	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	横型渦巻	横型渦巻	縦型渦巻	-
型式	・Bauga (クレーンあり、スペースなし) ・Kadabas ・Aliabの一部 ・Kitiabの一部	・Kadabas ・Aliabの一部 ・Kitiabの一部	-	-	・Fadiah (対象地区ではない)	・Irigerの計画図 (未だ確定採用されわけではない)	-	-	・Elshaheed (現在エンジン仕様となっている) (クレーン、スペースあり) ・Aliab (クレーン、スペースあり) ・Kitiab (クレーンあり、スペースなし)	-	-	-
設置	・旧式施設に採用され、地下式である。 ・水位変動に一定対応しているが、対応しきれない場合がある。 ・一般に横軸渦巻ポンプを使用。 ・エンジン駆動である。電気設備ではモータ使用できる。その場合排水に注意を要する。 ・建物基礎に排水設備がない場合、漏水した水がたまる。 ・クレーンが装着されていない場合がある。	・旧式施設のそばに設置されている。 ・仮設置の形で、水位が高いときには移動する。 ・エンジン駆動の場合とモータ駆動の場合がある。 ・上層がないことから、直射日光あるいは風雨に晒される。 ・メンテはしやすいが、その場所を確保する必要がある。	・最近使用された据付方式。 ・河川へ流せば直接ポンプや管路に影響する。 ・水位変動に対応するためにはかなり沖に設置する必要がある。 ・河川の浮遊物の滞留除去の措置が必要。 ・上層がないことから、直射日光あるいは風雨に晒される。 ・日常点検はできるものの、大きなメンテには難を要する。	・最近「ス」国のコンサルタントが計画している据付方法。 ・導入路を設けていない。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプを地下にすえつける。 ・原動機・コンローラ機材は地上設置する。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・吸入部は導水路とするか、パイプ吸入管とするかの選択が出来る。						
施設	・メンテ用スペース、クレーンがないことから、メンテをやりにくい。 ・水位変動の場合、キヤビテーションが発生しやすいよう運転に注意を要する。 ・日常点検にも支障をきたす。	・吸入水位に対応していない。 ・水位が上昇した場合は移動する必要がある。 ・強固な据付とならないことから、振動が大きく、機材に影響がある。 ・電気に対する安全性にも問題がある。 ・上層がないので、塗装、潤滑油などに早期劣化の影響がある。	・大きな修理が必要な場合、容易には出来ない。しいて言えば不可能。 ・電気に対する安全性にも問題がある。 ・上層がないので、塗装、潤滑油などに早期劣化の影響がある。	・上層がないので、塗装、潤滑油などに早期劣化の影響がある。 ・メンテが容易。	・上層の壁を強固にする必要がある。 ・主一々あるいはエンジンを地下に据付けるため、完全な防水対策が必要。 ・内部排水設備も必要。 ・メンテが容易。	・上層の壁を強固にする必要がある。 ・主一々あるいはエンジンを地下に据付けるため、完全な防水対策が必要。 ・内部排水設備も必要。 ・メンテが容易。	・上層の壁を強固にする必要がある。 ・主一々あるいはエンジンを地下に据付けるため、完全な防水対策が必要。 ・内部排水設備も必要。 ・メンテが容易。					
設置調整	・比較的高い	・建物がないこと、設置位置を選べることから、大変に安い。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川護岸を掘削して、建設することから比較的高い。 ・メンテ用にアプローズが必要となり、高価格になり、地下型と同様な価格になる。	・河川護岸を掘削して、建設することから比較的高い。 ・メンテ用にアプローズが必要となり、高価格になり、地下型と同様な価格になる。	・河川護岸を掘削して、建設することから比較的高い。 ・メンテ用にアプローズが必要となり、高価格になり、地下型と同様な価格になる。						
総合評価	x	x	△	△	△	△	△	△	◎	◎	◎	◎

注記: 評価における各マークは、右の通り。x: 採用できない △: 採用しないほうが良い。◎: 採用できるが、より高額となる

(2) ポンプ設備の適用規格

ポンプ設備の適用規格は本件対象ポンプ場で使用されている規格、或いは「ス」国で一般的に使用されている規格に加えて、以下の最新版規格に基づくものとする。

表 3.2.10 ポンプ場の適用規格

対象設備・資機材	適用規格
ポンプ、モーター、弁類、配管類などの材料および設計	日本工業規格 (JIS) 英国規格(BS) および国際規格
モーター、制御装置、トランスなどの電気設備	電気規格調査標準規格 (JEC) 日本電気工業会標準規格 (JEM) 国際電気標準会議 (IEC) およびその他国際規格

3-2-2-4 ポンプ台数、規模および全揚程の決定（ポンプ仕様の決定）

(1) ポンプ台数割・規模の検討

ポンプ 1 台当たりの規模（吐出量）はポンプ台数割により変わってくる。必要揚水量の変動に応じて効率的に運転し、運転経費を削減するためには、異なった吐出能力のポンプ組み合わせも考えられるが、ポンプ設備費の低減およびポンプ運転の均等化が計れるように、同一能力のポンプを選定するのが適切と考えられる。

ポンプの流量制御は、従来より「ス」国で実施されてきた、最も単純で一般的で効率的なポンプ台数割による流量制御方法を行なう方針とし、これに運転時間の調節で、大きく変動する月別揚水量に対処する。この場合、ポンプの台数は多いほど揚水量の変動に応じて効率的に運転できるが、機場のスペースが大きくなり、配管も複雑となって工事費や用地費が高くなることから、必ずしも効率的ではない。

リバーナイル州のポンプ設備については、このような状況を鑑み、(表 3.2.11)に台数割を検討すると、4 台割りが最適であると判断される。従って、ポンプ規模は 1 台当たり $1.0\text{m}^3/\text{s}$ の能力で、4 台並列運転が可能な形式とする。

また、K14 ポンプ場においては、既存の土木構造、建物を利用することからポンプ台数は既設と同様の 3 台の均等サイズとし、1 台当たり能力は $3.5\text{m}^3/\text{s}$ で計画する。

(2) ポンプの計画仕様点

ポンプの全揚程はポンプ吸水位（リバーナイル州ではナイル川の水位、K14 ポンプ場ではニューハルファ幹線水路の始点より 14 キロメートル地点での水位）とポンプ吐出水位との差である実揚程(Ha)にポンプ吸水管および吐出管での損失水頭を加えたものである。

ポンプの吐出量と全揚程の関係はポンプの種類、口径、回転数、仕様点等により一定の関係があり、吐出量と全揚程の変化はそれらのポンプ条件で決められるポンプ特性曲線上での運転点の移動で説明される。計画仕様点は、このポンプ特性曲線上での運転点で、計画吐出量と計画全揚程で示される。

表 3.2.11 必要用水量と台数割

18時間運転
I. 必要用水量
スギーム

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
1/ Aliab	3.58	3.24	2.50	1.41	1.01	1.04	0.99	1.26	1.96	2.12	2.30	3.44	2.07
2/ Kitiab	3.88	3.93	3.73	2.39	1.72	1.98	1.89	1.72	2.08	2.16	2.01	3.43	2.58
3/ K14	0.77	0.39	0.25	0.03	0.00	0.00	1.79	6.56	9.91	9.78	6.70	1.69	3.16

unit: m3/s

II. 台数割の検討

台数割	月別必要水量 (m3/s)												最速ポンプ規模 (m3/s)	検討	判定		
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.					
① 4台割の場合	0.90	0.81	0.63	0.35	0.25	0.26	0.25	0.32	0.49	0.53	0.58	0.86	0.86	1.00	1.00	<ul style="list-style-type: none"> ・3箇所共に共通機材が良い。 ・多様な必要水量に対応し易い。 ・建物は多少大きくなる。 ・「ス」国で新規調達されているポンプ能力と同等であることから、相互運転が容易となる。 	◎
② 3台割の場合	1.19	1.08	0.83	0.47	0.34	0.35	0.33	0.42	0.65	0.71	0.77	1.15	1.14	1.20	1.30	<ul style="list-style-type: none"> ・3箇所共に機材が違う。 ・多様な必要水量に対応し難い。 ・必要水量が大きいつ時で故障時には対応が難しくなる。 ・機材が大きくなることから、建物前後の大きさが増す。長さは多少短くなる。 ・メンテ用クレーン能力が大きくなると共に支柱と建物の強化が必要。 ・既存ポンプ能力と同等とする。 	○
③ 2台割の場合	1.79	1.62	1.25	0.71	0.51	0.52	0.50	0.63	0.98	1.06	1.15	1.72	1.72	1.80	2.00	<ul style="list-style-type: none"> ・3箇所共に機材が違う。 ・多様な必要水量に対応が難しい。 ・必要水量が大きいつ時で故障時の対応が出来ない。 ・機材が大きくなることから、建物前後の大きさが増す。長さは短くなる。 ・メンテ用クレーンは更に大きくする必要があり、支柱・建物もより強固にする必要がある。 	△

注記: (1) K14は3台割と決められている。
(2) 評価における各マークは、右の通り。

△: 採用しないほうが良い。 ○: 採用できるが、運転が難しい ◎: 採用する

1) ポンプの設計水位（吸水位および吐出水位）

ポンプの吸水位はナイル川、あるいはニューハルファ幹線水路の水位により決定される。リバーナイル州のポンプ設備では、ナイル川の水位が低い時期に灌漑用水量が最大となる関係があり、ポンプの計画吸水位は各地点でのナイル川の既往最低水位とする。一方、計画吐水位は、灌漑水路への接続水位であり、現地の地形測量調査結果より決定する。

またニューハルファ灌漑スキーム K14 ポンプ場の計画吸水位は、ニューハルファ幹線水路の始点より 14 キロメートル地点での最低水位とする。一方、計画吐水位はポンプ吐出し管の形状から、吐出し管の最高標高で決定される。

2) ポンプ実揚程

ポンプ実揚程は吐出水位と吸水位の標高差で与えられ、以下の算式で求められる。

実揚程の算出式

$$H_a = DWL - LWL$$

ここに、 H_a : 実揚程 (m)
 DWL : 吐出水位 (m)
 LWL : 吸水位 (m)

表 3.2.12 計画吸水位、計画吐水位および実揚程

州	灌漑スキーム	計画吸水位 LWL (m)	計画吐水位 DWL (m)	実揚程 Ha (m)
リバーナイル	アリアブ	347.30	355.90	8.60
	キティアブ	348.00	356.10	8.10
カッサラ	ニューハルファ K14	463.75	472.55	8.80

3) 全揚程の算定

全揚程は実揚程に管路などの配管損失水頭を加えたもので、以下の算式を用いる。

全揚程の算出式

$$H = H_a + H_1 = (DWL - LWL) + h_f + f_n \cdot V^2 / 2g$$

ここに、

H : 全揚程 (m)
 H_a : 実揚程 (m)
 H_1 : 総損失水頭 (m)
 DWL : 吐出し水位 (m)
 LWL : 吸込水位 (m)
 h_f : 管路の摩擦損失水頭 (m)
 f_n : 各種摩擦損失係数
 V : 管内流速 (m/s)
 g : 重力加速度 (m/s^2) = 9.8 (m/s^2)

ポンプ場内の配管における管路の摩擦損失水頭 h_f (m) の算出式

$$h_f = \lambda \cdot (L/D) \cdot V^2/2g \dots \dots \dots \text{Darcy} \cdot \text{Weisbach 公式}$$

λ : 摩擦損失係数 ; 一般の鉄管 $\lambda = \{0.0144 + 9.5 / (1000 \cdot \sqrt{V})\} \cdot 1.5$

L : 吸入管・吐出管系中の管路の長さ (m)

D : 管路 L に対応する管径 (m)

ポンプ場外における管路の摩擦損失水頭 h_f (m) の算出式

$$h_f = 10.666 \cdot \{Q^{1.85} / (C^{1.85} \cdot D^{4.87})\} \cdot L \dots \dots \text{Hazen} \cdot \text{Williams 公式}$$

Q : 流量 (m³/s)

C : 流速係数 ; 鋼管 (塗装なし) 標準値は 100

D : 管径 (m)

L : 管路長 (m)

(表 3.2.13) にポンプ廻りの配管損失および全揚程の算出結果を示す。

表 3.2.13 各ポンプ場の配管損失と全揚程

灌漑スキーム名		アリアブ	キティアブ	K14
流量 (m ³ /s)		1.00 /台	1.00 /台	3.50 /台
ポンプ台数		2	2	3
吸い込み管	直径 D (mm)	800	800	1,200
	延長 L (m)	32.7	28.4	0
	流速 V (m/s)	1.99	1.99	3.09
	流速水頭 H_v (m) (= $V^2/2g$)	0.202	0.202	0.489
	摩擦損失水頭 (m)	0.262	0.227	-
	入り口損失, $f = 0.3$	0.061	0.061	-
	曲管-26.5°, $f = 0.11$	0.022	0.022	-
	曲管-22.5° x4, $f = 0.08$	0.065	0.065	-
	蝶形弁, $f = 0.36$	0.073	0.073	-
	計 (m)	0.482	0.447	0.000
吐出管	直径 D (mm)	600	600	1,200
	延長 L (m)	26.3	26.1	17.2
	流速 V (m/s)	3.54	3.54	3.09
	流速水頭 H_v (m) (= $V^2/2g$)	0.640	0.640	0.489
	摩擦損失水頭 (m)	0.818	0.812	0.153
	逆止弁, $f = 0.96$	0.614	0.614	-
	蝶形弁, $f = 0.44$	0.282	0.282	-
	曲管-90° x2, $f = 0.266$	0.340	0.340	-
	曲管-22.5° x4, $f = 0.08$	0.205	0.205	0.156
	片落ち管, $f = 0.3$	0.192	0.192	-
	出口損失, $f = 1.0$ ($\phi 800$)	0.202	0.202	0.489
	フラップ弁, $f = 0.92$ ($\phi 800$)	0.186	0.186	-
計 (m)	2.839	2.833	0.798	
管路損失合計 (m)		3.321	3.280	0.798
実揚程 H_a (m)		8.60	8.10	8.80
計算全揚程 (m)		11.92	11.38	9.60
計画全揚程 H_t (m)		12.00	11.40	9.60

(3) ポンプ仕様点

ポンプ計画上の仕様点は、実際のポンプ運転範囲から、ポンプの最大揚程で計画流量が流れるように設定する。リバーナイル州で計画するポンプに必要とされる最大灌漑必要用水量が発生する時期は1月から3月の間であり、何れもナイル川の水位が低い時期である。

従って、計画上のポンプ仕様点は、(表 3.2.14)に示すとおりポンプ 1 台当たり計画揚水量 $1.0\text{m}^3/\text{s}$ および計画全揚程で規定される。

表 3.2.14 ポンプ仕様点

スキーム名	アリアブ	キティアブ	K14
ポンプ計画揚水量 (吐出量) ($\text{m}^3/\text{s}/\text{unit}$)	1.00	1.00	3.50
ポンプ計画全揚程 (m)	12.00	11.40	9.60

(4) ポンプの回転速度、据付高さおよび設計点の検討

リバーナイル州 2 スキームのポンプ設備では、水位が大きく変動するナイル川からの取水となることから、ポンプの据付高さ、回転数およびポンプ設計点を変化させて、ポンプが全運転範囲でキャビテーションに対し安全に運転可能となるように検討を行う。

1) ポンプ吸込管径および吐出し管径の検討

ポンプ吸水水位が大きく変動することでポンプの運転範囲も大きく変動するが、複雑な水量制御をすることなく、全範囲で運転できるよう下記の対策を検討する。

- ・ ポンプ設置レベルを最低水位へ近づける
- ・ 吸込み配管損失をできるだけ小さくする。
- ・ ポンプ回転速度を小さくする。

ポンプ吸込配管内流速は乱流や沈砂防止、また経済性を考慮し、一般的に $1.5\sim 2.5\text{m/s}$ の範囲となるように管径が選定される。一方、ナイル川の大きな水位変動に対する運転において、ポンプに有害なキャビテーションを発生しにくくするためには、有効吸込水頭 NPSH(AV) の値をできるだけ大きくすることが有利であり、このためには吸入配管損失をできるだけ小さくすることが有利であり、ここでは合計損失水頭を 0.5m 以下とする。(表 3.2.15)に検討結果を示す。

表 3.2.15 吸込管径の検討

機場名	アリアブ			キティアブ		
	600	700	800	600	700	800
配管径 (mm)	600	700	800	600	700	800
流速 (m/s)	3.54	2.60	1.99	3.54	2.60	1.99
判定	×	×	○	×	×	○
損失水頭 (m)	1.52	0.82	0.48	1.52	0.82	0.48
損失判定	×	×	○	×	×	○
総合判定	×	×	○	×	×	○

検討結果から、各スキームとも吸込管径は $\phi 800\text{mm}$ が適切と判定される。従って、吸入

側管径を $\phi 800\text{mm}$ とする。一方、吐出し側管径は、最小実揚程付近（最高河川水位付近）における大水量側でのポンプ運転時にキャビテーションを発生しやすいので、これをできるだけ防止するため吐出し側での損失水頭が大きくなるように吐出し管を選定することとし、 $\phi 600\text{mm}$ と仮設定する。

なお、K14 は既存ポンプと同等とすることから、管径は $\phi 1,200\text{mm}$ である。

2) ポンプの運転範囲と仕様点、設計点

ポンプの仕様点は、ポンプの最大揚程で計画流量が流れるように設定する。一方、ナイル川は期別により水位が大きく変動するため、ポンプに要求される運転範囲が広い。これに対し複雑な運転制御やポンプ吐出量をバルブで絞り制御などをせずに、全範囲で運転が可能となるようにポンプ設計点を大流量側に 10~20% 移動することにより、大流量側（小実揚程側）でのキャビテーションの発生が緩和されることから、どの程度の移動が適切かどうかあわせて検討する。

一例として、下記の(図 3.2.5)はアリアブのポンプの特性曲線を示しているが、仕様点は全揚程= 12.0m, 吐出量=1.0m³/s の交点が仕様点である。ポンプの運転範囲は抵抗曲線の最大全揚程 Hamax から最低全揚程 Hamin に挟まれた範囲の特性曲線上で運転されることとなる。

運転範囲において、毎月の実揚程に応じた抵抗曲線とその平均を示す抵抗曲線 (Ha. ave) が描かれている。従って、ポンプの運転点は図でいえば仕様点の 5~15%大流量側付近でも頻りに運転されることが示されており、この付近にポンプ効率を最大とするポンプの設計点を設定することが、動力費を最小にする効率的な運転を可能とし、さらにキャビテーションも発生しにくくすると考えられる。

従って、このように設計点を大流量側に移すことにより、効率的で全ての範囲でキャビテーション等を発生することなく運転できるように、ポンプの回転数と据付高さを検討する。

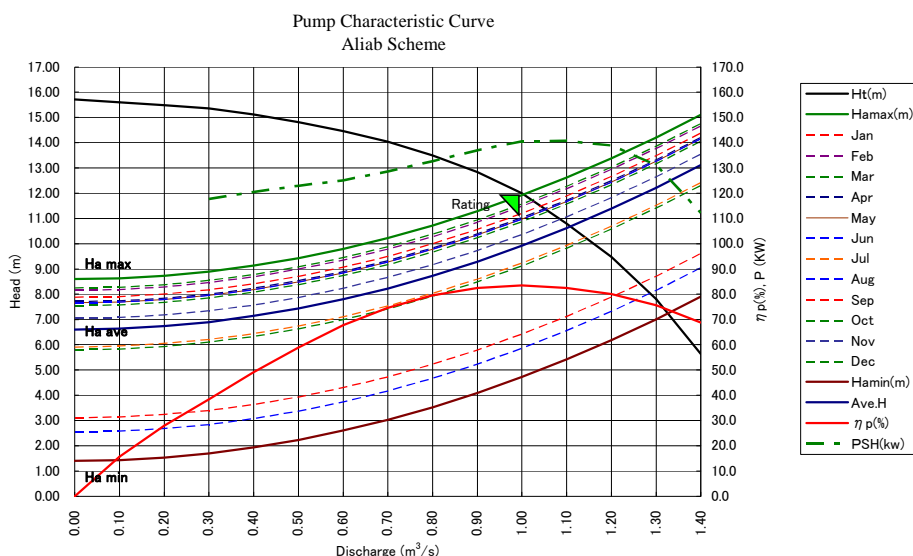


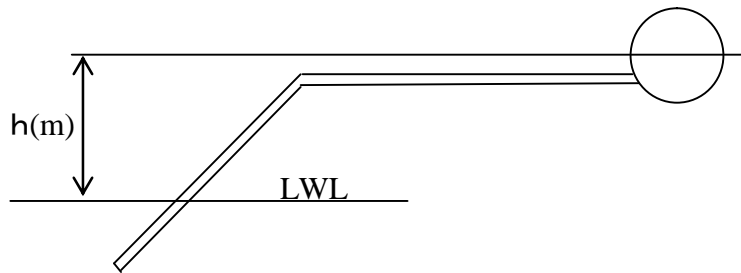
図 3.2.5 ポンプ特性曲線と月別運転抵抗曲線（アリアブ）

3) 検討ケースの設定

吸水位に係る検討ケースは、吸水位が HWL、LWL の 2 ケースとする。吐出し水槽での吐水位は変化しないものとする。

ポンプの据付高さを下記の 5 ケースとする。

表 3.2.16 ポンプ据付高さの検討ケース



Case	h(m)
1	2.50
2	3.00
3	3.50
4	4.00
5	4.50

h : LWL からのポンプ軸据付高さ

図 3.2.6 ポンプ据付高さの検討ケース

また、設計点の大流量側への移動量を、下記のケースとする。

表 3.2.17 ポンプ設計点検討ケース

CaseQ	%	ポンプ設計点流量	
		(m ³ /s)	(m ³ /min)
1	0	1.00	60.0
2	10	1.11	66.7
3	15	1.18	70.6
4	20	1.25	75.0

4) ポンプ回転速度の検討

ポンプ回転速度 N を想定し、その回転速度に対する比速度 N_s を算定し、120 ≤ N_s ≤ 650 の範囲に入るようにポンプ回転速度を選定する。

a) ポンプ比速度

$$N_s = N \cdot x \cdot \sqrt{Q} / H^{3/4} \quad (\text{判定基準: } 120 \leq N_s \leq 650)$$

H: ポンプ全揚程 m

N: ポンプ回転速度 min⁻¹

Q: ポンプ水量 m³/min (両吸込渦巻きポンプの場合 1/2 x Q₀)

設計点の移動とポンプ回転数を変化させた場合のポンプ比速度 N_s を算定し、N_s が許容範囲に入るか否かを評価し、ポンプ回転数を選定する。

検討結果を(表 3.2.18)に示すが、設計点を約 10~20%まで移動する場合には、いずれも N=490min⁻¹(12 極電動機)、580min⁻¹(10 極電動機)が選定できる。一般的に比速度 N_s が 500 を超えるとポンプ効率が低くなることから、設計点の移動を 10%程度とし、N=490min⁻¹(12 極電動機)を使用するのが適切と考えられるが、さらに、ポンプ回転速度が N(1)=490min⁻¹の場合と N(2)=580min⁻¹の場合の 2 種類についてキャビテーションに対する余裕水頭を算定し、キャビテーションに対する安全性も考慮してポンプ回転数を決める。

表 3.2.18 設計点の移動とポンプ回転数およびポンプ比速度 Ns

スキーム	設計点	N	Qo	H	Ns	判定	
アリアブ	20%移動	490	75.0	10.6	510	< 650	OK
		580			604	< 650	OK
		735			765	> 650	No
	15%移動	490	70.6	10.9	485	< 650	OK
		580			574	< 650	OK
		735			727	> 650	No
	10%移動	490	66.7	11.2	462	< 650	OK
		580			546	< 650	OK
		735			692	> 650	No
	移動なし	490	60.0	12.0	416	< 650	OK
		580			493	< 650	OK
		735			624	< 650	OK
キティアブ	20%移動	490	75.0	10.1	530	< 650	OK
		580			627	< 650	OK
		735			795	> 650	No
	15%移動	490	70.6	10.4	504	< 650	OK
		580			597	< 650	OK
		735			756	> 650	No
	10%移動	490	66.7	10.7	480	< 650	OK
		580			568	< 650	OK
		735			720	> 650	No
	移動なし	490	60.0	11.4	433	< 650	OK
		580			512	< 650	OK
		735			649	< 650	OK

b) NPSH (AV) の計算

ポンプ据付高さとは有効吸込水頭 NPSH(AV)との関係、ポンプ揚水量・回転速度と所要吸込水頭 NPSH(RQ)との関係は以下のとおりである。

$$NPSH(AV) = Pa - Vp - Hsl + Has - \alpha$$

- Pa : 9.9 海拔 350m での大気圧(m)
Vp : 0.58 水温 35°Cでの水の飽和蒸気圧(m)
Hsl : 0.94 (HWL) 想定最大水量 1.4m³/s 時の吸い込み損失(m)
0.48 (LWL) 水量 1.0m³/s 時の吸い込み損失(m)
Has : 吸い込み揚程(m) (= WL - ポンプセンター標高)
α : 余裕水頭; h=2.5m: 0.5m, h=3.0m: 0.75m, h=3.5m: 1.0m,
h=4.0m: 1.25m, h=4.5m: 1.5m (吸入高さが大きくなるに従って、不安定さを増すことから、相応に余裕水頭を設定。)

表 3. 2. 19 NPSH (AV) の算定

Items	Case	アリアブ		キティアブ	
		HWL	LWL	HWL	LWL
吸い込みHWL(m)		354.50		355.30	
吸い込みLWL(m)			347.30		348.00
Pump Center	1 (h=2.5)	349.80		350.50	
	2 (h=3.0)	350.30		351.00	
	3 (h=3.5)	350.80		351.50	
	4 (h=4.0)	351.30		352.00	
	5 (h=4.5)	351.80		352.50	
Has (m)	1 (h=2.5)	4.70	-2.50	4.80	-2.50
	2 (h=3.0)	4.20	-3.00	4.30	-3.00
	3 (h=3.5)	3.70	-3.50	3.80	-3.50
	4 (h=4.0)	3.20	-4.00	3.30	-4.00
	5 (h=4.5)	2.70	-4.50	2.80	-4.50
NPSH (AV) (m)	1 (h=2.5)	12.6	5.8	12.7	5.8
	2 (h=3.0)	11.8	5.1	11.9	5.1
	3 (h=3.5)	11.1	4.3	11.2	4.3
	4 (h=4.0)	10.3	3.6	10.4	3.6
	5 (h=4.5)	9.6	2.8	9.7	2.8

c) NPSH (RQ) の算定

$$NPSH (RQ) = (N \cdot x \cdot \sqrt{Q/S})^{4/3}$$

S: 吸い込み比速度

N: 回転速度 N(1)=490min⁻¹ の場合,
N(2) = 580min⁻¹ の場合

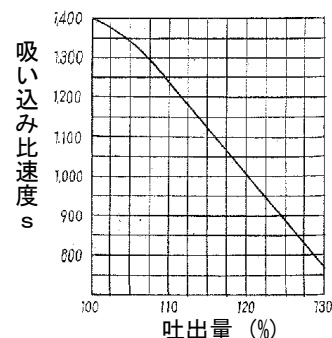


図 3. 2. 7 吸い込み比速度

表 3. 2. 20 吸い込み水位最低時【LWL】の NPSH (RQ)

Item	Case	Rated Q m ³ /min	S	N(1)=490 min-1	N(2)=580 min-1
NPSH (RQ) (m)	Q1 (20%)	60.0	1,400	2.4	3.0
	Q2 (15%)	60.0	1,400	2.4	3.0
	Q3 (10%)	60.0	1,400	2.4	3.0
	Q4 (0%)	60.0	1,400	2.4	3.0

表 3. 2. 21 吸い込み水位最大時【HWL】の NPSH (RQ)

Item	Case	Q (m ³ /min)	Qmax (%)	Qmax (m ³ /min)	S	N(1)=490 min-1	N(2)=580 min-1
NPSH (RQ) (m)	Q1 (20%)	75.0	130.0	97.5	750	7.6	9.5
	Q2 (15%)	70.6	132.5	93.5	700	8.1	10.1
	Q3 (10%)	66.7	135.0	90.0	620	9.2	11.6
	Q4 (0%)	60.0	140.0	84.0	500	11.8	14.7

注) Qmax は HWL 時(最低実揚程時)のポンプ吐出量

d) キャビテーションの検討

有害なキャビテーションの発生を防ぐためには、ポンプが利用できる有効吸込水頭 NPSH(AV)がポンプが必要とする所要吸込水頭 NPSH(RQ)より大きくなるように、ポンプ回転数、ポンプ据付高さおよび設計点の移動量を適正に設定する必要がある。

以下に各スキームにおいて、回転速度の相違と設計点の移動および据付高さの相違による NPSH(AV)と NPSH(RQ)の変化を、吸水位が LWL および HWL の場合について比較検討し、余裕水頭が正 $[= \text{NPSH(AV)} - \text{NPSH(RQ)} \geq 0]$ となる、適正な設定を選択する。

吸込み水位最低時【LWL】 アリアブ、キティアブ共通

表 3. 2. 22 $N(1) = 490\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	5.8	5.8	5.8	5.8	-
	h=3.0m	5.1	5.1	5.1	5.1	-
	h=3.5m	4.3	4.3	4.3	4.3	-
	h=4.0m	3.6	3.6	3.6	3.6	-
	h=4.5m	2.8	2.8	2.8	2.8	-
NPSH (RQ) (m)		2.4	2.4	2.4	2.4	-
余裕水頭 (m) NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	3.4	3.4	3.4	3.4	OK
	h=3.0m	2.7	2.7	2.7	2.7	OK
	h=3.5m	1.9	1.9	1.9	1.9	OK
	h=4.0m	1.2	1.2	1.2	1.2	OK
	h=4.5m	0.4	0.4	0.4	0.4	OK

表 3. 2. 23 $N(2) = 580\text{min}^{-1}$ の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	5.8	5.8	5.8	5.8	-
	h=3.0m	5.1	5.1	5.1	5.1	-
	h=3.5m	4.3	4.3	4.3	4.3	-
	h=4.0m	3.6	3.6	3.6	3.6	-
	h=4.5m	2.8	2.8	2.8	2.8	-
NPSH (RQ) (m)		3.0	3.0	3.0	3.0	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	2.9	2.9	2.9	2.9	OK
	h=3.0m	2.1	2.1	2.1	2.1	OK
	h=3.5m	1.4	1.4	1.4	1.4	OK
	h=4.0m	0.6	0.6	0.6	0.6	OK
	h=4.5m	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	No

吸込み水位最低時 (LWL) では、 $N(2)=580\text{min}^{-1}$ で h=4.5m の場合以外は、キャビテーションを発生しないで安全に運転可能である。

吸込み水位最大時【HWL】

アリアブ

表 3. 2. 24 N(1) = 490min⁻¹ の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.6	12.6	12.6	12.6	-
	h=3.0m	11.8	11.8	11.8	11.8	-
	h=3.5m	11.1	11.1	11.1	11.1	-
	h=4.0m	10.3	10.3	10.3	10.3	-
	h=4.5m	9.6	9.6	9.6	9.6	-
NPSH (RQ) (m)		7.6	8.1	9.2	11.8	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	5.0	4.5	3.3	0.8	OK
	h=3.0m	4.3	3.8	2.6	0.1	OK
	h=3.5m	3.5	3.0	1.8	-0.7	OK, ハッチNo
	h=4.0m	2.8	2.3	1.1	-1.4	OK, ハッチNo
	h=4.5m	2.0	1.5	0.3	-2.2	OK, ハッチNo

表 3. 2. 25 N(2) = 580min⁻¹ の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.6	12.6	12.6	12.6	-
	h=3.0m	11.8	11.8	11.8	11.8	-
	h=3.5m	11.1	11.1	11.1	11.1	-
	h=4.0m	10.3	10.3	10.3	10.3	-
	h=4.5m	9.6	9.6	9.6	9.6	-
NPSH (RQ) (m)		9.5	10.1	11.6	14.7	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	3.1	2.5	1.0	-2.2	OK, ハッチNo
	h=3.0m	2.4	1.7	0.2	-2.9	OK, ハッチNo
	h=3.5m	1.6	1.0	-0.5	-3.7	OK, ハッチNo
	h=4.0m	0.9	0.2	-1.3	-4.4	OK, ハッチNo
	h=4.5m	0.1	-0.5	-2.0	-5.2	OK, ハッチNo

