

ベトナム国  
環境プログラム無償（水関連技術）  
協力準備調査  
報告書

平成22年1月  
（2010年）

独立行政法人 国際協力機構  
地球環境部

環境
J R
10-010

ベトナム国  
環境プログラム無償（水関連技術）  
協力準備調査  
報告書

平成22年1月  
（2010年）

独立行政法人 国際協力機構  
地球環境部

## 序 文

日本国政府は、気候変動に深刻な被害を受ける途上国を支援するために、環境プログラム無償資金協力事業で、膜処理技術を含む水供給事業を実施することを決定し、クールアースパートナー国の中で、事業の趣旨に沿う必要性の高い案件を発掘するために、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施することとしました。

当機構は、ベトナム国において候補となった案件の必要性及び妥当性を検証するための情報を収集するため、平成21年9月8日から同年9月24日までの17日間に渡り、当機構東南アジア第二部東南アジア第七課課長池田則宏を団長とする協力準備調査団を現地に派遣しました。

調査団は本件の趣旨についてベトナム国政府に対して説明すると共に、候補となっている案件及び、事業の趣旨に合致するような必要性、妥当性のより高い案件に関する情報を収集しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定しているプロジェクトに資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成22年1月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部  
部長 中川 聞夫

# 目 次

序 文

位 置 図

各サイト概観（写真）

略 語 表

第1章	調査概要	1-1
1-1	調査の背景	1-1
1-2	調査目的	1-1
1-3	調査の概要	1-1
1-3-1	調査の経緯	1-1
1-3-2	案件の選定要件	1-1
1-3-3	調査対象サイトの選定	1-2
1-4	調査団の構成	1-4
1-5	調査日程	1-4
1-6	主要面談者	1-5
1-7	調査結果概要	1-7
第2章	協議及び現地踏査の結果	2-1
2-1	「ベ」国における上水道セクターの気候変動対策への取組み	2-1
2-2	上水道セクターの概要	2-4
2-2-1	上水道セクターにおける国家政策・上位計画	2-4
2-2-2	上水道セクターにおける法制度	2-4
2-2-3	上水道セクターにおける組織・実施体制	2-5
2-2-4	水関連分野の援助動向	2-7
2-2-5	既存施設における水処理技術の現状	2-9
2-3	候補案件の概要	2-9
2-3-1	フーコック島	2-9
2-3-2	ホーチミン市カンジャオ地区	2-15
2-3-3	フエ省沿岸地域	2-21
2-3-4	クアンニン省ハロン市カムファ地区	2-27
2-3-5	ホーチミン市病院	2-30
第3章	結論・提言	3-1
3-1	候補案件の評価	3-1
3-1-1	候補案件の評価	3-1
3-1-2	候補案件の実現可能性の検討	3-4
3-2	今後の進め方、留意事項	3-5
3-2-1	経済性の詳細な検討	3-5
3-2-2	ホーチミン市人民委員会での優先順位	3-6

3-2-3	環境へのインパクト.....	3-6
3-2-4	海水取水・排水方式.....	3-6
3-2-5	原水水質と処理方法.....	3-6
3-2-6	プラント用地の地耐力.....	3-6
3-2-7	PSC の維持管理能力.....	3-6

#### 添付資料

1. 協議議事録
2. 現地サイト写真

# 位置図



Base 802750AI (GG0082) 8-01

(Source: The General Libraries at the University of Texas at Austin)

対象サイト位置図

# 各サイト概観 (写真)

Quy hoạch tổng thể phát triển du lịch đảo Phú Quốc

## BẢN ĐỒ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN CƠ SỞ HẠ TẦNG, CƠ SỞ VCKT DU LỊCH



市内北部

Duong Dong 貯水池 (容積 3,700 万 m<sup>3</sup>) 使用開始 2006 年



ドゥオンドン浄水場



ドゥオンドン貯水池

ドゥオンドン貯水池

建設予定の貯水池

海水淡水化プラント建設用地

アントイ町とアントイ港



海水取水予定地の海岸

(casino, đua ngựa, đấu chó)  
Trung tâm thể thao biển



アントイ港



送水中の水運搬船(300m<sup>3</sup>)



ポンプ場(300m<sup>3</sup>タンク)



舗装工事の中央通り



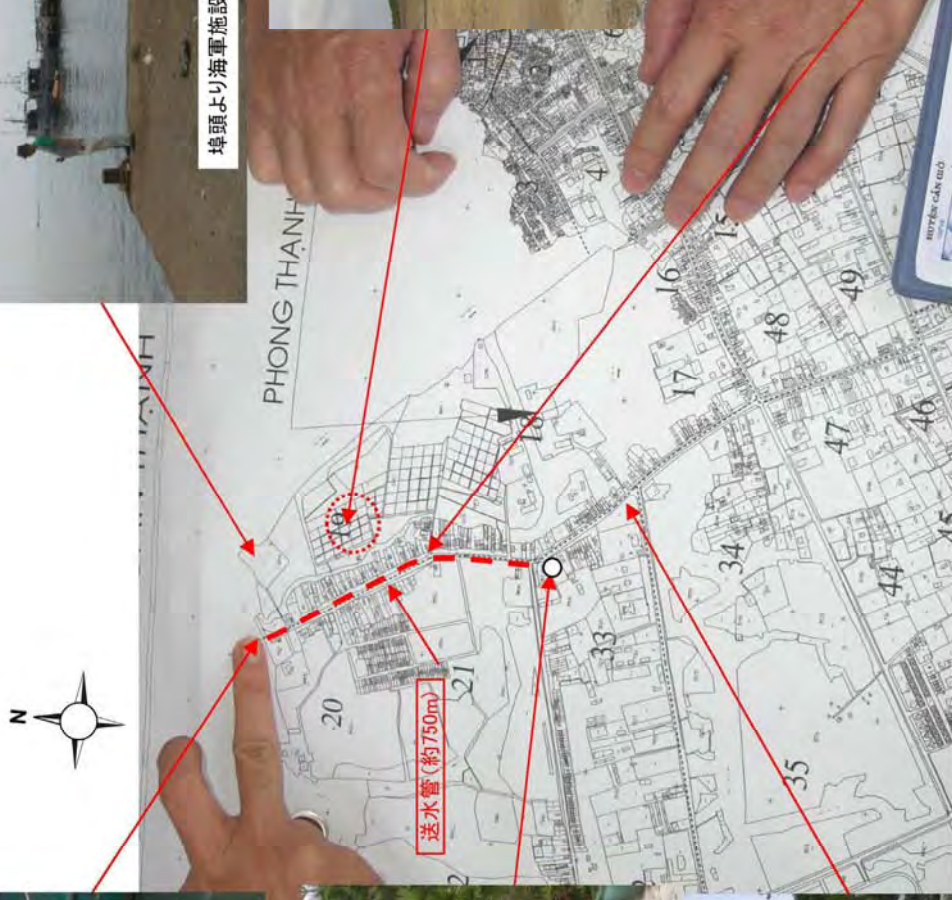
埠頭より海軍施設を望む



プラント建設候補地(塩田跡地)



住民の雨水溜め



カンタン市街地図

カンジャオ地区カンタン町プラント建設候補地周辺の概観





フォンハイ海岸



ラグーン



Phong Haiコミュニティ

ラグーン取水口

フェ市中心部

PHU Bai浄水場

Vinh Myコミュニティ



フーバイ浄水場



ヴィンマイ海岸

フェ省サイト位置図



クワンニン省ハロン地区サイト写真

## 略 語 表

略 語	英 語 or 仏 語	日 本 語
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence française de Développement	フランス開発庁
DPI	Department of Planning and Investment	計画投資局
HH	Household	世帯
HueWACO/ COWASU	The Construction and Water Supply Company of TT- Hue Province Company Limited	フエ水道公社 (09年8月に HueWACO に改名)
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	農業地方開発省
MOC	Ministry of Construction	建設省
MOH	Ministry of Health	保健省
MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment	天然資源環境省
MP	Master Plan	マスタープラン
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画投資省
O&M	Operation and Maintenance	運営維持管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPC	Provincial People's Committee	省人民委員会
QUAWACO	Quang Ninh Water Corporation	クアンニン省水道公社
R/O	Reverse Osmosis	逆浸透
SAWACO	Saigon Water Corporation	サイゴン上水道公社
VND	Vietnamese Don	ベトナムドン (通貨)
VWSA	Vietnam Water Supply and Sewerage Association	ベトナム上下水道協会
WHO	World Health Organization	世界保健機構
WSC	Water Supply Company	水道事業体
WTP	Water Treatment Plant	浄水場

# 第1章 調査概要

## 1-1 調査の背景

途上国の排出削減への取り組みに積極的に協力するとともに、気候変動に深刻な被害を受ける途上国に対して支援する我が国としての取り組みの一環として、気候の安定化に貢献しようとする意志を持っているものの、排出削減と経済成長を両立させる実行能力や資金が不足している途上国を支援するために、2008年度に「環境プログラム無償資金協力事業」（以下、「環プロ無償」）が導入された。

この我が国政府の政策を受け、JICAでは「コベネフィット型」協力の推進を掲げ、民間も含めた我が国の先進的な技術を積極的に活用することを方針として定めた。

これらの背景から、我が国の優位性の高い水関連技術の国際協力事業における積極的な活用が求められることとなり、先般、外務省が、水関連技術を活用した環プロ無償に関するニーズやアイデアにかかる調査を実施した。

その結果、ベトナム国（以下「ベ」国）における、膜処理技術を含む水供給事業の候補として、いくつかの案件が挙げられたが、いずれも案件に関する情報が少なく、その必要性や妥当性を検証することが困難となっている。

## 1-2 調査目的

上記のような背景の下、本調査は、「ベ」国に対する、環プロ無償候補案件について、関係者との協議や現場視察を通して、プロジェクトの必要性及び妥当性の検証に必要な関連情報を収集し、プロジェクトの詳細調査の必要性と、案件実施の可能性の判断に資することを目的とする。

## 1-3 調査の概要

### 1-3-1 調査の経緯

本調査は、環境プログラム無償資金協力事業において、我が国の優位性の高い水関連技術の国際協力事業における積極的な活用が求められることとなり、先般、外務省によって行われたクールアースパートナー国を対象とした、水関連技術を活用したニーズやアイデアにかかる調査等の情報について、各案件に関する情報を収集し、その必要性や妥当性を検証するため、2009年9月8日から実施された。

本調査団は、ベトナム政府関係機関に対して、環境プログラム無償資金協力事業の特徴や、今般の調査目的等を説明し、高度な水関連技術が求められているサイトの候補について情報を収集すると共に、協議を通して、ベトナム政府の気候変動対策への取組みと、本案件の位置づけを確認した。また、案件の候補サイトでは、気候変動の影響による現状を把握すると共に、次に挙げる案件選定の要件を中心に情報を収集した。

### 1-3-2 案件の選定要件

#### (1) プロジェクト形成のための基本条件

調査対象案件は、以下の選定要件を満たしていることを前提とした。

- 1) 気候変動対策に資するような、膜処理技術を用いた水分野の案件であること。
- 2) 日本の先進技術のショーケース的な役割を担う要因があること。
- 3) 案件の実現可能性が高いこと。

## (2) 具体的調査項目と案件選定の流れ

調査にあたり、案件の必要性、実現可能性と、詳細調査の優先順位を判断するために、案件の選定要件を整理し、重点的な調査項目を明らかにした。これらの選定要件を案件の選定の流れにまとめたものが図 1-1 である。

### 1-3-3 調査対象サイトの選定

事前に調査対象として検討されていた、フーコック島、ホーチミン市立病院、フエ水道公社のサイト以外にも、調査期間中に、関係機関に対して最適な候補サイトについて広く情報を求めた結果、先方より提示のあった、ホーチミン市カンジャオ地区、クアンニン省ハロン市についても、サイト調査を実施し、情報を収集した。以下に、各調査サイトを訪問することになった経緯を整理しておく。

- a) Kien Giang省 フーコック島 An Thoi町・・・事前の民間企業による調査があり、候補サイトについても前もって検討してあった。ただし、サイトの場所が町の中心部から離れており、取水地点の土地の使用権の問題などがあるため、中心部に適地がないか確認したが、他の土地はないとのことであった。
- b) ホーチミン市公立病院（第115人民病院）・・・事前の民間企業による調査あり、6つの候補病院のうち、ホーチミン市が管轄する最大の公立病院である同病院を視察することとなった。
- c) テュア・ティエン・フエ省（以下、フエ省） 沿岸部のコミューン、Phong Hai（北部）及び Vinh My（南中部）・・・フエ省水道公社（HUEWACO）に対して、スキームの内容を説明し、適切なサイトがないかと聞いたところ、沿岸部で飲料水の確保が困難であり、配水網を拡張することが難しく、またある程度の人口密度のある2つの集落が挙げられた。ただし、2度目の訪問の際には、海水淡水化技術であるRO膜を用いた浄水処理の運転維持管理は、HUEWACOの想定（USD 0.3/m<sup>3</sup>）よりもコストが高いことが指摘された。そのため、同じ集落に対して、海水ではなく、ラグーンの水「汽水」を原水としたプロジェクトを提案してきた。
- d) Ho Chi Minh市 Can Gio地区・・・b)のサイトについて、ホーチミン市人民委員会で協議をした際、b)の計画では市内の6つの公立病院がサイトとしてあがっていたが、気候変動との関連が極めて低いことを当方から説明したところ、先方から、同地区が、給水エリア外であり、病院もあり、住民は市内中心部から運搬船で運ばれる水を使用しているため、費用も高く、需要も高いため、サイトとして適切である旨の提案があり、調査団として受け入れ、現地調査を実施した。
- e) Quang Ninh省 水道・・・上下水道協会において気候変動や塩水の影響が深刻な地区について聞き取ったところ、北部ではQuang Ninh省とHai Phong省が挙げられた。北部における状況についても調査するため、コンサルタント団員による調査を計画した。

なお、上下水道協会や、計画投資省において、上記以外にも候補として具体的なサイト名が挙げられたが、調査団内で検討した結果、ある程度の人口規模があること、またショーケース効果があることなどの点を勘案し、上記のサイトを調査対象とした。

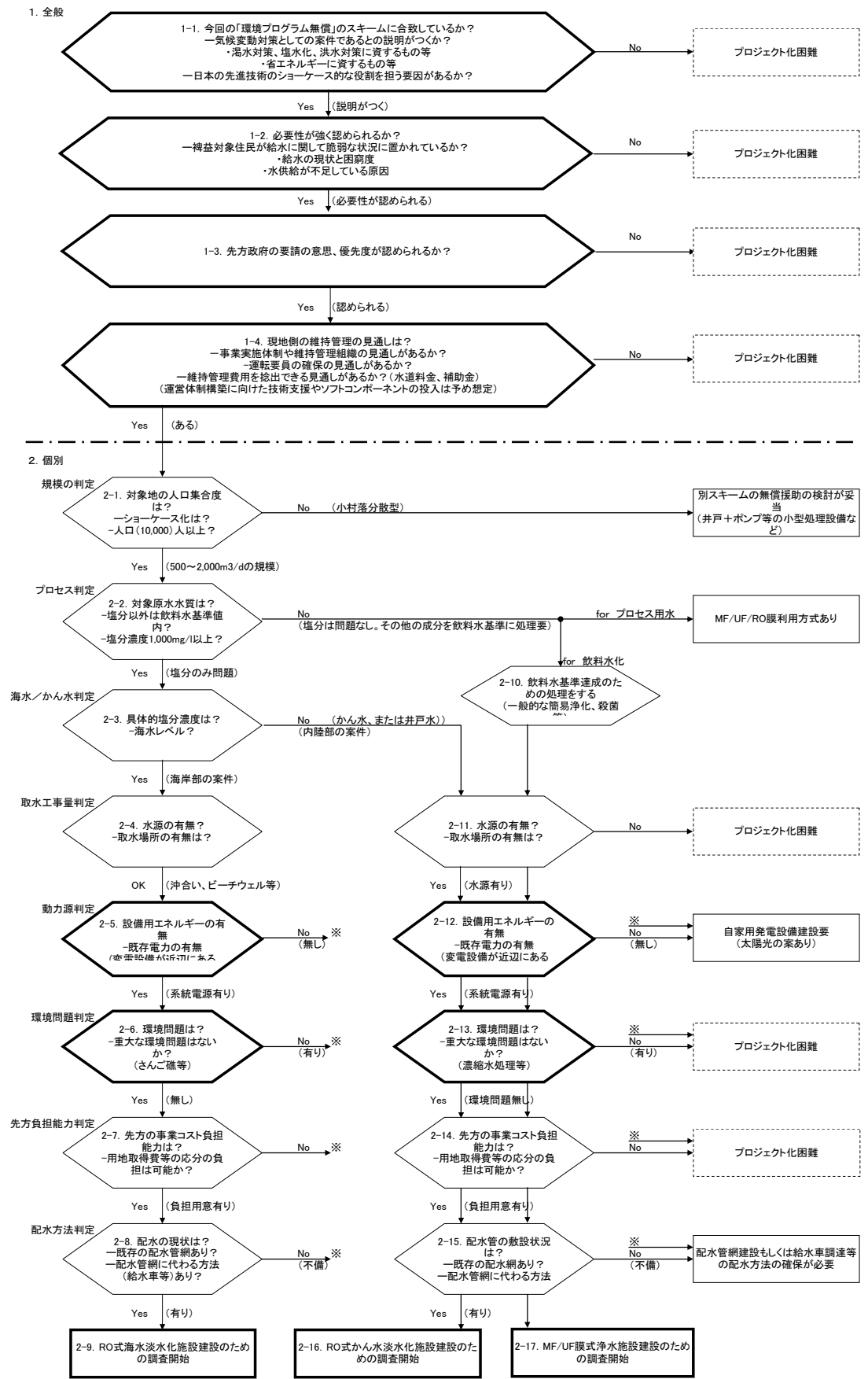


図 1-1 案件選定フロー

#### 1-4 調査団の構成

No	団員氏名	担当分野	所属	期間
1.	池田 則宏	総括	独立行政法人 国際協力機構 東南アジア第二部 第七課 課長	2009/9/8-17
2.	南里 明日香	無償資金協力	外務省 国際協力局 開発協力総括課 兼 開発協力企画室 外務事務官	2009/9/8-17
3.	鎗内 美奈	協力企画	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 水資源第一課 特別嘱託	2009/9/8-19
4.	上村 順一	水処理技術	ユニコ インターナショナル株式会 社 コンサルティング第二本部 シニアコンサルタント	2009/9/9-24
5.	宇根 雄二	給水事業/給水計画	有限会社 ワスコ 代表取締役	2009/9/9-24

