

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 I 部 要約

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
12-028

通貨換算率 (2011 年 8 月)

1 IDR = 0.00909 JPY

要 旨

1. 調査の背景

バリ州（人口 389 万人（2010 年））のデンパサール市とバドゥン県を含む南バリ地域は、観光業を中心とした経済活動が活発であり、人口も近隣の島々からの流入等により急増している。このため、旺盛な水需要はあるが水源に乏しく、水道等のインフラ整備が遅れており、水不足が深刻となっている。このような状況から、「イ」国の要請に基づき、国際協力機構（JICA）は、「インドネシア国バリ州総合水資源開発・管理計画調査(2006年)」、「南バリ上水道整備計画 SAPROF 調査(2009)」の調査を行い、水道事業計画を策定した。しかし、未だその事業は実現されてない。このような逼迫した水需給状況を改善する一方策として、日本の円借款事業として整備が進められているデンパサール下水道の処理水を有効利用する再生水利用事業を PPP 事業として計画することを、本共同企業体が JICA に提案し、本準備調査を実施することとなった。

2. 再生水の水需要

第 1 回現地調査において、需要先の責任者に直接訪問調査を実施し、水道水の供給利用状況、再生水の利用状況と再生水が提供された場合の利用量と利用意思等を調査した。しかし、再生水の水需要は、トイレ用水等を供給する場合は二元配水管設置の導入が難しいこと、一方庭木等への散水用水の場合は、個別の污水处理施設の処理水等を利用しており、その需要量が少なく、支払い意思額もかなり低かった。

そこで、調査団は、ヌサ・ドァ地区周辺の高級ホテル等を対象にした訪問調査結果、PT.TB（現在 BOT で上水を供給している組織）の水道水供給実績、用途別水道量の文献（厚生省（当時）による沖縄県のリゾートホテルでの水道調査結果）等を用いて、水道水のうちトイレフラッシュ用水や飲料用水等の占める割合を用いて、再生水で代替できる水量を再生水の潜在的需要量として推定した。

再生水の用途を、トイレフラッシュ用水（ケース 1）、飲料水や炊事水以外の生活用水（ケース 2）のふたつを設定し、それらをヌサ・ドァ地区、ベノア地区、サワンガン地区のホテルを対象に供給する事業計画を作成して検討した。なお、ケース 2 は、「イ」国側、特にバリ州政府の意向と既存の再生水事業調査内容を踏まえ、調査団が具体的化したものである。

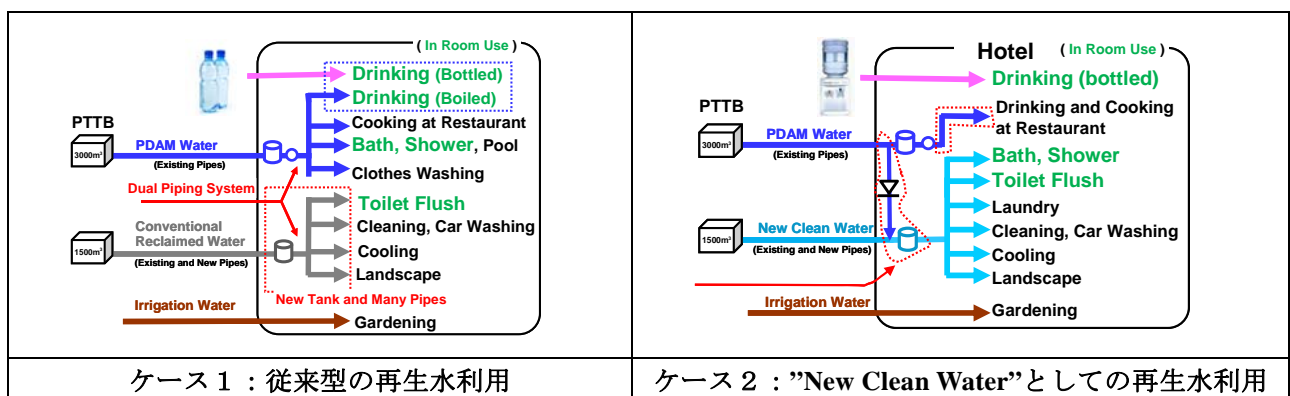


図 1 提案した再生水の利用ケース

3. 提案事業内容

提案した再生水利用事業計画の概要を以下の表に示す。

表 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）
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）
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 ³ /日（日最大水量）	9,000 m ³ /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 ³ /日（日最大水量） 揚水量 3.4 m ³ /分、2 台（内、1 台予備）	計画送水量：9,000 m ³ /日（日最大水量） 揚水量 3.4m ³ /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。	デンパサール下水処理場から処理水。
計画再生水供給量/利用量	供給量：4,100 m ³ /日（日平均水量）。 利用量：3,700 m ³ /日（日平均水量）。	供給量：8,200 m ³ /日（日平均水量）。 利用量：7,400 m ³ /日（日平均水量）。
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（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。
建設費		
SPC による事業費総額	建設費、エンジニアリング費、予備費、付加価値税、金利を含む	建設費、エンジニアリング費、予備費、付加価値税、金利を含む。
維持管理費		
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	出資金： 日本の企業、インドネシア企業、バリ州政府関係から構成。なお、バリ州政府関係は土地の現物出資。	出資金： 日本の企業、インドネシア企業、バリ州政府関係から構成。なお、バリ州政府関係は土地の現物出資。
借入金	借入金： 二国・多国間の「制度融資」を利用し、外貨（円建）を想定。	借入金： 二国・多国間の「制度融資」を利用し、外貨（円建）を想定。
借入条件	期間：25 年間（据置 5 年を含む） 金利：	期間：25 年間（据置 5 年を含む） 金利：
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。

4. 各ケースの比較・評価

各ケースを比較評価するため、特に重要な評価項目を選択し、各項目について比較評価した結果を以下の表に示す。

表 2 両ケースの比較と評価

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) 工事実施の容易性	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、改修工事は難しくなる。	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の再生水を供給する場合に経験された維持管理上の問題が発生しないように、再生水施設の適切な維持管理を実施する必要がある。	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、より厳密に対応する必要がある。
3) 水質管理	これまで蓄積された、トイレフラッシュ用の再生水の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。	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が必要となる。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。
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水質基準は例がないことから、再生水の水質基準の制定には関係機関による詳細な検討が必要となり、早期の水質基準は困難と考えられる。
2. 経済・財務面		
2.1 財務分析		
1) 財務評価指標	以下の財務評価指標を満足する条件から事業性を検討した。 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 19,300/m ³ (2016 年ベース)とする。 b) IDR 12,000/m ³ (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。	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 ³ (2016 年ベース)とする。
3) 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が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の間の料金価格帯 (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 ³ /日供給する場合の代替コストを便益として算定。	再生水を 8,200m ³ /日供給する場合の代替コストを便益として算定。
2) 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 ██████████
3) 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。

5. 結論と提言

5.1 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3,700m³/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。

5.2 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が必要となる。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) 再生水の水質基準制定による再生水利用促進
- 3) 再生水専用管の設置促進のための法的整備

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。

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 I 部 要約

目 次

- 要旨
- 目次
- 図目次
- 表目次
- 略語集

1. 背景と目的	S-1
1.1 背景	S-1
1.2 目的	S-1
2. 南バリ地域の現状と水道事業に関わる最近の動向	S-2
2.1 調査対象地域	S-2
2.2 社会経済状況	S-3
2.3 南バリにおける水道の現状と既往の水道計画のレビュー	S-4
2.4 南バリにおける水道事業計画の最近の動向	S-7
2.5 南バリにおける再生水利用事業計画とその位置付け	S-8
3. 「イ」国の水道及び PPP インフラ事業の関連法制度	S-10
3.1 上下水道事業に関わる法律・規制	S-10
3.2 「イ」国 PPP インフラ事業に関する法制度	S-11
4. 事業スコープの策定	S-15
4.1 南バリにおける再生水の需要予測	S-15
4.1.1 再生水利用に関わる需要調査	S-15
4.1.2 再生水の潜在的需要量の予測	S-18
4.2 再生水供給システムの代替案検討	S-22
4.3 再生水処理プロセスの選定	S-23
4.3.1 原水(下水処理水)	S-23
4.3.2 再生水の水質目標水質レベル	S-23

4.3.3 再生水処理プロセスの選定	S-24
4.4 事業スキームの概要	S-25
5. 再生水事業計画	S-26
5.1 施設の概略設計	S-26
5.1.1 再生水のバルク供給施設	S-26
5.1.2 再生水の配水・給水施設	S-30
5.2 事業実施計画	S-32
5.2.1 事業実施体制	S-32
5.2.2 民間部分と公的部分の事業の仕分け	S-33
5.2.3 調達パッケージ	S-34
5.2.4 調達方法	S-34
5.2.5 事業実施のための各種手続きおよび許認可	S-34
5.2.6 事業実施スケジュール	S-35
5.3 運営維持管理体制と事業実施機関	S-36
5.3.1 SPC の機能	S-36
5.3.2 運営維持管理組織と要員	S-37
5.4 事業費	S-37
5.4.1 積算項目と条件	S-37
5.4.2 事業費	S-39
5.4.3 維持管理費	S-43
5.5 資金調達計画と事業収支計画	S-44
5.5.1 資金調達計画	S-44
5.5.2 事業収支計画	S-47
5.5.3 事業収支見通し	S-51
6. 提案事業の評価	S-53
6.1 財務分析および評価	S-53
6.1.1 財務分析の方法	S-53
6.1.2 財務分析結果	S-54
6.1.3 財務評価	S-55
6.2 経済分析および評価	S-56
6.2.1 経済分析	S-56
6.2.2 経済評価	S-57
6.3 運用・効果指標	S-57
6.4 事業実施、案件管理のリスクと対処方法	S-60
6.5 環境社会配慮	S-61
6.6 提案した再生水事業の総合評価	S-65
7. 結論および提言	S-68

7.1 結論	S-68
7.2 提言	S-68

図目次

図 2.1	調査対象図	S-2
図 2.2	バリ州の人口	S-3
図 2.3	外国人旅行者数推移	S-3
図 2.4	既往の調査における水需要予測の比較	S-5
図 2.5	公共事業省によるバリ下水処理場の下水処理水の再利用案	S-9
図 3.1	PPP 法制度枠組	S-12
図 3.2	IIGF 補填対象のリスク	S-14
図 4.1	再生水需要調査の対象とした施設および地域	S-16
図 4.2	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	S-21
図 4.3	従来型の再生水給水システム（二元給水管システム）	S-22
図 4.4	“New Clean Water” 給水システムイメージ	S-23
図 4.5	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	S-25
図 5.1	再生水バルク供給施設の一般配置図	S-26
図 5.2	再生水処理施設の全体配置案	S-27
図 5.3	ケース 1 を想定した二元給水管への改築案	S-31
図 5.4	ケース 2 を想定した給水管改造案	S-32
図 5.5	PPP 事業実施上の関係機関と協力体制	S-33
図 5.6	本再生水事業における民と公の事業の仕分け	S-33
図 5.7	PPP 事業の契約の入札手続き	S-35
図 5.8	SPC の 3 つの主要な機能	S-36
図 5.9	SPC の組織体制	S-37
図 5.10	概算事業費	S-43
図 5.11	毎年必要となる維持管理費（供用開始 2016 年時点）	S-44
図 5.12	SPC による事業費総額の内訳と各ケースの比較	S-46
図 5.13	SPC への出資構成案	S-46
図 5.14	バドゥン県水道公社のタリフ料金の推移・予測	S-48
図 5.15	タリフ料金調整に係る計算式	S-49
図 5.16	BOT 契約期間と事業収入期間	S-49
図 5.17	ケース 1 における運営・維持管理費の推移	S-50
図 5.18	ケース 2 における運営・維持管理費の推移	S-50
図 5.19	ケース 1 の事業収支見通し	S-51
図 5.20	ケース 2 の事業収支見通し	S-52
図 6.1	「イ」国における AMDAL（EIA）の手続きの流れ	S-63

表目次

表 2.1	PDAM デンパサルと PDAM バドゥンにおける現在の給水状況	S-4
表 2.2	PDAM デンパサルと PDAM バドゥンの水道施設能力と供給量実績	S-4
表 2.3	デンパサル市の人口予測	S-5
表 2.4	バドゥン県の人口予測	S-6
表 2.5	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	S-6
表 2.6	将来の水道普及率の設定値	S-6
表 2.7	既往調査における必要給水能力の概要 (単位 : L/s)	S-7
表 2.8	既往調査において提案された河川別取水計画	S-7
表 4.1	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	S-19
表 4.2	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	S-20
表 4.3	再生水の潜在的需要量 (利用可能量) の推定	S-22
表 4.4	東京都下水道局再生水管理目標値	S-24
表 4.5	再生水供給計画水量	S-25
表 5.1	各ケースにおける再生水処理施設の設備計画概要	S-27
表 5.2	各地区への再生水計画水量 (ケース 2)	S-30
表 5.3	事業主と SPC の所掌範囲と責任分担	S-34
表 5.4	事業実施スケジュール案	S-36
表 5.5	事業費の構成要素	S-37
表 5.6	建設費の構成要素と役割分担	S-39
表 5.7	ケース 1 の建設費	S-40
表 5.8	ケース 2 の建設費	S-41
表 5.9	事業費総額及び出資・借入金 (ケース 1 : 4500m ³ /日、ケース 2 : 9,000m ³ /日)	S-45
表 5.10	インドネシア市中銀行と二国間・他国間の制度融資条件	S-47
表 5.11	再生水販売量	S-47
表 5.12	バドゥン県水道公社のタリフ料金の推移 (実績及び予測)	S-48
表 6.1	再生水販売価格のあるべき料金範囲 (2016 年時点での料金)	S-53
表 6.2	ケース 1 についての公的資金投入を考慮した財務分析結果	S-55
表 6.3	経済分析結果	S-56
表 6.4	本再生水バルク供給事業における運用指標 (案)	S-58
表 6.5	本再生水バルク供給事業における効果指標 (案)	S-59
表 6.6	再生水事業の主要リスク、対応策および分担	S-60
表 6.7	本準備調査における環境社会配慮の検討内容	S-62
表 6.8	代替案の比較と評価	S-65

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 Modal
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	フィージビリティ調査	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

1. 背景と目的

1.1 背景

バリ州は人口 389 万人（2010 年）を抱え、その主な産業は観光および関連サービス業、農業等である。特に、バリ州の州都であるデンパサール市とその周辺地域であるバドゥン県を含む南バリ地域は、観光業を中心とした経済活動が活発であり、職を求めて近隣の島々からの人口流入もあり、近年人口が急増している。このため、旺盛な水需要はあるが、水源に乏しく、人口の急増や経済活動の進展に社会インフラ整備が追いつかず、水不足は深刻な状況となっている。また近年、南バリ地域では、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。このように水不足の問題は、バリ州の住民の日常生活だけでなく、地域経済への悪影響が懸念されている。

このような状況を改善するため、「イ」国政府は我が国に協力を要請し、国際協力機構（JICA）は、「インドネシア国バリ州総合水資源開発・管理計画調査(2006 年)」、「南バリ上水道整備計画 SAPROF 調査(2009)」の調査を行い、水道事業計画を策定した。しかし、行政区域を越えた広域水道計画であり、多額の投資が必要であること等から水道事業の実現には到っていない。

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 Suwung 下水処理場で処理（10,000m³/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。同処理場は第 3 期事業により、処理能力を 51,000m³/日(590 L/s) に拡張される計画となっている。この下水処理場の処理水を貴重な水資源ととらえ、その有効利用を図ることは、「イ」国側により既に検討されているが、実現には至っていない。そこで、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、本共同企業体が JICA に提案し、準備調査として実施することとなった。

1.2 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。

2. 南バリ地域の現状と水道事業に関わる最近の動向

2.1 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が対象とする地域は、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となる。



図 2.1 調査対象図

2.2 社会経済状況

「イ」国とバリ州の人口を、1971年から2010年に実施した国勢調査結果を元に図2.2に示す。バリ州の人口は、2010年現在389万人であるが、1995年～2000年には年平均1.71%の増加、その後年平均2.13%と急速な増加傾向を示している。

