

平成18年度環境省委託事業

## 平成18年度CDM/JI事業調査

ベトナム・タピオカ澱粉加工工場メタンガス回収事業調査

### 報 告 書

本編

平成19年3月

株式会社 東 芝

1. プロジェクトの基礎的事項	P1
1.1 プロジェクトの背景、概要、調査目的	P1
1.2 ベトナム及び現地の概要	P3
1.2.1 ベトナムの概要	P3
1.2.2 ベトナムのエネルギー事情	P9
1.2.3 ベトナムにおける CDM の現状	P15
1.2.4 ベトナムにおける農業及びキャッサバ芋生産の現状	P19
1.3 調査の実施体制	P23
2. プロジェクトの内容	P24
2.1 サイトの概要	P24
2.1.1 タイニン省の概要	P24
2.1.2 実施サイトの位置	P24
2.1.3 VIETMA 社の概要	P26
2.1.4 VIETMA 社での澱粉生産	P27
2.1.5 VIETMA 社の廃水処理の現状	P30
2.2 プロジェクトの内容	P35
2.2.1 プロジェクトの概要	P35
2.2.2 ホスト国の持続可能な開発への貢献	P37

2.2.3	プロジェクト参加者	P38
2.2.4	承認方法論の適用	P38
2.2.5	プロジェクトバウンダリー	P42
2.2.6	ベースラインの設定	P43
2.2.7	追加性の証明	P46
2.2.8	GHG 削減量の計算	P48
2.2.9	クレジット獲得期間	P55
2.2.10	モニタリング計画	P56
2.2.11	環境影響及びその他の間接影響	P57
2.2.12	利害関係者コメント	P57
2.2.13	小規模 CDM 適用の検討	P60
3.	事業化に向けて	P65
3.1	プロジェクトの実施体制	P65
3.2	プロジェクトのための資金計画	P65
3.3	経済性分析及び事業化に向けての課題	P66
3.3.1	主要機器及び試算条件	P66
3.3.2	IRR 試算結果	P66
3.3.3	事業化に向けての課題	P67

## 1. プロジェクトの基礎的事項

### 1.1 プロジェクトの背景、概要、調査目的

1997年に京都府京都市で開催された国連気候変動枠組条約第3回締約国会議において、京都議定書が採択された。京都議定書では、日本も付属書Ⅰ国として、1990年(削減目標の基準年)の排出量に対して2008年～2012年までの5年間(第一約束期間)の平均値を-6%にすることが排出量削減の数値的義務として割り当てられている。しかしながら、日本では、有効な効率でのエネルギー活用が既にされており、平均値を-6%という数値目標を国内産業のみで達成することは非常に困難であることが予想されている。また、エネルギー使用において効率改善な可能性が高い国々で削減を実施することが、地球的経済的コストも低くなることから海外での削減実施に投資を行うことが認められている。この制度が京都メカニズムである。京都メカニズムは、温室効果ガス(GHG)削減目標が割り当てられている先進国(付属書Ⅰ国)と削減目標が設定されていない途上国(非付属書Ⅰ国)との協力体制とプロジェクトの内容によって、それぞれ「クリーン開発メカニズム」(CDM)、「共同実施」(JI)に分類される。

非付属書Ⅰ国であるベトナムは、近年順調な経済成長を続けているが、同時に大気汚染や水質汚染などの環境問題が顕在化し始めており、政府はこれらの環境問題が経済成長への障害となることを懸念し、環境対策への取組みを強化している。またベトナムには石油・石炭・天然ガス資源が豊富にあるが、必ずしもそれらが有効に活用されているとはいえず、特に地方での電力インフラの整備が遅れている状況にある。

ベトナムの農村部での主力産業のひとつであるタピオカ澱粉加工工場からは、高濃度の有機廃水が発生しており、廃水は広大な開放ラグーンで処理されている。これらのラグーンでは臭気発生や土壌への浸透による地下水源汚染等の周辺環境への悪影響が懸念されており、これらに対応できる廃水処理技術へのニーズは大きい。そのニーズをまかなう当社有機排水処理技術を活用し、本プロジェクトを実施する為の調査を行うことにする。

本調査では、ベトナムのタイニン省にあるタピオカ澱粉加工工場において、既設の工場廃水処理設備を構成する開放ラグーン(処理池)からのメタンガス回収プラントを設置、メタンガス発生を低減するさせることについてのCDMプロジェクトの事業性を検討し、実施に向けた課題を明確にする。

本プロジェクトは、開放型ラグーンで構成されている既設の廃水処理設備を、メタン発酵槽を設置することにより改善、予めメタンガスを回収し

ラグーンから発生するメタンガスを低減させるとともに、回収したメタンガスを工場で消費するエネルギーに活用することで、化石燃料由来の CO2 排出を低減する。結果として懸念されている周辺環境への悪影響が大幅に改善されることが期待される。

## 1.2 ベトナム及び現地の概要

### 1.2.1 ベトナムの概要

#### (1)地理

ベトナム社会主義共和国(首都ハノイ)はインドシナ半島の東側に南北約 1,650km に及ぶ細長い本土と南シナ海の南沙諸島や西沙諸島などの群島からなる。国土面積は約 33 万 km<sup>2</sup> で、日本の九州を除いた面積に相当する。国土の北側は中国と国境を接し、東側は南シナ海、西側はラオス、カンボジアと隣接している。また、国土の 73% が山脈で形成され、平野は北部の紅河デルタや南部のメコンデルタと海岸線に沿ってわずかに広がっている。



図 1-1 ベトナム社会主義共和国<sup>1-1</sup>

1-1 (独)日本貿易振興機構(ジェトロ)ビジネスガイド ベトナム 1994より引用

(2)気候

北部の紅河デルタにある首都ハノイは亜熱帯に属し、夏と冬に寒暖の差がある。夏は30 近くまで気温が上昇し、高温多湿となる。冬は最低気温が 15 程度で北東モンスーンがもたらす湿気により霧雨が降る。

一方、南部のメコンデルタにあるカマウは一年を通じた平均気温が 27 ~29 で、夏と冬の寒暖の差は 3 程度しかない。気候区分は熱帯に属し、雨季のピークとなる 8月の月間降雨量は約 400mm に達し、2月の乾季の降雨量は 3mm 程度しかない。この地域は様々な農業が盛んで野菜、果樹、稲の三期作などが展開されている。

以下に北部のハノイ、中部のダナン、南部のカマウにおける月別の降雨量と平均気温の推移を示す。

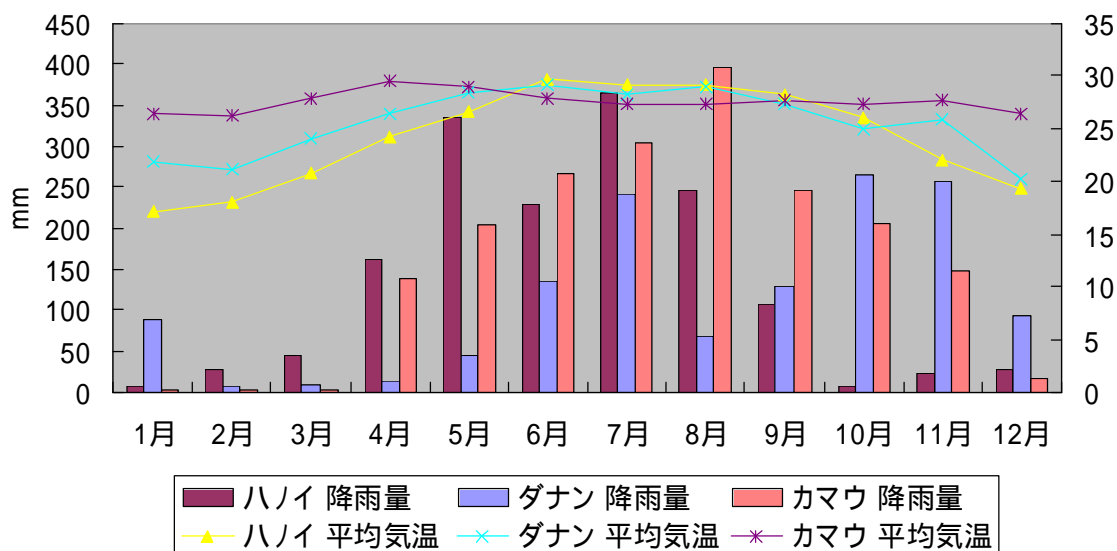


図 1-2 ベトナムにおける月別降水量と平均気温 (2004 年) <sup>1-2</sup>

1-2 ビスタ ピー・エス 2004 年度版ベトナム統計年鑑より引用

### (3)歴史

紀元前 1000 年頃のベトナムには青銅器文化や高度な稲作文化が繁栄していた。紀元前 100 年頃から千年もの間、中国属領時代が続きそれ以降も繰り返し中国への抵抗と属領化が絶えず続いた。こうした歴史がベトナム民族の強靱な独立心を育んだと言える。中国属領時代に儒教や仏教の教えが伝播し、現在のベトナム社会の生活習慣や思考方法に影響を与えている。

ベトナムは 16 世紀後半、北のハノイを拠点とする鄭氏(ティン氏)と中部のフエを拠点とする阮氏(グエン氏)の二大氏族に分裂していた。グエン氏は外国人商人の渡来を奨励し主力商品である生糸の貿易を行うためホイアンを貿易港として利用し繁栄していた。当時のベトナムは生糸輸入や銀・銅の輸出先として日本が最大の貿易相手国であったが、日本で鎖国が始まると貿易量が激減した。そのため農業だけに依存していても自ずと国を維持できなくなるため、ベトナムの南進が始まる。また、南部開拓の屯田兵として明清交代で流れ着いた亡命中国人を利用し、チャム族を一掃、クメール族の領土だったプレイ・ノコール(現ホーチミン市)を 1698 年には平定した。さらにメコンデルタ全域までの支配地域を 100 年の年月をかけて広げ、ほぼ現在のベトナムの国土が形成されるに至った。

19 世紀後半にはグエン朝が欧米列強による「開国」要求を拒否したことから、1858 年にフランスによる侵略が始まる。フランスは、北部(トンキン)、中部(アンナン)、南部(コーチシナ)に分けベトナムを分割統治し、1887 年にカンボジア、1893 年にラオスも統合し、フランス・インドシナ連邦を誕生させた。フランスは北部の鉱山開発やコメ、コーヒー、ゴムの生産などを進め、統治体制を強化した。1930 年にインドシナ共産党(ホーチミンが主導)が誕生し、民族解放と独立を目指した活動が始まるが、日本軍が 1945 年 3 月に進駐し、ベトナムは日本の支配下となる。日本に抵抗する統一戦線組織としてベトミンが結成され、日本の降伏直後に 8 月革命が起き全土が解放された。しかし、フランスが植民地支配の継続を望み傀儡政権が南部に樹立され、第 1 次インドシナ戦争が始まった。1954 年のディエン・ビエン・フーの戦いでフランスが敗れ、ジュネーヴ協定を経てベトナムは完全に植民地支配から解放された。その 2 年後に南北のベトナムは統一選挙を実施予定であったが、米国の介入で南部にベトナム共和国を成立させてしまう。その結果、泥沼の戦争が米国と始まり、約 20 年後の 1975 年に終戦を迎える。翌年南北統一選挙が行われ正式にベトナム社会主義共和国として南北が統一された。

しかし、急激な社会主義化によって農業生産量が急激に落ち込み、コメの輸出国から輸入国へ転落。また、1979 年に中越戦争が勃発し、以後中越国交は 10 年以上の間断絶となる。政治的、経済的に国際社会から孤立したベトナムは、国家運営の行き詰まりと経済的な困窮により、1986 年にドイモイ政策が打ち出され、社会主義に市場経済を取り入れた経済開放政策に大きく方向を変えた。



#### (4)人口・民族

ベトナムの人口は約 8,203 万人で、ベトナム人（キン族）の割合は 86%であり、その他政府認定ベースで 53 の少数民族から構成されている。

#### (5)宗教

ベトナムの宗教は、大乘仏教（80%）、カトリック（7.5%）、ガオダイ教（新興宗教 2.5%）、ホアハア教、プロテスタント、イスラム教、道教などである。過去においては宗教活動に対して制限があったが、ドイモイ政策実施後、宗教活動は非公式に容認された。1993 年に当時共産党書記長だったド・ムオイ氏が信仰の自由を保証することを公言したことで、完全に宗教活動が解禁され、ベトナム外務省は 2001 年 2 月、国内に宗教弾圧は存在しないことを明言している。

#### (6)言語

##### ベトナム語（公用語）

元来ベトナム語は文字を持たないしゃべり言葉として発達し、単音節言語で声調により意味を使い分けており、6 段階ある声調や 10 を超える母音など、難解といわれていたが、ベトナム語の約 7 割は漢字に変換できる漢越語であることから、この点で日本人にとっては学習し易い言葉である。

13 世紀にチューノム（字喃）という文字が中国の漢字を独自に組替えて作られたが、中国の漢字よりも難解であったため、一般市民には定着しなかった。17 世紀に入りイエズス会士が布教のためにベトナム語のローマ字表記「クオック・ゲー（国語）」が発明され 1945 年の独立後、社会主義政権のもとで初等教育整備によりクオック・ゲーは一般大衆の間で急速に広まった。

外国語の主流は英語。ただし、一般大衆のほとんどは意思疎通をベトナム語で行っている。1980 年代まで外国語と言えばロシア語、フランス語、英語が主流であったが、1990 年代の対外経済関係の拡大によって中国語や日本語などへの人気が高まっている。

## (7)労働事情

労働年齢に達している人口は2004年7月現在4,200万人余りで、そのうち都市部が24.2%、農村部が75.8%であり、1次産業が占める割合は59%、サービス業が24%、工業・建設が16%となっている。毎年120万人の労働者が労働市場に新たに参入しているが、就業状況は都市部で5.8%が失業中、農村部では23%が農閑期に仕事に就くことができない。また、国営企業の約20%が余剰人員と推計されている。

労働組合に加盟している労働者は約1,000万人の賃金労働者のうち約420万人で、組合が組織化されている企業は、全国約6万2,000の企業のうち1万5,795(全体の25.1%)となっている。

ホーチミン市労働・傷兵・社会局によると、毎年平均約1,000人の労働者を海外に送り出しているが、労働輸出された労働者の約20%しか帰国後就職できない状況である。熟練労働者不足に悩むベトナムの企業にとって、海外派遣労働者は貴重な人材であるはずだが、就職斡旋システムも未整備のままである。現在、帰国後の海外派遣労働者の復職斡旋については、派遣機関による自主的な取組みに委ねられており、スレコ労働力輸出機関(Cong ty Suleco)が帰国労働者の専門に応じて復職斡旋を行っているほか、労働者派遣ビジネス旅行総合会社(Cong ty Sovilaco)では帰国労働者の名簿を作成して、求人があれば紹介することになっている。

## (8)政治情勢及び基本政策

ベトナムの政治情勢は、共産党一党体制(党員は約248万人)の社会主義共和国だが、中部高原で少数民族による反政府騒ぎが報じられるが、基本的には安定している。安定の理由としては共産党指導部がバランスの取れた集団指導体制を採っているためであると言われている。

ドイモイ政策(1986年)以降ベトナムでは、国家と党の機能分離を明確化する方針が決定されたが、党が国家・社会の管理・運営に関する基本方針や方向性を決定する役割を担っている。他の社会主義国家と同様に党が優先されるので、国家の役職よりも党の役職が上位に位置づけられる。5年ごとに開かれる共産党大会で採択された基本方針は、国家の運営を以後5年間左右すると言われている。

国家(一院制、議員の任期は5年)は憲法制定権と立法権を有し年2回召集される。過去において国家は共産党によって決定された事項を追認する機関であったが、ドイモイ政策以降は徐々に国会重視の姿勢が明らかになってきている。

政府は、国会の執行機関及び行政機関として、国家の政治、経済、社会、国防、治安、文化と諸外国との外交を統一的に行い、また、各地方の行政機関である人民委員会を指揮、指導、監督も行う。内閣は首相と3~4名の副首相、各省大臣及び国家機関長で構成され、現在、約20の省及び国家機関が設置されている。

地方行政は3層で構成され、第1層として、「省」(Province)と「中央直轄特別

市」( City Under Central Authority )がある。2003年11月に法が改正され、現在は59の省と5つの中央直轄特別市(ハノイ、ハイフォン、ダナン、カントー、ホーチミンシティ)が存在する。第2層は、省の下に「省直轄市」・「郡」・「市」があり、中央直轄特別市の下に「特別区」・「郡」・「市」がある。また、第3層は、省直轄市及び市の下に「区」・「村」が、郡の下に「町」・「村」が、特別区の下に「区」が置かれる。それぞれの地方行政には、人民評議会( People's Council )と人民委員会( People's committee )が設置されており、人民評議会は地方議会としての役割を担い、憲法、法律の施行や開発計画の策定、予算の承認を行っている。人民委員会は人民評議会の執行機関とされ、中央省庁組織に対応した専門部局( Department )になっている。

#### (9)経済情勢

長い間ベトナムは戦乱に巻き込まれ、その結果、産業基盤の整備が遅れていた。旧ソ連をモデルとした社会経済主義を戦後に採用してきたが、ドイモイ政策以降、この社会主義体制を維持しながら市場経済化を目指し改革への路線を歩んでいる。今日のベトナムは着実に市場経済化が進展し、輸出増加や在海外のベトナム人(越僑)の資金流入、ODAの増加等により2000年以降7%前後の高い成長を達成している。また、2006年から「2006-2010年社会経済発展5ヵ年計画」を立て更なる経済の発展を目指している。

ベトナムはASEAN(1995年7月加盟)、AFTA(1996年1月加盟)、APEC(1998年11月加盟)等の地域経済統合にも参加、2006年11月に開催されたAPEC首脳会議のホスト国も努め、WTOにも2007年1月加盟している。

表 1-1 2005年 ベトナムの経済状況<sup>1-3</sup>

主要産業	農林水産業、鉱業
一人当りGDP	640ドル
経済成長率	8.5%
物価上昇率	8.4%
貿易額	(1)輸出 322.3億ドル (2)輸入 368.8億ドル
主要貿易品目	(1)輸出 原油、衣料品、履物、水産物 (2)輸入 機械・設備部品、石油、鉄、繊維
貿易相手国	(1)輸出 米国、日本、中国 (2)輸入 中国、シンガポール、台湾
貿易における外資系のシェア	(1)輸出 57.5% (2)輸入 37.1%

