

二国間クレジット制度に係る実現可能性調査 最終報告書概要版	
調査案件名	タピオカ澱粉工場におけるバイオガス発生・回収・石炭代替利用プロジェクト
調査実施団体	パシフィックコンサルタンツ株式会社
ホスト国	ラオス人民民主共和国

### 1. 調査実施体制：

国	団体名	受託者との関係	実施内容
日本	パシフィックコンサルタンツ株式会社	調査実施主体	全体管理、事業性評価、方法論予備調査、その他調査等
日本	クライメート・コンサルティング合同会社	外注先	方法論予備調査及び現地調査活動支援
タイ	Biotrix Asia Company Ltd.	外注先	概略設計、工事計画、廃水分析、導入技術評価・分析
ホスト国	KPN Tapioca Factory Co., Ltd.	現地プロジェクト実施主体	事業性評価（資金調達計画）

### 2. プロジェクトの概要：

調査対象プロジェクトの概要			
プロジェクトの概要	ラオス人民民主共和国チャンパサック県パクセー市に位置するタピオカ澱粉工場である KPN Tapioca Factory Co. Ltd.において、廃水を嫌気発酵槽により嫌気処理し、発生するバイオガスを回収してボイラー燃料として利用することで、化石燃料（石炭）と非再生可能バイオマス燃料（伐採木）を代替することを目的とする。本プロジェクトの実施により、化石燃料と非再生可能バイオマスの燃焼に伴う CO <sub>2</sub> およびオープンラグーンからの CH <sub>4</sub> の大気中への放出を回避することで、温室効果ガス排出量の削減を達成する。		
予定代表事業者	パシフィックコンサルタンツ株式会社		
プロジェクト実施主体	KPN Tapioca Factory Co., Ltd.		
初期投資額	203,000(千円)	着工開始予定	(未定)
年間維持管理費	4,500(千円)	工期（リードタイム）	9～12ヶ月
投資意志	設備導入に意欲的	稼働開始予定	(未定)
資金調達方法	初期投資額については、プロジェクト開始及び設備導入時点では、KPN 社の自己資金と現地銀行からの借入金により賄い、設備の完工、稼働開始後に JCM の設備補助金を充当する。想定する借入先としては、KPN 社が融資申請を行なったラオス中央銀行を想定するが、ラオス国内に支店のあるタイ資本の銀行からの融資取り付けが可能な場合、借入先候補となり得る。国内の銀行からの融資取り付けが難しい場合は、自己資金と資産を担保にした借入などと組み合わせた方策が可能と思われる。		
CO <sub>2</sub> 削減量	71,235(tCO <sub>2</sub> ) = 年間排出削減量 4,749(tCO <sub>2</sub> /年)×導入設備の法定耐用年数 15(年)		

GHG 削減量	28,110(tCO <sub>2</sub> e) = 年間排出削減量 1,874(tCO <sub>2</sub> e/年)×導入設備の法定耐用年数 15(年)
---------	---

### 3. 調査対象プロジェクト

#### (1) 調査対象プロジェクトの概略

##### ● プロジェクトの目的

本プロジェクトは、ラオス人民民主共和国チャンパサック県パクセー市（市街地から 20km）に位置するタピオカ澱粉工場である KPN Tapioca Factory Co. Ltd.（以下 KPN 社）において、廃水を嫌気発酵槽により嫌気処理し、発生するバイオガスを回収してボイラー燃料として利用することで、化石燃料（石炭）と非再生可能バイオマス燃料（伐採木）を代替することを目的とする。本プロジェクトの実施により、化石燃料と非再生可能バイオマスの燃焼に伴う CO<sub>2</sub>およびオープンラグーンからの CH<sub>4</sub>の大気中への放出を回避することで、温室効果ガス排出量の削減を達成する。

##### ● GHG 排出削減効果

KPN 社では、工場周辺の農地開発、インフラ開発等に伴い発生した安価な伐採木をボイラーで燃焼し、得られた熱をタピオカ澱粉の乾燥工程において大量に使用している。しかし、ラオス政府は木材燃料の獲得・利用を年々強化しており、今後は価格の高い石炭やその他の化石燃料を使用せざるを得なくなることが予想される。したがって、本プロジェクト実施によりバイオガスの回収利用が実現できれば、化石燃料の燃焼由来の GHG 排出量の削減を実現することが可能となる。

KPN 社では、製造工程において、高 COD 濃度の有機廃水を排出する。現在、廃水は既存のオープンラグーンで自然状態で処理されているが、バイオガス発生・回収システムを導入し、メタン（CH<sub>4</sub>）ガスを回収してボイラー燃料として使用することで、ボイラーの燃料として使用している燃料の全量代替が可能となる。

