ベトナム国
ハノイ都市圏水道PPPドン河事業
準備調査（PPPインフラ事業）

ファイナル・レポート

平成24年5月
（2012年）

独立行政法人国際協力機構
（JICA）

メタウォーター㈱
㈱東京設計事務所
㈱クボタ
プライスウォーターハウスクーパース㈱

要　旨

本調査は、2008 年 4 月にベトナム国 VIWASEEN 社（State Own Enterprise）が提案した「ハノイ都市圏ドン河プロジェクト」（用水供給事業：浄水場と送水管建設及運営維持管理）を日越第 1 号の PPP 事業として実施することを目的としたものである。ベトナム国側では、VIWASEEN 社が当初提案を行った計画（2008 年計画）から、現在は FS（基礎調査）の段階まで進められており、日本側についても Pre-FS を経て、本調査の段階へと進んでいる。これまで、VIWASEEN 社による FS を基に、メタウォーター、VIWASEEN 社、ハノイ市水道公社及びその他関連機関との間で複数回に渡る協議が行われ、日本側の見解を示してきた。

本調査は、本提案事業がより実行可能性が高いものとなるよう、技術的、経営的視点から主に以下の調査を実施した。

- ベトナム国における PPP 関連法制度の状況及び投資環境
- 事業のニーズ及び需要予測
- 水源水質の試験及び分析
- 設計条件の設定及び概略設計
- 建設資機材の調達、施工計画の策定
- 初期環境影響調査
- 投資リスクの抽出と分析
- 経済、財務分析
- 経営・制度に関する課題の抽出と提案

上記の検討結果を踏まえ、カウンターパートである VIWASEEN 社、ハノイ市水道公社等への各種提案、協議を行い、本提案事業の実現性をより一層高めるべく調査を進めている。

本報告書は以下の章構成となる。

１．候補事業の提案及び当該事業の必要性と背景の確認

対象国であるベトナム国の社会経済状況、自然環境ならびに PPP 関連法制度の状況等の調査結果を整理した。

２．水質調査

水質調査は、本提案事業により建設する浄水場施設の設計諸元を決定するための水質試験を行うことを目的に、原水であるドン河表流水の水質試験、及び水源水質の水質試験を実施したものである。

３．当該 PPP インフラ事業に関わる技術的規模の検討

本章では、本提案事業の基本フレームの設定すべく、事業の需要予測を行い、カウンタ

ーパートとの協議結果を踏まえた水需要及び送水範囲の見直し結果を整理した。

信頼性の高い事業運営を長期間継続していくために、安全、安心、安定を基本とした水道施設計画と持続可能な維持管理計画を提案した。浄水処理プロセスにおいては、水質試験結果から導きだされる設計条件を基に施設計画を行い、概略設計図の作成、概算事業費の算出を行った。

上記概略設計を基に、施工計画を策定し、事業実施スケジュール及び実施体制を計画、提案した。

4．環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討

ベトナム国の環境関連法規及び事業承認までに必要な許認可プロセスについて調査結果を取りまとめるとともに、初期環境影響評価の実施結果を整理した。

5．投資環境（リスク分析）

ベトナム国における政治環境、経済環境、水事業環境等の投資環境についての調査結果を整理し、事業実施に係わる投資リスクについて網羅的な分析及びそれらに対する対応策の検討を行った。

また、リスク分析に基づき、本調査団が望ましいと考えるプロジェクトスキームの在り方について検討を行った。

6．経済分析

第 3 章にて算出された需要予測を基に、経済的費用・便益の抽出数量化を行い、費用便益分析を実施した。また、経済的便益の変動可能性について整理した。

7．財務分析

本提案事業の財務分析を行うための分析前提条件を整理し、あるべきベースケース選定の考え方の整理を行った。

8．経営・制度に関する課題と提案

本提案事業への公的支援策についての内容をまとめた。

ベトナム国ハノイ都市圏水道 PPP ドン河事業準備調査（PPP インフラ事業）

ファイナル・レポート

目　次

1．　候補事業の提案及び当該事業の必要性と背景の確認 1-1
1.1　当該国の社会経済状況 1-1
1.1.1　ベトナムの実質 GDP 推移 1-2
1.1.2　ベトナムの GDP デフレーター推移 1-4
1.1.3　ベトナムにおける購買力平価の推移 1-7
1.1.4　VND の金利推移 1-9
1.1.5　金利とインフレーション 1-10
1.1.6　ハノイ市水道料金変動推移 1-12
1.2　当該セクターの状況 1-13
1.2.1　水政策の関係機関 1-13
1.2.2　水道事業に関する主要関連省庁の関係 1-15
1.3　当該国の PPP 関連法制度の状況 1-17
1.3.1　水道事業に関する法制度 1-17
1.3.2　民活水道事業の認可プロセス 1-21
1.3.3　JICA 投融資制度 1-23
1.4　当該事業の周辺の自然条件 1-24
1.5　事業のニーズ 1-25
1.6　環境及び社会面の配慮の現状確認・把握 1-26
1.6.1　水道に関する環境の現状 1-26
1.6.2　地盤沈下の状況 1-26
1.6.3　地下水汚染 1-27
1.6.4　社会環境 1-30
2．　水質調査 2-1
2.1　調査目的 2-1
2.1.1　水源調査 2-1
2.1.2　ドン河水質調査 2-1
2.1.3　ドン河原水の水処理特性調査 2-1
2.2　調査内容 2-2
2.2.1　水源調査 2-2
2.2.2　ドン河水質調査 2-2

2.3　調査日程 2-4
2.4　調査結果 2-4
2.4.1　水源調査 2-4
2.4.2　ドン河水質調査 2-10
３．　当該 PPP インフラ事業に関わる技術的規模の検討 3-1
3.1　事業目的 3-1
3.2　事業の需要予測 3-1
3.2.1　調査開始時の本提案事業を取巻く状況 3-1
3.2.2　調査対象地域 3-2
3.2.3　調査対象地域における水道事業の概況 3-3
3.2.4　需要予測と基本フレーム設定の流れ 3-11
3.2.5　基本条件の確認 3-13
3.2.6　事業の需要予測と基本フレームの提案 3-18
3.2.7　本提案事業の基本フレーム 3-36
3.3　適切な事業スコープの提案 3-39
3.3.1　プロジェクトの概要 3-39
3.3.2　事業範囲の提案 3-41
3.3.3　浄水場建設予定地の選定 3-42
3.3.4　事業実施期間の提案 3-43
3.4　設計条件の設定 3-44
3.4.1　目標年次 3-44
3.4.2　基本水量 3-44
3.4.3　浄水水質基準 3-45
3.4.4　ドン河取水水位 3-46
3.4.5　受水点受水方式 3-48
3.5　概略設計 3-49
3.5.1　設計概要 3-49
3.5.2　設計方針 3-49
3.6　概算事業費の算出 3-58
3.6.1　積算の前提条件 3-58
3.6.2　建設費の積算条件 3-58
3.6.3　事業費 3-59
3.6.4　運転・維持管理費用 3-59
3.7　事業実施スケジュール策定 3-61
3.8　事業実施体制の提案 3-63
3.9　運営・維持管理体制の検討 3-65

3.9.1　維持管理体制の基本方針 3-65
3.9.2　現地維持管理体制の検討 3-65
3.9.3　人材育成計画 3-70
3.9.4　大規模浄水場の安定稼動を技術支援する体制 3-72
4．　環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討 4-1
4.1　序論 4-1
4.2　法制度及び行政の枠組み 4-3
4.3　事業の概要 4-30
4.4　環境ベースラインデータ 4-34
4.5　影響識別と軽減対策 4-44
4.6　環境マネジメント計画 4-50
4.7　結論 4-56
5．　投資環境（リスク分析） 5-1
5.1　政治環境 5-1
5.2　経済環境 5-4
5.3　水事業環境 5-13
5.4　契約管理すべき当該プロジェクトリスク 5-16
5.5　当該プロジェクトに関する契約体系の整理と各契約書 5-19
6．　経済分析 6-1
6.1　経済的費用の抽出と数量化 6-1
6.2　経済的便益の抽出と数量化 6-4
6.3　経済的費用便益分析 6-10
6.4　経済的便益の変動可能性 6-12
7．　財務分析 7-1
7.1　ケースの説明 7-1
7.2　資金フロー 7-2
7.3　財務分析前提条件 7-3
7.4　キャッシュウォーターフォール 7-7
7.5　分析 7-8
7.5.1　事業のベースケースの選定 7-8
8．　経営・制度に関する課題 8-1
8.1　政府支援制度 8-1
8.1.1　両国政府に求める支援策 8-1
8.1.2　日本国政府に求める支援策 8-3

【図表リスト】

図-1.1.1　実質 GDP 推移（米国・日本と対比）.....1-2
図-1.1.2　ベトナムの実質 GDP 推移.....1-3
図-1.1.3　ベトナムの GDP 成長率の推移.....1-3
図-1.1.4　ベトナムの GDP デフレーター.....1-4
図-1.1.5　ベトナムの GDP デフレーター.....1-5
図-1.1.6　ベトナムの生産者物価指数の推移.....1-5
図-1.1.7　ベトナムの CPI の推移.....1-6
図-1.1.8　ベトナムの購買力平価（対米国・日本）の推移.....1-7
図-1.1.9　VND/USD の PPP 及び EXR の推移.....1-8
図-1.1.10　VND/円の PPP 及び EXR の推移.....1-8
図-1.1.11　ベトナムの金利の推移.....1-9
図-1.1.12　金利とインフレーションの推移.....1-10
図-1.1.13　貿易収支、海外債務残高および外貨準備高の推移.....1-11
図-1.1.14　Ha Noi 市の水道料金改定推移.....1-12
図-1.2.1　水道事業の主要関連省庁の階層的関係.....1-15
図-1.2.2　提案事業承認までのプロセス.....1-16
図-1.3.1　政令 37 号下での PPP 事業に関する手続きフロー.....1-22
図-1.4.1　Ha Noi 市における月別気温と平均降雨量の変動.....1-24
図-1.6.1　地盤沈下の状況.....1-27
図-1.6.2　旧 Ha Noi 市の砒素汚染状況.....1-28
図-2.4.1　水源調査地点（2011 年 5 月 27 日調査）.....2-6
図-2.4.2　水源調査地点（2011 年 6 月 29 日調査）.....2-7
図-2.4.3　水源調査地点（2011 年 7 月 4 日調査）.....2-8
図-2.4.4　水温及び気温（毎日試験）.....2-11
図-2.4.5　濁度（毎日試験）.....2-12
図-2.4.6　過マンガン酸カリウム消費量（毎日試験）.....2-13
図-2.4.7　濁度と $KMnO_4$ 消費量の関係（毎日試験）.....2-13
図-2.4.8　ドン河原水の SS と濁度の関係式（毎日試験）.....2-14
図-3.2.1　調査対象地域.....3-2
図-3.2.2　HAWACO の配水量実績と有収率の推移（2005～2010 年）.....3-5
図-3.2.3　需要予測と基本フレーム設定の流れ.....3-12
図-3.2.4　本調査開始時の計画概要（Pre-FS 調査結果）.....3-14
図-3.2.5　ドン河浄水場及び Ha Noi 北部の水運用方針.....3-19
図-3.2.6　本提案事業における Bac Ninh 省の水運用方針.....3-20
図-3.2.7　ドン河浄水場及び Hung Yen 省の水運用方針.....3-22

図-3.2.8　市内中心 8 区の人口推計 3-24
図-3.2.9　Long Bien 区、Gia Lam 県の人口推計 3-25
図-3.2.10　受水点の位置及び給水範囲 3-32
図-3.2.11　Bac Ninh 省の受水点位置 3-33
図-3.2.12　VIWASEEN 社 FS 結果と本調査により見直した送水ルート 3-35
図-3.2.13　本提案事業における給水範囲（見直し） 3-37
図-3.3.1　本提案事業の概要 3-40
図-3.3.2　本提案事業の概念図 3-41
図-3.3.3　Pre-FS における浄水場候補地 3-42
図-3.4.1　ドン河水位日変動の経年変化（2002 年～2009 年） 3-46
図-3.4.2　月最大・最低水位の経年変化（2002 年～2009 年） 3-46
図-3.4.3　受水点における本提案事業の責任境界 3-48
図-3.5.1　施設配置図 3-56
図-3.5.2　水位高低図（第 1 期：150,000m3/day） 3-57
図-3.7.1　実施スケジュール（日越双方の合意が必要） 3-62
図-3.8.1　事業実施体制（案） 3-63
図-3.9.1　水安全計画の策定と運用の流れ 3-68
図-3.9.2　遠隔監視システムによる支援体制のイメージ 3-72
図-4.2.1　MPI の組織体系 4-5
図-4.2.2　MOC の組織体系 4-6
図-4.2.3　MONRE の組織体系 4-8
図-4.2.4　VEA の組織体系 4-9
図-4.2.5　MARD の組織体系 4-10
図-4.2.6　DONRE の組織体系 4-11
図-4.2.7　VIWASEEN 社の組織体系 4-12
図-4.2.8　法に基づく EIA 評価・承認手続き 4-25
図-4.2.9　事業承認までの手続き 4-27
図-4.2.10　土地利用申請の手続き 4-28
図-4.2.11　最終承認取得の手続き 4-29
図-4.3.1　本提案事業の主要施設の予定地 4-32
図-4.3.2　浄水場施設配置図 4-33
図-4.4.1　Ha Noi 市の降水量及び気温データ 4-38
図-4.4.2　Ha Noi 周辺の保護区域 4-41
図-5.1.1　一人当たり実質 GDP 推移 5-1
図-5.2.1　為替変動推移 5-5
図-5.2.2　GDP デフレータ（USD 換算） 5-6

図-5.2.3　主要先進国 GDP デフレータ推移（USD 換算）.....5-7
図-5.2.4　新興国 GDP デフレータ推移（USD 換算）.....5-8
図-5.2.5　外貨準備高推移.....5-11
図-5.2.6　外貨準備高推移（GDP 比）.....5-11
図-5.2.7　対外債務残高推移.....5-12
図-5.2.8　対外債務残高推移（GDP 比）.....5-12
図-5.3.1　人口推移.....5-13
図-5.3.2　設備容量の推移（HAWACO）.....5-14
図-5.3.3　浄水生産・供給量推移（HAWACO）.....5-14
図-5.3.4　有収率の推移（HAWACO）.....5-15
図-5.4.1　リスクの分類.....5-17
図-5.4.2　リスク評価基準.....5-17
図-5.5.1　本プロジェクトの事業スキーム.....5-19
図-6.2.1　水事業による便益（A+B）.....6-6
図-6.2.2　利用者総便益の想定.....6-9
図-7.2.1　ケース１の資金フロー.....7-2

表-1.2.1　ベトナム国における水道事業の政府関係機関 1-13
表-1.3.1　水道事業（PPP）に関する法制度 1-17
表-1.3.2　都市の範疇 1-19
表-1.3.3　水道水の価格フレーム 1-19
表-1.3.4　Ha Noi 市の 2009 年の水道水の料金 1-20
表-1.6.1　ホン河（Red River）流域の地下水の砒素汚染状況 1-29
表-1.6.2　ヒアリング調査結果 1-30
表-2.4.1　水源水質試験結果(2011 年 5 月 27 日調査) 2-9
表-2.4.2　水源水質試験結果(2011 年 6 月 29 日調査) 2-9
表-2.4.3　水源水質試験結果(2011 年 7 月 4 日調査) 2-9
表-2.4.4　ドン河水質に関する調査期間 2-10
表-2.4.5　ドン河水質に関する試験項目及び試験方法 2-10
表-3.2.1　HAWACO 管理区域における水道普及率（近隣 5 県） 3-4
表-3.2.2　HAWACO の水道事業概要 3-4
表-3.2.3　Son Tay 水道会社の水道事業概要 3-6
表-3.2.4　Ha Dong 水道会社の水道事業概要 3-7
表-3.2.5　VIWACO 社の水道事業概要 3-8
表-3.2.6　Bac Ninh 省内の既設浄水場の状況 3-8
表-3.2.7　Hung Yen 省内の既設浄水場の状況 3-9
表-3.2.8　VIWASEEN 社の FS 調査報告書の需要予測結果 3-16
表-3.2.9　対象区域の人口実績 3-23
表-3.2.10　将来人口の推計 3-24
表-3.2.11　将来人口の設定値 3-26
表-3.2.12　Ha Noi 市における水道普及率（計画） 3-26
表-3.2.13　原単位設定値（単位：Lpcd） 3-27
表 3.2.14　水需要推計に必要な各種係数の設定 3-27
表-3.2.15　2015 年（第 1 期）の Ha Noi 市内の水需要 3-29
表-3.2.16　2020 年（第 2 期）の Ha Noi 市内の水需要 3-30
表-3.2.17　受水点水量の内訳 3-31
表-3.2.18　受水点別の受水量 3-34
表-3.2.19　ドン河浄水場の対象水量 3-38
表-3.3.1　事業実施規模・想定時期 3-43
表-3.4.1　ベトナム国飲料水水質基準の主要項目 3-45
表-3.4.2　ドン河取水水位（設定値） 3-47
表-3.4.3　年間水位変動幅（2002～2009 年） 3-47

表-3.5.1　設計対象施設 3-49
表-3.5.2　基本事項の整理（1/4） 3-51
表-3.5.3　基本事項の整理（2/4） 3-52
表-3.5.4　基本事項の整理（3/4） 3-53
表-3.5.5　基本事項の整理（4/4） 3-54
表-3.6.1　期別建設費用 3-59
表-3.6.2　第 1 期維持管理費用（第 2 期開始まで） 3-59
表-3.6.3　第 2 期開始からの維持管理費用 3-60
表-3.9.1　維持管理、運営上の関連法令 3-65
表-3.9.2　日本人技術者投入計画 3-71
表-4.1.1　提案当初の VIWASEEN 計画 4-2
表-4.2.1　プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁 4-3
表-4.2.2　環境社会配慮に関連する法律及び決定書 4-13
表-4.3.1　提案事業の内容 4-31
表-4.3.2　提案事業の施設設置場所の概要 4-31
表-4.4.1　Ha Noi 市の気象データ 4-37
表-4.4.2　ホン河流域の地下水の砒素汚染状況 4-39
表-4.4.3　Ha Noi 市における月平均濃度（2007 年） 4-40
表-4.5.1　プロジェクト構成要素のスコーピング・マトリックス 4-45
表-4.5.2　提案事業における負の影響の大きさ 4-47
表-4.5.3　建設準備段階及び建設段階の軽減対策 4-48
表-4.5.4　運転段階の軽減対策 4-49
表-4.6.1　建設段階のモニタリングプログラム 4-52
表-4.6.2　騒音モニタリング（建設段階） 4-52
表-4.6.3　周辺環境のモニタリング（建設段階） 4-52
表-4.6.4　大気質のモニタリング（建設段階） 4-52
表-4.6.5　運転段階のモニタリング 4-53
表-4.6.6　原水水質のモニタリング（運転段階） 4-54
表-4.6.7　浄水水質のモニタリング(運転段階) 4-54
表-4.6.8　浄水場からの排水モニタリング（運転段階） 4-54
表-4.6.9　騒音モニタリング(運転段階) 4-55
表-5.4.1　本プロジェクトのリスクマトリックス 5-18
表-6.1.1　SERF の設定例 6-2
表-6.1.2　建設費の経済価格化 6-3
表-6.1.3　維持管理費の経済価格化（百万 VND） 6-3
表-6.2.1　水道料金の改定率 6-8

表-6.2.2　飲み水及び生活用水の水源別割合（2008, ベトナム都心部）.....6-8
表-6.2.3　経済的便益の数量化.....6-9
表-6.3.1　正味現在価値及び経済的内部収益率の算出.....6-11
表-6.4.1　EIRR(Economic IRR)に対応した WTP の最高額の水準とプロジェクトの NPV.....6-12
表-7.1.1　設定ケース.....7-1
表-7.3.1　Payment Formula の概要.....7-3
表-7.3.2　オペレーション費用算定の考え方.....7-4
表-7.5.1　日本円、VND 金利推移.....7-9
表-7.5.2　国内上場企業 ROE.....7-9

【略語表】

略語	正式名称	日本語訳
BT	Build Transfer	民間が資金調達、施設(Build)を建設した後、公共に所有権を移転(Transfer)し、公共が運転管理を行い、投資費用を回収する民営化の一形態。ベトナムの行政指導では水道セクターの民営化では国内企業によるBTだけが認められている。
BOO	Build Own Operate	民間が資金調達、施設を建設(Build)し、運営(Operation)し、事業終了時点で民間事業者が施設を解体・撤去する等の民営化の一形態。
BOT	Build Operate Transfer	民間が資金調達、施設を建設(Build)し、運営(Operation)し、契約期間終了後は公共に所有権を譲渡(Transfer)する民営化の一形態。ベトナムの水道セクターではホーチミン市で 3 件の事例がある。
BTO	Build Transfer Operate	民間が資金調達、施設を建設(Build)した後、所有権は公共に移転(Transfer)し、その引き換えに民間は一定期間の水道施設運営権を得て投資費用を回収する民営化の一形態。
CIT	Corporate Income Tax	法人所得税
CPI	Consumers Price Index	消費者物価指数
DARD	Department of Agriculture and Rural Development	農業農村開発局（ベトナム）
DF	Deflator	価格修正因子
DONRE	Department of Natural Resource and Environment	天然資源環境局(ベトナム)
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済内部収益率。経済・社会的便益を含めた事業による全創出価値を収益性の尺度で図る指標。

略語	正式名称	日本語訳
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EPC	Engineering, Procurement, Construction	エンジニアリング・調達・建設
ERAH	Environmental Protection Agency Hanoi	ハノイ市環境保護局
EXR	Exchange Rate	為替レート
F.C.	Foreign Currency	外貨
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FIRR-E（EIRR）	Equity Internal Rate of Return	資本内部収益率。財務的内部収益率の一種。株主資本に対する収益性（投資利回り）を示す。
FIRR-P（PIRR）	Project Internal Rate of Return	プロジェクト内部収益率。財務的内部収益率の一種。総資本に対する収益性（投資利回り）を示す。株主及び金融機関の利益に加え、法人税等も公共の利益としてリターンに含む。
FS	Feasibility Study	プロジェクトの実現可能性を事前に調査・検討すること。実行可能性調査、投資調査、採算性調査とも呼ばれる。
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
FY	Fiscal Year	会計年度
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HAIDEP	The Comprehensive Urban Development Programme in Hanoi Capital City	ハノイ市総合都市開発計画調査
HAPI	Ha Noi Department of Planning and Investment	ハノイ市計画投資局
HAWACO	Ha Noi Water Business Company	ハノイ市水道公社
HPC	Hanoi People`s Committee	ハノイ市人民委員会
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IS	Investment, Stock	投資・貯蓄。財市場分析の要素。
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	旧国際協力銀行(日本)
JICA	Japan International	国際協力機構(日本)

略語	正式名称	日本語訳
	Cooperation Agency	
JPY	Japanese Yen	日本円
km	Kilometer	キロメートル
L.C.	Local Currency	内貨
LCC	Life-Cycle Cost	製品が原材料の調達から生産・使用・廃棄されるまでに要する費用
lpcd	Liter per capita per day	リットル/人・日
m^3/day	Cubic Meter per Day	立方メートル/日
M/P	Master Plan	マスタープラン
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	農業農村開発省(ベトナム)
MOC	Ministry of Construction	建設省(ベトナム)
MOH	Ministry of Health	厚生省(ベトナム)
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画・投資省(ベトナム)
MOF	Ministry of Finance	財務省
MWRI	Ministry of Water Resource and Irrigation	水資源灌漑省
NRW	Non-Revenue Water	無収水量。給水量のうち料金徴収の対象とならなかった水量。本報告書では無効水(漏水)を含めた意で用いた。
NIURP	National Institute of Urban and Regional Planning	国家都市農村計画研究所
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPI	Producer's Price Index	生産者物価指数
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PPP	Purchasing Power Parity	購買力平価

略語	正式名称	日本語訳
SBV	State Bank of Vietnam	ベトナム国中央銀行
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	コンピュータによるシステム監視とプロセス制御システム
SIBOR	Singapore Interbank Offered Rate	シンガポール銀行間取引利子率
SOCBs	State Owned Commercial Banks	国有商業銀行
SOE	State Owned Enterprise	国有会社
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
UFW	Unaccounted-for Water	不明水量(配水量－有収水量)
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNICEF	The United Nations Children's Fund	国際連合児童基金
USD(US$)	United States Dollers	米国ドル
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VDB	The Vietnam Development Bank	ベトナム開発銀行
VEA	Viet Nam Environment Administration	ベトナム環境管理局
VGF	Viability Gap Funding	事業性補完拠出資金。公共事業の事業性を補完するための公的資金拠出。
VIWASEEN	Vietnam Water Supply Sewerage and Environment Construction Investment Corporation	ベトナム上下水道環境設備投資総公社
VINACONEX	Vietnam Construction and Import-Export Corporation	ベトナム建設輸出入株式会社
VND	Vietnamese Dong	VND(通貨単位)
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WB	The World Bank	世界銀行

１．　候補事業の提案及び当該事業の必要性と背景の確認

1.1　当該国の社会経済状況

外務省の各国・地域情勢による社会経済状況を以下に示す。

経済指標	社会経済状況
① 主要産業	農林水産業、鉱業、軽工業
② GDP	1,016 億ドル（約 12 兆円）（2010 年名目値 : ベトナム統計総局）
③ 一人当たり GDP	1,169 ドル（2010 年　ベトナム統計総局)
④ 経済成長率	6.78％（2010 年）（前年同期は 5.32％）
⑤ 物価上昇率	11.75％（2010 年対前年度比）（年平均指数 9.19％）
⑥ 失業率	2.88％（2010 年　ベトナム統計総局）（不完全就業率 4.5％）
⑦ 貿易額 （2010 年）	（a）輸出　716 億ドル（前年比　25.5％減） （b）輸入　840 億ドル（前年比　20.1％減）
⑧ 主要貿易品目 （2010 年）	（a）輸出　原油、縫製品、履物、水産物等 （b）輸入　機械機器（同部品）、石油、鉄鋼、布等
⑨ 貿易相手国 （2009 年）	（a）輸出　米国、日本、中国、スイス、オーストラリア ※　スイスは金の大量輸出という特殊要因によるもの （b）輸入　中国、日本、韓国、台湾、タイ
⑩ 為替レート	1 ドル＝約 19,500VND（2011 年 1 月）
⑪ 外国からの投資実績 （認可額）	186 億ドル（2010 年、前年比　17.8％減）
⑫ 経済概況	(a)1989 年頃よりドイモイの成果が上がり始め、1995～1996 年には 9％台の高い経済成長を続けた。しかし、1997 年に入り、成長率の鈍化等の傾向が表面化したのに加え、アジア経済危機の影響を受け、外国直接投資が急減し、1999 年の成長率は 4.8％に低下した。 (b) 2000 年代に入り、海外直接投資も順調に増加し、2000 年～2010 年の平均経済成長率は 7.26%と高成長を達成した。

	2009 年は世界経済危機の中で政府の積極財政・金融緩和が奏功し 5.3%、2010 年は当初の目標である 6.5%を上回り、6.8%成長を達成した。しかし、急速な物価上昇、自国通貨の不安定化など、マクロ経済状況は不透明である。この状況を受けて、政府は 2011 年の経済運営に関し、マクロ経済の安定化とインフレ対策を最重要課題として挙げている。 (c) 近年ベトナムは一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進めており、2007 年 1 月、WTO に正式加盟を果たしたが、慢性的な貿易赤字、未成熟な投資環境等懸念材料も残っている。
⑬ 対外債務残高 （2010 年）	445 億ドル
⑭ 外貨準備高 （2010 年）	124 億ドル

経済環境に関する過去の推移を以下のとおり分析した。

1.1.1　ベトナムの実質 GDP 推移

1999 年を 100 として、ベトナムの GDP 推移を米国及び日本との比較において確認（通貨をドルに換算して比較）すると、以下のとおり急速な成長を見せている。

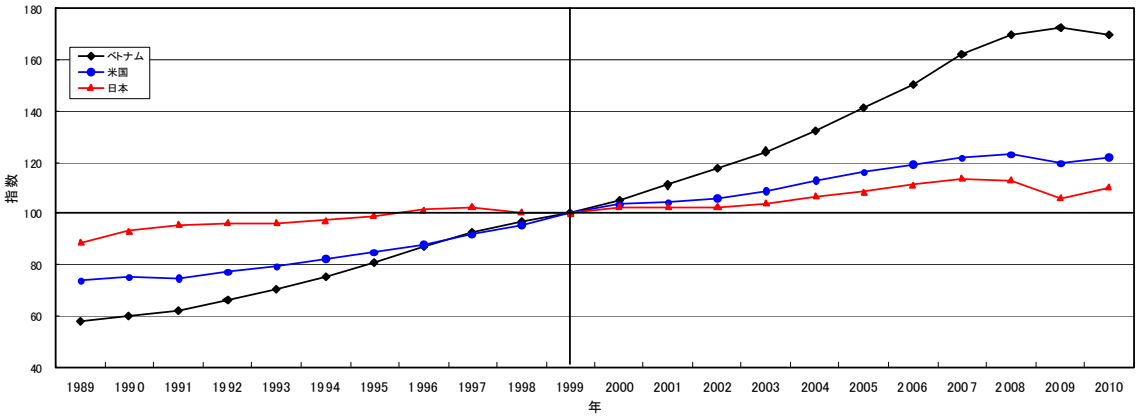
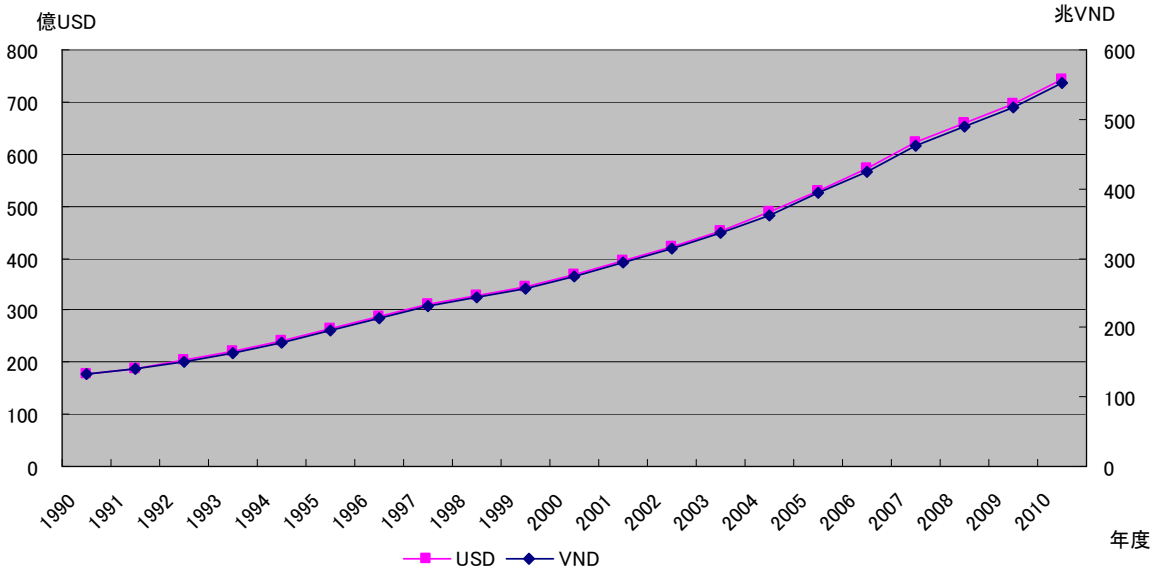


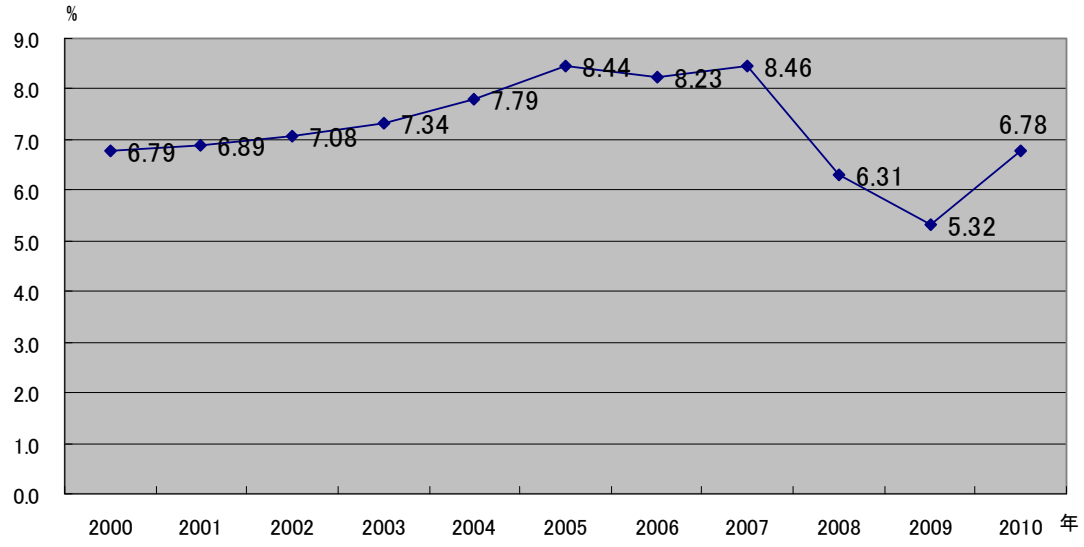
図-1.1.1　実質 GDP 推移（米国・日本と対比）

実質値の推移は下図のように、2010 年で 742 億 USD（名目値で 1,016 億 USD）となっており、わが国 GDP の 2 割程度の規模となっている。なお、成長率に関しては、2007 年の 8.46%をピークに、減少傾向を示している。



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.2　ベトナムの実質 GDP 推移



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.3　ベトナムの GDP 成長率の推移

1.1.2　ベトナムの GDP デフレーター推移

本調査において、ベトナムの物価については、GDP デフレーター、生産者物価指数、消費者物価指数の 3 指数を取り上げる。なお、これらデータの分析結果の財務分析への利用は内容に応じて行うこととする。

（1）GDP デフレーター

ベトナムの GDP デフレーターを、物価変動を表す指数としてグラフにすると、以下のとおりとなる。USD ベース・JPY ベースでの変動率は比較的安定的に推移していることが分かる。

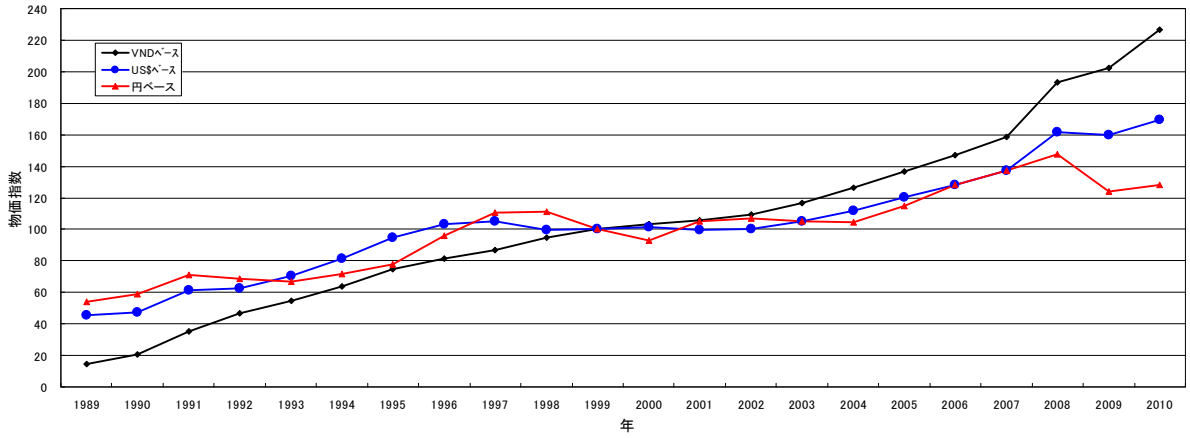
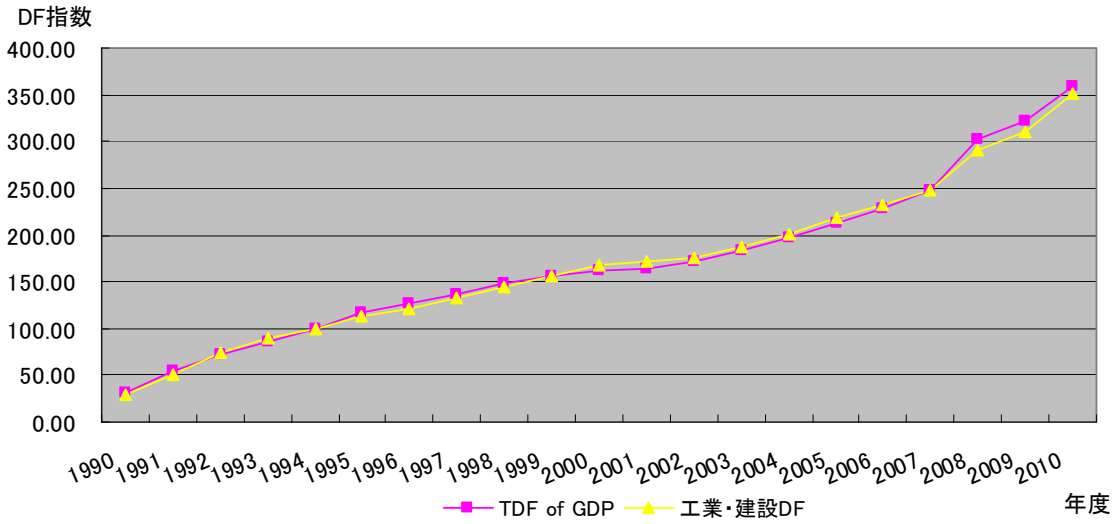


図-1.1.4　ベトナムの GDP デフレーター

なお、本提案事業の将来を考える上で、参考とする工業・建設部門の GDP デフレーターの推移を見ると、下図のように、総 GDP デフレーターよりは少し下回っている。

2000 年から 2010 年の 11 年間の平均成長率で見ると、総 GDP デフレーター（TDF）は 8.32%、工業・建設部門の GDP デフレーターは、7.71%となっている。

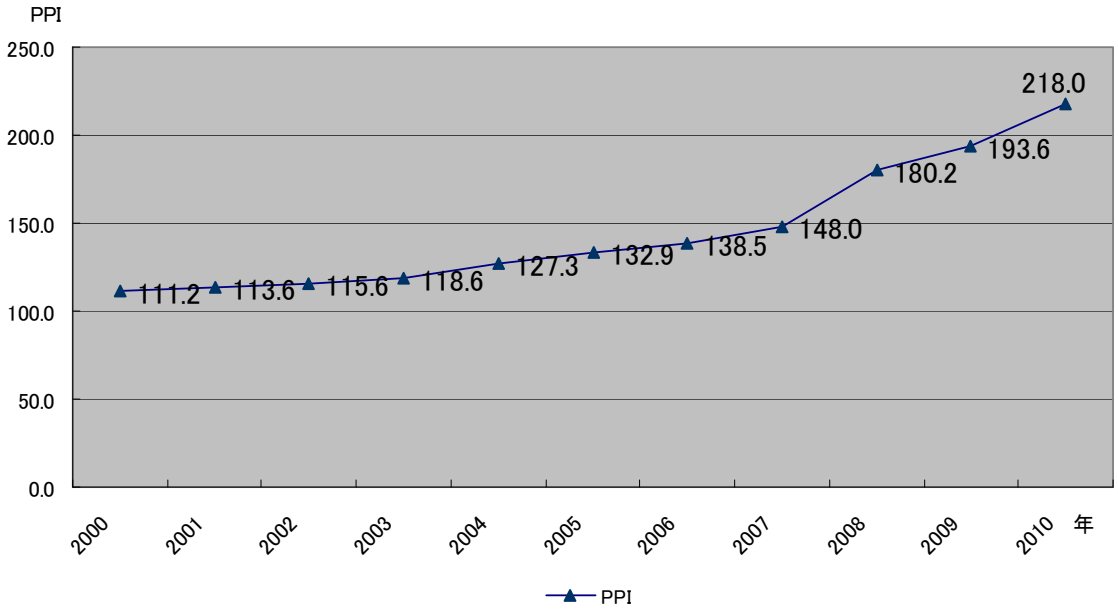


(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.5　ベトナムの GDP デフレーター

（２）生産者物価指数（PPI）

ベトナム政府の「総務局統計」に記載されている生産者に関する物価指数の推移を見ると、下図のようになる。



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.6　ベトナムの生産者物価指数の推移

2000 年から 2010 年の 11 年間での平均上昇率は、6.96%/年となっている。その他、本事業の財務分析に関わる米国と日本の生産者物価指数に関する同時期の平均上昇率は、以下

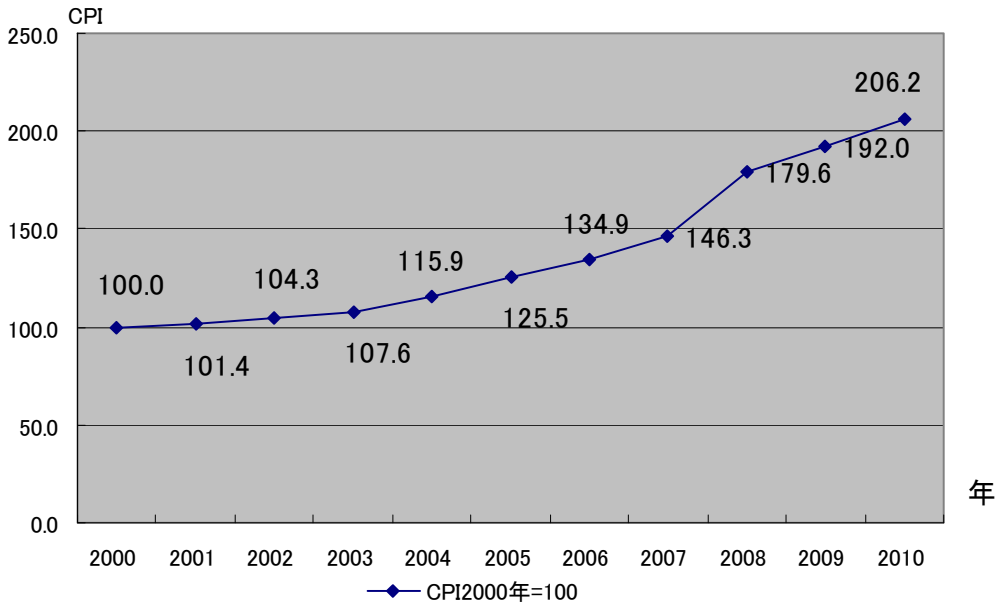
のようになっている。

・米国：3.84 %／年
・日本：0.06 %／年

(出典：2012 年「世界の統計」より作成)

（3）消費者物価指数（CPI）

消費者物価指数については、最新のベトナム政府「一般統計」によると、下図のように推移している。



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.7　ベトナムの CPI の推移

2000 年から 2010 年の平均上昇率は、7.51%／年となっている。
なお、2005 年から 2010 年の 6 年間の平均上昇率は、10.43%となっている。

1.1.3　ベトナムにおける購買力平価の推移

ベトナム通貨 VND の価値を評価するために、米国と日本との比較においての購買力の推移をグラフにすると、以下のとおりとなる。米国と日本に比較して、通貨の価値が減少する傾向にある。これは、物価上昇推移と為替変動推移を総合的に比較して、生産物 1 単位を購入するために費やす費用が、ベトナムでは米国及び日本より高くなっている（逆に貨幣価値が低下している）ことを示している。

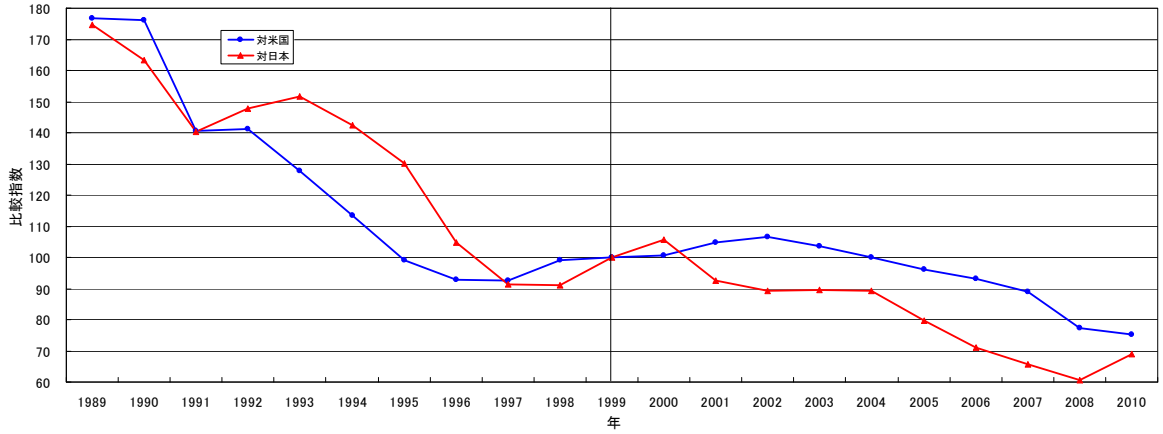
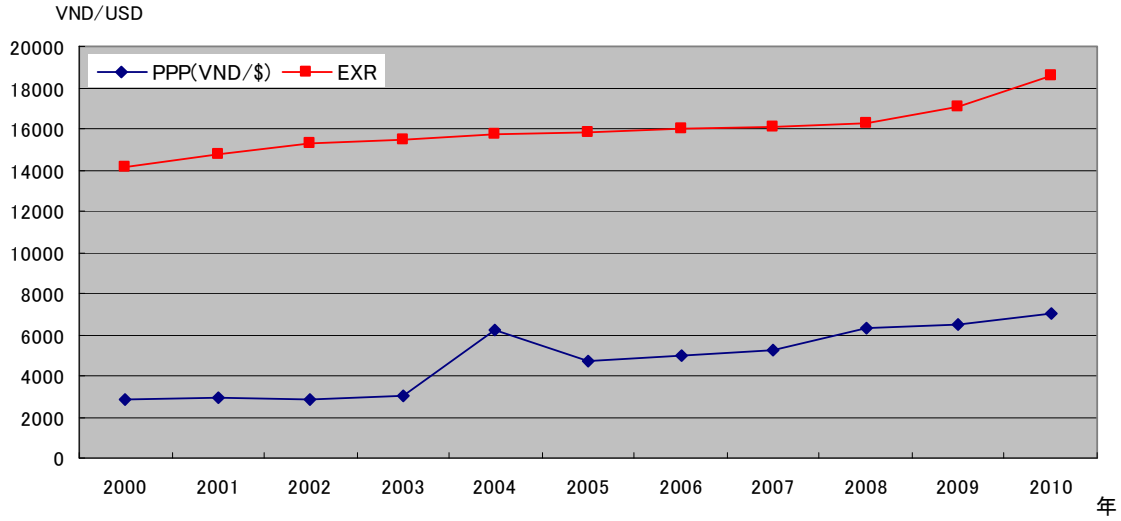


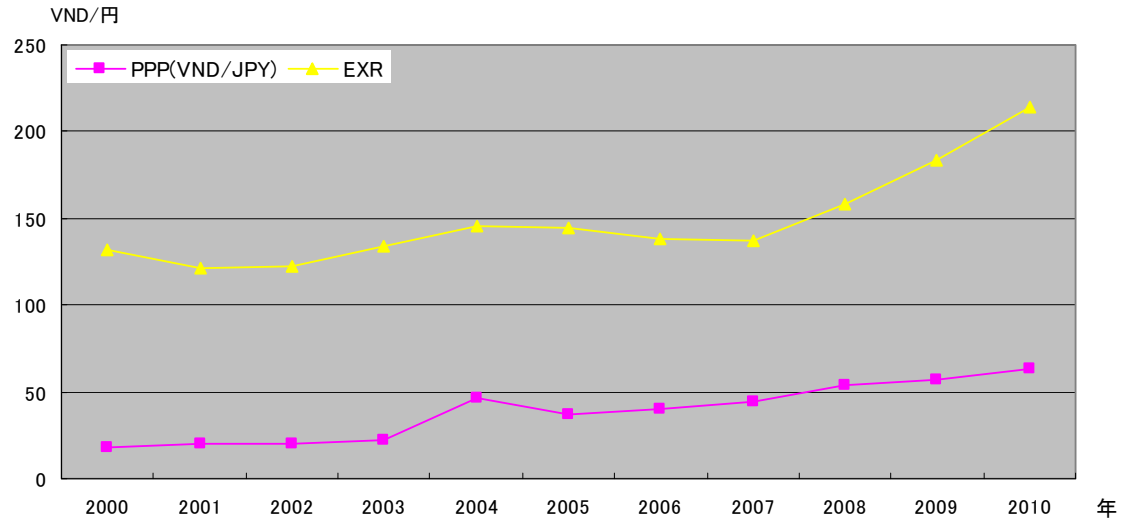
図-1.1.8　ベトナムの購買力平価（対米国・日本）の推移

なお、JPY と USD に対する為替と購買力平価の VND の関係を見ると、下図のようになっている。これらの図は、JPY・USD に対して、VND の実勢貨幣価値を政策的にドン安に誘導していることを示している。この場合、市場の機能以外に、為替の変動を誘導する可能性が大きくなるリスクが存在する。



(出典：国連統計データ及びベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.9　VND/USD の PPP 及び EXR の推移



(出典：国連統計データ及びベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.10　VND/円の PPP 及び EXR の推移

なお、VND/USD 及び VND/JPY の 2000 年から 2010 年までの減価率は、以下のようになっている。

- VND/USD の減価率＝2.76%
- VND/JPY の減価率＝4.97%

1.1.4　VND の金利推移

VND の金利推移をグラフに示すと以下のとおりとなる。2008 年の大幅物価上昇を反映して金利も大幅に上昇したが、2009 年には落ち着きを取り戻している。しかし、米国及び日本のゼロ金利に近い状態と比較して、8%/年というレベルは高い。このレベルの市場金利での資金調達では、公共性の高い水道事業の事業性が期待しにくい。

特に、長期金利の目安となる 10 年もの国債の金利は近年、高騰している。

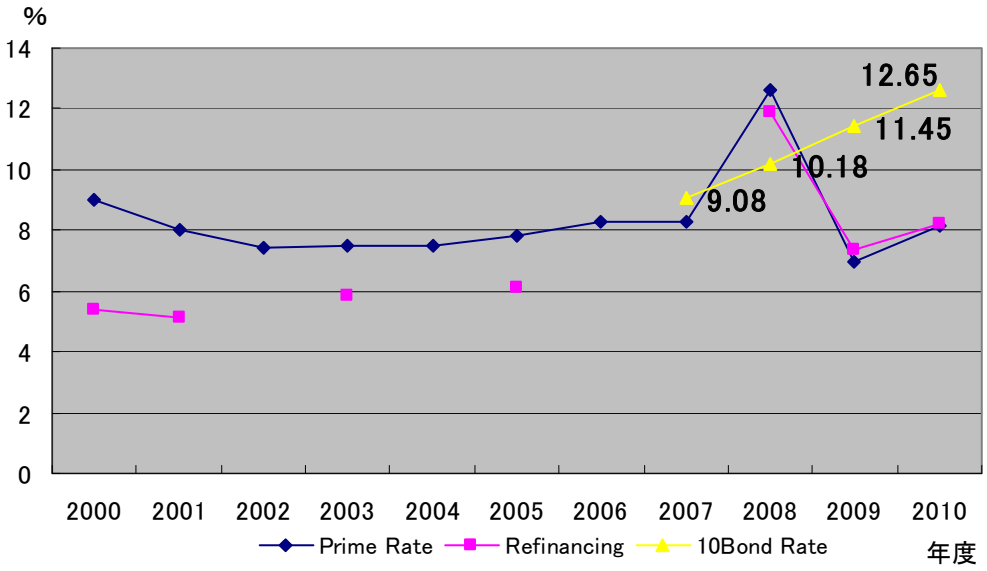
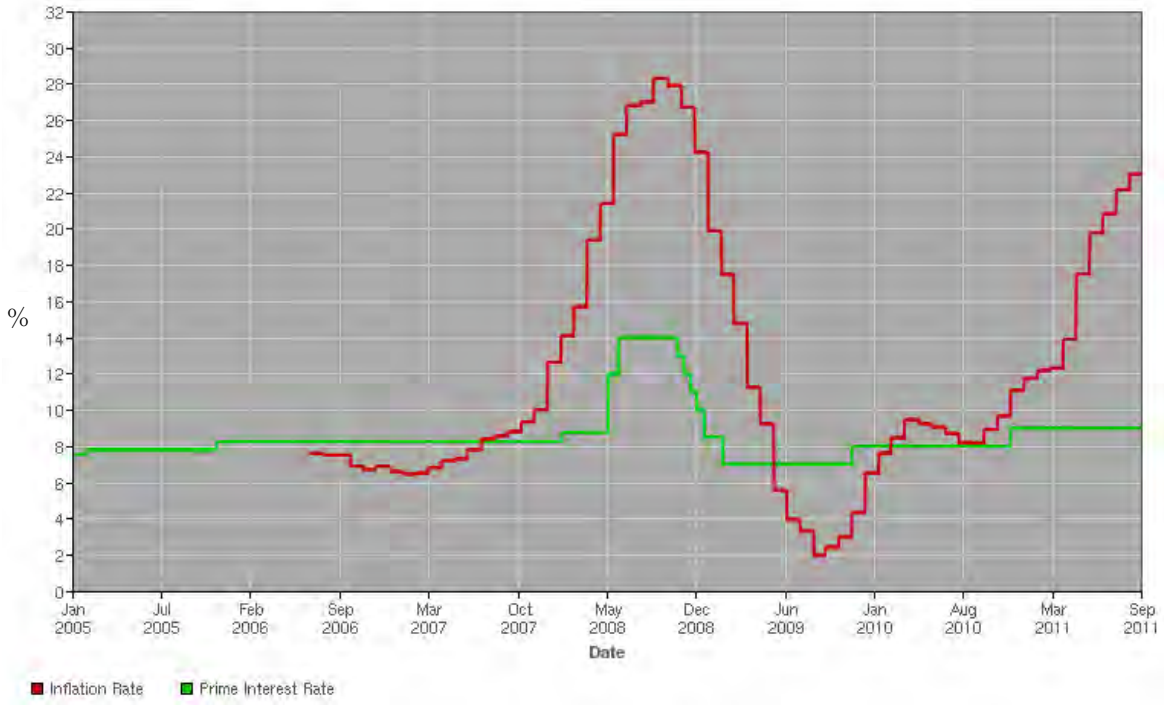


図-1.1.11　ベトナムの金利の推移

1.1.5　金利とインフレーション

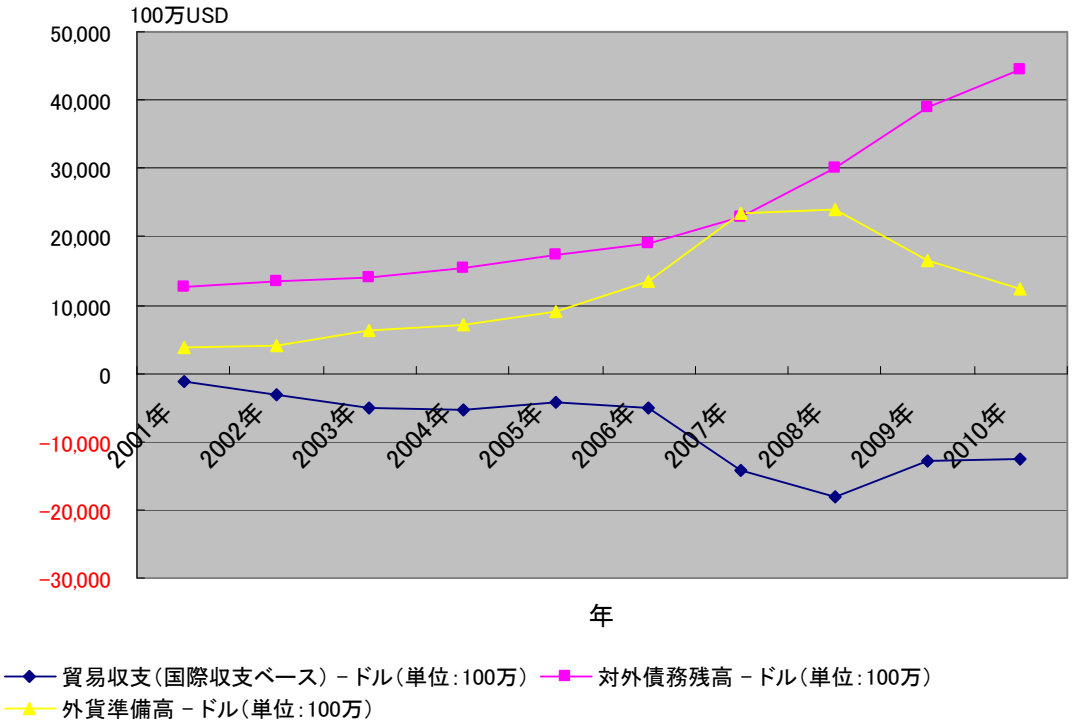
2008 年の急激なインフレーションに対して、金融政策としてのプライムレートの上昇に依る抑制が図られた。その後、インフレーションは沈静化したが、2010 年以降、また急激なインフレーションが再発し始めている。また、金利による抑制が図られるのかといった状況になっている。

このインフレーションの原因は、下図に示されているように、貿易収支の赤字化と海外債務の増加および外貨準備高の減少傾向によるドンの通貨価値の低下による輸入財価格の上昇によるといわれている。このため、輸出促進および輸入抑制の図られる経済構造改革が必要である。



（出典：ADB Asia Bond Outline）

図-1.1.12　金利とインフレーションの推移



（出典：JETRO　基礎的経済指標）

図-1.1.13　貿易収支、海外債務残高および外貨準備高の推移

1.1.6　ハノイ市水道料金変動推移

Ha Noi 市では過去 20 年間で 9 回の水道料金改定が行われた。物価上昇と比較した水道料金の変動推移は以下のとおりである。なお、2009 年の料金は現在申請中の水道料金レベルである。2000 年前後に物価が比較的安定的に推移していたため、その後の水道料金が据え置かれる傾向にある。2005 年以降、物価上昇が急激であるにもかかわらず、水道料金が据え置かれてきた。今回の申請が通れば、物価上昇にかろうじて追いつくベースとなる。

今後は、物価上昇に連動して頻繁に水道料金が改定されることを期待する。

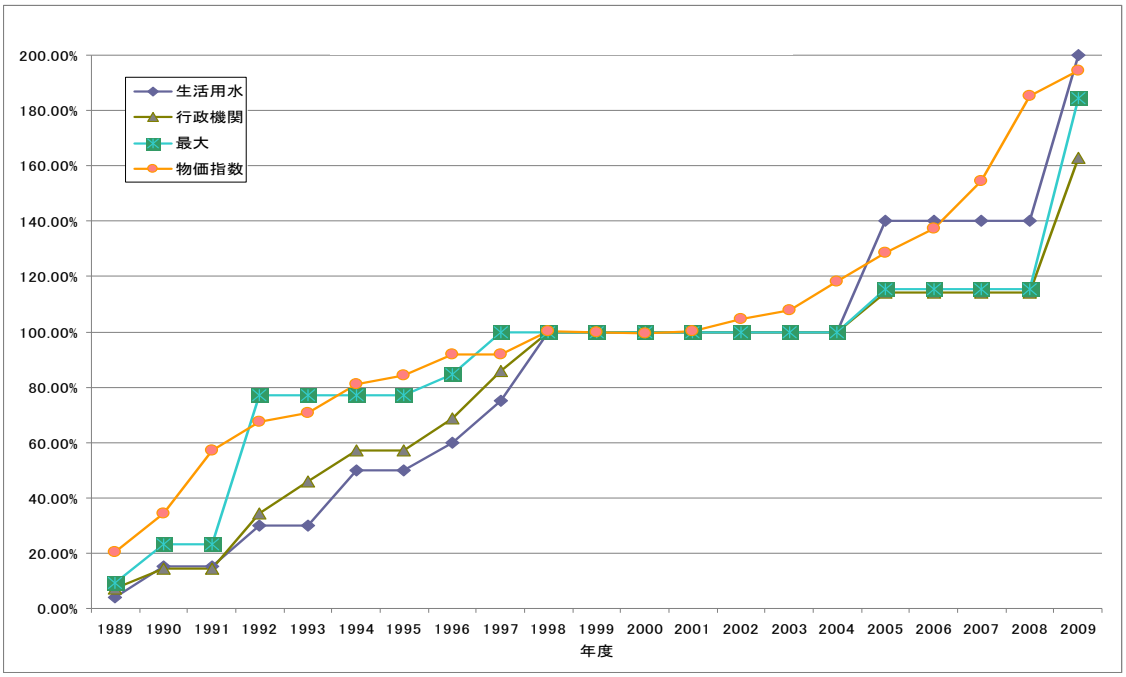


図-1.1.14　Ha Noi 市の水道料金改定推移

1.2　当該セクターの状況

1.2.1　水政策の関係機関

水政策の関係機関には、首相府や計画・投資省、厚生省、建設省のみならず、他省庁や県レベルの人民委員会も含まれる。ベトナム国においては、国が水資源を管理し、世帯を除く全ての消費者と水道事業関係機関は農業・農村開発省あるいは県レベルの人民委員会から水源利用免許を得なくてはならない。河川流域管理については、「水源法」は、表流水と地下水の管理関係と水質および水量を定義している。

水分野に関係する省庁は、表-1.2.1 のように整理される。

その関係を要約すると、以下のようになる。都市部および農村部の水供給に関する戦略および方針は、首相府の承認を必要とする事項である。その下で、関係省庁は分野政策に関する支配権力を持ち、首相府に承認のための主要プロジェクトを提出する。その際に、特別カテゴリーの都市については、2 万㎥/day 以上、その他の都市カテゴリーの都市については、1 万㎥/day 以上の水道供給事業は建設省の文書による合意を必要とする。

一方、県レベルの人民委員会は、2 千億 VND（14 億円）以下の投資プロジェクトに責任を持つ。それ以上の投資プロジェクトについては、首相府の承認を必要とする。各水供給公社は都市への水供給と用水施設と配水ネットワークの運営管理に責任を持つ。

表-1.2.1　ベトナム国における水道事業の政府関係機関

機関名 （日本語）	機関名 （英語・略語）	機能
首相府	The Prime Minister (PM)	国家規模の水事業に関する戦略・方針決定、主要投資プロジェクト最終承認、投資計画・水道計画・事業計画の承認
計画・投資省	Ministry of Planning and Investment (MPI)	国家予算配分、主要投資プロジェクトの MPI 承認：水供給事業への国内外投資の活性化、首相府の承認優先順位に従った水開発への ODA の誘導等
財務省	Ministry of Finance (MOF)	国家資金の分配、年間分野目標の設定、会計の規制：水供給開発に関する ODA の財務的管理、価格フレームの公布、実施の検査と監督
厚生省	Ministry of Health (MOH)	公共衛生の管理（飲料水質管理等）

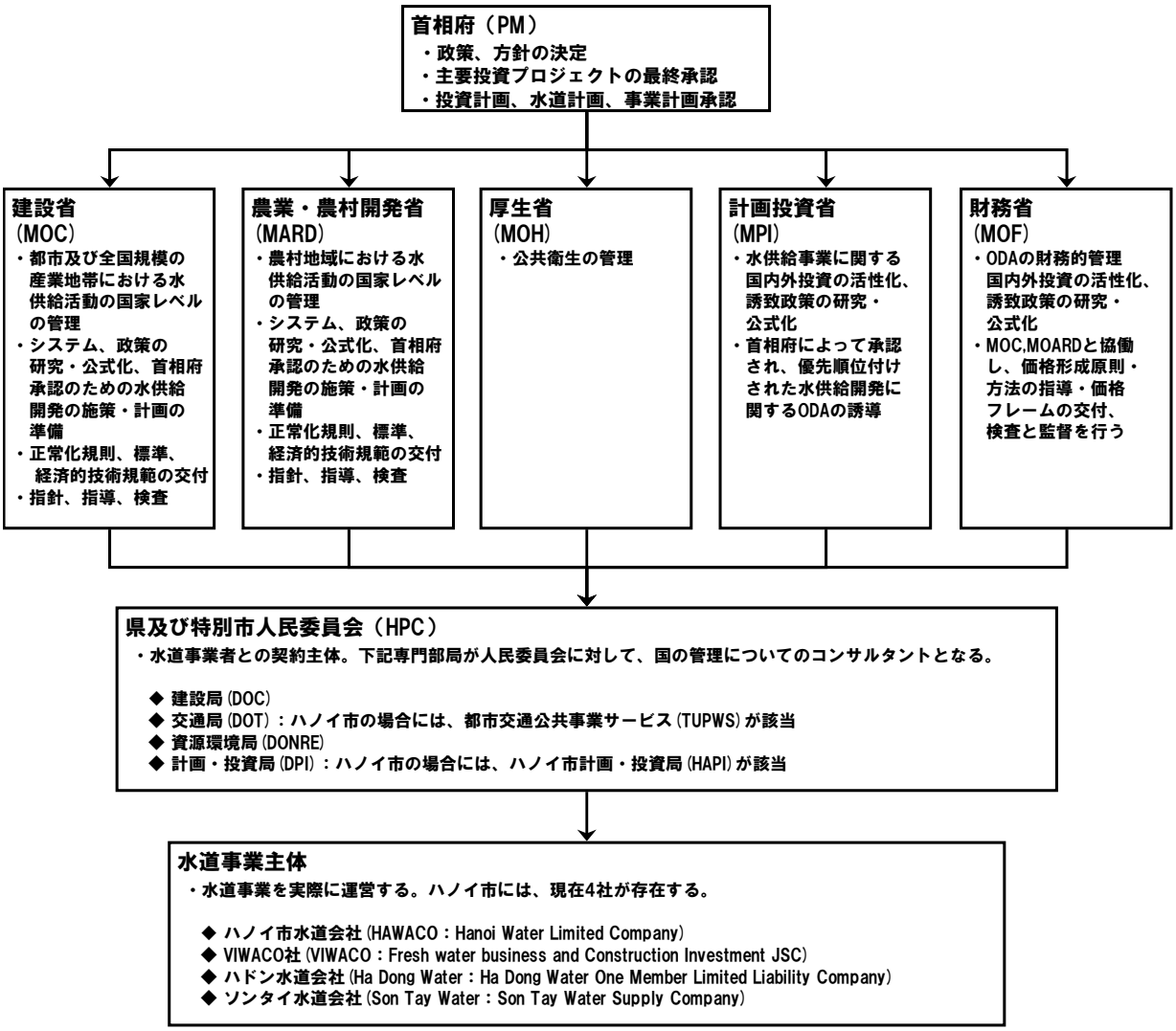
機関名 （日本語）	機関名 （英語・略語）	機能
天然資源・環境省	Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)	水源、水利用、汚染管理
科学技術省	Ministry of Science and Technology (MOST)	水分野の標準化と技術管理
建設省	Ministry of Construction (MOC)	都市及び国家産業地区の水供給活動の国家管理の専門省：研究・政策の首相府への提出、首相府承認のための施策・計画の準備、検査・指導等
農業・農村開発省	Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD)	農村水供給の専門省
ハノイ人民委員会	Hanoi People's Committees (HPC)	Ha Noi 市の水事業の執行責任主体
	Department of Natural Resources and Environment (DONRE)	浄水場建設のための土地収用手続き、排水許可等の専門機関
ハノイ市計画投資局	Hanoi Authority for Planning and Investment (HAPI)	人民委員会の水事業への投資活性化に関する専門機関
ハノイ市交通･都市公共事業サービス	Hanoi Transportation and Urban Public Works Service (TUPWS)	Ha Noi 市水道事業計画策定、水道公社管理
ハノイ市水道企業体	Hanoi Water Limited Company (HAWACO)	Ha Noi 市中心部水供給主体
	Fresh water business and Construction Investment JSC (VIWACO)	Ha Noi 市南西部水供給主体
	Ha Dong Water One Member Limited Liability Company (Ha Dong Water)	Ha Dong 区及び Ha Noi 市南西部水供給主体
	Son Tay Water Supply Company (Son Tay Water)	Ha Noi 市西部水供給主体

1.2.2　水道事業に関する主要関連省庁の関係

本件は、ハノイ都市圏における事業投資案件となるため、MOC、MPI の承認、且つ首相府からの最終承認が必要となる。

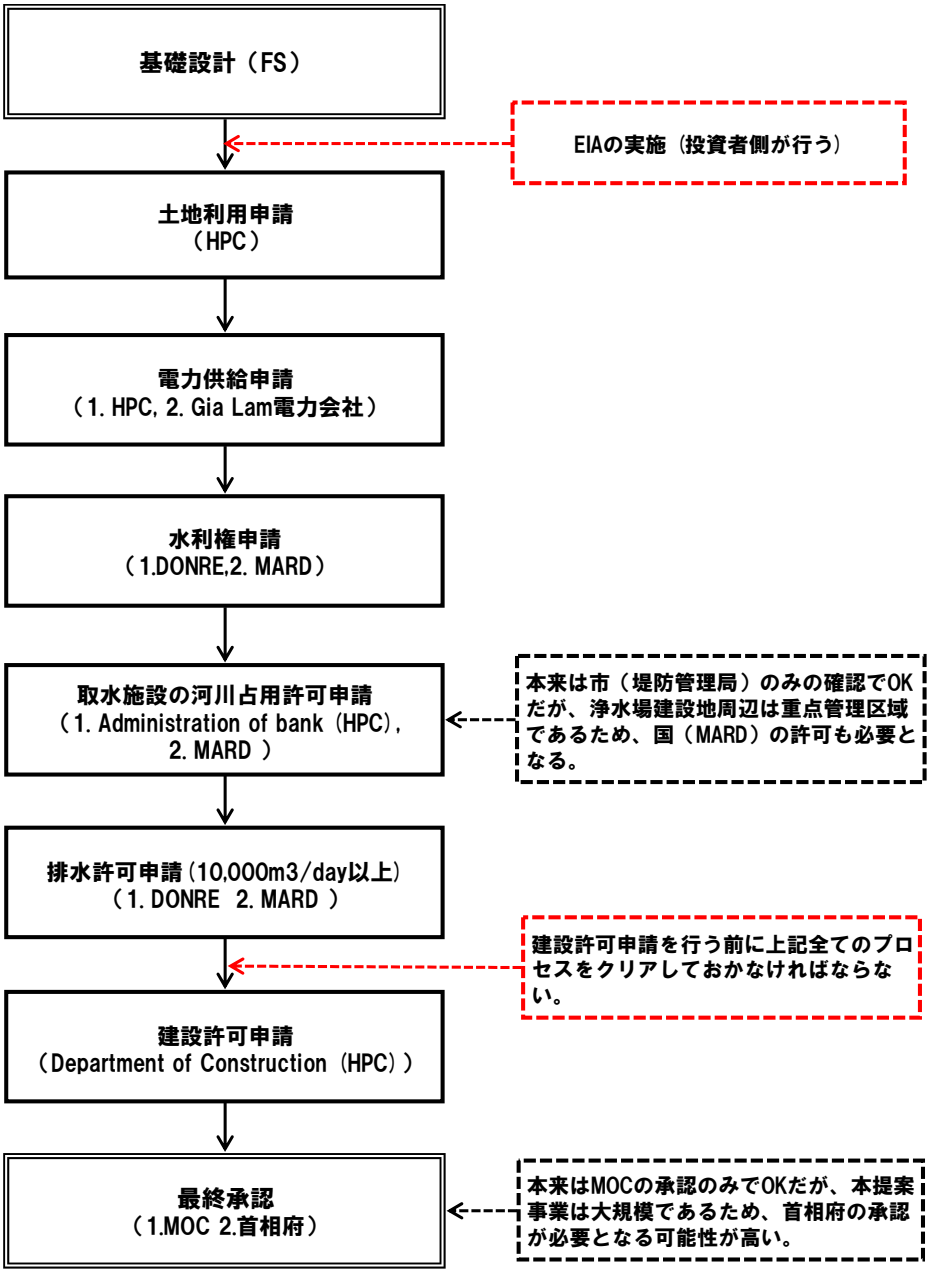
水道事業に関する主要関連省庁の関係の階層的関係を示すと図-1.2.1 のように整理される。

また、事業が最終承認されるまでに必要なプロセスを図-1.2.2 に示す。



（出典：現地機関へのヒアリング結果を基に作成）

図-1.2.1　水道事業の主要関連省庁の階層的関係



（出典：現地機関へのヒアリング結果を基に作成）

図-1.2.2　提案事業承認までのプロセス

1.3　当該国の PPP 関連法制度の状況

本提案事業の内容を検討する際に必要な問題点を把握・分析するためには、下記のような水道に関する法制度、民活水道事業の認可プロセス等を十分に理解しておかなければならない。

1.3.1　水道事業に関する法制度

（1）水道事業に関する法制度

ベトナム国の水道事業（PPP）に関する法制度は、表-1.3.1 のように整理される。

表-1.3.1　水道事業（PPP）に関する法制度

整理番号	法制度と番号	公布機関	概要
1	Law No.08/1998	首相府	水源法:関係機関および利用者の水源管理、権利、義務に関する政策設定の主要目的に係る法律
2	Decree No.179/1999	首相府	水源法の実施指針
3	Decision No.63	首相府	2020 年に向けた都市部水道供給開発に向けての方針
4	Directive No.04	首相府	浄水供給と消費に関する経営改善
5	Decree No.117	MOC	浄水の生産･供給･消費に関する政令
6	Circular No.01/2008	MOC	Decree No.117 の実施指針
7	Decree No.149/2004	首相府	水資源の開発･使用許可および廃水の水源への非放水に関する規制
8	Circular No.2/2005	首相府	Decree No.149 の実施方針
9	Inter-Circular No.95/2009	MOF	浄水消費価格を決定する原理･手法および機関に関する指針
10	Circular No.100/2009	MOF	生活活動に関する浄水の消費料金規制
11	Law No.59/2005	国会	投資法
12	Decree No.108/2006	MPI	投資法の詳細と実施方針
13	Decision N0.1088/2006	MPI	投資手続き実施に関する書式の発行
14	Law No.60/2005	国会	会社法
15	Decree No.102/2010	首相府	会社法の施行令
16	Decree No.43/2010	首相府	事業規制

17	Law N0.13/2003	国会	土地法
18	Decree No.23/2003	首相府	海外投資会社の取引と配分に関する規制
19	Circular No.09/2007	商工省	Decree No.23 の指針
20	Circular No.05/2008	MPI 、 MOF 及び公安省	Circular No.09 改訂版
21	Decision No.10/2007	商工省	財貿易に直接含まれる財貿易および活動の手引きの公布
22	Law on Natural Resources Royalties No.45/2009	国会	天然資源使用料
23	Law on Corporate Income Tax No.14/2008	国会	会社所得税法
24	Decree No.124/2008	首相府	会社所得税法の施行令
25	Circular No.130/2008	MOF	Decree No.124 の実施指針
26	Circular No.18/2011	MOF	Circular No.130 の改定および補正
27	Circular No.201/2009	MOF	企業における為替差益の管理に関する指針
28	Decree No.34/2008	首相府	ベトナムで働く外国人の雇用と管理
29	Law No.04/200	国会	個人所得法
30	Decree No.50/2010	首相府	2010 年の天然資源使用料の数条項の指針
31	Circular No.105/2010	MOF	Decree No.50 の数条項の指針
32	Circular No.134/2008	MOF	ベトナムで事業を行ったり所得を得ている外国組織および個人に課せられる税金の指針
33	Circular No.197/2009	MOF	Circular No.134 の補正
34	Circular No.203/2009	MOF	減価償却に関する規定
35	Decree No.108/2009	首相府	BOT,BTO,BT 契約
36	Decree N0.24/2011	首相府	Decree No.108 のいくつかの規制の改定
37	Circular No.03/2011	MPI	Decree No.108 の施行令
38	Decision No.71/2010	首相府	PPP 法
39	Decision No.134/2005	首相府	海外借入/返済管理
40	Decision No.272/2006	首相府	海外借入に適用される政府保証の発行/管理
41	Circular No.04/2001		外資企業および事業連携契約に参加している海外勢の場合の為替管理に関する指針
42	Decision No.181/2007	MOF	政府の海外負債および支援資本の転貸に関する法令
43	WTO Commitment/2007		正式加盟による公約
44	Law No.52/2005	国会	環境保護法

45	Law No.61/2005	国会	入札法
46	Circular No.186/2010	MOF	ベトナムの海外組織および個人が稼得した利潤の海外送金に関する指針
47	Circular No.108/2007	MOF	ODA 政策およびプロジェクトに適用される財務管理メカニズム
48	Decree No.15/2011	首相府	政府保証に関する条項と管理

（出典：原本はベトナム語のため現地調査ヒアリング等による概要把握作成）

（2）水道料金に関する法制度

1）都市部のカテゴリーと水道水の価格フレーム

ベトナム国における都市部の水道事業に関しては、法制度の適用に関して、都市部の範疇分けが表-1.3.2 のように定められている。

表-1.3.2　都市の範疇

都市範疇	都市形態	人口規模	数
特別市	大都市	150 万人以上	ハノイ、ホーチミン
カテゴリーⅠ	国都市	50 万人～150 万人	3 都市
カテゴリーⅡ	地方都市	25 万人～50 万人	12 都市
カテゴリーⅢ	県都市	10 万人～25 万人	16 都市
カテゴリーⅣ	地域自治体	5 万人～10 万人	58 自治体
カテゴリーⅤ	地区自治体	0.4 万人～5 万人	612 自治体

出典：Decision No.38/2005, ”Water Supply and Sanitation Strategy” The World Bank in Vietnam, 2006

以上のカテゴリーに従って、表-1.3.3 のように価格フレームが定められている。このフレームにしたがって、各都市において、料金表が定められている（表-1.3.4 参照）。

表-1.3.3　水道水の価格フレーム

都市範疇	最少価格(VND/m3)	最大価格（VND/m3)
特別市、カテゴリーⅠ	3,000	12,000
カテゴリーⅡ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ	2,000	10,000
農村部	1,000	8,000

出典：Decision No.100/2009 年 ;”On the consumption price frame of clean water for daily life” by MOF.

