

ザンビア共和国

地方給水計画フェーズⅢ

基本設計調査報告書

平成3年4月

国際協力事業団

無調一

CR6

91-027

61.2

22486

ザンビア共和国

地方給水計画フェーズⅢ

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



1090576(8)

平成3年4月

国際協力事業団

国際協力事業団

22386

序 文

日本国政府は、ザンビア共和国政府の要請に基づき、同国の地方給水計画フェーズⅢにかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、平成2年11月11日より12月20日まで、厚生省大臣官房国際課国際協力室国際協力専門官池田修氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ザンビア共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における調査を実施した。帰国後の国内作業後、外務省経済協力局無償資金協力課前田哲氏を団長として平成3年3月11日より3月21日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成3年4月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 柳 谷 謙 介

目 次

	頁
序 文	
要 約	1
第1章 緒 論	5
第2章 計画の背景	
2.1 ザンビア共和国の概要	7
2.2 国家開発計画の概要	8
2.3 水道行政と給水事情	
2.3.1 水道行政	10
2.3.2 給水事情	13
2.4 開発援助の動向	15
2.5 実施機関	19
2.6 実施状況調査	23
2.6.1 南部州地下水開発計画フェーズⅠ	24
2.6.2 南部州地下水開発計画フェーズⅡ	25
2.6.3 日本の経済構造改善支援による さく井機の活動状況	26
2.7 要請の経緯と内容	27
第3章 計画地域の概要	
3.1 計画対象地域	29
3.2 自然環境	
3.2.1 地理・地形	33
3.2.2 水文・気象	34
3.2.3 地質	34
3.2.4 水理地質	36

3.2.5	水質	40
3.3	計画対象地域の給水事情	
3.3.1	計画対象地域の概況	42
3.3.2	給水事情	43
3.3.3	給水計画	44

第4章 計画の内容

4.1	計画の目的	47
4.2	要請内容の検討	
4.2.1	計画の妥当性・必要性	47
4.2.2	実施計画	47
4.2.3	類似計画	50
4.2.4	計画の構成要素	50
4.2.5	要請内容の検討	52
4.2.6	技術協力の必要性	53
4.2.7	協力実施の基本方針	53
4.3	計画の概要	
4.3.1	実施機関および運営体制	53
4.3.2	事業計画	54
4.3.3	深井戸建設期別割りと施工順序	59
4.3.4	資機材の選定および資機材管理所	64
4.3.5	維持管理計画	68

第5章 基本設計

5.1	設計方針	73
5.2	設計条件	73
5.3	施設計画	
5.3.1	深井戸給水施設の建設	74
5.3.2	既存深井戸給水施設の改修	75
5.3.3	深井戸の建設	75
5.4	機材計画	76
5.5	実施計画	
5.5.1	実施方針	81
5.5.2	ザンビア圏側の分担	81

5.5.3	施工監理計画	・	・	・	・	・	・	・	・	83
5.5.4	資機材調達計画	・	・	・	・	・	・	・	・	84
5.5.5	実施工程	・	・	・	・	・	・	・	・	84
5.5.6	概算事業費	・	・	・	・	・	・	・	・	84

第6章 事業の効果と結論

6.1	事業評価	・	・	・	・	・	・	・	・	89
6.2	結論	・	・	・	・	・	・	・	・	90
6.3	提言	・	・	・	・	・	・	・	・	91

資料編

資-1.	合意議事録	・	・	・	・	・	・	・	・	93
資-2.	調査日程	・	・	・	・	・	・	・	・	102
資-3.	調査団メンバーリスト	・	・	・	・	・	・	・	・	105
資-4.	面談者リスト	・	・	・	・	・	・	・	・	106
資-5.	計画対象サイト一覧	・	・	・	・	・	・	・	・	110
資-6.	基本設計図	・	・	・	・	・	・	・	・	118
資-7.	収集資料リスト	・	・	・	・	・	・	・	・	127
資-8.	カントリー・データ	・	・	・	・	・	・	・	・	130

* * * *

付 表 一 覧 表

	頁
表 2 - 1 国家開発計画 (1964~1993)	9
表 2 - 2 第 4 次国家開発計画における水利局関連水道事業を含む 国家水資源開発計画	11
表 2 - 3 ザンビア国水道事業関連省庁	12
表 2 - 4 水道事業と行政	14
表 2 - 5 ザンビア国給水レベル別水道普及率	16
表 2 - 6 ザンビア共和国の最近の援助受取り額	17
表 2 - 7 国家予算と水利局予算 (1988-1990)	21
表 2 - 8 A 最近の水利局水資源開発実績 (ダム・浅井戸・深井戸) 1986~1989	22
表 2 - 8 B 水利局水資源開発実績 (ダム・浅井戸・深井戸) 1964~1985	22
表 2 - 9 水利局(DWA) さく井機配置状況	23
表 2 - 10 南部州地下水開発 (フェーズ I) 深井戸建設実績	24
表 2 - 11 南部州地下水開発 (フェーズ II) 深井戸建設実績	25
表 2 - 12 南部州地下水開発 (フェーズ II) 既存深井戸改修実績	26
表 2 - 13 ノンプロさく井機 2 台による深井戸建設実績, 1988-1990	27
表 3 - 1 要請書要約 (3 州 7 郡)	29
表 3 - 2 深井戸給水施設建設サイトの概要	30

表 3 - 3	既存深井戸給水施設改修サイトの概要	33
表 3 - 4	ザンビア国の地質層序と地下水賦存状況	39
表 3 - 5	計画対象地域水質分析	41
表 3 - 6	計画対象地域の概況	42
表 3 - 7	計画対象地域の既存水源	43
表 3 - 8	計画対象 3 州 7 郡地方給水計画	45
表 4 - 1	計画地域の類似地方給水計画	51
表 4 - 2	計画対象地域と南部州水理地質評価の比較	56
表 4 - 3	南部州地下水開発計画深井戸掘さく実績	57
表 4 - 4	南部州地下水開発における手押ポンプの種類と設置台数	57
表 4 - 5	深井戸建設期別割り	61
表 4 - 6	深井戸建設期別割り実施順序	62
表 4 - 7	既存深井戸給水施設改修の期別割り	64
表 4 - 8	計画対象地域水理地質解析	65
表 4 - 9	要請内容の検討	67
表 5 - 1	事業実施工程表 (1)	86
表 5 - 1	事業実施工程表 (2)	87
表 6 - 1	計画実施による効果と現状改善の程度	89

付 図 一 覧 表

	頁
図 2 - 1 開発援助動向	18
図 2 - 2 水土地天然資源省水利局組織図	20
図 3 - 1 計画対象地域図	31
図 3 - 2 ザンビア国年平均降雨量図	35
図 3 - 3 南部州地下水開発における帯水層の分布	37
図 4 - 1 水利局(DWA) 中央州・州管理事務所組織図	49
図 4 - 2 日本プロジェクトチーム実施体制	55
図 4 - 3 ザンビア共和国地方給水計画フェーズⅢ (期別割り)	60
図 4 - 4 深井戸建設期別割り実施順序	63
図 4 - 5 水利局中央州カプエ管理事務所	69
図 5 - 1 実施体制	82

略 語 一 覧

A P I C	Association for Promotion of International Cooperation (国際協力推進協会)
B D	Building Department (建築局)
D / D	Detailed Design (詳細設計)
D W A	Department of Water Affairs (水利局)
E / N	Exchange of Notes (交換公文)
F N D P	Fourth National Development Plan (第4次国家開発計画)
G N P	Gross National Product (国民総生産)
H I	Health Inspectorate (保健検査部)
I D W S S D	International Drinking Water Supply and Sanitation Decade (国連水と衛生の10年)
J I C A	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)

MAWD	Ministry of Agriculture and Water Development (農業・水資源開発省)
MOD	Ministry of Decentralization (地方自治省)
MOH	Ministry of Health (保健省)
MWLN R	Ministry of Water, Land and Natural Resources (水土地天然資源省)
MWS	Ministry of Works and Supply (公共事業省)
NAC	National Action Committee (国家行動委員会)
NCDP	National Commission for Development Planning (国家開発計画委員会)
RAs	Rural Area Water Supplies (地方給水)
RTs	Rural Townships Water Supplies (地方都市)
SUTs	Small Urban Townships Water Supplies (小都市給水)

UNDP United Nations Development Programme
(国連開発計画)

WDS Water and Drainage Section
(上下水道部)

WHO World Health Organizations
(世界保健機関)

要 約

要 約

ザンビア共和国は、中央アフリカ南部に位置する国土面積 752,614km²、人口約 780万人 (1989年) の国で、言語・習慣から73部族に数えられる多部族国家である。1964年10月英国保護領から独立以来、カウング大統領のもと「One Zambia One Nation」を国家目標に経済開発と国家統一を進めている。又、同国は世界有数の銅産出国で、豊富な水資源を利用した水力発電は輸出余力があり、近隣アフリカ諸国に較べれば恵まれた資源国である。しかしながら、同国経済は銅関連産業への依存度が高く、1970年代後半からの長期にわたる世界的銅価格の低迷から大きな打撃を受け、その打開策として産業の振興を促し、産業の多様化・食糧増産等を国家開発計画の重要政策としている。一方、地方給水整備計画は、地方村落部における衛生的な飲料水供給により、住環境の改善と整備を図り、地域格差の是正・地方人口の定着と農業振興・食糧増産を促すものとして事業が推進されている。現在、第4次国家開発計画(1989-1993)を実施中で、西暦2000年までに全ザンビア国民が安全な飲料水の恩恵に浴することを長期目標としている。そして、国連水と衛生の10年の行動計画に沿って、都市給水は1991年までに100%、地方給水については50%の国民に適切な水質と水量の飲料水を供給することが当面の課題となっている。

本計画の実施機関である水土地天然資源省水利局は、水資源法(Water Act, 1964)に基づいて全国の地方給水事業に関連する調査・計画・建設・維持管理を主要任務とするとともに、都市給水についての運営管理・技術支援も行っている。又、同国政府の実施する水資源(表流水・地下水)の開発と保全に係わる技術的調査研究を担当し、全国的な活動を行っている。

当国の地方村落部給水に係わる我が国の協力は、1981年より3ヶ年連続した旱魃への対策として日本に要請された「南部州地下水開発計画フェーズⅠ・Ⅱ(1985, 1988)」が最初であり、その成功と実績が高く評価された。そして、ここに改めてザンビア国政府は、農業振興重点地域でありながら地方村落部の給水率が24%と非常に低いルサカ州・中央州・コッパーベルト州(ソドラ地方郡)の3州7郡において、200ヶ所の深井戸給水施設建設を中心とする「地方給水計画フェーズⅢ」の無償資金協力を、1990年日本政府に要請越した。

この要請に応え、日本国政府は本計画に関する基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が1990年11月11日から12月20日まで、調査団を現地に派遣し、政府関係者との協議及び計画地域の給水事情・地下水賦存状況・井戸建設関連資機材に係わる現地調査を実施した。帰国後、調査結果の国内解析を行い、1991年3月3月11日より3月21日まで実施された報告書案の現地説明を経て、本報告書を作成した。

1980年から1985年における全国的給水率は46%から58%に上昇したが、地方給水率は依然41%台に留まっている。このため水利局は、各州単位で2台のさく井機の配備を計画し、州単位で乾期にも安定した水源である深井戸給水施設の建設を進め、地方給水率の向上に努めている。しかし、本計画対象地域3州7郡には、現在適切な地下水開発のためのさく井機を保有しておらず、地下水開発事業の推進が遅れており、その地方村落部の給水率は24%と全国平均の41%と較べて、大都市周辺であるにもかかわらず大幅に低い。また、同地域は気候的にも雨期と乾期の差が明瞭で乾期においては浅井戸等が枯れ、地方住民は飲料水が不足する厳しい生活環境を強いられている。さらに、1990年8月の湾岸危機を境に燃料費が5倍以上に急騰する等、経済環境の悪化から水利局の実施する地方給水計画はその推進に大きな支障をきたしている。

このため本計画は、建設工事案件として200サイトの深井戸給水施設を新規に建設すると共に、既存深井戸給水施設100サイトの改修工事を実施し、これらにより給水率の増大と給水事情の改善を緊急に図るものである。さらに本計画の実施を通じて、計画に参画する水利局のカウンターパート技術者に対する水理地質調査・さく井工事・給水施設の維持管理等についての技術移転を計り、本計画完了後は水利局技術者が調達された資機材を使用して、独自の実施計画を推進出来ることを目標とする。又、深井戸給水施設の維持管理に関しては、地方住民の積極的参加を促し、衛生環境に対する意識を向上させるためのトレーニングも実施する予定である。

本計画対象地域3州7郡における深井戸給水施設建設200サイト及び既存深井戸給水施設改修100サイトの人口は各々約119,000人と約44,000人（合計約163,000人）で、同地域人口851,000人の約19%に相当する多くの地方住民に便益を与えることができる。水利局が目標としている地方給水基準量は30ℓ/人/日であるが、本計画では水不足の解消が切実な社会問題であるこれらの地方村落に各1深井戸給水施設を建設し、最も困難な乾期における衛生的な飲料水（5ℓ/人/日）の安定的な確保を目的とする緊急性の高いものである。このため、ザンビア国土の約20%（日本の国土の約40%）にあたる広い地域を移動しながら水理地質調査・さく井工事・給水施設工事を行うことになる。そして、工事の効率的な実施のため地理的に最も便利な中央州カブエ市に、本計画で調達される地下水開発関連資機材の安全な保管や合理的な運営管理のための拠点として、資機材管理所を建設する。

計画の概要は次の4点に要約される。

1.	深井戸給水施設建設（200サイト）
2.	既存深井戸給水施設改修（100サイト）
3.	地下水開発関連資機材と維持管理用資機材の調達 1) 深井戸さく井機および付属品 2) 深井戸建設資材 3) 調査機器 4) 手押ポンプ 5) 支援車輛 6) 整備用機器、スペア・パーツ等
4.	資機材管理所の建設

計画対象地域と地域別の深井戸給水施設の建設・改修サイト数は次の通りである。

	州	郡	深井戸給水施設建設	既存深井戸給水施設改修
1.	ルサカ州	ルサカ地方郡 ルアング郡	45サイト 10サイト	70サイト 10サイト
2.	中央州	カブエ地方郡 ムクシ郡 ムンプワ郡 セレンジェ郡	30サイト 30サイト 20サイト 15サイト	ドイツによる 改修計画検討中
3.	コッパーベルト州	ンドラ地方郡	50サイト	20 サイト
計	3州	7郡	200サイト	100 サイト

本計画の実施に必要な事業費は、日本国側負担分約 21.76億円、ザンビア国側負担分は、26.9百万クワチャ（約83.8百万円）と見積られる。また、完成した深井戸給水施設の維持管理に必要な費用は、年当り 3.7百万クワチャ（約11.5百万円）と見積られる。

工期については、資機材の調達期間・内陸国としての輸送条件、建設にあたっては雨期の作業効率の低下等の制約を考慮検討した結果、5期分けにより実施することが適切と判断された。

また、工期が長期間に及ぶため、第3期終了時において計画の進捗状況と効率性を技術的・経済的な観点から評価を行い、その結果に応じて、第4期以降の計画内容の見直しを実施する。この見直しでは、物価変動・積算面での再評価と計画継続・援助形態の妥当性を含めた検討を行う。尚、1年のうち5～6ヶ月間にも及ぶ雨期が施工上に大きな制約を与えるため、各期の完結性と実施工期の短縮についても十分に配慮する。

工 期	プロジェクトの内容
3 第 1 期	1) 地下水開発関連資機材の調達 2) 深井戸給水施設建設 (20サイト) 3) 既存深井戸給水施設改修 (1サイト) 4) 資機材管理所の建設
4 第 2 期	1) 地下水開発関連資機材の調達 2) 深井戸給水施設建設 (59サイト) 3) 既存深井戸給水施設改修 (55サイト) 4) 資機材管理所の建設
5 第 3 期	1) 深井戸給水施設建設 (40サイト) 2) 既存深井戸給水施設改修 (37サイト) 3) 維持管理用資機材の調達
6 計画の評価	1) 計画の進捗状況・運営維持管理状況・援助形態 2) 物価変動・積算の妥当性
7 第 4 期	1) 深井戸給水施設建設 (40サイト) 2) 既存深井戸給水施設改修 (7サイト) 3) 維持管理用資機材の調達
第 5 期	1) 深井戸給水施設建設 (41サイト) 2) 維持管理用資機材の調達

本計画の実施により、ルサカ州・中央州・そしてコッパーベルト州の3州7郡の地方住民の安全な飲料水の確保及び衛生環境の改善が図られる。衛生環境の改善は水系伝染病及び消化器系疾患の発生低下につながり、地方住民の健康増進と生活環境向上に貢献が期待される。更に、手押ポンプによる給水施設の完成により、各家庭と水源との距離が短縮され、婦女子による水汲み労働の軽減が図られ、その結果として創出された労働力の農業生産面への転用が期待される。この様な生活基盤の安定は、地方人口の定住による労働力の強化となり、地域の農業振興と農業生産活動の推進を促すもので、第4次国家開発計画(1989-1993)の重要政策達成に寄与することとなる。

