

第3章 上水道システム改善計画

3.1 計画構想および方針

Mini M/P のレビューをもとに、以下の計画策定方針により本計画を策定した。

表 3.1 計画策定方針

項目	Mini M/P での計画	本計画での計画方針
計画地域	Basrah 州全域	給水状況が最も深刻で、水道施設の改善必要度が最も高い地区を対象とする。Basrah 州中央部、Basrah 地区 (Basrah 市部及び Al-Hartha 地区) に相当。
基礎数値	—	既存の利用可能な資料を活用し、Mini M/P の基礎数値を見直す。イラク側との協議の結果、基本的には Mini M/P の数値 (人口予測、原単位) を採用。ただし、漏水率の設定を変更。
目標年次	2025 年	今後の社会状況の変化を予測するのが困難な状況であり、2015 年程度を目標に施設整備を計画する。
水源	水源として SWC を放棄し、Tigris 川の Al Quorna 付近及び Basrah 市内の SAA 川を水源とする。	短中期的には、SWC は地域内で、唯一の良好な水質の水源である。従って、SWC の導水の低い信頼性を認めつつも、SAA 川と同様に SWC を活用する方向で計画を策定する。
飲用水質の改善	主に、TDS の水質改善を目標に施設が計画されている。	TDS のみならずその他の水質項目の改善を目標とする。TDS に関しては、実現可能な範囲で段階的な改善を考慮する。従って、TDS の水質改善が飲用には十分でない途中段階の計画も許容する。
既存浄水場	既存浄水場は最終的には廃棄する。	既存浄水場は、老朽化が著しく、また、簡易な処理方式であったが、これらすべてを廃棄し新設浄水場を建設することは、現実的ではない。2015 年までは既存浄水場を活用し、投資費用を抑え実現可能な施設計画とする。
浄水場の能力	2025 年には、需給ギャップが解消するよう浄水場の能力の拡張が計画されている。	需給ギャップを埋めるように浄水場の供給能力を増加させる。一般に、日最大需要量を満たすように計画するが、本計画では、需給ギャップが大きいため、2015 年時点では、日平均需要量を満たすよう浄水場の能力を拡張する。
送配水	具体的な、送配水施設の計画は示されていない。	計画的な送配水施設の建設が実施されてこなかったため、市内の至る所で、施設能力が不足している。新旧浄水場の浄水が適切に送配水可能な施設を具体的に計画する。
段階的開発	具体的で段階的な水道施設建設の実施計画が示されていない。	本計画では、2015 年を目標とするが、そこに至るまでの具体的で段階的な施設の整備案を計画する。
水道事業運営能力強化	計画されていない。	BWD による水道事業運営を改善するためのソフト分野の方策を計画する。

3.2 給水改善のための必要な対策

前述の給水サービスの問題点を解決（需要者要求を満足）するため、本計画での改善対策を次表にまとめて示す。

表 3.2 需要者要求に対する改善対策

受益者要求	本計画での対応
給水量不足 (給水圧不足)	・ 送配水システムを再構築する ・ 需要水量を満たすよう浄水場能力の増強を行う ・ 漏水制御対策を行う（ソフト・ハード対策）
給水水質の問題 (味あるいは高 TDS)	・ Mini M/P で提案された、水質の良い Tigris 川の Al Quarna 付近への水道水源の変更は、大規模で長期的な投資が必要となるため、本計画では考慮しない ・ SAA 川および SWC の両方を利用することを前提とする ・ SAA 川 からの原水を処理するため大規模な RO 施設の導入の実現可能性を検討する ・ 大規模な RO 施設の導入に加えて、飲料水供給用の既存の小規模 RO 施設および給水車と給水拠点を活用した供給システムを強化する案も示す ・ 大規模 RO 施設導入の実現可能性に応じて、TDS の段階的な改善を許容する
給水水質の問題 (色・濁り・臭い)	・ 新設浄水場の原水取水点を SAA 川の上流 Al Hartha 付近とする ・ 既存浄水場の改修を行う ・ 必要量の薬品を調達する ・ 漏水制御対策を実施する（ソフト・ハード対策）
施設のメンテナンス不備	・ 維持管理能力を向上させる（ソフト対策） ・ BWD の組織制度の強化を図る。

3.3 計画・設計条件

表 3.3 に示す計画・設計条件及び基準を採用し施設計画を行う。

表 3.3 計画・設計条件及び基準

項目	採用値 / 根拠												
対象地域	Basrah 市および Al Hartha 地区を含む Basrah 州中央部												
目標年次	2015 年												
目標水需要量	2015 年時における水需要量												
計画原単位	General Water Directorate Specifications, 1985, MMPW に準拠する (表 3.5)。												
浄水場能力	日平均需要量												
送水管能力	日最大需要量 (1.4 x 日平均需要量)												
配水管能力	時間最大需要量 (1.6 x 日最大需要量)												
各水源の蒸発残留物値 (TDS)	SWC: 670 mg/l (2006 年 6 月および 8 月の水質調査の平均値) SAA: 1,500 mg/l (JICA 調査団による水質調査を含む複数の水質調査結果を考慮) Tigris: 1,100 mg/l (JICA 調査団による水質調査を含む複数の水質調査結果を考慮)												
RO 施設	RO 処理水の TDS : 200 mg/l RO 処理水の回収率 : 75 %												
水質	イラク国での TDS の基準は 1,500mg/l、WHO では 1,000mg/l である。一般的にイラク国での飲料水としての TDS の許容基準は 700mg/l とされている。WHO の推奨は 600mg/l 以下が良好とされている。WHO での TDS に関する説明を以下に示す。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>TDS (mg/l)</th><th>味覚特性</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300 以下</td><td>優</td></tr> <tr> <td>300-600</td><td>良好</td></tr> <tr> <td>600-900</td><td>可</td></tr> <tr> <td>900-1200</td><td>不良</td></tr> <tr> <td>1200 以上</td><td>不可</td></tr> </tbody> </table> 本計画では、TDS 以外の水質基準はイラク国の基準に準拠するものとする。TDS に対しては明確な目標は決まっていないが、上表から 600 mg/l 以下が望ましいが、900 mg/l 以下も可とする。	TDS (mg/l)	味覚特性	300 以下	優	300-600	良好	600-900	可	900-1200	不良	1200 以上	不可
TDS (mg/l)	味覚特性												
300 以下	優												
300-600	良好												
600-900	可												
900-1200	不良												
1200 以上	不可												
給水圧	市内の 4 階建て建物に直接給水ができる給水圧とする。(0.15MPa (15m) 以上)												
給水時間	24 時間給水を基本とするが、供給量が不足する場合は、時間制限給水により地域的に偏らない給水とする。												
給水状況	連続給水あるいは時間制限給水にかかわらず、計画対象地域全域に対し均等な給水を基本とする。												
漏水率	現況 : 50% (想定) 2015 年 : 30%												

3.4 水需要予測

表 3.4 に示す Mini M/P の将来人口予測に基づき 2025 年までの水需要を計画する。現在の給水普及率は、ほぼ 100%であるため、将来の普及率も 100%として計画する。従って、将来人口と給水人口は同じとなる。

表 3.4 将来人口予測

地区	準地区		2003	2005	2006	2010	2015	2020	2025
Al Basrah	市	都市部	737,000	782,000	807,000	907,000	1,051,000	1,218,000	1,412,000
	Al Hartha	都市部	68,000	72,000	74,400	84,000	97,000	112,000	130,000
	Al Hartha	農村部	76,000	81,000	83,600	94,000	109,000	126,000	146,000
	小計		881,000	935,000	965,000	1,085,000	1,257,000	1,456,000	1,688,000
州合計			1,762,000	1,881,000	1,940,600	2,179,000	2,524,000	2,924,000	3,388,000

Mini M/P では、表 3.5 に示す水需要原単位が採用されている。本計画においても Mini M/P の原単位に基づき将来の上水道システムを計画する。

表 3.5 Mini M/P が採用した計画水需要原単位
(L/人/日)

項目	生活	商業	工業	合計
Basrah	300	30	30	360
工業都市	200	30	30	260
工業を有さない都市	200	30	－	230
地方	200	－	－	200

出所：MMPW, General Water Directorate Specifications, 1985

水需要計画においては、2015 年までに水道メーターが設置され、従量制料金が適用されることにより需要が抑制されることを前提とする。一人当たりの生活用水の水需要原単位の減少率を、2020 年に 10%、2025 年に 20%と想定した。

漏水制御に代表される無収水（NRW）削減対策が実施されることを前提に、将来の漏水率を 2015 年には 30%、2025 年には 20%として計画した。

日平均需要水量、日最大需要水量および時間最大需要水量の予測結果を表 3.6 に示す。2015 年の計画対象地域の日平均需要水量は 607,000 m³/日となる。

表 3.6 水需要予測

(m³/日)

地区	準地区		日平均			日最大			時間最大		
			2006	2015	2025	2006	2015	2025	2006	2015	2025
Al Basrah	市	都市部	581,040	540,514	529,500	813,456	756,720	741,300	1,301,530	1,210,752	1,186,080
	Al Hartha	都市部	38,688	36,029	35,750	54,163	50,440	50,050	86,661	80,704	80,080
	Al Hartha	農村部	33,440	31,143	29,200	46,816	43,600	40,880	74,906	69,760	65,408
	小計		653,168	607,686	594,450	914,435	850,760	832,230	1,463,096	1,361,216	1,331,568
州合計			1,117,376	1,038,300	1,015,150	1,564,326	1,453,620	1,421,210	2,502,922	2,325,792	2,273,936

3.5 2015 年における水収支

2015 年における需要水量、既存浄水場の能力及び浄水能力の不足量を表 3.7 に示す。既存浄水場を活用する場合、対日平均需要水量では、183,200 m³/日、対日最大需要水量では、426,300 m³/日の浄水能力が不足する。

表 3.7 計画対象地域の既存浄水能力及び 2015 年の水収支

項目	2015 年の需要量		既存浄水場の能力	不足量	
	日平均	日最大		対日平均	対日最大
水量 (m ³ /日)	607,600	850,700	424,400	183,200	426,300

3.6 上水道システムの改善方針

(1) 浄水システムの改善

1) 供給能力の増強

① 既存浄水場の有効利用

既存浄水場を有効利用しない場合、2015 年の対日平均需要量においては、607,600 m³/日の浄水処理能力が必要となる。浄水場の拡張規模を低減するため、2015 までは可能な限り既存浄水場を有効利用する。最終的（2015 年）には、水源水質の良好な既存 3 浄水場（R-Zero、Al Hartha 25 MG 及び Basrah Unified）を活用する。しかし、計画の実施途中においては、既存の 13 浄水場全てを活用することとする。

既存施設を一定期間利用するため、既存浄水場の改修を実施する。既存浄水場は将来的には廃止することから、改修方法は包括的なものではなく、機械電気設備の更新を

中心とした改修とする。

② 浄水能力の増強

2015 年の需給ギャップを改善するため浄水能力を拡張する。ただし、日最大需要水量を満たすためには、例え既存浄水場を有効利用したとしても 426,000 m³/日の新設浄水場が必要となる。従ってまずは、喫緊の水需要を満たすために、浄水能力は日平均水需要水量を満たすよう計画する。

2) 浄水水質の改善

① 取水点の変更

SAA 川の Basrah 市中下流域では、有機汚染が懸念されることから、新設浄水場の取水地点の位置は、SAA 川上流 Al Hartha 付近とする。中下流に位置する既存浄水場は最終的には全て廃棄することとする。

② 既存施設の改修

老朽化した既存浄水場を改修し衛生的な浄水を生産できるようにする。この改修により、浄水濁度の低減及び塩素消毒の適正化を行なう。

③ 蒸発残留物（TDS）の低減施設の建設

TDS に関して飲用に適する水道水を供給するために大規模 RO 施設を計画し、その実現可能性を検討する。TDS の目標値は 600mg/l 以下とする。

(2) 送配水システムの改善

① 送配水システムの再構築

既存の送配水管網に対して計画的な資本投資及び維持管理が長期において不足してきた結果、多くの地域で既存送配水管の能力が不足している。既存の送配水システムにおいては、管路が計画的に配置されていないため、送配水の管理が困難となっている。この結果、地域的に不公平な給水状況を生じている。配水管理を適切に行い、計画対象地域全域に対して、適切な給水圧での配水を可能とするため、送水システムと配水システムを分離することとする。このために、新設の送水幹線の導入及び配水区の分割を行う。

② 老朽化した既存配水管の改修

以下の目的のため、老朽化した既存管路を改修する。

- ・ 管路破損部から進入する汚染を解消する。
- ・ 既存管網の推定漏水率は 50%程度であり、浄水の半分が無駄となっている。漏水を制御することにより、給水圧の増加及び有効水量を増加させる。

- ・ 無収水量を減少させ、料金収入を増加させる。

(3) 組織・制度の改善

水道施設の適切な維持管理及び水道事業の適切な運営を目的として、BWD の組織・制度を強化する。

3.7 浄水計画

(1) 浄水処理方法

計画浄水場の浄水方式には、通常の凝集沈殿急速ろ過方式を採用する。計画浄水場は、浄水施設、薬品注入施設、浄水池、ポンプ場、管理・制御及び電気・自家発電棟からなる。

計画 RO プロセスは、前処理として多層ろ過の採用を想定し、高圧ポンプ設備、膜設備、後処理からなる。前処理方法及び設計値は、最終的に、現場でのパイロット施設の運転をとおして決定する必要がある。河川水を対象とした RO 施設では、膜を破損させないために、高度の前処理が必要となる。

RO 処理水の TDS 濃度は、一般に 150－200 mg/l である。脱塩処理の副生成物は、高塩分濃度廃液であり、適切に排水する必要がある。RO 処理水及び通常浄水場の浄水を混合し、TDS 濃度 600 mg/l 以下の浄水を作ることとする。以下に RO 施設の計画値を示す。

- 1) 回収率：75%（25%は高塩分濃度廃液）
- 2) 原水の TDS：1,500 mg/l
- 3) RO 処理後の TDS：200 mg/l
- 4) RO 原水注入ポンプ容量：483,000 m³/日、揚程 100 m（次節参照）
- 5) RO 浄水量：362,000 m³/日（次節参照）
- 6) 前処理：多層ろ過法

(2) RO の導入及び浄水場の拡張計画

次表に示す RO 施設建設の有無及び既存浄水場廃棄案を基に、必要とされる新設浄水場と RO 施設能力を表 3.8 に算定する。

	ケース			
	1	2	3	4
RO 建設の有無	無	無	有	有
将来活用される浄水場	全 13 既存浄水場を活用	全 13 既存浄水場を活用	全 13 既存浄水場を活用	既存 10 浄水場を廃棄し、上流に位置する 3 浄水場のみを活用
新設浄水場建設の有無	無	有	有	有

表 3.8 2015 年において必要な浄水場及び RO 施設能力

($\text{m}^3/\text{日}$)

項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4 WSPCB の最終 目標
活用される既存浄水場能力	424, 400	424, 400	424, 400	264, 000
新設浄水場能力 (設計値)	—	183, 200 (184, 000)	279, 200 (280, 000)	464, 600 (465, 000)
RO 施設				
-原水量	—	—	383, 000	483, 000
-浄水量	—	—	287, 000	362, 000
(高塩分 RO 排水)	—	—	96, 000	121, 000

ケース 4 を 2015 年における本計画（WSPCB）の最終形とする。計画の途中段階においては、既存施設を有効利用するケースを採用する。

新設浄水場は、既存 Al Hartha 25 MG 浄水場と Basrah Unified 浄水場間の空地に配置する。

3.8 送配水計画

送配水システムは、表 3.3 に示した設計条件により設計を行なった。2015 年の水需要を送配水可能な管路能力を有することとして計画する。送配水システムを分離するために、Basrah 市内に環状送水幹線を新設する。既存 3 浄水場に加え、新設浄水場の浄水を、市北部に新設する幹線送水施設（送水池及び送水ポンプ場）に送水する。ここから、浄水は環状送水幹線を通して、新設する 13 ヶ所の基幹配水施設（配水池、ポンプ場、高架水槽）に送水され、更に、基幹配水施設から各配水区内に給水される。給水区域は 13 配水区と 6 準配水区に分割した。各配水区の人口と需要水量及び配置を表 3.11 と図 3.1 に示す。

3.9 WSPCB の計画上水道システムの概要

前述のとおり、本上水道計画は Basrah 州の中央部に重点を置いていることから、本計画を Basrah 中央部水道計画（Water Supply Plan for Central Basrah : WSPCB）と称す。

WSPCB では、13 配水区および 6 準配水区の設定、送水環状幹線、基幹送水施設、基幹配水施設を計画した。計画上水道システムを図 3.2 及び表 3.9、活用する既存施設を表 3.10 に示す。

RO 施設を含む新設浄水場の一般平面図を図 3.3、計画送水施設一般平面図を図 3.4、計画送水管ルート及び管径を図 3.5、計画基幹配水施設を図 3.6 に示す。

表 3.9 WSPCB の計画上水道施設の概要 (2015 年)

施設	容量
1. 配水管網の改修	110 mm - 700 mm, 285 km
2. 既存浄水場の改修	13 浄水場 (424,400 m ³ /日) 注：最終的には 3 浄水場 (264,000 m ³ /日) のみ活用
3. 浄水送水システム	
(1) 基幹送水施設 (送水池)	64,000 m ³
(2) 基幹送水施設 (送水ポンプ場)	710,000 m ³ /日 x 40 m 揚程
(3) 送水環状幹線および接続管	600 mm - 2000 mm, 33,000 m
4. 新設浄水場	
(1) 浄水場	465,000 m ³ /日
(2) 送水ポンプ場	369,000 m ³ /日 x 40 m 揚程
5. 基幹配水施設	13 配水区
(1) 配水幹線の増強	200 mm - 700 mm, 25,100 m
(2) 配水池 (12 配水区)	合計 186,000 m ³
(3) 配水ポンプ場 (12 配水区)	合計 945,000 m ³ /日 (39,800 m ³ /時)
(4) 高架水槽 (12 配水区)	合計 12,300 m ³
6. RO 施設	362,000 m ³ /日 (浄水量)

注：基幹配水施設の合計は 13 であるが、現在 1 基幹配水施設が建設中である。

表 3.10 有効利用される既存水道施設 (2015 年)

施設	容量 / 備考
1. 送水管	改修後に使用
2. 配水管網	改修後に使用
3. 原水送水システム	- R-Zero のポンプ場および原水送水管 - Al Hartha 地区の 2 既存浄水場への原水送水管 (口径 1200 mm) 2 条は同浄水場で生産される浄水の送水管に転用
4. 浄水場	Al Hartha 25 MG (96,000 m ³ /日) Basrah Unified (72,000 m ³ /日) R-Zero (96,000 m ³ /日) 注：計画実施の途中段階においては、既存全 13 浄水場を活用する。