表-1.3.4 Ha Noi 市の 2009 年の水道水の料金

利用水準	税抜き価格 (VDB)	VAT (5%)	EPF (10%)*	税込み価格 （VDB）
初期 16 ㎥	3,478	173	347	4,000
16 ㎥から 20 ㎥	4,086	204	408	4,700
20 ㎥から 35 ㎥	4,956	247	495	5,700
35 ㎥超	8,173	408	817	9,400

*：環境保全料は 2005 年の環境保護法で規定されている。

出典：Decree No.119/2009 年：ハノイ地域内の水道水消費価格

出典:現地調査により入手

1.3.2　民活水道事業の認可プロセス

ベトナム国において民活水道事業に関する事業承認を得るためには、事業者は多くの行政機関との折衝を行わなくてはならない。本調査の対象案件についてもこの手続きに従う必要がある。

BOT 等の契約に関する政府規定（政令 78 号）で定められた一般的な手続きと、現地調査において投資計画省(MPI)等の関連政府機関からヒアリングした結果を整理した手続きフローを図-1.3.1 に示す。

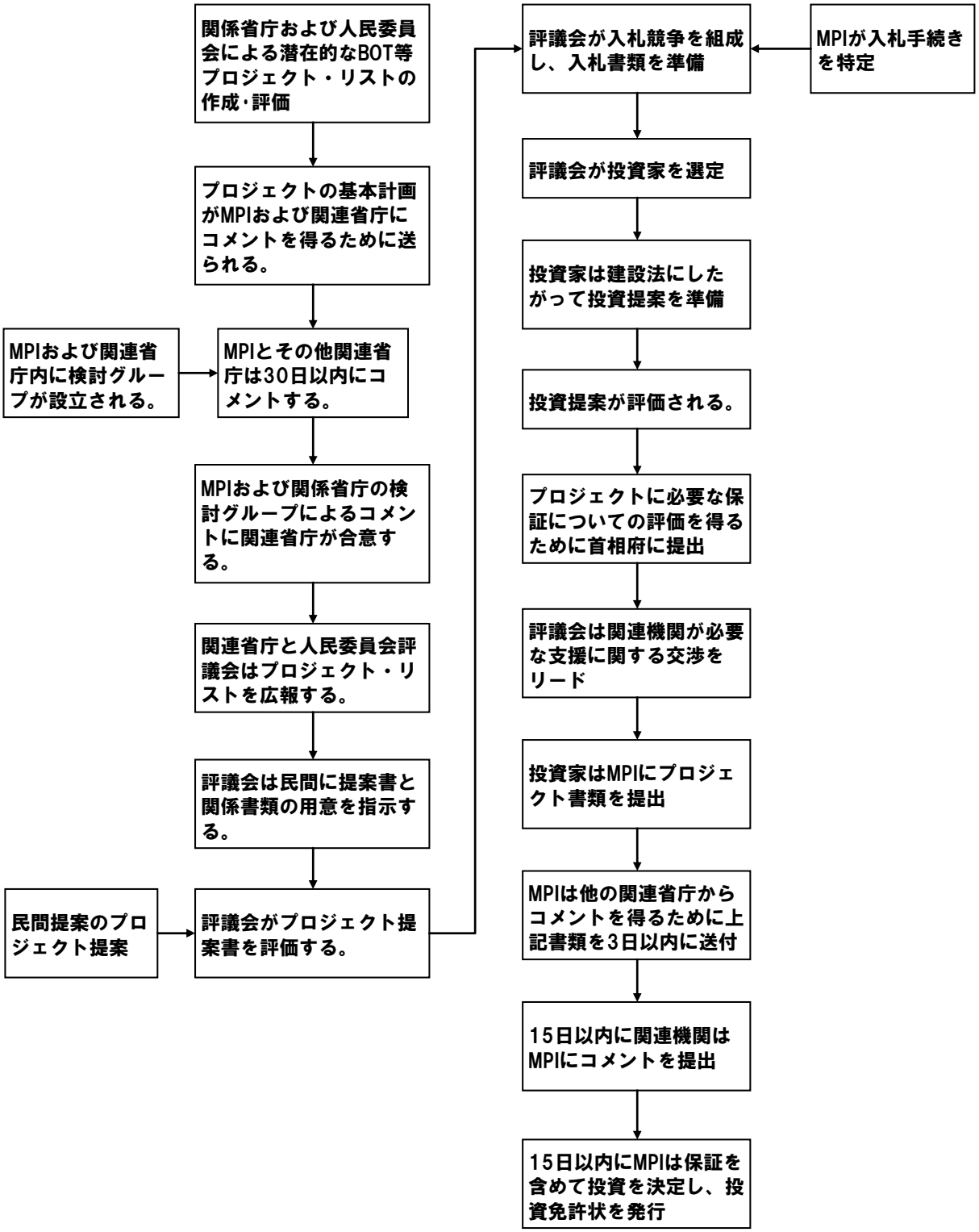


図-1.3.1　政令 37 号下での PPP 事業に関する手続きフロー

1.3.3　JICA 投融資制度

平成 22 年 6 月 18 日の閣議決定「新成長戦略」において「国際協力機構(JICA)の海外投融資については、既存の金融機関では対応できない、開発効果の高い案件に対応するため、過去の実施案件の成功例・失敗例等を十分研究・評価し、リスク審査・管理体制を構築した上で、再開を図る」ことが決定された。

本調査においては、現在、公表されている投融資制度の概要を以下に整理する。

① ファイナンス手法

直接融資および出資

② 貸付・出資先

わが国または開発途上地域の法人等(個別企業、SPC、ファンド)

③ 対象分野

- MDG、貧困削減(BOP ビジネス事業、マイクロファイナンス等)
- インフラ、成長加速化(PPP インフラ事業等)
- 「気候変動対策」

ただし、既存の金融機関の出融資で対応できるものは、対象としない。

④ 直接融資条件(現在、まだ未確定だが、JICA 海外投融資の出融資ポイント(案)として JICA が提案している条件を以下に整理しておく)

- 貸付方法：原則として証書貸付とする。
- 融資割合：原則として総事業費の 70%を上限とする。特に必要と認められる場合には 80%（案件の特性等に応じて必要性は個別に検討)。
- 償還期間：原則として 20 年以内(最長 25 年)とする。
- 据置期間：原則として 5 年以内とする。
- 金利体系：財政融資資金の貸付金利(現行 1.7%)を基準とし、借入人の信用力等を勘案の上、償還期間を含め政府開発援助の要件となるグラント・エレメント（GE）の 25%以上となるよう金利を設定。
- 担保、保証 : 必要に応じて、JICA が適格と認める物的担保または保証を徴求。
- 旧投融資制度における貸出通貨は原則として、円建てであったが、72 年 9 月に例外的に外貨貸付制度が導入された。これはこの時期、日本の外貨準備が急増したことと、為替リスクを軽減することにより対外直接投資を促進しようとした政策によるものであった。

⑤ 出資

- 出資方法：原則として現地企業に直接出資。出資比率は 25%以下、かつ、最大株主の出資割合を超えないものとする。

1.4　当該事業の周辺の自然条件

ハノイ都市圏の気候は温帯性であり、気候区分は温帯夏雨気候に属する。5～10 月が雨期と 11～4 月の乾期に分けられ、夏は蒸し暑く、冬は乾燥し寒くなる。Ha Noi 市の平均気温は 1 月が 16 度、7 月が 29 度であり、年間降水量は 1,704mm である。比較的、雨期乾期の区別が顕著であり、雨期の月平均降雨量は 238mm で日本の約 2 倍程度の降水量となる。特に 7～9 月は 250mm 以上の降雨量となるため、建設工事への多少の影響が懸念される。降雨日数については、3～9 月は 15 日前後が続き、おおよそ半月が降雨日となる。

また、雨期については、ホン河及びドン河の水位は大幅に増加するため、取水施設や送水管の河川横断部等、河川に関連する工事については雨期を避けるべきである。

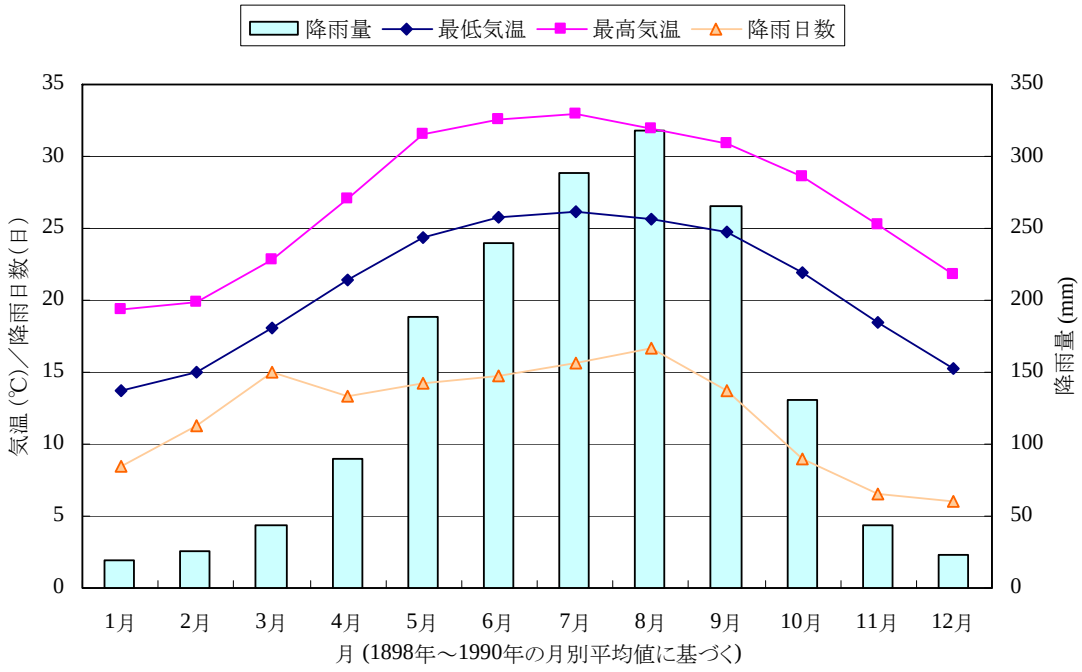


図-1.4.1　Ha Noi 市における月別気温と平均降雨量の変動

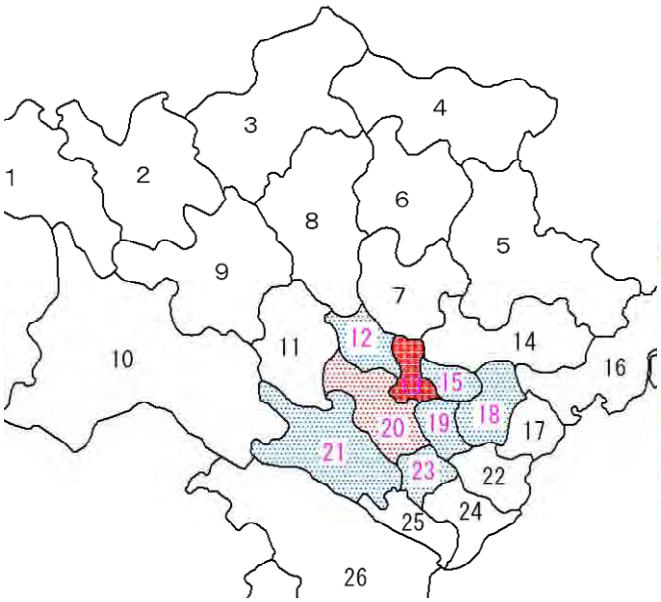
1.5　事業のニーズ

現在のハノイ都市圏の浄水場は、処理が容易な地下水によるものが主である。しかしながら水需要量の増加に伴い、近年は地盤沈下（年間 41mm という報告もある）、水質悪化（砒素、アンモニア性窒素等）が報告されている。このような背景から、政令に示されるように流量が豊富な河川水への移行が国の施策方針となっている。

ハノイ都市圏は、拡大 Ha Noi 市と周囲の 6 省（Bac Ninh、Hung Yen、Hai Duong、Vinh Phuc、Ha Nam、Hoa Binh）からなる。Ha Noi 市は、ホン河（Red River）によって南北に分けられ、ホン河南部地域では、4 つの水道事業主体で 15 の大規模浄水場（1 万 m3/day 以上）が稼動している。このうち、現在唯一の河川表流水を水源とするダ河浄水場では、現在 30 万 m3/day が稼動済みであり、今後、60 万 m3/day を経て 120 万 m3/day に増設される予定となっていることから、ホン河南部地域の需要増への対応は概ね目途が立っている状況にある。

これに対して、ホン河北部地域（Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hung Yen 省）では、大規模浄水場は 3 浄水場のみとなっている。ただし、いずれの浄水場も地下水を水源としており、浄水能力の拡大を計画しているものの、ホン河北部地域の需要を賄うだけの大幅な浄水能力拡大は困難な状況にある。以上のような状況下において、ホン河北部地域では、国道 1 号、5 号、18 号及び 39 号線に沿って、多くの工業団地、住宅団地が建設中であり、需要量の増加に伴う水源開発は喫緊の課題となっている。

また、急成長する Ha Noi 市においては、水道需要の約 6 割しか供給できない状況である。ベトナム政府によるアクションプランの目標では、2015 年までに基本的な生活用水の供給システムを完成し、各都市と工業団地に十分な浄水を供給することを目指しており、30 万 m3/day 規模の当該事業はニーズは高いと考えられる。



1	ライチャウ省 Lai Chau	
2	ラオカイ省 Lao Cai	
3	ハザン省 Ha Giang	
4	カオバン省 Cao Bang	
5	ランソン省 Lang Son	
6	バクカン省 Bac Can	
7	タイグエン省 Thai Nguyen	
8	トゥエンクアン省 Tuyen Quang	
9	イエンバイ省 Yen Bai	
10	ソンラ省 Son La	
11	フート省 Phu Tho	
12	ヴィンフク省 Vinh Phuc → 一部 ハノイ市に統合	（都市圏）
13	旧ハノイ市 Hanoi	（都市圏）
14	バクザン省 Bac Giang	
15	バクニン省 Bac Ninh	（都市圏）
16	クアンニン省 Quang Ninh	
17	ハイフォン省 Hai Phong	
18	ハイズオン省 Hai Duong	（都市圏）
19	フンイエン省 Hung Yen	（都市圏）
20	ハタイ省 Ha Tay → 全域 ハノイ市に統合	（都市圏）
21	ホアビン省 Hoa Binh → 一部 ハノイ市に統合	（都市圏）
22	タイビン省 Thai Binh	
23	ハナム省 Ha Nam	（都市圏）
24	ナムディン省 Nam Dinh	
25	ニンビン省 Ninh Binh	
26	タインホア省 Thanh Hoa	

1.6　環境及び社会面の配慮の現状確認・把握

本提案事業の事業主体である VIWASEEN 社では、現在、FS 調査報告書を取りまとめている段階にあり、同時進行で EIA レポートの作成を進めているとのことである。詳細は、EIA レポート作成後、入手し、内容についての確認を行っていく予定である。

環境及び社会面の配慮について、本調査により確認した内容の概要を以下に整理する。（詳細は、４．環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討　参照）

1.6.1　水道に関する環境の現状

本事業の対象エリアになっている Ha Noi 市における現状の水道水源は地下水に依存しているが、予想される水道水需要の急増から、地盤沈下や地下水汚染が懸念されるに至っており、ベトナム政府も将来の水需要への対応は河川表流水の利用を基本方針としている。また、都市部の上水道整備に関しては、民間企業を活用する方針も出されている。この方針に関し、水道料金値上げを許容することが表明されているが、シビル･ミニマムを担保する上で極端な値上げは社会問題を引き起こすことが懸念される。しかしながら、現行の水道料金は、フルコストリカバリーとなっていないレベルであり、問題である。

当該事業の実施は、地盤沈下および地下水汚染の危険を回避することになる。同時に、豊富な水資源の有効活用を図ることになり、社会的厚生を図ることになる。水道事業の民間化のなかで、PPP 事業スキームの活用により、水道料金の公正の維持が図れることが期待されている。

1.6.2　地盤沈下の状況

「ハノイ首都圏の水道計画（建設省・国家都市農村計画研究所（NIURP）、2007 年 6 月）」による地盤沈下の状況は、図-1.6.1 に示すとおりであり、Ha Noi 市の一部の地域で、地下水の過剰な汲み上げによる地盤沈下が深刻化している。このまま地下水に頼り続けると、地盤沈下の進行が早まるばかりでなく、近い将来枯渇の危機も指摘されている。

Ha Noi 市の生活･工業用水は、現在でもそのほとんどを地下水に頼っている。確認できているだけで現在 Ha Noi 市内には大小 17 万ヶ所以上の井戸があり、主にホン河（Red River）の右岸、市の南側のエリアに集中している。住民や組織が無計画に井戸を掘り、地下水を汲み上げていることに加え、近年急速に進む道路舗装やコンクリート化により、雨水が地下に浸透しにくくなっている。更に、未処理の都市下水の流入によって、地下水が汚染されているという実態もある。

2007 年に JICA によって策定された「ハノイ市総合都市開発計画」のマスタープランの中でも、都市化に伴って増加する上水需要に対応するのと同時に、上述の地盤沈下や水質汚

染を防ぐため、水源を地下水から河川水などの表流水へと移行する必要性と浄水場の容量拡張などを提案している。なお、同調査の住民意識調査の結果、さまざまな都市サービスのうち、ライフラインの基礎となる「上水」の質に関する満足度が低いことが分かった。

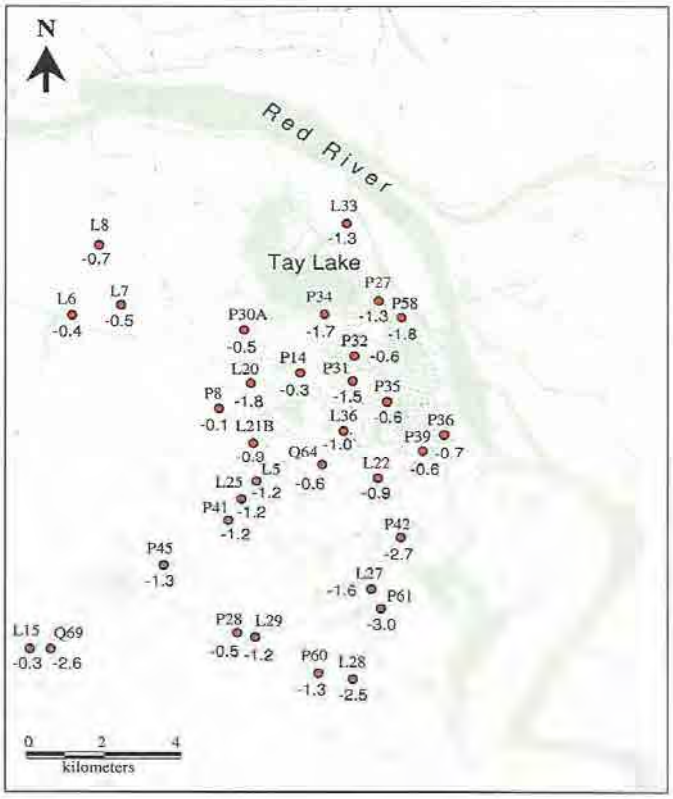


Figure 10. Locations of benchmarks listed in Table 1. Numerals represent annual rates of subsidence revealed by leveling survey in the period 1994-1995.

（出典：SPATIAL DISTRIBUTION OF SUBSIDENCE IN HANOI DETECTED BY JERS-1 SAR INTERFERO&METRY）

図-1.6.1　地盤沈下の状況

1.6.3　地下水汚染

地下水汚染は、アンモニアによる汚染や硝素汚染が問題となっている。アンモニアによる汚染の実態については、定量的な資料が入手できなかったため、硝素汚染について、「アジアに広がる硝素汚染（2005.10）」アジア硝素ネットワーク（AAN）の報告書を引用する。

（１）経緯

ベトナムで最初に硝素汚染が報告されたのは 2000 年である。その報告は Ha Noi 周辺の地下水から硝素が検出されたという地域限定的なものであった。その後、ユニセフが

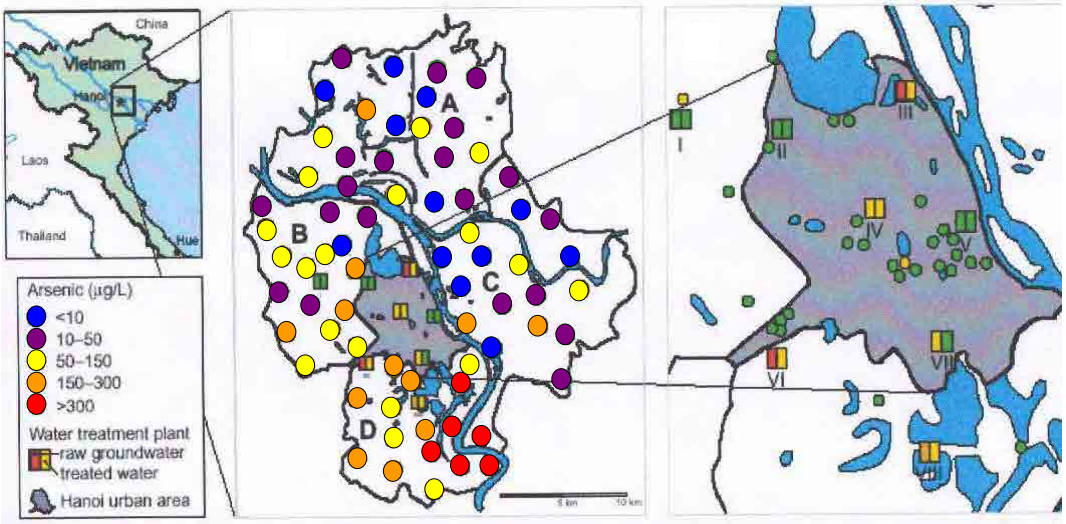
中心となり 2000 年から 2002 年にかけて、ベトナム全域の砒素汚染調査がおこなわれ、2004 年 10 月に報告書が作成された。調査は、全国 60 県から 25 県を選び、ランダムに抽出した 18,000 の井戸水の水質検査をしたものである。その結果、0.05 ppm をこえる井戸が 1%以上ある県が 9 つ、0.01ppm をこえる井戸が 1%以上ある県が 10 県であることが明らかになった。9 つの汚染地域のうち、7 県がホン河流域に位置している。

バングラデシュに比べると、ベトナム全体の砒素汚染は濃度も地域もそれほど大きくはない。しかし Ha Noi 市南部のハナム県では 0.05 ppm を超える井戸が 62%以上など、局所的に砒素汚染の激しい地域がある。政府機関による砒素中毒患者の確認調査はまだなされていないが、ハナム省やメコン域ドンタップ省では患者がいるといわれている。

（2）ハノイ大学の調査

2001 年 10 月に愛媛県で「地球市民のための第 1 回国際セミナー」が開かれ、ハノイ大学から砒素汚染に関する報告があり、ホン河デルタ 6 県の砒素汚染の調査結果が示された。砒素汚染は旧 Ha Noi 市に集中しており、その汚染分布図をみると、ホン河（Red River）の左岸地域は低く、右岸地域が高いことがわかる。また、下流域ほど高くなる傾向が伺える（図-1.6.2 参照）。

この要因として、地下水の都市生活利用量の増大により、地下水位が低下していることが考えられる。Ha Noi 地域の地下水利用は、8 箇所の公共井戸の 40 万 m^3/day、500 箇所の私有井戸 12 万 m^3/day、UNICEF の郊外井戸の 3.5 万 m^3/day、計 55.5 万 m^3/day である。また、周辺 12 県の地下水利用は、先の 3 タイプの合計で 115 万 m^3/day である。



（出典：Pham Hung Viet 他 2001）

図-1.6.2　旧 Ha Noi 市の砒素汚染状況

図-1.6.2 に見られるように、当該事業対象範囲の内、特に旧 Ha Noi 市南部において砒素

汚染が進んでいる。このため、ハノイ市水道公社では、汚染された水源を有する浄水場においては段階的に給水量を減少させ、将来的に廃止することも検討されている。

（3）UNICEF の調査

UNICEF は、2001 年以来全国的なサンプル調査を行ってきたが、これを 2004 年 10 月にレポートとして公刊した（「Arsenic Contamination in VIETNAM」UNICEF 2004b）。そこには、0.01mg/l 以上の汚染県が表示されている。その汚染地図をみると、砒素汚染はホン河（Red River）流域とメコン河に集中している。UNICEF 報告の汚染分布の概要を要約すると次のようになる。（表-1.6.1 参照）

「全体的に見ると、井戸水の砒素汚染は他の国で問題になっているほど濃度が高くない傾向にある。しかし Ha Nam の砒素汚染の程度は、バングラデシュ並に深刻である。幸いにも Ha Nam における井戸水の利用期間は、バングラデシュよりも短いため（まだ 10 年にもならない）、慢性症状を示す患者はあまり見られない。対策が直ちに取られるならば、深刻な健康被害が現われることなく、問題を解決できるだろう。」

表-1.6.1　ホン河（Red River）流域の地下水の砒素汚染状況

	サンプル	0.01 ㎎/L 以上		0.05 ㎎/L 以上	
		サンプル	%	サンプル	%
Ha Noi	824	414	49.3	199	23.3
Ha Tay	1,368	638	46.6	338	24.7
Hung Yen	3,384	700	20.7	310	9.2
Ha Nam	7,042	4,517	73.4	3,534	62.1
Nam Dinh	605	156	21.3	104	13.8
Ninh Binh	75	26	34.7	8	10.7
Thanh Hoa	347	17	4.9	17	4.9

（出典：UNICEF 2004b）

（4）事業関連機関へのヒアリング調査結果

Pre-FS 調査では、地下水及び河川水の水質汚染について、本事業の対象区域を中心に県の人民委員会並びに水道公社等にヒアリング調査を行なっている。（表-1.6.2 参照）

多くの地域で水質に関する問題を抱えている状況にあり、本調査の現場調査時の住民へのヒアリングの際にも健康被害の状況や地下水水質の問題についての声が多く聞かれた。

表-1.6.2　ヒアリング調査結果

名　称	水質水汚染状況
Ha Noi (水道公社)	・旧 Ha Noi 市南部の地下水を水源とする浄水場は砒素により汚染されている。 ・2015 年には旧 Ha Noi 市南部の浄水量を半減し 2020 年には廃止を計画している。
Ha Noi (Thuong Tin　人民委員会)	・多くの人は井戸水を利用しているが砒素汚染が進んでいる。 ・県内を流れる川は生活排水や砒素などで水質汚染されており水源として使用できない。 ・河川周辺の砒素濃度は 350μg/L と高い値である。
Ha Noi (Phu Xuyen　人民委員会)	・地下水は砒素で汚染されている。 ・表流水も汚染されている。 ・低所得者は川の水や池の水を使用している。 ・病院でも地下水を使用している。
Bac Ninh (Cho　人民委員会)	・地下水の水質はマンガンと鉄の濃度が高い。 ・県内を流れるド一川は汚染された水である。
Bac Ninh (水道公社)	・ドン河南の地域の井戸と河川は農薬により汚染されている。 ・ドン河北の地域の井戸は鉄とマンガンの濃度が高い。

1.6.4　社会環境

近年のハノイ都市圏は、経済、社会面において飛躍的な発展を遂げており、今後も海外投資の促進により、社会・経済活動の活発化が見込まれるだけでなく、より一層の生活レベルの向上が期待されるところである。

しかし、インフラ整備が活発に行われている一方で、急増する水需要に対する水道整備は遅れている状況にあり、今後の経済・社会的な発展は水需要に対応可能な給水能力を確保することができるかどうかに委ねられている状況にある。

したがって、本提案事業により、現在から将来にわたって大幅な需要増が予想される Ha Noi 市及び周辺省の給水状況が改善されることで、ハノイ都市圏の円滑な社会、経済の発展が促進されるものと考えられる。

なお、プロジェクト用地は、特有な文化的価値のある地域、伝統的な生活様式の人々の居住地及び特別な社会的価値のある地域等への影響が無い地域を選定していることから、社会環境への負の影響は無いものと考えられる。

２．　水質調査

2.1　調査目的

水質調査は､本提案事業により建設する浄水場施設設計に係る諸元の確保のための水質試験を行うことを目的に､原水であるドン河表流水の水質試験､原水水質に応じた浄水処理プロセス（特に凝集沈殿処理及び塩素処理を中心に）に係る水処理実験等を実施したものである。

本調査で行う個別調査の目的は以下のとおりである。

2.1.1　水源調査

本事業で計画する浄水場は、Ha Noi 市北東部でホン河から分岐して流れるドン河を原水とする。浄水場各種施設の設計に関する精度の高い諸元を確保するためには、ドン河原水に関する各種情報を収集するだけでなく、ドン河本流であるホン河、さらにはホン河に流入する各種河川等に関する情報の入手を目的に本調査を行うこととした。

2.1.2　ドン河水質調査

浄水場各種施設の設計に関する精度の高い諸元を確保するためには､浄水場原水水質の特徴を把握することが重要である。特に、処理対象となる水質項目の種類や濃度により、凝集剤や塩素剤等の薬品を注入することが求められ、注入点、注入率、攪拌条件等の処理条件の最適化が必要であり､原水水質試験は一層重要となるため、ドン河水質調査を行うこととした。浄水場建設予定地では、乾期と雨期の季節があり、それぞれの季節に応じた原水水質が予想されることから、これらの季節にわけて調査を行うこととした。

2.1.3　ドン河原水の水処理特性調査

ドン河原水水質試験結果に基づき､ドン河原水に応じた最適な浄水処理方法の採用が必要である。これまでの調査では、ドン河原水の濁度は非常に高いとされている。ベトナム水文気象センター調べによるドン河濁度は 115mg/L（浮遊物質量を示し、2010 年度年間平均値）であり、日本の代表河川のひとつであり近畿圏の水道水源である淀川濁度の 5mg/L（厚生労働省水道水質データベースによる、2009 年度年間平均値）と比べて 20 倍以上の高い濁度を示している。また、東南アジアで最大河川であるメコン河の濁度の 79mg/L（UNEP GEMS/WATER による､2004 年～2008 年までの平均値）と比べても高い濃度を示している。

河川などの表流水を水道水にするための浄水処理方法としては、原水に含まれる地質などの影響による濁りや人間の活動に伴う排水の影響による微生物などを除去するために、砂ろ過処理や塩素消毒の適用が一般的である。濁りについては、地質や降雨などにより濁りの濃度（濁度）が変動することから、砂ろ過処理を確実かつ効率的に実施するためには、砂ろ過池の前段に、薬品を加えて濁りを大きくして沈殿除去する凝集沈殿池の導入が必要となる。淀川を水道水源としている浄水場では、この濁り除去のための凝集沈殿処理と砂ろ過処理が導入されており、淀川に比べて非常に高い濁度を有するドン河についても凝集沈殿処理と砂ろ過処理の導入が不可欠である。また、凝集沈殿池の前段に自然沈降する比較的大きな濁りを効果的に除去できる沈砂池の設置も必要である。この非常に高い濁度の原水を処理する凝集沈殿池を導入する時、沈砂池の容量、凝集沈殿処理で添加される凝集剤などの薬品の種類や量、薬品と濁りを効率よく混合して濁りを大きくするための攪拌方法、凝集沈殿池で濁りを沈殿除去するための池の容量、沈砂池及び凝集沈殿池で発生する汚泥の量などが浄水場建設コストに大きく影響を及ぼすと考えられる。そのため、原水濁度に応じた適切な処理のため、ジャーテストにより、凝集剤の種類、凝集剤の注入率、攪拌条件等の凝集沈殿処理に関する諸元を求めることを目的に本調査を行うこととした。また、安全な水道水をつくるためには、塩素剤による消毒が必要不可欠であり、塩素要求量により、塩素注入点や塩素注入率等の塩素処理に関する諸元を求めることも本調査の目的とした。原水水質調査と同様、季節変動の影響による原水水質に応じた諸元を求めるため、雨期と乾期に分けて調査を行うこととした。

2.2　調査内容

2.2.1　水源調査

水源調査では、ドン河及びホン河の水質状況に影響を及ぼす可能性のある水源を選択し、現地に赴き、水源の状況把握と水質調査を行う。

2.2.2　ドン河水質調査

（1）ドン河水質調査内容（現地調査内容）

試験名	試験項目	調査方法	調査目的
原水水質毎日試験	pH、電気伝導率等一般項目及び原水粒子の粒径等	浄水場取水予定地付近で毎日採水、試験項目の水質試験	乾期、雨期における原水水質把握、原水水質の週間変動の把握等
24 時間連続採水調査	pH、電気伝導率等一般項目	浄水場取水予定地付近で 24 時間連続して 1 時間毎採水、試験項	ドン河原水水質の日間変動を把握、上流での人為汚染の影響の

		目の水質試験	把握等
委託水質試験	水質基準項目、農薬項目、浄水処理評価項目	浄水場取水予定地付近で採水した試料を日本の分析機関に検査委託	超微量水質項目濃度把握、浄水処理に影響する水質項目濃度把握等

（2）浄水処理評価項目

項目名	測定理由
溶解性マンガン	溶解性マンガンは塩素処理等により色度を発現し、浄水の着色障害を起こすため。
溶解性アルミニウム	凝集剤としてアルミニウム塩を用いた時、凝集処理水の pH に応じた溶解性アルミニウム濃度を把握するため。
アンモニア態窒素	アンモニア態窒素は消毒剤に使用される塩素と反応し、塩素を消費するため
トリハロメタン生成能	原水中の有機物と塩素が反応して生成するトリハロメタン量を把握するため

2.3 調査日程

本調査は､浄水場建設予定地の気候を反映して､乾期と雨期に現地調査を行うこととする。

（1）乾期の調査日程

1）第 1 回現地調査

平成 23 年（2011 年）4 月 12 日（火）～4 月 24 日（日）

2）第 2 回現地調査

平成 23 年（2011 年）5 月 22 日（日）～6 月 4 日（土）

（2）雨期の調査日程

1）第 3 回現地調査

平成 23 年（2011 年）6 月 26 日（日）～7 月 9 日（土）

2）第 4 回現地調査

平成 23 年（2011 年）8 月 7 日（日）～8 月 20 日（土）

2.4 調査結果

2.4.1 水源調査

（1）水源の状況

今回、調査対象とした水源及び調査地点は図-2.4.1～図-2.4.3 に示すとおりである。ホン河源流は中国雲南省に発し、その全長はベトナム・トンキン湾に流れ込むまでの約 1,200km である。ベトナムにおいては、Lao Cai 省から流下し、Ha Noi 市北西約 40km に位置する Co Do 市付近で、Hoa Binh 省にあるホアビンダム放流水を水源とするダー河と合流した後、同じく Ha Noi 市北西約 40km に位置する Viet Tri 市付近で、タクバダム放流水が流入するロー河と合流している。ベトナムにおけるホン河の延長は約 500km である。なお、ホン河を形成する各河川の流量比(平均)は、ダー河が 47%、ホン河本流（ダー河合流前の河川名はタオ河）が 22%、ロー河が 20%、その他が 11%となっている。また、ホン河水系の洪水対策として、降雨時期に応じて、各河川の水源であるダム湖の水位を制御している。

（2）水源水質結果

水質試験結果は表-2.4.1～表-2.4.3 に示すとおりである。

タクバダム湖については、濁度及び過マンガン酸カリウム消費量($KMnO_4$ 消費量) は低いが、電気伝導率は湖としては少し高い値を示した。タクバダムの放流水が流入し

たロー河の Viet tri 橋付近では濁度の上昇が見られるが、過マンガン酸カリウム消費量が増加していないことから、ロー河は流域からの人為汚染をほとんど受けていないと言える。

一方、ダー河については、その水源であるホアビンダム湖はタクバダム湖とよく似た水質を有しており、また、ホアビンダム放流直下からホン河合流前のダー河の水質に大きな変化がないことから、ダー河についても、その流下過程で、濁度は多少上昇するものの、流域からの人為汚染をほとんど受けていないことが言える。

ホン河については、ホン河本流（タオ河）の濁度は今回の調査で 151 度と、ダム湖を水源とするダー河及びロー河に比べて高い濁度を示したが、ホン河本流、ダー河及びロー河合流後（Ha Noi 市 Son Tay 地区で採水）のホン河濁度はホン河本流に比べて 4 分の 1 程度まで減少している。これは、ホン河を形成するホン河本流、ダー河及びロー河の流量比から求めた結果とほぼ同じであることから、3 河合流後のホン河水質は、ホン河本流だけでなく、ダー河及びロー河から小さくない程度で影響を受けていると考える。また、ドン河水質は 3 河合流後のホン河とよく似たものとなっており、後述するドン河連続採水試験結果からも、3 河合流後からドン河に至る間、流域からの人為汚染はほとんどないものと言える。

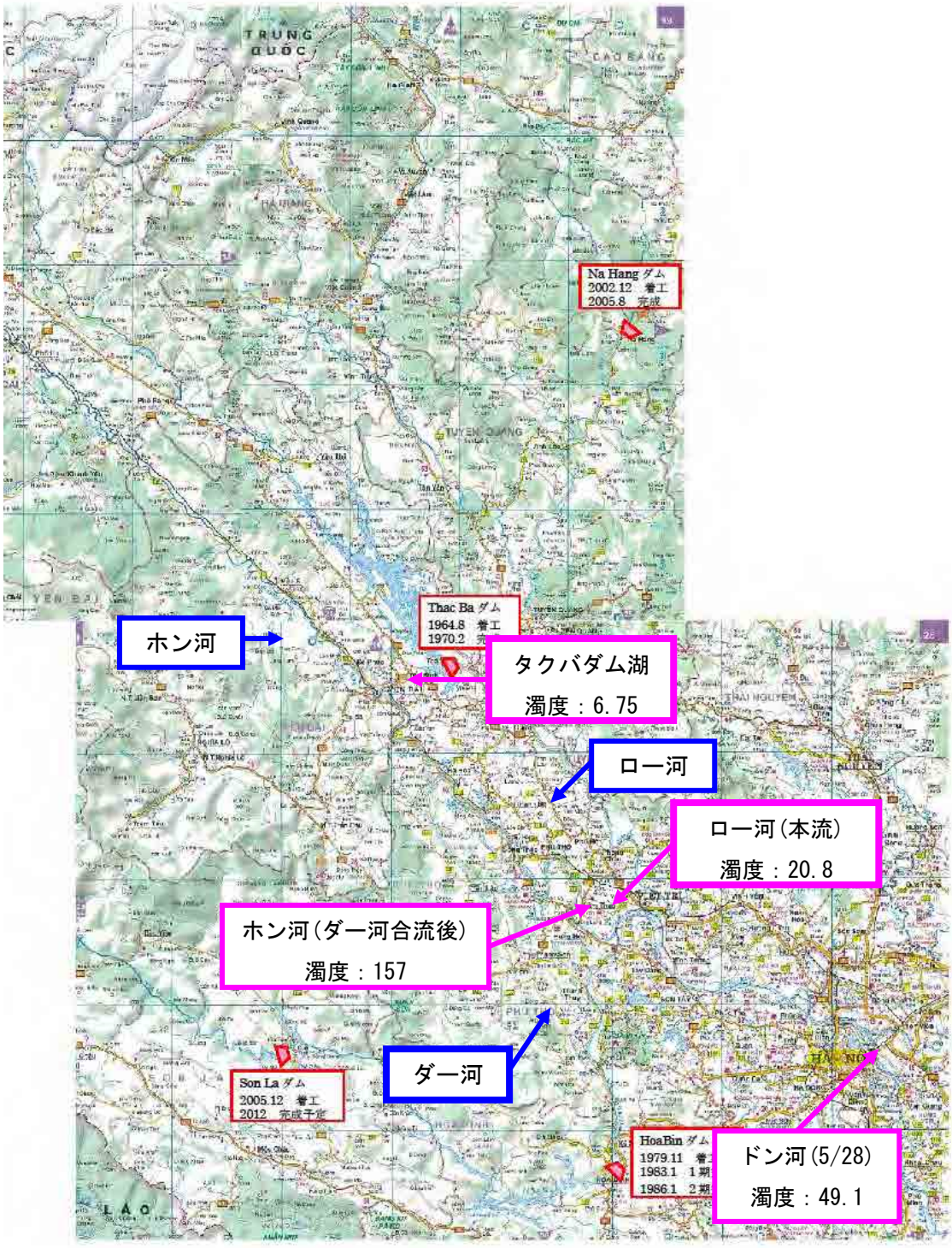


図-2.4.1　水源調査地点（2011 年 5 月 27 日調査）

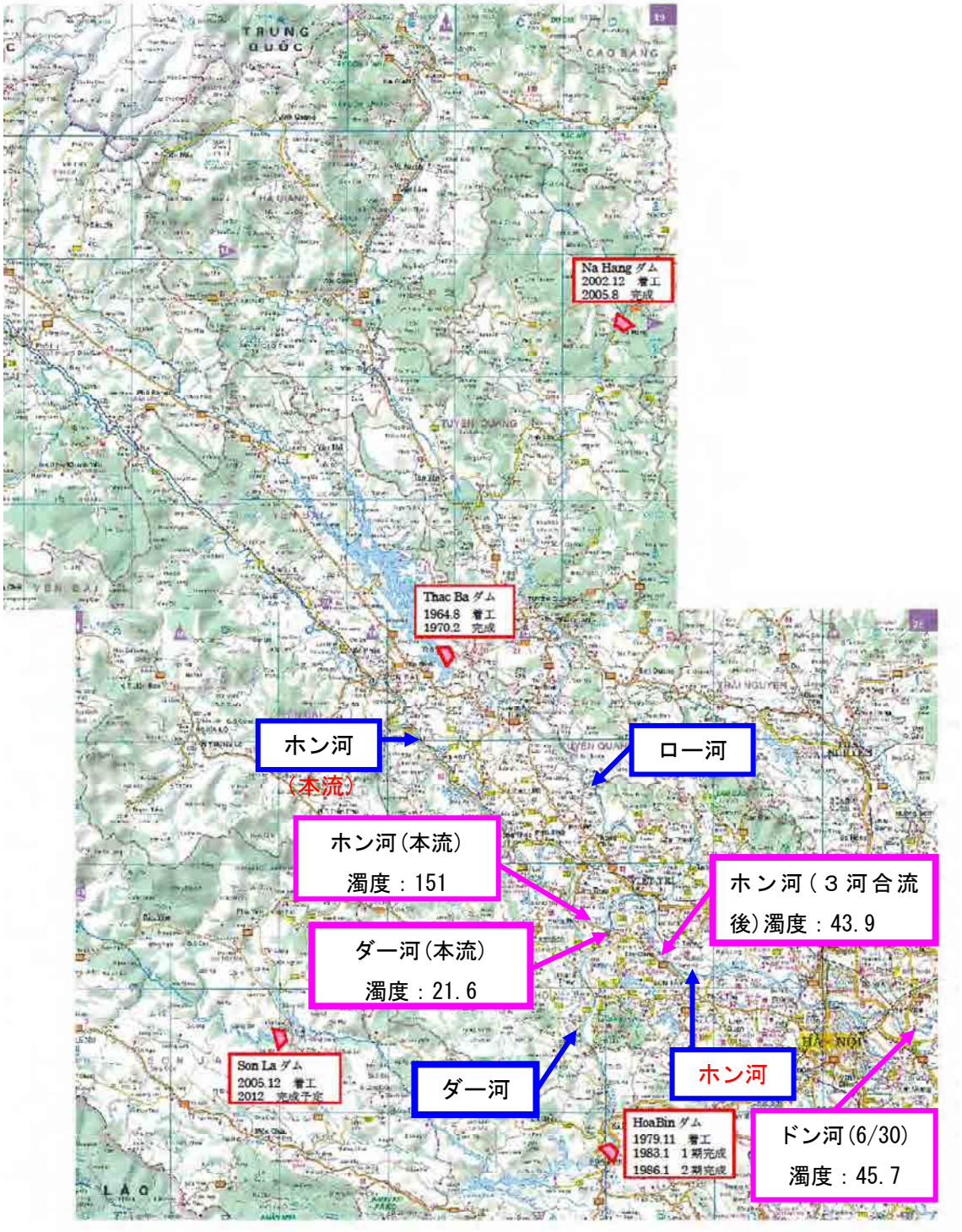


図-2.4.2　水源調査地点（2011 年 6 月 29 日調査）

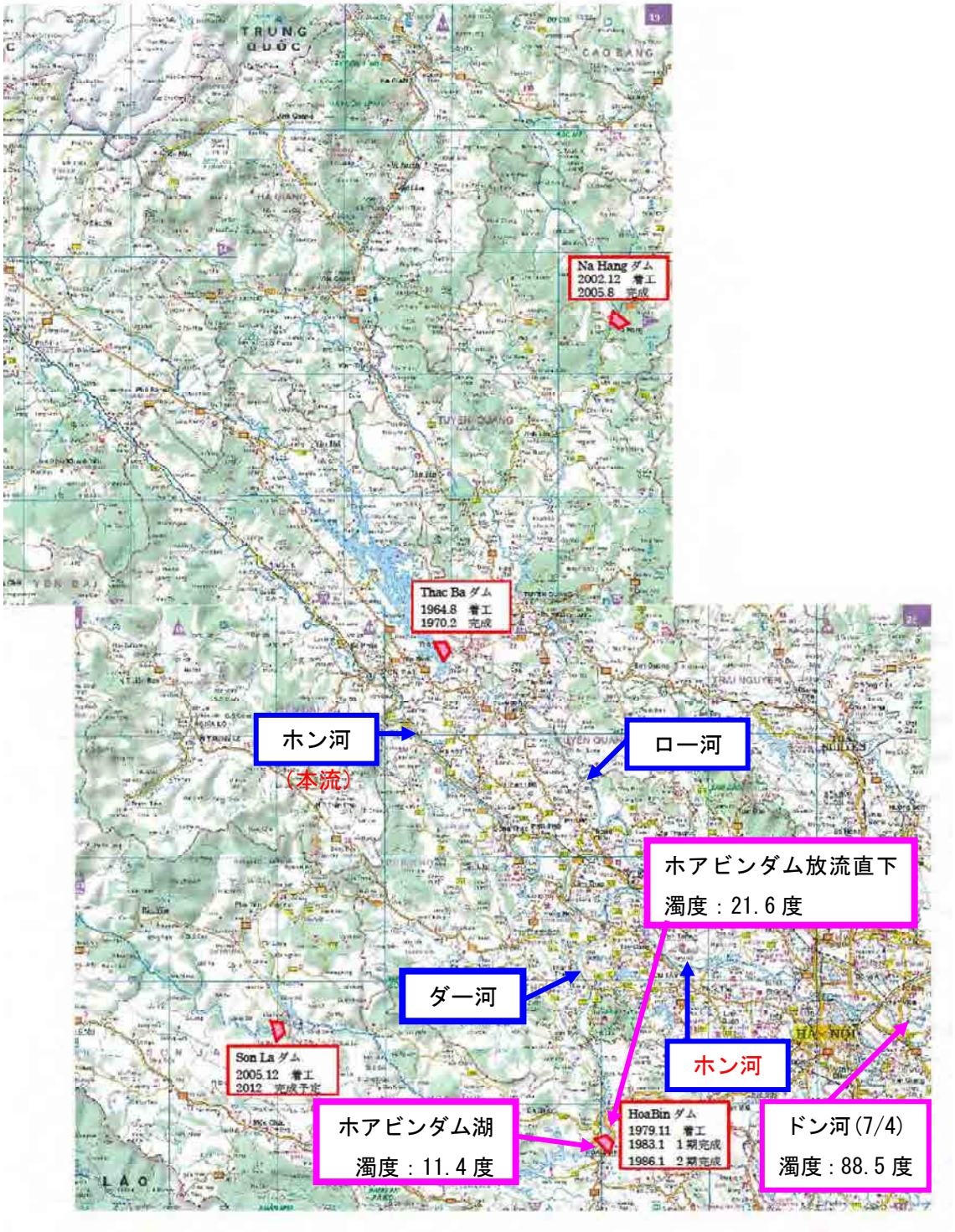


図-2.4.3　水源調査地点（2011 年 7 月 4 日調査）

表-2.4.1　水源水質試験結果(2011 年 5 月 27 日調査)

採水場所	濁度（度）	pH	電気伝導率 (μS/cm)	$KMnO_4$消費量 (mg/L)
タクバダム湖	6.75	8.43	188	5.1
ロー河（本流）	20.8	7.96	204	4.3
ホン河(ダ河合流後)	157	7.86	165	16.9
ドン河	49.1	8.00	192	8.6

表-2.4.2　水源水質試験結果(2011 年 6 月 29 日調査)

採水場所	濁度（度）	pH	電気伝導率 (μS/cm)	$KMnO_4$消費量 (mg/L)
ホン河(本流)	151	8.03	136	21.2
ダ河（本流）	21.6	7.92	184	4.1
ホン河(3 河合流後)	43.9	7.97	177	8.8
ドン河	45.7	8.01	175	7.4

表-2.4.3　水源水質試験結果(2011 年 7 月 4 日調査)

採水場所	濁度（度）	pH	電気伝導率 (μS/cm)	$KMnO_4$消費量 (mg/L)
ホアビンダム湖	11.4	8.45	178	5.3
ホアビンダム放流直下	21.6	7.82	188	5.0
ドン河	88.5	7.92	181	14.1

（3）水源調査のまとめ

水源調査結果から、3 河合流後のホン河及びドン河は、ホン河本流（タオ河）だけでなく、ダム湖を水源とするダー河及びロー河の水質の影響を強く受けていると言える。これらのダム湖はドン河の主要な水源であることから、水質の状況及びその変化に留意する必要がある。一方、ドン河の濁度に大きな影響を及ぼすホン河本流についても、とりわけ濁度の挙動について注視する必要がある。

また、3 河合流後のホン河水質（Ha Noi 市 Son Tay 地区で採水）とドン河水質（ドン河浄水場取水予定地で採水）に大きな違いはなかったことから、この間、ドン河水質に影響を及ぼす人為汚染源はほとんどないと言える。

2.4.2　ドン河水質調査

（1）調査地点

ドン河浄水場原水取水予定地点で採水した（図-2.4.1～2.4.3 水源調査地点にあるドン河）。

（2）調査期間

表-2.4.4　ドン河水質に関する調査期間

調査	調査期間	毎日試験実施日	24 時間連続採水試験実施日
第 1 回調査	2011 年 4 月 14 日(木)～4 月 22 日(金)	調査期間中、4 月 17 日(日)を除く毎日	4 月 19 日 10 時 30 分～4 月 20 日 10 時 30 分の 1 時間毎採水
第 2 回調査	2011 年 5 月 23 日(月)～6 月 3 日(金)	調査期間中、5 月 27 日(金)及び 5 月 29 日(日)を除く毎日	5 月 31 日 10 時～6 月 1 日 10 時の 1 時間毎採水
第 3 回調査	2011 年 6 月 27 日(月)～7 月 8 日(金)	調査期間中、6 月 29 日(水)及び 7 月 3 日(日)を除く毎日	実施せず
第 4 回調査	2011 年 8 月 8 日(月)～8 月 19 日(金)	調査期間中、毎日	実施せず

なお、別途、2011 年 3 月 30 日(水)に委託試験用試料を採取した。

（3）試験項目及び試験方法

表-2.4.5　ドン河水質に関する試験項目及び試験方法

試験名	試験項目
毎日試験	水温、気温、濁度、色度、pH，電気伝導率、過マンガン酸カリウム消費量、一般細菌、大腸菌、浮遊物質量（SS）
24 時間連続採水試験	水温、気温、濁度、pH，電気伝導率、過マンガン酸カリウム消費量
試験方法	気温及び水温は温度計、濁度は濁度計及び比濁法、色度は比色法、pH 及び電気伝導率は pH 計及び電気伝導率計、過マンガン酸カリウム消費量は酸化法、大腸菌及び一般細菌は培地法、浮遊物質量（SS）は重量法、委託試験項目は厚生労働省告示法及び上水試験方法等

（4）毎日試験結果

1）水温及び気温

水温は、第 1 回調査では約 23℃、第 2 回調査では 24～27℃、第 3 回調査では約 28℃、第 4 回調査では約 29℃でほぼ一定であり、各調査期間における水温の変化は小さかった。一方、気温については天候の影響を受けた。現地の気候は、第 1 回調査及び第 2 回調査では乾期となり、降雨はほとんどなく、第 3 回調査及び第 4 回調査では雨期となり、調査期間中複数回以上、夜半又は日中に短時間の降雨があった。この降雨等の影響を受け、第 3 回調査時の気温は 26℃から 35℃、第 4 回調査では 26℃から 39℃の大きな変動が確認された（図-2.4.4）。

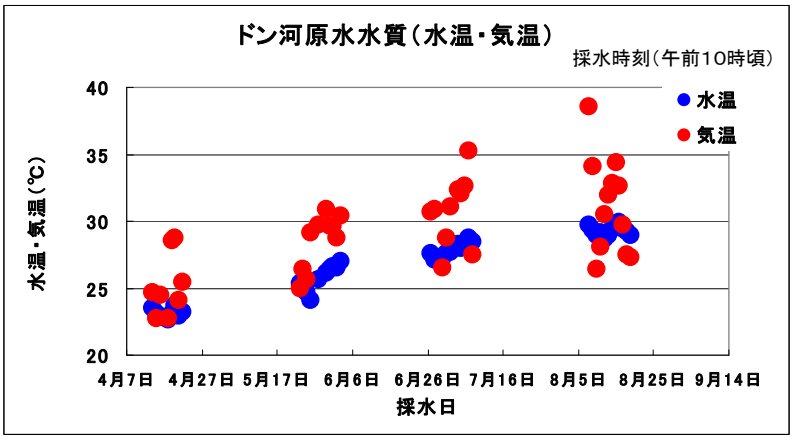


図-2.4.4 水温及び気温（毎日試験）

2）濁度及び pH

pH については、第 1 回調査、第 2 回調査、第 3 回調査及び第 4 回調査ともおおよそ 7.8～8.1 の間を推移し、それぞれの調査期間中に大きな変動は見られなかった。これは、ドン河原水の水源であるホン河本流、ダー河及びロー河の ｐH がいずれも 8.0 前後であることによると考えている。

濁度については、図-2.4.5 に示すように、第 1 回調査では 21 度～30 度であったのに対して、第 2 回調査では 20 度～50 度と少し高い数値を示した。一方、比較的降雨の多かった第 3 回調査では 42 度～141 度と変動が大きく、高い濁度を示した。第 4 回調査でも調査期間中、ほぼ毎日短時間の降雨があり、濁度は 32 度～87 度と変動はあったものの、第 3 回調査に比べて低い濁度となった。水源調査の結果から、ドン河原水の高い濁度は、ホン河本流（タオ河）の影響によると推測したが、第 4 回調査における高頻度の降雨に係らず、予測したほどの高い濁度に至らなかった。これまでの知見では、ドン河原水濁度は雨期に高い濁度を示しているが、本調査時に濁度が高く

ならない原因として、降雨の場所、降雨量又は河川流量の変化等によると類推している。安定した浄水処理を行うためには、継続して、ドン河原水の濁度の挙動等に注視する必要がある。

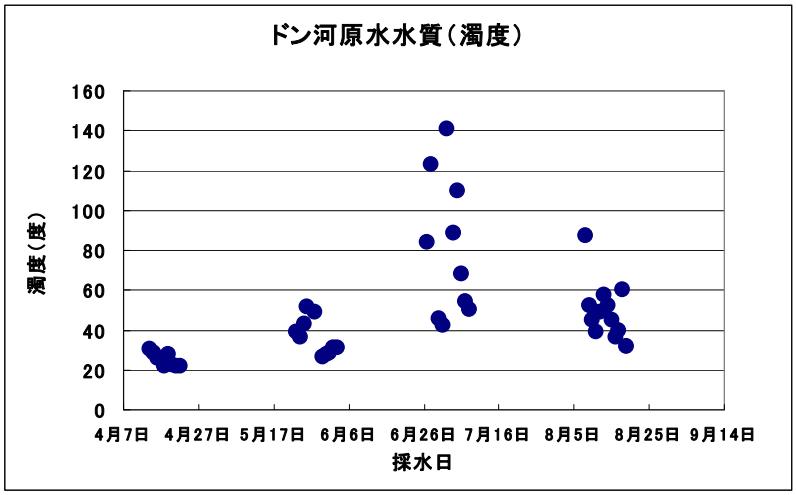


図-2.4.5 濁度（毎日試験）

3）電気伝導率

第 1 回調査では 199～209μS/cm、第 2 回調査では 192～202μS/cm、第 3 回調査では 174～198μS/cm 及び第 4 回調査では 165～177μS/cm の結果が得られた。降雨の少ない乾期に行った第 1 回調査及び第 2 回調査では、ドン河原水の電気伝導率は 200μS/cm 前後、一方、降雨の多い雨期に行った第 3 回調査及び第 4 回調査では 170μS/cm 前後の低い数値が得られた。この調査時期によるドン河原水の電気伝導率の違いは、電気伝導率の高いダー河及びロー河、または電気伝導率の低いホン河本流（タオ河）がドン河原水に与える影響の割合が、降雨時期によって異なることを示しており、乾期ではダー河及びロー河が、雨期ではホン河本流が、それぞれ、ドン河原水により強く影響を与えていることを示唆している。これは、乾期では、ダム湖からの安定した放流があるダー河及びロー河の影響が大きく、一方、雨期では、洪水対策としてのダム湖の水位制御によりホン河本流の影響がより大きくなるからと推測している。

4）過マンガン酸カリウム消費量

過マンガン酸カリウム($KMnO_4$)消費量は有機物量の指標とされる項目であり、無機成分の指標である濁度と同様に重要な水質項目であることから、第 2 回調査から $KMnO_4$ 消費量の測定を開始した。

$KMnO_4$ 消費量は、第 2 回調査では 4.3mg/L～8.6mg/L、第 3 回調査では 6.4mg/L～

12.7mg/L、第 4 回調査では 5.6mg/L～8.3mg/L であった（図-2.4.6）。濁度が高い日に $KMnO_4$ 消費量が高い値を示したことから、$KMnO_4$ 消費量と濁度の関係を求めたところ（図-2.4.7）、両者に比較的高い相関が認められたため、ドン河原水の $KMnO_4$ 消費量の多くは濁り成分由来のものと考えられる。

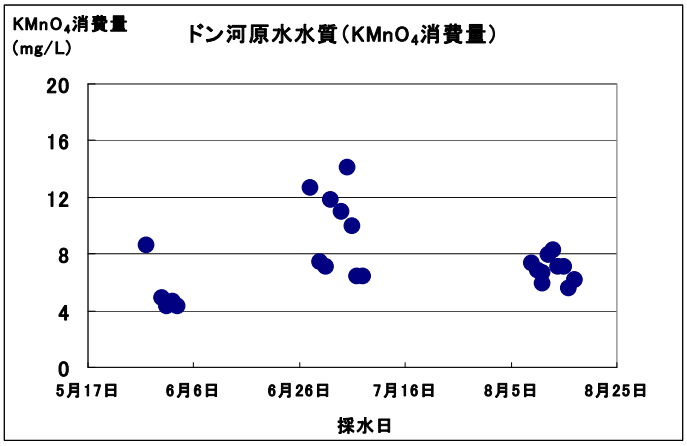


図-2.4.6 過マンガン酸カリウム消費量（毎日試験）

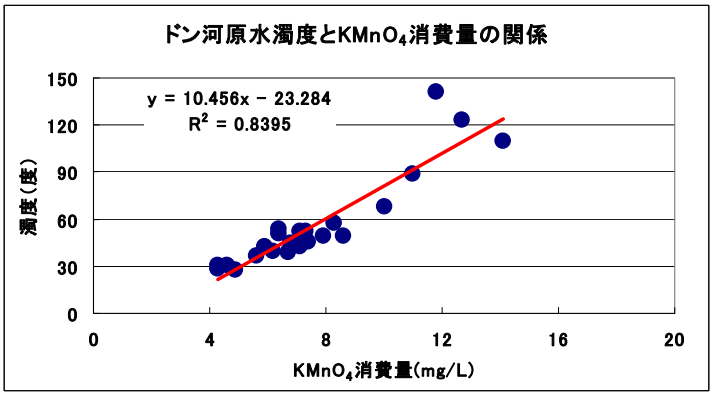


図-2.4.7 濁度と $KMnO_4$ 消費量の関係（毎日試験）

5）浮遊物質量（SS）

ベトナムでは、表流水水質基準項目(QCVN08:2008/BTNMT)のひとつに浮遊物質量（SS）を採用しており、濁度は採用していない。そのため、ドン河原水の SS を測定し、SS と濁度の関係を求めた（図-2.4.8）。図-2.4.8 に示すとおり、SS と濁度は比較的よい相関関係が見られ、SS は濁度の約 1.8 倍であった。

ドン河原水粒子の多くは比較的短時間で沈降することから、濁り成分の量を表す濁度と同様に浮遊物質量（SS）は、浄水処理の前段に位置する沈砂池の諸元に必要不可欠の情報である。

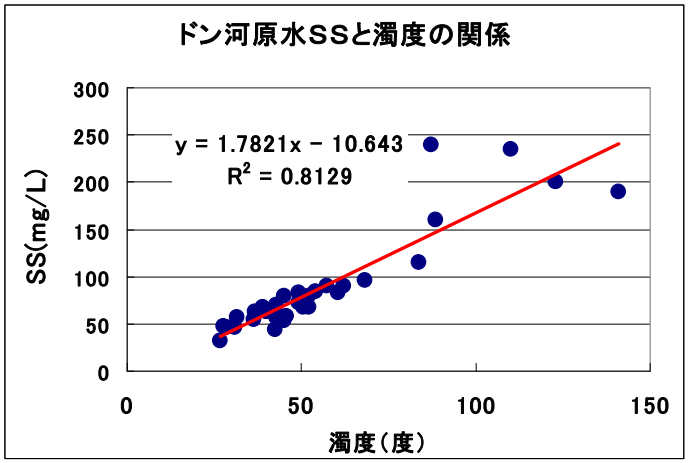


図-2.4.8　ドン河原水の SS と濁度の関係式（毎日試験）

３．　当該 PPP インフラ事業に関わる技術的規模の検討

3.1　事業目的

本提案事業の主目的は、ハノイ都市圏の経済発展のための給水に関するインフラシステムの構築であり、ホン河（Red River）北部の各省・県の経済力と潜在力の向上に加え、ホン河南部に位置する Ha Noi 市中心部の水不足解消に寄与するものである。

また、本提案事業を通じて、我が国の誇る維持管理技術の技術移転や長期で低利なファイナンスの提案により、ベトナム国の水道事業企業の育成と資本市場の発展に寄与することを目的としている。

3.2　事業の需要予測

3.2.1　調査開始時の本提案事業を取巻く状況

本提案事業は用水供給事業であり、水道公社に対する卸売りを原則としているため、水道公社との受水契約による料金により事業は運営されることとなる。しかし、需要計画と実態が大きく乖離すると水道公社及び民間業者の経営へ多大な影響を及ぼし事業の存続にも関わることとなる。このため、事業計画の基礎となる需要計画の確実性を、Pre－FS の結果及び現在進められている VIWASEEN 社の FS 調査報告書の内容を基に再度調査し、事業の効率性、事業の有効性を勘案した給水区域、給水量を設定しなければならない。

しかし、調査着手後に本提案事業において最大の需要を占めることが想定される Ha Noi 市において、Ha Noi 市人民委員会により Ha Noi 市水道のマスタープラン（以下、Ha Noi 市給水計画とする。）が本調査と並行して策定されていることが明らかになった。これは 2010 年 9 月、首相府の決定（決定書 1655/QD-TTg）に従い、2011 年 6 月の完了に向けて「2030 年に向けた Ha Noi 市給水計画及び 2050 年までのビジョン」を策定するものであり、本提案事業の上位計画に位置づけられることとなる。したがって、本調査では Ha Noi 市給水計画策定の動向を注視しながら調査を進めていかなければならないこととなり、基本フレーム設定の根本となる事業対象範囲の設定が変更となる可能性を残したまま調査を開始せざるを得ない状況にあった。

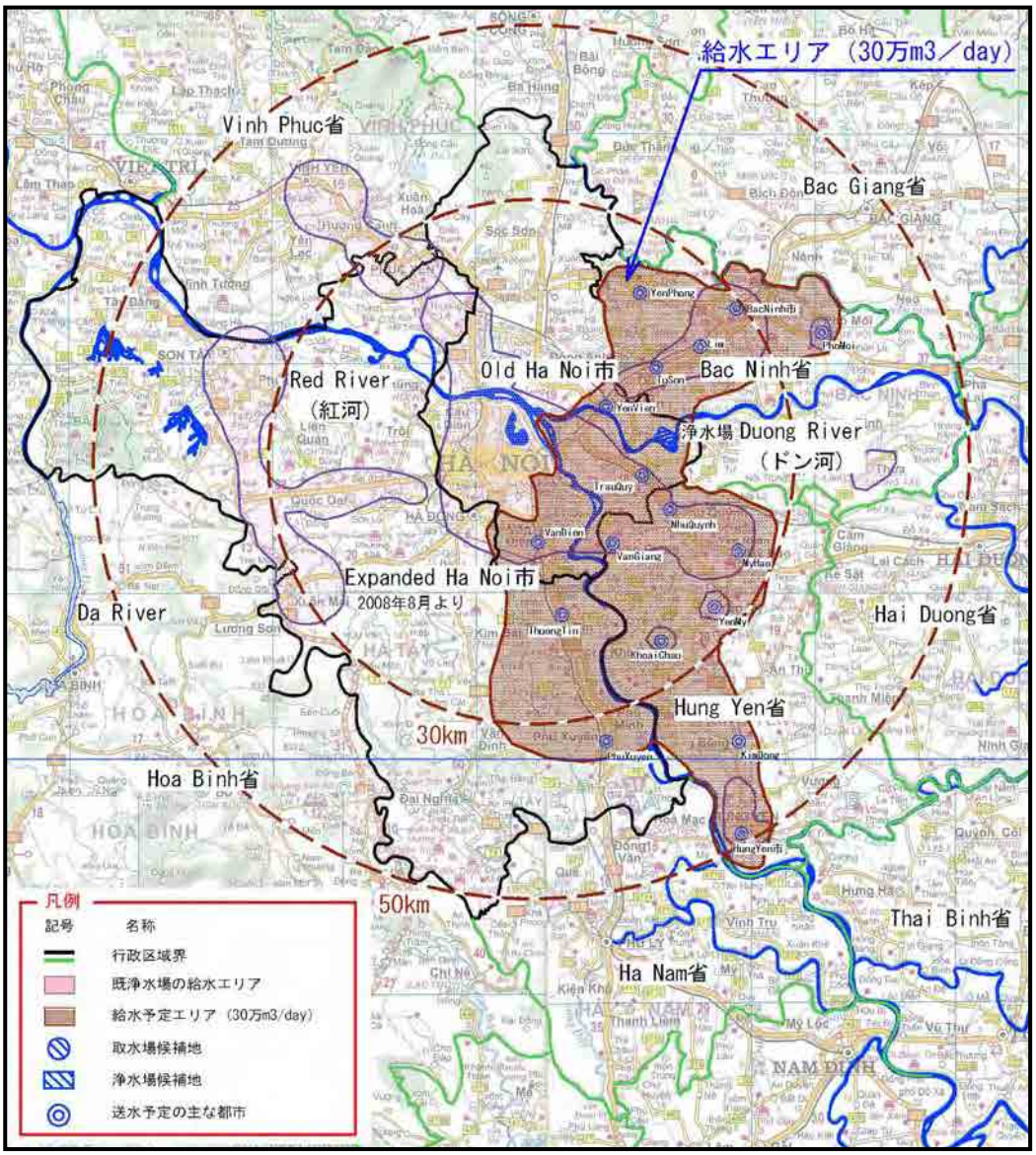
以上のことを踏まえ、本調査においては、VIWASEEN 社の進める FS 調査報告書をベースに、上位計画となる Ha Noi 市給水計画との整合を図りながら、各市省の水道公社及び人民委員会並びに工業団地・住宅団地への需要量に関する各種調査を行うとともに、調査団が独自に収集するデータより需要量を推計し需要の確実性を検証し、基本フレームの設定を行った。