本事業の裨益人口は、約 163,000人に及び、これは計画対象地域の人口約 851,000人(1989年推計)の約19%に相当する。又、既存深井戸給水施設改修による裨益を除く新規の給水人口は約 119,000人(全体の約14%)で、現在の給水率約24%を38%へ大巾に増大させることとなる。更に、深井戸給水施設建設工事を通じて実施される技術移転は、ザンビア共和国水土地天然資源省水利局の地下水開発技術者の能力強化となり、本計画完成に引続き水利局独自の深井戸給水施設建設事業に引継がれることとなり、技術的にも多大な貢献を果たすことが期待される。

以上の観点より、本計画は我が国の無償資金協力事業の対象として取り上げるに十分な妥当性を有すると判断される。

第 1 章 緒 論

第1章 緒論

ザンビア共和国はアフリカ大陸中南部に位置し、面積 752,614km²、人口 780万人（1989年）銅・コバルト等の鉱物資源の世界的産地である。同国経済は銅関連産業への依存度が高いため、世界経済に変動されやすく、国内経済の構造的脆弱さを克服するために、産業の振興とりわけ産業の多様化、食糧増産を重点政策としている。一方、地方村落部における衛生的な飲料水の供給を図り、地方村落部の住環境の改善と整備により地方人口を定着させることは、農業振興に寄与することとして高く評価されている。このため、第3次国家開発計画（1979-1983）に引続き、第4次国家開発計画（1989-1993）においても国連水と衛生の10年（1981-1990）の実行計画(Action Plan)を通じ、地方村落部における給水計画を最優先課題として位置付け、1991年までに地方村落部住民の50%が安全で衛生的な飲料水の恩恵に浴すことを目標に地方給水施設の整備を推進している。

南部州は年間降水量が 700mm前後と非常に少なく、1981年より3ヶ年連続した早魃により井戸や河川水が枯渇した。このためザンビア国政府は1983年、深井戸給水施設建設を内容とする「南部州地下水開発計画」を策定し我が国に無償資金協力を要請した。この要請に応え、日本国政府は1985年に102本の深井戸給水施設建設を目的とする無償資金協力事業を実施すると共に、引続き1988年に120本の深井戸給水施設建設と100本の既存深井戸給水施設改修の無償資金協力事業を実施した。そして、南部州の地方村落部における給水率は32%から41%へと大幅に改善された。

ザンビア国政府は、南部州の1985年と1988年の2期に亘る地下水開発の成功を高く評価し、ここに改めて、ルサカ州、中央州及びコッパーベルト州の3州の地方村落部における200ヶ所の深井戸給水施設の新設及び100ヶ所の既存深井戸給水施設改修を中心とした「地方給水計画フェーズⅢ」を策定し、我が国へ要請してきたものである。計画対象地域には、同国地方村落部人口の約22%に当たる約85万人が居住し、現在約20.4万人（同地域の約24%）が約1,270ヶ所の井戸から清浄で安定した飲料水を得ているが、残る約64.6万人は適切な飲料水の確保が困難な状態にある。特に、乾期においては不衛生な浅井戸水源や5～7kmも離れた遠距離の河川水に依存する等劣悪な環境にある。

このため、日本国政府は本件に係わる基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、厚生省大臣官房国際課国際協力室国際協力専門官池田修氏を団長とする基本設計調査団を1990年11月11日より12月20日までザンビア共和国に派遣した。調査団は同国政府関係者と協議を行うと共に計画対象地域の調査を実施して、要請の背景、計画の内容及び目的を把握し援助効果等、無償資金協力事業推進の妥当性と範囲を確認した。そして、1990年11月23日、基本的合意事項に関する議事録を取りまとめ、本調査団と先方政府実施機関である水土地天然資源省(Ministry of Water, Land and Natural Resources, MWLN)及び援

助窓口の国家開発計画委員会(National Commission for Development Planning, NCDP)の各代表者が署名を行った。

本基本設計調査報告書は現地調査結果を踏まえ、国内作業後、外務省経済協力局無償資金協力課前田哲氏を団長として1991年3月11日より3月21日まで実施された報告書案の現地説明を経て作成したものである。報告書には最適な基本設計として、本計画の妥当性、計画の内容、調達資機材、実施計画、事業費の概算、維持管理計画等の策定を行うと共に計画実施に関する提言をまとめたものである。関連協議議事録、調査日程、調査団の構成、面談者リスト等は資料編として巻末に添付した。

第 2 章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 ザンビア共和国の概要

ザンビア共和国はアフリカ大陸中南部の国で、南半球に位置し、面積 752,614km² (日本の約2倍) で9州(Province)57郡(District)に行政区分されている。国名は北西部を流れるザンベジ川(Zambezi River)に由来し、国境は7ヶ国(ザイール、タンザニア、マラウイ、モザンビーク、ジンバブエ、ナミビアそしてアンゴラ)に接する内陸国である。国土の大部分は、標高 1,000~1,300 mの高原台地で熱帯性サバンナ気候を示し、年降水量は南部においては700mm/年未満と少なく、北部に行くに従い1,500mm/年と増大するが、最近5ヶ年において南部州及び中央州地域は旱魃に直面している。首都ルサカ市(Lusaka)は標高 1,300m、人口80万人(1989年推計)の都市で、1月の平均気温は21.1℃、7月は16.1℃で年平均降水量は 836mmである。

同国は、言語、習慣などから73部族に数えられる多部族で構成され、政府は「One Zambia One Nation」を国民に呼びかけ、多部族による国家の統一を目指して来た。又、国の哲学として人道主義を基調とする社会主義を掲げ、1964年の独立以来カウング(Kaunda)大統領のもとで経済開発と国家統一を進めている。同国の人口は1989年推計で780万人で、都市人口は50.2%と多く、特に10大都市に集中し人口はいずれもが5万人以上である。一方、地方人口は49.8%で小集落形態を成し、全国的に分散して居住する。現在の平均人口密度は 10.4 人/km²で、1980年統計では北西州は 2.4人/km²、コッパーベルト州は40.4人/km²であり、産業立地や構成による地方のばらつきが大きい。平均人口増加率は 3.3%(1980-1990)であり、最近では、3.5~3.7%と言われている。幼児死亡率の実状は 1,000人に対して 105人である。又、コレラ等の水系伝染病が毎年発生し、1990-1991年において 5,000人以上の人々がこれに罹病し 500人以上が死亡している。

ザンビア共和国は銅・コバルトの世界的産地で、同国経済は輸出総額の92%を占める銅を中心とする鉱業部門に強く依存しており、世界の経済変動に左右され易くモノカルチャー経済としての構造的脆弱さを脱するため、最近20年間は鉱業と農業両部門の成長を促している。1989年の国民総生産(GNP)は42,283百万クワチャ(3,042百万米ドル)、1人当たり GNPは 390USドルである。1989年の貿易収支は輸出11,915百万クワチャ(857百万米ドル)、輸入は10,818百万クワチャ(778百万米ドル)で、1,097百万クワチャ(79百万米ドル)の貿易黒字であるが、鉱山会社の外人依存・内陸国ゆえの運賃支払の増大等による貿易外収支の赤字等から総合収支では常に赤字となっている。日本との関係においては、輸出 501億円(334百万米ドル)、輸入87億円(58百万米ドル)(1988年統計)となり銅金地の輸入を含めて日本の 414億円(276百万米ドル)の大幅な輸入超過国である。その他社会・経済指標については、カントリー・データとして総括し、巻末の資料編に添付する。

2.2 国家開発計画の概要

ザンビア共和国は世界有数の銅産出国で、又、豊富な水資源を利用した水力発電は輸出余力があるなど、近隣アフリカ諸国に較べれば恵まれた資源国である。しかし、内陸国であるため輸送問題が深刻で、貿易は外国の港湾施設を利用し、その後鉄道ないし車輛による陸上輸送を必要とするため、全ての面で非常な割高となり近隣諸国（南アフリカ、アンゴラ等）の政治不安の影響を受け、輸送上のネックが国内インフレの原因とも見られている。また、銅価格の1970年代後半からの長期にわたる低迷から、銅依存の産業構造からの脱皮として産業の多様化、農業振興、食糧増産を計っているが、製造業分野の拡大は農村人口の都会への流入を促し、農業人口の減少による農業生産の停滞と都市部の食糧不足をもたらす等逆効果現象も発生している。このため、地方給水整備計画の推進は、地方村落部における生活環境の整備・地域格差の解消・婦人労働力の活用等の効果が期待され、国家開発計画における戦略の一つとして最優先に位置づけられて来た。

1964年の独立以来、暫定開発計画（1964-1966）、第1次～第3次国家開発計画（1966-1984）そして新経済復興計画（1987-1988）を経て、現在は第4次国家開発計画（1989-1993）が実施中である。基本目標としては、経済の多様化・所得格差の是正・人材の養成・経済のザンビア化そして雇用の拡大等で、1989年のインフレ率45%を抑制し、最終年度1993年までに20%以下を目指している（表2-1）。一方、地方給水計画は地方住民の定着を図り、農業生産増大による地域格差の解消・婦人労働力の活用・経済の自立達成等幅広い影響力と効果があり重要政策達成のための戦略として、又、国連水と衛生の10年（1981-1990）の関連において継続的に推進されている。

第4次国家開発計画に於ける水道事業関連計画を含む水資源開発分野の主要目的は、国連水と衛生の10年の行動計画に則り、衛生的で適切な量の飲料水を半永久的に可能なかぎり多くの国民に対して供給する事である。そして、水供給の行動計画の戦略として以下の4つの段階が設定され、資金的・技術的状况に応じた取組を進めている。

- ① 清浄な飲料水供給を少なくとも1991年迄に、都市人口及び地方人口の100%、全ての国民に供給する。
- ② 清浄な飲料水供給を1991年迄に全国民の80%から90%に供給するため、都市部では100%、地方部では地方人口の約50%の人々に水供給を行う。
- ③ 清浄な飲料水供給を2000年迄に、全ザンビア国民の100%に供給する。
- ④ ②と同じ内容で、目標年次を西暦2000年とする。

水供給の行動計画は、国連水と衛生の10年（1981-1990）の目標がそのまま第4次国家開発計画（1989-1993）の中で採用されているため、内容と計画年次には整合性にやや欠ける

表 2 - 1 国家開発計画 (1964~1993)

No.	開 発 計 画	基 本 目 標 の 要 点	GDP 実質成長率
1.	暫定開発計画 (1964-1966)	1) 輸送; 教育; 衛生分野の拡充	—
2.	第 1 次国家開発計画 (1966-1970)	1) 経済の多様化 2) 都市と農村の格差是正 3) 人材の養成	10.6%
3.	第 2 次国家開発計画 (1972-1976)	1) 経済の多様化 2) 都市と農村の格差是正 3) 人材の養成	3.4%
4.	第 3 次国家開発計画 (1980-1984)	1) 農業生産の拡大 2) 所得格差の是正 3) 鉱工業の多様化	0.2%
5.	新経済復興計画 (1987-1988)	1) 銅以外の輸出促進と輸出代替 2) 雇用増大 3) 物価安定 4) 企業利益の増大 5) 財政赤字削減	2.5%
6.	第 4 次国家開発計画 (1989-1993)	1) 国家資源の活用 2) 人口増加の抑制 3) インフレ抑制 4) 財政赤字削減 5) 経済のザンビア化 6) 雇用の拡大 7) 農業振興と輸出の多様化	実施中

FNDP, APIC, 1990

ところがあるが、水利局の長期目標は西暦2000年までに全ザンビア国民に安全な飲料水の供給を実現することとし、第4次国家開発計画においては1991年までに水利局管理下における都市給水を100%に、そして地方給水については地方人口の50%の国民に適切な水質と水量の飲料水を供給することとしている。

ザンビア共和国の国家予算は、最近3ヶ年(1988~1990)においてインフレ傾向のため、83億クワチャ(8.3億米ドル, 1988年)から299億クワチャ(7.5億米ドル, 1990年)に拡大したが、実質米ドル比較では逆に減少している。第4次国家開発計画に位置づけられる水利局関連開発計画は約7億クワチャ(約17.7百万米ドル)である。そして、外国援助は約4億クワチャ(約10百万米ドル)で総額の56.6%を占め、残りの43.5%が国内予算分である。又、年次別では約1.2億クワチャ(約3百万米ドル)から約1.6億クワチャ(約4百万米ドル)が投資されることになっている。水利局事業内容別では、重要度が高く予算構成比の大きな開発分野は、地方給水(38.7%)と都市給水(28.0%)次いで国家水資源長期計画(3.7%)、河川流域保全(2.5%)、井戸掘さく分野(2.1%)の順となっている。又、予算面で外国援助依存度の高いものは、国家水資源長期計画(95.0%)、井戸掘さく分野(91.0%)、水文分野(81.0%)の順となっている。そして開発計画策定時点では外国援助依存率は56.5%と想定されたが、1990年では通貨クワチャの価格変動が大きく、1988年1米ドル=10クワチャから1990年1米ドル=40クワチャとなり、水利局の開発計画は80%以上を援助に依存する状態となっている。(表2-2)

2.3 水道行政と給水事情

2.3.1 水道行政

ザンビア共和国における水道行政は国家開発計画委員会(NCDP)により一元化が図られている。現在、水供給・環境・衛生事業に係わる省庁は国家開発計画委員会・水土地天然資源省・地方自治省・公共事業省そして保健省の5省庁である(表2-3)。そして、ザンビア共和国における水道事業・水資源に関する法律は水資源法(Water Act, 1964)と地方自治法(Local Decentralization Act, 1980)である。

1) 国家開発計画委員会は、国家開発計画・国連水と衛生の10年(International Drinking Water Supply and Sanitation Decade, IDWSSD)等に関連して国全体の水資源政策の策定と調整を行っている。又、国連水と衛生の10年に関して、国家行動委員会(National Action Committee, NAC)を設立し、委員長として全体のとりまとめを行っている。

2) 水土地天然資源省は、水利局が全国の地方給水計画を実施するとともに、飲料水をよ

表 2-2 第4次国家開発計画における水利局関連水運水道事業を含む国家水資源開発計画

単位：千ワクチャ

計 画 分 野	第4次計画		第4次計画年次別					外国援助		国内分	
	合計	構成比	1989	1990	1991	1992	1993	小計	構成比	小計	構成比
1. 小都市給水	198,481	28.0%	45,123	49,123	46,254	41,687	22,348	132,982	67.0%	65,490	33.0%
2. 地方給水	274,190	38.7%	55,642	54,642	54,642	54,642	54,642	153,546	56.0%	120,644	44.0%
3. 国家水資源長期計画	25,900	3.7%	6,475	6,475	—	—	—	24,605	95.0%	1,295	5.0%
4. 水文分野	1,120	0.1%	224	224	224	224	224	907	81.0%	216	19.0%
5. 水理地質分野	3,570	0.2%	714	714	714	714	714	1,821	51.0%	1,749	49.0%
6. 井戸掘さく分野	15,051	2.1%	5,268	1,505	1,505	1,505	1,505	13,696	91.0%	1,335	9.0%
7. 河川流域保全	17,780	2.5%	4,900	4,900	2,600	2,600	2,600	7,289	41.0%	10,490	59.0%
8. 運河開さく建設分野	12,880	1.8%	3,220	2,415	2,415	2,415	2,415	7,728	60.0%	5,152	40.0%
9. その他の分野	159,670	22.5%	33,670	31,500	31,500	31,500	31,500	57,481	36.0%	102,189	54.0%
合 計	708,642	100.0%	155,162	155,736	146,389	135,347	116,008	400,056	56.5%	308,586	43.5%

表 2 - 3 ザンビア国水道事業関連省庁

NO.	省 庁 名	事 業 内 容
1.	国家開発計画委員会 (NCDP)	1) 水道衛生分野を含む国家のセンサス・統計・労働計画・研究・経済政策等、政府の政策戦略立案 2) 経済技術協力の窓口 3) 国連水と衛生の10年(IDWSSD)の国家行動委員会(NAC)の委員長
2.	水土地天然資源省 (MWLN R) 水利局 (DWA)	1) 水資源の保全・計画・利用 2) 政府の水資源開発(表流水・地下水)に係わる全ての助言 3) 都市給水(Town Water Supply)全国66施設の運営 4) 全国の地方給水の計画と実施(衛生関係については保健省)
3.	地方自治省 (MOD)	1) 水道衛生事業に関連して地方自治体に予算援助を行うと共に予算・外国援助等に対して、管理監督する 2) 水道衛生事業に関する技術部門は持たない
4.	公共事業省 (MWS) 建築局 (BD) 上下水道部 (WDS)	1) 政府機関(学校・警察・病院・刑務所等)の水道衛生関連施設の計画・建設及び施工監理
5.	保健省 (MOH) 保健検査部 (HI)	1) 保健衛生教育 2) 地方住民の保健衛生環境の改善