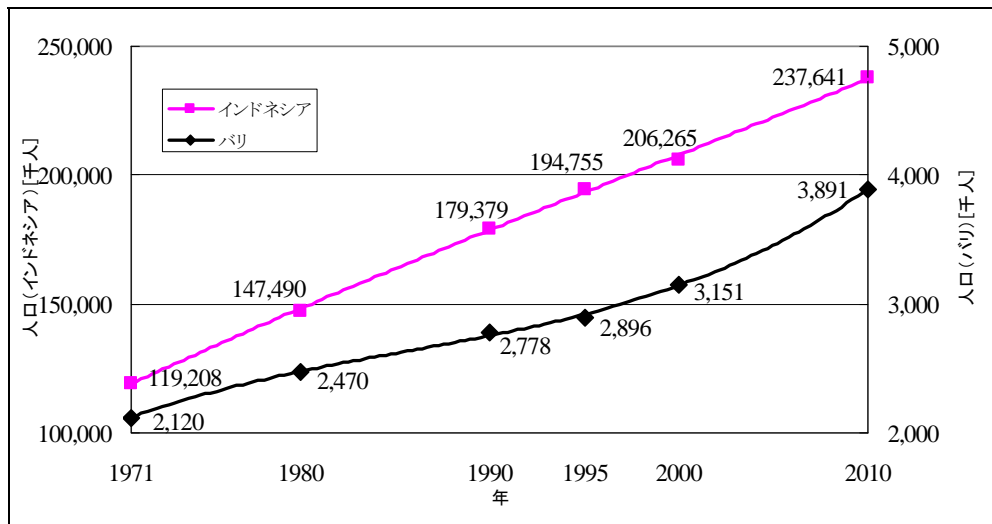
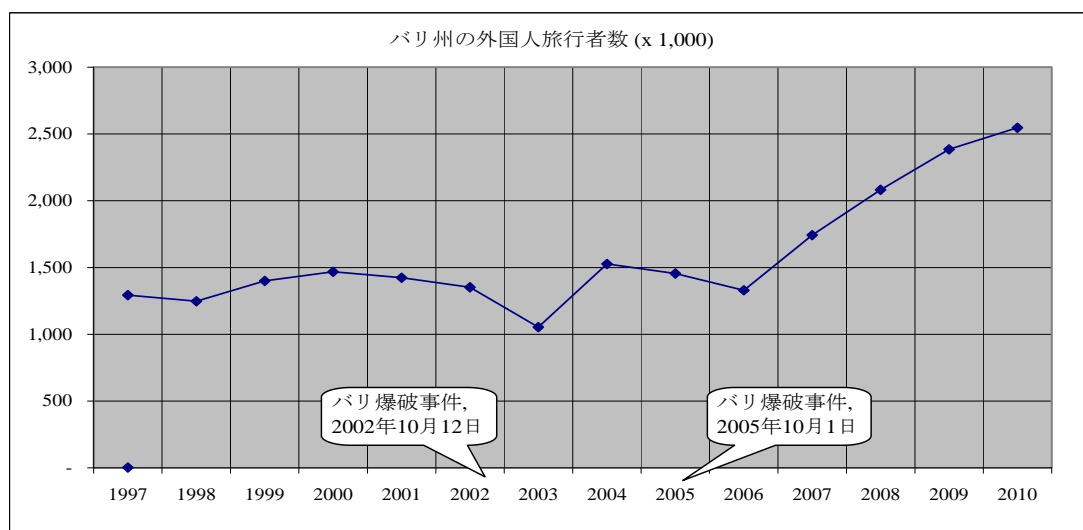


図 2.2 バリ州の人口

出所：Census

バリ州の2009年の経済指標データでは、GRDP（Growth Regional Domestic Product）の成長率15.34%、インフレ率8.1%、失業率3.13%となっている。

図2.3には1997年から2010年の外国人旅行者の推移を示す。1997年～2006年までは、年間150万人程度とほぼ横ばい状態が続いていたが、その後は急激な増加傾向を示し、2010年には約250万人に達している。



出典：BPS Bali Province

図 2.3 外国人旅行者数推移

2.3 南バリにおける水道の現況と既往の水道計画のレビュー

(1) 水道の現況

南バリ地域をカバーする二つの水道公社 PDAM の給水状況及び施設の能力と供給量実績を以下の表に示す。

表 2.1 PDAM デンパサールと PDAM バドゥンにおける現在の給水状況

項目	単位	PDAM デンパサール	PDAM バドゥン (PT.TB を含む)
人口	人	674,361	384,153
給水人口	人	338,235	285,138
需要量 (日平均・日最大)	m ³ /日	73,335	76,792
普及率	%	50.16	74.2%
一人当たり消費量	lpcd	197	142*

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。

表 2.2 PDAM デンパサールと PDAM バドゥンの水道施設能力と供給量実績 (2010 年)

水源	浄水・供給能力		浄水・供給実績	
	(l/秒)	(m ³ /日)	(l/秒)	(m ³ /日)
A. PDAM デンパサール				
1) 河川水	750	64,800	698	60,310
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
2) 地下水 (深井戸)	454	39,230	448	38,710
3) 計	1,204	104,030	1,146	99,020
B. PDAM バドゥン				
1) 河川水	900	77,760	738	63,770
Ayung I & II WTP	600	51,840	420	36,290
Estuary WTP	300	25,920	318	27,480
2) 地下水 (深井戸)	369	31,880	311	26,870
PDAM Badung	344	29,720	286	24,710
PT.TB	25	2,160	25	2,160
3) 湧水	99	8,560	94	8,120
4) 計	1,368	118,200	1,143	98,760
上記の合計	2,572	222,230	2,289	197,780

出典：PDAM から入手した 2010 年のデータを基に作成

いずれの PDAM の場合でも、施設能力に対して実際の浄水・供給量は若干減少している。

(2) 既往の水道計画レビュー

以下の 3 つの既往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。

- 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ィージビリティ調査、”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）

比較する目的で各調査で示された水需要予測を図 2.4 に示す。

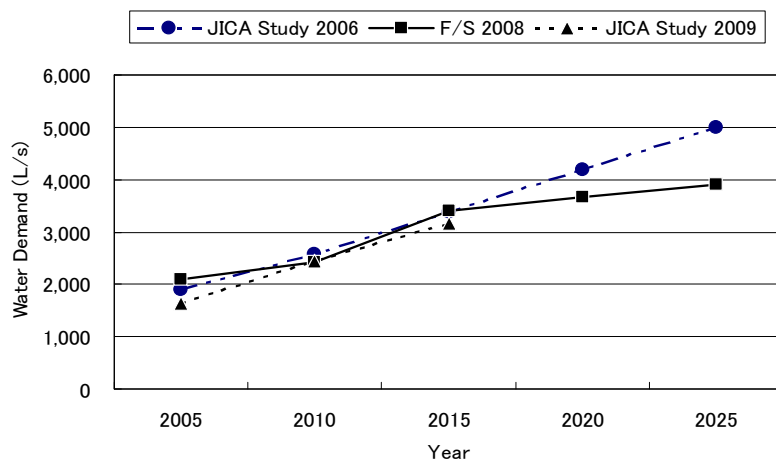


図 2.4 既往の調査における水需要予測の比較

2015 年の水需要予測は 3,100～3,400 L/s 程度とほぼ同じであるが、2025 年の予測では 1,000 L/s 程度の大きな差が生じている。そこで、需要予測の設定項目についてレビューする。

まず、人口について、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）と BPS（インドネシア中央統計庁）バリ州支局の登録人口に基づく人口を表 2.3 と表 2.4 に示す。

表 2.3 デンパサール市の人口予測

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 2.4 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	-	-	-

2010 年の BPS 登録値による人口は上記の各調査での予測値よりもかなり多い。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。

つぎに、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、一般家庭における一人一日当たりの水需要 (l/人/日) について、既往の計画調査での設定値を表 2.5 に整理した。参考のため、前出の表 2.1 に示した現況値を掲載した。

表 2.5 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			現況
		2004	2010	2025	2010
デンパサール	185	210	220	220	197
バドゥン	109	170	180	210	111
PT.TB	N/A	200	210	210	N/A

出典: JICA 調査 2009 は F/S 2008 の数値を使用した。

表 2.6 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。参考のため、前出の表 2.1 に示した現況値を掲載した。

表 2.6 将来の水道普及率の設定値

水道公社名	F/S 2008		JICA 調査 2006			現況
	2010	2015	2004	2010	2010	2010
デンパサール	67.9 %	78.2 %	45 %	55 %	60 %	50.2%
バドゥン	64.5 %*	74.4 %*	35 %	45 %	53 %	66.4%*
PT.TB	-	-	65 %	70 %	80 %	95.8%

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。

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。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、表 2.7 に整理して示す。なお、表中の調査名の下に(供

給能力 年： L/s)の括弧内は、必要供給能力を算定した際の、ある年度以降の水供給能力(現況及び既計画分)を示している。これらの数値と前出の表 2.2 に示した施設能力 2,572 L/s と実績値 2,289 L/s を比べると、F/S2008 での供給設定値より若干低く、両 JICA 調査より若干高いことを示している。

表 2.7 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 (供給能力 2005: 2,061 L/s)	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 (供給能力 2015: 2,744 L/s)	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 (供給能力 2010: 1,827 L/s)	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

上記の必要供給能力から、各調査で提案している水道施設の取水能力をつぎの表に整理した。

表 2.8 既往調査において提案された河川別取水計画

調査名	水源名	取水能力		目標年次
		L/s	m ³ /日	
JICA 調査 2006	アユンダム	1,800	155,500	2025 年
	ペタヌ川	300	25,900	
	ペネット川	300	25,900	
	合計	2,400	207,400	
F/S 2008	ペタヌ川	1,000	86,400	2025 年
	ペネット川	500	43,200	
	合計	1,500	129,600	
JICA 調査 2009	ペタヌ川	300	25,900	2015 年
	ペネット川	300	25,900	
	合計	600	51,800	

2.4 南バリにおける水道事業計画の最近の動向

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。

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。クルンクン県のツカドウンダ川の表流水を浄水処理（1,000 L/s）し、40 km 送水し、デンパサール市に 300 L/s、バドゥン県に 700 L/s を供給する事業。

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。

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（IIICE）、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 1,500 L/s、300 L/s 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。

2.5 南バリにおける再生水利用事業計画とその位置付け

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は以下のとおりである。

1) バリ州作成の下水処理水再利用検討書(2008 年 10 月)

下水処理場の周辺地域で 100 L/s（8,640 m³/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 m³/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 m³/日）
- スランガン島の住民：10 L/s（860 m³/日）

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。

総事業費は、655 億ルピーである。建設費は、総額 620 億ルピーで、内訳は水処理施設 420 億ルピー、送配水管施設 200 億ルピーである。その他設計費と管理費として 35 億ルピーを見積もっている。維持管理費は、償還費も含めて、再生水 1 m³ 当たり Rp. 2,300 と見積もっている。

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である。

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)

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。

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 2.5 に示す。

- ① 下水処理水を再処理施設で処理 (20 L/s、1,700m³/日) し、一端貯水池 (500 m³) に貯留した後、PDAM の貯水池へ送水し、ブノア港とサワンガン島へ供給する。
- ② 下水処理水を塩素処理 (80 L/s、6,900m³/日程度) し、主貯水池 (1,500 m³) 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 m³) 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。

再生水処理水技術は、飲料水の水質を確保できるプロセスとして、i) 油分分離、ii) 凝集槽、iii) フロック形成池、iv) 沈殿池、v) ろ過池、vi) 滅菌池、vii) 汚泥処理施設を選定している。

本調査の後、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。なお、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。

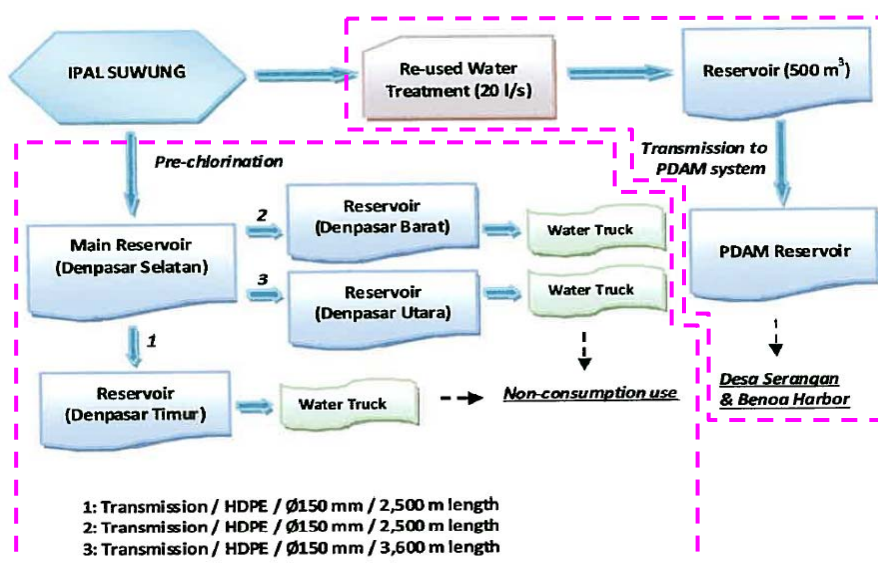


図 2.5 公共事業省によるバリ下水処理場の下水処理水の再利用案

3. 「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

「イ」国の上下水道事業に関わる法律・規制として、水源、上下水道事業、水道事業開発促進、水道公社の給水サービス、水道公社の財政再建の法令について収集し整理した。その一覧表は、本編第 3 章の表 3.1.1～3.1.2 に示したとおりである。本再生事業を検討する際に重要な点については、以下に整理して示す。

1) 水源法（法令 No.7/2004）

- 対象となる水源：表流水、地下水、雨水、海水を含む地上、地下の全ての水
- 水利権のうち、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水事業を営む権利（water business license）が与えられる。
- 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。

2) 上水道事業法（政令 No.16/2005）

- 上水道整備開発の権限および責任において、
 - 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出来る。
 - 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、整備開発事業の一部または全部を民間に委ねることが出来る。
- 民間企業、地域社会の参画において、
 - 国営企業（BUMN）または公営企業（BUMD）が上水道サービスを提供出来ない地域で、民間企業は上水道サービス事業を行えるが、競争入札での選定が必要である。

3) 水道事業開発促進に関する公共事業省・省令

公共事業省・省令 No.18/PRT/M/2007）

本省令は、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。

官民連携による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。手続詳細については、公共事業省の官民間連携による水道事業ガイドラインに係る省令（No.18/PRT/M/2007）に規定されている。

公共事業省・省令（No.12/PRT/M/2010）官民連携による水道事業推進に係るガイドライン事業実施体（Contracting Agency）が、事業の計画、実施準備、事業契約締結、事業契約を管理すること、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を定めている。

公共事業省・省令（12/2010）により、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、州知事とすることが規程されている。

4) 水道公社の給水サービスとして、再生水の販売に関わる法的根拠についての考察
政令（No.16/2005）では、水供給サービスは各地方政府傘下の公営企業が実施することが規程されており、政令（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。

政令（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である。しかし、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。さらに、水道公社の定款等により、水道公社が非飲料用の水を購入し販売できる権限が付与されているかどうかを調べた。

デンパサール市の規定（No.3/2009）では、第2条(c)項に、デンパサー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されている。また、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。

第2条(c)項では、飲料水が必要とされる特定の場合という概念から、水道公社が提供出来るサービスは他にもあると解釈出来る。第5条(b)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して良いと考える。