##### ● 導入する設備・機器の規模及び性能

バイオガス発生・回収システムとしては、Biotrix Flexible Liner Reactor (FLR) 方式のシステムを導入する。有機性廃水の嫌気処理で導入される一般的なカバーラグーン形式の嫌気発酵システムを運営・管理が行いやすいよう改良したもので、バイオガスが貯留するダイジェスター上部を覆う高密度ポリエチレン（HDPE : High Density Polyethylene）シートを、バイオガスの発生量に応じて膨張・収縮するように設計・施工する。

バイオガス発生・回収システムはダイジェスター（90m×65m×10m のラグーン、HDPE で上部をカバー）、薬液注入装置、混合槽、一次ポンプ、廃水ポンプ、スラッジポンプ、ガスブロワー、ボイラー、コントロールシステム、H<sub>2</sub>S スクラバー、バイオガスサイクロン、フレアシステムで構成される。ダイジェスターで回収したバイオガスは、バイオガスボイラーの燃料として利用する。

##### ● 実施サイト

実施サイトである KPN 社は 2010 年よりタピオカ澱粉の生産を行っている。雨期にあたる 7 月～10 月は原材料となるキャッサバの収穫量が少なく、また含有する澱粉量も少ないため工場は稼働を停止し、

乾期にあたる 11 月～6 月が生産のピークとなる。

原材料のキャッサバは KPN 社の自社農園や周辺農家から調達し、1 日 50～60t のタピオカ澱粉を生産する。タピオカ澱粉の国内外の需要増加、またキャッサバ栽培を行う周辺農家の増加に伴い十分なキャッサバ調達が見込めるため、2 年以内に工場の生産規模を 1 日 150t に拡大することを計画している。

## (2) 調査対象プロジェクトを実施する背景及び理由

### ● 日本の予定代表事業者が関与する動機

JCM 設備補助事業費を活用して当該プロジェクトを実現させ、JCM プロジェクトとして登録させることにより、日本国政府による JCM スキームの推進に資するコンサルティング会社としての役割を果たしたいと考えている。また、JCM 設備補助事業の国際コンソーシアムの日本側主体として本プロジェクトを実現させることで、海外における事業化のノウハウ蓄積とその強化を狙うものである。

### ● 現地のプロジェクト実施主体が関与する動機

KPN 社は創業当初からバイオガス回収利用事業に関心があったが、十分なキャッサバ調達が見込めなかったため、またバイオガス発生・回収システムの初期投資費用が大きかったため断念していた。しかし、周辺地域のキャッサバ収穫量の急激な増加に伴い、生産量の拡大が可能と判断しており、設備投資に対する融資を銀行に申請している。

また、KPN 社では近隣の土地開発等から発生した木材を燃料にボイラーを運転しているが、今後は木材燃料の安定的な獲得が困難になることを KPN 社は認識している。その上、生産量が現状より増えれば、木材燃料から得られる熱量では不足することが想定されており、木材燃料に代わる燃料に転換する必要があると考えている。そこで、バイオガス発生・回収システムの導入を本格的に検討する段階にきており、JCM の設備補助制度の活用も視野に入れている。

### ● ホスト国における調査対象プロジェクトのニーズ

ラオスにある KPN 社以外のタピオカ澱粉工場のうち、1 工場では CDM によりバイオガス回収利用が行われているものの、その他のタピオカ澱粉工場や食品加工工場等では取組みが進んでいない。

化石燃料資源の多くを輸入に頼り、また、森林資源の減少のため、国内の燃料用木材の入手が厳しく制限されているラオスでは、エネルギー自給型のバイオガスプロジェクトへのニーズは本来高い。また、排出係数がゼロである水力発電により電力のほとんどを賄うラオスでは、化石燃料の使用をバイオガスにより代替することで、CO<sub>2</sub>ゼロエミッション型の事業を構築することが可能である。本プロジェクトを CO<sub>2</sub>ゼロエミッション型工場のモデルとすることで、タピオカ澱粉工場やその他の食品加工工場等への波及効果が期待できる。

### ● ホスト国の関連法制度・政策との整合性

ラオスでは、2011 年に政府が再生可能エネルギー開発戦略を策定している。本戦略では、2025 年までにエネルギー消費量の 30% を目標として、再生可能エネルギーの利用促進を定めている。バイオガスに

については、2020 年までに 19MW、2025 年までに 51MW の導入達成を目標として挙げている。

政府は国内産業の環境対策、環境負荷低減の促進、持続可能性の向上を目的に、グリーン産業政策を 2016 年に策定する予定である。環境配慮型の生産、リサイクル、エネルギー効率や生産性向上を実施する産業及び企業活動を行うグリーン産業に対する認証マークを導入し、政府が宣伝活動の支援を行うほか、税金面の優遇が与えられる。KPN 社が導入するバイオガス発生・回収システムは、このような再生可能エネルギー導入目標、環境型配慮産業の促進政策に沿ったものである。