キティアブ

表 3. 2. 26 N(1) = 490min⁻¹ の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.7	12.7	12.7	12.7	-
	h=3.0m	11.9	11.9	11.9	11.9	-
	h=3.5m	11.2	11.2	11.2	11.2	-
	h=4.0m	10.4	10.4	10.4	10.4	-
	h=4.5m	9.7	9.7	9.7	9.7	-
NPSH (RQ) (m)		7.6	8.1	9.2	11.8	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	5.1	4.6	3.4	0.9	OK
	h=3.0m	4.4	3.9	2.7	0.2	OK
	h=3.5m	3.6	3.1	1.9	-0.6	OK, ハッチNo
	h=4.0m	2.9	2.4	1.2	-1.3	OK, ハッチNo
	h=4.5m	2.1	1.6	0.4	-2.1	OK, ハッチNo

表 3.2.27 N(2) = 580min⁻¹ の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.7	12.7	12.7	12.7	-
	h=3.0m	11.9	11.9	11.9	11.9	-
	h=3.5m	11.2	11.2	11.2	11.2	-
	h=4.0m	10.4	10.4	10.4	10.4	-
	h=4.5m	9.7	9.7	9.7	9.7	-
NPSH (RQ) (m)		9.5	10.1	11.6	14.7	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) - NPSH(RQ)	h=2.5m	3.2	2.6	1.1	-2.1	OK, ハッチNo
	h=3.0m	2.5	1.8	0.3	-2.8	OK, ハッチNo
	h=3.5m	1.7	1.1	-0.4	-3.6	OK, ハッチNo
	h=4.0m	1.0	0.3	-1.2	-4.3	OK, ハッチNo
	h=4.5m	0.2	-0.4	-1.9	-5.1	OK, ハッチNo

5) 回転数、ポンプ据付高およびポンプ設計点の決定

ポンプの運転点は期別の水位変動によってポンプ特性曲線上のかなりの範囲を移動するが、概ね仕様点から大流量側に 10%程度移動した運転点での運転頻度が高い。従ってこの付近で設計点を設定することにより動力費を最小に抑えることができる。

また、LWL からのポンプ軸の高さは、高いほど (h が大きいほど) HWL 時でキャビテーションを起こし易くなり、ポンプの寿命への影響を受け易くなるが、土木工事費が安価となる。

従って、ポンプ回転数、設計点の移動量およびポンプの据付高さは、上記計算結果を総合的に判断し、以下のとおり決定する。なお、管径は仮設定したとおり、吸込管径 φ800mm、吐出し管径 φ600mm とする。

表 3.2.28 ポンプ回転数、設計点の移動量およびポンプの据付高さ

ポンプ回転数	N = 490min ⁻¹ (12 極モーター)
設計点の仕様点からの移動量	10% 大水量側に移動する
LWL からのポンプ軸高	h = 4.5m

この場合、ポンプ据付位置は低水位から高い位置にあることで、大きな真空引きが必要となり軸封ポンプの配備が不可欠となる。

なお、ポンプの仕様点と設計点は(表 3.2.29)のとおりである。

表 3.2.29 ポンプの仕様点と設計点

灌漑スキーム		アリアブ	キティアブ	
仕様点	ポンプ流量	(m ³ /s)	1.00	1.00
	全揚程	(m)	12.00	11.40
設計点* (10% 移動)	ポンプ流量	(m ³ /s)	1.11	1.11
	全揚程	(m)	11.2	10.7

注*) 設計点のポンプ流量および全揚程は、概略値である。

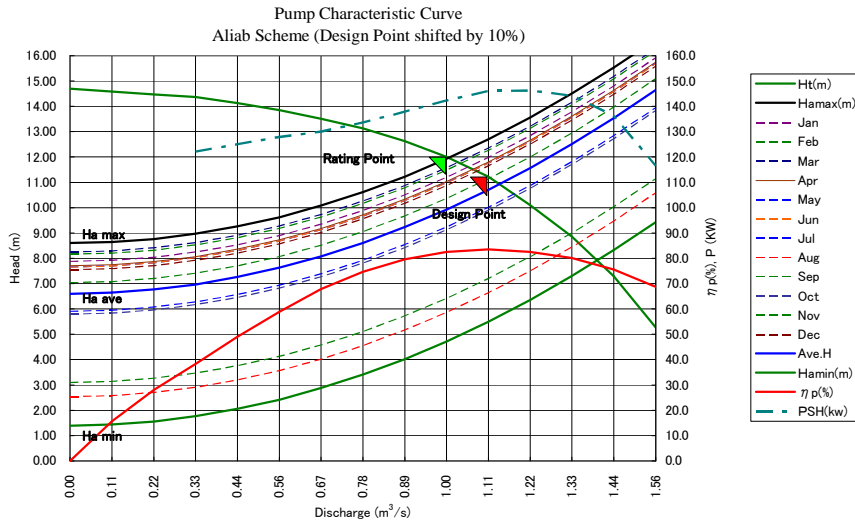


図 3.2.8 設計点を 10%移動した場合のポンプ特性曲線と月別運転抵抗曲線（アリアブ）

(5) ポンプ軸動力・所要動力の検討

ポンプの軸動力、所要動力の決定には以下の算式を用いる。

1) 所要動力の算出

原動機の所要動力はポンプの軸動力を基に、伝達効率と余裕度を考慮して算出する。

ポンプの軸動力の算出式

$$L = 0.163 \cdot Q \cdot H \cdot \gamma / (\eta / 100)$$

L: ポンプ軸動力 (kW)

Q: 吐出し量 (m³/min)

H: 全揚程 (m)

γ: 水の単位体積重量; 1.0 (kgf/ℓ)

η: ポンプ効率 (%); 渦巻ポンプは設計点で 83.5%、仕様点で 80%、斜流ポンプは 80.5%以上とする。

原動機の所要動力の算出式

$$P = L \cdot (1+A) / \eta t$$

P: 原動機所要動力 (kW)

L: ポンプ軸動力 (kW)

A: 余裕度 (電動機使用の場合、0.1~0.15; 本案件では 0.15 とする)

ηt: 伝達効率 (直結軸継手を使用することから、1.0 とする)

原動機としては電動モーターを採用することから、適用するモーターは汎用性を考慮して標準値のものを使用すると、アリアブでは 170kW、キティアブ 160kW と算定される。なお、カッサラ州 K14 ポンプ場では 480kW と算定される。

以上の判定、検討結果を整理し、(表 3.2.30) ポンプ設備概略仕様および機場計画として示す。

表 3.2.30 ポンプ設備概略仕様および機場計画

地区名		アリアブ	キティアブ	ニューハルファ K14
最大流量	m ³ /s	3.58	3.93	9.91
発生月	-	Jan	Feb	Sep
ポンプ設備台数	Nos	4	4	3
ポンプ1台当たり吐出量(仕様点)	m ³ /s	1.00	1.00	3.50
最高吸水位 HWL	m	354.50	355.30	465.46
最低吸水位 LWL	m	347.30	348.00	463.75
計画吐水位 DWL	m	355.90	356.10	472.55
最大実揚程 Hamax	m	8.60	8.10	8.80
最低実揚程 Hamin	m	1.40	0.80	7.09
最大水位変動量 FHmax	m	7.20	7.30	1.71
吸い込み管損失水頭 φ 800mm Hsl	m	0.48	0.45	0.05
吐き出し管損失水頭 φ 600mm Hdl	m	2.84	2.83	0.75
管路損失水頭 HI	m	3.32	3.28	0.80
計算全揚程 Hto	m	11.92	11.38	9.60
計画全揚程 Ht	m	12.00	11.40	9.60
吸込管口径 (Dia.)	mm	800	800	1,200
吸込管口径 (Dia.)	mm	600	600	1,200
ポンプ効率 (仕様点)	%	80	80	80.5
ポンプ回転数 (モーター極数:P)	min ⁻¹	490 (12P)	490 (12P)	490 (12P)
モーター出力	kw	170	160	480
ポンプタイプ	-	横軸両吸込渦巻き	横軸両吸込渦巻き	縦軸斜流
補給ポンプ台数	Nos	2	2	-
補給ポンプタイプ	-	横軸両吸込渦巻き	横軸両吸込渦巻き	-
協力対象事業ポンプ調達台数	Nos	2	2	3
LWLからポンプ軸までの高さ h1	m	4.50	4.50	-
LWLからポンプ床面までの高さ h2	m	2.90	2.90	-
HWLから搬入床までの高さ h3	m	1.00	1.00	-
搬入床の標高 FL	m	355.50	356.30	-
ポンプ床の標高 PFL	m	350.20	350.90	-
現況地盤高 GL	m	354.83	354.86	-
ポンプ地下室壁高さ H	m	5.30	5.40	-

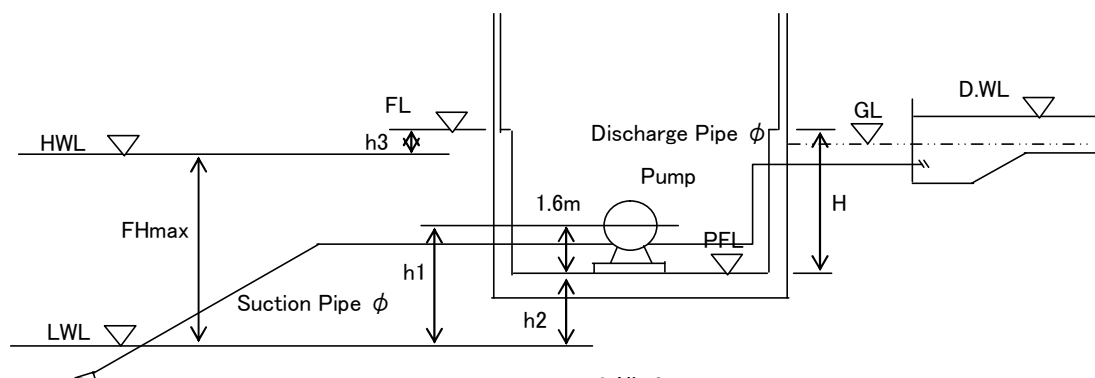


図 3.2.9 寸法模式図

(6) 弁類の検討

リバーナイル州の2スキームについては、必要な箇所に弁類を設ける。以下に検討内容を示す。

1) 吸入側仕切弁

吸入水位が大きく変動し、ポンプ据付高さ以上になることから、場内への水侵入を防ぐために吸水側に仕切弁を設ける。通常運転では全開にして使用すること、形状の小さいものを選定するなどから、手動式の蝶形弁とする。

2) 吐出し側仕切弁

ポンプ始動時、真空ポンプによる吐き出し側吸気を遮断するため、弁を設ける。弁の据付位置が地下にあり操作室から遠方にあること、形状の小さいものを選択することから、電動蝶形弁とする。

3) 逆止弁

停電などにより吐出し弁が開いた状態で主ポンプが停止した場合に、揚水した水がポンプに逆流しないよう吐出し側に逆止弁を設ける。緊急停止時の逆止弁の閉鎖による圧力上昇を軽減させるためカウンターウェイト(ダッシュポット付き)式とする。

4) フラップ弁

送水管に破損があった場合にある程度の漏水を防ぐ、また、ポンプが止まっている時に人、小動物、泥、砂などの侵入を防ぐなどのため吐出し口にフラップ弁を設ける。

3-2-2-5 電気設備の計画

電気設備は以下の事項を考慮して、選定する。

- 1) 機器は性能が優れ、信頼性が高く、長寿命である。
- 2) 小型、軽量で、占有面積が小さい。
- 3) 事故あるいは、工事等の際の停電範囲を最小限にとめることができるような回路方式および保護方式を採用する。
- 4) 運転、保守が簡単で誤操作の心配が無い。
- 5) 運転員、保守員に対して安全な設備である。
- 6) 機能的に合理化された経済的な設備である。
- 7) 機器の搬出、搬入が容易にできる。
- 8) 高温、低湿度での自然条件を考慮した設備である
- 9) 水害、塵埃など自然災害に対して考慮する。

(1) 受電設備

電源は公共電力を使用する。協力対象地域の電源はリバーナイル州では33kV、50Hz、カッサラ州では11kV、50Hzとなっていることから、トランスを設置することにより一般的な使

用低電圧 415V、50Hz に変換する。

トランスは「ス」国の基準に基づき、保護装置(RMU: Ring Main Unit)を設ける。

トランスの規模は使用動力合計と動力の効率、力率およびトランス性能から算定し、一般的に製造されており許容できる能力のものを選定する。

検討結果、アリアブおよびキティアブでは「ス」国側負担で 4 台分のポンプ運転に必要なとなる 1,500kVA を配備し、K14 ポンプ場では日本側負担で 3,000kVA を配備する。(資料-6. 4、資料-6. 5 参照)

(2) 配電設備

配電設備としては、運転方式を考慮し、低電圧受電した後、電動機盤に配電する方式とする。操作には「ス」国で一般的に使用されている単相電源として 200V、50Hz を使用するが、受電盤に小型のトランスを配備して配電する。シーケンスとしては、モーターを 2 台同時起動できない方式インターロックを採用する。簡易な運転方式となることから、機側操作盤、中央操作盤などは配備しない。このことから必要な盤は受電盤、ポンプ起動盤、低圧補機盤となる。補機盤内にはポンプ室内への電灯、天井クレーンおよび場内排水ポンプなどの動力取出機能を配備する。各盤の大きさは幅 700~1,000、奥行 1,500mm、高さ 2,200mm を想定する。

表 3.2.31 必要配電設備の台数

機場名	受電盤	ポンプ起動盤	低圧補機盤
アリアブ	1	4	1
キティアブ	1	4	1
K14	1	3	1

(3) 運転方式

運転方式は、設備費、維持管理費、経済性、オペレーターの技能程度を考慮して検討する。「ス」国では電動モーターによる機場はポンプ起動盤による手動操作による連動運転が採用されていることから、これに従うものとする。協力対象地域ではポンプオペレーターが電動方式に慣れていないことや本計画では連動する機器が少ないことなどから、この方式が最適と判断される。

1) ポンプの始動条件

ポンプの始動時条件は以下のとおりとする。

- i) 軸封水用高架水槽の水位規定以上
- ii) 始動装置が始動位置にある
- iii) 真空ポンプ補給水槽の水位規定以上
- iv) 保護継続機が動作していない
- v) 他のポンプが始動中でない
- vi) 電源が入っている

2) ポンプの始動操作

始動操作は以下のとおりとする。

- i) 始動準備として、真空ポンプの始動、軸封水供給操作、満水検知など
- ii) 始動として、電動機始動操作など
- iii) 始動後として、満水停止操作など

3) ポンプの停止操作

ポンプ停止操作は以下のとおりとする。

- i) 停止として、電動機停止操作など
- ii) 停止後として、軸封水供給操作停止など

4) 保護装置

ポンプ運転中、各機器に異常が生じた場合は、それを検出し、状態に応じて停止、警報、表示の動作を行わせる。

ポンプ保護装置として以下を配備する。(*)印は K14 機場には該当しない。

重故障

- ・ 軸封水用の水槽水位不足 (*)
- ・ 電動機過負荷
- ・ 電動機過電流
- ・ 軸受温度異常上昇
- ・ 電気系統重故障

軽故障

- ・ 井戸ポンプ故障 (*)
- ・ 真空ポンプ故障 (*)
- ・ 電気系統軽故障

5) 操作盤の計器類と開閉器

操作盤の計器類と開閉器として以下を配備する。(*)印は K14 機場には該当しない。

状態表示

- ・ 電源、満水 (*), 始動準備完了、始動、運転、電圧計、電流計、周波数計、運転時間計、異常状態表示

開閉器

- ・ 操作開閉器、非常停止ボタン

a) ポンプ始動、停止シーケンスブロック図

(図 3.2.10) にリバーナイル州の 2 機場について、ポンプ始動と停止のシーケンスブロック図を示す。

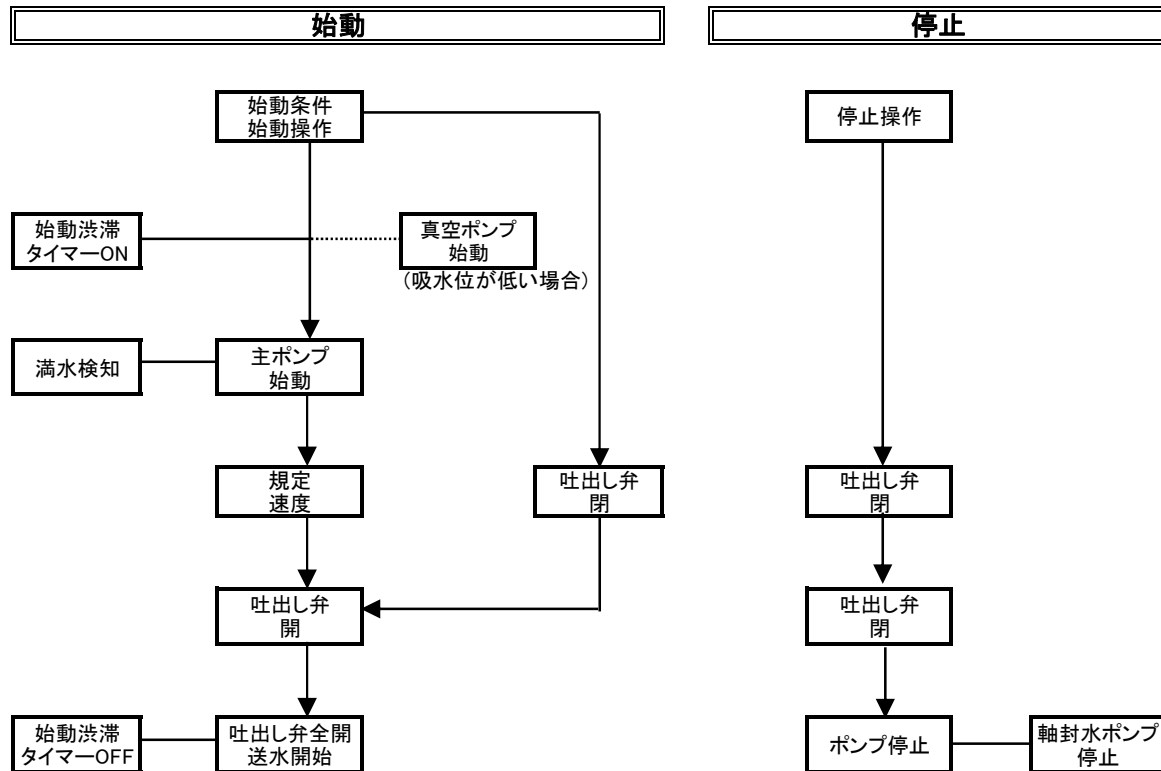


図 3. 2. 10 ポンプ始動、停止シーケンスブロック図（リバーナイル州の 2 機場）

3-2-2-6 ポンプ場建屋およびポンプ付帯設備の計画

(1) 建屋の様式

ポンプ場建屋は、風雨から各機器を守るためおよび維持管理のために設けるもので、内外水や雨水が浸入しない構造、配置とする。

建屋の様式は、主ポンプの種類および形式、吸込水槽との関連により一般に決定される。本ポンプ場では、横軸形渦巻きポンプを採用し、吸込水槽は設けずに直接ナイル川から取水する。ナイル川の水位変動量が大きいため、建屋は一床式として地下階に設置し、水位が低下してもキャビテーションを発生せずに運転可能な高さとする。また、地下室の壁高は、ナイル川の既往最高水位より 1m 程度高くするとともに、建屋内への地下水の流入やポンプ継手からの漏水などへの対策として排水ポンプを装備する計画とする。

(2) 機械搬入方式

本ポンプ場には、主ポンプおよび主原動機等の搬入のため、天井クレーン(定格 7.5 トン吊り)を設ける。また、これらの機器が容易に出し入れできる高さとの幅の搬入口を設けるものとし、搬入床は、洪水時の浸水を避けるため周辺地盤高より 30cm 高くする。

(3) 各室の設計

1) ポンプ室

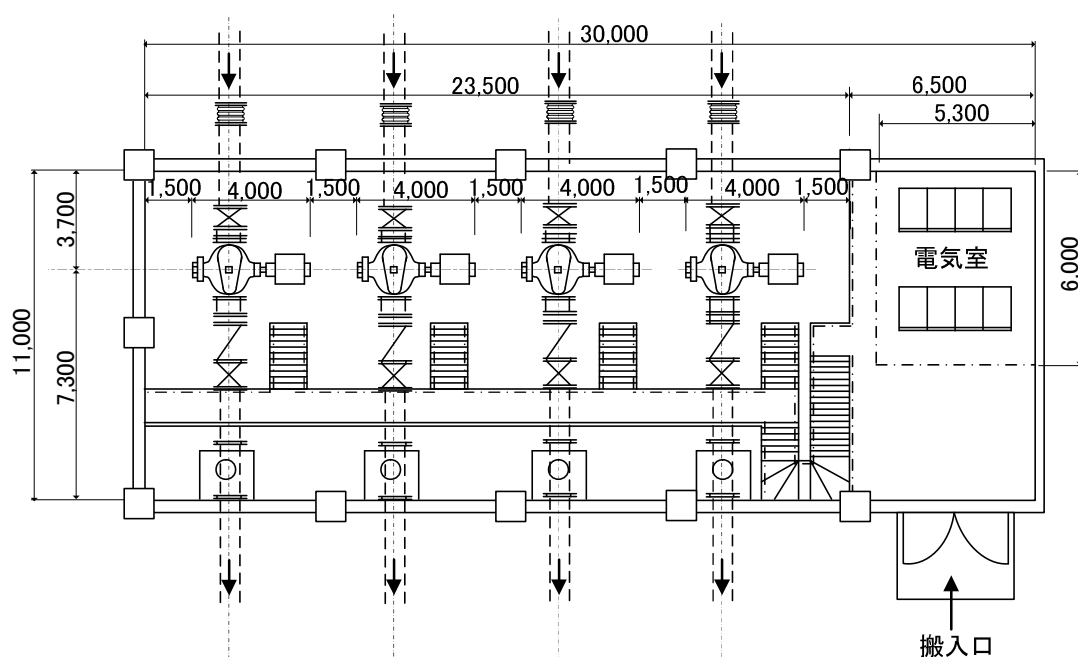
ポンプ室の平面計画は、主ポンプ等の配置によって決定する。主ポンプの配置は、ポンプが必要とする水理学的諸条件を満足するとともに、各機器の日常の運転管理、点検、保守が安全かつ容易にできるように考慮する必要がある。

本計画では両吸込ポンプを採用するので、偏流がなくポンプには最もよいとされる直線形配列とする。この配列の場合、長手方向が多少長くなるが、用地上問題はない。ポンプ室の梁間（水流方向の床面長さ）は、主ポンプ、弁、減速機、主原動機等を天井クレーンにより垂直に吊るものとして、ポンプフランジ面間寸法に吸込管・吐出し管部寸法を加えた長さより算出する。ポンプ室の桁行（水流に直角方向の長さ）は、保守管理および保安上必要な間隔を主ポンプおよび主原動機の周囲に確保できるように決定する。また、ポンプ室の天井の高さは、使用機器の据付けおよび保守管理に必要な天井クレーンの吊り上げ高さによって決定する。

2) 電気室、操作室

運転管理設備としては、建物内に操作盤を配備する操作盤室を設けるが、特別な管理事務室は設けない。操作盤室は搬入・搬出スペースの後方に設置し、事務処理もできるスペースを確保する。想定スペースは操作盤の大きさと数量および事務スペースを考慮して 6.0m x 5.3m とする。操作盤室には高温に対処するための空調機器および室内電灯を配備する。なお、水位、流量などの計測設備あるいはその監視設備などは設けない。

以上を考慮し、ポンプ室の平面、縦断配置を(図 3.2.11)のように計画する。



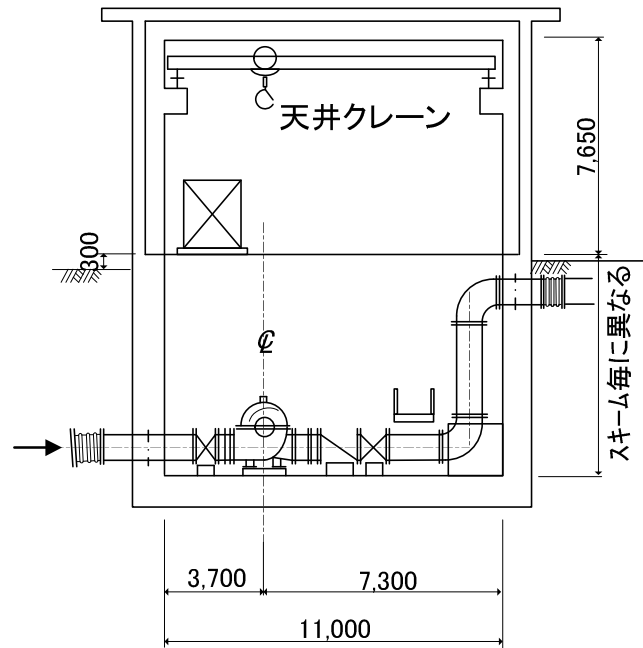


図 3.2.11 ポンプ室の平面、縦断配置図

(4) 建屋の構造

建屋の構造形式は、耐火、耐久、耐風性に優れる鉄筋コンクリート構造を採用し、地上部の壁体は、経済性を考慮してコンクリートブロックを用いる。また、降雨が極めて少ない地域であるので、屋根は陸屋根とする。

(5) 基礎工の検討

ポンプ場の基礎形式には、直接基礎、杭基礎、ケーソン基礎があり、地盤条件や上部構造の特性、工期や経済等を考慮の上決定する。一般に、支持地盤までの深さが 2m 程度までは直接基礎、5m 以上では杭基礎とすることが多いが、以下に地盤の許容支持力の検討を行い、直接基礎形式採用の可否を判定する。

1) 許容支持力算定式

地盤の許容支持力は、帯基礎を対象としたテルツァギー(Terzaghi)の支持力重ね合わせの公式に基づき、基礎の形状、荷重の傾斜・偏心に関して補正係数を適用した算定式を用いる。

$$q_u = (i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

$$q_a = \frac{1}{3} \cdot q_u$$

ここに、 q_a : 地盤の許容支持力度 (kN/m²)

qu : 地盤の極限支持力度 (kN/m²)

C : 支持地盤の粘着力 (kN/m²)

γ_1 : 支持地盤の単位重量 (kN/m³)

γ_2 : 根入れ部分の土の平均単位重量 (kN/m³)

γ_1 、 γ_2 には、地下水位下の場合には水中単位重量を用いる。

α 、 β : 基礎の形状係数

表 3.2.32 形状係数

基礎底面の形状	連続	正方形	長方形	円形
α	1.0	1.2	$1.0+0.2\frac{B}{L}$	1.2
β	0.5	0.3	$0.5-0.2\frac{B}{L}$	0.3

N_c 、 N_r 、 N_q : 支持力係数で、内部摩擦角 ϕ の関数

D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎底面までの深さ (m)

i_c 、 i_r 、 i_q : 荷重傾斜に対する補正係数

B : 基礎幅 (m)

L : 奥行き幅 (m)

η : 基礎の寸法による補正係数

(常時は $\eta=1.0$)

表 3.2.33 支持力係数

ϕ	N_c	N_r	N_q
0°	5.1	0	1
5°	6.5	0.1	1.6
10°	8.3	0.4	2.5
15°	11.0	1.1	3.9
20°	14.8	2.9	6.4
25°	20.7	6.8	10.7
28°	25.8	11.2	14.7
30°	30.1	15.7	18.4
32°	35.5	22	23.2
34°	42.2	31.1	29.4
36°	50.6	44.4	37.8
38°	61.4	64.1	48.9
40° 以上	75.3	93.7	64.2

2)基礎地盤の支持力

各スキームにおいて実施したボーリング調査の結果を用いて、許容支持力を算定する。

ポンプ室側基礎面および電気室側独立フーチング基礎面の標高、根入れ深さは各々(表 3.2.34)の通りとし、基礎面付近の平均的なN値により評価した。

表 3.2.34 基礎地盤の支持力検討結果一覧表

		アリアブ	キティアブ
搬入床の標高 FL	m	355.50	356.30
ポンプ床の標高 PFL	m	350.20	350.90
現況地盤高 (建屋付近の平均)	m	353.8	355.0
ポンプ室底版厚	m	0.40	0.40
シンダーコンクリート厚	m	0.30	0.30
ポンプ室側基礎面標高	m	349.50	350.20
〃 現況地盤からの深さ	m	4.30	4.80
〃 根入れ深さ	m	5.70	5.80
電気室フーチング上面の深さ	m	3.80	3.10
電気室フーチング床版厚	m	0.50	0.50
電気室側基礎面標高	m	351.20	352.70
〃 現況地盤からの深さ	m	2.60	2.30
〃 根入れ深さ	m	4.00	3.30

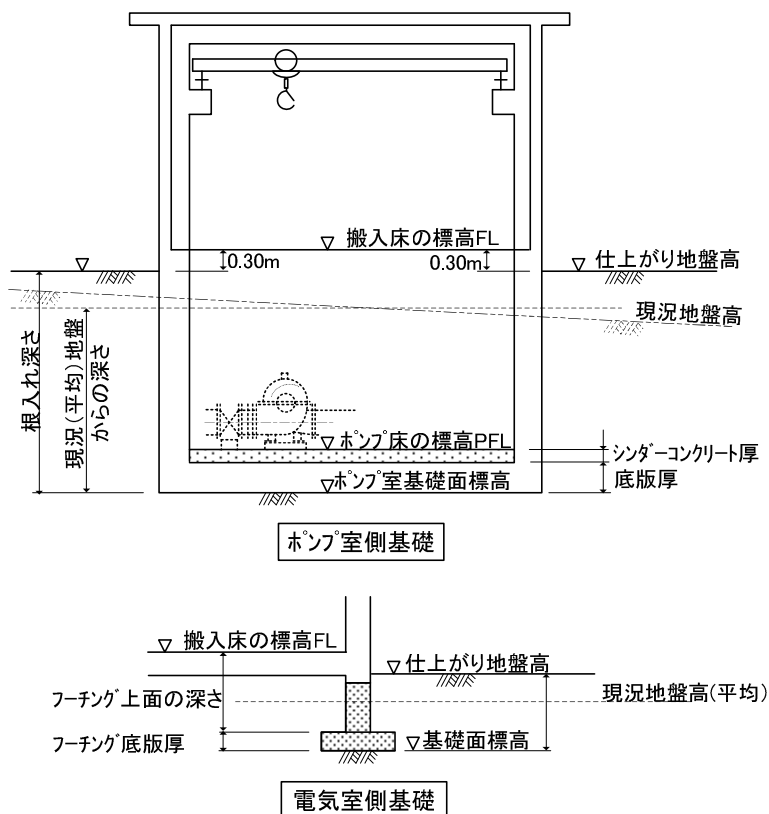


図 3.2.12 ポンプ場基礎の根入れ深さ

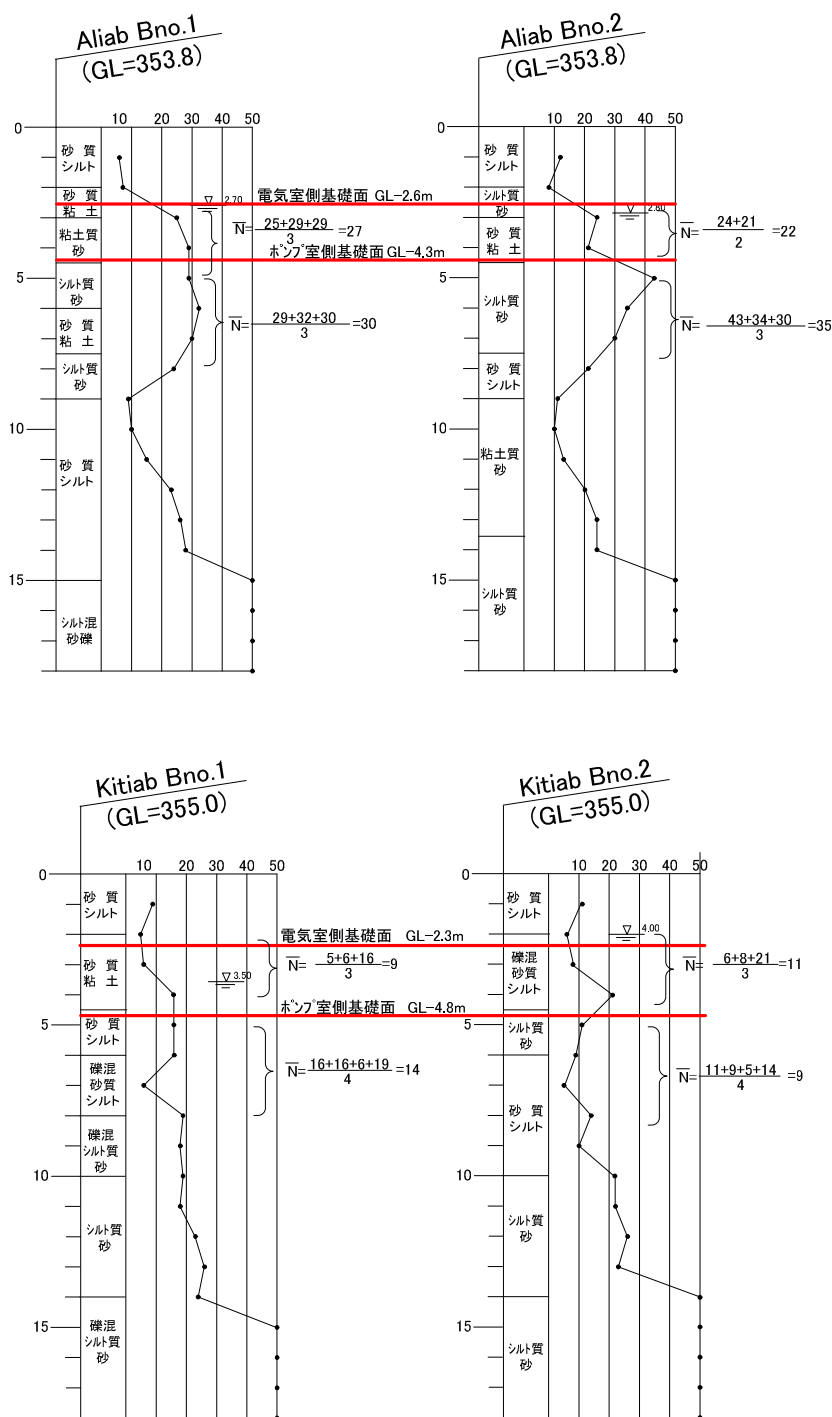


図 3.2.13 ボーリング柱状図と基礎地盤の平均N値

表 3.2.35 許容支持力の計算結果（ポンプ室側直接基礎）

許容支持力の計算（ポンプ室側直接基礎）

項目	算式	単位	アリアブ	キティアブ	備考
基礎幅	B	(m)	11.80	11.80	
基礎長さ	L	(m)	24.30	24.30	
偏心量	e	(m)	0.00	0.00	
偏心を考慮した基礎幅	$B_e = B - 2e$	(m)	11.80	11.80	
地盤の粘着力	C	(kN/m ²)	0.0	6.0	直接せん断試験
支持地盤の単位重量	γ_1	(kN/m ³)	9.0	9.0	
根入地盤の単位重量	γ_2	(kN/m ³)	9.0	9.0	
形状係数	α		1.10	1.10	長方形
	β		0.40	0.40	"
基礎の根入れ	Df	(m)	5.70	5.80	
荷重傾斜に対する係数	i_c		1.0	1.0	
	i_r		1.0	1.0	
	i_q		1.0	1.0	
支持地盤のN値	N		30.0	9.0	
支持地盤の内部摩擦角	$\phi = \sqrt{20N + 15}$	(°)	39.0	28.0	
支持力係数	N_c		67.9	25.8	
	N_γ		77.3	11.2	
	N_q		56.0	14.7	
基礎の寸法による補正係数	η		1.0	1.0	
極限支持力	$i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c$	(kN/m ²)	0	170	(1)
	$i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r$	(kN/m ²)	3,284	476	(2)
	$i_q \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot N_q$	(kN/m ²)	2,873	767	(3)
極限支持力	$q_u = (1) + (2) + (3)$	(kN/m ²)	6,157	1,413	
安全率	n		3	3	常時
許容支持力	$q_a = q_u / n$	(kN/m ²)	2,052	471	

