

農業農村開発省
地方給水・環境衛生センター

ベトナム国
中部高原地域地下水開発計画
基本設計調査報告書

平成 18 年 3 月
(2006 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)
株式会社 東京設計事務所

序 文

日本国政府は、ベトナム社会主義共和国政府の要請に基づき、同国の中部高原地域地下水開発計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 17 年 9 月 12 日から 10 月 31 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ベトナム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現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 18 年 3 月 13 日から 3 月 24 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本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す。

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

平成 18 年 3 月

独立行政法人 国際協力機構

理 事 小 島 誠 二

伝 達 状

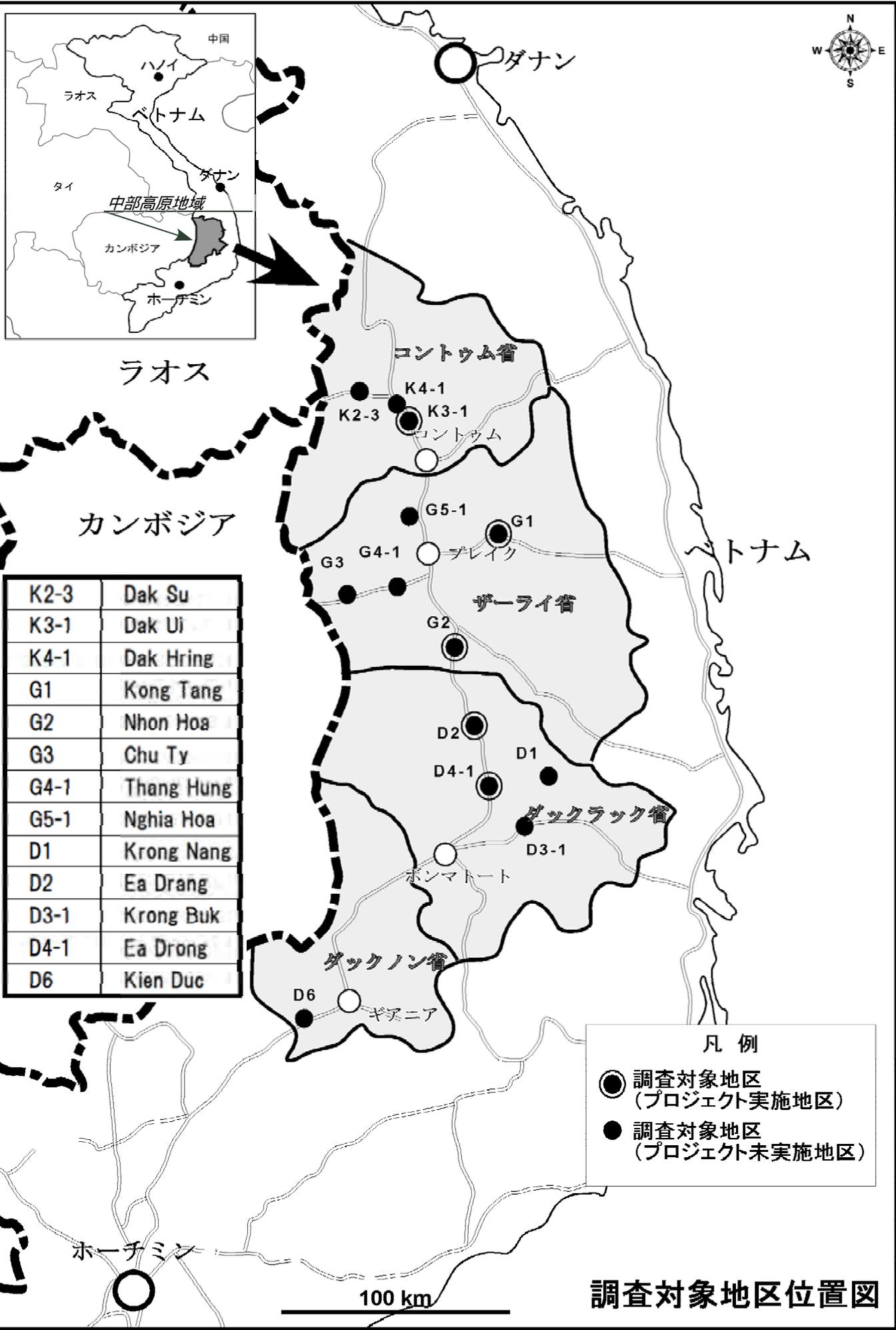
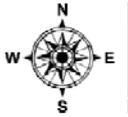
今般、ベトナム社会主義共和国における中部高原地域地下水開発計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 17 年 9 月より平成 18 年 3 月までの 7 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ベトナム国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 18 年 3 月

株式会社 東京設計事務所
ベトナム社会主義共和国
中部高原地域地下水開発計画基本設計調査団
業 務 主 任 百 瀬 和 文



K2-3	Dak Su
K3-1	Dak Ui
K4-1	Dak Hring
G1	Kong Tang
G2	Nhon Hoa
G3	Chu Ty
G4-1	Thang Hung
G5-1	Nghia Hoa
D1	Krong Nang
D2	Ea Drang
D3-1	Krong Buk
D4-1	Ea Drong
D6	Kien Duc

凡例

- 調査対象地区 (プロジェクト実施地区)
- 調査対象地区 (プロジェクト未実施地区)

100 km

調査対象地区位置図



浄水場完成予想図

【現地調査写真】



CERWASS事務所



キックオフミーティング



Minutes of Discussions 署名



ステークホルダーミーティング



K3-1 Dak Ui
JICA 井戸



K3-1 Dak Ui
JICA 井戸ポンプ



K3-1 Dak Ui
JICA エアレーション塔、ろ過池



K3-1 Dak Ui
JICA 導水管

【現地調査写真】



K3-1 Dak Ui
JICA 公共給水栓



K3-1 Dak Ui
幹線道路の状況



K3-1 Dak Ui
湧水利用の様子



G1 Kong Tang
支線道路の状況



G1 Kong Tang
少数民族の村の様子



G2 Nhon Hoa
幹線道路の状況



G2 Nhon Hoa
JICA 井戸



G2 Nhon Hoa
支線道路の状況

【現地調査写真】



D2 Ea Drang
中心部の市場



D2 Ea Drang
家屋の状況



D2 Ea Drang
町の南に位置する橋



D4-1 Ea Drong
幹線道路の状況



D4-1 Ea Drong
支線道路の状況



CERWASS北部掘削機械管理センター



井戸掘削機による掘削状況1（北部 Ha Tay省）



井戸掘削機による掘削状況2（北部 Ha Tay省）

図表リスト

図 1.1	ベトナム経済成長と貧困削減及びインフラ投資の関係	1-6
図 1.2	対象4省 GDP 構成比 (2004年)	1-7
図 2.1	MARD 組織図	2-2
図 2.2	CERWASS 組織図	2-2
図 2.3	コントゥム省 P-CERWASS 組織図	2-3
図 2.4	ザーライ省 P-CERWASS 組織図	2-4
図 2.5	ダックラック省 P-CERWASS 組織図	2-4
図 2.6	ダックノン省 P-CERWASS 組織図	2-5
図 2.7	調査地域の地質分布状況	2-16
図 3.1	施設整備と機材供与の必要性の流れ	3-3
図 3.2	井戸構造図	3-12
図 3.3	浄水施設の浄水フロー	3-17
図 3.4	実施機関系統図	3-64
図 3.5	運営・維持管理に関する組織図	3-98
表 1.1	中部高原地域の水道計画 (2006年~2010年)	1-2
表 1.2	コントゥム省における水道システム内訳	1-3
表 1.3	コントゥム省における各システムの事業費	1-4
表 1.4	ザーライ省における水道システム内訳	1-4
表 1.5	各省別水源・浄水方法別既存浄水施設数	1-4
表 1.6	対象4省の人口データ (2004年)	1-6
表 1.7	コントゥム省における下痢発生件数 (1999年)	1-8
表 1.8	調査対象コミュニティにおける村落数と人口関連データ	1-10
表 1.9	調査対象コミュニティにおける世帯当たりの収入と公共サービスに対する支出	1-10
表 1.10	調査対象コミュニティにおける道路及び電力の状況	1-11
表 1.11	要請内容	1-16
表 1.12	ADB プロジェクトの水道事業概要	1-18
表 2.1	地方給水事業への投資状況 (2000年~2005年)	2-6
表 2.2	コントゥム省 P-CERWASS の地方給水事業への投資状況 (2003年~2005年)	2-7
表 2.3	コントゥム省 P-CERWASS の活動予算 (2003年~2005年)	2-7
表 2.4	ザーライ省 P-CERWASS の地方給水事業への投資状況 (2003年~2005年)	2-7
表 2.5	ザーライ省 P-CERWASS の活動予算 (2003年~2005年)	2-8
表 2.6	ダックラック省 P-CERWASS の地方給水事業への投資状況 (2003年~2005年)	2-8

表 2.7	ダックラック省 P-CERWASS の活動予算 (2003 年 ~ 2005 年)	2-8
表 2.8	ダックノン省 P-CERWASS の収入・収支 (2004 年)	2-8
表 2.9	各 P-CERWASS の職員数及び学歴	2-9
表 2.10	既存水源に対する改善要求	2-10
表 2.11	中央給水システムの概要 (1990 年代)	2-11
表 2.12	各コミューンの道路状況	2-12
表 2.13	調査地域周辺の地質層	2-15
表 2.14	調査地域周辺の水理地質区分	2-16
表 3.1	中部高原地域の水道計画 (再掲)	3-2
表 3.2	給水区域内計画人口	3-8
表 3.3	水道普及率及び原単位水量の設定	3-9
表 3.4	一日平均給水量、一日最大給水量及び時間最大給水量の定義	3-9
表 3.5	各コミューンの一日平均給水量、一日最大給水量及び時間最大給水量 (2010 年)	3-10
表 3.6	各コミューンの一日平均給水量、一日最大給水量及び時間最大給水量 (2020 年)	3-10
表 3.7	適正揚水量及び計画井戸数量	3-11
表 3.8	各水源井の基本構造	3-13
表 3.9	井戸仕様	3-14
表 3.10	導水管の概要	3-15
表 3.11	各コミューン原水水質とベトナム国飲料水基準	3-15
表 3.12	エアレーション設備及び沈殿池の概要	3-18
表 3.13	沈殿池の概要	3-18
表 3.14	ろ過池の概要	3-18
表 3.15	ろ過池洗浄設備の概要	3-18
表 3.16	消石灰と水酸化ナトリウムの設備費及び運転費の比較	3-19
表 3.17	薬品注入設備の概要	3-19
表 3.18	配水池の概要	3-20
表 3.19	配水ポンプの概要	3-20
表 3.20	高架水槽の概要	3-21
表 3.21	配水管の概要	3-21
表 3.22	給水施設の概要	3-22
表 3.23	調達機材の概要	3-24
表 3.24	派遣技術者及び技能工	3-65
表 3.25	負担事項区分	3-70
表 3.26	実施設計 (施設計画) 要員計画の概要	3-71

表 3.27	施工監理要員の概要	3-72
表 3.28	実施設計要員計画の概要（機材計画）	3-73
表 3.29	調達監理要員の概要	3-73
表 3.30	品質管理方法	3-74
表 3.31	建設用資機材の調達	3-77
表 3.32	ソフトコンポーネント技術移転区分	3-79
表 3.33	ソフトコンポーネント成果表	3-80
表 3.34	成果達成度	3-81
表 3.35	ソフトコンポーネント活動計画表（第1回目）	3-84
表 3.36	ソフトコンポーネント活動計画表（第2回目）	3-86
表 3.37	各コミュニティの世帯数	3-88
表 3.38	ソフトコンポーネント実施工程表	3-89
表 3.39	成果品一覧表	3-90
表 3.40	実施工程表	3-92
表 3.41	WMU メイン・オフィス人員構成	3-99
表 3.42	WMU メイン・オフィスの職務分担内容	3-99
表 3.43	WMU の職員構成	3-100
表 3.44	職業訓練学校（水道学科）年間カリキュラム	3-102
表 3.45	各省の水道生産単価と支払い可能額との比較	3-103
表 3.46	3 省 WTP と各既存施設水道料金の比較	3-103
表 3.47	井戸掘削工事の必要人員	3-104
表 3.48	井戸掘削機材の維持管理人員とその役割	3-104
表 3.49	プロジェクト終了後の保全・維持管理	3-105
表 3.50	年間運営・維持管理費	3-107
表 3.51	供給水単価	3-107
表 3.52	1 世帯当たりの月額水道料金	3-108

略語集

ADB	Asian Development Bank
BD or B/D	Basic Design
BHN	Basic Human Needs
CERWASS	Center for Rural Water Supply and Environmental Sanitation
CPC	Commune People's Committee
DANIDA	Danish International Development Assistance
DARD	Department of Agriculture and Rural Development
DD or D/D	Detailed Design
DPC	District People's Committee
EIRR	Economic Internal Rate of Return
E/N	Exchange of Notes
FD	Financial Department
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FR or F/R	Final Report
FS or F/S	Feasibility Study
GDP	Gross Domestic Product
IEC	Information, Education and Communication
JICA	Japan International Cooperation Agency
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development
M/D	Minutes of Discussions
MOC	Ministry of Construction
MOET	Ministry of Education and Training
MOF	Ministry of Finance
MOLISA	Ministry of Labour, Invalid and Social Affair
MOTC	Ministry of Transport and Communication
MP or M/P	Master Plan
MPI	Ministry of Planning and Investment
NRWSS	National Rural Water Supply and Sanitation
ODA	Official Development Assistance
O&M or O/M	Operation and Maintenance
PC	People's Committee
P-CERWASS	Provincial CERWASS
PMU	Project Management Unit
PPC	Province People's Committee
RWSS	Rural Water Supply and Sanitation
S/W	Scope of Work
UNICEF	United Nations Children's Fund
VND	Vietnamese Dong
WB	World Bank
WATSAN	Water Supply and Sanitation
WMU	Water Management Unit
WSU	Water Supply Unit
d	day
hr	hour
JPY	Japanese Yen
kg	kilogram
kW	kilo Watt
l	liter
mL	milli-liter
min	minute
m	meter
mm	millimeter
m ²	Square meter
m ³	Cubic meter
s	second
為替レート	1US\$ = 110.54 円
2005年10月	1VND = 0.00697 円

要 約

要 約

ベトナム国の地方部では、生活用水として川・池・湧水などの地表水、掘抜き井戸・浅井戸の地下水、雨水を利用しているが、水源の汚染や乾期の水源枯渇等から、衛生的な飲料水を安定的に確保することは難しく、住民の健康維持や農村社会の発展に大きな支障となっている。給水整備の遅れは、地方給水事業の所管庁の移行による政策策定や事業化の停滞、特に脆弱な財務と予算不足に起因している。このような実情に則り、ベトナム国政府は2000年8月に、下記の開発目標を持つ「National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy up to Year 2020 (NRWSS)」を地方給水・衛生セクターの基本政策として承認した。

- 2020年までに、すべての地方農村住民が安全で清浄な水を少なくとも一人一日当たり60リットル利用できること。
- 2010年までには、地方農村住民の85%が安全で清浄な水を一人一日当たり60リットル利用できること。

NRWSSの達成に向け、農業地方開発省(MARD)はマスタープラン^{*}を策定した。これによると中部高原地域(ラムドン省を含む)で、2006年から2010年にかけて8,631億VND(年間1,726億VND、邦貨約13億円)の予算で、表1に示す水道施設を建設する必要があるとしている。2005年の3省(ダックノン省は不明)への中央政府分は、356億VNDであった。この中央政府配分額に加え、ドナー支援額209億VND、省政府負担額68億VND、受益者負担額183億VND等を合わせると3省合計の投資費用は830億VND^{**}であり、年間必要投資額1,726億VNDの半数には達している。しかし、計画達成には一層の資金が必要である。

表1 中部高原地域の水道計画(2006年~2010年)

(単位:ヶ所)

水道計画	中部高原	コンナム省	ザライ省	ダックラック及び ダックノン省	ラムドン省
配管計画	900	99	225	415	161
掘抜き井戸	7,267	796	1,815	3,353	1,303
手掘り井戸	14,405	1,578	3,606	6,643	2,578
湧水保全	1,249	137	312	576	224
雨水タンク	14,152	1,555	3,545	6,519	2,533
戸別ろ過施設	10,432	1,141	2,598	4,816	1,877
予算(百万VND)	863,133	94,867	215,794	398,000	154,877

NRWSS達成の一環としてベトナム国政府は、日本の技術協力(開発調査)により策定された「ベトナム国中部高原地方地下水開発調査」の事業実施に係る無償資金協力の要請を2002年7月に日本政府に行った。主な要請内容は、13システム(コミュニン)の施設整備と発電機、ソーラー電源、井戸掘削機材及び4輪駆動車の供与であった。

要請を受けて日本国政府は、JICAを通じ基本設計調査団を2005年9月12日~10月31日まで

* Decision No. 3600/QĐ-BNN-KH, 2000年9月6日承認

** コンナム省で135億VND、ザライ省で295億VND、ダックラック省で400億VND

派遣した。また、基本設計概要説明調査団は、2006年3月13日～3月24日に派遣された。

NRWSS 達成に向けてこれまで、手掘り井戸及び浅井戸を利用した小規模給水システムが多く建設されてきたが、同システムは汚水の浸透による水質悪化や乾季における水量不足という問題を抱えている。さらに、小規模給水システムはコミューン人民委員会(CPC)により維持管理されてきたが、各々の CPC の維持管理体制は脆弱であった。また、同システムの数が多いため、監督機関である省地方給水衛生センター(P-CERWASS)も CPC への監督を十分に実施できなかった。

これらの問題に対応するため、中央地方給水衛生センター(CERWASS)は、深井戸や表流水を利用した比較的事業規模の大きな中央給水システムの導入に移行した。同システム等による深井戸掘削計画を表2に示す。

表2 今後5カ年の中部高原地域における深井戸掘削計画(CERWASS)

省名	年	2006	2007	2008	2009	2010	合計
コントウム	井戸数	11	14	14	14	14	67
	予算(百万 VND)	1,650	2,100	2,100	2,100	2,100	10,050
ザーライ	井戸数	13	13	10	8	6	50
	予算(百万 VND)	2,600	2,600	2,000	1,600	1,200	10,000
ダックラック	井戸数	16	38	39	38	39	170
	予算(百万 VND)	1,920	4,560	4,680	4,560	4,680	20,400
ダックノン	井戸数	25	23	20	25	20	113
	予算(百万 VND)	3,500	3,220	2,800	3,500	2,380	15,400
合計	井戸数	65	88	83	85	79	400
	予算(百万 VND)	9,670	12,480	11,580	11,760	10,360	55,850

しかしながら、CERWASSには大規模の(中央給水システム)水道計画の経験がないことから、協力対象事業として3省5コミューンにおいて大規模水道システムを建設すると共に、建設された施設の維持管理体制の強化を図ることとする。

また、本調査では、開発調査時において実施した施設整備に関する各システム(コミューン)優先付けが、調査後3年経過した2005年時点においても有効であるかを検証し、対象コミューン数を5つとした。以下に各コミューンの水道事業概要及び施設計画内容を示す。

表3 対象コミュニティの施設計画概要

項目	K3-1 Dak Ui	G1 Kong Tang	G2 Nhon Hoa	D2 Ea Drang	D4-1 Ea Drong
一日最大給水量 (2010年,m ³ /day)	259	636	1,075	1,572	668
深井戸 (本)	既設井戸*	1	1	-	1
	新規井戸	-	1	6	7
導水管(Km)	既設	2.2	7.9	5.3	4.9
浄水場	前塩素注入設備、Iアレーション設備(既設)、中速ろ過池(既設改造)、消毒設備	前塩素注入設備、PH調整設備、急速ろ過池、消毒設備、	前塩素注入設備、PH調整設備、急速ろ過池、消毒設備	前塩素注入設備、PH調整設備、急速ろ過池、消毒設備	前塩素注入設備、Iアレーション設備、沈殿池、急速ろ過池、消毒設備
配水池	90m ³ (45m ³ ×2池)	216m ³ (108m ³ ×2池)	360m ³ (180m ³ ×2池)	540m ³ (270m ³ ×2池)	228m ³ (114m ³ ×2池)
送水ポンプ	-	2台(内1台予備)	2台(内1台予備)	-	-
高架水槽	-	38.7m ³ (38.7m ³ ×1槽)	50m ³ (50m ³ ×1槽)	-	-
配水管(Km)	5.0	26.5	38.6	51.8	27.2
給水メータ戸数(個)	624	1,738	2,181	3,874	1,583

*: 既存井戸は、開発調査において掘削され、本プロジェクトで利用される。

加えて、NRWSSの達成に向けて、5コミュニティ以外でも多くのコミュニティにおける大規模水道システムの建設を進める必要があるが、この水源開発に必要となる深さ200mの深井戸掘削機材を供与する。大規模施設整備及び井戸掘削機材供与を通じ、CERWASS職員は水道技術及び掘削技術をOJTにより習得することが期待できる。以下に井戸掘削機材概要を示す。

表4 井戸掘削機材概要

機材名		供与数量	仕様・能力
1. 井戸掘削資機材			
1-1	井戸掘削資機材	1台	型式: 水井戸掘削機、トップドライブ・ロータリー・タイプ 工法: 正泥水循環掘削及びDTH掘削用、掘削深度: 200m
1-2	高圧コンプレッサ	1台	吐出量: 30.0m ³ /min以上 吐出圧力: 2.41MPa以上
1-3	関連補助機材	1式	溶接/発電機 自給式ポンプ: 200 L/min×20m 水中型サドホップ: 200 L/min×15m 酸素-アセチレン切断・加熱用機器、工具他
1-4	Iアリフト装置	1式	200m深度に対応
2. 井戸掘削・調査支援機材			
2-1	クレーン付トラック	1台	6×4駆動、最大積載量: 12t、荷台長: 6.2m、クレーン装置: 6.0t吊、ブーム長9.5m、PTO駆動
2-2	揚水試験機材(水中ポンプ、発電機、三角堰)	1式	水中ポンプ: 吐出量240 L/min×70m, 576 L/min×50m 発電機: 10kVA, AC380V 揚水試験用付属品1式
2-3	孔内検層機器	1式	比抵抗、自然電位、自然放射能

要請内容の内、施設設備に係る太陽光発電システムの導入と機材調達に係る太陽光発電システムは、要請時点(2002年)以降電力状況が改善され停電頻度が少なくなったため、要請より除外した。

プロジェクト総事業費は22.6億円(日本側負担分20.1億円、ベトナム国側負担分2.5億円)と見込まれる。しかし、この概算事業費は交換公文上の供与限度額を示すものではない。プロジェクトに必要な工期は、詳細設計4ヶ月、機材供与及び施設建設31ヶ月となる。

プロジェクト効果については、協力対象事業による3省5コミューンの施設整備で給水人口は44,974人増加し、給水普及率1.4%の増加に寄与する。機材供与により、中部高原地域では5ヶ年で60本の深井戸を掘削する。深井戸掘削を実施するコミューンは、日本側実施分の施設整備対象5コミューンに、その他ベトナム国側実施分の施設整備対象16コミューンを合わせた21コミューンである。21コミューンにおける給水人口は20万人、給水普及率は6.3%増加する。

本プロジェクトが、円滑に実施されるためには下記の課題・提言が留意事項として挙げられる。

- 水道施設建設時における「ベ」国側負担工事の実施(フェンス、工事中道路、造成等)
- 円滑な水道事業開始と水道事業の持続性の確保のための適切な事業運営
- 水道施設建設後における適切な施設の運転維持管理
- 水道事業開始後における地下水水質及び水位のモニタリング体制の構築
- 水道施設建設前における土地収用に関する所有者本人からの確認(コミューン人民委員会(CPC)からは確認済)