またラオスでは、経済成長に伴い、森林の減少・劣化が加速している。このことを受けて、2005 年に森林戦略 2020 を策定し、森林被覆率の回復目標を挙げ、森林資源の獲得・利用に対する規制を年々強化している。本プロジェクトを実施し、バイオガスを燃料として活用し、石炭及び木材の使用量を削減することは、ホスト国の関連法制度の動向に沿ったものである。

## 4. 調査実施方針

### (1) 調査課題及び調査内容

#### 1) 資金計画

##### 【解決すべき課題】

初期投資費用の資金計画については、KPN 社の支払能力や資機材調達の支払方法の確認等が必要である。また、融資が必要な場合には、融資条件等を明確にしておく必要がある。KPN 社のコーポレートとしての信用力を確認するため、これまでの借入実績等について確認する必要がある。維持管理費用の資金計画のうち、人件費については既存の工場稼働に関わっている人材と共有できる部分があるか精査が必要であるとともに、将来のビジネス継続・発展に関する方針や計画について確認する必要がある。

##### 【課題解決に向けて実施した調査内容】

KPN 社の過去 3 年間の財務関連資料の提供を受け、KPN 社の財務状況および資金の借り入れ実績等について確認した。また、KPN 社は、更なる収益改善に向けた事業規模拡大のための融資申請を行っているが実際に融資がされていないことが確認できたため、その理由を確認した。中期的な経営改善を背景としてラオス国内の金融機関から資金調達を行なうため、経営改善計画についても聞き取り調査を行った。

#### 2) 概略設計

##### 【解決すべき課題】

バイオガスシステムの概略設計は、ダイジェスター等の建設予定地周辺の地盤や土壌等の状況や、工場からの廃水量や COD 濃度等の季節変動を勘案した最大負荷量を見積もった上で実施する必要がある。また、タピオカ生産プロセスに必要な熱量を勘案したバイオガスボイラーのスペックを検討し、予想されるバイオガス発生量による供給可能性および余剰量を明らかにすることが課題である。

##### 【課題解決に向けて実施した調査内容】

概略設計や工事計画を立案する Biotrix 社とともに KPN 社を訪問し、KPN 社の工場の生産状況、廃水

の状況、既存ボイラーのスペック等についてヒアリング及び現地調査を行った。2015 年 11 月に廃水サンプリング調査を実施した結果、製造工程において高 COD 濃度の有機廃水（COD 濃度は 21,274mg/l）を排出していることが確認された。このことから、廃水からボイラーの熱需要を十分に満たすことが可能なバイオガス量を得られるとの結果が得られた。それらの結果を受けて、具体的なバイオガスシステムの設計及び概算費用の算出を行った。

### 3) 工事計画

#### 【解決すべき課題】

タピオカ澱粉生産の繁忙期や運転時期との兼ね合いにより適切な工事計画を立案する必要がある。なお、現時点では、バイオガスシステムの導入については、着工からバイオガス供給開始まで 9～10 か月程度かかると想定される。

#### 【課題解決に向けて実施した調査内容】

Biotrix 社からの技術支援のもと、設備導入に係る工事工程を検討した。バイオガス発生・回収システムの導入には着工から完工まで 9～12 ヶ月要し、特にダイジェスターの建設にあたっては、雨期の期間中は工事に適さないため、乾期の間に工事をする必要があることを確認した。なお、KPN 社からは、2016 年はバイオガス事業の事業性や資金調達方法を評価・検討、2017 年に設備導入というスケジュールを希望された。そこで本調査では、上記スケジュールを考慮した上で 2017 年 10 月に着工となる工事計画を検討した。

### 4) プロジェクト運営計画

#### 【解決すべき課題】

バイオガスシステムの運用にかかる人材確保、運転管理能力の育成、運転管理体制、MRV 実施等が課題である。

#### 【課題解決に向けて実施した調査内容】

プロジェクトを行うことにより導入されるシステムの仕様、運転要領などは、現時点ではまだ明確化できていないが、既存の人材の活用がプロジェクト運営の基礎となる。したがって、システムの運用にかかる人材向けの研修・指導の内容などを確認した。

### 5) その他

#### 【解決すべき課題】

CO<sub>2</sub>およびその他の温室効果ガスの排出削減量の算定が必要である。

#### 【課題解決に向けて実施した調査内容】

KPN 社にヒアリングを行い、方法論構築にあたり必要となる情報、課題等を確認した。検討した方法論では、リファレンス排出量の算定において、木材燃料を非再生可能バイオマスとして扱う必要があるため、森林資源を管轄する天然環境資源省森林資源管理局にラオスの森林資源政策、関連法律等をヒアリングし、木材燃料の非持続可能性について確認した。