#### 1-5 調査日程

以下のような日程で、現地調査を実施した。

日 順	月 日	曜 日	活動内容				
			JICA	外務省	JICA	役務コンサルタント	
			池田 則宏 (総括)	南里 明日香 (無償資金協力)	鎗内 美奈 (協力企画)	上村 順一 (水処理技術)	宇根 雄二 (給水事業/給水計画)
1	9/8	火	移動：Narita 11:00 → Hanoi 14:30 (JL5135)	移動：Narita 11:00 → Hanoi 14:30 (VN955)	移動：Hue 19:50 → Hanoi 21:00 (VN246)		
2	9/9	水	PM：JICA ベトナム事務所にて打ち合わせ、 日本大使館表敬			移動：Narita 18:10 → Hanoi 21:50 (VN955)	
3	9/10	木	AM：計画・投資省 (MPI)、建設省 (MOC) 表敬・協議 PM：ベトナム上下水道協会 (VWSA)、天然資源環境省 (MONRE) 表敬・協議				
4	9/11	金	移動：Hanoi 08:30 → Ho Chi Minh 10:30 (VN213) and Ho Chi Minh 11:50 → Phu Quoc 12:50 (VN481) フーコック島 C/P との協議 (キエン・ザン省計画・投資局(DPI of Kien Giang Province))				
5	9/12	土	フーコック島サイト視察 AM：アン・トイ町海水淡水化プラント建設予定地、海岸状況、アン・トイ港 PM：Duong Dong 町浄水場、着水池、貯水池				
6	9/13	日	移動：Phu Quoc 08:35 → Ho Chi Minh 09:40 (VN474)				
7	9/14	月	AM：ホーチミン市人民委員会協議、現地踏査 (市内病院) PM：サイゴン水道公社 (SAWACO) 表敬・協議、移動：Ho Chi Minh 17:00 → Huế 18:20 (VN254)				
8	9/15	火	AM：フエ水道公社 (HUEWACO) との協議 PM：Phong Hai Commune および Ving Minh Commune サイト調査、移動：Huế 19:50 → Hanoi 21:00 (VN246)				
9	9/16	水	AM：計画・投資省 (MPI)、建設省 (MOC) 報告・協議 PM：JICA ベトナム事務所、日本大使館報告 ADB ヒアリング				
10	9/17	木	移動：Hanoi 23:30 (16-Sep) → 成田 06:55 (JL752)	移動：Hanoi 00:05 → 成田 06:50 (VN954)	AM：移動：Hanoi 08:30 → Ho Chi Minh 10:30 (VN213) PM：カンジャオ地区移動、県人民委員会と 協議		

11	9/18	金			カンジャオ地区 Public Service Company との協議後サイト調査	
12	9/19	土			移動 : Hanoi 00:05 → 成田 06:50 (VN954)	資料整理
13	9/20	日			移動 : Ho Chi Minh 13:20 → Hué 14:40 (VN252)	
14	9/21	月			AM : PPC 表敬・協議、HUEWACO 協議 PM : Phong Hai ラグーン現場調査	
15	9/22	火			AM : HUEWACO 協議 移動 : Hué 13:00 → Hanoi 14:10 (VN244)	
16	9/23	水			AM : QUAWACO 協議 PM : カムファ地区サイト調査	
17	9/24	Thu			移動 : Hanoi 00:05 → 成田 06:50 (VN954)	

#### 1-6 主要面談者

##### <ベトナム側政府(中央及び地方)>

- 1 Ministry of Planning and Investment 投資計画省  
Mr. Nguyen Xuan Tien Deputy Director General, Dept. of Foreign Economic Relation  
Nr, Nguyen Hoang Lonh Official, Japan and Northeast Asia Division, Dept of Foreign Economic Relation
- 2 Ministry of Construction 建設省  
Dr. Nguyen Trung Hoa Director, Dept. of Science, technology and Environment  
Mr. Dinh Chinh Loi Senior expert of Environment, Dept. of Science, technology and Environment  
Mr. Nguyen Phi Tong Expert, Dept. of Infrastructure
- 3 Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) 天然資源環境省  
Mr. Pham Van Tan Deputy Director General, Dept. of International Cooperation  
Ms. Nguyen Thi Minh Nguyet Official, Dept. of International Cooperation
- 4 Vietnam Water Supply and Sewerage Association (VWSSA) 上下水道協会  
Mr. Ngyen Ton Chairman  
Mr. Tran Quang Hung Chief Secretary
- 5 Department of Planning and Investment (DPI) of Kien Giang province  
キエン・ザン省投資計画局  
Tran Kim Quang V. Director, DPI, Kien Giang District  
Nguyen Van Hon Dep. Executive Manager, Management Board for Investment & Development of Phu Quoc Island  
Nguyen Truong Son Manager, DPI, Management Board for Investment & Development of Phu Quoc Island  
Tran Minh Tan Specialist – Interpreter, Admin, Management Board for Investment & Development of Phu Quoc Island  
Nguyen Truong Ton Chairman, People’s Committee of An Thoi town – Phu Quoc  
Nguyen Van Viet Mgt Board  
Le Thanh Ron Mgt Board
- 6 People’s Committee of Ho Chi Minh City ホーチミン市人民委員会  
Mr. Lam Nguyen Khoi V. Director, Dept. of Planning and Investment



Mr. Pham Van Than	Manager, DPI, ODA section, HCMC
Mr. Nguyen Trung Viet	Manager, DONRE, HCMC
Mr. Ngo QUang Manh	Manager, Underground Works Section, Dept of Transport and public works
Mr. Bui Minh Trang	V. Manager, Planning Section, Dept. of Health Service
Ms. Phan Thu Nga	Manager, Sciences Management Section, Dept. of Sciences and technologies
Mr. Trung Quang Vu	Expert, Sciences Management Section, Dept. of Sciences and technologies
7 Can Gio People's Committee	ホーチミン市カンジオ区人民委員会
Mr. Thieu Aio Hong Huec	V. Manager, Dept. of Finance, Planning
Mr. Vo Anh Kiet	V. Manager, Dept. of Industry
Mr. Thegnh Van Treyen	V. Manager, Dept. of Natural Resources and Environment
8 Thua Thien Hue Provincial People's Committee	テュア・ティエン・フエ省人民委員会
Mr. Nguyen Van Cao	Standing Vice Chairman
Mr. Nguyen Huu Quyet	Deputy Director, Dept. of Natural Resources and Environment
Mr. Phan Thanh Hung	Chief, Natural Disaster Mitigation
Mr. Ho Dang Khoa	Officer, Dept. of Planning and Investment
Mr. Nguyen Hui Thai	Secretary, Protocol Div.

#### <水道事業体>

- 1 Saigon Water Corporation (SAWACO) サイゴン水道会社
 

Mr. Ly CHung Dan	General Director
Mr. Vo Quang Chau	Vice General Director
Mr. Ly Clung Dan	Vice General Director
Ms. Le Anh Dao	Corporate Office
Mr. Ha Thanh Trung	Manager, Corporation and Business Development Dept.
Mr. Tran Duy Khang	Vice Manager, Technical Dept
Mr. Tran Do Bas Que	Vice Manager, Technical Dept
Mr. Bui Thanh Giang	Director, Tan Hiep WTP
Mr. Nguyen Van Phu	Director, Thu Quc WTP
Mr. Tran Van Thanh	Expert, Technical Dept
Mr. Tran Kim Thach	Expert, Technical Dept
Ms. La Ngoc Hanh	Expert, Corporation and Business Development Dept.
- 2 The Construction and Water Supply Company of TT- Hue Province Company Limited (HUEWACO) フエ水道会社
 

Mr. Truong Cong Nam	Director
Mr. Truong Cong Han	Head, Planning Dept.
Mr. Cao Huy Tuang Minh	Head, Water Distribution Management Dept.
Ms. Phan Dong Thanh Tu	Vice Head, Administration Dept.
Mr. Nguyen Van Tung	Head, Dept. of Natural Resources and Environment, Phong Dien District
Mr. Nguyen Van Uvoi	Vice Chairman, Phong Hai Commune
Mr. Nguyen Xvan Thai	Member of Commune Authority
Mr. Nguyen Ngoc Son	Officer, Land Administration
Mr. Tran Van Tho	
- 3 Quang Ninh Water Supply Company of Hanoi District ハノイ市クアンニン区水道会社
 

Mr. Pham Quoc Ngu	Director
Mr. Bui Tien Thanh	Vice Director
Mr. Ta Dang Thi	Head, Technical Section
Mr. Nguyen Huy Hieu	Deputy Head, Technical Section
Mr. Hoang Ngoc Toan	Deputy Head, Technical Section
Mr. Tran Thanh Tuy	Technical Staff, Technical Section
Ms. Pham Thi Quynh	Secretary of Director

- 4 Kien Giang Water Supply Company キエン・ザン水道会社  
 Nguyen Duc Hien Director, Water Supply and Drainage Co. of Kien Giang  
 Lam Phuoc Tho Manager, Water Supply Plant of Duong Dong

<その他ベトナム側>

- 1 People's Hospital 115 第 115 人民病院  
 Mr. Nguyen Ngoc Anh Vice director  
 Mr. Quach Tuein Khai Chief of Dept., Medical Equipment Dept.  
 Ms. Nguyen Tuan Thanh Head of Office, International Relation Affaires  
 Mr. Nguyhen Vhan Hieu Chief of Dept., Assistance  
 2 Nguyen Tu Thien Director, Phu Quoc JS Infrastructure Corp.  
 3 Mr. Nguyen Van Dan Vice Director, Private Service Company (State-Owned)

<日本側>

1. 在ベトナム日本国大使館  
 西野 篤範 二等書記官  
 2. JICA ベトナム事務所  
 築野 元則 所長  
 大村 佳史 次長  
 林 将幸 事務所員  
 村瀬 憲昭 事務所員  
 3. JICA 専門家  
 三浦 博久 中部地域災害に強い社会づくりプロジェクト  
 チーフアドバイザー

1-7 調査結果概要

調査前に検討した、詳細調査対象案件の選定要件（図 1-1）に沿って、次章のようにサイト情報を収集した。これらの情報の主なポイントを、マトリックスとして次に示す。

案件概要マトリックス

案件評価マトリックス

	案件名	A. フーコック島 海水淡水化計画	B. ホーチミン市 公立病院緊急給水改善計画	C. Can Gio地区 気候変動対策給水改善計画(仮題)	D. フェ省沿岸地域 給水改善計画(仮題)	E. クアンニン省ハロン市 塩水化対策給水改善計画(仮題)
要請内容 (案件内容)	プロジェクト対象地域	フーコック島アントイ町およびホントム島	ホーチミン市内	ホーチミン市カンジャオ地区カンタン町	フェ省フォン・ディエン地区フォンハイコミュニティ	クアンニン省ハロン市カムファ町
	実施機関	責任主体:キエン・ザン省人民委員会 援助組織との調整機構:フーコック島投資・開発管理 ボード 実施主体:フーコック島投資・開発・インフラストラク チャー公社	ホーチミン市人民委員会/病院	カンジャオ地区人民委員会	HUEWACO	QUAWACO
	概要	給水サービスを受けられず、雨水と地下水に生活用水を頼らざるを得ない島嶼部および離島の住民に対し、太陽光発電を組み合わせた海水淡水化プラントを建設し、安定した生活用水を供給する。	セラミック膜処理技術を導入し、重要性・優先度の高い6つの病院に直飲可能な安全・安心な水を供給する。	ドンナイ川河口のデルタ地帯に位置する同地区は、海面上昇に起因する地下水塩水化により雨水以外に水源はなく、SAWACOおよび汽水淡水化会社より生活用水を購入している。現状改善のために海水淡水化プラントを建設し、現状より低コストの生活用水を供給する。	HUEWACOの給水サービスを受けることが出来ず、雨水と地下水に水源を頼らざるを得ない沿岸地域のコミュニティを対象として汽水を原水とする淡水化プラントを建設し、安定的に生活用水を供給する。	気候変動に起因する地下水塩水化に対処するため、高塩分濃度の地下水を原水とする汽水淡水化プラントを建設し、給水サービスが停止している地域に安定的に生活用水を供給する。
	機材内容・仕様	海水淡水化プラント建設(海水淡水化能力:1,000m <sup>3</sup> /日) -海水取水管/濃縮水放流管建設 -前処理施設建設 -RO膜処理プラント建設 -配水管網建設(本件が対象になれば省政府が建設する) -太陽光発電施設建設(100kW)	1,200m <sup>3</sup> /d(10m <sup>3</sup> /h/基 x 2基 x 6箇所)	海水淡水化プラント建設(海水淡水化能力:1,000m <sup>3</sup> /日) -海水取水管/濃縮水放流管建設 -前処理施設建設 -RO膜処理プラント建設	海水淡水化プラント建設(海水淡水化能力:1,000m <sup>3</sup> /日) -海水取水管/濃縮水放流管建設 -前処理施設建設 -RO膜処理プラント建設	汽水淡水化プラント建設(海水淡水化能力:1,000m <sup>3</sup> /日) -原水取水管/濃縮水排水管建設 -RO膜処理プラント建設
	要請金額	7億円	5.46億円			
	裨益効果	6,700人に150L/人/日の給水が可能となり、給水レベルが改善される。	市内6カ所の病院に直飲可能な水が供給され、35,000人(入院/外来患者、見舞い/付添と病院職員)が裨益する。	カンタン町の住民12,300人(2,761HH)に1,000m <sup>3</sup> /日の生活用水が供給される。	フェ省沿岸地域20コミュニティの内、フォンハイコミュニティの住民5,300人に安定した安全な水が供給される。	3コミュニティ、1,200戸(推定6,000人)に給水サービスが再開される。
1. 適用要件	1-1. スキームに合致しているか? ① 気候変動対策案件としての説明性 ・渇水対策、塩水化、洪水対策に資するもの等	給水サービスがない島嶼部および離島の乾期における渇水対策および地下水塩水化対策に資するものと言える。	現在、市水道による給水が行われており、浄水後の水質に問題が有るようであるが、気候変動との関連性は極めて希薄である。	ドンナイ川河口のデルタ地帯に位置する同地区では、海面上昇に起因する地下水塩水化により雨水以外に水源はなく、SAWACOおよび汽水淡水化会社より生活用水を購入している現状を改善する。	海水面上昇の影響を最も受けやすい沿岸地域における地下水およびラグーン水の塩水化対策に資する。	気候変動に起因する地下水の塩水化により運転停止した対象地域にとっては唯一の水源であった井戸の再利用が可能となり、給水サービスが再開され、地域の渇水対策および地下水の塩水化対策に資するものである。
	・省エネルギーに資するもの等	特になし。	特になし。	プラント設置は、現状の給水船による水運搬(運搬能力550m <sup>3</sup> ×1艘、300m <sup>3</sup> ×3艘のバジ船が毎日往復)に代替することで、CO <sub>2</sub> 削減に貢献できる。	特になし。	プラント設置は、現状の給水車による運搬に代替することで、CO <sub>2</sub> 削減に貢献できる。(具体的な比較が必要)
	② 日本の先進技術のショーケース的な役割を担う要因	観光地として開発が計画されており、諸外国からの観光客が多数集まると予測されることからショーケース的な役割を担うと言える。	特になし。	マングローブ保護地域を有する同地区は、エコツーリズムの1拠点となっており、ホーチミン市中心部より車で2時間半の比較的近い距離も相俟って多くの観光客が訪れるリゾート地でもあり、対象地での海水淡水化プラントは、ショーケース的な役割を担うと言える。	フェ市は世界遺産を有するベトナム屈指の観光地であり、市中心部から車で約1時間半の距離にある対象地での海水淡水化プラントは、ショーケース的な役割を担うと言える。	ハロン市は世界自然遺産であるハロン湾を有するベトナム屈指の観光地であり、また、円借款により2006年に完成したバイチャイ橋も観光名所の一つとなっており、対象地での海水汽水淡水化プラントは、ショーケース的な役割を担うと言える。
	1-2. 必要性 ・給水の現状と困窮度	飲料水は雨水、生活用水は地下水に依存しており、特に島嶼部においては、乾期の飲料水の確保には本土からのボートによる水運搬に頼らざるを得ない状況であり、安定した飲料水確保が求められている	市水道の水は供給されており、直飲出来ない点を除けば、困窮度は低い。	雨水以外に水源はなく、年間を通して市水および民間淡水化事業者より水を購入し、船で運搬している。このため、水運搬コストが非常に高く、安価で安定した飲料水確保が求められている。	水源は雨水と地下水しかなく、地下水は近年の海面上昇に起因すると思われる塩水化が進行しており、乾期における飲料水確保が困難な状況にある。	運転当時、3コミュニティ約1,200戸に給水していたが、塩水化により塩素イオン濃度が1,000mg/lを越えたため2004年頃の運転を停止し、今日に至っている。このため、この井戸からの給水を受けていた住民は給水車による給水を余儀なくされている。ただし、このコミュニティの約1km付近に給水中継のタンク(1000m <sup>3</sup> )があり、塩水化した井戸を活用せずに、配水管を延伸することも可能であると考えられる。
	・水供給が不足している原因	飲料水は雨水に頼らざるを得ない状況であり、雨期は問題ないが乾期においては深刻な水不足が発生している。	水不足問題はない。	デルタの低湿地帯に位置していることから、地下水は塩水化しており、水源は雨水しかない。	海水面の上昇により、地下水の塩水化が進行している。	海水面の上昇により、地下水の塩水化が進行している。
	1-3. 先方政府の要請の意思、優先度	PPCはプロジェクトの実現を強く求めており、MPIとしては今次調査結果も踏まえて積極的に検討したいとしている。	特になし。	建設省、ホーチミン市人民委員会およびSAWACOも海水淡水化プラント導入の最適地として挙げている。	建設省、HUEWACOも海水淡水化プラント導入の最適地として挙げているが、調査団が2回目に訪問した際のPPCとHUEWACO両者の見解として、施設引き渡し後の運転コストが、現在HUEWACOが行っている浄水コストの数倍から十数倍になるとの見通しから今回海水淡水化プラントの導入については否定的である。	QUAWACOとしての優先度は高いが、PPCの意向確認が必要とされる。QUAWACOにおいても、今後の水源開発等の長期的な方針については、未確認。
	1-4. 現地側の維持管理の見通し ① 事業実施体制や維持管理組織の見通し	事業実施体制に問題はないが、維持管理体制については脆弱である。		地区が100%出資する公共サービス会社が、水の購買、船による運搬、ポンプステーションへの配水、水質監視および水道事業者監督の責任を負っており、この組織が事業実施および維持管理を行うものと想定される。	海水淡水化プラントの運転要員は高度な技術が必要であり、大学卒クラスのエンジニアを必要とすることから、これも運転コストの増加に繋がると考えており、実施体制や維持管理組織の構築に否定的である。	運転・維持管理要員は現在のスタッフ(従業員数:841名、2007年)で対応可能と考えられる。
	② 運転要員の確保の見通し	運転要員は確保可能と回答している。		公共サービス会社は、190人のスタッフを要し、このうち35人が給水サービスに従事していることから運転要員の確保には問題ないと思われる。	同上	同上

