

ミャンマー国
ヤンゴン市上下水道改善プログラム
協力準備調査報告書

第 2 卷
上水道 (要約)

平成 26 年 3 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

(株) TEC インターナショナル
(株) エヌジェーエス・コンサルタンツ
日本工営(株)
東京水道サービス(株)
東洋エンジニアリング(株)

環境
JR (先)
14-080

ミャンマー国
ヤンゴン市上下水道改善プログラム
協力準備調査

ファイナル・レポート

2014年3月

総目次

第1巻：ヤンゴン市水ビジョン
第2巻：上水道（要約）
第3巻：上水道マスタープラン
第4巻：上水道フィジビリティスタディ
第5巻：下水道・排水（要約）
第6巻：下水道・排水マスタープラン
第7巻：下水道・排水フィジビリティスタディ

目次

第1章	序章	1-1
1.1	調査の背景.....	1-1
1.2	調査の目的.....	1-2
1.3	調査実施体制.....	1-2
1.4	調査対象地域.....	1-2
第2章	調査対象地域の現況	2-1
2.1	人口.....	2-1
2.2	水文と水理.....	2-1
2.2.1	河川システム.....	2-1
2.2.2	ヤンゴン周辺の塩水遡上.....	2-1
2.2.3	水理地質.....	2-2
2.3	上下水道・排水に係る関連組織.....	2-2
2.3.1	ヤンゴン地域政府.....	2-2
2.3.2	ヤンゴン市開発委員会 (YCDC)	2-3
2.4	水供給・衛生に係る法制度.....	2-4
2.4.1	ヤンゴン市の上水道関連法・制度(ヤンゴン市開発法).....	2-4
2.4.2	ヤンゴン市開発法 施行規則 (水供給衛生)	2-5
2.5	水供給・衛生に係る予算制度と運営状況.....	2-5
2.5.1	地域政府の予算・運営状況.....	2-5
2.5.2	YCDC の予算・運営状況	2-5
2.6	水供給の概要.....	2-6
2.6.1	既存の水供給の分類.....	2-6
2.6.2	主要な水源.....	2-6
2.6.3	水因性疾患.....	2-7
2.6.4	給水支出額.....	2-7
2.6.5	改善された給水への支払い意思額.....	2-7
2.6.6	無収水率の推定.....	2-8
2.7	既存水道システム.....	2-8
2.7.1	水道整備の変遷.....	2-8
2.7.2	水道水源.....	2-10
2.7.3	取水塔、取水ポンプ場、導水管 (導水路)	2-10
2.7.4	浄水場.....	2-10

2.7.5	送水ポンプ場.....	2-11
2.7.6	配水池.....	2-11
2.7.7	配水管、給水管.....	2-11
2.8	上水道に係る主要な課題.....	2-12
2.8.1	技術面（維持管理含む）の課題.....	2-12
2.8.2	組織面の課題.....	2-12
2.8.3	制度面の課題.....	2-12
2.8.4	財務・運営面の課題.....	2-13
2.9	給水サービス目標.....	2-13
2.9.1	全体目標.....	2-13
2.9.2	無収水率.....	2-13
第3章	上水道マスタープラン.....	3-1
3.1	水需要量.....	3-1
3.1.1	水需要量予測.....	3-1
3.2	水源計画.....	3-2
3.2.1	貯水池系水源.....	3-2
3.2.2	地下水生産計画.....	3-3
3.2.3	河川系水源開発.....	3-3
3.3	水需要量と水源水量収支.....	3-4
3.4	上水道計画.....	3-6
3.5	施設計画.....	3-6
3.5.1	計画施設の配置.....	3-6
3.5.2	供給水量を増加する施設.....	3-8
3.5.3	均等給水及び無収水削減対策に供する施設.....	3-11
3.5.4	その他の施設.....	3-12
3.6	維持管理と能力向上計画.....	3-13
3.6.1	維持管理計画.....	3-13
3.6.2	水運用.....	3-13
3.6.3	水質管理.....	3-14
3.7	能力開発.....	3-14
3.7.1	組織開発.....	3-14
3.7.2	法制度整備.....	3-14
3.7.3	水質管理と浄水場の維持管理.....	3-15
3.7.4	配水管理と無収水管理.....	3-15
3.7.5	施設のデータ管理.....	3-15
3.7.6	顧客・料金徴収データ管理.....	3-15
3.8	事業費.....	3-16

3.8.1	積算レート.....	3-16
3.8.2	事業費.....	3-16
3.9	財務計画.....	3-17
3.9.1	財務分析.....	3-17
3.9.2	財務計画に関する水道料金改定の必要性.....	3-19
3.10	IEE レベルの環境社会配慮.....	3-20
3.10.1	マスタープランに対する IEE レベルの環境社会配慮.....	3-20
3.10.2	代替案分析.....	3-20
3.10.3	緩和策.....	3-21
3.10.4	ステークホルダー協議.....	3-22
3.11	フィジビリティ調査のための優先プロジェクトの選定.....	3-23
第4章	上水道フィジビリティ調査.....	4-1
4.1	優先プロジェクト.....	4-1
4.1.1	Lagunbyin 貯水池系水道システムの構築.....	4-1
4.1.2	配水区1の再構築と近代化.....	4-4
4.1.3	消毒施設の設置.....	4-7
4.1.4	優先プロジェクトの施設概要.....	4-9
4.2	能力向上計画.....	4-1
4.3	事業費算定.....	4-1
4.4	優先プロジェクトの総合評価および提言.....	4-1
4.4.1	経済・財務評価.....	4-1
4.4.2	環境・社会影響の評価.....	4-2
4.4.3	優先プロジェクトの効果.....	4-2
4.4.4	提言.....	4-3

表 目 次

表 S.1	ヤンゴン市の人口の推移.....	2-1
表 S.2	ヤンゴン港における潮位.....	2-2
表 S.3	水因性疾患.....	2-7
表 S.4	給水支出額.....	2-7
表 S.5	国際水道協会の定義に基づく水収支.....	2-8
表 S.6	各浄水場の諸元.....	2-10
表 S.7	給水サービス全体目標.....	2-13
表 S.8	無収水率及び漏水率の目標値.....	2-13
表 S.9	ヤンゴン都市圏の水需要量予測結果.....	3-1
表 S.10	ヤンゴン市の水需要量予測結果.....	3-1

表 S. 11	一日平均水需要量.....	3-1
表 S. 12	貯水池系の将来水源量.....	3-3
表 S. 13	地下水生産計画.....	3-3
表 S. 14	給水状況の改善目標を達成するための方針.....	3-6
表 S. 15	上水道事業の概算事業費.....	3-16
表 S. 16	上水道事業の年間維持管理費用 (2040 年)	3-17
表 S. 17	財務シミュレーション結果.....	3-18
表 S. 18	平均水支出額と支払可能性.....	3-20
表 S. 19	代替案評価マトリックス.....	3-21
表 S. 20	水源開発の比較.....	3-24
表 S. 21	配水区 7 と 8 の水道計画の基本数値.....	4-1
表 S. 22	一日最大需要量の推移.....	4-2
表 S. 23	配水区 7 と 8 の給水計画.....	4-2
表 S. 24	配水区 1 の水道計画の基本数値.....	4-4
表 S. 25	一日最大需要量の推移.....	4-5
表 S. 26	配水区 1 の給水計画.....	4-5
表 S. 27	塩素消毒設備の計画水量.....	4-7
表 S. 28	優先プロジェクトの施設概要.....	4-9

図 目 次

図 S. 1	YCDC 水供給衛生局 組織図.....	2-4
図 S. 2	水道システム概要図 (2012 年)	2-9
図 S. 3	ヤンゴン都市圏の一日最大水需要量.....	3-2
図 S. 4	需要量に応じた段階的水源開発計画.....	3-4
図 S. 5	ヤンゴン都市圏の水道水広域水収支 (2040 (上)、2025 (下))	3-5
図 S. 6	主要施設整備計画図 (2040 年)	3-7
図 S. 7	給水計画図 (配水区 7、配水区 8、Thilawa SEZ)	4-3
図 S. 9	塩素消毒設備の設置後の消毒された浄水の供給状況 (予想図)	4-8
図 S. 10	主要施設整備計画図 (2025 年) と F/S 対象施設	4-10

略語表

B/C	Benefit per Cost	費用便益比
BDS	Back Drainage Space	家屋後方排水スペース
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CBD	Central Business District	中心商業地区
CIP	Cast-Iron Pipe	铸铁管
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DDA	Department of Development Affair	開発事業局
DIP	Ductile Iron Pipe	ダクタイル铸铁管
DMA	District Metered Area	配水管理区画
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EC	Electric Conductivity	電気伝導率
ECC	Environment Conservation Committee	環境保護委員会
F/S	Feasibility Study	フィジビリティ調査
FC	Foreign Currency	外貨
FY	Fiscal Year	会計年度
GPCD	Gallons Per Capita per Day	給水量原単位 (一人一日当り使用水量)
HHWL	Highest High Water Level	既往最高潮位
HWL	High Water Level	高水位
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
IUR	Inner Urban Ring	IUR
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構 (日本)
Kyat	Myanmar Kyat	ミャンマーkyat (ミ国の通貨)
LPCD (or Lpcd)	Liters Per Capita per Day	給水量原単位 (一人一日当り使用水量)
LWL	Low Water Level	低水位
M&E	Mechanical & Electrical	機械・電気
M/P	Master Plan	マスタープラン
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	経済産業省 (日本)
MG	Million Gallons	百万ガロン
MGD	Million Gallons per Day	百万ガロン/日
MIP	Mingaladon Industrial Park	ミンガラドン工業団地
ML	Million Liters	百万リットル
MLD	Million Liters per Day	百万リットル/日
MOAI	Ministry of Agriculture and Irrigation	農業灌漑省 (ミ国)
MOECA	Ministry of Environment Conservation and Forestry	環境保護・林業省 (ミ国)
MOF	Ministry of Forestry	林業省 (ミ国)
MOFA	Ministry of Foreign Affairs	外務省 (ミ国)
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MWL	Mean Water Level	平均水位
N/A	Not Available	該当データなし、入手不能
NCEA	National Commission for Environmental Affairs	国家環境対策委員会
NewSZ	New Suburbs Zone	NewSZ
NRW	Non Revenue Water	無収水
NS	Northern Suburbs	NS
O&M	Operation & Maintenance	(施設の) 運転・維持管理

OldSZ	Older Suburbs Zone	OldSZ
ORZ	Outer Ring Zone	ORZ
P/S	Pumping Station	ポンプ場
PPP	Public-Private Partnership	官民パートナーシップ、官民連携
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
R.	Reservoir	貯水池
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
S/R	Service Reservoir	配水池
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	SCADA
SCBD	South of CBD	SCBD
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SEZ	Special Economic Zone	経済特別区
SS	Suspended Solids	浮遊物質
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理場
TDS	Total Dissolved Solids	溶解性物質
T-N	Total Nitrogen	全窒素
T-P	Total Phosphorus	全りん
TS	Township	タウンシップ
TS	Total Solids	蒸発残留物
US\$, USD	United States Dollars	米国ドル
VAT	Value Added Tax	付加価値税
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WWTP	Waste Water Treatment Plant	下水処理場
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会

調査の略称

プログラム形成協力準備調査「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成協力準備調査」(JICA) ・サブコンポーネント 世帯訪問調査 (HIS)	JICA ヤンゴン都市圏調査 2012年 JICA 世帯訪問調査
ティラワ経済特別区及び周辺区域水資源賦存量に係る基礎情報収集・確認調査 (JICA)	JICA Thilawa 水源調査
ミャンマー・ヤンゴン市上下水道改善基礎調査(経済産業省)	METI 上下水道調査
ミャンマー国「ヤンゴン市給水改善計画調査」(JICA)	2002年ヤンゴン市給水改善計画調査

単位

1 ガロン (イギリスガロン) = 4.546 リットル

1 エーカー = 4,047 m²

通貨換算率

マスタープラン (2012 月 12 月時点)

1USD=84.64JPY

フィジビリティスタディ (2013 年 6 月時点)

1 USD = 101.1 JPY

1 USD = 885 Kyat

1 Kyat = 0.114 JPY

第1章 序章

1.1 調査の背景

ミャンマー国（以下「ミ」国）の首都は2006年にネピドーに移されたが、ヤンゴン市は未だ経済、ビジネス、通信の中心地であり、ヤンゴン市開発委員会（YCDC：Yangon City Development Committee）によると、現在人口は約510万人（2011年）である。

ヤンゴン市の上水道システムの歴史は古く1842年に始まっており、上水道の給水普及率は約37%と低く、老朽化した導水管、送配水管の更新が適切に行われておらず、結果として現在の日給水量52万 m^3 強の内、無収水量が約66%にもものぼっている。また、水質に関しては、水源の約9割が表流水利用にも関わらず、その3分の2が浄水処理を行わず直接配水されているほか、浄水場における処理も不十分である（塩素消毒もほとんど行われていない）。水道メータ設置率は約7割と他の途上国に比べると比較的高いものの、水道料金はメータの設置された家庭で約8円/ m^3 、設置されていない家庭では月額180～300円と低く抑えられており、水道経営に必要な十分な額の料金徴収が行われているとは言い難い。技術力に関しては、YCDCは限定的な予算の中で独自に上水道の設計、管の加工を行うなどの努力を行っており、施設の維持管理に関する基本的能力は高いと言える。一方、既存のNyaunghnapin浄水場、Kokine配水池等では水質が目視でも分かる程度に濁っており、浄水場の維持管理、水質管理等技術面に関しては改善の余地は多分にあると思われる。なお、ヤンゴン市以外の12タウンシップの上下水道についてはヤンゴン地方開発省（Yangon Region Ministry of Development Affairs）が管轄している。

上記ヤンゴン市上水道の改善を目的として、JICAは2002年に開発調査「ヤンゴン市給水改善計画」を実施し、ヤンゴン市の上水道におけるマスタープラン作成、プレフィジビリティ調査を行い、2020年を目標とした開発計画策定支援を行った。計画の中には、将来の需要予測、水源のポテンシャル調査、配水ブロック化、管網のリハビリ、浄水場の新設、導水管の新設、配水池の新設などの施設計画、事業費の積算等が含まれていた。しかしながら、提案された長期計画事業のほとんどが、実施されなかった。一方、新興住宅地域における需要増加に 대응するため、貯水池を水源とする浄水場1箇所、地下水を水源とする浄水場4箇所を建設すると共に、メータ設置を進めた。

一方、近年「ミ」国の政治的状況は急激に変わってきており、JICAはヤンゴン地域政府と上下水道、電力、道路等基礎インフラの開発を含むヤンゴン都市圏の包括的開発計画を策定する協議を実施してきた。同協議を受けて、「ヤンゴン都市圏都市開発プログラム」に係るミニッツが2012年5月1日付で署名され、続けて、プログラムの中に位置づけられる都市圏開発に係る協力内容につき合意がなされ、さらにその内の上下水道及び雨水排水改善に係る協力内容について2012年5月22日付ミニッツの中で合意された。

なお、ヤンゴン都市圏都市開発プログラムのサブプロジェクト及び関連する調査は以下のとおりである。

- 1) ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査（JICA）：「本調査」

- 2) ヤンゴン都市圏開発プログラム形成協力準備調査 (JICA) : 「ヤンゴン都市圏調査」
- 3) ティラワ経済特別区及び周辺区域水資源賦存量に係る基礎情報収集・確認調査 (JICA) : 「ティラワ水資源調査」
- 4) ミャンマー・ヤンゴン市上下水道改善基礎調査 (経済産業省) : 「METI 調査」
- 5) JICA 長期派遣専門家派遣 (福岡市)

1.2 調査の目的

ヤンゴン都市圏の上下水道及び雨水排水に関する開発計画策定及び優先プロジェクトの発掘により、同都市圏の経済発展と生活環境の改善に貢献することを調査の目的とする。

1.3 調査実施体制

本調査の主な関係機関は、YCDC である。

1.4 調査対象地域

調査対象地域¹はヤンゴン市 (784 km²) の 33 タウンシップ (829km²) 及びその近隣 6 (Thanlyin、Kyauktan、Hmawbi、Helgu、Htantabin、及び Twantay) タウンシップの一部 (705km²) とし、ヤンゴン都市圏 (1,534km²) と称する。

なお本報告書内では、Yangon City はヤンゴン市、Periphery Areas は近隣 6 タウンシップの一部、Greater Yangon はヤンゴン都市圏を示す。

¹ 本調査のタイトルは「ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査」であるが、調査開始後、対象地域は周辺 6 タウンシップを含む「ヤンゴン都市圏」に変更された。

第2章 調査対象地域の現況

2.1 人口

ヤンゴン市の人口と市域の変遷を下表に示す。1953年には73万人であった人口は63年に94万人とおよそ100万人に近い水準に達している。その後市域の拡大に伴い1973年には200万人、1993年には300万人を超え、さらに2003年には400万人を超え、現在(2011年)は514万人にまで人口が増加している。人口増加率は、1970年前後に異常に高い時期があったが、1980年以降は2%台後半である。

表 S.1 ヤンゴン市の人口の推移

年	人口(百万人)	平均人口増加率 (%)	面積(km ²)	人口密度 (人/km ²)	備考
1953	0.73		123.3	5,925	
1963	0.94	2.5	164.2	5,725	
1973	2.01	7.9	221.4	9,077	1965年及び73年に市域拡大
1983	2.51	2.2	346.0	7,254	1983年に市域拡大
1993	3.09	2.1	603.5	5,120	
2003	4.10	2.8	794.3	5,161	1991年に市域拡大
2011	5.14	2.9	794.3	6,471	2003年に市域拡大