本計画は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本計画が広くBHN(Basic Human Needs)の向上に寄与するものであるから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。本プロジェクト実施機関は、MARD傘下のCERWASSである。施工段階においては、CERWASS内に全体管理を実施するプロジェクト管理ユニット(Project Management Unit=PMU)が設立される。水道施設の運営・維持管理については、各コミューン運転センターが設立される。井戸掘削機材の維持管理はCERWASS管轄下に設立される機材チームが実施する。

ベトナム国
中部高原地域地下水開発計画
基本設計調査報告書

目 次

序文	
伝達状	
位置図 / 完成予想図 / 写真	
図表リスト	
略語集	
要約	
(目次)	
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 開発計画	1-1
1-1-2 現状と課題	1-3
1-1-3 社会経済状況	1-5
1-2 中部高原地下水開発計画策定の内容.....	1-12
1-2-1 開発調査の目的	1-12
1-2-2 マスタープラン	1-12
1-2-3 優先プロジェクトのF/S.....	1-12
1-3 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1-15
1-4 我が国の援助動向	1-16
1-5 他ドナーの援助動向	1-17
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-1-1 プロジェクトの目的	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要	3-2

3-2 協力対象事業の基本設計	3-4
3-2-1 設計方針	3-4
3-2-2 基本計画（施設計画 / 機材計画）	3-8
3-2-3 基本設計図	3-28
3-2-4 施工計画 / 調達計画	3-64
3-2-4-1 施工方針 / 調達方針	3-64
3-2-4-2 施工上 / 調達上の留意事項	3-66
3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分	3-68
3-2-4-4 施工監理計画 / 調達監理計画	3-70
3-2-4-5 品質管理計画	3-74
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-75
3-2-4-7 ソフトコンポーネント計画	3-79
3-2-4-8 実施工程	3-91
3-3 相手国分担事業の概要	3-93
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-96
（施設計画）	
3-4-1 運営・維持管理の現状と課題	3-96
3-4-2 運営・維持管理体制	3-97
3-4-3 必要人員と人材育成計画	3-99
3-4-4 水道料金	3-102
（機材計画）	
3-4-5 運営・維持管理の現状と課題	3-104
3-4-6 運営維持管理体制	3-104
3-4-7 必要人員と人材育成計画	3-104
3-5 プロジェクトの概算事業費	3-106
3-5-1 協力対象事業の概算事業費	3-106
3-5-2 運営維持管理費	3-107
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-109
第4章 プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4-1 プロジェクトの効果	4-1
4-2 課題・提言	4-2
4-3 プロジェクトの妥当性	4-3
4-4 結論	4-4

【資料】

1 調査団員氏名	資料-1
2 調査日程	資料-3
3 相手国関係者リスト	資料-6
4 討議議事録(M/D)	資料-8
5 事前評価表	資料-23
6 入手資料リスト	資料-26
7 水道及び水道料金に係る社会経済調査及び全コミュン住民意識調査	資料-27
8 社会経済調査結果	資料-32
9 ステークホルダー・ミーティング結果	資料-35
10 ベースライン調査結果	資料-45
11 物理探査（電気探査）	資料-48
12 揚水試験結果	資料-96
13 水質試験結果	資料-102
14 環境社会配慮	資料-104
15 施設整備及び機材供与の必要性	資料-107
16 各コミュンにおける施設概要	資料-118
17 容量計算	資料-122

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 開発計画

ベトナム国の地方部では、生活用水として川・池・湧水などの地表水、掘抜き井戸・浅井戸の地下水、雨水を利用しているが、水源の汚染や乾期の水源枯渇等から、衛生的な飲料水を安定的に確保することは難しく、農村部での衛生的な水の供給率は9%（2000年）に留まり、住民の健康維持や農村社会の発展の大きな支障となっている。給水整備の遅れは、地方給水事業の所管庁の移行による政策策定や事業化の停滞、特に脆弱な財務と予算不足に起因している。

(1) 「National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy up to Year 2020」(NRWSS)

このような実情に則り、ベトナム国政府は2000年8月に、下記の開発目標を持つ「National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy up to Year 2020」を地方給水・衛生セクターの基本政策として承認した。

- 2020年までに、すべての地方農村住民が安全で清浄な水を少なくとも一人一日当り60リットル利用できること。
- 2010年までには、地方農村住民の85%が安全で清浄な水を一人一日当り60リットル利用できること。

この目標達成には、水供給事業の運営維持管理及び財政面での自立性を確立することを原則として、以下のようなアプローチを必要としている。

- 利用者のニーズにあった給水・衛生施設水準、技術、運営方法の決定
- 計画策定及び建設前における住民への広報と教育（IEC）
- 地方運営組織の構築と強化
- 財務強化と住民負担制度の確立及び貧困層などの社会的弱者への配慮
- 事業整備に必要な適正技術の開発と適用

なお、NRWSSの重点地域は国境地域、島嶼、少数民族及び貧困地域に置かれており、中部高原地域はこれに該当する。

(2) National Strategy Program for Hunger Elimination and Poverty Reduction (NSPHEPR)

1998年から2000年及び2001年から2005年にかけて標記計画が実施された。この計画は経済活動の促進、収入増加、飢餓撲滅、貧困削減を図るため、貧困コミュニティに対するインフラ建設支援などを行ってきた。さらに、中部高原地域のような貧困・少数民族の多い地域へのキン(ベトナム)族の移住奨励、プランテーション(コーヒー、ゴム、胡椒等の)開拓奨励を行ってきた。一方、同計画により経済活動は活性化しているものの、少数民族の伝統的な水源であった湧水、浅井戸への悪影響も顕著となった。すなわち、水源の汚染及び水源量の減少である。

(3) 中部高原地域の水道計画

NRWSSの達成に向け、農業地方開発省(MARD)はマスタープラン¹を策定した。これによると中部高原(ラムドン省を含む)で、2006年から2010年にかけて8,631億VND(年間1,726億VND、邦貨約13億円)の予算で、表に示す水道施設を建設する必要があるとしている。この必要投資額は、地方給水事業へのベトナム政府資金3000億VND(2005年)の約6割に相当する莫大な金額である。なお、同年の3省(ダックノン省は不明)への中央政府配分額は約1割の356億VNDであった。しかし、中央政府配分額に加え、ドナー支援額209億VND、省政府負担額68億VND、受益者負担額183億VND等を合わせると3省合計の投資費用は830億VND²であり、年間必要投資額1,726億VNDの半数には達している。しかし、計画達成には一層の資金が必要である。

表 1.1 中部高原地域の水道計画(2006年~2010年)

(単位:ヶ所)

水道計画	中部高原	コントム省	ザーライ省	ダックラック及び ダックノン省	ラムドン省
配管計画	900	99	225	415	161
掘抜き井戸	7,267	796	1,815	3,353	1,303
手掘り井戸	14,405	1,578	3,606	6,643	2,578
湧水保全	1,249	137	312	576	224
雨水タンク	14,152	1,555	3,545	6,519	2,533
戸別ろ過施設	10,432	1,141	2,598	4,816	1,877
予算(百万VND)	863,133	94,867	215,794	398,000	154,877

¹ Decision No. 3600/QD-BNN-KH, 2000年9月6日承認

² コントム省で135億VND、ザーライ省で295億VND、ダックラック省で400億VND

1-1-2 現状と課題

1-1-2-1 水道普及率及び水道システム

中部高原地域の水道計画に則り事業が進められ、2005年には各省の水道普及率は50%以上と大幅に改善した。

(1) 水道システム

1) コントゥム省

ベトナム全土の水道普及率は、73%に達したが、都市部が93%である一方地方部は、67%と遅れている（国連児童基金(UNICEF)2005による）。対象地域はさらに普及率は低いものの、コントゥム省の水道普及率は、下表に示す通り、年間6%増加（人口で年間1.2万人から1.9万人増加）し、2004年で51%に達した。

全体システム3,995ヶ所に対する給水人口は146,964人であり、1ヶ所当りの給水人口は、36人（7世帯相当）と少ない。これはシステムの中で最も廉価なシステムであること、1ヶ所当りの給水人口が5人である掘抜き井戸が、3,483ヶ所と約87%を占めていることによる。なお、手掘り井戸は、深度10～20mの不圧地下水を対象とした浅井戸である。この共通した問題点は、13コミューンにおいて開催したステークホルダーミーティングでも述べられている通り、雨季における濁り水、あるいは汚染物質の存在と乾季（5～6ヶ月間）における地下水位低下に伴う水量不足である。

なお、掘削井戸の数は、202（全体の5%）と少ない。コントゥム省における特徴としては、湧水を水源とする自然流下システムが8%と高い比率を占めている点である。同システム1ヶ所当りの事業費は、約135万円と他のシステムに比べ相当高い。

過去12年間での投資額は、725億75百万VND（480万ドル）で年間平均40万ドルに相当する。

近年の投資額は、年間100億VND（70万ドル）と増加している。

表 1.2 コントゥム省における水道システム内訳

年	2000		2001		2002		2003		2004		1993年から 12年間合計	
	数	予算 (百万 VND)	数	予算 (百万 VND)								
全体システム	541	8,869	586	9,548	691	9,214	282	13,589	260	9,993	3,995	72,575
自然流下システム	56	7,024	42	6,421	32	6,687	40	10,773	36	8,791	310	58,127
新規又は更新 手掘り井戸	484	1,709	543	1,927	659	2,527	239	2,377	224	941	3,483	11,934
掘削井戸、 その他	1	141	1	1,200	0	0	3	439	3	261	202	2,514
給水人口増加 数及び 給水人口増加 率	16,384人	6.1%	19,171人	6.9%	14,817人	5.2%	16,722人	5.7%	12,050人	4.2%		
給水普及率及 び給水人口	31.6	84,204	37.3	103,375	41.3	118,192	45.9	134,914	51.0	146,964	51.0	146,964

（資料：コントゥム省 CERWASS）

表 1.3 コントゥム省における各システムの事業費

システム名	一ヶ所当り事業費	
	(百万 VND)	(万円)
全体平均	1 8	1 3
自然流下システム	1 8 8	1 3 5
手掘り井戸(Dug Well)	3	2
掘削井戸	1 2	9

2) ザーライ省

ザーライ省においても状況は同じであり、下表に示すとおり不安定水源である手掘り井戸の数が圧倒的に多い。

表 1.4 ザーライ省における水道システム内訳

	箇所数 (2004 年末)	備考
自然流下システム	89	
湧水	472	(300 to 1,000 人/システム)
溜池	12	
手掘り井戸	107,275	
掘削井戸(浅井戸)	5,101	
掘削井戸(深井戸)	168	(168 wells for 22 projects, 500 to 1,500 persons/system)
給水普及率及び人口増加率	52% (2001 ~ 2005 年の人口増加率 4%)	目標年次 2010 年 85% (6.6% の人口増加率の場合)

(資料 ザーライ省 CERWASS)

(2) 中規模水道システム

対象地域における水道システムは、小規模の浅井戸(掘抜き井戸あるいは UNICEF 実施のハンドポンプ付掘抜き井戸)又は湧水を利用した小規模の飲料水供給施設であり、中規模水道施設は、下記に示すように少ない。

表 1.5 各省別水源・浄水方法別既存浄水施設数

省	水源	未処理	緩速ろ過	急速ろ過	合計
コントム	深井戸	0	1(0)	0	1(0)
ザーライ	深井戸	1(0)	2(0)	3(0)	6(0)
ダックラック	表流水	2(2)	0(0)	8(4)	10(6)
	浅井戸	4(4)	0	0	4(4)
	深井戸	18(0)	0	6(0)	24(0)
ダックノン	深井戸	0(0)	0	18(0)	18(0)
合計	表流水	2(2)	0(0)	8(4)	10(6)
	浅井戸	4(4)	0	0	4(4)
	深井戸	19(0)	3(0)	27(0)	49(0)
	合計	25(6)	3(0)	35(4)	63(10)

注:()内は消毒施設

ダックラック省以外は、消毒施設を有していない。表流水利用は、ダックラック省のみとなっているが、その多くは急速ろ過による浄水を行っている。深井戸については、主な処理対象物質の鉄・マンガンの濃度により未処理、緩速ろ過、急速ろ過を選定している。

アジア開発銀行(ADB)が、コントウム省の人口規模の大きな6町の内、5町(Nogc Hoi、Sa Thay、Dak Ha、Dak Glei、Kon Ray)を対象に事業を実施し、工事は完了している。(2005年10月現在、操業は始めている)。

(3) 課題

これまで手掘り井戸等の小規模で廉価なシステムの普及により、水道普及率は2000年に10%弱であったが、2005年には50%を越すに至った。しかしながら、同システムは、不安定水源を利用している。つまり、雨期の水質問題(濁り水の混入及び有機汚染の可能性)と乾期の地下水位低下に伴う水不足が起こる可能性があり、今後は深井戸や表流水等を水源とする等、安定水源への切り替えが必要となる。

さらに、今後は大規模農村を対象とする比較的大規模で高価な水道(中央給水)システム(深井戸等を水源とする)の整備により、水道普及率を押し上げる必要がある。

1-1-3 社会経済状況

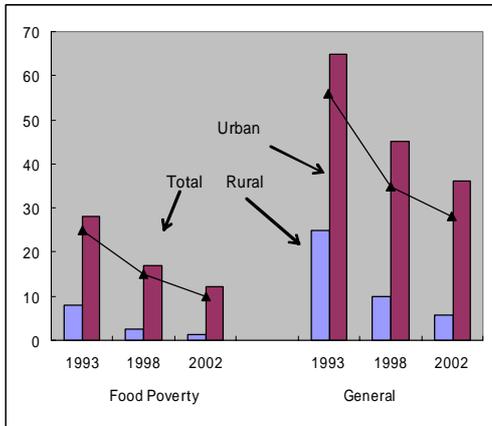
(1) 経済状況

ベトナムでは、1986年の第6回共産党大会で採択されたドイモイ(刷新)政策が功を奏し、90年代半ばの経済成長率は9%台に達した。しかし、1997年のアジア通貨危機により、外国からの直接投資が激減、加えて中国など周辺諸国の台頭もあり、成長率は4.8%にまで低下した。その後、民間セクターの成長がベトナム経済を牽引し、再び持続安定成長期に入った(2000年6.8% 2002年7.0% 2004年7.6%=暫定値)。過去10年の平均では、ベトナム経済は7.6%の経済成長率に達し、約2千万人の人口を貧困ラインより引き上げたとされる。

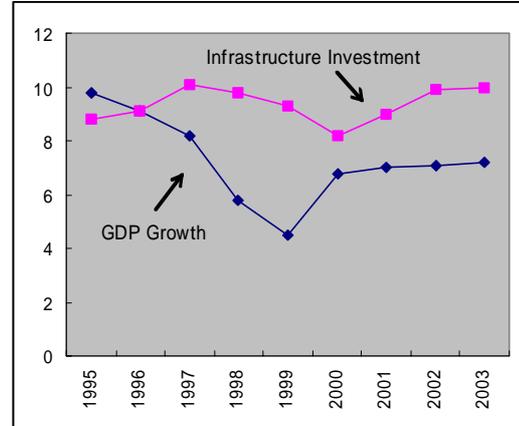
この経済成長及び貧困削減に重要な役割を果たしたのが、上水道を始めとする社会・経済インフラへの設備投資である。2003年には44%のベトナム政府の直接投資は、インフラ整備に配分され、GDPの10%を占めた。ただし、これらのインフラ整備は、ハノイ、ホーチミン、ハイフォンなどの大都市を中心に実施されており、都市部と村落部の格差はベトナムの今後の課題とされている。

図1.1(A)に1993年から2002年までの貧困人口の減少推移と、(B)にGDP成長率とインフラ整備に対する投資の状況を示す。

(A) 1993年から2002年までの貧困人口の減少推移



(B) GDP成長率とインフラ整備に対する投資の状況



(出所: Vietnam General Statistical Office)

図 1.1 ベトナム経済成長と貧困削減及びインフラ投資の関係

(2) 計画4省における社会概況

1) 人口

下表に示すとおり、4省の総人口及び都市部・村落人口は、コントウム省を除く3省において比較的村落部人口の割合が高い。コントウム省は、北部からのキン族移民による農地開拓政策が継続中であり、今後、村落部人口は大きく増加すると予測される。本調査の対象コミュニティの人口増加率に関しては、1.2% (D3-1: Krong Buk) ~ 9.1% (K3-1: Dak Ui) とコミュニティの状況により差があった。(資料10 ベースライン調査参照)

また、人口密度に関しては、ベトナム平均と比べてもかなり低く、村落部では広い範囲で居住集落(コミュニティ)が散在している状況である。

表 1.6 対象4省の人口データ(2004年)

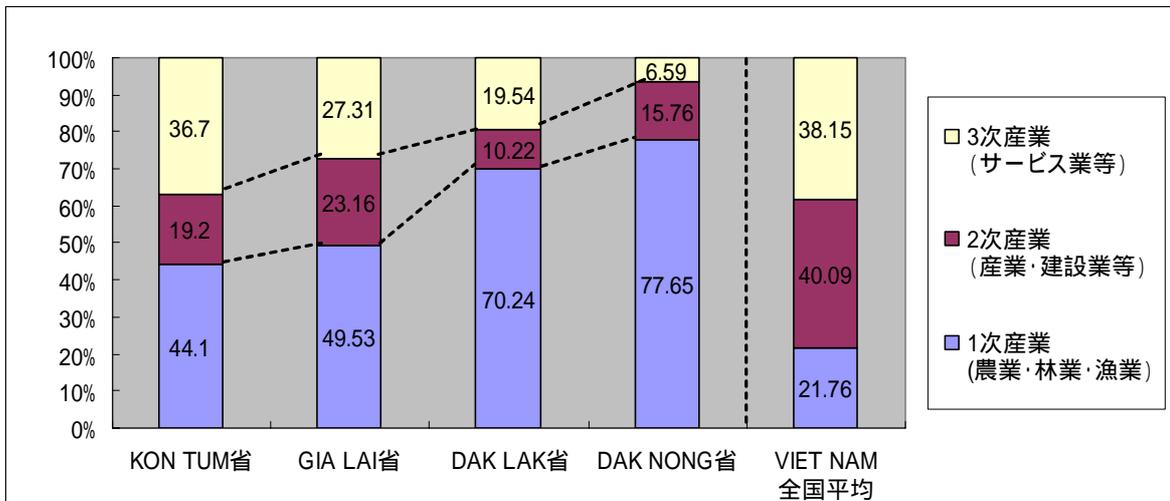
(単位: 1,000人)

省	総人口 (全人口比)	都市部		村落部		人口密度 (人/km ²)
		人口	割合 (%)	人口	割合 (%)	
コントウム	366.1 (0.4%)	126.8	34.6	239.3	65.4	38
ザーライ	1,095.9 (1.3%)	289.6	26.4	806.3	73.6	71
ダックラック	1,687.7 (2.1%)	374.7	22.2	1,313.0	77.8	129
ダックノン	385.8 (0.5%)	49.6	12.9	336.2	87.1	59
(参考) ベトナム全国	82,032.3 (100%)	21,591.2	26.3	60,441.1	73.7	249

(出所: Statistical Yearbook 2004)

2) 経済活動

4省の経済は、コーヒー、ゴム、米などを主作物とする農業に依存している。図 1.2 に示すとおり、特にダックラック及びダックノン省では、農業を中心とする第一次産業の全 GDP に対する割合が 70%を超えており、ベトナム全国平均の値の 3 倍以上になっている。この 2 省とザーライ省ではコーヒー、コントウム省では米作が主要作物となっている。ベトナム全国平均は、製造業などの第二次産業の伸びが顕著であるが、対象 4 省に限ってはその割合は低く、ダックノン省を除いて観光業を中心とする第三次産業の GDP の方が大きい。



(出所：Statistical Yearbook 2004)

図 1.2 対象 4 省 GDP 構成比 (2004 年)

3) 水利用

4 省の社会経済調査によると、比較的水量の豊富な雨期において 90%以上の住民が、浅井戸を主要水源としている。しかし、近年、乾期において地下水水位が低下し、井戸が枯渇することもあるため、湧水や河川等、他の水源に切り替えるケースが増加している。井戸が枯渇した場合は、近隣の水量の豊富な井戸から無償で取水するか、15,000VND/m³程度で購入する等の対応を行っている。民族的な傾向として、キン族は住居内にある浅井戸を使用するが、その他の少数民族は、多少住居からの距離があっても、一般に湧水を飲料水として好む傾向にある。

4) 保健衛生

社会経済調査の結果では、殆どの住民が、下痢、赤痢、トラコーマ、皮膚病及び婦人病などの疾病が、既存の給水状況に起因していると訴えている。対象 4 省では、住居面積が小さいことと、一般の衛生観念が依然として低いことなどから、トイレと浅井戸が、近接している場合が多い。しかし、個人所有の浅井戸に対し、公的機関が水質を確認する義務・規定は存在せず、水質検査が実施されることがない。よって、住民が罹患した前述の病気が水系感染症と断定できない状況

である。今後は、定期的な水質検査を行い、疾病の原因を確証する必要がある。また、各コミュニケーション人民委員会(CPC)に対するヒアリング結果によると、診察費用が高額であるため、一般住民は深刻な症状にならない限り、病院に行くことはなく、水系疾病数は把握できない。下表にコントゥム省の医療センターが調査した下痢発生件数を示す。この調査結果から、水質の悪くなる雨期(4月～10月)に下痢の罹患数が増加しており、水と疾病との関連性が推量出来る。

表 1.7 コントゥム省における下痢発生件数(1999年)

調査対象 コミュニケーション名	合計	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Bo Y	223	20	12	15	18	19	17	56	23	29	14	0	0
Dak Su (K2)*	116	17	13	16	16	5	7	9	11	11	4	7	0
Dak Ui (K3)*	115	0	0	0	4	3	21	59	8	6	14	0	0
Dak Hring (K4)*	341	32	11	20	9	46	51	54	41	43	34	0	0
Sa ghia	24	0	0	1	1	6	6	4	6	0	0	0	0
Chu o eng	124	2	1	5	10	15	12	15	41	16	2	5	0
	943	71	37	57	58	94	114	197	130	105	68	12	0

(出所：コントゥム省 Medical Centre)

(Remark)* ----- 本プロジェクト調査対象コミュニケーション

5) コミュニティ活動

各コミュニケーションのコミュニティ活動は、CPCが中心となっており、その指導の元で農業共同組合、水利組合、婦人組合、青年組合等の組織が活動している。また、道路工事や灌漑施設建設などの公的事業については、コミュニティの住民が無償で労働提供する習慣もある。ステークホルダー・ミーティングやインタビュー調査では、住民側は上記の公的事業同様に本プロジェクトに関しても水道管理組合(Water Management Unit = WMU)を通じた、水道施設の維持管理に対する協力を惜しまないというコメントが多数を占めた。

6) ジェンダー

今回の調査では、本プロジェクト対象地域において深刻なジェンダー問題は存在せず、アジアの近隣諸国と比較しても、性差別のない平等な社会と言える。水道に関しては、キン族の多くの一般家庭では、浅井戸において小型水中ポンプを設置しており、水汲み作業は行っていない。少数民族に関しては、前述の通り湧水を取水する傾向が強いが、取水地点で沐浴する習慣もあるため、家族全員で水汲み作業を行うケースが多い。

インタビュー調査によると、女性は男性よりも家事に携わる時間が多いが、男性はその分、農作業に従事する時間が長い。また、本プロジェクト対象コミュニケーションのCPC委員長は全員男性であったが、他の幹部職には女性の姿も目立った。