表 3.11 計画配水区の 2015 年の人口と水需要量（日平均、日最大）
 (m³/日)

配水区	推定人口	日平均需要水量	日最大需要水量
1	52,429	27,000	37,800
2	51,231	26,300	36,900
3	57,804	29,700	41,600
4	69,653	35,800	50,100
5	82,713	42,500	59,600
6	84,613	43,500	60,900
7	80,481	41,400	57,900
8	89,436	46,000	64,400
9	81,056	41,700	58,400
10	74,055	38,100	53,300
11	57,487	29,600	41,400
12	40,490	20,800	29,100
13	85,927	44,200	61,900
S1	31,177	16,000	22,400
S2	31,415	16,200	22,600
S3	14,483	7,500	10,400
S4	66,550	34,200	47,900
S5	97,000	36,000	50,400
S6	109,000	31,200	43,600
合計	1,259,015	609,715	852,615
Z-小計	907,375	466,600	653,300
S-小計	349,624	141,100	197,300

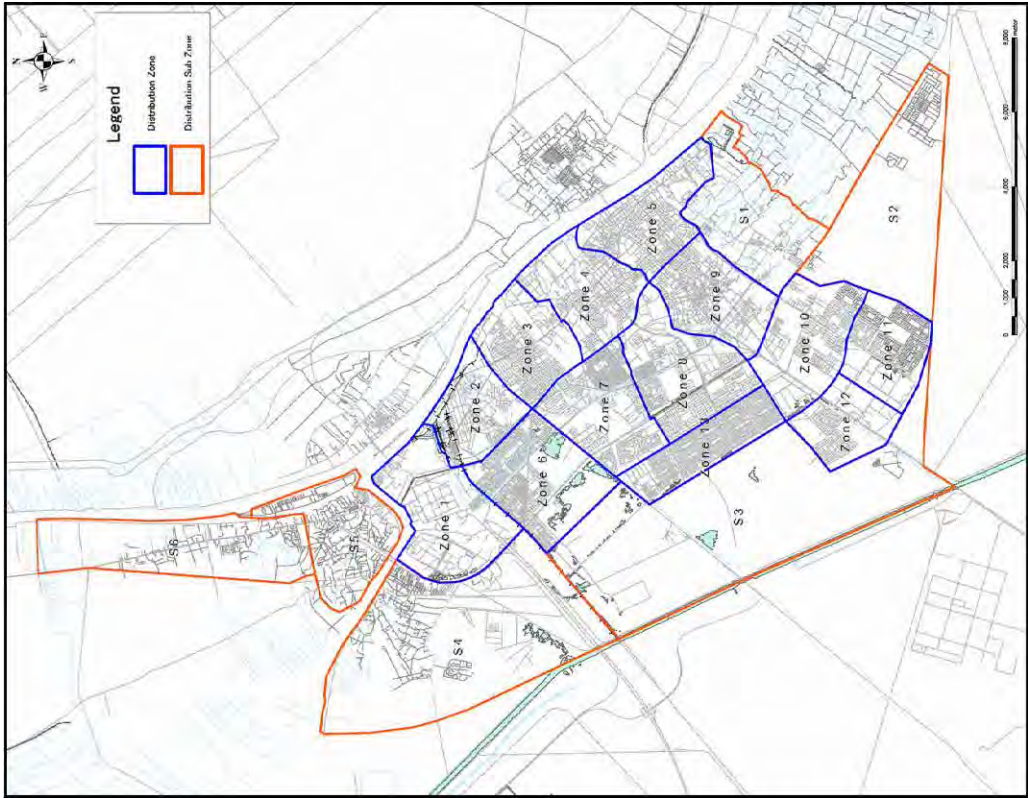
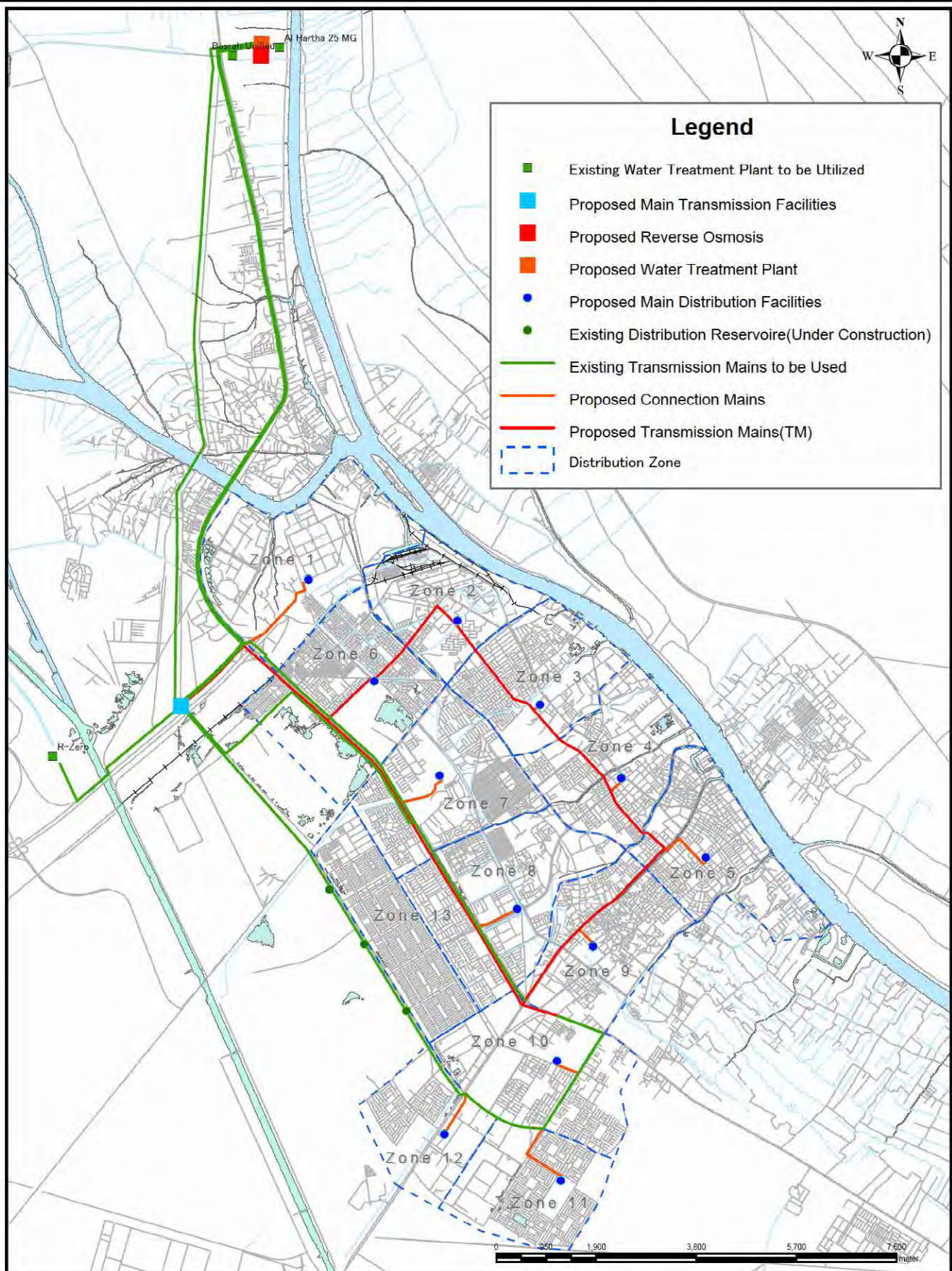


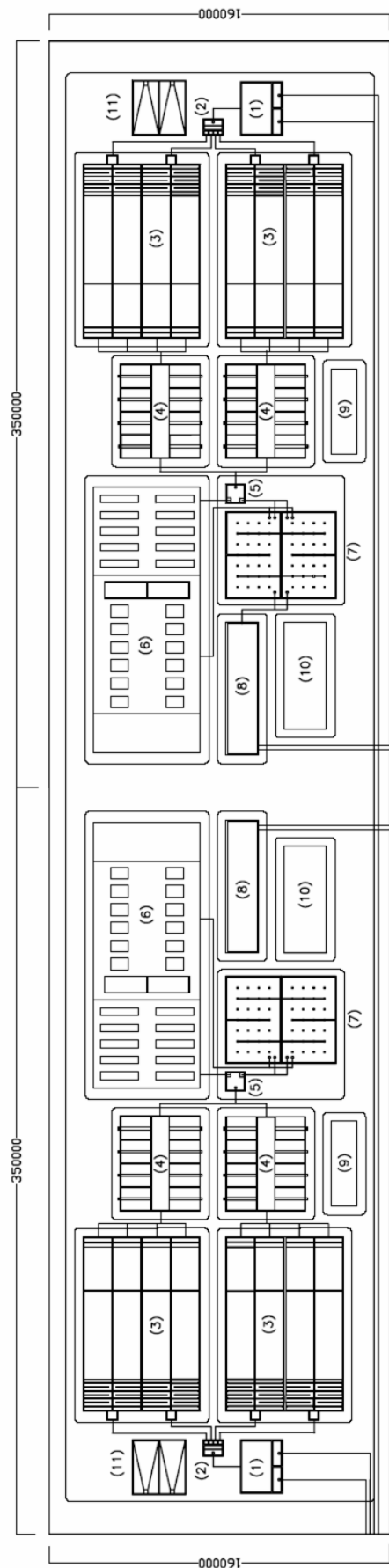
図 3.1 計画配水区割り



イラク国
バスラ上水処理場及び送水システム
改善計画調査

計画送水システム及び基幹配水施設 (WSPCB)

図
3.2



PHASE I

PHASE II

- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| (1) RAW WATER PUMP | (5) RECEIVING & DISTRIBUTION WELL | (9) CHEMICAL BUILDING |
| (2) RECEIVING WELL | (6) REVERSE OSMOSIS PLANT | (10) OPERATION & ELECTRICAL & GENERATOR ROOM |
| (3) CHEMICAL SEDIMENTATION BASIN | (7) CLEAR WATER RESERVOIR | (11) DRAINAGE TANK |
| (4) RAPID SAND FILTER | (8) TRANSMISSION PUMP | |

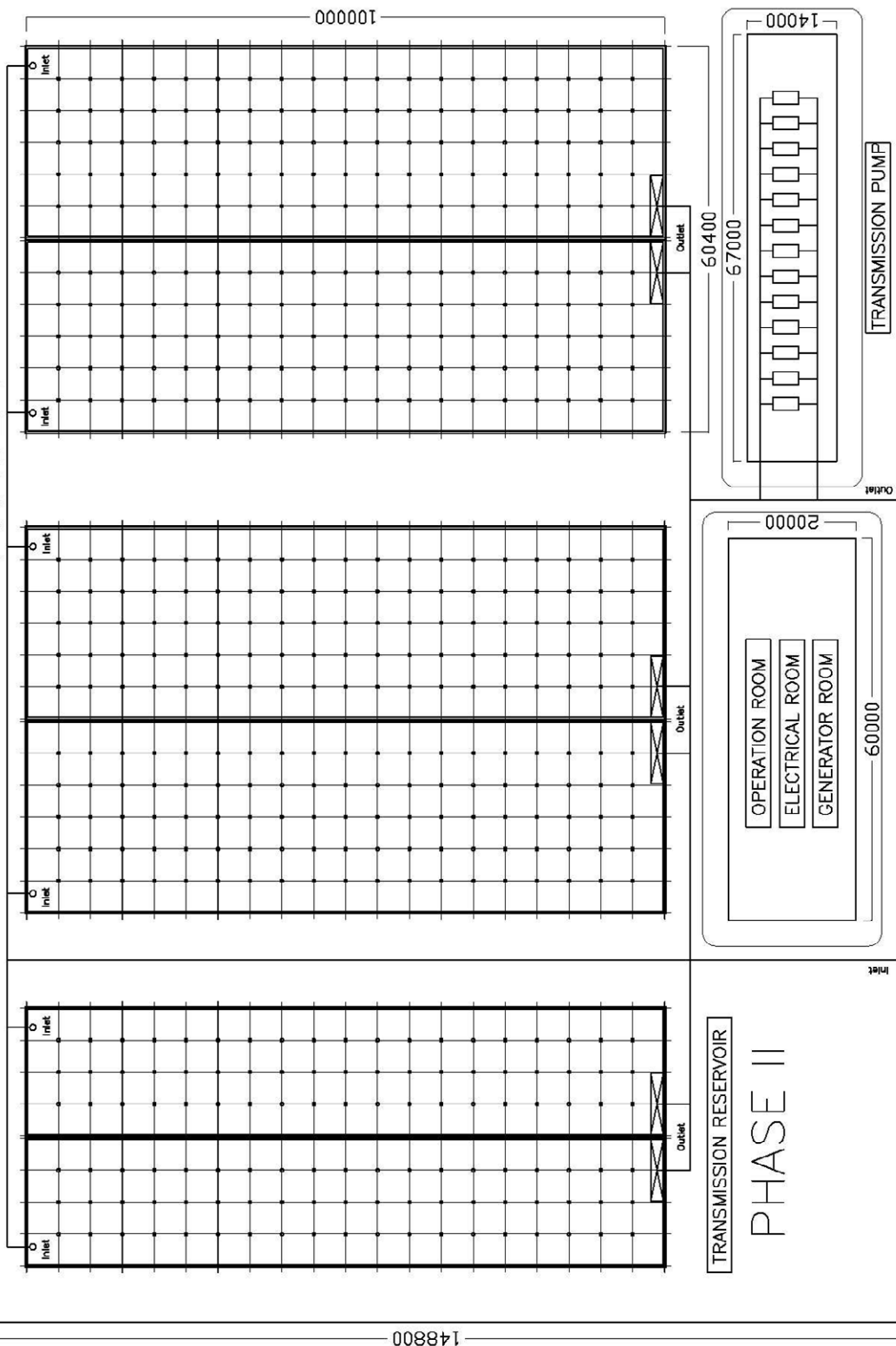
イラク国バスラ上水処理場及び送水システム
改善計画調査

計画浄水場一般平面図 (WSPCB)