	案件名	A. フーコック島 海水淡水化計画	B. ホーチミン市 公立病院緊急給水改善計画	C. Can Gio地区 気候変動対策給水改善計画(仮題)	D. フェ省沿岸地域 給水改善計画(仮題)	E. クアンニン省ハロン市 塩水化対策給水改善計画(仮題)
1 適用要件	③ 維持管理費用を捻出できる見通し (水道料金、補助金)  (運営体制構築に向けた技術支援や ソフトコンポーネントの投入は予め想定)	Duong Dong町でのWSCの運用実績から、維持管理費用は確保できると思われる。 ただし、対象サイトでは公共の給水サービスを受けた実績がなく、水料金を課金した場合の支払い能力の有無をアンケート調査等を実施して確認する必要がある。  据え付け運転指導並びにソフトコンポーネントによる技術支援は必要である。		現状は、水購入費および運搬費が補助金で賄われており、水の料金は廉価に設定されている。海水淡水化プラントを設置することで、これらの費用分が不要となるため、この中から維持管理費用に充当することが出来る。現状の水道料金回収率は9割以上。  据え付け運転指導並びにソフトコンポーネントによる技術支援は必要である。	HUEWACOが負担可能と考えているコストは、約0.3US\$/m <sup>3</sup> (この金額は現状の水料金3,750VND/m <sup>3</sup> から来ている)であり、維持管理費用の捻出は困難であると思われる。	QUAWACOは、1日当たり約130,000m <sup>3</sup> の給水サービスを実施しており、淡水化プラントによる給水量1,000m <sup>3</sup> が加わったとしても全体コストからすれば十分吸収可能なコストと考えられる。  据え付け運転指導並びにソフトコンポーネントによる技術支援は必要である。
2 判定要件	2-1. 対象地の人口集合度	アントイ町: 20,292人(2008年) ホントム島: 3,024人(2008年) 合計: 23,316人		カンジャオ地区全人口20,000人の約60%に相当する12,300人が地区最大の集落であるカンタン町に居住している。	フォンハイコミュニティの人口5,300人	3コミュニティ、1,200戸(推定6,000人)
	2-2. 対象原水の水質	海水(ビーチまたは、外海の海水)		海水(河口海水。ビーチ取水は困難?) マングロープ自生地域に近接していることから生活汚水等に汚染されている可能性があり、綿密な水質検査が必要とされる。	ラグーンの水質もしくは地下水を原水とする場合、綿密な水質検査が必要とされる。特にラグーンの水質は季節変動や生活排水によって汚染されている可能性があることから、長期間にわたる水質観測が必要と考える。	塩素イオン濃度1,000mg/l以上とのこと。
	2-3. 具体的な塩分濃度	通常の海水と同様と思われる。		同左	(現段階では不明)	運転停止前の水質試験結果の送付を依頼している。
	2-4. 水源の有無 取水場所の有無	水源有り(海岸取水)  取水場所は有るが、エビ養殖会社の私有地であり、直接取水方式あるいは浸透取水方式のいずれを選択するにしても土地問題を解決する必要がある。		水源有り(海岸取水)  アクセス道路がないため現場には行けなかったが、砂浜はなく粘性土であると推定されるため、海岸井戸方式は困難であることから、直接取水方式が適当と思われるが、遠浅であり、また水質の問題を考慮した詳細な取水方式の検討が必要である。	水源有り(海岸取水ラグーンの水質もしくは地下水)	水源あり(地下水)  既設井戸。施設は、水中ポンプを撤去しただけでポンプハウスはそのまま残っており、水中ポンプを挿入すれば運転を再開出来る状態である。
	2-5. 設備用エネルギーの有無 -既存電力の有無(変電設備へのアクセス)	Duong Dong町の火力発電所からアントイ町まで15KVの高圧線が通っているが、末端のアントイ町では6時間/週の計画配電を実施しており、海水淡水化プラント用にどれだけの余裕が有るのか確認する必要がある。		ホーチミン市からの送電線が完備されており問題はない。また、停電等もない。	系統電源有り。電圧を確認する必要がある。	ハロン市内であり、問題ない。
	2-6. 環境問題の有無 -重大な環境問題の有無(さんご礁等)	プラントに隣接するエビ養殖会社も養殖用の海水を取水しており、淡水化後の濃縮海水の排水について、養殖用海水への影響評価が必要とされる。		カンジャオ地区の一部地域はマングロープ保護地域に指定されているが、当該対象地域は指定外地域となっている(地区人民委員会環境担当に確認済み)。	環境問題はない。	環境問題はないと思われるが、世界自然遺産を要しているため、確認が必要である。(濃縮水の放流方式等)
	2-7. 先方の事業コスト負担能力 -用地取得費等の応分の負担の可能性	プラント用地は国有地であり、問題はない。但し、プラント用地から海水取水地点まで500m離れており、海水取水管および濃縮海水排水管敷設はエビ養殖会社の敷地内を通過せざるを得ないため、用地問題を考慮する必要がある。		プラント用地は国有地であり、問題はない	プラント用地は国有地であり、問題はないが、原水をラグーンの水質とした場合は、プラント建設予定地との距離が約3kmあるので、送水管敷設の際の用地問題が懸念される。原水を地下水とした場合は、用地問題はないが、取水可能量の確認が必要となる。	プラント建設用地は未確認である。
	2-8. 配水の現状 -既存の配水管網の有無 -配水管網に代わる配水方法の有無(給水車等)	既存の配水管網はない。先方要請は、アントイ町中心部までの約5kmの送水管やメイン配管の敷設まで含めてほしいとの要望有り。  ホントム島へは、個人ベースでボートにより運搬している。公共の運搬システムはない。		カンタン町の95%が各戸給水であり、配水管網が整備されている。  非常用給水車(4.5m <sup>3</sup> /台)2台保有。	既存の配水管網はなく、建設が必要。HUEWACOによれば、フォンハイコミュニティの規模であれば、約15万US\$とのこと。(HUEWACOは、海水から汽水淡水化にコストダウンした余剰金額でこの建設も期待している)  プラント建設用地と住民の居住地が近接しているため、プラントまで住民が水を取りに来る方法も考えられる。	既存の配水管網があるので、問題はない。  現状では、対象の3コミュニティに対して、給水車を用いている。
関連情報	既存給水施設の状況	フーコック島中心部第一の町であるDuong Dong町には5,000m <sup>3</sup> /日の浄水能力をもつ給水システムがあるが、配水管網が整備されていないので、現在の配水量は2,000m <sup>3</sup> /日。 対象サイトのアントイ町およびホントム島には給水ネットワークがなく、住民は雨水と地下水を水源として生活用水を確保している。		カンジャオ地区は全人口が20,000人で、水需要量は6,300m <sup>3</sup> /日である。この需要量を満たすため、汽水淡水化事業者より5,000m <sup>3</sup> /日、残りを市水(SAWACO)より購入し、地区内に30カ所以上あるポンプステーションまで船により運搬。そこから各戸には配水管網で配水している。 水の購入から各ポンプ場への運搬までを100%政府出資のPSCが行い、ポンプ場から各戸までの配水サービスは国から認可を受けた民間事業者が行う。水料金徴収もその事業者が実施する方式を採用している。	既存給水施設はなく、各戸が手押しポンプ付きの打ち込み井戸と雨水とを併用して生活用水を賄っている。	2007年における事業規模は下記の通りである。 ・給水量: 125,000 m <sup>3</sup> /日 ・取水可能量: 26.384百万 m <sup>3</sup> /年 ・従業員数: 841名 ・給水人口: 395,240人(給水率: 57%) ・給水時間: 19時間/日 ・1人1日当たり給水量: 88ℓ ・水料金: 3,400VND/ m <sup>3</sup> (一般家庭) ・無収水率: 26%
	水源の状況	現在の水源は、水道11%、井戸水と雨水が89%の比率。		雨水以外に雨水のみである。	雨水と地下水	水源は貯水池からの表流水と井戸17本(うち2本が塩水化)による地下水である。
	電力事情	Duong Dong町に12MWの火力発電所有り。		ホーチミン市中心部より高圧線により安定して送電されている。	系統電源有り。	ハロン市系統電源有り。

## 第2章 協議及び現地踏査の結果

### 2-1 「ベ」国における上水道セクターの気候変動対策への取組み

「ベ」国は、1992年に採択された国連気候変動枠組み条約（UNFCCC）の批准、2002年には京都議定書を締結するなど、気候変動対策に積極的に取り組んでいる。また、2008年1月のダボス会議において福田総理（当時）が提唱したクールアース・パートナーシップを我が国と構築している。こうした背景の中、気候変動に対応するための国家的取り組みとし、2008年12月に National Target Program (NTP) を承認し、「Decision 158/2008/QĐ-TTĐ」を発効させた。承認された NTP は、「ベ」国が気候変動による影響、特に海面上昇の影響を最も受ける国の1つであることを認識し、NTPの下で、下記のタスクを実行することとしている<sup>1</sup>。

- i Climate Change Impacts の査定：異なった分野、セクター、および地域における気候変動（気候変動、海面上昇、および気候的極値を含む）のインパクトと気候変動を評価し、気候変動シナリオと海面上昇シナリオを進展させること。
- ii 気候変動に対応するための方策を特定すること。即ち、セクター、地域、地方自治体のために気候変動のインパクト・アセスメントと気候変動に対する脆弱性の評価（vulnerability assessment）に基づく方策であること。
- iii 気候変動に関する科学的・技術的なプログラムを開発すること。
- iv 気候変動に関する組織、団体、および政策立案の能力を強化する。
- v 気候変動に対する認識の惹起、人材育成を強化する。
- vi 国際協力の増進・強化
- vii NTP を戦略、プラン、社会経済の開発計画、および他のセクターの、または、ローカルの開発計画において主流化させる。
- viii 関連する省庁、セクター、地方自治体等において気候変動対策のアクションプランを開発する。

この NTP の中で、天然資源・環境省（Ministry of Natural Resources and Environment: MONRE）が気候変動対策において主導的役割を果たす機関となることが定められている。全国の地方省レベルでは、全国64省の内、16省が NTP に基づいたアクションプラン案を MONRE に提出している。今後、MONRE 内でアクションプランの妥当性を評価し、実現化に向けて、政府に予算を申請していく予定である。

また MONRE は、NTP の一つとして「気候変動による海水レベル上昇シナリオ (Climate Change, Sea Level Rise Scenarios for Vietnam)」を作成し、「ベ」国政府によって 2009 年 9 月に正式に承認・公表された。そのシナリオによると、気候変動により、気温の上昇、海水レベルの上昇が発生し、この結果、洪水や海水塩分の地下水への浸透が引き起こされ、農業や社会経済への深刻な影響が懸念されている。また台風や洪水、旱魃等の自然災害もより多く発生し始めていると認識されている。

MONRE の試算によると、21 世紀末までに気温が 2.3 °C（最小 1.6～最大 2.8 °C）上昇し、雨季の長期化ならびに乾季の短期化がすすむことで、降雨量が平均で 20 世紀末比約 5%増加する。その結果、20 世紀末に比較して、海水レベルが 21 世紀半ばには 30cm、21 世紀末には約 75cm 上昇すると予測している。

<sup>1</sup> Socialist Republic of Viet Nam: Water Sector Review, ADB, 2009

一方、上記 MONRE とは別の報告として ADB の「Water Sector Review 2009」の中では次のように記述されている。即ち、UNDP と世界銀行が同様の試算を最近行ない、「ベ」国が気候変動に起因する海面上昇に最も傷つきやすい 5 つの国の 1 つであるとしており、Institute of Research for Meteo-Hydrology and Environment は、過去 50 年の間にベトナムの平均気温が 0.7°C 上昇し、海水面は 20cm 上昇したとみている。この割合で推移すると、2100 年までに気温が 3.0°C 上昇し、海水面は 1m 上昇すると予測されているが、海面 1m の上昇により、ベトナムの沿岸地域の約 4 万 km<sup>2</sup> が水没し、その内メコンデルタ流域の 90% は完全に水没するとみられている。

また、2007 年の世界銀行による世界の気温上昇と海水面における 1m 上昇のシナリオでは、次のように予測している。

ベトナムでの 1m の海面の上昇の影響は、国土の 5% を失い、人口の 11% は重大な影響を受ける。そして、農業生産は 7% 減少し、GDP は 10% 減少する。海面上昇は、いくつかの地域では非常に重大な結果をもたらす。海水面の 1m 上昇は、Cuu Long デルタの 11,000km<sup>2</sup> 以上が洪水となる。Ben Tre と Long An はそれらの地域の約半分を失う。

海面上昇は、海岸浸食、下流域での洪水水位の上昇、河口や地下水の塩分濃度の増加などの影響を及ぼし、河川堤防や海岸護岸などの失敗のリスクが高くなり、大規模な排水問題、作物の洪水被害および上水道の淡水取入口に大きな影響を及ぼすと予測している<sup>1</sup>。

以上のような MONRE の取り組みや海面上昇シナリオ、ADB や世界銀行の調査結果の他、本調査で訪問した政府機関および水道セクターの関係機関の気候変動に対する認識および具体的事例についての聞き取り調査結果は、以下の通りである。

(1) 計画・投資省 (Ministry of Planning & Investment : MPI)

気候変動問題は、「ベ」国政府においても大きなトピックスになっており、同テーマは、全世界的に取り組まなければならない課題と認識している。

(2) 建設省 (Ministry of Construction : MOC)

気候変動によって地下水の塩分濃度が高くなっている地域があり、高度な水処理技術による対応が必要な分野であると考えている。気候変動の影響による地下水塩分濃度の上昇が見られる事例として、ハノイ市の水道や軍が駐留している島嶼部の井戸水の塩水化問題が挙げられた。また、地下水の塩水化により土中埋設物の給水管の腐食問題も懸念する声もあった。

(3) ベトナム上下水道協会

気候変動の問題に注目が集まったのは、最近であり、全国の水道公社を対象とするような包括的な調査やデータはないものの、沿岸部において地下水塩水化の影響で飲み水の問題に困っている地域があると認識している。深刻な地域として以下が挙げられた。

- ① 中部：ゲアン省、ハティン省、クアンビン省
- ② 北部：クアンニン省、ハイフォン省
- ③ ホーチミン市を含むメコンデルタ
- ④ バリア・ブントウ省の Con Dao 島：真水へのアクセスが極めて困難

塩水化への対応としては、下流の取水口で堰を作ったり、海水が取水口の高さまで上がらな

いようにビニールを使ったりして工夫している事業体などの事例について言及された。

(4) 省人民委員会 (PC)、水道公社 (SAWACO、HUEWACO、QUAWACO 等)

気候変動による海面上昇が地下水への塩分浸入を誘引し、結果として飲料水基準以上の塩分濃度となり、その井戸を放棄せざるを得ないケースが発生し始めていることを認識している。特に各水道公社は、水源となる地下水や、デルタ地域における河川下流域の塩水化によって、現在の水源が利用できなくなったり、従来利用していた井戸から離れた場所の井戸水を使用せざるを得なくなる等の影響を認識しており、長期的な水源確保の視点から、気候変動への対応を具体的に検討している。

(5) アジア開発銀行

表 2-3 に示される通り、水関連分野における最大の援助供与機関はアジア開発銀行 (ADB) であるが、同機関の気候変動対策への取り組みについての聞き取り調査結果は以下の通りである。

- ① PPTA 41071 (The Project Preparatory Technical Assistance) と気候変動対策との関連性  
ハノイ市、ホーチミン市、フエ市およびダナン市の 4 大都市の給水能力改善を目的とした PPTA が実施中である。気候変動対策については、元々の TOR 中に含まれてはいないが、M/P の中で海面上昇への対応策について次の二つを検討する事としている。

A : ポンプ場のかさ上げプラン

B : 取水口を上流側に移設するプラン

また、気候変動に起因する台風、サイクロンなどの災害から給水サービスをどのように守り維持していくかについても検討している。

- ② 気候変動対策としての海水淡水化プラント導入のアイデアについて  
気候変動に起因して水不足や塩水化の被害を受けている地域に対して、

① その地域内で解決する (Local Solution)

② 既存パイプラインの延長

の 2 つの解決策があるが、②は建設費や維持費などの多大なコストがかかることから、①の、その地域内で解決できる海水淡水化プラントが適しているとの考えを持っており、日本側が今次協力準備調査で導入を計画している海水淡水化プラントに対しても賛意を表している。

