

インドネシア国  
国家開発企画庁 (BAPPENAS)  
公共事業省 (PU)  
バリ州政府

インドネシア国  
南バリ再生水利用事業準備調査  
(PPP インフラ事業)

最終報告書  
第Ⅱ部 本論

平成 24 年 6 月  
(2012 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

豊田通商株式会社  
株式会社日水コン  
メタウォーター株式会社

民連
JR
12-027

通貨換算率 (2011 年 8 月)

1 IDR = 0.00909 JPY

# 南バリ再生水利用事業準備調査

## 調査報告書目次

- 第 I 部 要約
- 第 II 部 本論

## 第 II 部 本論

### 目 次

目次

図目次

表目次

略語集

### 第 1 章 序論

1.1 調査の背景 .....	1-1
1.2 調査の目的 .....	1-2
1.3 調査対象地域 .....	1-2
1.4 調査概要とスケジュール .....	1-3
1.5 調査体制と JICA 調査団員構成 .....	1-5

### 第 2 章 南バリ地域の現況

2.1 自然条件 .....	2-1
2.1.1 位置 .....	2-1
2.1.2 地勢 .....	2-1
2.1.3 気候 .....	2-2
2.2 社会経済状況 .....	2-3
2.2.1 人口 .....	2-3
2.2.2 社会経済状況 .....	2-3
2.2.3 観光 .....	2-4
2.3 水供給の政策目標と戦略 .....	2-4
2.3.1 国家計画 .....	2-4
2.3.2 州レベルの計画 .....	2-6
2.4 中央政府及びバリ州政府の水行政組織 .....	2-6
2.4.1 中央政府機関 .....	2-6
2.4.2 バリ州政府機関 .....	2-8
2.4.3 官民連携事業に対応する組織 .....	2-10
2.5 南バリにおける水道の現状 .....	2-11

2.5.1	デンパサール市の水道	2-11
2.5.2	バドゥン県の水道	2-16
2.6	南バリにおける既往調査による水道計画	2-20
2.6.1	既往の水道計画レビュー	2-20
2.6.2	南バリにおける上水供給事業計画と最近の動向	2-31
2.7	南バリにおける再生水利用計画とその位置付け	2-32
2.7.1	バリ州作成の下水処理水再利用検討書（2008年10月）	2-32
2.7.2	公共事業省人間居住総局作成の下水処理水再利用検討書（2009年）	2-34
2.7.3	上記の検討書の内容についてのコメント	2-37

### 第3章 「イ」国の水道及び PPP インフラ事業の関連法制度

3.1	上下水道事業に関わる法律・規制	3-1
3.1.1	水源に関する法令	3-1
3.1.2	上水道事業に関する法令	3-2
3.1.3	上水道事業開発の進め方についての法令	3-3
3.1.4	再生水を水道公社（PDAM）経由で販売することに関する法的考察	3-4
3.1.5	水道事業開発および水道公社の財務債権に関する法令	3-6
3.2	「イ」国 PPP インフラ事業に関する法制度	3-12
3.2.1	PPP インフラ事業のための法的枠組	3-12
3.2.2	PPP の法的枠組による事業権と官民連携	3-13
3.2.3	PPP プロジェクト実施に関連する法規	3-20

### 第4章 南バリにおける再生水の需要把握と世界における再生水利用事業事例

4.1	再生水需要の把握方法	4-1
4.2	再生水利用に関わる水需要調査	4-1
4.2.1	調査対象と現地調査の方法	4-1
4.2.2	調査対象施設別のインタビュー調査結果	4-4
4.2.3	BTDC による再生水供給事業の動向と PDAM バドゥンの灌漑用水施設	4-10
4.2.4	再生水の文化的許容度	4-11
4.2.5	再生水の需要調査結果のまとめ	4-11
4.3	再生水の潜在的需要量の推定	4-13
4.3.1	再生水の潜在的需要量の推定方法	4-13
4.3.2	再生水需要対象の選定	4-14
4.3.3	ホテルを対象にした単位水使用量の実態把握	4-14
4.3.4	再生水の対象とする用途の設定	4-16
4.3.5	ホテルを対象にした用途別使用水量の実態把握	4-17
4.3.6	再生水の潜在的需要量の推定	4-18
4.4	再生水の利用状況と事例	4-19
4.4.1	世界の再生水利用の状況と需要予測	4-19
4.4.2	事例研究	4-20

## 第5章 再生水処理プロセスの検討

5.1 検討方針と方法	5-1
5.2 原水（二次処理水）	5-1
5.2.1 処理水量	5-1
5.2.2 稼働中のデンパサール下水処理場（Suwung WWTP）における処理水質	5-1
5.3 再生水水質目標レベル	5-4
5.3.1 他国の事例について	5-4
5.3.2 南バリの場合の水質目標レベル	5-6
5.4 処理プロセスの選定	5-7
5.4.1 目標水質レベルを考慮した処理プロセスの検討	5-7
5.4.2 提案する処理プロセスの内容とパイロット試験による検証	5-7

## 第6章 再生水供給システムの代替案

6.1 代替案設定の基本事項	6-1
6.2 代替案の設定	6-2
6.2.1 代替案	6-2
6.2.2 ケース 1: 従来型の再生水供給システム	6-3
6.2.3 ケース 2: 「New Clean Water」供給システム	6-5
6.3 各ケースにおけるホテル内の給水管改造に必要な単価費用の検討	6-8
6.3.1 入手資料について	6-8
6.3.2 ケース 1 における給水管の改築単価	6-8
6.3.3 ケース 2 における給水管の改築単価	6-8

## 第7章 事業スコープの提案

7.1 事業目的	7-1
7.2 再生水バルク供給システム	7-1
7.2.1 計画水量と施設規模	7-1
7.2.2 再生水処理施設	7-2
7.2.3 再生水送水施設	7-3
7.3 再生水配水・給水施設	7-3

## 第8章 再生水施設および関連施設の概略設計、施工計画および運転管理計画

8.1 計画水量および目標水質	8-1
8.1.1 計画水量	8-1
8.1.2 目標水質	8-1
8.2 施設設計条件	8-2
8.2.1 再生水処理施設	8-2
8.2.2 再生水送水施設	8-3
8.3 再生水処理施設の概略設計と施工計画	8-4

8.3.1 再生水処理施設の概略設計	8-4
8.3.2 再生水処理施設の施工計画	8-17
8.4 再生水送水施設の概略設計と施工計画	8-22
8.4.1 再生水送水施設の概略設計	8-22
8.4.2 再生水送水施設の施工計画	8-24
8.5 再生水配水施設の概略設計、必要な調査、および施工計画	8-26
8.6 再生水バルク供給施設の運転管理計画	8-32
8.6.1 基本方針	8-32
8.6.2 SPC の管理対象	8-32
8.6.3 運転管理の内容	8-33
8.6.4 運転管理人員	8-36

## 第9章 事業実施体制と事業実施機関

9.1 PPP 枠組みにおける実施体制	9-1
9.1.1 本再生水事業の事業形態	9-1
9.1.2 PPP チームと官側責任機関	9-2
9.1.3 本再生水事業契約の骨組み（案）	9-3
9.2 事業実施機関についての提案	9-4
9.2.1 官側責任機関	9-4
9.2.2 事業会社（Project Company）による SPC の設立	9-5
9.2.3 再生水の購入契約	9-6
9.3 官民の業務・責任分担	9-6
9.3.1 本 PPP プロジェクトの範囲	9-6
9.3.2 PPP 契約での業務・責任	9-7
9.4 事業会社選定の入札手続き	9-8
9.4.1 落札業者の選定プロセス	9-8
9.4.2 PPP 契約と入札準備・評価	9-9
9.5 運営・維持管理体制	9-10
9.5.1 SPC の機能と組織	9-10
9.5.2 運営・維持管理の要員計画	9-13
9.6 事業実施スケジュール	9-14

## 第10章 事業費積算

10.1 事業費の構成要素	10-1
10.2 積算条件	10-1
10.3 建設費	10-2
10.4 エンジニアリング・サービス費用	10-7
10.4.1 詳細設計、工事監理、その他の調査費	10-7
10.4.2 人材育成費、広報及び教育関連費	10-7
10.5 税金	10-7

10.6 概算事業費	10-9
10.7 年次別支出計画	10-12
10.8 維持管理費	10-17

## 第 11 章 事業の資金調達計画

11.1 出資及び借入	11-1
11.1.1 事業費総額および出資・借入金内訳	11-1
11.1.2 出資・借入金の内訳	11-2
11.2 事業収入の設定	11-6
11.2.1 再生水年間販売量	11-6
11.2.2 再生水販売単価	11-6
11.3 事業支出	11-9
11.3.1 支出項目	11-9
11.3.2 運転、維持・管理費	11-10
11.4 事業収支見通し	11-13
11.4.1 ケース 1 事業 (4,100m <sup>3</sup> /日供給)	11-13
11.4.2 ケース 2 事業 (8,200m <sup>3</sup> /日供給)	11-13

## 第 12 章 事業の財務分析および評価

12.1 分析方法および基本条件など	12-1
12.1.1 財務分析の手順	12-1
12.1.2 財務分析上の基本条件	12-2
12.2 事業の財務分析	12-5
12.2.1 ケース 1 事業の財務分析	12-5
12.2.2 ケース 2 事業の財務分析	12-8

## 第 13 章 提案事業の経済分析および評価

13.1 分析方法および経済便益	13-1
13.1.1 分析方法	13-1
13.1.2 経済便益	13-1
13.1.3 経済コスト	13-3
13.2 事業の経済評価	13-4

## 第 14 章 環境社会配慮

14.1 本調査における環境社会配慮の検討内容	14-1
14.2 「イ」国及びバリ州における関連法制度	14-2
14.3 「イ」国における PPP プロジェクトの環境評価手続きの流れ	14-5
14.3.1 「イ」国における環境評価手続きの一般的な流れ	14-5
14.3.2 PPP プロジェクトで求められているパブリック・コンサルテーション	14-8
14.3.3 EIA 関連業務における官側責任機関と民間会社の役割分担	14-8

14.4 初期環境調査の概要 .....	14-9
14.4.1 戦略的環境影響評価 .....	14-9
14.4.2 環境社会配慮のための代替案比較検討 .....	14-10
14.4.3 包括的な環境スコーピング .....	14-10
14.4.4 特定した中規模の悪影響の評価と緩和策の検討 .....	14-11
14.4.5 環境モニタリング .....	14-14
14.4.6 ワークショップ及びステークホルダー協議の結果 .....	14-15
14.5 EIA のための TOR 草案の作成 .....	14-16
14.6 JICA の環境チェックリストを用いた再確認 .....	14-17

## 第 15 章 事業の評価

15.1 運用・効果指標の設定 .....	15-1
15.1.1 検討方法 .....	15-1
15.1.2 運用指標の検討 .....	15-1
15.1.3 効果指標の検討 .....	15-3
15.1.4 再生水バルク供給事業の運用・効果指標の目標値案 .....	15-4
15.2 事業実施、案件監理上のリスクと対処方法 .....	15-7
15.2.1 検討概要 .....	15-7
15.2.2 再生水バルク供給事業におけるリスクと対応策 .....	15-7
15.2.3 リスク分担 .....	15-16
15.3 再生水利用の代替案の比較・評価 .....	15-18
15.3.1 各ケースの提案事業の概要 .....	15-18
15.3.2 各ケースの比較・評価 .....	15-21

## 第 16 章 結論と提言

16.1 結論 .....	16-1
16.2 提言 .....	16-1



## 図目次

図 1.3.1	調査対象図	1-3
図 1.4.1	調査の内容と進め方	1-4
図 1.4.2	調査スケジュール	1-5
図 1.5.1	調査関係機関	1-5
図 2.1.1	バリ島の位置	2-1
図 2.1.2	降水量記録（デンパサール、2008年～2010年）	2-2
図 2.2.1	バリ州の人口	2-3
図 2.2.2	外国人旅行者数推移	2-4
図 2.4.1	インドネシア中央政府 水関連組織図	2-7
図 2.4.2	公共事業省組織略図	2-8
図 2.4.3	地方政府組織略図	2-9
図 2.4.4	バリ州政府水関連機関	2-9
図 2.4.5	バリ州公共事業局組織略図	2-10
図 2.4.6	PDAM の組織概略図例	2-10
図 2.5.1	断続給水区域	2-12
図 2.6.1	水需要予測の比較	2-22
図 2.6.2	デンパサール市の人口予測	2-23
図 2.6.3	バドゥン県の人口予測	2-24
図 2.6.4	南バリにおける上水供給事業計画	2-32
図 2.7.1	公共事業によるバリ下水処理場の下水処理水の再利用案	2-35
図 3.2.1	PPP 法制度枠組	3-12
図 3.2.2	事業会社の選定プロセス	3-13
図 3.2.3	IIGF - 保証プロセス	3-17
図 3.2.4	IIGF 現行の保証構造	3-18
図 3.2.5	プロジェクトの実施プロセス（官主導型）	3-19
図 3.2.6	プロジェクトの実施プロセス（提案型）	3-19
図 4.2.1	再生水需要調査の対象とした施設および地域	4-4
図 4.3.1	沖縄における海浜リゾートホテルでの用途別水使用比率	4-17
図 4.4.1	地域毎の需要量予測	4-20
図 4.4.2	処理レベル毎の需要量予測	4-20
図 4.4.3	海水侵入とバリヤ井戸の模式図	4-21
図 4.4.4	ベドック貯水池	4-21
図 4.4.5	トレーレ処理場の処理フロー	4-24
図 4.4.6	東京都下水道局の再生水の利用例	4-25
図 4.4.7	再生水処理プロセス	4-28

図 5.4.1	芝浦水再生センターにて採用された再生水の処理プロセスフロー	5-8
図 6.2.1	従来型の再生水給水システム（二元給水管システム）	6-3
図 6.2.2	二元給水管への改築案（ケース 1）	6-4
図 6.2.3	PDAM 上水を処理して利用している場合の二元給水管への改築案 （ケース 1）	6-5
図 6.2.4	New Clean Water 給水システムイメージ	6-6
図 6.2.5	New Clean Water 給水システムの給水管改造モデル案（ケース 2）	6-7
図 6.2.6	PDAM 水を処理して利用している場合の New Clean Water 給水シ ステムの給水管改造モデル案（Case2）	6-7
図 7.2.1	再生水バルク供給システム	7-1
図 7.2.2	再生水処理施設	7-2
図 8.2.1	再生水処理概略フロー図	8-2
図 8.3.1	原水ポンプ棟配置検討図	8-6
図 8.3.2	再生水処理施設配置検討図	8-7
図 8.3.3	既設放流渠構造図	8-8
図 8.3.4	原水ポンプ棟建屋平面図及び断面図	8-9
図 8.3.5	生物処理棟建屋平面図及び断面図	8-10
図 8.3.6	オゾン処理棟建屋平面図及び断面図	8-13
図 8.3.7	膜ろ過棟建屋平面図及び断面図	8-14
図 8.3.8	原水管及び排水管理設位置図	8-17
図 8.3.9	計画地周辺の状況	8-18
図 8.3.10	搬出入車両道路案と周辺状況	8-20
図 8.4.1	送水管敷設ルート	8-22
図 8.4.2	交通量の多い区間と現在状況	8-25
図 8.5.1	再生水用の既存配水池と配水管	8-26
図 8.5.2	ヌサ・ドゥア地区既存灌漑用水配水管配置図	8-27
図 8.5.3	既設配水池の現況写真	8-28
図 8.5.4	ブノア地区配水管計画図	8-30
図 8.5.5	サワンガン地区配水管計画図	8-31
図 8.6.1	管理対象施設位置図	8-32
図 9.1.1	PPP 契約の骨組み案	9-3
図 9.1.2	PPP 契約の骨組み（代表）	9-3
図 9.3.1	再生水事業の適用範囲	9-6
図 9.4.1	PPP 契約の入札手続き	9-8
図 9.5.1	SPC の機能	9-10

図 9.5.2	SPC の組織体制	9-10
図 9.6.1	事業実施スケジュール案	9-15
図 11.1.1	ケース 1、ケース 2 事業費総額の構成及び対比	11-2
図 11.1.2	出資構成案（ケース 1、ケース 2）	11-4
図 11.1.3	直近 3 年間の為替動向（ルピア対円、ルピア対米ドル）	11-5
図 11.2.1	バドゥン県水道公社のタリフ料金の推移・予測	11-7
図 11.2.2	タリフ料金調整に係る計算式	11-8
図 11.2.3	BOT 契約期間と事業収入期間	11-8
図 11.3.1	ケース 1 事業（4,500m <sup>3</sup> /日）の運営・維持管理費推移表	11-12
図 11.3.2	ケース 2 事業（9,000m <sup>3</sup> /日）の運営・維持管理費推移表	11-12
図 11.4.1	ケース 1 事業（4,500m <sup>3</sup> /日）の事業収支見通し	11-13
図 11.4.2	ケース 2 事業（9,000m <sup>3</sup> /日）の事業収支見通し	11-14
図 12.1.1	資本コストの計算に利用した指標	12-4
図 12.2.1	ケース 1 事業の財務分析（販売価格：IDR12,000/m <sup>3</sup> 以下）	12-5
図 12.2.2	ケース 1 事業の財務分析（公的財政支援が得られない場合）	12-6
図 12.2.3	ケース 2 事業の財務分析（販売価格：IDR12,000/m <sup>3</sup> 以下）	12-5
図 14.3.1	「イ」国における環境評価手続きの流れ	14-6

## 表目次

表 2.2.1	バリ州の現状概要 .....	2-3
表 2.3.1	「安全な水へのアクセス率」における基準値と目標値 .....	2-5
表 2.5.1	給水に関する基礎情報 .....	2-11
表 2.5.2	既存水源と取水容量 .....	2-13
表 2.5.3	PDAM デンパサルによる深井戸開発 .....	2-13
表 2.5.4	浄水能力と実際の浄水量（2010年） .....	2-14
表 2.5.5	配水池 .....	2-14
表 2.5.6	送水管 .....	2-15
表 2.5.7	配水管 .....	2-15
表 2.5.8	PDAM デンパサル無収水率 .....	2-16
表 2.5.9	現在の給水状況（バドゥン県） .....	2-16
表 2.5.10	既存水源と取水容量 .....	2-17
表 2.5.11	浄水能力と実際の浄水量（2010年） .....	2-17
表 2.5.12	配水池（2010年現在） .....	2-18
表 2.5.13	PDAM バドゥンの処理水送水管 .....	2-18
表 2.5.14	PT.TB の処理水送水管 .....	2-19
表 2.5.15	PDAM バドゥンの管種別配水管（PT.TB を除く） .....	2-19
表 2.5.16	PT.TB の配水管(PVC) .....	2-20
表 2.5.17	PDAM バドゥンの無収水率 .....	2-20
表 2.6.1	F/S 2008 における水需要予測 .....	2-21
表 2.6.2	JICA 調査 2006 における水需要予測 .....	2-21
表 2.6.3	JICA 調査 2009 における水需要予測 .....	2-22
表 2.6.4	デンパサル市の人口予測 .....	2-23
表 2.6.5	バドゥン県の人口予測 .....	2-23
表 2.6.6	一般家庭における一人一日当たりの水需要（l/人/日）の設定値 .....	2-25
表 2.6.7	将来の水道普及率 .....	2-25
表 2.6.8	デンパサルの季節的変動係数 .....	2-26
表 2.6.9	F/S 2008 における一般家庭とそれ以外の水使用量の比率 .....	2-27
表 2.6.10	JICA 調査 2006 で設定された一般家庭とそれ以外の水需要の比率 .....	2-27
表 2.6.11	F/S 2008 による水需要と必要供給能力 .....	2-28
表 2.6.12	JICA 調査 2006 による水需要と必要供給能力 .....	2-29
表 2.6.13	JICA 調査 2009 による水需要と必要供給能力 .....	2-29
表 2.6.14	既往調査における必要給水能力の概要（単位：L/s） .....	2-30
表 2.6.15	既往調査における必要給水能力の概要（単位：m <sup>3</sup> /日） .....	2-30
表 3.1.1	上下水道事業に関わる法律・規制概要（PPP 関連法制度は、別途記載のため除く） .....	3-6
表 3.1.2	水道公社（PDAM）財政再建に関わる法律・規制概要 .....	3-9

表 3.2.1	PPP インフラ事業に係る法的枠組み	3-20
表 3.2.2	PPP インフラ事業促進委員会に係る法的枠組み	3-22
表 3.2.3	政府保証と政府サポートの法的枠組み	3-22
表 3.2.4	土地取得に係る法規	3-26
表 3.2.5	事業権付与、地方開発に係る法規	3-27
表 3.2.6	政府傘下の会社に係る法規	3-28
表 3.2.7	SPC の設立に係る法規	3-29
表 3.2.8	ネガティブリスト（投資制限業種、出資制限額）に係る法規	3-29
表 3.2.9	仲裁協定	3-30
表 4.2.1	再生水需要調査の対象と需要見込み	4-1
表 4.2.2	BTDC 灌漑用水の施設別供給水量（2009 年）	4-9
表 4.3.1	灌漑用水を除いた水使用実績に基づく客室当たりの水使用量	4-15
表 4.3.2	ヌサドゥア地区におけるホテルへの上水供給量実績から推定した 客室当りの水使用量	4-16
表 4.3.3	日本の生活用水使用目的別構成比	4-17
表 4.3.4	米国の生活用水使用目的別構成比	4-17
表 4.3.5	再生水の潜在的需要量（利用可能量）の推定	4-19
表 4.4.1	世界の 2015 年までの再生水の追加需要量予測	4-19
表 5.2.1	デンパサール下水処理場水質データ	5-2
表 5.2.2	デンパサール下水処理場水質分析	5-3
表 5.3.1	下水再生水利用に関する技術上の基準	5-4
表 5.3.2	東京都下水道局再生水管理目標値	5-6
表 6.2.1	各ケースの再生水計画水量	6-2
表 6.3.2	従来型の再生水利用のためのホテル内の給水管改築費（ケース 1）	6-8
表 6.3.3	New Clean Water 供給システムのためのホテル内の給水管改築費 （ケース 2）	6-9
表 7.2.1	各ケースにおける再生水施設計画水量	7-2
表 8.1.1a	施設計画水量（ケース 1）	8-1
表 8.1.1b	施設計画水量（ケース 2）	8-1
表 8.1.2	計画目標処理水質	8-2
表 8.3.1	各施設名と処理工程の関係	8-5
表 8.4.1	送配水管材の一般的特性比較表	8-23
表 8.4.2	送水管の比較検討（ケース 2）	8-23
表 8.4.3	各案における建設工事費（ケース 2）	8-24
表 8.4.4	各案における維持管理費（ケース 2）	8-24

表 8.4.5	各案におけるプロジェクトコスト	8-24
表 8.6.1	バルク供給施設運転管理項目の例	8-33
表 8.6.2	主な保全管理業務内容	8-34
表 8.6.3	管理対象における機能低下と兆候	8-35
表 8.6.4	運転管理人員内訳	8-37
表 9.3.1	官側責任機関と SPC の所掌範囲と責任分担	9-7
表 9.5.1	運転・維持管理の職種・業務内容	9-13
表 9.5.2	運転・維持管理の要員計画	9-13
表 10.1.1	事業費の構成要素	10-1
表 10.3.1	建設費の構成要素と役割分担	10-2
表 10.3.2	ケース 1 の建設費	10-5
表 10.3.3	ケース 2 の建設費	10-6
表 10.5.1	水源に対する法規制と税率	10-8
表 10.6.1	ケース 1 概算事業費	10-9
表 10.6.2	ケース 2 概算事業費	10-11
表 10.7.1	ケース 1 年次別支出計画	10-13
表 10.7.2	ケース 2 年次別支出計画	10-15
表 10.8.1	ケース 1 の維持管理費	10-18
表 10.8.2	ケース 2 の維持管理費	10-19
表 11.1.1	事業費総額及び出資・借入金（ケース 1：4,500m <sup>3</sup> /日、ケース 2： 9,000m <sup>3</sup> /日）	11-1
表 11.1.2	出資構成案（ケース 1 事業：4,500m <sup>3</sup> /日）	11-3
表 11.1.3	出資構成案（ケース 2 事業：9,000m <sup>3</sup> /日）	11-3
表 11.1.4	インドネシア市中銀行と二国間・多国間の制度融資条件	11-5
表 11.2.1	再生水販売量	11-6
表 11.2.2	バドゥン県水道公社のタリフ推移（実績及び予測）	11-7
表 11.3.1	インドネシア・物価上昇率（CPI）推移（実績・予測）	11-10
表 11.3.2	ケース 1 運転、維持管理費支出予定表	11-11
表 11.3.3	ケース 2 運転、維持管理費支出予定表	11-11
表 12.1.1	再生水販売価格のあるべき料金範囲（2016 年時点での料金）	12-1
表 12.1.2	事業収支キャッシュフロー算出条件	12-1
表 12.2.1	ケース 1 事業の財務分析（販売価格：1DR12,000/m <sup>3</sup> 以下）	12-5
表 12.2.2	ケース 1 事業の財務分析（公的財政支援が得られない場合）	12-6
表 12.2.3	ケース 2 事業の財務分析（販売価格：1DR12,000/m <sup>3</sup> 以下）	12-8
表 12.2.4	ケース 2 事業の感度分析（コストオーバーラン）	12-9
表 12.2.5	ケース 2 事業の感度分析（維持管理費の増大）	12-9

表 12.2.6 ケース 2 事業の感度分析（為替レート変動リスク） .....	12-10
表 13.1.1 水を得るための年間の電気・ポンプ代 .....	13-2
表 13.1.2 ボトル入り飲料水の購入代金 .....	13-2
表 13.1.3 年間の経済便益合計額 .....	13-2
表 13.1.4 投資コスト計算結果 .....	13-4
表 13.1.5 運営・維持管理費用（除、VAT） .....	13-4
表 13.2.1 経済分析（EIRR） .....	13-4
表 13.2.2 ケース 1 事業（4,500m <sup>3</sup> /日）の経済分析（IRR） .....	13-5
表 13.2.3 ケース 2 事業（9,000m <sup>3</sup> /日）の経済分析（IRR） .....	13-6
表 14.1.1 本準備調査における環境社会配慮の検討内容 .....	14-2
表 14.2.1 その他の再生水事業に関連する「イ」国の法制度 .....	14-4
表 14.2.2 下水の再生水に関連するバリ州、デンパサール市、およびバドゥン県 の条例 .....	14-5
表 14.4.1 暫定的な水質モニタリング計画の提案 .....	14-15
表 14.6.1 環境チェックリスト .....	14-18
表 15.1.1 本再生水バルク供給事業における運用指標（案） .....	15-5
表 15.1.2 本再生水バルク供給事業における効果指標（案） .....	15-6
表 15.2.1 再生水事業の主要リスク、対応策および分担 .....	15-16
表 15.3.1 提案した再生水利用事業の概要 .....	15-18
表 15.3.2 代替案の比較と評価 .....	15-21

略語集

略語	日本語	備考
ACP	石綿管	Asbestos Cement Pipe
APBD	地方政府予算	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
APBN	中央政府国家予算	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
AMDAL	環境影響評価	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
ANDAL	環境影響評価書	Analisis Dampak Lingkungan
BALH	バリ州政府の環境管理事務所	Bali Environmental Board
BAPEDAL	環境管理庁	Badan Pengendalian Dampak Lingkungan
BAPPEDA	州開発企画局、バリ州	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah
BAPPENAS	国家開発企画庁	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
BKPM	インドネシア投資調整庁	Badan Koordinasi Penanaman Model
BLU	公共サービス部	Badan Layanan Umum
BLUPAL	バリ州下水道公社	Badan Layanan Umum Pengolahan Air Limbah
BOT	建設・運営・譲渡	Build, Operate and Transfer
BPPSPAM	上水道システム開発援助庁	Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum
BPS	インドネシア中央統計庁	Badan Pusat Statistik
BTDC	バリ観光開発会社	Bali Tourism Development Corporation
BUMD	公営企業	Badan Usaha Milik Daerah
BUMN	国営企業	Badan Usaha Milik Negara
BUPI	企業インフラ保証	Badan Usaha Penjaminan Infrastruktur
C/P	カウンターパート機関	Counterpart
CPI	消費者物価指数	Consumer Price Index
DCIP	ダクタイル鋳鉄管	Ductile Cast Iron Pipe
DGHS or Cipta Karya	人間居住総局、公共事業省	Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum
Dinas PU	公共事業局、バリ州	Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali
DPRD	地方議会	Dewan Perwakilan Rakyat Daerah
DSCR	借入金償還余裕率	Debt Service Coverage Ratio
EIA	環境影響評価	Environmental Impact Assessment
EPC	設計, 調達, 建設・試運転	Engineering, Procurement, and Construction
F/S	フイージビリティ調査	Feasibility Study
GOI	インドネシア国政府	Government of the Republic of Indonesia
GOJ	日本国政府	Government of Japan
GRP	ガラス強化熱硬化性プラスチック	Glassfiber Reinforced Plastic
HDPE	高密度ポリエチレン	High-Density Polyethylene
IUCN	国際自然保護連合	International Union for Conservation of Nature
IDC	建中金利	Interest During Construction



略語	日本語	備考
IEE	初期環境調査	Initial Environmental Examination
IFC	国際金融公社	International Finance Corporation
IRR	内部収益率	Internal Rate of Return
JICA	独立行政法人国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
KA-ANDAL	EIA 調査の TOR/業務計画書	Kerangka Acuan - Analisis Dampak Lingkungan
KKPI	インフラ開発促進政策委員会	Komite Kebijakan Penyediaan Infrastruktur
M/P	マスタープラン	Master Plan
MM	会議議事録	Minutes of Meeting
MDG	国連ミレニアム開発目標	Millennium Development Goals
NPV	正味現在価値	Net Present Value
O&M	運営管理	Operation&Maintenance
P3CU	PPP センターユニット	PPP Center Unit
PAC	ポリ塩化アルミニウム	Poly Aluminium Chloride
PDAM	水道公社	Perusahaan Daerah Air Minum
PPP	公民パートナーシップ	Public Private Partnership
PT PII (IIGF)	インフラ融資公社	PT. Penjamina Infrastruktur Indonesia (Indonesia Infrastructure Guarantee Fund)
PT SMI	インフラ金融公社	PT SARANA MULTI INFRASTRUKTUR (PERSERO)
PT TB	南バリ地域の民間水道会社	PT. Tirta Artha Buana Mulia
PU	インドネシア国公共事業省	Kementerian Pekerjaan Umum
PVC	ポリ塩化ビニル	Polyvinyl Chloride
RENSTRA	戦略計画	Rencana Strategi
RKL	環境管理計画書	Rencana Pengelolaan Lingkungan
RPJMN	国家中期開発計画	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RPJPN	国家長期開発計画	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional
RPL	環境モニタリング計画書	Rencana Pengelolaan Lingkungan
PreFS	事前実行可能性調査	Pre-Feasibility Study
SEA	戦略的環境影響評価	Strategic Environmental Assessment
SOP	標準作業手順書	Standard Operating Procedures
SPAM	上水道システム	Sistem Penyediaan Air Minum
SPC	特別目的会社	Special Purpose Company
UKL	環境管理計画	Upaya Pengelolaan Lingkungan
TOR	業務指示書	Terms of Reference
UNEP	国際環境計画	United Nations Environment Programme
UPL	環境モニタリング計画	Upaya Pemantauan Lingkungan
UPT	技術実施ユニット	Unit Pelaksana Teknis
VAT	付加価値税	Value Added Tax
WTP	浄水場	Water Treatment Plant
WWTP	下水処理場	Wastewater Treatment Plant

---

# 第 1 章

## 序論

# 第 1 章 序論

## 1.1 調査の背景

バリ島はアジア有数の観光地であり、その地域経済は観光産業、水稻栽培を中心とした農業に基盤を置いている。本調査の対象地域である南バリに位置するデンパサール市、パドゥン県は、観光・商業の中心地として発展しており、人口の増加も著しく、水需要が増加している。

一方、水セクターの社会インフラ整備は遅れ、水不足、河川の水質汚濁等が地域経済の持続的発展を妨げる要因になることが懸念される。

国際協力機構（以後、JICA と記載）の調査「インドネシア国バリ州総合水資源開発・管理計画調査」（以後、JICA 調査 2006 年）では、自治体別の水需給（2025 年）と残余水ポテンシャル（水ポテンシャルから現況水利用を差し引いた）の検討結果を以下のように報告している。

- デンパサール市は、その行政区域内に将来の需要を満たす残余の水ポテンシャルは無く、水不足が生じる。
- バドゥン県とギアニャール県は、将来の水需要を満たす水ポテンシャルはまだあるが、注意深く水源開発を行う必要がある。
- デンパサール近郊地域（デンパサール市、バドゥン県、ギアニャール県）にとって、開発水量が大きいこと、一つの経済圏であること、域内での水資源が限定されていること等の理由から、それぞれの自治体で計画するのではなく、総合水供給システムを計画すべきである。

この指摘にあるように、今回の調査対象地域では、水資源の開発を周辺地域の理解を得ながら、広域の水供給システムを整備する必要があるため、水インフラ整備には多大の投資と時間が必要となっている。

また、南バリ地域では、近年、地下水を大量に利用したため、井戸が枯渇したり、沿岸部で塩水化が発生して、地下水を利用できない状況も顕在化している。このような状況に鑑み、バリ州政府は地下水を貴重な将来の水源として確保するため、地下水の利用税の引き上げも実施した。

一方、バリ州で人口が密集しているデンパサール及びその周辺地域を対象に、我が国の ODA の円借款供与による下水道整備が進められている。収集された下水はデンパサール市のデンパサール下水処理場で処理（10,000m<sup>3</sup>/日程度、(115 L/s)）されているが、その処理水は全量海洋に放流されている。同下水道は現在第 2 期事業により、主に面整備の拡大と

幹線管渠の延伸が行われている。同処理場は第3期事業により、処理能力が51,000m<sup>3</sup>/日(590 L/s)へと拡張される計画となっている。この処理水を貴重な水資源としてとらえ、更に高度な処理を加えることにより再生水として有効利用を図ることが可能であり、水需給が逼迫している南バリの状況を緩和することも可能であると考えられる。

デンパサール市の下水処理場の処理水の有効利用は、「イ」国側により既に検討されているが、州や市の財源不足等により実現には至っていない。そこで、今回日本企業（豊田通商、日水コン、メタウォーター）は、この再生水利用事業を PPP 事業としてその実現化を検討することを JICA に提案した。

その後、南バリ再生水利用事業を JICA の PPP インフラ事業の準備調査として実施することとなり、この準備調査が実施されることとなった。本準備調査を実施するに当たり、インドネシア国政府と日本国政府のそれぞれの代表機関が、本調査の範囲や条件等について協議を行い、2010年12月1日にインドネシア国（以後、「イ」国）政府と日本国政府の JICA の事前調査団との間で「インドネシア国南バリ再生水利用事業準備調査」に関わる調査の議事録が取り交わされた。JICA はこの議事録及び調査仕様書を作成し、これらに基づいた準備調査を、選定された日本企業（豊田通商、日水コン、メタウォーター）により実施することとなった。

## 1.2 調査の目的

本調査は、「イ」国の南バリ地域に円借款で建設したデンパサール下水処理場からの二次処理水を水源とする再生水利用事業について、日本の ODA 資金でのプロジェクト実施を前提として、「イ」国の PPP インフラ事業支援制度を活用した基本事業計画を策定し、当該案件の妥当性・有効性・効率性等の確認を行うことを目的とする。

## 1.3 調査対象地域

本調査は、バリ州のデンパサール市及びパドゥン県を含む南バリ地域を対象に実施する。なお、本調査で検討する再生水利用事業では、デンパサールの下水処理場の下水処理水を更に処理して再生水を生産し供給するため、再生水処理施設から再生水を送水管等を設置することにより安定して供給できる範囲を事業対象地域として検討する。



図 1.3.1 調査対象図

#### 1.4 調査概要とスケジュール

本調査は、図 1.4.1 に示した内容の調査を段階的に実施した。調査スケジュールの全体イメージは図 1.4.2 に示す通りである。

調査の方針や方法は、JICA との協議の上、2010 年 12 月に策定し、インセプション・レポートを作成した。2011 年 1 月に「イ」国政府関係者にインセプション・レポートの内容について説明し第一次現地調査を開始した。

第一次現地調査では、収集したデータ・資料及び現場調査等を元に、再生水の用途と需要を把握し、「イ」国の PPP 枠組みによる南バリ再生水供給事業のスコップ形成とその内容確認を行った。その結果を第一次国内作業を経て、インテリム・レポートとして取りまとめた。

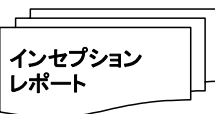
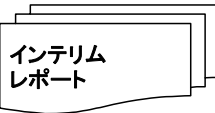
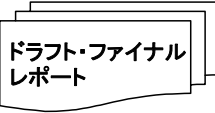
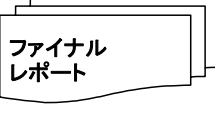
時期	調査段階と内容	報告書レポート
2010年12月中旬	<p style="text-align: center;"><b>1.国内準備作業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既存資料の解析・検討</li> <li>・インセプションレポートの作成</li> </ul>	
2011年1月上旬	<p style="text-align: center;"><b>2.第1次現地調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・インセプション・レポートの説明・協議</li> <li>・水セクターの状況、課題及び中央・地方政府整備計画</li> <li>・整備計画における当該事業の位置付け</li> <li>・PPP関連法制度、事業権付与枠組み</li> <li>・事業のニーズ</li> <li>・再生水に係る文化的許容度及び用途</li> <li>・環境及び社会配慮</li> <li>・事業に係る水需要予測</li> <li>・適切な事業スコープ提案 (官民の役割・分担及び中水道管網整備)</li> <li>・事業実施スケジュール策定</li> <li>・事業の技術面の分析</li> </ul>	
2011年5月上旬	<p style="text-align: center;"><b>3.第1次国内作業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第1次現地調査結果の報告</li> <li>・インテリムレポートの作成</li> </ul>	
2011年6月中旬	<p style="text-align: center;"><b>4.第2次現地調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・インテリムレポートの説明・協議</li> <li>・設計条件の設定及び概略設計</li> <li>・施工計画の策定</li> <li>・概算事業費の算出(事業費明細付)</li> <li>・資金調達計画</li> <li>・事業実施体制</li> <li>・事業の財務計画検討</li> <li>・事業実施機関の類似経験業務</li> <li>・事業収入の分析</li> <li>・事業の収支計画、キャッシュフロー見通し</li> <li>・事業全体の経済分析(EIRR)</li> <li>・財務分析(FIRR、NPV、ROI、ROE等)</li> <li>・運用・効果指標の設定</li> <li>・運営・維持管理体制の検討</li> <li>・事業実施、案件管理上のリスクと対処方法</li> <li>・事業に係る許認可取得状況(見込み)、関係者の意向等</li> <li>・事業効果(定量効果・定性効果)</li> <li>・環境影響の確認および必要な環境対策案の検討</li> </ul>	
2011年10月下旬	<p style="text-align: center;"><b>5.第2次国内作業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第2次現地調査結果の分析</li> <li>・ドラフト・ファイナル・レポート提出・説明・協議</li> </ul>	
2011年12月中旬	<p style="text-align: center;"><b>6.第3次現地調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・先方政府に対するドラフト・ファイナルレポート提出・説明・協議 →ファイナルレポートへの反映</li> </ul>	
2012年2月中旬	<p style="text-align: center;"><b>7.最終報告書の提出</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイナル・レポート提出・説明・協議</li> </ul>	

図 1.4.1 調査の内容と進め方

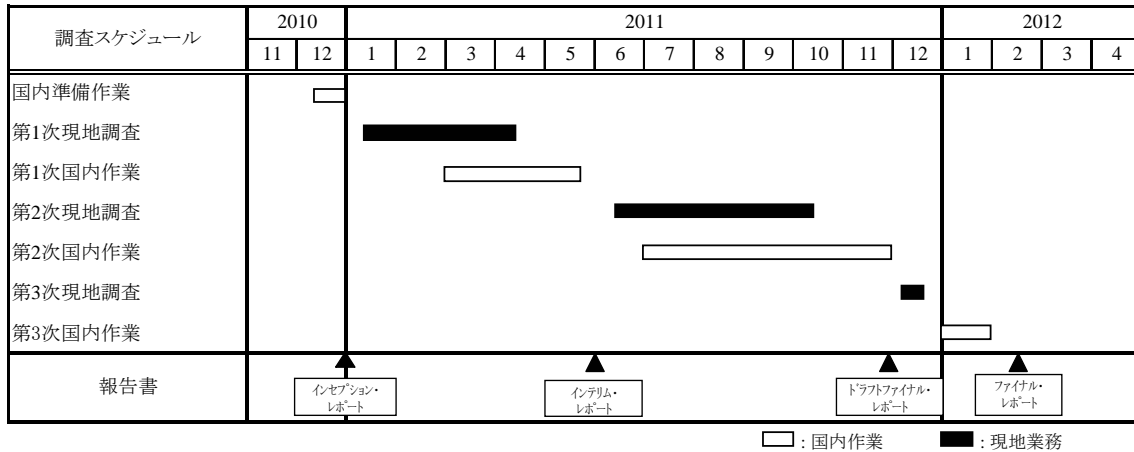


図 1.4.2 調査スケジュール

第二次現地調査では、再生水の潜在的需要量を推定し、現地に合った再生水供給システムの検討を行い、提案した再生水事業を官民連携による PPP 事業として実現できるかどうかを種々の観点から検討した。施設の概略設計、概算事業費の算出、実施計画、事業実施体制の提案、事業の財務経済妥当性の検討を行った。また、再生水事業の環境社会配慮について、原則として「イ」国法規制と JICA の環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月版）に基づき検討し、ステークホルダー会議を開催した。

### 1.5 調査体制と JICA 調査団員構成

本調査実施のための組織図を以下に示す。

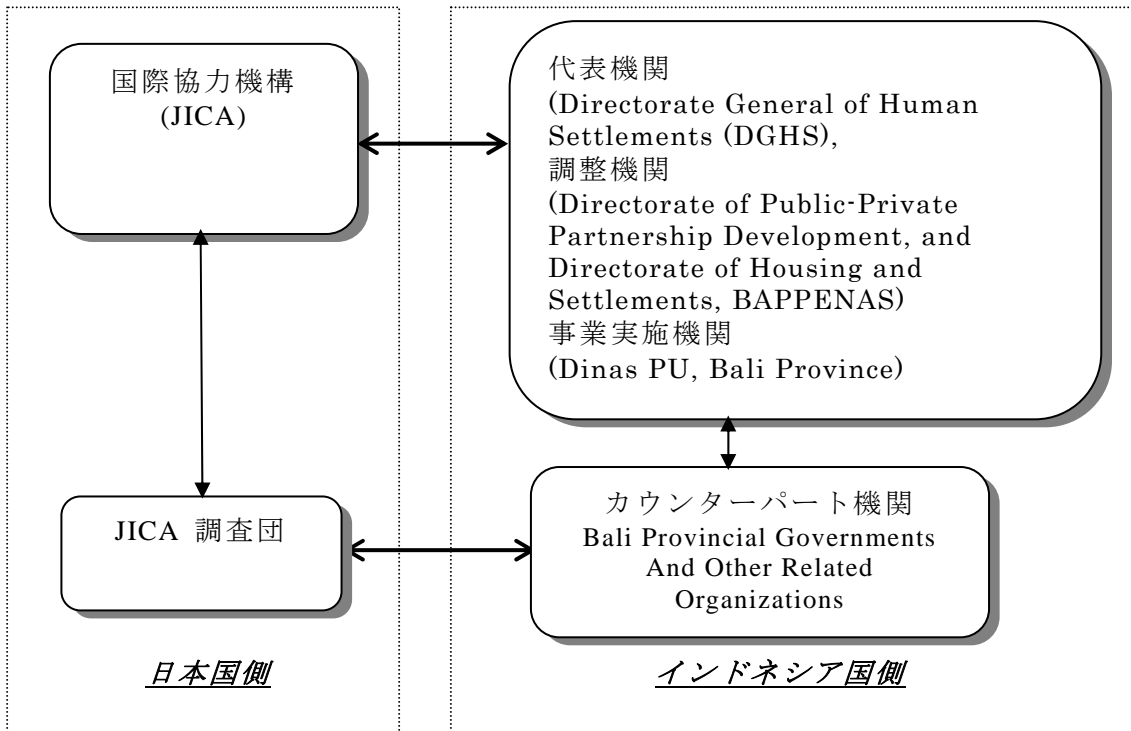


図 1.5.1 調査関係機関

---

## 第2章

### 南バリ地域の現況



## 第 2 章 南バリ地域の現況

### 2.1 自然条件

#### 2.1.1 位置

バリ島は、小スンダ列島の最西に位置しており、西はジャワ島、東はロンボク島の上に位置している。緯度は 8 度と 9 度の間で、北はバリ海、南はインド洋に面している。バリ州はインドネシア共和国 33 州のうちの 1 州であり、島の南には州都デンパサールがある。

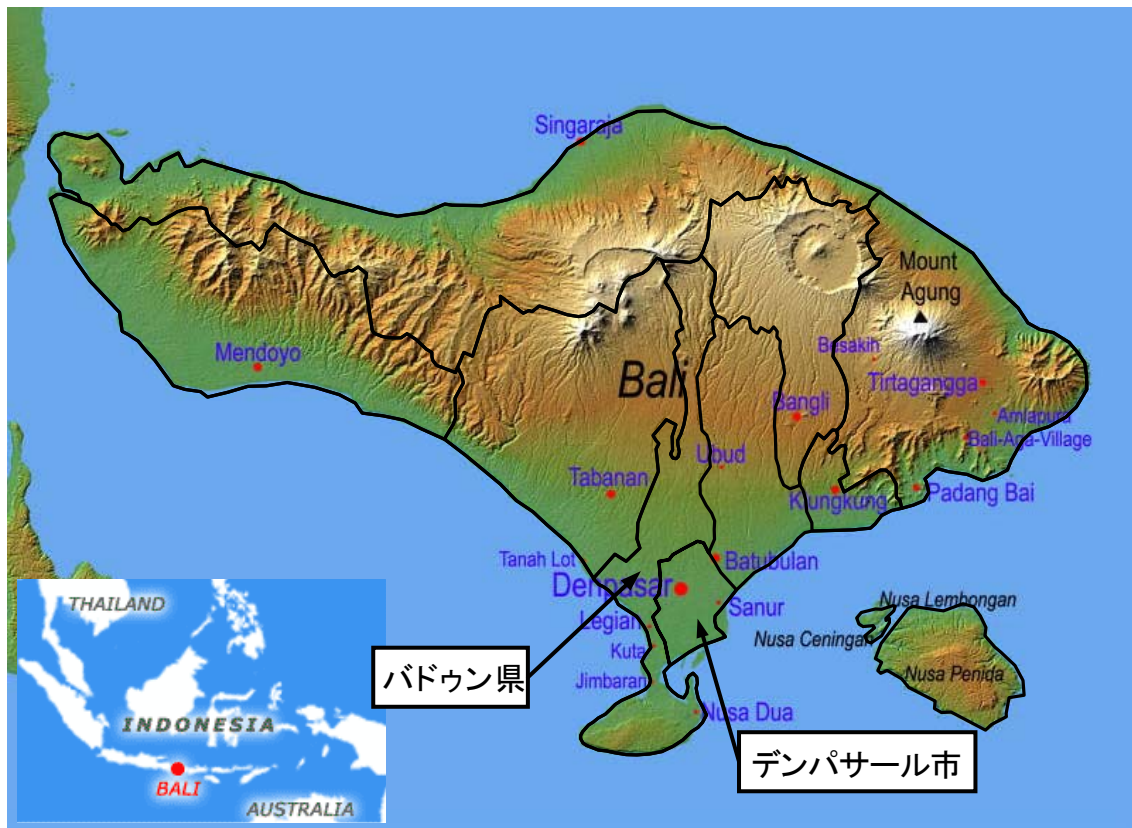


図 2.1.1 バリ島の位置

#### 2.1.2 地勢

バリ島の面積は 5,633km<sup>2</sup> であり、南北の長さは約 90km、東西は約 140km 程度である。山脈が東西に広がり、島を二分している。アグン山（1963 年 3 月に最後に噴火した活火山）は最も高く、標高は 3,142m である。山腹の北端はかなり急であり、沿岸地域に沿って狭い低地を形成している。一方、南側は比較的緩やかに傾斜しており、バリ文化を築いた肥沃な平原（沖積平野）を形成している。

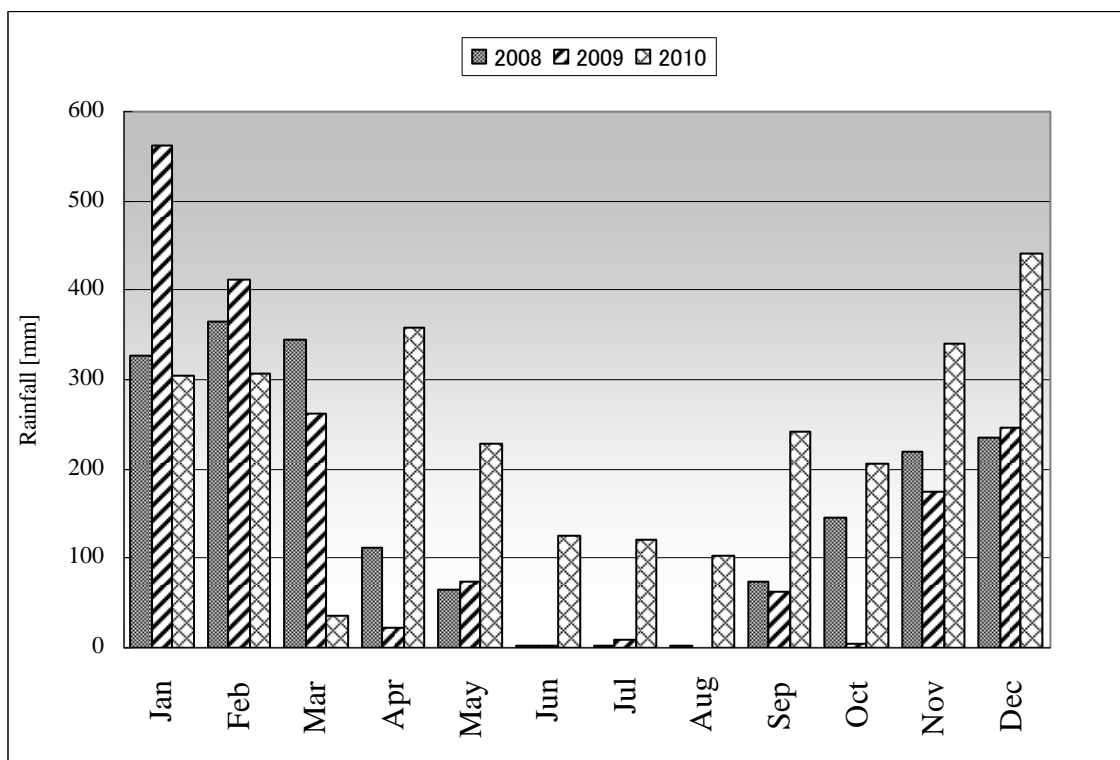
島の南北を流れる多くの小河川が形成されている。最も大きな河川はアユン川であり、総

延長は約 75km である。島はサンゴ礁に囲まれており、北部と西部には黒い砂、南部の海岸には白い砂が見られる。東南部の海岸にある町パダンバイでは両方の砂が見られる。本調査対象地域であるサヌール、クタ、ヌサ・ドゥアは、白い砂の美しい砂浜が広がっており、島でも有数の高級リゾート地域となっている。

### 2.1.3 気候

年間を通じて晴天が多いバリは、熱帯モンスーン気候に属し、穏やかな気候であるが、気温は 20～33℃と若干高めである。10月から3月までは雨季であり、西から吹くモンスーンが豪雨と高湿度をもたらす。6月から9月は乾季であり、湿度が低くかなり寒い晩もあるが、屋外活動には最適の時期である。

バリの年間降水量は約 2,000mm であり、年間降水量の約 80%は 10月から3月までの雨季に降る。デンパサールの月別降水量（2008年～2010年）を図 2.1.2 に示す。



出典：バリ州統計局資料

図 2.1.2 降水量記録（デンパサール、2008年～2010年）

## 2.2 社会経済状況

### 2.2.1 人口

「イ」国は1971年、1980年、1990年、1995年、2000年、2010年に国勢調査を実施している。これら国勢調査の結果を図2.2.1に示す。バリ州の人口は、1995年から2000年にかけて年平均1.71%の増加であったが、2000年から2010年にかけては年平均2.13%と急速な増加傾向を示している。

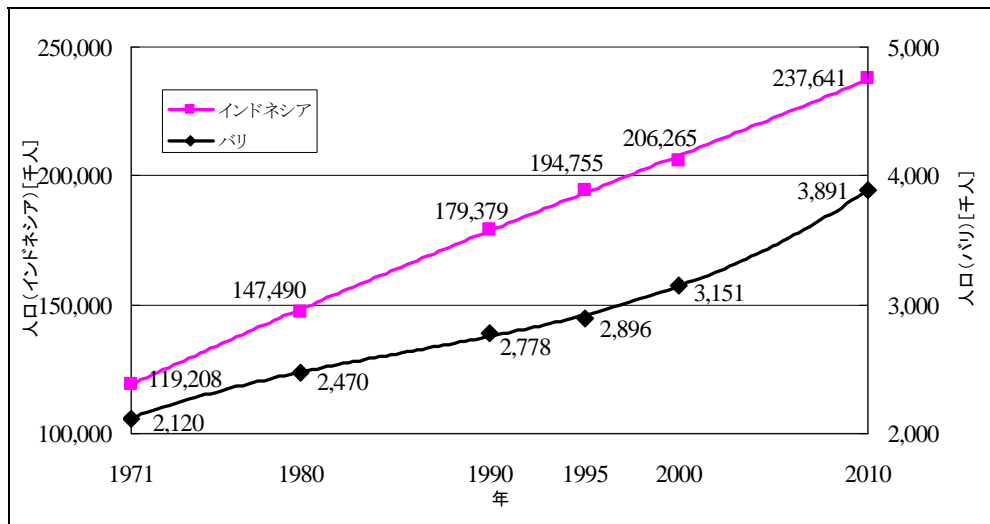


図 2.2.1 バリ州の人口

出所：Census

### 2.2.2 社会経済状況

バリ州の現況概要は表2.2.1の通りである。

表 2.2.1 バリ州の現状概要

指標	内容	備考
面積	5,634.40 ha	インドネシアの0.29%
人口	3,890,757	調査：2010年5月
人口増加率	2.15%	調査：2010年5月
宗教	ヒンズー教(93.18%), イスラム教(4.79%), キリスト教(1.38%), 仏教(0.64%)	2002
GRDP (Growth Regional Domestic Product)	57,579,254 (単位：10億ルピア)	2009
GRDP 成長率	15.34%	2009
インフレ率	8.1%	2009
失業率	3.13%	2009
州予算	歳入：1,667 (単位：10億ルピア) 出費：1,464 (単位：10億ルピア)	2008

指標	内容	備考
一人当たりの月額支出	Rp.562,743	2009
幼児死亡率	7.32/1,000	2010
平均寿命	72.6 (女性) , 68.7 (男性)	2010

出典：BPS Bali Province

### 2.2.3 観光

バリ島は世界で最も人気のある観光スポットのひとつである。図 2.2.2 には 1997 年から 2010 年の外国人旅行者の推移を示す。1997 年から 2006 年までは、2002 年と 2005 年の爆破事件の後は一時的に落ち込みがあったものの、年間 150 万人程度とほぼ横ばい状態が続いていた。その後は 2010 年まで急激な増加となっており、2010 年には約 250 万人の観光客がバリ島を訪れている。

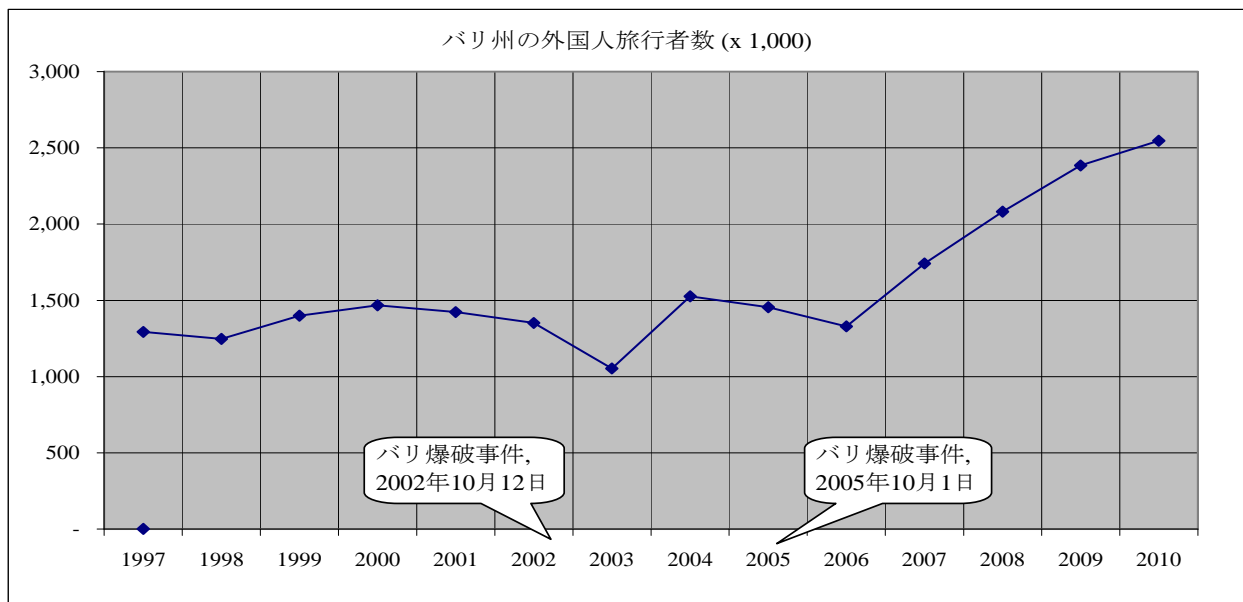


図 2.2.2 外国人旅行者数推移

出典：BPS Bali Province

## 2.3 水供給の政策目標と戦略

### 2.3.1 国家計画

#### (1) 国連ミレニアム開発目標 (MDG)

「イ」国を含めた世界 189 ヶ国間で 2000 年 9 月に合意した国連ミレニアム開発目標 (以降 MDG と記す) では、インドネシア国民の「安全な水へのアクセス率 (全国)」を、基準年 (1993 年) の 37.73% から、目標年次 (2015 年) には 68.87% まで増加させることを目標としている。

表 2.3.1 に MDG における「安全な水へのアクセス率」の基準年値と目標値を全国、都市部、村落部のそれぞれについて示す。

**表 2.3.1 「安全な水へのアクセス率」における基準値と目標値**

	全国	都市部	村落部
基準年（1993）	37.73%	50.58%	31.61%
目標年（2015）	68.87%	75.29%	65.81%

出典：BAPPENAS

「安全な水へのアクセス」には、戸別給水栓で給水される「パイプ給水」と「非パイプ給水」が含まれている。後者の場合は、水源に適切な汚染防止対策が施されており、かつ、その位置が最も近い下水汚物から 10m 以上離れていることが、「安全な水」の要件となっている。

## (2) 国家開発計画における上水道セクターの位置づけ

国家開発企画庁（BAPPENAS）が社会経済開発計画に相当する 20 年間の国家長期開発計画（RPJPN 2005～2025）を作成している。

その下位計画として、国家中期開発計画（RPJMN 2010～2014）があり、これを踏まえてセクター別国家政策と戦略計画（RENSTRA 2010～2014）を、関連各省庁が策定している。戦略計画（RENSTRA 2010～2014）は、最新の国家中期開発計画（RPJMN 2004～2009）の達成状況を踏まえて、2014 年の目標レベルを設定して策定されている。

## (3) 上水道セクターの開発計画

国家中期開発計画（RPJMN 2010～2014）では水道水について、以下の事項を課題として挙げている。

### 1) 水の安定給水の為の水源水量が減少し、水質が低下している。

未処理の生活排水や各種排水が表流水の水質低下の主な原因となっている。また、上流域や取水地域での水資源管理の不足や非効率的な水使用により、水資源の確保が難しくなっている。住民や産業による過度な地下水利用も地下水源の量と質の低下を招いている。一方、代替水源に係る有用技術の展開は未だ重点政策とはなっていない。

### 2) 高度な技術をもち、経営的に健全な水供給組織が未だ限られている

上水道公社（PDAM）の業績審査（2007 年度）によると、272 の PDAM のうち 61 の PDAM（22%）だけが経営上健全であった。赤字経営の PDAM は全体の 68% であり、その累積赤字額は IDR 4.83 兆となっている。その主な理由は、PDAM の 55% が未だ水の生産コストよりも安価な水道料金を適用していることに加え、適切な人材と資金の確保が難しいことが

挙げられる。

### 3) 水供給事業に係る資金が限られている

水供給事業に係る資金は政府の予算に依存しているのが現状である。また、PDAMの低い財務実績も資金調達を困難にしている。これまで民間からの資金導入がなかったことも資金不足の一因である。

## 2.3.2 州レベルの計画

州レベルの水道整備計画は、州の開発計画局（BAPPEDA）及び州の公共事業局（Dinas PU）によって策定される。国家戦略計画で策定された水道整備の方針と目標を踏まえ、州の水資源、水需給のバランス、地下水の利用状況等の地域の実情を考慮して、水道整備計画の方針と具体的な施設計画が策定される。

## 2.4 中央政府及びバリ州政府の水行政組織

「イ」国の行政機関体制は、中央政府、州政府そして地方自治体政府の3つであり、これらの政府間には階層的性質が存在する。つまり、下級の政府は上級の政府に報告や相談を行い、助言、指導を受ける。

中央政府では、大統領が執行権を有し、副大統領、閣僚が支援する体制となっている。地方政府は、州の下に（kabupaten）または市（kota）があり、これらの首長は、州知事、県知事（bupati）、市長（walikota）である。「イ」国には現在33の州、440の県/市がある。県/市の下にはさらに地区（kecamatan）、町（kelurahan）、村（desa）がある。

「イ」国の州政府は、1999年以来、地方分権化に関する二つの法律成立により自治権を拡大強化している。その法案は22/1999（政府の権力と機能を地方に移譲する法案）と法案25/1999（中央・州・地方政府間で歳入の分配及びその他財政合意を謳った法案）である。現在はこれらの法律を改訂した新法（32/2004と33/2004）により州、地方自治体政府の役割、責任をより明確に定義づけている。また、地方交付金に対しての財源も認めている。しかし、新法を実行に移すための規則が必要となっている。

### 2.4.1 中央政府機関

中央政府に於ける水事業に携わる関連機関は多岐に亘る。それら機関と、その関連性を下記する。

- ・ 保健省：飲料水、クリーンウォーター、プール、公衆浴場の水質基準を制定
- ・ 環境国務大臣府：排水の基準を設定
- ・ 大蔵省：水道公社、下水道公社の予算を司る。また、官民連携（Public Private Partnership (PPP) プロジェクトに対し PT Penjamina Infrastruktur Indonesia (PT PII)

經由でタリフ調整などのリスクに対し保証を行う。上水道公社（PDAM）の債務の帳消しの可否を決定する機関は当省である

- ・ 林業省：「イ」国内のマングローブ地を所有し管理。該当地を使用する場合は当省の許可が必要となる。バリ下水処理場は該当地のためバリ州政府經由、林業省から借り受けている。
- ・ 公共事業省：省内人間住居総局で「イ」国における水道・衛生部門の行政全般を所管する。
- ・ 開発計画国務大臣府（BAPPENAS）：国家開発計画（社会経済開発計画）を所管している。また、海外からの ODA、借款案件の受け入れ調整機関であり、日本の ODA、円借款などの援助の窓口でもある。これら ODA、円借款案件で採択されたものは Blue Book に記載される。この機関は、官民連携（Public Private Partnership：以降 PPP）事業案件に関して、インドネシア投資調整庁（BKPM）、財務省と協議の上、案件の優先順位を決定し PPP Book を作成する役割を担っている。尚、BKPM は大統領の直轄である。
- ・ 内務省：地方自治体を統括。バリ州も当省の管理下にある。

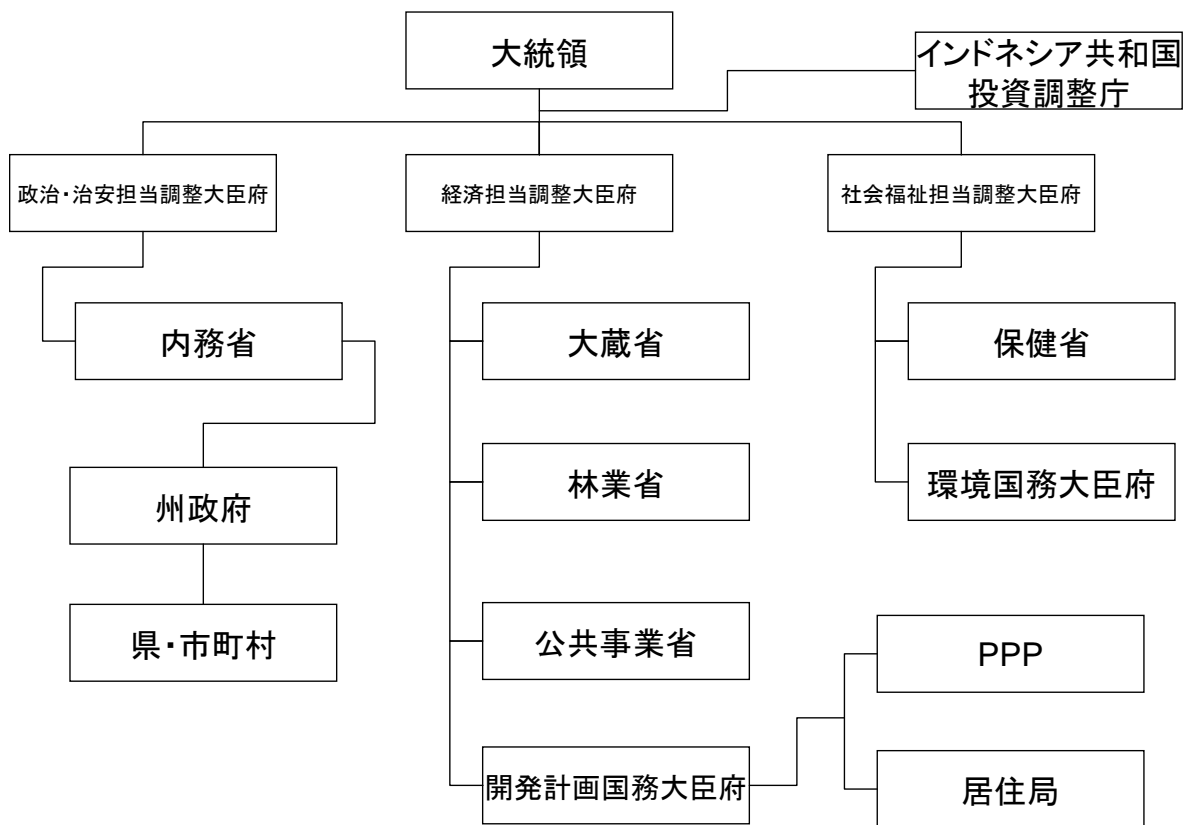


図 2.4.1 インドネシア中央政府 水関連組織図

次に公共事業省の組織図を図 2.4.2 に示す。人間居住総局、その下部組織の開発計画局、水道開発局、環境衛生局と上水道システム開発援助庁があり、上下水道行政全般を所管している。

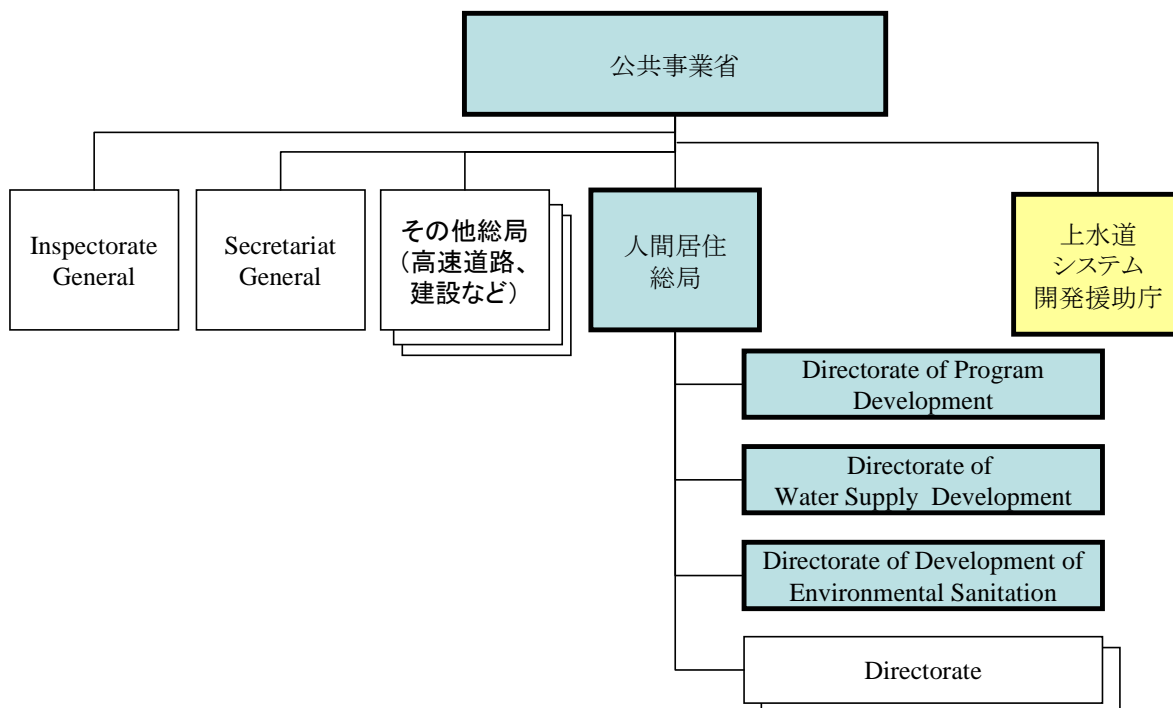


図 2.4.2 公共事業省組織略図

#### 2.4.2 バリ州政府機関

バリ州には1つの市（デンパサール市）と8つの県（バドゥン県、バンリ県、ブレレン県、ギニャール県、ジュンブラナ県、カランガスム県、クルンクン県とタバナン県）がある。州及び市/県政府は図 2.4.3 に示すような類似の組織構造を有している。各行政の長の下に秘書官（Sekretaris）、部局（Dinas）、役員会（Badan）、各種事務所（Kantol）がある。なお、州・自治体政府が所有する公営企業（BUMD）は行政組織とは別に存在する。

下水道公社は州知事傘下であり、デンパサール市、バドゥン県との合弁でもある。（Joint Regulation 2006 による）

下水処理場の運営管理を行う。



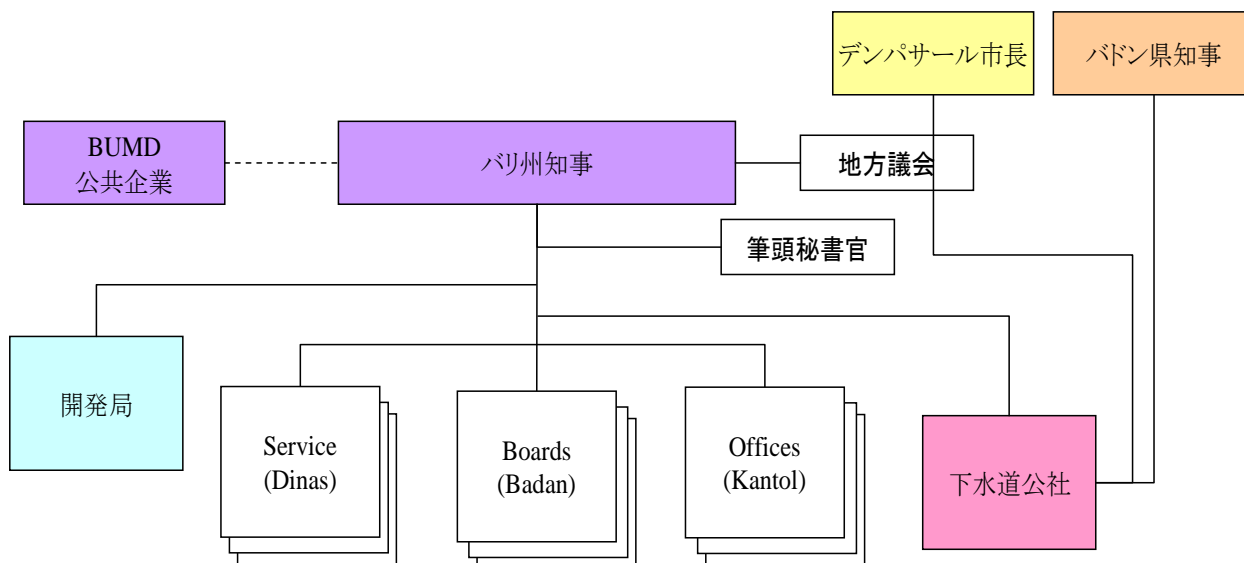


図 2.4.3 地方政府組織略図

バリ州政府に於ける水関係者は上記の通りである。

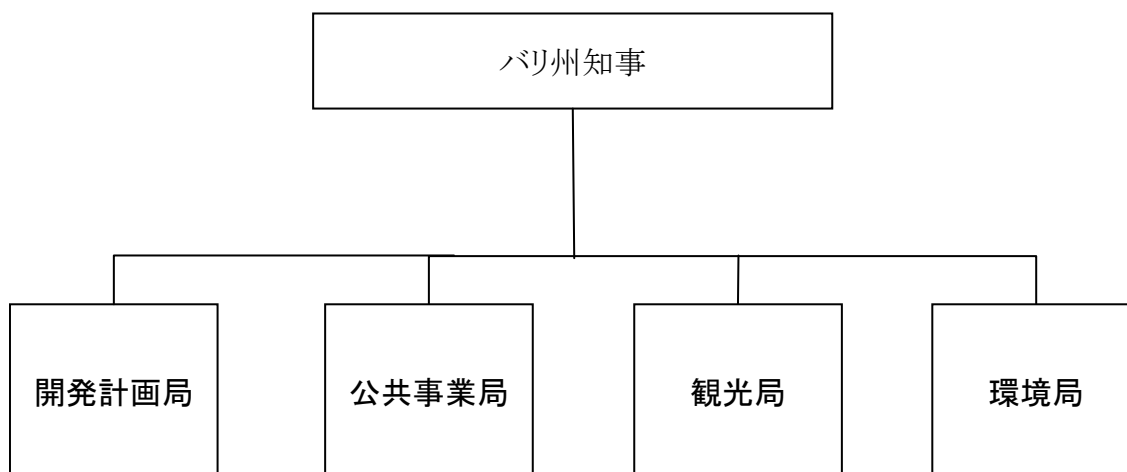


図 2.4.4 バリ州政府水関連機関

- ・ 開発計画局（BAPPEDA）は、州の開発計画策定、事業実施の優先順位を決定する権限を有する。
- ・ バリ州の公共事業局（Dinas PU）は地域開発計画に基づいた上水道計画の策定を担う。
- ・ 環境局は水質基準の策定を行う。
- ・ 森林局はバリ下水処理場に土地を貸与する面で関連性がある。土地使用、拡張の場合は当局の許可が必要。

上記のようにバリ州内でも多岐に亘る関係者が存在する。

次に公共事業局の組織図を図 2.4.5 に示す。

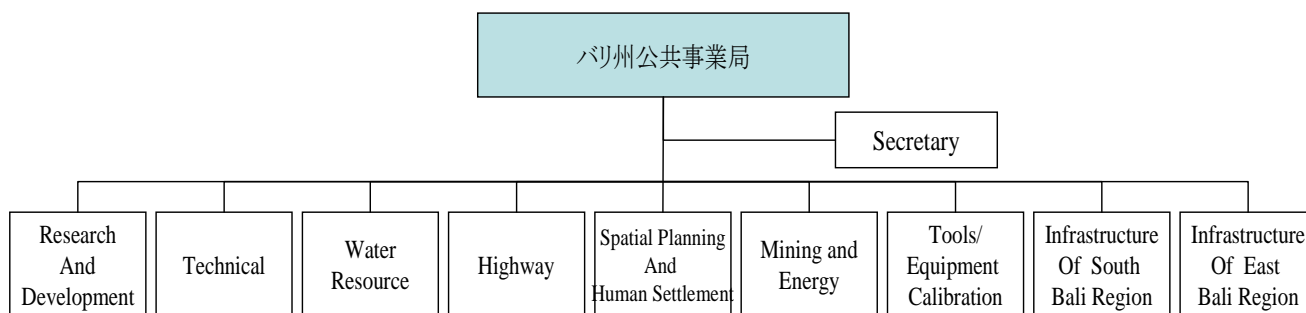


図 2.4.5 バリ州公共事業局組織略図

県/市への上水道サービスは水道公社（PDAM）により実施されている。水道公社は、県・市が 100% 所有する公営企業（BUMD）であり、その組織概略図を図 2.4.6 に示す。

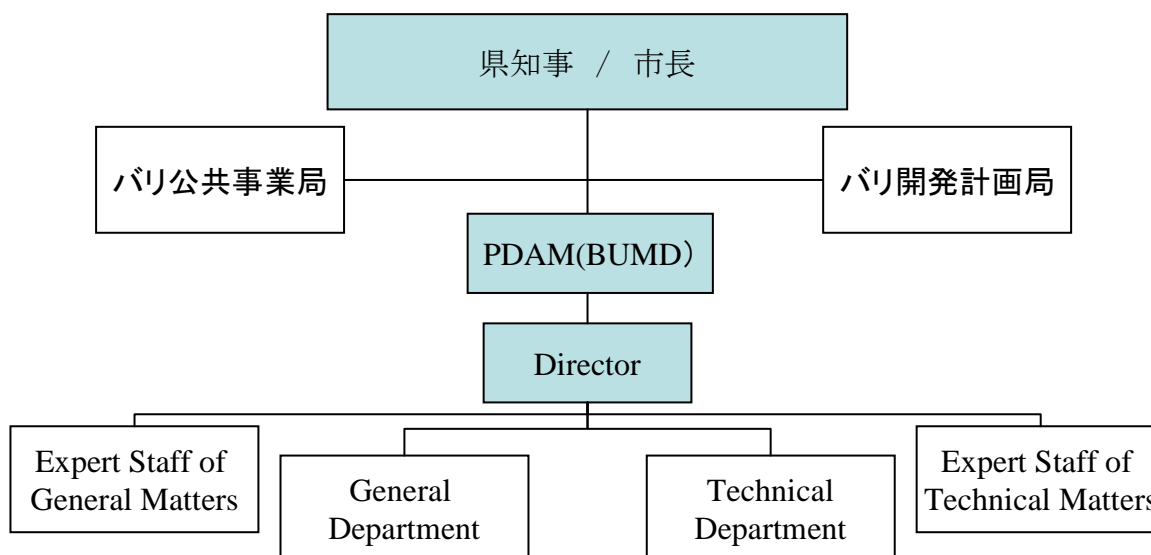


図 2.4.6 PDAM の組織概略図例

### 2.4.3 官民連携事業に対応する組織

官民連携事業（Public Private Partnership、PPP）に対応する組織としてバリ州は PPP Team を組成し韓国の南バリ上水道案件（unsolicited）案件の推進を行っている。チームのメンバーは Dinus PU が主体であるが、中央政府の PU から参加し構成されている。尚、バリ州政府は本南バリ PPP 再生水利用事業に対しても PPP 専門チームの組成を検討している。

## 2.5 南バリにおける水道の現況

### 2.5.1 デンパサル市の水道

#### (1) 給水

最新の給水状況を示す基礎情報を表 2.5.1 に示す。

**表 2.5.1 給水に関する基礎情報**

項目	単位	デンパサル	備考
給水人口	人	338,235	
需要量（日平均）	m <sup>3</sup> /日	73,335	
普及率	%	50.16	Feb. 2011 のデータ：338,235 人/674,361 人
一人当たり消費量	lpcd	197	有収水と給水人口(2008)から推定 27,804,948 m <sup>3</sup> /年/366 日/408,414 人

注：PDAM から入手した 2010 年のデータを基に作成

配水地域の給水状況を分かり易く示した図を図 2.5.1 に示す。この図は JICA 調査 2009 から引用したものであるが、調査対象地域の給水状況を把握するには有益な情報である。給水が 12 時間以下の断続給水地域はデンパサルの西側に集中している。本調査の対象地域については、給水が 12 時間以下の地域が下水処理場の北側にあるものの、ほとんどは 18 時間以上給水されており、比較的給水状況は良いことが分かる。

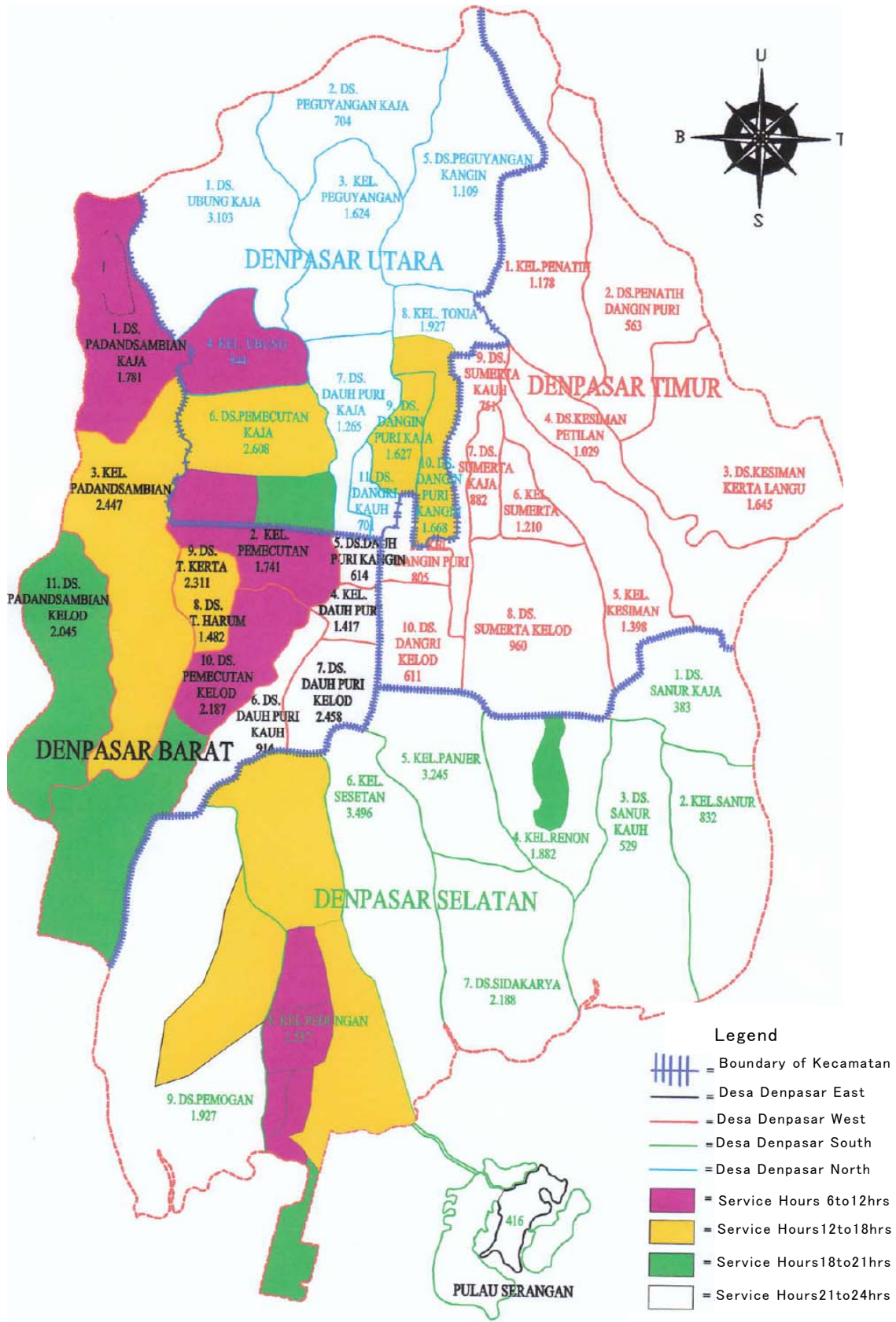


图 2.5.1 断続給水区域

(2) 既存水道施設

1) 水源別取水施設

水道水源は、河川水、地下水、湧水である。水道水源別の取水量を下表に示す。

**表 2.5.2 既存水源と取水容量**

水源	位置	取水量	備考
1) 河川			
Ayung River	Blusung	600 l/s (51,840 m <sup>3</sup> /日)	Ayung III WTP
Ayung River	Waribang	200 l/s (17,280 m <sup>3</sup> /日)	Waribang WTP
2) 地下水 (深井戸)			
20 Deep Well		454 l/s (39,230 m <sup>3</sup> /日)	
3) 湧水		0 l/s (0 m <sup>3</sup> /日)	
4) 合計		1,254 l/s (108,350 m <sup>3</sup> /日)	

注：PDAM から入手した 2010 年のデータを基に作成

2 箇所の浄水場 (Ayung III 浄水場および Waribang 浄水場) は Ayung 川から取水している。SUBAK (水利組合) の影響力が大きいいため、水道用に必ずしも河川水が優先的に利用できるわけではない。

PDAM デンパサールは、表 2.5.3 に示すように 2005 年から 2009 年の間に 6 本の深井戸を建設し運用している。

**表 2.5.3 PDAM デンパサールによる深井戸開発**

名称	建設	能力	備考
SB Banjar Gunung	2007	24 l/s (2,070 m <sup>3</sup> /日)	稼働中
SB Sidakarya	2008	29 l/s (2,510 m <sup>3</sup> /日)	稼働中
SB Pelagan	2009	15 l/s (1,300 m <sup>3</sup> /日)	稼働中
SB Kebo Iwa	2009	8 l/s (690 m <sup>3</sup> /日)	稼働中
SB in Jl. Pulau Singkep	2009	40 l/s (3,460 m <sup>3</sup> /日)	稼働中
SB in Jl. Mahendra Data	2009	9 l/s (780 m <sup>3</sup> /日)	稼働中

注：PDAM から入手した 2010 年のデータを基に作成

2) 浄水量

既存施設の浄水能力と浄水量実績を水源別に以下の表に示す。

**表 2.5.4 浄水能力と実際の浄水量（2010年）**

水源	浄水能力		浄水量		備考
	(l/秒)	(m <sup>3</sup> /日)	(l/秒)	(m <sup>3</sup> /日)	
1) 河川水					浄水能力に比べ、実際の浄水量が少ないのは、取水可能量が減少したためである。水利権の優先度が灌漑農業にあることも影響している。
Ayung III WTP	500	43,200	488	42,160	
Package Plant*	50	4,320	37	3,200	
Waribang WTP	200	17,280	173	14,950	
小計	750	64,800	698	60,310	
2) 地下水（深井戸）					地下水利用量は減少している。
20箇所	454	39,230	448	38,710	
3) 湧水	0	0	0	0	湧水は利用されていない。
4) 合計	1,204	104,030	1,146	99,020	

注：Ayung III 浄水場にはパッケージ型の浄水場が設置されている。

PDAM から入手した 2010 年のデータを基に作成

各浄水場で採用されている表流水（河川水）の処理プロセスは、以下に示すように急速砂濾過法である。凝集剤は硫酸アルミニウムとポリ塩化アルミニウム（PAC）の両方が使用されている。深井戸の地下水は、塩素処理をして配水されている。

### Ayung III 浄水場

前沈殿⇒エアレーション⇒急速攪拌⇒フロック形成⇒沈殿（パルセーター）⇒急速砂ろ過⇒塩素消毒

### パッケージ型浄水場

前沈殿⇒急速攪拌⇒フロック形成⇒沈殿（傾斜管）⇒急速砂ろ過⇒塩素消毒

### Waribang 浄水場

急速攪拌⇒フロック形成⇒沈殿（傾斜管）⇒急速砂ろ過⇒塩素消毒

### 3) 配水池

既存配水池は、下表に示したとおり、全部で 4 池（総容量は 16,500m<sup>3</sup>）、そのうち 2 池が浄水場内にある。Tonja 配水池は受水量が少なく、給水圧が低いという問題がある。地下水と Ayung III 浄水場から受水しているが、地下水は濁れてしまっている。

**表 2.5.5 配水池**

No.	配水池名称	容量	備考
1	Ayung III WTPs	10,000 m <sup>3</sup>	地下型の場内配水池
2	Waribang WTP	2,700 m <sup>3</sup>	地下型の場内配水池
3	Tonja	3,400 m <sup>3</sup>	受水量が少なく、給水圧が低いという問題がある。
4	Pohmanis	400 m <sup>3</sup>	
	合計	16,500 m <sup>3</sup>	

#### 4) 送配水管

既存の送水管および配水管を材質、口径毎にまとめたものをそれぞれ表 2.5.6、表 2.5.7 に示す。送水管（直径 250mm～700mm）の総延長は 4km 程であり、鉄管は 70%、石綿管（ACP）は 30% で占められている。

既存配水管の総延長は 957km であり、口径 150mm 以下の小口径管 788km を含んでいる。このうち配水本管（200mm～600mm）の延長は 169km であり、PVC と ACP の割合はそれぞれ 50%、30% である。ACP は 1971 年にコロンボプランの一部としてオーストラリアの協力により敷設された。

**表 2.5.6 送水管**

管材	口径				総延長 (m)	
	250mm	500mm	600mm	700mm		
鉄管	2,123	180	375	120	2,798	70.0%
石綿管			1,200		1,200	30.0%
合計	2,123	180	1,575	120	3,998	100.0%

注：JICA 調査 2009 から引用（2009 年に PDAM から入手した資料を基に作成）

**表 2.5.7 配水管**

管材質	口径別延長(m)					総延長 (m)
	50-150	200 - 350	375 - 600	小計		
SP	-	11,734	18,061	29,795	17.6 %	
ACP	-	40,928	8,213	49,141	29.0 %	
DCIP	-		3,492	3,492	2.1 %	
PVC	-	81,343	3,124	84,467	49.9 %	
SGP	-	2,381		2,381	1.4 %	
ACP, GIP, PVC, PE	787,504					
合計	787,504	136,386	32,890	169,276	100 %	956,780

注：JICA 調査 2009 から引用（2009 年に PDAM から入手した資料を基に作成）

#### 5) 飲料水の供給プロジェクト

PDAM デンパサルが配水している水は飲料水ではなく、それ以外の利用を目的とした水であり、クリーンウォーターと呼ばれている。しかしながら法令（Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.16 Tahun 2005）に従い、PDAM デンパサルは 2008 年 7 月 1 日から Sumerta 地域の Subita 道路周辺 415 戸を対象に、深井戸から取水した地下水の飲料水としての配水を開始した。

#### 6) 無収水削減対策

JICA 調査 2009 による最近 10 年の無収水率と 2012 年までの計画を表 2.5.8 に示す。

今回入手した 2011 年の推定無収水率は 29.36%であり、報告書の数字よりかなり悪いが、詳細は不明である。

**表 2.5.8 PDAM デンパサー無収水率**

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2012
%	22.83	20.14	17.62	21.05	24.62	22.60	22.90	20.69	20.00