図 3.3

208800

TRANSMISSION RESERVOIR PHASE I TRANSMISSION RESERVOIR

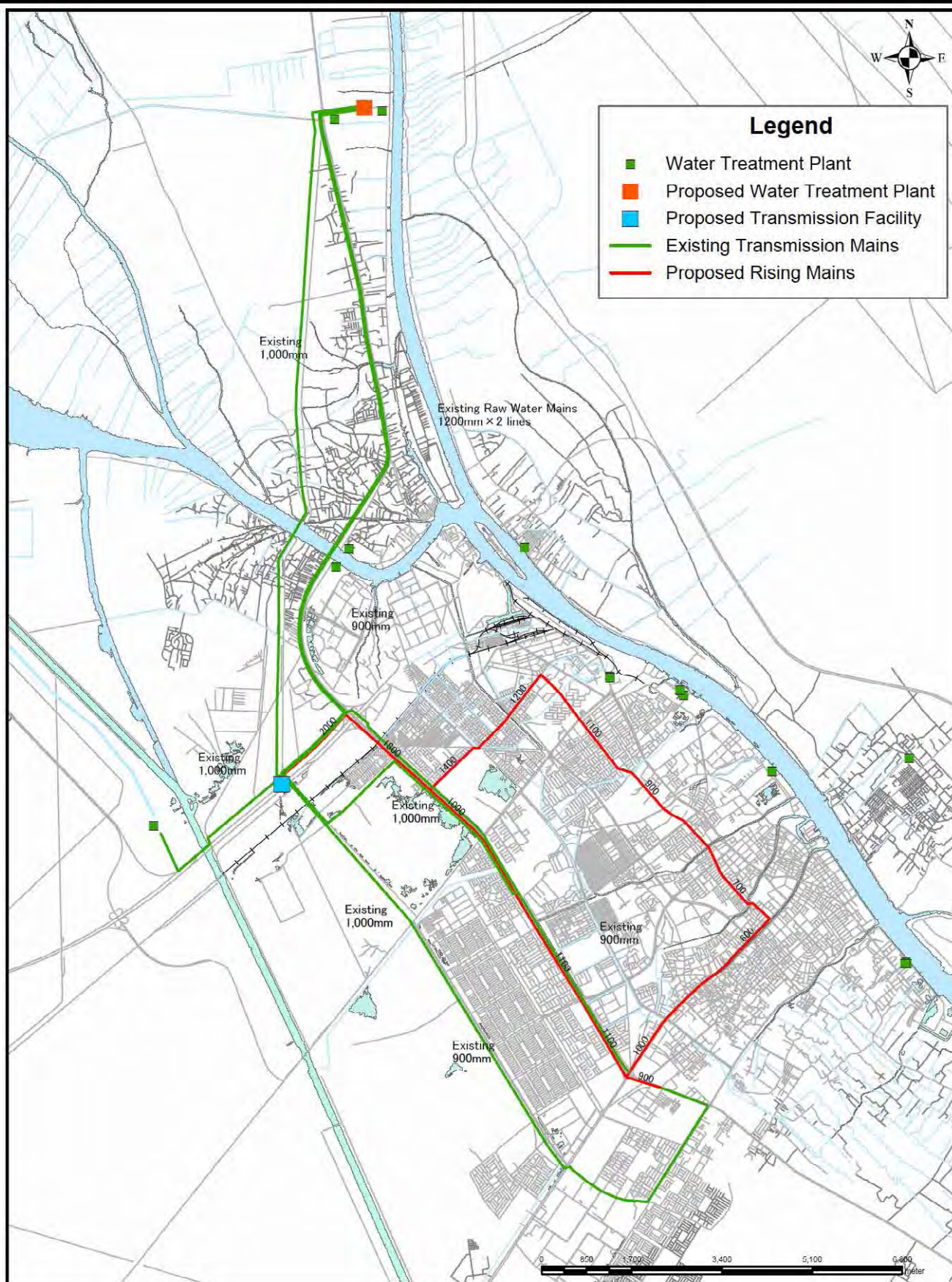


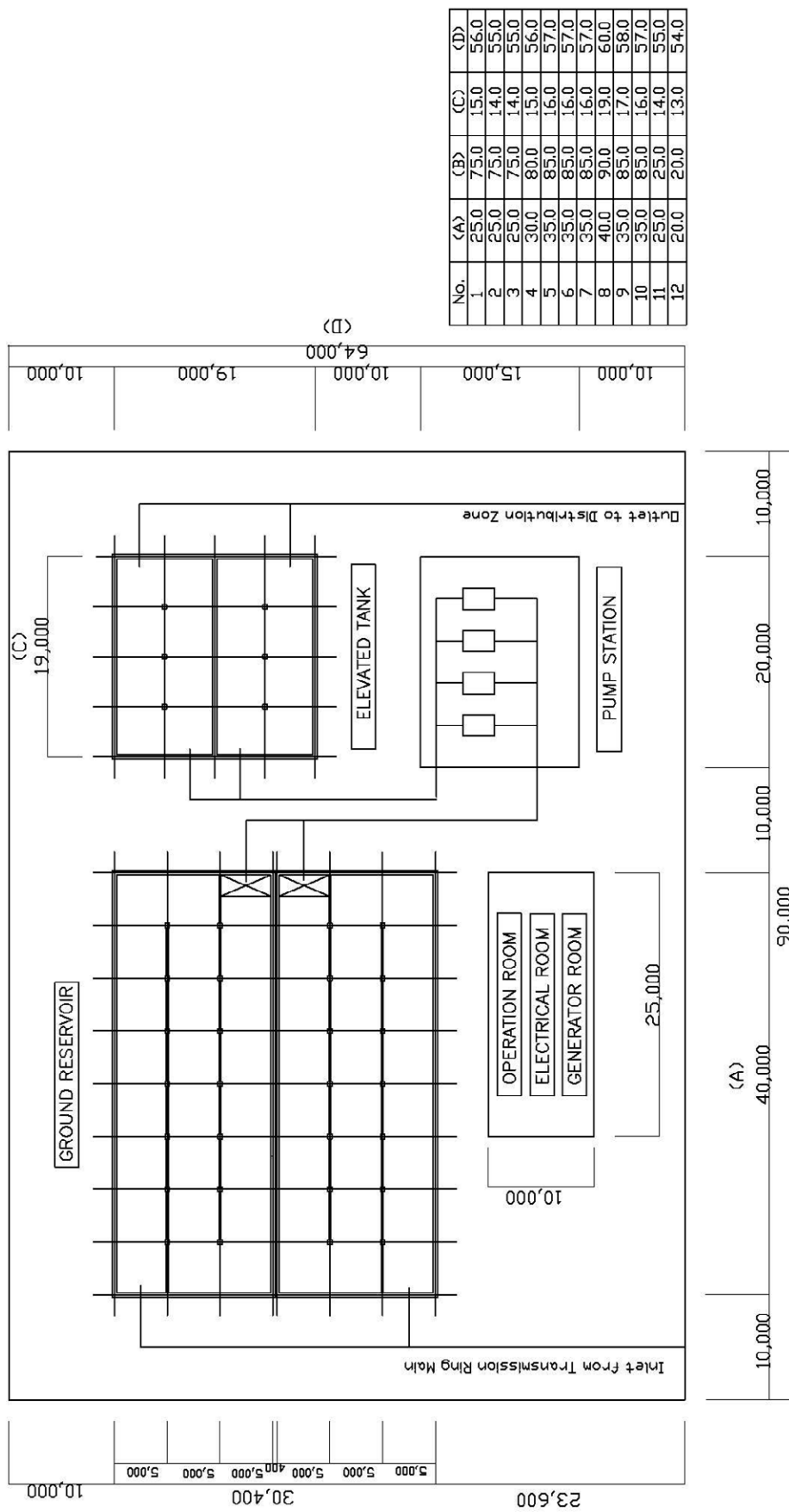
イラク国バスラ上水処理場及び送水システム
改善計画調査

計画送水基幹施設一般平面図 (WSPCB)

図

3.4





No.	(A)	(B)	(C)	(D)
1	250	750	150	56.0
2	250	750	140	55.0
3	250	750	140	55.0
4	300	800	150	56.0
5	350	850	160	57.0
6	350	850	160	57.0
7	350	850	160	57.0
8	400	900	190	60.0
9	350	850	170	58.0
10	350	850	160	57.0
11	250	250	140	55.0
12	200	200	130	54.0

イラク国バスラ浄水処理場及び送水システム
改善計画調査

計画基幹配水施設 (WSPCB)

☑

3.6

3.10 Basrah 中央部水道計画（WSPCB）と Mini M/P の関係

Mini M/P は長期的な問題解決を重点に置き計画されているが、WSPCB は、現在直面している問題の解決を短中期的な観点から具体的な解決策と実施工程を示すことにより計画している。

WSPCB の計画施設と Mini M/P で選定された水道システムとの関係を以下の図に示す。図に示されているように WSPCB で建設される全ての施設は、将来 Mini M/P の施設として統合可能であり、全ての施設は Mini M/P 内の施設として有効利用可能である。なお、WSPCB の計画施設は Mini M/P 内において緊急的で優先度の高い施設で構成されている。

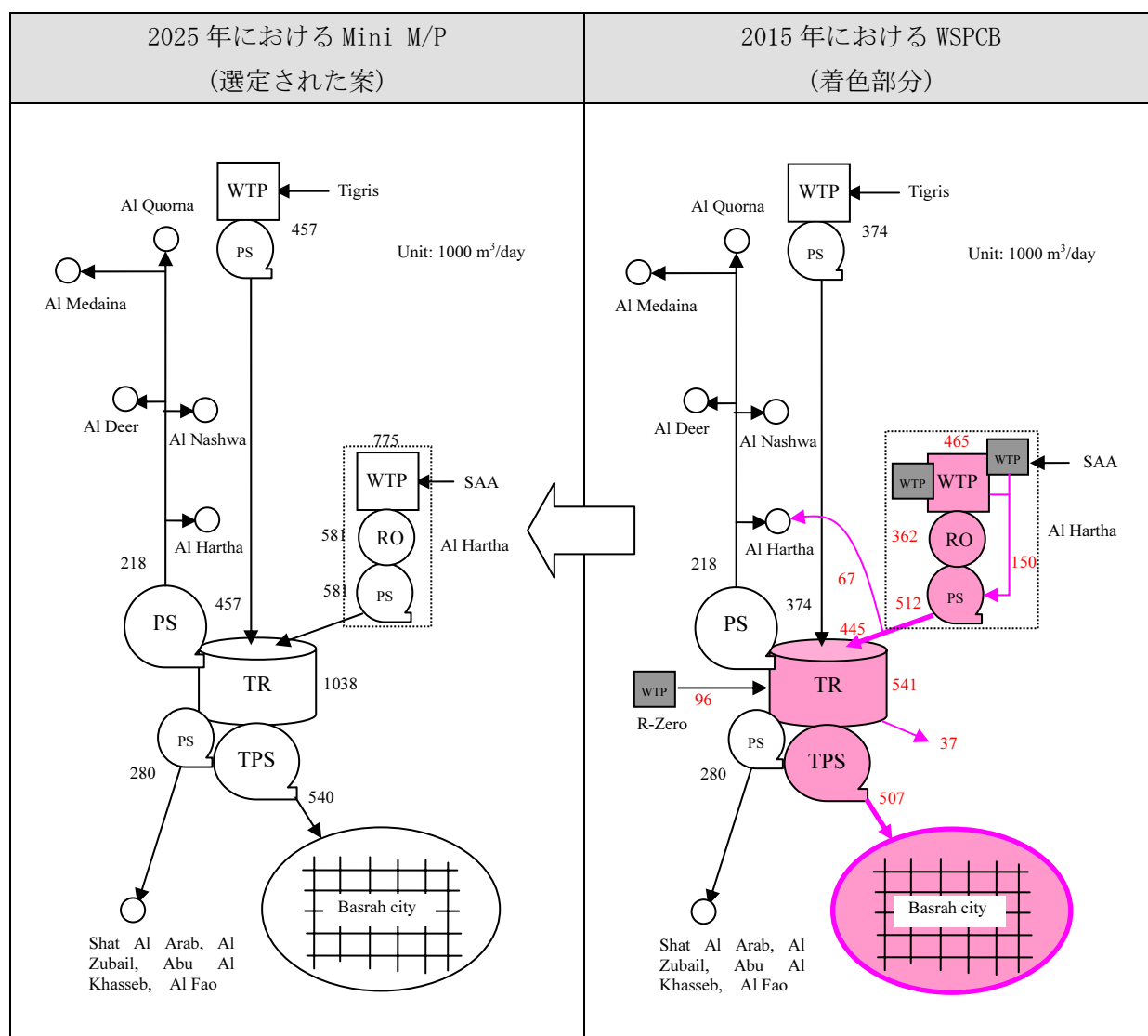


図 3.7 Mini M/P と WSPCB の上水道施設の概略図

第4章 送配水管理

4.1 送配水管理システムの導入

送配水管理システムの目的は以下のとおりである。

- ・ 浄水量および送水量の制御
- ・ 配水区における配水量および配水圧の制御
- ・ 配水量の均等化
- ・ 漏水制御

WSPCB では、最終的に 3 既存浄水場と 1 新設浄水場（含む R0 施設）、基幹送水施設、環状幹線、基幹配水施設が水道施設として運用され、13 配水区に給水が行われる。季節、週間、日間、時間単位で変動する水需要に対して、対象地域全域で偏りがない給水を行なうために、WSPCB ではこれら施設間の送配水をモニタリング・制御する送配水管理システムを提案する。

既存の配水管網の漏水率は、50%にも及ぶと想定されており、漏水制御には、困難な状況が想定される。効率的に漏水率を低減するために、District Metered Areas (DMA) 管理を導入することを提案する。

4.2 効率的な配水管理のための GIS 適用

GIS (Geographic Information System) は、水道システムの計画・管理に有効なツールである。水道用の GIS は、水道施設や関連する施設の位置、これら施設の属性（建設年、能力、口径、材質等）、観測データ（流量、水圧、水質、管路破損等）、水道メーター等の消費者データからなる数表と地図データで構成される。上記の配水管理のためには、これらのデータや GIS ソフトのツールの活用が有効である。更に、GIS は水道事業運営全般にも活用可能である。以下に GIS の適用可能な方法を列挙する。

- ① 水道施設の情報管理と維持管理状況の把握
- ② 効率的な配水管理
- ③ 無収水の削減
- ④ 給水施設の能力評価
- ⑤ 管路内の残留塩素管理
- ⑥ 効率的な管路建設管理
- ⑦ 顧客情報や料金徴収情報管理

第5章 無収水削減計画

5.1 Basrah 水道局の給水システムの水収支の現状

信頼できるデータが不足していることから、現状の水収支を正確に把握することは困難である。入手可能なデータや他国での事例を基に、無収水率は概ね 65%と推定される。その内訳は以下の通りである。

- 実損失（漏水）：50%
- 見かけ上損失（主に不法接続）：10%
- 有効無収水（公的機関や宗教関連施設）：5%

従い、浄水（508,000 m³/日）のうち、50%にあたる 254,000 m³/日が消費者に届かず、65%にあたる 333,000 m³/日分の料金収入が不能となっている。

5.2 無収水率の将来目標

無収水削減は、長期的な計画の下、継続的に実施する必要がある。従って、WSPCB の目標年である 2015 年と Mini M/P の目標年である 2025 年における無収水率の目標を日本の事例を参考に以下のとおり設定する。

- (1) 2015 年までに無収率を 35%（現状 65%）、漏水率を 30%（現状 50%）にする。
- (2) 2025 年までに無収率を 23%、漏水率を 20%にする。

これにより、以下に示す給水可能量の増加及び料金収入の増加が期待できる。

- (1) 2015 年に 121,600 m³/日、2025 年に 184,400 m³/日の給水可能量が増加する。
- (2) 現状の水道料金を仮定した場合、2015 年に現在の 2.1 倍、2025 年に 2.5 倍の料金収入が増加する。

5.3 無収水対策計画

無収水低減対策は、以下のとおり技術（ハード）と非技術（ソフト）面に分類される。

（技術面の無収水低減方策）

- 給配水管の改修
- 漏水制御
- 個別水道メーターの設置と更新
- 不法接続の根絶

（非技術面の無収水低減方策）

- ・ 料金請求システムの改善
- ・ 水道メーターの検針と料金収集システムの改善

BWD の無収水対策は、下記の 3 つのフェーズ(手順)により実施することを提案する。

ステージ 1：導入段階

- ① 無収水対策の基本技術の教育・訓練
- ② 流量計（水道施設用及び顧客用）の設置
- ③ 管網の調査
- ④ 配水管網の図化
- ⑤ 無収水対策チームの立ち上げ
- ⑥ 試験的パイロット地域での無収水対策の実施
- ⑦ 詳細な無収水対策の実施計画の作成（外部からの技術援助）

ステージ 2：2015 年まで

- ① ルーチンワークのシステム構築
- ② 時系列データに基づく無収水対策の実績レビュー
- ③ 無収水対策の継続的实施（対象地域の拡大）
- ④ 継続的無収水探査
- ⑤ BWD による無収水対策の実施（技術援助の縮小）
- ⑥ 無収水対策事業の優先順位付けとその実施

ステージ 3：2025 年まで（5 年毎）

- ① 無収水対策の実績レビュー及び無収水対策の戦略的实施
- ② 計画の見直し
- ③ 無収水対策の継続的实施、及びモニタリングの実施
- ④ 無収水対策の実施（完結するまでの対象地域の拡大）
- ⑤ 無収水削減目標の高度化及びその実施

上記手順に従って無収水対策を実施するためには、十分な財務措置が不可欠であるとともに下記の準備が必須である。

- (1) 無収水対策チームの構築
- (2) 無収水対策チームへの適切な人員配置
- (3) 無収水対策のための技術に係る教育・訓練
- (4) 無収水対策チームへの外部技術援助
- (5) 無収水対策実施に必要な機材の確保

第6章 WSPCB の組織制度強化

6.1 Basrah 水道局（BWD）の将来像とそのビジョン

現在の民主化の流れの中で地方分権化・分散化政策を基礎として、現状の課題を踏まえた上で、WSPCB では、以下に示す BWD の将来像を確立することを提案する。

- Basrah 水道局（BWD）の将来像： 独立した一元管理可能な組織

そのため、以下の2つのビジョンを掲げる。

- (a) 技術的に優れた適切な給水管理システムの確立
- (b) 民主主義下における透明性と説明責任のある給水サービスの実施

一方、行政システムの地方分権化・分散化は、短期間には達成が困難なことから、当分の間は現在の中央集権下で組織強化を行いつつ、地方分権化・分散化の実現に伴って独立した一元組織を確立することを目指す。そこで、最終形態を見据えつつ移行期間中（2015 年頃まで）に次の方策を実施する。

- ①必要な法律・制度の整備
- ②組織改革
- ③給水施設の改修
- ④給水システムの改善（無収水対策、浄水場の適切な運転・維持管理、RO の新規導入、適切な配水管理等）
- ⑤適切な財務管理（料金制度、料金徴収、会計管理）
- ⑥教育・人材育成

6.2 Basrah 水道局の将来像のための戦略

上記将来像を実現するための戦略として下記5つの戦略を設定する。

- 戦略-A： 施設整備事業の円滑な実施
- 戦略-B： 国レベルの給水政策のための法律・制度の枠組構築
- 戦略-C： 独立した一元的水道行政の実施
- 戦略-D： 効率的・有効性の高い給水システムの確立
- 戦略-E： 独立した一元的水道行政のための十分な予算確保

6.3 公共事業省（MMPW）への提言

(1) 公共事業省（MMPW）における円借事業の実施体制の確立（戦略-A 対応）

現在、公共事業省内に戦略管理事務所（SMO）が設置され、世銀や米国援助案件の実施機関となっている。ここに、円借款実施機関（PIU）を想定した部署を増設し、その任務に当たらせることを提案する。PIU は公共事業省とともに、以下の施策を実施する。

- ①円借款ミッションへの対応
- ②E/N の調印・L/A 締結
- ③コンサルタント TOR の作成、コスト積算・雇用・入札図書のチェック及びその承認
- ④建設業者の調達（入札の実施）
- ⑤事業サイトのクリアランスと EIA（環境影響評価）等事業実施に向けての準備
- ⑥工事監理・維持管理運営組織である BWD への給水施設の移管

(2) 円借実施機関の能力強化（戦略-A 対応）

円借款事業のスムーズな実施のため、円借款実施機関は以下の能力強化が必要とされる。

- ①JBIC 円借款、コンサルタント雇用、建設業者の調達（入札手続き）の手続きの理解
- ②事業サイトのクリアランスの手続き
- ③EIA 実施

(3) 国レベルの給水政策の策定（戦略-B 対応）

財務的に独立した維持管理を実施するため、「維持管理費のコストリカバリー」を提言する。このため現状の極めて低いレベルの料金設定を見直すことも合わせて提案する。

6.4 Basrah 水道局への提言

(1) 円借款事業の維持管理体制に係る提案（戦略-D 対応）

円借款事業の維持管理は、現状を考慮して BWD が担当するのが最も望ましい。

(2) BWD の組織改革に係る提案（戦略-C 及び D 対応）

BWD の現状組織の課題を踏まえ、部局を簡略化し一元的な命令系統に再編した上、顧客サービスを担当する部局(Customer Services Dept.)を新設するのに加え、監査委員会(Audit Committee)を設立し、透明性のある事業運営体制を確立することを提案する（図 6.1）。

