

スーダン国
統合水資源管理能力強化プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成28年3月
(2016年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

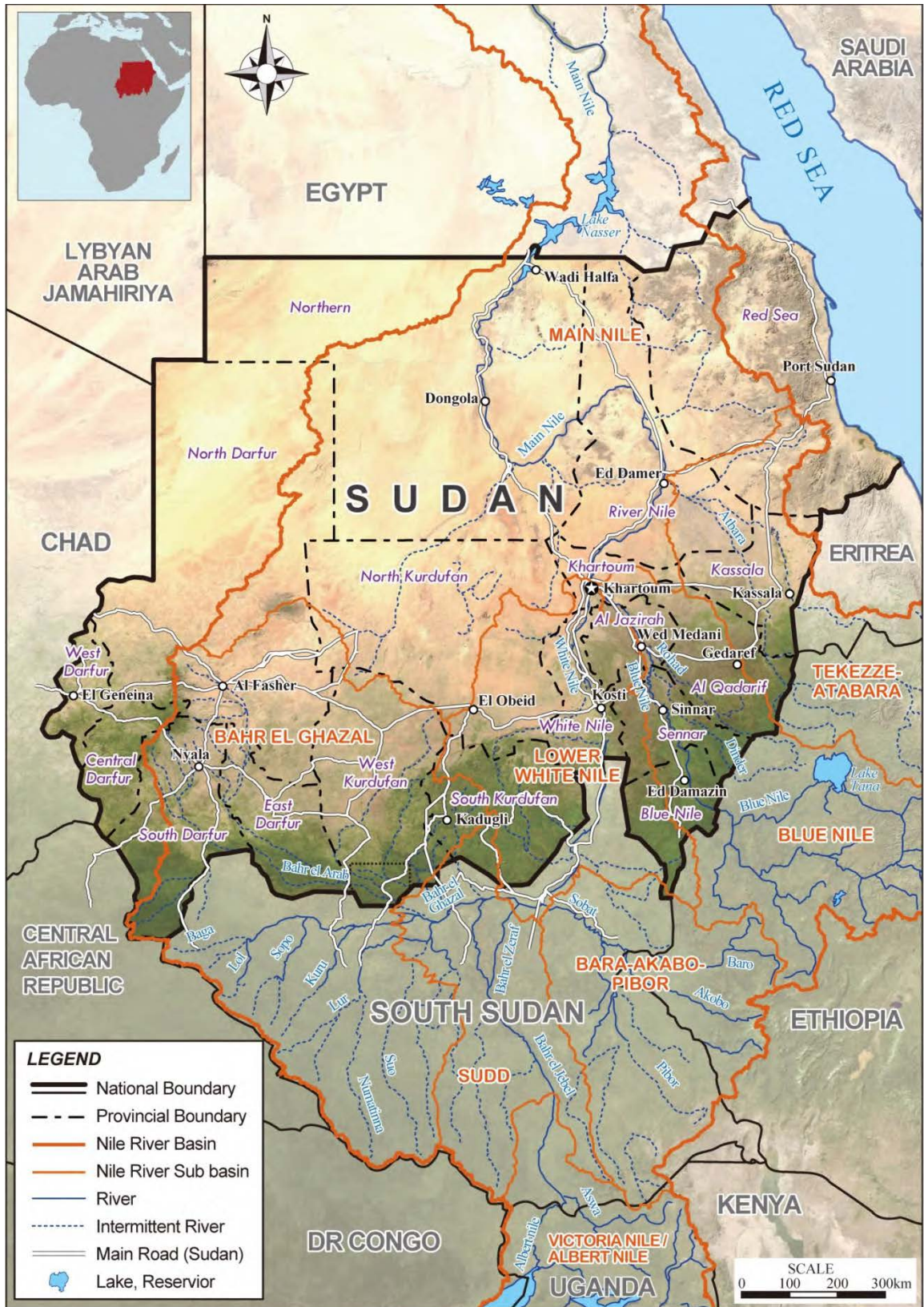
環境
JR
16-083

スーダン国
統合水資源管理能力強化プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成28年3月
(2016年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

位置图



現地写真集 (1/5)



1/31 WRT0 との協議 (左から、Widad 氏, Khidar 氏)



2/1 ダム局ギルバダム事務所



2/1 ギルバダム



2/1 ギルバダム下流のアトバラ川



2/1 ギルバダム下流の灌漑水路



2/1 ギルバダムの中央監視室



2/2 ガシュ川(ワジ)



2/2 ガシュ川(ワジ)

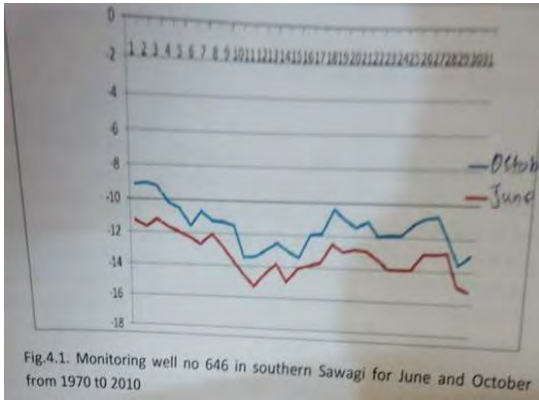
現地写真集 (2/5)



2/2 ガシュ川(ワジ)による灌漑地域 (写真右側)



2/2 地下水・ワジ局カッサラ事務所



2/2 ガシュ川観測井の経年水位変動



2/3 ステイクホルダー協議 (カッサラ)



2/3 ステイクホルダー協議 (カッサラ)



2/3 カッサラ州農業・森林・家畜省大臣との協議



2/3 カッサラ州農業・森林・家畜省大臣との協議



2/7 水理研究所(HRC)での協議

現地写真集 (3/5)



2/7 ゲジラ大学 水管理・灌漑研究所



2/8 水資源・灌漑・電力省 灌漑局での協議



2/8 ゲジラスキームの老朽化したゲート



2/8 北コルドファン州ラハドの貯水池



2/9 地下水・ワジ局エルオベイド事務所



2/9 北コルドファン州水公社



2/9 エルオベイドの水源のため池(ハフィール)



2/9 エルオベイドの水源の放水路

現地写真集 (4/5)



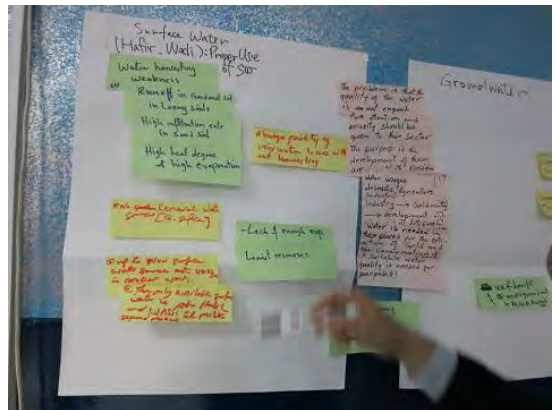
2/9 エルオベイドの水源の井戸



2/9 エルオベイドの水源周辺の観測井



2/10 エルオベイドでのステイクホルダー協議



2/10 エルオベイドでのステイクホルダー協議



2/10 エルオベイドでのステイクホルダー協議



2/13 ポートスーダン海水淡水化施設 取水地点



2/13 ポートスーダン海水淡水化施設 取水地点

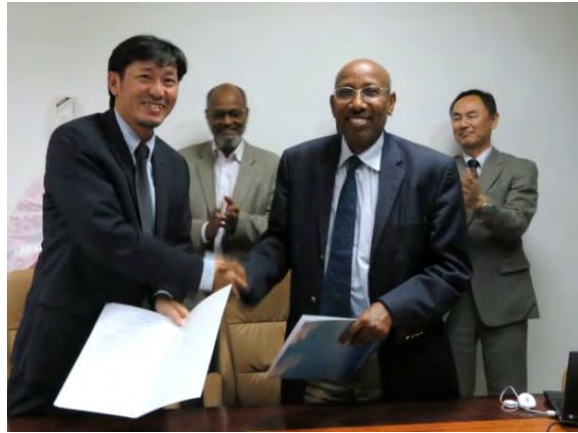


2/13 ポートスーダン海水淡水化施設 取水地点

現地写真集 (5/5)



2/13 ポートスーダン海水淡水化施設 取水地点



2/16 ミニッツ署名



2/17 ステイクホルダー協議(プロジェクト概要説明)



2/17 水資源・灌漑・電力省大臣を表敬

略 語 表

略語	正式名称	日本語表記
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
BCM	Billion Cubic Meter	10 億立法メートル
COP21	Conference of Parties 21	気候変動枠組条約第 21 回約国締会議
DFID	Department for International Development	英国国際開発省
DIU	Dam Implementation Unit	ダム事業団
DPs	Development Partners	開発パートナー
DWST	Drinking Water and Sanitation Unit Training Center	飲料水・衛生局研修センター
DWSU	Drinking Water and Sanitation Unit	飲料水・衛生局
EFS	Environmental Feasibility Study	環境調査
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EPA	Environmental Protection Act	環境保護法
GD GW&W	General Directorate for Groundwater and Wadis	地下水・ワジ局
GD RNW&D	General Directorate for Nile River Water and Dams	ナイル川・ダム局
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
HNCE	Higher National Council for Environment	国家環境高等審議会
HRC	Hydraulic Research Center	水理研究センター
IFAD	International Fund for Agricultural Development	国際農業開発基金
INDCs	Intended Nationally Determined Contributions	約束草案
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
M&E	Monitoring and Evaluation	モニタリング・評価
M/M	Minutes of Meetings	協議議事録
MCM	Million Cubic Meter	100 万立法メートル
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MIC	Ministry of International Cooperation	(連邦政府) 国際協力省
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry	(連邦政府) 農業・森林省
MARF	Ministry of Animal Resources and Fisheries	(連邦政府) 家畜・漁業省
MENRD	Ministry of Environment, Natural	(連邦政府) 環境・天然資源開発省

略語	正式名称	日本語表記
	Resources and Physical Development	
MFA	Ministry of Foreign Affairs	(連邦政府) 外務省
MWRIE	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	(連邦政府) 水資源・灌漑・電力省
NCWR	National Council for Water Resources	国家水資源評議会
NBI	Nile Basin Initiative	ナイル流域イニチアチブ
NGO	Non-governmental organizations	非政府組織
NWC	National Water Corporation	国家水公社 (PWC の旧名称)
Nile-COM	Nile Council of Ministers of Water Affairs	ナイル川水問題担当閣僚評議会
Nile-SEC	Nile Basin Secretariat	ナイル川流域事務局
Nile-TAC	Technical Advisory Committee	ナイル川技術諮問委員会
PCM	Project Cycle Management	プロジェクトサイクルマネジメント
PWC	Public Water Corporation	国営水公社 (DWSU の前身の組織名称)
PWCT	Public Water Corporation Training Center	国営水公社研修センター (DWST の前身の組織名称)
R/D	Record of Discussions	討議議事録
RWC	Rural Water Corporation	地方給水部
SCE	State Council for Environment	州環境審議会
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境影響評価
SMA	Sudan Metrological Authority	スーダン気象庁
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
SWC	State Water Corporation	州水公社
TOR	Terms of Reference	委託事項
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNEP	United Nations Environmental Programme	国連環境計画
UNICEF	United Nations Children's Fund	国連児童基金
UWC	Urban Water Corporation	都市給水部
VHF	Viral Hemorrhagic Fever	ウイルス性出血熱
WASH	Water, Sanitation and Hygiene	水・衛生
WES	Water, Environment and Sanitation	水・環境衛生
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
WRTO	Water Resources Technical Organization	水資源技術機関

目 次

位置図.....	i
現地写真集.....	ii
略語表.....	vii
第1章 調査の概要.....	1
1-1 調査の目的および背景.....	1
1-2 調査団の構成.....	1
1-3 調査日程.....	2
1-4 プロジェクト名称.....	2
1-5 プロジェクト概要.....	2
第2章 スーダンの水資源分野の政策、組織、援助動向.....	3
2-1 水資源開発・管理・水利用に係る政策、計画、法制度.....	3
2-1-1 水資源開発・管理に係る政策・開発計画・関連法制度.....	3
2-1-2 給水・衛生・下水道に係る政策・開発計画・関連法制度.....	5
2-1-3 農業・灌漑・家畜に係る政策・開発計画・関連法制度.....	8
2-1-4 電力供給に係る政策・開発計画・関連法制度.....	9
2-1-5 工業に係る政策・開発計画・関連法制度.....	11
2-1-6 その他セクターに係る政策・開発計画・関連法制度.....	12
2-1-7 水に係る国際的な取組み.....	12
2-2 水資源開発・管理・水利用に係る組織.....	13
2-2-1 水資源・灌漑・電力省.....	13
2-2-2 農業・森林省.....	21
2-2-3 家畜・漁業省.....	22
2-2-4 工業省.....	22
2-2-5 環境・天然資源・公共事業省.....	23
2-2-6 スーダン気象庁.....	24
2-2-7 州政府の組織.....	24
2-3 我が国による協力実績.....	28
2-3-1 給水・衛生・下水道分野の協力実績.....	28
2-3-2 農業・灌漑分野の協力実績.....	29
2-3-3 環境分野の協力実績.....	30
2-4 開発パートナーの動向.....	30
2-4-1 協力概要.....	30
2-4-2 国連環境計画（UNEP）.....	30
2-4-3 国連児童基金（UNICEF）.....	31
2-4-4 アフリカ開発銀行（AfDB）.....	31
2-4-5 英国国際開発省（DFID）.....	32

第3章 水資源開発・管理・水利用に係る現状と課題.....	33
3-1 地勢.....	33
3-1-1 地理・地形.....	33
3-1-2 地質.....	34
3-1-3 植生・土地利用.....	35
3-2 水資源の概要.....	37
3-2-1 気象.....	37
3-2-2 ナイル川システム.....	37
3-2-3 地下水・ワジ.....	39
3-3 水資源開発.....	40
3-3-1 ナイルシステムの水資源開発.....	40
3-3-2 ノン・ナイル地域の水資源開発.....	43
3-3-3 国際河川上下流国の水資源開発概要.....	46
3-4 水資源管理.....	50
3-4-1 気象.....	50
3-4-2 ナイル川水系（ナイルシステム）.....	51
3-4-3 地下水・ワジ（ノン・ナイル）.....	52
3-4-4 気象・水文データの整備状況.....	57
3-4-5 国際河川・越境帯水層の水資源管理.....	58
3-5 水利用.....	60
3-5-1 水利用量の概要.....	60
3-5-2 給水（都市、村落）.....	60
3-5-3 農業・灌漑・家畜.....	65
3-5-4 工業.....	69
3-5-5 電力.....	69
3-5-6 その他用途.....	70
3-5-7 水利権.....	70
3-5-8 国際河川上下国の水利用概要.....	71
3-6 水資源分野における課題.....	71
3-6-1 水資源開発における課題.....	71
3-6-2 水資源管理における課題.....	79
3-6-3 水利用における課題.....	82
3-7 環境予備調査結果.....	85
3-7-1 用地取得、住民移転に係る法制度.....	85
3-7-2 環境社会配慮に係る法令および許認可申請手続き.....	86
3-7-3 環境予備調査の結果.....	89
第4章 プロジェクトの内容.....	93
4-1 プロジェクトの目標と基本方針.....	93
4-2 コンセプト.....	93

4-3 対象地域と範囲	94
4-4 調査内容.....	94
4-5 投入	96
4-6 実施体制.....	97
4-7 実施上の留意点.....	98
第5章 団長所感	101

表 一 覧

表 2-1 スーダンの推定水資源量.....	4
表 2-2 スーダンの水需要量予測(BCM/年).....	4
表 2-3 給水・衛生セクター国家戦略的計画で設定されている目標値	7
表 2-4 10州を対象とした地方給水整備計画内容	8
表 2-5 水資源・灌漑・電力賞の概略年間予算（単位：百万 SDG）	16
表 2-6 我が国による給水・衛生・下水道分野における主な協力実績	28
表 2-7 我が国による農業・灌漑分野における主な協力実績	29
表 2-8 我が国による環境分野における主な協力実績	30
表 3-1 ナイルシステムの大規模ダムの概要	41
表 3-2 スーダンにおける主要帯水層と地下水盆.....	44
表 3-3 アトバラ川上下流国の水資源開発概要.....	46
表 3-4 青ナイル川上下流国の水資源開発概要.....	47
表 3-5 白ナイル川上下流国の水資源開発概要.....	47
表 3-6 ナイル本川上下流国の水資源開発概要.....	47
表 3-7 越境帯水層および地下水盆の概要	49
表 3-8 気象観測所分類別観測項目	50
表 3-9 気象観測所一覧表	50
表 3-10 カッサラおよびエル・オベイドでの水資源管理の状況.....	56
表 3-11 気象・水文データの整備状況	58
表 3-12 ナイル流域イニシアチブ（NBI）の概要	59
表 3-13 スーダンの越境帯水層と国際協力	60
表 3-14 水需要量（2010年～2027年）	60
表 3-15 2014年の1人あたりの給水量および2019年の計画給水原単位	61
表 3-16 地方給水施設の概要.....	64
表 3-17 国営灌漑スキーム	65
表 3-18 サトウキビを栽培している灌漑スキーム	65
表 3-19 灌漑局が把握している現在水利用量.....	66
表 3-20 各州の家畜別頭数	67
表 3-21 州別の家畜用水の水源.....	68
表 3-22 家畜の飲料水の必要水量.....	68

表 3-2-3	ナイル流域の灌漑面積（2009年）	71
表 3-2-4	全国の給水・未給水人口統計（2008）	73
表 3-2-5	水資源管理に係る取り組みの現状	79
表 3-2-6	予備的スコーピング実施結果	89

図 一 覧

図 2-1	電力需要および電力ピーク予測ならびに供給可能設備容量整備計画	10
図 2-2	発電設備タイプ別の容量整備計画	11
図 2-3	水資源・灌漑・電力省の組織図	14
図 2-4	政策・計画・プロジェクト局	15
図 2-5	人事財務局組織図	16
図 2-6	国際協力関係局組織図	17
図 2-7	投資・財源・契約管理局組織図	17
図 2-8	WRTO 組織図	18
図 2-9	地下水・ワジ局組織図	18
図 2-10	ナイル川・ダム局組織図	19
図 2-11	灌漑局（次官）組織図	19
図 2-12	飲料水・衛生局組織図	20
図 2-13	ダム事業団組織図	21
図 2-14	水理研究センター組織図	21
図 2-15	農業・森林省組織図	22
図 2-16	家畜・漁業省組織図	22
図 2-17	工業省組織図	23
図 2-18	環境・天然資源・公共事業省組織図	23
図 2-19	スーダン気象庁組織図	24
図 2-20	北コルドファン州政府組織図	24
図 2-21	北コルドファン州農業・家畜・地方開発省組織図	25
図 2-22	北コルドファン州農業・家畜・地方開発省天然資源局組織図	25
図 2-23	北コルドファン州公共事業省水公社組織図	26
図 2-24	カッサラ州政府組織図	26
図 2-25	カッサラ州水公社組織図	26
図 2-26	カッサラ州農業・灌漑・森林・水産省天然資源局組織図	27
図 2-27	地下水・ワジ局北コルドファン州支局組織図	27
図 2-28	Gash 河川工事組織図	28
図 3-1	スーダンの地形(SRTM-3 より作成)	33
図 3-2	スーダンの地質図	34
図 3-3	スーダンの環境分類図	35
図 3-4	カストロピス・プロケラ	36
図 3-5	雨季と乾季のヌバ山地	36

図 3-6	ケッペンの気候区分図.....	37
図 3-7	スーダンの主要都市の月別雨量.....	37
図 3-8	ナイル川流域.....	38
図 3-9	白ナイル・青ナイルおよびアトバラ川の流量.....	38
図 3-10	ナイルシステムの河川流量収支模式図.....	40
図 3-11	スーダン国ナイルシステムの大規模ダム位置図.....	42
図 3-12	スーダンの州別ハフィールド施設数.....	43
図 3-13	スーダンにおける主要帯水層と地下水盆の位置図.....	45
図 3-14	スーダンの主要帯水層、地下水盆の分布と地下水流動方向.....	48
図 3-15	気象観測所および雨量計位置図.....	51
図 3-16	地下水観測井戸の位置図.....	53
図 3-17	ワジでの水位・流量観測所.....	54
図 3-18	Kassala、El Obeid 位置図.....	54
図 3-19	都市給水の給水率および不足水量（2014 年）.....	61
図 3-20	地方部における一人あたりの給水量.....	62
図 3-21	各州の地方給水における不足水量（給水原単位：23 リットル/人/日）.....	63
図 3-22	州別の地方給水施設のタイプ別割合.....	64
図 3-23	州別の家畜頭数（2015 年）.....	67
図 3-24	既存の水力および火力発電所位置図.....	70
図 3-25	ゲジラ灌漑スキーム水路の堆砂.....	74
図 3-26	グランド・ルネッサンス・ダム位置図.....	75
図 3-27	Gash 川流域地下水盆の地下水位変化.....	78
図 3-28	青ナイル州 Abu Gain ハフィールド.....	78
図 3-29	水資源管理に関する自己評価.....	80
図 3-30	カッサラ州、農業・灌漑・森林・家畜・水産省組織図.....	88
図 3-31	北コルドファン州、農業・家畜・地方開発省組織図.....	88
図 4-1	プロジェクト概要.....	94

付属資料

1. Minutes of Meeting
2. 主要面談者リスト
3. 収集資料リスト
4. 調査日程

第1章 調査の概要

1-1 調査の目的および背景

スーダン国は、世界最長の河川であるナイル川が流れているものの、首都ハルツームを含む国土の大半は年間降水量が 500mm 以下と限られ、慢性的な水不足は市民生活や経済成長の足かせとなっている。2010 年における北部スーダンを対象とした水・衛生政策（国営水公社，2010 年）によれば、国全体の水需要量（32.1km³）は水資源賦存量（29.5～31.5km³/年）を超過している。平均人口増加率は 3.2%と高い水準にあるため、水資源の需給バランスは今後さらにひっ迫することが懸念される。

水資源量は地域的に偏在しており、ナイル川本川または支川の恩恵を受けられない地域では、需要量と賦存量の差は一層大きく、安全な水へのアクセス率の全国平均が 55%程度に留まる要因となっている。セクターごとの水の分配も課題の一つで、2010 年時点の統計によれば、全水需要量の 90%以上を農業に使用しており、生活用水への充当分は 3%と限られている。生活環境の改善と経済成長の両立のためには、主要な水の用途である農業用水、生活用水、工業用水、電力用水を包含した水資源開発及び水利用に関する戦略の策定が求められている。

また、不十分な地下水管理体制や、堆積物の沈殿により貯水量が 6 割程度減少している大規模ダムがあることを考慮すれば、水文データの観測体制や関連施設の管理手法といった水資源管理の側面でも課題を抱えている。

このような背景に基づき、スーダン政府は、将来的な水資源賦存量と水需要量の動向把握や水資源開発計画の作成、適正な水資源管理方法の検討等を活動内容とした開発計画調査型技術協力「水資源統合管理プロジェクト」（以下、本プロジェクト）を我が国に要請した。本調査は、要請の背景・内容を把握した上で、プロジェクトの枠組み（成果及び活動内容、対象地域、工程、実施体制等）についてスーダン側関係機関と協議・合意し、その内容を協議議事録（Minutes of Meetings：M/M）にて確認することを目的とする。なお、要請書には、プロジェクトの対象地域は主にナイル川流域と記載されているが、本調査では同流域以外の地域も訪問し、協力ニーズを広く把握した上でプロジェクトの枠組みを検討した。

なお、環境社会配慮について、本プロジェクトは、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010 年 4 月公布）上、セクター特性、事業特性および地域特性に鑑みて、環境への望ましくない影響が重大でないと判断されるため、カテゴリ B に位置付けられる。

1-2 調査団の構成

No.	氏名	担当	所属
1	宮崎 明博	総括	JICA 地球環境部 水資源第二チーム 課長
2	永田 謙二	実施体制・能力強化	JICA 国際協力専門員
3	清水 浩二	協力企画	JICA 地球環境部 水資源第二チーム
4	畑 裕一	水資源開発/環境社会配慮	株式会社地球システム科学
5	片山 正巳	水資源管理	株式会社建設技研インターナショナル
6	山田 浩由	水利用	株式会社地球システム科学

1-3 調査日程

付属資料のとおり

1-4 プロジェクト名称

下記の通り案件名称を変更する旨、スーダン側と合意した。

- 要請時
和文：水資源統合管理プロジェクト
英文：The Project for Integrated Water Resources Management Plan
- 変更後
和文：統合水資源管理能力強化プロジェクト
英文：The Project for Enhancement of Integrated Water Resources Management
- 変更理由
計画作りだけが目的ではないため「Plan」を削除するとともに、「Enhancement」を追加して能力強化を行うことを強調する。

1-5 プロジェクト概要

協力種別	開発調査型技術協力
プロジェクト期間	3年間
対象地域	スーダン国全域
受益者	1) 直接受益者 ・水資源・灌漑・電力省 水資源技術機関 4名 ・その他カウンターパート9名 ・合同調整委員会（JCC）メンバー16名 2) 最終受益者 全国（人口3,876万人）
目的	本事業は、統合水資源管理の実践を通して関連法制度・体制等に係る提言が抽出されることにより、関係機関が作成する公式文書（政策、戦略、計画等）の質的向上または水資源関連事業の改善に寄与する。
プロジェクト目標	生活、工業、灌漑、水力発電、舟運のための水利用が改善される。
成果	1) 水収支の評価 2) 水資源管理に係る課題の分析 3) 特定地域における統合水資源管理の実践（パイロット活動） 4) 戦略・法制度・体制に関する提言
日本側投入	1) 専門家（総括/水資源管理、参加型合意形成、地域社会・文化、他） 2) 第三国研修

第2章 スーダンの水資源分野の政策、組織、援助動向

2-1 水資源開発・管理・水利用に係る政策、計画、法制度

2-1-1 水資源開発・管理に係る政策・開発計画・関連法制度

(1) 水資源法（Water Resources Act of 1995）

水資源管理に係る重要な法律として水資源法（Water Resources Act of 1995）があり、これがスーダンにおける水資源管理の法的根拠となっている。この法律は、第1章：序章、第2章：国家水資源評議会、第3章：財務・会計・監査、第4章：水資源に関係した条項、第5章：免許に関する特別条項、第6章：最終条項から成っている。

水資源法によれば、水資源・灌漑・電力省大臣を議長とした国家水資源評議会（National Council for Water Resources：NCWR）が、水資源に係る最高意思決定機関である。この評議会は、水資源政策の作成、合理的かつ最適な水資源の利用に関する国家長期計画の作成、外国との水資源共有および国際協力に係る意思決定、水資源に係る法制度のレビュー、科学的研究の奨励、特別委員会の設立の権限を有する。また同評議会の義務として、ナイル水系、ノン・ナイル地域の河川およびその他の水流、さらに地下水からの取水を監理すること、および取水ライセンスの付与、水配分、水利用の規制、水利用の監理、ダムや発電所の建設、井戸の規制や地下水モニタリングの研究の奨励などの根拠を示すことが上げられている。この評議会は少なくとも年2回開催することになっている。しかしながら、1995年の施行以来、数回程度しか評議会は開催されておらず、2008年の現在の大臣就任後は一度も開催されていない。

灌漑、工業、発電、水供給や衛生等の目的で河川水および地下水から取水を行うためには水資源・灌漑・電力省からのライセンスが必要であり、省はライセンス料を徴収できている。水資源・灌漑・電力省はさらに、水源である河川水・地下水の状況のモニタリングに加えて、ライセンスに則った取水が行われているかについてもモニタリングを実施することになっている。一方、ライセンスで許可された水量が取水できない渇水時には、水資源・灌漑・電力省大臣が平等に水配分を決定できていることになっており、またこのライセンスに係る水資源・灌漑・電力省の権限は州の機関に移譲することができる。

ライセンスに係る事項を始めとして、執行のためには細則（Regulations）が必要であり、ようやく表流水と地下水に係る細則が整備されつつあり、水資源・灌漑・電力省は2016年中のそれらの制度化を目指している。

(2) 国家統合水資源管理戦略2007

2007年に制定された国家統合水資源管理戦略が、2011年に南スーダン分離後の現在においても水資源管理に関する国家戦略として扱われている。これによると表2-1と表2-

2にあるように、現状での水資源賦存量は 30BCM/年¹に過ぎないのに対し、2027年には南スーダンを含む水需要量は 52.6BCM/年にも増加し、将来的に大きな水不足が予想されている。

表 2-1 スーダンの推定水資源量

水資源	水量 (BCM/年)	制約
ナイル川水のスーダン割当量	20.5	季節的な流量変動と限られたダム貯水量。他の沿岸国との配分。
ワジ水	5~7	変動の大きい、短期間の流出のためモニタリングや取水が困難である。また一部のワジは国際河川。
再生可能地下水	4.0	高コストの深井戸揚水、僻地での貧弱なインフラ
合計 (現況)	30.0	
南スーダンでの湿地の干拓により期待される開発水量	6.0	社会・環境コストと投資額
総計	35.5~37	

出典：統合水資源管理に係る国家戦略 2007

表 2-2 スーダンの水需要量予測 (BCM/年)

年	灌漑	都市用水	家畜他	合計
2010	27.1	1.1	3.9	32.1
2020	32.6	1.9	5.1	39.6
2025	40.3	2.5	5.3	48.0
2027	42.5	2.8	7.3	52.6

注) 南スーダン分を含む

出典：統合水資源管理に係る国家戦略 2007

このような状況において、持続的な水資源管理を通じて、国家の経済発展、貧困削減、平和、環境、人々の保護と社会福祉のための水需要を確保するため合理的かつ効率的なフレームワークの基礎を築くことを上位目標として、以下のような水資源管理戦略の基本原則を打ち立てている。

水資源管理戦略の基本原則
<ul style="list-style-type: none"> ● 水はすべてのスーダン人が共有する天賦の資源である。 ● 全てのスーダン人は、人間の基本的ニーズとして、十分な受容できる品質の水へのアクセスを持たなければならない。 ● 水資源開発は、非集中化管理、参加型アプローチ、さらに統合的フレームワークによって支えられるべきである。 ● 連邦および州レベルでの社会経済開発目標によって導かれるスーダンの全体的な社会経済開発フレームワークに水資源開発・利用を統合させる。 ● すべての利害関係者、ユーザーコミュニティの参加、特に女性の参加を促進する。 ● 水資源の開発は需要によって喚起されるべきもので、管理は可能なレベルで行われるべきである。 ● 水資源の開発管理および水サービスは、受益者からの負担によるコストリカバリーを通して経済的に持続可能でなければならない。 ● 断片化されたアプローチを避け、統合的かつ包括的な水資源管理を強化する。 ● 連邦政府は、州政府との調整の下、すべての衡平な利益のために働く、州界を越える全ての越境水の管理人である。 ● 水資源のモニタリングは水資源の適切な発展、管理および保護のために必須である。

¹ BCM: Billion Cubic Meter (十億立方メートル)

水資源管理戦略の基本原則

- 水資源開発は、現在及び将来の世代が持続的に水資源を利用できるようにするために、環境やエコロジーに優しいものであるべきである。
- 水の供給は、天然資源を利用・開発し、また砂漠化、干ばつ、浸食などの災害から守るために、国の主権に依存すべきである。
- 連邦および州レベルでの水資源に係る法制度は、重複を回避し、明確かつ統合され、アクセス可能な、効率的で透明性あるものでなければならない。
- 水および水に関連した問題は、より広い経済の不可欠な一部であり、部門間やセクター間のコミュニケーション、調整、相乗効果および協力を必要とする多くの他の部門に直接影響する。
- 水の開発と利用における利益相反を回避すべきである。給水・衛生などの基本的ニーズ、水紛争のある水不足の地域、農村開発、貧困緩和、食糧確保、環境保護、効率的な利用、既存の合意およびプロトコルに従って水資源を共有している他国等が優先されるべきである。
- 水の配分は、効率的かつ経済的な使用、技術的および経済的妥当性、環境保護、持続可能性、等に基づくものでなければならない。

(3) 約束草案 (Intended Nationally Determined Contributions)

スーダンは 2015 年 12 月にパリで開催された気候変動枠組条約第 21 回締約国会議 (Conference of Parties 21 : COP21) において、気候変動問題に対するスーダンとしてのコミットメントとして、「約束草案 (Intended Nationally Determined Contributions : INDCs)」を提出した。

同草案によると、スーダンは最も気候変動の影響を受けやすい国の一つとなっている。雨量の減少、気温と蒸発量の増加等によって地下水の涵養量が減り、スーダんに重大な影響を及ぼしつつある。これまでの研究では、土壌水分が将来の気候変動の下でさらに減少することを示している。水消費量の増加、人口増加、降雨量の変動と大きな蒸発量と相まって、迫り来る水危機は現実のものとなりつつある。ナイル川に関しては、多くの気候シナリオの下で、水量が次の 40 年間で 20%~30%減少することが示されている。

このような中、スーダンは国際約束として軽減策および適応策からなる約束草案を提案した。提案された水分野の適応策は以下のとおりである。

水分野における適応策

- 現在および将来の課題/ニーズを満たすために水資源の統合管理を行う。
- 水源/水資源の増加しつつある脆弱性に対するその回復力を構築して脆弱なコミュニティを支援するため、集水 (Water Harvesting) 施設 (ダム、ハフィール、テラスなど) を建設する。
- 脆弱な地域からのコミュニティの移住を阻止するために、飲料水や水の安全を確保するため農村部においてハンドポンプのリハビリや水道ネットワークの建設を行う。
- 水セクターの気候変動インパクトに関連した先進研究を実施する。
- 水文情報をモニター・提供するため、雨量計を設置する。
- 小さな集水施設プロジェクトの実施のため、リボルビングマイクロクレジット資金の導入を行う。

2-1-2 給水・衛生・下水道に係る政策・開発計画・関連法制度

給水・衛生・下水道に係る政策・開発計画・関連法制度については、国家 25 カ年給水戦略、国家 25 カ年戦略、国家給水衛生政策、給水・衛生セクター国家戦略的計画、経済リフォーム 5 カ年プログラムが挙げられる。以下に概要を記す。

(1) 国家 25 カ年給水戦略 (2007-2031)

スーダン国の給水分野では 2007 年に策定された本戦略が最上位の文書であり、2031 年までに以下の目標が設定されている。

- ① 2031 年までに全国民に対し、支払い可能な水料金、および水資源の持続性の確保を図りながら、地方部で 50 ℓ/人/日以上、都市部で 150 ℓ/人/日を達成する。
- ② 開発が遅れている地域及び水紛争が生じている地域においては、生活用水と家畜用水の需要を満たすために十分な水源を確保する。
- ③ 家畜生産量が多くかつ水資源が十分ではない地域における十分な家畜用水の供給、アラビア・ゴム生産農家および天水農業の収穫期の農家への水供給
- ④ 特に地方部における給水整備では、環境保護およびローカルリソースの開発を伴うこと。

(2) 国家 25 カ年戦略 (2007-2031)

下水分野に関しては、本戦略において以下の目標が設定されている。

- ① 健康的な環境を整備する。
- ② 廃棄物処理に係る環境管理の実施。

戦略的計画として以下の点が挙げられている。

- ① オムドルマン地区の下水道整備、およびハルツームにおいて下水道の未整備地域への下水道の普及と下水処理能力の向上
- ② 水環境の向上および廃棄物処理にかかる戦略的計画策定のための国家評議会の設立
- ③ 技術系幹部の技術力向上のための研修実施
- ④ 環境、地下水、表流水の汚染防止
- ⑤ スーダンの大規模都市における下水道整備実施に向けた調査、研究、計画策定の実施

(3) 国家給水衛生政策

2010 年 9 月に策定された本政策²は、国家 25 カ年給水計画の実現と MDG (ミレニアム開発目標) の達成に向けた政策である。

同政策では、国民全員に十分に持続的な給水・衛生セクターのサービスを提供し、衛生向上を推奨することで、スーダン国民の健康と生活水準の向上と国家の経済成長に貢献することを柱組みとし、2015 年末までの MDG 達成のため、安全な水へのアクセス率の向上 (村落部：20 ℓ/人/日、都市部：90 ℓ/人/日) と衛生サービスへのアクセス率を 67% に到達させるとしている。

また、国家 25 カ年給水戦略 (2007-2031) で設定した目標である 2031 年までに給水量を地方部で 50 ℓ/人/日、都市部で 150 ℓ/人/日とすること、および全ての学校、公衆衛生施設、宗教施設への給水を行うことも目標として設定されている。

² Water Supply and Environmental Sanitation Policy, Sep. 2010

(4) 給水・衛生セクター国家戦略的計画（2012-2016）

2011年に策定された本計画は、国家給水衛生政策（2010）を達成するための計画（5年間）として位置づけられる。

本計画では表 2-3 に示すように、給水率については国全体として 2010 年の 64.81% を 2016 年に 100%、給水量については国全体として 23.99 ㍻/人/日を 2016 年に 47.5 ㍻/人/日とする計画値となっている。

表 2-3 給水・衛生セクター国家戦略的計画で設定されている目標値

区分	給水率 (%)		給水量 (㍻/人/日)	
	2010	2016	2010	2016
都市部	91.12	100	42.06	77.41
地方部	56.83	100	18.66	36.72
全国	64.81	100	23.99	47.5

また、計画内容を達成するために以下の 6 つコンポーネントを実施する計画となっている。

- ① 政策のレビュー、および開発計画・給水セクターのレビュー
- ② セクター内の調整、計画策定、実施、コミュニケーションの実施
- ③ 能力向上および革新の実施
- ④ モニタリングとセクターにおける教訓の取得
- ⑤ 給水・衛生セクターにおける資金メカニズムの構築
- ⑥ 国家および外部資金によるプロジェクトの実施

なお、現在、次期給水・衛生セクター国家戦略計画（2017～2020）を作成中であり、2016 年末までには完成する予定である。

(5) 水資源・灌漑・電力省 経済リフォーム 5 カ年プログラム（2015-2019）

国家 25 カ年戦略（2007-2031）で示された内容を実施することを目的として、水資源・灌漑・電力省が 5 年毎に策定するプログラムである。そして、このプログラムに基づいて年間プログラムが策定されている。

地方給水分野については、2019 年までに最低限 23 ㍻/人/日の給水量を確保することがゴールとして掲げられている。具体的には、紅海、西コルドファン、北ダルフル、南ダルフル、青ナイル、ゲダレフ、南コルドファン、カッサラ、白ナイル、北コルドファン州の地方部の 1,850 万人への給水量の不足分である 190,174m³/日（家畜及び他地域への導水分含む）が開発対象として挙げられている。計画内容を表 2-4 に示す。

表 2-4 10州を対象とした地方給水整備計画内容

	プロジェクト	水量 (m ³ /日)
1	井戸を水源とする 600カ所の給水施設の建設 (600施設×5,000ガロン×12時間)/220*	163,636
2	1,500本のハンドポンプ井戸の建設 (1,500本×1meter×10時間)	15,000
3	300カ所の小規模ウォーターヤードの建設 (300セット×1,500ガロン×10時間)/220	20,454
4	70ハフィールの建設 (70セット×300ガロン×10時間)/220	9,545
	計	207,629
	数量	費用
	・ 600ウォーターヤード×100,000 SDG ・ 1,500ポンプ×30,000 SDG ・ 300小規模給水施設×500,000 SDG ・ 70ハフィール×2,000,000 SDG	600,000,000 SDG 45,000,000 SDG 150,000,000 SDG 140,000,000 SDG
	計	935,000,000 SDG

*) 1gallon(英) = 約 0.04545m³ で算定している

都市給水分野については、2019年までに、8州において給水量 100リットル/人/日を達成することがゴールとして掲げられている。具体的な内容は、3-5-2節の表 3-15に示す。

2-1-3 農業・灌漑・家畜に係る政策・開発計画・関連法制度

農業・灌漑・家畜分野については、国家 25 年戦略、経済リフォーム 5 年プログラムが挙げられる。以下に概要を記す。

(1) 国家 25 年戦略 (2007-2031)

スーダン国では 2007 年に策定された本戦略が農業・灌漑・家畜セクターにおける最上位の文書であり、2031 年までに以下の目標が設定されている。

- ① 天然資源の開発とその利用の最適化
- ② スーダン国全体における農業と地方部の経済成長、持続的発展、食糧安全保障、就労機会の増加とのバランスの実現

主な方針・方法は以下の通り。

- 土地の生産性に応じた土地利用の最適化
- 家畜及び野生生物のために国土面積の 25%を牧草地と森林に利用する国家土地利用計画の実施
- 貯水池や貯留量の増加による利用可能な水資源の開発。
- 水利用率を向上する為の灌漑施設のリハビリテーション、および水利用最適化のための技術の導入
- ダムや灌漑水路の堆砂管理による水資源の確保
- 揚水、重力配水、洪水等による灌漑による耕作地を 1,000 万 feddan (4,200,000 ha) に倍増する。また、天水による耕作地を 5,000 万 feddan (21,000,000 ha)に倍増する。
- 国内外の需要に対応可能な家畜産業を育成する。

(2) 水資源・灌漑・電力省 経済リフォーム5カ年プログラム (2015-2019)

国家25カ年戦略(2007-2031)で示された内容を実施することを目的として、水資源・灌漑・電力省が5年毎に策定するプログラムである。

本プログラムによると、国営のRahad灌漑スキームおよび民間により運営されているKenana灌漑スキーム、またアトバラ川の灌漑スキームに関するプロジェクトが計画されている。灌漑局への聞き取り結果によると、灌漑用地の開発に関しては、Kenana灌漑スキーム、Rahad灌漑スキーム、Setiet灌漑スキームを対象として、灌漑面積を25万feddan増加させる計画があることから、その内容が5カ年プログラムに反映されていると言える。

(3) 家畜・漁業省 経済リフォーム5カ年プログラム (2015-2019)

国家25カ年戦略(2007-2031)で示された内容を実施することを目的として、家畜・漁業省が5年毎に策定するプログラムである。この5カ年プログラムに基づいて年間計画が策定される。

5カ年プログラムの主な目的は以下の通り。

- ① スーダンをハラル・ミートおよびヘルシーな食肉の生産及び市場の国際的中心地とする。
- ② 畜産物の生産と輸出を拡大するために、灌漑スキームとの共同農業を促進する。
- ③ 近代化された家畜生産業の構築を通して、地方部及び地域のマーケットの需要に対応可能な生産性の向上および製品の増加を図る。
- ④ 国内需要に対応するために、養鶏業の発展および水産物生産量の倍増を図る。また、輸出を支援する為に牛肉や羊肉に対してマージンを与える。
- ⑤ 家畜飼育業及び包装業の成長
- ⑥ 計画を実行するために制度面および技術面の向上を図る。

2-1-4 電力供給に係る政策・開発計画・関連法制度

電力供給分野については、国家25カ年戦略、東アフリカ地域電力供給マスタープランに基づく発電所整備計画が挙げられる。以下に概要を記す。

(1) 国家25カ年給水戦略 (2007-2031)

スーダン国の電力分野では2007年に策定された本戦略が最上位の文書であり、2031年までに以下の目標が設定されている。本戦略では、エネルギーおよび鉱業セクターとして記載されている。電力セクターに係る2031年間までの目標を以下に示す。

- ① 国内の生産・消費に関わるセクターの電力需要を満たすために発電容量を増加する。
- ② 電力不足を減らすために発電および送電システムを改善する。
- ③ ナイル東部流域(エジプト、スーダン、エチオピア)内の電力網整備プロジェクトを実施する。
- ④ 国内の発電において再生可能エネルギーによる発電の割合を増加させる。

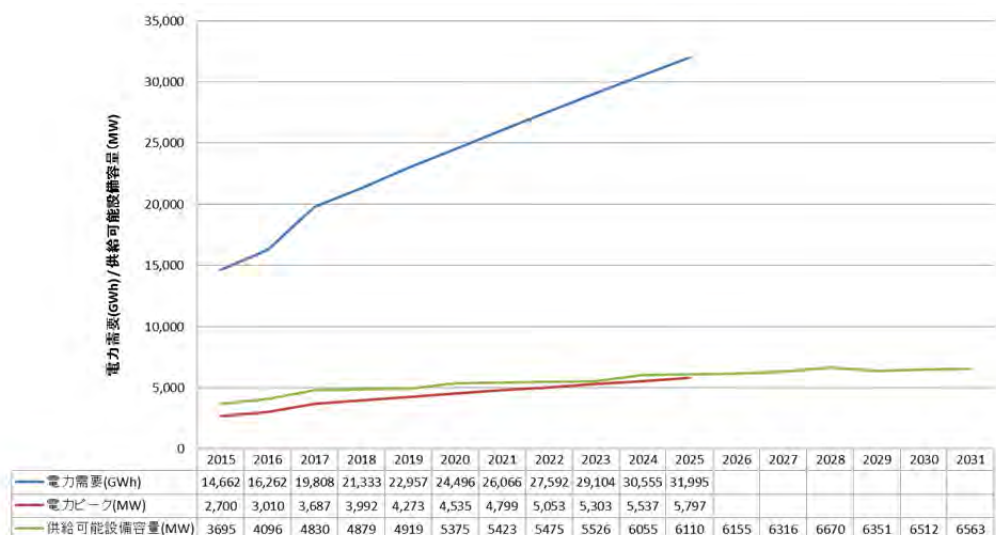
- ⑤ 再生可能エネルギー資源を活用した地方開発を実施する。
- ⑥ 工業セクターにおける電力不足を減少させる。
- ⑦ 発電及び鉱業により生じる環境への影響を減少させる。