7) 少数民族

開発調査報告書によると、対象コミュニケーションの全人口に対する少数民族人口比率は、5% (D6:

Kien Duk) ~80% (D4-1: Ea Drong) とコミューンにより格差があるが、4 省は、ベトナムの他地域と比較しても少数民族が多い地域である。この地域の主な少数民族は、ザーライ、エデ、バナ族である。

少数民族は、基本的にキン族と使用言語が異なり、コミュニケーションの問題があるため、就業の選択肢も限られ、高等教育機関への進学率も著しく低い。従って、少数民族は、キン族と比較すると、所得が低く貧困層に属する家庭が多い。また、元々、遊牧する習慣がある少数民族に対してベトナム政府は、定住化を推奨している。過去5年間では、「国家プログラム 135 (辺境・貧困村落経済発展支援プログラム)」などを通じ、2000 億 VND (ベトナム政府負担は 420 億 VND) もの資金を投じて、中央高原地帯における少数民族居住区域に道路、配電施設などを建設し、少数民族の生活環境の改善を支援している。

水道に関しては、浅井戸を水源とした取水施設を個人の敷地内や、人口密集地に建設し、給水状況の改善を図っている。しかし、一般に少数民族は「湧水 = 飲料水」、「浅井戸 = 水質が悪い」という先入観が強く、住居近くの浅井戸は使用せず、遠方まで湧水を汲みに行くという状況が見られる。しかし、実際はその湧水は、牛や豚などの家畜の水飲み場としても使用されていること、水源の周りは大量に肥料を散布している耕作地であること等から、水質面での問題があると想定される。

(3) 調査対象コミューンの社会条件

計画対象コミューンの主要社会条件を下記に記す。なお、これらの調査結果は、現地調査で実施した社会経済調査、ベースライン調査、ステークホルダー・ミーティング、インタビュー調査で得られたデータを基に作成した。(資料 8,9,10,11 参照)

1) 落数、世帯数・人口

対象コミューンの村落数は、開発調査時に比べて多少の増減が認められた。各 CPC によると、村落の区分は人口の変化に合わせて流動的に対応するとのことである。

下表が示す通り、各コミューンの人口は少ないコミューンで 3,925 人 (G5-1: Nghia Hoa)、多いコミューンで 19,465 人 (D2 : Ea Drang) であった。1 世帯当たりの人数は、4 人 ~ 6.2 人である。途上国の村落部では、この数字は低いと考えられるが、これはキン族の家庭に対して、3 人目の子供が誕生した場合、世帯主が罰金を支払わなければならないという、産児制限政策が影響していると考えられる。

表 1.8 調査対象コミュニティにおける村落数と人口関連データ

省名	コミュニティ名	面積 (km ²)	村落数	人口関連データ		
				人口 (人)	世帯数 (世帯)	人数/ 世帯 (人/世帯)
コントム	K2-3 : Dak Su	122.2	14	3,967	999	4.0
	K3-1 : Dak Ui	107.0	11	5,704	1,118	5.1
	K4-1 : Dak Hring	98.0	13	6,985	1,490	4.6
ザライ	G1 : Kong Tang	17.5	13	6,825	1,437	4.7
	G2 : Nhon Hoa	58.9	14	11,298	1,830	6.2
	G3 : Chu Ty	18.3	8	7,838	1,764	4.4
	G4-1 : Thang Hung	33.3	7	5,154	1,024	5.0
	G5-1 : Nghia Hoa	21.1	6	3,925	850	4.6
ダックラック	D1 : Krong Nang	24.2	11	11,102	2,215	5.0
	D2 : Ea Drang	16.3	14	19,465	3,816	5.1
	D3-1 : Krong Buk	56.0	23	14,769	2,754	5.4
	D4-1 : Ea Drong	47.8	21	10,120	2,011	5.0
ダックノ	D6 : Kien Duk	15.6	9	7,450	1,609	4.6

2) 収入と公共サービスへの支出

経済活動で解説した通り、対象コミュニティの住民のほとんどは、農業従事者であり、コーヒー、ゴム、米などの換金食物を市場に出すことによって現金収入を得ている。本調査の結果では、開発調査時よりも収入が増えたコミュニティが多かった。この原因は、ベトナム政府主導の中央高原開拓政策により移住してきたキン族が、米などに比べると比較的市場価格の高いコーヒー栽培により収益を上げたためと想定される。ちなみに米作が中心であるコントム省の3コミュニティは、他と比べると収入が低かった。

表 1.9 調査対象コミュニティにおける世帯当たりの収入と公共サービスに対する支出

省名	コミュニティ名	世帯当たりの 収入 (VND/月)	公共サービス支出及び月収に対する割合			
			電気料金 (VND/月)	(%)	医療費 (VND/月)	(%)
コントム	K2-3 : Dak Su	362,179	35,405	9.8%	28,667	7.9%
	K3-1 : Dak Ui	795,192	29,300	3.7%	16,850	2.1%
	K4-1 : Dak Hring	1,194,635	38,024	3.2%	28,188	2.4%
ザライ	G1 : Kong Tang	1,276,254	46,921	3.7%	57,250	4.5%
	G2 : Nhon Hoa	2,387,885	62,325	2.6%	67,195	2.8%
	G3 : Chu Ty	1,540,005	56,087	3.6%	50,525	3.3%
	G4-1 : Thang Hung	1,296,238	56,000	4.3%	96,550	7.4%
	G5-1 : Nghia Hoa	1,126,460	38,684	3.4%	95,612	8.5%
ダックラック	D1 : Krong Nang	2,175,305	65,178	3.0%	97,625	4.5%
	D2 : Ea Drang	1,986,352	90,000	4.5%	90,455	4.6%
	D3-1 : Krong Buk	1,704,391	42,560	2.5%	97,500	5.7%
	D4-1 : Ea Drong	1,239,464	44,714	3.6%	131,829	10.6%
ダックノ	D6 : Kien Duk	1,785,913	76,333	4.3%	95,238	5.3%

3) 社会・経済インフラ

各コミューン内の道路の舗装状況は、それぞれのコミューンにより格差がある。しかし、少数民族の居住地域では「国家プログラム 135」の資金により舗装された道路がいくつか確認された。また、それぞれの省都から調査対象コミューンまでのアクセスに関しては、国道で結ばれている場合がほとんどであり、G3 (Chu Ty) と D4-1 (Ea Drong)を除き、概ね良好である。

電力に関しては、要請時には、電力不足から一部のコミューンでは太陽光発電システムによる給水施設への配電も検討されたが、調査対象コミューンではここ数年で急速に公共電力の普及率が増加しており、その必要性がないことが確認された。表 1.10 に主に各 CPC より回答を得た道路と電力の状況を掲載する。

表 1.10 調査対象コミューンにおける道路及び電力の状況

省	コミューン名	省都からのアクセス		コミューン内道路		公共電力普及率 (%)
		距離 (km)	時間 (分)	距離 (km)	舗装率 (%)	
コトウム	K2-3 : Dak Su	65	90	25 - 30	20	100
	K3-1 : Dak Ui	35	45	21	70	100
	K4-1 : Dak Hring	30	40	30	10	79
ザライ	G1 : Kong Tang	30	40	24	85	100
	G2 : Nhon Hoa	55	50	36	25	100
	G3 : Chu Ty	60	90	80	80	100
	G4-1 : Thang Hung	30	35	30	23	95
	G5-1 : Nghia Hoa	25	30	27	30	100
ダックラック	D1 : Krong Nang	52	60	70	24	90
	D2 : Ea Drang	82	100	35	30	95
	D3-1 : Krong Buk	44	50	55	15	70
	D4-1 : Ea Drong	47	50	-	-	70
ダックノン	D6 : Kien Duk	24	30	25	90	90

1-2 中部高原地下水開発計画策定の内容

ベトナム政府は、日本の技術協力（開発調査）により策定された「ベトナム国中部高原地方地下水開発調査」の事業実施に係る無償資金協力の要請を2002年7月に日本政府に行った。同調査は要請に先立ち2001年1月から2002年8月にかけて実施されたが、同調査の内容、計画策定及び提案などは以下の通りである。

1-2-1 開発調査の目的

- 中部高原地方3省（コントウム、ザーライ、ダックラック）の20コミューンの地下水資源の開発可能性調査及び評価
- 2020年を目標年次とする地下水開発計画及び給水計画に係るマスタープラン（M/P）策定
- 優先プロジェクトに対するフィ－ジビリティ調査（F/S）の実施
- 調査を通じてのカウンターパートへの技術移転

1-2-2 マスタープラン

(1) 計画目標

2020年までに20コミューン・46システムを対象として各戸給水（21システム）あるいは共同栓（25システム）により給水人口207,800人、一日最大給水量19,400m³/日、普及率100%を達成する。

(2) 優先プロジェクト

経済評価、貧困度、少数民族などを選定評価項目とし、選定された21システムをフェーズ1（目標年2010年）で行い、残る25システムをフェーズ2（目標年2020年）で行う。

1-2-3 優先プロジェクトのF/S

(1) 計画地域

M/Pで選定した18コミューン・21システムを優先プロジェクトとする。

(2) 水源開発計画

21システムのうち17システムで地下水開発ポテンシャルを確認、3システムは成功井が近傍にある。残る1つ（K4-1システム）は表流水とした。

(3) 事業費

総事業費は、（国際価格ベースで）13.7百万USドルである。なお、無償資金協力ベースの事業費は算出されていない。

(4) 組織運営・維持管理計画

受益住民（村人）で構成される水道事業組織（Water Supply Unit: WSU）の能力に大きく依存する。

(5) 環境アセスメント

周辺井戸の水位低下の恐れがあるシステムが2ヶ所、水源井戸深さが浅い浅井戸であるため、表流水からの汚染の恐れのあるシステムが5ヶ所、施設建設時に私有地の土地収用の問題が起こる恐れのあるシステムが10ヶ所あるが、これらの影響は軽微である。

(6) フィージビリティ評価

財務的内部収益率（FIRR）は、21システム全てでマイナスである。一方、経済的内部収益率（EIRR）がプラスになるのは、10システムである。しかし、施設維持管理の難易度及び組織運営上の難易度及び環境配慮に係る難易度などを総合評価し、21システム全てのフィージビリティを確認した。

(7) パイロット事業の実施

受益住民による運営・管理能力の検証をするため、中部高原地方において特徴的な貧困と少数民族の問題を有する2つの地区（G2とK3-1）でパイロット事業を実施した。K3-1の結果、戸別給水率を上げる事が不可欠であり、住民啓蒙（IEC）活動の積極的実施が必要である。

(8) 優先21システムの段階的実施

優先21システムを評価したところ、14システムについて優先度が高い。これらは運営組織の能力、受益者の水道料金支払能力、各コミュニティや省の置かれた政治的見地等を総合的に判断して優先度をさらに3つに分けた。

優先度別コミュニティ	事業費
第1優先：K2-3、G2、G3-1、D1、D2	6億12百万円
第2優先：K4-1、G1、G4-1、D3-1、D6	3億60百万円
第3優先：K3-1、G5-1、G6-1、D4-1	2億16百万円

残りの7システム（K1-1、K2-1、G7-1、D3-2、D4-2、D5-1、D7、事業費4億56百万円）は能力開発と組織強化が必要であり、IEC活動の開始を提言する。

停電時間が長いこと及び水道料金を軽減する目的で5セットの発電機とソーラー電源の購入も検討した。また、カウンターパート自身が将来、当地域の地方給水事業を実施していくのに必要な井戸掘削機材一式及びIEC活動に必要な4輪駆動車4台の購入（計3億6千万円）を提案した。

(9) プロジェクト評価

本事業を実施することで、国家目標の給水率向上への貢献、モデル事業としての展示効果、技術的側面、組織運営的側面、衛生環境・健康面の改善、社会的公平性の確保、ジェンダーなどに効果がある。特に、中部高原地方では BHN への貢献、地域経済の活性化、受益者数の大きさ、少数民族や貧困層への配慮による政治的安定等が見込まれることから事業を実施する価値が十分にある。

1-3 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

ベトナム政府は、「ベトナム国中部高原地方地下水開発調査」の事業実施（上記の第3優先までの14システムの整備と発電機、ソーラー電源、井戸掘削機材及び4輪駆動車の供与）に係る無償資金協力の要請を2002年7月に日本政府に行った。本要請内容の概要は以下の通りである。

(1) 上位目標

ベトナム国中部高原地域における衛生環境及び生活環境の改善

(2) プロジェクト目標

ベトナム国中部高原地域における生活用水供給の普及率の向上

(3) 協力対象事業により期待される成果

対象コミュニティにおける水道施設の完成

中部高原地域における水道施設整備の促進

(4) 対象地域と裨益人口

対象地域は、コントウム省（3コミュニティ）、ザーライ省（5コミュニティ）、ダックラック省（4コミュニティ）、ダックノン省（1コミュニティ）の13コミュニティ³

裨益人口は、13コミュニティ全体で92,079人

(5) プロジェクトの内容

日本側への要請内容を下表に示す。

この内、（ア）施設建設に係る太陽光発電システムの導入と（イ）機材調達に係る太陽光発電システムは、要請時点（2002年）以降電力状況が改善され停電頻度が少なくなったため、要請から外す事でベトナム側、日本側双方が合意した。

さらに、（イ）機材調達に係る支援車両2台がUNICEFから供与されたことにより4台を2台に変更する旨及び井戸掘削機の仕様200m深度対応を250m深度対応に変更する旨ベトナム側が表明した。

³ 要請時（2002年）以降、ダックノン省がダックラック省より分離した。また、要請時は14コミュニティであったが、ザーライ省のIa Rsiom（G6システム）コミュニティの水道施設がベトナム側で整備され要請から外され13コミュニティとなった。

表 1.11 要請内容

<p>(ア) 施設建設 ベトナム国中部4省(コントゥム省、ザーライ省、ダックラック省、ダックノン省)の13コミュニティにおける給水施設の建設(配管を伴うレベル2~3を想定)。この内、4コミュニティは太陽光発電システム導入の要請。</p>
<p>(イ) 機材調達 井戸掘削機(200m深度対応)1台 支援車両(4WD)4台 給水車1台 クレーン付トラック1台 井戸用資材(ケーシングパイプ等)1式 井戸整備用機材(エアコンプレッサー等)1式 試験機器(検層器、水質分析器、揚水試験機材)1式 太陽光発電システム(発電器、揚水ポンプ含む)4セット</p>

1-4 我が国の援助動向

我が国は1991年10月のパリ和平協定調印の後、他国に先駆けてベトナム国に対する本格的な経済協力を再開し、その援助額も増加しており、ベトナムにとって最大のドナー国となっている。2003年度のベトナム国に対する援助実績は905.57億円、うち有償資金協力は793.30億円、無償資金協力は56.50億円、技術協力は55.77億円であった。2003年度までの援助実績は、有償資金協力9,253.93億円、無償資金協力1,092.31億円、技術協力557.54億円である。

我が国の対ベトナム国別援助計画(2004年4月改定)によれば、同国への援助重点分野は成長促進、生活・社会面の改善、及び左記2つの課題の基礎となる制度整備としている。この中で、水道整備は生活・社会面の改善に含まれ、成長によってのみでは解決できない問題への対処を図ると共に、地域間格差、貧富の格差の縮小を図ることを目的としている。

(1) 無償資金協力

我が国はこれまでに下記の協力を実施した。

名称	事業実施年度	給水人口(人)	給水量 (m3/日)	事業費(億円)
ハノイ市ザーラム地区 上水道整備計画	1993~1995	122,000	30,000	38.15
ハイズオン市上水道 拡充計画	1999~2001	46,000	9,700	28.26
北部(タイゲン省、ニンビン省、 タインホア省)地下水開発計画	2003~2005	75,400	7,700	20.56

(2) 技術協力

水道分野に関しては、都市水道技術者を対象として「上水道技術訓練プログラム（協力金額 3.10 億円）」を 2000 年 1 月 13 日から 2003 年 1 月 12 日にかけて実施した。協力内容は、「配水計画」、「水道経営」、「無収水量低減対策」であった。開発調査は下記の通りである。

名称	調査実施年
ハノイ市上水道整備計画（M/P 及び F/S）	1996～1997
北部地方地下水開発計画（M/P 及び F/S）	1998～1999
中部高原地方地下水開発計画（M/P 及び F/S）	2001～2002
南部地方地下水開発計画（M/P 及び F/S）	要請中

(3) 有償資金協力

南部地域上水道整備計画（ドンナイ省及びバリア・ヴンタオ省 第2期を 2004 年 3 月 31 日（33.08 億円）に約束した。

1-5 他ドナーの援助動向

(1) 国連児童基金 (UNICEF)

1982 年からベトナム国で給水分野の事業活動を始め、長年、村落給水の向上に寄与してきた。NRWSS 目標達成に向けて、各省の CERWASS 設立への協力、20 万以上の手掘り井戸の建設（2005 年時点）を行っている。

(2) デンマーク国際開発庁 (DANIDA)

1998 年から村落給水の援助と推進のために CERWASS 内に事務所をおいて活動している。成果の 1 つは、建設省（都市水道所管）及び農業地方開発省（地方水道所管）が企画した国家目標 NRWSS 策定支援であった。引続き地方での活動を始め、調査対象地域では、ダックラック省、ダックノン省においてハード・ソフト両面に対し、総合的な支援を実施している。従って両省の P-CERWASS は、コントゥム及びザーライ省のものと比較すると、水道施設の維持管理の経験・知識が豊富で、人材的にも質の高い職員が多い。しかし、DANIDA 資金で実施する IEC 活動等は、DANIDA のプロジェクト対象地域での実施に限られている。また、ダックラック省 P-CERWASS には 7 名 DANIDA が直接雇用している職員がいるが、それらの職員も基本的には DANIDA 案件（対象 13 コミュニティは該当しない）に対してのみ派遣が出来るということであり、JICA 案件との協調的な作業は難しいと思われる。なお、両省に対する支援は 2006 年度で終了するが、支援期間の延長は未定である。

(3) 世界銀行(WB)、地方水道・衛生プロジェクト

紅河デルタ地域の4つの省(ハイズオン省、ナムディン省、ニンビン省、タイビン省)を対象としたプロジェクトであり、農業地方開発省が実施機関になる予定である。

(4) 世界銀行(WB)、都市水道・衛生プロジェクト

26省の132 District タウン及びそれに準じる都市を対象とした水道・衛生プロジェクトである。実施機関は、建設省傘下の水道会社を予定している。中部高原では、ダックノン省を除く3省都に水道会社があるのみであり、本プロジェクトとの重複はない。

(5) アジア開発銀行(ADB)

ADBの活動との重複はない。ADBによりコントゥム省の6つのDistrictのうち、5つのDistrict タウン(Ngoc Hoi、Dak Ha、Kon Plong、Dak Glei、Sa Thay)で2015年を目標とした水道施設が2005年に完成した。(Dak Toには既に水道施設がある。)

表 1.12 ADB プロジェクトの水道事業概要

町名称	2015年		2020年		給水量(m ³ /日)	
	人口 (人)	給水人口 (人)	人口 (人)	給水人口 (人)	2015年	2020年
Dak Glei	10,264	9,238	11,841	11,841	1,000	1,850
Ngoc Hoi	7,424	6,682	8,690	8,690	700	1,500
Dak Ha	17,824	16,042	20,562	20,562	1,800	3,500
Sa Thay	18,822	16,940	21,820	21,820	1,900	3,500
Kon Plong	6,345	5,710	7,355	7,355	650	1,200
合計	60,679	54,612	70,268	70,268	6,050	11,550

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

ベトナム国の水道供給事業に関する組織は、中央政府（レベルA）、地方省及び中央直轄市（レベルB）、県及び省直轄市・町（レベルC）、コミューン及び街区・町（レベルD）といった行政単位同様に4層構造になっている。それぞれのレベルにおいて、水道管轄機関・部署が存在している。基本的には、地方給水に関しては農業地方開発省（MARD）、都市給水に関しては建設省（MOC）が所轄しており、それぞれの傘下に中央地方給水衛生センター（CERWASS）と都市上下水道公社という下部機関があり、実務を担当している。本プロジェクトでは、CERWASSの技術的指導のもとに、地方省傘下の省地方給水衛生センター（P-CERWASS）が中心となり、プロジェクトの実施にあたる。

2-1-1 組織・人員

(1) 農業地方開発省（MARD）

MARDは大臣及び4人の副大臣の傘下に主として政策・計画策定及び事業承認を管轄する行政管理局（State Management Unit）と研究や広報活動を担当する非営利活動局（Non Business and Functional Unit）の2局により構成されている。地方給水に関連する部署は、行政管理局の中にある水資源部と、非営利活動局にある地方給水衛生部である。水資源部は、地下水開発の可否を審査し、地方給水衛生部はCERWASSと協調し、地方給水におけるキャパシティ・ビルディングに取り組んでいる。

なお、NRWSSによると中央政府レベルにおいては、MARDの他に、下記の各省が地方給水事業にそれぞれの責任義務を負うとしている。

- | | |
|-----------------------|------------------|
| - 計画投資省（MPI）と大蔵省（MOF） | プロジェクト資金の管理、配分、他 |
| - 保健省（MOH） | 水質管理及びモニター、他 |
| - 建設省（MOC） | 水道施設の建設や指導、他 |
| - 科学技術環境省（MOSTE） | 地方給水の技術革新・開発、他 |
| - 教育訓練省（MOET） | 地方給水に関わる人材育成、他 |

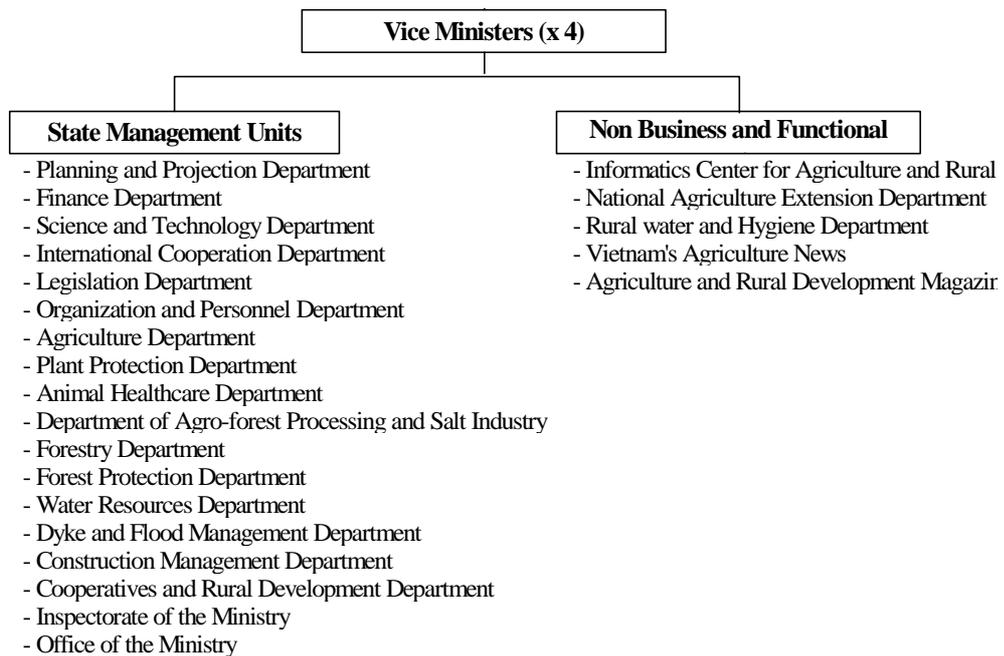


図 2.1 MARD 組織図

(2) 中央地方給水衛生センター (CERWASS)