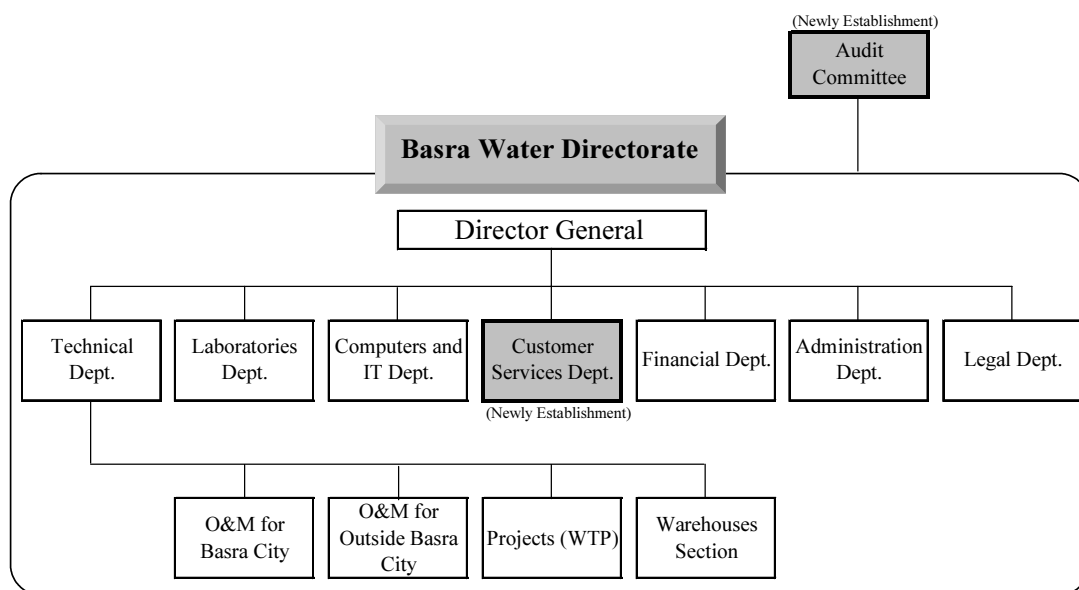


図 6.1 BWD の組織改革の提案

(3) BWD の効率的及び効果的な維持管理に係る提案（戦略-D 対応）

BWD による効率的及び効果的な運営維持管理のため以下を実施することを提案する。

(1) 効果的な給水施設の運営維持管理

BWD職員の能力強化や作成されたガイドライン／マニュアルを活用することにより、円借款事業で建設された水道施設の効率的な維持管理が可能となる。

(2) 給配水管理のためのGISの適用

この適用により、適切な配水管網の管理、無収水対策、水消費量の推定、配水管理及び顧客管理が可能となる。

(3) 顧客登録・管理のシステム改善

顧客登録・管理には、データベースシステムが有効であり、顧客情報、水使用用途、水消費量の推定値、料金の支払い情報等の情報を整備・管理することにより、効果的な事業運営が可能となる。

(4) 人事管理システムに係る提案（戦略-C 及び D 対応）

(a) 職員の雇用システムの改善

縁故採用のシステムを改善し、履歴書の審査、厳格な筆記試験及び面接試験により職員が採用されるべきである。

(b) 労働意欲の減退改善

現状では、職員の能力や努力に関わらず一定給与が配分されているため、労働意欲の減退が大きな課題となっている。これを改善するため、成果主義を採用する

ことを提言する。このため、人事考課（評価）システムの採用、それに伴う給与優遇制度及びボーナスシステムを導入することを提言する。

(5) 財務管理に係る提案（戦略-E 対応）

(a) 料金徴収システムの改善

現状の料金徴収率は不適切な徴収システムが原因で30-35%と推定されている。この改善のため、全世帯への水道メーターの設置、料金徴収担当職員に対する成果ボーナス制度導入、不法接続への罰金制度の導入及び料金支払いの啓蒙活動等の対策を提言する。

(b) 監査委員会による定期監査

顧客に対する水道事業の透明性及び説明責任を果たすため、監査委員会 (Audit Committee) を設立して定期会計監査を実施し、年次会計書類（年間収入、年間支出、及び料金徴収額）等を監査の対象とするべきことを提案する。

(6) BWD 職員の能力向上に係る提案（戦略-D 及び E 対応）

BWD 職員の能力向上（組織制度強化）の目的でキャリア開発（教育・訓練・研修）プログラムの実施を提案する。当プログラムは、以下のプログラムからなる。

(a) 個別技術の習得のための訓練プログラム	(b) BWD 組織全体のための訓練プログラム
1) 実践的技術開発 2) 実践的・専門的教育 3) 給水の運営維持管理 4) 技術的無収水対策 5) 非技術的無収水対策 6) 顧客サービスプログラム 7) 料金徴収のための啓蒙活動 8) 水セールス活動 9) 各サイト（浄水場等）監理 10) BWD の監理 11) 財務管理 12) 人材育成 13) 新人の OJT 14) 技術的 OJT 15) 海外視察 16) セミナー及びワークショップ 17) 公式な研修	18) 事前教育 19) 新規雇用者教育 20) コンピューター技術 21) 幹部候補への事前教育 22) 課長クラスへの研修 23) 人事考課者への研修 24) 部局長への研修

第7章 WSPCB の実施計画と事業費

7.1 積算条件

WSPCB の事業費の積算条件及び仮定を表 7.1 に示す。

表 7.1 積算条件と仮定

項目	条件及び仮定
1) 価格基準年	2006 年 6 月時点
2) 交換レート	US\$1.0 = ID 1475 = 112 円
3) 事業計画	2007 ～ 2013 年 詳細設計、事前資格審査及び入札 2010 ～ 2015 年 建設
4) 現場管理費	直接工事費の 10% (警護費を含む)
5) 物価上昇予備費	内貨部分 : 9.0% /年 外貨部分 : 1.7% /年
6) 物理予備費	直接工事費、現場監理費、エンジニアリング費及び物価上昇予備費の 20%
7) 租税及び関税	輸入関税 : 国外調達品 CIFBasrah 価格の 5.0% 建設契約税 : 契約相当額の 10%
8) エンジニアリング費	直接工事費の 10%

7.2 建設事業費

WSPCB の計画事業は、2007 年に融資調整が始まり 2015 年に完了する計画とする。表 7.2 に事業実施計画を示す。

表 7.2 建設事業実施計画

項目	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
融資調整									
コンサルタント選定									
詳細設計									
入札									
既存配水管網の改修									
既存浄水場の改修									
送水システムの建設									
浄水場の建設									
基幹配水施設の建設									
R0 施設の建設									

事業費を表 7.3 にまとめる。総事業費は 1,266 百万 US\$であり、そのうち建設工事費は 653 百万 US\$である。直接工事費のうち、40%が R0 施設建設費、18%が浄水場建設費である。

表 7.3 WSPCB の建設事業費内訳

(百万 US\$)

No.	項目	内貨部分	外貨部分	合計
1.	直接工事費			
1-1	既存配水管網の改修	9.9	11.2	21.1
1-2	既存浄水場の改修	1	6.4	7.4
1-3	送水システムの建設	29	49.6	78.6
1-4	浄水場の建設	45.4	56.8	102.2
1-5	基幹配水施設の建設	79.7	49.8	129.5
1-6	RO 施設の建設	14.5	206.3	220.8
	小計(1)	179.5	380.1	559.6
2.	現場管理費	36.3	57.8	94.1
	建設工事費 - 小計(1) + (2)	215.8	437.9	653.7
3.	税金および関税	84.4	0	84.4
4.	エンジニアリング費	41.5	56.2	97.7
5.	物価上昇予備費	189.8	60.1	249.9
6.	物理的予備費	81.1	99.6	180.7
	間接費合計	396.8	215.9	612.7
	合計	612.6	653.8	1266.4

7.3 組織制度強化プログラム費

組織制度強化プログラム費用を、表 7.4 に示す。必要な費用は 18.3 百万 US\$となる。

表 7.4 組織制度強化プログラム費

(百万 US\$)

項目	合計	内貨部分	外貨部分
組織強化プログラム	17.3	9.1	8.2
機材(コンピューター、漏水探査機器)	1.0	0	1.0
合計	18.3	9.1	9.2

7.4 事業の年次実施費用

WSPCB の建設事業と組織強化プログラムの年次別の費用を表 7.5 に示す。

表 7.5 年次別事業実施費用

(百万 US\$)

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
建設事業費	0.8	6.4	33.3	150.9	139.9	151.0	383.8	400.3	1266.4
組織制度強化プログラム費	0.0	3.9	2.9	2.9	5.4	3.2	0.0	0.0	18.3

7.5 WSPCB の維持管理費用

WSPCB 及び現況の維持管理費を表 7.6 にまとめる。なお、Basrah 州では電力不足のため、現在、

水道施設への平均電力供給時間は 12 時間程度であり、残りの時間は、自家発電の稼働あるいは高価な燃料が購入できないため施設を停止している。従って、将来も電力状況が改善しなかったケースでは、自家発電を 12 時間稼働することとして維持管理費を算出する。更に、維持管理費に大きな影響を与える RO 施設の稼働（あるいは導入）の有無による維持管理費も参考として算出する。以下にそのケース分けを示す。

項目		RO の稼働（導入）	
		有	無
自家発電の稼働	無	標準	ケース 3
	有	ケース 1	ケース 2

現況の BWD の維持管理費用は 50 億 ID/年であり、そのうち 14%にあたる 7 億 ID/年を料金収入から賄っている。正常な電力状態での WSPCB の維持管理費の総額は、300 億 ID/年であり、現在の 6 倍の維持管理費用が必要となる。一方、RO を稼働し自家発電機を使用する場合は 543 億 ID/年、RO 施設を稼働しないで通常電力を使用する場合は 136 億 ID/年が必要となる。

表 7.6 2015 年における WSPCB 実施後の BWD の維持管理費用
(百万 ID/年)

項目	2005 (実績)	標準	ケース 1	ケース 2	ケース 3
人件費	4,419	7,838	7,838	7,704	7,704
運営費	350	543	543	543	543
電気代	231	1,007	25,295	10,849	750
消耗品（浄水場用薬品代）		1,505	1,505	1,032	1,032
消耗品（RO 施設用薬品代）		5,309	5,309	0	0
消耗品（RO 膜交換費用）		10,233	10,233	0	0
その他の消耗品（保守管理）		3,449	3,449	3,449	3,449
その他	4	78	78	77	77
合計（百万 ID/年）	5,004	29,962	54,250	23,654	13,555
合計（相当百万 UD\$/年）	3.3	20.0	36.2	15.8	9.0

第8章 WSPCB の段階的实施

8.1 整備優先順位

WSPCB は、施設コンポーネントが非常に多く、その整備には大規模な投資金額と時間が必要となる。このような事業は、優先順位付けし段階的に実施することにより、事業実施が可能となる。WSPCB の事業コンポーネントに対して優先順位付けを行い、段階的に実施するための案を検討した。まずは、施設建設の制約条件に基づく開発順序を下表に示す。

表 8.1 施設建設の制約条件からの開発順序

第 1 位	第 2 位	第 3 位	第 4 位
配水管網の改修 浄水場の改修	幹線送水施設	浄水場	R0 施設
			基幹配水施設
・ 配水管網の改修及び浄水場の改修は、直接他のコンポーネントの実施には影響を与えず、かつ影響を受けない。しかし、管網の改修なしには、浄水を有効に活用できない不利がある。また、浄水場の改修なしには、給水水質の改善及び設計水量の回復ができない。従って、改修工事は、建設工事の初期に実施することを計画する。 ・ 幹線送水施設の整備なしには、市内への送配水能力が不十分であるため、他の計画施設（浄水場、R0 施設、基幹配水施設等）を有効に活用できない不利がある。 ・ 通常浄水場の浄水を R0 施設の注入原水として使用するため、R0 施設建設前あるいは同時に通常浄水場の建設が必要である。			

上記制約条件による開発順序及びイラク側の要望を考慮し、調査団は施設整備の優先順位を下表のとおり提案する。なお、当初、調査団は R0 の整備順位を第 4 位に置いていたが、イラク国の水道政策においては、TDS 改善の優先順位も高いとのイラク側の強い主張により、R0 施設の開発順位を第 3 位に置いた。

表 8.2 施設整備の優先順位

順位	コンポーネント	計画対象地域における 主要な効果	受益者への便益		
			給水の地域的 均等化	給水量の 増加	給水水質の 改善
1	送水施設の整備	送水量管理が可能となり、浄水を公平に供給	○		
	配水管網の改修	漏水量の低減及び給水可能水量の増加		○	△ (部分的)
2	浄水場の整備	浄水量の増加による給水量の増加		○	○
	既存浄水場の改修	既存浄水場の浄水能力の回復 TDS を除く水質の改善			○
3	基幹配水施設の整備 及び配水区分離	高度な配水管理および安定的な 配水を可能とする	○	△ (部分的)	
	脱塩 (RO) 施設の整備	TDS の改善			○

8.2 段階的開発計画

施設整備の優先順位を基にして、WSPCB の段階的開発計画（ステージ 1 からステージ 5 まで）を表 8.3 に示す。ステージ 5 は WSPCB の最終目標である。同表に各ステージにおける給水水質、給水量、給水圧および漏水に関する事業便益を示す。更に、2015 年における日平均需要水量、既存浄水場の活用計画及び新設浄水場及び RO 施設能力の関係を図 8.1 に示す。

なお、ステージ 2-4 は、ステージ 2 の施設コンポーネントに加え、ステージ 4 の RO 施設能力の半分容量を建設する案である。本ステージはインテリム・レポートの協議の際に、優先事業の選定候補としてイラク側から提案された案である。

表 8.3 WSPCB の段階的開発と便益

項目	単位	ステージ 1	ステージ 2	ステージ 3	ステージ 4	ステージ 5 (目標)	ステージ 2-4
施設コンポーネント							
1. 配水管網の改修		実施	実施	実施	実施	実施	実施
2. 既存浄水場の改修		実施	実施	実施	実施	実施	実施
3. 送水システム							
(1) 基幹送水施設 (送水池)	m³	25,000	48,000	48,000	48,000	64,000	48,000
(2) 基幹送水施設 (送水ポンプ場)	m³/日	280,000	538,000	538,000	538,000	710,000	538,000
(3) 送水環状幹線		全線	全線	全線	全線	全線	全線
4. 新設浄水場							
(1) 浄水場	m³/日	0	184,000	184,000	280,000	465,000	231,500
(2) 送水ポンプ場	m³/日	0	188,900	188,900	273,900	348,900	188,900
5. 基幹配水施設 (13 配水区)		なし	なし	全施設	全施設	全施設	なし
6. RO 施設	m³/日	0	0	0	287,000	362,000	143,500
便益							
1. 水質							
推定 TDS (対象地域全域の平均)	mg/l	1,087	1,289	1,289	588	595	894
推定 TDS (送水池)	mg/l	1,172	1,437	1,437	567	602	964
その他の水質項目	-	基準適合	基準適合	基準適合	基準適合	基準適合	基準適合
2. 給水量 (日平均水需要量の充足度)		70%	100%	100%	100%	100%	100%
3. 配水圧		不十分だが改善	ほぼ適切	適切	適切	適切	ほぼ適切
4. 漏水		改善	改善	改善	改善	改善	改善

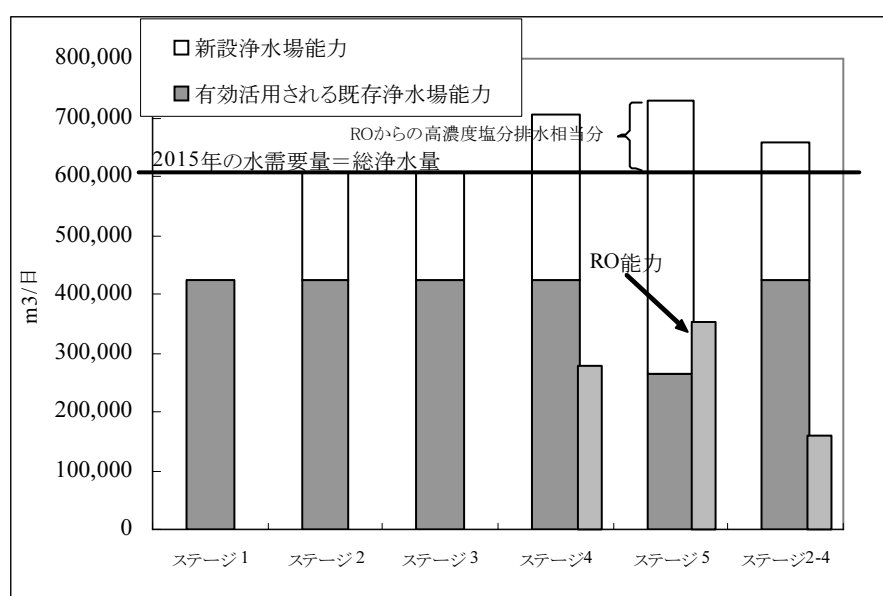


図 8.1 ステージ毎の既存浄水場の活用能力及び新設浄水場及び RO 施設の容量拡張計画

表 8.4 に各ステージの事業費を示す。ステージ 5 の事業費は 1,266 百万 US\$ 及びステージ 1 の事業費は 184 百万 US\$ である。ステージ 4 の半分の RO 施設を導入するステージ 2-4 の場合は 529 百万 US\$ となる。

表 8.4 段階的開発の事業費
(百万 US\$)

項目	ステージ 1	ステージ 2	ステージ 3	ステージ 4	ステージ 5 WSPCB	ステージ 2-4
直接事業費						
1. 配水管網の改修	21	21	21	21	21	21
2. 既存浄水場の改修	0	7	7	7	7	7
3. 送水システム	62	74	71	71	79	74
(1) 基幹送水施設 (送水池)	9	17	17	17	23	17
(2) 基幹送水施設 (送水ポンプ場)	8	12	9	9	11	12
(3) 送水環状幹線	45	45	45	45	45	45
4. 新設浄水場	0	46	46	66	102	58
(1) 浄水場	0	41	41	60	96	53
(2) 送水ポンプ場	0	5	5	6	6	5
5. 基幹配水施設 (13 配水区)	0	0	129	129	129	0
6. RO 施設	0	0	0	175	221	88
直接事業費の合計	83	148	274	469	559	248
間接費	101	181	413	649	707	281
合計	184	329	687	1,118	1,266	529
維持管理費 (百万 US\$/年)	–	7.1	8.9	–	20.0	12.7

注：維持管理費は通常時の電力供給条件で算出。

第9章 WSPCB の全体計画の事業評価

9.1 事業便益

既存の給水状況、WSPCB での対策及び事業便益を以下にまとめる。

表 9.1 既存の給水状況、本計画での対策及び事業便益

問題点	既存の状況	WSPCB での対策	事業便益
不十分な給水量（低給水圧）	- 浄水能力の不足及び漏水により給水可能量が不足。 - 給水圧は地域により異なり、0～5m 程度である。	- 浄水能力の拡張 - 漏水制御 - 送配水管網の再構築	- 日平均需要量は満たされる。しかし、日最大需要時には不足が予測される。 - 市内全域に対して最低 15m 以上の給水圧が確保される。
不十分な給水時間	給水時間は 41%の世帯で 6 時間以下、25%の世帯で 6～12 時間以下	送配水管網の再構築	- 基本的に 24 時間給水だが、夏季の時間最大需要時に不足する。 - 送配水制御により、市内全域に対して均等な給水が可能となる。
給水水質の問題（味又は高 TDS）	- SWC: 670 mg/l - SAA: 1,500 mg/l	RO 施設の建設	- 混合水: 600 mg/l - SWC 原水の浄水場: 670 mg/l - SAA 原水の浄水場: 1,500 mg/l - RO 浄水: 200 mg/l 以下
給水水質の問題（色度、濁度および臭い）	ほとんどの浄水場の浄水の濁度及び色度に関して水質基準を上回っている。43%の浄水場の浄水で大腸菌類が検出されており、生活用水としては不適切である。	- 既存浄水場の改修 - 浄水場での適切な薬品の使用 - 漏水管理対策 - 送配水管網の再構築 - SAA 川上流での取水	- 浄水場では水質基準を満足する浄水が生産される。 - 給水圧が正常となる。漏水は補修され配管での汚染は改善される。
不十分な施設の保守管理	浄水処理および漏水管理における維持管理能力が低い。	維持管理のための能力向上プログラムの実施	BWD の維持管理能力が向上する。
不十分な料金収入	現況の水道料金からの収入が著しく低い。	- 無収水制御 - 財務管理能力向上プログラムの実施	無収水量が減少し、収入が増加する。