3.2.2　調査対象地域

本提案事業の対象範囲は、VIWASEEN 社の FS 調査の内容を受けて決定する。

VIWASEEN 社の FS 調査報告書では、昨年度調査時と同様に、本提案事業の対象範囲は Ha Noi 市及び Bac Ninh 省、Hung Yen 省の周辺省となっており、本調査の対象地域も同様とした。

本調査の対象地域を図-3.2.1 に示す。



（出典：平成 21 年度一般案件に係る民活インフラ案件形成調査　調査報告書　経済産業省）

図-3.2.1　調査対象地域

3.2.3　調査対象地域における水道事業の概況

（1）　Ha Noi 市

Ha Noi 市は 2009 年現在、全体面積 3,334,470ha、人口が 6,448,837 人となっており、水道普及率は都市部において 70～85%、農村部では 40～60%、一日最大給水量は 683,000m3/day である。

水道事業は、4 つの事業主体より構成されており、旧 Ha Noi 市内を Ha Noi 市水道会社（HAWACO）、旧 Ha Tay 省 Son Tay 市周辺を Son Tay 水道会社、旧 Ha Dong 市内を Ha Dong 水道会社、旧 Ha Noi 市の周辺地域を VIWACO 社（Da 河浄水場の浄水販売、送配水管を運営）がそれぞれの地域を管理運営している。中でも HAWACO については、管理地域を 6 つの配水区に分割し、それぞれを子会社に管理させる経営形態をとっている。

各々の水道事業主体の概要を以下に詳述する。

1)　HAWACO

旧 Ha Noi 市内の水道事業は、Ha Noi 市中央を流れるホン河によって南北に分けられ、Ha Noi 市の中心部であるホン河南部を HAWACO の前身である Ha Noi 水道会社（Hanoi Water Business Company）、ホン河北部を Ha Noi 第二水道会社（Hanoi Water Business Company 2）が管理してきた。しかし、2008 年 6 月、拡大 Ha Noi 市（同年 8 月）となることを契機に二つの水道公社は合併され、現在の Ha Noi 市水道会社（HAWACO）となった。

写真-3.2.1　HAWACO 本社

現在、旧 Ha Noi 市内は Ha Noi 市水道会社（HAWACO）により一括管理されており、管理区域は市内の 8 区及び隣接 5 県となっており、2009 年度現在の水道普及率は、区部（Ba Dinh 区、Hai Ba Trung 区、Dong Da 区、Hoan Kiem 区、Cau Giay 区、Ho Tay 区、Long Bien 区、Hoang Mai 区）で 92.94%とほぼ全域で給水が行われているのに対し、近隣 5 県（Gia Lam 県、Dong Anh 県、Soc Son 県、Tu Liem 県、Me Linh 県）では 4～60%と区部に比べて依然として低い水準の普及率となっている。（表-3.2.1 参照）

管轄する浄水場は、12 の大規模浄水場と 10 の小規模浄水場の計 22 浄水場であり、浄水能力は 614,000m3/day、給水人口は約 2,754,000 人である。

HAWACO の水道事業の概要を表-3.2.2 に示す。

また、2005～2010 年の配水実績と有収率の実績の推移を図-3.2.2 に示す。

表-3.2.1　HAWACO 管理区域における水道普及率（近隣 5 県）

区県名	水道普及率（%）	備考
Tu Liem 県	60	
Gia Lam 県	17	
Dong Anh 県	14	
Soc Son 県	4	
Me Linh 県	－	※HAWACO 未整備

※上記にはコミューン単位の小規模施設、自家用井戸等は含まない。

表-3.2.2　HAWACO の水道事業概要

会社名	Ha Noi 市水道会社 Ha Noi Water Limited Company(HAWACO Co.,Ltd)
設立年月	2008 年 6 月
従業員数	親会社　201 名　　営業所　687 名
管理区域	Dong Da 区、Ba Dinh 区、Hai Ba Trung 区、Cau Giay 区、Ho Tay 区、Long Bien 区、Gia Lam 県、Dong Anh 県、Soc Son 県、Me Linh 県の 6 区 4 県及び Hoang Mai 区、Thanh Xuan 区、Thanh Tri 県、Tu Liem 県の 2 区 2 県の一部
子会社	①　Ba Dinh Water Business Company　198 名 ②　Hoan Kiem Water Business Company　144 名 ③　Dong Da Water Business Company　249 名 ④　Hai Ba Trung Water Business Company　257 名 ⑤　Cau Giay Water Business Company　148 名 ⑥　No.2 Water Business Company　253 名
管轄浄水場	【大規模浄水場】 1. Yen Phu 浄水場　（1997）90,000m3/day　（Ba Dinh 区） 2. Ngoc Ha 浄水場　（1992）32,000m3/day　（Ba Dinh 区） 3. Ngo Si Lien 浄水場　（1992）47,000m3/day　（Dong Da 区） 4. Mai Dich 浄水場　（1991）60,000m3/day　（Cau Giay 区） 5. Cao Dinh 浄水場　（2005）60,000m3/day　（Tu Liem 県） 6. Luong Yen 浄水場　（1991）50,000m3/day　（Hai Ba Trung 区） 7. Tuong Mai 浄水場　（1992）30,000m3/day　（Hoang Mai 区） 8. Ha Dinh 浄水場　（1994）30,000m3/day　（Thanh Xuan 区） 9. Phap Van 浄水場　（1989）30,000m3/day　（Hoang Mai 区） 10.Nam Du 浄水場　（2006）60,000m3/day　（Hoang Mai 区） 11.Gia Lam 浄水場　（1996）30,000m3/day　（Long Bien 区）

	12.Bac Thang Long 浄水場　（2004）25,000m3/day（Dong Anh 県） 計 12 浄水場　544,000m3/day 【小規模浄水場】 1. Bach Khoa 浄水場　（－）　2,000m3/day（Hai Ba Trung 区） 2. Quynh Mai 浄水場　（－）　3,000m3/day（Hai Ba Trung 区） 3. Van Don 浄水場　（－）　6,000m3/day（Hai Ba Trung 区） 4. Thuy Khue 浄水場　（－）　4,000m3/day　（Ba Dinh 区） 5. Don Thuy 浄水場　（－）　12,000m3/day　（Hoan Kiem 区） 6. Bach Mai 浄水場　（－）　6,000m3/day　（Dong Da 区） 7. Kim Lien 浄水場　（－）　6,000m3/day　（Dong Da 区） 8. Gia Lam 空港浄水場　（1958）　9,000m3/day　（Long Bien 区） 9. Dong Anh 浄水場　（1981）　12,000m3/day　（Dong Anh 県） 10.Nguyen Khe 浄水場　（2009）　10,000m3/day　（Dong Anh 県） 計 10 浄水場　70,000m3/day ※　上記は全て地下水

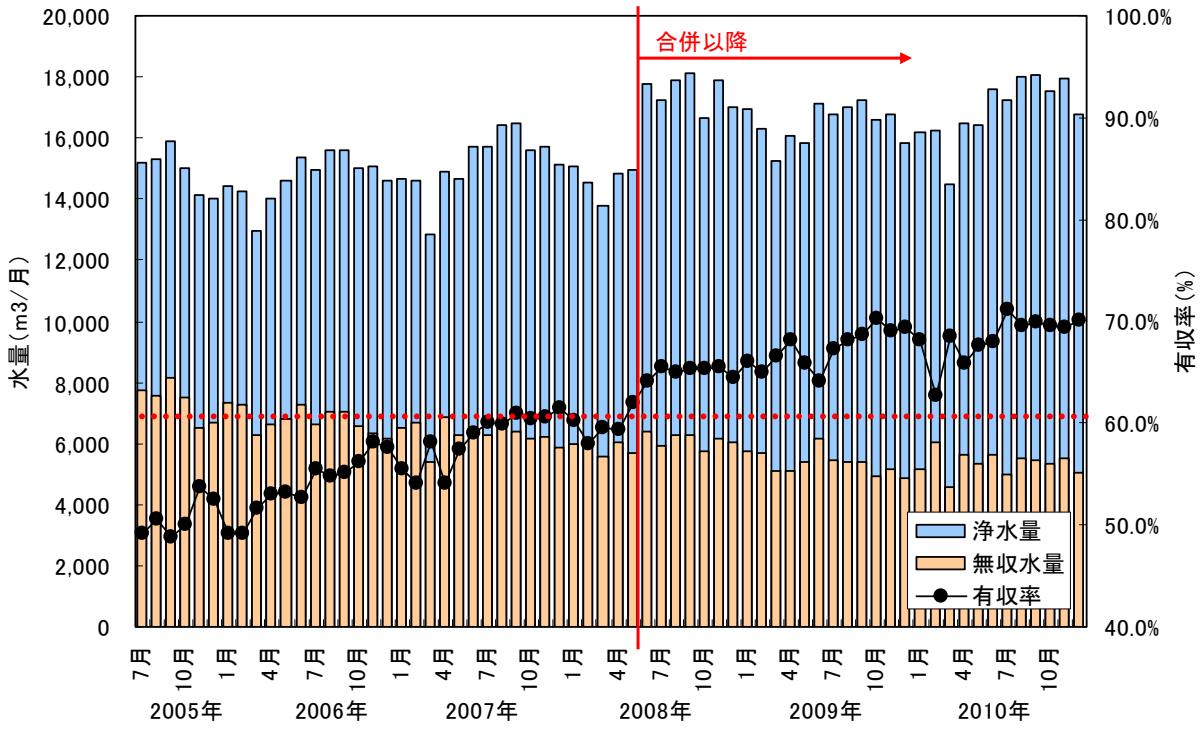


図-3.2.2　HAWACO の配水量実績と有収率の推移（2005～2010 年）

HAWACO 所管内での最大配水量は約 18,100,000m3/月（≒603,000m3/day）であり、このうち、市内中心部での配水量は約 16,400,000 m3/月（≒547,000m3/day）と約 91%を占める。有収率は 2005 年に 40%台だったものが、年々改善されてきており、2010 年 12 月時点で約

70.0%（期間最大 71%）まで改善されている。HAWACO では、現在も有収率向上に力を入れており、今後、更なる有収率の改善が期待されるところである。

漏水率の削減（有収率の向上）は、水道経営にとって重要な要素であるため、今後、日本の資金により、漏水調査、配水ブロック化、及び漏水率削減計画を策定し、ソフト、ハード面で日本の技術を移転することも有望である。

2)　Son Tay 水道会社

Son Tay 水道会社は、1963 年に設立された Son Tay 浄水場が母体となり、1992 年及び 1996 年に旧 Ha Tay 省人民委員会の承認を得て、現在の Son Tay 水道会社の形態を取っている。管理区域は、Son Tay 市を中心とした Ha Noi 市西部を対象とし、2010 年時点の給水人口は約 150,000 人、水道普及率は 72%であり、2 つの地下水浄水場より給水を行っている。送配水管網の総延長は 138km に及ぶ。

Son Tay 水道会社の水道事業の概要を下表に示す。

表-3.2.3　Son Tay 水道会社の水道事業概要

会社名	Son Tay 水道会社
	Son Tay Water Supply Company
設立年月	1996 年 10 月
従業員数	110 人
管理区域	Son Tay 市、Ba Vi 県、Phuc Tho 県、Thach That 県（旧 Ha Tay 省）
管轄浄水場	Son Tay 第一浄水場　10,000m3/day Son Tay 第二浄水場　10,000m3/day　　計 2 浄水場　※ 全て地下水

3)　Ha Dong 水道会社

Ha Dong 水道会社は、1954 年に最初の浄水場となる Ba Trieu 浄水場を母体として、1992 年 12 月に設立された Ha Noi 市建設局に属する国営企業である。

現在は、旧 Ha Tay 省の省都である Ha Dong 区（旧 Ha Dong 市）を中心に給水を行っており、現在、2 箇所の浄水場を管理している。2010 年時点での給水人口は約 260,000 人、水道普及率は 91.0%であり、今後は、給水範囲の拡大と低下する揚水量を補うために、Ha Noi 市南西部の Hoai Duc 県、Thanh Oai

写真-3.2.2　Ha Dong 水道会社

県、Chuong My 県、Quoc Oai 県に、2012 年を目標に Da 河浄水場からの受水により給水を開始することとなっている。拡大区域の計画給水人口は約 150,000 人となっている。

また、将来的には上記の他、Dan Phuong 県、Ha Noi 市南端の Phu Xuyen 県まで給水範囲を拡大する予定となっている。

Ha Dong 水道会社の水道事業の概要を下表に示す。

表-3.2.4　Ha Dong 水道会社の水道事業概要

会社名	Ha Dong 水道会社 Ha Dong Water One Member Limited Liability Company（Ha Dong Water Co,. Ltd）
設立年月	1992 年 12 月（浄水場建設は 1957 年 2 月 25 日）
従業員数	438 人
管理区域	Ha Dong 区全域 ※Ha Noi 市南西部（Hoai Duc 県、Thanh Oai 県、Quoc Oai 県、Chuong My 県、Phu Xuyen 県、Dan Phuong 県への拡張プロジェクトを現在計画中）
管轄浄水場	Ba Trieu 浄水場　16,000m3/day Ba La 浄水場　20,000m3/day　　計 2 浄水場　※ 全て地下水 ※上記 2 浄水場に加え、Duong Noi 配水場を整備済み。規模は 40,000m3/day であり、Da 河浄水場より受水している。

4)　VIWACO 社

VIWACO 社は、2003 年に政府首相の承認を得て、VINACONEX 社（大手ゼネコン）が BOO 方式で事業展開を始めた Da 河事業において、浄水の販売を目的に 2005 年 3 月に VINACONEX 社により設立された。浄水場の維持管理は VINACONEX 社の子会社である VINACONEX 水道会社が行っており、VIWACO は、Da 河浄水場から受水する形で運営を行っている。

写真-3.2.3　VIWACO 社

Da 河浄水場は、Ha Noi 市において初めて表流水を水源とした大規模浄水場であり、現在は、計画浄水能力 120 万 m^3/day のうち、30 万 m^3/ day の浄水場が稼動している。送水管については、Ha Noi 市給水地域まで約 70km が整備されており、2010 年現在では、VIWACO 社としては、Thanh Xuan 区、Tu Liem 県、Cau Giay 区（一部）、Thanh Tri 県等の Ha Noi 市

中心部近郊を中心に給水を行っている。

詳細な給水人口は不明だが、2007 年時点で 70,000 人以上とのことであり、現在の浄水場規模（30 万 m^3/day）での計画給水人口は 500,000 人（ヒアリング結果）とのことである。

VIWACO 社の水道事業の概要を下表に示す。

表-3.2.5　VIWACO 社の水道事業概要

会社名	投資・建設及び浄水販売株式会社 Fresh water business and Construction Investment JSC (VIWACO)
設立年月	2005 年 3 月
従業員数	237 人
管理区域	Thanh Xuan 区の全域、Tu Liem 県、Thanh Tri 県及び Hoang Mai 区、Cau Giay 区の一部地域
管轄浄水場	※ 浄水場は管轄外であり、VINACONEX 水道会社が管理している。 VIWACO は VINACONEX 水道会社より、浄水を購入し区域内に配水を行っている。 Da 河浄水場　既設：300,000m3/day（Da 河表流水） 計画浄水能力 600,000m3/day、1,200,000m3/day への段階的な拡張計画がある。

（２） Bac Ninh 省

Bac Ninh 省では、Bac Ninh 省人民委員会の下部組織となる Bac Ninh 省水道公社（Bac Ninh Water Supply and Sewerage LTD., Company）が、Bac Ninh 省全体の水道事業の管理運営を行っている。Bac Ninh 省水道公社では現在 4 箇所の地下水浄水場を運営しているが、Bac Ninh 省水道公社以外にも、民間企業によるいくつかの浄水場も存在している。

Bac Ninh 省水道公社では現在、全ての市県に浄水場を最低 1 箇所整備することを目標に、省全体のマスタープランを策定中である。

正確な水道普及率、給水人口は不明であるが、2009 年時点での水道普及率は約 14.5%、給水人口は約 130,000 人となっている。

Bac Ninh 省における浄水場の稼動状況を表-3.2.6 に示す。

表-3.2.6　Bac Ninh 省内の既設浄水場の状況

No.	市県名	浄水場名	建設年度	浄水能力 (m3/day)	管理団体
1	Bac Ninh 市	Bac Ninh 浄水場	1995	16,000	Bac Ninh 省水道公社
2	Tu Son 県	Tu Son 浄水場	－	5,000	民間企業（VIWASE 社）
3	Tien Du 県	Lim 浄水場	2008	2,000	Bac Ninh 省水道公社

4		Tien Son 浄水場	不明	不明	民間企業（VSIP 社）
5	Que Vo 県	Que Vo 浄水場	2000	1,800	Bac Ninh 省水道公社
6	Luong Tai 県	Luong Tai 浄水場	2001	2,500	Bac Ninh 省水道公社
	合計			27,300	（210 Lpcd）

（3） Hung Yen 省

Hung Yen 省では、Hung Yen 省人民委員会の下部組織となる Hung Yen 市水道公社が主に水道事業を運営する他、農業庁環境衛生センターや民間企業がそれぞれコミューン単位（県、舎等）で独自に水道事業を行っている。そのため、現在はコミューン単位での水道事業運営が主であり、省全体を管理する水道事業主体は存在しない。そのため、省全体の水道事業の正確な現況把握及び将来の給水計画策定を行う組織が無いのが現状である。

浄水場数は大小合わせて 19 箇所が稼動しており、現在も小規模施設の建設が多数進められているところである。

正確な水道普及率及び給水人口は不明であるが、ヒアリングの結果では 2006 年時点での水道普及率は約 7%、給水人口は約 79,000 人となっている。

Hung Yen 省における浄水場の稼動状況を表-3.2.7 に示す。

表-3.2.7　Hung Yen 省内の既設浄水場の状況

No.	市県名	浄水場名	建設年度	浄水能力 (m3/day)	管理団体
1	Hung Yen 市	Hung Yen 浄水場（既設）	2002	5,000	Hung Yen 市水道公社
2	Khoai Chau 県	Phung Hung 浄水場	2010	3,000	環境衛生センター
3		Khoai Chau 浄水場	2002	980	Hop De 社
4		Binh Minh 浄水場	2008	996	環境衛生センター
5	An Thi 県	An Thi 浄水場	2006	780	環境衛生センター
6		Hong Quang 浄水場	1999	580	環境衛生センター
7	My Hao 県	Pho Noi 浄水場	1999	3,000	Vietecco Nam Long 社
8		Bach Sam 浄水場	2007	885	環境衛生センター
9		Di Su 浄水場	2005	970	環境衛生センター
10	Van Lam 県	Nhu Quynh 浄水場	2001	1,000	VIWASE 社
11		Chi Dao 浄水場	2001	880	環境衛生センター
12	Van Giang 県	Van Giang 浄水場	2003	980	環境衛生センター
13	Yen My 県	Yen My 浄水場	2006	1,290	環境衛生センター
14	Tien Lu 県	Thuy Loi 浄水場	2005	718	コミューン
15	Kim Dong 県	Luong Bang 浄水場	1998	560	コミューン

16		Tien Quan 浄水場	2003	300	コミューン
17		Ngoc Thanh 浄水場	2005	600	コミューン
18	Phu Cu 県	Tran Cao 浄水場	2004	720	コミューン
19		Quang Hung 浄水場	2002	880	環境衛生センター
	合計			24,119	(305 Lpcd)

3.2.4　需要予測と基本フレーム設定の流れ

本調査において基本フレームを設定する上で最も重要なことは、本提案事業が用水供給事業であることから、受水団体となる事業体の要望を反映した上で、確実性の高い計画とすることである。

そのため、VIWASEEN 社の現在行われている FS 調査の内容をベースとして、送水先となる受水団体の要望をヒアリングし、さらにその要望が確実性の高いものであることを検証する必要がある。

さらに、先に述べたとおり、現在、本提案事業の上位計画となる Ha Noi 市給水計画の策定が進められていることから、Ha Noi 市給水計画の内容を確認しながら、内容を逸脱しない範囲で見直しを行っていかなければならない。

以上の内容を踏まえた本調査の需要予測と基本フレーム設定の流れを図-3.2.3 に示す。

また、本提案事業対象地域における他ドナーの水道整備計画のうち、Ha Noi 市給水計画を含め、内容の整合が必要なものを以下に整理する。

- Ha Noi 市給水計画（策定中）

  Ha Noi 市給水計画は、前述のとおり、2010 年 9 月、首相府の決定により、Ha Noi 市人民委員会が実施機関となり、2030 年に向けた Ha Noi 都市圏水道のマスタープランを策定するものである。現在は 2011 年 6 月の承認に向け、検討中の段階である。

  Ha Noi 市給水計画は、本提案事業の上位計画となるため、内容の整合を図る必要がある。

- Gia Lam 県管網整備計画

  2010 年 10 月に Ha Noi 市人民委員会及び HAWACO により策定された Gia Lam 県における管網整備計画である。Gia Lam 県は本提案事業の浄水場建設地であり、管網整備計画の内容が本提案事業に与える影響は大きいと考えられる。

  そのため、本調査においては、Gia Lam 県管網整備計画の内容を踏まえ、効率的な施設整備となるよう計画する必要がある。

- その他各省における各種計画

  送水対象として想定される Bac Ninh 省、Hung Yen 省等の給水計画及び浄水場拡張計画等の将来計画について確認し、計画がある場合にはその内容を本調査に反映させる必要がある。

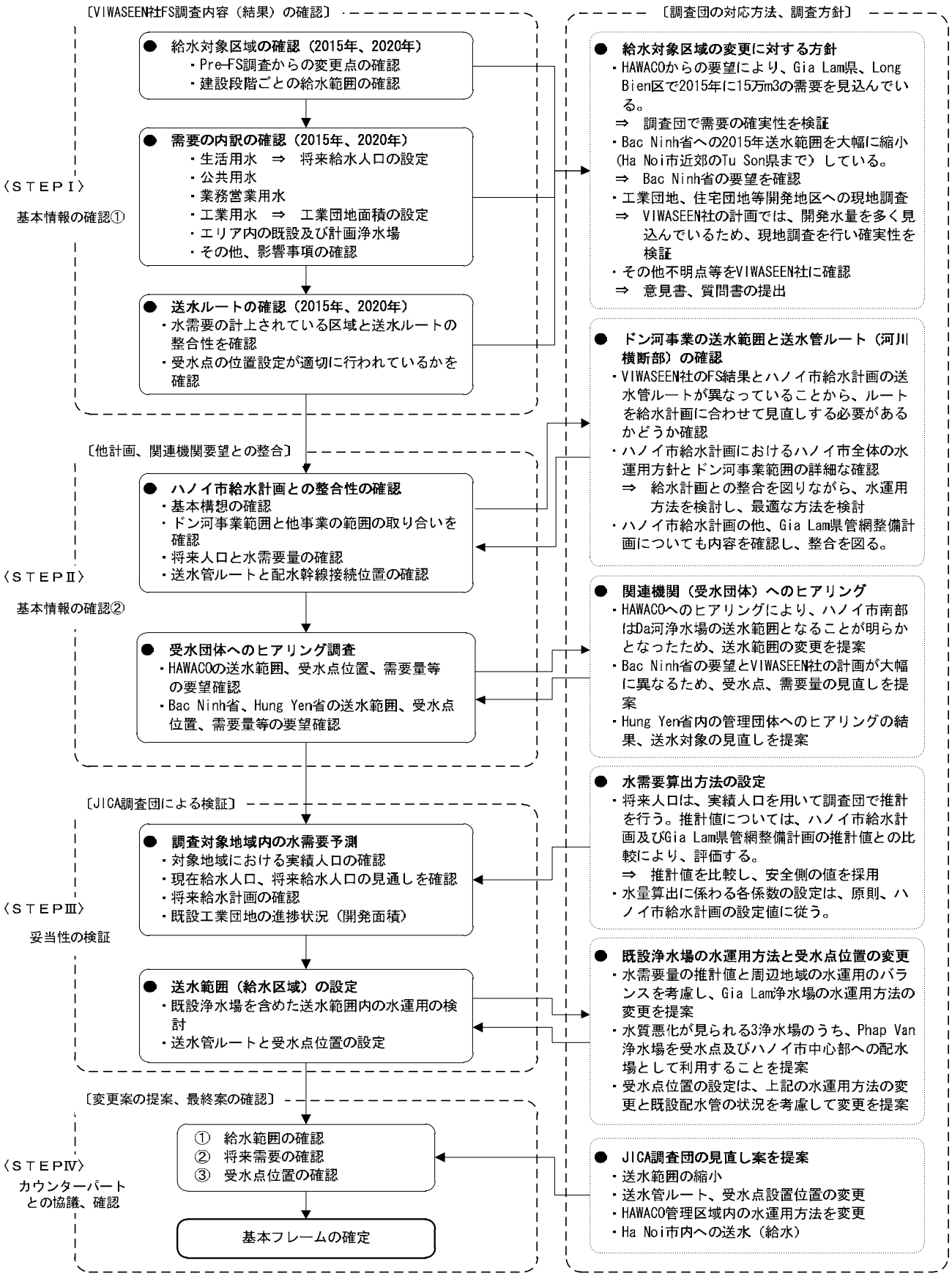


図-3.2.3　需要予測と基本フレーム設定の流れ

3.2.5　基本条件の確認

（1）Pre-FS 調査の概要

昨年度調査では、VIWASEEN 社の計画を基に、その内容を精査することで給水対象地域、送水管ルート等を概略で設定し、VIWASEEN 社側への提案を行ってきた。

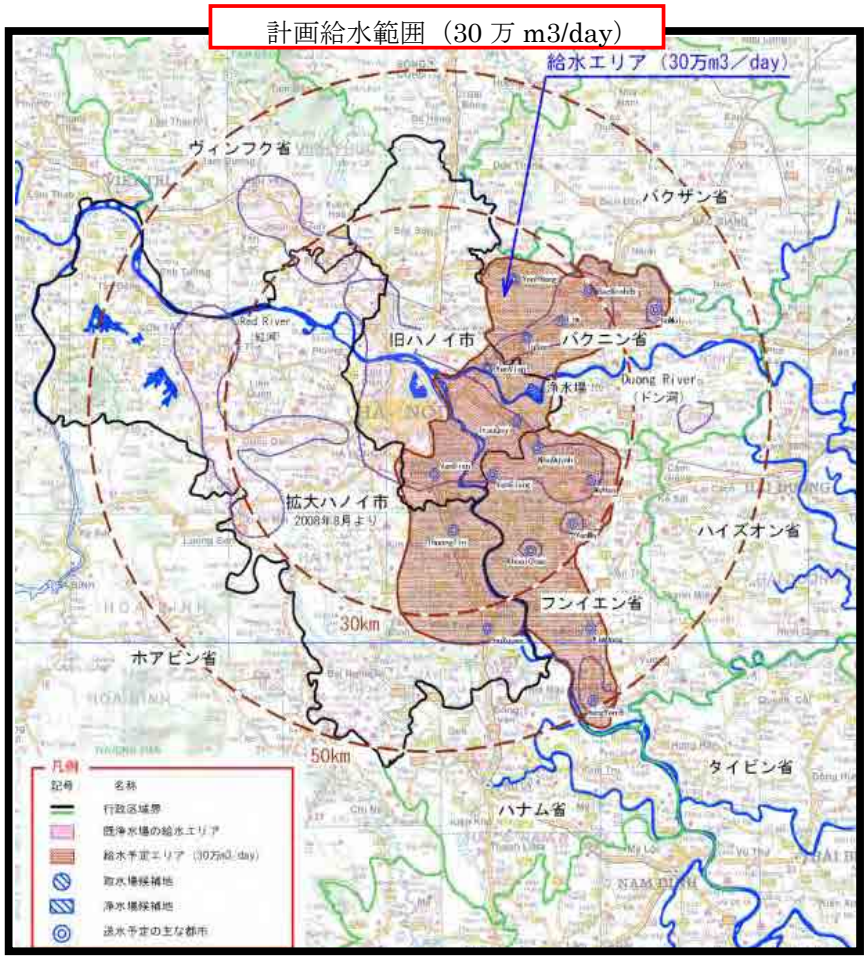
計画当初においては、その給水対象地域をホン河北部地域である Ha Noi 市北部を中心とし、Bac Ninh 省、Hung Yen 省、Hai Duong 省、Vinh Phuc 省、Bac Giang 省の 1 市 5 省が対象となっていたものの、PPP 事業としての事業性の観点から、現時点で需要が無い（受水の意思が無いもしくは低い）地域を当面の給水対象地域から除外する等、下記に示す方針により、PPP 事業としての実現可能性を高める提案を行った。

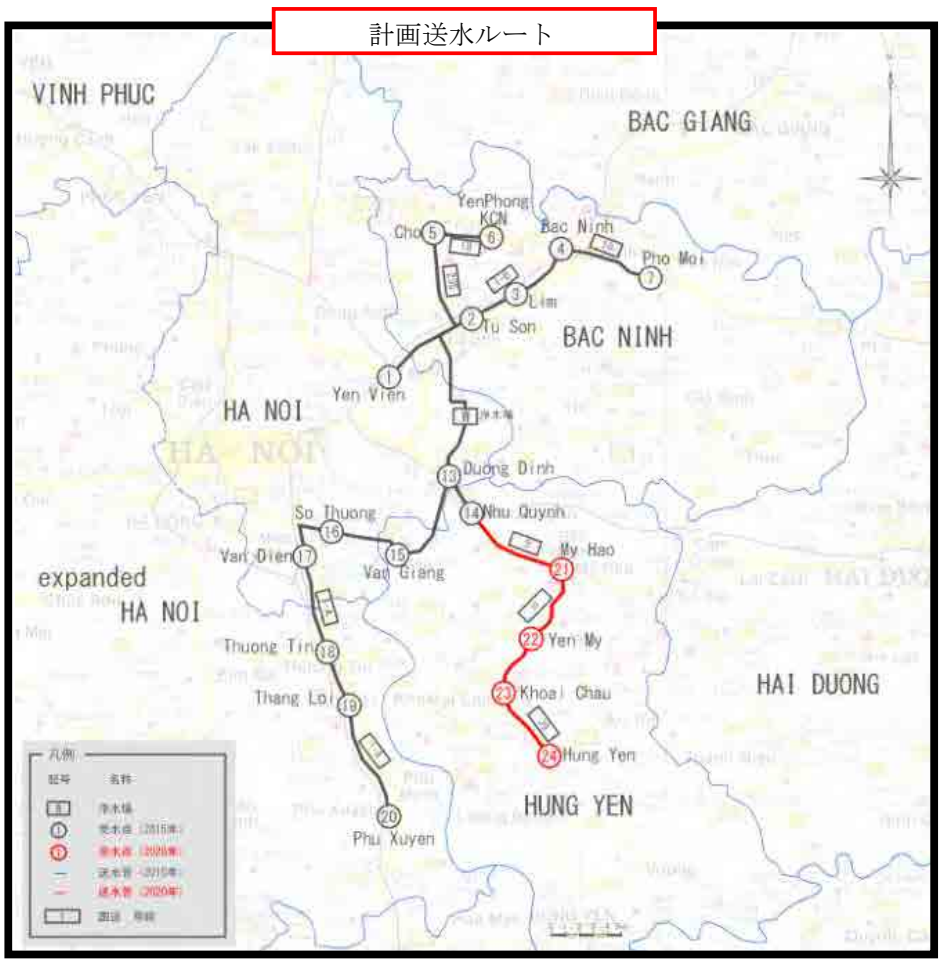
- Hai Duong 省は、受水の意思が無く、省単独での水量確保が可能とのことから、当面の給水対象から除外。（需要 90,000m3/day に対して既設浄水場は 36,900m3/day であり、不足分 50,000m3/day の浄水場を欧州の ODA で建設予定）
- Vinh Phuc 省及び Ha Noi 市内のドン河北部地域については、現況の浄水場及び浄水場の拡張計画により、現時点では当面の需要が賄える見込みであることから、当面の給水対象から除外。Vinh Phuc 省については、独自での浄水場の建設が予定されている。そのため、ドン河事業からの受水については、不要である可能性が高く、送水距離も非常に長くなることから、本提案事業の対象地域からは除外する。
  （Vinh Yen で 36,000m3/day、Phuc Yen で 40,000m3/day の浄水場が ODA で建設され、既に稼働済み）
- Bac Giang 省については、需要が明確ではなく、送水距離も非常に長くなることから、当面の給水対象より除外。

計画当初においては、対象外であったホン河南部（Ha Noi 市南部）は、ヒ素汚染をはじめとする水質上の問題を多く抱えているが、現在の Ha Noi 市の既設浄水場能力では水量を賄うことができない。このような状況の下、Pre-FS 調査ではドン河浄水場からの送水が必要と判断し、VIWASEEN 社等の関連機関と調整を行った結果、給水対象として新たに追加することとした。

以上のような経緯によって、Pre-FS 調査における本提案事業の対象範囲は、Ha Noi 市及び Bac Ninh 省、Hung Yen 省の 1 市 2 省となり、本調査においても同様の地域を調査対象として調査を行うことを提案した。

Pre-FS 調査時の送水対象範囲と送水管ルート図を図-3.2.4 に示す。





（出典：平成 21 年度一般案件に係る民活インフラ案件形成調査　調査報告書　経済産業省）

図-3.2.4　本調査開始時の計画概要（Pre-FS 調査結果）

（２）Ha Noi 市給水計画（マスタープラン）について

Ha Noi 市では 2010 年 9 月、首相府の決定（決定書 1655/QD-TTg）に従い、2011 年 6 月の完了に向けて Ha Noi 市人民委員会が拡大 Ha Noi 市における Ha Noi 首都圏全体計画（2030 年に向けての発展計画と 2050 年までのビジョン）の策定に着手した。この Ha Noi 首都圏全体計画の中には、Ha Noi 市水道の給水計画（以下、Ha Noi 市給水計画とする。）が含まれており、今後の Ha Noi 市の水道事業は Ha Noi 市給水計画に則った形で進められることが大前提となることから、本提案事業についても、上位計画である Ha Noi 市給水計画との整合を図りながら進めていかなければならない。

Ha Noi 市給水計画は、HAWACO の意見等を取り入れながら検討が進められ、現在（2012 年 4 月時点）は報告書の作成が終了し首相府の承認を待っている段階である。このため、現時点では計画の全容については公開されていない状況であるが、HAWACO へのヒアリング（2011 年 4 月 19 日）により得られた計画内容は以下のとおりとなっている。

① Ha Noi 市給水計画では、既設の Da 河浄水場の他、表流水系の浄水場として Duong 河浄水場、Hong 河浄水場の 2 つの浄水場が計画されている。
② Ha Noi 市全体の運用として、既存の浄水場をベースに、Da 河浄水場が Ha Noi 中心部からホン河南西部一帯、Duong 河浄水場がホン河北部一帯、Hong 河浄水場が Ha Noi 市中心部からホン河北部及び Ha Noi 市南西部一帯に補足的に給水を行う。
③ 現在、HAWACO の管轄下にある Phap Van 浄水場、Thuong Mai 浄水場、Ha Dinh 浄水場の 3 浄水場は水質上の問題（ヒ素、鉄、マンガン、アンモニア等）から将来的に廃止する方針とする。

Ha Noi 市水道会社（以下、HAWACO）は、検討中の Ha Noi 市給水計画にオブザーバーとして参加し、かつ本提案事業の事業主体となり得ることから、JICA 調査団は本調査の第 1 回現地調査及び第 2 回現地調査において Ha Noi 市給水計画に関する情報を入手し、その計画内容に関するヒアリングを行った。

ヒアリング調査結果の概要については、以下のとおりである。

① 現在、ドン河浄水場からの送水範囲となっている Ha Noi 市南部については、Da 河浄水場からの送水範囲となる。そのため、Ha Noi 市内のドン河浄水場の送水範囲は、基本的にホン河北部地域の 1 区 5 県（Long Bien 区、Gia Lam 県、Dong Anh 県、Me Linh 県、Soc Son 県）となる。
② 送水ルートについては、現在の提案ルートを Ha Noi 市給水計画に反映してもらえるよう意見を出しているが、ホン河横断部については、上記①の理由からこれまでのように通常時の送水を目的とした管路にするのではなく、緊急時のバックアップ管路としての位置づけで布設する。

③ 需要予測、送配水ルート等の詳細については、人民委員会及びローカルコンサルタントに一任しており、HAWACO では要望等は特に行っていない。そのため、ドン河事業も Ha Noi 市給水計画に従った計画としなければならない。

なお、Ha Noi 市給水計画は、前述のとおり現在は検討段階であり、本提案事業の扱い等についても決定はされていない。このような状況の下、HAWACO 内部においても本提案事業に対する見解（給水範囲、受水点位置、受水方式等）が統一されておらず、Ha Noi 市給水計画の策定を待っている状態にある。

（3）VIWASEEN 社における FS 調査報告書について

上記の Ha Noi 市給水計画と並行して、VIWASEEN 社ではドン河事業の FS 調査が現在進められている。これまで 3 回のワークショップが開催され、VIWASEEN 社の他、HAWACO、METAWATER、ローカルコンサルタント、その他有識者数名が参加し、FS 調査内容に関する議論が行われてきた。

現在は最終報告の段階に入っているものの、前述の Ha Noi 市給水計画との整合や、需要の確実性、受水点の設置位置、受水方法等についての調整が十分とは言えず、今後、更なる検討が必要と考えられる。

併せて、HAWACO との意見統一のための調整も必要と考えられ、実現性の高い計画としていかなければならない。

VIWASEEN 社の FS 調査の概要（需要、送水管計画）を以下に整理する。

1) 給水区域と水需要予測

報告書に記載されている各計画段階での水需要予測は以下のとおりである。

表-3.2.8　VIWASEEN 社の FS 調査報告書の需要予測結果

項目	給水量（m3/day）	
	2015 年	2020 年
水需要量（総量）	161,968	388,731
既存浄水場の能力	69,000	143,000
ドン河浄水場からの送水量	92,968	245,731
負荷率（k=1.2）	111,562	294,877
ドン河浄水場の浄水量	150,000	300,000

上記水量の対象区域と需要予測の詳細は以下のとおりである。

- 第 1 期（2015 年）

【Ha Noi 市】

Gia Lam 県、Long Bien 区及び 179 号沿線の住宅団地・工業団地

【Bac Ninh 省】

Tu Son 県の工業団地及び住宅団地

【Hung Yen 省】

Van Giang 県の Eco Park 住宅団地

- 第 2 期（2020 年）および第 3 期（2030 年）

【Ha Noi 市】

Gia Lam・Long Bien・Yen Vien の住宅団地、Dong Anh 県、Soc Son 県、
Thuong Tin 県、Phu Xuyen 県

【Bac Ninh 省】

Yen Phong 県 Cho 町及び県内の工業団地、Tien Du 県 Lim 町、Que Vo 県の工業団地、
Tu Son 県の農村部、Bac Ninh 市

【Hung Yen 省】

Van Giang 県、Van Lam 県、My Hao 県、Yen My 県、Hung Yen 市

上記の計画給水範囲は、HAWACO からの要望により、第 1 期の給水範囲をドン河浄水場直近の Gia Lam 県、Long Bien 区に集中させているため、第 1 期の給水範囲が大幅に縮小されている。

3.2.6　事業の需要予測と基本フレームの提案

JICA 調査団では、現在最終段階に入っている VIWASEEN 社の FS 調査をベースにこれまでの Pre-FS での経緯や、現在作成中の Ha Noi 市給水計画、関連機関へのヒアリング等から、水需要、送水管計画について以下のとおり検討し、最適な案を提案する。

（1） 給水範囲についての調査方針

1)　Ha Noi 市

本提案事業において、最も重要な受水団体である HAWACO では、現在は Ha Noi 市給水計画の内容決定を待っている状態にあり、ドン河事業の給水範囲を含めた全体的な水運用について、内部での方針が統一されていない状況にある。

そのため、JICA 調査団ではこれまでの HAWACO へのヒアリング結果や、現時点での給水計画の内容、Gia Lam 県管網整備計画等の内容を基に、水需要、給水区域を設定し HAWACO へ提案した。

上記のヒアリング結果を基に見直しした方針を整理した概要図を図-3.2.5 に示す。

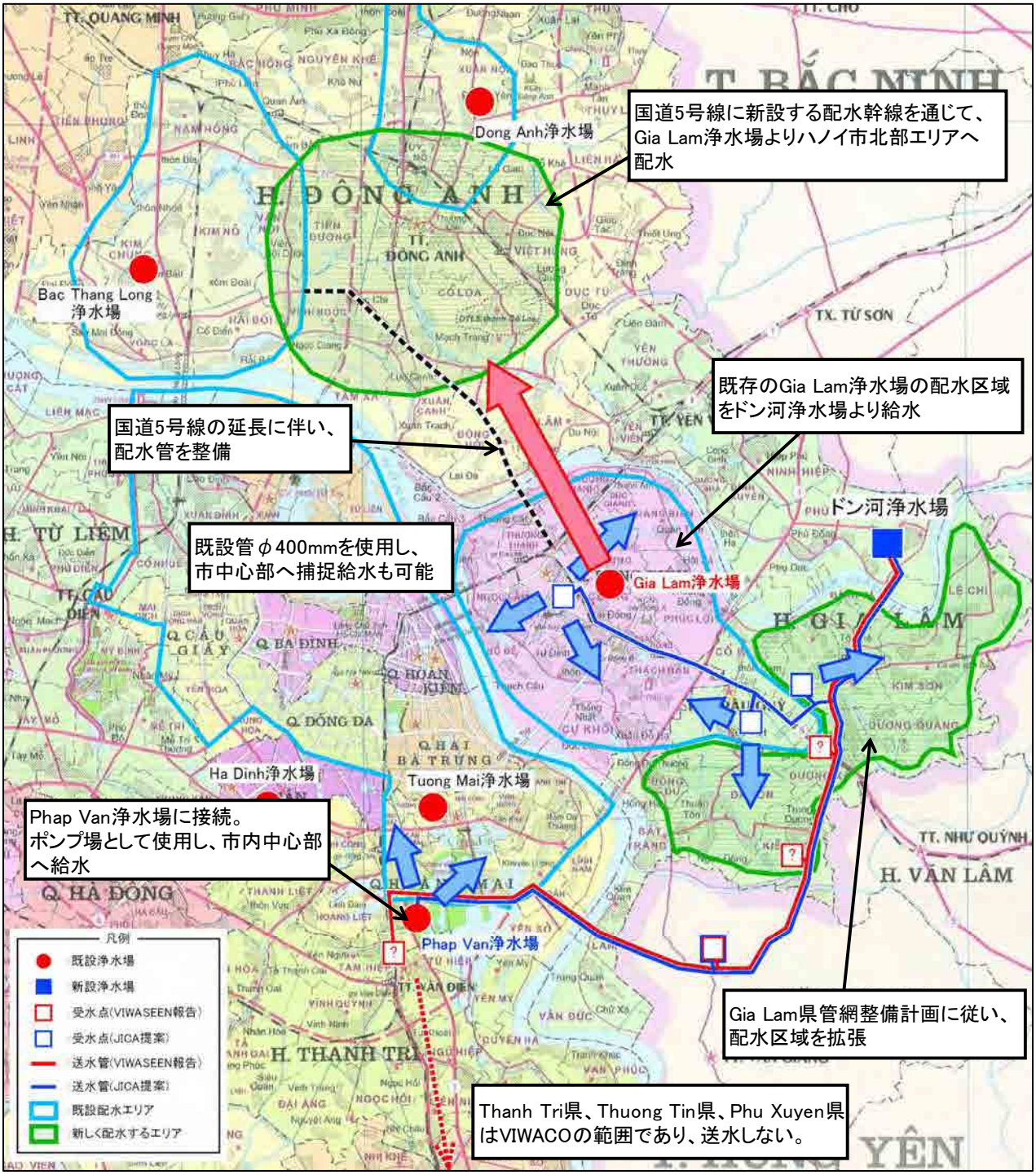


図-3.2.5　ドン河浄水場及び Ha Noi 北部の水運用方針

2)　Bac Ninh 省

Bac Ninh 省については、省全体の水道事業を管理している Bac Ninh 省水道公社へのヒアリングを実施し、Bac Ninh 省内の給水範囲及び水需要について設定した。

本調査での見直しにより、第 1 期及び第 2 期ともに、同位置の受水点 1 箇所で全ての受水を行うこととなり、受水点設置箇所、送水管延長ともに大幅に削減することが可能とな

った。

Bac Ninh 省では、ドン河浄水場からの受水の他、省内の 4 箇所で浄水場建設を予定しており、ドン河浄水場からの受水を含めて一体的な水道整備を進めていくための、マスタープランを現在作成中とのことである。(マスタープランにはドン河からの受水は謳われていない)

ヒアリング結果を基に見直しした調査方針と提案内容を整理した概要図を図-3.2.6 に示す。

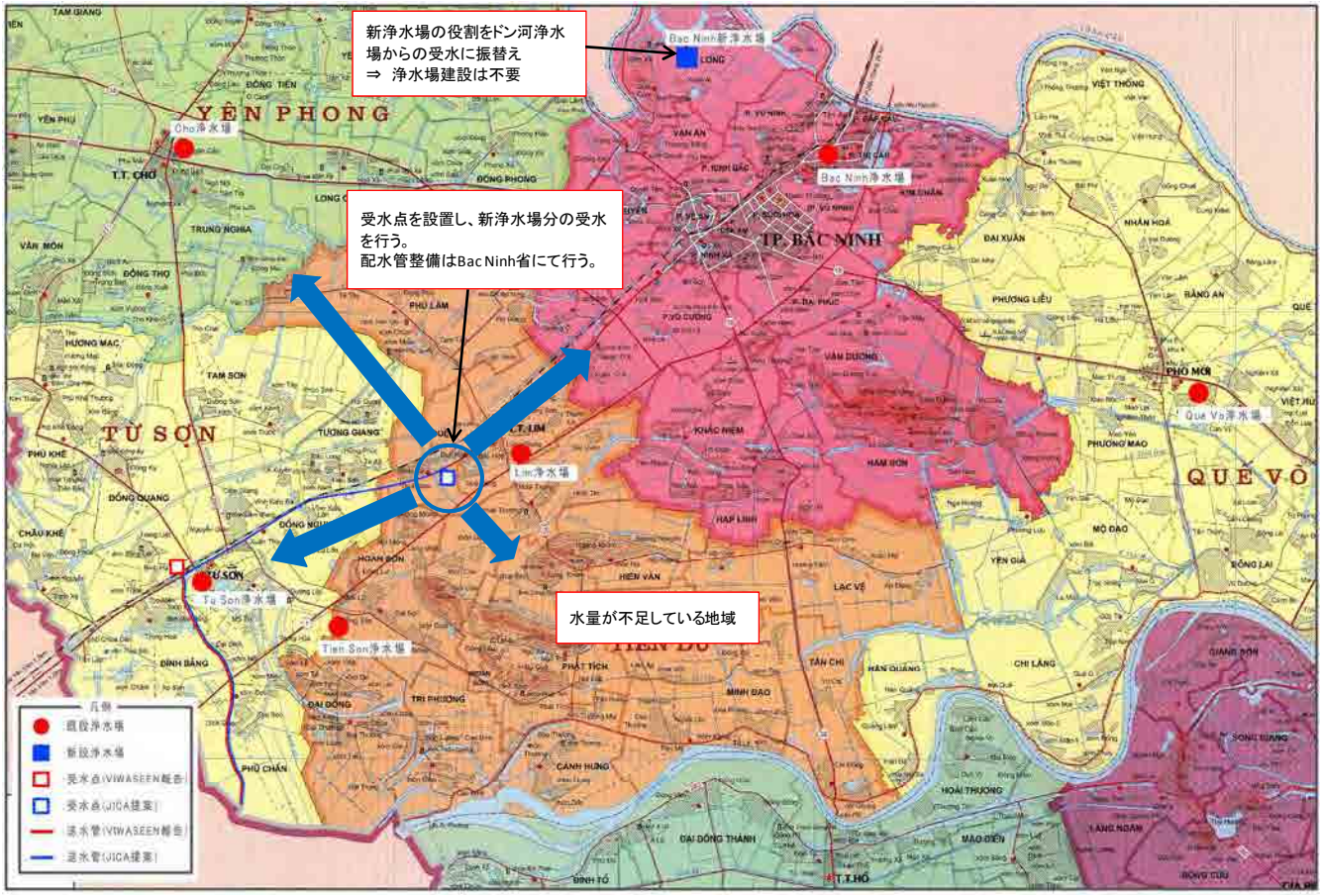


図-3.2.6　本提案事業における Bac Ninh 省の水運用方針

3)　Hung Yen 省

VIWASEEN 社の報告書によれば、Hung Yen 省は国道 5 号線における工業団地開発等により、今後の需要の増加が見込めることから、本提案事業における第 2 期の主要送水先として約 80,413m3/day の需要を見込んでいる。

JICA 調査団についても、VIWASEEN 社と同様に国道 5 号線の工業団地開発については今後の需要増が見込めるものと考え需要についての調査を行った。

ただし、Hung Yen 省では、省全体の水道事業を管理する事業体が無く、また、マスタープラン策定の予定も無いとのことであり、本調査においては、Hung Yen 市水道公社を中心に給水範囲、水需要についてのヒアリング調査を行った。

本調査においてヒアリングの対象とした水道管理団体は以下のとおりである。

- Hung Yen 市水道公社 ： Hung Yen 浄水場（Hung Yen 市）
- Bitecco Nam Long 社 ： Pho Noi 浄水場（My Hao 県）
- VIWASE 社 ： Nhu Quynh 浄水場（Van Lam 県）

今回の見直し提案により、第 2 期までの送水対象については、現在、Ha Noi 市より受水を受けている Van Giang 県の Eco Park 住宅団地のみとなる。ただし、Van Lam 県、My Hao 県、Yen My 県の中心部及び国道 5 号線沿いの地域については、工業団地の開発が進んでいることから、今後の需要の伸びが期待され、また地下水の不足が生じた場合には、十分な水量が得られない可能性もある。そのため、送水管整備は行わないものの、Hung Yen 省方面への将来的な拡張が可能なよう国道 5 号線での分岐管のみ設置しておくことを提案する。

上記のヒアリング結果を基に見直しした調査方針と提案内容を整理した概要図を図-3.2.7 に示す。

図-3.2.7　ドン河浄水場及び Hung Yen 省の水運用方針

（２）水需要予測

水需要量の算出は、前述の基本的な方針を基に、以下のとおり設定する。

1) 将来人口の推計

人口推計の対象となるのは、Ha Noi 市のみとなる。本提案事業の Ha Noi 市における給水範囲は、前述のヒアリング結果等より、Gia Lam 県及び Long Bien 区の Ha Noi 市東部、旧 Ha Noi 市中心部の HAWACO 給水エリアを対象とする。

上記地区の 2005 年～2009 年の人口実績を下表に示す。

表-3.2.9　対象区域の人口実績

管理区域	名称	面積 (km2)	項目	人口（千人）					年平均増加率
				2005	2006	2007	2008	2009	
市内中心部	Ba Dinh区	9.25	総人口	217.7	220.4	222.2	223.8	225.0	0.83%
			給水人口	202.5	205.0	206.6	208.1	209.3	
			人口密度	23.5	23.8	24.0	24.2	24.3	
	Tay Ho区	24.01	総人口	112.4	116.5	120.7	125.1	131.0	3.91%
			給水人口	104.5	108.3	112.3	116.3	121.8	
			人口密度	4.7	4.9	5.0	5.2	5.5	
	Hoan Kiem区	5.29	総人口	153.9	152.1	150.3	148.6	147.0	-1.14%
			給水人口	143.1	141.5	139.8	138.2	136.7	
			人口密度	29.1	28.8	28.4	28.1	27.8	
	Cau Giay区	12.03	総人口	190.7	195.3	206.6	215.6	227.8	4.56%
			給水人口	177.4	181.6	192.1	200.5	211.9	
			人口密度	15.9	16.2	17.2	17.9	18.9	
	Tu Liem県	75.33	総人口	289.8	298.1	331.9	355.2	394.7	8.09%
			給水人口	173.9	178.9	199.1	213.1	236.8	
			人口密度	3.8	4.0	4.4	4.7	5.2	
	Thanh Xuan区	9.08	総人口	208.8	211.4	216.4	221.7	224.9	1.88%
			給水人口	194.2	196.6	201.3	206.2	209.2	
			人口密度	23.0	23.3	23.8	24.4	24.8	
	Dong Da区	9.96	総人口	352.6	356.8	361.1	365.5	371.0	1.28%
			給水人口	327.9	331.8	335.8	339.9	345.0	
			人口密度	35.4	35.8	36.3	36.7	37.2	
	Hai Ba Trung区	10.09	総人口	290.3	310.5	311.2	310.0	292.9	0.32%
			給水人口	270.0	288.8	289.4	288.3	272.4	
			人口密度	28.8	30.8	30.8	30.7	29.0	
	Hoang Mai区	39.81	総人口	235.7	255.5	267.3	330.9	337.2	9.68%
			給水人口	219.2	237.6	248.6	307.7	313.6	
			人口密度	5.9	6.4	6.7	8.3	8.5	
市内東部	Long Bien区	59.93	総人口	186.4	195.1	204.3	220.8	227.1	5.08%
			給水人口	173.4	181.4	190.0	205.3	211.2	
			人口密度	3.1	3.3	3.4	3.7	3.8	
	Gia Lam県	114.73	総人口	207.9	213.3	218.8	224.5	232.2	2.81%
			給水人口	35.3	36.3	37.2	38.2	39.5	
			人口密度	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	

（出典：ハノイ市統計データ2009　ハノイ市統計局）

※ 給水人口は正確な値が不明なため、給水計画及びヒアリング結果を基に算出したものである。

上表の値を用いて、2015 年～2030 年の将来人口を推計すると表-3.2.10 のとおりとなる。

表内の上段が本推計値、下段が給水計画における推計値となっている。なお、Gia Lam 県については、県全域が給水区域となっていないため、給水区域内の人口での比較とする。また、市内中心部については、給水計画では一つの給水区域（Tu Liem 県を除く）として定義されていることから、これに従い総人口での将来人口のみ推計する。

推計方法については、近年の人口増加は線形増加のトレンドとなっていることから、当面は現在の傾向が続くものと想定し、線形近似により推計した。なお、近似式の R^2 値はいずれも 0.96 以上と高い値となっている。

表-3.2.10　将来人口の推計

地区名	現在人口(千人)	将来人口(千人)			R^2 値
	2009 年	2015 年	2020 年	2030 年	
市内中心 8 区	1956.8	2,276.6	2,532.7	3,044.8	0.9694
		1,768.5	1,727.8	1,656.0	
Long Bien 区	227.1	267.2	297.1	356.9	0.9943
		272.1	317.0	426.0	
Gia Lam 県	109.6	151.9	179.7	235.4	0.9826
（給水区域内人口）		167.4	180.0	247.0	

※　上段が調査団の推計値、下段が Ha Noi 市給水計画の推計値

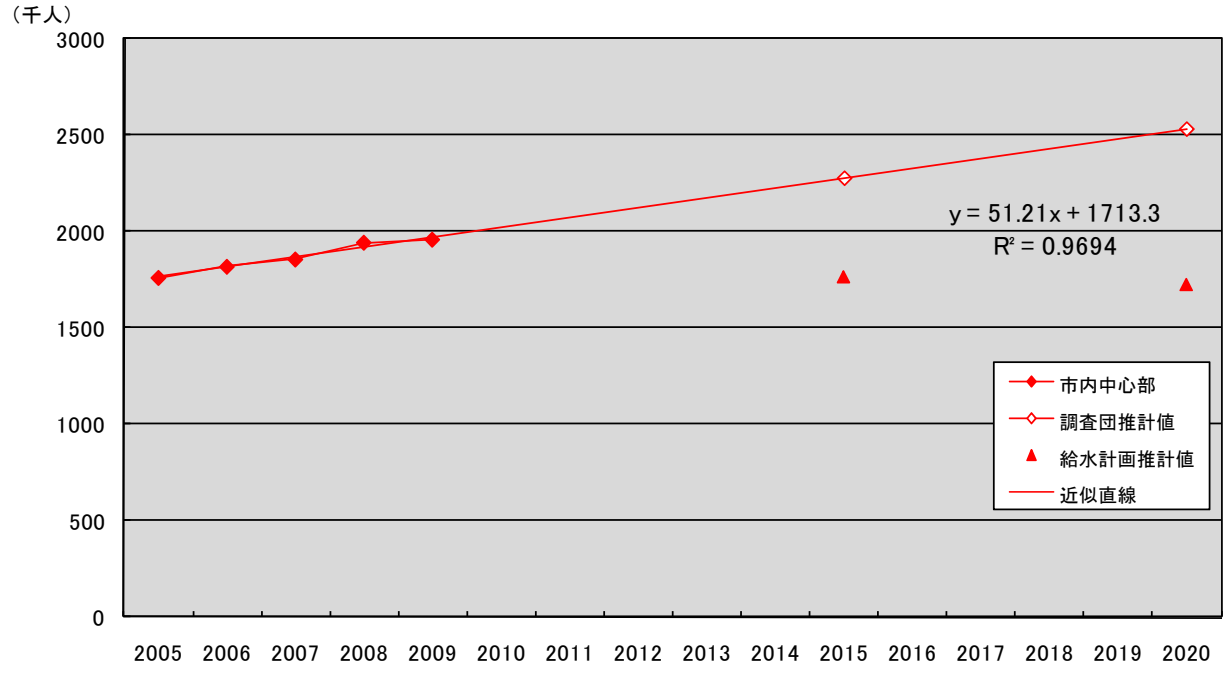


図-3.2.8　市内中心 8 区の人口推計

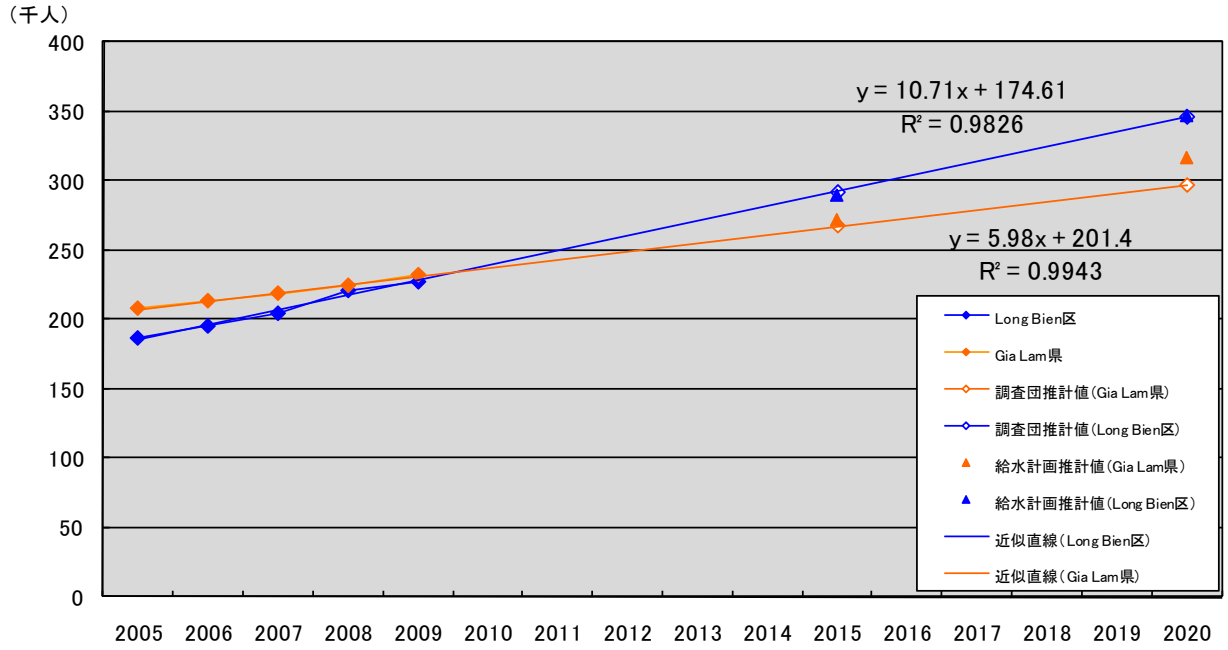


図-3.2.9　Long Bien 区、Gia Lam 県の人口推計

表-3.2.10 の結果より、市内中心部の 8 区においては、本推計値が給水計画の推計値を大きく上回る結果となった。これは、給水計画によれば、Ba Dinh 区、Hoan Kiem 区、Dong Da 区、Hai Ba Trung 区の 4 区は、現在の急激な人口増に対し、今後は開発制限地区として、今後の人口流入を抑える計画となっているためであり、将来人口を作為的に減少させていることによるものである。そのため、将来人口については、過大な水需要計画とならないよう、値の小さい給水計画の推計値を採用することが妥当であると考えられる。

次に Long Bien 区については、給水計画の推計値が若干上回る結果となり、2030 年には約 70 千人もの差異が生じる結果となった。給水計画の推計方法が明らかでないため、詳細は確認できないが、将来の開発人口等の各種要因を見込んでいるものと想定される。本調査においては、2020 年までの基本フレームを設定することを目的としていることから、2020 年までの推計値のみで評価し、過大な水需要計画とならないよう、値の小さい JICA 調査団による推計値を採用することとする。

また、Gia Lam 県については、本推計値と給水計画による推計値に大きな差異は見られなかった。給水計画では対象となる給水地域の詳細が明らかとなっていないことから、本推計値を採用することとする。

以上の結果より、最終的な将来人口については、表-3.2.11 のとおり設定する。

表-3.2.11　将来人口の設定値

地区名	将来人口（千人）		
	2015 年	2020 年	2030 年(参考)
市内中心 8 区	－	1,727.8	1,656.0
Long Bien 区	267.2	297.1	356.9
Gia Lam 県（給水区域内人口）	151.9	179.7	235.4

2)　水道普及率の設定

水道普及率の設定は、Ha Noi 市給水計画を基に設定する。

現在の水道普及率は、区部の平均が約 93%であり、既にほぼ 100%となっている区もある。Ha Noi 市給水計画では、2020 年における市内中心の 8 区の水道普及率を 100%、Long Bien 区は 95%を目標としており、本推計においてもこれに準じることとする。

一方で、Gia Lam 県における現在の水道普及率は、総人口に対して約 17%と低い値となっている。ただし、各舎単位で給水を行っている地区もあり、詳細な水道普及率は把握できていない。また、現在完全な未給水地区となっている地区は給水対象となるドン河南部地域で 9 地区存在し、今後の管網整備計画等により、前述のとおり、これらの地区への給水が計画されている。Gia Lam 県管網整備計画によれば、給水対象地区内において 2015 年に 90%、2020 年に 95%の水道普及率を目指している一方で、Ha Noi 市給水計画によると、2020 年に 90%の水道普及率を目標としている。

本推計においては安全側である Ha Noi 市給水計画に準じ、2015 年及び 2020 年において 90%の普及率とすることとした。

表-3.2.12　Ha Noi 市における水道普及率（計画）

地区名	2015 年	2020 年
市内中心 8 区	－	100%
Long Bien 区	95%	95%
Gia Lam 県（給水区域内人口）	90%	90%

（出典：Ha Noi 市給水計画）

3)　原単位（一人一日当り使用水量原単位）の設定

これまで、将来の原単位については、建設省の水道施設建設基準（TCXDVN 33 2006）を基に設定されてきた。しかし、実際の原単位は前述の建設基準と合わなくなっている場合が多いことから、現在策定中の Ha Noi 市給水計画において、原単位設定の見直しの重要性が議論されている。

現在の Ha Noi 市における原単位と採用値を表-3.2.13 に示す。本推計における原単位設定は、実績値を基に設定された Ha Noi 市給水計画及び Gia Lam 県管網整備計画の設

定値に準じることとする。

表-3.2.13　原単位設定値（単位：Lpcd）

地区名		2010 年		2015 年			2020 年		
		実績	基準	GL	HN	基準	GL	HN	基準
市内中心 8 区		150	165	－	－	－	－	**170**	200
Long Bien 区		130	165	**145**	－	－	－	**160**	150
Gia Lam 県	都市部	130	80	**130**	－	－	－	**140**	150
	農村部	60	60	**100**	－	－	120	**120**	100

※　太字は本推計における採用値を表す。

※　表中の記号は次の意味を表す。　GL：Gia Lam 管網整備計画、
HN：Ha Noi 市給水計画、　基準：水道施設建設基準（TCXDVN 33 2006）

4)　その他係数の設定

水需要の算出には、上記の水道普及率及び原単位の他、各種係数の設定が必要となる。これらの各種係数の設定は、前述の水道施設建設基準（TCXDVN 33 2006）を基に設定された Gia Lam 県管網整備計画、Ha Noi 市給水計画の設定値に準じ、下表のとおり設定する。

表 3.2.14　水需要推計に必要な各種係数の設定

No.	項目		2015	2020
a)	**生活用水**	**共通**	給水人口×原単位	
b)	**公共用水**	**市内中心部**	－	a)の 18%
		Long Bien **区**	a)の 15%	a)の 18%
		Gia Lam **県**	a)の 10%	a)の 15%
c)	**業務・営業用水**	**共通**	a)の 10%	
d)	**工場用水**	**市内中心部**	a)の 5%	
		Long Bien **区**	a)の 5%	
		Gia Lam **県**	a)の 7%	
e)	**工業団地**	**共通**	22m3/ha	
f)	**漏水率**	**市内中心部**	－	a)～e)の 30%
		Long Bien **区**	a)～e)の 25%	a)～e)の 25%
		Gia Lam **県**	a)～e)の 22%	a)～e)の 22%
g)	**負荷率**	**市内中心部**	a)～f)の 20%	
		Long Bien **区**	a)～f)の 20%	

		Gia Lam 県	a)～f)の 30%

（出典：水道施設建設基準 TCXDVN 33 2006、Ha Noi 市給水計画、Gia Lam 県管網整備計画）

5) 需要集計結果

以上の設定により、2015 年及び 2020 年の各地域の水需要を算出した結果を表-3.2.15 及び表-3.2.16 に示す。また、参考として 2030 年の推計結果を表-3.2.26 に示す。

なお、Bac Ninh 省の水需要については、決定書第 1580-QĐ-UBND の計画内容に従い、新浄水場建設分の水量として以下のとおり設定する。

- ◆ 2015 年（第 1 期）　：　10,000m3/day
- ◆ 2020 年（第 2 期）　：　30,000m3/day

【2015 年】

表-3.2.15 より、2015 年時点の水需要は約 162,000m3/day となる。

Ha Noi 市内においては、HAWACO の要求する Long Bien 区、Gia Lam 県だけでの需要は約 110,000m3/day となり、150,000m3/day には大きく届かない。そのため、JICA 調査団では、市内中心部への送水として、ホン河横断後の接続先となる Phap Van 浄水場への送水を見込むことにより、水質上の問題を抱える同浄水場を早期に稼働停止させ、配水場（ポンプ場）として利用することを提案した。稼動停止のための水量として、既設浄水能力分の 30,000m3/day を需要として見込むこととし、これにより、第 1 期の水需要は Ha Noi 市のみで約 140,000m3/day が見込まれることとなる。

【2020 年】

表-3.2.16 より、2020 年は約 392,000m3/day の需要が見込まれ、そのうち、Ha Noi 市においては約 340,000m3/day の水需要量が見込まれる。Gia Lam 県、Long Bien 区のみの需要は約 170,000m3/day であり、残りの 170,000m3/day は全て Ha Noi 市中心部となる。

Ha Noi 市中心部については、既設浄水場能力分を控除した水量を見込んでいるが、稼働停止予定の 3 浄水場（Phap Van 浄水場、Tuong Mai 浄水場、Ha Dinh 浄水場）については、停止を見込み控除対象外としている。

なお、2020 年に需要量が計画浄水能力の 300,000m3/day を大きく上回ることとなるが、この時には同じく表流水系の大規模浄水場であるホン河浄水場の稼働が見込まれているため、不足分はホン河浄水場より賄うこととなる。また、ホン河浄水場の稼働開始が遅れた場合にも、Da 河浄水場からのバックアップが可能なため、ドン河浄水場を含めた 3 浄水場で対応していくことで問題ないものと考えられる。

表-3.2.15　2015 年（第 1 期）の Ha Noi 市内の水需要

番号	地区	人口（人）	普及率（%）	給水人口（人）	生活用水		公共用水		業務営業用水		工場用水		工業用水			需要合計（Qtt）	漏水率		一日平均配水量（m3/day）	負荷率	一日最大配水量（m3/day）	VIWASEEN 計上値（m3/day）
					原単位 (l/人/日)	水量（m3/day）	比率	水量（m3/day）	比率	水量（m3/day）	比率	水量（m3/day）	原単位（m3/ha）	面積（ha）	水量（m3/day）		比率	水量（m3/day）				
	【Ha Noi市】																					
1	旧ハノイ市中心部																Phap Van浄水場の浄水量				30,000	(0)
2	Long Bien区	267,200	95%	253,840	145	36,807	15%	5,521	10%	3,681	5%	1,840				47,849	25%	11,962	59,811	1.20	71,773	(36,000)
	Garden City住宅団地	6,600	10%	660	145	96	15%	14	10%	10	5%	5				125	10%	13	138	1.20	166	(216)
	High Tech Park	39,500	5%	1,975	145	286	15%	43	10%	29	5%	14				372	10%	37	409	1.20	491	(11,519)
	Sai Dong新住宅団地	10,000	10%	1,000	145	145	15%	22	10%	15	5%	7				189	10%	19	208	1.20	250	(2,916)
	Long Bien区工業団地												22	300	6,600	6,600	10%	660	7,260	1.00	7,260	(16,301)
3	Trau Quy町	30,120	90%	27,108	130	3,524	10%	352	10%	352	7%	247				4,475	22%	985	5,460	1.30	7,098	(60,000)
	Hanoi-Dai Tu工業団地												22	20	440	440	10%	44	484	1.30	629	(1,267)
4	Co Bi舎	11,700	90%	10,530	130	1,369	10%	137	10%	137	7%	96				1,739	22%	383	2,122	1.30	2,759	3に含む
5	Da Ton舎	14,620	90%	13,158	100	1,316	10%	132	10%	132	7%	92				1,672	22%	368	2,040	1.30	2,652	(2,064)
6	Dang Xa舎	11,110	90%	9,999	100	1,000	10%	100	10%	100	7%	70				1,270	22%	279	1,549	1.30	2,014	(1,547)
	Dang Xa住宅団地	5,000	25%	1,250	145	181	10%	18	10%	18	5%	9				226	10%	23	249	1.00	249	(2,316)
7	Dong Du舎	5,560	90%	5,004	100	500	10%	50	10%	50	7%	35				635	22%	140	775	1.30	1,008	(607)
8	Duong Quang舎	13,740	90%	12,366	100	1,237	10%	124	10%	124	7%	87				1,572	22%	346	1,918	1.30	2,493	(820)
9	Duong Xa舎	12,570	90%	11,313	100	1,131	10%	113	10%	113	7%	79				1,436	22%	316	1,752	1.30	2,278	(2,028)
10	Kieu Ky舎	12,570	90%	11,313	100	1,131	10%	113	10%	113	7%	79				1,436	22%	316	1,752	1.30	2,278	(1,786)
	Kieu Kyサービスセンター												22	55	1,210	1,210	10%	121	1,331	1.00	1,331	(247)
11	Kim Son舎	14,910	90%	13,419	100	1,342	10%	134	10%	134	7%	94				1,704	22%	375	2,079	1.30	2,703	(0)
	Hapro工業団地												22	60	1,320	1,320	10%	132	1,452	1.00	1,452	(2,880)
	Hapro住宅団地	3,500	90%	3,150	145	457	10%	46	10%	46	5%	23				572	10%	57	629	1.00	629	(1,021)
12	Le Chi舎	15,200	90%	13,680	100	1,368	10%	137	10%	137	7%	96				1,738	22%	382	2,120	1.30	2,756	(0)
13	Phu Thi舎	9,360	90%	8,424	100	842	10%	84	10%	84	7%	59				1,069	22%	235	1,304	1.30	1,695	(910)
	【Bac Ninh省】																					
14	Lim町																Bac Ninh省からの要求水量				10,000	(10,080)
	【Hung Yen省】																					
15	Eco Park住宅団地	136,000	25%	34,000	145	4,930	15%	740	10%	493						6,163	10%	616	6,779	1.20	8,135	(39,838)
	Total	619,260		432,189		57,662		7,880		5,768		2,932			9,570	83,812		17,809	101,621		162,099	(194,363)