出典：JICA 調査 2009

## 2.5.2 バドゥン県の水道

### (1) 現在の給水状況

PDAM バドゥンによる現在の給水状況を表 2.5.9 に示す。基本的には全域 24 時間給水である。

**表 2.5.9 現在の給水状況（バドゥン県）**

	単位	PDAM バドゥン	PT.TB	PDAM バドゥン + PT.TB	備考
人口	人	281,426	102,727	384,153	
給水人口	人	186,744	98,394	285,138	
需要量（日平均・日最大）	m <sup>3</sup> /日	22,759	54,033	76,792	
普及率	%	66.4 %	95.8%	74.2%	PDAM バドゥン: 186,744 / 281,426 PDAM バドゥン+ PT.TB: 285,138 / 384,153
一人当たり消費量	lpcd	111	-	142*	有収水量とその推定給 水人口から計算(2011) PDAM バドゥン: 18,248,000 / 164,316 *: PDAM バドゥン + part of PT.TB: 35,772, 000 / 251,940

注：PDAM から入手した 2010 年のデータを基に作成

PT.TB は南バリ地域への上水道事業を、BOT 事業のコンセッション契約に基づき実施している事業目的会社である。

PT Arta Buana Mulia (PT.TB と以後記す)は、南バリ地域への上水道事業を、BOT 事業のコンセッション契約に基づき実施している事業目的会社である。PT.TB は民間企業 3 社（株保有率 3 社合計 55%）と PDAM バドゥン(株保有率 45%で筆頭株主)から構成されている。なお、コンセッション契約は 20 年間有効で、2012 年末には契約が満了となり、PDAM バドゥンへ移管されるとの情報がある。

### (2) 既存水道施設

#### 1) 水源（取水）

3 箇所の浄水場水源は河川とダムからの表流水である。9 箇所の湧水と 22 箇所の深井戸も



利用されている。これら水源の取水量は以下に列記する通りである。

**表 2.5.10 既存水源と取水容量**

水源	PDAM	取水能力	位置
1) 河川水	PT.TB	600 l/s (51,840 m <sup>3</sup> /日)	Ayung River
	PDAM バドゥン	300 l/s (25,920 m <sup>3</sup> /日)	Badung River, Estuary Dam 1)
	小計	900 l/s (77,760 m <sup>3</sup> /日)	
2) 地下水 (深井戸)	PDAM バドゥン	344 l/s (29,720 m <sup>3</sup> /日)	
	PT.TB	25 l/s (2,160 m <sup>3</sup> /日)	
	小計	369 l/s (31,880 m <sup>3</sup> /日)	
3) 湧水	PDAM バドゥン	99 l/s (8,560 m <sup>3</sup> /日)	
4) 合計		1,368 l/s (118,200 m <sup>3</sup> /日)	

注：1) Estuary ダムはバドゥン川の最下流にある。Estuary 浄水場の水道水は全て PTTB に送水。

2) 浄水量

PDAM バドゥンは Estuary 浄水場、22 本の深井戸、9 本の湧水を運転管理している。PT.TB は Ayung I & II 浄水場と 1 本の深井戸を運転管理している。

**表 2.5.11 浄水能力と実際の浄水量 (2010 年)**

水源	浄水能力		浄水量		備考
	(l/s)	(m <sup>3</sup> /d)	(l/s)	(m <sup>3</sup> /d)	
河川水					Ayung I と II 浄水場での浄水量は能力より少ない。これは取水可能量が減少しているからである。
Ayung I & II WTP	600	51,840	420	36,290	
Estuary WTP	300	25,920	318	27,480	
小計	900	77,760	738	63,770	
地下水 (深井戸)					地下水汲上げ量が施設能力よりも少ない。毎年地下水利用可能量が減少しているからである。
PDAM バドゥン	344	29,720	286	24,710	
PT.TB	25	2,160	25	2,160	
小計	369	31,880	311	26,870	
湧水					
PDAM バドゥン	99	8,560	94	8,120	
合計	1,368	118,200	1,143	98,760	

注：PDAM から入手した 2010 年のデータを基に作成

地下水 (深井戸) の供給量は、2007 年には深井戸 20 本で 275L/s (23,760m<sup>3</sup>/day) であったものが、2011 年には深井戸 22 本で 311L/s (26,870m<sup>3</sup>/day) に増加している。

各浄水場で採用されている水処理プロセスは急速砂濾過法である。Estuary 浄水場では、エアレーションが追加されている。地下水には鉄、マンガンの除去のためのろ過プロセスが採用されている。

**Ayung I&II 浄水場**

急速攪拌⇒フロック形成⇒沈殿（傾斜管）⇒急速砂ろ過⇒塩素消毒

**Estuary 浄水場**

エアレーション⇒急速攪拌⇒フロック形成⇒沈殿（ハルセタ）⇒急速砂ろ過⇒塩素消毒

**地下水（深井戸）**

塩素消毒⇒ろ過（鉄、マンガン除去）⇒塩素消毒

3) 配水池

既存配水池の概要の最新情報を表 2.5.12 に示す。

**表 2.5.12 配水池（2010 年現在）**

No.	名称	位置	容量
1	Blusung	Ayung I & II WTPs	8,000 m <sup>3</sup>
2		Estuary	1,000 m <sup>3</sup>
3	Teluk Benoa	Teluk Benoa	1,000 m <sup>3</sup>
4	Simpangan	Simpangan	1,000 m <sup>3</sup>
5	Ungasan	Ungasan	1,000 m <sup>3</sup>
6	UPA	Bualu Nusa Dua	3,000 m <sup>3</sup>
7	UPA	Bualu Nusa Dua	1,500 m <sup>3</sup>
	合計		15,500 m <sup>3</sup>

4) 送水管

送水管（口径 75mm～600mm）の総延長は約 39.4km である。その内訳を表 2.5.13 に示す。口径が 350mm 以上の送水管は石綿管である。一方、PT.TB の送水管は、表 2.5.14 の通りとなっている。

**表 2.5.13 PDAM バドゥンの処理水送水管**

口径 (mm)	延長 (m)	備考
75 - 300	30,842	GWI, PVC, AC
350	1,593	AC
450	1,900	AC
550	658	AC
600	4,488	AC
合計	39,481	

出典：JICA 調査 2009

**表 2.5.14 PT.TB の処理水送水管**

口径 (mm)	延長 (m)	備考
300	300	
400	16,861	5,625 m ACP
450	3,900	
500	16,400	15,000 m DCIP
600	10,819	8,319 m GRP
700	4,070	GRP
1000	3,000	GRP
合計	55,350	

出典：JICA 調査 2009

注：ACP: 石綿管、DCIP: ダクタイル鋳鉄管、GRP: ガラス強化熱硬化性プラスチック

石綿管 (ACP) はコロンボプランの時に敷設された。ACP の総延長は PT.TB を含めて 16,124m である。ダクタイル鋳鉄管 (DCIP) は以前の JICA プロジェクトにより敷設されており、状態は非常に良好である。

#### 5) 配水管

PDAM バドゥンの配水管を管種別にまとめたものを表 2.5.15 に示す。

**表 2.5.15 PDAM バドゥンの管種別配水管 (PT.TB を除く)**

管種	本管(口径)					合計	
	50-150mm	200-350mm	400-600mm	小計		延長 (m)	割合%
GIP	12,531	0	0	0	0.0%	12,531	2.3%
SP	0	6,162	0	6,162	9.9%	6,162	1.1%
PE	6,787	0	0	0	0.0%	6,787	1.3%
ACP	0	0	0	0	0.0%	0	0.0%
DCIP	0	0	0	0	0.0%	0	0.0%
PVC	461,083	55,971	0	55,971	90.1%	517,054	95.3%
SGP	0	0	0	0	0.0%	0	0.0%
合計	480,401	62,133	0	62,133	100.0%	542,534	100.0%

出典：JICA 調査 2009

口径 150mm 以下の配管延長は 480km であり、総延長 542km の約 89% を占める。石綿管は配水管用には使用されていない。

PT.TB の配水管のまとめを表 2.5.16 に示す。管の材質は PVC である。

**表 2.5.16 PT.TB の配水管(PVC)**

口径(mm)	延長 (m)
25	3,443
40	12,018
50	90,058
75	67,678
100	53,368
150	39,225
200	13,485
250	31,734
合計	311,009

出典：JICA 調査 2009

### (3) 飲料水供給パイロットプロジェクト

PDAM バドゥンは、法令 PPRI No.16 (2005 年) に基づき、地下水 (深井戸) を飲料水として配水するサービスを Anggunan 地域、Panglan 地域、Tegal Saet 地域、Green Lot 地域の約 1,200 戸に対して 2008 年に開始した。

### (4) 無収水削減対策

JICA 調査 2009 年で得られた PDAM バドゥン における 2008 年時の過去 4 年間の無収水率と 2012 年までの計画値を表 2.5.17 に示す。PDAM バドゥンは、無収水率を 2008 年時の 21.9% から 2012 年には 20% に削減することを目標としている。2011 年での無収水率は 20.6% と推定されている。なお、この無収水率は PT.TB を含めていない。PT.TB の現在の無収水率は 22% 程度との情報を入手している。

**表 2.5.17 PDAM バドゥンの無収水率**

年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
%	23.80	22.50	22.20	21.90	21.90	21.40	20.60

出典：JICA Study 2009

## 2.6 南バリにおける既往調査による水道計画

### 2.6.1 既往の水道計画レビュー

レビュー対象とした既往の水道計画調査は以下の 3 つである。

- JICA 調査「インドネシア国バリ州総合水資源開発・管理計画調査」(以後、JICA 調査 2006 と記す)
- インドネシア国のフェージビリティ調査、"Feasibility Study, SPAM SARBAGITAKU" (以後、F/S 2008 と記す)

- JICA 調査「インドネシア国南バリ上水道整備事業準備調査」（以後、JICA 調査 2009 と記す）

これらの計画調査において、デンパサール市とバドゥン県における水需要と給水計画を中心にレビューする。このレビューを通して、南バリ地域の水不足の状況、既往計画における将来の水需要及び上水道施設計画の概要を確認する。

#### (1) 水需要予測の概要

表 2.6.1 は F/S 2008 における 2025 年までの水需要予測、表 2.6.2 は JICA 調査 2006 における 2025 年までの水需要予測、表 2.6.3 は、JICA 調査 2009 における 2015 年までの水需要予測をそれぞれまとめたものである。なお、JICA 調査 2009 では、水需要の予測に、将来人口、水道普及率、一般家庭における一人一日当たり水需要量、無収水率を F/S 2008 で予測した数値と同じ値を適用している。

**表 2.6.1 F/S 2008 における水需要予測**

単位: (L/s)

管轄する水道公社	2005	2010	2015	2020	2025	
デンパサール	1,085	1,184	1,683	1,691	1,696	
バドゥン	バドゥン*	557	639	881	881	881
	PT.TB	452	608	849	1,094	1,338
	小計	1,009	1,247	1,730	1,975	2,219
計	2,094	2,431	3,413	3,666	3,915	

注：\*は PT. TB の給水区域を除いた PDAM バドゥン の給水区域であることを示す。

出典： the F/S 2008

**表 2.6.2 JICA 調査 2006 における水需要予測**

単位: (L/s)

管轄する水道公社	2005	2010	2015	2020	2025	
デンパサール	1,180	1,577	1,986	2,396	2,805	
バドゥン	バドゥン*	273	399	549	700	851
	PT.TB	444	604	849	1,094	1,338
	小計	717	1,003	1,398	1,794	2,189
計	1,897	2,580	3,384	4,190	4,994	

注：\*は PT. TB の給水区域を除いた PDAM バドゥン の給水区域であることを示す。

出典： JICA 調査 2006

表 2.6.3 JICA 調査 2009 における水需要予測

単位: (L/s)

管轄する水道公社		2005	2010	2015
デンパサール		1,142	1,441	1,768
バドゥン	バドゥン*	268	386	488
	PT.TB	225	225	300
	小計	493	1,003	1,398
計		1,635	2,444	3,166

注：\*は PT. TB の給水区域を除いた PDAM バドゥン の給水区域であることを示す。

出典： JICA 調査 2009

以上の水需要予測の各合計を比較したものを図 2.6.1 に示す。

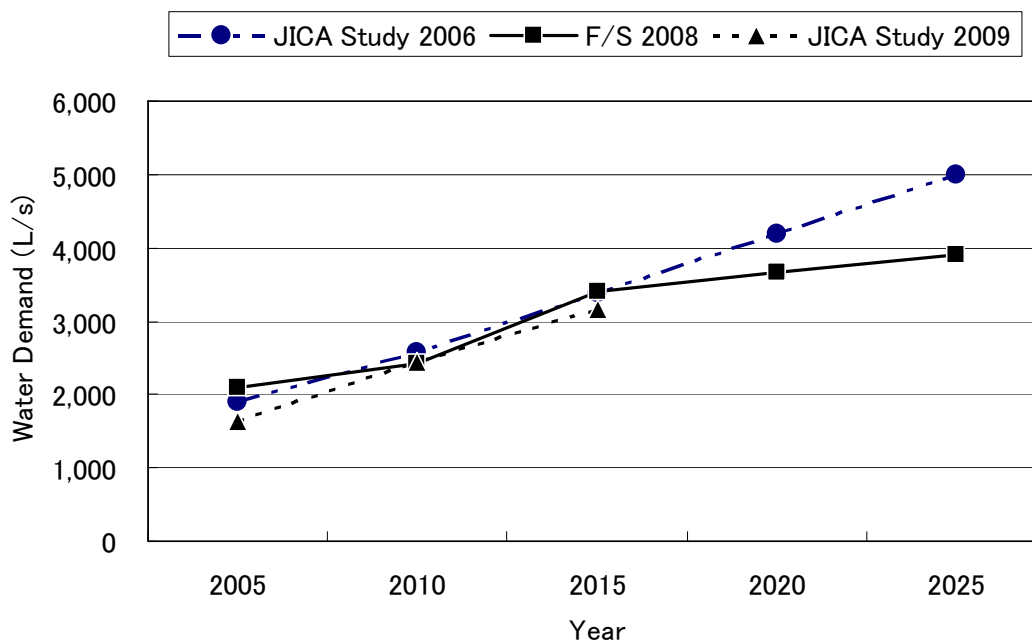


図 2.6.1 水需要予測の比較

3つの調査で予測された2015年の水需要は3,100~3,400 L/s程度とほぼ同じであるが、2025年のふたつの調査において、1,000 L/s程度の差が生じている。そこで、これらの調査の水需要予測に使われた基礎情報をレビューし、予測値が違った理由を考察する。

(2) 水需要予測に使われた基礎情報のレビュー

1) 南バリの人口予測

生活用水の需要は給水人口に基づき予測されるため、最初に人口をレビューする。F/S 2008とJICA調査2006で行われた南バリ（デンパサール市およびバドゥン県）の人口予測結果

(2010～2025)を表2.6.4と表2.6.5に示す。また、BPS（インドネシア中央統計庁）バリ州が記録している登録人口に基づいた人口も参考として各表に記載する。これらのデータを示した図を図2.6.2及び図2.6.3に示す。

**表 2.6.4 デンパサル市の人口予測**

単位：人

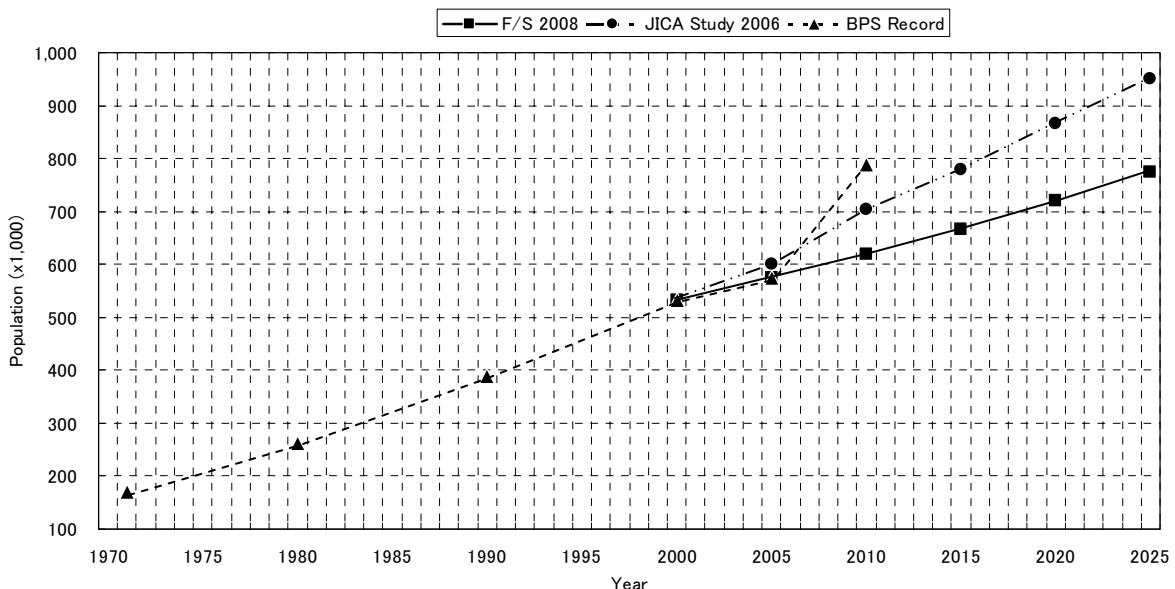
出典	2000	2005	2010	2015	2020	2025
F/S 2008	532,000	575,000	619,000	667,000	721,000	774,000
JICA 調査 2006	532,000	600,000	704,000	778,000	865,000	951,000
BPS Record	532,440	574,955	788,589	-	-	-

**表 2.6.5 バドゥン県の人口予測**

単位：人

出典	2000	2005	2010	2015	2020	2025
F/S 2008	346,000	375,000	402,000	444,000	493,000	542,000
JICA 調査 2006	346,000	379,000	425,000	460,000	500,000	540,000
BPS Record	345,863	374,377	543,332	-	-	-

F/S 2008による将来人口予測は、2000年から2007年の傾向を反映したため、JICA 調査 2006の人口予測を下方修正している。この点で、JICA 調査 2009のレビューでは、JICA 調査 2006とBPSの過去の記録（2000年および2005年）の人口予測を比較することにより、F/S 2008で予測した各市/県の将来人口は妥当であると述べている。



**図 2.6.2 デンパサル市の人口予測**

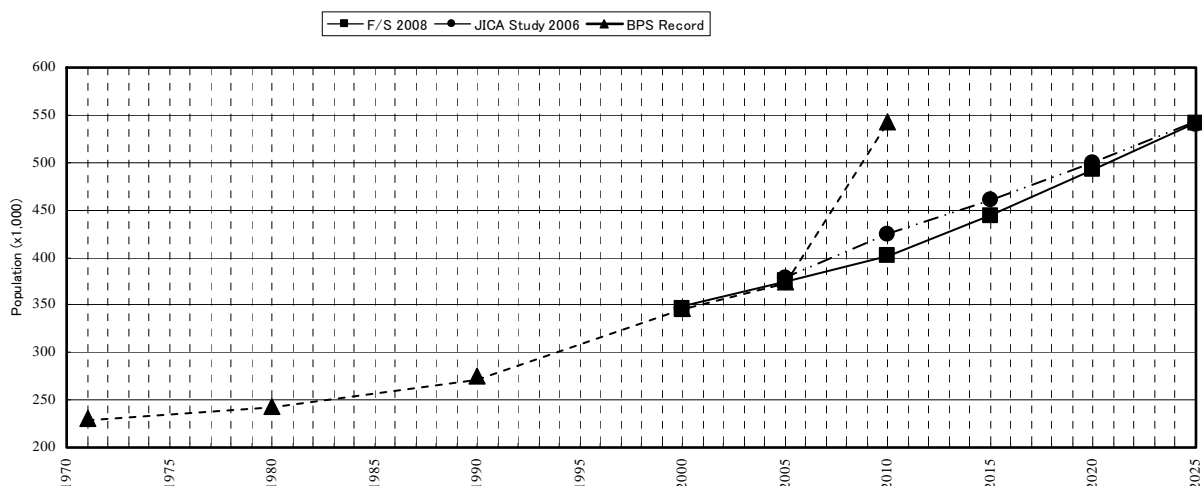


図 2.6.3 バドゥン県の人口予測

しかしながら、今回の調査で入手した 2010 年の国勢調査の結果を見ると、図に示したように、実際の人口は上記の調査での予測人口よりも多い。また、この人口増加は、これまでの人口増加傾向とかなり違った高い増加率を示している。その主な理由は、経済が好調なバリ島へ職を求めて、バリ州周辺の島々から移住してきた人々が増えていることにある。

## 2) 一般家庭における一人一日当たりの水需要

一般家庭における一人一日当たりの水需要（l/人/日）は、将来の生活用水の需要を予測する上で重要な計画パラメーターである。既往の計画調査において設定された一人一日当たりの水需要を表 2.6.6 にまとめた。

JICA 調査 2009 では PT.TB の数値を除き F/S 2008 の数値を採用している。F/S 2008 では一般家庭における一人一日当たり水需要量を、水源開発の困難な状況を考慮して、一般家庭で実際に使用された水量データ（2007 年に請求された量）に基づいて設定している。つまり、F/S 2008 における将来の水需要は、2007 年時点の実績給水レベルと同じと仮定して、予測されている。このため、PT.TB を含まないバドゥン県の一般家庭における一人一日当たり水需要は 109 lpcd と低い値に設定されている。

なお、PT.TB の水需要予測は、この一人一日当たりの水需要を使わず、PDAM バドゥンの水需要全体に対する比率を用いて予測している。このため、一般家庭における一人一日当たり水需要はこの調査報告書には記載されていない。



**表 2.6.6 一般家庭における一人一日当たりの水需要 (l/人/日) の設定値**

水道公社	F/S 2008 (2007年の水使用量データに基づいて算出)	JICA 調査 2006		
		2004	2010	2025
デンパサール	185	210	220	220
バドゥン	109	170	180	210
PT.TB	N/A	200	210	210

出典: JICA 調査 2009 は F/S 2008 の数値を使用した。

一方、JICA 調査 2006 では、2004 年当時の一般家庭における一人一日当たり水使用量（デンパサール市は 213 lpcd、バドゥン県は 146 lpcd、PT.TB は 202 lpcd）を元に、人々の生活水準の改善を配慮し、「イ」国給水設計ガイドラインを参考にして、一般家庭における一人一日当たりの水需要を設定している。

PDAM デンパサールでは、F/S 2008 の設定値である 185 lpcd は、JICA 調査 2006 の設定値である 220 lpcd より 16%低い程度である。一方 PDAM バドゥンでは、F/S 2008 の設定値である 109 lpcd は、JICA 調査 2006 の設定値である 210 lpcd の半分しかない。これは上述したように、水資源確保が難しい状況を配慮した現況固定値であり、実際の水需要は生活水準等を考慮するともっと高い値に設定されても良いと考えられる。

### 3) 水道普及率

表 2.6.7 には F/S2008 と JICA 調査 2006 において設定した将来の水道普及率を示す。F/S2008 では国連ミレニアム開発目標（MDG）において設定した都市域での水道普及率 87%という目標を達成するため、JICA 調査 2006 より高い水道普及率を設定している。

**表 2.6.7 将来の水道普及率**

水道公社名	F/S 2008		JICA 調査 2006		
	2010	2015	2004	2010	2015
デンパサール	67.9 %	78.2 %	45 %	55 %	60 %
バドゥン	64.5 %*	74.4 %*	35 %	45 %	53 %
PT.TB	-	-	65 %	70 %	80 %

注) \*はバドゥン県の数値であり、PT.TB の給水区域は含んでいない。

以上述べた表 2.6.6 と表 2.6.7 に提示された設定値から、既往の水道計画における一般住民への供給サービスの基本方針は以下のように特徴づけられる。

F/S2008 及び JICA 調査 2009 では、上水道による給水サービスをより多くの住民に提供するが、一般家庭への一人一日当たりの給水量は現状維持とする。一方、JICA 調査 2006 では、一般家庭への一人一日当たりの給水量は生活水準に見合う給水サービスを提供するが、サービス人口の拡大は緩やかなものにする。

現在、デンパサール水道公社とバドゥン水道公社は着実に配水網を整備し給水区域を拡大している。つまり、現在の水道整備は F/S2008 の水道整備方針に従って進められている。

#### 4) 水損失（漏水率）

水道公社が運営管理している、浄水場、配水池、給水管等の流出口で流量計測が実施されていないため、既設上水道施設における無収水率（NRW）の正確な把握は困難である。そこで、水需要予測で使用される無収水率（NRW）は、水損失（漏水率）の最大値と同等の値と推測して設定している。

#### 5) 季節変動係数

水需要は一般的に年間を通して変動する。浄水場は普通、日最大水量に基づき設計される。しかし、本節で検討された水需要は日平均水量であり、日最大水量を決定するために普通は変動係数（日平均水量と日最大水量の比）を乗じて計算される。

変動係数は通常毎月の水量変動の時系列的な動向分析から試算される。表 2.6.8 は F/S2008 におけるデンパサール水道公社で記録された変動係数を示している。しかし、この変動係数は将来水需要の試算には採用されていない。その一つの理由は、利用できる水資源に限界があるため、南バリの将来水需要を抑えて設定していることが挙げられる。

**表 2.6.8 デンパサールの季節的変動係数**

項目	2005	2006	2007
日最大水量 (L/s)	916	947	947
日平均水量 (L/s)	868	857	887
変動係数	1.06	1.10	1.07

出典：F/S 2008

#### 6) 一般家庭とそれ以外の水使用量の比率

一般家庭以外の水需要は、F/S 2008 調査と JICA 調査 2006 の両方において、一般家庭の水使用量に対する比率を用いて推定している。

表 2.6.9 は、F/S 2008 において適用された一般家庭とそれ以外の水使用量の比率を示している。この割合は、2007 年に請求された水使用量実績に基づいて算出されている。

**表 2.6.9 F/S 2008 における一般家庭とそれ以外の水使用量の比率**

水道公社名	単位	水使用量		
		一般家庭	一般家庭以外	合計
デンパサール	m <sup>3</sup> /年	21,944,154	5,482,936	27,427,090
	%	80%	20%	100%
バドゥン	m <sup>3</sup> /年	5,606,576	1,807,316	7,413,892
	%	75%	25%	100%

出典：F/S 2008

一方、JICA 調査 2006 においては、一般家庭とそれ以外の水使用量の比率を、表 2.6.10 に示されるように設定している。デンパサールでは、それ以外の比率がわずかながら増加しているが、バドゥンではほぼ固定されている。しかし PT.TB においては一般家庭以外の比率が増大するように設定されている。

**表 2.6.10 JICA 調査 2006 で設定された一般家庭とそれ以外の水需要の比率**

水道公社名	比率	2005	2010	2015	2020	2025
デンパサール	一般家庭	79%	78%	77%	76%	76%
	それ以外	21%	22%	23%	24%	24%
バドゥン*	一般家庭	86%	86%	85%	85%	85%
	それ以外	14%	14%	15%	15%	15%
PT.TB	一般家庭	52%	47%	41%	47%	35%
	それ以外	48%	53%	59%	63%	65%

注) \*はバドゥン県のみの数値であり、PT.TB の給水区域は含んでいない。

出典：JICA 調査 2006

### (3) 既往の調査で提案された今後必要な水道施設の供給能力

既往の調査では、水需要と水供給能力（現況及び既計画分）の差を、今後水需要に見合った給水量を確保するための水供給能力として算定している。F/S 2008、JICA 調査 2006、及び JICA 調査 2009 における算定表を、表 2.6.11、表 2.6.12 及び表 2.6.13 にそれぞれ示す。これらの調査で算定された今後必要となる水供給能力の比較を容易にするため、表 2.6.14 と表 2.6.15 に整理して示す。

水需要の予測が大きければ、現在及び既計画の水供給能力は限られているため、必要な供給能力はそれだけ大きくなる。F/S 2008 及び JICA 調査 2006 で提案されている今後必要な水供給能力は、JICA 調査 2006 に比較して半分以下となっている。これは、水需要予測のレビューで述べたように、水需要を抑えた水道計画を策定しているからである。つまり、水資源開発の困難さを配慮し、一般家庭への水道普及率向上を重視するものの、一般家庭における一人一日当たりの水需要については今後の生活水準の向上による増加分を見込ま

ないで現況の給水水準と同じと設定としているからである。

なお、上記の今後必要となる水供給能力を算定した際に、算定の基礎となった水供給能力の値と、前節で示した 2010 年の給水量(表 2.5.4 及び表 2.5.11 に記載)との比較を行った。まず F/S2008 において、デンパサル市で水供給能力を 1,184 L/s と設定(表 2.6.11)しているのに対し、水供給量実績は 1,146 L/s(表 2.5.4)とほぼ同じである。バドゥン県については、水供給能力を 1,251(=643+608) L/s と設定(表 2.6.11)しているのに対し、水供給量実績は 1,143 L/s(表 2.5.11)とこれもほとんど同じである。つまり、この計画で設定した水供給能力は、現況の供給能力と同じ状況にあることになる。

つぎに、JICA 調査 2006 においては、デンパサル市での水供給能力の設定値 1,115 L/s(表 2.6.12)は、水供給量実績値 1,146 L/s より少々低いだけである。バドゥン県の水供給能力の設定値 946(=296+650) L/s(表 2.6.12)は、水供給量実績値 1,143 L/s より少し低い設定となっている。

最後に JICA 調査 2009 においては、デンパサル市での水供給能力の設定値 1,184 L/s(表 2.6.13)は、水供給量実績 1,146 L/s より若干小さい設定となっている。バドゥン県の水供給能力設定値 643 L/s(表 2.6.13)は、水供給量実績値 1,143 L/s の 6 割程度しかない設定となっている。この実績値とこの調査の需要予測と比較すると、バドゥン県では 2015 年までは水供給能力の増強は不要となる。しかし、上述したように、ここでの水需要は水源確保の難しさを考慮したものであり、実際には水不足感は否めない。

**表 2.6.11 F/S 2008 による水需要と必要供給能力** 単位 : (L/s)

水道公社名	項目	2005	2010	2015	2020	2025
デンパサル	水需要	1,085	1,184	1,683	1,691	1,696
	供給能力	1,085	1,184	1,184	1,184	1,184
	収支	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-498</b>	<b>-507</b>	<b>-512</b>
バドゥン	水需要	557	639	881	881	881
	供給能力	609	643	643	643	643
	収支	<b>52</b>	<b>4</b>	<b>-238</b>	<b>-238</b>	<b>-238</b>
PT.TB	水需要	452	608	849	1,094	1,338
	供給能力	630	813	917	917	917
	収支	<b>178</b>	<b>205</b>	<b>68</b>	<b>-177</b>	<b>-421</b>
合計	水需要	2,094	2,431	3,413	3,666	3,915
	供給能力	2,324	2,640	2,744	2,744	2,744
	収支	<b>230</b>	<b>209</b>	<b>-669</b>	<b>-922</b>	<b>-1,171</b>

注) 合計と収支は丸め誤差のため正確な計算結果とは必ずしも一致しない。

出典 : 2008 年 F/S 調査

表 2.6.12 JICA 調査 2006 による水需要と必要供給能力

単位 : (L/s)

水道公社名	項目	2005	2010	2015	2020	2025
デンパサール	水需要	1,180	1,577	1,986	2,396	2,805
	供給能力	1,115				
	収支	<b>-65</b>	<b>-462</b>	<b>-871</b>	<b>-1,281</b>	<b>-1,690</b>
バドゥン	水需要	273	399	549	700	851
	供給能力	296				
	収支	<b>23</b>	<b>-103</b>	<b>-253</b>	<b>-404</b>	<b>-555</b>
PT.TB	水需要	444	604	849	1,094	1,338
	供給能力	650				
	収支	206	+46	-199	-444	-688
合計	水需要	1,897	2,580	3,384	4,190	4,994
	供給能力	2,061				
	収支	<b>164</b>	<b>-519</b>	<b>-1,323</b>	<b>-2,129</b>	<b>-2,933</b>

出典 : JICA 調査 2006

表 2.6.13 JICA 調査 2009 による水需要と必要供給能力

単位 : (L/s)

水道公社名		項目	2005	2010	2015
デンパサール		水需要	1,142	1,441	1,768
		供給能力	1,085	1,184	1,184
		収支	<b>-57</b>	<b>-927</b>	<b>-584</b>
バドゥン	バドゥン*	水需要	268	386	488
	PT.TB	水需要	292	285	374
	全バドゥン	水需要計	560	671	862
	全バドゥン	供給能力	609	643	643
		収支	<b>49</b>	<b>-28</b>	<b>-219</b>
合計		水需要	1,702	2,112	2,630
		供給能力	1,694	1,827	1,827
		収支	<b>-8</b>	<b>-285</b>	<b>-803</b>

注) 合計と収支は丸め誤差のため正確な計算結果とは必ずしも一致しない。

出典 : 2009 年 JICA 調査

**表 2.6.14 既往調査における必要給水能力の概要** **単位 : (L/s)**

水道公社名		2015	2020	2025
JICA 調査 2006	デンパサール	871	1,281	1,690
	バドゥン	452	848	1,243
	合計	1,323	2,129	2,933
F/S 2008	デンパサール	498	507	512
	バドゥン	409	415	659
	合計	669	922	1,171
JICA 調査 2009	デンパサール	584	N.A	N.A
	バドゥン	219	N.A	N.A
	合計	803	N.A	N.A

**表 2.6.15 既往調査における必要給水能力の概要** **単位 : (m<sup>3</sup>/日)**

水道公社名		2015	2020	2025
JICA 調査 2006	デンパサール	75,250	110,680	146,020
	バドゥン	39,050	73,270	107,400
	合計	114,300	183,950	253,420
F/S 2008	デンパサール	43,030	43,800	44,240
	バドゥン	35,340	35,860	56,940
	合計	78,370	79,660	101,180
JICA 調査 2009	デンパサール	50,460	N.A	N.A
	バドゥン	18,920	N.A	N.A
	合計	69,380	N.A	N.A

(4) 提案された水道施設計画に関わる水源開発計画

上記の必要な給水能力を確保するため、それぞれの調査で、以下のような表流水源から取水する水道施設計画が提案されている。

JICA 調査 2006 では、2025 年までに、アユンダム 1,800 L/s (155,500 m<sup>3</sup>/日)、ペタヌ川 300 L/s (25,900 m<sup>3</sup>/日)、およびペネット川 300L/s (25,900 m<sup>3</sup>/日)、合計 2,400 L/s (207,400 m<sup>3</sup>/日) の取水能力を有する水道施設の建設を提案している。

バリ州の調査 F/S 2008 では、2025 年までに、ペタヌ川 1,000 L/s (86,400 m<sup>3</sup>/日)、およびペネット川 500L/s (43,200 m<sup>3</sup>/日)、合計 1,500 L/s (129,600 m<sup>3</sup>/日) の取水能力を有する水道施設の建設を提案している。

JICA 調査 2009 では、2015 年までに、ペタヌ川 300 L/s (25,900 m<sup>3</sup>/日)、およびペネット川 300L/s (25,900 m<sup>3</sup>/日)、合計 600 L/s (51,800 m<sup>3</sup>/日) の取水能力を有する水道施設の建

設を提案している。

## 2.6.2 南バリにおける上水供給事業計画と最近の動向

水不足を緩和するため、次の3つの水道事業案件が「イ」国政府発表資料で取り上げられている。これらの案件の概要を下記に示す。図 2.6.4 には、計画水量と浄水場の位置を示す。なお、3番目の案件は、1番目と2番目の事業の一部が統合されたものである。この案件は、バリ州政府同意の下、現在韓国企業グループにより PPP 案件としての妥当性を検討する F/S 調査が実施されている。現在のところ、この調査の結果や進捗についての情報は公開されていない。

これらの水道事業案件での最大の課題は、河川水の取水量に限界があるため、適切な取水量が確保できる水源開発の実施が難しいという点である。また、水源開発は、巨額の費用が必要となるだけでなく、環境社会配慮として利害関係者の調整を行うため事業実現に長い年月がかかる。これらの観点から、水源開発を含む水業事業計画は、南バリでの水不足を解消する根本的な解決策ではあるものの、長期計画としてとらえるべきものである。

### (1) クルンクン県（ツカドウンダ）水供給事業計画（Klungkung Regency (Tukad Unda) Water Supply, Bali)

国家開発企画庁（BAPPENAS）の PPP Book（2010-2014）に「優先プロジェクト」（Priority Project）として登録されている。

- 案件概要：クルンクン県のツカドウンダ川の表流水を浄水処理（1,000ℓ/秒）し、40 km 送水し、デンパサール市に 300ℓ/秒、バドゥン県に 700ℓ/秒を供給する事業。
- PPP 事業：BOT 方式。事業規模：43.5 百万米ドル。事業主はクルンクン県
- スケジュール：入札 2011 年、契約 2011 年、土地取得 2011-2 年、建設 2012 年、2013 年竣工

### (2) 南バリ上水供給事業計画（Southern Bali Water Supply Project）

国家開発企画庁（BAPPENAS）の Blue Book（2006-2009）掲載案件。

既存水供給設備の改善・拡充事業。総投資額 57.5 百万米ドルの内、50 百万米ドルを海外援助国のソフトローンで資金調達する計画。主管は、公共事業省。

### (3) バリ南部上水処理事業計画（Bali Southern Water Treatment Facility）

2011 年インドネシア国際インフラ会議・展示会（IHICE）、2011 年 4 月 12-14 日、で紹介された 16 件の PPP 事業の一つ。ツカドウンダ川とペネト川の表流水をそれぞれ 1,500ℓ/秒、300ℓ/秒取水し浄水処理の上、デンパサール市、バドゥン県他に供給する事業。

予想投資額：59.1 百万米ドル。事業主は、バリ州政府。

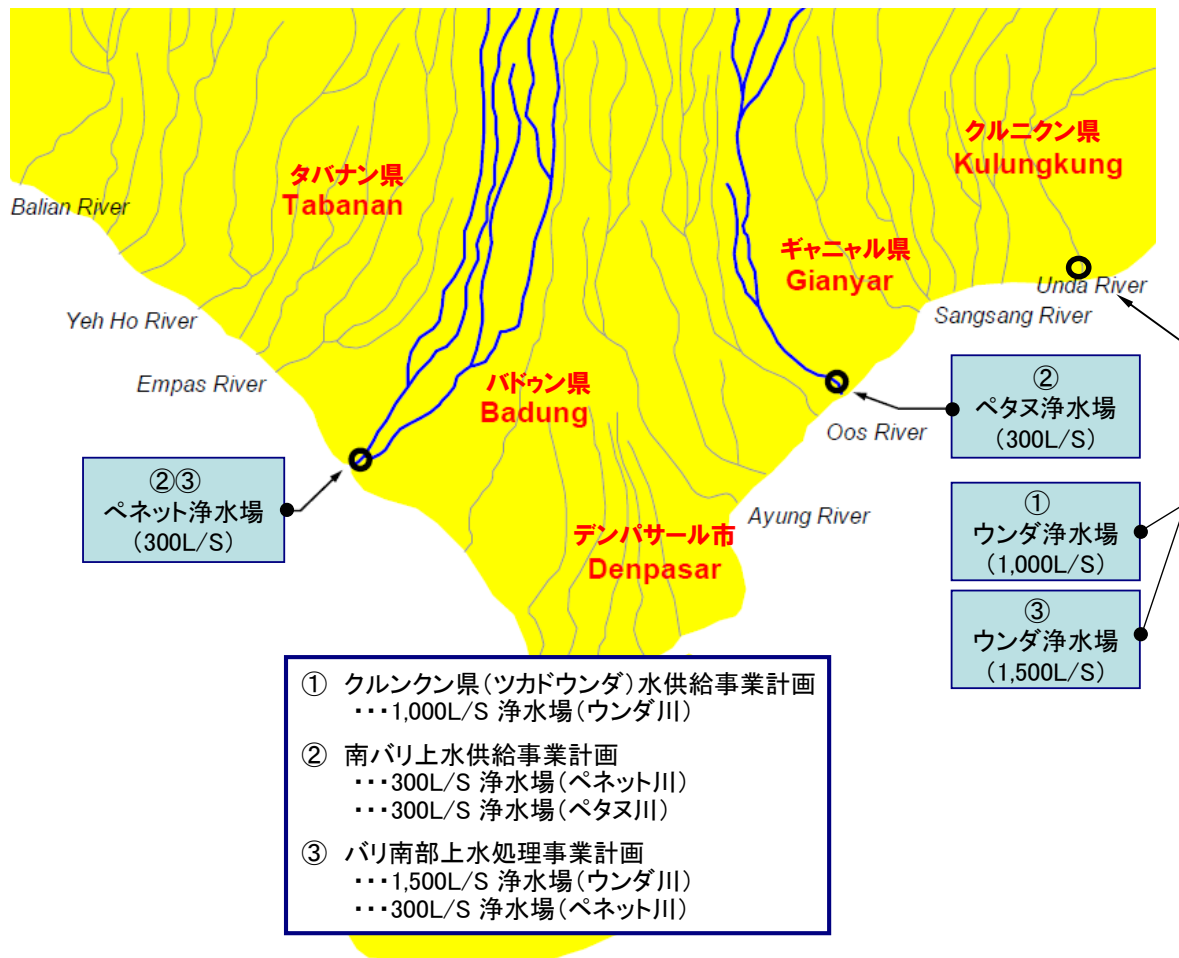


図 2.6.4 南バリにおける上水供給事業計画

## 2.7 南バリにおける再生水利用計画とその位置付け

水源開発を伴う長期の上水道計画を補完し、中・短期的に実施できる水不足対策が求められる。その対策のひとつとして、南バリに現存する Suwmng 下水処理場の処理水の有効利用とその実現化が期待される。以下に、バリ州政府と公共事業省が実施した Suwmng 下水処理場の処理水の有効利用のための検討書の概要を述べる。

### 2.7.1 バリ州作成の下水処理水再利用検討書(2008年10月)

本検討書のプレゼン資料<sup>1</sup>に示された内容を以下に整理して示す。

<sup>1</sup> プレゼン資料”WWTP Suwung Effluent Utilization As Raw Water Drinking Water Treatment Installation, October 2008”



### 1) 水需要先と水量

下水処理場の周辺地域で 100 L/s (8,640 m<sup>3</sup>/日) の水道水 (飲料水) が必要となっており、その内訳は以下の通りである。

- ブノア港 : 15 L/s (1,300 m<sup>3</sup>/日)
- リゾート開発計画 (BTID : Turtle Island Development) での水需要 (2010) 見込み : 75 L/s (6,480 m<sup>3</sup>/日)
- スランガン島の住民 : 10 L/s (860 m<sup>3</sup>/日)

### 2) 再生水供給システム

この供給システムは、下水処理場に新設した再生水処理施設で 100 L/s の再生水を生産し、需要先の地域に設置する貯水池に送水管 (口径 400~200mm) で送水する計画となっている。

再生水処理施設は、a) 曝気槽、b) 前塩素処理、c) バイオフィルター (回転円板接触槽)、d) VAF (Valve&Filter)、e) 活性炭処理槽、f) 精密 (UF) 膜、g) 後塩素処理から構成されている。

### 3) 事業費と維持管理費

総事業費は、655 億ルピアである。建設費は、総額 620 億ルピアで、内訳は水処理施設 420 億ルピア、送配水管施設 200 億ルピアである。その他設計費と管理費として 35 億ルピアを見積もっている。維持管理費は、電気代、薬品代、人件費、管理費、償還費からなり、再生水 1 m<sup>3</sup> 当たりの費用として、Rp. 2,300/m<sup>3</sup> と見積もっている。

### 4) 事業計画

施設設計開始 2009 年 1 月から運転開始 12 月まで 11 ヶ月間で実施する計画を策定している。その内訳は以下のとおりである。

- 計画設計を 2009 年 1 月から 4 月で実施 (4 ヶ月)
- 処理施設の建設を 2009 年 5 月~10 月 (6 ヶ月)
- 送水管の建設を 2009 年 7 月~9 月 (3 ヶ月)
- 配水管の建設を 2009 年 8 月~11 月 (4 ヶ月)
- 工事監理を 2009 年 5 月~11 月 (7 ヶ月)

### 5) 下水処理水の再利用による経済的便益

下水処理水を水道水 (飲料水) と同等の水質に処理して提供すれば、住民に利用してもらうことは可能である。また、処理施設の維持管理費用は創出される付加価値で賄うことが可能で、地域の水不足緩和に貢献できる。

### 6) 課題

以下の課題を指摘している。

- 下水処理場内の再生水処理施設を設置するには、確保できる土地の広さに限界があ

- る。
- 選定した膜技術は維持管理費が高い。
- 施設の維持管理には特別の注意を払う必要がある。

## 2.7.2 公共事業省人間居住総局作成の下水処理水再利用検討書(2009年)

### (1) 背景

「イ」国では、都市化が急激に進み、都市用水の需要が増大しているが、水資源の確保が益々難しく、水供給サービスを向上できない状況となっている。都市域に近い水源である河川等の表流水は汚染され、地下水は海水の混入等で質的な問題を抱えており、水需要先に近い水源を確保することは困難となっている。更に、気候変動等の影響から、これらの水源を量的に安定して持続的に確保することは益々困難な状況となっている。このため、新たな水源による水供給システムの建設や維持管理には、膨大な費用が必要となっている。

このような状況を鑑み、「イ」国公共事業省は、下水処理水の再利用により、水源不足による水需給逼迫状況の緩和、下水処理水放流水域への栄養負荷量の軽減化と水質汚濁防止、および地下水涵養の促進を図るため、国内 11 箇所（バンジャルマシン、チレボン、バンドン、ジョグジャカルタ、バリクパパン、スラカルタ、メダン、パラパット、ジャカルタ、デンパサール、タンゲラン）にある下水処理場の処理水を対象に調査を実施している。

### (2) デンパサールでの再生水利用検討書<sup>2 3</sup>

デンパサールに関する調査検討書は、下水処理水を上水（Clean Water）の代替水として利用できるかを、技術面、財務面を検討し、環境社会配慮の観点も調査した内容となっている。なお、検討書によると、調査の目的、調査結果と期待される効果は以下のとおりである。

#### 1) 目的：

- デンパサールのデンパサール下水処理場の処理水を代替水源のひとつとして再利用
- 上水の水資源不足への対応策
- 下水処理水再利用の実現可能性評価

#### 2) 調査結果と期待される効果：

- 下水処理水を上水（Clean Water）の代替水源として利用することにより、表流水や地下水からの取水量を削減できることが期待される。

<sup>2</sup> “Waste Water Re-Use From IPAL Suwung, Denpasar, Bali”, Directorate General of Human Settlements, Ministry of Public Works. (要約を英文に翻訳した資料)

<sup>3</sup> “RINGKASAN EKSEKUTIF, Bantek Pra FS & Penyusunan Konsep Desain Pemanfaatan Ulang Air IPAL Suwung Denpasar”, (英語訳: Executive Summary, Technical Assistance Pre FS & Preparation of Concept Design of Re-use of Water of WWTP Suwung Denpasar)

- この裨益効果は地方政府とその地域住民に寄与される。
- 下水処理水を再利用できる水処理施設を明らかにする。

### 3) 下水処理水再利用の基本戦略

本調査において実施したアンケート調査結果によると、i) 「もし再生水が”Clean”であれば、再生水を使う」56 %、ii) 「使用を躊躇する」26.4%、iii) 「宗教上の理由等で利用したくない」17.6%という結果であった。一方、民間部門では、「利用したくない」は50%、「利用する」は僅か13.3%であった。

これらの結果も配慮し、以下のふたつの方式を併用して、再処理水を利用する計画を提案している。下水再利用計画のイメージ図を図 2.7.1 に示す。

- ① 下水処理水を再処理施設で処理（20 L/s、1,700m<sup>3</sup>/日）し、一端貯水池（500 m<sup>3</sup>）に貯留した後、PDAM の貯水池へ送水し、ブノア港とスランガン島へ供給する。
- ② 下水処理水を塩素処理（80 L/s、6,900m<sup>3</sup>/日程度）し、主貯水池（1,500 m<sup>3</sup>）に貯めた後、送水管（口径 150mm、HDPE 管、延長 2,500～3,600m）により 3 つの貯水池（500 m<sup>3</sup>）に再生水を運ぶ。主貯水池を含む 4 つの貯水池から、散水車を使って、市内全域の需要地まで供給し、散水や消火栓水（Non consumption use）として利用する。

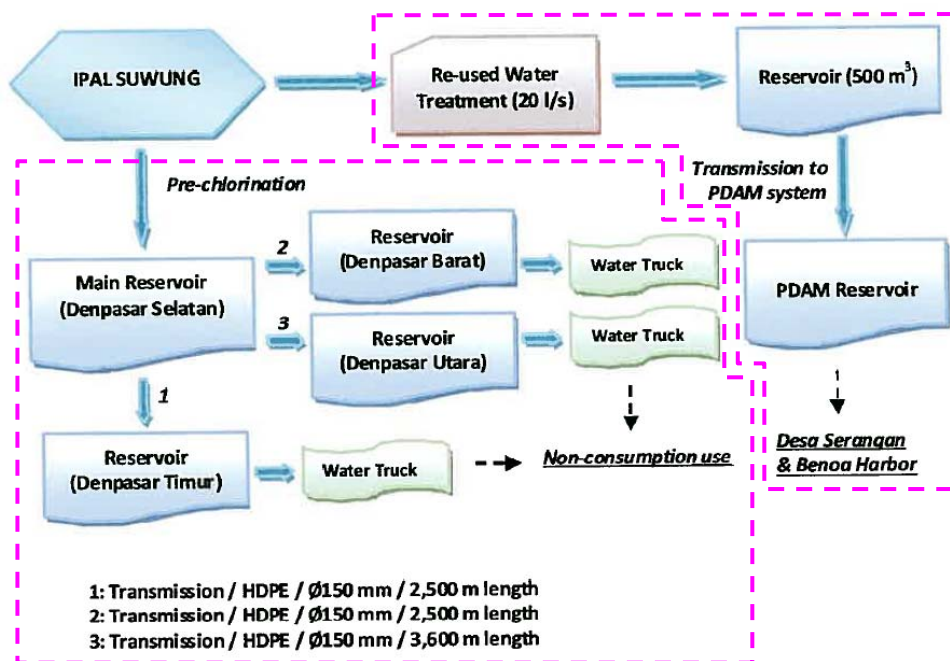


図 2.7.1 公共事業によるバリ下水処理場の下水処理水の再利用案

なお、下水処理水を再処理施設で処理（100 L/s、8,640m<sup>3</sup>/日）し、一端貯水池（1,500 m<sup>3</sup>）に貯留した後、PDAM の貯水池へ送水し、デンパサル市内に供給するという案も含まれていた。

上記の再生水利用計画を策定する過程で、上水の水源としての再生水を利用について検討している。再利用を、i) 直接利用と ii) 間接利用のふたつに分類し検討している。直接利用では、再生水処理施設で処理した再生水を上水処理施設で更に処理した後、ブノア港とスランガン島の新規住民に利用してもらう計画である。これを具体化した案が上記の①の方式である。一方、間接利用では、エスチュアリダムへ再生水を放流して上水道の水源として利用する方法、あるいは再生水を水泳やリクリエーション目的に利用してから、浄水施設で処理した後、上水として利用する方法について提示されている。しかし、この間接利用の具体的な方式の提案は報告書には含まれていない。

#### 4) 提案された再生水処理技術

再生水処理水技術は、以下のプロセスを選定している。

① 油分分離、② 凝集槽、③ フロック形成池、④ 沈殿池、⑤ ろ過池、⑥ 滅菌池、⑦ 汚泥処理施設

上記の処理技術は、飲料水の水質を確保できるとして提案されている。その選定過程で提案された代替案は以下のとおりである。なお、括弧内は貯留や輸送方法へ言及している。

これらの各プロセスの長所と欠点を比較し、代替案 2 を選定している。

##### i) 物理化学処理プロセス

代替案 1：凝集、曝気、沈殿砂ろ過、活性炭ろ過、ミネラル分補給、(貯水)

代替案 2：凝集、曝気、凝集、フロック形成、沈殿、砂ろ過、(貯水)

代替案 3：凝集、砂ろ過、(貯水池、パイプまたはトラック輸送でユーザへ)

代替案 4：凝集、(貯水、消火栓)

##### ii) 膜処理方式

代替案 5：凝集、曝気、沈殿、膜 (RO) モジュール、貯水

#### 5) 事業実施スケジュール

本調査を 2009 年実施 (本調査) しており、関係者への説明会開催など (Socialization) を 2011 年、パイロット・プロジェクトおよび施設の建設を 2012 年に実施する計画を提案している。

#### 6) 組織

PDAM が施設のオペレータとしての役割を果たす案が提案されている。

#### 7) 費用

施設の建設費と工事監理費に、2009 年価格で 190 億ルピア、社会配慮 10 億ルピアを計上している。

### 2.7.3 上記の検討書の内容についてのコメント

#### 1) バリ州作成の報告書について

本報告書は以下の点で不明で、事業の妥当性を評価できない。特に、主な需要先となっているリゾート開発計画で、再生水を上水（飲料水）として供給することが、受け入れられるのかの検証がなされていない。

- 水需要の算定根拠が示されていない。ブノア港ではどのような用途に利用するかの言及がない。リゾート開発計画が主要な水需要先となっているが、その詳細が明らかにされていない。
- スランガン島の住民に再生水を上水（飲料水）として利用する計画になっているが、一般家庭への上水道の水源として再生水を利用することの妥当性を検討した資料が提示されていない。
- 再生水の水質基準等が提示されてなく、提案した処理プロセスで、上水（飲料水）として提供できる根拠が示されていない。
- 総事業費が非常に安価に見積もられている。維持管理費（償還費を含めた）が、Rp. 2,300/m<sup>3</sup>と非常に安価である
- 事業実施スケジュールが、施設の設計から工事監理まで11ヶ月で完了する計画となっている。実行可能か疑問である。

#### 2) 公共事業省による調査報告書について

本報告書は下水処理水の利用を、再生水処理施設で高度処理して上水として再利用するものと、塩素処理して散水と消火栓水として利用する案が提案されている。以下の点で事業の妥当性を評価できない。

- 再生水処理施設で生産した再生水をブノア港とスランガン島の住民に供給する計画となっている。再生水は上水（飲料水）と同等の水質を確保する必要があるが、水質について具体的に検討した資料が示されていない。
- 再生水の上水源として再生水を利用することを検討する中で、RO膜による処理に言及している部分がある。しかし、最終提案された水処理技術の主なプロセスは、浄水処理プロセスであり、上水（飲料水）と同等の水質が確保されるかを示した資料は見あたらない。
- 事業実施計画で、関係者への説明会に一年を見込んでいるが、パイロット施設と本施設の建設にはわずか一年しか見込んでなく、実現可能性が低いと考える。
- 事業費が建設費と工事監理費で計上されているが非常に安価である。維持管理費が提示されておらず、財務分析等結果も示されていない。財務的実現可能か、料金はどの程度かの提示がない。したがって、財務面での実現可能性が不明確である。

---

## 第3章

# 「イ」国の水道及びPPPインフラ事業の 関連法制度

## 第3章 「イ」国の水道及びPPPインフラ事業の関連法制度

### 3.1 上下水道事業に関わる法律・規制

上水道セクターに関する法制度の下、地方分権化による上水道事業経営、特に水源配分の問題で、州と州の間、州内の市・県間や近隣の水道公社間の水源に関して不都合な問題が生じたため、国と地方が一体となり問題解決に当たるよう、2004年に「水源法（No. 7/2004）」、2005年に「上水道事業法（No. 16/2005）」が制定された。公共事業省では、上水道の計画、実施及び管理のガイドラインとして、2007年に「上水道事業開発推進に係る省令（No. 18/PRT/M/2007）」を制定した。

また、国は地方財政状況に鑑み、民間の資金・技術力を積極的に活用するため、官民連携（PPP）によるインフラ建設を促進すべく、2005年に「官民連携によるインフラ建設に係る大統領令（No. 67/2005）」を制定し、2010年、2011年に一部内容を改訂した。2010年に国家開発計画庁が、官民連携によるインフラ建設推進に係るガイドラインを制定、これを受けて、公共事業省は、2010年に「上水道開発に係る官民連携ガイドライン（No. 12/PRT/M/2010）」を制定した。

上水道の水質改善のため、水源の水質維持、下水処理技術開発、再生水利用について、公共事業省は、2011年に「水源利用に関するガイドライン（No. 6/2011）」を制定した。

#### 3.1.1 水源に関する法令

表流水、地下水等を水源として利用することに関し、水源法（No. 7/2004）では、次のように規定している。

##### (1) 対象となる水源

河川の表流水、地下水、雨水、海水を含む地上、地下の全ての水

##### (2) 水利権

水源を利用する権利として、次の2つの権利を規定。

##### 1) 水を利用する権利（water utilization license）

周辺住人が生活水や農作物に水を利用するのは許可が不要。ただし、環境変化を招く恐れや、大量取水、遠隔地での農業利用には、政府または地方政府の許可が必要。

##### 2) 水事業を営む権利（water business license）

個人または企業は、政府または地方政府の許可を取得すれば権利が与えられる。

## (2) 水源利用による上水道事業

飲料水供給のための上水道整備開発を政府または地方政府の責任と定める一方、国営企業または州立企業による上水道施設の運営、民間、個人、公共団体が上水道整備開発事業に携わることを認めている。

次の上水道事業法（No.16/2005）にて、細則が規定されている。

### 3.1.2 上水道事業に関する法令

水源法（No.7/2004）の第 40 条を受けて、上水道事業法（No.16/2005）は、上水道整備開発について、次のように規定している。

#### (1) 整備開発規定に於ける基本方針

- 手頃な価格での良質な飲料水事業運営と供給サービスの実現
- 消費者と供給者双方が納得する利害調整
- 飲料水供給サービスの提供だけでなく、効率の良いサービスの実現

#### (2) 上水道整備開発の権限および責任

- 政府および地方政府が、上水道整備開発の責任を負う。
- 政府は国営企業（BUMN）、地方政府（州、市、県）は公営企業（BUMD）を設立し上水道整備開発を推進する。外部援助が必要な場合は、監視・管理委員会の承認により、団体、民間企業、地域社会の参画を得ることができる。
- 国営企業（BUMN）、公営企業（BUMD）が上水道整備開発を実現できない場合は、上水道整備開発事業の一部または全部を民間に委ねることができる。

#### (3) 民間企業、地域社会の参画

国営企業（BUMN）または公営企業（BUMD）が上水道供給サービスを提供出来ない地域で、民間企業は上水道事業を行うことができる。ただし、競争入札で選定されることが必要。

入札手続きに関するガイドラインは、公共事業省の省令（No.18/PRT/M/2007）及び同省・省令（No.12/PRT/M/2010）に規定されている。

#### (4) その他

上水道整備開発推進のため、政府は、地方政府の育成を行う。国営企業（BUMN）、公営企業（BUMD）の育成。指導監督は、政府、地方政府が行う。



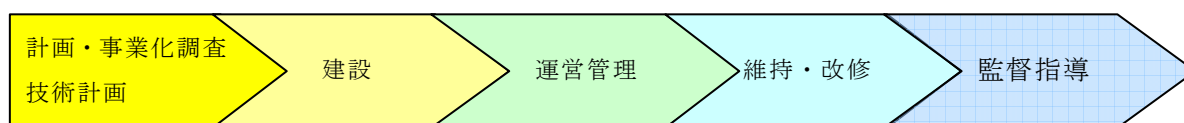
上水道事業法制定以前の上水道事業権は、その事業権が消滅次第、無効となる。

(\*)南バリ地域の民間水道会社 PT TB 社 (PT Tirta Artha Buana mulia) の事業権は 2012 年 12 月に無効となる。PT TB 社には、バドゥン水道公社 (PDAM Badung) が 45% 出資している。

### 3.1.3 上水道事業開発の進め方についての法令

#### (1) 公共事業省・省令 (No.18/PRT/M/2007)

本省令は、上水道事業 (SPAM) の開発計画段階から建設・施行に至るまでの進め方に関するガイドラインを規定している。



#### 1) 事業参画組織

中央政府・地方政府傘下の企業、一般企業、個人企業、社会団体であれば、上水道事業を営むことができる。

#### 2) 事業化調査

当該サービス地域に於ける上水道事業の事業化レベルを見極めるために、技術、環境、運営組織、財務の観点から、事業化調査を実施する。

#### 3) 官民連携による水道事業開発

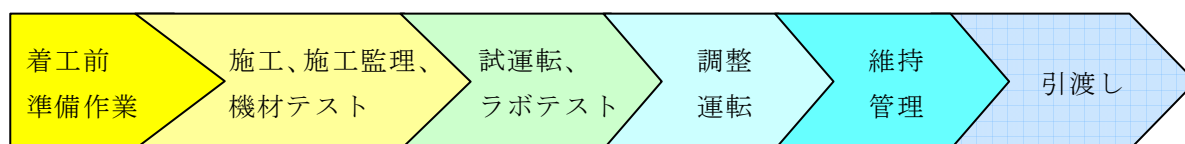
官民連携による上水道事業開発を実施する場合は、政府または提案企業が事業化調査を行う。事業化調査ではリスクの負担配分の見直しを行うとともに、入札書類として利用されることも考慮すること。手続詳細については、公共事業省の上水道開発に係る官民連携ガイドラインに係る省令 (No.12/PRT/M/2010) に規定されている。

#### 4) 上水道事業開発に係る技術計画

技術計画は、取水、浄水、配水、サービスの各ユニットを含めたものとし、市や区域内で上水道開発をどのように展開するか詳細に記述する必要がある。

#### 5) 上水道施設建設

上水道施設は、技術計画に基づき建設されること。また、建設は、事業会社が自ら施工するか、または、建設業者を起用して施工する。



## 6) 上水道事業の維持管理

上水道事業は、施設の運転・活用と業務管理・組織活動から構成される実務組織を構築して実施すること。

### 7) 報告義務

- 事業会社は、毎月、管轄の地方政府に、成果報告書を提出する。
- 事業会社は、4半期毎に、公共事業省経由、上水道開発援助庁（BPP-SPAM）に成果報告書を提出する。
- 事業会社は、毎年、認定機関の監査を受けた財務報告書と成果報告書を政府に提出する。その写しを BPP-SPAM にも提出する。

## (2) 公共事業省・省令（No.12/PRT/M/2010）上水道開発に係る官民連携ガイドライン

本規則は、官民連携による上水道事業推進に係るガイドラインとして制定されたもので、国家開発企画庁策定のインフラ事業推進に係る官民連携ガイドライン省令（No.4/2010）に準拠している。

上水道事業の推進は、中央政府ならびに地方政府が実施し、その実施に際して、中央政府、地方政府は、国または地方政府傘下の公営企業を設立することができる。また、上水道事業推進において、民間企業の参加を求めることができる。

上水道事業の事業実施機関は、州をまたぐ場合は、公共事業大臣、州内の県をまたぐ場合は州知事、県または市内の場合は、県知事または市長とする。州知事または県知事・市長は主席知事補佐官（SEKDA）あるいは担当局代表・責任者に権限を委任できる。

その他細目は、3.2 項の官民連携でのインフラ投資に係るインドネシアの法的枠組みに詳述する。

### 3.1.4 再生水を水道公社（PDAM）経由で販売することに関する法的考察

上水道事業法（No.16/2005）に従い、上水道サービスは各地方政府傘下の公営企業が実施する。ほとんどの地区で、当該サービスのためバドゥン県、デンパサール市を含め、水道公社が設立

されている。水道公社という用語は、地域の飲料水会社を略したもので、この表示からみると、水道公社が非飲料用の飲用不可の水（clean water）を購入できるかどうか疑問である。

上水道事業法（No.16/2005）では、飲料水は、「処理の有無に係らず健康上必要且つ飲用可能な一般飲料水」と定義されている。この理解に立つと、上水道事業法（No.16/2005）の主旨は、地域社会に、市を含め政府が飲料水を提供できることを定めたものと結論づけることができるが、政府が非飲料用の水（clean water）を追加サービスとして提供することを制限するものではない。

水道公社が非飲料用の水を購入し販売することが可能かどうか、この疑問を解くために、水道公社の定款等に、どのような権限が付与されているかを調べた。本件に関するデンパサル水道公社とバドゥン県水道公社での調査結果を以下に示す。

#### (1) デンパサル水道公社

デンパサル市の規定（No.3/2009）では、デンパサル水道公社の主な役割は地域社会に飲料水を供給するサービスを提供することとなっている。しかしながら、この規定（No.3/2009）には、非飲料用の水（clean water）を供給することが可能という条項がある。具体的な条項は、次の通り。

- 第 2 条(c)項には、デンパサル水道公社の役割の一つは、健康的且つ健康上必要な飲料水を地域社会が求める場合は、それに応じた特定のサービスを提供すると記述している。

飲料水が必要とされる特定の場合作という概念から、水道公社が提供できるサービスは他にもあると解釈できる。

- 第 5 条(b)項には、水道水供給事業を営む上で必要な全ての費用を賄うため、水を販売して収入を得ることを水道公社の役割に含めている。

この条項では、単に「水」という単語を使用している。このことは、地域社会に飲料水を提供する水道公社の主な役割に加え、非飲料用の水（clean water）を販売することが水道公社に許可されていると解釈できる。

#### (2) バドゥン県水道公社

バドゥン県の規定（No.6/2005）では、第 4 条(d)項に、バドゥン水道公社の役割のひとつとして、地域社会の求めに応じて、水（clean water）を供給することが記述されている。更に、第 4 条(d)項には、バドゥン水道公社の別の役割として、現行の法令・規則に従い、乱雑な取水の抑制と、水の公平・効率的な使用を求められている。

上記の分析結果から、デンパサール水道公社、バドゥン水道公社とも、非飲料用の水（clean water）を購入し販売することは許可されていると考えられる。

### 3.1.5 水道事業開発および水道公社の財務債権に関する法令

上水道事業開発及び水道公社の財務債権に関する現在効力を有する主な法令は下記の通り。

**表 3.1.1 上下水道事業に関わる法律・規制概要（PPP 関連法制度は、別途記載のため除く）**

1	法令・規則	概要
1)	公共事業省・省令 No. 48/1990 河川の水と水源管理	河川地区に於ける水と水源の管理委託を規定
2)	公共事業省・省令 No. 49/1990 水及び水源利用許可取得手続き	水及び水源の利用により水の供給バランスが崩れるなどの影響がある場合に、関係当局より許可を取得することを定めている。
3)	保健省・省令 No. 416/1990 水質監視	本規則は、飲料水、水（Clean Water）、水泳用プール、浴場用の水質について定めている。飲料水については、保健省・省令（907/MENKES/SK/VII/2002）及び保健省・規則（492/2010）にて、要求水質の改定がなされた。
4)	公共事業省・省令 No. 63/PRT/1993 河川、境界、河川の利用エリア、河川制御エリア	本規則は、河川の利用並びにその周辺エリアの利用とそれに関連して必要な許可について定めている。
5)	林業省・省令 No. 52/Kpts-II/2001 河川流域管理に係るガイドライン	本規則は、中央政府、地方政府が河川利用に際し、流域管理、流域住民に対する基本方針を策定する際のガイドライン。当該ガイドラインは、本規則に付されている。
6)	政令 No. 82/2001 水質管理及び汚濁制御	現在効力を有する法令・規則に基づく、水質管理及び汚濁制御の第三者による実施
7)	環境省・省令 No. 112/2003 生活廃水の水質基準	ビジネス、不動産業、飲食業、事務所、貿易、アパート、寮からの廃水が対象
8)	法令 No. 7/2004 水源法	本法は、中央政府、地方政府の下記事項に関する責任と権限を定めている。 a. 水源の制御

1	法令・規則	概要
		<p>b. 水供給システムの開発</p> <p>c. 個人または事業会社への水使用权付与</p> <p>上水事業開発は、国営または地方政府傘下企業に加え、民間企業、個人、社会団体の水事業開発への参加を奨励している。また、上水事業開発に際しては、公衆衛生インフラや衛生設備を含めたものとするものと規定している。</p>
9)	<p>政令 No.16/2005 上水道事業法（SPAM）</p>	<p>現行法規に照らし、原水は飲料水として供給可能な水質基準を満たしていること。浄水施設は、原水を物理、化学、生物処理して飲料水を造るインフラと定義。また、水処理後の排水は、さらに処理をして水源や未使用地に放流することを規定している。</p>
10)	<p>公共事業省・省令 No. 18/PRT/M/2007 上水道事業開発推進</p>	<p>本規定は、上水道事業の開発推進について、計画から、建設、施工、管理運営、維持、改修、監督指導および供給する水についての物理的、非物理的評価について定めている。</p>
11)	<p>公共事業省・省令 No. 16/PRT/M/2008 生活廃水の処理に係る国家方針及び戦略</p>	<p>生活排水処理に関する国家目標達成のため、計画から、詳細計画、ファイナンス、効果的・効率的で持続可能な実施に至るまでの生活排水処理システムの開発に係る国家戦略・方針を示したガイダンス</p>
12)	<p>法令 No. 42/2008 水源管理</p>	<p>水源管理法は、水源の保全・活用、水の破壊力、各地域実情にあった水源情報システムに関し定めている。</p> <p>関係大臣・地方政府は、水不足による危機が発生しないよう、特に水の節約に努力を払うことが求められており、このための施策として、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 従量制料金の実施</li> <li>b. 水を利用する場合の有効且つ効率的な利用</li> <li>c. 水源、導水管、送水管、浄水処理施設、配水管網、サービスユニットでの漏水防止</li> <li>d. 水の節約技術の開発・推進</li> <li>e. 使用した水を再利用する循環システムの推進</li> <li>f. 水の節約に対するインセンティブ</li> <li>g. 水の浪費に対するペナルティ</li> </ul>

1	法令・規則	概要																		
13)	公共事業省・省令 No. 22/PRT/M/2009 水源利用整備のガイドライン	中央政府、地方政府、及び水源管理組織が、河川地区において、権限と責任の下、水源管理手法を開発するためのガイドライン。																		
14)	公共事業省・省令 No. 12/PRT/M/2010 上水道開発に係る官民連携ガイドライン	官民連携による上水道開発に係るガイドラインとして制定されたもので、国家開発企画庁策定のインフラ事業に係る官民連携ガイドラインを定めた省令（No. 4/2010）に準拠している。																		
15)	保健省・省令 No. 492/2010 飲料水の水質基準	身体の健康に必要な飲料水を確保するための微生物学、化学、放射性物質についての飲料水の水質基準																		
16)	公共事業省・省令 No. 6/PRT/M/2011 水源利用に関するガイドライン	<p>水質基準を満たす水源水質維持に係るガイドライン。</p> <p>水源の水質を維持するための汚濁防止策；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 廃水の回収および排水処理施設の開発</li> <li>b. 水質の監視、評価</li> <li>c. ガイドラインやマニュアルに従った潮汐湿地干拓ネットワークの維持管理の実施</li> </ul> <p>また、水質汚濁防止のため、廃水を水源に排出する際、利用者に次の処理を義務づけている。</p> <table border="1" data-bbox="719 1182 1412 1554"> <thead> <tr> <th></th> <th>利用者</th> <th>排水処理の方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>多数からなる 集団</td> <td>集中型排水処理システム</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>工場</td> <td>工場内または外に排水処理施設を設置する</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>病院</td> <td>病院専用の排水処理施設</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>ホテル</td> <td>ホテル専用の排水処理施設</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>その他産業</td> <td>業務活動に応じた排水処理施設</td> </tr> </tbody> </table> <p>利用者は、排水処理結果を、定期的に、水源の利用許可者に報告し、写しを環境整備および水源管理に携わっている機関に提出する。</p> <p>多数が利用する団体、ホテル、病院、工場では、水の再利用システムを開発し、水を循環利用すること。</p>		利用者	排水処理の方法	a	多数からなる 集団	集中型排水処理システム	b	工場	工場内または外に排水処理施設を設置する	c	病院	病院専用の排水処理施設	d	ホテル	ホテル専用の排水処理施設	e	その他産業	業務活動に応じた排水処理施設
	利用者	排水処理の方法																		
a	多数からなる 集団	集中型排水処理システム																		
b	工場	工場内または外に排水処理施設を設置する																		
c	病院	病院専用の排水処理施設																		
d	ホテル	ホテル専用の排水処理施設																		
e	その他産業	業務活動に応じた排水処理施設																		

表 3.1.2 水道公社（PDAM）財政再建に関わる法律・規制概要

2	法令・規則	概要
1)	公共事業省・省令 294/PRT/M/2005 BPP-SPAM (BADAN PENDUKUNG PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM) 設立	この規定により、上水道事業の開発目標達成に向けて、政府を支援する BPP-SPAM が庁として設立された。 <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 良質の飲料水を安価で提供する運営管理の実現</li> <li>b. 消費者とサービス提供者の利害調整</li> <li>c. 飲料水サービスの効率向上と供給範囲拡大</li> </ul>
2)	内務省・省令 No. 23/2006 水道公社のタリフ設定に係るガイ ドライン及び手続き	基本タリフ設定に係る基本方針。主な内容は次の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 基本ニーズである飲料水のタリフは、その地域の最低賃金所得者にとり手頃であり、且つ、生活費用の 4%を超えないこと。</li> <li>b. 水道公社の収入は、原則、費用回収に見合うものとし、最低平均タリフが基礎費用をカバーできるように計算し、費用全額の回収を図る。水事業の開発推進のため、平均タリフは、基礎コストに合理的利益を加えたものとする。合理的な利益とは、生産設備資産の 10%。</li> <li>c. 基本ニーズの飲料用を越える大口消費者に対しては、従量制タリフを適用し、効率的に水を使うよう仕向ける。</li> </ul>
3)	財務省・省令 No. 120/PMK. 05/2008 水道公社の債務再編、外国政府借 款、投資ファンド、地方開発勘定	水道公社の債務再編に係る規定。従来の規定と比べ、手続きが大幅に簡素化され、より積極的な関与を定めている。 <p>更に、財務不健全の水道公社に対しては、非元本（金利、追徴金）の帳消し、財務健全の水道公社に対しては、非元本の債務株式化を認めている。</p> <p>本規定では、財務省の承認取得のための 3つの前提条件を定めている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 費用回収が可能なタリフを設定すること</li> <li>b. 透明性のある適格性審査を経て水道公社の代表が指名されること</li> <li>c. 期限超過となっている負債の再編について、ビジネスプランを作成すること</li> </ul> <p>この規定により、水道公社はオーバーハングしたローンを処理して、新たな投資に向けて門口を開く絶好の</p>

2	法令・規則	概要
		機会を得ることが可能となる。
4)	財務省・省令 No. 153/PMK. 05/2008 水道公社の債務再編、外国政府借款、投資ファンド、地方開発勘定	中央政府から地方政府に配分された外国政府からの借款、投資ファンド、地方開発勘定の内、国の債権となっているものの処理に関する規定。  処理方法としては；  a. 最適化による延滞解消 b. 延滞となっている地方政府の融資返済を支援 c. 地方政府が投資できる機会を設ける  非元本部分の延滞解消、或いは、非元本部分の部分的延滞解消と残債務の株式化の組合せが債務再編の基準となる。
5)	大統領令 No. 29/2009 上水道事業開発促進のための中央銀行保証、金利補助	インドネシア政府は、水道公社が商業化すれば、民間金融機関から補助金付融資を得やすくなると考え、本大統領令を制定した。現在、水道公社を含め 375 の水道事業会社がインドネシアに存在し、様々なレベルでの技術、財務支援を必要としている。  (1) 上水道事業を加速化させるため、中央政府は下記を供与する  a. 水道公社の銀行借入れに対する返済保証 b. 銀行への利子払いへの補助金  (2) 水道公社が借入金の一部或いは全額を返済不能となった場合、中央政府は 70%を負担する。中央政府の保証は、財務大臣を経由し、中央政府、地方政府、水道公社の間で交わす包括契約にて与えられる。州知事・市長・県知事は、包括契約の中で下記を誓約する。  a. 地方政府予算で 30%を負担する、もしくは、30%を中央政府に対する地方政府の債務として振替えることの同意。 b. 地方政府が債務不履行に陥った場合は、一般配分資金（DAU）に利益分配資金からの引き落としと野同意。  (3) 水道公社への投資資金貸出に対応するため、銀行においては査定基準の設定、公共事業省では水道公社提案事業を技術面から事業化調査を進める上



2	法令・規則	概要
		<p>でのガイドラインを設定する。</p> <p>(4) 銀行が水道公社に投資資金を融資する際の貸出金利は、次の条件の下、中央銀行の金利に5%を上乗せしたものとする</p> <p>a. 中央銀行の金利を水道公社が負担可能なものとする</p> <p>b. 中央銀行の金利との差、5%までは、中央政府が差額を補助する</p>

### 3.2 「イ」国 PPP インフラ事業に関する法制度

#### 3.2.1 PPP インフラ事業のための法的枠組

PPP インフラ事業に係る現在の法制度体系は、大別すると次の3つとなる。

(1) 事業権、PPP 契約の法的枠組 (図 3.2.1 の①)

大統領令 (No.67/2005)、同改正 (No.13/2010、No.56/2011) にて、インフラ事業への民間参入のための一般的な枠組を策定。民間参入の2つの形式 (連携と事業権) を明確にし、公開入札による事業会社の選定を規定。更に、費用全額が回収可能なタリフをすること、利用者の負担能力を超える分は、公的サービスを支援するため、補助金の供与を規定した。

(2) PPP インフラ事業促進のための組織体制 (KKPI, P3CU) (図 3.2.1 の②)

PPP 事業推進の政府組織体制を法制度により強化。大統領令 (No.42/2005) で、大統領への助言を行うインフラ事業促進の国家委員会 (KKPPI) を上位機関として設置、KKPPI 支援のため、3つの経済担当調整省・省令を定め、手続詳細に係るガイドラインを規定した。

(3) 政府保証、政府サポートによるリスク管理の枠組み (図 3.2.1 の③)

財務省・省令 (No.38/2006) で、個別の PPP プロジェクトに係る政府・民間企業間での適切なリスク配分の実施を図るため、財務省内にリスク管理ユニットを創設した。

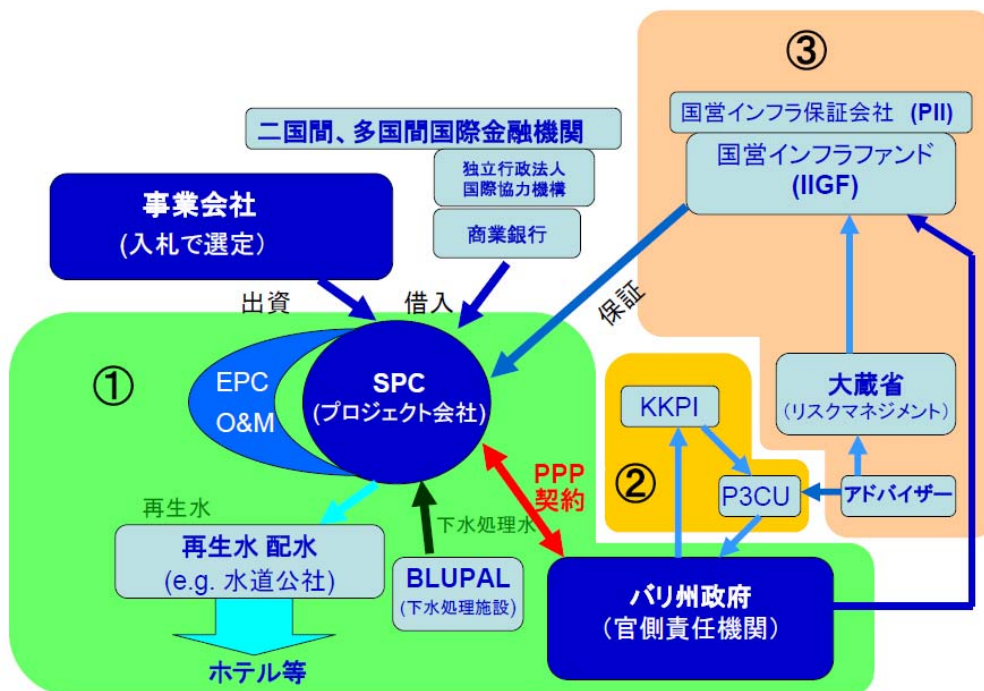


図 3.2.1 PPP 法制度枠組

### 3.2.2 PPPの法的枠組による事業権と官民連携

現在有効なPPPの法的枠組みは、大統領令（No. 67/2005）、同改正（No. 13/2010、No. 56/2011）の規定である。PPP契約締結に関する権限は法令（No. 7/2004）で規定し、手続きに係るガイドラインは、公共事業省・省令（No. 12/2010）にて定めている。

#### (1) 官側責任機関（Contracting Agency）

公共事業省・省令（No.12/2010）は、官側責任機関の役割と選定に関し、下記を定めている。

##### 1) 官側責任機関の役割

- 事業計画、実施準備、事業契約締結、事業契約管理をすること
- 入札委員会、落札者の決定、入札評価チームを設立すること

##### 2) 官側責任機関の選定

- 水道事業のサービスエリアが州をまたぐ場合は、公共事業大臣とする
- 水道事業のサービスエリアが州内の県や市をまたぐ場合は、州知事とする
- 水道事業のサービスエリアがひとつの区域内・市内の場合は、県知事・市長とする

#### (2) 事業会社の選定（調達）要件

大統領令（No.67/2005）第18条は、公開入札による事業会社選定を規定している。

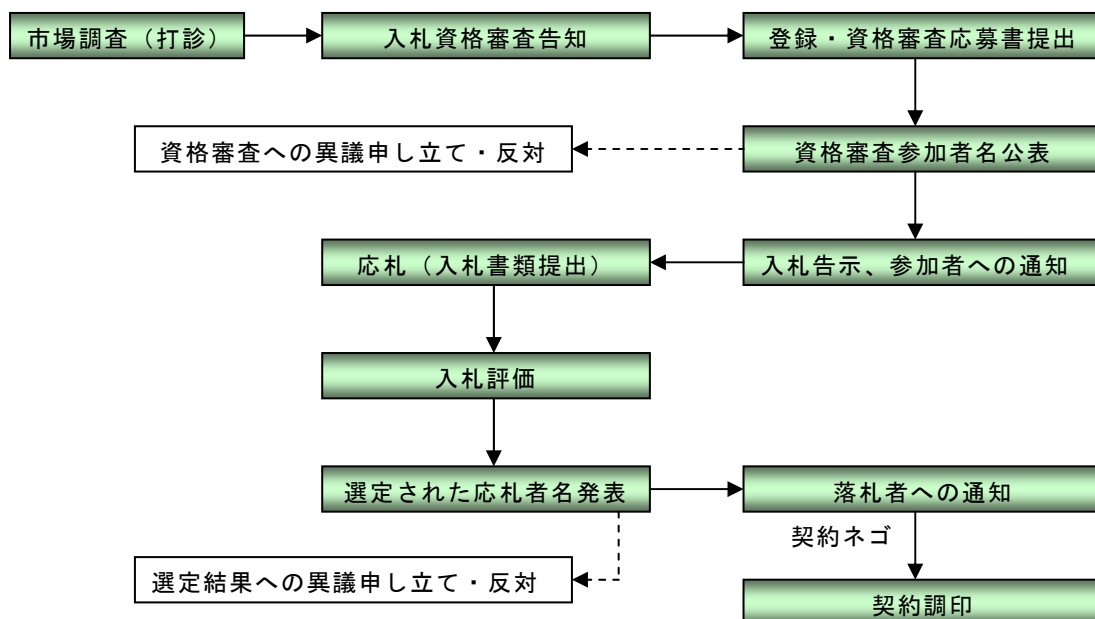


図 3.2.2 事業会社の選定プロセス

### (3) PPP 契約 (Cooperation Agreement)

入札での落札者と官側責任機関は、大統領令 (No.67/2005) に基づき、PPP 契約を締結する。契約に盛り込まれる重要事項は次の通り。

- 契約履行保証  
土地の取得が必要なプロジェクトでは、契約履行保証の金額に、事業会社による土地購入代金を加えること。
- タリフ及び調整条項  
当該事業を管轄するセクターの法規と内務省・省令 (No.23/2006) の定めに従うこと。
- 権利・義務を含むリスク配分
- サービスの最低基準
- 株式譲渡  
事業が採算ベースにのってから株式は譲渡できる。  
(事業実施体が設定した基準および承認に基づき、株式譲渡できる。ただし、株式譲渡により、事業の運営スケジュールに遅れを生じさせないこと。)
- インフラ資産の利用及び所有権
- 資産譲渡  
譲渡前に、査定チームによる資産査定を実施すること。また、査定費用の負担につき、取り決めておくこと。

### (4) 事業会社 (SPC)

入札の落札業者は、契約に基づく事業遂行のため、SPC を設立すること。SPC は、現行の法規に従い、インドネシア法人として形成されること。

### (5) ファイナンス・クローズ

事業会社は、ファイナンス・クローズに関し、PPP 契約調印後、最低 12 カ月以内にファイナンス・クローズする義務を負う。ただし、その責めによらない場合は、期間の延長もあり得る。

### (6) 提案型プロジェクト (Unsolicited Project)

#### 1) 提案者の国籍

大統領令 (No.67/2005) にて、提案者はインドネシア法人格を有する株式会社、私企業、国営企業、地方政府傘下の企業とされていたが、改正大統領令 (No.56/2011) では、外国企業が提案企業として参加できるよう定義を広げ、外国法人を認めることとなった。

## 2) 提案型プロジェクトの要件

PPPに関する現行法規では、民間企業にPPPプロジェクトを提案する機会を与えている。ただし、提案者は、本規則に定められた資格要件に合致することを示す書類を提出する必要がある。

提案型プロジェクトと認定されるためには、次の資格要件を満たさねばならない。

- プロジェクトが、当該セクターのマスタープランに含まれていないこと
- 当該セクターのマスタープラン案件と技術面で一体化できること
- 財務面、経済面からみて、事業性があること
- 財務面での政府のサポートを必要としないこと。

財務面でのサポートとは、政府による財政支援で、直接的に財務サポートを受けること。提案型プロジェクトとして認定を受ける場合、当該プロジェクトは、政府の財務支援を必要としないことを確約する必要がある。

## 3) 提案型プロジェクトの申請

提案者が官側責任機関に提案型プロジェクトを提案する際は、(1)F/S、(2)モダリティ・コンセプト、(3)ファイナンスソースを含むファイナンス・スキーム、及び、(4)入札実施スケジュール・評価方法を含む入札計画の書類を提出する。全ての書類が官側責任機関に受理されて初めて提案者と認定される。

実務としては、書類一式を提出する前に、提案者と官側責任機関との間で覚書を締結し、F/S実施と、F/S終了後に提案型プロジェクトを提案する機会が、官側責任機関から提案者に与えられたことを確認しておく。

## 4) 報酬

官側責任機関は提案型プロジェクトの提案書を検討し、プロジェクトが適格基準に合致している場合は、プロジェクトを了承し、入札に付すことができる。提案者には、次の報酬が与えられる。

- 追加得点  
提案者が入札に参加する意図がある場合は、総得点の最大10%まで、追加得点が提案者に与えられる。ただし、この方式は、入札の評価が（最低タリフの競争ではなく）合計得点で争われる場合に適用される。
- 入札価格を調整する権利  
入札評価が、最低タリフを競う場合は、応札者の中の最安値に値合わせするチャンスが提案者に与えられる。入札結果として最安値価格の公表後30日以内に、値合わせする権利を行使せねばならない。
- 提案型プロポーザルの購入  
提案者が入札に参加する意図がない場合、提案者は事業実施体にプロジェクトの知的財産

を売り渡すことができる。ただし、提案者への支払いは、落札者が行う。

## (7) 政府サポートと保証

### 1) 政府サポート

プロジェクトの経済性を高めるため、政府は、官側責任機関あるいは財務大臣による財政支援あるいは非財政支援を行う。当該セクターの法規に従い、許認可、土地取得、建設の一部施工など、他の方法で政府はサポートすることもできる。

官側責任機関から財務大臣への要請により、大統領令（67/2005）に基づく税制上の恩典や財政支援を政府は供与することもできる。ただし、例えば、財務的実施可能性ギャップ補填のための補助金（VGF）のように、実際には、財務支援実施が難しいものもある。

その他、政府資産の利用、許認可などの政府サポートも現行法規に従い可能であり、これは、提案型事業にも適用される。

### 2) 政府保証

インフラ事業投資推進のため、PT Penjaminan Infrastruktur Indonesia (PT PII)の傘下に、インドネシアインフラ保証資金（IIGF）が、インドネシア政府により設立された。元々、PT PIIは、タリフ調整リスク、土地取得の遅延、政府の契約違反などの政府の作為・不作為の結果として生じる政治的リスクと、商業リスク（需要リスク）を保証するために設立されたもの。

IIGFの保証を得るには、IIGFのガイドライン（2011年3月のIIGFのガイドライン）に従い、提案者ではなく、官側責任機関がプロポーザルを提出する必要がある。

### 3) IIGFの政府保証を得るための4段階の手続き

- 相談・ガイダンス  
当該プロジェクトに対する保証額を検討し、次の段階への準備を行う
- プロジェクトの篩い分け  
スクリーニング・フォーム記入のプロジェクト情報が条件に合致しているか
- 査定
  - 法律、技術面、経済性、財務面、環境・社会面からみたプロジェクトの事業性
  - 官側責任機関の財政負担能力
- 保証の設計  
リスク保証内容の組合せ及び保証条件の決定、猶予期間、リスクの範囲、財務負担