「ベ」国では、メコンデルタのカントー (Can Tho) 特別市で海面上昇に起因すると思われる塩水進入の問題があり、既存パイプの延長か海水淡水化プラントの導入が検討されているとの情報がある。また、タイでは島嶼部の給水に対してすべて海水淡水化プラントを導入する計画がある。このような気候変動対策への動きに対し、ADB では、島嶼部の給水に対して海水淡水化プラントを導入する用意があり、タイおよびベトナム政府からの要請を待っている状況である。

## 2-2 上水道セクターの概要

### 2-2-1 上水道セクターにおける国家政策・上位計画<sup>2</sup>

「ベ」国の上水道セクターにおける国家政策は、都市水道セクターにおいては、建設省（MOC）が所管し、地方水道セクターにおいては、農業・地方開発省（MARD）が所管している。

都市水道セクターでは建設省が2009年11月に都市水道開発指針（Decision on the Orientation on Development of Water Supply of Urban areas and Industrial zones in Vietnam up to 2025）を策定した。

都市水道開発指針では、都市クラスによって、次表のように達成されるべき数値目標が設定されている。

表 2-1 開発目標

目 標	都市クラス	2015年	2025年
Water supply	Class 1-4	120 L/cap/day (90%)	120 L /cap/day (100 %)
	Class 5	100 L/cap/day (70%)	
Non-revenue water (%)	Class 1-4	< 25 %	< 15 %
	Class 5	< 30 %	
Service hours	Class 1-4	24 h	24 h
	Class 5		

都市クラス	種類	人口（万人）	都市数
Special Cities	Largest Cities	≥ 150	Hanoi, Ho Chi Minh City
1	National Cities	50 ~ 150	3
2	Regional Cities	25 ~ 50	12
3	Provincial Cities	10 ~ 25	16
4	District Towns	5 ~ 10	58
5	Communes	0.4 ~ 5	612

### 2-2-2 上水道セクターにおける法制度<sup>3</sup>

「ベ」国の上水道セクターにおける主要法令、ガイドラインは、以下の通りである。

(1) 水の生産、供給、消費に関する法令（Decree No. 117/2007/ND-CP/11 Jul 2007）

2007年7月に発令した法令により、政府は国営公社であった水道事業体（WSC）の民営化を推進して政府補助金の負担を減らしていくとともに、水道料金を適切に設定し、十分に利益を出せるようにすることを求めている。

(2) 安全な水の供給に関する政令（Decision No. 16/2008/QD-BXD/31 Dec 2008）

建設省がWHOの援助の下に上下水道協会とともに全国の水質管理計画（WSP）に取り組ん

<sup>2</sup> 本節は、ベトナム社会主義共和国 中部地区水道事業人材育成プロジェクト終了時評価補足調査（水道行政/事業運営）報告書（2009年4月）に基づいて要約したものである。

<sup>3</sup> 本節も2-2-1、2-2-2と同様に、ベトナム社会主義共和国 中部地区水道事業人材育成プロジェクト終了時評価補足調査（水道行政/事業運営）報告書（2009年4月）に基づいて要約したものである。



できたが、その成果として 2008 年 12 月に安全な水供給に関する政令（Decision No. 16/2008/QD-BXD/31 Dec 2008）が発令された。この政令は、「ベ」国内で水の生産、供給、消費に携わるすべての国内外の組織、個人に適用され、各水道事業体は WSP を作成して安全な水供給のためのロードマップについて示されなければならないとしている。

(3) 都市地域、工業地区における水道料金の設定に関するガイドライン

都市水道の水道料金の設定について、1999 年に建設省よりガイドラインが示されたが、計画通りの進捗がみられないため、2004 年に財務省・建設省より再度ガイドライン（Joint Circular No. 104/2004/TTLT-BTC/BXD/8 Nov 2004）が示され、地方政府が水道事業から得る利益は 3% 以内に抑えるような形で水道料金を設定するよう規定されている。

他方、水道料金設定の枠組みについては、各省および各地域の地域性を考慮しつつ財務省が設定すること、各省の人民委員会は財務省の了解の下、各省の水道料金を設定すること、各 WSC の Director はこのガイドラインをベースに水道料金設定案を各省人民委員会に提出すること、などが示されている。

### 2-2-3 上水道セクターにおける組織・実施体制<sup>3</sup>

(1) 建設省（Ministry of Construction : MOC）

建設省は、都市地域および産業地区における水供給を所管しており、都市水道セクターの国家戦略、指針の立案や策定、調査の実施、国家メカニズムや政策、プログラム、計画の構築の役割を担っている。

(2) 保健省（Ministry of Health）

保健省は、公衆衛生全般について責任をもち、安全な飲料水の水質基準について公布するとともに、基準の検査、モニタリングを実施する役割を担っている。

(3) 省人民委員会（Provincial People's Committee : PPC）

省人民委員会は、各省のエリアにおいて水供給事業の運営維持管理を監督する役割を担っている。また、実際に給水サービスを行う水道事業体は、この省人民委員会の管理下にある。

水道料金については、水道事業体がそれぞれの給水区域で省人民委員会に提案書を提出し、省人民委員会はそれを検討、承認する形態となっている。

また、各省人民委員会内の建設部（Department of Construction）あるいは交通・公共事業部（Department of Transportation and Public Works）は、地方や産業地域での水供給に関して、各省人民委員会の監理を支援する役割をもっている。

(4) 水道事業体（Water Supply Company : WSC）

水道事業体は、都市地域への水供給とその施設・給配水管網の運営維持管理を担当しており、現在、全国 68 の水道事業体が 420 以上の上水道システムを管理している。

水道事業体には、国営企業（State one member Ltd Company, State-owned Company）と株式会社（Joint stock company）の 2 つがあるが、その組織形態は下図のように大きく 3 つに分けら

れる。

組織形態①： 国営企業が対象地域内のすべての水道システム（取水、浄水場、配水網など）を直営方式で管理するタイプ（今回調査対象のフエ省 HUEWACO がこのタイプに該当）

組織形態②： 対象地域内において、個々の水道システムは、それぞれ独立した国営企業が運営し、親会社である国営企業が独立した国営企業を管理するタイプ

組織形態③： 個々の水道システムは、個別の株式会社がそれぞれ運営管理し、持ち株会社の国営企業がこれらの株式会社を管理するタイプ（今回調査対象のホーチミン市 SAWACO がこのタイプに該当）

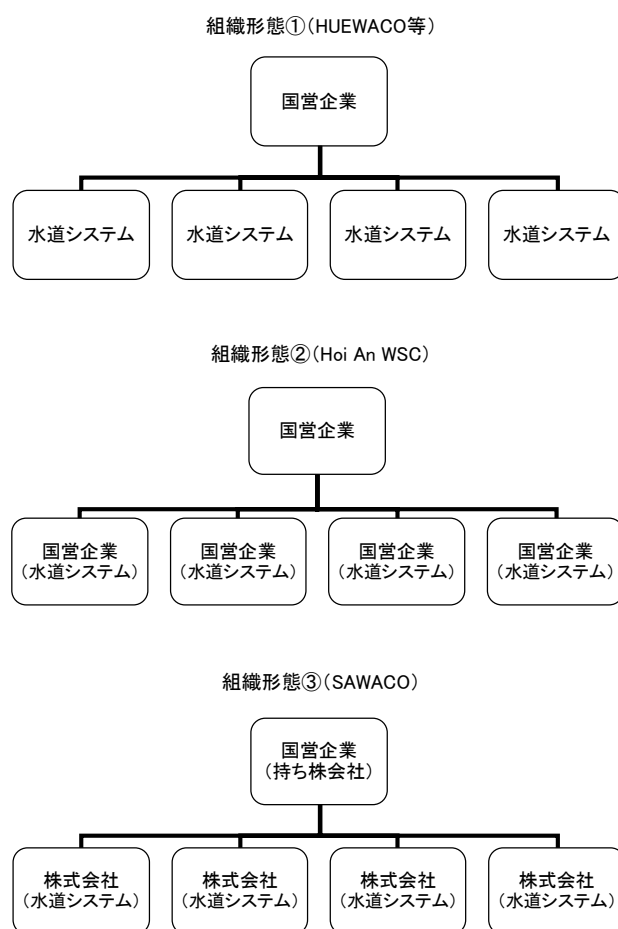


図 2-1 国営企業の組織形態

(5) 上下水道協会（Vietnam Water Supply and Sewerage Association : VWSA）

上下水道協会は、建設省の関連機関として 1988 年に設立され、今日に至っている。その活動は、内務省令によって規定されており、活動目的は、上下水道セクターに関係する企業、政府関係者、科学者などの組織を一つにまとめ、メンバーの知識やスキルの向上と情報交換を促進することである。メンバーは、現在 239 団体から構成され、協会の運営は会員からの会費と国際機関および国内企業からの寄付金で賄われている。

協会本部は、ハノイ市にあり、上水道セクターの地方支部として北部、中部、南部およびホーチミン市に支部がある。

## 2-2-4 水関連分野の援助動向

### (1) 我が国技術協力・有償・無償資金協力の動向

近年の我が国の「ベ」国に対する水関連分野の協力は、表 2-2 の通りである。

**表 2-2 我が国の水関連分野における協力実績**

分類	実施年度	案件名	供与限度額 (億円)	概要
無償	1994 年	ハノイ市ザーラム地区 上水道整備計画 (1/2)	15.12	ハノイ市ザーラム地区の給水能力改善のため、深井戸による水源施設、導水施設、浄水施設の建設および給配水管網の整備を行い、給水人口 121,500 人に 18,760m <sup>3</sup> /日の給水を可能にする。
	1995 年	ハノイ市ザーラム地区 上水道整備計画 (2/2)	12.54	
	1999 年	ハイズオン市上水道拡充 計画 (第 1 期)	6.51	ハイズオン市には、既存上水道施設があるが、給水人口は全人口の約 3 割の 6 万人に留まっており、施設の老朽化も相まって住民は時間給水を余儀なくされていることから、本計画では地下水を水源とする新たな上水道施設を建設するもの。
	2000 年	ハイズオン市上水道拡充 計画 (第 2 期)	15.75	
	2001 年	ハイズオン市上水道拡充 計画 (第 3 期)	6.00	
	2002 年	北部地下水開発計画 (第 1 期)	8.67	本計画は、1999 年に策定されたベトナム北部地方に対する地下水開発計画のマスタープランにおける優先整備地域のうち、北部 3 省の 4 村落を対象として給水施設の建設および井戸掘削機材の供与を行うものである。本計画によって、対象地域に公共水道網が整備され、衛生的な飲料水を安定的に確保でき、生活レベル、衛生レベルが向上することが期待される。
	2003 年	北部地下水開発計画 (第 2 期)	6.87	
	2004 年	北部地下水開発計画 (第 3 期)	5.02	
	2007 年	中部高原地域地下水開発 計画 (1/3)	4.08	
	2008 年	中部高原地域地下水開発 計画 (2/3)	9.12	経済開発の遅れた「開発の三角地帯」にある中部高原地域において、3 省 5 コミュン (郡) に対して給水施設の建設および井戸掘削機材の整備を行う。これにより、4 万 5 千人の住民に対して安全で衛生的な飲料水を供給することが可能となり、水道普及率の上昇および生活環境の改善に寄与することが期待される。
2009 年	中部高原地域地下水開発 計画 (3/3)	6.92		
有償	2003 年	南部地域上水道整備計画 (Ⅱ)	33.08	ドンナイ川を水源とするドンナイ省とダデン貯水池を水源とするバリア・ヴンタオ省の取水、浄水、送水のための上水道施設を建設するもの。給水対象数は、ドンナイ省で 12 万人及び工業団地 9 カ所、バリア・ヴンタオ省において 35 万人

分類	実施年度	案件名	供与限度額 (億円)	概要
技協/ 技プロ	1996年～ 1997年	ハノイ市上水道整備計画 調査	—	M/P および F/S
	1998年～ 1999年	北部地方地下水開発計画 調査	—	M/P および F/S
	2000年～ 2003年	上水道技術訓練プログラム	—	都市水道技術者を対象として、配 水計画、水道経営および無収水量 低減対策等に係る訓練プログラム
	2001年～ 2002年	中部高原地方地下水開発 計画調査	—	M/P および F/S
	2007年～ 2009年	南部沿岸地域地下水開発 計画調査	—	M/P および F/S
	2007年～ 2009年	中部地区水道事業人材 育成プロジェクト	—	フエ市水道公社 (COWASU) 職員 の能力向上を目的として、水質管 理、配水管理、人材育成・人事管 理および顧客サービスの4分野に おける人材育成プロジェクト

出典：外務省ウェブサイト 日本のODA ベトナム社会主義共和国  
([http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/08\\_databook/pdfs/01-07.pdf](http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/08_databook/pdfs/01-07.pdf))

## (2) 他ドナーの援助動向

「ベ」国の水分野における援助状況は、表 2-3 に示す通りである。

**表 2-3 他ドナー国・国際機関による援助実績（水関連分野）**

(金額単位：百万)

実施年度	機関名	案件名	金額	概要
1982年～	UNICEF	村落給水 <sup>①</sup> (案件名不詳)	-	各省の CERWASS 設立への 協力および 20 万本以上の 手掘り井戸の建設
1998年～	デンマーク国際開発庁 (DANIDA)	技術協力 <sup>①</sup>	-	NRWSS 策定支援および 村落給水の援助と推進
	世界銀行 (WB)	地方水道・衛生プロジェ クト <sup>①</sup>	—	ハイズオン省、ナムディン 省、ニンビン省およびタイ ビン省の4省を対象
	世界銀行 (WB)	都市水道・衛生プロジェ クト <sup>①</sup>	—	26 省の 132District タウン およびそれに準じる都市 を対象
～2005年	アジア開発銀行 (ADB)	水道施設建設 <sup>①</sup>	—	コントゥム省の5 District タウンを対象
2006年～	世界保健機構 (WHO)	水質管理計画 (WSP) <sup>②</sup> (技術協力)		水道事業者の技術者に対 し、水質管理向上のための トレーニングおよび政策 提言
2002年～ 2008年	フランス開発庁 (AFD) とア ジア開発銀行 (ADB) との 協調融資	省都 (Class 3) 水道・衛生 プロジェクト <sup>②</sup> (ローン)	US\$112 (AFD) US\$60 (ADB)	5つの省と2つの Districtタ ウンを対象
2006年～ 2015年	フランス開発庁 (AFD)	メコンデルタ小中規模都 市給水計画 <sup>②</sup> (ローン+技術協力)	38.0 ユーロ	メコンデルタ地域のClass 4,5地方都市が対象 (ロー ンと技協)
2007年～ 2013年	フランス開発庁 (AFD)	ラオ・ガイ省インフラ整 備プログラム <sup>②</sup> (ローン+無償)	25.9 ユーロ	ラオ・ガイ省が対象 (ロー ンと無償)
2007年～ 2008年	アジア開発銀行 (ADB)	水道技術者支援計画 <sup>②</sup> (技術協力)	US\$2.0	経営能力向上・育成

2007年～	アジア開発銀行 (ADB)	ハイフォン上水道整備プロジェクト <sup>②</sup> (技術協力+ローン)	US\$2.0 (技協) US\$15.0 (ローン)	給水能力拡大と実施支援
2007年～	アジア開発銀行 (ADB)	ダナン上水道整備プロジェクト <sup>②</sup> (技術協力+ローン)	US\$1.5 (技協) US\$50 (ローン)	配水網拡張・リハビリおよび運営能力向上
2008年	アジア開発銀行 (ADB)	ベトナム上水道セクターレビュー <sup>②</sup> (技術協力)	US\$1.13 (技協)	上水道セクターレビュー
2008年～	アジア開発銀行 (ADB)	フエ上水道整備プロジェクト <sup>②</sup> (技術協力+ローン)	US\$1.5 (技協) US\$30.0 (ローン)	給水能力拡大と配水管網のリハビリ
2008年～	アジア開発銀行 (ADB)	中部地域地方給水・衛生プロジェクト <sup>②</sup> (技術協力+ローン)	US\$0.6 (技協) US\$45.0 (ローン)	地方都市の給水・衛生サービス向上
2008年～	アジア開発銀行 (ADB)	メコン上水道・衛生プロジェクト <sup>②</sup> (技術協力+ローン)	US\$2.4 (技協) US\$13.0 (ローン)	主要幹線道路沿いの第2都市における給水・衛生サービスインフラの向上

出典：①ベトナム国中部高原地域地下水開発計画基本設計調査報告書（2006）

②ベトナム社会主義共和国中部地区水道事業人材育成プロジェクト終了時評価補足調査報告書（2009）

## 2-2-5 既存施設における水処理技術の現状

「ベ」国では、現在、全国 68 の水道事業体（WSC）が 420 以上の水道システムを運営・管理しているが、これらの水道システムでは基本的に砂ろ過による通常の浄水処理が行われているものと思われる。

今回の調査対象サイトであるキエン・ザン省フーコック島水道事業体、ホーチミン市 SAWACO、フエ省 HUEWACO およびクアンニン省 QUAWACO のいずれの水道事業体も通常の浄水処理により給水サービスを実施している。ただし、フエ省ではコミュニケーションレベルで、カナダの援助により、地下水を水源とする小規模（100 m<sup>3</sup>/日）の一般膜処理を行っている事例が見られたが、これは HUEWACO の給水サービスが届かない人口密度が低い沿岸地域における事例である。

今回の調査で、都市水道セクターに係る省庁や水道協会、人民委員会および水道事業体への聞き込み調査の結果から、現在のところ水道事業体が膜処理を用いている事例はないとのこと<sup>4</sup>、RO 膜による海水淡水化技術は、「ベ」国にとって新技術の導入であり、その技術は、海面上昇に起因する水源の塩水化対策の一つとして期待が大きいと言える。

## 2-3 候補案件の概要

### 2-3-1 フーコック島

#### (1) サイトの概要

フーコック島は、ベトナム南部キエン・ザン（Kien Giang）省フーコック地区に属し、北緯 9 度 53 分～10 度 28 分、東経 103 度 49 分～104 度 5 分に位置する「ベ」国最大の島である。