CERWASS は、1982 年に「国際水供給と衛生の 10 年」に関連する地方給水事業を実施するために労働福祉省 (MOLISA) 内に設立された。当初、同年に開始された UNICEF の「給水・衛生プログラム (WATSAN)」のカウンターパート機関としての活動が主であったが、現在は地方給水及び衛生計画の策定や予算配分の管理、国際援助のコーディネーション等、徐々にその責任と権限の範囲を拡大している。1995 年に CERWASS は、MOLISA から MARD の傘下に移管された。

現在、CERWASS の職員数は 84 名 (正規職員 : 40 名、契約職員 : 44 名) である。

CERWASS は、下図 2.2 に示す通り、Director 及び 2 人の Vice Director 以下、5 つの部門に分かれており、その 3 人が直接各部門の指導にあっている。

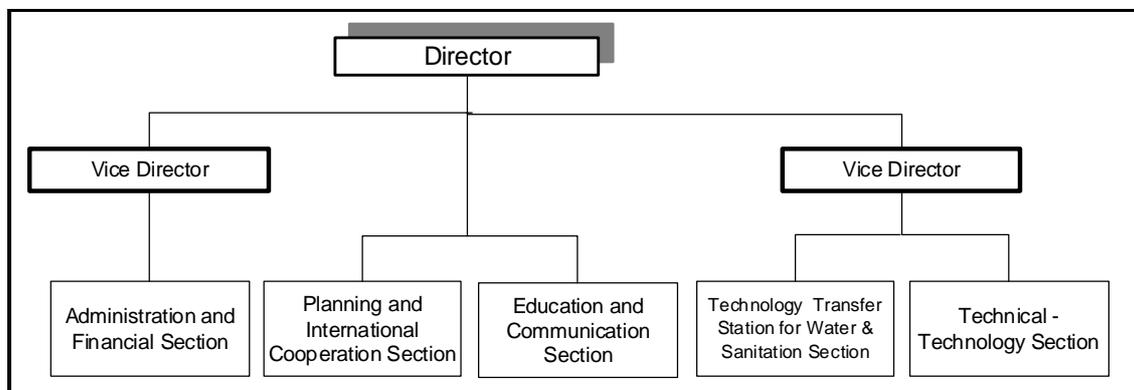


図 2.2 CERWASS 組織図

(3) 省地方給水衛生センター（P-CERWASS）

各省の P-CERWASS は、省人民委員会（PPC）の農業地方開発局（DARD）の下部機関として設置されており、CERWASS から技術的な指導は受けるが、組織・財務的な繋がりはない。

現在、ベトナム政府の基本方針では、新規水道施設の建設完了後、地元コミュニティに施設を引渡し、独立採算により独自で運営維持管理していくことを推奨している。そして、P-CERWASS は各コミュニティの施設運営維持管理に関して指導的立場にあり、本プロジェクトの維持管理に対する中心的役割を果たす機関である。本プロジェクトにおける各対象 P-CERWASS の組織の詳細は、下記の通りである。

1) コントウム省

コントウム省 P-CERWASS は、人口が少ないことが関連しているが、4 つの対象 P-CERWASS の中では組織の規模が最も小さく、上水道の知識を持つ人材も不足している。

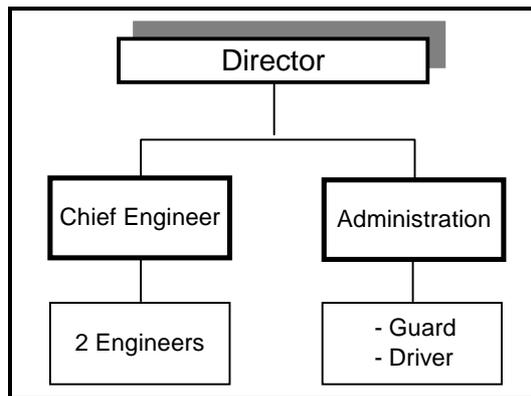


図 2.3 コントウム省 P-CERWASS 組織図

2) ザーライ省

ザーライ省 P-CERWASS は、開発調査対象コミュニティの一つ（G6-1: Krong Pa）において小規模ながら政府資金により水道施設を建設し、維持運営している実績がある。また、図 2.4 にあるように、技術・計画部門の傘下に掘削チームを 4 つ持ち、有償で掘削作業を行っており、そこで得た利益を組織の運営資金の一部に充てている。

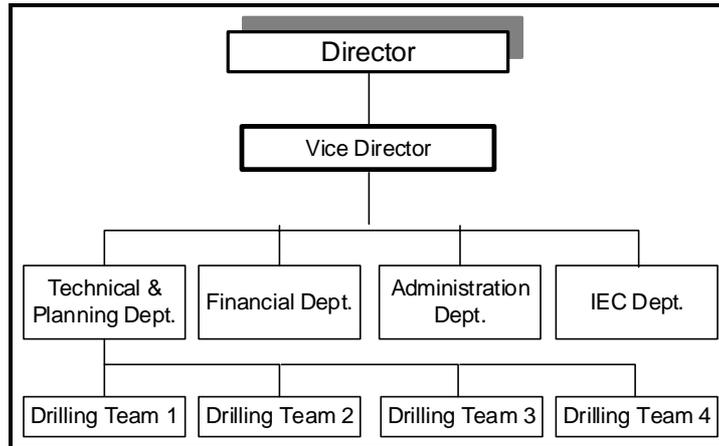


図 2.4 ザーライ省 P-CERWASS 組織図

3) ダックラック省

ダックラック省 P-CERWASS は、調査対象省の中では規模が一番大きく、水道運営事業体として最も確立された組織である。小規模ではあるが、既に 38 の上水道施設の運営管理を実施しているという実績もある。他の P-CERWASS との技術的な格差は、1995 年から開始された DANIDA の全面的支援によるところが大きい。DANIDA は水道施設供与などのハード面、そして職員や住民のキャパシティ・ビルディングや IEC 活動などのソフト面の両面から計画的にダックラック省 P-CERWASS の改善を支援している。

また、ダックラック省 P-CERWASS は技術計画部の傘下にコンサルティング・チームを擁しており、設計等のコンサルティング業務を代行することによりある程度の利益を確保している。

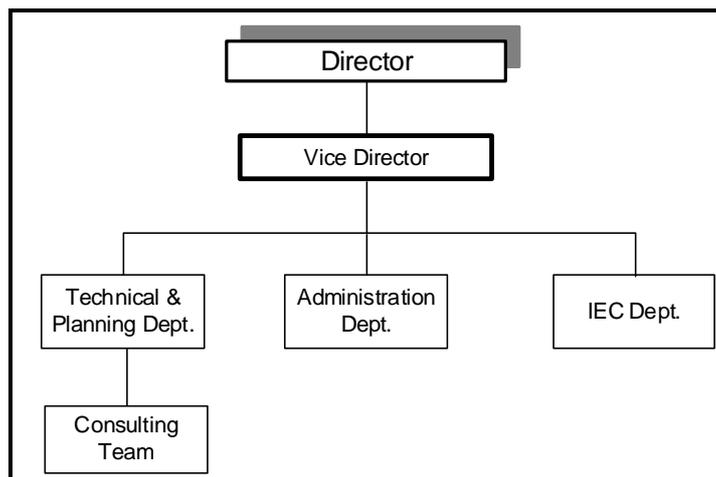


図 2.5 ダックラック省 P-CERWASS 組織図

4) ダックノン省

ダックノン省 P-CERWASS は、2004年6月にダックラック省 P-CERWASS から分離した。実際に活動を開始したのは、2005年からであり、関連データ等はダックラック省と共有していることから、ダックラック省 P-CERWASS に依存する部分がある。ここも DANIDA がダックラック省時代に行った支援を継続しており、職員資質は比較的高い。また、Director 以下ほとんどの職員が、30歳代以下の若い世代であり、職場の士気は高い。

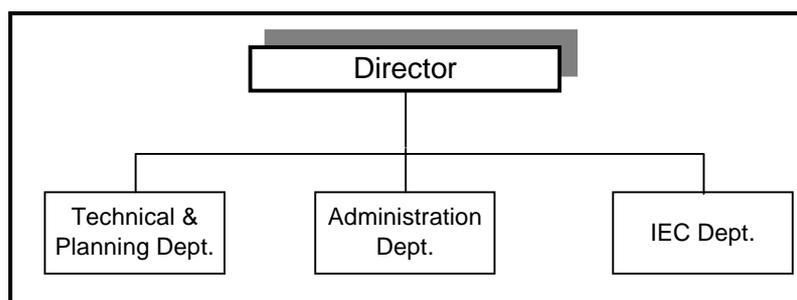


図 2.6 ダックノン省 P-CERWASS 組織図

(4) 農業地方開発局 (DARD)

DARD は各省に設置されており、MARD の地方事務所的な存在であるが、組織上は PPC の一機関である。また、前述の通り、各省の P-CERWASS の上部機関でもあり、人事的な交流もある。本プロジェクトの対象 P-CERWASS の Director 4 名は全て DARD から出向、若しくは転籍している。

DARD の地方給水に対する取組みは、省により異なっており、組織力の高いダックラック省やダックノン省では、P-CERWASS が全面的に実務を委任されており、DARD は最終的な承認機関ではない。しかし、まだ、水道施設運営の経験が乏しいコントウム省とザーライ省に関しては、比較的大きな案件については、DARD が直接管轄することになる。従って、同 2 省の DARD 内には給水課があり、数名の水道担当者及びエンジニアを配置している。ちなみに、コントウム省で実施されている ADB プロジェクト (プロジェクト予算 : 150 億 VND) は DARD 管轄で、P-CERWASS は一切関与していない。

(5) 人民委員会 (PC)

ベトナムの地方給水は、省 (Province)、県 (District)、コミューン (Commune) と行政単位と同様にそれぞれの人民委員会がレベルに応じて給水事業・活動に従事している。基本的には、施設の完成後は、コミューン人民委員会 (CPC) が P-CERWASS の指導を受けながら維持管理を行っていくというパターンが多いが、CPC の運営・管理能力が不足していると認められた場合は、県人民委員会 (DPC) が直接施設の維持管理を行う場合もある。現地調査においても、対象コミューンである Chu Ty (G3) 及び Kien Duk (D6-1) には、既設の簡易水道施設が DPC により建設され運営維持管理されていることが確認された。

2-1-2 財政・予算

(1) 中央政府予算

ベトナム国における地方給水事業費は基本的に MARD が管轄する政府予算が、大蔵省(MOF)を経由し、各省の省人民委員会(PPC)に振り分けられる。この予算が DPC そして CPC に順次配分されることになる。CERWASS 及び P-CERWASS は予算案の策定・要求を行うが、給水事業の資金的な流れには関連しない。

また、各 PPC 及び DPC がドナー機関や中央政府と直接に実施するプロジェクトなどもあるので、全ての地方給水案件を CERWASS、P-CERWASS が把握しているわけではない。

過去 6 年間のベトナムにおける地方給水事業への投資状況を表 2.1 に示す。近年、ドナー資金に対する依存度が高くなっていることが読み取れる。

表 2.1 地方給水事業への投資状況 (2000 年～2005 年)

年度	ベトナム政府資金		ドナー資金	
	十億 VND	(= 百万 US\$換算)	十億 VND	(= 百万 US\$換算)
2000	144	(9.1)	92	(5.8)
2001	269	(17.0)	60	(3.8)
2002	215	(13.6)	85	(5.4)
2003	222	(14.1)	266	(16.8)
2004	226	(14.3)	209	(13.2)
2005	300	(19.0)	295	(18.7)

出所: CERWASS

(2) 対象各省の給水事業への投資状況及び P-CERWASS 予算

表 2.2～表 2.8 に過去 3 年間に於ける対象 4 省の P-CERWASS が管轄する村落給水事業の投資状況と P-CERWASS の活動状況をその資金源別に示す。なお、実質、2005 年度 4 月より活動を開始したダックノン省 P-CERWASS に関しては、財務資料の取り纏めが行われておらず、2004 年度の収入・支出(暫定値)のみを掲載することにする。

財務内容は、それぞれの P-CERWASS により特色がある。例えば、コントゥム及びザーライ省では人件費が主である活動予算は、ほとんど中央・省政府から配分されている。しかし、ダックラック省では、DANIDA からの援助が全体予算の約 75%を占める。また、ザーライ及びダックラック省 P-CERWASS の技術部門の傘下には、それぞれ掘削チーム、コンサルタント・チームがあり、民間企業と同様に入札などで受注した業務を遂行することにより得た利益を活動資金に充当している。

表 2.2 コントウム省 P-CERWASS の地方給水事業への投資状況 (2003 年 ~ 2005 年)

(単位 : 百万 VND)

年	合計金額	地方給水事業への投資状況				
		中央政府	ドナー	省政府	県政府	利用者、その他
2003	13,589	12,252	46	-	-	1,291
2004	9,992	8,943	100	-	-	949
2005	13,529	11,250	994	-	-	1,285

表 2.3 コントウム省 P-CERWASS の活動予算 (2003 年 ~ 2005 年)

(単位 : 百万 VND)

年	合計金額	活動予算の確保先				
		中央政府	ドナー	省政府	県政府	事業
2003	140	-	-	140	-	-
2004	150	-	-	150	-	-
2005	170	-	-	170	-	-

表 2.4 ザーライ省 P-CERWASS の地方給水事業への投資状況 (2003 年 ~ 2005 年)

(単位 : 百万 VND)

年	合計金額	地方給水事業への投資状況				
		中央政府	ドナー	省政府	県政府	利用者、その他
2003	11,865	4,009	1,368	1,588	135	4,765
2004	14,012	5,997	1,298	1,439	150	5,128
2005	29,458	16,353	1,935	1,844	255	9,071

表 2.5 ザーライ省 P-CERWASS の活動予算 (2003 年～2005 年)

(単位：百万 VND)

年	合計金額	活動予算の確保先				
		中央政府	ドナー	省政府	県政府	事業
2003	3,430	2,215	384	687	-	144
2004	5,935	4,522	304	919	-	190
2005	8,441	6,454	923	1,000	-	64

表 2.6 ダックラック省 P-CERWASS の地方給水事業への投資状況 (2003 年～2005 年)

(単位：十億 VND)

年	合計金額	地方給水事業への投資状況				
		中央政府	ドナー	省政府	県政府	利用者、その他
2003	30	6	13	4	-	7
2004	35	7	15	5	-	8
2005	40	8	18	5	-	9

表 2.7 ダックラック省 P-CERWASS の活動予算 (2003 年～2005 年)

(単位：十億 VND)

年	合計金額	活動予算の確保先				
		中央政府	ドナー	省政府	県政府	事業
2003	16	-	13	1	-	2
2004	17	-	15	1	-	2
2005	24	-	18	1	-	5

表 2.8 ダックノン省 P-CERWASS の収入・収支 (2004 年)

(単位：VND)

収入	支出	収支
837,256,000	780,380,000	56,876,000

2-1-3 技術水準

本プロジェクトでは、CERWASS の技術的指導のもとに、地方省傘下の省地方給水衛生センター（P-CERWASS）が中心となり、プロジェクトの実施にあたる。CERWASS の職員の学歴は以下の通りである。高等学歴を持つ職員数は下記の通りである。

博士課程修了	2 名	(Hydrology, Medicine)
修士課程修了	8 名	(Hydrology, Water
学士課程卒業	55 名	Supply, Irrigation, Economics, 他)

各省の P-CERWASS の職員数及び学歴を、表 2.9 に示す。現状では、DANIDA が 1995 年からソフト・ハード両面において全体的な支援をしているダックラック省及び 2004 年そのダックラック省から分離したダックノン省を除き、コントウム及びザーライ省の P-CERWASS は、近代的な水道施設の維持管理の経験がほとんど皆無である。また、DARD から分離独立した機関であることから、職員の職歴・学歴に関しては農業や地質分野の人材が多く、水道の知識を持った職員は少ない。

表 2.9 各 P-CERWASS の職員数及び学歴

省	職員数		職員の学歴
	正規職員	契約職員	
コントウム	7	2	1) 修士号(Master degree)所持者 - 1 名 (Irrigation) 2) 学士号(Bachelor degree)所持者 4 名 (Geology, Economy, Technical 等)
ザーライ	27	30	1) 学士号所持者 8 名 (Hydrogeology, Civil Engineering, Water Supply, Economics 等) 2) 職業訓練学校 12 名
ダックラック	9	30	全体の 80%が学士号(Bachelor degree) の所持者 - Water Supply, Hydrogeology, Finance, Accountancy, Civil Engineering 等
ダックノン	7	8	学士号所持者 10 名 (Irrigation, Economics 等が多く、Hydrogeology, Water Supply 等の水道関連学部出身はいない)

2-1-4 既存の施設・機材

(1) 手掘り井戸（UNICEF ハンドポンプ付き掘抜き井戸を含む）

深さ 5～30m の手掘り浅井戸が、対象地域の多くの家庭の生活用水として利用されている。多くの浅井戸は乾期に地下水位低下に伴う水量不足、雨期に濁り水が発生している他、少なからず人為汚染を受けている。

(2) 湧水、溪流、河川

これらの水源は、少数民族の主要な水源であった。しかし、森林を切り開くコーヒー等のプランテーションの発達により、湧水箇所が減少が著しく、水源として利用できなくなっている。しかし、コントウム省 K3 コミューン（依存度 40%）、同省 K4（20%）、ザーライ省 G1（数%）、ダックラック省 D2（30%）では湧水に依存している割合が多い。ダックノン省 D6 コミューンでは、15%の人々が溪流を水源としている。

(3) 現状水源の満足度

対象コミュニティ 4 省の住民の半数以上が水量、水質、機器に改善の余地があるとしている。コントウム省では、自己水源の少なさを反映して、遠距離運搬に対する不満が半数を超えているが、他省では少ない。機器の改善要求（汲み上げの電動化）も多い。コミュニティごとの水量、水質状況は次の通りである。

- 乾期の水量不足：満足度 30%以下（改善要求度 70%以上）は、コントウム省全て（K2、K3、K4）、D4。同 60%以下はザーライ省全て（G1、G2、G3、G4、G5）
- 水質：D1、D2、D3、D6 を除くコミュニティでは 50%以上の住民が不満を訴えている。

表 2.10 既存水源に対する改善要求

	遠距離運搬	機器	水質	水量
コントウム省	58%	66%	52%	36%
ザーライ省	6%	56%	60%	81%
ダックラック省	17%	44%	33%	60%
合計	25%	55%	48%	60%

（出典：JICA 開発調査、ダックラック省に分離前のダックノン省を含む、調査対象は 20 コミューン）

(4) 深井戸

いくつかの公共施設で使われているのみであり、民間での使用は例外的に D2、D6 コミューンに数ヶ所見られるのみである。

(5) 中央給水システム

中央給水システムは、井戸または地表水の取水・導水システム、浄水システム、高架水槽・配水システムから成り、給水人口は1,000人程度であり、主として戸別給水を行うシステムである。同システムは、地方給水においてまだ新しく、CERWASSでは1995年以降から建設を進めている。「北部」無償及び本案件である「中部」無償はこのシステムである。

先に述べたが、コントウム省に1ヶ所（+ADB援助による5ヶ所）、ザーライ省に6ヶ所、ダックラック省に24ヶ所、ダックノン省に18ヶ所とまだ数は少ない。6ヶ所のシステム（下表参照）から判断すると既存システムは下記の課題を抱えている。

- 配水池がない。24時間給水が困難である。
- ポンプ稼働時間が数時間であることから、時間給水を行っている。
- 従い、配水管への汚水混入の恐れがある。
- 戸別貯留施設における水質管理が不十分である。
- 配水管への直接ポンプ注入により水撃圧が発生し、管布設後10年しか経過していないにもかかわらず、漏水が多く、管路事故発生要因となっている。
- 各戸にユーザー負担でメーターが設置されているが、メーターの精度は不正確である。

改善されつつあるが、ベトナム国の指示系統に関するシステムは、トップダウン方式である。建設はCERWASS、建設後の維持管理はCPC（コミュン人民委員会）と分離している。

表 2.11 中央給水システムの概要（1990年代）

名称	給水人口 (人)	接続戸数 (戸)	方式	操業開始年
Ea Phe (D3 近傍)	2,000	300	浅井戸、ポンプ、無処理	1996
Cu M'Gar Town (D4 近傍)	3,000	189	同上	1998
Buon Trap (D3 近傍)	2,000	250	同上	1996
Chu Ty Town (G3)	1,200	240	深井戸、ポンプ、無処理	1992
Chu Prong Town (G4 近傍)	2,500	>300	同上	1998
Dak To Town (K4 近傍)	n.a.	n.a.	溪流、重力式、マンガン 処理、塩素消毒	1998

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

対象地域のコントゥム省、ザーライ省、ダックラック省、ダックノン省の省都であるコントゥム、ブレイカー、ボンマトート、ギアニアは、国道14号線で結ばれている。各省都から各コミューンへの連絡道路は国道や省道が整備されている。国道や省道は、2車線（一部で4車線）で舗装がされている。国道19号線の表層状況は良好であるが、その他道路は、簡易舗装であるため表層の状況は良好でない。通行としては、概ね良好である。

国道や省道では、拡幅（2車線から4～6車線へ）が計画されている路線があり、現在拡幅の工事が一部進められている路線もある。また、橋の架け替え工事も現在進められている箇所もある。コミューン内の道路は、無舗装が多く、舗装されている道路は少ないが、一部のコミューンでは舗装が多いところもある。道路幅は、2m～6mである。

表 2.12 各コミューンの道路状況

省	コミューン	国道、省道	コミューン内道路	備考
コントゥム	1. Dak Su(K2-3)	国道14号線沿い	舗装道路と無舗装道路が同じ位である。	
	2. Dak Ui(K3-1)	省道沿い	同上	
	3. Dak Hring(K4-1)	国道14号線沿い	同上	
ザーライ	1. Kong Tang(G1)	国道19号線沿い	舗装道路が多く、無舗装道路が少ない。	国道は有料道路である
	2. Nhon Hoa(G2)	国道14号線沿い	舗装道路が少なく、無舗装道路が多い。	
	3. Chu Ty(G3)	国道19号線沿い	舗装道路と無舗装道路が同じ位である。	
	4. Tang Hung(G4-1)	国道19号線沿い	同上	
	5. Ngia Hoa(G5-1)	省道沿い	舗装道路が少ない。	
ダックラック	1. Krong Nang(D1)	省道沿い	舗装道路が少なく、無舗装道路が多い。	
	2. Ea Drang(D2)	国道14号線沿い	舗装道路と無舗装道路が同じ位である。	
	3. Krong Buk(D3-1)	国道14号線沿い	舗装道路が少なく、無舗装道路が多い。	
	4. Ea Drong(D4-1)	省道沿い	同上	
ダックノン	1. Kien Duc(D6-1)	国道14号線沿い	舗装道路が多く、無舗装道路が少ない。	国道は有料道路である

(2) 下水

雨水排水の施設もほとんど整備されておらず、下水道の施設は整備されていない。

(3) 電気

多くの家庭に電気が供給され、家電製品が使用されている。貧困家庭では電力供給がないところもあるが、対象地域全体から見ると少ない。対象地域には、電力が十分供給されており、停電頻度も少なく、停電時間も短い。CPC には電気関係の職員が 3~4 名在籍し、メーター読み取り及び料金徴収を行っている。その料金は、電力会社に納入されている。