旧ハノイ市中心部	30,000	m3/day（上記1）
Long Bien区　計	79,940	m3/day（上記2）
Gia Lam県　計	34,024	m3/day（上記3～13）

うち未給水エリア水量	21,208	m3/day
うち新規開発水量	10,873	m3/day

表-3.2.16　2020 年（第 2 期）の Ha Noi 市内の水需要

番号	地区	人口（人）	普及率（%）	給水人口（人）	生活用水		公共用水		業務営業用水		工場用水		工業用水			需要合計（Qtt）	漏水率		一日平均配水量（m3/day）	負荷率	一日最大配水量（m3/day）	VIWASEEN 計上値（m3/day）
					原単位（l/人/日）	水量（m3/day）	比率	水量（m3/day）	比率	水量（m3/day）	比率	水量（m3/day）	原単位（m3/ha）	面積（ha）	水量（m3/day）		比率	水量（m3/day）				
	【Ha Noi市】																					
1	旧ハノイ市中心部	1,727,800	100%	1,727,800	170	293,726	18%	52,871	10%	29,373	5%	14,686				390,656	30%	117,197	507,853	1.20	609,424	
2	Long Bien区	297,100	95%	282,245	160	45,159	18%	8,129	10%	4,516	5%	2,258				60,062	25%	15,016	75,078	1.20	90,094	
	Garden City住宅団地	6,600	100%	6,600	160	1,056	18%	190	10%	106	5%	53				1,405	10%	141	1,546	1.20	1,855	
	High Tech Park	39,500	100%	39,500	160	6,320	18%	1,138	10%	632	5%	316				8,406	10%	841	9,247	1.20	11,096	
	Sai Dong新住宅団地	10,000	50%	5,000	160	800	18%	144	10%	80	5%	40				1,064	10%	106	1,170	1.20	1,404	
	Long Bien区工業団地												22	700	15,400	15,400	10%	1,540	16,940	1.00	16,940	
3	Trau Quy町	35,640	90%	32,076	140	4,491	15%	674	10%	449	7%	314				5,928	20%	1,186	7,114	1.30	9,248	
	Hanoi-Dai Tu工業団地												22	40	880	880	10%	88	968	1.30	1,258	
4	Co Bi舎	13,840	90%	12,456	120	1,495	15%	224	10%	150	7%	105				1,974	20%	395	2,369	1.30	3,080	
5	Da Ton舎	17,300	90%	15,570	120	1,868	15%	280	10%	187	7%	131				2,466	20%	493	2,959	1.30	3,847	
6	Dang Xa舎	13,150	90%	11,835	120	1,420	15%	213	10%	142	7%	99				1,874	20%	375	2,249	1.30	2,924	
	Dang Xa住宅団地	5,000	90%	4,500	160	720	18%	130	10%	72	5%	36				958	10%	96	1,054	1.20	1,265	(183,204)
7	Dong Du舎	6,570	90%	5,913	120	710	15%	107	10%	71	7%	50				938	20%	188	1,126	1.30	1,464	
8	Duong Quang舎	16,260	90%	14,634	120	1,756	15%	263	10%	176	7%	123				2,318	20%	464	2,782	1.30	3,617	
9	Duong Xa舎	14,880	90%	13,392	120	1,607	15%	241	10%	161	7%	112				2,121	20%	424	2,545	1.30	3,309	
10	Kieu Ky舎	14,880	90%	13,392	120	1,607	15%	241	10%	161	7%	112				2,121	20%	424	2,545	1.30	3,309	
	Kieu Kyサービスセンター												22	55	1,210	1,210	10%	121	1,331	1.00	1,331	
11	Kim Son舎	17,650	90%	15,885	120	1,906	15%	286	10%	191	7%	133				2,516	20%	503	3,019	1.30	3,925	
	Hapro工業団地												22	140	3,080	3,080	10%	308	3,388	1.30	4,404	
	Hapro住宅団地	3,500	100%	3,500	160	560	18%	101	10%	56	5%	28				745	10%	75	820	1.30	1,066	
12	Le Chi舎	17,990	90%	16,191	120	1,943	15%	291	10%	194	7%	136				2,564	20%	513	3,077	1.30	4,000	
13	Phu Thi舎	11,070	90%	9,963	120	1,196	15%	179	10%	120	7%	84				1,579	20%	316	1,895	1.30	2,464	
	【Bac Ninh省】																					
14	Lim町																Bac Ninh省からの要求水量				30,000	(108,104)
	【Hung Yen省】																					
15	Eco Park住宅団地	136,000	50%	68,000	160	10,880	18%	1,958	10%	1,088						13,926	10%	1,393	15,319	1.20	18,383	(39,838)
	Total	2,404,730		2,298,452		379,220		67,660		37,925		18,816			20,570	524,191		142,203	666,394		829,707	(331,146)

【既設浄水場】

番号	浄水場名	浄水量(m3/day)
1	Yen Phu浄水場	90,000
2	Ngoc Ha浄水場	32,000
3	Ngo Si Lien浄水場	47,000
4	Mai Dich浄水場	60,000
5	Cao Dinh浄水場	60,000
6	Luong Yen浄水場	50,000
7	Nam Du浄水場	60,000
8	小規模浄水場	39,000
	Total	438,000

旧ハノイ市中心部	171,424	m3/day（上記1から既設浄水場を差し引いた水量）
Long Bien区　計	121,389	m3/day（上記2）
Gia Lam県　計	50,511	m3/day（上記3～13）
∴総需要量と既設浄水量の差	391,707	（m3/day）

（3）受水点の設置位置と受水方法

1）Ha Noi 市

Ha Noi 市については、前述の方針に従い、表-3.2.17 に示す受水点 4 箇所を設定する。

受水方法については、管路での直結方式とする場合、配水量の時間変動により送水ポンプ費用や管路費用が嵩むだけでなく、水質事故や管路破断等による影響が下流側の配水管網まで影響する危険があることから、受水槽での受け渡しが推奨される。

したがって、全ての受水点に受水槽を設けることとし、Phap Van 浄水場については、浄水場内の配水池にて受水することとする。

なお、受水槽の設置は、受水団体側（HAWACO）で設置することとする。

各受水点の位置及び配水エリアを図-3.2.10 に示す。

表-3.2.17　受水点水量の内訳

受水点名	給水区域	水量		配水管整備状況
		2015 年	2020 年	
1.Phu Thi（Sui）	計	**13,991**	**23,665**	
	Dang Xa 舎	2,263	4,189	未（計画有り）
	Duong Quang 舎	2,493	3,617	未（計画有り）
	Kim Son 舎	4,784	9,395	未
	Le Chi 舎	2,756	4,000	未
	Phu Thi 舎	1,695	2,464	未（計画有り）
2.Trau Quy	計	**20,033**	**26,846**	
	Trau Quy 町	7,727	10,506	済
	Co Bi 舎	2,759	3,080	済（一部）
	Da Ton 舎	2,652	3,847	未（計画有り）
	Dong Du 舎	1,008	1,464	未（計画有り）
	Duong Xa 舎	2,278	3,309	未（計画有り）
	Kieu Ky 舎	3,609	4,640	未（計画有り）
3.Sai Dong	計	**79,940**	**136,389**	
	Long Bien 区	79,940	121,389	済
	旧 Ha Noi 市中心部	－	15,000	済
4.Phap Van 浄水場	旧 Ha Noi 市中心部	**17,901**	**64,717**	済

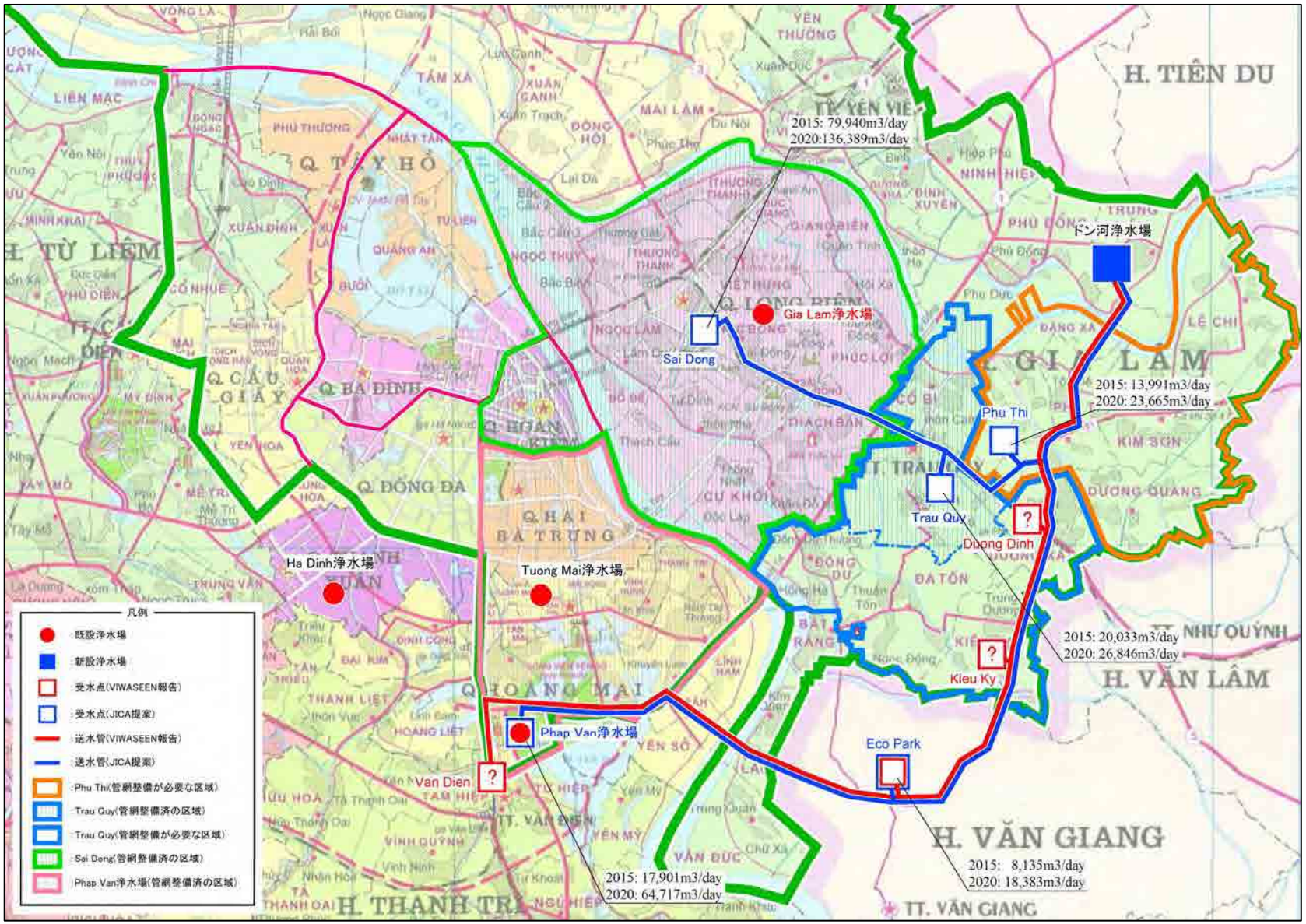


図-3.2.10　受水点の位置及び給水範囲

2) Bac Ninh 省

Bac Ninh 省の受水点の設置位置と受水方式については、Bac Ninh 省水道公社との協議により、Tien Du 県 Lim 町付近に受水点を設置することとする。

受水方法については、受水槽による受水方式、管路での受け渡しどちらでもよいとの回答を得ていることから、Ha Noi 市と同様に受水槽での受水とする。

なお、受水槽、配水ポンプ等の施設は、Bac Ninh 省水道公社により整備することで了承を得ている。

受水点位置の設定を以下に示す。

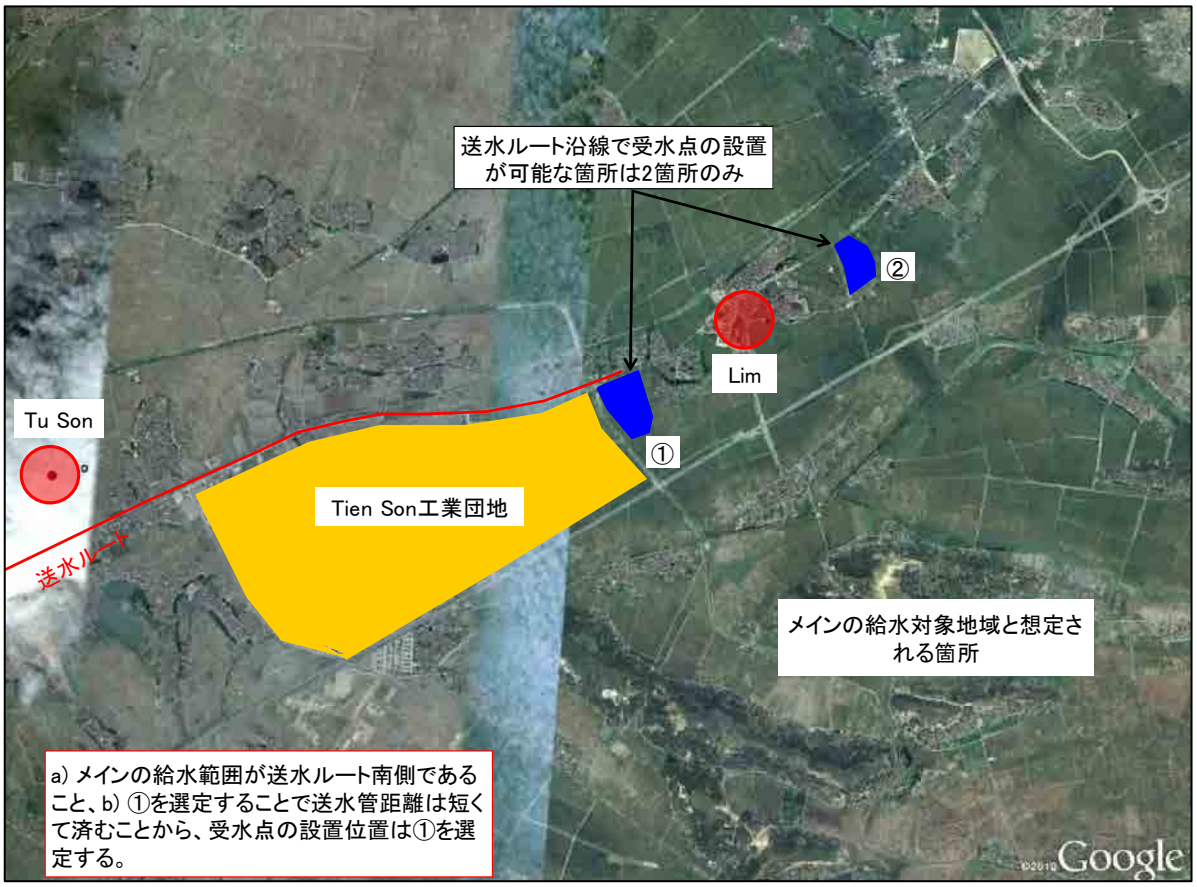


図-3.2.11　Bac Ninh 省の受水点位置

3)Hung Yen 省

Hung Yen 省の受水点の設置位置と受水方式については、受水先が住宅団地となっており、Pre-FS 調査時のヒアリングでは受水槽を独自に設置する予定（場合によっては浄水施設も設置する）であるとの回答を得ていることから、管路での直結方式による受け渡しとする。

受け渡しの位置については、Eco Park 管理会社側との協議が必要であるが、送水管の布設ルートが Eco Park 直近を通過することから、Eco Park 内での受け渡しとする。

4)受水点位置と受水量

上記 1)～3)で設定した方針と受水点における受水量を表-3.2.18 に示す。

また、最終的な見直しを含めた送水ルート図を図-3.2.12 に示す。

表-3.2.18　受水点別の受水量

No.	受水点名	受水量（m3/day）		受水方式
		2015 年	2020 年	
①	Lim	10,000	30,000	受水槽方式
②	Phu Thi	13,991	23,665	〃
③	Trau Quy	20,033	26,846	〃
④	Sai Dong	79,940	136,389	〃
⑤	Eco Park 住宅団地	8,135	18,383	管路直結方式
⑥	Phap Van 浄水場	17,901	64,717	既設配水池への送水
	合計	150,000	300,000	

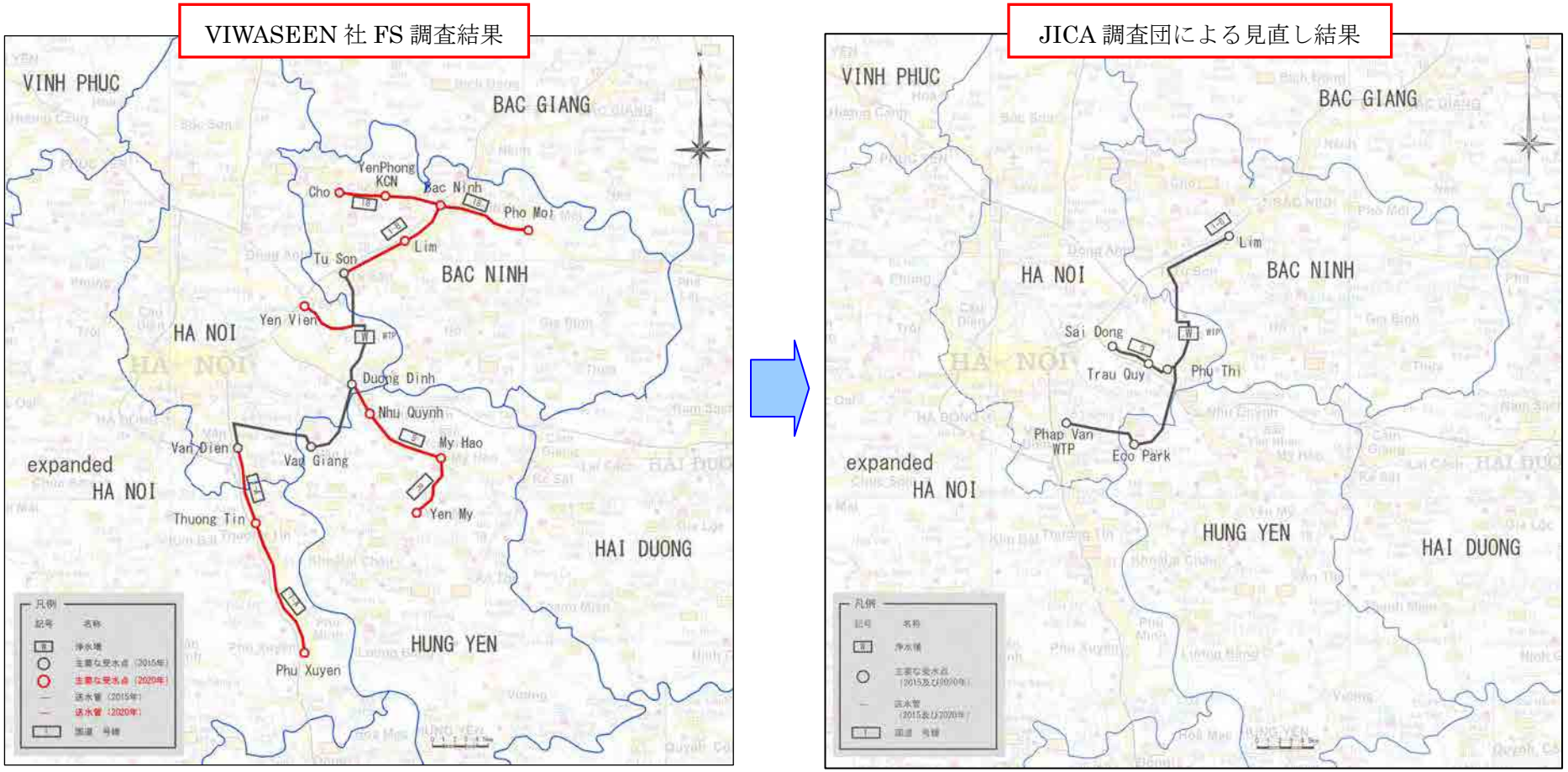


図-3.2.12　VIWASEEN 社 FS 結果と本調査により見直した送水ルート

3.2.7　本提案事業の基本フレーム

これまでの調査・検討結果を踏まえて、本提案事業の基本フレームは以下のとおり設定する。

送水対象範囲については、VIWASEEN 社の FS 調査報告書における 1 市 2 省と同様の結果となったが、それぞれの地域内での送水範囲は大幅に縮小される結果となった。これは HAWACO の意向、他の水道事業との取り合い（VIWACO、Ha Dong 水道会社等）、需要の確実性を考慮した結果であり、特に Hung Yen 省については、受水の見込みが低いということ、Bac Ninh 省については 1 点の受水点で対応が可能という点が大きいと考えられる。

このことは、送水管布設延長が短くなったことを意味し、送水管延長の縮減は、SPC として送水管整備に係るリスクを低減させることにつながると考えられる。また、送水対象範囲の規模縮小に伴い、本提案事業において Ha Noi 市の需要の占める割合は大きくなっており、このことは、経済的な格差が現在もなお見られる Ha Noi 都市圏においては、需要の確実性と事業の採算性が向上につながるものと考えられる。

なお、事業スコープは、今後行われる事業者間の協議の中で、給水範囲、受水点、需要、コスト、事業期間、金利、売水価格等を含めて決定されることとなる。本報告書は、2010 年 12 月から 2011 年 11 月時点での現地調査結果をまとめたものである。

一方、事業者間協議は、2012 年 3 月より、継続的に進められており、最終的結論に至っていない状況である。ただし、第 2 期までの給水範囲については、Ha Noi 市のみとなることが有力な状況となっている。

- 浄水場規模
  - 第 1 期　：150,000m^3/day
  - 第 2 期　：300,000m^3/day
- 送水対象範囲
  - 第 1 期：Ha Noi 市（Long Bien 区、Gia Lam 県、Ha Noi 市中心部）
    Bac Ninh 省（Tien Du 県 Lim 町付近への送水）
    Hung Yen 省（Van Giang 県の住宅団地）
  - 第 2 期：第 1 期と同様
- 送水管延長
  - 第 1 期：約 45.6km　　第 2 期：第 1 期と同様
- 受水点設置箇所数
  - 第 1 期：6 箇所（Ha Noi 市 4 箇所、Bac Ninh 省 1 箇所、Hung Yen 省 1 箇所）
  - 第 2 期：第 1 期と同様

参考）上記送水対象範囲を Ha Noi 市のみとする場合の送水管延長を以下に示す。

第 1 期：約 20.6km　　第 2 期：第 1 期と同様

図-3.2.13 に本調査の最終的な給水対象エリアを、表-3.2.19 にドン河浄水場の対象水量を示す。

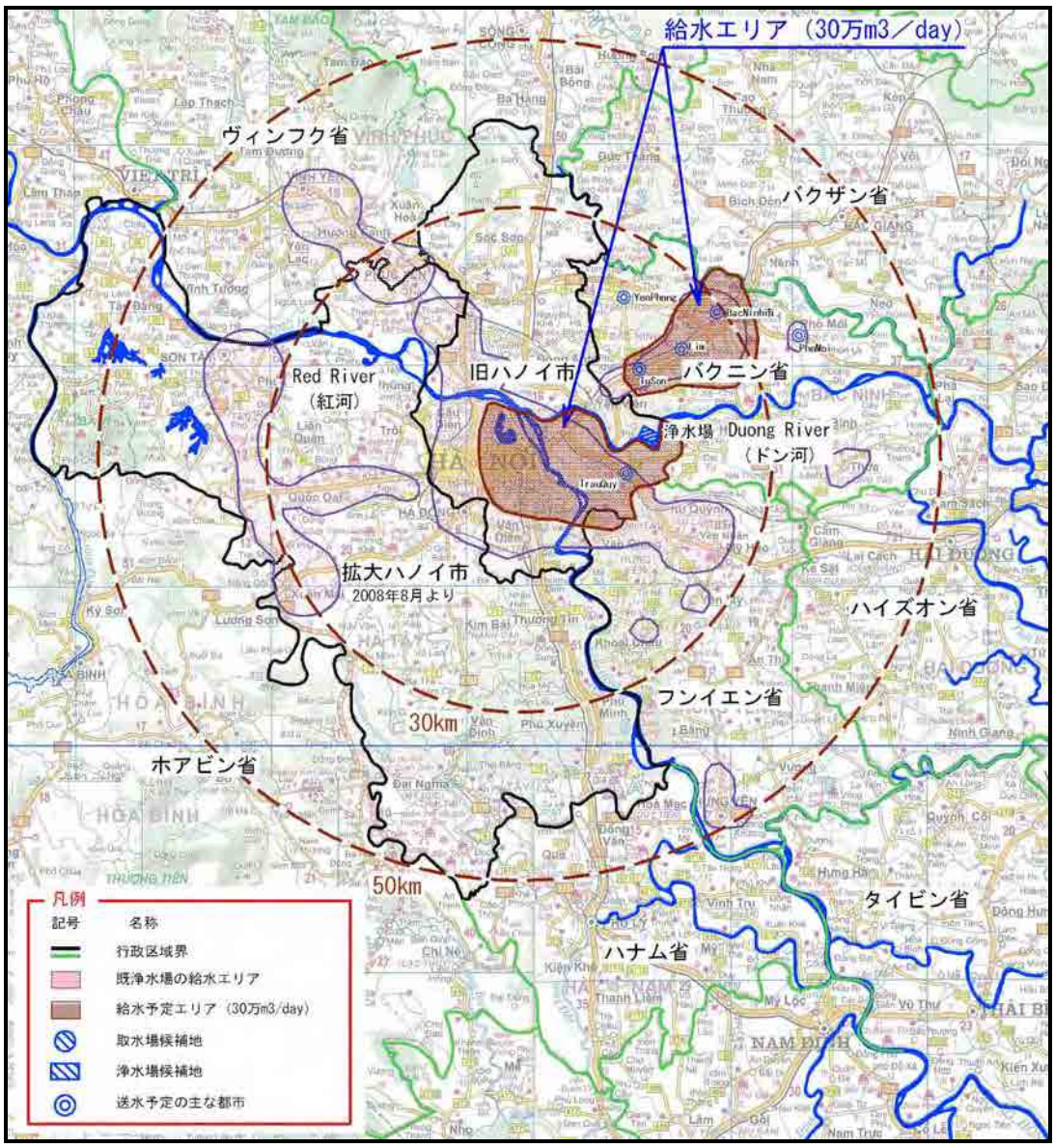


図-3.2.13　本提案事業における給水範囲（見直し）

表-3.2.19　ドン河浄水場の対象水量

項目	2015	2020
水需要量（千 m3/day）	162.1	829.7
他浄水場（現況・計画、千 m3/day）	0.0	438.0
不足水量（千 m3/day）	162.1	391.7
うち本浄水場（千 m3/day）	150.0	300.0
	第 1 期	第 2 期
計画水量（千 m3/day）	150.0	300.0

3.3 適切な事業スコープの提案

3.3.1 プロジェクトの概要

本提案事業は、1 市 2 省を送水対象範囲とした用水供給事業であり、拡大するハノイ都市圏の水需要に応えるべく、ドン河（Duong River)の表流水を水源とした計画浄水量 30 万 m^3/day（1 期：15 万、2 期：15 万）の浄水場建設及び運営・維持管理、総延長約 46km の送水管整備を日越 PPP 事業として行うものである。

主な受水先は、HAWACO、Bac Ninh 省水道公社等の水道事業体の他、工業団地や住宅団地となる。

プロジェクトの概要は以下のとおりである。（詳細は図-3.3.1 参照）

- ❒ 浄水場規模
  - 第 1 期　：150,000m^3/day
  - 第 2 期　：300,000m^3/day
- ❒ 送水対象範囲
  - 第 1 期：Ha Noi 市（Long Bien 区、Gia Lam 県、Ha Noi 市中心部）
    - Bac Ninh 省（Tien Du 県 Lim 町付近への送水）
    - Hung Yen 省（Van Giang 県の住宅団地）
  - 第 2 期：第 1 期と同様
- ❒ 送水管延長
  - 第 1 期：約 45.6km　　第 2 期：第 1 期と同様
- ❒ 受水点設置箇所数
  - 第 1 期：6 箇所（Ha Noi 市 4 箇所、Bac Ninh 省 1 箇所、Hung Yen 省 1 箇所）
  - 第 2 期：第 1 期と同様

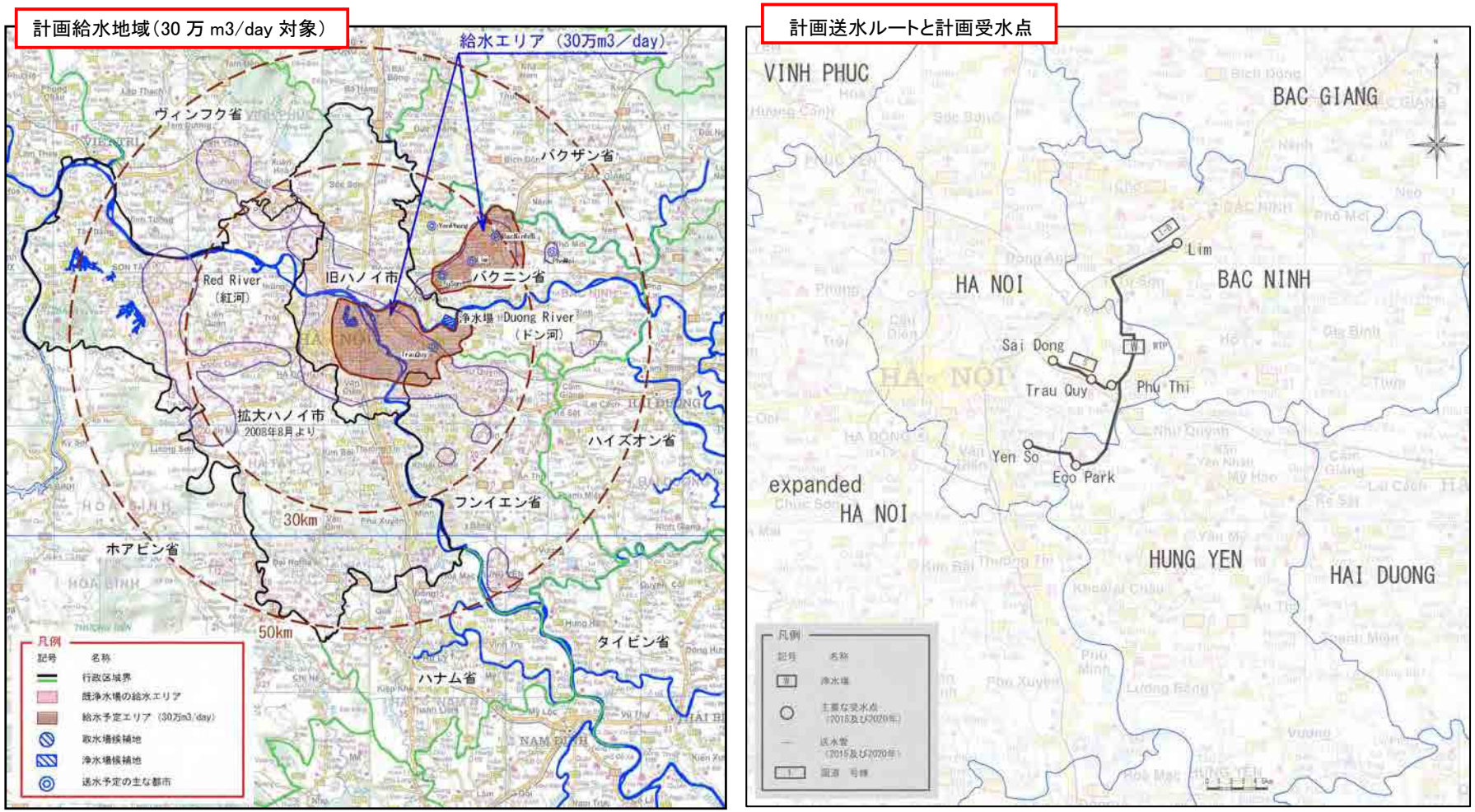


図-3.3.1　本提案事業の概要

3.3.2　事業範囲の提案

本提案事業の事業範囲は、図-3.3.2 に示すとおり、浄水場建設及び運営・維持管理、送水管整備までとなっており、SPC を構成し事業を実施することとなる。

PPP 事業の観点においては、日本側・ベトナム側の官民役割分担の明確化が重要であり、日本国企業の役割は、高濁度の河川水の処理技術を提供し、施設建設、維持管理に関して責任をもって実施することである。資金調達に関しては公的資金（官の協力）および民間資金を有効に活用して、長期の事業における事業性を確保するための新たなファイナンスを組成することが前提となる。

これら水処理技術およびファイナンスの提案は、ベトナム国の水道事業企業の育成と資本市場の発展に寄与するものである。

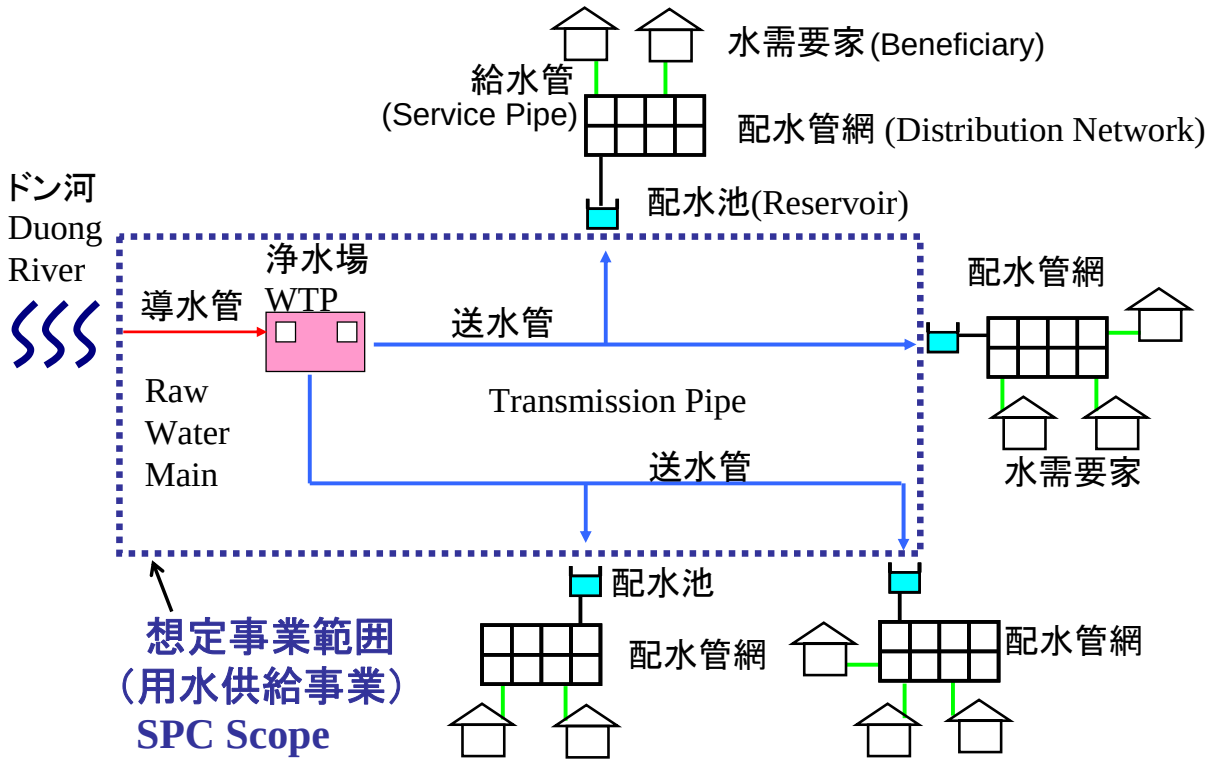


図-3.3.2　本提案事業の概念図

3.3.3　浄水場建設予定地の選定

（1）Pre-FS における浄水場建設予定地の選定

浄水場建設予定地の選定は、Pre-FS における選定結果に従い、下図の第 2 候補地とする。

第 2 候補地は、他の候補地と比較し、基幹道路である国道 1 号線からのアクセスに優れ、候補地周辺は農地であるため住民移転も発生しない。また、近隣住民の生活用道路と工事車両のアクセス道路が重複しないことから、近隣住民の生活への影響も最も少ないと考えられる。

以上のような条件から総合的に判断し、第 2 候補地を選定している。

図-3.3.3　Pre-FS における浄水場候補地

（2）土地利用形状

上述のとおり、Pre-FS での用地選定結果を踏まえ、候補地におけるより具体的な土地利用形状を選定する。

Pre-FS では現地調査の結果、図-3.3.3 に示すとおりの土地利用形状を選定していたが、本調査において事業主体である VIWASEEN 社の計画と現地での確認の結果、当初の土地利用形状では、数件の民家に影響を与える（移転）の可能性があることから、下記の方針での土地利用形状とすることとした。

- 住民移転が発生しない土地利用形状とする。
- 日常の維持管理や将来の拡張が行いやすい施設配置が可能な土地利用形状とする。
- 将来の拡張用地（60 万 m3/day）を含めた用地取得が必要である。

3.3.4　事業実施期間の提案

本事業は実施規模が大きく、その建設には、約 230 億円（第 1 期、第 2 期分: 30 万 m3/day）のコストと複数年にわたる建設期間が必要となる結果となった。

本事業の期分けは、水需要予測から施設容量 30 万 m3/day を段階的に分けて建設するものとする。

第 1 期（15 万 m3/day）の建設期間は、3 年を想定している。一方、第 2 期（15 万 m3/day）の建設計画については、水需要予測によれば 2020 年の供用開始が望ましいが、実際の需要の伸びについては不確定な要素が多いことから、第 1 期分の事業実績を考慮した上で定めるべきである。第 2 期の建設期間は 2 年を想定している。

なお、維持管理を含めた事業期間は最長 30 年（財務分析で今後設定予定）とし、財務分析用に期分けした事業実施期間を表-3.3.1 に示す。

表-3.3.1　事業実施規模・想定時期

項目	事業規模	事業契約	操業開始	事業終了
第 1 期	150,000m3/day	2012 年	2015 年	2045 年
第 2 期	150,000m3/day	2018 年	2020 年	2045 年

（注）事業終了は最大事業期間 30 年を適用したケースを示す。

3.4　設計条件の設定

本章では、後述の「3.5　概略設計」に必要な基本設計条件の設定を行う。

3.4.1　目標年次

本提案事業の目標年次は、「3.3.4　事業実施期間の提案」より、以下のとおりとする。

- 第 1 期：2015 年
- 第 2 期：2020 年

3.4.2　基本水量

本提案事業における基本水量は、「3.2　事業の需要予測」及び「3.5　概略設計」より、以下のとおりとする。

- 第 1 期：150,000m3/day
- 第 2 期：300,000m3/day

3.4.3 浄水水質基準

計画浄水水質は、ベトナム国飲料水水質基準に準拠する。
以下に主要な項目の基準を示す。

表-3.4.1 ベトナム国飲料水水質基準の主要項目

No	基準項目	単位	上限水質基準	試験方法
1	色度	TCU	15	TCVN 6185 - 1996 (ISO 7887 - 1985) 又は SMEWW 2120
2	味・臭気	-	異常がないこと	感官，又は SMEWW 2150 B và 2160 B
3	濁度	NTU	2	TCVN 6184 - 1996 (ISO 7027 - 1990) 又は SMEWW 2130 B
4	pH	-	6.5 ~ 8.5	TCVN 6492:1999 又は SMEWW 4500 - H^+
5	硬度，as $CaCO_3$	mg/L	300	TCVN 6224 - 1996 又は SMEWW 2340 C
14	塩素イオン	mg/L	250 300	TCVN6194 - 1996 (ISO 9297 - 1989) 又は SMEWW 4500 - Cl^- D
20	総鉄 (Fe^{2+} + Fe^{3+})	mg/L	0.3	TCVN 6177 - 1996 (ISO 6332 - 1988) 又は SMEWW 3500 - Fe
22	総マンガン	mg/L	0.3	TCVN 6002 - 1995 (ISO 6333 - 1986)
26	硝酸塩	mg/L	50	TCVN 6180 - 1996 (ISO 7890 -1988)
27	亜硝酸塩	mg/L	3	TCVN 6178 - 1996 (ISO 6777-1984)
30	硫酸イオン	mg/L	250	TCVN 6200 - 1996 (ISO9280 - 1990)
32	酸素消費量（$KMnO_4$ 消費量）	mg/L	2	TCVN 6186:1996 又は ISO 8467:1993 (E)
90	残留塩素	mg/L	0.3 ~ 0.5	SMEWW 4500Cl 又は US EPA 300.1
108	一般細菌	MPN/100 mL	0	TCVN 6187 - 1,2 :1996 (ISO 9308 - 1,2 - 1990) 又は SMEWW 9222
109	大腸菌もしくは糞便性大腸菌群	MPN/100 mL	0	TCVN6187 - 1,2 : 1996 (ISO 9308 - 1,2 - 1990) 又は SMEWW 9222

（出典：ベトナム国飲料水水質基準 2009）

3.4.4　ドン河取水水位

ドン河浄水場の取水計画水位は、過去 10 年間のデータをもとに決定する。

水源河川であるドン河の 2002～2009 年の 10 年間の水位の変動をグラフにしたものを図-3.4.1 に示す。

また、月最大水位と最小水位をグラフ化したものを図-3.4.2 に示す。

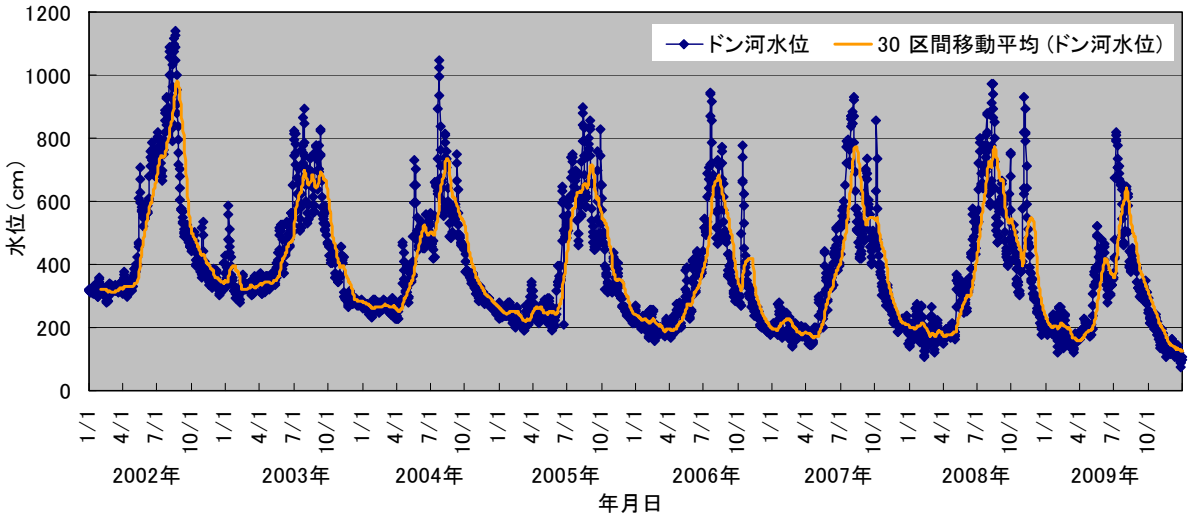


図-3.4.1　ドン河水位日変動の経年変化（2002 年～2009 年）

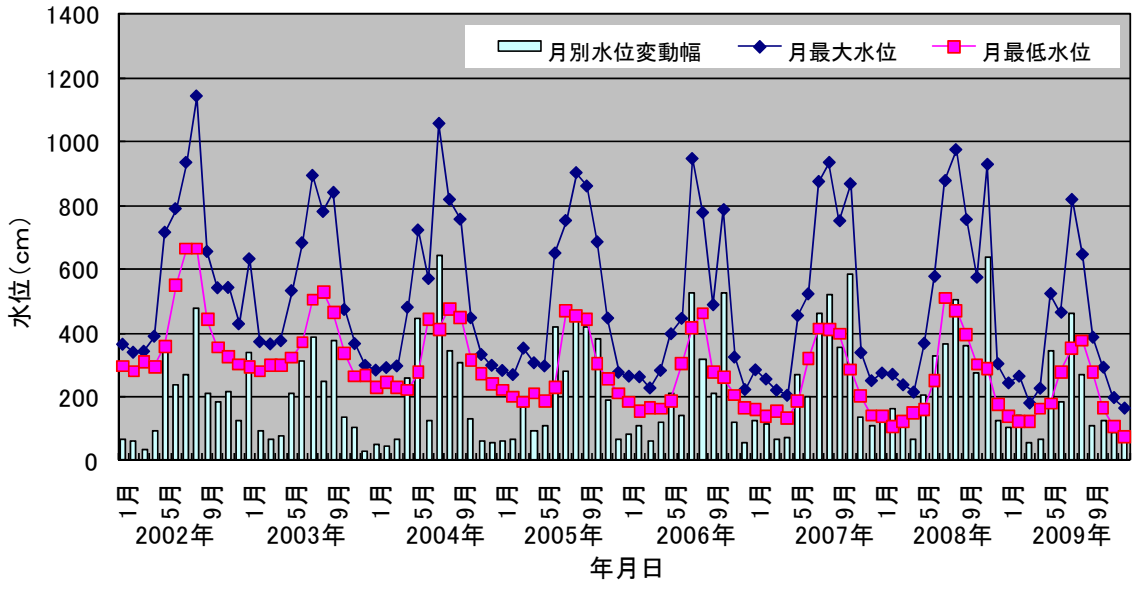


図-3.4.2　月最大・最低水位の経年変化（2002 年～2009 年）

グラフより、ドン河水位は過去 10 年で低下傾向にあることが見て取れる。2002 年では最大 11.42m であった水位が、近年では 10m を下回っている状況である。また、最小水位についても同様であり、2002 年では 2.80m であった水位が、2009 年では 0.75m

まで低下している。

ただし、近年 5 ヶ年に着目すると 2009 年を除いては、水位は概ね安定している。このことから、今後のドン河の水位は、これまでの 2002 年から 2005 年のような低下傾向は継続せず、上流域の気象条件やダム建設及びダムの運用による単年度での変動はあるが、安定する方向にあると推測することができる。

以上より、ドン河浄水場の取水計画水位は、以下のように設定する。

表-3.4.2　ドン河取水水位（設定値）

種別	水位（標高）	設定根拠
最大水位	11.5m	2002 年最大水位 11.42m より設定
最低水位	0.5m	2009 年最低水位 0.75m より設定
水位変動幅	11.0m	上記最大・最低の差

また、上記計画水位に対して、実際の河川水位の年間の変動幅は下表のとおりであり、実績ベースで 8m 前後の水位変動があることがわかる。大幅な水位変動は取水ポンプの運転に影響を及ぼすことから、安定した取水を行うためにポンプ側での対策が必要と考えられる。

表-3.4.3　年間水位変動幅（2002～2009 年）

(単位：m)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	平均
変動幅	8.62	6.29	8.34	7.18	7.92	8.00	8.66	7.43	7.80

3.4.5　受水点受水方式

（1）本提案事業の責任範囲

本提案事業は、用水供給事業であることから、事業範囲は送水管路までを想定しており、各受水点には流量計を設置し、流量計後の第一バルブまでを責任範囲とする（下図参照）。

また、各受水点には流量計の他、各種水質計器を設置し、責任水質遵守を目的として水質監視を行う。

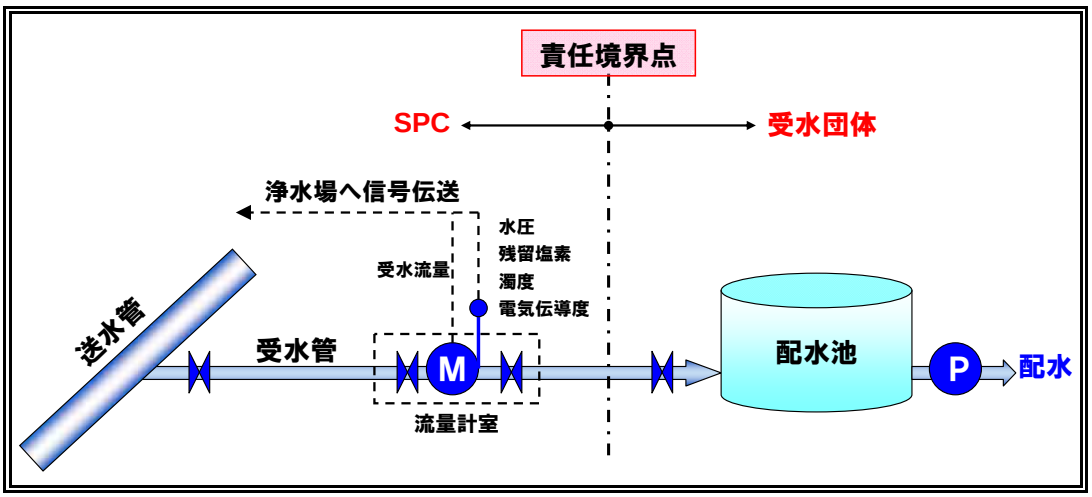


図-3.4.3　受水点における本提案事業の責任境界

（2）送水形態

送水形態は、各受水点に一定量を送水する定量送水を基本とする。

3.5 概略設計

3.5.1 設計概要

本設計の対象となる施設の設計概要は表-3.5.1 のとおりである。

表-3.5.1　設計対象施設

施設区分	設計規模		備考
	第 1 期	第 2 期	
取水施設	150,000m3/day	300,000m3/day	※2 期は設備のみ
導水施設			
浄水処理施設			
排水処理施設			
送水施設			※2 期は設備のみ
送水管	L=45.7km	－	1 期,2 期共通
配水管	－	－	※計画のみ

3.5.2 設計方針

（1）浄水場設計の基本思想

本浄水場は、水道用水供給事業として、JICA 並びに民間企業も参加する SPC（特別目的会社）を設立し、建設・管理・運営を行うベトナム国内で最初の浄水場となる。

そのため、安定供給の拠点とする施設づくりは当然のことながら、近年の社会情勢の変化や需要者の多様なニーズに対応すべく、安心・安全な浄水場とし、さらには地球環境・地域環境に配慮した近代的な浄水場を目指すものとする。

また日越 PPP という恵まれた環境を生かし、本邦維持管理技術の移転による Ha Noi 市水道における維持管理レベルの向上を目指すこととする。

以上を踏まえた上で、本浄水場の基本思想を以下のとおり掲げ、浄水場設計を行うこととする。

”成長を続けるベトナムにふさわしい先進的な浄水場づくり”

（2）設計における目標及び課題・対策案

新世紀にふさわしい先進的な浄水場づくりとして、以下に掲げる 4 つの目標を設定し、各々に対する課題及び対策案を整理する。

目　標	方　針
安定供給を行う浄水場	安定した水源の確保
	・大河川のドン河を水源とした安定した取水量の確保
	ゆとりある安定した施設
	・効率的な予備能力の確保 ・弾力的な水運用を可能とする浄水池容量の確保 ・大量の浄水汚泥を確実に処理できる汚泥処理施設の確保
安心・安全な浄水場	飲料水の安全確保
	・ドン河水質に対応した高濁度対応処理施設の実現 ・クリプトスポリジウム等対策やトリハロメタン対策の可能な浄水処理プロセス ・浄水場及び受水点への自動水質分析機器の導入による連続水質モニタリング ・オイルフェンスの設置による水源対策
	維持管理の安全確保
	・次亜塩素酸ナトリウムの採用による危険薬品の排除
適確な維持管理技術	省エネ・低炭素・高効率監視制御システムの導入
	・各種ポンプ設備の効率的運転管理 ・水質変動に対応した効果的な薬品注入による効率的運転管理
	水質事故を防ぐ危機管理対策
	・クリプトスポリジウムの漏洩を防ぐ濁度管理 ・突発的水質事故への対応として魚類監視水槽を採用
	本邦維持管理技術の移転
	・日本人技術者を要所に配置した維持管理体制の構築 ・豊富な経験を有する日本人技術者による職員研修ならびに育成、日本からの遠方支援体制の確立
環境に配慮した浄水場	省エネ技術の導入
	・インバータ制御による効率的なポンプ運転 ・高効率変圧器の採用 ・ポンプ動力を必要としないろ過池洗浄方式の採用
	汚泥の有効利用
	・浄水汚泥の有効利用
	周辺環境への配慮
	・開放感のある緑地帯の設置

（3）概略設計における基本事項

前項で検討した取水場・浄水場計画の基本事項を整理したものを表-3.5.2～表-3.5.5に示す。

表-3.5.2　基本事項の整理（1/4）

<table>
<tr><th>種別</th><th>項目</th><th>基本事項</th><th>基本事項の考え方等</th><th>備考</th></tr>
<tr>
<td>基本諸元
基本事項</td>
<td>1．計画水量</td>
<td>【第 1 期】
①計画取水量　：159,000m3/day
②計画給水量　：150,000m3/day（日最大給水量）
125,000m3/day（日平均給水量）
104,000m3/day（日最小給水量）
③浄水処理能力：各施設の計画水量は以下の表のとおりとする。
<table>
<tr><th colspan="2">項目</th><th>流入水量</th><th>流出水量</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1 期</td><td>取水ポンプ場</td><td>159,000</td><td>159,000</td></tr>
<tr><td>沈砂池</td><td>159,000</td><td>156,000</td></tr>
<tr><td>導水ポンプ場</td><td>156,000</td><td>156,000</td></tr>
<tr><td>分水井</td><td>165,000</td><td>165,000</td></tr>
<tr><td>混和・ﾌﾛｯｸ形成・沈殿池</td><td>165,000</td><td>162,000</td></tr>
<tr><td>急速ろ過池</td><td>162,000</td><td>154,500</td></tr>
<tr><td>配水池</td><td>154,500</td><td>150,000</td></tr>
<tr><td>送水ポンプ場</td><td>150,000</td><td>150,000</td></tr>
</table>
【第 2 期】
①計画取水量　：318,000m3/day
②計画給水量　：300,000m3/day（日最大給水量）
250,000m3/day（日平均給水量）
208,000m3/day（日最小給水量）
③浄水処理能力：各施設の計画水量は以下の表のとおりとする。
<table>
<tr><th colspan="2">項目</th><th>流入水量</th><th>流出水量</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1 期</td><td>取水ポンプ場</td><td>318,000</td><td>318,000</td></tr>
<tr><td>沈砂池</td><td>318,000</td><td>312,000</td></tr>
<tr><td>導水ポンプ場</td><td>312,000</td><td>312,000</td></tr>
<tr><td>分水井</td><td>330,000</td><td>330,000</td></tr>
<tr><td>混和・ﾌﾛｯｸ形成・沈殿池</td><td>330,000</td><td>324,000</td></tr>
<tr><td>急速ろ過池</td><td>324,000</td><td>309,000</td></tr>
<tr><td>配水池</td><td>309,000</td><td>300,000</td></tr>
<tr><td>送水ポンプ場</td><td>300,000</td><td>300,000</td></tr>
</table>
</td>
<td>【計画取水量の設定】
浄水場の雑用水（消火用水を含む）として3%を見込む。導水損失としては沈砂池の排水量、蒸発水量2%を見込む。天日乾燥床損失水量として1%と見込む。

・取水ポンプ場の計画水量
計画給水量の6.0%を加えた水量。
・沈砂池の計画水量
計画給水量の 6.0%を加えた水量。
・導水ポンプ場の計画水量
計画給水量の 4.0%を加えた水量。

【計画浄水量の設定】
浄水場での作業用水(沈でん池の排泥、ろ過池の洗浄用水、薬品溶解水、機器の冷却水、清掃用水等)、雑用水、その他損失水量は、過去の日本の浄水場実績より1日最大給水量の10%（沈澱池2%、ろ過池5%、その他3%）と仮定する。

・分水井、着水井、沈でん池の計画水量
計画給水量の10.0%を加えた水量。
・ろ過池の計画水量
計画給水量の 8.0%を加えた水量。
・配水池の計画水量
計画給水量の 3.0%を加えた水量。

【浄水予備力】
本浄水場では、予備力は考慮しないものとする。池停止による能力ダウンについては、系統数（池数）を多くすることにより処理水量の減量を少なくし､浄水処理における薬品注入率の適正化などによる施設運転管理で施設能力を向上させ不足分を補うものとする。ただし、ろ過池は、洗浄1池、メンテナンス用停止1池を考慮した設計とする。

【施設の複数化】
浄水処理施設においてはメンテナンスが必要となる池については2池以上の池数を設けるものとする。
排水処理施設においては雨期は濁度が高いため全池運用として設計するが、雨期以外の期間でのメンテナンスを考慮して1池停止できるよう2池以上の池を設けるものとする。</td>
<td></td>
</tr>
</table>

表-3.5.3　基本事項の整理（2/4）

<table>
<tr><th>種別</th><th>項目</th><th>基本事項</th><th>基本事項の考え方等</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="2">基本諸元
基本事項</td><td>２．計画原水水質</td><td>1）原水SS（取水）
雨期SS　：　450 mg/l（施設計画用値）
平均SS　：　240 mg/l（年間ｽﾗｯｼﾞ量算出用値）
最大SS　：　1,830 mg/（施設計画用値）
最小SS　：　20 mg/l（施設計画用値）

2）原水濁度（分水井流入部）
雨期平均：　62 度
平均　：　33 度
最大　：　254 度
最小　：　11 度</td><td>【原水SS】
原水SSは、過去5ヶ年のデータより設定した。
平均SSは、近年低下傾向を示しており、特異な年を除いた近年3ヶ年の雨期平均ではほぼ5ヶ年平均と同等なっていることから、5ヶ年の年平均値を採用した。
SSが高くなる雨期では年別、季節別で見て経年的に明らかな傾向は見られず、今後も過去及び現在とほぼ同等の水質で推移するものと推定される。ただし、最小SSでは、近年低下傾向にあるため、直近3年間程度の水質で推移するものと設定した。
【原水濁度】
原水濁度は、原水SSに対して、取水口及び沈砂池での沈降を見込んだ後の分水井流入部でのSSを下記の換算率で除したものを原水濁度として設定し、浄水処理施設の設計指標とした。
【SS換算率】
原水SSから、浄水処理対象となる濁り成分の指標である原水濁度への換算は、水質調査結果より、原水SSを1.8で除したものを原水濁度とする。</td><td>1,830mg/lを超える高濁度時は取水制限で対応する。</td></tr>
<tr><td>３．薬注率</td><td>1）凝集剤（液体PAC）<table><tr><th rowspan="2">凝集剤注入率の設定</th><th>浄水処理施設
流入濁度</th><th>凝集剤適正
注入率</th></tr><tr><th>度（ｶｵﾘﾝ）</th><th>PACmg/L</th></tr><tr><td>平均（年間）</td><td>33</td><td>30</td></tr><tr><td>平均（雨期）</td><td>62</td><td>30</td></tr><tr><td>最大</td><td>254</td><td>50</td></tr><tr><td>最小</td><td>11</td><td>20</td></tr></table>2）次亜塩素<table><tr><th rowspan="2">項目</th><th colspan="3">注入率（mg/L）</th><th rowspan="2">備考</th></tr><tr><th>最大</th><th>平均</th><th>最小</th></tr><tr><td>前塩素</td><td>0.5</td><td>0.3</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>中間塩素</td><td>3.0</td><td>2.0</td><td>1.5</td><td></td></tr><tr><td>後塩素</td><td>1.0</td><td>0.6</td><td>0.2</td><td></td></tr></table></td><td>【pH調整の必要性】
・　原水pH値の平均値は、8.0程度であり乾期、雨期を通して安定している。PAC適正注入率である30mg/Lでは、pH値は7.4～7.8へ低下する傾向が見られたものの、その変化は概ねPACの適正凝集pH値の範囲内であり、今回実験時濁度11～240度（カオリン濁度）程度ではpH値調整の必要性はないと考えられる。</td><td>第2章水質調査より</td></tr>
</table>

表-3.5.4　基本事項の整理（3/4）

<table>
<tr><th>種別</th><th>項目</th><th>基本事項</th><th>基本事項の考え方等</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="3">基本諸元
基本事項</td><td>４．汚泥沈降割合及び汚泥濃度</td><td>1）汚泥沈降割合
沈降割合　取水口　原水 SS の 40%　（全体の 40%）
沈砂池　取水口 SS の 60%　（全体の 24%）
沈澱池　沈砂池 SS の 100%　（全体の 36%）
2）排水汚泥濃度
<table><tr><th>処理工程</th><th>種別</th><th>濃度</th><th>単位当り固形物量</th><th>備考</th></tr><tr><td rowspan="3">沈澱池排泥</td><td>年平均</td><td>3 %</td><td>30kg/m3</td><td></td></tr><tr><td>雨期平均</td><td>2%</td><td>20kg/m3</td><td></td></tr><tr><td>最大</td><td>7 %</td><td>70kg/m3</td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">排泥池汚泥</td><td>年平均</td><td>3 %</td><td>30 kg/m3</td><td></td></tr><tr><td>雨期平均</td><td>2 %</td><td>20 kg/m3</td><td></td></tr><tr><td>最大</td><td>7 %</td><td>70 kg/m3</td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">濃縮槽汚泥</td><td>年平均</td><td>5%</td><td>50 kg/m3</td><td></td></tr><tr><td>雨期平均</td><td>5%</td><td>50 kg/m3</td><td></td></tr><tr><td>最大</td><td>10%</td><td>100 kg/m3</td><td></td></tr></table></td><td>・ 汚泥沈降割は、滞留時間が2時間である取水口においては、沈降試験の結果から、原水SSの約40%の沈降率となったことから、SS沈降率40%と設定する。また、後段の沈砂池においては、上記沈降試験の結果において、原水を12時間以上静置すると沈降にほとんど変化が見られなくなったことから、沈砂池容量は10時間容量（取水口と合わせて12時間）とし、沈降割合は取水口SSの60%（原水の24%）と設定する。
・ 沈澱池排水処理汚泥の濃度については、日本の中央掻寄せ方式浄水場実績を参考に水中ロープ牽引式の場合の低減と濁質の違いによる安全率を考慮して設定した。なお、沈砂池排泥は沈澱池の2倍と仮定した。</td><td>第2章水質調査より</td></tr>
<tr><td>５．施設建設スケジュール</td><td>施設建設は2期に分けて建設する計画とし、送水量ベースで1期150,000m3／day×1系統、2期 150,000 m3／day×1系統とする。</td><td>1期に建設する2期との共有施設は以下のとおりとする。
・ 取水施設（取水口、取水ポンプ棟、取水管）
・ 導水施設（沈砂池、導水ポンプ棟、導水管）
・ 分水井
・ 管理棟
・ 送水施設（送水ポンプ棟、送水管）
・ 薬品注入棟
・ 排水処理施設（排泥ポンプ棟、洗浄排水池、排泥池、濃縮槽）</td><td></td></tr>
<tr><td>６．災害対策</td><td>・ 施設は地震への耐震性を確保する。
・ 台風、豪雨などによる洪水への対策として、周辺地盤より高い造成高さとする。</td><td>・ベトナム国の設計地震動を考慮した構造設計とする。
・浸水防止対策として造成地盤高は、現地盤より概ね1.0m高くする。</td><td></td></tr>
</table>

表-3.5.5　基本事項の整理（4/4）

種別	項目	基本事項	基本事項の考え方等	備考
基本諸元 基本事項	7．取水方式	・ ドン河からの取水は、堤外地高水敷の取水ポンプ場に水路で引き込む方式とする。 ・ ドン河水位と浄水場標高との関係からポンプで取水する方式とする。 ・ 浄水場まで送られた原水を貯留し、粗い濁質を沈降除去し浄水処理への負荷軽減を行う沈砂池を設ける。 ・ 沈砂池水位と浄水場標高との関係からポンプで導水する方式とする。	・ 堤外地へのポンプ場設置については、河川管理者との事前協議により設置が可能な状況 ・ ポンプ棟は洪水時に浸水しないよう対策する。 ・ 沈砂池は、水質事故による取水停止や高濁度時の取水制限のため原水貯留機能を兼ねて設置する。 ・ 沈砂池の容量は10時間（取水口と合わせて12時間）分以上とする。 ・ 沈砂池はその規模から堀込の池となることから浄水施設への導水はポンプで行うこととなる。	第2章水質調査より
	8．浄水処理フロー	浄水処理方式は、薬品沈でん・急速ろ過方式とする。	・ 原水水質から現時点では特殊処理は必要ないと判断される。 ・ THM生成能は日本の水質基準の5分の1程度であり、低減のための特別な処理は必要としないが、中間塩素処理を導入することでTHM生成能及びTOCのさらなる低減が可能であることから、安全性を重視し中間塩素処理を付加する。 ・ クリプトスポリジウム対策として、ろ過池はスローダウンとスロースタートが可能な方式を選定する。	
	9．排水処理フロー	排水処理は排水を循環し再利用する省エネ型で河川放流をせず環境にやさしいクローズドシステムを採用する。	・ 浄水処理ではポリマーを使用しないため、排水の循環に水質的問題はないことからクローズドシステムを採用する。 ・ 沈澱池排水は、排泥池で貯留調整され濃縮槽に送泥され濃縮された後に天日乾燥床に送泥され脱水処理される。 ・ ろ過池洗浄排水は洗浄排水池から分水井に返送する。 ・ 濃縮槽の上澄水は洗浄排水池へ送り返送する。	

（4）施設配置計画

1）配置方針と制約条件

浄水場用地は、Ha Noi市Gia Lam県Phu Dong舎に位置し、主要幹線道路である国道1号線の東側に位置する。敷地北側にアクセス道路を構え、ドン河及び取水場は敷地南側に位置している。

以上のような状況を踏まえて、場内の各施設の配置計画を行う。施設配置の基本方針と制約条件は以下のとおりである。

- ◆ 敷地北側のアクセス道路沿いに正門を構え、来客等人の出入りがある施設は、極力敷地北側へ集約する。
- ◆ 取水場が南側に位置することや場内動線の交錯を避けるため、プラント施設は敷地南側に集約する。
- ◆ 敷地中央を走る既設道路の線形を活かした施設配置とする。
- ◆ 水の流れに配慮した施設配置とし、場内配管が短くなるようにする。
- ◆ 将来用地（60万m3/day）については、状況に応じて転用が可能な形状となるよう配慮する。

2）施設配置図

上記の配置方針及び制約条件を踏まえて決定した施設配置図を図-3.5.1に示す。また、図-3.5.2に水位高低図を示す。

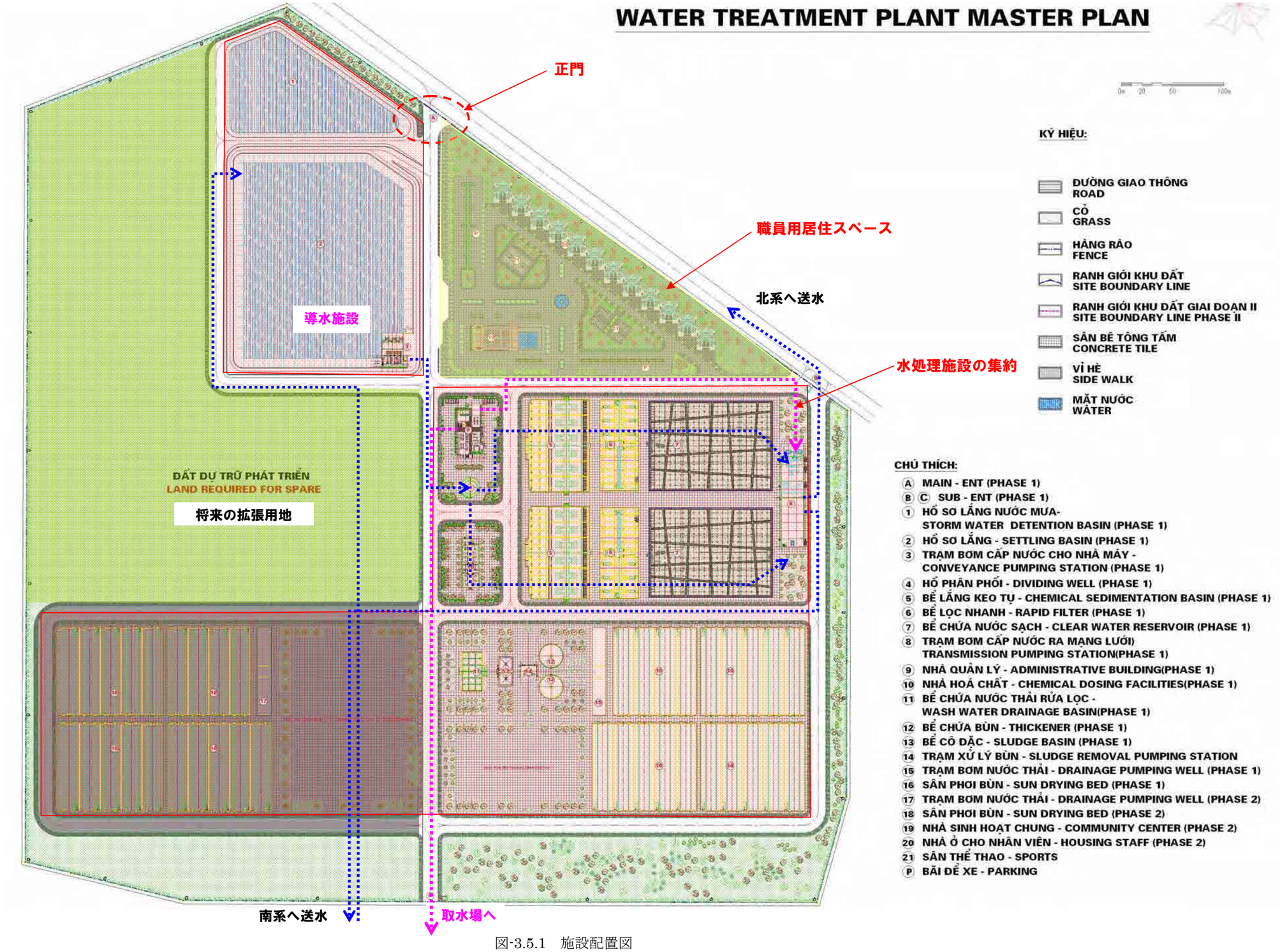

WATER TREATMENT PLANT MASTER PLAN
正門
職員用居住スペース
北系へ送水
水処理施設の集約
導水施設
ĐẤT DỰ TRỮ PHÁT TRIỂN
LAND REQUIRED FOR SPARE
将来の拡張用地
KÝ HIỆU:
ĐƯỜNG GIAO THÔNG
ROAD
CỎ
GRASS
HÀNG RÀO
FENCE
RANH GIỚI KHU ĐẤT
SITE BOUNDARY LINE
RANH GIỚI KHU ĐẤT GIAI ĐOẠN II
SITE BOUNDARY LINE PHASE II
SÂN BÊ TÔNG TẤM
CONCRETE TILE
VỈ HÈ
SIDE WALK
MẶT NƯỚC
WATER
CHÚ THÍCH:
A MAIN - ENT (PHASE 1)
B C SUB - ENT (PHASE 1)
1 HỒ SƠ LẮNG NƯỚC MƯA-
STORM WATER DETENTION BASIN (PHASE 1)
2 HỒ SƠ LẮNG - SETTLING BASIN (PHASE 1)
3 TRẠM BƠM CẤP NƯỚC CHO NHÀ MÁY -
CONVEYANCE PUMPING STATION (PHASE 1)
4 HỒ PHÂN PHỐI - DIVIDING WELL (PHASE 1)
5 BỂ LẮNG KEO TỤ - CHEMICAL SEDIMENTATION BASIN (PHASE 1)
6 BỂ LỌC NHANH - RAPID FILTER (PHASE 1)
7 BỂ CHỨA NƯỚC SẠCH - CLEAR WATER RESERVOIR (PHASE 1)
8 TRẠM BƠM CẤP NƯỚC RA MẠNG LƯỚI)
TRANSMISSION PUMPING STATION(PHASE 1)
9 NHÀ QUẢN LÝ - ADMINISTRATIVE BUILDING(PHASE 1)
10 NHÀ HOÁ CHẤT - CHEMICAL DOSING FACILITIES(PHASE 1)
11 BỂ CHỨA NƯỚC THẢI RỬA LỌC -
WASH WATER DRAINAGE BASIN(PHASE 1)
12 BỂ CHỨA BÙN - THICKENER (PHASE 1)
13 BỂ CÔ ĐẶC - SLUDGE BASIN (PHASE 1)
14 TRẠM XỬ LÝ BÙN - SLUDGE REMOVAL PUMPING STATION
15 TRẠM BƠM NƯỚC THẢI - DRAINAGE PUMPING WELL (PHASE 1)
16 SÂN PHƠI BÙN - SUN DRYING BED (PHASE 1)
17 TRẠM BƠM NƯỚC THẢI - DRAINAGE PUMPING WELL (PHASE 2)
18 SÂN PHƠI BÙN - SUN DRYING BED (PHASE 2)
19 NHÀ SINH HOẠT CHUNG - COMMUNITY CENTER (PHASE 2)
20 NHÀ Ở CHO NHÂN VIÊN - HOUSING STAFF (PHASE 2)
21 SÂN THỂ THAO - SPORTS
P BÃI ĐỂ XE - PARKING
水の流れ
管理動線
南系へ送水
取水場へ