フーコック地区は大小 27 の島から構成され、面積は 593km<sup>2</sup>、その内フーコック島の面積は

<sup>4</sup> ただし、ホーチミン市カンジャオ地区は、SAWACO の給水責任範囲であるものの、ホーチミン市中心部から遠く、SAWACO が給水網を拡大することが困難であるため、民間からの投資を誘致し、米国資本の民間企業が運転を開始している。この企業ではデルタの汽水を原水とした RO 膜による水処理を行っている。詳細は後述（2-3-2（3））の通り。

563km<sup>2</sup>を占めている。また、フーコック島は東西約26km、南北約48kmの南北に細長い形状を示している（図2-2）。

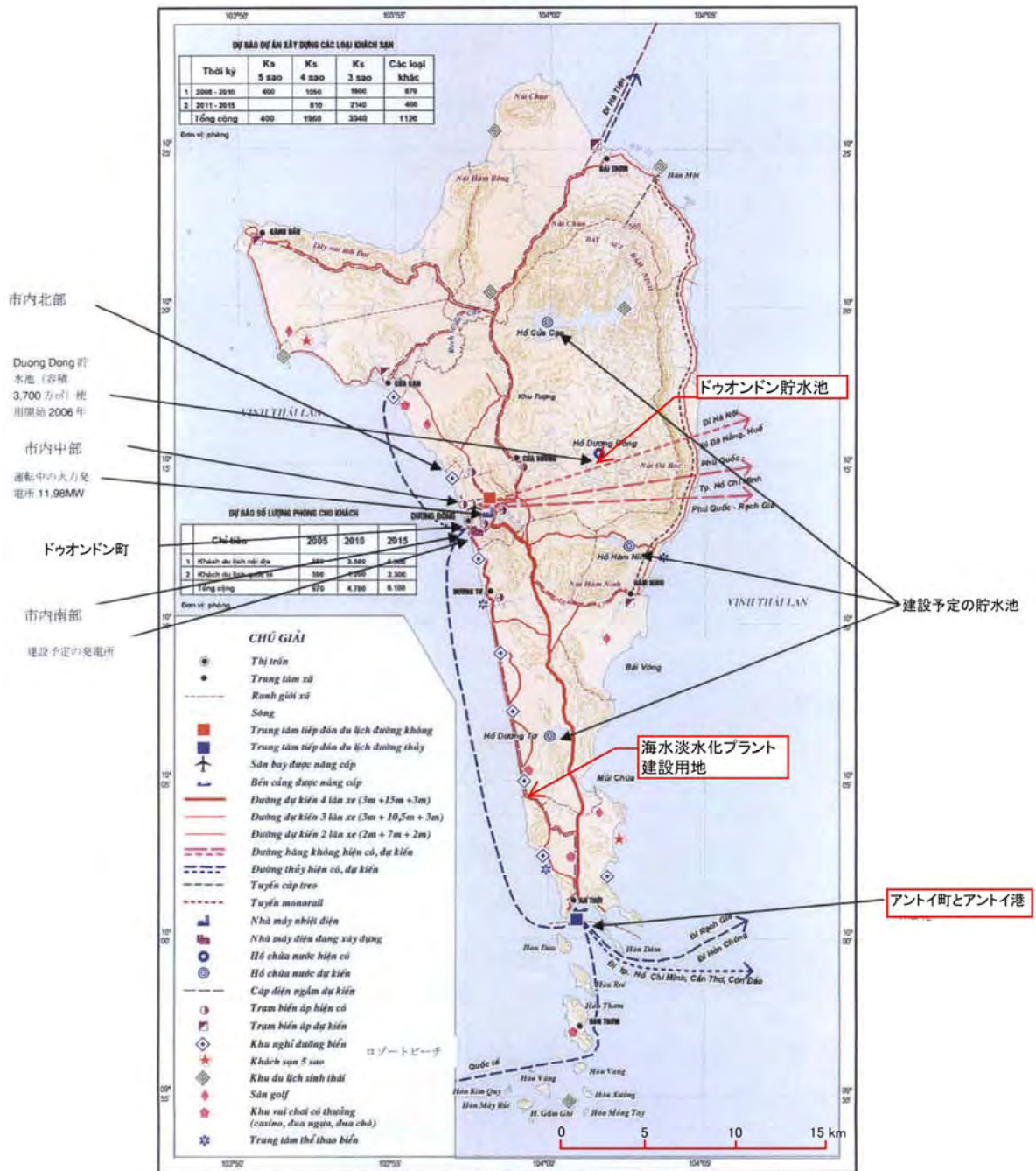


図 2-2 フーコック島施設位置図

フーコック島の行政区分は、2町（ドゥアン・ドン町、アン・トイ町）および8村から成り、人口は92,200人（2008年）である。

気候は、熱帯性気候を示し、年間平均気温は27℃、年間降雨量は3,000mmに達する。雨期（5月～10月）の月間雨量は422mm、乾期（11月～3月）では83mmである。

主な産業は、水産養殖業、漁業、水産物加工および観光業である。

本案件の対象サイトは、同島南部に位置する第2の町であるアン・トイ町とその南のホン・トム島である。それぞれの人口（2008年）は、次の通りである。

アン・トイ町	20,292 人
ホン・トム島	3,024 人
アン・トイ	3,316 人

(2) 水道事業の実施体制

フーコック島では、第1の町であるドゥアン・ドン町だけに上水道サービスが行われており、キエン・ザン省水道公社のフーコック支所がサービスを担当している。

対象サイトのアン・トイ町とホン・トム島には上水道サービスはなく、個別に雨水と地下水により生活用水を確保している。

(3) 給水現況

ドゥアン・ドン町で行われている上水道サービスは、下記の通りである。

- ・貯水池：島内最大の河川であるドゥアン・ドン川の上流約8km地点に建設されたドゥアン・ドン貯水池で、貯水容量3,700,000m<sup>3</sup>を有し、2006年6月より運用開始
- ・浄水場：最大5,000m<sup>3</sup>/日の浄水能力を有するが、配水管網が未整備なため現行2,000m<sup>3</sup>/日の浄水に留まっている。処理方式は、通常の急速濾過方式である。
- ・給水戸数・給水時間：約2,500戸に対し、24時間の給水サービスを実施。
- ・水道料金：一般家庭用が5,500VND/m<sup>3</sup>、事業所用が7,500 VND/m<sup>3</sup>

対象サイトのアン・トイ町とホン・トム島には上水道サービスはなく、水源は雨水と地下水である。雨水は飲料水として利用し、地下水は酸性が強く、また塩分濃度が高いため、主に生活雑用水として利用している。

(4) 給水計画

フーコック島開発計画マスタープラン（～2020年）によれば、同島の給水計画は下表のように計画されているが、資金不足により計画通り進行していないのが現状である。下記の5カ所の貯水池の内、現在完成しているのは Duong Dong Reservoir のみであり、計画給水量も2,000 m<sup>3</sup>/日に留まっている。

表 2-4 フーコック島給水計画

No.	貯水池	貯水容量 (m <sup>3</sup> )	計画給水量 (m <sup>3</sup> /日)		
			2010年	2020年	2030年
1	Duong Dong Reservoir	13,000,000	15,000	20,000	30,000
2	Cue Can Reservoir	15,000,000		20,000	30,000
3	Rach Ca Reservoir	1,000,000		5,000	5,000
4	Rach Tram Reservoir	3,000,000		10,000	10,000
5	Suoi Reservoir	4,000,000	5,000	15,000	15,000

(5) 水道事業運営・維持管理組織の組織能力、維持管理能力

前述のようにフーコック島ではドゥアン・ドン町を対象としてキエン・ザン省水道公社フーコック支所が水道事業を実施している。従業員は所長を含めて 18 名である。その内訳は下記の通りである。

・ 所長	: 1 名 (唯一のエンジニア)
・ 副所長	: 1 名
・ 事務所員	: 5 名
・ 運転要員	: 7 名
・ 補修要員 (集金も兼ねる)	: 4 名

浄水場の運転は、24 時間運転で 3 シフト制を取っている。保有機材は殆どなく、資材等の運搬は、小物は個人のモーターバイク、パイプ類はトラックを借り上げて対応しているとのことであった。

機器の部品および凝集剤・消毒薬等の消耗材は、全て本社のキエン・ザン省水道公社から輸送される。また、財務面においても本社が全て管理しており、フーコック支社では徴収した水料金は本社に送金し、従業員の給与は本社から送金されるシステムとなっている。このため、フーコック支社での財務状況を把握することはできない。

(6) 電力供給の現状と将来計画

建設予定地の脇を通る幹線道路沿いに 15KV の系統電源がきている。ただ、電力の絶対量は不足しており、ユースポイント (消費者地点) であるアン・トイの町では週に 6 時間の計画停電を実施している。このような状況下で、本案件の海水淡水化施設に電力を供給することが可能であるか検討が必要である。本施設に必要な電力は、約 300kWh と推定されるが、この必要電力を太陽光発電でまかなう場合の建設コスト等の試算は十分ではなく、また風力発電の案も同時に出されているが、こちらもそれほどの予備検討がされたものではない。

太陽光の場合、当地の日照時間は年間 2,500 時間と言うことであるが、再確認が必要である。また、夜間電力をまかなうための蓄電池の準備も必要となる。その場合、昼間使用電力の約 3 倍の発電量が必要になるため、淡水化施設の起動電力の問題を抜きにしても大規模な太陽光発電が必要になり、現実的でないといえる。

(7) 候補案件の概要

1) 目的

給水サービスを受けられず、雨水と地下水に生活用水を頼らざるを得ない島嶼部および離島に住民に対し、太陽光発電を組み合わせた海水淡水化プラントを建設し、安定した生活用水を供給する。

2) 裨益効果

6,700 人に 150L/人/日の給水が可能となり、給水レベルが改善される。

3) 施設概要

① 海水淡水化プラント (海水淡水化能力 : 1,000 m<sup>3</sup>/日)



- 海水取水管/濃縮海水放流管建設
  - 前処理施設建設
  - RO 膜処理プラント建設
- ② 配水管網建設（本件が対象になれば、省政府が建設すると言っている）
  - ③ 太陽光発電施設建設（100kW）
  - ④ 建設予定地

アン・トイ町北西端（ドゥアン・ト（Duong To）村との町境）で海岸線から約 500m 内陸部の町所有地を計画している（図 2-3 参照）。ここは、ドゥアン・ドンからアン・トイに至る海岸道路沿いにある。なお、この道路に沿って 15KV（3 相）送電線が敷設されている。

このほか、アン・トイの港近辺も確認したが、ここは棧橋があるものの、小規模貨物の陸揚げ用のみに使用されており、陸地に新規施設を建設する空き地はない。また、町の所有地は存在しておらず、複雑にからんだ地権者との交渉は非常な困難が見込まれ、町政府としても港地区での建設は考えていない。

（棧橋の半分はベトナム海軍も使用しており、これもこの地域の土地の活用を困難にしている一因にもなっている。）

#### 4) 想定水源

この地域には特に既存の港湾設備等はないので、直接取水の場合は、新規に海水取水導管を敷設する必要がある。あるいは、海岸線はビーチゆえ、ここに井戸を掘り取水する方式、いわゆるビーチウェル方式を採用する案がある。

この場合の検討事項として下記の点が挙げられる。

- ① ビーチからの取水可能量は十分かどうか？（1,000 m<sup>3</sup>/d の生産水量時には、2,500m<sup>3</sup>/d の海水が必要）
- ② ビーチの地下の状況の確認。砂層の厚さの確認要（試掘、揚水試験、水質試験）。
- ③ ビーチウェル建設予定の海岸線所有者と、海岸線使用合意要。
- ④ 取水管理設予定地の土地所有者と、土地使用合意要。

#### 5) 配水管網

本プロジェクトが実施されることになれば、An Thoi までの約 5km の送水管（径 250mm）、送水圧力調整機器、ポンプ中継基地、ならびに途中の集落への枝管を Kien Giang 省が敷設するとのことである。

なお、この地域では対岸のホン・トム島にも生活用水を輸送しているが、送水管が敷設されているわけではなく、民間業者による船での輸送が行われている。この対策についてはキエン・ザン省水道公社のフーコック支所からは特に説明はされていない。

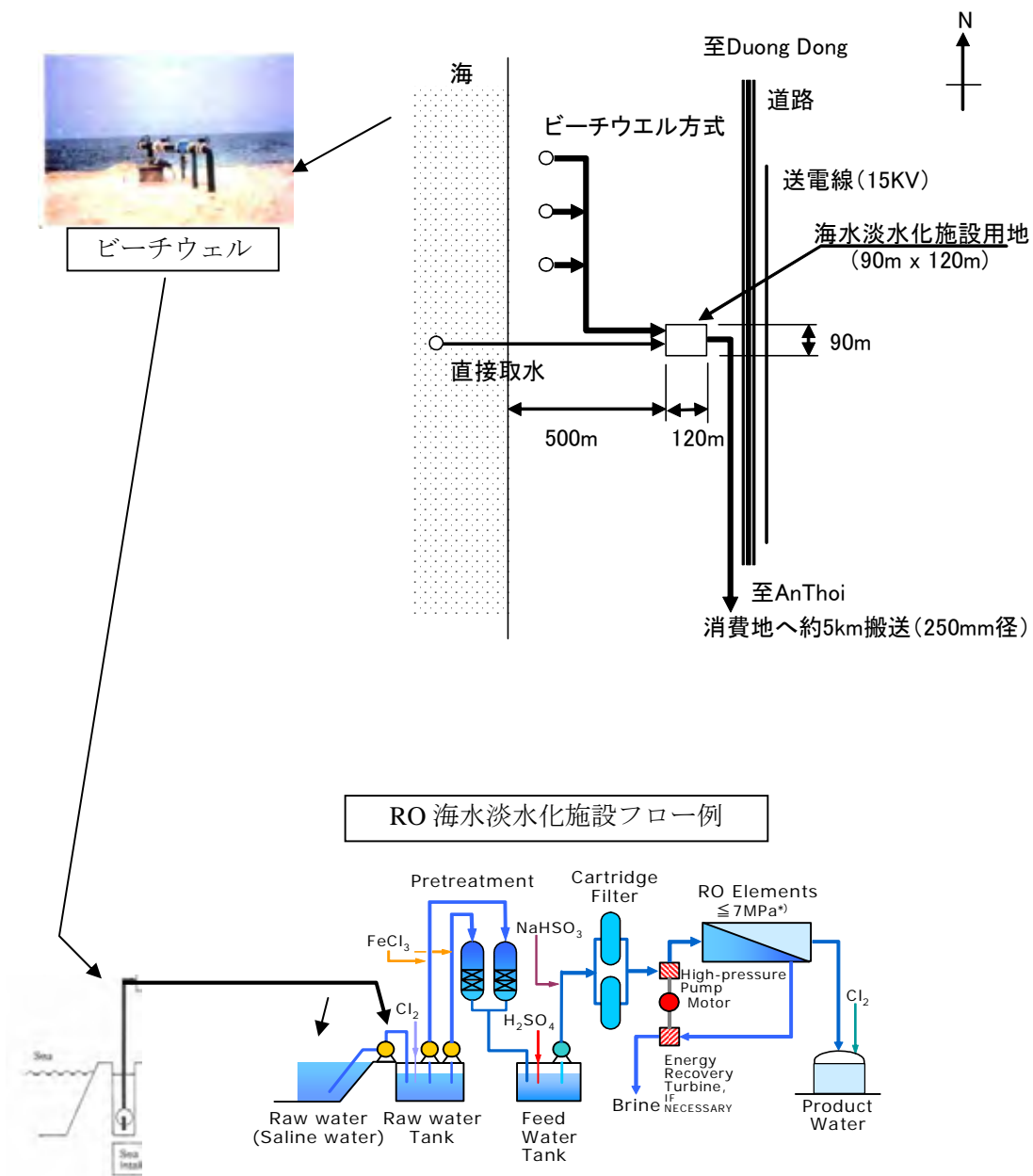


図 2-3 施設イメージ図

(8) 実施体制・維持管理体制

- 実施責任者：キエン・ザン省人民委員会
- 援助組織との調整機構：フーコック島投資・開発管理ボード
- 実施主体：フーコック島投資・開発・インフラストラクチャー会社
- 運転実施：施設建設の引合い・建設は、フーコック島投資開発委員会（MBID：Management Board for Investment & Development）が実施するが、実際の運転はフーコック投資開発インフラ公社（Phu Quoc Investment Development Infrastructure Corp）が担当する。同社は、島内から技術者の雇用を計画しているが、能力的に不十分な場合は本土（Kien Giang 省等）の水処理会社から人材を確保する考えである。

(9) 先方関係者の意向、要望事項

PPC はプロジェクトの実現を強く求めており、MPI としては今次調査結果も踏まえて積極的に検討したいとしている。

(10) 候補案件の必要性、妥当性、維持管理の見通し

- 事業実施体制に問題はないが、維持管理体制については海水淡水化施設の運転経験が上記(8)項に記載の実施予定機関にもないので、当初は運転指導が必要である。先方は島内に的確な技術者が見つからない場合は、本土の水道公社から運転要員は確保可能と回答している。
- Duong Dong 町での WSC の運用実績から、維持管理費用は確保できると思われる。ただし、対象サイトでは公共の給水サービスを受けた実績がなく、施設完成後に水料金として課金した場合の支払い意志と支払い能力の有無をアンケート調査等を実施して確認する必要がある。
- もともと気候変動の影響を受けやすい雨水や地下水を水源としていることから、安全で安定した給水サービスの必要性は高い。
- 政府が開発を進めており、人口・観光客ともに増加が見込まれていることから、安全な水へのアクセスのニーズは高い。特に、アン・トイの町は、比較的人口規模が大きく、密度も高く、水道サービスのサイトとして妥当である。

(11) 候補案件の評価

配水管網の建設について、MP の中で計画されているものの、本年度案件として実施するのならば、配水管も含めることも検討する必要がある。一方で、具体的に、MP の中で、積算や計画年度等の記述があり、先方負担で整備を進めることができるのであれば、配水管網が整備されてから、本件を実施することも視野に入れられる。