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。

上記の法的考察から、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理解できる。

3.2 「イ」国 PPP インフラ事業に関する法制度

PPP インフラ事業に関する現在の法制度体系は、大別すると次の3つとなる。

- 事業権、PPP 契約の法的枠組（図 3.1 の①）
- PPP インフラ事業促進のための組織体制（KKPI, P3CU）（図 3.1 の②）

- 政府保証、政府サポートによるリスク管理の枠組み（図 3.1 の③）

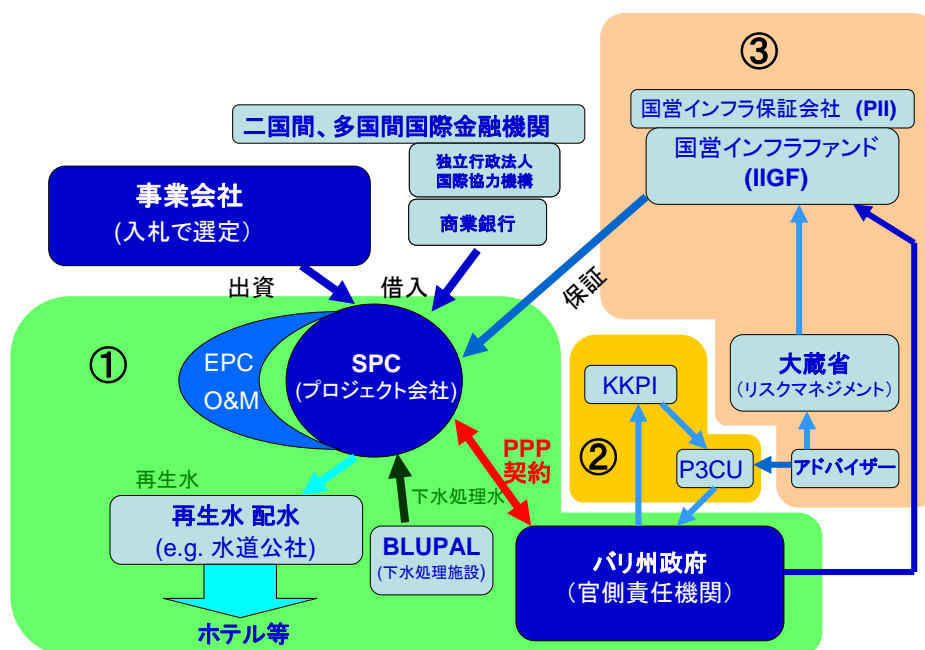


図 3.1 PPP 法制度枠組

現在有効な PPP の法的枠組みは、大統領令（67/2005）、同改正（13/2010、56/2011）にて規定されている。PPP 契約を締結する権限は法令（7/2004）にて規定、手続きについてのガイドラインは、公共事業省・省令（12/2010）に定められている。

1) 事業会社の選定（調達）要件

大統領令（67/2005）第 18 条には、事業会社を公開入札で選定することが規定されている。

2) PPP 契約（Cooperation Agreement）

入札の落札者と事業実施体は、大統領令（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、契約履行保証、タリフ及び調整条項、リスク配分に係る権利・義務、サービスの最低基準、株式譲渡、インフラ資産の利用及び所有権、資産譲渡である。

3) 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 を設立することが求められている。SPC は、現行の法規に従い、インドネシア法人として設立されることが必要である。

4) ファイナンス・クローズ

事業会社にファイナンス・クローズについて義務を負わせる。PPP 契約調印後、最低 12 カ月以内にファイナンス・クローズすることが規程されている。

5) 提案型プロジェクト (Unsolicited Project)

改正大統領令 (56/2011) により、外国企業も提案企業として参加できるよう、外国法人を認めることとなった。

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が与えられている。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

提案者が事業実施体に提案型プロジェクトについて提案する際は、F/S、モダリティ・コンセプト、ファイナンスソースを含むファイナンス・スキーム、入札実施スケジュール・評価方法を含む入札の計画を書類として提出することが求められている。全ての書類が事業実施体に受理されて初めて提案者と認定される。

事業実施体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、入札に付すことが出来る。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り、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は、総得点の最大 10%まで、追加得点が提案者に与えられる。
- 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。
- 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出来る。

6) 政府によるサポートと保証

政府は、事業実施体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出来る。

インフラ事業投資推進のため、インドネシア政府は、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) を設立した。

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、事業実施体がプロポーザルを提出する必要がある。補填対象のリスクは以下の表に示すとおりである。

補填される典型的なリスク	
認可、許可、承認取得の遅延、失敗	
ファイナンス・クローズの遅延・失敗	契約違反
法規の改定	ネットワークとの接続
競争力ある設備	需要
収入	タリフ
収用	ソブリン、或いは、半官半民
通貨の換金・送金不可	不可抗力
インターフェース	

図 3.2 IIGF 補填対象のリスク

IIGF の保証費用は、事業会社が負担する。また、IIGF は、プロジェクト形成段階から関与する。ただし、プロジェクト形成上での相談に留める。

7) PPP プロジェクト実施に関連する法規

本編第 3 章表 3.2.1～表 3.2.9 に関連する法規を整理して示した。

4. 事業スコープの策定

4.1 南バリにおける再生水の需要予測

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

4.1.1 再生水利用に関わる需要調査

(1) 目的と調査対象

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。図 4.1 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。

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。



図 4.1 再生水需要調査の対象とした施設および地域

(2) インタビュー調査結果

レベル 1 の再生水については、インタビュー調査を通じて、感覚的な問題（再生水とはいえ、下水を飲用、炊事に使用したくない）により、需要はほとんどなかった。このため、以下のインタビュー調査結果では、レベル 2 および 3 の再生水について述べる。

1) レベル 2 の再生水需要

- 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、再生水の主な用途を、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。
- 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、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、再生水を積極的に利用することが必要となっている。
- 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っている。
- 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、水量的に少ない。
- 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。

2) レベル 3 の再生水の需要

- 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。

(3) 再生水の文化的許容度

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。

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

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。

4.1.2 再生水の潜在的需要量の予測

(1) 方法

再生水の利用可能な水量を、以下の検討により推定した。

- 再生水需要対象の選定
- リゾートホテルを対象にした単位水使用量の実態把握
- 再生水の対象とする用途の設定
- リゾートホテルを対象にした用途別使用量の実態把握
- 再生水の潜在的需要量として、ふたつの用途ケース別に推定する。

(2) 再生水需要対象の選定

再生水の需要先として、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選定した。

(3) リゾート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洋リゾートホテルでの水使用実態調査結果の参照

1) 現地調査に基づく現況の水使用原単位量の把握

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）を差し引いた水量使用実績（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。稼働率を70～90%程度と考えると、客室当たりの水使用量は2.2～2.9 m³/日程度であった。ヌサ・ドゥア地区とブノア地区での結果では、1.9～2.5 m³/日程度となった。

表 4.1 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 (m³/日)

地区	ホテル	グ レ ード	客室 数	客室当たりの水使用量 (m ³ /日)				
				仮定した客室稼働率				
				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
Jimbaran	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。水道水による客室当たりの水使用量は、ホテルの稼働率を 70~90% とすると、部屋当たりの水使用量は 1.6~2.1 m³/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 m³/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 4.2 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(m³/日)

ホテル	客室数	上水給水量		客室当りの水使用量推定 (m ³ /日)				
				仮定した客室稼働率				
		(m ³ /年)	(m ³ /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	2.75	3.06	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	1.46	1.62	1.83	2.09	2.43

注) 上水供給量は、PT.TB 提供のデータ

3) 客室当たりの一の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 m³/日（上記の表では稼働率を 80%と仮定した時の水使用原単位）程度であると設定する。

4) 日本の沖縄県における海洋リゾートホテルでの水使用実態調査結果の参照

日本の沖縄でのマリンリゾートホテルでの水利用実績を調べた結果、客室当たりの水使用量は、2.0～2.3m³/日であった。この結果は、上記の調査結果とほぼ同程度であることを示している。

(4) 再生水が対象とする用途の設定

再生水が対象とする用途を、つぎの 2 ケースとし、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）

(5) リゾートホテルを対象にした用途別使用水量の実態把握

今回の調査対象のホテルでは、用途別の使用水量を把握できる実測データは得られていない。そこで、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分析した。その結果をつぎの図に示す。

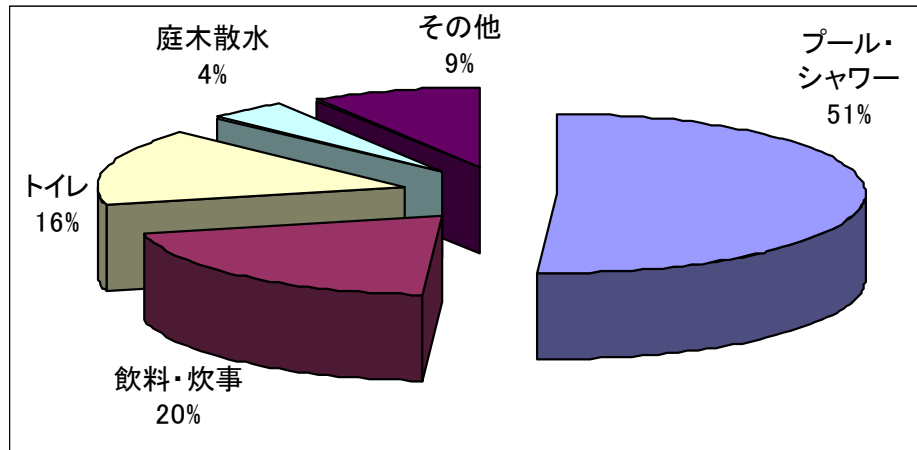


図 4.2 沖縄における海浜リゾートホテルでの用途別水使用比率

この結果から、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。これらの比率を、再生水の計画水量を算定する際に利用することとする。

(6) 再生水の潜在的需要量の推定

将来（2021 年）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、潜在的再生水利用可能量として推定した。推定に用いた仮定を下記に示す。

- 1) 将来の客室当たりの水使用量原単位：2.8 m³/日
- 2) 将来の客室数の稼働率：85%
- 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：ケース 1 の場合 20%、ケース 2 の場合 80%
- 4) 再生水の混合割合：ケース 1 の場合 100%、ケース 2 の場合 50%

ケース別に算定した再生水の潜在的需要量は以下のとおりとなった。

- ケース 1 の場合、3,700 m³/日
- ケース 2 の場合、7,400 m³/日

その計算過程と結果を下表に示す。

表 4.3 再生水の潜在的需要量（利用可能量）の推定

Item	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
部屋数	No.		4,050	2,100	700	1,000	7,850
利用される部屋数	No.	a 0.85	3,443	1,785	595	850	6,673
ホテル全体の水使用量	m ³ /日		9,639	4,998	1,666	2,380	18,683
ケース1の再生水利用量	m ³ /日	b 0.20	1,928	1,000	333	476	3,737
飲料、炊事以外の用途の水量	m ³ /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 ³ /日	d 0.50	3,856	1,999	666	952	7,473

* 将来計画の1000部屋数のうち、約 670の部屋は現在建設中のホテルである。

なお、表中の a は客室数の稼働率、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。

4.2 再生水供給システムの代替案検討

上記で再生水の用途を考慮して設定したふたつのケースを代替案として設定した。

ケース 1：従来のトイレット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

それぞれのケースについての給水システムのイメージを図 4.3 および図 4.4 に示す。

ケース 1 では、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。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（二元給水管配管）必要がある。

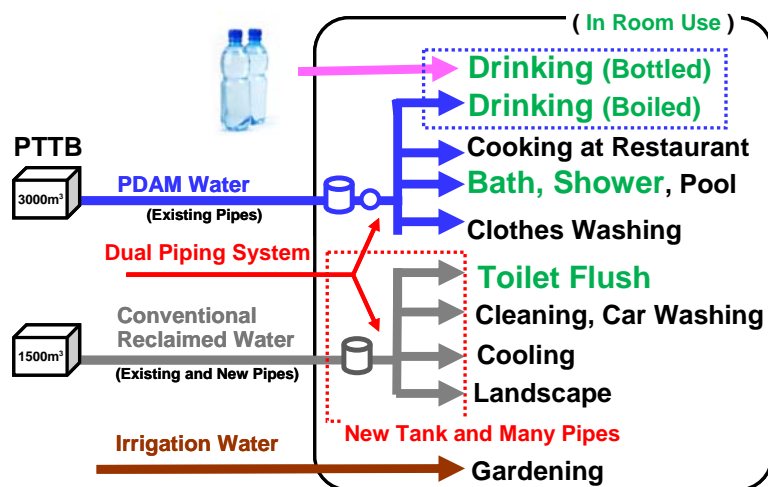


図 4.3 従来型の再生水給水システム（二元給水管システム）

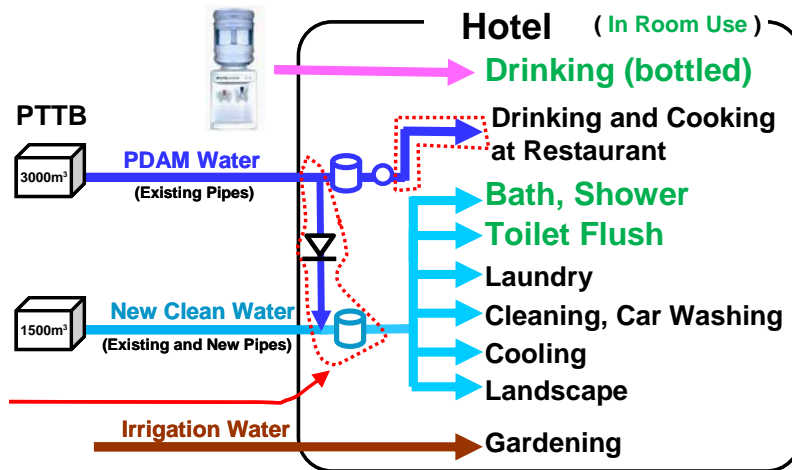


図 4.4 “New Clean Water” 給水システムイメージ

一方、ケース 2 は、バリ州政府の意向に則り、上図に示したように、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。

4.3 再生水処理プロセスの選定

4.3.1 原水（下水処理水）

デンパサール下水処理場の最終計画処理能力は 51,000m³/日である。2011 年 5 月時点で処理場に確認した際には処理水量は約 25,000m³/日とのことであったが、最近の調査では、4,865m³/日～9,491m³/日（平均 7,000m³/日）と少なく、変動も 2 倍と大きい。一方、放流水質については、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、実測データによれば BOD = 7～49 mg/l、COD = 20～170 mg/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。

さらに、月次データと実験時のデータを比較した結果、下水処理水（再生水原水）の BOD、SS は 2～3 倍の差があり、COD も 1.2～1.5 倍の差があり、水質変動は季節（特に乾期と雨期）変動だけでなく、日変動も大きいと思われる。また、色度や紫外線吸光度は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、再生水処理が容易でないことが伺われる。

4.3.2 再生水の目標水質レベル

「イ」国においては、下水処理水の再利用に関する水質基準等は現時点では未整備である。

このため、日本政府等の支援を受け、「イ」国での再生水利用基準（ガイドライン等含む）策定が必要となる。最終的には、この新規の「イ」国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が、本報告書では、現存する利用可能な基準を踏まえて暫定の水質目標を設定する。

まず、本再生水は非飲用用途に限定しているため、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。

しかし、再生水の利用先として提案しているヌサ・ドゥア地区等のホテルは、欧米を含む先進国からの観光客が多いため、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。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。

表 4.4 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 ¹⁾
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

4.3.3 再生水処理プロセスの選定

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）が低いこと、本再生水の原水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と、暫定目標として東京都下水道局による水質管理目標値の適用を配慮することから、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して提案した。

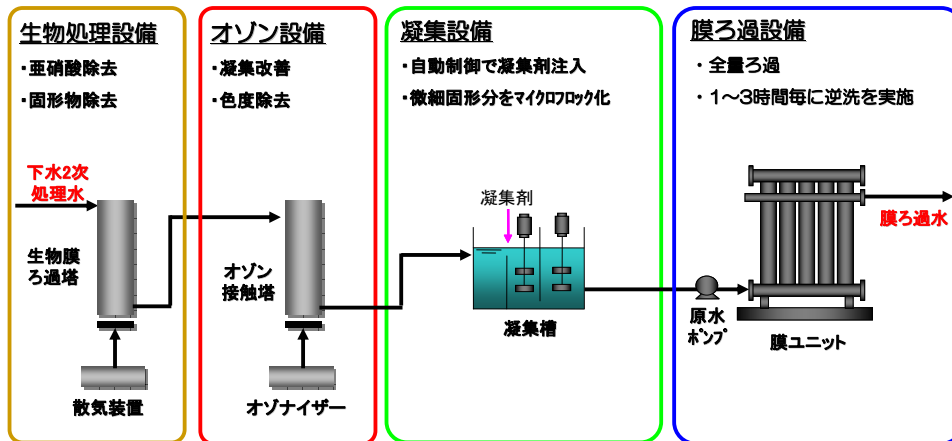


図 4.5 芝浦水再生センターにて採用された再生水の処理プロセスフロー

4.4 事業スコープの概要

(1) 再生水供給の目的と基本方針

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、再生水供給計画を策定し、ホテルで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。なお、ふたつのケースの再生水供給事業を計画し、事業費や財務分析等を含めて、総合的に比較検討して、実現可能な再生水事業を提案することを基本方針とする。