図-3.5.1　施設配置図

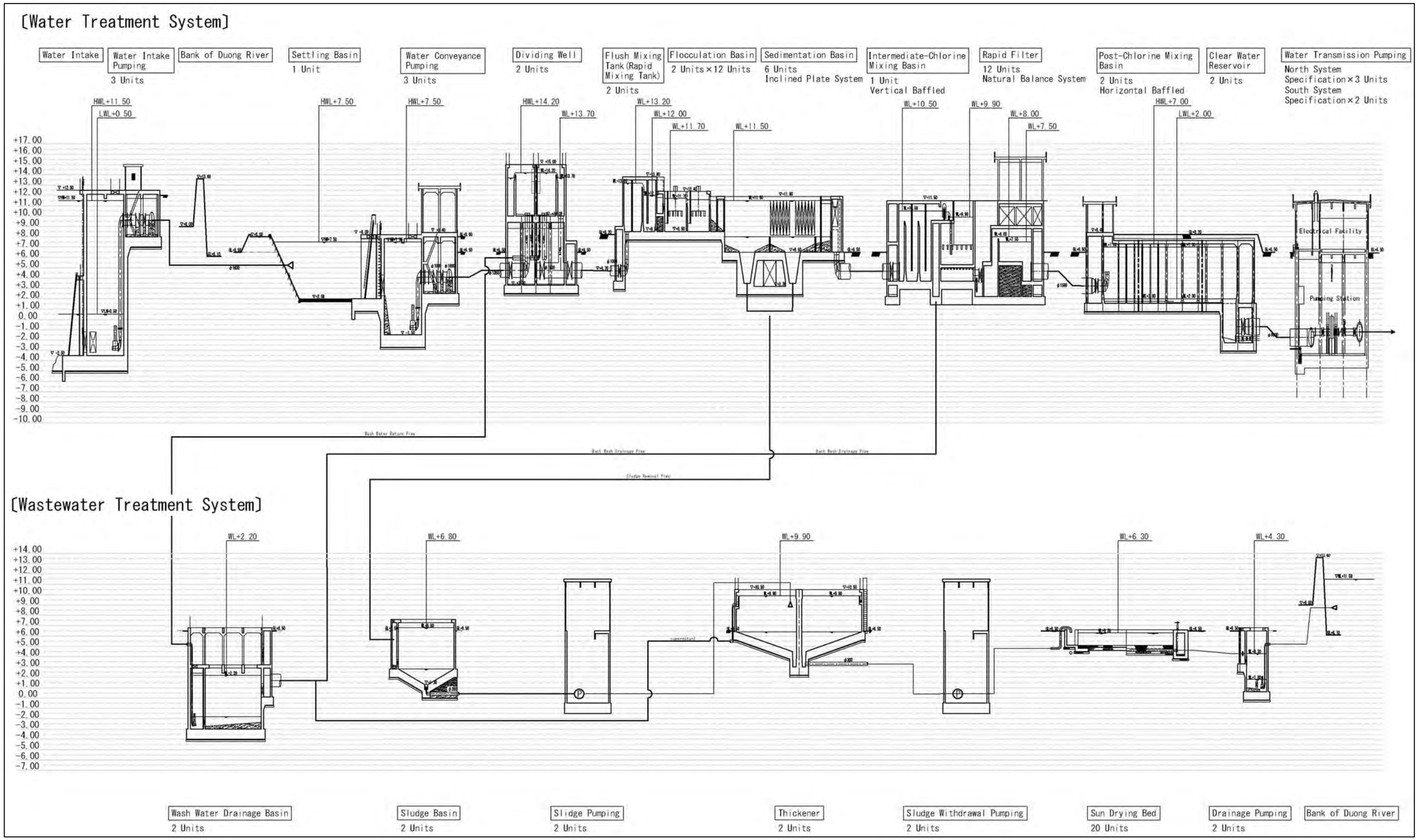


図-3.5.2　水位高低図（第 1 期：150,000m3/day）

3.6 概算事業費の算出

3.6.1 積算の前提条件

事業費算出のための前提条件を示す。

- 事業費の価格レベルは調査時点におけるものとする。事業計画においては現状価格より想定物価上昇と為替変動を考慮して行なっている。
- 総費用は、現状（2010 年）の標準為替レートを、1 ドル=81.64 円=20,000VND（1 円=245VND）として円換算表示（参考）するものである。
- 事業費の構成は、建設費及び運転・維持管理費用とする。建設費の内、直接工事費として各施設の建設工事費を、間接工事費として用地補償費（免除)、各種調査費、設計・コンサルタント費、水利権申請費（免除)、電力引込み負担金（免除）を想定している。
- 直接工事費は、内貨部分（L.C.）と外貨部分（F.C.）とを分けて算出し、外貨部分については日本調達と第三国調達を分けて算出する。
- 間接工事費のうち用地補償費と測量・地質・水質調査費は既計画を基に設定し、設計費は、直接費に対して、第 1 期 1%、第 2 期 2%と想定する。
- 予備費として、直接・間接工事費に対して 10%を見込む。
- プロジェクトの建設工期は、次項に示す実施スケジュール（第 1 期工事期間：3 年、第 2 期工事期間：2 年）とする。即ち、工期短縮等のための追加削減費用は見込んでいない。

3.6.2 建設費の積算条件

本事業の建設費は、以下の条件で積算する。

（1）積算条件

- 土木・建築資材、労務、建設機械は、ベトナム国内で調達が可能なため、現地調達を基本とする。
- 機械・電気設備も、ベトナム国内調達を基本とする。ただし、日本からの調達及び第三国からの調達も考慮に入れる。その前提として、品質性能、経済性および維持管理性等を配慮する。
- 現地施工業者は、経験・能力が十分であることから、特殊な工事を除き施工実施体制には現地業者の活用を図る計画とする。
- 河川横断推進工事など、高い信頼性と施工精度を必要とする特殊工事については日本の優れた技術を採用することも考える。
- 現地施工業者による土木工事の単価は、ベトナム国内の設計積算標準歩掛りを基本に算出する。
- 機械・電気設備は、主要な機器を積み上げて算出する。
- 関税は、BOT 法に基づき免税されるため、建設費には見込まないものとする。

3.6.3 事業費

本事業の事業費は、建設費は約 227 億円となる（第 1 期、第 2 期の合計)。以下、第 1 期、第 2 期の建設費集計表を表-3.6.1 に示す。

表-3.6.1　期別建設費用

施設	内貨（L. C. ）	外貨（F. C. ）		総工事費（円換算：千円）
	VND（百万VND）	円（千円）	USD（千USD)	
第1期	1,730,097	2,974,712	84,073	16,900,000
第2期	721,841	1,346,325	18,464	5,800,000
合計	2,451,938 (10,008,000)	4,321,037	102,537 (8,371,040)	22,700,000

(2010 年の為替レートで換算)

- 詳細設計の進展により費用変更の可能性がある。また、2012 年 3 月からの事業者間協議では、第 2 期までの給水範囲は Ha Noi 市のみとなることが有望であり、これによっても費用変更の可能性がある。
- 積算根拠は、機械電気設備はメーカー見積、施設及び管路は現地積算基準とする。
- 設計費など間接工事費は、表 3.7.1 及び表 3.7.2 記載の内訳としたが、今後越国サイドとの調整が必要である。
- 「3.7 事業実施スケジュール策定」に示す「図-3.7.1 実施スケジュール」に、直接工事費（第 1 期 137,000,000 千円第 2 期 47,999,999 千円）の建設年別割合を第 1 期、第 2 期に分けて表示する。

3.6.4 運転・維持管理費用

運転・維持管理費用は、以下の条件で算出した。

運転・維持管理費用は、人件費、薬品費、電力費、保守点検費、その他で構成される。02 費用は基本的にはベトナム国内での調達見積（参考）にて算出し、表-3.6.2、表-3.6.3 に示す。

表-3.6.2　第 1 期維持管理費用（第 2 期開始まで）

費目	運転・維持管理費（上段：千円/年、下段：百万VND/年）							
	建設 1年目	建設 2年目	建設 3年目	運用 1年目	運用 2年目	運用 3年目	運用 4年目	運用 5年目
合計	69,100	58,600	160,200	577,400	498,300	488,400	469,300	556,100
	(169,295	(143,570)	(392,490)	(1,414,630)	(1,220,835)	(1,196,580)	(1,149,785)	(1,362,445)

表-3.6.3　第 2 期開始からの維持管理費用

費目	運転・維持管理費（上段：千円/年、下段：百万VND/年）					
	運用6年目	運用7年目	運用8年目	運用9年目	運用10年目	運用11年目以降（※）
合計	773,600	880,500	712,300	781,800	905,600	810,760
	(1,895,320)	(2,157,225)	(1,745,135)	(1,915,410)	(2,218,720)	(1,986,362)

（※運用 6～10 年目の平均、1 円=245VND）

＜積算上の課題＞

① 電力費、薬品費その他現地見積が必要な項目については、越国相方との詳細な協議が必要である。

② 薬品費については年間を通した水質調査を実施した上で注入率を設定する必要がある。

③ 浄水汚泥は、指定処分場へ運搬処分として計上した。今後、盛土材などの建設資材･農業利用等としての有効利用方法を調査し維持管理費の削減を図る必要がある。

＜省エネ機器導入のメリット＞

省エネ機器の導入により、全電力費の約 10%を低減でき、全体の維持管理費では約 3%（第 2 期運営開始年度）を低減できる。また、年間 1726 t 程度の CO2 削減効果が期待できる。

省エネ機器：自然平衡型自己水洗浄式急速ろ過方式
高効率変圧器
ポンプ回転数制御方式

3.7　事業実施スケジュール策定

本事業は実施規模が大きく、その建設には約 227 億円（第 1 期、第 2 期分: 30 万 m^3/day）にもおよぶ莫大な投資金額と数年にわたる建設期間が必要となる。

本事業の期分けは、水需要予測から施設容量 30 万 m^3/day を段階的に分けて建設するものとする。当初は、第 1 期分の建設期間を定め（3 年）、15 万 m3/day の供用開始を優先し、第 2 期分（15 万 m^3/day）の建設計画は、第 1 期分の事業実績を考慮した上で決めるべきと判断し、ここでは第 2 期分の建設期間を固定していない。（財務分析では、2018 年、2019 年（ないしは 2015 年、2016 年）の 2 年を想定している。）

維持管理を含めた事業期間は最大 30 年とする。期分けしたプロジェクトの実施スケジュールを図-3.7.1 に示す。

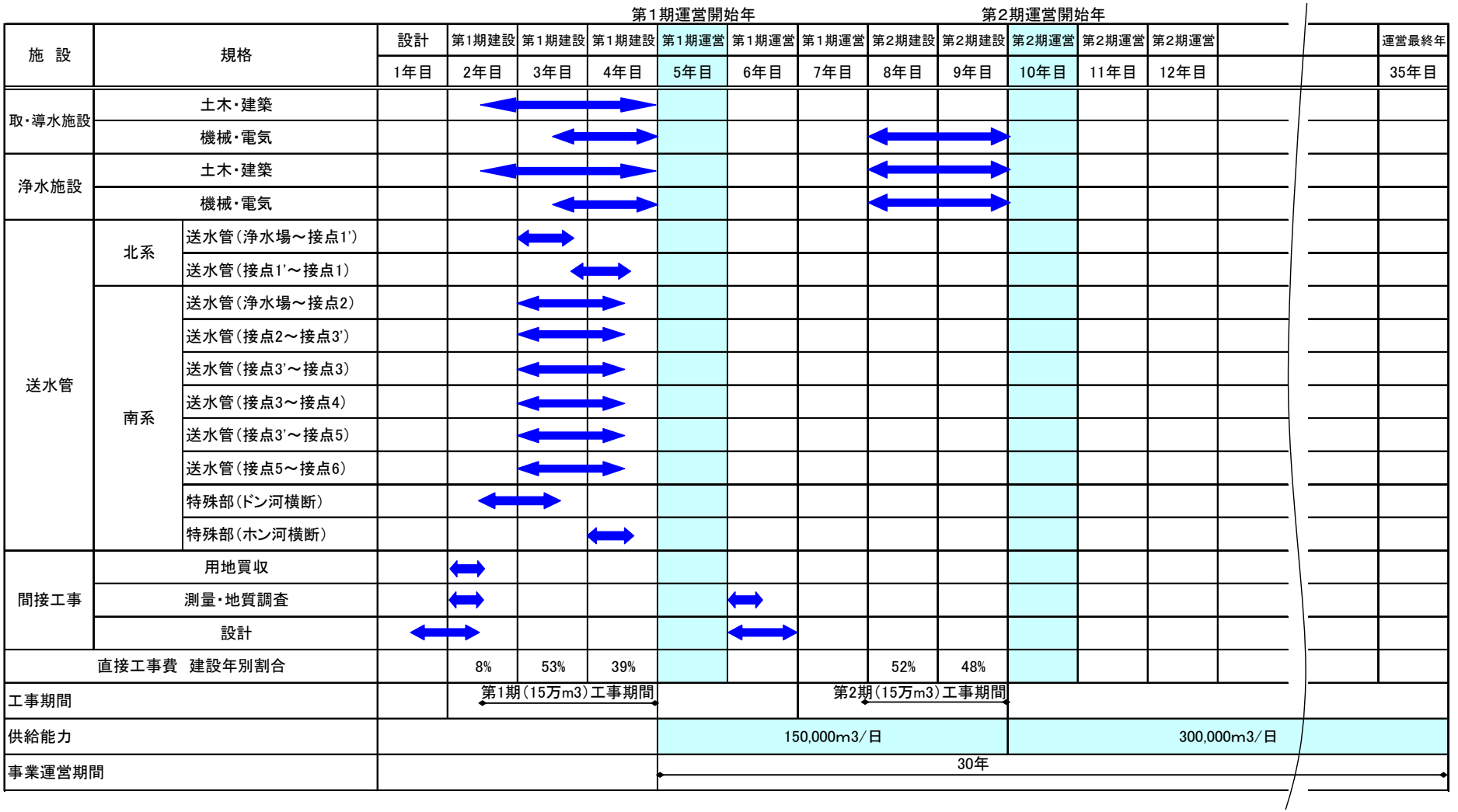


図-3.7.1　実施スケジュール（日越双方の合意が必要）

3.8　事業実施体制の提案

現段階での EPC については、土木・建築工事については、ベトナム国内での実績が豊富な VIWASEEN 社、機械・電気設備工事については、日本国内での実績が豊富なメタウォーター社が担当すること、また維持管理については、首都 Ha Noi 市の水道事業を統括する HAWACO とメタウォーター社が互いの強みを活かして会社を設立し、ここに本邦維持管理技術の供与を行っていくことを検討している。基本的に両国企業の強みを生かした事業実施体制として、以下に示すような体制を検討している。なお、運営会社については、SPC に内生化する可能性がある。

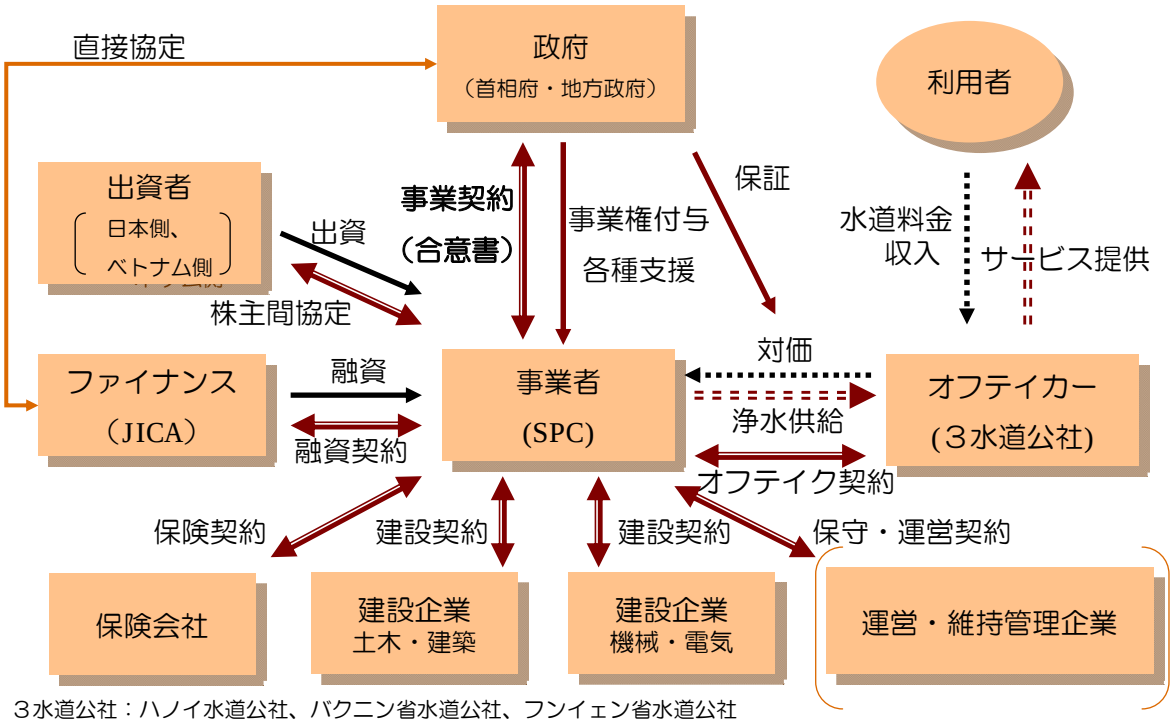


図-3.8.1　事業実施体制（案）

また、売水先としては、Ha Noi 市内は HAWACO、Bac Ninh 省については、Bac Ninh 水道公社を予定しており、オフテイク契約（テイクオアペイが基本）等各種契約についての概略は、今後検討予定である。現時点では、以下の契約を想定しているが、今後さらに検討する予定である。

① 事業権契約（ベトナム国政府と事業者(SPC)間：もしくは、合意書）
② オフテイク契約（ハノイ水道公社他と事業者(SPC)間：テイクオアペイが原則）
③ 株主間契約（出資者間）
④ EPC 契約（EPC 企業(META)と事業者(SPC)間）
⑤ 保守・運営契約(水道公社+META と事業者(SPC)間)※
⑥ 電力供給契約（電力会社と事業者(SPC)間）
⑦ 資材（薬品）供給契約（資材会社と事業者(SPC)間）

⑧　保険契約（保険会社と事業者(SPC)間)
⑨　融資契約（JICA と事業者(SPC)間)
⑩　担保関連契約（JICA、事業者(SPC)、EPC 企業(META)間他）
⑪　直接協定（ベトナム国政府と JICA 間）
⑫　政府による各種許認可（ベトナム国政府と事業者（SPC）間）

※ただし、事業者間では運営・維持管理を SPC が行うことも検討されており、その場合はこの契約はない。

3.9 運営・維持管理体制の検討

3.9.1 維持管理体制の基本方針

高濁度のドン河(Duong River)を水源とした大規模浄水場において、ベトナム国の水質基準である「飲食用水の水質に関する国家基準」(04/2009/TT-BYT 号通達)を遵守し、関連する法令も踏まえたうえで、日本の技術により安全・安定した運用を実現させ、その技術・ノウハウをベトナム人職員に継承する。

そして、ベトナム人職員がドン河(Duong River)浄水場を自ら維持・運営できるよう、日本人技術者は現地の文化、社会体制も考慮した維持管理体制、および浄水場運営計画を立案し、ベトナム国職員による継続的な水道水質の確保、安全・安定した運用を実現する。

表-3.9.1　維持管理、運営上の関連法令

関連法令	公布日	内容
水道政令 117 号	2007.7.11	水道運営(生産・供給・消費)
建設省通達 01 号	2008.1.2	水道政令 117 号の運用等
建設大臣決定 16 号	2008.12.31	水道水の安全確保ための規制
首相決定 1929 号	2009.11.20	2025 年までの都市と工業団地等における水道供給整備の方針
首相決定 2147 号	2010.11.24	2025 年まで目標とする漏水対策に関する国家計画

3.9.2 現地維持管理体制の検討

（1）運転管理業務

本提案事業では、集中監視制御システムを構築し、機器の運転状態や水質、水位、流量などプラントの状況を把握するうえで必要な情報を一箇所に集約させる。これにより、施設全体を少人数で監視することが可能となる。

しかし、浄水場の監視業務は、水質や流量などのプロセス情報に基づき、施設全体の運用状態を把握し、適切に設備が運用されているか、処理状態に異常がないかなど、知識と経験に基づく高い判断力が求められる。また、水質変化や需要変動に対して状況を判断し、適切かつ迅速に対処するなど、水道の安全・安定を維持・継続するための重要な役割を担っている。

特に、水源であるドン河(Duong River)の水質は、通年を通して濁度が高く、最大濁度は 3,000 度を超える場合もあり、その水質変化に対して薬品注入率の調整や、機器操作が必要となるため、常に水質の状態を監視しておく必要がある。

主な運転監視業務の範囲を示す。

- CRT による浄水プロセスおよび排水プロセスの監視・操作

- 処理状態、水質データから薬品の注入率の調整、機器の操作
- 給配水需要に応じた取水量、送水量の調整・管理
- 巡視による各プロセスにおける処理状態の監視
- 保守・保全業務に伴う監視・操作および養生作業
- 異常発生時の対処操作および関係者との連絡

また、これらの業務を行なう上で、留意すべき点を示す。

- 操作ミスの防止
- 状況判断ミスの防止
- 保守・保全業務、水質管理業務との連携
- 365 日、24 時間常に設備の状態を監視・操作できる体制の構築

指揮命令系統を明確にするため、運転監視責任者の指示のもとで、4 班に分けたスタッフが交代で勤務し、24 時間 365 日の常時監視を行う体制とする。

また、運転監視員は常に複数名で業務を行ない、相互にその内容を確認することでヒューマンエラーを防止する必要がある。

（2）保守点検業務

浄水場施設が常に正常な状態で運用できるためには、電気設備の保守点検及び機械設備の保守点検の実施により、その設備本来の機能を確実に維持することが重要となる。このため、専門的な知識と技術を習得した者がこれら点検を行う必要がある。

保守点検業務の範囲を以下に示す。

- 巡視点検による設備の異常やその兆候の早期発見
- 定期的な保守点検、保全作業による設備機能の維持、延命
- 専門業者による定期点検作業等の管理
- 軽微な修繕作業

また、これら業務を行なう上では、以下の点を留意する必要がある。

- 作業安全の確保
- 作業に必要な資格の取得
- 電気設備、機械設備の専門知識、技術に基づく作業
- 迅速かつ正確な判断と対処

これらの条件を考慮し、保守保全責任者の指示のもと、電気班及び機械班からなる保守点検体制を構築する。専門技術に特化した保守班を設けることで、より専門性の高い技術を習得することが可能となり、機器の故障時や施設の非常時に適切に対処し、その原因を追及できる技術力を身につけ、より安全、安定した運用ができ

るものと考える。

よって、設備巡視点検は、電気・機械各技術者の指示に基づき保守・保全スタッフが実施する。

（3）修繕業務

設備本来の機能を維持・延命するためには、定期的な点検とともに部品や消耗品等の交換が重要である。修繕作業の種類や期間は製造メーカが推奨する方法を基本としつつ、実際の消耗具合や故障頻度も考慮したうえで、現実的な作業計画を立案し、確実に実施する。

（4）水質管理業務

1）飲食用水の水質に関る国家基準の概要

ベトナム国の飲食用水の水質に関する基準は、2009 年 6 月 17 日付け保健省より交付された「飲食用水の水質に関する国家基準」の通達 04/2009/TT-BYT 号に従う（本通達は、2009 年 12 月 1 日より発効）。

本規定は、飲食用または食品加工用の水（飲食水）の水質基準に限定し、その対応は、飲食水を開発・販売する機関、組織、世帯、そして生活のために 1,000m3/day 以上給水している施設が含まれる。よって、本基準に従った水質検査計画をたて、水質試験ができる体制を構築する必要がある。

2）水質管理手法

浄水が常に水質基準を満たし、衛生的に安全、正常な状態に保たれていることを基本に、原水の水質変動に応じた適切な対応ができるように、各プロセス上の水質管理を行うことが重要である。

WHO(世界保健機関）では、2004 年の WHO 飲料水質ガイドライン第 3 版で、食品製造分野で確立されている HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)の考え方を導入し、水源から給水栓に至る全ての段階で危害評価と危害管理を行い、安全な水の供給を確実にする水道システムを構築する「水安全計画」(Water Safety Plan;WSP)を提唱している。

日本でも、この手法に基づき、厚生労働省は「水安全計画策定ガイドライン」を策定し、日本水道協会が代表的な浄水処理プロセスにおける水安全計画ケーススタディを取りまとめ、中小規模の事業体でも比較的容易に計画を策定できるようになっている。

将来にわたり、良質で安全な水道水の供給をするためにも、本提案事業の水安全計画を策定し、管理・運営する必要がある。

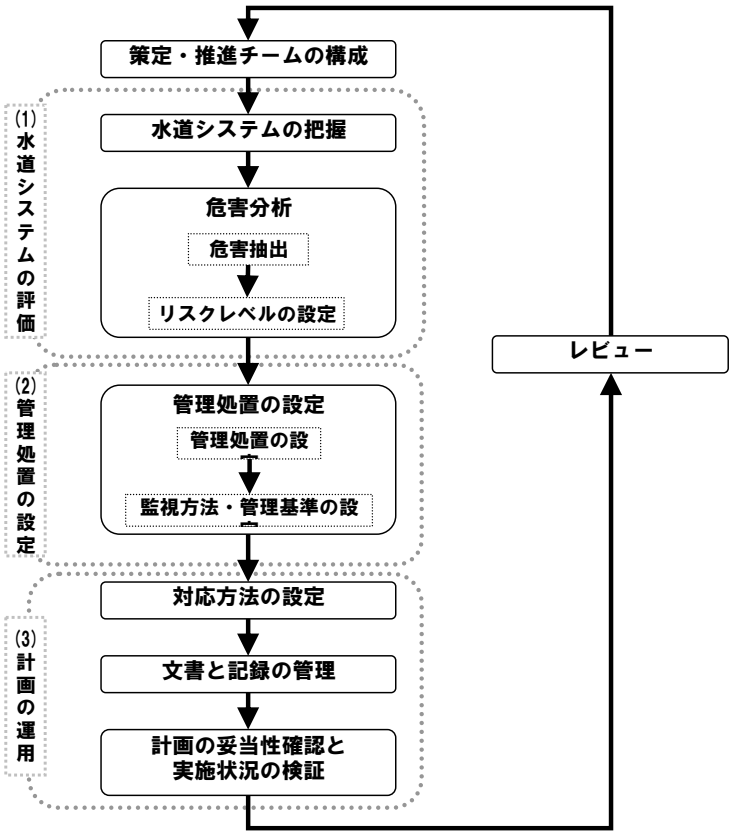


図-3.9.1　水安全計画の策定と運用の流れ
（厚生労働省「水安全計画策定ガイドライン」より抜粋）

3）水質管理体制

安全で良質な水道水の確保と供給は、国民の公衆衛生の確保面から最も重要な課題であり、そのための水質管理体制を構築することが必要である。

水道システムの流れに沿って水質を監視し、その状況に応じた適切な対応をするとともに、水道水の安全性が懸念される場合は、迅速に最善の処置を施すことが可能な体制が要求される。

水質管理で求められる業務内容を示す。

- 「飲食用水の水質に関する国家基準」に基づく水質管理計画の策定
- 水質検査計画の策定
- 水質検査及び検査結果の評価
- 原水水質に応じた浄水プロセス全工程の薬品注入率の決定
- 水質データの管理
- 水質維持、向上に必要な運用方法の検討

また、これらの業務を行なううえでは、以下の点に留意する必要がある。

- 規定された検査項目と頻度の遵守

- 異常発生時の迅速な原因究明と的確な対処方法の検討
- 水質検査結果の信頼性確保

これらの条件を満たすため、水質管理業務は 1 名の水質管理責任者と、専門知識を有する技術者により実施する。また、水質を厳格に管理するためには、本業務を専門に行なう独立した組織を設け、強い権限を持たせることが重要である。

（5）排水管理業務

浄水プロセスから排出される沈殿池のスラッジ、ろ過池の洗浄排水は、排水処理施設で固液分離、スラッジ濃度を高めて、天日乾燥床で自然乾燥させる。その際のケーキ含水率は 70%程度が期待できる。また、将来的には汚泥脱水機の導入による汚泥処分費用低減などのメリットも検討する。

（6）管路管理業務

送水管の事故は、突発的な断、減、濁水が生じるだけでなく、道路陥没や交通障害、家屋への浸水など二次災害を引き起こす可能性があり、その社会的影響は過大である。これらを未然に防止するためにも、定期的な点検・整備が重要であり、巡視・点検の頻度を定めて計画的に行う必要がある。

送水管路保全業務の範囲を以下に示す。

- 送水管路情報の管理、布設図面の管理
- 作業車により週 1 回程度の頻度で全送水管路を巡視点検
- 巡視により漏水やその兆候、漏水要因となりうる事象の発見
- 受水点や配水管網上の仕切弁等、配管機器の状態確認、動作確認
- 増圧ポンプ場（設置する場合）の点検
- 水質検査(残留塩素濃度、濁度等)
- 盗水の発見

これらの業務を管理する送水管路保全責任者 1 名と点検班による構成で、増圧ポンプ場（設置する場合）を含めた巡回点検を実施する。

（7）警備体制

水道施設が水源等への毒物投入などのテロ攻撃を受けた場合、国民の生命、健康の安全を脅かし、国民生活や都市活動を麻痺させる重大な事態となる。

そのため、本提案事業では、施設内に監視カメラ等を設置することで、機械の持つ持続性・継続性・正確性という長所と、警備員を配置することで、人の持つ的確な判断力と柔軟な行動という双方の長所を活かした「マン・マシン・システム」として警備体制を総合的に構築することを検討する。

（8）運転維持管理体制

本提案事業で実施する業務を、ベトナム人による体制で早期に実現するため、以

下の人員体制を提案する。現場立上げ当初は日本人技術者による支援体制を構築し、ベトナム人職員への技術移転を実施する。そして、ベトナム人職員の技術習得度合い合わせ、日本人技術者数を段階的に縮小していき、ベトナム人による業務体制の早期自立を実現する。

また、運転維持管理業務を外部の専門業者に委託する場合にも、日本人技術者による技術支援体制を構築し、運営の早期安定、品質の向上を図る。

3.9.3　人材育成計画

ベトナム人職員が数年後には、自ら維持・運営できるよう人員体制の考えと日本人技術者の支援方法を、次のようにすべきと考える。

- 総括責任者は、当初からベトナム人職員を配置。日本人技術者の支援により、自らが判断できるように育成
- 運用開始時からベトナム人職員による維持管理体制を確立
- 異常が発生した場合に、自らが対応できる保守部隊を構築

また、ベトナム人職員が自ら維持・運営できるように成長した後も、安全・安定運用を支援する仕組みと業務品質を確保するための支援方法を示す。

- 日本から支援ができる体制（遠隔監視、カメラ、テレビ会議等）
- 日本からのモニタリングによる業務・技術品質の確保・向上
- 定期的な日本での教育による技術向上と技術交流

維持管理体制を構築するにあたり、これらを留意して、ベトナム人職員による水質の確保、業務品質の確保、そして将来に渡る持続的な運営ができる体制を構築する。

（1）支援体制の考え方

運用開始当初は、高度な技術を必要とする設備のため、日本人技術者による支援が必要不可欠と判断する。しかし、日本人技術者が中心的な役割を担った体制では、ベトナム人職員の自立の妨げになる可能性がある。

このため、本提案事業の運用開始時より、ベトナム人職員による運用体制を確立させるための指揮命令系統を定め、日本人技術者は、管理、運用、保守、水質管理などの各業務グループを側面より支援・指導する体制を提案する。

日本人技術者からの技術移転は、各作業責任者に対して実施し、ベトナム人の指揮命令系統を乱さないよう留意する。

技術支援する上でのポイントを示す。

- ベトナム人職員の体制及び指揮命令系統を乱さない技術支援体制と方法
- 日本人技術者は、サポートの立場を重視し、ベトナム職員による独立した運用ができるような技術支援

- ベトナム人職員自らの判断、作業（経験）ができるような技術支援

これらの点を留意して、数年後にはベトナム人職員が浄水場の運営ができるように、日本人技術者がサポートする体制が最善であると考える。

日本サイドが運転維持管理業務を主体的に管理する場合の、日本人技術者の投入計画を以下に示す。

表-3.9.2　日本人技術者投入計画

第 1 期	経過年数				
	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目
日本人 技術者数	8 人	4 人	3 人	1 人	1 人

第 2 期	経過年数				
	6 年目	7 年目	8 年目	9 年目	10 年目
日本人 技術者数	4 人	3 人	1 人	1 人	1 人

施設運用が開始される 1 年目は、ベトナム人職員の凝集沈殿砂ろ過設備に対する運転維持管理業務の習熟度が低いことが予想される。このため、8 名の日本人技術者を投入し、24 時間体制で技術支援・教育を実施する。

また、第 2 期施設が稼動する 6 年目は、運転維持管理業務の対象設備が増加し、それに伴い新たにベトナム人職員が維持管理体制に加わる。このため、日本人技術者の投入人数を一時的に増加するが、ベトナム人職員の習熟度に合わせて段階的に削減する。

（2）技術交流

現地での運用を通して行なう技術交流、OJT(On the Job Training)は技術移転の有効な手段の一つであるが、移転される技術者にとっては、その技術の本質や背景を理解することが難しいという一面もある。また、日々進歩する新しい技術を積極的に取り入れていくためにも、日本における定期的な研修制度を導入することを提案する。

日本での研修のポイントを示す。

- 日本のインフラ、文化を経験し理解することで、移転する技術の本質を理解
- 具体的技術だけでなく、日本の水道技術者の仕事振り、モチベーションの高さをベトナム人職員自らが体験
- ベトナム人職員に将来必要となる現地設備以外の知識・技術を日本で研修

研修計画に基づき、毎年数名に対して日本で研修機会を設け、日本の最先端技術を実際に見たり、触れたりさせることで、更なる技術の向上を図るとともに、個々

のモチベーションの向上が期待できる。

3.9.4　大規模浄水場の安定稼動を技術支援する体制

（1）遠隔監視による技術管理・支援体制

年間通じて高濁度なドン河(Duong River)表流水を水源とした大規模浄水場を安定運用させるためには、日本の高度な技術が必要であり、専門技術者が継続的に技術支援、補佐、協力できる仕組み、体制を構築することが重要である。

日本では、浄水場の運転維持管理業務を専門技術者が遠隔サポートする「サポートセンター」を構築している企業がある。

この仕組みを活用し、ドン河(Duong River)浄水場の中央監視室で得られる監視画面、画像等の情報を伝送すると同時に、テレビ会議システム等のツールを合わせて活用した技術支援体制の構築を提案する。本体制により、日本からでも現場の状況が手に取るようにわかり、かつ現場のスタッフとリアルタイムなコミュケーションを図りながら、協力して問題解決に取組むことが可能となるなど、日本の技術支援をリーズナブルに提供することが可能となる。

サポートセンターは、水道に関わる専門技術者を配置しており、現場からの様々な課題に対して、対策や対応方法など技術的な支援を実施している。

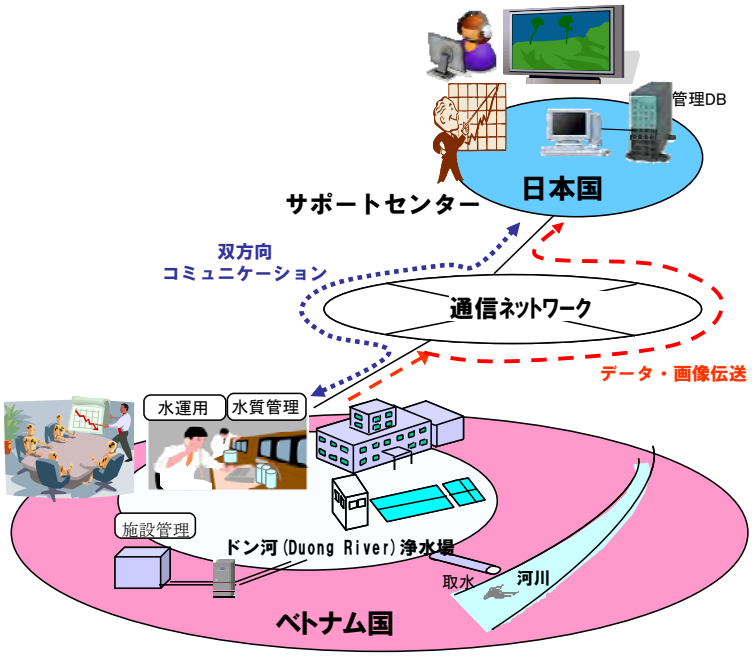


図-3.9.2　遠隔監視システムによる支援体制のイメージ

（2）モニタリング体制

浄水の水質が、「飲食用水の水質に関する国家基準」(04/2009/TT-BYT 号通達)を満たし、水安全計画に基づいた運用が適正に行なわれ、水質の確保、業務品質が維持・向上しているかを定期的に確認する必要がある。このため、日本人の専門技術者が定期的に現地視察を行うことで、技術と業務品質の維持・向上を図る。

現地視察のポイントは、以下の内容が挙げられる。

- 定められた手順・基準に基づき、管理・運営ができているか
- 常に業務改善や品質向上に繋がる活動を行なっているか
- PDCA サイクルをまわして、サービスの質を恒常的に継続しているか

本モニタリングは、毎年実施し①水質管理の状況、②施設運営状況、③現場業務実施状況、④ユーティリティ調達状況等様々な面から維持管理業務の質、管理・運営状況をモニタリングして指導を行う。

また、将来的には配水管理システムや漏水管理システムなども必要になる可能性があることから、その適用性も含めて技術を有する日本企業などによる状況調査の実施も有効であると考える。

４．　環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討

ベトナム側の事業主体である VIWASEEN 社が FS 調査を行っており、環境影響評価については、VIWASEEN 社にて行われることとなる。

本調査では、VIWASEEN 社の EIA 作成支援を目的として、ベトナム国における EIA 作成のプロセスについて確認するとともに、初期段階の環境影響評価を行った。

なお、2012 年 3 月からの事業者間協議では、第 2 期までの給水範囲は Ha Noi 市のみが有望となっているが、本章では、Bac Ninh 省及び Hung Yen 省も含めた調査結果とする。以下に初期環境影響評価の結果を詳述する。

4.1　序論

（1）背景

ハノイ都市圏は、拡大 Ha Noi 市と周囲の 6 省（Bac Ninh、Hung Yen、Hai Duong、Vinh Phuc、Ha Nam、Hoa Binh）からなり、地域及びベトナム国全体の社会経済の重要な役割を担っている。経済の中心的な役割を果たす新 Ha Noi 市は、人口約 600 万人に拡大し、人口増加に伴うインフラ整備は経済成長を維持していく上で必要不可欠なものとなっている。この点において、ハノイ都市圏のインフラ整備は、国家戦略として非常に重要であると言え、水道サービスの向上もこれらの重要な要素の一つとして挙げられる。

Ha Noi 市の水道システムは、フィンランド政府、JICA、世界銀行等の経済援助を受け、拡張と改良が続けられており、これらの事業実施により、ホン河北部及び南部地域の水道サービスは向上しているものの、増加を続ける水需要に対して対応出来ていない。このため、現在のハノイ都市圏の水道普及率は、22%程度に過ぎないと報告されている。Ha Noi 市の水道整備については、2007 年 JICA により作成された「ハノイ市総合都市開発計画（HAIDEP)」に記載されており、2020 年までに人口は 450 万人、水需要は 180 万 m3/day になると推計されている。このことはまた、MOC の NIURP の長期計画（2007 年 6 月）にも記載されている。

ベトナム政府は、拡大するハノイ都市圏の水需要に応えるべく、ホン河を境に北部と南部に分け、河川水を水源とする 2 つの大規模浄水場整備を計画し、整備・運営を民活事業として進めようとしている。大都市における水道整備の民営化は国の施策でもある。ホン河南部に関しては、既に 30 万 m3/day の浄水場が整備され、Ha Noi 市給水地域まで約 70km の送水管が整備された。このダ河事業は、VINACONEX（大手ゼネコン、SOE=State Own Enterprise)が BOO 方式で事業を展開している。一方ホン河北部については、VIWASEEN（ゼネコン SOE）が、ドン河プロジェクトの概略計画を 2008 年に提案している。ドン河プロジェクトの当初計画では、Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hai Duong 省、Hung Yen 省が給水範囲となっており、首相府は、2008 年 8 月 25 日関連機関に通達を出し、ドン河事業を提案した VIWASEEN 社（本提案事業のカウンターパート）に対して次のステップに進むことを決定した。VIWASEEN 社の 2008 年計画の概要を表-4.1.1 に示す。

表-4.1.1　提案当初の VIWASEEN 計画

	目標年度	施設能力 (m^3/day)	送水管整備延長 (km)
第 1 期	2015	150,000	80
第 2 期	2020	150,000	120
	2025	300,000	200
合計		600,000	

これに対して、2010 年 2 月、JETRO により「ハノイ都市圏水道 PPP 事業調査」が実施され、VIWASEEN 計画に対して、技術的、財務的な視点から PPP 事業としての実施可能性について調査が行われた。この結果を受け、本調査では JICA による本格的な実現可能性調査を実施している。

本調査は、Ha Noi 市における生活環境の向上と水道サービスの向上のために、表流水の利用と水道未整備地区への給水を目的として､浄水場及び取水ポンプ､送水ポンプ場、受水点等の整備を計画するものであり、また本調査の一部として、本提案事業により、環境社会の健全性が保たれることを確認する目的で、初期環境影響調査を実施した。

（2）環境影響評価の目的

環境社会影響評価調査の目的は、プロジェックトの構成要素が環境的ならびに社会的に健全かつ持続的であり、プロジェクトの環境面の帰結が早い段階で認識され、プロジェクトの設計に考慮されることを確実にすることである。

この調査の主要な目的は、プロジェクト地域の環境および社会的な条件のベースライン情報を確立し、提案された浄水場の建設と運用による環境および社会的な特性への影響を予測し、負の影響を最小化／削減する適切かつ十分な緩和策を提案し、環境緩和策と監視計画を作成することである。

本報告書は、事業主体となる VIWASEEN 社により実施される EIA レポートの作成に用いられることを目的としており、EIA レポートは、プロジェクト実施前に DONRE により評価され、承認を受けることとなる。

本報告書は、法制度及び行政の枠組み、提案事業の概要、建設及び運用段階での影響識別と関連する軽減対策、モニタリング計画を含む環境マネジメント計画により構成される。

4.2 法制度及び行政の枠組み

（1）行政の枠組み

ベトナム国では、水道事業を実施する上で、主要な役割を果たす複数の関連機関が存在する。

水事業の政府関連機関は、計画投資省（MPI）、建設省（MOC）、農業農村開発省（MARD）、天然資源環境省（MONRE）、Ha Noi 市天然資源環境局（DONRE）、Ha Noi 市投資計画局（HAPI）、Ha Noi 市人民委員会（HPC）、VIWASEEN 社（本事業の事業主体）等で構成される。

これらの関連機関の機能について表-4.2.1 に示す。

表-4.2.1　プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁

組織名称	プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁の機能
天然資源環境省 (MONRE)	– 土地、水、天然資源、地質、環境等のマネジメント – 環境マネジメントに関する政令の作成 – 国全体の環境に関するモニタリング – 首相府や各省、地方自治体等の国家機関によって許可されたプロジェクトの EIA の承認
天然資源環境局 (DONRE)	– 地方における土地、水、天然資源、地質、環境等のマネジメント – 土地利用許可 – 水利権許可 – 取水施設の占用許可 – 浄水場からの排水許可 – 本事業の EIA レポートの評価、承認
計画投資省 (MPI)	– 計画及び投資 – 国家予算の配分 – 水事業に関する国内外投資の促進 – ODA 事業の承認
建設省 (MOC)	– 公共施設、工業団地、経済区等の計画、建設マネジメント – 都市の住宅、事務所、不動産、建築資材の開発 – 公共サービスの国家管理 – 建設許可の発行、支援、指導 – 建設活動の契約者の選定に関する調査、指導 – 建設工事の技術設計、製図、積算、見積、工事監理等に関する許可 – 建設工事の技術設計、製図、積算、見積、工事監理等に関するガイドラインの作成 – 建設許可の取得前における本提案事業の最終承認
農業農村開発省 (MARD)	– 農業、林業、漁業、製塩、全国的な農村開発に関する管理 – 農村地域の上下水道等の管理 – 河川の流域管理 – 堤防建設、保護及び洪水、台風対策の検討に関する管理 – 洪水、台風、渇水、河川及び中洲の地滑り等の対策 – 農業農村開発局 (DARD)との協議の上、本提案事業の取水施設の占用許可
ハノイ市人民委員会	– 承認された EIA レポートへの押印、署名

組織名称	プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁の機能
（HPC）	– 提案プロジェクトの建設許可への押印、署名
計画投資局 (HAPI)	– 人民委員会の水道事業への投資に関する専門部局
VIWASEEN 社	– ドン河事業の投資者 – 事業主であるため、EIA レポートを独自で作成するか、もしくは専門コンサルタントに委託し、許可を得なければならない。

（出典: ウェブサイト及び現地機関へのヒアリング結果等による）

（2）投資計画省（MPI）

計画投資省（MPI）は、ある特定の分野、地域経済の運営、国内外の投資、工業団地、輸出加工区、政府開発援助(ODA)ソースの管理、入札、企業、およびビジネス登録のためのメカニズムと政策等の国家の社会経済発展に関する戦略に関するアドバイス、計画を計画法律に基づき、公共サービスの国家管理を行い、地域的な社会経済発展に関する長期、5 年、各年の総合的な戦略、計画、プロジェクト等を政府あるいは首相府に提出する計画と投資における国家管理機能の執行に関する責任機関である。

国内外の投資について、MPI は以下の活動に関する権限を持つ。

- 国内投資プロジェクト、海外からの投資資金の要請のためのプロジェクトの計画リストアップ、また政府の計画に対する許可
- 財務省（MOF）と連携し、各省庁の建設資金への投資効果等の視察、評価
- 能力に見合った事業であることの確認、首相府の決定に基づいた事業ライセンスの許可、海外からの投資及び海外への投資の一律管理の実施等の投資事業の評価
- 海外からの国内投資及び海外への投資の管理についての政府の補助

ODA の管理については、以下の権限を持つ。

- ODA 誘致の代表機関としての活動、承認を得るための ODA 導入の優先事業の内容及びリストの整理、首相への提出及びこれらの公式化に関する調整と管理
- ODA 融資と利用の戦略と計画の適合性の調整と資金の動員の準備と体系化
- 支援国との政府の代理での国際規約への署名や交渉の実施、内容の準備
- ODA 事業の組織、部署の指導、財務省とともに国家予算の中の ODA 用途の配分に関する決定権、首相の承認権限の下、ODA 事業の承認文書の評価及び首相への提出
- 支援国との ODA の国際規約の内容及び交渉準備の管理及び支援
- ODA 基金の返済に関する構想、ODA 基金の返済元金の年次計画、予算配分の権利を与える事業、MOF の ODA ローンの回収及び返済の機能と支払い業務への参加を MOF と協力して行う。
- ODA 資金プログラム及びプロジェクトの管理及び評価

MPI の組織図を図-4.2.1 に示す。

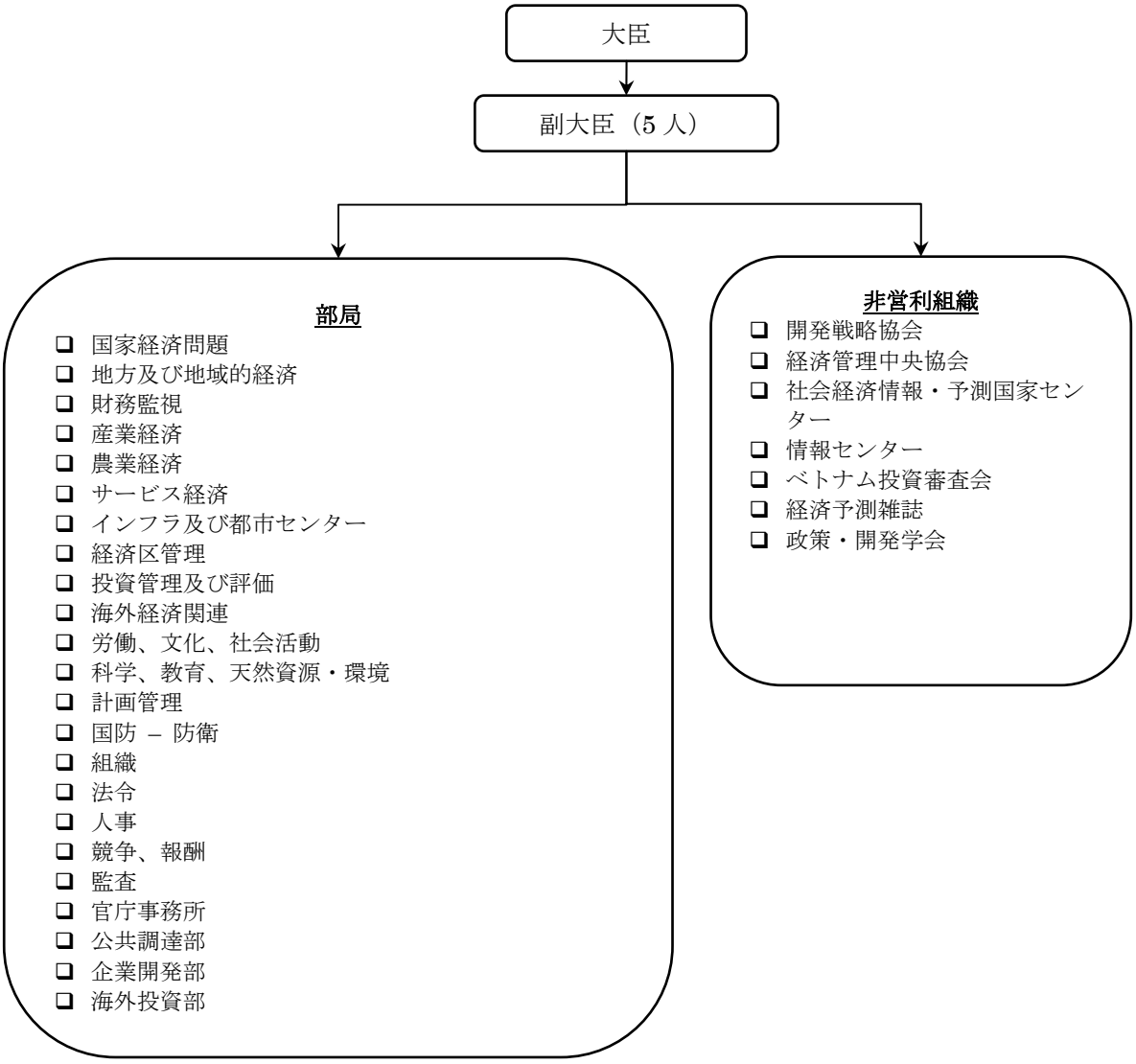


図-4.2.1　MPI の組織体系

本提案事業は、海外投資となるため、土地収用や必要な許認可等を得るには、事前に MPI の許可が必要となる。

（3）建設省（MOC）

ベトナム建設省（MOC）は、建築、都市インフラの建設計画、工業団地、経済区、都市の住宅開発、不動産、建設資材等の建設に関する国家管理及び法に基づく公共サービス全体の国家管理の役割を担っている。

大臣は、建設分野の法律の規定の実施と法に基づく建設許可の発行と延期、調整、回復に関する指導と管理の権限を持っている。また、MOC は建設法と入札に関する法律に従った建設活動の業者選定についての権限も持っており、建設工事の品質に関する指

導と管理の権限も持っている。

また、政府によって選定された建設工事の投資プロジェクトの評価、技術設計、積算についての評価も行い、建設投資プロジェクトの管理に従って、施工監理、評価、技術設計、図面作成と積算のガイドライン作成も行っている。図-4.2.2 に MOC の組織体系を示す。

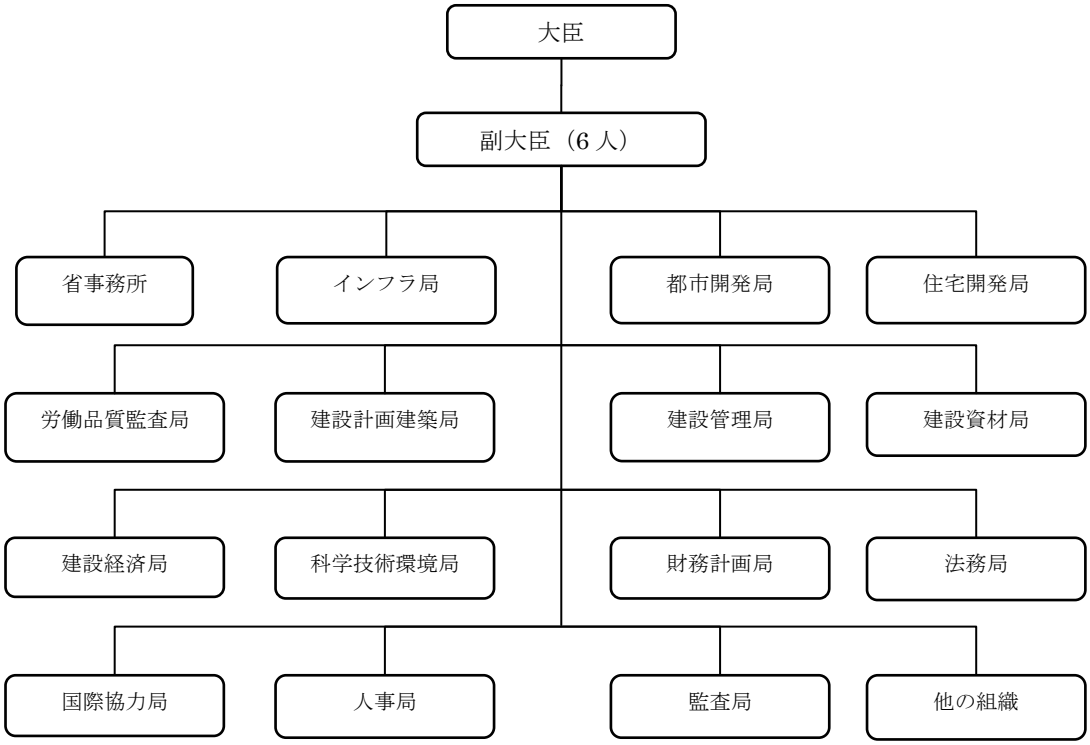


図-4.2.2　MOC の組織体系

プロジェクトの承認に関する通常の手続きでは、本提案事業も事業実施の前に MOC の承認が必要となる。本提案事業は、MOC に提出され、MOC 傘下の技術インフラ部で文書の処理を行う。

（4）天然資源環境省（MONRE）

天然資源環境省（MONRE）は、土地、水資源、鉱物資源、地勢、環境、水文気象、地図作成及び調査、海域及び島しょ部及びその他、省の下で管理される公共サービスに関する管理権限を持つ。MONRE は複数の部局により構成される。

ベトナム環境局（VEA）は、MONRE の補助機関であり、環境マネジメント分野において、大臣の補助及び助言を行い、法律に基づいた公共サービスを提供する機関である。

水源管理局は、MONRE の一部局であり、雨水、表流水、地下水、海水を含む水資源及び、領土内の島しょ部及び海域の国家管理に関して大臣を支援する役割を果たす。

MONRE は、環境サービス機関のためにガイドラインと社会的地位を与える機関である。MONRE は、議会、政府あるいは首相、地方政府等により決定もしくは承認された事業の EIA レポートの評価機関の選定と委員会の設置を行う。

MONRE は、省及び支局で構成され、環境保護の推奨に必要な国家環境基準の策定方法に関する指導を行っている。

MONRE は、省、省レベルの機関及び地方人民委員会の掌握範囲を超えた深刻な公害のリストの決定を首相に提出、確認する責任機関である。MONRE は、そのような公害の調査及び管理の指導を行う機関である。

MONRE は、国家の環境状況のモニタリングに関する責任機関である。このために、省は国家環境モニタリング総合計画を策定し、承認を得るため首相へ提出し、環境モニタリングデータの収集と管理を直接行っている。

水道事業の場合、施設規模が 50,000m3/day 以上のプロジェクトであれば、MONRE による EIA レポートの承認が必要となる。それ以外の場合、DONRE のような地方機関による EIA の承認が必要となる。MONRE の組織体系を図-4.2.3 に示す。

ベトナム環境局（VEA）は、環境マネジメント及び法に基づいた公共サービスの提供に関して、大臣の支援及び助言を行う MONRE の下部組織として、2008 年に設立された。VEA は、法令及び基準、政策、方針、国家目標の計画、環境事業の開発に関する責任機関である。また、環境品質の維持、環境汚染の防止及び緩和策等の実施機関でもあり、国家レベルでの調査、モニタリング、生物多様性の評価、国境等で分断される生態系の評価と保全方法、生物資源の持続可能な利用と回復についての提案等を行う。環境データベースの準備と管理、環境啓蒙プログラムの実施等に関する責任機関であり、MONRE に代わって EIA レポートの評価を行う。VEA の組織体系を図-4.2.4 に示す。

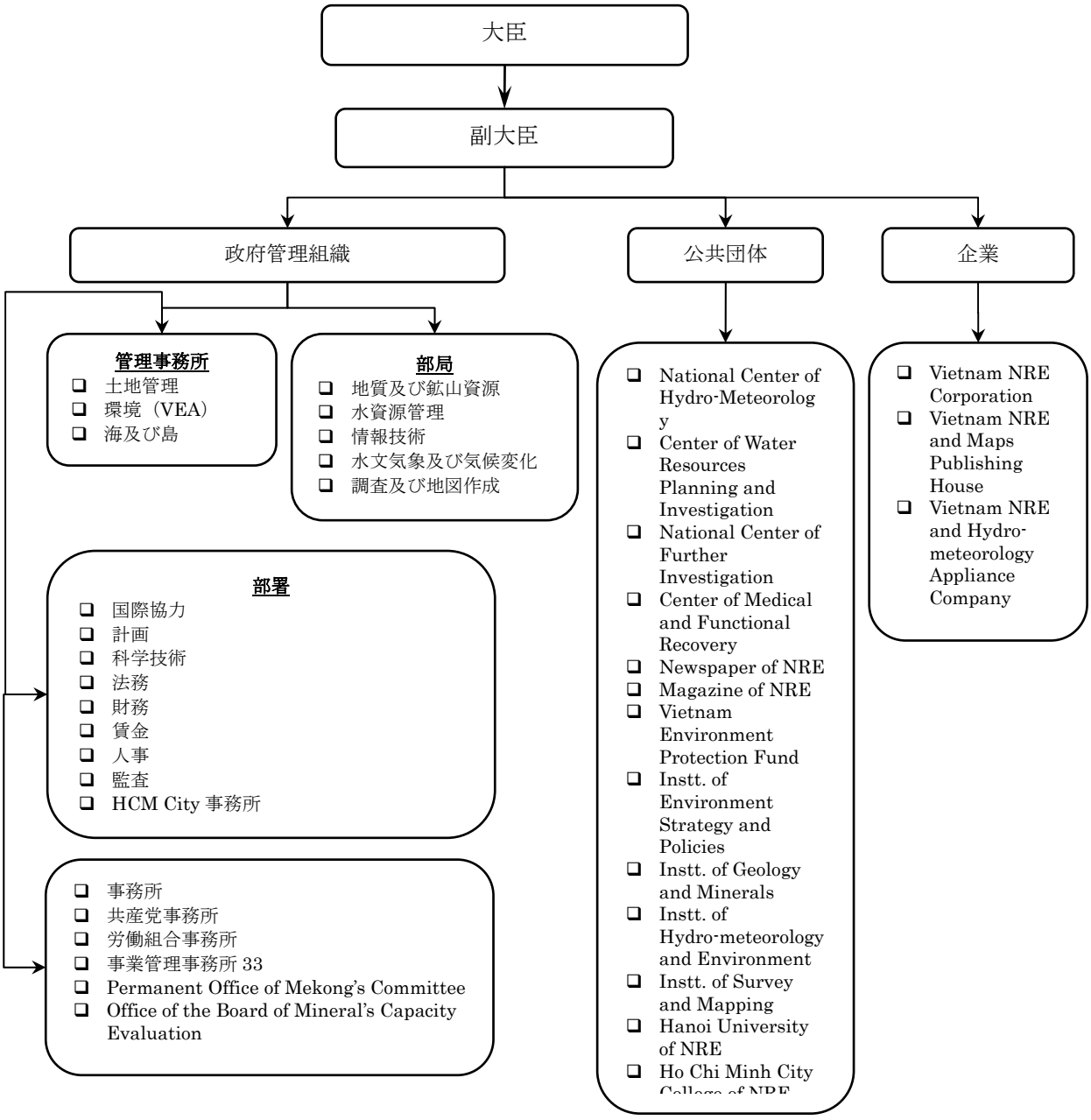


図-4.2.3　MONRE の組織体系

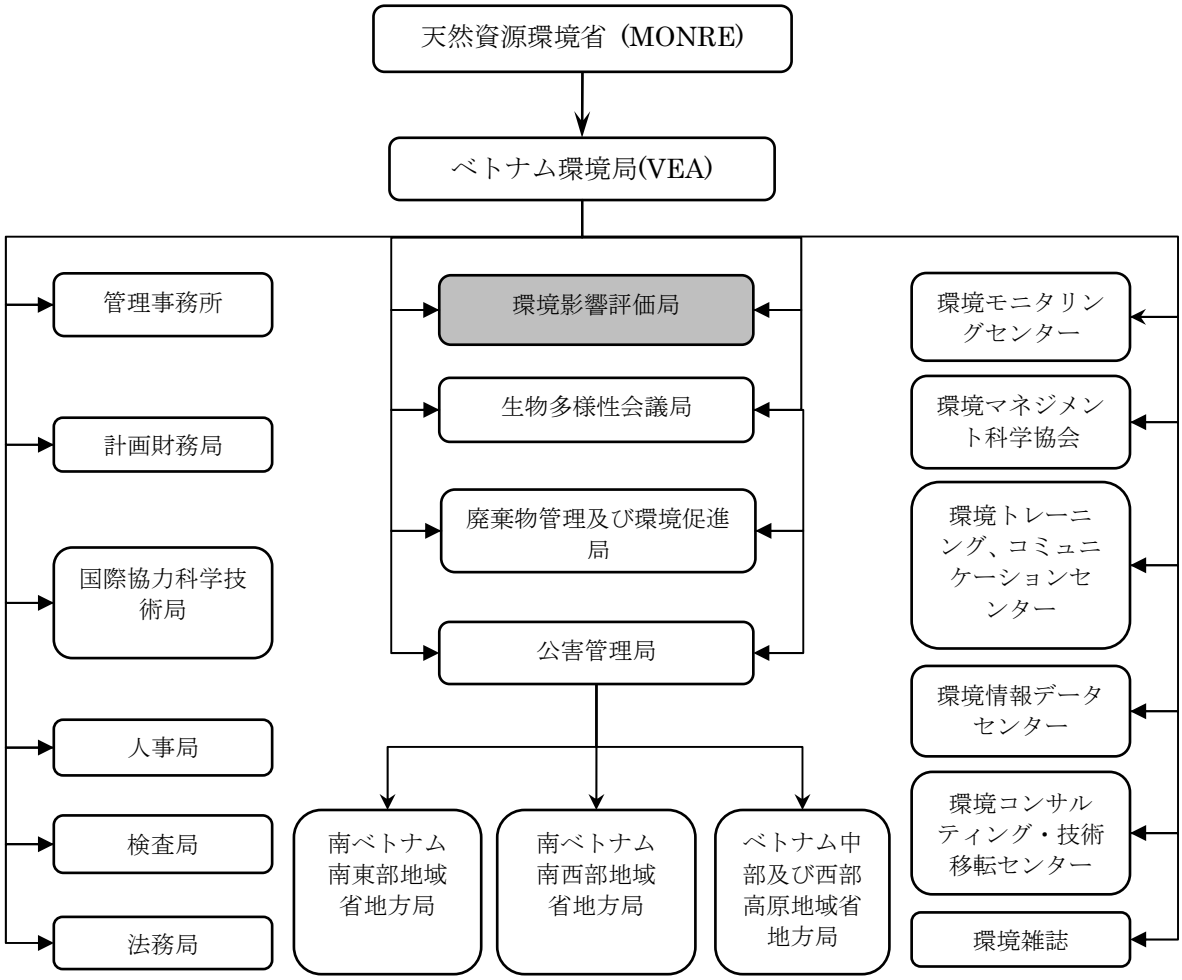


図-4.2.4　VEA の組織体系

（5）農業農村開発省（MARD）

農業農村開発省（MARD）は、農業、林業、漁業、製塩業、農村部の水事業等についての国家管理の権限を持ち、法律に基づき、農村部の国営企業や公共サービスの管理等を行っている。

MARD は、年次、5 年間及び長期間の計画のほか、政府及び首相から委任された地域の主要事業、法律文書、方針、農林水産業、製塩業、農村部の水事業及び農村開発に関わる技術経済基準等の支援、指導等の責任機関である。

水資源分野については、MARD は建設、開発、水力の利用及び保護、農村地域の上下水道事業等の一元管理、河川流域の一元管理（認可機関により承認された総合計画、アクションプランに従った河川開発､利用)､堤防建設及び保護の一元管理､洪水及び台風、地滑り等の対策等の堤防建設及び保護の一元管理を担っている。

本提案事業においては､取水施設（取水管及びポンプ設備）を堤外地に建設するため、

MARD もしくは農業農村開発局（DARD）の占用許可を受ける必要がある。

MARD の組織体系を図-4.2.5 に示す。

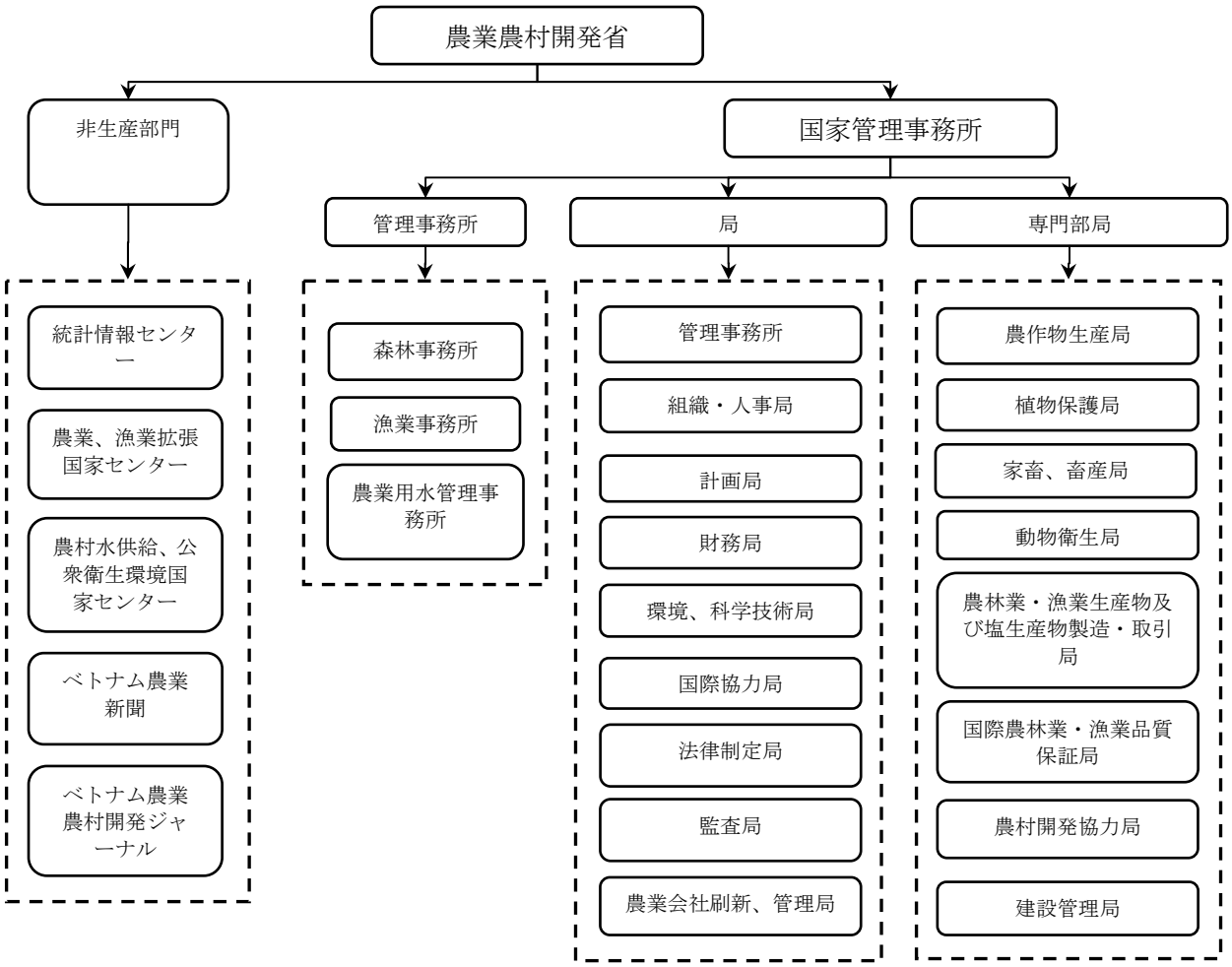


図-4.2.5　MARD の組織体系

（６）天然資源環境局（DONRE）

天然資源環境局（DONRE）は、ハノイ市人民委員会（HPC）の中の一部局であり、MONRE と同様の専門部局である。特に土地、天然資源、水資源、鉱物、気象及び Ha Noi 市の地図作成等について HPC の補助業務を行うことを主要業務としている。

本提案事業においては、ドン河から取水し、沈澱処理を行い、排水は河川放流することが提案されており、DONRE による水利権許可と河川への排水許可が必要となる。

また、事業の FS 段階においては、事業主体による EIA レポートの作成が必要であり、環境保護法によれば、DONRE が EIA レポートの承認に関する権限を持つこととなる。