表 3. 2. 36 許容支持力の計算結果（電気室側独立フーチング基礎）

許容支持力の計算（電気室側独立フーチング基礎）

項目	算式	単位	アリアブ	キティアブ	備考
基礎幅	B	(m)	1.80	1.80	
基礎長さ	L	(m)	1.80	1.80	
偏心量	e	(m)	0.00	0.00	
偏心を考慮した基礎幅	$B_e = B - 2e$	(m)	1.80	1.80	
地盤の粘着力	C	(kN/m ²)	0.0	0.0	
支持地盤の単位重量	γ_1	(kN/m ³)	9.0	9.0	
根入地盤の単位重量	γ_2	(kN/m ³)	9.0	9.0	
形状係数	α		1.20	1.20	正方形
	β		0.30	0.30	〃
基礎の根入れ	Df	(m)	4.00	3.30	
荷重傾斜に対する係数	ic		1.0	1.0	
	ir		1.0	1.0	
	iq		1.0	1.0	
支持地盤のN値	N		22.0	9.0	
支持地盤の内部摩擦角	$\phi = \sqrt{20N + 15}$	(°)	36.0	28.0	
支持力係数	N_c		50.6	25.8	
	N_γ		44.4	11.2	
	N_q		37.8	14.7	
基礎の寸法による補正係数	η		1.0	1.0	
極限支持力	$i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c$	(kN/m ²)	0	0	(1)
	$i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r$	(kN/m ²)	216	54	(2)
	$i_q \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot N_q$	(kN/m ²)	1,361	437	(3)
極限支持力	$q_u = (1) + (2) + (3)$	(kN/m ²)	1,577	491	
安全率	n		3	3	常時
許容支持力	$q_a = q_u / n$	(kN/m ²)	526	164	

3)基礎形式の決定

検討の結果、2 スキームとも構造計算結果から算出した最大地盤反力 > 基礎地盤の許容支持力が成立することから、直接基礎形式を採用する。

表 3. 2. 37 許容支持力の確認

		アリアブ		キティアブ	
		ポンプ室	電気室	ポンプ室	電気室
地盤の許容支持力①	(kN/m ²)	2,052	526	471	164
最大地盤反力 ②	(kN/m ²)	63	82	63	82
判定 (① ≥ ②)		OK	OK	OK	OK

(6) 構造計算

建屋の構造計算は、自重の他、ポンプ荷重、管類荷重、載荷重、浮力・揚圧力、土圧、水圧、天井クレーン、貯水タンク等の荷重を考慮して行う。

基本構造が、梁、柱、壁、スラブで構成されていることから、梁、柱、壁は、スラブおよび壁に作用する荷重を支持する骨組モデルとしてラーメン解析を行う。スラブは梁あるいは壁に固定された二方向版として、また、土圧地中壁は、柱（又は壁）と底版に固定された二方向版として解析する。

(7) 給水設備

リバーナイル州の2スキームについては、建物費用を軽減するために軸封水設備を配備することから、それに必要な高架水槽と井戸設備を配備する。この高架水槽から真空ポンプの給水も行う方法とし、水槽および井戸設備の大きさはそれら使用量に充分に対応できる規模とする。必要水量と井戸規模は以下の通りである。

1) 井戸給水設備

- | | | |
|------------|----------|--------------------------------|
| 主ポンプ設備必要水量 | ポンプ軸封水 | : 30lit/min x 4 台 = 120lit/min |
| | バルブ軸封水 | : 5lit/min x 4 台 = 20lit/min |
| | 真空ポンプ軸封水 | : 35lit/min x 1 台 = 35lit/min |
| | 場内使用 | : 20lit/min |
| | 余裕量 | : 20% |
| | 合計水量 | : 234lit/min |
- 井戸ポンプ揚程 : 20m(GL-水面)+15m(GL-高架水槽)+3m(損失)≒40m
- 井戸ポンプ口径 : φ 65mm
- 井戸ポンプ電動機出力 : 3.7kW
- 井戸径 : 150mm

2) 高架水槽

ポンプ軸封水圧力は 1kg/cm^2 が必要である。高架水槽からポンプまでの配管損失を 2.5m とすると、高架水槽はポンプ位置から 12.5m の位置となり、建物の屋上に設置できる。供給する水の温度上昇を防ぐためにはコンクリート製の水槽とする。井戸ポンプ容量(Q)と温度上昇を防ぐために許容運転頻度(T)を 30 分として、起動頻度が最低となる水槽有効容量(V)は以下の計算式、結果となる。

$$V (\text{m}^3) = Q(\text{m}^3)/4 \times T(\text{min}) = 0.234/4 \times 30 = 2.55\text{m}^3$$

余裕率を 30% とすると、 3.32m^3 の容量となる

(8) その他設備

ポンプ場の場内設備として、保守・維持管理に必要な階段、歩廊などを設ける。ポンプ床には構内排水溝と排水ピットを設ける。なお、維持管理に必要な保守部品の保管庫については、「ス」国側で、既存の保管庫を改修するか、あるいは新規に建設するものとする。

3-2-2-7 各ポンプ場の計画資機材

(表 3. 2. 38) に計画資機材を示す。

表 3. 2. 38(a) 各ポンプ場の計画資機材 (1/3)

アリアブ灌漑スキーム

番号	品名	仕様	数量
1	ポンプ (駆動モーター付き)	両吸込渦巻ポンプ 1.0m ³ /s x 12.0m、回転数 490mm ⁻¹ 吸入管径 φ800mm、吐出し管径 φ600mm かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様 170kW、12P、3相、415V、50Hz、回転数 490mm ⁻¹ 共通台付き、カップリング付き	4組
2	真空ポンプ (駆動モーター付き)	液封式真空ポンプ、2台 6m ³ /min/台、吸・吐出し管径 φ80mm 補水槽付き、1台 かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様、2台 15kW/台 ポンプ・モーター共通台付き、カップリング付き	1組
3	仕切弁 (吸入側)	手動式蝶型弁 径 φ800mm	4個
4	逆止弁 (吐出し側)	スイング式逆止弁 径 φ600mm	4個
5	仕切弁 (吐出し側)	電動式蝶型弁 径 φ600mm、1.5kW	4個
6	フラップ弁 (吐出し側)	適用口径 φ600mm 口径 φ800mm	4個
7	吸・吐出し管	鋼管、フランジ付き 吐出し側径 φ600 ~ 吸入側 φ800mm	4組
8	制御盤 (受電盤、ポンプ起動盤)	自立型、鋼板製、熱帯仕様 受電盤、1面 ポンプ起動盤、4面 補機盤、1面 リアクトル起動回路、インターロック回路、 室内電灯用配線回路 トランス・制御盤・モーター間の配管・配線付き	1式
9	予備品		1式

表 3.2.38(b) 各ポンプ場の計画資機材 (2/3)

キティアブ灌漑スキーム

番号	品名	仕様	数量
1	ポンプ (駆動モーター付き)	両吸込渦巻ポンプ 1.0m ³ /s x 11.4m、回転数 490mm ⁻¹ 吸入管径 φ800mm、吐出し管径 φ600mm かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様 160kW、12P、3相、415V、50Hz、回転数 490mm ⁻¹ 共通台付き、カップリング付き	4組
2	真空ポンプ (駆動モーター付き)	液封式真空ポンプ、2台 6m ³ /min/台、吸・吐出し管径 φ80mm 補水槽付き、1台 かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様、2台 15kW/台 ポンプ・モーター共通台付き、カップリング付き	1組
3	仕切弁 (吸入側)	手動式蝶型弁 径 φ800mm	4個
4	逆止弁 (吐出し側)	スイング式逆止弁 径 φ600mm	4個
5	仕切弁 (吐出し側)	電動式蝶型弁 径 φ600mm、1.5kW	4個
6	フラップ弁 (吐出し側)	適用口径 φ600mm 口径 φ800mm	4個
7	吸・吐出し管	鋼管、フランジ付き 吐出し側径 φ600 ~ 吸入側 φ800mm	4組
8	制御盤 (受電盤、ポンプ起動盤)	自立型、鋼板製、熱帯仕様 受電盤、1面 ポンプ起動盤、4面 補機盤、1面 リアクトル起動回路、インターロック回路、 室内電灯用配線回路 トランス・制御盤・モーター間の配管・配線付き	1式
9	予備品		1式

表 3. 2. 38(c) 各ポンプ場の計画資機材 (3/3)

K14 灌漑スキーム

番号	品名	仕様	数量
1	ポンプ (駆動モーター付き)	立軸斜流ポンプ 3.5m ³ /s x 9.6m、回転数 490mm ⁻¹ 吐出し径 φ1,200mm 立型、かご型誘導電動機、熱帯仕様 480kW、12P、3相、415V、50Hz、回転数 490mm ⁻¹ 据付台付き、カップリング付き	3組
2	制御盤 (受電盤、ポンプ起動盤)	鋼板製、屋内自立型、熱帯仕様 受電盤、1面 ポンプ起動盤、3面 補機盤、1面 リアクトル起動回路、インターロック回路、 室内電灯用配線回路 トランス・制御盤・モーター間の配管・配線付き	1式
3	トランス	屋外型、3,000kVA 入力 11kV - 出力 415V 引込盤(Ring Main Unit)付き	1式
4	予備品		1式

3-2-2-8 吐水槽の計画

(1)形状寸法

吐水槽は、吐出し管からの流水を十分減速させた後、流れの方向を変化させて、下流水路へ導水することにより、主ポンプの始動、停止に伴う流量の急激な変化による圧力変動を水槽内水位の変動として吸収させるものである。

また、下流水路への移行部は、流速の急激な変化を起こさず、下流水面に不整な流れ、波等を起こさない形状諸元を与える。このため、平面的には、漸縮角度 12° 30' 以下に保ち、水路底は、1:4 より緩い勾配で取り付けるものとする。

以上を考慮し、吐水槽の形状寸法は(図 3. 2. 14)のとおりとする。

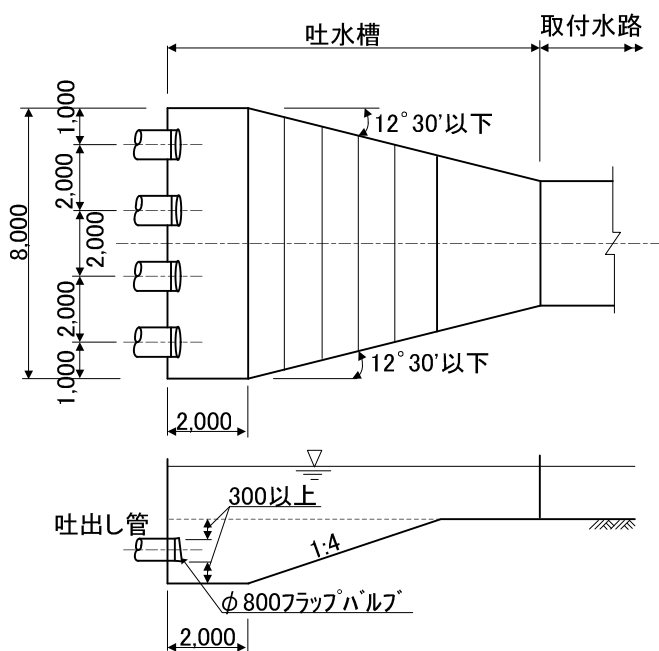


図 3. 2. 14 吐水槽の形状寸法

(2)構造設計

吐水槽内では、流水の乱れや大きな流速による掃流力が作用するため、強固な鉄筋コンクリート構造とする。構造設計で考慮する鉛直荷重は、自重、載荷重、内水重、浮力・揚圧力等であり、水平荷重は土圧、水圧荷重とし、フルーム構造として解析を行う。

3-2-2-9 護岸工の計画

(1) 設置範囲

リバーナイル州内を流れるナイル川の河岸は、一般に護岸工は施されていないが、洪水時の流速により浸食されている箇所も見られる。本ポンプ場はいずれも河川の直線部に位置し、水衝部ではない。しかし、流水の作用により河岸が浸食されて、地中に埋設した吸込管が露出すると、塵芥物が付着するなど、管路の安全性に影響が生じるため、護岸工を設けて河岸を保護することとする。護岸の設置範囲は、吸込管の埋設位置を考慮して、吸込管路中心線から上下流へ10mずつとし、現況河岸とのすり付けのための範囲として、2mを確保する。

(2) 構造形式

護岸工の構造は、法勾配が1:2.0と緩いこと、流水の作用に対する安全性、材料の入手の可否、景観性、経済性、施工性を考慮し、自然石を用いた練石張構造を採用する。現況河岸とのすり付け工および盛土法面の保護工には、屈とう性のある箆工を用いる。

(3) 基礎工

吸込み管の先端部分は、吸込み時の流速分布を平均化させるため、十分な空間を確保する必要がある。また、吸込み管は露出部分が長く、流水の作用により不安定になることを防ぐため、固定のための構造物を設けることが望ましい。これらの点から、吸込み管周囲の護岸工の基礎部分には、両者の要件を満たす(図3.2.15)のような無筋コンクリート製の擁壁を設ける。

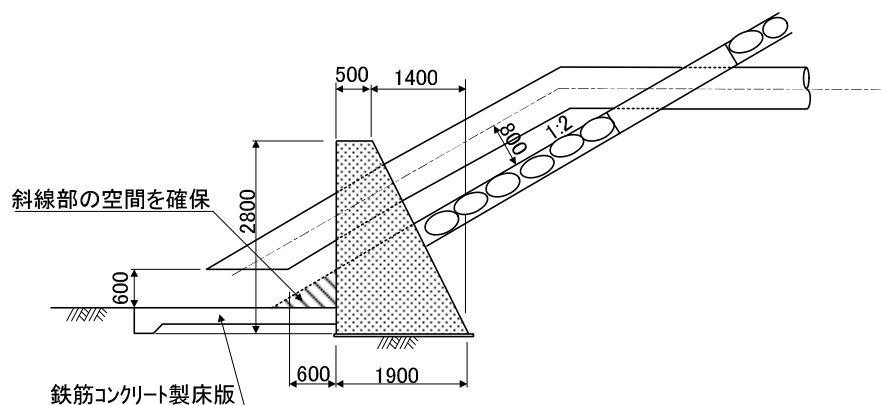


図 3.2.15 吸込み管部護岸基礎

吸込み管設置範囲以外の護岸工基礎は、上記擁壁と前面位置を合わせることで、河床洗掘への対策として根固め工（布団籠）を設置する。

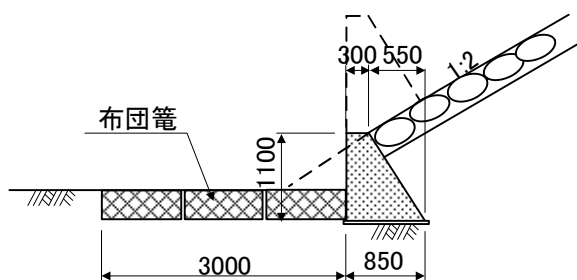


図 3.2.16 吸込み管部以外の護岸基礎

3-2-2-10 灌漑水路および付帯施設の改修計画

検討対象とする灌漑水路および付帯施設は、スキームの優先付けの結果からリバーナイル州のエリアブ、キティアブ灌漑スキームおよびカッサラ州のニューハルファ灌漑スキームのK14ポンプ場直下流の水路となる。ただし、当協力事業の対象範囲は、ポンプ場の建設とポンプ場から既設水路までの接続水路およびソフトコンポーネントとなることから、既設灌漑水路とその付帯施設の改修工事は「ス」国側の実施となる。

ここでは、各水路と付帯施設の状態を評価し、改修の要否と内容について検討を行う。各灌漑スキームの灌漑水路および付帯施設は、メイン水路、マイナー水路から末端のAbu-Ashreen Canal, Abu-Shitta Canalの範囲に亘るが、基幹水路と位置づけられ、改修が必要な場合は重機等による比較的大きな工事になるメイン水路とマイナー水路を検討対象とする。

なお、末端水路であるAbu-Ashreen Canal と Abu-Shitta Canal は、マイナー水路まで必要灌漑水量が送水されれば、それぞれの圃場までは人力等による開削工事で容易に引き込めること、末端では農民の多様な水利用状況を考慮して水路線形が決められることから、これらの水路の扱いは「ス」国側に委ねるものとする。

第一次現地調査時に実施された、インベントリー調査から各スキームの水路および付帯施設は以下のような調書を得ている。なお、インベントリー調査では目視調査を主として状態評価を行った。

表3.2.39 水路および付帯施設の調書（インベントリー調査：第1次現場調査より）

	エリアブ	キティアブ	ニューハルファ (メジャー水路対象)
計画通水量	3.58 m ³ /s	3.93 m ³ /s	9.91 m ³ /s
メイン水路 (ニューハルファではメジャー水路と称す)	通水状況から概ね支障ないが、両岸に置かれた浚渫土が管理用道路または水路断面を迫出している。	エリアブスキームと比較して水路壁高が低く、必要通水断面を確保していないと考えられる。	断面規模が大きく、必要通水断面は確保していると考えられる。
マイナー水路	通水状況から概ね支障ない。	雑草などの繁茂が視認されたが、除草すれば支障ない。	通水状況から概ね支障ない。

	アリアブ	キティアブ	ニューハルファ (ミジャー水路対象)
レギュレーター (メイン、ミジャー水路 上)	末端部でゲートの損傷が 見られたが、全体的に維持 管理が適切にされている。	スピンドルの無いゲート が数カ所あり、補修が必要 である。	全体的に維持管理が適切 にされている。
分水ゲート (マイナー水路取水口)	維持管理が適切にされて いる。	概ね維持管理が適切にさ れている。	維持管理が適切にされて いる
備考	聞取りでは、水路やゲート 操作に大きな問題はない とのことである。	聞取りでは、メイン水路の 通水量が少ないとのこと である。	通水時間が短く水量が不 足しているとのことであ る。(ポンプの運転時間が 短い)

表3.2.40 ゲートの状態調査結果表（インベントリ調査：第1次現場調査より）

対策内容	ゲート面積	アリアブ	キティアブ	ニューハルファ
補修ゲート				
更新ゲート	1.0m ² 以下	3門	0門	0門
	1.0~2.0m ²	0門	4門	0門
新設ゲート	1.0m ² 以下	0門	0門	0門
補修が必要な躯体部				
更新が必要な躯体部		1カ所	1カ所	0ヶ所

(1) 灌漑水路の現況と計画通水能力の検討方法

当該スキームの水路は全て土水路である。水路に必要な機能は、ポンプ場から送水される計画灌漑水量を必要な水位を保ちつつ速やかに農地に配水することであり、灌漑面積やレギュレーターなどで区分される各灌漑ブロックの必要灌漑水量に応じて水路断面規模が計画される。したがって、各スキームの灌漑ブロックの単位に対する必要水量を算定し、この必要灌漑水量に対する各灌漑ブロック区間の水路断面規模を Manning 式により検討を行うものとする。

$$Q = A \cdot V$$

ここに、Q : 流量 (m³/sec)
A : 通水断面積 (m²)
V : 平均流速 (m/sec) Manning 公式 : $V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$
n : 粗度係数、土水路 : n = 0.022
R : 径深 (m)
I : 動水勾配 1/20,000 または現況水路の平均勾配

各スキームの灌漑ブロックの策定は現場踏査と聞取りを基本とする。水路の検討では以下の点に着目して評価を行う。

- 既存水路断面に対する最大計画流量の通水の可否
- 水路の余裕高の確保
- 計画流量流下時の水位と周辺農地の標高の関連

現況水路の断面規模および必要水路断面の検討の手順としては、以下の①から⑤のように行う。

- ① 現況水路断面から、概ねの法面勾配、水路勾配、水路幅等を把握し、検討する灌漑ブロックの中から最小断面を抽出する。

- ② 余裕高は、「日本国 土地改良事業計画設計基準設計水路工」を参考とし、下式で算定される値以上を用いるものとする。

$$Fb = 0.05d + \beta \cdot hv + hw$$

- Fb : 余裕高(m)
 d : 設計流量に対する水深
 hv : 速度水頭(m)、当水路の流速は遅いため考慮しない。
 β : 速度水頭の静水頭への変換係数で0.5~1.0
 hw : 水面動揺に対する余裕、ここでは一般的な数値である10cm~30cmの平均値20cmとする

ただし、対象地区では水路内にある程度の用水を貯留して灌漑を行っており、この実態を踏まえ、水路勾配から定まる上下流の差分を余裕高として評価する（図3.2.17参照）。

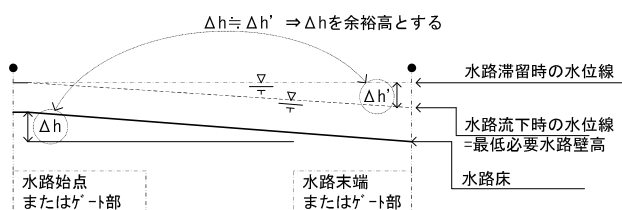


図 3.2.17 水路勾配から定める余裕高の考え方

なお、採用する余裕高は先に示した算定式の値と水路勾配から定める値と比較して大きい方を採用する。

- ③ ①で定めた現況の検討対象区間の最小断面に対し、②で算定した必要余裕高を考慮した断面にて必要灌漑水量が流下可能か否かを検討する。なお、粗度係数は「ス」国の標準的な水路の設計方法を踏襲し、0.022（土水路）を用いて行う。
- ④ 必要水量が流下できない区間は、流下できるよう断面を拡幅または嵩上げを行なう。なお水路底を下げると水位が下がり圃場への送水に支障を生じる懸念があるため、基本的に水路底の掘削をしないものとするが、逆勾配となっている場合や縦断的に水路底が著しく突出している場合は、水路底の掘削整形を検討する。水路勾配が逆勾配となっている場合は、「ス」国の標準的な設計水路勾配である1/20,000の水路勾配にて必要断面の計画を行う。
- ⑤ ③と④の結果から具体的な改修区間を検討する。

(2) 付帯施設（レギュレーター、分水ゲート）の検討方法

付帯施設とはゲート設備やサイホン施設であり、インベントリー調査から、これらのほとんどがレンガ構造物であることを把握している。なお、ゲート設備は全て「ス」国内の製作所にて製造されたものである。

これらの施設の改修の方針は、施設が小規模かつ多数存在することから現地のこれまでの維持管理活動を前提とし、施設の補修・改修または更新が必要な場合は既設の構造形式が踏襲されるように対策方法を検討する。

(3) 灌漑水路の改修計画

各スキームの検討結果および改修計画の概要を示す。

1) アリアブスキームの灌漑水路

・ 検討の留意点

アリアブスキームは3つの灌漑ブロックに区分されており(表3.2.41参照)、各ブロックの分水工を順じ開閉して各ブロックは定められた周期に従って取水を行なうローテーション灌漑がなされている。このため、各ブロックの水路断面は、自らが対象とする灌漑ブロックとローテーション上、同時期に取水する灌漑ブロックとの灌漑水量により定められ、水路断面は大小が混在した形となることが考えられる。

しかしながら、現況のメイン水路の断面は全区間が概ね同一規模となっており、この理由として、農繁期(1月頃)における一斉取水による運用や、分水工ゲートの誤操作による過剰送水した場合の安全確保が目的とされていると考えられる。

したがって、各ブロック掛りのメイン水路の必要な断面規模は、最大計画取水量である $3.58 \text{ m}^3/\text{s}$ を通水するものとして検討する。つまり、メイン水路の必要な断面規模は全て同一とする。なお、マイナー水路の検討では、各ブロック内のマイナー水路の本数とブロック面積を比例配分し、それぞれの灌漑面積に対する既設断面の通水量を検討する。

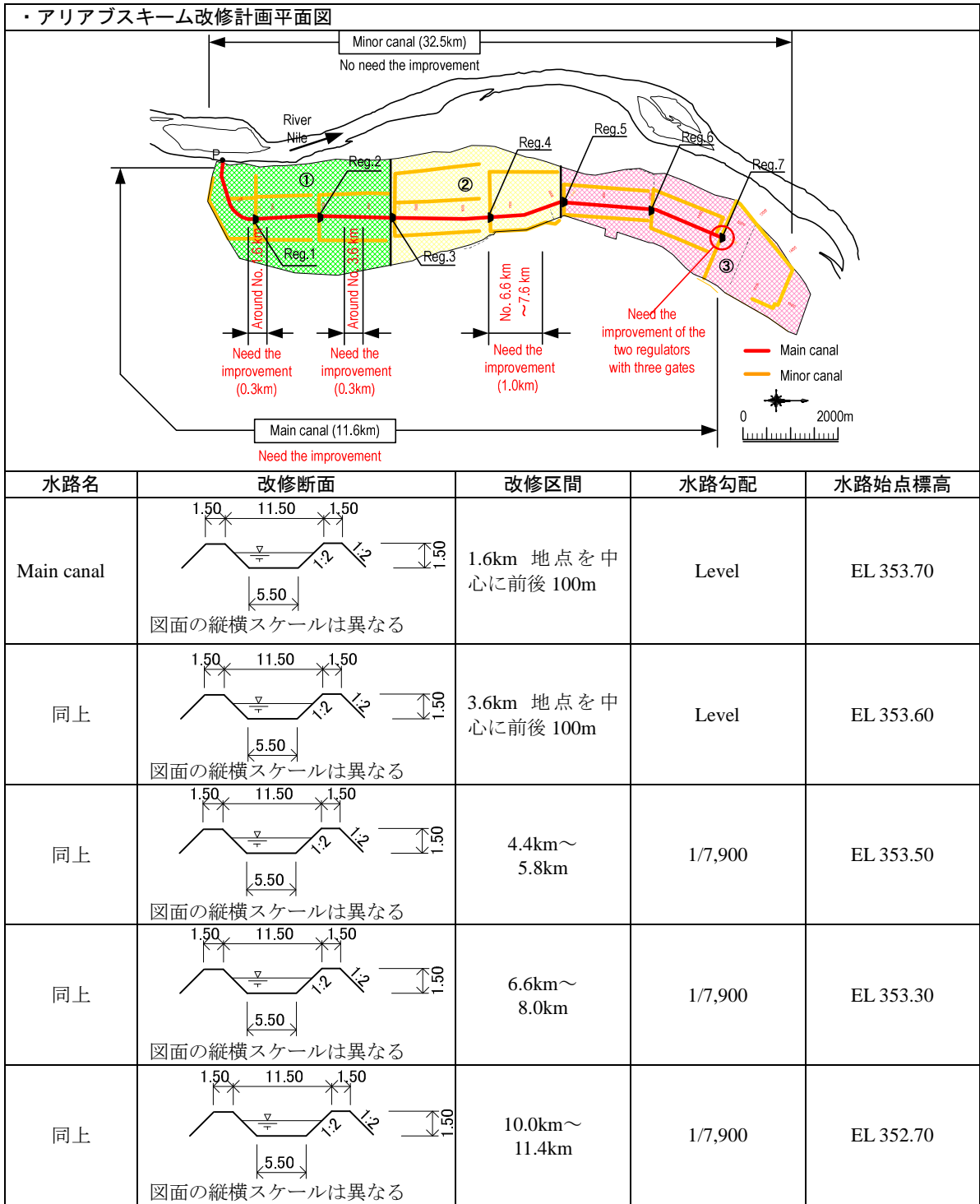
・ 検討結果

それぞれのブロックの必要水量に対する現況のメイン水路とマイナー水路の評価は、(表3.2.41)に示すとおりである。なお、計算書は(資料-6.12)に示す。

メイン水路は断面の拡幅が部分的に必要であり、これは残置された浚渫土が部分的に水路断面を狭窄していることが概ねの理由であった。したがって、基本的に断面拡幅により必要断面規模を確保することとした。

また、マイナー水路は改修の必要はない。聞取りにおいてもマイナー水路では取水障害が問題となっているとの意見はなかったことから、今検討においても実証されたと判断される。

表3. 2. 41 アリアブスキームの水路の改修範囲



2) キティアブスキームの灌漑水路

・検討の留意点

キティアブスキームは3つの灌漑ブロックに区分されており(表3. 2. 42参照)、アリアブスキームと同様にローテーション灌漑がなされている。また、同様に現況のメイン水路の断面は全区間概ね同一規模である。

したがって、各ブロック掛りのメイン水路の必要な断面規模は、最大計画取水量である $3.93\text{m}^3/\text{s}$

を通水するものとして検討する。つまり、メイン水路の必要な断面規模は全て同一とする。なお、マイナー水路の検討では、各ブロック内のマイナー水路の本数とブロック面積を比例配分し、それぞれの灌漑面積に対する既設断面の通水量を検討する。