9.2 財務評価

(1) 財務評価の目的と前提条件

財務評価は、提案された事業が財務的に実施可能かどうかを評価するものである。つまり、実施主体が行なう事業投資が利潤を生むかどうかを評価するものである。財務評価指標としては、財務的内部収益率（FIRR）が使用される。一般に、国際機関の水道事業への融資基準は、事業の FIRR が 10%以上である。計算条件を以下に示す。

項目	内容
施設の供用期間	2007 年からの 40 年間
有収率	現在の 35%（推定）から 2015 年に 60%、2025 年に 75%
水道料金レベル	現況の水道料金に加え、現況の料金レベルが非常に低いため、現況の 50 倍及び 100 倍の 3 ケースにより評価を行った。 注：一般的に上下水道を含む衛生サービスへの支払可能額は、世帯収入に占める比率はその他の要因にも依存するが 2-3%以下とされている。
事業収入	水道料金 x 有収水量
事業費用	初期投資費用：直接工事費、建設管理費、エンジニアリング費用及び租税の合計 維持管理費：通常の電力供給状況を想定

WSPCB の実施計画のステージ 5、ステージ 3、ステージ 2 およびステージ 2-4 について財務評価を行った。更に、維持管理費用のみを回収するための水道料金レベルの評価を追加的に行った。

(2) 財務評価の結果

表 9.2 に FIRR の算定結果をまとめる。現況の水道料金では、全てのステージの FIRR が負となり、財務的には実現不可能と評価される。事業の実現が可能と評価されるためには（FIRR10%以上）、ステージ 5 で、現況の水道料金レベルの 100 倍あるいは水道料金を世帯収入の 11%以上にすることがある。また、ステージ 3 及びステージ 2-4 では、水道料金を 5.5%以上、ステージ 2 では 3.9%以上にすることがある。通常、水道料金の上限は世帯収入の 2-3%と言われており、適切な水道料金レベルの観点から、全てのステージの事業の実現は困難と評価される。なお、ステージ 2 が最もよい FIRR を有する事業である。

表 9.2 WSPCB の各ステージの財務評価の結果

ケース		水道料金 (US\$/ m ³)	FIRR	必要とされる水道料金レベル	
				現況料金の倍数	世帯収入に占める比率
ステージ 5	(1)	0.0074	負	1	0.11%
	(2)	0.372	負	50	5.5%
	(3)	0.743	10.4%	100	11.0%
ステージ 3	(1)	0.0074	負	1	0.11%
	(2)	0.372	9.8%	50	5.5%
	(3)	0.743	20.7%	100	11.0%
ステージ 2	(1)	0.0074	負	1	0.11%
	(2)	0.372	15.1%	50	5.5%
	(3)	0.743	27.1%	100	11.0%
	(4)	0.260	10.3%	35	3.9%
ステージ 2-4	(1)	0.0074	負	1	0.11%
	(2)	0.372	9.5%	50	5.5%
	(3)	0.743	21.0%	100	11.0%

(3) 維持管理費のみを回収するための料金設定

初期投資費と維持管理費を料金収入で回収することを想定した財務評価では、全てのステージの事業が財務的に実施困難と評価された。ここでは、維持管理費のみを回収するために必要な水道料金レベルを評価する。なお、現況の電力事情を考慮して自家発電機の使用についての以下の 2 オプションを検討した。表 9.3 に評価結果を示す。

オプション 1：自家発電機を 12 時間使用（現状の電力事情と同様）

オプション 2：自家発電機の使用なし（将来電力事情が改善することを想定）

表 9.3 維持管理費用のみを水道料金から回収するための料金設定

ケース		水道料金 (US\$/m ³)	必要とされる水道料金レベル	
			現況料金の倍数	世帯収入に占める比率
自家発電機使用 有	ステージ 5	0.223	30	3.3%
	ステージ 3	0.104	14	1.5%
	ステージ 2	0.082	11	1.2%
	ステージ 2-4	0.126	17	1.9%
自家発電機使用 無	ステージ 5	0.149	20	2.2%
	ステージ 3	0.052	7	0.8%
	ステージ 2	0.052	7	0.8%
	ステージ 2-4	0.104	14	1.5%

ステージ 5 の水道料金は、世帯収入の 2～3%以上であり、また、現状の水道料金の 20～30 倍の料金値上げが必要となり、実現は困難と評価される。ステージ 2、ステージ 3 およびステージ 2-4 の水道料金は、世帯収入の 2%以下であり、実現は可能ではあると評価される。しかし、現状の水道料金に対して少なくとも 7 倍以上の水道料金レベルとなることから、民生の安定を考慮し、穏やかな水道料金の引き上げが必要である。

9.3 経済評価

(1) 経済評価の目的と前提条件

経済評価は、事業実施による国家経済への効果（あるいは国民の厚生への向上）を金銭価値で評価するものである。評価指標としては、経済的内部収益率（EIRR）が使用される。経済評価では、経済費用及び経済便益を使用し、事業実施と実施しない場合の経済費用/便益の差から EIRR を計算する。以下に前提条件を示す。

項目	内容		
経済費用	主要な費用項目に関してのみ、財務費用から経済費用への換算を以下のとおり行った。		
	項目	値	内容
	輸入財	0.97	標準換算係数
	電気料金	0.0093 US\$/kWh	補助金等を除いた推定イラク国産実電力単価 ・ 現況のイラクの電気料金 0.002 US\$/kWh
	租税・税金	控除	計算には含めない
経済便益	以下に示す給水サービスに対する支払い意思額あるいは支払い受容額を使用する。		
	項目	値	出所/根拠
	1. 現況給水サービスに対する支払い意思額	0.21 US\$/人/月	社会経済調査結果
	2. 改善された給水サービスに対する支払い意思額	0.73 USD/人/月	同上
	3. 給水サービスに対する支払い受容額 (世帯収入の2%~3%)	1.41 US\$/人/月～ 2.11 US\$/人/月	国際機関等で通常参照されている比率
裨益人口	裨益人口は、WSPCBの計画人口とする。		
評価基準	一般に、国際機関の水道事業への融資基準は、約10%以上のEIRRが好ましいが、5%以上であれば、事業は経済的に実現可能と考える。		

上記の条件の下、WSPCBの実施計画のステージ5、ステージ3、ステージ2およびステージ2-4について経済評価を行った。

(2) 経済評価の結果

表9.4に経済評価の結果を示す。経済便益を仮定した3つのケースにおいて、ステージ5のEIRRは全て負となり、ステージ5は経済的に実現不可能と評価された。EIRR10%以上を事業実現可能とすると、支払い受容額が世帯収入の3%の条件で、ステージ2が実現可能な事業となる。

改善された給水サービスに対する支払意思額は、世帯収入の約1%である。支払意思額は給水サービスレベルおよび給水サービスに対する理解の向上により改善する。事業実施を実現可能なものにするために、BWDによる住民啓蒙活動を通して支払意思額を向上する必要がある。

表 9.4 経済評価結果

ステージ	経済費用		経済便益		EIRR
	事業無	事業有	事業無	事業有	
5	・ 既存施設および設備の改修 ・ 既存水道施設の維持管理	全事業コンポーネントの建設費・維持管理費	0.21 US\$/人/月	0.73 US\$/人/月	負
				1.41 US\$/人/月	負
				2.11US\$/人/月	負
3		RO 施設を除く全事業コンポーネントの建設費・維持管理費		0.73 US\$/人/月	負
				1.41 US\$/人/月	負
				2.11US\$/人/月	6.3 %
2		RO 施設および基幹配水施設を除く全事業コンポーネントの建設費・維持管理費		0.73 US\$/人/月	負
				1.41 US\$/人/月	5.8 %
				2.11US\$/人/月	11.2 %
2-4		ステージ2の事業コンポーネントおよび半分の容量の RO 施設の建設費・維持管理費		0.73 US\$/人/月	負
				1.41 US\$/人/月	負
				2.11US\$/人/月	5.9 %

注：経済費用には既存施設の更新費を含む。

9.4 受益者の満足度に対する評価

社会経済調査の結果を基に、改善が必要と回答した比率を給水サービス項目毎に算出した。この比率を基に、全てのサービスが改善された場合を 100%として、各サービスの改善が全サービスの改善に占める比率を改善寄与度として算出した（表 9.5）。各ステージにおける各サービス項目の改善度を同表のとおり想定し、改善寄与度と改善度を掛けあわせて、各ステージの改善ポイント（効果）を算定した。ステージ 5 では全てのサービスが改善されるため、改善ポイントは 100 であり、一方、ステージ 1 では、約 19 ポイントである。ステージ 2 では約 70 ポイントである。

初期建設費用をこの改善ポイントで割ることにより、1 ポイント当たりの初期投資費用が算出される。ステージ 2 の単位投資費用が最も低く、投資効率のよい事業といえる。

表 9.5 各ステージにおける改善ポイント及び改善ポイント当たりの建設投資費用

項目	改善が必要と回答した回答者の比率*	改善寄与度	各ステージの改善度(%)					
			ステージ 1	ステージ 2	ステージ 3	ステージ 4	ステージ 5	ステージ 2-4
水量/水圧	94 %	21.8%	50	80	100	100	100	80
給水時間	67 %	15.5%	50	80	100	100	100	80
色・濁度	89 %	20.6%	0	100	100	100	100	100
味（塩分）	97 %	22.5%	0	0	0	100	100	50
臭い	85 %	19.7%	0	100	100	100	100	100
合計	—	100.0%						
サービス項目			改善ポイント（効果）					
水量/水圧			10.9	17.4	21.8	21.8	21.8	17.4
給水時間			7.8	12.4	15.5	15.5	15.5	12.4
色・濁度			0	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6
味（塩分）			0	0	0	22.4	22.4	11.2
臭い			0	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
合計（改善ポイント）			18.7	70.1	77.6	100	100	81.3
初期投資費用			（百万 US\$）					
			184	329	687	1,118	1,266	529
1 改善ポイント当たりの投資費用			（百万 US\$/改善ポイント）					
			9.8	4.7	8.9	11.2	12.7	6.5

* JICA 社会経済調査

9.5 WSPCB の初期環境影響評価

現地委託により、事業サイトの現地視察および現場データを収集し、WSPCB の実施による環境社会影響を評価した。予備的に確認された影響を以下にまとめる。いずれも深刻な影響を及ぼさないと判断される。

事業コンポーネント	予測される影響
1. 配水管網の改修	・ 既存アスベスト管の更新の際には、アスベストの飛散による健康影響が考えられる。対策を施すことにより回避可能である。
2. 既存浄水場の改修	・ 特に影響は確認されない。
3. 送水システムの建設	・ 特に影響は確認されない。
4. 新設浄水場の建設	・ 浄水汚泥の処分の影響が考えられるが、影響は僅少である。
5. RO 施設	・ RO の廃液による SAA 川への影響が考えられるが、その影響は僅少である。
6. 基幹配水施設（13 配水区）	・ 住民移転は回避できるが、土地収用が発生する可能性が考えられる。

第10章 Basrah 中央部水道計画の結論と提言および優先事業の選定

10.1 結論と提言

2015 年を目標とする Basrah 中央部水道計画 (Water Supply Plan for the Central Basrah (WSPCB)) の結論を以下に示す。

1. 計画対象地域は、Basrah 市内、Al-Harsah 地区を含む Basrah 州中央部であり、2015 年の対象人口は 1,257,000 人、2015 年における日平均需要水量は 608,000 m³/日である。
2. WSPCB の主要な事業コンポーネントは以下のとおりである。

施設	容量
1. 配水管網の改修	110 mm - 700 mm, 285 km
2. 既存浄水場の改修	13 浄水場 注：最終的には 3 浄水場 (264,000 m ³ /日) のみ活用
3. 浄水送水システム	
(1) 送水池	64,000 m ³
(2) 送水ポンプ場	710,000 m ³ /日 x 40 m 揚程
(3) 送水環状幹線および接続管	600 mm - 2000 mm, 33,000 m
4. 新設浄水場	
(1) 浄水場	465,000 m ³ /日
(2) 送水ポンプ場	369,000 m ³ /日 x 30 m 揚程
5. 基幹配水施設	13 配水区
(1) 配水幹線の増強	200 mm - 700 mm, 25,100 m
(2) 配水池 (12 配水区)	合計 186,000 m ³
(3) 配水ポンプ場 (12 配水区)	合計 945,000 m ³ /日 (39,800 m ³ /時)
(4) 高架水槽 (12 配水区)	合計 12,300 m ³
6. RO 施設	362,000 m ³ /日 (生産水量)

注：基幹配水施設の合計は 13 であるが、現在 1 基幹配水施設が建設中である。

BWD の能力強化及びその持続可能な運営強化のため、以下のプログラムを計画した。

- (1) 無収水削減プログラム
 - (2) 組織・制度能力開発プログラム
3. WSPCB の全ての施設は、2025 年を目標とする Mini M/P の計画システムの一部として統合可能である。また、WSPCB は、最も緊急で優先順位の高いコンポーネントからなる。
 4. WSPCB の総事業費は 1,266 百万 US\$、内 559 百万 US\$ が直接建設費として見積もられた。
 5. 全体事業は量的にも金額的にも膨大であり、かつ各施設コンポーネント単体での事業実施によっても一定の事業効果が発揮できることから、段階的に実施する事業として提案した。

6. 段階的な事業実施区分に際しては、社会経済調査から得られた改善順位及び施設建設の必要な順位を考慮し、以下の5段階での実施を提案した。

ステージ1	配水管網の改修、送水システムの建設
ステージ2	ステージ1に加え既存浄水場の改修、新設浄水場の建設
ステージ3	ステージ2に加え基幹配水施設の建設（13配水区）
ステージ4	ステージ3に加え新設RO施設の建設、ROの前処理としての浄水場の拡張
ステージ5	ステージ4に加え既存の10浄水場を廃棄することによる浄水能力の低下を補うためのRO施設及び浄水場の拡張

7. 上記段階的实施計画を基に、イラク側と協議をした結果、イラク側のTDS改善に対する強い要望及び事業規模を考慮し、以下に示す「ステージ2-4」を段階的实施計画に追加することとした。

ステージ2-4	ステージ2のコンポーネントに加えステージ4のRO施設の半分の容量のRO施設を建設
---------	--

イラク側との更なる協議の結果、ステージ1、ステージ2及びステージ2-4が優先事業の候補として選定された。

8. BWDの年間維持管理費用は50億IDであり、その内14%あるいは7億IDのみが料金収入から回収されている。WSPCBの全体事業（ステージ5）の年間維持管理費用は、300億IDと見積もられた。一方、現況の電力供給状況（平均1日12時間供給）が将来も続くと想定し、自家発電施設の運転を12時間と仮定すると、年間維持管理費は543億IDとなる。
9. 事業の初期投資費用と維持管理費を料金収入で回収することを想定した財務評価において、現況の水道料金レベルを維持した場合、WSPCBの全てのステージ事業のFIRRが負となり、財務的には実現不可能と評価された。事業が実現可能と評価されるためには、水道料金レベルの値上げが必要であるが、ステージ5において、現況の水道料金レベルの100倍あるいは世帯収入に占める水道料金を11%以上にする必要がある。また、ステージ3及びステージ2-4では、水道料金を平均世帯収入の約5.5%以上、ステージ2では約3.9%以上にする必要がある。通常、上下水道料金の上限は世帯収入の2-3%と言われており、適切な水道料金レベルの観点から、全ての事業ステージの実現は困難と評価された。
10. 維持管理費用のみを回収するための水道料金設定においては、ステージ5事業は実現困難と評価された。ステージ2、ステージ3およびステージ2-4事業は実現可能ではあると評価された。しかし、現状の水道料金に対して少なくとも7倍以上の水道料金の値上げとなることから、政府の補助金の投入等により穏やかな水道料金の引き上げが必要である。
11. 経済評価の結果、WSPCBの全体事業（ステージ5）は経済的に実現可能と評価されなかった。改

善された給水サービスに対する支払い意思額を世帯収入の 3%と仮定した場合、ステージ 3、ステージ 2-4 及びステージ 2 事業は、経済的に実現可能と評価された。ステージ 2 事業の EIRR が最大 (11.2%) を示した。

10.2 優先事業の選定

優先事業の候補として、ステージ 1、ステージ 2 及びステージ 2-4 事業が調査団とイラク側との間で合意された。

各ステージの建設費、事業効果を比較した結果、以下のことが確認された。

- 送配水システムを改善するのみのステージ 1 では給水量が必要量の 70%にとどまり、改善効果は充分とはいえない。
- 送配水システムの改善、既存浄水場の改修、新規浄水場を建設するステージ 2 では、配水池及び高架水槽による安定給水は望めないが、需要を 100%満足し、水質的には TDS の改善は望めないものの、現在問題となっている濁度、色度、臭気、細菌汚染を改善可能である。
- ステージ 2 に RO 施設を付加したステージ 2-4 では、RO 処理により、十分でないものの TDS が改善される。

従って、ステージ 2-4 を優先事業として実施するのが望ましいのが明らかであるが、費用がステージ 2 を約 200 百万ドル上回ること、BWD の RO 維持管理能力の不足、高額な維持管理費用の負担を考慮すれば、TDS の改善のみにこうした多額の投資をするのが適切かは疑問と考えられた。また、利用者は、TDS を含む給水水質の改善を望んでいることは事実であるが、需要者の要望の第 1 改善優先順位は水量の改善である。

このような検討から、調査団はステージ 2 を FS 対象の優先事業と提案した。しかしながら、イラク側は Basrah 住民が TDS 改善を強く望んでいると主張したため、調査団は円借款対象事業の決定にあたっては、日本政府による評価が行なわれ、その結果、RO 部分が除外される可能性があるという前提の下に、ステージ 2-4 をフィジビリティ調査 (FS) 対象の優先事業として選定することに同意した。