出典：YCDC

2.2 水文と水理

2.2.1 河川システム

ヤンゴン都市圏はBago川とHlaing (Yangon)川の合流地点周辺に発達している。二つの河川は合流してYangon川となり、Mottama湾に流入する。

Yangon川に合流するPan Hlaing川、Twan Tay CanalとHlaing川に合流するKokkowa川は、いずれもその源はエーヤワディー川である。これらの河川は、将来の水需要の増加が予想されるヤンゴン都市圏の水源地候補である。

市内CBD東部にはPazuntaung川が流れ、この上流はNgamoyeik川と呼ばれ、YCDCの水源地の一つであるNgamoyeik貯水池がある。

2.2.2 ヤンゴン周辺の塩水遡上

これら河川は、全て感潮河川であり、乾季の河川流量が少ない時期には、塩水遡上が発生している。従って、水道水源として開発する際は塩分遡上を検討する必要がある。

潮位の観測は数年前から行われていないが、ミャンマー港湾局(MPA)が保有する潮汐の情報は下表に示すとおりである。過去の観測記録は、ヤンゴン港(Sule Pagoda Wharf)と、ヤンゴン川河口(Elephant point)で行われている。ヤンゴン港では、潮位を含めた最高高水位(HHWL)は

6.74m であり、平均水位 (MWL) は 3.121m である。平均水位と最高水位の差は 3.619m である。

表 S.2 ヤンゴン港における潮位

項目	潮位高(m)	観測日
最高水位 (HHWL)	+6.74	Sep. 1899
平均水位 (MWL)	+3.121	Up to 1936
Bo Aung Kyaw Street Wharf における最低水位	-0.24	Dec. 1902
Indian Spring Low Water Mark	+0.338	-

出典: ミャンマー港湾局(MPA)

2.2.3 水理地質

2002年ヤンゴン市給水改善計画調査において、地下水利用可能地図が作成されている。それによれば、地下水のポテンシャル及び水質には以下の地域的特色がある。

- ヤンゴン市の中央を走る丘陵地帯では地下水の賦存量は少なく開発が難しい。
- 丘陵以外では地下水の開発が可能である。
- 特に河川周辺は高い開発ポテンシャルがある。
- ヤンゴン川左岸に面する地域及びCBDでは、塩分濃度が高い懸念がある。
- 丘陵地の周辺では、鉄分の高い地下水の可能性がある。

2.3 上下水道・排水に係る関連組織

2.3.1 ヤンゴン地域政府

農業用排水路の建設、維持管理は、国、地域政府の役割であると憲法に明記されている。一方、上下水道及び都市排水の建設・維持管理主体は必ずしも明確でないものの、地域政府の役割の一つに水税 (Water tax) の徴収権限があるとの記述があり、これが水道料金を示していると考えられ、上水道は地域政府開発局 (下図参照) の業務であると読める。この地域政府開発局は YCDC と共に地域政府の管轄下にある。周辺 6 タウンシップの内、Thanlyin と Kyauktan タウンシップ市街地および Thilawa SEZ に小規模水道施設があるが、地域内に下水道施設はない。

国レベルの水管轄省庁について、これまで国境省開発局 (Ministry of Boarder Affairs, Department of Development Affairs) が、規模に関わらず給水を担当していたが、2012年7月に組織変更が行われた。2012年には国境省 地方開発局 (Ministry of Boarder Affairs, Department of Rural Development Affairs) となり、村落給水のみを所掌となったため、都市規模の場合は、自治体 (委員会) が直接管轄しており、国レベルでの管轄省庁はない。その後、2013年に地方開発局は国境省から畜産水産・農村開発省 (Ministry of Livestock, Fisheries and Rural Development) に移行された。

一方、「ヤンゴン市開発法」では、YCDC は上下水道の建設・維持管理の権限を明らかに有している。

2.3.2 ヤンゴン市開発委員会 (YCDC)

(1) ヤンゴン市開発委員会 (YCDC)

YCDC は、ヤンゴン市の開発事業の自発的な促進を目的として、「ヤンゴン市開発法」によって設立された。同法によって、YCDC は自己資金による独自事業の遂行が権限として認められている。しかしながら、現状では事業の許認可申請を政府に行わなければならないこと、国家予算体系の枠組みに組み込まれた活動内容となっていること等、必ずしもその権限を十分に行使できる環境となっていない。

YCDC の役割の一つに上下水道・衛生事業が含まれている。上下水道事業や公衆衛生事業について政策を策定し、管理、実施する責務が同法によって規定されている。YCDC は市長（地域政府開発大臣の兼任）をトップとし、その下に次官、副次官がいる。委員会メンバーは、市長、次官、副次官および4名の理事（委員会 3, 4, 5, 7）から構成される。

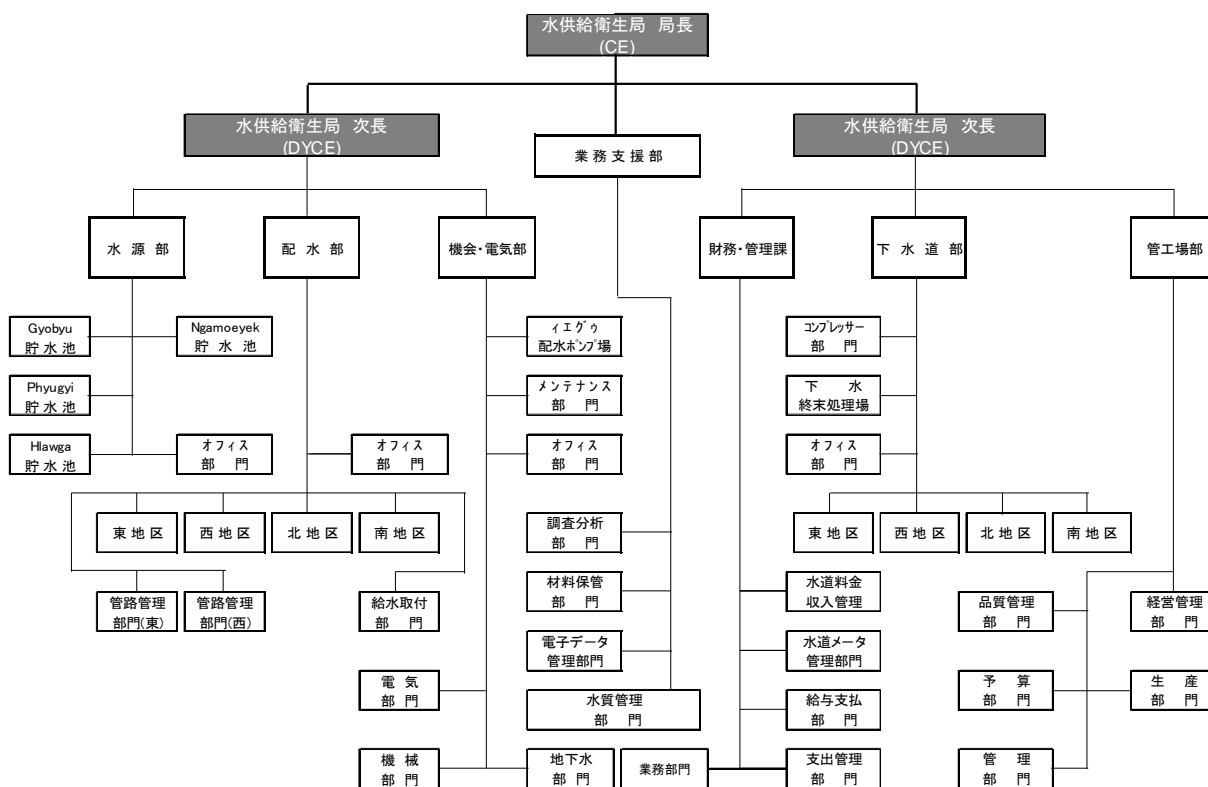
水供給衛生局 (Department of Engineering (Water and Sanitation)) が上下水道・衛生事業を管轄する部署である。

一方、市内の雨水・排水事業は道路・橋梁局 (Department of Road and Bridge) が担っている。排出先の河川、クリークは農業灌漑省の管轄となっている。上水道の水源及び水道水の水質検査は衛生局 (Department of Health) が担当し、水質検査結果のモニタリングは水供給衛生局の水質モニタリング課が担当している。

(2) 水供給衛生局

水供給衛生局は、局長 (1名) および副局長 (2名) の下、次の6つの部 (Division) から構成されている: ①水源部 (Reservoir)、②配水部 (Water Distribution)、③電気・機械部 (Electrical & Mechanical)、④財務・管理部 (Finance & Administration)、⑤下水道部 (Sewerage)、⑥管工場部 (Pipe Plant)。また、業務支援部署として、調査係、倉庫係、コンピュータ係、水質モニタリング課がある。総職員数は、2,196名 (2012年6月現在) となっている。

水供給衛生局の組織図を次図に示す。



出典：YCDC

図 S.1 YCDC 水供給衛生局 組織図

2.4 水供給・衛生に係る法制度

2.4.1 ヤンゴン市の上水道関連法・制度(ヤンゴン市開発法)

水供給・衛生事業に関連して、YCDC 法の「第 3 章 委員会の職務規定」の中では、次の事業が YCDC の所管事業として明確に規定されている。

- 上水道に関する事業
- 貯水池及びパイプラインの建設及び維持
- 下水道事業
- 公衆衛生に関する事業

「第 4 章 委員会権限」、「第 9 条」には YCDC が自治権を行使する根拠となる下記の条文が規定されている。

- 自治地域の設定
- 自己資金による独自事業の遂行
- 外国通貨を開発事業に使用する権利
- 連邦内外の組織、個人との契約により市の開発事業に寄与する権利

今回の調査により、上記第 9 条の規定内容については、現在大部分が形骸化しているといえる。

「ヤンゴン市開発法」に基づき自主的に行われるべき YCDC の事業活動は、各事業において YCDC が企画・積算を行った後、地域政府に対し事業に対する許認可の申請を行うものである。

事業執行に必要とされる予算については、2011年4月から連邦政府の国家予算の体系に組み込まれ、地域政府の許認可に基づいた執行を余儀なくされている。

今後、同法及び関連法制度との整合性を含め、将来の展望を見据えた法制度の改変と整備が必要である。

2.4.2 ヤンゴン市開発法 施行規則（水供給衛生）

YCDC は、国家平和発展評議会議長の合意の下、ヤンゴン市開発法第 33 条を受けて、YCDC 開発法に関する施行規則を定めた。水道衛生に関する規則も通達 No. 6/99 として定められている。

その中では、水供給衛生事業に係る YCDC の責務と権利について言及されている。

2.5 水供給・衛生に係る予算制度と運営状況

2011年10月以降、YCDC はその歳入のすべてを地域政府、中央政府に納付することになった。それ以前は、上水道事業収入をはじめとする YCDC の収入は、YCDC 独自の予算に組み入れられていた。

YCDC は、予算申請後、中央政府より承認された予算額を地域政府から受け取っている。そのため、YCDC は収益の用途を自ら決定できる自由度は極めて少ない。

2.5.1 地域政府の予算・運営状況

地域政府の予算に関する詳細な情報は入手できていないが、2012年10月、2012-13年度（2012年4月～2013年3月）下半期の支出をカバーするための予算 156 億 kyat が中央政府より配分された。また、年間では 50 億 kyat 程度の財政赤字状況にあると確認されている（ヤンゴン都市圏調査）。なお、ヤンゴン地域政府を構成する 25 部局の内、20 部局が赤字状態であると想定されるとしている。

2.5.2 YCDC の予算・運営状況

(1) YCDC の予算と推移

YCDC の歳入は、一般税、環境税で構成される固定資産税に大きく依存している。特に、コンドミニアム、ホテル、マーケット、ゴルフ場、自動車税等からの収入がその主な財源となっている。

YCDC の予算に関しては、地域政府同様、YCDC から正式な情報を入手できていない。報道 (Weekly Eleven Journal Myanmar) の告知 (Notification) の情報によると、2012/2013 年度の全体予算は 550 億 kyat である。主な用途は人件費に 50%、道路・橋梁事業 21%、上水道事業 17%、清掃

事業 11%とのことである。

一方、水供給衛生局を含む 20 の各部局は、自らの予算の用途を決定できる権限は与えられていない。また各局は、設備投資など資本支出の分野を自ら決定できる権限はなく、執行委員会による承認を受けることが必要となっている。

(2) YCDC の予算配分と収入フロー

予算の申請から承認までのフローは次のとおりである。まず、YCDC にある 20 の各局が予算案を作成し、市長宛てに案を提出する。市長は、取りまとめた予算申請をヤンゴン地域首相に提出する。地域首相は、同政府の財務・歳入省地域事務所と協議後、さらにヤンゴン市長、委員会メンバー7人、予算・会計局で協議し、予算が決定、承認される。

2.6 水供給の概要

2.6.1 既存の水供給の分類

調査対象地域での給水形態は、大きく YCDC による水道給水と YCDC 以外のその他に分けられる。

(1) YCDC による給水

YCDC による給水水源は貯水池水と地下水であり、給水方法は主に配水管網によっている。給水区域は、33 タウンシップの内、30 タウンシップをカバーしている。

(2) YCDC 以外の給水

YCDC 以外による給水方法は私有井戸、雨水貯留、小河川/池水、隣家の水道水及び井戸水、ボトルウォーター、水売り、公共井戸・公共水栓と様々である。なお、YCDC 市外の Thanlyin タウンシップ、Kyauktan タウンシップと Thilawa SEZ に小規模な公共水道施設が存在する。

2.6.2 主要な水源

主たる飲料水源はボトルウォーター (45%)、次いで私有井戸 (17%)、YCDC の水道水 (12%) である。その他用途 (非飲料用) としての水源は、私有井戸が 37%、YCDC 給水が 34%、隣家の水道水及び井戸水 (無料での使用) が 9% である。この 34% がヤンゴン都市圏の YCDC の水道普及率に相当する。

YCDC 管轄地域 (33 タウンシップ) では、YCDC の水道による給水が 39%、次いで私有井戸が 38%、水販売人から 9%、雨水/小河川/池が 5% となっている。

非 YCDC 管轄地域 (6 タウンシップ) の主要な水源は、私有井戸が 33% で最大で、次いで雨水/小河川/池 (31%)、隣家の水道水及び井戸水 (21%) となっている。

2.6.3 水因性疾患

水因性疾患の罹患については、過去1年以内に1.4%が下痢を経験、その他の疾病（赤痢、これら、腸チフス等）については0.1～0.6%と少数であった。過去1年の罹患回数も1回、2～5回がそれぞれ50.6%、45.6%との結果であった。

表 S.3 水因性疾患

下痢	赤痢	コレラ	伝染性肝炎	腸チフス	マラリア	デング熱	その他
1.4%	0.6%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.4%	0.4%

出典：2012年 JICA 世帯訪問調査

2.6.4 給水支出額

飲料用水に対する毎月の支出は平均5,600kyat、その他用途の給水に対しては、平均4,400kyatであった。ただし、高額の支出金額を示した回答者がおり、平均値が高いところに引きずられた可能性がある。中央値で見ると、飲料用には1,200kyat、その他用途には700kyatとなっている。一般市民は、合計1,900kyat程度を給水に支出していると推定される。

表 S.4 給水支出額

	平均	中央値	最大値	最小値
飲料用水	5,636	1,200	150,000	0
その他用途	4,477	700	270,000	0

出典：2012年 JICA 世帯訪問調査

2.6.5 改善された給水への支払い意思額

飲料用水と未処理水（双方とも24時間給水）に対する支払意思額/世帯・月を JICA 世帯訪問調査にて聞いた。回答の分布をみると、双方とも支払意思額/世帯・月は1,000kyat以下が大勢を占め、飲料用水では54%、未処理水では44%であった。

算定した平均支払意思額/世帯・月は、2,436 kyat であった。1ヵ月当たりの平均使用水量の推定値は、調査結果より13.9m³/世帯・月であり、この値を用いてm³当たりの支払意思額を算定すると、175 kyat/m³/世帯・月となる。この値と現行の従量制の水道料金（一般家庭用）88 kyat/m³と比較すると、現行の水道料金は支払意思額の約2分の1に相当し、現行の料金レベルは支払意思額よりも小さい。

一方、支払意思額と世帯収入の関係をみると、調査結果から平均世帯収入の中央値は175,000 khat/世帯・月と推定される。これは、上記の平均支払意思額は平均世帯収入の1.4%にあたり、支払意思額は、一つの目安値である世帯収入の4%以内に収まっている。したがって、住民意識調査結果からは、現行の水道料金レベルは比較的低いレベルに設定されていると推察することができる。

参考までに、支払可能額を世帯収入の4%と仮定し、上述の使用水量から m³ 当たりの支払可能単価を推定すると 500 kyat/ m³ となる。

2.6.6 無収水率の推定

前節の分析から、現在の推定収入水量は 41MGD である。推定総生産水量は 120MGD であるから、79MGD が無収水量であり、無収水率は約 66% となる。