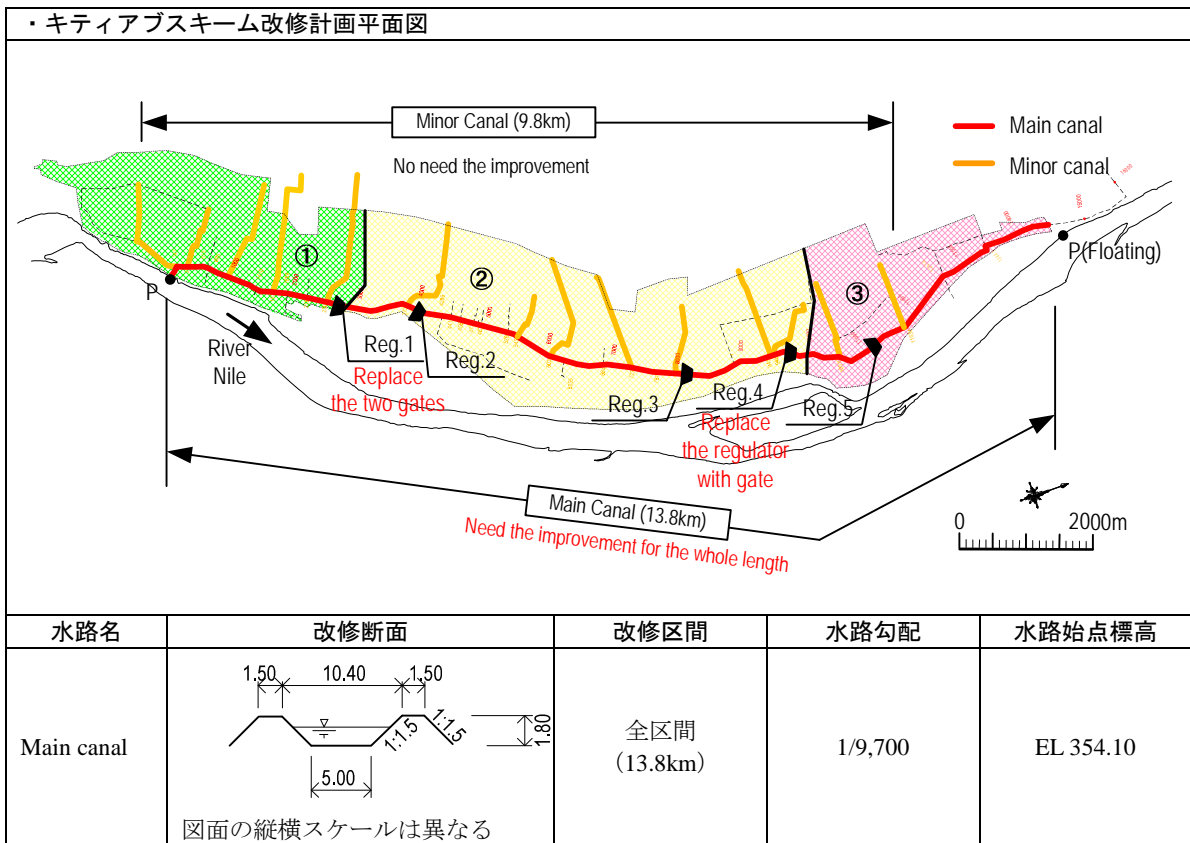
・ 検討結果

それぞれのブロックの必要水量に対する現況のメイン水路とマイナー水路の評価は、(表 3. 2. 42)に示すとおりである。なお、計算書は(資料-6. 12)に示す。

検討結果より、キティアブスキームでのメイン水路は断面が全体的に狭く拡幅が必要であるが、水路沿いの管理用道路はスキームの生活道路も兼ねており、道路を削って水路を拡幅することは返ってスキーム内の農業生産活動や住民生活に支障を与えることが懸念される。したがって、当該スキームのメイン水路の拡幅は極力避けて、水路堤防の嵩上げを基本として必要断面規模を確保した。

また、マイナー水路は改修の必要はない。聞取りにおいてもマイナー水路では取水障害が問題となっているとの意見はなかったことから、今検討においても実証されたと判断される。

表3. 2. 42 キティアブスキームの水路の改修範囲



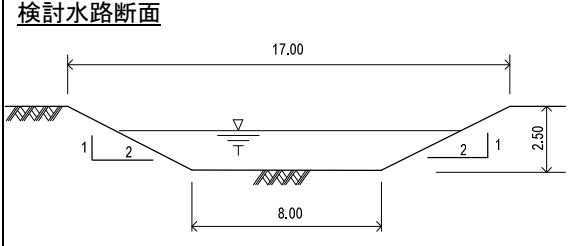
3) ニューハルファスキームのメジャー水路

ニューハルファ灌漑スキームの対象となるK14ポンプ場では、3台のポンプの同時運転時の最大通水量である10.5m³/sに対して、ポンプ場直下に位置するメジャー水路の通水能力について検討を行う。

・検討の留意点

灌漑水資源省から貸与された水路断面図を参考とし、最大計画取水量である10.5m³/sの通水断面の過不足を検討する。なお、以下の条件にて検討を行う。

表3.2.43 ニューハルファスキームの水路検討条件

検討水路断面	検討条件		備考
		対象流量	
	水路勾配	1/10,000	貸与図面より
	粗度係数	0.022	「ス」国標準値
	水路堤防高	2.5m	現況断面計測値

・検討結果

検討結果より、10.5m³/sの通水時に水深1.73mとなることから、水路堤防高2.5mの断面規模に対して通水可能と判断される。なお、計算書は(資料-6.12)に示す。

(4) 付帯施設（レギュレーター、分水ゲート）の改修計画

現地調査の結果から以下の施設状況が把握されている。不具合を生じているゲートは、スピンドルの曲がりや欠如を生じているもの、およびゲート自体が変形して開閉不能となっていることが確認された。これらのゲートは全て2m²以下であり施設規模も小さいことから更新対応が適切と判断する。なお、現地調査から「ス」国では右に示すゲート規模が標準とされているため、更新にあたっては、これを標準として検討する。

表3.2.44 ゲートの標準サイズ

No.	Size
1	1.24m×1.24m
2	1.01m×1.01m
3	0.91m×0.91m
4	0.76m×0.76m
5	0.50m×0.50m
6	0.35m×0.35m

1) アリアブスキームの付帯施設

アリアブスキームの付帯施設は、レギュレーターである。損傷を生じているゲートはメイン水路末端にあるゲート3門であり(表3.2.41参照)、このうち1つはゲートが傾倒しているためこれを支持する躯体部からの更新が必要である。

更新においては、既設と同様に、鋼製ゲートを採用し躯体部の損傷についてはレンガ積みにて躯体部の作り換えを行なうことが適切である。更新するゲートのサイズは、現地での計測寸法から、0.76m×0.76mのサイズが2門と1.24m×1.24mのサイズが1門である。なお、ゲートは当該スキーム近傍のアトバラにて調達が可能であり、「ス」国側での対応が可能である。

2) キティアブスキームの付帯施設

キティアブスキームの付帯施設は、レギュレーターである。損傷を生じているゲートは、メイン水路に設置されたReg.1のゲート2門とその脇に設置されたマイナー水路の取水口ゲート1門、およびメイン水路のReg.4のゲート1門である。(表3.2.42参照)

更新においては、既設と同様に、鋼製ゲートを採用し躯体部の損傷についてはレンガ積みにて躯体部の作り換えを行なうことが適切である。更新するゲートのサイズは、各4門について現

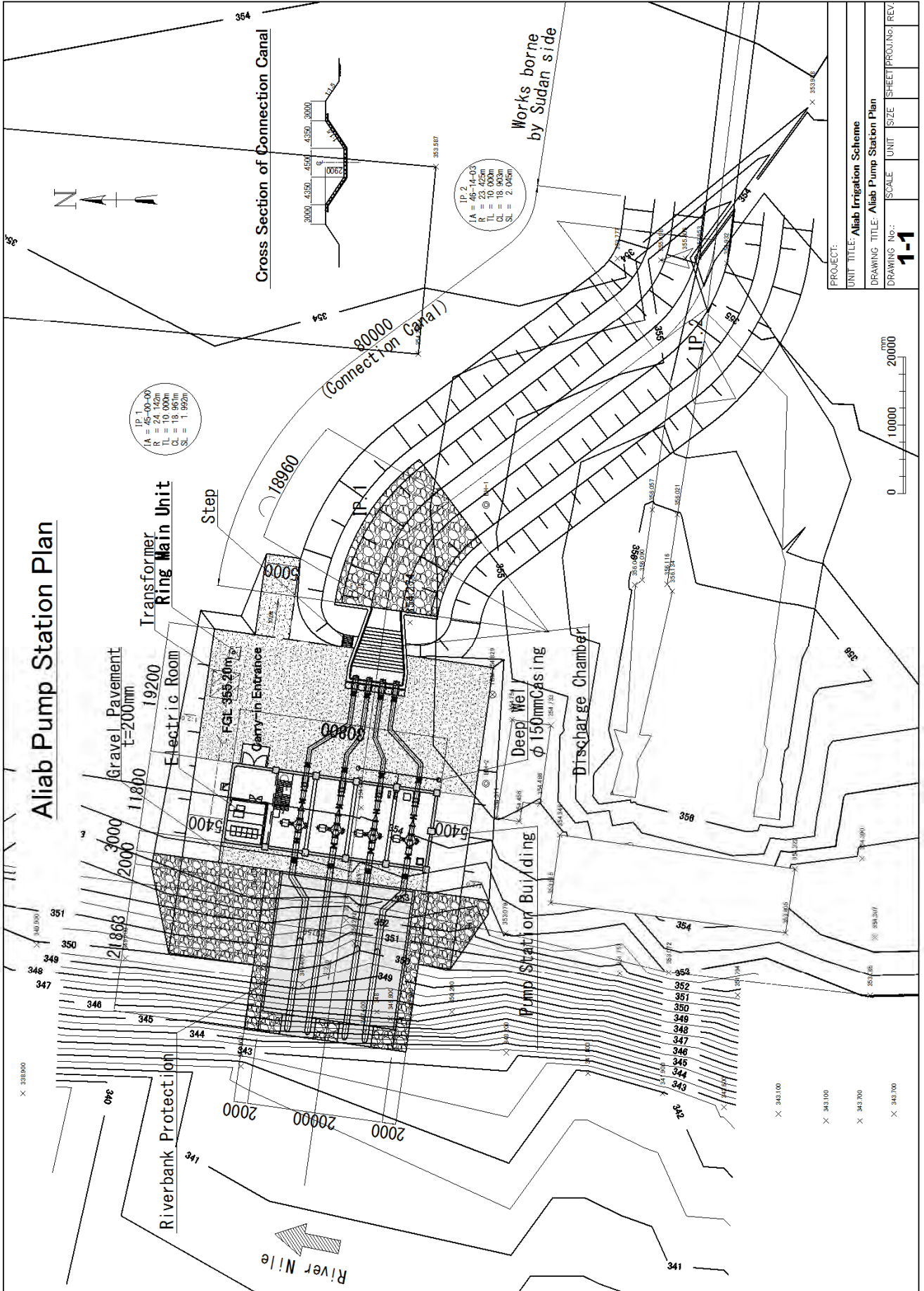
地での計測寸法から、1.24m×1.24mである。なお、ゲートは当該スキーム近傍のアトバラにて調達が可能であり、「ス」国側での対応が可能である。

3) ニューハルファスキームの付帯施設

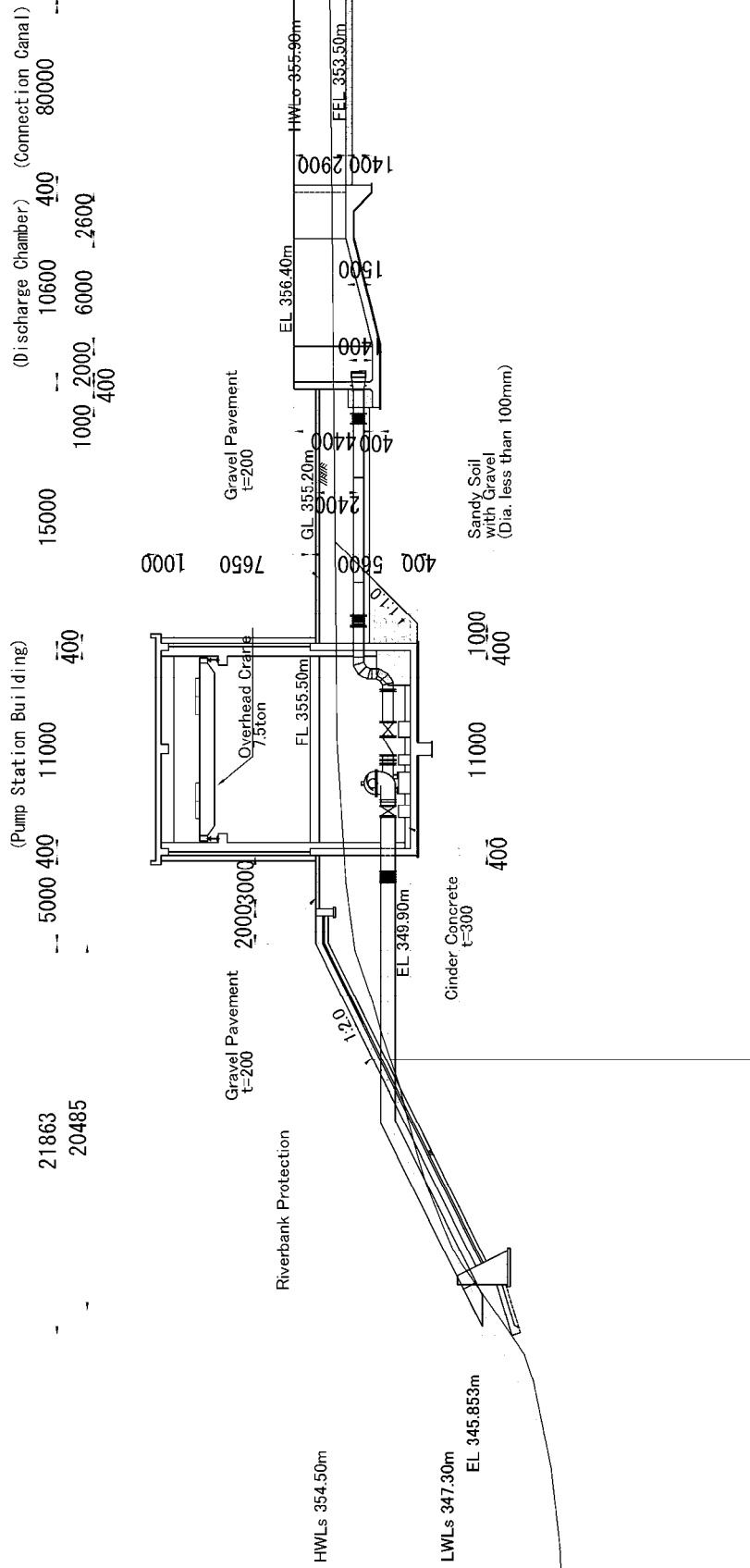
ニューハルファスキームのメジャー水路上の付帯施設は、8ヶ所のレギュレーターである。これらの施設は維持管理がなされており不具合はないため、継続使用が可能である。

3-2-3 基本設計図

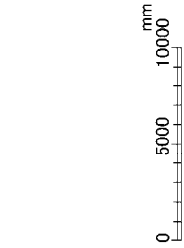
番号	図面の名称	枚数
アリアブ灌漑スキーム		
1-1	ポンプ場計画平面図	1
1-2	ポンプ場計画縦断図	1
1-3	ポンプ場計画正面図	1
1-4	ポンプ設備平面図	1
1-5	ポンプ設備断面図	1
1-6	単線結線図	1
キティアブ灌漑スキーム		
2-1	ポンプ場計画平面図	1
2-2	ポンプ場計画縦断図	1
2-3	ポンプ場計画正面図	1
2-4	ポンプ設備平面図	1
2-5	ポンプ設備断面図	1
2-6	単線結線図	1
2スキーム共通(アリアブ、キティアブ)		
3-1	建屋平面図	1
3-2	建屋立面図	1
3-3	吸込み管及び吐出し管埋設断面図	1
3-4	護岸工構造図 (1/2)	1
3-5	護岸工構造図 (2/2)	1
3-6	吐水槽構造図	1
3-7	取付水路断面図	1
ニューハルファ灌漑スキーム K 14		
4-1	ポンプ設備平面図	1
4-2	ポンプ設備断面図	1
4-3	単線結線図	1
計		22



Aliab Pump Station Profile

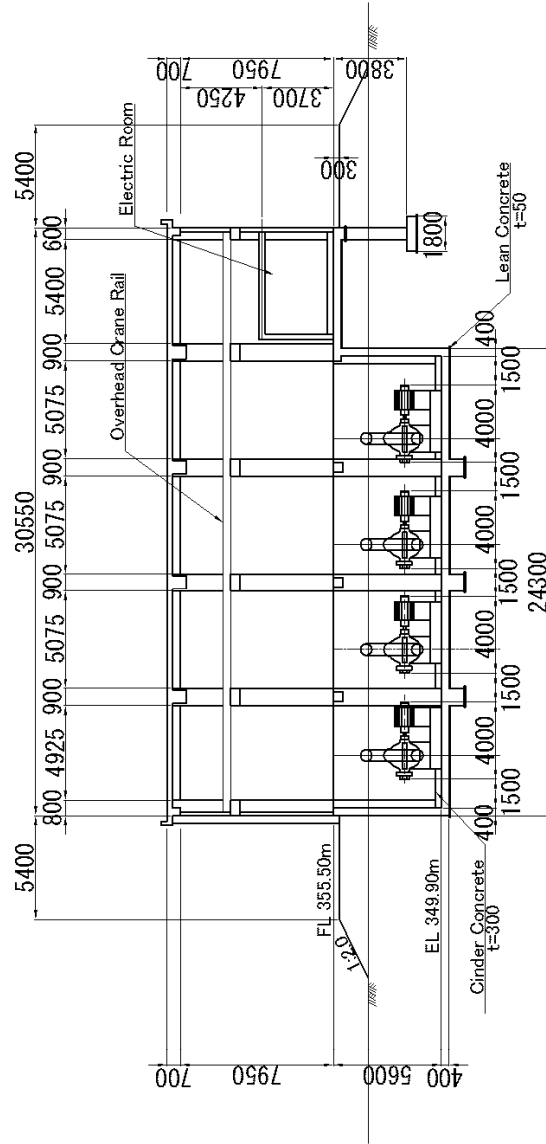


GROUND LEVEL	SECTION INTERVAL
7.961	354.00
3.795	353.50
1.421	353.00
1.421	352.50
1.736	352.00
1.472	351.50
1.465	351.00
2	350.50
1.841	350.00
1.822	349.50
1.248	349.00
1.213	348.50
1.168	348.00
0.874	347.50
0.702	347.00
0.710	346.50
0.715	346.00
0.720	345.50
0.723	345.00
0.728	344.50
0.728	344.00
1.491	343.50
2.403	343.00
2.477	342.50
4.886	342.00
1.509	341.50



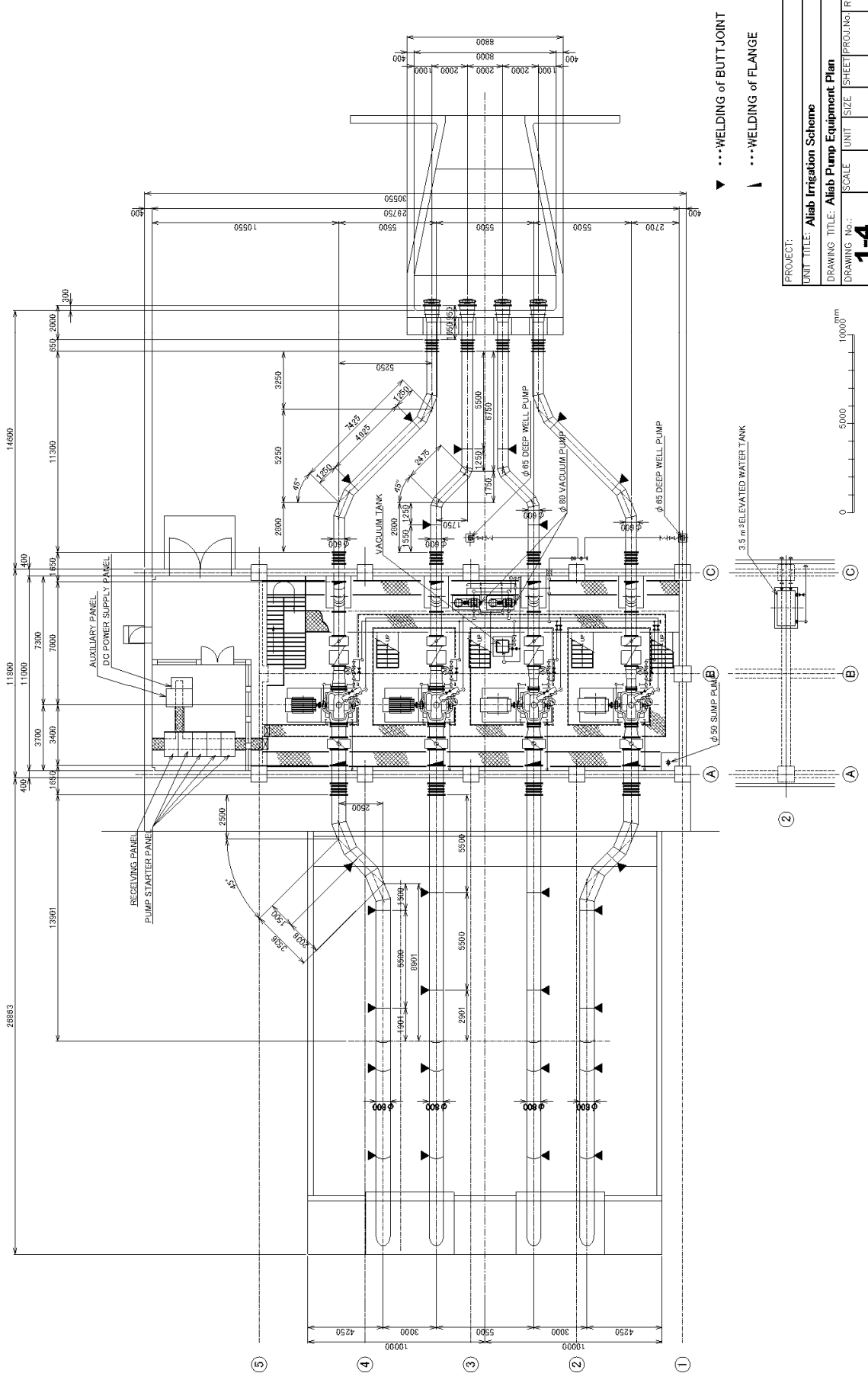
PROJECT:	UNIT TITLE: Aliab Irrigation Scheme
DRAWING TITLE: Aliab Pump Station Profile	DRAWING No.: SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ.No. REV.
	1-2

Aliab Pump Station Front Elevation



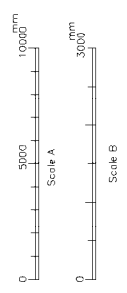
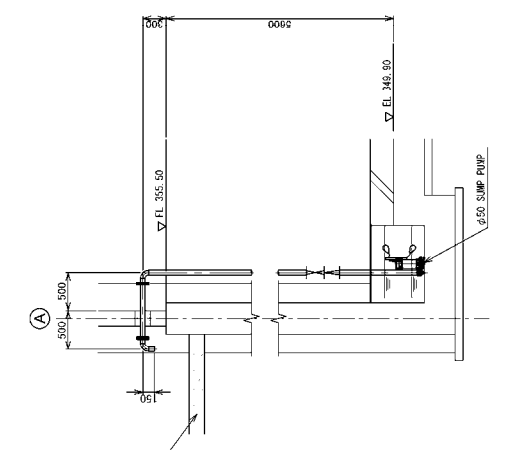
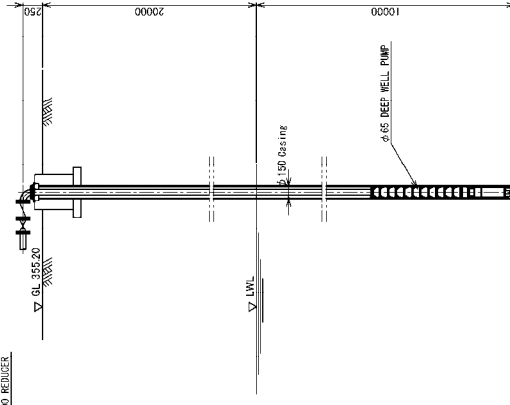
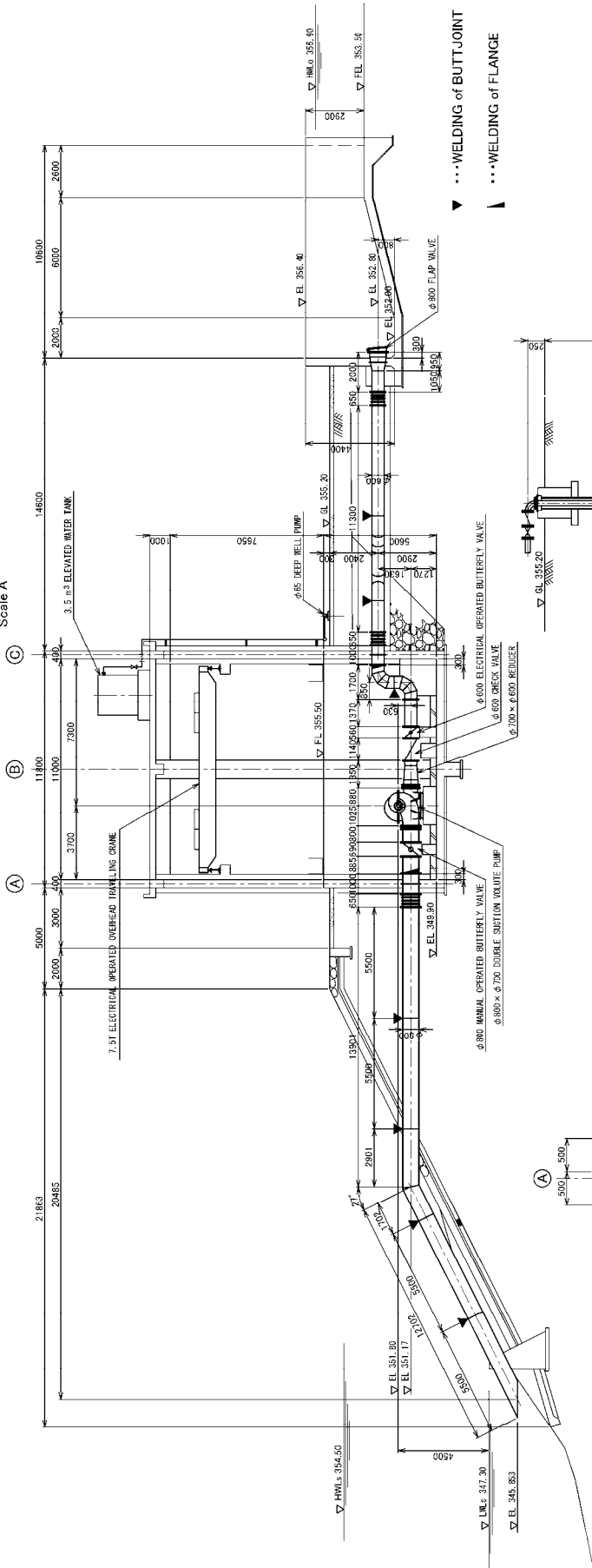
PROJECT:	Aliab Irrigation Scheme		
DRAWING TITLE:	Aliab Pump Station Front Elevation		
DRAWING No.:	SCALE	UNIT	SHEET/PROJ. REV.
1-3			

Aliab Pump Equipment Plan



Aliab Pump Equipment Section

Scale A

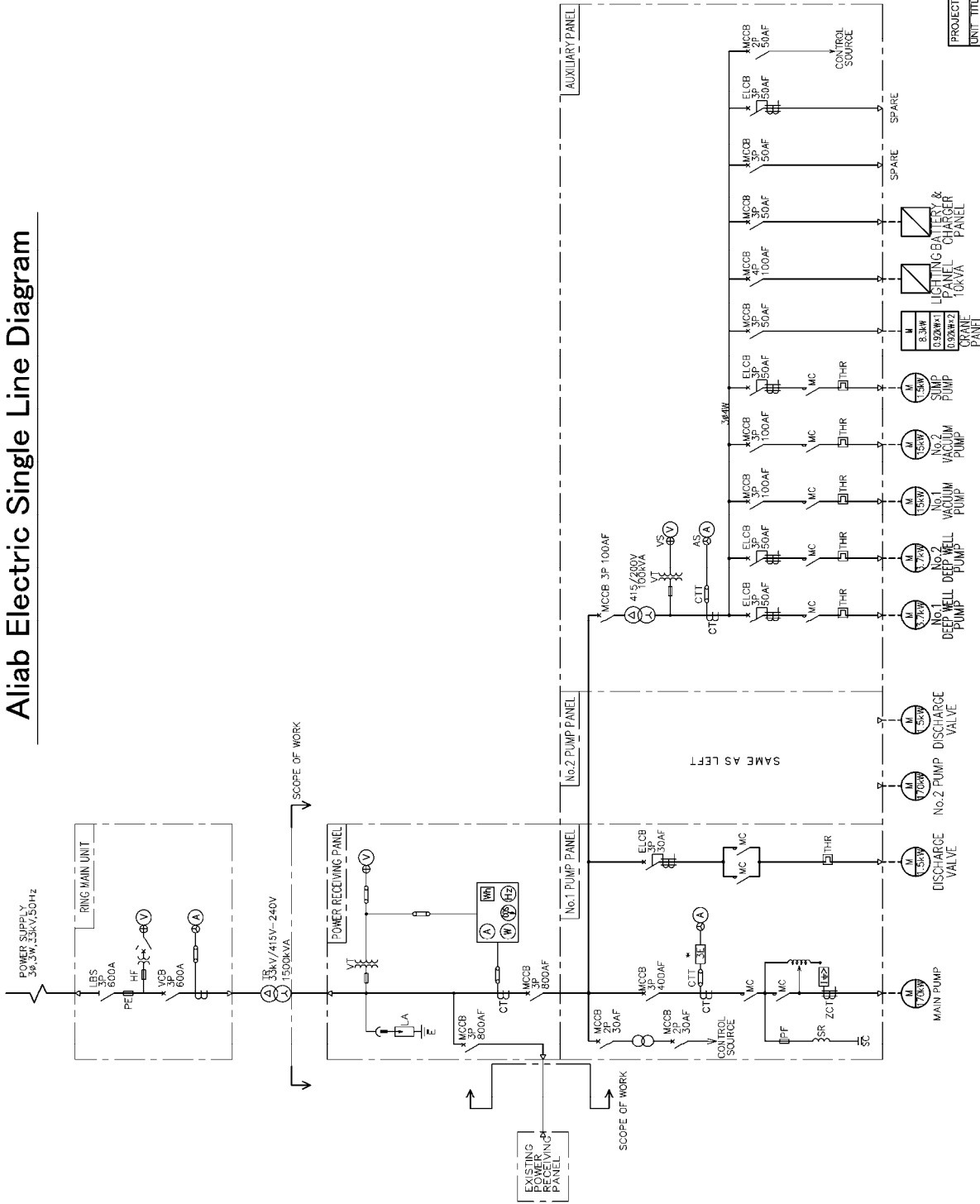


PROJECT:	Aliab Irrigation Scheme
UNIT TITLE:	Aliab Pump Equipment Section
DRAWING No.:	1-5
SCALE:	UNIT SIZE SHEET (PROJ.) REF.