(2) 再生水供給計画

各ケースの再生水供給計画水量を次表に示す。

表 4.5 再生水供給計画水量

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 ³ /日	7,400 m ³ /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 ³ /日	8,200 m ³ /日	処理・送配水施設の維持管理
日最大計画水量	4,500 m ³ /日	9,000 m ³ /日	処理施設、送水施設の設計
時間最大計画水量	4,950 m ³ /日	9,900 m ³ /日	配水管の設計
計画最大供給量	9,000 m ³ /日	18,000 m ³ /日	ホテル内の給水管の設計 日最大計画水量の 2 倍。

5. 再生水事業計画

5.1 施設の概略設計

5.1.1 再生水のバルク供給施設

バルク供給施設は、再生水処理施設と送水施設から構成される。これらの施設配置一般図を図 5.1 に示す。



図 5.1 再生水バルク供給施設の一般配置図

(1) 再生水処理施設

1) 概要

再生水処理施設は以下のとおりである。

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 m³/日 (= 3.125 m³/分 = 52.1 L/s)

ケース 2 9,000 m³/日 (= 6.250 m³/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 : 最後段に設置

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（非常用発電）
 土木建築施設：耐震構造し、基礎はN値 30 以上の非液状化地盤とする。

2) 施設の配置図

施設の配置は、デンパサールの将来施設計画、拡張用地計画、高压電線、「聖なる泉」等を考慮して、以下の施設配置案を策定した。

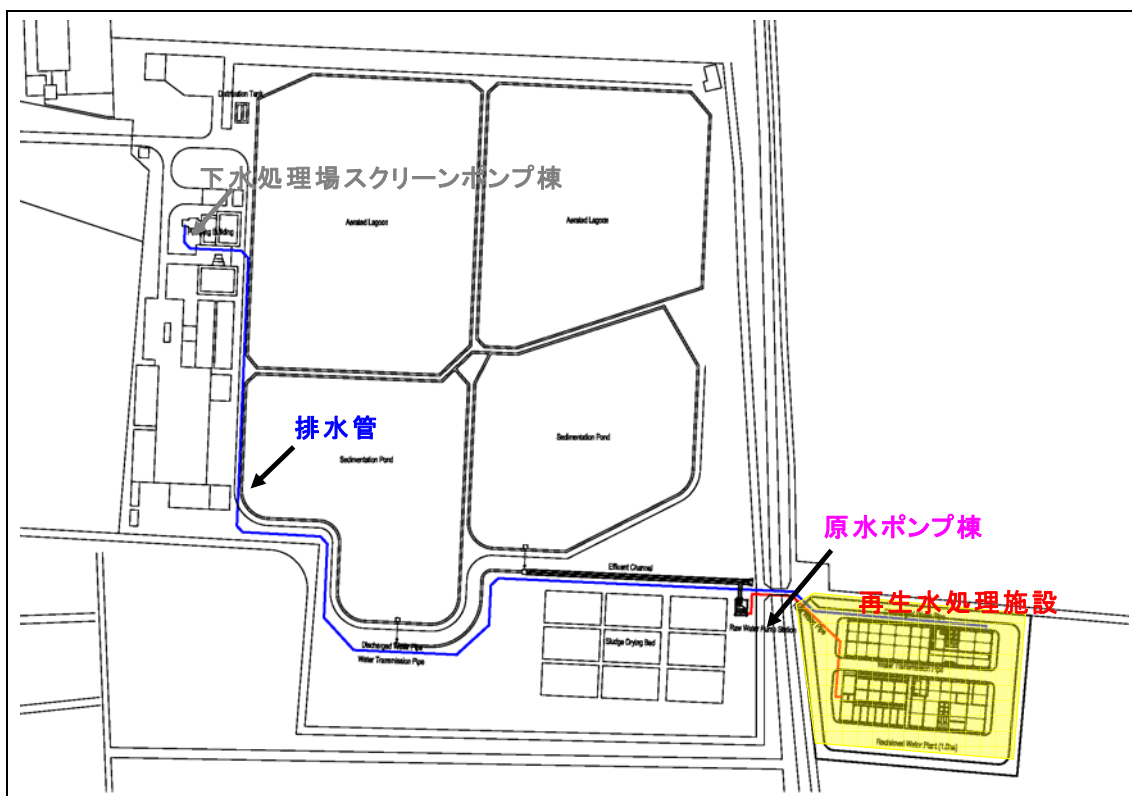


図 5.2 再生水処理施設の全体配置案

3) 処理施設設備の概要

各ケースの処理施設設備の概要を下表に示す。

表 5.1 各ケースにおける再生水処理施設の設備計画概要

施設名	処理工程	設備	ケース 1	ケース 2
1) 原水ポンプ棟	原水揚水工程	除塵スクリーン	2 水路 2 枚。沈砂池なし。	
		原水ポンプ井（上部現場電気盤室）	ポンプ揚水量：4.1m ³ /分、2 台（内、1 台予備） ポンプ井(長さ 3.8m、幅	ポンプ揚水量：4.1m ³ /分、3 台（内、1 台予備） ポンプ井(長さ 5.2m、幅

施設名	処理工程	設備	ケース 1	ケース 2	
			3.0m、水深 2.5m)	3.0m、水深 2.5m)	
2) 生物処理棟	生物処理工程	原水槽	容量 18m ³ (長さ 3.3m、幅 2.7m、水深 2.0m)を 2 池。		
		生物膜ろ過送水ポンプ室	ポンプ揚水量：4.1m ³ /分、 2 台 (内、1 台予備)	ポンプ揚水量：4.1m ³ /分、 3 台 (内、1 台予備)	
		生物膜ろ過槽	槽 (長さ 6.2m、幅 9.2m)	槽 (長さ 6.1m、幅 6.1m、 水深 4.0m 程度) を 4 池	槽 (長さ 6.1m、幅 6.1m、 水深 4.0m 程度) を 8 池
	共通・その他	部品保管庫	約 55m ² (9.5m×6.0m)		
		工作室	－ (オゾン処理棟に設置)	約 140m ² (9.5m×14.6m)	
		駐車場	3 台分の屋内駐車場		
3) オゾン処理棟	オゾン処理工程	生物膜ろ過処理水槽	容量 170m ³ (長さ 8.2m、 幅 6.3m、水深 3.3m)1 池	容量 300m ³ (長さ 15.0m、 幅 6.3m、水深 3.3m)1 池	
		凝集処理工程	オゾン送水及び逆洗ポンプ室	オゾン送水ポンプ揚水量： 3.4m ³ /分、2 台 (内、 1 台予備) 逆洗ポンプ揚水量： 16.8m ³ /分、2 台 (内、1 台予備)	オゾン送水ポンプ揚水量： 3.4m ³ /分、3 台 (内、 1 台予備) 逆洗ポンプ揚水量： 16.8m ³ /分、3 台 (内、1 台予備)
	ポンプ室		約 100m ²		
	オゾン反応槽		槽 (長さ 2.9m、幅 1.3m、 水深 5.0m 程度) を 2 池 (2 池×1 列)	槽 (長さ 2.9m、幅 1.3m、 水深 5.0m 程度) を 4 池 (2 池×2 列)	
	排オゾン処理装置	1 機	各列に 1 機、計 2 機		
	凝集混和槽	槽 (長さ計 5.5m、幅 2.0m、 水深 1.7m 程度) を 1 列	槽 (長さ計 5.5m、幅 2.0m、 水深 1.7m 程度) を 2 列		
	塩素注入工程 (処理水送水工程)	精密膜ろ過処理水槽	容量 60m ³ (長さ 8.1m、幅 3.8m、水深 2.0m)を 1 池		
		処理水ポンプ室	送水施設を参照。		
		次亜塩素貯留タンク	容量 10m ³ の槽を 2 基		
	共通・その他	監視室	約 70m ² (10.4m×6.8m)		
		工作室	約 90m ² (7m×13m)	－ (生物処理棟に設置)	
		水質試験室及び準備室	水質試験室：約 70m ² (13.7m×5.2m) 準備室：約 30m ² (5.5m×5.2m)		
		職員控え室	職員約 10 名分で約 120m ² (13.2m×9.0m)		
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)	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)	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 (内 1 台予備)	

施設名	処理工程	設備	ケース 1	ケース 2
			膜供給ポンプ：揚水量 3.4m ³ /分、台数 2 台（内 1 台予備機） 排水槽排水ポンプ：揚水 量 2.0m ³ /分、台数 2 台（内 1 台予備機）	膜供給ポンプ：揚水量 3.4m ³ /分、台数 3 台（内 1 台予備機） 排水槽排水ポンプ：揚水 量 2.0m ³ /分、台数 3 台（内 1 台予備機）
		排水槽	容量 400m ³ （長さ 21.8m、 幅 9.3m、水深 2.0m）を 1 池	容量 550m ³ （長さ 29.8m、 幅 9.3m、水深 2.0m）を 1 池
		オゾン機械室	約 85m ² （17.0m×5.2m）	約 170m ² （17.0m×10.0m）
		ブロー室（生物膜ろ 過用）	通気ブロー：風量 22.2m ³ /分、台数 2 台（内 1 台予備機） 逆洗ブロー：風量 37.2m ³ /分、台数 2 台（内 1 台予備機） ブロー室：110m ² 程度（長 さ 16.0m×幅 7.0m）	通気ブロー：風量 22.2m ³ /分、台数 3 台（内 1 台予備機） 逆洗ブロー：風量 37.2m ³ /分、台数 2 台（内 1 台予備機） ブロー室：110m ² 程度（長 さ 16.0m×幅 7.0m）
	共通・その他	開閉所	約 50m ² （10.0m×5.0m）	
		受変電室	約 50m ² （10.0m×5.0m）	
		自家発電電気室	約 60m ² （10.0m×6.0m）	
		電気室	約 250m ² （17.0m×15.0m）	
5) そ の 他	共通・その他	監視所、門、柵	共通	
		原水管	内径 φ 300mm、 延長 = 100m	内径 φ 400mm、 延長 = 100m
		排水管	内径 φ 200mm、 延長 = 335m	内径 φ 300mm、 延長 = 335m

(2) 送水施設

送水先の既設 UPA 配水池の標高が再生水処理施設より高いため、送水ポンプ施設を設ける。

建設場所：デンパサール下水処理場内または隣接地

計画送水量：ケース 1 日最大水量 = 4,500 m³/日

：ケース 2 日最大水量 = 9,000 m³/日

ポンプ施設は、揚水量 3.4 m³/分、ケース 1 で 2 台（内 1 台予備）、ケース 2 で 3 台（内 1 台予備）を、オゾン処理棟のポンプ室（長さ 8.8m、幅 7.8m）に設置する。

送水管は、処理施設から既存の配水池（元灌漑用水用）までの圧送管である。現地で入手可能な管材の中から、耐衝撃性、価格、内面摩擦係数、軽量等の点で優れた高密度ポリエチレン管を最適な管材として選択した。最終目標の計画水量に対応した最適な口径を選定するため、設計に基づき 20 年間の費用（建設費と維持管理費）比較を行った結果、ケース 1 では口径 300mm、ケース 2 では口径 400mm を選定した。その他、計測設備として、流量計（電磁流量計）と水位計を、配水池接続部と配水池に設置した。

送水管の施工は一般開削工法を基本とするが、以下の箇所については、施工性、価格、現場の状況を考慮した施工方法を採用した。

- 河川及び排水路横断部：水管橋の採用
- 交通渋滞地区：夜間施工による対応
- 空港用配電ケーブル横断部：推進工法の採用

5.1.2 再生水の配水・給水施設

(1) 配水施設

配水施設は、配水池と配水管から成る。配水地域は、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である。

配水池は、PDAM バドゥンが所有する容量 1,500m³ の配水池（元灌漑用水に利用していたもので現在は利用していない）を、補修して有効活用する計画である。

各地区への配水計画量は、ケース 2 は以下のとおりである。なお、ケース 1 はこれらの半分の水量となる。

表 5.2 各地区への再生水計画水量（ケース 2）

地区	計画配水量(m ³ /日)	計画給水量(m ³ /日)*	備考
ヌサ・ドゥア地区	4,240	3,800	ケース 1 はこれらの半分の水量を計画。
ブノア地区	2,200	2,000	
サワンガン地区**	1,760	1,600	
合計	8,200	7,400	

注) *は、前出の表 4.3 の潜在的需要量で設定した再生水利用量より設定。

**は、サワンガン地区の現有のホテルと将来計画の合計から設定。

配水管については、ヌサ・ドゥア地区には既存の灌漑用の配管を必要な補修をして、再生水専用の配水管として有効活用し、ブノア地区、サワンガン地区には以下のとおり新設す

る計画である。

- ブノア地区 : 計 6,500m
 (ケース 1 : φ 200mm : 5,800m、φ 100mm : 700m)
 (ケース 2 : φ 300mm : 5,800m、φ 150mm : 700m)
- サワンガン地区 : 計 5,200m
 (ケース 1 : φ 200mm : 4,000m、φ 100mm : 1,200m)
 (ケース 2 : φ 300mm : 4,000m、φ 150mm : 1,200m)

(2) 給水施設

ホテル内の給水管は個別に改造が必要である。ケース 1 の場合には、再生水専用の配管を各客室に設置する必要がある。一方、ケース 2 の場合には、再生水供給を既存の配管を利用して送るため、逆に飲料水、炊事水等の用途で、PDAM 上水をレストラン、カフェ等の特定の施設を対象に別途供給するシステムを導入する必要がある。改造の一例を次図に示す。