## (2) 調査実施体制

本調査の実施体制を以下に示す。

団体名	調査実施内容
パシフィックコンサルタンツ株式会社	全体管理、事業性評価、方法論予備調査、関連法制度・政策調査、報告書策定、その他調査
クライメート・コンサルティング合同会社	方法論予備調査及び現地調査活動支援
Biotrix Asia Company Ltd.	概略設計、工事計画、廃水分析、導入技術評価・分析
KPN Tapioca Factory Co., Ltd.	事業性評価（資金調達計画）、プロジェクト実施にあたり必要となる情報の提供

## (3) 調査実施スケジュール

本調査の実施スケジュールを表 1 に示す。工場の稼動開始が雨期が明けた 10 月末となったため、工場の稼動を待って、11 月に廃水水質の測定・分析を行った。その結果を基に、KPN 社と導入するバイオガス発生・回収システムを検討し、概略設計、費用積算、工事計画を作成した。

表 1. 調査実施スケジュール

項目	2015							2016	
	8	9	10	11	12	1	2		
関連法制度・政策調査									
廃水水質調査・分析									
導入技術調査・検討									
概略設計・工事計画									
運営計画 <sup>※1</sup>									
資金計画									
方法論予備調査									
GHG 排出削減量算定									
その他調査 <sup>※2</sup>									
現地調査									
報告書作成									

※1: MRV 実施体制を含む。

※2: 日本の貢献、環境十全性の確保、ホスト国の持続可能な開発への貢献等に関する調査を含む。

※3: 廃水サンプリング及び測定・分析（Biotrix 社が実施）

## 5. プロジェクト実現に向けた調査結果

### (1) プロジェクトの実現性に関する調査結果

#### 1) プロジェクト計画

##### ● プロジェクトの工事計画及び運営計画

本プロジェクトを実施する場合の工事計画は表 2 のとおりである。工事着工から完工まで 9～12 ヶ月要する。雨期にあたる 6 月～10 月上旬はダイジェスターの建設に適さないため、雨期が明けた 10 月中

旬から工事を開始する。なお、KPN 社からは、2016 年は今回の FS 調査結果をもとに導入設備の精査と資金調達先との協議・調整および事業安定化に向けた顧客開拓を重点的に行い、実際の設備導入に向けた本格的な準備は 2017 年以降にしたいとの意向が示された。そこで本調査では、上記要望を考慮した上で 2017 年 10 月に着工となる工事計画案を検討した。

バイオガス発生・回収システムの運営は KPN 社の工場長を責任者とし、工場職員が行う。バイオガス発生・回収システム稼動後 1 年間はシステムの設計を行う Biotrix 社と O&M 契約を結びシステムの維持管理を行い、KPN 社工場長及び工場職員に教育訓練を行う。

表 2. プロジェクトの工事計画

項目	内容	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
バイオガスプラント設計													
建設・土木工事	計量・土質調査、土地造成、ダイジェスター建設、混合槽、ガスブロー用建物、コントロールルーム、ポンプ室、基礎工事（除湿機、H2Sスクラバー、フレア、冷却塔・熱交換器）												
機械設備工事	HDPE、ライニング、配水配管・ガス配管、ポンプ、ガスブロー、フレア、H2Sスクラバー、除湿機、冷却塔・熱交換器												
電気工事	コントロールパネル、電力開閉装置、建物内・建物外照明、配線												
計器・試運転	計器・避雷針設置、試運転												

## ● プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施体制としては、図 1 に示す体制案を検討している。当プロジェクトの実施では、JCM 設備補助事業を活用すること前提としている。