IDWSSD, 1987

り多くの国民に供給すべく井戸改修や給水施設の改善・整備・増強・運河の維持・建設・手押ポンプ付深井戸施設の建設等を含めて国全体の水資源の開発保全・基礎資料収集と資料台帳作りを業務としている。そして、安全な飲料水を地方住民や、地方都市の人々に給水する事業を運営・推進している。

3) 地方自治省 (Ministry of Decentralization, MOD) は、地方自治体の運営する都市給水と関連して、技術的分野以外の水道事業に係る予算・外国援助等に関する管理・監督を行っている。

4) 公共事業省 (Ministry of Works and Supply, MWS) 建築局 (Building Department, BD) 上下水道部 (Water and Drainage Section, WDS) は、学校・警察・病院・刑務所等の政府機関施設に関する水道衛生事業の計画・建設・施工監理を実施している。

5) 保健省 (Ministry of Health, MOH) 保健検査部 (Health Inspectorate, HI) は地方住民の保健衛生環境の改善、保健衛生教育分野を担当している。

2.3.2 給水事情

ザンビア共和国の水供給の実情は人口の多い都市を対象とする都市給水と、地方村落を対象とする地方給水に二分することができる。地方給水については、水土地天然資源省直轄下の水利局が水資源法 (1964) に沿って水供給の整備計画を策定するとともにその実施を行っている。都市給水については、原則として地方自治法 (1980) に沿って、地方自治省の監督下において地方郡行政府 (District Council) の責任で実施することになっている。そして現実的には、地方郡行政府と水利局により実施運営されているが、同国の行政区と関連して、やや複雑な水道事業区分となっている。

ザンビア共和国の行政区分は9州 (Province) 57郡 (District) に区分され、57郡は10の都市郡 (Urban District) と47の地方郡 (Rural District) に区別される。行政区分上、人口5万人以上の都市化の進んだ首都ルサカ市を含む10ヵ所の都市郡 (Urban District) の水道事業は、大都市給水 (Large Urban Area Water Supply, LUAs) と称して独立採算性を原則とし、技術的・経済的にも安定している。

残りの47地方郡 (Rural District) は都市給水 (人口数千人以上の主要地方都市を対象) と地方給水 (人口百数十人以上の地方村落を対象) とが含まれ、地方給水については全国的に水利局によって実施・運営・管理されている。一方、都市給水については、地方郡行政府・鉱山・鉄道など準政府機関と水利局によって運営・管理されている。そして水道事業区分としては、75の小都市給水 (Small Urban Townships Water Supply, SUTs) と17の地方都市給水 (Rural Townships Water Supply, RTs) に区分されている (表2-4)。

表 2 - 4 水道事業と行政

行政区分	地区数	水道事業区分	運営主体	
都市郡 (Urban District)	10	大都市給水 (Large Urban Area Water Supply)	都市郡行政府 (Urban District)	10
地方郡 (Rural District)	47	小都市給水 (Small Urban Township Water Supply)	水利局 (DWA)	42
			地方郡行政府 (District)	25
			鉦山	8
		地方都市給水 (Rural Township Water Supply)	水利局 (DWA)	7
			地方郡行政府 (District)	10
地方給水 (Rural Water Supply)	水利局 (DWA)	ザンビア 全国		
計	57			

DWA, 1990

1980年代におけるザンビア共和国の給水事情は、全国的に見ると国民 566万人の45.2%に当たる 256万人が安全で清浄な飲料水を得ていた。そして、1985年では全国人口が672万人となり、給水率は56%に上昇し 376万人となったが、地方給水では、依然41%の157万人に留まっている。1989年の推定人口は 780万人で、都市人口は50.3%の 392万人、地方人口は49.7%の 388万人となり、それと共に給水施設建設も増大しているものの人口増加率の 3.3%とほぼ同程度で推移し、給水率の上昇はほとんど見られていない。水需要の多い大都市・小都市の水道は各戸給水ないし公共水栓による給水が行われ、水源は表流水が多く、沈殿・ろ過・塩素滅菌等の浄水処理が行なわれている。また、各戸給水率を見ると、大都市給水48%、小都市給水では27%となっている(表2-5)。一方、地方給水では、表流水水源は22%と少なく、残りの78%が地下水で、取水方法は浅井戸が36%、深井戸が42%となっている。地方給水の給水施設は、深井戸では手押ポンプ、浅井戸ではロープによる手汲みが標準的である。

2.4 開発援助の動向

ザンビア共和国に対する援助は、我が国をはじめ西ドイツ・ノルウェー・イタリアなどの二国間援助が中心で推移している。援助受け取り総額は、1983年～1988年において、218万米ドルから 506万米ドルへと倍増しており、無償資金協力分野は、60%～73%と高い比率にある。表2-6にザンビア共和国の最近の援助受け取り動向を総括する。

我が国はザンビア共和国が、南アフリカ政府に対抗するフロントライン諸国(アンゴラ、ザンビア、ジンバブエ、タンザニア、ボツワナ及びモザンビークの6ヵ国)の指導的立場にある国として、又、同国から我が国への銅の輸入量が1988年において日本の銅輸入量全体の36.1%を占める等、二国間の近密な経済関係を背景に同国を重点援助対象国として、経済協力を推進しており、我が国は1985年において、米国を抜いてDAC諸国の中で第1位の二国間ODA供与国となった。

我が国の援助対象分野としては、同国の銅鉱輸出に大きく依存する経済体制の転換を図るための農業生産の向上や食糧自給体制の確立等を目的とした食糧・農業分野に対する援助及び、都市部の水需要の増大に対処することを目的とした都市給水や地下水開発等の水供給分野に対する援助がある。又、ザンビア共和国において急務である医療従事者の育成等を目的とした保健・医療分野等に対する援助及び人造り計画・学校建設等教育全般的援助等を重点分野として推進している。さらに同国の経済状況の悪化を勘案して、運輸・交通等基礎インフラの整備に対する援助も推進している。

1980年代における、水土地天然資源省水利局関連の地方給水計画分野の二国間及び国際機関による援助動向を総括したのが図2-1である。援助の内容としては深井戸及び浅井戸の新設と改修から構成され、それらの実施完了井戸本数を示してある。我が国は南

表 2 - 5 ザンビア国給水レベル別水道普及率

単位：万人

項 目	水 道 給 水 人 口 (万人)			推 定
	1 9 8 0	1 9 8 3	1 9 8 5	1 9 8 9
A. 全 国 人 口 C+D	566	627	672	780
B. 全 給 水 率 E+F+G+/A	256 (45.2%)	295 (47.0%)	376 (56.0%)	—
C. 都 市 人 口	226 (39.9%)	253 (40.4%)	289 (43.0%)	392 (50.3%)
D. 地 方 人 口	340 (60.1%)	374 (59.6%)	383 (57.0%)	388 (49.7%)
E. 都 市 各 戸 給 水 E/C	111 (41.7%)	124 (49.0%)	127 (44.0%)	—
F. 都 市 公 共 水 栓 F/C	36 (13.5%)	40 (15.8%)	92 (32.0%)	—
G. 地 方 給 水 G/D	109 (32.0%)	131 (35.0%)	157 (41.0%)	—

IDWSSD, 1987

DWA, 1990

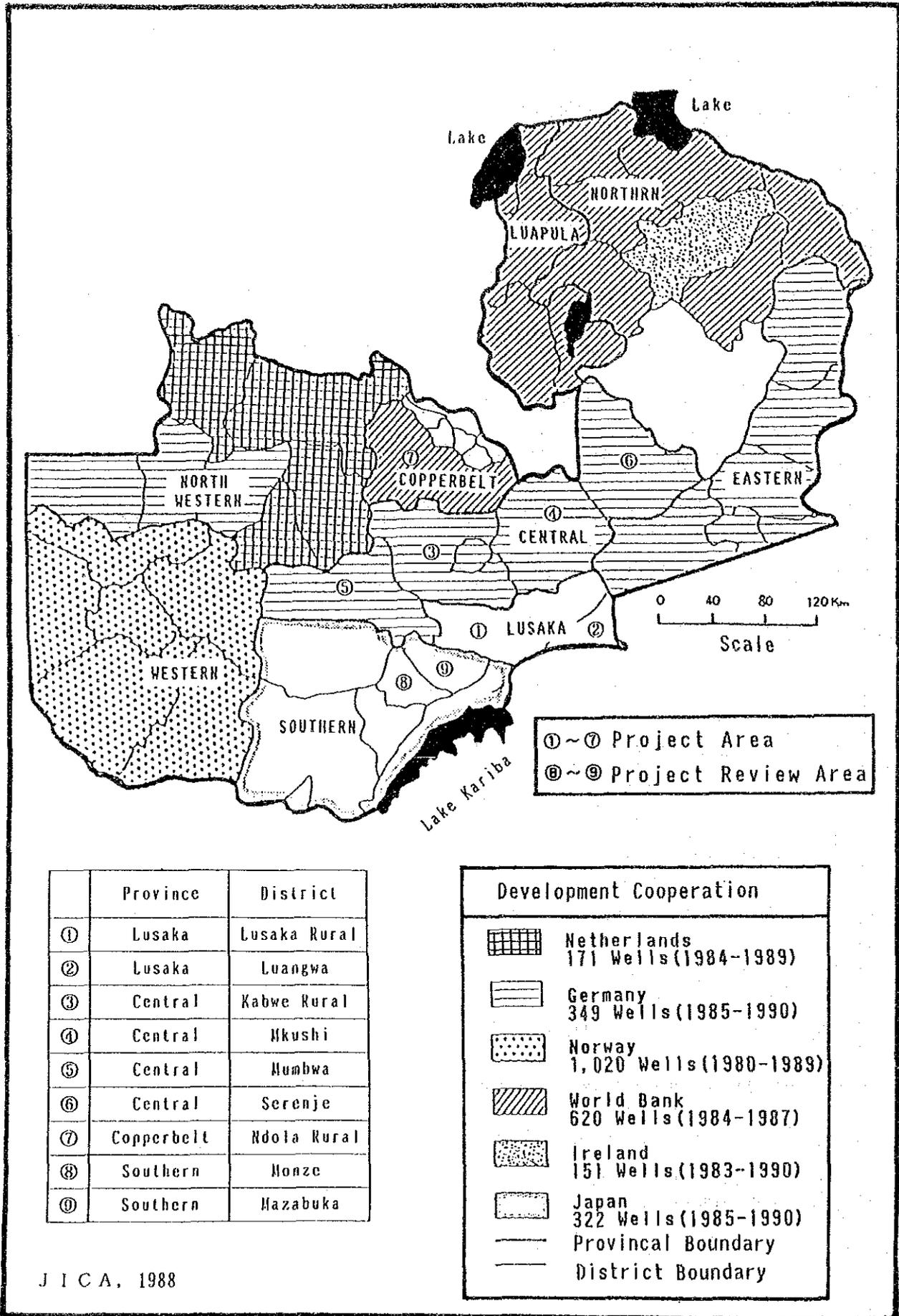
表2-6 ザンビア共和国の最近の援助受取り額

単位：百万米ドル

	1983	1984	1985	1986	1987	1988
A. 二国間援助額	184.4	183.1	218.0	363.4	347.9	435.1
1. 日本	19.3	5.0	42.1	55.9	41.7	114.2
2. アメリカ	23.0	40.0	36.0	38.0	34.0	—
3. イギリス	20.4	19.5	22.8	44.0	38.5	—
4. 西ドイツ	25.0	19.2	19.3	34.9	37.2	52.0
5. オランダ	12.1	19.6	15.7	47.5	29.6	—
6. ノルウェー	16.1	16.0	16.7	28.7	31.9	40.2
7. スウェーデン	29.4	20.4	22.9	44.4	25.4	—
8. イタリア	0.7	3.5	1.3	13.6	36.1	39.5
B. 国際機関援助額	33.4	57.8	113.7	115.4	84.7	71.2
1. エコノミック共同体	8.4	23.9	29.1	16.3	20.0	34.9
2. アフリカ開発銀行	4.5	2.4	5.9	8.8	3.9	10.1
3. 世界銀行	8.2	15.5	66.0	74.0	40.4	5.0
総計 (A+B)	217.8	240.9	331.7	478.8	432.6	506.3
無償援助額	149.3	159.2	197.3	292.2	316.0	362.5
構成比 (%)	68.5%	66.1%	59.5%	61.0%	73.0%	71.6%

The Economist Intelligence Unit, 1990
A P I C, 1990

図 2 - 1 開発援助動向



JICA, 1988

部州において1985年と1988年の2回に渡る地下水開発計画を実施し、222本の深井戸給水施設の建設と100本の既存深井戸給水施設改修工事を実施した。他国援助と異なる点は、乾期にも枯れることのない深井戸給水施設建設（深度40m～70m）の建設を主体とし、深井戸建設に必要なさく井機の調達と先方政府技術者に技術移転を行い、日本プロジェクト完成後も先方技術者による継続的地下水開発を可能ならしめる点である。

又、1988年より我が国の技術協力分野において、国連開発計画（UNDP）との協調によるザンビア共和国全土に渡る水資源開発と保全のデータベースの構築、流域単位の水収支を含む主要河川水資源開発計画（1989～1992）が実施中である。

2.5 実施機関

本計画の実施機関は、水土地天然資源省水利局で1989年農業水資源開発省から改組され、国レベルの地方給水計画に係わる調査・計画・建設・維持管理を担当し、首都ルサカ市に本部を持ち各州単位に州事務所（Provincial Water Engineer Office）及び郡事務所（District Office）を設置して、小都市給水（SUTs）・地方都市給水（RTs）・地方給水（Rural Area Water Supplies, RAs）・井戸建設等の技術的な調査・計画・建設・維持管理の業務を実施している。水利局全体では約2000人のスタッフを要し、本計画対象地域のルサカ州・中央州・コッパーベルト州においてもそれぞれ州事務所（約120～150人のスタッフ）、郡事務所（約20～50人）が配置され、都市給水・地方給水事業を担当運営している。水土地天然資源省水利局の組織図を図2-2に示す。本計画の実施に当たっては、水利局局長を最高責任者として企画部（Data and Planning）・水理地質課（Hydrogeological Section）が中心となり、物理探査を含む水理地質調査を行うとともにさく井工事関連技術者を派遣し計画の実施運営に当たり、プロジェクト実施を通じ技術移転を受けることになる。

最近3ヶ年（1988～1990）の国家予算・水土地天然資源省及び水利局予算を表2-7に示す。国内経済のインフレのため予算も増大を続け、1988年の国家予算83億クワチャが1990年には299億クワチャと3倍以上になっている。1990年における水利局予算は約2億クワチャで、水土地天然資源省予算額約3.5億クワチャの約58%以上を占める重要な局である。又、水利局予算に占める開発計画関連予算は約1.6億クワチャで、77%に当たっており、その内に占める外国援助の割合は87%と非常に高い比率となっている。

图 2-2 水土地天然資源省水利局組織圖

Organization Chart
Department of Water Affairs (DWA),
November, 1990

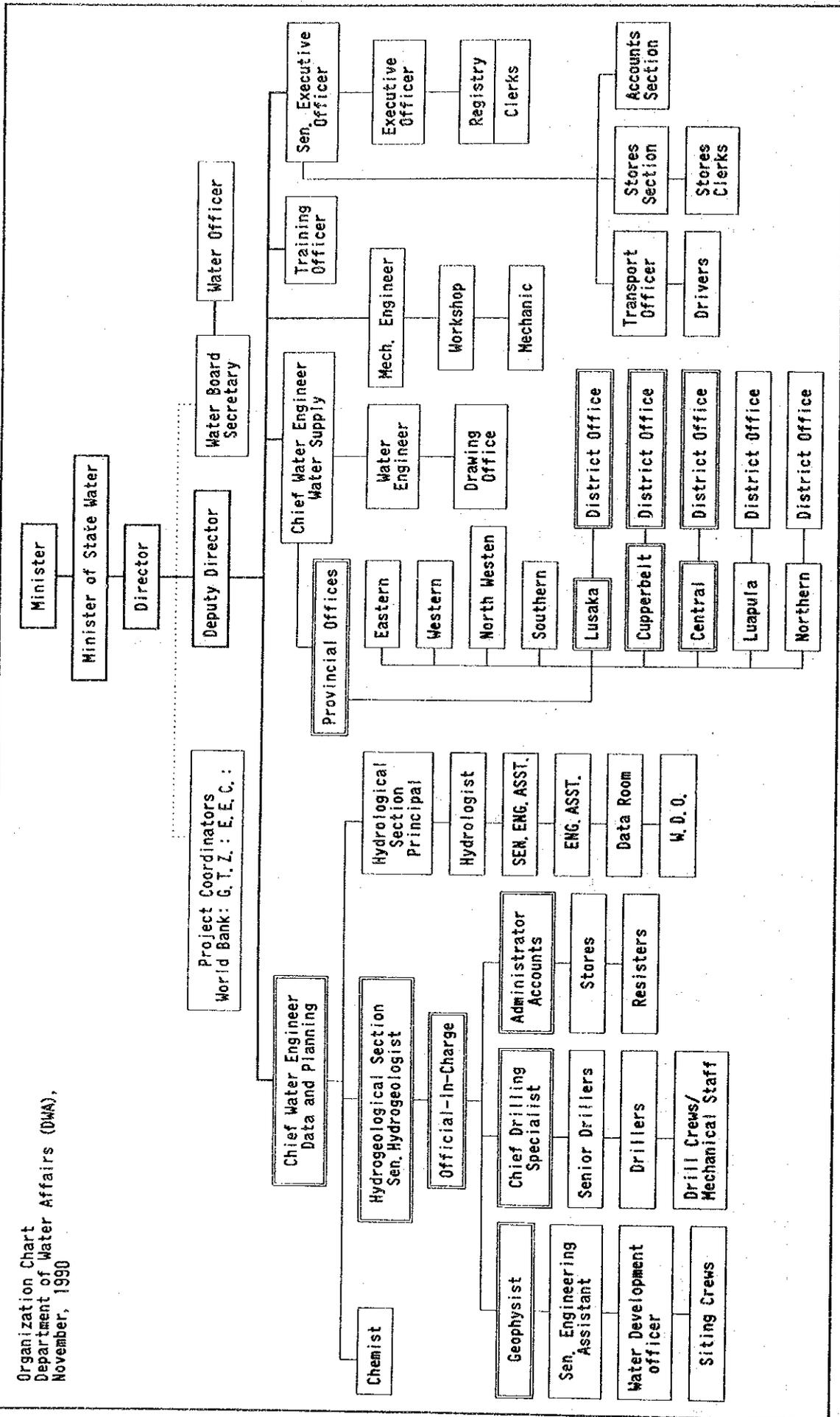


表 2-7 国家予算と水利局予算 (1988-1990)