第11章 優先事業の事業化調査

11.1 事業内容

Basrah 州中央部水道計画（WSPCB）の中で、ステージ 2-4 をフィジビリティ調査（F/S）対象の優先事業として選定した。その事業コンポーネント及び WSPCB との関係を以下に示す。

優先事業コンポーネント	優先事業（ステージ 2-4）と WSPCB の関係
(1) 配水管網の改修	・ WSPCB と同じ
(2) 既存浄水場の改修	・ WSPCB と同じ
(3) 新設浄水場の建設	・ WSPCB の一部容量を建設
(4) R0 の建設	・ ステージ 4 の R0 容量の半分容量の R0 を建設
(5) 送水システムの建設	・ WSPCB の基幹送水施設の一部容量を建設 ・ WSPCB の全ての送水幹線の建設 ・ 10 箇所の既存浄水場を使用するため、既存浄水場から送水幹線への接続管路を追加
(6) 基幹配水施設の建設と 13 配水区の分離	・ WSPCB と同じ配水区の設置 ・ WSPCB と同じ配水主管の追加 ・ 配水池、配水ポンプ場及び高架水槽は建設せず
(7) 組織制度能力強化プログラム	・ 上記事業の持続可能な実施を担保するため、WSPCB の中から優先的に実施すべきプログラムを選定

11.2 設計条件

項目	内容
(1) 設計基準	・ 採用した設計基準は、WSPCB の設計基準（前掲の表 3.3）と同じ。
(2) 需要水量予測	・ WSPCB と同じ需要量予測を使用。 ・ WSPCB では、13 主配水区及び 6 準配水区を設定した。その需要水量を前掲の表 3.11 と図 3.1 に示す。
(3) 活用する既存水道施設	・ WSPCB では 3 既存浄水場のみを使用する計画だが、優先事業では全 13 既存浄水場を活用する。既存水道施設及び計画施設の配置を図 11.2 に示す。
(4) 水収支	・ WSPCB と同じ需要量を使用する。WSPCB では 3 既存浄水場のみを使用する計画だが、優先事業では、13 既存浄水場を活用する。この部分に関する水収支が WSPCB とは異なる。優先事業の計画水収支を図 11.1 に示す。

11.3 計画施設

優先事業の計画施設の概要を WSPCB と比較し表 11.1 に示す。計画浄水場の施設配置を図 11.3 及び図 11.4 に示す。基幹送水施設（送水池、ポンプ場、監視室）の施設配置を図 11.5 に示す。計画送水管及び配水主管の増強計画を図 11.6 及び図 11.7 に示す。

表 11.1 優先事業の計画施設の概要

事業コンポーネント	WSPCB ステージ 5	優先事業 ステージ 2-4
1. 配水管網の改修	口径 110 mm - 700 mm, 285 km	口径 110 mm - 700 mm, 285 km
2. 既存浄水場の改修	13 浄水場 (424,400m ³ /日) 注:最終的には 3 浄水場 (264,000 m ³ /日) のみ活用	13 浄水場 (424,400m ³ /日)
3. 送水システム		
(1) 基幹送水施設 (送水池)	64,000 m ³	48,000 m ³
(2) 基幹送水施設 (送水ポンプ場)	710,000 m ³ /日 x 40 m 揚程 (基幹配水施設を経由して給水するため、揚程を 40m とした)	538,000 m ³ /日 x 60 m 揚程 (直接、送水ポンプ場から給水するため、揚程を 60m とした)
(3) 送水環状幹線および接続管	600 mm - 2000 mm, 33,000 m	口径 600 mm - 2000 mm, 35,200 m (既存浄水場から送水幹線への接続管を追加)
4. 新設浄水場		
(1) 浄水場	465,000 m ³ /日	245,000 m ³ /日
(2) 送水ポンプ場	369,000 m ³ /日 x 40 m 揚程	192,000 m ³ /日 x 40 m 揚程
5. RO 施設	362,000 m ³ /日 (生産量)	145,000 m ³ /日 (生産量)
6. 基幹配水施設	13 配水区	13 配水区
(1) 配水幹線の増強	200 mm - 700 mm, 25,100 m	口径 200 mm - 700 mm, 25,100 m
(2) 配水池 (12 配水区)	合計 186,000 m ³	—
(3) 配水ポンプ場 (12 配水区)	合計 945,000 m ³ /日 (39,800 m ³ /時)	—
(4) 高架水槽 (12 配水区)	合計 12,300 m ³	—

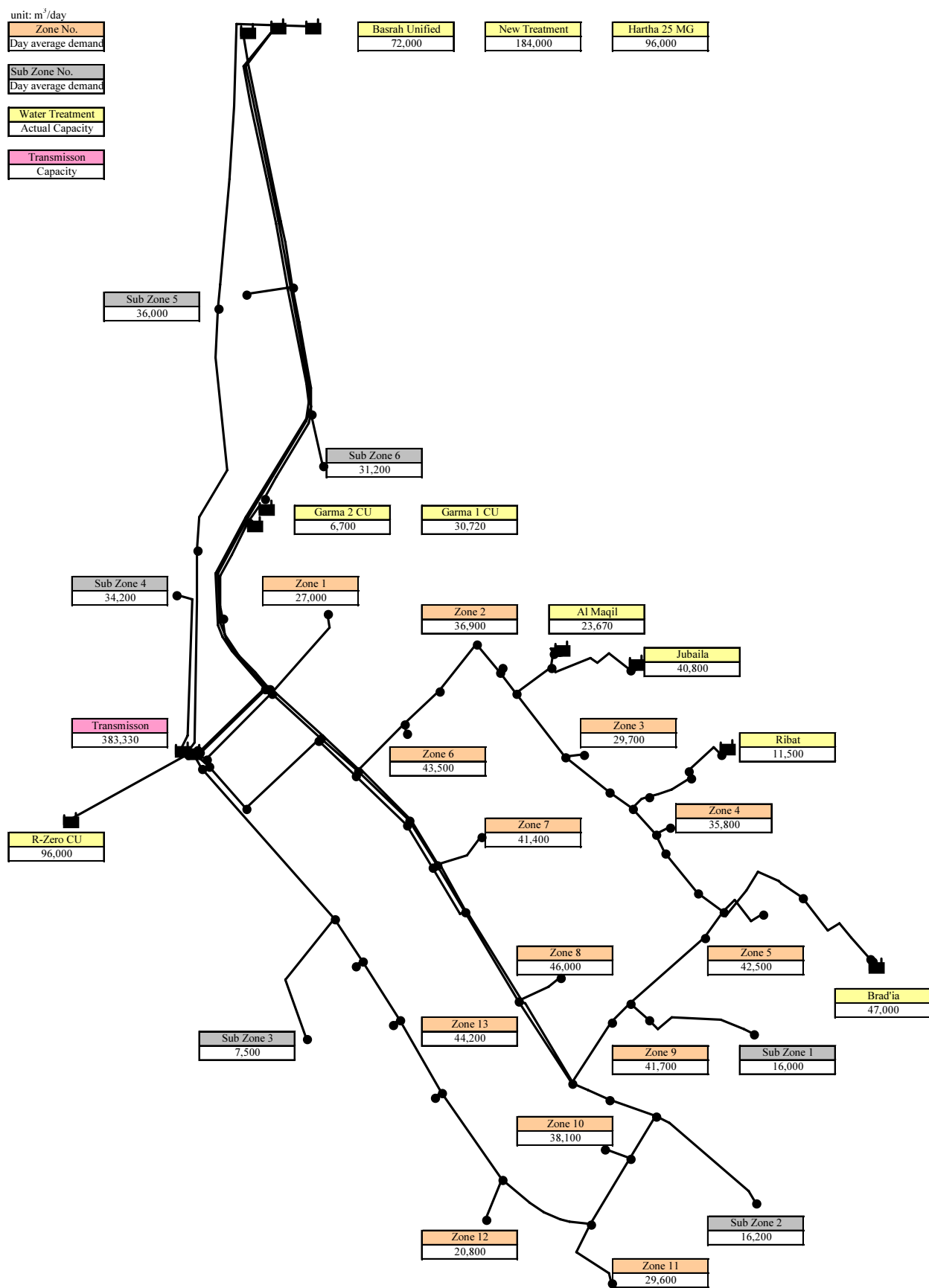
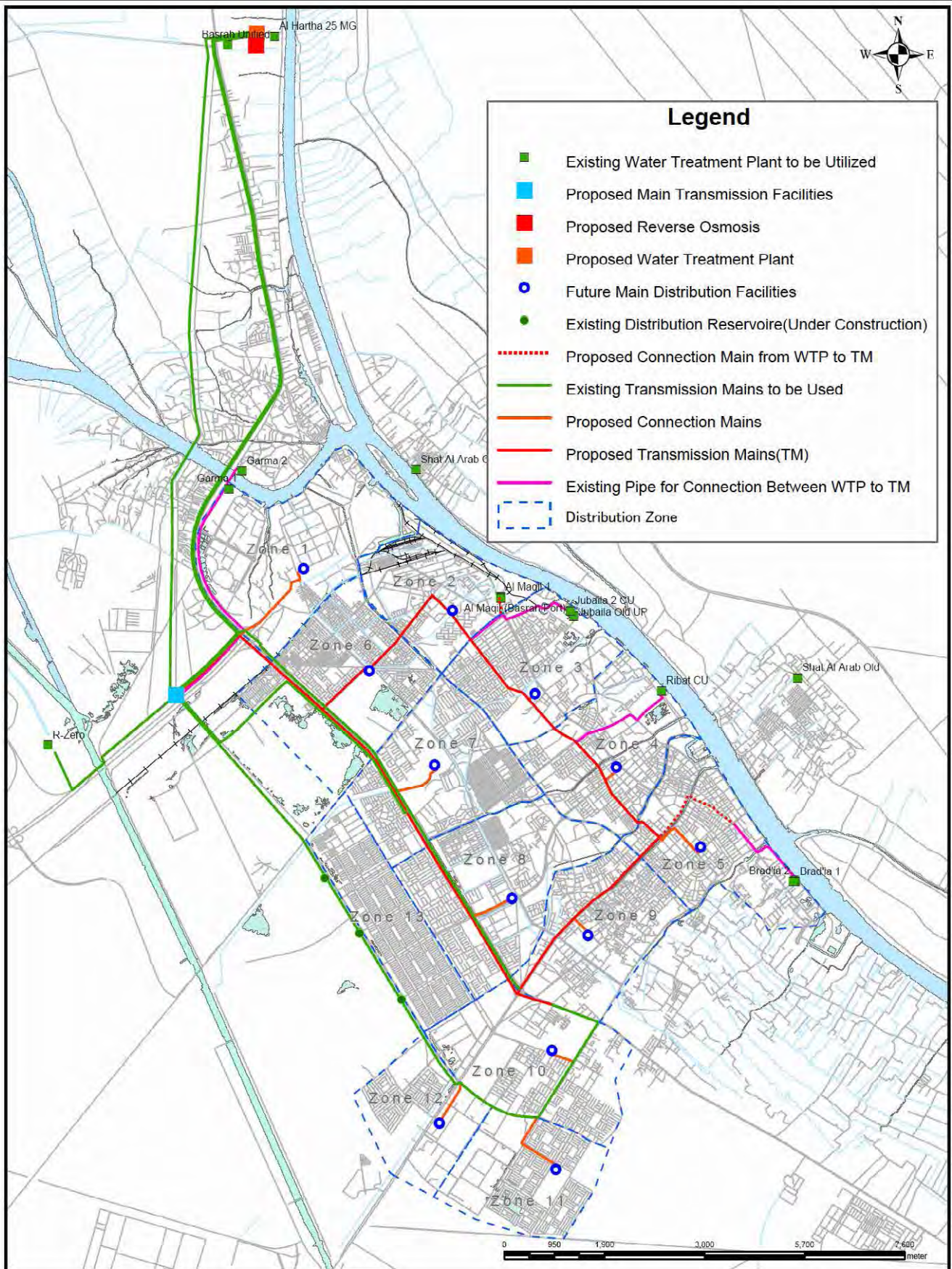


図 11.1 優先事業の計画水収支（2015 年）



イラク国
バスラ上水処理場及び送水システム
改善計画調査

既存送水幹線含む計画水道システム（優先事業）

図
11.2

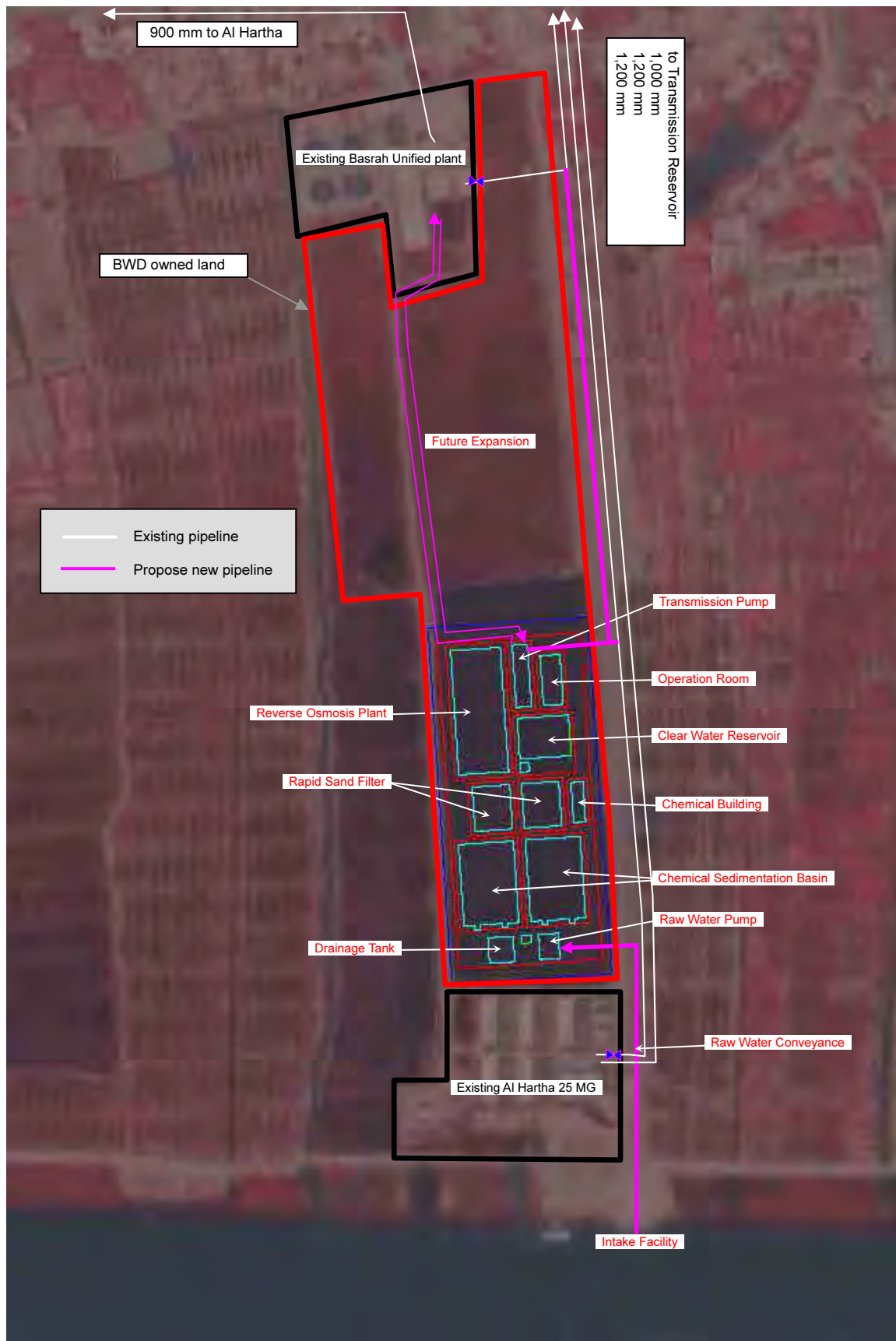
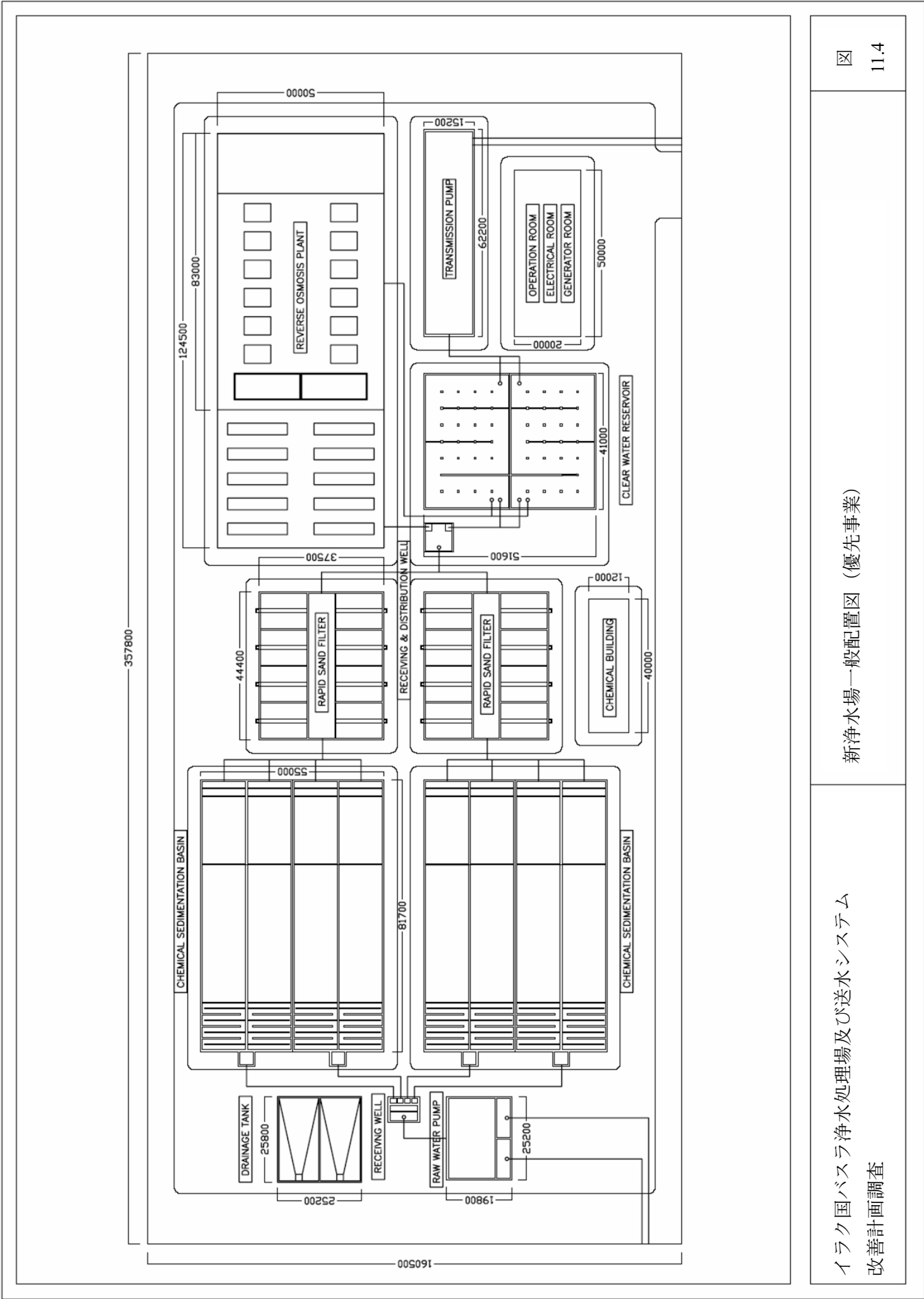
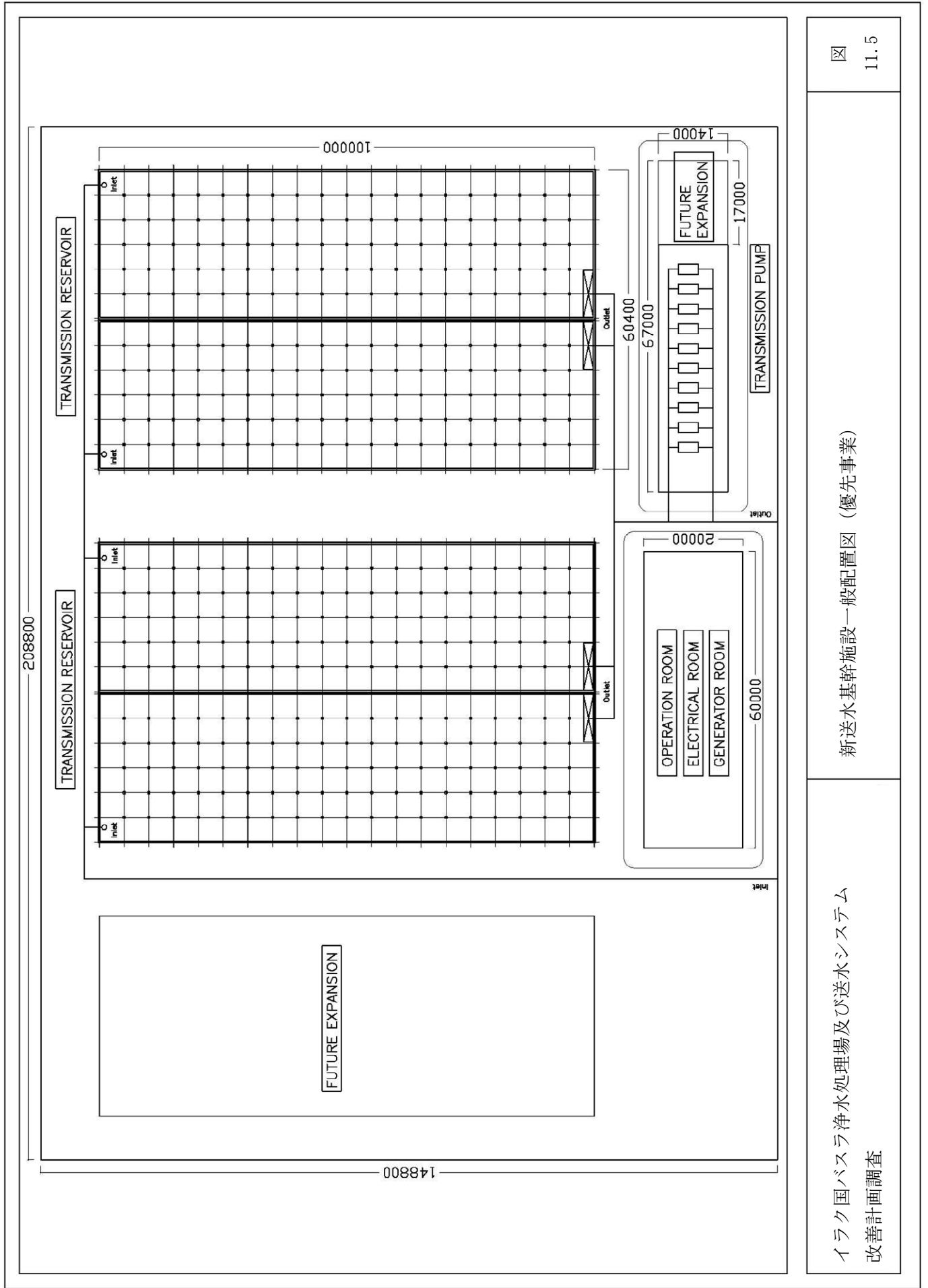