1-3 JETRO ハノイセンター「ベトナム概況・2006年2月」より引用

本項の執筆にあたっては(財)世界経済情報サービス「ARCレポート2005ベトナム」を参照した。

## 1.2.2 ベトナムのエネルギー事情

### (1)概況

ベトナムでは、持続的な社会経済発展を支えるために電力の安定供給を最重要課題のひとつと位置づけている。ベトナムの国民一人当たりの電力消費量は、東南アジアで低いレベルであるが、急速な商業の発達、大都市間の移動、生活水準の上昇により増加傾向にある。発電電力量では、2002年～2004年では年平均10%以上の伸び率を示しており、2015年までの長期計画では発電量の増加に対して、水力、天然ガス、火力などの様々なプラントの増設が予定されている。

### (2)エネルギー供給

電力供給面では、発電燃料は大きくは北が石炭、南が天然ガスという傾向にある。供給はベトナム電力公社（EVN: Electricity of Viet Nam）が行うが、事業者による売電事業も存在する。

電力系統では南北に500kV送電が行われるなど、安定供給への取組みがなされている。その他の系統は220kV、110kV、66kVの送電電圧により構成される。

送配電部門の運用や需要家との契約などは図1-4に示すように、EVN傘下のDistribution CompanyであるPC1(Power Company No.1)～PC3(Power Company No.3)、Hanoi Power Company、Hai Phong Power Company、Ho Chi Minh Power Company、およびDong Nai Power Companyがそれぞれのエリアを受け持っている。なお、売電契約など一部の契約は地方であってもハノイにあるEVNが実施する。

本プロジェクトの対象省であるタイニン省はPC2が管轄している。

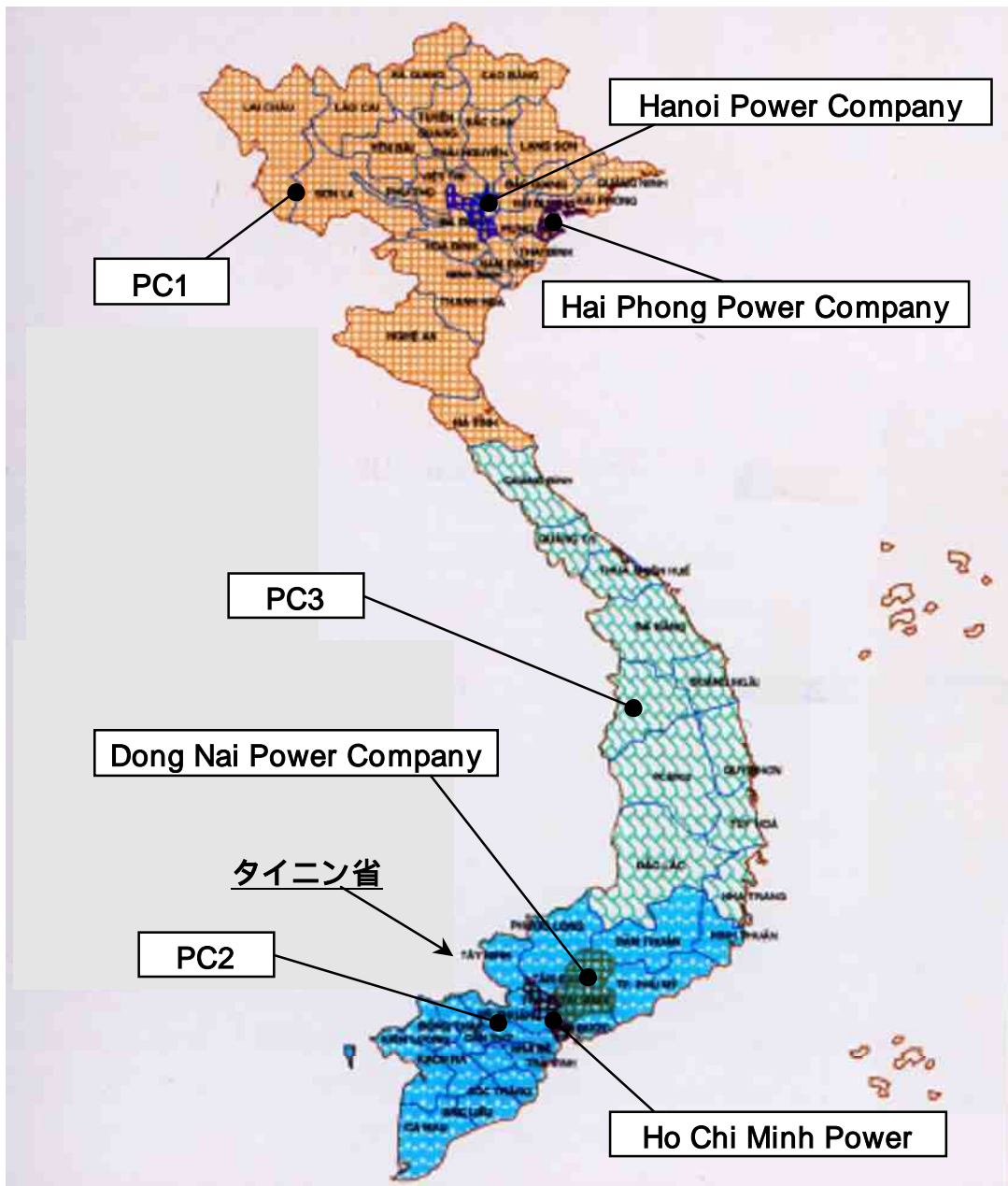


図 1-3 EVN 傘下の Distribution Company<sup>1-4</sup>

1-4 EVN Report 2004-2005 より引用

### (3)電源構成

図 1-4 に電源構成を示す。電源には主に水力とガスタービンが用いられており、総発電量の約 7 割を占める。残りの約 3 割の電源には石炭火力、石油火力、ディーゼルが用いられており、また独立電力生産者(IPP)による発電も含まれる。

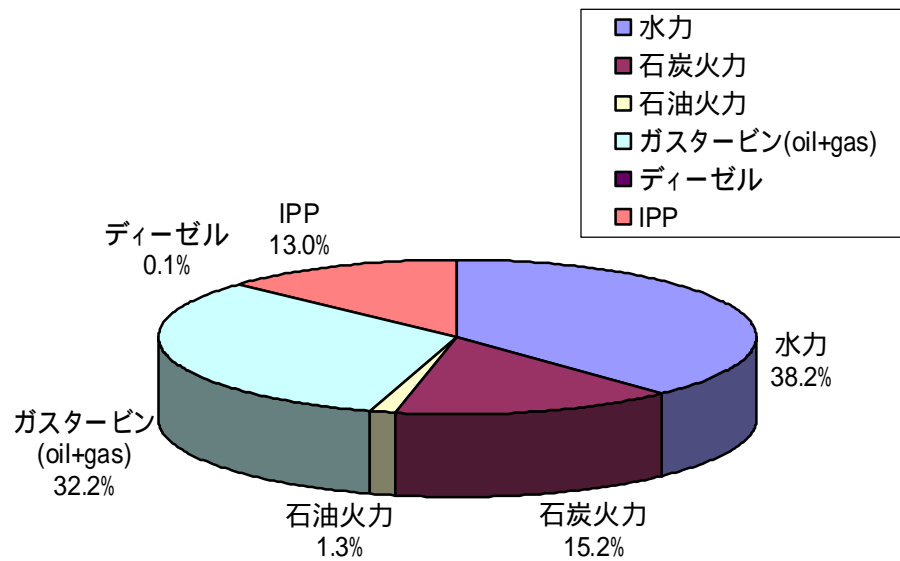


図 1-4 ベトナムの電源構成<sup>1-5</sup>

1-5 EVN Report 2004-2005 より引用

#### (4)一次エネルギーの用途

##### (a)石炭

石炭はベトナムの北部で質の良い無煙炭が生産されている。石炭の利用状況は図 1-5 に示す通り、約 4 割が輸出され約 6 割が発電利用と国内消費に利用される。

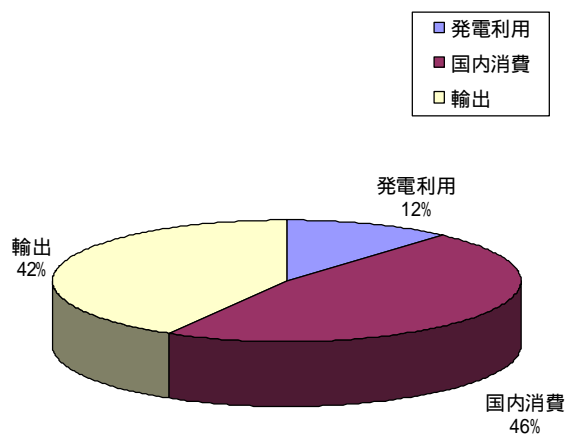


図 1-5 石炭の利用状況<sup>1-6</sup>

図 1-6 は図 1-5 に示した国内消費の内訳を示したものである。7 割以上が産業部門で使用されている。

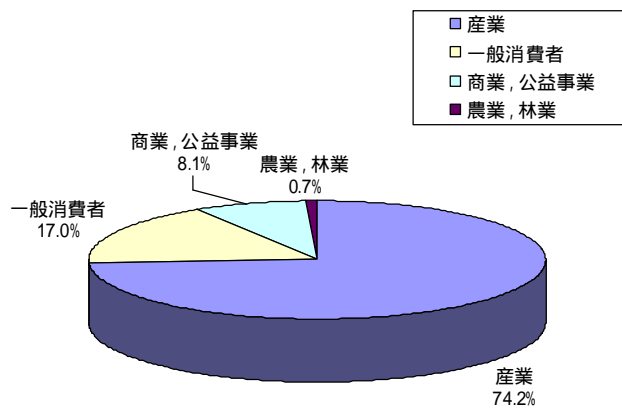


図 1-6 石炭の国内消費内訳<sup>1-7</sup>

1-6 International Energy Agency より引用 ( <http://www.iea.org> )

1-7 International Energy Agency より引用 ( <http://www.iea.org> )

(b)石油

石油は殆どが輸入されている。石油の利用状況は図 1-7 に示す通り、国内消費が殆どを占める。

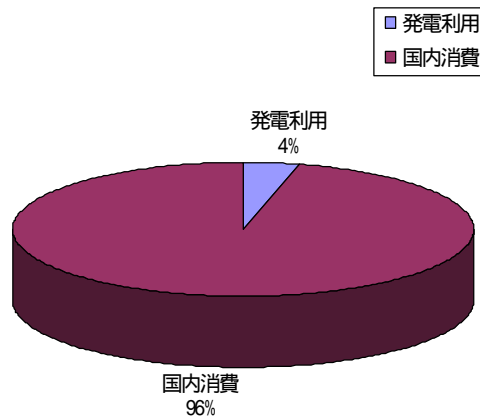


図 1-7 石油の利用状況<sup>1-8</sup>

図 1-8 は図 1-7 に示した国内消費の内訳を示したものである。輸送部門と産業部門で 85%を占め、残りを商業・公益事業、農業・林業、一般消費者で消費している。

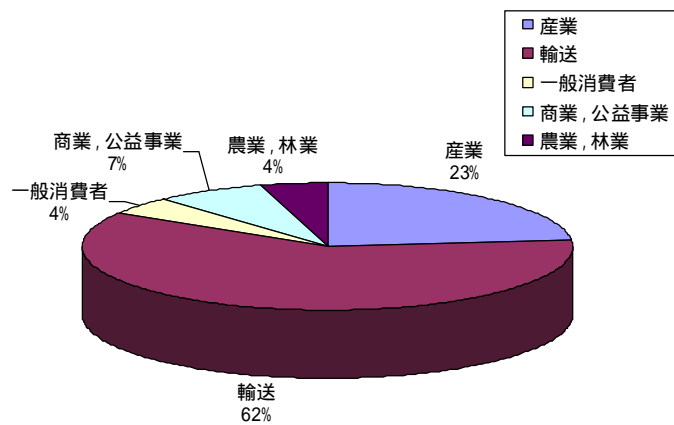


図 1-8 石油の国内消費内訳<sup>1-9</sup>

1-8 International Energy Agency より引用 ( <http://www.iea.org> )

1-9 International Energy Agency より引用 ( <http://www.iea.org> )



(c)天然ガス

天然ガスは自国で生産され、図 1-9 の通り 99%以上が発電用として利用され、残りが国内消費となる。国内消費分は図 1-10 の通り全て産業部門で使用されている。

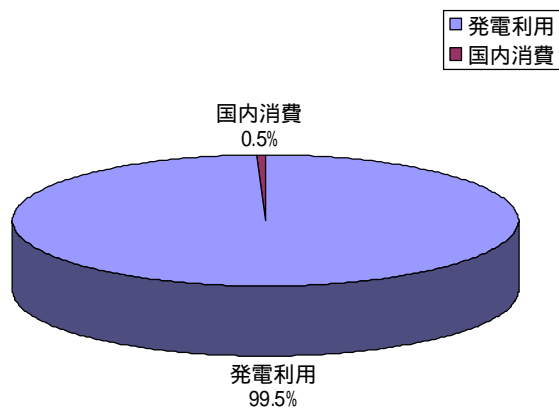


図 1-9 天然ガスの利用状況<sup>1-10</sup>

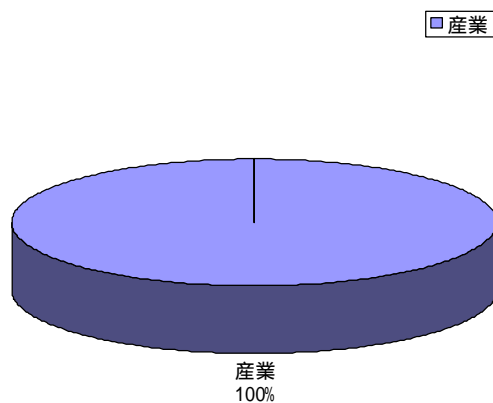


図 1-10 天然ガスの国内消費内訳<sup>1-11</sup>

1-10 International Energy Agency より引用 ( <http://www.iea.org> )

1-11 International Energy Agency より引用 ( <http://www.iea.org> )

本項の執筆にあたっては「EVN Annual Report 2003」「EVN Report 2004-2005」および「International Energy Agency ( <http://www.iea.org> )」を参照した。

### 1.2.3 ベトナムにおける CDM の現状

#### (1) CDM 関連の背景

ベトナム政府は国連気候変動枠組条約( UNFCCC )を 1992 年 6 月 11 日調印、1994 年 11 月 16 日に批准した、京都議定書 ( KP ) は 1998 年 12 月 3 日調印、2002 年 9 月 25 日に批准した。2003 年 3 月に DNA ( Designated National Authority、ベトナムでは CNA=CDM National Authority と称す ) として天然資源環境省 ( The Ministry of Natural Resources and Environment ) 国際協力部 ( The International Cooperation Department ) が CDM の実施等機関として指定された。

ベトナム政府は持続可能な社会、経済成長のために国連気候変動枠組条約、京都議定書を責任持って実行していくことが必要であり、CDM 活用によりベトナムにとって有効な価値や便益が創出されることを認識している。CDM 活用のためにキャパシテビルディング、人材育成が急務であることも認識している。キャパシテビルディング、人材育成はこれまでオランダ政府、国連環境計画 ( UNEP )、日本政府等の支援を受けて実施してきており着実に成果を出してきているところである。2006 年 12 月 12 日に CDM 規定が発表されたが、これは今まで公表できていた政府承認手続きなどが明文化されたもので、内容的には従来行われてきたものと変わらないとのことである。

#### (2) CDM プロジェクト実施体制

ベトナム政府の CDM 実施体制は下図である。CDM 国家諮問理事会は年 4 回( 1 月、4 月、8 月、随時 ) 開催され、そこで CDM プロジェクトの承認が行われる。

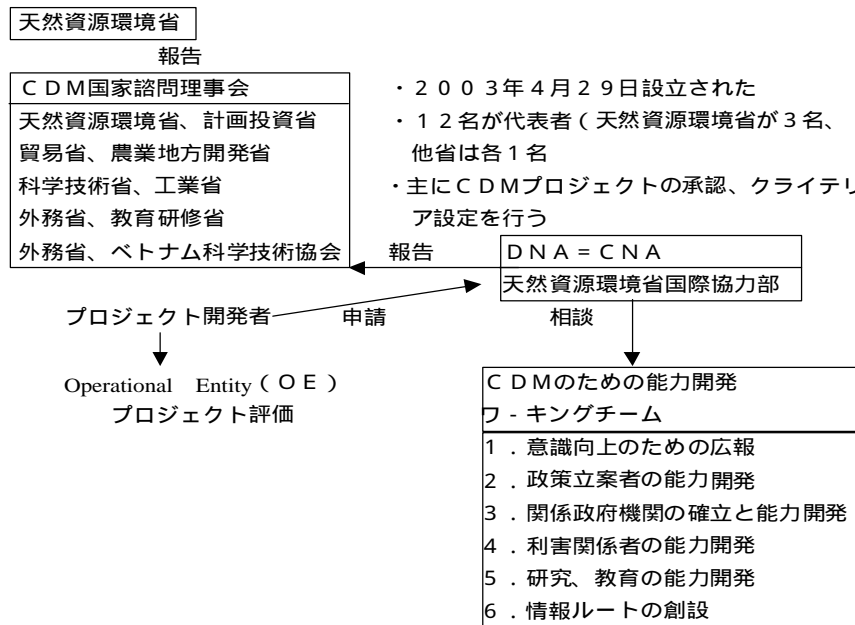


図 1-11 CDM プロジェクト実施体制

### (3) CDM プロジェクト承認手続き

ベトナム政府の CDM プロジェクトの承認、登録手続きは次のようになっている。

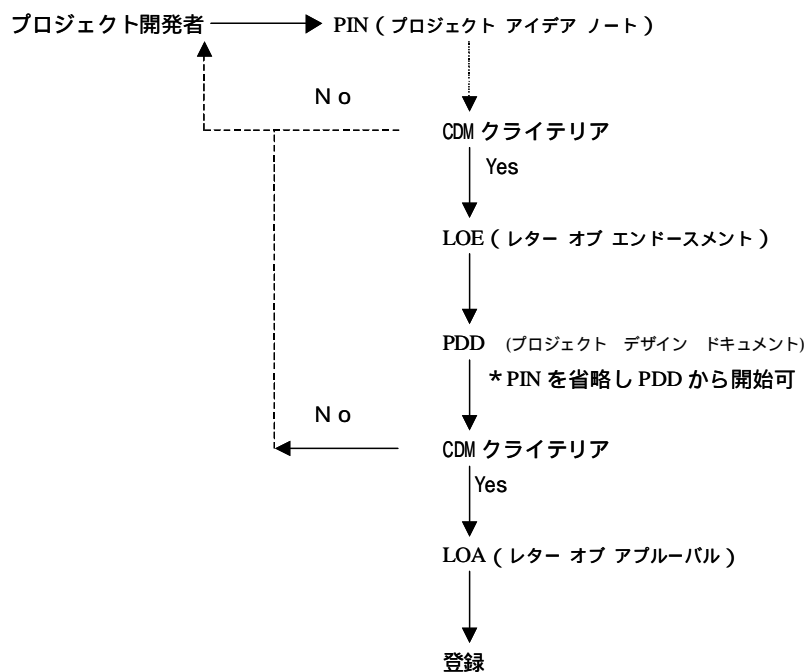


図 1-12 CDM プロジェクト承認手続き

審査に要する標準的な日数は PIN 審査で 30 日間、PDD 審査は普通規模で 35 日間、大規模で 45 日間、小規模 CDM の場合は PIN 審査で 15 日間、PDD 審査で 30 日間とのことであった。