EIA レポートは、DONRE の許可に基づき、ハノイ市人民委員会において承認される。

また、ハノイ人民委員会の一部局である DONRE は、本提案事業の土地収用についての許可権限を持っている。

DONRE の組織体系を図-4.2.6 に示す。

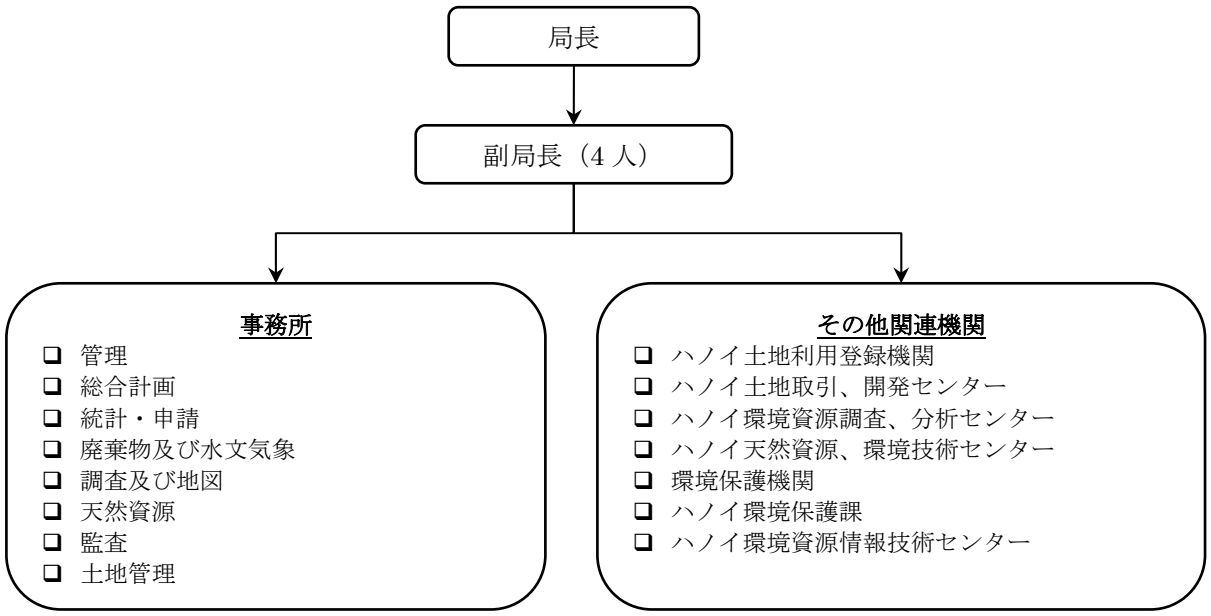


図-4.2.6　DONRE の組織体系

（7）VIWASEEN 社

2005 年 10 月に設立された VIWASEEN 社（Vietnam Water Supply, Sewerage and Environment Construction Investment Corporation）は、MOC 傘下の国営企業である。VIWASEEN 社は上水道及び下水道建設会社（WASEENCO)、上水道及び下水道建設投資会社（WASECO)、上水道及び下水道第二コンサルタント（WASE）から独立して組織された会社であり、現在は、上下水道に関わる建設、資材の輸入、輸出等に関するリーディングカンパニーの一つである。ODA をはじめ、その他 ADB、WB、JBIC 等の海外投融資事業の経験もある。

近年、VIWASEEN 社は「Vietnam Water and Environment Investment Corporation」に名称変更を行っている。2010 年 4 月、首相は MOC から提案された VIWASEEN 社のドン河事業への投資について承認した。

VIWASEEN 社の組織体系を以下に示す。VIWASEEN 社は親会社の出資による 16 の子会社により構成され、Petro Vietnam 社等、複数の会社と 10 社の独立企業との提携を結んでいる。

本提案事業は、VIWASEEN 社が事業主体となった場合には、EIA レポートの作成は VIWASEEN 社が行うこととなり、承認機関への提出が必要となる。

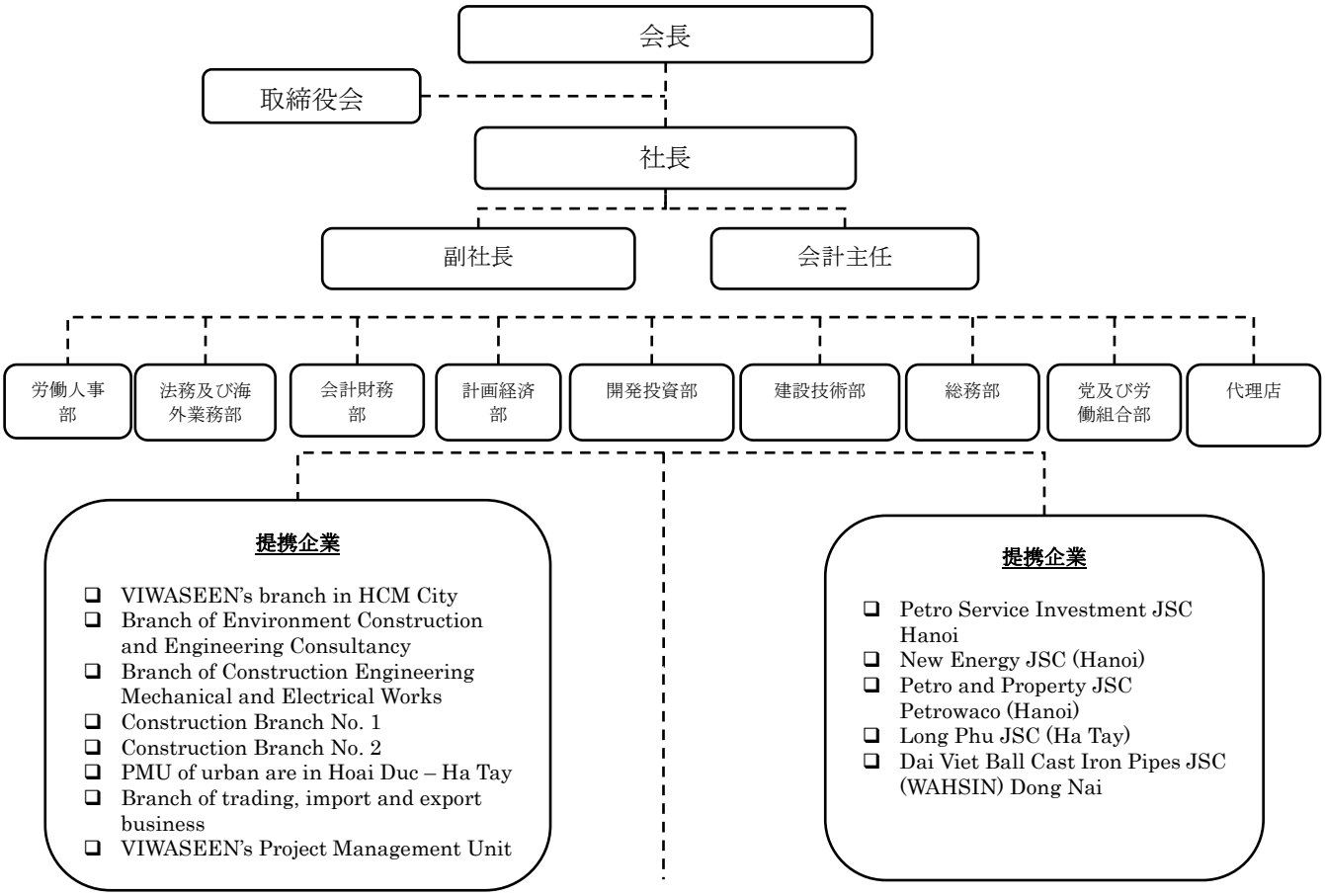


図-4.2.7　VIWASEEN 社の組織体系

（８）環境社会配慮に関する法制度の枠組み

ベトナム国は、急激な開発とその経済戦略に基づいた産業分野の急成長を遂げている。社会経済開発活動は、環境への圧力を引き起こし、持続的な開発により、環境保護と土地・水その他天然資源の有効利用に対して、政策が公式化された。これらの資源の保護

と利用への対処は、ベトナム国が法令や規則を公布することで行った。環境・社会問題に関する現行の法令の枠組みでは、表-4.2.2 に示すこれらの法律に簡潔に表記されている。

表-4.2.2　環境社会配慮に関連する法律及び決定書

法規	内容
環境保護法 (No. 52/2005/QH11)	– 環境基準（国家環境基準の内容とシステム） の制定と申請の方針 – 戦略的環境評価及び EIA レポート、環境保護コミットメント文書の目的、内容、評価と承認 – 天然資源の保護と有効利用 – 製造業、商業、サービス業の環境保護 – 都心部及び住宅地域の環境保護 – 海洋、河川及び水資源環境の保護 – 廃棄物管理 – 環境事故への対応、防止、環境汚染の対策及び環境の回復 – 環境モニタリングと情報 – 環境保護のための資源 – 環境保護の国際協力 – 環境保護機関の義務 – 調査、違反の取扱い、環境に関する苦情、非難の処理、環境被害の補償
Decree No. 80/2006/ND-CP：環境保護法の施行と詳細	– 環境基準 – 戦略的環境評価、EIA、環境保護委員会 – 製造、商業、サービス活動の環境保護 – 廃棄物管理 – EIA レポートが必要なプロジェクトのリスト – 本決定書の実施・指導機関は MONRE である – 10,000m3/day 規模以上の表流水開発事業については、EIA レポートの作成が必要なる – 500,000m3/day 規模以上の表流水開発事業については、MONRE による EIA の承認が必要となる
Decree No. 21/2008/ND-CP：決定書 No. 80/2006/ ND-CP に関する改正と捕捉	– 決定書 No. 80/2006/ND-CP に関する条項の改正 – 決定書 No. 80/2006/ND-CP に記載されている EIA レポートが必要なプロジェクトの訂正 – 50,000 m3/day 以上の表流水開発事業は EIA レポートが必要となる
Circular No. 05/2008/TT-BTNMT; 環境評価と環境影響評価、環境保護義務の戦略的指針	– 戦略的環境評価報告書の詳細と評価 – EIA の詳細、評価及び承認（実施、検討と EIA 実施の証明） – 環境保護コミットメント文書の詳細、登録、証明 – EIA レポート評価、承認の検討と報告、環境保護コミットメント文書の証明
土地法 (No. 13-2003-QH11)	– 土地の分類、所有権 – 国家が管理する土地に関する国の権利（土地利用計画、土地の分配、借地、土地の回復、土地利用権の登記等） – 土地利用形態（農業、非農業、空地等含む） – 土地利用者の権利と義務 – 土地利用及び管理に関する手続き – 土地の監視、不和の解決、土地に関する苦情、土地法の違反
Decree No. 181/2004/ND-CP: 土地法の施行に関する法	– 土地管理組織と土地管理及び利用サービスのシステム – 土地利用計画 – 土地の分配、借地、土地利用方法の変更、土地の回復と収用

法規	内容
令	– 土地使用権の登記、地籍データの構築と管理、土地使用権証明書の発行、土地に関する統計、土地目録 – 不動産市場の土地利用権 – 農業利用の管理体制 – 非農業利用の管理体制 – 空地及び空地使用前の管理 – 土地利用者の権利と義務 – 土地の利用と管理に関する要求と手続き – 土地に関する闘争、苦情の解決 – 管理者による土地法違反の特定と処理
Decree No. 197/2004/ND-CP : 国による土地収用時の補償、支援、移転に関する法令	– 土地の補償 – 財産の補償 – 支援方針 – 住民移転 – 実施体制
Decree No. 149/2004/ND-CP : 水利権、水資源開発、水源への排水に関する法令	– 水資源の調査、開発と利用、水源への排水の許可、延長、訂正、終了、停止 – 認可機関の権利と義務、申請書の受理、管理機関、許可所有者 – 水資源の調査、開発と利用、水源への排水の許可と手続き – 本決定書に従い、農業以外の 50,000m3/day 以上の表流水利用及び 5,000m3/day 以上の水源への排水許可の発行、延長、訂正、終了及び停止については MONRE が認可機関となる
Circular No. 02/2005/TT-BTNMT : 決定書 No. 149/2004/ND-CP の実施に関する指針	– 許可の供与、更新、延長及び改訂、廃止に関する権限とそれを持つ機関 – 許可の供与、更新、延長及び改訂、廃止の手続きと処理 – 申請及び許可の管理 – 実施準備

出典：関係法令、決定書、通達文の英語版

（9）環境保護法

環境保護法（No. 52/2005/QH11）は、 2005 年 12 月、首相より公布された。本法は、全 15 章、136 の条項で構成される。主な内容としては、目的、内容、戦略的環境評価、EIA レポート、環境保護コミットメントの評価と承認等、環境基準の申請と制定の方針、天然資源の有効利用と保護、環境保護、海洋、河川、その他水資源の保護、廃棄物管理、環境モニタリング、環境保護資源等について記述されている。

第 2 章及び第 3 章の条項 18～23 には、天然資源を利用する規模の大きな事業については、いずれの場合においても EIA レポートの作成が必要であることが記載されており、条項 19 によれば、事業主もしくは事業主の委託を請けたコンサルタントが事業の FS 段階で EIA レポートを作成しなければならないとある。条項 20 には、事業内容、地域、工程等、またプロジェクトサイトの環境状況の評価、環境影響及び緩和策、事業の建設段階及び運転段階の環境保護対策、環境モニタリング、事業費に占める環境保護対策費の積算、ステークホルダーミーティング、資源の形状、データ等の状況など EIA レポートに必要な内容が記述されている。

（10）環境保護法関連の決定書（Decree No. 80/2006/ND-CP and Decree No. 21/2008/ND-CP）

決定書 No. 80/2006/ND-CP は、環境保護法の施行に関して、2006 年 8 月に首相より公布された。全 3 章、25 の条項により構成される。

本文書の別紙-1 には､EIA レポートが必要なプロジェクトのリストが記載されており、102 のプロジェクトが挙げられている。このリストによれば、10,000m3/day 以上の表流水源開発事業は EIA レポートの作成が必要である。別紙-2 では、500,000m3/day 以上の表流水源開発事業については､MONRE による EIA レポートの承認が必要とされている。

決定書 No. 21/2008/ND-CP は、環境保護法の施行と処理に関する決定書 No. 80/2006/ND-CP の条項のいくつかを捕捉、改正するものとして、2008 年 2 月に首相より公布された。これには 2 つの条項が含まれる。本文書には、EIA レポートの作成が必要な 162 の新しい事業のリストが記載されており、決定書 No. 80/2006/ND-CP に記載されているものが更新されている。このリストによると、50,000m3/day 以上の表流水源開発事業が、EIA レポートの作成が必要とされている。

（11）通達文 No. 05/2008/TT-BTNMT

本文書は、2008 年 12 月、MONRE より公布され、戦略的環境評価、環境影響評価、環境保護コミットメントについて記述されている。全 6 節で構成され、上記の詳細及び評価について記述されている。

第 3 節では、EIA の詳細、コミュニティコンサルテーション、EIA 評価文書の提出、評価委員会による EIA レポートの評価、EIA レポートの完了、再評価、承認、EIA 承認文書の証明と送付、EIA 承認後の事業主の義務、EIA 承認後の承認機関の義務等、EIA について記述されている。

（12）土地法

土地法（No. 13-2003-QH11）は、1993 年の土地法及び 1998 年の改訂、2001 年の改訂を受け、2003 年にベトナム議会により制定された。全 7 章、146 の条項で構成される。土地の分類、土地利用の管理及び分配、借地及び回復、土地使用権の登記等についての国家の権限等について記述されている。

条項 5 では、土地は代表所有者として、国家の国民全体に属するものであるとされている。また、国家は過去の決定及び計画中の土地利用計画（土地の配分や利用期間の割り当てに関する決定、借地、土地の回復、土地利用用途変更の許可に関する決定、土地価格の決定等）による土地利用目的の決定に関する権利を行使できるとされている。条項 7 の（4）では、全ての人民委員会は土地の代表所有者としての権利及びそれぞれの地域の管理権を行使できるものとされている。条項 13 では、土地は大きく、農業用地、非農業用地、未利用地の 3 つに分類されている。

条項 38 では、もし国防及び国家、公共の利益、もしくは経済開発のために土地を使用する場合には、国家は土地を補償しなければならないと記載されている。条項 39 には、国家は土地の補償、補償費の支払い及び造成（土地利用計画が公表された後もしくは、所轄機関より承認された土地利用計画に適合した投資プロジェクトが土地を要求したとき）を実施することが記載されている。条項 44 では、各地域の人民委員会は、家庭及び個人、地域社会に対する土地の補償の方針を決定するものとされている。

条項 42 には、土地収用及び移転時の補償について記述されている。

決定書 No. 181/2004/ND-CP は、土地法の施行について、首相より 2004 年 10 月に発行された。全 14 章、186 の条項で構成される。

（13）決定書 No. 149/2004/ND-CP 及び通達文 No. 02/2005/TT-BTNMT

決定書 No. 149/2004/ND-CP は、MONRE の要請により、首相より公布されている。本文書は、水資源調査及び利用と開発、排水放流等の許可について説明されており、全 5 章で 25 の条項で構成される。

決定書には、主な内容として、水資源利用及び水源への排水放流の許可、延長、訂正、終了及び停止について、許認可機関の権利と義務、申請書の受理と管理機関、許可所有者、上記の手続きと処理等について説明されている。

条項 13 によれば、MONRE は農業利用を除く 50,000m3/day 以上の表流水利用許可の発行、訂正、終了及び停止、5,000m3/day 以上の水源への排水放流に関する許可権限を持つ。

条項 7 には、表流水の利用許可は 承認から 20 年間有効であり、その後 10 年ごとに更新することができると記述されている。排水放流許可については、承認から 10 年間有効であり、5 年後ごとの更新となる。条項 18 には、許可所有者は資源利用料及び環境保護のための税金を払う必要がある旨が記載されている。

MONRE の通達文 No. 02/2005/TT-BTNMT は、水資源調査、開発、利用及び水源への排水許可の制限に関する決定書 No. 149/2004/ND-CP の施行に関するものである。

（14）JICA ガイドライン

JICA ガイドライン (国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン 2010 年 4 月)の目的は、事業主に対して適切な環境社会配慮の実施を促すとともに、JICA が行う環境社会配慮支援・確認の適切な実施を確保することを目的とする。

ODA を担う JICA が、相手国等が主体的に取組む「持続的な開発」に果たす役割は極めて重要であり、事業実施が環境社会へ与える影響に多大な注意を払わなければならな

い。環境社会配慮を機能させるためには、基本的人権の尊重と民主的統治システムの原理に基づき、幅広いステークホルダーの意味ある参加と意思決定プロセスの透明性を確保し、このための情報公開に努め、効率性を十分確保しつつ行わなければならない。

JICA ガイドラインは、プロジェクトが、環境保護に関して責任のある態度で実施されることを支援し、JICA ガイドラインの適切な実施に加え、実施国の全ての環境法を遵守しなければならないという方針に基づいている。適切な環境社会状況への配慮を促進しながら、事業が環境保護を促進し、温室効果ガスを減らす等の地球環境の保護に貢献するための活発な支援を行うことが JICA ガイドラインの理念である。

JICA 環境社会配慮ガイドラインは、JICA が行う環境社会配慮の責務と手続き、相手国等に求める要件を示すことにより、目的の達成を支援するものである。そうすることにより、JICA は環境社会配慮の確認の支援のための透明性、可能性、アカウンタビリティの確保を試みる。それは JICA の主要な基本理念、目的、基本原則、責任、事業主の必要要件である、計画の補填、普及、環境社会配慮のプロセス（情報公開、カテゴリ分類、影響評価、現地ステークホルダーへのコンサルテーション、社会環境と人権、法令、関連基準等の確認、環境社会配慮の諮問委員会への助言、JICA による意思決定、ガイドラインの適切な実施と遵守の確保等）、環境社会配慮の手続き（有償、無償資金協力及び技術協力プロジェクト準備調査、外務省の無償資金協力の準備調査および開発計画のための技術協力等）を含んでいる。

（15）環境社会配慮に関する JICA の手続き（有償）

(A)　環境レビュー

JICA は、提案事業のカテゴリ分類に従い環境レビューを実施する。環境レビューに当ってはセクター別の環境チェックリストを適切に活用する。JICA が協力準備調査を行わない場合は、要請受領後速やかにプロジェクトのカテゴリ分類を行いその結果をウェブサイトで情報公開する。また、JICA は環境レビュー前に、より詳しい情報に基づくプロジェクトの分類結果をウェブサイトで公表する。

【カテゴリの分類】

JICA は、プロジェクトを、その概要、規模、立地等を勘案して、以下に示すように環境、社会的影響の程度に応じて 4 段階（カテゴリ A、B、C、FI）のカテゴリ分類を行う。ガイドラインに定義されるカテゴリでは、以下に示すカテゴリ A および B のみが本提案事業に関連する。

(i) カテゴリ A：環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトはカテゴリ A に分類される。また、影響が複雑であったり、先例がなく影響の予測が困難であるような場合、影響範囲が大きかったり影響が不可逆的である場合もカテゴリ A に分類される。影響は、物理的工事が行われるサイトや施設の領域を超えた範囲に及びうる。カテゴリ A

には、原則として、影響を及ぼしやすいセクターのプロジェクト、影響を及ぼしやすい特性を持つプロジェクト及び影響を受けやすい地域あるいはその近傍に立地するプロジェクトが含まれる。

(ii) カテゴリ B：環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリ A に比して小さいと考えられる協力事業はカテゴリ B に分類される。一般的に、影響はサイトそのものにしか及ばす、不可逆的な影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる。

(B) 環境レビューの手続き

(i) カテゴリーA

- 事業主は EIA レポートを提出しなければならない。
- 大規模非自発的住民移転が発生する場合、住民移転計画(RAP)が提出されなければならない。
- 先住民族のための対策を必要とするプロジェクトの場合、先住民族計画 (IPP)が提出されなければならない。
- JICA は、相手国等が提出する環境社会配慮に関する主要な文書の入手状況をウェブサイトに掲載する。また、EIA レポート及び他の文書を環境レビューに先立ち公表する。EIA レポートは、事業者と移転住民との合意文書締結の 120 日以前に公開する。
- JICA は、相手国等から提出された EIA レポートを用いて環境レビューを行う。
- レビューでは、プロジェクトがもたらす可能性のある正及び負の環境影響について確認する。負の影響については、これを回避し、最小化し、緩和し、あるいは代償するために必要な方策を評価すると共に、さらに環境改善を図るための方策があれば、当該方策も含めた評価を行う。情報公開と現地ステークホルダーとの協議結果を確認する。
- JICA は、合意文書締結後に環境レビューの結果をウェブサイトに公表する。

(ii) カテゴリーB

- JICA は、相手国等から提供された情報等を用いて環境レビューを行う。
- レビューでは、プロジェクトがもたらす可能性のある正及び負の環境影響について、負の影響を回避し、最小化し、緩和し、あるいは代償するために必要な方策を評価すると共に、さらに環境改善を図るための方策があれば当該方策も含めた評価を行う。環境影響評価手続きが成されていた場合には、EIA レポートを参照することもあるが、必須ではない。
- JICA は EIA レポートと環境許認可証明書、住民移転計画、先住民族計画の提出があった場合は情報公開を行う。
- JICA は、合意文書締結後に環境レビュー結果をウェブサイトで情報公開する。

(C)　JICA によるモニタリングと確認

- JICA は、相手国等が環境社会配慮を確実に実施しているか確認するために、一定期間、相手国等によるモニタリングの内、重要な項目につき、相手国等を通じ、そのモニタリング結果を確認する。
- モニタリング結果の確認に必要な情報は、書面等の適切な方法により、相手国等より報告される必要がある。また、必要に応じ、JICA が自ら調査を実施することがある。
- 第三者等から、環境社会配慮が十分ではないなどの具体的な指摘があった場合には、その指摘を相手国等に伝達するとともに、必要に応じて、相手国等による適切な対応を促す。相手国等が対応するに当っては、透明でアカウンタブルなプロセスにより、具体的な指摘事項の精査、対応策の検討、プロジェクト計画への反映がなされていることを JICA は確認する。
- 必要に応じて、JICA が環境社会配慮の実施状況等について確認するため、JICA は相手国等に対し、JICA が調査を行うことに対する協力を求めることがある。
- JICA は、環境社会配慮に関し事態の改善が必要であると判断した場合には、予め締結された合意文書に基づき、相手国等に対し、適切な対応を要求することがある。また、必要に応じ、JICA 自ら支援を実施することがある。さらに、合意文書に基づき、JICA の要求に対する相手国等の対応が不適当な場合には、貸付実行の停止等の JICA 側の措置を検討することがある。
- JICA は相手国等によるモニタリング結果について、相手国等で一般に公開されている範囲でウェブサイトで公開する。また、第三者等から請求があった場合には、相手国等の了解を前提に公開する。
- JICA 自らが詳細設計調査を実施する場合、その実施に先立ち、対象となるプロジェクトに関する環境レビューを実施する。必要に応じて、詳細住民移転計画を JICA は確認する。最終報告書をウェブサイトで公開する。

（16）本提案事業に必要な環境社会配慮

資金協力を得て実施するプロジェクトの環境社会配慮は、ガイドラインに基づいて行われる。懸念される影響の低減対策、法令・基準・計画の遵守、社会的受容性、生態系、住民移転、先住民、モニタリング等の基本原則を含んでいる。 付録－1 の JICA 環境ガイドラインに定めるように、以下に示す項目に基づき、提案事業の性質に従い適切な社会配慮を行う。

(A)　　基本的事項

プロジェクトを実施するに当っては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。

このような検討は、環境社会関連の費用・便益のできるだけ定量的な評価に努めると

ともに、定性的な評価も加えた形で、プロジェクトの経済的、財政的、制度的、社会的及び技術的分析との密接な調和が図られなければならない。

このような環境社会配慮の検討の結果は、代替案や緩和策も含め独立の文書あるいは他の文書の一部として表されていなければならない。特に影響が大きいと思われるプロジェクトについては、EIA レポートが作成されなければならない。

特に影響が重大と思われるプロジェクトや、異論が多いプロジェクトについては、アカウンタビリティを向上させるため、必要に応じ、専門家等からなる委員会を設置し、その意見を求める。

(B)　対策の検討

プロジェクトによる望ましくない影響を回避し、最小限に抑え、環境社会配慮上よりよい案を選択するため、複数の代替案が検討されていなければならない。対策の検討にあたっては、まず、影響の回避を優先的に検討し、これが可能でない場合には影響の最小化・軽減措置を検討することとする。代償措置は、回避措置や最小化・軽減措置をとってもなお影響が避けられない場合に限り検討が行われるものとする。

環境管理計画、モニタリング計画など適切なフォローアップの計画や体制、そのための費用及びその調達方法が計画されていなければならない。特に影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、詳細な環境管理のための計画が作成されていなければならない。

(C)　検討する影響のスコープ

環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた、人間の健康と安全への影響及び自然環境への影響（越境又は地球規模の環境影響含む）並びに以下に列挙するような事項への社会配慮を含む。非自発的住民移転等の人口変動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS 等の感染症、労働環境（労働安全含む）。

調査・検討すべき影響は、プロジェクトの直接的、即時的な影響のみならず、合理的と考えられる範囲内で、派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体の事業の影響も含む。また、プロジェクトのライフサイクルに渡る影響を考慮することが望ましい。

(D)　法令、基準、計画等との適合

プロジェクトは、プロジェクトの実施地における政府（中央政府及び地方政府を含む）が定めている環境社会配慮に関する法令、基準を遵守しなければならない。また、実施

地における政府が定めた環境社会配慮の政策､計画等に沿ったものでなければならない。

プロジェクトは、原則として、政府が法令等により自然保護や文化遺産保護のために特に指定した地域の外で実施されねばならない（ただし、プロジェクトが、当該指定地区の保護の増進や回復を主たる目的とする場合はこの限りではない)。また、このような指定地域に重大な影響を及ぼすものであってはならない。

(E)　社会的合意

プロジェクトは、それが計画されている国、地域において社会的に適切な方法で合意が得られるよう十分な調整が図られていなければならない。特に、環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。

女性、子ども、老人、貧困層、少数民族等社会的な弱者については、一般に様々な環境影響や社会的影響を受けやすい一方で、社会における意思決定のプロセスへのアクセスが弱いことに留意し、適切な配慮がなされていなければならない。

(F)　生態系及び生物相

プロジェクトは、重要な自然生息地または重要な森林の著しい転換または著しい劣化を伴うものであってはならない。また、森林の違法伐採は回避しなければならない。違法伐採回避を確実にする一助として、プロジェクト実施主体者による、森林認証の取得が奨励される。

(G)　非自発的住民移転

非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めなければならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。

非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては､相手国等により、十分な補償及び支援が適切な時期に与えられなければならない。補償は、可能な限り再取得価格に基づき、事前に行われなければならない。相手国等は、移転住民が以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるように努めなければならない。これには、土地や金銭による（土地や資産の損失に対する）損失補償、持続可能な代替生計手段等の支援、移転に要する費用等の支援、移転先でのコミュニティー再建のための支援等が含まれる。

非自発的住民移転及び生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティーの適切な参加が促進されていなければならない。ま

た、影響を受ける人々やコミュニティーからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。

大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画の作成に当り、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティーとの協議が行われていなければならない。協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシー（OP 4.12, Annex A）に規定される内容が含まれることが望ましい。

(H)　先住民族

プロジェクトが先住民族に及ぼす影響は、あらゆる方法を検討して回避に努めなければならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実行性のある先住民族のための対策が講じられなければならない。

プロジェクトが先住民族に影響を及ぼす場合、先住民族に関する国際的な宣言や条約（先住民族の権利に関する国際連合宣言を含む）の考え方に沿って、土地及び資源に関する先住民族の諸権利が尊重されるとともに、十分な情報が提供された上での自由な事前の協議を通じて、当該先住民族の合意が得られるよう努めなければならない。

先住民族のための対策は、プロジェクトが実施される国の関連法令等を踏まえつつ、先住民族計画（他の環境社会配慮に関する文書の一部の場合もある）として、作成、公開されていなければならない。先住民族計画の作成にあたり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく当該先住民族との協議が行われていなければならない。協議に際しては、当該先住民族が理解できる言語と様式による説明が行われていることが望ましい。先住民族計画には、世界銀行のセーフガードポリシー（OP 4.12, Annex B）に規定される内容が含まれていることが望ましい。

(I)　モニタリング

プロジェクトの実施期間中において、予測が困難であった事態の有無や、事前に計画された緩和策の実施状況及び効果等を把握し、その結果に基づき適切な対策を取らなければならない。

効果を把握しつつ緩和策を実施すべきプロジェクトなど、十分なモニタリングが適切な環境社会配慮に不可欠であると考えられる場合は、プロジェクト計画にモニタリング計画が含まれていること、及びその計画の実行可能性を確保しなければならない。

モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。

第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のもとに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。

（17）JICA ガイドラインによる EIA レポートに必要な項目

JICA ガイドラインの付録-2 に従い、カテゴリ A プロジェクトの場合、EIA レポートの準備に以下の内容が必要となる。

- 当該国に環境アセスメントの手続制度があり、当該プロジェクトがその対象となる場合、その手続を正式に終了し、相手国政府の承認を得なければならない。
- EIA レポートは、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されなければならない。
- EIA レポートは、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。
- EIA レポートの作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーと協議が行われ、協議記録等が作成されていなければならない。
- 地域住民等のステークホルダーとの協議は、プロジェクトの準備期間・実施期間を通じて必要に応じて行われるべきであるが、特に環境影響評価項目選定時とドラフト作成時には協議が行われていることが望ましい。

ガイドラインによれば、EIA レポート（カテゴリ A プロジェクトの場合）は、以下の内容を網羅していなければならない。

- 要旨
- 法制度及び行政の枠組み
- 事業の説明
- ベースラインデータ
- 環境影響
- 代替案の検討
    - プロジェクトを実施した場合
    - プロジェクトを実施しない場合
- 環境マネジメント計画 (EMP).
- 協議・相談

（18）ベトナム国の基準による環境影響評価

環境保護法（No. 52/2005/QH11）には、環境影響評価（以下、EIA とする）実施の必要性について記述されている。第 3 章の条項 18～23 第 2 項に天然資源を利用する大規模なプロジェクトについては、いずれも EIA レポートが必要である旨が明確に記述されている。また、条項 19 によれば、事業主もしくは事業主の委託を請けたコンサルタントが FS 段階で EIA レポートを作成しなければならない。条項 20 では、EIA レポートの内容は、建設工事の内容、プロジェクトエリア、工程等に関するものであり、建設予定地の環境状況、環境影響、緩和策、建設段階及び運転段階の環境保護対策、環境モニタリング、総建設事業費の積算の中の環境保護工事費の積算、ステークホルダーとの協議、資源の状況、データの把握等の評価が必要である旨が記述されている。

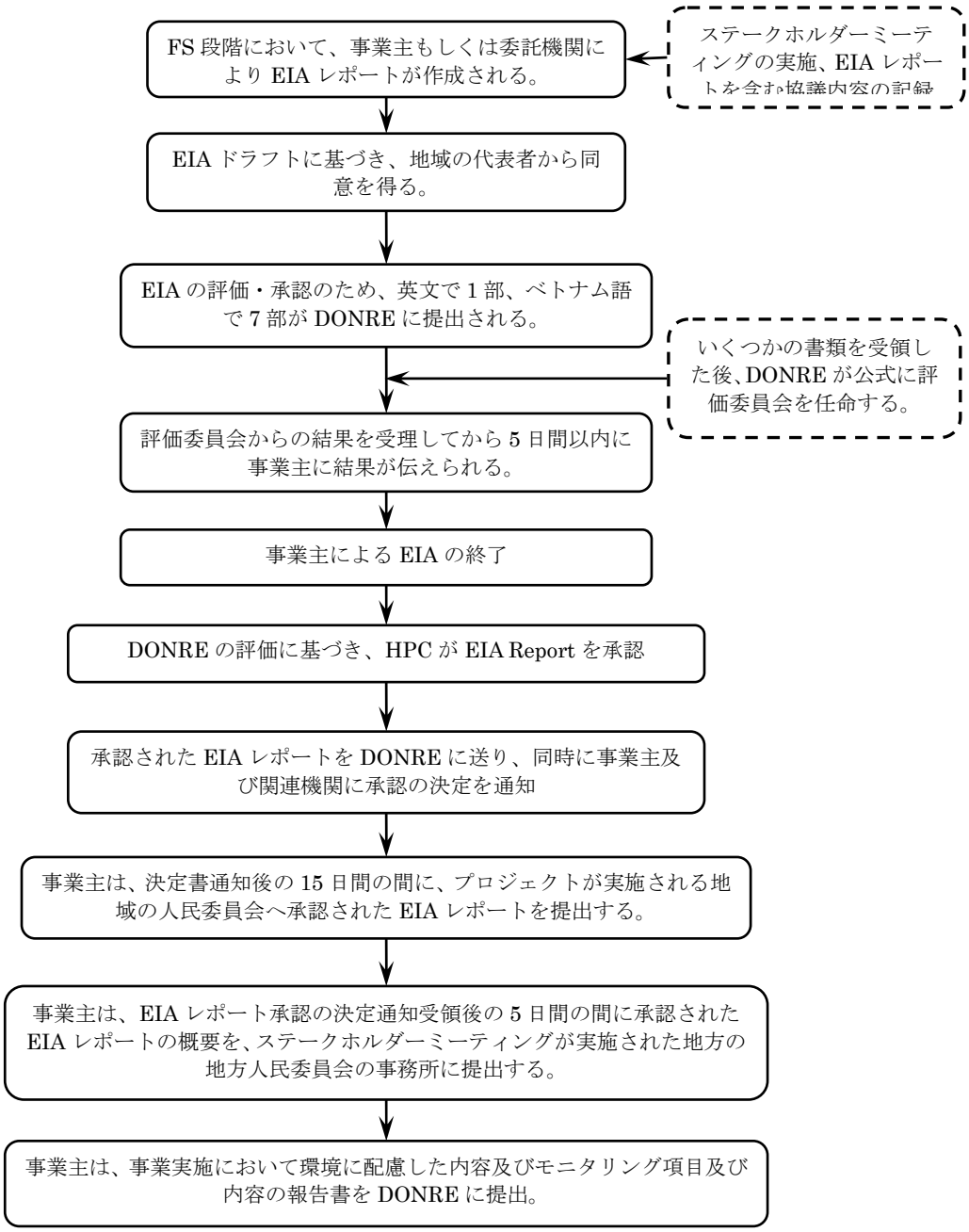
環境保護法の施行に関する指針と詳細についての決定書 No. 21/2008/ND-CP が 2008 年 2 月に公布され、この決定書では、EIA レポートが必要な事業の改訂リストが示されている。このリストによると、表流水を水源とする 50,000m3/day 以上の事業については、EIA レポートの作成が必要とされている。

環境影響評価及び環境保護の取組み、戦略的環境アセスメントについてのガイドラインとして、MONRE による通達文 No. 05/2008/TT-BTNMT が公布されている。本通達文の第 3 節には、コミュニティコンサルテーション、EIA 評価のための文書の提出、評価委員会の EIA レポートの評価、EIA レポートの最終版、EIA レポートの再評価、EIA レポートの承認、承認された EIA 文書の送付と認証、EIA 承認後の事業主の責任、EIA 承認後の承認機関の責任等の EIA の詳細な説明が記載されている。

本提案事業は、第 1 段階として 150,000 m3/day、さらに第 2 段階として 150,000m3/day 規模の浄水場建設を行い、浄水場から受水点への送水管整備を含んでいる。浄水場の水源はドン河の表流水を水源としており、取水量は 150,000m3/day となっており、決定書 No. 21/2008/ND-CP に示されている 50,000m3/day 以上に該当する。したがって、事業主は EIA レポートの提出が必要となる。

上述の法令と EIA の評価、承認の関連機関との議論に基づき、図-4.2.8 に EIA 評価と承認のための手続きの流れを示す。

DONRE 傘下の Ha Noi 環境保護事務所との打合せによれば、EIA レポートは、EIA 提出の特定部署に提出されることとなる。法令によると、EIA レポートは事業主または事業主の委託を請けたコンサルタントにより、事業の FS 段階に作成されることとなっている。本提案事業の場合、EIA は DONRE によって評価され、DONRE の評価に基づき、ハノイ市人民委員会（HPC）が承認することとなる。しかしながら、もし提案事業が首相からの承認が必要な場合には、EIA は MONRE によって評価、承認されることとなる。



出典： Ha Noi 環境保護局へのヒアリング及び通達文 No. 05/2008 に基づく

図-4.2.8　法に基づく EIA 評価・承認手続き

（19）事業承認手続き

ベトナム国においては、事業実施の前にいくつかの許可と手続きが必要となる。これらの承認には、土地利用申請、電力供給申請、水利権申請、取水施設の占用許可申請、水源への排水許可申請、建設許可、事業実施の最終承認等も含んでいる。図-4.2.9 に手続きのフローを示す。

複数の異なる組織がこれらの許可それぞれに関する権限を持っており、事業主は許可を得るためにそれぞれの組織へ手続きをしなければならない。これらの手続きについて以下に詳述する。

手続きの期間を最適化するために、複数の申請手続きを同時に実施できる。しかしながら、HPC の建設局による建設許可を得る前には、全ての許可を得ておく必要があり、MOC による最終承認も必要である。

1）土地利用許可

土地利用許可に関する権限は、総合計画事務局が持っている。この目的は、事業主が事業報告書に従って、図-4.2.10 に示す関係書類を提出し、HAPI による投資許可、事業主の代表取締役からの承認、HPC 等からの同意を得ることにある。

これらの手続きが要件に従って提出された場合、DONRE は事業区域の敷地境界及び土地造成の決定を公表する。プロジェクトエリアに関係する地方自治体は、HPC 及び土地所有者と協議を行い、必要に応じて、人民委員会の公表する土地価格に基づき土地補償費について協議を行う。交渉の間の議事録は全て準備され、最終価格は事業主に提示され、事業主が支払うこととなる。地方自治体による土地造成が終わった後、DONRE が用地費及び土地造成費を HPC へ報告する。その後、事業主が用地費及び土地造成費を支払い、（HPC の代わりに）DONRE より事業主へ土地利用許可が提出される。

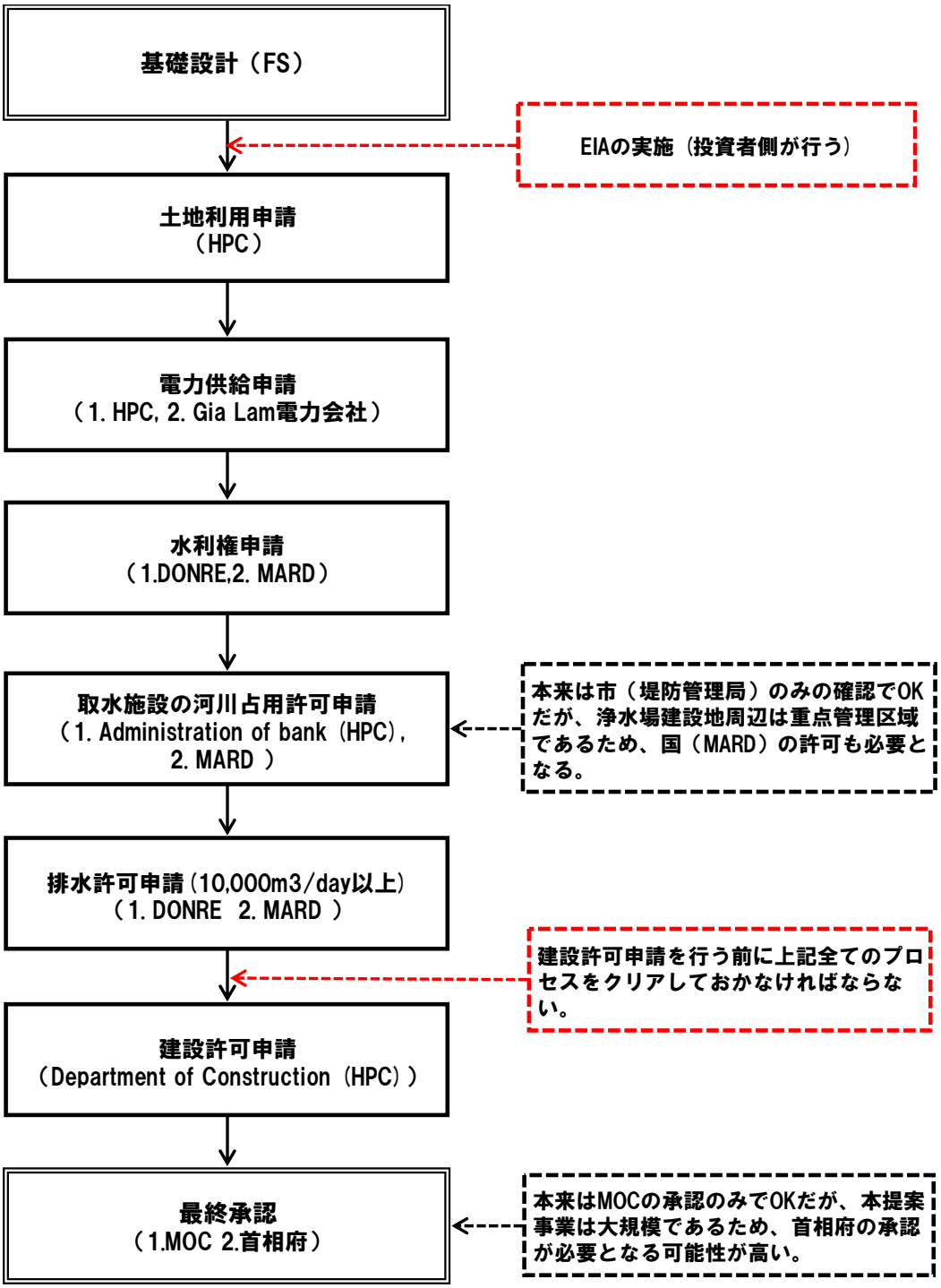


図-4.2.9　事業承認までの手続き

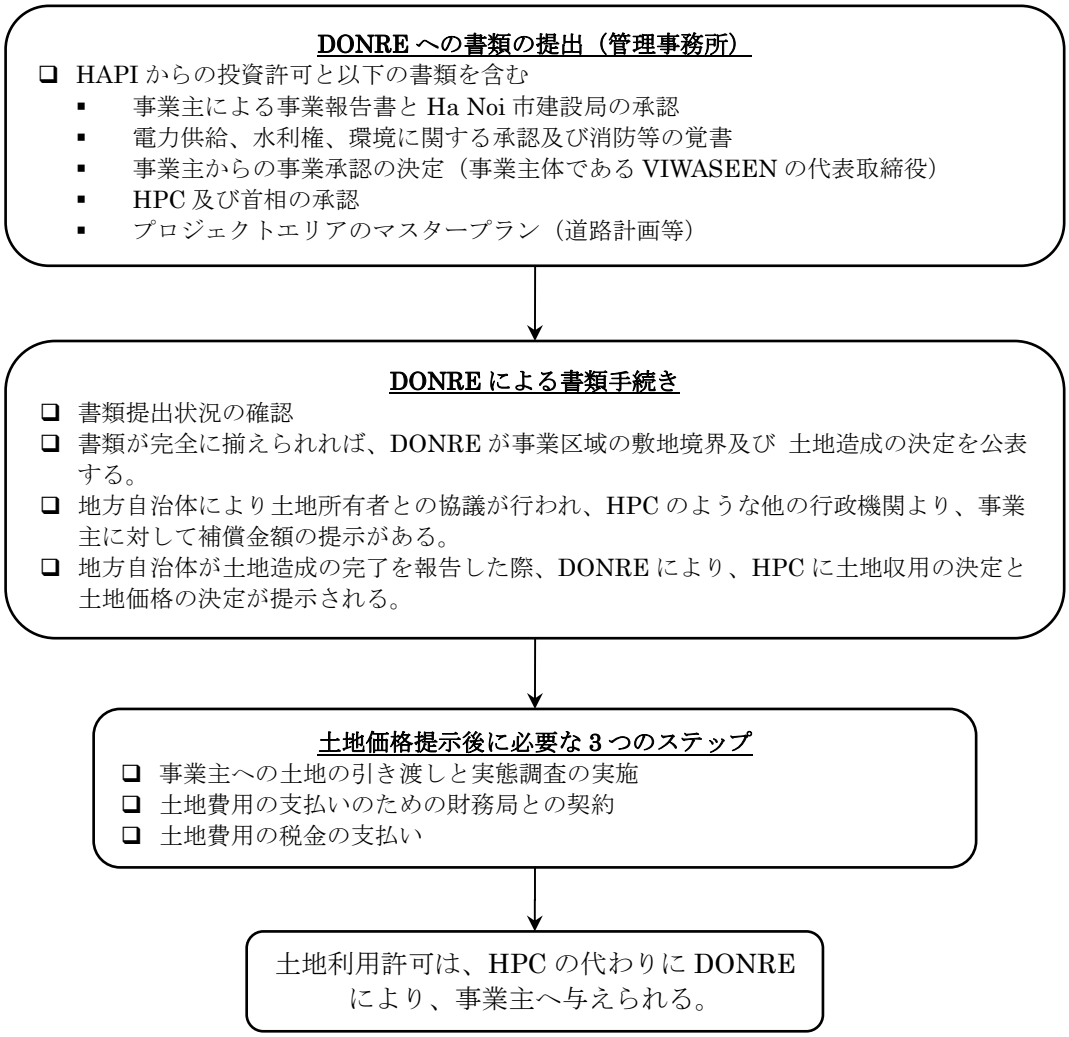


図-4.2.10　土地利用申請の手続き

2）水利権申請と排水許可申請

ベトナム国では、Decree No. 149/2004/ND-CP 及び Circular No. 02/2005/TT- BTNMT に従って、調査、水資源開発と利用、水源への排水の手続きが必要となる。 法に従い、天然資源環境省（MONRE）が農業用水以外の 50,000m3/day 以上の表流水の利用及び 5,000m3/day 以上の水源への排水に関する許可の発行、延長, 改正、停止及び廃止等の権限を持っている。天然資源環境局（DONRE）との協議に基づき、本提案事業の場合、水利用及び排水許可取得のための申請が DONRE により承認される。DONRE の一部署である水資源及び水文気象事務所が水利権及び排水放流に関する責任部署となる。

MONRE は省及び市レベルの実施機関であり、省の人民委員会に対して直接説明を行う。

3）取水施設の河川占用申請

本提案事業では、ドン河の堤外地に取水施設を設置し、河川表流水を取水することと

なる。また、取水管及び送水管はドン河及びホン河の堤防内を横断することとなり、堤防を管理する DONRE 及び MARD の許可が必要となる。

4)　電力供給に関する申請

浄水場の運転には、各種ポンプや浄水設備等、大規模な電力が必要である。したがって、Gia Lam 電力供給公社への申請手続きが必要となる。

5）事業実施の最終承認

建設省（MOC）から事業の最終承認を得て、承認が得られれば詳細設計へと進むことができる。MOC の一部局である ATI（Administration of Technical Infrastructure）が実施機関となり、事業主は事業認可を得る前に、ATI へ依頼し、MOC 及び首相府の承認を得る。事業の最終承認のレターには、首相及び大臣両方のサインが必要となる。ATI との協議は、図-4.2.11 に示す手続きの流れに基づき実施される。

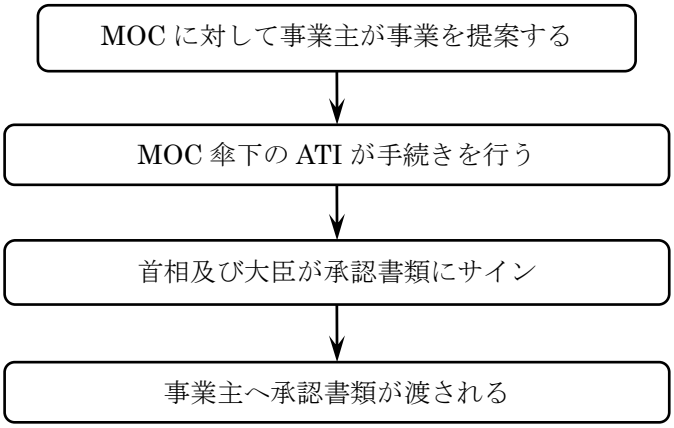


図-4.2.11　最終承認取得の手続き

6）建設許可

上記の許可申請の手続きを経て、Ha Noi 市建設局（HPC）に建設許可を申請する。建設許可を申請するにあたっては、上記全てのプロセスをクリアしておく必要がある。

4.3 事業の概要

（1）ハノイ都市圏の現況

目覚しい発展を続けるハノイ都市圏は、人口増加もまた著しいものとなっている。ハノイ都市圏の人口は 2009 年時点で 6.5 百万人であるが、水道を含む公共サービスの供給が人口増加に追いつくことが出来ない状況となっている。

（2）水道システムの現況

本提案事業のプロジェクトエリアである、Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hung Yen 省の水道事業の現況は、「3.2.3　調査対象地域における水道事業の概況」に記載しているとおりである。

（3）事業の目的

本提案事業の目的は、上述の対象地域において増加する需要を満たし、給水サービスの向上を図ることにある。また、地盤沈下、地下水汚染等のため、水源を表流水へ転換していくことも目的としている。

本提案浄水場は、ドン河表流水を水源としており、これらベトナム国の方針に合致したものであり、浄水場のほか、送水管、受水点等を整備する。本調査の目的としては、30 万 m3/day 規模の浄水場を 2 段階に分けて整備するための事業内容の計画にある。

本提案事業には、事業費及び実施計画、事業評価が含まれている。また、本調査の一部には、環境社会配慮が含まれており、これはプロジェクト実施の前段階で、事業主である VIWASEEN が EIA レポートを作成し、DONRE あるいは MONRE の承認を受けるため必要となる。

（4）提案事業の概要

現在の水道サービスレベルの向上のため、提案事業は 30 万 m3/day 規模の浄水場建設、送水管及び 6 箇所の受水点整備を行う。浄水場施設には、取水口、取水ポンプ、沈砂池、導水ポンプ、分水井、凝集沈澱池、急速ろ過池、塩素混和池、浄水池、薬品注入設備、送水ポンプ設備、洗浄排水池、排泥池、濃縮槽、天日乾燥床、電気計装設備、排水ポンプ設備、管理棟等が含まれる。さらに、約 46 ㎞の送水管と 6 箇所の受水点が設置される。これらの施設の情報については、表-4.3.1 及び表-4.3.2 に示す。主要施設の位置については、図-4.3.1 に示す。なお、浄水場の施設配置については、図-4.3.2 に示す。

表-4.3.1　提案事業の内容

施設	面積 (ha)	浄水場	受水槽	ポンプ	管路	Major activities
1. 取水場				●	●	・ 取水施設には、取水口、取水ポンプ設備を含む ・ ポンプ、排砂のための維持管理が必要
2. 浄水場（施設能力 30 万 m3/day）		●		●	●	・ 浄水場には、導水施設（沈砂池、導水ポンプ）、分水井、凝集沈澱池、急速ろ過池、薬品注入設備、浄水池、送水ポンプ設備、洗浄排水池、排泥池、濃縮槽、天日乾燥床、管理棟等の施設が含まれる。 ・ 施設及び設備の維持管理が必要
3. 送水管 (延長約 46km)				●	●	・ 送水管は河川横断部が 2 か所ある。 ・ 管路の維持管理が発生する。
4. 受水点（6 箇所）			●		●	・ 流量計及びバルブを設置する。 ・ 維持管理が必要である。

表-4.3.2　提案事業の施設設置場所の概要

No.	施設	位置
1	取水場	Ha Noi 市 Gia Lam 県
2	浄水場（施設能力 30 万 m3/day）	Ha Noi 市 Gia Lam 県
3	送水管 (延長約 46km)	– Bac Ninh 省: Tien Du 県、Tu Son 県 – Ha Noi 市: Gia Lam 県、Long Bien 区、Hoang Mai 区 – Hung Yen 省: Van Giang 県
4	受水点（6 箇所）	1. Lim (Bac Ninh 省) 2. Phu Thi(Ha Noi 市) 3. Trau Quy (Ha Noi 市) 4. Sai Dong (Ha Noi 市) 5. Eco Park(Hung Yen 省) 6. Yen So(Ha Noi 市)

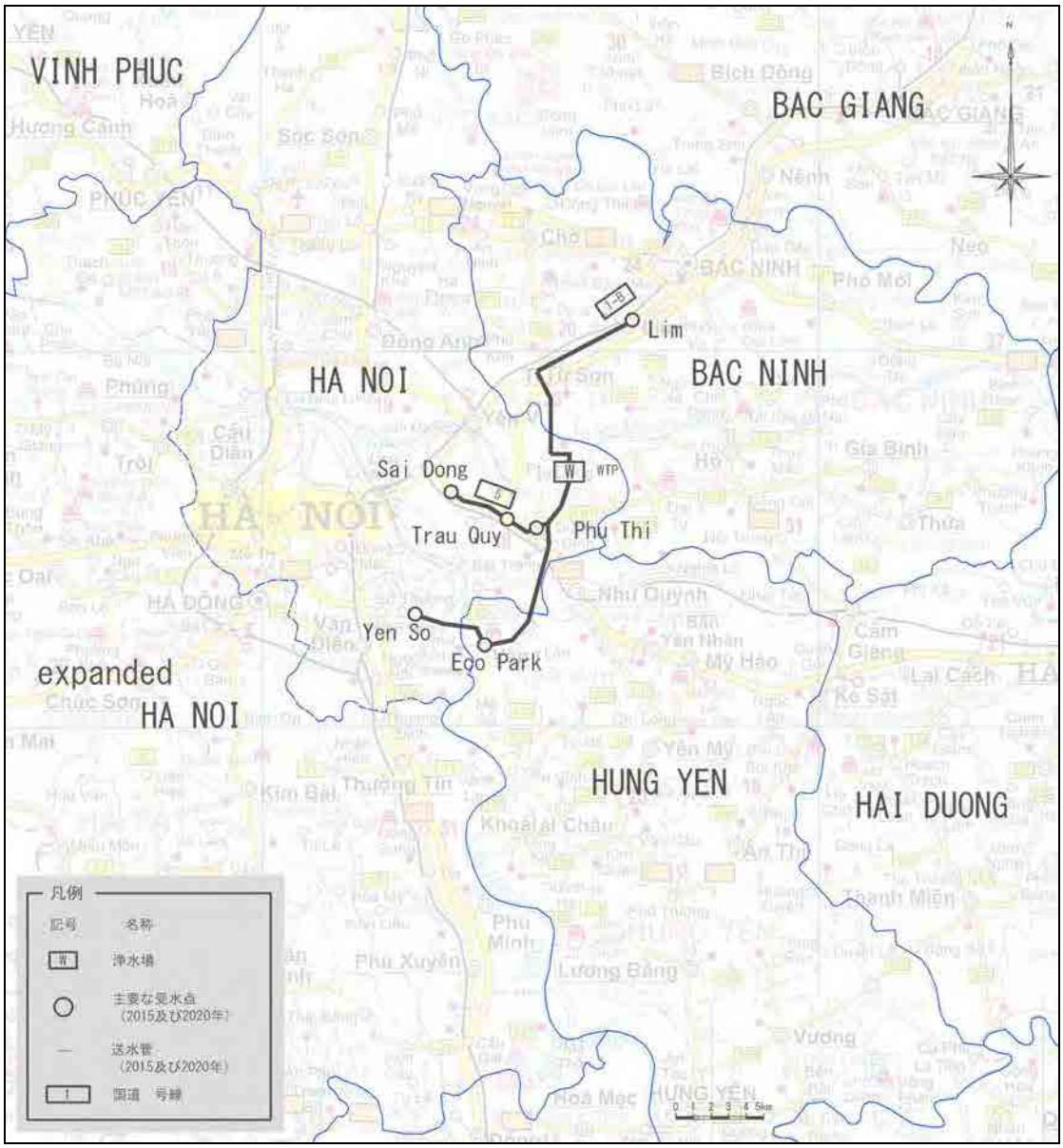


図-4.3.1　本提案事業の主要施設の予定地

総面積 58.23ha は、取水場・浄水場建設のために必要であり、約 15ha が送水管布設のために必要となる。送水管布設については、原則として公道上への布設となることから土地収用は堤防外等の一部に限定されるが、取水場及び浄水場建設に必要な土地は、それぞれ土地所有者がいるため、土地収用が必要となる。

図-4.3.2　浄水場施設配置図

4.4　環境ベースラインデータ

（1）自然環境

Ha Noi 市は、ベトナム国の首都であり、国内第 2 位の人口を誇っており、古くから、政治的、文化的な中心地である。旧来、Ha Noi 市は、ホン河右岸のみであったが、現在は周辺都市との合併を繰り返し、ホン河の両岸が Ha Noi 市となっている。Ha Noi 市は、10 の区と 1 つの市、18 の県で構成され、総面積は約 3,345 km^2、総人口 6.47 百万人、人口密度は 1,935 人/km^2 となっている。

また、Ha Noi 市はベトナム国の経済の中心にもなりつつあり、1990 年代より、急速な工業化により、過去 20 年間の経済成長率は 15～20%にもなる。全体として、ベトナム国では、農業部門が国内総生産（GDP）の 20%を占めており、工業及びサービス部門がそれぞれ 40%を占めている。都市の建設業は経済発展と人口増加により成長している。人口の急増加（1 年あたり約 3.5%）がインフラ整備を大きく上回り、結果として、住宅、道路、電気、電話、水供給、下水などのサービスが十分に行き届かなくなった。しかし、Ha Noi 市はベトナム国の都市の中では人間開発指数が最も高い。

（2）プロジェクトエリアの概要

一般的に、水供給プロジェクトは、当該地域の水供給サービスの改良やその周辺の住環境の改良に関して好ましい影響を与えることが予想されている。しかし、建設前、建設、操業段階におけるプロジェクトの遂行によって引き起こされると考えられる悪影響を予想して分析することが重要である。また、提案されたプロジェクトの内容による悪影響を緩和するための方策を講じることも重要である。

提案されたプロジェクトの遂行によって小さな悪影響を受けると予想される 2 つの地域がある。そのため、原則としてこのような地域はこの報告書の作成のための調査範囲として設定される。

・本調査の浄水場建設予定地（Gia Lam 県内、図-4.3.1）
・送水管と受水点の建設定予定地

基礎データは Ha Noi 市で入手できるものとし、Ha Noi 市で入手不可能な場合は比較的広い範囲で収集した。収集した情報に基づき、調査のこの部分におけるベースラインデータは次の分類のもとに説明されている。

・物理的環境: 地質、 気候、 汚染 (水質汚染, 大気汚染, 騒音)
・生物学的環境:保護領域、植物相、動物相
・社会経済環境: 人口、社会経済指標、公衆衛生、文化財、 輸送

浄水場の建設予定地は市街地から離れたハノイ都市圏北部の Gia Lam 県にある。送水

管と受水点はハノイ都市圏の中心部とドン河北部に設置されるものとする。送水管は主に道路に沿って布設され、6 箇所の受水点は現計画においては、休閑地か農業用地の道路付近に設置されるものとする。

（3）地勢及び地質

(A)　地質の特徴

–　Gia Lam 県の浄水場建設予定地

以下が Gia Lam 県の浄水場建設予定地周辺の地質に関する顕著な特徴である。

- 浄水場建設予定地はハノイ都市圏北部の Gia Lam 県にあり、ドン河北部に位置している。
- 陸地の地形は比較的平坦（海抜 4-8m）で、北部は道路で囲まれている。
- 東西にわたり、家屋が存在する。南部にはドン河が流れ、川は堤防がある。
- 浄水場の天日乾燥床の排水がドン河の取水地点の水路に排出される。

浄水場建設予定地の近隣においては、東部、西部、南部に多くの家屋が存在している。現在のところ、浄水場建設予定地は全て農地となっている。このような領域では、水が豊富に入手できるときには年に稲が生育し、乾季には野菜が育つ。また、ドン河から浄水場建設予定地に渡る取水管の布設予定地は現在でも使用中の農地である。このような農地は民間の土地所有者が所有し、プロジェクト遂行の前に土地を取得することが必要である。このような領域の中には、現在でも個人の墓が存在することもある。全部で 50 の小規模な墓地が土で覆っただけのものを含めて存在している。土地造成の前に、土地の取得の地点でこのような墓地の移転が求められる。

–　送水管

送水管布設予定地の地質に関する主要な点を以下のリストに記載する。

- ドン河北部への送水管は Ban Ninh 省の Tu Son 県及び Tien Du 県（浄水場より北及び東）に布設予定である。
- ドン河南部への送水管はドン河の堤防を横切り、南へと延長される。途中での分岐管は Gia Lam 県 Phu Thi 舎及び Tran Quy 町、Long Bien 区の Sai Dong 町に設置予定の受水点へ送水するために西へと延長される。
- 南へ延びる送水管は Hung Yen 省 Van Giang 県に設置予定の受水点へと、ホン河横断後の Hoang Mai 区 Yen So 町の受水点に水を供給する。
- 2 箇所で、送水管は河川を横断する予定であり、ハノイ都市圏を縦断するホン河及び、その支流であり本浄水場の水源であるドン河である。河川横断のためには、河川を閉め切ることができないため、非開削技術で布設しなければならない。
- 送水管布設範囲の海抜は 3～12m で、地形は川や水路が存在する場合を除いてほぼ平坦である。
- 送水管の大部分は道路内もしくは道路沿いに布設される。ただし、ドン河及びホン河の堤防内については、適当な道路がないため、キャベツなどの

野菜やバナナなどの果物の農地内に布設しなければならない。このような土地は民間の所有者によって所有または賃貸されている。道路内または道路沿いに布設する場合、民家が道路の近くに建設されていることもあり、工事期間中の混乱を最小限にするために適切な方策を講じることが必要である。

– 受水点

受水点設置予定地の地形に関連する主要な点を以下に記載する。

- 受水点 No.1 は、Bac Ninh 省の Lim 町の道路沿いに設置され、現在は水田地帯となっている。地形は平地であり、標高は 5～7m 程度となっている。
- 受水点 No.2 は、Ha Noi 市 Gia Lam 県の Phu Thi 舎にあり、ガソリンスタンドの隣の休耕田及び水田地帯を予定している。上記同様、地形は平地であり、標高は 5～7m 程度である。
- Ha Noi 市 Gia Lam 県の Trau Quy 町に計画されている受水点 No.3 は、現在は小規模な池であり、ホテイアオイが植生している。地形は平地であり、標高は 3～4m 程度である。
- 受水点 No.4 は Ha Noi 市 Long Bien 区の Sai Dong 地区付近であり、Gia Lam 空港の隣で現在は水田となっている。敷地の近くには用水路があり、また、敷地内には大きな管路が布設されている。地形は平地であり、標高は 8～9m 程度である。
- 受水点 No.5 は、Hung Yen 省 Van Giang 県に位置し、現在建設中の住宅団地付近に設置する。地形は上記同様平地である。
- 受水点 No.6 は、Ha Noi 市 Hoang Mai 区の Yen So 地区の道路沿いに設置する。現在は空き地及び水田となっており、地形は平地である。

（4）気候

Ha Noi 市は降雨量の多い温暖湿潤の亜熱帯気候である。都市は典型的なベトナム国の北部の気候で、夏は暑くて湿度が高く、冬は比較的涼しくて乾燥している。プロジェクト区域は 5-9 月の夏季は比較的暑くて湿度が高く、年間降水量（約 1,680 mm）の大部分がこの時期に発生する。冬季は普通短く比較的乾燥しており、温暖である。春季に雨はほとんど降らない。

Ha Noi 市の気象データを表-4.4.1 と図-4.4.1 に示す。このデータは世界気象機関のウェブサイトに基づいた平均値である。この区域の気候の概要はこのデータをもとに説明する。

(A)　気温

最も暑くなる月は、6～8 月であり、平均最高気温は 32.5°C 最低気温は 25.8°C である。 12～2 月の平均最高気温は 20°C、平均最低気温は 14°C となっており、年間を通して温暖な気候である。

表-4.4.1　Ha Noi 市の気象データ

月	平均最高気温 (°C)	平均最低気温 (°C)	相対湿度 (%)	月間降水量 (mm)
1 月	19.3	13.7	72	18.6
2 月	19.9	15.0	84	26.2
3 月	22.8	18.1	82	43.8
4 月	27.0	21.4	82	90.1
5 月	31.5	24.3	81	188.5
6 月	32.6	25.8	74	239.9
7 月	32.9	26.1	79	288.2
8 月	31.9	25.7	78	318.0
9 月	30.9	24.7	76	265.4
10 月	28.6	21.9	75	130.7
11 月	25.2	18.5	66	43.4
12 月	21.8	15.3	73	23.4

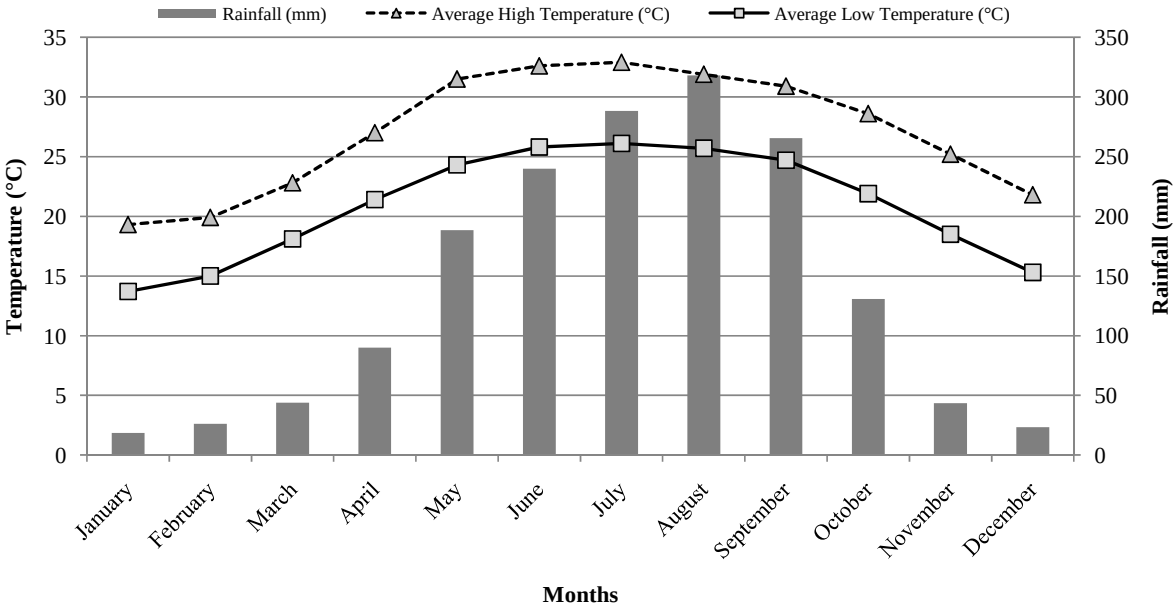
出典：世界気象機関ホームページ

(B)　相対湿度

年間の最高および最低湿度は、84%及び 66%となっており、全体的な傾向としては、冬期の湿度は高く、夏期に向けて上昇し、11～12 月に下がる傾向にある。

(C)　降水量

月平均降水量は、18～318 ㎜と大きく変化しており、年間降水量は、平均で約 1,680 mm となっている。通常は、雨期は 5～10 月となっており、この期間の降水量は非常に多い。特に 7～9 月の 3 か月間は総雨量約 900 ㎜と年間降水量の 50%を上回る。



出典：世界気象機関ホームページ

図-4.4.1　Ha Noi 市の降水量及び気温データ

(D)　風

一般的には、冬期は北及び北東からの風が吹き、夏期には南および南東からとなっている。風速は、Ha Noi 市及びその近郊で 1.5～2.5m/s となっている。

(E)　蒸発

蒸発量の季節変動は湿度、風、降雨に影響される。蒸発量は 2 月、3 月および 4 月には小さい（約 2 mm/day）ことが観測されている。夏には蒸発量が大きくなる傾向にあり、一日平均蒸発量の最大値は 6 月および 7 月に 3-4 mm/day となる。そのため、一日の蒸発量における変動はあまり多くはない。

（５）水質汚染の状況（表流水及び地下水）

プロジェクトエリアの地下水及び表流水の汚染状況を以下に述べる。

(A)　表流水質

急激な都市化や工業化の結果、水需要は増大した。多くの河川が Ha Noi 市を流れている。ホン河は市内を横断し、灌漑用水や家庭用水源として利用され、輸送路としても利用されている。一方、ホン河の支流であるドン河は、Ha Noi 市で 2 番目に大きい河川である。ドン河は主に水上交通に用いられ、農業用水や家庭用の水源としても利用される。

工業用水や家庭の未処理下水の排出による高レベルの汚染が Kim Nguu、To Lich、Set 及び Lu を含む Hanoi を流れる 4 つの川で報告されている。ベトナム国の環境省によると、河川は窒素やリンで汚染されていることが発覚している。

(B)　地下水水質

Ha Noi 市におけるほとんどの既設浄水場は、規模が小さく、地下水を水源としている。需要の増加と飲用および工業用の地下水の過剰利用のため、深刻な水質低下が多くの地域で観察されている。地下水位の減少により塩害が増加している。

ハノイ大学と UNICEF により、Ha Noi 市とその周辺の地下水の汚染レベルの調査が行われ、アンモニア、マグネシウム、鉄、砒素によって汚染されていることが報告されている。

UNICEF の報告の結果をもとに、ホン河流域の地下水の砒素の汚染レベルを表-4.4.2 に示す。この表から、砒素レベルにおいて、824 ある市内の井戸のうち、23.3%が 0.05 mg/L を超えており、49.3%が 0.01mg/L を超えてることがわかる。

このような点を考慮して、ベトナム政府は適切な水供給サービスを提供するために、地下水から表層水へ転換していくことを検討している。

表-4.4.2　ホン河流域の地下水の砒素汚染状況

項目	サンプル数.	0.01mg/L 以上		0.05mg/L 以上	
		サンプル数	%	サンプル数	%
旧 Ha Noi 市	824	414	49.3	199	23.3
旧 Ha Tay 省	1368	638	46.6	338	24.7
Hung Yen 省	3384	700	20.7	310	9.2
Ha Nam 省	7042	4517	73.4	3534	62.1
Nam Dinh 省	605	156	21.3	104	13.8
Ninh Binh 省	75	26	34.7	8	10.7
Thank Hoa 省	347	17	4.9	17	4.9

出典：UNICEF 2004b

（6）大気汚染の状況

ベトナム国の中心部の大気質は都市化と工業化に伴い悪化している。ベトナム国の都市部の大部分が粒子状物質（PM_{10}）で汚染されている。ほとんどの都市の中心部では、SO_2, CO, NO_2 濃度が許容限界よりも低いか同等である。しかし、工業地域近辺では SO_2 の濃度が限界を超えているところもある。オートバイや自動車の増加に伴い、現在は排気ガスも大気汚染をもたらしている。

Ha Noi 市では大気の汚染状況は数箇所の観測地点で 1 時間ごとに測定している。DONRE は Ha Noi 市の大気質の規制と管理を委託された主導機関である。2007 年の Lang 観測所のデータを基に、大気質パラメータの時間ごとの平均濃度を表-4.4.3 に示す。

なお、市内の中心部等、通りが密集している場所では、大気質はさらに悪化する。

表-4.4.3　Ha Noi 市における月平均濃度（2007 年）

($\mu g/m^3$)

月	PM_{10}	NO_2	SO_2	CO	O_3
1 月	141.0	26.38	24.26	728.68	14.54
2 月	144.6	18.95	19.07	569.85	18.75
3 月	132.4	17.09	14.05	581.68	18.99
4 月	138.4	19.32	16.86	413.52	29.5
5 月	129.8	10.41	8.92	382.03	27.57
6 月	140.8	7.78	8.47	335.88	42.59
7 月	129.9	7.63	8.47	313.72	41.06
8 月	149.9	12.06	8.29	377.88	43.14
9 月	160.6	26.25	6.03	530.42	43.92
10 月	152.9	23.88	8.26	522.57	43.08
11 月	155.5	39.14	26.03	738.92	23.54
12 月	141.1	37.62	16.90	489.65	18.13