Detail of Deep Well Pump
Scale B

Detail of Sump Pump
Scale B

Aliab Electric Single Line Diagram

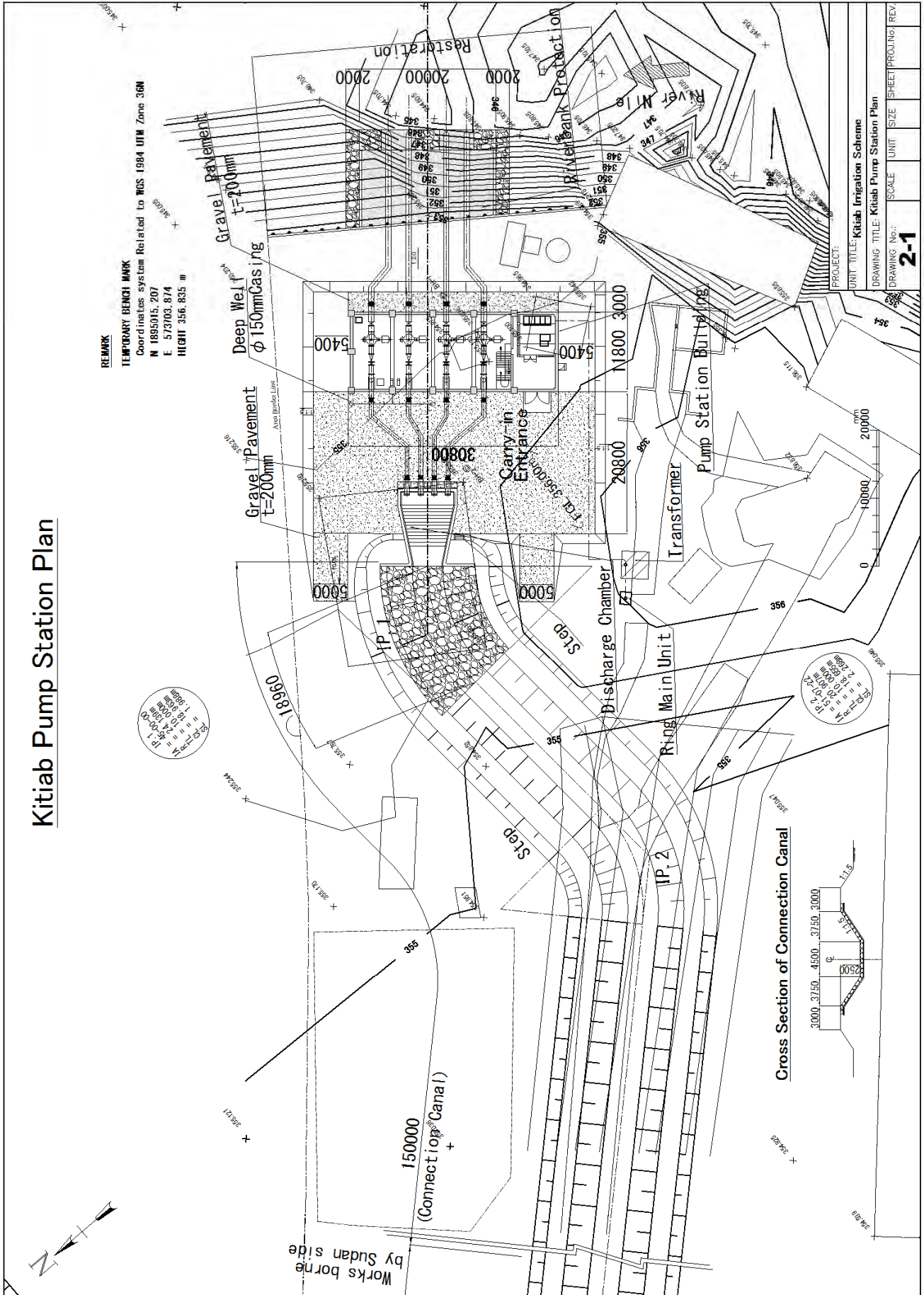


PROJECT:	UNIT TITLE:	Aliab Irrigation Scheme
DRAWING TITLE:	Aliab Electric Single Line Diagram	
DRAWING No.:	SCALE:	UNIT SIZE:
1-6		SHEET/PROJ. No.:
		REV:

Kitiab Pump Station Plan

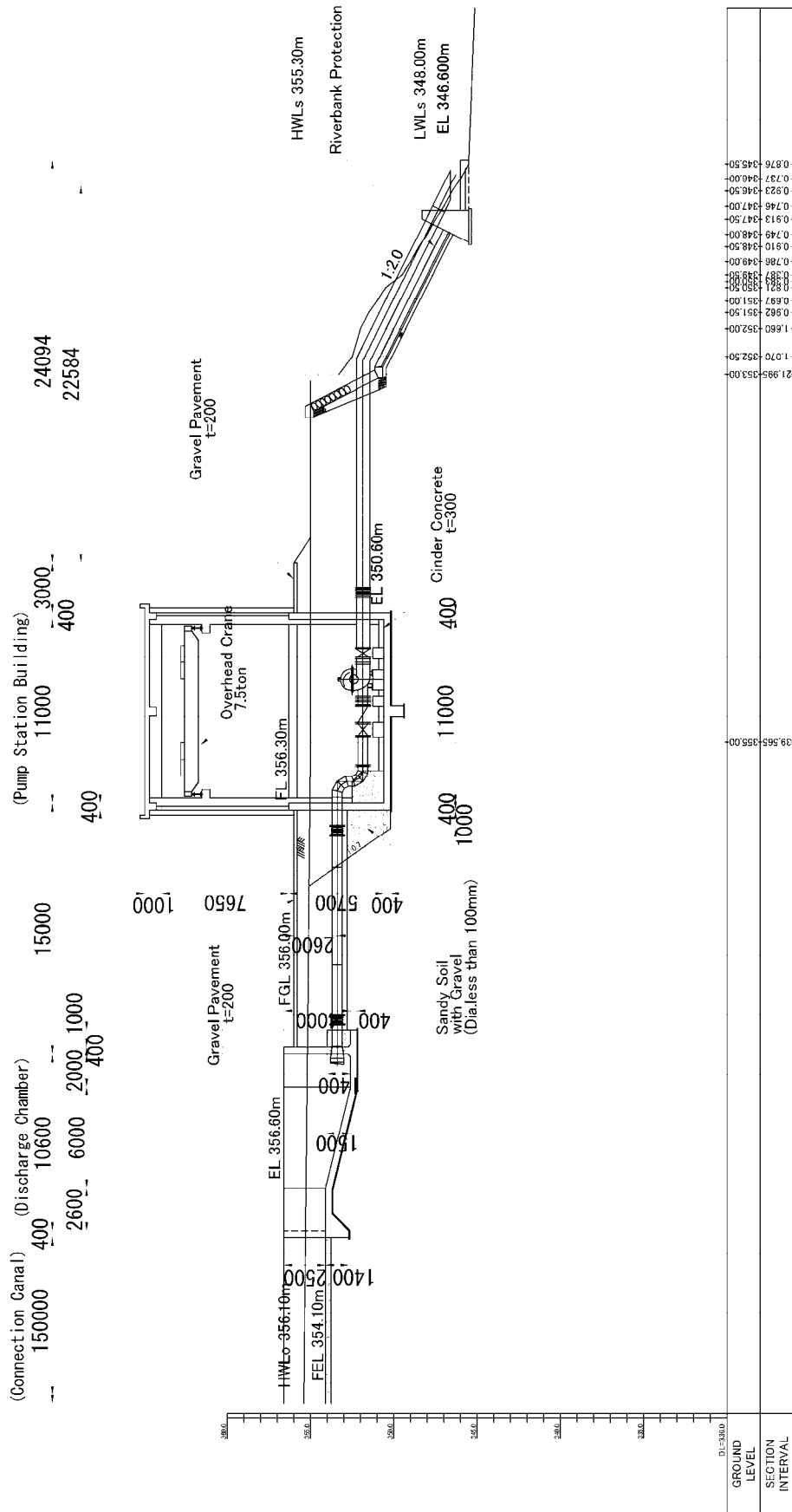
REMARK

TEMPORARY BENCH MARK
 Coordinates system Related to WGS 1984 UTM Zone 36N
 N 1895015.207
 E 573703.874
 Height 356.835 m



PROJECT:	Kitiab Irrigation Scheme
DRAWING TITLE:	Kitiab Pump Station Plan
DRAWING No.:	
SCALE:	UNIT SIZE SHEET PROJ. REV.
2-1	

Kitiab Pump Station Profile



PROJECT:

UNIT TITLE: Kitiab Irrigation Scheme

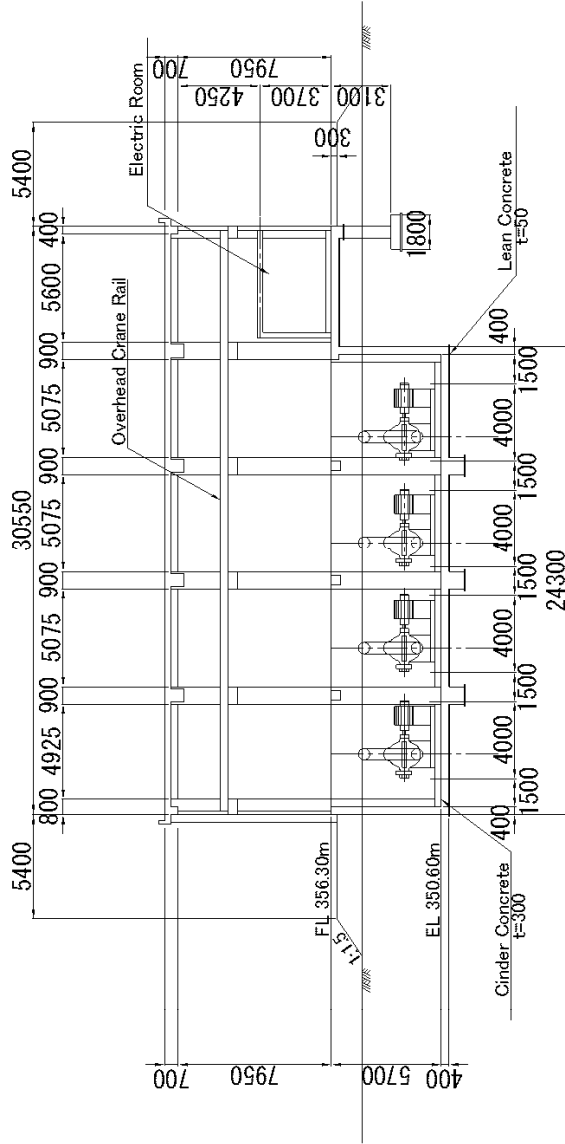
DRAWING TITLE: Kitiab Pump Station Longitudinal

DRAWING No.: SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ.No. REV

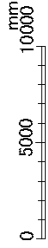
2-2



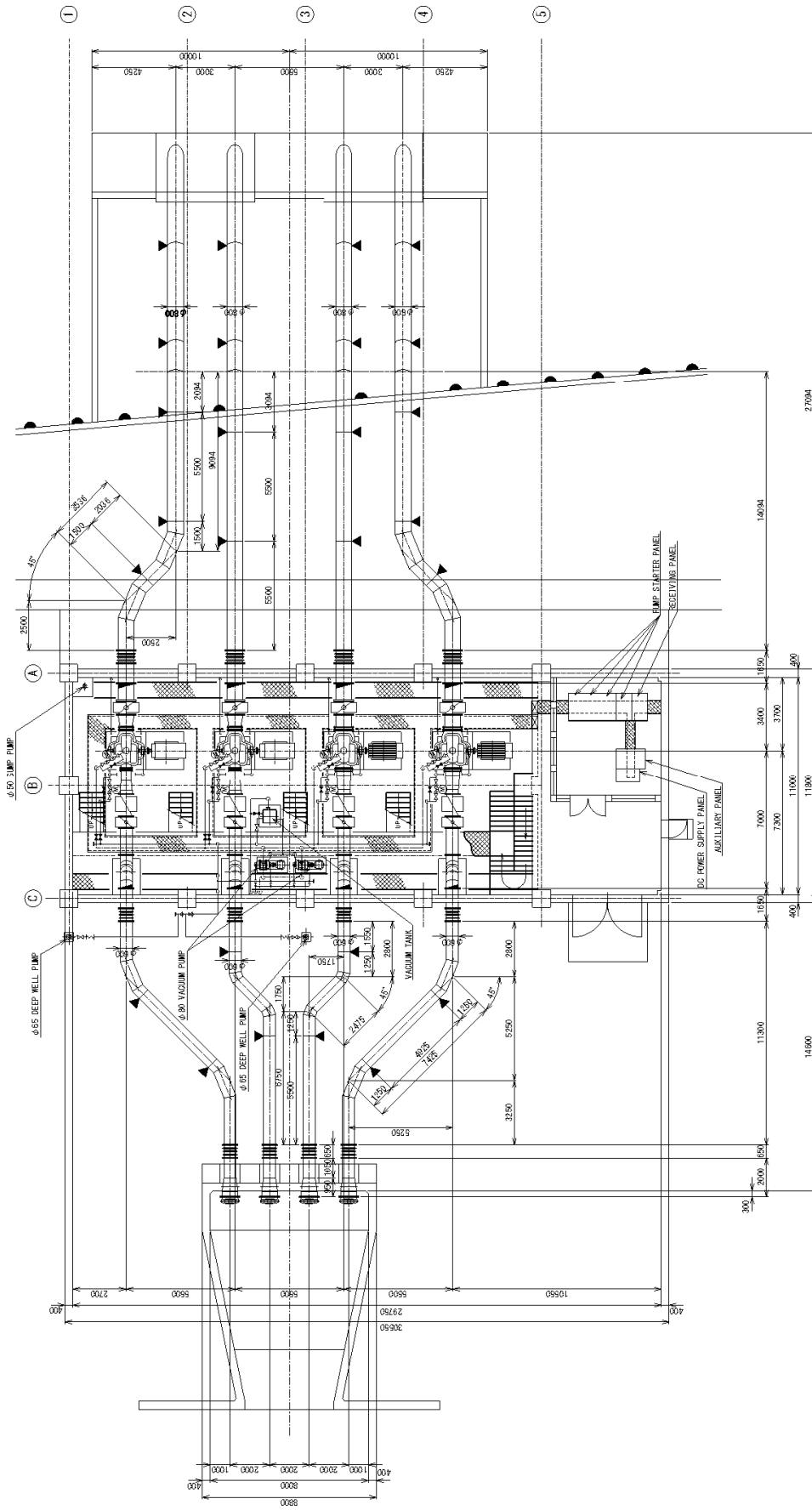
Kitiab Pump Station Front Elevation



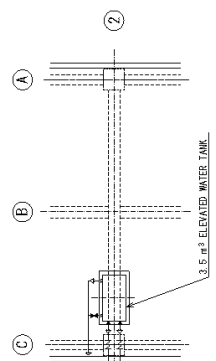
PROJECT:			
UNIT TITLE: Kitiab Irrigation Scheme			
DRAWING TITLE: Kitiab Pump Station Front Elevation			
DRAWING NO.:	SCALE:	UNIT:	SHEET PROJ. NO. / REV.
2-3			



Kitiab Pump Equipment Plan



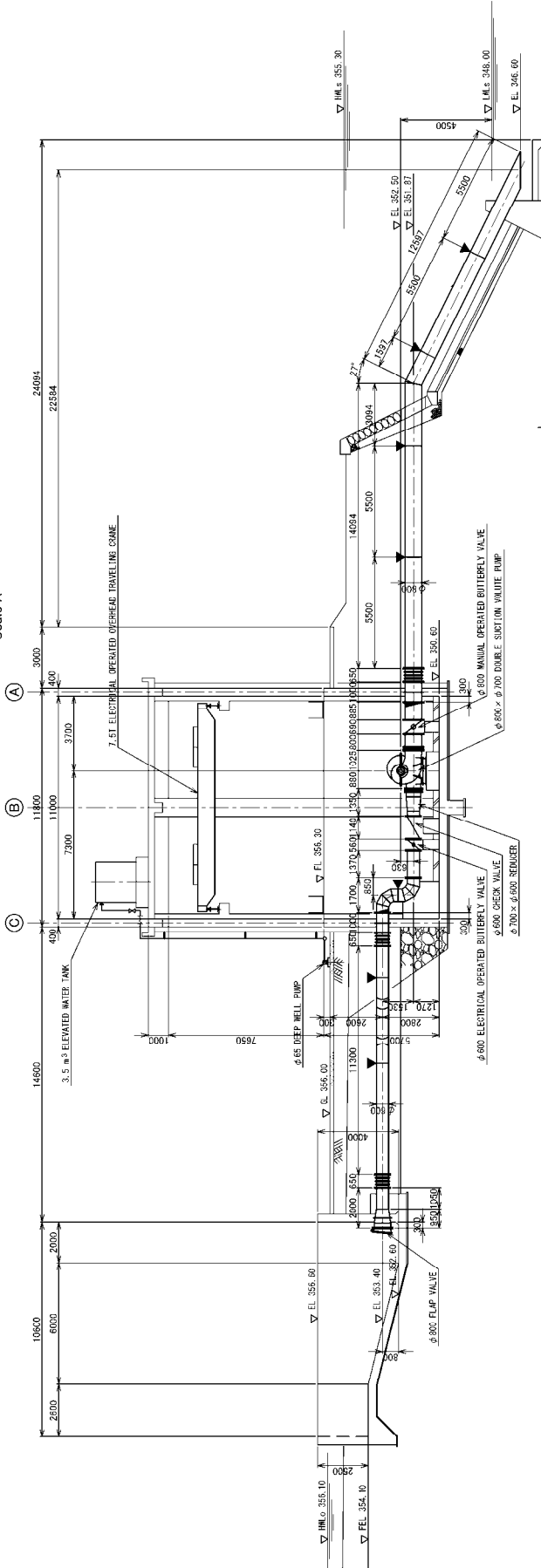
▼ . . . WELDING of BRIT JOINT
 | . . . WELDING of FLANGE



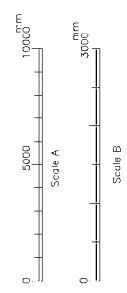
PROJECT:	Kitiab Irrigation Scheme
UNIT TITLE:	Kitiab Pump Equipment Plan
DRAWING TITLE:	Kitiab Pump Equipment Plan
DRAWING No.:	2-4
SCALE:	UNIT SIZE SHEET
PROJ. NO.:	PROJ. NO.
REV.:	REV.

Kitiab Pump Equipment Section

Scale A



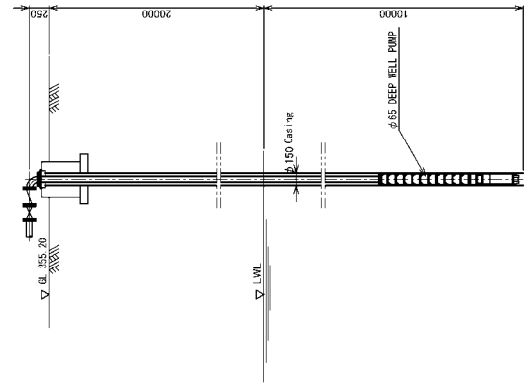
▲WELDING of BUTT JOINT
 ▲WELDING of FLANGE



PROJECT:	UNIT TITLE: Kitiab Irrigation Scheme
DRAWING TITLE:	Kitiab Pump Equipment Section
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET/PROJ. NO. REV.
2-5	

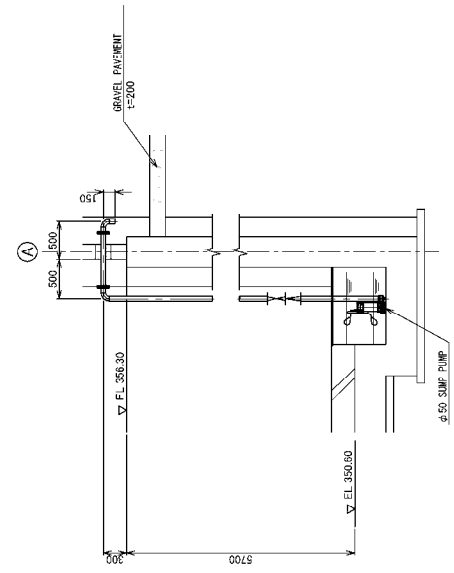
Detail of Deep Well Pump

Scale B

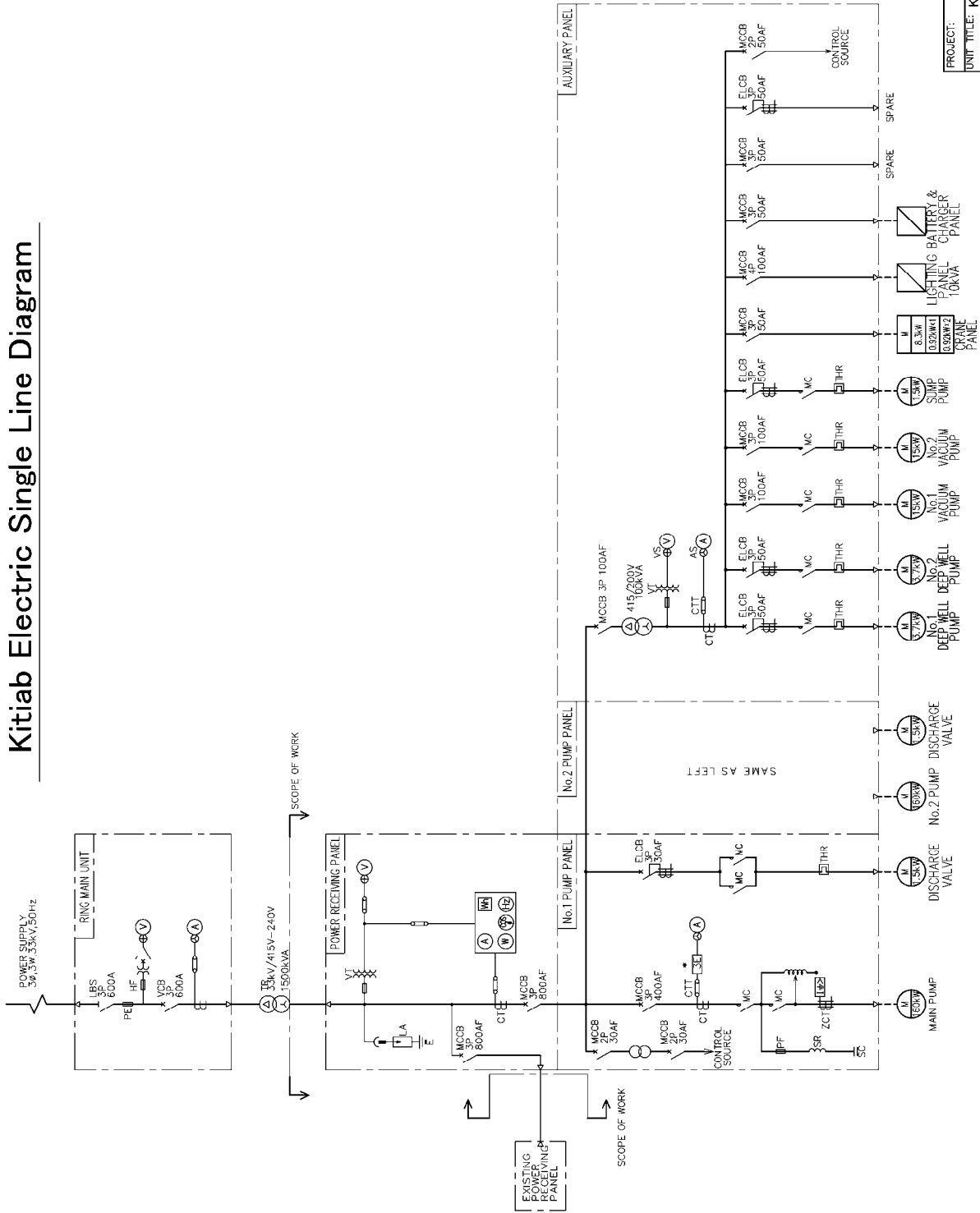


Detail of Sump Pump

Scale B



Kitiab Electric Single Line Diagram

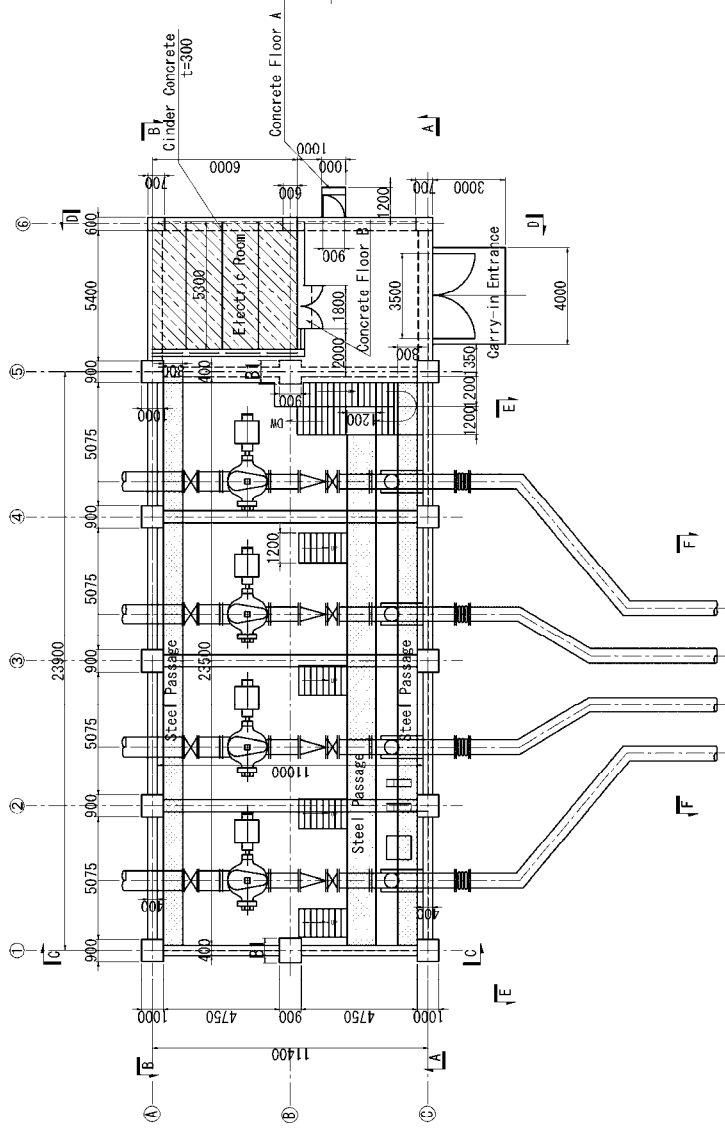


*NOTE:
SE: MOTOR PROTECTION RELAY

PROJECT: Kitiab Irrigation Scheme			
DRAWING TITLE: Kitiab Electric Single Line Diagram			
DRAWING No.:	ISCALE	UNIT	ISIZE
2-6			
			REV

Pump Station Building

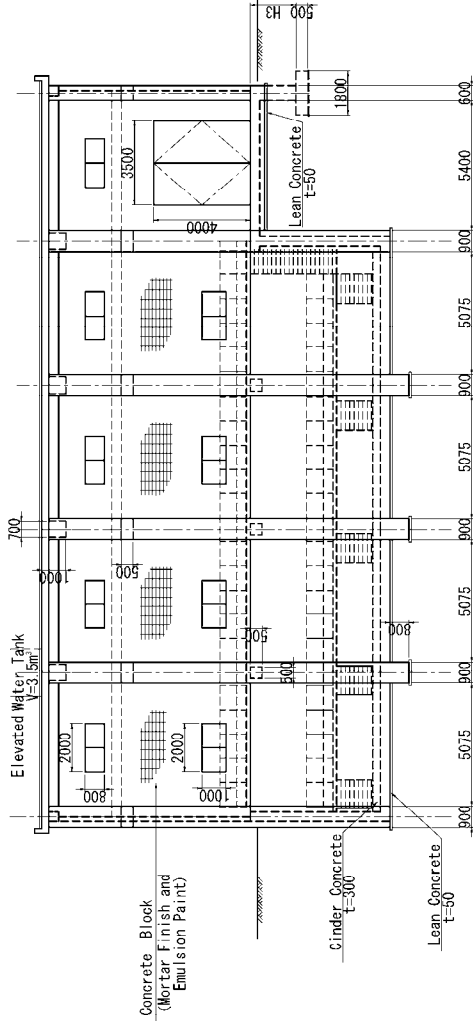
Plan
Scale A



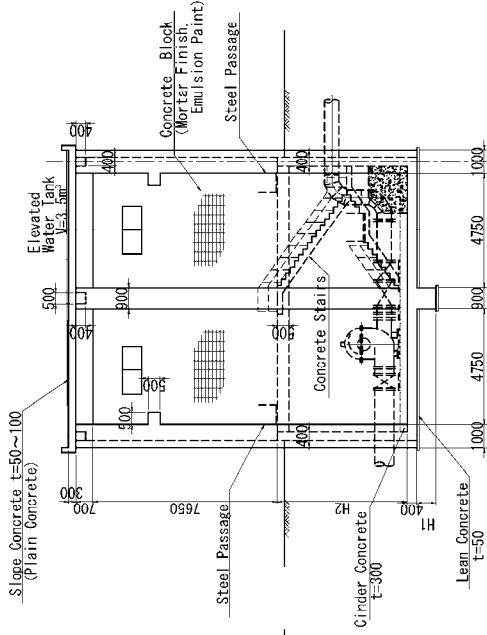
PROJECT:			
UNIT TITLE: Common Drawings for 3 Schemes			
DRAWING TITLE: Pump Station Building			
DRAWING No.:	SCALE	UNIT	SIZE
3-1			
SHEET		PROJ./NO. REV.	

Sections of Pump Station Building

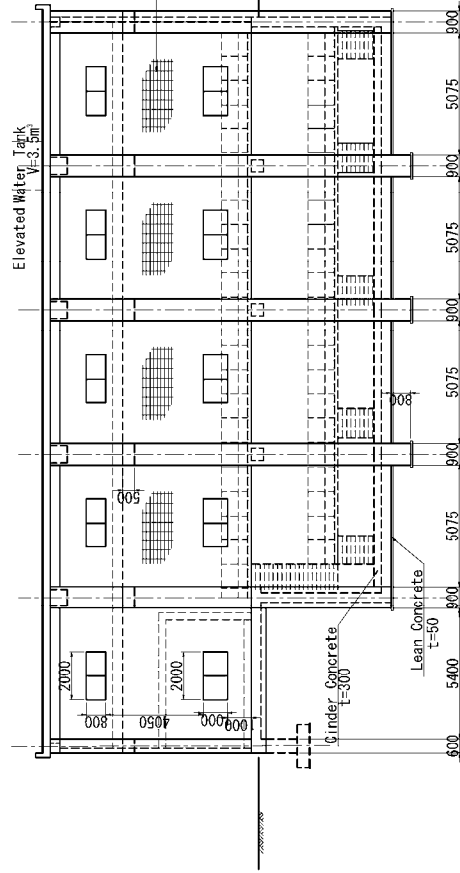
Section A-A



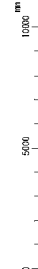
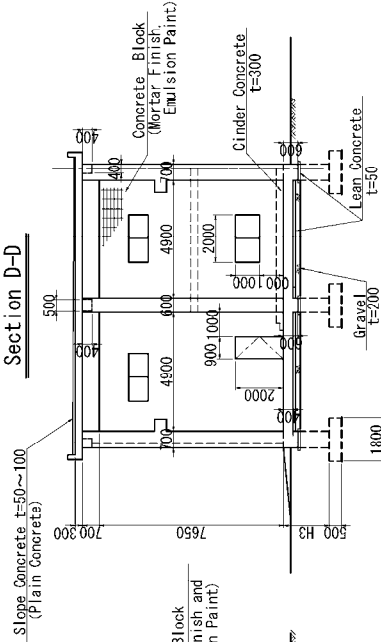
Section C-C



Section B-B



Section D-D



Dimension

Kitlab	Alt lab
H1 (mm)	800
H2 (mm)	5700
H3 (mm)	3800
	3100

PROJECT:

UNIT TITLE: Common Drawings for 3 Schemes

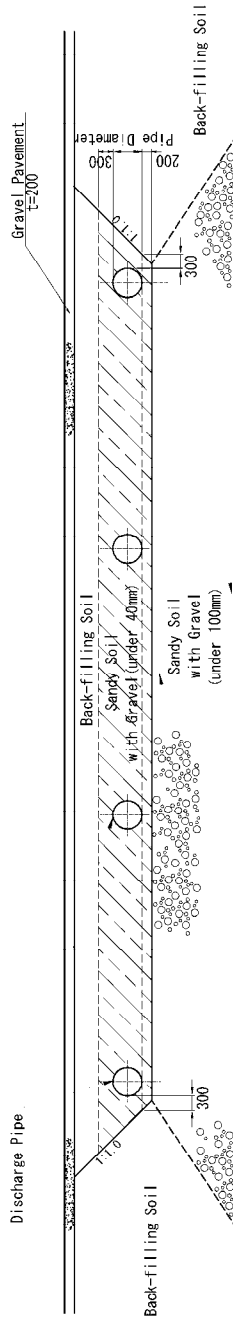
DRAWING TITLE: Sections of Pump Station Building

DRAWING No.: 3-2

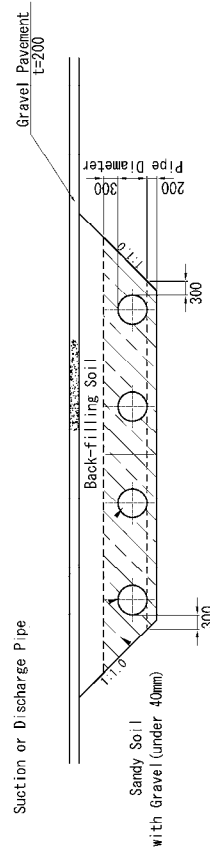
SCALE: UNIT SIZE (SHEET/PROJ.) REV.