### (4) CDM クライテリア

ベトナムの CDM クライテリアとして CDM プロジェクトを審査する場合に最初に適用される絶対的クライテリアと、関係機関、ステークホルダーとの会議に適用される優先的クライテリアがある。

(a) 絶対的クライテリアとして 3 分野ごとに CDM クライテリアが規定されている。

#### ・ 持続可能性

国の持続可能発展目標に合致すること

国の持続可能発展目標の分野、省に合致すること

#### ・ 追加性

環境影響の追加性 (地球温暖化ガス削減) があること

財務の追加性 (ODA 活用しないこと) があること

・実行可能性

政府支援の保証があること

環境変化緩和に関する実現、測定可能、長期の便益があること

(b)優先的クライテリアとして次のように CDM クライテリアが規定されている。

・持続可能性

経済的持続可能性	国民所得の創出	・国民所得の成長
	外部経済	・排出権収入
		・技術移転
		・輸入代替
環境的持続可能性	地球温暖化効果	・GHG（地球温暖化ガス）削減
	GHG による	
	大気汚染無し	・大気汚染が無いこと
		・水質汚染が無いこと
	廃棄物	・廃棄物排出率
	エコシステム	・森林によるカバー範囲変更
		・土壌汚染
		・バイオ転換による好影響
社会制度的持続可能性	貧困の根絶	・地方での雇用創出
		・貧困家庭の削減
	生活の質	・国民所得
		・生活状況の改善
	実行機関の適応性	・公共部門
		・民間部門

・商業の成長性

国際需要、投資魅力

・実行可能性

中央、地方関係当局の強い支援獲得及び投資魅力の向上

適切なインフラ及び人的資源の確保

(5)期待される CDM プロジェクト分野

次の分野が CDM プロジェクト開発、実現において期待される。

再生可能エネルギー

エネルギー効率、転換、省エネルギー

燃料転換

埋立地、炭鉱、排水処理場でのメタン回収、利用

油田随伴ガス回収、利用

新規植林、再植林

#### (6)他国との協力関係

ベトナムは CDM を通じての健全な環境技術の移転、発展を強化するために日本の国際協力銀行 (JBIC) と 2005 年 3 月 9 日協力契約、オーストリアとは覚書を 2005 年 12 月 7 日締結している。

#### (7)CDM プロジェクト動向

PROJECT "CAPACITY DEVELOPMENT FOR THE CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM IN VIETNAM" VIETNAM, 2006 によるとベトナム DNA によって承認された PDD は次の 6 件がある。

##### (a)ラドン油田随伴ガス回収、利用プロジェクト

- ・ Ba-Ria ブンタウ省
- ・ 10 年間で 674 万 CO<sub>2</sub> トン排出
- ・ CDM 理事会で 2006 年 2 月 4 日登録された。

##### (b)ソンムック水力発電プロジェクト

- ・ タンホア省
- ・ 10 年間で 4,298 万 CO<sub>2</sub> トン排出
- ・ CDM 理事会で 2006 年 6 月 26 日登録された。

##### (c)タンホア省のビール工場エネルギー有効利用増加の改造モデルプロジェクト

- ・ タンホア省
- ・ 10 年間で 12.1 万 CO<sub>2</sub> トン排出

##### (d)ソンツアン 2 水力発電プロジェクト

- ・ チャンナム省
- ・ 10 年間で 100 万 CO<sub>2</sub> トン排出

##### (e)ニゴイドン水力発電プロジェクト

- ・ ラオカイ省
- ・ 10 年間で 28.4 万 CO<sub>2</sub> トン排出

##### (f)シャバンゴム工場における嫌気性排水処理とエネルギー回収プロジェクト

- ・ Ba-Ria ブンタウ省
- ・ 10 年間で 9.4 万 CO<sub>2</sub> トン排出

## 1.2.4 ベトナムにおける農業及びキャッサバ芋生産の現状

### (1)ベトナムにおける農業の現状

#### (a)概要

ベトナムの産業は近年工業化が進んではいるものの、就業人口の6割が従事する農業が今なお大きな位置を占めている。特にコメの生産においては、国内の穀物生産の約9割を占めており、総稲作面積はおよそ900万ヘクタールで、北部红河デルタと南部メコンデルタが二大穀倉地帯を形成している。

ベトナムにとっての農業は、今後の経済発展にとっても最重要課題と位置付けられている。1997年の国内総生産に占める農業の割合は、26%と他のASEAN諸国に比べて高い水準にある。

#### (b)歴史と展望

1976年の南北統一後、ベトナム中央政府により南部の農業集団化が推し進められた。集団化により南部農村地域の農業に対する意欲が減退、ベトナムにおける農作物の生産高は減少の一途をたどる事になってしまう。1980～1988年までの9年間においては、現状の主生産物であるコメを、年間50万トン以上海外からの輸入に頼らなくてはならない状態に陥った。その様な難局を打開すべく、1988年に農業生産物請負制(共産党政治局決議10号)が発表され、農業分野のドイモイが開始されることになる。この政策により農業生産が飛躍的に向上し、1987年に1,500万トンであった食糧生産は、1989年には1,900万トンにまで回復した。また、コメの輸出が50年ぶりに可能となり、1997年以降、ベトナムはタイに次いで世界第2位のコメ輸出国となっている。

上にも述べたとおり、ベトナムでは、経済産業において農業生産は国民にとって大きな位置を占めている。しかし、農作物の消費市場を拡大することは、政府と農民双方の努力が必要である。政府は責任を持って、国内外に農作物の市場を確保しなくてはならない。2001年4月の共産党大会で決議された10カ年計画(2001～2010年)における農林水産業の開発方針は次の通り。

農村部の工業化・近代化(農村労働力の工業部門への転換と農業部門の生産性向上)

適切な農業生産構造の構築(食糧安全保障の確保とコメ輸出の促進、商業的農作物の生産拡大、農業部門に占める畜産の比重拡大、輸出産業としての水産業の可能性追求、森林面積拡大のための植林の推進等)

農林水産技術の強化と普及員の資質向上

灌漑システムの整備

ベトナムの開発投資構造のうち、農業部門への投資はここ数年 15~17%の割合で増加してきた。近年の投資は、需要を追い越す勢いにて増加している。国全体の農業への公共投資額は、1996年に1億6,770万ドル、1997年に2億3,260万ドル、1998年に2億4,460万ドル、1999年に3億8,570万ドルと増加の一途をたどっている。2000年には4億2,850万ドルにも及ぶ投資が予想されている。

農村開発に費やす年間費用、投資額は近年4~5年間で倍増しているが、治水、植林、森林保全、及び貧困の緩和は、国の投資事業の中でも最優先の事業と位置づけられている。中央政府は、地方での家族経営、プランテーション、協同組合その他の形態の事業発展も、以前の集団農業を推し進めた際の失敗を繰り返さないよう着実に推し進める必要がある。地方農業の発展がベトナムでの貧困を食い止める一番大きな手段と考えられる為である。1999年にはベトナムは3,380万トンの食糧を生産したが、それでもなお地方農村での飢え、貧困は存在していた。個々の農家が耕地面積の目標を達成できるよう、小規模な灌漑設備の建築、棚田農業の拡大、水稻栽培用の農地の開拓など、益々地方農地の拡大に行政が目を向ける必要がある。加えて果樹栽培と畜産は今後広大な地方耕地を利用して盛んに実施される可能性のある産業である。

#### (c)農地利用の状況

前項にて述べたが、耕地面積の大多数はコメが占め、その栽培面積は、メコン・デルタ地域が100万ヘクタール、紅河・デルタ地域が30万ヘクタールにも渡る。この2大穀物地域の生産高の合計は、ベトナム全体の73%近くにあたる。

#### (d)主要農作物の生産状況

ベトナムの農業は多様化し様々な作物で発展を遂げている。品質及び生産性が格段に向上、輸出市場においても“ベトナム産”が強い国際競争力を見せるようになってきている。言わずと知れたコメは今現在、規模、生産性ともベトナムが世界に誇る輸出作物となっている。その歴史は思いの外浅く、1944年に栽培面積が460万ヘクタール、収穫量が490万トンと少量であったが、1999年は761万ヘクタールと3,380万トンと飛躍的な伸びを見せている。2006年現在、輸出高はタイに次いで世界第二位となっている。

他主要作物の生産高の推移については、大きく増加しているものはトウモロコシ(11.6%増)、サトウキビ(12.5%増)であり、コーヒー、ゴム、ナッツ類、茶などの輸出作物の生産も伸びている。但し、商品作物はベトナム国内産は今だ品質に問題が発生することが多く、他国産と比べ安値で取引されている。例え

ば現在、ブラジルに次ぐ世界第2位の輸出量を誇るコーヒーであるが、国際市場で“ベトナムコーヒー”が急台頭したことから価格が暴落、国際市場に参入したベトナム企業自体が、低価格競争に巻き込まれ利益確保が難しい状況に陥ってしまっている。

また茶等については、ベトナムから原料を茶葉加工技術が進んでいる中国が購入、それに付加価値をつけて海外輸出されているビジネスモデルが形成されている。以上を踏まえて今後、ベトナムの農作物は自国生産、自国加工、海外の第三国への最終商品輸出可能な加工技術の向上が大きな課題となっている。

## (2)ベトナムにおけるキャッサバ芋生産の事情

### (a)キャッサバとは

キャッサバ (cassava) は、フウロソウ目トウダイグサ科イモノキ属の熱帯低木。芋はタピオカ原料であり、世界中の熱帯にて栽培される。葉は5~10小葉からなり、茎は垂直に立ち上がる。茎の根元にはゆるい同心円を描いて数本の芋(根)が付く。芋は両端が尖った細長い形状である。キャッサバ芋を潰して乾燥させ、澱粉質の粉末状にした加工製品としては、家畜、養殖用飼料としてトウモロコシに代替する安価な飼料として有望である。トウモロコシより消化が良いことに加え、臭いも軽減することができる。豚、鳥、乳牛などの餌にも用いられるが、特に養殖用の餌の原料として注目される。また現在、燃料用エタノールの原料としても広く利用されている。

### (b)キャッサバの世界生産高

2002年時点の全世界の生産量は1億8,000万トンである。州別ではアフリカ州が1/2強、アジア州が1/4強を占め、残りが南アメリカ州である。生産高上位3カ国は、ナイジェリア18.7%、ブラジル12.5%、タイ9.1%となっている。他のイモ類と比較すると、同年におけるジャガイモの全世界生産量は3億1,000万トン、サツマイモは1億4,000万トンである。

### (c)キャッサバのベトナムでの生産

ベトナムでの総生産高は2000年から現在に至るまで増加の一途をたどり、2000年から2004年にかけての総生産量は約180%も増加している。2004年での生産高は5,572千トンとなっており、東南アジア諸国においては、インドネシア19,424千トン、タイ19,236千トンに次ぐ第3位の生産高を誇っている。ベトナム国内での作付面積の推移についても増加し続けており、2004年の383.6千ヘクタールは2000年と比較して約61%の増加となっている。主な生産地域は南部北東地域となっており、南ベトナムの温暖な地域で主に



生産されている。

本プロジェクトの対象省であるタイニン省の生産高については、ベトナム国内生産高の約 14.2%を占める 790.1 千トンとなっており、省別生産高第 1 位となっている。続いてビンフォク省 518.5 千トン(約 9.3%)、ドンナイ省 361.5 千トン(約 6.5%)となっている。

---

1.2.4 本項の執筆に当たっては、(財)世界経済情報サービス「ARC レポート 2005 ベトナム」及びピスタピーエス「2004 年版 ベトナム統計年鑑 日越貿易会編」を参照した。

### 1.3 調査の実施体制

#### (1)調査事業者

株式会社 東芝

#### (2)現地のカウンターパート

VIETMA Co., Ltd

プロジェクト実施サイトであるタピオカ澱粉加工工場。本調査事業においては、政府機関・関係機関との協議、サイト調査、施設計画等業務の他、参加企業が行う調査を統括する。

#### (3)参加企業

社団法人 日本プラント協会

PDD の構成確認・英文チェック

COCOMO 社

現地調査のサポート業務

PDD(F 項:環境影響、G 項:利害関係者コメント)に関する情報収集

ベトナム国内の調査及び情報収集

## 2. プロジェクトの内容

### 2.1 サイトの概要

本プロジェクトは、ベトナム社会主義共和国のタイニン省にあるタピオカ澱粉加工工場 VIETMA 社にて実施する計画である。プロジェクト実施サイトの概要を以下に示す。

#### 2.1.1 タイニン省の概要

タイニン省はベトナム南部に位置している。タイニン省はベトナム最大の都市ホーチミン市の北西に隣接している。タイニン省は北側及び西側をカンボジアと国境を接しており、東側はピンフック省，南側ロンアン省と省境を接している。

表 2-1 タイニン省の概要

位置	北緯 11 度 20 分，東経 106 度 10 分 (省都タイニン市)
省都	タイニン市
面積	4028.1 km <sup>2</sup> (33/61 番目)
人口	967,900 人 (2003 年データ，38/61 番目)
人口密度	240 人/ km <sup>2</sup> (31/61 番目)
行政区	市：Tay Ninh 郡：Ben Cau，Chau Thanh，Duong Minh Chau，Go Dau，Hoa Thanh，Tan Bien，Tan Chau，Trang Bang
気温	年間平均 26.9 (最高 39.9，最低 15.3 ) 2005 年データ

タイニン省は、省都の近郊とホーチミン市に近接する南部では人口密度が比較的に高く、南部地域では工業団地の設置もされているが、南部以外の地域は農村部で、米，キャッサバ，サトウキビ，ゴムなどの生産が行われている。

#### 2.1.2 実施サイトの位置

本プロジェクトの実施予定サイトは、キャッサバ芋を加工してタピオカ澱粉を生産する VIETMA 社で、タイニン省北部の Tan Chau 郡に位置している。

タイニン省の位置を図 2-1 に、実施サイトの位置を図 2-2 に示す。

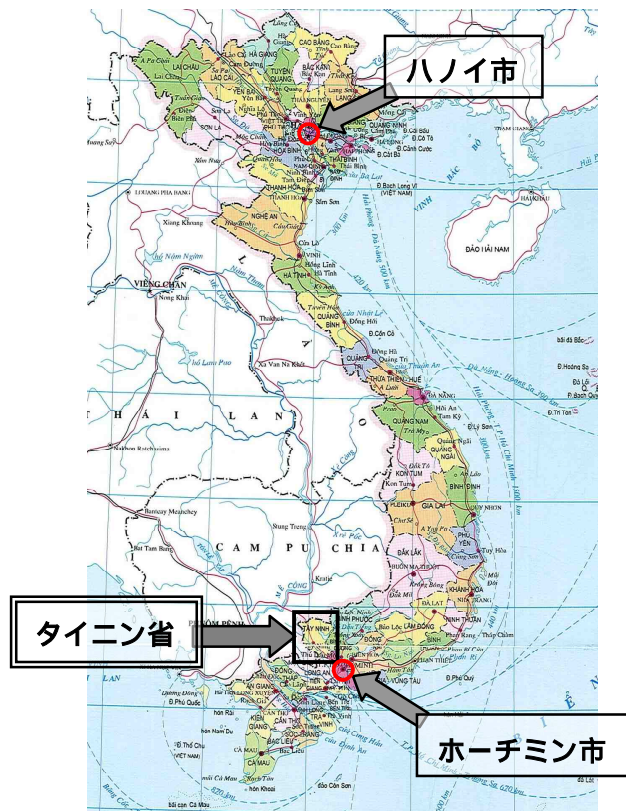


図 2-1 タイニン省の位置<sup>2-1</sup>

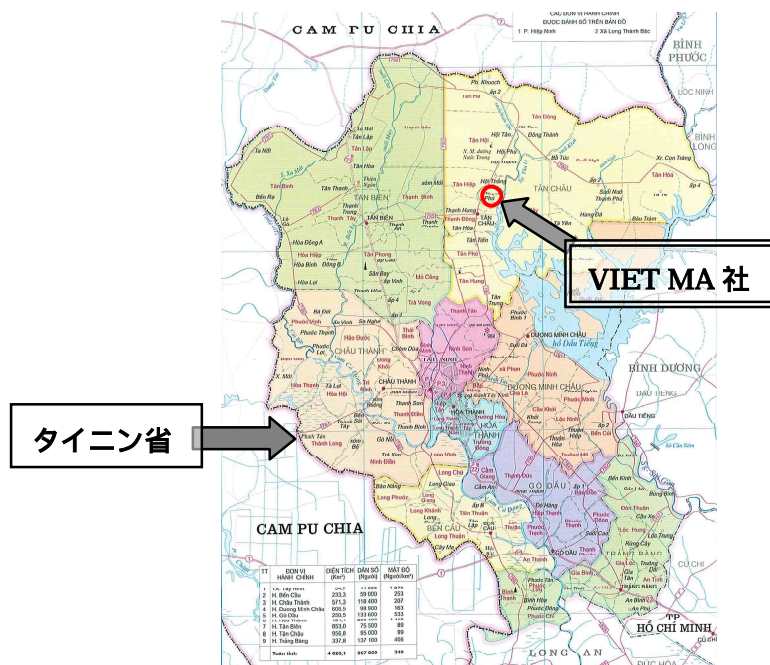


図 2-2 実施サイトの位置<sup>2-1</sup>

<sup>2-1</sup> Viet Nam/Administrative Atlas (NHA XUAT BAN BAN DO)より引用

### 2.1.3 VIETMA 社の概要

VIETMA 社は、ホールディングカンパニーである DAWU RUBBER TAPIOCA STARCH CORPORATION (以下 DAWU 社と記載する)の子会社であり、120t/day のタピオカ澱粉を生産する能力を有する。