IIGFの政府保証を得る4段階手続きを、図3.2.3に示す。

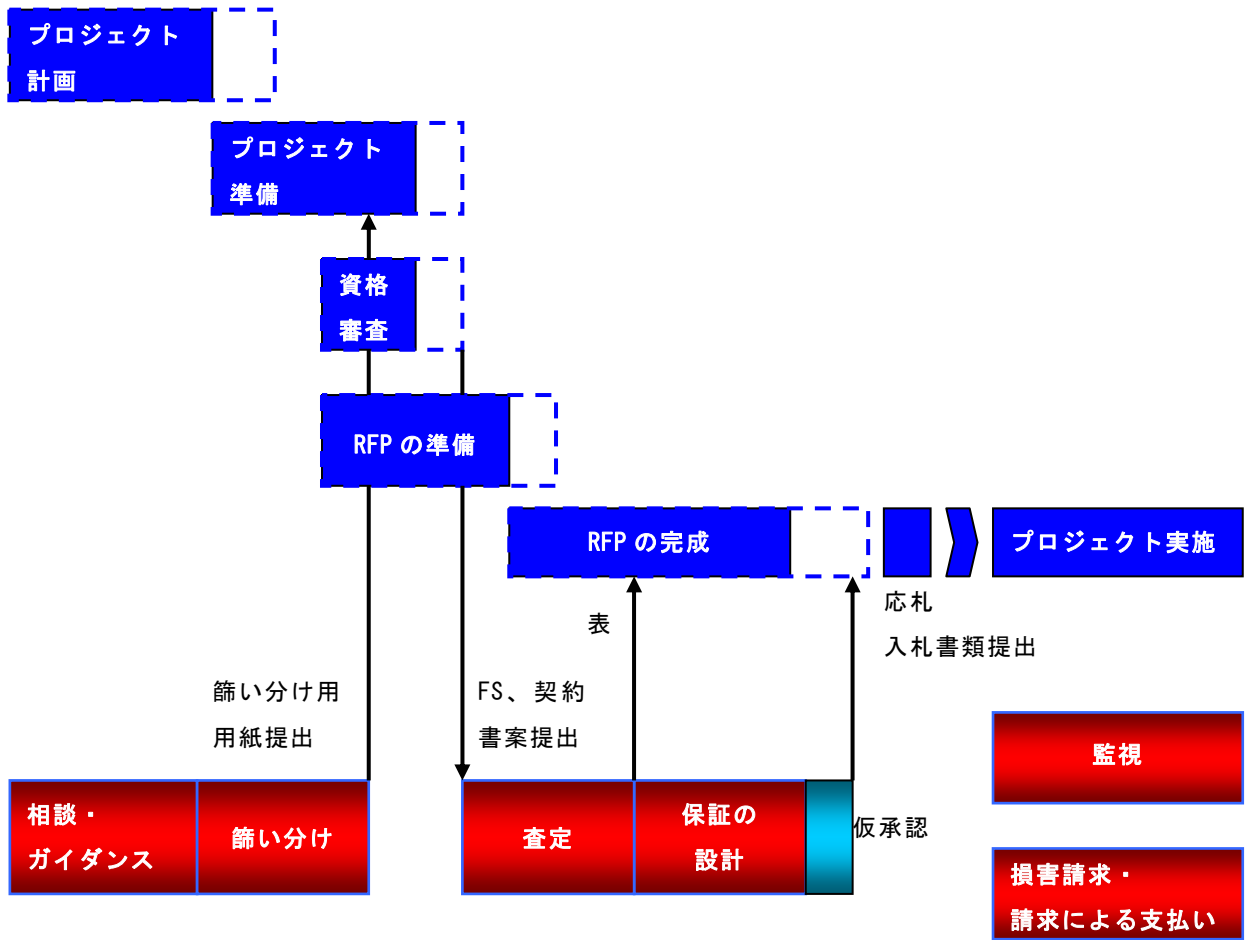


図 3.2.3 IIGF – 保証プロセス

次の図は、一般的な評価基準、補填されるリスク、IIGF の査定プロセスを表す。

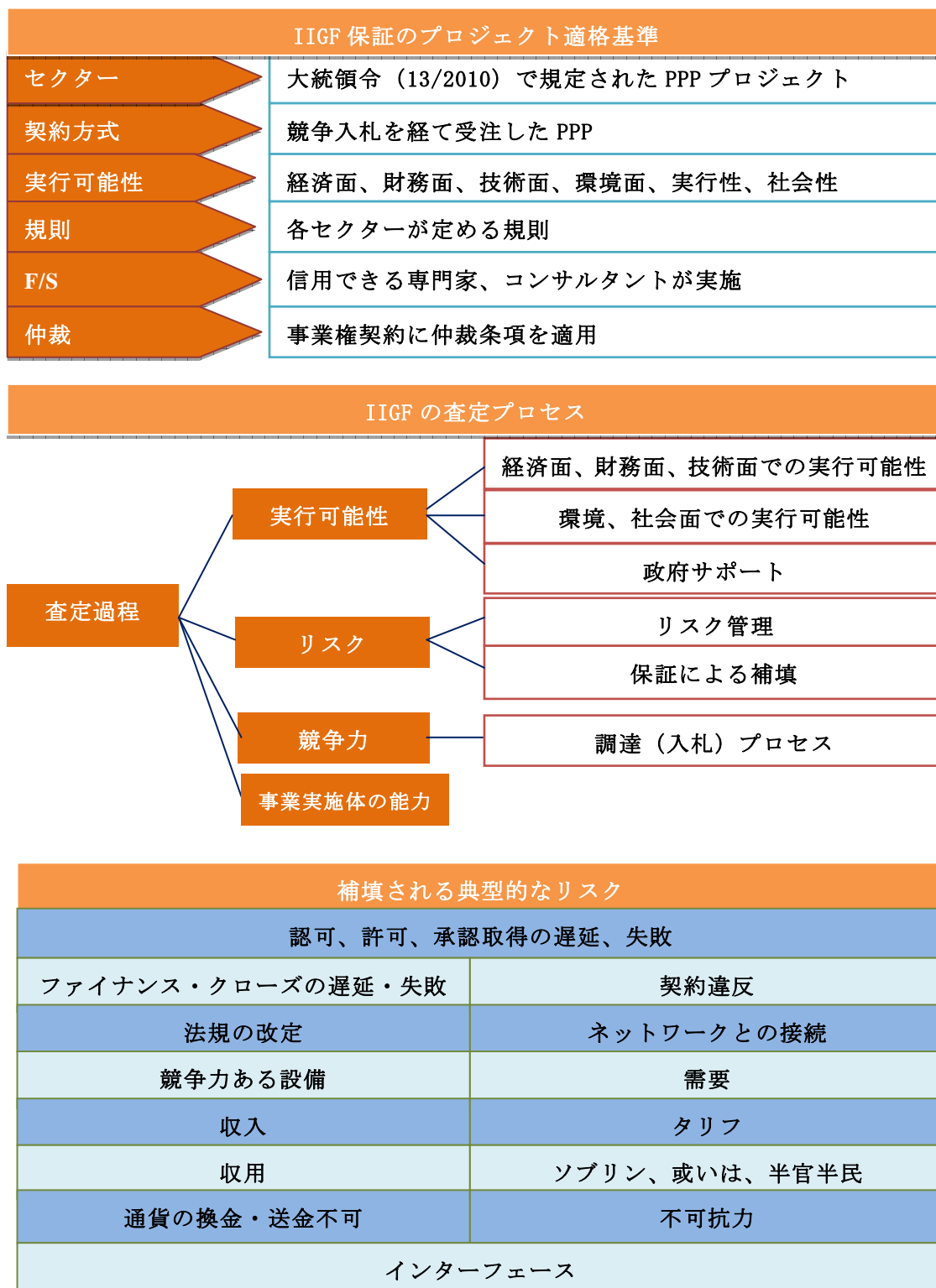


図 3.2.4 IIGF 現行の保証構造



4) 保証費用

- IIGF の保証費用は、事業会社が負担する
- 保証費用の構成は次の通り
  - 一時払い: 約 50 ベーシスポイント、或いは、プロジェクト総額の 0.5%
  - 経常費用: 約 75 ベーシスポイント、或いは、最大信用保証額の 0.75%

5) IIGF のプロジェクトへの関与

プロジェクト形成段階から IIGF は関与する。ただし、プロジェクト形成上での相談に留める。入札中、入札参加者は、プロジェクトリスクに関する情報共有のため、IIGF に相談できる。

(8) 官主導型と提案型プロジェクトの比較

1) プロジェクトの実施プロセス

i) 官主導型プロジェクト

原則、事業会社による BOT 契約履行を除く全ての手続きを事業実施体が実施する。



図 3.2.5 プロジェクトの実施プロセス (官主導型)

ii) 提案型プロジェクト

提案者は、入札書類案準備を含めた完全な F/S を計画し、実施する。



図 3.2.6 プロジェクトの実施プロセス (提案型)

## 2) 政府のサポートと保証

提案型プロジェクトに対して、財政支援による政府サポートは供与されないが、財政支援を伴わない政府サポートおよび政府保証は提案型プロジェクトにも供与される。

## 3) 政府保証に関する IIGF へのアプローチ及び交渉

IIGF は官側責任機関と交渉する。ただし、提案型プロジェクトでは、提案者と官側責任機関間の覚書を基に、提案者も IIGF と協議を進めることができる。

### 3.2.3 PPP プロジェクト実施に関連する法規

PPP プロジェクトを実施する場合、遵守すべき適用法規は多数あるが、事業内容に応じて、適用される法規が決まってくる。PPP の法的枠組みの下、上水道事業を推進する場合に関連すると想定される法規を次表に示す。

**表 3.2.1 PPP インフラ事業に係る法的枠組み**

	法規	概要
1)	大統領令 No. 67/ 2005 No. 13/ 2010 (初回改正) No. 56/ 2011 (第2回改正) 官民連携によるインフラ事業	<p>本規則は、PPP インフラ事業を官民連携で推進する目的・基本原則・一般条項を定めたもの。</p> <p>改正版 (13/2010) で、提案者による提案型 (Unsolicited) プロジェクトとその要件と報酬を追加した。</p> <p>更に、改正版 (56/2011) では、外国企業が提案型プロジェクトの提案者として参加できるよう提案者の定義を拡大した。</p> <p>官側責任機関は、地方・国において、それぞれ地方組織の長、或いは、中央政府の大臣、総裁が務める。PPP 事業は、政府が事業権 (事業運営権) を供与する形と、官民連携で推進する2つの形態となる。</p> <p>PPP 事業促進による社会福祉改善の重要性から、政府は、採算性の低いプロジェクトの事業性を改善するために、財政面、非財政面での支援と政府保証を供与する。ただし、提案型プロジェクトに対しては、財政面での政府サポートは供与されない。</p>
2)	経済担当調整省・省令 No. 4/ 2006 政府サポートが必要な PPP イ	<p>本規定は、次の通り構成される；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PPP 事業への政府サポート申請に係るガイドライン</li> <li>・ 上記評価を執り行う委員会設立に係るガイドライン</li> </ul>

	法規	概要
	インフラ事業の評価方法	
3)	国家開発計画国務大臣令 No. 3/ 2009 PPP 事業リスト作成のガイド ライン	<p>本規定では、官側責任機関に次の書類と情報を国家開発計画国務大臣に提出することを定めている：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) プロジェクトの準備計画とその簡単な概要 <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 法的検討、技術評価、社会貢献、費用・財務分析を含んだ Pre-F/S</li> <li>b. リスクの検討</li> <li>c. 政府サポートについての検討（必要な場合）</li> <li>d. モダリティフォームの検討</li> </ol> </li> <li>2) （提案型プロジェクトの場合）提案型事業を提案する場合は下記を含める <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 大統領令（67/2005）の要求を満足していることの確認</li> <li>b. 技術面・法律面・財務面からみて、プロジェクトの事業性があることを確認した Pre-F/S</li> <li>c. 想定されるリスクとその配分案</li> <li>d. 当該プロジェクト向けに修正された PPP 契約ドラフト</li> <li>e. 政府サポートを必要とする場合は、その必要性</li> </ol> </li> </ol>
4)	国家開発計画国務大臣令 国家開発企画庁令 No. 4/ 2010 インフラ事業推進に係る官 民連携ガイドライン	<p>PPP 枠組みでのインフラ事業推進に係るガイドライン。関係省庁は、管下の事業を PPP 枠組みで進めるため、本ガイドラインをベースに、独自のガイドラインを策定する。</p> <p>官側責任機関は、次の各ステージでのプロジェクト実施に責任を負うこと。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 準備段階、独自化、選定、優先順位決定</li> <li>b. Pre-F/S の準備、中間点検、最終準備確認、</li> <li>c. 調達（入札）段階、入札の計画・実施、契約</li> <li>d. 事業実施段階、実施計画と契約実施</li> </ol>
5)	公共事業省・省令 No. 12/PRT/M/2010 上水道開発に係る官民連携 ガイドライン	<p>PPP 枠組みで上水道事業を推進する上でのガイドライン。</p> <p>国家開発計画国務大臣令（4/ 2010）をベースにしている。</p>

**表 3.2.2 PPP インフラ事業促進委員会に係る法的枠組み**

	法規	概要
1)	大統領令 No. 42/2005 No. 12/2011 (改正) インフラ促進委員会	PPP インフラ促進を図る委員会 (KKPPI) 設立に関する規定。 大統領令 (42/2005) が、改正 (12/2011) された。
2)	経済担当調整省・省令 No. PER-01/M. EKON/05/2006 インフラ促進委員会の作業 委員会組織	PPP インフラ促進を図るための PPP インフラ促進委員会 (KKPPI) の組織、手続を定めたガイドライン
3)	経済担当調整省・省令 No. PER-03/M. EKON/06/2006 優先案件リスト作成手続、方 法、選定基準	PPP インフラ案件の優先順位リスト作成のための判定基準 と手続を規定。
4)	経済担当調整省・省令 No. PER-04/M. EKON/06/2006 プロジェクト評価手続	政府サポートを必要とする PPP インフラ案件について、そ の評価手続を規定。

**表 3.2.3 政府保証と政府サポートの法的枠組み**

	法規	概要
1)	大蔵大臣令 No. 38/PMK. 01/2006 リスク管理とインフラ事業 運営管理ガイドライン	本規定がカバーしている内容； <ul style="list-style-type: none"> <li>a. リスク管理の範囲</li> <li>b. リスクの種類と政府サポート</li> <li>c. リスク管理に於ける政府サポート供与基準</li> <li>d. 政府サポート供与手続</li> <li>e. リスク管理用資金の割当に係る手続</li> <li>f. 報告および監督</li> </ul> <p>次のリスクは、政府と民間がリスクを分担して、対処する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) ポリティカル・リスク                      政府または中央・地方政府の政策、施策、決定に起因するもの、例えば、法律・規則の改正、通貨の換金制限</li> <li>2) プロジェクト遂行リスク                      ① 土地の収容遅延、土地収用コストの増大、契約後の事業変更、合意を下回るタリフ調整、事業認可遅れによる事業開始遅延で被った事業収入減。</li> </ul>

	法規	概要
		<p>この場合は、損失補てんのために事業権の期間延長、或いは、財務大臣承認に基づき補償が行われる。</p> <p>② 操業リスク、例えば、操業遅延、タリフ調整遅延、タリフ調整取消し、当初合意したタリフの引き下げ、官側責任機関による製品仕様書の変更などにより被る事業収入の損失。</p> <p>この場合は、損失補てんのために事業権の期間延長、或いは、財務大臣承認に基づき補償が行われる。</p> <p>③ 需要変動リスク</p> <p>この場合は、財務大臣承認に基づき金銭による補填、或いは、他の形での補償が行われる。</p>
2)	<p>政令 No. 66/2007 No. 75/2008 (改正) PT SMI の設立</p>	<p>民間企業の投資勧誘のための国営のインフラ・ファイナンス機関、PT Sarana Multi Infrastruktur (SMI) の設立。</p>
3)	<p>大統領令 No. 9/ 2009 国営インフラ・ファイナンス機関の設立</p>	<p>SMI、世銀、ADB、IFC 等と共同出資によるインフラ事業向け資金供給をおこなう会社 (PT Infrastructure Indonesia Finance “IIF”) の設立。</p> <p>SMI は、中小規模の PPP 事業、PT IIF は、大規模事業をそれぞれ担当する。</p>
4)	<p>政令 No. 35/ 2009 PT PII の設立</p>	<p>インフラ保証事業体としての国営保証会社 PT PII (Limited Liability Company for Infrastructure Guarantees) の設立。</p> <p>当初資本金は、2009 年度政府予算から払込む約 100 億円。</p>
5)	<p>大統領令 No. 78/ 2010 PPP インフラ事業に対する政府保証</p>	<p>財務大臣管轄下の国営会社を通じて、PPP インフラ事業への政府保証供与。</p> <p>1) 政府保証の対象となるリスク</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 事業会社に比べ、官側責任機関の方が、抑制・対処・発生防止・収拾が出来るようなリスク</li> <li>b. 官側責任機関に起因するリスク</li> <li>c. 政府に起因するリスク</li> </ul> <p>2) PPP 事業入札開始前に、事業実施体は、Indonesian Infrastructure Guarantee Fund (IIGF) に政府保証に関する提案書を提出する</p>

	法規	概要
		<p>a. 契約書に記載すべき官側責任機関と事業会社間でのリスク分担</p> <p>b. 当該プロジェクトに供与される政府サポート</p> <p>c. 希望する政府保証のカバー範囲、例えば、プロジェクト準備段階、建設段階、操業段階での保証すべきリスク、金銭による保証限度、保証期間</p> <p>d. プロジェクトのリスクマトリックス、契約書案、財務見通しを添付書類として提出する。</p> <p>3). 提案書は、次の観点から評価される</p> <p>a. 本大統領令に基づく提案書の構成</p> <p>b. プロジェクトの技術的、財務的事業性</p> <p>c. 本大統領令第5条(1)項で規定した最低条件の契約書ドラフトへの記載</p> <p>d. 求める政府保証額が、IIGF の能力を超えていない</p> <p>e. IIGF の能力を超えている場合は、財務大臣は、提案書のリスク分担内容を評価した上で、政府保証に参加することがある。</p> <p>4). PTT 事業契約が締結され次第、IIGF を保証引受人、事業会社を被保証人として、保証契約を締結する。保証契約には保証の範囲、被保証人に対する保証引受人の義務内容、仲裁条文を明記する。</p> <p>5). 次の事由が発生した場合には、事業会社は、保証引受人に損害賠償請求ができる。</p> <p>a. 保証引受人より、官側責任機関が金銭義務を果たす能力を失くしたと通知があった時</p> <p>b. 官側責任機関が事業会社の請求に対し支払わない時</p>
6)	<p>財務省・省令 No. 260/PMK. 011/2010 PPP インフラ事業に於ける保証制度</p>	<p>上記大統領令に基づく政府保証ガイドライン。</p> <p>1) 国家予算の運営とリスク管理の原則に従い、保証額に必要な予算確保、保証金を支払う際の請求手続き、保証額の調整について規定。</p> <p>2) PPP 事業に対する保証は(1)政府保証同意書に基づく場合と(2)政府の同意書に基づき IIGF が行う2つの場合がある。</p> <p>3) インフラ保証は、次のように供与される</p>

	法規	概要
		<p>a. IIGF 単独で、契約の全体・一部を保証</p> <p>b. 契約の保証を IIGF と政府が分担する</p> <p>4) IIGF と政府が保証を分担する場合は、次の通り</p> <p>a. IIGF の資本金が保証供与に不十分な場合</p> <p>b. IIGF が国際金融機関との合意が無いか、合意があっても金額的に不十分な場合</p> <p>c. IIGF の資本注入が実行されていない場合</p> <p>5) 保証を供与するためのインフラ事業の要件</p> <p>a. 技術的、財務的にプロジェクトの事業性が有ること</p> <p>b. 対象となるリスクは；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 官側責任機関または政府による作為または不作為によるもの</li> <li>・ 官側責任機関または政府の政策によるもの</li> <li>・ 官側責任機関または政府の一方的な意思決定によるもの</li> <li>・ 官側責任機関の契約違反によるもの</li> </ul> <p>6) 事業会社が損害請求を提出する場合は、大統領令(78/2010) 第 11 条に従うこと。損害請求は、保証引受人の査定を受け、保証引受人と被保証人は査定結果を確認する。</p>

表 3.2.4 土地取得に係る法規

	法規	概要
1)	法律 No. 5/ 1960 基本農業法	土地に関する権利関係は、1960 年制定の農業法を基礎としている。  インドネシアの財産法は、複雑で文脈を理解すべき。1960 年の農業法は、オランダの植民地時代のルールがベースとなっており、土地に対する様々な権利があり、それぞれ権利を登記する必要がある。
2)	法律 No. 20/ 1961 土地開発	大統領は、公共目的のためであれば、土地に関する権利を取り消すことができる。交渉不成立となった場合など、条件が整えば適用されるが、実際には稀である。
3)	政令 No. 24/1997 土地の登記	土地の登記に関するガイドライン。 事業会社が、林業省の土地を使用する場合は、この政令は適用されない。
4)	政令 No. 16/2004 土地利用	(a)登記の有無に係らず、既得権利がある土地、(b)現行法規に基づく地域社会に帰属する土地などの特定の土地を使用する場合は、開発計画、法規、周辺の環境維持に従うよう規定している。
5)	大統領令 No. 34/2003 土地に係る国家方針	本規定で、土地に関する政府セクターの責任を中央政府と市政府に振り分けている。市政府が責任を持って所管する事項は、場所の選定。
6)	大統領令 No. 36/ 2005 No. 65/ 2006 (改正) 公共施設用土地の確保	政府サポートにより土地を収用する場合は、PPP 事業の入札前に実施すること。  PPP 事業の財務収益次第ではあるが、民間企業に土地収用費の返済を要求する場合がある。返済を要求する場合は、入札書類に明記せねばならない。  政府は土地収用手続きのため委員会を設置して、土地の買収価格、補償等について決議する。委員会と土地所有者とが合意に達しない場合は、委員会は、関係政府機関に指示して、その地区の裁判所に対価を供託する。供託により、政府は、その土地に対する権利を得る。  インフラ事業用として政府が指定した土地を購入するためには、先ず、政府の事前許可を取得せねばならない。
7)	国土庁令 No. 3/ 2007 大統領令 No. 36/ 2005、No.	土地の取得について、土地取得委員会への申請手続き、審査等の規定を細則として、まとめたもの。



	法規	概要
	65/ 2006（改正）の実施細則	土地の権利譲渡完了、または、当該地区の裁判所に供託がなされた後でなければ、建設することは出来ない。
8)	政令 No. 6/2006 No. 38/2008（改正） 中央・地方政府保有資産の管理	資産管理責任は知事、市長、県知事。実際の管理は主席補佐官が行う。  地方政府保有の土地は、リース、借地、共同利用、BOT、BTOの形態での利用が可能。それぞれのケースについて、規定を定めたもの
9)	内務省・省令 No. 17/2007 地方政府保有資産の管理のガイドライン	特に、新たな規定はないが、公布すべき納付金について規定している。

**表 3.2.5 事業権付与、地方開発に係る法規**

	法規	概要
1)	法律 No. 18/1999 建設サービス	建設サービス業者の選定は、公開または指名入札にて行うこと。入札を経ずに関連建設業者に発注することは出来ない。
2)	政令 No. 41/1993 道路輸送	プロジェクトの施行で、現場まで品物を運搬する際は、道路輸送に関する規定を考慮すること。  道路輸送は、汎用品、危険物、コンテナ・重量物からなる。
3)	法律 No. 32/2004 No. 8/2005 No. 12/2008 地方政府	地方開発計画は、地方開発庁の開発計画と整合性をとること。  公共設備やインフラは、それぞれの州、市、地方政府のものとなる。
4)	政令 No. 29/2000 No. 59/2010（改正）	開発企画会社、建設業者、建設監督会社等のサービス業者の選定に際しては、公開入札、指名入札、隋契、直接指名で行うこと
5)	内務省・省令 No. 43/2000 地方政府と第三者との間での連携に係るガイドライン	地方政府と第三者との連携に係るガイドライン。  連携の目的、第三者の役割、連携のあり方等について定めたもの。
6)	政令 No. 65/2005	法規に従い州・市・県として必要不可欠な事柄を遂行する

	法規	概要
	ミニマムサービス基準	ために、ミニマムサービス基準を決定し、実施すること。
7)	政令 No. 38/2007 政府管轄事項の配分	政府間の所管事項を規定。ただし、環境や公共事業は、州・市の基本的なサービスであり、現行法規に従うこと。
8)	政令 No. 50/2007 地方政府と第三者間の連携 推進手続き	公共サービス提供のため、知事、市長、県知事は、その権限において、第三者との間で、政府所管事項について協力覚書を締結し、連携できる。 協力覚書の執行は、地方作業ユニット（SKPD）に委任することができる。
9)	内務省・省令 No. 22/2009 地方政府と第三者間の連携 に係るガイドライン	地方政府と第三者との連携を進める準備のため、地方協力調整チーム（TKKSD）を設ける。チームは、協力目的の中の技術的事項を準備するため技術チームを設けることができる。
10)	政令 No. 68/2010 開発への地域社会の参画	地域社会、特に利害関係者の参加を得て、開発計画および政府としての義務を果たすためのガイドライン。

**表 3.2.6 政府傘下の会社に係る法規**

	法規	概要
1)	法律 No. 1/2004 国有財産	公共サービス公社（BLU）の財産は、国・地方の保有資産であり、分割することなく、十分に活用されること。 BLU がサービス提供から得た収入は、国・地方の収入として扱うこと。BLU は、公衆或いは他の公社より、無償供与、贈与を受けることは可能である。その場合、BLU の支出費用に充てること。
2)	内務省・省令 No. 61/2007 地方公共サービス公社 （BLUD）の財務管理に係る ガイドライン	地方公共サービス公社（BLUD）のミニマムサービス基準は、その地方の代表が定めた規定によること。 収入は全て、どのような形であれ、BLUD の収入として処理される。 BLUD は、次の何れかの形態で他者と連携することができる。 a. 共同操業。関係者と共同経営、利益配分の覚書を締結する。 b. リース。施設を借りる、或いは貸す形で行う。 c. BLUD の機能や業務の支援につながるビジネス活動。

	法規	概要
		<p>BLUD 自身の公共サービスの質は落ちることなく、協力を通じて、BLUD に収入が入るもの。</p> <p>BLUD は、当局の許可なしに、固定資産を譲渡、移転することは出来ない。資産は、BLUD 自身または公共用として 12 ヶ月間使用可能なものでなければならない。</p>

**表 3.2.7 SPC の設立に係る法規**

	法規	概要
1)	法律 No. 25/2007 資本投資	インドネシアで投資を行う場合は、インドネシアの法規に従った株式会社を設立する必要がある。
2)	法律 No. 40/2007 株式会社法	株式会社設立に際しての条件、要件を規定したもの。
3)	投資調整庁 (BKPM) 令 No. 12/2009 投資許可申請ガイドライン 及び手続	<p>投資に基づきサービスを実施する場合のライセンスは、地方投資庁が権限を有する。</p> <p>本規定は、登記手続きと事業権についての基本同意を取得するためのガイドラインを定めたもの。</p> <p>また、本規定では、製造輸入番号 (APIP)、機械や商品・原材料の輸入に係る輸入税のガイドラインも定めている。</p>
4)	中央統計庁 (BPS) 規則 インドネシア経済活動の標準分類	外国からの投資に関連して、企業活動を分類したもの。

**表 3.2.8 ネガティブリスト（投資制限業種、出資制限額）に係る法規**

	法規	概要
1)	大統領令 No. 76/ 2007 No. 77/ 2007 No. 111/ 2007(改正) No. 36/ 2010 (改正) 条件付投資可能分野リスト	<p>インフラ事業における外国企業の持株比率を規定。</p> <p>上水道事業の場合は、特別目的会社 (SPC) への外国企業出資は、最大 95%。</p> <p>ただし、簡単な技術や、低リスク、或いは事業規模が 10 億ルピア以下の極小・小・中規模の次の事業は除く。</p> <p>a. 送水管路 b. 井戸 c. 水路、港、ダム、その他</p>

	法規	概要
		<p>d. 管渠、下水 e. 電気ケーブル、水、熱、音などの遮断工事</p> <p>飲料水を利用する事業も外国資本は 95%以下。</p> <p>簡単な技術を使い、低リスクで、事業規模が 10 億ルピア以上の次の建設業には、外国資本は 67%まで；</p> <p>a. 送水管路 b. 井戸 c. 水路、港、ダム、その他 d. 管渠、下水 e. 電気ケーブル、水、熱、音などの遮断工事</p> <p>次のビジネスサービス、建設コンサルタント業は、外国資本は最大 55%；</p> <p>a. 総合エンジニアリングサービス、水道工事のプロジェクト管理、下水・廃棄物処理 b. 水の小口輸送業 c. 土地・土壌調査、地上・地下の水源調査 d. サルベージ、地中工事</p> <p>森林地区での水を利用した事業は、100%国内資本とする。</p>

**表 3.2.9 仲裁協定**

	法規	概要
1)	<p>法令 No. 30/ 1999 仲裁</p>	<p>仲裁手続き・仲裁地は、当事者間で協議決定する。仲裁地は、「イ」国内、「イ」国外、或いは、「イ」仲裁廷の何れでも可。仲裁結果の実施手続きは変わるが、特に、国内と国際仲裁との区別はない。国際商事仲裁モデル法（UNCITRAL）に準拠していないが、同モデル法の多数の原則を取り入れている。</p> <p>海外での仲裁協定の承認と執行に関する 1958 年のニューヨーク条約をイ国政府は批准しているので、海外での仲裁裁定はインドネシアで執行し得る。</p>

---

## 第4章

# 南バリにおける再生水の需要把握と 世界における再生水利用事業事例

## 第4章 南バリにおける再生水の需要把握と世界における再生水 利用事業事例

### 4.1 再生水需要の把握方法

南バリにおける再生水の用途と需要量を把握するため、以下の検討を行った。

- 1) 再生水利用に関する水需要調査の実施
- 2) 再生水の潜在的需要量の推定

1)については、デンパサール市及びパドゥン県の調査対象内で再生水利用が期待できる施設を選定し、これらの施設の管理責任者を対象にした調査票に基づくインタビュー調査を実施した。その調査方法と結果を記述する。

2)については、再生水の需要量を推定するため、インタビュー調査結果及びその他の方法により再生水の潜在的な利用可能量を需要量として算出する。

### 4.2 再生水利用に関わる水需要調査

#### 4.2.1 調査対象と現地調査の方法

##### (1) 調査対象

本調査では、南バリの調査対象地域における再生水の需要を把握するため、発電所、港湾施設、大規模ホテル、ゴルフ場、ショッピングモール等を対象に再生水需要調査を行なった。なお、この調査は対象施設の給排水施設管理責任者を直接訪問し、事前に準備した質問票によりインタビューを行ったものである。下表には、対象施設と事前に想定した再生水の用途及び需要見込みを示す。

表 4.2.1 再生水需要調査の対象と需要見込み

対象施設	想定した再生水の用途と需要見込み
空港	- 空港内の緑地部への散水用水およびターミナル施設内のトイレのフラッシュ用水として見込める。特にトイレフラッシュ用水は、利用者が多いため、多量の再生水の需要が見込める。
発電所	- 大量の冷却用水が見込める。敷地内の散水用水、管理棟内のトイレフラッシュ用水としての需要も見込める。
ブノア港	- 水産加工業への洗浄・清掃用水として大量の水需要が見込める。 - 船舶の洗浄用水、バラスト用水の需要も見込める。

対象施設	想定した再生水の用途と需要見込み
大規模な高級ホテル（4および5スター）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 広い庭園があり、多量の散水用水の需要が見込める。</li> <li>- 宿泊者が多いため、施設内で多量のトイレフラッシュ用水の需要が見込める。</li> <li>- 高い地下水の利用税が課せられており、地下水の代替水として再生水を利用する可能性が期待される。</li> </ul>
ゴルフ場	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ゴルフコース維持のため、多量の散水用水の需要が見込める。</li> </ul>
新規のリゾート開発（スランガン島）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 過去にリゾート開発構想がスランガン島にあった。その後の開発動向次第では、ホテル等の施設立地に伴う、散水用水、トイレフラッシュ用水等の需要が見込める。</li> </ul>
大型ショッピングモール	<ul style="list-style-type: none"> <li>- トイレフラッシュ用水や散水用水等の需要が見込める。（カウンターパートの提案でもある）</li> </ul>

なお、住宅や小規模な商店における再生水の需要については、本調査の開始時点から対象外としている。その理由は、再生水を各小規模需要家に給水するには、上水道の施設と同様に、別途再生水専用の配水管・給水管施設を整備する必要があり、そのような再生水供給事業は費用等の面から実現が困難と考えられたからである。また、大量の再生水の需要が見込まれる工場地帯については、再生水処理施設の建設を検討しているデンパサール下水処理場の周辺にはない。このため、ブノア港にある水産加工施設だけを調査の対象とした。

図 4.2.1 に、需要調査の対象とした地域および施設の位置図を示す。なお、レギャン地区については、大型で高級ホテルが少なく、散水用水需要が期待できないと考え、再生水需要調査の対象外とした。

## (2) インタビュー調査方法

再生水の需要は、その水質および料金によって影響を受ける。このため、インタビュー調査では、以下の3つの再生水の水質レベルを設定し、それぞれの水質レベルを持つ再生水の需要量を把握するよう努めた。なお、レベル1の再生水は、調査対象者の再生水に対するイメージ等を聞くために設定したレベルである。

**レベル1の再生水**：直接および間接的な飲用水および炊事用水として利用できる再生水。

**レベル2の再生水**：飲用水、炊事用水として利用できる水質（レベル1）ではないが、その他の用途（シャワー、プール、手洗い、トイレのフラッシング、景観用の池、庭への散水等）には水質上問題なく利用できる再生水。

**レベル3の再生水**：池等の景観用水、庭木への散水用水に利用できる再生水。なお、それ以外の用途には水質上問題がある。

つぎに、再生水の料金については、必要な再生水処理施設の処理プロセスの種類と規模、再生水の送水に必要となる管路施設の規模（口径と延長等）、ポンプ施設の規模により大きく変わる。インタビュー調査は、本調査の調査開始時期に実施しており、これらの施設の建設や維持管理に必要な費用を考慮した再生水料金を設定できる段階にはなかった。このため、インタビュー調査では、再生水の料金を設定せず、各レベルの再生水に対する支払意志額（再生水の料金単価）を質問することとした。また、調査対象施設において再生水を利用するために必要となる受水槽、建物内の二元給水配管（上水用と再生水（中水）用の独立した配水管、給水管）等の設置の必要性や設置費用の最大負担額についても質問することとした。

なお、インタビュー調査では、各施設における再生水需要の背景を理解するため、現在の水源および用途別の水量、給水施設の現状と規模、排水施設・汚水処理施設とこれらの設置や維持管理に要する費用等についても質問した。





以下のインタビュー調査結果では、レベル2およびレベル3の再生水を中心に、調査対象とした施設別、地域別の再生水需要を整理して述べる。

### (1) 発電所 (Indonesia Power)

この発電所は、再生水処理施設の建設を検討しているデンパサール下水処理場の近くにあるため、再生水の供給先として期待された。しかし、冷却水を多量に使用する発電システムではないことが判明した。また、発電所内の汚水処理施設からの処理水を庭木の散水用水として使用しており、レベル3の再生水に対する需要は少ないことが分かった。一方、レベル2の再生水については、発電所への地下水の利用税の単価である Rp.228/m<sup>3</sup>(2円/m<sup>3</sup>)以下の料金ならば利用可能性があるとの回答を得たが、事務所内の生活用水利用に限定され水量面で限定的であり、現行の地下水単価がかなり安価に設定されているため、現状では地下水による生活用水の代替水源としてレベル2の再生水需要は期待できないと思われる。

### (2) グラライ国際空港

この空港では、PDAMの上水は少量しか使用してなく、空港敷地内にある深井戸からの地下水に頼っている。現在、空港ターミナルを拡張する事業を進めており、今後も地下水を主な水源として利用する計画となっている。一方、発生した汚水は、現在汚水処理施設から処理水を直接海に放流しているが、施設拡張に伴い汚水処理施設も改善して、処理水を散水用水、トイレフラッシング用水、冷却用水等として利用する構想がある。また、この処理水量は、ターミナル拡張後の再生水の需要を十分満足するとの回答がある。したがって、レベル2およびレベル3の再生水の需要は、現状では厳しい状況にある。

空港当局は、PDAMバドゥンに対し上水供給を要望しているが、PDAM側は水源の確保が難しく、要望に応えられない状況にある。今後、当空港で給水計画の柱となっている地下水が、法的な利用規制、水質上の問題等から地下水利用が抑制されたり、汚水処理施設の再生水利用の採算性や維持管理上の問題から汚水処理改善計画の実施や運転が困難となった場合には、本調査で実施する再生水利用の需要が高まることは考えられる。今後の有望な再生水の需要先として、積極的な営業活動を継続して実施する価値があると思われる。

### (3) ブノア港

再生水の用途としては、船舶の洗浄用水、バラスト用水、水産加工業への洗浄用水、清掃用水が考えられる。船舶の洗浄用水、バラスト用水としての再生水の需要は今回のインタビュー調査では特定できなかった。水産加工業では、魚の加工の際に大量の地下水を魚の水洗いに利用している。しかし、この地下水の代替水として再生水を利用するのは、食べ物である魚（輸出用）の洗浄利用には難しい。

ブノア港は、バリ州政府が検討した再生水事業で再生水の供給先になっていることから、高い再生水の需要が見込めると期待した。しかし、港湾の将来構想の話はあるものの、具体的な水利用計画を特定することはできなかった。また、インタビュー調査以後も、再生水利用の需要を追調査したが、再生水の利用や需要に関する具体的な計画も特定することはできなかった。

ブノア港の港湾当局は、今後、水需要が増加することから、PDAM デンパサルに上水供給を要望しているが、上水を十分に供給できない状況にある。したがって、港湾にある施設は、地下水を利用しなければならず、また、地下水の利用税は2011年1月から Rp. 1,216/m<sup>3</sup> (約 11 円/m<sup>3</sup>)とかなり安価な設定となっている。このような現状では地下水の利用は続くものと考えられる。

このように、今回の調査では、ブノア港での再生水の需要を特定することはできなかったが、ブノア港の将来計画での水供給計画を具体的に策定する段階で、再生水利用が可能である用途と需要が特定されれば、有望な需要先となると期待される。

#### (4) ゴルフ場

調査対象地域には、ふたつのゴルフ場がある。ひとつは、サヌール地区にあるグランド・バリ・ゴルフ場（9ホール）である。もうひとつは、ヌサドゥア地区にあり、国家的な観光プロジェクトとして開発されたバリ観光開発公社（Bali Tourism Development Cooperation, BTDC）エリア内にあるバリ・ゴルフ・カントリークラブである。

これらのゴルフ場での再生水用途としては、クラブハウスでのトイレフラッシュ用水、シャワー用水等（レベル2の再生水）とコース内の散水用水（レベル3の再生水）が考えられる。レベル2の再生水については、水量的には大量の需要を見込めず、また、二元給水配管工事等が必要となるため、需要は期待できないとの回答であった。レベル3の再生水については、以下のとおり、現状では需要は期待できない状況にあることが明らかになった。

サヌール地区にあるグランド・バリ・ゴルフ場では、隣接するイナ・グランド・バリ・ビーチホテル（Inna Grand Bali Beach Hotel）で発生した汚水の処理水をゴルフコースでの散水に利用している。また、ホテルの処理水を散水利用できない緊急事態が発生しても、近くの河川水を緊急的に確保して利用できることが可能となっているため、現時点ではレベル3の再生水の需要は少ない。

ヌサドゥア地区にあるバリ・ゴルフ・カントリークラブでは、発生した汚水を BTDC の下水処理場にて処理し、その処理水を再生水（以後、BTDC 灌漑用水と記す）として購入して散水用水等に利用している。通常乾期には 500m<sup>3</sup>/日程度の散水用水が必要であり、その内 100m<sup>3</sup>/日程度はゴルフ場内の雨水貯水池の水を利用し、残りの 400m<sup>3</sup>/日程度は BTDC に

より提供される灌漑用水をできるだけ使い、不足分は地下水を用いている。この地下水の代替水として再生水の需要量を BTDC 灌漑用水供給量実績（後述の表 4.2.2）に基づいて算定すると、約 70 m<sup>3</sup>/日程度と低い。なお、BTDC 灌漑用水の価格 Rp. 6,812/m<sup>3</sup>（約 64 円/m<sup>3</sup>）よりも安く供給できれば、レベル 3 の再生水を購入する可能性もあるとの回答を得ている。

## (5) 大規模ホテル

### 1) 地区別の選定ホテル

調査を実施してホテルについて、各地区別に述べる。

#### i) サヌール地区

サヌール地区には、客室数が多く、庭園も広く、再生水の需要が高いと考えられる大規模ホテル（4 もしくは 5 スターホテル）が 10 箇所程度ある。本調査では、バリ・ハイアットホテル（Bali Hyatt、5 スターホテル）とサヌール・パラダイス・プラザホテル（Sanur Paradise Plaza Hotel、4 スターホテル）等を調査対象とした。

#### ii) ヌサドゥア地区

ヌサドゥア地区には、国家的な観光プロジェクトとして開発された BTDC のサービスエリア（以後、BTDC エリアと記す）内にある大規模ホテルのうち、BTDC の下水処理場の近くに位置するクラブメドホテル（Club Med）、遠くに位置するアユドヤ・リゾートホテル（Ayodya Resort）とノボテル・ヌサドゥアホテル（Novotel Nusa Dua）、およびそれらの中間に位置するメリア・バリ・リゾートホテル（Melia Bali Villas Resort）等のホテルを対象に実施した。

BTDC エリア外のホテルとしては、最も客室数が多いニッコウ・バリ・リゾート&スパホテル（Nikko Bali Resort and Spa）を対象に実施した。

#### iii) ブノア地区

ブノア地区では、BTDC の下水処理場の近くに位置する 3 つのホテル（Melia Benoa, Bali Tropic Resort and Spa, および Conrad Bali Resort）等の大規模ホテルを対象に実施した。

#### iv) ジンバラン地区

ジンバラン地区には 3 つの大型ホテルがあり、バリ・インターコンチネンタルホテル（Bali Intercontinental）およびフォーシーズンズリゾート（Four Seasons Resort）を対象に実施した。

#### v) クタ地区

クタ地区ではバリダイナスティリゾート（Bali Dynasty Resort）、ハードロックホテルバリ（Hard Rock Hotel Bali）等を対象に実施した。

## 2) 結果

レベル 2 の再生水については、その用途をトイレのフラッシング用水等に利用する従来型の再生水利用用途を多くの回答者がイメージしており、二元給水配管の設置工事は難しいので需要は少ないとする回答が多かった。

再生水は水質が良くてもイメージ上悪いため、レベル 2 の再生水の利用は難しいとの意見もあったが、建物内の二元給水配管工事を全額負担し、料金次第では購入してもよいとの回答があった。

BTDC エリア内では、2011 年中に 3 つのホテル（マリオットホテル 250 室、ロイヤル・カムエラホテル 50 室、ラグナー・ビラ 50 室）が建設され、合計 350 室増える予定である。さらに 3 つの施設（ビラ NW-2 20 室、N-5 200 室、会議場 5000 席）の建設も予定されている。BTDC エリア外では、今後 3 つのホテル（Mulia、Ritz Calton、Kedung New Wall Hotel）と 1 つのビラの建設が予定されている。

これらのホテル等の施設が建設されれば、上水の需要はさらに増えることになるが、現状では給水量の増加には限界があることは第 2 章で述べたとおりである。したがって、ホテルでのレベル 2 の再生水の利用を積極的に推進することは、限られた上水を効率的に利用することにもなる。

一方、BTDC エリア内とその周辺の一部のホテルでは、発生した汚水を BTDC の下水処理場で有料で処理してもらい、一部の処理水を BTDC 灌漑用水（表 4.2.2）として購入し、庭園の散水用水等に利用している。BTDC 灌漑用水の供給が少ないといった苦情もないことから、BTDC 灌漑用水供給は、水量的には満足されており、レベル 3 の再生水の新規の需要はほとんど期待できないと考えられる。

表 4.2.2 BTDC 灌漑用水の施設別供給水量（2009 年）

NO	NAMA INVESTOR	AIR IRRIGASI TH 2009 (VOLUME DALAM M3)												TOTAL TH 2009
		JAN	PEB	MAR	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGST	SEPT	OKT	NOP	DES	
1	Club Med	47,00	-	-	4.352,00	6.012,00	5.681,00	7.095,00	8.334,00	2.718,00	6.981,00	4.381,00	1.808,00	47.409,00
2	NDBH (PT. Sejahtera Ind)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	Melia Bali	488,00	94,00	4,00	1.761,00	1.979,00	1.690,00	5.082,00	9.036,00	5.916,00	8.423,00	7.860,00	7.130,00	49.463,00
4	Hotel Putri Bali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Sheraton Nusa Indah/NDGI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Grand Hyatt	-	-	1.324,00	-	3.346,00	4.786,00	7.690,00	8.566,00	5.143,00	7.601,00	4.952,00	1.414,00	44.822,00
7	PT. KAKL/Sheraton Lagoon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	PT. Banigati Betegak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	PT. Bali Nusadewata Villaee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	PT. Chikara Inti Bahagia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	Bali Golf & C. Club	-	-	-	23.000,00	15.000,00	11.000,00	10.500,00	575,00	1.000,00	10.200,00	16.500,00	19.500,00	107.275,00
12	PT. Inti Putra M/Bali Desa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	Metafora (LOT SW2)	-	98,00	101,00	127,00	318,00	546,00	879,00	1.776,00	820,00	1.098,00	582,00	611,00	6.956,00
14	Sentral Telephone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	Melia Benoa/Citra Rapi	162,00	128,00	392,00	1.154,00	1.059,00	1.103,00	998,00	270,00	215,00	220,00	99,00	157,00	5.957,00
16	Hann Restaurant/PT. BSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	Hotel Grand Bali/Intersis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	Conrad Bali Resort/OIB	705,00	267,00	911,00	1.971,00	4.862,00	1.756,00	4.712,00	5.363,00	2.453,00	5.144,00	3.500,00	1.300,00	32.944,00
19	Villa Kayu Manis/Blok S/Partha Stana	33,00	3,00	67,00	275,00	334,00	547,00	570,00	529,00	524,00	468,00	478,00	209,00	4.037,00
20	St. Regis/PBRI (5-6)	-	-	1.583,00	3.304,00	1.216,00	2.369,00	6.349,00	6.753,00	7.800,00	11.019,00	9.590,00	7.198,00	57.181,00
21	Common Area	233,00	2.193,00	6.668,00	9.910,00	17.727,00	12.948,00	22.356,00	37.109,00	21.681,00	27.544,00	22.580,00	7.742,00	188.691,00
22	GPL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	Bali Tropic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	539,00	49,00	13,00	
24	Proyek N-5	98,00	-	-	-	-	-	-	112,00	1.053,00	211,00	244,00	368,00	2.086,00
TOTAL		1.766,00	2.783,00	11.050,00	45.854,00	51.853,00	42.426,00	66.231,00	78.423,00	49.323,00	79.448,00	70.815,00	47.450,00	546.821,00

(6) スランガン島

スランガン島の開発は1994年に始まり、埋め立てにより島を100haから400haに拡張したが、1998年のスハルト政権の崩壊とともに、開発は凍結された。この開発は住民との合意形成を行わずに進めたため、住民との利害関係上の問題が解決されていない。また、この島の埋め立て部分（現在はほぼ空き地）は、シンガポールの会社に売却されたため、バリ州政府はスランガン島開発の動向を把握できていないようである。さらに、スランガン島とブノア半島を繋ぐ橋の建設計画があったが、ブノア港と空港の反対により、建設計画が承認されなかったとの情報もある。

このような状況から、スランガン島において、近い将来にリゾート開発が行われるとは考えにくく、再生水の需要が期待できる状況にはないと考えられる。

(7) 大型ショッピングモール

本調査の対象地域であるデンパサール市およびバドゥン県には、5つ程度の大型ショッピングセンターがあるが、その中で最大のショッピングモールであるマル・バリ・ギャラリー（Mal Bali Galleria）を対象に、インタビュー調査を実施した。この施設では、再生水の対象となる用途として、トイレフラッシュ用水に30m<sup>3</sup>/日程度、散水用水に30m<sup>3</sup>/日程度が期待された。しかしトイレフラッシュ用水としてレベル2の再生水に対する支払意志額は、Rp. 1,000~2,000/m<sup>3</sup>程度とかなり低かった。また、散水用水には現在無料の河川水を使用している。水量や支払い意志額の点から、レベル2及びレベル3の再生水の需要はほとんど

ど期待できないと考えられる。

#### (8) 幹線道路沿いの緑地帯および公園

バドゥン県政府の Dinas DKP による幹線道路沿いの緑地帯および公園への散水に対する再生水の需要についてもインタビュー調査を実施した。Dinas DKP では、散水のため複数の川の水を無料で利用しているが、ヌサドゥア地区およびクタ地区での散水用水として利用しているマチ (Mati) 川から取水した水は、塩分濃度が高く、乾季には水量が減り土砂が入るなど、散水用水としては問題がある。このため、バドゥン県における地下水利用税 (値下げ後) の価格よりも安く再生水を購入できるのであれば、 $60\text{m}^3/\text{日}$  程度 (2 台のタンクトラック ( $6\text{m}^3$ ) をそれぞれ 1 日に 5 往復) の購入利用は可能であるとの回答を得た。しかし、値下げ後の政府機関向けの地下水の利用税は  $\text{Rp.}1,000/\text{m}^3$  (約 9 円/ $\text{m}^3$ ) 程度とかなり低く設定されると予想されるため、レベル 3 の再生水の需要は料金がネックとなると考えられる。

#### 4.2.3 BTDC による再生水供給事業の動向と PDAM バドゥンの灌漑用水施設

ヌサドゥア地区における BTDC による再生水供給事業等の動向と PDAM バドゥンの灌漑用水施設について現状を述べる。

##### (1) BTDC による再生水供給事業等の動向

BTDC は、1973 年に設立された国営企業である。国有企業省 (Ministry of State-Owned Enterprise) の管理下にあるが、バリ州の法律を順守する必要がある。株式は、財務省が所有しているが、BTDC エリア内の資産は、BTDC に属している。なお、ホテル等の土地は、BTDC から 50 年契約のリースとなっている。BTDC エリア内の 13 ホテルの客室数は合計で約 4,000 室であり、今後建設予定の客室数は約 500 室である。

BTDC が持つ下水処理場の計画設計能力は  $10,000\text{m}^3/\text{日}$  だが、現在は平均  $5,000\text{m}^3/\text{日}$  程度、最大  $6,000\text{m}^3/\text{日}$  程度の下水しか処理していない。この現処理水量の 40% である  $2,400\text{m}^3/\text{日}$  程をさらに処理 (施設設計処理能力、 $3,000\text{m}^3/\text{日}$ ) して、BTDC 灌漑用水として有償で供給している。現在 BTDC は、下水処理施設及び再生水処理施設の改善計画を BOT 事業として進めている。

この事業が実施されれば、BTDC エリア内での灌漑用水の供給は今後も BTDC が実施することになるので、BTDC の今後の動向を注視する必要がある。

##### (2) PDAM バドゥンの灌漑用水施設

BTDC エリアのホテルへ供給されている水の配水管は 3 種類あり、1) PDAM 上水用配水管、

2) PDAM 灌漑用配水管、3) BTDC 灌漑用配水管となっている。なお、2) PDAM 灌漑用配水管は、上水用の配水管とほぼ並行に布設されているが、水源である井戸の水が枯渇したため、10年ほど前から、ほとんど使用されていない。

この既存の灌漑用水の配水施設を必要な補修を行い、本調査で提案する再生水供給のために利用できれば、既存施設の有効利用を図りながら、初期投資を抑えることも可能と考えられる。

#### 4.2.4 再生水の文化的許容度

本節の最初のインタビュー調査方法で述べたように、再生水のレベルを3段階設定し、それぞれのレベルでの再生水の需要を聞いた。そのインタビュー調査の際に得られた再生水に対するイメージや利用上の許容度を検討する際の参考となる点を下記のとおり整理した。

1) レベル1：飲料水としても利用できる再生水の場合。

このレベルの再生水は、水質的に問題はないとしても、下水を原水とする再生水を飲用や炊事には利用したくないとの意見が全てであった。

2) レベル2：飲料や炊事用以外の用途には全て利用できる再生水の場合。

この再生水は、肌に直接触れても問題ない、あるいは誤飲してもすぐには問題がない水質の水であると説明している。このレベルの再生水の利用については、インタビューを受けた多くの給水施設管理者は難しいだろうと回答しているが、一部の給水施設管理者は再生水の水質が基準に合っていれば問題ないと回答している。

なお、インタビューを受けた給水施設管理者は、二元給水配管敷設が現実的には困難であると回答しているが、これは従来の再生水の中水利用の主な用途であるトイレフラッシュ用水をイメージし、このレベル2の再生水の需要を回答していることは留意すべきであることを指摘しておきたい。

3) レベル3：景観用水や庭木等への散水用水に利用できる再生水の場合。

このレベルの再生水は、BTDCの再生水の灌漑用水としての利用やホテル施設内にある汚水処理施設の処理水を既に利用しているので、インタビューを受けた給水施設管理者の再生水への理解は容易であった。

#### 4.2.5 再生水の需要調査結果のまとめ

以上の調査結果の要点と今後の課題をレベル2及びレベル3の再生水別に整理した。



## (1) レベル 2 の再生水需要

### 結果

- 二元給水配管工事が必要で工事費用の確保が難しいことから、再生水の需要は少ないとの意見が多かった。これは、再生水の利用用途を、トイレフラッシュ用水と考えていることによるものと考えられる。
- 今回の調査対象地域において、建物内で二元給水配管が整備されている例はなかった。
- ホテル施設では、上水量の絶対量が不足しており、その点で、再生水を不足分の一部として利用する可能性がある。しかし、上記のように、インタビューを受けた施設管理者は、再生水の用途をトイレフラッシュ用水と考え、つまり、中水として供給するイメージでとらえて、回答している。
- ヌサドゥア地区及びその周辺の地域では、ホテルや会議場等の新規の建設計画があり、上水の需要は増加している。しかし、第 2 章で述べたように、水の供給能力増強は、適切な河川水源の確保次第である。河川水源の開発が円滑に進められない限り、今後も上水の供給量を計画どおり増加することは難しい状況が続くと考えられる。したがって、再生水を積極的に利用することが必要となっている地域と言える。
- ヌサドゥア地区及びその周辺の地域では、地下水の枯渇や塩水化の問題が顕在化しており、地下水の利用は今後ますます難しくなるものと思われ、上水や再生水の利用を積極的に図り、安定的な給水が望まれる。
- 空港や港湾施設では、上水供給が限られており、地下水が主に利用されている。この地下水の代替水の一部や上水の将来供給分の一部として再生水の潜在的需要はあると考えられる。しかし、具体的な水利用計画等が策定されておらず、再生水の用途とその水量の特定は今回の調査ではできなかった。
- 発電所、ゴルフ場、大型ショッピングモールにおけるレベル 2 の再生水需要は、水量的に少なく、配水する際に非効率な事業となる。
- スランガン島開発は、具体的な計画が無く、再生水事業の対象とはならない。

### 課題

- レベル 2 の再生水の需要量を増やすには、レベル 2 の再生水の定義で述べた用途にまで拡大し、レベル 2 の再生水利用の潜在的需要を検討する余地がある。
- レベル 2 の再生水のイメージを正確に理解してもらうため、メタウォーター社がデンパサール下水処理場の敷地内に自費で設置したパイロットプラント施設を活用して、バリ州政府関係者と協議し、啓蒙活動計画を協同で策定し実施することが必要である。
- 空港・港湾施設では、地下水の利用が抑制される場合には、再生水の需要増大が期待される。今後策定される上水供給計画との調整を図りながら、レベル 2 の再生水の需要の掘り起こしは、今後の課題である。

## (2) レベル3の再生水の需要について

### 結果

- ゴルフ場や大規模ホテルにおいては、ホテル施設内の下水処理水や雨水、緊急時には近くの河川水を利用しており、散水用水の需給は深刻な状況にはない。再生水は散水利用で不足分を補う程度の需要はあるが量的には少ない。
- ヌサドゥア地区の BTDC エリアでは、BTDC が再生水による灌漑用水供給を実施している。この灌漑用水供給改善事業を BOT 事業として実施する計画があり、今後もその動向を注視する必要がある。

### 課題

- ヌサドゥア地区の BTDC による灌漑用水供給の改善事業の動向を今後も注視する。
- サヌール地区は下水道整備区域であり、今後この地区のホテルは下水道に接続することになる。このため、自家污水处理施設の利用をやめることになれば、敷地内の散水利用のための需要が期待される。この需要の掘り起こしは、将来の課題である。

## 4.3 再生水の潜在的需要量の推定

### 4.3.1 再生水の潜在的需要量の推定方法

再生水の利用可能な水量を、潜在的な需要量として、以下の検討を踏まえ推定した。

#### 1) 再生水需要対象の選定

再生水の需要調査結果を踏まえ、再生水の利用を図る対象を、南バリのヌサドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区とその周辺部でのホテル計画がある地域を対象に検討する。

#### 2) ホテルを対象にした単位水使用量の実態把握

以下の資料から、ホテルでの水使用量の実態を把握する。

- ① 現地調査に基づく水使用量の現況
- ② 上水道供給実績に基づく水使用量の現況
- ③ 日本の沖縄県における海浜リゾートホテルでの水使用実態調査結果の参照

#### 3) 再生水の対象とする用途の設定。

再生水をどのような用途に利用するかを検討し、幾つかのケースを設定する。

#### 4) ホテルを対象にした用途別使用水量の実態把握

日本の沖縄県における海浜リゾートホテルでの用途別水利用調査結果をレビューし、用途別水量算定の参考とする。

5) 再生水の用途別に幾つかのケースに分け、ケース別の再生水利用可能量を、再生水の潜在的な需要量として推定する。

### 4.3.2 再生水需要対象の選定

南バリ地域の対象ホテルは、既存のホテルがある、ヌサドゥア地区、ブノア地区や、今後ホテルが増加しているサワンガン地区を対象とした。

ホテルの客室数は、現況のヌサドゥア地区で 4,050 部屋、ブノア地区で 2,100 部屋、サワンガン地区で 700 部屋およびその周辺部での将来計画 1,000 部屋を対象とする。なお、将来計画の客室数の内、670 部屋は現在建設中のものである。したがって、再生水の潜在的利用量は、現在あるいは近い将来のホテルの客室数を対象として推定していることを留意する必要がある。

### 4.3.3 ホテルを対象にした単位水使用量の実態把握

#### (1) 現地調査に基づく現況の水使用原単位の把握

ホテルの単位使用水量について、収集した調査データから、客室当たりの水使用量を元に以下検討した。

再生水利用に関わるインタビュー調査による収集した水使用量データ（ホテルが PDAM から購入した水道受水量と地下水利用量を併せた水使用量）から灌漑用水量（ホテル内の庭木等への散水用水量）を差し引いた水使用量実績（2010 年）とホテルの客室数のデータから、客室一部屋当たりの一日の水使用量の推定を行った。この水使用量は、客室数で使用水量を割っているため、客室の占有率を 100%として推定していることになる。一方、客室の占有率を 100%～60%と仮定して、客室当たりの水使用量を算定した。その結果を表 4.3.1 に示す。これらの結果から、占有率を 70～90%程度と考えると、客室当たりの水使用量は 2.2～2.9 m<sup>3</sup>/日程度であることが分かる。ヌサドゥア地区とブノア地区での結果では、1.9～2.5 m<sup>3</sup>/日程度となっており、他の地区と比べると、若干低い値を示している。その理由の一つは、地下水が塩水化や水量低下でその利用量が少なく、水利用が抑制されていることが考えられる。

表 4.3.1 灌漑用水を除いた水使用実績に基づく客室当たりの水使用量 (m<sup>3</sup>/日)

地区	ホテル	グ レ ード	客室 数	客室当たりの水使用量 (m <sup>3</sup> /日)				
				仮定した客室占有率				
				100%	90%	80%	70%	60%
Nusa Dua	Amanusa Resort *)	5	35	2.89	3.16	3.61	4.04	4.81
	Bali Tropic Resort	4	150	1.45	1.61	1.81	2.07	2.41
	Inna Putri Bali *)	5	392	1.35	1.50	1.69	1.93	2.26
	Nusa Dua Beach Hotel *)	5	381	1.23	1.37	1.54	1.76	2.05
	Swiss Grand Bali *)	4	63	1.94	2.14	2.44	2.77	3.21
	The St. Regis Bali Resort *)	5	123	1.89	2.10	2.38	2.71	3.15
	The Westin Resort Nusa Dua *)	5	334	1.78	1.97	2.22	2.54	2.97
Benoa	Melia Benoa Bali	5	128	1.26	1.40	1.58	1.79	2.09
	上記の平均値			1.72	1.91	2.16	2.45	2.87
Sanur	Inna Grand Bali Beach Hotel	5	523	4.37	4.86	5.47	6.25	7.29
	Mercure Resort Sanur	4	189	1.36	1.51	1.70	1.95	2.27
	Puri Santrian Hotel	4	182	1.88	2.09	2.35	2.70	3.15
	Sanur Beach Hotel	5	428	1.70	1.89	2.13	2.43	2.83
	Segara Village	4	120	3.61	4.01	4.51	5.15	6.01
Jimbar an	Bali Intercontinental	5	425	2.01	2.23	2.52	2.87	3.36
	Four Seasons Resort Jimbaran	5	147	3.07	3.42	3.82	4.38	5.13
Kuta	Bali Bintang	5	401	3.06	3.40	3.82	4.37	5.09
	Bali Dynasty Resort	4	312	2.06	2.29	2.58	2.95	3.44
	Discovery Kartika Plaza Hotel	5	318	1.67	1.86	2.09	2.39	2.79
	Hard Rock Hotel Bali	4	418	0.72	0.80	0.90	1.02	1.20
	Kuta Paradiso Hotel	5	250	1.05	1.16	1.31	1.50	1.75
	平均値		5,319	2.02	2.24	2.53	2.89	3.37
	最大値			4.37	4.86	5.47	6.25	7.29
	最小値			0.72	0.80	0.90	1.02	1.20

\*) BTDC : Bali Tourism Development Corporation

(2) 水供給実績に基づく現況の水使用原単位

PT.TB が供給している上水量から推定した客室当たりの水使用量を下表に示す。上記の実態調査と同様に客室の占有率を仮定して、客室当たりの水使用原単位の現況値を推定した。この表から、水道水による客室当たりの水使用量は、ホテルの占有率を70～90%とすると、客室当たりの水使用量は1.6～2.1 m<sup>3</sup>/日程度と推定される。ホテルによっては、水道水以外の水源も利用しているため、上記1)のヌサドゥア地区の実態調査結果である1.9～2.5 m<sup>3</sup>/日程度の客室当たりの水使用量は、現況のホテル内での水利用の原単位を代表していると考えられる。

表 4.3.2 ヌサドゥア地区におけるホテルへの上水供給量実績から推定した客室当りの水使用量(m<sup>3</sup>/日)

ホテル	客室数	上水給水量		客室当りの水使用量推定 (m <sup>3</sup> /日)				
				仮定した客室占有率				
		(m <sup>3</sup> /年)	(m <sup>3</sup> /日)	100%	90%	80%	70%	60%
1	400	132,693	364	0.91	1.01	1.14	1.30	1.52
2	381	180,358	494	1.30	1.44	1.62	1.85	2.16
3	334	214,114	587	1.76	1.95	2.20	2.51	2.93
4	276	277,420	760	<b>2.75</b>	<b>3.06</b>	3.44	3.93	4.59
5	500	113,400	311	0.62	0.69	0.78	0.89	1.04
6	750	523,047	1,433	1.91	2.12	2.39	2.73	3.18
7	384	173,514	475	1.24	1.37	1.55	1.77	2.06
8	537	284,189	779	1.45	1.61	1.81	2.07	2.42
計	3,562	1,898,735	5,203	<b>1.46</b>	<b>1.62</b>	<b>1.83</b>	<b>2.09</b>	<b>2.43</b>

注) 上水供給量は、PT.TB 提供のデータ

### (3) 客室当たりの一日本水使用量原単位の現況値

上記の検討結果から、南バリでの調査対象地域のホテルでの現況の水使用原単位は、客室当たり 2.5 m<sup>3</sup>/日（上記の表では占有率を 80%と仮定した時の水使用原単位）程度であると設定することとした。

### (4) 日本の沖縄県における海浜リゾートホテルでの水使用実態調査結果の参照

上記の南バリでの調査結果と比較する目的から、日本の沖縄での海浜リゾートホテルでの水利用実績を調べた。その結果、客室当たりの水使用量は、2.0~2.3m<sup>3</sup>/日であった。なお、この実績データは、水不足が発生した時期に測定した結果である。この点を考えると、南バリの対象ホテルでの客室当たりの水使用量原単位は、沖縄での水使用量実績とほぼ同じ程度であると考えられる。

## 4.3.4 再生水の対象とする用途の設定

再生水の対象とする用途を、つぎのふたつのケースを設定して以下検討することにした。

- ①ケース 1：トイレフラッシュ用水、池や庭木への散水等（従来型の再生水利用）
- ②ケース 2：飲料用や炊事用以外の用途で、風呂、シャワー等の利用も可能とする（New Clean Water と呼ぶ）

### 4.3.5 ホテルを対象にした用途別使用水量の実態把握

#### (1) ホテルでの用途別使用水量

今回の調査対象のホテルでは、用途別の使用水量を把握するための、実測データは得られていない。そこで、ホテルや海浜リゾートホテルでの水使用に関する資料を収集し、日本の厚生省が1983年頃に4ヶ年かけて、リゾートでの水道計画指針を策定する目的で実施した水道水の利用実態調査のための実測データを入手した。この調査資料に掲載されている沖縄での海浜リゾートホテルでの用途別水使用調査結果を整理したものを下記の図に示す。

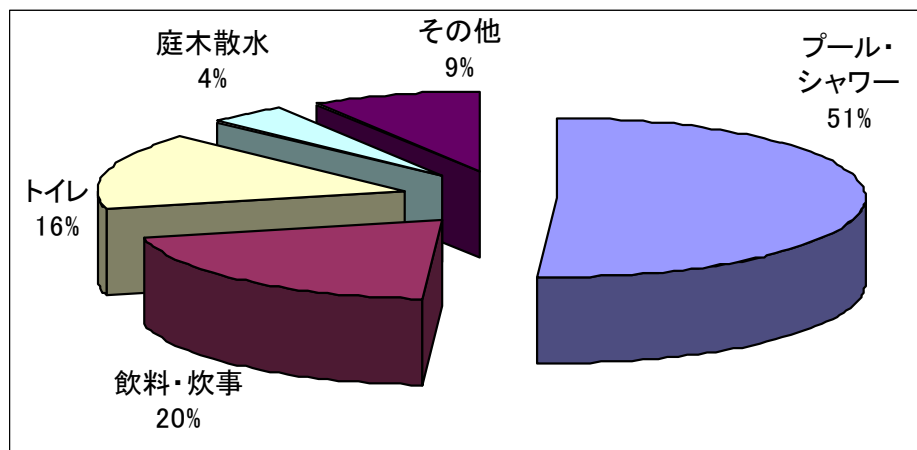


図 4.3.1 沖縄における海浜リゾートホテルでの用途別水使用比率

なお、参考のため、一般家庭における、用途別の生活用水の利用実態を表す資料を下記に示す。

< 参考資料 >

表 4.3.3 日本の生活用水使用目的別構成比 単位：(%)

	台所	洗濯	風呂	手洗洗面	水洗便所	その他
範囲	9 - 24	20 - 25	23 - 39	3 - 11	12 - 24	4 - 10
平均	17	22	30	7	17	7

出典：水道施設設計指針 2000年

表 4.3.4 米国の生活用水使用目的別構成比 単位：(%)

	蛇口	食器洗い	洗濯	シャワー	風呂	水洗便所	漏水	その他
範囲	12 - 18	1 - 2	12 - 28	12 - 20	1 - 3	23 - 31	5 - 22	0 - 9
平均	15.7	1.4	21.8	16.8	1.7	26.7	13.7	2.2

出典：Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4<sup>th</sup> Edition (AWWARF(1999))

これらのデータによると日本と米国の生活習慣により値は異なるが、概略の水利用の配分比は、台所約 20%、洗濯約 20%、風呂・シャワー約 20-30%、水洗便所約 15-25%、その他 15%程度と考えられる。

#### (2) 用途別水量割合の設定値

以上のリゾートホテルでの水利用実態のデータから、トイレフラッシュ用水は全体の 20%程度、一方飲料用や炊事用の用途（ケース 2）でも、全体の約 20%程度と考えた。これら比率を、再生水の計画水量を算定する際に利用することとする。

### 4.3.6 再生水の潜在的需要量の推定

再生水の潜在的需要量として、再生水の用途を先のふたつのケース別に、潜在的再生水利用可能量として推定した。

ケース 1：従来のトイレフラッシュ用水を中心とした再生水利用

ケース 2：飲料用、炊事用以外の用途への再生水利用

将来（2021 年）における再生水の潜在的利用可能量を推定するのに、以下の仮定を設定した。

#### (1) 将来の客室当たりの水使用量原単位

将来の客室当たりの水使用原単位は、現況の  $2.5 \text{ m}^3/\text{日}$  が若干増加する（一割程度）と仮定して、 $2.8 \text{ m}^3/\text{日}$  と設定する。

#### (2) 客室数の占有率

現況の客室一部屋当たりの水使用量の設定値である  $2.5 \text{ m}^3/\text{日}$  は、占有率が 80% と高い場合の値であるが、将来の占有率は若干高い 85% と設定する。

#### (3) 水道水使用量のうち、再生水の用途として、利用可能な割合

上記 4.3.5(2)の結果から、ケース 1（従来のトイレフラッシュ用水を中心とした再生水利用）およびケース 2（飲料用や炊事用の用途以外の全ての用途）の両ケースについて、全体の水道使用量の約 20%程度であることから、ケース 1 では 0.2、ケース 2 では 0.8 と設定する。

#### (4) 再生水の混合割合

ケース 2 の場合、再生水と上水が末端の給水施設にて混合することを想定しているため、その割合を 50%として設定する。

#### (5) 再生水の潜在的需要量の推定値

上記の仮定のもと、将来における再生水の潜在的需要量として、再生水の用途を先のふた

つのケース別に算定した結果は以下のとおりである。

ケース 1 の場合、3,700 m<sup>3</sup>/日

ケース 2 の場合、7,400 m<sup>3</sup>/日

その計算過程と結果を下表に示す。

**表 4.3.5 再生水の潜在的需要量（利用可能量）の推定**

項目	単位	仮定 定数	Nusa Dua地区	Benoa 地区	Sawangan 地区	将来 計画	ホテル 合計
客室数	No.		4,050	2,100	700	1,000	7,850
利用される客室数	No.	a 0.85	3,443	1,785	595	850	6,673
ホテル全体の水使用量	m <sup>3</sup> /日		9,639	4,998	1,666	2,380	18,683
ケース1の再生水利用量	m <sup>3</sup> /日	b 0.20	1,928	1,000	333	476	<b>3,737</b>
飲料、炊事以外の用途の水量	m <sup>3</sup> /日	c 0.80	7,711	3,998	1,333	1,904	14,946
ケース2の再生水利用量	m <sup>3</sup> /日	d 0.50	3,856	1,999	666	952	<b>7,473</b>

\* 将来計画の客室数1000部屋のうち、約 670部屋は現在建設中のホテルである。

なお、表中の a は客室数の占有率、b および c はケース 1 およびケース 2 の再生水の用途として利用可能な割合、d は上水と再生水の混合割合を示している。

## 4.4 再生水の利用状況と事例

### 4.4.1 世界の再生水利用の状況と需要予測

世界の淡水総量は 35 百万 km<sup>3</sup> であるが、これは地球上の全水量の 2.5% に相当する。このうち人類が使用できるのは年間 3,769km<sup>3</sup> に過ぎない。そして下水として年間 369km<sup>3</sup> が回収されている。実際に処理されるのは年間 160km<sup>3</sup> で、そのうち年間 129km<sup>3</sup> が再利用可能であるが、実際に利用されているのは年間 7.1km<sup>3</sup> である。

再利用水の需要については処理レベル毎に分類されたり、利用目的毎の分類、例えば、家庭用、農業用工業用或いは地下水涵養などに分類される。グローバル・ウォーター・インテリジェンス社の図書「再生水市場 2005－2015 年」は今後の世界の再生水の需要（追加需要量）を表 4.4.1 に示すとおりと予測している。

**表 4.4.1 世界の 2015 年までの再生水の追加需要量予測**

2005 年までの合計（既存）	7.1 km <sup>3</sup> /年 = 19,424,000 m <sup>3</sup> /日
2006-2010 年間の追加分合計	13,309,000 m <sup>3</sup> /日
2011-2015 年間の追加分合計	21,744,000 m <sup>3</sup> /日



上表は全世界の再生水の生産能力が2010年までには32,733,000m<sup>3</sup>/日に成長し、さらに2015年までには54,477,000m<sup>3</sup>/日に成長することを示している。図4.4.1及び図4.4.2はそれぞれ2015年までの地域毎の需要量の予測と処理レベル毎の需要量の予測を表している。

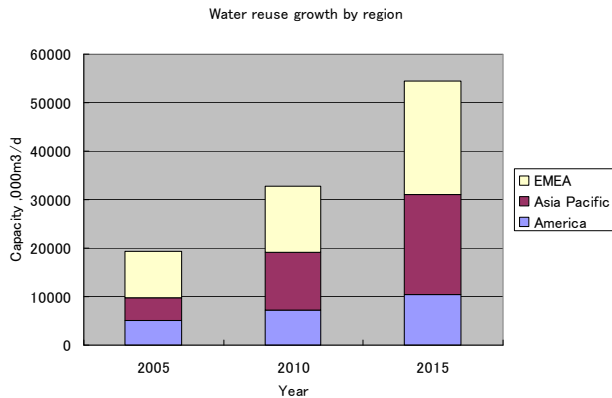


図 4.4.1 地域毎の需要量予測

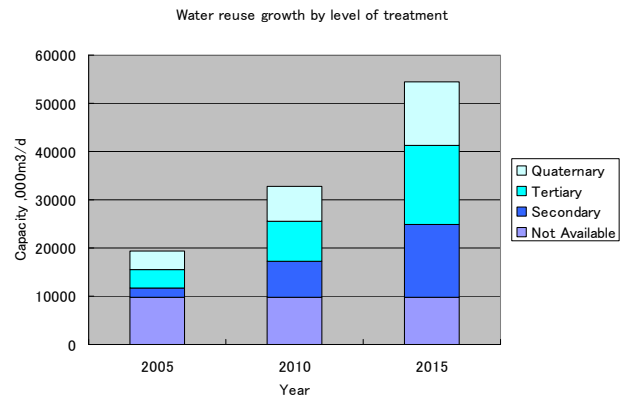


図 4.4.2 処理レベル毎の需要量予測

注 1: EMEA はヨーロッパ、中東及びアフリカを表す。

注 2: “Quaternary”処理の定義は、2 段膜処理を意味する。例えば逆浸透膜又はナノ膜の前段に精密膜又は限外膜を設置する処理法が挙げられる。

#### 4.4.2 事例研究

以下に、世界各国での再生水の適用事例を紹介する。事例にあるように、全世界的に再生水が直接飲用に利用されるケースは見当たらない。

##### (1) 米国：カリフォルニア州オレンジ郡水組合

カリフォルニア州とその周辺では急激な人口増加に見舞われている。この地域は小降雨量で比較的乾燥していて、しばしば干ばつに見舞われている。水源の賦存量は一般的に減少傾向にあり、そのため隣接の州や上流側の州と競合する関係にある。地下水の利用状況は揚水量が自然涵養量を上回り持続不可能な状況が継続し、海水侵入の恐れが生じている。

##### 1) 再生水の用途

主な用途は間接的な飲用水への再利用及び海水侵入バリアの構築である。プロジェクトの名称はオレンジ郡涵養水プロジェクト（GWR システム）である。図 4.4.3 にその模式図を示す。GWR システム以前にオレンジ郡水道局（OCWD）は水工場 2 1（WF21）プロジェクトを推進しており、GWR システムは WF21 の発展的な継承である。WF21 は 1976 年にスタートした。これは下水再生水を海岸線に沿って地下帯水層に注入し、地下の水源と混合しその地下水を上水道水源として利用していた。オレンジ郡の人口は 2 百万人を超え、その上水道水源の 75% を地下水によっている。WF21 の目的は OCWD の管轄地以外からの水源依存度を減らし、かつ、過度の地下水揚水による地下水帯水層への海水侵入を防止するため、及び地下水の帯水量を増加させることにあった。WF21 は 2008 年まで稼動し、GWR

システムにより大規模なプロジェクトに継承された。このプロジェクトは再利用水の地下浸透により大規模な海水侵入バリアシステムを構築し、市販ボトル水の水質基準以上の飲用水を生産している。

2) 再生水の処理能力  
265,000m<sup>3</sup>/日 (2008年)

3) 再生水の水質レベル  
高品質ボトル用飲料水基準の水質 (全ての州/連邦基準を満足すること) としている。

4) 概算コスト  
WF21 及び GWR システムの見積もり建設費用は 487 百万米ドルである。

WF21 及び GWR システムの見積もり維持管理費用は年間 22.9 百万米ドルである。

5) 適用技術の概要

GWR システムは精密膜ろ過装置、逆浸透膜ろ過装置、紫外線消毒装置からなる。再利用水は井戸を経由して地下へ注入される。

(2) シンガポール：ニューウォーター

シンガポールの人口は 4.31 百万人である。島内部の自然再生が可能な水源は年間 0.7km<sup>3</sup> であり、現在の総地下水揚水量は年間 0.5km<sup>3</sup> であるが、年間 0.489km<sup>3</sup> の下水処理水量が存在している。シンガポールが大規模な再生水事業を選択した理由は、上水原水の半量を隣国マレーシアに依存していることにある。残りの上水原水の半量は島内の降水量による。シンガポール島の面積は小さいことから雨水集水面積も非常に限定的である。マレーシアとは 50 年間水供給ジョホール契約が 2 つあるが、1 件の契約は 2011 年に期限が切れ、第 2 の契約は 2062 年に終結する。シンガポールはこの依存度の減少と 100% 自給率の達成を目指している。

1) 再生水の用途

シンガポールの再生水利用計画はニューウォーターの名の下に進められている。ニューウォーターを飲用とすることは安全であるが、直接の飲料用として配水する代わりに計画的な間接飲用 (計画的

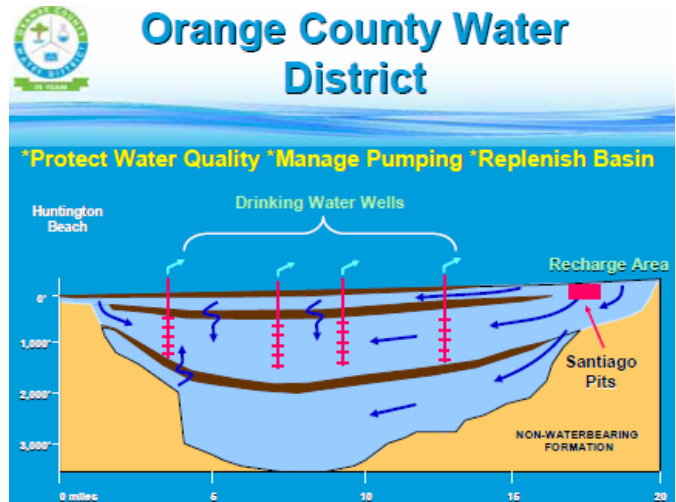


図 4.4.3 海水侵入とバリア井戸の模式図

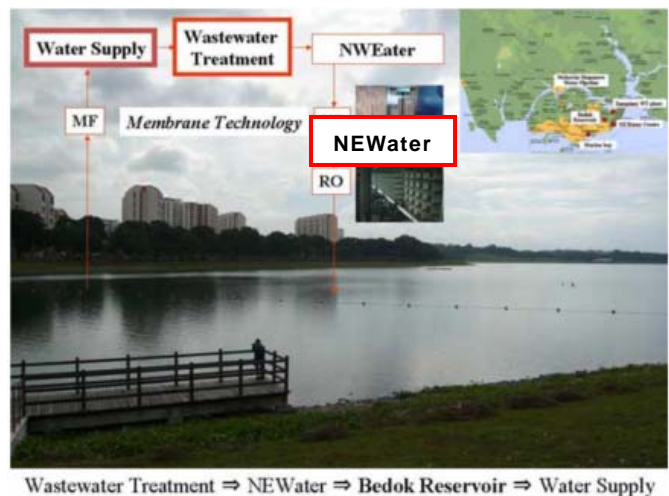


図 4.4.4 ベドック貯水池

IPU)と言われる方法を推奨してきた。計画的 IPU はニューウォーターと貯水池の水 (図 4.4.4 を参照) をブレンドすることを意味し、浄水はそのブレンドされた水に従来の処理プロセスを用いている。この方式の選択理由には以下の 3 つがある。一つには逆浸透膜で除去されたミネラル分の回復であり、二つ目は先進技術で処理されたニューウォーターを貯水することによる更なる安全の確保であり、三つ目はニューウォーターを市民から受け入れてもらいやすいようにすることである。

#### 2) 再生水の処理能力

204,500m<sup>3</sup>/日 (2006 年) (ニューウォーター施設は 4 処理場から構成される : Bedok, Kranji, Selector 及び Ulu Pandan.)。上記の量に加え、ウル・パンダン処理場は洗浄用水及び冷却用水として、より低レベルの限外ろ過膜処理施設 46,000m<sup>3</sup>/日を備えている。

#### 3) 再生水の水質レベル

ニューウォーターは公共サービス局 (PUB) の水質基準の監督下にある。水質基準は : 濁度 5 NTU 以下、pH 7.0~8.5、硬度 30 mg/L 以下、塩素イオン 30 mg/L 以下、アルミニウム 0.1 mg/L 以下、銅 0.05 mg/L 以下、鉄 0.05 mg/L 以下、亜鉛 0.1 mg/L 以下、大腸菌群数は検出しないこと等である。

#### 4) 概算コスト

再利用水の概算維持管理費用は年間 7 百万米ドルである。

#### 5) 適用技術の概要

ニューウォーターは精密膜ろ過装置、逆浸透膜ろ過装置及び紫外線消毒装置からなる。再利用水は天然水の貯水池に放流される。

### (3) 欧州 : キプロス

キプロスの平均年間降水量は 465mm である。キプロスでは 2010 年までに現在利用している地下水及び表流水を全て使い尽くすであろうことが予想されていた。再生水は観光地の修景用水と農地の灌漑用水に使用されている。また、観光業界は海浜が重要な観光資源であることから下水処理水の放流には反対してきた。ラルカナ下水処理場の放流管きょ工事実施の遅れは結果として処理水再利用の選択をもたらした。キプロスには主な下水処理場が 2 箇所あり、ラルカナ処理場とアジア・ナパ・オアラリムニ処理場がそれである。これらの処理場の処理水は 80% が灌漑事業に利用されている。

#### 1) 再生水の用途

前述のとおり、キプロスの主な再生水の用途は灌漑用水である。両処理場の処理水はドロモラキシアとパラリムニ村の農業地域に灌漑用水として利用されている。作物はとうもろこし、アルファルファ及びジャガイモである。また、再利用水は夏季においてホテル、国際空港及びラルカナ市内の庭園公園と広場にも利用されている。農地への灌漑面積は平均的に 200ha であり、定常的に灌漑がなされている。

## 2) 再生水の処理能力

ラルカナ処理場の処理能力は 8,500 m<sup>3</sup>/日、アジア・ナパ・オアラリムニ処理場の処理能力は 12,000m<sup>3</sup>/日である（2003 年）。

## 3) 再生水の水質レベル

ラルカナ処理場の平均放流水質は：BOD 2.6 mg/L、COD 56 mg/L、SS 1.7 mg/L、pH 値 7.5、T-N 8.5 mg/L、NH<sub>3</sub>-N 2.4mg/L、NO<sub>3</sub>-N 6.9 mg/L、P 0.6 mg/L、大腸菌 5/100 mL 以下である。

## 4) 概算コスト

ラルナカ処理場の建設費用は 50 百万ユーロで、この内 9.3 百万ユーロが再生水配水管網及びポンプ場を含む三次処理関連の建設費用である。再生水の生産費用は 0.5 ユーロ/m<sup>3</sup>である。アジア・ナパ・オアラリムニ処理場の建設費用は 14.4 百万ユーロで、同様に三次処理関連の建設費用は 5.9 百万ユーロである。再生水の生産費用は 0.3 ユーロ/m<sup>3</sup>である。

## 5) 適用技術の概要

両処理場の適用技術は二次処理（オキシデーションディッチ）と三次処理（砂ろ過）の組み合わせである。

### (4) 欧州：ベルギーフランダース地方フルーネーアンバッハ

ベルギーの北部はフランダースという名で知られている。ベルギーの他の地域と同様にフランダースの飲用水源は地下水である。フランダースは高度に工業が発展しているとともに大規模な農業地帯でもあるため、帯水層から過度な揚水を行う原因となり、海水侵入の危険をもたらしてきた。1990 にフレミッシュ州政府は水道事業体であるアクフィン（Aquafin）を設立し、フランダースにおいて高度処理を行う処理場の建設を実施した。

## 1) 再生水の用途

再生水は地下水の帯水層への海水侵入を防ぐ目的で利用されている。ウルペン市の下水処理場は処理水をトレレー市の処理施設へ送水し、トレレーでは合計 2.5 百万 m<sup>3</sup>/年の再生水を生産している。その後、処理水は地下水の帯水層への浸透を目的として砂丘に放流される。その地下水は水道水源として使用されている。水道事業はフルーネ広域事業体（IWVA）が運営しており、IWVA は古くから砂丘の下層にある第四紀層から原水を取水している。

## 2) 再生水の処理能力

7,000m<sup>3</sup>/日（2002 年）。この量は上水供給量の約 40%に相当している。

## 3) 再生水の水質レベル

浸透用放流水には厳しい基準が課せられている。栄養塩類は特に厳格である。浸透用水質基準は：pH 6.5～9.2、水温 25°C、電気伝導率 1,000μS/cm、総硬度 40 mg/L 以下、Na 150 mg/L、

T-P 0.4 mg/L、NO<sub>3</sub> 15 mg/L、NH<sub>3</sub> 1.5 mg/L、SO<sub>4</sub> 250 mg/L、塩素 250 mg/L。

#### 4) 概算コスト

総建設費は 6 百万ユーロである。

#### 5) 適用技術の概要

トレーレ処理場は限外膜、逆浸透膜及び紫外線消毒からなっている。図 4.4.5 の処理フローを参照。処理水は浸透池(深さ 70cm、広さ 1.8ha)において帯水層に到達するまで 40 日かけてろ過され、これは追加的な砂ろ過処理に相当する。

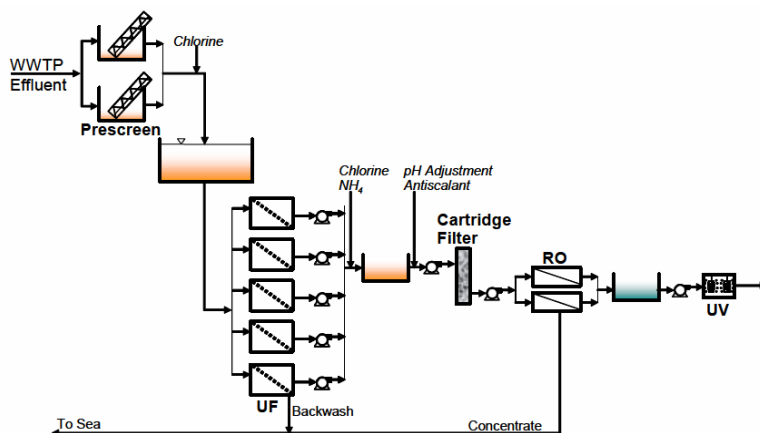


図 4.4.5 トレーレ処理場の処理フロー

#### (5) 中東：クウェート

他の湾岸諸国同様、クウェートは海水淡水化に大きく依存している。水は地下の帯水層のかん水を取水している。1990 年代中ごろクウェート政府は水源管理の方針を再考することを決定した。新たなアプローチとしてスレイビヤにおいて、非飲用目的で再生水を生産する BOT による処理施設の建設を検討した。これはクウェート市及び周辺からの下水を処理するため 375,000m<sup>3</sup>/日の施設を 30 年間の BOT コンセッション契約により調達された。スレイビヤ処理場は 2005 年 3 月に公式運転が開始された。

##### 1) 再生水の用途

再生水の利用先として庭の園芸用水及び車両・ビルディングの洗浄水等に供する方法も考えられているが、現時点では農業利用と工業利用に限定している。加えて再生水は水源確保のため地下帯水層の涵養用水としての適用が考えられている。クウェート政府はスレイビヤ下水処理水再生水プラントからの再生水を全量購入する契約を締結している。現在、再生水はクウェートの北部にある農場へ供給されている。南部へはワフラ地域の農場へ送水するパイプラインが建設中である。公共事業省 (MPW) は地下水涵養プロジェクトのため、スレイビヤの再生水を 45,000 m<sup>3</sup>/日まで使用することを計画中である。

##### 2) 再生水の処理能力

375,000m<sup>3</sup>/日 (2005 年)。本処理能力は前述の 30 年間の BOT コンセッション契約の間に 600,000m<sup>3</sup>/日まで拡張することが可能である。

##### 3) 再生水の水質レベル

スレイビヤ再生水の水質基準は WHO の飲料水ガイドラインの水質基準を満足することを求めている。

#### 4) 概算コスト

375,000m<sup>3</sup>/日の施設の建設費用は 150 百万クウェート・ディナール (KWD) であった。

#### 5) 適用技術の概要

適用された技術は限外膜ろ過処理装置、逆浸透膜ろ過処理装置及び塩素消毒装置である。

#### (6) 日本：東京及びその他の都市

日本の人口は 127.3 百万人である。一般的に日本は多雨・高湿の気候の国である。再生水については厳しく非飲用の用途に限定されている。再生水の利用推進の大きな要素はその高人口密度である。日本の大都市への人口集中は再生水利用を促進する大きな圧力となっていた。新たな水源を開発するより、個々のビル内におけるリサイクルシステムの導入から地域的な計画による導入まで含め、既存水源の再活用する方法を選択している。これは限定的な処理水活用の一方法である。

#### 1) 再生水の用途

日本は、大規模な共同住宅地域においてトイレ洗浄水に再生水を活用したパイオニアである。その活用は 1960 年代に始まっている。個々における再生水システムはオンサイト処理を利用したり、MBR（膜分離活性汚泥法）が採用されていたりする。単独のビルディングに組み込まれてケースやビル群が同一地域にある処理場から配水を受けているケースがある。日本ではおよそ 1,500 の個々あるいは地域単位の再生水利用システムが運営されており、年間約 71 百万 m<sup>3</sup> の再生水が利用されている。東京都や福岡市等では延べ床面積が 3000m<sup>2</sup> から 5,000 m<sup>2</sup> 以上のビルディングを建設するときには飲料水の給水装置と再生水の給水装置の 2 元給水とすることが義務付けられている。図 4.4.6 は東京都下水道局の再生水の利用例を示す。



図 4.4.6 東京都下水道局の再生水の利用例

#### 2) 再生水の処理能力

芝浦水再生水センターの再生水生産能力は 11,300m<sup>3</sup>/日（2010 年）である。

#### 3) 再生水の水質レベル

日本のトイレ洗浄水の基準の主な点は大腸菌が検出されないことである。

#### 4) 概算コスト

2010年に完成した芝浦水再生水センター拡張分 7,000m<sup>3</sup>/日の建設コストは約 19 百万米ドル相当であった。再生水の使用料金は 260 円/m<sup>3</sup> であり、政策的な配慮が含まれた料金である。

#### 5) 適用技術の概要

芝浦水再生水センターでは生物膜ろ過装置、前オゾン処理装置、オゾン耐性精密膜ろ過装置が採用されている。

### (7) 米国：カリフォルニア州サンティー・レイク

#### 1) 再生水の用途

サンティー・レイク・レクリエーション自然保護地域はパドレ・ダム公共水域にて運営されているレクリエーション施設である。施設内にある湖は革新的な再生水プロジェクトの一部として形成され、サンディエゴ郡の重要な地域に位置付けられている。七つの湖は、約 82 エーカーの水を含む施設のオリジナルの再生水プログラムの一部として、シカモア溪谷の乾いた砂と砂利にて形成されている。その目的は、再生水をレクリエーション、農業、産業上の利用に用いる事に住民の理解を得ることでもあった。

#### 2) 再生水の処理能力

7,570 m<sup>3</sup> / 日

#### 3) 所要の水質レベル

パドレ・ダム公共水域はカリフォルニア州保護局による「タイトル 22」規格に基づき下水処理を行っている。

#### 4) 費用

2002年4月、取締役会において、21のプロジェクトを21世紀の代表として承認した。その中の一つとして、運動選手や家族、子供向けに、フィットネス、競技、レクリエーション施設、及び特別なイベントが開催できる、サンディエゴ郡で最も面白い場所として、1070万米ドルをかけたサンティー・レイクが誕生した。