具体的な方針としては、主に以下の点が挙げられている。

- ① 国内電力網の拡張、水力発電所のリハビリテーションおよび発電容量の強化
- ② 太陽光、風力、水力等の再生可能エネルギーを利用した発電の実施
- ③ 東部ナイル川流域の国家間の経済協力の活性化及び電力網整備プロジェクトの実施
- ④ 電力消費パターンを改善するためにエネルギー効率にかかる認識の向上を図る

(2) 東アフリカ地域電力供給マスタープランに基づく発電所整備計画

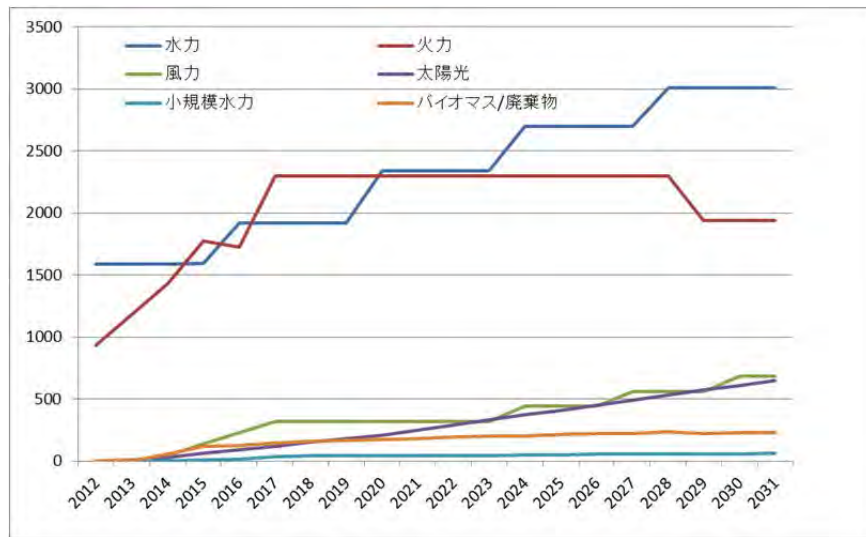
スーダン国では、2031年を対象とした東アフリカ地域電力供給マスタープランを周辺国と共に策定し、スーダン国の発電所整備計画が検討されている。図 2-1 に 2015 年から 2025 年までの電力需要及び電力ピーク、そして 2031 年までの供給可能設備容量整備計画の内容を示す。



出典：東アフリカ地域電力供給マスタープラン、および水資源・灌漑・電力省 計画局電力課
 注) 電力需要および電力ピークに係る情報は 2025 年分までの分が入手できた。よって以降は空白とした

図 2-1 電力需要および電力ピーク予測ならびに供給可能設備容量整備計画

また、スーダンの 2031 年に向けた供給可能設備容量整備計画では、現在稼働している水力発電、火力発電に加え、小型水力、風力、太陽光、バイオマス/廃棄物発電も整備して電力需要を賄う計画としている。図 2-2 に発電設備毎の整備容量の計画を示す。



単位：MW

出典：水資源・灌漑・電力省 政策・計画・プロジェクト局 電力計画部

図 2-2 発電設備タイプ別の容量整備計画

2-1-5 工業に係る政策・開発計画・関連法制度

工業分野については、国家 25 カ年戦略、経済リフォーム 5 カ年プログラムが挙げられる。以下に概要を記す。

(1) 国家 25 カ年戦略 (2007-2031)

2013 年までに主に以下の目標が設定されている。

- ① 国内総生産および国民所得への工業セクターの貢献度の増加
- ② 環境保全、生産性の向上、品質、付加価値等に優先順位を置きつつ、均衡のとれた持続的な産業発展の実現を目的とした資源利用の最適化を図る
- ③ 工業セクターと他のセクター間の調整の実施

これらの目標を達成するための方法としては主に以下の点が挙げられている。

- ① 策定された投資、財務、マーケティング政策と法律の実施
- ② 全ての工場における国際基準に従った品質基準適用の努力の実施、工業地帯での環境への負荷の考慮、産業に起因する汚染からの環境保護の実施
- ③ 生産地および消費地における製品保管容量の増加、荷揚げ、荷下ろし、製品取扱い方法の向上
- ④ 環境保護および工業における安全手順に係る国際品質仕様や国際基準に従うこと

(2) 工業省 経済リフォーム 5 カ年プログラム (2015-2019)

国家 25 カ年戦略 (2007-2031) で示された内容を実施することを目的として、工業省が 5 年毎に策定するプログラムである。この 5 カ年プログラムに基づいて年間計画が策定される。

5 年プログラムの目的は以下の通り。

- ① 付加価値や市場における競争的優位性を持たせることによる、特に 5 年プログラムの対象となっている基本的な製品の自給自足の達成
- ② 輸出品の製造および輸入品の国産化の増加
- ③ 非石油輸出分野における製造業の貢献の増加
- ④ 稼働及び非稼働工場のリハビリテーションと近代化、及び製造効率の向上
- ⑤ 工業セクターの遊休生産能力の活用
- ⑥ 競争的優位性、生産能力、対象とする市場に基づいた産業投資に係る指導
- ⑦ 製造業における付加価値創造の促進
- ⑧ 工業製品の競争性の強化

また、方針としては主に以下の点が挙げられている。

- ① 輸出を促進する経済政策の策定
- ② 砂糖、石油、織物、その他の逆輸出を目的とした製造の促進
- ③ 品質向上、コスト削減、廃棄物の削減を図るための方針の作成
- ④ 電力生産および代替エネルギーに係る砂糖工場の能力の向上

2-1-6 その他セクターに係る政策・開発計画・関連法制度

(1) 河川における舟運

国家 25 年戦略（2007-2031）の輸送セクターでは河川における輸送についても目標が定められている。以下にその内容を記す。

- ① ナイル川とその支流の舟運を可能とするために、河川の環境を整備する。
- ② 既存港のリハビリテーション、新規港の建設、荷揚げ、荷下ろし用新規機材の導入
- ③ 河川での輸送用船舶のリハビリテーションと近代化、および船舶の運搬能力、品質、種類の増加

2-1-7 水に係る国際的な取組み

(1) ナイル流域イニシアチブ（NBI³）の設立

ナイル川周辺 10 カ国（エリトリアはオブザーバーとして参加）から成る組織であり、1999 年に設立され、ナイル川の水資源の利用と開発協力などの協議を行っている。ナイル流域イニシアチブは、意思決定機関であるナイル川流域諸国の Council of Ministers of Water Affairs, NILE-COM、NILE-COM に技術的助言を行う Technical Advisory Committee, NILE-TAC、および Nile Basin Secretariat, NILE SEC から構成されている。

(2) ナイル川の水利権に係る取組み

水に係る国際的な取組みとしては、ナイル川の水利権にかかる事項が挙げられる。ナイ

³ NBI: Nile Basin Initiative

ル川の水利権については JICA (2012)⁴において取りまとめられているため、その内容および本調査において得られた情報に基づいて以下に記す。

スーダン国の割当量については、1959年のエジプトとの合意により 18.5BCM となっているが、エジプトに位置するアスワンダム湖で蒸発散量分である 10.0BCM の内、2.0BCM をスーダン側に戻し、スーダンは 20.5BCM を取水する権利があるとされている。スーダンでは、その割当量に基づき、国家統合水資源管理戦略を 2007 年に策定している。

ナイル川周辺国は他に 8 カ国あり、計 10 カ国間で公正な取水量に関する新たな協定に調印するために 2010 年 5 月に流域 10 カ国による会議が開催されたが、上流域の 8 カ国と 1959 年の合意により権利を有するエジプトとスーダンの間で協議は難航し、合意には至らなかった。新協定の内容は、流域各国が他国に影響を与えない範囲で自由にナイル川の水を使えることが規定されているが、エジプトとスーダンの間の合意内容の保護は含まれていないため、下流に位置するエジプトとスーダンは、自国の水利用に多大な影響を及ぼすことを懸念し妥協することが出来なかった。

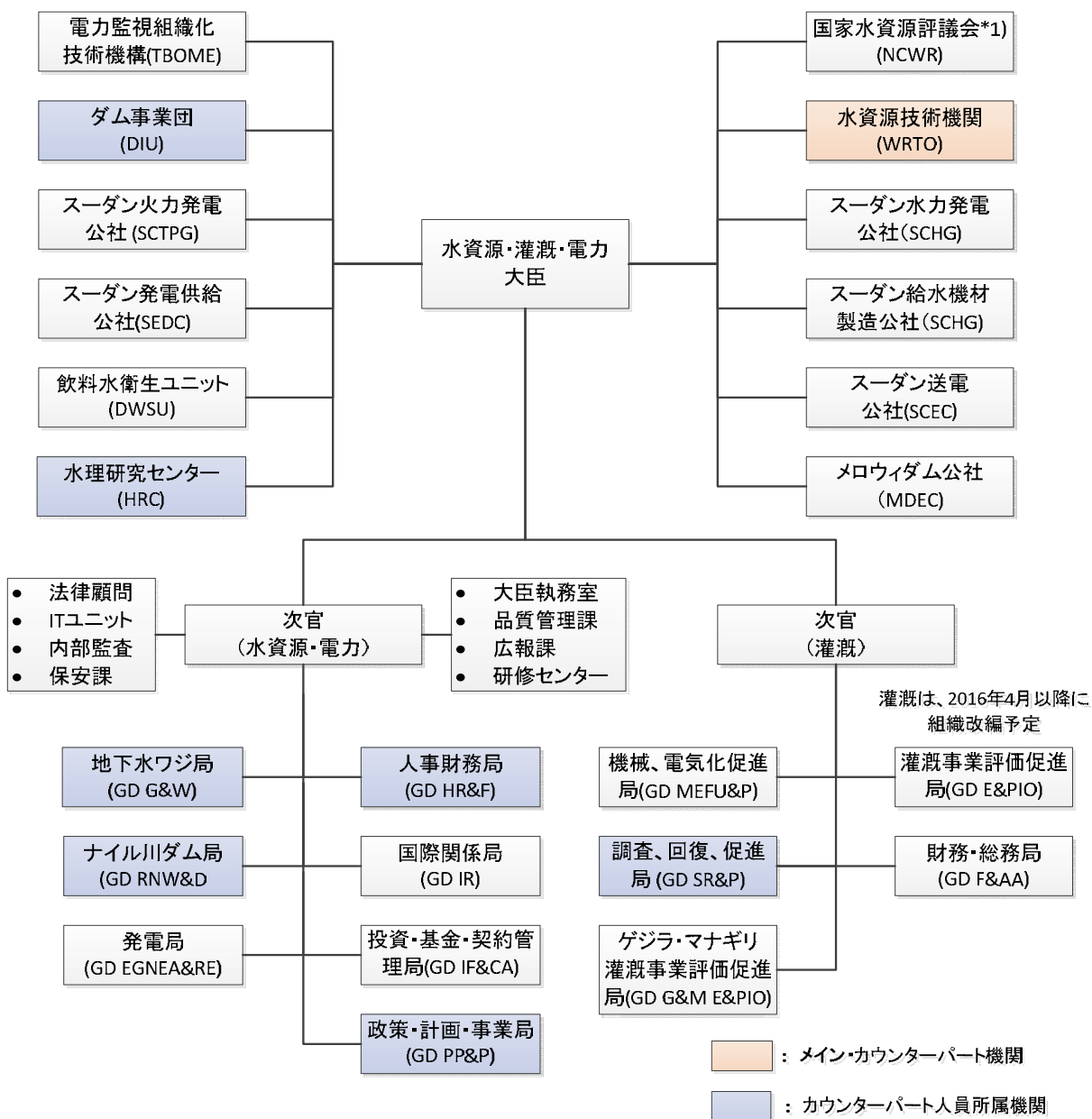
このように、ナイル川の水利用に関しては非常にセンシティブな事項である。そのような中、現在エチオピアでは自国の資金により、青ナイル川の上流側、スーダンとの国境から約 40km 上流に発電用のダムの建設を進めているが、関係国間の調整には時間を要しており、本調査実施中もスーダン国が両国の仲介役として関連会議に出席している。

2-2 水資源開発・管理・水利用に係る組織

2-2-1 水資源・灌漑・電力省

本プロジェクトの要請機関である水資源・灌漑・電力省は、2015年に農業・森林省から分離した灌漑局と合併し、現在は水資源・電力次官の基に7局、灌漑次官の基に6局、大臣直轄の実施機関として12機関から編成されている(図 2-3 参照)。

⁴ スーダン共和国 農業セクター基礎情報収集・確認調査報告書



*1) 2008年より休止状態

図 2-3 水資源・灌漑・電力省の組織図

現在の事務次官二名体制は暫定的な処置であり、2016年4月には灌漑担当事務次官以降の組織は改編される予定である。水資源の管理に関する主要部局は、主にナイル・システムの表流水を担当する「ナイル川ダム局 (&General Directorate for Nail River Water and Dam : GD NRW&D)」、およびノンナイル地域での地下水およびワジを担当する「地下水ワジ局 (&General Directorate for Groundwater & Wadi : GD G&W)」である。また、水資源の開発に関する機関は、ダム事業団 (Dam Implementation Unit : DIU) が表流水、地下水、ワジも含めた総合的な水資源開発を、飲料水・衛生局 (Drinking Water and Sanitation Unit : DWSU) が飲料水のための水資源開発を実施している。

図 2-3 には、本プロジェクトのカウンターパートとなる機関を示す。水資源に関する国際調整も含めた政策的な機関である水資源機構（Water Resources Technical Organ : WRTO）がメインのカウンターパート機関として合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）議長、プロジェクトダイレクター、プロジェクトマネージャーを務め、地下水ワジ局、ナイル川ダム局、政策・計画・事業局（&General Directorate for Policy, Plan and Project : GD PP&P）、人事財務局（&General Directorate for Human Resources and Fund : GD HR&F）、調査、回復、促進局（灌漑次官）（&General Directorate for Survey, Rehabilitation and Promotion : GD SR&P）からそれぞれ専門の技術職員がカウンターパートメンバーとして参加する。

以下に、水資源・灌漑・電力省の主要部局の組織構成、役割と責務について説明する。各組織の部署別職員数、財務状況、予算の推移については、本調査期間中に入手できた情報を記す。なお、水資源・灌漑・電力省の予算編成は、局毎ではなく省全体で行うとのことであり、省全体の予算は（2）人事財務局の節において記す。

(1) 政策・計画・プロジェクト局

政策・計画・プロジェクト局の役割は、水資源、電力、灌漑部門を調整し、政策、計画、プロジェクトをまとめて大臣に提出することである。また各部門からの資金要請を評価し、財務省と交渉を行うことである。

政策・計画・プロジェクト局の組織図を図 2-4 に示す。同図には灌漑課が示されているが、灌漑部門が 2015 年に水資源・電力省に統合して間もないため、今後設立される予定である。職員数はサポートスタッフを含めて、電力計画部で 21 名、水資源計画部で 25 名、局長を加えて計 47 名である。

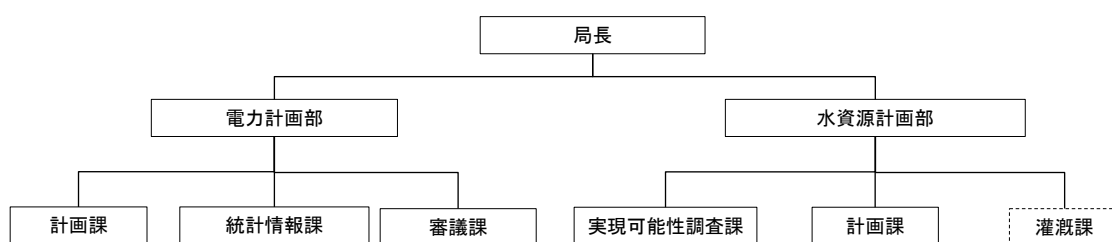


図 2-4 政策・計画・プロジェクト局

(2) 人事財務局

人事財務局は財務部、人事部、総務部の 3 部構成（図 2-5 参照）で、職員は約 100 名の構成である。今般、灌漑省が水資源電力省と統合するにあたり、「灌漑」を局にせず、大臣の下で灌漑担当事務次官を水資源・電力担当事務次官と同列にするための組織編成を現在調整中であるため、組織構造は最終化されていない。人事財務局による組織構造検討のための委員会が現在作業中で、今年の 4 月 14 に決定される見込みである。

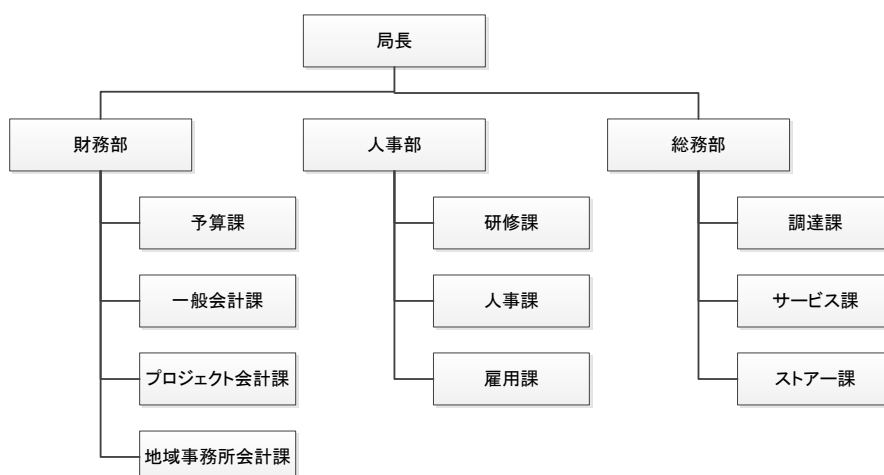


図 2-5 人事財務局組織図

水資源・灌漑・電力省の 2014 年度からの概略年間予算は表 2-5 の通りである。2016 年度の予算が大幅に増えた理由は灌漑局の合併による。水資源関連プロジェクトの年間予算は、約 80 百万 SDG 前後である。なお、プロジェクト経費は、次官の下部の局で実施するプロジェクトの経費であり、大臣直轄の実施機関は省の予算での運営ではない。

表 2-5 水資源・灌漑・電力賞の概略年間予算（単位：百万 SDG）

	2014	2015	2016
一般経費	25.00	30.00	50.00
電力プロジェクト経費	205.90	258.00	130.09
水資源プロジェクト経費	82.77	89.35	74.80
灌漑プロジェクト経費	0.00	0.00	191.92
合計	313.67	377.35	446.81

(3) 国際協力関係局

国際関係協力局は、2015 年の電力省との統合で設立された。このため、現時点では、電力分野の国際協力プロジェクトにおいて技術的側面の調整を担っている。図 2-6 に組織図を示す。国際協力省は二国間、国際機関、銀行の全ての DP の支援協力要請窓口で有り、国際関係協力局は支援が決まった後の技術的な調整を担当している。同局には、二国間協力関係部と支援機構（いわゆるドナー）協力部の 2 部体制で、局員数は全部で 15 名である。

対 JICA 支援への対応は支援機構協力部のその他ドナー課の担当となるが、これまでに電力セクターへの JICA の支援実績はない。

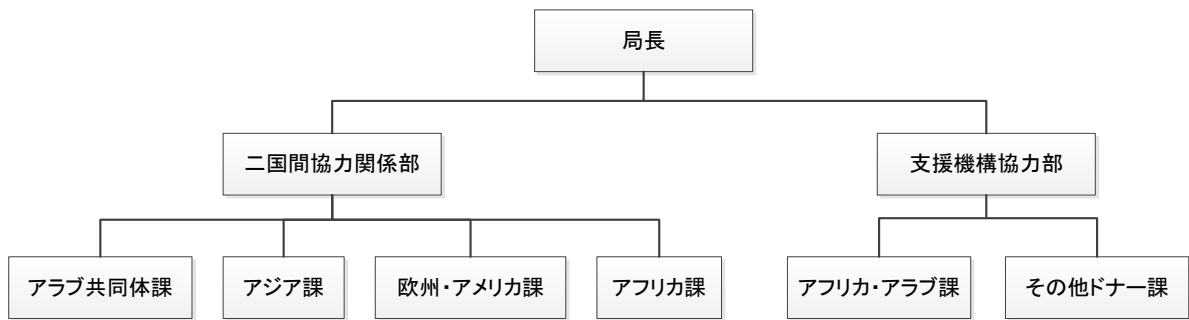


図 2-6 国際協力関係局組織図

(4) 投資・財源・契約管理局

投資・財源・契約管理局の役割は、水、電力、灌漑プロジェクトへの投資者や財源を探すこと、およびプロジェクトの契約管理を行うことである。なお、各州で実施される水セクターへの投資にも関与している。同局の組織図は図 2-7 の通りであり、2016年1月時点で全14名が所属している。

統合水資源管理計画を策定する場合には、計画オプションの内容によってはその実施に対する投資促進を同局でサポートする可能性がある。



図 2-7 投資・財源・契約管理局組織図

(5) 水資源技術機関 (WRTO)

WRTO の役割は、特に越境型水資源に関する課題解決、国内の水資源管理、および国内のプロジェクト間の水資源の配分に関する相談役である。WRTO の役割を以下に要約する。

- 水資源の最適利用の基礎を築くこと
- 水資源開発事業の優先順位付けへの貢献をすること
- スーダンにおける水資源調査の管理と監督
- 計画および意思決定のための調査の実施
- 渇水被害軽減計画の策定の監督
- スーダンにおける水セクターの立法および管理体制の策定および検討
- 二国間および地域的な合意に関するすべての責任

- ナイル水辺諸国に対するスーダン国の交渉代表
- 水資源評価に関する統合と調整に関するすべての責務
- 国家水資源評議会（National Council of Water Resources）の事務局

上記の様に WRTO は、水資源・灌漑・電力局の政策的、政治的な機関であり国際河川であるナイル川および越境型帯水層のヌビア砂岩層の開発や管理に関して国際的な交渉におけるスーダンの代表である。

また、WRTO は本プロジェクトの要請元であり、本体プロジェクトのリード・カウンターパート機関でもある。図 2-8 に WRTO の組織図を示すが、WRTO の人員は組織図に示す 4 名のみである。

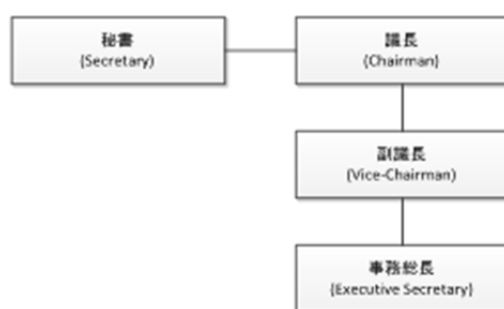


図 2-8 WRTO 組織図

したがって、実際の水資源管理、開発に関わる実施組織のプロジェクトへの参加が必要である。それらは、地下水・ワジ局、ナイル川・ダム局、灌漑局、飲料水・衛生局、政策・計画・プロジェクト局であり、これらの局からも必要な技官がカウンターパートとして専任される。WRTO では議長が JCC の議長を務め、副議長がプロジェクト・ダイレクター、そして事務総長がカウンターパート側のプロジェクト・マネージャーとなる。

(6) 地下水・ワジ局

地下水・ワジ局の役割は、地下水モニタリング、水理地質調査、帯水層評価、地下水・ワジデータベースの管理である。また、Groundwater Regulation が制度化された際には本規則に基づいて地下水ライセンスの発行を行う。なお、ライセンス発行に際しては、登録手数料を徴収する。地下水・ワジ局は、図 2-9 に示すように、6 部体制で、州事務所部には 15 州の州事務所を有している。

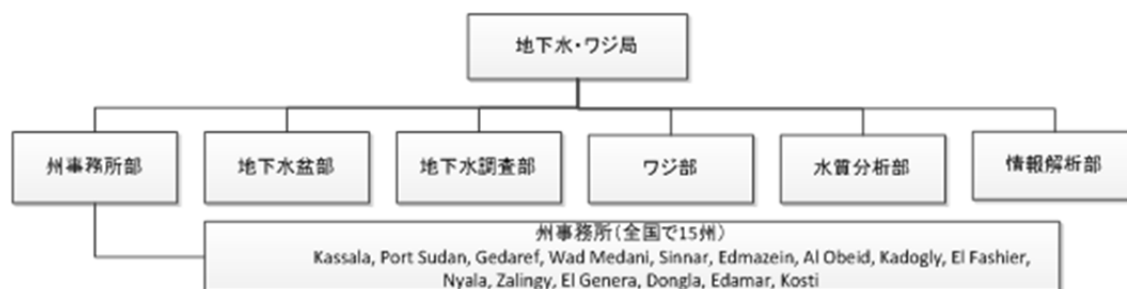


図 2-9 地下水・ワジ局組織図

州事務所は、地下水モニタリング、小規模な調査、井戸掘削地点の選定業務を実施している。また、現地事務所として連邦政府から権限委譲がなされており、州政府との調整は円滑に実施されている。

(7) ナイル川・ダム局

ナイル川・ダム局の役割は、流量・水位のモニタリング、洪水・干ばつの制御、水文データベース開発、水質モニタリング、ダム貯水池運用の政策策定およびダムの改修である。対象はナイル川本川および主要支川（白ナイル、青ナイル、アトバラ川）、そしてそれら河川に建設された計 6 ダム（Jebel Aulia, Sennar, Roseires, Upper Atbara, Khashm el Girba および Merowe、ただし Upper Atbara は建設中であり 2016 年に完成予定）である。

組織図を図 2-10 に示す。ナイル水部の職員数は 165 人〔常勤 100 名、非常勤（観測員）65 名〕、ダム部の職員数は 500 人以上である。

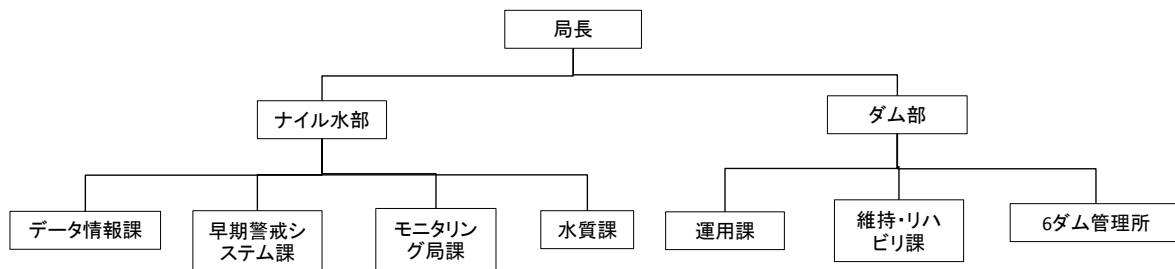


図 2-10 ナイル川・ダム局組織図

(8) 灌漑局（次官）

灌漑局の役割は、灌漑施設の維持管理、水配分の管理、水利用ライセンスの付与および登録手数料の徴収、灌漑用水利用のモニタリング、灌漑施設の設計およびレビュー、水資源利用のための調査、国内の灌漑施設の M&E、州政府管轄及び民間による灌漑施設の許認可及びレビューである。また、州政府が管理している灌漑施設に対しては、コンサルティングおよび技術的支援を行っている。

連邦政府では 4 カ所の国営灌漑スキームの維持管理を行っている。ハフィールや地下水を水源とする小規模灌漑スキームは州政府が管理しているが、今後はこれらのスキームも連邦政府が管理していくことが予定されている。

図 2-11 に灌漑局（次官）の組織図を示す。

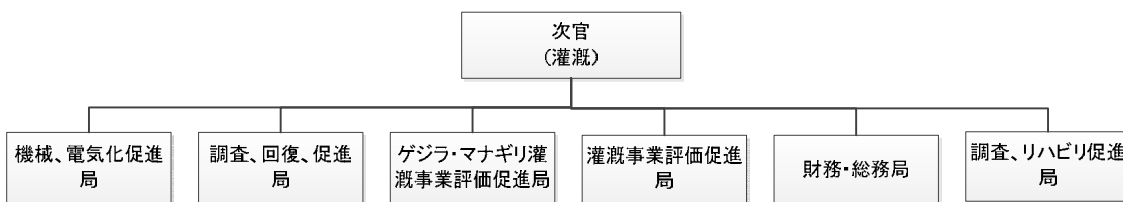


図 2-11 灌漑局（次官）組織図

(9) 飲料水・衛生局

飲料水・衛生局の役割は、国家プロジェクト（全国規模のプロジェクトやドナー資金によるプロジェクト）の積算・契約・施工監理（施工監理は州水公社と共に実施）、州水公社が実施する O&M に対する技術的支援（資機材の提供含む）、給水事業に関する研修実施、給水施設の検査、給水に関する機器・材料・浄水施設等の標準化、SDG 達成に向けた取り組み、自然・人的災害時の給水確保、年間報告書（達成状況の報告）の作成である。

飲料水・衛生局の組織図は図 2-12 に示す。職員数は、運転手等を含めて全 146 名となっている。なお、飲料水・衛生局の組織については 2016 年 2 月時点で再編中である。新体制では、衛生に関する部が設立される予定である。

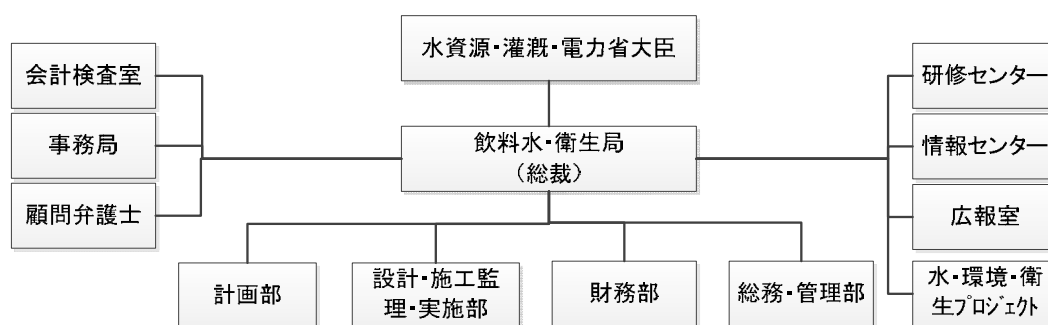


図 2-12 飲料水・衛生局組織図

飲料水・衛生局の予算は、水資源・灌漑・電力省の予算として確保するのではなく、財務省から直接割り当てられる。予算申請においては水資源・灌漑・電力省が関わることは無く、飲料水・衛生局の財務部が連邦政府の財務省と交渉して予算を確保する。

(10) ダム事業団

ダム事業団は水源開発の実施機関であり、ナイル川における大規模ダムの整備、および雨水・地下水等のナイル川以外の水源開発を担当している。また、州政府から事業実施の要請を受け、関連調査、入札、契約、実施を担当し、完成した施設を州政府に引き渡す役割を担っている。

ダム事業団の組織図を図 2-13 に示す。プロジェクト部には約 150 名、ウォーターハーベスティング部には約 50 名の職員が在籍している。

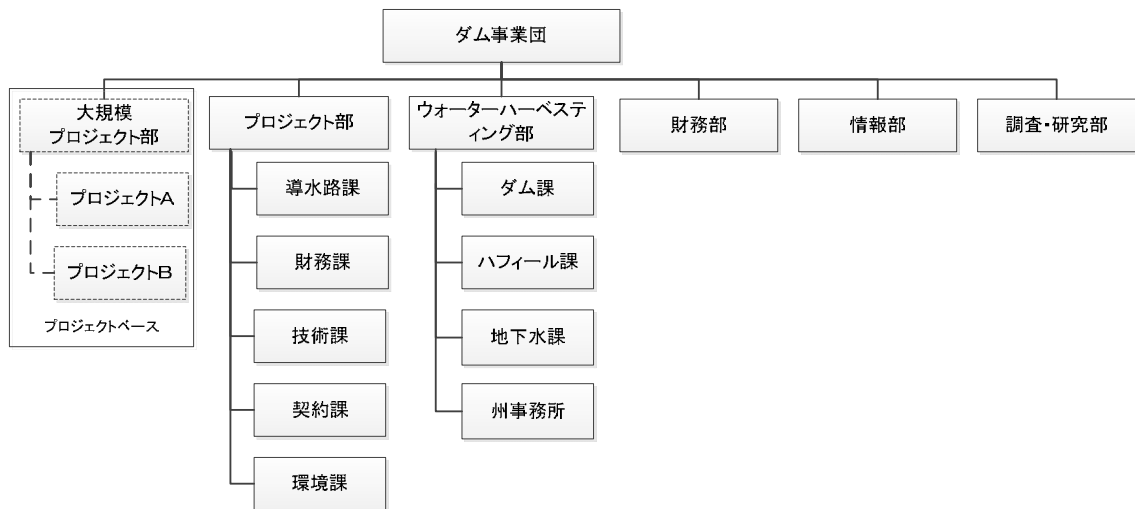


図 2-13 ダム事業団組織図

(11) 水理研究センター (HRC)

水理研究センター (Hydraulic Research Center : HRC) は 1976 年に国連開発計画 (United Nations Development Program : UNDP) の支援によって設立された。その役割は、問題解決を目的とした研究や能力開発を通じて、水資源管理に係る意思決定を支援することにある。同センターは非営利であり、水資源・灌漑・電力省の一機関である。Wad Medani (Gezira 州) に置かれ、図 2-14 に示すように水文および水資源部、水管理部、水質試験部、河川工学およびダム部、財務人事部の 5 つの部 (General Directorate) から成る。全スタッフ数は 130 人であり、そのうち 36 人が研究者である。2014~2015 年のプロジェクト予算は 0.6 億ユーロであり、資金ソースはドナーおよび省である。

代表的な研究分野としては、水路の堆砂、貯水池運用、水資源管理のための衛星利用等があり、水文地質は新しい研究領域となっている。また GIS やリモートセンシング、2 次元水理解析モデリング等のトレーニングも行っている。ただし水理地質の専門家はいない。

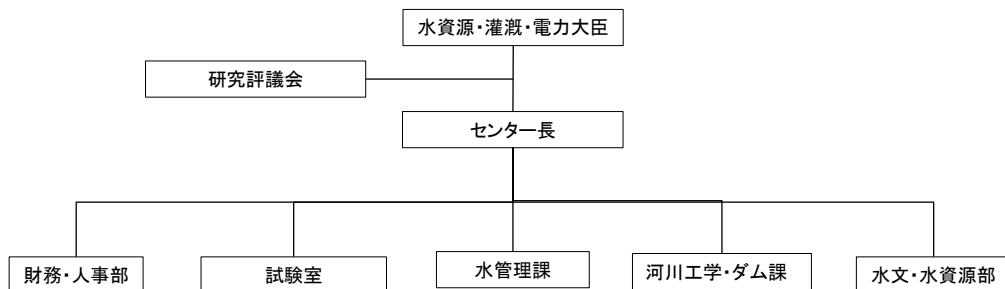


図 2-14 水理研究センター組織図

2-2-2 農業・森林省

農業・森林省の役割は、食料安全保障、政策策定、計画策定・実施、モニタリング&評価、省庁間の調整である。同省では穀物生産量に関する計画を策定し、そのために必要な水資源の

確保は水資源省と協議し、必要に応じて調整する。なお、農業・森林省では農業分野での水に関する取組みをしている部局は無いとのことである。農業・森林省の組織図を図 2-15 に示す。

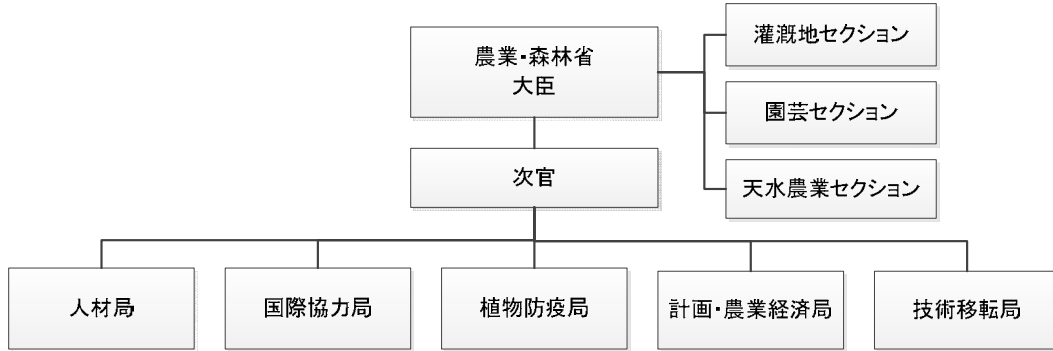


図 2-15 農業・森林省組織図

2-2-3 家畜・漁業省

家畜・漁業省の家畜分野の役割を以下に記す。

- スーダン国内の家畜の血統のポテンシャルを開発し、食糧安全保障及び地方発展の持続性維持を通じた生産性の向上
- 国外の血統の導入を通じた家畜生産性効率の向上
- 家畜生産における技術者及び生産者の能力向上
- 家畜生産品の品質向上等を通じた国際貿易の発展への対応
- 家畜生産費用の低減、および関税免除の特権付与を通じた生産者の動機付け

家畜資源の開発等の計画策定の担当局は計画・家畜経済局であり、同局は3部から構成される。図 2-16 に家畜・漁業省の組織図を示す。

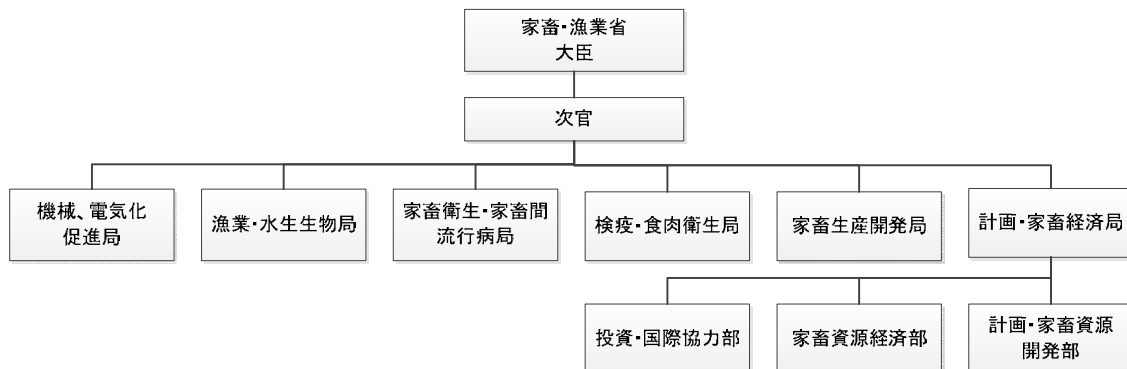


図 2-16 家畜・漁業省組織図

2-2-4 工業省

工業省の役割は、産業のモニタリング、産業発展の阻害要因の緩和、ビジネス環境の整備、

近代化された技術の導入、国内生産品の保護等の取組みを通して国内産業生産品の競争性を強化することである。また、雇用機会の提供、輸出支援、製品の自給自足等を含めた総合的な産業復興を促進するために工業セクターにおける質と量の観点に基づいた産業製品の多様性と発展を促すことである。水資源関連部局は環境・基準局となる。工業省の組織図を図 2-17 に示す。

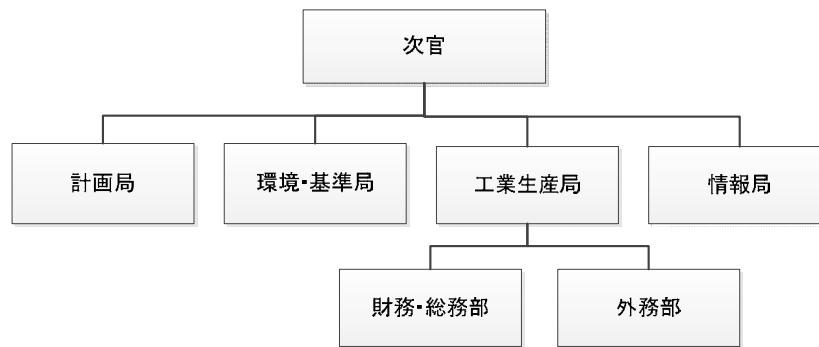


図 2-17 工業省組織図

2-2-5 環境・天然資源・公共事業省

環境・天然資源・公共事業省の環境分野における役割は、“環境関連政策および法律制定”、“環境関連計画の策定”、“環境及び天然資源の保護”、“環境モニタリング”、“国家プロジェクトにより生じる負の影響からの環境保護”、“国際協力の促進”、“環境に関する国際協定の実施・管理”、“生物多様性の保護”、“気候変動への対応”である。

同省は、主として人間の各種経済活動に起因する汚染を対象としている。主要な天然資源である水資源については、水資源・灌漑・電力省と協力してその保護に取り組んでいる。

同省の組織図を図 2-18 に示す。環境影響評価 (Environmental Impact Assessment : EIA) を担当する環境局には 5 つの部があり、職員数は全 28 名である。

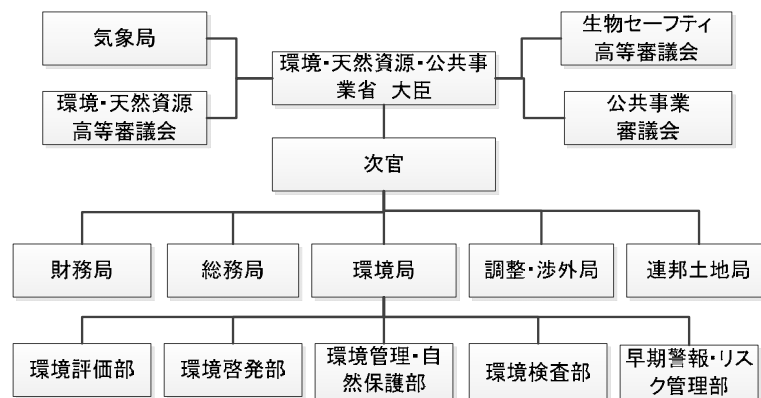


図 2-18 環境・天然資源・公共事業省組織図

2-2-6 スーダン気象庁

気象庁の役割は、気象観測と予測、および農業、水資源、航空セクター、メディア（一般社会）等への気象情報の提供である。スーダンでは気象庁と水資源・灌漑・電力省が世界気象機関（World Meteorological Organization : WMO）に所属しており、気象庁長官が常任代表となっている。

気象庁の組織図は図 2-19 のとおりであり、観測員（300 人以上）を含め全職員数は約 480 人である。

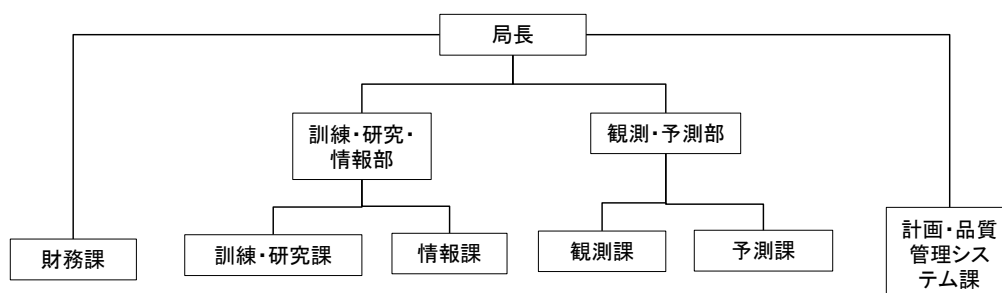


図 2-19 スーダン気象庁組織図

2-2-7 州政府の組織

本詳細計画策定調査において訪問した州政府の組織について以下に述べる。

(1) 北コルドファン州政府

1) 北コルドファン州政府を図 2-20 に示す。州知事の下、全 8 省から構成される。

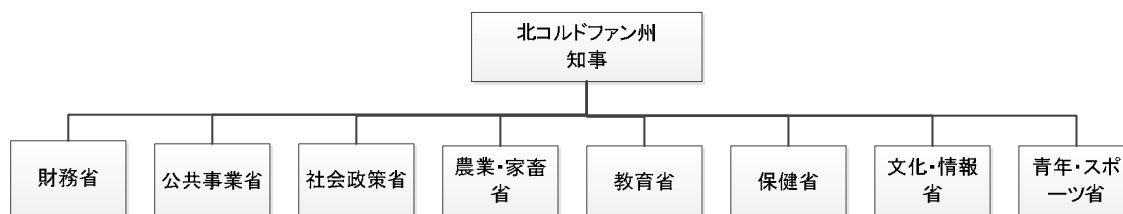


図 2-20 北コルドファン州政府組織図

2) 北コルドファン州農業・家畜・地方開発省

農業・家畜・地方開発省の組織図を図 2-21 に示す。同省は、州内の全 8 郡に農業・家畜にかかる行政事務所を有している。スタッフは総勢 1,044 名を擁し、内約 500 名は畜産関連スタッフ、残りは農業及び天然資源関連スタッフとなっている。