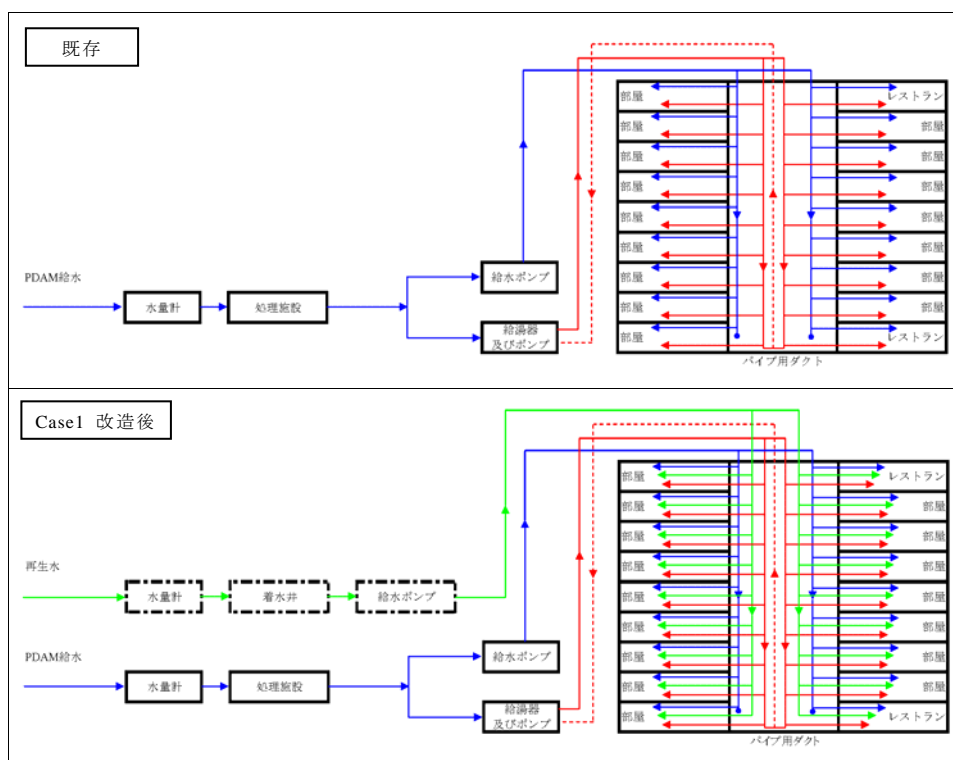


図 5.3 ケース 1 を想定した二元給水管への改築案

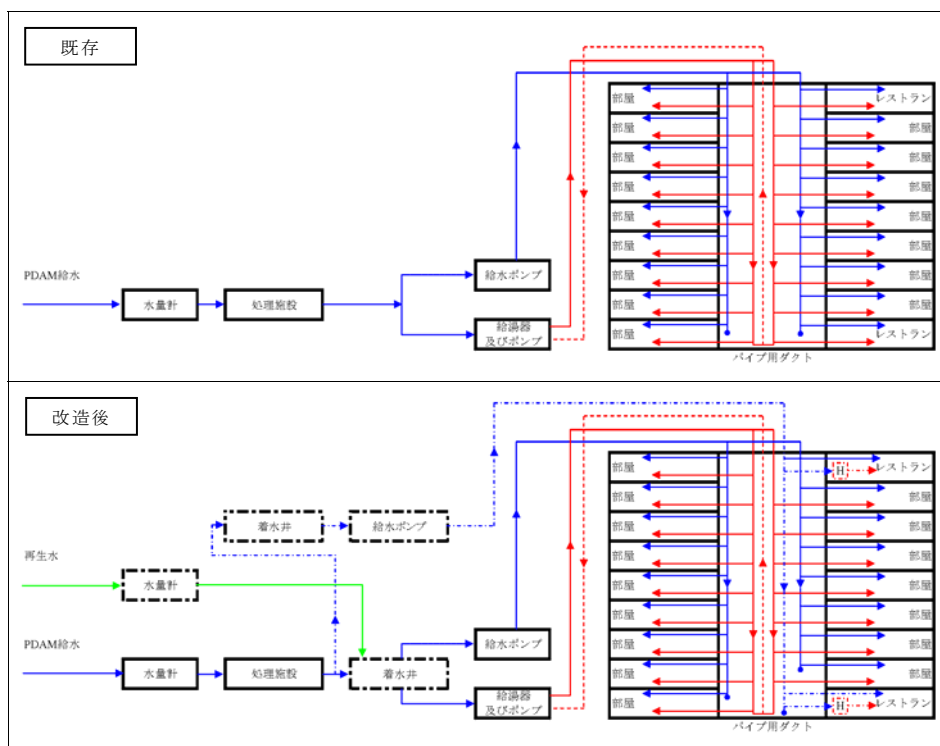


図 5.4 ケース 2 を想定した給水管改造案

5.2 事業実施計画

5.2.1 事業実施体制

本再生水バルク供給事業では、25年のBOT契約を提案する。BOT契約方式は、民間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側に資産と操業ノウハウ・技術スキル付で資産を譲渡することになる。民間の参加により、革新的な技術、柔軟な調達、運営費用や設備の維持管理費用の削減にもつながる。

PPP事業関連の組織とそれらの協力関係をつぎの図に示す。公共事業省とBAPPENASの指導監督の下、バリ州政府が事業主となる。事業主のPPP契約相手先はSPCであり、再生水の購入契約はSPCと水道公社との間で締結される。PPP関連法規に基づく政府サポートと保証が供与される。

事業実施機関は、公共事業省・省令（No. 12/2010）により、バリ州政府であり、その長は州知事である。SPCは、公共事業省・省令（No.12/2010）により、公開入札で落札した民間企業等がPPP契約締結のためにSPCを設立する。外国企業が落札した場合は、現行法規に従い、インドネシア法人格を有する企業を設立せねばならないが、法律（No.77/2007）、法律（No.111/2007）に従い、SPCへの外国企業の最大出資割合は95%である。

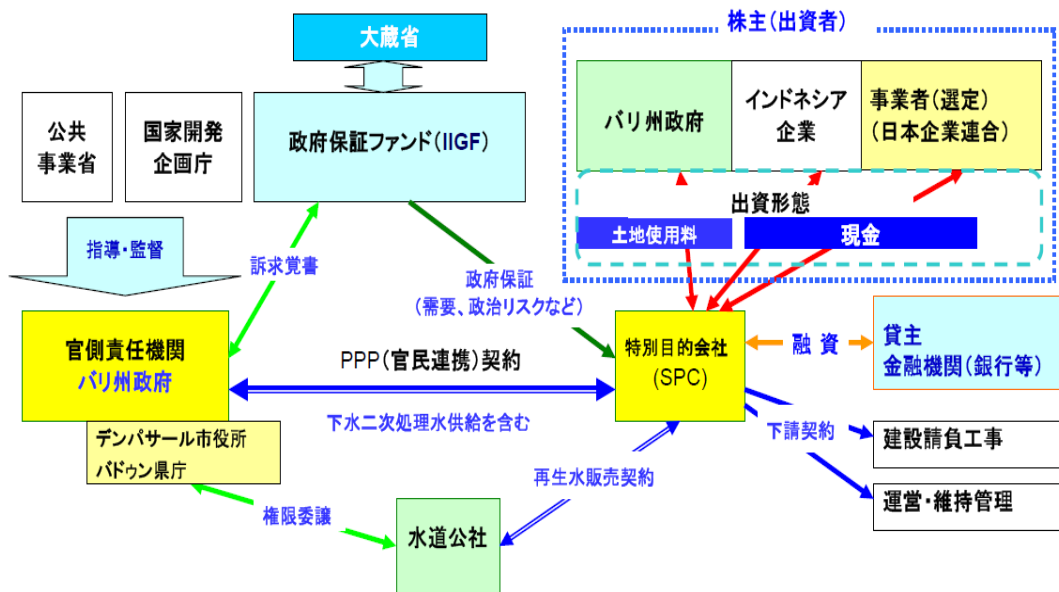


図 5.5 PPP 事業実施上の関係機関と協力体制

5.2.2 民間部分と公的部分の事業の仕分け

本再生水事業のうち、SPC が事業対象とする範囲は、下図に示す通り、デンパサール下水処理場の下水処理放流水の受取りから、再生水施設で再生処理をして、ポンプ施設と送水管で既存の配水池（元灌漑用水用に利用していた）まで送水し、水道公社へ再生水を引渡す地点までとすることを提案する。一方、最終需要者である対象ホテルへの配水管および配水ポンプ設備の建設・維持管理は、水道公社が既存設備を最大限利用しながら、実施することになる。また、最終需要者側で、前述したような給水施設の改造を別途実施する必要がある。

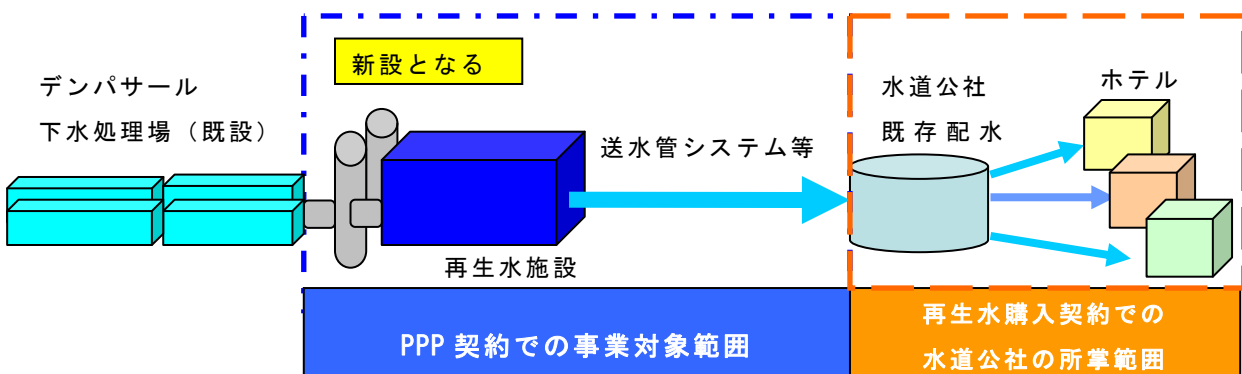


図 5.6 本再生水事業における民と公の事業の仕分け

本再生水事業における、BOT 契約上での事業主と SPC との間での所掌範囲と責任分担を次の表に示す。

表 5.3 事業主と SPC の所掌範囲と責任分担

項目	事業主（バリ州政府）	SPC
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、ヌサ・ドゥア地区およびその周辺地区のホテルへ、水道公社を通して、再生水を供給する。	
義務と責任	契約に基づく水質と水量の下水処理放流水の安定供給	BOT 契約に基づき、資金と技術を投資して、再生水施設事業を行う
	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 PT PII 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。但し、土地は除く
その他	デンパサル下水道処理場を自己勘定と責任で運営・維持管理する	下水処理放流水の水質監視と検査を行い、BLUPAL が必要に応じて改善に取り組むよう情報提供する

5.2.3 調達パッケージ

提案した事業の官民間の仕分けから、民間部門が投資対象とするのは、再生水処理施設と送水管施設である。これらの施設規模から考えて、調達パッケージはひとつとすることを提案する。

5.2.4 調達方法

この準備調査報告書により、技術的、財務的に再生水供給事業が実施可能であることが確認されれば、3.2 節 5)で述べた提案型プロジェクトの要件を満足する。この場合には、再生水供給事業を提案型プロジェクトと実施することを提案する。

5.2.5 事業実施のための各種手続きおよび許認可

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。詳細な手続きは、公共事業省・省令 (No.12/PRT/M/2010)「水道事業の連携ガイドライン」で規定されている。

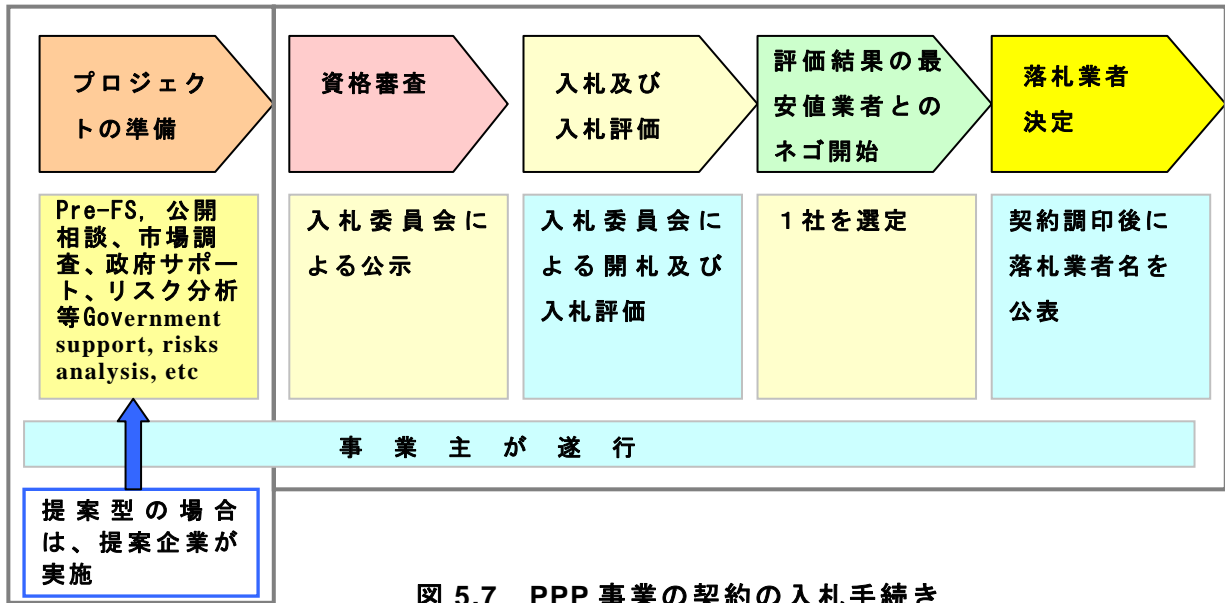


図 5.7 PPP 事業の契約の入札手続き

5.2.6 事業実施スケジュール

再生水事業の実施スケジュールを以下に示す。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 5.4 に示す。

表 5.4 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																				
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																				

5.3 運営維持管理体制と事業実施機関

5.3.1 SPC の機能

事業目的会社（SPC）は、図に示したように、再生水バルク供給契約遂行に必要な3つの主要な機能から構成される。

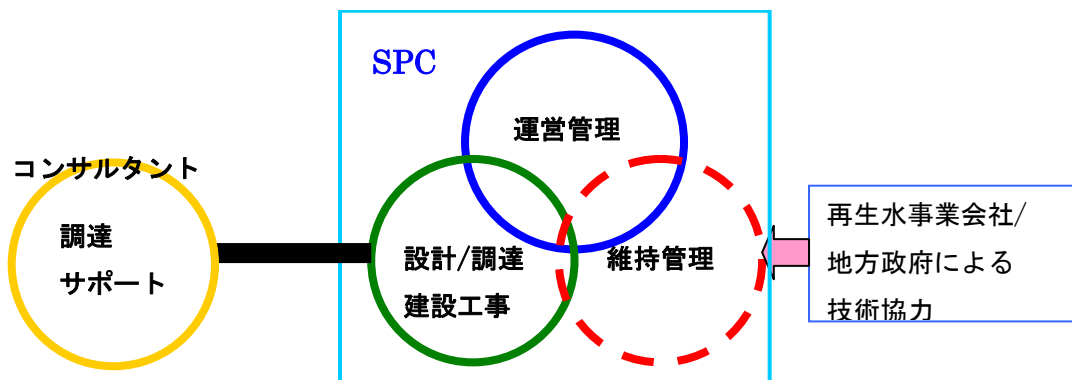


図 5.8 SPC の 3 つの主要な機能

5.3.2 運営維持管理組織と要員

図に示した SPC 組織体制として、運営／運転維持管理を担う部署を配置したものを提案する。経営部門 3 人、業務管理部門 8 人、技術部門 11 人～14 人、合計 22 人～25 人（少ない方がケース 1 の場合）の要員配置を計画した。

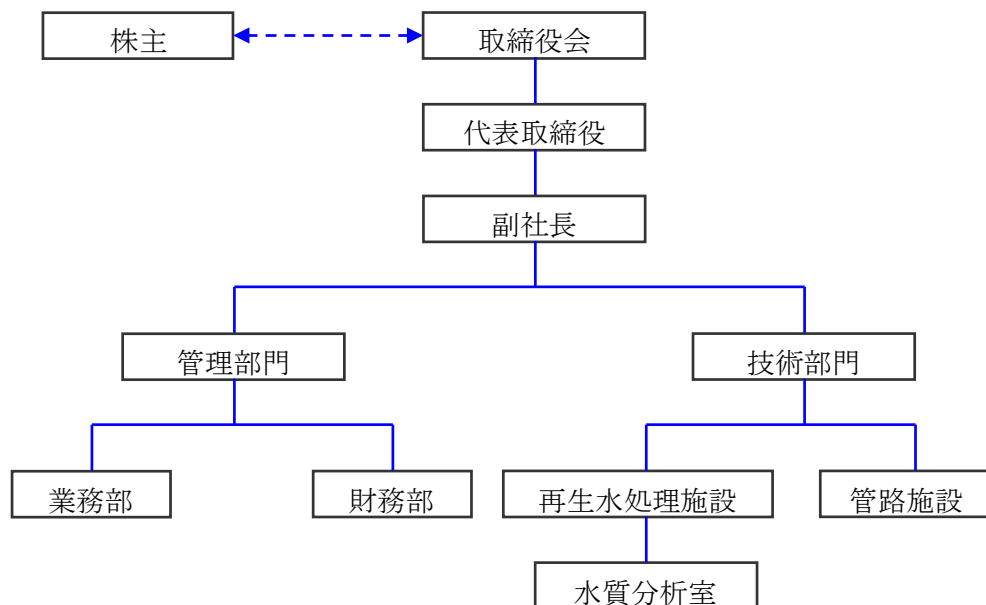


図 5.9 SPC の組織体制

5.4 事業費

5.4.1 積算項目と条件

(1) 積算項目

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 5.5 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) 配水管建設費
	(F) ホテル内の給水管設備の改築費