#### 5) 適用技術の概要

サンティー・レイクは二次処理と砂礫層ろ過にて消毒を行っている。

### (8) 豪州：シドニー、シドニーオリンピックパーク

シドニーオリンピックパーク再生水経営計画(WRAMS)は 2000 年のオリンピックの為に建設された。13 百万豪ドル(10 百万米ドル)にて計画されたこの施設は、年間 800,000 m<sup>3</sup>もの

廃水を処理し、雨水を非飲料水以外の利用目的でオリンピック現場に供給するものである。

#### 1) 再生水の用途

シドニーオリンピックパークの節水と再生戦略は、地域の水路を保護する為の大きな役割を果たしており、又、シドニーの未来の為の飲料水の持続可能な供給を手助けしている。再生水は全ての用途に安全に使用できる。例えば、トイレの洗浄、洗濯、ペットの洗浄、庭(野菜含む)や芝生、公園の水撒き、消火活動、公園施設や遊び場への水引など。

#### 2) 再生水の処理能力

7,500 m<sup>3</sup>/日

#### 3) 所要の水質レベル

ニューサウスウェールズ(以下 NSW)保健省、並びに NSW 再生水特別委員会の品質規格に基づき生産、監視されている。

#### 4) 費用

1992年から2000年の間に、NSW 政府は汚染地域是正計画の為に、137万豪ドルを割り当てた。当時の修復方針として、汚染水を他の場所へ移動させることなく、汚染地域にてどれだけ安全に廃水を処理出来るかに注目されていた。

#### 5) 適用技術の概要

シドニーオリンピックパークは0.2mmのMFろ過装置、逆浸透膜ろ過装置、塩素消毒装置からなる。

### (9) 豪州：シドニー、ラウズヒル再生水処理場

ニューサウスウェールズ州は人口6.7百万人、その内4.2百万人は州都であるシドニー、オーストラリアで最も大きな都市に住んでいる。都市の中心地はオーストラリアで最も急速に成長している場所である。州が保有している施設、シドニーウォーターコーポレーションは1995年から商業組織の元、運営されており、主に都市に水の供給をしている。資産は14億豪ドル(10.9億米ドル)、年間の資本支出は500百万豪ドル(390百米ドル)。

#### 1) 再生水の用途

ラウズヒルはオーストラリアで最も大規模な住居の為の再生水計画である。ラウズヒルでは廃水をとても高い基準で処理しており、再生水を住居に戻し、庭やトイレの洗浄などに使用している。この計画は2001年に開始。60,000人もの人々に再生水を供給し、それは13,300ヘクタールにも及ぶ。再生水をラウズヒルで使う利益として、大量の飲料水を節約できること、そして持続可能な供給が維持できることである。



## 2) 再生水の処理能力

27,000 m<sup>3</sup>/日

## 3) 所要の水質レベル

シドニーウォーターでは関連国家の再生水ガイドラインの品質基準に準拠、或いはそれ以上の基準にて再生水を供給している。NSW 保健省ではシドニーウォーターに対し、健康面の観点から再生水利用と品質に関し、助言している。

## 4) 費用

シドニーウォーターとパートナーシップを組んでいる、シドニーウォーターコーポレーション、ジョン・ホーランド、トンプソンコントロール及び GHD にて 60 百万ドルのラウズヒル再生水利用計画を立てた。

## 5) 適用技術の概要

ラウズヒルでは様々な段階を経て水を綺麗にしている。三次処理として砂ろ過、紫外線や塩素消毒を施し、高度処理として MF ろ過装置、UF 膜ろ過処理装置、逆浸透膜ろ過装置を用いている。詳細は下記図 4.5.7 を参照。

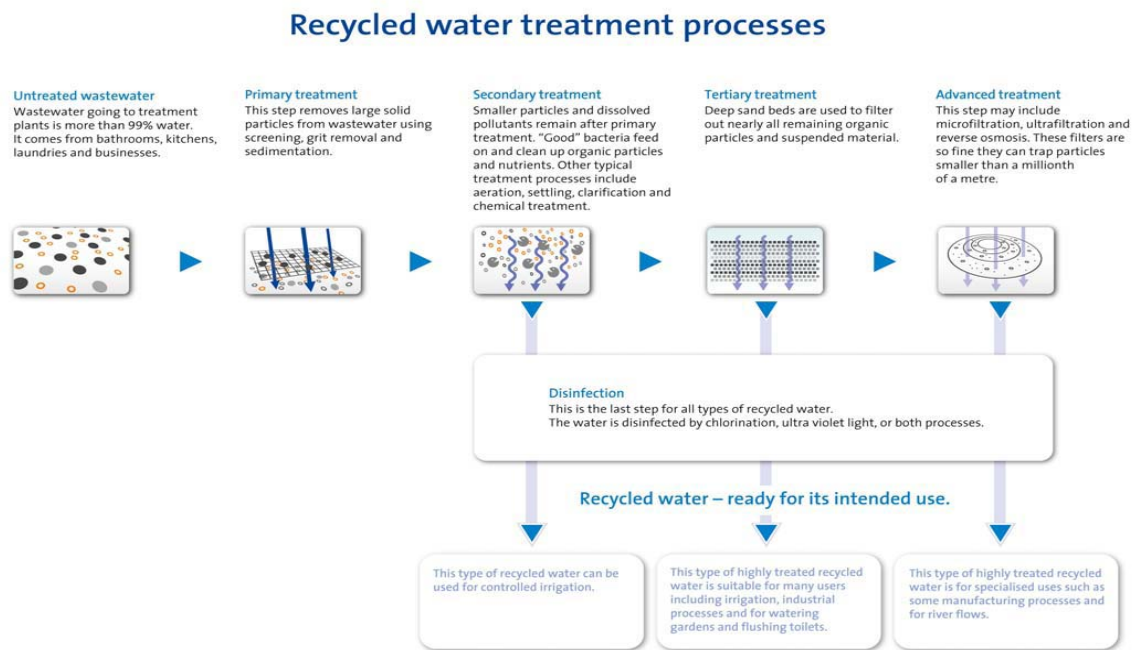


図 4.4.7 再生水処理プロセス

## 参考文献

1. “Water Reuse Market 2005-2015 (A Global Assessment & Forecast)” published by Global Water Intelligence and “Water Reuse” Metcalf & Eddy/AECOM
2. “Municipal Water Reuse Markets 2010 (Analysis, forecasts and inventory)” published by Global Water Intelligence

3. Mehul Patel, P.E. GWRS Process Manager (2010)“The GWR System – Indirect Potable Reuse as a New Water Source”Orange County Water District
4. PUB, <http://www.pub.gov.sg/water/newater>
5. Despo Fatta“Good Practice Example on the Utilization or Treated Wastewater for Irrigation Purposes” University of Cyprus Civil and Environmental Engineering Department
6. Emmanuel Van Houtte, Johon Verbauwheide (2006)“Operational experience with indirect potable reuse at the Flemish Coast”Desalination 218

---

## 第5章

### 再生水処理プロセスの検討

## 第 5 章 再生水処理プロセスの検討

### 5.1 検討方針と方法

再生水の利用は世界中に広がりつつあり、特に再利用の盛んな米国、豪州等では用途に応じた水質基準が整備され、適用されている。原水水質と目標水質を検討し、最適な処理プロセスを選定することは、経済的な観点のみならず、再生水施設の安定的かつ効率的な運転にとっても重要である。

本章では主に水質の観点から選択すべき処理プロセスについて検討する。

### 5.2 原水（二次処理水）

#### 5.2.1 処理水量

本デンパサル下水処理場（Suwung WWTP）は日本の ODA(円借款)により建設されたもので、最終段階の計画処理能力は 51,000m<sup>3</sup>/日である。ただし、現在は面整備の第二期工事中であり、2011 年 5 月時点で処理場に確認した際には処理水量は約 25,000 m<sup>3</sup>/日とのものであった。しかし、2011 年 7 月に導入された超音波流量計による 8 月の流入水量データは 4,865 m<sup>3</sup>/日～9,063 m<sup>3</sup>/日（平均 6,804m<sup>3</sup>/日）と少なく、約 2 倍近く大きく変動していた。処理場側でも別途確認のためにポンプの流入水量から計算した結果、5,861 m<sup>3</sup>/日～9,491 m<sup>3</sup>/日（平均 7,106 m<sup>3</sup>/日）であった。8 月は乾季後半で雨が少なく、一年で最も流入水量が少なくなる時期ではあるが、処理量は平均約 7,000 m<sup>3</sup>/日程度で変動が大きいと考えられる。他の時期、特に雨期の処理水量は現時点では不明であるが、水量変動は大きいと予想される。

#### 5.2.2 稼働中のデンパサル下水処理場（Suwung WWTP）における処理水質

##### (1) 既存の下水処理水水質データ

今回の検討にあたり、再生水の原水となるデンパサル下水処理場の処理水質データを以下に示す。表 5.2.1 はデンパサル下水処理場より入手した水質分析の表である。本分析は外部機関により月 1 回実施されているものである。

下記放流水質データによれば BOD = 6.8～48.75mg/l、COD = 20.0～172.8mg/l 共に約 8 倍もの変動があり、処理が不安定となっている。理由としては、①雨季と乾季の流入水量及び流入水質の差、②面整備工事が進行中で水量が不安定、③エアレーターの運転状況が不安定なことなどが考えられるが、各項目の影響度合いは不明である。

表 5.2.1 デンパサール下水処理場水質データ

沈殿池出口水質まとめ (デンパサール下水処理場提供)											流入原水
測定項目	基準値	測定値									
		2009年7月	2009年11月	2010年3月	2010年4月	2010年5月	2010年6月	2010年7月	2010年8月	2009年11月	
温度 °C	38	30	29.4	31.2	29.8	28.2	30	31	29	29.6	
総溶解固分 TDS mg/l	2000	566	478	491	487	465	484	519	456		
浮遊物質 TSS mg/l	100	33	58	43	33	23	16	32	13		
pH	6-9	-	8.1	7	8	7.2	8	6.8	7	7.3	
鉄 Fe mg/l	5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1		
マンガン Mn mg/l	2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-		
銅 Cu mg/l	2	0.01	-	0.004	0.004	0.008	-	-	0.02		
亜鉛 Zn mg/l	5	0.09	0.06	0.03	0.03	-	-	-	1		
シアン化物 Cn mg/l	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		
硫化物 H <sub>2</sub> S mg/l	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
フッ化物 F mg/l	2	0.7	0.12	0.7	0.7	0.2	0.2	0.2	0.9		
遊離塩素 Cl <sub>2</sub> mg/l	1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
遊離アンモニア NH <sub>3</sub> mg/l	1	25.7	-	5.3	29.5	101.5	4.4	6.6	8.3		
硝酸塩 NO <sub>3</sub> -N mg/l	20	5.6	3.2	1.1	4.6	1.4	2.1	2.8	0.5		
亜硝酸塩 NO <sub>2</sub> -N mg/l	1	0.1	0.1	0.06	0.06	0.06	0.06	0.02	0.8		
BOD mg/l	50	37.2	44	39.8	28.4	35.3	32	14.4	42	70.3	
COD mg/l	100	48	111	54.8	67.2	53	40	30	172.8	156	
メチレン MBAS mg/l	5	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		
フェノール mg/l	0.5	0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
油脂 mg/l	10	0	7	0	0.2	0	0	0	2		
硫酸塩 Sulphate mg/l	400	66.7	48.9	43.4	16.4	48.6	19.3	18.2	57.8		
DO mg/l	1	4.8	4.2	4.5	4.5	5.4	3.6	2.7	5.1	0.3	
リン塩酸 PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	5	47.8	13.8	0.2	3.4	3.4	3.4	5.1	0.6		
塩化物イオン Cl <sup>-</sup> mg/l	600	94.5	143.6	96	95.8	68.7	65.2	712.1	68.2		

測定項目	基準値	測定値										
		2010年10月	2010年11月	2010年12月	2011年1月	2011年2月	2011年3月	2011年4月	2011年5月	2011年6月	2011年7月	2011年9月
温度 °C	38	30.0	29.0	29.0	28.0	29.0	29.0	29.0	29.0	28.0	29.0	30.0
総溶解固分 TDS mg/l	2000	474.0	393.0	333.0	390.0	430.0	441.0	511.0	505.0	547.0	525.0	535.0
浮遊物質 TSS mg/l	100	24.0	22.0	56.0	45.0	39.0	57.0	111.0	30.0	41.0	65.0	67.0
pH	6-9	7.0	7.0	7.2	7.8	7.0	7.5	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0
鉄 Fe mg/l	5	0.06	0.14	0.28	0.1	0.12	0.19	0.23	0.07	0.06	0.34	0.14
マンガン Mn mg/l	2	N.D.	N.D.	0.022	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
銅 Cu mg/l	2	0.0326	N.D.									
亜鉛 Zn mg/l	5	1.0456	0.1932									
Cr6+ mg/l		N.D.	N.D.									
Total Cr mg/l		N.D.	N.D.									
Hg mg/l		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Pb mg/l		N.D.	N.D.									
シアン化物 Cn mg/l	0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			
硫化物 H <sub>2</sub> S mg/l	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.286	0.880	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
フッ化物 F mg/l	2	0.83	1.30	0.05	0.98	0.86	1.01	0.19	0.54	0.52	0.70	0.56
遊離塩素 Cl <sub>2</sub> mg/l	1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.5	0.5	<0.01
遊離アンモニア NH <sub>3</sub> mg/l	1	8.8	4.9	3.85	4.0	7.6	11.45	1.17	8.00	21.7760	17.743	17.886
硝酸塩 NO <sub>3</sub> -N mg/l	20	4.471	3.102	1.062	5.512	5.114	2.992	3.113	0.180	0.223	1.377	2.471
亜硝酸塩 NO <sub>2</sub> -N mg/l	1	0.016	0.016	0.014	6.120	0.014	0.049	0.009	0.023	0.069	0.022	0.031
BOD mg/l	50	40.8	26.09	41.0	10.17	6.8	8.4	9.6	12.8	36.78	48.75	42.50
COD mg/l	100	102.0	58.8	68.4	41.6	20.8	20.0	22.2	48.6	83.0	72.4	68.6
メチレン MBAS mg/l	5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.0438	0.1588
フェノール mg/l	0.5	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0193	<0.01
油脂 mg/l	10	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
硫酸塩 Sulphate mg/l	400	15.846		188.53	19.538	21.00	24.00	32.0	30.0	58.344	37.015	36.225
DO mg/l	1	5.3		4.5	3.6	4.2	4.4	4.0	3.8	2.6	3.04	2.22
リン塩酸 PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	5	0.7		1.0	2.1	1.30	1.50	1.50	0.4	0.5	0.1668	1.1217
塩化物イオン Cl <sup>-</sup> mg/l	600	71.61		44.53	41.72	58.56	50.66	50.36	54.83	84.79	123.26	93.32
大腸菌 /100ml		17,000	540,000	110	1,600	35,000	540,000	140,000	540,000	720,000	170,000	490,000
糞便性大腸菌 /100ml		3,500	70,000	26	540	12	540,000	600	540,000	490,000	79,000	330,000

計画完了時（第三期工事完了）の処理水 BOD 目標値である 30mg/l に対し、現時点では暫定放流水質基準が遵守できていないデータもあり、処理場の安定運転と放流水質の安定化は今後の課題である。

世界の多くの先進国における二次処理水の BOD 及び TSS は一般的に 30mg/l 以下であることが多く、特に地域によってはさらに厳しい水質を管理目標値としているケースが少なくない。実際、東京都下水道局においても、二次処理水の BOD や TSS は 10mg/l 以下の処理場が大半である。

再生水処理プロセスを選定する際には、原水となるデンパサール下水処理場放流水の水質を考慮して、安定的に目標処理水質を達成できる処理プロセスを検討することが重要である一方で、二次処理水の供給側である下水処理場においても上記のように安定運転と水質安定化の早期達成が望まれる。

## (2) 本調査における水質データ

デンパサール下水処理場の処理水の水質に関して、パイロット実験開始後の 6 月より別途水質分析を実施した。結果を表 5.2.2 に示す。処理場から入手した月次水質データも含め、バリにおける水質分析結果（分析値）には数値の信頼性と言う観点で疑問が残る面もあることは承知の上で、処理場から入手した月次データと実験時に実施したデータを解析した。その結果、同時期(同月)に採取したデータにも関わらず、処理水（再生水原水）の BOD、SS は 2～3 倍の差があり、COD も 1.2～1.5 倍の差がある。従って、水質変動は季節（特に乾期と雨期）変動のみでなく、日変動も大きいと思われる。また、月次データでは測定していない色度、紫外線吸光度を見ると、色度では 100 TCU を超える場合が少なくなく、一般的な先進国の二次処理水に比較して非常に高い数値となっており、紫外線吸光度についても芝浦の事例に比べると 2～5 倍となっており、再生水処理が容易でないことが伺われる。

**表 5.2.2 デンパサール下水処理場水質分析**

水質		二次処理水								
測定項目	単位	2011年6月	2011年7月	2011年7月	2011年8月	2011年8月	2011年8月	2011年8月	2011年9月	2011年9月
温度	℃	27.8		26.6	27.4	26.6	27.3	27.2	27.4	27.3
pH		7.34		7.92	7.42	7.44	7.02	6.98	6.91	6.94
DO	mg/L	4.28		6.29	4.53	4.37	4.25	4.32	2.75	3.44
T-COD	mg/L	78		58	82	66	64	76	120	104
T-BOD	mg/L	23.9		18.7	33.8	32.0	27.2	8.5	19.6	15.6
硝酸塩 (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	1.442	0.168	0.167	0.147	0.271	0.331	0.883	0.504	0.611
亜硝酸塩 (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0.024	0.014		0.003	0.330	0.077	0.024	0.047	0.075
浮遊物質 TSS	mg/L	346	59	20	39.0	36.0	33.0	26.0	58.0	38.0
リン塩酸 (PO <sub>4</sub> )	mg/L	0.4	2.6	2.7	0.7505	1.3305	1.8296	1.1872	1.7432	3.5348
紫外線 UV254		0.125	0.222	227.000	0.271	0.288	0.29	0.278	0.41	0.3547
色度	TCU	79.0	68.0	98.0	159.0	214.0	182.0	240.0	174.0	224.0
濁度	NTU	14.5	13.2	0.170	20.600	25.600	28.200	29.600	55.500	40.600
アンモニウムイオン (NH <sub>4</sub> )	mg/L		16.067	15.5564	21.5327	13.8200	15.8250	15.8250	17.3500	25.482

## 5.3 再生水水質目標レベル

### 5.3.1 他国の事例について

再生水の水質目標レベルは用途により大きく異なる。海外では二次処理水をそのまま農業灌漑用水として利用している例もあれば、前章の米国加州 OCWD（オレンジ郡水組合）のように RO 膜処理後、地下水還元している事例もある。

また、用途別の再利用水の水質基準／水質規制についても、例えば米国環境局や米国各州、豪州では農業利用（食用作物と非食用作物等）、灌漑用、修景用、工業用、地下水涵養等々、様々な用途別に策定している。一般に、再生水の水質規制は公衆衛生の保護、利用管理区域、使用要件、美的要素、経済的要素などを考慮する必要があるとされている。

日本の再生水の水質基準は、非飲用用途を前提として、以下の表 5.3.1 に示す国土交通省作成の「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」のように 4 つのカテゴリーに分類され適用されている。

**表 5.3.1 下水再生水利用に関する技術上の基準**

	水洗用水	散水用水	修景用水	親水用水
大腸菌	不検出 <sup>1)</sup>	不検出 <sup>1)</sup>	不検出 <sup>1)</sup>	不検出 <sup>1)</sup>
濁度	(管理目標値) 2 度以下	(管理目標値) 2 度以下	(管理目標値) 2 度以下	2 度以下
pH	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6
外観	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと
色度	— <sup>2)</sup>	— <sup>2)</sup>	40 度以下 <sup>2)</sup>	10 度以下 <sup>2)</sup>
臭気	不快でないこと <sup>3)</sup>	不快でないこと <sup>3)</sup>	不快でないこと <sup>3)</sup>	不快でないこと <sup>3)</sup>
残留塩素	(管理目標値) 遊離残留塩素 0.1mg/L 又は結合 残留塩素 0.4mg/L 以上 <sup>4)</sup>	(管理目標値) 遊離残留塩素 0.1mg/L 又は結合 残留塩素 0.4mg/L 以上 <sup>4,5)</sup>	備考参照 <sup>4)</sup>	(管理目標値 <sup>4)</sup> ) 遊離残留塩素 0.1mg/L 又は結合残 留塩素 0.4mg/L 以上 <sup>5)</sup>
施設基準	砂ろ過施設又は同 等以上の機能を有 する施設を設ける こと	砂ろ過施設又は 同等以上の機能 を有する施設を 設けること	砂ろ過施設又は同 等以上の機能を有 する施設を設ける こと	凝集沈殿 + 砂ろ過 施設又は同等以上 の機能を有する施 設を設けること
備考	1) 検水量は 100mL とする (特定酵素基質 培地法)	1) 検水量は 100mL とする (特定酵素基 質培地法)	1) 暫定的に現 行基準 (大腸 菌群数 1000CFU/100m	1) 検水量は 100mL とする (特定酵素 基質培地法) 2) 利用者の意向等

	水洗用水	散水用水	修景用水	親水用水
	2) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 供給先で追加塩素注入を行う場合には個別の協定等に基づくこととしても良い	2) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 消毒の残留効果が特に必要ない場合には適用しない 5) 供給先で追加塩素注入を行う場合には個別の協定等に基づくこととしても良い	L) を採用 2) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて上乘せ基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 生態系保全の観点から塩素消毒以外の処理を行う場合があること及び人間が触れることを前提としない利用であるため規定しない	を踏まえ、必要に応じて上乘せ基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 消毒の残留効果が特に必要ない場合には適用しない 5) 供給先で追加塩素注入を行う場合には個別の協定等に基づくこととしても良い

注) 基準適用箇所：残留塩素は責任分界点、その他の項目は再生処理施設出口

注) 国土交通省「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」から引用

一般に、公園、ゴルフコース、墓地、その他の造園地の灌漑用水や植栽への散水、噴水、防火用水、トイレ洗浄水などは再生水の適用が受け入れられ易い傾向にある。しかし、たとえトイレ洗浄水と言えども、給水タンクで羽化するユスリカなどの害虫発生の原因となる場合や、色や濁り、臭いなどがある場合は、必ずしも容易に受け入れられない場合がある。受容度には個人差が非常に大きく、ある人にとっては気にならずに受け入れられたとしても、他の人にとっては必ずしも同様ではないことが考えられる。

実際に日本においては、ビルのトイレ洗浄水における色、濁り、ユスリカによる視覚的不快感や臭いの不快感による苦情が報告された事例がいくつもある。これが前述のような再生水の水質に関する基準が策定された理由のひとつである。

数多くのビルへ再生水を供給している東京都下水道局は芝浦水再生センターの再生水水質に関して、表 5.3.2 に示すように国土交通省マニュアルの親水用水向けよりもさらに厳しい濁度 1 度以下、色度 3 度以下を管理目標値としている。色度 3 度以下を達成するためには、オゾン処理あるいはそれに相当する処理が必要であり、通常の凝集沈殿+砂ろ過では安定的な達成は極めて困難であると想定される。また、オゾン処理の後に設置される膜は



耐オゾン性能が必要とされるため、東京都下水道局はオゾン+セラミック膜の共同開発研究を3年間実施し、本技術を芝浦水再生センターの増設分（7,000m<sup>3</sup>/日）に採用した。本施設は2010年4月より1年半以上順調に稼動している。

**表 5.3.2 東京都下水道局再生水管理目標値**

東京都下水道局再生水管理目標値 ※親水用水への上乗せ基準	
大腸菌	不検出 <sup>1)</sup>
濁度	1度以下
pH	5.8～8.6
外観	不快でないこと
色度	3度以下
臭気	不快でないこと
残留塩素	(管理目標値) 遊離残留塩素 0.1mg/L 又は結合残留塩素 0.4mg/L 以上
施設基準	凝集沈殿+砂ろ過施設又は同等以上の機能を有する施設を設けること

### 5.3.2 南バリの場合の水質目標レベル

インドネシアにおいては再利用に関する水質基準等は現時点ではまだ未整備である。このため、国土交通省を中心とした日本政府の支援によるインドネシア政府との共同での再生水利用基準（ガイドライン等含む）策定について検討が開始されている。最終的にはこの新規に導入予定の再生水利用基準に照らした水質目標が設定されなければならない。

しかし、本基準の策定にはある程度時間を要するため、本レポートにおいては、現存の基準を踏まえて暫定の水質目標を検討するものとする。

まず、今回の調査検討においては間接利用も含めて飲用用途を対象とせず非飲用用途のみに限定する計画である。このため、今回対象の再生水に対しては、間接的飲用再利用（飲用帯水層への地下水涵養等）に適用される水道基準同様の非常に高い水質基準を適用する必要はないと考えられる。

また、欧米を含む先進国からの観光客が多いバリ島においては、特にホテル、空港などでの再生水利用に際しては、色、濁り、臭気、ユスリカ等の害虫などは苦情対象となる可能性が高く、比較的高いレベルの水質が要求されると考えられる。

バリ島における上記の状況を配慮した、日本での水質基準目標の実績に鑑みて、今回対象の再生水には前述の東京都芝浦水再生センターにおける管理目標値（国土交通省策定親水用水向けの上乗せ基準）についても適合することが望ましいと考える。

## 5.4 処理プロセスの選定

### 5.4.1 目標水質レベルを考慮した処理プロセスの検討

世界では米国カリフォルニア州やシンガポールなどのように地下水涵養や間接的飲用再利用の際には塩類などの溶存成分を除去可能な RO 膜処理まで実施しているケースが一般的である。<sup>1</sup> しかしながら、前述のように今回の調査対象は地下水涵養や飲料水を対象としないこと、並びにイニシャルコスト及びランニングコスト（特に電気代）が非常に高価である RO 膜は事業採算性への影響が大きいことから RO 膜処理は今回はプロセスとして選択しないものとする。

また、一方で前述のように観光客の多いバリ島ではニーズを考慮すると、東京都下水道局による水質管理目標値の適用が望ましい。さらに、前述のように本デンパサル下水処理場の放流水水質のレベルは必ずしも良質と言えず、相当の処理プロセスの選択が望まれる。

このような背景に鑑みて、本調査では東京都芝浦水再生センターで実施した生物膜ろ過+オゾン+セラミック膜を基本的なプロセスと位置付けて検討を進める。本プロセスの選択により、それほど良好でない水質の下水処理水を処理して、高レベルの水質の再生水を安定的に得ることが可能であると考えられる。

### 5.4.2 提案する処理プロセスの内容とパイロット試験による検証

東京都芝浦水再生センターで採用されたプロセスを図 5.4.1 に示し、各処理設備の機能と目的を以下に記述する。

#### 1) 生物処理施設

下水二次処理水中に含まれ、かつ再生水として使用するためには濃度の高い窒素(亜硝酸)、固形物、有機物質等を物理的および生物学的に除去できる処理施設である。本施設は主に後段の処理設備で除去が出来ない窒素（亜硝酸）を除去するため、また固形物および有機物質（BOD）等を除去し後段のオゾン注入量や凝集剤添加量を削減するために必要となる。

#### 2) オゾン設備

オゾンは強力な酸化剤であることから、有機物を分解することができる。BOD や COD の低減のほか、色度成分や臭気成分の分解も可能である。また、殺菌作用により細菌等を死滅させることができる。さらに、原水中の微細固形物は、オゾンにより表面性状が改質され、凝集が容易となると予想される。

---

<sup>1</sup> “Water Reuse” published by Metcalf & Eddy/AECOM, written by Takashi Asano, Franklin L. Burton, Harold L. Leverenz, Ryujiro Tsuchihashi, George Tchobanoglous.

### 3) 凝集設備

一般に下水二次処理水中には、微細固形物が存在し、膜閉塞の原因となる。そこで凝集剤添加により、原水中の微細固形物を粗大化し、膜閉塞を抑制できる。

### 4) 膜ろ過設備

膜ろ過は、再生水利用で一般的に用いられる砂ろ過に比べてはるかに高い除濁、除菌効果を有している。限外膜ろ過（セラミック膜）は膜孔径が  $0.1\mu\text{m}$  と微小な孔であるため、 $0.1\mu\text{m}$  以上の大きさの細菌・原虫及び夾雑物や懸濁物質の除去が可能である。

膜材としてオゾン耐性の高いセラミック膜を用いることにより、再利用水としての水質面の向上、オゾンと凝集による膜目詰まりの抑制および膜の高フラックス化を実現して、低廉で高品位な再生水を製造できることが期待できる。

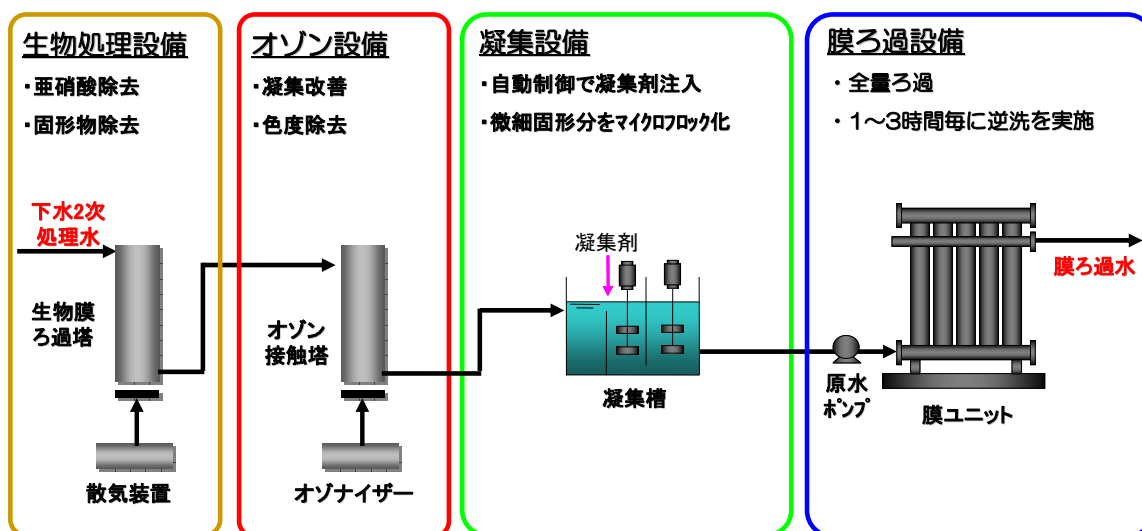


図 5.4.1 芝浦水再生センターにて採用された再生水の処理プロセスフロー

### 5) システムの特徴

本システムは、セラミック膜にオゾンと凝集を組み合わせることにより、高い膜ろ過流束で安定運転が可能であり、システムの低コスト化が可能である。これは、まずオゾンにより原水中の微細固形物を凝集しやすくし、次の凝集で微細固形物を粗大化することにより、セラミック膜工程にて、膜間差圧の上昇を抑制しながらろ過できるためである。

このように、オゾンとセラミック膜を用いた再生水製造設備は、オゾンによる酸化・殺菌作用と、凝集による原水中の微細固形物の粗大化、セラミック膜による細菌類や濁質等の除去を組み合わせることにより、衛生的安全性と高品質な処理水質を兼ね備えた再生水を製造することができる設備である。しかし、原水条件により施設の運転条件や生成される再生水水質がことなることから、現地でもパイロット試験による検証を行っている。

### 現時点での検証結果

実験装置を用いた現地でのパイロット試験（生物膜ろ過＋オゾン＋凝集＋セラミック膜ろ過）で生成される再生水水質について目標水質との適合性を検討した。

2011年夏季より実施した現地パイロット試験の結果、上述の親水基準さらには東京都の管理基準もほぼ達成可能である目処が着いた。ただし、データ取得数は7回とそれほど多くないこと、また、一部の現地水質分析結果には信頼性の問題があること、乾季の水質悪化時に運転条件を変更する必要があることなどから、より確実な再生水の安心と安全の確保のために、実施設計時までに、未確認の水質項目の確認も含め、さらに水質分析を実施してデータ数を増やして水質の確認を実施することが望まれる。また、前述のように処理場の安定運転と水質安定化の早期実現も非常に重要である。

---

## 第 6 章

### 再生水供給システムの代替案

## 第 6 章 再生水供給システムの代替案

### 6.1 代替案設定の基本事項

第 5 章で述べた再生水処理施設により生産された再生水は、再生水バルク供給施設（送水ポンプ施設、送水管）及び配水施設（配水池及び配水管）により、顧客対象として選定したホテルの受水施設まで運ばれることになる。その先の再生水の給水設備は、用途の違いにより違ってくる。以下では、再生水の用途をふたつのタイプに大別した代替案を設定する。

#### (1) 従来型の再生水利用

再生水の用途を以下の 4 つとし、飲料、炊事、洗濯、風呂、シャワー等の目的には利用しない。

- トイレフラッシュ用水
- 洗浄用水（車両等）
- 冷却用水
- 庭の草木への散水用水

上記の再生水の利用は、既に実施されており、確立された利用法であることから、「従来型の再生水利用」と呼ぶことにする。

#### (2) 飲用・炊事以外の生活用水としての利用(New Clean Water)

再生水の用途を、飲料、炊事には利用しないことを条件に、洗濯、風呂、シャワーまで拡大利用する案である。この代替案は、バリ州等が実施した再生水利用計画でも、再生水を「Clean Water」のような生活用水として利用する案が提案されている。

当初、従来型の再生水利用を前提とした事業を想定して、調査を進めた。しかし、需要調査結果（第 4 章）について報告した後、「イ」国側の関係者から、「イ」国が想定している用途目的と異なる部分があり、需要調査を再検討してほしいとの要望があった。そこで、「イ」国側が作成した再生水水利用事業の調査報告書の内容検討および関係者との協議を通じて、従来の再生水の用途を風呂、シャワーと言った、直接肌に触れる利用まで拡大したケースを代替案として設定することにした。

なお、生活用水として位置付けられている、上水の「Clean Water」は、法的には以下のとおり、定義されている。「イ」国の上水は、保健大臣令（1990 年第 416 号）の第一章、第一条にて、用途別に水質基準を定め、次の通り、専用の呼称を用いている。

- Air minum (飲料用水) : 健康維持に必要、且つ、直接飲用が可能。
- Air bersih (Clean Water) : 健康な日常生活の営みに必要。煮沸すれば飲用が可能。

PDAM バドゥンが PT.TB の管理する配水施設を通して供給している上水は、法律上は飲料用水 (Air minum) である。しかし、一部の供給施設の上水を除き、「Clean Water」(Air bersih) と呼ばれて、一般にはそのまま直接に飲用されてはいない。飲み水は水売り業者等から別途ボトル水として購入して利用されているのが実情である。

## 6.2 代替案の設定

### 6.2.1 代替案

従来型の再生水利用を行うための供給システムをケース 1、直接肌に接触する利用を想定した供給システムをケース 2 とした。

ケース 1 : 従来型の再生水供給システム

ケース 2 : New Clean Water 供給システム

両方のケースとも再生水の供給先は同じとし、第 4 章で示したヌサドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区のホテルを対象に再生水を供給するものとする。

各ケースにおける計画水量は、第 4.3.6 節にて検討した結果を元に、下表にとおりとする。なお、各ケースの再生水供給システムの詳細については以下の節で説明する。

**表 6.2.1 各ケースの再生水計画水量**

計画水量	ケース 1	ケース 2	備考
再生水処理水量 (日最大)	4,500 m <sup>3</sup> /日	9,000 m <sup>3</sup> /日	
再生水配水量 (日平均)	4,100 m <sup>3</sup> /日	8,200 m <sup>3</sup> /日	
再生水供給量 (日平均)	3,700 m <sup>3</sup> /日	7,400 m <sup>3</sup> /日	配水管および給水管にて 10% の損失を見込む

## 6.2.2 ケース 1: 従来型の再生水供給システム

今回対象となっているホテルにおける再生水の主な用途は、トイレフラッシュ用水と洗浄用水であると考えられる。散水用水については、BTDC 加盟のホテルでは再生水を既に利用しているため、その分の需要は少ないと考えられる。なお、トイレフラッシュ用水として利用するには、再生水専用の給水設備をホテルの施設内に設置する必要がある。その他、洗浄用水、散水用水、冷却用水として利用する場合には屋外での設置が中心となるものと考えられる。トイレフラッシュ用水等を供給するためには、PDAM が提供する上水の給水施設の他に再生水専用の給水設備の設置が必要となり、図 6.2.1 に示したように、ホテルの施設内では二元給水配管となる。

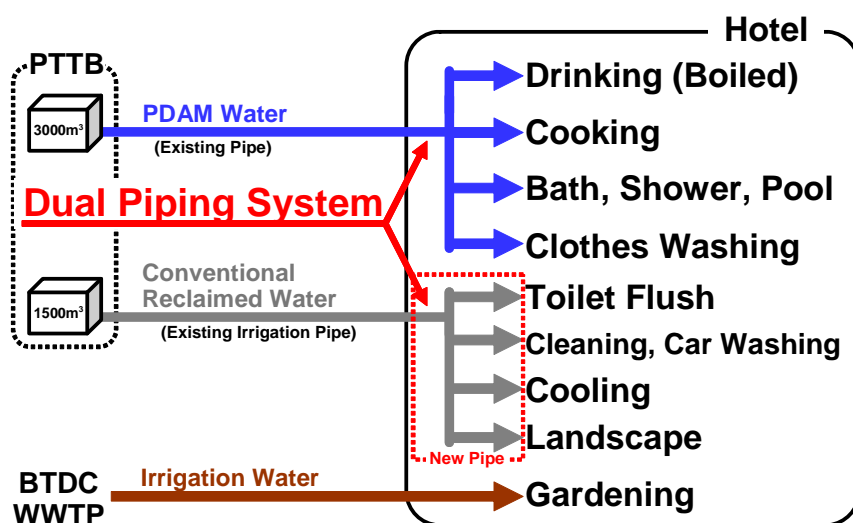


図 6.2.1 従来型の再生水給水システム（二元給水管システム）

ホテル内の給水管の改築方法を検討するに際して、現地調査や収集したホテルの図面を元に、両方のケースについて検討した。まずケース 1 の改築方法を図 6.2.2 に模式図として示す。この場合、第 4 章の再生水の潜在的需要量でも述べたように、再生水の給水量はホテル全体に配る水量の約 20% 程度の水量として、給水管の改築工事の内容及び工事費を検討する。なお、図中の緑色の線は再生水、青色の線は水道水、赤色の線は温水をそれぞれ表している。



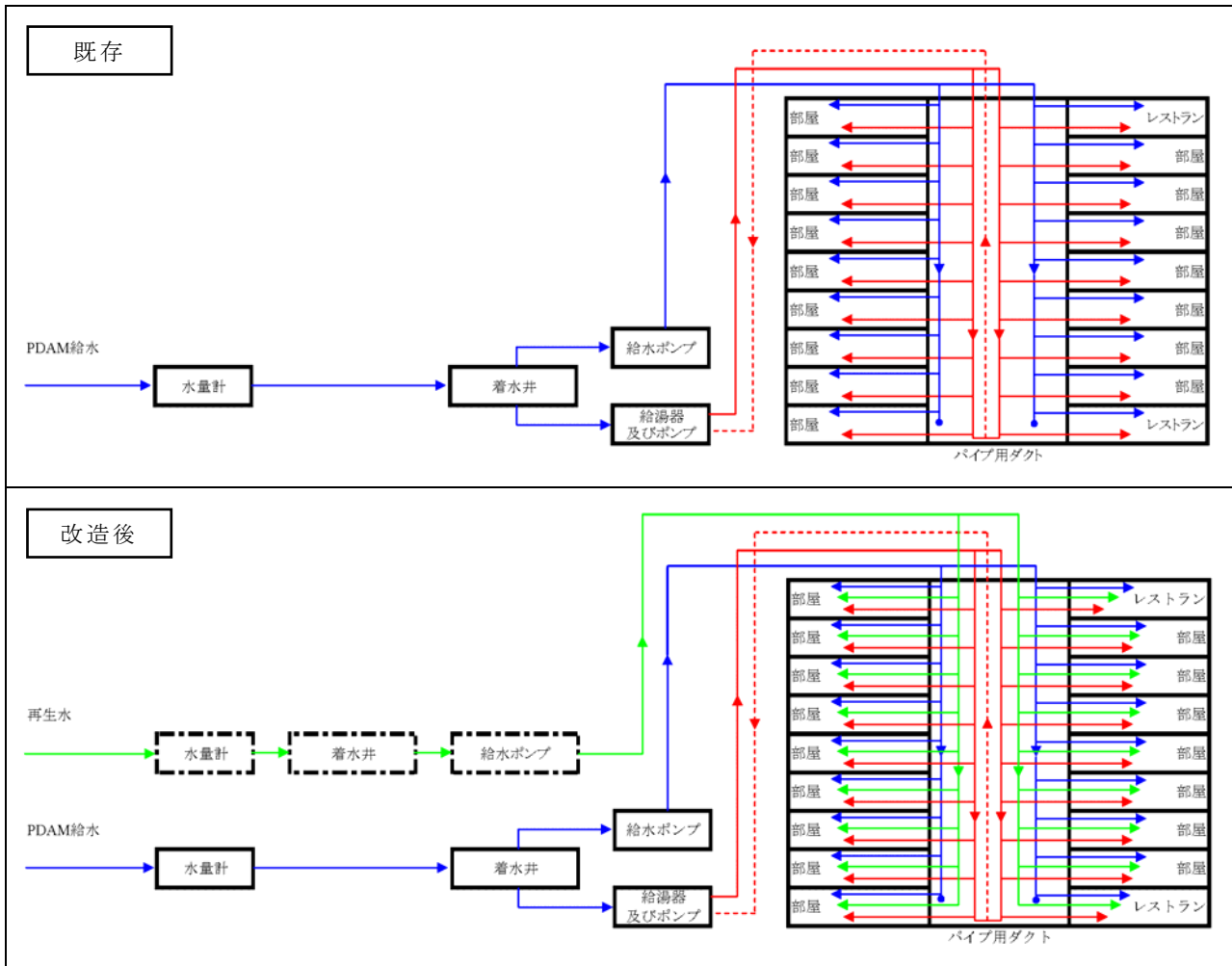


図 6.2.2 二元給水管への改築案 (ケース 1)

ホテルによっては、PDAM 水を独自に処理してから使用している場合もある。その場合は図 6.2.3 に示したような改造が可能と考えられる。

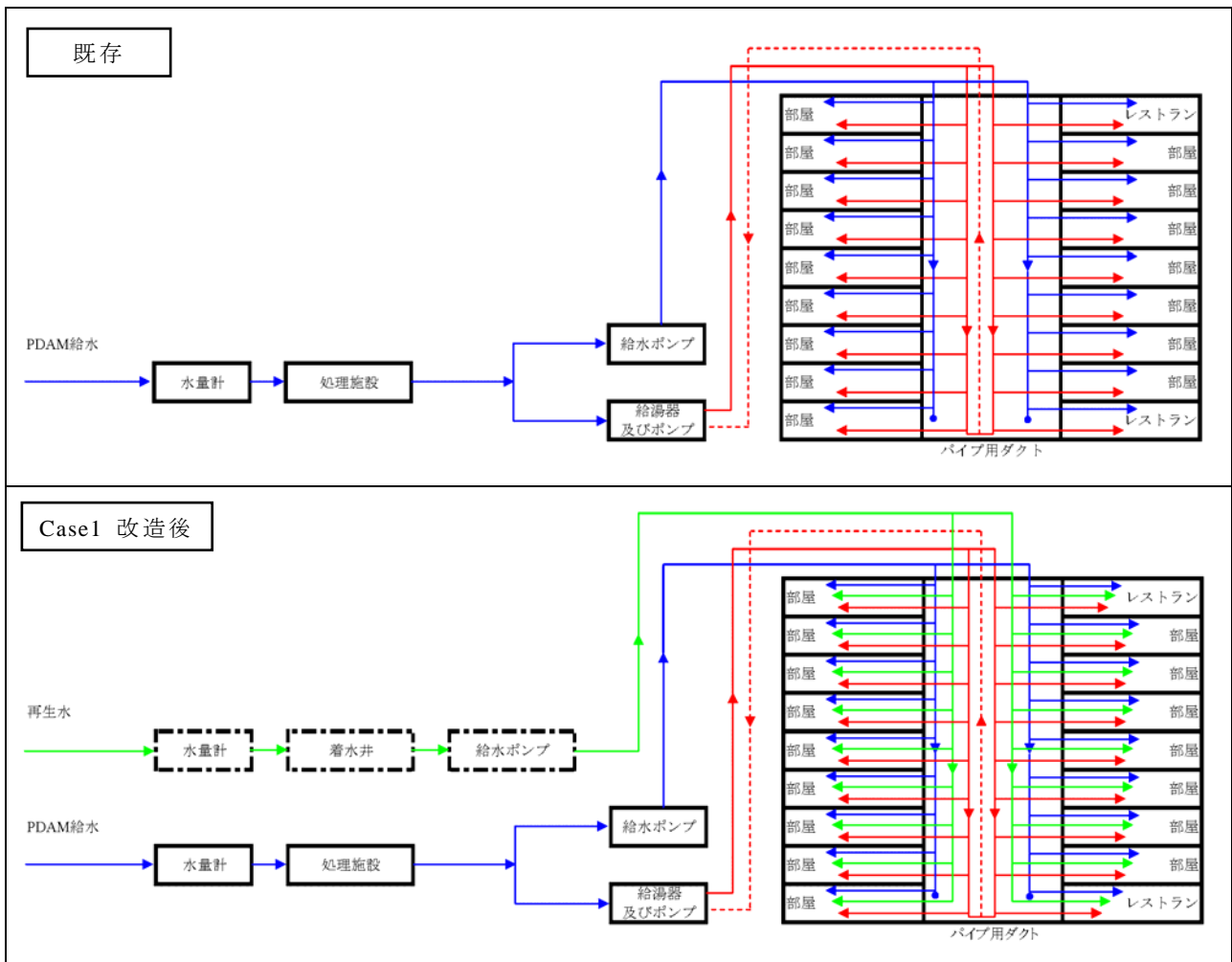


図 6.2.3 PDAM 上水を処理して利用している場合の二元給水管への改築案（ケース 1）

### 6.2.3 ケース 2: 「New Clean Water」供給システム

再生水の用途を風呂、シャワーまで拡大すると、ホテルの客室等での水利用は、従来型の再生水利用と比べ、水量的にかなり増加する。客室での飲料水は無償で提供されたボトル水を利用していることが多い。また、客室内で料理や炊事等で水道水を利用することは一般的には行われていない。そこで、ケース 2 では、バリ州政府の意向に則り、図 6.2.4 に示したように、既存の給水管を利用して、上水と再生水を混ぜて、飲料水や炊事水以外の用途の水を供給するシステムについて検討したものである。なお、飲料水や炊事水は同じ図に示したように PDAM 上水やボトル水を別に供給する。

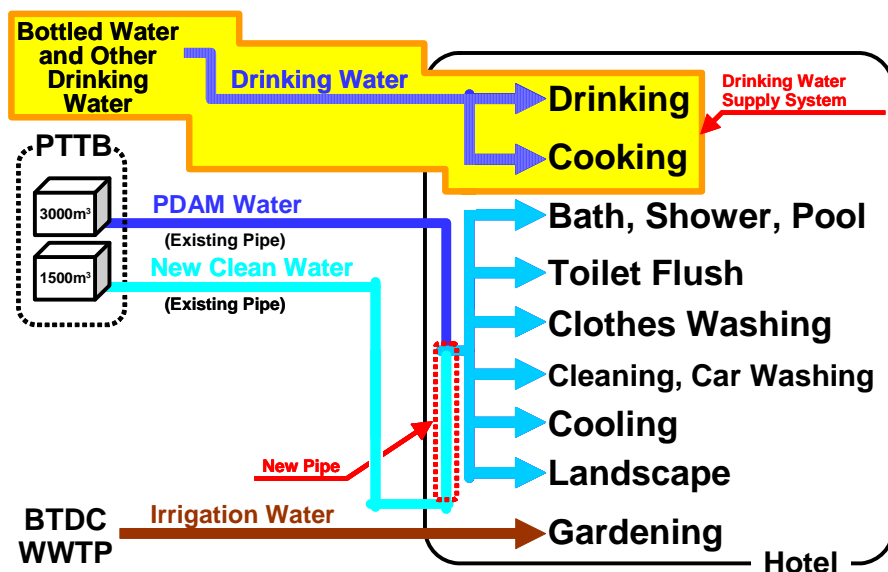
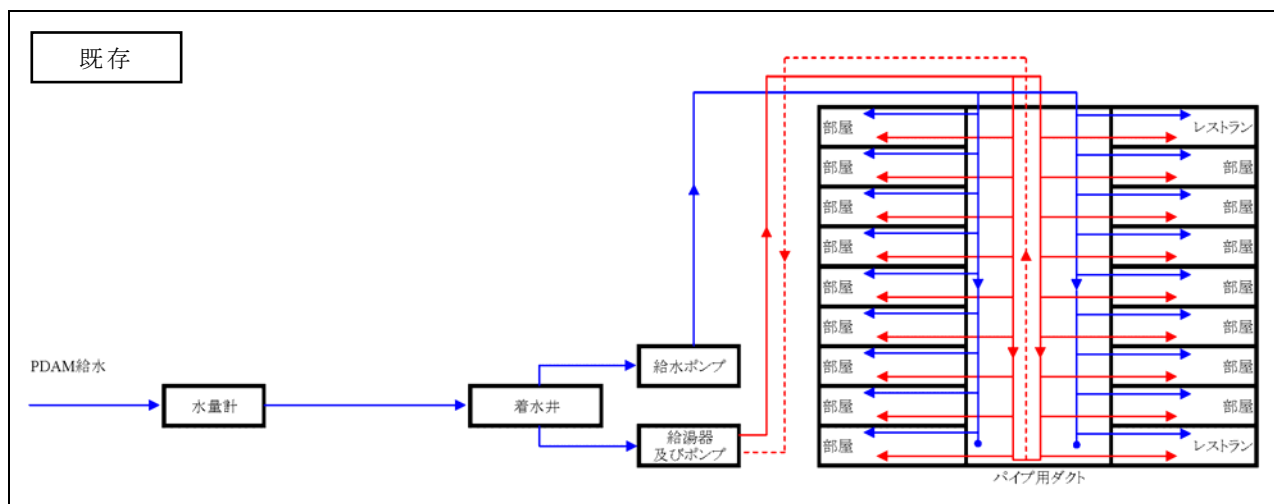


図 6.2.4 New Clean Water 給水システムイメージ

給水管の改築方法案を図 6.2.5 に示す。この場合の再生水の給水量は、第 4 章で述べたように、ホテル全体の給水量の約 40%程度（80%の非飲用水の半分）相当の再生水を PDAM 上水と混ぜて既存の給水管により客室まで給水する。一方、ホテルの客室での飲料水は、ホテル側が供給するボトル水またはウオーターサーバによる給水で賄う。また、レストランや喫茶室等で使用する飲用水や炊事水の給水量の割り合いを全体の約 20%相当と設定（第 4 章での設定と同じ）すると、この飲料水や炊事水を給水する新設の受水槽、ポンプ容量、給水管は、Case 1 の場合と同じとなる。



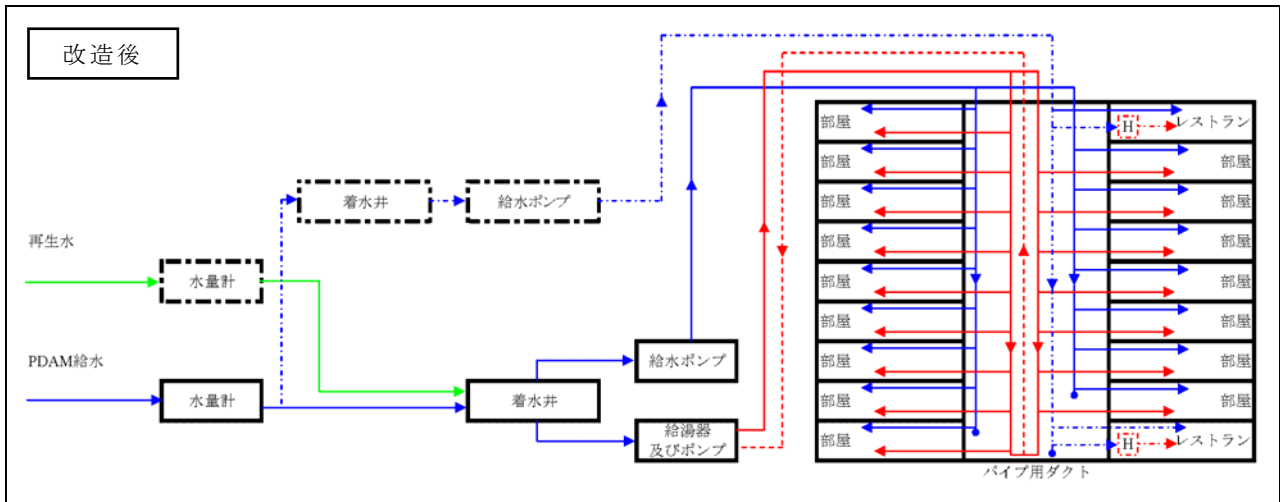


図 6.2.5 New Clean Water 給水システムの給水管改造モデル案（ケース 2）

ケース 1 と同様に、PDAM 水を独自に処理してから使用しているホテルの場合もある。その場合の改造案を図 6.2.6 に示す。

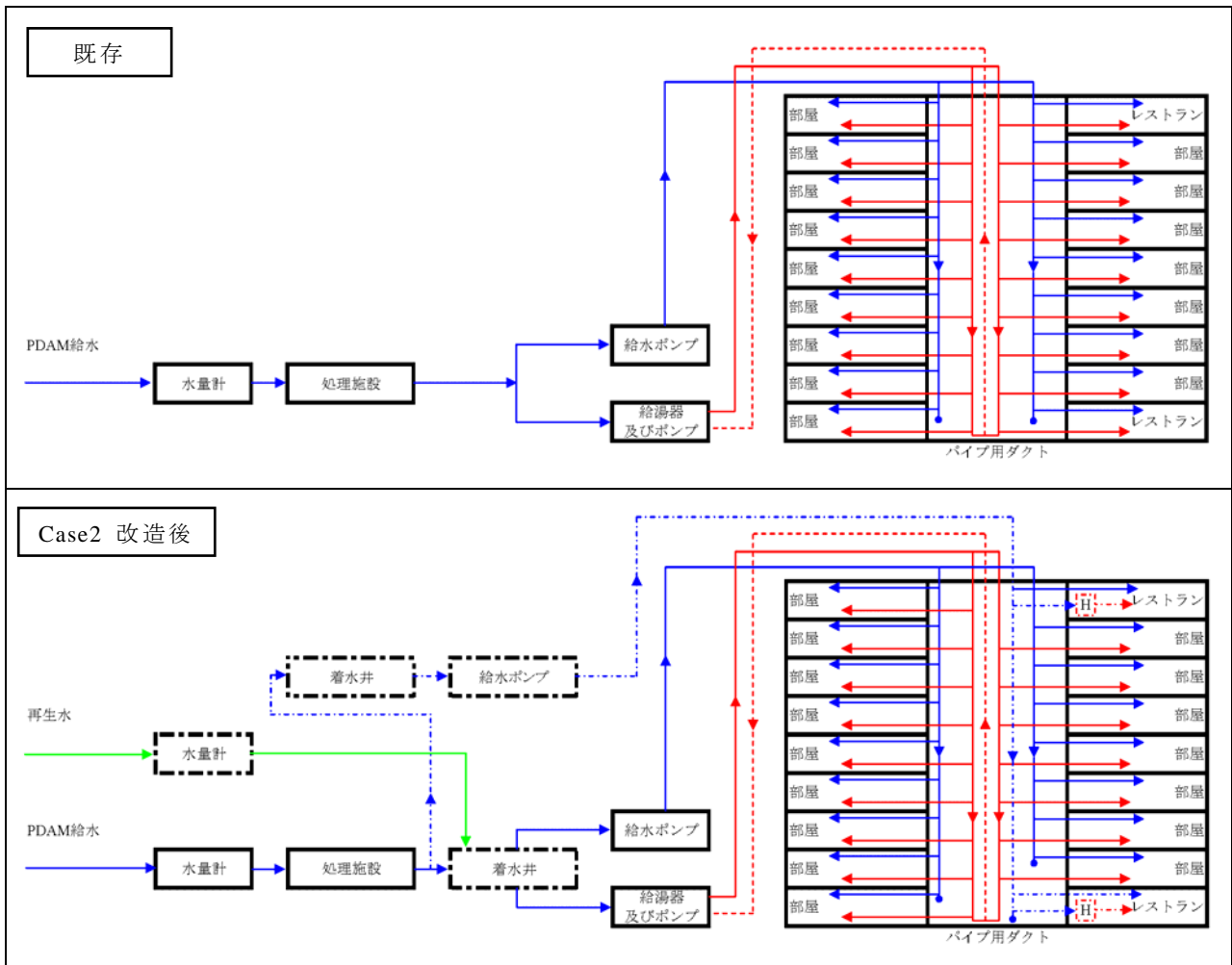


図 6.2.6 PDAM 水を処理して利用している場合の New Clean Water 給水システムの給水管改造モデル案（Case2）

### 6.3 各ケースにおけるホテル内の給水管改造に必要な単価費用の検討

それぞれのケースの給水管の改造費の単価費用として、客室一部屋当たりの改造費用を提示する。

#### 6.3.1 入手資料について

この検討を行うに当たり、詳細な配管図を提供した [REDACTED] は、比較的複雑な給水システムであるため、これをモデルとして採用し、その改築に必要な費用を積算し、一部屋当たりの概算工事費として算出した。この単価を用いて、他のホテルでの必要な改築費を見積もっている。なお、[REDACTED] の給水管の改築費用の検討条件は以下の通りである。

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

#### 6.3.2 ケース 1 における給水管の改築単価

図 6.2.2 に示した改造案の費用は、表 6.3.1 に示した結果となった。客室一部屋当たりの改築単価は、約 3,700 千 IDR/部屋 (= [REDACTED]) である。

表 6.3.1 従来型の再生水利用のためのホテル内の給水管改築費（ケース 1）

項目	数量	単位	単価 (IDR)	費用 (IDR)
再生水給水管設置工事	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
再生水受水槽工事	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
水量計の設置工事	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
給水ポンプ設置工事	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
合計		[REDACTED]		[REDACTED]
客室一部屋当たりの改築単価				[REDACTED]

#### 6.3.3 ケース 2 における給水管の改築単価

図 6.2.5 に示した改造案の費用は、表 6.3.2 に示した結果となった。客室一部屋当たりの改築単価は、約 2,500 千 IDR/部屋 (= [REDACTED]) である。これらの結果から、ケース 1 の

改築単価は、ケース 2 に比べ、約 1.5 倍の費用が必要と考えられる。

**表 6.3.2 New Clean Water 供給システムのためのホテル内の給水管改築費（ケース 2）**

項目	数量	単位	単価 (IDR)	費用 (IDR)
再生水給水管設置工事	■	■	■	■
再生水受水槽工事	■	■	■	■
水量計の設置工事	■	■	■	■
給水ポンプ設置工事	■	■	■	■
ヒータ設置工事	■	■	■	■
合計	■	■	■	■
客室一部屋当たりの改築単価				■

---

## 第7章

### 事業スコープの提案

## 第7章 事業スコープの提案

### 7.1 事業目的

ヌサドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区にあるホテルを対象に、再生水を供給する事業を計画する。本事業は、これら3地区におけるホテルの上水の供給不足の一部を補うとともに、その再生水供給分に匹敵する上水を一般家庭等での水需要に資することを目的とする。

### 7.2 再生水バルク供給システム

再生水のバルク供給システムは、再生水処理施設から、ヌサドゥア地区にある元灌漑用水用の配水池までの施設とする。図 7.2.1 にその施設配置図を示す。以下にそのシステムの計画概要について述べる。

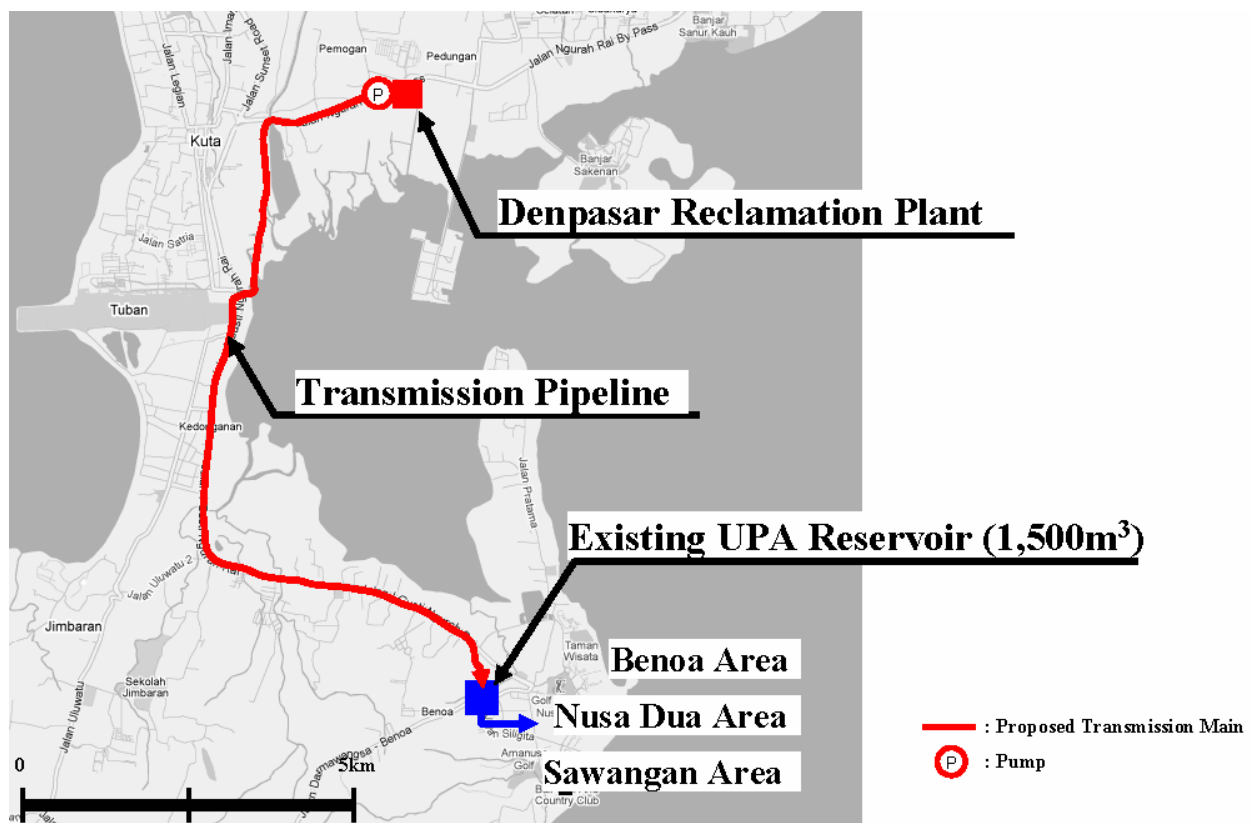


図 7.2.1 再生水バルク供給システム

#### 7.2.1 計画水量と施設規模

再生水処理施設から配水池へのバルク供給施設の計画水量を、表 6.2.1 で示した再生水計



画水量を元に、以下のとおりに設定する。

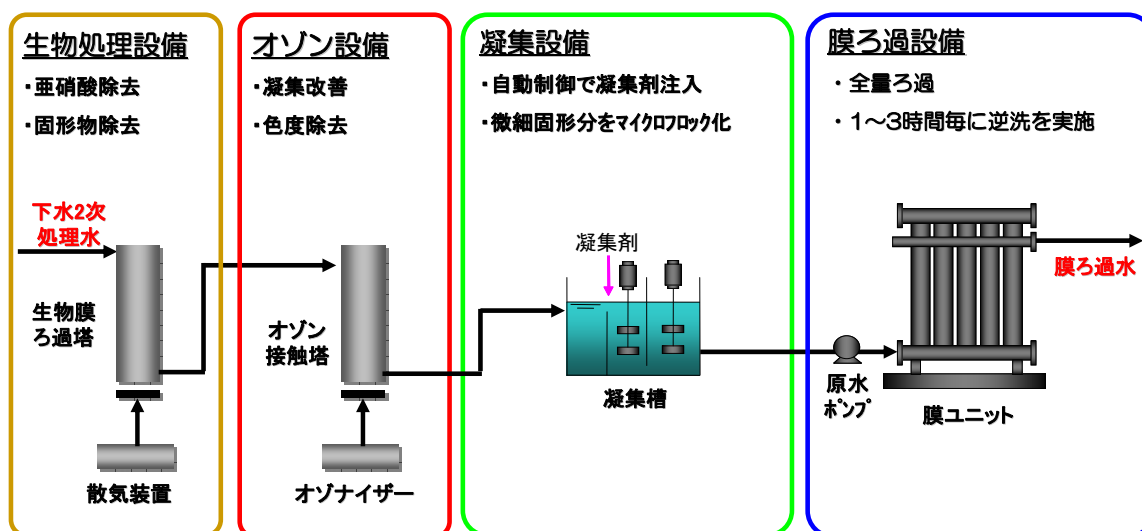
**表 7.2.1 各ケースにおける再生水施設計画水量**

計画水量	ケース 1	ケース 2	備考
日平均計画供給量	3,700 m <sup>3</sup> /日	7,400 m <sup>3</sup> /日	配水管および給水管にて 10% の損失を見込む
日平均計画水量	4,100 m <sup>3</sup> /日	8,200 m <sup>3</sup> /日	処理・送配水施設の維持管理
日最大計画水量	4,500 m <sup>3</sup> /日	9,000 m <sup>3</sup> /日	処理施設、送水施設の設計
時間最大計画水量	4,950 m <sup>3</sup> /日	9,900 m <sup>3</sup> /日	配水管の設計
計画最大供給量	9,000 m <sup>3</sup> /日	18,000 m <sup>3</sup> /日	ホテル内の給水管の設計 日最大計画水量の 2 倍。

なお、計画日最大水量は、再生水処理施設の施設規模を決定する場合の設計水量とする。計画日最大水量は、計画日平均水量の 1.10 倍と設定している。これは、水処理施設建設への過大な投資を避けながら、安定した再生水供給を確保することを配慮している。また、計画時間最大水量は、インドネシア国の水道施設設計ガイドラインを元に、計画日平均水量の 1.20 倍と設定している。さらに、ホテル内の給水施設については、設備の設計には日最大計画水量の 2 倍の水量を設定し、最終的に供給される再生水の供給量は、給配水管での損失を 10% と見込んで設定している。

### 7.2.2 再生水処理施設

再生水の処理プロセスについては、第 5 章で検討したように、図 7.2.2 に示した処理プロセスの組み合わせたものを提案している。再生水処理プラントの処理能力は、ケース 1 で 4,500 m<sup>3</sup>/日、ケース 2 で 9,000 m<sup>3</sup>/日とする。



**図 7.2.2 再生水処理施設**

### 7.2.3 再生水送水施設

送水施設は、送水ポンプ施設、送水管から構成される。これらの施設の配置図を図 7.2.1 に示す。

再生水の配水池として利用する既存の配水池は、再生水処理プラントよりも高い位置にあるので、再生水はポンプ施設により圧送で配水池まで送水する必要がある。送水管は、送水ポンプ施設から既存の配水池までの圧送管となる。

## 7.3 再生水配水・給水施設

再生水配水・給水施設は、配水池、配水管、給水施設から構成される。

配水池及びヌサドゥア地区への配水管は、第 6 章で述べたように、PDAM バドゥンが所有する既存施設である。これらの施設に必要な補修を施し利用する計画である。この元灌漑用水用の配水管は、上水用の配水管とほぼ並行に布設されているが、これと上水用の配水管と直接接続することがあってはならない。再生水用配水管は完全独立とすることが重要である。ブノア地区、サワンガン地区への配水管は新設する計画である。

ホテルの敷地内にある給水設備は、第 6 章で述べたように、ケース別に給水設備の改造を実施する必要がある。

---

## 第 8 章

再生水施設および関連施設の概略設計、  
施工計画および運転管理計画

## 第 8 章 再生水施設および関連施設の概略設計、施工計画および 運転管理計画

### 8.1 計画水量および目標水質

#### 8.1.1 計画水量

再生水施設の施設計画水量は以下のように設定する。日間の水量変動（時間最大水量）についての対応は配水池およびホテル内の受水槽の容量にて行うこととする。送水管での漏水はほぼ無いものとし、見込まないものとする。

表 8.1.1a 施設計画水量（ケース 1）

	m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /時	m <sup>3</sup> /秒
日平均水量	4,100	171	0.047
日最大水量	4,500	188	0.052
時間最大水量	4,950	206	0.057

表 8.1.1b 施設計画水量（ケース 2）

	m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /時	m <sup>3</sup> /秒
日平均水量	8,200	342	0.095
日最大水量	9,000	375	0.104
時間最大水量	9,900	413	0.115

#### 8.1.2 目標水質

インドネシアにおいては再利用に関する水質基準等は現時点では未整備である。計画処理水質の設定に当たっては、5 章にも記載しているように、インドネシア、特に、バリ島の状況を配慮し、また、日本での水質基準目標の実績に鑑みて、今回対象の再生水には東京都芝浦水再生センターにおける管理目標値（国土交通省策定親水用水向けの上乗せ基準）についても適合することが望ましいと考える。従って、計画処理水質は（ケース 1 およびケース 2 とともに）以下のように設定する。

但し、デンパサール下水処理場の処理水質は、一般的な下水処理場の二次処理水に比較して、水質、水量共に変動が大きいことから、現段階では計画処理水質は目標値とする。

表 8.1.2 計画目標処理水質

項目	計画目標処理水質
大腸菌	不検出
外観	不快でないこと
濁度	1 度程度
色度	3 度以下
臭気	不快でないこと
pH	5.8～8.6
残留塩素	(管理目標値) 遊離塩素 0.1mg/L 又は結合塩素 0.4mg/L 以上

## 8.2 施設設計条件

本節では、第 4 章～第 7 章の検討結果を踏まえ設計条件をまとめる。

### 8.2.1 再生水処理施設

#### (1) 再生水処理概略フロー

提案した再生水処理施設の基本フローは、東京都芝浦水再生センターで採用された実績がある図 8.2.1 に示すプロセスである。

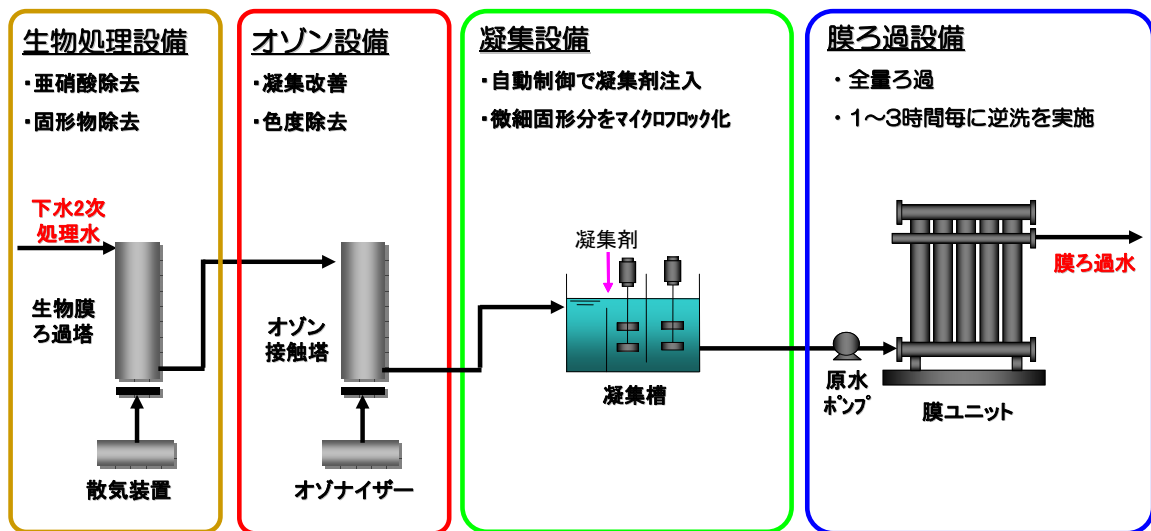


図 8.2.1 再生水処理概略フロー図

#### (2) 再生水処理施設の設計条件

再生水処理施設の設計条件は以下のとおりとなる。

建設場所 : デンパサール下水処理場内または隣接地

原水 : デンパサール下水処理場処理放流水  
計画処理能力 : ケース 1 = 4,500 m<sup>3</sup>/日 (= 3.125 m<sup>3</sup>/分 = 52.1 L/s)  
: ケース 2 = 9,000 m<sup>3</sup>/日 (= 6.250 m<sup>3</sup>/分 = 104.2 L/s)  
処理方式 : 生物処理→オゾン処理→凝集処理→膜ろ過処理  
滅菌装置 : 最終段階において設ける  
電源 : Indonesia Power 社からの一般買電  
自家発電装置 : 買電停電時のバックアップ用に設ける。(非常用発電)  
土木建築施設 : 耐震構造とする。基礎はN値 30 以上の非液状化地盤とする。

### (3) その他の設計条件

これまでの水質分析およびパイロットプラント調査から以下のように設定した。

#### 1) 前処理（原水）設備

デンパサール下水処理場の二次処理水中には、夾雑物が多く含まれていることが分かっているため、通常、設置するストレーナー（目開き 1.5mm）に加えて、粗目スクリーン（10mm）を設置する。

#### 2) 生物処理設備

一般的に日本で採用されている三次処理設備としての生物膜ろ過装置のろ過速度である 120m/日ではなく、二次処理設備として用いられる好気性ろ床装置のろ過速度である 40m/日を設計ろ過速度とする。

#### 4) オゾン処理設備

計画最大オゾン注入率を 20mg/L とし、オゾン反応槽の滞留時間を 10 分とする。

#### 5) 凝集設備

滞留時間を 5 分とする。

#### 6) セラミック膜ろ過設備

設計流速を 4m/日とする。

### 8.2.2 再生水送水施設

一般に送水施設は日最大水量で計画を行う。今回の再生水供給システムにおいては、計画送水量が多いケース 2 においても以下のように既設配水池で十分な容量が確保されているため、配水池の拡張や新設は行わない。また、水量の時間変動は配水池及びホテル内での受水槽にて対応することとし、再生水処理施設、送水ポンプ、送水管の能力については、日最大水量で設計を行うこととする。

<配水池における水収支関係：ケース 2 の場合>

配水池への最大流入量 = 日最大送水量 =  $9,000\text{m}^3/\text{日} = 375\text{m}^3/\text{時}$   
配水池からの最大流出量 = 時間最大配水量 =  $9,900\text{m}^3/\text{日} = 413\text{m}^3/\text{時}$   
最大流入水量と最大流出水量の差 =  $38\text{m}^3/\text{時}$

仮に、配水池が満水状態( $1,500\text{m}^3$ )であれば、39.5 時間 ( $=1500\text{m}^3 \div 38\text{m}^3/\text{時}$ ) にわたり時間最大流出に対応できる。実際には、39.5 時間連続して時間最大流出は続かないと考えられるため、再生水処理施設、送水ポンプ、送水管は日最大水量で設計する。

#### (1)送水ポンプ施設

再生水処理施設より送水先の既設 UPA 配水池の標高が高いため、送水ポンプ施設を設ける必要がある。

建設場所 : デンパサール下水処理場内または隣接地  
送水対象水 : 再生水  
計画送水量 : ケース 1 日最大水量 =  $4,500 \text{ m}^3/\text{日}$   
                  : ケース 2 日最大水量 =  $9,000 \text{ m}^3/\text{日}$

#### (2)送水管

布設場所 : デンパサール下水処理場から既設 UPA 配水池間の一般公道を原則とする。  
                  河川横断部のように一般公道布設が困難な場所は別途検討する。  
送水対象水 : 再生水  
計画送水量 : 送水ポンプ施設と同じ  
配管材料 : ダクタイル鋳鉄管 (DI 管)、高密度ポリエチレン管 (HDPE 管) など、バリ島において入手可能な管から選定する。  
布設工法 : 一般開削工法を基本とする。困難な場所は別途検討する。

### 8.3 再生水処理施設の概略設計と施工計画

#### 8.3.1 再生水処理施設の概略設計

再生水処理工程は、原水揚水、生物処理、オゾン処理、凝集処理 (マイクロフロック化)、膜ろ過処理、送水及び塩素注入の大きく 6 つに分けられる。本設計においては各工程を以下の施設にまとめて配置した。

表 8.3.1 各施設名と処理工程の関係

施設名	処理工程	設備
【1】原水ポンプ棟	原水揚水工程	除塵スクリーン
		原水ポンプ井
		現場電気盤室（水路上部）
【2】生物処理棟	生物処理工程	原水槽
		生物膜ろ過送水ポンプ室
		生物膜ろ過槽
	共通・その他	部品保管庫
		※工作室（ケース2の場合）
【3】オゾン処理棟	オゾン処理工程 凝集処理工程	生物膜ろ過処理水槽
		オゾン送水及び逆洗ポンプ室
		オゾン反応槽
		排オゾン処理装置
		凝集混和槽
	塩素注入工程 （処理水送水工程）	精密膜ろ過処理水槽
		処理水ポンプ室
		次亜塩素貯留タンク
	共通・その他	監視室
		※工作室（ケース1の場合）
		水質試験室及び準備室
職員控え室		
【4】膜ろ過棟	膜ろ過処理工程	膜ろ過室（凝集薬品タンク含む）
		排水槽
		オゾン機械室
		ブロー室（生物膜ろ過用）
	共通・その他	開閉所
		受変電室
		自家発電電気室
【5】その他	共通・その他	電気室
		監視所、門、柵
		原水管 排水管

※送水管は送水施設に記述を行う。

(1) 配置計画

配置計画は処理工程を考慮して以下のように検討した。



### 1) 原水ポンプ棟配置

原水ポンプ棟は、デンパサール下水処理場の二次処理水を安定的に揚水できる位置に配置する必要があり、図 8.3.1 の赤色で示した位置に配置した。なお、配置を検討する際に配慮した点は以下の通りである。

- ・ 取水点は、二次処理水量を安定的に確保するために、処理場の仕上池 2 池の放流渠が合流する地点の下流側に設定する。(図 8.3.1 青色)
- ・ 原水ポンプ棟は、既設デンパサール下水処理場敷地内に配置する。(図 8.3.1 桃色)  
※できるだけ取水点に近い位置
- ・ デンパサール下水処理場の将来拡張施設を避ける。(図 8.3.1 緑色)
- ・ デンパサール下水処理場内を通過する高压電線を避ける。(図 8.3.1 黄色)

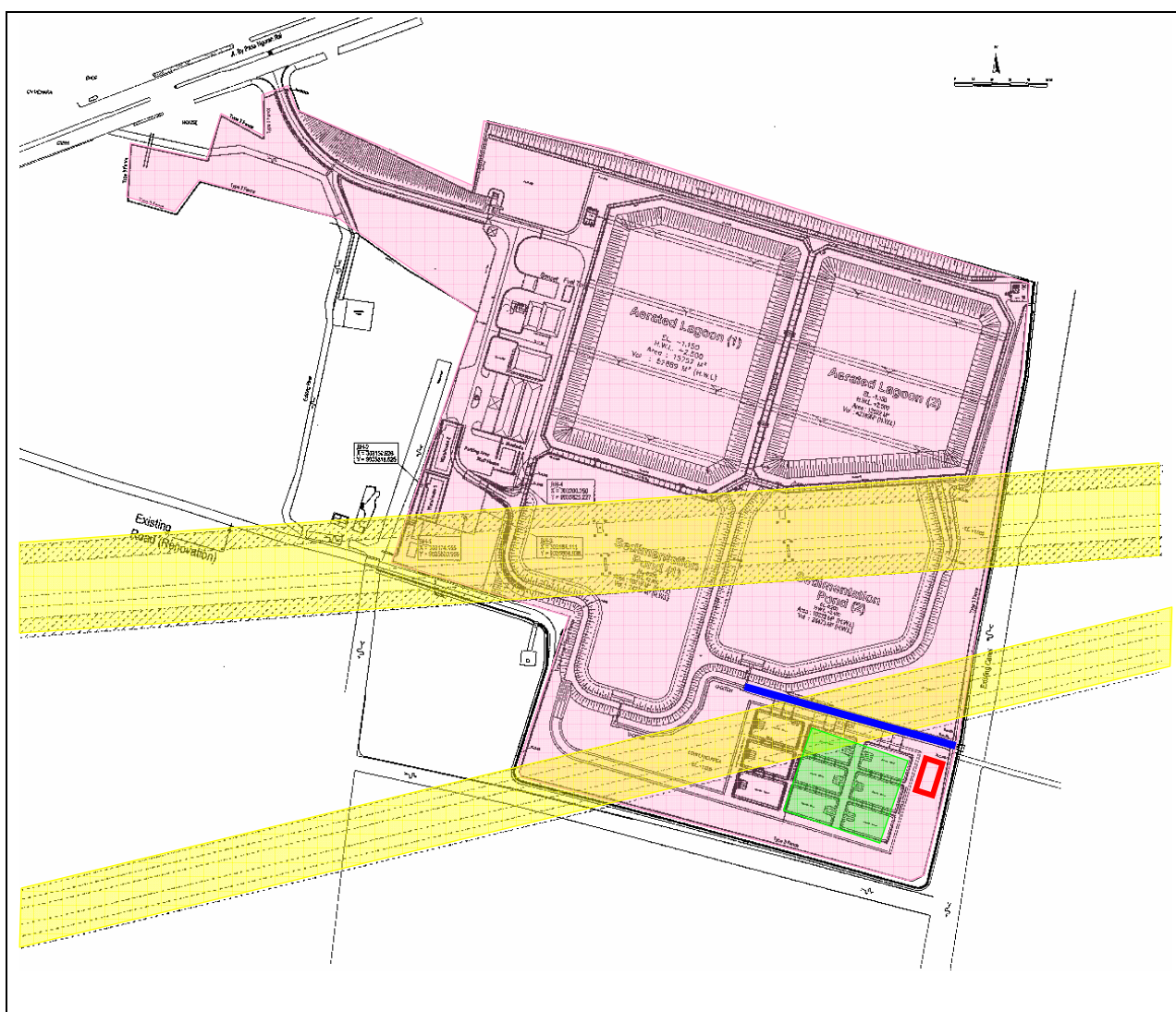


図 8.3.1 原水ポンプ棟配置検討図

### 2) 再生水処理施設の配置計画

再生水処理施設の内、生物処理棟、オゾン処理棟、膜ろ過棟は機能上の観点から集約して

配置することとした。また、デンパサール下水処理場敷地内に必要な用地が確保出来ないため、敷地外の図 8.3.2 の赤色で示した位置に配置した。なお、配置を検討する際に配慮した点は以下の通りである。

- ・再生水処理施設は、原水ポンプ棟から近い位置に配置する。(図 8.3.2 青色)
- ・再生水処理施設は、既設デンパサール下水処理場敷地外とする。(図 8.3.2 桃色)
- ・デンパサール下水処理場の将来拡張用地を考慮して配置する。(図 8.3.2 緑色と赤色)
- ・デンパサール下水処理場内を通過する高圧電線を避ける。(図 8.3.2 黄色)
- ・デンパサール下水処理場付近にある聖なる泉を避ける。(図 8.3.2 水色)

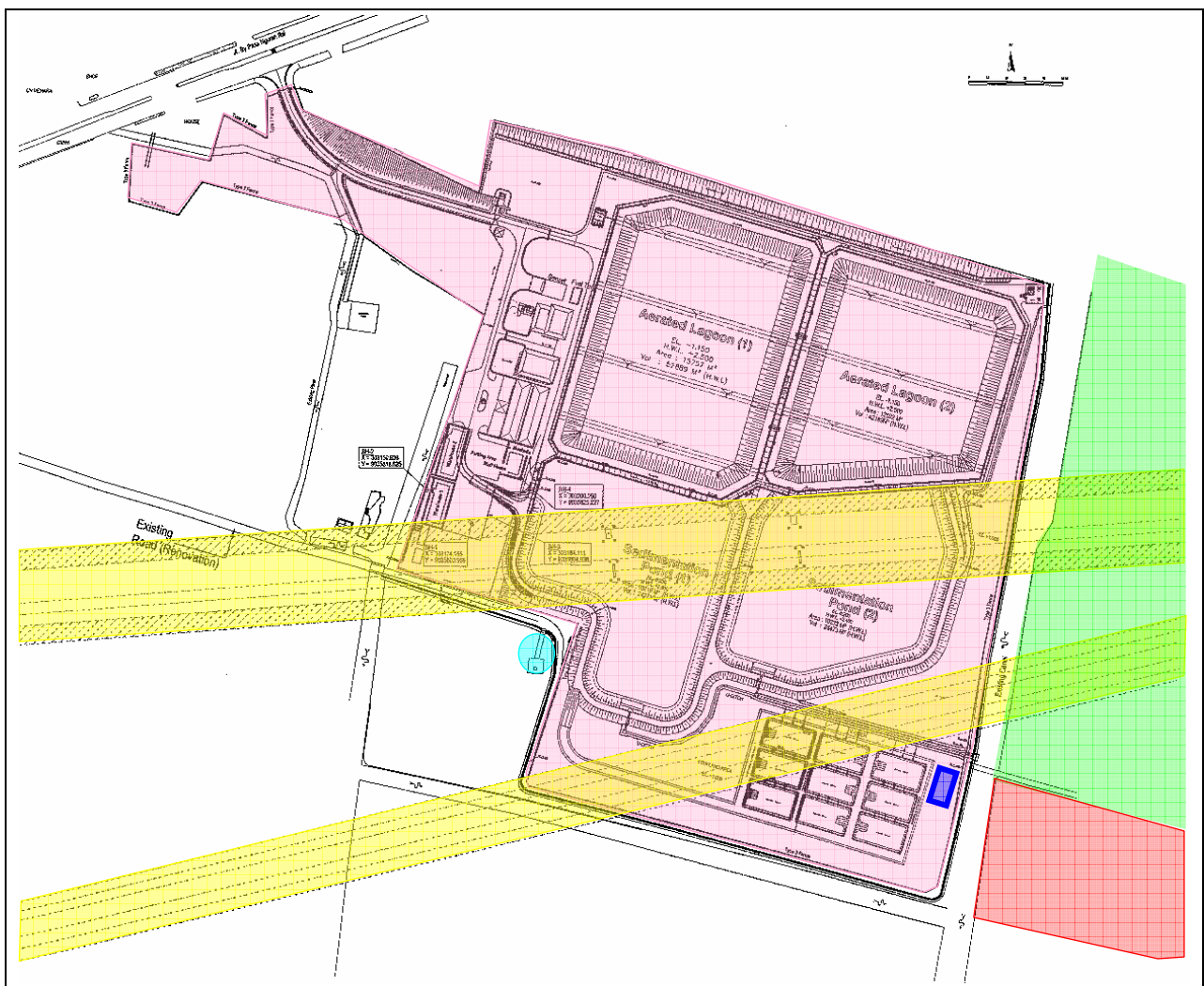


図 8.3.2 再生水処理施設配置検討図

### 3) 再生水処理施設の計画地盤高

現在、再生水処理施設の計画地はマングローブの生い茂る沼地であるため、地盤高は-0.5m～+1.0m 程度の状況である。既設デンパサール下水処理場内の周辺地盤高は+1.20m であるが、電気棟、管理棟周辺は+1.50m～+1.60m 程度である。したがって、既存処理場が被災しないような高潮や津波までは本再生水施設も耐えられるよう同等の+1.60m を計画地盤

高とする。

## (2) 原水ポンプ棟

### 1) 取水水位

取水水位は、既設放流渠断面図（図 8.3.3）及び現況水位から以下のように設定した。

- ・ H.W.L.（最高水位）：+1.000m
- ・ D.W.L.（平均水位）：-0.050m

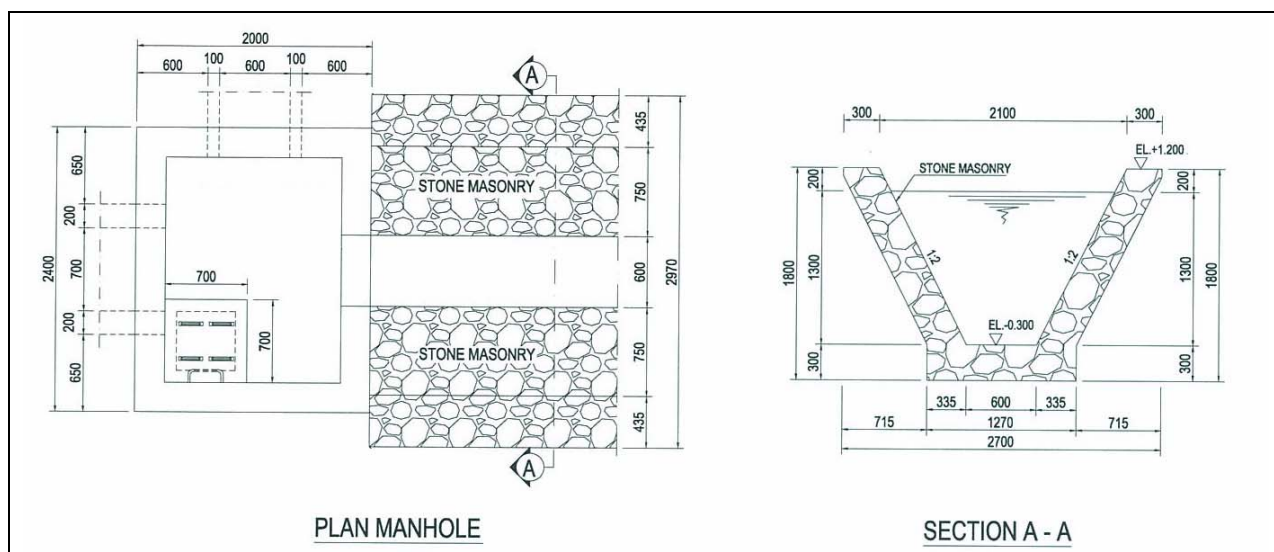


図 8.3.3 既設放流渠構造図

### 2) 施設計画

施設周辺の地盤は+1.20m である。建屋 1 階のスラブ高は、浸水等を避けるためデンパサーール処理場内のポンプ棟（+1.80m）、電気棟（+1.80m）、管理棟（+2.02）を考慮し+2.0m の高さで設定した。原水ポンプ棟に配置される主な部屋および設備は以下の通りとなる。原水ポンプ棟建屋図を図 8.3.4 に示す。

#### ・ 除塵スクリーン

ポンプ保護のため、除塵スクリーンを設けてポンプ井流入前に粗大流入物を捕捉し除去する。目詰りやメンテナンス時の休止を考慮し 2 水路に分けて 2 枚配置する。ポンプ摩耗に関わる砂分の流入は少ないと考えられるため、沈砂池は設けない。

#### ・ 原水ポンプ井

二次処理水を再生水処理施設まで揚水するポンプを配置するためポンプ井を設置する。設置するポンプ仕様は以下の通りとなる。（原水ポンプの揚水量は再生水処理工程での逆洗水量を含んでいる。）