No.	項 目	1988	1989	1990
1	国家予算 (百万クワチャ) (百万米ドル)	8,303 (\$830)	12,376 (\$890)	29,926 (\$748)
2	水土地天然資源省予算 (百万クワチャ)	110	151	348
3	水利局予算 (百万クワチャ)	50	95	204
4	水利局開発計画予算 (百万クワチャ)	28	70	158
5	水利局予算に占める開発計画の割合 (%)	56%	74%	77%
6	開発計画に占める外国援助の割合 (%)	84%	61%	87%
7	1米ドル平均交換率 (クワチャ)	10	13.9	40

地方給水の重要な水源である深井戸・浅井戸建設を含む最近の水資源開発 (1964-1989) について、水利局の資料をもとに総括したものである。最近 (1986-1989) の水資源実績において、ダム開発は南部州において2ヶ所、深井戸給水施設の建設は全州で809ヶ所、浅井戸給水施設建設は1,167ヶ所となっており、それぞれ年間にして134井~261井及び116井~467井の建設が行われている。特に深井戸の建設が多い州は西部州 (470井)・南部州 (190井) そしてルサカ州 (94井) となっている (表2-8)。開発援助動向 (図2-1) と対比すれば、西部州はノルウェーによる援助、南部州については日本の援助そしてルサカ州については、日本の経済構造改善支援 (ノンプロ) 援助によって深井戸の建設を急速に進めている。

又、浅井戸の建設について見ると、北部州 (296井)・ルアブラ州 (161井) そしてコッパーベルト州 (81井) は世銀の資金援助によるプロジェクトであり、北西州 (153井) はドイツの援助そして西部州はノルウェーの援助によるものである。

水利局は2000年までに全ザンビアの国民へ安定で安全な飲料水の供給を実現するために、各州単位に2台のロータリー式さく井機を配備し、深井戸給水施設建設を主体とした地方給水計画の推進を実現したいとしている。現在の水利局のさく井機保有状況を表2-9に示す。現在稼働しているロータリー型さく井機は6台、パーカッション型さく井機は7台の合計13台ある。そして、修理を必要とするものが2台である。南部州、西部州、北部州には、現在稼働中のロータリー型さく井機ないしパーカッション型さく井機を2台以上所有し、乾期にも枯れることのない深井戸を建設している。又、北西州、ルアブラ州、東部州は各1台のパーカッション型さく井機を所有し井戸建設工事を実施している。一方、ルサカ州・中央州・コッパーベルト州は現在使用可能なさく井機を所有せず、さく井本部 (ルサカ州) よりの協力に依存している。このため、本計画のロータリー型さく井機2台の調達を含む深井戸給水施設200井の建設要請が行なわれる事となった。

表 2-8 A 最近の水利局水資源開発実績 (ダム・浅井戸・深井戸) 1966-1989

州	LUSAKA			CENTRAL			SOUTHERN			WESTERN			N-WEST			COPPERBELT			NORTHERN			LUAPULA			EASTERN			計		
	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B
1986	-	6	13	-	20	0	1	-	21	-	6	61	-	37	1	-	66	11	-	205	5	-	114	15	-	13	7	1	467	134
1987	-	9	18	-	2	-	1	4	88	-	14	111	-	4	1	-	9	0	-	50	2	-	22	0	-	2	4	1	116	224
1988	-	-	29	-	110	2	-	0	25	-	16	112	-	29	3	-	0	2	-	24	1	-	21	14	-	0	2	-	200	190
1989	-	14	34	-	58	2	-	0	15	-	202	186	-	83	2	-	6	1	-	17	11	-	4	7	-	-	3	-	384	261
小計	-	29	94	-	190	4	2	4	149	-	238	470	-	153	7	-	81	14	-	296	19	-	161	36	-	15	16	2	1167	809

* D:ダム, W:浅井戸, B:深井戸, DWA, 1990

表 2-8 B 水利局水資源開発実績 (ダム・浅井戸・深井戸) 1964-1985

年	LUSAKA & CENTRAL			SOUTHERN			WESTERN			N-WESTERN			COPPERBELT			NORTHERN			LUAPULA			EASTERN			計				
	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W	B	D	W
1964	2	3	14	1	21	8	1	-	-	-	-	-	-	14	1	-	2	-	-	-	-	3	71	10	8	95	48		
1965	1	6	15	5	19	11	-	-	-	-	28	15	-	2	-	-	2	-	-	-	-	5	72	10	11	125	53		
1966	2	19	29	1	5	15	-	-	5	-	14	13	-	3	-	-	3	-	-	-	-	1	22	10	4	60	78		
1967	3	38	78	2	4	17	-	-	1	-	15	21	-	4	-	-	4	-	-	4	-	8	121	14	13	182	135		
1968	-	22	51	4	2	28	-	-	4	-	5	16	1	-	-	17	-	-	17	-	2	167	9	7	218	108			
1969	1	33	53	3	10	49	-	8	133	-	19	25	-	-	-	30	-	-	30	-	1	155	18	5	286	278			
1970	3	37	51	1	49	31	-	21	114	-	23	8	-	6	1	-	96	-	-	96	-	1	131	46	5	381	251		
1971	-	64	95	-	95	76	-	13	135	-	30	2	-	24	-	-	22	-	-	22	-	1	134	48	1	403	378		
1972	-	10	23	1	53	31	-	18	112	-	34	2	-	9	-	-	60	1	-	60	1	2	89	52	3	287	241		
1973	-	9	14	1	68	17	-	28	55	-	33	8	-	45	4	-	20	3	-	31	19	1	112	57	2	346	177		
1974	-	26	25	-	73	23	-	28	157	-	29	4	-	19	25	-	11	1	-	15	10	1	170	39	1	371	284		
1975	1	42	32	-	34	79	-	19	77	1	29	-	-	23	24	2	-	-	-	70	11	1	47	39	5	264	262		
1976	-	21	25	1	62	24	-	19	36	-	40	8	-	29	20	1	11	2	-	85	4	-	68	29	2	335	147		
1977	1	11	12	-	35	26	-	5	36	1	20	16	-	8	8	-	15	6	-	26	2	1	30	13	3	150	118		
1978	-	32	9	-	27	14	-	4	17	-	24	1	-	-	10	-	31	-	-	17	3	-	26	16	0	161	70		
1979	-	8	8	-	23	16	-	9	29	-	24	6	-	12	4	-	15	9	-	17	1	-	50	10	0	158	83		
1980	-	17	10	-	14	2	3	52	14	-	10	2	-	-	2	-	10	3	-	13	3	1	27	10	4	143	45		
1981	-	1	25	-	-	3	-	36	3	-	15	3	-	1	12	-	-	2	-	2	5	-	9	12	0	64	65		
1982	-	12	22	-	18	21	-	76	71	-	15	4	-	16	1	-	17	5	-	-	2	1	12	9	1	166	135		
1983	-	12	46	10	55	11	-	54	48	-	20	4	-	4	1	-	28	5	1	-	2	-	17	5	11	190	122		
1984	-	8	-	4	4	16	-	46	45	-	36	3	-	14	-	-	14	2	-	22	1	-	4	5	4	148	72		
1985	-	6	38	6	1	9	-	9	32	-	63	4	-	40	-	-	78	5	-	48	6	-	12	15	6	257	189		
小計	14	437	675	40	672	527	4	445	1122	2	469	70	-	357	265	5	289	55	1	575	70	30	1546	476	96	4790	3260		
合計	14	656	773	42	676	676	4	683	1592	2	622	77	-	438	279	5	585	74	1	736	106	30	1561	492	97	5656	4069		

* D:ダム, W:浅井戸, B:深井戸, JICA, 1988

表 2 - 9 水利局 (DWA) さく井機配置状況

(1990年12月現在)

NO.	州 名	ロ-タリ-型さく井機		ハ-カッショ-ン型さく井機		合 計	
		使用中 (台)	修理必要 (台)	使用中 (台)	修理必要 (台)	使用中 (台)	修理必要 (台)
1	ルサカ州 (さく井本部所属)	2*	0	0	1	2	1
2	中央州	0	0	0	0	0	0
3	南部州	2**	0	1	0	3	0
4	西部州	1	0	2	0	3	0
5	北西部州	0	0	1	0	1	0
6	コッパーベルト州	0	0	0	1	0	1
7	北部州	1	0	1	0	2	0
8	ルアプラ州	0	0	1	0	1	0
9	東部州	0	0	1	0	1	0
合 計		6	0	7	2	13	2

* 日本製ロータリ型さく井機をノンプロ援助により1989年購入。さく井本部の管理下にある。

** 南部地下水開発フェーズIにより日本製ロータリ型さく井機を1986年に調達。

2.6 実施状況調査

ザンビア共和国における地方給水計画は、南部州地下水開発フェーズI・IIが1985年及び1988年日本の無償資金協力によって実施され、その成功はザンビア国政府により高く評価された。「地方給水開発計画フェーズIII」は、飲料水の確保に窮乏するルサカ州・中央州及びコッパーベルト州における地方住民に対して、200ヶ所の深井戸給水施設の建設及び2台のさく井機を含む地下水開発関連資機材調達に関するものである。本要請の調査に先立ち、南部州地下水開発計画の実施状況を調査評価し、参考事項に留意、それらを勘案し本計画の検討に当たることとした。

2.6.1 南部州地下水開発計画フェーズI

南部州地下水開発計画フェーズIは、1985年の基本設計調査に基づき、1986年度の我が国の無償資金協力として実施された。我が国負担部分の深井戸建設43井とザンビア国側負担による深井戸建設59井を含め計102井の深井戸給水施設が完成した。表2-10にその結果を示す。

表2-10 南部州地下水開発（フェーズI）深井戸建設実績

No	郡	日本側による深井戸建設		ザンビア側による深井戸建設		合計
		目標	完成	目標	完成	
1.	Gwembe	17	17	5	5	22
2.	Mazabuka	12	12	2	2	14
3.	Monze	14	14	0	0	14
4.	Choma	0	0	14	14	14
5.	Namwala	0	0	14	14	14
6.	Kalomo	0	0	24	24	24
7.	Livingstone	0	0	0	0	0
	合計	43	43	59	59	102

DWA, 1987

南部州7郡のうち、都市郡(Urban District)のリビングストーン市を除く6郡において、ほぼ平均的に深井戸による地下水開発を行い地方給水を実施した。そして1987年3月、日本国側による深井戸43井の建設を通じて、技術移転を受けた水利局技術者により、1987年4月からザンビア国側実施分としての深井戸59井の建設に着手し、1987年8月には建設が完了している。

地元負担で排水路・浸透耕・フェンス等の施設の建設が行われることになっていたが徹底されず、不完全な状態で放置されているケースが見られた。しかし、計画全体としてはスムーズに実施完了している。さく井工事の施工計画については、南部州と本計画対象地域とのアクセス状況及び地理的対象サイトの分布には広がりや難易度の点で格段の相違があり、十分な検討が必要であると水利局より指摘があった。

2.6.2 南部州地下水開発計画フェーズII

南部州地下水開発計画フェーズIIは、1988年度の我が国無償資金協力として、フェーズI時点に供与されたさく井機2台を使用して、深井戸給水施設120井の建設と既存深井戸100井の改修工事を実施した。1990年3月日本側施工分32井の深井戸給水施設が完成し、1990年11月の調査時点でザンビア国側負担分88井中40井（全体の45.5%）の深井戸給水施設を完成していた。南部州マザブカ事務所を調査した際は、その運営と管理状況は良好で、日本国側より技術移転を受けた人々により継続プロジェクトとして進行中であった。問題点としては、1990年8月の湾岸危機により燃料費が急騰し（ガソリン1ℓ当り10ワクチャから52.4ワクチャ）8月中はガソリンの入手が不能となるなど計画が中断し、予算面での大幅な変更をせまられたことが遅れの原因としてあげられる。

表2-11に深井戸給水施設建設実施状況を、表2-12に既存井戸給水施設改修実施状況を示す。

表2-11 南部州地下水開発（フェーズII）深井戸建設実績

No	郡	日本側による深井戸建設		ザンビア側による深井戸建設		
		目標	完成	目標	完成	未完成
1.	Gwembe	0	0	14	5	9
2.	Mazabuka	0	0	20	8	12
3.	Monze	20	20	8	7	1
4.	Choma	0	0	29	6	23
5.	Namwala	0	0	9	6	3
6.	Kalomo	9	9*(6)	8	8	0
7.	Livingstone	3	3	0	0	0
	合計	32	32*(6)	88	40	48

DWA, November, 1990, * ()内は空井戸本数

表 2-12 南部州地下水開発（フェーズII）既存深井戸改修実績

No	郡	日本側による井戸改修		ザンビア側による井戸改修		
		目 標	完 成	目 標	完 成	未 完 成
1.	Gwembe	0	0	15	9	6
2.	Mazabuka	3	3	12	0	12
3.	Monze	20	20	0	0	0
4.	Choma	0	0	20	0	20
5.	Namwala	0	0	10	8	2
6.	Kalomo	17	17	1	0	1
7.	Livingstone	0	0	2	0	2
	合 計	40	40	60	17	43

DWA, November, 1990

作業実績によると、フェーズIIで日本国側施工分深井戸建設32井中6井の空井戸を経験しており、成功率は約81.3%であった。水理地質的には、対象地域全体に亀裂・断層帯が発達し、地下水賦存状況は良好である。深井戸の深度は32m～80mで、平均深度は50数mである。深井戸給水施設建設後の付帯施設として排水溝・浸透枡については、井戸周辺に水はけの悪い状態が生じているサイトもあり、改善が必要である。地元住民の地方給水に係る自助努力として浸透枡の作業が割当られていたが、現在でも未完成の場所や汚水のたまりとなっている場合があり、今後の検討が必要とされる。

2.6.3 日本の経済構造改善支援により調達されたさく井機の活動状況

旱魃による地下水利用の増大に対応するため、経済構造改善支援（ノンプロ）により購入されたさく井機は2台で、水利局ルサカ市のさく井本部に所属している。1988年に入札が実施され、1989年5月に2台のさく井機が水利局さく井本部ルサカ事務所に配備された。そして、同6月より稼働を開始し、調査時1990年11月で、表2-13に示す如くその運用状況は良好で、ルサカ州・中央州・コッパーベルト州そして東部州の4州において、110井の深井戸建設の実績があった。本調査期間中にもコッパーベルト州ンドラ地方郡での深井戸建設を終え、ルサカにもどるチームと接触の機会を得て、広い活動内容がうかがえた。又、同チームの機材の整備状況は良好であった。

表 2-13 ノンプロさく井機 2 台による深井戸建設実績, 1988-1990

年次	州名	ルサカ州	中央州	コッパーベルト州	東部州	合 計
		深井戸	深井戸	深井戸	深井戸	
1988		—	—	—	—	—
1989		34	12	4	7	57
1990		37	8	2	6	53
合 計		71	20	6	13	110

1990年11月現在, DWA

ノンプロの 2 台のさく井機はロータリー型さく井機で、先に南部州で調達されているさく井機と同型のものであった。当初、本計画において、この種ノンプロのさく井機を利用して、計画対象地域であるルサカ州・中央州・コッパーベルト州の 200 井の深井戸建設が検討されたが、水利局さく井本部も水利局予算による深井戸建設ならびに地方個人農園の要請による深井戸建設等により多様に稼働しており、本計画への転用は不可能と判断された。