(4) ガス

対象地域の燃料は、薪、炭、プロパンガスが使用され、ガス供給施設およびガス管路網は整備されていない。

(5) 通信

対象地域の固定電話のケーブルは、電柱に架線されている。近年は携帯電話が普及しており、対象地域でもアンテナ網が整備され、使用が可能である。

(6) その他

全てのコミュニティに少なくとも一つの診療所があり、2 人以上のスタッフが常駐している。義務教育機関である小学校(6 歳から 10 歳)はすべてのコミュニティにある他、6 歳から 7 歳あるいは 9 歳までの児童が通う分校もある。県都には中学校、高等学校がある。

2-2-2 自然条件

(1) 気象

対象地域の気候は、熱帯モンスーンに属するが、高原地方の地形条件に左右されて平均気温は 18.5 ~ 27 の範囲にわたっている。最高気温は 3 月~5 月に 33 ~ 37 、最低気温は 12 月から 1 月に 8.4 ~ 14.8 である。年降水量は 1,347~2,476mm にあり、地形および標高によって変化し、かつ、11 月~4 月の乾季と 5 月~10 月の雨季が顕著である。対象地域の日中の最高気温は、年間を通して 27 以上あり、朝夕は気温が下がり、日中の気温変化が大きい特徴がある。乾季の 3 月から 5 月までは高温が続き、雨季は温度が下がるが湿度が増すため、体感的には下がらない。雨季は、ほぼ毎日夕刻から翌朝にかけてスコールや一晩中の降水があり、降雨強度も強く、多湿となる。

(2) 地形

調査対象地域 4 省は、東隣のラムドン省を含めて中部山岳高原に属する。同高原は面積

55,000km²、南北 720km、東西 60km の地域でラオスとの国境をなしているチュオンソン（アンナン）山脈の南端に位置している。中部山岳高原の北側コントゥム省、ザーライ省北部はノック・リン山（標高 2,598m）、南側のラムドン省のチャヤンシン山（標高 2,405m）をはじめとする高山が多い。コントゥム省、ザーライ省、ダックラック省の各高原（標高 400～700m）の東側がチュオンソン山脈の分水嶺となっており、ザーライ省の東半分が東側の南シナ海に流入しているのを除くと、河川は東から西に向かって流下し、カンボディア領内でメコン川に合流している。

中部高原一帯は、かつては山岳少数民族が居住する広大なサバンナ地帯であったが、近年、地質が肥沃な紅土主体であることから、キン族の入植が進み、コーヒー、ゴム、胡椒の大規模栽培が行われて、現在では輸出農産物の生産基地となっている。

(3) 地質

チュオンソン山脈が南北に連なり、全ての時代のの花崗岩類、片麻岩、雲母片岩などの変成岩類、石英安山岩、流紋岩、玄武岩溶岩などの火山岩類が広く分布している。高山の多い北部のコントゥム省、南部のラムドン省は主として花崗岩類、変成岩類からなる。一方、ザーライ省省都のブレイクー市、ダックラック省省都のバンメトート市近傍は玄武岩の溶岩台地が広く分布している。その規模は、ブレイクーで南北 100km、東西 80km、南部のバンメトート市で南北 90km、東西 70km と広大である。この風化生成土である肥沃な紅土地帯でコーヒ、ゴム、胡椒の栽培が行われている。また、調査対象 4 省では、コントゥム省を除いて、すべてのコミューンでこの玄武岩を揚水対象地質としている。調査地域の地質層序、地質分布状況を表 2.13、図 2.7 に示す。

(4) 表層部の地盤条件

施工にあたって必要な表層部(深度 2～3m まで)の地盤状況は、以下の通りである。

コントゥム省： 平坦部は沖積層の砂、礫、粘土からなる。丘陵部は基盤岩の風化した礫混じり粘性土からなる。

その他の省： 玄武岩の風化、ラテライト化した粘土、シルトからなる。G2 - No.3 新期井戸周辺では、約 700m 区間玄武岩の風化した岩塊が道路面に露岩しているので、設計・施工にあたって考慮する必要がある。

表 2.13 調査地域周辺の地質層

時代	地層	岩石	貫入岩、深成岩
新生代	第4紀(Q)	平地/窪地の沖積堆積物(Q) 玄武岩溶岩(Q ₂₋₄)	
	第4紀下部層	玄武岩溶岩(N ₂ -Q ₁)	
	新第3紀上部層	コントゥム省以外の広範囲で 高原を形成	
	新第3紀中/下部層(N)	砂岩、泥岩など	
	古第3紀層		新期花崗岩類 ダックラック省では閃緑 岩類
	古第3紀層下部～中生代末		ザーライ省では黒雲母花 崗岩 ザーライ、ダックラック省 と一部コントゥム省に花 崗岩類
中生代	白亜紀(K)	砂岩、礫岩	
	ジュラ紀中/下部層(J)	ダックラック省では海成の砂 岩、泥岩、石灰岩、礫岩(J ₁₋₂)	
	三畳紀層(T)	一連の火山起源 - 堆積岩 砂岩、泥岩、石灰岩、礫岩など。 ザーライ省とバ川流域では流 紋岩や石英安山岩が貫入(T ₂)	
古生代	二畳紀上部層	バ川流域では玄武岩類	
	二畳紀中部層(P)	ダックラック省では頁岩、石灰 岩及び安山岩の貫入	
	石炭紀下部層(C)	ザーライ省のバ川で玄武岩、変 成岩	
	Ordovician層(O)	コントゥム省の西で変成岩、珪 岩、石灰岩	
	Cambrian 中部層		
	Cambrian 下部層	ザーライとコントゥム省に変 成岩、珪岩、石灰岩(PR ₃)	調査地域の随所で花崗岩、 ミグマタイト
原生界	原生界上部層		
	原生界中/下部層	ザーライとコントゥム省に片 麻岩、珪岩(PR ₁₋₂)	
	始生界(AR)	ザーライ省バ川上流域にグラ ニュライト、晶質変成岩	ザーライ省バ川上流域に 花崗岩、ミグマタイトなど

出典：地質鉱山局



図 2.7 調査地域の地質分布状況

(5) 水理地質

調査地域の地下水は、岩盤内の裂隙(亀裂)部に賦存する。岩盤には玄武岩、中生代の堆積岩類及び花崗岩類がある。調査地域の水理地質は下表のように区分されている。

表 2.14 調査地域周辺の水理地質区分

水理地質	地質	層厚(m)	産出量 (m ³ /day/well)	比湧出量 (m ³ /day/m)
1. 沖積堆積層	砂、礫	3~5	-	4.3~28.5
2. 洪積堆積層	砂、礫	10~15	17~34	-
3. 第3紀堆積岩層	砂岩、石灰岩、礫岩	10~500	-	5.2~46.7
4. 新期玄武岩	ソレアイト質玄武岩	80~150	14~900	0.8~310
5. 古期玄武岩	カンラン石玄武岩	10~150	14~1,270	0.8~264
6. 白亜紀堆積岩類	砂岩、石灰岩、礫岩	-	-	1.7~17.3
7. ジュラ紀堆積岩類	砂岩、石灰岩、礫岩	-	-	4.3~28.5
8. 先中生代の花崗岩類	片麻岩、花崗岩	-	-	0.8~2.6

出典：地質鉱山局、空欄箇所はデータ入手不可

2-2-3 その他

(1) 地雷/不発弾の処理

対象地域全てにおいて事業実施前の段階で地雷及び不発弾の探査及び除去が義務つけられている。探査及び除去は軍に委託（有料）して実施する。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 プロジェクトの目的

ベトナム国、特に地方部では、生活用水として川、池、湧泉などの地表水、浅井戸の地下水、雨水を利用しているが、水源の汚染や乾期の水源枯渇から衛生的な飲料水を安定的に確保することは難しく、住民の健康維持や社会の発展の大きな障害となっている。このような事態を打開するためベトナム政府は、2002年8月にNRWSS(National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy)を、地方給水・衛生セクターの基本政策として承認した。NRWSSの目標は下記の通りである。

-
- 2020年までに、全ての地方農村住民が安全で清浄な水を少なくとも一人一日当たり60リットル利用できること。

 - 2010年までに、地方農村住民の85%が安全で清浄な水を一人一日当たり60リットル利用できること。

 - 2005年までには、幼稚園、学校、病院、市場及び公共施設に清浄な水を供給する。
-

これに応えるため、我が国は北部地方12コミューンを対象とした給水施設建設・井戸掘削機材供与を実行し、2005年度に完成した。

一方、NRWSSでは水源に問題のある地域を3つ^{*}上げているが、その一つである山岳地域の中部高原において、我が国の協力により地下水開発計画調査(M/P及びF/S)が実施された。同調査では、3省(人口306万人、1999年)の県庁所在地及び準じる都市である20コミューン^{**}(人口12.8万人、2000年)を対象として、年間を通して水量・水質の安定している被圧地下水(深井戸)の存在、適正揚水量調査を行い、確認された水源に対する給水施設のM/P及びF/Sが策定された。

* この他、塩分濃度の濃い水質である沿岸及び島嶼部と地下水位が深く表流水源の乏しい石灰岩地域が上げられている。

** コントウム省ではDistrictタウンを対象にADB事業が進められている。

表 3.1 中部高原地域の水道計画（再掲）

（単位：ヶ所）

水道計画	中部高原	コンナム省	ザライ省	ダックラック及び ダックノ省	ラムドン省
配管計画	900	99	225	415	161
掘抜き井戸	7,267	796	1,815	3,353	1,303
手掘り井戸	14,405	1,578	3,606	6,643	2,578
湧水保全	1,249	137	312	576	224
雨水タンク	14,152	1,555	3,545	6,519	2,533
戸別ろ過施設	10,432	1,141	2,598	4,816	1,877
予算（百万 VND）	863,133	94,867	215,794	398,000	154,877

（出典：MARD）

本プロジェクトは、同開発調査の提言に基づき、5 コミューン（K3-1 Dak Ui, G1 Kong Tang, G2 Nnoh Hoa, D2 Ea Drang, D4-1 Ea Drong, 給水人口 44,974 人）で給水施設を建設し、衛生的な飲料水を安定的に供給すること及び他のコミュニティの給水施設建設を促進するため、井戸掘削機材を供与することを通じて、NRWSS の達成に寄与することを目的としている。

3-1-2 プロジェクトの概要

3-1-2-1 施設整備と機材供与の必要性

NRWSS 達成に向け、これまで手掘り井戸及び浅井戸を利用した小規模給水システムが数多く建設されてきたが、これらの水源では汚水の浸透による水質悪化や、乾季における水量不足という問題を抱えている。さらに、小規模給水システムは CPC により維持管理されてきたが、維持管理体制は脆弱であった。また、同システムの施設数が多いことから、監督機関である P-CERWASS は CPC に対し十分に監督できなかった。これらの問題に対応するため、CERWASS は、深井戸や表流水を利用した比較的事業規模の大きな中央給水システムの導入に移行した。

しかしながら、CERWASS は大規模の水道計画の経験が少ないことから、本計画では協力対象事業として 3 省 5 コミューンに対する大規模水道（中央給水）システムを建設すると共に、建設された施設の維持管理体制の強化を図ることとする。さらに NRWSS の達成に向け、5 コミューン以外の多くのコミュニティにおいても大規模水道システムの建設を進める必要があるが、この水源開発に必要となる深さ 200m の深井戸掘削機材を供与することとする。この大規模施設整備及び井戸掘削機材供与を通じ、CERWASS 職員は水道技術及び掘削技術を OJT により習得することが期待できる。これらにより、本プロジェクト終了後においても NRWSS の達成に寄与する。また、資料 15 に施設整備と機材供与の必要性について詳細を述べている。

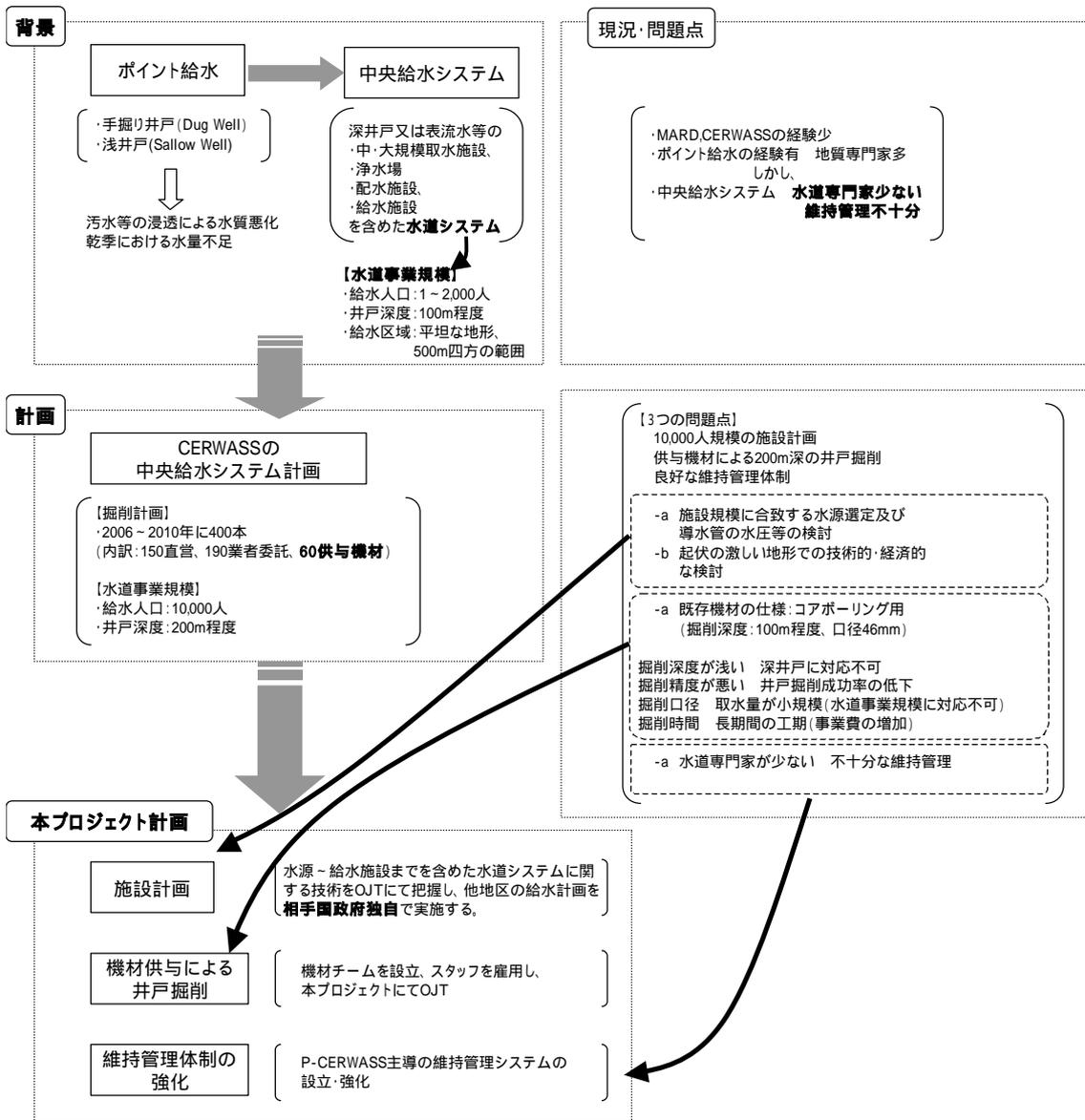


図 3.1 施設整備と機材供与の必要性の流れ

協力対象事業による3省5コミュニティの施設整備で給水人口は44,974人増加し、給水普及率1.4%の増加に寄与する。

機材供与により、中部高原地域では5ヶ年で60本の深井戸を掘削する。掘削コミュニティは、施設整備対象5コミュニティに、その他の16コミュニティを合わせた21コミュニティである。21コミュニティにおける給水人口は20万人、給水普及率は6.3%増加する。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

- 既存井戸（JICA 開発調査で掘削した試験井及びベトナム側で実施した掘削井戸）を活用する。
- 導水管、浄水場、ポンプ場、配水管等の既存水道施設を活用する。
- 鉄、マンガン除去に適正な浄水処理施設を計画する。
- 安全な飲料水を確保するために消毒設備を計画する。
- 導水管、配水管の材質は、ベトナム国基準に照らしてできる限りベトナム国で調達可能なものとする。
- 浄水機能を満たした上で、提案する WMU（Water Management Unit）で雇用されるコミュニケーション出身の職員が運転・維持管理のできる水道システムを計画する。従って、運転に必要な最低限の監視設備と手動運転方式とし、単純な装置による設備を計画する。
- 井戸掘削機は、本プロジェクトの新規井戸のみではなく、その後も中部高原山岳地域で広く使用されるものであることから、本プロジェクトの掘削仕様のみでなく、中部高原山岳地域で今後掘削される井戸仕様にふさわしいものとする。
- 各家庭への給水は、資材（給水管及び付属設備、水道メータ）を供給し、布設は受益者負担で行うものとする。

3-2-1-1 自然条件・社会条件に対する方針

(1) 自然条件に対する方針

対象地域は、北緯 13° に位置し、標高は+350m～+750m の高原地域である。気候は、熱帯モンスーンに属し、一年は乾期と雨期に分かれている。乾期の最高気温は 33 ～ 37 の高温で、日中は日差しが強い。雨期には、毎日朝夕に雷を伴うスコールがあり、日中は高温多湿となる。従い、雷に配慮する必要がある。建物では、高温、多雨、多湿に留意した設計を行う。ベトナムは全土にわたり弱地震国であるので、構造物に対する対地震配慮が必要である。

中部高原地区の地層条件は、表層（深度 5 - 20m）に硬い未固結層が現われ、目標とする帯水層に到達するには深度 200m 付近まで掘削する必要がある。よって、井戸掘削機材については、この水理地質条件に対応する仕様とする。

(2) 社会経済条件に対する方針

対象地域は、ほとんどが一次産業（田畑、ゴム園、コーヒー園、胡椒園）を中心としたコミュニティである。少数民族や宗教面について、配慮すべき社会問題は特に見られない。

ベトナム国の公共事業においては、土地収用が大きな課題となる。個人所有の土地の場合は、特に土地収用の同意取得および許可手続きが複雑なため時間を要する。従って、施設予定地の選定は、できる限り公共用地を選定する。

対象地域では、ベトナム戦争時の不発弾が残置されていることが想定されているため、工事着手前にベトナム国側で探査及び処理を実施することとしている。

3-2-1-2 建設・調達状況・問題点

(1) 建設事情/調達事情もしくは業界の特殊事情/商慣習に対する方針

工事に使用される一般の建設資材(砂、砕石などの骨材等)の多くは現地で調達が可能である。しかし、その他の建設資材及び井戸用ポンプはハノイやホーチミンから調達していることに留意する。設置機器のうち、配水用ポンプ、流量計、バルブ等は、日本または第三国から調達する。

配管布設にあたり、管路が既存の国道・河川・水路・河川堤防等の重要なライン施設を横断する際には許認可手続きが必要となると共に、工事はベトナム側(当該施設管理機関)に委ねる事となる。

(2) 現地業者(建設会社、コンサルタント)の活用に係る方針

ザーライ省及びダックラック省には、国営および民間の建設業者があり、道路、橋梁、河川、上下水道、電力、通信、建物などの建設を行っているが、中小規模の工事¹である。大規模な工事は、ハノイやホーチミンの建設会社が施工している。

しかし、現地の建設業者は、中小規模の建設の経験があり、建設機械は老朽化しており不安は残るものの、日本人の指導のもと下請けとしての活用は十分可能である。

この地域には、コンサルタント会社が存在する。ザーライ省のコンサルタント会社が設計したKrong Pa コミューン 水道施設を視察した。水道施設は既設井戸(JICA 開発調査時に掘削)を水源とし、エアレーション設備、濾過機の浄水処理設備で構成されている。消毒設備は設置されていない。機械設備は、水中ポンプ、横軸ポンプがあり、電気設備は貧弱な設備である。この設備で処理されている飲料水は、水質が良くないとのことである。

従い、現地コンサルタントの水道施設についての知識は、十分ではなく、小規模の短い設計期限の厳守も難しいことから、下請けとしての活用は困難である。

¹ ダックラック省の省都であるボンマトートにおいて、下水道の配管工事現場を観察したところ、ロシア人の指導により雨水管と污水管の布設工事を行っていた。雨水管はコンクリート管、污水管はPVCであった。人孔は既成のコンクリート製であるが、粗悪品の可能性が高い。建設機械は、バックホウ、パワーショベル、振動ローラ、タンパーを使用していたが、老朽化した機械であった。翌朝は、バックホウが故障して、修理を行っていたが簡単には直らなかった。施工は簡単な設計図を基に進められていたが、施工は粗雑で安全対策や通行の確保は十分ではなかった。

(3) 井戸掘削機材の調達状況及び問題点

中国製を始めとするアジア製およびロシア製の井戸掘削機材は、性能面・耐久性において問題があり、現地政府からも購入先としては不適切であると指摘されていることから、日本から調達するのが妥当である。

3-2-1-3 維持管理の容易性、経済性

対象コミュニティにとって、水道施設は新しい公共施設である。これらを維持管理するにあたっては、各省の P-CERWASS の技術指導のもと、各コミュニティに運営組織を置き、維持管理することとなる。従い、維持管理に関しては、できるだけ専門知識が不要で、かつ労力を要さず、かつ部品等の調達が容易な施設とすることが望まれる。

また、井戸掘削機材については、プロジェクト終了後、CERWASS が機材チームを設け、そこで維持管理を行うこととなっている。採用される運転・維持管理要員は「北部」無償のスタッフから技術移転を受ける計画となっているので、導入する掘削機材の内容は「北部」のものと同程度とし、「北部」の技術スタッフが問題なく運転・維持管理できる水準とする必要がある。

財源についても、CERWASS の予算や住民の費用負担能力も限られているので、できるだけ維持管理に係る費用を低減できる機材構成や施設内容とする必要がある。特に維持管理費の大半を占める電力費の低減に留意する必要がある。また、掘削機材は「北部」に既に導入済みの機材と同水準のものにすることにより、スペアパーツや消耗品の共有化による維持管理費の低減を目指す。

(1) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

JICA 開発調査でパイロットプロジェクトが実施された 1 コミュニティ及び小規模ながら既存施設のある 1 コミュニティを除く他のコミュニティにとっては、給水施設を運営するための新組織が必要である。これについては P-CERWASS の指導を受けて各コミュニティに WMU (水管理組合) を設立し、給水事業の運営を担う方針である。WMU は、ベトナム国政府の方針に基づき水道使用料金を収入源として独立採算方式で運営維持官営をしていくことが期待されている。上記の 3 コミュニティの運営についても、計画する施設規模が拡大するので、同様な組織に改編する。

なお、ダックラック省においては、P-CERWASS が省内の大規模水道全ての運営・維持管理を行うことを州政府に提案しており、許可が得られる見込みである。

(2) 機材の運転維持管理に対する方針

我が国は「北部」無償で井戸掘削専用機材を供与した。同機材を用いて 2005 年までに 16 本の井戸掘削を行った。同機材は今後も北部乾燥地域各省で年間 8 本の掘削を行い北部地域の水道普及率向上を図る計画である。供与された機材は技師以下 9 名のスタッフで運転・維持管理されており十分機材を使いこなしている。

「中部」で供与される機材は、機材チームを中部に設け、「北部」同様9名のスタッフを雇用し、「中部」無償で経験を積むあるいは「北部」のスタッフから訓練を受け、十分運転維持管理が可能であると判断する。上記に対応する事業予算は確保できるものと判断する。

3-2-1-4 工期に係る方針

本計画の水道施設は、除鉄、除マンガン設備が必要であるものの、一般的な水道施設であり、地質も良好であるため、一般的な建設資材と建設機械を用いて施工する。従って、特殊な工法はなく、調達も特殊なものはない。