5.4.2 事業費

(1) 建設費

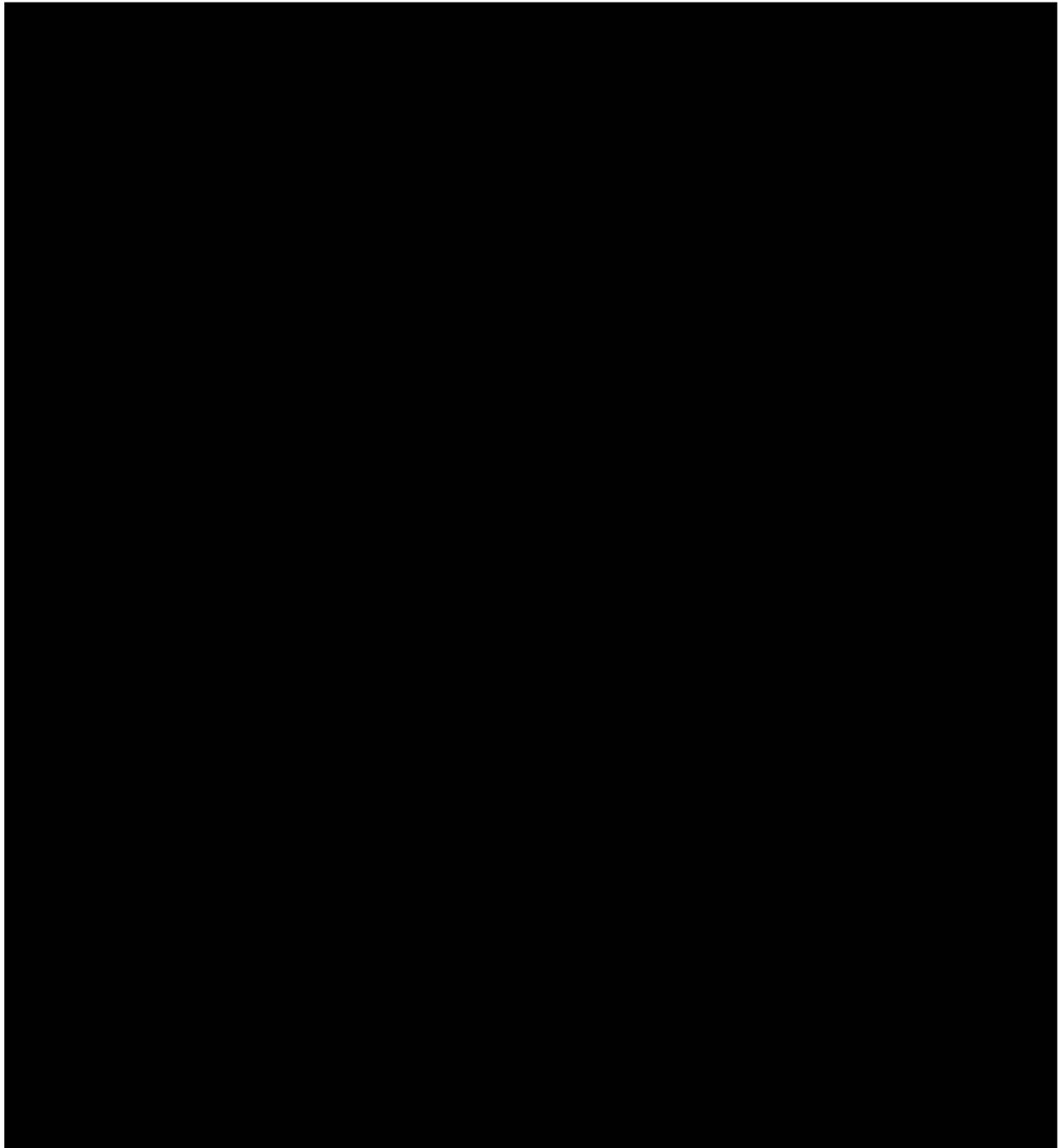
建設費については、再生水処理施設からホテル内の給水管設備の改築に関わる全ての費用を算出した。事業目的会社（SPC）、水道公社（PDAM）、及び各ホテルにそれぞれの役割分担が次表に示したように明確化されているため、それを反映した費用も示した。

表 5.6 建設費の構成要素と役割分担

項目	SPC	PDAM	各ホテル
(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			○

表 5.7 ケース 1 の建設費

(1) 施設別建設費



(2) 責任分担機関別建設費

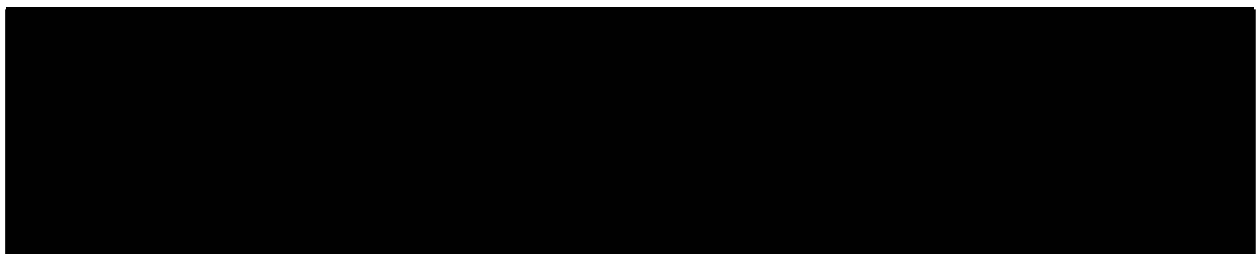
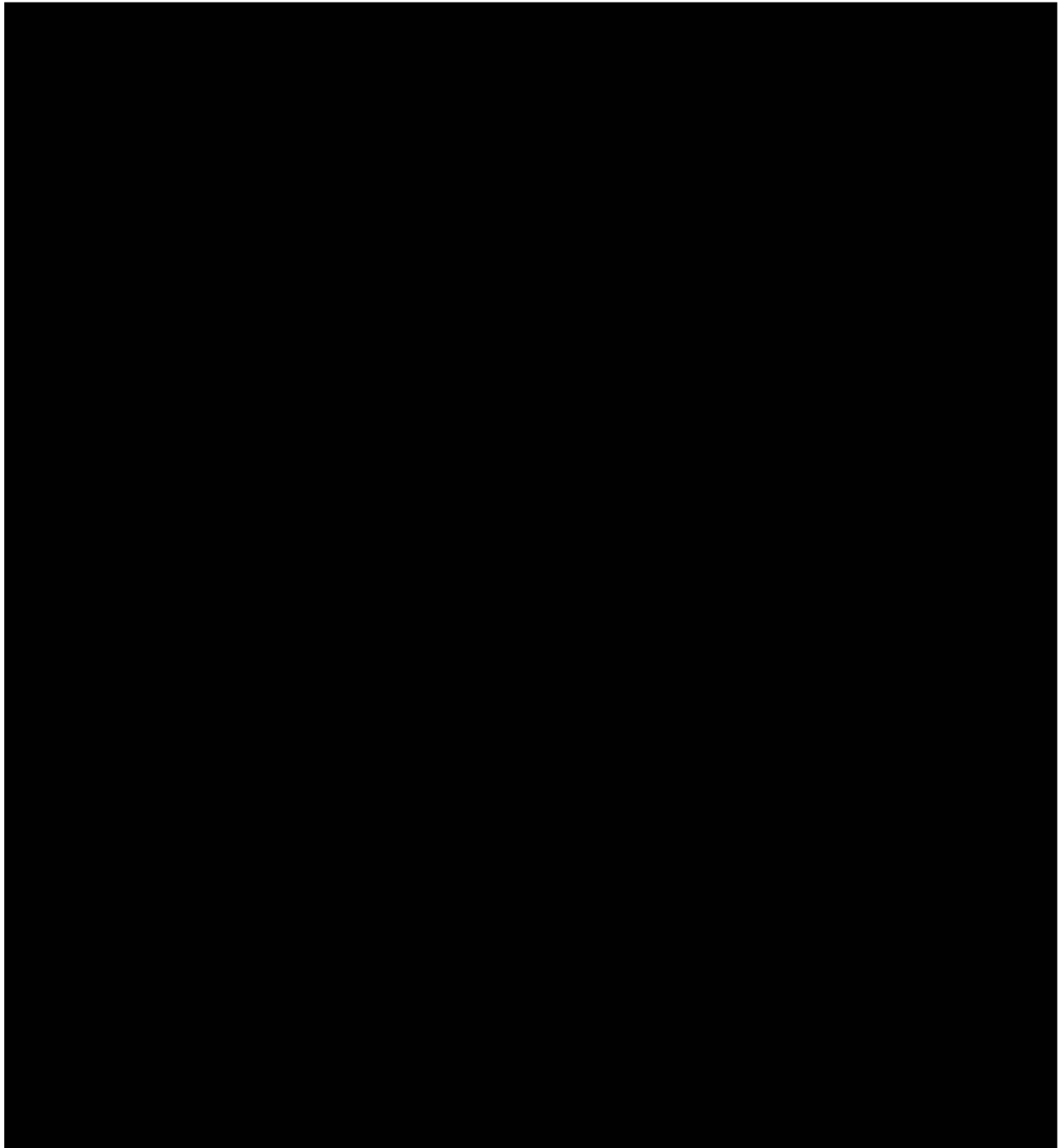
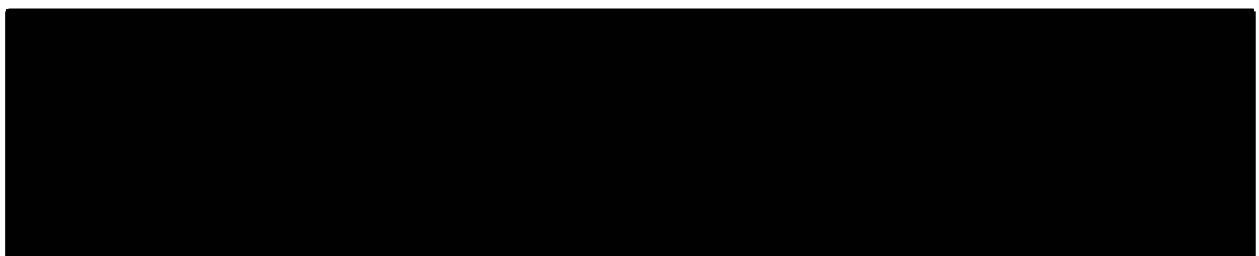


表 5.8 ケース 2 の建設費

(1) 施設別建設費



(2) 責任分担機関別建設費



(2) エンジニアリング・サービス費

1) 詳細設計、工事管理、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
- ・ 工事管理費
- ・ 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、詳細設計及び工事管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

2) 人材育成費、広報及び教育関連費

人材育成費、広報及び教育関連費については、現在デンパサール下水処理場でのテストプラント運転実施を含めて実施中である。この広報及び教育関連費については本事業開始前に実施を予定しており、本事業費では見込まないこととする。

(3) 税金

プロジェクトに関わる税金として、以下の費用を計上した。

1) 付加価値税（VAT）

付加価値税として、現地費用の 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、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。そこで、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

バリ州の条例（No.3/2004 地下水と表流水の利用税、No.16/2009 地下水と表流水の関税表）

により、表流水や地下水を利用する場合に取水税を事業者が支払う義務がある。しかし、下水処理水を表流水として取り扱うのには無理があるとの見解から取水税を計上しないこととする。なお、この取水税の取り扱いは、SPC がバリ州政府や PDAM の事業権に絡む契約交渉の中で明確にすべき重要な課題である。

(4) その他

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、内貨分は 6.8%、外貨分は 1.8%を見込み、物価上昇予備費として計上した。

(5) SPC による事業費

各ケースの SPC による事業費総額を以下の図に示す。

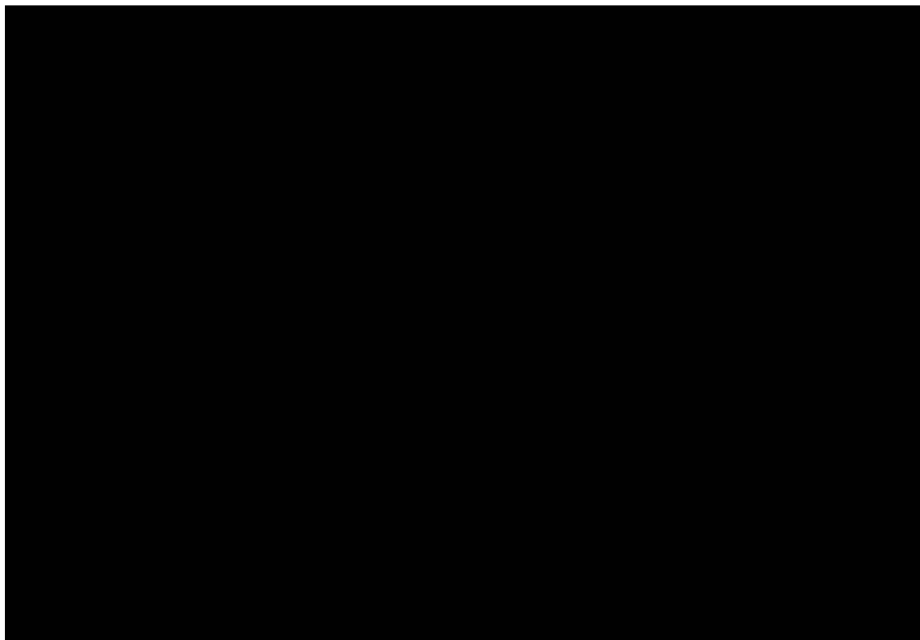


図 5.10 概算事業費

5.4.3 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。

各ケースにおける供用開始される初年度の維持管理費を図 5.11 に示す。

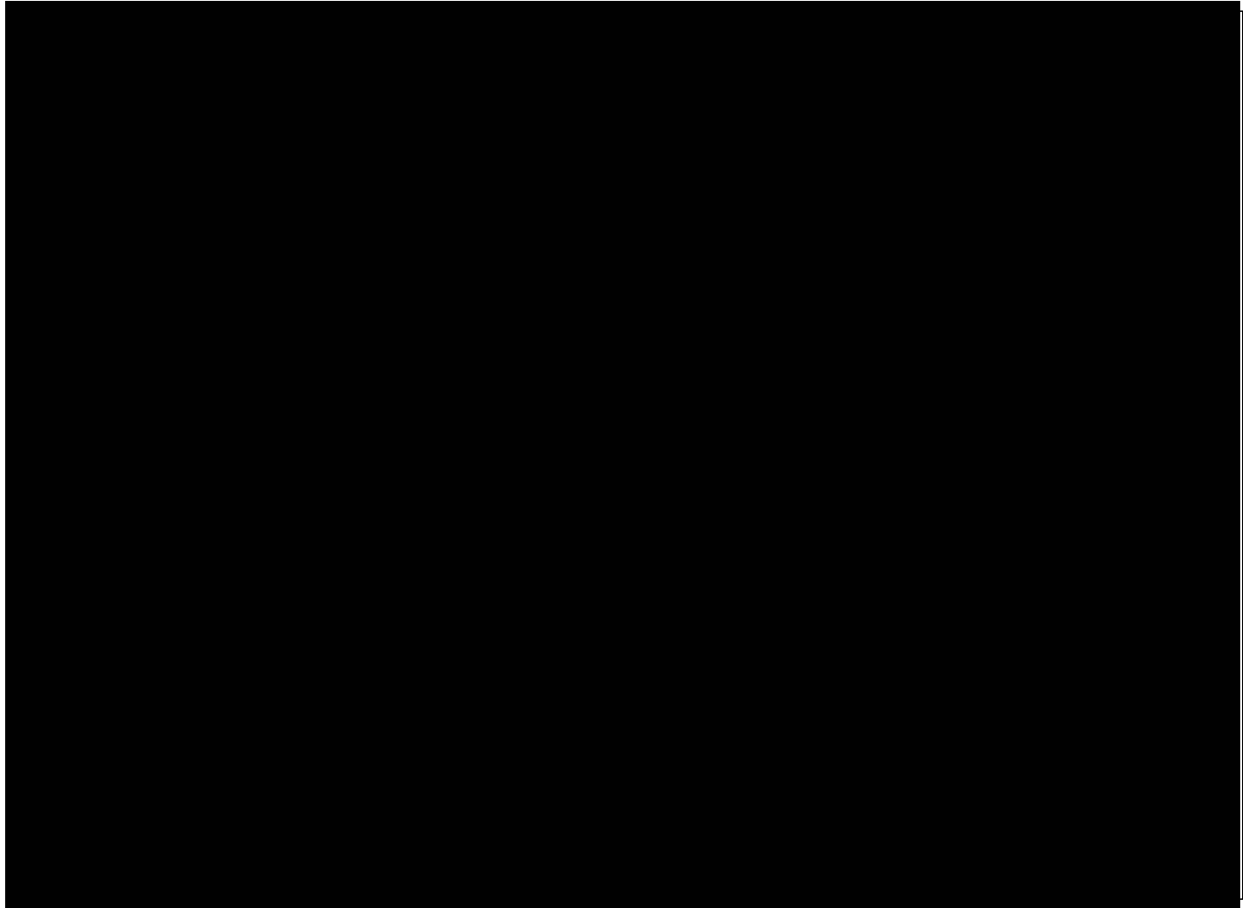


図 5.11 毎年必要となる維持管理費（供用開始 2016 年時点）

5.5 資金調達計画と事業収支計画

5.5.1 資金調達計画

(1) 出資と借入

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、イ国に於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、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 5.9 事業費総額及び出資・借入金（ケース 1：4,500 m³/日、ケース 2：9,000 m³/日）