## 2-3-2 ホーチミン市カンジャオ地区

(1) サイトの概要

カンジャオ地区は、ホーチミン市の東南に位置し、面積は約 704km<sup>2</sup>でドンナイ河河口デルタ一帯を占めている (図 2-4)。

カンジャオ地区は 6 コミューン、1 町からなり、中心都市のカンタン町は、最南端にあって南シナ海に面し、ホーチミン市中心部よりフェリーを利用して車で約 2 時間半の距離にある。



図 2-4 カンジャオ地区施設位置図

カンジャオ地区の人口は、約 70,000 人で、本件の対象サイトであるカンタン町の人口は、12,300 人 (2,761 戸)、カンジャオ地区人口の約 18%が居住している。

ホーチミン市の気候は、熱帯性気候を示し、年間平均気温は 28.4℃、年間降雨量は 1,320mm である (出典：<http://weather.jp.msn.com>)。

主な産業は、水産養殖業、漁業、観光業 (エコツーリズム) および塩田事業である。

## (2) 水道事業の実施体制

カンジャオ地区では、100%政府出資の公共サービス会社 (Public Service Company、以下 PSC) が上水道サービスを行っている。

カンジャオ地区全体の 1 日当たりの必要水量は、6,300m<sup>3</sup> (90ℓ/人/日) であるが、ドンナイ河デルタに位置する同地区では雨水以外に水源が無いため、この必要水量の全量を SAWACO および民間の汽水淡水化会社より購入・運搬して給水サービスを実施している。

## (3) 給水現況

カンジャオ地区で行われている給水サービスは、下記の通りである。

### 1) 水源

カンジャオ地区では気候変動に起因する海面上昇に伴う地下水塩水化により雨水以外に水源がないため、下記の 2 ヶ所から毎日、水を購入し、ポンプ場までバージ船で運搬している。

- ① SAWACO : 約 1,300m<sup>3</sup>/d (ホーチミン市 Nha Be 給水基地で注水)
- ② 民間処理会社 (Dang Day Nguyen 社、Can Gio 地区北部に所在) が汽水の RO 膜処理を行っている : 約 5,000m<sup>3</sup>/d

### 2) 給水状況

カンジャオ地区には 30 以上のポンプ場があり、バージ船により購入した水がタンクに貯水され、そこから各戸へ配水管網を通して給水されている。

このポンプ場から各戸への給水は、投資家 (個人あるいは会社) が国との契約に基づいて行う方式が採用されている。その方式は次の通りである。

水道事業を行いたい投資家が下記の施設建設・設備投資および運転・維持管理計画 (含む水質管理計画) を内容とする事業計画を作成してホーチミン市人民委員会へ提出し、厳密な審査を経て承認されれば、事業認可となり、投資およびサービスに見合う補助金がホーチミン市人民委員会から受けられるシステムである。

- ① 貯水タンク (20m<sup>3</sup>~300m<sup>3</sup>) の建設
- ② 送水ポンプの購入・設置・運転維持管理
- ③ メイン配管の敷設
- ④ 各戸向け量水器設置
- ⑤ 水道料金の徴収

なお、主配水管から各戸までの給水管は、住民負担となっている。現在は全世帯の 95%程度まで給水サービスを提供しており、2010 年度には 98%まで高める計画となっている。

### 3) 水料金

水料金は、下記のように設定されている。

家庭用：2,700VND/m<sup>3</sup>

事業家（企業、レストラン、ホテル等）：6,000～8,000 VND/m<sup>3</sup>

水料金の徴収は、水道メーターに基づいて、投資家が毎月行う。

### 4) 国の補助金の額

水道料金は上記のようにベトナムの全国平均よりも低めに設定されており、雨水以外に水源がないカンジャオ地区における給水サービスを維持するために国から多額の補助金が支出されている。その額は m<sup>3</sup> 当たり 32,000VND で、家庭用水料金の約 12 倍に相当する。この補助金には、下記のコストを含むものとされている。

- ① SAWACO および民間汽水淡水化会社からの水購入コスト
- ② バージ船による水運搬および注水コスト（購入先から各ポンプ場まで）
- ③ 投資家による給水サービスコスト

### (4) 給水計画

SAWACO によれば、カンジャオ地区の人口は、開発マスタープランでは 2015 年には 150,000 人、2025 年までには 300,000 人に拡大すると予測されている。この人口拡大予測からすると、2015 年には 44,000 m<sup>3</sup>/d（150,000 人分）が、2025 年には 80,000 m<sup>3</sup>/d（300,000 人分）が必要になると予測している。

こうした状況に対応するため、カンジャオ地区に対する給水について、SAWACO では 10 年近く検討を続けており、①汽水の淡水化（RO 膜処理）、②新たな地下水源の探査・開発、③送水管の延長等の選択肢を検討してきた。

送水管の延長については、2010 年中にホーチミン（HCMC）市南部の Nha Be からカンジャオ地区カンタン町までの 43km に給水管を敷設する計画であるが、そこから先の配水網を敷設するにはさらに時間がかかることから、最も水需要が大きいカンタン町において、海水淡水化プラントの建設によりオンサイトでの水の確保が可能となることは極めて貢献度が高いと判断される。

### (5) 水道事業運営・維持管理組織の組織能力、維持管理能力

カンジャオ地区の給水サービスを行っている Public Service Company (PSC) の概要は次の通りである。

- 100% 政府出資会社で 1985 年に設立され、資本金は 235 億 VND。公共サービスに関する下記の事業を展開している。
  - ① 水道
  - ② 街灯
  - ③ 道路の維持管理
  - ④ 街路樹の管理など
- 全職員は 190 人で、水道関係は 35 人が従事している。

- 水運搬船を 27 艘所有しており、運搬能力の合計は 11,500m<sup>3</sup> (内、200 m<sup>3</sup>以上が 13 艘)。毎日 5,000~7,000 m<sup>3</sup> の水を区全域に対して運搬。中心都市のカンタン町には、550m<sup>3</sup> が 1 艘と 300 m<sup>3</sup> が 3 艘の計 4 艘で対応している。
- 水質分析は毎月 2 回、ホーチミンのパスツール研究所に委託している。分析項目は Salinity、Foreign Materials (運搬途中などで混入する物質等)、色度、臭気、大腸菌等。運搬する水の出発地である浄水場、運搬した水を注入する各ポンプ場、利用者宅でサンプルを採取し、分析している。
- 料金は、補助金で低く抑えられているため、回収率は非常に高い。支払い遅延は 10%以下である。

#### (6) 電力供給の現状と将来計画

電源は、安定供給されている。

なお、電気料金は、商用で 1500~2000VND/kW 程度。従量制で、契約量までは一定金額で、契約量の超過分は割高料金となる。

#### (7) 候補案件の概要

##### 1) 目的

ドンナイ川河口のデルタ地帯に位置する同地区では、海面上昇に起因する地下水の塩水化により雨水以外に水源はなく、SAWACO および汽水淡水化会社より生活用水を購入している現状を改善するために、海水淡水化プラントを建設し、現状より低コストの生活用水を供給する。

##### 2) 裨益効果

カンタン町の住民 12,300 人 (2,761 世帯) に 1,000 m<sup>3</sup>/日の生活用水が供給される。

##### 3) 施設概要

###### ① 海水淡水化プラント建設 (海水淡水化能力 : 1,000 m<sup>3</sup>/日)

- 海水取水管/濃縮海水放流管建設
- 前処理施設建設
- RO 膜処理プラント建設

###### ② 予定地概況

- 建設予定地は、Can Gio 地区の行政の中心で、唯一の市街地である Can Thanh の北西部に位置する。
- 市中心街から、送水船で水が注入される港に向かう幹線があり、この幹線より海側に 200~300m 入った地点。元は塩田として利用されていたが、現在は使用されておらず、使用者から土地所有権を返却させることは容易とのことであった。
- 幹線から順に、人家、水路、塩田、マングローブ、海となっている。調査時には候補サイトへのアクセス道路がなく、実地を観察することはできなかった。
- 候補サイトの南隣接地に、Fishery Conservation Center が建設予定 (09 年予算で承認済) であり、センターには、幹線からのアクセス道も整備されるため、これを活用することが可能である。
- 候補地から、100~200m程度で海水にアクセスすることが可能だが、その周囲は全てマングローブに覆われている可能性があるため、どのように取水するのか (直接取水

か海岸井戸取水) がポイントとなる。

- マングローブが茂っているため、原水の水質が課題となる。
- 潮位のデータは、水運搬船を横付けする港の岸壁で、干満の1日2回干満時のデータを収集しており、参照することができる。
- Can Gio 地区はマングローブの保護も実施しているが、サイト候補地の周辺は保護地域から外れているため、取水施設のためにマングローブを伐採するなどについては、問題はない (DPC の環境担当者に確認済) との事であったが、詳細調査時に再確認する必要がある。

#### 4) 配水管網

- Can Thanh の中心部はほぼカバーされており、配水管外の利用者に対しても給水車を用いている。
- 既存の送水管、配水管をそのまま利用することが可能であり、配水のためのコストを最小限に抑えることが出来る。淡水化プラントから、既存の送水管までの 200~300m をつなぐのみ。
- 既存の施設設備 (ポンプ場の配水能力、配管サイズ) は、現在の供給量を元に設置されているため、淡水化プラントの建設によって、供給量が増加する場合の能力の上限を確認する必要がある。

#### 5) 実施体制・維持管理体制

- カンジャオ地区人民委員会の下で 100% 政府出資会社の Public Service Company (PSC) が担当する。
- 浄水処理は行っていないものの、給水を 24 時間実現しており、水道事業の体制が安定している。
- ポンプのメンテナンスや運水船のメンテナンスも適切に実施していることから、一定程度の技術力があると見ることができる。
- PSC は多額の補助金を受けているものの、料金徴収率も高い。

#### (8) 先方関係者の意向、要望事項

建設省、ホーチミン市人民委員会および SAWACO も海水淡水化プラント導入の最適地として挙げている。

#### (9) 候補案件の必要性、妥当性、維持管理の見通し

- 対象サイトは、雨水以外に水源がないことから、水の購買・運搬に多額の補助金投入を余儀なくされており、コスト削減のための淡水化プラント建設の必要性は極めて高いと言える。
- 地区が 100% 出資する公共サービス会社が、水の購買、船による運搬、ポンプステーションへの配水、水質監視および水道事業者監督の責任を負っており、この組織が事業実施および維持管理を行うものと想定される。
- 公共サービス会社は、190 人のスタッフを擁し、このうち 35 人が給水サービスに従事していることから運転要員の確保は問題ないと思われる。
- 水の料金は廉価に設定されており、水購入費および運搬費を補助金で賄っている現状。



海水淡水化プラントを設置することで、これらの費用分が不要となるため、この中から維持管理費用に充当することが出来る。現状の水道料金回収率は9割以上。

- 据え付け運転指導並びにソフトコンポーネントによる技術支援は必要である。

#### (10) 候補案件の評価

原水である海水の取水方法について、直接取水とするか海岸井戸方式とするか、立地条件、原水の水質等について綿密な調査が必要とされる。

### 2-3-3 フェ省沿岸地域

#### (1) サイトの概要

対象サイトである沿岸地域には、北西－南東方向に約60kmにわたって伸びる長い海岸線に沿って約20のコミューンがあり、約160,000人が住んでいる。フェ省の中心部フェ市との間にラグーンがあり、給水サービスの阻害要因となっている。対象サイトは、20コミューンの内、フォンハイおよびビンミィの二つのコミューンで、いずれのコミューンもフェ市中心部より車で約1時間半の距離にある(図2-5)。



図 2-5 フェ候補地位置図

人口は、フォンハイ・コミューンが約5,300人、ビンミィ・コミューンが約7,000人である。

当地域の気候は、熱帯性気候を示し、年間平均気温は26.6℃である(出典：<http://weather.jp.msn.com>)。

コミューンの主な産業は、水産養殖業および漁業である。

#### (2) 水道事業の実施体制

フェ省の給水サービスは、HUEWACO(旧COWASU)が実施しているが、対象サイトは、間にラグーンを挟んで市街地から遠く離れていること、また人口密度も低いため、既存の給水

ネットワークの範囲外であり、給水サービスの対象外となっている。このため、コストのかかるパイプ延長によらず、オンサイトで給水が可能なプラントの導入を考えているところである。

### (3) 給水現況

対象サイトには給水サービスがないため、住民は各戸に手押しポンプを設置して地下水と雨水により生活用水を確保している。

### (4) 給水計画

HUEWACO は省全体を給水対象地域としているが、全体の給水率は 52%に留まっている。フエのようなベトナム中部地域は山間部と海が近く、また、ラグーンが発達して汽水域が広い。沿岸地域、湿地帯、山間部は、人口密度も低く、配水管を拡張して給水するのはコストがかかることから困難な状況にある。現在、給水率を向上させるためにジョイ貯水池（6,000m<sup>3</sup>/d）と浄水場（70,000m<sup>3</sup>/d）を新設する計画がある。また、フエ市内には配管網のマスタープランがあるものの、沿岸地域にはまだない。このような市街から離れた地域では、市内からパイプを延長するよりも、オンサイトで地下水を使用したほうが、費用が低く抑えられると考えている。

### (5) 水道事業運営・維持管理組織の組織能力、維持管理能力

フエ省全域に水道事業を展開している HUEWACO（Thua Thien Hue Construction and Water Supply One-Member Co., Ltd.）の 2007 年における事業規模は下記の通りである（出典：Benchmarking Study on Urban Water Supply Utility Performance in Vietnam for the period 2004-2007）。

- ・ 給水量：990,000 m<sup>3</sup>/日
- ・ 取水可能量：25.11 百万 m<sup>3</sup>/年
- ・ 従業員数：348 名
- ・ 給水人口：329,075 人（給水率：98%）
- ・ 給水時間：24 時間/日
- ・ 1 人 1 日当たり給水量：1390
- ・ 水料金：2,750VND/ m<sup>3</sup>（一般家庭）
- ・ 無収水率：14%

HUEWACO は、無収水率が 14%と全国でトップクラスであり、また、2008 年 6 月には全国に先駆けて「安全な水宣言」が出されたことから、国内外において評価が高い。

### (6) 電力供給の現状と将来計画

同候補地への道路沿いに系統電源が見られた。ただ、詳細な供給電力量については現地で情報を収集することができなかつたため、次の段階の調査で確認が必要である。

### (7) 候補案件の概要

フエ省沿岸部では、A.北部沿岸にあるフォンハイ・コミュニオン及び、B.中南部沿岸のビンミー・コミュニオンの 2 つの候補地を調査した。それぞれの候補サイトについて以下に記述する。

## A. フェエ省北部沿岸 フォンハイ・コミューン

### 1) 目的

HUEWACO の給水サービスを受けることが出来ず、雨水と地下水に水源を頼らざるを得ない沿岸地域のコミューンを対象として海水またはラグーン内の汽水を原水とする淡水化プラントを建設し、安定的に生活用水を供給する。

### 2) 裨益効果

フェエ省沿岸地域 20 コミューンの内、フォンハイ・コミューンの住民 5,300 人に安定した安全な水が供給される。

### 3) 施設概要

#### ① 海水（汽水）淡水化プラント建設（淡水化能力：1,000m<sup>3</sup>/日）

- 海水（汽水）取水管/濃縮海水放流管敷設
- 前処理施設建設
- RO 膜処理プラント建設

#### ② 建設候補地（図 2-6 参照）

- フェエ省北端の沿岸部で、幅約 100m の砂浜から一段高い箇所にある防風林の奥の省所有地を計画している。海岸からの距離は近いものの、台風などの場合にも、強風はあるが、潮位がこの予定地まで上がって来ることはないとのことであった。
- 近くに軍が所有する土地があるため、一部交渉が必要になる可能性もある。
- 砂浜の手前から内陸部に向かう道路沿いに、1km 程度住宅が密集している。
- 海岸から 1km 程度離れた内陸部からは砂丘が広がり、海拔約 30m 程度の高さになっているため、ここに貯水タンクを設置し、海岸沿いで処理した水を貯留して、ここから各戸に重力配水をすることも可能である。砂丘地帯の一部には、植林が進んでいる様子があるが、地方当局が実施しているものであり、プラント建設に当たって問題はない。

### 4) 想定水源

- 北西－南東方向に伸びる海岸線はずっと砂浜が続いている。この砂浜は候補地周辺を含めて、当局が所有しているとのことで、使用に問題はない。漁船が砂浜に上げられていたが、広大な砂浜であり、周辺の利用については、大きな障害はないと思われる。
- 建設予定地の奥の軍用地との関係は確認が必要である。