原水ポンプ（ケース 1）：揚水量 4.1 m<sup>3</sup>/分、台数 2 台（内 1 台予備機）  
 （ケース 2）：揚水量 4.1 m<sup>3</sup>/分、台数 3 台（内 1 台予備機）

上記ポンプを配置するため、ポンプ井形状は、ケース 1 は長さ 3.8m、幅 3.0m、水深 2.5m、  
 ケース 2 は長さ 5.2m、幅 3.0m、水深 2.5m とした。

・ポンプスクリーン室（現場電気盤）

現場電気盤に加え、除塵スクリーンや原水ポンプ井上部を含めたスペースに上屋を付けて現場電気盤室とした。この上屋は電気設備を降雨から守ることに加え、原水ポンプ（水中ポンプ）を引き上げるための、フックやホイストを付けるためにも有効となる。

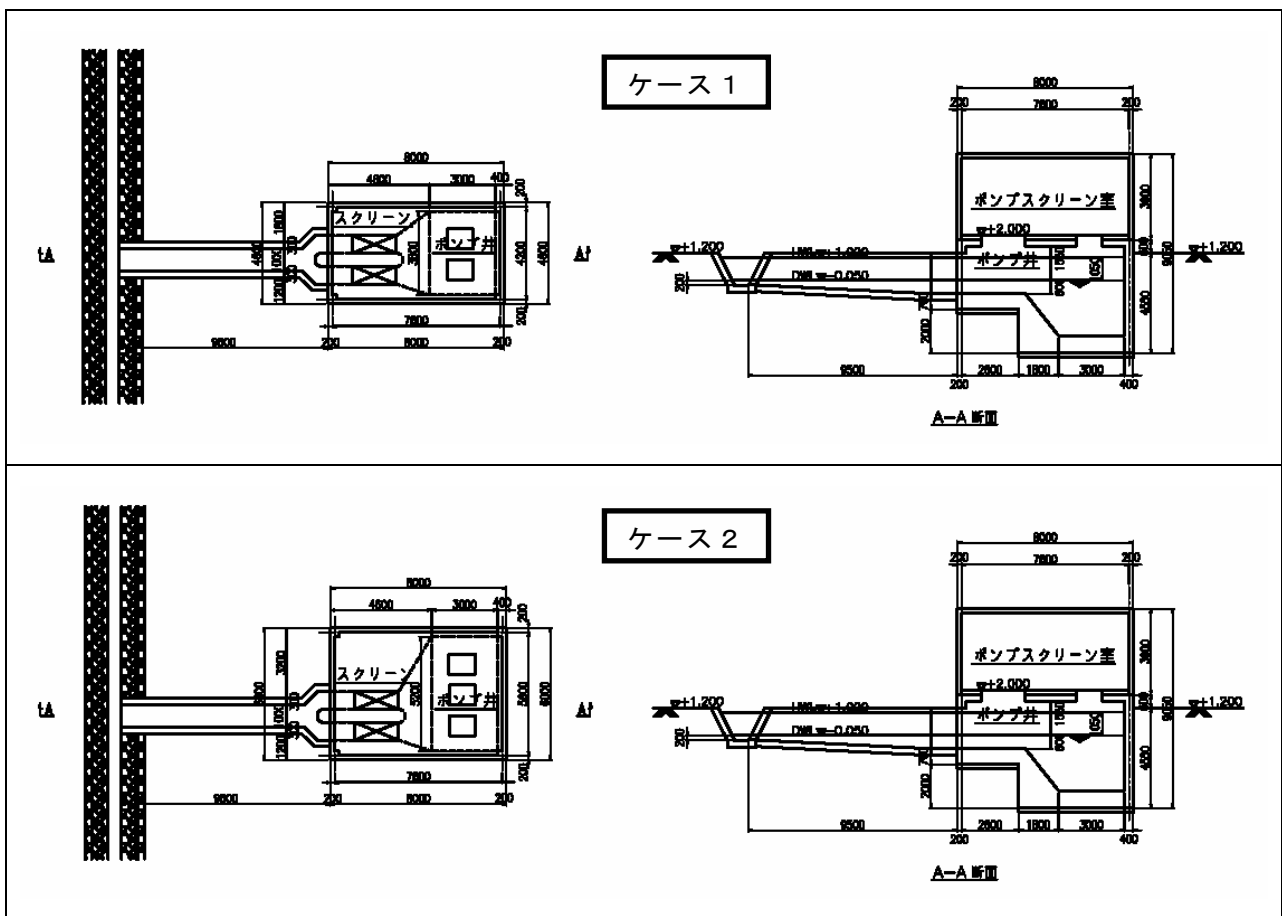


図 8.3.4 原水ポンプ棟建屋平面図及び断面図

3) 基礎方式

本調査に実施した地質調査結果より、支持層が地表から 21m 付近であることから杭による支持を行うこととする。支持杭長は、根入れ長を含め 20m を見込むこととする。

(3) 生物処理棟

1) 施設計画

生物処理棟に配置される主な部屋および設備は以下の通りとなる。生物処理棟建屋図を図

8.3.5 に示す。

・原水槽

原水ポンプ棟からの送水を受け入れる水槽である。水槽は維持管理の容易性を配慮し2池を計画する。水槽の容量は18m<sup>3</sup>程度（長さ3.3m×幅2.7m×水深2.0m）とする。

・生物膜ろ過送水ポンプ

生物膜ろ過送水ポンプは、二次処理水を原水槽から生物膜ろ過槽まで揚水するポンプである。設置するポンプ仕様は以下の通りとなる。（生物膜ろ過送水ポンプの揚水量は再生水処理工程での逆洗水量を含んでいる。）

生物膜ろ過送水ポンプ（ケース1）：揚水量4.1 m<sup>3</sup>/分、台数2台（内1台予備機）

（ケース2）：揚水量4.1 m<sup>3</sup>/分、台数3台（内1台予備機）

上記ポンプを配置するため、ポンプ室形状は、長さ6.2m、幅9.2mとした。

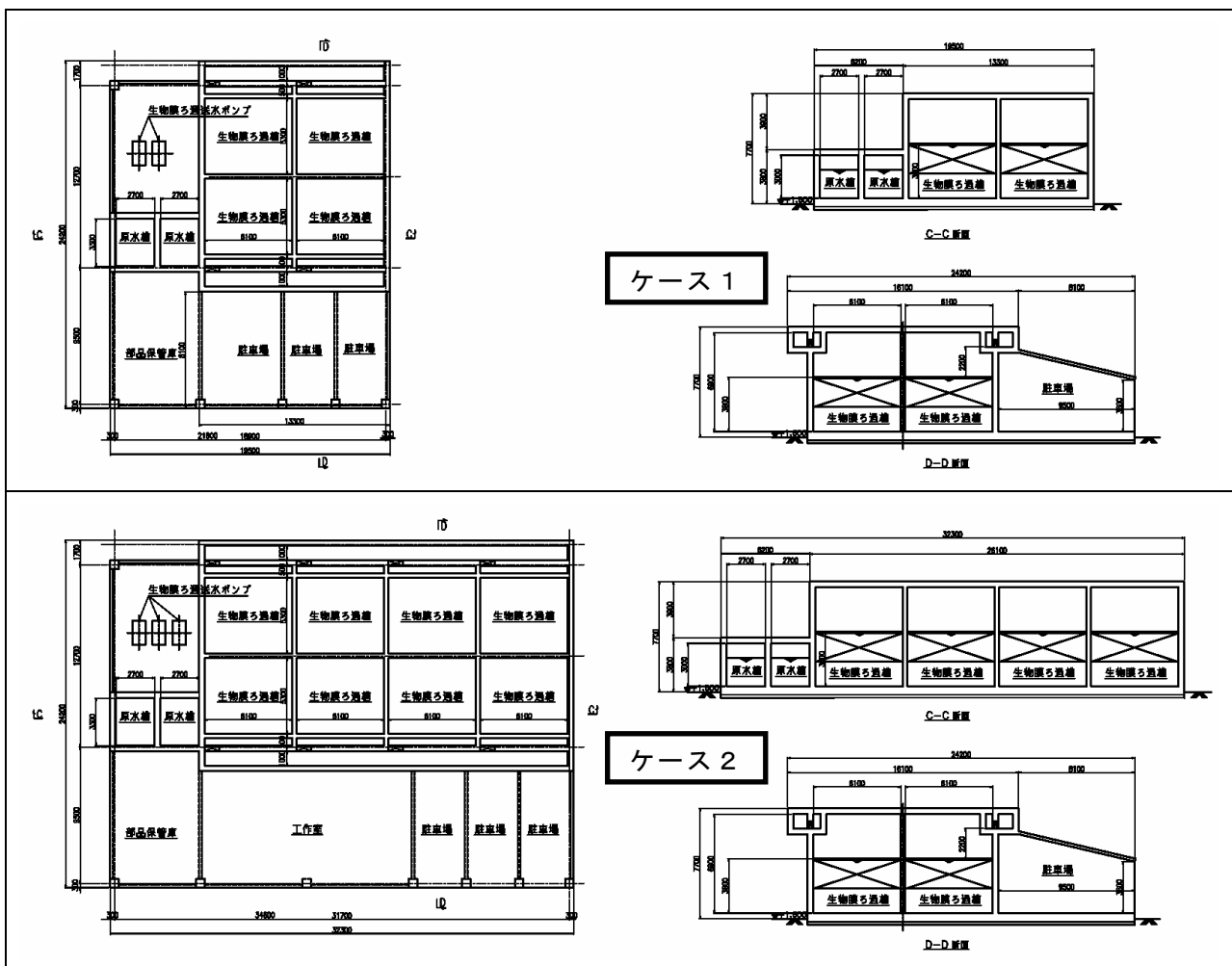


図 8.3.5 生物処理棟建屋平面図及び断面図

- ・生物膜ろ過槽

生物膜ろ過槽として、以下に示す水槽を設ける。

生物膜ろ過槽（ケース1）：長さ 6.1m×幅 6.1m×水深 4.0m 程度×4 池

（ケース2）：長さ 6.1m×幅 6.1m×水深 4.0m 程度×8 池

実際の水深 4m 程度であるが、目詰り等の水位上昇を考慮し空間高さは 6.90m とした。

- ・部品保管庫

部品保管庫は、施設の維持管理に必要な予備のパーツや機器類を保管する部屋である。広さは約 55m<sup>2</sup>（9.5m×6.0m）を計画した。

- ・工作室

工作室は、施設に設置されたポンプ等の設備の調整や簡単な修理を行うための部屋である。工作室は、ケース1ではオゾン処理棟に広さは、約 90m<sup>2</sup>（7.0m×13.0m）を、ケース2では生物処理棟に広さは、約 140m<sup>2</sup>（9.5m×14.6m）を計画した。

- ・駐車場

本計画において購入を予定している3台分の屋内駐車場を計画した。

## 2) 基礎方式

本調査に実施した地質調査結果より、支持層が地表から 21m 付近であることから杭による支持を行うこととする。支持杭長は、根入れ長を含め 20m を見込むこととする。他のオゾン処理棟及び膜ろ過棟についても同様とする。

## (4) オゾン処理棟

オゾン処理棟に配置される主な部屋および設備は以下の通りとなる。オゾン処理棟建屋図を図 8.3.6 に示す。

- ・生物膜ろ過処理水槽

生物処理棟からの処理水を受け入れる水槽である。水槽の容量は逆洗水量を含めてケース1およびケース2共に 300m<sup>3</sup>程度（長さ 15.0m×幅 6.3m×水深 3.3m）とした。

- ・オゾン送水及び逆洗ポンプ室

オゾン送水ポンプは生物膜ろ過処理水槽からオゾン反応槽まで処理水を揚水するポンプである。逆洗ポンプは生物膜ろ過槽を逆流洗浄するための送水ポンプである。設置するポンプ仕様は以下の通りとなる。

オゾン送水ポンプ（ケース1）：揚水量 3.4m<sup>3</sup>/分、台数 2 台（内 1 台予備機）

（ケース2）：揚水量 3.4m<sup>3</sup>/分、台数 3 台（内 1 台予備機）

逆洗ポンプ (ケース1) : 揚水量 16.8m<sup>3</sup>/分、台数 2 台 (内 1 台予備機)  
(ケース2) : 揚水量 16.8m<sup>3</sup>/分、台数 3 台 (内 1 台予備機)

上記ポンプを配置するため、ポンプ室は 100m<sup>2</sup> 程度とした。

・オゾン反応槽

オゾン反応槽として、以下に示す水槽を設けた。

オゾン反応槽 (ケース1) : 長さ 2.9m×幅 1.3m×水深 5.0m 程度×2 池 (2 池×1 列)  
(ケース2) : 長さ 2.9m×幅 1.3m×水深 5.0m 程度×4 池 (2 池×2 列)

オゾン反応槽内部はオゾンの強い酸化反応に晒されるため、内面に防食塗装を実施する計画とした。

・排オゾン装置

オゾン反応後の余剰オゾン进行处理するため、排オゾン処理装置をオゾン反応槽付近に設ける。各列に対し 1 機設置した。

・凝集混和槽

凝集混和槽は、オゾン反応後の処理水に凝集剤を添加し攪拌、フロック形成を行う槽である。凝集混和槽は以下に示す水槽を設けた。

凝集混和槽 (ケース1) : 長さ 5.5m (1.5m+2.0m+2.0m) ×幅 2.0m×水深 1.7m 程度×1 列  
(ケース2) : 長さ 5.5m (1.5m+2.0m+2.0m) ×幅 2.0m×水深 1.7m 程度×2 列

・精密膜ろ過処理水槽

精密膜ろ過処理後の水を貯留する水槽である。水槽の容量は 60m<sup>3</sup> 程度(長さ 8.1m×幅 3.8m×水深 2.0m) とした。

・処理水ポンプ室

処理水ポンプは再生水処理施設で作られた処理水を、PDAM の配水池まで約 16km の距離を送水するためのポンプである。設置するポンプ仕様は以下の通りとなる。

送水 (処理水) ポンプ (ケース1) : 揚水量 3.4m<sup>3</sup>/分、台数 2 台 (内 1 台予備機)  
(ケース2) : 揚水量 3.4m<sup>3</sup>/分、台数 3 台 (内 1 台予備機)

上記ポンプを配置するため、ポンプ室形状は長さ 8.8m、幅 7.8m とした。

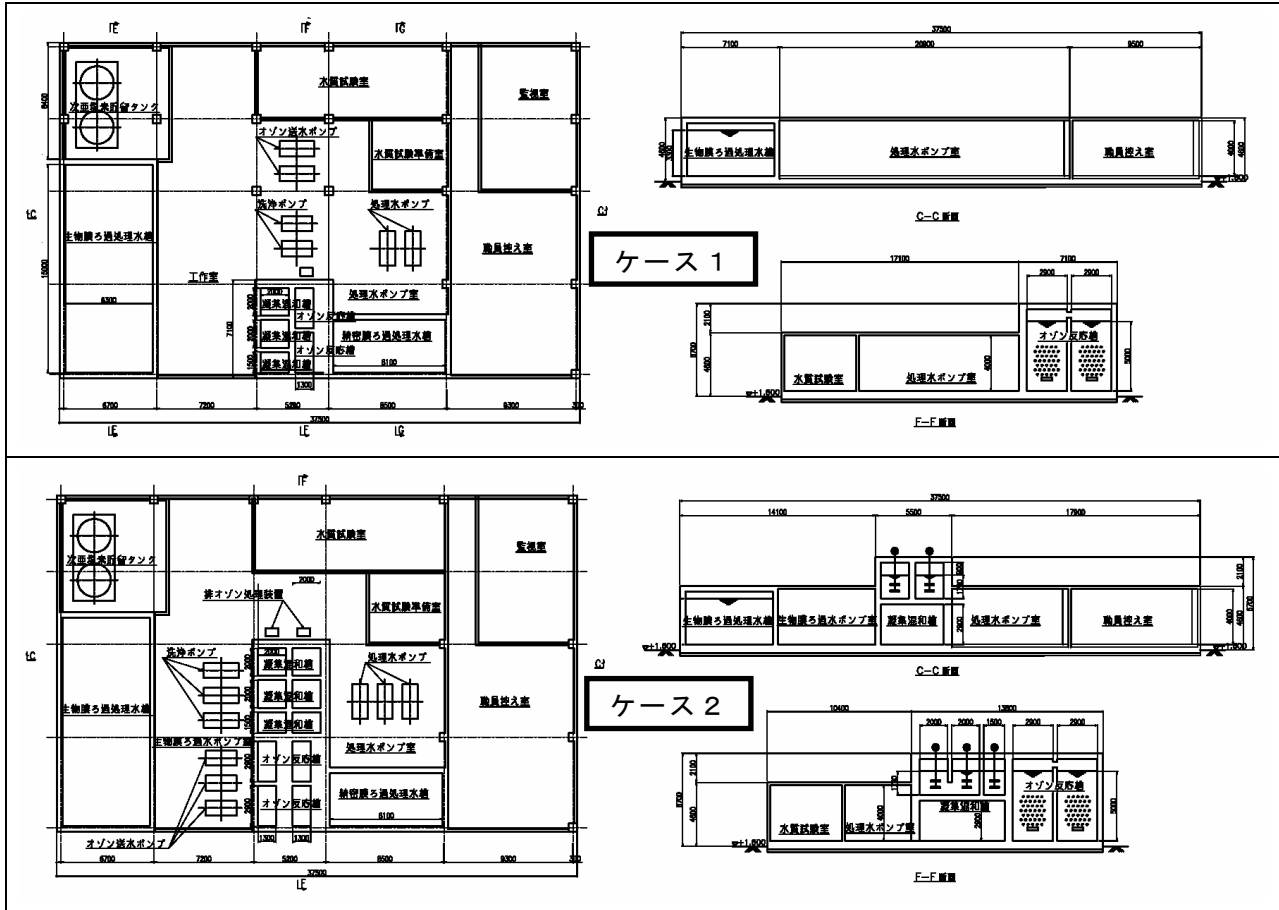


図 8.3.6 オゾン処理棟建屋平面図及び断面図

・次亜塩素酸貯留タンク

次亜塩素酸貯留タンクは消毒効果維持のため処理水に加える次亜塩素酸を貯留するためのタンクである。10m<sup>3</sup>程度×2基を設置する計画とした。

・監視室

監視室は、原水ポンプ棟、再生水処理施設及びPDAM配水池から送られる各種信号を受信し、モニターする部屋である。広さは70m<sup>2</sup>程度（長さ10.4m×幅6.8m）とした。

・水質試験室及び準備室

水質試験室及び準備室は、再生水処理施設の流入水及び流出水の日常水質試験を行うための部屋である。水質試験室の広さは70m<sup>2</sup>程度（長さ13.7m×幅5.2m）とした。準備室の広さは30m<sup>2</sup>程度（長さ5.5m×幅5.2m）とした。

・職員控え室

職員控え室は、再生水処理施設を常時管理するための職員（約8~10名）用の部屋である。広さは120m<sup>2</sup>程度（長さ13.2m×幅9.0m）とした。



(5) 膜ろ過棟

膜ろ過棟に配置される主な部屋および設備は以下の通りとなる。膜ろ過棟建屋図を図 8.3.7 に示す。

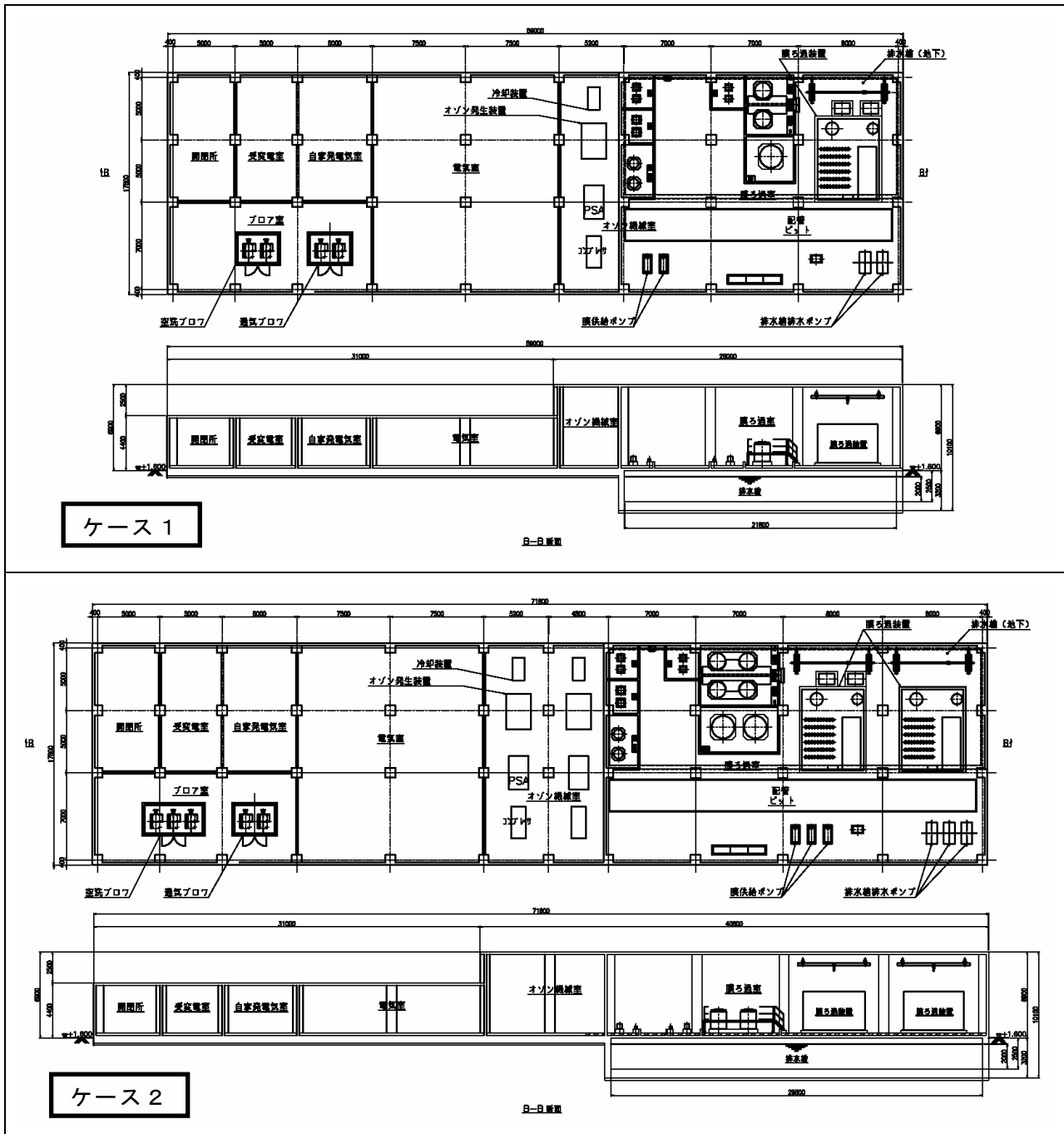


図 8.3.7 膜ろ過棟建屋平面図及び断面図

・膜ろ過室

膜ろ過室には、以下の機器類が設置される。

#### < ケース 1 >

精密膜ろ過（セラミックフィルター）装置×1基  
膜洗浄用各種薬品タンク及び注入ポンプ×各2基（内1台予備機）  
膜供給ポンプ：揚水量 3.4m<sup>3</sup>/分、台数2台（内1台予備機）  
排水槽排水ポンプ：揚水量 2.0m<sup>3</sup>/分、台数2台（内1台予備機）

#### < ケース 2 >

精密膜ろ過（セラミックフィルター）装置×2基  
膜洗浄用各種薬品タンク及び注入ポンプ×各2基  
膜供給ポンプ：揚水量 3.4m<sup>3</sup>/分、台数3台（内1台予備機）  
排水槽排水ポンプ：揚水量 2.0m<sup>3</sup>/分、台数3台（内1台予備機）

#### ・排水槽

排水槽は、精密膜ろ過装置の逆洗水及びフィルターの薬液洗浄後（中和処理後）の洗浄水を受け入れる水槽である。逆洗水や薬液洗浄水は、ここで貯留され排水槽排水ポンプによって一定量デンパサール下水処理場の流入口へ送水される。水槽の容量はケース1では400m<sup>3</sup>程度（長さ21.8m×幅9.3m×水深2.0m）、ケース2では550m<sup>3</sup>程度（長さ29.8m×幅9.3m×水深2.0m）とした。

#### ・オゾン機械室

オゾン機械室は、オゾン発生装置や冷却装置などを設置するための部屋である。オゾン機械室の広さは1系列当たり85m<sup>2</sup>程度とし、ケース1では長さ17.0m×幅5.2m、ケース2では長さ17.0m×幅10.0mとした。

#### ・ブロー室

ブロー室は、生物膜ろ過槽用の下記のブローを設置するための部屋である。広さは110m<sup>2</sup>程度（長さ16.0m×幅7.0m）とした。

通気ブロー（ケース1）：風量 22.2m<sup>3</sup>/分、台数2台（内1台予備機）

（ケース2）：風量 22.2m<sup>3</sup>/分、台数3台（内1台予備機）

逆洗ブロー（ケース1及び2）：風量 37.2m<sup>3</sup>/分、台数2台（内1台予備機）

#### ・開閉所

開閉所は、送電線から処理施設内に電力を引き込むための部屋である。広さは50m<sup>2</sup>程度（長さ10.0m×幅5.0m）とした。

#### ・受変電室

受変電室は、処理施設内に引き込んだ電力を場内で使用する電圧に変換するための部屋である。広さは50m<sup>2</sup>程度（長さ10.0m×幅5.0m）とした。

- ・自家発電電気室

自家発電電気室は、停電時に処理施設の内、水処理及び送水に関わる必要最低限の機器の電力を賄うための発電機を配置するための部屋である。広さは 60m<sup>2</sup> 程度（長さ 10.0m×幅 6.0m）とした。

- ・電気室

電気室は、処理施設の内、各種機械の制御盤等を配置するための部屋である。広さは 250m<sup>2</sup> 程度（長さ 17.0m×幅 15.0m）とした。

## (6) その他の施設

その他施設として再生水処理施設用地には以下の施設を配置する。

- ・監視所、門、柵

外部からの関係者以外の立ち入りを防止するため、再生水処理施設用地の入口に監視所と門、外周に柵を設ける。

- ・原水管

原水ポンプ棟から再生水処理施設まで下水処理水を送水するための配管である。管仕様は以下のようになる。（埋設位置は図 8.3.8 の赤線）

原水管（ケース 1）：内径 φ 300mm、延長 = 100m

（ケース 2）：内径 φ 400mm、延長 = 100m

- ・排水管

排水槽からデンパサール処理場のスクリーンポンプ棟まで洗浄水を送水するための配管である。管仕様は以下のようになる。（埋設位置は図 8.3.8 の青線）

排水管（ケース 1）：内径 φ 200mm、延長 = 335m

（ケース 2）：内径 φ 300mm、延長 = 335m

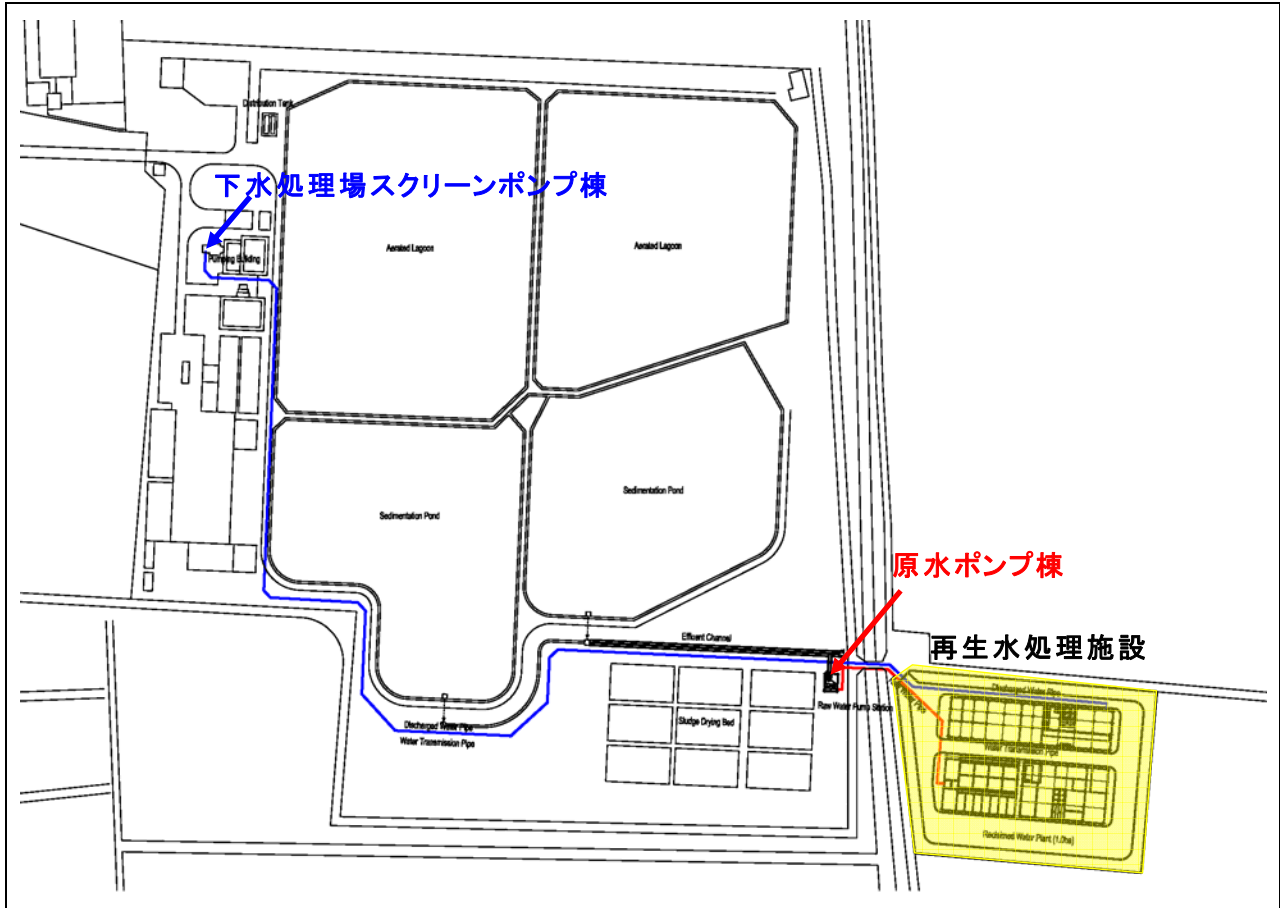


図 8.3.8 原水管及び排水管理設位置図

### 8.3.2 再生水処理施設の施工計画

再生水処理施設の施工計画について、以下に検討を行う。

#### (1) 敷地造成

現在、再生水処理施設の計画地はマングローブの生い茂る沼地（図 8.3.9）である。用地として使用するためにはマングローブの伐採及び泥土の浚渫、埋立造成が必要となる。

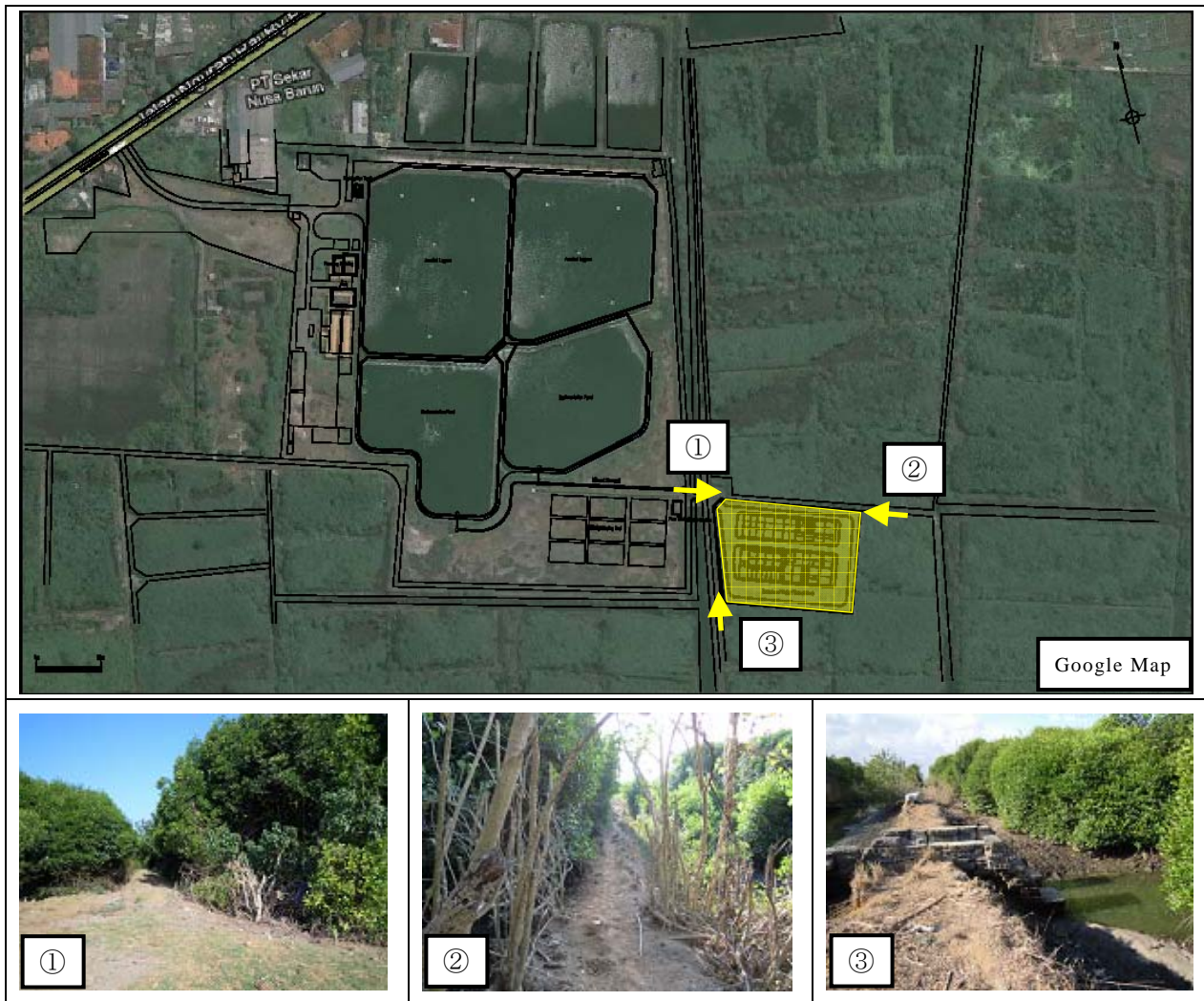


図 8.3.9 計画地周辺の状況

現況地盤高は平均標高 0.0m (-0.5m～+1.0m 程度) の状況である。再生水処理施設を建設するためには、以下のような敷地造成が必要である。(例として土量の多いケース 2 を示す。)

- ・ 施設建設の障害になる表層 1m 程を浚渫する  
(既存コンクリート、泥土及び木の根の除去のため、処分(浚渫)土量=約 8,600m<sup>3</sup>)
- ・ 浚渫後、良質土(購入土)により厚さ 2.6m の盛土を行う  
(平均標高-1.0m から計画地盤高+1.6m まで、盛土量=約 22,400m<sup>3</sup>)。

この処分(浚渫)土量及び盛土量は合計 31,000m<sup>3</sup> 程度となるため、10t トラック(平均 8m<sup>3</sup> 程度)での搬出入を考えると以下の台数が出入りすることとなる。

$$N = 31,000 \text{ m}^3 \div 8 \text{ m}^3/\text{台} = 3,875 \text{ 台}$$

したがって、幹線道路から計画地まで 10t トラックが頻繁に出入りできる搬出入導線が必要となる。ここで以下のような条件(ケース 2)で計算を行うと必要工事期間は最低 5 カ月

となる。また、ケース1においても同様の条件の場合、計算上4.2カ月必要となり5カ月程度の工事期間が必要となる。

$$M = 1 \text{ ヶ月} + 3,875 \text{ 台} \div (6 \text{ 台/時間} \times 8 \text{ 時間} \times 22 \text{ 日間}) = 4.7 \text{ カ月} \rightarrow 5 \text{ ヶ月}$$

< 計算条件 >

- ・ 準備期間：1 ヶ月（接続道路整備も含む）
- ・ 1 台の作業の積込及び荷降ろし時間：平均 10 分
- ・ 1 時間当りの搬出入台数：6 台/時間（=60/10）
- ・ 1 日作業時間：平均 8 時間
- ・ 1 カ月の作業日数：平均 22 日間

計画地周辺が沼地（マングローブ林）であるため、沼地に搬出入道路を建設することは困難である。したがって、デンパサール処理場側既設道路を改修・拡幅して搬出入道路を確保することとする。検討ルートは以下の4ルートを考慮する。検討ルートと周辺状況写真を図8.3.10に示す。

1) 下水処理場敷地外東側ルート（赤色）

既設道路幅は約 3.3m である。敷地北側端に養魚場の既設施設（写真③）があり行き止まりになっているため、幹線道路に抜けることが出来ない。

2) 下水処理場敷地外南側ルート（青色）

既設道路幅は 2.6m～4m 程度である。道路は大部分が川と場内フェンスに挟まれており、途中橋 2 箇所、聖なる泉（写真⑤、⑥）が 1 箇所あるため、幅の拡幅は困難であると考えられる。

3) 下水処理場敷地内北東側ルート（桃色）

既設道路は幅が 4m 程度で大部分が未舗装である。特に大きな障害は無く施工可能と考えられる。（写真⑦）

4) 下水処理場敷地内南西側ルート（緑色）

既設道路は幅が 4m 程度で大部分が未舗装である。半分程度の区間で道路部を盛土してあるため（写真⑧）、拡幅時には盛土も行う必要がある。既設処理場管理棟（写真⑨）の背後を通るため工事車両通行時に騒音や振動の問題を引き起こす可能性がある。

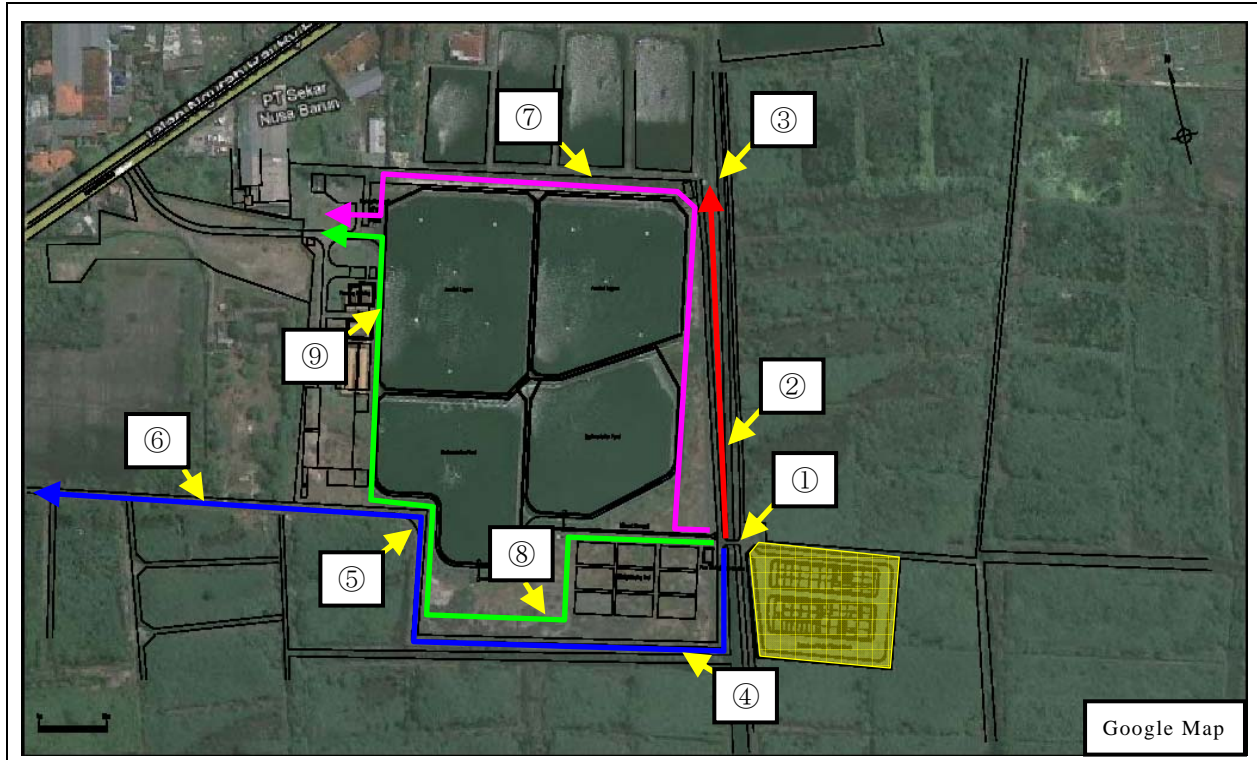


図 8.3.10 搬出入車両道路案と周辺状況

維持管理用道路は工事車両の通行を考えると最低 5m の幅は必要であり、どのルートを用いても既設道路の拡幅は必要である。現状より、上記 4 案の中で最も既設施設等への影響が少なく施工可能であると判断される 3) 下水処理場敷地内北東側ルートを採用することとした。

## (2) 仮設工法

本施設計画においては、原水ポンプ棟と膜ろ過棟で地下部に水槽を持つため、掘削施工が必要となる。施工深さは以下の通りとなる。

- ・原水ポンプ棟：G.L.+1.2m から-3.6m までの 4.8m
- ・膜ろ過棟：G.L.+1.6m から-1.8m までの 3.4m

地質調査より、本施工地盤は平均 N 値が 1 程度と軟弱ではあるが粘性土であるため 1:1 程度の勾配であれば自立掘削が可能と判断される。地下水位は-0.35m であるため掘削時に湧水の可能性がある。しかし、粘性土層であるため湧水量は少なく工事用排水ポンプで十分対応可能と考えられる。

したがって、本計画における処理施設は全て法切オープンカット工法により施工を行うこととした。

## (3) 施設建設期間

本施設計画においては、建築、土木施設建設は以下の 18 カ月間の足掛 2 年間の工程を考慮する。

- ・準備期間：1 カ月
- ・土工、基礎杭建設：2 カ月
- ・地下構造部築造：3 カ月
- ・1 階構造部築造：3 カ月
- ・天井部築造：3 カ月
- ・内装及び設備工事等：5 カ月（場内道路等も実施）
- ・後片付け：1 カ月

機械、電気設備については、以下の 18 カ月間の足掛 2 年間の工程を考慮する。

- ・準備期間：1 カ月
- ・機器製作：9 カ月
- ・据付期間：5 カ月
- ・試運転調整期間：3 カ月



## 8.4 再生水送水施設の概略設計と施工計画

### 8.4.1 再生水送水施設の概略設計

再生水送水施設は送水ポンプ施設と送水管に大きく分けられる。送水ポンプ施設（ポンプ及びポンプ井）は再生水処理施設で既に述べているため、本節では送水管の概略設計について述べる。

#### (1) 送水管ルート

送水管の敷設ルートは図 8.4.1 に示す約 15km の区間となる。（詳細は付属資料 6.c に添付）

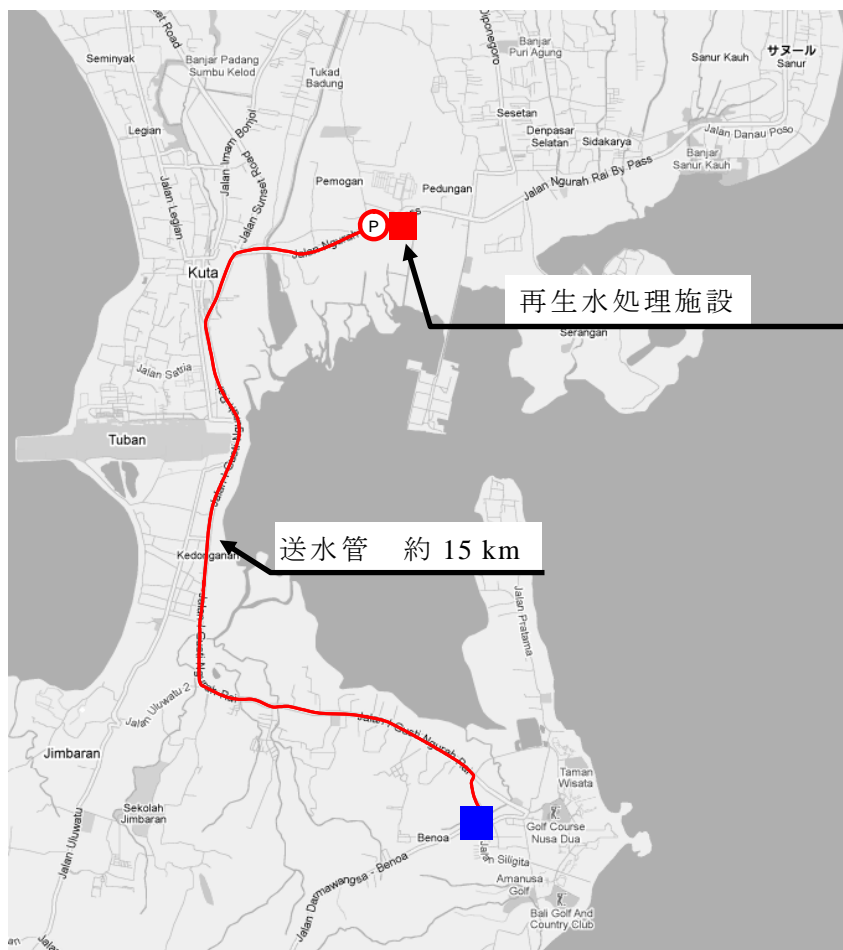


図 8.4.1 送水管敷設ルート

#### (2) 送水管材質

バリ島で採用されている主な管材は、以下の 4 種類である。

- ・ダクタイル鋳鉄管（DI 管）
- ・（高密度）ポリエチレン管（HDPE 管）

- ・硬質塩化ビニル管（PVC 管）
- ・鋼管

以下の理由から、送水管としては適切な管材として、高密度ポリエチレン管を採用する計画とする。

- ・耐衝撃性に優れている。（幹線であるため重要である）
- ・管材価格が安い。
- ・内面摩擦係数が小さく、ポンプ出力を抑えられる。
- ・軽量で施工性が良い。
- ・耐候性で劣るが埋設管であるため問題ない。
- ・設計内圧 0.75MPa 以下であり過度な引張降伏強さは必要ない。

なお、4 種類の管材の一般的特性を比較した表を以下に示す。

**表 8.4.1 送配水管材の一般的特性比較表**

	ダクタイル鋳鉄管 (DI 管)	高密度ポリエチレン管 (HDPE 管)	硬質塩化ビニル管 (PVC 管)	鋼管
内面摩擦係数	△	◎	◎	△
引張降伏強さ(管材)	◎	○	○	◎
耐衝撃性	◎	◎	○	◎
耐酸・アルカリ性	△	◎	○	△
耐候性	◎	△	○	◎
耐震性	◎	◎	○	◎
施工性	△	◎	◎	△
管材価格 (φ 400mm)	200%	125%	100%	250%

凡例 ◎：特に優れている、○：優れている、△：普通

### (3) 送水管径の設定

送水管の適切な口径を設定するため 3 案について比較検討した。なお、送水管は圧送管であるため、ポンプ施設を含めた建設費や維持管理費を算出し、総合的な経済性を比較して最適な口径を選定した。ここでは、一例としてケース 2 の比較検討を示す。

**表 8.4.2 送水管の比較検討（ケース 2）**

	内径	ポンプ全揚程	ポンプ出力	ポンプ台数
Case 2-1	φ 400mm	70m	75kw	3 台 (1 台予備)
Case 2-2	φ 450mm	57m	55kw	3 台 (1 台予備)
Case 2-3	φ 500mm	50m	55kw	3 台 (1 台予備)

送水管の総延長 16.0km を仮に全区間開削工法により実施した場合の建設工事費及び維持管理費を表 8.4.3 と表 8.4.4 に示す。

**表 8.4.3 各案における建設工事費（ケース 2）**

	送水管工事費	機械設備工事費	電気設備工事費	建設工事費計
Case 2-1	48,752 百万 IDR	3,089 百万 IDR	927 百万 IDR	51,841 百万 IDR
Case 2-2	58,992 百万 IDR	2,917 百万 IDR	875 百万 IDR	62,784 百万 IDR
Case 2-3	69,968 百万 IDR	2,917 百万 IDR	875 百万 IDR	73,760 百万 IDR

**表 8.4.4 各案における維持管理費（ケース 2）**

	電力費	管路修繕費	設備修繕費	維持管理費計
Case 2-1	896 百万 IDR/年	49 百万 IDR/年	60 百万 IDR/年	1,005 百万 IDR/年
Case 2-2	657 百万 IDR/年	59 百万 IDR/年	57 百万 IDR/年	773 百万 IDR/年
Case 2-3	657 百万 IDR/年	70 百万 IDR/年	57 百万 IDR/年	784 百万 IDR/年

これらの費用を、20 年間のプロジェクト費用に換算して比較する。表 8.4.5 に示すように、Case2-1 の φ 400mm による施工が建設費及びプロジェクトコスト共に経済性が優れるとの結果となる。

**表 8.4.5 各案におけるプロジェクトコスト**

	建設費工事費	維持管理費	合計
Case 2-1	51,841 百万 IDR	20,100 百万 IDR	71,941 百万 IDR
Case 2-2	62,784 百万 IDR	15,460 百万 IDR	78,244 百万 IDR
Case 2-3	73,760 百万 IDR	15,680 百万 IDR	89,440 百万 IDR

#### (4) 送水量管理設備

送水量を適切に管理するため、送水施設の計測設備として、流量計と水位計を設置する。配水池に流入する送水量を把握するため、配水池接続部に電磁流量計を設置する。また、配水池での異常水位等を検知して、送水を停止できるよう配水池に水位計を設置する。

### 8.4.2 再生水送水施設の施工計画

送水管は、大部分を幹線道路であるングライバイパス道路に敷設する。なお、送水管の施工については以下の条件を考慮して計画する。

#### (1) 河川及び排水路横断部

送水管は、3 つの大きな河川と複数箇所の排水路を横断する。ここには既設の橋が掛かっ

ているが、配管重量を見込んでいないため橋梁添架は行えない。したがって、以下の2つの方法が考えられる。

- ・水管橋を設置し河川や排水路の上部を横断する。
- ・推進工法により河川や排水路の下部を横断する。

上記2つの方法を比べると、推進工法より水管橋による施工の方が安価であるため、基本的に水管橋による施工を実施する計画とする。

## (2) 交通渋滞地区

送水管を埋設する幹線道路は一部が非常に混雑しているため、昼間の施工は大きな渋滞を引き起こす可能性がある。したがって、交通量が多い区間は夜間施工を実施し交通渋滞を引き起こさないよう配慮する。図 8.4.2 に交通量が比較的多い区間と現在状況を示す。



図 8.4.2 交通量の多い区間と現在状況

### (3) 空港用配電ケーブル横断部

空港付近には空港用配電ケーブルが幹線道路を横断している。加えて付近には空港内の排水路が2箇所設置されており、送水管はこれらも避ける必要がある。更に空港付近の交通状況は常時混雑しており、渋滞を引き起こす可能性が非常に高いと考えられる。したがって、空港周辺の約400mの区間については推進工法を採用し、空港用配電ケーブル及び2箇所の排水路を下越しする計画とした。

## 8.5 再生水配水施設の概略設計、必要な調査、および施工計画

再生水配水施設は、配水池、配水管と定義する。本計画ではPDAMバドゥンが所有する既存配水池及びヌサ・ドゥア地区への灌漑用水配水管を使用する計画である。これらについては約十年間使用されておらず劣化状況が十分に把握されていない状況にある。したがって、必要な調査及び補修を実施して有効利用する計画とする。しかし、ブノア地区とサワンガン地区への再生水用配水管は未整備のため、今回計画で新たに敷設する必要がある。既存施設である配水池及びヌサ・ドゥア地区のホテルへの配水管の位置図を図8.5.1及び図8.5.2に示す。

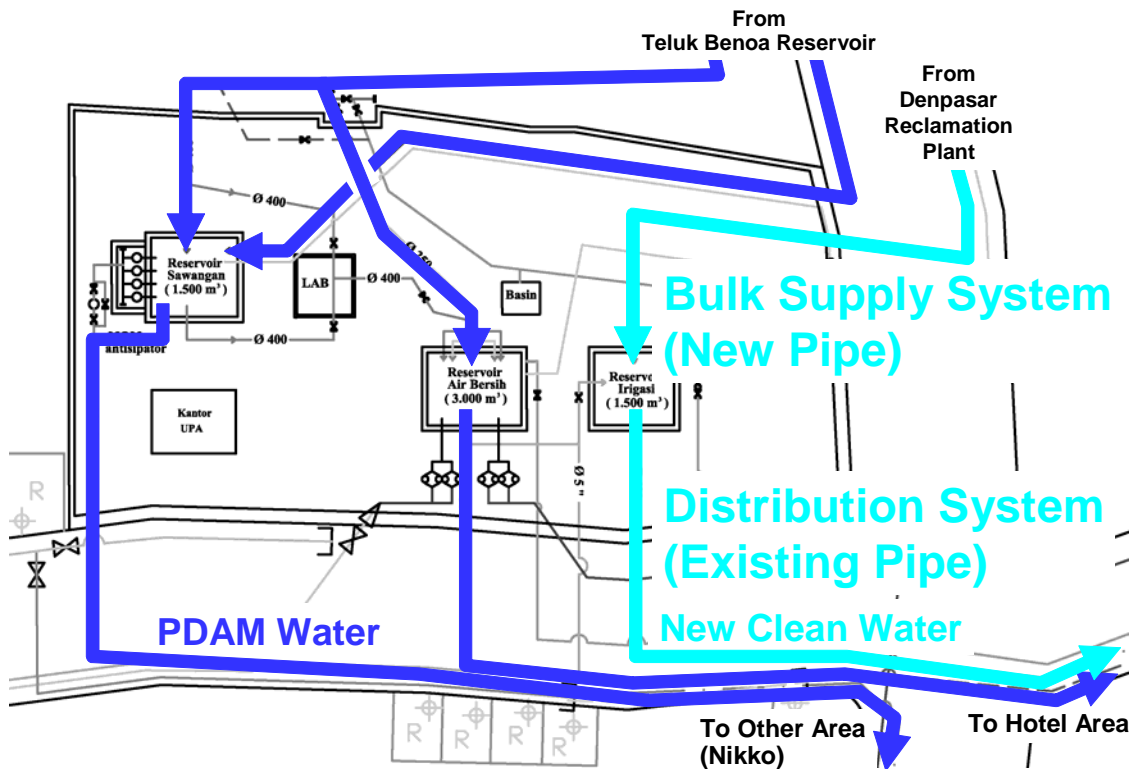


図 8.5.1 再生水用の既存配水池と配水管

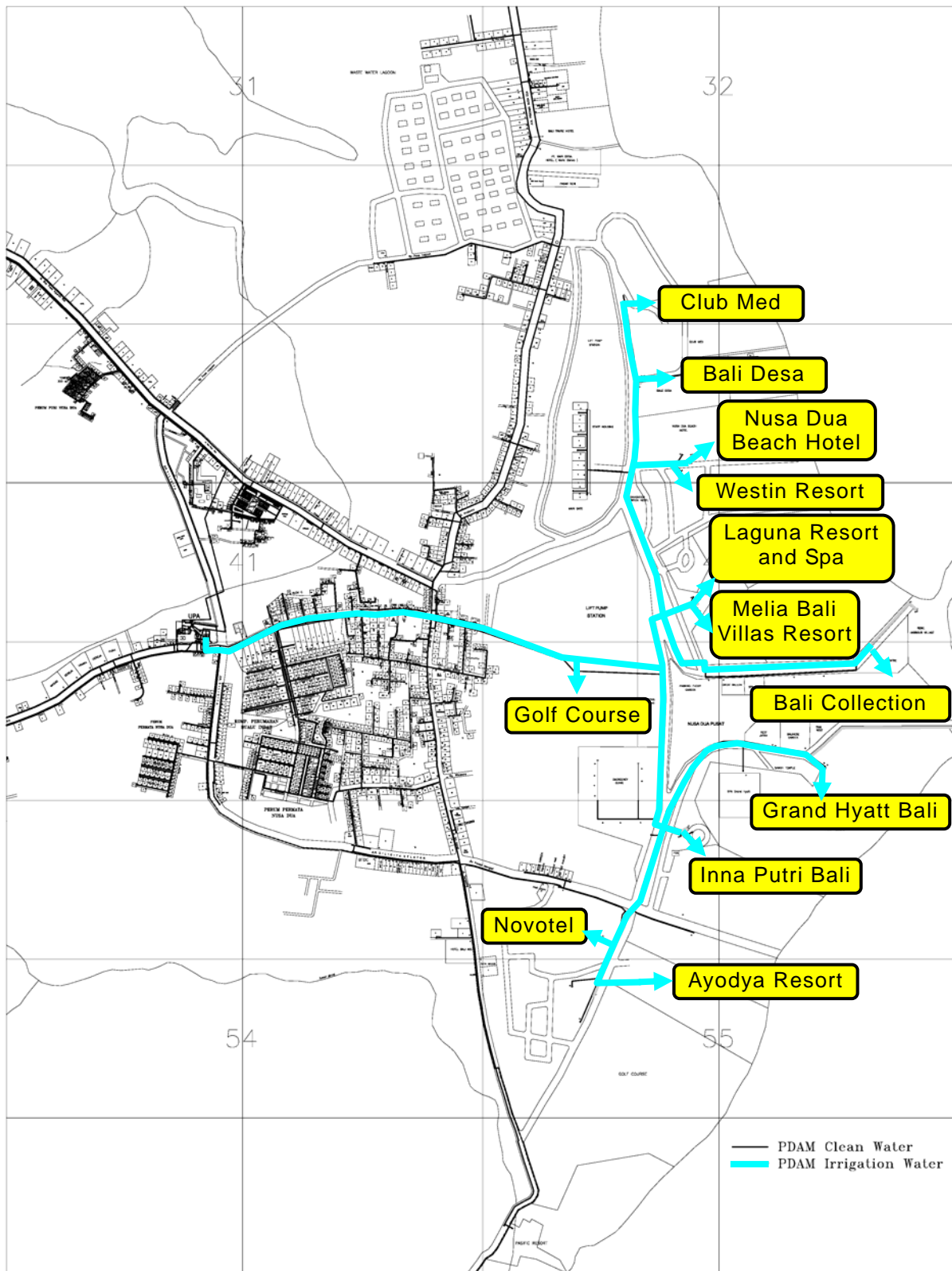


図 8.5.2 ヌサ・ドゥア地区既存灌漑用水配水管配置図

## (1) 配水池

配水池の主な目的は給水地区へ配水するための時間変動分を施設容量で吸収することである。既存配水池は  $1,500\text{m}^3$  の容量があり、計画時間最大水量と計画日最大水量の差分 ( $38\text{m}^3/\text{時}$ ) を 39 時間分貯留できるため十分な容量があると判断される。この貯留量は、時間最大水量の約 4 時間分の貯留量となり、インドネシアで一般的に適用される 4 時間分の貯留量 (約 20%) を確保できる。

既存配水池は、躯体に以下の劣化が認められる。現状写真を図 8.5.3 に示す。

- ・ 構造全体にひび割れが入り、エフロレッセンス (遊離石灰) も見られ、使用時に漏水する可能性が高い。
- ・ 水槽内部及び外部にモルタル及びコンクリートの剥離が見られ補修が必要である。

上記劣化と現在の建物構造から、詳細調査後、以下の補強・補修が必要と考えられる。

- ・ 劣化モルタルの除去
- ・ 構造鉄筋の増量 (アンカー固定による)
- ・ コンクリート壁の増厚 (約  $200\text{mm}$ )
- ・ 防水塗装の実施
- ・ 覆蓋の設置 (飛来物の混入の防止)
- ・ その他設備の更新 (手すり、タラップ、配管等)



図 8.5.3 既設配水池の現況写真

コンクリートを増厚した場合施設容量は約  $1,350\text{m}^3$  に減少するが、計画水量のケース 2 においても計画時間最大水量と計画日最大水量の差分 ( $38\text{m}^3/\text{時}$ ) を 35 時間分、時間最大水量の 3.6 時間分の貯留量を確保できる。したがって、必要容量とされる時間最大水量の約 4 時間分を確保できると考えられるため、補修工事後も施設の増設は必要ないと考えられる。

## (2) 既存配水管

既存配水管は、埋設管のため外観調査等で確認することはできなかった。今後、詳細調査として以下の調査を実施し必要な改築を実施する必要がある。

- ・ 既設管の漏水調査と管内洗浄
- ・ 止水バルブの更新
- ・ 漏水部の配管更新

## (3) 新設配水管

ブノア地区及びサワンガン地区への配水を行う場合には新設管敷設が必要となる。配管概要は図 8.5.4 及び図 8.5.5 に示す。各地区への新設送水管延長は以下のようになる。

ブノア地区 : 計 6,500m

(ケース 1 :  $\phi$  200mm : 5,800m、 $\phi$  100mm : 700m)

(ケース 2 :  $\phi$  300mm : 5,800m、 $\phi$  150mm : 700m)

サワンガン地区 : 計 5,200m

(ケース 1 :  $\phi$  200mm : 4,000m、 $\phi$  100mm : 1,200m)

(ケース 2 :  $\phi$  300mm : 4,000m、 $\phi$  150mm : 1,200m)



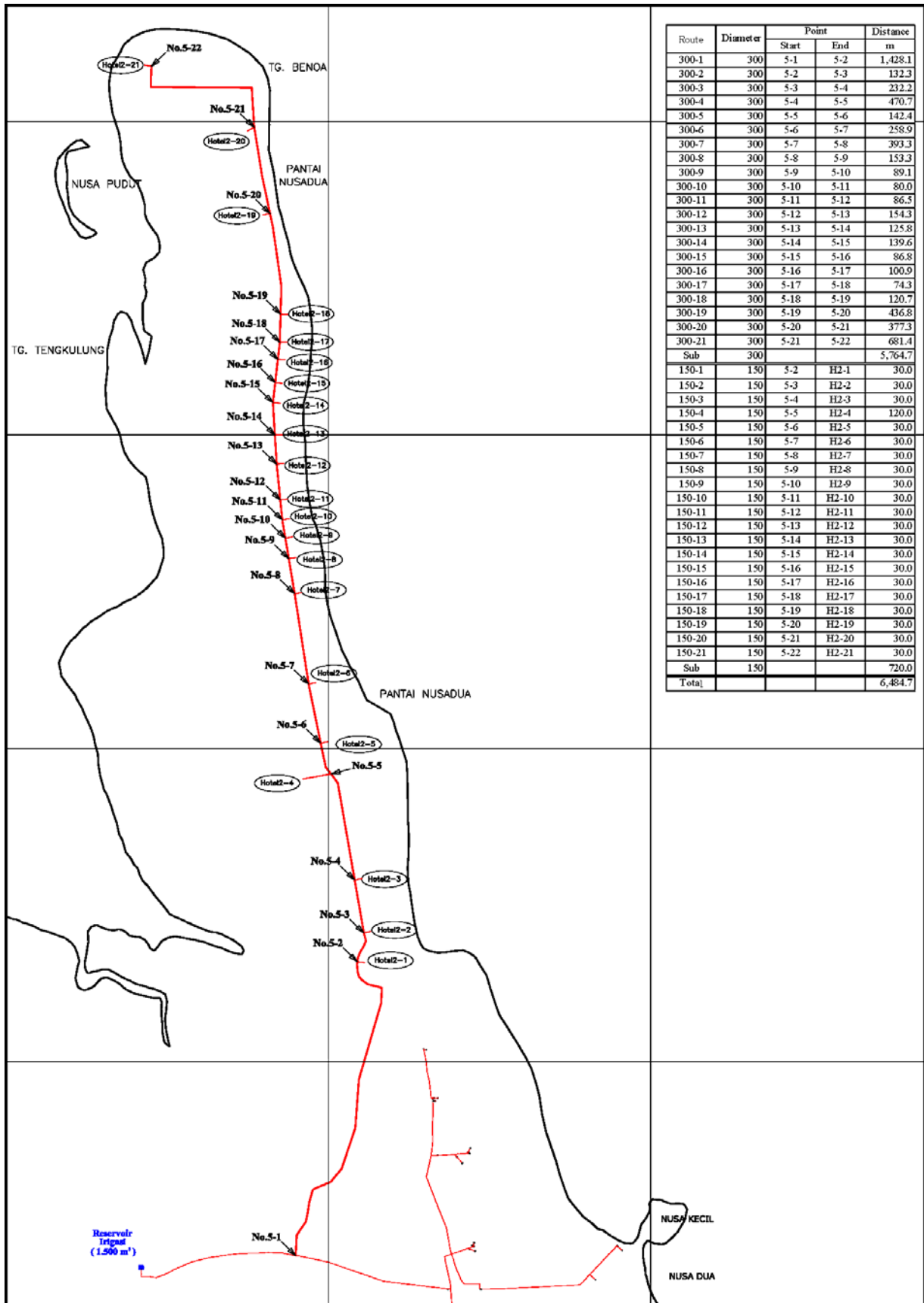


図 8.5.4 ブノア地区配水管計画図 (注: 表中の口径はケース 2 の値を示す。)

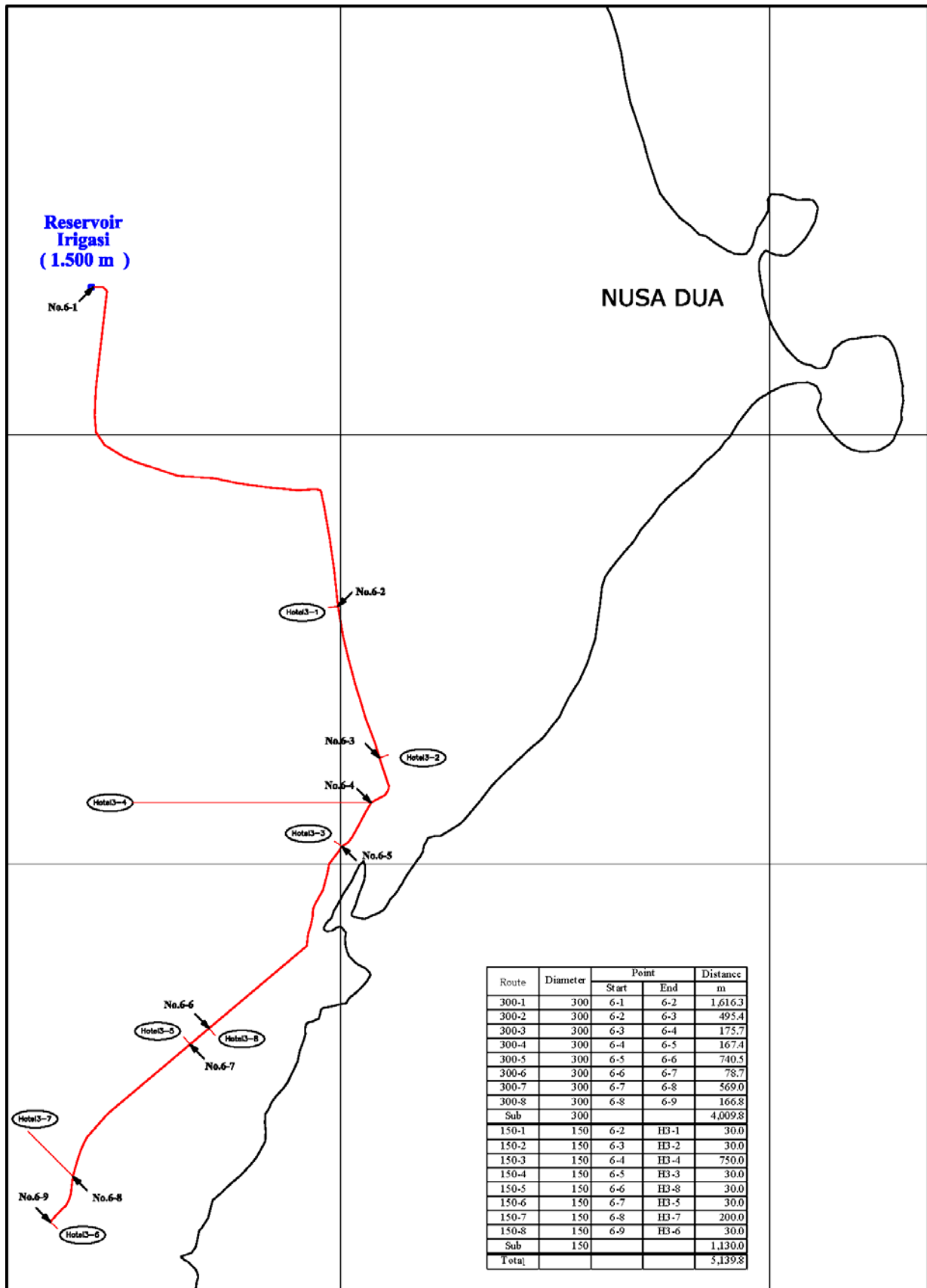


図 8.5.5 サワンガン地区配水管計画図 (注: 表中の口径はケース 2 の値を示す。)

## 8.6 再生水バルク供給施設の運転管理計画

### 8.6.1 基本方針

事業目的会社（SPC）は、再生水処理施設、ポンプ施設、管渠等の諸施設の運転管理を適正に行い、良好な水質の再生水を十分な量、遅滞なく利用者へ提供するとともに経済的な運転により、経営状態を常に健全な状態に保持することが求められる。このような管理を行うためには、運転管理や日常点検・整備の適正化を図るとともに維持管理上の各種情報を把握・分析することが必要である。ここでは SPC が事業実施期間に行う運転管理の内容について検討を行う。

### 8.6.2 SPC の管理対象

SPC により管理される施設は以下の通りである。

- 1) 再生水処理施設
- 2) 送水管

これら施設の位置図を図 8.6.1 に示す。

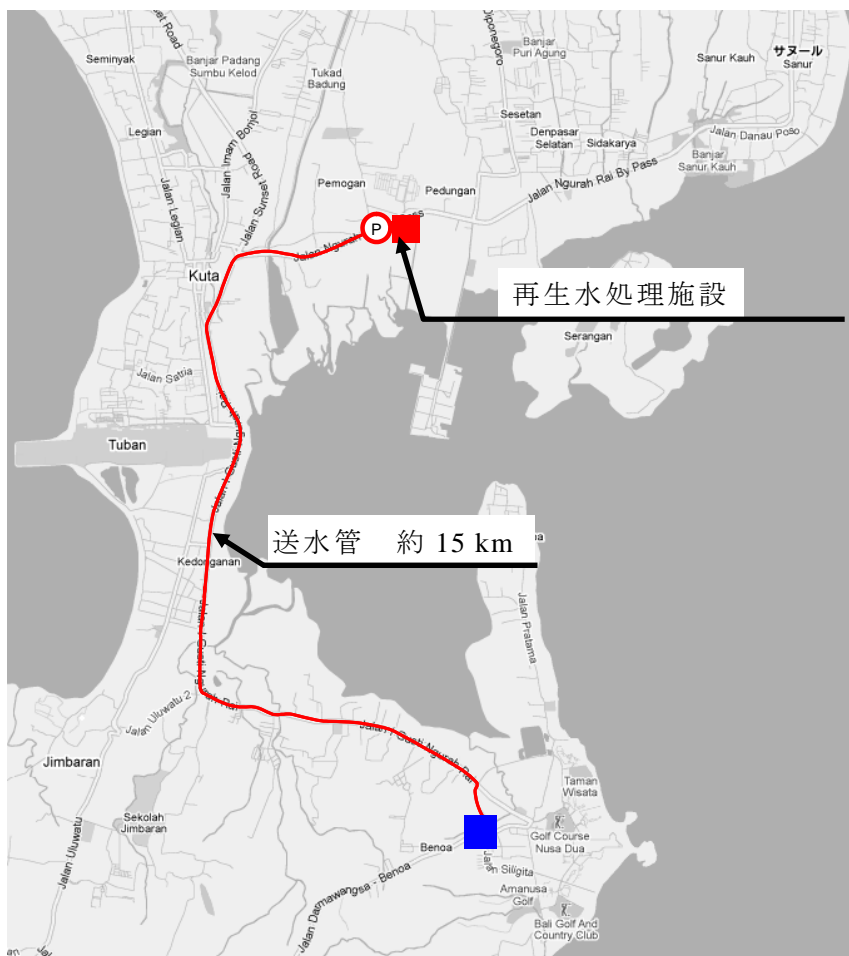


図 8.6.1 管理対象施設位置図

### 8.6.3 運転管理の内容

施設の日常的な管理は、運転管理と保全管理とに大別される。このうち、運転管理は、個々の施設あるいは設備を安全かつ正常に運転することはもちろん、システム全体として効率的な運転を行うことを目的とし、保全管理は、その施設あるいは設備が常に正常な状態で運転できるようにその機能を保持することを目的とする。

管理によって得られた知見や問題点に関するデータは、保存・蓄積、解析、整理して、整備更新等の維持管理の必要性を説明できる客観的な評価判断資料として利用したり、施設の改良や更新計画にフィードバックできるようにする。このようにすることで、施設管理の安定性・容易性を向上させるばかりでなく、最終的にはシステム全体の質の向上や、効率的な事業経営に資することが可能となる。

#### (1) 運転管理

本施設運転に必要な原水(二次処理水)の水量・水質は常に一定ではない。下水道面整備の進捗状況、季節的・時間的水量・水質変動、下水処理場の稼働状態などによってこれらは変化する。

従って、再生水処理施設の運転管理は、どのような状況変化にも応じた、システムの適正な制御を目指すことが重要である。

施設の運転は、水量・水位・水質の管理が主体であるが、その設定目標を達成するには、制御の方法、特徴および予備力などを十分勘案し、合理的で確実に行えるものでなければならない。そのためには、日々の運転管理を記録することはもちろん、異常時・事故時等における運転管理については特に詳しく記録することが重要であり、それらに基づき運転管理をマニュアル化する必要がある。

また、適正で効率的な運転管理を行うためには、コスト原単位や業務指標等

表 8.6.1 バルク供給施設運転管理項目の例

プロセス	内 容
取水	<ul style="list-style-type: none"> <li>原水槽水位</li> <li>取水量</li> </ul>
生物処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>生物膜ろ過水流入量</li> <li>生物膜ろ過空洗空気量</li> <li>生物膜ろ過水槽水位</li> <li>生物膜ろ過処理水槽水位</li> <li>生物膜ろ過処理水濁度</li> </ul>
オゾン	<ul style="list-style-type: none"> <li>オゾン反応槽流入量</li> <li>発生オゾン量</li> <li>発生オゾン濃度</li> <li>溶存オゾン濃度</li> <li>排オゾン濃度</li> </ul>
凝集	<ul style="list-style-type: none"> <li>凝集混和槽 pH</li> <li>凝集混和槽圧力</li> <li>凝集混和槽水位</li> </ul>
膜ろ過	<ul style="list-style-type: none"> <li>膜ろ過装置流入量</li> <li>膜ろ過処理水濁度</li> </ul>
送水	<ul style="list-style-type: none"> <li>精密膜ろ過処理水槽水位</li> <li>UPA 配水池水位</li> <li>再生水送水量</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種薬品液位</li> <li>各種薬品注入量</li> <li>各種機器運転時間</li> </ul>

の活用により、より具体的な運転管理目標を定めて計画的に行う必要がある。表 8.6.1 に再利用施設において管理が必要となる項目の例を示す。

## (2) 保全管理

保全管理は、施設の機能の劣化を補完し、本来の機能を保持するとともに、施設の延命化、施設管理費用などライフサイクルコストの低減化等を図ることが目的である。

保全管理業務を分類すると、(a) 点検・整備や修理などの保全業務（表 8.6.2）と、(b) 機能そのものを客観的に評価し、改善する診断・更新等の機能向上業務に分けることができる。

**表 8.6.2 主な保全管理業務内容**

管理対象	内 容
再生水処理施設	土木構造物、配管等の塗装の状態点検・補修・塗り替え 薬品貯蔵量の把握 膜ろ過装置の洗浄 膜の交換 機械・電気設備の定期点検・整備
送水管	弁類の点検・整備、水管橋の塗装 漏水調査、修理、管内状況調査・洗浄作業 管路の巡視、他工事立合い

保全管理の方法は、設備や機器の種類、規模、特徴、設置場所等によって異なるので、効果的に保全管理を行うためには、次の点に留意する。

### 1) マニュアル等の整備・遵守

点検、整備、修理の手法は、誰が行っても十分な成果が得られるように標準化しておく。このためには、マニュアルを作成し、これに基づいて作業を行い、マニュアルの遵守を徹底することが必要である。

異常時には施設の仕様、機器の図面、配水系統図等の資料が必要となる。このため、平常時から、図面資料の保管、統計資料、補修履歴の記録、予備品の確保などを心掛ける必要がある。

### 2) 機能低下の診断と評価

本施設は、長年の使用によって機能低下が生じる。このため、設備の各機器に関しての点検時の状況等を把握して、更新計画等に反映させることで、機能低下を生じさせない体制を整備する（表 8.6.3 参照）。

表 8.6.3 管理対象における機能低下と兆候

分類	コンクリート・鋼構造物	管路・配管	電気・機械	薬注	計装
構造材質	中性化 ひび割れ、浮き、剥落 ジョイントの開き 漏水 耐震性の低下 洗掘、摩耗 腐食（鋼材、鉄筋） 不同沈下、傾き 変形 老朽化	腐食（肉厚減少） 電食 漏水 破損、折損、亀裂 中性化 耐震性の低下 磨耗、キャビテーション 侵食 塗膜の劣化 老朽化	過熱、漏油、漏水 電圧低下、停電 漏電 動作不良 誤動作 磨耗 騒音、振動増大 絶縁劣化 耐震性の低下 老朽化 故障停止 焼損 破損 錆、腐食	薬品漏洩 漏水 空気漏れ 絶縁劣化 腐食、摩耗 指示ふらつき ゼロ点不一致 老朽化 誤差増加 調整許容範囲逸脱 総合精度不良 動作不良 故障停止 薬注不良	絶縁劣化 発錆、腐食 磨耗 指示ふらつき ゼロ点不一致 誤差増加 調整許容範囲逸脱 総合精度不良 動作不良 老朽化 誤動作 故障停止 ソフト不良
水質	有害物、汚染水の流入 塵埃、昆虫の混入 浮遊物の沈殿、巻き上げ 内面塗装の劣化、剥離 藻類の発生 残留塩素低下	腐食（赤水、夾雑物） 残留塩素低下 トリハロメタンの生成 汚染水の流入 内面塗装の劣化、剥離	ポンプ停止（赤水、黒水） 水処理不良（濁水リーク） 残留塩素低下	凝集処理不良 消毒処理不良 保存中の品質低下	凝集処理不良 消毒処理不良 ポンプ停止
水量・水圧	池、槽の容量不足及び高水位不足 堆砂 障害物による流入出口の閉塞	口径不足 腐食 エアーの集積 スケール付着	ポンプ停止 再生水処理不能 再生水処理能力低下	再生水処理不能 再生水処理能力低下 容器の容量不足	再生水処理不能 再生水処理能力低下 ポンプ停止
管理	操作性の低下 修理作業が不可能 再生水処理、送水、配水効率の低下	バルブ、ゲート 開閉不良 断水が不可能	故障頻度増加 故障回復時間の増大 操作性の低下 保守工数の増加 第三者加害（停電波及事故・火災）	故障頻度増加 故障回復時間の増大 操作性の低下 保守工数の増加 換気が悪い、悪臭 攪拌不備、気泡の発生	故障頻度増加 故障回復時間の増大 操作性の低下 保守工数の増加 データの欠測 精度不良

3) 専門知識の習得・技能の向上

保全管理には、専門知識の習得、技能の向上が必要である。例えば機械・電気・計装機器、コンピュータ等のハードウェアのようにメーカーに委託される部分が多いものであっても、維持管理をする側としても要求する仕様、特性、取扱い、異常時の初期対応等は熟知することが重要である。

#### 4) 適正な保守点検

施設の点検回数を増やせばコスト増となるが、点検回数の増減と異常発生の確率は必ずしも一致しない。すなわち、点検には施設の規模、システムの特性に応じた適正な頻度と内容があり、保守点検だけで事故、故障が防げるわけではない。そのため、それぞれの施設の実態に合わせて最適な方法を採用することが必要となる。

#### 5) 点検データの収集・保存と活用

長期間蓄積された点検データは、構造物・管類・機器の劣化の状態、故障・事故の傾向などを知るために有用であり、運転管理での施設・設備の状態の把握、更新計画等の作成、点検の実施内容の参考としても重要な資料となる。そのため、故障記録や点検整備記録等データの収集・整理のルール等を作り、統計分析やデータベース化を行い、情報の共有化を図るとともに、設備等の状態把握、診断・評価へ活用したり、よりの確に点検・検査内容や周期・頻度などの見直しができるようにする。

### (3) 水質管理

水質管理は、再生水の安全性の確保を目的とし、水源から需要家までの水質監視、さらに水源水質異常の早期発見、再生水処理の適否、配水過程における水質変動の把握など、広範囲な内容を含んでいる。

水質管理は、水源から再生水処理過程を経て顧客に至るまでの再生水システムの各段階を通して行われる。その手順は、1) 管理基準の設定、2) モニタリング、3) 評価、4) 対応である。管理基準の設定では、項目と基準値の設定を行う。モニタリングは、各段階での水の理化学的、微生物学的及び生物学的な水質検査等を行うことである。さらに、得られたデータを解析し判定した結果から、必要であれば対応策を検討し、実施に移していく。

また、SPCは自らの施設における水質管理上の問題点を整理し、これを踏まえて水質検査計画を策定する。水質検査計画には、検査項目、採水場所、検査回数等必要な項目を明記する。策定した水質検査計画は、顧客に対し情報提供を行い、水質検査の適正化と透明化を図ることが重要である。

#### 8.6.4 運転管理人員

施設の維持管理には、ある程度の専門知識を有する人材を確保することが必要である。本施設においては、規模、維持管理事項、頻度、業務の難易度などに基づき、表 8.6.4 に示す人員の確保が必要と考えられる。

表 8.6.4 運転管理人員内訳

職種	人数	備考
マネージャー	1人	
スタッフ	ケース1：9人 ケース2：12人	3交代制 3人×3 4人×3
水質	1人	
合計	11~14人	



---

## 第9章

### 事業実施体制と事業実施機関

## 第 9 章 事業実施体制と事業実施機関

### 9.1 PPP 枠組みにおける実施体制

前章までの調査結果をベースに、PPP 枠組みの下で本再生水事業を実施するための、事業形態、事業実施体制、事業実施機関および実施計画案について検討した。

#### 9.1.1 本再生水事業の事業形態

上水道事業について、現行法規では、(1)事業権付与により民間事業が消費者に水を販売する事業形態と、(2)PPP 枠組みに基づき官民が連携して水供給事業を行う形態を取決めている。本再生水事業には、この 2 つの事業形態の内、何れが適しているかを先ず考察する。

##### (1) 事業権付与による民間事業として

事業権を得た民間企業が、直接、再生水を顧客に販売して、収入・利益を得て投資資金を回収する民間事業投資形態。民間企業は投資と商取引から派生する全てのリスクが取れる高収益・高利益率の事業投資と判断した場合のみ、事業投資を行う。「イ」国法規に従い、現地法人の設立は必要だが、SPC の設立は必ずしも必要でない。事業が計画と大幅に乖離した場合、民間事業者は、違約金を支払い撤退することを含め、独自判断で決断できる。

本再生水事業は、高収益・高利益率の事業ではなく、再生水の原水は隣接の下水処理場の排水を活用しての社会インフラ事業であり、様々なステークホルダーとの利害関係を有し、施設の移転、撤退等は、事業主の独自判断で行うことは難しい。

##### (2) PPP 枠組みの下での BOT 事業として

PPP（官民連携）の概念は、民間企業の資金と技術を活用して、限られた政府予算の中で社会福祉増進に向けてインフラ整備を行うために、官民が相互に協力し、リスク、機会等を分担することで民間企業の参画を促すものであり、BOT 契約による事業形態が一般的である。

BOT 契約は、SPC を設立して事業を行うのが一般的で、事業資金は株主の SPC への出資金と SPC による借入金で賄われる。

借入金は、通常、事業そのものを担保とし、株主責任は出資金を限度としている。一方、インフラ事業は、投資資金回収・収益実現に長期間を要する低収益性の事業であり、BOT 契約期間が 20 年以上の長期となるため、様々な政治リスクや需要リスク等の発生が懸念される。政治リスクや需要リスクは、民間企業が回避・負担し得るものではないため、政治リスクや需要リスクを内包したままの事業では担保とならず、事業を担保として、金融機関より融資を得ると

いう BOT 事業形態は成立し得ない。事業収益に多大な影響を及ぼすリスク要因について、事業の社会的意義、社会インフラとしての重要性から、政府による様々な支援・保証があって初めて、当該事業を担保とした借入が実現可能となる。この政府による支援・保証を定めたものが、PPP 関連法規であり、PPP 枠組みがあって初めて BOT 契約によるインフラ事業が実現することになる。

即ち、民が資金・技術を投資し、金融機関が事業に長期融資するリスクを、官が製品の引取を保証することにより均衡する仕組みである。この意味で、再生水を民間の顧客に直接販売することは、官による引取保証の対象外となり、この要求には合致しない。再生水の購入契約は、官、即ちデンパサル市水道公社とバドゥン県水道公社の間で締結され、更に、この販売契約は、PPP 枠組みの下、事業実施体により保証される必要がある。引取保証、支払保証等を含むセキュリティ・パッケージが PPP の法的枠組みの下に確約されれば、金融機関は、BOT 契約期間に応じた事業化可能な優遇利率での長期融資を検討できる。

また、BOT 契約では、民に投資回収と収益獲得のための最低限の長期の期間を与える一方、期限後は、パートナーである官に操業ノウハウ・技術スキル付で資産を譲渡することになる。BOT 方式では、官の予算に捉われず、適正規模での事業計画、革新的な技術、柔軟な調達が可能となり、運営費用や設備の維持管理費用の削減が可能となる。

したがって、本再生水事業は、PPP 枠組みの下で BOT 事業として具体化することを検討した。

## 9.1.2 PPP チームと官側責任機関

### (1) PPP チーム

内務省・省令（22/2009）では、地方政府が第三者との連携を具体化するために、知事主席補佐官、関係する局または機関、州開発企画局（Bappeda）、法務室で構成する地域開発協力チーム（TKKSD）を設けることが規定されている。

一方、PPP の法的枠組みでは、プロジェクト推進のために、恒久的或いは一時的な PPP チームを設立し、事業会社選定の準備、推進、選考作業を調整することが規定されている。地方政府だけであれば、TKKSD を立ちあげれば済むが、中央政府の参画が必要な場合は、中央政府メンバーを含めた PPP チームを設立する必要がある。

本再生水事業を今後推進していくには、本プロジェクトの官側責任機関の早期決定と、官側責任機関による PPP チームの早期設立が必要である。PPP チームは、F/S レポートの評価、入札書類の準備、入札評価に従事することとなるので、PPP チームを早期に結成することで、本再生水事業を促進できる。

(2) 官側責任機関

公共事業省・省令(12/2010)は、PPP 事業実施に際しての官側責任機関の責務を規定している。重要な役割は、1)プロジェクトの計画、2) プロジェクトの準備、3) 入札実施、4)契約管理で、更に、入札委員会の設置、落札者の決定、入札評価チームの結成権限を有している。

9.1.3 本再生水事業契約の骨組み (案)

(1) PPP 契約の骨組み (案)

PPP 枠組みの下での本再生水事業契約 (BOT) の骨組み案を下図に表す。

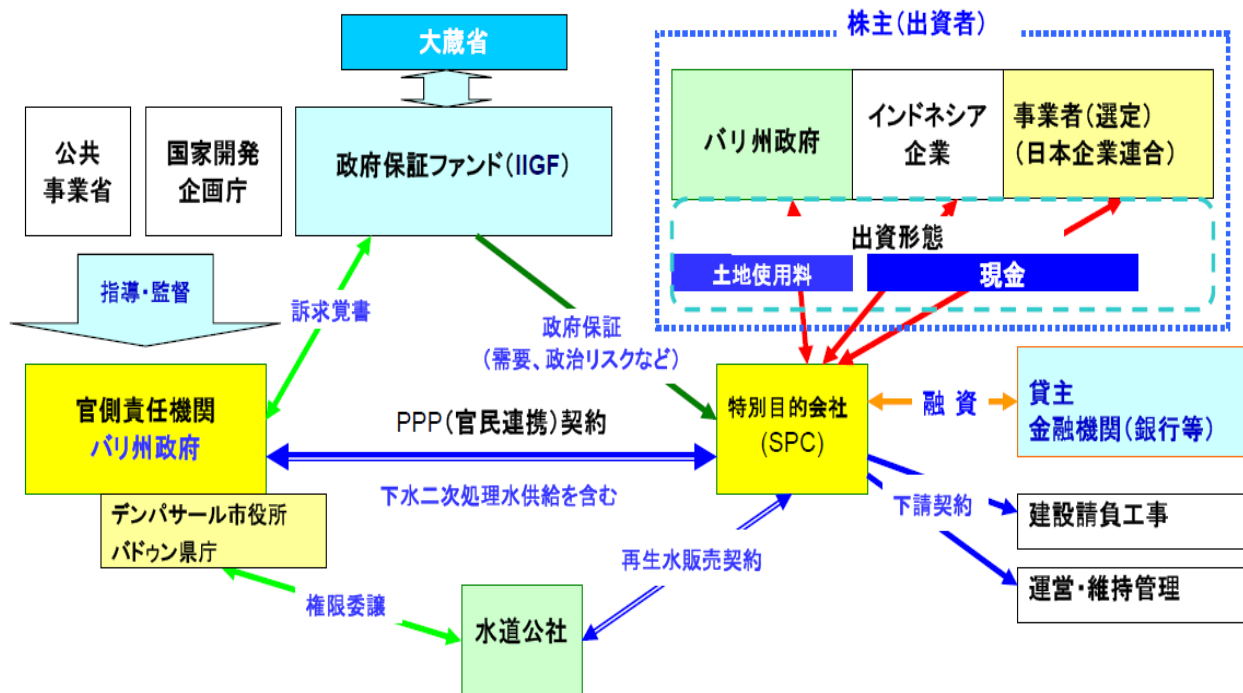


図 9.1.1 PPP 契約の骨組み案

本再生水事業の対象範囲が州内の県・市にまたがるため、パリ州政府が官側責任機関となる。官側責任機関の PPP 契約相手先は SPC となる。再生水購入契約は水道公社との間で締結されるため PPP 契約と別契約となるので、次の様な体制を関係者間で協議・取決める必要がある。

- ・ 官側責任機関として、デンパサール市役所、バドゥン県庁が加わる形態を取ることで、PPP 契約の中に、市・県として、水道公社経由再生水を購入する意思・義務を明確にする。
- ・ デンパサール市役所、バドゥン県庁の権限委譲に基づき、水道公社が SPC との間で再生水販売契約を締結することを明確にする。

PPP 契約中の官側義務履行責任については、政府保証ファンド (IIGF) が官側責任機関との間で訴求覚書を締結するとともに、SPC との間で保証契約を締結することで、イ国政府としての