2.7 要請の経緯と内容

ザンビア共和国における地方給水計画は、1981年より 3 ヶ年連続した旱魃対策として日本の経済協力が実施され、1985年の南部州地下水開発計画フェーズⅠの成功に引続き、1988年の南部州地下水開発計画フェーズⅡが要請され、1990年 3 月完工した。かかる日本プロジェクトの成功と実績が高く評価され、本要請は、衛生的な飲料水を供給し生活基盤の整備により人口の定着を図り農業振興を目的として、地方給水率が他州に較べて低く、年間降水量が少なく旱魃の影響の受けやすいルサカ州・中央州・そしてコッパーベルト州（ンドラ地方）の 3 州を対象として、200ヶ所の深井戸給水施設の新設を中心とする地方給水計画（フェーズⅢ）である。

当初の要請は、1988年中央州・ルサカ州の 2 州に係るものと、コッパーベルト州ンドラ地方郡に係る 2 案がそれぞれ個別に提案検討されていた。そして、1990年 8 月先方政府実施機関である水土地天然資源省及び援助窓口である国家開発計画委員会の間において、200井の深井戸給水施設建設をルサカ州・中央州そしてコッパーベルト州（ンドラ地方郡）において合同プロジェクトとして要請することが合意された。このため、1990年11月日本国政府は本件に係る基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は厚生省大臣官房国際課国際協力室国際協力専門官池田修氏を団長とする基本設計調査団を

派遣した。

本地方給水計画フェーズⅢに係る要請内容は、水源としての深井戸建設のためさく井機2台を含む地下水開発に必要な資機材の調達を行うとともに、計画対象地域3州に対して200井の深井戸給水施設の建設と100井の既存深井戸給水施設の改修を行うことである。そして、この地方給水計画の実施期間を通じて、地下水開発に係わる水利局技術者に技術移転を実施し、維持管理に関しても資機材の調達を行うもので下記のように要約される。

1) 本計画の目的は、ザンビア共和国のルサカ州・中央州およびコッパーベルト州ンドラ地方郡の地方住民に対し、安全で清浄な飲料水を供給することにより、同地域の社会の安定と生活環境の改善を目指すものである。

2) 本計画の深井戸給水施設建設の対象地域は以下の3州7郡200サイトである。

- | | | |
|---|----------|----------------|
| ① | ルサカ州 | ルサカ地方郡 (45サイト) |
| | | ルアング郡 (10サイト) |
| ② | 中央州 | カブエ地方郡 (30サイト) |
| | | ムクシ郡 (30サイト) |
| | | ムンブワ郡 (20サイト) |
| | | セレンジェ郡 (15サイト) |
| ③ | コッパーベルト州 | ンドラ地方郡 (50サイト) |

3) 本計画の既存深井戸給水施設改修の対象地域は以下の2州3郡100サイトである。

- | | | |
|---|----------|----------------|
| ① | ルサカ州 | ルサカ地方郡 (70サイト) |
| | | ルアング郡 (10サイト) |
| ② | コッパーベルト州 | ンドラ地方郡 (20サイト) |

4) 本地方給水計画フェーズⅢの基本構成は以下の通りである。

- 計画対象地域における200井の深井戸とそれに付随する給水施設の建設
- 計画対象地域における100井の既存深井戸給水施設の改修
- 2台のさく井機械を含む必要資機材の調達
- 計画実施に係わる技術移転

5) 本計画の実施運営管理は水土地天然資源省が水利局を通じて行う。

第3章 計画地域の概要

第3章 計画地域の概要

3.1 計画対象地域

本計画対象地域は、ルサカ州・中央州及びコッパーベルト州の3州7郡で、その面積は147,617km²、全国土(752,614km²)の約20%であり日本の国土の約40%と同等の広い地域である。又、日本の無償資金協力によって実施された南部州地下水開発計画の対象地域マガブカとモンゼの2郡についても、本計画実施の参考とするため実施状況調査を実施した。

先方政府からの要請は、ルサカ州及び中央州に係わるものとコッパーベルト州ンドラ地方郡に係わるもので当初2案であったが、最終的にその実施と効果等を検討し2案合同で要請された。2案合同の要請内容は、3州7郡において200サイトの深井戸給水施設の建設と変更されたが、添付のリストは3州7郡372サイトで対象人口は184,579人、と表3-1の様に要約された。

表3-1 要請書要約(3州7郡)

	州	郡	サイト数	対象人口	州対象人口
深井戸給水施設建設対象地域	1. ルサカ州	ルサカ地方	67	51,750	60,340
		ルアング	27	8,590	
	2. 中央州	カブエ地方	55	18,890	78,939
		ムクシ	58	23,820	
		ムンブワ	47	23,889	
		セレンジェ	36	12,340	
	3. コッパーベルト州	ンドラ地方	82	45,300	45,300
計	3州	7郡	372	184,579	

このため調査団は基本設計調査を通じ200サイトの確認のため、地方郡行政府(District Council)及び水利局(本部・州管理事務所・郡事務所)の責任者との協議及び現地調査を実施し優先順位を選定した。

計画対象サイト選定の優先順位は、以下の通りである。

- 1) 学校・病院等の公共施設のある地点で適切な飲料水水源をもたないサイト
- 2) 乾期に飲料水が枯渇するサイト
- 3) 現在清浄で安定した飲料水が得られず水系伝染病の感染度の高いサイト

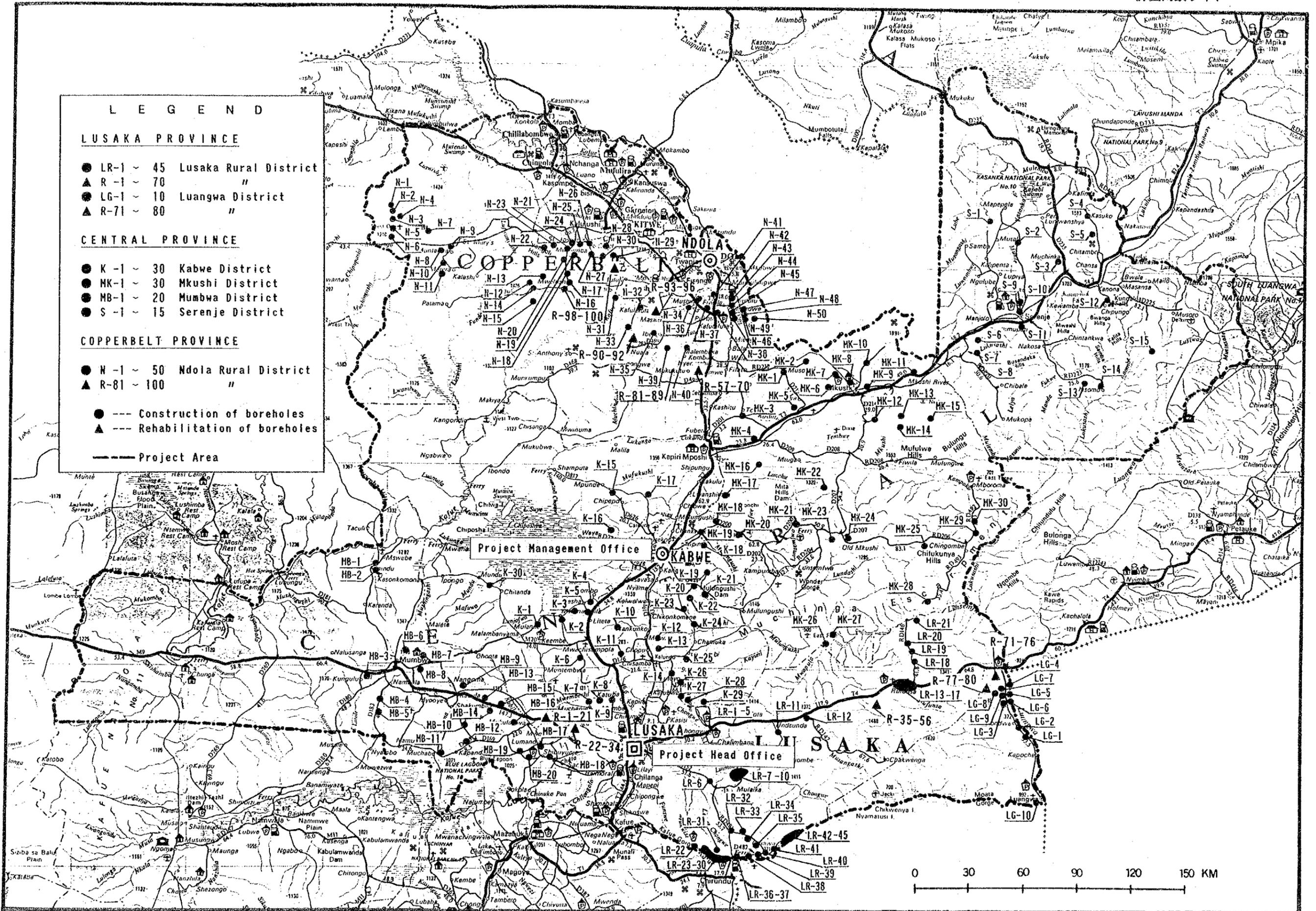
- 4) 国家開発計画に沿った新しい農業開発地域で安全な飲料水の水源を持たないサイト
- 5) 現在水供給が不十分で早急な飲料水供給改善が求められているサイト等

又、計画対象地域内で手押ポンプの破損により揚水不能となっている施設が多く有り、現状では必要な修理が行なわれていないままとなっている。そこで、新規深井戸給水施設建設対象サイトだけではなく手押ポンプの交換を含む改修工事の実施により給水事情が効果的に改善されると判断されたサイトには、深井戸給水施設の改修工事を実施することとした。

基本設計調査で先方政府との協議及び現地調査に基づき、最終的に本計画実施予定とした深井戸給水施設建設サイトは、以下の通りで図3-1に計画対象200サイトの位置を、各郡別サイト数および裨益人口のを表3-2に、そして詳細サイト名については巻末の資料編に示した。

表3-2 深井戸給水施設建設サイトの概要

州	郡	サイト数	人口	
1. ルサカ州	ルサカ地方	45	39,700	
	ルアング	10	3,730	
		小計	43,430	
2. 中央州	カブエ地方	30	21,700	
	ムクシ	30	19,700	
	ムンブワ	20	9,388	
	セレンジェ	15	8,470	
		小計	59,258	
3. コッパーベルト州	ンドラ地方	50	16,700	
		小計	16,700	
計	3州	7郡	200サイト	119,388



LEGEND

LUSAKA PROVINCE

- LR-1 ~ 45 Lusaka Rural District
- ▲ R-1 ~ 70 "
- LG-1 ~ 10 Luangwa District
- ▲ R-71 ~ 80 "

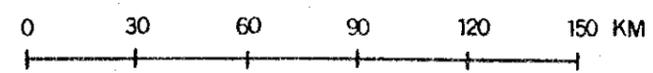
CENTRAL PROVINCE

- K-1 ~ 30 Kabwe District
- MK-1 ~ 30 Mkushi District
- MB-1 ~ 20 Mumbwa District
- S-1 ~ 15 Serenje District

COPPERBELT PROVINCE

- N-1 ~ 50 Ndola Rural District
- ▲ R-81 ~ 100 "

● --- Construction of boreholes
 ▲ --- Rehabilitation of boreholes
 --- Project Area



深井戸給水施設建設サイトの裨益人口は、119,388人であり、1989年の同地域の総人口850,900人の14.0%に相当し、現在の同国の地方村落部給水率24.0%が本計画の完成により38.0%に改善されることになる。

さらに既存深井戸改修100サイトは以下の通りで、図3-1に計画対象100サイトの位置を、各郡別サイト数および裨益人口を表3-3に、そして詳細サイト名については巻末の資料編に添付した。

表3-3 既存深井戸給水施設改修サイトの概要

州	郡	サイト数	人口
ルサカ	ルサカ地方郡	70	31,890
	ルアンガ郡	10	6,500
コッパーベルト	ンドラ地方郡	20	5,850
計		100	44,240

既存深井戸給水施設改修サイトの裨益人口は44,240人で、同地域の約5%の人々の給水事情がさらに改善される。

計画対象地域には東西・南北に舗装された主要道路が走っているが、各サイトへはその先数km～50数kmのラテライト道路を行かねばならない。このため、雨期にアクセスの困難な計画対象サイトも含まれ、実施作業工程は十分な検討が必要である。又、集落形態は、家族単位で分散した散村型で、範囲が広いのが特徴で、乾期に婦女子は5～7kmの水汲み作業に従事しており、当プロジェクトの必要性の背景を理解する事ができる。

3.2 自然環境

3.2.1 地理・地形

ザンビア共和国はアフリカ大陸の中南部、南緯8°～18°、東経23°～34°の中央アフリカ高原台地標高900m～1,500mの内陸に位置し、ザンベジ川とルワンガ川の深い谷によって西南部と東部は区切られる。峡谷は、東アフリカリフト系と関連したものであり、国土中央部のカフェ川水系では雨期の水位上昇により、広大なルカンガ湿地帯(Lukanga Swamp)を形成する。地形的には国全体が緩やかな高原台地で、南部州は標高1,000m、北部のコッパーベルト州では1,400mであり南より北に向かって徐々に標高を増している。

計画対象地域であるルサカ州・中央州・コッパーベルト州は、ザンビア共和国の中央部から北部に至る中央鉄道ライン(The old line-of-rail axis) 沿いに位置し、東西 500km、南北 400km、面積 147,617km²の地域である。

計画対象サイトは、カフェ川及びルワンガ川に沿った標高 300mの河岸段丘上に位置するサイトと標高1000m～1300mの高原台地に位置するサイトに二分される。舗装された主要道路は東西・南北方向に高原台地の尾根筋を走っているが、カフェ川のマイル(Mail) やその他の支流でフェリーにより渡らねばならないサイトがあり、アクセスには留意が必要である。又、地表は砂質なラテライト層に覆われた地域が多く、乾期には交通上問題はないが、雨期に入ると軟弱化し、正常な交通が妨げられることがあるので注意が必要である。

3.2.2 水文・気象

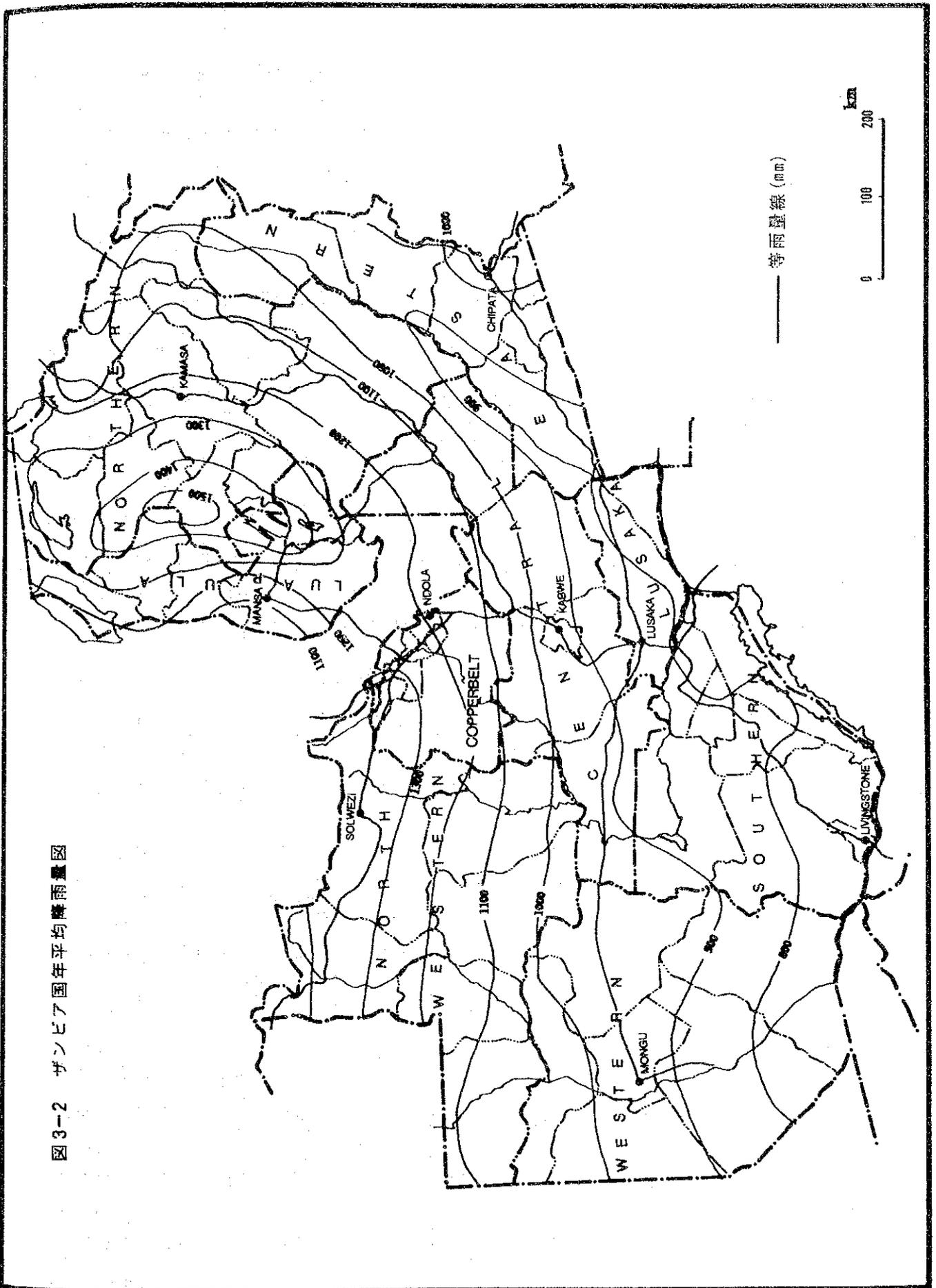
ザンビア共和国は南緯 8°～18° の熱帯に属するが標高 900m～1,500mの高原台地に位置するため、気候は比較的温暖な熱帯性サバンナを示す。全国の年平均降水量について図 3-2 に示す。一般に降水量は南から北に向かって多くなり、南部州では 700mm/年、北のコッパーベルト州では 1,300mm/年と多くなる。又、三方を山稜に囲まれる北部州のルビナグ(Luwingu)は同国では降雨量の最も多い 1,500mm/年となっている。