現有データから推定された水道の水収支を下表に示す。

表 S.5 国際水道協会の定義に基づく水収支

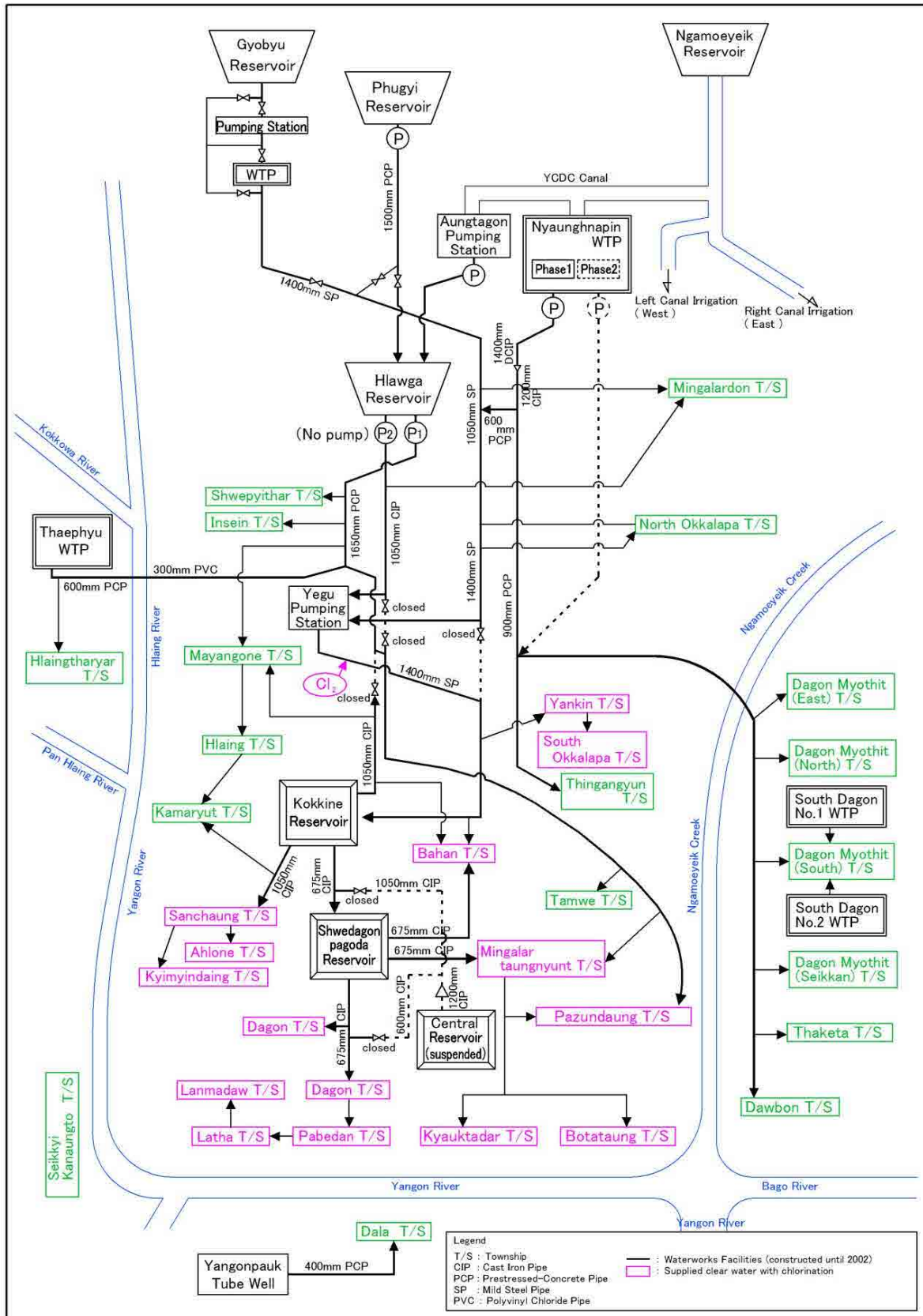
配水量*1	120 MGD (100%)	認定給水量	請求認定給水量	請求計量給水量	料金水量 (メータ有)	メータ	26 MGD	41 MGD 推定 34%	有収水量
			請求非計量給水量	請求非計量給水量	料金水量 (メータ無: 推定)	推定	15 MGD		
			非請求認定給水量	非請求計量給水量	調停水量	不明	19 MGD		
				非請求非計量給水量	無料水量 (寺社等)、YCDC 事業用水量	不明			
			損失水量	見掛け損失水量	非認定給水量	盗水、その他不明水	不明	79 MGD 推定 66%	
					計量誤差	メータ不感・誤差・誤検診	不明		
		実損失水量		送水管・配水管漏水量	送水管・配水管からの漏水量	推定 50%	60 MGD		
				配水池漏水・越流水量	配水池からの漏水、越流水量				
		需要家メータまでの給水管漏水量	メータ上流給水管からの漏水量						

*1 生産メータ及び配水メータ不備のため正確な値は不明
出典: JICA 調査団

2.7 既存水道システム

2.7.1 水道整備の変遷

既存水道システム概要を次図に示す。



出典：JICA 調査団

図 S.2 水道システム概要図 (2012年)

2.7.2 水道水源

既存水源は、貯水池、地下水ならびにその他に分類される。水源の合計量は、既存水量 727,000 m³/日 (160MGD) に Nyaunghnapin 第 2 期 205,000 m³/日 (45MGD) を加えた 933,000 m³/日 (205MGD) である。

2.7.3 取水塔、取水ポンプ場、導水管 (導水路)

既設の取水塔及び取水ポンプ場の中で現在使用されているのは、1939 年にイギリスによって建設された Gyobyu 取水塔、1962 年の Gyobyu 取水ポンプ場、1980 年の Hlawga 取水ポンプ場、1988 年の Phugyi 取水塔、同 Phugyi ポンプ場、2011 年の Aungtagon 取水ポンプ場である。

2.7.4 浄水場

YCDC の浄水場は、現在 6 箇所 (表流水系 2 箇所、地下水系 4 箇所) が稼働している。2013 年 4 月に、20 万 m³/日規模の Nyaunghnapin 浄水場の 2 期工事が完了した。

浄水処理方法は、貯水池系の浄水場では、主に懸濁質除去を目的として、Gyobyu 浄水場では凝集沈殿処理、Nyaunghnapin 浄水場では凝集沈殿・急速ろ過処理が行われている。また、地下水系の浄水場では除鉄を目的としたカスケード式エアレーション・砂ろ過による処理が行われている。現在はいずれの浄水場においても塩素消毒設備が設置されておらず、唯一、Yegu ポンプ場にて塩素注入が行われている状況にある。

各浄水場の施設諸元を下表に示す。

表 S.6 各浄水場の諸元

項目	Gyobyu	Nyaunghnapin (第 1 期、第 2 期)	Yangonpauk	South Dagon No. 1	South Dagon No. 2	Thaephyu
浄水規模	23,000m ³ /日	409,000m ³ /日	4,500m ³ /日	4,500m ³ /日	4,500m ³ /日	4,500m ³ /日
水源	Gyobyu 貯水池	Ngamoeyeik 貯水池 から流下する YCDC 用水路	Tube well (3 井)	Tube well (9 井)	Tube well (10 井)	Tube well (6 井)
浄水 プロセス	凝集沈殿	凝集沈殿、急速ろ過	エアレーション、上 向流砂ろ過	エアレーション、上 向流砂ろ過	エアレーション、上 向流砂ろ過	エアレーション、上向 流砂ろ過
凝集剤	なし	PAC	なし	なし	なし	なし
塩素消毒	なし	なし	なし	なし	なし	なし
建設年	1940 年	2005 年、2013 年	2000 年	2008 年	2009 年	2009 年
配水区域	Mingalardon タウンシップ への配水及び Yegu ポンプ場 へ送水	Yegu ポンプ場の不 足水量の応援送水 及びヤンゴン市東 部の 9 タウンシッ プへ配水	Dala	South Dagon	Dagon South	HlaingTharya
備考						

出典：YCDC

2.7.5 送水ポンプ場

現在の主要な送配水ポンプ場としては、Yegu ポンプ場が稼働している。

本ポンプ場は、旧ポンプ場だけでは十分な揚程を確保できず、Kokine 配水池に送水できないため、新ポンプ場を整備した。新ポンプ室と旧ポンプ室で構成され、平常時は新ポンプ系で対応し、旧ポンプ系は、ポンプ井の水位が低水位かつ送配水量の増量が必要な状況等の補助的な役割（バックアップ）を担っている。通常時は新ポンプ 2 台を運転しており、調整池水位が低下した場合には新ポンプ 1 台+旧ポンプ 2 台に切換え運転を行っている。

2.7.6 配水池

配水池は安定給水の為の配水調整機能を担うものである。Yegu ポンプ場下流の Kokine、Shwedagon 及び Central の 3 ヶ所に設置されている。しかし、Central 配水池は、完成時の水張試験において漏水が発生したことから、完成後から現在に至るまで稼働することなく 58 年間放置状態にある。

したがって、現在は Kokine 及び Shwedagon の 2 つの配水池により、近傍及び旧市街地を含む南部のタウンシップへの配水が行われている。

2.7.7 配水管、給水管

(1) 配水管

ヤンゴン市には、創設以来 100 年以上を経過し、管内面に付着したスケールで閉塞した老朽管が数多く張り巡らされており、十分な通水能力が確保されていないことが想定される。その一方で、市の人口増加・発展に伴い配水管網は、布設替えが行われないうまま、年々拡張が続けられており、新旧配管が混在した状況となっている。

(2) 増圧ポンプ

配水管における給水圧が低いため出水不良の地区が多くある。これを改善するため、ブースター（増圧）ポンプによる加圧を市内 150 箇所において実施しているが、この維持管理が煩雑である。

(3) 給水管

各戸への給水管は無造作に配水管から分岐されている状況にあり、バルブの設置箇所が少ないため、配水管から漏水した場合や布設替え工事の際には、広範囲で断水が発生する状況である。

また、高層住宅及び一部では低層住宅でも給水ポンプを設置し、配水管より加圧給水されているが、漏水時には地表面や地中の汚水をポンプで引き込んでしまう事故も発生している。

給水管の材質は、旧市街地では垂鉛めっき鋼管が主であり、腐食、破損、漏水が多く、現在、硬質塩化ビニル（PVC）管への更新が進められているものの、盗水や施工不良による漏水が発生している。給水は接続者が費用負担し YCDC 資格取得技術者が施工を行う。

2.8 上水道に係る主要な課題

YCDC の上水道サービスにおける技術面、組織面、制度面、財務・運営面の課題について、次にまとめている。

2.8.1 技術面（維持管理含む）の課題

- (1) 低い水道普及率
- (2) 高い無収水率
- (3) 不適切な水質管理
- (4) 施設の老朽化
- (5) 不適切な施設配置
- (6) 施設の維持管理の改善

2.8.2 組織面の課題

- (1) 計画担当部署の創設の必要性
- (2) モニタリング担当部署の創設の必要性
- (3) 不明瞭な職務分担と集中している職務権限
- (4) 業務指標（PIs）による事業運営管理の欠如
- (5) 顧客サービス事業への意識向上
- (6) 脆弱な水質検査体制
- (7) 脆弱な人材育成

2.8.3 制度面の課題

水道に係るミャンマー国内法令として、「YCDC 開発法」とその「施行規則」はあるものの、全体的に十分に整備されているとはいえず、以下の項目について、見直し、あるいは新たな整備が必要である。

- (1) 水道の定義、及び事業母体の定義の規定、又、給水設備設置者の責任の定義に係る検討
- (2) 上水の供給に関する事業費の原資確保の観点から、水道事業を独立した企業会計として行うことの検討
- (3) 国の水質基準の策定に向けて検討を進めているが、現在は WHO の基準に準拠しており、「ミ」国では早急な水質基準の策定
- (4) ヤンゴン市の都市環境を考慮した、工事の施工方法の検討
- (5) 業者が工事を行う際に、その目安となる一定の施工基準の整備
- (6) 業者が工事を行った後、工事検査を行う際にその検査方法や検査項目を示した検査規定の整備

(7) 給水技術を補完する制度整備

2.8.4 財務・運営面の課題

- (1) 自由度の少ない予算制度
- (2) 企業会計の導入の必要性
- (3) 全般的に安い水道料金
- (4) 料金体系の再検討
- (5) 限定的な業務のコンピュータ化

2.9 給水サービス目標

2.9.1 全体目標

給水サービスの全体目標を現在のヤンゴン市域及びヤンゴン都市圏別に下表にまとめて示す。

表 S.7 給水サービス全体目標

サービス項目	地域別	単位	2011年(現況)	2018年	2025年	2040年
水道普及率	市域	%	37	48	58	80
	都市圏		34	41	49	69
給水人口	市域	百万人	1.92	2.74	3.76	6,81
	都市圏		1.92	2.74	3.92	8,09
給水量原単位	家庭用	市域	95	117	135	178
		都市圏	95	117	133	173
	非家庭用	-	総給水量原単位の40%			
給水圧		MPa	0.075	-	0.15Mpa 以上	
給水時間		時間	平均約8時間	-	24時間	
水質改善		-	飲用不適	飲用可能水の給水		

[注]:2012年の普及率は市域、都市圏それぞれ39%、34%と推定されている (JICA 世帯訪問調査)。

出典: JICA 調査団

2.9.2 無収水率

現在のヤンゴン市の無収水率は66%と推定されている。YCDCは無収水削減に向け、高い目標で努力するために、2040年に無収水率を15%に低減させるよう目標を設定した。

無収率と漏水率の5年毎の目標値を以下の通りとする。

表 S.8 無収水率及び漏水率の目標値

項目	2013	2018	2020	2025	2030	2035	2040
無収水率 (%)	66	51	46	35	26	20	15
漏水率 (%)	50	37	33	25	18	13	10

出典: JICA 調査団

第3章 上水道マスタープラン

3.1 水需要量

3.1.1 水需要量予測

水需要量予測フローに基づいた水需要量の計算結果を下表に示す。

表 S.9 ヤンゴン都市圏の水需要量予測結果

項目	年	2011	2025	2040
推計人口	人	5,572,242	7,981,656	11,730,146
給水人口	人	1,920,471	3,916,114	8,094,586
給水普及率	%	34	49	69
給水量原単位	Lpcd	95	133	173
漏水率	%	50	25	10
1日平均需要量	m ³ /日	611,952	1,164,696	2,620,679
1日最大需要量	m ³ /日	673,148	1,281,167	2,882,749
1日平均需要量	MGD	135	256	577
1日最大需要量	MGD	148	282	634

出典：JICA 調査団

表 S.10 ヤンゴン市の水需要量予測結果

項目	年	2011	2025	2040
推計人口	人	5,142,128	6,463,609	8,519,527
給水人口	人	1,920,471	3,764,310	6,810,338
給水普及率	%	37	58	80
給水量原単位	Lpcd	95	135	178
漏水率	%	50	25	10
1日平均需要量	m ³ /日	611,952	1,125,773	2,242,961
1日最大需要量	m ³ /日	673,148	1,238,351	2,467,258
1日平均需要量	MGD	135	248	493
1日最大需要量	MGD	148	272	543

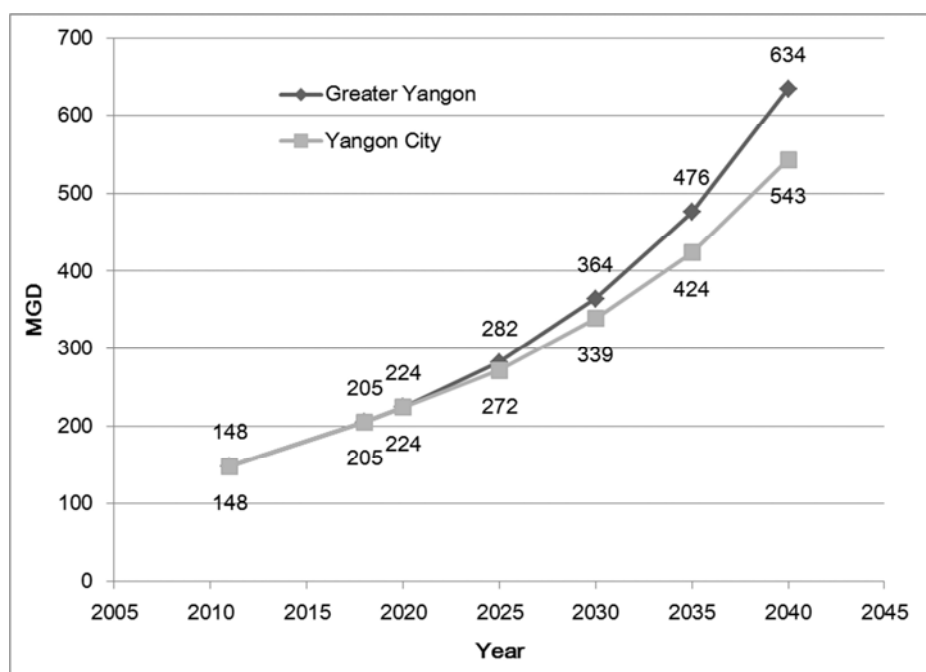
出典：JICA 調査団

2040年までのヤンゴン都市圏の水需要量（日平均）の予測は以下のとおりである。2040年の日最大水需要量は、ヤンゴン市、ヤンゴン都市圏でそれぞれ543MGDと634MGDとなる。

表 S.11 一日平均水需要量

地域	2011	2018	2020	2025	2030	2035	2040
m ³ /日							
ヤンゴン市	611,952	846,778	924,969	1,125,773	1,399,201	1,751,309	2,242,961
周辺地域	0	0	0	38923	106018	213855	377718
ヤンゴン都市圏	611,952	846,778	924,969	1,164,696	1,505,219	1,965,164	2,620,679
MGD							
ヤンゴン市	135	186	203	248	308	385	493
周辺地域	0	0	0	9	23	47	83
ヤンゴン都市圏	135	186	203	256	331	432	576

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 S.3 ヤンゴン都市圏の一日最大水需要量

3.2 水源計画

3.2.1 貯水池系水源

ヤンゴン市へ供給される既存の貯水池系水源は、YCDC 管轄の Gyobu、Phugyi、Hlawga 貯水池と、農業灌漑省 (MOAI) 管轄の Ngamoyeik 貯水池 (第 1 期及び第 2 期取水) から構成される。

新規水源としては、Ngamoyeik 貯水池の第 3 期取水 45MGD が予定されていたが、2012 年末、この第 3 期取水計画は中止となった。代わりに、Lagunbyin 貯水池の 40MGD の取水が MOAI に許可された。その中、30MGD が YCDC 用、10MGD が Thilawa SEZ 用となっている。以下に、YCDC が使用可能な計画貯水池水源量をまとめる。合計 225MGD が貯水池系の水源として将来活用できる。

表 S.12 貯水池系の将来水源量

水 源	水源量		備 考
	m ³ /日	MGD	
Gyobyu Reservoir (貯水池)	123,000	27	
Hpugyi Reservoir (貯水池)	245,000	54	
Hlawgar Reservoir (貯水池)	64,000	14	
Ngamoeyake (第1期:貯水池)	205,000	45	
Ngamoeyake (第2期:貯水池)	205,000	45	2013年4月稼動
Lagunbyin (貯水池)	135,400	30	2013年1月決定 (YCDC用のみ)
合 計	977,400	215	Thilawa SEZ用を含めると225MGD.