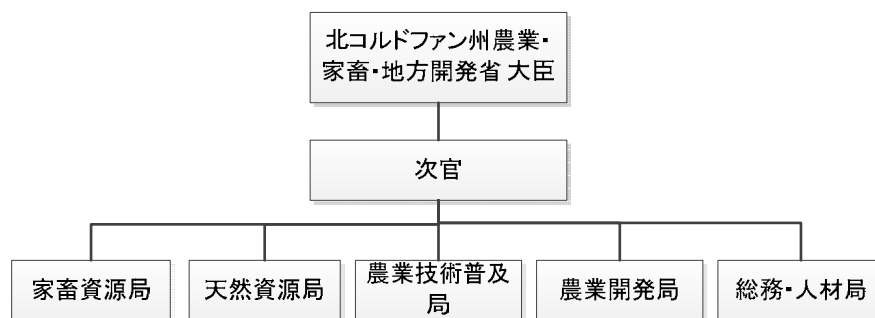


図 2-21 北コルドファン州農業・家畜・地方開発省組織図

3) 北コルドファン州農業・家畜・地方開発省 天然資源局

北コルドファン州における開発事業に関する環境社会配慮は、農業・家畜・地方開発省が管轄である。同省は、図 2-22 に示す組織図のように 5 つの局から構成されるが、環境社会配慮は天然資源局の環境部が管轄している。

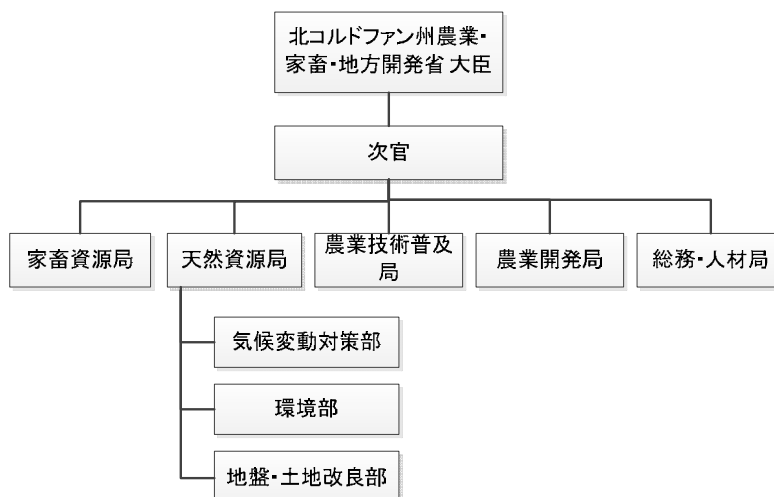


図 2-22 北コルドファン州農業・家畜・地方開発省天然資源局組織図

4) 北コルドファン州水公社

州水公社は公共事業省に属する。1995 年の地方分権化後に、Rural Water Corporation、Urban Water Corporation および WES (Water, Environment and Sanitation) Project が合併して設立され、地方給水部、都市給水部および WES プロジェクト部から成る。図 2-23 に組織図を示す。地方給水部は地方給水を担う。555 名のスタッフがあり、州内の 7 つの郡 (Locality) に支所を有する。

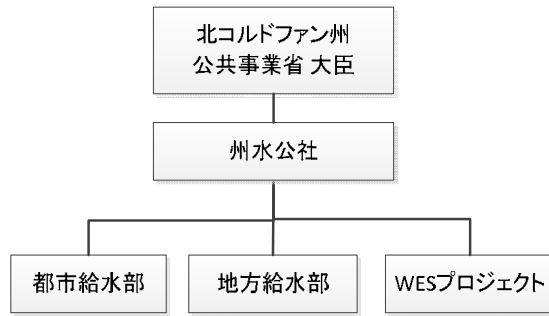


図 2-23 北コルドファン州公共事業省水公社組織図

(2) カッサラ州政府

1) カッサラ州政府の組織図を図 2-24 に示す。

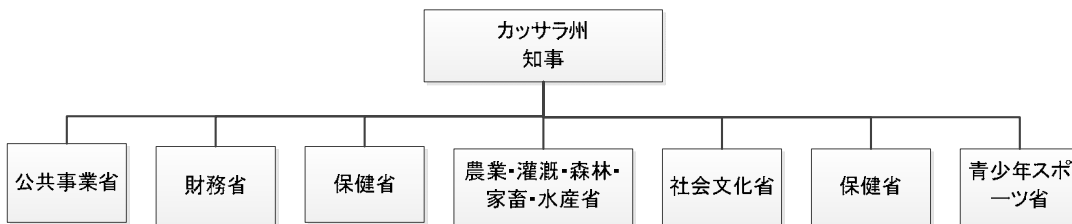


図 2-24 カッサラ州政府組織図

2) カッサラ州水公社

都市域を対象として水供給事業の計画・調査、実施、運転、メンテナンス、DPs (Unicef、DFID 等)・NGO 等との調整等を実施している。また、衛生に係る業務はわずかである。州水公社の職員数は 600 名である。州水公社の組織図を図 2-25 に示す

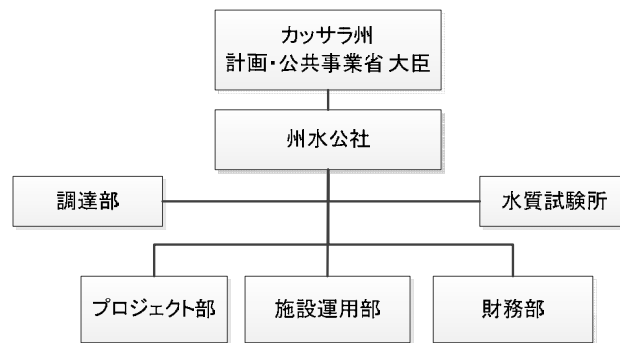


図 2-25 カッサラ州水公社組織図

3) カッサラ州農業・灌漑・森林・家畜・水産省 天然資源局

農業・灌漑・森林・家畜・水産省は 6 つの局から構成されるが、環境社会配慮は「天然資源局」が管轄している。天然資源局の組織図を図 2-26 に示す。

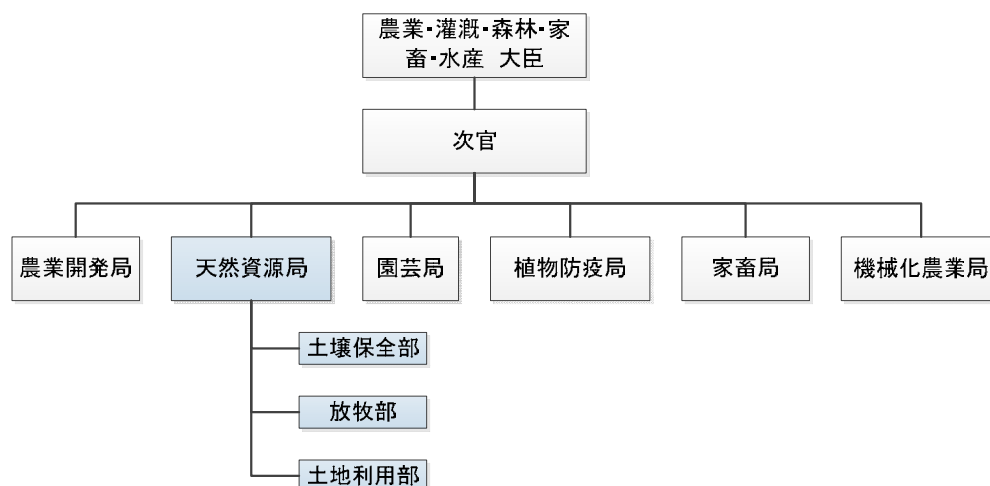


図 2-26 カッサラ州農業・灌漑・森林・水産省天然資源局組織図

(3) 水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 州支局

1) 北コルドファン州支局

全国 15 州に設置されている地下水・ワジ局北コルドファン州支局であり、北コルドファン、西コルドファン、南コルドファンの 3 州を統括している。水理地質技師 5 名、水質技師 1 名を含む 40 名の職員がいる。図 2-27 に組織図を示す。

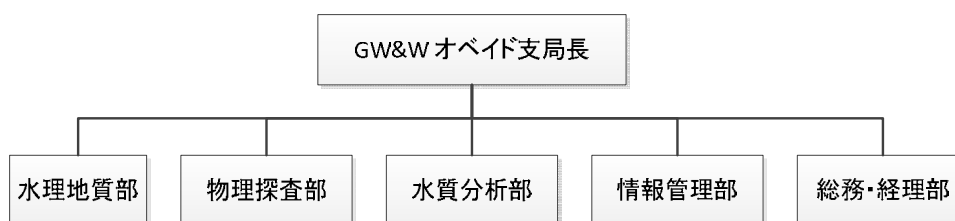


図 2-27 地下水・ワジ局北コルドファン州支局組織図

現業部門としては水理地質部、物理探査部、水質分析部、情報管理部があるが、物理探査機器、掘削機、検層器、揚水試験機材等は有していない。今後は、西コルドファン州にも同事務所の支部を設立する予定となっている。

2) カッサラ州支局

全国 15 州にある水資源省地下水ワジ局支局のカッサラ州支局であり、カッサラ、Red Sea、ゲダレフの 3 州を束ねる東部州オフィスでもある。水理地質技師 5 名、水質技師 1 名を含む 22 名の職員がいる。

本支局では Gash 川（ワジ）地下水盆（沖積盆地）の地下水観測、管理、地下水調査、アドバイス、地下水利用者の調整等が責務で、現在地下水盆にある 15 の観測井（以前は 72 井）の水位と水質の観測を行い、その結果を水資源省および州政府（農業灌漑省）へ毎月報告している。

(4) 水資源・灌漑・電力省 灌漑局（次官）Gash 河川工事ユニット

本河川工事ユニットは、連邦政府である水資源・灌漑・電力省 灌漑局（次官）直属の組織である。本ユニットは、Gash 川下流のデルタ地域にある 140,000feddan (588km²) の Gash Agricultural Scheme (国営) の農地に洪水を広く薄く分散させること (洪水灌漑)、および洪水から地域を防御することが役割である。具体的な活動は、Gash Wadi を対象に①水文観測および②河川工事を行っている。

職員数はエンジニア 10 名を含め、計 70 名である。図 2-28 に組織図を示す。

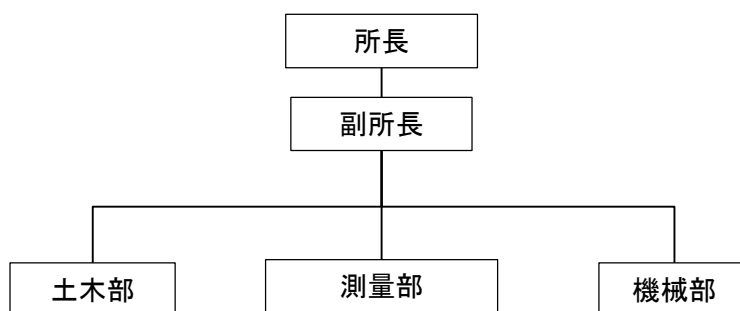


図 2-28 Gash 河川工事組織図

(5) 水資源・灌漑・電力省 ナイル川水・ダム局 Khashm El Girba ダム管理事務所

本管理事務所は水資源・電力・灌漑省のナイル川水・ダム局に所属している。役割は 1) 灌漑水路への配水、2)洪水時のダム運転、3)ダム施設のメンテナンスである (メンテナンスの費用はダム事業団が負担)。

本事務所には 7 人のエンジニアを含む計 115 名の職員が所属している。

2-3 我が国による協力実績

スーダンにおいて我が国は、主に給水・衛生・下水道分野および農業・灌漑分野、環境分野において協力実績がある。以下に各分野の主な協力実績を記す。

2-3-1 給水・衛生・下水道分野の協力実績

我が国によるスーダンにおける給水・衛生・下水道分野の協力実績は表 2-6 に示すとおりである。

表 2-6 我が国による給水・衛生・下水道分野における主な協力実績

番号	案件名	スキーム	期間	対象地域
1	各州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト	技術協力	2016年3月～2020年2月	ハルツーム、カッサラ州、白ナイル州
2	ダルフ年～ル3州における公共サ年～ビスの向上を通じた平和構築プロジェクト	技術協力	2015年3月～2019年3月	北、南、西ダルフール州
3	コスティ市給水施設改善計画	無償資金協力	2015年～2019年	白ナイル州コスティ市
4	カッサラ市給水施設緊急改善計画	無償資金協力	2011年～2013年	カッサラ市

番号	案件名	スキーム	期間	対象地域
5	水供給人材育成プロジェクト・フェーズ2	技術協力プロジェクト	2011年10月～2015年9月	ハルツーム、白ナイル州、セントラル州
6	カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト	技術協力プロジェクト	2011年5月～2014年4月	カッサラ州
7	ダルフル及び暫定統治三地域人材育成プロジェクト	技術協力プロジェクト	2009年6月～2013年6月	北、南、西ダルフル州、南コルドファン州、青ナイル州
8	水供給人材育成計画プロジェクト	技術協力プロジェクト	2008年6月～2011年6月	ハルツーム州
9	地方給水改善用機材整備計画	無償資金協力	1989年～1990年	北部州のナイル県、北部県の全域
10	オムドルマン地区緊急給水改善計画	無償資金協力	1988年～1989年	首都圏オムドルマン地区一帯
11	カッサラ地方給水計画	無償資金協力	1985年～1987年	東部州（カッサラ地方）
12	給水改善計画	無償資金協力	1982年～1983年	北部州、セントラル州、コルドファン州、ダルフル州、東部州

2-3-2 農業・灌漑分野の協力実績

我が国によるスーダンにおける農業・灌漑分野の協力実績は表 2-7 に示すとおりである。

表 2-7 我が国による農業・灌漑分野における主な協力実績

番号	案件名	スキーム	期間	対象地域
1	リバーナイル州灌漑スキーム管理能力強化プロジェクト	技術協力プロジェクト	2015年11月～2019年11月	リバーナイル州
2	食糧生産基盤整備計画	無償資金協力事業	2012年10月～2017年12月	リバーナイル州及びカッサラ州
3	「農業再活性化計画」実施能力強化プロジェクト	技術協力プロジェクト	2010年3月～2016年3月	ハルツーム州、白ナイル州、ゲジラ州、カッサラ州
4	(科学技術) 根寄生雑草克服によるスーダン乾燥地農業開発プロジェクト	技術協力プロジェクト	2010年3月～2015年2月	ゲダレフ州
5	スーダン東部・農業支援協力プログラム準備調査	準備調査	2009年4月～8月	スーダン東部・カッサラ州
6	北部農業道路整備計画	無償資金協力事業	1984年	ゲジラ州
7	ガサバ地区パイロット農場拡充計画	無償資金協力事業	1981年	白ナイル州エド・ドゥイエム
8	ガサバ地区パイロット農場拡充計画	無償資金協力事業	1979年	白ナイル州エド・ドゥイエム
9	ガサバ地区パイロット農場建設計画	無償資金協力事業	1977年	白ナイル州エド・ドゥイエム

2-3-3 環境分野の協力実績

我が国によるスーダンにおける環境分野の協力実績は表 2-8 に示すとおりである。

表 2-8 我が国による環境分野における主な協力実績

番号	案件名	スキーム	期間	対象地域
1	ハルツーム州廃棄物管理強化プロジェクト	技術協力プロジェクト	2014年5月～2017年3月	ハルツーム州
2	ハルツーム州廃棄物管理能力向上計画	無償資金協力	2014年2月～2016年8月	ハルツーム州

2-4 開発パートナーの動向

2-4-1 協力概要

スーダンにおける大規模水資源関連プロジェクトでは、現在建設中の Upper Atbara ダムや 2013 年に完成した Merowe ダムの建設および Roseires ダムの嵩上げプロジェクト、さらにここ 15 年以上に亘っての給水関係の資機材購入資金の提供（総額 50 百万米ドル）等、中国の援助が目立つ。またこの他にもクウェートによる Upper Atbara ダムおよび灌漑水路整備への資金援助、イランによる浄水場建設、研修センターの建設のための資金援助がある。

給水分野では、Unicef、国連環境計画（United Nations Environmental Programme : UNEP）、アフリカ開発銀行（African Development Bank : AfDB）、英国国際開発省（Department for International Development : DFID）、ベルギー政府等の多くの開発パートナーおよび NGO が、水・衛生（Water, Sanitation and Hygiene : WASH）パートナーとして、WASH プログラムの枠組みで活動している。開発パートナー間の調整は Unicef が中心になって行われている。統合水資源管理という観点からは UNEP が永年支援をしてきており、最近では DFID もコミュニティレベルの統合水資源管理に基づき地方給水・衛生プロジェクトを実施している。

以下に、UNEP、UNICEF、AfDB、DFID の水資源開発・管理に係る動向をまとめる。

2-4-2 国連環境計画（UNEP）

UNEP は、統合水資源管理（IWRM）をスーダン、とくに Non-Nile 地域に導入する必要があると考え、特にその普及には実際の取組みを通してコミュニティにとって良い結果が得られることを実際に示すことが重要であるとの認識に立ち、IWRM 関係のプロジェクトを推進してきた。まず SIEP（Sudan Integrated Environment Project, 2005-2012）を、Darfur を対象に実施し、このプログラムの中で IWRM 概念の普及・実施、南アフリカへの 2 回の IWRM 視察ツアー等の活動を行った。また、水資源・灌漑・電力省の地下水・ワジ局内に IWRM Unit の設立し（2011）、また 2014 年には水文的境界を考慮した国家レベルの井戸のデータベース作成を支援した。

現在実施中のプロジェクトは、以下の 3 プロジェクトである。

- 1) Darfur Development Strategy (2016-2017),
- 2) Project for Sustainable Natural and Livelihoods in Wadi El Ku, North Darfur (2014-2017)
- 3) Natural Resources and Peace building Project in West Krudufan and Darfur

1)の水関係プロジェクト（総額 900 万米ドル）では、① Unicef による給水プロジェクトでの地下水涵養量の評価、② UNEP がダルフールにおいて支援した地域の地下水評価、③ 州水公社（State Water Corporation : SWC）と地下水・ワジ局を対象とした IWRM に係る研修実施が行われる。2)では Catchment Management Forum と呼ばれる流域管理組織を設立し、IWRM の普及、生活支援、能力開発を行っている。実際の実施を通して、コミュニティにとって良い結果が得られることを実際に示すことが重要なことではないかと考えている。3)では資源をめぐる争いの解決やコミュニティの資源管理の向上のためのローカルや州レベルの能力強化を目的としている。

また DFID と共同で ADAPT for Environment and Climate Resilience プロジェクトを、環境省をメインカウンターパートとして 2015 年 12 月に開始した。プロジェクト期間 4 年の総予算 10 百万ポンドのプロジェクトである。これは、サハラ砂漠が南下しているなど気候変動の影響が現れている中、COP21 でのスーダンのコミットメント（「約束草案（INDCs）」に基づき、気候変動の影響を受けやすいスーダンの緊急課題に対応しようとするものである。具体的には、1)気候・環境問題のベストプラクティスを個々のプロジェクトに反映させること、2)環境レポートの作成、地下水調査、気候変動モデリングなどを通じて、気候変動に関する知識を広め・深めること、3)政策プロセスや戦略計画作成を改善すること（国際交渉へのサポート、COP21 でのスーダンのコミットメントの促進を含む）が含まれる。

2-4-3 国連児童基金（UNICEF）

Unicef は 12 の州（5 つの Darfur 州、東 Kurdufan、南 Kurdufan、White Nile、Blue Nile、Kassala、Red Sea、Khartoum 州）において、主に 1) 緊急事業、2) 衛生の普及を実施している。その他に 3) WASH（Water, Sanitation and Hygiene）セクターの調整である。

1) 緊急事業（Emergency Work）では、南スーダンからの国際避難民、ウィルス性出血熱（Viral Hemorrhagic Fever : VHF）の感染地域等（5 ダルフール州、東 Kurdufan、南 Kurdufan、Blue Nile 州）を対象に、NGO を使って水供給・衛生・食糧などを含む人道支援を行っている。

2) 衛生の普及では、Community Approaches to Sanitation（CATS）に則り、感染の広がりを防ぐため、コミュニティベースの集団的な衛生教育を行っている。とくに手洗いの励行を浸透させている。

3) WASH Coordination では、スーダンの WASH に係るニーズに対し、信頼できる効果的かつ人道的な手段によって応えるために、WASH セクター関係者の調整の仕組みを立ち上げ、Unicef はその Lead Agency（Secretary）として、政府支援、関係者への連絡・情報共有、最終的な責任者の役割を担っている。

2-4-4 アフリカ開発銀行（AfDB）

AfDB では水セクターにおいて、関係者の調整（Coordination）に力を入れている。現在実施しているプロジェクトとしては、以下の 3 プロジェクトがある。

1) Darfur Water Project for Conflict Resolution and Peace Building、

- 2) Water Sector Reforms and Institutional Capacity Development Program、
- 3) Drought Resilience and Sustainable Livelihoods Program

1) Darfur Water Project for Conflict Resolution and Peace Building は5つの Darfur 州を対象とした、4年間（2013-2016）で予算4.5百万USDのプロジェクトである。紛争の一部は水問題から生じているとの認識から、既設水施設（井戸・ハリファ等）のリハビリ、能力開発（SWCを対象とした技術的なものおよびコミュニティを対象とした水に係る指導）、20～25の地方集落を対象とした都市施設（給水、便所、衛生、学校施設）の投資計画作成を行った。2016年内に完成予定である。

2) Water Sector Reforms and Institutional Capacity Development Program は総予算24百万米ドルで、2015年末に始まり、2020年に完成する。3つのコンポーネントがあり、水セクターの政策・組織改革（WASH戦略の作成、水道料金調査、施設設計基準の更新等）、2) キャパシティデベロップメント（DWSUとSWCの能力開発、地下水・ワジのモニタリング等）およびインフラ整備（給水パイプライン、学校の便所、衛生センター、市場）である。

3) Drought Resilience and Sustainable Livelihoods Program は、5カ年で総予算45百万USDのプロジェクトである。Kassala、White Nile、Al Qadarif州を対象にして、貧困削減、食糧確保、地方での収入増加を通じて持続的な経済成長を加速させることを目的としている。2015年に開始され、コミュニティのニーズに基づき、給水施設の開発、ハフィール、市場施設の整備を行う。

また AfDB は、スーダンの、特に西コルドファン州において、平和構築、生活改善、気候変動に対する強靱性の増進の観点から持続可能な水と衛生分野の構築に貢献することを目的に、Water Sector Reforms and Institutional Capacity Development Program を実施予定である。プログラムの期待される成果は、i) 水セクターの政策・制度改革、ii) 連邦および州のスタッフとコミュニティの能力開発、および iii) 改良された給水および衛生設備であり、4年半で総額17.6百万UA（2016年2月交換レートで約29億円）のプログラムである。

AfDB へのヒアリング結果によれば、これまで AfDB が水セクターの支援を通じて得た教訓は、スーダンは国土が広く、水セクターに関するニーズが多く、優先順位のセッティングが重要であるとのことであった。現場で起きている問題としては水争いがあり、とくに遊牧民とコミュニティ間の水争いが深刻である。また水源が遠いことも問題であるとのことであった。

2-4-5 英国国際開発省 (DFID)

DFID はスーダンの東西地域それぞれでコミュニティレベルの IWRM プロジェクトを実施中または実施予定である。また前述のように、ADAPT プロジェクトを UNEP と共同で実施している。

東スーダン地域（Red Sea, Kassala, Al Qadarif州）のプロジェクト（2015年6月～2019年6月）は総予算12百万ポンドでコミュニティレベルの IWRM に基づき地方給水・衛生プロジェクトを実施している。Red Sea 州の Port Sudan の給水施設の改良も行っている。西スーダン地域（中央、西、南 Darfur 州）においても東スーダン地域と同様なプロジェクトを実施予定（2016年4月～2020年4月）である。総予算は8～15百万ポンドである。

第3章 水資源開発・管理・水利用に係る現状と課題

3-1 地勢

3-1-1 地理・地形

スーダンの国土面積は、約1,886,068 km²でアルジェリア、コンゴ民主共和国に次ぐアフリカの3番目の面積を有している。スーダンの地形は、図3-1に示す通り、広大な平原と砂漠、国土の東西と南部に分布する山地とそこを流れる大小の河川に大きく分類することができる。

以下に、スーダンの主要な地形である、山地、砂漠および平野について述べる。

(1) 山地

スーダン全体の地形は概ね平坦で、海拔2,000mを超える山岳部は紅海州とダルフール地域に集中しており、スーダンで最も高い山は中央ダルフール州に位置するMarra山(3,088m)である。また、東部のエリトリア及びエチオピア国境付近からは急激に標高が高くなる。この他、スーダンには浸食により形成されたメサと呼ばれる卓状地が平地に広く分布する。

東部の紅海州では、ナイル川水系と紅海に流れる潤川(ワジ)群が海岸山脈によって分水されている。この海岸山脈はエジプト国境からエリトリア国境に分布し、Asteriba山(2,217m)、Erba山(2,217m)、Oda山(2,259m)、Hamoyet山(2,780m)といった海拔2,000mを超える山が南北方向に連続している。

(2) 砂漠

砂漠が広く分布するのは北部州、ハルツーム州、紅海州及びカッサラ州である。これらの州は広義ではサハラ砂漠に属するヌビア砂漠一帯に位置している。ヌビア砂漠は砂丘、土漠、岩石砂漠によって構成されており、砂丘はナイル川の左岸に位置する北部州、ハルツーム州、北ダルフール州に主に分布する。他方で、茶褐色を呈する砂岩や花崗岩類を主体とする土漠と岩石砂漠は、ナイル川の右岸から紅海州にかけて広く分布している。



図3-1 スーダンの地形(SRTM-3より作成)

(3) 平野

平野は大きく紅海沿岸の海岸平野と内陸部の広大な構造平野⁵に分類される。スーダンの内陸部では、北部のエジプト国境方面に山がないため、大局的には北方向に開けた馬蹄形の様相を呈した海拔 350m から 500m の構造平野が広がっている。構造平野には、差別浸食による海拔 1,000m 未満のメサと称される卓上地が点在する。

3-1-2 地質

スーダンには図 3-2 に示す通り、先カンブリアン時代、古生代～中生代および新生代の地質が分布する。以下にそれぞれの年代の地質概要を述べる。

(1) 先カンブリア時代

地表に露岩する先カンブリア時代の基盤岩類（変成岩類、花崗岩）は、スーダンの北部州の東部および紅海州からカッサラ州にかけての地域、北コルドファン州から南コルドファン州（ヌバ山地）にかけての地域、そして西ダルフールから南ダルフールにかけての地域に分布している。他の地域は、新生代の堆積岩、火山岩及び中生代の堆積岩が先カンブリアン時代の基盤岩類を覆っている。

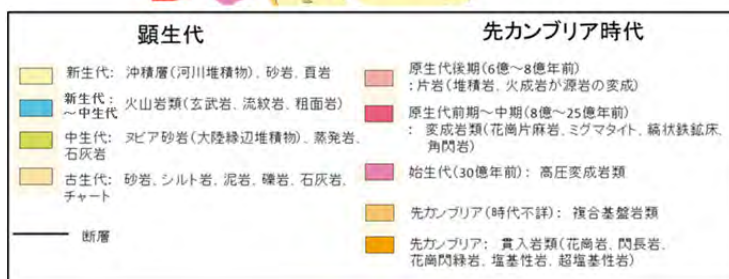
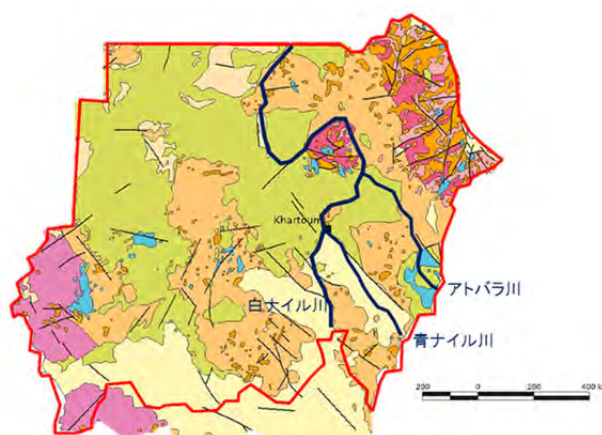
(2) 古生代～中生代

スーダンに分布する古生代～中生代の地質は主に白亜紀前期に堆積した大陸縁辺堆積物が起源とするヌビア砂岩層と火山岩類である。スーダン、リビア、エジプトおよびチャドの 4 カ国にまたがるヌビア砂岩層は、分布面積は約 220 万 km² と広大であり、厚いところでは層厚 5,000m 以上になる。

玄武岩を主体とする火山岩類は、主に北ダルフール州から中央ダルフールにかけての Mara 山周辺に分布している。

(3) 新生代

新生代の地質は、主に火山岩類と第四紀の河川堆積物である。火山類は東部アフリカの南北約 6,000km に延びる大地溝帯の造山運動に伴い形成されたものである。紅海州に点在



出典：Geological Atlas of Africa, 2008

図 3-2 スーダンの地質図

⁵ ここで述べている構造平野は、古い地層や岩盤（古生代以前）が侵食されて形成された地形である。地層や岩盤には硬軟があり、硬い地層や岩盤が様々な侵食によって残されたものがメサとなる。

しており、スーダン東部のカッサラ州南部、ゲダレフ州に認められる玄武岩もこの時代に噴出した溶岩で、基盤岩類、中生代の砂岩を薄く覆っている。

第四紀の河川堆積物は、白ナイル川、青ナイル川に代表される主要河川およびワジ流域に分布する。

3-1-3 植生・土地利用

図 3-3 に示す環境分類図⁶に基づいて植生・土地利用の特徴を以下に述べる。

(1) 海岸平野と海岸山脈(図中①、②)

海岸平野と海岸山脈は全て紅海州に分布している。紅海州の気候は地中海性気候であり、他のスーダン諸州とは異なり、12月から2月が雨季となる。雨季のパターンは地中海性気候であるものの、紅海州は年間降水量が100mmから200mmの完全な砂漠気候となっている。海岸山脈は標高約1,500mから2,700m前後あり、土壌、植生に乏しく、降水時に流下するワジ沿いに、わずかな低木が生えるのみである。



出典：Sudan Post-Conflict Environmental Assessment, UNEP, 2007

図 3-3 スーダンの環境分類図

(2) 砂漠、土漠(図中③)

北部州やナイル州及び北ダルフール州はサハラ砂漠の東限に位置し、年間降水量は100mm以下である。砂丘や土漠が広がり、植生は非常に乏しい。

(3) ナイル川沿岸(図中④)

白ナイル川と青ナイル川が合流するハルツームから下流域のナイル川沿岸には、数多くの中州や河岸に優良な農地が見られる。植生の大きな特徴は、白ナイル川や青ナイル川の沿岸にあまり見られないナツメヤシがナイル川の両岸に増加することである。特に、ナイル州から北部州にかけて多く認められる。

また、ナイル川には多様な湿生植物が分布する。一方、水位変動の大きな青ナイル川には湿生植物の群生は認められない(ただし、水位が安定しているセンナール州や青ナイル州のダム湖や灌漑水路は除く)。また、白ナイル川には浮遊植物であるホテイアオイや抽水性植物であるパピルス等が群生する。

⁶ ケッペンの気候分類図、ワルターの植生図及び、地形等を考慮して作成。

(4) 内陸高原及び山地 (図中⑤)

中央ダルフール地域に広がる標高約 1,500m のマラ高原は、比較的降雨が多くサバンナの植生を示している。このため、周辺に比べ農地の開拓が進んでいる。特に、マラ山系から四方に流出しているワジ沿いには、乾季でも比較的土壌水分が高いことから、多様な植生及び農地利用が認められる。また、雨季になれば河川沿いに密度の高い植生が形成される。

(5) 半乾燥地域 (サヘル地域) (図中⑥)

スーダンの中央部から南部のサバンナ地域にかけて分布し、年間降水量は 100mm から 600mm の地域である。代表する植物は、カストロピス・プロケラ (図 3-4 参照) がある。この植物は北アフリカから中近東一帯の半乾燥地帯に広く分布している。繁殖力が強く深い根茎を有し、樹液は強い毒性をもつ。



図 3-4 カストロピス・プロケラ

ナイル川やカッサラ州のガシ川等、豊富な水資源を確保できる地域では灌漑施設が整備され、野菜や果樹などが栽培されている。特に、白ナイル川の右岸には大規模な砂糖会社 (ケナナ、白ナイル、センナール等) が豊富なナイル川の水を取水して大規模なサトウキビ栽培を展開している。

(6) ヌバ山地 (図中⑦)

ヌバ山地は北コルドファン州、南コルドファン州及び白ナイル州に分布する標高 1,000m 前後の地域を指す (図 3-5 参照)。雨季になると平野部よりも降水量が多く、植生が繁茂する。落花生の栽培が盛んな他、スーダンでは貴重な木材の供給地域となっている。



図 3-5 雨季と乾季のヌバ山地

(7) サバンナ地域 (図中⑧)

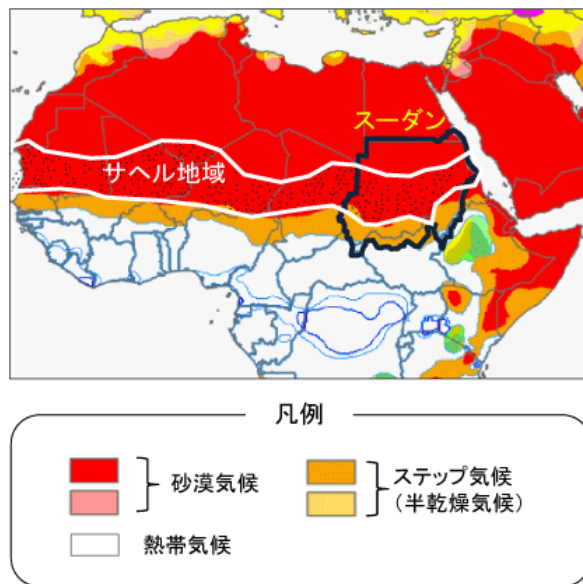
サバンナ地域は南スーダンとの国境付近 (青ナイル州および南ダルフール州) に位置し、灌木と草原が広がる。

3-2 水資源の概要

3-2-1 気象

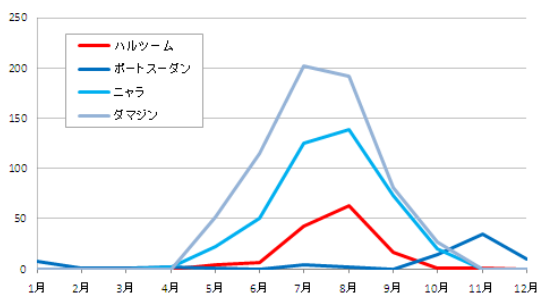
ケッペンの気候分類図(図 3-6)によるとスーダンの気候は砂漠気候とステップ気候が主体となっている。サハラ砂漠の南縁に分布する年間降水量 100mm から 600mm の範囲は一般にサヘル地域と呼ばれ、サハラ砂漠よりわずかながら湿潤な半乾燥草原であり、灌木の茂るサバンナへの移行地帯に相当している。

スーダンの雨量は北部から南に移動するに連れて増大し、雨量等値線と緯度はほぼ一致しているつまり、エジプトとの国境地帯では年間 25 mm 以下の雨量であり、ハルツーム付近で 150 mm、センナール州や白ナイル州で 400 mm、青ナイル州から南コルドファン州及び南ダルフール州付近で 600 mm を超す雨量となっている。平均気温は夏期 30~40℃、冬期は 10~25℃である。蒸発量は北部で高く年間 3,000mm、南部では 1,700mm 程度である。



出典：Hydrology and Earth System Science

図 3-6 ケッペンの気候区分図



出典：Sudan Meteorological Authority (2011) のデータより作成

図 3-7 スーダンの主要都市の月別雨量

図 3-7 にスーダンの主要都市における月別雨量を示す。スーダンの雨季は東部と南部で 5 月頃から始まり、10 月にはほぼ終了する。ただし、紅海沿岸地方は地中海性気候の特徴を示し、雨季は 11 月から 1 月頃まで続く。首都のハルツームの雨季は 7 月から 8 月までに集中している。これに対して、南ダルフール州の州都であるニャラと青ナイル州の州都であるダマジンは 5 月から 10 月までが雨季となる。

3-2-2 ナイル川システム

世界一の河川延長 6,695km を誇るナイル川がスーダンを南北に縦断して流れている。ナイル川流域全体を図 3-8 に示す。ナイル川の最上流はビクトリア湖に流入するルワンダ国のルヴィロンザ川であり、ビクトリア湖から下流はヴィクトリア・ナイルと呼ばれる。

約 500km 下流に行くとキオガ湖を経てアルバート湖に着き、アルバート湖からはアルバート・ナイルとも呼ばれる。スーダンに入り、支流のバハル・エル＝ガザルと合流し、そこから

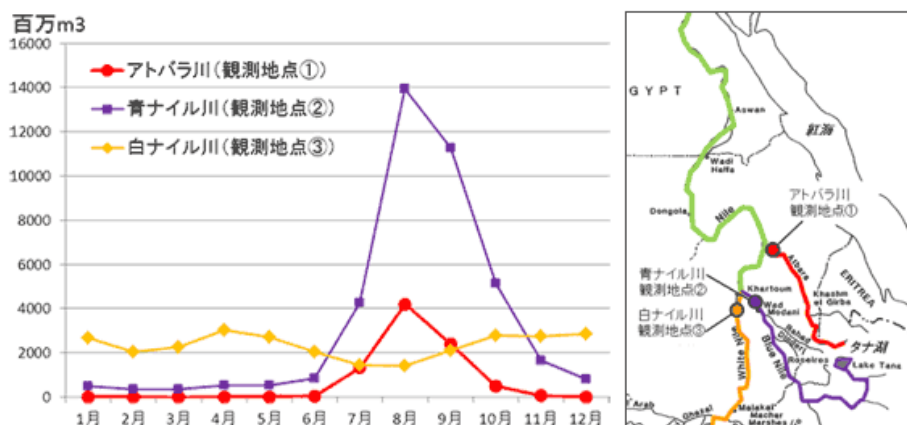
は白ナイル川と呼ばれる。白ナイル川はスーダンのハルツームで、エチオピアのタナ湖から流れてくる青ナイル川と合流し、そこから下流はメインナイル（ナイル本川）と呼ばれる。さらにハルツームから約 300km 下流で、最後の支流であるアトバラ川と合流する。全流域面積は 318 万 km² であり、その 44%、140 万 km² はスーダン国領内にあり、かつスーダン国全面積 186 万 km² の約 75% を占める。

図 3-9 に白ナイル、青ナイルおよびアトバラ川の月別流量を示す。白ナイル川はナイル川最大の支流であるが全体の流量については青ナイル川に及ばず、エジプトに流れ着く水の 56% は青ナイル川に由来するものである。特に雨期においては、エチオピア高原を水源とする青ナイル川の流量の方が遥かに多い。白ナイル川、青ナイル川およびアトバラ川の年間の総流量の割合は平均で、30%、57% および 13% である。しかしながら白ナイル川の流量は年間を通して安定しているため、青ナイル川およびアトバラ川の流量が激減する 1 月から 5 月の乾季における白ナイル川による給水量は全体の 70% 以上を占め、乾期の極めて重要な水源となっている。



出典：「National Water Resources Plan 2017」, Ministry of Water Resources and Irrigation (2005) を編集

図 3-8 ナイル川流域



出典：The Hydrology of the Nile, 1999 より編集

図 3-9 白ナイル・青ナイルおよびアトバラ川の流量

また、特に青ナイル川とアトバラ川は土砂流出が大きい。エチオピアに水源を有する両河川は雨季に大量の土砂を下流に運搬しており、青ナイル川の Sennar ダム、Roseires ダム、アトバ

ラ川の Khashm el Girba ダム貯水池の堆砂による貯水量の低下、および両河川から取水している灌漑水路の堆砂が大きな問題となっている。

ナイル川システムはスーダン国内で 188 万 km² の流域面積を有し、その流域内には無数の支川が存在する。しかし白ナイル川、青ナイル川、アトバラ川およびメインナイル川等の主要河川を除けば全て季節的河川であるワジであり、主要河川への流入量は主要河川流量に較べてごく僅かであるため、スーダンでは水資源管理において、線として扱われるナイルシステムと、面として扱われる地下水盆やワジを水源とするノン・ナイル地域に分け、別々に扱われる。

3-2-3 地下水・ワジ

ナイル川システムの主要河川から離れた地域では、帯水層・地下水盆およびワジが給水・灌漑の水源となっている。スーダンには、以下の 11 つの帯水層と地下水盆が分布している。

- サハラ・ヌビア帯水層
- サハラ・ナイル帯水層
- 中央ダルフル（ウムカダダ）帯水層
- アトバラ帯水層
- エルナフッド帯水層
- サグエルナム帯水層
- ゲダレフ帯水層
- シャガラ帯水層
- 東コルドファン帯水層
- バガラ地下水盆
- 青ナイル地下水盆

各帯水層に係る詳細な説明は 3-3-2 節に記す。

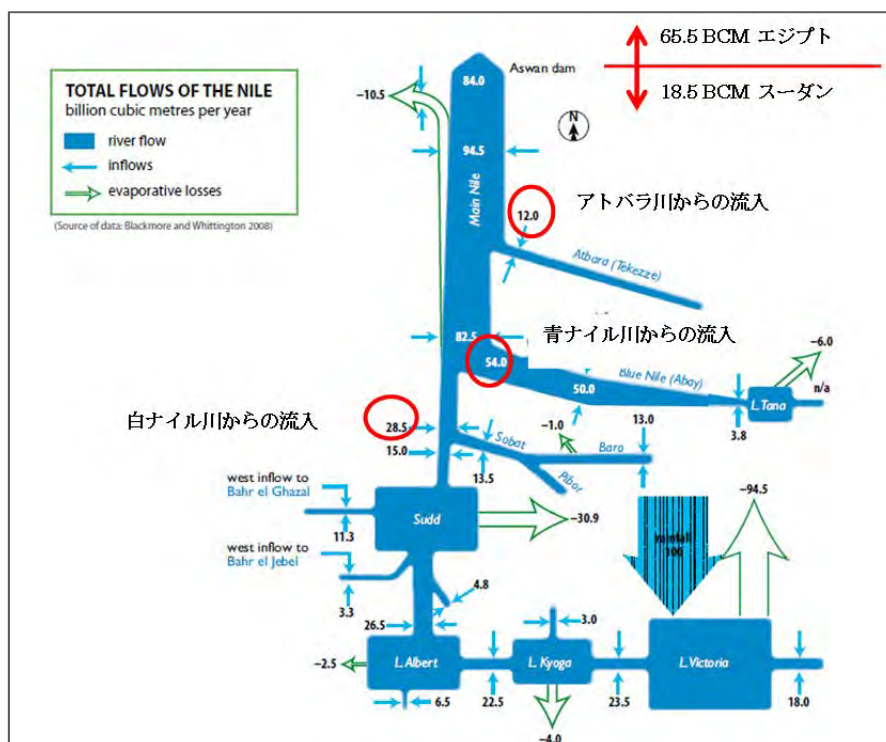
スーダン国領内では無数の河川が存在するが、白ナイル川、青ナイル川、アトバラ川およびメインナイル川等の主要河川を除けば全て季節的河川であるワジであり、雨季（6～9月）のみ水流を湛え、それ以外の季節は枯れ川となる。ワジはノン・ナイル地域における貴重な表流水の供給源となっており、ワジ水は直接農地に水を引き洪水灌漑や、洪水をハフィール（ため池）に貯めて給水や灌漑にも供される。さらにワジは地下水涵養の機能をも果たしている。

3-3 水資源開発

3-3-1 ナイルシステムの水資源開発

(1) ナイルシステムの水資源量とスーダンの取水権

ナイル川の流域国は10カ国⁷におよび、水利用に関する国際協定は1929年から変遷を続け、現在も上流側諸国と下流側国の対話は続いている。ナイル川の水の利用については、基本的に二つの協定に基づいている。それらは、1929年にエジプトと英国（当時東アフリカを植民地としていた）が結んだものと、1959年にエジプトとスーダンが結んだものである。このうち、1959年の協定は、アスワンハイダムの建設を前に結ばれたもので、ナイル川の年間水量を84 BCM（十億立方メートル）と規定。うち、約10.5 BCMを蒸発による損失とし、残りの55.5 BCMをエジプトが、18.5 BCMをスーダンが取水権を持つとし、他の流域国の取り分については、「要求があれば共同で対処する」とある。また、1929年の協定により、エジプトは自国の取水に影響が出る上流国でのナイル川関連事業などに対し実質的な拒否権を保持している。図3-10に、ナイルシステムの河川流量収支模式図を示す。