Typical Cross Section of Pipeline

Cross Section of Discharge Pipe (Section B-B or E-E)

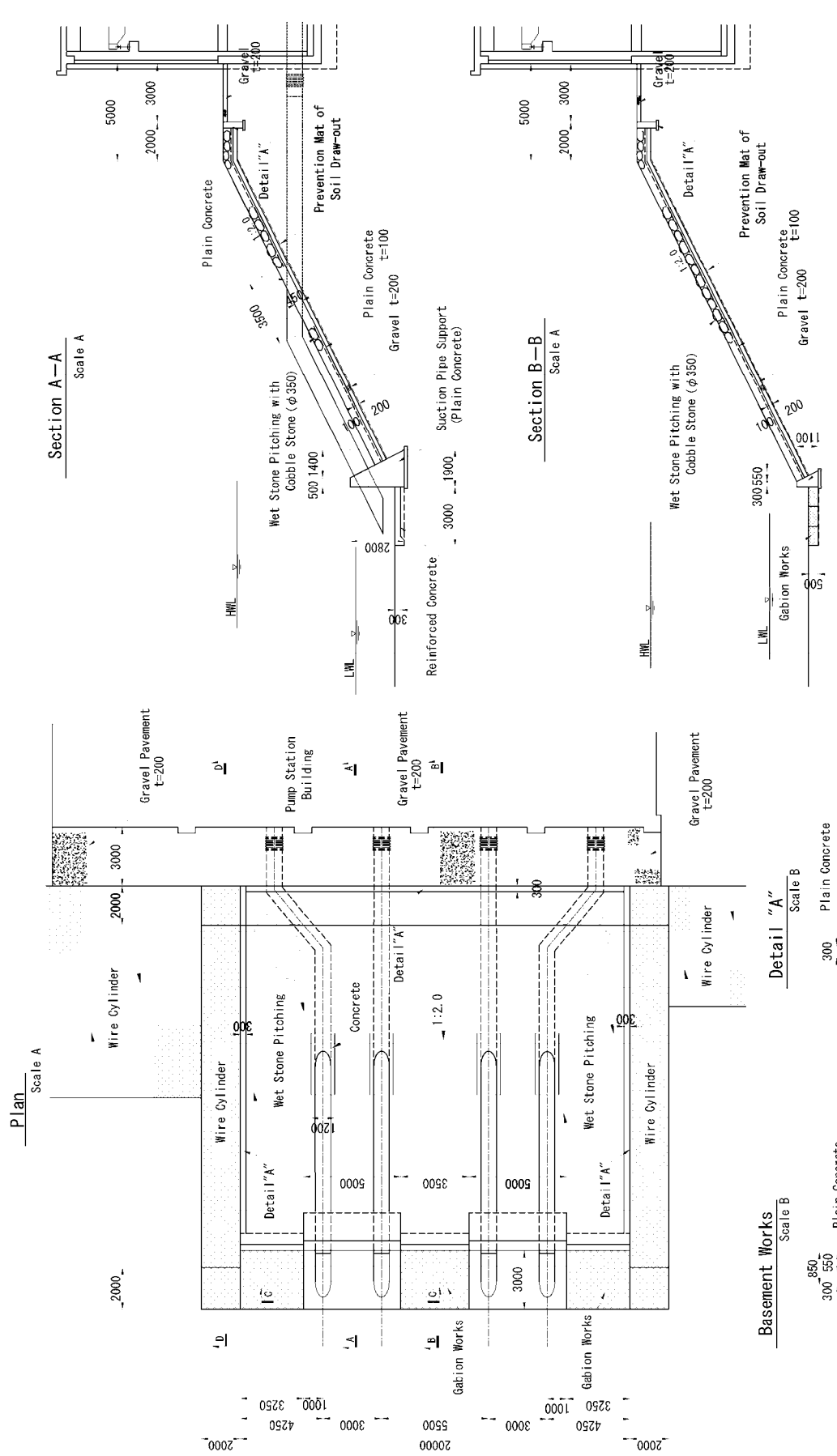


Cross Section of Suction or Discharge Pipe (Section F-F)



PROJECT:	UNIT TITLE: Common Drawings for 3 Schemes		
DRAWING TITLE: Typical Cross Section of Pipeline	SCALE	UNIT / SIZE	SHEET / PROJ. NO. / REV.
DRAWING No.:	3-3	No	

Riverbank Protection Works(1/2)



PROJECT:	Common Drawings for 3 Schemes
DRAWING TITLE:	Riverbank Protection Works(1/2)
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ NO. REV.
	3-4

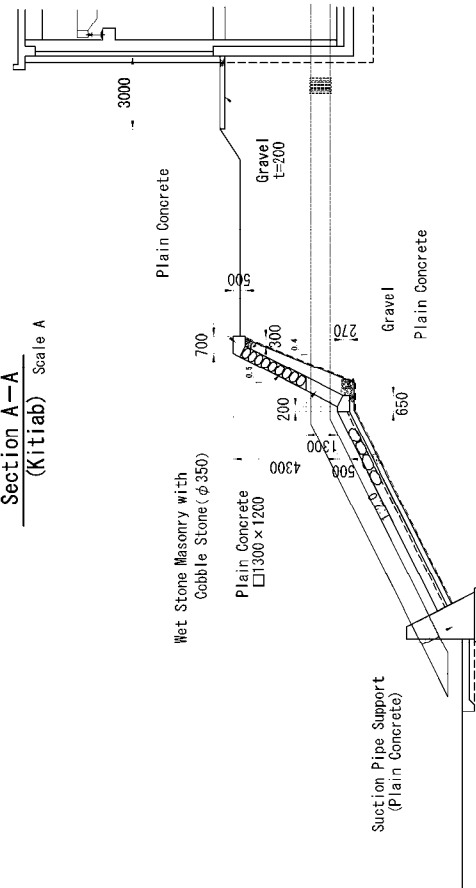
PROJECT:	Common Drawings for 3 Schemes
DRAWING TITLE:	Riverbank Protection Works(1/2)
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ NO. REV.
	3-4

PROJECT:	Common Drawings for 3 Schemes
DRAWING TITLE:	Riverbank Protection Works(1/2)
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ NO. REV.
	3-4

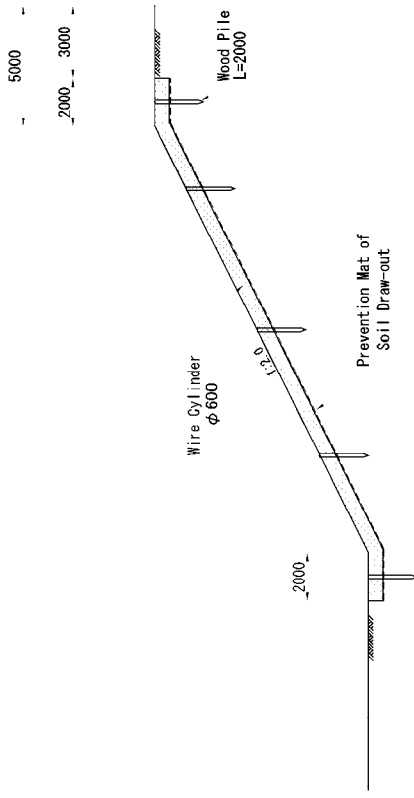
PROJECT:	Common Drawings for 3 Schemes
DRAWING TITLE:	Riverbank Protection Works(1/2)
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ NO. REV.
	3-4

Riverbank Protection Works(2/2)

Section A-A
(Kitiab) Scale A

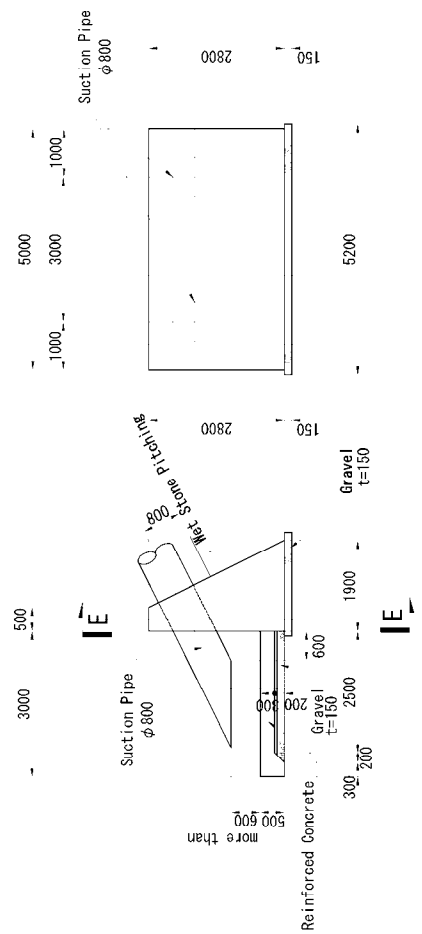


Section D-D
Scale A

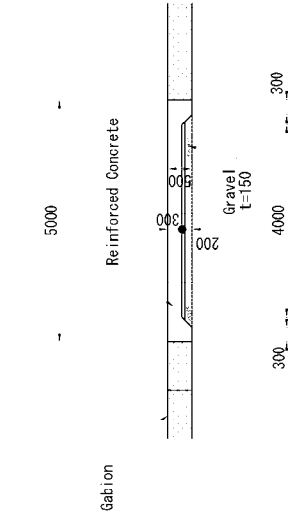


Suction Pipe Support Works
Scale B

Section E-E
Scale B



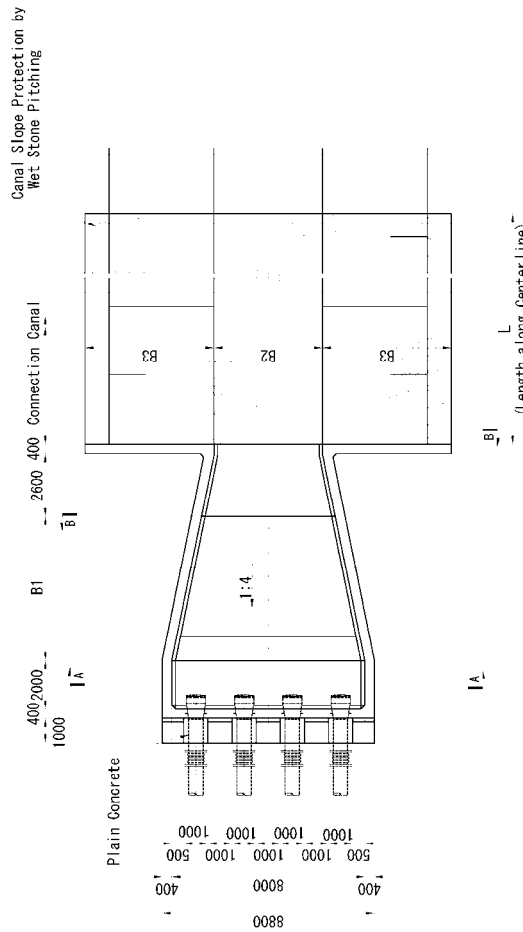
Section C-C
Scale B



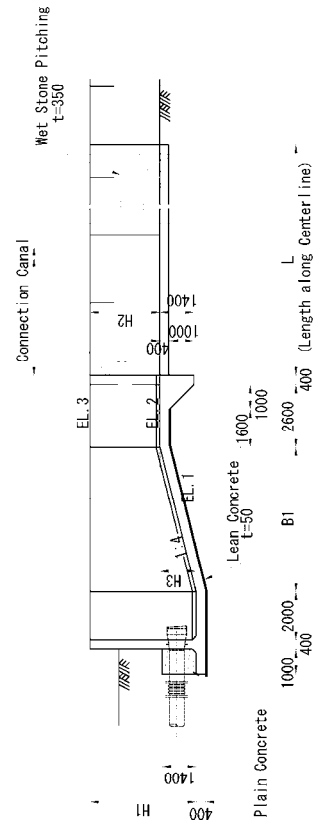
PROJECT:	Common Drawings for 3 Schemes
UNIT TITLE:	Riverbank Protection Works (2/2)
DRAWING TITLE:	Riverbank Protection Works (2/2)
DRAWING No.:	3-5
SCALE:	UNIT SIZE SHEET PROJ. NO. REV.

Plan and Sections of Discharge Chamber

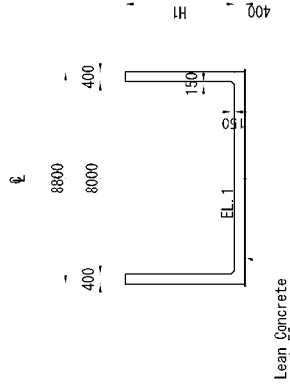
General Plan



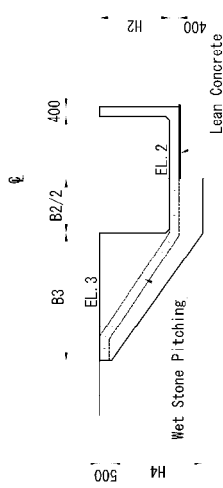
Longitudinal Profile



Section A-A



Section B-B



Dimension and Elevation

	Aliab	Kitiab
EL. 1 (m)	352.60	352.60
EL. 2 (m)	353.50	354.10
EL. 3 (m)	356.40	356.60
B1 (m)	6.00	6.00
B2 (m)	4.50	4.50
B3 (m)	5.35	4.75
H1 (m)	4.40	4.00
H2 (m)	2.90	2.50
H3 (m)	1.50	1.50
H4 (m)	3.80	3.40
L (m)	18.96	18.96

PROJECT:

UNIT TITLE: Common Drawings for 3 Schemes

DRAWING TITLE: Plan and Sections of Discharge Chamber

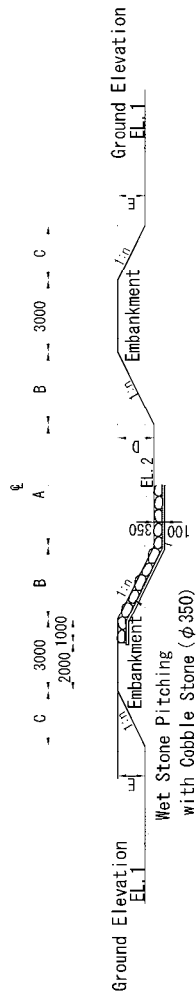
DRAWING No.: 3-6

SCALE: UNIT SIZE (SHEET/PROJ.) REV.

Cross Section of Connection Canal

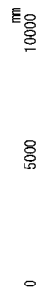
Slope Protected Section
(Wet Stone Pitching)

Non Protected Section



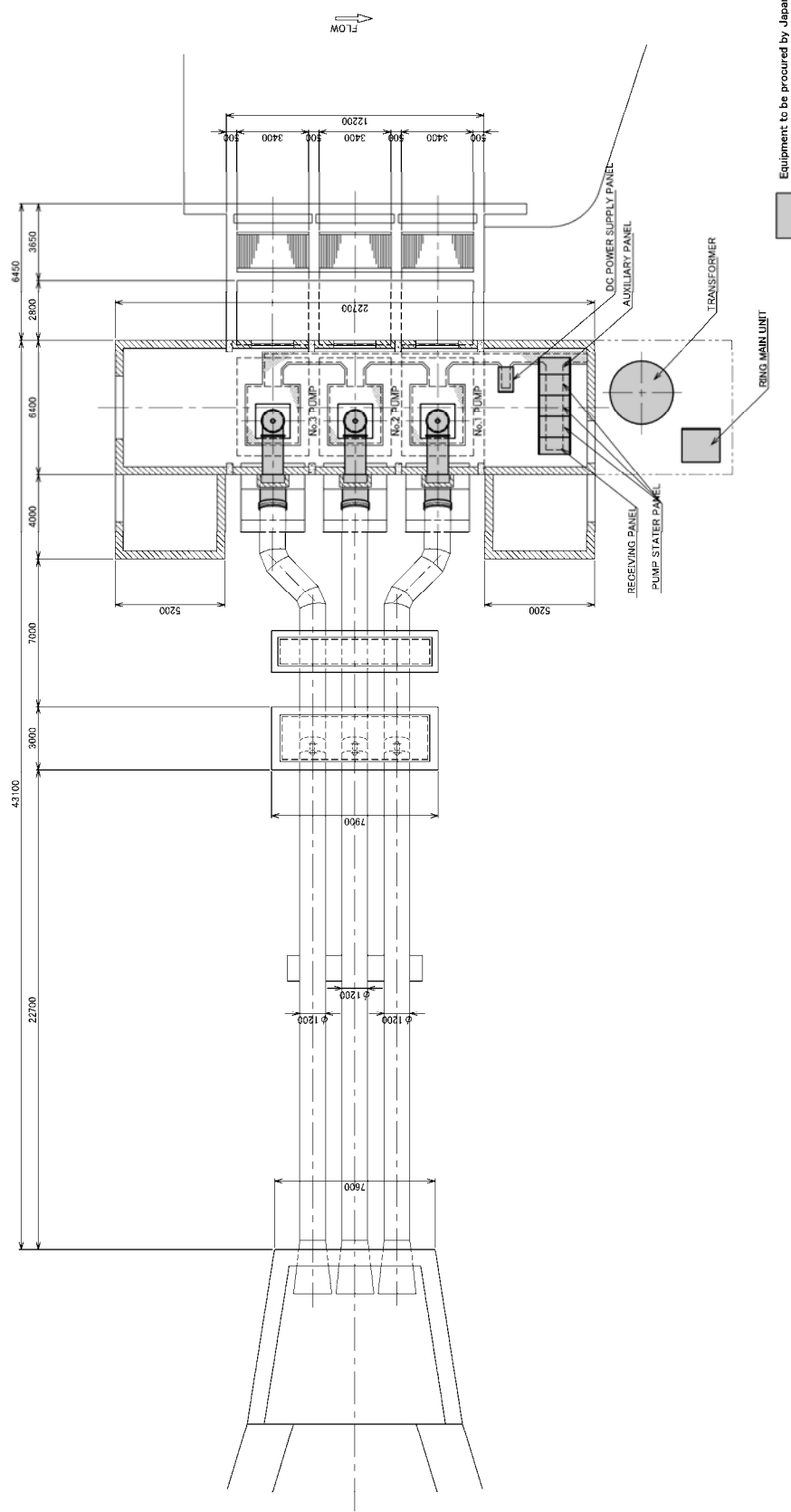
Dimension and Elevation

	Aliab	Kitiab
EL. 1 (m)	354.0	385.0
EL. 2 (m)	353.6	354.1
n	1.5	1.5
A (m)	4.50	4.50
B (m)	4.35	3.75
C (m)	3.75	2.40
D (m)	2.90	2.50
E (m)	2.50	1.60



PROJECT: Common Drawings for 3 Schemes			
UNIT TITLE: Cross Section of Connection Canal			
DRAWING No.:	SCALE	UNIT	SIZE
3-7			SHEET/PROJ./REV.

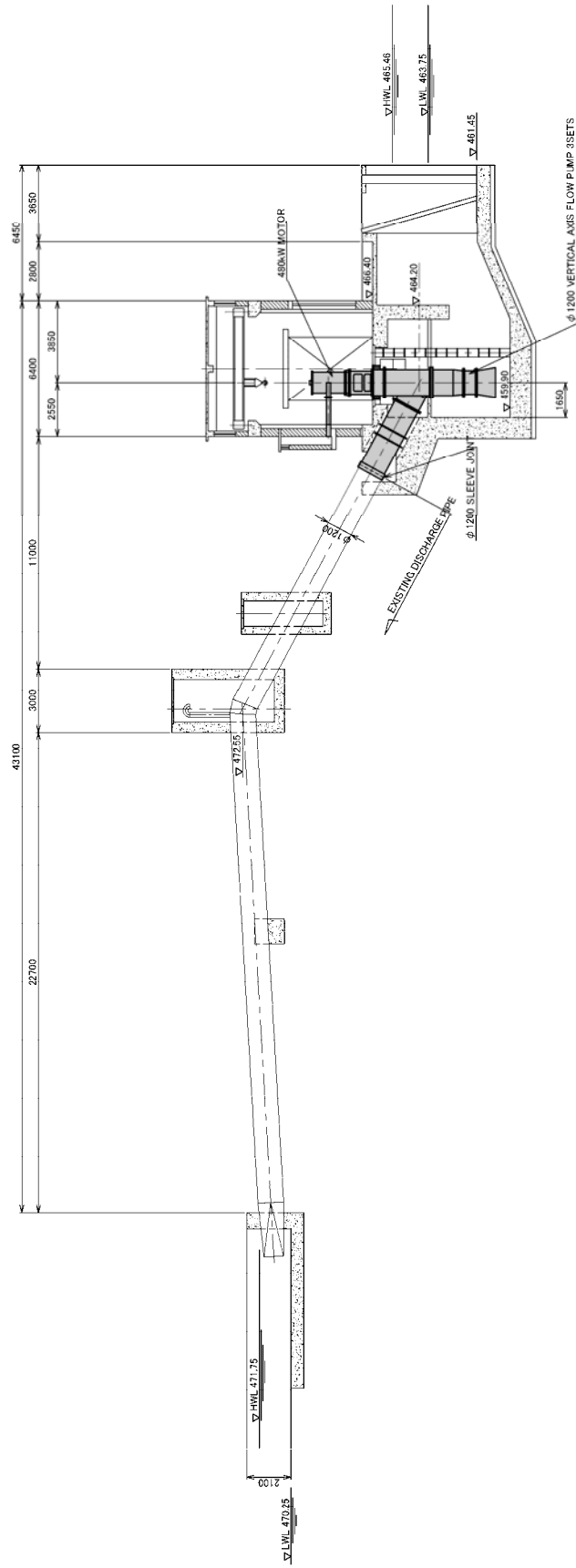
Kilo 14 Pump Equipment Plan



PROJECT:	UNIT TITLE: New Halfa Irrigation Scheme Kilo 14		
DRAWING TITLE:	Kilo 14 Pump Equipment Plan		
DRAWING No.:	SCALE	UNIT	SHEET/PROJ.No./REV.
	4-1		



Kilo 14 Pump Equipment Section

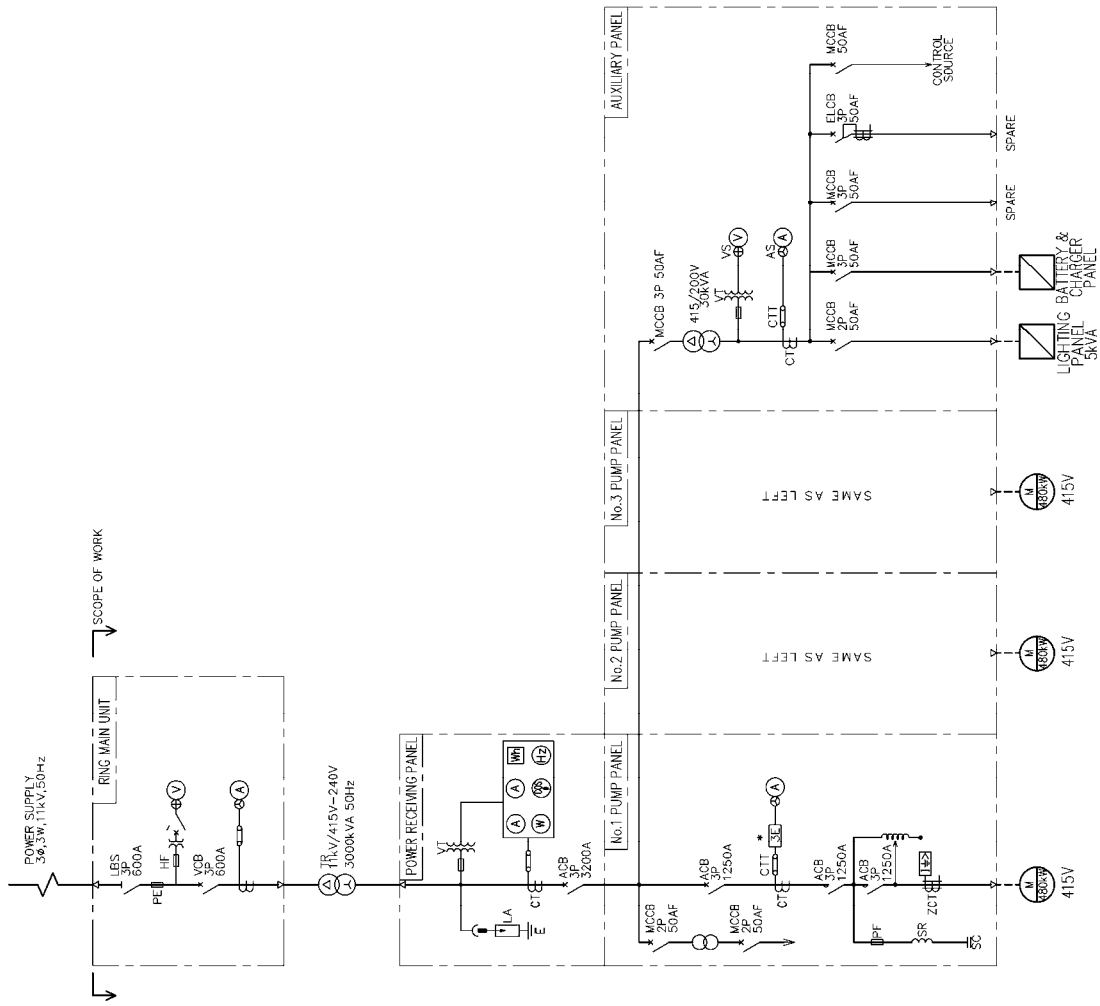


Equipment to be procured by Japan

PROJECT:	New Halfa Irrigation Scheme Kilo 14		
DRAWING TITLE:	Kilo 14 Pump Equipment Section		
DRAWING No.:	SCALE	UNIT SIZE	SHEET/PROJ.No. REV.
			4-2



Kilo 14 Electric Single Line Diagram



*NOTE
3E: MOTOR PROTECTION RELAY

PROJECT:	New Halfa Irrigation Scheme Kilo 14		
DRAWING TITLE:	Kilo 14 Electric Single Line Diagram		
DRAWING No.:	SCALE	UNIT	SHEET/PROJ.No./REV
			4-3

3-2-4 施工計画/調達計画

3-2-4-1 施工方針/調達方針

(1) 基本事項

本協力対象事業は日本国の無償資金協力制度の枠組によって実施される予定である。概略設計完了後、日本国政府によって事業実施が承認された場合、両国政府による交換公文（E/N）が取り交わされ事業実施段階に移行する。事業実施に係る契約形態は一括請負方式である。

本協力対象事業では、「ス」国リバーナイル州においてアリアブポンプ場、キティアブポンプ場、の建設および取付け水路の建設を行う計画である。

また、カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場のポンプが老朽化していることから、ポンプ・モーター・制御盤等を供与し据付・試運転の指導を行う計画である。

(2) 現地業者の活用

「ス」国では、現地人の運営による大中小規模の施工業者がある。大規模施工業者は首都ハルツームを中心として活動しており、地方の小規模工事には進出しない。リバーナイル州内には小規模施工会社があるものの、地元の小工事(主に個人経営ホテル、住宅等)の請負工事を行っている。ハルツーム市内の中堅規模の建設業者の中には、建設機械・技術者・技能工を有して外国建設業者の下請業者として施工できる能力を持っている会社がある。こうした中堅規模の業者を活用して工事を行う計画とする。

(3) 技術者派遣の必要性

「ス」国では、ポンプ場建設や大型ポンプ・機械・制御盤の据付・調整・試運転に関する知識や技術を十分に有する技術者や技能工が少ないため、ポンプ場建設工事を管理する土木技師、ポンプ場内の機械・配管・電気工事を管理する機械技師・電気技師を派遣する。

また、機材供与を行うカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場については、ポンプ・モーター・制御盤、トランスの据付・調整・運転について「ス」国が行う工事を指導する機械技術者・電気技術者を派遣する。

(4) 「ス」国側実施体制

本協力対象事業の内、リバーナイル州の 2 ポンプ場(アリアブ、キティアブ)については、先方実施機関は国家小麦増産計画ユニットであり、施工段階では、同省が担当する。

カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場のポンプ入替え工事についての先方実施機関は、農業灌漑省である。

担当部署は次のとおりである。

表 3.2.45 実施機関担当部署一覧表

施工箇所	実施機関
リバーナイル州	
アリアブポンプ場	国家小麦増産計画ユニット
キティアブポンプ場	国家小麦増産計画ユニット
カッサラ州	
ニューハルファ K14 ポンプ場	農業灌漑省

本協力対象事業において、リバーナイル州 2 ポンプ場とカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場の両方に直接的関連を有する機関は連邦農業省であり、要請書提出段階からの両者の責任機関である。従って、本協力対象事業の主管官庁は連邦農業省であり、実施設計・入札・施工段階では、同省が担当し、MoAIF, RNS および農業灌漑省の協力のもとで事業が推進されるものと考えられる。

3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項

(1) 施工上の留意事項

1) アリアブポンプ場

当ポンプ場は、ハルツーム～ポート・スーダン間を結ぶ幹線アスファルト道路(アルタディロード)より土漠・農業灌漑道路を 6 km 西側に入ったナイル川沿いに位置する。新設ポンプ場建設予定地には老朽化した既設建物(倉庫)や樹木が存在する。これらは「ス」国側の手により、工事着工前に解体・除去され更地の状態にすることが確認されている。

ポンプ場の建設位置はナイル川に隣接しているため、取水管設置/法面保護工事は洪水期を避けナイル川の水位が下がる乾期中に施工するものとする。新設ポンプ場建設予定地は、既存のポンプ場施設(稼働中)に隣接しているため、施工上、稼働中のポンプ場および既存の灌漑施設に障害をきたさないよう注意をする。また、取水管設置/法面保護工事中、ナイル川からの水の浸入を防止するために仮締切堤(Coffer Dam)を建設する。

2) キティアブポンプ場

当ポンプ場は、ハルツーム～ポート・スーダン間を結ぶ幹線アスファルト道路より土漠・農業灌漑道路を 7 km 西側に入り、さらにフェリーボートでナイル川を横断した対岸(左岸側)に位置する。このフェリーはナイル川両岸沿いの農民の移動・農産品(果樹が中心)の輸送を目的として頻繁に利用されている。このフェリー積載量は 4 輪駆動乗用車 4 台のスペースしかなく 4 トン貨物トラック 2 台分の輸送が限度であり、工事用資機材の運搬あるいは工事の専用運搬船としては利用できない。近くには他のフェリー船や橋は無い。工事資機材の輸送計画はアトバラ市の橋を経由し、新設ポンプ場建設予定地までナイル川左岸側の土漠自然道を川に沿って 67km 南下するか、シェンディ市の橋を経由し、同様の土漠自然道を 72km 北上することになる。これら土漠自然道は雨期期間中には利用できない。また、大型車両通

行のためには部分的に整備が必要である。

新設のポンプ場建設予定地には多くの老朽化した既設建物(倉庫、オイルタンク、宿泊所等)や樹木が存在するが、これらは「ス」国側の手により工事着工前に解体・撤去され、更地の状態にすることが確認されている。

ポンプ場の建設位置はナイル川に隣接しているため、取水管設置/法面保護工事は洪水期を避けナイル川の水位が下がる乾期中に施工するものとする。新設ポンプ場建設予定地は、既存のポンプ場施設(稼働中)に隣接しているため、施工上、稼働中のポンプ場および既存の灌漑施設に支障をきたさないよう配慮する。また、取水管設置/法面保護工事の期間中、ナイル川からの水の浸入を防止するために仮締切堤(Coffer Dam)を建設する。

(2) 調達上の留意事項

各ポンプ場建設予定地周辺には農民家屋が点在する。近隣の農民を建設作業員(普通作業員)として農閑期に雇用することは可能である。しかし、これらの農民は農業繁忙期には建設工事を離れることが予想され、工事期間中の近傍からの安定的な長期作業員の雇用は難しい。このため、長期雇用の作業員・熟練工・技術者については、州都エド・ダマール、アトバラあるいはシェンディよりの調達を計画する。