DAWU 社はタピオカ澱粉製造会社を 4 社所有しており、VIETMA 社は 4 社中の 2 番目として 2005 年 1 月に操業を開始した。DAWU 社の組織図を図 2-3 に示す。

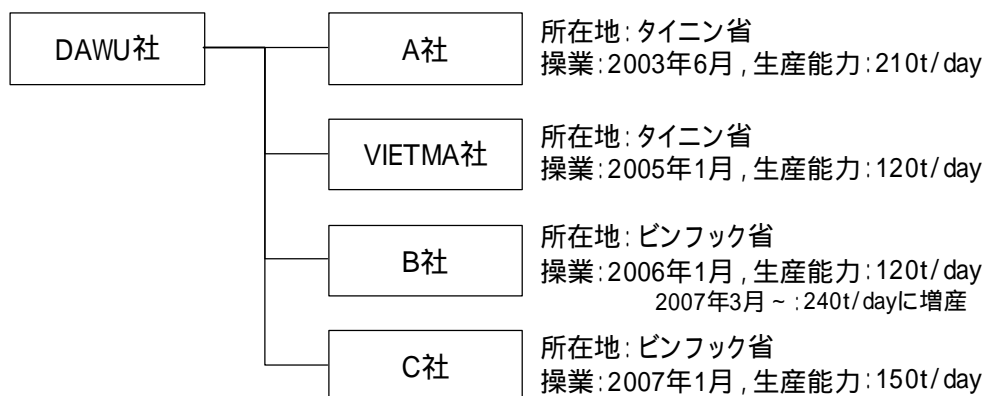


図 2-3 DAWU 社の組織図

VIETMA 社の概要を表 2-2 に、外観を図 2-4 に示す。

表 2-2 VIETMA 社の概要

住所	Tan Hiep Village, Tan Chau District, Tay Ninh Province
設立	2004 年 2 月
操業	2005 年 1 月
オーナー	Mr. Vu Van Thieu (CEO of DAWU Corp.)
責任者	Mr. Vu Hoang Nguyen (President)
CDM 実施責任者	Mr. Ta Van Minh (Vice director)
従業員数	100 人
敷地面積	11 ha (内 遊休地: 5 ha)
澱粉生産能力	120t/day
澱粉生産量	3,000 t/month (2006 年の月平均)
電力消費	527,338 kWh/month (2006 年の月平均)
使用燃料	石炭 (2006 年 9 月より)
燃料消費	石炭 80 kg/t (単位澱粉生産量あたり)



図 2-4 VIETMA 社の外観

#### 2.1.4 VIETMA 社での澱粉生産

##### (1) 澱粉生産プロセス

VIETMA 社では、キャッサバを加工してタピオカ澱粉を生産している。

原料のキャッサバは、トラックスケールで計量後、比重測定して選別され、皮むき・洗浄工程に送られる。皮むき・洗浄工程では工程水を使用しており、芋洗浄廃水が発生する。

洗浄されたキャッサバは破碎・粉砕された後、分離・ろ過工程でまず比重の小さい繊維質などが分離される。分離された繊維質などはスラッジとしてトラックで搬出された後、天日乾燥され飼料として売却されている。

その後の遠心分離工程では最終的に澱粉が分離され、脱水・乾燥工程を経て製品となる。これらの澱粉の分離を行う工程では多量の工程水が使用されており、澱粉を除く固形分を伴って工程廃水として系外へ排出される。

生産プロセスの最終工程である乾燥工程では、分離した澱粉を熱風によって乾燥させているが、熱風を発生させる熱風炉での燃料として VIETMA 社では石炭が使用されている。操業開始当初、VIETMA 社では重油を燃料とする熱風発生炉を使用していたが、近年の燃料油高騰への対応として 2006 年 8 月に石炭を燃料とする熱風炉が新設されており、9 月以降は燃料として石炭が使用されている。

VIETMA 社の澱粉生産プロセスを図 2-5 に示す。

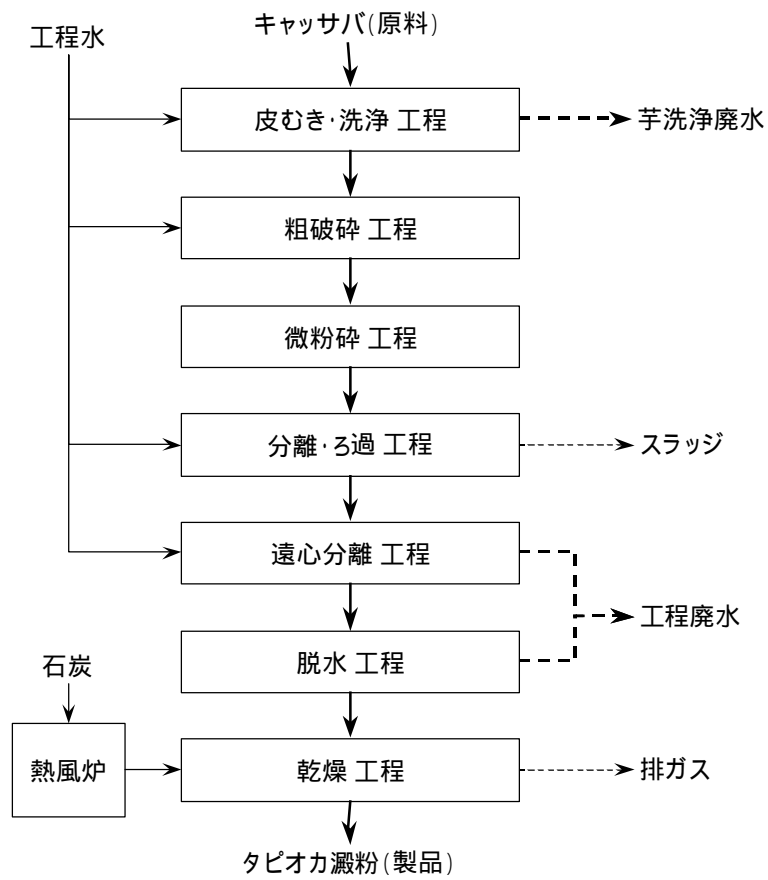


図 2-5 澱粉生産プロセス



図 2-6 VIETMA 社の石炭加熱炉と燃料の石炭



図 2-7 キャッサバと VIETMA 社の製品澱粉



図 2-8 VIETMA 社工場の内部

## (2) VIETMA 社の操業

VIETMA 社は 2005 年 1 月に操業を開始した、比較的新しい工場である。

現在、工場は 1 日 24 時間、365 日/年の連続操業を行っている。工場の生産能力 (120t/day) を 100% とした時の実生産量の割合を工場の稼働率として見ると、操業当初は、工場の稼働率が低くかつ安定していなかったが、操業開始から約 2 年が経過した現在では稼働率は高い水準で安定しており、石炭熱風炉が稼働した 2006 年 9 月以降の平均稼働率は 86.4% となっている。

VIETMA 社は、設備が新しいこと、初期的な不適合がほぼ解消されていることから、当面はこの稼働率が維持されると考えられる。

VIETMA 社における工場稼働率(工場の生産能力に対する実生産量の割合)の推



移を図 2-9 に示す。

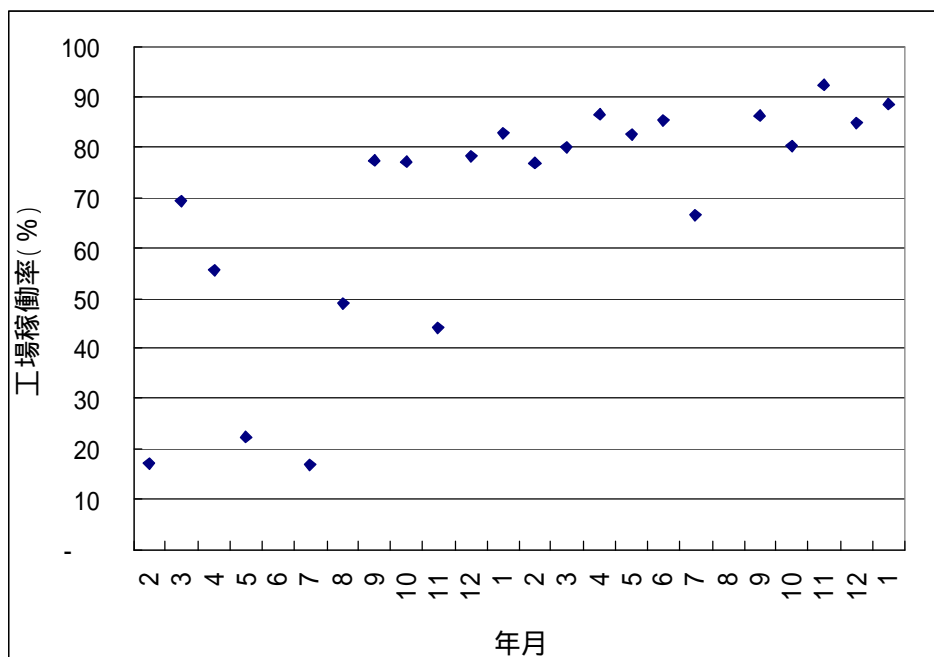


図 2-9 VIETMA 社の工場稼働率の推移

#### 2.1.5 VIETMA 社の廃水処理の現状

タピオカ澱粉の生産プロセスからは、洗浄工程からの洗浄廃水と澱粉分離工程からの工程廃水の 2 種類の廃水が発生している。

##### (1) 既設廃水処理施設のプロセス

VIETMA 社では、生産プロセスから排出される廃水は全て開放型のラグーンで処理されている。ラグーンは現在 5 箇所設けられているが、将来の排出基準改正への対応としてラグーン増設用に隣接する土地の買収が済みであり、2 箇所のラグーンが増設される計画である。

VIETMA 社の廃水処理プロセスを図 2-10 に示す。

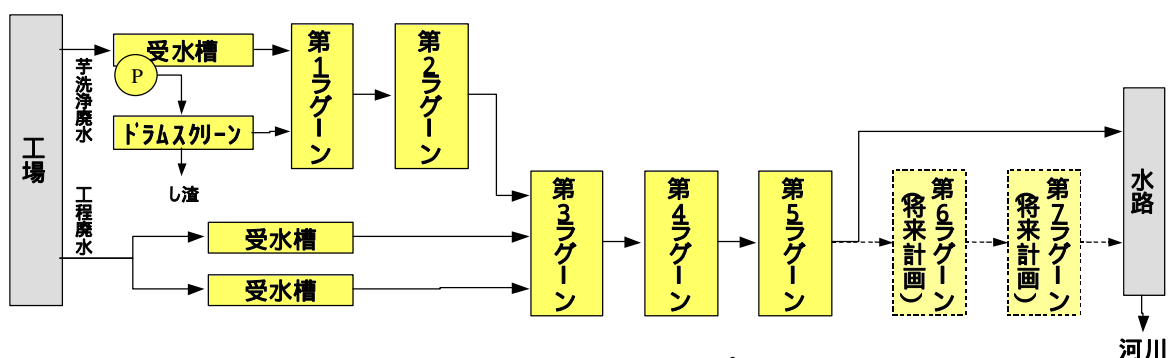


図 2-10 VIETMA 社の廃水処理プロセス

VIETMA 社では、生産プロセスから排出される汚濁濃度が非常に高い廃水が直接ラグーンに流入していることから、ラグーン内部は嫌気的な条件になっていると考えられ、表面にはメタンガス生成によく考えられる気泡の発生が多く認められた。



図 2-11 VIETMA 社のラグーンの状態 (第 3 ラグーン)

## (2) 廃水の発生量

タピオカ澱粉の生産工程では、前述のように多量の工程水が使用されており、分離・ろ過工程で分離されるスラッジと製品となる澱粉を除く残りが、工程水とともに廃水として排出される。

VIETMA 社での、生産工程における物質収支を図 2-12 に示す。

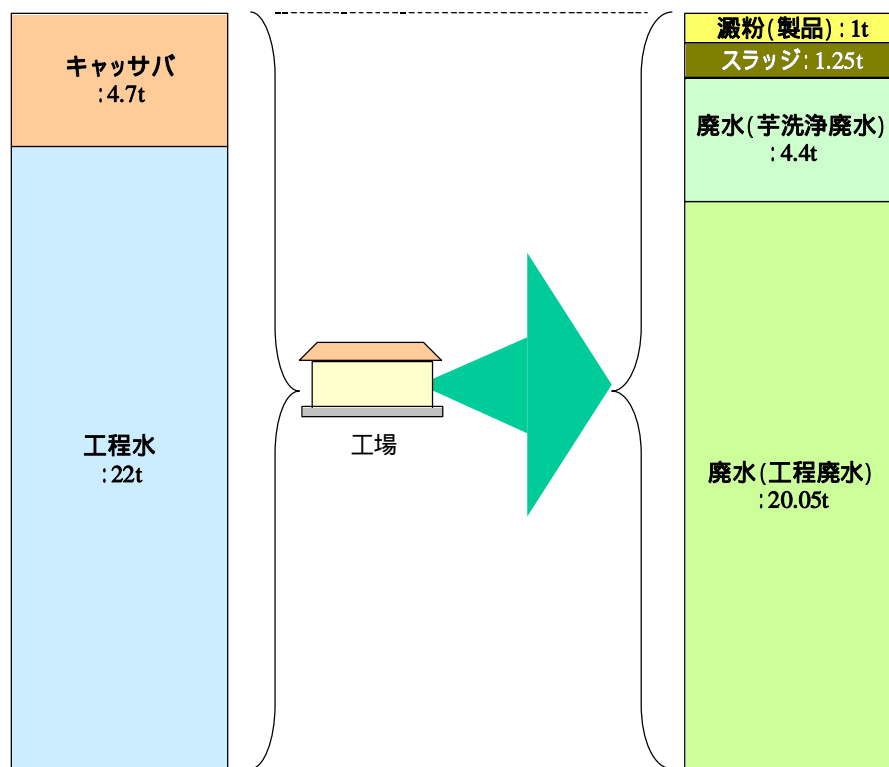


図 2-12 澱粉生産工程での物質収支

現状の工場稼働率(86.4%)における VIETMA 社での廃水発生量は、以下の通りである。

- 芋洗浄廃水：456 m<sup>3</sup>/day
- 工程排水：2079 m<sup>3</sup>/day

### (3) 廃水水質

工場からの廃水は、芋洗浄廃水が灰褐色、工程排水は薄黄色を呈しており、特に工程排水では多量の固形分の混入が確認された。廃水の状況を図 2-13 に示す。

廃水水質は工場の生産状況や原料芋の性状などによって変動することを想定し、廃水の水質調査は複数回実施した。尚、廃水水質は、容器にサンプリングしたものを分析機関に持ち込んで分析する手法をとった。廃水のサンプリング状況を図 2-14 に示す。

想定通り、芋洗浄廃水、工程排水ともに水質の変動が見られ、COD の平均は、芋洗浄廃水が 7,520mg/L、工程排水が 16,682mg/L となった。

また、芋洗浄廃水、工程排水ともに廃水温度は 30 を超えており、廃水が流入しているラグーンでのメタン発生は、比較的の高いレベルにあることが想定される。廃水の水質調査結果を表 2-3 及び表 2-4 に示す。

表 2-3 廃水分析結果 (芋洗浄廃水)

サンプル日		2006/6/30	2006/9/11	2006/11/6	2006/11/9	平均
pH	-	-	3.77	3.87	3.94	3.86
SS	mg/L	2,319	6,200	2,200	1,300	3,005
BOD	mg/L	3,660	5,500	7,500	2,800	4,865
COD	mg/L	5,241	9,552	9,306	5,980	7,520
VS	mg/L	2,488.5	5,000	1,700	700	2,472
TN	mg/L	10.48	200	-	900	370
CN	mg/L	2.34	5.57	-	2.56	3.5
SO <sub>4</sub>	mg/L	13.02	17	16.0	25	17.8
TP	mg/L	0.021	1.15	-	8.18	3.1
Oil and Grease	mg/L	-	0.012	-	137.5	68.8
温度		-	-	34.0	32.0	33

表 2-4 廃水分析結果 (工程廃水)

サンプル日		2006/6/30	2006/9/11	2006/11/6	2006/11/9	平均
pH	-	-	3.88	3.91	3.89	3.89
SS	mg/L	8,900	5,800	2,200	1,200	3,000
BOD	mg/L	10,950	7,500	8,500	13,000	9,988
COD	mg/L	24,828	12,632	10,230	19,038	16,682
VS	mg/L	10,131	5,000	2,100	1,100	4,583
TN	mg/L	59.88	300	-	2,400	920
CN	mg/L	0.33	6.31	-	7.47	4.7
SO <sub>4</sub>	mg/L	49.92	71	16.2	21	40
TP	mg/L	0.055	1.38	-	18.12	6.5
Oil and Grease	mg/L	-	0.022	-	235	117.5
温度		-	-	34.0	32.0	33



図 2-13 廃水サンプルの例 (左：工程廃水，右：芋洗浄廃水)



図 2-14 廃水サンプリング状況

## 2.2 プロジェクトの内容

### 2.2.1 プロジェクトの概要

#### (1) プロジェクトの概要

この提案プロジェクトは、ベトナム タイニン省にあるタピオカ澱粉加工工場 VIETMA 社において、開放型のラグーンで構成されている既設の廃水処理設備を改善して予めメタンガスを回収し、ラグーンから発生するメタンガスを低減するとともに、回収したメタンガスを、工場で消費するエネルギーに活用することで化石燃料由来の CO<sub>2</sub> 排出を低減するプロジェクトである。

VIETMA 社では、生産プロセスから汚濁濃度の非常に高い廃水が発生しており、廃水は開放型ラグーンで構成される気廃水処理設備で処理されている。廃水を長期間貯留するラグーンでは、廃水に含まれる有機物が分解して多量のメタンガスが発生し大気に放出されている。