出典: JICA 調査団

3.2.2 地下水生産計画

現在のYCDCの地下水生産量は推定約8MGDであり、全水源量の計画は、約5%不足である。災害を未然に防ぐ意味からも、地下水取水は今後、管理され、低減されていく必要がある。本計画では、将来的に、河川水源が開発され、大量の浄水が効率的に供給可能になった時点でこれらの水源は、漸次廃止あるいはバックアップ水源とする。この期限は、以下に示す河川水源への移行が開始する2025年とする。

表 S.13 地下水生産計画

	2011	2020	2025	2030	2040
地下水取水量(MGD)	8	8	0	0	0
地下水取水量(m ³ /日)	36,000	36,000	0	0	0

出典: JICA 調査団

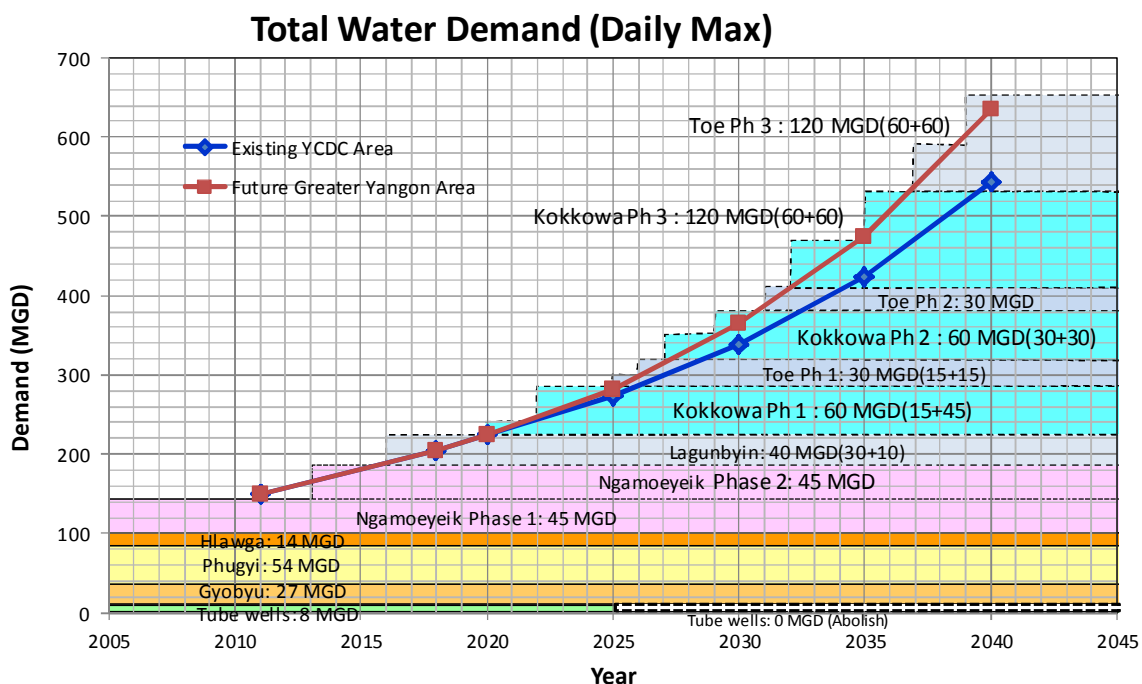
3.2.3 河川系水源開発

(1) 河川系水源開発への移行

ヤンゴン都市圏の2025年及び2040年の総日最大需要量は273MGD及び634MGDである。一方、計画水源は貯水池水源の225MGD (Thilawa SEZ用を含む)のみである。2025年及び2040年の水需要を賄うためには、河川系水源への移行が必要である。

(2) 河川水量の推定

水需要量の予測と水源開発と施設計画から5年ごとの需給バランスは下図のとおり計画される。

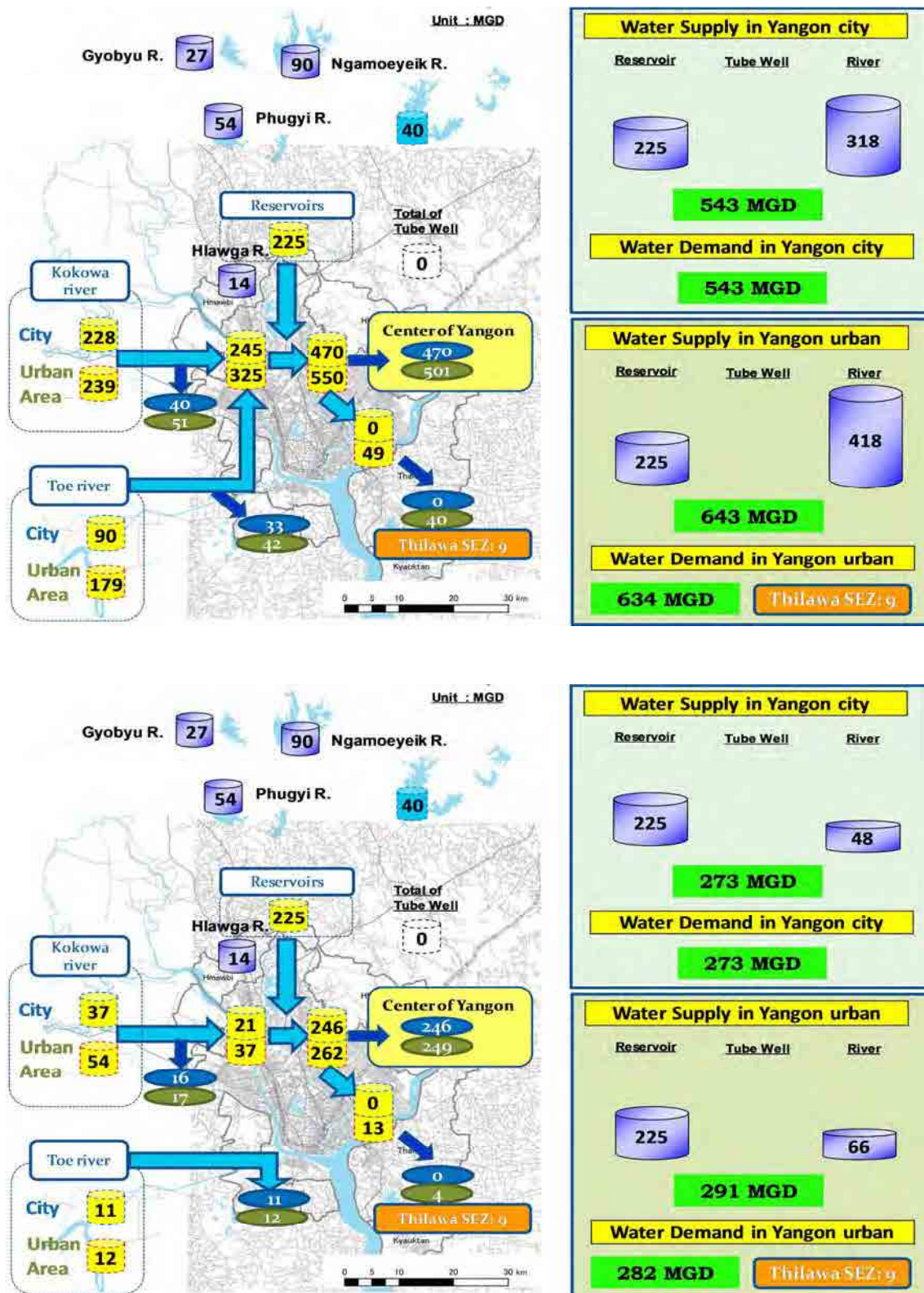


出典：JICA 調査団

図 S.4 需要量に応じた段階的水源開発計画

3.3 水需要量と水源水量収支

2025年及び2040年のヤンゴン都市圏の水道水広域水収支を次図に示す。



出典：JICA 調査団

図 S.5 ヤンゴン都市圏の水道水広域水収支 (2040 (上)、2025 (下))

3.4 上水道計画

(1) 計画対象地域

調査対象地域は、ヤンゴン都市圏（YCDC 全域の 33 タウンシップに、Thilawa SEZ を含む周辺 6 タウンシップ）である。従い、水源計画、送水施設計画はヤンゴン都市圏を対象とした。ただし、YCDC 区域外の水道事業の実施主体は、YCDC ではなくヤンゴン地域（各タウンシップ）であるため、周辺区域への施設実施に当っては YCDC 及び地域政府との協議が必要となる。

(2) 給水状況改善方針

YCDC の上水道施設が抱える課題を解決し、給水状況の改善目標を達成するために以下の方針で水道施設を計画する。

表 S.14 給水状況の改善目標を達成するための方針

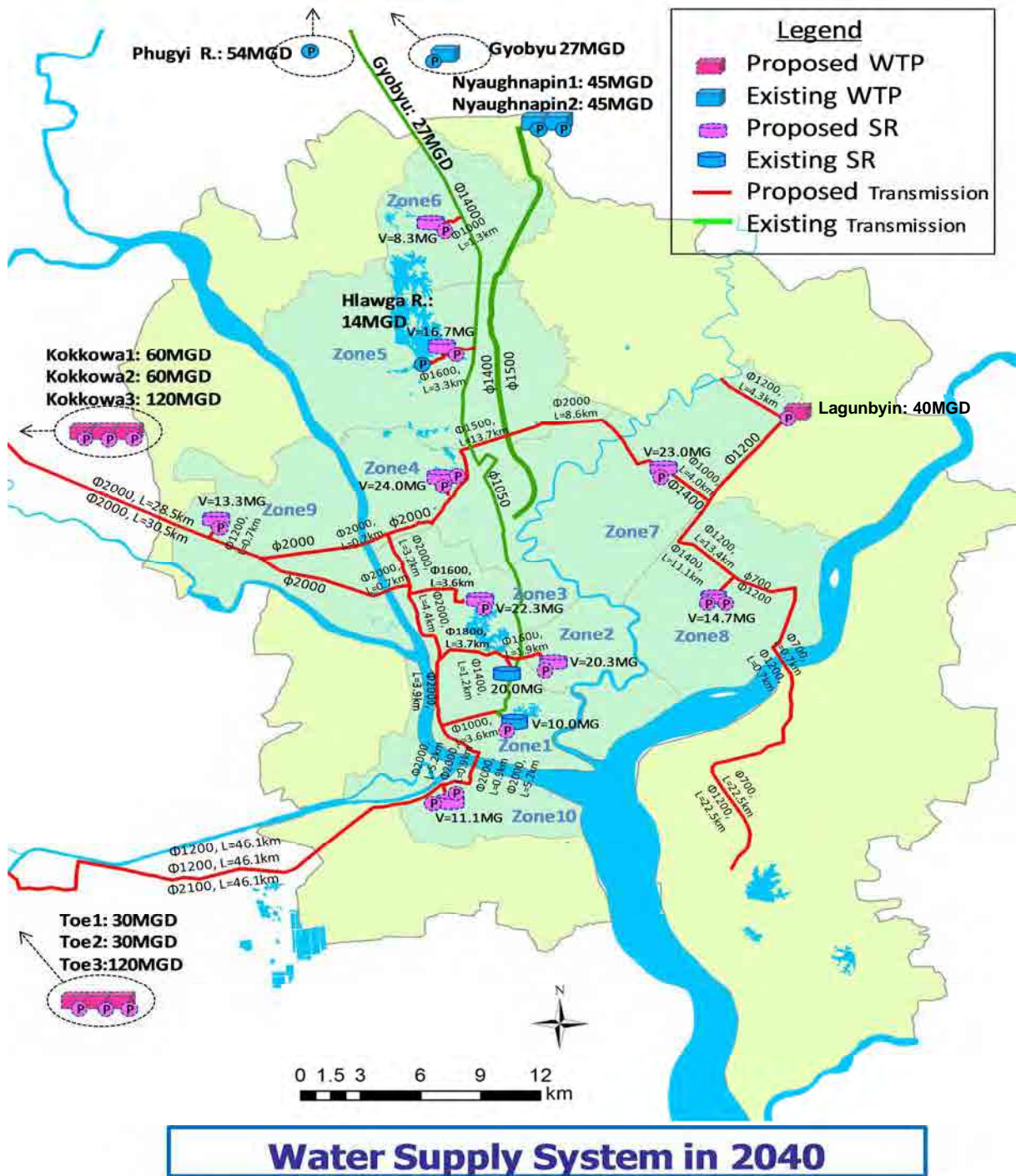
目標項目	新規施設	既存施設
1. 水道普及率の増加 (34% から 69%)	<ul style="list-style-type: none"> 増大する水需要量に対応する水道施設の整備 河川表流水源の新規開発と浄水場の新設（貯水池系水源 Lagunbyin、河川系水源 Kokkowa 川、Toe 川） 送水施設の整備 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水の取水の休止（バックアップとする）
2. 適切な水圧で 24 時間給水の達成	<ul style="list-style-type: none"> 送配水機能の分離を含む送配水施設の合理化 送配水能力の整備 10 配水区の配水施設の整備 	<ul style="list-style-type: none"> 送配水機能の分離を含む送配水施設の合理化 送配水能力の増強 既存 Central 配水池と Kokine 配水池の改修 配水合理化に伴う既存ポンプの変更 配水合理化に伴う既存 Yegu 中継ポンプ場の廃止
3. 消毒された浄水の供給	<ul style="list-style-type: none"> Hlawga の消毒設備の導入 新設配水池での塩素消毒 水質管理センターの設置 	<ul style="list-style-type: none"> Gyobyu 浄水場の改修 Nyaungnapin 浄水場の改修
4. 漏水率の削減 (50% から 10%)	<ul style="list-style-type: none"> 給水普及地域での DMA の設定 水道メータの全戸設置 配水管理センターの設置 	<ul style="list-style-type: none"> DMA の整備、SCADA の活用 DMA の整備に合わせた老朽管の計画的な更新

出典：JICA 調査団

3.5 施設計画

3.5.1 計画施設の配置

施設計画の計画水量はヤンゴン都市圏の水需要である 643MGD とする。2040 年における主要施設整備計画を下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 S.6 主要施設整備計画図(2040年)

3.5.2 供給水量を増加する施設

供給水量を増加する施設について、次表に示す。

(1) 導水・取水ポンプ場

取水ポンプ場	施設能力
Gyobyu	既設ポンプ更新 122,800 m ³ /日 (27MGD) : 土木+機電の更新 47.0 m ³ /m×25m×280kw×3台 (含む予備1台)
Phugyi	既設ポンプ更新 245,500 m ³ /日 (54MGD) : 土木+機電の更新 86.0 m ³ /m×24m×450kw×3台 (含む予備1台)
Lagunbyin	新設 181,800 m ³ /日 (40MGD) : 46.4 m ³ /m×35m×350kw×3台 (含む予備1台)
Nyaunghnapin 一期	既設ポンプ更新 204,600 m ³ /日 (45MGD) : 機電の更新 52.1 m ³ /m×10m×110kw×4台 (含む予備1台)
Nyaunghnapin 二期	既設ポンプ更新 204,600 m ³ /日 (45MGD) : 機電の更新 52.1 m ³ /m×10m×110kw×4台 (含む予備1台)
Kokkowa 一期	新設 272,700 m ³ /日 (60MGD) : 69.5 m ³ /m×16m×280kw×4台 (含む予備1台)
Kokkowa 二期	新設 272,700 m ³ /日 (60MGD) : 69.5 m ³ /m×16m×280kw×4台 (含む予備1台)
Kokkowa 三期	新設 545,400 m ³ /日 (120MGD) : 139.0 m ³ /m×16m×500kw×4台 (含む予備1台)
Toe 一期	新設 136,400 m ³ /日 (30MGD) : 52.1 m ³ /m×16m×200kw×3台 (含む予備1台)
Toe 二期	新設 136,400 m ³ /日 (30MGD) : 52.1 m ³ /m×16m×200kw×3台 (含む予備1台)
Toe 三期	新設 545,400 m ³ /日 (120MGD) : 139.0 m ³ /m×16m×500kw×4台 (含む予備1台)