計画対象地域は、同国のほぼ中央部に位置し、それぞれの降水量はルサカ州で 750mm～800mm/年、中央州は 900mm～1,100mm/年そしてコッパーベルト州では 1,100mm～1,300mm/年である。雨期と乾期は明瞭に区分され、雨期は10月から翌年 4月までで、年間平均降雨日数は南部州では77日、ルサカ州・中央州では84日そしてコッパーベルト州では97日となっている。月平均気温は全域で、18℃～22℃である。5月～8月は乾期であるが比較的涼しく15℃～20℃、そして9～10月の乾期が最も暑く21℃～25℃である。又、最低気温は7月で8℃前後となり、最高気温は10～11月で32℃となる。湿度は乾期において32%～65%、雨期においては58%～82%で、年間平均蒸発量は 2,046mm～2,215mmで、年間降水量の2～3倍に近い値を示している。計画対象地域の月別平均降水量、気温その他月別平均気象関連資料は巻末の資料編に添付する。

3.2.3 地質

計画対象地域の地質状況は、基盤岩と称される30億年前の先カンブリア紀の花崗片麻岩類から現世の新しい堆積物まで多種多様な分布が見られる。先カンブリア紀の地層は、花崗岩・片麻岩・片岩類から構成され、地域的には同国の東南部ないし東部地域を中心に広く分布している。そして、これら基盤岩上に古生代・中生代・新生代のカタンガ系・カルー系・カラハリ系の地層が堆積している。又、局部的ではあるが花崗岩や珪岩が同

図 3-2 ザンビア国年平均降水量図



堆積岩に貫入している。先カンブリア紀のムバ系は頁岩と変成質硅岩から構成され、一方、カタンガ系は変成堆積岩で数千mの厚さを持ち、下部の頁岩・ドロマイトそして硅岩部分が銅鉱床の母体として良く知られている。コッパーベルト州から南部州地域にはカタンガ系の露頭が見られ、そこにはオルドビス紀の花崗岩が貫入している。

ジュラ紀から石炭紀のカルー系の頁岩や砂岩は、本計画対象地域の東部リフト峡谷に露頭し、上部カルー系（白亜紀）の玄武岩溶岩は西部州地域や南部州のビクトリア滝に特徴的に見られる。そして、更新世のカラハリ系は未固結の風成の砂層で、場所によってはシルト質の河成堆積物から構成され、計画対象の西部地域にみられる。地質構造的には、北東－南西方向の断層・亀裂系が卓越し、東－西方向の断層・亀裂系が斜交して発達し、計画対象地域の裂か水を主体とする地下水賦存と深く係わっている。地質図は巻末の資料編に添付する。

3.2.4 水理地質

ザンビア共和国は全土に渡って豊富な地下水が賦存している。計画対象地域の地下水賦存状況は、地表部のラテライト層・風化帯に産する自由地下水 (Unconfined Aquifer) ないし半被圧地下水 (Semi-confined Aquifer)、及び深部の硬岩の亀裂や断層破碎帯を流動する被圧地下水 (Confined Aquifer) に二分される。

現在、手掘り等の浅井戸により深度数mから10数mにおいて取水されているのは、自由地下水ないし半被圧地下水で、地表よりの汚染が懸念されるうえ、乾期には地下水の水位低下が見られ、本計画での取水対象層として適切ではない。

更に深部には、先カンブリア紀から古生代・中生代の石灰岩・ドロマイト・片麻岩・片岩等の亀裂を流動する裂か水 (Fissure Water) が存在し、これが本計画対象地域の主要帯水層と考えられる。この裂か水は北東－南西、北西－南東の方向性をもつ断層・破碎帯に沿ったもので、地下水は地表よりの汚染の心配や乾期での水位低下の問題が少ない被圧地下水である。

南部州では既に日本プロジェクトにより、フェーズI・IIを通じて200井以上の深井戸が建設されており、これらについて水理地質的評価を行った。帯水層としては先カンブリア紀の花崗岩・片麻岩から古生代カタンガ系の片岩・変成火成岩・石灰岩・硅岩、中生代カルー系の砂岩・泥岩・頁岩・玄武岩、そして第三紀カラハリ系の砂岩・礫岩で全ての地質時代に渡って地下水が存在した。帯水層としての頻度では、カタンガ系の片岩が46%と非常に多く、次いでカルー系の砂岩・泥岩の堆積岩が24%、そしてカタンガ系の硅岩(11%)、先カンブリア紀の片麻岩(9%)であった(図3-3)。第四紀の砂礫か

図 3 - 3 南部州地下水開発における帯水層の分布

井戸数 (本)

地質時代	帯水層	井戸数 (本)				
		10	20	30	40	50
第四紀		(0 %)				
第三紀	カラハリ系 砂岩, 礫	(2 %)				
中生代	白亜紀 玄武岩	(2 %)				
	カルー系 堆積岩類	(24 %)				
古生代 ～先カンブリア紀	カタンガ系 硅岩	(11 %)				
	石灰岩	(2 %)				
	変成火成岩	(1 %)				
	片岩	(46 %)				
先カンブリア紀 基盤岩	片麻岩	(9 %)				
	花崗岩	(3 %)				

ら成る沖積層は良質の帯水層を形成するが、南部州での分布は限られていた。一方、本計画対象地域のルワンガ川・カフェー川沿いには十分に期待される。

各井戸の揚水量については、ほとんどが5～70ℓ/min程度であったが、カルー系の堆積岩（砂岩・泥岩）、カタンガ系の硅岩そして先カンブリア紀の片麻岩では、100～250ℓ/minと高い揚水量を示した。また、南部地域では石灰岩の分布が限られているが、計画対象地域のルサカ市周辺では、250ℓ/min以上の揚水量を持つ井戸が見られる。揚水量と帯水層深度を見ると主要帯水層の深度は20～70mで、特に深度20～40mの間に揚水量の多い50ℓ/min～300ℓ/minが存在し、断層・破砕帯が発達していることがうかがえる。

計画対象地域と南部州の水理地質条件を比較すると、一般的に、今回の計画対象地域の方が帯水層の深度が深く、硬岩が地表近くに露頭しているサイトが多い。一方、計画対象サイトには河岸段丘の沖積地帯を含む砂・礫・粘土のやわらかい地層も厚く存在する。地下水位は計画対象地域の方が6～70mと深く、条件は悪いが揚水量は、12～312ℓ/minとほぼ同等かやや賦存量が多い。又、計画対象地域の主要帯水層の深度は、40～80mが想定され、地質層序と地下水賦存状況を総括したのが表3-4である。計画対象地域についての水理地質解析の詳細は第4章の事業計画と関連して説明検討する。また、地質図・水理地質断面図・水理地質解析評価については巻末の資料編に総括する。

表 3 - 4 ザンビア国の地質層序と地下水賦存状況

地質時代	地 階 名		層 相	帯 水 層	地下水賦存
新生代	Recent to Tertiary	Alluvium~Laterite	粘土、シルト、砂	砂礫層	○
		Kalahari System Mongu sands Barotes sandstone	砂 砂岩	砂層 地下水の水位は 40m~50m	○
中生代	Karoo System		玄武岩質溶岩 (白亜紀)	熔岩の亀裂系	◎
古生代	Jurassic to Upper Carboniferous	Upper Karoo Group	赤色砂岩 砂岩、泥岩互層 泥岩 石炭	砂岩の亀裂系 帯水層深度は 40m~50m	
		Lower Karoo Group	砂岩、礫岩	地下水の水位は 25m程度	
古生代	Katanga System (Lower Palaeozoic to Late Precambrian ?)		ドロマイト、頁岩 石灰岩、砂岩 珪岩、片岩	風化帯及び亀裂系	◎
先カンブリア代	Muva System (Precambrian)		ドロマイト、頁岩 石灰岩、砂岩 珪岩、片岩	風化帯及び亀裂系	◎
先カンブリア代	Basement Complex (Lower Precambrian)		片岩、片麻岩 花崗岩	風化帯及び亀裂系	◎

地下水賦存： ◎ 優れている
○ 発達している

3.2.5 水質

計画対象地域の地下水の水質分析結果を表3-5に総括した。全体としての特徴は、全硬度がやや高くカルシウム分を多く含んでいる点と全鉄が標準値に較べて高いことである。河川水については、セレンジェの全鉄が0.9mg/ℓと異常に高い値を示している。水素イオン濃度(pH)については、地下水も河川水も大差なく、pH6.91~7.36で弱酸性を示している。塩素(Cl)については、全地域とも1.0~26.6 mg/ℓと非常に低い値を示している。電気伝導度は一般的に地下水が高く、河川水が低いが、地下水は290~600 μ s/cmである。また、290 μ s/cmを示すカウナは河岸段丘の沖積地域に位置するため、河川水の浸透が予想され、他地域の420~600 μ s/cmに較べて低い値を示している。地下水はカウナ以外は、古生代~先カンブリア紀カタンガ系のもので石灰岩、ドロマイトと関連した比較的全硬度やカルシウム(Ca)分の高い水質を示している。カウナの水質は、沖積層の河川伏流水および中生代カロー系砂岩中の地下水と思われる。

水質評価については、WHOと日本の水質基準を適用し評価した。都市部のは深井戸より取水した地下水で、アンモニア、大腸菌をのぞけば、水道水水質基準を満たしている。一方、地方村落部は浅井戸が多く80%以上が大腸菌汚染の反応を示し、水は白濁しており、井戸底に少量の水が認められる程度に地下水位は低下していた。このため、これら自由地下水は、安定で衛生的な水源とは判定しがたく、本計画対象水源としては、深井戸による被圧地下水の取水を計画する。

表3-5 計画対象地域水質分析

No.	井名・採水日	採水区分	pH	Cl ⁻ (mg/l)	全硬度 (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	So ₄ ²⁻ (mg/l)	H-7L硬度 (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	T-Fe (mg/l)	大腸菌数 (N/ml)	電気 伝導度 (μS/cm)
1.	Lusaka 12.11	地下水	6.93	15.2	294	76.4	25.0	9.5	244	<0.08	3.5	<0.01	<0.5	<0.03	0	600
2.	Chibomb 12.13	地下水	7.18	9.1	327	86.0	27.2	9.4	311	<0.08	1.5	<0.01	<0.5	0.04	0	520
3.	Kaunga 11.28	地下水	7.09	1.9	112	25.2	11.9	<5	122	<0.08	<0.1	<0.01	<0.5	0.07	3	290
4.	Kabwe 12.4	地下水	7.14	2.1	201	56.0	14.8	<5	198	<0.08	0.4	<0.01	<0.5	<0.03	10	420
5.	Chongwe 12.12	地下水	7.36	26.6	267	72.8	20.6	13.5	271	<0.08	0.1	<0.01	<0.5	0.30	15	550
6.	Ndola 12.6	地下水	7.35	13.2	274	50.4	35.9	30.0	228	<0.08	0.1	<0.01	<0.5	0.03	0	440
7.	Serenge 12.6	地下水	7.12	1.0	6.0	0.8	0.9	<5	35	<0.08	<0.1	<0.01	<0.5	0.90	2	220
8.	Luangwa 11.28	河川水	6.91	2.2	55.6	12.0	6.2	7.0	46	<0.08	<0.1	<0.01	<0.5	0.16	3	130
水質基準		WHO	7.0-8.5	200~ 400	100~ 500	75	50	200	-	0.5	-	40-80	1.0~ 1.5	0.3	MPN 10	2,000
		JAPAN	5.8-8.6	200	300	-	-	200	-	同時に検出不可	10	0.8	0.3	陰性	-	-

3.3 計画対象地域の給水事情

3.3.1 計画対象地域の概況

計画対象地域のルサカ州・中央州そしてコッパーベルト州は、国の中央部主要幹線道路及び鉄道に沿った地域に位置し、農業・工業・その他の分野で高い開発ポテンシャルがあり、成長率の高い州である。1989年における地域人口は850,900人で、全国780万人の約11%、地方人口388万人の約22%に当たる人々が居住している。地域の面積は137,929km²で、国土面積752,614km²の18.3%を占める。人口密度は、全国平均の10.4人/km²よりも低い6.2人/km²であるが、郡単位では、ルサカ地方郡が最も高く10.7人/km²で、セレンジェ郡が最も低く4.2人/km²である。計画対象地域の概況を表3-6に示す。

表3-6 計画対象地域の概況

州	郡	面積 (km ²)	集落数	人口		
				学校 病院	1989 (推定)	人口 密度
1. ルサカ州	ルサカ地方郡	18,065	101	33	192,800	10.7
	ルワンガ郡	3,471	8	5	15,400	4.4
2. 中央州	カブエ地方郡	25,760	103	33	195,900	7.6
	ムクシ郡	22,608	51	16	96,700	4.3
	ムンバ郡	21,103	59	19	112,400	5.3
	セレンジェ郡	23,351	52	17	98,400	4.2
3. コッパーベルト州	ンドラ地方郡	23,571	106	34	139,300	5.9
合 計		137,929	480	157	850,900	6.2

計画対象地域の産業は農業で、地域人口の95%の人々が農業に従事している。そして、小規模農園ではほんの少量の換金作物を生産しているにすぎず、農民の年平均収入は500～800クワチャ（1988年推計）である。地域の村落数は480ヶ所で、各村落人口は120人～5,000人、平均村落人口は1,770人である。また、地域内の不衛生な水環境に起因する水系伝染病は、罹病の約20%がそれに当たり、中央州においては、下痢症状と特定水源の水質と深い関係があることが報告されている。公共施設としての学校・病院等は157ヶ所で3村落に1施設の割合となっている。

3.3.2 給水事情

計画対象地域の水源は、伝統的な手掘りの浅井戸、コンクリート・ライニング付き浅井戸で巻き上げバケツ付のもの、手押ポンプ付深井戸、そして河川水である。

計画対象地域の既存水源の現況を表3-7に示す。地方村落部における水汲みの労働は婦女子の仕事となっており、住居と水源間の距離は少なくとも1km以上であり、一般的には1~3km、乾期には5~7kmとさらに遠距離となる。そして1日のうち3~5回は水源に足を運び、1日の平均水消費量20~30ℓ/人/日をまかなっている。現地の聞き取り調査では、水源への距離と季節によって1日の水消費量は4~60ℓ/人/日と、年間を通じて大きな変化があることが判明した。

表3-7 計画対象地域の既存水源

州	郡	既存水源				
		降水量 (mm/年)	浅井戸 (本数)	深井戸 (本数)	河川水 (本数)	水源を有する 人口(人)
1. ルサカ州	ルサカ地方郡	700	83	40	17	38,600
	ルワンガ郡	650	17	10	3	3,100
2. 中央州	カブエ地方郡	800	277	66	18	39,200
	ムクシ郡	700	43	31	9	19,300
	ムンバ郡	700	177	40	10	22,500
	セレンジェ郡	700	53	26	9	19,700
3. コッパーベルト州	ンドラ地方郡	1,200	64	24	33	60,300
計		—	714	237	99	202,700

1) 浅井戸水源

現在稼動している既存の浅井戸は、中央州では約550ヶ所、ルサカ州では約100ヶ所、そしてコッパーベルト州は64ヶ所である。これらの浅井戸は手掘りで上部に井筒のあるコンクリート・ライニング井戸である。井戸径は1.2mで、深度は15m程度で、乾期の調査では殆どの井戸が底がみえるほどで、水量はなかった。取水方法としては65%以上がチェーン付バケツを上部で巻取る方式であり、手押ポンプ付浅井戸は15%程