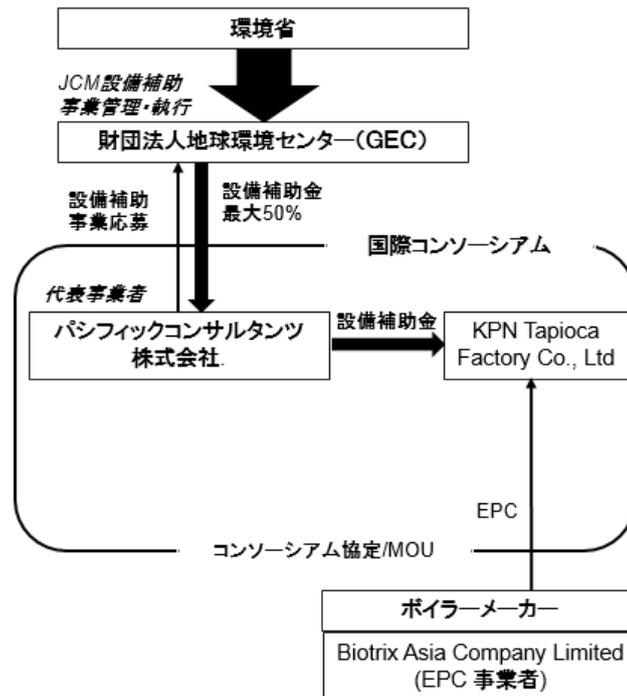


図 1. プロジェクト実施体制案

● プロジェクト実施主体の経営体制・実績等

KPN 社の経営体制・実績等の情報を以下に示す。

項目	情報							
施設建設年／操業開始年	2010 年 11 月 17 日							
事業沿革・所有者	別会社の製薬工場がビエンチャンで 1990 年から操業。KPN 社は 2010 年 11 月から操業を開始。KPN 社工場長の実姉が製薬工場、KPN 社の所有者にあたる。							
資本金	登録時資本金	2.68 百万 USD		総資本金	13 百万 USD			
売上高(百万 USD)	2012 年	1.40	2013 年	1.06	2014 年	1.27		
収支 (百万 USD)	2013 年	-	2014 年	▲0.72	2015 年	▲0.77		
総従業員数	70 名(工場稼動時) ※非稼動時は従業員は一部を除き出社せず、給与の半分を支給							
敷地面積	会社所有	203ha (工場・オフィス、ラグーン、自社農園等)						
	政府からの借地	78ha (土地リース期間:30 年)						
タピオカ澱粉生産量	2012 年	2,996t	2013 年	2,835t	2014 年	4,200t	2015 年	2,300t
タピオカ澱粉の販売先	生産量の 70%を台湾、タイ、サウジアラビア、イタリア等に輸出。30%は国内販売分。							

KPN 社のタピオカ澱粉製造工場は、オーナー兼取締役社長の管轄下で、工場長が実質的に運営管理を行っている。工場長の下には、生産部、栽培促進部、管理・財務・マーケティング部が配置され、小規

模ながらも組織的な工場経営を実践している。タピオカ澱粉の原材料となるキャッサバは自社農園か、工場周辺のキャッサバ農家から調達する。

## 2) 資金計画の評価結果

プロジェクト実施に際しての初期投資予想額は初期投資総額は約 2 億円、年間の運転・維持管理費用として約 4.5 百万と想定している。

この初期投資額については、プロジェクト開始及び設備導入時点では、プロジェクト実施主体である KPN 社の自己資金と現地銀行からの借入金により賄い、設備の完工、稼働開始後に JCM の設備補助金を充当する。想定する借入先としては、KPN 社が融資申請を行なったラオス中央銀行を想定するが、ラオス国内に支店のあるタイ資本の銀行からの融資取り付けが可能である場合、借入先候補となり得る。国内の銀行からの融資取り付けが難しい場合は、自己資金と資産を担保にした借入などと組み合わせた方策が可能と思われる。

項目	FLR バイオガスシステム及び Getabec 社熱媒ボイラー	
プロジェクト総額	2.03 億円	
年間運転・維持管理費	4.5 百万	
プロジェクト全体の事業性	補助金あり	補助金なし
(1) 投資回収年数	4.2 年	7.8 年
(2) 内部収益率	22.8%	9.5%

注 総額は税抜き。

ここに示すように、JCM 設備補助事業を活用した場合には投資回収年が 4.2 年と良好な数値が出ている。しかし、これは KPN 社によるタピオカ澱粉生産販売事業が好調に推移し、KPN 社の生産設備がほぼフル稼働している状態である日生産量 90 トン程度を維持し、かつ使用するボイラー用燃料が化石燃料（石炭もしくは重油）であると仮定した場合の推計結果である。現状では、生産販売量はそこまで達しておらず、燃料代も同様に高額にはなっていない。現時点では、KPN 社は事業安定・発展のために固定買取顧客の確保を進めようとしている段階である。

したがって、現時点の KPN 社の財務状況（特に、長期借入金の存在）や事業の状況では、JCM 設備補助事業を活用した形での事業実施は、国際コンソーシアムの日本側代表事業者にとって不安要素が多い。よって、今後、KPN 社から、より具体的かつ実現可能な財務及び事業計画の改善に向けた方針が示される必要がある。

### (2) プロジェクト許認可取得

ボイラーやバイオガス発生・回収システム導入にあたって必要となる許認可は確認されていない。ただし、既存の営業申請内容の変更にあたるか否かについて、工業商業省内の商業局と工業局の見解が異なったため、実際の事業実施前に本件を所管するチャンパサック県工業商業局に相談する必要がある。

### (3)日本の貢献

本プロジェクトでは、当初、日本製のバイオガスボイラーの導入を検討した。しかし、KPN 社が要望するバイオガスと軽油／重油の混焼に対応したボイラーを取り扱っていなかった。また、金額面からも KPN 社の要望に見合わなかったことから、日本製ボイラーの導入は見送ることとした。なお、ボイラーに装着するバーナーを日本製にする等の工夫は考えられる。