本プロジェクトでは、既設のラグーンの前段にメタン発酵設備を設置し、廃水に含まれる有機物を予め分解してメタンガスを回収する。これによりラグーンに流入する有機物が減少し、ラグーンからのメタンガス発生を低減する。

メタン発酵設備で回収されるメタンガスは、プロジェクトで設置されるガス精製設備で硫化水素等の不純物を除去した後、工場の乾燥工程で使用されている乾燥設備の燃料として使用される。現在、乾燥設備では燃料として石炭が使用されているが、これを廃水処理プロセスで回収するメタンガスに代替することで、石炭消費は大幅に低減する。

澱粉生産工程では、皮むき・洗浄の工程と遠心分離・脱水を行って澱粉を抽出する工程から廃水が発生するが、どちらもスラッジ(固形分)を含んだ状態で排出され、受水槽を経てラグーンに流入する。

工場ではこの他に分離・ろ過工程からスラッジが発生しており、天日乾燥した後に飼料として売却されている。但し、このスラッジは、本プロジェクトで対象とする廃水とは別の系統から発生するもので、プロジェクト実施前後でその発生量・質に変化がないことから、本プロジェクトのバウンダリーには含まれない。

澱粉生産の最後の乾燥工程において、熱風を発生するために石炭を燃料とする熱風炉が使用されている。

#### (2) 適用技術

メタン発酵の方式としてはダイジェスター，UASB，EGSBなどが広く知られているが、タピオカ澱粉加工工場から排出される廃水は前述の通り多くの固形分を含有しており、また水質の変動も見られることから、本プロジェクトでは、固形分を

含んだ廃水を受け入れ分解・除去でき、また処理の安定性が高いダイジェスターを採用することとした。

本プロジェクトで採用するダイジェスターは高い運転安定性を有する設備で、運転管理が容易なことが特徴である。従って、従来メタン発酵設備の運転に関する技術・知識を有していない現地の労働者でも、安定した運転を継続することが可能である。ダイジェスターの仕様を表 2-5 に示す。

表 2-5 ダイジェスターの仕様

方式	完全混合型
発酵温度	中温発酵
滞留時間	15～20日
COD 除去率 (目標値)	80%
SS 除去率 (目標値)	50%

### (3) プロジェクト設備のプロセス

本プロジェクトは、開放ラグーンで構成される既設の廃水処理設備に、メタン発酵設備、ガス精製設備、エネルギー利用設備を増設することで実施される。プロジェクト設備のプロセスを図 2-15 に示す。

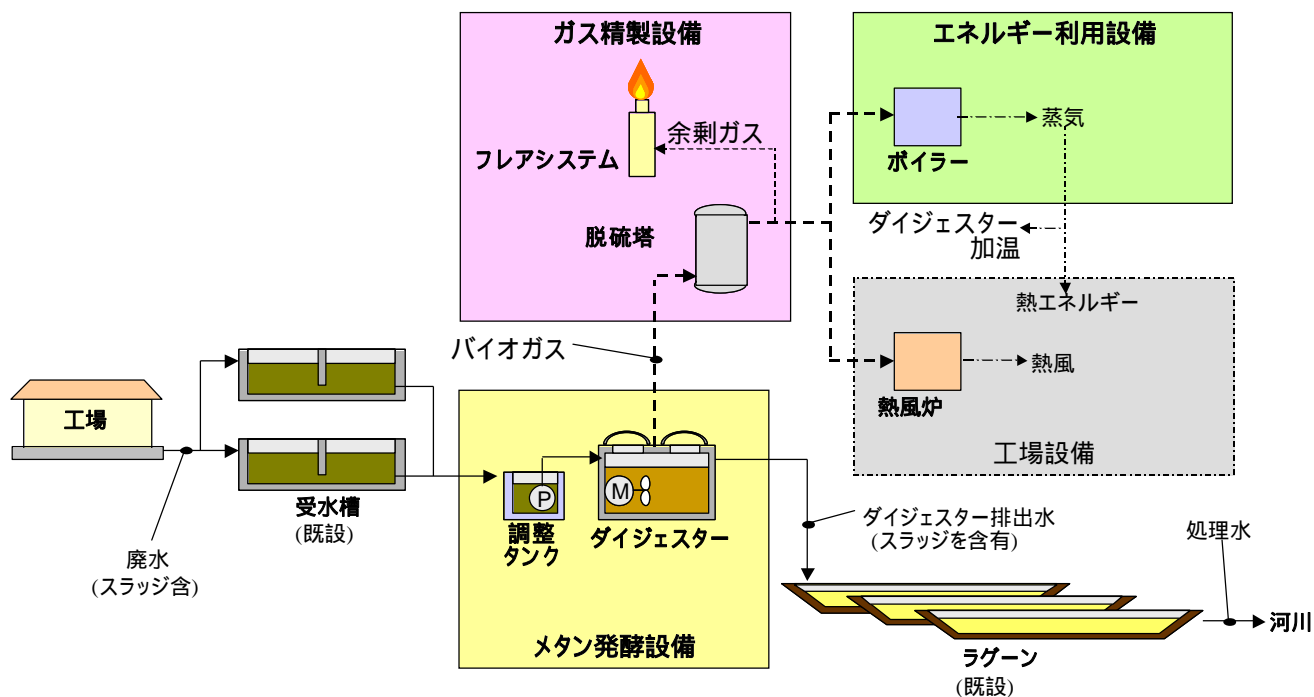


図 2-15 プロジェクト設備のプロセス

工場から排出されたスラッジを含む廃水は、既設の受水槽から本プロジェクトで新たに設置するメタン発酵設備に移送される。

メタン発酵設備では、ダイジェスターを使用してメタン発酵を行う。ダイジェスターでは、廃水に含まれる有機成分を嫌気性条件下で分解し、メタンを主成分とするバイオガスを生成する。廃水は、ダイジェスターにおけるメタン発酵処理によって含有する有機成分の約 80% が分解・除去された後、既設のラグーンに流入する。

ダイジェスターに廃水に伴って流入するスラッジ(固形分)は、大部分がダイジェスターで分解・可溶化されるが、分解しきれない固形分とメタン発酵に関わる微生物の一部からなるスラッジは、ダイジェスターからの流出水とともに既設のラグーンに流入する。

ダイジェスターで生成されるバイオガスはガス精製設備に送られる。ガス精製設備では、バイオガスに含まれる硫化水素などの不純物が除去される。ここで不純物の除去を行うことにより、バイオガスをエネルギー利用する際の機器の運転安定性を高め、プロジェクト設備を長期間健全に運転することが可能となる。

ガス精製設備で生成されたバイオガスは、一部がボイラーに供給され、ダイジェスター加温用の熱源として消費される。

また残りのバイオガスは、澱粉生産工程で使用されている乾燥設備の燃料として使用され、従来乾燥設備で使用されている石炭を代替する。

メタン発酵設備で生成・回収するバイオガスは原則として全てボイラーと乾燥設備で使用されるが、これらのガス利用設備が運転されず、かつ余剰のバイオガスが発生する場合は、フレア設備で燃焼処理される。

## 2.2.2 ホスト国の持続可能な開発への貢献

本プロジェクトは、次に挙げる事項によって、ベトナムの持続性に関わるクライテリアに適合し、ホスト国の持続可能な開発に貢献する。

- 本プロジェクトでは、ダイジェスターで生成・回収するメタンガスを熱生成に使用する。この再生可能エネルギーは工場で活用され、工場の省エネルギー化を促進する。
- プロジェクトが実施され省エネルギー化が促進されると工場の生産効率が向上し、経済的な効果が期待される。
- 本プロジェクトの実施により、ラグーンに流入する有機物負荷が低減するため、ラグーンでの処理機能が向上し、河川に排出される処理水の水質が改善する。周辺水域の水質改善に貢献する。



- 本プロジェクトの実施により、ラグーンからの臭気の発生を軽減する。
- 本プロジェクトの実施により、ベトナムのタピオカ澱粉工場では一般的でないダイジェスターを使用した廃水の処理技術が移転される。
- 同時に、現地のスタッフはダイジェスターの運転やメンテナンスに関わる技術を習得することができる。これらの技術の移転は、人材育成を通じて将来の廃水処理改善を促進する。

タイニン省には約 90 箇所のタピオカ澱粉工場が存在しているが、すべての工場ですべてのラゲーンからのみの廃水処理を行っている。本プロジェクト実施によって上記のプロジェクト効果が実証されることで、これらの工場へも同様のプロジェクトが展開される。

### 2.2.3 プロジェクト参加者

本プロジェクトへの参加予定者は以下の通りである。

- ベトナム(ホスト国)：DAWU 社，VIETMA 社
- 日本：株式会社 東芝

### 2.2.4 承認方法論の適用

#### (1) 適用方法論の検討

本プロジェクトは、工場廃水の処理における開放ラグーンからのメタン発生低減を主とするプロジェクトで、承認方法論として以下の 2 つが適用できると考えられる。

- AM0013Ver04：有機廃液処理施設からのメタン排出回避
- AM0022Ver04：産業部門における廃水及び工場内エネルギー利用からの排出の回避

この 2 つの承認方法論について、本プロジェクトへの適用性を確認した。

表 2-6 承認方法論の比較(その 1)<sup>2-2</sup>

項目	AM0013v04	AM0022v04
タイトル	Avoided methane emissions from organic waste-water treatment 有機排水処理からのメタン排出の回避	Avoided Wastewater and On-site Energy Use Emissions in the Industrial Sector 工業部門における工場廃水及びエネルギー利用からの排出削減
利用数	登録 2 件	登録 0 件
適用条件	<p>有機排水処理プラントを含むメタン回避プロジェクト活動に適用可能</p> <p>* 既存の排水処理方法が、以下の条件を満たす開放系嫌気性消化(メタン発生量が大きい)のオープンラグーン方式であること</p> <p>オープンラグーンの深度が最低 1m。 嫌気性ラグーンの温度が 10 以上。 ある月の月平均温度が 10 以下になった場合、嫌気性活動が起こらないと想定されるため、その月の分を推計値に算入してはならない。</p> <p>有機物のラグーン滞留時間が最低 30 日間。</p> <p>* 嫌気性分解から起こりうるメタン排出を回避するために、プロジェクト活動中に発生するスラッジを土地に撒布をするまでの間蓄積させておいてはならない。</p>	<p>既存のラグーン利用廃水処理施設に嫌気性廃水処理システムを導入するプロジェクトに適用可能</p> <p>* 既存のラグーンを利用した有機成分の多い排水の工業排水処理施設で実施されるプロジェクトであること</p> <p>* 有機排水は単純な有機化合物(単糖類)を含むこと。(本方法論を単糖類に類似しない物質を含む排水に適用する場合は、0.21kgCH<sub>4</sub>/kgCOD 以外のメタン排出係数を推計し適用しなければならない。)</p> <p>* 既存排水処理施設の改善であること(新設設備や設備拡張には適用不可。)</p> <p>* ベースラインは現行のラグーンシステムの継続であることが証明可能であること。現行システムは既存の規則や法令を遵守していること</p> <p>* 嫌気性ラグーンは最低 1メートルの深さがあること</p> <p>* 嫌気性ラグーンの排水温度は常時最低 15 以上あること</p> <p>* プロジェクトにおいて、嫌気性処理システムから回収されるバイオガスは発熱及び/又は発電に利用され、余剰は燃焼処理されること</p> <p>* 排水処理施設へのインプット 1 単位当りの必要熱・電力量がプロジェクト実施前後で大幅に変化しないこと</p>

表 2-6 承認方法論の比較(その 2)<sup>2-2</sup>

項目	AM0013v04	AM0022v04
追加性の証明方法	<ol style="list-style-type: none"> <li>シナリオの有効性に関し STEP 1 ~ 4 の手順で、法規制、経済性などの視点からの確認を行う。</li> <li>バリアを示されたダイアログに沿って調査するオプション A と追加性ツールを活用するオプション B がある。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6 ステップによる決定 ベースラインオプションリスト化 バリアの選択 バリアのスコア化 最も厳しいベースラインの選択 ツールの使用などによる分析 結論の明示</li> <li>ディシジョンツリーに沿うバウンダリーの設定</li> </ol>
ベースライン排出量	<ol style="list-style-type: none"> <li>ラグーンからのメタン排出</li> <li>電気・熱の使用に伴う排出</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ラグーンからのメタン排出</li> <li>熱の使用に伴う排出</li> <li>電力の使用に伴う排出</li> </ol>
プロジェクト排出量	<ol style="list-style-type: none"> <li>ラグーンからのメタン排出</li> <li>ダイジェスターからのリーケージ</li> <li>燃焼や発電過程での排出</li> <li>PJ の電気・熱消費による排出</li> <li>スラッジの処理による排出</li> <li>脱水工程の脱離液による排出</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ラグーンからのメタン排出</li> <li>新しい嫌気性汚水処理設備からのメタン排出</li> <li>不完全燃焼やリークによるメタン排出</li> </ol>

承認方法論 AM0022 は、本プロジェクトと同様のタピオカ澱粉加工工場での廃水処理に関わる方法論として立案されたものであるが、対象とする有機化合物を単糖類に限ることが適用条件に明記されている。本プロジェクトで対象とする廃水は単糖類以外の有機化合物を含んでおり、新たなメタン排出係数の推計が必要となる。

これに対し承認方法論 AM0013 は、2006 年 5 月 19 日に Ver02 から Ver03 へ改訂された際に、別の汚泥処理に関わる方法論と統合されたことでスラッジに関わる記述が追加された。但し、本プロジェクトが対象とする廃水は固形分を含んでいるが、固形分はプロジェクト実施前後ともに廃水中に混合されたままでラグーンに流入し、固形分を分離する工程を有しないことから、実質的にはスラッジ処理に関わるプロジェクト排出量の計算は不要と考えられる。

尚、AM0013 はその後フレアに関する記述の変更が行われており、現在は Ver04 が最新版となっている。

<sup>2-2</sup> <http://gec.jp/gec/jp/Activities/cdm/EB25AM&ACM.xls> より引用

以上の状況の他、AM0022 を活用したプロジェクトで登録されたプロジェクトがないことから、事業の実現可能性を考慮し、本プロジェクトでは AM0013 を採用することとした。

(2) 承認方法論の適用

AM0013Ver04 の適用性の項に記載されている要求事項に関し、本プロジェクトの適用性の評価を行った。

表 2-7 要求事項と本 CDM 事業の対比

	要求事項	本 CDM 事業
1	有機排水処理プラントを含むメタン回避プロジェクト活動であること	YES
2	既存の排水処理方法が、以下の条件を満たす開放系嫌気性消化（メタン発生量が多い）のオープンラグーン方式であること	YES タイニン省では殆どがオープンラグーンである。
	オープンラグーンの深度が最低 1m。	YES 1m 以上である。
	嫌気性ラグーンの温度が 10 以上。ある月の月平均温度が 10 以下になった場合、嫌気性活動が起こらないと想定されるため、その月の分を推計値に算入してはならない。	YES タイニン省はベトナム南部に位置し月平均気温は年間 25 ~ 30 で推移する。
	有機物のラグーン滞留時間が最低 30 日間。	YES 大規模ラグーンが 3 つあり、滞留は 30 日間以上である。
3	嫌気性分解から起こりうるメタン排出を回避するために、プロジェクト活動中に発生するスラッジを土地に撒布をするまでの間蓄積させておいてはならない。	図 B-1 に示す通り本プロジェクト活動範囲においてスラッジ発生は無い。

この結果、本プロジェクトは承認方法論 AM0013Ver04 に適用できることが確認できた。

## 2.2.5 プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトのプロジェクトバウンダリーを図 2-16 に示す。

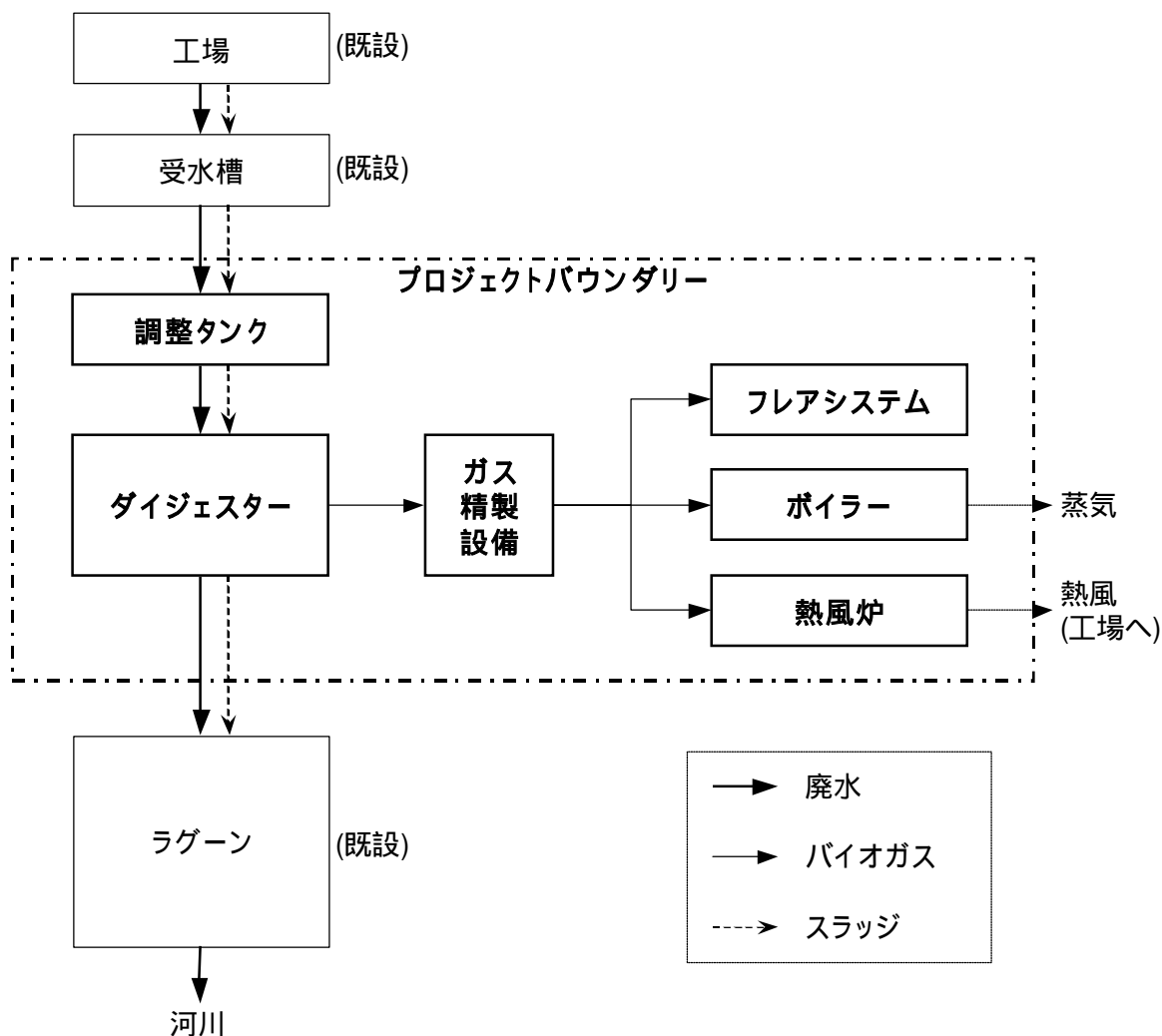


図 2-16 プロジェクトバウンダリー

尚、工場から排出される廃水はスラッジ(固形分)を含んでいるが、スラッジは廃水とともにダイジェスターを経てラグーンへ流入する。本プロジェクトの廃水処理設備ではスラッジを廃水から分離し脱水する工程を有しておらず、プロジェクト実施による廃水処理プロセスからの新たなスラッジ発生は無い。