Source:　Urban Air Quality Modeling and management in Hanoi, Vietnam, Phd Thesis, Ngo Tho Hung

（７）騒音

Ha Noi 市の音響環境は主に交通移動、建設活動、工業、日々の生活により、高い騒音レベルであるという特徴がある。騒音レベルは昼夜とおして比較的高い。居住エリアの典型的な昼の騒音レベルは 75-58 dB（A）で主要道路付近では 80-85 db（A）に到達する。

Ha Noi 市の主要道路の観測データをもとに平均騒音レベルが昼で 64-80 dB（A）、夕方で 67-73 dB（A）であると報告されている。これは騒音レベルのほとんどのケースで TCVN 5949: 1998 が定義した最大限度を超えていることを示唆している。教育機関の付近でも騒音レベルは非常に高いと報告されている。

（８）生物学的環境

１）ベトナム国の保護領域

ベトナム国では、保護領域は多様な方法で指定されている。Special-use Forests (SUF) は一般的に保護領域として認識されており、国立公園、自然環境保全地域（自然保護区、種/生息環境保護区）および景観保全領域を含む。28 の国立公園と 48 の自然保護区、11 の種/生息環境保護区、39 景観保全領域からなる 126 の認可 SUF がある。

また、世界遺産として、Ha Long 湾、My Son 保護区、古都 Hoi An、及び Hue 遺跡群の 4 箇所が指定されている。Can Gio mangroves と Cat Tien の 2 箇所は Man and Biosphere Reserve として指定されている。

Xuan Thuy ラムサール保護区という国際的に重要な湿地（ラムサール）として指定された箇所がある。

また、68 箇所が湿地保護区として提案されており、15 箇所が海洋保護区として提案されている。

Hanoi 周辺の保護区を表した地図を図-4.4.2 に示す。

非保護区がプロジェクト活動の予定地の中あるいは近辺に存在している。そのため、プロジェクト活動が保護区に影響を及ぼすことはないと予想される。

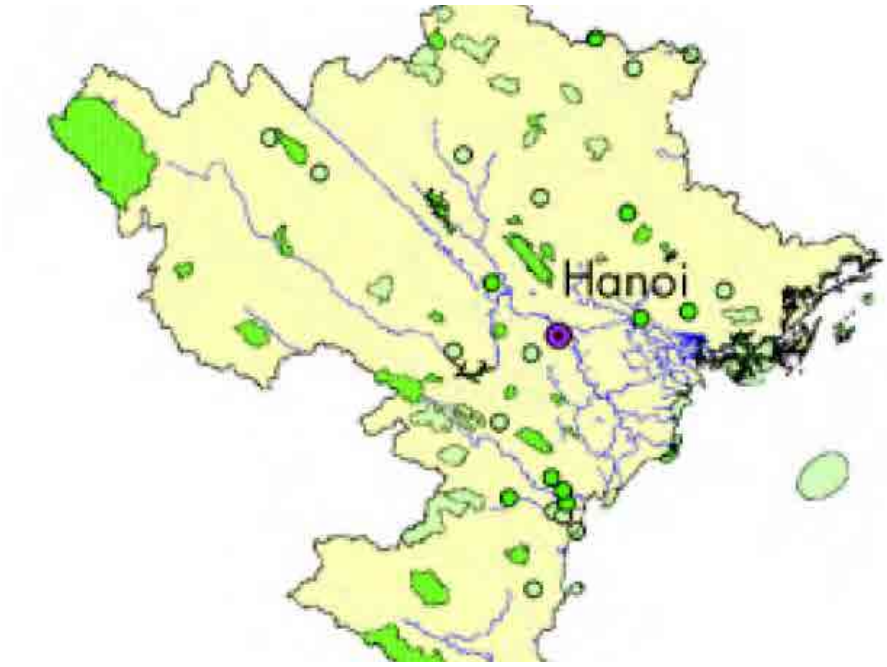


図-4.4.2　Ha Noi 周辺の保護区域

事業実施区域内には保護区域は存在しない。したがって、事業実施が保護区域に与える負の影響はない。

２）生態系の状況

(A)　Gia Lam 県の浄水場建設予定地

浄水場建設予定の大部分は農地であり、現在は稲作または野菜栽培が行われている。沈澱池からの排水は場内で一定の処理をした後、ドン河へ排水することが計画されている。また、取水管は農地内に布設する計画である。

浄水場建設時には、施設配置により、農地の移転が必要となるものの、貴重種の存在はなく、建設段階及び運転段階においては生態系への影響はないと判断される。

さらに、運転段階においては、浄水場敷地境界に沿って、移転するかもしくは別の敷地への移転が考えられる。

(B)　送水管

送水管の大部分は、道路内もしくは道路沿いに布設される予定であるが、一部農地への布設も計画されている。このような農地では、キャベツやバナナやその他の野菜が季節ごとに栽培されているが、生態系への影響や貴重種の存在は特にないと判断される。

(C)　受水点

本提案事業においては、6 箇所の受水点が計画されている。現在、受水点設置予定地は農地または休閑地となっている。受水点 3（Trau Quy）の予定地の場合、ホテイアオイが生息する小さな池が存在する。受水点周辺の農耕地のほとんどが、現在では稲が栽培されている。以上より、受水点設置予定地は、動植物の生態系に悪影響を及ぼすことはないと判断される。

（9）社会経済環境

1）人口

ハノイ都市圏の人口は、約 6.5 百万人である。2009 年における平均人口密度は約 2,000 人/km^2 と報告されており、特に市内中心部は非常に人口が密集している。

Ha Noi 市の人口に含まれる民族は、Kinh, Tay 族、Chinese 族、 Muong, Nung 族、 Thai 族、 Dao 族、 San Diu 族、 San Chay 族、 H'mong 族、 Gia Rai and Khmer 族となっている。

2）Ha Noi 市の社会経済

Ha Noi 市の社会経済の顕著な特徴を以下に記載する。

- 一人当たりの GDP（国内総生産）（USD 1,950）は国際間の平均値（USD 1,052）と比べてほぼ 2 倍である。
- 経済は主にサービス業、工業、建設（約 98.5%）部門によるもので、農業部門はわずか 1.5%である。
- 労働人口の 56%が第三次産業で、第一次産業と第二次産業がそれぞれ 22%である。しかし、国際レベルでは第一次産業における労働人口が多数である。
- 貧困率は 2.4%で、国際平均（13.4%）やホン河デルタ（8.6%）と比べて低い。
- 失業率は約 6%のままで、国際平均（4.65%）やホン河デルタ（5.35%）と比べて高い。
- 医療サービスレベルの状態は国際平均よりも高い。

3）公衆衛生

急速な都市化と工業化が進められる、首都 Ha Noi 市は人口過密地域であり、都市化に起因する様々な健康問題（伝染病を含む）を抱えている。公衆衛生を示す指標を以下に示す。

- 平均寿命は 76 歳である。
- 2004 年の幼児死亡率は 5.3%であり、1～5 歳については、8.5～9.8%である。

幹線道路沿いの住民は特に大気汚染に悩まされている。また、コレラ、赤痢、デング熱、肝炎等の伝染病の発生も報告されている。

４）文化遺産

Ha Noi 市は、急速な発展が進む一方で、文化的、歴史的な遺産が豊富に残されている。市内のいたるところに多くの遺跡があり、それらの多くは、Ha Noi 市の Hoan Kiem 湖より北東部に集中しており、寺院等の文化遺産については、西部に集中している。

さらに、郊外にもいくつかの寺院が見られる。特に寺院については、重要文化財であり、2010 年世界遺産に登録されている。

５）輸送（浄水場へのアクセス）

浄水場建設予定は Gia Lam 県にあり、建設予定付近には、敷地へのアクセス道路が存在する。アクセス道路の幅員は約 7m で、舗装された道路である。道路の両脇は、主に農地であるが、一部、住宅が存在する。

現場では、市内の建設現場へ土砂を運ぶ大型トラックが、ドン河堤防から浄水場建設予定地を通過している様子が見られる。浄水場建設時には、これらの車両は通行できなくなることから、建設時の輸送には影響しないと考えられる。

歩行者はほどんど見られず、また、軽車両も少ない。しかしながら、特に建設段階においては、道路利用者の安全のために、交通誘導員の配置は必要である。また、大型車両のすれ違いの際にも注意が必要である。

4.5 影響識別と軽減対策

（1）総合的な影響識別

EIA の第一歩は、提案されたプロジェクトの実施に起因する潜在的な著しい影響を識別することである。プロジェクトの影響識別で考慮した側面を以下に示す。

- プロジェクトの構成
- プロジェクトの段階
- 影響を発生する活動
- 影響の形態

マトリックス表を総合的な影響識別に用いた。マトリックスは影響されるであろう環境要因、およびこの原因である活動を識別する。建設準備段階、建設段階、運転段階のマトリックスを表-4.5.1 に示す。スコーピングは様々な活動の為、社会的、自然、汚濁に関わる項目の影響の識別を含み、表中の「A」「B」「C」はそれぞれ、開発計画がその環境要素にある影響を及ぼす影響の度合い（深刻、影響はない、不明の順）を示す。また、「＋」及び「－」については、前述の分類における影響の強弱を示している。

表-4.5.1　プロジェクト構成要素のスコーピング・マトリックス

影響項目				段階別の影響要因														
				建設準備		建設段階								運転段階				
	No	Likely Impacts	総合評価	土地収用／補償	土地利用計画の変更、建設規則上の様々な活動の規制	湿地帯の埋め立て等	樹木伐採／整地	切土、盛土等による土地改変	建設機械の運転	処理施設の建設	建設現場の交通の制限	労働者の流入と宿舎の建設	送水管の建設	水需要の増大	排水量の増大	施設と関連構造物の外観／占用	処理施設の運転	受水施設の運転
社会環境	1	住民移転(または財産の損失)	B-	B-	B-		B-											
	2	雇用、生計等の地方経済	B+	B+														
	3	土地利用、地域資源利用	B-				B-	B-										
	4	社会資本及び地方の意思決定機関等の社会的機関																
	5	公共施設と公共サービス																
	6	貧困, 先住民、民族（難民含む)、性別、こどもの権利																
	7	便益／被害の偏在																
	8	文化財（墓地等）	B-	B-														
	9	地域紛争																
	10	水利用、水利権あるいは共有権																
	11	公衆衛生	B												B			
	12	災害（リスク)、感染症	B												B			
	13	事故	B						B		B		B					
自然環境	14	測量及び地質的特徴																
	15	土壌浸食																
	16	地下水																
	17	水理学的状況																
	18	沿岸地域																
	19	生態系と生物学的多様性	B-				B-											
	20	気象																
	21	地勢	B													B		
	22	地球温暖化																
公害	23	大気汚染	B					B	B	B							B	
	24	水質汚染	B					B-							B		B	
	25	土壌汚染																
	26	廃棄物	B							B							B	
	27	騒音・振動	B					B	B	B			B-				B-	B-
	28	地盤沈下																
	29	悪臭																
	30	底質																

A：深刻な負の影響が懸念される、B：いくつかの負の影響が懸念される、C：影響範囲が不明（追加調査が必要)、無印：影響が小さく IEE／EIA が不要、＋：影響の度合いが大きい、－：影響の度合いが小さい

（2）プロジェクトの様々な段階において予想される負の影響

本提案事業の実施により、以下のような様々な効果が得られることが期待できる。

建設段階及び運転段階では、雇用機会が得られ、また、ハノイ都市圏における現在の水道未普及地域では、水道サービスが受けられるようになり、コレラや下痢、腸チフス及び皮膚病、眼病等、水系伝染病の改善にも効果がある。

しかしながら、負の影響をもたらすこともまた否定できない。

本提案事業による負の影響のレベルを表－5.2 に整理する。全体的に、本提案事業の環境社会への影響については、深刻なものはない。

負の影響は以下に詳述する 3 つのカテゴリー（すなわち建設準備段階、建設段階および運転段階）で分類した。建設準備段階及び建設段階の影響は、一時的か短期であると見なされ、一方、運転段階の影響は長期的な影響を及ぼすと考えられる。

(A)　建設準備段階

建設準備段階において、最も大きな負の影響は、土地収用及び造成の問題である。浄水場建設予定地及び送水管布設ルート、受水地点は、水田、畑等の農地となっている。土地収用は、土地所有者と合意の上で補償を行われた後、実施される。浄水場建設予定地である水田の中には、いくつかの墓地が点在しており、これらの墓地は所有者と合意の上、移転が必要となる。

土地収用の後、事業主による土地の造成、土地利用許可の取得が必要となる。

(B)　建設段階

建設段階において、最も大きい負の影響は、建設機械からの騒音・振動や土埃りの発生等である。また、掘削及び埋戻し時にも土埃りの発生が想定される。

土埃りや騒音、振動は、建設機械の運転時に発生し、長距離に渡って道路内布設される送水管施工時には、工事用の重車両が日中止まることとなる。道路幅は狭い部分もある。管路布設のためには、推進工法を用いる河川横断部を除き、道路内を掘削する必要があり、掘削時には、道路通行上の問題が発生することが想定されるため、適切な交通及び施工監理を行い、影響を最小限に止めることが必要となる。

表-4.5.2　提案事業における負の影響の大きさ

主要項目		影響レベル	主要な要員
建設準備段階	1. 土地収用（補償）	B+	浄水場の建設に必要な用地は、そのほとんどが農地である。また、送水管についても、田畑及び果樹園内に布設することになる。これらの土地には所有者がおり、適切な補償費を支払った後、土地収用が必要である。さらに、浄水場用地内の水田地帯には、いくつかの墓が点在しており、所有者の同意の下、移転が必要となる。土地の造成には用地の買収が必要となり、また、土地利用手続きが事業実施の前に必要となる。
	2. 土地造成	B+	
建設段階	1. 掘削及び埋戻し	B-	土地の掘削、埋戻しは、周辺地域に土埃りによる影響を与える。
	2. 重車両及び重機の運転	B-	建設機械は騒音・振動、粉塵、交通への影響を引き起こす
	3. 労働者の流入及び宿舎の建設	B-	多くの労働者が建設現場に流入し、ほとんどの労働者及び技術者が、周辺地域もしくは他の地域から雇用される。そのため人の交流が増え、それにより伝染病の蔓延等が懸念される。
	4. 道路への送水管の布設	B+	送水管の布設は、主に道路に沿って行われ、中には狭い道路も存在する。道路内を掘削するため、交通量が多い道路については、建設期間中の交通の問題を避けるために交通整理員が必要となる。
運転段階	1. 排水放流量の増加	B	水道整備により、使用者の下水量の増量が懸念され、水源や生活環境の悪化を引き起こす。乾期の下水により、マラリア蚊の生息環境を生み出す可能性がある。
	2. 施設の運転操作	B-	浄水処理施設及びポンプ設備の運転は、騒音・振動を引き起こす可能性がある。また、浄水場の排水はドン河へ放流される。浄水汚泥の投棄による汚染の可能性もある。

Note:　A: Serious impact expected; B: Certain impact expected
+: the strength of impact is bigger; - the strength of the impact is smaller.

(C)　運転段階

運転段階においては、浄水場施設及びポンプ等の設備から騒音や振動の発生が想定される。また、毎日のドン河への排水の放流や定期的な浄水汚泥の搬出等により、河川及び汚泥引き受け地が汚染されないよう、モニタリングを行うことが重要である。

また、需要の増加等による浄水量の増加により、排水量の増加も懸念され、長期に渡り、適切な対策が行われなかった場合には、放流先であるドン河の水質汚染を引き起こすこととなる。

（3）各段階における負の影響に対する軽減対策

建設準備段階の負の影響は、土地収用及び土地の造成及び長距離の送水管が挙げられた。建設予定地の大部分は農地であり、土地収用は容易であると考えられる。これらは、用地補償や適切な施工が行われることで負の影響を軽減することが可能である。

また、建設段階及び運転段階では、負の影響として、騒音、振動、道路交通、土埃り、

汚泥処理等が挙げられた。これらの負の影響は、適切な軽減対策を実施することで最小限に止めることが可能である。

以上のように、負の影響について、大きなものは建設段階及び運転段階のいずれにおいても想定されず、小さなもののみとなっている。これらの負の影響は、各々の段階で対策が行われることで、最小化もしくは防止することができる。

対策方法の詳細を表-4.5.3～表-4.5.4 に示す。

表-4.5.3　建設準備段階及び建設段階の軽減対策

項目	影響	軽減対策
<土地収用>	農家は農地がなくなることになる	• 事業主は土地所有者リストを作成する。 • 事業主により、代替地の提供もしくは補償費の支払いを行う。 • 浄水場建設期間は、可能であれば、土地所有者に労働者としての雇用機会を与える。
<景観>	特に懸念事項はない	• 近隣住民からの要望を受入れる。
<大気汚染>	排気ガスと浮遊粒子状物質の発生が懸念される	• 散水の実施により、粉塵の発生を抑制する。 • 建設機械、車両のメンテナンスを実施する。 • 建設車両及び重機の安全運転と速度制限を行う。 • 建設前後を通して、大気汚染状況をモニタリングする。 • 情報窓口を設置し、要員を配置する。
<騒音・振動>	重機及び重車両からの騒音・振動の発生が懸念される	• 建設の内容と期間を周辺住民へ告知する。 • 建設車両及び重機の安全運転と速度制限を行う。 • 騒音・振動のモニタリングを行う。
<動植物>	配管の布設位置により、数本の樹木を伐採する必要が生じる	• 樹木の伐採については可能な限り避ける。 • 伐採が避けられない場合には、建設後に移植を行う。
<交通、公共施設>	建設資材の搬入及び建設廃材の搬出による大気汚染と騒音・振動により、アクセス道路近辺の住民の健康被害を引き起こす可能性がある。 交通量の多い場所への送水管の布設は、交通渋滞や事故を引き起こす可能性がある。	• 建設の内容と期間を周辺住民へ告知する。 • 交通整理員もしくは監視員を配置する • 建設作業員および散水タンクの運転手、地域住民への交通ルールの教育を実施する。 • 荷台へ飛散防止カバーを取り付ける。 • 実施される交通管理について、周辺住民へ適切な説明を行う。 • 送水管工事を昼間に実施する場合には、相応な注意を払う。夜間工事とする場合には、周辺住民の生活を妨げないよう、騒音の発生に注意する。
<残土処理>	建設残土の処理	• 埋立地のような適切な場所へ運搬処理する。

表-4.5.4　運転段階の軽減対策

項目	影響	軽減対策
<騒音・振動>	ブロワ、ポンプ、発電機等からの騒音・振動が懸念される	• 建屋内で騒音・振動の低減対策を行う。 • 騒音・振動のモニタリングを行う。
<汚泥処理>	自然に悪影響を及ぼさない汚泥が沈澱池から発生する	• 沈澱池からの排水を濃縮槽や排泥池等で濃縮処理する。 • 濃縮された汚泥は、天日乾燥床にて乾燥し、トラックを用いて、処分場へ搬送する。 • 浄水汚泥の性状をモニタリングする
<排水>	天日乾燥床からの高濁度の汚染水がドン河の汚染を引き起こす可能性がある	• 放流水質のモニタリング • 水質基準を上回る場合には是正措置を講じる
<水質> <公衆衛生>	水需要の増加により、排水量の増加が懸念される。適切な処理が行われない場合には、生活環境に影響を及ぼす。	• 長期に渡り、発生が懸念される排水量に対応した施設を計画する。

以下に示すような負の影響の軽減対策（モニタリングを除く）を実施する機関の体制を確立することが推奨される。

- 建設段階の負の影響の場合、建設業者　施工監理を行う事業主の指示に基づき対策を実施する。
- 重要事項を決定は、事業主が責任を持って行う。
- 運転段階の場合には、事業主が負の影響への軽減対策を実施する。

4.6 環境マネジメント計画

（1）汚泥処理施設の設置

浄水場を建設するにあたり、沈澱池からの排水や、ろ過池の逆洗排水等の処理施設を設置する。

これらの排水処理施設は、洗浄排水地、排泥池、濃縮槽、天日乾燥床で構成され、建設費は、浄水場の建設費用に含まれる。

（2）リスク分析

運転段階において、リスク分析として以下の側面に注意すべきである。

(A) 電源供給

浄水場では、取水、導水、送水等のポンプ設備、攪拌機や掻き寄せ機等の浄水設備、薬品注入設備、コントロール・パネルや多くの装置が電気によって稼働している。停電が発生した場合、装置が停止し浄水場の運転に重大な障害が発生する。特に浄水場が長時間に渡り処理を停止した場合には、給水サービスに多大な影響与える可能性が考えられる。

対策としては、浄水場への電力供給が優先的に行われることにあるが、浄水場側で実施可能な対策として、非常用自家発電機を設置し、停電時には発電機からの受電により電力を賄うことである。

施設計画策定時にこれらの対策を考慮することによって停電時の負の影響を回避、もしくは少なくとも軽減することができる。

(B) 電気、機械設備の故障

電気、機械設備の故障による運転停止は、現場に予備部品や予備施設を用意することによって回避することが可能である。運転維持管理指示書や緊急時マニュアルは、運転維持管理要員のトレーニング時に提供されるべきである。

(C) 消毒剤使用に関わる安全性

浄水プロセスにおいて使用される消毒剤としては、次亜塩素酸ナトリウムの使用が計画されている。 液体次亜塩素酸ナトリウムは、強いアルカリ性であり、酸化反応で腐食をもたらすため、使用時には火傷や失明等に注意しなければならない。なお、液体次亜には 6%以上の次亜塩素酸ナトリウムが含まれている。

そのため、貯留時の温度や貯留期間、腐食に強い材質の選定等、貯留タンクは適切に設計されなければならない。

また、オペレーターは、安全な使用方法及び貯蔵方法や、事故発生時を想定した準備をしておかなければならない。

（3）環境計画

環境社会配慮の実施およびその結果の評価、並びに事業活動による新たな負の影響の発生に関する情報を把握するためにモニタリングを実行することが重要である。モニタ

リング計画、実施担当および必要となる技術教育並びにトレーニングについて本項で記述する。

（4）モニタリングプログラム

前章で記述した負の影響に関わるモニタリング計画を提案する。モニタリング計画は建設段階と運転段階に分類される。建設段階のモニタリング計画準備において、建設段階の影響は短期間であり、その為に正確さを重視する測定方法よりもその結果を直ちに反映できるモニタリング方法を選定することが重要である。

しかしながら、運転段階のモニタリング計画は環境に関わる基準に基づいて判断することが求められ、また、運転段階の新たな負の影響を見つけだすことが求められる。したがって、測定方法は十分な精度でかつ、簡易な操作であることを考慮し選定する必要がある。将来、新たな影響が予測された場合、測定方法は新たな影響の必要と測定精度および測定項目に基づいて改善すべきである。建設段階および運転段階のモニタリング・プログラムを以下に述べる。

(A)　建設段階

アクセス道路と建設現場（敷地境界を含む）において、資材搬入、搬出の為の車輌および建設重機の運転により発生する粒子性物質（粉じん）を測定する。モニタリングは、粒子性物質の発生が最も顕著な項目であることを考慮し、アクセス道路と建設現場の粒子性物質レベルを携帯式粒子性物質計測器によって判定する。大気中にある粒子性物質を低減するために散水を実施し、その効果も判断するため再度測定を行う。さらに苦情受付窓口を設置し、事業による大気中の粒子性物質に関連する住民からの苦情を受けた場合、測定結果を参考にし、散水回数の増加を検討する。（必要であれば、路肩、セットバック部分の舗装整備や車輌のすれ違い場所等の建設を考慮する）

アクセス道路と建設現場（敷地境界を含む）において、資材搬入・搬出の為の車輌および建設重機の運転により発生する騒音を携帯式騒音計により測定する。住民からの苦情を受けた場合、測定結果を参照し、必要であれば防音壁の設置や車輌の運行速度を低減し騒音の緩和を考慮する。

建設段階におけるモニタリング・プログラムを表-4.6.1 に要約する。

表-4.6.1　建設段階のモニタリングプログラム

項目	モニタリング場所	パラメータ	頻度	実施者	モニタリング費用*
騒音	–アクセス道路 –浄水場 –受水点	騒音 (最大レベル)	建設段階の騒音が特に大きい期間のうち任意の回数	事業主	JPY 30,000 (測定機器の購入)
住民からの要望、苦情	–アクセス道路及び建設地周辺	苦情数、要望数とその内容	建設段階で設置された受付へ要望、苦情があった都度.	事業主	費用無し
大気質	–アクセス道路 –浄水場 –送水管 –受水点	大気中の微粒子	建設段階のうち、特に大気汚染が激しい期間のうち任意の回数	事業主	JPY 300,000 (測定機器の購入費)

* 人件費は含まない.

建設段階における騒音、周辺環境、大気汚染のモニタリング結果の記録方法について、表-4.6.2～表-4.6.4 に示す。

表-4.6.2　騒音モニタリング（建設段階）

項目	単位	測定範囲 (Max.)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
騒音レベル	dB		75dB (6:00~18:00hrs) 70dB (18:00~22:00hrs) 50dB (22:00~6:00hrs) 85~88 dB(for Trucks)***		85 dB**	

* Values according to the Noise standards in public and residential areas in Vietnam (TCVN 5949: 1995) for the case of small industries located in residential areas.
** Regulation value in Japan (during construction work period)
*** Values according to the Noise level standards for road motor vehicles in Vietnam (TCVN 5948: 1995).

表-4.6.3　周辺環境のモニタリング（建設段階）

モニタリング項目	モニタリング結果
苦情数、要望数	
苦情や要望の内容	

表-4.6.4　大気質のモニタリング（建設段階）

項目	単位	測定範囲 (Max.)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
浮遊粒子状物質 (SPM)			0.2 mg/m^3 (24 時間平均)			

* Values according to the Ambient Air Quality Standards in Vietnam (TCVN 5937: 2005)

(B)　運転段階

浄水場の流入水と処理水の定期的な水質測定を実施すべきであり、特に処理水については、受水点のような配水施設で行うべきである。

例えば、受水点においては、年 2 回水質測定を行い、有害物質が含まれていないことを確認する等である。

騒音レベルは、ポンプ棟、非常用発電機設備、ブロワー設備の外部および浄水場敷地境界において測定する。近隣に影響がないと判断されるが、特に夜間の騒音レベル測定を推奨する。

この他、月に一度は浄水場からドン河への排水水質の監視が必要である。また、乾燥後の汚泥についても、搬出先の汚染を避けるために監視が必要である。

運転段階で必要なるモニタリングプログラムの概要を表-4.6.5 に示す。

表-4.6.5　運転段階のモニタリング

項目	モニタリング場所	パラメータ	頻度	実施者	モニタリング費用*
水質	– 取水施設	pH、濁度 有害物質（フッ化物、鉄、マンガン、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）	毎日 半期ごと	事業主又は維持管理業者	分析機器及び薬品購入費が必要となる。
	– 受水点等の配水施設	pH、濁度、残留塩素 大腸菌 有害物質（フッ化物、鉄、マンガン、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）	毎日 毎週 半期ごと		
	– 排水管の流入及び流出部	pH、気温、BOD、COD、SS、大腸菌、残留塩素 油脂類、ヒ素、カドミウム、鉛、クロム、銅、亜鉛、マンガン、ニッケル、有機リン、全リン、鉄、テトラクロロエチレン、スズ、水銀、全窒素、トリクロロエチレン、アンモニア態窒素、フッ化物, フェノール類、硫化物、シアン	毎月 四半期ごと		
汚泥濃度	天日乾燥床から排出される汚泥	亜鉛、銅、ニッケル、カドミウム、鉛、水銀、クロム、モリブデン、セレニウム、ヒ素	年 2 回	事業主又は維持管理業者	建設段階で使用した機器を転用
騒音	下記の建屋外 – ポンプ – 発電機 – ブロワ 浄水場敷地境界	騒音（最大レベル）	毎月	事業主又は維持管理業者	建設段階で使用した機器を転用

* 人件費は別途計上.

運転段階における水質（原水及び処理水）、排水、騒音のモニタリング結果の記録方法について、表-4.6.6～表-4.6.9 に示す。

表-4.6.6　原水水質のモニタリング（運転段階）

項目	単位	測定値 (平均)	測定値 (最大)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
pH	-			6 – 8.5			
濁度	NTU						
フッ化物	mg/l			1.0 mg/l			
NO_2-N	mg/l			0.01 mg/l as NO_2			
NO_3-N	mg/l			10 mg/l as NO_3			
Mn	mg/l			0.1 mg/l			
Fe	mg/l			1.0 mg/l			

* Values according to the Surface Water Quality Standards in Vietnam (TCVN 5942: 1995)

表-4.6.7　浄水水質のモニタリング(運転段階)

項目	単位	測定値 (平均)	測定値 (最大)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
pH	-			6.5 – 8.5			
濁度	NTU			2 NTU			
残留塩素	mg/l			0.3~0.5		5**	
大腸菌	MPN/ 100 ml			0			
フッ化物	mg/l						
NO_2-N	mg/l			3 mg/l as NO_2			
NO_3-N	mg/l			50 mg/l as NO_3			
Mn	mg/l			0.3 mg/l			
Fe	mg/l			0.3 mg/l			

* Standard of drinking water quality 2009, Environment Board.
** In the WHO guideline, 5 mg/l is shown as upper limit.

表-4.6.8　浄水場からの排水モニタリング（運転段階）

項目	単位	測定値 (平均)	測定値 (最大)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
pH	-			6 – 9			
BOD	mg/l			30			
COD	mg/l			50			
SS	mg/l			50			
残留塩素	mg/l			1			
大腸菌	MPN/ 100 ml			3000			
糞便性大腸菌	MPN/ 100 ml						

* Values according to the Industrial Wastewater Discharge Standards in Vietnam (TCVN 5945: 2005)

表-4.6.9　騒音モニタリング(運転段階)

項目	単位	測定値 (最大.)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
騒音レベル	dB		75dB (6:00~18:00) 70dB (18:00~22:00) 50dB (22:00~6:00) 85~88 (トラック)***		40 dB**	

* Values according to the Noise standards in public and residential areas in Vietnam (TCVN 5949: 1995) for the case of small industries located in residential areas.
** Regulation value in Japan (during night time)
*** Values according to the Noise level standards for road motor vehicles in Vietnam (TCVN 5948: 1995).

（５）組織体制

モニタリング活動を実行する組織に関する基本的な情報を以下に整理する。

- 建設業者は建設段階のモニタリングを実行するものとし、事業主に報告するものとする。
- 浄水場試験室は、原則として運転段階のモニタリングを実行するものとする。
- さらに、浄水場試験室での測定が困難な項目は、適切な組織に依頼する。（例えば、臭気測定等。）

管理ユニットの設立が上記のモニタリングを実行するために必要となる。このユニットは、浄水場に関連する組織、環境管理組織、水域管理組織、地方行政組織および住民から構成される。効果的なモニタリングのためにこれらの組織機関間の適切な調整を行うことを提案する。さらに、収集したモニタリング情報を全ての関連組織が必要な時にアクセス可能なデータ・ベースとして編集すべきである。

（６）労働衛生と安全対策

事業の建設および運転段階において、作業場の大気環境、周囲温度および湿度、騒音の限度、閉鎖区域で働くことに関する特定の条件、および健康と安全性に関する一般的な条件について考慮すべきである。高所作業が必要な場合、そのような場所で働く際の注意についてのガイダンスを労働者に与えるべきである。現場の労働者は一般的な公衆衛生と安全の慣行に従うべきである。

次に示す緩和および管理対策を、建設および運転段階で現場スタッフおよびあらゆる訪問者の健康および安全性に負の影響が及ばないことを保証するために、採用すべきである。

- 適切なトレーニングを備えた作業上の健康／安全計画の整備および実施
- 防護設備の使用および化学薬品操作（塩素）の訓練の実施
- 作業場の危険性の明瞭な表示と危険標識の認識訓練
- 現場緊急対応計画の整備
- 騒音区域もしくは騒音設備の近くで作業もしくは立ち入る全ての作業員は騒音防護具を着用すること。

4.7 結論

本提案事業の実施により、ハノイ都市圏の水道未普及地域が改善される等、生活環境の改善効果が期待される。しかしながら、負の影響についても考えられるため、これら負の影響を最小限に止めるために、必要な配慮項目が挙げられる。

（1）環境配慮における重要項目

事業の実施による大きな問題は想定されないが、建設及び運転段階のそれぞれにおいて、以下に挙げるいくつかの事項について、注意が必要である。

(A)　建設準備段階

土地収用は本提案事業の建設準備段階において、配慮が必要な主要項目である。

そのため、事業実施前の早い時期に土地所有者との協議を行わなければならない。

(B)　建設段階

建設段階における負の影響は、一時的なものと継続的なものがある。

特に、建設資材の搬出入における重車両の一般交通への影響については注意が必要である。一般的には、交通整理員の配置や道路への散水等が、負の影響を緩和する対策として挙げられる。

また、騒音や大気汚染、残土処理等についても発生が懸念されるため、対策が必要にである。

(C)　維持管理段階

施設が稼動し維持管理段階に入ると、浄水場からの騒音や排水、浄水汚泥の処理等、負の影響への対策が必要となる。これらの影響の軽減のために、影響の度合いをモニタリングし、可能な限り早期に、最適な対策が実行されなければならない。

（2）事業実施に向けての重要事項

事業実施に向けて必要となる重要なステップを以下に示す。

- 事業主は完全 EIA を実施し、DONRE もしくは MONRE 及び関連機関へ本提案事業の有用性について認可を得なければならない。
- また、本提案事業を実施する上で最も重要である土地収用については、事業主は関連機関と協力して実施する。
- 本提案事業を実施するために必要な許認可については、事業主が事前に手続を進めなければならない。事業主はステークホルダーミーティングを実施し、事業概要及び設

備、施設期待される効果と想定される負の影響及び建設段階及び運転段階における負の影響の軽減対策等について説明する。ステークホルダーミーティングによって、事業主は参加者である浄水場予定地の土地所有者、地方自治体、DONRE、HPC 等からプロジェクト実施の理解を得ることとなる。ステークホルダーミーティングの議事録については、EIA レポートに反映させる。

- まず事業主は、建設段階及び運転段階において、提案されたモニタリング計画とあらゆる軽減対策を実施すべきである。建設会社はモニタリングを実施し、結果を事業主に報告することとなるが、運転段階においては、事業主もしくは維持管理会社が行わなければならない。
- モニタリングプランの実施結果を、建設段階及び運転段階ともに、定期的に DONRE 及びその他の関連機関へ報告すべきである。

上記の点から、このプロジェクト実施に伴う潜在的な負の影響の軽減（もしくは回避）のための対策が保証されるべきであると結論付けられる。負の影響の軽減によって、本提案事業は潜在的利益として、放流水質の改善および放流水域周辺の生活環境改善が期待される。したがって、環境およびこの区域の住民の生活条件の向上のため本提案事業の実施を提案する。

Annex-1:　環境チェックリスト：14.上水道（１）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
1.許認可・説明	(1) EIA および環境許認可	① EIA レポート等は作成済みか？ ② EIA レポートは当該国政府に承認されているか？ ③EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか？ ④上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか？	①、②、③環境保護法 (No. 52/2005/QH11)及びベトナム政府の Decree No. 80/2006/ND-CP, Decree No. 21/2008/ND-CP, 及び Circular No. 05/2008/TT-BTNMT によれば、プロジェクト事業主自らまたは専門コンサルタントへの委託により、EIA レポートの作成が必要となる。EIA はプロジェクトの FS 段階で準備され、MONRE または DONRE に提出し承認を得なければならない。現時点では EIA レポートは準備されておらず、VIWASEEN 社はコンサルタントへ委託をしているとのことである。 ④EIA の承認に加えて、プロジェクト実施前に必要となる他の申請、許可がある。これには、土地利用申請、水利権申請、河川占用許可、排水許可、MOC からの最終承認と建設許可が含まれる。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	①プロジェクトの内容及び影響について、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？ ②住民や所管官庁等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか？	①、②環境保護法 Article 20 によれば、EIA レポートは、プロジェクトサイト近隣の地方人民委員会の意見を取り入れることとなっている。また、Circular No. 05/2008/TT-BTNMT の Item III(2)によれば、事業主によりコミュニティコンサルテーション実施されることとなっており、議事については EIA に含まれることとなっている。したがって、EIA の準備段階において、コミュニティコンサルテーション及びコミュニティからの意見交換が実施されることとなる。
2.汚染対策	(1) 大気質	①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？ ②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？	①次亜塩素酸ナトリウム（液体）は消毒剤として使用される。貯留設備及び注入設備は、安全に配慮して設計されるため、大気汚染の恐れはない。 ②労働者は手袋やゴーグル等を使用して安全を確保する。
	(2) 水質	①施設稼動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？	①浄水場の運転に伴って流出される排水は、主に天日乾燥床の上澄水が想定される。したがって、放流水域の水質悪化は見込まれない。しかしながら、放流先はドン河となるため、継続的な放流量のモニタリングが必須である。(QCVN24:2009/BTNMT).
	(3) 廃棄物	①施設稼動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？	①浄水場の沈澱池からの発生汚泥は、自然環境に対して有害なものではない。汚泥は、濃縮槽で濃縮され、天日乾燥床にて乾燥させた後、ベトナム環境省の許可を受けた処分業者により搬出される。
	(4) 騒音・振動	①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？	①ポンプ、ブロワ、発電機は、建屋内に設置され、騒音発生には細心の注意が払われる。また、建設段階では、騒音レベルがベトナム国家基準の規制以内(TCVN5949-1998)となるよう、必要に応じて緩和策を考える。

Annex-1:　環境チェックリスト：14.上水道（２）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
2.汚染対策	(5) 地盤沈下	①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？	①本プロジェクトでは、ドン河の表流水を水源としており、地下水の汲み上げは行わない。したがって、地下水の汲み上げによる地盤沈下が生じる恐れはない。
3.自然環境	(1) 保護区	①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？プロジェクトサイトが保護区に影響を与えるか？	①サイト周辺には保護区は存在しないため、プロジェクトの実施が保護区に与える影響はない。
	(2) 生態系	①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？ ②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？ ③生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか？ ④プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼすか？水生生物等への影響を減らす対策はなされるか？	①、②サイト及び近隣地域はいずれの生態学的な貴重種の生息地も含まない。浄水場の提案用地は主に農地となっており、送水管等の配管布設位置もまた、農地及びその側道となっている。ドン河及びホン河横断については、推進工法を採用することで掘削は不要となるため、重大な環境影響は見込まれない。 ③重大な負の生態系への影響は見込まれない。ただし、所管官庁は、長期にわたり環境法に違反する行為を取り締まるための監査を行う必要がある。 ④本プロジェクトの取水流量は、河川の最小流量の 1%程度である。したがって、本プロジェクトの取水量が水生生物や水環境への負の影響は見込まれない。
	(3) 水象	①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？	①上記④のとおり、取水流量は河川の最小流量の 1%程度であり、取水による地表水の流れへの影響は無い。

Annex-1:　環境チェックリスト：14.上水道（３）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
4.社会環境	(1) 住民移転	①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？生じる場合には、移転による影響を最小限とする努力がなされているか？ ②移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか？ ③住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか？ ④補償金の支払いは移転前に行われるか？ ⑤補償方針は文書で策定されているか？ ⑥移転住民のうち特に女性、子ども、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か？ ⑦移転住民について移転前の合意は得られるか？ ⑧住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか？十分な実施能力と予算措置が講じられるか？ ⑨移転による影響のモニタリングが計画されるか？ ⑩苦情処理の仕組みが構築されているか？	①,②,③,④,⑤,⑥浄水場の建設予定地は、主に農地となっている。また、送水管は道路に沿って埋設されるか、もしくは農地内に布設される。したがって、住民移転は発生しない。しかしながら、土地収用が発生するため、土地所有者から農地を収用することとなる。したがって、土地法 Article 38 (No. 13-2003-QH11)により、公共の利益のために土地ファンドが土地を収用する。土地価格及び補償内容決定のための各種調査、住民説明・協議は土地ファンドが行うこととなっており、補償費用については、事業主体が土地ファンドを通して支払うこととなる。補償・生活再建対策の受給者要件については、土地法第 39 条第 1 項及び第 2 項で規定される。 ⑦,⑧土地収用を適切に実施するための体制として、上述の土地ファンドが MONRE により組織されており、実施体制及び能力については問題無い。 ⑨事業主体者にて適切なモニタリング計画を計画する。 ⑩苦情処理については、土地法第 73 条によれば、地方人民委員会、県人民委員会、人民裁判所の順で土地に関する苦情は処理されることとなる。ただし、土地収用後については、事業主体者として別途苦情処理窓口を設置する等、簡易な苦情処理については、事業主体者で対応する等住民に配慮する。
	(2) 生活・生計	①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？必要な場合には影響を緩和する配慮が行われるか？ ②プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、既存の水利用、水域利用に影響を及ぼすか？	①本プロジェクトは、近隣居住者への深刻な不の影響はもたらさない。運転段階では、水道未給水エリアへの給水が促進される。これにより、水系伝染病が減少し、生活環境は改善されると考えられる。また、プロジェクトは居住者へ経済的な正の影響をもたらす。しかしながら、農民のうち何人かは土地が収容されるため、補償が割り当てられ、他の土地で新たに農業を始めるか、別の生活手段を始めなければならない。 ②本プロジェクトの取水による既存の水利用および水域利用に悪影響を及ぼすことはない。本プロジェクトは現在水道未給水のエリアへ給水を行うこととなり、正の影響をもたらすといえる。
	(3) 文化遺産	①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?また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか？	①本プロジェクトは、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡を損なう恐れはない。しかしながら、送水管等の建設段階においては、道路脇への一時的な道路設置や、資材置き場の設置があるため、寺院や歴史的な土地等は避ける等の配慮が必要である。

Annex-1:　環境チェックリスト：14.上水道（４）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
4.社会環境	(4) 景観	①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？	①浄水場の建設予定地は農地であり、周辺の景観への悪影響はなく、新設浄水場の周囲は緑地帯で囲むこととする。また、送水管は道路沿い及び農地内に埋設されることから、周辺への景観上の影響は無いといえる。
	(5) 少数民族、先住民族	①当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか？ ②少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか？	①,②少数民族や先住民族等はプロジェクトエリア内には住んでおらず、文化や生活様式への深刻な影響はない。
5.その他	(1) 工事中の影響	①工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）への緩和策が用意されるか？ ②工事により自然環境(生態系)へ悪影響を及ぼすか？また、影響に対する緩和策が用意されるか？ ③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？ ④工事による道路渋滞は発生するか？また、影響に対する緩和策が用意されるか？	①,②,③自然及び社会環境に対する深刻な影響は見込まれない。建設段階では、適切な技術が騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等を減少させると考えられるため、適切な緩和策を採用することとする。 ④建設段階において、送水管布設時等の道路内での工事の際には、道路渋滞が発生する可能性がある。そのため、夜間工事を行う等、周辺交通への影響が最低限に緩和されるよう配慮し、また作業員の交通安全や健康の対策には配慮する。
5.その他	(2) モニタリング	①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？ ②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？ ③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？ ④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？	①, ②, ③, ④浄水場の適切な運転操作は自然及び社会環境の改善に貢献することとなる。影響が考えられる項目に対する緩和策については、本報告書で議論されている。詳細環境モニタリング計画が準備され、建設段階及び運転段階において、モニタリング計画に含まれる活動が実行されなければならない。モニタリング活動の結果は、適切な書式で DONRE へ提出しなければならない。
6.留意点	(3) 環境チェックリスト使用上の注意	①必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）	①越境または地球規模の影響問題への影響は無い。 本プロジェクトの水源は、ホン河支流のドン河である。しかしながら、本プロジェクトの取水量はドン河の最小流量の 1%程度に過ぎない。したがって、下流域の住民の水利用への影響はないものといえる。

1)　表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じて対応策を検討する。当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

2)　環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業及び地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

５．　投資環境（リスク分析）

本章では、本プロジェクトを取り巻く政治･経済･社会環境の変化を踏まえるとともに、昨年度、本プロジェクトに関連して実施された Pre-F/S 調査において行われたリスク分析結果等をベースに、本プロジェクトに関して管理すべき主要リスクを抽出し、その対応策を整理する。

5.1　政治環境

ベトナム国は、1989 年のドイモイ政策によって戦後（南北統一後）の混沌状態から脱し、政治面においても経済面においても確実な発展を遂げてきた。これは図-5.1.1 に示す実質 GDP 推移からも見て取れる。しかし、ドイモイ政策施行後まだ 22 年と、本提案事業の事業期間と比較しても短い。そこで、以下の通り過去の世界動向から教訓を得て、ベトナム国の将来性を評価する。

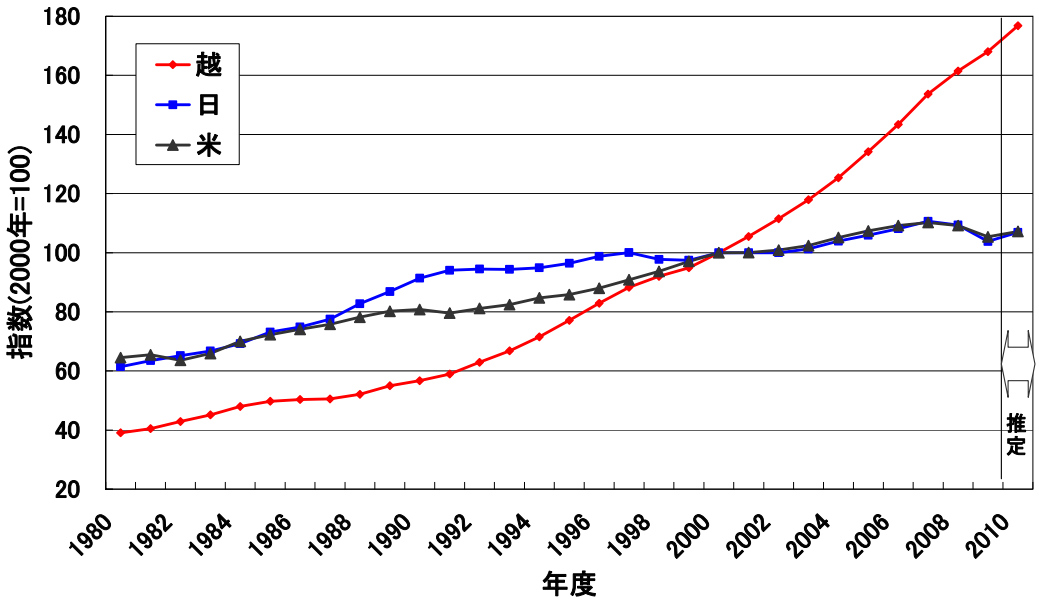


図-5.1.1　一人当たり実質 GDP 推移

（１）世界的傾向

世界的な政治的・経済的環境の変化傾向は、情報通信技術の飛躍的発達、市場経済のグローバル化と民主主義の進展に象徴される。その代表的事象を以下に示す。

1）欧州ユーロ圏の経済危機

ユーロ圏で一部の国（ギリシャ等）の債務超過が表面化し、欧州全体の通貨危機に拡大している。ギリシャの如き歴史のある国が歴史上の瞬間的なタイムフレームで傾くということは想定し難いことであった。何らかの環境変化が発端となったということは間違いない。

2）アラブ諸国政変連鎖

アラブ諸国では比較的安定していると見られていたチュニジアのベンアリ政権が 23 年で崩壊した。それを機にエジプト、リビアと飛び火し、政変には至らないとしても、その他の多くのアラブ諸国、更には中国等のその他の地域にも影響を及ぼしている。エジプトのムバラク政権は 30 年、リビアのカダフィ政権は 41 年で独裁政権に突然の終端を齎した。この地域の民衆の不満は一口で語れないにしても、IT という新しい社会環境が引き起こした政変の連鎖として世界的に注目される事象である。

（2）アジア地域における傾向

アジアにおいても、世界的傾向である市場経済のグローバル化と民主主義の進展は、以下のような政治環境の変化を引き起こしている。

1）アジア経済危機とインドネシア政変

31 年にも及ぶスハルト政権が東南アジア経済危機を発端とした暴動（学生運動が主導）により転覆した。それまでの安定した政治体制からは想定し難い事象であった。しかし、豊富な資源と温暖な海洋性気候に恵まれて右肩上がりの成長を遂げている間には表面化しなかった個人蓄財に対する不満が経済・社会環境の悪化により一挨に爆発したものと解釈できる。しかし、同国はその後の政治的不安定性から克服し、政変以前の経済発展の軌道を取り戻している。

2）タイ政変

タイでの政変は日常茶飯事の出来事で、国王の裁量にて無血にて決着するというのが常識であったが、2006 年のタクシン首相の不正疑惑に端を発した政局は、都市部と農村部の二極対立の構図を表面化し、インドシナの盟主としての立場を揺るがす程に不安定なものとなっている。

（3）ベトナム国の政治体制と将来性

上述した事象を教訓として、ベトナム国の政治環境の将来性に関して、以下の点についての議論が投資判断上必要となる。

- 共産党一党制からの変化による政治・社会基盤の突然の変化

  ドイモイ政策以降、共産党一党制の下にあって成長を続けてきたが、何らかの政治・経済・社会基盤の変化に起因して、その体制が崩れることが懸念される。政治体制は、国家主席・政府首相・党書記長の集団指導体制の下で、官僚政治が行われており、権力の集中はこれまでのところ見られず、現状では安定した健全な政権と言える。今後、指導者の政権への関与が長期化し、独裁化していくリスクを注意深く見守っていく必要がある。

5.2 経済環境

日本のバブル崩壊、東南アジアの経済危機・ユーロ諸国等での政府財政危機の如く、急激な経済発展の結末として経済危機を生じるリスクがある。その結果、経済危機が民心を揺るがし、政治的・社会的不安を齎す事例が多い。長期的には、経済危機と政治的混乱から立ち直ったインドネシアと同様に、ベトナム国におけるポテンシャリティは充分に見込めるものであると認められる。しかし、短期的には、以下に示す不安定要素から、アジア経済危機の再来に繋がる危険性が足元で発生している。

（1）為替変動（貨幣価値変動）

貨幣価値の変化については、以下の要素を購買力平価の観点から複合的に評価する必要がある。

① 物の価値と貨幣の価値の比較 ⇔ 物価変動
② 通貨間の価値の比較 ⇔ 為替変動（推移を図-5.2.1 に示す）

本提案事業でのオフテイカー支払い価格(水道事業者の売水単価)は「USD 建て現地通貨（VND）払い」とし、オフテイク契約の変動費相当分の一部支払条件としては「現地物価上昇率にリンク」を前提条件として想定している。その妥当性を確認するために、主要コスト発生国（越・日）と米（世界標準）の物価上昇率（CPI・PPI といった偏向性を有する指標ではなく、総生産の実質評価に使われる「GDP デフレータ」の値を採用）を 1980 年以降 30 年間に亘って USD に換算して比較（図-5.2.2 参照）してみた。なお、米・越については 2000 年度を基準年=100%としているが、日本の 2000 年度における購買力は長期トレンドから外れているため、2000 年度の指標が 110%となるように補正を加えている。

本分析により、日本の長期（30 年間）トレンド（＝近似曲線）が米国の推移にほぼ重なる結果となっていることが分かった。ベトナム国の場合、1988 年以前のデータは参考とならないため、その後の 20 年間についてのみ比較すると、日・米のトレンドに比して傾きが急であることが分かった。しかし、これは発展途上における過渡的な傾向であり、このトレンドで購買力平価の均衡が未来永劫崩れ続けるとは考え難く、安定成長に達すると共に日・米のトレンドに近づくものと推察される。因みに、日本の高度成長も戦後 30 年で終局を迎えたことを考えると、ベトナムも後 10 年前後（ドイモイ以降既に 20 年強を経過）で安定成長の道へと向かうものと考えられる。

ベトナムのトレンドをより細かく分析してみると、1988 年以前には高物価上昇とその是正のための平価切下げ（1980 年には USD1.00=VND0.21 であったものが、1989 年には USD1.00=VND4500 へと 22,000 分の一に減価した）の繰り返しを行う混沌とした

経済環境にあった。

それが、ドイモイ政策以降の 20 年余りの間、見事に安定した成長軌道に乗ってきた。為替変動も図－5.2.1 に示す如く、USD に対して年平均 10%程度の緩やかな減価で安定的に推移している。1990 年台前半には、急速な経済発展に伴いベトナムの物価上昇率が先進国（日・米）との比較において高まった。その後、東南アジアの経済危機の影響を受けて、タイとインドネシア程の深刻さは見られないものの、経済成長の勢いは停滞期に入った。しかし、2002 年頃より海外からの投資ブームに乗って、再度、高成長の波に乗って現在に至っている。但し、足元では、行き過ぎた成長に対する調整期に入っているように見受けられる。

この間の日本を見てみると、1985 年プラザ合意以降 1995 年に 1 ドル 80 円を切るまでの 10 年間、円高によるドル換算ベースでの物価上昇傾向が続いた。その後、バブル崩壊が齎した長期デフレ環境下にあって、米国が「強いドル」政策を志向したことも手伝って、円安メリットを享受することによって、日本の国際競争力を回復することができた。しかし、2007 年以降、ドル安円高基調への転換により再調整が入った感がある。

しかし、三ヶ国のみのデータは必ずしも各国の通貨の実力を正しく反映しているとは限らない。そこで、将来予測をするためには、その他の国々との比較において、日越両国通貨（VND）の実力を正しく見極める必要がある。そこで、以下の追加分析を行った。

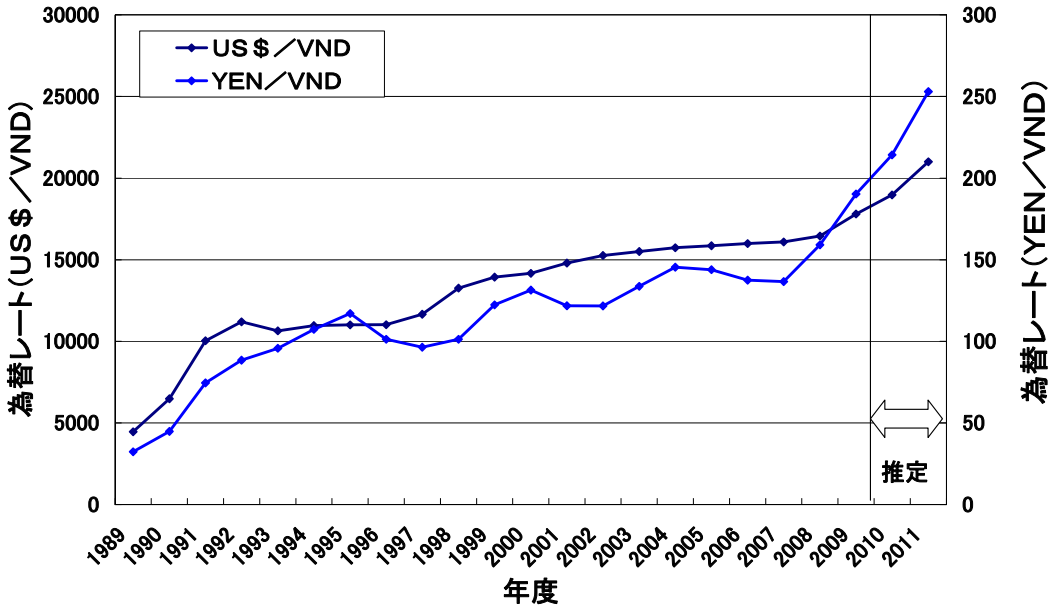


図-5.2.1　為替変動推移

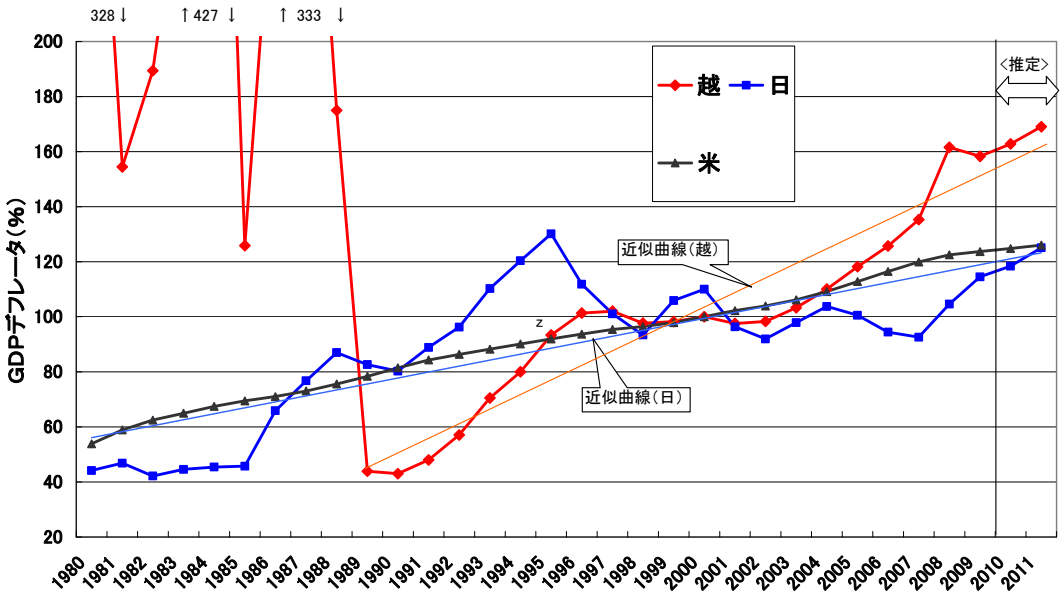


図-5.2.2　GDP デフレータ（USD 換算）

① 先進国（日・米・英・独・仏）間の比較による日本円の評価

先進各国の近似曲線が米国に近づくようにレベル合わせの補正を行った GDP デフレータ推移グラフを図-5.2.3 に示す。この図から、ユーロが導入される 1999 年以前においても、ヨーロッパの主要通貨は概ね（例外として、英国は 1990 年代に特異な動きがあった）足並みを揃えた動きをしてきたことが分かる。日本もその間はヨーロッパ各国と同様の動き（世界的には、米国とその他の二極構造）を示してきた。しかし、ユーロ導入以降は、米国を挟んでヨーロッパと日本が両局に位置する関係（3 極化）が見られる。そして、ユーロ下落と円高により、日・米・欧が長期的に見た均衡レベルに近づいてきた。即ち、現在の先進国間の購買力は比較的均衡状態にある（ストレスは少ない）ものと理解できる。

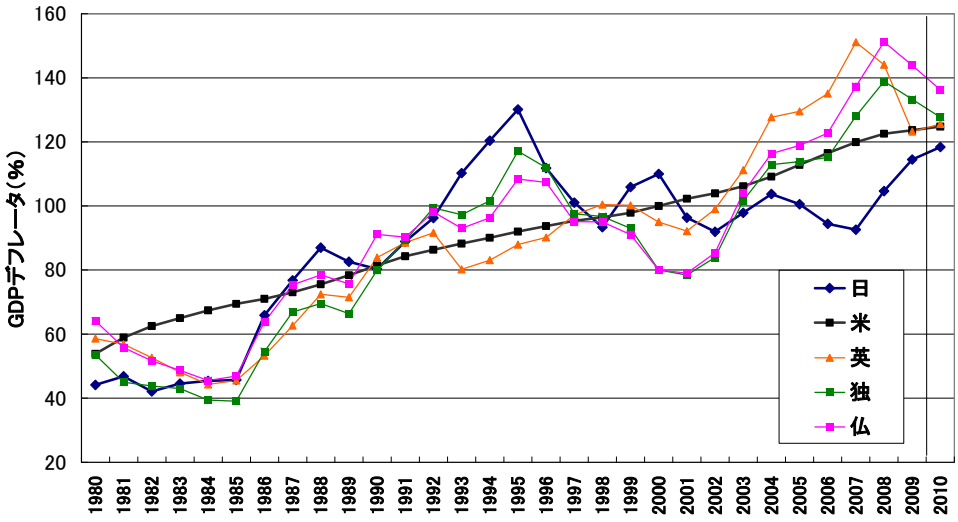


図-5.2.3　主要先進国 GDP デフレータ推移（USD 換算）

② アジア地域発展途上国（越・中・タイ・インドネシア・マレーシア・フィリピン・インド）間の比較によるベトナム国通貨（VND）の評価

アジアの発展途上国の GDP デフレータ推移グラフ（インドネシアのみレベル合わせの補正）を図-5.2.4 に示す。これらの諸国については、1997 年の経済危機以前においては、各国の動きが疎らであったが、その後の動きには極めて強い類似性が見られる。その中でも、ベトナム国は中位を占めストレスは大きくないものと評価できる。また、足元での景気過熱調整傾向もベトナムに限らず、各国で見られる傾向である。これらの傾向は、経済の国際化と貿易協定等の進展による地域間格差是正要因によるものと推察される。但し、アジア地域における 2003 年からの急速な景気過熱傾向については、1997 年の経済危機のようなショックを避けて、ソフトランディングが図られることが期待される。

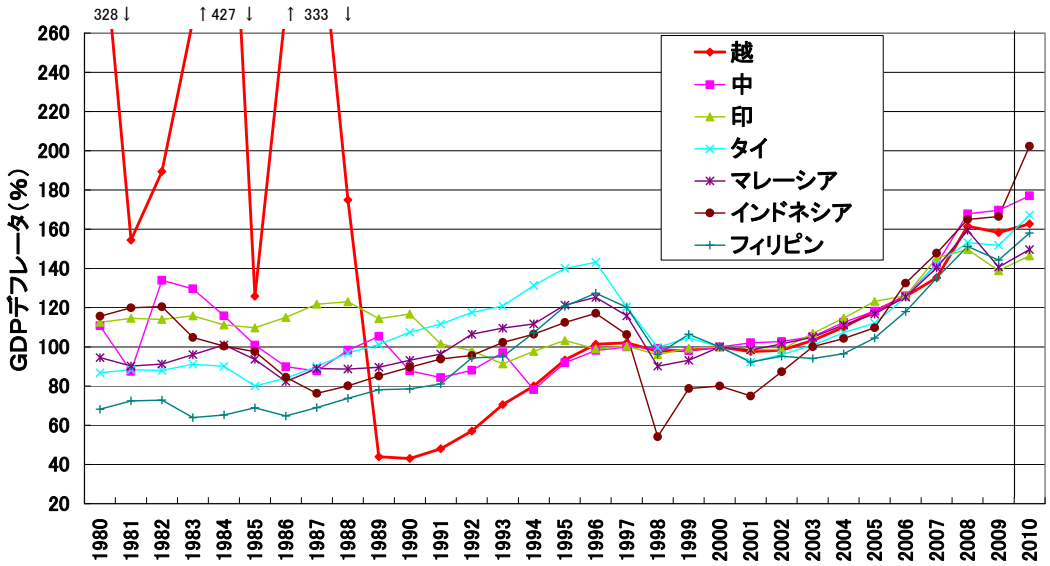


図-5.2.4　新興国 GDP デフレータ推移（USD 換算）

以上の分析結果から、今後の事業期間において、以下の点を想定する必要があるものと認識する。

① 先進国間の購買力は現在均衡しているものと評価できる。しかし、日米の購買力の間には、過去に±40%～程度のストレスが掛かった実績がある。長期的な購買力平価想定リスク（世界経済の構造的変化リスク）としては、過去 30 年間の分散分析により、偏差 2 シグマ相当の尤度（±5%程度）をもって事業計画を行うこととする。更に、トレンドシフトリスクとして事業期間平均 10%までの通貨価値変動を想定して、財務計画の感度分析を行い、事業性を担保する。

② 発展途上国においては、一般的に投資過熱⇒物価上昇⇒通貨価値減少という構図が描かれる。しかし、物価上昇に見合っただけの通貨価値調整は行われず（購買力の低下が補正されない）、上述の如く USD 換算物価上昇率は先進国に比べて高めとなる。したがって、事業計画上では、物価上昇に見合った料金体系の設定は、事業収益性を向上させる方向に働くことになる。今後 10 年程度は現状のベトナム経済発展傾向が続くものと見込めば、その間の高物価上昇率（USD 換算）による事業性好転効果が期待できる。しかし、景気の波による調整が入れば、短期的にはマイナス方向へのストレス調整を受けることもありうる点に注意を要する。更に、適切な金融政策と為替政策による加熱した投資環境からのソフトランディングを図らなければ、1997 年の東南アジア経済危機の二の舞となる危険性もある。

結論として、先進国の場合と異なり、長期的な傾向が読みづらい（感度が高い）が、

日・米の関係と同様に、事業収益性の感度分析を行い、事業性を担保する。また、急激な経済環境の変化に対しては、上記（１）項に示す各種政府サポート及び保証が前提となる。

（２）金融市場

ベトナムにおける足元での投資過熱により、金融環境が著しく悪化している。2010 年の物価上昇率が 14%となっており、現在の市中貸出金利は 20%を超えている。貨幣価値に相応した金利レベルであればやむを得ないが、貨幣需要が供給を上回ることによって、政府の金融引締め政策にも拘わらず、市場金利が鰻上りとなっている状況は看過できない。

2009 年度のプレ F/S 時点で調査したベトナム開発銀行（VDB）のインセンティブローンの条件は、返済期間 12 年（最長）で、金利が 6.9%ということであった。今回の調査（2011 年 2 月時点）では、これが 11.4%に上昇している。元金均等返済とすれば、元金の年間返済額は借入総額の 8.33%（=100/12）である。金利 6.9%の場合、初年度元利返済合計額は 15.23%であるが、金利 11.4%の場合には、元利合計 19.73%となる。即ち、金利上昇に伴い、操業開始当初のデットサービスが約 1.3 倍（=19.73/15.23）、30%のキャッシュフロー増となる。出資金が棄損しても構わないという前提に立てば、金利が PIRR(=Project IRR）以下であればライフサイクルでの収益性に特段の問題を生じないが、操業開始当初のキャッシュフローが回らなくなるリスクが生じる。これは事業計画を根底から揺るがすレベルのものであり、この資金調達条件変動リスクについては、リスクを緩和する料金体系を提案せざるをえない。具体的には第 7 章で提案するキャパシティペイメント方式の採用による現実的かつ合理的スキームが求められる。

外貨（円・USD）建ての資金調達については、為替変動リスクが伴う。長期的には、上述の如く購買力による均衡が期待されるが、短期的には大きなインパクトを伴う。特に、事業契約から操業開始時点までの急激な為替変動は操業開始当初のキャッシュフローに過大な影響を及ぼす。USD にリンクして減価する現 VND は USD に対する為替変動リスクは大きくない（購買力の変動は緩やか）が、USD に対して大きく上下動する円は現地通貨に対してもリスクが大きい（三つ巴の均衡が保たれるのが道理であり、（A）現地通貨と USD の関係と（B）USD と円の関係が決まれば、残る（C）現地通貨と円の関係は自動的に定まる。（A）が安定、（B）が不安定ならば、（C）は不安定ということになる。但し、（A）と（B）が不安定の場合には、（C）が安定ということにはならない。）。外貨建て融資については、上記（１）項の貨幣価値変動リスクの一環でリスク分析・評価・対策を行う必要がある。

また、返済開始当初のキャッシュフローに余裕ができる一方で、為替変動による後年度のデットサービス負担増加リスクがある。しかし、第 7 章で提案するキャパシティペイメント方式の採用によって解決しうるものである。

（３）経済政策上の課題

ベトナム国における喫緊の課題は外貨準備高の改善である。GDP 比で 2000 年末の 11%から 2007 年末に 33%まで鰻上りとなったが、その後減少に転じ、2010 年末には 10%にまで低下した。この勢いで減少すると、2012 年初頭には底を尽く危機的状況である（図-5.2.5 及び図-5.2.6 参照）。別の視点からは、外貨準備高で輸入額（ベトナム国の輸入額は 60 億ドル強／月で安定推移している）の 3 ヶ月分を賄えることが一つの健全性基準とされているが、2010 年度のレベルは 2 ヶ月を切っており、危険水域に入っていることは間違いないところである。外貨準備高減少の根本要因は恒常的な貿易赤字体質にあり、国際競争力の向上による貿易赤字縮小と海外からの投資受け入れ拡大で国際収支を改善する必要がある。また、民間資本の海外逃避（統計上で誤差漏洩に計上）等の影響も大きいものと見られ、抑制施策が必要となる。いずれにしても、改善施策はベトナム経済にとって痛みを伴う（景気抑制・VND の大幅減価・等）ものであり、その施策の効果に注目する必要がある。

対外債務残高を見てみても、GDP 比で 2000 年末の 41%から 2006 年末に 31%まで低下したが、その後上昇に転じ、2009 年末には 38%弱、2010 年度末には 42.2%と急増し、2000 年度末のレベルを一気に超えてしまった（図-5.2.7 参照）。この増加傾向がどこまで続くか注目を要するところである。なお、2000 年から 2010 年にかけて、GDP が USD 建てで 3 倍強となっており、額面（USD 換算）ではこの間に対外債務残高（USD 換算）が 3 倍強になっている（図-5.2.8 参照）点にも注意を要する。即ち、右肩上がりの構図が途切れた時点で、景気回復に向けた公共投資の維持・増大が続けば、対外債務残高の GDP 比率が急激に増大する（日本の 1990 年代後半以降における公的債務の急激な増加が教訓となる）危険性がある。

上記の経済環境悪化を食い止めるべく、ベトナム中央銀行が、インフレ抑制と貸し出し金利引き下げの維持を 2012 年度の最大課題として立ち直りを目指している。その成果を期待して見守る必要がある。