度であった。又、残りの20%については、破損もしくは取水施設のない浅井戸であった。

調査結果による、既存浅井戸の欠点が以下の様に認められた。

- ① 井戸周辺の保護が不十分で衛生的でない。
- ② 水量の不十分な井戸が多い。
- ③ 取水施設の管理状況が悪い。
- ④ 水質に人為的汚染が認められる。

上記の理由により、計画対象地域の20%以上の既存浅井戸給水施設は放棄されている。

2) 既存の深井戸水源

調査による計画対象地域の深井戸給水施設は、ルサカ州において50ヶ所、中央州において163ヶ所、そしてコッパーベルト州ンドラ地方郡において24ヶ所が判明している。深井戸の建設はロータリー型ないしパーカッション型さく井機により掘さくされ、帯水層部分にはスクリーンを挿入、未固結部分にはケーシングを設置しているが、硬岩ないし固結した安定な地層部分についてはケーシングをしていないのが現状である。又、給水施設としては、手押ポンプを設置するのが一般的である。

深井戸の特徴としては、主として被圧帯水層より取水するため、乾期における水位低下、井戸枯れは非常にまれで、安定している衛生的な水源である。しかし、手押ポンプの維持管理の不備が目立ち、50%以上の給水施設が完全な状態で稼働していない。このため、本計画において200ヶ所の深井戸給水施設を建設すると共に、100ヶ所の既存深井戸給水施設の改修を行い給水環境の改善をはかる。但し、中央州においては、ドイツ連邦共和国による既存深井戸給水施設の改修が実施中であるので、本計画ではルサカ州を中心にコッパーベルト州ンドラ地方郡の2州3郡においてのみ実施する。

3.3.3 給水計画

計画対象地域3州7郡の給水率は、1989年の推定人口850,900人に対して水源を有する人口は202,700人で23.8%である。これは全国平均の地方給水率41%（1985年推計）と比較しても、かなり低い数値である。水利局は国連水と衛生の10年（1981-1990）の行動計画において、1991年までに地方給水率の向上を地方人口の50%の国民が、衛生的で安定した飲料水の恩恵に浴することとしている。この目標に沿った検討を本計画対象地域について行くと表3-8の様に総括される。

表 3 - 8 計画対象 3 州 7 郡地方給水計画

州 名	郡 名	人口 (1989)	水源を有 する人口	給水計画 施設数	1991年目標達 成に水源を必 要とする人口	計画給水人口
ルサカ州	ルサカ地方郡	192,800	38,600	45	57,800	39,700
	ルンガ郡	15,400	3,100	10	4,600	3,730
中央州	カフエ地方郡	195,900	39,200	30	58,750	21,700
	ムンシ郡	96,700	19,300	30	29,050	19,700
	ムンワ郡	112,400	100,200	20	33,700	9,388
	モレンジェ郡	98,400	19,700	15	29,500	8,470
コッパーベルト州	ソドラ地方郡	139,300	60,300	50	9,350	16,700
計	7	850,900	202,700	200	222,750	119,388

① 地域の地方人口 : 850,900 人

② 給水率 50% : 425,450 人
(①×50%)

③ 現在水源を有する人口 : 202,700 人

④ 1991年目標達成のために水源を必要とする人口 : 222,750 人
② - ③

⑤ 1991年目標達成のために必要な給水施設 : (4.3.2 事業実施計画参照)

a. 基準給水量30ℓ/人/日とした場合の手押ポンプ1台当たりの給水人口=250 人
 $222,750 \div 250 = 891$ 施設

b. 基準給水量5ℓ/人/日とした場合の手押ポンプ1台当たりの給水人口=1,500 人
 $222,750 \div 1500 = 149$ 施設

⑥ 本計画における深井戸給水施設建設数 = 200 施設

⑦ 本計画における給水人口 = 119,388人

以上により、1991年の水利局の地方給水率向上の目標達成に寄与する本計画の位置づけは給水人口についてみると、1991年の目標達成のために水源を必要とする人口は222,750

人であり、本計画の給水対象人口は 119,388人であるため、103,362人は未給水である。一方、地方住民の基準給水量(30ℓ/人/日)を満たすためには891施設が必要である。乾期における最低必要量(5ℓ/人/日)についての検討では、149施設あれば必要最低限の給水環境が確保される。このため、本計画における200施設の建設は、水源との距離を別とすれば、必要最低限の条件を満足されるにふさわしい計画であると判断される。

第 4 章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

ザンビア共和国は第4次国家開発計画(1989-1993)において、地方給水の充実に最優先に位置づけ、「国連水と衛生の10年(1981-1990)」の行動計画(Action Plan)に沿って、1991年までに50%の地方住民が安全な水の恩恵に浴することを目標としている。本計画はその一環を成すもので、日常の生活用水に窮乏する地方住民に対し安全で清浄な飲料水を供給することにより、同地方村落部の社会的安定と住環境の改善を目指すものである。計画の内容は、対象地域3州7郡において、日本国政府の無償資金協力を通じ200サイトの深井戸給水施設の建設と100サイトの既存深井戸給水施設の改修を行うと共に、同計画に必要なさく井機を含む地下水開発関連資機材を調達するものである。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性・必要性

南部州における過去2回の日本政府による無償資金協力は、深刻な旱魃への対策としての地下水開発と地方住民への飲料水供給を目的として実施され、その成果は高い評価を得た。本計画対象地域の3州(ルサカ州・中央州・コッパーベルト州)は州単位の地下水開発用さく井機を持たず、深井戸の開発が遅れている地域で、乾期にも枯れることのない安定で清浄な飲料水の確保が切望されている。また、首都ルサカ市、カブエ市、ンドラ市等主要都市に近いこと、村落の生活基盤である水環境を整備することにより都市への人口流入を抑制し、農村人口の定着が図られる。さらにカナカントパ(Kanakantapa Settlement)やカピロンピロ(Kambilombilo Settlement)等の新農村開発地域の安全な飲料水を確保することにより農業振興に寄与することとなり、第4次国家開発計画を推進する原動力として、本計画実施による効果は大きい。現在同地域の地方給水率は24%と非常に低く本計画の実施による直接的な裨益人口は約12万人であり、3州の総人口の約14%に当たり地方給水率は38%に増大する。婦女子は水運びの重労働から解放され、新たな農業生産の労働力強化につながる。さらに同地域の衛生的で安定した水源地を持たない人々にとって飲料水の確保は最重要課題であり、人間生活の基本的生存条件(ベーシック・ヒューマン・ニーズ)を満たす本計画の内容は、わが国の無償資金協力事業の対象として妥当性を有する。

4.2.2 実施計画の検討

本計画の実施は、水利局長を最高責任者として企画部(Data and Planning)水理地質課(Hydrogeological Section)が中心となって施工監理運営する。水理地質課は、ルサ

カ市本部の地下水調査班、井戸掘さく班、業務管理班及び計画対象地域の州管理事務所（ルサカ州・中央州・コッパーベルト州）より技術移転を受けるべき人材を確保し、日本プロジェクトチームを編成して本事業を実施する。そして、本事業終了後も引続き、技術移転を受けた水利局カウンターパート技術者が中核となり、3州内の地下水開発の計画実施を継続することになる。

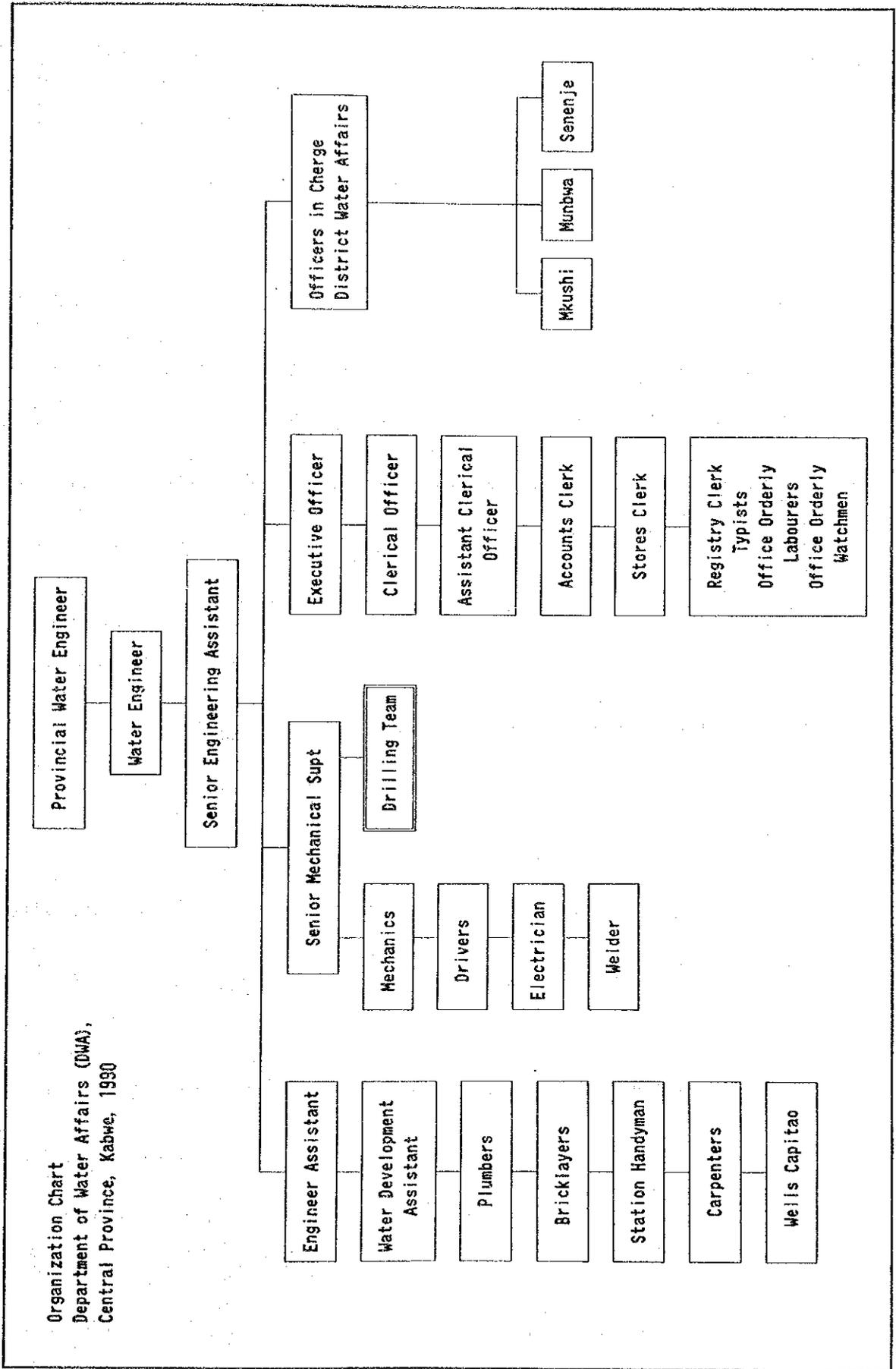
計画対象地域はルサカ州・中央州・コッパーベルト州の3州で、面積的には、147,617km²（約日本の面積の40%）と非常に広大な地域である。実施に当たって、プロジェクトチームの計画対象地域200サイトへの動員、復員と機材の効率的な維持管理を考えた場合、交通の便利の良い中心地に拠点を設営する必要がある。カブエ市は、地理的に3州の中心部に位置し、首都ルサカ市とソドラ市とも幹線道路で結ばれ、プロジェクト拠点として十分な都市機能を有しており、本計画の拠点として最適と判断される。現在、カブエ市には水利局中央州管理事務所（Provincial Water Engineer Office）があり、さく井チームは組織上は存在するが、さく井機は所有しておらず独自の活動はない。又、既設事務所の敷地内には本計画に必要とされる十分な広さの用地が確保されないため、新たに拠点建設用地が水利局により準備された。図4-1に同管理事務所の組織図を示す。

本計画の目的に沿った、日本プロジェクト独自の実施体制の検討は、既に実施された南部州地下水開発計画の日本プロジェクトチームの実績を勘案し、本計画の規模・内容を考慮し、プロジェクト管理チーム、機材整備チーム、工作・資材管理チーム、水理地質チーム、さく井チーム、給水施設建設チーム、給水施設改修チームから構成される実施体制を提案する。（詳細4.3.1）

プロジェクトの実施に当たっては、水利局カウンターパート技術者の確保に対する、先方政府予算の準備等が必要である。1988年の国家予算は83億クワチャ（8.3億米ドル）であったが、1990年には約299億クワチャ（約7.5億米ドル）となり、見掛け上では3.6倍に増大したが、インフレと国内通貨クワチャの交換率変動に伴い実質米ドル換算では約28%の減額となっている。水利局予算は1988年50百万クワチャ（省予算の約45%）から1990年204百万クワチャ（省内予算の58.6%）と部局としての重要度が増大している。又、水利局の開発計画の局内予算に占める割合は、74%～84%と高く、その内訳として外国援助の占める割合が増大する傾向にあり、1990年では87%になっている。（表2-7参照）。

本計画に関連する予算確保の評価として過去の実績を見ると、南部州フェーズⅠ（1985年）の水利局負担分は人件費・燃料費・資材費で53万クワチャ（4.2千米ドル）であった。同フェーズⅡ（1988年）では231万クワチャ（23万米ドル）であった。これらは、水利局予算（1988年）の約4.6%に相当し人件費については問題はないが、燃料費が湾岸危機の影響を受け急騰したために工事の実施が遅れている。このため、本計画では、水利局負担となる人件費が各期当たり330万クワチャ～700万クワチャ（4.3～15.6万米ドル）と

图 4-1 水利局 (DWA) 中央州·州管理事務所組織圖



なり、1990年水利局予算の約 1.6%～ 3.4%に当るため、人件費を除いて燃料費・資材費は日本国側負担とする。この様な状況において、本計画実施上の予算措置について問題はないと判断される。

4.2.3 類似計画

計画対象地域で現在進行中の類似計画は、借款プロジェクトとして中央州におけるドイツ連邦共和国(KFW/GTZ)の二国間援助、およびコッパーベルト州における世銀のプロジェクトがある(表4-1)。世銀プロジェクトはコッパーベルト州を含むルアラ州と北部州の3州を対象として合計700井の深井戸と浅井戸の新設と改修であった。1984年から1987年において完了し、当面の計画はない。ドイツのプロジェクトは1986年から1989年に109本の浅井戸建設、井戸改修として深井戸61本と浅井戸180本が完了している。そして、1990年よりフェーズⅡが検討されているが実施には至っていない。内容は、深度10m前後の浅井戸の建設と既存井戸改修が中心で、深井戸の掘さくの必要性を認めているものの、自前のさく井機を所有していないため具現化していない。両プロジェクトの責任者と協議し、中央州について既存深井戸給水施設建設は日本側を主体とし、深井戸の改修についてはドイツ側が主体となることで合意し、中央州の既存深井戸改修は本計画から除外した。同地域の地方村落給水率は2つのプロジェクトが実施された後も依然低く、安全で十分な飲料水が確保されておらず、乾期にも安定した飲料水を供給するためには深度50～70mの深井戸の建設が急務である事をドイツ側チームも認めている。

4.2.4 計画の構成要素

本計画は対象地域3州7郡において、地下水開発に必要な資機材を調達して、地下水の賦存形態を水理地質的に解明し、乾期にも枯れることのない200井の深井戸給水施設を建設すると同時に、100井の既存深井戸給水施設改修を実施して、地方村落の住民に清浄な飲料水を安定的に供給するものである。更にこのような地方給水施設の建設を含めて、プロジェクト終了後も、水利局で地下水開発を行ってゆくため、地下水開発・給水施設建設改修に係る技術を水利局スタッフに本事業の実施を通じて技術移転を行い、合わせて深井戸維持管理用資機材の調達を行うものである。計画の構成は以下の通り要約される。

- ① 3州7郡 200サイトにおける深井戸の建設とそれに付随する給水施設の建設。
- ② 2州3郡 100サイトにおける既存深井戸給水施設の改修。
- ③ 上述の深井戸給水施設建設・改修に必要な資機材と維持管理機材の調達。
- ④ 本事業実施期間中に、地下水開発・地方給水施設建設・改修、そして維持管理に必要な技術を、事業実施を通じて水利局スタッフへ技術移転する。
- ⑤ 資機材の管理、計画の実施管理のために必要な資機材管理所の建設。
- ⑥ 上記各項に係る本計画実施上のコンサルタント業務。

表 4 - 1 計画地域の類似地方給水計画

対象地域	Phase - I (1986-1989)				Phase - II (1990-1992)				合計		
	新設		改修		小計	新設		改修		小計	
	深井戸	浅井戸	深井戸	浅井戸		深井戸	浅井戸	深井戸			浅井戸
中央州 (ドイツ借款)											
1. カプエ地方郡	1	6	1	2	10					130	140
2. ムクシ郡	0	45	20	60	125	(計	画	中)	0	0	125
3. ムンバ郡	0	0	25	42	67					190	257
4. セレンジェ郡	0	58	13	76	147					0	147
合計	1	109	61	180	349	32	72	0	216	320	669
コッパベールト州 (世銀借款)	世銀による借款										
1. ソドラ地方郡	コッパベールト州・ ルアブラ州・北部州 3州を対象とする プロジェクトで (1984-1987) 700井が完了している。										
							深井戸新設 — 42井				
							浅井戸新設 — 400井				
							井戸改修 — 258井				
							—————				700井