また、承認方法論 AM0013Ver04 に基づきプロジェクトバウンダリー適用の評価を行った。結果を表 2-8 に示す。

表 2-8 プロジェクトバウンダリー

	発生源	ガス	範囲	正当性 / 説明
ベースライン	排水処理設備からの排出	CH <sub>4</sub>	内	ベースラインにおける主要廃出源。
		N <sub>2</sub> O	外	単純化のため除外。保守的である。
		CO <sub>2</sub>	外	有機排水分解からの排出は除外する。
	電力消費や発電からの排出	CO <sub>2</sub>	外	ベースラインでの電力消費や発電は無い。
		CH <sub>4</sub>	外	単純化のため除外。保守的である。
		N <sub>2</sub> O	外	単純化のため除外。保守的である。
	熱エネルギー発生源からの排出	CO <sub>2</sub>	内	熱エネルギー発生源を有する場合は含める。
		CH <sub>4</sub>	外	単純化のため除外。保守的である。
		N <sub>2</sub> O	外	単純化のため除外。保守的である。
プロジェクト活動	プロジェクトによる化石燃料消費	CO <sub>2</sub>	内	重要な発生源。
		CH <sub>4</sub>	外	単純化のため除外。廃出源として小さい。
		N <sub>2</sub> O	外	単純化のため除外。廃出源として小さい。
	電力消費による排出	CO <sub>2</sub>	内	ポンプなどの補機設備の電力消費。
		CH <sub>4</sub>	外	単純化のため除外。廃出源として小さい。
		N <sub>2</sub> O	外	単純化のため除外。廃出源として小さい。
	排水処理設備からの排出	N <sub>2</sub> O	外	単純化のため除外。重要な廃出源でない。
		CO <sub>2</sub>	外	有機排水分解からの排出は除外する。
		CH <sub>4</sub>	内	スラッジは発生しないため対象はダイジェスターのリーケージのみ。

尚、回収されたメタンは熱供給に使用される。

## 2.2.6 ベースラインの設定

### (1) ベースラインの設定

本方法論の有機性廃水処理のベースライン特定方法であるオプション A に基づき図 2-17 のフローダイアグラムに沿ってベースラインシナリオの特定を行った。その結果、図中の矢印の通りベースラインシナリオがオープンラグーンであることが示された。更に、スラッジ処理に関する代替案の可能性を本方法論の STEP1 から STEP4 に基づき検討しスラッジ処理がオープンラグーンとなることを特定した。

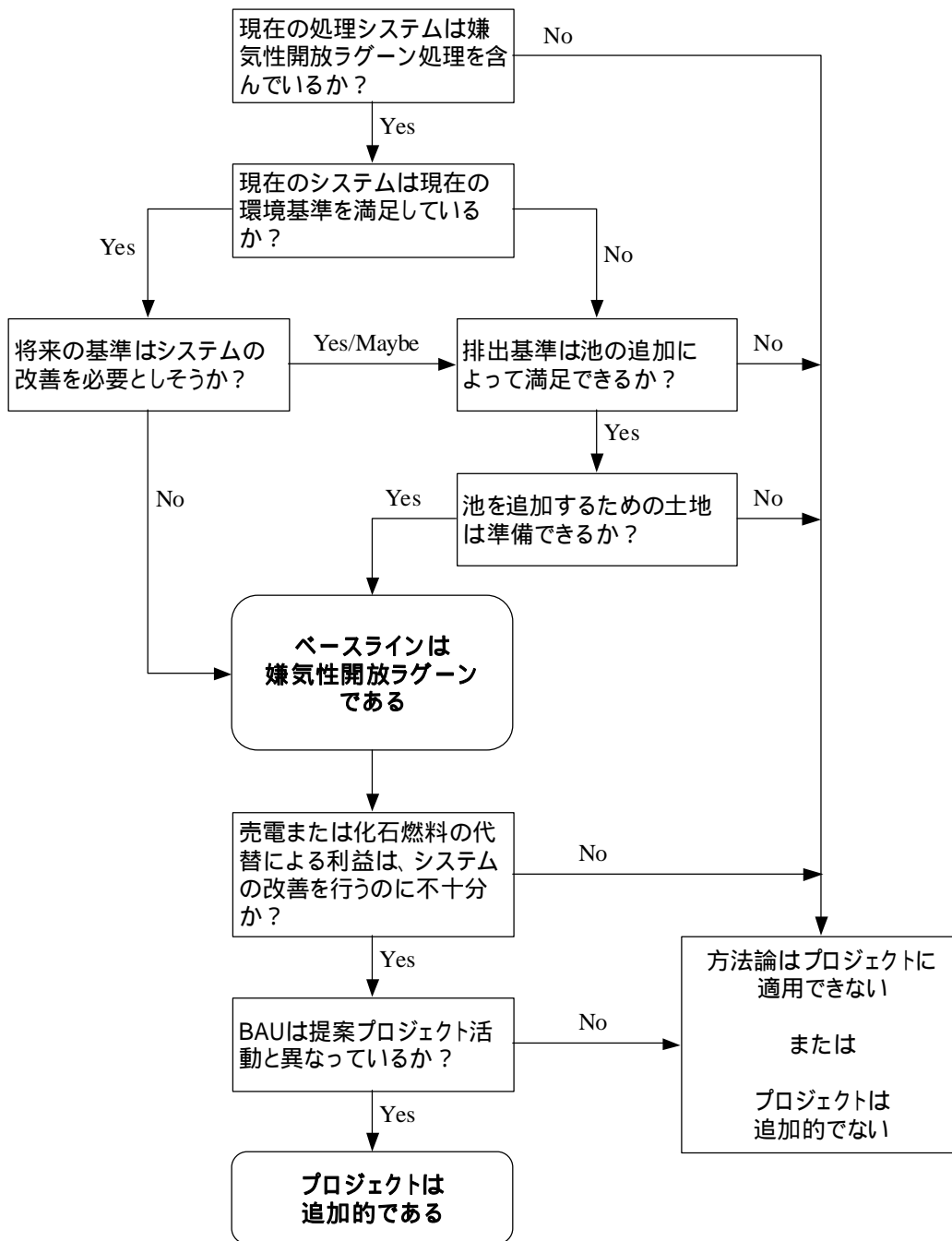


図 2-17 オプション A のフローダイアグラム

- 現在の処理設備は嫌気性オープンラグーンであるか？ Yes
- 現在の処理設備では法規制を満足できるか？ Yes
- 将来法規制の強化は有りえるか？ Yes/Maybe
- 更に池を追加することは可能か？ Yes

これにより、ベースラインは嫌気性オープンラグーンとなる。

## (2) スラッジ処理の特定(STEP1～STEP4)

STEP1 に沿いスラッジ処理の代替案を抽出し、STEP2～4 に沿い各代替案の可能性を検討した。その結果、下記の通りスラッジ処理のベースラインはオープンラグーン方式となることが示された。

- スラッジピットへの搬送  
既存のシステムではスラッジは廃水とともにオープンラグーンに排出される。法的にも問題は無い。
- メタン回収とフレア  
メタン利用には設備投資が必要である。現在、石炭ボイラが使用されはじめたところで、新たな設備投資は資金的にみても難しいと考えられる。
- メタン回収と電気・熱エネルギー生成への利用  
メタンを利用した発電や発熱には設備投資が必要である。新たな設備投資は資金的に難しいと考えられる。
- ランドフィル  
埋め立て処理には排水に含まれるスラッジを分離する設備投資が必要である。新たな設備投資は資金的に難しいと考えられる。
- 好気性コンポスト化  
好気処理にはスラッジを分離する設備投資が必要である。新たな設備投資は資金的に難しいと考えられる。
- 鉍化处理  
鉍化处理には設備投資が必要である。新たな設備投資は資金的に難しいと考えられる。
- コンポスト化  
排水は有機物濃度が高く、好気処理を行わないで排水を堆肥化することは難しい。
- スラッジの土地利用  
スラッジの土地利用には排水に含まれるスラッジを分離する設備投資が必要である。新たな設備投資は資金的に難しいと考えられる。



## 2.2.7 追加性の証明

プロジェクト活動の追加性の検証を下記の通り実施した。

### (1) 法的バリア

現在のタピオカ工場の排水処理設備には工場設備としての法規制が適用される。ベトナムにおける 2006 年制定の最新の規制値は COD が 80mg/l 以下（河川への放出時点）であるが、今回のサイトは十分な土地を有しているため、複数のラグーンの新設で法規制に対応可能である。

また、現時点でも複数ラグーンを用いて十分な時間をかけて処理されている。法律は強化されたばかりであり、当面は法規制強化の動きは無い。

### (2) 投資バリア

本事業を行うタピオカ澱粉工場の IRR の計算に用いる生産高とアップグレード（プロジェクト実施）に必要な投資は下記表の通りである。なお、ビジネスにおいてクリアすべき IRR は 6.875%（ベトナム国債：10 年債，クーポン(利回り)）である。

表 2-9 IRR 試算条件

項目	価格
初期投資 (設備のエンジニアリング, 調達, 建設に関 わるコストを含む)	2,677,500 US\$
運転・メンテナンスコスト (人件費, 管理費, 電気代等のランニングコ ストを含む)	70,400 US\$/年
バイオガス売却による収入	331,350 US\$/年
CER 売却価格	0, 10 US\$/tCO <sub>2</sub>

上記データに沿って IRR を CER 無有で算出した。ここでは CER 取引価格を 10US\$/tCER として評価を行った。

IRR の試算結果を表 2-10 に示す。

表 2-10 IRR 試算結果

CER 有無	無	有 (CER 取引価格：10US\$/tCO <sub>2</sub> )
IRR(%)	3.0	14.3

IRR はプロジェクト実施 14 年目の数値

これにより CER 無し時には IRR が小さくプロジェクトが BAU で無いことと、CER により投資メリットが生じることが確認された。

### (3) 代替案の可能性

更に他の廃水処理設備が適用されることの可能性について分析した。ベトナムでキャッサバ栽培面積が 35,000 ~ 40,000 ヘクタールと最大であるタイニン省には約 90 箇所のタピオカ澱粉工場が存在するが、その全てはオープンラグーン方式である。これは、UASB など今回の事業の代替設備導入が困難であることを意味している。

上記の分析から、「本事業は追加的である」ことが分かる。

## 2.2.8 GHG 削減量の計算

承認方法論 AM0013Ver04 に従って、プロジェクト実施による GHG 削減量を試算する。

### (1) ベースライン排出量の計算

#### (a) ラグーンからの排出

ベースラインにおけるラグーンからのメタン排出( $CH_4$  emissions,bl)は、ラグーンに流入する廃水の化学的酸素要求量(COD)と最大メタン生成能力( $Bo$ )及び、廃水がラグーン内で嫌氣的に消化される効率を示すメタン転換係数(MCF)を用いて、式(1)により月毎に試算された結果を年間に集計して求められる。

$$CH_4 \text{ emissions,bl} \quad = \quad \text{Total COD}_{\text{available,m}} \quad \times \quad Bo \quad \times \quad MCF_{\text{baseline}} \quad (1)$$

(kgCH<sub>4</sub>/yr)                      (kg COD/yr)                      (kgCH<sub>4</sub>/kgCOD)

$CH_4$ emissions,bl	:	ラグーンにおける廃水からのメタン排出
Total COD <sub>available,m</sub>	:	ベースラインにおいてラグーンに流入する月毎の化学的酸素要求量
$Bo$	:	最大メタン生成能力
$MCF_{\text{baseline}}$	:	月毎のメタン転換係数

ここで、

- 月別の  $COD_{\text{available,m}}$  は、廃水の COD 濃度(分析結果)と廃水量の積に係数  $AD(=0.995)$  を乗じて求めた。
- $Bo$  は、方法論に記載されている保守的な数値( $0.21\text{kgCH}_4/\text{kgCOD}$ )を用いた。
- $MCF_{\text{baseline}}$  は、式(2) , (3)に従ってラグーン深さと月毎の気温から算出した。

$$MCF_{\text{baseline}} = 0.89 \times f_d \times f_{t,y} \quad (2)$$

$$f_d : 0.7 \text{ (深さ 5m 以上)}$$

$$f_{t,y} = \exp[E \times (T_2 - T_1) / (R \times T_1 \times T_2)] \quad (3)$$

$$E : 15,175 \text{ cal/mol} , T_1 : 303.16\text{K} , R : 1.987\text{cal/K}\cdot\text{mol}$$

$CH_4$  emissions,bl の試算結果を表 2-11 に示す。また、月毎の  $MCF_{\text{baseline}}$  試算結果を表 2-12 に示す。

表 2-11 ベースラインにおけるラグーンからのメタン排出

Month No.	CH <sub>4</sub> emissions,bl (kgCH <sub>4</sub> /month)	COD available, m (kgCOD/month)	Bo (kgCH <sub>4</sub> /kgCOD)	MCF <sub>baseline</sub>
1	107,696	1,181,653	0.21	0.434
2	103,999	1,067,312	0.21	0.464
3	128,540	1,181,653	0.21	0.518
4	136,386	1,143,410	0.21	0.568
5	133,007	1,181,653	0.21	0.536
6	119,338	1,143,410	0.21	0.497
7	119,111	1,181,653	0.21	0.480
8	119,111	1,181,653	0.21	0.480
9	111,414	1,143,410	0.21	0.464
10	113,403	1,181,653	0.21	0.457
11	105,891	1,143,410	0.21	0.441
12	103,229	1,181,653	0.21	0.416
Total	1,401,124	13,912,523	-	-

表 2-12 月別の MCF<sub>baseline</sub> 試算結果

月	MCF <sub>baseline</sub>	f <sub>d</sub>	f <sub>t,monthly</sub>	T <sub>2</sub> (deg C)
1	0.434	0.7	0.696	25.7
2	0.464	0.7	0.745	26.5
3	0.518	0.7	0.832	27.8
4	0.568	0.7	0.912	28.9
5	0.536	0.7	0.860	28.2
6	0.497	0.7	0.797	27.3
7	0.480	0.7	0.771	26.9
8	0.480	0.7	0.771	26.9
9	0.464	0.7	0.745	26.5
10	0.457	0.7	0.733	26.3
11	0.441	0.7	0.708	25.9
12	0.416	0.7	0.667	25.2

従って、ラグーンからのベースライン排出量(BE<sub>lagoons</sub>)は以下のように試算さ

れる。

$$BE_{\text{lagoons}} = 1,401,124 \text{ kgCH}_4/\text{yr} \times 21 / 1,000 = 29,424 \text{ tCO}_2/\text{yr}$$

(b) 電気・燃料に関わるベースライン排出量

本プロジェクトでは、プロジェクトによって発生・回収するメタンは澱粉生産工程で使用されている乾燥設備の燃料として使用され、従来乾燥設備で使用されている石炭を代替する。尚、回収メタンを利用した発電は行わない。

また既存の廃水処理設備は、複数の開放ラグーンを自然流下により接続する構成となっており、電力を消費する機器・設備はない。

従って、承認方法論 AM0013 に記載の計算式の内、電気に関わる項を除いた式(4)によって、本プロジェクトにおける電気・燃料に関わるベースライン排出量( $BE_{\text{elec/heat}}$ )が試算される。

$$BE_{\text{elec/heat}} = HG_{\text{Bl,y}} \times CEF_{\text{Bl,therm,y}} \quad (4)$$

( $\text{tCO}_2/\text{yr}$ )            ( $\text{MJ/y}$ )            ( $\text{tCO}_2/\text{MJ}$ )

$BE_{\text{elec/heat}}$  : 電気・燃料に関わるベースライン排出量

$HG_{\text{Bl,y}}$  : プロジェクトを実施しない場合に、化石燃料を使用することによって消費される年間の熱量。

$CEF_{\text{Bl,therm,y}}$  : 熱エネルギー生成に伴う  $\text{CO}_2$  の排出係数

ここで、

- $HG_{\text{Bl,y}}$  は、プロジェクト実施によって得られるバイオガスの内、現在使用されている石炭を代替する量に相当する熱量  $102,245,709 \text{ MJ/yr}$  である。

本プロジェクトでは温度管理を行う密閉型のダイジェスターを使用する計画であることから、 $Bo=0.25 \text{ kgCH}_4/\text{kg}$  ,  $MCF=1$  として式(1)に準じて求めたメタン生成量から、フィジカルリーケージ及びダイジェスター温度管理のために消費するバイオガスを引くことで  $HG_{\text{Bl,y}}$  を算出した。

- $CEF_{\text{Bl,therm,y}}$  は、IPCC ガイドライン(Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual)に基づき、以下のよう  
に計算した。

$$\begin{aligned} CEF_{\text{Bl,therm,y}} &= CEF_{\text{coal}} \times \text{Fraction of C oxidised} \times (44/12) \text{tCO}_2/\text{tC} \div 1,000,000 \\ &= 27.6 \text{tC/TJ} \times 0.98 \times 3.667 \text{tCO}_2/\text{tC} \div 1,000,000 \\ &= 0.0000992 \text{ tCO}_2/\text{MJ} \end{aligned}$$

従って、電気・燃料に関わるベースライン排出量( $BE_{\text{elec/heat}}$ )は以下のように試

算される。

$$BE_{\text{elec/heat}} = 102,245,709 \text{ MJ/yr} \times 0.0000992 \text{ tCO}_2/\text{MJ} = 10,143 \text{ tCO}_2/\text{yr}$$