3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分

本計画を実施する場合の日本側負担と「ス」国側負担範囲の区分は、以下のとおりである。なお、リバーナイル州では、調達部品のうち、重故障に対する部品は州政府管轄のワークショップ内の部品倉庫に保管する構想であることから、そこに部品保管スペースを確保する。

表 3.2.46 施工区分/調達・据付区分

施工対象	日本側	「ス」国側
アリアブ灌漑スキーム	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場の建設 ポンプ4台と付帯設備の設置 配管(4台分)、制御盤(4台分)の設置 トランスから制御室への引込ケーブル設置 吐水槽と既設灌漑水路への接続水路建設 ソフトコンポーネントの実施 	<ul style="list-style-type: none"> 建設予定地の確保 建設予定地内の倉庫、樹木の撤去および整地 仮設用地の無償提供 1,500KVA トランスの設置(基礎工事含)と電力供給(高圧線からトランスへの引込み) 部品庫の改修或いは新設 灌漑水路の改修 ソフトコンポーネント実施における邦人のサポートに MoAIF, RNS などより2名の灌漑技術者および1名の財務行政担当者のアサイメント。
キティアブ灌漑スキーム	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場の建設 ポンプ4台と付帯設備の設置 配管(4台分)、制御盤(4台分)の設置 トランスから制御室への引込ケーブル設置 	<ul style="list-style-type: none"> 建設予定地の確保 建設予定地内の倉庫、オイルタンク、宿舍、樹木の撤去および整地 仮設用地の無償提供 1,500KVA トランスの設置(基礎工事含)と電力供給(高圧線からトランスへの引込み)

施工対象	日本側	「ス」国側
	<ul style="list-style-type: none"> 吐水槽と既設灌漑水路への接続水路建設 ソフトコンポーネントの実施 	<ul style="list-style-type: none"> 部品庫の改修或いは新設 灌漑水路の改修 ソフトコンポーネント実施における邦人のサポートに MoAIF, RNS などより 2 名の灌漑技術者および 1 名の財務行政担当者のアサイメント。
K14 ポンプ場 (NHAC)	<ul style="list-style-type: none"> 3 台分のポンプ・モーター・制御盤、トランス 3,000KVA の供与 ポンプ・制御盤の据付/運用指導技師の派遣 ソフトコンポーネントの実施 	<ul style="list-style-type: none"> 既設ポンプ・モーター・制御盤・トランスの撤去 供与資機材のポート・スーダン港における通関、内陸輸送、荷下ろし、保管 ポンプ・制御盤類の据付作業 3,000KVA トランスの設置(基礎含む) 部品庫の整理・清掃 ポンプ設備の撤去・復旧期間における受益者への飲料水の確保 ソフトコンポーネント実施における邦人のサポートに NHAC より 2 名の灌漑技術者および 1 名の財務行政担当者のアサイメント。

3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画

(1) 基本方針、留意点

本計画の施工監理を遂行するにあたり、下記の事項に留意する。

1) 基本事項

- a) 概略設計・実施設計の内容および経緯を把握する。
- b) 無償資金協力事業の仕組みを理解する。
- c) 両国間で締結された交換公文 (E/N)・贈与契約 (G/A) の内容を把握する。
- d) 先方実施機関である国家小麦増産計画ユニット、農業灌漑省および MoAIF, RNS と協力して円滑な事業の推進に努める。
- e) 概略設計時に合意した「ス」国側負担事項を再確認する。

2) 施工監理上の留意点

- a) 工程
 - i) 機材等の持込みに伴う通関、免税措置等の手続きを確認し、工期に影響を及ぼさないよう現地実施機関である国家小麦増産計画ユニット、農業灌漑省および MoAIF, RNS と協議する。
 - ii) ナイル川水位は、乾期と雨期では最大 6~7m 変動する。この高水位期間はデータより毎年 7 月~10 月の 4 ヶ月間であるため、建設工事工程において乾期中にポンプ場の土木建築工事を行い、洪水期（高水位期）にポンプ・モーター据付・運転・引渡しを行う工程とする。

- b) 品質
 - i) 気温や作業条件に注意してコンクリートの品質を確保する。
 - ii) 新設ポンプ運転において、所定の能力が発揮されていることを確認する。
- c) 安全
 - i) 交通事故や感電事故が起きないように工事中の安全管理に努める。
 - ii) 緊急連絡網を構築する。
- d) 文書
 - i) 承認図・施工図・竣工図・検査記録・会議記録・進捗状況報告書等の書類を適切に管理する。

(2) 施工監理/調達監理体制および業務内容

施工監理におけるコンサルタントの業務は、以下のとおりである。

- 1) 着手前関係者協議
- 2) 施工図の承認業務
- 3) 建設工事における工程・品質・安全管理に係る監理
- 4) 資機材の出荷前検査、出来高検査、各種試験、品質検査、竣工検査
- 5) 工事期間中の月報などの業務報告書の作成
- 6) 工事完成証明書および支払い証明書の発行

施工監理体制としては、常駐施工監理者が施工期間を通じて工事全体の総括を行い、着工時と工事終了時には施工監理技術者がこれを支援する。また、取水・吐水の配管工事およびポンプ場のポンプ・モーター据付・機械・電気工事のスポット監理としてそれぞれの専門技師を派遣する。また、上記常駐施工監理者を補助する現地人土木技術者を配置する。

カッサラ州 K14 ポンプ場の機材調達監理におけるコンサルタントの業務は、以下のとおりである。

- 1) 調達監理は日本からの、機材調達における以下の時期と監理内容を機材仕様書、契約書および契約書類と適合しているか照合・検査して行う。各段階において、常に実施機関との連絡を密にする。

表 3.2.47 検査・管理内容と時期

時 期	検査・監理内容
中間検査	機材の製作開始前に、機材仕様書および製作図が契約書および契約図書に基づいているかを検査する。
出荷前検査	機材製作完了後、工場検査書類を検査する。主要機材については工場での性能検査に立ち会う。
船積み前検査	調達機材が船積みされる前に、外観、数量および性能検査結果を照合し、合格したもののみを船積み承認する。
据付時監理・監督	現地据付時の監理・監督として、①据付・調整作業工程の確認、②据付・運転前検査の確認、維持管理指導の確認、③試運転・初期運転・初期操作指導の確認、④運用操作指導の確認、⑤検収・機材引渡し業務などを行う。

- 2) 「ス」国からの調達品については、調達前に仕様書、契約書および契約図書に基づいて、書類の検査を行う。据付時には業者による据付指導の監理・監督を行う。また、「ス」国側が行う据付に対して、時期・期間・人員配備・方法などについて、監理を行う。
- 3) リバーナイル州の2スキームでは契約業者が資機材の調達/施工の全てを行い、コンサルタントが監理を行う。カッサラ州のK14ポンプ場については、調達は契約業者が行うが、施工/据付は実施機関が行い、調達業者は指導のための技術者を派遣する。コンサルタントはその監理・監督を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

(表 3.2.48)の品質管理を実施する計画とする。コンクリート圧縮試験は強度クラス別に1日1回、供試体を採取して実施する。配管工事については試運転時に漏水の有無を確認する。ポンプ・モーター等の回転機械については据付位置と芯出しを管理する。

表 3.2.48 品質管理計画(施工)

工 種	管理項目	方 法	頻 度
コンクリート	骨材	粒度試験	1回
	セメント	物理的試験・化学的試験	1回
	コンクリート	スランプ	
圧縮強度試験(7日、28日)			クラス別打設日毎に1回
鉄筋	強度	引張強度	1回
	配筋状況	配筋検査	部位毎
型枠工・支保工	設置位置	固定位置・方法	部位毎
	強度	設計計算書	必要に応じて
構造物出来形	出来形寸法	寸法測定	部位毎
ポンプ 電気設備	据付精度	据付位置測定、芯出し測定	全機器
	機能	運転試験	試運転時に全機器

工 種	管理項目	方 法	頻 度
管材料 配管工事	強度・寸法	工場検査報告書の確認	承認毎
	外観・寸法	目視・寸法測定	納入毎
	トルク	トルクレンチ	施工箇所毎
	接合	隙間ゲージ	施工区間毎
	溶接	カラーチェック(浸透探傷試験)	施工区間毎
	漏水有無	目視	試運転時

調達機材の品質管理は、機材仕様書、契約書および契約図書と照合して行う。既存の設備との取り合わせがある場合には適用基準が相違する場合があることも考慮される。このような場合には、事前に実施機関と協議・合意の基に遂行する。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 工事用資機材

鉄筋(D26mm以下)・セメント・砂・砂利は現地で調達可能である。その他の工事資機材の多くは海外からの輸入品であり「ス」国内での価格は割高で価格上昇も大きい。本計画の中の主たる資材であるポンプ本体および電気設備機器類については、製造品質の保証および現地実施機関からの要請に従い日本製の調達を計画する。

以下に、主要資材の調達区分を示す。

表 3.2.49 主要資材の調達区分

資 機 材 名	調 達 先			備 考
	現地	日本	第三国	
細骨材	○			
粗骨材	○			
普通ポルトランドセメント	○			
鉄筋	○	○		
木材	○			
合板	○			
鋼製足場材	○			
型枠部材	○			
管材(大口径)		○		現地入手不可
弁などの管付属品(大口径)		○		現地入手不可
ポンプ・モーター		○		現地入手不可
制御盤		○		現地入手不可
トランス	○			

(2) 工事用機械

本計画の工事で使用するバックホウ、ブルドーザ、クレーンなどの汎用建設機械は「ス」国内の施工業者が所有しており、賃貸可能な状況にある。しかし、老朽化した建設機械が多く、故障修理に費用が高み、賃貸費用は高値水準となっている。

(3) 機材調達

調達機材はポンプ、モーター、制御盤、トランスなどシステムで運転される機材である。従って、機能を重視した以下の計画で調達する。

- 1) 個々の機材が機能的に一体化するよう適用基準に基づいた設計、製作、組付、検査、海上輸送を行う。
- 2) 適用基準に基づき設計、製作、組付、検査されたポンプ資機材は「ス」国で生産されていないことから、調達先は日本とする。但し、トランスは IEC 基準に基づいて「ス」国でも製作されていることから「ス」国から、或いは日本からの調達とする。
- 3) リバーナイル州の 2 スキームについては、建設資機材として取り扱い、サイトまでの国内輸送、据付など完成まで日本側で行う。
- 4) カッサラ州の K14 スキームについては、日本側は海上輸送までとし、通関、国内輸送、据付は「ス」国側が行うものとする。但し、日本側は据付指導のための技術者の派遣を行う。なお、調達した資機材はポート・スーダン港で陸揚げ、通関後、国内道路輸送で、サイトまで輸送される。

維持管理に必要と考えられる交換部品を提供する。消耗品は付属のもののみとし、その後の調達については「ス」国独自で調達するものとする。交換部品の調達は「ス」国側が容易に調達できるよう、契約業者或いは製造業者は「ス」国あるいは近隣国に販売代理店あるいは支店を有するものとする。

(4) 搬入ルート

日本より調達される資機材は、サウジアラビア国のジェッダ港を経由して、「ス」国ポート・スーダン港まで海上輸送され、荷揚げ・通関の後、陸上輸送されてリバーナイル州、カッサラ州の工事サイトまで運ばれる。

ポート・スーダン港からリバーナイル州までの幹線道路は、舗装状況・幅員等の面で大型トラックやトレーラーの通行に十分であり、陸上輸送に問題はない。しかしながら、この幹線道路から各現場への進入路は土漠自然道路であり、雨期中の走行は不可能であり、乾期中も部分的には補修・維持管理が必要である。

また、ポート・スーダン港からカッサラ州までの幹線道路も、舗装状況・幅員等の面で大型トラックやトレーラーの通行に十分であり、陸上輸送に問題はない。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

「ス」国側は、日本調達の電動モーターを使用したポンプ設備を運転した経験が少ないことから、工事の範囲に以下の内容で初期運転指導・運用指導までを計画する。

リバーナイル州 2 スキーム

- 1) 据付：すべて契約業者が行う。コンサルタントは監理・監督する。
- 2) 据付・運転前検査：機材が確実に規定内に据付けられたか、検査、記録する。運転はポン

プ設備として一体的な機能が求められることから、機材系統と電気系統とを統合して行う。契約業者はこの間、「ス」国側の運転・維持管理者に対して維持管理方法の指導と実施訓練を行う。

- 3) 試運転：ポンプ設備の一体化を測るため、確認に必要な時間、試運転を行う。運転者による五感検査を主体とし、特に記録は必要としない。
- 4) 初期運転：試運転確認後に行う。ポンプ設備として機能的に不具合なく運転されるかを確認、検査する。電動モーターの各部温度が一定となるまで数時間の運転とする。この間、契約業者は定期的に検査記録を取る。また、「ス」国側の運転・維持管理者に対して、操作方法と保護装置の確認・取扱などについて、初期操作指導を行う。
- 5) 運用指導：実際の運転形態で、まずは契約業者が運転を行い、次に「ス」国側の運転者が運転を行う。運転前保守・検査、運転時の計測、継続的確認などを実施訓練し、その必要性と意義を説明・認識するよう指導する。

これらの段階で、「ス」国側の運転・維持管理者の参加を認める。専門性を考慮して、機材系統と電気系統とを分離あるいは統合して行う。参加人数は各段階とも数名とし、契約業者の意向に従うものとする。「ス」国側は事前にコンサルタントを通して契約業者に要望書と参加者名・人数を提出し、協議・合意するものとする。

カッサラ州 K14 スキーム

- 1) 据付：「ス」国側が行う。契約業者は技術者を派遣する。コンサルタントは監理・監督ために監理者を派遣する。
- 2) 据付・運転前検査：機材が確実に規定内に据付けられたか、検査方法、記録方法の指導を行う。運転はポンプ設備として一体的な機能が求められることから、機材系統と電気系統とを統合して行う。契約業者はこの間、「ス」国側の運転・維持管理者に対して維持管理方法の指導と実施訓練を行う。
- 3) 試運転：ポンプ設備の一体化を測るため、確認に必要な時間、試運転の指導を行う。運転者による五感検査を主体とし、特に記録は必要としない。
- 4) 初期運転：試運転確認後に行う。ポンプ設備として機能的に不具合なく運転されるかを確認、検査する指導を行う。電動モーターの各部温度が一定となるまで数時間の運転とする。この間、定期的に検査記録を取る。また、「ス」国側の運転・維持管理者に対して、操作方法と保護装置の確認・取扱などについて、初期操作指導を行う。
- 5) 運用指導：実際の運転形態で運転を行い、「ス」国側の運転者が確実に運転できるよう指導を行う。運転前保守・検査、運転時の計測、継続的確認などの実施訓練を行い、その必要性と意義を説明・認識するよう指導する。

これらの段階で、専門性を考慮して、機材系統と電気系統とを分離あるいは統合して指導を行う。参加人数は各段階とも数名とし、契約業者の意向に従うものとする。「ス」国側は事前にコンサルタントを通して契約業者に要望書と参加者名・人数を提出し、協議・合意するものとする。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

本協力対象事業の目的である食糧生産基盤整備による作物生産性向上の実現にはポンプ、揚水機場、付帯施設などいわゆるハード面の整備だけでなく、ソフトコンポーネントの導入が必要である。背景は以下に記述する通りである。なお、ポンプ施設・機材の初期操作指導や維持管理方法の説明などは、施設建設・機材調達業務に含まれるため本ソフトコンポーネントには含めていない。また、作物生産性向上に関わる改良栽培技術および農業普及員の能力強化は必要なコンポーネントであるが、ともに教育的要素を包含し、効果を短期間で確認することには難しさが伴う。このため本協力対象事業には含めないこととする。

1) 水利組織の運営能力強化

対象のスキーム委員会は水利組織として具備すべき受益面積、農家数、作物生産量、地籍図、歳入・歳出、維持管理の経緯と経費など基本的データ・情報が欠けるなど、あるにしてもスキームマネージャーがノートに記載している内容のみで、運営状況を詳細に把握するには不十分な現状である。これに対処するため統一した様式を作成、パソコンを導入して体系的に整理・管理するシステムの導入を図ることが必要である。体系的に整理統合することにより、問題点や改善点の把握、水利費徴収率向上につながり、さらにはスキーム内の技術の継承も図られることが期待される。

2) 灌漑施設維持管理強化

ポンプ施設、幹線水路、支線水路、水位調節ゲート、末端水路（Abu-Ashreen Canal および Abu-Shitta Canal）などの灌漑施設については管理区分が決まっている。しかし、現状を見ると、それぞれの役割分担の中で維持管理が十分に行われていないために十分に灌漑サービスが末端まで届いていない。上流から末端までの水の流れをスムーズにし、適期・適量灌漑を実施するために、水路管理分担に従った浚渫、除草などの施設の維持管理、定期点検および記録、スペアパーツの保管、農家の賦役などに重点を置いたスキームの維持管理能力強化が必要である。

(2) ソフトコンポーネントの目標

ソフトコンポーネントを実施する狙いは、各スキームで(図 3.2.4)に示すような「正の循環」の実現を図ることである。

即ち、よりよい灌漑サービスは、単収の増加と農家の所得増加をもたらし、これは水利費徴収率の向上とスキームの財務状況の好転につながる。それは良好な灌漑施設の維持管理をもたらし、さらに質の高い灌漑サービスにつながるといふ循環である。

(3) ソフトコンポーネントの成果

ポンプをはじめとした水利施設の確固とした維持管理の実現により、上流から末端水路までの一貫した灌漑サービスを可能とし、スキームにとっては高い水利費徴収率に伴う財政と運営の安定、また農家にとっては単収増加に伴う所得増加、地域および国家にとっては地域経済への貢献、

食糧安全保障をもたらす。各種研修の実施によりスキームの運営・維持管理に関する技術が継承される素地を作ることにもなる。

(4) 成果達成度の確認方法

1) 水利組織の運営能力強化

- ・ 統一した様式による運営・維持管理データ・情報のパソコンへの入力実施状況、継続性、および入力内容の質
- ・ 水利費徴収率向上
- ・ スキームの財務状況の改善、負債の減少、透明性の確保
- ・ 後継スキーム運営責任者となる人材のスキーム運営・維持管理技術の習得
- ・ 集会の頻度（総会、臨時集会、Farmer's Union 会議など）増加

2) 灌漑施設維持管理強化

- ・ 灌漑効率の向上
- ・ 維持管理記録の適切な入力および管理（上記 1）に関連）
- ・ 上流から末端までのスムーズな配水による受益農家の配水への不満の減少
- ・ 管理役割分担に基づく幹線水路から末端水路までの一貫した浚渫・除草管理
- ・ 末端水路管理における農家の参加
- ・ スペアパーツの管理（適正数量、管理状態）
- ・ 浚渫土（肥沃）の圃場への還元（推定数量および実施農家数・面積）

(5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

・実施者

1) 邦人専門家

表 3.2.50 邦人専門家

分野	人数(人)
1. 水利組織運営能力強化	1
2. 水利施設維持管理強化	1

2) ローカルリソース

表 3.2.51 ローカルリソース

分野	人数(人)
1. 水利組織運営能力強化	1+1=2
2. 水利施設維持管理強化	1+1=2
3. 財務管理強化	1+1=2
4. 通訳	2
5. ワークショップ・ファシリテーター	1
6. 運転手	2

注. 1+1=2 は、リバーナイル州 1 人+カッサラ州 1 人=2 人を意味する。

・対象者

表 3.2.52 対象者

分野	アリアブ	キティアブ	ニューハルファ
1. スキーム役員	6	6	7
2. Farmer's Union 代表	1	1	1
3. Canal & Farmer Guard	4	2	12
4. 農業普及員	2	1	8
合計	13 人	10 人	28 人

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

基本的にリバーナイル州では MoAFI から選定することとする。一方、カッサラ州 K14 の稼働および維持管理は農業灌漑省ニューハルファ農業公社(NHAC)のもとにあるため、農業灌漑省または NHAC 内の関係部署から人材を選定する。

表 3.2.53 ソフトコンポーネントの実施リソースの調達先

ローカルリソース	調達先
1. 水利組織運営	MoAIF, RNS および農業灌漑省または NHAC
2. 水利施設維持管理	MoAIF, RNS および農業灌漑省または NHAC
3. 財務管理	MoAIF, RNS および農業灌漑省または NHAC
4. 通訳	一般公募を想定
5. ファシリテーター	NGO を想定
6. 運転手	雇用

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

2014年7月に準備段階から開始し、2015年10月末までを想定する。

表 3.2.54 ソフトコンポーネントの実施工程表

A.D	2014												2015										
	国内事前準備												リバーナイル州、					カッサラ州、					
	Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
1. 実施準備期間(関係機関との協議など)																							
1.1	国内事前準備																						
1.2	事務所設置準備																						
1.3	ローカルソर्स採用・調整(関係機関よりアサイン及びONGOなど)																						
1.4	C/P機関と実施内容、工程及び対象スキーム教など協議																						
2. 水利組織運営・維持管理能力強化																							
2.1	スキーム組織運営能力強化																						
(1)	リーダーシップの醸成																						
(2)	受益農家に関わる基本情報の整理・管理方法																						
(3)	組織運営に関わる研修実施																						
(4)	受益農家のニーズ把握方法に関する研修実施(PCM、RRAワークショップ)																						
(5)	付加価値づけに関する研修																						
(6)	水利費徴収・管理システムの構築及び徴収記録策定方法																						
(7)	年間活動計画の策定方法																						
(8)	総会・臨時集会などの開催及び議事録策定方法																						
(9)	台帳、伝票、領収書の保管、記録方法																						
(10)	毎月の会計報告の作成																						
(11)	会計管理の透明性のための会計・監査担当者の能力強化研修																						
(12)	農作物及び肥料などの価格相場記録策定・管理方法																						
2.2	灌漑施設維持管理強化																						
(1)	灌漑施設インベントリー表の作成・管理方法																						
(2)	灌漑スキーム法を含めた関連法規の理解																						
(3)	ポンプ運転記録の策定方法																						
(4)	Canal & Farm Guardsの能力強化研修実施																						
(5)	年間維持管理活動計画の策定																						
(6)	広域的な水管理に関する研修																						
(7)	年間維持管理活動のモニタリング及びフィードバック方法の習得																						
(8)	パソコン利用による水計算研修																						
(9)	公平な水配分																						
(10)	ポンプの操作・維持管理																						
2.3	プロジェクト終了後の活動																						
(1)	灌漑状況と管理モニタリング及びフィードバック																						
(2)	パソコン利用による水損かきと水利費徴収率分析																						
3. アサインメント計画																							
3.1	邦人専門家																						
(1)	水利組織運営能力強化(1人)																						
(2)	灌漑施設維持管理(1人)																						
3.2	ローカルソर्स																						
(1)	水利組織運営能力強化(2人:リバーナイル州MoAFI&カッサラ州MoAI又はNHACから各1人)																						
(2)	灌漑施設維持管理(2人:リバーナイル州MoAFI&カッサラ州MoAI又はNHACから各1人)																						
(3)	財務管理強化(2人:リバーナイル州MoAFI&カッサラ州MoAI又はNHACから各1人)																						
(4)	通訳(2人:公募)																						
(5)	ファシリテーター(1人:NGOから)																						
(6)	運転手(2人)																						

(8) ソフトコンポーネントの概略事業費

計画するソフトコンポーネントを実施するに当たって下記の通り 2 人の邦人専門家を想定し、必要な渡航回数と人月を推定した。概算事業費は 30,159 千円と算定される。

表 3.2.55 ソフトコンポーネントの概略事業費

ソフトコンポーネント費目	総額 (千円)
直接人件費	7,780
直接経費	12,421
間接費	9,958
計	30,159

(9) ソフトコンポーネントの成果品

JICA「ソフトコンポーネントガイドライン」(第3版)2010年10月に従って記載・取りまとめた下記のソフトコンポーネント成果品を提出するものとする。

- ・ソフトコンポーネント実施状況報告書
- ・ソフトコンポーネント完了報告書 (添付書類および別冊資料集を含む)

(10) 「ス」国側の責務

ナイル川を水源として揚水し、ポンプ場、幹線水路から末端水路まで一貫した操作・維持管理を行うことが求められる。それには農業灌漑省、MoAIF, RNS, NHAC の公的機関および灌漑スキーム、受益農家が包含され、規定に従ってポンプ/ポンプ場、水路、ゲートの操作および維持管理においてそれぞれが着実に分担を果たすことが必要である。アリアブおよび K14 の管理デマケを下記に示す。

表 3.2.56 灌漑施設維持管理分担(アリアブスキーム)

施設	運 転・操 作	浚渫・維持・改修
Pump station/Pumps	Scheme	Scheme
Main canal	-	MoAFL, RNS
Cross regulators	Scheme	MoAFL, RNS
Off-take gates	Scheme	MoAFL, RNS & Scheme
Sub-minor canal	-	MoAFL, RNS
Abu-Ashreen Canals	-	Scheme
Abu-Shitta Canals	-	受益農家 (水利組合はない)

表 3.2.57 灌漑施設維持管理分担(K14)

施設	運 転・操 作	浚渫・維持・改修
Pump station/Pumps	農業灌漑省	農業灌漑省
Major canal	-	農業灌漑省
Cross regulators	農業灌漑省	農業灌漑省
Off-take gates	農業灌漑省	農業灌漑省
Sub-minor canal	-	NHAC
Abu-Ashreen Canals	-	Farmers (水利組合はない)
Abu-Shitta Canals	-	Farmers (水利組合はない)

(11) 技術協力との連携

本協力対象事業のソフトコンポーネントには農家の栽培技術の向上および農業普及強化は含まれていない。その理由は、いずれも時間を要する教育的な内容を包含しており、長期的な視野に立って対応していく必要があると考えられるためである。

本協力対象事業はリバーナイル州では最終的に2スキームに絞られたが、ナイル川に面して大小さまざまな多くの灌漑スキームが設立され、500 フェダン（210ha）以上のスキームだけでも145カ所ある。何れの灌漑スキームも、営農、水利組織状態の現状は、今回調査した6スキームと大差ない状況にあるものと推察される。どの灌漑スキームにおいても農業生産性の増大を図るためには、①水利組織の強化、②灌漑施設維持管理強化、③農家の栽培技術の向上、④農業普及強化の導入の必要性は高いものと考えられる。

現在北部州とリバーナイル州で進められている国家小麦増産プロジェクト(NWPP)による灌漑ポンプ設備の電動化事業では、本協力対象事業で計画されるソフトコンポーネントのような技術移転、組織強化や教育プログラムなどは計画されていない。単に電動化され、動力費、維持管理費が多少節約できるようになるだけで、従来どおりの伝統的営農が続けられることが予想され、作物増産への貢献については明確ではない。

ポンプが電動化された後の灌漑スキームの食料増産へのレベルアップを図る点で技術協力プロジェクトの導入の必要性は非常に高いものと考えられ、本無償事業による灌漑施設の改修に伴うソフトコンポーネントの実施に続いて技術協力プロジェクトの導入を図るのが効果的であると考えられる。技術協力プロジェクトの導入により、スーダン北部地域全体の農業生産の増産に貢献できるものと考えられる。

表 3.2.58 望ましいフォローアップ活動

支援プログラム	対象者	成果	主要な活動
水利組織運営能力強化支援	スキームマネージャーなど725人 ^{*1}	水利組織の運営能力が強化育成され、乾燥地における持続的な灌漑農業が可能になる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ リーダー育成 ・ 組織の基本情報整理・管理 ・ 組織運営方法 ・ 農家のニーズ把握方法 ・ 付加価値づけ・バリューチェーン ・ 水利費徴収および記録 ・ 年間活動計画作成方法 ・ 総会・集会の運営 ・ 財務管理方法 ・ 作物価格・資材価格の整理管理方法 ・ その他

支援プログラム	対象者	成果	主要な活動
灌漑施設維持管理能力強化支援	スキームマネージャーなど 725 人 ^{*1}	水利組織の灌漑施設維持管理能力が強化され、持続的な灌漑農業を可能にするため灌漑施設が適切に維持管理される。	<ul style="list-style-type: none"> 施設インベントリ作成方法 関連法規理解 ポンプ運転記録 ゲートキーパー能力強化 年間維持管理活動計画策定 広域水管理 活動モニタリング方法 水計算 (PC 利用) 公平な水配分 ポンプ操作・維持管理 その他
改良栽培技術支援	農家代表 725 人 ^{*1}	農家の栽培技術が向上、単収が増加し、農家経済が改善される。	<ul style="list-style-type: none"> 農家への改良栽培技術研修 流通・収穫後処理技術研修 展示圃場の設置 Farm Filed School(FFS)の開催 スタディーツアーの実施 その他
農業普及体制強化支援	普及員など 60 人 ^{*2}	農業普及員の普及能力が向上し、農業生産性の増加に向けての体制が整備される。	<ul style="list-style-type: none"> 農業普及員への研修(ToT)の実施 作物収益の対比および高収益作物の検討方法 農家のニーズ把握方法 普及向け栽培マニュアルの作成 展示圃場の運営方法 バリューチェーン分析 付加価値づけに関する検討方法 普及活動計画作成 スタディーツアーの実施 その他

注.*1: (145 スキーム-2 スキーム) x 5 人/スキーム+農業灌漑省又は NHAC10 人として算定。

*2: (locality の 40 人+MoAIF, RNS の 8 人) +NHAC 8 人≒60 人として算定。

3-2-4-9 実施工程

本工事の実施工程は、乾期を利用して効率よくポンプ場の建設工事を行い、ポンプ・モーター・制御盤の据付工事を実施する計画とする。

実施設計 : 約 7 ヶ月

入札・契約期間 : 約 3 ヶ月

施設建設および K14 ポンプ場の機材供与と据付け

: 約 29.5 ヶ月 (契約から工事完了まで)

3-3 相手国側分担事業の概要

本協力対象事業が無償資金協力として実施される場合、その準備段階、工事中ならびに建設される施設、設備の運転、維持管理が円滑に行なわれるために必要な「ス」国側の分担事業の概要は、以下のとおりである。

3-3-1 施工区分/調達区分に係る負担事項

(1) 一般事項

- 1) 本計画によって整備される施設の建設および資機材の設置のために必要な用地確保を図る。
- 2) 銀行取極め(B/A)に基づき、銀行に対し必要な手数料を支払う。支払授權書(A/P)を発給する。
- 3) 本計画によって搬入される資機材について、陸揚げおよび通関を速やかに行う。
- 4) 本計画に基づく資機材の調達および日本国民による役務の提供に関し、「ス」国において課せられる関税、国内税およびその他の財政課徴金を免除もしくは負担する。
- 5) 本計画実施のための役務を提供する日本国民に対し、その作業の遂行のための「ス」国への入国および同国における滞在に必要な便宜を図る。
- 6) 本計画により整備された施設、機材を適切かつ効果的に維持・運用すること。また、日本側の求めに応じ、施設、機材の運用状況を日本側に報告する。
- 7) 日本による無償資金協力に含まれないその他すべての必要な経費を負担する。(VAT など)
- 8) 事業実施においては、環境社会配慮に留意する。
- 9) 本計画資機材の運転管理に必要な電力供給などの施設を整備する。

(2) 事業実施前および実施中に「ス」国が実施すべき事項

- 1) ナイル川沿い工事について、関係諸機関からの工事許可および建築許可の入手。
- 2) 各スキームより、スキーム内の道路を工事関係車両が進入口として利用する通行許可の取り付け。
- 3) 工事により発生する残土処分場および埋め戻しに使われる良質土(砂漠土)の採掘場所は、各ポンプ場から5km以内に確保すること。また、良質土の採掘権(ロイヤルティ)の免責手続きを行う。
 - a) 残土処分場および良質土採掘場所について、関係諸機関の許可取得。
 - b) 各スキーム住民への説明とその了解を取り付ける。
- 4) 工事による環境への影響に関するモニタリング調査結果を、工事期間中、定期的にJICAに報告する。
- 5) 「3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分」(表 3.2.46)に示される「ス」国側負担範囲の実行。

3-3-2 ソフトコンポーネント計画に係る負担事項

本協力対象事業で改修されるポンプおよび付帯施設は、事業実施後「ス」国側で運営維持管理することで合意されている。ソフトコンポーネントの目標達成にあたり、「ス」国側の負担事項は以下の通りである。