図 11.3 新浄水場の施設配置（優先事業）



イラク国バスラ浄水処理場及び送水システム
改善計画調査

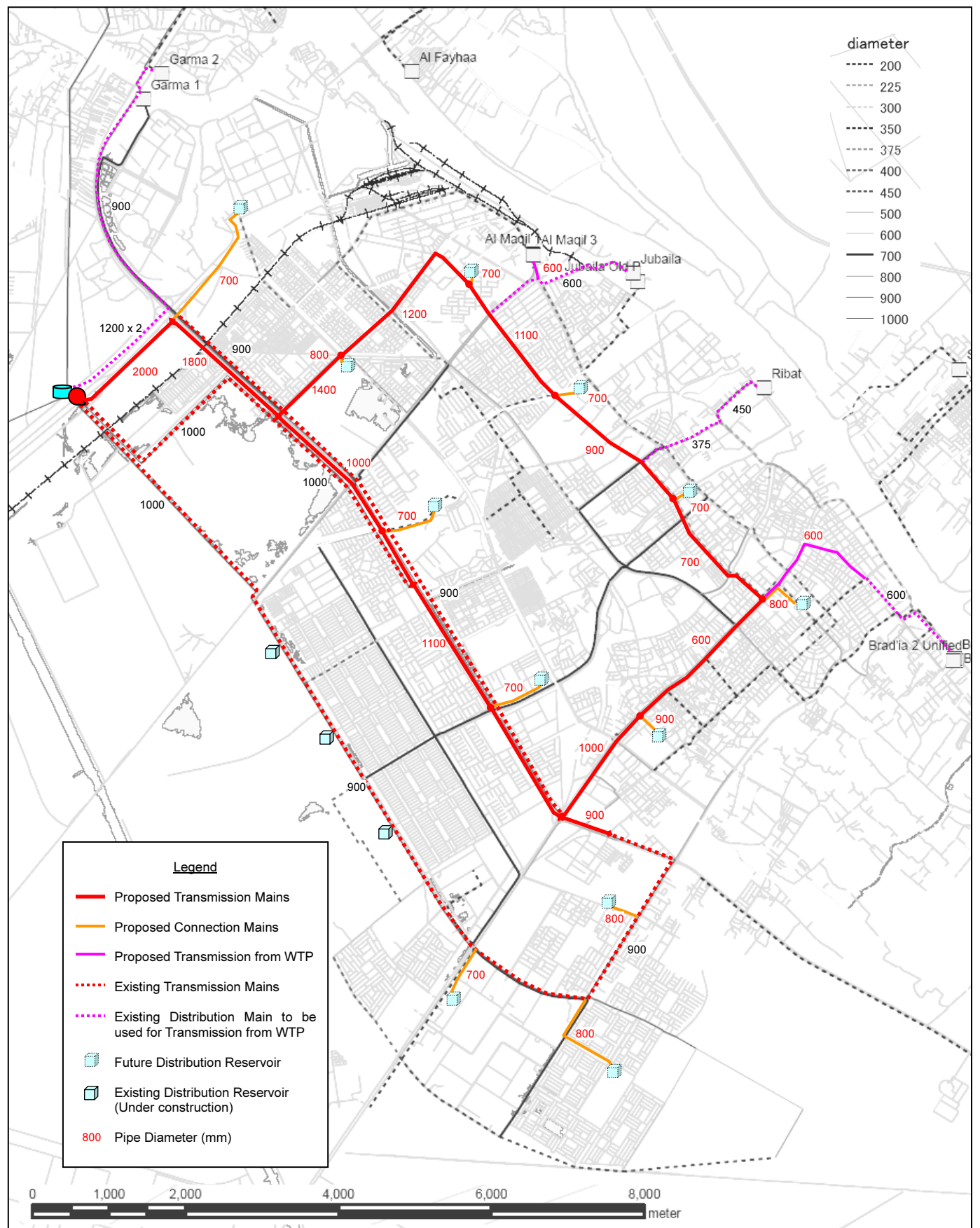
新浄水場一般配置図（優先事業）



イラク国バスラ浄水処理場及び送水システム
改善計画調査

新送水基幹施設一般配置図 (優先事業)

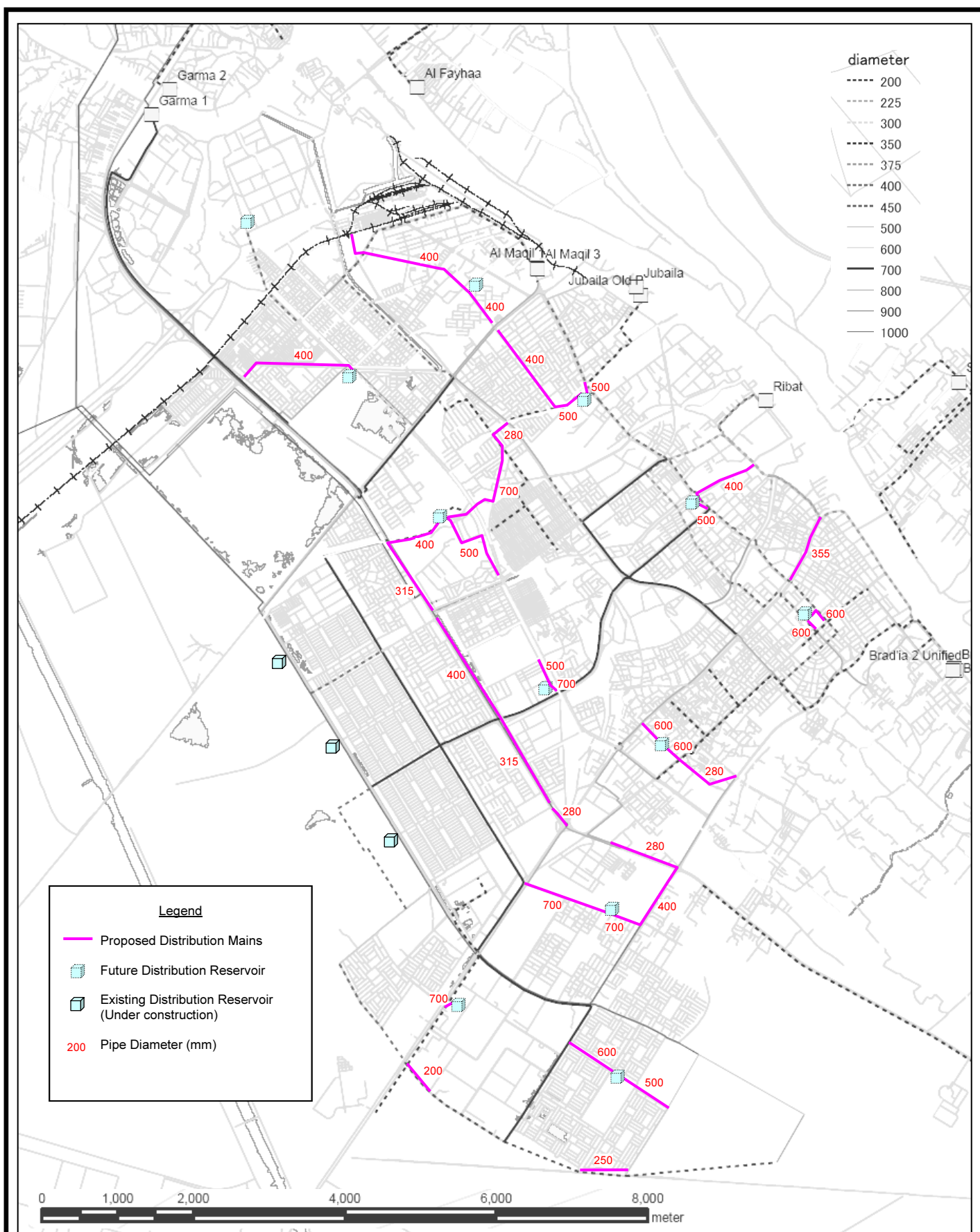
図 11.5



イラク国
 バスラ浄水処理場及び送水システム
 改善計画調査

既存送水幹線を含む計画送水システム（優先事業）

図
 11.6



イラク国
バスラ浄水処理場及び送水システム
改善計画調査

配水幹線の増強計画（優先事業）

図
11.7

11.4 優先事業のための組織制度強化

本優先事業で建設される施設を適切に維持管理するには、WSPCB で計画された組織制度強化戦略の中で、以下の戦略 D 及び E が重要である。従って、この 2 つの戦略に相当する能力開発プログラムを優先プログラムとして採用する。プログラムの内容を表 11.2 に示す。

- 戦略-D: 効率的・有効性の高い給水システムの確立
 戦略-E: 独立した一元的水道行政のための十分な予算確保

表 11.2 優先事業に必要とされるトレーニングプログラム

番号	プログラム	内容	戦略
1.	浄水・配水施設の維持管理	水道施設の維持管理に必要な技術・技能の改善 - 水道施設の維持管理指針・マニュアルの整備及び適切な運転に関するトレーニング（浄水場、ポンプ場、配水池、配水管） - 配水管理に関するトレーニング - 水量測定に関するトレーニング	D
2.	無収水制御（技術）	無収水を低減するために必要な技術・技能の改善 - 漏水制御方法に関するトレーニング - 違法接続を減少させるための方法に関するトレーニング	D&E
3.	無収水制御（非技術）	無収水を低減するために必要な技術・技能の改善 違法接続を減少させるための啓蒙に関するトレーニング	E
4.	顧客サービス	顧客からのクレームに対処する方法及び顧客サービスを促進するためのトレーニング	E
5.	料金支払いに係る啓蒙キャンペーン	料金支払い状況の改善 料金支払いの重要性を啓蒙するキャンペーン実施のためのトレーニング	E
6.	販売促進	料金徴収状況の改善 販売促進のためのトレーニング	E
7.	財務管理	財務管理システムの改善 - 財務会計 - 経営会計 - 予算管理	E
8.	コンピューター及び GIS	効率的な業務を行なうためのコンピューターと GIS トレーニング	D&E

11.5 優先事業の実施計画および費用積算

優先事業と組織制度強化プログラムの実施スケジュールを表 11.3 及び表 11.4 に示す。

表 11.3 優先事業の実施スケジュール

項目	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
融資調整							
コンサルタントの選定							
詳細設計							
入札							
既存配水管網の改修							
既存浄水場の改修							
送水システムの建設							
浄水場の建設							
基幹配水施設の建設							
RO 施設の建設							

表 11.4 優先事業のための組織制度強化プログラムの実施スケジュール

番号	項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	浄水・配水施設の維持管理						
2	無収水制御（技術）						
3	無収水制御（非技術）						
4	顧客サービス						
5	料金支払いに係る啓蒙キャンペーン						
6	販売促進						
7	財務管理						
8	コンピューター及び GIS						

WSPCB と同じ積算条件を用いて、優先事業及び組織制度強化プログラムの初期投資費用を表 11.5 に示すとおり算定した。更に、優先事業の年次実施費用を表 11.6 に示す。

総費用の中で建設費（直接工事費及び建設管理費）が 57 %を占める。また、総直接工事費の中、RO 施設の建設費用が最大の割合（37%）を占める。次いで、新設浄水場の建設が 29%、送水システムの建設が 21%となっている。

表 11.5 優先事業の初期投資費用

(百万 US\$)

番号	項目	内貨部分	外貨部分	合計
初期投資費用				
1.	直接工事費			
1-1	既存配水管網の改修	9.9	11.2	21.1
1-2	既存浄水場の改修	1	6.4	7.4
1-3	送水システムの建設	24.3	54.9	79.2
1-4	浄水場の建設	23.4	34.2	57.6
1-5	基幹配水施設の建設	3.8	7.2	11.0
1-6	R0 施設の建設	5.1	89.9	95.0
	小計 (1)	67.5	203.8	271.3
2.	現場管理費	15.8	31.8	47.6
	建設工事費 小計 (1) + (2)	83.3	235.6	318.9
3.	税金および関税	42.1	0	42.1
4.	エンジニアリング費	13.6	29.2	42.8
5.	物価上昇予備費	54	24.6	78.6
6.	物理的予備費	27.4	52	79.4
	間接費合計	137.1	105.8	242.9
合計		220.4	341.4	561.8
組織制度向上プログラム		5.0	8.6	13.6

表 11.6 優先事業の年次実施費用

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
建設工事費	0.0	0.0	16.9	111.0	94.1	96.9	318.9
間接費	0.8	8.0	18.4	73.6	67.0	75.1	242.9
初期投資合計	0.8	8.0	35.3	184.6	161.1	172.0	561.8
組織制度強化プログラム	3.2	5.2	3.0	0.2	0.2	1.8	13.6

11.6 優先事業の維持管理費用

WSPCB と同じ積算条件で、優先事業実施後の BWD の年間維持管理費を表 11.7 のとおり算定した。WSPCB と同じく、現況の電力供給時間（12 時間）を考慮して、将来の維持管理費用をケース 1（通常電力供給 12 時間及び自家発電を 12 時間運転）及びケース 2（通常電力のみ使用）で推定した。ケース 2 においては、将来電力供給状況が改善することを想定している。

表 11.7 2015 年における優先事業実施後の BWD の年間維持管理費
(百万 ID/年)

項目	ケース 1	ケース 2
	自家発電： 12 時間使用	自家発電： なし
人件費	7,430	7,430
運営費用	543	543
電気代	11,801	505
消耗品（浄水場用薬品代）	1,505	1,505
消耗品（RO 施設用薬品代）	2,105	2,105
消耗品（RO 膜交換費用）	5,541	5,541
その他の消耗品（保守管理）	3,269	3,269
その他	74	74
合計（百万 ID/年）	32,268	20,972
合計（百万 UD\$/年）	21.5	14.0