工事期間は以下の理由により3年で計画する。

- 建設地（5 コミューン）が3省にまたがって広い範囲で点在していること
- 管路が導水管約20.0 km、配水管約149.1 kmと長いこと
- 雨期が長いこと（5月～10月、約6ヶ月）
- 降水量（雷を伴う）が多いこと

本計画で施設（井戸、浄水場、配水池等）建設のために用地を取得する必要があるのは数十ヶ所に上る。用地取得は先方負担であるが、ベトナム国では土地収用に長期間を要することから、用地取得に遅滞ないように計らう必要がある。

井戸掘削地点、揚水量はJICA開発調査結果を基に本調査において補足で物理探査を行った上で決定した。しかし、井戸の成功率は80～85%と想定されており、井戸の掘削地点の変更あるいは最悪の場合は、所要水量が確保できないこともある。従い、井戸を除く水道施設の建設は井戸位置の確定の上で進める。従い、確認する期間を確保する工程とする。

上記理由の通り、井戸工事が先行して実施されるため、井戸掘削機材の調達については、本プロジェクト全体の工程を遅延なく、進捗させるよう速やかに機材配備が可能な工程を計画する必要がある。

給水管工事は、先方機関の負担工事である。先方負担は、住民負担及び中央政府のカウンターパートファンドで賄われる見込みである。前者に対してはIEC活動を通じた事前広報、後者のためには実施機関と十分な協議を行って資金調達に遅れが生じないように図る。

3-2-2 基本計画（施設計画 / 機材計画）

3-2-2-1 計画目標年次

本計画の目標年次は下記に基づき、2010年とする。

- 本プロジェクトは我が国の無償資金協力として実施するものであり、本事業目標は現状または近い将来状況におき、早期の事業効果の発現を図ることを基本とする。
- NRCWSSの目標年次の一つが2010年となっている。
- JICA 開発調査の目標年2010年と一致する。
- 本プロジェクトで建設する施設の最終完成年が2010年の見通しである。

3-2-2-2 計画給水区域と給水人口

給水区域は、民家の密集度・離散度から決定した。給水区域を基本設計図 DWGNo. (1) ~ (5) に示す。2010年における各コミューンの推計人口は、2000年から2005年の人口増加率を用いて算出した。2010年の総人口は52,910人である。給水普及率はNECWSSの目標85%を採用し、給水人口は44,974人である。

2010年における給水区域内人口は、今後も実績程度の増加があるものとし、2000年～2005年までの各給水区域内人口実績値より増加率を算定して推計した。

また、2011年以降については開発計画等が一段落することから、当該地域の増加率を値を採用した。ただし、実績値において人口増加傾向が既に落ちついている区域については、2010年までと同様にその傾向が続くものとする。以下に各コミューンの人口増加率と2010年、2020年の推計結果を示す。

表 3.2 給水区域内計画人口

省	コミューン	現在人口(人) 2005年	増加率 (%)		計画人口 (人)	
			2005-2010年 実績値	2010-2020年 採用値	2010年	2020年
コントウム	K3-1 Dak Ui	2,505	5.30	2.03	3,243	3,965
	(K3) (全体)	(5,704)			(7,386)	(9,038)
ザーライ	G1 Kong Tang	6,668	3.70	2.30	7,996	10,038
	G2 Nhon Hoa	11,479	0.80	0.80	13,521	16,809
ダックラック	D2 Ea Drang	19,465	0.30	0.30	19,759	20,360
	D4-1 Ea Drong	7,600	2.00	1.20	8,391	9,454
	(D4) (全体)	(9,644)			(10,648)	(11,996)
合計	(K3,D4の全体を除く)	47,717	-	-	52,910	60,626

*1 G2(Nhon Hoa)は、2000年～2003年までの人口データしか得られなかった為、その後の人口は推計値としている。

*2 D2(Ea Drang)の2020年推計人については、2地区(K.9, B.Le Da)の人口が、新規給水区域内人口として加わる。

3-2-2-3 計画給水量

2010年、2020年における各コミュニティの水道普及率及び原単位水量を以下のように設定した。

表 3.3 水道普及率及び原単位水量の設定

年	2010年	2020年
水道普及率(%)	85	100
原単位水量(l/人/日)	60	60

さらに、給水計画時に必要とする一日平均給水量、一日最大給水量、時間最大給水量は、以下の定義で算定されるものとする。

表 3.4 一日平均給水量、一日最大給水量及び時間最大給水量の定義

項目	定義
一日平均給水量 (Q_{av})	$Q_{av} = \text{有効水量} \times \text{給水人口} \times (1 + \text{無効水量率}(10\%) + \text{業務用水}(10\%))$ 給水人口 = 給水区域内人口 × 普及率 (2010年:85%、2020年:100%) 有効水量 = 原単位 (60L/日人) × 給水人口 無効水量率 (10%): 漏水率 業務用水: 有効水量の10%とする。
一日最大給水量 (Q_{max})	$Q_{max} = \text{一日平均給水量}(Q_{av}) \times \text{日最大係数}(1.3)$ 一日最大給水量により、以下の施設仕様・能力が設定される。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 井戸本数 (適正揚水量によって本数を算定する) ➤ 導水管径 ➤ 浄水場処理能力 ➤ 高架水槽及び配水池容量
時間最大給水量 (q_{max})	$q_{max} = \text{一日最大給水量}(Q_{max}) \times \text{時間係数}(2.0)$ 時間最大給水量により、配水管管径が設定される。

上記の定義から、2010年及び2020年の一日平均給水量、一日最大給水量、時間最大給水量を算定した。以下に算定結果を示す。

表 3.5 各コミュニティの一日平均給水量、一日最大給水量及び時間最大給水量(2010年)

省	コミュニティ		推計人口 (人)	給水人口 (人)	普及率 (%)	日平均 給水量 (Q_{av} :m ³ /d)	日最大 給水量 (Q_{max} :m ³ /d)	時間最大 給水量 (q_{max} :m ³ /hr)
コントウム	K3-1	Dak Ui	3,243	2,757	85	199	259	22
	(K3)	(全体)	(7,386)		37			
ザーライ	G1	Kong Tang	7,996	6,797	85	489	636	53
	G2	Nhon Hoa	13,521	11,493	85	827	1,075	90
ダックラック	D2	Ea Drang	19,759	16,795	85	1,209	1,572	131
	D4-1	Ea Drong	8,391	7,132	85	514	668	56
	(D4)	(全体)	(10,648)		67			
合計 (K3,D4の全体を除く)			52,910	44,974		3,238	4,210	-

表 3.6 各コミュニティの一日平均給水量、一日最大給水量及び時間最大給水量(2020年)

省	コミュニティ		推計人口 (人)	給水人口 (人)	普及率 (%)	日平均 給水量 (Q_{av} :m ³ /d)	日最大 給水量 (Q_{max} :m ³ /d)	時間最大 給水量 (q_{max} :m ³ /hr)
コントウム	K3-1	Dak Ui	3,965	3,965	100	285	371	31
	(K3)	(全体)	(9,038)		44			
ザーライ	G1	Kong Tang	10,038	10,038	100	723	940	78
	G2	Nhon Hoa	16,809	16,809	100	1,210	1,573	131
ダックラック	D2	Ea Drang	20,360	20,360	100	1,466	1,906	159
	D4-1	Ea Drong	9,454	9,454	100	681	885	74
	(D4)	(全体)	(11,996)		79			
合計 (K3,D4の全体を除く)			60,626	60,626		4,365	5,675	-

3-2-2-4 給水レベル

対象コミュニティにおけるサービスレベルは、村落給水レベルを越え準町村水道であることから各戸給水が妥当である。

3-2-2-5 施設計画

コミュニティ毎の施設概要は資料 16 に示す。

(1) 水源施設

1) 水源井数量

水源については、ベトナム国飲料水水質基準を満たす飲料水の供給をすることが大原則であり、深井戸水源水質が同基準値を上回っている場合には、ベトナム国の従来技術で、普及している方

法で浄水処理を行う。逆にこのような技術で除去することが困難な場合は、開発対象の水源から除外する。

また、さく井本数に関しては、JICA 社会開発調査における物理探査及び揚水試験の結果を基に、今回行った追加の物理探査及び揚水試験の結果を勘案して計画する。

なお、既存の JICA 開発調査時の試験井は原則生産井に転用することとする。

ただし、JICA 開発調査時試験井のうち、D2 Ea Drang に関しては JICA 試験井で十分な水量を確保できておらず、生産井への転用は行わない。

以上より算定したコミュニティごとの井戸 1 本当りの適正揚水量及び本計画の需要水量を適用し、不足分については新規さく井するものとする。

表 3.7 に、コミュニティごとの井戸の 1 本当り適正揚水量及び本計画の需要水量に対する計画井戸本数を整理する。

表 3.7 適正揚水量及び計画井戸数量

コミュニティ	一日最大給水量 2010年 (m3/day)	井戸 1 本の 適正揚水量 (m3/day)	井戸本数 (本)		
			既設 JICA	新規 さく井	計
K3-1 Dak Ui	259	259	1		1
G1 Kong Tang	636	322	1	1	2
G2 Nhon Hoa	1,075	173	1	6	7
D2 Ea Drang	1,572	225		7	7
D4-1 Ea Drong	668	268	1	2	3
計	4,210		4	16	20

2) さく井地点

さく井地点の選定にあたっては、下記に示す基準より掘削候補地区を選定した。

a) 候補地区選定基準

- JICA 開発調査で作成された水理地質図において、地下水の集水面積が広く、かつ地下水が集まる水理地質構造の地区
- 既存井戸データ及び JICA 開発調査で実施した電気探査結果より推定される水理地質断面において帯水層となりうる地層が分布し又地下水が集まりやすい地質構造の地区
- 給水対象計画地区および水道施設候補地の内側に隣接している地区
- 地下水位が比較的高く、揚水エネルギーができるだけ小さくなる地区

上記より選定した地区について、CERWASS 及び各コミュニティ職員等の同行の元に下記に示す観点から現場踏査を実施し、さく井地点を決定した。

b) さく井地点選定基準

- 井戸掘削工事車両等の進入が可能であり、井戸掘削工事が可能な用地を確保できる地点
- 掘削工事だけでなく、井戸付帯設備建設用地の確保が可能でかつ運転用動力(電力)の供給が可能な地点

➤ ベトナム国側で土地収容が可能である地点

3) 井戸構造

各水源井の構造は、図 3.2 に示す。

なお、新設井戸の掘削予定深度は、既存ボーリング資料、本調査にて実施した電気探査調査結果（資料 11 参照）から決定した。また、スクリーン長は既存ボーリング資料及びスクリーンスリット流入速度より算定した。各水源井の基本構造を表 3.8 に示す。

新設さく井井戸のケーシング及びスクリーンの材質は、耐腐食性を考慮して FRP 製とする。なお、原水中の鉄分がスケール付着の原因となることが予想されるため、スクリーンの開口率は約 20% に設定する。

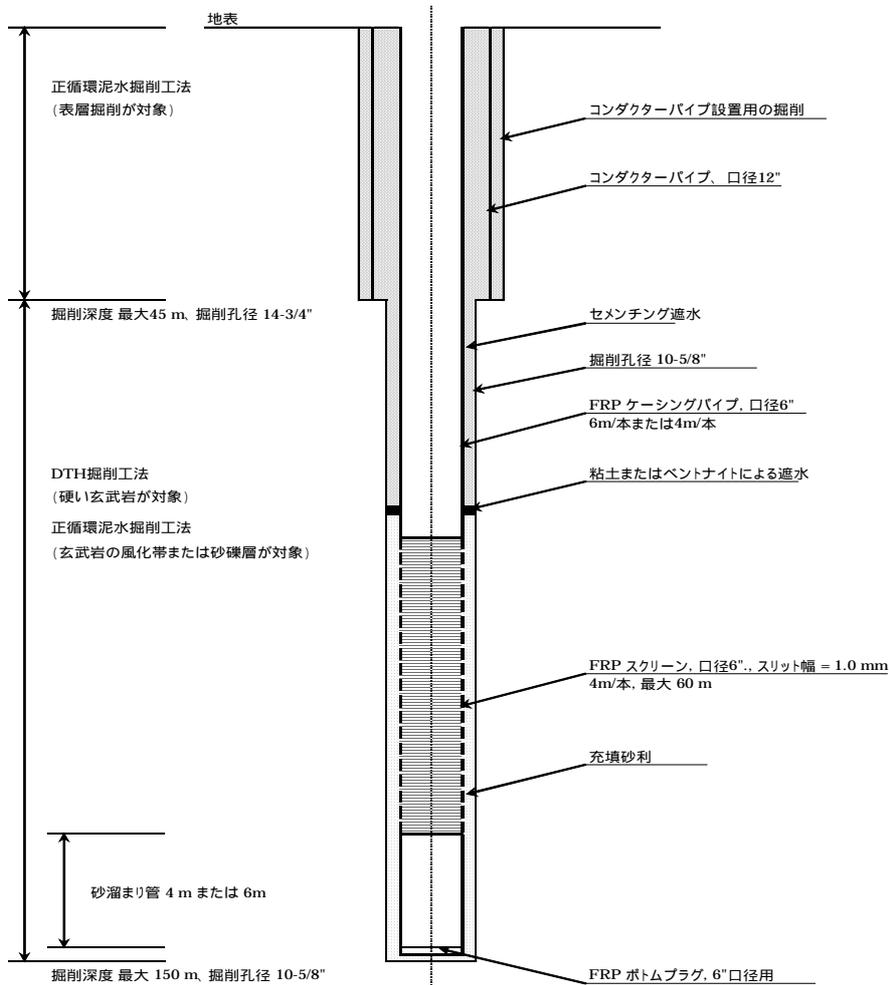


図 3.2 井戸構造図

表 3.8 各水源井の基本構造

コミュニティ	井戸番号	最大掘削深度 (m)				ケーシング・スクリーン口径 (mm)	スクリーン長 (m)	備考
		径300mm	径240mm	径110mm	計			
K3-1 Dak Ui	J1		40	120	160	150	28	既設
G1 Kong Tang	J1		112	38	150	150	40	既設
	N1	120		30	150	150	48	新設
G2 Nhon Hoa	J1		110	60	170	150	34	既設
	N1	140		30	170	150	40	新設
	N2	140		30	170	150	40	新設
	N3	120		30	150	150	40	新設
	N4	140		30	170	150	40	新設
	N5	140		30	170	150	40	新設
	N6	120		30	150	150	40	新設
D2 Ea Drang	(J1)		120	60	180	150	48	既設、破棄
	N1	120		30	150	150	60	新設
	N2	120		30	150	150	60	新設
	N3	120		30	150	150	60	新設
	N4	120		30	150	150	60	新設
	N5	120		30	150	150	60	新設
	N6	120		30	150	150	60	新設
	N7	120		30	150	150	60	新設
D4-1 Ea Drong	J1		120	60	180	150	60	既設
	N1	150		30	180	150	60	新設
	N2	150		30	180	150	60	新設

注：井戸番号における、J：JICA既設井戸、N：新規さく井井戸

4) 井戸ポンプ仕様

水源井戸に設置する水中ポンプについては、各井戸の適正揚水量、静水位、動水位、ポンプ設置位置について以下のとおり設定した。

- 適正揚水量は、JICA 試験井で行った揚水試験等を基に決定された JICA 開発調査における適正揚水量を原則として採用する。ただし、JICA 開発調査時試験井のうち、D2 Ea Drang に関しては JICA 試験井で十分な水量を確保できておらず、生産井への転用は行わない。この D2 において揚水試験を行い、その結果を元に改めて適正揚水量を算定した。
- 静水位、動水位についても JICA 開発調査における調査結果及び近隣の既設井戸データを参考に設定した。
- ポンプ設定位置は、動水位に季節変動等を考慮した余裕を見込んで設定した。

井戸仕様を表 3.9 に示す。

表 3.9 井戸仕様

コミュニオン	井戸 番号	所要 揚水量 (m ³ /d)	井戸位置 設計レベル (標高:m)	静水位 (標高:m)	動水位 (標高:m)	ポンプ 位置 (標高:m)	ポンプ仕様
K3-1 Dak Ui	J1	259	665	663	647	627	0.18m ³ /min × 79m × 5.5kw
G1 Kong Tang	J1	322	735	701	679	665	0.23m ³ /min × 73m × 5.5kw
	N1	322	736	701	675	666	0.23m ³ /min × 82m × 5.5kw
G2 Nhon Hoa	J1	173	408	387	347	338	0.12m ³ /min × 87m × 3.7kw
	N1	173	408	387	347	338	0.12m ³ /min × 87m × 3.7kw
	N2	173	408	387	347	338	0.12m ³ /min × 88m × 3.7kw
	N3	173	380	370	320	310	0.12m ³ /min × 118m × 5.5kw
	N4	173	406	385	346	336	0.12m ³ /min × 86m × 3.7kw
	N5	173	420	390	350	340	0.12m ³ /min × 85m × 3.7kw
	N6	173	383	373	323	313	0.12m ³ /min × 116m × 5.5kw
D2 Ea Drang	(J1)	-	625	597	576	-	-
	N1	225	583	555	523	513	0.16m ³ /min × 141m × 7.5kw
	N2	225	566	555	515	496	0.16m ³ /min × 150m × 7.5kw
	N3	225	565	555	515	495	0.16m ³ /min × 150m × 7.5kw
	N4	225	560	550	505	490	0.16m ³ /min × 161m × 7.5kw
	N5	225	554	550	500	484	0.16m ³ /min × 165m × 11kw
	N6	225	552	545	497	482	0.16m ³ /min × 167m × 11kw
	N7	225	588	560	518	508	0.16m ³ /min × 144m × 7.5kw
D4-1 Ea Drong	J1	268	615	593	563	545	0.19m ³ /min × 117m × 7.5kw
	N1	268	623	610	565	553	0.19m ³ /min × 112m × 7.5kw
	N2	268	600	590	545	530	0.19m ³ /min × 139m × 7.5kw

(2) 導水施設

導水施設は、水源井より取水された原水を水源地点より浄水施設まで取水ポンプにより圧送する施設で、導水管路及び導水管付属設備により構成される。

1) 布設ルート

導水管は、水源井と浄水施設間の公道に沿った最短ルートに布設する計画とする。

なお、導水管が配水管と同一の公道となる場合は、同一掘削断面内に布設することにより、工事費の低減を図る。また、現地状況によりやむを得ず水田、畑等の耕作地内に布設する場合は、稲作、畑作等への影響が最小となるよう、仮設工法、布設方法等を考慮する。

2) 管種・管径

管種は、ベトナム国で調達が可能で、耐圧、耐食性、施工性、経済性について本計画の目的に合致している塩ビ管を採用する。但し、水路横断箇所、地上配管箇所等については鋼管の使用も検討する。管径については、経済流速口径の他に、取水ポンプの揚程、電力費の縮減を考慮して設定する。表 3.10 に導水管の概要を示す。

表 3.10 導水管の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等	
	管径(mm)	延長(km)
K3-1 Dak Ui	100(既設)	0.8(既設)
G1 Kong Tang	100 ~ 150	2.2
G2 Nhon Hoa	80 ~ 250	7.9
D2 Ea Drang	125 ~ 150	5.0
D4-1 Ea Drong	100 ~ 125	4.9
合計		20.8

(3) 浄水施設

1) 除去対象物質

ベトナム国における飲料水水質基準と各コミュニティにおける水質を比較して、除去対象物質を表 3.11 に示す。

表 3.11 各コミュニティ原水水質とベトナム国飲料水基準

コミュニティ	水質項目			エアレーション	鉄除去	マンガンを除去	PH調整	塩素
	鉄 (mg/l)	マンガンを (mg/l)	pH					
ベトナム国飲料水基準	0.3	0.1	6.5-8.5					
K3-1 Dak Ui	3.49	0.1211	7.19					
G1 Kong Tang	0.82	0.0130	5.30					
G2 Nhon Hoa	0.21	0.1950	5.40					
D2 Ea Drang	0.39	0.0410	6.42					
D4-1 Ea Drong	3.76	0.0390	7.85					

2) 浄水方法

a) 既存施設

K3-1 については、JICA 開発調査時に建設した、

- エアレーション設備
- 緩速ろ過（ろ過面積 15.7m²）
- 配水池（有効容量 5m³）

がある。現在配水管からの漏水等の問題があり稼働していないが、リハビリテーションを行えば十分利用可能である。緩速ろ過池のろ速は、計画一日最大給水量の 259m³/day に対して、16.5m/day となるものの、エアレーションによる酸化も加味すれば、鉄バクテリアにより十分除去可能なる速と判断する。従い、浄水施設に関しては、既存施設を活用し、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒設備を追加することで対応する。

b) 新施設

除去対象物質は鉄、マンガンである。除去方法としては、以下の方式が考えられる。

- 急速ろ過方式（ろ速：120～150m/day）
- 緩速ろ過方式（ろ速：4～5m/day）
- 中速ろ過方式（ろ速：10～30m/day）

このうち、緩速ろ過方式及び中速ろ過方式は、鉄バクテリアの働きによる生物処理であり、その濃度や pH の変動に対する安定性に問題があるのに対し、塩素による酸化処理を基本とする急速ろ過方式は確実性が高い。また、既に実施している北部地下水開発計画でも採用されているだけでなく、本計画区域においてもダックラック省を中心に採用が進んでおり、維持管理性の統一の観点からも急速ろ過方式を採用することとする。

下記に除去プロセスを整理する。

鉄

塩素（次亜塩素酸ナトリウム）またはエアレーションにより、水中に含まれる第一鉄イオンを酸化すると不溶性の水酸化第二鉄となる。これを急速ろ過池にて除去する。

また、鉄濃度の比較的高い原水においては、塩素の消費量を減らす目的でエアレーション設備を設置する。

マンガン

原水に塩素を注入し、マンガン砂をろ材とした急速ろ過池に導く。これにより、原水中のマンガンはマンガン砂の表面で接触酸化され、除去される。

鉄とマンガンを両方同時に除去するには、上記の組み合わせとなる。すなわち、原水に塩素注入後、ろ材としてマンガン砂を使用した急速ろ過池に導水する。

pH 調整

ベトナム国における pH の飲料水基準は、6.5～8.5 である。基準を下回るコミューンは、G1 Kong Tang（5.3）、G2 Nhon Hoa（5.4）及び D2 Ea Drang（6.42）となっている。これらのコミューンではアルカリ剤を注入して中性にする。pH 調整が必要なコミューンについては水酸化ナトリウムを注入する計画とする。ところで、D4-1 Ea Drong については、鉄分が 3.76mg/l と高くなっており、エアレーションによる酸化を行い、塩素消費の低減を図る。

その他

なお、鉄・マンガンのみが除去対象物質であり、濁質は微量であり凝集剤の注入及びフロック形成、沈でん処理は不要であり、鉄についてもマイクロフロック状の水酸化第二鉄を砂ろ過で直