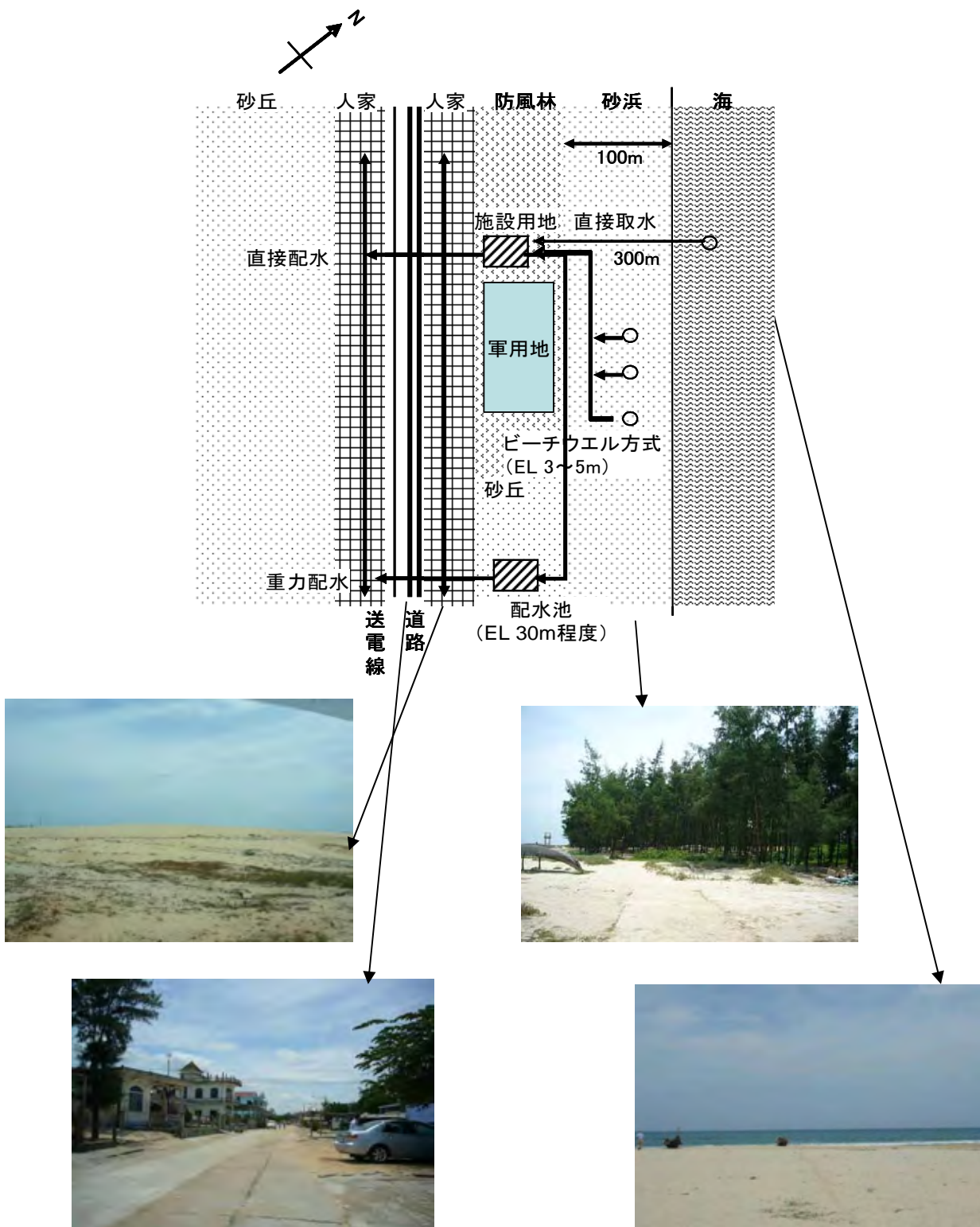


図 2-6 フォンハイ 施設イメージ図

5) 配水管網

- 給水管は、フエ省中心部にある浄水場から湿地帯の手前まで伸びているが、建設候補地周辺には、全く配管がない（住民は、各戸に手押しポンプを設置して地下水と雨水により生活用水を確保している）。当プロジェクトが実施されることになれば、フエ省水道を

管轄する HUEWACO が配水管の敷設を担当することになる。

- 配水管の敷設は相手方による責務になるが、集落の密集度が高いことから、当初は、配水管を敷設せず、淡水化した水を住民がプラントまで直接取りに来る方式も検討に含める価値があると考えられる。また、配管網の敷設を相手方が進めることで同意がなされた場合であっても、プロジェクトの完成引き渡しの制約要件とならないように、プラントの運転試験ができるように、300m<sup>3</sup>程度の配水池を併設することも考慮に入れる必要がある。

#### 6) 実施体制・維持管理体制

- 本プロジェクトが実施されることになれば、フエ省水道を管理する HUEWACO が運転維持管理を担当することになる。

## B. フエ省中南部沿岸 ビンミー・コミュニオン

### 1) 建設予定地（図 2-7 参照）

- フエ省南部の沿岸部で、集落全体の人口は 5,000 人。主に地下水と雨水を利用している。
- ビンミーよりさらに 20km 南の半島先端には HUEWACO が管理する 100m<sup>3</sup>/d の浄水場があるが、その間に集落がないため、配水管を延長することは難しい。
- 海岸は、集落の中心地から 2km、幹線道路から 6km 程度離れており、この間は殆ど人家がない。
- 海岸に向かう道路から、砂浜に向かって 10m 程度の崖になっており、その先に幅約 20m の砂浜がある。
- 候補地は、海岸部の防風林の中にあり、この地域は Coast Prevention Forest として指定されているが、浄水場を作るのは可能とのことであった。
- 砂浜は地方当局の所有であり、使用権の問題は発生しないとのことであった。

### 2) 取水

- 南北は砂浜がずっと続いている。海へのアクセス道の隣にえびの養殖業者があるが、小規模であり、プラント設置に対して大きな影響はないものと見られる。
- 防風林の地帯は、砂浜から 10m 程度高くなって海岸段丘状になっているため、ビーチウエル方式にして取水する場合には、この点を考慮して井戸深度を設計する必要がある。

### 3) 給水

- 集落まで 2km 程度離れているため、送水管を整備する必要がある。

### 4) 評価

- フォンハイに比して、人口の密集度が低い印象がある。この点からも、フォンハイの方が、フィージビリティが高いと言える。

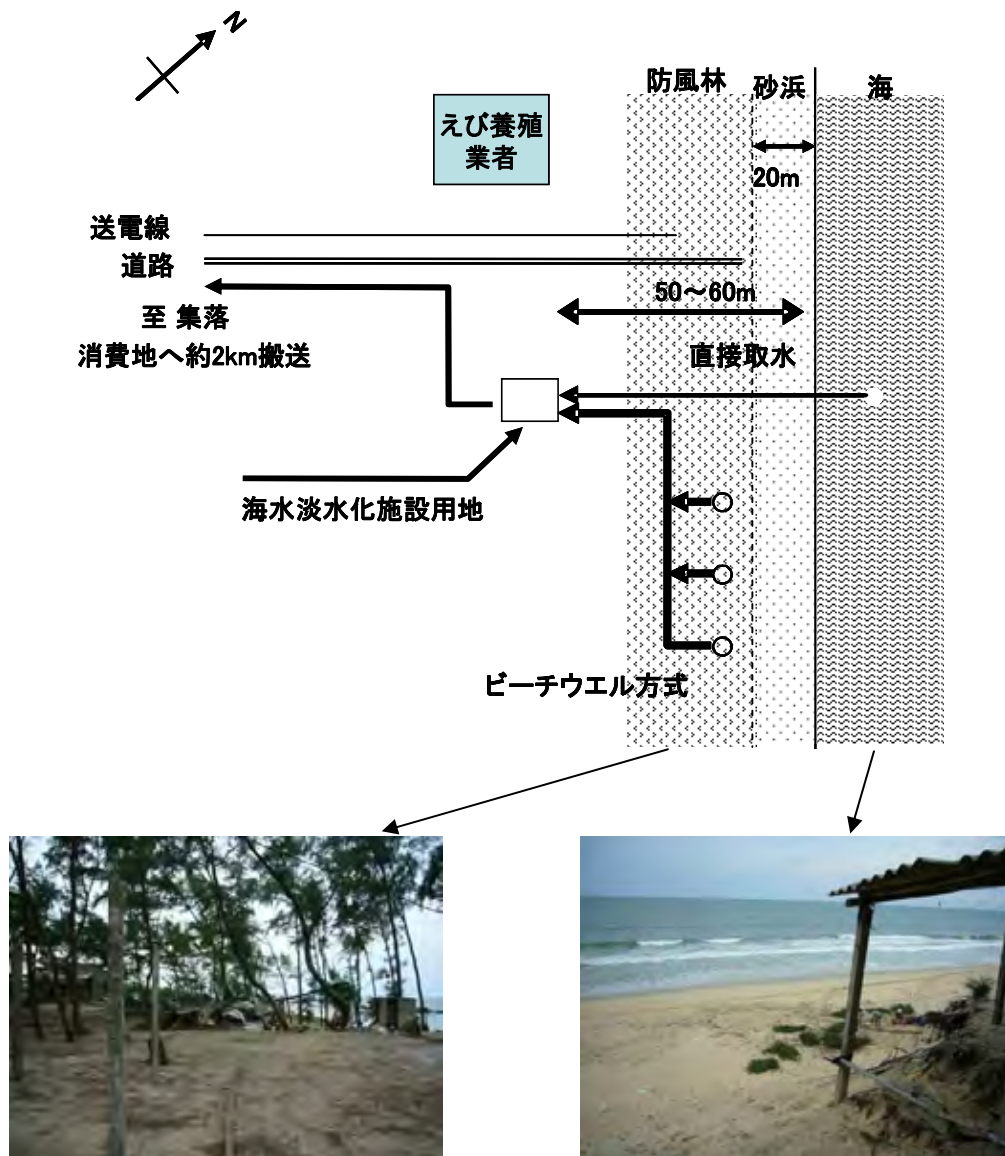


図 2-7 ビンミィ施設イメージ図

(8) 先方関係者の意向、要望事項

建設省、HUEWACO も海水淡水化プラント導入の最適地として挙げているが、調査団が 2 回目に訪問した際の PPC と HUEWACO 両者の見解として、施設引き渡し後の運転コストが、現在 HUEWACO が行っている浄水コストの数倍から十数倍になるとの見通しから今回、海水淡水化プラントの導入については否定的である。

(9) 候補案件の必要性、妥当性、維持管理の見通し

- ① 淡水化プラントの運転要員は高度な技術が必要であり、大学卒クラスのエンジニアを必要とすることから、HUEWACO では、これも運転コストの増加に繋がると考えており、実施体制や維持管理組織の構築に否定的である。
- ② HUEWACO が負担可能と考えているコストは、約 0.3US\$/m<sup>3</sup>（この金額は現状の水料金 3,750VND/m<sup>3</sup>から来ている）であり、維持管理費用の捻出は困難であると思われる。
- ③ 沿岸地域の住民は、元々気候変動に起因する海面上昇の被害を最も受けやすく、また

間にラグーンを挟むため給水パイプ延伸コストの問題から市水道の給水サービスを受けることができない。このような地域における海水淡水化プラント建設の必要性は極めて高いと言える。ただし、フエ市内から 1 時間以内であり、配水網末端からの給水車による水の運搬とのコスト比較を検討する必要がある。

#### (10) 候補案件の評価

運転コスト面から淡水化プラントの導入は時期尚早と考えており、調査団を送って詳細なコスト比較を行ったとしても、やはり導入しないという結論になる可能性が高いと思われる。

### 2-3-4 クアンニン省ハロン市カムファ地区

#### (1) サイトの概要

対象サイトは、ハノイ市から東へ車で約 4 時間の世界自然遺産で有名なハロン湾を有するハロン市中心部から更に東約 20km のカムファ町に位置している（図 2-8）。

#### (2) 給水現況

対象サイトは、2004 年までは 2 本の井戸からの地下水により給水されていたが、気候変動に伴う海面上昇に起因すると思われる地下水の塩水化により運転が停止され、現在は給水車による給水サービスが行われている。



図 2-8 クアンニン省ハロン市カムファ地区サイト位置図

#### (3) 水道事業運営・維持管理組織の組織能力、維持管理能力

クアンニン省全体の給水サービスに責任を負っている Quang Ninh Water Supply Company (QUAWACO) の概要は、次の通りである。

- 給水量は、約 130,000m<sup>3</sup>/日で、水源は貯水池からの表流水と井戸による地下水である。地

下水は、17本の井戸から取水し、1日当たりの給水量は5~6,000 m<sup>3</sup>である。

- 2007年における事業規模は下記の通りである（出典：Benchmarking Study on Urban Water Supply Utility Performance in Vietnam for the period 2004-2007）

- ・給水量：125,000 m<sup>3</sup>/日
- ・取水可能量：26.384 百万 m<sup>3</sup>/年
- ・従業員数：841 名
- ・給水人口：395,240 人（給水率：57%）
- ・給水時間：19 時間/日
- ・1人1日当たり給水量：88ℓ
- ・水料金：3,400VND/ m<sup>3</sup>（一般家庭）
- ・無収水率：26%

#### (4) 電力供給の現状と将来計画

電力については市街地であり、安定供給の心配はない。

#### (5) 候補案件の概要

##### 1) 目的

気候変動に起因する地下水塩水化に対処するため、高塩分濃度の地下水を原水とする汽水淡水化プラントを建設し、給水サービスが停止している地域に安定的に生活用水を供給する。

##### 2) 裨益効果

3 コミュニティ、1,200 戸（推定 6,000 人）に給水サービスが再開される。

##### 3) 施設概要

###### ① 汽水淡水化プラント建設（淡水化能力：約 1,000m<sup>3</sup>/日）

- 原水取水管/濃縮海水排水管建設（井戸は既設のものを整備して利用する）
- RO 膜処理プラント建設

###### ② 建設候補地域（図 2-8 参照）

- 建設候補地域は、ハロン地区の中心地であるホンガイから東約 20km のカンファ町を予定している。

##### 4) 想定水源

- 塩水化（塩分濃度 1,000mg/l 以上）により 2004 年に運転停止した井戸は下記の 2 本あり、このうち G.262 井戸が第一候補。この他、G106 もある。G262 の水量が不足する場合はこの両井戸を利用することも検討できる。

G.106 井戸：揚水量 600m<sup>3</sup>/日（運転停止前の水量）

G.262 井戸：揚水量 1,200m<sup>3</sup>/日（運転停止前の水量）

G.262 井戸の仕様は、次の通り。

ケーシング口径：600mm

井戸深度：84m

揚水量：80 m<sup>3</sup>/時間

- 井戸施設は、水中ポンプを撤去しただけでポンプハウスはそのまま残っており、水中ボ



ンプを挿入すれば運転を再開出来る状態である。

5) 配水管網

既存の配水管網が存在し、現在もこの配水管網を通じて配水車で運搬した水を給水している。

6) 実施体制・維持管理体制

既存の水処理施設ならびに給水施設は QUAWACO が担当しており、今次建設する施設も QUAWACO が担当することになる見込みである。QUAWACO は、現在、既存の施設を運営維持管理しており、技術者等も常駐しているので、新規の施設運転維持には問題ないと言える。

(6) 先方関係者の意向、要望事項

QUAWACO としての優先度は高いが、PPC の意向確認が必要とされる。

(7) 候補案件の必要性、妥当性、維持管理の見通し

- ① 気候変動に起因する地下水の塩水化により運転停止を余儀なくされた井戸を再利用し、給水サービスを再開することが可能となることから、海水淡水化プラント建設の必要性は高いと言える。

ただし、対象エリアから約 1km のところに給水中継タンクがあり、プラント建設以外のオプションとして、現状の給水車による運搬の距離や、配水管の延伸の可能性を考えると、水へのアクセスは比較的容易であると判断できるので、これらのケースとの比較検討が今後の課題になる。

- ② 運転・維持管理要員は現在のスタッフ（従業員数：841 名、2007 年）で対応可能と考えられる。

QUAWACO は、1 日当たり約 130,000m<sup>3</sup> の給水サービスを実施しており、淡水化プラントによる給水量 1,000m<sup>3</sup> が加わったとしても全体コストからすれば十分吸収可能なコストと考えられる。

据え付け運転指導並びにソフトコンポーネントによる技術支援は必要である。

- ③ G.262 井戸から国道を挟んで南約 1km 地点に既存の給水中継基地（Tram Coc 6、中継タンク 1,000m<sup>3</sup>）があり、この送配水ネットワークにプラント処理水を接続できる可能性がある。



G.262 井戸ポンプハウス  
井戸仕様

ケーシング口径：600mm

井戸深度：84m

揚水量：80 m<sup>3</sup>/時間

運転当時、3 コミュニティ約 1,200 戸に給水していたが、塩分濃度が 1,000mg/l を越えたため 2004 年頃に運転を停止し、今日に至っている。施設は、水中ポンプを挿入すれば運転を再開出来る状態である。

（撮影年月日：2009 年 9 月 23 日）



Tram Coc 6 給水中継基地  
中継タンク：容量 1,000m<sup>3</sup>  
G.262 井戸から国道を挟んで南に  
約 1km 地点。この送配水ネット  
ワークにプラント処理水を接続  
できる可能性がある。  
(撮影年月日:2009年9月23日)

## (8) 候補案件の評価

取水源が明らかであり、処理水の既存送水管/配水管に繋ぎ込みが可能であることからプラントの設計が容易であり、また、いわゆる「案件の手離れ」が良いと思われることおよび以下の点からも「環プロ無償」として有望案件と考えられる。

- 2004 年頃より運転停止を余儀なくされたが、その理由が、水源の地下水が気候変動の影響と思われる塩水化（塩分濃度 1,000mg/l 以上）であること。
- 水中ポンプは撤去しているが、井戸は廃棄されずにそのまま残っており、水量・水質ともに安定したプラントの取水源として利用出来ること。
- 既存の送水管あるいは配水管に繋ぎ込みが可能と思われ、上記の 2 点と相まって、いわゆる「案件の手離れ」が良いと思われること。
- 電力の問題もなく、運転・維持管理要員は現在のスタッフで対応可能と考えられること。
- 対象サイトは、世界自然遺産のハロン湾を有するベトナム屈指のリゾート地域内にあり、ショーケース的効果が大きいと思われること（有償資金協力で建設されたバイチャイ橋も地域内にある）。

ただし、運転を止めている井戸から約 1km の場所に配水池と既存の送配水ネットワークがあり、これに接続できる可能性があるため、妥当性の判断については、更なる情報の収集が必要となる。

## 2-3-5 ホーチミン市病院

### (1) 候補案件の概要

民間企業によるプロファイ案件である。ホーチミン市内の病院においては、一般的に水道水を簡易ろ過、煮沸した上で飲料水を確保しているが、患者はボトルウォーターを利用している状況であり、医療器具洗浄用の水も含め、病院内で利用する水の水質改善への意向が強い。このような背景に基づき、重要性・優先度の高い市内の病院 6 ヶ所（ベッド数は 1 ヶ所あたり 800~2,000 床）において、膜処理を用いた浄水処理装置を導入し、直接飲用が可能な水を確保しようとする計画である。合計浄水能力は、1,200m<sup>3</sup>/日（10 m<sup>3</sup>/h×10h×2 基×6 ヶ所）で、35,000 人（入院/外来患者、見舞い付添、病院職員）が裨益するとされている。

(2) 給水の現状

候補となっている市内 6 ヲ所の病院の内、代表的な 115 人民病院を視察した。同病院の給水状況は以下の通りである。

- 1) SAWACO から給水される水道水を地下タンクで受水し、ポンプにより地上 7 階の屋上に設置している貯水タンクに送水。貯水タンクより自然流下で配水している。毎月 1 回地下タンクの状況をチェックしている。
- 2) 給水量は、6~700m<sup>3</sup>/日
- 3) 水質は、「べ」国水質基準に合致していると理解しているが、蛇口よりの直飲はせず、煮沸して飲用としている。手術用には別途処理した水を使用しているとのこと。