11.7 事業評価

(1) 事業便益

既存の給水サービスの問題点、その現況及び事業実施後の便益を下表にまとめて示す。

表 11.8 優先事業の便益

問題点	既存の状況	事業便益
不十分な配水量 (低給水圧)	- 浄水能力の不足および高い漏水率により給水可能量は少ない。 - 平均給水圧は地域によっては負圧から 5m 程度である。	- 日平均需要量は満たされる。ただし、日最大水需要時には不足が予測される。 - 市内全域に対して最低 15m 以上の給水圧が確保される。
不十分な給水時間	給水時間は 41%の世帯で 6 時間以下、25%の世帯で 6～12 時間。	- 基本的に 24 時間給水だが、時間最大水需要時に不足する。 - 送水制御により市内全域に対して均等な送配水が可能となる。
給水水質の問題 (味又は高 TDS)	- SWC: 670 mg/l - SAA: 1,500 mg/l	- 給水地域平均: 894 mg/l (混合水) - SWC: 670 mg/l - SAA: 1,500 mg/l - RO 浄水: 200 mg/l 以下
給水水質の問題 (色度、濁度、臭気)	ほとんどの浄水場の浄水が濁度および色度において水質基準を上回っている。43%の浄水場の浄水で大腸菌類が検出されており、生活用水としては不適切である。	- 浄水場では、水質基準を満足する浄水が生産される。 - 給水圧は正常となる。 - 漏水は補修され配管での汚染が改善される。
不十分な施設の維持管理	浄水処理および漏水管理における維持管理能力が低い。	BWD の維持管理能力が向上する。
不十分な料金収入	水道料金からの収入が著しく低い。	無収水量が減少し、収入が増加する。

(2) 需要者の満足度

社会経済調査結果を基に WSPCB で定義した改善寄与度の概念を使用して、優先事業に対する需要者の満足度を評価した。本事業による需要者の満足度への寄与度は、給水サービス項目毎に表 11.9 のとおり推定される。本事業の各項目の改善度を同表のように仮定すると、総改善ポイント（効果）は 81.3%となる。これは、現在のサービス水準を 0 と仮定すると、本事業は 81.3%の給水サービスの改善が期待できることを意味する。なお、WSPCB の全事業（ステージ 5 まで）が実施された場合、給水サービスは 100%改善されることとなる。

表 11.9 優先事業の実施による給水サービス改善効果の推定

サービス項目	改善が必要と回答した回答者の比率*	改善寄与度	各項目の改善度 (%)	改善ポイント (効果) (%)
水量/水圧	94 %	21.8%	80	17.4
給水時間	67 %	15.5%	80	12.4
色・濁度	89 %	20.6%	100	20.6
味（塩分）	97 %	22.5%	50	11.2
臭い	85 %	19.7%	100	19.7
合計	—	100.0%	—	81.3

* JICA 社会経済調査

(3) 財務評価

1) 評価条件

WSPCB と同じ条件で財務評価を行った。ただし、優先事業の財務評価では、自家発電の使用の有無に加え、以下に示す理由の下、補助金投入のオプションを検討した。

補助金の投入	- 北部及び中部イラクでは、高 TDS の水道水の影響を受けていない。 - イラク南部だけが、高 TDS の水道水の影響を受けている。 - TDS の増加は、上流（北部、中部）における塩分の河川への排水による。 - このような状況に鑑みると、イラク国の水道政策として、TDS 成分を公平なレベルまで減少させることは、中央政府によってなされるべきである。 - 従って、RO に関係する費用、あるいは TDS 減少方策のための費用は、国の施策の下で中央政府の補助金で賄われるべきことを提案する。 - 財務評価においては、以下の 2 オプションを考慮する。 オプション 1：RO 関連の費用に政府の補助金を投入しない オプション 2：RO 関連の費用に政府の補助金を投入する												
自家発電の使用	現在、Basrah の水道施設への電力供給は半日のみとなっている。従って、以下の 2 オプションを財務評価で考慮する。 オプション 1：自家発電 12 時間使用（高価な燃料費が必要） オプション 2：将来電力供給が改善し、自家発電を使用しないことを想定												
補助金の推定投入額	(10 億 ID/年(百万 US\$/年)) <table><tr><td></td><td>総維持管理費</td><td>補助金対象の RO に係る維持管理費用</td><td>その他の維持管理費用</td></tr><tr><td>自家発電使用</td><td>28.7 (19.1)</td><td>14.0 (9.3)</td><td>14.7 (9.8)</td></tr><tr><td>通常の電力供給</td><td>17.4 (11.6)</td><td>7.8 (5.2)</td><td>9.6 (6.4)</td></tr></table>		総維持管理費	補助金対象の RO に係る維持管理費用	その他の維持管理費用	自家発電使用	28.7 (19.1)	14.0 (9.3)	14.7 (9.8)	通常の電力供給	17.4 (11.6)	7.8 (5.2)	9.6 (6.4)
	総維持管理費	補助金対象の RO に係る維持管理費用	その他の維持管理費用										
自家発電使用	28.7 (19.1)	14.0 (9.3)	14.7 (9.8)										
通常の電力供給	17.4 (11.6)	7.8 (5.2)	9.6 (6.4)										

2) 財務評価結果

全事業費用（初期投資及び維持管理費）を水道料金収入から回収することを想定して、財務評価を行った。財務評価の結果を表 11.10 にまとめて示す。

現況の水道料金では、全てのケースで FIRR が負となり、財務的には実現不可能と評価される。事業の実現が可能と評価されるためには、水道料金レベルを平均世帯収入の 4.0～6.9%にする必要がある。通常、水道料金の上限は世帯収入の 2～3%と言われており、適切な水道料金レベルの観点から、全てのケースでその実現は困難と評価された。

表 11.10 財務評価指標の計算（全費用回収）

ケース	水道料金 (US\$/有収水量 -m ³)	FIRR	必要とされる水道料金レベル	
			現在の水道料金 に対する倍数	世帯収入に占め る割合 (%)
ケース 1 補助金なし 自家発電あり	0.0074	負	1	0.11 %
	0.372	6.9%	50	5.5%
	0.468	10.1%	63	6.9%
	0.743	17.3%	100	11.0 %
ケース 2 補助金なし 自家発電なし	0.0074	負	1	0.11 %
	0.372	8.6%	50	5.5%
	0.416	10.0%	56	6.2%
	0.743	16.1%	100	11.0 %
ケース 3 補助金あり 自家発電あり	0.0074	負	1	0.11 %
	0.290	10.0%	39	4.3%
	0.372	13.4%	50	5.5%
	0.743	25.4%	100	11.0 %
ケース 4 補助金あり 自家発電なし	0.0074	負	1	0.11 %
	0.267	10.0%	36	4.0%
	0.372	14.3%	50	5.5%
	0.743	26.1%	100	11.0 %

3) 維持管理費の回収を目的とした評価

イラクにおいては、水道事業には、中央及び地方政府からの補助金が投入されており、水道料金は低いレベルに維持されている。従って、水道事業体は料金収入のみで事業の採算がとれない状況となっている。

上記、初期投資費用と維持管理費を料金収入で回収することを想定した財務評価では、各事業が財務的に実施不可能と評価された。ここでは、維持管理費用を回収するために必要な水道料金レベルを評価した。表 11.11 に評価結果を示す。

表 11.11 維持管理費を回収するために必要な水道料金レベル

ケース	説明	水道料金 (US\$/有収 水量-m ³)	必要とされる水道料金レベル	
			現在の水道料金に 対する倍数	世帯収入に占める割 合 (%)
ケース 1	補助金なし 自家発電あり	0.126	17	1.9%
ケース 2	補助金なし 自家発電なし	0.104	14	1.5%
ケース 3	補助金あり 自家発電あり	0.067	9	1.0%
ケース 4	補助金あり 自家発電なし	0.059	8	0.9%

R0 の維持管理費に補助金を投入するケース 3 及びケース 4 が、現在の低い水道料金レベルを考慮すると、本事業の実施には好ましい条件である。このケースにおける水道料金は、現在の水道料金の 8～9 倍と算定された。この料金レベルは、社会経済調査で得られた、改善された給水サービスへの支払い意思額とほぼ同額である。

(4) 経済評価

WSPCB と同じ経済評価の条件で、優先プロジェクトに対する経済評価を行った。その結果、改善された給水サービスに対する支払い意思額が世帯収入の 3%である場合、EIRR が 5.5%となり、本事業は経済的に実現可能と評価される。

改善された給水サービスに対する現在の支払い意思額は、世帯収入の約 1%である。支払い意思額は、需要者の給水サービスに対する理解度によって変動すると考えられる。本事業の実現可能性を高めるために、BWD による啓蒙活動（情報・教育・コミュニケーション：IEC）をとおして、需要者の理解と支払い意思額を高める必要がある。

11.8 優先事業の初期環境影響評価

現地再委託による現場調査及び調査団による評価の結果、優先事業の実施による重大な社会環境影響は認められなかったが、軽度の影響が認められた。下表にその影響と緩和策を示す。

表 11.12 優先事業の実施による影響と緩和処置の要約

計画施設	同定された影響	緩和策
1. 配水管網の改修	既存配水管の約 15 %がアスベスト管（ASP）であり、既存管の改修時に ASP の更新が必要となる。更新時に ASP のアスベストの飛散及びそれによる健康障害が懸念される。	- 工事中のアスベストの飛散と作業員への暴露対策を講じる。 - 老朽化した ACP は、埋め殺しする。
2. 浄水場の改修	影響は同定できなかった。	—
3. 送水システムの構築	影響は同定できなかった。	—
4. 新設浄水場の建設	沈殿池から除去された汚泥は約半年に 1 回ほど SAA 川に排水する。この内容物は環境に影響を与えないが、一度に大容量の汚泥が排水されると、下流沿岸の経済活動に何らかの影響を与える可能性がある。	- 影響を最低限するため、排水ポイントは、河川の中央にすべきである。 - 排水は長い日数を掛けて行なう。
5. R0 施設の建設	R0 からの高濃度排水による SAA 川の TDS の増加は 2%以下であり、影響はほとんどない。	—
6. 配水本管の再構築及び配水区割り	影響は同定できなかった。	—

優先事業の円滑な実施のため、情報の公開及びステークホルダーの意見の収集及び調整を目的に、ステークホルダーミーティング及び公聴会を実施する必要がある。

11.9 優先事業の技術評価

優先事業として提案された施設コンポーネントの中で、RO 施設は維持管理のため高度で特殊な技術を必要とする。その他のコンポーネントは、通常の水道技術により維持管理が可能である。従って、RO 技術に焦点を絞って、次表のとおり技術評価を行った。技術評価の結果及びその結果に対する推奨事項を示す。

表 11.13 逆浸透膜（RO）施設の技術評価結果

項目	評価結果	推奨事項
RO 処理プロセスの選定	RO 施設には、多層急速ろ過、活性炭処理あるいは限外ろ過等の前処理施設が必要とされる。更に、原水水質に見合った適切な膜の選定および膜段数の決定が必要とされる。	RO 施設のプロセス及び容量を決定するため、SAA 川を原水とした 1 年間のパイロットプロジェクトによる詳細な調査を行なうことを提案する。
RO の維持管理	RO 施設は、高度な維持管理能力を要するが、BWD は十分な技術力を有しているとはいえない。なお、現在、BWD が所有する飲料用小規模 RO 施設は全て、外部委託により維持管理されている。	大規模 RO 技術を導入する場合は、BWD は以下の条件を満たす必要がある。 - RO への注入原水を生産する通常浄水場の適切な水質管理 - RO 施設の適切な維持管理方法の獲得 これらの要件は、提案された組織制度強化プログラムにより満たす必要がある。 なお、大規模 RO 施設の維持管理の方法として、民間企業への委託も代替案として考慮する必要がある。
RO 処理にかかる費用	RO 施設の維持管理費は高く、従って、その浄水は高価である。現在の BWD の予算レベルでは維持管理は不可能である。	- RO 維持管理のための予算の確保 - 水道料金収入の増加による BWD の予算レベルの向上 - 漏水率の減少及び不法接続の減少等による有収率の改善 - RO 浄水の適切な価格付け - 水道メーターの設置と適切な水道料金の設定による水需要の減少
TDS 濃度	RO 浄水と通常浄水の混合後の TDS 濃度は対象地域平均で 894 mg/l である。この改善レベルが、どの程度需要者に満足されるかが危惧される。	事業実施前に、消費者の満足度を明らかにする必要がある。

第12章 事業化調査の結論及び提案

12.1 結論

1. Basrah 州中央部水道計画 (WSPCB) の中で、ステージ 2-4 をフィジビリティ調査 (F/S) 対象の優先事業として選定した。優先事業の計画施設の概要を以下に示す。

施設	容量
1. 配水管網の改修	口径 110 mm - 700 mm, 285 km
2. 既存浄水場の改修	13 浄水場 (424,400m ³ /日)
3. 送水システム	
(1) 送水池	48,000 m ³
(2) 送水ポンプ場	538,000 m ³ /日 x 60 m 揚程
(3) 送水環状幹線	口径 600 mm - 2000 mm, 35,200 m
4. 新設浄水場	
(1) 浄水場	245,000 m ³ /日
(2) 送水ポンプ場	192,000 m ³ /日 x 40 m 揚程
5. RO 施設	145,000 m ³ /日 (生産水量)
6. 13 配水区創設のための配水主管の再構築	口径 200 mm - 700 mm, 25,100 m

2. 加えて、上記事業の持続可能な実施を担保するため、無収水削減プログラムを含む組織・制度能力向上プログラムを優先事業とした。
3. 優先事業の計画対象地域は WSPCB と同じく、Basrah 市内、Al Hartha 地区を含む Basrah 州中央部であり、2015 年の対象人口は 1,257,000 人、日平均需要水量は 608,000 m³/日である。
4. 優先事業の初期投資費用は 561.7 百万 US\$、その内 318.9 百万 US\$ が直接建設費と見積もられた。
5. 現在の BWD の維持管理費用は 50 億 ID/年であり、その内 14 %あるいは 7 億 ID のみが料金収入から回収されている。優先事業は、通常の電力供給状況では 210 億 ID の年間維持管理費を必要とする。ただし、現況の電力供給状況 (平均 1 日 12 時間供給) を考慮し、12 時間自家発電を使用すると仮定すると、その維持管理費は 320 億 ID となる。
6. 事業便益として以下のものが同定された。
 - ・ 平均需要水量の充足度 (300 l/人/日 : Basrah 市)
 - ・ 改善された給水圧 (給水栓で 15m 以上)
 - ・ 原則、24 時間給水
 - ・ 全市にわたる均等給水
 - ・ 供給水質 (TDS) の改善 (現況の 1,500 mg/l (SAA 川) から平均 894 mg/l)

- ・ 衛生的な給水
 - ・ BWD の技術管理能力の改善、財務状況の改善及び顧客サービスの改善
7. 財務評価の結果、初期投資費用及び維持管理費用両方を賄うことによる本事業の実現は、財務的に不可能である。従って、BWD の給水サービスの開発が進むまでは、最低限、中央と地方政府の補助金により初期投資費用が賄われる必要がある。
 8. 経済評価の結果、改善された給水サービスに対する支払い意思額が世帯収入の 3%である場合、EIRR が 5.5%となり、本事業は経済的に実現可能であると判断される。更に、市民の保健衛生状況の改善という測定できない便益を考慮した場合、経済的な実現可能性は更に高まる。
 9. 初期環境影響評価の結果、優先事業による有意義な環境影響は認められなかった。

12.2 提案事項

事業化調査の結果を基にして、優先事業の実施可能性を高めるためには以下の方策が必要とされる。

1. JICA 調査団は、イラク国内で現場調査を実施できないという特殊事業のため、計画において未確認の状況及び要因が残されている。このような状況と限られた時間の中で計画された優先事業の内容は、今後の詳細設計時に、詳細な現場調査（施設位置の確定、測量・土質調査等の実施）により、確度の高いものにする必要がある。
2. 本計画では、限られた水質資料を基に、RO 施設のプロセスを設計した。RO 施設の詳細なプロセスを設計するため、SAA 川を原水とした 1 年間のパイロットプロジェクトを実施することを提案する。この中で、RO 処理の前処理方法、RO 膜の選定および膜の段数等を決定する。
3. 本事業の実施により、TDS が 894 mg/l に改善される。一方、WHO によれば、最適な TDS 濃度は 600 mg/l 以下である。TDS の改善レベルが、需要者に満足あるいは許容できるレベルかどうかを確認する必要がある。
4. RO 施設は、高価な水を生産し、高い技術力と維持管理能力を要するが、この施設を導入する際には、BWD は以下の要件を満たす必要があることを提案する。
 - ・ RO の注入水を生産する通常浄水場の適切な維持管理
 - ・ RO 施設の適切な維持管理方法の獲得
 - ・ 水道施設への電力供給状況の改善
 - ・ BWD の予算レベルの改善（適切な料金徴収）
 - ・ 無収水制御（漏水、盗水の減少）
 - ・ RO 浄水の適切な水道料金の設定

- ・ 需要水量の削減
5. BWD には RO に関する十分な技術力がないため、現在、BWD が所有する小規模飲料用 RO 施設の維持管理は、私企業への外部委託で実施している。従って、優先事業の RO 施設についても、その維持管理は、外部委託により実施することが考慮されるべきである。
 6. 本事業の実施とともに、BWD は需要管理政策（給水メーターの設置と適切な水道料金の設定、漏水制御、節水啓蒙活動等）を実施することを提案する。需要管理政策は以下の便益を事業に付与する。
 - ・ 無駄水あるいは住居内損失が削減され、効率的な水使用を促す。
 - ・ 浄水量を減少することができ、浄水及び送配水費用を削減することができる。
 - ・ 浄水量の減少は、既存の老朽化した浄水場の廃棄を早めることができる。
 - ・ 浄水量を減少させる際、高 TDS である SAA 川を水源とする浄水場を休止させることにより、供給水の TDS 濃度を更に改善できる。
 7. イラク国の河川システムの最下流に位置するイラク南部の住民は、高 TDS の水道水の影響を受けている。TDS の増加は、上流における河川への高塩分排水によるものと考えられており、上流の経済活動により、下流の住民が不利益を受けている。このような状況を考慮して、RO 施設の建設及び運転費用への補助金投入等の施策をとおして、中央政府が、このような地政学上の不利益を解消することを提案する。
 8. 改善された給水サービスに対する現在の支払い意思額は、世帯収入の約 1%である。支払い意思額は、需要者の給水サービスに対する理解度によって変動すると考えられる。本事業の実施可能性を高めるために、BWD は、啓蒙活動（情報・教育・コミュニケーション：IEC）をとおして、住民の理解と支払い意思額を高める必要がある。