出典：State of the River Nile Basin 2012, NBI

図3-10 ナイルシステムの河川流量収支模式図

図3-10に示すように、ナイル本川（Main Nile）は遠くビクトリア湖から流入する白ナイルの28.5 BCMと、エチオピアから流入する青ナイル54.0 BCMがハルツームで合流し82.5 BCMの流量となる。その下流、アトバラではやはりエチオピアから流入するアトバラ川の12 BCMが合流してナイル本川の流量としては94.5 BCMになる。

⁷ 2011年の南スーダン共和国の分離独立前の国数、エジプト、スーダン、エリトリア、エチオピア、ウガンダ、ケニア、タンザニア、コンゴ民主共和国、ルワンダ、ブルンジの10カ国

先に述べたように、エジプトは協定により 55.5 BCM を確保する権利を有する。そのためには、アスワンダム貯留湖で蒸発する 10.5 BCM も併せた 65.5 BCM をエジプト側に流し、残りの 18.5 BCM をスーダンが取水権を持つことになる。しかしながら 10.5 BCM はエジプト側で蒸発するため、協定により 2.0 BCM の取水権をスーダンに戻すことに取り決められ、現在ではスーダンは 20.5 BCM の取水権利を有する⁸。

スーダンでは、ナイルシステムに関しては長年（約 100 年）の観測記録を有しており、水資源・灌漑・電力省ではこのナイルシステムの河川流量収支はほぼ実測値と合致しているとしている。

(2) ダムによるナイルシステムの水資源開発

ナイルシステムで、スーダンの持つ取水権利 20.5 BCM の水量を開発するのはダムである。スーダンには大小さまざまなダムが建設されている。しかし、これらのダムの多くはノン・ナイル地域のワジ（間欠河川）に建設された小規模ダムであり、目的も飲料水供給と灌漑が主体となっている。これに対して、ナイルシステムの水資源開発は、青ナイル川、白ナイル川、アトバラ川及びナイル川本流に建設済みあるいは建設中も含めた大規模ダムであり、スーダンにはそれらが 6 基存在する（表 3-1 及び図 3-1-1 参照）。これら 6 基の大規模ダムの型式は、5 基が重力式コンクリートとロックフィルの複合ダムで Roseires ダムのみがパットレス・ロックフィルの複合ダムである。

表 3-1 ナイルシステムの大規模ダムの概要

河川名	ダム名	完成年	目的	堤高 (m)	貯水量 (MCM)		発電 (MW)	堆砂率 (%)
					計画	現在		
青ナイル	Sennar	1925	灌漑・発電・洪水対策	48	930	350	15	62
	Roseires	1966	発電・洪水対策	60	3,024	1,934	280	36
		2012		68 嵩上		5,934		-
白ナイル	Jebel Aulia	1937	灌漑・発電・洪水対策	22	3,500	3,500	30	0
アトバラ	Khashm el Girba	1964	灌漑・発電・洪水対策	47	1,300	487	10	62
	Upper Atbara	2016 建設中	灌漑・発電	50	2,700	-	135	-
ナイル	Merowe	2009	発電	67	12,000	12,000	1,250	0

⁸ MIWR (2007) Country Strategy on Integrated Water Resources Management

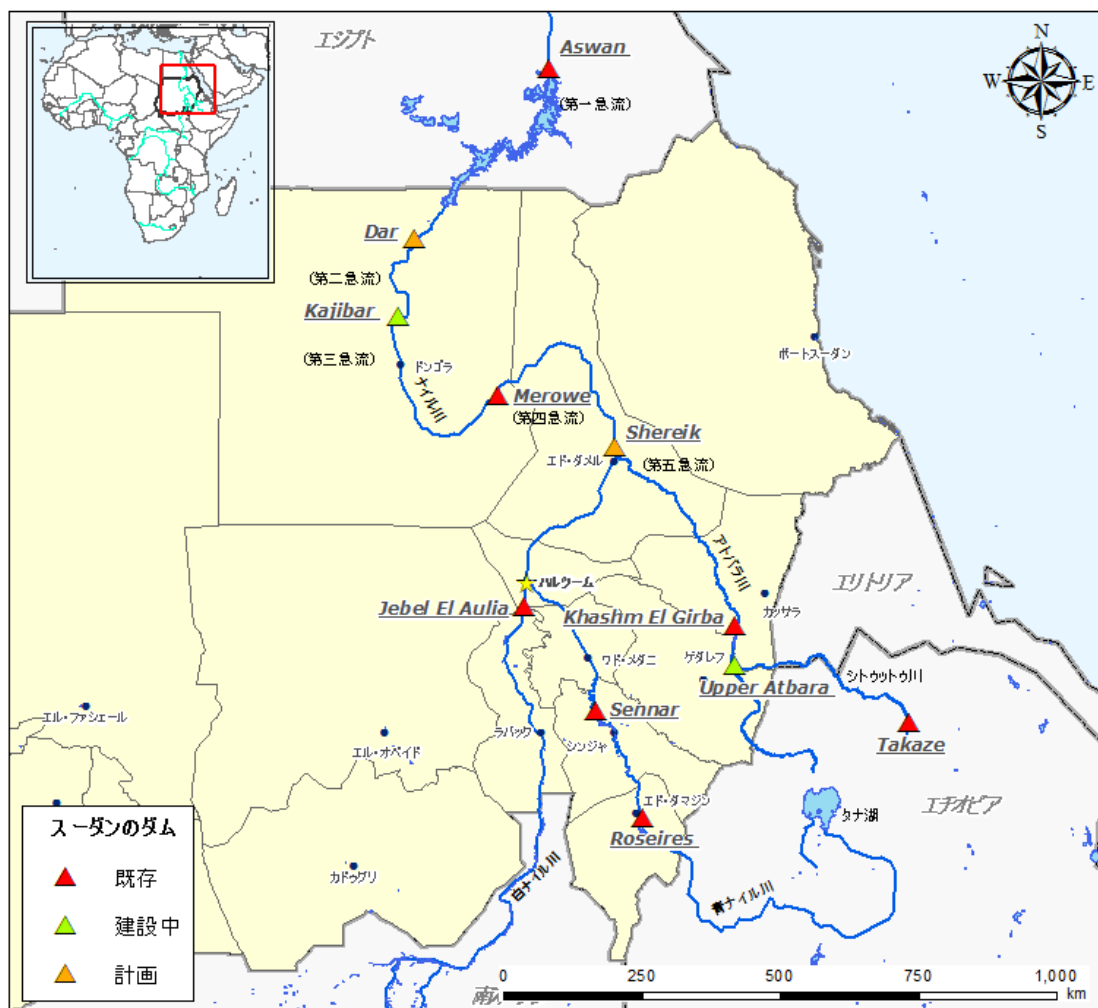


図 3-11 スーダン国ナイルシステムの大規模ダム位置図

表 3-1 には堤高、堤長の他に堆砂率も示している。スーダン領内のダムの堆砂率に注目すると、Sennar ダム (62%)、Khashm el Girba ダム (62%)、そして Roseires ダム (36%) の順になっている。これらの 3 つのダムに共通することは水源がエチオピアにあること、いずれも青ナイル川とアトバラ川流域に建設されたダムであり、しかも比較的古いダムとなっている。青ナイル川とアトバラ川は標高 3,000m クラスのエチオピア高原に水源を有しており、スーダン国境付近の平野部に到着するまでには峻険な渓谷を流下し、この過程で大量の土砂をスーダン国内に運搬している。これに対して、白ナイル川に建設されている Jebel Aulia ダムは 1937 年に建設されているにもかかわらず、堆砂率はゼロ%とされている。これは白ナイル川の河床勾配が非常に緩やかであり、青ナイル川やアトバラ川のように大量の土砂の流失する軟弱地盤が少ないこと、白ナイルは南スーダン側で湿地帯を流下する過程でかなりの土砂を流失していることが理由と考えられる。

Roseires ダムは、2013 年に堤体の嵩上げ工事が完成し、高さが 60m から 68m となり、堤長は 13,000m から 24,410m となった。その結果、有効貯水量は 1,934 MCM (百万立方メートル) から 5,934 MCM に増えた。

現在建設中で2016年中に完成予定である Upper Atbara ダムは、堤高 50m で計画貯水量は 2,700 MCM の灌漑と発電目的のダムである。本ダムが運転開始された際には、スーダンのナイルシステムで 2,700 MCM の新規貯水量が増えるばかりでなく、下流側の Khashm el Girba ダムの堆砂が防げることが期待されている。

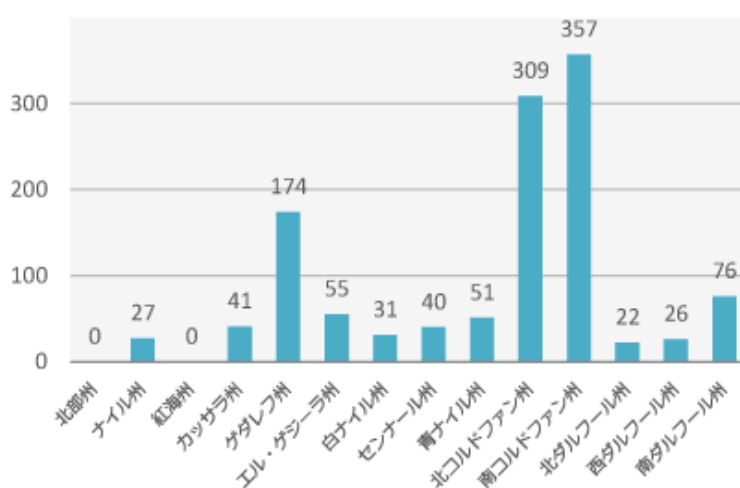
ナイルシステムに配置された 6 基の大規模ダムの有効貯水量の合計は、約 22.27 BCM である。しかしながら連邦政府 水資源・灌漑・電力省 (Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity : MWRIE) 水理研究センターによれば、発電による流れ込みを考慮すると、実際の水資源開発としての貯水容量は 10BCM 程度であり、取水量は 12~14 BCM 程度であるとされている。すなわち、スーダンの持つ取水権利 20.5 BCM と比較すると、ナイルシステムにおいては 6.5~8.5 BCM の水資源開発の余地があることになる。

3-3-2 ノン・ナイル地域の水資源開発

ナイルシステムから離れたノン・ナイル地域の水資源開発は、ハフィール (Hafir) による雨水・表流水の開発と井戸による地下水開発である。

(1) ハフィール

ノン・ナイル地域の重要な貯水、給水施設の一つが、ハフィールである。特に河川等の表流水に恵まれず、しかも基盤岩により地下水開発が困難な地域における飲料水の確保する施設としてハフィールは非常に有効である。ハフィールは、主に平地のワジ、あるいは窪地に建設される大小様々な雨水・表流水貯水用池であり、周辺住民と家畜に飲料水を供給する。この施設は雨季に大量の雨水を貯水する関係上、降水量の少ない北部州、ナイル州、紅海州及びハルツーム州では建設数が少なくなっている。これに対して比較的降水量の多いゲダレフ州、北コルドファン州、南コルドファン州には数多くのハフィールが建設されている。図 3-1-2 にはスーダンに建設されているハフィールの州別施設数を示している⁹。図からも明らかのように最大は南コルドファン州の 357 カ所となっている。



出典：PWC

図 3-1-2 スーダンの州別ハフィール施設数

ハフィールは、ワジの発達したノン・ナイル地域では比較的开发ポテンシャルの高い水資源開発施設とされる。しかしながら、設置場所の検討や設計の問題により施設の持続性に課題のあるハフィールも多い。また、住民、家畜のみならず全ての動物の水飲み場となっていることから、排泄物の混入によ

⁹ 出典：PWC(2010) ; Water Supply and Environmental Sanitation Policy

り安全性に課題のあるハフィールも多い。

(2) 井戸による地下水開発

地下水は、ノン・ナイル地域の重要な水資源であり、多くの地域で井戸により地下水が開発されている。3-1-2節で述べたように、スーダンでは先カンブリア時代から新生代まで幅広い時代の地質により大地が形成されている。地下水は、帯水層（地下水を蓄える地層）を構成する地質に大きく依存する。

ノン・ナイル地域における地下水の開発可能地域は、11つの帯水層と地下水盆からなる。それぞれの帯水層と地下水盆を、表3-2にその概要を図3-13に位置を示した。北ダルフール州一帯に分布する①サハラ・ヌビア帯水層はチャド国境付近から、ダルフール地方の山岳地域を涵養源として、北方向へ流動する。一方、ナイル川及び、その支流周辺に分布するヌビア砂岩の帯水層（②ナイル帯水層、④アトバラ帯水層、⑩青ナイル地下水盆）及び、ウムルワバ層の青ナイル地下水盆は青ナイル上流域、アトバラ川流域を涵養源とし、北部州周辺でサハラ・ヌビア帯水層と合流する。③ウムカダダ帯水層（ヌビア砂岩）はサハラ・ヌビア帯水層と同じダルフール地方の山岳地域を涵養し、南西方向へ流動しながらウムルワバ層の⑩バガラ帯水層、スッド帯水層に合流している。

表 3-2 スーダンにおける主要帯水層と地下水盆

地層名		帯水層名	分布地域（州）	分布面積（km ² ）	開発状況	将来の開発ポテンシャル
①	ヌビア砂岩層 （中生代白亜紀）	サハラ・ヌビア帯水層	北部 北ダルフール	324,000	未開発	非常に高い
②		サハラ・ナイル帯水層	北部 ハルツーム ナイル	274,000	未開発	非常に高い
③		中央ダルフール（ウムカダダ）帯水層	北ダルフール 北コルドファン	53,000	開発中	高い
④		アトバラ帯水層	ナイル	24,000	未開発	非常に高い
⑤		エルナフッド帯水層	北コルドファン	6,800	開発中	非常に高い
⑥		サグエルナム帯水層	北ダルフール 南ダルフール	2,700	開発中	非常に高い
⑦	火山岩類 （中生代白亜紀～ 新生代第三紀）	ゲダレフ帯水層	ゲダレフ	28,000	開発有り	低い
⑧		シャガラ帯水層	北ダルフール	800	大規模 開発有り	低い
⑨	ウムルワバ層 （新生代第三紀～ 第四紀堆積層）	東コルドファン帯水層	北コルドファン	68,000	開発有り	中程度
⑩		バガラ地下水盆	中央ダルフール 南ダルフール 東ダルフール	141,000	開発中	高い
⑪		青ナイル地下水盆	センナール 青ナイル州	76,000	開発有り	非常に高い

出典：Rural Water Corporation



図 3-13 スーダンにおける主要帯水層と地下水盆の位置図

表 3-2 に、1994 年まで機能していた Rural Water Corporation 時代に実施した調査による、開発状況と将来の開発ポテンシャルを示す。開発状況は、未開発 (Undeveloped)、開発中 (Developing)、開発有り (Developed)、大規模開発有り (Well Developed) の 4 ランクに分けられている。全ての帯水層、地下水盆にデータが無く、また算定方法に関しての記載が無いため正確な議論は出来ないが、推定涵養量に対する取水量の割合が、5%未満は未開発 (Undeveloped)、5~10%程度が開発中 (Developing)、10%~30%程度が開発有り (Developed)、それ以上が大規模開発有り (Well Developed) と分類されていると想定できる。

将来の開発ポテンシャルは、既が開発されている帯水層は低く、そうでない帯水層は高い。表 3-2 に因ると、火山岩類 (中生代白亜紀~新生代第三紀) の帯水層であるゲダレフ帯水層とシャガラ帯水層は、既が開発されているので将来の開発ポテンシャルは低い。ウムルワバ層 (新生代第三紀~第四紀堆積層) では、ノン・ナイル地域のほとんどで現在開発中であり、将来的にも開発のポテンシャルは高い。

一方、ヌビア砂岩層 (中生代白亜紀) に関しては、ほとんどの地域で未開発であり、将来の開発ポテンシャルは非常に高いとされている。地下水・ワジ局の報告¹⁰では、スーダン国内で最も地下水の賦存量が多いのはヌビア砂岩層であり、次いでウムルワバ層、沖積層の順である。基盤岩中の亀裂・風化帯中の地下水の実体は判明していない部分が多いものの、その全体量はわずかであるとされる。

3-3-3 国際河川上下流国の水資源開発概要

(1) 国際河川

ナイル川の流域国は 10 カ国におよび、スーダンのナイルシステムでは、アトバラ川、青ナイル川、白ナイル川、メインナイル川が国際河川である。表 3-3 に、アトバラ川上流のエチオピアと下流のスーダンの水資源開発概要を示す。

表 3-3 アトバラ川上下流国の水資源開発概要

流域名	水資源開発	上流 (エチオピア)		下流 (スーダン)	
		ダム名	貯水量 (MCM)	ダム名	貯水量(MCM)
アトバラ川	既存施設	Tekeze	9,000	Khashm el Girba	487
	将来計画	-	-	Upper Atbara	2,700

上流側のエチオピアでは、2010 年に 9,000 MCM の貯水量を持つ Tekeze ダムが完成した。下流側では、1964 年から Khashm el Girba ダムが稼働しており、487 MCM の水量が主に灌漑と発電に利用されている。Khashm el Girba ダムは現在も堆砂が進んでおり (堆砂率 62%)、年間 40 MCM の堆砂があった。しかしながら Tekeze ダムの完成後、堆砂量は 5 MCM 程度に減少しており、スーダン側にもメリットのあるダムとなっている。

表 3-4 にアトバラ川上流のエチオピアと下流のスーダンの水資源開発の概要を示す。

¹⁰ Rural Water Corporation, Groundwater Resources of Sudan

表 3-4 青ナイル川上下流国の水資源開発概要

流域名	水資源開発	上流 (エチオピア)		下流 (スーダン)	
		ダム名	貯水量(MCM)	ダム名	貯水量(MCM)
青ナイル川	既存施設	-	-	Roseires	5,934
		-	-	Sennar	350
	将来計画	G.E Renaissance	74,000	-	-

表 3-4 に示すように、上流のエチオピア側では既存の水資源開発施設は現在の所無いが、2017 年には 74,000 MCM の貯水量を持つ大規模なグランド・ルネッサンス・ダムがエチオピア側で完成する。この問題については、3-6-1 節「水資源開発における課題」にて詳細に記載するが、青ナイル川は、図 3-10 「ナイル川河川流量収支模式図」に示すように、54 BCM というナイル本川に合流する 3 支川（白、青ナイル、アトバラ）のうち最も大きな流量をもつ河川であり、今後のスーダン国のナイルシステムへの影響については慎重に観察する必要がある。同ダムの建設に関しては当初、ナイル川上流国の国が下流側の承諾を得ずに建設に踏み切った前例の無い計画であり、ナイル川に大きな水需要をもつエジプトとスーダン政府は建設に反対を示したことで国際的にも話題になった。その後の研究、協議は続き、2015 年 3 月 6 日には、エジプト、スーダン、エチオピアの 3 カ国は、ルネッサンス・ダムの運用を暫定合意した経緯があるが、今年からこの 3 カ国共同で下流側 2 カ国への環境影響評価¹¹を実施することとなった。

表 3-5 にアトバラ川上流のエチオピアと下流のスーダンの水資源開発の概要を示す。

表 3-5 白ナイル川上下流国の水資源開発概要

流域名	水資源開発	上流 (ウガンダ)		下流 (スーダン)	
		ダム名	貯水量(BCM)	ダム名	貯水量(MCM)
白ナイル川	既存施設	Nalubaale	270	Jebel Aulia	3,500
	将来計画	-	-	-	-

表 3-5 に示すように、上流のウガンダでは貯水量 270 BCM の非常に大規模な Nalubaale ダムが 1954 年から稼働している。同ダムは発電用のダムであり、ウガンダとケニアの重要な電力源となっている。下流側のスーダンでは、3,500 MCM の貯水能力を持つ Jebel Aulia ダムが 1937 年から運用されており、主に灌漑に利用されている。

表 3-6 にナイル本川上流のスーダンと下流のエジプトの水資源開発の概要を示す。

表 3-6 ナイル本川上下流国の水資源開発概要

流域名	水資源開発	上流 (スーダン)		下流 (エジプト)	
		ダム名	貯水量(MCM)	ダム名	貯水量(MCM)
ナイル本川	既存施設	Merowe	12,000	Aswan High	162,000
		Shereik	0 (ROR)	-	-
	将来計画	Kajbar	0 (ROR)	--	-
		Dar	0 (ROR)	-	-

注：ROR: Run Off River (流れ込み式発電所)

表 3-6 に示すように、上流のスーダンでは 2009 年に 12,000MCM の貯水量をもつ

¹¹ Studies on Ethiopian Grand Renaissance Dam Project: (1) Water Resources and Hydropower System Simulation Modelling and (2) Transboundary Environmental and Socioeconomic Impact

Merowe ダムが完成している。エジプト側では、1954 年の建設決定の後、1960 年に工事を開始し 1970 年に完成した、162,000 MCM の貯水量をもつアスワンハイダムが存在する。

また、将来計画として、表 3-1 に示すように（位置は図 3-1-1 参照）上流のスーダンでは、Shereik, Kajbar, Dar の 3 ダムの建設計画を有している。水資源・灌漑・電力省の 5 年計画（2015-2019）では、特に Shereik と Kajbar は 5 年計画の優先順位がそれぞれ 1 位と 2 位のプロジェクトであり既に予算確保がなされている。しかしながらこれらのダムはいずれも、流れ込み式の発電用ダムであるため、下流のエジプト側への水量的な影響はほとんどないとされている。

3-3-1 節で説明したように、エジプトとスーダンは 1959 年にナイル川の取水権は合意されており、その後も調整・協議メカニズムは継続されている。

水資源・灌漑・電力省では、今回のプロジェクトのリード・カウンターパート機関となる水資源技術機構（Water Resources Technical Organ: WRTO）がその役割を担っている。WRTO の役割は、特に越境型水資源に関する課題解決、国内の水資源管理、および国内のプロジェクト間の水資源の配分に関する相談・調整役である。

(2) 越境型帯水層、地下水盆

スーダンにおける越境帯水層および地下水盆の地下水の流動方向を、図 3-1-4¹² に示す。スーダンにおける越境型帯水層、地下水盆は、以下に記載する 3 帯水層、1 地下水盆である。

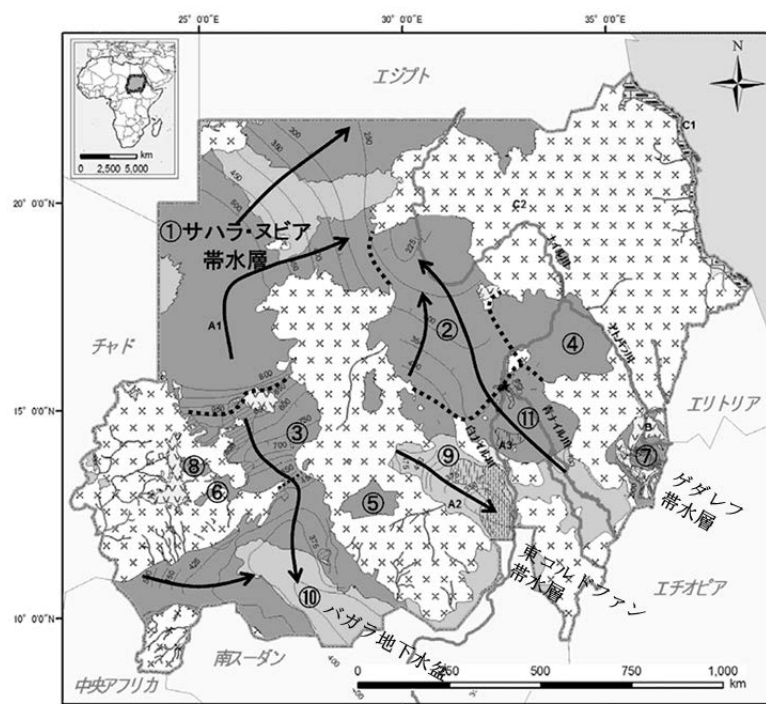


図 3-1-4 スーダンの主要帯水層、地下水盆の分布と地下水流動方向

¹² 出典: Hydrogeological Map of Sudan, Edition 1989 (1:2,000,000), Water Resources Assessment and Development Program in Sudan, National Corporation for Development of Rural Water Resources, Sudan and TNO-DGV Institute of Applied Geoscience, The Netherlands

サハラ・ヌビア砂岩帯水層（図中①）は、チャド、スーダン、エジプトの3カ国に分布しており、地下水はスーダン東側チャドからスーダンを流れ北部のエジプトへ流れる。ゲダレフ帯水層（図中⑦）は、スーダンとエチオピアに分布している。地下水の流動方向は示されていないが、同帯水層は第三紀火山岩中の裂か水であるため、大きな流動はないものと推測される。東コルドファン帯水層（図中⑨）は、スーダンと南スーダンに分布しており、スーダンが上流側になる。バガラ地下水盆（図中⑩）は、やはりスーダンと南スーダンに分布しており、スーダンが上流側になる。

表 3-7 に、これら越境帯水層および地下水盆の概要を示す。表には、1990年代の Rural Water Corporation の古いデータではあるが、おおよその年間取水量を示す。サハラ・ヌビア砂岩帯水層は、その規模からすると非常に微量であるが、1.2 百万 m³/年の取水がある。データによると、バガラ地下水盆からの取水量が一番多く、11.9 百万 m³/年である。

表 3-7 越境帯水層および地下水盆の概要

地層名		帯水層名	分布地域（州）	分布面積 (km ²)	開発量 百万 m ³ /年
①	ヌビア砂岩層 (中生代白亜紀)	サハラ・ヌビア帯水層	北部	324,000	1.2
			北ダルフール		
			南ダルフール		
⑦	火山岩類 (中生代白亜紀～新生代第三紀)	ゲダレフ帯水層	ゲダレフ	28,000	データ 無し
⑨	ウムルワバ層 (新生代第三紀～第四紀堆積層)	東コルドファン帯水層	北コルドファン	68,000	4.5
⑩		バガラ地下水盆	中央ダルフール	141,000	11.9
	南ダルフール				
	東ダルフール				
	青ナイル州				

一方、開発のあまり進んでいないサハラ・ヌビア砂岩帯水層には、全体で78本の観測井が設けられている。このうち8カ所の観測井は、同帯水層が分布する4カ国（チャド、スーダン、リビア、エジプト）と共同で観測している。越境型帯水層に関しては、地下水・ワジ局地下水盆部の部長が WRTO と兼務で、越境型地下水に関する他国との調整を図っている。ゲダレフ帯水層、東コルドファン帯水層、バガラ地下水盆に関しては国際的な調整は特に行われていない。一般に、越境型帯水層に対する国際間の調整・協議は、国際河川に対する活動と比べると活発ではない。

2001年には CEDARE (Centre for Environment & Development for the Arab Region and Europe) と国際農業開発基金 (International Fund for Agricultural Development : IFAD) によるヌビア砂岩の利用に関する戦略¹³が発行された。同書によると、1960～1998年までの各国のヌビア砂岩帯水層の取水量は、エジプト 16.0 BCM、リビア 6.1 BCM に対して、スーダンは僅か 0.4 BCM であった（チャドは未記載）。

¹³ CEDARE & IFAD (2001) Regional Strategy for the Utilization of the Nubian Sandstone Aquifer System

3-4 水資源管理

3-4-1 気象

スーダンでは、気象庁 (Sudan Metrological Authority : SMA) が気象業務を担っている。現在、気象観測所は計 28 観測所であり、目的によって総観天気観測所、農業気象観測所、空港観測所に分類される。その観測項目は表 3-8 に示すとおりである。また上記気象観測所の他に全国に計約 400 の雨量計を有している。気象庁によると、かつて 80 年代には、南スーダン地域のものを含めて、計 46 箇所の気象観測所および計 2,000 箇所の雨量計を有していたが、長い紛争の間に減少してしまったとのことである。現在フィンランド気象庁の協力を得て、再整備、自動化を進めている。表 3-9 に観測所リストを、位置図を図 3-15 に示す。

表 3-8 気象観測所分類別観測項目

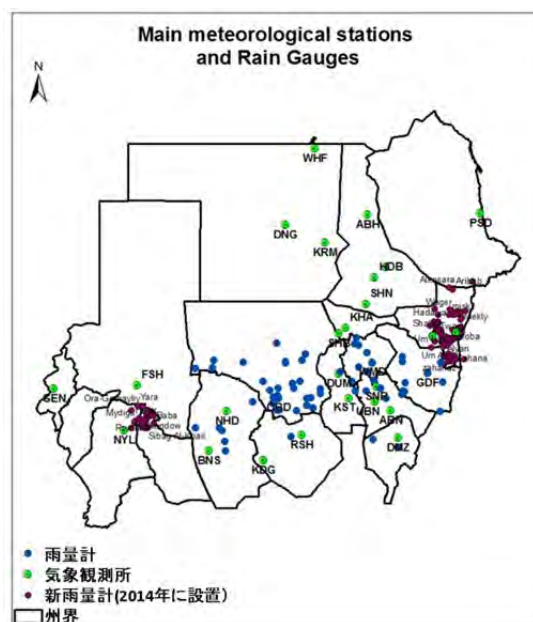
分類	観測所数	観測項目
総観天気観測所	14	気温、雨量、蒸発量、風向・風速、湿度、視程、気圧、雲量、日照
農業気象観測所	9	気温、雨量、蒸発量、風向・風速、湿度、視程、気圧、雲量、日照、放射、土中温度
空港観測所	5	気温、雨量、蒸発量、風向・風速 (高度)、湿度、視程、気圧、雲量、日照、天気

表 3-9 気象観測所一覧表

ID 番号	観測所名	観測開始年	座標 (km)		観測開始年
			北緯	東経	
01DNG650	DONGOLA	総観天気観測所	19-10N	030-29E	1912
01KRM660	KARIMA	総観天気観測所	18-33N	031-51E	1905
01WHF600	WADI HALFA	総観天気観測所	21-49N	031-29E	1891
02ABH640	ABU HAMED	総観天気観測所	19-32N	033-20E	1908
02ATB680	ATBARA	総観天気観測所	17-40N	033-58E	1906
02HDB682	HUDEIBA	農業気象観測所	17-34N	033-56E	1967
02SHN700	SHENDI	総観天気観測所	16-42N	033-26E	1931
03PSD641	PORT SUDAN	空港観測所	19-35N	037-13E	1905
04KHA721	KHARTOUM	空港観測所	15-36N	032-33E	1901
04SHM723	SHAMBAT	農業気象観測所	15-40N	032-32E	1913
05GDF752	EL GEDARIF	総観天気観測所	14-02N	035-24E	1903
05HLG733	HALFA EL GADIDA	総観天気観測所	15-19N	035-36E	1964
05KSL730	KASSALA	空港観測所	15-28N	036-24E	1901
06WMD751	WAD MEDANI	農業気象観測所	14-23N	033-29E	1901
07DUM750	ED DUEIM	総観天気観測所	13-59N	032-20E	1902
07KST772	KOSTI	総観天気観測所	13-10N	028-26E	1911
08UMB774	UM BANEEN	総観天気観測所	13-04N	033-57E	1959
08NHD781	EN NAHUD	総観天気観測所	12-42N	030-13E	1911
08OBD771	EL OBEID	農業気象観測所	13-11N	025-20E	1902
09FSH760	EL FASHER	農業気象観測所	13-37N	022-27E	1917
09GEN770	EL GENENA	農業気象観測所	13-29N	024-53E	1928
10NYL790	NYALA	農業気象観測所	12-03N	027-49E	1920
11BNS809	BABANUSA	総観天気観測所	11-20N	029-43E	1967
11KDG810	KADUGLI	空港観測所	11-00N	031-03E	1910
11RSH803	RASHAD	総観天気観測所	11-52N	034-08E	1916
12ABN795	ABU NAAMA	農業気象観測所	12-44N	034-24E	1905
12DMZ805	ED DAMAZINE	空港観測所	11-49N	033-37E	1962
12SNR762	SENNAR	農業気象観測所	13-33N	030-29E	1911

上記の 28 気象観測所からは 3 時間毎に、ハルツームの気象庁のデータセンターおよび隣接した予測センターに、電話、SMS（自動）、インターネットを通じて送られる。雨量計は全て手動であり、毎日電話でハルツームの気象庁のデータセンターおよび予測センターに伝えられる。また、気象庁以外にも、農業省や水資源・灌漑・電力省（ダム事業団）等も計 300 カ所で雨量観測を行っており、これらのデータもデータセンターに送られる。

1912 年以降の気象観測所の観測データ（日雨量、他の項目は 3 時間毎）は古いデータを含めて、Climsoft というデータベースに蓄積されている。雨量観測所のデータはハードコピーとして保管されている。



出典:スーダン気象庁

図 3-15 気象観測所および雨量計位置図

観測されたデータは分析・整理され、観測データおよび早期警報として 5 日報および 10 日報としてメールやファックスで関係機関に送られる。

3-4-2 ナイル川水系（ナイルシステム）

水資源・灌漑・電力省のナイル川・ダム局がナイルシステム（白ナイル川、青ナイル川、アトバラ川およびメインナイル川）における、水文観測を中心とした水資源管理を行っている。

水文観測は 1912 年から開始され、現在、観測所は計 72 箇所あり、そのうち水位・流量観測所は 24 カ所（大規模灌漑水路を含む）、水位観測所（ダム貯水池を含む）は 48 カ所である。水位・流量観測所の水位計は自記のものと水位標があり（水位標が多い）、自記は 15 分毎、水位標では通常 1 日 3 回、洪水時は 1 時間毎に観測が行われている。自記水位計には電波式と圧力式がある。また週 2 回流量観測が行われ、毎年水位流量曲線の更新が行われている。水位観測所の水位計にも自記のものと水位標があり、ほとんどが水位標である。これらのデータはダム運用、ポンプ運用、洪水管理、舟運等に使われる。

以上の上記観測データのうち、1965 年以降のものについて既に電子化（エクセルで整理）されており、現在 GIS データベース化が進められている。重要な観測所の水位・流量データは日報として、省内の全ての局、市民防衛局（Civil Defense）、農業省、州へ e-mail で送られる。

水質モニタリングは水位・流量観測と較べ、機材や技術面で遅れており、改善が必要である。活動としては、河川水の色変化や魚の大量死が見られた時等異常が発覚したときに河川水をサンプリングして、地下水・ワジ局のラボに水質解析を委託している。またダム貯水池や灌漑水路での堆砂が問題になっており、洪水時に河川水のサンプリングを行い、HRC に解析を委託している。

ナイル川水系の水資源管理のため、意思決定システム（Decision Support System）がナイル流

域イニチアチブ (Nile Basin Initiative : NBI) によって開発されている (プロジェクトは 2012 年に完了)。同システムは、MIKE Basin や MIKE Hydro のソフトウェアを使用したシステムであり、流量等を時系列データとして出力できるもので、ユーザーが自由に流域分割をしてモデルを構築することも可能である。現在、水資源・灌漑・電力省で計 4 つのライセンスを有している。水資源技術機関 (WRTO) の議長が同システムの責任者で、ナイル川・ダム局のナイル川部長が Coordinator を務めている。このナイル川部長が講師となってトレーニングを行っており、水資源技術機関、ナイル川・ダム局、地下水・ワジ局、および水理研究センターでは少なくとも 2 名は同システムを使うことができるとのことである。

1988 年に青ナイル川およびナイル川で洪水が発生したが、近年はフラッシュ洪水が問題となっている。1988 年からオランダの支援を受けて青ナイル川流域を対象に、早期警戒システムが整備されてきた。これは水位/流量観測局からの電話によるデータ伝達を受け、米国の水理ソフトである HECRAS を利用して 3~4 日の洪水予測を行うものであり、省内に次官を議長とした技術コミッティーが設立されており、洪水予報を市民防衛局等に出している。

3-4-3 地下水・ワジ (ノン・ナイル)

ノン・ナイル地域の地下水・ワジの管理は水資源・灌漑・電力省の地下水・ワジ局が担当している。直轄機関として 15 州に現地事務所を有しており、地下水モニタリング、小規模な調査、井戸掘削地点の選定業務を実施している。1995 年の地方分権化前には Rural Water Corporation という組織があり、調査、モニタリング、給水事業を実施していたが、地方分権化の影響を受け、Rural Water Corporation は解体され、調査、モニタリングについては地下水・ワジ局の役割となったが、活動は大いに低下した。

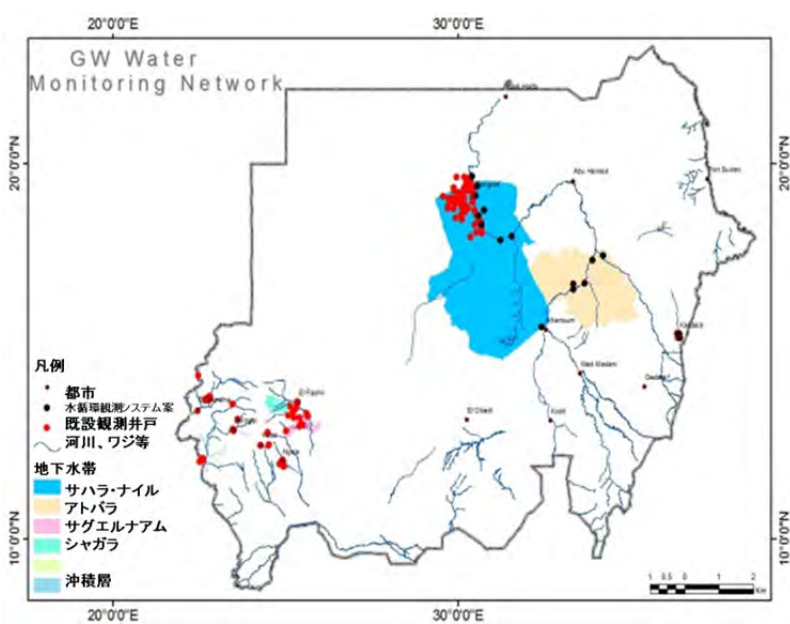
一方で、近年ノン・ナイル地域で、統合水資源管理を導入する動きが水資源・灌漑・電力省の中で出てきた。ダム事業団は紅海州の Baraka 川流域、および北コルドファン、南コルドファン、白ナイルの 3 州に跨る Abu Habil 川流域の統合水資源管理計画を作成している。しかし、計画の実施には至っていない。

(1) 地下水

地下水管理としては、地下水・ワジ局は全国で 136 カ所の観測井を有している。越境帯水層であるヌビア砂岩帯水層には 78 カ所の観測井を設置しモニタリングを行っている。内 8 カ所の観測井のモニタリングは、同帯水層が分布する関係国 (チャド、エジプト、リビア) と地域協力として実施されている。

国内のみに分布する Shagara 帯水層 (4 カ所) 及び第四紀帯水層 (Wadi Kaja : 3 カ所、Kassala : 12 カ所、Bara : 39 カ所) についても観測井が設置されている。観測井戸の位置図を図 3-16 に示すが、地域的な偏りが顕著である。

しかしながら、これらの越境帯水層および国内のみに分布する帯水層の観測井関連情報については、管轄する地下水・ワジ局に再三再四情報提供を要請したものの、入手できたのは同局が管理する計 136 カ所の観測井の位置情報（図 3-16）のみであった。また、後述のように、地下水・ワジ局カッサラ州支局が 15¹⁴の観測井で地下水水位および水質の観測を行っており、本調査ではグラフを確認することは出来たが、データを手に入れることはできなかった。



出典：地下水・ワジ局

図 3-16 地下水観測井戸の位置図

地下水・ワジ局の情報解析部には 2014 年に UNEP の支援により構築された GWW (Groundwater Wadis) データベースがある。ここに約 12,000 本の井戸データが蓄積されており、位置情報（座標）、地質情報（柱状図ではなく、深度別地質状況が記載されている）、井戸構造の情報（図ではなく、井戸構造が深度別に記載されている）、水質分析結果、静水位、動水位、揚水量等の情報が含まれている。管理しているデータは井戸情報のみであり、観測井やワジのデータは含まれていない。データベースソフトとしては MS-Access が使用されており、GIS とリンクする形となっている。地下水揚水のライセンスに係る細則が不備のため、井戸情報のデータ入手については、井戸掘削を行った業者や施主に連絡して、情報提供を受けるといった非効率な方法を取らざるを得ない状況にあり、現地調査を行ったカッサラ市周辺で約 3,000 本もの灌漑用井戸さらにコルドファン地域で約 5,000 本の井戸があることから察するに、把握できていない井戸数も相当な数に上るものと思われる。

¹⁴ カッサラ州の観測井の数は地下水・ワジ局の説明では 12 本とのことであったが、カッサラ州支局では 15 本とのことで差異が生じているが、データ入手が出来ず、数量を確認できなかったため、聞取りの内容を記した。

(2) ワジ

ワジは、ノン・ナイル地域における貴重な表流水であり、洪水灌漑、給水の水源となっている。また、ワジは地下水の涵養源でもあり、人工涵養も行われている。

これらワジの管理については、1995年の地方分権化前には Rural Water Corporation (地方分権化後に解体) によって水位・流量観測が実施されていたが、地方分権化後、一部については DIU に引き継がれてはいるものの、全般的に大きく観測活動は低下している。Rural Water Corporation のモニタリング業務を引き継いだことになっている地下水・ワジ局は現在、ワジ水のモニタリング活動を一切行っていない。

現在、1975年頃から1994年までの計62カ所の15～20年間の水位・流量観測のデータが地下水・ワジ局に紙ベースで保管されている。その観測所の位置図を図3-17に示す。ワジの密度が高いダルフール、コルドファン地方や紅海州に集中している。

(3) カッサラ (Kassala)、エル・オベイド (El Obeid) での現地調査結果

今回、地方での水資源管理の現状を把握するため、カッサラおよびエル・オベイド (図3-18) において現地調査、関係機関ヒアリング、ステイクホルダー会議などを実施した。その結果を表3-10に示す。

カッサラ

カッサラ市はエリトリアを源流とする Gash 川の両岸に発展した人口42万人のカッサラ州の州都で、東部地域有数の都市である。Gash 川沿いには井戸水を利用した園芸農業地域が連なり、また下流には洪



出典：地下水・ワジ局からの座標データを基に調査団が作成

図 3-17 ワジでの水位・流量観測所



図 3-18 Kassala、El Obeid 位置図

水灌漑地域が広がっている。Gash 川は雨期にのみ流水が見られるワジ（枯れ川）であり、園芸農業および都市の水道用水の水源である地下水を涵養している。

地下水・ワジの管理としては、水資源・灌漑・電力省の地下水・ワジ局のカッサラ支局が、地下水盆にある 15 の観測井で地下水位および水質の観測を行い、その結果を水資源省および州政府へ毎月報告している他、地下水利用者の調整を行っている。1995 年の地方分権化前は 72 井あったそうであり、当時に比べ、活動は大いに低下している。また水資源・灌漑・電力省の灌漑局（次官）に属する Gash 河川工事ユニットが、Gash 川の 5 箇所において水位・流量観測を行っており、下流側の国営 Gash 農業スキームの洪水灌漑の施設管理、地区の洪水対策に資している。

ステイクホルダー会議や関係機関へのヒアリングでは、現在起きている水資源に係る問題として、カッサラでは地下水位の低下、尿尿による地下水質の悪化や下流側農地での塩分濃度の増加、Gash 川や灌漑水路での堆砂、および洪水被害（2003 年に大洪水が発生し 20 万人が被災）等が上げられた。カッサラの地下水位の低下については関係者の間で全国的に知られているが、それが過剰揚水によるものか井戸の設置密度が高いことによる干渉の影響によるものかは明らかになっていない。

さらに統合水資源管理という観点における課題として、まずは地方分権化以来低下している地下水モニタリング活動の再建、水使用状況のモニタリング・データベース整備、地下水低下のメカニズムの解明および関係者の理解促進のための地下水シミュレーションの実施、水利用者への啓発活動、限られた水資源の中での農業生産の維持・発展のための進んだ農業技術の導入および栽培計画（栽培種、時期）の変更、洪水時の Gash 川流量観測方法の改善、水資源管理や洪水の早期警戒のための上流国エリトリアとの協力関係の構築などが上げられた。

カッサラではかつて 1992 年に水資源州条例を制定し、水資源管理に注力していたが、地方分権化の影響で失効となり、水資源管理も衰退していた。しかし地下水位低下問題が大きくなる中、地下水・ワジ局が中心となって新しく地下水管理の州条例を作る動きが出てきている。