保証を当該 PPP 契約に供与する。

また、BLUPAL の敷地の一部を本再生水事業用地として計画しているが、BOT 期間中の地代を資産として、バリ州政府から SPC に現物出資することが可能である。

## (2) PPP 契約の骨組み (代案)

本再生水事業が、第 7 章で記述の通り、ヌサドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区にあるホテル等を対象に再生水を供給する場合は、PPP 契約の事業対象地域をバドゥン県に限定することが可能。この場合は、下図に示す通り、官側責任機関は、バドゥン県庁となる。バドゥン県庁が、SPC との間で PPP 契約を締結し、再生水購入と、バリ州政府の供給保証を担保として、原水となる下水二次処理水の供給を保証する。IIGF は、当該 PPP 契約の中の官側責任機関の契約履行義務を保証することとなる。

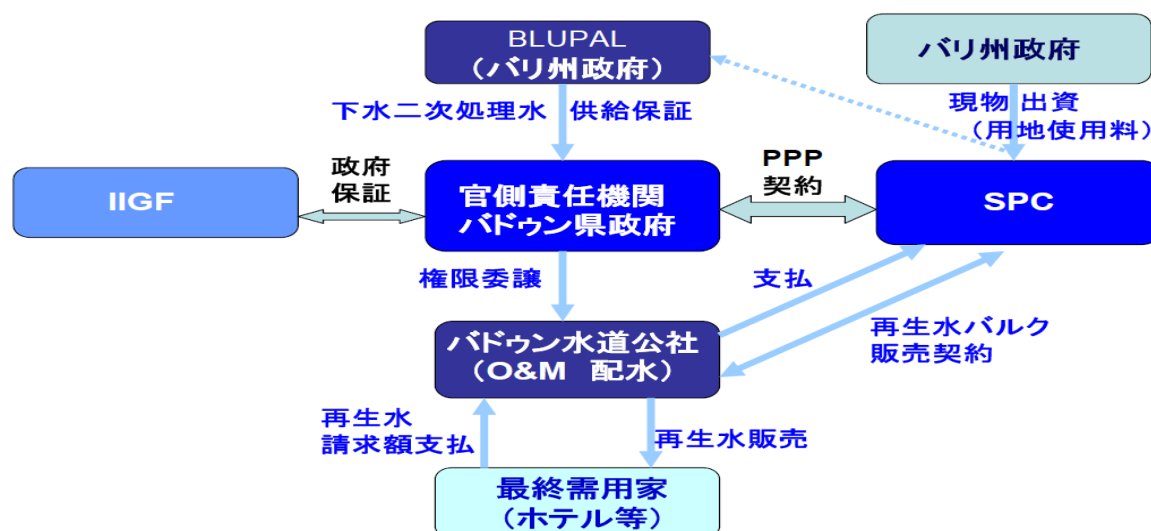


図 9.1.2 PPP 契約の骨組み (代案)

## 9.2 事業実施機関についての提案

### 9.2.1 官側責任機関

#### (1) 公共事業省・省令 (12/2010)

本省令にて、上水道の PPP 事業の官側責任機関を次の通りと定めている。

- 上水道開発によるサービスエリアが州をまたぐ場合は、公共事業大臣
- サービスエリアが、同一州内の県や市にまたがる場合は、州知事
- サービスエリアが、一つの区域や市内の場合、県知事か市長

## (2) 官側責任機関の決定

官側責任機関の決定に際して、考慮すべき事柄

- 事業会社が提供するサービスは、バリ州のバドゥン県とデンパサール市を含む
- プロジェクト用の土地は、バリ州政府が手当てする
- BLUPAL は下水処理排水に関して権限を有している
- プロジェクトの対象となる資産の管理権限を有する

次節以降では、バリ州政府が官側責任機関となることを前提に考察、記述する。

### 9.2.2 事業会社 (Project Company) による SPC の設立

#### (1) 事業会社 (Project Company)

事業会社は、公開入札を経て選定され、選定された場合は、第 3.2.2.節で記載したように SPC を設立する。

#### (2) SPC の設立

株式会社設立に際しては、法律 (40/2007) で定められた株式会社としての要件、設立手続きに従うことが必要である。SPC に外国企業が資本参加する場合は、投資に係る法律 (25/2007) に基づき SPC を設立する。株式会社を設立する際の要件と手続きの要点は、次の通りである。

- インドネシア会社法に基づき、株主数は、最低 2 社。
- 会社設立の際の最低資本金は、5 千万 IDR (IDR 50,000,000) である。法律 (40/2007) に基づき、授權資本金の 2 割を設立と同時に払い込まねばならない。ただし、外国企業が投資する場合は、投資調整庁 (BKPM) が、設立時の払込金額を引上げることになる。
- 金銭出資の代わりに、現物出資による資本参加は可能である。この場合、当該資産は、独立の査定人により査定される。地方政府が現物出資する場合は、内務省・省令 (17/2007) に従い、地方議会での承認取得後に地方政府代表が行う。
- 外国企業が SPC を設立するに際しては、BKPM の承認取得が必要である。つまり、会社設立前には事前承認、企業設立後には恒久的なビジネス・ライセンスを BKPM から取得する必要がある。

#### (3) バリ州政府の SPC への資本参加

地方政府が現物出資により、SPC に参画することは法的に認められている。再生水事業は南バリでの新しい社会インフラ事業であり、バリ州政府が SPC に参画することは、色々な点で、当

該再生水事業の基盤を強固にすることにつながると考える。したがって、「BOT 期間中の土地使用料」を資産として換算し、バリ州政府が、SPC に現物出資参加することを前提に、以後検討した。

### 9.2.3 再生水の購入契約

章 9.1 で述べた通り、PPP 枠組みの下、再生水は、SPC から、官であるバドゥン県水道公社とデンパサール市水道公社にバルク販売されることになる。章 3.1.4 で分析した通り、デンパサール水道公社、バドゥン水道公社は、非飲料用の水（clean water）を購入し、販売することは可能と判断する。

PPP 契約は、官側責任機関であるバリ州政府と SPC の間で締結されるため、再生水購入契約は PPP 契約とは別契約となるが、PPP 枠組みに基づき、PPP 契約の中で再生水購入・引取について事業実施体であるバリ州政府が引取り保証することが不可欠である。なお、バリ州政府の保証には、バリ州議会の承認が必要となる。

## 9.3 官民の業務・責任分担

### 9.3.1 本 PPP プロジェクトの範囲

本再生事業の SPC が事業対象とする範囲は、ケース 1 およびケース 2 とも、下図に示す通り、デンパサール下水処理場からの下水処理水を受取り、再生水施設で再生処理をして、水道公社への引渡しポイントまでの送水とする。最終需用家であるホテルに再生水を配水するための施設は、本プロジェクトの対象範囲外であり、水道公社が既存設備を最大限利用しながら建設する。また、第 6 章で詳述した通り、最終需要家側では、再生水を水道水と区別して利用するために、需要家側が内部配管を改造することが前提である。

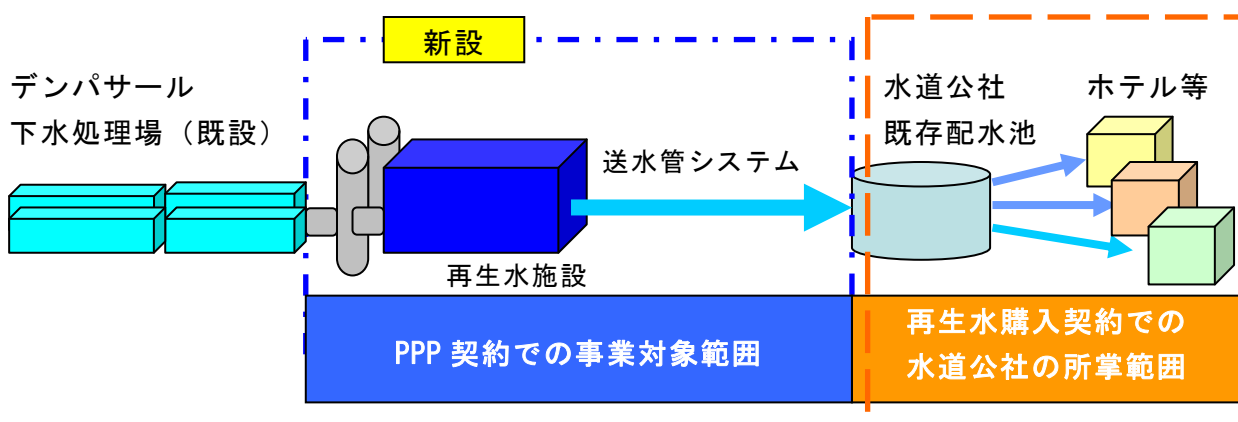


図 9.3.1 再生水事業の適用範囲

### 9.3.2 PPP 契約での業務・責任

#### (1) 官側責任機関と SPC の所掌範囲と責任分担

プロジェクト実施における、BOT 契約上での官側責任機関と事業会社が設立する SPC との間での所掌範囲と責任分担は、次の表の通りである。

**表 9.3.1 官側責任機関と SPC の所掌範囲と責任分担**

	官側責任機関	SPC (特別目的事業会社)
目的	近い将来に予想される水不足への対応と環境への負荷を減らすために、下水処理水を再度処理して、再生水を生産し、南バリのホテルに水道公社を通じて供給する	
義務と責任	契約に基づく水質と水量の下水処理水の安定供給	BOT 契約に基づき、資金と技術を投資して、再生水事業を行う
	水道公社と SPC 間の再生水購入契約に関し、引取条件、遅滞ない支払を保証する	必要なファイナンスの手配・調達と返済
	現行法規に従い、PPP 枠組みによる政府サポートと保証を手配する	BOT 契約に対する政府保証料を IIGF に支払う
投資	BOT 契約の範囲に関連して、特に投資するものはない	BOT 契約の範囲に含まれる全ての機器・資機材を調達し、据付、試運転・稼働させ、運営・維持管理を行う。ただし、土地は除く
その他	デンプアール下水処理場を自己勘定と責任で運営・維持管理する	下水処理水の水質監視と検査を行い、BLUPAL が必要に応じて改善に取組むよう情報を提供する

#### (2) 政府サポートと保証

##### 1) 政府サポート

第 3.2.2 節で詳述の通り、プロジェクトの事業性を高めるため、政府サポート（財政によるもの、財政によらないもの）が官側責任機関或いは財務省或いは、双方から供与される。また、政府は、セクター法に従い、適用可能な許認可、土地取得、建設の一部負担等をサポートできる。ただし、本再生水事業が提案型プロジェクトとして実施される場合には、財政によらない政府サポートのみが供与され、財政を伴う政府サポートは供与されない。

##### 2) 政府保証

第 3.2.2 節で詳述の通り、PPP 枠組みの下、政府保証は、IIGF を経由して供与される。IIGF との協議は、官側責任機関のみが実施できる。ただし、提案型プロジェクトの場合、現行法規に基づく官側責任機関と提案者間の覚書が締結されていれば、提案者は、上記協議への参加、或いは、IIGF との協議を開始できる。



## 9.4 事業会社選定の入札手続き

インドネシアでは、全ての PPP プロジェクトは、競争入札が義務付けられている。下記に、資格審査を含む典型的な手続きを示す。詳細手続は、公共事業省・省令（12/PRT/M/2010）「水道事業の連携ガイドライン」の規定に従わねばならない。

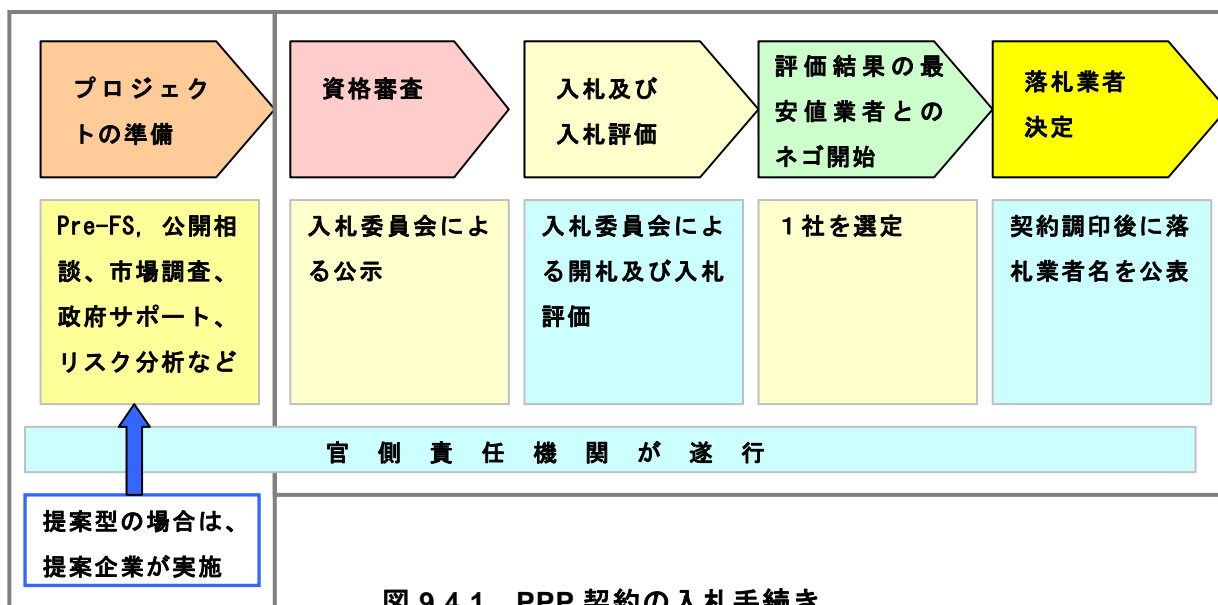


図 9.4.1 PPP 契約の入札手続き

### 9.4.1 落札業者の選定プロセス

第3章、第3.2.2節、第(8)項で記述したように、プロジェクトの実施プロセスには、BOT 契約履行を除く全ての手続きを官側責任機関が実施する「官主導型」プロジェクトと、民間の提案者が入札書類案の準備を含めた完全な F/S を計画し、実施する「提案型」プロジェクトの2通りがある。「官主導型」プロジェクトが一般的だが、本再生水事業は、以下の通り、「提案型」プロジェクトとしての要件が備わっていると判断できるので、以下、「提案型」プロジェクトとして、落札業者選定プロセスを記述することとする。

#### (1) 本プロジェクトは提案型である

下記事実と第3章、第3.2.2節、第(6)項で記載した提案型プロジェクトの要件を充足しているので、本再生水事業は提案型プロジェクトと考えることが可能である。

- i) 本再生水事業は、マスタープランに入っていない。豊田通商とメタウォーターの企業グループが、デンパサール下水処理場の排水を日本の進んだ再生水技術で処理するという新規のアイデアを提案し、バリ州政府に対して、JICA の資金補助が得られることを条件に、F/S 実施を提案したもの。

- ii) 本再生水事業は、マスタープランと技術的に統合が可能である。下水処理水の再利用は環境負荷を低減し、上水の供給を増やすというマスタープランの目標に合致している。
- iii) この準備調査報告書により、本再生事業が技術的、財務的に実現化可能であることが確認されれば、他の3条件：i) マスタープランに含まれていない、ii) マスタープランと技術的に一体化が可能、iv) 財務面で政府サポートを必要としない) は満足しているため、提案型プロジェクトと考える。
- iv) 本再生水事業は、財政支援を伴う政府サポートを要求していない。ただし、それ以外の政府サポートおよび保証は供与されるものと想定する。

## (2) 官側責任機関と提案者間の覚書

本プロジェクトを提案型として進めるためには、官側責任機関と提案者の間で、F/S 実施と入札書類のドラフト作成に関し、双方の権利と義務を規定した覚書を締結せねばならない。

### 9.4.2 PPP 契約と入札準備・評価

#### (1) PPP 契約

PPP 契約は、下水処理水から再生水を造る権利と再生水をデンパサール水道公社・バドゥン水道公社経由南バリの顧客に販売する権利を含め、章 9.3.1 で示した全ての事業範囲をカバーするものとする。

#### (2) 入札準備

入札書類のドラフトは、本プロジェクトが官側責任機関と提案者の間で提案型と覚書上で確認されれば、豊田通商とメタウォーターの日本企業グループが作成することになる。確認されない場合は、官側責任機関が独自に準備する必要がある。

入札書類のドラフトを作成する際には、官側責任機関と IIGF の間で政府保証パッケージについて協議が必要となる。本プロジェクトが提案型となれば、提案者もこの協議に参加することができる。なお、入札前に、IIGF が保証するリスク条件書を準備し、入札書類に反映する必要がある。

#### (3) 入札評価

タリフ料金の最安値を評価する入札に於いて、本プロジェクトが提案型プロジェクトとなった場合には、提案者に値合わせする権利、即ち、大統領規則 (67/2005) に基づき、他の応札者の提示した最安値に値合わせする権利が与えられる。入札書類には、提案者に値合わせの権利が与えられること、入札評価方法を明記する必要がある。

## 9.5 運営・維持管理体制

### 9.5.1 SPC の機能と組織

#### (1) SPC の機能

事業会社が設立する特別目的事業会社（SPC）は、計画・建設のみならず運営・維持管理の責任を有する。SPC の主要な機能を下図に示す。

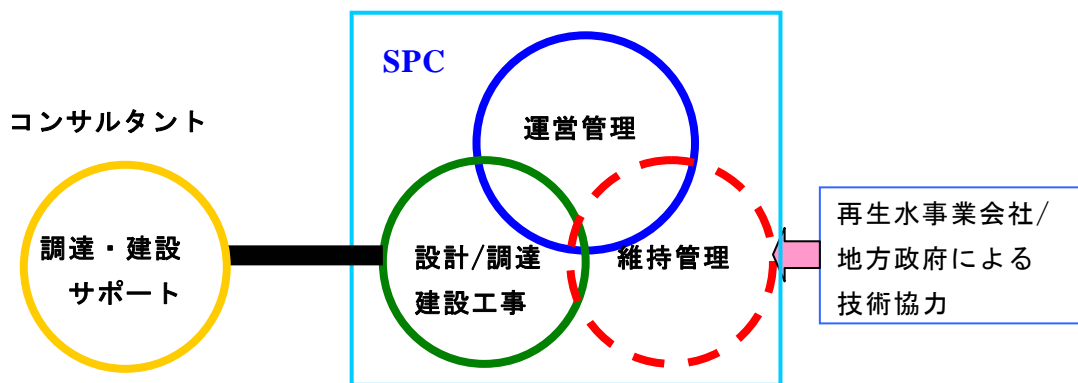


図 9.5.1 SPC の機能

#### (2) SPC の組織

PPP 契約の目的完遂のための SPC 組織体制を下図の通り提案する。

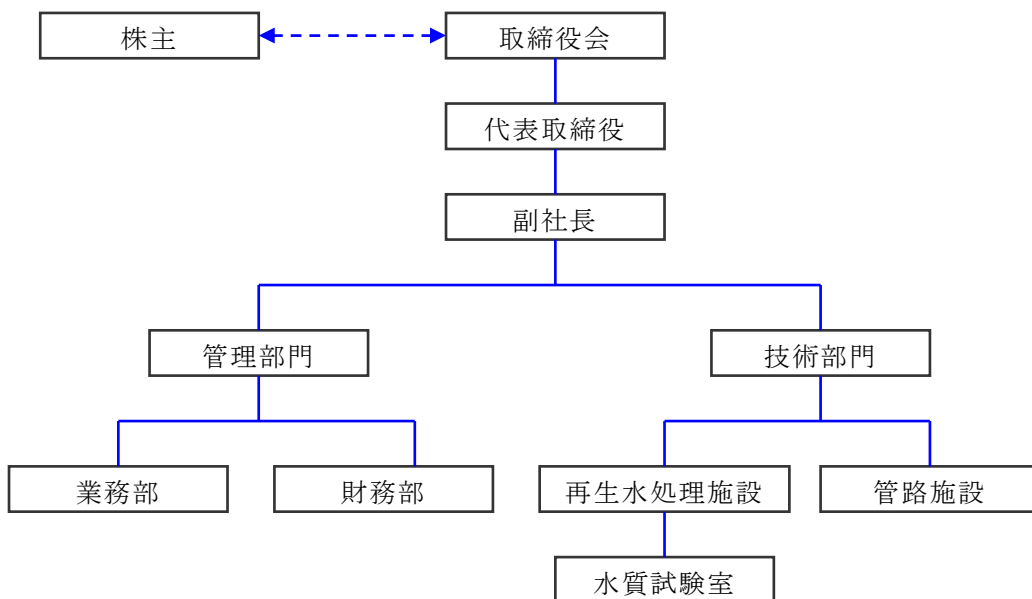


図 9.5.2 SPC の組織体制

SPC の役割は、操業開始前と操業開始後で異なってくる。SPC は、操業開始前には調達、建設工事に注力し、人材もその部分に傾斜する。操業が開始されると、運営管理、維持管理が主な役割となる。つまり、調達、建設工事を担った建設部門的な組織は SPC から無くなり、人材も運営・維持管理組織に配置転換となる。

## 1) 操業開始前

送水管路設備を含む再生水施設の建設は、本プロジェクトの要件を満たすよう計画・設計を行って実施する。セラミック膜、ケーシング、オゾン発生装置以外は、できる限り現地での調達と現地サービスの活用を図るよう考慮して計画・設計を行う。

設計・調達・建設（EPC）の発注は、インドネシアで競争入札を行い、SPC 独自の裁量で行う。調達コストを抑えるため、原則、一括仕入れを SPC で行うことを考えているが、現地の工事請負会社の施行能力と現地での供給者能力を考慮にいれ、実際の EPC 契約パッケージでは以下の検討も含める。

- エンジニアリング、土木建築、施行、調達、テスト・試運転調整を含むフルタンキーベースでの一括発注
- 土木建築工事だけ分割する
- 送水管路システムを別契約とする
- エンジニアリングを分離した上で、エンジニアリングに基づき、土木建築、施行、調達、テスト・試運転調整を複数のパッケージに分割する

## 2) 操業開始後

### i) 運転維持管理組織を構築する際の要件

一般に、BOT 契約では、運転・維持管理は、類似設備の O&M に携わっている会社、或いは、類似設備での経験を有する会社の下請け発注することが多い。しかし、バリ島やインドネシアでは、再生水施設は未だ新しい技術であり、経験を有する企業を見出すのは困難と思われる。

したがって、SPC は、次の点を考慮して運転・維持管理組織を構築する必要がある。

- 運転・維持管理に必要な要員の確保
- 要員に必要とされる能力と要件の明確化
- 要員の合理的、適切な配置計画
- 仕事内容に応じた権限と責任の明確化
- 緊急時の体制
- 外国人の専門家・技術者の数を最小限に設定するとともに、インドネシア要員の訓練、技術移転を通じて、効率的な要員配置とする

- BOT 契約期限終了時に要員を解雇することになるが、容易ではないことを考慮しておく

## ii) 運転・維持管理での BLUPAL との協力

BLUPAL の下水処理場に設置したメタウォーター所有の再生水パイロットプラントの運転・維持管理に、BLUPAL の運転・維持管理要員が手伝う形で 6 ヶ月以上にわたり参画してきた。この F/S に基づき建設される商用施設の規模やサイズは、はるかに大きなものだが、BLUPAL の要員が得た経験や知識は、本プロジェクトの運転、維持管理に大いに貢献できると考える。

本再生水事業の運転・維持管理に関しては、次のような選択肢から最適な方法を選び、BLUPAL との協業を、SPC が求めていくことを提案する。

- 当初の段階では、SPC が、訓練のための専門家やスペシャリストを BLUPAL に派遣することを条件として、BLUPAL に運転・維持管理作業を発注する
- 下水処理施設と再生水処理施設の運転・維持管理を引き受ける運転・維持管理の専門会社を共同で設立する。

なお、BLUPAL の現在の法的ステータスは、下記の通り、BLU（公共サービス機関）として手続きが未完了なため、BLUPAL と共同して専門会社を設立するには、バリ州政府の同意が必要となる。運営・維持管理業務の受託は、新たな投資等が発生しない限り、現在の法的ステータスの下でも可能である。

- バドゥン県とデンパサール市をサービス地域とする下水処理サービスの公共事業機関として、2006 年に、バリ州知事、バドゥン県知事、デンパサール市長間の共同法規で BLUPAL の設立が合意され、バリ州知事令（404/04-F/HK/2007）にて、その事業運営組織が確立した。
- 上記知事令では、一時的な BLU（公共サービス機関）と規定されており、近い将来、バリ州の公共事業部門傘下の組織となるとの説明をバリ州より聴取した。

## iii) 運転・維持管理の職種・業務内容

再生水施設の運転・維持管理に必要な業務内容を次表に示す。

**表 9.5.1 運転・維持管理の職種・業務内容**

業務	職種	業務内容
運転・維持管理、 設備点検	施設運転管理職、 補助職 電気・機械技術士、 技能職	機械電気設備の定期点検、機器の保守点検、簡単な故障修理、巡視・監視・運転操作、記録・報告・連絡 建築物・建設設備の日常点検、定期点検、簡単な故障破損などの修理 運転・保守・点検に係る記録、事故・苦情の記録
施設管理	技術職・技能職	施設の日常点検、定期検査、簡単な補修 施設の管理、改良、補修、 台帳の作成、管理
水質監視及び管理	化学・生物専門職	採水、原水（二次処理水）及び処理水の水質試験・分析、 水質管理及び水質分析結果の記録、 水質検査結果の運転操作へのフィードバック
管理業務	事務職	経営全般、職員の人事・給与・サービス・研修、 契約、資機材の調達・管理、 文書化、広報・啓蒙活動など

**9.5.2 運営・維持管理の要員計画**

図 9.5.2 及び表 9.5.1 に基づく運営・維持管理の要員計画表を表 9.5.2 に示す。

**表 9.5.2 運営・維持管理の要員計画**

No.	組織	組織構成員	人数
1.	経営部門		3
		代表取締役	(1)
		副社長	(1)
		秘書室長	(1)
2	管理部門 (業務管理・財務関連)		8
		部長	(1)
		管理職・補佐	(2)
		秘書室長	(1)
		セキュリティ要員	(3)
		雑用係	(1)
3	技術部門 (再生水施設、送水管設備)		14
		部長	(1)
		技術・運転管理職	(12)
		水質分析専門職	(1)
		合計数	25

なお、上記要員計画は、東京・芝浦にある東京都の再生水施設（処理能力 11,000 m<sup>3</sup>/日）の運転・維持管理の組織体制（総員 17 名、O&M との兼任）を参考にし、インドネシアの労働事情や経験を配慮して作成した。

## 9.6 事業実施スケジュール案

本再生水事業の実施スケジュールを以下に示す。このスケジュールは、調整作業、資金調達、プロモーション活動を考慮して作成している。事業実施スケジュール案を表 9.6.1 に示す。

### (1) 予備段階

- 事業権付与に係るインドネシア政府による入札手続き
  - 入札準備、入札書類作成、入札評価方法検討
  - イ国政府（バリ州）による入札手続き（資格審査、入札、契約ネゴ）
- SPC 等の組織設立準備（入札参加者側）  
    応札準備、SPC 設立準備
- 資金調達の準備、政府サポート、政府保証準備
- PPP 契約書の準備、契約締結、契約発効条件の充足
- プロモーション活動（再生水利用に係る利用者への啓蒙）

### (2) 許認可取得

- 環境に係る許可（EIA の承認取得は、まず事業実施体を実施するが、最終取得の責任は SPC にある）
- 再生水販売契約（水道公社とのバルク供給契約）
- ファイナンス・クローズ
- IIGF による政府保証の取得
- SPC の株主間覚書締結、SPC 設立の BKPM 許可取得
- SPC への用地の引渡し

### (3) 建設工事（建設スケジュールのみ）

（SPC の作業）

- 詳細設計
- EPC コントラクターの選定（入札）
- 再生水施設の建設
- 再生水送水設備の建設（流量調整用貯水槽・ポンプ設備用土工事、及び送水管路敷設）
- ポンプ機器据付

(水道公社側作業)

- 既設配水池、既存配水管の改修工事
- 配水管の新設工事
- 再生水配水管からホテルの給水管システムへの配管接続工事

(最終利用者側作業)

- ホテル内の給水管システム改良工事

表 9.6.1 事業実施スケジュール案

Description	2012				2013				2014				2015				2016				
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
予備段階																					
事業権付与に係るバリ州政府による入札手続き																					
・入札準備、入札書類作成、入札評価方法検討																					
・イ国政府(バリ州)による入札手続き(資格審査、入札、評価)																					
SPC等の組織設立準備																					
資金調達の準備、政府サポート、政府保証準備																					
PPP契約の準備、契約締結、契約発効条件の充足																					
プロモーション活動(再生水利用に係る利用者の啓蒙)																					
許認可取得																					
環境に係る許認可(EIA承認取得)																					
再生水販売契約(水道公社とのバルク供給契約)																					
ファイナンス・クローズ																					
IIGFの政府保証取得																					
SPCの株主間覚書締結、SPC設立のBKPM許可取得																					
SPCへの用地の引渡し																					
建設工事																					
詳細設計																					
EPCコントラクターの選定(入札)																					
再生水施設の建設																					
再生水送水設備の建設																					
設備機器(ポンプ等の機械電気設備)製作																					
設備機器(ポンプ等の機械電気設備)据付																					
(水道公社側作業)既設貯水槽、既存配水管の改修工事																					
(水道公社側作業)配水管の新設工事																					
(水道公社側作業)配水管からホテルの給水管システムへの接続工事																					
(最終需要者側作業)ホテル内の給水管システム改良工事																					
再生水バルク供給サービス																					



---

## 第 10 章

### 事業費積算

## 第 10 章 事業費積算

### 10.1 事業費の構成要素

再生水利用事業費の構成要素は、大項目として、建設費、エンジニアリングサービス費、税金、維持管理費に分け、さらに小項目として以下の通りとする。

表 10.1.1 事業費の構成要素

大項目	小項目
【 1 】 建設費	(A) 敷地造成費
	(B) 再生水施設建設費
	(C) 送水管建設費
	(D) 配水池修繕費
	(E) 配水管修繕、建設費
	(F) ホテル内の給水管設備の改築費
【 2 】 エンジニアリングサービス費	(A) 詳細設計、工事監理、その他調査費
	(B) 人材育成費
	(C) 広報及び教育関連費
【 3 】 税金	(A) 付加価値税
	(B) 輸入税
	(C) 取水税
【 4 】 維持管理費	(A) 人件費
	(B) 電力費
	(C) 薬品費
	(D) 燃料費
	(E) 水質試験費
	(F) 修繕及び交換費
	(G) 事務所費
	(H) 処理水使用料金

### 10.2 積算条件

積算単価は、現地で入手可能な情報をできるだけ考慮して設定した。バリ州の DINAS PU の “DAFTAR HARGA SATUAN”、再生水実験プラント建設、および 2011 年現在 BLUPAL で実施中の下水道工事等で使用した費用実績を参考として積算単価を算出した。積算単価の詳細は「付属資料 8.b.4 工事単価表」にまとめたので参照のこと。また、本事業費は再生水を主にトイレ用水として利用するケース 1 と、飲用水以外に利用するケース 2 と異なるため 2 ケースのそれぞれについて算出する。積算に関わる各種条件（為替レート等）は



(D) 配水池修繕費		○	
(E) 配水管修繕、建設費		○	
(F) ホテル内の給水管設備の改築費			○

### (1) 敷地造成費

敷地造成費は、以下の費用を計上した。

- ・ 維持管理導線整備
- ・ 伐採及び浚渫（林、コンクリート殻、軟弱土）
- ・ 購入土による埋立て

処理場用地は、PPP の前提条件としてバリ州政府側が提供する必要がある（バリ州政府は土地使用についてのライセンスを林業省に申請する必要がある。）

### (2) 再生水処理施設建設費

再生水処理施設建設費は、デンパサール下水処理場から二次処理水を揚水し、生物膜処理、オゾン処理、膜ろ過処理、塩素処理、送水の施設を建設する費用である。これらの建設費用の内訳を以下の通り整理して示す。

#### 1) 構造物建設費（土木及び建築工事）

- ・ 原水ポンプ棟費
- ・ 生物処理棟費
- ・ オゾン処理棟費
- ・ 膜ろ過棟費
- ・ 場内整備費
- ・ 車両購入費
- ・ 電力接続料

#### 2) 機械及び電気設備建設費

- ・ 機械設備費（機器費及び設置据付費）
- ・ 電気設備費（機器費及び設置据付費）

### (3) 送水管敷設費

デンパサール下水処理場からヌサドゥア地区にある PDAM の既設の UPA 配水池までの送水管の敷設費は、作業性や交通渋滞を考慮して 4 つの工区に分けた。総工事費はそれぞれの区間の合計とし、それぞれの工区延長は以下のようなになる。

- ・開削工法（昼間工事：約 7.5km）
- ・開削工法（夜間工事：バドゥン川周辺～サマ川周辺の約 7km）
- ・水管橋（河川、排水路横断部）
- ・推進工法（空港周辺の約 400m）

#### (4) 配水池改築費

既存の配水池は、屋根が無く、壁面にもひびが入り漏水跡が見られるため、修繕及び改築が必要であり、以下の費用を積算する。

- ・内面補修費
- ・防水塗装費
- ・覆蓋設置費

#### (5) 配水管修繕、建設費

配水池から各ホテルの給水施設まで再生水を配るための再生水専用の配水管の敷設費用を以下に分けて積算する。

- ・ヌサドゥア地区での既設の配水管の修繕整備費
- ・ブノア地区への新規の配水管建設費
- ・サワンガン地区への新設の配水管建設費

#### (6) ホテル内の給水管の改築費

これは再生水をホテルで使用するために必要な改築工事費であり、第 6 章で検討した費用を積算する。

##### <ケース 1 の費用概要>

再生水を各トイレまで供給する給水管システムを構築するための改築工事費である。

##### <ケース 2 の費用概要>

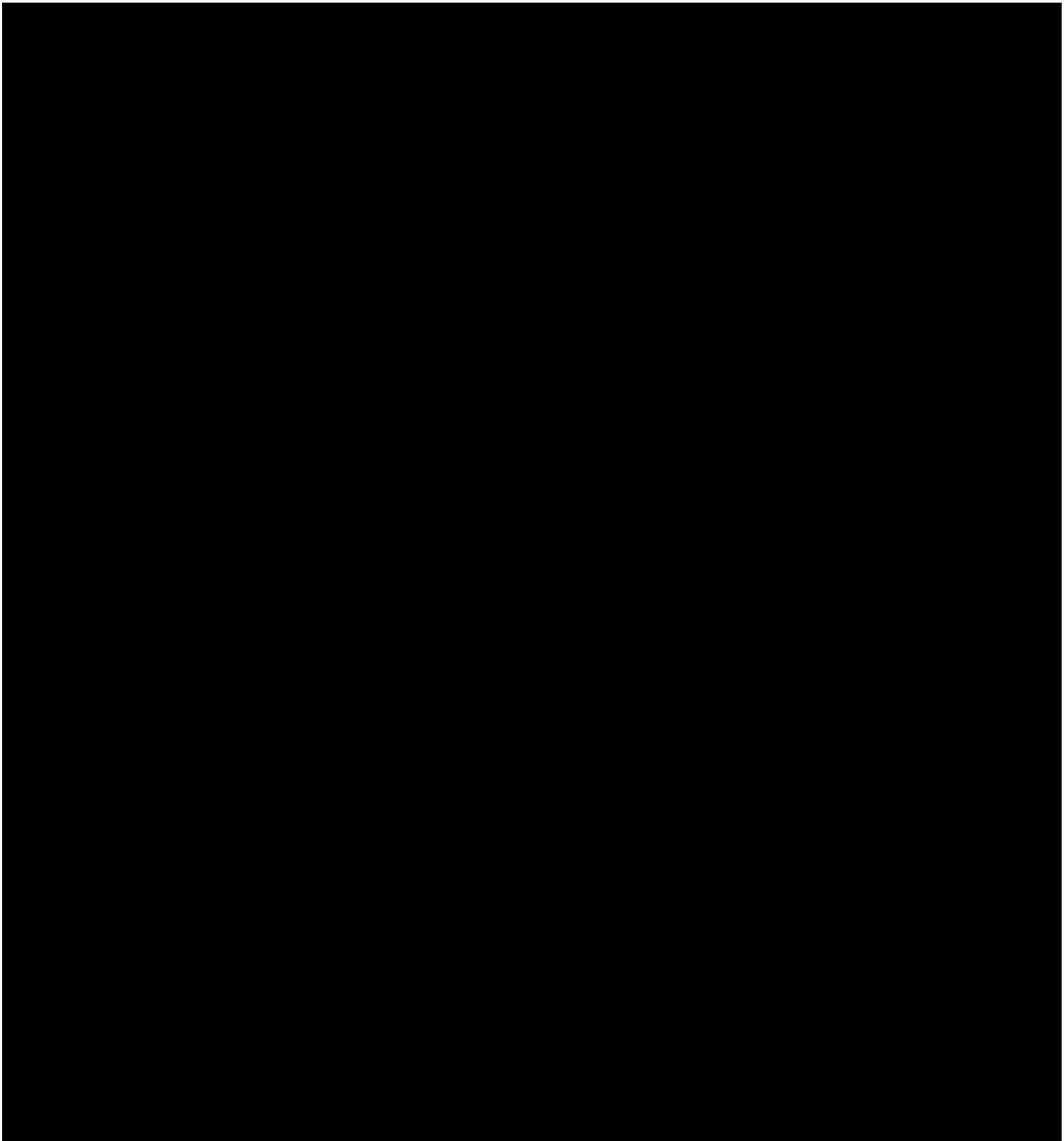
PDAM 水と再生水を混ぜて供給する給水管システムと、レストラン等への飲料水や炊事用水専用（PDAM 水のみ）の給水管システムを構築するための、改築工事費である。

#### (7) 建設費の総計

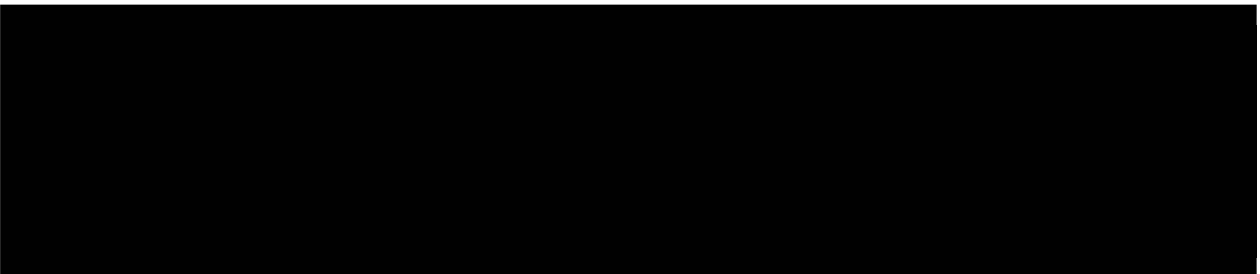
上記条件で算出した施設別および責任分担機関（組織）別の合計を表 10.3.2（ケース 1）、表 10.3.3（ケース 2）示す。

**表 10.3.2 ケース 1 の建設費**

**(1) 施設別建設費**

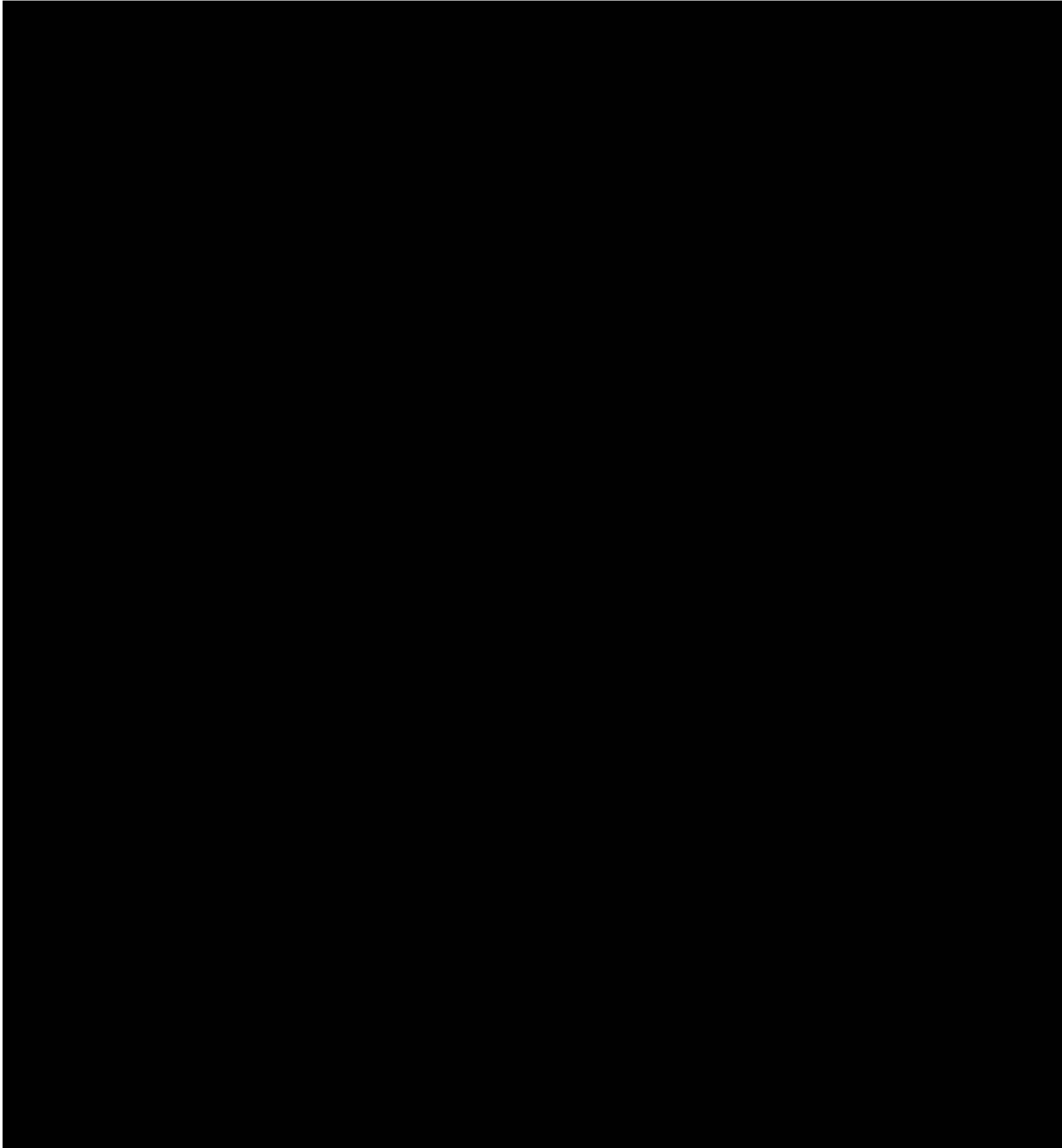
A large black rectangular redaction box covering the entire table content for section (1).

**(2) 責任分担機関別建設費**

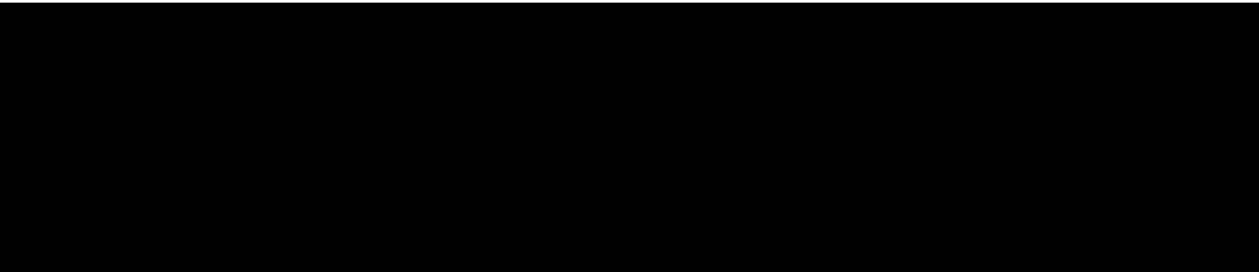
A black rectangular redaction box covering the table content for section (2).

**表 10.3.3 ケース 2 の建設費**

**(1) 施設別建設費**



**(2) 責任分担機関別建設費**



## 10.4 エンジニアリング・サービス費用

### 10.4.1 詳細設計、工事監理、その他の調査費

以下の費用について算出する。

- ・ 詳細設計費
- ・ 工事監理費
- ・ 設計施工期間のプロジェクト管理費
- ・ EIA 実施費
- ・ 追加測量土質調査費
- ・ 既存の配水池や配水管（元灌漑用）の調査費

この費用の算出は、詳細設計及び工事監理に必要なエンジニアの MM を積み上げ、それに必要な事務所経費や調査費を個別に上乘せして積算している。エンジニアの MM は以下のように想定した。

- ・ 外国人エンジニア： 86MM
- ・ 現地人エンジニア： 275MM

### 10.4.2 人材育成費、広報及び教育関連費

人材育成費については、本事業費では見込んでいない。理由は、現在デンパサール下水処理場でのテストプラント運転を通じて教育を実施中であり、設計・建設および操業後の O&M を通じて OJT による人材育成を考えている。また、広報及び教育関連費については、広報活動の大部分を各ホテルへ再生水需要の確認前に実施する必要があるため、本事業費では見込まないこととする。

## 10.5 税金

プロジェクトに関わる税金として、以下の費用を計上する。

### (1) 付加価値税（VAT）

付加価値税として、費用の 10% を計上する。

### (2) 輸入税

輸入税は輸入品目により異なるが、テストプラント建設時の実績では輸入機器の総額の約 10% 程度であった。「イ」国の現地税務事務所の支援を得て調査・検討結果、資本財の輸入税免除に係る規定より、通関法改正に伴う財務大臣規定（101/PMK.04/2007）の適用が本再



生水事業に認められれば、輸入税が免除される可能性があることが確認された。確認内容を以下に記す。

- 1) 当該財務大臣規定では、環境汚染防止に使用される機器や原料の輸入にかかる輸入関税を免除。免除は工業会社あるいは廃棄物処理会社に供与されるもので、輸入申告の登録から 2 年間、目的通りに使用された機器は、関税総局の許可を得た上で、他者へ譲渡したり、他の目的に使用したりすることができるという内容になっている。
- 2) 「廃棄物」についての定義は当該規定には明記されていない。また、本再生水事業を運営する SPC が、当該規定でいう「廃棄物処理会社」に該当するかどうかは不明確だが、法の趣旨に沿った事業であると考えられるので、事業認可後、財務省・国税総局に、下記書類を添付して輸入税免除の認可を申請することを薦める。
  - ・投資調整庁の事業投資認可
  - ・歳入局発行の Tax ID カード
  - ・VAT 登録事業者 (PKP)
  - ・輸入資機材の明細 (金額、型式・仕様等)
  - ・環境省・環境委員会による推薦状 (廃棄物処理中に環境に悪影響をおよぼさないこと、また、廃棄物処理に使用される資機材として推薦すること)

輸入税免除の認可申請は SPC 設立後となるが、本調査の事業費算出では、輸入税が免除されることを前提条件として計算を行うこととする。

### (3) 取水税

「イ」国法律 (28/2009) では水を水道の水源として利用する場合、取水税が賦課されることが規定されている。税の運用と税率は地方政府規則に委ねられているが、課税対象は表流水と地下水のみが対象となっており下水二次処理水については規定がない状況である。

**表 10.5.1 水源に対する法規制と税率**

	水源	法規制	税率
1	表流水	バリ州規則 (16/2009、改訂 1/2011)	水の価格の 10%
2	地下水	(バドゥン県の場合) バドゥン県規則 (1/2011)	水の価格の 20%

また、表流水の定義は「イ」国法律 (7/2004、GR42/2008) で、「地上にある全ての水」と規定されているが、バリ州規則 (1/2011) では地上・海上にある海水を除くと定義されており、バリ州では海水の水源利用は課税対象とならないと解釈出来る。

法令上、下水二次処理水を表流水と看做すべきかどうかについて、「イ」国の現地弁護士事

務所および税務事務所に調査・検討を依頼した結果、バリ州政府の関係機関に確認・合意を求める必要はあるが、次の2つの理由から表流水として課税することには無理があると考えたとの回答があった。

- 1) 下水処理水は実態として海に放棄されており使用されていない水である。強いて分類するなら海水と看做すべきで表流水ではない。
- 2) 課税の観点からみて、評価額を有していない。

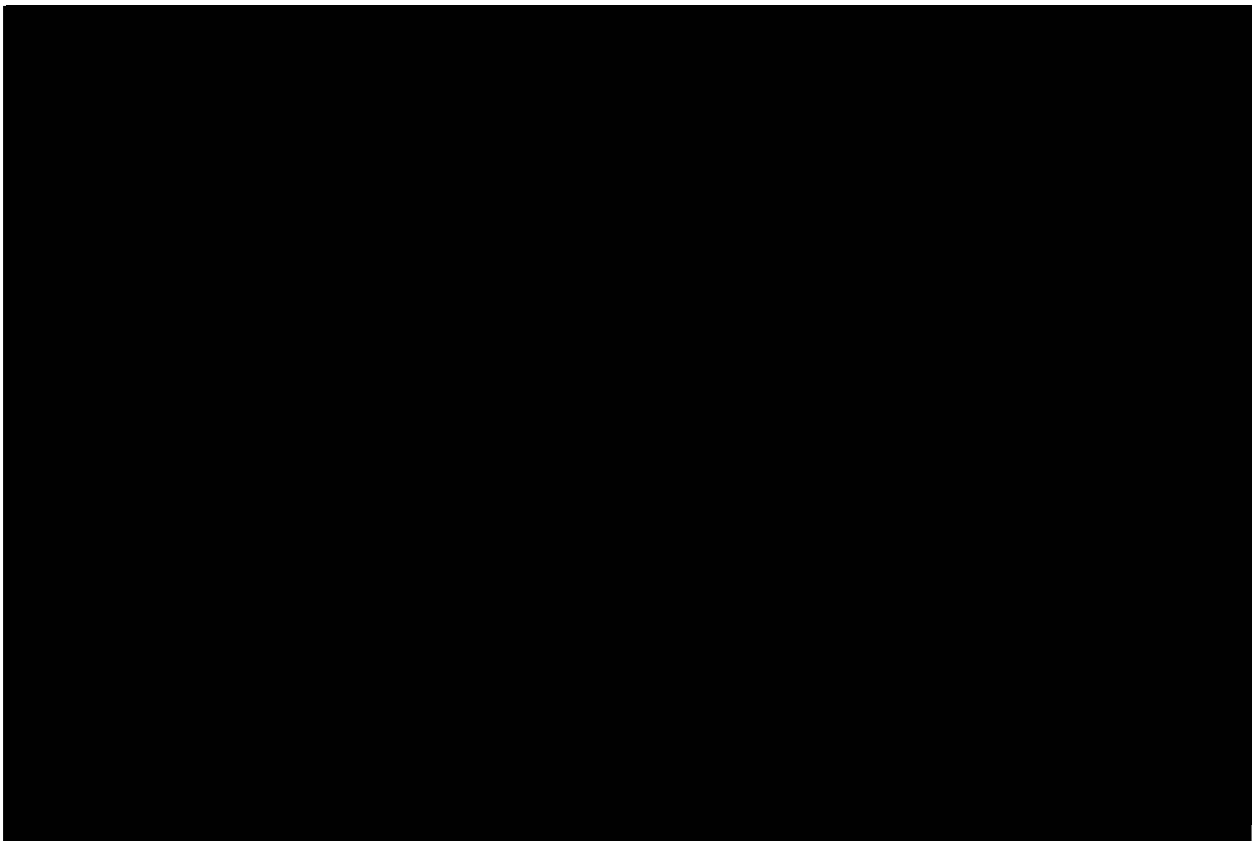
上記専門家見解に基づき、本調査では下水二次処理水は非課税として検討を進める。

## 10.6 概算事業費

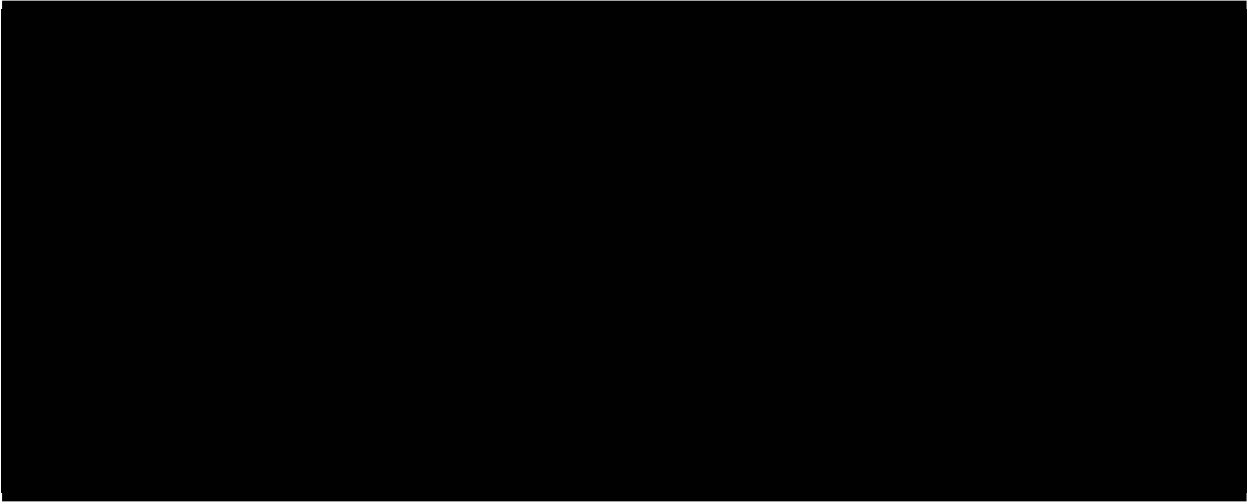
事業期間中の物価上昇や間接費を含んだ概算事業費を表 10.6.1 (ケース 1)、10.6.2 (ケース 2) に示す。

なお、物理的予備費は、建設費、エンジニアリングサービス費の 10%を見込んだ。一方、物価上昇に対しては、10.2 節で示した物価上昇率を加味して、物価上昇予備費として計上した。

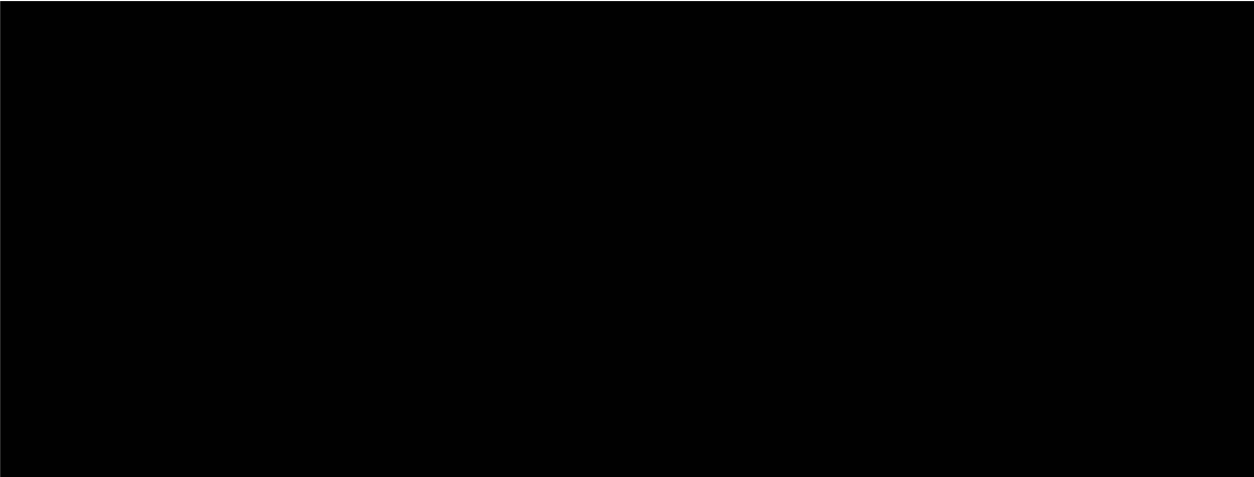
**表 10.6.1 ケース 1 概算事業費**  
**(1) SPC 事業費**



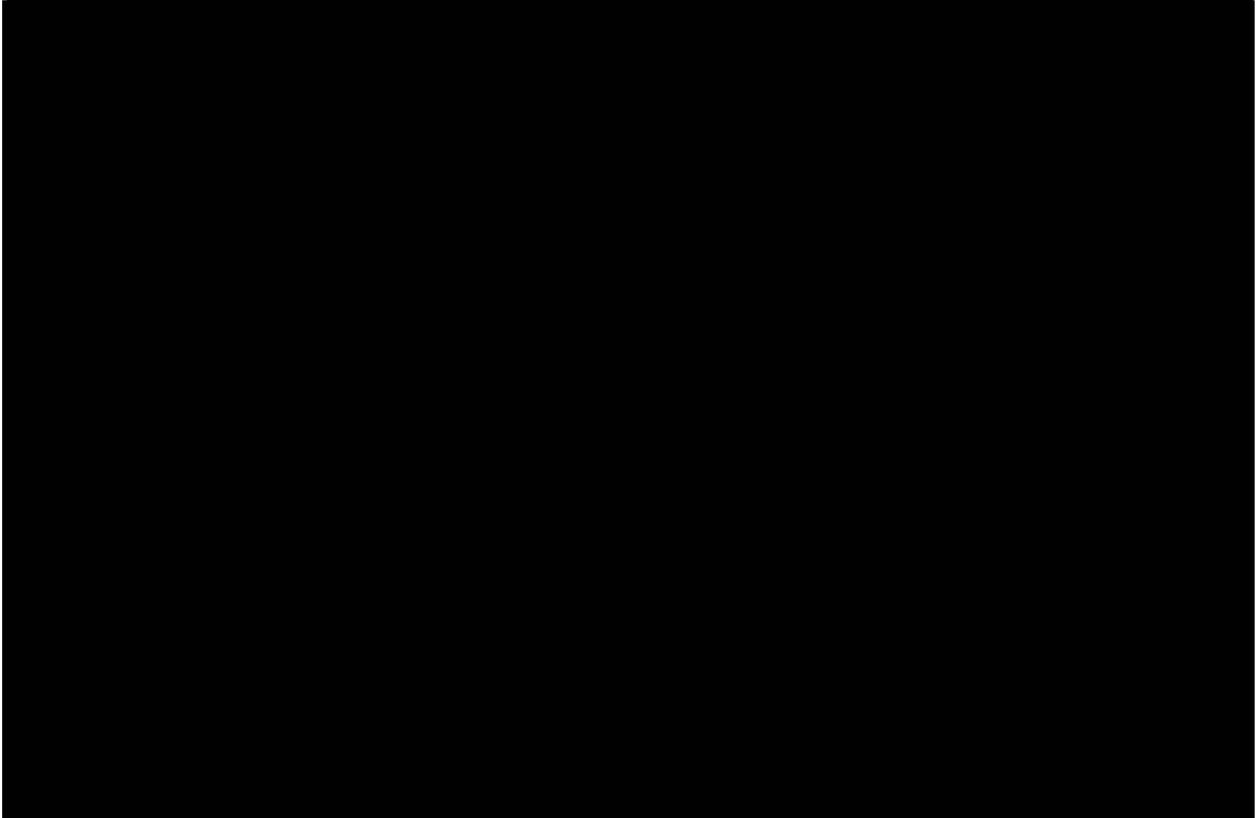
**(2) PDAM 事業費**



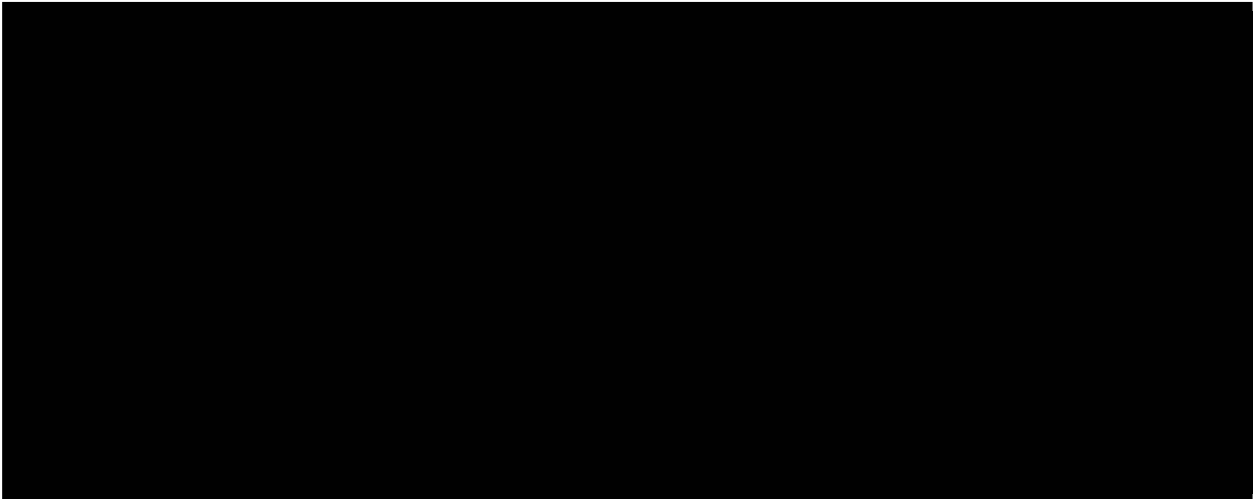
**(3) ホテル事業費**



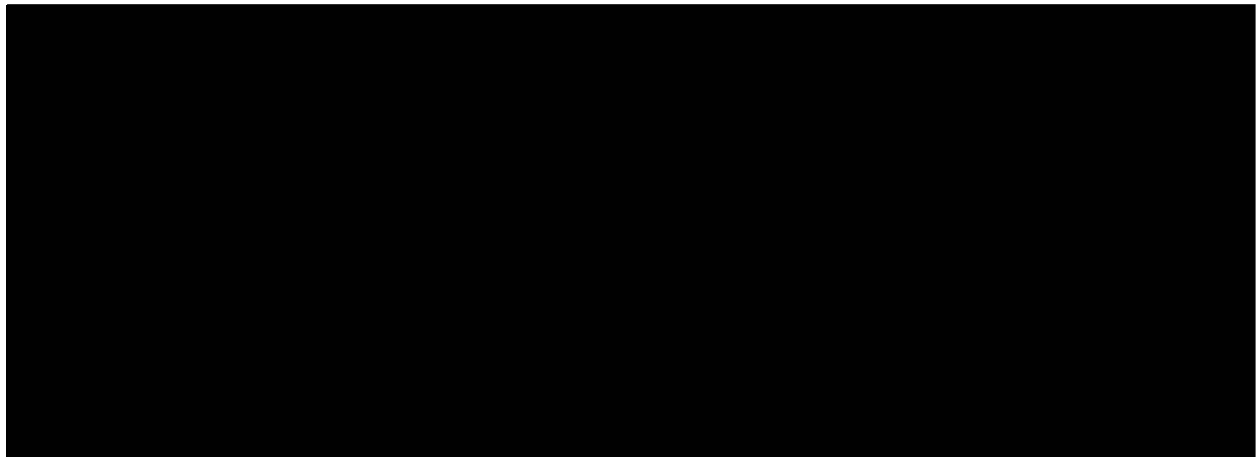
**表 10.6.2 ケース 2 概算事業費**  
**(1) SPC 事業費**

A large black rectangular redaction box covering the entire content area of the table for SPC business costs.

**(2) PDAM 事業費**

A large black rectangular redaction box covering the entire content area of the table for PDAM business costs.

### (3) ホテル事業費

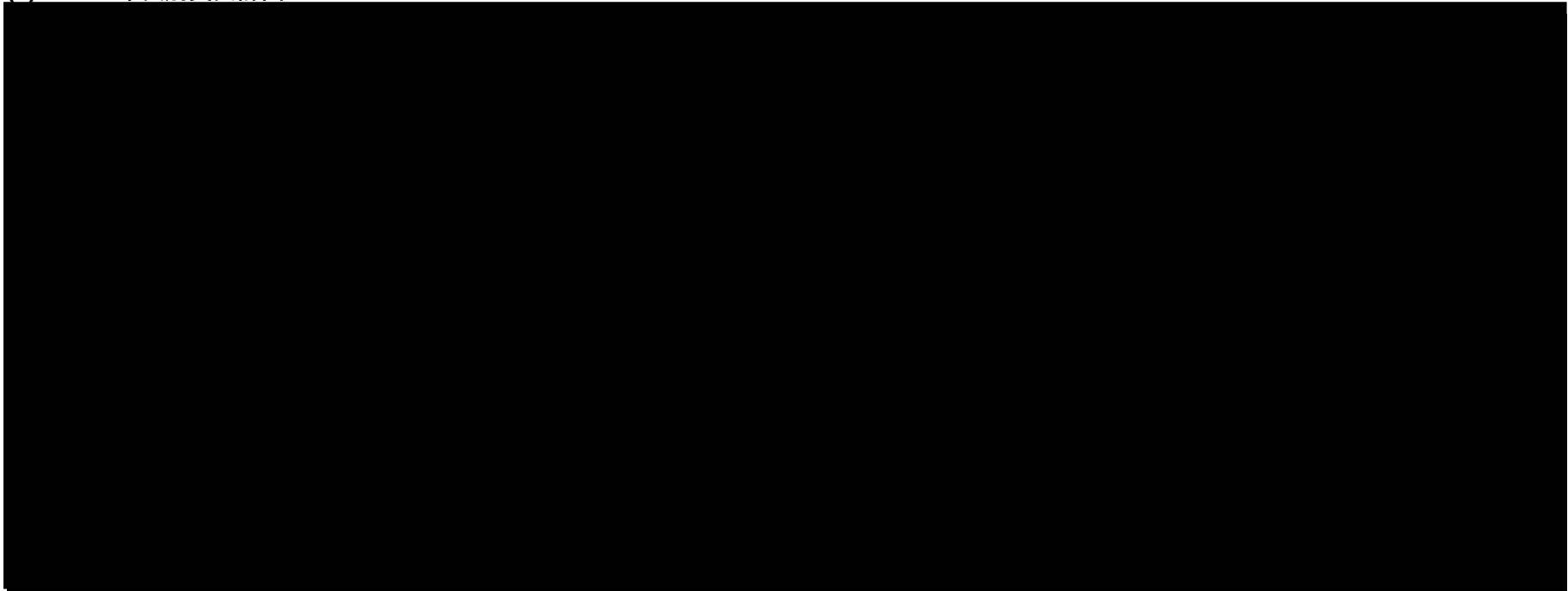


#### 10.7 年次別支出計画

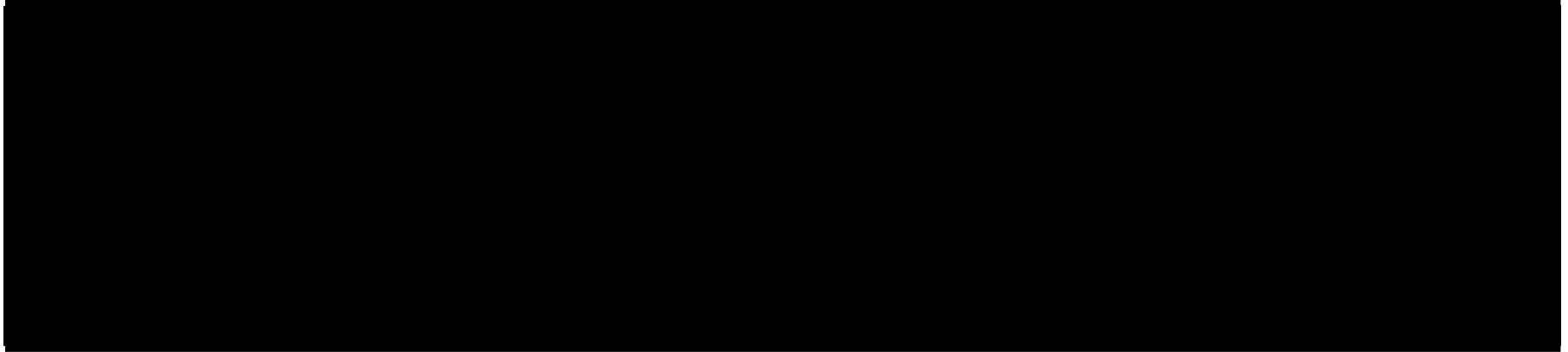
既に提案した建設計画に基づいて、年次別支出計画を表 10.7.1（ケース 1）及び表 10.7.2（ケース 2）に示すとおり作成した。

表 10.7.1 ケース 1 年次別支出計画

(1) SPC 年次別支出計画



(2) PDAM 年次別支出計画



(3) ホテル年次別支出計画

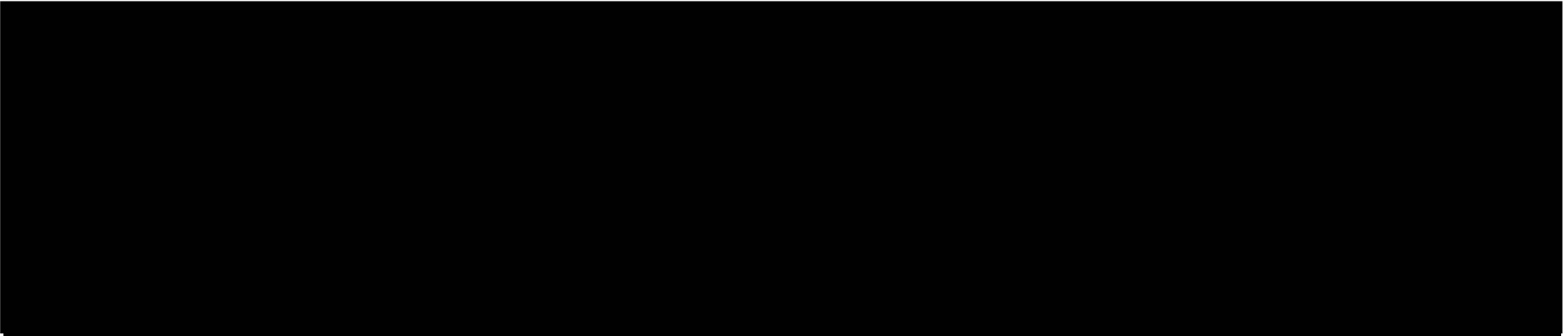
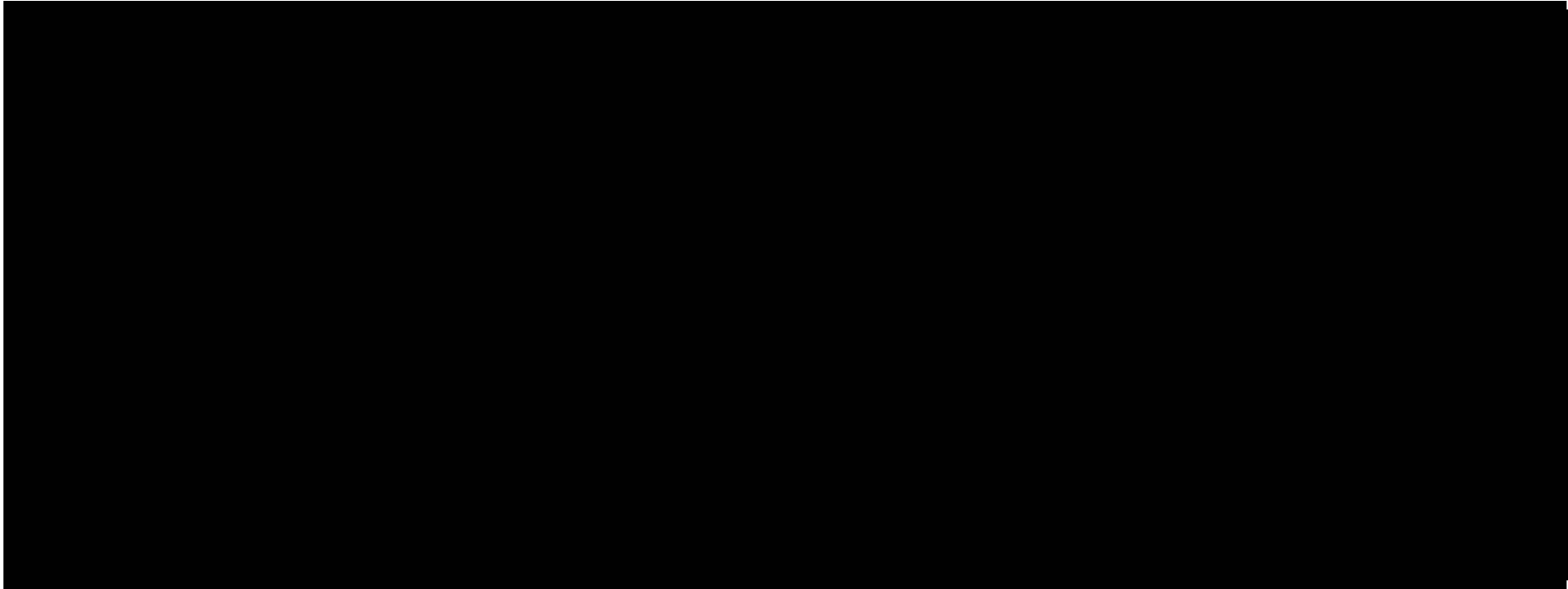


表 10.7.2 ケース 2 年次別支出計画

(1) SPC 年次別支出計画

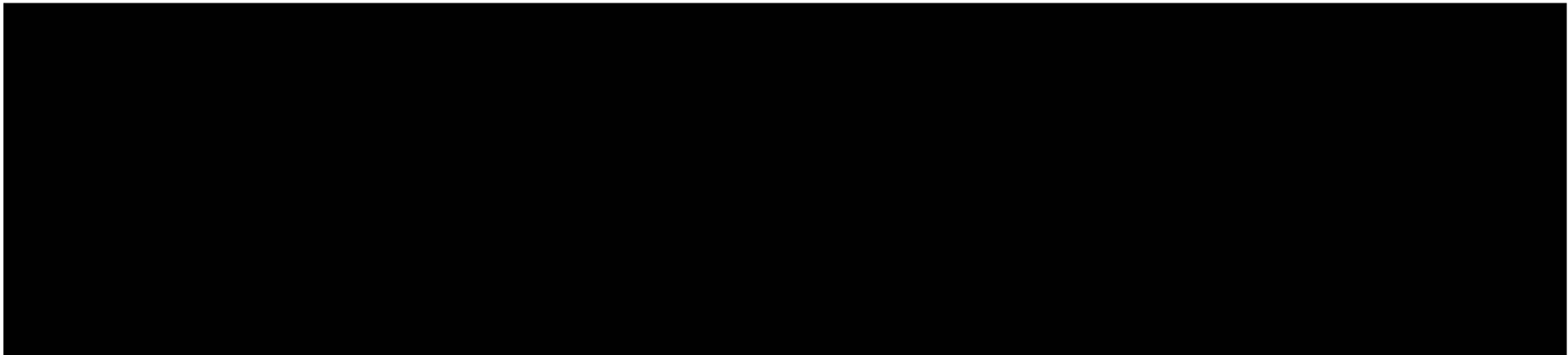
A large black rectangular redaction box covers the entire content area of the table, obscuring all data and text within the table's boundaries.



(2) PDAM 年次別支出計画



(3) ホテル年次別支出計画



## 10.8 維持管理費

維持管理費については、SPC が関わる全ての費用を算出する。維持管理費としては、1 年間当りの人件費、電気使用料、薬品費、燃料費、水質試験費、修繕及び交換費、事務所費等を見込んでいる。各項目についての説明は以下に記述し、算定表は付属資料の 8.e を参照する。

### (1) 人件費

SPC に関わる人件費として、ケース 1 では経営部門、管理及び財務部門、技術部門で計 22 名の現地スタッフ、また、ケース 2 では計 25 名の雇用するための費用を算出している。なお、スタッフの詳細は 9.4 節を参照する。

### (2) 電力費

電力費は SPC が管理する全工程の年間平均電力消費量に電力単価を掛けて算出している。電力単価は、インドネシア国有電力会社（PT PLN）が規定している価格表（2010）により設定している。

### (3) 薬品費

再生水施設で使用する以下の薬品の年間費用を算出している。

- ・凝集剤
- ・pH 調整用（酸、アルカリ）
- ・次亜塩素酸
- ・チオ硫酸

### (4) 燃料費

SPC が使用する以下の機器、車両に関わる燃料費を見込んでいる。

- ・自家発電機（月一度の試運転用）
- ・巡回用車
- ・給水車

### (5) 水質試験費

再生水施設内の水質試験室で行う日常試験以外の水質試験（毎月、半年毎）の外部委託費を計上している。

### (6) 修繕及び交換費

施設及び設備の修繕費用として、以下の費用を計上している。

- ・ 建築及び土木施設：年間当り建設費の 0.1%
- ・ 機械及び電気設備：年間当り建設費の 1.5%
- ・ 車両関係：年間当り建設費の 3.0%

ろ過膜については、交換費として年間当りの費用を別途計上している。

#### (7) 事務所費

事務所費として、BLUPAL 内の SPC の事務所使用料および事務所で使用するコピー機等の賃貸費用を計上している。

#### (8) 処理水使用料金

現在、下水処理水は直接海に投棄されているため無価値と判断し使用料金は見込まない。

#### (9) 間接費

維持管理にかかわる様々な諸雑費等を間接費として、上記(1)から(8)の合計の 10%を見込んでいる。

#### (10) 税金

付加価値税として、上記(1)から(9)にそれぞれに 10%を見込んでいる。

#### (11) 維持管理費の総計

維持管理費の総計を表 10.8.1（ケース 1）と表 10.8.2（ケース 2）に分けて示す。

#### 表 10.8.1 ケース 1 の維持管理費

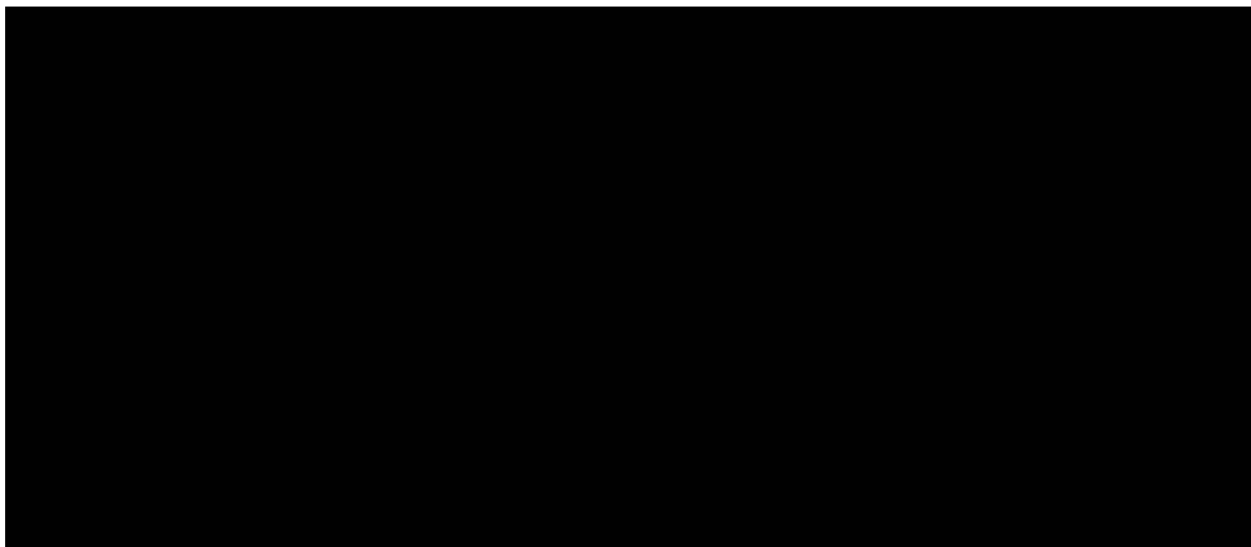
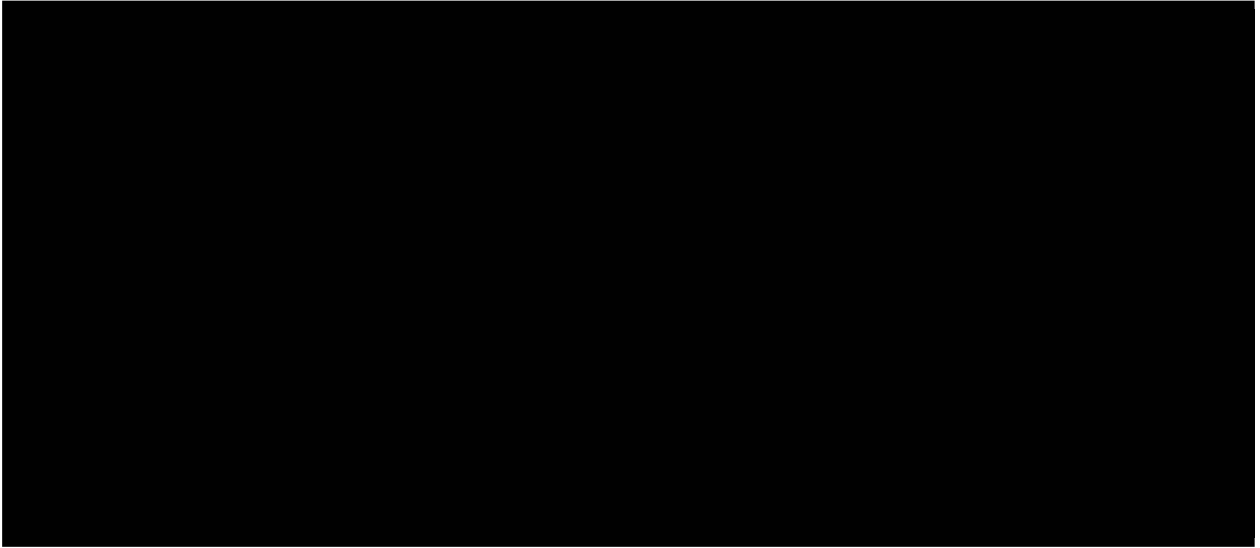


表 10.8.2 ケース 2 の維持管理費

The table content is completely redacted with a solid black box.