(2) 浄水場

施設名	内容	処理方式	施設能力
Gyobyu	改修	凝集沈澱+消毒	122,800 m ³ /日 (27MGD)
Hlawga	改修	+消毒	309,100 m ³ /日 (68MGD)
Lagunbyin	新設	凝集沈澱+急速ろ過	181,800 m ³ /日 (40MGD)
Nyaunghnapin 一期	改修	機電設備更新+消毒	204,600 m ³ /日 (45MGD)
Nyaunghnapin 二期	改修	機電設備更新+消毒	204,600 m ³ /日 (45MGD)
Kokkowa 一期	新設	凝集沈澱+急速ろ過	272,700 m ³ /日 (60MGD)
Kokkowa 二期	新設	凝集沈澱+急速ろ過	272,700 m ³ /日 (60MGD)
Kokkowa 三期	新設	凝集沈澱+急速ろ過	545,400 m ³ /日 (120MGD)
Toe 一期	新設	凝集沈澱+急速ろ過	136,400 m ³ /日 (30MGD)
Toe 二期	新設	凝集沈澱+急速ろ過	136,400 m ³ /日 (30MGD)
Toe 三期	新設	凝集沈澱+急速ろ過	545,400 m ³ /日 (120MGD)

注：改修施設は水質改善に供する施設、新設施設は供給量の増加を図る施設

(3) 送水ポンプ場

既存ポンプ場のポンプ設備の追加・更新（老朽化）・廃止及び各ゾーンの配水池への新設を計画する。Central 配水池の改築および Kokkowa 第一期の送水確保後は、配水形態は Yegu を経由しない Kokine および Central 配水池への直接送水となるため、既設 Yegu ポンプ場を廃止する。

送水ポンプ場	施設能力
Gyobu P/S	新設 122,800 m ³ /日 (27MGD) : 42.7 m ³ /m×47m×450kw×3 台 (含む予備 1 台)
Hlawga P/S	新設 309,200 m ³ /日 (68MGD) : 71.6 m ³ /m×43m×800kw×4 台 (含む予備 1 台)
Hlawga No.1 P/S	HlawgaP/S 新設後に廃止
Hlawga No.2 P/S	HlawgaP/S 新設後に廃止
Yegu P/S	Central 配水池の改築および Kokkowa 第一期送水確保後に廃止
Lagunbyin P/S	新設 181,800 m ³ /日 (40MGD) 63.2 m ³ /m×57m×800kw×3 台 (含む予備 1 台)
Nyaunghnapin P/S	更新 409,200 m ³ /日 (90MGD) : 機電 40.6 m ³ /m×98m×800kw×8 台 (含む予備 1 台)
Kokkowa 一期 P/S	新設 272,700 m ³ /日 (60MGD) : 37.9 m ³ /m×86m×800kw×6 台 (含む予備 1 台)
Kokkowa 二期 P/S	新設 272,700 m ³ /日 (60MGD) : 37.9 m ³ /m×86m×800kw×6 台 (含む予備 1 台)
Kokkowa 三期 P/S	新設 545,400 m ³ /日 (120MGD) : 37.9 m ³ /m×86m×800kw×11 台 (含む予備 1 台)
Toe 一期 P/S	新設 136,400 m ³ /日 (30MGD) : 31.6 m ³ /m×97m×800kw×4 台 (含む予備 1 台)
Toe 二期 P/S	新設 136,400 m ³ /日 (30MGD) : 31.6 m ³ /m×97m×800kw×4 台 (含む予備 1 台)
Toe 三期 P/S	新設 545,400 m ³ /日 (120MGD) : 47.4 m ³ /m×71m×800kw×9 台 (含む予備 1 台)

浄水場から配水池へ直送するとポンプ揚程が高くなるため以下の送水ポンプ場を新設の配水池に併設し中継ポンプ場を設ける。

送水 (中継) ポンプ場	施設能力
Airport P/S	新設 186,400 m ³ /日 (41MGD) : 64.8 m ³ /m×33m×500kw×3 台 (含む予備 1 台)
Dala Transmission P/S 一期	新設 309,100 m ³ /日 (68MGD) : 43.0 m ³ /m×71m×800kw×6 台 (含む予備 1 台)
Dala Transmission P/S 二期	新設 309,100 m ³ /日 (68MGD) : 43.0 m ³ /m×71m×800kw×6 台 (含む予備 1 台)

また、Thilawa および ThanlyinTS へは河川横断を伴うため以下の通り計画した。

送水 (中継) ポンプ場	施設能力
Thilawa Transmission	新設 42,000 m ³ /日 (9.2MGD) : 14.6 m ³ /m×74m×280kw×3 台 (含む予備 1 台)
South Dagon Transmission Thanlyin, Kyauktan	新設 177,300 m ³ /日 (39MGD) : 41.1 m ³ /m×77m×800kw×4 台 (含む予備 1 台)

(4) 送水管

配水ゾーンは 10 か所であり、それぞれの送水管を以下のとおり計画する。口径 600mm 以下は DIP (ダクタイル鋳鉄管)、それ以上は SP (鋼管) で計画する。

施設名 (送水元)	送水先 (送水先)	口径 (mm)	延長 (km)
Gyobyu	Zone No. 6 North	1400	既設管 SP=41.5km 使用
	Zone No. 6 North	1000	1.3km
Hlawga	Zone No. 5 Hlawga	1400	既設管 SP=8.20km 使用
	Zone No. 5 Hlawga	1600	3.3 km
Ngamoeyeik	Zone No. 4 Airport	1500	13.7 km
	Zone No. 4 + Zone No. 7 +Zone No. 8	1400+1500	既設管 DIP, PE 使用
	Zone No. 4 + Zone No. 7 +Zone No. 8	2000	8.6 km
Lagunbyin Creak	Zone No. 8 South Dagon	1500	11.1 km
	Lagunbyin WTP	1200	4.3km
	Zone No. 7 East Dagon	1200	13.4 km
Lagunbyin	Zone No. 8 South Dagon	1000	4.0 km
	Zone No. 9 Hlaing Tharyar	1200	0.7 km
Kokkowa 一期	Zone No. 1	2000	30.5km
	Hiaing 川横断	2000	0.7 km
	Zone No. 1	2000	4.4 km
	Zone No. 1	2000	3.9 km
	Zone No. 1 + Zone No. 2	2000	3.7 km
	Zone No. 1 Kokin S/R	1400	1.2 km
	Zone No. 1 Central S/R	1000	3.6 km
	Zone No. 2 Tamwe	1600	1.9 km
Kokkowa 二期	Zone No. 3 University	1600	3.6 km
	Zone No. 3 + Zone No. 4	2000	28.5 km
Kokkowa 三期	Hiaing 川横断	2000	0.7 km
	Zone No. 3 + Zone No. 4	2000	3.2 km
	Zone No. 4 Airport	2000	4.4 km
Toe 一期	Zone No. 10 Dala	1200	46.1 km
Toe 二期	Zone No. 10 Dala	1200	46.1 km
Dala S/R 一期	Kokin S/R+Central S/R	2000	5.2 km
	Yangon 川横断	2000	0.9 km
Toe 三期	Zone No. 10 Dala	2100	46.1 km
Dala S/R 二期	Kokin S/R+Central S/R	2000	5.2 km
	Yangon 川横断	2000	0.9 km
新設管路延長合計	---	---	301.2 km

ThilawaSEZ および ThanlyinTS への送水管は下記の通りである。

施設名 (送水元)	送水先 (送水先)	口径 (mm)	延長 (km)
Zone8	Thilawa	700	22.5km
	Bago 川横断	700	0.7km
Zone8	South Dagon Transmission	1200	22.5km
	Thanlyin, Kyauktan		
	Bago 川横断	1200	0.7km
合計管路延長	---	---	46.4km

3.5.3 均等給水及び無収水削減対策に供する施設

(1) 配水池及び配水ポンプ場

配水 Zone は 10 か所であり、配水池を以下のとおり計画する。配水池の立地条件により、「自然流下」、「ポンプ圧送」に分かれる。また、既設の”Central 配水池”は、漏水が著しく現在使用されていないが、高標高に位置しており水理条件が良いため、“取壊し後改築”し使用する。

施設名	方式	池容量 (m ³)	池容量 (MG)	必要敷地面積 (m ²)
Zone No.1 Central	ポンプ圧送	45,000	10.0	改築
Zone No.1 Kokine	自然流下	91,000	20.0	既設改修
Zone No.2 Tamwe	ポンプ圧送	93,000	20.3	22,200
Zone No.3 University	ポンプ圧送	102,000	22.3	24,200
Zone No.4 Airport	自然流下	117,000	24.0	27,600
	ポンプ圧送			
	中継ポンプ			
Zone No.5 Hlawga	自然流下	76,000	16.7	18,400
	ポンプ圧送			
Zone No.6 North	自然流下	38,000	8.3	10,000
	ポンプ圧送			
Zone No.7 East Dagon	ポンプ圧送	105,000	23.0	24,800
Zone No.8 South Dagon	ポンプ圧送	67,000	14.7	16,400
	中継ポンプ			
Zone No.9 Hlaing Tharyar	ポンプ圧送	61,000	13.3	15,100
Zone No.10 Dala	ポンプ圧送	70,000	11.0	18,400
	中継ポンプ			
合計	---	865,000	183.6	177,100

配水ポンプ場	施設能力
Zone No.1 Central	新設 136,400 m ³ /日 (30MGD) : 47.4 m ³ /m×42m×450kw×4 台 (含む予備 1 台)
Zone No.2 Tamwe	新設 277,300 m ³ /日 (61MGD) : 96.4 m ³ /m×31m×800kw×4 台 (含む予備 1 台)
Zone No.3 University	新設 304,600 m ³ /日 (67MGD) : 79.4 m ³ /m×39m×800kw×5 台 (含む予備 1 台)
Zone No.4 Airport	新設 100,000 m ³ /日 (22MGD) : 52.2 m ³ /m×37m×800kw×3 台 (含む予備 1 台)

配水ポンプ場	施設能力
Zone No.5 Hlawga	新設 54,600 m ³ /日 (12MGD) : 28.5 m ³ /m×43m×300kw×3 台 (含む予備 1 台)
Zone No.6 North	新設 45,500 m ³ /日 (10MGD) : 23.7 m ³ /m×40m×250kw×3 台 (含む予備 1 台)
Zone No.7 East Dagon	新設 313,700 m ³ /日 (69MGD) : 109.0 m ³ /m×32m×800kw×4 台 (含む予備 1 台)
Zone No.8 South Dagon	新設 200,000 m ³ /日 (44MGD) : 104.3 m ³ /m×35m×800kw×3 台 (含む予備 1 台)
Zone No. 9 Hlaing Tharyar	新設 181,800 m ³ /日 (40MGD) : 94.8 m ³ /m×37m×600kw×3 台 (含む予備 1 台)
Zone No.10 Dala	新設 150,000 m ³ /日 (33MGD) : 78.2 m ³ /m×34m×600kw×3 台 (含む予備 1 台)

(2) 配水管およびDMA構築

配水管網の再編としてゾーンごとにDMAを構築し、配水池からDMAまでの配水本管を整備する。

番 号	推定配水本管延長		推定 DMA (個所)	推定配水小管延長 (km)		推定接続数 (千個所)
	更新 (km)	新設 (km)		更新 (km)	新設 (km)	
Zone No.1	62	4	35	198	0	147
Zone No.2	59	34	26	185	148	108
Zone No.3	48	68	28	158	156	119
Zone No.4	38	80	30	94	330	127
Zone No.5	17	196	24	96	479	100
Zone No.6	4	47	10	8	43	43
Zone No.7	8	147	39	60	493	163
Zone No.8	5	163	25	33	569	104
Zone No.9	13	109	22	24	412	94
Zone No.10	5	39	18	9	149	76
合 計	259	887	257	865	2,779	1,081
	1,146			3,644		

注) 配水管の延長は新設、更新の全ての延長を含んでいる。

注) 新設管延長、DMA、接続数は推定人口から算出した推定値 (将来推計人口÷6.3人) である。

3.5.4 その他の施設

維持管理とモニタリングの向上のため下記の施設を計画する。Yegu ポンプ場は、市のほぼ中心に位置しアクセスも良いため、既存施設の廃止後に本用地内に施設を建設する。SCADA システムの導入により、各水道施設 (浄水場、各 DMA 等) の流量、水圧、運転情報等のデータを配水管理センターへ集める。

名 称	内 容
水質管理センター	水質試験室、水質情報の管理
SCADA を用いた配水管理 (水運用) センター	水道施設、各 DMA の水量等のデータ監視・制御、収集・管理
コンピュータ支援台帳システム	顧客情報・施設台帳等の一元管理

出典：JICA 調査団

3.6 維持管理と能力向上計画

3.6.1 維持管理計画

維持管理計画で取り組むべき事項は以下のとおりである。

(1) 施設保全

保全管理には、点検・整備・修理などの“保全業務”と、機能を客観的に評価し、改善するための診断・更新などの“機能向上業務”とに分けられる。一般的に、計画的な機器の保守管理をすることで施設の延命化に繋がり、初期投資や維持管理費の総コストの低減となる。施設保全で取り組むべき事項は以下のとおりである。

- 1) マニュアルの作成・遵守
- 2) 専門知識の習得・技能の向上
- 3) 適正な保守点検
- 4) 故障や事故の未然防止
- 5) 点検データの収集

(2) 施設運転管理

運転管理は、関連する設備を含め効率的に運転・制御することで、その施設の機能を十分に発揮させることを目的とする。施設運転計画で取り組むべき事項は以下のとおりである。

- 1) 運転管理の記録
- 2) 運転管理の向上
- 3) 異常の検知と対策

(3) 危機管理

水道におけるリスクには、渇水、台風等の自然災害、水質汚染、停電、施設の事故、人為的事故、破壊活動などがある。このようなリスクにおける被害を少なくするための予防対策として、複数系統からの取水 (Kokkowa、Toe の開発)、水系間の水運用 (Nyaunghnapin、Kokkowa、Toe 等)、浄水・配水施設の複数系列化、浄水場外周のフェンス設置、停電対処として自家発電設備の設置等が施設計画にて計画されている。さらに、配水ブロック化の導入、基幹施設の分散配置、監視システムの導入などにより、ヤンゴン水道全体としてリスク低減が図られる。

3.6.2 水運用

(1) 水量・水圧管理

適正な制御を行うには、①現場の実測値と、自動計測による制御データを定期的に比較補正する、②異常データによる誤った運転を防止するため、データの検証をする、③必要に応じて測定機器の校正をする、ことが重要である。

漏水低減として各 DMA 内の、漏水調査、給水量の把握、漏水要因の把握に加え、水量・水圧測定用の計装設備の性能向上、測定技術の向上が欠かせない。

(2) 水道施設の総合管理

本計画では、取水場、浄水場、配水池、ポンプ場に SCADA システムが導入され、各施設を一箇所で集中監視する配水管理センターを計画している。SCADA システムの構築により各施設の稼働状況を常時把握でき、その時々に応じた最適な運転管理を行うことが可能となる。配水管理センターの設立により、各施設の水量、水圧、水質、水位、機器の稼働状況、薬品注入等の情報を一箇所に集め、迅速かつ適切な指令をすることが可能となる。このため、大量のデータを一元管理し、解析・制御を行うためのコンピュータやソフトウェアが整備される。専門の技術者の養成が必要である。

3.6.3 水質管理

- (1) 水源の水質保全
- (2) 水道システムにおける水質管理
- (3) 水源水質汚染への対応
- (4) 水質異常時の対応
- (5) 安全な給水へのロードマップ

3.7 能力開発

優先的に取り組むべき能力開発分野は以下の通りである。

3.7.1 組織開発

- (1) 水供給衛生局の方針の明確化
- (2) 水供給衛生局及びタウンシップ事務所の再構築
- (3) 水供給衛生局及びタウンシップ事務所の組織強化

3.7.2 法制度整備

- (1) ヤンゴン市の上水道条例

- (2) 水道法、及びその施行規則
- (3) 地方公営企業法
- (4) 工業用水道事業法

(2)-(4) の策定については、国家レベルの法制度となってくると考えられる。

3.7.3 水質管理と浄水場の維持管理

- (1) 運転管理
- (2) 水量管理
- (3) 保全管理
- (4) 水質管理
- (5) 災害・事故対策
- (6) 保安
- (7) 清掃

3.7.4 配水管理と無収水管理

- (1) 現況把握
- (2) 配水管網の DMA 構築
- (3) 無収水削減計画の策定
- (4) 無収水削減の実施
- (5) 人員・組織の構築

3.7.5 施設のデータ管理

- (1) GIS による施設台帳システムのデータ作成方法
- (2) GIS による施設台帳システムの機能
- (3) GIS による施設台帳システムの維持管理方法

3.7.6 顧客・料金徴収データ管理

- (1) 水供給衛生局における顧客・料金徴収データ管理
 - 1) 顧客データのデータベース化
 - 2) 顧客データ管理担当部署の統一化
 - 3) 顧客データ情報の充実と更新
- (2) タウンシップ事務所における顧客・料金徴収データ管理