### (4)環境十全性の確保、ホスト国の持続可能な開発への貢献

#### 1)環境十全性の確保

バイオガス発生・回収システムの導入により、廃水に起因する悪臭の低減や水質汚濁の改善が期待できる他、ボイラーの運転に使用される石炭または薪消費量の低減による環境の改善に資する事業であるため、プロジェクトの実施による環境および社会への悪影響は現時点では想定されない。

KPN 社は開業当初に IEE を実施している。ラオス国の法律では、工場を新設する場合、IEE や EIA を実施する必要がある。しかし、本プロジェクトのようにバイオガス発生回収システムを既存の工場に導入する場合、システムは工場に付属する廃水処理設備と見なすことができるため、IEE と EIA を新たに実施する必要はない。ただし、IEE と EIA 実施後に事業者が定期的に策定する環境管理計画において、システムの概要、導入機材、社会・環境への影響等を記載の上、工事開始前に担当機関に提出し、検査を受ける必要がある。

#### 2)ホスト国の持続可能な開発への貢献

本プロジェクトの実施による持続可能な開発への貢献には、直接的な社会経済面の貢献と、ラオスの社会経済政策の推進に資する貢献の 2 つの側面がある。対象地域の社会的側面では、バイオガスシステムの建設および運用により追加的な雇用を生み出すとともに、ボイラー燃料として使用されている木材燃料の利用を回避することで、ラオス政府の森林保全政策に貢献できる。経済的側面では、エネルギーの自給によってより低いコストでのタピオカ澱粉の生産が可能になると共に、適切な廃水処理など、加工過程における環境面の配慮を支援することにより、事業者の市場競争力の向上に貢献する可能性がある。

## 6. JCM 方法論の予備調査結果

### (1)方法論に必要なデータ収集等の予備調査結果

本プロジェクトは「廃水処理システムの変更」および「ボイラーの転換」を含むため、それぞれについて、リファレンスシナリオおよびリファレンス排出量の検討が必要となる。リファレンス排出量は、ボイラーでの化石燃料等の消費に伴う CO<sub>2</sub>排出量およびオープンラグーンからの CH<sub>4</sub>発生量の合計である。

リファレンス排出量の算定にあたっては、ボイラーについては燃料およびエネルギー効率、廃水処理システムについては既存のラグーンの状況について特に精査・検討が必要である。以下にこれらについて

て、本プロジェクトの状況を鑑みて検討した。

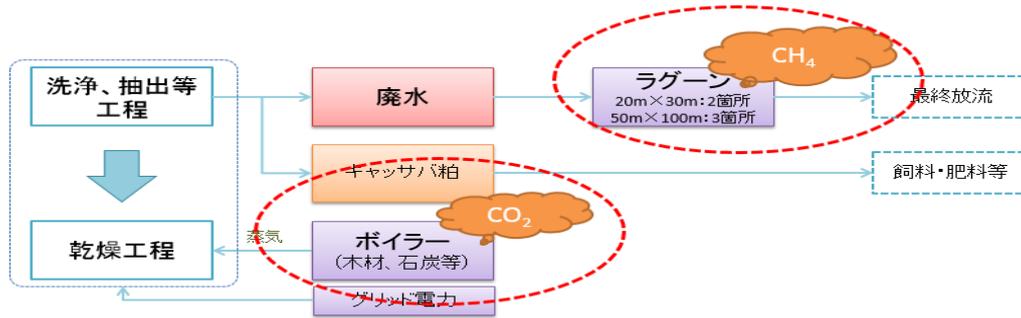


図2. リファレンスシナリオ下における排出のイメージ

### ● ボイラーの燃料

KPN 社では、操業当初は石炭によりボイラーを運転していたが、現在は、タピオカ澱粉の生産量が少ないために、石炭ではなく、主に近隣での道路整備や水力発電所開発に伴い発生する伐採木を燃料として使っている。この場合の木材とは、間伐材のような再生可能エネルギーではなく、非再生可能エネルギーに分類されるような伐採木である。このような木材を、非再生可能バイオマスと定義して JCM 方法論の中でも排出量の算定の中で考慮できるようにする必要がある。なお、CDM では、ラオスの木質バイオマスの多くは非再生可能バイオマス（NRB）とみなされ、バイオマス使用時の NRB 比率のデフォルト値（87%）が EB によって設定されている（Default values of fraction of non-renewable biomass for least developed countries and small island developing States, EB67 Report Annex 22）。