(c) ベースライン排出量

期待されるベースライン排出量は、ラグーンからのベースライン排出量( $BE_{\text{lagoons}}$ )と電気・燃料に関わるベースライン排出量( $BE_{\text{elec/heat}}$ )の合計である。

$$\begin{aligned} \text{期待される} &= BE_{\text{lagoons}} + BE_{\text{elec/heat}} \\ \text{ベースライン排出量(tCO}_2/\text{yr)} & \quad (\text{tCO}_2/\text{yr}) \quad (\text{tCO}_2/\text{yr}) \\ &= 29,424 + 10,143 \\ &= 39,567 \text{ tCO}_2/\text{yr} \end{aligned}$$

(2) プロジェクト排出量の計算

(a) ラグーンからの排出

プロジェクトを実施した場合のラグーンからのメタン排出( $\text{CH}_4_{\text{emissions,pr}}$ )は、ベースラインと同様に、ラグーンに流入する廃水の化学的酸素要求量(COD)と最大メタン生成能力( $Bo$ )及び、廃水がラグーン内で嫌氣的に消化される効率を示すメタン転換係数(MCF)を用いて、式(5)により試算される。

$$\begin{aligned} \text{CH}_4_{\text{emissions,pr}} &= \text{COD}_{\text{dig\_out}} \times Bo \times \text{MCF}_{\text{dig\_out}} \quad (5) \\ (\text{kgCH}_4/\text{yr}) & \quad (\text{kg COD}/\text{yr}) \quad (\text{kgCH}_4/\text{kgCOD}) \end{aligned}$$

$\text{CH}_4_{\text{emissions,pr}}$  : ラグーンにおける廃水からのメタン排出  
 $\text{COD}_{\text{dig\_out}}$  : プロジェクト実施時においてラグーンに流入する年間の化学的酸素要求量  
 $Bo$  : 最大メタン生成能力  
 $\text{MCF}_{\text{dig\_out}}$  : メタン転換係数

計算は以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} \text{CH}_4_{\text{emissions,pr}} &= 2,782,505 \text{ kg COD}/\text{yr} \times 0.21 \text{ kg CH}_4/\text{kg COD} \times 0.480 \\ &= 280,477 \text{ kgCH}_4/\text{yr} \end{aligned}$$

ここで、

- 本プロジェクトでは、ラグーン前段にダイジェスターを設置することから、ダイジェスターから排出される排出水の COD が  $\text{COD}_{\text{dig\_out}}$  となる。そこで、 $\text{COD}_{\text{dig\_out}}$  は工場から排出される廃水の COD からダイジェスターで

の除去 COD を引いた数値とした。

- $B_o$  及び  $MCF_{dig\_out}$  は、保守性を重視する観点から、ベースラインと同じ数値を用いた。

従って、ラグーンからのプロジェクト排出量( $PE_{lagoons}$ )は以下のように計算される。

$$PE_{lagoons} = 280,477 \text{ kgCH}_4/\text{yr} \times 21 / 1,000 = 5,890 \text{ tCO}_2/\text{yr}$$

#### (b) ダイジェスターのフィジカルリーケージ

本プロジェクトで設置するダイジェスターでは、槽内に設置する攪拌機や計測器などのメンテナンス用として発酵槽上面に開口が設けられるため、この開口部から漏出するメタンをダイジェスターのフィジカルリーケージとして計上する。

開口部は他の密閉された箇所と槽内の気相部が独立する構造となっているため、ダイジェスターの表面積に占める開口部の面積比を基に式(6)によりフィジカルリーケージを試算する。

$$\begin{aligned} \text{フィジカルリーケージ} &= \text{ダイジェスターで生成される CH}_4 && \times && \text{開口部の面積比} && \times && \text{GWP}_{\text{CH}_4} && \text{(6)} \\ (\text{tCO}_2/\text{yr}) & && (\text{kgCH}_4/\text{yr}) && && && (\text{tCO}_2/\text{kgCH}_4) \end{aligned}$$

ここで、

- 本プロジェクトでは温度管理を行う密閉型のダイジェスターを使用する計画であることから、ダイジェスターで生成される  $\text{CH}_4$  は、 $B_o=0.25 \text{ kgCH}_4/\text{kg}$ 、 $MCF=1$  として式(1)に準じて求めた。
- ダイジェスターの表面積に占める開口部の面積比は 0.45% である。

従って、ダイジェスターでのフィジカルリーケージは以下のように試算される。

$$\begin{aligned} \text{フィジカルリーケージ} &= 2,782,505 \text{ kgCH}_4/\text{yr} \times 0.0045 \times (21 / 1000) \text{ tCO}_2/\text{kgCH}_4 \\ &= 263 \text{ tCO}_2/\text{yr} \end{aligned}$$

#### (c) ガス燃焼に伴う排出

本プロジェクトではフレア設備が設置されるが、熱エネルギーを生成するボイラー、乾燥機が運転されず、かつ余剰ガスが発生した場合のみに使用される非常用の設備であるため、事前の試算ではフレア設備に関わる  $\text{CO}_2$  発生は計上しない。

(d) 熱エネルギー・電力の消費に伴う排出

本プロジェクトで設置される設備で消費する電力及び燃料に基づく熱エネルギー・電力の消費に伴う排出量を式(7)により試算する。

尚、本プロジェクトで設置する設備では、メタン発酵設備の加温用に熱エネルギーを消費するが、このエネルギーはメタン発酵設備で生成・回収するバイオガスを利用してボイラーで生成される。

$$PE_{\text{elec/heat}} = EL_y \times CEF_d + HG_{\text{Pr,y}} \times CEF_{\text{Pr,therm,y}} \quad (7)$$

(tCO<sub>2</sub>/yr) (MWh/y) (tCO<sub>2</sub>/MWh) (MJ/y) (tCO<sub>2</sub>/MJ)

PE<sub>elec/heat</sub> : 熱エネルギー・電力の消費に伴う排出量  
EL<sub>y</sub> : プロジェクト活動での電力消費量。  
CEF<sub>d</sub> : 発電に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数  
HG<sub>Pr,y</sub> : プロジェクト活動での熱エネルギー消費量。  
CEF<sub>Pr,therm,y</sub> : 熱エネルギー生成に伴う CO<sub>2</sub> の排出係数

ここで、

- EL<sub>y</sub> は、プロジェクト実施の際に設置するプロジェクト設備における電力消費(603.38MWh/yr)である。
- CEF<sub>d</sub> は、ベトナムにおけるグリッドの CO<sub>2</sub> の排出係数(0.637tCO<sub>2</sub>/MWh)である。
- 本プロジェクトで設置する設備では、メタン発酵設備の加温用に熱エネルギーを消費するが、このエネルギーはメタン発酵設備で生成・回収するバイオガスを利用してボイラーで生成される。HG<sub>Pr,y</sub> は 36,253,477(MJ/y)である。
- 熱エネルギー生成に使用するバイオガスはバイオマス由来のものであり、カーボンニュートラルが適用されるため、CEF<sub>Pr,therm,y</sub> は 0(ゼロ)である。

従って、熱エネルギー・電力の消費に伴うプロジェクト排出量(PE<sub>elec/heat</sub>)は以下のように試算される。

$$PE_{\text{elec/heat}} = 603.38 \text{ MJ/yr} \times 0.637 \text{ tCO}_2/\text{MWh} + 36,253,477 \text{ MJ/y} \times 0 \text{ tCO}_2/\text{MJ}$$
$$= 384 \text{ tCO}_2/\text{yr}$$

(e) スラッジの処理に伴う排出

本プロジェクトでは、スラッジは廃水とともにメタン発酵設備を経由してラ



グーンに流入するため、土地利用されるスラッジは存在しない。

(f) 脱水プロセスからの脱離液による排出

本プロジェクトでは、スラッジは廃水とともにメタン発酵設備を經由してラグーンに流入し、スラッジを廃水から分離し脱水するプロセスを有しないため、脱水プロセスからの脱離液は存在しない。

(g) プロジェクト排出量

期待されるプロジェクト排出量は、ラグーンからのプロジェクト排出量(PE<sub>lagoons</sub>)とフィジカルリーケージ、熱エネルギー・電力の消費に伴うプロジェクト排出量(PE<sub>elec/heat</sub>)の合計である。

$$\begin{aligned}
 \text{期待される} &= \text{PE}_{\text{lagoons}} + \text{フィジカル} + \text{PE}_{\text{elec/heat}} \\
 \text{プロジェクト排出量} & \quad (\text{tCO}_2/\text{yr}) \quad \text{リーケージ} \quad (\text{tCO}_2/\text{yr}) \\
 (\text{tCO}_2/\text{yr}) & \quad \quad \quad (\text{tCO}_2/\text{yr}) \\
 &= 5,890 + 263 + 384 \\
 &= 6,537 \text{ tCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

(3) 排出削減量

(a) リークージ

承認方法論 AM0013Ver04 では、プロジェクト活動に伴うリーケージは想定されていない。

(b) 排出削減量

以上の結果から、本プロジェクトを実施することによる GHG 排出削減量は以下のように試算される。

$$\begin{aligned}
 &\text{期待される排出削減量}(\text{tCO}_2/\text{yr}) \\
 &= \text{期待されるベースライン排出量}(\text{tCO}_2\text{e}/\text{yr}) \\
 &\quad - \text{リーケージ}(\text{t CO}_2\text{e}/\text{yr}) \\
 &\quad - \text{期待されるプロジェクト排出量}(\text{t CO}_2\text{e}/\text{yr}) \\
 &= 39,567 - 0 - 6,537 \\
 &= 33,030 \text{ tCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

## 2.2.9 クレジット獲得期間

更新クレジット期間×2期のクレジット獲得期間を想定すると、全体での獲得クレジットは表 2-13 に示す通りとなる。

表 2-13 獲得クレジット

Year	期待される プロジェクト 排出量 (t/CO <sub>2</sub> e)	期待される ベースライン 排出量 (t/CO <sub>2</sub> e)	リーケージ (t/CO <sub>2</sub> e)	期待される全体の GHG 排出削減量 (t/CO <sub>2</sub> e)
2009	6,537	39,567	0	33,030
2010	6,537	39,567	0	33,030
2011	6,537	39,567	0	33,030
2012	6,537	39,567	0	33,030
2013	6,537	39,567	0	33,030
2014	6,537	39,567	0	33,030
2015	6,537	39,567	0	33,030
2016	6,537	39,567	0	33,030
2017	6,537	39,567	0	33,030
2018	6,537	39,567	0	33,030
2019	6,537	39,567	0	33,030
2020	6,537	39,567	0	33,030
2021	6,537	39,567	0	33,030
2022	6,537	39,567	0	33,030
Total (tCO <sub>2</sub> e)	91,518	553,938	0	462,420

## 2.2.10 モニタリング計画

プロジェクトの実施によって発生する GHG を正確に把握するため、承認方法論 AM0013 Ver04 に従ってモニタリング計画を作成した。

本プロジェクトでは、生成するバイオガスを用いた発電を行わないため、発電機に関わる項目を除いた計画となっている。尚、フレアシステムに関しては、AM0013 の改訂に伴い内容が変更されているため、最新版(Ver04)の内容に準じた。

図 2-18 に、本プロジェクトにおけるモニタリングプランを示す。

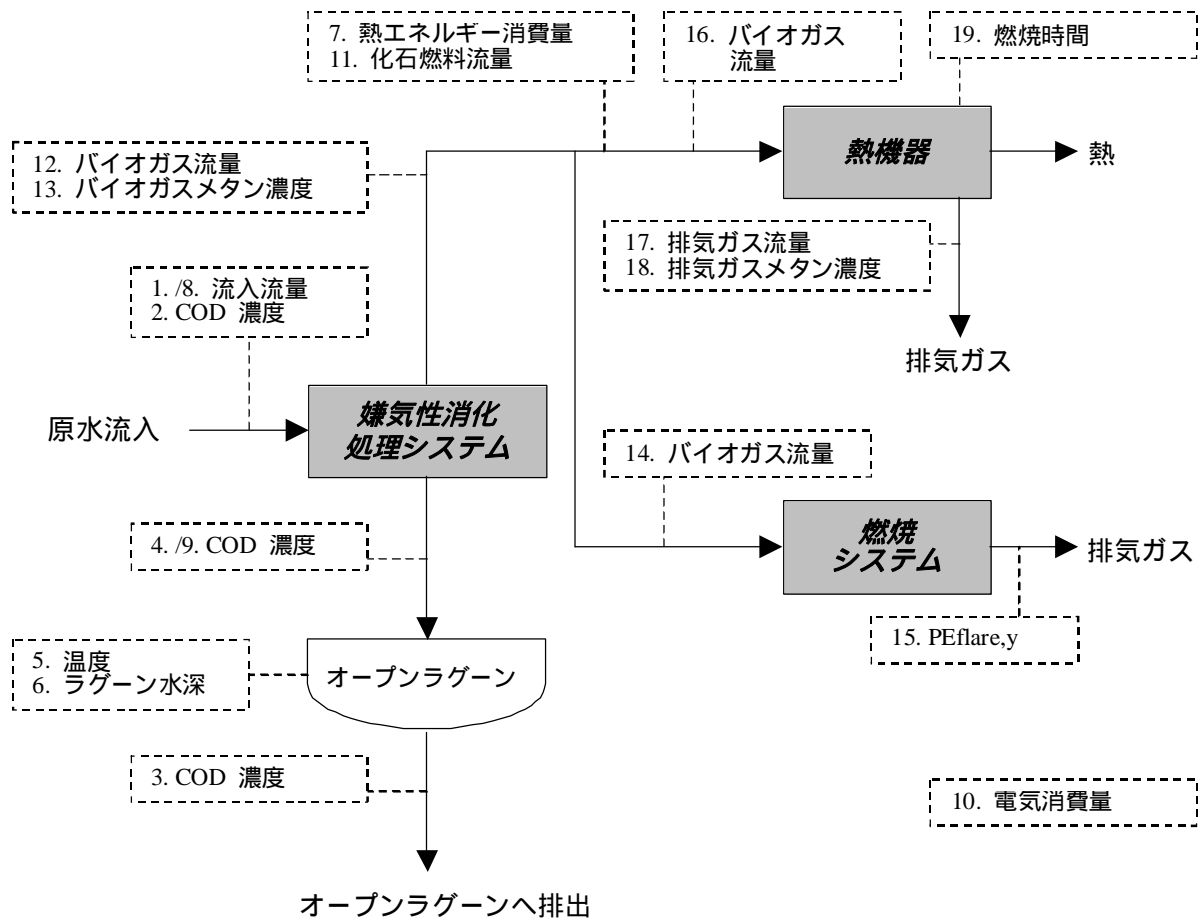


図 2-18 モニタリングプラン

## 2.2.11 環境影響及びその他の間接影響

### (1) 環境影響

工場からの廃水は、本プロジェクトで設置するダイジェスターによって廃水中の汚濁物が予め除去された後、開放ラグーンに排出されるため、開放ラグーンからの臭気発生は軽減される。また開放ラグーン貯留液の底部からの地下浸透による地下水汚染の軽減効果も期待される。

臭気軽減によりプロジェクト実施地点における作業環境が向上する他、地下水質改善により周辺環境の改善にも貢献する。

### (2) その他の間接影響

周辺で農業用水、生活用水などとして使用されている地下水の水質が改善されることにより、周辺住民の衛生改善効果が期待される。

また、本プロジェクト実施により、ベトナムにおけるタピオカ澱粉加工工場の省エネルギー化が実現されることで、タピオカ澱粉工場の経営効率が改善し、将来ベトナム農村地域の経済発展、都市部との格差是正に貢献することが期待できる

### (3) 環境影響評価

ベトナムでは、プロジェクトの実施にあたって EIA (Environmental Impact Assessment) レポートを作成し、省の人民委員会と天然資源環境局 (DONRE : Department of Natural Resources and Environment) の承認レターを取得することが必要である。尚、ベトナムにおいて CDM プロジェクトの承認を取得するために要求される EIA レポートの内容は、2006 年に制定された新しい環境保護法での要求と同じである。

EIA レポートを作成する段階では、プロジェクトが実施される Tan Hiep 村人民委員会と、村住民を代表する組織である Tan Hiep 村祖国戦線からコメントを得ることが必要である。EIA レポートが完成し、省人民委員会と天然資源環境省に提出されると、人民委員会が評価委員会を組織してレポートの評価を行う。通常 30 日間の評価期間の後、省知事から承認証明書が付与される。

本プロジェクトに関する EIA レポートでは、プロジェクト設備の建設や運転によって発生する大気汚染、水質汚染などの環境影響は小さく、プロジェクト実施により環境影響は低減できると結論づけた。

本プロジェクト実施による環境への貢献(ポジティブインパクト)は、以下の通りである。

- ラグーンからのメタン排出低減：

工場従業員の労働環境改善，周辺住民の居住環境改善

- ラグーンへの流入水の水質改善：水質汚染の軽減
- 石炭燃焼による CO<sub>2</sub> 及び硫黄酸化物の排出低減：大気汚染の軽減

EIA レポートでの環境影響評価の概要(ネガティブインパクト)を表 2-14 に示す。

表 2-14 環境影響評価(ネガティブインパクト)

項目	想定される影響	対策
建設時の環境影響 ▶ 資材の輸送 ▶ 現場作業員の増加 ▶ 設備の建設	大気汚染 水質汚染 騒音 臭気	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 密閉型トラックによる資材輸送</li> <li>● ピーク時の輸送負荷抑制</li> <li>● 散水(暑い日, 風のある日)</li> </ul>
運転時の環境影響 ▶ ダイジェスター ▶ フレアシステム	水質汚染 水環境汚染 大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>● フレアシステムの煙突高さ(工場より高くし拡散させる)</li> <li>● 廃水水質(入・出)の監視</li> <li>● 固形残渣の乾燥場への遅滞なき輸送</li> </ul>

EIA レポート提出に先立って行った、タイニン省人民委員会及び天然資源環境局との協議の状況を、図 2-19, 図 2-20 に示す。



図 2-19 タイニン省人民委員会との協議

中央：Mr. Vo Hung Viet (Vice Chairman)

右から 2 人目(女性)：Ms. Pham Thi Huong (Director of DONRE)



図 2-20 タイニン省天然資源環境局との協議  
右から 2 人目：Mr. Hoang Nguyen (Vice Director)