- 1) 顧客データのデータベース化と業務の効率化
- 2) 水道メータ検針の効率化
- 3) 料金徴収の業務委託を視野に入れた職員の能力向上

3.8 事業費

3.8.1 積算レート

積算時点は、2012年12月の平均とし、交換レートは1USD=84.64円とする。

3.8.2 事業費

- (1) 資本費用

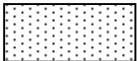
上記に基づいて算出されたマスタープラン事業の概算工事費の内訳を下表に示す。概算事業費は、上水道事業  となる。

表 S.15 上水道事業の概算事業費

非公開情報	
-------	--



非公開情報

(2) 維持管理費

上水道事業に必要な 2040 年における維持管理費用を下記に示す。上水道事業においては年間 128 億円で約 78%が薬品代である。

表 S.16 上水道事業の年間維持管理費用 (2040 年)

区 分	費用
人件費	51.7 (0.5)
電気代	1,719.7 (17.0)
スペアパーツ	817.4 (8.1)
薬品費	9,936.7 (98.3)
その他	250.3 (2.5)
合計	12,775.8 (126.4)

単位：百万円／年

出典：JICA 調査団、() 内は百万 USD／年

3.9 財務計画

3.9.1 財務分析

(1) 財務分析の方法

財務分析は、実施機関である YCDC の視点から、プロジェクトの財務妥当性を確認することを目的として実施した。財務分析の指標としては、純現在価値 (NPV)、費用便益比率 (B/C ratio) を算出し、評価を行った。なお、財務分析は多くの前提条件をもとに算出されており、前提条件に変化があった場合には、結果に変動が生じる可能性に留意する必要がある。

(2) 財務分析の前提

マスタープランの財務分析は、以下の条件と前提に沿って行われた。財務分析の評価期間は、事業開始の 2014 年から 2080 年までの合計 67 年間とした。現在価値および B/C の計算には、割引

率3%を適用している。

- (1) 事業開始年度 : 2014 年度
- (2) 対象期間 : 2014-2080
- (3) 割引率 : 3%
- (4) 有収水率 : 33%(2013年)、65%(2025年)、85%(2040年)
- (5) 水道料金 : 現在の一般家庭用 88kyat をベースにした 4 試算
支払意思額 175kyat をベースにした 1 試算

(3) 財務シミュレーション結果

財務シミュレーションの結果を次表に示す。

財務シミュレーションは、5つの費用代替案と4つの収入試算案の組み合わせで行い、純現在価値 (NPV) と費用便益比率 (B/C) の結果は、割引率3%の場合の値について示している。

表 S.17 財務シミュレーション結果

		料金収入					
		【試算案1】 88kyat から年3%増加		【試算案2】 88kyat から年4%増加		【試算案3】 88kat から年5%増加	
		NPV	BC	NPV	BC	NPV	BC
財務費用	【代替案A】資本投資費 100%補助		2.42		3.07		3.90
	【代替案B】資本投資費 60%補助		1.09		1.39		1.76
	【代替案C】資本投資費 40%補助		0.86		1.09		1.38
	【代替案D】フルコスト・リカバリー (YCDC 資金)		0.60		0.76		0.96
	【代替案E】円借款活用 初期建設費 80%		0.79		1.00		1.27

* 網掛けは、現在価値 (NPV) がプラス、あるいは費用便益比率が 1.0 以上を示す。

出典: JICA 調査団

プロジェクト評価期間における現在価値がプラスで、費用便益比率が 1.0 以上となったのは、上表の網掛けした 10 ケースであった。

1) 代替案 A、代替案 B

すべての試算において、現在価値がプラス、費用便益比率が 1.0 以上となった。「試算 B1」: 水道料金の増加率が最も低い 3%、資本投資費 40%補助の場合でも、現在価値はプラスで費用便益率は 1.0 を示した。

2) 代替案 C

資本投資費 40%補助の代替案 C の試算では、C2、C3 が現在価値がプラスで、費用便益率が 1.0 以上を示した。「試算 C1」は資本投資費をリカバリーする水準には達していないが、総収入額は

維持管理費の2倍以上の規模であり、維持管理費は十分にリカバリーすることが可能である。

3) 代替案 D

YCDC のみの資金によるフルコスト・リカバリーの代替案 D の試算は、すべてにおいて現在価値はプラス、費用便益率は 1.0 以上を示さなかった。したがって、いずれのケースもフルコスト・リカバリーを達成する水準には達していない。しかしながら、すべての試算で維持管理費は十分にリカバリーすることができる。

4) 試算案 4 : 支払意思額による試算結果

一方、前述した支払意思額 175 kyat/m³ を開始年度から適用し、実質年率 3% の「試算案 1」、「代替案 D フルコスト・リカバリー」のケースでも試算してみた。同じ水道料金増加率の「試算 D1」と比較すると、その収入額はより高い水準で推移し、約 1.9 倍の収入規模になった。現在価値がプラス、費用便益率は 1.16 で最終的なキャッシュイン・フローは黒字となった。したがって、料金収入だけでフルコスト・リカバリーを達成する水準にまで達することが可能となる。ただ、同試算では開始年度から現状の約 2 倍以上となる単価を適用しているが、実際的には急激な料金値上げは住民生活に大きな影響を及ぼすことに留意が必要である。段階的な改定が現実的には望ましく、ここではあくまでも参考値として示す。

3.9.2 財務計画に関する水道料金改定の必要性

(1) 現行の水道料金体系に関する課題

現在の水道料金は、① 料金レベルが全般的に低く抑えられていること、② 定額制料金が依然として約 5 分の 1 の顧客に適用されていること、③ 従量制料金でも均一型 (Uniform Volumetric Tariff) が採用されており逡増型でないこと、から水消費者に節水の意識も比較的薄く、インセンティブも働きにくいことが問題点としてあげられている。

今後、水需要が増加していく社会情勢を踏まえ、需要家全般に節水と水利用の合理化を促し、特に大口需要家に対して節水意識を醸成し、水需要の均衡を確保していくことも重要となる。一方で、凝集剤や塩素などの薬品の適切な投入、水質管理体制の強化、漏水低減のための対策を行うなど、今まで以上に適切に運営維持管理に資金配分し、サービスの品質向上を図っていくことも課題となる。また同時に、将来の投資費用を内部留保として積み立てていくことも、持続的な事業運営にとって重要である。

(2) 料金レベルの改定と支払可能額

YCDC は、マスタープランで提案している水道施設を持続的に運営維持管理していくため、運営維持管理費を最低限リカバリーできる水準と推定される、実質年率 3% 以上に平均料金を設定することがまず一つの目安になると考えられる。但し、これは物価上昇とは別に設定することに留意が必要である。

仮に、世帯収入が年率 3% で一律増加すると想定すると、月平均世帯収入額は 2025 年に 249,508

kyat/世帯・月、2040年には388,726 Kyat/世帯・月となる。その際、1世帯当たり平均水使用量を20.0m³/月(2025年)、26.0m³/月(2040年)使用すると推定、水道料金が年率4%で増加すると、1世帯当たりの平均水支出額/世帯/月は3,954 kyat (2025年)、14,190 kyat (2040年)となる。これは、それぞれ月平均世帯収入の1.6%、3.7%にあたる。おおまかな推測ではあるが、月平均世帯収入の4%以内に収まっており、一般的には支払可能額のレベルの範囲内にあると考えられる。

表 S.18 平均水支出額と支払可能性

項目	2025	2040
(1) 水道料金(Kyat/m ³)* ¹	198	547
(2) 平均世帯収入(推定値)(kyat/世帯/月)	249,508	388,726
(3) 平均世帯水支出(推定値)(Kyat/m ³ /世帯/月)* ²	3,954	14,190
(4) (3)/(2) (%)	1.6%	3.7%

*1 水道料金増加率4%、物価上昇率3%と想定

*2 平均水使用量20.0 m³/月(2025年)、26.0 m³/月(2040年)と推定。

出典：JICA調査団

(3) 逓増制料金体系への移行

YCDCは、将来的に逓増型の水道料金体系の導入を見据えた料金改定計画を作り、水使用者に節水意識を醸成するとともに、料金を適正レベルに設定することが財務管理の側面から必要となる。YCDCの従量制料金適用顧客の内、一般家庭の月平均使用水量の分布みると、約40%は10m³以下/世帯・月が占めている。こうした状況を考慮し、例えば、使用水量10m³以下の顧客には現行の料金レベルを据え置く一方で、使用水量10m³以上の残りの60%の顧客に、支払意思額に近い水準まで段階的に逓増型料金を設定することで、財務状況は改善されると期待され、前セクションで触れた支払意思額による試算のレベルも現実味を帯びてくる。

3.10 IEEレベルの環境社会配慮

3.10.1 マスタープランに対するIEEレベルの環境社会配慮

「ミ」国の環境社会配慮にかかる法制度は発展途上であることからJICAの環境社会配慮ガイドライン(2010年4月)(以下「JICAガイドライン」)を適用し施した。本調査内におけるマスタープラン調査段階においては、戦略的環境アセスメントの基本的考え方によりIEEレベルの環境社会配慮調査を実施した。

3.10.2 代替案分析

本調査では、MPにおける水源整備をひとつのプログラムと捉え、SEAの基本的考え方に基づいて、プログラムレベルでの評価を実施した。MPの代替案の比較検討が行われる場合、環境影響の

比較に加えて、代替案の経済性、実現可能性、社会・経済的インパクト等を総合的に評価した。

表 S.19 代替案評価マトリックス

	環境項目	ゼロ・オプション	代替案1 (Kokkowa を水源)	代替案2 (Kokkowa、Toe を水源)
環境 社会 影響 評価	土地利用及び地域資源利用	D	B-	B-
	水利用	A-	A+	A+
	用地取得及び非自発的住民移転	D	B-	B-
	生活・生計	A-	A-	A-
	少数民族・先住民	D	D	D
	保護区/文化遺産	D	D	D
	地形・地質	D	D	D
	生物・生態系	D	D	D
	水象	D	D	D
	大気汚染/騒音・振動	D	B-	B-
財務的評価		D	B-	A-
技術的評価		-	B-	B-/A+
総合評価		ゼロ・オプションでは 2040 年の水需要を全く満たすことができず、住民の生活を脅かす。 推奨されない	全水需要の内、64%を Kokkowa 川に依存することになり、Kokkowa 川の水質悪化、送水管破裂等の事故があった場合の住民生活への影響が大きい。農地として利用されている土地の取得が必要である。 あまり推奨されない	2ヶ所を水源とした場合は、2040 年の水需要を満足できる上、片方の水源に水質悪化、送水管破裂等の事故があった場合でも、リスク分散できるため住民生活への影響が小さく済む。農地として利用されている用地の取得が必要である。建設費が比較的高くなる。 最も推奨される

A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-: A ほどではないが正負の影響が見込まれる。

D: 影響は見込まれない。

出典: JICA 調査団

3.10.3 緩和策

上記で選択された最適案に対する緩和策を提言する。

(1) 土地利用及び地域資源利用

Kokkowa 川の灌漑用水を管理しているのは農業灌漑省 (MOAI) であり、調整が必要である。水利権についてどの省庁が担当しており許可を出すのかは不明である。農業灌漑省へのヒアリングでも水利権について定めた法や決まった部署や許認可手続きがあるわけではなく、明確な回答を

得ることができなかった。おそらく現在準備を進めている環境法制度で水利権、水管理に関しても含まれていると想定される。F/S 時により詳細について調査を行い、水利権について少しでも明らかにする必要がある。

(2) 水利用

水利用については、灌漑用水を管理する農業灌漑省との密接な協議が必要である。住民のベーシックヒューマンニーズである安全な水を必要最低限の量を配ることが重要であるが、同時に現在の灌漑に使用されている水利用にも十分配慮する必要がある。

(3) 用地取得及び非自発的住民移転

非自発的住民移転は発生しない。取水・浄水施設建設を想定している場所は農業に使われているが、可能な限り影響を小さくなる計画・設計とする。取得手続きに関しては、YCDC の管轄外地域になるため、どの部局が担当しているのかを確認、併せて手続き、補償方針について協議を行う必要がある。用地取得が生じる場合は、規模に関わらず JICA ガイドラインに従った、住民移転計画もしくは簡易住民移転計画を策定し、補償方針、資格受給者等を明らかにする。

(4) 生活・生計

用地取得により、予定地を農業に使用している使用者の生活・生計に影響を及ぼす可能性がある。YCDC は用地取得にあたり、JICA ガイドラインに則り、適切に補償及び生活再建策を実施する必要がある。

(5) 大気汚染/騒音・振動

現在「ミ」国には大気環境、騒音・振動にかかる基準がないため、WHO 等の国際基準を用いるなどして、建設・運営時の大気汚染、騒音・振動レベルが周辺住民にとって受け入れ可能な範囲になるよう、建設機械・車両の使用に制限を設けることとする。

3.10.4 ステークホルダー協議

MP 構想及び SEA の結果について 2013 年 4 月 10 日にステークホルダー協議を開催し、情報公開を行った。ステークホルダー協議の目的は以下の通りである。

- ヤンゴン市の上下水道・排水 MP 策定プロセスに関する情報の共有・公開
- ステークホルダーとの意見交換

140 名以上の幅広いステークホルダーの参加を得た。住民の代表として、直接選挙により選ばれたヤンゴン地域の国会議員、知見をもつ有識者として大学教授・アドバイザー、民間会社が参加した。

3.11 フィジビリティ調査のための優先プロジェクトの選定

マスタープランに引き続き、計画対象年を2025年とするフィジビリティ調査を実施する。同調査対象プロジェクトは、マスタープランで優先度が高いと認定され、かつわが国のODAの対象となりうるものを選定する。マスタープランで提案された主な施設計画の対象は次のものであった。

1. 給水普及率を増やす目的で実施する水源開発（取水、浄水、送水施設を含む）
2. 配水ゾーンの構築で、配水池、配水ポンプ、配水管の新設・更新を含み、さらにゾーン内に小ゾーン（DMA）を設け、安定給水と無収水削減を図る。
3. 安全な給水を図るための消毒設備の新設・更新

これら3要素はいずれも重要な施策である。そこで、各要素の中から優先度の高い事業を選びフィジビリティ調査を行うものとする。

(1) 給水普及率を増やす目的で実施する水源開発（取水、浄水、送水施設含む）

2025年までに開発を要する水源はLagunbyin貯水池系とKokkowa川である。どちらの水源を対象としてフィジビリティ調査を行うことかに着する。

• Thilawa SEZ への給水

Thilawa SEZ への給水が最優先事項であり、かつこの配水施設がYCDCにより建設・運転されるのであれば、Lagunbyin貯水池系の水源開発の優先度が高くなる。同系の取水想定地点はKokkowa川水源より近いため、事業費も安く、建設期間も短い。しかし、YCDC以外が事業者となる場合は、必ずしもLagunbyin貯水池系の水源開発の優先度が高いとはいえなくなる。

• 新規水源の配水エリア

両水源共に、需要の増加を賄うために必要である。優先度の高いプロジェクト選定にあたり考慮すべき点は、新規水源がどのエリアに配水されるかである。Lagunbyin貯水池系の水源はYCDCに30MGD、SEZに10MGDといわれている。

YCDC向けの30MGDは東部へ配水される。東部は新興市街地で水需給状態は逼迫している。これの解消に向けて、2013年運転開始予定のNyaunghpyin第2期浄水場の主たる配水先は東部となっており、水需給状態は緩和されることが期待される。

しかし、2012年に「水暴動」が発生した東部のDagon Seikanタウンシップは送水管の末端に位置しており、今回の送水管敷設計画には含まれていなかった。このため、YCDCは緊急事業として5MGDの施設建設を予定しており、完成の暁には東部の水需給状況は当面緩和することが期待される。

一方、Kokkowa川水源で開発された水は、まず水源に最も近い西部地区へ送水される。同地区も東部地区同様新興市街地で水需給状況は逼迫している。その後ヤンゴン全体の水需要に対応す

るため、同水源の送水先は旧市街地をカバーするようになる。2025年には、約50MGDを旧市街地の中心部へ送水する計画となっている。その面では、Kokkowa川水源の優先度は高いといえる。しかし、2012年末から韓国企業がKokkowa川を水源とする水道計画のF/Sを行っているため、さらに中国企業も同川を水源とするF/Sをこれから行うという情報もある。従い、JICAとして重複してF/Sを行う必要がないといえる。ただし、次節で述べる配水施設近代化を行うゾーン1には従来の貯水池系水源に加えてKokkowa川水源も必要とするため、韓国あるいは中国の行うF/Sが、ゾーン1への送水を含んでいることの確認が必要となる。

結 論

上記を踏まえてLagunbyin貯水池系の水源開発を優先プロジェクトに選定する。

表 S.20 水源開発の比較

項 目	Lagunbyin 貯水池	Kokkowa 川
水源量	農業灌漑省より30MGDの供給が保証。	需要増加に応じた段階的開発によって、河川流量は2040年に225MGD。
Thilawa SEZ への給水 (第1フェーズ)	10 MGDが農業灌漑省によって保証。	
Thilawa SEZ への給水 (第2フェーズ)	新貯水池が必要。既存の灌漑水路の使用可。	水源は使用可。浄水場と送水施設が必要。
給水地域	計画では東部周辺地域 (East Dagon, North Dagon, South Dagon)	最初に、西部周辺地域 Hlaing Thyar タウンシップ。徐々に市中心部に拡大し、最終的にゾーン1を含む全域に拡大。
現在の開発状況	2015年初頭に5MDGの運用開始計画。	2013年6月に韓国によるFSが完了予定。
優先プロジェクトの選定	選定	未選定