4.2.5 要請内容の検討

本計画は、深井戸給水施設の建設と改修及び地下水開発関連資機材・維持管理機材の調達から構成される。ここではその要請内容と規模・資機材の数量についての妥当性と必要性について検討する。

1) 深井戸給水施設の建設と改修

先方政府による深井戸給水施設建設サイトは、2案個別の要請でそれらのサイトを合計すると372サイトであった。次に2案合同要請として、緊急を要する200サイトを対象とするものに修正されたが、各州各郡別の優先順位が示されたのみで、具体的サイトの選定がなされたものではなかった。このため調査団は基本設計調査において、実施機関及び地方郡行政府(District Council)との協議及び現地調査を実施し、372サイトの中から200サイトを特定した。選定方針としては緊急性が高く妥当性のあるサイトを優先することとして、以下の点に留意した。

- ① 全く水源を持たないサイト
- ② 衛生的で安定した水源のないサイト
- ③ 乾期に飲料水が枯渇するサイト
- ④ 小学校・保健所・農業センター等公共施設があり、十分な飲料水が得られていないサイト
- ⑤ 農業開発・再定住計画地域で人口の増加のため飲料水供給が早急に求められているサイト

又、当初既存深井戸給水施設改修については手押ポンプの調達のみが要請されていたが、既存の深井戸水源を持ちながら、手押ポンプ等取水施設の故障により衛生的な飲料水の得られていないサイトについてポンプの供給だけではなく、手押ポンプのつけ換えを含む給水施設の改修工事を実施する事とした。これは、現地調査により深井戸給水施設建設の200サイトを選定したが、その際既存の水源を持ちながら新設を求めているサイトが含まれており、これらを改修することにより、より給水率を増大させることが可能である事が判明したためである。

2) 地下水開発関連資機材・維持管理機材の調達

深井戸給水施設建設・改修のための地下水開発関連資機材としては、さく井機、車輛、調査・試験用機器、整備用機器、無線通信機、野営用資機材等が挙げられるが、これらは計画の実施内容に適合した仕様・数量が作業工程に沿って各作業チームに配備される必要がある。

計画対象地域が3州7郡にわたり同国の20%を占める広い地域であるため、計画実施に当って2台のさく井機を中心とするさく井チーム2班は、それぞれが独立した単位として作業計画を実施することが、各州への早期対応として適切である。このため、それぞれの班に対し支援車輛、調査試験用機器、野営用資機材、無線通信機が必要となる。又、本計画で使用される資機材を既存の水利局カブエ支所に保管管理することが事業の実施上効率的と判断されるが、現在同支所には適切な施設の余裕がないため、本計画内で資機材管理事務所の建設を水利局カブエ支所に近接した地点に行う必要がある。又、計画対象地域は先カンブリア紀の花崗岩・片麻岩を主とする地質が分布し、地下水の調査に当たっては、電気探査器を中心として使用するとともに、亀裂・破碎帯の調査に効果的な電磁波探査器も導入することが効果的と思われる。さらにパソコンを利用して計画対象地域の計画・実施・工程管理・資機材・スペアパーツ類の管理を効果的に実施する。

4.2.6 技術協力の必要性

本計画で調達されるさく井機2台を含む、地下水開発および調査関連機器は、本計画完了後、水利局により管理・運営される独自の開発計画に利用される。このために、本計画中に適切な技術移転を水利局スタッフに行う必要があり、先方政府もそれを強く望んでいる。南部州実証調査より計画実施期間中に、計画実施を通じた「On the Job Training」方式によって地下水調査技術・深井戸さく井技術・維持管理技術等の移転を行うことが効果的であることが判明した。

4.2.7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上のような検討によりその効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力制度の目的に合致していること等から、日本の無償資金協力を実施することが妥当であると判断された。よって、我が国の無償資金協力による事業の実施を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を行うこととする。ただし、計画の内容については、要請の一部を変更することが適切であることは、計画の構成要素や要請施設・機材の内容の検討において述べたとおりである。

4.3 計画の概要

4.3.1 実施機関及び事業実施体制

計画対象地域が3州7郡 200サイトと広範囲に分散しているため、前述の通り事業実施上最も効率の良い、中央州カブエ市に本計画のプロジェクト拠点を設置し、本計画実施の

ための日本プロジェクトチームとして、以下の様な実施体制を組織する。

実施体制については、南部州地下水開発計画の日本プロジェクトチームの例を参考に、本計画の規模・内容を考慮し以下の様に決定した（図4-2）。

- 1) 本計画の総括責任者は、事業主体の水利局の技術者が担当し、深井戸給水施設建設・改修工事の総括責任者は建設業者が、そしてプロジェクト全体の管理をコンサルタント総括責任者が各々分担する。
- 2) 地方給水計画及び維持管理全般を担当する計画班を1班、深井戸給水施設建設に先立つ水理地質調査・物理探査・深井戸掘さく地点選定のための物理探査班・サイテング班を各2班、水利局カウンターパート及びコンサルタントより構成される水理地質チームとして編成する。
- 3) 広範囲な計画対象地域に数多くの深井戸を建設するためにさく井チームは2班編成にする。
- 4) 深井戸と給水施設を効率よく建設するために、さく井チームとは別に揚水試験班2班と給水施設班2班から成る給水施設建設チームを編成する。
- 5) 深井戸給水施設改修のために給水施設改修チームを1チーム編成する。
- 6) さく井機及び車輛等の機材整備チームを1チーム編成し、主としてカブエ市拠点の資材管理所でのさく井機・車輛等の整備に当たる。
- 7) コンクリート工事に使用する型枠等の工事関連で必要となる工作物の加工を行うと共に、さく井機等機材部品・資材管理のためカブエ市資材管理所の管理に当たる工作・資材管理チームを1チーム編成する。

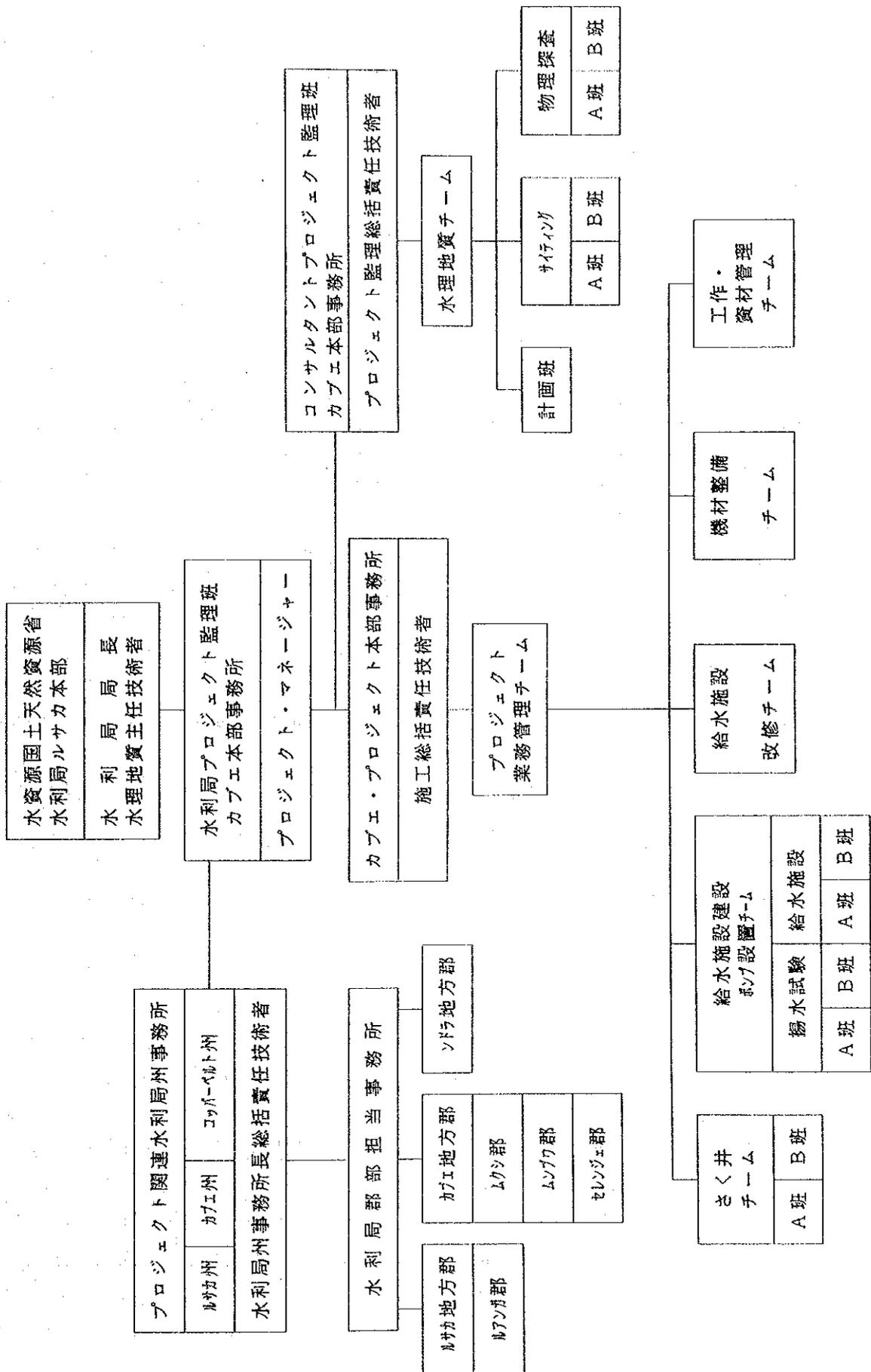
4.3.2 事業計画

要請の内容及び現地調査結果に基づき、事業計画の検討を行う。

1) 深井戸水源の検討

従来の手掘り浅井戸や河川水に代わる衛生的な水源として、地表よりの直接汚染などの

図 4-2 日本プロジェクトチーム実施体制



影響を受け難い被圧地下水を取水するために深井戸が挙げられる。又、深度20m内外の浅井戸では乾期において井戸枯れ、取水量の減退が発生する。したがって、本地方給水計画では衛生的で安定した水源として深井戸を使用するものとする。

(1) 深井戸掘さくの深度

必要とされる井戸掘さく深度については、地域の水理地質条件により異なる。計画対象地域の水理地質調査・電気探査結果および深井戸資料について井戸深度・帯水層の深さと岩相・静水位・破砕帯・風化帯の位置などを整理し、既に実施された南部州地下水開発計画と水理地質的評価の比較をおこなったものが表4-2である。

表4-2 計画対象地域と南部州水理地質評価の比較

	井戸深度 (m)	帯水層	揚水量 ℓ/min	静水位 (m)	揚水水位 (m)	水位下 水降 (m)	比湧量 m ³ /d/m	スクリーン位置 (m)	風化帯 軟岩厚 (m)
計画対象地域	40	砂岩・花崗岩・片麻岩 礫岩・石灰岩・片岩	12	6	8	2	1	10	1
	85		312	70	75	43	180	85	50
南部州	30	砂岩・玄武岩・片麻岩 石英岩・石灰岩・片岩	5	1	8	4	1	7	1
	80		300	40	43	40	160	72	15

計画対象地域で開発された帯水層深度は10m~80mであることが、スクリーン位置より判定される。水理地質調査・電気探査の解析により帯水層と成りうる良好な破砕帯は、深度40m~85mに存在すると解釈される。一方、南部州における実証調査結果では、帯水層の岩層は砂岩・花崗岩・石灰岩・片麻岩そして片岩等であり、帯水層の主要深度は7m~72mで、深井戸200井の平均深度は50数mとなった。本計画対象地域は南部州よりも主要帯水層の位置がより深く、風化帯・軟岩相の厚さも地域によっては非常に厚いため、深井戸掘さくの平均深度を60.0mと判定する

(2) 深井戸の成功率

深井戸を建設する場合、水量・水質の自然環境の制約に伴う帯水層確保の不成功の場合が生じる。このため、本計画で200井の新規深井戸を建設するためには、不成功による工期及び資材の裕度を計算に入れることが必要である。表4-3は南部州地下水開発計画フェーズI・IIの成功率を、解析したもので、成功率はそれぞれ83.7%と81.3%であった。不成功の多い岩相は、片麻岩・花崗岩・片岩等で、本計画対象地域は南部州に較べてこれらの岩石が広く分布しており、水理地質的に厳しい地域と判定した。

そこで本計画では、日本プロジェクトによる南部州での経験と本計画対象地域の水理地質条件の解析結果を総合し、帯水層確保の成功率を80%と想定して事業計画を推進する。

表 4 - 3 南部州地下水開発計画深井戸掘さく実績

フェーズ	掘さく本数	成功本数と 成功率	不成功の地質条件と本数		
フェーズ I	43	36 (83.7%)	1. 片麻岩	4	7
			2. 花崗岩	1	
			3. 泥 岩	1	
			4. 泥岩～砂岩	1	
フェーズ II	32	26 (81.3%)	1. 珪 岩	1	6
			2. 片 岩	2	
			3. 花崗岩	2	
			4. シルト岩	1	

(3) 掘さく地点の選定

計画対象地域 200サイトにおける深井戸掘さく地点の具体的な選定等に当たっては、水理地質や地球物理学的判定に基づく決定とともに、地域事情を考慮した地元の合意を得ることが大切で、計画実施段階においてコンサルタントと水利局のカウンターパートで構成される水理地質チームが選定する。

2) 給水施設

深井戸の給水施設としては、維持管理が容易で、ザンビア共和国で地方村落部給水施設として最も普及している手押ポンプを設置する。手押ポンプについて、南部州地下水開発計画の例を下表 4 - 4 に示す。

表 4 - 4 南部州地下水開発における手押ポンプの種類と設置台数

フェーズ	ポンプの種類	調達国	台 数	計
フェーズ I	1. ベローズ型	日 本	43	102
	2. ピストン型 (INDIA MARK-II 型)	西ドイツ	59	
フェーズ II	1. ベローズ型	日 本	220	220

水利局としては、数多くある手押ポンプの中から種類をミニマイズし、標準化を図っている。上記ピストン型（INDIA MARK-IIタイプ）がその一つとなっているが、日本側より供与されたペローズ型の数も多くあり、現在まで操業及び維持管理上の問題もなく、使用されている。このため本計画では、この両種類であれば維持管理等を含めて問題はないと思料される。

又、手押ポンプの付帯構造物として、井戸周辺より汚水の水源への直接浸透を防止するため、コンクリート・スラブ及び排水溝等の排水設備を計画する。この構造物は水利局の標準化に沿ったもので、南部州地下水開発計画と同様である。しかし、排水溝については、長さが短く排水の井戸周辺汚染となっている等の問題があり、適当な距離を取ることとし、地形に整合的な拡散型にするなど改善を検討する。又、排水設備の建設については、従来、地元住民の自助努力によることとしているが、サイトによっては放置される等問題点があり、本計画では給水施設に伴う衛生環境改善の指導を徹底し、計画内で本工事を実施することとする。

3) 給水量と給水人口

ザンビア共和国における地方村落給水に係る基準給水量は、WHO基準に準じており、 $30\text{ l}/\text{日}/\text{人}$ となっている。水利局もこの数値を使用しているが、乾期の飲料水に限定する場合は $5\text{ l}/\text{日}/\text{人}$ を設定している。本計画は緊急性の高いサイトへとりあえず1ヶ所の給水施設を設置し、安全な飲料水の水源確保を行うことを第1の目標としている。そしてその後、水利局により各サイト内のWHO給水基準を満たすことを課題としている。

- a. 手押ポンプ揚水可能水量： $750\text{ l}/\text{時}$
- b. 手押ポンプ稼働時間：10時間
- c. 手押ポンプ一台当り給水量： $750\text{ l}/\text{時} \times 10\text{時間} = 7,500\text{ l}/\text{日}$
- d. 給水人口

* 基準給水量 $30\text{ l}/\text{日}/\text{人}$ の場合

$$7,500\text{ l}/\text{日} \div 30\text{ l}/\text{日}/\text{人} = 250\text{人}$$

* 基準給水量 $5\text{ l}/\text{日}/\text{人}$ の場合（乾期における飲料水に限定）

$$7,500\text{ l}/\text{日} \div 5\text{ l}/\text{日}/\text{人} = 1,500\text{人}$$

4) 既存深井戸給水施設改修工事

既存深井戸給水施設の調査では、既存の手押ポンプの故障が主たる原因で、給水が中断し新規の施設を要請している場合が多い。本計画では、手押ポンプの修理・交換を含め既存深井戸に対する改修を行うことで、既存施設の復旧を行い、効果的な地方給水の改善を実施する。