#### 2.2.12 利害関係者コメント

利害関係者コメント取得にあたって、ベトナム語版の PDD(ドラフト)を作成し、カウンターパートの確認を経て、タイニン省人民委員会に提出した。人民委員会では、関係する機関などからコメントを収集し、収集したコメントを取り纏めて VIETMA 社へ送付する。

尚、タピオカ澱粉生産の管轄省庁である農業農村開発省(MARD：Ministry of Agriculture and Rural Development)に対しても以同様の手続きが必要である。

受領したコメントの概要を以下に示す。

##### (1) 農業農村開発省

本プロジェクトは、澱粉加工工場において嫌気性ダイジェスターを設置し、回収するメタンガスを石炭の代替燃料として使用するもので、タイニン省の環境改善、再生可能エネルギーの活用推進に貢献するものである。

本プロジェクトで使用する処理技術はタイニン省や他の省の澱粉加工工場にも適用することができる。

##### (2) タイニン省人民委員会及び関連する機関

本プロジェクトは、タイニン省において CDM が適用される最初のタピオカ澱粉

加工工場であり、サポートする。本プロジェクトの実施による環境への悪影響は無く、タイニン省の経済発展に貢献するものである。

### (3) VIETMA 社

本プロジェクトの実施に協力する。可能な限り早いプロジェクト実施を望んでいる。

現地の利害関係者からは、本プロジェクトの実施を否定する意見は出されなかった。VIETMA 社がある Tan Hiep 村人民委員会及び Tan Hiep 村祖国戦線を含む全ての利害関係者から、プロジェクト実施への支援を取り付けることができた。

社会主義国であるベトナムでは、周辺住民のコメントは代表組織である祖国戦線のコメントに代表される。

## 2.2.13 小規模 CDM 適用の検討

2006 年 9 月の CDM 理事会第 26 回会議において小規模 CDM の定義の変更が合意され、小規模 CDM の適用範囲が拡大された。

表 2-15 小規模 CDM の適用範囲変更の概要

タイプ	名称	変更後の適用範囲
	再生可能エネルギープロジェクト	最大発電容量 15MW 以下 (変更なし)
	エネルギー効率改善プロジェクト	需要側・供給側における最大エネルギー消費削減量 60GWh/yr
	その他のプロジェクト	排出削減量 60ktCO <sub>2</sub> /yr 以下

前述の通り、本プロジェクトにおける排出削減量は AM0013 Ver.04 を適用した場合 34,790tCO<sub>2</sub>/yr と計算されることから、今回の適用範囲拡大によって、本プロジェクトは小規模 CDM タイプ に該当する可能性が考えられる。

そこで、小規模 CDM の適用可能性について検討を行った。

### (1) 適用小規模 CDM 方法論

小規模 CDM のカテゴリーの内、本プロジェクトに適用されるカテゴリーは以下の通りである。

- .C. (利用者の熱エネルギー) : バイオガスをエネルギー利用する部分

- .H. (廃水処理でのメタン回収)：ダイジェスターを設置し既設のラグーンからのメタン排出を削減する部分

従って、本プロジェクトを小規模 CDM として実施する場合、以下の 2 つの方法論が併用されることとなる。

- AMS .H./Version 4 (23 December 23, 2006)
- AMS .C./Version 9 (23 December 23, 2006)

(2) AMS .H.での排出削減量

(a) プロジェクト排出量

プロジェクト設備における電力消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出

$$\begin{aligned} PE_{y,power} \text{ (tCO}_2\text{/y)} &= PC_y \text{ (MWh/y)} \times CEF_{grid} \text{ (tCO}_2\text{/Wh)} \\ &= 603.38 \times 0.637 \\ &= 384 \text{ (tCO}_2\text{/y)} \end{aligned}$$

尚、

$PC_y$  : プロジェクト設備での電力消費(MWh/y)

$CEF_{grid}$  : ベトナムにおけるグリッドの CO<sub>2</sub> 排出係数(tCO<sub>2</sub>/Wh)

処理された廃水中の有機物の分解による排出

$$\begin{aligned} PE_{y,ww,treated} \text{ (tCO}_2\text{/y)} &= Q_{y,ww} \text{ (m}^3\text{/y)} \times COD_{y,ww,treated} \text{ (t/m}^3\text{)} \times B_{o,ww} \text{ (kgCH}_4\text{/kgCOD)} \\ &\quad \times MCF_{ww,final} \text{ (-)} \times GWP_{CH_4} \text{ (-)} \\ &= 718182 \times 0.0038 \times 0.21 \times 1.0 \times 21 \\ &= 12035 \text{ (tCO}_2\text{/y)} \end{aligned}$$

尚、

$Q_{y,ww}$  : 処理される廃水量(m<sup>3</sup>/y)

$COD_{y,ww,treated}$  : 処理された廃水の COD 濃度(t/m<sup>3</sup>)

$B_{o,ww}$  : 廃水からのメタン生成能力(kgCH<sub>4</sub>/kgCOD)

$MCF_{ww,final}$  : メタン転換係数(-)

$GWP_{CH_4}$  : メタンの地球温暖化係数(-)

最終スラッジの嫌気的な腐敗による排出

本プロジェクトにおけるプロジェクト設備では、新たなスラッジの発生はないため本項目は該当しない。

$$PE_{y,s,final} \text{ (tCO}_2\text{/y)} = 0$$



メタン回収及びフレアシステムでのメタン放出による排出

$$\begin{aligned}
 PE_{y,\text{fugitive}} \text{ (tCO}_2\text{/y)} &= PE_{y,\text{fugitive,ww}} \text{ (tCO}_2\text{/y)} + PE_{y,\text{fugitive,s}} \text{ (tCO}_2\text{/y)} \\
 &= (1 - CEF_{\text{ww}}) \times MEP_{y,\text{ww,treatment}} \times GWP_{\text{CH}_4} (-) + 0 \\
 &= (1 - 0.9) \times 2866 \times 21 + 0 \\
 &= 6019 \text{ (tCO}_2\text{/y)}
 \end{aligned}$$

尚、

$PE_{y,\text{fugitive,ww}}$  : 嫌気性廃水処理でのメタン回収及びフレアでの排出(tCO<sub>2</sub>/y)

$PE_{y,\text{fugitive,s}}$  : 嫌気性スラッジ処理でのメタン回収及びフレアでの排出(tCO<sub>2</sub>/y)

本プロジェクトでは新たなスラッジ排出は無い。

$CEF_{\text{ww}}$  : 廃水処理におけるメタン回収・メタン燃焼装置の効率(-)

$MEP_{y,\text{ww,treatment}}$  : 廃水処理プラントでのメタン排出能力(tCH<sub>4</sub>/y)

処理された廃水に溶解するメタンからの排出

$$\begin{aligned}
 PE_{y,\text{dissolved}} \text{ (tCO}_2\text{/y)} &= Q_{y,\text{ww}} \text{ (m}^3\text{/y)} \times [\text{CH}_4]_{y,\text{ww,treated}} \text{ (tCH}_4\text{/m}^3) \times GWP_{\text{CH}_4} \\
 &= 718182 \times 0.0001 \times 21 \\
 &= 1508 \text{ (tCO}_2\text{/y)}
 \end{aligned}$$

尚、

$[\text{CH}_4]_{y,\text{ww,treated}}$  : 処理された排水中に溶解するメタン濃度(tCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>)

プロジェクト排出量

$$\begin{aligned}
 PE_y &= PE_{y,\text{power}} + PE_{y,\text{ww,treated}} + PE_{y,\text{s,final}} + PE_{y,\text{fugitive}} + PE_{y,\text{dissolved}} \\
 &= 384 + 12035 + 0 + 6019 + 1508 \\
 &= 19946 \text{ (tCO}_2\text{/y)}
 \end{aligned}$$

(b) ベースライン排出量

廃水処理プラントでのメタン排出能力

$$\begin{aligned}
 MEP_{y,\text{ww,treatment}} \text{ (tCH}_4\text{/y)} &= Q_{y,\text{ww}} \text{ (m}^3\text{/y)} \times \text{COD}_{y,\text{ww,untreated}} \text{ (t/m}^3) \times B_{o,\text{ww}} \text{ (kgCH}_4\text{/kgCOD)} \\
 &\quad \times \text{MCF}_{\text{ww,treatment}} (-) \\
 &= 718182 \times 0.019 \times 0.21 \times 0.8 \\
 &= 2292 \text{ (tCH}_4\text{/y)}
 \end{aligned}$$

尚、

$\text{COD}_{y,\text{ww,untreated}}$  : 嫌気性処理システムに流入する廃水の COD 濃度(t/m<sup>3</sup>)

$\text{MCF}_{\text{ww,final}}$  : 廃水処理システムのメタン転換係数(-)

ベースライン排出量

$$\begin{aligned} BE_y \text{ (tCO}_2\text{/y)} &= (\text{MEP}_{y,\text{ww,treatment}} + \text{MEP}_{y,\text{s,treatment}}) \times \text{GWP\_CH}_4 \text{ (-)} \\ &= (2292 + 0) \times 21 \\ &= 48132 \text{ (tCO}_2\text{/y)} \end{aligned}$$

尚、

$\text{MEP}_{y,\text{s,treatment}}$  : スラッジ処理システムでのメタン排出能力(tCH<sub>4</sub>/y)  
本プロジェクトでは新たなスラッジ排出は無い。

(c) 排出削減量

リーケージ

本プロジェクトでは、リーケージは関係しない。

$$\text{Leakage}_y = 0 \text{ (tCO}_2\text{/y)}$$

排出削減量

$$\begin{aligned} ER_y &= BE_y - (\text{PE}_y + \text{Leakage}_y) \\ &= 48132 - (19946 + 0) \\ &= 28186 \text{ (tCO}_2\text{/y)} \end{aligned}$$

(3) AMS .C.での排出削減量

(a) ベースライン排出量

$$\begin{aligned} BE_{y,\text{ff}} \text{ (tCO}_2\text{/y)} &= Q_{y,\text{coal}} \text{ (kt-coal/y)} \times \text{NCV}_{\text{coal}} \text{ (TJ/kt)} \times \text{EF}_{\text{coal}} \text{ (tCO}_2\text{/TJ)} \\ &= 6.168 \times 20.91 \times 99.18 \\ &= 12792 \text{ (tCO}_2\text{/y)} \end{aligned}$$

尚、

$Q_{y,\text{coal}}$  : バイオガスに代替される石炭消費量(kt-coal/y)

$\text{NCV}_{\text{coal}}$  : 石炭の単位熱量(TJ/kt)

$\text{EF}_{\text{coal}}$  : 石炭の熱量あたり CO<sub>2</sub> 排出係数(tCO<sub>2</sub>/TJ)

(b) 排出削減量

本プロジェクトでは、バイオマス由来のメタンで石炭を代替することから、プロジェクト排出量は0となる。

$$\text{PE}_{y,\text{ff}} \text{ (tCO}_2\text{/y)} = 0$$

従って、排出削減量はベースラインと同じである。

$$\begin{aligned} ER_{y,\text{ff}} \text{ (tCO}_2\text{/y)} &= BE_{y,\text{ff}} - \text{PE}_{y,\text{ff}} \\ &= 12792 \text{ (tCO}_2\text{/y)} \end{aligned}$$

(4) 小規模 CDM 適用の評価

(a) 小規模 CDM を適用した場合の総排出削減量

小規模 CDM を適用した場合の総排出削減量を表 2-16 に示す。

表 2-16 小規模 CDM 方法論を適用した場合の排出削減量

	AMS .H.	AMS .C.
ベースライン排出量	48,132 (tCO <sub>2</sub> /y)	12,792 (tCO <sub>2</sub> /y)
プロジェクト排出量	19,946 (tCO <sub>2</sub> /y)	0 (tCO <sub>2</sub> /y)
リーケージ	0 (tCO <sub>2</sub> /y)	0 (tCO <sub>2</sub> /y)
排出削減量	28,186 (tCO <sub>2</sub> /y)	12,792 (tCO <sub>2</sub> /y)
(合計)	40,978 (tCO <sub>2</sub> /y)	

以上の試算の結果、本プロジェクトは AMS .H. , AMS .C.のいずれのカテゴリーにおいても上限の範囲内となり、小規模 CDM が適用できることが確認できた。

(b) 小規模 CDM 適用の評価

小規模方法論を適用した場合の排出削減量を試算した結果、総排出削減量は 40,978 tCO<sub>2</sub>/y となった。

この数値は、承認方法論 AM0013 Ver.04 を使用した場合の排出削減量よりも若干大きくなることから、事業を実施する際の収益確保のため小規模 CDM を適用することが有効であると考えられる。

しかし、小規模 CDM には上限値が定められており、本プロジェクトと同様のプロジェクトを想定した場合、AMS .H.のカテゴリーの範囲である排出削減量 60 ktCO<sub>2</sub>/y を満足するためには、対象となる工場の規模がおおよそ澱粉生産量で 200t/day 程度までに限定されることとなる。

工場の規模によって適用する CDM のタイプを変える必要が生じることから、小規模 CDM 適用にあたっては注意が必要である。

### 3. 事業化に向けて

#### 3.1 プロジェクトの実施体制

事業実施のための SPC（特別目的会社）を(株)東芝主体の出資で設立し、SPC が CDM 事業を実施する。体系図は下記のとおり。

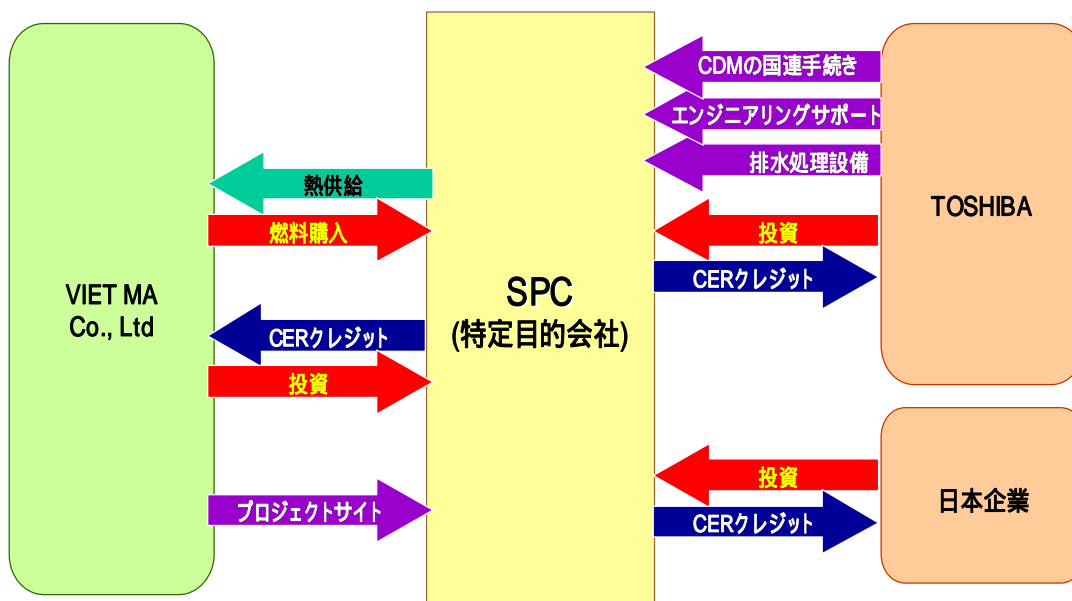


図 3-1 CDM 事業の実施体系図

#### 3.2 プロジェクト実施のための資金計画

SPC を日本企業の出資により設立、事業を進める。

初期投資額合計 3.1 億円(概算値)

内訳：設備詳細検討、設計	：0.2 億円
機器調達、製作	：0.8 億円
現地工事	：2.0 億円
開業費用	：0.1 億円

CER の転売については、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構による、「クレジットを既に取得又は今後取得する見込みのある事業者との間で転売によるクレジット購入契約を締結する、間接取得型クレジット取得事業」を活用することを検討する。

### 3.3 経済性分析及び事業化に向けての課題

#### 3.3.1 主要機器及び試算条件

- (1)メタン発酵槽
- (2)ガス精製装置
- (3)熱風乾燥機

表 3-1 IRR 試算条件

項目	価格
初期投資 (設備のエンジニアリング, 調達, 建設に関 わるコストを含む)	2,677,500 US\$
運転・メンテナンスコスト (内訳)	70,400US\$/年
電気使用量	(30,300US\$/年)
人件費	(15,900US\$/年)
保守費	(8,600US\$/年)
修繕費	(8,600US\$/年)
諸経費	(7,000US\$/年)
バイオガス売却による収入	331,350 US\$/年
CER 売却価格	0, 5,10,15 US\$/tCO <sub>2</sub>

#### 3.3.2 IRR 試算結果

表 3-2 IRR 試算結果

クレジット 価格	IRR (%)			
	7 年	10 年	14 年	15 年
クレジットなし	-9.1	-1.6	3.0	3.0
5 US\$/tCO <sub>2</sub>	-1.3	5.5	9.3	9.5
10 US\$/tCO <sub>2</sub>	5.0	11.1	14.3	14.6
15 US\$/tCO <sub>2</sub>	10.3	15.9	18.6	18.9

### 3.3.3 事業化に向けての課題

表 3-2 から考察すると、CER クレジット回収無しでの IRR は、7 年で-9.1%、14 年で 3.0%と低く、事業化は難しい。対して、CER クレジット(10US\$/t-CO<sub>2</sub>)における収益性は、7 年で IRR5.0%、14 年で IRR14.3%となっており、見込みのある事業としての評価ができる。以上のことにより、CER クレジットの価格によって、事業性が左右されてしまうという問題点があることが判る。

その他、事業化に向けて検討必要な課題を下記に示す。

- (1) 事業化に向けて初期投資額を 3.1 億円にて見込んでいるが、概算であるため、設備のエンジニアリング、調達、建設に関わるコスト等を精査する必要がある。
- (2) 3.1 項に記載した事業実施体制に基づき、SPC 設立に向けてカウンターパートとの出資比率検討、実施体制の構築、技術提携の検討等を行う。
- (3) 2.2.13 項に述べたとおり、2006 年 9 月の CDM 理事会第 26 回会議において小規模 CDM の定義の変更が合意され、小規模 CDM の適用範囲が拡大されたため、本事業は小規模 CDM を適用することが可能である。小規模 CDM を適用した場合は、事業収益性が向上し国連承認までの事務手続きの簡素化を図れる利点があることから、小規模 CDM への転換を検討する。