		金額 (IDR1,000)		割合(比率)		
		ケース 1	ケース 2	構成比	対比	
【1-1】	建設費					
(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	■	■	■	■	
【1-2】	物価変動予備費	■	■	■	■	
【1-3】	物理的予備費	■	■	■	■	
	小計 (1)	■	■	■	■	
【2-1】	エンジニアリングサービス費	■				
	エンジニアリングサービス費	■	■	■	■	
【2-2】	物価変動予備費	■	■	■	■	
【2-3】	物理的予備費	■	■	■	■	
	小計 (2)	■	■	■	■	
【3】	税金	■				
(A)	付加価値税	■	■			
(B)	輸入税	■	■			
	小計 (3)	■	■	■	■	
	総事業費 (1)+(2)+(3)					
	合計	■	■	■	■	
【4】	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	ケース 2			
		借入金	■	■		
		出資金	■	■		



図 5.12 SPC による事業費総額の内訳と各ケースの比較

(2) 特別目的事業会社（SPC）への出資者および出資金

次の点を考慮して、出資構成を図ることを提案した。

- 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 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土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。

各ケースの出資者構成案を下図に示す。

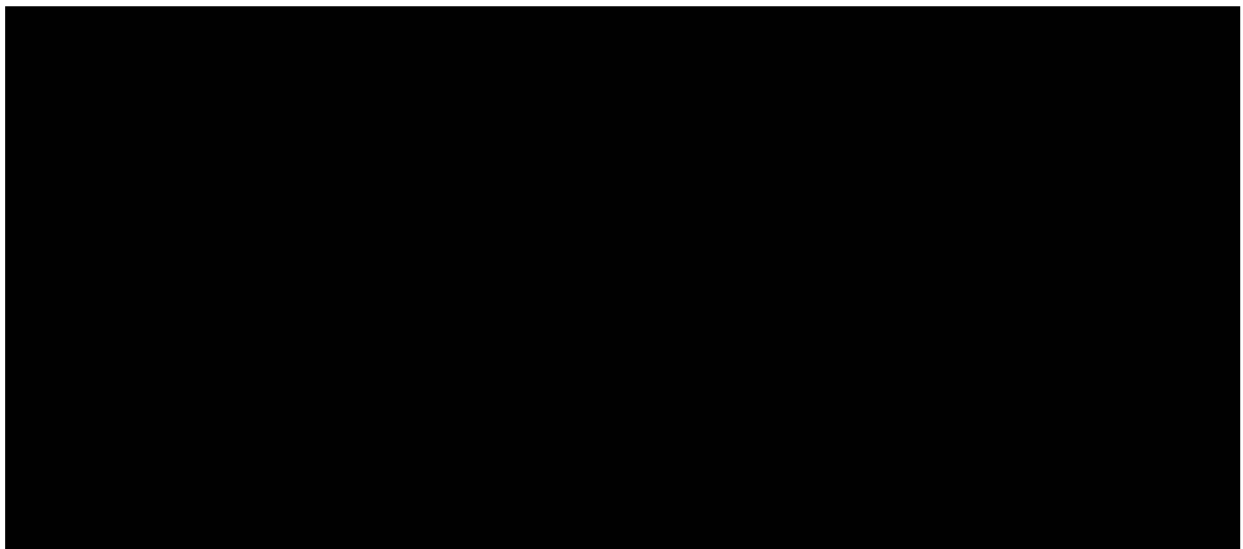


図 5.13 SPC への出資構成案

(3) SPC による金融機関からの借入金

JICA 海外投融資制度等の二国間または他国間の「制度融資」を利用して借入金（全事業費の 70%）を調達できるものと仮定した。融資条件は、次表の通りであるが、比較のため、「イ」国の市中銀行の例を示す。

表 5.10 インドネシア市中銀行と二国間・他国間の制度融資条件

項目		インドネシア市中銀行	二国間また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	■
		返済	最長 25 年（据置 5 年を含む）
		通貨	■

5.5.2 事業収支計画

(1) 事業収入

再生水販売による収入は、販売（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。

1) 再生水販売量

各ケースの再生水計画水量に基づき、PPP 枠組により再生水処理量は契約で全量引き取られ、政府の需要（オフテイク）保証が供与され、BOT 期間中処理量（販売量）を一定と仮定して、年間の再生水販売量を以下の表の通り設定する。

表 5.11 再生水販売量

項目		ケース 1	ケース 2
1)	再生水処理水量	4,500 m ³ /日	9,000 m ³ /日
2)	再生水送配水量	4,100 m ³ /日	8,200 m ³ /日
3)	年間稼働日数	365 日	365 日
4)	年間販売量	1,496,500 m ³	2,993,000 m ³
	BOT 期間	開始年(2016)	2,993,000 m ³
		最終年(2038)	2,993,000 m ³

2) 再生水バルク販売単価

再生水バルク販売単価は、次の諸元を考案の上、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）より安い
- ・ 投資資金の回収および運転維持管理費用をカバー出来る
- ・ イ国の物価上昇率の変動に合わせて価格を調整出来る。（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）

i) 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内部補助金（Cross Subsidy）については、考慮していない。

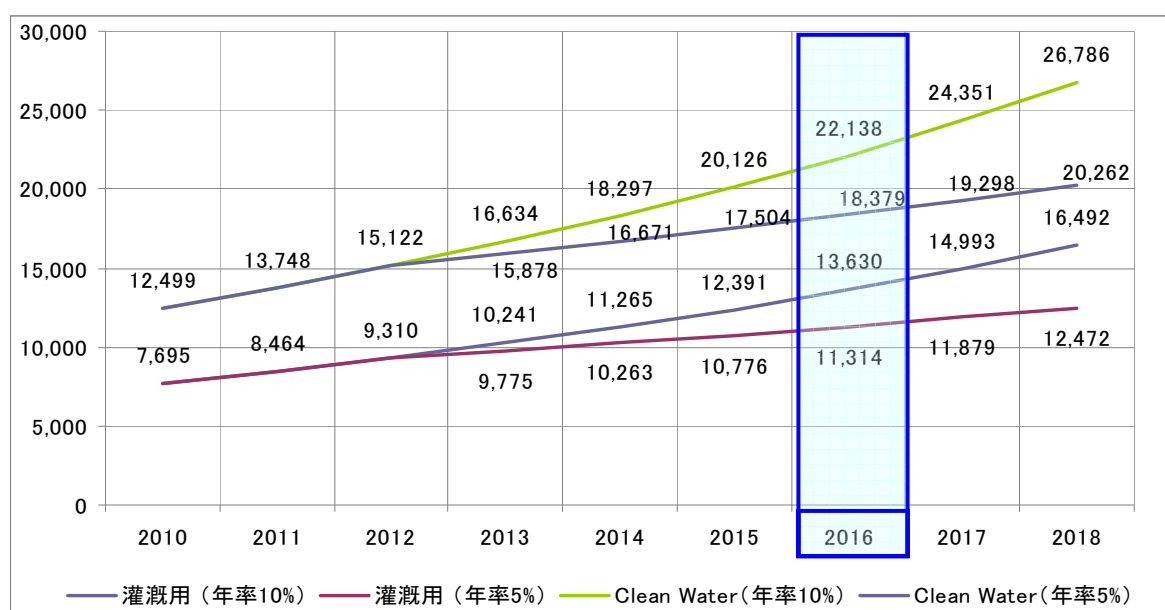


図 5.14 バドゥン県水道公社のタリフ料金の推移・予測 単位：IDR/m³

表 5.12 バドゥン県水道公社のタリフ料金推移（実績及び予測） 単位：IDR/m³

	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

ii) 物価上昇率の変動に合わせた価格調整

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。表 5.15 に、タリフ調整計算式とパラメータを例示する。この価格調整式は、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 = (no-n 年の再生水販売価格) P_o = 2016 年の再生水販売価格
$A_h = 0.1 (R_n/R_o) + 0.1 (C_n/C_o) + 0.2 (E_n/E_o) + 0.6(I_n/I_o)$	R_n/R_o = 水道水料金の値上率 C_n/C_o = 薬品代の変動率 E_n/E_o = 電力代の変動率 I_n / I_o = 物価上昇率

図 5.15 タリフ料金調整に係る計算式

なお、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。

契約	
▼ ▽ 契約発効	
建設期間	操業 (O&M)
2 年間	事業収入期間 23 年間 (2016~2038 年)
BOT 25 年間 (2014~2038 年)	

図 5.16 BOT 契約期間と事業収入期間

(2) 支出

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は以下のとおりである。

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。

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、取水税は賦課されないものと想定する。

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、SPC の運営費用及び修繕・修理費用を含めて算定する。なお、運転、維持・管理費については、25 年間の物価上昇率 (CPI) の平均を 5.3% と仮定して、次図のとおり見込む。



図 5.17 ケース 1 における運営・維持管理費の推移 単位：百万 IDR

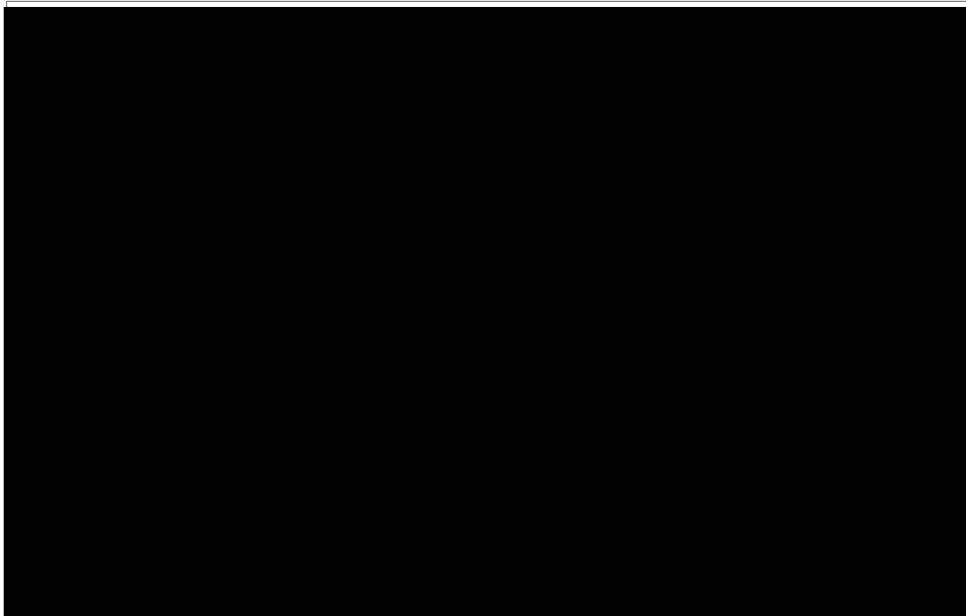


図 5.18 ケース 2 における運営・維持管理費の推移 単位：百万 IDR

5.5.3 事業収支見通し

これまでの検討結果に基づくケース 1 およびケース 2 の再生水事業の収支見通しを、再生水販売価格を IDR12,000/m³ (2016 年) として計算した。それぞれの結果を以下に示す。

(1) ケース 1 (4,100m³/日供給)

事業収入に比較して、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。次節の財務分析にて詳述するが、IDR12,000/m³ (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 5.19 ケース 1 の事業収支見通し (単位: 百万 IDR)

(2) ケース 2 (8,200m³/日供給)

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% である。再生水のバルク販売価格が IDR12,000/m³ であれば、財務的には事業支出を十分カバーできる。

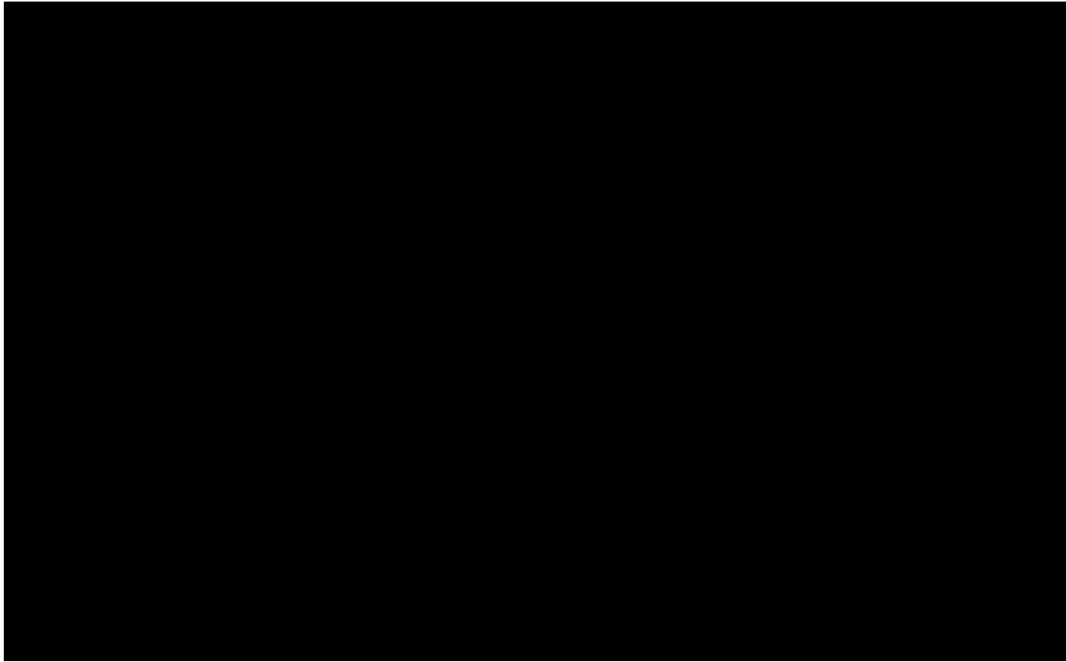


図 5.20 ケース 2 の事業収支見通し (単位：百万 IDR)

6. 提案事業の評価

6.1 財務分析および評価

6.1.1 財務分析の方法

(1) 分析方法

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。また、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として Debt Service Coverage Ratio（DSCR）を用いて、返済にどの程度余裕があるかを検討する。

(2) 分析手順

1) 再生水バルク販売価格(2016年)の設定

前述した「バドゥン県水道公社のタリフ料金の実績と予測」での検討に基づき、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、再生水1m³当りの販売価格は下表に示した範囲（IDR 8,400～12,600）となる。そこで、再生水バルク販売価格を IDR 12,000/m³以下として、Equity IRR 及び DSCR を求め、本再生水事業の財務分析を行った。

表 6.1 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%値上	年率1割値上	販売価格＝タリフの70%
上限価格（Clean Water）	IDR 18,379/m ³	IDR 22,138/m ³	
再生水販売価格帯	IDR 12,000/m³～IDR 18,000/m³	IDR 8,400/m³～IDR 12,600/m³	
下限価格（灌漑用）	IDR 11,314/m ³	IDR 13,630/m ³	

注：値上率（年率）は、2013年以降の料金予測。2008年～2012年実績は年率1割の値上

2) 事業収支キャッシュフロー算出条件

第5節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。

- ・ 事業費総額（ケース1、ケース2）は表5.9に示したとおり。
- ・ 資金調達は、資本金を30%、借入金を70%とする。
- ・ 借入金のファイナンス条件は、表5.12の [REDACTED] を適用する。
- ・ 借入金の元利返済は円建てであるが、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。
- ・ 事業収入のベースとなる再生水販売量、事業収入期間は、表5.13および図5.16に設

定した通りとする。

- ・ 再生水販売価格は、物価変動により価格調整されるものとし、財務分析では、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。
- ・ 事業支出の支出項目及び内容は、第5.5.2節で設定の通りとする。
- ・ 法人税は、現行法規に基づき、税率25%、操業当初5年間は免除されるものとして計算した。