### ● ボイラーのエネルギー効率

リファレンス排出量の算定にあたっては、リファレンスシナリオ下およびプロジェクトで導入するボイラーのエネルギー効率を設定する必要がある。しかし、KPN 社の既存のボイラー（石炭用ボイラー）についてはカタログ値等が得られず効率を特定するのは容易ではなく、また、プロジェクトのボイラーの効率についても実測等により適切な効率を設定するのは簡単ではない。このため、保守性を勘案しつつ、デフォルト値等によりこれらを設定することが妥当と考える。

### ● 既存の廃水処理用ラグーン

KPN 社では合計 5 箇所のオープンラグーンにより廃水処理を行っている。しかしながら、ラグーンの底面土壌の性質により廃水が一部地下浸透しており、特に非稼働期間にはラグーンに十分な量の廃水が溜まっていないとみられる。ラグーンの深さは実際には 3.5m であるが、このような状況および保守性を勘案し、廃水の深さは IPCC ガイドライン等の下限である 2m 未満と設定するのが妥当と考える。

### ● リファレンス排出量の算定式およびパラメータ

リファレンス排出量の算定式を以下のように検討した。

$$RE_p = RE_{fs,p} + RE_{wt,p}$$

$RE_p$  : 期間 p におけるリファレンス排出量 [tCO<sub>2</sub>-eq/p]

$RE_{fs,p}$  : 期間 p におけるボイラーでの化石燃料等の消費に伴うリファレンス排出量 [tCO<sub>2</sub>/p]

$RE_{wt,p}$  : 期間 p における廃水の嫌気発酵に伴うリファレンス排出量 [tCO<sub>2-eq</sub>/p]

$$RE_{fs,p} = (1 - R_{fw,p}) \times PC_{bg,p} \times NCV_{bg} \times (\eta_{PJ}/\eta_{RE}) \times EF_{CO2,i}$$

$$+ R_{fw,p} \times PC_{bg,p} \times NCV_{bg} \times f_{NRB} \times (\eta_{PJ}/\eta_{RE}) \times EF_{CO2,projected fs}$$

$$RE_{wt,p} = Q_{ww,p} \times COD_{in,p} \times \eta_{COD,RE} \times MCF_{ww,RE} \times B_{0,ww} \times UF_{RE} \times GWP_{CH4}$$

## ● プロジェクト排出量の算定式およびパラメータ

プロジェクト排出量の算定方法は、主に小規模 CDM 承認方法論 (AMS III.H. Methane recovery in wastewater treatment) を参考に、以下のように検討した。

$$PE_p = PE_{el,p} + PE_{dc,p} + PE_{fs,p} + PE_{fg,p} + PE_{fl,p}$$

$PE_p$  : 期間 p におけるプロジェクト排出量[tCO<sub>2-eq</sub>/p]

$PE_{el,p}$  : 期間 p におけるプロジェクトシステムにおける電力消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出量[tCO<sub>2</sub>/p]

$PE_{dc,p}$  : 期間 p における放流廃水からの CH<sub>4</sub> 排出量[tCO<sub>2-eq</sub>/p]

$PE_{fs,p}$  : 期間 p における最終スラッジの腐敗による CH<sub>4</sub> 排出量[tCO<sub>2-eq</sub>/p]

$PE_{fg,p}$  : 期間 p におけるバイオガス回収システムからの漏洩等による CH<sub>4</sub> 排出量[tCO<sub>2-eq</sub>/p]

$PE_{fl,p}$  : 期間 p における不完全なフレアリングによる CH<sub>4</sub> 排出量[tCO<sub>2-eq</sub>/p]

$$PE_{el,p} = EC_p \times EF_{grid,y}$$

$$PE_{dc,p} = Q_{ww,p} \times COD_{in,p} \times (1 - \eta_{COD,RE}) \times MCF_{PJ,dc} \times B_{0,ww} \times UF_{PJ} \times GWP_{CH4}$$

$$PE_{fs,p} = S_{fs,PJ,p} \times DOC_s \times DOC_f \times MCF_{PJ,fs} \times UF_{PJ} \times F \times GWP_{CH4} \times 16/12$$

$$PE_{fg,p} = (1 - CFE) \times Q_{ww,p} \times COD_{in,p} \times \eta_{COD,RE} \times MCF_{PJ} \times B_{0,ww} \times UF_{PJ} \times GWP_{CH4}$$

$$PE_{fl,p} = F_{bg,p} \times F \times (1 - \eta_{flare}) \times GWP_{CH4}$$

上述の「リファレンス排出量の考え方および算定に必要なデータ」、および「プロジェクト排出量の考え方および算定に必要なデータ」の項に示した算定式を使ってプロジェクトの CO<sub>2</sub> 削減量を試算すると、年間排出削減量は 4,749tCO<sub>2</sub> と算定された。プロジェクトにおいて導入する熱媒ボイラーの法定耐用年数を 15 年とした場合、プロジェクトの総 CO<sub>2</sub> 削減量は 71,235tCO<sub>2</sub> と算定される。CH<sub>4</sub> の年間排出削減量は 1,874tCO<sub>2e</sub> あることが想定された。