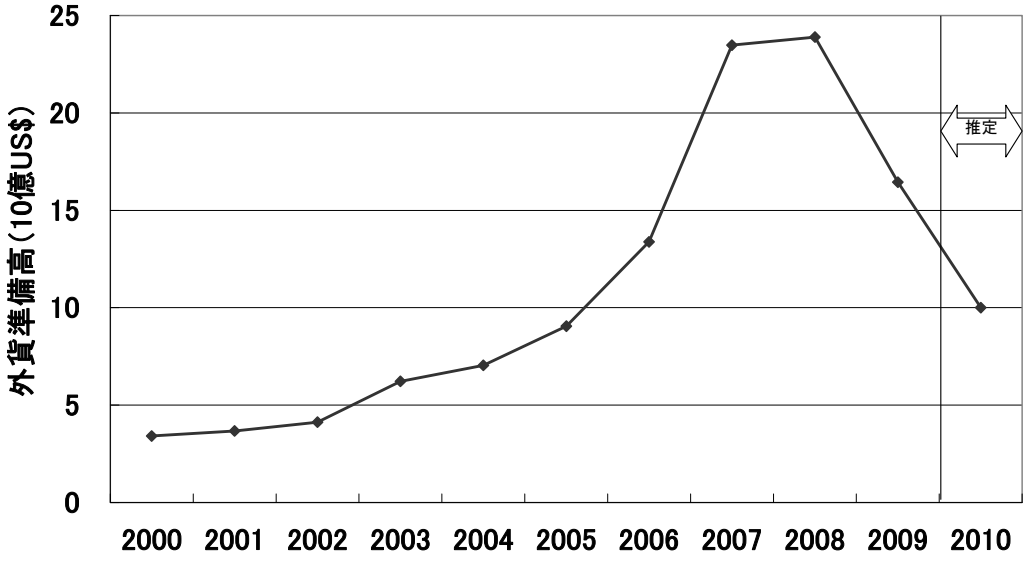


図-5.2.5　外貨準備高推移

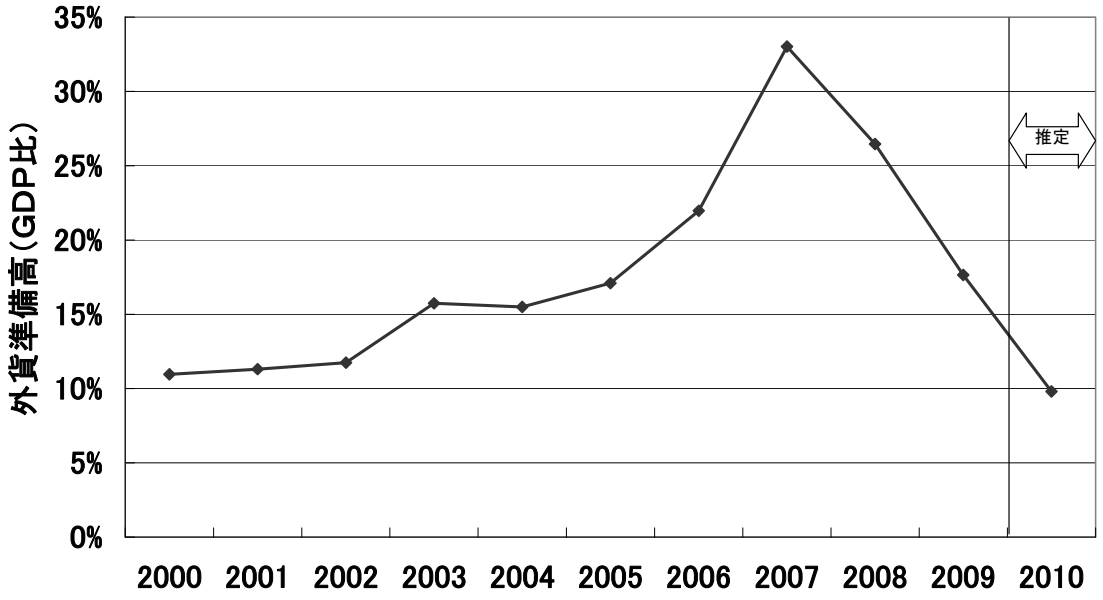


図-5.2.6　外貨準備高推移（GDP 比）

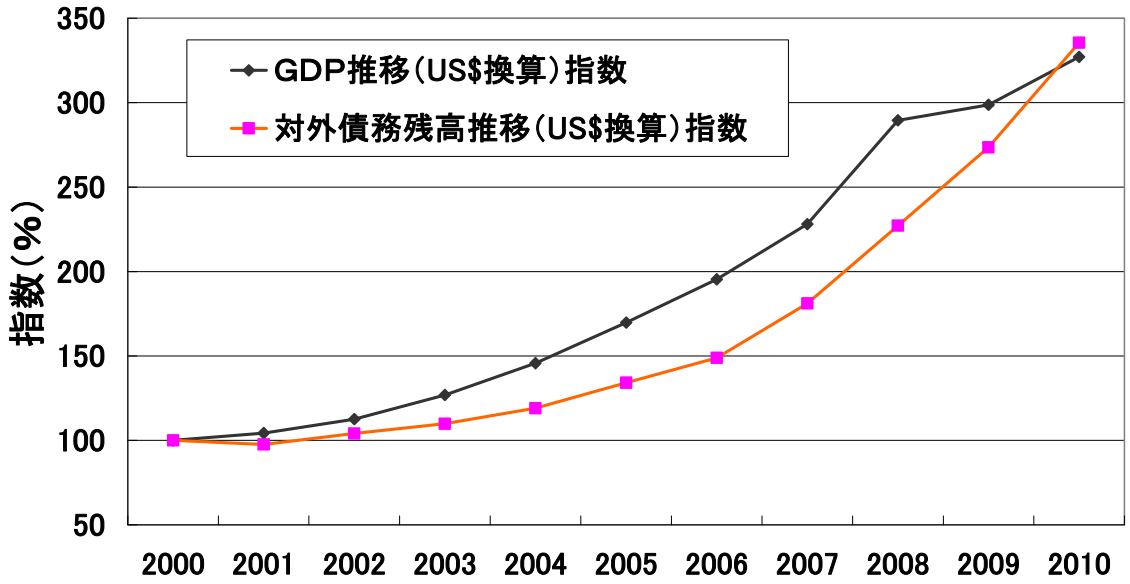


図-5.2.7　対外債務残高推移

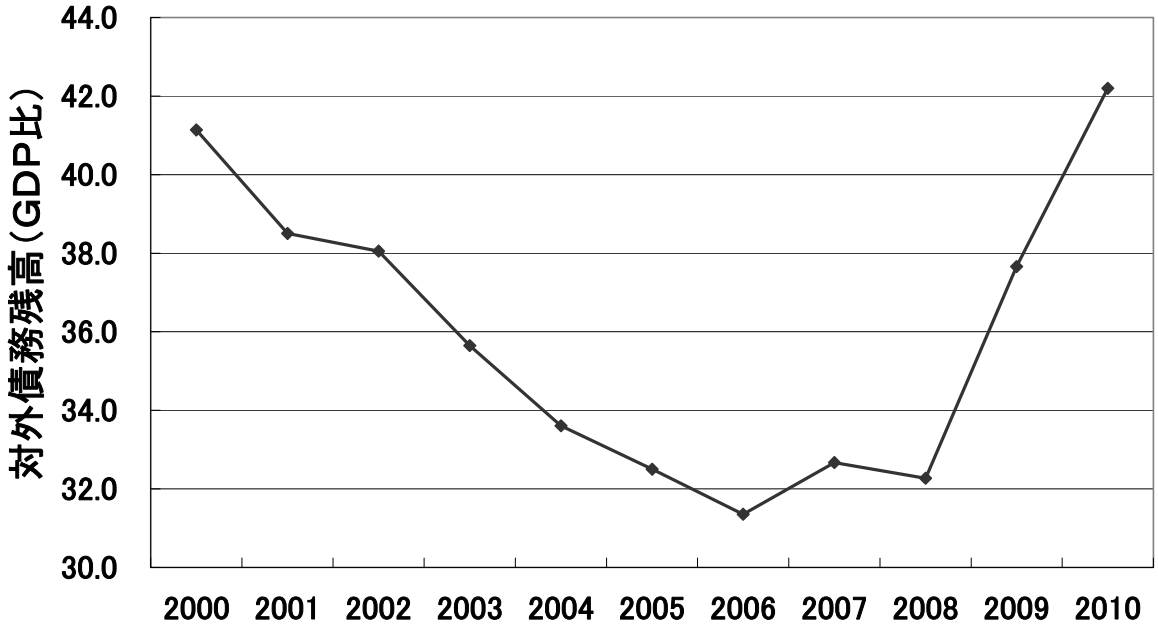


図-5.2.8　対外債務残高推移（GDP 比）

5.3　水事業環境

（1）需要変動

ベトナム国全体についてマクロ的に見てみると、人口は図-5.3.1 に示す如く現状 88 百万人で、年間 1%程度増加している。人数・増加率共に 1950 年代の日本と状況と酷似しており、当時の日本において水道が著しく普及したことを考えると、ベトナム国の今後 30 年の水道需要の増加は約束されていると言っても過言ではない。

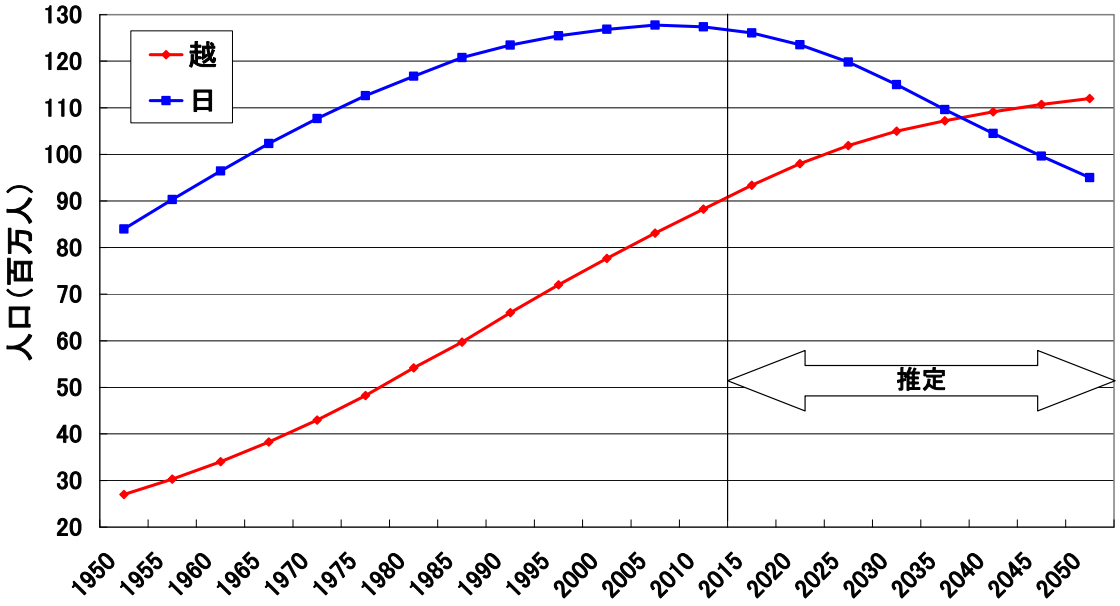


図-5.3.1　人口推移

Ha Noi における水道事業の推移について、供給サイドと需要サイドから見てみると、以下の傾向が読みとれる。

① 図-5.3.2 に示す如く、ドイモイ（1980 年代後半）以降、急激な需要増加に合わせて施設整備が行われたが、ここ数年その伸びに陰りが表れている。これは、地下水源開発に限界（貯蔵量減少および健康被害の問題）が示されたことによるものと解釈できる。

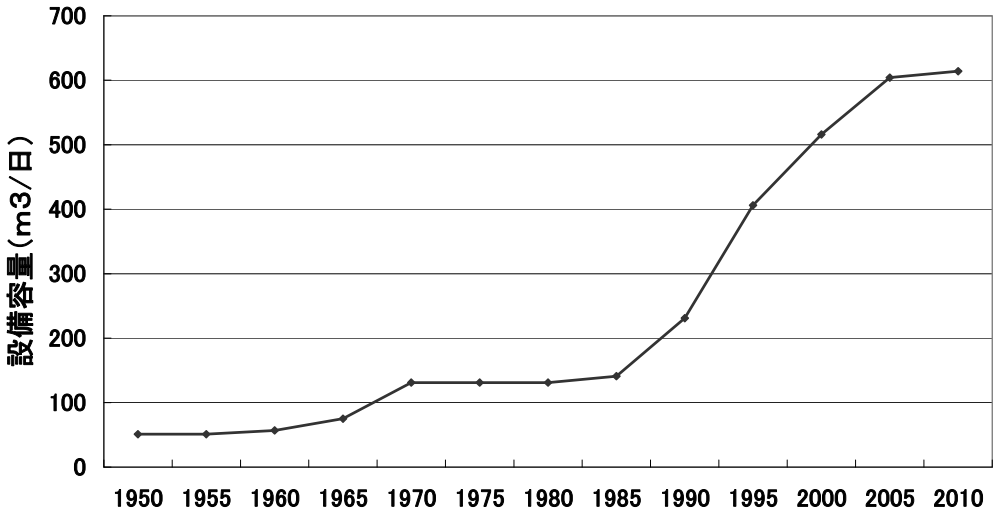


図-5.3.2　設備容量の推移（HAWACO）

② 図-5.3.3 に示す如く、事業規模は 4 年（2005～2009 年）で供給量が 50%の伸びを示している。この間の生産量の増加は僅か 15%である。その差は図-5.3.4 から有収水率の向上によるものであることがわかる。また、生産量が 15%伸びているにも関わらず、この間に設備容量は 2%程度しか伸びておらず、操業度を上げて対応してきたものである。即ち、上記①の新規開発停滞を施設稼働率と配水効率の上昇で補ってきたものと解釈できる。しかし、配水効率の改善にも限界があり、施設稼働率は現状でほぼ 100%の状態（浄水場によっては、120～150%で突貫操業しているところもある）に至っている。このままでは、今後、Ha Noi の水道供給は需要の増加に対応できなくなる危険性が懸念されている。

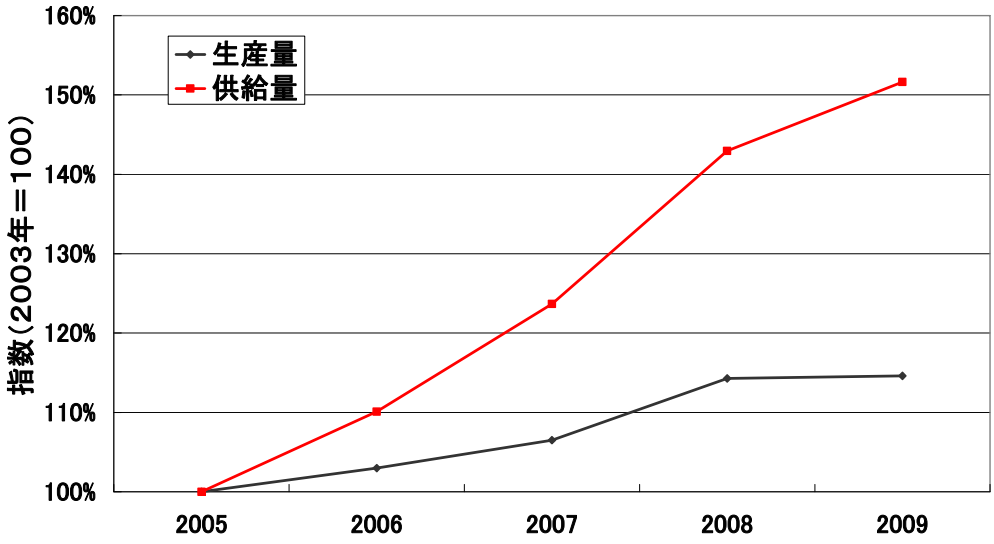


図-5.3.3　浄水生産・供給量推移（HAWACO）

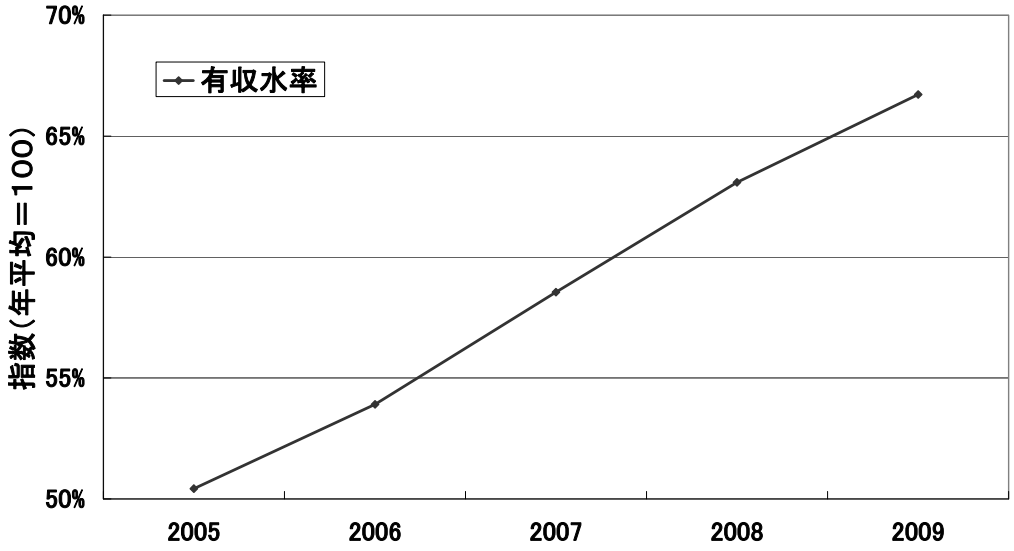


図-5.3.4　有収率の推移（HAWACO）

5.4　契約管理すべき当該プロジェクトリスク

官民連携のプロジェクトでは、施設の整備及び長期にわたる施設の運営・維持管理について、公共側及び民間側との間で、適切かつ詳細なリスク分担を定め、これらを事業契約等に具体的に反映させることにより、公共側にとっては、より低廉なコストでの質の高い公共サービスの実現を、また、民間側にとっては、事業から発生するキャッシュフローの予測を明確なものとすることで長期安定的な収入、つまり安定的な返済原資の確保によるプロジェクトファイナンスによる資金調達を可能とするものである。

リスクの検討にあたっては、まず、全リスクの把握、すなわち当該事業の特性に応じ、付随するリスクをできるだけ具体的に抽出し、その軽減策・対応策をストラクチャリングする。このうち保険・金融商品等の経済的な手段で減免できるリスクについては、その費用見積もりを行い事業計画に織り込んでおく。さらに投資家として、これらのリスク軽減策・対応策が履行されなかった場合のため、リスクの二重管理方策としてリスク顕在化の場合の増加費用等の追加的支出の定量化、定量化の困難な場合には定性的な評価を行うことでリスクを管理する。官民連携プロジェクトでは、リスクを最も確実に管理できる主体が分担することでリスクを効率的に管理し、また、リスクが顕在化した場合の費用をより低廉に抑えることが重要である。そのため、リスク分担の考え方は、どの対処に誰が最適であるかという点が問題との認識で、帰責性があるかという議論とは異なる視点からの検討が必要となる。

（1）全リスク抽出

事業に関連するリスクの管理においては、事業の詳細検討に入る前に、早期に全てのリスクを特定することが重要であり、プロジェクトライフの段階とリスク項目を最初に定め、それらにしたがって、本プロジェクト特有のリスクを抽出した（本編参照）。

また、リスク項目の抽出にあたっては、リスクを、商業リスク（コマーシャルリスク）、ファイナンシャルリスク、外部要因リスクの 3 つに分類し、商業リスクについては、収入に影響を与えるもの、費用に影響を与えるものに分類する（一般的なインフラ PFI 事業におけるリスクを網羅するため、英国 HM Treasury の”Green Book”にて抽出しているリスク項目も参照した。

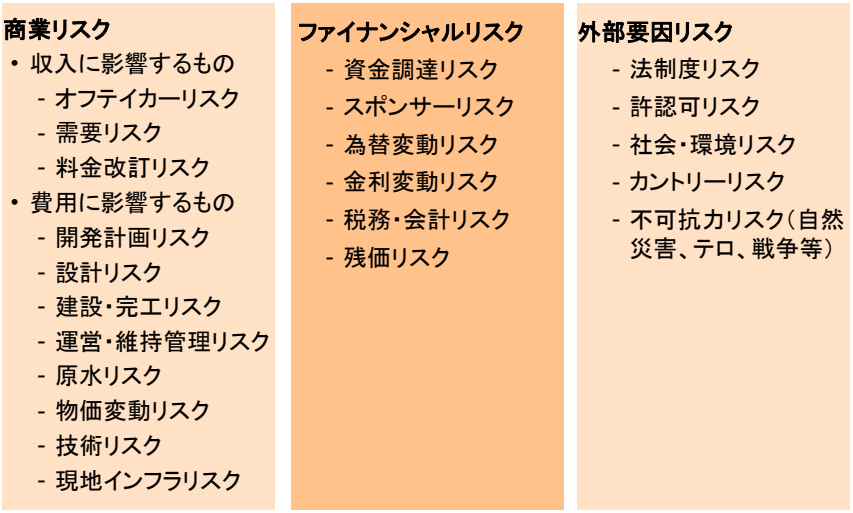


図-5.4.1　リスクの分類

（2）本プロジェクトで想定されるリスク

次に、リスクの評価にあたり、その重要度を判断するため、リスクが事業に与える影響度及び発生可能性を基準とし、それぞれ 3 段階の評価を行い、両者について総合的に判断した重要度に応じて 1 から 3 のスコアで分類し、このうちスコアが「3」と分類されるリスクについてまとめた。

	大	2	3	3
影響度	中	1	2	3
	小	1	1	2
		小	中	大
		発生可能性		

図-5.4.2　リスク評価基準

表-5.4.1　本プロジェクトのリスクマトリックス

事業段階	大項目	中項目	小項目	リスク
共通	外部要因	制度	許認可	国市が付与すべきもの
	財務	金利変動		金利変動リスク
	財務	資金調達	ファイナンス	資金調達リスク ーSPC
	商業	収入	需要予測	実際の需要が想定を下回る
	商業	収入	需要	適正規模の事業契約
	商業	需要	事業範囲	競合関係の排除
	商業	収入	料金改定	支払い方法
	財務	為替変動	支払い通貨	支払通貨
	商業	収入	オフテイカーリスク	サービス対価の不払い
	商業	費用	開発計画	政府補助金/ 資本供与
	商業	費用	現地インフラ	周辺インフラストラクチャー等公共側業務遅延による運営開始遅延/費用増加
建設	商業	費用	インフレ	インフレーションによる費用の増加
	財務	為替変動		為替変動
	商業	費用	インフレ	物価上昇
運営	財務	為替変動		為替変動
	外部要因	カントリーリスク	為替管理	海外送金

（3）リスクの軽減策・対応策

本調査団は、リスクの軽減策・対応策がそれぞれのリスク管理者により履行される限りにおいてリスクの顕在化は抑制されるものと考えるが、今後、これらの軽減策・対応策を実現するためには、それぞれのリスク管理者と今後入念な協議・合意が必要である。現在、詳細についてはベトナム側関係機関と協議中であるが、早急に日本およびベトナム側関係機関との合意形成を図る必要があるものと認識している。

なお、投資家の視点としては、何らかの理由により軽減策・対応策を履行できない場合に備えリスク顕在化時の財務的影響度を確認しておく必要がある。

5.5　当該プロジェクトに関する契約体系の整理と各契約書

本節では、リスク分担表で整理した考えをもとに、本プロジェクトに関するステークホルダー間において締結すべき契約を整理し、それぞれについて記載すべき事項と留意すべき事項を整理した。

（1）契約体系

本調査団が考える、本プロジェクトにおいて必要となる基本的な事業スキーム及び契約は次のとおりである。なお、運営会社は SPC に内生化する可能性がある。

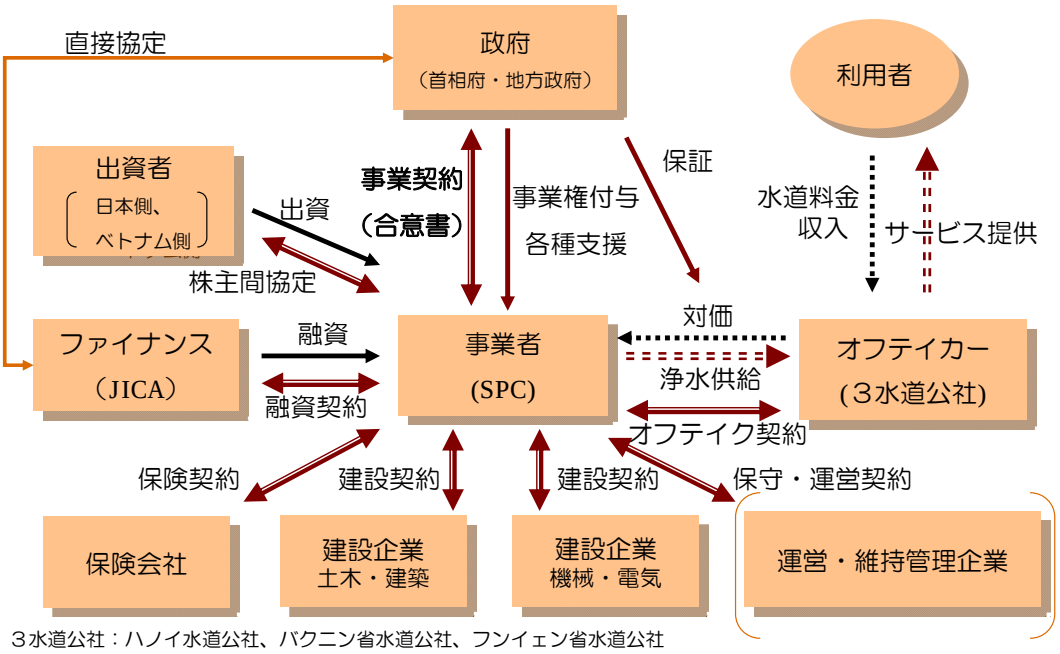


図-5.5.1 本プロジェクトの事業スキーム

1)　契約当事者

①　中央政府

中央政府を事業契約の相手方と想定している。事業への関与者としては、首相府と建設省が挙げられる。現在、第一段階の事業権は首相府が発出した Presidential Decree によって VIWASEEN に付与されており、第二段階の事業権についても首相府から SPC に付与されるものと想定される。また、都市水道の所管省庁は建設省であることから、開発計画を含めた事業内容につき、建設省の関与が想定されている。

【BOT 法第 3 条】

事業実施にあたり、当局から事業権や水利権の付与、施設の建設・運営、資金調達・外貨取引に関する必要な許認可の取得、周辺インフラ整備、土地の収用・貸与

等を含めた事業への支援を得るため、事業の内容・期間、サービス要求水準、対価の支払い条件や改定方法、BOT 法に規定されているような減免税措置等、ベトナム公共側と事業者側の役割及びリスクの分担について、事業契約（Project Agreement）に規定する。【BOT 法第 38-45 条】

事業契約が首相府ではなく、建設省との間で締結される場合でも、首相府から本プロジェクトに対するコミットメントを得るべく、官民連携で交渉し、コミットメントを行うことが本プロジェクトの前提条件である。

② 地方政府

本プロジェクトは、Ha Noi 市、Bac Ninh 省及び、Hung Yen 省に対する水道サービス供給に資する事業であり、最終的な受益者は Ha Noi 市、Bac Ninh 省及び、Hung Yen 省の住民である（ただし、現在第 2 期まで Ha Noi 市を対象とすることで事業者間で協議が進んでいる）。本プロジェクトでは、これらの地域に対して直接、配水するわけではないが、関係する地方政府の開発計画に沿っているか、地域インフラの整備状況の確認及び役割分担、各地の水道公社への支援及びオフテイカーについての保証の付与について確認する必要がある。

現時点においては、事業契約の相手方として、地方政府を加えることを検討中である。

③ オフテイカー

本プロジェクトのオフテイカーは Ha Noi 市水道公社、Bac Ninh 省水道公社、Hung Yen 省水道公社である（ただし、現在第 2 期まで Ha Noi 市を対象とすることで事業者間で協議が進んでいる）。SPC はこれら 3 水道公社と長期オフテイク契約を個別に締結し、給水量・質・価格について、合意する。契約形態は「Take or Pay」とし、事業者に需要リスクが残らない仕組みとする。オフテイカーである 3 社の業績については、地方政府からの保証を得ることが前提条件である。

④ VIWASEEN

VIWASEEN は首相府により付与された事業権を保有するベトナム側国有企業であり、SPC の出資者となる予定であるが、同時に SPC の建設事業を受託する予定である。VIWASEEN が現在有する事業権を BOT 法で定める事業契約として権利・義務を譲渡されるよう、首相府から保証を取得する必要がある。株主間契約において、VIWASEEN が保有している第一段階の事業権を SPC が譲渡を受ける旨、確認を行い、譲渡内容・条件について合意する。また、建設契約においては、事業契約で求められる建設担当企業の役割分担を担い、付随するリスクを負担するとともに、適切なリスク軽減措置を取る旨、規定する。

⑤　SPC 組成

本プロジェクトでは【LLC】として設立する SPC が、設計、建設、維持管理、運営を包括して実施する主体となる。設立にあたっては、BOT 法 27 条、統一企業法に基づき、必要手続きを経る。SPC 組成にあたり、株主の役割分担、権利・義務については、株主間協定に規定する。

⑥　金融機関

金融機関からの資金調達は貴機構からの海外投融資制度における融資を想定している。出資については、コンソーシアム協定・株主間協定、融資については、融資契約によって条件詳細を規定する。

６．　経済分析

6.1 経済的費用の抽出と数量化

本調査においては、“Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Project, 1999 ADB”（以下、ADB ハンドブックと呼ぶ。）に準じて経済分析を行う。

本節では、本提案事業における事業費及び維持管理費の想定を整理するとともに、ADB ハンドブックに沿って各種費用の経済価値化を行う。

（１）事業費用の経済価格化

プロジェクトの経済分析は、プロジェクトの費用と便益を社会的な価値として捉え、その収益性を評価するものである。その際に、市場価格は対象国の制度による影響や市場メカニズムの不備により必ずしも正当な価値を表していないことから、本来のあるべき価格に換算して分析を行う必要がある。ここでは、ADB ハンドブックに示された、外貨部分、電力費用、人件費について変換率を設定し、財務分析における事業費用の経済価格化を試みる。

１）各種変換率の設定

①　潜在為替レート率（SERF；Shadow Exchange Rate Factor）

貿易市場においては、一般に、不適切な関税や輸出補助金、輸入割り当て等の国内産業保護措置により、政策的な為替レート（SER；Shadow Exchange Rate）が形成されている。SERF は、国際価格での取引を国内通貨換算する際の、公定為替レート（OER；Official Exchange Rate）に対する SER の比率を表している（SERF＝SER/OER）。

今回、SERF については、ADB・JICA・JBIC の WEB サイトに公表されている資料・報告書・レポートから、ベトナム国内のプロジェクトの経済分析に関する情報を収集し、本検討で利用する数値を設定する。以下に検索条件について整理する。

調査対象国	ベトナム
調査年度	2008 年度以降
調査対象分野	電力･エネルギー、水資源開発･公衆衛生、貧困削減

検索結果を以下に一覧で示す。各レポートは SERF の算出方法・手順を詳細に説明している Guidelines for the Economic Analysis of Projects(ADB,1997)を参考に数値を決定しているとしている。

なお、SERF は、国内価格を国際価格に換算するための変換率である SCF；Standard

Conversion Factor の逆数という関係があることから、本検討では、以下の事例で用いられている SERF および SCF の数値を基に、平均値である 1.08 を SERF の数値として用いることとする。

表-6.1.1　SERF の設定例

projects	SERF(shadow exchange rate factor)	SCF(standard conversion factor)	分野	発表年
Socialist Republic of Viet Nam: Song Bung 4 Hydropower Project Phase II-documents produced under TA	1.1		電力	2008.5
Second Northern Greater Mekong Subregion Transport Network Improvement Project: RRP Linked Documents		0.9	交通	不明、関連資料は 2010.2/11 月など
Greater Mekong Subregion Ben Luc-Long Thanh Expressway Project: RRP Linked Documents	1.04		高速道路	不明、関連資料は 2010.2
Second provincial towns water supply and sanitation project		0.96	水	2008.12
strengthening water management and irrigation systems rehabilitation project		0.9	水	2010.3

② 労働変換率（SWRF；Shadow Wage Exchange Rate）

労働市場においては、労働の本来の価値である機会費用を上回る最低賃金制度が存在する場合がある。そのような場合、非熟練労働者の労働が生み出す価値は、支払われる賃金そのままではなく、割り引いて捉える必要がある。

なお、本事業の建設費においては人件費が区分されておらず、維持管理に関わる人件費は熟練労働者に対するものと想定されることから、SWRF は 1.0 とする。

③ 電力費用の変換率

ADB ハンドブックにおいては、プロジェクトで使用する電力の製造原価（設備投資や労働力等の運転コストの内訳を把握し、SERF や SWRF を考慮することにより、電力費用の市場価格を経済価値化することが推奨されている。

しかし、今回は電力の製造原価を想定できないことから、電力費用の変換率については考慮しないものとする。

2）事業費用の経済価格化への変換

以上の変換率を用いて事業費用を経済価格化したものが表-6.1.2～表-6.1.3 である。なお、建設費用に関しては、建設期間（第 1 期 2012-2014、第 2 期 2018-2019）において均等に割り当てることとする。

表-6.1.2　建設費の経済価格化

	総計
第 1 期	40,425 億 VND
第 2 期	13,965 億 VND

※VND 換算

表-6.1.3　維持管理費の経済価格化（百万 VND）

	第1期				第2期			
	合計	固定費		変動費	合計	固定費		変動費
		円建て	VND 建て	VND 建て		円建て	VND 建て	VND 建て
2015	**149,139**	66,229	19,830	63,079	**0**	0	0	0
2016	**127,195**	44,407	18,955	63,832	**0**	0	0	0
2017	**126,048**	43,262	18,954	63,832	**0**	0	0	0
2018	**119,530**	36,864	18,833	63,832	**0**	0	0	0
2019	**143,857**	61,172	18,853	63,832	**0**	0	0	0
2020	**118,727**	36,180	19,463	63,084	**79,413**	16,396	2,080	60,937
2021	**156,379**	73,953	19,343	63,084	**73,893**	10,911	2,046	60,937
2022	**103,682**	21,257	19,342	63,084	**75,257**	12,240	2,080	60,937
2023	**118,849**	36,424	19,342	63,084	**81,204**	18,222	2,046	60,937
2024	**136,072**	53,646	19,342	63,084	**96,524**	33,508	2,080	60,937
2025	**100,702**	18,276	19,342	63,084	**72,564**	9,582	2,046	60,937
2026	**109,948**	27,522	19,342	63,084	**73,927**	10,911	2,080	60,937
2027	**103,184**	20,758	19,342	63,084	**75,223**	12,240	2,046	60,937
2028	**157,865**	75,440	19,342	63,084	**81,238**	18,222	2,080	60,937
2029	**191,630**	109,205	19,342	63,084	**96,490**	33,508	2,046	60,937
2030	**99,033**	16,608	19,342	63,084	**72,598**	9,582	2,080	60,937
2031	**102,751**	20,326	19,342	63,084	**73,893**	10,911	2,046	60,937
2032	**114,262**	31,837	19,342	63,084	**75,257**	12,240	2,080	60,937
2033	**112,558**	30,133	19,342	63,084	**81,204**	18,222	2,046	60,937
2034	**136,594**	54,169	19,342	63,084	**96,524**	33,508	2,080	60,937
2035	**142,594**	60,169	19,342	63,084	**72,564**	9,582	2,046	60,937
2036	**106,621**	24,195	19,342	63,084	**73,927**	10,911	2,080	60,937
2037	**111,646**	29,221	19,342	63,084	**75,223**	12,240	2,046	60,937
2038	**127,040**	44,614	19,342	63,084	**81,238**	18,222	2,080	60,937
2039	**141,524**	59,098	19,342	63,084	**96,490**	33,508	2,046	60,937

※VND 換算及び SERF を考慮

6.2　経済的便益の抽出と数量化

本節においては、2015 年の第 1 期事業による経済的便益の内容を整理する。

また、これらの便益について、ADB ハンドブックに基づき基本的な考え方の整理と、本提案事業に対応した条件設定を行い、経済的便益の数量化を実施する。

（1）各給水区域で想定される便益

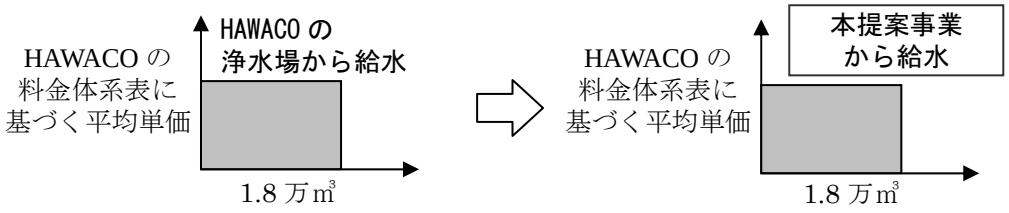
本提案事業によって生じると想定される便益を給水区域別に整理する。

1）Ha Noi 市中心部における便益

Ha Noi 市中心部においては、政策的に人口を減少させるとともに、本提案事業から供水を受けるだけではなく、水道事業者が保有する浄水場の更新等の設備投資を行うことにより需要を満たす浄水を確保することが計画されている。

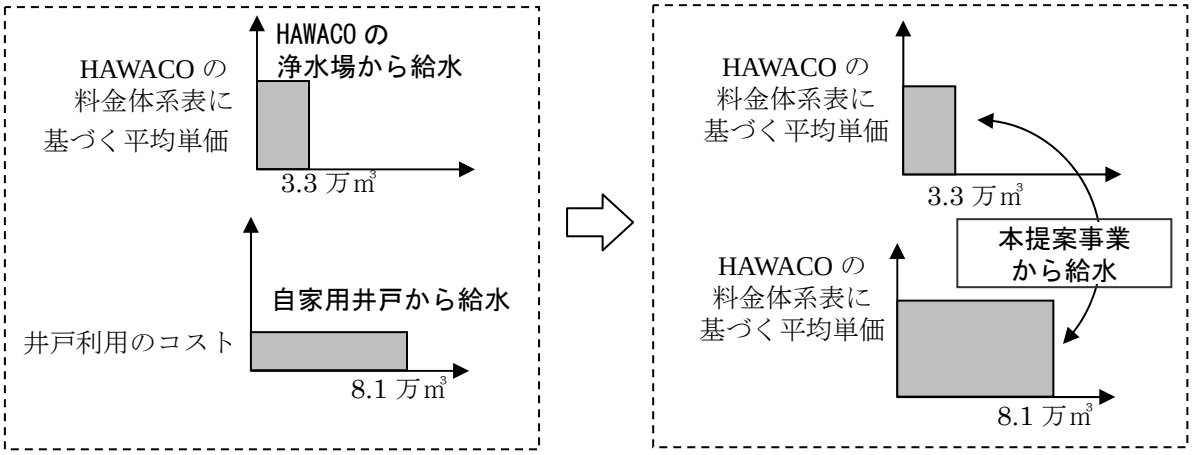
ここで、本提案事業は整備済みの配管網に対する給水の一部を分担するため、受益者を特定することはできない。そこで、2009 年時点で水道に接続している利用者について、1.8 万㎥相当の水源が水道事業者の浄水場から、本提案事業に切り替わることで質の高い水が利用できることを便益と捉える。

この場合、需要家が HAWACO の水道サービスを利用している状況は変わらないため、水道料金の支払額は、水源にかかわらず料金体系表に基づいて決まることになる。



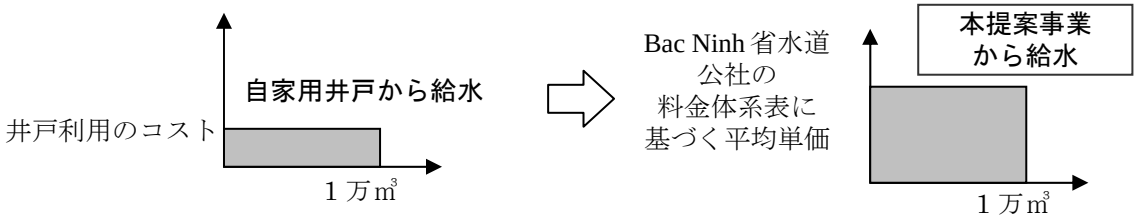
2）Ha Noi 市東部における便益

Ha Noi 市東部においては、2015 年時点で全ての水源が本提案事業に切り替わることになる。従って、2009 年時点で水道による給水を受けている 3.3 万㎥の利用者に関する、水源が本提案事業に切り替わることによる水質向上の便益と、2015 年までに増加する 8.1 万㎥分の水需要の水源が、自家用井戸から水道利用に転換することによる水質向上の便益に区別して考えることができる。



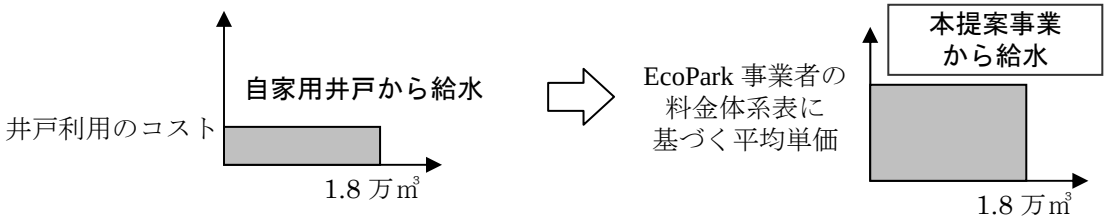
3）Bac Ninh 省における便益

Bac Ninh 省においては、本提案事業から供水する 1 万㎥相当の新たな水道利用者が増加し、便益を受けることになる。



4）Hung Yen 省における便益

Hung Yen 省の EcoPark は現在開発中であるため、現在水供給は行われていない。今後開発が進み、本事業が実施されることにより、Eco Park に居住する家庭が自家用井戸に頼ることなく水を得ることにより便益を受けることになる。



（２）経済便益の数量化の考え方

１）ADB ハンドブックにおける基本的な考え方

ADB ハンドブックにおいては、従来、公共井戸等により需要をまかなっている地域で水道プロジェクトを実施することにより、水利用コストの低下による便益（下図におけるA）と、コストの低下が誘発する需要量の増加による便益（下図における B）が生じると説明している。

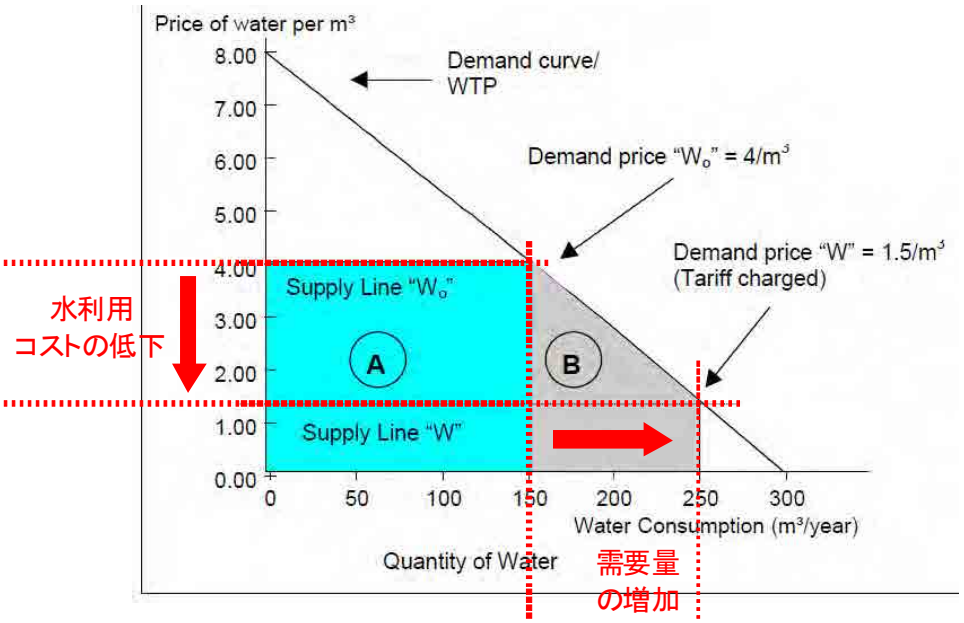


図-6.2.1　水事業による便益（A+B）

前者は、従来の水利用コスト（4/㎥）までは水道に対し支払う意思（Willingness To Pay：WTP）があると見なすことにより、実際の支払額（1.5/㎥）との差額を便益と考えることができる。

一方、後者は、従来は水利用に 4/㎥のコストがかかることから利用をあきらめていた分に相当するため、WTP を 1.5/㎥以上、4/㎥未満で一様に分布すると見なし、実際の支払額（1.5/㎥）との差額を便益と考えることができる。

２）本提案事業との対比

①　プロジェクトの実施による水利用コストの変化

ベトナム国においては水道料金が政策的に低価格に設定されていることから、事業コストを水道料金から回収することが困難な構造となっているのが実態である。先行調査（平成 20 年度水道国際貢献推進調査業務報告書, 厚労省）によると、Ha Noi における水道事業の平均料金は約 3,500VND/㎥であり、これは事業コストの 3/4 相当を賄う水準に留まっていると報告されている。従って、従来の水道利用

者にとっては、本提案事業が実施され水源が切り替わったとしても、水道料金は一定の低廉な水準に維持され、水利用コストの変化は生じないことになる。

また、水道未接続の家庭では、自家用井戸を利用しており水汲みに要する時間がかからないため、水利用コストは水道料金よりも低廉と想定される。しかし、Ha Noi 市周辺では、井戸水からヒ素が検出されるなど水質悪化が進んでいることから、安全な水を確保するという理由で水道への転換が進むと考えられる。

従って、プロジェクトの実施前の状況が水道利用／未接続のいずれであっても、水利用コストの低下という状況は生じないため、ADB ハンドブックに示されるように、プロジェクト実施前の水利用コストに基づき WTP を設定することはできない。

② プロジェクトの実施による需要量の変化

Ha Noi 市および周辺においては、基本的に人口の増加により水需要が増加すると想定されており、前項で整理したように、プロジェクトの実施による水利用コストの低下は無いため、水需要の誘発という事態も生じない。

3）本検討における数量化の考え方

ベトナム国の水道事業においては、現在の水利用コスト（水道料金や自家用井戸のコスト）が事業コストを下回っているほか、本提案事業においては、水質というコスト以外の要因から便益が生じている。従って、本提案事業により供給される浄水の価値を水利用コストに基づいて測ることはできない。

従って、本提案事業により供給される質の高い浄水に対する支払意思額（WTP）を、代替的な水調達にかかるコストで表すことにより便益を算出する。

なお、この WTP は質の高い水の価値を表しており、現状が水道利用者と自家用井戸利用者の違いによらず共通の価値と考える。

（3）便益数量化に関する条件設定

1）支払意思額の最高額の設定

供水された水は、生活用水だけでなく公共用水、業務・営業用水、工場用水などにも利用される可能性がある。しかし、本提案事業は水道事業者への供水をスコープとしており、需要家の用途を特定できないことから、本検討では、給水された水は全て生活用水として利用されるとする。

本事業による供給水の水質は、ペットボトルによる販売水と同程度の水質となる予定である。そのため供給された水に対して、最大で、販売水価格と同程度の支払意思額を持つ需要家が存在すると考えられる。そこで支払意思額の最高額を、5 ガロンボトルの一般的な販売価格（2,000VND/L）を基に、200 万 VND/㎥と設定する。

2）支払意思額の最低額の設定

本提案事業による供水は、水道事業者を通じて排水されることから、需要者は最低でも、従来の水道事業の平均単価程度は支払う意思を持つものと想定できる。

平成 20 年度水道国際貢献推進調査業務　報告書（厚労省）より、Ha Noi における水道の平均単価は約 3,500 VND/㎥であること、また、HAWACO の料金収入データより 2008 年度における平均単価が 3,441 VND/㎥であることから、2009 年現在の平均単価は 3,500VND/㎥であるとする。しかし、HAWACO は 2010 年 1 月から水道料金を改定していることから、料金改定率の平均値をもとに 2010 年以降の平均単価を 4,500 VND/㎥（ 3,500×129%＝4,415）と設定する（表-6.2.1）。

表-6.2.1　水道料金の改定率

	水道料金（2005-09）	水道料金（2010-）	改定率
～16　㎥/月	2,800	4000	143%
16～20　㎥/月	3,500	4700	134%
20～35　㎥/月	5,000	5700	114%
35　㎥/月～	7,500	9400	125%
平均改定率			129%
平均単価想定	3,500	4,500	-

3）最高額の支払意思を持つ需要家の割合

生活水準調査結果報告書（2008, ベトナム統計局）より、飲み水及び生活用水の水源別割合のデータを以下に示す。販売水の占める割合は、それぞれ 1.0%、0.2%であり、他の水源と比較して非常に少ないことがわかる。従って、最高額を支払う意思のある需要家の割合は限りなくゼロに近いものと設定し、平均単価まで一律に低下する需要曲線を想定する。

表-6.2.2　飲み水及び生活用水の水源別割合（2008, ベトナム都心部）

		飲み水	生活用水
水道	専用栓	60.7	55.4
	公共栓	5.4	5.1
販売水		1.0	0.2
ポンプ付井戸		16.4	23.5
井戸		9.1	11.7
その他		7.5	4.1

出典：生活水準調査結果報告書（2008, ベトナム統計局）

4）経済的便益の数量化の考え方

以上の設定より、給水による経済的便益は図-6.5.2 で示される台形の面積として把握することができる。

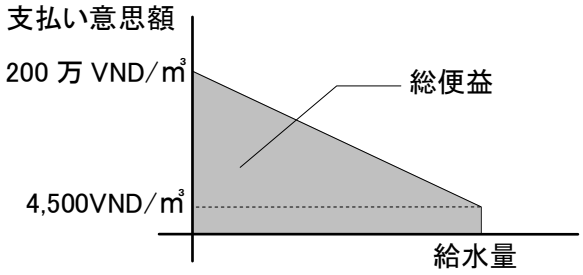


図-6.2.2　利用者総便益の想定

（4）経済的便益の数量化

以上の条件設定をもとに、受水点から需要家まで配水する段階における漏水率を 20%として、事業期間（整備期間：2012 年～2014 年、運営期間：25 年間、2015 年から 2039 年まで）における経済的便益を数量化する。

なお、給水地域や現状での水道接続の有無により便益の発生要因は異なるが、WTP を全ての需要家で共通と考えるため、全体の有効給水量に対応する便益を数量化する。

表-6.2.3　経済的便益の数量化

	計画水量（千㎥/日）	漏水量（千㎥/日）	有効給水量		便益（億 VND/年）
			（千㎥/日）	（百万㎥/年）	
	a	b=a×20%	c=a-b	d=c×365÷1000	e
2012-14	0	0	0	0	0
2015-39	150	30	120	43.8	438,986

6.3 経済的費用便益分析

前項で算出した、事業の経済的費用及び便益の差異から、事業の正味現在価値（NPV；Net Present Value）を算出する。

なお、NPV を算出する際の社会的割引率の設定については、ADB の経済分析に関するガイドライン（Guidelines for the Economic Analysis of Projects(ADB,1997)）を参照する。同ガイドラインにおいては、ADB によるプロジェクト評価を行う場合には、原則として 12%の社会的割引率を利用するとしている。

ちなみに、直近 3 年間に ADB がとりまとめたプロジェクト評価の報告書においても、上記のガイドラインを参考としており、社会的割引率として 12%を用いている。そのため本検討でも、社会的割引率を 12%として分析を行うこととする。

下表に示すように、正味現在価値を算出すると 241 兆 VND（約 9,403 億円）となる。

また、社会的な便益と費用に基づく収益性を表す経済的内部収益率（EIRR）は 222%となり、本提案事業により十分な社会的便益が発生すると見ることができる。

表-6.3.1　正味現在価値及び経済的内部収益率の算出

	便益	年間総支出	年間純便益
	億 VND/年	億 VND/年	億 VND/年
	B	C	B-C
2012		13,475	-13,475
2013		13,475	-13,475
2014		13,475	-13,475
2015	438,986	1,491	437,494
2016	438,986	1,272	437,714
2017	438,986	1,260	437,725
2018	438,986	1,195	437,790
2019	438,986	1,439	437,547
2020	438,986	1,187	437,798
2021	438,986	1,564	437,422
2022	438,986	1,037	437,949
2023	438,986	1,188	437,797
2024	438,986	1,361	437,625
2025	438,986	1,007	437,978
2026	438,986	1,099	437,886
2027	438,986	1,032	437,954
2028	438,986	1,579	437,407
2029	438,986	1,916	437,069
2030	438,986	990	437,995
2031	438,986	1,028	437,958
2032	438,986	1,143	437,843
2033	438,986	1,126	437,860
2034	438,986	1,366	437,620
2035	438,986	1,426	437,560
2036	438,986	1,066	437,919
2037	438,986	1,116	437,869
2038	438,986	1,270	437,715
2039	438,986	1,415	437,570
社会的割引率			12%
正味現在価値（NPV）			241 兆 VND（9,403 億円）
経済的内部収益率（EIRR）			222%

6.4 経済的便益の変動可能性

前節で行った費用便益分析により、本提案事業は十分な社会的な収益性を持つことが確認された。しかし、これまでの分析には支払い意思額（WTP）の設定に大胆な仮定を置いていることから、経済的便益について変動の余地がある。

そこで本節では EIRR の数値に着目し、ADB が投資プロジェクトの社会的割引率として適用する 12%という水準をクリアし、一定の収益性を確保するために必要な支払い意思額（WTP）の最高額の水準と、その場合のプロジェクトの正味現在価値（NPV）を試算する。

表-6.4.1　EIRR(Economic IRR)に対応した WTP の最高額の水準とプロジェクトの NPV

	EIRR	WTP の最高額		プロジェクトの NPV	
ベースケース	222%	2,000,000 VND/㎥	（100.0%）	241 兆 VND	9,403 億円
ケース1	15%	34,500 VND/㎥	（1.7%）	8,130 億 VND	32 億円
ケース2	14%	32,500 VND/㎥	（1.6%）	5,685 億 VND	22 億円
ケース3	13%	30,000 VND/㎥	（1.5%）	2,629 億 VND	10 億円
ケース4	12%	28,000 VND/㎥	（1.4%）	183 億 VND	7,153 万円

試算結果を見ると、WTP の最高額が販売水の価格から設定するベースケースに対し、1.4%の水準（ケース 4）で EIRR が 12%を超え、1.5%～1.7%のわずかな水準の変動（ケース 1～ケース 3）で、NPV として一定の額が見込まれることになる。

従って、WTP の設定により経済的便益が減少する方向に変動したとしても、リスクをとるプロジェクトへの出資者にとっての収益性を考慮して、EIRR が 14%～15%となるレベルでプロジェクトの NPV を認めることは妥当と考えられる。

７．　財務分析

本分析は、スポンサー(投資家)サイドから本プロジェクトの Feasibility を検討し、本プロジェクトの実施に向けて、事業のベースケースの選定、資金調達条件、オフテイカーの支払条件（浄水給水事業者の売水条件）等を整理する。

7.1　ケースの説明

（１）段階的な開発の考え方

本事業では、最終的に 30 万 m3/day 規模の浄水場等施設を整備することを想定し、2 フェーズに分けた開発計画を策定している。本財務分析では、第 1 フェーズにおける 15 万 m3/day 規模の整備・運営・維持管理のみを行った場合について、事業採算性の検討を行っているが、施設整備のうち、土木・建築工事に関する費用については、30 万 m3/day 施設との共通施設については第 1 フェーズにて実施することを想定している。

（２）ケース設定

下表のとおりケースを設定した。「浄水場等施設」には、取水・導水施設及び浄水施設を含み、「送水管等施設」には、増圧ポンプ所及び送水管を含み、浄水場等施設及び送水管等施設の維持管理・運営は SPC が実施し、維持管理・運営による収入は何れの場合にも全額 SPC が受け取ることを想定している。

なお、これら施設以外の最終ユーザーへの配管等の事業支援インフラについては、ベトナム中央政府（所管省庁である建設省）及び Ha Noi 市及び関連市が整備することを前提としている。

表-7.1.1　設定ケース

ケース	現在設定されているシナリオ	
	浄水場施設の保有・整備	送水管の保有・整備
1	SPC	SPC

7.2　資金フロー

前述のケース設定に関する資金の流れを図示すると以下のとおりである。なお、運営会社については SPC に内生化する可能性がある。また、JICA からのファイナンスについては、直接融資ではなくバンクローン方式を検討している。

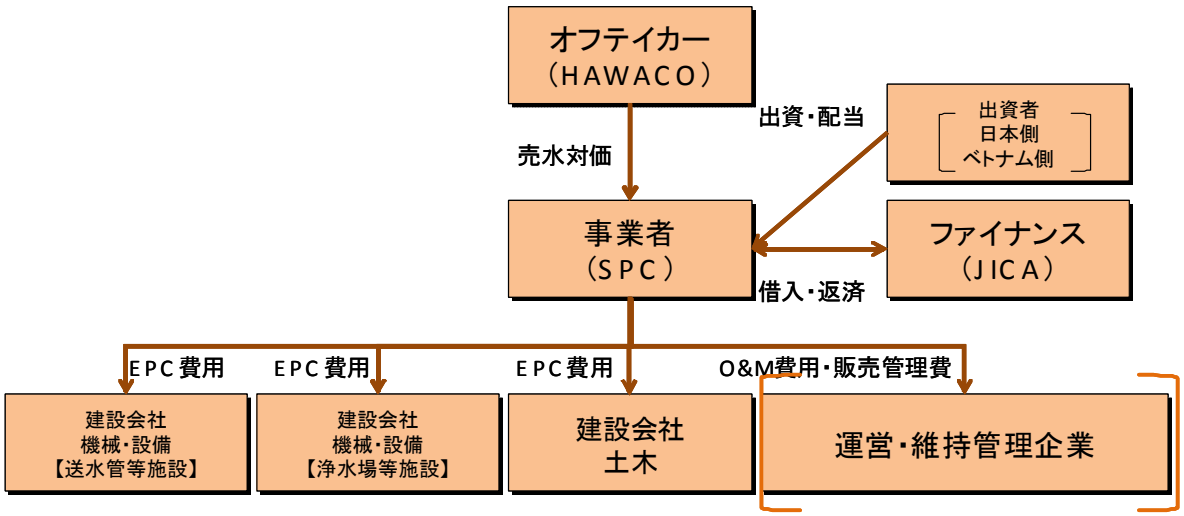


図-7.2.1　ケース１の資金フロー

7.3 財務分析前提条件

（1）企業形態

- BOT 法(Decree No.108/2009 年)に定められた BOT 方式による合弁形式の SPC
- 出資比率は、日本側事業投資家 49%およびベトナム側事業投資家 51%を想定。

（2）事業期間

ハノイ市側は、2015 年までに第 1 フェーズ、2020 年までに第 2 フェーズの操業開始をマスタープランの中で想定しており、財務分析上の前提もこれに従う。事業期間は JICA からの融資期間とし（建設期間を含む)、第 1 フェーズの建設期間は 2012～2014 年の 3 年間、第 2 フェーズの建設期間は 2018～2019 年の 2 年間を想定している。その他、事業期間終了後 SPC の清算期間として 1 年を見込んでいる。

（3）収入

第 5 章での記載のとおり、SPC の収入は Ha Noi 市水道公社からの、浄水供給に対する対価を想定している。下表にて Payment mechanism（いわゆるキャパシティペイメント）の構成を整理した。

表-7.3.1　Payment Formula の概要

収入項目	
Capacity Payment	投下資本回収料金
	オペレーション固定料金（インフレあり）
	オペレーション固定料金（インフレなし）
Variable Payment	オペレーション変動料金（インフレあり）
	オペレーション変動料金（インフレなし）

（4）初期投資費用

初期投資費用は、2011 年価格にて直接費及び間接費を見積もり、これにファイナンスコストを加算した金額を想定している。

直接費は、施設（①取水・導水、②浄水、③送水）毎に、土木・建築、機械、電気に分類して積算している。

間接費は、設計費、測量・地質調査費、用地補償費、水利権申請費、電力引き込み負担金、各種費用により構成されるが、シミュレーション上は、SPC の開業費用である各種費用以外は、便宜上、施設毎に配分してケース毎の費用を試算する。

その他、建設期間中の金利及びファイナンスコスト（アップフロント、コミットメ

ントフィー）並びに支出年のインフレ率、為替を加味し、初期投資費用として計上している。

（5）更新費用

Phase1 & 2 の場合には、Phase1 施設の共用開始 25 年目に、Phase1 初期投資のうち機械・電気に係る費用の一定割合を更新投資費用として計上している。なお、更新投資実行時には初期投資費用金額に対して、供用開始時を起算点とした更新投資実行時のインフレ率を加味させた上で計上させている。

（6）オペレーション費用

毎年のオペレーション費用は O&M 費用及び一般管理費により構成され、インフレ率（生産者物価指数）を加味させ計上させている（表-7.3.2 参照）。

表-7.3.2　オペレーション費用算定の考え方

オペレーション費用		備考
O&M 費用	固定費	予め計画された金額にインフレ率を加味させた金額
	変動費	「m3 当たり単価×造水量」に稼働率とインフレ率を加味させた金額
一般管理費	変動費	

（7）税金

1）法人所得税（the corporate income tax：CIT）

法人所得税の標準税率は 25%だが、本事業では水道事業者に対する税率 10%が適用されるものとする。また、当該優遇税率の適用期間は 15 年とされているが、更新によって 30 年まで延長可能とされているため、本検討では、事業期間中 30 年目までは、税率 10%が適用されるものとする。更に、利益発生から当初 4 年間は免除、その後の 9 年間は 50%減税措置を享受するものとする。

累積赤字免税控除は 5 年間とする。

2）関税

関税は免税とする（BOT 法 38 条に準拠）。

3）VAT

VAT は水道事業として優遇レート 5%(一般は 10%)が適用されるため、借受け VAT－仮払い VAT が逆ザヤとなることが想定される。還付手続きが適時に行われ、SPC の収

支に影響せず、キャッシュフロー上も支障が生じないものとして、財務計画上考慮しないものとする。なお、仮に還付が 3 ヶ月ずれた場合、「VND 建借入金利×1/4×初期投資額」の金利負担の増加となる。

4）水利権

水利権のためのロイヤリティ・フィーの法律は、改定が行われており、現在精査中。今回のシミュレーションでは、考慮していない。但し、間接費の項目として申請費用のみ計上。

（8）土地使用料

BOT 法で優遇されているために支払無し（BOT 法 38 条 3 項）。

（9）完工保証預託

- 投資額 1.5 兆 VND 以下、投資額の最大 2%
- 1.5 兆 VND を超える分、残投資額の最大 1%

今回のシュミュレーションでは考慮しないが、シミュレーションで加味させる場合は「VND 建借入金利×事業契約締結から完工までの年数×初期投資額×1%」の金利負担の増加となる。

（10）資金調達

資金調達に関しては、Phase1 と 2 のそれぞれにおいて以下のとおり同条件にて調達を行うものと想定する。なお、この想定は JICA の海外投融資制度について聞きおよんでいる融資条件を踏まえて、本調査において期待される融資条件を想定している。

1）出資金

- 総資金調達額の 20%と想定。

2）借入金

- 総資金調達額の 80%と想定。
- 借入期間 25 年

（11）減価償却

- 初期投資分については、BOT 期間内償却とする。
- 更新投資分についても、残りの BOT 契約期間内での償却とする。

（12）物価上昇

生産者物価指数の物価上昇については、以下の設定を行うものとする。

- ベトナム：6.4%/年
- 米国　　：3.5%/年
- 日本　　：　0 %/年

土木・建築、機械、電気等の金額の物価上昇分の数値として採用する。

（13）為替変動

為替変動については、2010 年の為替を以下のとおり設定し、2000 年から 2009 年のトレンドをそのまま将来予測に適用することとした。ベトナム国にとって先進国通貨（USD、JPY）については、経済政策の視点から実勢価値（購買力平価：PPP）から乖離した為替レートに連動させているため以下の想定を置いている。

1）基準年為替（2010 年）

VND/USD　　：1USD=20,000VND
VND/JPY　　：1JPY=245VND
JPY/USD　　：1USD=81.64JPY

2）変動率

VND/USD　　：2.0％/年
VND/JPY　　：3.7％/年
JPY/USD　　：－1.64%/年

なお、本来為替は 2 国間の通貨の金利に差異がある場合、金利裁定の圧力がかかり、為替はそれぞれの金利で運用しても同価値となるレートに収束する（金利裁定取引）はずであるが、このような為替管理フロート制が採用されていると 2 国間の金利に差異が生じることとなるため、留意する必要がある。

7.4　キャッシュウォーターフォール

前述の前提条件をまとめると、SPC のキャッシュウォーターフォールにおける配当は、SPC 清算時に当初出資金額を償還、期中の配当は損益計算書が黒字かつ必要なリザーブを積み立てている場合のみ行うこととし、現実的な設定としている。

7.5 分析

本節では、今後の本プロジェクトの実施に向けたステークホルダー間の調整/交渉を行ううえで必要となる事業のベースケース選定の考え方について整理した。

7.5.1 事業のベースケースの選定

本プロジェクトの実施に向けて、これまでの検討結果を踏まえたステークホルダー間の調整・交渉のための基本となる事業ベースの選定が必要であるが、事業のベースケース選定にあたっては、事業としてのFeasibilityの確保の観点から、EIRR、最低現預金、最低DSCR、平均売水単価を選定指標として、事業のベースケース候補を抽出する必要がある。

民間事業者が上水事業を実施する場合、供用開始直後の売水単価は現状の売水単価水準からみると割高になる傾向があるが、今後、ベトナム関係者に対して Payment Formula の交渉を行うことが必要と考えられる。また、場合によっては現状の料金水準に比して割高となっている部分について補助を導入することも有効であり、ベトナム政府、日本政府、国際機関とその可能性について協議を行う必要があるものと考えられる。

最低現預金については、本事業では運営期間開始時の手元現預金が一定以上の値となるよう資金調達を行う想定を置いている。

最低 DSCR については、一般に 1.2～1.5 程度を最低値とするプロジェクトキャッシュフローが検討されるべきとされている（JICA 研究所（2005）、『PPP(Public-Private Partnership)』）が、これを達成するためにいくら以上の EIRR となる売水単価設定を行う必要があるか確認を行う必要がある。しかしながら、本件は水という非常に公共性の高い事業であることから一般的事例を参考として一概に毎年の DSCR が 1.2～1.5 以上であるべきとも言い難く、事業期間平均値を重視することも一つの方法である。

また、EIRR については色々な考え方がある。一つには、一般に海外事業投資に関しては、投資資金調達コスト＋内外金利差で投資リターンを測る考え方である。尺度とすることから、ここでは前者に加重平均資本コスト(WACC)、後者に日本円と VND の過去 5 年間の平均金利を用いて計算した金利差をベントマークとして検討材料とすると結果は下記のとおりとなる。

9.2%(東証上場企業平均 WACC) + (8.9% (VND 過去 5 年平均)－0.60%(円過去 5 年平均))=17.5%

表-7.5.1 日本円、VND 金利推移

(円：TIBOR 3month, VND：中央銀行政策金利：単位：%)

	2007	2008	2009	2010	2011	5 年間平均
日本円	0.71	0.82	0.60	0.38	0.34	0.60
VND	8.3	12.0	7.0	8.0	9.0	8.9

また、一般に総合商社の海外事業投資への期待リターンは、セクターにも左右されるものの 15～25%とされており、これを参考とする考え方もある。

別の考え方として、出資企業の Return of Investment（ROE）相当を最低値とし、プロジェクトリスク、カントリーリスク等を考慮し想定される融資条件としての DSCR が満たされる水準にて検討が進められるべきである。なお、ROE については過去 3 年間の国内上場企業平均値が 11%であり（ただし、ROE のマイナス企業は除外）、これにプロジェクトリスク及びカントリーリスクに見合ったプレミアムが上乗せされることから、11%以上は必須と考えられる。

一方で、国内 PFI 事業のようにリスクの低い事業では低い EIRR で構わないと言う考え方もあり、何%以上の EIRR が必須であるかはプロジェクトのスキーム次第である。ベースケースの選定に当たっては、以上の要素を考慮した検討を行う必要がある。

表-7.5.2 国内上場企業 ROE

	2008 年	2009 年	2010 年	平均
ROE	11%	12%	10%	11%

８．　経営・制度に関する課題

8.1　政府支援制度

本章では、本事業を官民連携スキームで実現するための前提条件、つまり第 5 章にて整理したリスク軽減案・対応策を担保するための必要施策として以下を挙げる。

8.1.1　両国政府に求める支援策

本プロジェクトに対する本邦企業の投資行動における課題としては、以下の項目が挙げられる。

（1） VIWASEEN の BOO 事業権の VIWASEEN 社関与の SPC の BOT 事業権への移行と継続性の保証

本プロジェクトは、国有企業（SOE）である VIWASEEN 社に BOO 事業としての事業権が首相府から与えられた事業であり、現在、Pre-FS のレベルにある事業となっている。この事業に本邦企業が参加するにあたり、投資法(Law No.59/2005/QH11)にしたがって、BOO 事業ではなく、BOT 事業とならざるを得ない状況となるが、BOT 事業となると、Decree No.108/2009/ND-CP に準拠することになる。この点に関し、本調査団はわが国投資家が参加することにより BOT 事業への転換について VIWASEEN 社と合意を得ているが、VIWASEEN 社の与えられた BOO 事業権が、VIWASEEN 社を中心として BOT 事業として行われようとしている本プロジェクト、つまり VIWASEEN 社関与の SPC に適用されることが可能となるような政府決定の措置を提案する。

（2） 30 万 m3/day での買取水量の保証

本プロジェクトの SPC は、採算性を確保するために、HAWACO とのオフテイク契約において、2015 年から 15 万 m3/day および 2020 年から 30 万 m3/day のテイク・オア・ペイ契約を締結することが必要であり、建設省（もしくは Ha Noi 市）からの提供水量の支払保証を提案する。

（3） 本プロジェクトと PPP 法下でのパイロット・プロジェクトとの調整

最近、MPI を中心として行われようとしている PPP 法(Decision No.71/2010/QD-TTg)下のパイロット事業に関するショート･リストに Ha Noi 首都圏北部フォン河水道事業が掲載されているといわれている。その他に、現在、Ha Noi 首都圏南部に給水されるダー河 BOO 水道事業の余剰分を、北部にもまわすということも言われている。

その場合、本プロジェクトとの競合関係にあるプロジェクトの成行きによって本事

業の実施可能性が阻害される。したがって、本プロジェクトが優先的に確実に実行されることの保証措置を提案する。

（4） 支払システムへの「キャパシティ支払」と「バリアブル支払」の複合方式の採用

オフテイク価格の支払システムについては、わが国の本プロジェクトへの投資家としては、現行、ベトナム国で展開されている本プロジェクトと同様のユーティリティの一種である発電 IPP 事業において実際に採用されている「キャパシティ支払」と「バリアブル支払」の複合方式を想定する。

この方式の採用は、海外投資家としてのわが国企業が晒される「インフレリスク」と「為替リスク」の管理の考え方に根拠を置く。

本プロジェクトにおいてわが国資金が投融資という形で投資される、主として本プロジェクトの資産形成となる部分については、わが国側がインフレリスクを保有することを前提に、レンダーによる融資の償還金を確保するために、インフレを考慮しない固定費支払＝「キャパシティ支払」とし、本プロジェクトの運営管理段階におけるベトナム国のインフレをオフテイク側が保有することを前提とした変動支払＝「バリアブル支払」とする。

次に、「為替リスク」については、ベトナム国の貿易収支の赤字、外貨準備高の減少、輸入品価格の上昇に起因する高インフレ傾向にあるベトナム国のマクロ経済状況から予想されるわが国投資家の晒される「為替リスク」を回避するために、わが国投資家側は、オフテイク支払を、「USD 建て VND 払い」を提案する。

（5） オフテイク価格の支払支援（アウトプットベースの VGF 制度制定）

ベトナム国では、水道事業者は、水道料金について、卸売りにしろ、小売にしろ、2009 年の財務省の Inter-Circular No.95/2009/TTLT-BTC-BXD-BNN（Inter Circular No.95）に基づいて、利潤を含めた平均造水原価により規定された「平均消費価格（Average Consumption Price）」を提案することが可能となっている。本プロジェクトにおいても、現行の水道料金レベルに準じると、採算性の確保は、困難であるため、本プロジェクトにおいても、水道料金に相当するオフテイク価格の設定について、この「平均消費価格」に準拠する。

本プロジェクトのベースケースとなる「平均消費価格」は、2009 年に財務省が Decision No.100/2009/TT-BTC に定めた、Ha Noi 市が相当する「特別都市地域」の浄水の平均消費価格帯（最小 3,000VND/m3：最大 12,000VND/m3）には入らないため、この差額分については、ベトナム政府の買取支援策の適用を提案する。

（6） 首都圏開発計画等の各種開発計画での本事業位置づけの明確化及び重要度の確認

周辺インフラストラクチャー等公共側業務実施は事業実施の前提条件であり、民間

として対応できないリスク要素である。このため本プロジェクトに関連する周辺インフラが確実にスケジュール通り整備されるよう、本プロジェクトの重要性及び各種開発計画の中で想定するスケジュールを明確にしておく必要があり、かつ本プロジェクトをスケジュールどおり進めることについて政府からの保証措置を提案する。

（7） ベトナム国スポンサーへの合意形成協力要請

本プロジェクトは、首相府より BOO 事業権を与えられた SOE である VIWASEEN 社と、オフテイカーの一員である Ha Noi 市水道公社(HAWACO)とわが国民間事業者としてのメタウォーター社および JICA の出資によって設立される SPC によって整備・運営される。そのために、各出資者が、事業内容、出資構成、資金調達条件、利益配分、リスク分担等の事業スキームについて共通の財務分析による結果を通して合意を得ることが必要であり、中央政府機関より、BOO 事業権を与えられた SOE である VIWASEEN 社及びオフテイカーの一員である Ha Noi 市水道公社(HAWACO)に本プロジェクト実現への協力要請を行うことを提案する。

（8） 本プロジェクトの日越両政府によるモニタリング機関の創設と履行

本プロジェクトにおいて SPC が JICA から直接の借入を行う場合、JICA は融資契約上の権利として建設期間中は融資引き出しの都度、その他に月次、年次等定期的に各種情報を SPC から徴収することが可能である。例えばこのような情報徴収によりサービス対価がオフテイク契約の規定どおり改定されていない場合や海外送金に規制がかかっている場合などが判明した場合、日越両政府が協議の場を持ち解決に当たる場を持つことができる。

日越両政府により建設期間中は融資の引き出しの都度（少なくとも四半期に一度）、完工後は半期に一度の定期的な会合の開催を行い、問題の早期発見及び是正に向けたプロアクティブの活動を行うモニタリング機関の創設をベトナム国政府に対して提言することを提案する。

8.1.2 日本国政府に求める支援策

わが国に対しては、以下の項目を要請する。

（1） アウトプットベースの VGF 支援

ベトナム政府が、前述のようにアウトプットベースでの VGF を適用する場合、わが国が財政的支援を行えるようなファンドの設置が必要となる。

（2） 本プロジェクトの日越両政府によるモニタリング機関の創設と履行

本調査団としては、本プロジェクトの成否は、日越官民連携の役割分担が各々で締

結される諸契約(合意書等も含む)(本調査で提案した事業スキーム)通りに履行されることに依るものと認識している。そのために、本プロジェクトの実施期間中、その事業スキーム通りに継続していくことを確実に保証することを目的とした当該機関の設置を提案する。具体的には、日越間政府政策対話における PSIF 案件制度の共有化、課題の解決等である。