接捕捉することとする。なお、消毒剤は北部地下水開発でも採用されている次亜塩素酸ナトリウムとする。

以上より、浄水施設の浄水フローは、以下のように分類される。

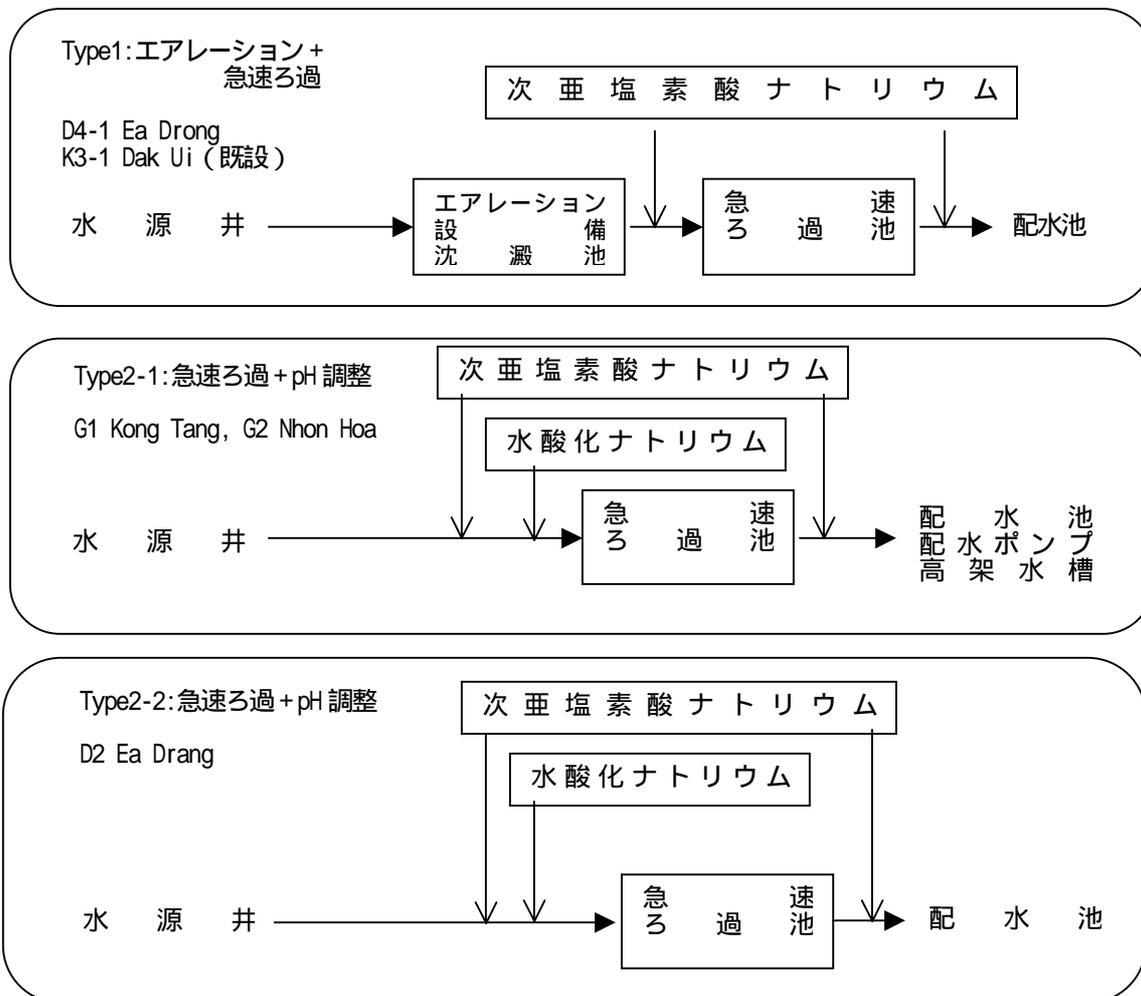


図 3.3 浄水施設の浄水フロー

3) 浄水施設

a) エアレーション設備

鉄分が 3mg/l 以上の場合は、エアレーションによる酸化を行い、塩素消費の低減を図る。

原水を空中に散布し空気と接触させることにより、溶存鉄（酸化第 1 鉄）を酸化し、後続のろ過池においてマイクロフロック化した鉄分を除去する。エアレーション後には沈殿池を設置する。

表 3.12 にエアレーション設備、に沈殿池の概要を示す。

表 3.12 エアレーション設備及び沈殿池の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等
K3-1 Dak Ui	処理水量 259m ³ /day W1.5m × L1.0m × H3.5m × 1 塔 (既設)
D4-1 Ea Drong	処理水量 668m ³ /day W5.2m × L2.6m × H4.0m × 2 室 (エアレーション)

表 3.13 沈澱池の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等
K3-1 Dak Ui	W2.8m × L1.0m × 1 (既設)
D4-1 Ea Drong	W5.2m × L2.6m × H4.15m × 2 池

b) ろ過池

ろ過池はエアレーションと塩素により酸化されマイクロフロックとなった濁質と溶存マンガンを除去する施設とする。

また、ろ過速度は 120m/day とする。(K3-1 は、16.5m/日)

なお、ろ過池の洗浄は高架水槽がある場合は高架水槽内の浄水を利用して行うこととする。高架水槽がない場合は、洗浄ポンプを用いて配水池内の浄水を利用する。

表 3.14 にろ過池の概要を示す。また、ろ過地の洗浄設備を表 3.15 に示す。

表 3.14 ろ過池の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等
K3-1 Dak Ui	W2.8m × L5.6m × 1 池 A=15.68m ² (ろ速; 16.5m/日)
G1 Kong Tang	W1.4m × L1.9m × 2 池 A=2.66m ² /池 (ろ速; 120m/日)
G2 Nhon Hoa	W2.0m × L2.3m × 2 池 A=4.60m ² /池 マンガン砂 (ろ速; 120m/日)
D2 Ea Drang	W2.9m × L2.3m × 2 池 A=6.67m ² /池 (ろ速; 120m/日)
D4-1 Ea Drong	W1.4m × L2.0m × 2 池 A=2.8m ² /池 (ろ速; 120m/日)

表 3.15 ろ過池洗浄設備の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等
K3-1 Dak Ui	無し
G1 Kong Tang	表面洗浄ポンプ 80mm × Q0.4m ³ /min × H17m × 3.7kw × 1 台 逆流洗浄 高架水槽による洗浄
G2 Nhon Hoa	表面洗浄ポンプ 80mm × Q0.69m ³ /min × H17m × 3.7kw × 1 台 逆流洗浄 高架水槽による洗浄

D2 Ea Drang	表面・逆流洗浄ポンプ 200mm × 150mm × Q5.0m ³ /min × H25m × 45kw × 2台（内1台予備）
D4-1 Ea Drong	表面・逆流洗浄ポンプ 125mm × 100mm × Q2.1m ³ /min × H25m × 15kw × 2台（内1台予備）

c) 薬品注入設備

ろ過池におけるマンガンの溶出、鉄の酸化、消毒のために、安全性、入手の容易性、経済性を考慮して次亜塩素酸ナトリウムを使用する。酸性である原水を中性にするため、消石灰と水酸化ナトリウムといったアルカリ剤の注入が必要となる。消石灰と水酸化ナトリウムの設備費と運転費の比較を以下に示す。

表 3.16 消石灰と水酸化ナトリウムの設備費及び運転費の比較

アルカリ剤	設備費 (千ドル)	運転費* (VND/m ³)
消石灰	14.5	11
水酸化ナトリウム	8.1	23

*水 1m³ 中和するために必要なコスト

運転費は、消石灰が水酸化ナトリウムより廉価である。しかし、溶解槽、攪拌機、ホッパー付貯蔵槽、フィーダーの機器が水酸化ナトリウムに比べて多くなる。また、湿気による固結や粉体であるため取扱いが難しい。さらに、水酸化ナトリウムは3省で入手が可能である。従い、アルカリ剤としては水酸化ナトリウムを使用する。下表に薬品注入設備の概要を示す。

表 3.17 薬品注入設備の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等	
	次亜塩素酸ナトリウム(7%)	水酸化ナトリウム(32%)
K3-1 Dak Ui	0.154 kg/hr	-
G1 Kong Tang	1.138 kg/hr	0.829 kg/hr
G2 Nhon Hoa	1.921 kg/hr	1.400 kg/hr
D2 Ea Drang	2.808 kg/hr	2.046 kg/hr
D4-1 Ea Drong	1.192 kg/hr	-

(4) 配水施設

配水施設は、浄水施設と給水施設を結ぶ施設であり、配水池、配水ポンプ、高架水槽、配水路により構成される。

配水池は浄水施設と同一敷地にすることを前提とし、自然流下による配水を原則とする。そのため、敷地はできるだけ高所でアクセスが可能な用地を選定した。

なお、地上式配水池では十分な標高が確保できない場合は、高架水槽を設置する。

1) 配水池

配水池は配水量の時間変動を調整する機能を有するとともに、取水施設、浄水施設の機能停止等の非常時にも一定の時間所定の水量を保持できるものである。配水池容量は、上記の目的から日最大給水量の約8時間分の容量とする。表 3.18 に配水池の概要を示す。

表 3.18 配水池の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等
K3-1 Dak Ui	W3.0m×5.0m×H3.0m×2池 有効容量 90m ³ /2池 鉄筋コンクリート造
G1 Kong Tang	W4.0m×9.0m×H3.0m×2池 有効容量 216m ³ /2池 鉄筋コンクリート造
G2 Nhon Hoa	W4.0m×15.0m×H3.0m×2池 有効容量 360m ³ /2池 鉄筋コンクリート造
D2 Ea Drang	W6.0m×15.0m×H3.0m×2池 有効容量 540m ³ /2池 鉄筋コンクリート造
D4-1 Ea Drong	W4.0m×9.5m×H3.0m×2池 有効容量 228m ³ /2池 鉄筋コンクリート造

2) 配水ポンプ

配水ポンプは配水池の標高が配水区域全域を自然流下方式で配水することが困難な場合に設置し、自然流下可能な水位を有する高架水槽まで揚水するものである。配水ポンプの容量は、時間最大配水量を供給する能力を有するものとする。

なお、本計画における時間最大給水量の設定にあたっては、計画対象区域が農業を中心としたコミュニティであり、日常生活のパターンがほぼ一定しており、水需要においても一時的に水消費が大きくなることが予想されることから、これらに類似した施設計画として、「簡易水道等国庫補助事業に関わる施設基準：厚生労働省、日本」を参考に、時間係数を2.0とした。

なお、ポンプには同容量の予備機を設けると共に、保守点検、維持管理を考慮してポンプ棟を設けるものとする。ポンプ室には運転に必要な電気設備を収納する。表 3.19 に配水ポンプの概要を示す。

表 3.19 配水ポンプの概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等
G1 Kong Tang	100mm×Q0.88m ³ /min×H15.0m×7.5kw×2台（内1台予備）
G2 Nhon Hoa	150mm×Q1.49m ³ /min×H17.0m×11.0kw×2台（内1台予備）

3) 高架水槽

高架水槽は、配水区域全体に自然流下にて排水可能な水位を有するもので、配水ポンプにて揚水された浄水を一時貯留し、需要に応じて配水する機能を有するものである。高架水槽の容量を時間変動の調整は配水池が有しているため、小容量にすることが可能であり、「水道施設設計指

針：日本水道協会、日本」の小規模水道の基準を参考に一日最大給水量の1時間分とする。

表 3.20 に高架水槽の概要を示す。

表 3.20 高架水槽の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等
G1 Kong Tang	W4.4m×4.4m×H2.0m×1池 有効容量 38.7m ³ 鉄筋コンクリート造 L.W.L.+752.0m
G2 Nhon Hoa	W5.0m×5.0m×H2.0m×1池 有効容量 50.0m ³ 鉄筋コンクリート造 L.W.L.+432.0

4) 配水管

a) 布設ルート

配水管は、配水池もしくは高架水槽より計画給水区域内の公道に沿って布設することを原則とする。配水管は管路末端においても一定の水圧を有するもので、給水施設に接続することにより戸別給水が可能なものとした。

路線の選定にあたっては、計画対象区域を全域にわたり踏査し、道路状況、家屋状況、工作物状況等を確認の上、供給可能地域の選定、路線設定の実現性を考慮し設定した。また、現地状況によりやむを得ず水田、畑等の耕作地内に布設する場合は、稲作、畑作等への影響が最小となるよう、仮設工法、布設方法等を考慮する。

b) 管種・管径

管種は、ベトナム国で調達が可能で、耐圧、耐食性、施工性、経済性について本計画の目的に合致している塩ビ管を採用する。但し、水路横断箇所、地上配管箇所等については鋼管の使用も検討する。

配水管径については、ヘーゼンウイリアムス公式を使った配水管路計算により、管径を算出し決定した。なお、配水管から給水管への分岐点における残存水圧は、平屋への給水を想定し、原則として0.6kgf/cm²とした。表 3.21 に配水管の概要を示す。

表 3.21 配水管の概要

コミュニティ	形状寸法・仕様等	
	管径(mm)	延長(km)
K3-1 Dak Ui	50mm ~ 100mm	5.0
G1 Kong Tang	50mm ~ 200mm	26.5
G2 Nhon Hoa	40mm ~ 250mm	38.6
D2 Ea Drang	50mm ~ 300mm	51.8
D4-1 Ea Drong	50mm ~ 200mm	27.2
合計		149.1

(5) 給水施設

給水施設は、給水区域内の家屋へ戸別給水するための施設で、給水管、家庭用水道メータ等により構成される。下表に給水施設の概要を示す。

表 3.22 給水施設の概要

コミュニオン	給水戸数(戸)	給水管(m)	家庭用水道メータ
K3-1 Dak Ui	624	12,480	624
G1 Kong Tang	1,738	34,760	1,738
G2 Nhon Hoa	2,181	43,620	2,181
D2 Ea Drang	3,874	77,480	3,874
D4-1 Ea Drong	1,583	31,660	1,583
合計	10,000	200,000	10,000

3-2-2-6 機材計画

(1) 機材供与の目的

供与機材（井戸掘削機）の目的は、本プロジェクトで建設する水源施設、中部高原地域で計画されている同様の給水施設の建設に利用される。そのために供与機材を用いて本プロジェクトの深井戸 16 本の掘削を通して、CERWASS の技術者に対して技術移転を行い、ベトナム国の井戸掘削に係る技術力を高める。

(2) 機材概要

1) 調達区分

調達する機材の調達先は日本とする。その詳細を下表に示す。

資機材名	調達区分	理由
井戸掘削関連機材 (トラック搭載型)	日本	・現地では生産されていない。 ・ロシア製、中国製は安価であるが、要求される技術仕様を満足しない。
高圧エアコンプレッサー (トラック搭載型)	日本	・現地では生産されていない。 ・欧米で製造されているが、納品期限の厳守、地理的なことを考慮して日本製とする。
支援車両 (クレーン付トラック)	日本	・現地では生産されていない。 ・日本車両のブーム(クレーン部)は操作性が非常によく、技術的にも優れているため、多くの諸外国で日本製が使用されている。

2) 設置場所

本計画で調達される資機材は、本計画の実施機関である CERWASS に引き渡され、この後、中部地域に設置される予定の「機材チーム」にて維持管理される。

3) 機材仕様の設定方針

- 対象とする地質条件から、掘削工法は硬岩を対象とする DTH 方式、および比較的軟らかい地質(表土、強風化帯等)を対象とした泥水掘削併用工法とする。
- 井戸掘削機の能力は中部高原地域の地質および地下水より、掘削孔径 10-5/8”(270mm)で、最大深度 200m まで掘削が可能なものとする。
- 井戸掘削機、DHT 方式掘削機械や高圧エアコンプレッサー等の調達については、サイトへのアクセス条件、機動性を考慮して車両搭載型とする。
- クレーン付トラックの調達については、道路条件等を考慮し、6×4 トラック搭載型とする。
- 調達機材については、CERWASS の現有機材を把握した上で必要最小限のものを供与する。
- 要請された機材の掘削口径は 450mm であったが、ソーラーシステムの要請が取り下げられたことからソーラーポンプを収容するスペース分が不要となる。従い、掘削口径は JICA 開発調査で試掘した井戸径、揚水量より判断して十分な口径 300mm に変更する。

4) 機材概要

本資機材計画で調達される機材は、深井掘削工事に必要な 井戸掘削機、トラック搭載型高圧エアコンプレッサー、掘削作業のための機材、支援車輛、揚水試験機材、および 孔内検層機材である。調達機材の概要を下表に示す。

表 3.23 調達機材の概要

機材名		供与数量	仕様・能力
1. 井戸掘削資機材			
1-1	井戸掘削資機材	1 台	型式：水井戸掘削機、トップドライブ・ローター・タイプ 工法：正泥水循環掘削及び DTH 掘削用、掘削深度：200m
1-2	高圧エアコンプレッサー	1 台	吐出量：30.0m ³ /min 以上 吐出圧力：2.41MPa 以上
1-3	関連補助機材	1 式	溶接/発電機 自給式ポンプ：200 L/min×20m 水中型サドポンプ：200 L/min×15m 酸素-アセチレン切断・加熱用機器、工具他
1-4	エアリフト装置	1 式	200m 深度に対応
2. 井戸掘削・調査支援機材			
2-1	キャパック・クレーン付トラック	1 台	6×4 駆動、最大積載量：12t、荷台長：6.2m、クレーン装置：6.0t 吊、ブーム長 9.5m、PTO 駆動
2-2	揚水試験用機材（水中ポンプ、発電機、三角堰）	1 式	水中ポンプ：吐出量 240 L/min×70m, 576 L/min×50m 発電機 揚水試験用付属品 1 式
2-3	孔内検層機器	1 式	比抵抗、自然電位、自然放射能

5) 機材内容

以下に各機材の仕様根拠について述べる。

a) 掘削機材

対象とする地質条件から、掘削工法は硬岩を対象とする DTH 方式、および比較的軟らかい地質（表土、強風化帯等）を対象とした泥水掘削併用工法とする。また、機動性を考慮して 6x4 のトラック搭載型とする。搭載車輛のエンジンは掘削リグの駆動力源として使用するため、エンジン動力をリグ駆動力へ変換する P.T.O（パワーテイクオフ）を取り付けることとする。

b) トラック搭載型高圧エアコンプレッサー

DTH 工法で使用する。高圧、大風圧の圧縮空気を送風してエアハンマーを作動させ、排出された圧縮空気で掘屑を地上に搬出する。必要空気圧は、水頭圧：1.96MPa（掘削深度 200m）および最低作動圧力：0.45MPa との和から、高圧タイプ（2.41MPa）となる。

必要空気量は、次式より算出する。

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

ここに、V：環状部流速（掘屑を孔内からスムーズに排出するための、ロッドと孔壁のスペースの流速）、一般的に1,200～1,500m/minとされる。

Q：必要空気量（m³/min）

A：環状部断面積（m²）

D：孔径（m）

d：ロッド径（m）

孔径0.269m(10-5/8")、ロッド径0.12m(4-3/4")とし、環状部流速を1,200m/minとすると、 $Q = 1/4 \times \pi \times (0.2191^2 - 0.12^2) \times 1,200 = 54.85\text{m}^3/\text{min}$ となるが、各メーカーを調べたところ高圧タイプコンプレッサーの吐出量は30m³/min程度が最大となっているため、本計画で選定するエアコンプレッサーの吐出容量は30m³/minとし、計算上の必要空気量不足分については井戸掘削機に搭載されたインジェクションポンプにより清水を10～30L/分の割合で圧縮空気に混入し、スライム(掘屑)をミスト状の環状流にのせて孔内から排出させる。機動性を考慮してトラック搭載型とする。

c) 掘削作業のための機材

以下の項目で構成する。

オペレーティング・アクセサリー

掘削作業に必要な、以下のアクセサリーを調達する。

- ・ドライブヘッドサブ（2個）
- ・高圧ロータリーホース（1本）
- ・泥水ポンプ用サクシオンホース（1本）
- ・サクシオンホース用フット弁（1個）
- ・インジェクションポンプ用サクシオンホース（1本）
- ・インジェクションポンプ用吐出ホース（1本）
- ・ジェットミキサー用バイパスホース（1本）
- ・ホッパー型ジェットミキサー（1個）
- ・高圧エアホース（1組）
- ・ホイスト用動滑車（1個）
- ・ホイスト用ワイヤーロープ（1巻）
- ・サンドリール用ワイヤーロープ（1巻）

掘削機材

- ・掘削共通機材、アクセサリ（ドリルパイプ、ドリルカラー等）
- ・DTH 掘削機材（DTH ハンマー、ワークケーシングパイプ等）
- ・泥水掘削機材、アクセサリ（トリコンビット、スタビライザー等）

ケーシング機材

- ・ケーシングクランプ類

採揚機材

- ・採揚テーパタップ、ドリルパイプクランプ、油圧ジャッキ等

エアリフト機材

- ・高圧エアコンプレッサー（定置型、高圧タイプ 1.18MPa、吐出量 10.0m³/min）
- ・揚水管
- ・エア管
- ・その他（揚水管クランプ、揚水管エレベータ等）

補助作業機材

- ・溶接 / 発電機及びアクセサリ（溶接電流：30～300A、発電容量：10kVA、交流 380V）
- ・電動工具（ディスクグラインダー、ドリル等）
- ・その他（チェーンパイプトング、パイプレンチ、玉掛けワイヤー、ハンド機材等）

d) 支援車輛（クレーン付トラック）

深井戸を掘削するために必要な長尺および重量掘削機材を運搬することを目的とする。主要機材は、ドリルパイプ、ドリルカラー、DTH ハンマービット、ワークケーシング、エアパイプ、揚水管パイプ、グラウトポンプ、グラウトミキサー等であり、最も長いドリルカラーは長さ 6.0m となるため、ロングボディーのシャーシとし、荷台長手寸法は 6.2m とする。また、クレーン能力は 6.0t 吊、PTO 駆動とする。

e) 揚水試験用機材

水中ポンプ

揚水試験を行う目的で使用する。井戸の能力に応じて、高揚程 / 小吐出量と低揚程 / 大吐出量のポンプを使用する。

- ・水中ポンプ A (240 L / min × 70m、5.5kW、アクセサリ付)
- ・水中ポンプ B (576 L / min × 50m、7.5kW、アクセサリ付)

発電機

水中ポンプを連続運転するための動力源として使用する。7.5kW の水中ポンプを運転するための発動発電機用のエンジンの定格出力は 37kVA となる。

測定器

- ・流量測定用鉄製三角堰
- ・水位計

f) 孔内検層用機材

データロガー

掘削後に帯水層の位置を判断するためのデータ収集装置として使用する。比抵抗、自然電位、自然放射能の測定を行う。孔内検層器は、データロガー、アクセサリ、コンピューターからなる。