エル・オベイド

エル・オベイド市は北コルドファン州の人口 41 万の州都であり、古くからサヘルを結ぶ交易路を行き交うキャラバンが通過する町であった。北コルドファン州の主要産業は牧畜であり、羊、山羊、ラクダ等計 2,000 万頭の家畜を育てている。同州はもともと雨が少ない上に、土地の 60%は基盤岩に覆われており、地下水開発が難しい地域であることから、農業の多くは天水農業であり、地下水利用はほぼ人間および家畜の飲用に限られている。エル・オベイド市の水道用水の水源は北へ 50km の井戸群と南へ 30km の Abu Habil 川（ワジ）流域内に建設されたハフィール（ため池）である。

同地域の地下水・ワジの管理は地下水・ワジ局のエル・オベイド支局が担当していることになっているが、有意な活動は見られない。同支局によれば、1995 年の地方分権化前は

Rural Water Corporation が調査、モニタリング、給水事業を一括して行っており、モニタリング体制もデータ管理も整っていたが、地方分権化に伴って解体された後は、モニタリング活動は休止し、蓄積したデータも失われたとのことである。

エル・オベイドで現在起きている問題として、水資源の取水位置が遠く、しかも量が不足していること、また、限られた水をめぐる農民と遊牧民の争い、有望な地下水帯（ヌビア砂岩層）の調査が進んでいない等が上げられた。

さらに統合水資源管理という観点における課題として、地下水・ワジ水のモニタリングの再建、Abu Habil 川流域の上下流の 3 州間の調整メカニズム導入、ハフィール（ため池）の不適切な設計や維持管理、洪水灌漑システムが貧弱、機材の不足、観測能力の不足などが指摘された。エル・オベイド市の水源となっている Abu Habil 川流域については、2010 年に DIU がスウェーデンのコンサルタントに委託して統合水資源管理計画の作成を実施している。しかし、その計画に基づいた具体的な活動の実施には至っていない。

表 3-10 カッサラおよびエル・オベイドでの水資源管理の状況

項目	カッサラ（カッサラ州）	エル・オベイド（北コルドファン州）
人口	Kassala 市（42 万人）	エル・オベイド市（41 万人）
流域	Gash 川流域（約 42,000km ² ）←流域の上流半分の水源地域はエリトリア	南側に Abu Habil 川流域（37,000km ² ）
地域の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● Gash 川の両岸に発達した都市。 ● Gash 川沿いに沖積層が発達。 ● Kassala より南へ約 20km でエリトリア国境 ● 2005 年に和平合意 ● 日本の無償事業による水道整備 ● 園芸農業（果物、トマト、玉ねぎ等）は重要な産業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 北コルドファン州の 60% は基盤岩に覆われており、地下水開発が難しい。 ● エルオベイド市は Abu Habil 川流域の直北側の丘陵地域にある。 ● 牧畜が主要産業（羊、山羊、ラクダ等、計 2,000 万頭）
年間雨量	250mm 程度	300mm 程度
主な水利用	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市用水（地下水） ● 河川沿いの農地（地下水：約 3,000 本の井戸） ● 下流側（北側）で洪水灌漑 	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市用水の水源は地下水（北へ 50km）と Abu Habil 川（南へ 30km のハフィールからの導水） ● 農業はほぼ天水農業、地下水の農業利用は限られる。
水資源に係る現在起きている問題	<ul style="list-style-type: none"> ● Gash 川地下水盆地の地下水位の低下（過剰揚水または過密な井戸相互干渉） ● 地下水水質の問題（下流側での塩分濃度、市域での尿尿による汚染） ● 外来植物（メスキート）の繁殖 ● Gash 川、灌漑水路の堆砂 ● 洪水被害（2003 年に大洪水、20 万人以上被災、12 人死亡） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水源が遠い ● 全体的に水資源量が足りない。 ● 農民と牧畜民（移動）との水争い ● ヌビア砂岩層が水源として有望と見られているが、調査が進んでいない。
IWRM の試みの経緯	<ul style="list-style-type: none"> ● '80s にオランダの援助で地下水調査を実施し、また Gash Basin 水資源条例も制定（1992）。 ● '94 年の地方分権化以降、条例は失効し、モニタリング活動も低下。 ● 人工地下水涵養やメスキートの伐採の実施 ● 現在、地下水管理に係る新条例を州政府に提案中。 	<ul style="list-style-type: none"> ● '95 年の地方分権化前は地下水・ワジのモニタリング活動も活発だったが、その後、活動は停止し、データも紛失した。 ● Abu Habil 川流域を対象にスウェーデンのコンサルタントが IWRM 計画を 2010 年に作成。しかし IWRM の実践の活動は無い。

項目	カッサラ (カッサラ州)	エル・オベイド (北コルドファン州)
ステイクホルダー会議等で上がった IWRM の課題	<ul style="list-style-type: none"> ● 進んだ農業技術の導入、栽培計画 (栽培種、時期) の変更、農業活動のモニタリングが必要。 ● 地下水低下のメカニズムの解明のためのモデル作成。 ● 井戸等のインベントリのデータベース作成 ● ワジの流量観測が難しい (高濃度の流砂、高流速) ● 上流エリトリアとの協力・調整関係構築が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● Abu Habil 川流域は北、南コルドファンおよび白ナイルの 3 州を跨ぐが、これら 3 州間の上下流の調整メカニズムがない。 ● 水資源に関する、データ、情報が不足している。モニタリング活動の欠如。 ● 給水率が小さい (39%) ● 一人当たりの給水量が少ない (3 郡で 15-19ℓ/日/人) ● ハフィール (ため池) やダム の設計や維持管理が不適切。 ● 洪水灌漑システムが貧弱 ● データベースがない。 ● 地下水開発のための機材が不足している。 ● 水文観測機材が不足している。 ● 技術職員の観測能力が不足している。

3-4-4 気象・水文データの整備状況

本プロジェクトで想定されるナイルシステムおよびノン・ナイル地域の水資源ポテンシャルの算定に必要な気象・水文データの整備状況について確認できたものを表 3-11 にまとめた。観測井関連情報については、管轄する地下水・ワジ局に再三再四情報提供を要請したものの、入手できたのは同局が管理する計 136 カ所の観測井の位置情報 (図 3-16) のみであった。

雨量や気象 (気温、蒸発量等) などのデータはスーダン気象庁に保存されている。気象観測所関係データは既に 100 年以上の長い期間のデジタル化がなされているが、雨量計による日雨量データは紙データとして保管されている。気象庁によれば、気象庁以外にも農業省やダム事業団等によって約 300 カ所で日雨量が観測されている。しかし、データ保存状況については確認が取れていない。

ナイルシステムやワジの流量については、水資源・灌漑・電力省のナイル川・ダム局および地下水・ワジ局でそれぞれ保管されている。ナイルシステムについては、観測自体は 1912 年の長い歴史を有しているが、データのデジタル化は 1965 年以降のデータのみである。ワジデータについては、地下水・ワジ局が 1975~1994 年までの 15~20 カ年のデータを保存している。その他にもダム事業団や灌漑局が観測を行っているが、観測所数、位置、観測期間についての情報は得られていない。

表 3-1-1 気象・水文データの整備状況

データ	機関	データ期間								地点数	データ単位	データ期間	備考
		1950以前	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2015				
気象観測所 雨量	気象庁	[デジタルデータ]								28以上	3時間 または日	1912～	データベースに保管
雨量計日雨量	気象庁	[デジタルデータ]								400 以上	日	1950以前～	ハードコピーのみ、 80年代以前は1,300カ 所の雨量計あり
気象観測所 気象データ	気象庁	[デジタルデータ]								28以上	3時間 または日	1912～	データベースに保管
ナイルシステ ム流量	ナイル 川・ダ ム局	[デジタルデータ]								24以上	日	1912～	観測自体は1912年か ら実施。デジタルデー タは1965年から
ワジ流量	地下 水・ワ ジ局				[紙データ]					62	日	1975年 頃～ 1994	ハードコピーのみ

[デジタルデータ] : デジタルデータ、 [紙データ] : 紙データ

3-4-5 国際河川・越境帯水層の水資源管理

(1) 国際河川管理

ナイル川流域国 10 カ国はナイル流域イニチアチブ (NBI) を組織し、統合水資源管理に基づく、ナイル川の水資源の利用と開発協力などについて話し合っている。この NBI の概要を表 3-1-2 に示す。

これまでナイル川の水の利用については、基本的に二つの協定に基づいている。すなわち、1929年にエジプトと英国(当時東アフリカを植民地としていた)が結んだものと、1959年にエジプトとスーダンが結んだものがある。59年の協定は、ナイル川の年間水量を 84BCM と規定し、10BCM をナセル湖(アスワンハイダム湖)での蒸発損失、残りの 55.5BCM をエジプトが、18.5BCM をスーダンが取水権を持つとし(スーダン側の主張では、ナセル湖での蒸発散量のうち 2 BCM をスーダン側に戻して加え、スーダン側の取水量を 20.5 BCM としている)、他の流域国の取り分については、「要求があれば共同で対処する」としている。また、29年の協定において、エジプトは自国の取水に影響が出る上流国でのナイル川関連事業などに対し実質的な拒否権を保持している。

NBI では、2010年に「ナイル流域協力枠組み協定」が提案された。同協定案では、流域各国が他国に影響を与えない範囲で自由に水を使えると規定しており、水利拡大に結び付くと考える上流国側は歓迎する一方、下流のエジプトとスーダンは59年協定で確認された水量が担保できないことから反発している。それでも青ナイル川でエチオピアが建設している巨大ダム Grand Ethiopian Renaissance Dam (総貯水容量 74 BCM) の環境影響調査をスーダン、エジプト、エチオピアの3カ国共同で実施することになっており、少なくとも協力関係は維持されている。

表 3-12 ナイル流域イニシアチブ (NBI) の概要

項目	内容
ビジョン	共有するナイル川流域の水資源の公平な利用と裨益を通じて持続的な社会経済開発を達成する。
メンバー国	コンゴ民主共和国、エジプト、エチオピア、ケニア、ルワンダ、南スーダン、スーダン、タンザニア、ウガンダ (エリトリアはオブザーバーとして参加)
設立時期	1999年2月22日
資金ソース	メンバー国からの会費および開発パートナーからの援助
組織体制	<p>NBI の組織図は以下のとおりである。最高決定機関は各国の水資源担当大臣から構成されるナイル大臣評議会であり、NBI 事務局はウガンダのエンテベに置かれている。本プロジェクトの JCC の議長を予定しているスーダンの水資源技術機関議長の Seifeldin 氏およびプロジェクトマネージャーを予定している同副議長の Khider 氏は、共に NBI ナイル技術助言委員会のメンバーである。NBI は全域を統括する部門の他に東部地域および南部の赤道湖地域を担当する部門を有し、スーダンはその両方に属している。</p> <pre> graph TD ENDC[東部ナイル大臣評議会] --- ENATC[東部ナイル技術助言委員会] ENATC --- ENATSO[東部ナイル支援行動計画チーム] ENATSO --- ENATSTO[東部ナイル技術地域事務所] NDC[ナイル大臣評議会] --- NTC[ナイル技術助言委員会] NTC --- NBI[ナイル技術助言委員会] NBI --- NBS[NBI事務局] LDC[赤道湖大臣評議会] --- LTC[赤道湖技術助言委員会] LTC --- LSAU[赤道湖支援行動計画調整ユニット] NBS --- ENATSTO NBS --- LSAU NBS --- WRM[水資源管理部] NBS --- SPM[戦略的計画・管理部] NBS --- FA[財務・総務部] </pre>
主要機能	<ol style="list-style-type: none"> ① 流域協力: ナイル流域国間のタイムリーで効率的な協働を促進するように協力関係の醸成を支援する。 ② 水資源管理: 水資源関係の計画作成に知識ベースの統合水資源管理の原則を適用した水資源の評価、管理を目指す。 ③ 水資源開発: 統合水資源管理の原則に沿って、国境を越えた地域、流域間の水資源開発プロジェクトへの投資を促進する。

出典: NBI

(2) 越境帯水層の水資源管理

3-3-3 (2)越境型帯水層、地下水盆に述べたように、スーダンには表 3-13 に示す 4 つの越境帯水層がある。このうち、世界最大級のサハラ・ヌビア砂岩帯水層については、78 カ所の観測井を設置しモニタリングを行っており、内 8 カ所の観測井については、同帯水層を共有する 3 カ国 (チャド、エジプト、リビア) と地域協力として実施しており、水資源技術機関 (WRTO) が交渉の窓口となっている。しかし他の越境帯水層についてはモニタリング活動自体がほとんど行われていないため、情報もなく、有意な関係国との交流もない。水資源・灌漑・電力省としては今後データ交換、調査、データベース構築、能力開発、条約整備などに向けて、共有国との調整を図っていく意向を持っている。

表 3-13 スーダンの越境帯水層と国際協力

越境帯水層	スーダンと帯水層を共有する国	国際協力の現状
サハラ・ヌビア砂岩帯水層	チャド、エジプト、リビア	共有国と共同でモニタリング活動
ゲダレフ帯水層	エチオピア	ほとんど国際協力関係はない。
東コルドファン帯水層	南スーダン	ほとんど国際協力関係はない。
バガラ地下水盆	南スーダン、中央アフリカ	ほとんど国際協力関係はない。

3-5 水利用

3-5-1 水利用量の概要

スーダン国では、生活、灌漑、工業、家畜、電力、舟運セクター等において水利用がなされている。水利用量は灌漑セクターが最大となっており、現在の南スーダン分を含めた国家統合水資源管理戦略（2007）によると90%以上を占め、生活用水と家畜用水で5%、工業及びその他用途で1%となっている。また、表3-14に示すように、2010年から2027年までの需要予測結果では灌漑用水は2010年で84%、2027年で81%を占めており、灌漑セクターが最大の水利用者であることに変わりはない。しかし、2010年の全水利用量は32.1BCM/年、そして2027年で52.6BCM/年に達し、年間の水資源量である30BCMを超えていることから、水利用の効率化を図ることも必要であるといえる。

表 3-14 水需要量（2010年～2027年）

年	灌漑	生活用水	家畜・その他	計
2010	27.1 (84.4%)	1.1 (3.4%)	3.9 (12.2%)	32.1
2020	32.6 (82.3%)	1.9 (4.8%)	5.1 (12.9%)	39.6
2025	40.3 (83.8%)	2.5 (5.2%)	5.3 (11.0%)	48.1
2027	42.5 (80.8%)	2.8 (5.3%)	7.3 (13.9%)	52.6

単位：BCM

注) 南スーダン分も含む。

出典：国家統合水資源管理戦略（2007）

本調査において各セクターの水利用量に関するデータおよび情報の収集を行ったが、測定値に基づいた情報が得られたセクターは都市給水のみであり、他セクターについては測定値に基づいた水利用量データの入手は困難であった。本節では、本調査を通して得られた情報に基づき各セクターの水利用状況を記す。

3-5-2 給水（都市、村落）

(1) 都市給水

1) 給水の現況

2-1-2節で述べたように、国家給水・衛生政策（2010）では、都市給水の目標を2015年までに給水率を93%、給水原単位を90ℓ/人/日、そして2031年までに150ℓ/人/日と設

定している¹⁵。都市給水の現況は、図 3-19 に示すように 2014 年末時点での給水率は全国で 62% となっている。最も低い北及び南ダルフール州で 42%、最も高いカッサラ州、リバーナイル州、北部州で 80% となっている¹⁶。給水率は州毎に異なるが、政策に設定 2015 年の目標値である給水率 93% の達成には更なる取り組みが必要であると言える。必要水量¹⁷に対する不足量が最も多い州はゲジラ州および紅海州で 40,000m³/日となっている。これは、ゲジラ州は都市部の人口が多いこと、紅海州では水資源が限られていることがそれぞれ反映していると考えられる。

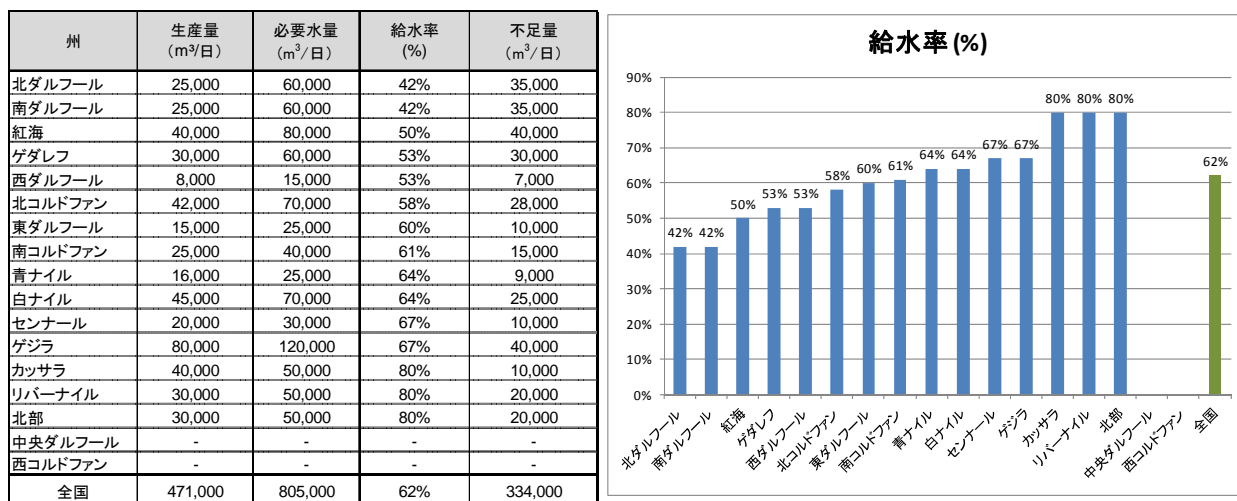


図 3-19 都市給水の給水率および不足水量 (2014 年)

また、2015 年から 2019 年の 5 年間を対象とした水資源・灌漑・電力省の経済リフォーム・プログラム¹⁸によると、表 3-15 に示すように、2014 年末時点での 1 人当たりの水利用量は、最も低い西ダルフールで 28 リットル/人/日、最も高いリバーナイル州で 77 リットル/人/日となっており、約 2.8 倍の差が生じている (平均値は 48.3 リットル/人/日)。なお、日本の無償資金協力により給水施設が整備されたカッサラ州、及び同じく日本の無償資金協力により給水施設整備が行われるコスティ市が位置する白ナイル州を含む 7 州では、2019 年までにドナー等の支援により給水状況が改善する計画となっている。

表 3-15 2014 年の 1 人あたりの給水量および 2019 年の計画給水原単位

州	2014 年	2019 年	実施予定プロジェクト
	リットル/人/日	リットル/人/日	
ゲジラ	70	120	Medani および Ummaght に新規浄水場を設置予定
白ナイル	40	100	日本政府による無償資金協力
センナール	67	120	センナール浄水場整備プロジェクト
青ナイル	47	49	無し
紅海	45	47	無し
カッサラ	50	100	日本政府による無償資金協力
ゲダレフ	43	100	イスラム銀行によるゲダレフ浄水場整備プロジェクト

¹⁵ 国家給水・衛生政策 (2010) では 2031 年の都市給水の給水率については明記されていないが、国家 25 年給水戦略 (2007-2031) では都市部における給水量は 150 リットル/人/日で給水率は 100% と記されている (2-1-2 (1) 参照)。

¹⁶ 飲料水・衛生局から入手した資料に基づく。給水率は必要水量に対する生産水量の割合として算定されている。

¹⁷ 数値から算定すると漏水率等が含まれた水量であると想定されるが、未確認であるため入手データをそのまま掲載した。

¹⁸ 水資源・灌漑・電力省 (2015) 経済リフォーム 5 年プログラム

州	2014年	2019年	実施予定プロジェクト
	リットル/人/日	リットル/人/日	
リバーナイル	77	78	無し
北部	64	64	無し
北コルドファン	45	100	水源及び配管の改修プロジェクト
南コルドファン	30	30	無し
北ダルフール	39	39	無し
南ダルフール	31	85	Nyala 給水プロジェクト
西ダルフール	28	40	無し

出典) 水資源・灌漑・電力省 経済リフォーム5カ年プログラム (2015-2019)

2) 給水施設の概要

スーダンでは、都市給水及び地方給水の水源としては、地下水が第1の選択肢であり、地下水が利用できない地域では表流水を利用している。そして、共に利用できない場合は、他地域からの導水により水源を確保している¹⁹。都市給水では、地域の水資源の状況に応じて地下水および表流水が水源として利用されており、表流水の一般的な浄水方式は急速濾過方式が採用され、地下水の場合は浄水施設を設置することは稀である²⁰。

(2) 地方給水

1) 給水の現況

国家給水・衛生政策(2010)では、地方給水の目標を2015年までに給水率を82%、2020年までに90%、そして2031年までに100%と設定している。また、25カ年国家戦略では2031年までに50リットル/人/日と設定している。

スーダンの地方部における給水状況は、2014年末時点で全国の平均水利用量は図3-20に示すように17.67リットル/人/日となっている。しかし、最も少ない紅海州で4.3リットル/人/日、最も多いリバーナイル州で60.23リットル/人/日と10倍以上の差が生じている。飲料水・衛生局によると、特に給水量が多い北部州とリバーナイル州は、給水施設の規模に比較して給水人口が少ないために給水量が多いとのことであった。

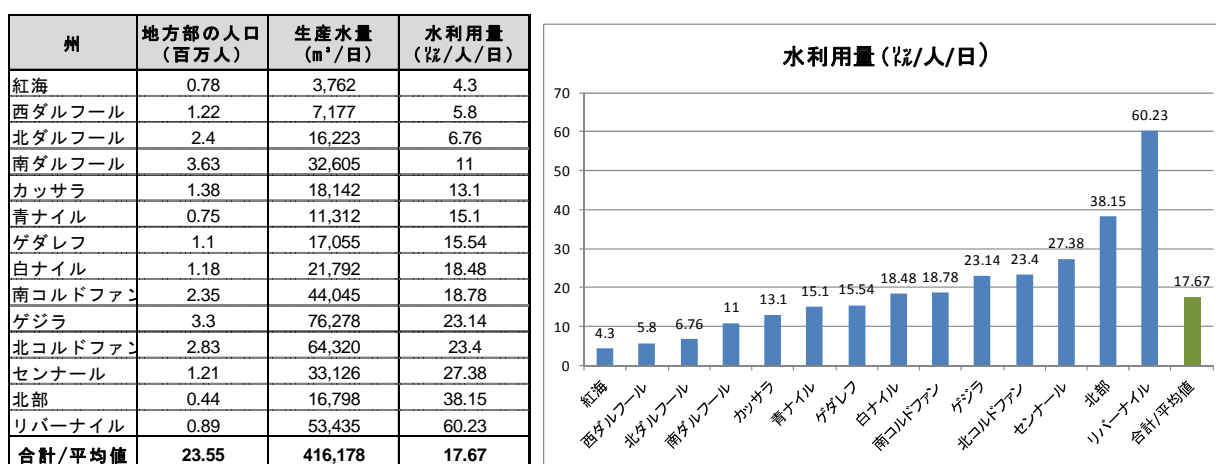


図 3-20 地方部における一人あたりの給水量

水資源・灌漑・電力省の経済リフォーム5カ年プログラムでは、2019年までに最低限

¹⁹ 飲料水供給・衛生局での聞き取り結果による。

²⁰ JICA(2015) カッサラ州給水サービス向上による復興支援プロジェクト詳細計画策定調査報告書

23 ㎥/人/日にすることをゴールとして掲げており、本目標の達成には、一人当たり更に平均 5 ㎥/日を確認する必要がある。図 3-21 に 2019 年までに給水量 23 ㎥/人/日を達成するための不足量を州別に示す。北ダルフール及び南ダルフール州（共に 5 州へ分割される前）における不足量が非常に大きいことが分かる。

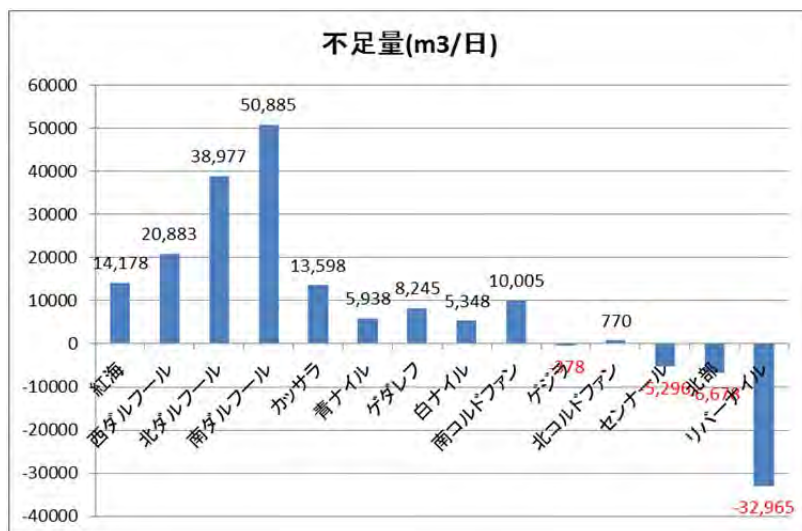


図 3-21 各州の地方給水における不足水量（給水原単位：23 ㎥/人/日）

2) 給水施設の概要

スーダンの地方給水施設は、高架水槽を付帯する給水施設（ウォーターヤード）（地下水）、簡易濾過施設（河川水）、加圧式濾過施設（河川水）、ハフィール（ため池）に区分される。表 3-16 に、11 州における地方給水施設の概要を示す。11 州の内施設数が最も多い州はゲジラ州である。ゲジラ州の地方部の人口はスーダン国内で最も多いことが施設数にも反映されている。また、施設数が少ないダルフールの各州では給水量が 11 ㎥/人/日以下と低く、ほとんどの施設が地下水を水源とするウォーターヤード²¹となっている。

²¹ 水中ポンプが設置された井戸及び高架タンクから構成される給水施設。

表 3-16 地方給水施設の概要

州	ウォーターヤード施設数		簡易ろ過施設施設数		加圧式ろ過施設施設数		ハフィール施設数		施設数合計
	稼働	未稼働	稼働	未稼働	稼働	未稼働	稼働	未稼働	
エル・ゲジラ	2,273	153	16	0	14	0	109	0	2,565
北コルドファン	183	232	1	0	0	0	321	107	844
北部	318	308	91	80	0	0	0	0	797
白ナイル	0	0	32	0	5	10	150	9	615
センナール	570	30			1	0	7	0	608
ゲダレフ	135	30	19	1	5	1	190	65	446
カッサラ	145	30	53	2	17	0	100	9	356
南ダルフール	108	27	0	0	0	0	20	20	175
西コルドファン	132	40	1	0	0	0	1	0	174
西ダルフール	85	0	0	0	0	0	0	0	85
中央ダルフール	29	6	0	0	0	0	0	0	35

出典：JICA(2015) スーダン国カッサラ州給水サービス向上による復興支援プロジェクト詳細計画策定調査報告書
質問票回答数：11 州

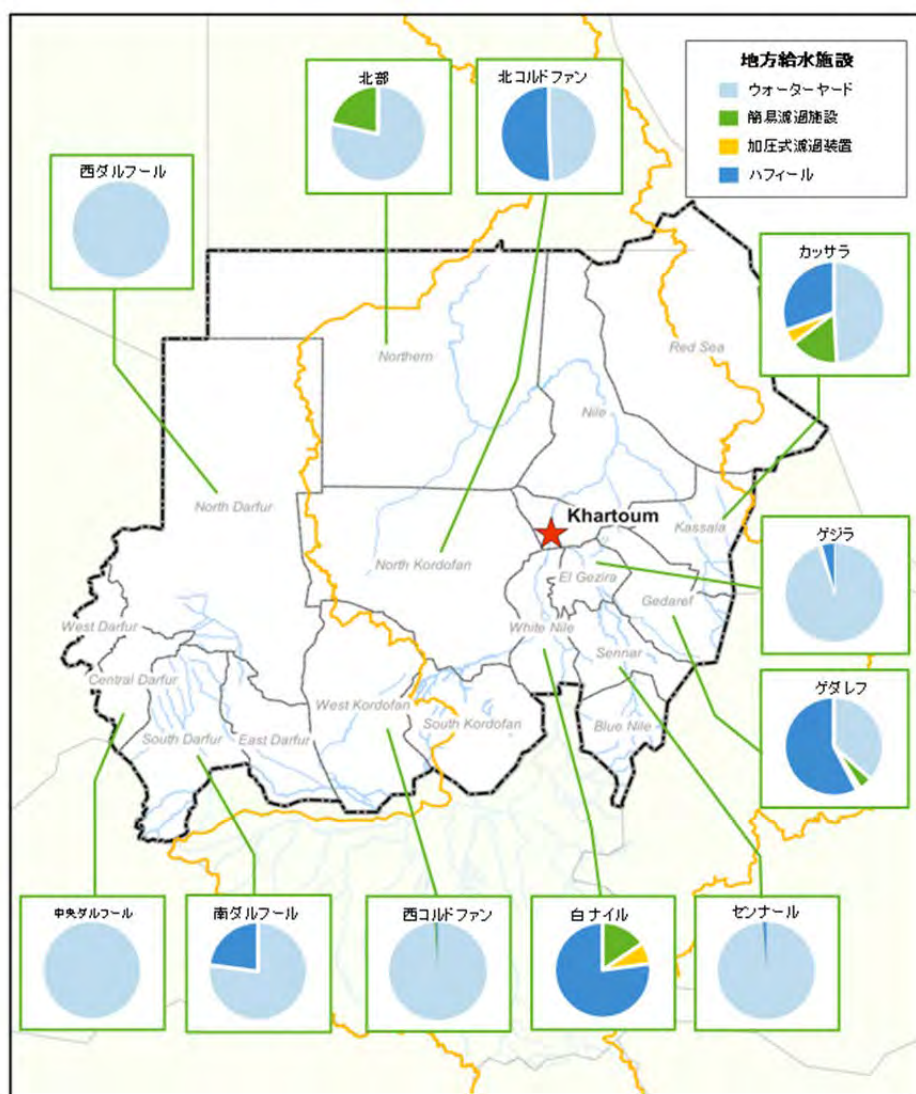


図 3-22 州別の地方給水施設のタイプ別割合

また、図 3-22 に 11 州の給水施設の割合の分布を示すが、ハフィールを水源として利用している州は、地形も影響を及ぼしていると考えられるが、年間降雨量が 300mm～600mm の地域に比較的多くみられる。また、北部州、カッサラ州、ゲダレフ州、白ナイル州では、簡易濾過施設もしくは加圧式濾過施設を用いてナイル・システムの表流水を利用している地域もある。このように、地方給水では水資源の状況に応じた給水施設が利用されていることが分かる。

3-5-3 農業・灌漑・家畜

(1) 灌漑用水

1) 灌漑施設

JICA (2015)²²によると、2015 年 3 月時点におけるスーダン全体の灌漑面積は 4,279 千 feddan (1,797,180ha) で、この内、国営 4 地区が合計 2,130 千 feddan (894,600ha) であり約 50%を占めている。表 3-17 に国営 4 地区の概要を示す。また、上記 4 カ所の国営灌漑スキームに加え、表 3-18 に示すように、国営及び民間によるサトウキビ栽培も灌漑にて行われている。

表 3-17 国営灌漑スキーム

No	灌漑スキーム	灌漑面積	作物	灌漑手法
1	Gezira	1,600,000 fed (672,000 ha)	綿、ソルガム、ピーナッツ、 小麦、野菜	重力+ポンプ センナールダム
2	Rahad	220,000 fed (92,400 ha)	綿、ソルガム、ピーナッツ、 ヒマワリ、野菜	重力+ポンプ
3	Suki	70,000 fed (29,400 ha)	綿、ソルガム、ピーナッツ、 野菜	ポンプ 青ナイル川
4	New Halfa	240,000 fed (100,800 ha)	綿、ソルガム、ピーナッツ、 小麦、サトウキビ、野菜	重力+ポンプ Atbara 川 Giriba ダム
合計		2,130,000 fed (894,600 ha)		

出典：灌漑局への質問票

表 3-18 サトウキビを栽培している灌漑スキーム

No	灌漑スキーム	灌漑面積	運営
1	Kenana	100,000 fed (42,000 ha)	ケナナ砂糖工場
2	Assalaya	50,000 fed (21,000 ha)	国営
3	Guneid	40,000 fed (16,800 ha)	国営
4	Sennar	45,000 fed (18,900 ha)	国営
5	New Halfa	42,000 fed (17,640 ha)	国営(表 3-17 の国営スキームとは別)
6	White Nile	120,000 fed (50,400 ha)	国営

出典：農業・森林省への聞き取り結果

また、州政府が管理する灌漑スキームとしては、ナイル川を水源とするリバーナイル州の Aliab 灌漑スキーム (5,250 feddan, 2,205ha)、Kiteiyab 灌漑スキーム等が存在するが、連邦政府水資源・灌漑・電力省には州政府が管理する灌漑スキームの情報は管理されていない。

²² スーダン共和国 リバーナイル州灌漑スキーム管理能力強化プロジェクト 詳細計画策定調査報告書

2) 灌漑用水

スーダン国における国営及び民間による大規模灌漑スキームはナイル・システムの河川水を水源として利用しており、2015年における現在水利用量は12.38BCM/年となっている。現時点におけるスーダンへの割当量は20.5BCM²³となっており、6割が灌漑に利用されている。現時点において灌漑局が把握している各灌漑施設における現在水利用量を表3-19に示す。なお、灌漑局²⁴への質問票によると、Gezira 灌漑スキームでは2016年以降6,100MCM/年に減少する予定となっている。

表 3-19 灌漑局が把握している現在水利用量

No	灌漑スキーム	現在水利用量(2015年) (MCM/年)	2016年以降の水利用計画 (MCM/年)
1	Gezira	8,000	6,100へ減少予定
2	Rahad	1,100	変更予定無し
3	Suki	245	変更予定無し
4	New Halfa	1,300	変更予定無し
5	Gineed Sugar	280	変更予定無し
6	Sennar Sugar	245	変更予定無し
7	Kenana Sugar	560	変更予定無し
8	Assalaya Sugar	260	変更予定無し
9	White Nile Sugar	210	変更予定無し
10	Abu Naama	70	変更予定無し
11	Siliet	80	変更予定無し
12	El Waha	30	変更予定無し

出典：灌漑局への質問票

一方、ノン・ナイル地域では、ハフィール（ため池）、洪水、地下水を利用した灌漑が行われている。本調査において訪問したカッサラ州のGash川沿いの洪水灌漑及び地下水灌漑、北、南、西コルドファン州に跨って位置するAbu Habil（ワジ）支流域における洪水灌漑(21,000 feddan)、北コルドファン州北部Andraha郡における地下水灌漑(2,000 feddan)等が挙げられるが、水利用量は把握できていない。

(2) 家畜用水

1) 家畜の現状

スーダンは畜産物の輸出国であり、羊が主要輸出家畜となっている。主な輸出先は湾岸諸国であり、生体輸出が多い。2015年の家畜頭数は106百万頭となっている。スーダン国では、北、西、中央ダルフール州および北コルドファン州では牛およびラクダが、ゲダレフ州では山羊と羊が、そしてカッサラ州ではラクダがそれぞれ主な生産地となっており、ナイル川周辺国に形成されている家畜貿易のルートの一つであるスーダン国内の北部家畜回廊²⁵を通して、ナイル川沿いおよび紅海沿いにエジプト国カイロまで輸送されている。

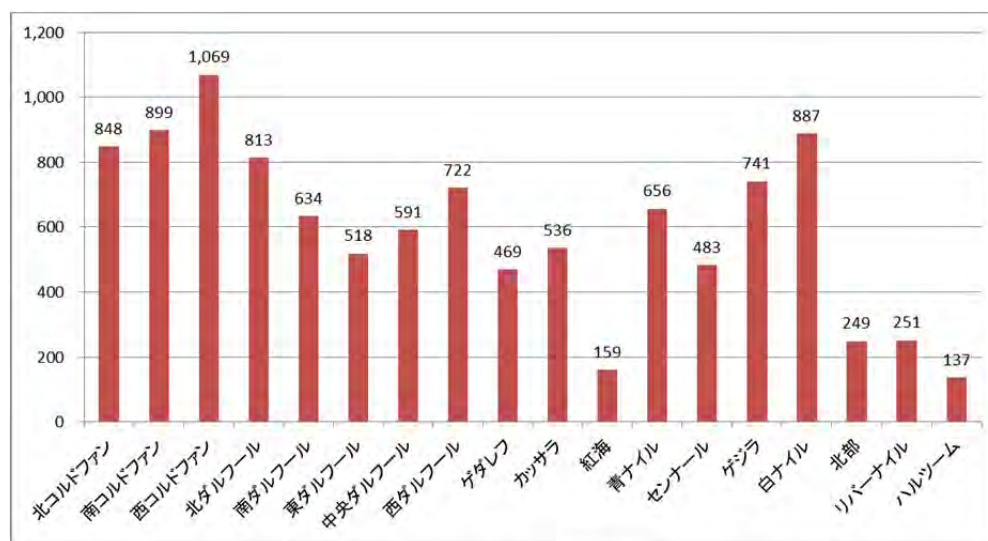
図3-23に州別の総家畜頭数を示す。家畜総数（牛、羊、ヤギ、ラクダの合計）は、

²³ エジプトとの合意（1959年）によるとスーダンへの割当量は18.5BCM/年であるが、その後、アスワンダム湖での蒸発量分を考慮して20.5BCM/年となった。

²⁴ 灌漑担当組織は、2015年後半に農業・灌漑・森林省から水資源・灌漑・電力省に移行したが、2016年4月に組織体制が確定することと、正式名称は未定である。したがって、本報告書では灌漑局とした。

²⁵ Nile Basin Initiative (2012) State of the River Nile Basin 2012, p.149

北、南、西コルドファン州、北ダルフール州、白ナイル州が多い。



単位：万頭

図 3-23 州別の家畜頭数 (2015年)

次に、2015年の各州の家畜別頭数を表 3-20 に示す。北部州、リバーナイル州、紅海州では乾燥地域であるために各州 2.5 百万頭以下と家畜頭数は少なく、牛は他の家畜に比べて極端に少ない。羊・山羊は、北、西コルドファン州、北、西ダルフール州、青ナイル州に多い。ラクダは、北・西コルドファン州、北ダルフール州、カッサラ州に多い。

表 3-20 各州の家畜別頭数

州	牛	羊	山羊	ラクダ	計
北コルドファン	759,400	4,141,630	2,654,295	923,328	8,478,653
南コルドファン	4,444,009	2,171,340	2,123,436	248,144	8,986,929
西コルドファン	3,402,112	4,282,365	2,373,252	629,979	10,687,708
北ダルフール	707,761	3,860,588	2,962,333	601,606	8,132,288
南ダルフール	2,389,072	2,171,340	1,690,005	89,135	6,339,552
東ダルフール	1,954,696	1,773,261	1,382,732	72,928	5,183,617
中央ダルフール	1,877,237	1,809,450	2,023,510	195,726	5,905,923
西ダルフール	2,296,426	2,203,508	2,476,301	239,007	7,215,242
ゲダレフ	1,069,235	2,192,301	1,082,477	348,172	4,692,185
カッサラ	868,754	2,074,665	1,710,580	701,633	5,355,632
紅海	139,730	427,766	735,015	291,425	1,593,936
青ナイル	2,074,681	4,010,306	463,282	14,427	6,562,696
センナール	1,628,154	1,411,628	1,674,943	118,782	4,833,507
ゲジラ	2,554,622	2,539,860	2,191,681	125,515	7,411,678
白ナイル	3,599,556	2,620,066	2,614,871	36,068	8,870,561
北部	258,196	1,005,250	1,176,024	50,014	2,489,484
リバーナイル	103,278	1,058,721	1,233,934	116,378	2,512,311
ハルツーム	249,083	454,501	659,286	6,733	1,369,603
総計	30,376,002	40,208,546	31,227,957	4,809,000	106,621,505

注) 家畜・漁業省から入手したデータでは州別の計および総家畜別の総計が合致しないため、調査団が再計算した頭数を記載した。

なお、家畜・漁業省によると、現時点の家畜頭数である 1.06 億頭は推定値であり、現在、

北コルドファン州、南ダルフール州等の複数の州においてサンプル調査を実施し、より正確な頭数の把握に努めているとのことである。これまでに得られた調査結果によると、全家畜頭数は2020年には1.7億頭に達するとのことである。また、現時点において把握している家畜頭数は州単位であるが、現在、郡（Locality）単位での家畜頭数の把握調査を進めており、2017年中にはデータが揃う予定となっている。

2) 家畜用水の現状

家畜の飲料用水源は、河川、ワジ、水たまり、ハフィール、水槽、井戸に区分される。表 3-2-1 に各州において利用されている家畜の飲料用水源を示す。回答を得ている12州の内、ナイル・システムの河川水が利用可能な8州では河川水も飲料水として利用しているが、ノン・ナイル地域に位置する紅海州、北コルドファン州、南コルドファン州では、ハフィールや井戸が使われている。

表 3-2-1 州別の家畜用水の水源

No.	州	河川水	ワジ	水溜り	ハフィール	水槽	井戸
1	北部	○					
2	紅海						○
3	リバーナイル	○	○				
4	ハルツーム	○					
5	カッサラ	○		○		○	○
6	北コルドファン		○		○		
7	ゲジラ	○		○			○
8	白ナイル	○		○			○
9	ゲダレフ						
10	センナール	○		○			○
11	南コルドファン		○	○	○		
12	青ナイル	○		○			○

出典：家畜・漁業省への質問票に基づき調査団が作成

家畜用水の利用量に関するデータは入手できなかったが、家畜・漁業省が設定した家畜の必要水量を表 3-2-2 に示す。州別家畜頭数に基づいて算定する全国の家畜用飲料水の必要水量は、生活用水の必要水量に匹敵する量となるが、地方部においては水源は確保されておらず、家畜用水の水不足が大きな問題となっている。

表 3-2-2 家畜の飲料水の必要水量

家畜	牛	羊	山羊	ラクダ
家畜用飲料水 (ℓ/日)	90	9	8	40

出典：家畜・漁業省への質問票

3) 遊牧民と家畜の水利用

スーダンには”Nomadic”と呼ばれる遊牧民が存在している。JICA (2012)²⁶によると、家畜移動は長距離移動と短距離移動に大別され、乾期と雨期に草を求めて数カ月以上に渡り長距離移動するタイプと、居住地周辺の放牧地を1日～数日程度移動する短距離移動タイ

²⁶ スーダン国 農業セクター基礎情報収集・確認調査報告書

プがあり、長距離移動するタイプがスーダンでは Nomadic と呼ばれている。M.Hassan Ali 他²⁷によると、2008 年の遊牧民は 277.9 万人、1993 年の 69.6 万人からの増加率は 9.1%とされている。遊牧民はハルツーム州以外に存在するが、特に南ダルフール州に 3 分の 1 強の 98 万人が存在しており、次いで北ダルフール州に 40.1 万人、北コルドファン州の 37.9 万人と続く²⁸。

家畜・漁業省によると、砂漠化の進行により、遊牧民は水と草を求めて家畜と共に移動せざるを得なくなり、結果として、地域住民や他の遊牧民との間での水紛争が生じていることが指摘されている。

3-5-4 工業

1) 工業の現状

スーダン国の産業は大きく 8 つのサブセクター（食品、化学、エンジニアリング、建築材料、石油化学、皮革、織物・衣類、印刷・容器）に区分されており、全国に 1,654 の工場が登録されている。うち、ハルツームには 1,062 の工場が登録されており、全体の 64% に達する。工業省の経済リフォーム 5 カ年プログラムでは、8 つのサブセクターが更に細分化され、産業のタイプ毎に 2019 年までの目標が定められており、今後、この目標達成に向けた取り組みがなされていく。

2) 工業用水

工業省では各工場での製造に伴う水利用量にかかる情報は把握していないが、都市部に位置する工場では都市給水網に接続して水を利用している。しかしながら、水料金は、単価は異なるが生活用水と同様に定量制であり、配管の径に応じて一律の料金を支払っているのみであるため、実際の使用量を把握することは困難である。また、工場によっては独自に井戸を掘削して地下水を利用しているところもあり、それらの情報も把握されていないのが現状である。

3-5-5 電力

1) 電力供給の現状

スーダン国では、水力および火力発電により電力が供給されている。また、再生可能エネルギーの開発を進めており、現在、太陽光および風力発電に関する調査及び研究を実施中である。

2012 年時点における水力発電による供給可能設備容量は 1,585MW、火力発電による供給可能設備容量は 930MW となっている。図 3-24 に既存の発電所位置を示す。水力発電所は 5 カ所で稼働しており、全てナイル川沿いに位置している。一方、火力発電所は 6 カ所で稼働しており、ハルツーム市、ポート・スーダン市、コスティ市に位置している。

²⁷ Evaluation and Adjustment of the 2008 Census

²⁸ ダルフールの州は全 3 州の時のデータである。



図 3-24 既存の水力および火力発電所位置図

2) 電力用水

2016年2月時点での電力は水力と火力発電により賄われている。発電に伴い消費される水量としては、水力発電は貯水池、調整池、流れ込み式設備等が必要であるが落差を利用して発電するシステムであるため、基本的に水の消費は無いとみなされる。