出典：JICA調査団

(2) 配水ゾーンの構築

このコンポーネントは水量増加をもたらすものではないため、一見すると地味な事業である。しかしながら、漏水を含む無収水の削減と出水不良地区を解消し24時間安定給水を図るための重要な事業である。

本計画では、このゾーン構築等により50%の漏水率を10%に下げ目標を掲げ、需要量の想定もこの漏水率削減を前提としている。ヤンゴンを10箇所の配水ゾーンに分割し、各ゾーンに配水池・配水ポンプ・配水管を設け、さらにゾーン内に小ゾーン (DMA) を設けて安定給水を目指す。さらに、DMA単位で無収水率を推定し、同率の高いDMAでは老朽管の更新を図り無収水率を低減させる。これらの施策はゾーン単位でシステムティックに実行していく。従い、優先度の選定はどのゾーンの優先度が高いかに帰着する。

人口密度の高いCBD地区、Inner Urban Ring地区を含むゾーン1がヤンゴン発祥の地である。従い、ゾーン1では早くから水道施設が普及し、そのため老朽管が最も多い。従い、無収水削減

率の効果が最も高くなることが期待されるため、ゾーン1を優先地区として選定する。

(3) 消毒設備の新設・更新

YCDC 給水区域においてもまた給水区域外であっても、市民の不満が最も高かった項目は水質であった。従い、消毒設備の新設・更新を優先プロジェクトに選定する。なお、給水区域外での不満は、安全な水を供給することになる YCDC 給水普及率の拡大で解消することになる。

(4) 選定した優先プロジェクトの実施順位

実施順位の選定は F/S で行う予定であるが、ここでは予備的に実施順位を検討する。優先順位の第一位は Lagunbyin 浄水場システムの開発である。この送水先に Thilawa SEZ が含まれており、同 SEZ では 2018 年に 10MGD の需要が発生するとしている。従い、直ちに建設を行うべきである。

ゾーン1の施設近代化及び全市を対象とした塩素消毒設備の設置も、一刻も早い無収水削減、均等給水、24時間給水の第一歩として直ちに実施する事が望ましい。しかしながら、建設資金の平準化の観点から Lagunbyin 浄水場システムの建設に目処が付いた段階すなわち 2015 年頃からの事業開始、2020 年頃の事業完成を提案する。なお、ゾーン1の水源として Kokkowa 川からの水源も必要であるが、市全体の水需給バランスからすると同水源の完成は 2022 年頃に完成すればよいことになる。

第4章 上水道フィジビリティ調査

4.1 優先プロジェクト

水道マスタープランでは、以下の3施設プロジェクトが優先プロジェクトとして選定された。

1. Lagunbyin 貯水池系水道システムの構築
2. 配水区1の再構築と近代化
3. 消毒施設の設置

4.1.1 Lagunbyin 貯水池系水道システムの構築

(1) 概要

Lagunbyin 貯水池系水道システムの水源は、Lagunbyin 貯水池である。原水は、Ngamoyeik Creek から新設の浄水場（仮称 Lagunbyin 浄水場）に導水される。配水区7 (Dagon North, Dagon East) 及び配水区8 (Dagon South, Dagon Seikkan) には、配水池及び配水ポンプ場を設置する。浄水は送水管で各配水池に送水され、配水ポンプにより、配水管網を通して配水される。配水管網は、53のDMA (District Metered Area) に分割され、水量と水圧がDMAごとにSCADA (リモート監視・制御システム) で監視・制御される。

40MGDの中、10MGDはThilawa SEZ 用水源として確保されており、同浄水場から、配水区8の配水池を経由してThilawa SEZにポンプ送水される。

当該配水区の2025年の推定給水人口は、586,000人、普及率は40%となる。需要水量は約31MGDとなる。Thilawa SEZ 用水と含め合計約40MGDとなる。漏水率及び無有水率の目標はそれぞれ25%及び37%である。

(2) 計画給水人口 (計画対象年2025年の姿)

水道計画の基本数値を下表に示す。

表 S.21 配水区7と8の水道計画の基本数値

1) 推計人口の推移 (人)

配水区	2011	2018	2020	2022	2025	2040
7	366,705	563,301	626,271	695,199	798,592	1,470,510
8	490,564	572,301	598,481	627,139	670,126	949,480
計	857,269	1,135,602	1,224,752	1,322,338	1,468,718	2,419,990

2) 給水人口の推移 (人)

配水区	2011	2018	2020	2022	2025	2040
7	86,613	175,978	211,404	254,617	319,437	1,029,356
8	103,713	174,386	196,256	224,618	267,161	652,245
計	190,326	350,364	407,660	479,235	586,598	1,681,601

3) 給水普及率の推移 (%)

配水区	2011	2018	2020	2022	2025	2040
7	23.6	31.2	33.8	36.6	40.0	70.0
8	21.1	30.5	32.8	35.8	39.9	68.7
計	22.2	30.9	33.3	36.2	39.9	69.5

4) 給水件数の推移 (件)

配水区	2011	2018	2020	2022	2025	2040
7	10,489	27,933	33,556	40,415	50,704	163,390
8	6,760	27,680	31,152	35,654	42,407	103,531
計	17,249	55,613	64,708	76,069	93,111	266,921

注) 給水件数; 2011年は実績値、それ以降は給水人口÷6.3人/件で推計した。

出典: JICA 調査団

(3) 計画需要量

両配水区の一日最大需要量を下表に示す。

表 S.22 一日最大需要量の推移

配水区	2011	2018	2020	2025	2040
m³/日					
7	17,658	41,996	50,326	78,085	314,526
8	20,915	41,616	46,723	65,307	199,298
Thilawa	0	2,760	9,200	25,300	42,000
合計	38,573	86,372	106,249	168,692	555,824
MGD					
7	4	9	11	17	69
8	5	9	10	14	44
Thilawa	0	0.6	2.0	5.6	9.2
合計	9	18.6	23.0	36.6	122.2

出典: JICA 調査団

(4) 給水計画

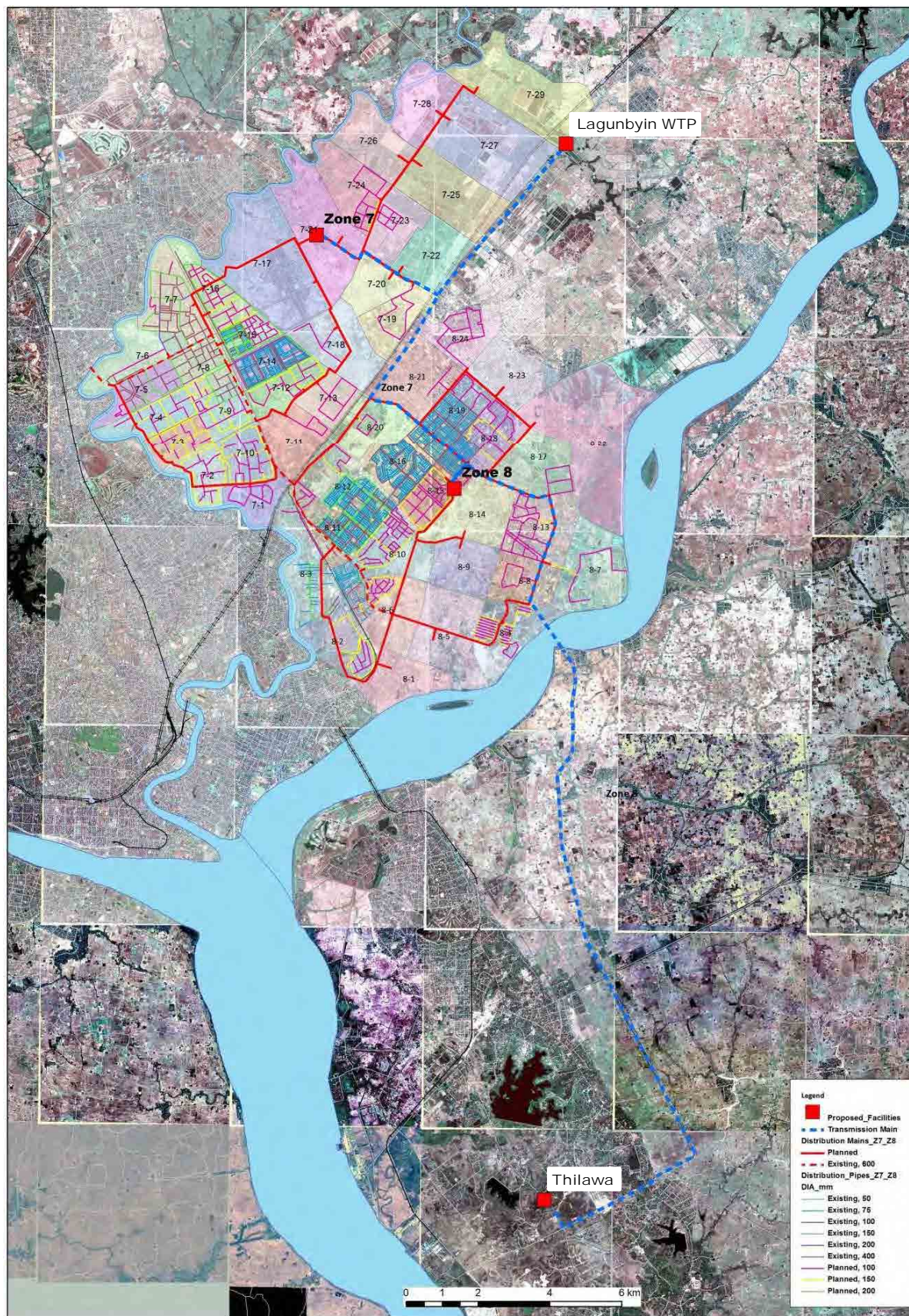
配水区7と8、Thilawa SEZの給水計画(配水管網)を次表に示す。

表 S.23 配水区7と8の給水計画

	2011	2018	2020	2025	2040
推計人口	857,269人	1,135,600	1,224,750	1,468,715	2,419,990
給水人口	190,326人	350,364	407,660	586,598	1,681,601
給水件数	17,249戸	55,613	64,708	93,111	266,921
給水普及率	22.2%	30.9%	33.3%	39.9%	69.5%
計画漏水率	50%	37%	33%	25%	10%
給水原単位	52 L/日	82	87	100	150
一日平均需要量	35,066 m ³ /日	76,010	88,226	130,356	467,113
	8 MGD	17	19	29	103
日最大係数	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10
一日最大給水量	38,573 m ³ /日	83,612	97,049	143,392	513,824
	9 MGD	18	21	31	113
DMA	0	53	53	53	53

出典: JICA 調査団

本プロジェクトの給水計画図を次図に示す。



出典：JICA 調査団

図 S.7 給水計画図 (配水区7、配水区8、Thilawa SEZ)

4.1.2 配水区1の再構築と近代化

(1) 概要

配水区1の再構築と近代化においては、Central 配水池（10MGD）の再建と既存老朽管の全更新を行う。配水区は高区と低区の2つの配水区に分割される。既存 Kokkine 配水池を低区用、Central 配水池は再構築後に、低区用として使用する。さらに、Central 配水池には配水ポンプを設置し、高区に配水を行う。配水管網には 35DMA を建設し、各配水池から配水主管により各 DMA に配水され、水量と水圧が DMA ごとに SCADA で管理制御される。

配水区1の2025年の推定給水人口は、783,000人、普及率は86%となる。需要水量は約63MGDとなる。漏水率目標、無収水目標はそれぞれ10%、22%である。

(2) 計画給水人口（計画対象年2025年の姿）

水道計画の基本数値を下表に示す。

表 S.24 配水区1の水道計画の基本数値

1) 推計人口の推移

	2011	2018	2020	2025	2040
自然流下系	570,560	577,102	579,198	584,933	607,293
ポンプ系	305,223	313,134	315,668	322,603	349,641
計	875,783	890,237	894,866	907,535	956,934

2) 給水人口の推移

	2011	2018	2020	2025	2040
自然流下系	442,700	492,627	503,786	521,473	587,302
ポンプ系	182,085	224,676	237,857	262,157	338,604
計	624,785	717,303	741,643	783,630	925,906

3) 給水普及率の推移 (%)

	2011	2018	2020	2025	2040
自然流下系	77.6%	85.4%	87.0%	89.2%	89.2%
ポンプ系	59.7%	71.8%	75.4%	81.3%	82.5%
計	71.3%	80.6%	82.9%	86.3%	86.8%

4) 給水件数の推移 (件)

	2011	2018	2020	2025	2040
自然流下系	57,585	91,604	91,936	92,846	96,396
ポンプ系	17,392	49,704	50,106	51,207	55,499
計	74,977	141,308	142,042	144,053	151,895

注) 給水件数；2011年は実績値、それ以降は給水人口÷6.3人/件で推計した。

出典：JICA 調査団

(3) 計画需要量

一日最大需要量を下表に示す。

表 S. 25 一日最大需要量の推移

m ³ /日	2011	2018	2020	2025	2040
自然流下系	154,827	180,602	183,337	191,209	239,272
ポンプ系	82,222	82,881	87,051	96,122	137,951
合計	237,049	263,483	270,389	287,331	377,223
MGD	2011	2018	2020	2025	2040
自然流下系	34	40	40	42	53
ポンプ系	18	18	19	21	30
合計	52	58	59	63	83

出典：JICA 調査団

(4) 給水計画

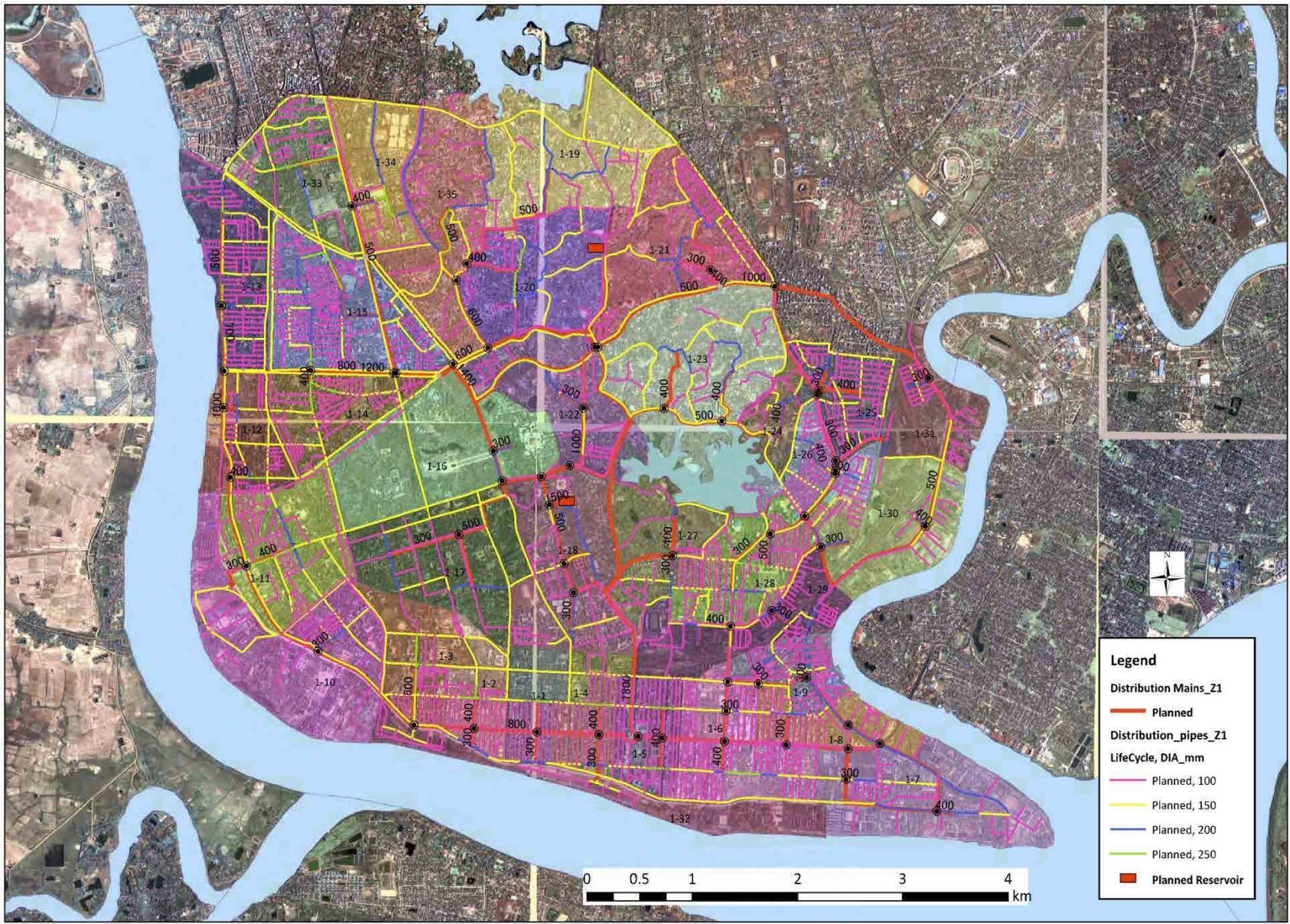
配水区 1 の給水計画（配水管網）を次表に示す。

表 S. 26 配水区 1 の給水計画

	2011	2018	2020	2025	2040
推計人口	875,783 人	890,237	894,866	907,535	956,934
給水人口	624,785 人	717,303	741,643	783,630	925,906
給水件数	74,977 戸	141,308	142,042	144,053	151,895
給水普及率	71.3%	80.6%	82.9%	86.3%	86.8%
計画漏水率	50 %	37	33	25	10
給水原単位	95 L/日	126	133	150	200
一日平均需要量	215,499 m ³ /日	239,529	245,808	261,210	342,929
	47 MGD	53	54	57	75
日最大係数	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10
一日最大給水量	237,049 m ³ /日	263,483	270,389	287,331	377,223
	52 MGD	58	59	63	83
DMA	0	35	35	35	35