(3) 候補案件の必要性（妥当性）、有効性及び評価

現在、市水道により給水サービスが行われており、直飲出来ない点を除けば、水に対する困窮度は低い。また、浄水後の水質に問題が有ったとしても、気候変動との関連性が希薄であり、環境プログラム無償としての妥当性に欠けると判断される。

当該病院関係者に対し、現在 JICA が検討中の保健省（MOH）による病院インフラ整備プロジェクト（ローン）の概要を説明し、可能性を示唆したところ、先方は強い興味を示した。

## 第3章 結論・提言

### 3-1 候補案件の評価

今回、調査の対象となった候補案件は、以下の通りである。(調査団訪問順)

- A フーコック島海水淡水化計画
- B ホーチミン市公立病院緊急給水改善計画
- C ホーチミン市カンジャオ地区気候変動対策給水改善計画 (仮題)
- D フェ省沿岸地域給水改善計画 (仮題)
- E クアンニン省ハロン市塩水化対策給水改善計画 (仮題)

前章に示した各案件の調査結果を元に、「必要性」(妥当性)、「有効性」、「持続性等」、「最終裨益者の負担」(水へのアクセスと支払い能力)という観点から、各サイトの状況を以下に整理する。

#### 3-1-1 候補案件の評価

##### A. フーコック島海水淡水化計画

必要性 (妥当性)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 元々気候変動の影響を受けやすい雨水や地下水を水源としていることから、安全で安定した給水サービスの必要性は高い。</li> <li>- 政府が開発を進めていることから、人口・観光客ともに増加が見込まれており、安全な水へのアクセスのニーズは高い。特に、アン・トイ町は、比較的人口規模が大きく、密度も高く、水道サービスのサイトとして妥当である。</li> </ul>
有効性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- プラントが完成しても、浄水を消費地まで 5km 送水する必要がある。また、配水ネットワークがなく、施設が有効に利用されない懸念もある。</li> </ul>
持続性等	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 裨益住民に水料金を支払う習慣がないことから、運転・維持管理費用が捻出出来ない可能性がある。離島への給水についても、個人的に運搬されているのみであり、組織的に、一定量を送水・給水するためには、担当する組織の体制などから、検討する必要がある。</li> </ul>
最終裨益者の負担 (水へのアクセスと支払い能力)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 年間雨量 (3000mm/年) が多い。</li> <li>- 現状、住民は水を「購入」していない。</li> <li>- プラント設置以外のオプション； <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 島中央部に大規模な貯水池があり、この水資源の有効活用。</li> <li>・ 現在、配水している Doung Dong から、約 20km の送水管の延長。</li> <li>・ Doung Dong から給水車による輸送。</li> <li>・ MP によれば、島南部の Suoi Lon に 4 百万 m<sup>3</sup> の貯水池の建設が計画されており、この計画の早期実現。</li> </ul> </li> </ul>
関連機関による案件への姿勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>- フーコック島の開発は、ベトナム国内でも重要課題となっており、MPI でも本案件の要請書が準備されている。今回調査に際しても、MPI、省人民委員会、地区人民委員会、コミュニン人民委員会の各関係者が出席し、プロジェクトへの積極的な姿勢を示している。</li> </ul>
概略設計調査の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 配水管網の建設について、マスタープラン (MP) の中で計画されているものの、本年度案件として実施するのならば、配水管も含めることも検討</li> </ul>

	<p>する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 一方で、具体的に、MPの中で、積算や計画年度等の記述があり、先方負担で整備を進めることができるのであれば、配水管網が整備されてから、本件を実施することも視野に入れる。</li> </ul>
調査時あるいは派遣前までに確認が必要とされる事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>①住民の水料金支払い意思および支払い能力の有無</li> <li>②取水地点の用地問題</li> <li>③海岸井戸方式を採用する場合、試掘・揚水試験・水質試験が必要</li> <li>④配管網の建設計画・予算措置</li> <li>⑤系統電源の送電量余力</li> <li>⑥濃縮海水排水のエビ養殖への影響評価</li> <li>⑦プラント用地の地耐力</li> <li>⑧運用・維持管理体制（要員を含む）の確保（現状では「（人は）確保できる」という口頭の回答のみ。）</li> </ul>

## B. ホーチミン市公立病院緊急給水改善計画

スキームに合致していない。

## C. ホーチミン市カンジャオ地区気候変動対策給水改善計画（仮題）

必要性（妥当性）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 対象サイトは、雨水以外に水源がないことから、水の購買・運搬に多額の補助金投入を余儀なくされており、コスト削減のための淡水化プラント建設の必要性は極めて高いと言える。</li> </ul>
有効性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 処理後の水の配水については、既存のネットワークが確立されており、海水淡水化プラント建設後、施設は活用され、当該サイトでの減額に資する安定的な給水が実現される可能性はきわめて高い。</li> </ul>
持続性等	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 水料金徴収システムが確立しており、施設の維持管理費に問題はない。また、施設の運転要員についてもPSCのスタッフで対応可能と思われる。ただし、ソフトコンポーネントの導入は必要。</li> </ul>
最終裨益者の負担 （水へのアクセスと支払い能力）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 現状、利用者の水料金は VND2,700、国内平均の料金に近く、9割以上の赤字分を国が補助（VND32,000/m<sup>3</sup>）しており、裨益者の負担が増えることはない。</li> <li>- 現状の運搬、水購入費を削減することができれば、大きな貢献。今後、具体的な比較が必要。</li> </ul>
関連機関による案件への姿勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ホーチミン人民委員会による、最適候補地として挙げられており、ホーチミンの水道を管轄する SAWACO も、過去 10 年検討してきた候補地であり、案件実施の重要性、必要性を共有している。</li> <li>- 調査の際、Can Gio 地区人民委員会の援助窓口の担当者と面談しており、関係機関との意思疎通が図られている。また、本案件については、MOC、MPI においても飲料水の必要性という点で、最適候補地と評価されている。</li> </ul>
概略設計調査の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 原水である海水の取水方法について、直接取水とするか海岸井戸方式とするか、立地条件、原水の水質等について綿密な調査が必要とされる。</li> </ul>

調査時あるいは派遣前までに確認が必要とされる事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>①ホーチミン市人民委員会での優先順位</li> <li>②海水取水・排水方式の検討（遠浅・マングローブ、特に環境保護に関する NGO、NPO 等の自然保護団体の有無・活動状況など）</li> <li>③プラント用地の地耐力</li> <li>④PSC の維持管理能力</li> <li>⑤環境影響調査として、濃縮海水排水のマングローブへの影響評価</li> <li>⑥詳細な生産コスト比較（電気代、労働コスト（運転要員数、給与含む）、水処理薬品入手コスト等を勘案）</li> </ul>
--------------------------	--

#### D. フェ省沿岸地域給水改善計画（仮題）

必要性（妥当性）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 沿岸地域の住民は、元々気候変動に起因する海面上昇の被害を最も受け易く、また間にラグーンを挟むため給水パイプ延伸コストの問題から市水道の給水サービスを受けることができない。このような地域における海水淡水化プラント建設の必要性は極めて高いと言える。ただし、フェ市内から 1 時間以内であり、配水網末端からの給水車による水の運搬とのコスト比較を検討する必要がある。</li> </ul>
有効性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- プラントが完成しても、配水ネットワークがなく、施設が有効に利用されない懸念がある。また、プラントの規模に対して、集落の規模が小さい。現状で住民は浅井戸水を活用していることから、プラントの処理水を飲料用に限るならば、プラントの規模に対して少量のニーズであり、どの程度活用されるのかは、不明である。</li> </ul>
持続性等	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 裨益住民に水料金を支払う習慣がないことから、運転・維持管理費用が捻出出来ない可能性がある。</li> <li>- 維持管理は HUEWACO の責任となる、フェ郊外であり、技術者が常駐することはコスト面も難しい。</li> </ul>
最終裨益者の負担（水へのアクセスと支払い能力）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 現状、住民は水を「購入」していないか？飲料水を購入？</li> <li>- プラント設置以外のオプション； <ul style="list-style-type: none"> <li>・配水地域の近隣コミュニンから、給水車による輸送。</li> <li>・配水管の延長（HUEWACO が検討済）。</li> </ul> </li> </ul>
関連機関による案件への姿勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 沿岸地の塩水化被害が出ている地域として、中部地域は上下水道協会で挙げられた地域の 1 つである。ただし、フェ省人民委員会においては、運転コストの高さがネックとなり、新技術の導入に対しては否定的である。</li> </ul>
概略設計調査の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 運転コスト面から海水淡水化プラントの導入は時期尚早と考えており、調査団を送って詳細なコスト比較を行ったとしても、やはり導入しないという結論になる可能性が高いと思われる。</li> </ul>
調査時あるいは派遣前までに確認が必要とされる事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>①海水淡水化プラントの受け入れ意志</li> <li>②住民の水料金支払い意志の有無</li> <li>③原水をラグーンの汽水とするか地下水とするかの選択</li> <li>④原水をラグーンの汽水とした場合、水質について季節変動のデータが必要</li> <li>⑤海岸井戸方式を採用する場合、試掘・揚水試験・水質試験が必要</li> <li>⑥配管網の建設計画・予算措置</li> <li>⑦系統電源の送電余力</li> <li>⑧プラント用地の地耐力</li> </ul>

### E. クアン・ニン省ハロン市塩水化対策給水改善計画（仮題）

必要性（妥当性）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 気候変動に起因する地下水の塩水化により運転停止を余儀なくされた井戸を再利用し、給水サービスを再開することが可能となることから、海水淡水化プラント建設の必要性は高いと言える。</li> <li>- ただし、対象エリアから約 1km のところに給水中継タンクがあり、プラント建設以外のオプションとして、現状の給水車による運搬の距離や、配水管の延伸の可能性を考えると、水へのアクセスは比較的容易であると判断できる。</li> </ul>
有効性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 取水に際しては既存の施設が利用可能であり、処理水の配水についても、既存のネットワークが確立されていることから、海水淡水化プラント建設は妥当である。</li> </ul>
持続性等	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 水料金徴収システムが確立しており、施設の維持管理費に問題はない。</li> <li>- ただし、運転管理費用の高さから、近隣の配水網へのバイパスが採用され、浄水場が活用されなくなる可能性が残る。</li> <li>- 施設の運転要員については QUAWACO のスタッフで対応可能と思われる。ただしソフトコンポーネントの導入は必要。</li> </ul>
最終裨益者の負担 （水へのアクセスと支払い能力）	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 水道料金は VND3,400（家庭用）。</li> <li>- 現状の運搬費の詳細は不明であるが、これを削減することができれば、大きな貢献。水道事業全体の規模から見て、RO 処理は 1/130 の規模であり、コストを吸収して、利用者に提供可能。</li> </ul>
関連機関による案件への姿勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 上下水道協会において、塩水化の被害が出ている地域として上げられ、今回調査を実施した。調査では、水道公社を直接調査対象としたため、クアンニン省、ハロン市の人民委員会におけるプロジェクトの評価や、地域開発における同プロジェクトサイトの位置づけなどは不明である。</li> </ul>
概略設計調査の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 入り口側のプラントの取水源が明らかであり、出口側の既存の送水管あるいは配水管に繋ぎ込みが可能であることから、プラントの設計が容易であり、また、いわゆる「案件の手離れ」が良いと思われることから、環プロ無償として有望案件と考えられる。</li> </ul>
調査時あるいは派遣前までに確認が必要とされる事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Quang Ninh 省人民委員会での優先順位</li> <li>② 取水源の井戸改修・揚水試験・水質試験</li> <li>③ 既設の送・配水管網の実態</li> <li>④ プラントの設置場所</li> <li>⑤ 濃縮水の放流地点</li> <li>⑥ 詳細な生産コスト比較（電気代、労働コスト（運転要員数、給与含む）、水処理薬品入手コスト等を勘案）</li> <li>⑦ コスト吸収についての実施機関の意向</li> </ol>

#### 3-1-2 候補案件の実現可能性の検討

以上のような、評価を元に、各案件の実現可能性は以下のように要約される。

#### A フーコック島海水淡水化計画

妥当性は高いものの、プラント建設候補地からの送水の手段を検討する必要がある。砂浜の用地使用権の問題があり、取得には、ある程度の期間が必要であることから、本年度案件として実施するのは相当困難である。

#### **B ホーチミン市公立病院緊急給水改善計画**

環境プログラム無償としての妥当性という観点から、気候変動との関連付けが弱い。また、この点についても先方も了解している。ただし、安全な水のニーズは高いため、別のスキームでの支援を検討する余地はある。

#### **C ホーチミン市カンジャオ地区気候変動対策給水改善計画（仮題）**

案件の妥当性、有効性、持続性の確保などの視点から考えて、十分に実施の可能性がある。ただし、原水の取水ポイントがマングローブ植生地であるため、取水施設の形態の検討や、予見される汚濁海水に対する、技術的な検討が必要である。

#### **D フェ省沿岸地域給水改善計画（仮題）**

案件の妥当性はあるものの、汽水淡水化技術による水処理コストの高さを勘案すると、対象集落の規模と財務状況から、プラントの導入は困難であるとベトナム側が判断しており、案件実施の候補としてみることはできない。

#### **E クアンニン省ハロン市塩水化対策給水改善計画（仮題）**

案件の有効性、持続性の確保などの視点から考えて、実施の可能性がある。特に原水取水のための井戸もあり、そのまま使えることから、効率性も高い。ただし、近隣に給水施設があることから、水に対する困窮度が比較的低いと見ることができる。また、案件実施の候補地については、十分な情報がないため、確認する必要がある。

### **3-2 今後の進め方、留意事項**

本調査の結果、特にホーチミン市カンジャオ地区のサイトについては、更なる詳細調査を実施するに十分な可能性があると見ることができる。また、この他の案件についても、妥当性の高い案件については、一般の無償資金協力での対応も含めて検討することができる。

協力準備調査を実施するに当たっては、以下のような点に留意する必要があると思われる。

#### **3-2-1 経済性の詳細な検討**

プロジェクトの実施が、先方にとって経済的な負担の軽減につながるかどうかを十分に検討する。現状、水の調達に要している費用、そのための負担額の分担、プロジェクト実施後に水処理に要する費用、軽減できる負担額などについて、以下のような項目を仔細に調査し、1m<sup>3</sup>当たりの単価に換算するなどして、妥当性を検証する。

- ・ 現状の水の調達費用：水の購入費、運搬コスト（バージ船、人件費、燃料費）など
- ・ 現状の負担額：利用者から（水料金）、政府補助金
- ・ プロジェクト実施後の水処理費用：電気代、人件費（運転要員数、給与含む）、水処理薬品代、交換のための膜ユニット代など



### 3-2-2 ホーチミン市人民委員会での優先順位

カンジャオ地区は、ホーチミン市の人民委員会で優先順位が高いサイトとして推薦されているが、カンジャオ地区、及びサイトとなるカンタン町の開発計画や、ホーチミン市における位置づけなどについて確認する。水料金については、補助金で賄われており、プロジェクト実施後、補助金の負担額の軽減を実現したのちも、同様に当局による補助金の制度が継続されることを確認する必要がある。

### 3-2-3 環境へのインパクト

カンジャオ地区案件のプラント建設予定地について、原水を取水する海岸周辺は、マングローブ自生地となっており、取水施設の建設の際、周辺のマングローブをどうするのかについて確認する必要がある。また、濃縮排水を海岸部に放流するため、放流部周辺のマングローブを始めとする海岸部の生態系に与える影響について情報を収集し、評価する必要がある。カンジャオ地区はマングローブの保護地域となっており、建設予定地は、保護地域外であるため、伐採等の規制がないことを、カンジャオ地区人民委員会の環境担当部局で確認済ではあるが、環境保護に関する NGO や NPO が、現地で保護活動を推進していることも考えられることから、このような自然保護団体の有無や活動状況について、情報を収集する必要がある。

### 3-2-4 海水取水・排水方式

建設候補地は、ドンナイ河デルタの末端に位置しているため、地層が粘土あるいはシルト等で構成され、また、海岸部がマングローブ林であるため、水質が汚濁している可能性が高い。このような現場においては、地層の透水性が低く、ビーチウェル方式による取水は適していないため、直接取水方式となる。ただし、取水地点がマングローブ林の中にある場合、汚濁水を取水することとなり、前処理工程が複雑になることから、取水点を沖へ一定距離離すことで、マングローブ林の汚濁水を避けることも検討に含まれる。

### 3-2-5 原水水質と処理方法

マングローブ林の周辺は、生活排水等の影響も受け、水質が汚濁している可能性が考えられる。従って、原水の取水地点の選定については、広い範囲での水質調査と、適切な取水施設建設の技術的な面と合わせて、検討する。年間潮位については、PSC でデータを取っているため、このデータも合わせて取水地点検討の資料とする。原水水質に合わせて、必要な前処理の工程を詳細に検討する。

### 3-2-6 プラント用地の地耐力

建設候補地は、ドンナイ河デルタの末端に位置しているため、粘土あるいはシルト質の土壌である可能性がある。プラント自体は、広い範囲に重みのかかるタイプの構造体であり、特別に堅固な地盤が必要なわけではないが、軟弱地盤の可能性があるため、必要な地盤調査を実施し、地盤がプラント建設に適切であるかを検討する。

### 3-2-7 PSC の維持管理能力

現状では、PSC がバージ船で運搬された水を、ポンプ場から配水しているため、配水分野やポンプの運転維持管理に関する経験はあるが、一方で、原水の質の変動に応じて、水処理を適切に行うという運転維持管理の体制はないものと思われる。ソフトコンポーネントの内容とボリュームを精査するために、既存職員の人員配置、能力を把握することが必要である。

また、ホーチミン市全域の水道サービスを行う SAWACO に対して、プロジェクト実施後のプラントの運転維持管理について、技術的な支援や、職員の能力向上のために協力が可能であるのかについて打診する。