一方、火力発電の場合は、基本的に蒸気の力で蒸気タービンを回転させて電力を発生させ、その蒸気を復水器で冷却して再度利用するシステムであるため、水が必要である。水資源・灌漑・電力省の計画では、現時点で 930MW ある供給可能設備容量を 2031 年には 1,936MW に増やすことになっており、火力発電に伴う水需要量は増加する。

本調査では、火力発電所の稼働に伴う水利用量にかかるデータは入手できなかったが、安定した電力供給のためには水利用量に係るデータの整備が必要である。

3-5-6 その他用途

国家 25 年戦略における輸送戦略において、ナイル川および支流における舟運の確保のために水路を確保することが一つのゴールとして掲げられている。ナイル川における舟運に関する検討を行っている水資源・灌漑・電力省傘下の水理研究センターによると、規定では水深は最低 3m 必要であるが、現時点では十分な水位が保たれているため問題は生じていないとのことである。

3-5-7 水利権

スーダン国では、1995年に制定された水資源法 第5条において、“水資源・灌漑・電力省が

ら委任された職員以外の何人も、水資源・灌漑・電力省からライセンスを取得しない限りは、灌漑、飲料水、下水、工業、もしくはその他の目的のために、ナイル、ノン・ナイル、他の河川、地下水を取水するためにポンプや他の方法を利用することは許可されない”と既定されている。そして、これを受けて、水資源・灌漑・電力省は、水利用と取水のために“取水ライセンス”および“取水ライセンスの共有許可”を発行するとされている。

水資源・灌漑・電力省によると、ライセンス発行の主な目的は、スーダン国に割り当てられているナイル川の水量を超えないようにすること、及び水利用のモニタリングであり、いかなる水利用でもライセンスの取得は必要である。しかし、飲料水は使用量が少ないこともありライセンスを取得する必要は無いとのことである。一方、州政府が管理する灌漑スキームを含む灌漑用水についてはライセンスを取得する必要がある。ライセンスの申請書は水資源担当次官事務所に用意されている。なお、ライセンスの発行に際しては水資源ポテンシャルを考慮しているが、より詳細な水資源調査が必要であると水資源・灌漑・電力省は認識している。

また、水資源法に基づき国家水資源評議会が設立され、水配分の調整を行うことになっているがこれまで数回程開催されたのみである。ただし、各省の経済リフォーム5カ年プログラムや年間活動計画策定時における予算確保段階で水資源・灌漑・電力省が関わり、水資源管理の観点から各省の計画内容を検討し計画内容の修正を指示している。

3-5-8 国際河川上下国の水利用概要

(1) 灌漑

NBI (2012) によると、ナイル川流域における最大の水利用セクターは灌漑用水であり、2009年現在、流域内では約5.6百万haの灌漑用地があり、そのうち4.9百万haにおいて灌漑が行われている。5.6百万haの97%はエジプトとスーダンが利用しており、残りの3%はナイル川上流部に位置する。エジプトの灌漑地は、アスワンダムの下流部からカイロが位置するナイル・デルタにかけてナイル川沿いに広がっている。表3-23に2009年時点の国別灌漑面積を示す。なお、近年は上流国において灌漑地を拡張する計画がある。

表 3-23 ナイル流域の灌漑面積 (2009年)

国	コンゴ	タンザニア	ブルンジ	ルワンダ	ウガンダ	ケニア	エチオピア	スーダン	エジプト
面積(ha)	n/a	975	14,625	17,638	25,131	34,156	90,769	1,749,300	2,963,581

出典：NBI (2012) State of the River Nile Basin 2012

3-6 水資源分野における課題

3-6-1 水資源開発における課題

(1) 水資源開発に係わる取り組みの現況

水資源・灌漑・電力省 (MWRIE) では、地下水・ワジ局 (General Directorate for Groundwater and Wadis : GD GW&W) がノン・ナイル (地下水およびワジ) の、ナイル川・ダム局 (General Directorate for Nile River Water and Dams : GD RNW&D) ナイルシステムの、水資源の開発と

管理に係わる行政機関である。また、水資源開発の実施機関として、DIU が、主にダムによる水資源開発機関として水資源・灌漑・電力大臣直轄機関として設けられている。さらに、やはり水資源・灌漑・電力大臣直轄機関である飲料水・衛生局（DWSU）は、給水施設建設に伴う水資源開発（地下水、表流水共）の実施機関である。

以下に、それぞれの機関による水資源開発に係わる取り組みの現況を纏める。

1) ナイルシステムにおける水資源開発（ナイル川ダム局：RNW&D）

ナイル川ダム局の役割は、ナイル川本川および支川（白ナイル川、青ナイル川、アトバラ川）の流量・水位のモニタリング、洪水・干魃の制御、水文データベースの開発・管理、水質モニタリング、ダム貯水池運用の政策策定およびダムの改修事業の実施である。対象のダムは、ナイル川本川および支川に建設された 6 ダムである（第 3 章 3-3 節参照）。ナイル川ダム局は、直接の水資源開発実施機関では無いが、河川における水資源開発に必要な以下の取り組みを実施している。

- 既存ダムの改修事業の実施
- ナイル川本川および支川の流量、水位、水質のモニタリングと、モニタリングデータの管理を行っている
- ナイル川水系の水資源を NBI で開発された MIKE Basin ソフトウェアによるシステムで、河川流量の時系列なデータ管理を行っている

しかしながら現在は、上記データの利用は、新規の水資源開発のためではなく、既存ダムの運用、ポンプ運用、洪水管理、舟運ナビゲーション等に利用されている。

2) ノン・ナイル地域における水資源開発（地下水・ワジ局：GW&W）

地下水・ワジ局の役割は、地下水モニタリング、水理地質調査、帯水層評価、地下水・ワジデータベースの開発である。同局は、スーダン全国 18 州の内、15 州（Kasala, Port Suda, Gadarif, Wadmedini, Sinaar, Edmazin, Alobied, Kadogly, Elfashier, Nyala, Zalingy, Elgenera, Dongla, Edamar, Kosty）に州事務所を設置している。地下水・ワジ局は、地下水およびワジでの水資源開発を直接に実施する機関ではないものの、地下水、ワジにおける水資源開発に係わる以下の取り組みを実施している。

- 水資源開発に必要なデータ（地下水、ワジ）のモニタリングと、モニタリングデータの管理を行っている（主に 1994 年まで）
- 地下水開発に必要な、水理地質調査および帯水層評価を実施している
- ワジにおけるハフィールによる表流水開発に必要な調査を実施している
- 水資源開発に際し、水質の分析を実施している
- 地下水開発に関して、現在地下水・ワジ局は地下水許可条例（License Regulation for Exploitation）の制定を進めている。条例が制定された際には、地下水開発に関しては規則に基づいて同局による地下水ライセンスの発行が必要となる

3) ナイルシステムおよびノン・ナイル流域における総合水資源開発（ダム事業団：DIU）

水資源・灌漑・電力大臣直轄機関であるダム事業団は、水源および地域にかかわらず

ーダン国内の全ての流域での水資源開発を実施する機関であり、主にナイル川における大規模ダムの整備、および雨水、地下水等のナイル川以外の水資源開発を実施している。事業団は、州政府からの事業実施要請を受け、水資源開発に係わる関連調査、設計、入札、契約、施工管理を実施し、完成した水資源開発施設を州政府に引き渡す役割を担っている。

しかしながら現在のところナイル本川に関しては、大規模ダムの開発計画は無く、現在建設中のアッパー・アトバラ・ダム（アトバラ川）を除いては、同事業団の主な取り組みは以下に纏められる。

- ノン・ナイル地域におけるハフィール、小規模ダムを中心とした雨水ハーベスティング施設の建設
- 一部のワジ支流域〔Abu Habil（白ナイル、北・南コルドファン州）〕を対象としたIWRM計画の策定（2010年）
- スーダン国内の全ての水源情報（位置、水源の種類、貯水量、水質等）のデータベース（Water Atlas）の構築（現在はデータの最終確認中で、2016年中に運用を目指している）

4) ナイル・システムおよびノン・ナイル流域における給水施設の水源開発（飲料水・衛生局：DWSU）

飲料水・衛生局は、水資源・灌漑・電力大臣直轄機関として、州水公社と共に給水施設の建設を実施している。具体的には、給水施設計画の策定、設計・積算、調達および契約管理、施工管理（施工管理は州政府と共同実施）、そして州水公社が実施する施設の運転維持管理の技術支援を実施している。したがって、飲料水利用の給水施設のための水源開発を行っている機関である。都市および地方給水の水源としては、水質の観点から地下水開発が優先されるが、地下水が利用できない地域においては表流水を開発している。したがって、同局の水資源開発は、ナイルシステムおよびノン・ナイル地域両方をカバーしている。給水施設の水資源開発に際しては、MWRIEの地下水・ワジ局によるコンサルテーションを受けながら実施している。

現在スーダンにおける給水・衛生セクターの国家戦略計画²⁹は2012年～2016年を対象年であり、2017年以降の計画は2020年を対象最終年とした次期国家戦略計画として策定中である。国家戦略計画（2012-2016）によると、最新（2008年）の給水・未給水人口を州別で示されており、それらを表3-24に全国規模で整理した。

表 3-24 全国の給水・未給水人口統計（2008）

給水率		人口（人）			全国平均 給水率
都市	地方	給水	未給水	合計	
94.5%	58.5%	21,460,835	8,943,616	30,504,167	70.4%

表3-24に示すように、全国で都市部、地方部も含めて現在（2008年）894万人以上が未給水であり、今後の水資源開発による給水施設の建設が必用である。特に地方部給水率の58.5%は都市部の94.5%と比べ著しく低い。地方部でも、50%以下の特に給水率が低

²⁹ Republic of Sudan, Water, Sanitation and Hygiene Sector National Strategic Plan (2012-2016)

い州は、紅海州（35.6%）、西ダルフール州（37.8%）、青ナイル州（41.0%）、南ダルフール州（41.2%）、北ダルフール州（43.7%）、カッサラ州（43.9%）、ゲダレフ州（45.6%）、白ナイル州（49.5%）の 8 州である。このことから、地方部、特にこれら 8 州における今後の地下水開発が必要になってくると予想される。

(2) ナイルシステムの課題

1) ダムおよび灌漑水路の堆砂の進行

多くのダムや灌漑施設（水路）において堆砂が進んでおり、計画された貯水量や配水量が確保できていないことはスーダンの全国規模の問題である。特に、大規模ダムが配置され、国営灌漑を展開しているナイルシステムでは非常に大きな問題である。3-3-1 節で述べたナイルシステムにおける大規模ダムの内、Sennar ダム（青ナイル川）と Khashm el Girba ダム（アトバラ川）では堆砂率が 62%に達しており、計画貯水量の半分以下の貯水量になっている。また、Roseires ダム（青ナイル川）も堆砂率は 36%に達している（表 3-1 参照）。

これらの 3 つのダムに共通することは水源がエチオピアにあること、すなわち、いずれも青ナイル川とアトバラ川流域に建設されたダムであり、比較的建設年の古いダムである。青ナイル川とアトバラ川は標高 3,000m クラスのエチオピア高原に水源を有しており、スーダン国境付近の平野部に到着するまでには峻険な渓谷を流下し、この過程で大量の土砂をスーダン領内に運搬していることが大きな堆砂の原因である。

また、多くの国営灌漑スキームの灌漑水路でも堆砂が進んでいる。図 3-25 の写真³⁰は、Sennar ダムから導水する、ゲジラ灌漑スキームの水路の堆砂状況である。これまで何度か浚渫を繰り返したため、河道沿いに浚渫された土砂が堤防のような状態で積み上げられている。それでも河床は年々上昇し、特に灌漑農地の末端地域では水の配分量が減少していることが、灌漑スキームでは非常に大きな課題となっている。



図 3-25 ゲジラ灌漑スキーム水路の堆砂

2) グランド・ルネッサンス・ダム（エチオピア）の影響

エチオピア政府が青ナイル川で建設を進めているグランド・ルネッサンス・ダムは、本年中に建設工事が完了し、2017 年には運転が開始される。同ダムは発電用ダムであり、5,250MW の発電を可能とする。ルネッサンス・ダムの位置を図 3-26 に示す。ルネッサンス・ダムは当初、ナイル川上流の国が下流側の承諾を得ずに建設に踏み切った前例の無い計画であり、特に砂漠気候に位置しておりナイル川に大きな水需要をもつエジプトとスーダン政府は建設に反対を示したことで国際的にも話題になった。しかしながらその後

³⁰ 出典：スーダン国水供給人材育成プロジェクトフェーズ 2 専門家チーム

の研究により、自国への影響が最小限であること、同ダムがもたらすメリット（洪水防御、電力供給）もあることに着目したスーダン政府は、2012年に建設反対を取り下げ支援に回った。その後も協議は続き、2015年3月6日には、エジプト、スーダン、エチオピアの3カ国は、ルネッサンス・ダムの運用を暫定合意した経緯を持つ。

しかしながら同ダムは貯水容量73BCM、有効貯水量59BCMの大規模なダムである。エジプト政府は、ダムの貯水にかかる5年とも10年ともいわれる期間に、自国への水量割り当てが少なくなることに未だに懸念を示している。一方、砂漠地帯にあるエジプトのアスワンハイダムより、気温の低い高地のエチオピアのダムで貯水することで蒸発量を大幅に抑制できるので、最終的にはエジプトが取得する全体的な取水量を増やすことも可能だとする報告³¹もある。



図 3-26 グランド・ルネッサンス・ダム位置図

これらの議論は現在でも続いているが、エジプト、スーダン、エチオピアの3カ国は、最終的に2015年の暫定合意を受け、グランド・ルネッサンス・ダムの特に下流側2カ国への環境影響評価³²を実施することとし、国際入札の結果フランスのコンサルタント会社に2016年に発注した。2017年の運転開始の前までに、調査による評価結果が示される予定である。スーダンにとっては、特にダム完成後の貯水期間にエジプトとの合意によるナイル川の配分量(20.5 BCM)の確保に何らかの影響がでる可能性もあるため、環境影響評価による対策も今後の国全体の水資源計画において考慮する必要がある。

3) 施設の老朽化による非効率な貯水

施設の老朽化による非効率で不適切な水資源開発・利用はスーダンの全国的な問題ではあるが、ナイルシステムの主要ダムはその建設年が1925年～1964年と非常に古く、老朽化のため非効率な貯水に止まっている。

調査で訪問したアトバラ川のKhashm el Girbaダムでは、計画貯水量の1,300MCMに対して堆砂により現在は487MCMの貯水容量に留まっている。その上漏水も深刻であり、日量3MCMの水が漏水している。同ダムを利用した灌漑水量が5MCM/日であることを考えると、灌漑水量の60%が毎日漏水していることになる。この堆砂と漏水により、灌漑水量も減少し、その結果灌漑面積は減少している。

³¹ Asegdew G. Mulat, Semu A. Moges (2014) Assessment of the Impact of the Grand Ethiopian Renaissance Dam on the Performance of the High Aswan Dam, Journal of Water Resource and Protection, 2014, 6, 583-598

³² Studies on Ethiopian Grand Renaissance Dam Project: (1) Water Resources and Hydropower System Simulation Modelling and (2) Transboundary Environmental and Socioeconomic Impact

3-3-1節で述べたとおり、ナイルシステムの流量におけるエジプトとの合意（1959年）によるスーダンの割当量は18.5BCMである。さらに、エジプト側のアスワンダム湖での蒸発量分10.5BCMのうちスーダンに戻すことが合意されている2BCMを加え、スーダンの取水権利は20.5BCMとされている。しかしながら、ナイルシステムの主要ダムの堆砂や漏水のため実際の貯留能力は総計で約10BCM程度とされ、実際の取水量も12~14BCM程度とされている³³。

一方、青ナイル川のRoseiresダムは2012年に堤体の嵩上げが行われ、それまでの有効貯水量の1,934MCMが5,934MCMまで増加した。このことから、ナイルシステムにおける水資源開発の課題としては、割当されたナイル流量の20.5BCMを有効に利用するためにも、老朽化した施設の維持管理や改修は重要な課題である。

(3) ノン・ナイル地域の課題

1) 水資源情報とデータの不足

水資源の開発のためには、情報やデータの質や量の確保が重要である。スーダン国における水資源の開発においては、水資源・灌漑・電力省は、これまで水量の多いナイル川本川および支川のいわゆるナイルシステム（白ナイル、青ナイル、アトバラ、メインナイル）に大きな関心が集中してきた。その結果、ナイルシステムに関する情報やデータは、NBIの活動を通じてある程度の質と量は確保できている。一方、ノン・ナイル地域の重要な水源であるワジ、地下水の既往調査は非常に限定的であり、情報やデータの質や量は非常に低いといえる。

近年、水資源・灌漑・電力省もこのギャップは認識しており、ノン・ナイル地域で水資源開発の遅れを問題視している。今後のノン・ナイル地域での水資源開発計画を策定するためには、ある程度の質が確保できた水資源情報やデータの蓄積が課題である。

2) 水資源の持続性と利害関係者の調整の課題（IWRM活動の必要性）

これまでの給水セクターの高い関心は配水を増やすことであり、水資源に関しては配慮が払われずにいた経緯がある。また、地方分権化に伴い、州毎の自治が強くなり、州境界を越えるワジや帯水層で利害関係者の調整をせずに水源開発（地下水、表流水）を進め、上下流、農民・遊牧民間の水争いや地下水の低下（例：Kassala、白ナイル、Kurdufan等）が増えた。

UNEPは、IWRMをスーダン、とくにノン・ナイル地域に導入する必要があるという考えに立ち、SIEP（Sudan Integrated Environment Project, 2005-2012）を、Darfurを対象に実施した。このプログラムの中でIWRM概念の普及・実施、南アフリカへの2回のIWRM視察ツアー等の活動を行い、水資源管理におけるスーダンでのブレイクスルーとなった。

その後UNEPは、地下水・ワジ局内にIWRM Unitを設立し（2011年）、また2013年には水文的境界を考慮した国家レベルのワジ、地下水のデータベース作成等を支援した。さらにノン・ナイル地域のワジと地下水管理のビジョンとなるWater Resources Framework作

³³ 水資源・灌漑・電力省、Hydraulic Research Centre

成を支援していたが、2012年に大臣が替わって以来支援は停止している。

乾燥地気候に広く分布するスーダンのノン・ナイル地域では、水資源の持続性の確保と利害関係者（管理者、水利用者）の調整への取り組み、すなわち IWRM 活動が持続的な水資源開発・利用にとって非常に重要といえる。

3) 地下水開発に係わる課題

都市および地方給水の水源として、飲料水・衛生局では水質の良い地下水の開発を第 1 選択肢としており、地下水が利用できない地域において表流水を利用する。しかしながら、地下水開発のポテンシャルを示す水理地質図の情報が古く（1989 年）、開発の精度を上げるためには水理地質図の更新が必要である。また、帯水層調査・評価が進んでおらず、その結果地下水の開発のその全体のポテンシャルと比較すると限定的である。

今回の調査で訪問した北コルドファン州にある、地下水ダム局コルドファン地域オフィスでは、同州北部にある Umm Sinata 盆地に分布するヌビアン砂岩帯水層の地下水開発に高い関心を持っている。同帯水層は、下流側のエジプトで大規模に開発されており、水量も水質も良好であることが解っているものの、スーダンでは調査が進んでおらず地下水の胚胎構造が把握されていないため開発には至っていない。コルドファン地域でのヌビアン砂岩は涵養がされており、その量は取水量より多いため、1940 年代から地下水位は変わっていないとされている。しかしながら同帯水層の調査、アセスメントは非常に限定的、部分的であるためポテンシャルに見合った開発はなされていない。

カッサラ州は、豊富な地下水資源に恵まれており、1940 年代から地下水開発が盛んであった。1985 年にはオランダのプロジェクトで掘削機が導入され、物理探査や試掘井掘削により地下水調査を実施していたが、掘削機は 10 年前より稼働しなくなり、電気探査器、磁気探査器も現在は機能していないため、それ以降の調査業務は実施されていない。

これらの傾向はスーダン全土に分布する 12 の帯水層、地下水盆に対しても同様であり、1980 年代以降は帯水層調査・評価が進んでおらず、開発が遅れていることが課題である。

4) 地下水盆での地下水位の低下（カッサラ州）

カッサラ州カッサラ市を流れる Gash 川周辺は、水量、水質とも非常に良好な地下水を胚胎する沖積層による地下水盆が形成されており、当該地域はこの地下水を利用した園芸農業が 1940 年から発展してきた。カッサラ市は飲料水（約 30 万人）も灌漑も全て地下水で賄うという、スーダンでも非常に特殊かつ恵まれた地域である。Gash 川はワジであるため、かつて耕作は洪水時（6 月～9 月）の限られた時期のみ可能であったが、1958 年から地下水開発が進み、現在は約 3,000 本の既存井戸により通年耕作が可能となり、果物を中心とした豊富な農作物が収穫されている。しかしながら、1960 年以降、地下水位が低下を始め、井戸の掘増しと動力ポンプの導入が増え、1990 年代からは機械堀による管井が導入され、さらに地下水位は低下を続けた。図 3-27 にカッサラ州地下水ワジ局が保有する同地下水盆の水位観測井戸の 1970 年から 2010 までの水位変化を示す。地下水ワジ局カッサラ支局によると現在、地下水盆の涵養量の 100 百万 m^3 /年に対し取水量は 160 百万 m^3 /年と超過しており、その結果地下水位の低下を引き起こしているとされている。

この問題は全国的にも良く知られており、地下水盆における地下水涵養量よりも多い過剰揚水が指摘されており、早急な対策が必要とされている。

また、調査団の観測では、過剰揚水のみならず、井戸間の相互干渉も原因の一部ではないかと懸念される。

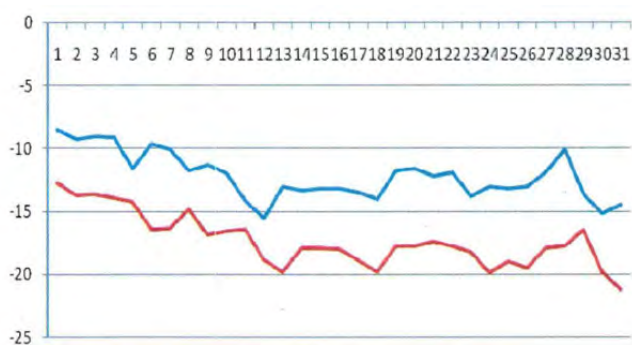


図 3-27 Gash 川流域地下水盆の地下水位変化

スーダンには、Gash 川流域地下水盆のみならず、第四紀の沖積、洪積層による良好な地下水を胚胎している Bagara 地下水盆、東コルドファン地下水盆、青ナイル地下水盆が発達している。これらの地域においては、地下水の開発においては、地下水の流動と涵養機構を把握した上で、それらのメカニズムに応じた開発を進める必要がある。

5) 表流水の開発に係わる課題

ノン・ナイルではワジ水系が発達している地域も多く、これらの地域では、ワジにおける表流水の開発ポテンシャルが高い。しかしながらこれまでのワジにおける表流水開発は、有効かつ適切な方法で行われてこなかったとの指摘がある。

調査で訪問した北コルドファン州のオベイド市の水道水源の一部は、Abu Habil 流域に 1974 年に建設された Ain ハフィールから取水されている。同ハフィールは建設当初 8MCM の貯水が可能であったが、現在では 6MCM に貯水能力が落ちている。オベイドで実施したステイクホルダー会議の問題分析ワークショップでは、これらの原因は以下のように纏められた。

- 表流水のモニタリング活動が不足している（データが少ない）
- ワジや自然低地の開発が遅れている
- ハフィールやダムが設計が不適切である
- データベースが不十分である。



図 3-28 青ナイル州 Abu Gain ハフィール

ワークショップでは上記の原因により、Abu Habil 流域の表流水は有効かつ適切な方法で開発できていないと指摘された。

これらの問題はコルドファン地域だけでなく、多くのノン・ナイル地域でも同様である。

図 3-28 に青ナイル州に建設された Abu Gain ハフィールの写真³⁴を示す。同ハフィールは、2009 年に建設された比較的新しい施設であるが、既にハフィールは機能しておらず貯水も配水も出来てない状況である。

その原因は主に、堆砂、漏水であるが、ハフィールを計画する時点での場所、規模の設定に問題があったとされている。

ノンナイル地域においては、ハフィールや小規模ダムによる表流水の開発は非常に重要であるが、その有効かつ適切な方法を確立することが課題である。

3-6-2 水資源管理における課題

(1) 水資源管理に係る取り組みの現状

上記の調査結果を踏まえて、スーダンにおける水資源に係る取り組みの現状を、ナイルシステムとノンナイル地域（地下水・ワジ地域）に分け、水資源管理の観測、データ管理、調査・評価、事業計画、法制度化、調整に分け、表 3-25 にまとめる。

表 3-25 水資源管理に係る取り組みの現状

項目	ナイルシステム	ノン・ナイル地域
観測	<ul style="list-style-type: none"> ● 100 年以上に渡る水位・流量観測（水位流量 24 カ所、水位 48 カ所） ● 遅れた水質観測（有事のみ） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1994 年の地方分権化前には 62 カ所でワジの水位・流量観測が行われていたが、現在は一部のみダム事業団が実施。 ● 全国で地下水観測井は 136 カ所のみ。かつ地域的な偏りが顕著。
データ管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 1965 年以降のデータベース化が進んでいる。 ● データはダム運用、ポンプ運用、洪水管理、舟運等に使用。 	<ul style="list-style-type: none"> ● モニタリング活動の低下に伴い、ワジ、地下水データの整備が遅れている。 ● 取水関係のデータがない。
調査・評価	<ul style="list-style-type: none"> ● 意志決定システムの解析・評価システムあり。 ● 水理研究センターが高い解析・調査能力を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● データの不備等によって水資源量の調査・解析も低調である。 ● 水理研究センターに地下水の専門家がない。
事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ● ダム、灌漑施設等の老朽化（漏水）が顕著である。 ● ダムの貯水池容量が小さく、割り当て水量（20.5BCM/年）を取水できていない。12～14BCM/年の使用に留まっている。 ● ダム、灌漑水路での堆砂により、当初計画通りの貯水、灌漑ができていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 統合水資源管理計画が Abu Habil 川および Baraka 川流域で作成された。 ● ハフィール等の設計、維持管理に不適切なものがある。 ● 地域によって絶対的に水不足であり、ハフィール等による雨量集水（Rainwater Harvesting）の実施が求められている。
法制度化	<ul style="list-style-type: none"> ● 水資源法（1995）あり。 ● 現在表流水の利用に係る細則を整備中。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水資源法（1995）あり。 ● 現在地下水の利用に係る細則を整備中。 ● 州レベルで地下水管理に係る条例を作る動きあり。 ● 上下流の調整メカニズムがない。
国際調整	<ul style="list-style-type: none"> ● NBI の調整の枠組みあり。 ● エチオピアで建設中の大ダムの環境影響調査をスーダン、エジプト、エチオピアの 3 カ国共同で実施予定。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際調整・協力はサハラ・ヌビア砂岩帯水層に対するものに限られる。

詳細計画策定調査時に、水資源技術機関（WRTO）、ナイル川・ダム局（NW&Dam）および地下水・ワジ局（GW&Wadi）を対象にした、ナイルシステムおよびノン・ナイル地域で

³⁴ 出典：スーダン国水供給人材育成プロジェクトフェーズ 2 専門家チーム

の水資源管理についての自己評価結果を図 3-29 に示す。点が高い方が評価も高いことを意味するが、ナイルシステムの方がノン・ナイル地域よりも総じて評価が高いようである。特に評価が低いのは、上表でも明らかなように低調な地下水・ワジの観測である。

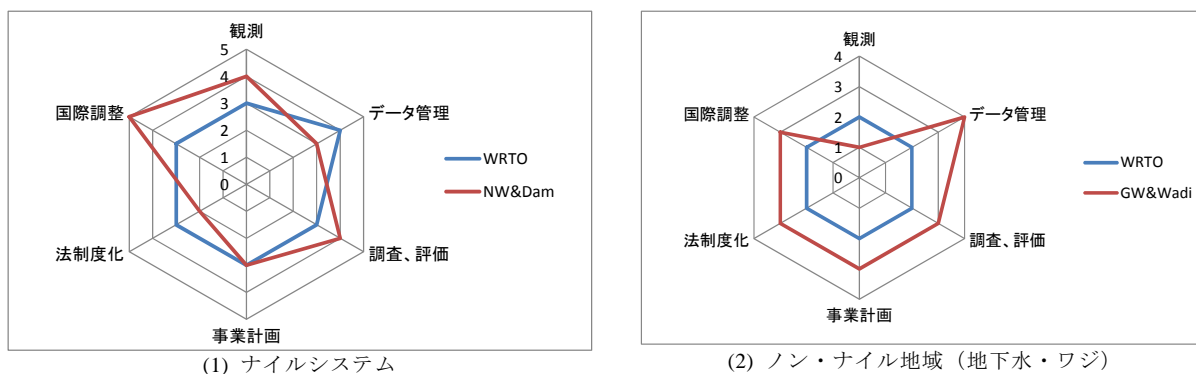


図 3-29 水資源管理に関する自己評価

(2) ナイルシステムにおける課題

ナイルシステムにおける水資源管理に係る主な課題は以下のようにまとめられる。

a) 水質モニタリング能力向上

ナイルシステムの水量についてはスーダンの最大の水源であり、かつ国際関係上からも非常に重要であることから、水位・流量観測は 100 年以上の歴史を有し、データの整備状況も良好のようである。一方で、水質については定期的な観測は行われておらず、技術的にも遅れている。今後、都市化・工業化が進む中で、河川水質の保全が重要になってきており、サンプリング技術だけでなく水質分析技術を含めた水質モニタリング能力向上が必要である。

b) 表流水の利用に係る細則整備

1995 年に水資源法が制定され、河川からの取水についてのライセンス制度が導入されている。しかし、具体のライセンス発行およびそのライセンス内容のモニタリングについては、その具体のプロセス等について規定すべき細則（Regulation）の整備が遅れているため、進んでいない。水資源・灌漑・電力省は 2016 年内に細則の制定を目指している。

c) 水資源量の評価

2-1-1 (2) に示した国家統合水資源管理戦略 2007 によれば、表 2-1、表 2-2 に示されるように、将来的に大きな水不足が予想されている。一方で、現在のナイルシステムからの水使用量は、国際的割り当て量 20.5 MCM/年に対し、ダム貯水池容量が小さいため、12~14 BCM/年に留まっていると言われている。将来の水資源管理・開発を考えるにあたって、実際の水の需給関係の把握が不可欠である。これを確認するためにも、豊富な流量データを用いて、現在および将来の水資源の需給関係を明らかにする必要がある。

d) 総合的な土砂管理対策

青ナイル川およびアトバラ川の水利施設（ダム貯水池、灌漑施設）は上流からの大量の流砂による堆砂によって、計画どおりの機能が発揮できなくなっている。エチオピア国領内に建設中のグランド・ルネッサンス・ダムが完成すれば、青ナイル川において、流砂量の減少により、今度は河床低下、河岸浸食などの悪影響も心配される。統合水資源管理の原則に則り、上下流の観点からの総合的な土砂対策が求められる。

e) 水利施設の維持管理、老朽化対策の実施

Khsham el Girba ダムや Gezira 灌漑スキームでは施設の老朽化が進み、漏水などにより、機能発揮が難しくなってきた。施設の更新、維持管理が適切に行われるように財務部門を含めた維持管理計画の策定・実施が求められている。

f) 灌漑効率の向上

貴重な水を効果的かつ効率的に使用するため、水利施設の維持管理・老朽化対策は勿論のこと、節水型の農業技術の導入を図る必要がある。

(3) ノン・ナイル地域の課題

ノン・ナイル地域における水資源管理に係る主な課題は以下のようにまとめられる。

a) 地下水・ワジの観測体制の再建

ノン・ナイル地域では情報・データが不足しており、水資源量についてよく分かっていないという大きな問題がある。したがって、1995年の地方分権化以降低調な地下水・ワジの観測体制を再建することは優先的な課題といえる。

b) データの管理能力の強化

上記、観測体制の再建とともに、観測された水文データ（河川水位・流量、地下水水位等）とともに水使用インベントリーデータ（取水者、位置、取水量、取水方法等）の管理能力強化が必要である。このインベントリーデータ作成には e) に示す細則の整備が前提となる。

c) 地下水・ワジの水資源量評価能力の向上（モデリングを含む）

水資源管理を行う上で、上記 a) および b) の結果に基づき、今どれだけの水資源量があり、どれだけ使われているのか、さらには、将来的な見込みについて把握しておく必要がある。そのためには、モデリングを含む水資源量評価能力を向上させる必要がある。

d) ハフィール等の水利施設の計画・設計、維持管理能力の強化

計画・設計の不備や、利用者である住民不在の維持管理体制のため数年で使えなくなるハフィールが多いようである。スーダン政府は雨水の利用（Rainwater Harvesting）

をノン・ナイル地域の重要な水資源政策の柱と位置付けており、ハフィールはその代表的施設である。失敗例を分析することによってハフィールの質を向上させていくことが必要である。

e) 地下水・ワジ利用に関する細則の整備

表流水と同様に、1995年の水資源法によって、地下水揚水についてのライセンス制度が導入されている。しかし、具体的なライセンス発行およびそのライセンス内容のモニタリングについて規定する細則（Regulation）の整備が遅れている。水資源・灌漑・電力省は2016年内に地下水の利用に関する細則の制定を目指している。

f) 越境地下水・ワジの関係国を含むステイクホルダー間の調整能力の強化

ナイルシステムについてはNBIを通じた国際協力・調整のメカニズムがある。しかし地下水・ワジについては、サハラ・ヌビア砂岩帯水層以外、有意な国際協力・調整が現時点では存在しない。また国内の州を越えるワジについても連邦政府主導の調整がうまく機能していないようである。さらに、ハフィールの管理においても住民不在のためうまく機能していない例が多いようである。国内外を問わず、統合水資源管理の原則に則って、ステイクホルダーを巻き込んだ調整能力の強化が必要である。

3-6-3 水利用における課題

(1) 生活用水における課題

1) 飲料水・衛生局における課題

飲料水・衛生局への聞き取り結果によると、給水・衛生分野における課題としては、① 水源の水質汚染、② 水資源・灌漑・電力省内の調整、および、③ 地方分権化に起因する飲料水・衛生局と州水公社、州水公社間の連携の不十分さが挙げられた。また、④ 人材不足や業務環境の不備、⑤ 情報管理体制の不備、⑥ 業務の不十分なM&Eが挙げられた。

2) 州水公社における課題

本調査で訪問したカッサラ州と北コルドファン州の水公社への聞き取りでは、共に水道料金が定額制であり値上げも容易では無いことから、コストリカバリーが出来ておらず、その結果十分な給水サービスが提供できていないことを挙げている。また、北コルドファン州では、人々の土地への執着が強く、給水状況が良い地域への移転を拒否するため、安定した給水を妨げていることが挙げられており、カッサラ州では、給水水源である地下水の水位が低下していることが問題として挙げられている。

3) 水利用量の把握

3-5-2節に述べたように水料金は定額制が採用されており、水道メーターが設置されて無いため、実際の水利用量を把握することは困難な状態である。都市給水では浄水場における生産水量のデータは記録されているが、漏水率が把握されていないため、実際の使用量は推定値となる。また、地方給水では、JICAの支援により2州において維持管理に関するモニタリングの枠組みが構築され、今後本格的に稼働することが期待されるが、

これまではウォーターヤードの井戸にはメーターが設置されていないため、正確な使用水量の把握が困難であった。今後は、持続的な給水を可能にするためにも、水道料金設定の改訂、水道メーターの設置等に向けた取組みが必要であると考えられる。

(2) 灌漑用水における課題

1) 水利用効率の向上

農業セクターでは 2008 年に策定した「農業再活性化計画」において、農業生産性および生産量増加を可能にする生産環境を整備するための取組みの一つとして水資源管理能力の向上を挙げている。しかしながら、灌漑に利用可能な水資源量が限られていること、および水資源の管理に関わる灌漑従事者の参画が低いこと、灌漑スキーム毎の従事者が多いために管理が容易では無いこと等が要因となり、計画配水量の灌漑農地末端までの未達、灌漑水路の堆砂や漏水による非効率な配水等の問題が生じていることから、水資源管理能力に関しては更なる向上の余地があると言える。

NBI (2012)³⁵によると、スーダンの灌漑農業の生産性はエジプトに比較すると非常に低いが、水と肥沃な土壌が確保されるのであれば生産性向上の可能性は非常に高いとされている。したがって、農業生産性を向上させるためにも、灌漑における水利用効率の向上は大きな課題である。

2) 農業セクター関連省間の調整

2015 年に灌漑担当部局が水資源・灌漑・電力省に移行したことにより、農業セクター関連省は、① 農業・森林省、② 家畜・漁業省、③ 水資源・灌漑・電力省の 3 省となった。そのため、農業政策の促進、水資源配分の調整等を目的として、これら 3 省の大臣による評議会及び次官から構成される技術部会が設立されることとなった。

これまで各省が策定した開発計画（案）の実施に必要な水配分の調整は、水資源・電力省が行ってきたが、全水需要量の 90%以上を占める灌漑セクター担当機関が水資源・灌漑・電力省に移行したことで、今まで以上に水資源の持続性確保の観点に立った水配分がなされることが期待される。しかし、水資源法（1995）に基づいて設立された国家水資源評議会はこれまでに数回程度しか開催されていないことを考慮すると、3 省の大臣から構成される評議会の強力なイニシアチブが発揮できるような取決めが必要である。

3) 現在水利用量・需要量および将来水需要量予測

9 カ所の国営灌漑スキームで利用する水はナイルシステムの青ナイル川およびアトバラ川から取水されており、取水量は把握されているため、ナイルシステムにおける水資源ポテンシャルと水需要のバランスの把握は可能である。将来水需要量についても、3 カ所の国営灌漑地における農地拡大が計画されており、その内容を反映した形での需要予測が可能であると考えられる。

一方、ノン・ナイル地域では、ハフィール（ため池）、洪水、地下水を利用した灌漑が行われているが、本調査では、これらの灌漑スキームにおける現在水利用量や栽培作物に

³⁵ State of the River Nile Basin 2012, pp256

関する方法を入手することは困難であった。ノン・ナイル地域の支流域毎の水資源量と水需要量のバランスを検討するためには、対象地域内の灌漑スキームに関する情報は必要であるため、州政府の灌漑担当省および水利用者組合等から情報を入手する必要がある。

(3) 家畜用水における課題

1) 水紛争緩和への貢献

スーダンでは地方部、特に家畜の生産量が高い、青ナイル州、北ダルフール州、北コルドファン州、センナール州、カッサラ州における家畜用水の不足が大きな問題となっている。家畜・漁業省によると、100年程前は大規模な家畜の移動は無かったようであるが、砂漠化の進行により、水と草を求めて家畜も移動させざるを得なくなった。その結果、遊牧民と地域住民の間、または遊牧民同士での水争いが生じるようになったとのことである。この問題に対し、連邦政府は、これまで井戸掘削や牧草地の整備を行ってきたが、需要を満たすことは出来ていないとのことである。遊牧民は、同一地域に2～3カ月間滞在して次の地域に移動する行動パターンを有しており、これらを考慮した形で家畜用水の需要を把握する方法を検討することが水紛争緩和への第一歩となる。

2) 支流域における家畜頭数の算定

3-5-3節に述べたように、現時点における家畜頭数は推定値である事および州単位でのデータが利用可能である。しかしながら、統合水資源管理の取組みでは支流域単位での水利用量および将来需要量の把握が求められることから、その算定方法について検討する必要がある。

(4) 工業用水における課題

1) 工場排水の現状把握

前述のように、スーダン国には1,654の工場が稼働している。これらの工場では工場廃水が生じるが、現時点においては廃水の水質や排出先が明確になっていない。全国の約64%の工場が位置しているハルツーム州のハルツーム市では国際河川である白ナイル川と青ナイル川が合流しており、水資源・灌漑・電力省は将来的な水質汚染の可能性を懸念している。現時点において、工場廃水の排出先や水質に係る情報は明確にされていないが、今後のスーダンの経済発展に伴う水質汚染の可能性も考えられるため、各工場における工場廃水の排出先を把握することは重要である。

2) 工業用水の現在水利用量および将来需要量の把握

工業省への聞き取りによると、工業省は工場別の水利用量は把握していないとのことであった。また、生活用水同様、水料金は定額制であることから実際の水利用量を把握することは困難である。このような状況を踏まえた工業用水の利用量および将来需要量の算定方法の検討が必要である。

(5) 電力用水における課題

1) 電力需要と供給のバランスの考慮

スーダンでは、夏季の電力需要が大きいこと、および夏季の気温が高いため火力発電に

よる発電量が低くなるのが原因で、夏季は電力供給が需要を賄えていないが、その不足する電力需要を水力発電により満たすためには、現時点での施設では水量が不足することであった。したがって、季節により変化する電力需要を考慮した発電設備計画（貯水池整備）の検討が必要である。

2) 電力用水の現在水利用量（需要量）および将来水需要量の把握

3-5-5節に述べたように、水力発電では貯水施設を整備する必要があるが、落差を利用して発電するため、基本的に水の消費量は無いといえる。しかし、火力発電では、蒸気力でタービンを回して電力を発生させ、その蒸気を復水器で冷却して再度利用するシステムであるため、水が必要である。現時点において、発電に伴う必要水量のデータは入手できていないが、発電所等における聞き取り調査等により、必要水量の算定が必要である。

3-7 環境予備調査結果

3-7-1 用地取得、住民移転に係る法制度

スーダンにおける土地関連の法制度として、都市計画公益事業省³⁶による土地設定登記法（1925）（Land Settlement and Registration Act）および土地取得法（1930）（Land Acquisition Act）において、土地地所有、土地利用、土地収用に関し以下の様に定められている。

(1) 土地所有

スーダンの全ての土地は人民のものであり、所有形態に応じて、取得、保持、取引ができることと規定されている。所有形態は次の通りである。

- 慣習による保有権
- 自由保有権
- 賃借権

(2) 土地分類

土地は次のように分類される。

- 人民が所有し、政府に信託されている
- 公共用地
- 民族、居住者、地域の利権に基づいてコミュニティが保有する土地

(3) 登録

- スーダンにおいて集合的または個人的に所有されている土地は登録され、法律に基づいて所有権が与えられる。
- 土地法は、地籍管理機能、土地登録・台帳、登録概要、州の登録、地籍権を含む地籍管理について規定している。

³⁶ Ministry of Urban Planning and Public Utilities

(4) 土地収用

- 公共目的で土地を収用する場合は、次の項目を考慮して正当に補償される。
- 土地の使用目的
- 市場価格
- その土地に投資した金額と金利

これらの土地法に対し、スーダンにおける用地取得・住民移転に係る法制度としては、"Construction Planning and Land Disposition Act 1994"がある。これは公益事業等によって土地所有者・利用者等の利害関係者に生じる損失に対する補償の算定とその支払い方法等について規定したものである。

セクターに係わらず全てのプロジェクトにおいて、非自発的住民移転及び生計手段の喪失はあらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。しかしながら回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。

"Construction Planning and Land Disposition Act 1994"には、損失補償、代替生計手段等の支援、移転に要する費用等の支援算定とその支払い方法等について規定したものであり、以下のこれまでの我が国の無償資金協力による給水施設建設事業においても、国際協力機構(2010)環境社会配慮ガイドラインと併せて、用地取得・住民移転に際して利用されている。

コスティ市給水施設改善計画(2015年基本設計終了)

ジュバ市水供給改善計画(2011年基本設計終了)

カッサラ市給水施設改善計画(2011年基本設計終了)

3-7-2 環境社会配慮に係る法令および許認可申請手続き

(1) 法制度：環境保護法 EPA 2001

スーダンでは2001年、「Environment and Natural Resources Supreme Council Act (1991)」が改訂され、環境保護法(Environmental Protection Act)が制定された。この法によりスーダン国の環境保全および天然資源の適正な利用に係る法規制の基礎が確立された。また、環境保護法(2001)により、全ての開発事業におけるEIA³⁷の実施が義務づけられており、EIAの評価に基づいて「環境認可」に係る審査が実施される。

(2) 環境関連機関の責務

環境に関わる諸機関は「各世代に利益となる安全で持続可能な発展を達成するため、環境を構成する要素および社会的・文化的システムを保護すること」を達成すべく、努力することを義務付けられている(II章4条)。

³⁷ 州によっては Environmental Feasibility Study (EFS) という名称が使われているが、EFSに含まれる内容は、事業概要、予想される負の影響、軽減対策、代替案の検討から構成されおり、初期環境影響評価(EIA)に相当する内容である。