- 1) カウンターパートの提供（機材関係、組織関係、財務管理関係ほか）
- 2) 供与機材の継続的な運用および保守・点検・維持管理作業
- 3) 規定に基づく Main/Major canal、Minor Canal、Sub-minor Canal の修理・浚渫など維持管理に係る作業
- 4) MoAIF、RNS、灌漑スキームおよび NHAC(K14 を含む) 関係者の PCM ワークショップへの参加
- 5) リバーナイル州灌漑スキームおよび NHAC(K14 を含む) 関係者の組織運営能力強化および施設維持管理能力強化に係る研修への派遣
- 6) スキーム組織運営・維持管理に係るモニタリング実施（ポンプ、水路、スキーム運営、水利費徴収状況、上流から末端までの灌漑状況、農家のニーズなど）

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 運営・維持管理体制

(1) スキーム全体の運営・維持管理体制

現行の「Governmental Agricultural Project Law of the River Nile State for the Year 2006」の規定に従って役員選定、組織運営、水利費徴収、維持管理することとし、灌漑スキームの組織構造そのものは従来のものを踏襲する。リバーナイル州および NHAC の K14 掛かりにも水利組合という組織は存在しないが、ポンプ施設の更新を機に新たに水利組合の組織化は行わず、現在ある組織自体の強化を図ることに主眼を置くこととする。

しかし、現在のスキーム運営・維持管理体制はスキームによって一様ではない。組織構造や下記のように構成人員も異なっている。

表 3.4.1 各スキームの組織構成

項 目	アリアブ	キティアブ	K14
役員会（メンバー人数）	1 (11)	1 (11)	1(14)
スキーム職員数（人）	37	48	54 for K14
Farmer's Union	1 (30)	1 (40)	1 in NHAC
灌漑・農業委員会	1 (4)	なし	なし
財務委員会	1 (4)	なし	なし
ポンプオペレーター数（人）	13	21	11
Canal & Farm Guards（人）	7	2	5+20
農業普及員数（人）	2	1	8 in NHAC
会計担当（人）	2	2	5 in NHAC

リバーナイル州で選定されたスキームの中ではアリアブ灌漑スキームでは水利費は過去 2 年 100%徴収されている。負債も残っているなど改善の余地はあるが、Farmer's Union も紛争解決などで機能しており、また、スキームマネージャーは一日 2 回地区内を見回り圃場レベルの灌漑状況をチェックしているなど、全体的に比較的首尾よく運営されているとみられる。MoAIF, RNS も優良スキームとみなしているように、他スキームでも取り入れるべき管理方法がとられていると判断され、ソフトコンポーネントでさらに支援し強化を図れば、他スキームにとって運営・維持管理の良いモデルになるものと考えられる。

一方、上表に示す通り、スキームによっては管理体制強化のための人員の増加が必要と思われる。しかし、職員の給与は水利費で賄われるため、各スキームが負債を抱える現状で早急に人員増加は図れないが、灌漑サービスの向上により水利費徴収率が高まり、安定してきた状況で増加を図ることが提案される。また増員の方法として、受益農家と協議し、ボランティアでの組織運営に参加する可能性を探るのも一方法と考えられ、検討する必要がある。

キティアブ灌漑スキームではさらに効率的な灌漑を実現するために Canal & Farm Guards の増員が必要と思われる。

(2) ポンプ場の運営・維持管理体制

本協力対象事業で建設・調達されるポンプ設備の運営・維持管理は、既存の組織体制を踏襲し、リバーナイル州の 2 スキームでは各スキームが、また、カッサラ州 K14 ポンプ場は農業灌漑省が行う。

リバーナイル州 2 スキームではポンプオペレーターは日常の保守点検から中程度の修理を含む維持管理、特にディーゼルエンジンの修理も担当している。2~3 交替制を敷いており、アリアブでは 13 名、キティアブでは 21 名が在籍、機械技師から労務者レベルまで配備されている。また、カッサラ州 K14 ポンプ場では 8 名が在籍、電気技師から労務者まで配備されていて、ここも 2 交替制が敷かれており、修理を含む維持管理は農業灌漑省のワークショップ技師が行っている。

リバーナイル州では、協力対象事業によりディーゼルエンジン駆動から電動モーター駆動への変換となることから、維持管理作業が軽減され、オペレーターは 2 交替制を考慮しても数名で可能と判断され今後の体制整備が必要となる。さらに、リバーナイル州でもカッサラ州での維持管理体制に習い、各ポンプ場では機械技師のもとにオペレーター数名を配備し、ポンプ運転、日常点検・保守、軽微な故障修理を行い、上部機関としてワークショップ技師による定期点検、重度の故障の修理、部品交換作業などを行う体制が望まれる。

3-4-2 運営・維持管理計画

灌漑施設管理の現行の役割分担については、現況のものを踏襲することとし、ポンプ更新を機に変更することは計画しない。MoAIF, RNS、スキーム委員会、農家（グループ）それぞれが規定に従ってポンプ・水路・付帯施設の維持管理を実施し、ポンプ場から末端圃場までの適切な維持管理と適期・適量の灌漑サービスを行なう計画とする。アリアブで聞き取った現在の維持管理の役割分担を(表 3.2.56)示す。

しかし、現状では維持管理機械の不足、予算不足、受益農家の認識不足などによって上流から

末端までの一貫した維持管理は行われていないのが実態であり、水路の堆砂による断面縮小や雑草繁茂が通水の障害になっている水路がしばしば見られる。

適切な灌漑施設の維持管理の大前提は、灌漑スキームが水利費を100%徴収できるように良質の灌漑サービスを受益農家に提供することであり、また農家（グループ）は規約に従って末端水路の維持管理を行う役割を果たすことが求められる。このような上流から下流まで一貫した効率的灌漑を実現することが作物単収を増加させ、ひいては水利費徴収率を高め、スキームの財務状況を良好に保つことに繋がる。このことは前述の「3-2-1-7 運営・維持管理に対する対応方針」に示した(図 3.2.4)正の循環の概念の通りである。

圃場レベルでは、分水工に近い上流優先の灌漑が慣行的に行われており、下流部に位置する農家の圃場は不利な条件にある。スキームがイニシアティブをとって、圃場レベルで公平な水配分を実現するよう求められる。

上記を可能ならしめるために「3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画」に述べたとおり、スキーム運営面では、統一した様式によるスキームの基礎情報（面積、受益農家数、人口、ポンプ能力、水路延長、ゲート箇所数、修理記録、運転記録など）を、導入するパソコンに入力し、管理・分析、情報の提供、財務管理などが容易になるよう計画するとともに圃場レベルの水管理、水配分ルールなどに関する研修をソフトコンポーネントで実施する計画である。

導入する電動ポンプの操作・維持管理については、設置後にスキームのオペレーターだけでなく、上部機関の州ワークショップの技師も対象に操作指導を行い、維持管理体制の確立に資するものとする。

更新するポンプ設備の延命化を図るためには、機材の故障が致命的になる前段階あるいは故障する前に適切な対策を講ずる予防保全の措置が必要である。日常、機材を管理する機械技師およびオペレーターがポンプ機材の延命化に重要な役割を果たすことから、技術を習得し日常の点検・保守に生かすことが大切である。また、重故障、その部品の調達などの管理や示唆は支援する上部機関が担当する。従って、運営・維持管理体制として以下を計画する。

運転・維持管理体制

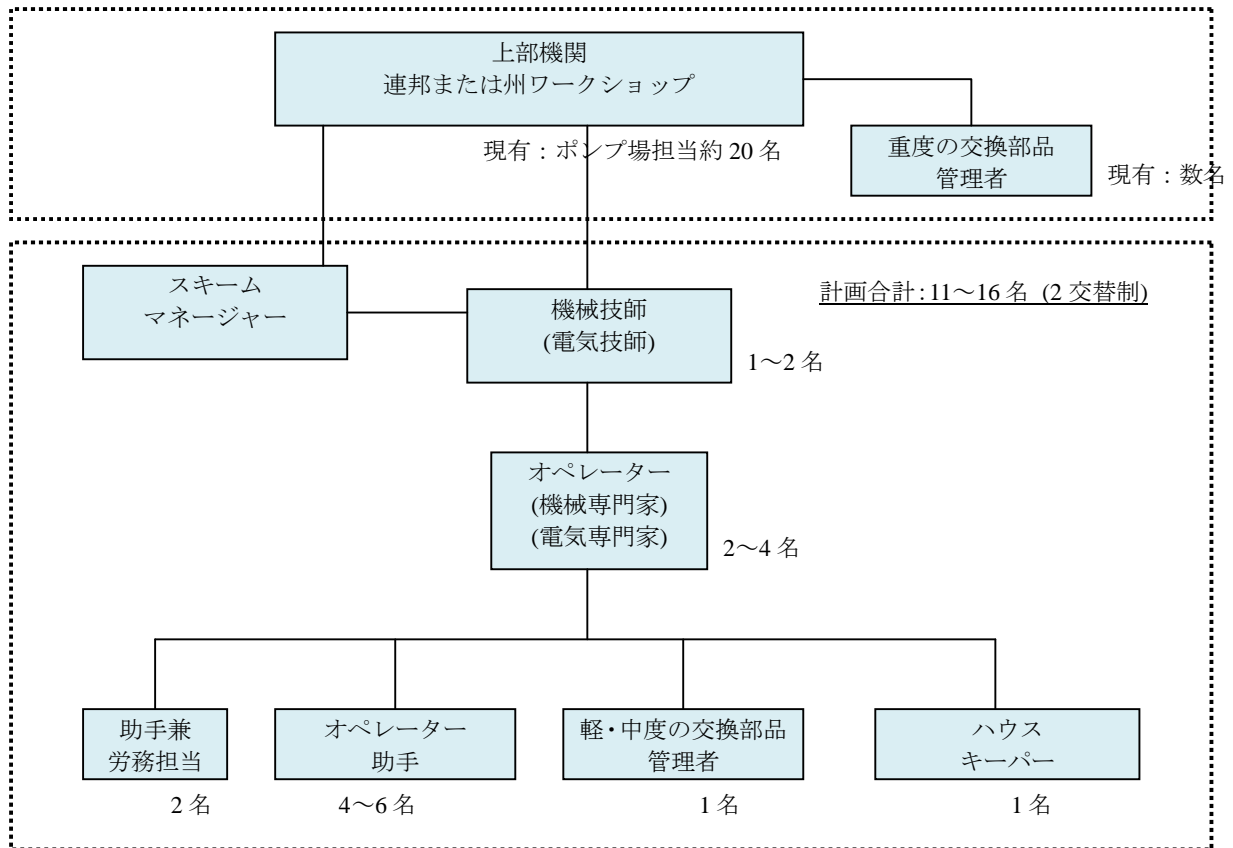


図 3.4.1 計画のポンプ場の運営・維持管理体制図

維持管理内容

更新されたポンプ設備の維持管理は以下の方法を提案する。

- 1) 日常の簡単な保守・点検、異常の早期発見のために、ポンプ場には設備設計仕様書、操作要領書、各機器の取扱説明書、予備品表、潤滑油、運転日誌などを常備し、運転日誌には運転中のポンプ、モーターの状態を点検事項(吸込圧力、吐出し圧力、電流、電圧、運転時間、振動、騒音など)に従って記録する。
- 2) 交換部品、パッキン類、潤滑油類を備えておく。
- 3) 運転開始前は、各機器の使用状態への適合、吸入管、吐出し管、吐出し水槽、水路などポンプ設備のみならず関連施設への配慮を行う。

定期点検として以下の点検を継続する。

表 3.4.2 定期点検項目・内容

期間	内容	担当
1 ヶ月	軸受油の汚れ点検、軸受油面点検	ポンプ場
3 ヶ月	軸受油の取替え、軸受グリースの補充、振動・騒音測定	ポンプ場、 上部機関支援
6 ヶ月	軸受グリースの取替え、パッキンの取替え	ポンプ場
1 年	分解点検、各部の緩み点検、異常点検、バルブ類内部点検、付属品の点検、清掃	ポンプ場 上部機関支援

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、約 31.18 億円（日本側 30.56 億円、「ス」国側 0.620 億円）となり、先に述べた日本と「ス」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記「3-5-4 積算条件」に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

3-5-2 日本国負担経費

表 3.5.1 「ス」国食料生産基盤整備計画概略総事業費

概略総事業費

約 3,056 百万円

費 目		概略事業費（百万円）	
施設	リバーナイル州、2 ポンプ場の建設	2,066.8	2,447.1
	カッサラ州、ポンプ機材供与	380.3	
設計監理	実施設計・施工監理		207.2
ソフトコンポーネント			30.0
		小計	2,684.3
予備的経費			372.4
		合計	3,056.7

3-5-3 「ス」国負担経費

表 3.5.2 「ス」国負担経費

費 目	金 額	
①リバーナイル州：2 ポンプ場建設予定地の整備費用	SDG	76,000
②カッサラ州：ポンプ資機材の通関、内陸輸送費	SDG	148,000
③カッサラ州：既設ポンプの撤去費	SDG	99,000
④カッサラ州：供与機材の据付費	SDG	329,000
⑤リバーナイル州：2 スキームにおける幹線灌漑水路の整備	SDG	1,354,000
⑥銀行取極めと支払授權書に係る手数料	SDG	30,000
合 計	SDG	2,036,000
		0.620 億円

3-5-4 積算条件

- (1) 積算時点 : 平成 23 年 9 月
- (2) 為替交換レート : 1US ドル=81.57 円、1SDG（スーダンポンド）=30.44 円
- (3) 施工・調達期間 : 詳細設計、工事の期間は、施工工程に示したとおり。
- (4) その他 : 積算は、日本政府の無償資金協力の制度を踏まえて行う。

3-5-5 運営・維持管理費

スキームが管理するポンプ、水路の維持管理に必要な予算およびスキーム職員の給与は基本的に受益農家から徴収する水利費によっている。従ってより良い灌漑サービスを提供することにより水利費徴収率が向上し、維持管理が適正に行なわれ、作物の高収量を実現するといった「3-2-1-7 運営・維持管理に対する対応方針」に示した(図 3.2.4)概念の通り、正の循環が実現される必要がある。

(表 3.5.3) に各スキームでの年間維持管理費実績を示す。リバーナイル州の2スキームについては、原動機としてディーゼルエンジンを電動ポンプに更新することによってポンプの運転および維持管理費用は従来に比べ大きく削減されることになる。カッサラ州 K14 ポンプ場はすでに電化されており、維持管理費の軽減は故障回数の減少とポンプ効率の改善によることから、数%の改善は期待される。(表 3.5.4) に計画対象2スキームにおいて計画面積を灌漑した場合のディーゼルエンジンと電動の場合のポンプ年間動力費の比較を示すが、電動の場合はエンジンに比べ僅か 26.4%の動力費と見積もられる。大幅に動力費が節減されることとなり、現状の体制においても運営・財政面において大きく改善されるものと考えられる。

表 3.5.3 年間の維持管理費実績

灌漑スキーム名	灌漑面積 (フェダン)	年間維持管理費 (SDG)	フェダン当たり 維持管理費(SDG)
アリアブ	5,250	1,553,500	296
キティアブ	5,700	1,700,000	298
K14* ²	31,000	7,750,000	250

注：*¹：K14 での年間維持管理費はフェダン当たり水利費 250SDG と灌漑面積から推定。

表 3.5.4 エンジンと電動モーターの場合の動力費

月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual	Rate
日数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
アリアブ	用水量 (m ³ /s)	3.58	3.24	2.50	1.41	1.01	1.04	0.99	1.26	1.96	2.12	2.30	3.44	
	月間ポンプ運転時間 (hr)	1,997	1,632	1,397	764	563	563	551	704	1,061	1,186	1,243	1,918	13,577
	月平均ポンプ全揚程 (m)	10.53	10.33	9.55	8.12	7.87	7.88	6.11	2.87	3.90	6.73	8.14	10.00	
	エンジン軸動力 (Ps)	590	524	374	180	124	129	95	57	120	224	293	538	
	モーター軸動力 (kw)	442	393	281	135	93	96	71	43	90	168	220	404	
	燃料(オイル)消費量 (Gallon)	82,475	59,833	36,591	9,615	4,890	5,067	3,648	2,796	8,916	18,590	25,544	72,277	
	燃料(オイル)費 (SDG)	536,090	388,916	237,840	62,500	31,787	32,939	23,710	18,173	57,954	120,837	166,037	469,802	2,146,587
	電力料 (SDG)	141,326	102,527	62,700	16,476	8,380	8,683	6,250	4,791	15,278	31,855	43,771	123,851	565,890
キティアブ	用水量 (m ³ /s)	3.88	3.93	3.73	2.39	1.72	1.98	1.89	1.72	2.08	2.16	2.01	3.43	
	月間ポンプ運転時間 (hr)	2,168	1,980	2,079	1,293	959	1,068	1,055	959	1,121	1,205	1,084	1,913	16,884
	月平均ポンプ全揚程 (m)	10.44	10.79	10.57	8.35	7.73	7.92	6.12	2.62	3.46	6.22	7.34	9.43	
	エンジン軸動力 (Ps)	635	664	616	313	208	245	181	70	112	210	231	506	
	モーター軸動力 (kw)	476	498	462	235	156	184	136	53	84	158	173	379	
	燃料(オイル)消費量 (Gallon)	96,356	92,027	89,692	28,337	13,973	18,327	13,372	4,734	8,818	17,733	17,515	67,730	
	燃料(オイル)費 (SDG)	626,316	598,177	583,000	184,190	90,825	119,129	86,920	30,771	57,320	115,263	113,849	440,242	3,046,002
	電力料 (SDG)	165,111	157,693	153,692	48,557	23,944	31,405	22,914	8,112	15,111	30,386	30,013	116,058	802,997
Kilo 14	用水量 (m ³ /s)	0.77	0.39	0.26	0.04	0.00	0.00	1.79	6.56	9.91	9.78	6.70	1.69	
	月間ポンプ運転時間 (hr)	122	56	42	6	1	0	286	1,046	1,529	1,559	1,033	269	5,950
	月平均ポンプ全揚程 (m)	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	
	エンジン軸動力 (Ps)	120	61	41	6	1	0	279	1,023	1,544	1,524	1,044	263	
	モーター軸動力 (kw)	90	46	31	4	1	0	209	767	1,158	1,143	783	197	
	燃料(オイル)消費量 (Gallon)	1,024	242	119	2	0	0	5,582	74,946	165,329	166,432	75,521	4,949	
	燃料(オイル)費 (SDG)	6,658	1,571	771	15	0	0	36,286	487,150	1,074,642	1,081,807	490,885	32,167	3,211,951
	電力料 (SDG)	1,755	414	203	4	0	0	9,566	128,424	283,301	285,190	129,409	8,480	846,745

注：用水量 (m³/s) は、日当りポンプ運転時間を18時間として算定したものである。また、運転時間は延時間、軸動力は全台合計出力を示している。

ディーゼルオイルの単位価格とエンジンの燃料消費率：6.5 SDG/Gallon, 0.22kg/Ps・h, 0.83kg/lit, 3.785lit/gallon

電力料金：0.16 SDG/kwh

Kilo14の平均全揚程は計画全揚程で一定とした。また、エンジン駆動はないが、エンジン動力費を参考として算定した。

各スキームにおける年間維持管理費の実績と想定される計画の維持管理費の比較を(表 3.5.5)に示すが、アリアブとキティアブでは動力源の変更と人員の削減により維持管理費は減額できる。なお、両スキームとも、実績の燃料費の記録から判断して、現況のポンプ運転ではかなりポンプ動力を絞った運転が行なわれてきているものと推定される。

K14 の交換部品費用は、現状と同等ポンプ能力を計画していることから同等の費用となると考えられる。実績には交換部品費用が明示されていないが、全維持管理費用に含まれているとみられ、計画の維持管理費用は実際には、実績と変更がないものと判断される。

表 3.5.5 年間維持管理費用の比較

項 目		スキーム名	アリアブ	キティアブ	K14	備考
		計画灌漑面積 (フェダン)	5,250	5,700	31,000	
1. 計画電力費	計画	計画年間運転時間(hour/year)	13,577	16,884	5,950	Electric rate = 0.16 SDG/KWH 燃料実績はキティアブを元に面積比 例で推定
		モーター能力(kW)	170	160	480	
		計画電力費(SDG/year)	565,890	802,997	846,745	
		年間燃料費実績(SDG/yer)	1,225,000	1,330,000	-	
		費用増減(SDG/year)	-659,110	-527,003	0	
2. ポンプ場交換 部品・消耗品費 用	計画	機材費 (1,000) (管類、フランジ類除く)	421,724	416,526	419,081	
		機材費 (SDG) (管類、フランジ類除く)	13,854,271	13,683,509	13,767,444	
	想定	必要年間交換部品 費用 (SDG/year)	138,543	136,835	137,674	
3. 計画人件費	計画	スキーム現有人員	36	33	100	平均給与= 26,400 (SDG/年/人) アリアブ実績： 980,000SDG/37 persons/yr
		ポンプ場現況人員	13	21	11	
		ポンプ場計画必要人員	11	11	11	
		ポンプ場人員増減	-2	-10	0	
		人員費用増減(SDG/year)	-52,800	-264,000	0	
年間実績・ 計画維持管理費 比較 (SDG/Year)	実績	全維持管理費	1,553,500	1,700,000	7,750,000	
		動力源の費用増減	-659,110	-527,003	0	
	計画	必要交換部品	138,543	136,835	137,674	
		人件費増減	-52,800	-264,000	0	
		費用増減、小計	-37,346	-534,575	137,674	
		全維持管理費用	1,516,154	1,165,425	7,887,674	
		フェダン当たり維持管理費	289	204	254	

電動化に伴い、スキームによっては現行の水利費を見直すとの意向を示しているところもある。しかし、現状は各スキームとも負債を抱えている財務状況であり、農家の合意が必要であるが、負債が完済された段階で水利費の減額を検討することが適切と考えられる。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

(1) 施設建設用地および建設許可の取得

本計画における工事内容は、ポンプ場及び用水路のレギュレーターの改修と水路の一部改修である。用水路全体については、先方負担にて改修される。ポンプ場の改修においては、建設可能用地は既設ポンプ場に隣接した国有地である。また、レギュレーターおよび水路の改修においては、新規用地を必要としない既存施設の更新・改修である。従って、実施されるための用地および建設許可の取得に特段の支障はない。

(2) 初期環境評価（EIA）の取得

すべての開発事業では、環境・森林・自然開発省への EIA レポートの提出が義務付けられている。EIA レポートは「環境と天然資源のための上級カウンスル」で審議され Environmental Approval が発出される。本案件は土木工事を伴うことから EIA レポートの提出が必要な事業に該当するため、本調査中に実施担当機関から 2011 年 8 月付けで EIA レポートが提出され、Environmental Approval が 2011 年 9 月付けで取得された。したがって、本事業の実施に支障はない。なお、工事期間中のモニタリング計画および環境チェックリストも作成されており、責任機関及び実施機関の監督のもとモニタリングされる計画である。

(3) 関税手続きと免税措置

本案件は日本の無償資金協力案件であるため、「ス」国において課せられる関税、国内税およびその他の課徴金は免除される。これらに対する免除手続きは「ス」国側責任機関が行うことで合意を得ている。

(4) 先方負担事項

先方負担事項として要求されるものは、電力線の引込みや変圧器の設置、建設用地確保、銀行取極め、免税措置などの一般事項のほかに、必要があれば建設許可や通行許可などの許認可取得と工事により発生する残土処分場あるいは埋め戻しに使用される良質土の採掘場所の確保などがある。これらは「ス」国側実施機関および責任機関が行うことになっている。

また、ソフトコンポーネントの実施においては、研修での協力技術者を各関係部署から参画させること、また、研修対象となる各スキームの役員、Canal & Farm Guards、農業普及員などのスキームのリーダーを参画させることが必要である。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するために相手側が取り組むべき事項は以下の通りである。

(1) スキーム内の灌漑水路の整備

日本側の工事によってポンプ場やポンプ機器類が更新され安定した取水が可能となるが、受益地内の各農地への配水は水路や要所にあるレギュレーターの機能が健全であることが必須である。特にリバーナイル州の2スキームについては、現地調査結果から幹線水路の堆砂等による断面不足が確認されているため、これらを浚渫または整形することにより必要灌漑水量を通水できるようにする必要がある。必要な断面規模や浚渫・整形区間については当調査で検討されており、図面にて先方に提示済みであることから、「ス」国側は日本側の工事に併せて確実に実施することが必要である。

(2) 運営・維持管理体制の整備

現状では、「ス」国側責任機関、スキーム委員会（ポンプ場運営・維持管理組織、水利組織などが含まれている）、農家の三者がそれぞれ規定に従って運営・維持管理を実施している。しかしながら、スキーム内ではポンプ施設の老朽化と能力低下並びに維持管理機材やスキーム予算の不足や受益農家の水利費の重要性や域内の配水規則等の認識不足により、一貫した維持管理が行われていない。

この現状の問題に対して、ソフトコンポーネントの実施により水利組織の運営能力強化および灌漑施設維持管理強化が計画されており、各関係者はポンプ場から末端水路までの一貫した適切な分水・配水の方法と技術を習得できることから、それらを共有し将来に亘って継承することが必要である。

(3) 環境社会配慮措置

本案件は、日本側のポンプ場の改修および更新と、「ス」国側による幹線水路と沿線のレギュレーターの改修であるため、既存施設を対象とした工事となる。したがって、新たな土地収用や住民移転も生じないことから環境や地域社会への大きな負荷は生じない。このため「ス」国側での補償等の措置は不要である。ただし、工事により一時的に発生する環境負荷については、「ス」国側はモニタリング計画と環境チェックリストに基づく監視、対策を行なうことが必要である。

(4) 他スキーム案件等により補完・強化される事項

当事業では灌漑施設の更新・改修を行い、その施設運営と維持管理に必要なソフトコンポーネントが実施されるが、農業生産量の確実な向上を図るためには、これに加え農家の栽培技術の向上と農業普及強化が必要と考えられる。具体的には優良種子の導入や改善栽培技術の研修による生産量および生産性の拡大に加え、流通販売網の効率化や拡大などによる農家収入の増加を図ることが考えられる。

これらは当事業で実施されるソフトコンポーネントよりも長期的な技術指導期間が必要である

ことから、これまでの他地区における支援を通じて得た農業技術で、応用展開できるものについては「ス」国側が当スキームで実施することで、事業効果は強化されるものと考えられる。また、当事業の拡大補完する目的で当地区を含めた技術協力プロジェクトの実施も有効であると考えられる。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件は以下の通りである。

- ・建設されたポンプ場施設・機材が安定して稼動するために、動力源である公共電力が継続的に安定供給されること。
- ・水路に必要な通水断面が確保され農地への配水が適正に為されること。
- ・施設の運営・維持管理に必要な人員、消耗品、交換部品、資金が継続的に安定確保され、適切な運営・維持管理が為されること。
- ・長期にわたる渇水や洪水などの異常気象現象が起こらないこと。
- ・政変による政策転換が起こらないこと。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

本案件に対して、我が国の無償資金協力による協力対象事業の実施は以下の点から妥当と判断される。

- ① 本計画の対象とする3灌漑スキームの灌漑面積合計は41,950 フェダダン（17,619ha）であり、また、全裨益人口は141,500人に上ることから、広大な裨益面積と多くの裨益人口を擁する。さらに年間の1人当たり生計費は灌漑スキームによりバラつきはあるが、平均1,830SDG/年/人（約680ドル/年/人）と低く、2009年の「ス」国一人当たりGNIは1,220ドル（外務省資料、世銀データ）であることから、対象地域では貧困層が多いと判断される。事業実施により農業生産量・生産性の向上とともに自給能力を高め、受益農家の生計改善を図ることにより、貧困削減とBHN（Basic Human Needs）の向上と民生の安定に貢献することが期待され、本計画の重要性は高いと判断され、上位計画における政策と合致している。
- ② 「ス」国の中・長期的開発計画には①5年計画、②25年計画、③農業再活性化計画、④小麦増産計画および⑤国家稲作開発戦略などがあり、農業分野での目標にはいずれも農業生産性と生産量の向上が謳われて含まれている。また、「ス」国の国家財政は石油収入に大きく依存した構造となっており、その石油の約80%を産出する南スーダンが2011年7月に分離独立したことにより、石油収入の減少が必然であり「ス」国政府はさらなる農業重視の政策に転換する必要に迫られており、国を挙げて農業生産の増大を推し進める方針を掲げている。よって、本案件の目標は「ス」国の上位計画における政策と合致し中・長期的開発計画に従っており、それらの目標達成に資するプロジェクトである。

③ 我が国の援助政策・方針との整合性

我が国の「ス」国に対する ODA の意義は①「ス」国はアフリカ最大の国土を有しアフリカ全体の安定にとって重要、②鉱物資源に恵まれており意義がある、③人口の 80%が従事している農業分野の生産量・生産性拡大は食料安全保障の観点からも重要と判断されている。また、その基本方針は①平和構築、②平和の定着支援、③各種和平プロセスの違いを踏まえた支援などであり、重点分野、課題として①紛争被災民・社会再統合支援、②基礎生活の向上支援、③ガバナンス、民主化などの分野横断的課題を掲げている。農業分野については、人口の大部分が従事しており、輸出産業に成長する可能性の高い分野であり、農業生産性の拡大は「ス」国内の収入源の多様化および世界的な食糧安全保障の観点からも重要であると考えられている。また「平和の定着支援」として、ミレニアム開発目標（MDGs）達成への貢献と持続的な開発につながるよう、農業分野等を含めた支援の可能性を検討していくとされており、本計画は我が国の「ス」国への援助政策・方針に沿うものである。また、第 4 回アフリカ開発会議（TICAD IV）にて我が国が公約した「灌漑施設 10 万 ha の改修・整備支援」の達成にも貢献するものである。

4-4-2 有効性

本プロジェクトでの 3 灌漑スキームの施設・機材更新並びにソフトコンポーネントの実施により、期待される効果は以下の通りである。

(1) 定量的効果

①アリアブスキーム

指標名	基準値（2011 年）	目標値（2017 年） （プロジェクト完成 3 年後）
最大灌漑送水量	1.60m ³ /s	3.58m ³ /s
年間ポンプ運転費用	1,200,000 SDG/yr	600,000 SDG/yr
作物生産性（小麦の単収）	1,100 kg/fed	1,500 kg/fed （過去最大値の 80%を 10 年で達成 するとして、3 年間で 24%を目標）
水利費徴収率	100%	100%（現状維持）
年間維持管理費	1,553,500 SDG/yr	1,516,200 SDG/yr
スキーム（財務負債の減少）	980,000SDG	30%減少
維持管理記録の有無	無し	有り

②キティアブスキーム

指標名	基準値（2011 年）	目標値（2017 年） （プロジェクト完成 3 年後）
最大灌漑送水量	3.03m ³ /s	3.93m ³ /s
年間ポンプ運転費用	1,300,000 SDG/yr	800,000 SDG/yr
作物生産性（小麦の単収）	800 kg/fed	950 kg/fed （過去最大値の 80%を 10 年で達成 するとして、3 年間で 24%を目標）
水利費徴収率	90%	100%
年間維持管理費	1,700,000 SDG/yr	1,165,400 SDG/yr
スキーム（財務負債の減少）	800,000 SDG	30%減少
維持管理記録の有無	無し	有り

③K14 (ニューハルファ)

指標名	基準値 (2011 年)	目標値 (2017 年) (プロジェクト完成 3 年後)
最大灌漑送水量	7.0m ³ /s	9.91m ³ /s
日最大運転時間	17.5 時間	18.0 時間
作物生産性 (小麦の単収)	700 kg/fed	730 kg/fed (過去最大値の 80%を 10 年で達成 するとして、3 年間で 24%を目標)
水利費徴収率	100%	100% (現状維持)
年間維持管理費	7,750,000 SDG/yr	7,887,600 SDG/yr
維持管理記録の有無	無し	有り

(2) 定性的効果

- ① 対象地域の作物の生産性と生産量が向上することで農村の経済基盤が安定し、貧困の軽減、若者の都市への流出低減、犯罪率の低下など地域社会の問題解決に資する。
- ② ソフトコンポーネントの実施により、運営・維持管理の改善と技術の向上が計られ、基礎データの収集・情報共有が実現すると、他の類似灌漑スキームへのモデルとなりその手法と技術が普及し広範な地域社会の改善に資する。
- ③ 電動ポンプに取替えられることで、既存のエンジンポンプに比較して維持管理が容易となる。また、ポンプ場が建て替えられ、ポンプの維持管理に必要なクレーンなどの設備が整うことで維持管理者の労働負荷の低減や作業事故などの安全面が改善される。
- ④ 農業技術の普及や農産物流通の改善の機会創出が高まり、農業生産性や農業所得の更なる向上の可能性が高まる。