---

## 第 11 章

### 事業の資金調達計画

## 第 11 章 事業の資金調達計画

### 11.1 出資及び借入

#### 11.1.1 事業費総額および出資・借入金内訳

本再生水事業入札の落札企業は、事業契約遂行のため特別目的会社（SPC）を設立し、事業遂行に必要な事業費を投資家からの SPC への出資（資本金）と金融機関からの借入金で賄う。出資と借入金の割合は、「イ」国における金融機関へのヒアリングや他の PPP 案件の例を参考にして 3 割対 7 割とする。借入対象となる事業費の総額は、前章で検討した SPC 事業費に建中金利と返済猶予期間中の金利を加算した総額の 7 割となる。内訳を以下に示す。

表 11.1.1 事業費総額及び出資・借入金（ケース 1：4,500 m<sup>3</sup>/日、ケース 2：9,000 m<sup>3</sup>/日）

		金額（IDR1,000）		割合（比率）		
		ケース 1	ケース 2	構成比	対比	
<b>【1-1】</b>	<b>建設費</b>					
(A)	敷地造成費					
(B)	再生水施設建設費					
	構造物建設費（土木及び建築工事）					
	（車両及び電力接続料）					
	機械及び電気設備建設費					
(C)	送水管建設費					
	建設費					
<b>【1-2】</b>	<b>物価変動予備費</b>					
<b>【1-3】</b>	<b>物理的予備費</b>					
	小計（1）					
<b>【2-1】</b>	<b>エンジニアリングサービス費</b>					
	エンジニアリングサービス費					
<b>【2-2】</b>	<b>物価変動予備費</b>					
<b>【2-3】</b>	<b>物理的予備費</b>					
	小計（2）					
<b>【3】</b>	<b>税金</b>					
(A)	付加価値税					
(B)	輸入税					
	小計（3）					
	総事業費（1）+（2）+（3）					
	合計					

<b>【4】</b>	金利(借入対象分)					
(A)	建中金利	■	■			
(B)	借入金返済猶予期間中金利	■	■			
	小計 (4)	■	■	■	■	■
	事業費総額 (1)+(2)+(3)+(4)					
	合計	■	■	■	■	■
資金調達		ケース 1 (4,500 m <sup>3</sup> /日)	ケース 2 (9,000 m <sup>3</sup> /日)			
	出資金	■	■			
	借入金	■	■			

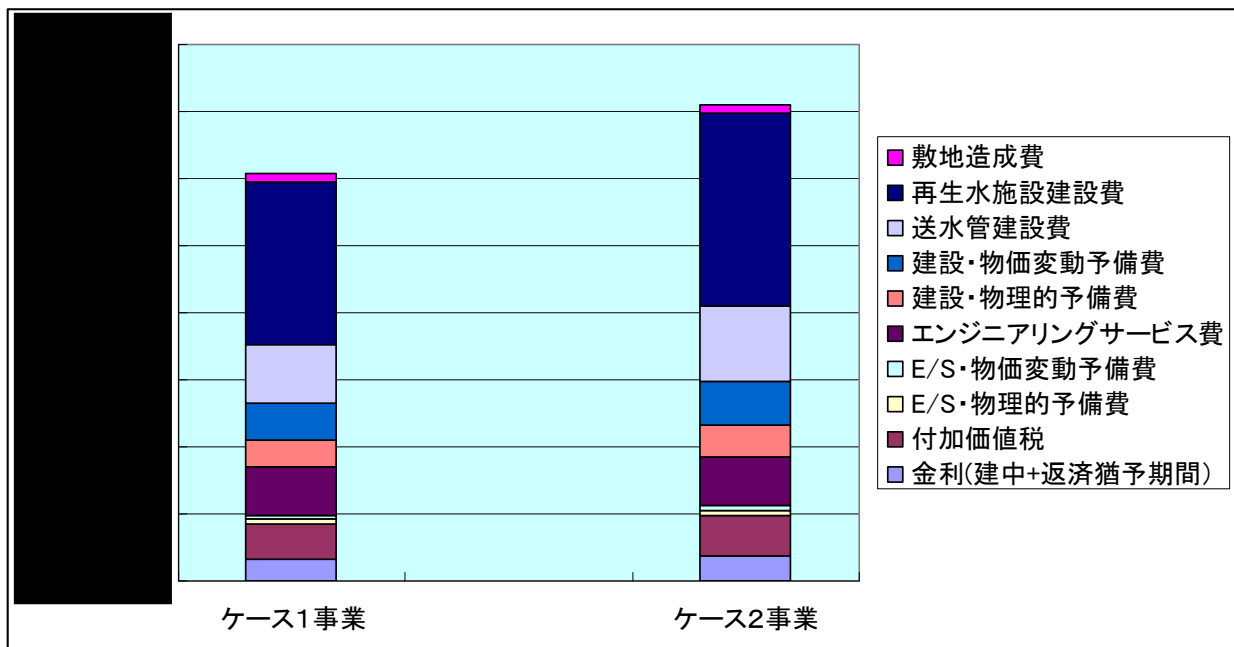


図 11.1.1 ケース 1、ケース 2 事業費総額の構成及び対比

### 11.1.2 出資・借入金の内訳

#### (1) 特別目的事業会社（SPC）への出資者・出資金

次の点を考慮して、出資構成を図ることを提案し、以後の検討の前提とした。

- ・ 現行法規に従い、資本金の 5%以上は、インドネシア法人が出資する
- ・ 本再生水事業入札を落札した企業グループが出資金の過半数 51%以上を出資する
- ・ バリ州政府による現物出資参加。BOT 契約期間中の再生水施設用地使用料を資産として SPC に出資する。土地使用料は、現行法規に従い市場価格で評価・計算を行う。

2011年10月に現地不動産業者に照会結果、デンパサル下水道処理場近辺の物件（更地：1.6ha）の年間借地料は、[REDACTED]との回答を得た。この金額をベースに、本再生水施設に必要な土地（1ha）のBOT期間（25年）の賃借料を計算すると、次の通りとなる。

[REDACTED]

上記の参考数字を加味した出資者構成案を下記に示す。

**表 11.1.2 出資構成案（ケース 1 事業：4,500 m<sup>3</sup>/日）**

出資者	出資金額 (IDR)		出資比率
落札企業グループ	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
インドネシア法人	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
落札企業又はその他	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
小計	[REDACTED]	[REDACTED]	
バリ州政府関係	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
合計	[REDACTED]		[REDACTED]

**表 11.1.3 出資構成案（ケース 2 事業：9,000 m<sup>3</sup>/日）**

出資者	出資金額 (IDR)		出資比率
落札企業グループ	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
インドネシア法人	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
落札企業又はその他	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
小計	[REDACTED]	[REDACTED]	
バリ州政府関係	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
合計	[REDACTED]		[REDACTED]



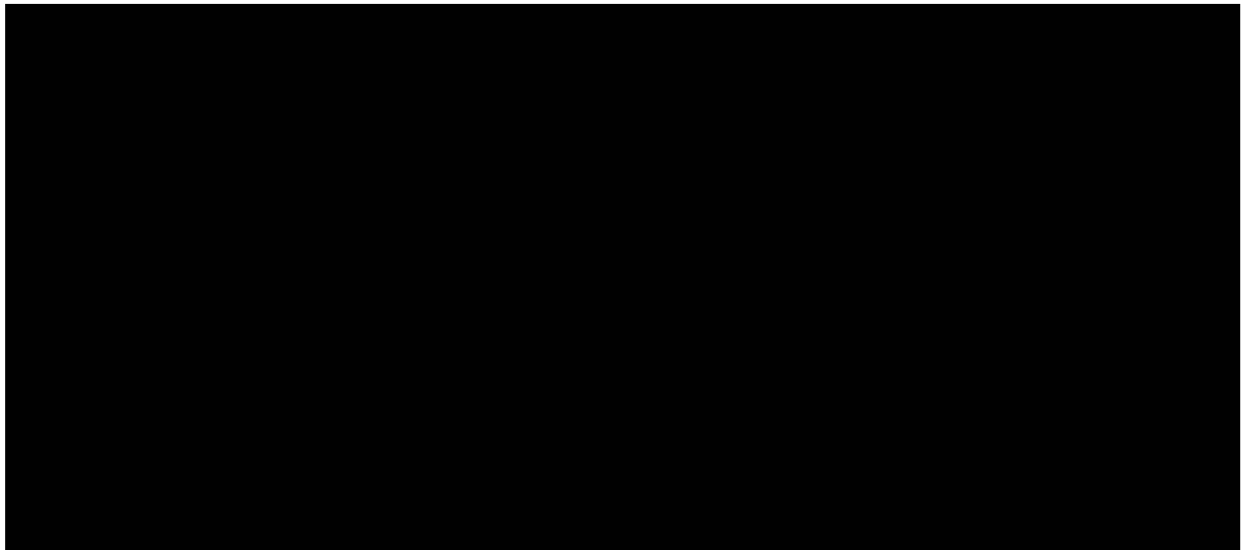


図 11.1.2 出資構成案（ケース 1、ケース 2）

## (2) SPC による金融機関からの借入金

本再生水事業は、25 年の BOT 契約を想定しており、これに見合う長期借入が必要となる。SMI を含むインドネシアの銀行に相談したが、最長可能な融資期間は、10 年という返答であった。本再生水事業のキャッシュフローでは、借入金を 10 年で返済することは不可能で、11 年目以降に新規借入リスクが発生する。

一方、日本企業の海外インフラ事業投資・支援を通じて、当該国に経済協力を行う「海外投融資制度」が、日本の独立行政法人・国際協力機構（JICA）にある。この海外投融資制度の概要は、次の通り。

### 1) 対象分野

インフラ・成長加速、気候変動、MDGs 貧困削減

### 2) 満たされるべき事由

- ・当該国政府の開発政策等に沿い、且つ開発効果の高いもの
- ・事業達成が見込まれること
- ・既存の金融機関による貸付又は出資では事業が成立しないことが認められること等

### 3) 融資条件は、次表の通り。

JICA 海外投融資制度は、上記の通り対象分野、要件の充足が必要。融資申請手続そのものは、下記の通り、通常の市中銀行と類似したものとなっている。

JICA 海外投融資制度等の二国間又は多国間の「制度融資」を利用して借入金（総事業費の 70%）を調達できるものと仮定して、次章以降の財務分析・経済分析を実施する。

表 11.1.4 インドネシア市中銀行と二国間・多国間の制度融資条件

		インドネシア市中銀行	二国間又は多国間の制度融資
1)	プロジェクト	民間案件	民間案件
2)	融資申請手続	民間企業、短期・簡便	民間企業、短期・簡便
3)	融資条件	金利	年利 10~12%
		返済	最長 10 年(据置なし)
		通貨	IDR

4) 二国間又は多国間の制度融資を利用する場合の課題

例えば、JICA 海外投融資制度の場合は「日本円」での返済となる。一方、収入は再生水をバルク販売して得られるルピア建てのため、返済に際してルピアを円に交換して返済(送金)する必要があるが、25年という長期返済期間に対応したルピア/円の為替リスク排除手段は無い。

ルピア/円、ルピア/米ドルの直近の3年間の変動は下記の通り。過去3年間では、米ドルより円の方が対ルピアレートの振れ幅は小さいが、今後25年間の為替変動の予測は不可能で、為替予約によるヘッジも困難である。根拠の薄いまま、為替リスクとして大幅なアローアンスを見込むことは、徒に財務面からみた事業性を歪めることになる。しかしながら、25年という長期に対応した制度融資は、極めて魅力的なものであり、本再生水事業実現に不可欠と考える。官民連携の枠組みの中で、官民共同の課題として為替リスクを捉え、如何にリスクに対応し、シェアすることが妥当か、官民による協同検討が必要と考える。

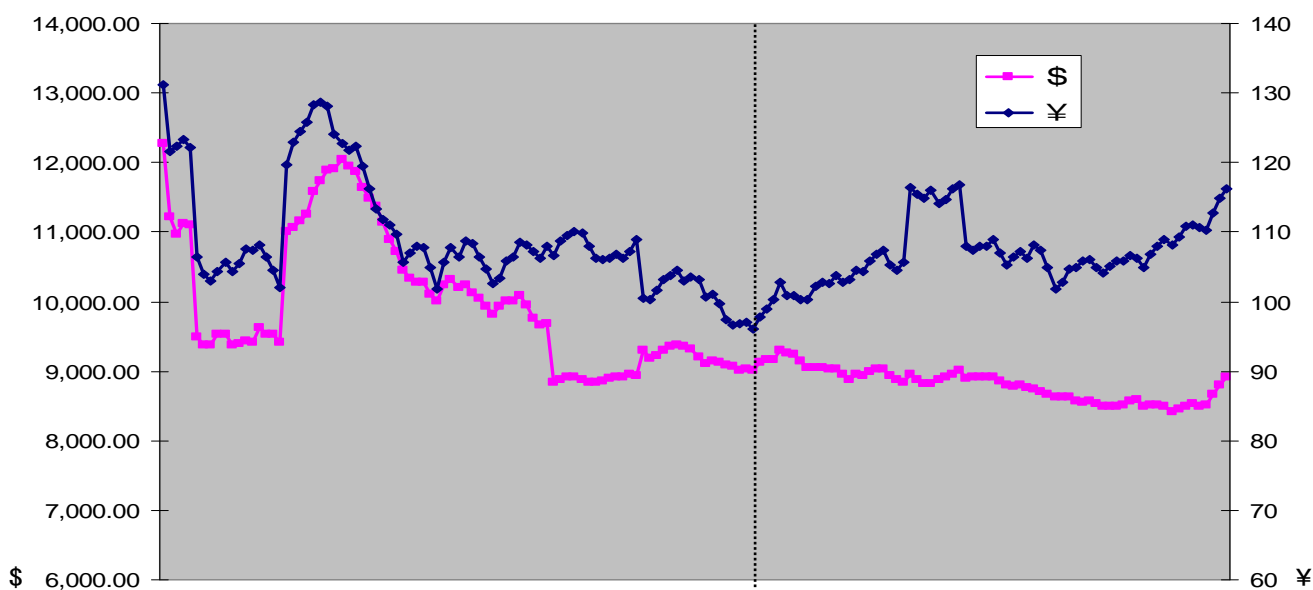


図 11.1.3 直近3年間の為替動向(ルピア対円、ルピア対米ドル)

## 11.2 事業収入の設定

再生水販売による収入は、供給量・販売単価・期間の積となるので、調査・検討の上、それぞれのファクターを次のように設定した。

### 11.2.1 再生水年間販売量

第6章、表 6.2.1 の各ケースの再生水計画水量に基づき、年間の再生水販売量を設定する。

表 11.2.1 再生水販売量

		ケース 1事業	ケース 2事業
1)	再生水処理水量(日最大)	4,500 m <sup>3</sup> /日	9,000 m <sup>3</sup> /日
2)	再生水配水量(日平均)	4,100 m <sup>3</sup> /日	8,200 m <sup>3</sup> /日
3)	年間稼働日	365 日	365 日
3)	年間処理量(販売量)	1,496,500 m <sup>3</sup>	2,993,000 m <sup>3</sup>
	BOT 期間	開始年(2016)	1,496,500 m <sup>3</sup>
		最終年(2038)	1,496,500 m <sup>3</sup>
		2,993,000 m <sup>3</sup>	

上記設定に際しては、下記を前提としている。

- ・新設する送水管路からの漏水は無い。
- ・日平均処理水量には、設備点検・保守時間を考慮する。
- ・PPP 枠組により、処理量は契約で全量引き取られ、更に政府の需要（オフテイク）保証が供与される
- ・25年のBOT期間中、処理量（販売量）は一定とする。

### 11.2.2 再生水販売単価

#### (1) バルク販売単価の策定条件

次の諸元を考案の上、バルク販売単価を算出する。

- ・最終需要家であるホテル等の観光産業向けの上水道料金（タリフ）より安く、観光産業向けの灌漑用水道料金より高い
- ・最終需要家への直接販売ではなく、水道公社経由、水道公社にバルク販売することになるので、水道公社の経費・利益を見込んでバルク販売価格を設定する。本調査では、水道公社の経費・利益を30%と仮定して計算する。
- ・投資資金の回収および運転維持管理費用をカバーできる

- ・「イ」国の物価上昇率の変動に合わせて価格を調整できる。(運転維持管理費用も、同様に物価上昇率の変動に合わせて、費用増を見込む)

(2) 販売単価案：

上記各諸元について、具体的に内容を考察する。

1) 上水道料金（タリフ）より安い

再生水の水質・用途から、ホテル向け水道水（Clean Water）料金と灌漑水道料金の2つのタリフ料金の中で、販売価格が設定されることが妥当と考える。2009年から2012年までのタリフ料金の実績と2013年以降の予測を次表に示す。ただし、あくまでも、支払者側から見ての条件であり、水道公社からみた販売原価に係る Cross Subsidy については、考慮していない。

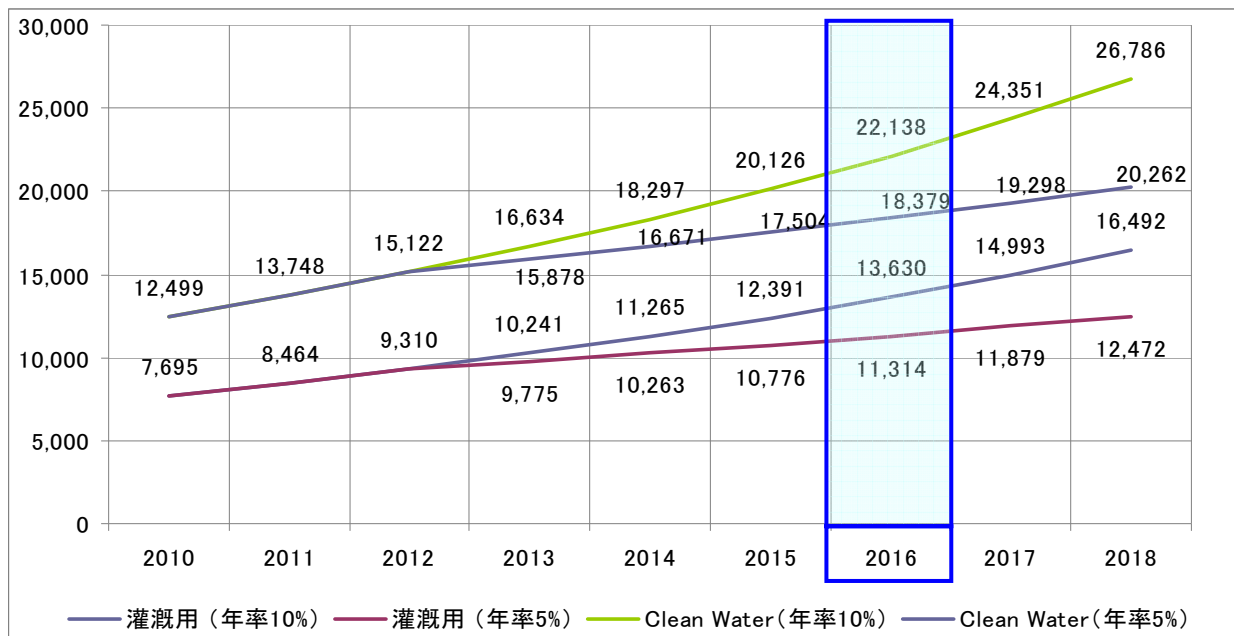


図 11.2.1 バドゥン県水道公社のタリフ料金の推移・予測

表 11.2.2 バドゥン県水道公社のタリフ推移（実績及び予測）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
灌漑用水	7,695	8,464	9,310	10,241	11,265	12,391	13,630	14,993	16,492
	7,695	8,464	9,310	9,775	10,263	10,776	11,314	11,879	12,472
Clean Water	12,499	13,748	15,122	16,634	18,297	20,126	22,138	24,351	26,786
	12,499	13,748	15,122	15,878	16,671	17,504	18,379	19,298	20,262

注： 灌漑用水、Clean Water とも、前段は年率 1 割アップ、後段は年率 5%アップと予測

2) 物価上昇率の変動に合わせた価格調整条項

製造原価を構成する物価・電気料金等の年間上昇率に合わせ、販売価格が調整されることを条件とする。図 11.2.2 に、タリフ調整計算式とパラメータを例示する。下記の価格調整式は、水道公社（PDAM Bekasi）と民間企業間（PT Moya Indonesia）の BOT 契約（2011 年 8 月）で実際に採用されたものである。

$P_n = A_n \cdot P_o$	$P_n = (n \text{ 年の再生水販売価格})$ $P_o = 2016 \text{ 年の再生水販売価格}$
$A_n = 0.1 (R_n/R_o) + 0.1 (C_n/C_o) + 0.2 (E_n/E_o) + 0.6 (I_n/I_o)$	$R_n/R_o = \text{水道水料金の値上率}$ $C_n/C_o = \text{薬品代の変動率}$ $E_n/E_o = \text{電力代の変動率}$ $I_n/I_o = \text{物価上昇率}$

図 11.2.2 タリフ料金調整に係る計算式

なお、前節 11.1.2、第(2)-4)で課題とした借入金の外貨建返済に伴う為替リスクを、上記同様、水道料金価格に反映して調整することを一つの解決策として提案する。為替リスクの官民分担は、変数 B をいくらにするかで決めることが可能である。

$P_n = A_n \times P_o \times (1 + B \times \text{為替変動率})$  (例)官民リスク折半であれば、B は 50%となる。

(3) 事業収入期間

25 年間の BOT 契約の場合、事業収入期間は、次の通りとなる。

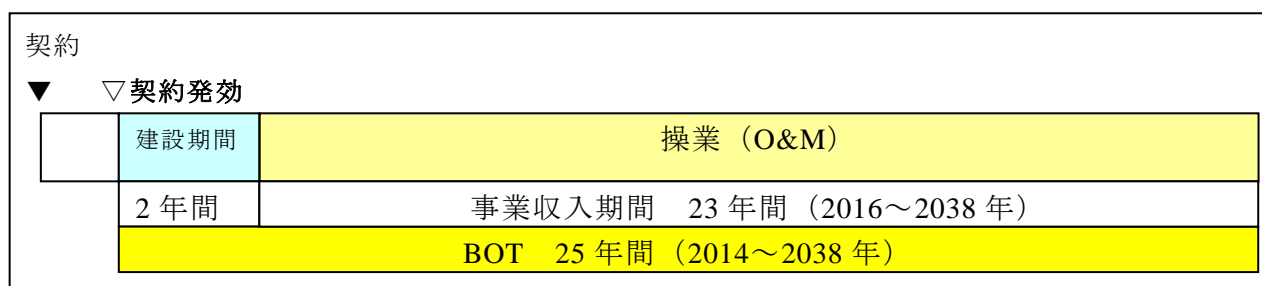


図 11.2.3 BOT 契約期間と事業収入期間

## 11.3 事業支出

### 11.3.1 支出項目

主な支出項目と、キャッシュフロー策定の上での想定条件を以下に記す。

#### (1) 借入金の元利返済

事業資金総額の 7 割全額を、XXXXXXXXXX 前提で、元本及び金利の返済を支払計画に織り込む。また、建中金利については、その 7 割を借入金元本に組み入れ、残 3 割は、資本金で賄うものとする。

#### (2) 用地の使用料

再生水施設用地の地代は、バリ州政府による SPC への現物出資を想定し、キャッシュフローには織り込まない。

#### (3) 下水二次処理水

下水二次処理水は、海に放棄されている現状に鑑み、無償で供与されるものと想定する。また、第 10 章、10.5 節での考察検討に結果に基づき、下水二次処理水の利用に際し、取水税は賦課されないものと想定する。

注： 2012 年 5 月 15 日のバリ州政府への最終報告書の説明会で、バリ州公共事業局より、下水処理場の経費を賄うために、下水二次処理水は有償としたいとの意思表示があった。

#### (4) 運転、維持・管理費

BOT 期間中の安定操業、維持・管理のための費用を見積る。見積には、SPC の運営費用及び修繕・修理費用を含める。また、運転、維持・管理費について、物価上昇率（CPI）によるコスト増を見込む。本章および財務分析では、25 年間の年平均物価上昇率を 5.3% と仮定して計算する。参照した CPI を、表 11.3.1 に示す。

#### (5) 法人所得税

現行法規に基づき、税率 25%、操業当初 5 年間は免除とした。尚、事業内容次第では、5 年間の免除期間延長が可能との情報もあり、税制上の優遇・恩典の可能性については、事業化の過程で更に検討することを推奨する。

表 11.3.1 インドネシア・物価上昇率（CPI）推移（実績・予測）

Key indicators	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
Real GDP growth (%)	6.5	6.3	6.5	6.6	6.5	6.4				
Consumer price inflation (av; %)	5.7	5.3	6.0	5.8	6.2	6.0				
Budget balance (% of GDP)	-1.2	-1.2	-0.9	-0.8	-0.5	-0.3				
Current-account balance (% of GDP)	0.7	0.9	1.1	1.1	1.0	0.9				
Deposit rate (av; %)	6.8	7.1	9.0	9.2	9.2	9.1				
Exchange rate Rp:US\$ (av)	8,699	8,658	8,683	8,666	8,516	8,414				
Exchange rate Rp:¥100 (av)	10,811	10,689	10,720	10,552	10,198	10,111				
<b>Employment, wages and prices</b>										
	2007 <sup>a</sup>	2008 <sup>a</sup>	2009 <sup>a</sup>	2010 <sup>b</sup>	2011 <sup>b</sup>	2012 <sup>c</sup>	2013 <sup>c</sup>	2014 <sup>c</sup>	2015 <sup>c</sup>	2016 <sup>c</sup>
<b>The labour market</b>										
Labour force (m)	109.9	111.9	113.8	116.5	117.0	119.3	121.6	123.4	125.1	126.7
Labour force (% change)	3.3	1.8	1.7	2.4	0.4	2.0	2.0	1.5	1.4	1.3
Unemployment rate (%)	9.1	8.4	7.9	7.1 <sup>a</sup>	6.7	6.6	6.5	6.4	6.0	5.5
<b>Wage and price inflation (% except labour costs per hour)</b>										
Consumer prices (av)	6.3	9.9	4.8	5.1 <sup>a</sup>	5.7	5.3	6.0	5.8	6.2	6.0
Consumer prices (year-end)	5.9	11.2	2.8	7.0 <sup>a</sup>	4.5	5.7	5.7	6.2	6.2	6.0
Producer prices (av)	13.9	25.7	-0.6	4.9 <sup>a</sup>	6.8	5.9	6.9	7.8	7.9	7.7
GDP deflator (av)	11.3	18.1	8.3	8.0	6.8	6.9	7.1	7.0	7.1	5.3
Private consumption deflator (av)	14.3	13.4	4.6	5.8	6.2	5.4	5.8	5.5	5.7	5.6
Government consumption deflator (av)	10.3	14.5	11.2	8.2	5.7	5.3	6.0	5.8	6.2	6.0
Fixed investment deflator (av)	11.9	24.3	23.3	9.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

出典：  
 “Country Forecast  
 October 2011”  
 The Economist  
 Intelligence Unit  
 Limited  
 (London, UK)

### 11.3.2 運転、維持・管理費

第 10 章、表 10.8.1（ケース 1）と表 10.8.2（ケース 2）の維持管理費をベースに、25 年間の年平均物価上昇率を 5.3%と仮定して、運転、維持・管理費を次表の通り計画する。

表 11.3.2 ケース 1 運転、維持管理費支出予定表

		2016	2017	2018	2019	2024	2029	2034	2038
1	直接費	■	■	■	■	■	■	■	■
	人件費	■	■	■	■	■	■	■	■
	電気代	■	■	■	■	■	■	■	■
	薬品費	■	■	■	■	■	■	■	■
	燃料費	■	■	■	■	■	■	■	■
	水質試験費	■	■	■	■	■	■	■	■
	修繕・交換費	■	■	■	■	■	■	■	■
	事務所費	■	■	■	■	■	■	■	■
2	間接費	■	■	■	■	■	■	■	■
3	合計	■	■	■	■	■	■	■	■

表 11.3.3 ケース 2 運転、維持管理費支出予定表

		2016	2017	2018	2019	2024	2029	2034	2038
1	直接費	■	■	■	■	■	■	■	■
	人件費	■	■	■	■	■	■	■	■
	電気代	■	■	■	■	■	■	■	■
	薬品費	■	■	■	■	■	■	■	■
	燃料費	■	■	■	■	■	■	■	■
	水質試験費	■	■	■	■	■	■	■	■
	修繕・交換費	■	■	■	■	■	■	■	■
	事務所費	■	■	■	■	■	■	■	■
2	間接費	■	■	■	■	■	■	■	■
3	合計	■	■	■	■	■	■	■	■



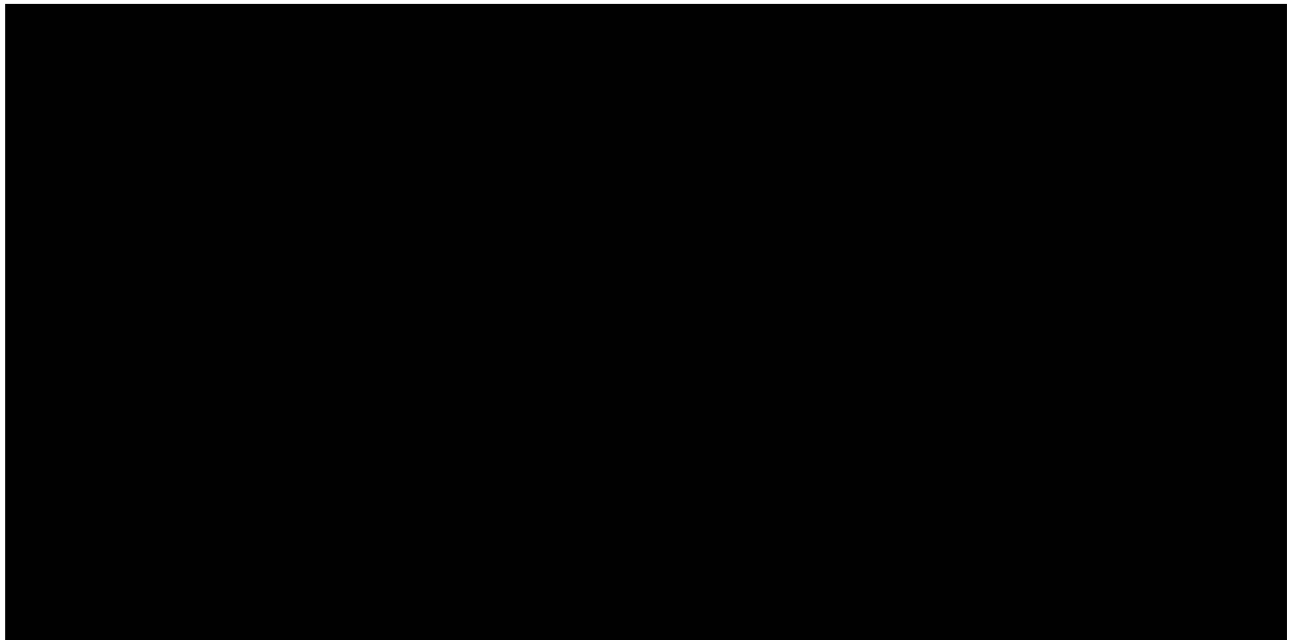


図 11.3.1 ケース 1 事業 (4,500m<sup>3</sup>/日) の運営・維持管理費推移表

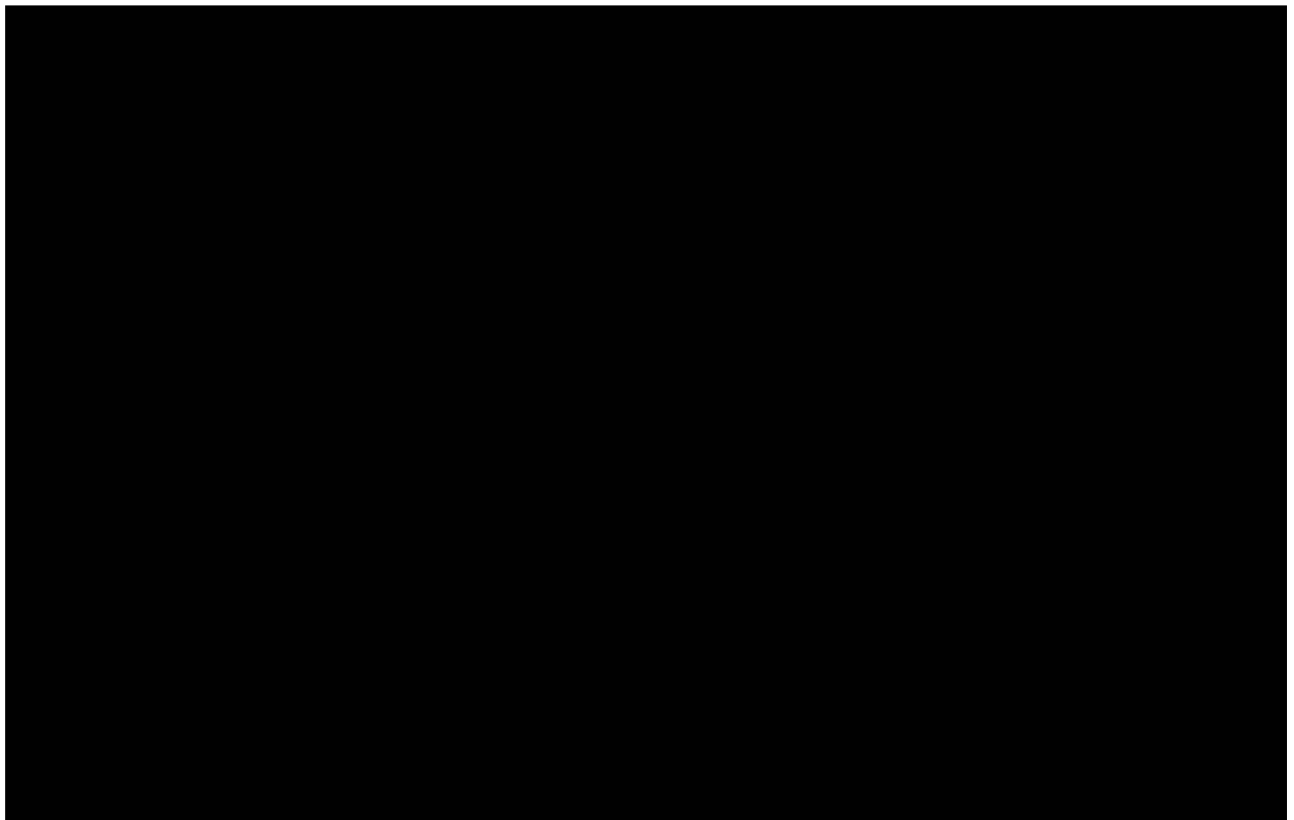


図 11.3.2 ケース 2 事業 (9,000m<sup>3</sup>/日) の運営・維持管理費推移表

## 11.4 事業収支見通し

これまでの検討結果に基づくケース 1 事業およびケース 2 事業の事業収支見通しは、次の通りとなる。事業収入は、両ケース事業とも、再生水販売価格を IDR12,000/m<sup>3</sup> (2016 年) として計算した。また、損益面から BOT 期間中の事業収支を俯瞰するため、年度毎の事業収入と事業支出 (O&M 費用、減価償却費、法人税) の差 (利益/損失) を求め、BOT 期間中の事業収入に対する利益/損失の割合を平均利益率として示す。

### 11.4.1 ケース 1 事業 (4,500m<sup>3</sup>/日、収益基盤 : 4,100m<sup>3</sup>/日)

事業収入に比して、事業支出額が大きいため、BOT 期間 (25 年) を通じて、損失が発生する。次章の財務分析にて詳述するが、IDR12,000/m<sup>3</sup> (2016 年) という価格設定では、財務面からみた事業性は無い。

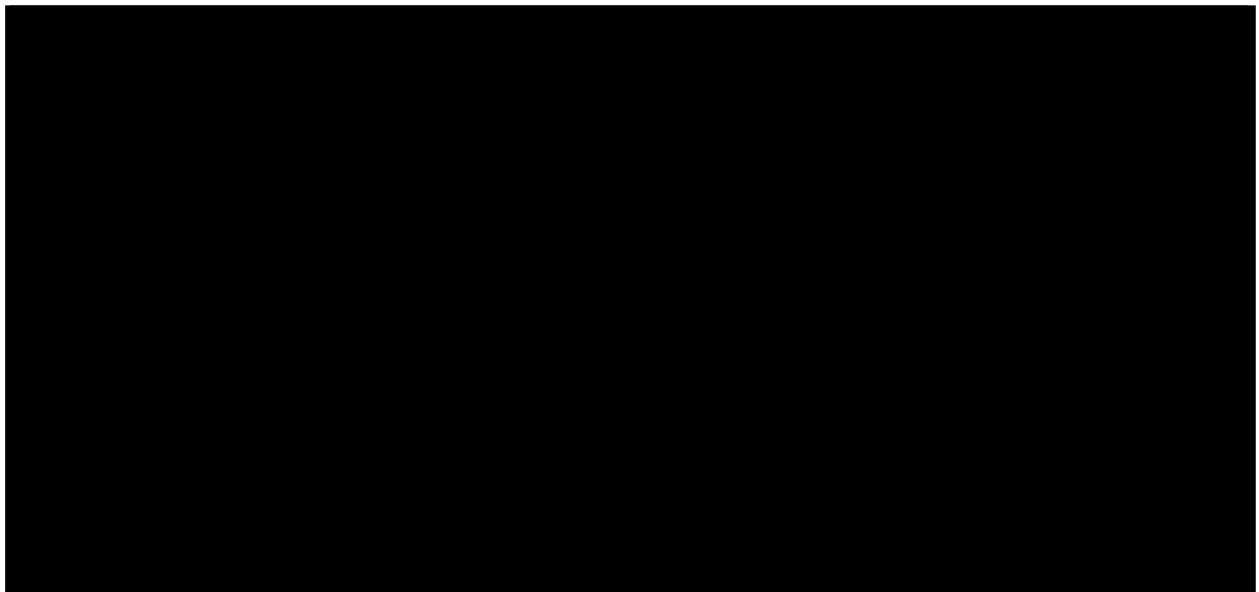


図 11.3.3 ケース 1 事業 (4,500m<sup>3</sup>/日) の事業収支見通し

### 11.4.2 ケース 2 事業 (9,000m<sup>3</sup>/日、収益基盤 : 8,200m<sup>3</sup>/日))

当初 7 年間は、損失が発生するが、BOT 期間 (25 年) を通じての利益率は、平均 10.6%。

再生水のバルク販売価格が IDR12,000/m<sup>3</sup> であれば、財務的には事業支出を十分カバーできる。

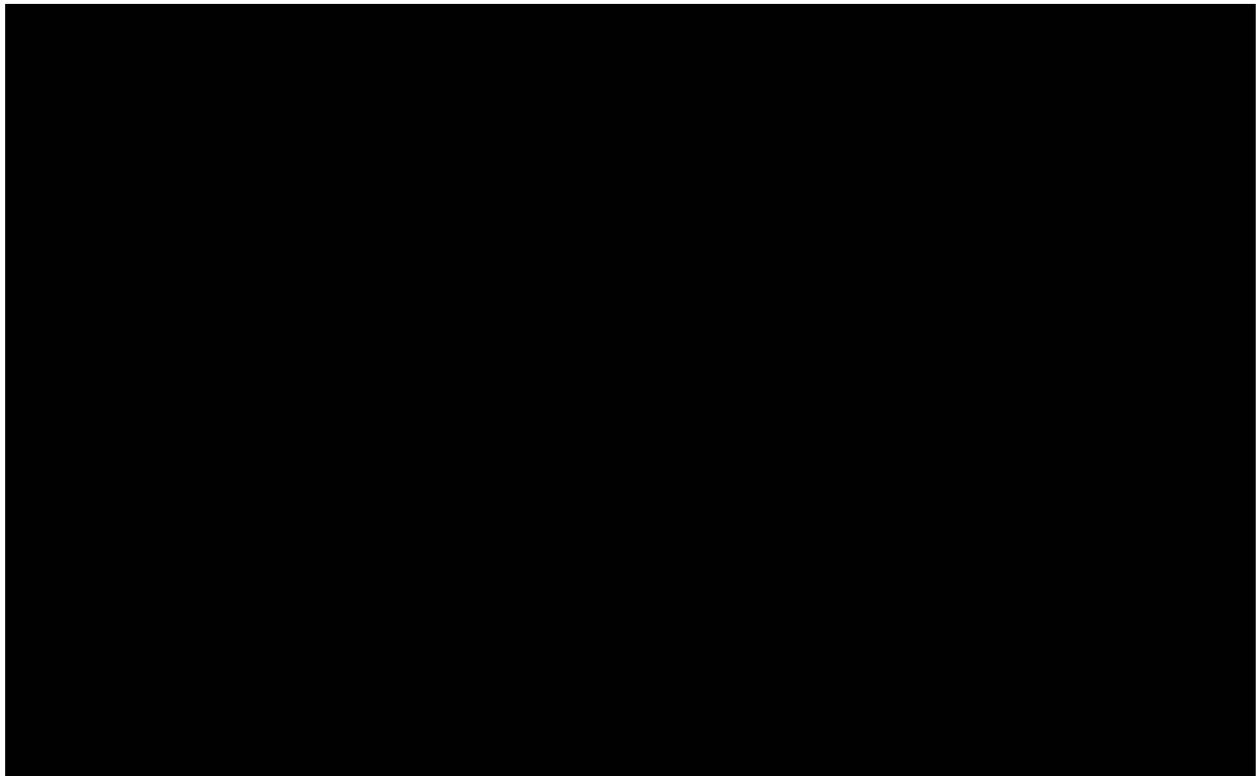


図 11.3.4 ケース 2 事業 (9,000m<sup>3</sup>/日) の事業収支見通し

---

## 第 12 章

### 事業の財務分析および評価

## 第 12 章 事業の財務分析および評価

### 12.1 分析方法および基本条件など

本再生水事業の事業化可能性を検証するために、本事業の収益性・安定性について、投資家そして融資機関の観点から分析を行う。投資家としての収益性判断の指標としては、株主内部収益率（Equity Internal Rate of Return = Equity IRR）を用いて、事業投資の適格性を判定するとともに、融資機関の観点から、借入金（元金＋利息）返済の余裕を表す指標 Debt Service Coverage Ratio（DSCR）を用いて返済にどの程度余裕があるかを計算する。

#### 12.1.1 財務分析の手順

初めに、事業収入のベースとなる再生水バルク販売価格を検討し、続いて、事業収支に基づくキャッシュフローを算出するために、事業収支の項目及びその内容を検討する。

##### (1) 再生水バルク販売価格(2016年)の設定

前章、図 11.2.1 及び表 11.2.2 「バドゥン県水道公社のタリフ料金の実績と予測」での検討に基づく再生水販売価格帯は次の通りとなる。水道公社へのバルク販売価格をタリフ料金の 70% と仮定すると、販売価格は次の範囲となる。したがって、再生水バルク販売価格を IDR 9,000 から IDR 12,000 の範囲に設定して、Equity IRR 及び DSCR を求め、本再生水事業の財務分析を行うこととする。

**表 12.1.1 再生水販売価格のあるべき料金範囲（2016年時点での料金）**

	年率 5% アップ	年率 1 割 アップ	販売価格 = タリフの 70%
上限価格 (Clean Water)	IDR 18,379	IDR 22,138	
<b>再生水販売価格帯</b>	<b>IDR 12,000 ~ IDR 18,000</b>		<b>IDR 8,400 ~ IDR 12,600</b>
下限価格 (灌漑用)	IDR 11,314	IDR 13,630	

注：年率アップ率は、2013年以降の料金予測。2008年～2012年実績の年率1割アップが根拠。

##### (2) 事業収支キャッシュフロー算出条件

前章での検討結果に基づき、以下の条件にて、事業収支計画を策定する。

**表 12.1.2 事業収支キャッシュフロー算出条件**

	項目	条件設定の内容
1	事業費総額	第 11 章、表 11.1.1（ケース 1、ケース 2）
2	資金調達	30%：資本金、70%：借入金
3	借入金のファイナンス条件	第 11 章、表 11.1.4 の <span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>
4	建中金利	借入金の融資利率で計算し、算出した合計金額の 7 割は借入

		金の元本に組み入れ、融資対象とする。残3割は、資本金で賄う。
5	借入金の元利返済時の通貨	外貨（円建）。ただし、前章で検討の通り、為替リスクは予測困難なため、現在の為替レート（IDR=0.00909 円）を返済時の IDR/円の為替レートと仮定して計算する。
6	再生水販売量、事業収入期間	第 11 章、表 11.2.1（ケース 1、ケース 2）
7	再生水販売価格の物価等変動に伴う価格調整	便宜上、維持・管理費用と同様に、25 年間の年平均物価上昇率を 5.3%と仮定して計算する。
8	事業支出の支出項目及び内容	第 11 章、第 11.3 節の設定の通り
9	法人所得税	現行法規に基づき、税率 25%、操業当初 5 年間は免除とした。

### 12.1.2 財務分析上の基本条件

#### (1) 株主内部収益率（Equity IRR）

株主内部収益率（Equity IRR）とは、株主にとって出資の採算性を計る指標で、資本金と元利金返済後の当期利益が等しくなるようなレートである。算出されたレート（Equity IRR）の評価基準として、資本資産価格モデル（CAPM:Capital Asset Pricing Model）を使うと、期待利益率は次の通りとなる。

##### 1) 期待利益率（資本コスト）

後述の表 12.1.1 の資料を参照して、公式に使用する指標を次の通り設定する。

- ・ リスクフリーレート（安全資産の利子率）：  
インドネシアの国債（20年もの）利回り（7.2%）を採用。
- ・ ベータ（市場リターンに対する資産のリターンの感度）：  
アジアの水事業・業界の数値を参考とした。（0.97）
- ・ 市場リスク・プレミアム（市場の期待リターンと安全資産の利子率との差）：  
ジャカルタ総合株価指数利回り（15.2%）－インドネシア国債利回り（7.2%）＝8.0%  
（Bloomberg の資料より）

上記を公式に当てはめて、株主資本コスト（期待利益率）を計算すると、次の通り。

$$\text{株主資本コスト} = 7.2\% + (0.97 \times 8.0\%) = 14.96\% \text{ (約 } 15\%)$$

##### 2) 株主内部収益率（Equity IRR）

株主からみた事業性の判断基準の一つとして、Equity IRR が、15%を上回ることが必要条件となる。この基準は、インドネシア国内の 10 年以上の長期金利（12～14%）からみても妥当と考える。

### 3) WACC (加重平均資本コスト)

今回の財務分析では不要なので割愛するが、プロジェクトとしての IRR (Project-IRR) を求める場合、算出された Project-IRR の判断基準は、WACC (加重平均資本コスト) を用いる。

WACC は、借入金コストと前述の資本コストを加重平均して計算する。

$$\text{借入金コスト} = \text{借入金利 (2.5\%)} \times (1 - \text{法人所得税率 25\%}) = 1.875\%$$

出資 (30%)、借入 (70%) の比率から、WACC は、次の通りとなる。

$$\text{WACC} = \text{借入金コスト (1.875\%)} \times 70\% + \text{資本コスト (14.96\%)} \times 30\% = 5.801\%$$

### (2) DSCR (Debt Service Cover Ratio)

税引き後のキャッシュフローが、借入金の元利返済余力があるかどうかを判断する指標で、計算結果の数値が、如何なる場合でも「1」を超えることが望ましい。「1」を割る場合は、その時点でのキャッシュフローから返済すべき元利金が払えず、別途、予定していない資金調達が必要ということになる。

返済余力を加味して、事業性の判断基準として、DSCR が 1.2 を上回ることを必要条件とする。

① リスクフリーレート (「イ」国 20 年国債)

<HELP> for explanation, <MENU> for similar functions. Index HP

CLOSE/BID/YIELD Page 1 / 6

GIDN20YR Indonesia Govt ID 20 Year BID: 7.262

HI 10.670 ON 1/21/11

AVE 8.777

LOW 7.117 ON 10/17/11

Range 11/2/10 to 11/2/11 Period Daily

DATE	YIELD	DATE	YIELD	DATE	YIELD
F 10/14	7.133	F 9/23	8.094		
T 10/13	7.176	T 9/22	8.323		
W 11/2	7.262	W 10/12	7.259		
T 11/1	7.258	T 10/11	7.254		
M 10/31	7.207	M 10/10	7.280		
F 10/28	7.201	F 10/7	7.476		
T 10/27	7.218	T 10/6	7.819		
W 10/26	7.245	W 10/5	7.866		
T 10/25	7.234	T 10/4	7.749		
M 10/24	7.234	M 10/3	7.623		
F 10/21	7.215	F 9/30	7.582		
T 10/20	7.167	T 9/29	7.694		
W 10/19	7.127	W 9/28	7.897		
T 10/18	7.166	T 9/27	7.928		
M 10/17	7.117	M 9/26	7.967		

② マーケット・リスク・プライム

<HELP> for explanation. Index CRP

#<GO> to see historical data

95) Output to Excel

Country Risk Premium

Date	Region	Global	91	Customize	Country Risk Premium		
6) Britain (CRP GB)	Gbp	3.750%	9.943%	38.154%	12.547%	2.437%	10.110%
7) Canada (CRP CA)	CAD	2.785%	11.478%	35.765%	13.610%	2.283%	11.328%
8) Chile (CRP CL)	CLP	2.465%	11.399%	36.215%	10.790%	n/a	n/a
9) China (CRP CN)	CNY	2.573%	17.740%	30.263%	15.935%	3.760%	12.175%
10) Czech (CRP CZ)	CZK	6.108%	4.981%	64.990%	10.582%	3.274%	7.308%
11) Denmark (CRP DK)	DKK	1.773%	13.096%	29.739%	12.908%	2.251%	10.658%
12) Egypt (CRP EG)	EGP	5.852%	20.866%	53.934%	21.971%	15.200%	6.771%
13) Estonia (CRP EE)	EUR	3.352%	7.099%	40.115%	11.383%	n/a	n/a
14) Eurozone (CRP EU)	EUR	4.155%	10.611%	44.332%	12.695%	2.179%	10.516%
15) Finland (CRP FI)	EUR	5.417%	10.118%	58.556%	13.029%	2.467%	10.562%
16) France (CRP FR)	EUR	5.001%	8.259%	43.062%	11.790%	3.102%	8.688%
17) Germany (CRP DE)	EUR	3.697%	10.465%	33.047%	12.681%	2.025%	10.656%
18) Greece (CRP GR)	EUR	4.522%	9.887%	44.955%	17.839%	23.241%	-5.401%
19) Hong Kong (CRP HK)	HKD	3.181%	11.783%	39.370%	13.849%	1.520%	12.329%
20) Hungary (CRP HU)	HUF	2.161%	12.983%	26.743%	15.594%	7.790%	7.804%
21) India (CRP IN)	INR	1.498%	14.547%	19.888%	11.738%	8.875%	2.864%
22) Indonesia (CRP ID)	IDR	2.375%	16.813%	37.738%	14.274%	6.340%	7.934%
23) Ireland (CRP IE)	EUR	1.993%	23.362%	24.444%	15.391%	8.207%	7.184%
24) Israel (CRP IL)	ILS	3.226%	12.241%	33.992%	12.886%	4.744%	8.142%

Data is updated daily. Click on a row to see historical data

③ ベータ (アジア水事業・業界)

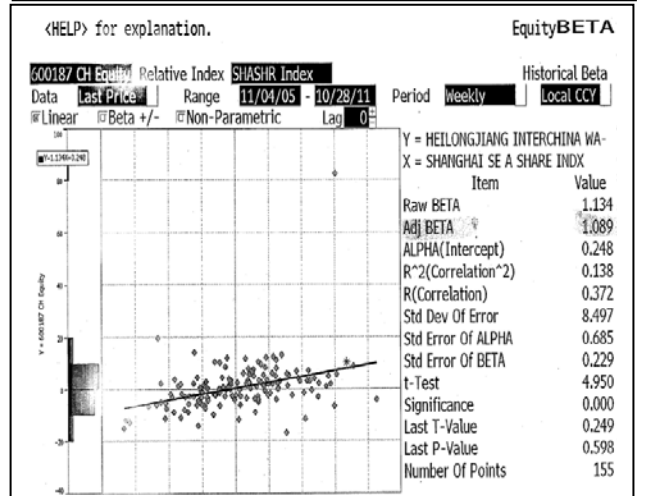
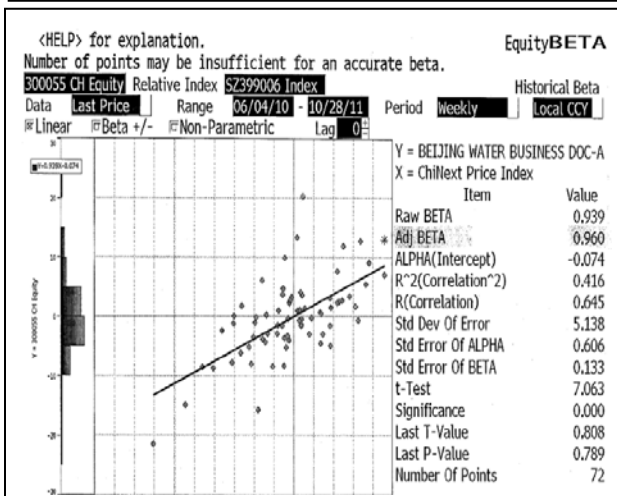
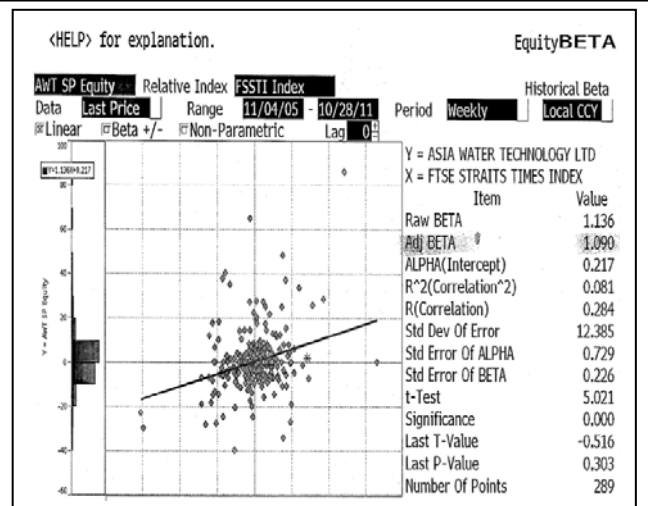
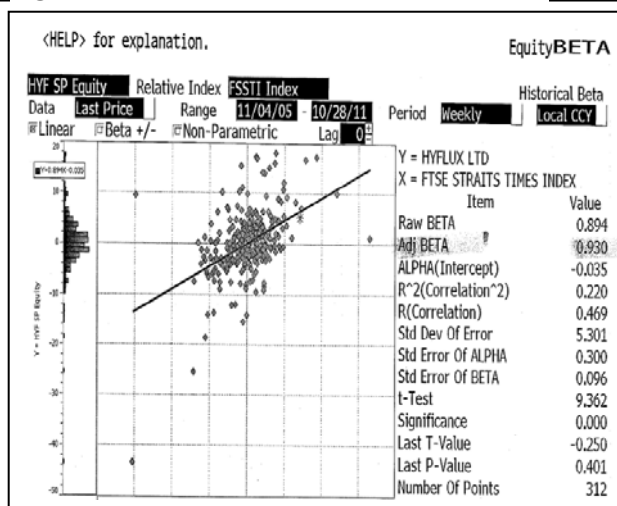


図 12.1.1 資本コストの計算に利用した指標



## 12.2 事業の財務分析

### 12.2.1 ケース 1 事業の財務分析

(1) 再生水バルク販売価格：IDR 12,000/m<sup>3</sup>以下（2016年）にて分析

前節に従い、再生水バルク販売価格を IDR 9,000/m<sup>3</sup> から IDR 12,000/m<sup>3</sup> の範囲に設定して、Equity-IRR と DSCR を計算結果、収益性があまりにも低いため計算不能となった。

IDR 12,000/m<sup>3</sup> の販売価格でケース 1 事業が実現可能となる条件を探るため、総建設費に対して、仮に、公的財政支援（Viability Gap Fund：VGF）が、どの程度供与されれば、民間投資家及び金融機関にとって検討対象となり得るかを計算した結果、次の結果となった。

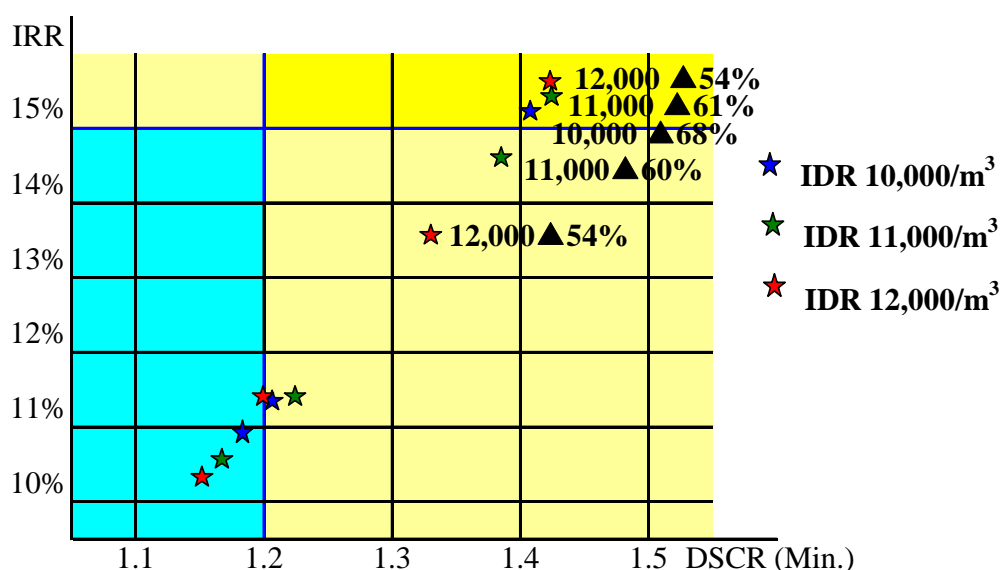


図 12.2.1 ケース 1 事業の財務分析（販売価格：IDR 12,000/m<sup>3</sup>以下）

表 12.2.1 ケース 1 事業の財務分析（販売価格：IDR 12,000/m<sup>3</sup>以下）

Sales Price	IDR 10,000/m <sup>3</sup>			
VGF	68%	61%	60%	
E-IRR	15.03	11.4	10.96	
DSCR(min)	1.41	1.21	1.19	
DSCR(ave)	2.57	2.17	2.12	
Sales Price	IDR 11000/m <sup>3</sup>			
VGF		61%	60%	52% 50%
E-IRR		15.20	14.71	11.37 10.65
DSCR(min)		1.42	1.39	1.21 1.17
DSCR(ave)		2.59	2.53	2.16 2.09
Sales Price	IDR 12000/m <sup>3</sup>			
VGF			54%	50% 43% 40%
E-IRR			15.31	13.73 11.35 10.45
DSCR(min)			1.42	1.33 1.20 1.15
DSCR(ave)			2.60	2.41 2.16 2.06

(2) 公的財政支援が得られない場合の再生水バルク販売価格

建設費への公的財政支援（VGF）を得ることが困難な場合は、次の通り、再生水の販売価格を IDR 19,300/m<sup>3</sup> とすることが事業の収益性の面から必要となる。前節で検討したあるべき販売価格の範囲を大幅に逸脱しており、財務分析上、公的財政支援なくては、ケース1事業は事業性がないと言わざるを得ない。

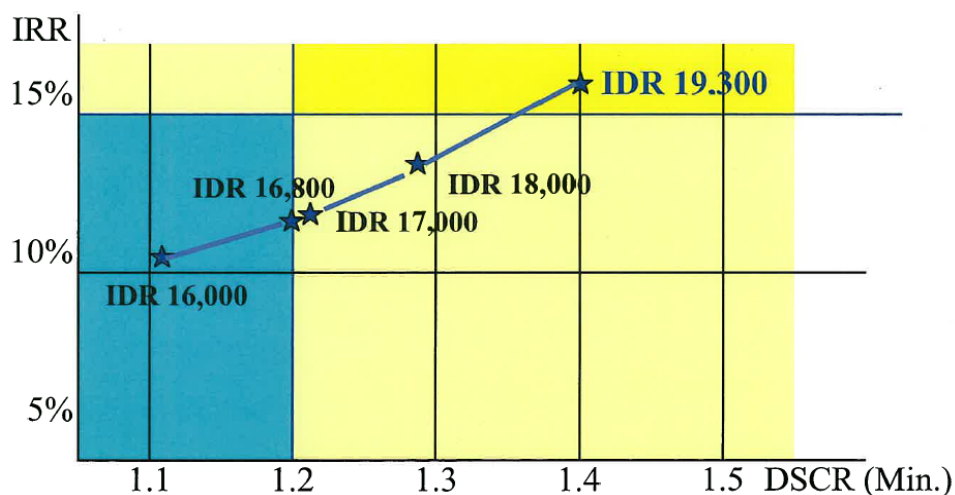


図 12.2.2 ケース1事業の財務分析（公的財政支援が得られない場合）

表 12.2.2 ケース1事業の財務分析（公的財政支援が得られない場合）

Sales Price	IDR 19,300	IDR 18,000	IDR 17,000	IDR 16,800	IDR 16,000
E-IRR	15.08%	13.19%	11.66%	11.34%	10.03%
DSCR(min)	1.40	1.29	1.21	1.20	1.12
DSCR(ave)	2.56	2.35	2.18	2.15	2.02

(3) 公的財政支援（VGF）についての考察

1) バイアビリティ・ギャップの識別

一般論として、所轄政府機関で規定されている現行タリフ料金に基づく水道水の販売から生じるキャッシュフローでは、市場が期待する投資および資本コストの回収が実行できない場合がある。現実の料金で生み出されるキャッシュフローと、投資回収のために必要とするキャッシュフローとの間のギャップによるもの。タリフ料金が政策的に決定されているために、生産コストに見合う料金設定が難しく、プロジェクト実現による社会経済への裨益効果や経済性が検証されながらも、市場原理に基づく民間の努力では解消できない状況を指して、バイアビリティ・ギャップが存在すると識別することができる。

2) バイアビリティ・ギャップ解消のための公的財政支援（VGF）の必要性

民間資金・技術を最大限活用してインフラ整備を進める官民連携（PPP）プロジェクトの円滑

なる推進のため、現在、イ国大蔵省にて、バイアビリティ・ギャップ解消のための公的財政支援（Viability Gap Funding：VGF）の法令が最終検討の段階にあると仄聞する。基本的に、社会インフラ整備は、管轄する政府・自治体の予算で推進され、その結果として提供されるインフラサービス料金は、受益者負担の原則はあるものの、社会インフラサービスとして、政府・自治体が補助金なり料金の一部補助をして成り立つ性質のものであり、生産コストの妥当性等の検討・検証が必要となるが、バイアビリティ・ギャップの存在が識別される場合には、公的財政支援が供与されることは極めて妥当と考える。

### 3) 本再生水事業（ケース1）に対する VGF 適用の妥当性

ケース1事業は、再生水需要がケース2事業の半分となる一方、総事業費がケース2事業と比べ約15%減にとどまるために、生産コストが割高となり、現行のタリフ料金を考慮した料金設定にするためには、公的財政支援が必要という結論となった。

また、デンパサール下水処理場の二次処理水を再生水として利用することは、単に将来の水不足に対応するための水道水の代替という目的以上に、次のような社会的便益がある。

- ・ デンパサール下水処理場の二次処理水は、海に放水されており、二次処理水に残留している有機・無機成分が海岸・海水への環境負荷要因となっているが、再生水として高度処理を行い、水循環システムを確立することで、この環境負荷を大幅に軽減できる。世界有数の観光地であるバリ島 Nusa Dua 地区の観光資源、綺麗な海岸と海水等、への環境負荷削減は、極めて重要と考える。
- ・ また、水道水不足から地下水が利用されているが、地下水の継続利用は、将来の地盤沈下や地下水の汚濁、塩害を招く恐れがあり、地下水を再生水で代替することにより、地下水の使用を減少することの意義は大きい。
- ・ 実績あるトイレ洗浄用に限定してでも再生水を利用することは、将来の水循環システム確立に向けての社会実験、教育・啓蒙活動として有益である。

ケース1の本再生水事業に対して、VGF適用が妥当かどうかは、上記社会的便益を、どの様に、どの程度評価するかを含めて、検討・判断すべきと考える。

### 4) 本再生水事業（ケース1）に対する VGF 以外の公的支援

公的支援の方法として、VGFに代わり、次の様な政策的支援も十分に有効であると考えられる。

- ・ 次節のケース2事業の財務分析結果から判る通り、需要が倍の9,000m<sup>3</sup>/日となれば、再生水の生産コストは下がり、VGFを適用せずとも、再生水販売価格（2016年）：IDR 12,000/m<sup>3</sup>にて、生産コストを賄うことができる。更に、下水処理場の下水処理水量に応じて、例えば、15,000m<sup>3</sup>/日の再生水を生産することになれば、スケールメリットから、更なる生産コストの引き下げ、販売価格の引き下げも検討可能となる。
- ・ 再生水の用途検討、水道水供給体系における再生水の位置づけ、再生水の普及に向けた政

策的取組（積極的な利用に対するインセンティブ、地下水の利用制限等）をバリ州、デンパサール市、バドゥン県が共同して実施するなら、再生水の利用普及を促進し、再生水の需要拡大を図ることが可能と考える。

### 12.2.2 ケース 2 に基づく事業の財務分析

(1) 再生水バルク販売価格：IDR 12,000/m<sup>3</sup>以下（2016 年）にて分析

ケース 1 事業同様、再生水バルク販売価格を IDR 9,000/m<sup>3</sup> から IDR 12,000/m<sup>3</sup> の範囲に設定して分析した結果、再生水バルク販売価格が IDR 12,000/m<sup>3</sup> であれば、Equity-IRR は 15%、DSCR が 1.39 となり、財務面からみて、ケース 2 事業は事業性があることが検証された。

第 10 章で検討した総事業費、維持管理費用は、基本計画段階での概算費用であり、実施段階で詳細設計により、ある程度のコスト削減が可能かも知れないとの考えのもと、総事業費のコスト削減に伴い、事業性を維持したまま、再生水の販売価格をいくらまで下げることができるかを、併せて、検証した。

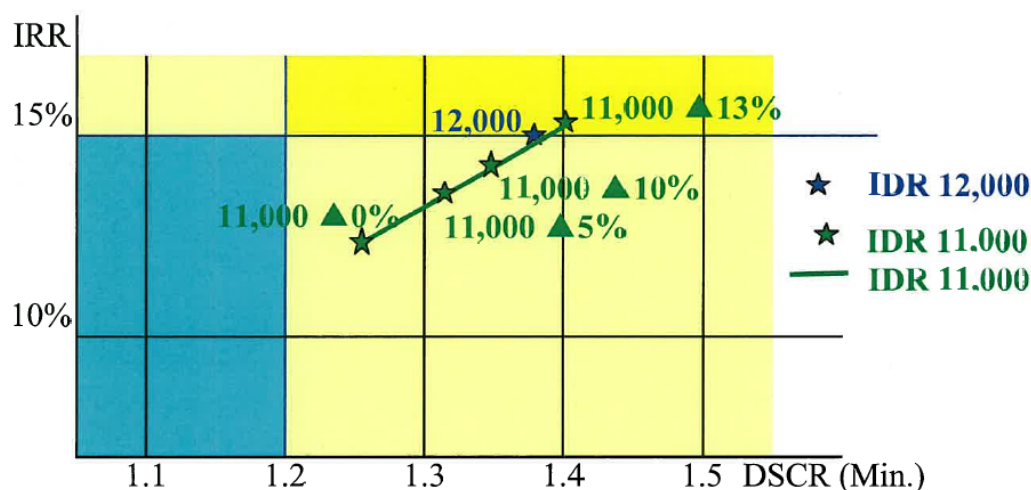


図 12.2.3 ケース 2 の財務分析（販売価格：IDR 12,000/m<sup>3</sup>以下）

表 12.2.3 ケース 2 の財務分析（販売価格：IDR 12,000/m<sup>3</sup>以下）

Sales Price	<b>IDR 12000/m3</b>			
Cost Down	0%			
E-IRR	15.00			
DSCR(min)	1.39			
DSCR(ave)	2.55			
Sales Price	<b>IDR 11000/m3</b>			
Cost Down	0%	5%	10%	13%
E-IRR	12.49	13.43	14.45	15.10
DSCR(min)	1.26	1.31	1.36	1.40
DSCR(ave)	2.27	2.37	2.49	2.56

## (2) 感度分析

再生水バルク販売価格を IDR 12,000/m<sup>3</sup>として、次の3つの面から感度分析を行った結果を以下に示す。

### 1) コストオーバーラン (Cost Overrun)

計画時に比べ、事業の完工事に、想定外の追加投資、工事遅延挽回のための追加費用、遅延に伴う経費の増加等により、建設費の予算超過リスクが発生した場合、建設費予算超過額が事業の収益性に対し、どれだけのインパクトがあるかを感度分析とした結果を下表に示す。DSCR 条件 (1.2 以上) を何れも充足。5%以下の予算超過であれば、E-IRR は 0.8%未満の低下であり、直ちに事業継続への影響が出る恐れは少ないと判断する。但し、10%以上予算超過する場合は、E-IRR が 1.5%以上低下するので、事業全体についての見直し (その他要因での費用増、コスト削減・収益増大策) 等の対策が必要と考える。

**表 12.2.4 ケース 2 事業の感度分析 (コストオーバーラン)**

建設予算 超過額	株主・内部収益率 Equity-IRR	借入金返済余裕 (DSCR)	
		最低	平均
0%	15.00 %	1.39	2.55
5%超過	14.21%	1.35	2.46
10%超過	13.46%	1.31	2.37

### 2) 維持管理費用の増大

計画予算に対して、維持管理費用が、何らかの事情で想定外に増大した場合の事業の収益性に対するインパクトを下表に示す。何れの場合も、DSCR 条件 (1.2 以上) を充足し、E-IRR も 0.6%未満の低下であり、事業の継続に影響を及ぼす可能性は低いと考える。

**表 12.2.4 ケース 2 事業の感度分析 (維持管理費の増大)**

維持管理費 の増加	株主・内部収益率 Equity-IRR	借入金返済余裕 (DSCR)	
		最低	平均
0%	15.00 %	1.39	2.55
2%増加	14.81%	1.38	2.53
4%増加	14.61%	1.37	2.50
6%増加	14.41%	1.36	2.48

### 3) 為替レート変動リスク

財務分析では、IDR/日本円の交換比率を一定として計算したが、為替レート変動が年率一定の割合で発生したと仮定して、為替変動リスクに対する感度分析結果を下表に示す。想定した条件 (為替レート変動が年率一定割合で発生) では、DSCR 条件はクリアしており、E-IRR も 0.5%以下の低下であり、事業継続への影響は少ないと判断する。但し、為替変動リスクは想定条件

のように発生することは、極めて稀と考えるので、為替変動リスクのヘッジについては、更に複数の条件を設定して行う必要があると考える。

**表 12.2.4 ケース 2 事業の感度分析（為替レート変動リスク）**

IDR/円の為替レート変動		株主・内部収益率 Equity-IRR	借入金返済余裕 (DSCR)	
年率上昇率	2038 年		最低	平均
変動なし	IDR 1 = 0.00909 円	15.00 %	1.39	2.55
年率 1%円高	IDR 1 = 0.00707 円	14.85%	1.36	2.41
2%増加	IDR 1 = 0.00549 円	14.68%	1.33	2.26
3%増加	IDR 1 = 0.00447 円	14.49%	1.30	2.10

※契約（2013 年）時の IDR/日本円の為替レートを、IDR 1 = 0.00909 円と想定。

---

## 第 13 章

### 提案事業の経済分析および評価

## 第 13 章 提案事業の経済分析および評価

本再生水事業は、水道公社を介して最終需要家であるホテルに非飲料用として再生水を供給する事業であるが、再生水の供給により水道公社の供給総量が増えることとなり、その結果、これまで水道水（上水）が行き渡らなかった地域住民への安定供給が可能となる。これにより一般市民の生活をより快適で健康なものへと改善することが期待できる。また、海水の混入等による塩水化や地盤沈下といった不安を抱えながら、ホテルでは水道水不足から地下水の部分使用を余儀なくされており、再生水が地下水を代替できれば、この不安を払拭するだけでなく、ホテル経営と観光産業の発展に好ましい効果が期待できる。更に、現在、海に放流されている下水処理水を循環利用することで、バリの海岸や海の環境保護に寄与することが期待できる。本章では、こうした経済便益を具体的に分析・評価する。

### 13.1 分析方法および経済便益

#### 13.1.1 分析方法

本再生水事業の経済的観点から見たプロジェクト実施の妥当性を検証するために、代替コストと比較して便益を求めて、EIRR を計算する分析手法を採用する。

代替コストとして考慮する項目は、次の通りとした。

- ・ 再生水の量に見合う上水が供給されない場合、井戸水など生活水を確保するための電気、ポンプ代。
- ・ ボトル入り飲料水の購入代金
- ・ バリ島の観光産業への貢献

#### 13.1.2 経済便益

前節に従い、項目毎に便益を計算する。

##### (1) 電気・ポンプ代

一般に一世帯当り、一日 0.5kWh のポンプを使う。電気料金を @750IDR/kWh とすると一人当たりの月額電力コストは 11,250 IDR と計算される。ポンプコストは 410 万 IDR として見積もられ使用年月を 10 年とすると 34,283 IDR/月/世帯のコストとなる。一世帯を平均 6 人とすると、一人当たり 5,714 IDR に相当する。電力とポンプのコスト合計は一人当たり、月額 16,964 IDR と計算される。これが自給による月額の造水コストと考えられる。一方、一人当たりの水供給は 2010 年 Badung 地区で 180ℓ/日と見込まれるため自給による造水コスト単価は 3,141 IDR/m<sup>3</sup> と計算できる。

したがって、本再生水設備の其々の供給量と同量の水を得るためには、年間で次のコスト、即



ち、経済便益が発生すると考えられる。

**表 13.1.1 水を得るための年間の電気・ポンプ代**

		生産能力	得られる水の量	年間コスト (金額)
1	ケース 1 事業	4,500m <sup>3</sup> /日	4,100m <sup>3</sup> /日	■
2	ケース 2 事業	9,000m <sup>3</sup> /日	8,200m <sup>3</sup> /日	■

(2) ボトル入り飲料水の購入代金

一人当たり、日に 30 のボトル入り飲料水を消費すると仮定すると、200 入ボトルが 13,000 IDR なので一人一日当たり 1,950 IDR のコストとなる。地域住民の 1/3 をボトル入り飲料水の購入者と想定すると、平均一人当たりの購入料金は、650 IDR、月額 19,500 IDR/人のコストとなる。従って、一人当たりの消費量を 180ℓ/日とすると、次の人数分のボトル入り飲料水を賄えることができ、年間の経済便益は下記の金額になると推定できる。

**表 13.1.2 ボトル入り飲料水の購入代金**

	(得られる水の量)	賄える人口 (人数)	年間コスト (金額)
1	ケース 1 事業 (4,100m <sup>3</sup> /日)	22,777 人	■
2	ケース 2 事業 (8,200m <sup>3</sup> /日)	45,555 人	■

(3) バリ島の観光産業への貢献

より快適な社会環境は、バリ島の観光価値を更に高めることになり、観光産業事業の収益増大に貢献する。2010 年のバリ島への外国からの旅行者数は、2,546 千人で、平均宿泊数は 3.78 日/人である。また、2009 年の SAPROF 資料では、一人当たり平均 IDR 836,342/日を支出している。したがって、年間の観光産業収入は、8,048,855 百万 IDR となる。本再生水供給事業が、下水処理水が直接海に放流されるのを防ぎ、海岸の自然環境を守り、かつ、水道公社の上水供給量の増加でより快適な環境作りに貢献できた部分を、0.4%として、貨幣換算すると、観光産業への経済便益は、■と推定することができる。

上記(1)~(3)を合計すると、次の金額の経済便益が発生すると推測される。

**表 13.1.3 年間の経済便益合計額**

単位：IDR 百万

	(得られる水の量)	(1)	(2)	(3)	合計
1	ケース 1 事業 (4,100m <sup>3</sup> /日)	■	■	■	■
2	ケース 2 事業 (8,200m <sup>3</sup> /日)	■	■	■	■

#### (4) 無形経済便益

上記の経済便益の他に無形経済便益がある。信憑性のあるデータの欠如、計算実務の難しさ、利益の僅少性から定量化できないために、本章の EIRR 計算には含めないが、それら便益が EIRR 計算に含まれれば、EIRR は高くなる。

本プロジェクトにより提供される付加価値は以下の分野も統合される。

- ・ 衛生面の便益
- ・ 快適性の便益

##### 1) 衛生面の便益

住民の一般的健康状態は総じて良好とみなされているが、安定した水道水の供給が行き届かない場合は、衛生サービスの悪化により公共衛生が脅かされるリスクが増大する。公衆衛生リスクは労働生産性の面で潜在的な損失の誘発や、医療費の増大による健康保険コスト上昇につながる恐れがある。即ち、本再生水事業が実施されない場合の経済損失と考えることができる。しかし、将来発生するリスクを見積ることは困難なので、公衆衛生リスクの低減は無形経済便益と考えることとする。

##### 2) 快適性の便益

安定した上水の供給は、快適な生活基盤に必要なものであり、その地域の不動産価値の上昇につながる。特に、新興の開発地区では、不動産価値がプロジェクト実施前の状況より高い指標となることが確認されている。衛生面の便益同様、見積りが困難なため、無形経済便益として扱う。本再生水事業の経済便益は、これらの無形経済便益を含んだものとなる。

### 13.1.3 経済コスト

#### (1) 投資コスト

本再生水事業の事業費に次の項目を加減することで、経済計算のための投資コストを計算する。第 10 章、表 10.6.1 および表 10.6.2 より数値を引用して、ケース 1 およびケース 2 の投資コストを算出する。次表に、投資コストの計算結果および内訳を示す。

**表 13.1.4 投資コスト計算結果**

		ケース 1 事業 (4,500m <sup>3</sup> /日)	ケース 2 事業 (9,000m <sup>3</sup> /日)
		(単位：IDR 1,000)	
1	再生水事業総額（予備費、税金を除く） （総事業費）	■■■■■	■■■■■
	（内、予備費、税金）	■■■■■	■■■■■
2	水道公社による配水池改築費、配水管敷設費	■■■■■	■■■■■
3	最終需要家（ホテル）による給水管設備改築費	■■■■■	■■■■■
4	未配管地域に再生水供給量相当の上水を接続する場合の水道公社による費用負担	■■■■■	■■■■■
	対象人口数	■■■■■	■■■■■
1)	（配管延長費用）@ ■■■■■	■■■■■	■■■■■
2)	（接続費用）@ ■■■■■	■■■■■	■■■■■
	（投資コスト合計）	■■■■■	■■■■■

(2) 運営・維持管理費用

第 10 章、表 10.8.1 および表 10.8.2 記載の維持管理費用（ただし、税金を除く）を使う。

**Table 13.1.5 運営・維持管理費用（除、VAT）**

		運営・維持管理費用 （除 VAT）	運営・維持管理費用 （含 VAT）
1	ケース1事業 (4,500m <sup>3</sup> /日)	■■■■■	■■■■■
2	ケース2事業 (9,000m <sup>3</sup> /日)	■■■■■	■■■■■

**13.2 事業の経済評価**

本再生水事業の経済分析評価を行うために EIRR を計算する。算出された EIRR を次表に示す。

**表 13.2.1 経済評価（EIRR）**

単位：IDR 百万

	総投資 コスト	運営・維持 管理費	総費用	便益	純便益	EIRR
ケース 1 事業 (4,510m <sup>3</sup> /日)	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	12.91%
ケース 2 事業 (9,000m <sup>3</sup> /日)	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	13.65%

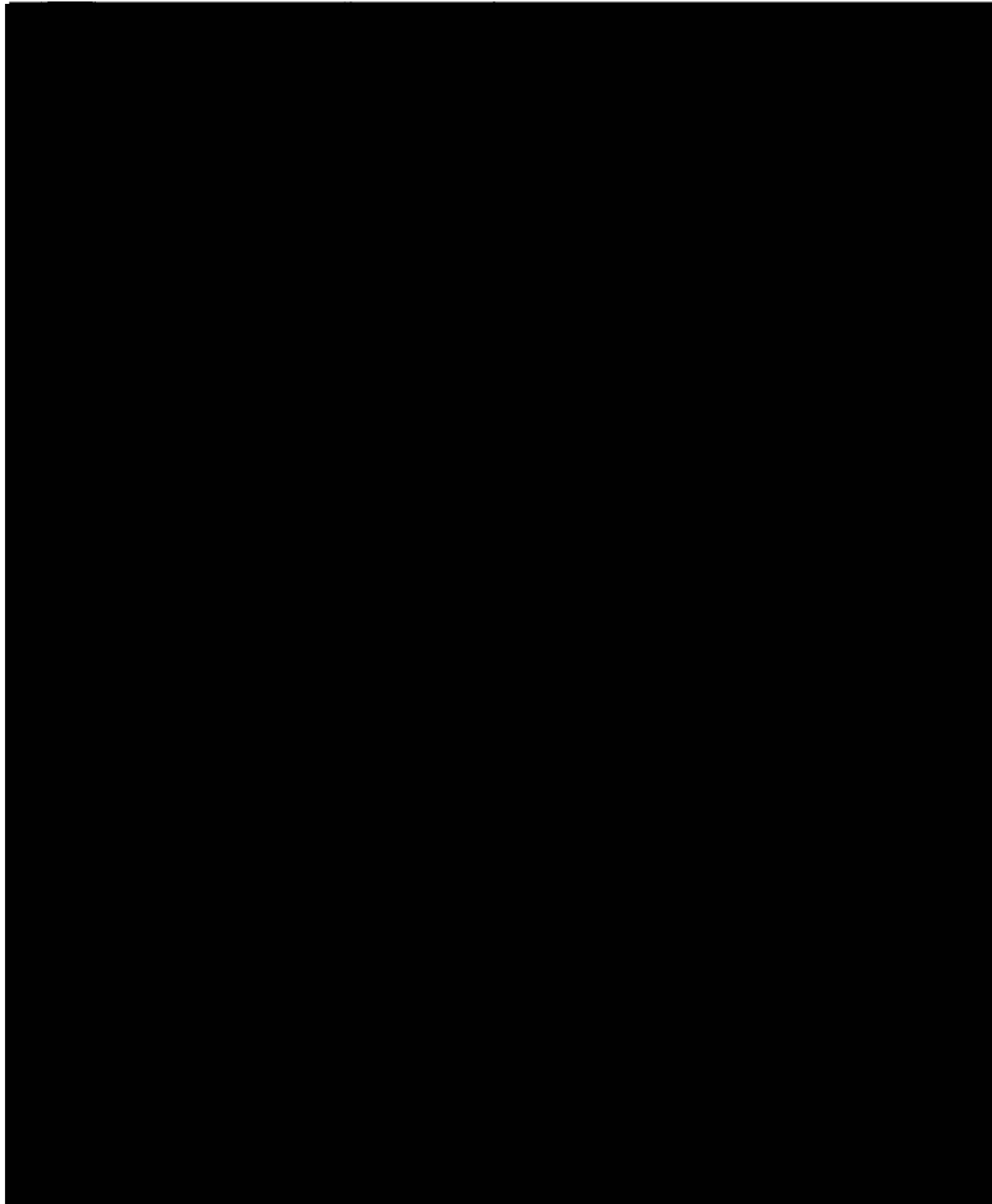
（詳細は、表 13.2.2 および表 13.2.3 の通り）

上記には無形経済便益は含まれていない。この点を勘案すると、本再生水事業は、経済的に妥当であると評価できる。

**表 13.2.2 ケース 1 事業 (4,500m<sup>3</sup>/日) の経済分析 (IRR)**

<b>EIRR</b>	<b>12.91%</b>

表 13.2.3 ケース 2 事業 (9,000m<sup>3</sup>/日) の経済分析 (IRR)



EIRR	13.65%
------	--------

---

## 第 14 章

### 環境社会配慮

## 第 14 章 環境社会配慮

### 14.1 本調査における環境社会配慮の検討内容

この調査では、再生水供給事業の環境及び社会的側面についての検討を、「イ」国の環境関連の法制度に基づいて行った。また、この事業における環境社会配慮がより健全かつ効果的に行われるように、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月発行）についても参考にしている。

第 6 章で説明したように、調査全体における事業の代替案として、従来型の再生水利用を行うための供給システム（ケース 1）と直接肌に接触する利用を想定した供給システム（ケース 2）を設定した。環境社会配慮においては、14.4.2 及び付属資料 10 の 10.b (1)において、これら 2 つのケースについての代替案比較を行い、環境社会面ではケース 1 が優位であるとの結論を出した。しかし、第 2 次現地調査期間中、ホテルでの二重配管の導入の難しく、また現地政府による補助金の投入が不可欠であると判断されたケース 1 については PPP プロジェクトとしての実現性がケース 2 に比べ低いと考えられた。そのため、第 14 章及び関連する付属資料（付属資料 9～11）では、より慎重な環境社会配慮が必要なケース 2 を対象に初期環境調査（IEE）等を実施した結果を示している。ただし、第 15 章の事業評価では、改めてケース 1 とケース 2 の環境社会配慮に関連するリスクを比較している。

この再生水供給事業の環境社会配慮カテゴリーは、本調査開始前に「B」と想定した。本調査を通して、提案する再生水供給事業では、住民移転や絶滅危惧種及び希少種の損失といった重大な悪影響が発生しないことが確認できたが、管路敷設による交通状況の悪化といった幾つかの中程度の悪影響を起こす可能性があることが分かった。そのため、環境社会配慮カテゴリーは変更せず、「B」のままとしている。付属資料 10 (MM 記載の”Environmental Effect Study Report”)の 10.a に、JICA 形式の環境スクリーニングの結果を示している。

表 14.1.1 に、この調査における環境社会配慮の検討項目と各検討項目に関連する報告書の部分を示している。

調査団は 2010 年 12 月に「イ」国政府と JICA 間で交わされた MM に従い、プロジェクトの活動計画を付属資料 9 (MM 記載の”Detailed Project Activity Plan”)としてまとめた。また、付属資料 10 (MM 記載の”Environmental Effect Study Report”)についても同 MM に従って作成した。

**表 14.1.1 本準備調査における環境社会配慮の検討内容**

検討項目	検討内容	対応する報告書の部分
検討 1	プロジェクトコンポーネントの記述とマップを用いたプロジェクトサイトの環境面及び社会面についての記述	付属資料 9 (MM 記載の”Detailed Project Activity Plan”) の 9.c と 9.d
検討 2	環境社会配慮カテゴリーの確認のための環境スクリーニング	付属資料 10 (MM 記載の”Environmental Effect Study Report”)の 10.a
検討 3	PPP プロジェクトにおける環境社会配慮に関連する既存の法制度の確認	14.2 節(「イ」国およびバリ州における関連法制度)
検討 4	PPP プロジェクトのための EIA を含めた「イ」国の環境評価手続きの流れの確認	14.3 節(「イ」国における PPP プロジェクトの環境評価手続きの流れ)
検討 5	再生水供給事業の負の影響を回避するための戦略的環境社会配慮と代替案比較検討	14.4 節(初期環境調査の概要)及び付属資料 10 (Environmental Effect Study Report)の 10.b から 10.d
検討 6	初期環境調査(IEE)および環境影響評価(EIA)のための環境スコーピング	
検討 7	負の影響の評価と緩和策の検討	
検討 8	再生水の水質管理等のための環境モニタリングの検討	
検討 9	「イ」国とバリ州の政府関係者および他のステークホルダーとの協議	
検討 10	EIA のための TOR 案の作成	14.5 節 (EIA のための TOR 草案の作成)及び付属資料 11(EIA のための TOR の草案)
検討 11	JICA の環境チェックリストを用いた環境社会配慮の再確認	14.6 節 (JICA の環境チェックリストを用いた再確認)

## 14.2 「イ」国及びバリ州における関連法制度

「イ」国における環境影響評価(EIA)の手続きは、1986年に政府規制 No.29により制定された。「イ」国における現行の EIA 手続きは、AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan)と呼ばれている。AMDAL は、活動の環境への悪影響の回避・軽減と環境管理に関する法律 No.32/2009 (法律 No.23/1997 から改定) および EIA の手続き、委託、監理などについての政令 No.27/1999 に基づいている。法律 No.32/2009 では、条項 23 において、環境影響評価を実施する必要があるビジネスおよび活動の条件を明記している。また、この法律の条項 25 では、記述すべき EIA 報告書の内容について明記している。一方、「イ」国の環境省は、2000年に以下に示している EIA に関する多くの環境省令を制定している。

- 1) 環境省令 No.2/2000 : EIA についてのガイドライン
- 2) 環境省令 No.3/2000 : EIA の対象となる計画、活動およびプログラムについて (後に、環境省令 No.17/2001 に改定)
- 3) 環境省令 No.4/2000 : 持続可能な定住に関する EIA ガイドライン
- 4) 環境省令 No.5/2000 : 湿地の開発に関する EIA ガイドライン
- 5) 環境省/環境管理庁(BAPEDAL)長官令 No.8/2000 : 住民参加と EIA についての情報公開の透明性について
- 6) 環境省/環境管理庁長官令 No.9/2000 : EIA のための調査実施方法について



また、2010年6月には、国家開発企画庁（BAPPENAS）がPPP事業についてのガイドライン（General Guidelines for Cooperation between Government and Business Enterprise in the Provision of Infrastructure）を発効しており、その中でPPP事業におけるEIAの流れを説明している。

「イ」国における各プロジェクトは環境等に関連するその他の「イ」国および対象地域の法制度にも準ずる必要がある。この南バリにおける再生水供給事業の場合、表14.2.1及び表14.2.2に示されているその他の再生水事業に関連する法制度にも準ずる必要がある。

表 14.2.1 その他の再生水事業に関連する「イ」国の法制度

分類	法規	当案件と関連する可能性がある内容
「イ」国法律	No.5/1960: 土地の所有権	土地の所有権と活動実施のための土地買収手続き
	No.5/1990: 生物資源と生態系の保護	計画された活動の対象地域における生物資源および生態系についての解析
	No.36/1992: 健康	活動の各段階において及ぼす可能性がある健康被害
	No.7/2004: 水源	活動が引き起こす可能性がある水源への被害
	No.32/2004: 地域のガバナンス	州および地区レベルにおけるガバナンスの側面
	No.33/2004: 中央当局と地方自治体の間の財政バランス	州および地区レベルにおける地方自治体の権限
	No.38/2004: 道路	道路を使用する活動と交通によるインパクト
	No.22/2009: 道路交通	
	No.26/2007: 空間計画	特定の活動が行われるべき場所
	No.18/2008: 廃棄物管理	活動の廃棄物管理の側面
	No.10/2009: 観光業	観光活動を支援する施設
「イ」国政府法規	No.41/1999: 大気汚染規制	活動によって発生する大気汚染の可能性
	No.74/2001: 有害物質の管理	有害物質の管理計画
	No.82/2001: 水質管理と水質汚染規制	計画された活動により起こる可能性がある周辺水域の水質へのインパクト
国家開発企画庁令 (BAPPENAS)	No.4/2010: インフラ整備のためのPPPプロジェクトについての一般ガイドライン	PPPプロジェクトにおけるEIA関連業務の流れと分担
環境省令	No.KEP-49/MENLH/XI/1996: 振動レベルの基準	建設中の起こり得るインパクト
	No.40/2000: EIA 査定委員会の運営についてのガイドライン	EIA の報告書の査定
	No.110/2003: 水源における水質汚染負荷容量の推定に関するガイドライン	排水の環境への影響の測定方法
	No.111/2003: 下水の水域/水源への排出に関するガイドライン、要求事項および許可手順	プロジェクトの建設および運営段階において必要な排水処理
	No.112/2003: 家庭からの下水についての水質基準	家庭からの下水排水の管理についてのアクションプラン
	No.114/2003: 水使用の分類についてのガイドライン	再生水の分類についての判断
	No.115/2003: 水質状況についてのガイドライン	活動対象地域における水質基準
環境省法規	No.8/2006: EIAの実施についてのガイドライン	EIA報告書の作成手順
	No.11/2006: EIAを必要とするビジネスプランおよび活動についてのガイドライン	AMDALもしくはUKL/UPL手続きの選定のためのスクリーニングについてのガイドライン
	No.5/2008: EIA査定委員会の作業手順	テクニカルレベルにおけるEIAプロセス
公共事業省法規	No.49/1990: 水使用の許可および水源についての手続きおよび要求事項	活動のための水源の利用
保健省法規	No.907/MENKES/SK/VII/2002: 飲料水の水質基準と水質モニタリングの手順	公共の利益のために使用される水の条件
	No.416/1990: 各種水質基準とモニタリング	
	No.492/2010: 飲料水の基準	
環境管理庁 (BAPEDA) 長官令	No.56/1994: 影響の評価についてのガイドライン	EIA調査における著しい影響の評価について
	No.8/2000: EIAにおけるコミュニティの参加と情報公開	計画された活動についての住民からの提案や反対意見の公表および選別の手順

**表 14.2.2 下水の再生水に関連するバリ州、デンパサール市、およびバドゥン県の条例**

分類	法規	当案件と関連する可能性がある内容
バリ州条例	No.4/2005: 汚染規制と環境破壊	各種環境項目についてのバリ州における基準
	No.8/2007: 環境・排出基準	排水、騒音、臭気、車両からの排気等についての、計画された活動を実施する上で守るべき様々な基準
	No.16/2009: バリ州における空間計画	バリ州における都市・地域開発計画
	No.3/2004: 地下水および表流水の使用に関連する税金	バリ州における地下水および表流水の使用価格
	No.16/2009: 地下水利用税のベースライン額	バリ州における表流水の使用価格
デンパサール市条例	No.38/2010: 地下水の使用についての課税額表	地方分権化後にデンパサール市が行った税額の引き下げ、ホテル等での再生水の利用
バドゥン県条例	No.1/2011: 地下水の使用についての課税	地方分権化後にバドゥン県が行った税額の引き下げ
	No.16/2011: 地下水の使用についての課税額表	

### 14.3 「イ」国における PPP プロジェクトの環境評価手続きの流れ

この節では、14.3.1 において「イ」国における環境評価手続きの一般的な流れを説明する。また、14.3.2 では、BPPENAS が 2010 年に発効した PPP プロジェクトのガイドラインに書かれている PPP プロジェクトにおいて必要なパブリック・コンサルテーションについて説明する。14.3.3 では、同ガイドラインに基づいて、官側責任機関（DINAS PU/バリ州政府を想定）と SPC 間の EIA 関連の責任分担について説明する。

#### 14.3.1 「イ」国における環境評価手続きの一般的な流れ

図 14.3.1 は、「イ」国における一般的な環境評価手続きの流れを示している。この図に示されているように、民間もしくは政府のプロジェクト提案者は、EIA の手続きに入る前に、適切な法的書類を EIA 査定委員会に提出する必要がある。必要な法的書類には、プロジェクトを実施する地域の地方自治体からのプロジェクトについての合意書や土地管理局からのプロジェクトサイトの情報についての公式文章が含まれる。プロジェクトについての合意書には、地方自治体からの EIA の実施についての何等かの提案が含まれる可能性がある。南バリにおける再生水供給事業の場合、少なくともバリ州の知事からの合意書が必要である。

EIA 査定委員会は、国、州および地区レベルの環境管理事務所により運営される。この委員会のメンバーには、関連する政府機関、学術機関および協会等からの代表者や地域のリーダーが含まれる。この再生水供給事業の場合には、プロジェクトサイトが、デンパサール市とバドゥン県の両方に位置するためバリ州政府の環境管理事務所（Bali Environmental Board (BALH)）の所管となる。

次に、EIA 査定委員会は、提案されたプロジェクトの内容をレビューし、提案されたプロジェクトがフルスケールの EIA である AMDAL の手続きを踏む必要があるかを決定する。この EIA 査定委員会の決定は、主に予期されるプロジェクトの負の影響の程度に応じて行われる。また、地方自治体によるプロジェクトについて合意書において、EIA の実施について提案がなされている場合には、地方自治体の提案もこの AMDAL の手続きを適用するかどうかに影響する。

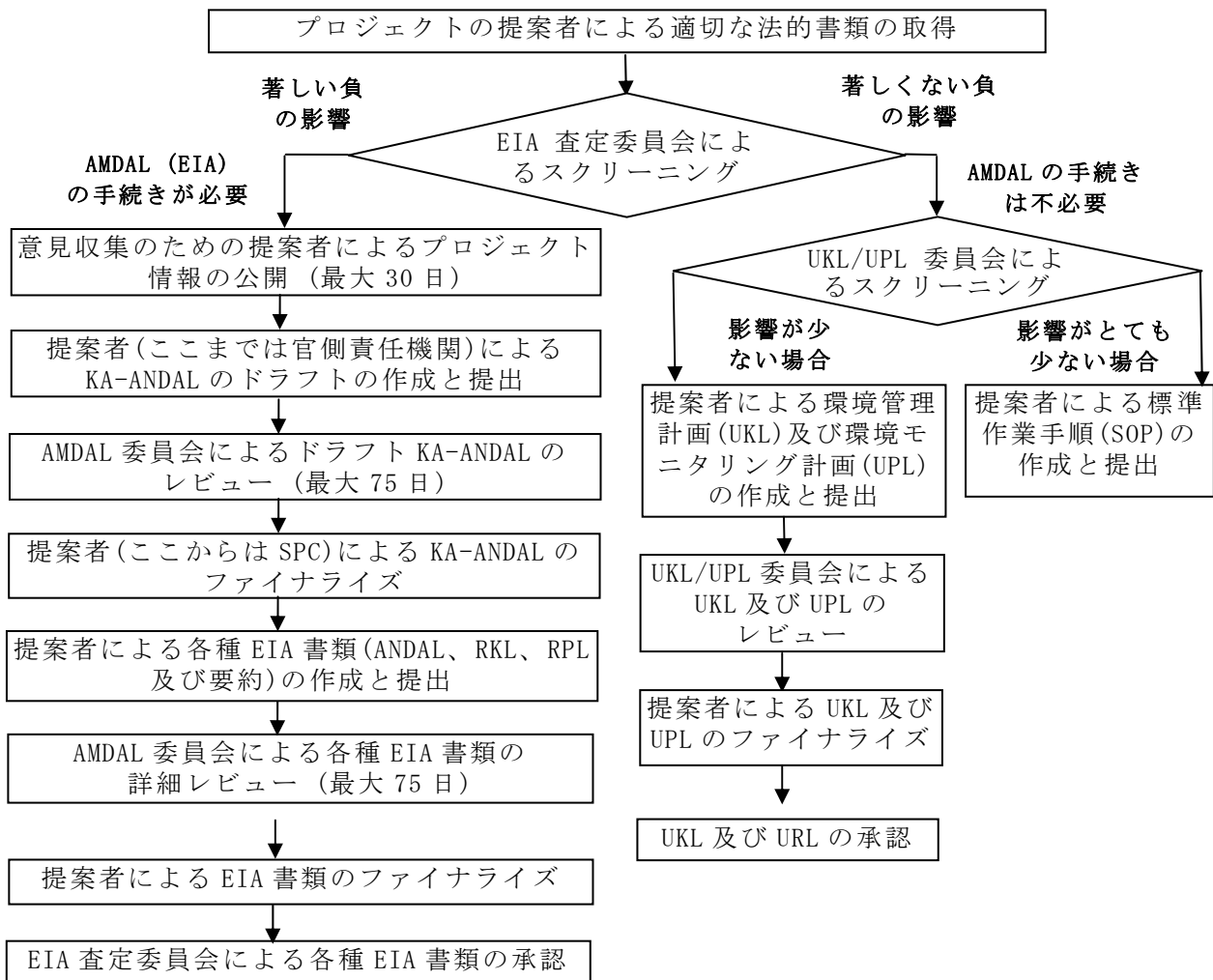


図 14.3.1 「イ」国における環境評価手続きの流れ

EIA を実施する必要があるビジネスおよび活動の内容について規定している環境省法規 No.11/2006 のポイント H の第 13 項によれば、10km 以上の送水管を敷設するプロジェクトは AMDAL(EIA)が必要である。提案する再生水供給事業では、10km 以上の送水管を敷設するため、EIA を実施する必要がある。