(3) EIA の実施と環境認可

すべての開発事業において、EIA の実施が義務付けられており、この評価に基づいて、環境認可の審査が実施されることが規定されている（Ⅲ章 17 条 1 項）。

(4) EIA の内容

EIA には、①事業により予想される負の影響、②負の影響を回避するための対策、③提案された事業の有効な代替案、④短期的な天然資源あるいは環境の開発は長期的にはそれらに負の影響を及ぼさない旨の十分な説明等の項目を含むことが規定されている（Ⅲ章 17 条 2 項）。

(5) 環境影響評価の手続き

スーダンでは、環境保護法により、すべての開発事業において環境調査（Environmental Feasibility Study : EFS）の評価に基づいて環境認可に係る審査が実施されることが定められている。本計画においても、同様の手続きを想定している。

(6) 関連組織

スーダンでは、1992 年に公布された地方分権化法³⁸により地方分権を強く進めている。環境政策も地方分権化が進められており、環境影響評価は、環境・天然資源省大臣直轄の国家環境高等審議会（Higher National Council for Environment : HNCE）だけではなく、州政府の州環境審議会（State Council for Environment : SCE）が実施することもできる。HNCE および SCE による審査では、対象内容に応じて設立する専門家グループが評価を行う。SCE は、現時点において、北ダルフール、南ダルフール、リバーナイル州、ゲダレフ州、紅海州、白ナイル州の 6 州に設立されている。カッサラ州では 2016 年中に設立される予定であり、今後、全州に設立される予定である。今回の調査では、カッサラ州と北コルドファン州を訪問し、それぞれの州政府で環境施策の実施省庁を訪問した。図 3-30 にカッサラ州の農業・灌漑・森林・家畜・水産省、図 3-31 に北コルドファン州の農業・家畜・地方開発省の組織図を示す。

³⁸ Sector Reform with Putting Federal Rule in Force (1992)

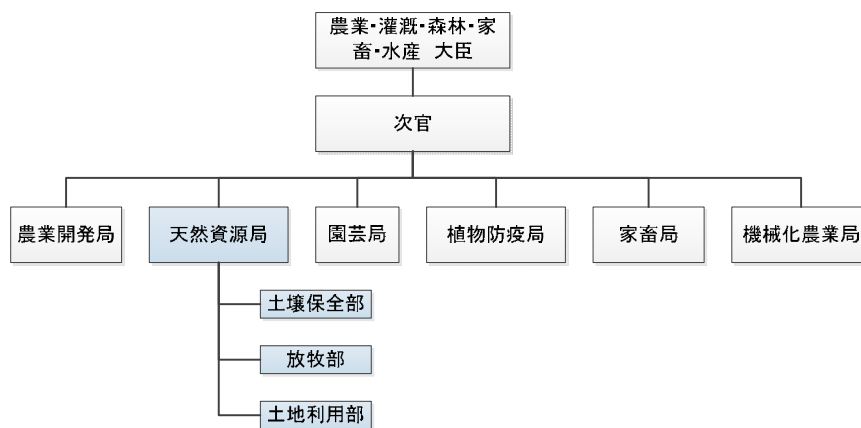


図 3-30 カッサラ州、農業・灌漑・森林・家畜・水産省組織図

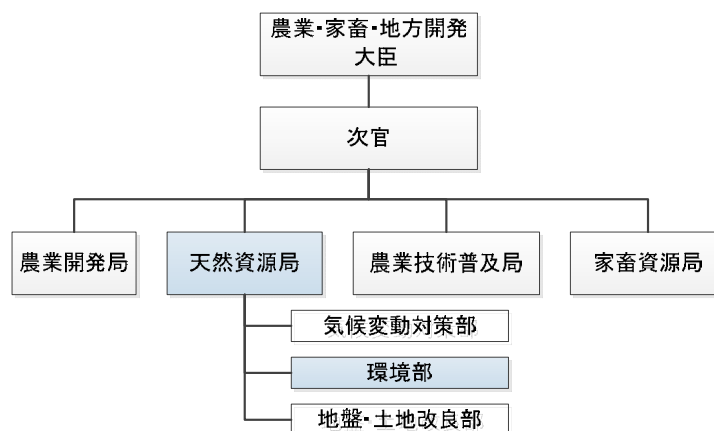


図 3-31 北コルドファン州、農業・家畜・地方開発省組織図

カッサラ州も北コルドファン州も現在のところ SCE は設立されていないため、環境影響評価の審査は HNCE で実施する。いずれの州も、開発事業に対する環境社会配慮は、天然資源局が管轄している。

(7) 環境影響評価に対する許認可申請の手続き

現在、スーダンにおいては、環境社会配慮に係るガイドラインが策定されていない。したがって、環境影響評価に対する許認可申請の手続きとしては環境保護法の規定に基づき以下のような手順を進めることになる。

- ① 実施機関による事業計画の策定
- ② 実施機関による Environmental Impact Assessment (EIA) の実施
- ③ EIA による事業概要、予想される負の影響、軽減対策、代替案の検討
- ④ EIA 評価結果の SCE (州審議会) あるいは HNCE への提出
- ⑤ 審議会による EIA 評価結果の審査 (負の影響の許容される範囲、軽減対策)
- ⑥ 負の影響が許容範囲であり、軽減対策が十分である場合は「環境許可」の付与

3-7-3 環境予備調査の結果

(1) マスタープランに対する環境社会配慮の基本的考え方

マスタープラン（MP）調査における環境社会配慮は、戦略的環境影響評価（Strategic Environmental Assessment：SEA）の基本的考え方により実施する。SEAとは、事業段階のいわゆるEIAではなく、初期の政策や計画段階に対する環境影響評価をいう。SEAは、「経済、社会、環境間における意思決定の影響を事前に、かつ、同時に評価し得る総合的な分析手法を採用し、政策、プログラムレベルにまでそれを適用するものである」と定義されており、本調査においてはSEAの基本的考え方に基づいて評価を実施する。マスタープランの代替案の比較検討が行われる場合、環境影響の比較に加えて、代替案の経済性、実現可能性、社会・経済的インパクトなどを総合的に評価した。

いわゆる個別の水資源開発事業EIAでは、重大な環境影響が予測された場合でも、事業内容がほぼ確定しており、水資源開発の変更による環境影響の軽減を検討範囲に含めることは困難である。本格プロジェクトはマスタープラン段階として、個別水資源開発の事業EIAに先行してSEAを実施することにより、事業EIAのオプションを選択しうる段階で、より適切なマスタープランを策定することが可能になる。

(2) 予備的スコーピングの実施

環境・天然資源・公共事業省との協議の結果、スーダンではSEAの実施は制度化されていないが、SEAの実施が推奨されているJICA環境社会配慮ガイドラインに基づき、本格調査においてSEAを実施することに合意した。したがって、本格調査でSEAを実施する際の環境社会配慮項目について予備的にスコーピングを実施し、結果を表3-26にとりまとめた。なお本件は「統合水資源管理計画」の策定に係るプロジェクトであるため、予備的スコーピングは個別の特定事業を想定したものではなく、統合水資源管理計画の策定にあたっての配慮の要否という視点で実施した。

表 3-26 予備的スコーピング実施結果

影響項目	評定	負の影響の程度	予測方法	提案される対応策
【汚染対策】				
大気汚染	C-	工事期間中に重機や車輛の交通量が增大することにより、工事サイト周辺の大気環境が悪化する可能性がある。	風向・風速、温度勾配等の気象上状況、過去の大気汚染被害状況等の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設位置の再検討 ● 慎重な工事計画、工事監理 ● 散水等の粉塵防止対策
水質汚濁	C-	河川・砂防、及び井戸掘削工事中に濁水が発生し、下流あるいは周辺の利水に一時的な影響を与える可能性がある。供用時に過剰な揚水をした場合は地下水位の低下により水質が低下する可能性がある。	水利用状況、水資現況、水生生物、既存井戸利用状況の収集・整理 水利用状況調査	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設位置に係わる改革諸元の再検討 ● 慎重な工事計画、工事監理 ● 地下水位影響圏および許容揚水量の設定と供用時の揚水量管理
土壌汚染	D	発生の要因はない	—	—
廃棄物	C-	工事中に建設廃材、残土、伐採樹木等の発生し、適切に処分されない場合、河川や湖沼への不法投棄により景観上や水質の汚染を招	廃棄物発生量、処分用地、廃棄物処理に関する法規等の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 慎重な工事計画、工事監理 ● 建設残土、廃材の処分場の確保

影響項目	評価	負の影響の程度	予測方法	提案される対応策
		く場合もある		
騒音・振動	C-	建設機械の騒音、振動により周辺住民の生活に影響を及ぼす可能性がある。	生活施設の分布、地質状況等の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 工法の改良（無振動杭打等） ● 工事工程、作業時間の調整 ● 防音壁、緩衝帯の設置
地盤沈下	C-	沖積平野の場合、地下水の過剰な揚水により、地盤沈下が発生する可能性がある。	地下水位、地質、地下水利用実態等の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 許容揚水量の設定と供用時の揚水量管理
悪臭	D	発生の要因はない	—	—
底質	C-	河川構造物の建設により、供用時に河川の運搬作用の変化に伴い底質の堆積環境が変化し、水生生物に影響を及ぼす可能性がある。	水生生物の生息、河床堆積物等の情報収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 河床堆積物調査 ● 水生生物調査 ● 建設位置に係わる改革諸元の再検討 ● 維持流量の確保
【自然環境】				
保護区	C-	現段階では不明	保護区、森林の情報の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画策定時には、森林伐採の回避の考え方を優先させる
生態系	C-	河道の整正、変化、あるいは洪水流による土砂養分の供給の変化に伴い、水生生物の生存条件に影響を及ぼす可能性がある。	水生生物の分布状況、生存条件、類似事業の事例等の情報収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 生物環境を考慮した護岸工法（多孔性護岸等）の採用 ● 維持流量の確保 ● 水生生物調査
水象	B-	灌漑や給水のための表流水や地下水の開発は、既存の湖沼・河川の利用に支障を及ぼす可能性がある。	地下水の水位、河川流出量の情報の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 灌漑や給水のための表流水や地下水の開発可能量は、既存の湖沼・河川の利用量を維持流量に入れた範囲とする。 ● 河道の安定や地下水涵養のための森林保全計画も計画に取り入れる。 ● 維持流量の確保
地形・地質	C-	河川構造物建設のための大規模な掘削や盛土により周辺の地形形状に支障を及ぼす可能性がある	地形、地質、地誌の情報の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画策定時に、地形、地質情報から、地形の変化による影響を避けるために保全が必要な地域を抽出する
地下水	B-	地下水の過剰な揚水により地下水位低下が発生し、周辺の地下水利用に影響を及ぼす可能性がある	地下水位、地質、地下水利用実態等の情報の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 許容揚水量の設定と供用時の揚水量管理
【社会環境】				
住民移転	B-	ダム建設、河川改修に伴う住民移転が発生する可能性がある。	スーダンにおける、非自立的住民移転の事例の収集・整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発計画策定時には、住民移転の回避の考え方を優先させる ● 住民との対話、情報公開
生活・生計	B+	統合的水資源管理による水資源の開発、配分は、地域社会の経済活動に寄与する事業である。	—	—
文化遺産	C-	現段階では不明	既存情報の収集	<ul style="list-style-type: none"> ● 歴史的建造物、遺産は現地保存を優先する
景観	C-	現時点では不明であるが、施設の立地により景観の変化の可能性はある。また、不適切な施設は、周辺景観に調和しない可能性がある。	景観に関する規制等の有無を確認。既存情報の収集整理。	<ul style="list-style-type: none"> ● 景観にも配慮した施設計画を行う。

影響項目	評定	負の影響の程度	予測方法	提案される対応策
少数民族・先住民族・貧困層	C-	現段階では不明	少数民族や貧困層に関する既存情報の収集・整理。	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発計画策定時には、住民移転の回避の考え方を優先させる ● 住民との対話、情報公開
労働環境	C+	統合的水資源管理に伴う経済活動の発展は、労働環境の改善に寄与する。	—	—
水利用許可(水利権)	B+	統合的水資源管理により、水利用許可は適切に管理されるようになる。	—	—
工事中の事故	C-	建設時の重機車輛の増加に伴う交通事故の発生可能性がある。	道路交通法、および過去の事例等の既存情報の収集	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通事故を防ぐため、学校、市場、住宅地等での速度制限、施工者及び住民への注意喚起
土地利用や地域資源利用	B+	統合的水資源管理活動により、有効的な土地利用や水資源利用方法が計画される	—	—
既存の社会インフラや社会サービス	C+	水資源管理の対応策として洪水対策等が提案された場合、既存の社会インフラや社会サービスは守られることになる	—	—
社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織	C+	水資源管理のための対応策が、水利用者レベルまで提案されるため正の影響が期待される	—	—
被害と便益の偏在	D	計画策定のプロセスとして参加型合意形成を計るため、地域住民に不公平な被害と便益をもたらさない	—	—
地域内の利害対立	D	計画策定のプロセスとして、参加型合意形成を計るため、地域住民に利害の対立はもたらさない	—	—
ジェンダー	D	発生の要因はない	—	—
HIV/AIDS等の感染症	C-	水資源管理のための構造物整備が計画された場合、工事労働者の流入による感染症が広がる可能性がある	スーダンにおけるHIV/AIDS等の感染症の過去の事例等の既存情報の収集	<ul style="list-style-type: none"> ● 感染症を防ぐため、施工者及び住民への注意喚起
気候変動	C+	水資源管理手法が改善することにより、気候変動の影響が緩和される可能性がある。	—	—

注1) 影響項目は、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）を参考にして選定した。

注2) 評定区分：

A 重大な影響が見込まれる（+：正のインパクト、-：負のインパクト）

B 多少の影響が見込まれる（+：正のインパクト、-：負のインパクト）

C 影響の度合は不明（今後の調査によって確認する）（+：正のインパクト、-：負のインパクト）

D 影響はないため IEE あるいは EIA の対象とはしない

スコーピングの結果は、以下の様に要約される。これらの結果から、本プロジェクトは、JICA 環境社会配慮ガイドラインでの「カテゴリーB」案件に相当するものと位置づけられる。

- 重大な負の影響が見込まれる A ランクの評定は無い
- B ランク（多少の影響が見込まれる）が想定される項目は、自然環境項目で「水象」、「地下水」、社会環境項目で「住民移転」と「水利用許可」の4項目である

第4章 プロジェクトの内容

4-1 プロジェクトの目標と基本方針

プロジェクトの目標は「生活、工業、灌漑、水力発電、舟運のための水利用が改善される」ととし、プロジェクトは以下の4つの成果から構成される。

成果1：水収支の評価

成果2：水資源管理に係る課題の分析

成果3：特定地域における統合水資源管理の実践（パイロット活動）

成果4：戦略・法制度・体制に関する提言

4-2 コンセプト

スーダンは、水資源の賦存量が限られ、水需要が増加している中、水資源の戦略的かつ効率的な利用が益々求められている。実際に、水利用の現場では、井戸の過剰揚水が原因とされる地下水位の低下や、家畜用水と生活用水における水分配に係る課題等が生じている。一方で、それらを緩和するための科学的根拠に基づく流域単位の戦略・計画が不十分、または実践に至っておらず、長期的な水資源に係る課題の改善の兆しは見えていない。

このような状況を改善するために、本プロジェクトでは、地域的な広がりを持つ水資源〔表流水（上流・下流）、地下水等〕や、多岐に渡るステイクホルダー（連邦政府、州政府、郡庁、水利用者等）を包括的にとらえる「統合水資源管理アプローチ」を用いる。その下で、スーダン側ステイクホルダーの主体性を重視した「参加型」かつ連邦及び地方行政における「実践」的な活動を通して得られる経験・教訓を基にして、水資源管理に係る法制度、計画、組織体制、手法等に対する有効かつ実行性のある提言を行うことを最終成果とする。

「実践」的な活動は、「連邦政府における実践」（コンポーネント1）と「特定地域における実践」（コンポーネント2）から構成される。「連邦政府における実践」では、水収支評価（成果1）と水資源に係る問題分析（成果2）を行い、定量的情報と定性的情報の両面により、各流域における水資源の現状を分析した上で課題を把握する。この連邦政府における活動を通して、優先順位の高い地域と課題を選定し、問題解決の実践に取り組む活動が「特定地域における活動」（パイロット活動：成果3）である。パイロット活動は、行政機関および水利用者（農家や住民等）等の利害関係者による参加型で実施し、問題・課題解決に結びつけると共に、水資源管理に係る法制度、計画、組織体制、手法等に対する提言（成果4）に反映させることを目的とする。

最終成果となる「水資源に係る提言」を真に実効性のあるものとするためには、多岐に渡るステイクホルダーの主体性を引き出し、関係者同士による徹底的な議論を促しながら、ステイクホルダー間で「気づき」や「問題の特定」を如何に共有できるかが鍵になる。そのためには、これまで国内外で蓄積されてきた参加型水資源管理、水資源のコンフリクトマネジメントおよび社会的意思決定等に係る科学的知見を参考としながら、スーダンに適する統合水資源管理のアプローチ手法を見つけていく必要がある。

水資源及びその利用は、人々の生活や行動形態に直結しているため、対象地域の社会や民俗、文化的背景に十分配慮した上で、水利用者を巻き込みながら活動を進める必要がある。

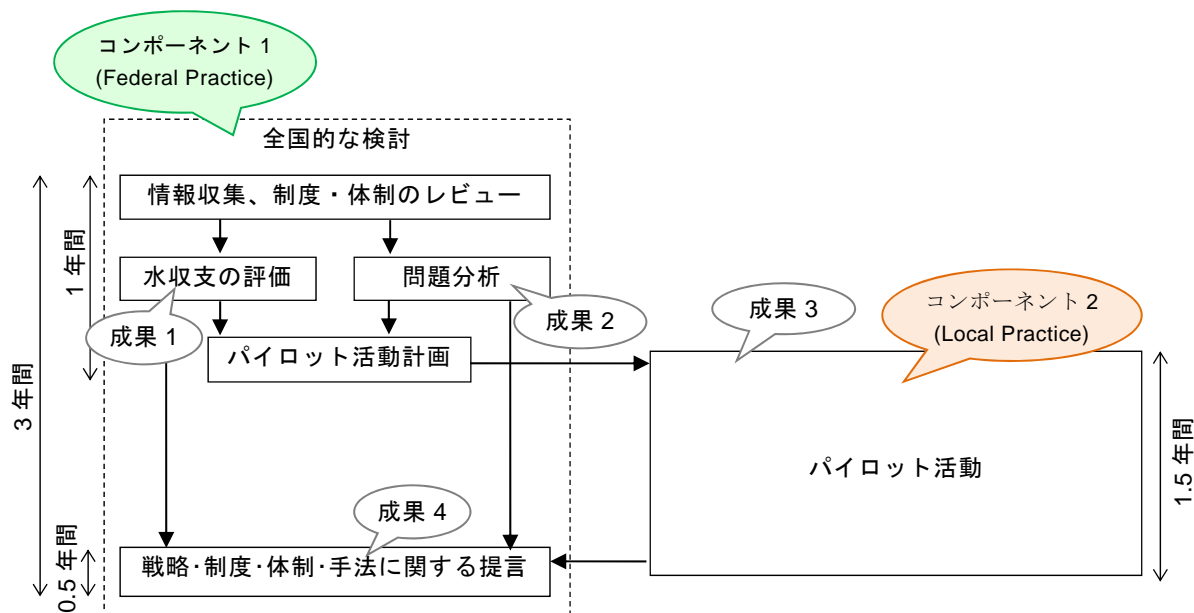


図 4-1 プロジェクト概要

4-3 対象地域と範囲

プロジェクトの対象地域はスーダン全国とするが、パイロット活動による「特定地域における実践」に関しては、日本の安全基準を満たさない地域は除くこととする。

4-4 調査内容

スーダン側と合意に至った本体プロジェクトにおける調査項目を以下に示す。

【コンポーネント1：連邦政府における統合水資源管理の実践（連邦政府における実践）】

1.1 法的枠組み及び組織体制のレビュー

(1) 法的枠組みのレビュー

- 統合水資源管理国家戦略, 2007
- 水資源法, 1995
- 地下水条例 (案)
- 灌漑・排水法, 1990
- 給水・衛生政策, 2010
- 利用と管理のための地下水法 (2015年に、カッサラ州において地下水・ワジ局カッサラ事務所により提案された法令)

(2) 連邦及び州政府における組織体制のレビュー

組織図、役割と責務、職員数、財務状況、年間予算等

1.2 データ収集

(1) 自然条件

地形、地質、気象、水文、水理地質、自然環境、植生、土地利用、水質等

(2) 社会経済条件

人口、世帯収入、産業（農業、家畜、工業等）、連邦及び地方政府の予算等

(3) 気象・水文、水理地質情報

降雨量、河川水位・流量、地下水位、堆砂、水質等

(4) 水利用および管理の状況

灌漑、生活、家畜、工業、電力用水等の現在の水利用量及び管理体制

(5) 環境社会配慮

開発に関する法規および承認手続き、国立公園、植物相、動物相、野生生物、歴史・文化的遺産、ジェンダー、貧困、水因性疾病等

(6) 既存の開発計画

農業、家畜、都市、工業、水力発電等

(7) ダム、堰、ハフィール（ため池）などの既存の水資源関連施設

設計容量および現在の容量、排水量、モニタリング・システム、運営・維持管理等

1.3 水収支評価の準備作業

1.3.1 水収支解析の考え方及び手法の確立

(1) Nile System

(2) Non-Nile 地域

1.3.2 現在及び将来水需要量の予測

(1) Nile System

(2) Non-Nile 地域

1.3.3 地形、地質、衛星画像の解析及び解析結果図の作成

(1) 地形図の作成

(2) 衛星画像解析によるリニアメントの抽出

(3) 地質図および地質構造図の作成

(4) 観測所および水利施設位置図の作成

(5) ワジ（涸れ川）流域の区分

(6) 地下水盆の区分 1.3.4 既存井戸揚水試験調査

1.4 水資源ポテンシャルの算定

1.4.1 Nile System の水資源ポテンシャルの算定

1.4.2 Non-Nile 地域の表流水資源ポテンシャルの算定

(1) 降雨解析

(2) 蒸発散量解析

(3) 流出モデル構築

(4) 流出解析の検証

(5) 流出量の頻度分析

(6) 表流水ポテンシャルの算定

1.4.3 Non-Nile 地域の地下水資源ポテンシャルの算定

- (1) 帯水層及び地下水盆の把握
- (2) 帯水層及び地下水盆の水理地質学的解析
- (3) 帯水層及び地下水盆における地下水涵養量の算定
- (4) 地下水ポテンシャルの算定
- (5) ワジ支流流域区分に従った地下水ポテンシャルの区分

1.5 水収支評価

1.5.1 Nile System の水収支解析

1.5.2 Non-Nile 地域の水収支解析

1.5.3 季節変化を考慮した水収支評価

1.5.4 主要都市における将来の水資源ポテンシャルに関する提言

1.6 水資源管理に関する教訓のレビューおよび問題分析

- (1) 水資源管理に係る問題分析
- (2) 現地で開催された既往の活動を通して得られた教訓の蓄積

1.7 特定地域における統合水資源管理実践計画の策定（コンポーネント 2 で実践）

- (1) 特定地域及び実践内容の選定
- (2) 特定地域における実践計画の策定

1.8 統合水資源管理の実施促進のための現実的な戦略、法制度及び組織体制に係る提言

1.9 戦略的環境アセスメントの考え方に基づいた環境社会影響を考慮した代替案の比較検討

【コンポーネント 2：特定地域における統合水資源管理の実践（特定地域における実践）】

特定地域における実践の目的は、統合水資源管理を促進するための現実的な戦略、法制度、組織の枠組みへのフィードバックを行うための教訓を現地での活動を通して得ることである。なお、これらの活動に係る全プロセスはステイク・ホルダーを巻き込んだ参加型アプローチに従って実施する。

2.1 現状の課題及びその原因の把握

2.2 対応策の提案

2.3 対応策の実施

2.4 活動結果及び得られた教訓の分析

4-5 投入

(1) 日本側

- 専門家派遣：総括/水資源管理、参加型合意形成、表流水開発・管理、地下水開発・管理、都市および地方給水、農業・灌漑・家畜、環境社会配慮、組織/制度、GIS/データベース、地域社会・文化、他
- 本邦または第三国研修

- 現地活動費

(2) スーダン国側

- カウンターパートの配置
- 専門家の執務用スペース・光熱費
- 活動に必要な情報・データの提供
- 活動に必要な経費
- 安全確保、地方移動許可証（Travel Permit）の取得支援等

4-6 実施体制

プロジェクトの実施体制として、事務局は WRTO、実務は担当部局が担う下記の体制で合意した。

(1) コンポーネント1（連邦政府における実践）

コンポーネント1の C/P として、水資源・灌漑・電力省の関係部局から9つの技術分野の職員を配置するよう R/D に明記し、スーダン側と合意した。これら C/P の主体性を尊重した上で、適宜その他の関係省庁の協力を仰ぎながら日々の活動を進める。

(2) コンポーネント2（特定地域における実践）

パイロット活動の対象地域が決まり次第、関係機関に対して速やかに C/P の配置を依頼した上で活動を進める。C/P 機関としては、対象地域が属する州政府関係省庁（公共事業省、農業・森林省、財務省等）の他、州水公社、郡庁、連邦政府（水資源・灌漑・電力省等）の地域事務所が想定される。

パイロット活動は、行政機関のみならず、農家や住民等の水利用者もステイクホルダーとして積極的に巻き込み、参加型で問題解決を図る。

(3) 合同調整委員会

合同調整委員会（JCC）は、プロジェクト全般の最終的な意思決定や活動内容の共有を目的として設置し、委員長は WRTO 議長とする。

関係部局・省庁が多岐に渡り、これらステイクホルダーとの協議を積み重ねながら活動を進める本業務において、JCC 及び JCC 委員長は極めて重要な役割を持つ。WRTO 議長は、元水資源・灌漑・電力省大臣で、現在も NBI におけるスーダン側の実質的な責任者等の要職を務め、強いリーダーシップと技術力を有する。プロジェクトに対する同議長の積極的な関与を維持するためにも、JCC を形式的なものに留めることなく、実質的な議論を促しながら、プロジェクトの方向性を決定する枠組みとして効果的に活用する必要がある。

(4) プロジェクト・ダイレクター、プロジェクト・マネジャー

プロジェクト・ダイレクターは、WRTO 副議長が務め、JCC 委員長の指示の下、運営・実施全般に対する責務を負う。プロジェクト・マネジャーは、WRTO 上級秘書官が務め、

プロジェクト・ダイレクターの指示の下、日々の活動の監理を担う。

4-7 実施上の留意点

(1) 関連情報・データの収集

スーダンでは、水資源関連の情報・データ（降水量、河川流量、地下水位等）は機密情報として厳しく管理されており、詳細計画策定調査期間中に収集できたものは限られている。このため、プロジェクト開始後に必要情報・データが十分に提供されるよう、スーダン側と合意し、R/Dに明記した。プロジェクト開始にあたっては、JCC等の機会を活用し、関係機関の幹部に対して必要な情報・データ項目をあらためて提示し、遅滞なく情報提供するよう依頼する必要がある。

プロジェクトの成果品については、JICAのウェブサイト等を通じた情報公開の可否について、スーダン側と十分な協議を実施する必要がある。

既存データの精査の結果、データ量が限られているものについては、衛星観測データ等により情報を適切に補完する必要がある。本プロジェクトで活用が想定される補完データは下記の通り。

1) 数値標高（Digital Elevation Model: DEM）データ

- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) (米国航空宇宙局(NASA)) (無料)
- ASTER GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model) (NASA) (無料)

2) 土地被覆状況

- MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) (NASA) (無料)
- Landsat-7 (米国地質調査所(USGS)) (無料)

3) 降水量

- 3B42RT (NASA) (無料)

4) 水理定数

- 既存の文献・データ

(2) ステイクホルダー参加型の合意形成

本プロジェクトは、「連邦政府における実践」（コンポーネント1）と「特定地域における実践」（コンポーネント2）により構成されるが、いずれの活動においても、C/Pの主体的な活動の下、ステイクホルダーとの協議を積み重ね、関係者間の妥協点を探りながら合意形成を図ることが活動の核となる。最終的には、合意形成が参加型で適切になされたのかを評価する。

ステイクホルダー協議では、スーダン側出席者が中心的な議論を担うよう、日本人調査団は側面支援に徹する。議論の活性化（ファシリテーション）も極力スーダン側C/Pが担うよう、適切に支援を行う。

合意形成を図る過程では、水収支評価結果（成果1）やスーダン国内外の統合水資源管理アプローチの成果・教訓（成果2）等を活用しつつ、課題やあるべき姿を定量化または視覚化してステイクホルダーにわかり易く説明する。

統合水資源管理アプローチの最初のステップである「気づき・問題の特定」の段階からステイクホルダーを積極的に巻き込まなければ、真に持続性のある活動とはならないことに十分留意する。

(3) 持続性の確保

本プロジェクトは、開発調査型技術協力プロジェクトであり、調査結果が重要な成果となるが、水資源・灌漑・電力省を中心とした関係部署の職員への能力強化を十分考慮して活動を進める。プロジェクト成果の持続性を高めるためには、現地傭人に過度に頼ることなく、C/Pとの共同作業を基本とする。なお、本業務の特徴を勘案すれば、現地傭人は、技術力のみならず、コミュニケーション能力や議論の活性化（ファシリテーション）に関する能力も重視して選定する必要がある。

地理情報システム（GIS）や各種解析ソフト・手法を用いる際は、操作に求められる技術力やソフトウェアの更新費用等を確認した上で、プロジェクト終了後にスーダン側の負担のみで更新できることを十分確認した上で選定する。

第5章 団長所感

本プロジェクトは、限られた水資源のスーダン国内で明確な水資源量の把握が出来ていないこと、また水資源量に基づく具体的な開発計画や戦略が立てられていないという現状を踏まえて、水資源を活用する全ての関係者を巻き込み、飲料水だけではなく、経済活動に必要な農業(灌漑)、水力発電、舟運を環境的な側面も考慮しつつ、科学的な分析により現状の水資源量を把握し、持続的な開発と水資源の利用を促すために実施されるものであり、プロジェクトの成果は将来の水資源管理及び開発にとって重要なものとなると考える。

また、本プロジェクトは、大きく2つのコンポーネントに分けて実施する開発計画調査型のプロジェクトである。コンポーネント1は、調査内容としては従来のマスタープラン調査に近いものの、スーダン側の技術者との協働作業やステイクホルダー参加型の実施プロセスを通して、流域毎の水収支や、連邦及び地方における水資源管理における教訓や経験の把握を行うことが特徴といえる。コンポーネント2では、ナイル流域外の地域を対象として、コンポーネント1の成果を基に地域や活動を選定し、統合水資源管理の実践が行われる。それらの活動によって得られた教訓や経験は、最終的にスーダンの水関連の法規制や戦略に提言されることが計画されている。ナイル川流域以外で具体的な水資源開発の計画がない中で、本プロジェクトの成果は、今後のスーダンにおける水資源開発や都市計画に寄与するとともに、農業(灌漑)開発等経済的なポテンシャルを計る上でも重要なものになると考える。また、その成果を水に関連する多くのステイクホルダーと共有・調整することで更なる効果を発現すると思われる。

これら統合水資源管理の実践は、日本のみならず海外(特に開発途上国)において多くの事例や経験がある訳ではないため、本プロジェクトの実施を通して JICA も多くのことを学び、課題に直面することが予想されるが、それらの課題や問題点に対して、プロジェクトのカウンターパートと共に解決又は対処しながら進めることが求められる。

なお、現段階で収集した情報は限られているため、具体的な分析手法や作業工程を説明することは困難であるが、スーダン側が所持する情報を十分に活用しつつ、コンポーネント1の成果を発現することが求められる。一般的には、ナイル川及びその周辺流域における情報は比較的容易に入手することが可能であるが、それ以外の地域の情報の入手は困難であるため、衛星画像やインターネット上で入手可能な情報を活用しつつ調査・分析を進める必要がある。これらの作業においては、プロジェクト終了後にスーダン側が持続的に運用できることを十分に考慮して調査・分析手法や活用する情報を選定することが重要となる。

本プロジェクトは、統合水資源管理の考え方を念頭に多くのステイクホルダーの参加の下で分析や検討が行われることから、WRTOの調整能力がプロジェクト目標の達成に寄与するところが大きい。本調査中に実施された4回のステイクホルダー会議においてWRTO(特に Seifeldin 議長)が主体的に調整しているところを見る限り、プロジェクト開始後も各活動が効果的に実施されることが期待される。JICA としても、従来のマスタープラン策定型の協力に留まらず、統合水資源管理を実践するためには、WRTOのイニシアティブが非常に大切な要素となるのはもちろんだが、日本側の専門家においても、スーダン側への技術移転と参加型の手法によりプロジェクトを進め

る意識が必要となる。

付 属 資 料

1. Minutes of Meeting
2. 主要面談者リスト
3. 収集資料リスト
4. 調査日程

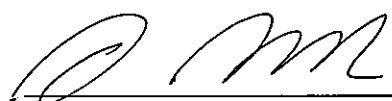
MINUTES OF MEETING
BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
WATER RESOURCES TECHNICAL ORGAN,
MINISTRY OF WATER RESOURCES, IRRIGATION AND ELECTRICITY,
THE REPUBLIC OF THE SUDAN
ON
THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR
THE PROJECT FOR ENHANCEMENT
OF INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT
IN THE REPUBLIC OF THE SUDAN

The Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), headed by Mr. Akihiro MIYAZAKI visited Sudan from Jan 24th to Feb 18th, 2016 for the purpose of Detailed Planning Survey of the technical cooperation project concerning “the Project for Integrated Water Resources Management in the Republic of the Sudan”.

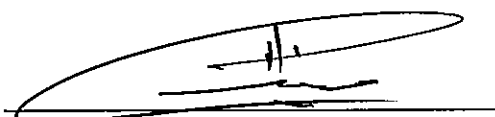
During its stay in Sudan, the Team exchanged views and had a series of discussions about the project outline with Water Resources Technical Organ (hereinafter to as “WRTO”) and other concerned organizations.

As a result of the discussions, both sides came to understanding concerning the matters referred to in the document attached hereto.

Khartoum, Feb 16th, 2016



Mr. Akihiro MIYAZAKI
Leader
Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency



Prof. Seifeldin H. Abdalla
Chairman
Water Resources Technical Organ (WRTO)
Ministry of Water Resources, Irrigation and
Electricity, The Republic of The Sudan

THE ATTACHED DOCUMENT

1. Draft of Record of Discussions

Both sides agreed on the draft of Record of Discussions (hereinafter referred to as “R/D”), which stipulates the basic framework of the Project, shown in the Attachment. After discussion and approval of the JICA headquarters, JICA Sudan Office and the Government of Sudan will finalize and sign it before the commencement of the Project.

The Team explained that the attached R/D is draft and is subject to change in authorization process by the competent authorities of both sides.

2. Title of the Project

Both sides agreed that the title of the Project is changed as below.

<Before change>

The Project for Integrated Water Resources Management Plan

<After change>

The Project for Enhancement of Integrated Water Resources Management in the Republic of the Sudan (hereinafter referred to as “the Project”)

3. Necessity of IWRM in Sudan

Sudanese side suggested that it is of absolute significance to promote practices of IWRM for sustainable utilization of surface water and groundwater in Sudan. In order to promote the IWRM, both sides recognized importance of the water balance study for the whole country, and improvement of policies, laws, and institutions on IWRM.

4. Project Coordination by WRTO

In order to maximize outputs of the Project, a variety of stakeholders and members have to participate and collaborate each other. WRTO has responsibility to coordinate and involve all stakeholders in the Project

5. Rainwater Harvesting

WRTO has strong intension to promote rainwater harvesting in the Non-Nile area. The Team has understood the situation and will take consideration on it in the Project.

6. Water Balance Evaluation

The method of water balance evaluation shall be decided by mutual discussions



among stakeholders during the Project and finally approved in JCC. The followings are considerations for water balance evaluation as assumption.

1) General

- The water balance analysis is basically made by using currently available data. No additional survey e.g. topographic, hydrological and hydrogeological surveys are made.
- The Nile System and the Non-Nile area are dealt separately in the Water Balance Analysis.
- New water development facilities are not considered in the analysis of water resources potential. However, existing facility plans in Nile System are taken into account.

2) Water Balance Analysis for Nile System

- The target river stretch for the water balance analysis is the Nile System composed of White Nile, Blue Nile, Atbara and Main Nile Rivers and their significant tributaries within the territory of Sudan.
- Observed discharges near the international borders are given as inflows to the target Nile System. Inflows from the other rivers (wadis) in the Non-Nile area are assumed to be negligible.
- The water balance is examined for each of river segments divided by the confluent points, dams, off-take structures, etc.
- The unit time of the water balance analysis is a month, half a month or 10 days.
- Effects of discharge regulation by existing and proposed dam reservoirs are incorporated in the analysis.
- The water security level of each of the river segments is evaluated in terms of return period.

3) Water Balance Analysis for Non-Nile Area

- The entire national territory is divided into not more than 200 wadi sub-basins. Water balance is examined for each of the sub-basins.
- The balance between the amount of surface and groundwater potential and that of water demands (irrigation and water supply) is evaluated in terms of return period.

7. Local Practice

The target site and activities of local practice shall be decided by mutual discussions among stakeholders during the Project and finally approved in JCC. The followings are the considerations for Local Practice as assumption.

(1) Time for Selection

Within one year after the project start

(2) Selection Procedure

Recommended sites and activities will be proposed in Federal Practice, and finally approved in Joint Coordinating Committee.

(3) Scale of Activity, Number of Site

Scale of activity and number of site will be decided in consideration of amount of Japanese input resources, supposed one or two sites.

(4) Target Area

Non-Nilotic would be prioritized, except for areas not satisfying Japanese Safety Criteria.

(5) Other Considerations

- 1) Involvement of stakeholders including water users and public organizations
- 2) Integrated approach among sub-sectors, or between upstream and downstream, or between surface water and groundwater
- 3) Visible and measurable impact
- 4) Population scale (Cost efficiency)
- 5) Avoid duplication with other projects

8. Main Undertakings of Sudanese Side

Sudanese side agreed that main undertakings are as below, and details are described in the attached R/D.

1) Assignment of Counterpart Personnel

Both sides confirmed that Sudanese side would assign appropriate number of capable counterpart personnel before the arrival of JICA missions.

2) Data and Information

Sudanese side agreed to provide necessary data, maps, and information related to the Project smoothly.

3) Travel Permit

Sudanese side agreed to issue travel permit to members of the JICA missions for visiting the Project sites smoothly.

4) Office Space

Sudanese side agreed to provide furnished office space for members of the JICA missions and its running cost in WRTO and the target site of local practice respectively.

5) Tax Exemption for Equipment / Materials

ATTACHMENT: Draft Record of Discussions



ATTACHMENT

DRAFT

RECORD OF DISCUSSIONS
ON
THE PROJECT FOR ENHANCEMENT
OF INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT
IN
THE REPUBLIC OF THE SUDAN
AGREED UPON BETWEEN
WATER RESOURCES TECHNICAL ORGAN
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Khartoum, XX, XX, 2016

Chief Representative
JICA Sudan Office

Prof. Seifeldin H. Abdalla
Chairman
Water Resources Technical Organ (WRTO)
Ministry of Water Resources, Irrigation and
Electricity, The Republic of Sudan



Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project for Strategic Water Resources Management Master Plan signed on 17th February, 2016 between Water Resources Technical Organ(hereinafter referred to as "WRTO") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with WRTO and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project for Enhancement of Integrated Water Resources Management in the Republic of the Sudan (hereinafter referred to as "the Project").

Both parties agreed on the details of the Project and the main points discussed as described in the Appendix.

Both parties also agreed that WRTO, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute towards social and economic development of Sudan.

The Project will be implemented within the framework of the Note Verbal exchanged between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Government of the Republic of the Sudan (hereinafter referred to as "GOS").

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Minutes of Meetings on the Detailed Planning Survey



Appendix 1**PROJECT DESCRIPTION**

Both parties confirmed that there is no change in the Project Description in the minutes of meetings for the Detailed Planning Survey on the Project signed on Feb 17th, 2016 (Appendix 2).

I. BACKGROUND

The Sudan has suffered from limited water resources such as low annual rainfall less than 500 mm in most of the country and it became constraints for economic development and daily life of people. "Water and Sanitation Policy of Northern Sudan", prepared by National Water Corporation in 2010, analyzed that water demand, 32.1km³ per year, have already exceeds water resources amount of the whole country, 29.5 to 31.5km³ per year. Besides, increasing national population with 3.2% of annual growth rate put pressure on water balance further.

Water resources unevenly exist in regions in Sudan; Non-Nile area has suffered from water shortage compared to Nile area. It is one of the main reasons of low access rate of safe water, 55%, in Sudan. Other challenge is water allocation to each water-use sectors. Currently, 90% of water is consumed for agriculture, then only 3% for drinking water. Another issue is poor water resources management such as insufficient hydrological observation system for groundwater and dam operation.

Despite serious water conditions as above, Sudan has neither practical water strategy nor national water resources development plan based on scientific data. Besides, insufficient water resources management with lack of coordination mechanism among stakeholders has caused conflict for water allocation and poor water use efficiency.

In this background, GOS officially requested GOJ technical cooperation for practical water strategy in order to utilize limited water resources effectively and efficiently in collaboration with all of stakeholders.

II. OUTLINE OF THE PROJECT**1. Title of the Project**

The Project for Enhancement of Integrated Water Resources Management in the Republic of the Sudan

2. Expected Goals which will be attained after implementing the Proposed Activity

To enhance sustainable utilization of surface water and groundwater for domestic, industrial, irrigation, hydropower and navigation purposes.

3. Outputs

- (1) To evaluate water potential-demand balance in nationwide



- (2) To identify and categorize challenges on water resources
- (3) To practice IWRM at field level
- (4) To make recommendations for practical strategy, legal and organizational framework for promoting IWRM through the Output-1, 2, and 3.

4. Activities

Component 1: Federal Practice of IWRM

1.1 Review of Legal and Organizational Framework

- (1) Review of legal framework
 - Country Strategy on Integrated Water Resources Management, 2007
 - Water Resources Act, 1995
 - Groundwater Regulation (Draft)
 - Irrigation and Drainage Act, 1990
 - Water Supply and Sanitation Policy, 2010
 - (Local Act under proposing) Groundwater Act for Use and Management, that Kassala Groundwater and Wadis Office proposed to Kassala State Government in 2015)
- (2) Review of organization structure (Federal and State)
Organization chart, responsibility and mandate, number of staffs, financial conditions, annual budget

1.2 Data Collection

- (1) Natural conditions
Geography, geology, hydrology, hydrogeology, meteorology, natural environment, vegetation, land use and water quality of water resources, etc.
- (2) Socio-economic conditions
Population, household income, agriculture, livestock, industry, national and local budget, etc.
- (3) Meteorological, hydrological, and hydrogeological information
Rainfall, river water level and flow, groundwater level, sediment, water quality, etc.
- (4) Water Use and Management Conditions
Present amount and management system for water use such as irrigation, domestic, livestock, industry, electricity
- (5) Environmental and social considerations
Regulation and approval procedure for development, National park, flora and fauna, wild life, historical and cultural property, gender, poverty, water borne diseases, etc.
- (6) Existing development plan
Agriculture, animal resources, urban area, industry, hydropower, etc.
- (7) Existing water resources related facilities such as dams, weirs, and hafirs
Design and existing capacity, discharge, monitoring system, operation and maintenance, etc.

1.3 Preparation of Water Balance Evaluation

1.3.1 Establishment of the Approach and Concept of the Water Balance Study

- (1) Nile System
- (2) Non-Nile area

- 1.3.2 Estimation of Current and Future Water Demand
 - (1) Nile System
 - (2) Non-Nile area
- 1.3.3 Geomorphologic and geological /satellite image analysis and mapping
 - (1) Preparation of geomorphology map
 - (2) Extraction of lineaments by analysis of satellite image data
 - (3) Distribution of geology and geological structure
 - (4) Plotting of observation stations, water use facilities
 - (5) Delineation of Wadi Sub-Basin
 - (6) Delineation of Groundwater Basin
- 1.4 Estimation of Water Resources Potential
 - 1.4.1 Estimation of Water Resources Potential in Nile System
 - 1.4.2 Estimation of Surface Water Resources Potential in Non-Nile area
 - (1) Rainfall analysis
 - (2) Evapotranspiration analysis
 - (3) Runoff modelling
 - (4) Validation of runoff analysis
 - (5) Frequency analysis of runoff discharge
 - (6) Estimation of surface water potential
 - 1.4.3 Estimation of Groundwater Resources Potential in Non-Nile Area
 - (1) Identification of the aquifers and groundwater basins
 - (2) Hydrogeological analysis of the aquifers and groundwater basins
 - (3) Estimation of recharge amount by the aquifers and groundwater basins
 - (4) Estimation of groundwater potential
 - (5) Compartmentalisation of the groundwater potential into the Sub-Basin
- 1.5 Evaluation of Water Balance
 - 1.5.1 Water balance Analysis in Nile System
 - 1.5.2 Water balance Analysis in Non-Nile area
 - 1.5.3 Assessment of Water Balance in consideration of seasonal characteristics
 - 1.5.4 Suggestion on future potential of water resources for Major Cities
- 1.6 Problem Analysis and Review of Lessons Learnt on Water Resources
 - (1) Problem analysis on water resources
 - (2) Accumulating lessons learnt of field experiences
- 1.7 Plan of Local Practice
 - (1) Selection of target areas and activities for Local Practice (Component 2)
 - (2) Prepare the plan of Local Practice
- 1.8 Making recommendations for practical strategy, legal and organizational framework for promoting IWRM
- 1.9 Strategic Environmental Assessment

Component 2: Local Practice of IWRM

Local Practice will aim to find lessons learnt to be feedback for practical strategy, legal and organizational framework for promoting IWRM through the field

activities. Entire process of the activities will be implemented with participatory approach involving stakeholders.