出典：JICA 調査団

本プロジェクトの給水計画図を次図に示す。



出典：JICA 調査団

図 S.8 給水計画図 (配水区 1)

4.1.3 消毒施設の設置

(1) 概要

マスタープランでは給水状況の改善目標として、「消毒された浄水の供給」を掲げており、既存水道システムに塩素消毒設備を導入して、安全な水を供給することを目的として、塩素消毒施設は以下の3か所に新設する。

- Nyaunghnapin 浄水場
- Hlawga No.1 ポンプ場
- Yegu ポンプ場

塩素消毒設備の設置後は、ほぼ市内全域に安全な水が供給される見込みである。2025年の対象地域（配水区7及び8を除く地域）の推定給水人口は、約3,178,000人、給水普及率は64%となる。

(2) 計画需要量

計画水量は既存施設の能力から以下のように設定する。

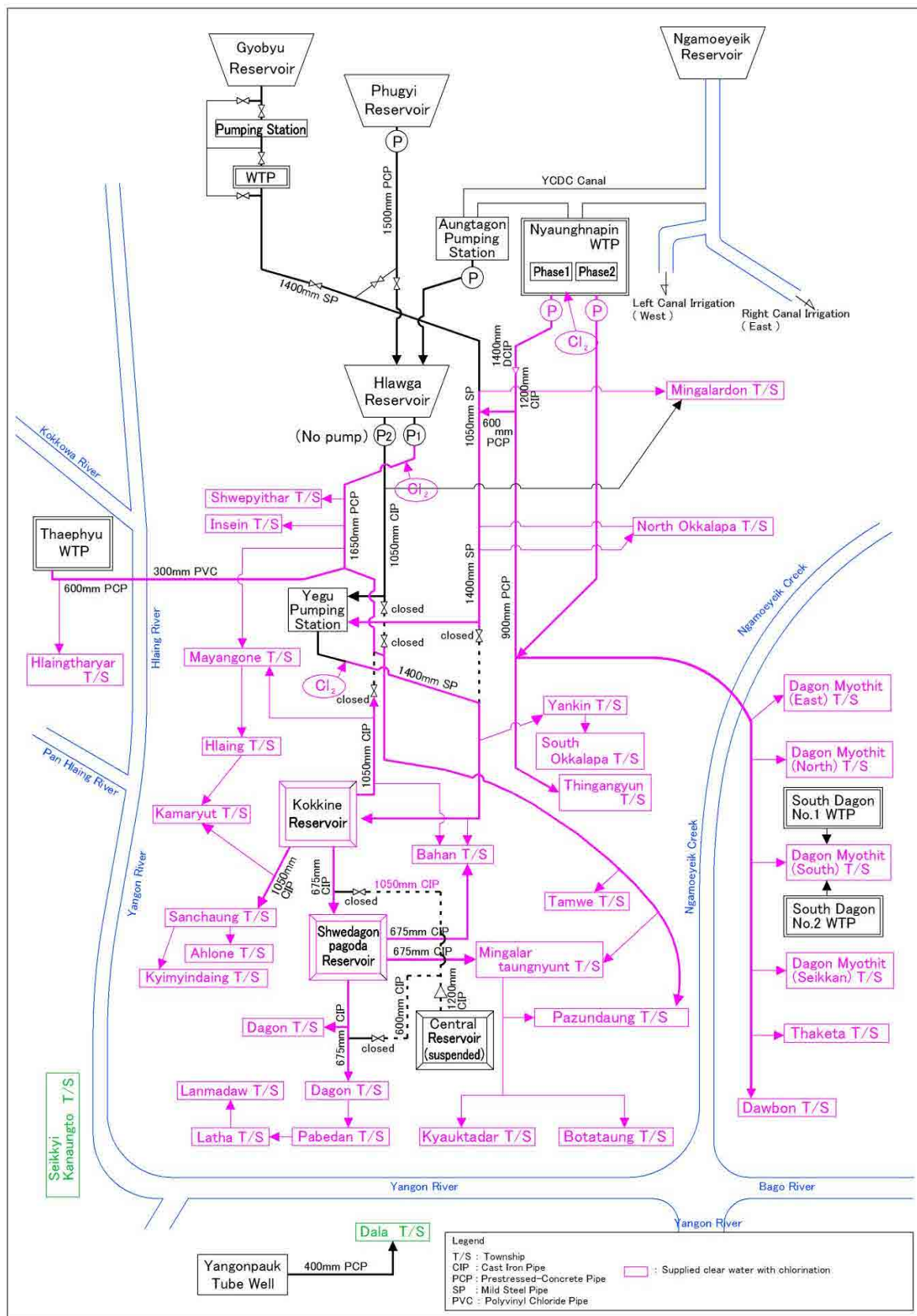
表 S.27 塩素消毒設備の計画水量

場所	計画水量	備考
Nyaunghnapin 浄水場	409,200 m ³ /日	45MGD*2期
Hlawga No.1 ポンプ場	239,000 m ³ /日	既設送水能力 52.6MGD
Yegu ポンプ場	187,000 m ³ /日	既設送水能力 41.1MGD

出典：JICA 調査団

(3) 給水計画

塩素消毒設備の設置後は次図のように改善され、ほぼ市内全域に浄水が供給される見込みである。



出典：JICA 調査団

図 S.9 塩素消毒設備の設置後の消毒された浄水の供給状況 (予想図)

4.1.4 優先プロジェクトの施設概要

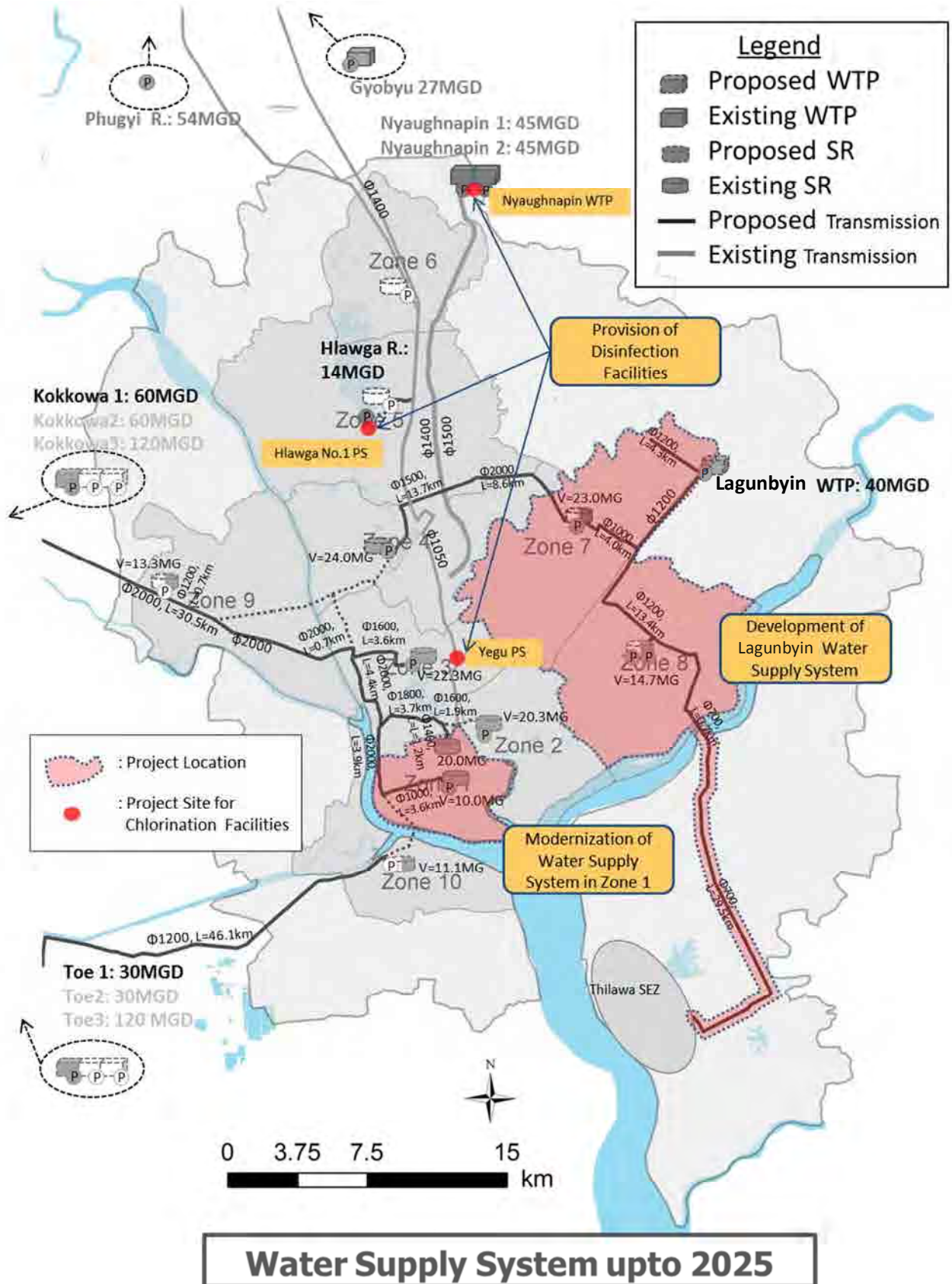
優先プロジェクトの施設概要を次表に示す。

表 S.28 優先プロジェクトの施設概要

プロジェクト	番号	施設	数量/容量	
Lagunbyin 貯水池系統水道システムの構築	1	Lagunbyin 浄水場の建設	181,800 m ³ /日 - 40 MGD	
	2	送水管の建設	17.5 km	
	3	配水区 7 と 8 の配水施設の建設		
		3.1	配水池 2 ケ所	配水区 7 : 35,000 m ³ - 7.7 MG 配水区 8 : 23,000 m ³ - 5 MG
		3.2	配水ポンプ場 2 ケ所	配水区 7 : 4,880 m ³ /時 配水区 8 : 4,082 m ³ /時
	4	Thilawa 送水管の建設		
		4.1	配水区 8 の配水ポンプ場から Thilawa SEZ	29.5 km+0.7km 河川横断
		4.2	ポンプ場	1,750 m ³ /時
	5	配水管網の整備		
		5.1	主管	72 km
		5.2	2 次管	配水区 7 : 111 km 配水区 8 : 113 km
		5.3	給水管と水道メータの設置	
		5.4	配水管理区 (DMAs)	配水区 7 : 29 区、配水区 8 : 24 区
	5.5	送配水管理制御用 SCADA	一式	
配水区 1 の近代化	6	配水管網の整備		
		6.1	主管	71 km
		6.2	2 次管	413 km
		6.3	給水管と水道メータの設置	
		6.4	配水管理区 (DMAs)	35 区
		6.5	送配水管理制御用 SCADA	
	7	Central 配水池の再構築	45,000 m ³ -10 MG	
8	高区用配水池の建設 (Central 配水池)	6,007 m ³ /時		
塩素消毒施設	9	3 消毒施設の建設	Nyaunghnapin 浄水場 409,200 m ³ /日 (90MGD) Hlawga No.1 ポンプ場 239,000 m ³ /日 (52.6MGD) Yegu ポンプ場 187,000 m ³ /日 (41.1MGD)	

出典：JICA 調査団

2025 年における主要施設整備計画図を次図に示す。



出典：JICA 調査団

図 S.10 主要施設整備計画図(2025年)と F/S 対象施設

4.2 能力向上計画

YCDC 水供給衛生局の水道事業を対象に、2025 年までの短期における能力強化を図るべき分野について整理した。その中で 3 年後までに早急に能力向上が必要な分野として、以下を選定した。

1. 水道経営の改善	<ul style="list-style-type: none"> 水道経営基盤の構築 顧客管理と料金徴収能力の強化 水道料金体系改定のための検討
2. 無収水管理	<ul style="list-style-type: none"> 無収水管理・モニタリング組織の設立 無収水削減の活動基盤の整備 無収水管理に関する研修指導者養成研修 (ToT) 体制の構築 DMA モデル地区における漏水 (物理的損失) 削減活動の実施
3. 水質管理	<ul style="list-style-type: none"> 水質管理部門の強化 YCDC の水質モニタリング体制の設立 国立衛生試験所 (NHL) との協力 浄水場維持管理における OJT

4.3 事業費算定



4.4 優先プロジェクトの総合評価および提言

4.4.1 経済・財務評価

優先プロジェクトの経済的内部収益率 (EIRR) は、Lagunbyin 貯水池水道システムの構築が 3.3%、配水区 1 の近代化が 6.1%であった。塩素消毒施設の EIRR は算出できなかった。最初の 2 プロジェクトの経済的な実行可能性があると判断される。

優先プロジェクトの経済的内部収益率 (FIRR) は、3 プロジェクト合算で、以下のケース分けで以下の結果となった。

ケース名	条件	FIRR
【試算案 A】:フルコスト・リカバリー	料金増加率 0%/年	-10.0%

ケース名	条件	FIRR
【試算案B】：フルコスト・リカバリー	料金増加率 0%/年 初期建設費 50%、YCDC/政府資金補助	-9.3%
【試算案C】：コスト・リカバリー	料金増加率 0%/年 O&M 費、更新・修繕費	-8.4%
【試算案D】：コスト・リカバリー	料金増加率 3%/年 O&M 費、更新・修繕費	10.8%

料金増加率が年率 0%の【試算案A】、【試算案B】、【試算案C】の3つの試算案の内、プロジェクト評価期間における現在価値がプラスで、費用便益比率が 1.0 以上となったものはなく、財務実行可能性が示されなかった。

一方、【試算案D】の水道料金年 3%増加、運転・維持管理費及び更新・修繕費のみのコスト・リカバリーのケースでは 10%以上と、割引率 3%や人間の基本的ニーズ事業の目安とされる 5%を上回り、高い財務的実行可能性が示された。

水道料金が年 3%で上昇した場合の住民の支払可能性について検討した。目安となる世帯所得の支払可能額は 3-5%とされている。ほとんどすべての推定で、世帯所得の 3%以内に収まっており、一般的には支払可能額のレベルの範囲内にあると考えられる。年間所得増加率が 3%で 2040 年の場合、貧困層（下位 20%）の水支出額も 3%を超えておらず、許容範囲内に収まっていると判断することが可能である。

4.4.2 環境・社会影響の評価

本優先プロジェクト実施により、建設期間中に交通渋滞、事故増加、大気汚染、廃棄物、騒音・振動といった影響が想定されるが、影響は建設期間中に限定されており、提案している緩和策を実施することで、軽減可能である。施設の稼働により、汚泥の発生、騒音・振動が予想されるが、これらも緩和策を実施することで影響を抑えることができる。またモニタリング計画に基づく適切なモニタリングが建設期間・運営時共に必要である。

4.4.3 優先プロジェクトの効果

優先プロジェクト実施により期待される直接効果は以下のとおりである。

1. 浄水処理された安全な水の給水を受ける人口が増加する。
2. 1人当りの水使用量が増加する。
3. 給水水質が改善される。
4. 給水時間が増加する。

また、以下に示す間接効果が期待できる。

1. 給水状況の改善は、コレラ、腸チフス、皮膚病および眼病など水系疾病発症の低減に寄与する。これは、家庭の医療費の低減、健康の増進に寄与する。
2. 飲料水購入代金が減少し家庭の水支出に対する負担が減少する。
3. 必要な時に必要量の水を使用可能となり、水利用の利便性が高まる。
4. 水汲みの時間と労力が低減および緩和され、労働および就学の機会が増える。
5. 水道料金政策と組み合わせることにより、給水サービスの改善は貧困層の生活状況の改善に寄与する。
6. 地域住民の生計の安定に寄与し、政情の安定化に寄与する。
7. 水道施設の建設および維持管理を通じて雇用機会が生まれる。
8. 現在の不衛生な給水により不利益を受けている産業および各種事業が活性化され、同国の経済発展に寄与する。
9. 地下水取水量の減少による将来想定される地盤沈下の防止（構造物の破損防止）と地下水の塩水化の防止ができる。

4.4.4 提言

既存の給水状況の主要な問題は、低い給水普及率、低い給水圧と短い給水時間、飲用できない給水水質である。水道施設における主要な問題は、限られた浄水生産量、老朽化した管路、塩素消毒施設の不備がある。水道運営の主要な課題は、高い無収水率や水道経営基盤の不備があげられる。これらの問題に対処するための第1段階として、提案された施設整備及び能力向上に係る優先プロジェクトを早急に開始する必要がある。

長期間インフラ投資が滞ったため、水道サービスレベルも低いままである。従って、水道サービスの改善のための施設整備には、多額の資金の投入が必要となる。ドナーの低利融資を活用することにより YCDC あるいは国の負担を少なくして整備を実施する必要がある。また、能力向上に関しても、高い技術力を有する日本等の国からの支援の基、効率的かつ迅速にその運営ノウハウ・技術の移転を行うことを薦める。

施設の整備を行い水道サービスを改善するためには、水道料金の引き上げと最適化が避けられない。住民への啓蒙活動、貧困層への配慮等を検討し、最適な水道料金の設定を行う必要がある。

環境影響評価では、建設と運転段階で軽微な影響が確認された。確実に緩和策が実施されるようモニタリングの実施が必要である。