図 14.3.1 に示されているように、プロジェクトが AMDAL の手続きを踏む必要があると判断された場合には、まず提案者は意見収集のためメディアを通してプロジェクトの内容を公開する必要がある (最大 30 日)。次に、集められた意見に基づいて KA-ANDAL として

知られている EIA 調査の TOR/業務計画書のドラフトを作成し、AMDAL 委員会に提出する必要がある。提案者は、ドラフト KA-ANDAL を作成するため、予めプロジェクトの環境スコーピングを行い、予期されるプロジェクトの影響を特定する必要がある。このドラフト KA-ANDAL には、環境管理庁 (BAPEDAL) 長官令 No.8/2000 に基づき、コミュニティーレベルの住民参加や新聞等のメディアによる住民への広報を通じて、プロジェクトのソーシャライゼーションを行うための方法について記述することが求められている。AMDAL の手続きにおける EIA 調査や住民との協議は、「イ」国の EIA コンサルタント協会により認定された少なくとも 3 名のコンサルタントにより実施される必要がある。

プロジェクトの提案者に提言を与えるために行われる AMDAL 委員会によるドラフト KA-ANDAL のレビューは、最大 75 日かかる。次に、提案者は、この AMDAL 委員会による提言に基づき KA-ANDAL をファイナライズしなければならない。さらに、提案者は EIA 関連の書類を作成して AMDAL 委員会に提出する必要がある。提出する必要がある EIA 関連の書類には、ANDAL として知られている EIA 報告書の本編の他に、RKL と呼ばれている環境管理計画書、RPL と呼ばれている環境モニタリング計画書及び EIA 全体の要約が含まれる。AMDAL 委員会は 75 日以内に、提出された EIA 関連書類の詳細なレビューを行うことになっている。

AMDAL 委員会から EIA 関連書類についての提言を受けた後、EIA 査定委員会の長からプロジェクトの工事許可を得るためには、AMDAL 委員会からの提言に基づいて EIA 関連書類の改善やステークホルダーとの更なる協議等を行う必要がある。EIA 査定委員会は、改善後提出された EIA 関連書類を承認する、もしくは深刻な問題について更なる調査や住民との協議を要求することができる。また、EIA 査定委員会は、提案されたプロジェクトの負の影響が受け入れられないレベルである場合には、提案されたプロジェクトを否認することができる。その場合、提案者はプロジェクトの提案内容を見直す、もしくはプロジェクトの実施を断念する必要がある。プロジェクトの実施に関わる最終決定には、国レベルでは環境省、州レベルでは知事、そして地区／市レベルでは地区長／市長 (Bupati/Walikota) の合意も必要である。

図 14.3.1 に示すように、EIA 査定委員会により、提案されたプロジェクトがフルスケールの EIA である ADMAL の手続きを必要としないが、多少発生する負の影響の緩和などが必要であると判断された場合には、提案されたプロジェクトは、より簡素化された UKL/UPL と呼ばれる手続きを踏むことになる。UKL/UPL の手続きでは、プロジェクトの提案者は、環境管理計画 (UKL) と 環境モニタリング計画 (UPL) を UKL/UPL 委員会に提出する必要がある。UKL/UPL 委員会は、提出された環境管理計画と環境モニタリング計画をレビューすると同時に、プロジェクトの環境面について再確認するために現地調査を行う。ただし、予期されるプロジェクトの負の影響がとても低い、もしくは無いと判断される場合には、標準作業手順書(SOP)の提出のみが必要となる。

### 14.3.2 PPP プロジェクトで求められているパブリック・コンサルテーション

2010年にBAPPENASが発行したPPPプロジェクトのガイドラインによれば、各PPPプロジェクトは次の4つの段階からなる。

1. 計画段階
2. PreFS 段階
3. 契約段階
4. 実施段階

このBAPPENASのガイドラインによれば、PPPプロジェクトに責任を持つ官側責任機関(この再生水供給事業の場合には、DINAS PU/バリ州政府を想定)は、PPPプロジェクトの計画、PreFS および契約の段階でパブリック・コンサルテーションを実施しなければならない(この報告書では、BAPPENAS のガイドラインが官側責任機関に求めている住民との対話をパブリック・コンサルテーションと呼び、EIA の実施の中で民間会社が行うべき住民との対話をソーシャライゼーションと呼んでいる)。計画段階でのパブリック・コンサルテーションは、プロジェクトによる便益や影響について公衆が抱く懸念等の意見を収集するのが目的である。PreFS 段階でのパブリック・コンサルテーションは、環境や社会に関連する既存法制度に提案されたPPPプロジェクトが準拠していることの確認や、プロジェクトの各オプションの長所や実現可能性に関する情報収集を目的とする。契約段階で行うパブリック・コンサルテーションは、ステークホルダー、投資家及び融資機関からの反応を見るために行う。実施段階では、民間会社(この再生水供給事業の場合には SPC) が EIA を実施する必要があり、その中でソーシャライゼーションを行う必要がある。

このガイドラインには、PPP プロジェクトに責任を持つ官側責任機関が、プロジェクトの計画、PreFS、契約手続き、およびプロジェクト実施の監理等に、独立したコンサルタントを雇用できるとも書かれている。そのため、独立したコンサルタントが、計画、PreFS および契約の段階でパブリック・コンサルテーションを行う可能性もあると考えられる。

### 14.3.3 EIA 関連業務における官側責任機関と民間会社の役割分担

図 14.3.1 に示す AMDAL の手続きでは、PPP プロジェクトの場合にはプロジェクトの提案者が PPP 契約の調印を境に、官側責任機関から民間会社に移行すると考えられる。

PPP プロジェクトのガイドラインによれば、この再生水供給事業に責任を持つ官側責任機関(DINAS PU/バリ州政府を想定)は、PreFS 段階の終わりに、PreFS の報告書を Infrastructure Assurance Business Enterprise (BUPI)に提出する必要がある。この PreFS の報告書には、IEE を含む環境・社会調査の結果や土地取得を行う機関等の内容を含む必要がある。また、KA-ANDAL のドラフトは、IEE の結果を基に作成される必要がある。また、官側責任機関は、PreFS 段階においてプロジェクト活動計画の環境管理事務所(この再生水供給事業の場

合は BALH)への提出から、ドラフト KA-ANDAL の作成及び提出までの責任を持つ。プロジェクト活動計画は、付属資料 9 (MM 記載の”Detailed Project Activity Plan”)を基に作成することができる。この準備調査では、IEE の結果を基に、付属資料 11 に示す EIA のための TOR の草案を作成した。官側責任機関はこの TOR の草案を基に、KA-ANDAL のドラフトをインドネシア語で作成し、BALH に提出する必要がある。

実施段階では、官側責任機関は、EIA の実施を監理するユニットを組織し、工事が始まるまでの間、民間会社（この再生水供給事業の場合は SPC）が責任を持つ KA-ANDAL のファイナライズや EIA の実施をモニターしなければならない。

また、SPC は工事を始める前に、ファイナライズした KA-ANDAL 及び各種 EIA 書類と EIA 実施の結果取得した環境ライセンスを官側責任機関に提出しなければならない。

#### 14.4 初期環境調査の概要

提案した再生水供給事業についての初期環境調査(IEE)の詳細な結果を、付属資料 10(MM 記載の”Environmental Effect Study Report”)に示した。この付属資料は、2011 年 12 月に「イ」国政府と JICA の間で交わされた MM に基づいて作成した。この節は、IEE の結果の概要であり、予測される悪影響の内、特に影響が強い（中程度）と思われるものに焦点を当てている。14.4.1 には、再生水プロジェクトの計画策定の早い段階で行った戦略的環境社会配慮の内容を記述した。14.4.2 には環境社会配慮に関連する 5 種類の代替案比較検討について説明する。14.4.3 には、包括的な環境スコーピングの結果の概要を示す。14.4.4 には、特定した中規模の悪影響の評価およびそれらの緩和策の検討を示す。14.4.5 に必要な環境モニタリングの内容について示す。また、14.4.6 には、関連する現地政府機関と行ったワークショップおよびステークホルダー協議の結果を示す。

##### 14.4.1 戦略的環境影響評価

本準備調査では、プロジェクトの形成段階から戦略的に環境社会配慮を行った。

まず、住民が下水の再生水を飲料水として誤用することを避けるため、調査の開始段階から一般住民を再生水供給対象から外した。再生水の需要調査では、ホテル、ゴルフ場、空港、港湾施設、ショッピングモール等を調査対象とし、それらの施設に再生水を供給する場合に環境面および社会面で問題を起こす可能性がないかについても検討した。ブノア港の港湾施設については、水需要の大部分が魚の加工のための洗浄水と寄港する船内で飲料・料理用も含め多目的に使用する水であることが分かったため、下水の再生水の用途としてはふさわしくないと考え、再生水供給対象から外した。

また、飲料水の供給対象とするホテルが多く建つ地域の選択についても戦略的に行った。レギャン地区およびクタ地区にあるホテルに対して再生水を供給する場合には、既存道路

が狭く既に交通渋滞が深刻なため、配水管敷設時に交通渋滞をさらに悪化させる可能性が高いと考えた。クタ地区では日本の有償資金協力による下水管の敷設が、住民からの反対等により延期されるといったトラブルも過去に起きている。また、給水タンク車による再生水の供給を行う場合には、頻繁な給水タンク車の行き来により恒常的に交通渋滞を発生させる可能性がある。レギャン地区およびクタ地区は、ホテルが散在しており、また大型のホテルが少ないため、まとまった再生水の需要が見込めなかった。それに加え、このような交通に与える悪影響も考慮した結果、これらの地区のホテルについては再生水の供給対象から外した。

#### 14.4.2 環境社会配慮のための代替案比較検討

この準備調査では、環境社会配慮に関連する代替案比較検討を以下の5項目について行った。

- (1) 再生水の用途（トイレの洗浄水としてのみの場合（ケース1）、もしくは入浴、シャワー等の使用を含む場合（ケース2））
- (2) 再生水の供給方法（管路による場合もしくは給水タンク車による場合）
- (3) ヌサドゥアへの送水管のルート（既存主要幹線道路沿い、新しく建設される道路橋沿い、もしくはマングローブ林を横断する場合）
- (4) デンパサル下水処理場周辺の工事用アクセス道路のルート（4通りのルート）
- (5) ゼロ代替案との比較

それぞれの代替案比較検討の内容は、付属資料10の10.bに記述している。これらの代替案比較検討の結果、入浴やシャワー等にも使用できる水質の再生水を既存幹線道路沿に敷設する送水管によりヌサドゥア、サワンガン及びブノアのホテルに供給する施設計画が策定された。

#### 14.4.3 包括的な環境スコーピング

下水処理水を利用した再生水の供給は、比較的新しいテーマである。また、再生水供給事業では、実現すれば世界初となる再生水のシャワー、入浴等への利用を目標としている。そのため、このプロジェクトでは、付属資料10の10.cの表に示す包括的な環境スコーピング・マトリックを用いることで、できるだけ抜けの無い、詳細な環境スコーピングを行うようにした。以下は、付属資料10の10.c（包括的環境スコーピング）の要約であり、特定した中程度の悪影響、マイナーな悪影響およびポジティブな影響について短く記述している。

工事前の段階では、再生水処理施設の建設予定地における土地取得および再生水の利用に対する文化的な許容について、幾つかの困難に直面する可能性がある。14.4.4の(1)と(3)に、これらの懸念事項についての影響評価と緩和策の検討についてまとめている。一方、このプロジェクトは、工事前の段階において、南バリにおける代替水源の検討、エコに対



する意識の向上、EIA 等に係る現地調査員の雇用機会の創出といったポジティブな影響がある。

工事段階では、様々な小規模な悪影響が出るが、送配水管の敷設による交通状況の悪化だけが比較的規模の大きな悪影響であると考えられる。小規模な悪影響には、建設機械やトラックによる騒音、振動および大気汚染、再生水処理施設建設予定地におけるマングローブ林の伐採および整地による水象、地形、生態系および土地利用への影響、およびバリ島への建設作業員の流入による治安等への悪影響が考えられる。14.4.4 の(2)では、特定された中程度の悪影響である管路敷設の交通への影響の評価と緩和策の検討を行っている。一方、このプロジェクトは、特に建設段階で地元住民の建設作業員としての雇用機会や収入を増加させるといったポジティブな影響を持っている。

再生水施設の運転段階では、対象となるホテルの宿泊客から、彼らが再生水に対して持つ悪いイメージや健康及び美容面での不安から苦情が出る可能性がある。14.4.4 の(4)では、この悪影響の評価および緩和策の検討について説明している。また、運転段階では、設置する機械による大気汚染や振動及び騒音の発生、再生水処理施設から返送される逆洗水の下処理プロセスへの影響、及び対象となるホテルでの関連設備の維持管理費や再生水料金の負担などの比較的マイナーな悪影響が発生する可能性がある。一方、このプロジェクトは、施設の運転段階で、ホテルにおける地下水の取水量の削減、上水道プロジェクトによる河川水の取水量の削減、デンパサール下水処理場からの排水の水量の減少と水質の改善、エコ意識の向上、及びオペレーター等の雇用機会の増加などのポジティブな影響もある。

また、再生水供給施設の運転期間終了後には、幾つかのマイナーな悪影響が発生する可能性がある。これらの影響には、デンパサール下水処理場からの排水量の増加、オペレーター等の雇用機会の喪失、施設および資材が置き去りにされた場合の治安や衛生環境の悪化が含まれる。

#### 14.4.4 特定した中規模の悪影響の評価と緩和策の検討

この準備調査で行った IEE では、時間的な制限から環境スコーピング（14.4.3 及び付属資料 10 の 10.c で説明）で特定・簡易評価した悪影響の内、マイナーな悪影響については、より詳しい影響評価と緩和策の検討を別途行っていない。付属資料 10 の 10.d の【1】から【4】に、特定された 4 つの中程度の悪影響の評価及び緩和策の検討について記述している。以下の(1)から(4)では、それらの要点を説明する。

EIA においては、マイナーな影響についてもより詳細な評価と緩和策の検討を行う必要がある。また、EIA では、この IEE で行った 4 つの中程度の悪影響の評価と緩和策の検討についてもレビューする必要がある。

## (1) 再生水処理施設建設予定地の土地取得について

再生水処理施設の建設予定地は、Ngurah Rai Mangrove Forest Area の端に位置している。この予定地はマングローブ林であり、住居は存在せず、また絶滅危惧種、稀少種及び経済的に価値が高い種の生息地も含まれていない。

Ngurah Rai Mangrove Forest Area の土地利用の許可は「イ」国の林業省(Ministry of Forestry)によってコントロールされているが、マングローブ林の管理については、バリ州政府の森林管理機関(Forestry Agency)が2007年に作成したNgurah Rai Mangrove Forest Areaの管理計画書に基づいて行っている。この管理計画書によれば、再生水処理施設の建設予定地となっているマングローブ林は、Intensive Use Block と呼ばれる研究、教育およびエコツーリズムのためなら利用が認められている区域の一部である。この Intensive Use Block では、これまでに、デンパサール下水処理場、Estuary ダム及び Pesanggaran ごみ埋め立て地などの研究、教育およびエコツーリズム以外の目的の公共施設についても建設されているため、再生水処理施設の建設も可能であると考えられる。

この再生水供給プロジェクトの官側責任機関（DINAS PU/バリ州政府を想定）は、バリ州の森林管理機関と連携し、再生水処理施設のために必要となる1ヘクタールの土地の利用許可を林業省に申請する必要がある。林業省の制度（No.P.18/Menhut-II/2011）によれば、再生水処理施設のための土地利用は商業目的のため、バリ州政府はその2倍の面積である2ヘクタールを補償地（Compensation land）として林業省に渡す必要がある。この補償地として他のマングローブ林を林業省に提供し、林業省によって新たな保護対象として認識されれば、再生水処理施設の建設によって引き起こされるマングローブ林への悪影響に対する緩和策の一つとなる。

## (2) 送配水管の敷設による交通へ悪影響について

本準備調査では、再生水用の送水管を既存の幹線道路(ングラライバイパス道路)沿いに敷設することを基本案として提案している。また、ヌサドゥアの既存配水池からブノアおよびサワンガンに繋がる既存道路に新規の配水本管を敷設することを提案した。送水管敷設ルート上の数カ所および配水管敷設ルートの一部（ブノアへの入口付近）では、既に通勤時間帯に深刻な渋滞が発生している。そのため、できるだけ、これらの送配水管の敷設により交通渋滞を深刻化させることがないように、十分に注意する必要がある。

検討した交通渋滞の深刻化を防ぐための緩和策には、1) 夜間の管路敷設、2) 推進工法による管路敷設、3) 管路敷設工事現場による交通整理、4) 管路敷設場所周辺の住民への早期通知を含む住民への説明等が含まれる。また必要な場合には、送水管ルートの変更についても検討する必要がある。送水管敷設の他の代替ルートについては、付属資料 10 の 10.b の(3)に説明している。

### (3) 再生水利用に対する文化的な許容について

再生水のシャワー等への利用に対する文化的な許容度については、これまで再生水の需要調査、再生水処理の実証施設の開所式におけるアンケート調査、ステークホルダー協議、およびバリ島観光促進協議会 (Bali Tourist Board)へのインタビュー等を通してある程度確認することができた。しかし、再生水のシャワー、入浴、プールへの利用に対しては、多くの肯定的な反応が得られたものの、さらなる調査を行うことで、対象となるホテル及び宿泊客が持つそれらの再生水利用についての文化的な許容度を確認する必要がある。ホテルにおける再生水の利用に対して文化的な理解が得られずに、苦情や風評被害が発生することを防ぐため、以下の緩和策について検討した。

- 1) SPC の Web ページにおける毎日及び毎月の水質試験結果の情報公開
- 2) EIA 中、工事中および施設運転中のソーシャリゼーションの実施
- 3) 臭気、色度、濁度等の感覚的な水質項目については飲料水基準よりも良い再生水の供給
- 4) PPP 契約の調印前に対象ホテルでの再生水の需要を確認
- 5) 再生水の需要の確認前及びサービス開始後のプロモーションの実施 (再生水処理の実証施設もしくは新しい再生水処理施設への見学ツアー、エコ認定書の発行、ポスターやシールを用いたエコ宣伝など)

### (4) 再生水利用の潜在的な健康リスク について

再生水の潜在的な健康リスクについては、本報告書の 15.3 で説明している。残念ながら本準備調査期間中には、提案した再生水処理プロセスにより、確実に「イ」国のプール及び公衆浴場の水質基準を満たすことができるかは確認できていない。再生水のリスク (使用者のミスだけでなく、配管の誤接続による誤飲のリスク等も含む) と既存の水質基準を遵守できるかについては、EIA の中で再評価する必要がある。以下に検討した再生水の健康リスクを低減するための緩和策を示す。

- 1) 再生水処理施設内もしくはデンパサル下水処理場内の水質試験設備を用いた毎日の水質試験と外部機関による毎月の水質試験の実施
- 2) ホテルにおける残留塩素濃度を適切にするように塩素注入を管理
- 3) 魚 (観賞用の水槽) を用いたリスク管理
- 4) 運転維持管理スタッフに対する適切な水質管理についてのトレーニング
- 5) 水質管理における BLUPAL、SPC および PDAM Badung 間の明確な責任分担
- 6) デンパサル下水処理場の処理水水質の安定化
- 7) 再生水の供給に使用する既存配水管(元灌漑用水用)の内部の洗浄
- 8) 一般家庭及び工場等における排水基準の順守状況の検査と順守の強制
- 9) 対象ホテル内での再生水用配管と上水用配管の誤接続を防ぐためのホテル内配管工事に対する工事監理
- 10) ホテルの宿泊客に対する適切な再生水の使用方法についての通知の徹底

#### 14.4.5 環境モニタリング

ここでは、付属資料 10 (MM 記載の“Environmental Effect Study Report”)の 10.e で説明している環境モニタリングの概要を示す。EIA において SPC は、このプロジェクトの建設段階や施設の運転段階で必要となる様々なモニタリングについて、環境モニタリング計画書にまとめる必要がある。

工事段階では、特に 1) 管路敷設の交通への影響をモニタリングする必要がある。その他に、2) 建設機械等による大気汚染、騒音、振動、 3) 再生水処理施設建設予定地の整地工事が周辺環境に及ぼす影響、および 4) ホテル内での配管工事における誤接続の回避状況等についてもモニタリングを実施する必要があると思われる。

再生水施設の運転段階では、再生水の水質管理のための水質モニタリングが不可欠である。その他に、ホテルの宿泊客への再生水の適切な利用方法の通知状況やホテル及び宿泊客からの再生水供給に対する苦情の発生状況等をモニタリングする必要があると思われる。

付属資料 10 の 10.e では、再生水の水質管理のために行う必要がある水質モニタリングの暫定案について説明している。表 14.4.1 は、水質モニタリングの暫定案の概要を示している。BLUPAL、SPC および PDAM Badung は、安全な再生水の供給のため、下水道利用者から再生水利用者までの間の様々な水質モニタリングポイントにおいて、実施すべき水質試験の内容と責任分担を明確化する必要がある。

この暫定案における下水道利用者の地点でのモニタリングでは、まず有毒物質が排水に入る可能性がある工場等を特定する必要がある。次に、特定された工場の内幾つかを、順番もしくは無作為抽出での選択により、表 14.4.1 に示すように年 4 回行う水質モニタリングの対象とする。再生水の利用者であるホテルでのモニタリングについては、まず再生水供給先となったホテルを地域ごとにグループ化し、各グループから毎月の水質モニタリングの対象を選択するといった方法が考えられる。表 14.4.1 に示しているように、ホテルにおける水質モニタリングの頻度は、各回において対象とするホテルの数を増やすことで、毎月から年 4 回まで減らすことができると考えられる。各ホテルに新たに設置する必要がある再生水用の受水槽では、PDAM が供給している上水と再生水が混ぜられるため、ホテルの客から客室内の蛇口からの水の水質に対して何等かの苦情が出た場合に、その原因を特定できるようにしておく必要がある。そのため、ホテルにおける水質モニタリングでは、再生水だけでなく、PDAM の上水についても水質の確認を行う必要がある。

EIA では、この表に示す水質モニタリングの暫定案を、今後合意される BLUPAL、SPC 及び PDAM Badung の間の水質管理についての明確な責任分担に基づいて、見直す必要がある。この水質管理における責任分担は、PPP 契約の中で合意される必要がある。

**表 14.4.1 暫定的な水質モニタリング計画の提案**

責任がある組織	BLUPAL			SPC			PDAM Badung	
	モニタリング地点	下水に接続している工場等	デンパサール下水処理場の流入部	下水処理場の流出部 / 再生水処理施設の流入部	再生水処理施設の流出部	ヌサドゥアの既存配水池	ヌサドゥア、サワンガン、ブノアのホテル	
対象とする水	産業排水	下水の原水	下水処理水	再生水	再生水	再生水	上水	
目的	有毒物質の混入を避けるため	下水処理プロセスを適切に管理するため	下水処理水の放流基準の順守の確認及び下水処理水の水質改善・安定化のため	再生水の水質が順守すべき水質基準を満たしているか確認するため	送水管内で再生水の汚染が起きていないことを確認するため	再生水と PDAM の上水をホテルで混合する前に、それぞれの水質を確認するため		
水質試験施設	外部	内部	外部	内部	外部	外部	外部	
頻度	年 4 回	毎日	毎月	毎日	毎月	年 2 回	毎月から年 4 回	
水質試験項目	業種ごとの排出基準による <sup>*1</sup>	5 項目程度 <sup>*2</sup>	25 項目程度 <sup>*3</sup>	8 項目程度 <sup>*4</sup>	14 項目程度 <sup>*5</sup>	31 項目程度 <sup>*6</sup>		

注

\*1: バリ州の環境・排出基準 (No. 8/2007) には、繊維業、金属被覆業、清涼飲料水業および病院の活動に対する排水基準が定められている。

\*2: 5 項目程度の水質項目としては、BOD、TSS、DO、水温及び pH などが想定される。

\*3: 25 項目程度の水質項目としては、下水処理場の放流基準に含まれている水質項目が想定される。

\*4: 8 項目程度の水質項目としては、臭気、透明度、色度、油分、濁度、BOD、pH 及び塩素等が想定される。

\*5: 14 項目程度の水質項目としては、付属資料 10 の表 10.e.2 に示す 6 物理項目、6 化学項目および 2 微生物項目を想定している。

\*6: 31 項目程度の水質項目としては、付属資料 10 の表 10.e.2 に示す 7 物理項目、22 化学項目および 2 微生物項目を想定している。

また EIA では、再生水の水質管理のための水質モニタリングだけでなく、管路敷設工事他の交通状況等の他の環境項目についてもモニタリング計画を作成する必要がある。

#### 14.4.6 ワークショップ及びステークホルダー協議の結果

ここでは、付属資料 10 の 10.f に示すパブリック・コンサルテーションの結果の概要を示す。

BAPPENAS が 2010 年の 6 月に発行した PPP プロジェクトについてのガイドラインに従い、バリ州政府の DINAS PU と BLUPAL は、2011 年 9 月 27 日にデンパサールでステークホルダー協議を開催した。JICA 調査団は、JICA の環境社会配慮ガイドラインに基づき、このステークホルダー協議の実施を支援した。

このステークホルダー協議のために行った関係者分析及びカウンターパートとの打ち合わせに基づき、少数のジャカルタ在住の関係者を含めた約 100 名のステークホルダーをステークホルダー協議に招待した。その結果、70 名のステークホルダーが様々な組織・地域から参加した。また、同日の午後には、ステークホルダー協議への参加者を対象に、デンパサール下水処理場内にメタウォーター(株)が建設した再生水処理実証施設への見学ツアーを実施した。

付属資料 10 の表 10.f.4 (5 ページ分) には、ステークホルダー協議への参加者から書面および口頭により集められた多くの提言、コメント及び質問と、それらに対する調査団の回答がまとめられている。また、付属資料 10 の表 10.f.5 (2 ページ分)には、この準備調査中繰り返し行った「イ」国およびバリ州の政府関係者とのワークショップにおいて、彼らから出た重要な提言、コメント及び質問と、それらに対する調査団の回答を別途まとめている。

ステークホルダー協議及び見学ツアー共に、円滑に実施されたが、ホテルや観光客との関連性が強い幾つかのステークホルダーがステークホルダー協議を欠席するといった問題があった。そこで、2011 年 10 月 7 日に、ステークホルダー協議を欠席したバリ島観光促進協議会に対して、プロジェクトの説明及びインタビューを別途実施した。このインタビューの結果は、付属資料 10 の表 10.f.6 にまとめられている。

これらのステークホルダー協議、ワークショップ及びインタビューの結果は、提案する再生水供給事業の計画および施設設計に反映された。また、これらの結果は、プロジェクトの実施のため、この準備調査後に行う必要があるプロモーション、パブリック・コンサルテーション、ソーシャライゼーション等において利用することができる。

## 14.5 EIA のための TOR 草案の作成

付属資料 11 に、調査団が作成した EIA のための TOR の草案を示す。このプロジェクトの官側責任機関 (DINAS PU/バリ州政府を想定) は、この TOR の草案をレビュー、翻訳及び編集することで KA-ANDAL (EIA の TOR/業務計画書) のドラフトを作成し、バリ州政府の環境管理事務所に提出する必要がある。KA-ANDAL のドラフトは、環境省の EIA の内容についてのガイドライン(No.8/2006)に基づいて作成しなければならない。また、図 14.3.1 に示したように、KA-ANDAL は、AMDAL 委員会によるレビューの結果に基づいて、PPP 契約後に SPC がファイナライズする必要がある。

以下に EIA の実施のため官側責任機関および SPC が雇用する環境コンサルタントの業務の大まかな流れを示す。

- 1) メディアによるプロジェクト情報の公開と意見収集
- 2) KA-ANDAL のドラフトの作成
- 3) KA-ANDAL のファイナライズ
- 4) 情報収集と現場調査
- 5) レビュー、評価、計画
- 6) ソーシャリゼーション、
- 7) EIA 書類のドラフトの作成
- 8) EIA 書類のファイナライズ
- 9) プロジェクトの実施に必要な環境ライセンスの取得

また、5) のレビュー、評価、計画策定には以下の業務が含まれる。

- a) 既に確認された再生水の需要のレビュー
- b) 水質基準等の法制度の順守についてのレビュー
- c) IEE で実施した環境スコーピングのレビュー、
- d) IEE で実施した代替案比較検討のレビュー
- e) 特定された全ての負の影響の評価
- f) 特定された全ての負の影響に対する緩和策の提案
- g) 環境管理計画及び環境モニタリング計画の策定

#### **14.6 JICA の環境チェックリストを用いた再確認**

ここでは、JICA の環境チェックリストを用いて、提案する再生水供給事業のための環境社会配慮の内容を様々な視点から再確認した結果を表 14.6.1 に示す。この表に示されているように、実施した IEE では、環境スコーピングで特定した比較的重要度の高い負の影響についてのみ緩和策の検討を行った。今後実施する EIA では、比較的重要度の高い負の影響に対してだけでなく、全ての負の影響に対して緩和策の検討を行う必要がある。

表 14.6.1 環境チェックリスト (1/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。	(a) N	(a) EIA レポートは、PPP 契約の調印後に、SPC が作成する必要がある、現時点で EIA 報告書の作成が完了している必要はない。ただし、この調査では、IEE レベルの影響評価を行い、付属資料 10 「MM 記載の"Environmental Effect Report"」にその結果をまとめている。また、官側責任機関 (DINAS PU/バリ州政府を想定) は、PPP コントラクト前に、付属資料 11 「EIA のための TOR の草案」を参考に KA-ANDAL のドラフト作成し、バリ州の Environmental Board に提出する必要がある(14.3 節を参照)。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) 2011 年 9 月 27 日にステークホルダー協議を行い、提案する再生水供給事業の概要及び予期される環境への影響等について説明を行った。このステークホルダー協議における質疑および参加者から書面で集めたコメントとそれらへの回答を付属資料 10 の Table 10.d.4 に整理した。 (b) 付属資料 10 の Table 10.d.4 から Table 10.d.6 に整理したステークホルダーの意見の多くをプロジェクトの内容に反映した。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 14.4.2 及び付属資料 10 の 10.b に示すように、再生水の用途等について、環境及び社会面から 5 種類の代替案比較検討を行った。
2 策対染汚	(1)大気質	(a) 消毒用塩素の貯蔵設備、注入設備からの塩素による大気汚染はあるか。 (b) 作業環境における塩素は当該国の労働安全基準等と整合するか。	(a) N (b) -	(a)~(b)については、塩素ガスに比べて安全な次亜塩素酸ナトリウムもしくは次亜塩素酸カルシウムを再生水の滅菌処理に用いる。付属資料 11 に示す EIA の業務範囲に、これらの薬品を用いる場合の影響の評価(「イ」国の労働環境についての基準を満たすかについても含む)及び必要に応じた緩和策の提案を含めている。
	(2)水質	(a) 施設稼働に伴って発生する排水の SS、BOD、COD、pH 等の項目は当該国の排水基準等と整合するか。	(a)N/A	(a)再生水処理施設では、生物処理膜及びセラミック膜の逆洗浄に用いられた廃水をデンパサル下水処理場の入口に返送するため、逆洗水は環境に排出されない。また、逆洗に用いられた水は、一度タンクに貯められた後、少しずつ下水処理場に戻されるため、下水処理への影響は少ないと考えられる。
	(3) 廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)N/A	(a) 提案する再生水処理施設では、逆洗浄に用いられた廃水は、汚泥処理を行わずにデンパサル下水処理場の流入部に返送されるため、汚泥は発生しない。
	(4) 騒音・振動	(a) ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) -	(a)については、EIA で確認する必要があるため、EIA の TOR 案の調査項目に含めた (付属資料 11 を参照)。
	(5) 地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか。	(a) N	(a) この再生水供給事業では、地下水の汲み上げを行わない。また、プロジェクトの効果として再生水の給水先であるホテルにおける地下水汲み上げ量の減少が考えられる。



表 14.6.1 環境チェックリスト (2/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
環境 3 自然 目	(1) 保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) Y	(a) 再生水処理施設の建設予定地は、「イ」国の Ministry of Forestry が土地の利用許可をコントロールしている保護区域の 1 つである Ngurah Rai Mangrove Forest Area の端に位置する。バリ州政府の Forest Agency が 2007 年にこの地域の管理計画を作成しているため、EIA においては再生水供給事業が保護区に与える影響の評価を、この管理計画に基づいて行う必要がある(付属資料 10 の 10.c(1)1)および 10.d【1】を参照)。ただし、この保護区域は、ラムサール条約の指定保全地域や国際環境計画(UNEP)と国際自然保護連合(IUCN)が中心となって作成した保護地域のデータベースには登録されていない(付属資料 10 の 10.a(2)4)を参照)。また、この調査で提案した送水管ルートは、交通量が多いため、EIA においては、マングローブ林を通過する送水管ルートについても代替案として再度検討する必要がある。そのため、送水管の敷設・維持管理がマングローブ林に与える影響についても EIA の中で検討する必要がある(付属資料 10 の 10.c(2)12)及び 10.d【2】を参照)。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等)を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) プロジェクトによる取水(地表水、地下水)が、河川等における生態系に悪影響を及ぼすか。	(a)- (b)N (c)N	(a) 再生水処理施設の建設予定地は、Ngurah Rai Mangrove Forest Area の端に位置する。この場所は、過去に養殖用池として使われていたため、マングローブ林が断片化している。 (b) デンパサル市のマングローブ情報センター及びバリ州の Forestry Agency の職員によれば、Ngurah Rai Mangrove Forest Area は、絶滅危惧種、希少種及び経済的価値の高い種の生息地を含んでいない。 (c) 再生水供給事業の実施により、デンパサル下水処理場からの下水処理水の環境への排出量が減少する。また、安定した再生水処理を行うためには、下水処理水の水質改善が必要であるため、再生水供給事業が実施されることで、デンパサル下水処理場から環境に排出される下水処理水の水質も向上する。そのため、デンパサル下水処理場の放流先である水路と周辺のマングローブ林における生態系にとって良い影響があると考えられる。
	(3)水象	(a) プロジェクトによる取水(地下水、地表水)が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a)N	(a) このプロジェクトでは、デンパサル下水処理場からの処理水だけを利用する。デンパサル下水処理場の放流地点は、マングローブ林内の水路であり、潮の満ち引きにより水位が変動している。そのため、再生水供給事業によって、下水処理水の放流量が減った場合にも、放流先水路の水象は大きく変化しないと考えられる。

表 14.6.1 環境チェックリスト (3/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
環境 社会 4 社	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。	(a)N	(a) 本調査で提案する再生水供給事業の内容では、非自発的住民移転は発生しない。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトにより住民の生活に対し悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、既存の水利用、水域利用に悪影響を及ぼすか。	(a)Y (b)N	(a) 本調査では、交通量が多い幹線道路沿いの送水管の敷設を提案しているが、敷設工事による交通の阻害を最小限にするため、夜間工事等の緩和策の検討を行った（14.4.4【2】及び付属資料10の10.d【2】を参照）。また、再生水の供給対象であるホテルが、再生水の利用により不利益を被らないため、再生水に対するイメージ及び水質管理の面から緩和策の検討を行った（14.4.4【3】と【4】及び付属資料10の10.d【3】と【4】を参照）。その他、再生水処理施設の建設予定地周辺のマングローブ林で周辺住民が蟹の捕獲を行っている形跡があるが、建設予定地に生計が依存している住民は確認されていない。EIAにおいてこの点を再確認する必要がある。 (b) 再生水供給事業では、現在再利用せずにマングローブ林内の水路に放流している下水処理水を利用するため、既存の水利用及び水域利用への悪影響はないと考える。
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。	(a) -	(a) 再生水プロジェクトにおいて必要となる施設の建設予定地は、既存下水処理場内、マングローブ林内、既存道路下、既存配水ポンプ場内および対象ホテル内であり、新たな考古学および歴史的な遺産や史跡等の発掘に悪影響を及ぼすことはないと考えられる。ただし、交通量の増加や大型建設用トラックの通過により、道路に建てられた家族寺やコミュニティー寺における文化および宗教的活動への騒音等の被害がでる可能性があるため、必要な緩和策を検討する必要がある。これについてはEIAで検討する必要があるため、EIAのためのTORの調査項目に含めた（付属資料11を参照）。
	(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) Y	(a) 送水管、配水管および給水管の敷設工事を行う際には、観光客が工事現場を見たり、その横を歩いて通る可能性があるため、工事が周辺の景観を著しく損なわないように注意する必要がある。特に、ホテル周辺における配管工事においては、宿泊客のホテルに対する満足度に悪影響を与える可能性があるため、工事の方法やスケジュールについて十分な配慮が必要である。これについても、EIAにおいて緩和策を提案することとした。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への悪影響はあるか。	(a) N	(a) バリ島東部のトルニャン村やトゥガナン村、北部のスビラン村にはバリ島の先住民族であるバリ・アガが暮らしているが、本再生水供給事業はバリ南部のホテルを給水対象にしているため先住民族への影響はない。

表 14.6.1 環境チェックリスト (4/4)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
4 環境 社会	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)- (b)- (c)- (d)-	(a)～(d)については、EIA で確認する必要があるため、EIA の TOR 案の調査項目に含めた（付属資料 11 を参照）。
		(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)- (b)Y (c)Y
5 その他	(2)モニタリング		(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)- (c)- (d)-

---

## 第 15 章

### 事業の評価

## 第 15 章 事業の評価

### 15.1 運用・効果指標の設定

#### 15.1.1 検討方法

提案事業計画のアプレイザル調書等における運用・効果指標については、JICA（当時 JBIC のプロジェクト開発部開発セクター部）が 2002 年 10 月に改訂した「運用・効果指標リファレンス（第 2 版）」がある。

「運用・効果指標リファレンス（第 2 版）」では、運用、効果の指標を、以下のように定義している。

運用指標：施設の活用・機能発揮状況、運営・維持管理状況を把握するための指標

効果指標：事業目的や事業計画における効果を明確化し、達成度を把握するための指標

さらに、指標を基本指標と補助指標に分けている。基本指標は一般的に必要性があるもので、かつデータ収集が可能と思われるもの、補助指標は案件の特性、コンポーネントにより必要となることが想定されるものや、必要性はあるがデータ収集が困難なものと定義されている。

本再生水事業の運用・効果指標の設定を行うため、リファレンスの「15. 上水道 運用・効果指標（案）」（以後、リファレンス上水道指標(案)と記す）を参考にし、運用・効果指標の選定、およびそれらの基本指標および補助指標の区分けを、以下に示すように行った。

#### 15.1.2 運用指標の検討

##### (1) 運用指標の選定

リファレンス 上水道指標(案)では、運用指標（案）として以下の指標が示されている。

基本指標：給水人口、給水量、施設利用率、無収率、有収率

補助指標：漏水率、取水量、水質

本再生水バルク供給事業について、これらの指標（案）の適用性について考察する。

本再生水事業は、リゾートホテルを対象とした再生水供給事業であり、一般家庭への供給は想定していない。このため、給水人口については、再生水をホテルへ供給することで同量の上水が一般住民に配水されるとの仮定から、その水量に相当する給水人口を給水人口当量として算定する。ただし、給水人口当量は、再生水事業の運営よりは、むしろ効果を

現す指標として取り扱う方が妥当と考えられる。

特別目的会社（SPC）が再生水のバルク供給を行う本事業では、給水量は再生水供給（送水）量である。この水量は、施設の活用・機能発揮状況、運営・維持管理状況を把握するための運営指標であると考えられる。

施設利用率は、バルク供給施設である、再生水処理施設や送水施設といった再生水バルク供給施設の活用状況を知る重要な指標となるため、運用指標とする。

無収率、有収率、漏水率は、施設の運営・維持管理状況を知るための運用指標になるが、送水量で述べた同じ理由で、SPCの運用指標とはならない。配水池以降の配水施設の運用・維持管理状況を知る指標とはなるが、運営は水道公社が実施することを提案しているため、対象外とする。

再生水事業では、下水処理水を原水として利用するため、取水量は下水処理水利用量とする。これは、原水が十分確保されているかどうかを確認する指標であるが、原水が不足した場合には運営上の問題となるため、施設の活用状況、運営状況を把握するための指標であり、運営指標とする。

水質については、原水である下水処理水の水質と再生処理施設から再生水の水質は、それぞれの「イ」国の水質基準に適合していることが必要になる。この適合度は、施設の機能発揮状況、維持管理状況を把握するための指標となり、運営指標とする。

上記の検討から、本再生水事業の運用指標として、下水処理水利用量、再生水供給（送水）量、再生処理施設利用率、水質を選定する。

## (2) 基本指標または補助指標の仕分け

前述の定義を元に区分けした結果をまず示し、その理由を述べる。

基本指標：再生水供給（送水）量、再生処理施設利用率

補助指標：下水処理水利用量、水質

運営指標として一般的に必要性があるものでデータ収集が可能な基本指標として、再生水供給（送水）量と再生処理施設利用率を取り上げる。再生水供給（送水）量は、運営・維持管理の基本数値であり、一方、再生水処理施設や送水施設の利用率（稼働率）は、再生水水量（再生水処理水量、送水量）の計画値に対する実績値から容易に得られ、運営・維持管理効率を知る基本指標となるからである。

下水処理水利用量は、原水の確保を状況を把握するのに有用な指標ではあるが、運用状況

を直接把握できるものではないため補助的な位置付けとする。

水質については、原水の下水処理水と再生水の水質分析を定期的を実施することが必要であるが、水質分析の実施頻度には限界があり、厳密な意味での施設の機能発揮状況や維持管理状況の把握は困難と考え、補助指標と位置付ける。

### 15.1.3 効果指標の検討

リファレンス 上水道指標(案)では、効果指標（案）として以下の指標が示されている。上記と同様に、本再生水バルク供給事業について、これらの効果指標の適用性について考察する。

基本指標：水道普及率

補助指標：一人一日当りの給水量、行政区全体の水道普及率、地盤沈下量、料金収入

#### (1) 効果指標の選定

上記の運営指標の検討から、給水人口当量を効果指標として取り扱うことを提案した。人口で表される水道普及率は、再生水供給事業の場合には、対象地域での給水人口当量を同地域の人口で割った比率で表すことができる。この普及率を水道普及率向上の貢献度と称し、再生水事業の効果を表す指標とする。

本再生水事業は、一般家庭を対象していないため、一人一日当りの給水量を比較しても効果を検証する指標とならない。また、再生水の供給量が増加しても、必ずしも増加するとは限らないため、目標値が設定できないといった問題もある。したがって、効果指標として取り上げないこととする。

本調査対象地域における地下水に関する懸念事項は、地下水の枯渇と塩水化であり、地盤沈下が発生したという情報は得られていない。従って、地盤沈下量を補助指標として取り扱う必要性は低いと考え、効果指標としては採用しない。

官側責任機関であるバリ州政府は、SPC に対し再生水供給（送水）量を固定した契約に基づき料金を支払うことを想定している。このような場合には、再生水バルク供給による料金収入を運営指標にはできないと考えられる。一方、配水については、パドゥン水道公社（PDAM Badung）が対象ホテルへ再生水を供給するが、配水量実績に応じた料金表に基づいて請求・支払いが行われると考えられる。この場合には、配水量に連動する料金収入は、運営指標になると考えられるが、あくまで水道公社の運営指標であるため、本事業の運営指標の対象外とする。

上記の他に、運営指標として採用した再生水供給量は、計画値に対する実績値の割合で示

すと、再生水供給の達成度、つまりプロジェクトの効果指標として取り上げることができると考えられる。

再生水が利用されるホテルでの水使用量全体に対する再生水使用量の割合は、水道公社からの上水供給量および再生水供給、ホテルでの地下水利用量（場合によっては、ホテル内の処理施設や BTDC による自己再生水利用も含む）のデータに基づいて算定可能であり、効果指標として利用可能と考えられる。しかし、この指標も料金収入と同じく、SPC が関わる再生水バルク供給事業の効果指標とはならないため、対象外とする。

上記の検討から、効果指標として、給水人口当量、水道普及率向上の貢献度、再生水供給量の計画値に対する実績値の割合の 3 つの指標を採用する。なお、行政区域全体では、前者 2 指標を採用する。

## (2) 基本指標または補助指標の区分け

給水人口当量は、再生水事業の効果を直接的に示す指標であるが、その算定にはある時点での一般家庭における一人一日当たりの給水量が用いられている。このため補助指標の位置付けが相当と考える。

水道普及率向上の貢献度は、事業効果を間接的に表す指標であることから、補助指標として扱う。

再生水供給量の計画値に対する実績値の割合は、事業の達成度を示す指標であり、容易に算定ができるため、基本指標として扱う。

### 15.1.4 再生水バルク供給事業の運用・効果指標の目標値案

上記の検討を踏まえ、本再生水バルク供給事業の運用および効果指標（案）を表 15.1.1 および表 15.1.2 に示す。



表 15.1.1 本再生水バルク供給事業における運用指標（案）

区分	指標名	指標作成方針・方法	ターゲット（目標値）	目的	備考
事業実施エリア					
基本	再生水供給量（m <sup>3</sup> /日）	日平均送水量実績 ＜毎年ベース＞	ケース1で4,100 m <sup>3</sup> /日 ケース2で8,200 m <sup>3</sup> /日	再生水バルク供給事業の運営状況の基本的把握	基本的効果指標でもある。
	施設利用率（%）	施設利用率（平均水量に対する） ＜毎年ベース＞	100 %		再生水処理施設、送水施設に適用する。
補助	下水処理水利用量（m <sup>3</sup> /日）	日平均利用量実績 ＜毎年ベース＞	再生水供給量＋再生水処理工程でのロス分	原水の確保状況の把握の評価	
補助	水質	原水である下水処理水の水質項目に係る数値 ＜毎年ベース、月ベース、季節ベース等＞	下水処理水の水質基準 目標水質	原水の水質の妥当性と再生水処理運転への影響評価	
		再生水の水質項目に係る数値 ＜毎年ベース、月ベース、季節ベース等＞	各ケースの再生水用途に合った水質基準値の設定	再生水処理施設の維持管理状況の評価	

表 15.1.2 本再生水バルク供給事業における効果指標（案）

区分	指標名	指標作成方針・方法	ターゲット（目標値）	目的	備考
事業実施エリア（現 PT.TB 管轄地域）					
基本	再生水供給量の計画値に対する実績割合	再生水供給量実績値÷再生水供給量計画値（%） <毎年ベース>	100%	計画の達成度の把握	
補助	給水人口当量（人）	給水人口当量	ケース1で約18,400人当量(=3,700/0.201)、 ケース2で約36,800人当量(=7,400/0.201)	再生水事業の一般的効果の発現状況の把握	PT.TB エリア内の一人一日当たり給水量=201 lpcd (2010年)
補助	水道普及率向上の改善度（%）	(再生水供給当量人口) ÷ (区域内人口) ×100	ケース1で約18% (=18,400/102,727)、 ケース2で約36% (=36,800/102,727)	再生水事業の一般的効果の発現状況の把握	PT.TB エリア内の総人口 102,727 人 (2010年)
行政エリアに関連した区域（PDAM バドゥンの南部給水区域）					
補助	給水人口当量（人）	給水人口当量	ケース1で約25,350人当量 (=3,700/0.146)、 ケース2で約50,700人当量(=7,400/0.146)	再生水事業の一般的効果の発現状況の把握	PT.TB を含むバドゥン県の南部地域での一人一日当たり給水量=146 lpcd (2010年)
補助	水道普及率向上の改善度（%）	(給水人口当量) ÷ (行政内人口) ×100	ケース1で約7% (=25,350/384,153) ケース2で約13% (=50,700/384,153)	再生水事業の一般的効果の発現状況の把握	PT.TB を含むバドゥン県の南部地域での人口 384,153 人 (2010年)

## 15.2 事業実施、案件監理上のリスクと対処方法

### 15.2.1 検討概要

下記に挙げた主なリスクをベースに、当該事業に係るリスクを洗い出し、それぞれのリスクへの対応策を検討するとともに、PPP 枠組みの中で、官民でどのようにリスクを分担できるかを検討する。

- 用地確保リスク
- 設計・建設リスク
- 環境リスク
- オフテイクリスク
- 操業・保守リスク
- 水の誤用リスク
- 財務リスク（為替、金利、インフレ）
- 事故・災害リスク
- 法規制変更リスク

### 15.2.2 再生水バルク供給事業におけるリスクと対応策

#### (1) 用地確保リスク

用地確保リスクとは、事業実施計画の通りに、再生水処理施設の建設用地が確保できるかどうかというリスクである。デンパサール下水処理場に隣接した林業省管轄のマングローブ植生地帯の一部が再生水処理施設建設の候補地である。

本再生水バルク供給事業では、候補地の利用許可が PPP 契約前までに林業省から出される必要がある。もし、この用地が事業実施計画より遅れる場合には、PPP 契約の締結が不可能もしくは困難となる。

対応策として、a) 本事業を PPP 案件として、インドネシア政府内での手続き・登録を進め、本事業が計画通り実施できるよう、政府部内での調整を図る、b) 用地確保が遅延した場合には、事業実施開始時期の遅延による事業への影響が最小となるよう努力するとともに、結果として事業採算悪化が避けられない場合は、大統領令に基づき、事業期間（BOT）の延長、あるいは、財務省により損失を補填する等が考えられる。

#### (2) 設計・建設リスク

設計・建設リスクに関わるリスクとして、技術リスク、完工リスク、および関連インフラ

ストラクチャー・ユーティリティ・リスクを取り上げ、そのリスク内容と対応策について検討する。

#### 1) 技術リスク

技術リスクとは、採用する技術が不適切で、当初の計画どおりに事業が稼働しないリスクである。

再生水処理施設については、再生水の用途に合った水質基準の再生水を安定して供給できるかどうかは技術リスクの主要な検討課題となる。特に、ケース2のように直接肌にふれるような再生水利用の場合、水質の安全性を十分確保するための水質管理体制の確立と確実な実施が不可欠である。また、第14章でも指摘したように、誤飲や誤用に対する防止策や緊急時の対応策を策定し、着実に実施することも重要である。今後 PPP 契約において、原水である下水処理水や供給する再生水のそれぞれの水質基準が明確にされ、基準に合った再生水を供給することを明記することが必要である。特に、ケース2については、再生水基準自体の制定が難しい場合も想定され、再生水事業が計画どおりに稼働しないリスクもある。

一方、送水・配水・給水施設の維持管理技術は、既往の技術であり、水道公社とホテルも十分な経験を持っている。したがって、設計、施工を適切に実行することにより、水道公社とホテルが、定期的な点検を実施すれば適切に維持管理できる。ただし、既存の配水管施設に対し必要な補修したり、新たな給水管設備を設置して利用する計画となっているため、ホテルが事業実施計画通りにホテル内の給水施設を補修/改築を実行しないと、いずれのケースの再生水事業も計画どおりに稼働できないリスクがある。

#### 2) 完工リスク

完工リスクとは、建設工事が当初予定した期日内あるいは予算内に完成しなかったり、完成はしても要求能力を満足しないリスクである。建設工事の完工には、機械あるいは物理的完工 (mechanical/physical completion) と一定の操業基準を満たした操業完工 (operational completion) があり、各段階で完工テストを行い、それに合格することで、EPC コントラクターの責務は果たされる。

完工リスクへの対応策としては、以下が考えられる。

- a. 豊富な経験・知見を有する一流の EPC コントラクターを採用すること。
- b. 建設工期遅延リスクの軽減策として、建設契約の契約を date-certain とし、工事完了予定日を固定化する方法がある。
- c. 十分な予備費を確保すること。
- d. 不具合があった場合の保証 (warranty) あるいは損害賠償 (liquidated damages) を確保すること。
- e. 機器の輸送や工事期間中の事故・災害に備え、損害保険を適正にかけること。

以下、a.～c.について述べる。

a.については、EPC コントラクターに、SPC の構成メンバーであるメタウォーター(株)が、JV のパートナーとして加わることにより、再生水処理施設、その他の機械・電気施設の設計・施工を着実に実施することが期待される。その他の施設については、東南アジア諸国で同規模の上水道工事实績のある建設業者を選定することで十分対応できると考えられる。また、EPC コントラクターは建設が完了するまでの間、義務を十分に履行するための財務的な安定性があるかどうかを入札資格審査段階で精査しておく必要がある。

b. については、EPC コントラクターとの契約において、EPC コントラクターが、事前に合意した契約価格 (fixed price) で、一括して請け負った総額 (lump-sum) のもと、建設会社によるコンソーシアムを代表して責任 (single point responsibility) を負う形で、所定の完工日 (date-certain) までに、操業が即かつ完璧に可能 (full turn key) な状態で、設備が SPC に引き渡される内容とすること。

c. については、建設期間中の建設費用の増加、いわゆるコスト・オーバーランについては、その水準を予測して、あらかじめ十分な予算を確保する必要がある。仕様変更や追加コストに対して、初期の建設費用の 5～10%程度の予算を予備費として設定しているケースが多い。今回の建設費積算では、物理的予備費として 10%を見込んでいる。

また、建設期間中のコスト増加リスクの軽減策として、建設契約の形態を fixed price・lump-sum 契約とすれば、EPC コントラクターに対して建設費の固定化を求めることができる。

### 3) 関連インフラストラクチャー、ユーティリティ・リスク

プロジェクトが必要とするインフラストラクチャーやユーティリティが得られないリスクである。本再生水事業が必要とするインフラストラクチャーやユーティリティは、電気、水道、通信、道路等である。これらの関連施設・設備が、再生水事業の施設建設や操業が開始される前に、十分な形で完成しないために発生するリスクである。特に、受電設備、装置の制御に関わる通信設備が適切な時期に提供されないと、完工遅延が発生して、施設が稼働できないというリスクがある。

このリスクを回避するためには、関係機関と連携し、必要な設置申請等の法的な手続きを遅滞なく実施することがまず肝要である。もし、適切な申請をしているにもかかわらず、申請許可が遅れた場合には、SPC に対し金銭的な補償が実施されるように契約を締結することが望ましい。

### (3) 環境リスク

ここでは、本再生水バルク供給事業に対して実施する必要がある環境影響評価 (EIA) の

円滑な実施及び承認を妨げる可能性がある様々なリスクについて考察する。この再生水バルク供給事業（PPP プロジェクト）では、PPP 契約の調印後に、EIA のための調査及び報告書の作成が行われる。EIA の実施及び承認が遅れた場合には、PPP 契約から 25 年間の BOT 契約期間内において、再生水料金を回収できる期間が減少し、財務状況が悪化することになる。このため、EIA に関連するリスクを十分に把握することは環境社会配慮面だけでなく財務面からも重要である。

本準備調査で提案した再生水バルク供給事業の実施計画では、PPP 契約の調印前に、対象となるホテルに対してプロモーションを行った上で、供給する再生水に対する需要を定量的に確認することになっている。ケース 2 の再生水供給の場合には、客室等に供給する再生水と PDAM 上水の混合水の混合比等についてもホテル側の意向を確認する必要があるため、当然、再生水に対するホテル側及び宿泊客の文化的許容度についても再確認が行われることになる。EIA 調査においては、PPP 契約前に確認された再生水の需要及び文化的許容度をレビューすることになるが、万が一、PPP 契約前にこれらの点が十分に確認できていない場合には、EIA 調査の中で確認作業が必要となるため、EIA 調査が長期化したり、場合によっては EIA の承認の妨げとなる可能性がある。特に、ケース 2 の場合には、ホテルや宿泊者等から再生水利用の合意を得るには、多くの時間が必要になることが懸念される。

再生水の用途にあった再生水の水質基準について、ケース 1 の場合には、日本の再生水の水質基準等を元に、「イ」国の再生水基準を策定することは可能と考えられる。一方、ケース 2 の場合には、直接肌に触れる再生水の水質基準の例がないため、「イ」国の既存の水質基準を参考にしながらも、新たな再生水の水質基準を設定する必要がある。本準備調査では、暫定的に「イ」国のプール及び公共浴場用の水質基準、日本の親水利用のための水質基準、および東京都の再生水の水質基準を用いて処理プロセスの検討等を行った。しかし、バリ州の Health Agency 等から Clean Water 用の既存水質基準を適応するべきであるとのコメントも出ているように、ケース 2 の場合の再生水の水質基準の策定は、今後の多くの関係機関での検討・協議が必要となる。

適用する水質基準の確認及び特定された適用水質基準の継続的な順守についての技術的な保証は、PPP 契約の中で行われている必要がある。上記の検討から、ケース 2 の場合には、PPP 契約における適用水質基準の確認及び水質保証の内容が不十分となり、EIA 調査の中で、EIA の承認までに長い期間が必要になったり、場合によっては EIA の承認が得られなくなる可能性もある。

PPP 契約の締結までに、再生水処理施設の予定地の使用許可を「イ」国林業省から得る必要がある。この使用許可についても、万が一、EIA 調査の開始までに得られていない場合には、EIA が長期化したり、場合によっては EIA の承認の妨げとなる可能性がある。

本再生水バルク供給事業の場合、EIA の実施責任が PPP 契約の締結を境に官側責任機関

(DINAS PU/バリ州政府を想定) から SPC に移る。そのため、官側責任機関は PPP 契約締結前に、意見徴収のためプロジェクト情報を一般公開し、集められた意見に基づいて KA-ANDAL (EIA の TOR と業務実施計画書を兼ねる書類) を作成し、バリ州政府の環境管理事務所 (BALH) に提出する必要がある。これらの業務が遅れた場合には、PPP 契約後に SPC が実施する EIA 調査の開始が遅れる可能性がある。そのため、EIA 調査実施のために SPC が雇用する環境コンサルタントに、予め官側責任機関が行うべき KA-ANDAL 作成等の業務の支援をさせる等の対策についても検討する必要がある。

EIA の調査内容に関しては、再生水の誤用リスクの定量的評価ができない場合、適切な水質管理および水質モニタリング体制が確保できない場合、送水管および配水管の敷設に関して周辺住民等の理解が得られない場合、再生水の料金設定について対象ホテルの意向が反映されていない場合等に、EIA が長期化したり、場合によっては EIA の承認が得られない可能性があると考ええる。また、過去にクタ地区における下水管整備の際に起こったように、EIA の承認が得られたとしても、工事中の環境管理や住民への説明が不十分なために工事を中断せざるを得ない状況に追い込まれる可能性がある。そのため、今後も、EIA 調査等において十分にステークホルダー等の理解を得ることが、事業実施が遅延や住民との衝突といった社会環境面のリスクを低減するために重要であると考ええる。

#### (4) オフテイクリスク

PPP 契約に基づき生産された再生水が、SPC の責めによらない事情で、引取が履行されない場合のリスクである。計画通り製造された再生水が、計画通り、水道公社により購入されることが、本プロジェクトのビジネスモデルの根幹であり、事業性に直接影響を与える重大なリスクである。

このリスクの対応策は、a) 契約上、再生水の引取義務 (テイクオアペイ) を明記する、b) 万一、契約条件に反して、引取がなされない場合は、大統領令に基づき、財務大臣承認の上、金銭による補填、あるいは、他の形で補償されること等が考えられる。

このリスクは、次節で説明のとおり、官側責任機関であるバリ州政府が負うことになる。提案した事業では、官側責任機関がバドゥン水道公社 (PDAM Badung) と再生水売買契約を結ぶことになる。また、バドゥン水道公社は、顧客であるホテルと従来の上水売買契約にこの再生水売買契約を追加することになるものと考えられる。

さらに、ホテル側は、ケース 1 の場合、再生水を客室のトイレフラッシュ用水として供給するための新たな再生水専用管 (二重配管となる) の工事実施と費用負担も同意する必要がある。一方、ケース 2 の場合では、再生水を風呂やシャワー用として利用することにホテルが同意し、従業員教育を徹底して実施し、宿泊者には再生水利用への理解と誤用防止策を周知徹底することが必須の条件となると考えられる。

## (5) 操業・保守リスク

操業・保守リスクとして、原水調達リスク、能力不足リスクを取り上げて検討する。なお、操業に必要な燃料となる電力については、上記の関連インフラストラクチャー、ユーティリティ・リスクとして取り上げているので、そちらを参照のこと。

### 1) 原水調達リスク

当初想定した操業に十分な原水（本再生水バルク供給事業では、原料は下水二次処理水）が、質・量ともに安定して十分調達できないリスクである。

このリスクの対応策として、a) バリ州政府機関から、プロジェクト支援体制の確認や保証を取ることで、b) 原水を契約どおり供給できない場合に対応する契約を締結すること。例えば、プット・オア・ペイ（put-or-pay）契約を原水供給者と SPC とで長期に渡り締結すること等が考えられる。

### 2) 能力不足リスク

プロジェクトの操業・保守について、SPC が必要な能力・経験を有しない結果、操業が不可能となったり、操業率が低下するリスクである。特に、ケース 2 の再生水事業の場合には、再生水の水質の安全性を確保するために、細心の水質管理が必要となる。なお、詳細は、誤用リスクにて検討する。

このリスクの対応策として、a) 水質管理体制の確立や運転管理要員への水質管理教育・訓練を徹底すること、b) SPC は、日頃の操業・保守や定期的な大規模定期補修/検収に必要な資金を内部積立金として十分に留保すること、c) 操業中の事故・災害に対する損害保険も適正にかけること等が考えられる。

## (6) 水の誤用リスク

ケース 1 の再生水利用の場合には、再生水は、生産から給水末端まで、上水道施設とは全く別系統で、供給される。このため、上水道施設との誤接の問題が発生しないように対応することが重要である。誤接対策として、送水管、ホテル内の配管工事で適切な工事監理、トレーサ等を使った誤接続防止対策が考えられる。

一方、ケース 2 の再生水供給の場合には、再生水の誤用とは、供給する再生水（厳密には、再生水と PDAM 上水の混合水）を、聖水、直接飲用、沸騰後の飲用（コーヒーや紅茶等への使用を含む）、炊事・調理用、洗口用（歯磨き、うがい等への使用を含む）として使うことを意味している。以下、ケース 2 の再生水利用の場合についての誤用リスクと対応策について考察する。

ホテルの客室内では、通常、無償提供のボトル水が飲料用水として利用されている。本事



業による再生水の供給後には、客室内において、ボトル水を飲用だけでなく、洗口用等にも使用する必要があるため、無償提供のボトル水の増量や大型ボトルを据え付ける給水器（以後ボトル給水器と呼ぶ）の導入についても考慮する必要がある。しかし、このような対策を実施したとしても、各客室内に再生水が給水管により供給されるようになるため、再生水の誤用が発生する可能性は否定できない。

再生水の誤用を防ぐために、ホテルの各客室や共用スペース（プールやロビーのトイレ等）において、ホテルの利用客に再生水の使用方法について掲示板やイラストにより周知徹底することが重要となる。ホテルの利用客は、様々な言語や生活習慣を持つばかりでなく、子供等の比較的自己管理能力が低い客も含まれる。また、ホテルの従業員や業務上の一時的な訪問者についても、再生水を誤用する可能性があるため、十分な対策が必要となる。例えば、客室内の蛇口からの水を据え付けの電気ポットで加熱し、コーヒーや紅茶を入れたりすることは一般的に行われている。カップ麺等のインスタント食品の調理に利用することもあろう。また、洗面所の蛇口からの水を歯磨き等の洗口に利用することもある。これらの対策として、給湯機能付きのボトル給水器を各客室に設置したり、洗面台上にボトル給水器を設置する等の対策も必要になる可能性がある。

一方、供給側としては、下水道利用者からの排水の水質からホテルでの使用時の再生水の水質までを総合的にモニタリングおよび適正化する水質管理体制の確立が必要になる。特に、病原菌に対する水質管理は重要であるため、ホテル内に設置される再生水用受水槽において適切な残留塩素濃度が確保されるように、再生水処理施設での塩素注入量を調整する必要がある。重金属については、再生水の原水である下水には工場からの排水があまり含まれていないことから、その影響は小さいと考えられるが、今後継続的に工場からの排水をモニタリングする必要がある。また、再生水の利用者は、短期的にホテルに滞在する旅行者であるため、短期間の誤用による重金属や難分解性有機物の影響は小さいと考えられる。一方、ホテルの従業員については、誤用がないように再生水やその利用法について周知徹底する必要がある。

上記の再生水の誤用リスクは、利用者の行動による誤用であるが、ホテル内での再生水用（もしくは混合水用）の配管と PDAM 上水専用の配管の誤接続によるリスクもある。この配管の誤接では、再生水の誤用が長期化し、多くの顧客の信頼を喪失するばかりか、誤用した従業員等の健康に対する悪影響が懸念される。この対策として、ホテル内の配管工事の際には徹底した工事監理を行い、トレーサ等を使った誤接続防止対策を実施し、配管の誤接によるリスクを無くすことが重要である。

その他、再生水の誤用が健康にもたらすリスクを定量的に評価する必要がある時への対応として、水質に関するベースラインデータを収集することは今後の課題と考える。つまり、デンパサール（Suwung）下水処理場からの二次処理水に含まれる重金属や難分解性有機物等の濃度を、PPP 契約前には適宜、その後再生水供給期間では定期的に測定することも重要であると考えられる。ホテルでの水利用で、宿泊客の健康に関する問題が発生した（短

期暴露のケース) 場合や給水管の誤接により従業員の健康に関する問題が発生した(長期暴露のケース) 場合には、上記の水質データは健康への影響を検証する際の基礎資料になるものと期待される。

上記のように、誤用のリスクと対応策について検討したが、再生水の健康へのリスクを完全に回避することは難しい。

#### (7) 財務リスク(為替、金利、インフレ)

為替リスクは、為替変動に係るリスクと現地通貨の外貨への換金及び国外への外貨送金に係るリスクに分かれる。

為替変動に係るリスクは、a)借入金を円または他の外貨で金融機関に返済する際と、b)外貨建てで SPC に出資した資本金に関して発生する。

上記 a)は、第 11 章で分析の通り、条件的に最も魅力的な国際協力事業団(JICA)等の二国間または多国間の制度融資から借入れる場合に、円建て等の外貨建てでの返済条件となるため、再生水販売で得たルピア建て事業収入を円等の外貨に交換しなければならない。借入金の返済時の為替レートが、借入時の為替レートと同一ということはない。これが、借入金返済時の為替変動リスクである。また、b)は、外国企業の SPC への出資金(外貨)が、振込後、ルピア建てとなるために発生する為替変動リスクである。

為替リスクは、為替予約によりヘッジ可能だが、上記 a)、b)とも、25 年という長期事業期間中に発生するため、為替予約の引き受け手を市場で探すことは困難である。また、為替変動要因は様々で複雑であり、どこまで余裕を見れば十分かの判断材料がなく、逆に、為替変動による逆ザヤ利益が発生することもあり得る。発生するかどうか、どの程度大きなリスクとなるのか、予測は不可能に近い。一方、本再生水事業は、PPP の枠組みで推進することを前提としており、a)の為替リスクについては、官民でリスクシェアを行うのが妥当と考える。即ち、低金利、長期の融資期間というメリットは、再生水の販売価格への反映を通じて官に対してそのメリットは還元されており、為替リスクを官民で分担することは合理性があると考えられる。

官民での為替変動リスクの分担については、第 11 章、第 11.2.2 節、第(2)-2)項で提案した通り、再生水の価格調整条項に為替変動に伴う価格調整項目を追加し、為替リスク分担については、為替変動率をどの程度まで再生水価格に反映するかを決めることで明確になるので、この方法が実現可能な妥当性のある方法と考える。

b)の為替リスクについては、事業終了に伴う SPC 解散時の資産配分方法と、事業期間中の余剰資金の運用・外貨交換、あるいは、出資者への配当条件により、為替リスクを減らす方法はあるが、これは SPC に出資する企業・事業家の投資に伴うリスクであり、SPC の

株主間での議論に委ねざるを得ない。

現地通貨の外貨への換金及び国外への外貨送金に係るリスクについては、第3章、第3.2.2節、図3.2.4（IIGF 現行の保証構造）で示した通り、通貨の換金・送金不可リスクは、IIGFが「補填する典型的なリスク」に含まれており、本再生水事業がPPP枠組みで実現する場合は、IIGFにより通貨の換金、国外への送金が保証されるものとする。

金利リスクについては、借入金は全額、二国間あるいは多国間の制度融資を考慮しており、長期間固定金利のため、外貨の返済に伴う為替リスクはあるが、金利についてのリスクはない。

インフレリスクについては、電力料金、物価、賃金上昇に伴い運営・維持管理費用が増加するリスクである。第11章の表11.4.2で示したような、電力料金、物価、賃金の上昇を再生水のタリフ料金に反映できる仕組みにすることで、かなりのリスクはヘッジ出来ると考える。

#### (8) 事故・災害リスク（フォース・マジュール・リスク）

天災に代表される不可抗力事態（地震、津波、洪水、落雷、疾病等）がプロジェクトに及ぼすリスクである。

その対応策は、一般的には以下の2点が重要である。

- a. 一流の保険会社による損害保険をかけること。ホスト国の保険会社を求められた場合でも、できる限り外国保険会社の再保険をかけるようにすべきである。なお、保険は、その時の値段で資機材等を調達するのに十分なフル・リプレースメント・バリュー（full replacement value）でかけることが重要である。
- b. バリ州政府および関連機関にリスク・シェアリングしてもらうことである。具体的には、政府に対し、事態が解決するまで事業中断をペナルティなしに認めてもらったり、プロジェクトへの各種サポートをしてもらうことなどが考えられる。

#### (9) 法規制変更リスク

この種のリスクには、法的・許認可変更リスク、収用・接收・国有化リスク、政府・政府機関による契約義務履行違反リスクが考えられる。

##### 1) 法的・許認可変更リスク

インドネシアの法律・規則の改正、通貨の換金制限、送金禁止、一端出した許認可の内容変更・取消しに伴うリスクである。

##### 2) 収用・接收・国有化リスク

インドネシア国政府、バリ州政府および関連機関により、再生水バルク供給事業が国家資産として取り上げられてしまうリスクである。上記のインドネシアの法律・規則の改正、インドネシア政府（中央・地方）の政策変更に伴うリスクである。

### 3) 政府・政府機関による契約義務履行違反リスク

バリ州政府および政府機関が PPP 契約義務の不履行に伴うリスクである。

上記のリスクを SPC が予見することは困難であり、PPP の法的枠組みに従い、インドネシア政府が当該リスクに対して責任を負うべきものであると考える。

したがって、これらのリスクの対応策は、当該リスクの発生により、SPC が損失を被る恐れがある時は、大統領令に従い政府保証により PT PII を通じて損失補填がされることが必要であると考ええる。

## 15.2.3 リスク分担

### (1) 分担の基本的考え方

官民でのリスク分担に関しては、大統領令（No.67/2005）第 16 条に、次の規定があり、この内容に基づき検討する。

「インフラ事業をより効率的、効果的なものとするため、リスクを適切に管理できるものが当該リスクを負うという官民でのリスク分担原則に基づき、リスクを管理しなければならない。」

### (2) リスク分担案

前節で検討した本再生水事業に関わる主要なリスクと対応策、およびリスク分担を以下の表に整理した。なお、表中のリスク分担で、主な責務を担う機関を◎、関連する責務を担う機関を○とした。

**表 15.2.1 再生水事業の主要リスク、対応策および分担**

分類	リスク	対応策	リスク分担		
			政府機関	SPC	PDAM
(1) 用地確保リスク	用地確保リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用申請の適切な手続き実施</li> <li>事業開始遅延で被った事業収入減は、政府保証（PT PII）で補填される。</li> </ul>	◎		

分類	リスク	対応策	リスク分担		
			政府 機関	SP C	PD AM
(2)設計 建設リ スク	技術リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生水基準を遵守でき、過去に稼働実績のある実証済みの技術を採用。</li> </ul>		◎	
	完工リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>EPC コントラクターは、再生水プラント、送水管の建設に豊富な実績がある。</li> <li>建設契約書は、EPC コントラクターが包括的な責任を負う契約形態を実施。</li> </ul>		◎	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>配水池、配水管の補修・新設工事は PDAM バドゥンが担当。</li> </ul>			◎
	関連インフラ・ユーティリティ・リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>送電線の増設は現地電力会社（Indonesian Power）が担当。</li> <li>水道水は PDAM デンパサルが担当。</li> </ul>	◎		
(3)環境 リスク	環境リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生水需要および水質目標の長期的達成可能性についての確認を早急に行った上で、PPP 契約を締結し、円滑に EIA 承認プロセスの実施と環境ライセンスの取得を実行する。</li> <li>再生水の水質基準の遵守。</li> </ul>	○	◎	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>用途にあった再生水の水質基準の制定</li> </ul>	◎		
(4)オフ テイク リスク	オフテイク・リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>契約書でオフテイクリスクを明記する。</li> <li>損失が発生した場合は、政府承認に基づき、金銭による補填、または、他の形で補償される。</li> </ul>	◎		
(5)操業 ・保守リ スク	原水調達リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>合意済みの水質・水量が契約期間中、常に安定して SPC に提供される旨、契約に明記する。</li> </ul>	◎		
	能力不足リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>外国スポンサーの出資により設立された再生水事業経験がある上下水道専門会社が担当する。</li> </ul>		◎	○
(6) 誤 用リ スク	誤用・誤飲リスク（ケース 2 の場合）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ホテルの利用客に再生水が混じった給水の利用方法を掲示板やイラスト等で周知徹底する。</li> <li>客室内での無償提供のボトル水提供、ボトル給水器（給湯機能付きも含む）の導入。</li> </ul>		◎	◎
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ホテル内に設置される再生水受水槽における適切な残留塩素の確保</li> </ul>			◎
		<ul style="list-style-type: none"> <li>下水から再生水までの総合的な水質モニ</li> </ul>		◎	○

分類	リスク	対応策	リスク分担		
			政府 機関	SP C	PD AM
		タリング体制の確立。			
(7)財務 リスク	為替リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>リスクの有無、大きさの予測は困難。万一、発生した場合に、どのようにリスクを3者間でシェアするか取決めておく。</li> </ul>	◎	◎	◎
	インフレ	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生水のタリフ料金調整条項に電力料金、物価、賃金上昇を反映する</li> </ul>	◎	◎	◎
(8)事故 ・災害リ スク	フォース・マ ジュール・リ スク	<ul style="list-style-type: none"> <li>実績かつ信用力のある国際的損害保険会社による再保険を確保する。</li> </ul>		◎	○
(9)法規 制変更 リスク	法的・許認可 変更リスク等	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポリティカル・リスクとして、損失が発生した場合は、政府保証（PT PII）により補填または弁済される。</li> </ul>	◎		

なお、上記の表には記載できなかった内容について、以下に追記する。

まず、完工リスクのうち、ホテル内の給水システム改造工事は、各ホテルが担当が責務を負うことになる。この工事の指導監督は、バリ州政府と PDAM が適任と考え、この完工リスクを担うことを提案する。

つぎに、ケース2の場合、再生水の誤用リスクの対応策として、ホテルの利用客に再生水が混じった給水の利用方法を掲示板やイラスト等で周知徹底したり、客室内での無償提供のボトル水提供、ボトル給水器（給湯機能付きも含む）の導入することを提案している。これらの対応策の責務は、ホテルが担うことになるが、その指導監督は、SPC と PDAM が顧客サービスの一環として実施するのが適切と考え、この再生水誤用リスクを SPC と PDAM が担うことを提案した。

### 15.3 再生水利用の代替案の比較・評価

#### 15.3.1 各ケースの提案事業の概要

表 15.3.1 提案した再生水利用事業の概要

項目	ケース1：従来の再生水利用	ケース2：New Clean Water としての利用
サービス名	再生水バルク供給事業（バドゥン水道公社に対する再生水の供給事業）	再生水バルク供給事業（バドゥン水道公社に対する再生水の供給事業）

項目	ケース 1：従来の再生水利用	ケース 2：New Clean Water としての利用
PPP 事業契約	BOT 方式 25 年(サービス供与期間は 2016 年～38 年を想定)	BOT 方式 25 年(サービス供与期間は 2016 年～38 年を想定)
再生水処理施設	SPC により建設運営される。	SPC により建設運営される。
処理能力	4,500 m <sup>3</sup> /日 (日最大水量)	9,000 m <sup>3</sup> /日 (日最大水量)
処理プロセス	生物ろ過+オゾン処理+凝集処理+精密ろ過(セラミック膜)+塩素添加	生物ろ過+オゾン処理+凝集処理+精密ろ過(セラミック膜)+塩素添加
送水施設	SPC により建設運営される。	SPC により建設運営される。
送水ポンプ施設	計画送水量：4,500 m <sup>3</sup> /日 (日最大水量) 揚水量 3.4 m <sup>3</sup> /分、2 台(内、1 台予備)	計画送水量：9,000 m <sup>3</sup> /日 (日最大水量) 揚水量 3.4m <sup>3</sup> /分、3 台(内、1 台予備)
送水管	口径 300mm、延長約 16km、HDPE 製	口径 400mm、延長約 16km、HDPE 製
原水	デンパサール下水処理場から処理水を無償供与される。	デンパサール下水処理場から処理水を無償供与される。
再生水バルク販売先	バドゥン水道公社	バドゥン水道公社
計画再生水供給量	4,100 m <sup>3</sup> /日 (日平均水量)。内訳は ヌサ・ドゥア地区：2,120 m <sup>3</sup> /日 ブノア地区：1,100 m <sup>3</sup> /日 サワンガン地区：880 m <sup>3</sup> /日	8,200 m <sup>3</sup> /日 (日平均水量)。内訳は ヌサ・ドゥア地区：4,240 m <sup>3</sup> /日 ブノア地区：2,200 m <sup>3</sup> /日 サワンガン地区：1,760 m <sup>3</sup> /日
計画再生水利用量	3,700 m <sup>3</sup> /日 (日平均水量)。内訳は ヌサ・ドゥア地区：1,900 m <sup>3</sup> /日 ブノア地区：1,000 m <sup>3</sup> /日 サワンガン地区：800 m <sup>3</sup> /日	7,400 m <sup>3</sup> /日 (日平均水量)。内訳は ヌサ・ドゥア地区：3,800 m <sup>3</sup> /日 ブノア地区：2,000 m <sup>3</sup> /日 サワンガン地区：1,600 m <sup>3</sup> /日
再生水の用途と最終利用者	トイレフラッシュ用水。 ヌサ・ドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区のホテルに限定して、再生水を供給する。 なお、ホテル内に新たに再生水専用の給水管を設置し、トイレフラッシュを主な用途として供給する。	飲料および炊事以外の用途。 ヌサ・ドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区のホテルに限定して、再生水を供給する。 なお、ホテル内の在来の給水管へ再生水を上水と混合することになる。 計画では、上水と再生水は 1 対 1 で混ぜて供給する。
事業実施スケジュール	資金調達、許認可取得、PPP 契約等の準備期間を 2012 年～13 年、建設工事は 2014 年～15 年で実施し、2016 年に供用開始する。	資金調達、許認可取得、PPP 契約等の準備期間を 2012 年～13 年、建設工事は 2014 年～15 年で実施し、2016 年に供用開始する。

項目	ケース 1：従来の再生水利用	ケース 2：New Clean Water としての利用
建設費	[REDACTED]	[REDACTED]
SPCによる 事業費総額	[REDACTED]	[REDACTED]
維持管理費	[REDACTED]	[REDACTED]
資金調達		
借入金 比率	資本金：借入金=30:70	資本金：借入金=30:70
SPC 出資	[REDACTED]	[REDACTED]
借入金	[REDACTED]	[REDACTED]
借入条件	期間：25年間（据置5年を含む）	期間：25年間（据置5年を含む）
	金利：[REDACTED] なお、据置期間中の金利支払い無し。 当該金利は、借入元本に組み入れる。	金利：[REDACTED] なお、据置期間中の金利支払い無し。 当該金利は、借入元本に組み入れる。
上記事業の 対象外		
配水施設 配水池 配水管	バドゥン水道公社の責任で、既存配水池の補修、既存灌漑用水用配水管の補修、新規配水管の新設を行うこと。	バドゥン水道公社の責任で、既存配水池の補修、既存灌漑用水用配水管の補修、新規配水管の新設を行うこと。
給水施設	ヌサ・ドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区のホテル内の再生水専用管の設置工事をホテルの責任で実施すること。	ヌサ・ドゥア地区、ブノア地区、サワンガン地区のホテル内の給水施設の改良工事をホテルの責任で実施すること。

注) 通貨換算率 (2011年8月) : 1 IDR = 0.00909 JPY を適用。



### 15.3.2 各ケースの比較・評価

#### (1) 評価項目

ふたつのケースについて、以下の項目を比較・評価する。

##### 1) 技術面

再生水供給システムに関連する工事の容易性、維持管理の容易性、水質管理、水質基準、および誤飲等によるリスクについて、比較検討を行う。

##### 2) 財務・経済性

建設費総額、SPCによる再生水バルク供給事業費と維持管理費を比較する。また、SPCによる再生水バルク供給事業計画の財務分析および経済分析結果を比較評価する。

#### (2) 各ケースの比較評価

両ケースを比較した結果を、次表に示す。

**表 15.3.2 代替案の比較と評価**

項目	ケース 1：従来の再生水利用	ケース 2：New Clean Water としての利用
1. 技術面		
1) 工事实施の容易性	ホテル内の各客室まで、フラッシュトイレ用水用の専用給水管を新たに設置する必要があるため、改修工事は難しくなる。 改修工事により、ホテル側は一部休業をしなければならない可能性がある。	各客室への工事は不要であるが、飲料水、炊事用の配管工事は別途必要となる。しかし、工事は箇所数が限定されるためケース 1 に比べて容易である。
2) 維持管理の容易性	従来トイレフラッシュ用水として再生水を供給する事業で蓄積された維持管理の知識と経験を活用することができ、適切な維持管理の実施は比較的容易である。	ケース 1 に比べ、より安全な再生水を供給する必要があることから、送配水施設の維持管理はケース 1 に比べて難しく、今後、より高度なノウハウを蓄積する必要がある。
3) 水質管理	従来トイレフラッシュ用水として再生水を供給する事業で蓄積された水質管理に必要な知識と経験を活用することが可能である。ケース 2 よりも適切な水質管理を実施しやすい。	再生水の安全性を確保するための水質管理体制の確立と確実な実施は必須の条件となる。誤飲や誤用に対する防止策や緊急時対応策を策定し実施することも必要となる。

項目	ケース 1：従来の再生水利用	ケース 2：New Clean Water としての利用
4) 水質基準	日本の用途別再生水の水質基準等を参考に、「イ」国の再生水の水質基準の制定は可能である。	風呂、シャワー等の用途の再生水の水質基準は例がないことから、その水質基準の制定には、関係機関による詳細な検討・議論が必要となり、早期の水質基準は困難と考えられる。
5) 誤飲・誤用によるリスク	管の誤接続がなければ、再生水が上水道に混入することはないと、誤飲・誤用のリスクは低いと考えられる。したがって、管の誤接続の発生を防止し、発生した場合の対応策を策定し実施する必要がある。	このケースでは、誤飲・誤用への防止策の策定と着実な実施が前提となるが、誤飲・誤用を完全に防止することは現実には難しい。
2. 経済・財務面		
2.1 事業費		
1) 建設費		
2) SPC 事業費		
3) SPC 維持管理費		
2.2 事業収支		
1) 再生水販売量	1,495,500 m <sup>3</sup> /年、23 年間	2,993,000 m <sup>3</sup> /年、23 年間
2) 再生水販売価格の価格調整	水道料金値上率、薬品費変動率、電力費変動率、物価上昇率を加味した。	同左。
3) 支出項目に関する特記事項	維持管理費は年平均物価上昇率 5.3% を仮定し、法人税は税率 25%、操業当初 5 年間は免税。	同左。
2.3 財務分析		
1) 財務評価指標	事業の実現性を、つぎの財務評価指標を満足する条件を検討した。 株主内部収益率:Equity IRR 15% 以上 借入金返済能力:DSCR 1.2 以上	同左。
2) 財務分析結果	上記の財務指標の条件を満たすには、下記のいずれかが必要である。 a) 再生水のバルク販売価格を IDR	上記の財務指標がそれぞれ上記の条件を満たすには、再生水のバルク販売価格を IDR12,000/m <sup>3</sup> (2016 年

項 目	ケース 1：従来の再生水利用	ケース 2：New Clean Water としての利用
	19,300/m <sup>3</sup> (2016 年ベース)とする。 b) IDR 12,000//m <sup>3</sup> (2016 年ベース)とし、公的財政支援 (VGF) を建設費総額の 54%受ける。	ベース)とする。
3) 感度分析結果	上記の財務分析結果から、感度解析の対象外とした。	建設コスト超過(5%, 10%超過)、維持管理費の増大 (2%,4%,6%超過)、為替レート変動 (年率 1%,2%,3%の上昇)について検討した。その結果、建設コストが 10%超過の場合を除き、軽微の影響となった。財務指標は以下のとおりであった。  Equity-IRR については、建設コストが 10%超過 (1.5%減少)を除き、0.5%減少内であった。 DSCR については、いずれも 1.2 以上であった。
4) 財務評価	a)の価格は高すぎる。 b)の VGF が適用は公的便益の評価で判断される課題である。	設定した再生水のバルク販売価格は、現行の対象ホテルへの PDAM 上水料金と灌漑用水料金との料金価格帯 (年率 10%値上の料金) の 70%の範囲内にあり、この価格と販売量が確保されれば再生水事業は財務的に可能である。
2.4 経済分析		
1) 便益	再生水を 4,100m <sup>3</sup> /日供給する場合の代替コストを便益として算定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 再生水供給量に見合う生活用水を確保するための電気代、ポンプ代</li> <li>● ボトル飲料水の購入費用</li> <li>● 観光産業への貢献</li> </ul> 便益合計： ██████████	再生水を 8,200m <sup>3</sup> /日供給する場合の代替コストを便益として算定。  便益合計： ██████████
2) 費用	再生水を 4,100m <sup>3</sup> /日供給するのに必要な経済費用として、以下を算定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 再生水施設 (再生水処理からホテル内の給水管改造まで) の建設費</li> <li>● 再生水供給量に匹敵する水道水を</li> </ul>	再生水を 8,200m <sup>3</sup> /日供給するのに必要な経済費用として、左記と同じ項目を算定。

項目	ケース 1：従来の再生水利用	ケース 2：New Clean Water としての利用
	配水するのに必要な配管敷設費および接続費 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 運営維持管理費用</li> </ul> 費用合計： ██████████	費用合計： ██████████
3) 経済分析結果	経済内部収益率 (EIRR) 12.91%、 純便益 ██████████	経済内部収益率 (EIRR) 13.65%、 純便益 ██████████
4) 経済評価	数量評価対象外の便益を考慮すると、上記の経済分析結果から、十分経済的価値があると考えられる。	数量評価対象外の便益を考慮すると、上記の経済分析結果から、十分経済的価値があると考えられる。

この表から、ケース 1 については、1) ホテル内の各客室まで、フラッシュトイレ用水の専用給水管を新たに設置する必要があること、改修工事は難しくなること、2) 財務面ではホテル側が支払い可能な再生水料金では事業が成り立たず、再生水の需要を喚起するか、公的財政支援 (VGF) を建設費総額の 54% 以上受ける必要がある。

一方、ケース 2 については、ホテル側が支払い可能な再生水料金で事業は成立する可能性があるが、需要量を確保するために風呂やシャワーの用途まで拡大したため、再生水の水質基準の設定が容易ではないこと、全世界的に前例がないこと、運転維持管理はより厳しい水質管理体制が求められること、水質の安全性を完全に保証できないこと、誤飲・誤用のリスクを完全には回避できないこと等から、このケースの実施は難しいとの結論となった。

---

## 第 16 章

### 結論と提言

## 第 16 章 結論と提言

### 16.1 結論

提案した再生水事業は、下記のとおり、解決しなければならない大きな課題があることが明らかになり、実施に移すことは困難であるとの結論に到った。

トイレフラッシュ用水を供給するケース 1 については、今回の調査で明らかにした再生水の需要量 3,700m<sup>3</sup>/日の規模では、利用者であるホテル側が支払い可能な再生水料金による再生事業が財務的に困難であった。ホテル側が支払い可能な再生水料金の設定範囲にするには、公的財政支援（VGF）を建設費総額の 54% 以上受ける必要があることが明らかになった。

一方、風呂やシャワーの用途まで想定した再生水を供給するケース 2 については、ホテル側が支払い可能な再生水料金で事業は成立する可能性が明らかになったものの、この用途への利用実績が世界においても実例がないこと、再生水の水質基準の設定が容易ではないこと、運転維持管理はより厳しい水質管理体制が必要であること、再生水の安全性を完全には保証できないこと、誤飲・誤用のリスクを完全には回避できないこと等から、このケースの実施は難しいとの結論となった。

### 16.2 提言

ケース 1 の再生水事業を実施可能とするには、再生水の需要を増やすこと、公的な支援を受けることも必要となる。

まず、再生水の需要を促進するため、以下の 3 点を提言として挙げる。

- 1) 再生水の利用促進策の策定とプロモーション活動の継続実施
- 2) 再生水の水質基準の制定
- 3) 再生水専用管の設置促進のための法的整備

#### 1) 再生水の利用促進策とプロモーション活動の継続実施

再生水の需要を増やすことが重要課題である。そのためには、下水処理水の再利用の必要性（水道水の需給逼迫の状況、地下水枯渇や塩水化の顕在化、下水処理水の海岸域での環境負荷の削減効果）を利害関係者に理解してもらうこと、どのような用途に再生水が利用できるかを PR すること、利害関係者に再生水の理解を深めてもらうこと、再生水を積極的に利用しようというコンセンサスづくりが重要である。これらの内容を網羅した利用促進プログラムの策定と実施が継続されるよう推奨する。なお、今回の調査期間中に、再生水処理のテストプラントが稼働しており、再生水への理解を深める良い機会を提供でき

たと考えている。

さらに、南バリ地域では、空港、発電所、港湾、ホテルで地下水が利用されているが、既に地下水の問題（枯渇や塩水化）が一部の地域で顕在化している。このような地下水の問題を防止し、貴重な水資源として保護するため、地下水の利用を抑制する施策（地下水料金の大幅値上、利用禁止など）を検討することを提言する。

## 2) 再生水の水質基準の制定による再生水利用促進

再生水の水質基準は、「イ」国では制定されていない。しかし、本調査で提示した日本の再生水利用の水質基準、東京都で実施の再生水利用基準を暫定的に利用可能である。ケース 1 の用途にあった「イ」国の再生水水質基準の早期制定が求められる。水質基準が明確になれば、民間側も適用できる技術を明確に提示でき、再生水利用促進に繋がるものと期待される。

## 3) 再生水専用管の設置促進のための法的整備

再生水の利用には、建物内に再生水専用の給水管（二元給水配管）を、利用者の自己負担で設置してもらう必要がある。これに関連した法制度や補助金制度等を整備する必要がある。

つぎに、ケース 1 に対する公的財政支援（VGF）については、「イ」国政府関係者に確認したところ、再生水の供給先がホテル等の特定の観光産業であり一般世帯ではないことから、公的財政支援の可能性は極めて低いとのコメントがあり、現時点でケース 1 の再生水事業が公的財政支援（VGF）を受けられる可能性は低い。しかし、本再生事業を実施することにより、ホテルや観光産業への直接的間接的な便益だけでなく、再生水の代替えによりこれまで上水道を利用できなかった一般世帯へ上水を供給できるため、一般住民の生活環境改善、さらには下水二次処理水の有効利用により海岸域への環境負荷の削減等への貢献も期待できる。したがって、これらの公的便益を享受できるといった観点から、ケース 1 のような再生水事業に対し、再生水の需要の促進を進めると同時に、公的支援の可能性も検討されることを提言する。