2.1 Identifying present difficulties and its causes

2.2 Propose of countermeasures

2.3 Implementing countermeasures

2.4 Analysis of results of actions and found lessons learnt

5. Input

(1) Input by JICA

(a) Dispatch of Mission

- Team Leader / Water Resources Management
- Deputy Team Leader / Consensus Building with Participatory Approach
- Surface Water Development and Management
- Groundwater Development and Management
- Urban and Rural Water Supply
- Agriculture, Irrigation, and livestock
- Environmental and Social Considerations
- Organization and Institution
- GIS / Database
- Socioeconomy
- Any other members as required

(b) Training

Training of counterpart personnel in the third countries and/or in Japan

(c) Machinery and Equipment

JICA will provide the machinery and equipment to implement the Project if necessary.

In case of importation, the machinery, equipment and other materials under II-5 (1) (c) above will become the property of GOS upon being delivered C.I.F. (cost, insurance and freight) to the Sudanese authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and WRTO during the implementation of the Project, as necessary.

(2) Input by WRTO and Other Organizations Concerned

WRTO and other organizations concerned will take necessary measures to provide at its own expense:

- (a) Services of WRTO's and related organizations' counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-6;
- (b) Suitable office space with necessary equipment;
- (c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by

- (d) Information as well as support in obtaining medical service for members of the JICA missions;
- (e) Credentials or identification cards for members of the JICA missions;
- (f) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;
- (g) Running expenses necessary for the implementation of the Project;
- (h) Expenses necessary for transportation within Sudan of the equipment referred to in II-1 (1) as well as for the installation, operation and maintenance thereof; and
- (i) Necessary facilities to members of the JICA missions for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Sudan from Japan in connection with the implementation of the Project

6. Implementation Structure

The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

(1) Counterpart Personnel of Sudanese Side

A list of proposed counterpart personnel is shown in the Annex 1.

(a) Project Director

Vice Chairman of WRTO will be responsible for overall administration and implementation of the Project as Project Director.

(b) Project Manager

Executive Secretary of WRTO will be responsible for daily operation of the Project as Project Manager.

(c) Study Team Members

Sudanese members of the study team, assigned during the Project period, will implement day-to-day activities of the Project with the members of JICA missions.

(2) JICA Mission

The JICA mission will give necessary technical guidance, advice and recommendations to WRTO and relevant organizations on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(3) Joint Coordinating Committee

Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to review overall progress of the Project and facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held whenever deems it necessary. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex 2.

7. Project Site(s) and Beneficiaries

(1) Component 1: The activities cover the entire area of Sudan. Beneficiaries are people Sudan.

(2) Component 2: The activities cover the target site to be decided in the Component 1. Beneficiaries are people living in the Project site.

8. Duration

The duration of the Project would be Three (3) years from the arrival of the first JICA Mission member(s). The project will be carried out in accordance with the

JICA Mission member(s). The project will be carried out in accordance with the tentative schedule shown in the Annex 3. The schedule is subject to change when both parties agree upon any necessity arising during the course of the Project.

9. Reports

JICA will prepare and submit the following reports to the WRTO in English.

- (1) 30 copies of Inception Report at the commencement of the first work period in Sudan
- (2) 30 copies of Interim Report at the time about 18 months after the commencement of the first work period in Sudan
- (3) 30 copies of Progress Report at every six (6) months after the commencement of the first work period in Sudan
- (4) 30 copies of Draft Final Report at the end of the last work period in Sudan
- (5) 30 copies of Final Report within one (1) month after the receipt of the comments on the Draft Final Report

Note: Sudanese side will provide the JICA Missions with comments on the Draft Final Report within one (1) month of receipt.

10. Environmental and Social Considerations

WRTO and other organizations concerned will abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project. Terms of Reference (TOR) for Environmental and Social Considerations of the Project is shown in the Annex 4.

III. UNDERTAKINGS OF WRTO

1. WRTO and other organizations concerned will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by Sudan nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of Sudan, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of Sudan from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to members of the JICA missions referred to in II-5 above and their families, which are no less favorable than those granted to experts and members of the missions and their families of third countries or international organizations performing similar missions in Sudan.
- (3) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of members of the JICA missions.
- (4) permit members of the JICA missions to enter, leave and sojourn in Sudan for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees.



Other privileges, exemptions and benefits will be provided in accordance with the Note Verbales exchanged between GOJ and GOS.

IV. MONITORING AND EVALUATION

JICA will conduct the following evaluation and surveys to verify how the proposed material is utilized and draw lessons. The WRTO is required to provide necessary support for them

1. Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
2. Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, WRTO will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of Sudan.

VI. MISCONDUCT

If JICA receives information related to suspected corrupt or fraudulent practices in the implementation of the Project, WRTO and relevant organizations will provide JICA with such information as JICA may reasonably request, including information related to any concerned official of the government and/or public organizations of the Republic of Sudan.

WRTO and relevant organizations will not, unfairly or unfavorably treat the person and/or company which provided the information related to suspected corrupt or fraudulent practices in the implementation of the Project.

VII. MUTUAL CONSULTATION

JICA and WRTO will consult each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.

VIII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings between JICA and WRTO. The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the record of discussions.

- Annex 1 A List of Proposed Counterpart Personnel
- Annex 2 A List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee
- Annex 3 Tentative Schedule
- Annex 4 TOR for Environmental and Social Considerations Study

A List of Proposed Counterpart Personnel

1. Project Director
Vice Chairman of Water Resources Technical Organ (WRTO)
2. Project Manager
Executive Secretary of WRTO
3. Study Team Members
 - 3.1 Federal Practice (Component 1)
Mistry of Water Resources, Irrigation and Electricity
 - (1) Hydrologist from Department of Nile Water, General Directorate of River Nile Water and Dam
 - (2) Hydrogeologist from Department of Groundwater Research, General Directorate of Groundwater and Wadi
 - (3) GIS Specialist from Department Information and Analysis, General Directorate of Groundwater and Wadi
 - (4) Water Resources Planner from Department of Water Resources Planning, General Directorate of Policy, Planning and Projects
 - (5) Irrigation Engineer from Department of Studies, Design and Promotion, General Directorate of Studies, Rehabilitation and Promotion, Undersecretary of Irrigation and Drainage
 - (6) Hydrologist from Department of Hydrology and Water Resources, Hydraulic Research Centre
 - (7) Water Harvesting Engineer from Department of Water Harvesting, Dam Implementation Unit
 - (8) Legal Specialist from Department of Legal, General Directorate of Finance and Human Resources
 - (9) Socio-economist, Watershed Management Project, WRTO
 - 3.2 Local Practice (Component 2)
To be confirmed at the beginning of local practice and approved in JCC.
 - (1) An Official of Regional Office, General Directorate of Groundwater and Wadi (covering the target area)
 - (2) An Official of State Water Corporation (covering the target area)
 - (3) An Official of Ministry of Agriculture, Irrigation, Forestry, Animal Resources, and Fisheries, State Government (covering the target area)

Annex 2

A List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee

1. Chairperson

Chairman of Water Resources Technical Organ (WRTO)

2. Members

(1) Sudanese Side

Mistry of Water Resources, Irrigation and Electricity

- 1) Vice Chairman, WRTO
- 2) Director General of Policies, Planning, and Projects
- 3) Director General of Dam Implementation Unit
- 4) Director General of Groundwater and Wadi
- 5) Director General of River Nile Water and Dams
- 6) Director General of Drinking Water and Sanitation Unit
- 7) Director General of Studies, Rehabilitation and Promotion,
Undersecretary of Irrigation and Drainage
- 8) Director General of Hydropower Generation Company
- 9) Director General of Hydraulic Research Center
- 10) Director General of Finance and Human Resources

Other Relevant Organizations

- 11) Director General of Planning and Agriculture Economy, Ministry of
Agriculture and Forestry
- 12) Director General of Planning and Livestock Economics, Ministry of
Animal Resources and Fisheries
- 13) General Manager, Sudan Meteorological Authority
- 14) Director General of Environmental Assessment, Ministry of Environment,
Natural Resources and Physical Development
- 15) Director, Water Research Centre, University of Khartoum
- 16) Representatives, Ministry of Internal Cooperation
- 17) Any other officials concerned, to be selected by WRTO, if necessary

(2) Japanese Side

- 1) Members of the JICA Missions
- 2) Chief Representative of JICA Sudan Office
- 3) Any other officials concerned, to be selected by JICA, if necessary



Tentative Schedule

Activities	1st Year				2nd Year				3rd Year			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Federal Practice												
1.1 Review of Legal and Organizational Framework	■											
1.2 Data Collection	■	■										
1.3 Preparation of Water Balance Evaluation		■	■	■								
1.4 Estimation of Water Resources Potential		■	■	■								
1.5 Evaluation of Water Balance		■	■	■								
1.6 Problem Analysis and Review of Lessons Learnt on Water Resource		■	■	■								
1.7 Plan of Local Practice				■								
1.8 Making recommendations for practical strategy, legal and organizational framework for promoting IWRM											■	■
Local Practice												
Pilot Activities					■	■	■	■	■	■		
Joint Coordinating Committee	■		■		■		■		■		■	
Training in Third Country / Japan			■			■		■		■		■
Workshop				■				■			■	
Report	■		■		■		■		■		■	■
	IcR	PR			PR			ItR		PR		FR

**Terms of Reference
Environmental and Social Consideration Study**

The Project should include Terms of Reference (TOR) for Environmental and Social Considerations in line with the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010) (hereinafter referred to as "JICA Environmental Guidelines), as follows:

1. Review of existing development plans, development projects, studies, and public and private investments;
2. Analysis to identify constraints to development and factors of promoting development;
3. Analysis of alternatives for achieving the goals of the Project;
4. Consideration of contents of Master Plan which is to be developed in the Project;
5. Conducting baseline surveys for Environmental and Social Considerations, including;
 - 1) Collecting information on federal and state laws, regulations and standards on environmental and social considerations, such as environmental impact assessment, pollution control, resettlement, public participation, information disclosure to the public, etc.
 - 2) Confirming legal framework and both federal and state institutions in Sudan on environmental and social considerations.
 - 3) Review of the previous Strategic Environmental Assessment (SEA) Study reports and/or experiences which were conducted in Sudan development projects.
 - 4) Gap analysis between these legal frameworks and JICA Environmental Guidelines.
 - 5) Survey on designated national parks, other protected areas, habitats of wildlife and plants, cultural heritages by federal or state government in and near the geothermal sites and the associated transmission line routes
 - 6) Survey on issues related to social considerations such as land use, rural communities, poor, ethnic minorities and indigenous peoples, economic and industrial activities in and near the areas relating to Master Plan.
6. Scoping on possible environmental and social impacts, focusing on the Items related to the "Pollution", "Natural Environment" and "Social Environment" (clarification of extremely important items on environmental and social impacts and its evaluation methods at the time of decision-making of Master Plan);
7. Initial Environmental Examinations (IEE) survey on the proposed activities of Master Plan;
8. Prediction and evaluation of the impact of the proposed activities and



comparative analysis of alternatives of proposed activities, including zero-option scenario, based on the concept of Strategic Environmental Assessment;

9. Examination of mitigation measures to avoid, minimize and compensate the negative impacts of the project;
10. Examination of monitoring plans for the project, including monitoring items, frequencies and methods;
11. Support to hold stakeholder meetings and information disclosure.

A handwritten signature or mark, possibly a stylized 'S' or 'J', located in the bottom right corner of the page.

付属資料 2 主要面談者リスト

1. 連邦水資源・灌漑・電力省

No.	名前	職位	所属
1	Mr. Mutaz Musa Abdalla Salim	大臣	連邦水資源・灌漑・電力省
水資源技術機関			
1	Prof. Seifeldin H. Abdalla	議長	水資源技術機関
2	Mr. Khider M. Gasm Elseed	副議長	水資源技術機関
3	Ms. Widad Mutwakil Saadalla	事務総長	水資源技術機関
4	Mr. Ammar Abbker Abdalla	秘書	水資源技術機関
5	Mr. Osman Mustafa Ahmed	地下水担当	水資源技術機関(地下水・ワジ局地下水調部長と兼務)
法律顧問			
1	Dr. Ahmed M. Adam	法律顧問	水資源・灌漑・電力省
政策・計画・プロジェクト局			
1	Mr. Farhien Abdelkiom	局長	政策・計画・プロジェクト局
2	Mr. Alawia Abdelhamid	水資源計画部長	水資源計画部
3	Mr. Salah Elgabo	計画課長	水資源計画部計画課
4	Mr. Eltayeb Dafalla	職員	水資源計画部計画課
投資・財源・契約管理局			
1	Mr. Osama Hassan	局長	投資・財源・契約管理局
地下水・ワジ局			
1	Mr. Salah Mahgoub	局長	地下水・ワジ局
2	Mr. Nagmeldin Yousif	職員	地下水・ワジ局
3	Mr. Mohieldin Ahmed	部長	情報解析部
4	Mr. Osman Mustafa Ahmed	部長	地下水調査部(水資源技術機関地下水担当と兼務)
5	Mr. Ibrahim	職員	地下水盆部
6	Mr. Osman Mohamed Idriss	調査員	ワジ部
7	Mr. Igbal Saeed Mohammed	水質技術者	水質分析部
ナイル川水・ダム局			
1	Mr. Balla Ahmed	局長	ナイル川水・ダム局
2	Mr. Ahmed Eltayeb	ダム部長	ダム部
3	Mr. Salih Hamad Hamid	ナイル川水部長	ナイル川水部
灌漑局(次官)			
1	Mr. Hassabelnabi Musa	次官	灌漑局(次官)
2	Mr. Hassan Abdalashar	技術部長	灌漑局(次官)
1	Mr. Siddig Yousif Idriss	局長	灌漑局(次官)
2	Mr. Ahmed Babiker Hamid	技術統括	灌漑局(次官)
3	Mr. Mohamed Hamid	職員	灌漑局(次官)
4	Mr. Ahmed Hammad	職員	灌漑局(次官)
飲料水・衛生局			

付属資料 2

No.	名前	職位	所属
1	Mm. Eatidal Elrayah Malik	センター長	研修センター
2	Mr. Modawi Ibrahim Mohamed	職員	水・環境・衛生(WES)プロジェクト
3	Mr. Abdelrahman Sheikh Idriss	職員	設計・施工監理・実施部
4	Mr. Egbal Bakheit	研修調整員	研修センター
電力省 ダム事業団			
1	Mr. Hatim Ali. Elbadri	ダム課長	ウォーターハーベスティング部ダム課
2	Mr. Mohammed Hassan Elbeily	副技術室長	プロジェクト部
水理研究センター			
1	Mr. Yasir A. Mohamed	センター長	水理研究センター
2	Mr. Yasir Salih Ahmed	研究員	水理研究センター
3	Mr. Khalid Elnour Ali	研究員	水理研究センター
4	Mr. Khalid G. Biro	研究員	水理研究センター
5	Mr. Almutaz A. Abdelfattah	研究員	水理研究センター
6	Mr. Hassan Omer Balla	研究員	水理研究センター
7	Mr. Ahmed A. I. Kabo	研究員	水理研究センター
8	Ms. Amira Mekawi	研究員	水理研究センター
9	Mr. Abu Obeida B. Ahmed	研究員	水理研究センター
10	Ms. Nazik Abdullahi	研究補助員	水理研究センター

2. その他の連邦政府機関

No.	名前	職位	所属
<農業・森林省>			
1	Mr. Hussain Ahmed Elsharief	JICAデスク担当	国際協力局
2	Mr. Mansour F. Mansour	セクション長	灌漑地セクション
<家畜・漁業省>			
1	Dr. Ammar Elshkh Idris Omer	局長	計画・家畜経済局
2	Dr. Amel Babiker	職員	計画・家畜経済局 投資・国際協力部
3	Ms. Hawaa Omer	職員	計画・家畜経済局
4	Ms. Alawia Mohammed	職員	計画・家畜経済局
<工業省>			
1	Mr. Khalid M. Hammad	品質管理担当	環境・基準局
<環境・天然資源・公共事業省 環境局>			
1	Mr. Suliman Elboni	局長	環境局
2	Mr. Abdelrahman Alkhalifa	副局長	環境局
3	Ms. Huda Mohammed	環境技術者	環境局
4	Ms. Esra Edrees Abdallah	環境技術者	環境局
<気象機関>			
1	Ms. Hanan Magzoub Rabbah	部長	訓練・調査・情報部
2	Mr. Mohamed Elsharif	国際関係担当	気象機関
3	Mr. Hassan Ali Suliman	気象技術者	気象機関

3. 州政府機関および連邦峰政府機関の州支局

No.	名前	職位	所属
<カッサラ州>			
連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 カッサラ州支局			
1	Mr. Mohammed A. Elhadi	支局長	地下水・ワジ局カッサラ州支局
2	Mr. Osman Muhagoub	東部担当局長	地下水・ワジ局カッサラ州支局
3	Mr. Khalid Alsir Ahmed	水理地質技術者	物理探査部
4	Mr. Ishag Babiker Osman	水理地質技術者	情報管理部
6	Mr. Abdelgadir Mohamed Ahmed	水理地質技術者	地下水・ワジ局カッサラ州支局
州公共事業省 州水公社			
1	Mr. Hashim Mohamed	総裁	州水公社
2	Mr. Isam Eldin Khogali	プロジェクト部長	州水公社 プロジェクト部
州農業・灌漑・森林・水産省			
1	Dr. Idris Elfaki Ali Alamin	大臣	カッサラ州農業・灌漑・森林・水産省
2	Mr. Abdelhafez	職員	カッサラ州農業・灌漑・森林・水産省
3	Mr. Anwar Mohamed Osman	職員	家畜局
4	Mr. Hassabo Elrasol Humida	職員	植物貿易局
連邦水資源・灌漑・電力省 ナイル川水・ダム局 ギルバダム管理事務所			
1	Mr. Mohamed Abdalla	事務所長補佐	ギルバダム事務所
2	Mr. Ali Ahmed Khalid	機械技術者	機械課
3	Mr. Ayman Elamin	電気技術者	ギルバダム事務所
連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 北コルドファン州支局			
1	Mr. Jamal Elnair Jarelnabi	支局長	北コルドファン州支局
2	Mr. Ismail Hassan Mekki	部長	北コルドファン州支局
3	Mr. Mohamed Yousif	職員	北コルドファン州支局
<北コルドファン州>			
北コルドファン州公共事業省 州水公社			
1	Mr. Saeed Elmahdi	総裁/部長	州水公社 地方給水部
2	Mr. Muawia Adam M.	職員	都市給水局
3	Mr. Abdelrahman Ahmed	職員	WESプロジェクト
4	Mr. Adam Elnair	職員	地下水・ワジ局 北コルドファン州支局
5	Mr. Mohaed A. Shirshare	コンサルタント	
<エル・ゲジラ州>			
エル・ゲジラ大学			
1	Dr. Eltigani E. Bashier	所長、准教授	ゲジラ大学 水管理・灌漑研究所
2	Dr. Shamseddin Musa	准教授	ゲジラ大学

4. 他援助機関

No.	名前	職位	所属
<DFID>			
1	Ms.Clare Barrington	シニア社会基盤アドバイザー	DFID
<UNICEF>			
1	Mr. Othniel Habila	WASHセクターチーフ	WASHセクター
2	Mr. Eisa Mustafar	WASH専門員	WASHセクター
3	Mr. Simon Peter Odong	WASH専門員	WASHセクター
<アフリカ開発銀行>			
1	Mr.Yusif M. A. B. Eltahir	シニアエコノミスト	
2	Mr.Mohamad	ジュニアコンサルタント	
3	Ms. Amna Omer	インターン	

5. 在スーダン日本大使館および JICA 関係者

No.	名前	職位
<在スーダン日本大使館>		
1	伊藤 秀樹	特命全権大使
2	長谷 宏司	一等書記官
<JICAスーダン事務所>		
1	小池 誠一	スーダン事務所長
2	大野 裕枝	スーダン事務所次長
3	北口 善教	スーダン事務所員
4	佐野 明平	企画調査員
<JICA専門家>		
1	中垣 長睦	農業再活性化」実施能力強化プロジェクト・チーフアドバイザー

付属資料 2

6. 第 1 回ステークホルダー会議

開催日時: 2016 年 1 月 27 日 12:00 - 15:15

開催場所: ハルツーム

No.	名前	職位	所属
1	Dr. Yasir Salih Ahmed	Assistant Prof.	連邦水資源・灌漑・電力省 水理研究センター
2	Ms. Nazik Abdullahi M. Ahmed	Assistant Researcher	連邦水資源・灌漑・電力省 水理研究センター
3	Ms. Widad Mutwakil Saadalla	Executive Secretary	連邦水資源・灌漑・電力省 水資源技術機関 (WRTO)
4	Mr. Ahmed M. Adam	アドバイザー	連邦水資源・灌漑・電力省 水資源技術機関 (WRTO)
5	Ms. Etidal Elrayah Malik	研修センター長	連邦水資源・灌漑・電力省 飲料水・衛生局 研修センター
6	Ms. Alawia Abdelhamid	計画部長	連邦水資源・灌漑・電力省 政策・計画・プロジェクト局
7	Mr. Eljaily Salih	土木技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 政策・計画・プロジェクト局
8	Mr. Khalid Osman Ali	土木技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 政策・計画・プロジェクト局
9	Mr. Salih Hamad Hamid	局長	連邦水資源・灌漑・電力省 ナイル川水・ダム局
10	Ms. Safiya Abdallah	土木技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 ナイル川水・ダム局
11	Mr. Salah Mohamed Mahgoob	局長	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局
12	Mr. Mohieldin Ahmed Alkabir	GWWD	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局
13	Mr. Ahmed Eltayeb	技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 ダム事業団
14	Mr. Mazin Abdelkareem	土木技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 ダム事業団
15	Ms. Asma Abdalla Elzein	ダム技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 ダム事業団
16	Ms. Mshaer Eltayeb Ali	ダム運営技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 ダム事業団
17	Ms. Souad Hassan Badr	ダム技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 ダム事業団
18	Mr. Elrayah Abdelsalam	アドバイザー	連邦水資源・灌漑・電力省
19	Mr. Waddah Ahmed Ali	情報技術者	連邦水資源・灌漑・電力省
20	Mr. Elsadig Ahmed Adam	Water Hydro-elect	連邦水資源・灌漑・電力省
21	Mr. Asim Ahmed	技術者	連邦水資源・灌漑・電力省
22	Mr. Ramadan Adam	技術者	連邦水資源・灌漑・電力省
23	Mr. Abbas Yassin	カウンセラー	連邦外務省
24	Mr. Salah Mohamed Nour	灌漑部長	連邦農業・森林省
25	Mr. Hussain A. Elsharief	JICAデスク担当	連邦農業・森林省 国際協力局
26	Mr. Tarig Elgamri	ナショナルコーディネーター	連邦環境・天然資源・公共事業省 国家環境最高審議会
27	Ms. Huda Mohammed Elfadl		連邦環境・天然資源・公共事業省
28	Mr. Nazar Alnoor Saad	灌漑技術者	ケナナ灌漑スキーム
29	Mr. Muawia Abdelghni	地下水担当	ハルツーム州水公社
30	Ms. Nada N. Idroos	地下水担当	ハルツーム州水公社
31	Mr. Mohamed Hassan Mahgoub		ハルツーム州水公社 技術部

No.	名前	職位	所属
32	Mr. Elfatih Mohamed	IT Manager/NDIC	National Company for D & I
33	Mr. Gamal M. Abdo	Director WRC	ハルツーム大学
34	Ms. Nahid Marioud	水理地質技術者	JPTC
35	Mr. Abdelnassir Khidr	土木技術者	JPTC
36	佐野 明平	企画調査員	JICAスーダン事務所
37	畑 裕一	コンサルタント(水資源開発/環境社会配慮)	株式会社地球システム科学
38	片山 正巳	コンサルタント(水資源管理)	株式会社建技インターナショナル
39	山田 浩由	コンサルタント(水利用)	株式会社地球システム科学

7. 第 2 回ステークホルダー会議

開催日時: 2016 年 2 月 3 日 12:10 - 14:00

開催場所: カッサラ州

No.	名前	職位	所属
1	Mr. Osman Mustafa Ahmed	水理地質技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 水資源技術機関 (WRTO)
2	Mr. Mohammed A. Elhaj	支局長	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局カッサラ州支局
3	Mr. Khalid Elsir Ahmed	水理地質技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局カッサラ州支局
4	Mr. Osman Mahjoub Elhassan	Ground Water	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局カッサラ州支局
5	Mr. Ishag Babiker Osman	水理地質技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 情報解析部
6	Mr. Abdelgadir M. Ahmed		連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局カッサラ州支局
7	Mr. Hashim Moahmed Abdellatif	総局長	カッサラ州水公社
8	Mr. Abobaker Okasha	地質技術者/ GIS	K-TOP プロジェクト担当/ GIS部署
9	Mr. Ahmed Elmahdi Burma	地質技術者	
10	Mr. Mohamed Ali Atta-Alla	農業リーダー	農業従事者
11	Mr. Mohamed Osman Karam-Alla	農業リーダー	農業従事者
12	Mr. Osman Mohamed Eltahir	農業従事者	農業従事者
13	Mr. Ali Mohamed Babikir Atta	農業従事者	農業従事者
14	清水 浩二	協力企画	JICA地球環境部 水資源第二チーム
15	畑 裕一	コンサルタント(水資源開発/環境社会配慮)	株式会社地球システム科学
16	片山 正巳	コンサルタント(水利用)	株式会社建技インターナショナル

8. 第3回ステークホルダー会議

開催日時: 2016年2月10日 10:00 - 15:00

開催場所: 北コルドファン州

No.	名前	職位	所属
1	Mr. Osman Mustafa Ahmed		連邦水資源・灌漑・電力省 水資源技術機関 (WRTO)
2	Mr. Jamal Elnair	支局長	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 北コルドファン州支局
3	Mr. Mohamed Yousif	物理探査技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 北コルドファン州支局
4	Mr. Abdelrahman Ahmed	水理地質技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 北コルドファン州支局
5	Mr. Hassan Adam		連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局 北コルドファン州支局
6	Mr. Baha Eldeen Elsheikh	Management	北コルドファン州 公共事業省 大臣室
7	Mr. Babiker Ahmed Adam	Animal Resources	北コルドファン州 農業・家畜・地方開発省
8	Mr. Mekki Abdalla Adam	DG MOAAR	北コルドファン州 農業・家畜・地方開発省
9	Mr. Ali Adam Elrehema	水質技術者	北コルドファン州 水公社
10	Mr. Abdelrahman Ahmed	Rural Water Corporation	北コルドファン州 水公社 地方給水部
11	Mr. Hussein Taha Ali	地質技術者	北コルドファン州水公社 地下水管理部
12	Mr. Mohamed Hamdan Elsiddig	土木技術者	北コルドファン州 水公社 WESプロジェクト
13	Mr. Mobarak Ibrahim	地質技術者	北コルドファン州 水公社 WESプロジェクト
14	Mr. Ibrahim Yagoub Ibrahim	地質技術者	北コルドファン州 水公社 WESプロジェクト
15	Mr. Eltijani Khalifa Mukhter	Head of Department	Natural Resources Department
16	Mr. Tarig Eltayeb Ahmed	ARC	Water Management
17	Mr. Mohamed A. Shirshare	コンサルタント	コンサルタント
18	Ms. Maiada Abdelkarim	技術者	
19	Mr. Omer Babiker		Metrological
20	Mr. Muzhoal A. Salih	Associate Prof.	Department of Geology
21	永田 謙二	実施体制・能力強化	JICA国際協力専門員
22	清水 浩二	協力企画	JICA地球環境部 水資源第二チーム
23	畑 裕一	コンサルタント(水資源開発/環境社会配慮)	株式会社地球システム科学
24	片山 正巳	コンサルタント(水資源管理)	株式会社建技インターナショナル
25	山田 浩由	コンサルタント(水利用)	株式会社地球システム科学

付属資料 2

9. 第 4 回ステークホルダー会議

開催日時: 2016 年 2 月 17 日 12:00 - 14:00

開催場所: ハルツーム

No.	名前	職位	所属
1	Mr. Salih Hamad Hamid	局長	連邦水資源・灌漑・電力省 ナイル川水・ダム局
2	Mr. Balla Ahmed	局長	連邦水資源・灌漑・電力省 ナイル川水・ダム局
3	Mr. Salah Mohamed Mahgoob	局長	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水・ワジ局
4	Ms. Alawia Abdelhamid	計画部長	連邦水資源・灌漑・電力省 政策・計画・プロジェクト局
5	Ms. Widad Mutwakil Saadalla	事務総長	連邦水資源・灌漑・電力省 水資源技術機関 (WRTO)
6	Mr. Khidir M. Gasmelseed	Vice Chair	連邦水資源・灌漑・電力省 水資源技術機関 (WRTO)
7	Mm. Etidal Elrayah Malik	研修センター長	連邦水資源・灌漑・電力省 飲料水・衛生局 研修センター
8	Mr. Mohamed Hassabelrasoul	計画局長	連邦水資源・灌漑・電力省 飲料水・衛生局
9	Mr. Salah Hussein Mohammed	財務部長	連邦水資源・灌漑・電力省 投資・財源・契約管理局
10	Mr. Osama Mustafa Ahmed	地下水益部長	連邦水資源・灌漑・電力省 地下水ワジ局 地下水益部
11	Mr. Yasir A. Mohamed	センター長	連邦水資源・灌漑・電力省 水理研究センター
12	Mr. Ahmed Eltayeb	技術者	連邦水資源・灌漑・電力省 ダム事業団
13	Mr. Ahmed Mohamed E.	部長	連邦水資源・灌漑・電力省 投資・財源・契約管理局
14	Mr. Eltayeb Dafalla		連邦水資源・灌漑・電力省 政策・計画・プロジェクト局
15	Ms. Omaima Mrkany	農業技術者	連邦農業・森林省
16	Ms. Afra Mohemmed	農業技術者	連邦農業・森林省
17	Mr. Redwan Abdelrahman		連邦水資源・灌漑・電力省
18	Mr. Mohamed Elfatih Osman	家畜投資部長	連邦家畜・漁業省
19	Mr. Mohamed Elfatih Osman	部長	連邦家畜・漁業省 計画・家畜経済局 投資・国際協力部
20	Dr. Ibrahim Hassan Ahmed	Director of States' Affairs	連邦家畜・漁業省
21	Ms. Hana Hamadalla	シニア調査員	連邦環境・天然資源・公共事業省 国家環境最高審議会
22	Ms. Badria Rahman	副局長	気象機関
23	Mr. Mohamed Elsharif	国際関係担当	気象機関
24	Mr. Nazar Alnoor Saad	灌漑技術者	KETS / Industry
25	Mr. Mohammed Eltayeb	灌漑技術者	KETS / Industry
26	Mr. Ibrahim Bahla	調整員	EHWMP sc
27	Mr. Elfatih Mohamed	情報技術局長	National Company for Investment
28	Ms. Sahar Ahmed Abdalla	プログラマー	IT
29	Ms. Fatema Abbakar Suliman Habeeb	プログラマー	IT
30	Mr. E. Alawad	調査員	HCENR

No.	名前	職位	所属
31	宮崎 明博	総括	JICA地球環境部 水資源第二チーム 課長
32	清水 浩二	協力企画	JICA地球環境部 水資源第二チーム
33	永田 謙二	実施体制・能力強化	JICA国際協力専門員
34	佐野 明平	企画調査員	JICAスーダン事務所
35	Ms. Hunayda Abdulkarim	プログラムオフィサー	JICAスーダン事務所
36	畑 裕一	コンサルタント(水資源開発/ 環境社会配慮)	株式会社地球システム科学
37	片山 正巳	コンサルタント(水資源管理)	株式会社建技インターナショナル
38	山田 浩由	コンサルタント(水利用)	株式会社地球システム科学

付属資料 3 収集資料リスト

番号	資料の名称	形態	言語	発行機関	発行年
法制度					
1	Water Resources Act 1995	電子データ	英語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	1995
2	Gezira Scheme Act 2005	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2005
3	Gezira Scheme Act Revision for 2014	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2014
政策					
1	Water Supply and Environmental Sanitation Policy	電子データ	英語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2010
規則					
1	Nile Pumps Control Regulations 1951	電子データ	英語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	1951
2	Humanitarian WASH Sector Coordination Terms of reference National Level	電子データ	英語	UNICEF	2016
3	TOR for WASH sector support group	電子データ	英語	UNICEF	2016
4	License Regulation for Exploiting Groundwater for the Year 2015 (Draft)	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	Draft
5	Withdrawal Regulation to Monitor Surface Water 2015 (Draft)	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	Draft
6	Draft Regulation of Groundwater of 1996	電子データ	英語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	Draft
戦略・計画					
1	The Twenty-Five-Year National Strategy, 2007-2031	電子データ	英語	The National Council for Strategic Planning, The General Secretariat	2006
2	Executive Programme for Agricultural Revival	電子データ	英語	General Secretariat, Council of Ministers	2008
3	Regional Power System Master Plan and Grid Code Study, Executive Summary	電子データ	英語	Eastern Africa Power Pool and East African Community	2011
4	Water, Sanitation and Hygiene Sector National Strategic Plan (2012-2016)	電子データ	英語	Drinking Water and Sanitation Unit, Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2012
5	5 Year Program for Economic Reform (2015-2019)	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2014
6	5 Year Program for Economic Reform (2015-2019)	電子データ	アラビア語	Ministry of Industry	2014
7	5 Year Program for Economic Reform (2015-2019)	電子データ	アラビア語	Ministry of Animal Resources and Fisheries	2014

付属資料 3

番号	資料の名称	形態	言語	発行機関	発行年
8	Annual Plan 2015	電子データ	アラビア語	Ministry of Animal Resources and Fisheries	2014
9	Annual Plan 2016	電子データ	アラビア語	Ministry of Industry	2015
10	Annual Plan 2016	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2016
11	発電所設置計画（表）	電子データ	英語	General Directorate of Policies, Planning and Project, Ministry of Water Resources and Electricity	2016
統計データ					
1	5th Sudan Population and Housing Census 2008, Priority Results	電子データ	英語	Central Bureau of Statistics	2009
2	Sudan National Baseline Household Survey 2009	電子データ	英語	Central Bureau of Statistics	2010
3	Evaluation and Adjustment of the 2008 Census data	電子データ	英語	Mostafa Hassan Ali 他 3 名	不明
データ					
1	Nile Basin DSS (Decision Support System) の研修資料	電子データ	英語	DHI (Danish Hydraulic Institute)	2012
2	給水率、給水量データ（2014年）	電子データ	英語	Drinking Water and Sanitation Unit, Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2015
3	Number of Establishments by State & Subactivity (州別、産業別工場数)	電子データ	英語	Ministry of Industry	2015
4	List of Dams in Sudan	電子データ	英語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2016
5	スーダン気象庁質問回答書	電子データ	英語	スーダン気象庁 (Sudan Meteorological Authority)	2016
6	JICA mission meeting (水理研究センターとの2016年2月7日会議資料)	電子データ	英語	水理研究センター (The Hydraulic Research Center)	2016
7	Capacity Building in HRC (水理研究センターとの2016年2月7日会議資料)	電子データ	英語	水理研究センター (The Hydraulic Research Center)	2016
8	IWRM Implementation Challenges (水理研究センターとの2016年2月7日会議資料)	電子データ	英語	水理研究センター (The Hydraulic Research Center)	2016
9	流砂濃度データ（2006, 2008）	電子データ	英語	Gash 河川工事ユニット (Gash River Training Unit-Kassala)	2006, 2008
10	流量データ（2005, 2006, 2008, 2009, 2010）	電子データ	英語	Gash 河川工事ユニット (Gash River Training Unit-Kassala)	2005, 2006, 2008, 2009, 2010

番号	資料の名称	形態	言語	発行機関	発行年
11	水理研究センターの実績プロジェクトの説明カード	コピー	英語	水理研究センター (The Hydraulic Research Center)	不明
事業報告書					
1	2005 年技術レポート (流量観測について)	電子データ	英語	Gash 河川工事ユニット (Gash River Training Unit-Kassala)	2005
2	Post Conflict Environmental Assessment	製本	英語	United Nations Environmental Programme	2007
3	Challenges Facing Ground Water Management in Sudan	コピー	英語	Gamal Abdo, Abdin Salih, University of Khartoum	2012
4	Groundwater sources, Geological formations, and their environment in Sudan	コピー	英語	National Water Corporation	2013
5	Groundwater Recharge Estimation Gash Basin-Eastern Sudan	コピー	英語	Khalid Elsir Ahmed Nayl	2014
6	Smart ICT for Weather and Water Information and Advice to Smallholders in Africa, The Gash Project Evaluation Report	コピー	英語	Yousin A. Gismalla, Yasir A. Abdel Mohamed, Amira A. Abdel Gadir The Hydraulics Research Center Sudan	2014
7	Annual Report 2014	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2015
8	Progress Report 2015	電子データ	アラビア語	Ministry of Water Resources, Irrigation and Electricity	2015
9	Harnessing Floods to Enhance Livelihood and Ecosystem Services Project, Research Guide for Inclusive Development	コピー	英語	Project Team	2015
10	Harnessing Floods to Enhance Livelihood and Ecosystem Services Groundwater modeling Inception Report	コピー	英語	Mohiel Din Al Kabir. Ground Water & Wadi	2016
11	Water Harvesting Projects	電子データ	英語	ダム事業団 (Dam Implementation Unit)	2016
12	The Impact of land Use Cover Change on the stream flow of Dinder and Rahad Catchments of the Blue Nile	電子データ	英語	水理研究センター (The Hydraulic Research Center)	2016
13	Background about Al Gash river catchment	コピー	英語	不明	不明
14	Overview on groundwater resources status in Gash Catchment/aquifer East Sudan, Kassala State	コピー	英語	Groundwater and Wadi Directorate Office of Kassala State	不明
15	Gash 洪水灌漑スキーム並びに IFAD が支援している Gash 持続的生計向上プロジェクトの概要	コピー	日本語	不明	不明

付属資料 4 調査日程

Date	Yamada (Water Utilization)	Katayama (Water Resources Management)	Hata (Water Resources Development / Environmental and Social Considerations)	Shimizu (Cooperation Planning)	Nagata (Implementation Structure, Capacity Building)	Miyazaki (Leader)
22-Jan Fri	Departure from Tokyo			-	-	-
23-Jan Sat	18:20 Arriving at Khartoum (EK733)			-	-	-
24-Jan Sun	08:30 Meeting with JICA Sudan Office 12:30 Meeting with Department of Investment, Fund and Contracts Administration, MoWRIE 14:00 Meeting with Department of Policies, Planning, and Projects 15:40 Meeting with WRTO			-	-	-
25-Jan Mon	09:20 Meeting with Undersecretary of Irrigation, MoWRIE 11:00 Meeting and Collection data at Groundwater&Wadi Department, MoWRIE 14:00 Meeting with Hydraulic Research Center				-	-
26-Jan Tue	09:30 Meeting with Dam Implementation Unit 12:00 Meeting with Department of River Nile Water and Dams, MoWRIE				-	-
27-Jan Wed	09:00 Meeting and Collection data at Meteorological Authority 12:00-15:00 Stakeholder Meeting with related organizations ((1) Presentation on the purpose of the Study by WRTO, (2) Discussion on a role of each organization/department, (3)What is a problem faced in water resource management?)				-	-
28-Jan Thu	09:00 Meeting with DWSU 12:10 Meeting with MoAF 13:50 Meeting with Electricity Department, MoWRIE 15:20 Meeting with Ministry of Industry	09:00 Meeting with International Relations, MoWRIE 12:00 Meeting with Human Resources and Finance, MoWRIE	09:00 Meeting with International Relations 10:00 Meeting with Department of River Nile Water and Dams 11:30 Meeting with DFID 15:30 Meeting with UNICEF		-	-
29-Jan Fri	Preparation of Meeting Memo 18:30 Meeting with UNEP Consultant			21:20 Departure from Tokyo	-	-
30-Jan Sat	Preparation of Meeting Memo Internal Meeting			13:35 Arriving at Khartoum (EY632)	-	-

付属資料 4

31-Jan	Sun	09:00 Meeting with WRTO 12:00 Meeting with JICA Sudan Office 14:00 Meeting with AfDB		-	-
1-Feb	Mon	11:00 Meeting with Policy, Planning and Project, MoWRIE 13:50 Meeting with MoARF	Move 07:30 Khartoum --> 15:00 Khashm el Girba Dam, Regional office of Dam Directorate --> 18:00 Kassala City	-	-
2-Feb	Tue	AM: Meeting with WRTO 12:10 Meeting with MoAF	09:00 Meeting with Groundwater&Wadi Office and Visit at Observation Wells 13:30 Meeting with State Water Corporation 15:00 Site Visit at Water Purificaiton Plant and Intake Wells	-	-
3-Feb	Wed	12:00 Meeting with Groundwater & Wadi for database 15:00 Meeting with Legal Advisor to WRTO	09:30 Meeting with River Training Unit 12:00-15:00 Stakeholder Meeting with related organizations 19:00-21:00 Meeting with State Minister of Agriculture	-	-
4-Feb	Thu	10:00 Meeting with UNEP 12:00 Meetin with MoENRD	08:00 Meeting with staffs in charge of EIA, Ministry of Agriculture and Forestry Flight: 13:00 Kassala --> 14:00 Khartoum	-	-
		15:00 Meeting with WRTO 19:00 Meeeting with JICA Sudan Office			
5-Feb	Fri	Preparation of Meeting Memo		21:20 Departure from Tokyo	-
6-Feb	Sat	Preparation of Meeting Memo		13:35 Arriving at Khartoum (EY632)	-
		Internal Meeting			

7-Feb Sun	Move: 07:30 Khartoum --> 10:30 Wad Medani (Gezira) 11:00 Meeting with Hydraulic Research Center, MoWRIE 13:30 Meeting with Gezira University 15:30 Meeting with Hydraulic Research Center, MoWRIE				-
8-Feb Mon	09:00 Meeting with Irrigation Department, MoWRIE 11:00 Site Visit at Gezira Irrigation Scheme Move: 12:00 Wad Medani --> 19:00 El Obeid (Northern Kordofan)				-
9-Feb Tue	08:30 Meeting with State Water Corporation 10:00 Field visit at Hafirs, Wells, and Water Purification Plant 15:00 Vist and Interview with water users (Industrial Factory, Farmers, and public residents)				-
10-Feb Wed	10:00-12:00 Stakeholder Meeting with related organizations concerned				-
	13:30 Meeting with Agriculture Department, State Gov	13:30 Meeting with Meteorological Office, and Site Visit at Meteorological Station	13:30 Meeting with Environmental Approval Department, State Gov	Draft of R/D and M/M	
11-Feb Thu	08:30 Internal Meeting Flight: 12:00 El Obeid --> 13:00 Khartoum				21:20 Departure from Tokyo
12-Feb Fri	Draft of R/D and M/M				13:35 Arriving at Khartoum (EY632)
	Internal Meeting Draft of R/D and M/M				Move: 17:00 Khartoum --> 18:00 Port Sudan
13-Feb Sat	Draft of R/D and M/M				Site visit at Desalination Plant Move: 19:00 Port Sudan --> 20:00 Kharutoum
14-Feb Sun	Internal Meeting, Revising R/D and M/M				
15-Feb Mon	10:00 Internal Meeting 13:00 Meeting with WRTO 17:00 Meeting with JICA Sudan Office				
16-Feb Tue	09:30 Meeting with DWSU 11:00 Internal Meeting 15:00 Meeting with WRTO 17:00 Signing of M/M on the Project				
17-Feb Wed	12:00-14:00 Stakeholder Meeting with WRTO and organizations concerned 15:00 Meeting with Minister of MoWRIE				
18-Feb Thu	09:00 Report to JICA Sudan office 10:30 Report to EOJ 14:45 Departure from Khartoum (EY633: Miyazaki, Nagata, Shimizu) 19:40 Departure from Khartoum (EK734: Katayama, Yamada, Hata)				