3) 基本条件

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。

期待利益率（資本コスト） $=7.2\% + (0.97 \times 8.0\%) = 14.96\% = \text{約 } 15\%$

- ・ 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、0.97を参考とした。
- ・ 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）

(3) 財務分析結果の評価指標

1) 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、期待利益率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。

2) DSCR（Debt Service Coverage 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。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。

6.1.2 財務分析結果

(1) ケース1について

再生水バルク販売価格（2016年）をIDR 12,000/m³として、Equity-IRRとDSCRを計算し

た結果、収益性があまりにも低いため計算不能となった。

そこで、IDR 12,000/m³の販売価格でケース1が実現可能となる条件を探るため、公的財政支援（Viability Gap Fund：VGF）が総建設費に対して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。その結果、次表に示したとおり、VGFを事業費総額の54%供与されることが必要であるとの結果が得られた。

表 6.2 ケース1についての公的資金投入を考慮した財務分析結果

Sales Price	IDR 12000/m ³			
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) ケース2について

再生水バルク販売価格（2016年）がIDR 12,000/m³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。

6.1.3 財務評価

(1) ケース1について

ケース1は、再生水の用途をヌサ・ドゥア地区とその周辺の主要なホテルでのトイレ洗浄用水に限定したために、見込まれる需要量がケース2の半分となる。一方、総事業費は、ケース2と比べ約15%減に留まる。このため、再生水の供給（生産＋輸送）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、何らかの公的財政支援が必要という結論となった。

ケース1の再生水事業に対して、まず、VGFを適用するのが妥当かどうかについては、下記の公的便益を評価するかにより判断される課題であろう。

- ・ デンパサー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・海水への環境負荷となっているが、二次処理水を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出来る。世界有数の観光地であるバリ島ヌサ・ドゥア地区の観光資源、綺麗な海岸と海水への環境負荷削減は、極めて重要である。
- ・ 南バリ地域では、地下水への塩水混入や地下水の枯渇といった問題が一部顕在化しており、今後水道水の供給不足を補うため地下水が継続利用されると、地下水問題は深刻化することが懸念される。貴重な水源として地下水を保全するためにも、水道水の

一部を再生水で代替することにより、地下水の使用を抑制することの意義は大きい。

- ・ 実績のあるトイレ浄水用という限定した用途から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。

(2) ケース 2 について

結果で述べたように、再生水バルク販売価格（2016 年）が IDR 12,000/m³ であれば、Equity-IRR は 15%、DSCR が 1.39 となり、SPC は財務面からみて、ケース 2 の再生水事業実施できることが検証された。

そこで、再生水バルク販売価格を IDR 12,000/m³ として、次の 3 点から感度分析を行った。

- 1) 建設費用の増大（Cost Over Run）：5%、10% 超過
- 2) 維持管理費用の増大：2%、4%、6% 超過
- 3) 為替レート変動（円高）：年率 1%、2%、3% の上昇

その結果、Equity IRR については、建設費用が 10% 超過した場合に 1.5% 減少したことを除き、どのケースでも 0.5% 減少以内であった。

一方、DSCR はいずれの場合にも 1.2 以上あった。この設定した範囲内では、財務面の事業性はあると考えられる。

6.2 経済分析および評価

6.2.1 経済分析

代替コストと比較して経済便益を算出し、経済分析を行い、EIRR を算出して評価した。その結果を下表に示す。

表 6.3 経済分析結果

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. 便益	再生水を 4,100m ³ /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"> ● 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 ● ボトル飲料水の購入費用 ● 観光産業への貢献 便益合計： ██████████	再生水を 8,200m ³ /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 ³ /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"> 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 再生水供給量に匹敵する水道水を配水するのに必要な配管敷設費および接続費 運営維持管理費用 費用合計： ██████████	再生水を 8,200m ³ /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。 費用合計： ██████████
3. 経済指標	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 ██████████

6.2.2 経済評価

EIRR は、ケース 1 で 12.91%、ケース 2 で 13.65%と算出され、数字上、再生水事業は経済的には有益な事業と言える。

6.3 運用・効果指標

提案事業計画のアプライザル調書等における運用・効果指標について、JICA の「運用・効果指標リファレンス（第 2 版）」に基づき検討した。同資料では、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なものであるもので、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・効果指標の設定に際しては、同リファレンスの「15. 上水道 運用・効果指標（案）」を参考に、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を行った。

本再生水バルク供給事業の運用および効果指標（案）を表 6.4 および表 6.5 に示す。

表 6.4 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^3 /日）	日平均送水量実績 <毎年ベース>	ケース1で4,100 m^3 /日 ケース2で8,200 m^3 /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^3 /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 6.5 本再生水パ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)

6.4 事業実施、案件監理上のリスクと対処方法

当該事業に係るリスクを洗い出し、それぞれのリスクに対する対処方法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した。詳細は本編第 15.2 節において検討している。

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 6.6 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"> 利用申請の適切な手続き実施 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。 	◎		
(2) 設計・建設リスク	技術リスク	<ul style="list-style-type: none"> 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。 		◎	
	完工リスク	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 		◎	
		<ul style="list-style-type: none"> 配水池、配水管の補修・新設工事は PDAM バドゥンが担当。 			◎
	関連インフラ・ユーティリティ・リスク	<ul style="list-style-type: none"> 送電線の増設は現地電力会社（Indonesian Power）が担当。 水道水は PDAM デンパサールが担当。 	◎		
(3) 環境リスク	環境リスク	<ul style="list-style-type: none"> 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執行する。 再生水の水質基準の遵守。 	○	◎	
		<ul style="list-style-type: none"> 用途にあった再生水の水質基準の制定 	◎		
(4) オフテイクリスク	オフテイク・リスク	<ul style="list-style-type: none"> 契約書でオフテイクリスクを明記する。 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 	◎		

分類	リスク	対応策	リスク分担		
			政府 機関	SP C	PD AM
		償される。			
(5) 操業・保守リスク	原水調達リスク	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	◎		
	能力不足リスク	<ul style="list-style-type: none"> 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。 		◎	○
(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"> 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。 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。 		◎	◎
		<ul style="list-style-type: none"> 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 			◎
		<ul style="list-style-type: none"> 下水から再生水までの総合的な水質モニ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"> 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。 	◎	◎	◎
	金利	<ul style="list-style-type: none"> JICA 融資の場合、金利は長期固定。 		◎	
	インフレ	<ul style="list-style-type: none"> 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 	◎	◎	◎
(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"> 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。 		◎	○
(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"> 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。 	◎		

6.5 環境社会配慮

(1) 本調査における環境社会配慮の検討内容

この準備調査では、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）についても参

考にしている。

既に説明したように、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、本文の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は難しく、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、本節、本文の第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、本文の第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。表6.7に、この調査における環境社会配慮の検討内容を示している。

表 6.7 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
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
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
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
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
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
検討6	初期環境調査(IEE)及び環境影響評価(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及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
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

本編第14章では、これらの環境社会配慮関連の検討の結果をまとめている。また、2010年12月に「イ」国政府とJICA間で交わされたMinutes of Meeting (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”)に、IEEの結果の詳細を付属資料10 (MM記載の”Environmental Effect Study Report”)にまとめている。さらに、実施した初期環境調査(IEE)の結果を基に付属資料11 (EIAのためのTORの草案)を作成した。

(2) 必要となる EIA 手続きの流れ

EIA を実施する必要があるビジネス及び活動の内容について規定している「イ」国環境省の法規 (No.11/2006) 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) の実施が必要である。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 6.1 は、EIA 査定委員会により EIA の手続きが必要であると正式に判断された後の「イ」国の EIA の流れを示している。この再生水供給事業の場合、EIA 査定委員会は、バリ州政府の環境管理事務所(BALH)によって運営され、関連する政府機関、学術機関、協会、地域等の代表者から構成されることになる。

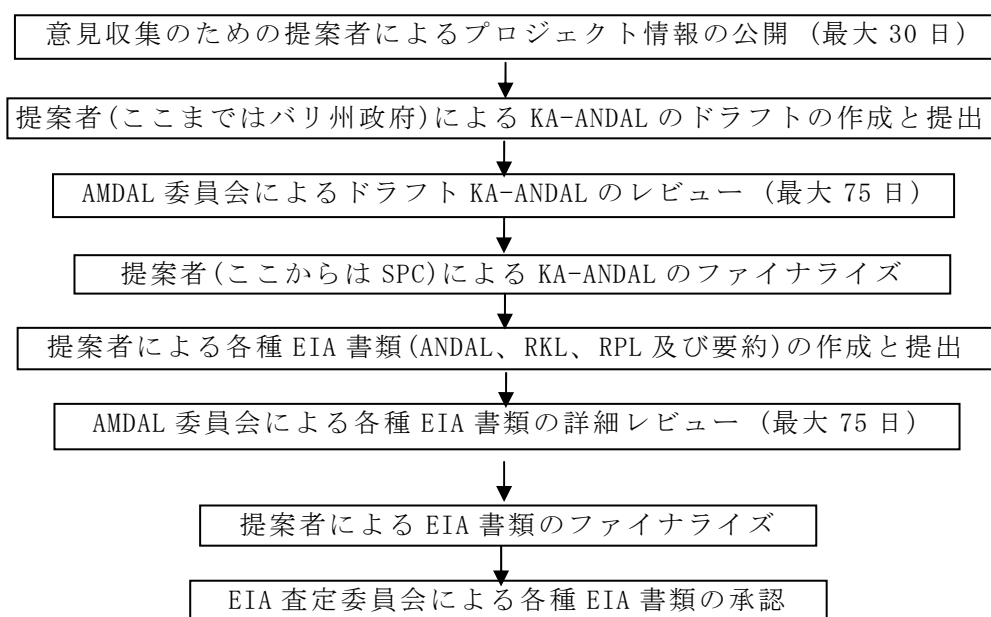


図 6.1 「イ」国における AMDAL(EIA)の手続きの流れ

2010 年 6 月に国家開発企画庁 (BAPPENAS) が発行した PPP 事業についてのガイドラインの中で、PPP プロジェクトの場合には EIA 手続き上のプロジェクトの提案者が PPP 契約の調印を境に、政府機関から民間会社に移行することが示されている。つまり、バリ州政府は、本準備調査で作成した TOR の草案(付属資料 11)を基に、KA-ANDAL(EIA の TOR 兼業務実施計画書)のドラフトをインドネシア語で作成し、バリ州政府の環境管理事務所 (BALH)に提出するといった業務を早い段階で行う必要がある。一方、SPC は PPP 契約の調印後に KA-ANDAL のファイナライズ、EIA 調査の実施及び各種 EIA 報告書の作成を行い、工事の実施前に環境ライセンスを取得する必要がある。

(3) 初期環境調査(IEE)の結果

IEE では、再生水供給事業の予測される負の影響の内、特に影響が強い (中程度) と思われるものに焦点を当てた。第 14 章の 14.4 では、IEE の結果として、事業計画策定の早い段階で行った戦略的環境社会配慮、環境社会配慮に関連する 5 種類の代替案比較検討、包

括的な環境スコーピング、特定した中程度の悪影響の評価及びそれらの緩和策の検討、必要となる環境モニタリング、及び現地政府機関とのワークショップとステークホルダー協議の結果について説明している。

環境スコーピングでは、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、詳細なスコーピングを行うようにした。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及びホテルにおける再生水のシャワー等への利用に対する文化的な許容について、困難に直面する可能性がある。一方、工事前の段階では、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、様々な小規模な負の影響が出ると思われるが、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負の影響であると考えられる。小規模な負の影響には、建設機械やトラックによる騒音、振動及び大気汚染、再生水処理施設建設予定地(1 ha)におけるマングローブ林（以前は養殖池として使用されていた）の伐採及び整地による水象、地形、生態系及び土地利用への影響、及びバリ島への建設作業員の流入による治安等への影響が考えられる。一方、この再生水供給事業は、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マイナスの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。また、運転段階では、自家発電機等の設置する機械による大気汚染、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水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負の影響が発生する可能性がある。一方、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（Suwung）下水処理場からの排水の減量と水質改善、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。

IEE では、環境スコーピングにより特定した中程度の悪影響の評価とそれらの悪影響に対する緩和策の提案に加えて、必要となる環境モニタリングの内容についても検討した。供給する再生水の水質管理のために実施する必要がある水質モニタリングについては、暫定案を作成した。この暫定案は、PPP 契約において合意されるべき 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。

また、調査団と「イ」国政府及びバリ州政府の関係者は、調査内容について協議するためのワークショップを調査期間中繰り返し実施した。さらに、バリ州政府の DINAS PU と BLUPAL が 2011 年 9 月 27 日にデンパサールで開催したステークホルダー協議を支援することで、多くのステークホルダーから様々なコメントを得た。調査団は、これらのワークショップ及びステークホルダー協議において得られた参加者の様々な提言、質問等を表に

まとめ、調査団としての回答を記述した（付属資料 10 の表 10.f.4 及び 10.f.5 を参照）。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は、プロジェクトの説明及びインタビューを別途実施し、ホテルにおける再生水の使用についてポジティブな返答を得た（付属資料 11 の表 10.f.6 を参照）。

(4) 環境チェックリストによる再確認と EIA のための TOR 案の作成

第 14 章では、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について実施した環境社会配慮の内容を再確認している。この準備調査中に十分な検討ができなかった項目等については、今後実施する必要がある EIA の中で対応する必要がある。また、付属資料 11 として作成した EIA のための TOR 案では、現地側実施主体である DINAS PU/バリ州政府及び SPC が EIA 調査のために雇用する環境コンサルタントの以下の業務について説明している。

- 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) 既存報告書のレビュー、影響の評価、環境管理及びモニタリングの計画
- 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

6.6 提案した再生水事業の総合評価

ふたつの代替案について、技術面、経済性、環境社会面の 3 つの視点から比較検討した。その結果を次表に示す。

表 6.8 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、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。

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
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	これまで蓄積された、トイレフラッシュ用の再生水の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。	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が必要となる。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。
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水質基準は例がないことから、再生水の水質基準の制定には関係機関による詳細な検討が必要となり、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	このケースでは、誤飲・誤用のリスクがあるものの、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ことで一定のリスクは回避可能である。したがって、対応策の実施が必要である。	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・誤用を完全に防ぐことは現実には難しい。
2. 経済・財務面		
2.1 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 19,300/m ³ (2016 年ベース)とする。 b) IDR 12,000/m ³ (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。	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 ³ (2016 年ベース)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

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
		<p>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。</p> <p>E-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。</p> <p>DSCR については、いずれも1.2以上であった。</p>
4) 財務評価	<p>a)の価格は高すぎる。</p> <p>b)のVGFが適用は公的便益の評価がで判断される課題である。</p>	<p>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。</p>
2.2 経済分析		
1) 便益	<p>再生水を4,100m³/日供給する場合の代替コストを便益として算定。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 ボトル飲料水の購入費用 観光産業への貢献 <p>便益合計： ██████████</p>	<p>再生水を8,200m³/日供給する場合の代替コストを便益として算定。</p> <p>便益合計： ██████████</p>
2) 費用	<p>再生水を4,100m³/日供給するのに必要な経済費用として、以下を算定。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 再生水供給量に匹敵する水道水を配水するのに必要な配管敷設費および接続費 運営維持管理費用 <p>費用合計： ██████████</p>	<p>再生水を8,200m³/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。</p> <p>費用合計： ██████████</p>
3) 経済分析結果	<p>経済内部収益率（EIRR）12.91%、純便益 ██████████</p>	<p>経済内部収益率（EIRR）13.65%、純便益 ██████████</p>
4) 経済評価	<p>数量評価対象外の便益を考慮すると、経済指標の数字上は経済的価値があると考えられる。</p>	<p>数量評価対象外の便益を考慮すると、経済指標の数字上は経済的価値があると考えられる。</p>

7. 結論および提言

7.1 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 3,700m³/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。

7.2 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が必要となる。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による再生水利用促進
- 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

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等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。

さらに、南バリの一部の地域で顕在化している地下水の問題（枯渇や塩水化）を防止し、貴重な水資源として保護する観点から、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)の検討も提言する。

2) 再生水の水質基準制定による再生水利用促進

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。