アクセサリ

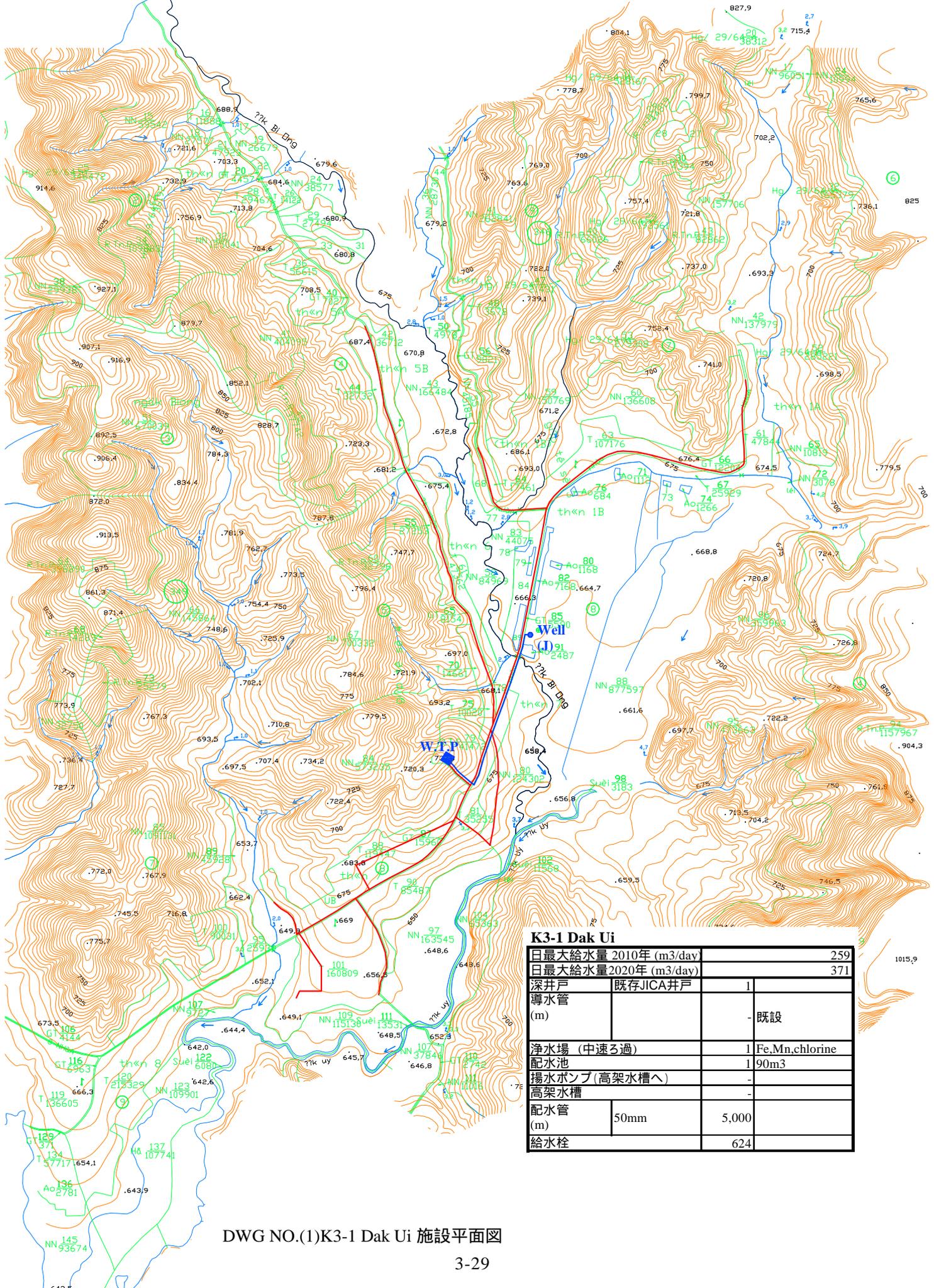
- ・測定用検層プローブ（比抵抗、自然電位、自然放射能）
- ・電動ウィンチ（310m 巻可能）
- ・その他（滑車、地表電極、充電池等）

データ解析用コンピュータ及びソフトウェア

- ・コンピュータ（モニタ、プリンタ付）
- ・解析ソフトウェア

3-2-3 基本設計図

図面 No.	図面名称
DWG. NO(1)	K3-1 Dak Ui 施設平面図
DWG. NO(2)	G1 Kong Tang 施設平面図
DWG. NO(3)	G2 Nhon Hoa 施設平面図
DWG. NO(4)	D2 Ea Drang 施設平面図
DWG. NO(5)	D4-1 Ea Drong 施設平面図
DWG. NO(6)	K3-1 Dak Ui フローシート
DWG. NO(7)	G1 Kong Tang フローシート
DWG. NO(8)	G2 Nhon Hoa フローシート
DWG. NO(9)	D2 Ea Drang フローシート
DWG. NO(10)	D4-1 Ea Drong フローシート
DWG. NO(11)	K3-1 Dak Ui 浄水場配置図
DWG. NO(12)	G1 Kong Tang 浄水場配置図
DWG. NO(13)	G2 Nhon Hoa 浄水場配置図
DWG. NO(14)	D2 Ea Drang 浄水場配置図
DWG. NO(15)	D4-1 Ea Drong 浄水場配置図
DWG. NO(16)	ポンプ棟及び井戸上屋構造図(1/2) (G1 Kong Tang, G2 Nhon Hoa, D2 Ea Drang, D4-1 Ea Drong)
DWG. NO(17)	ポンプ棟及び井戸上屋構造図(1/2) (G1 Kong Tang, G2 Nhon Hoa, D2 Ea Drang, D4-1 Ea Drong)
DWG. NO(18)	ろ過池構造図 (Type-1) 1/2 (G1 Kong Tang)
DWG. NO(19)	ろ過池構造図 (Type-1) 2/2 (G1 Kong Tang)
DWG. NO(20)	ろ過池構造図 (Type-2) 1/2 (G2 Nhon Hoa, D2 Ea Drang)
DWG. NO(21)	ろ過池構造図 (Type-2) 2/2 (G2 Nhon Hoa, D2 Ea Drang)
DWG. NO(22)	エアレーション室・沈殿池・ろ過池構造図(1/2)(D4-1 Ea Drong)
DWG. NO(23)	エアレーション室・沈殿池・ろ過池構造図(2/2)(D4-1 Ea Drong)
DWG. NO(24)	配水池構造図 (Type-1) (K3-1 Dak Ui)
DWG. NO(25)	配水池構造図 (Type-2) (G1 Kong Tang, G2 Nhon Hoa, D4-1 Ea Drong)
DWG. NO(26)	配水池構造図 (Type-2) (D2 Ea Drang)
DWG. NO(27)	高架水槽構造図(G1 Kong Tang, G2 Nhon Hoa)
DWG. NO(28)	洗浄排水池構造図(全コミュニケーション)
DWG. NO(29)	管理棟及び洗浄排水池ポンプ構造図(1/2)(全コミュニケーション)
DWG. NO(30)	管理棟及び洗浄排水池ポンプ構造図(2/2)(全コミュニケーション)
DWG. NO(31)	配管平面図(K3-1 Dak Ui)
DWG. NO(32)	配管平面図(G1 Kong Tang)
DWG. NO(33)	配管平面図(G2 Nhon Hoa)
DWG. NO(34)	配管平面図(D2 Ea Drang)
DWG. NO(35)	配管平面図(D4-1 Ea Drong)



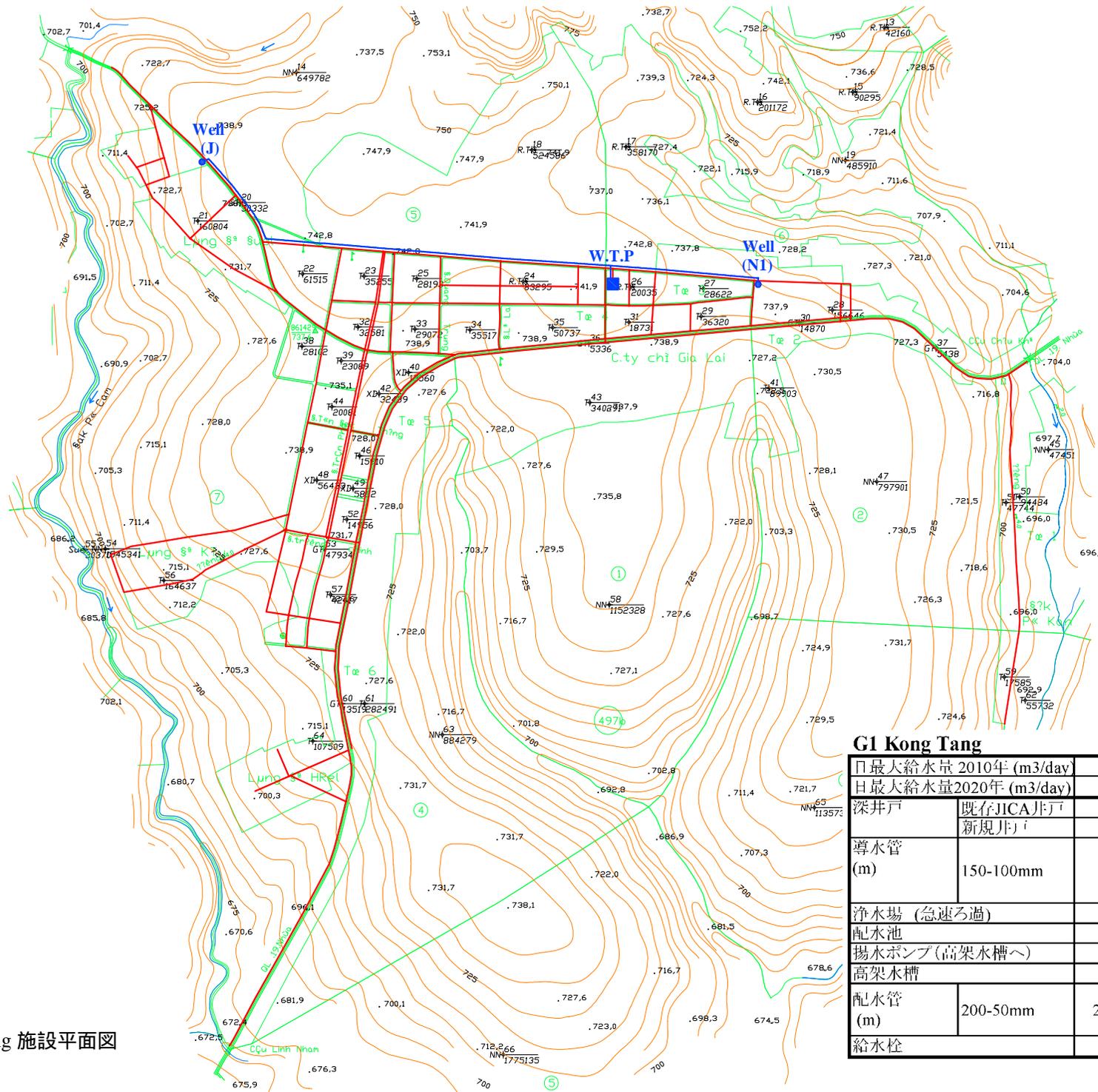
K3-1 Dak Ui

日最大給水量 2010年 (m3/day)	259	
日最大給水量 2020年 (m3/day)	371	
深井戸	既存JICA井戸	1
導水管 (m)		- 既設
浄水場 (中速ろ過)		1 Fe,Mn,chlorine
配水池		1 90m3
揚水ポンプ (高架水槽へ)		-
高架水槽		-
配水管 (m)	50mm	5,000
給水柱		624

DWG NO.(1)K3-1 Dak Ui 施設平面図

G1 Kong Tang
S=1:20,000

3-30

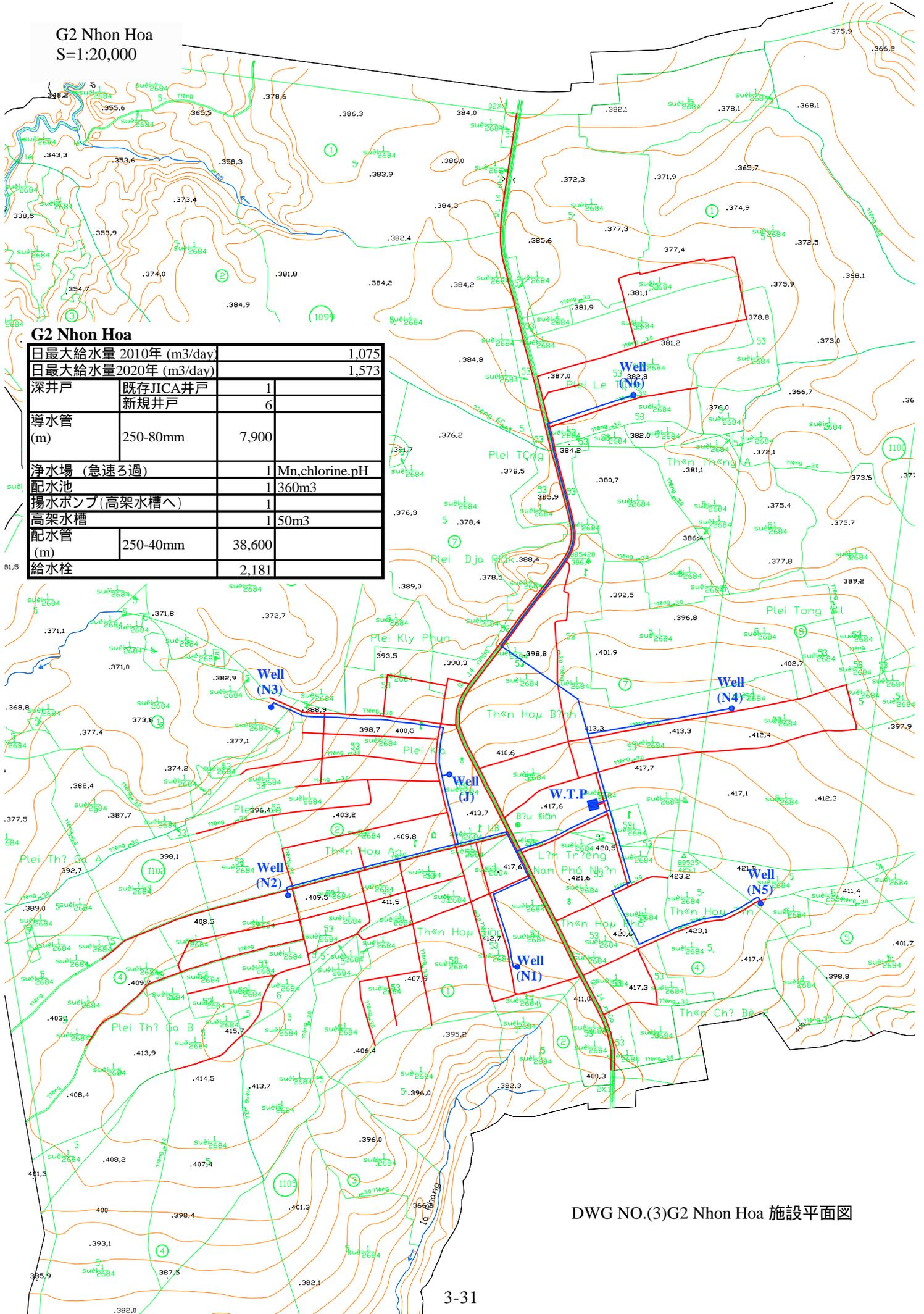


G1 Kong Tang

日最大給水量 2010年 (m3/day)		636	
日最大給水量 2020年 (m3/day)		940	
深井戸	既存JICA井戸	1	
	新規井戸	1	
導水管 (m)	150-100mm	2,200	
浄水場 (急速ろ過)		1	Fe, chlorine, pH
配水池		1	216m3
揚水ポンプ (高架水槽へ)		1	
高架水槽		1	38.7m3
配水管 (m)	200-50mm	26,500	
	給水栓	1,738	

DWG NO.(2)G1 Kong Tang 施設平面図

G2 Nhon Hoa
S=1:20,000

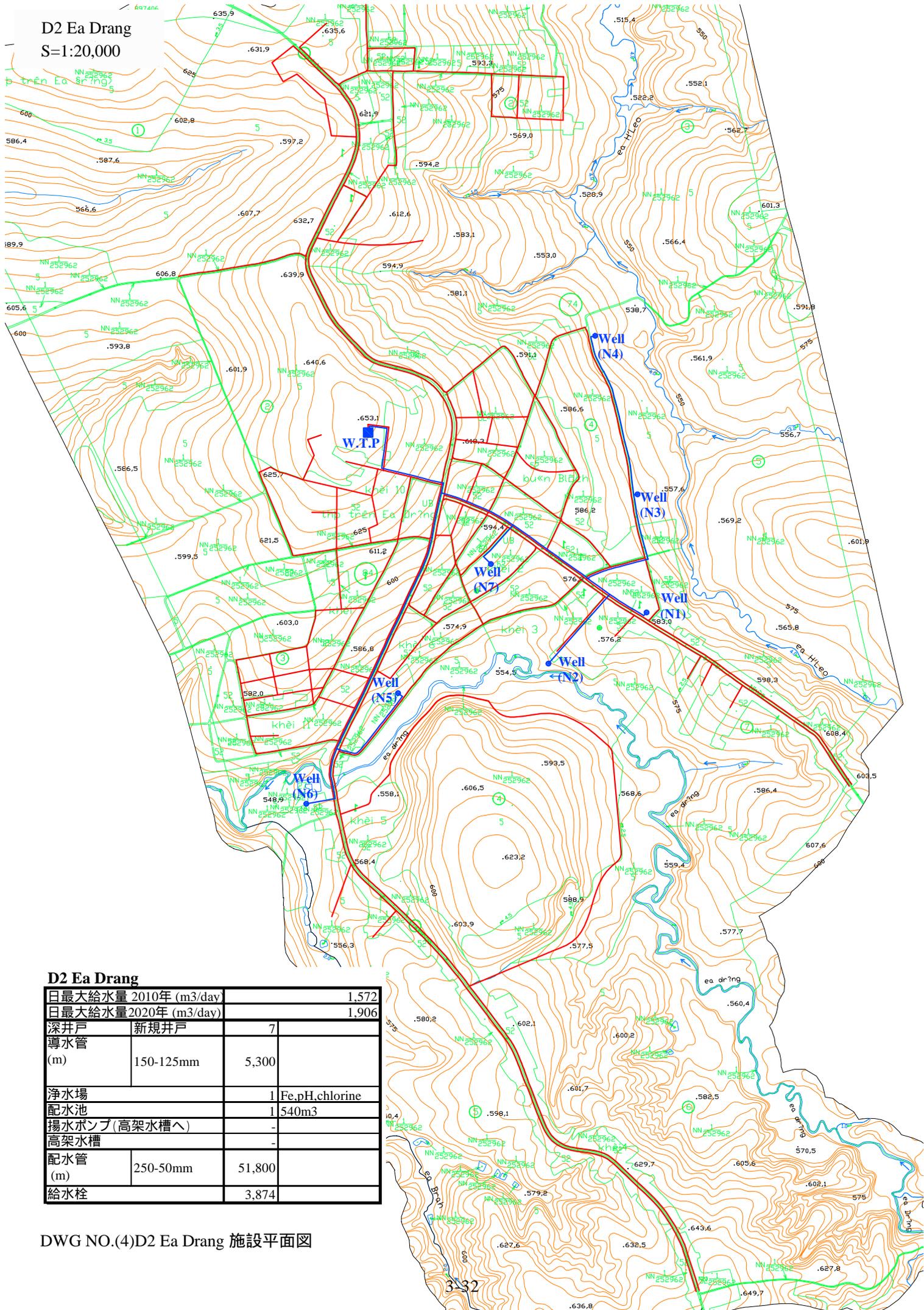


G2 Nhon Hoa

日最大給水量 2010年 (m3/day)		1,075
日最大給水量 2020年 (m3/day)		1,573
深井戸	既存JICA井戸	1
	新規井戸	6
導水管 (m)	250-80mm	7,900
浄水場 (急速ろ過)	1	Mn, chlorine, pH
配水池	1	360m3
揚水ポンプ (高架水槽へ)	1	
高架水槽	1	50m3
配水管 (m)	250-40mm	38,600
給水柱		2,181

DWG NO.(3)G2 Nhon Hoa 施設平面図

D2 Ea Drang
S=1:20,000

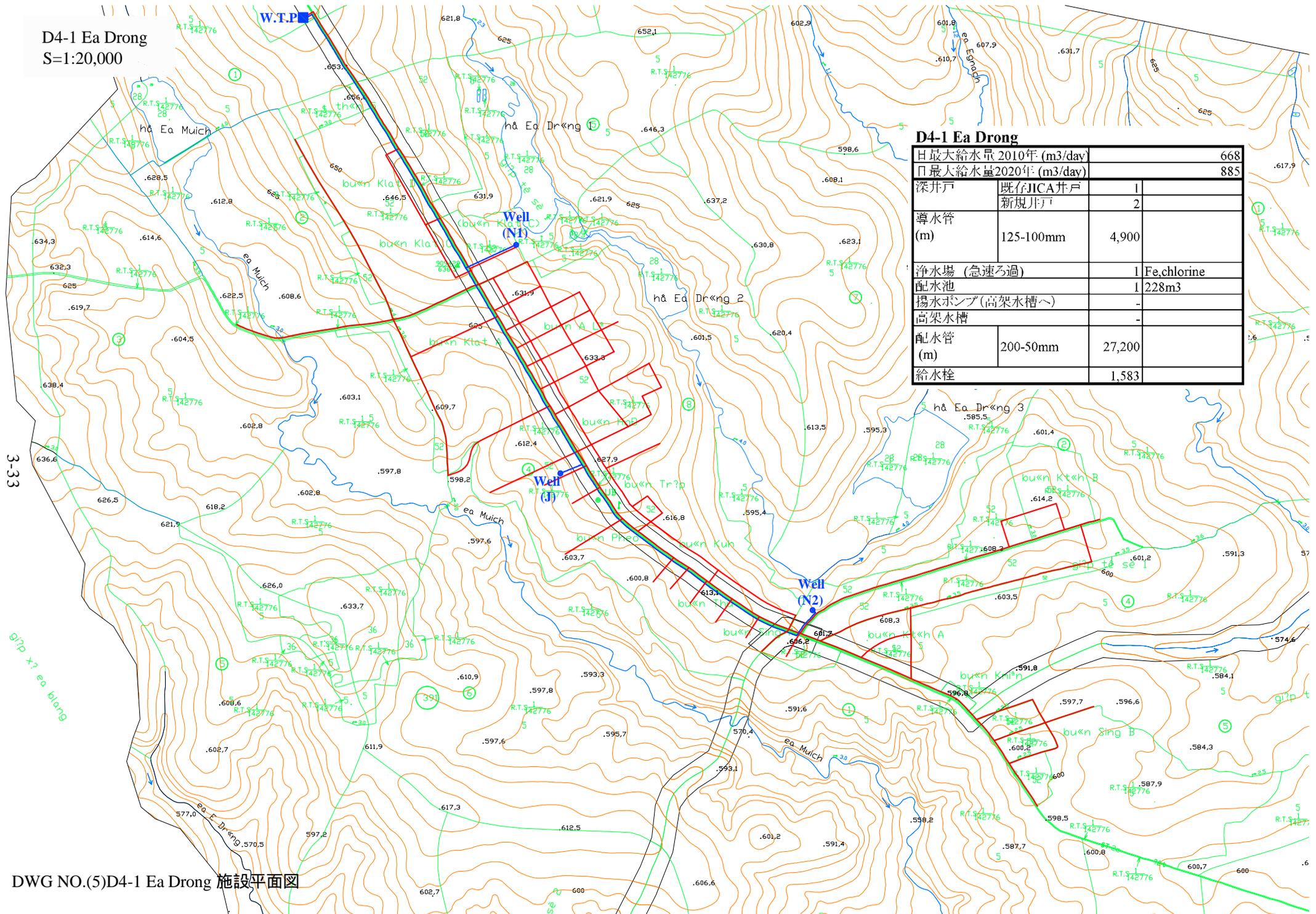


D2 Ea Drang

日最大給水量 2010年 (m3/day)		1,572
日最大給水量 2020年 (m3/day)		1,906
深井戸	新規井戸	7
導水管 (m)	150-125mm	5,300
浄水場		1 Fe,pH,chlorine
配水池		1 540m3
揚水ポンプ (高架水槽へ)		-
高架水槽		-
配水管 (m)	250-50mm	51,800
給水栓		3,874

DWG NO.(4)D2 Ea Drang 施設平面図

D4-1 Ea Drong
S=1:20,000



D4-1 Ea Drong			
日最大給水量 2010年 (m3/day)		668	
日最大給水量 2020年 (m3/day)		885	
深井戸	既存JICA井戸	1	
	新規井戸	2	
導水管 (m)	125-100mm	4,900	
浄水場 (急速ろ過)		1	Fe.chlorine
配水池		1	228m3
揚水ポンプ (高架水槽へ)		-	
高架水槽		-	
配水管 (m)	200-50mm	27,200	
給水柱		1,583	

DWG NO.(5)D4-1 Ea Drong 施設平面図