## (2) MRV 実施体制

国際コンソーシアムには、プロジェクトオーナーである KPN 社およびパシフィックコンサルタンツが参画する。

KPN 社は、代表取締役、工場長、算定・報告担当、測定担当が、主にデータの取得、GHG 排出削減量の算定、モニタリング報告書の作成および承認を行う。パシフィックコンサルタンツは、KPN 社にお

いて作成されたモニタリング報告書を確認し、日本語版を作成する。特段の問題がある場合には、KPN 社の工場長に連絡し、修正等を依頼する。MRV 実施体制案を図 3 に示す。

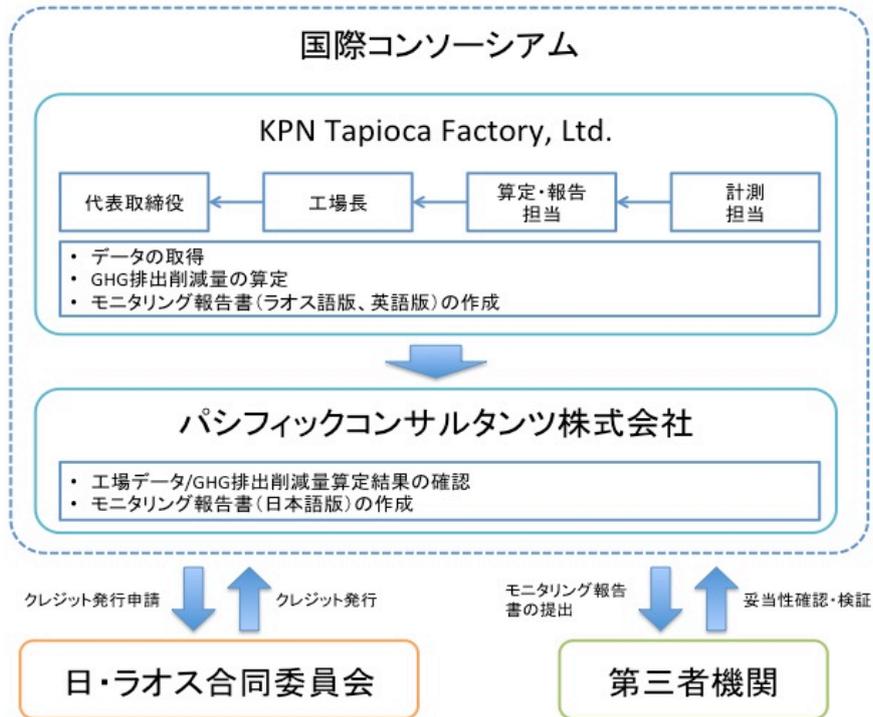


図 3. MRV 実施体制案

主要なモニタリング項目は以下のとおりである。

パラメータ/データの説明	測定方法	測定頻度	その他
$PC_{bg,p}$ : 期間 p におけるバイオガスの消費量 [t/p]	フローメーター	連続測定	計器メーカーが推奨する頻度および方法により較正を行う。
$Q_{ww,p}$ : 期間 p におけるプロジェクトの廃水処理システムに流入する廃水量 [m <sup>3</sup> /p]	フローメーター	連続測定	計器メーカーが推奨する頻度および方法により較正を行う。
$EC_p$ : 期間 p における電力消費量 [MWh/p]	電力メーター	連続測定	計器メーカーが推奨する頻度および方法により較正を行う。
$COD_{in,p}$ : プロジェクトの廃水処理システムに流入する廃水の COD 濃度 [tCOD/m <sup>3</sup> ]	工場の分析室における分析	サンプル測定 (3 か月に一度)	事前に作成する分析マニュアルに沿って分析を行う。1 年に一度程度、外部の分析機関で分析し、クロスチェックを行う。

## 7. 今後の予定

### (1) 本調査終了後のスケジュール

第3回現地調査において KPN 社との間で、今後の事業化に向けたスケジュールについて協議を行ったところ、KPN 社からは、2016 年は今回の FS 調査結果をもとに導入設備の精査と資金調達先との協議・調整および事業安定化に向けた顧客開拓を重点的に行い、実際の設備導入に向けた本格的な準備は 2017 年以降にしたいとの意向が示された。

これを受け、本 FS 調査終了後のスケジュールとしては、以下のものを想定する。今後も継続して KPN 社とは連絡を取り続け、KPN 社による事業改善および資金調達の状況などを確認して、それらの状況を勘案しながら、FS 調査もしくは JCM 設備補助事業への応募などを、引き続き検討していく。

- ・ 2016 年 4 月以降：KPN 社との定期的な連絡による検討進捗状況の確認
- ・ 2016 年 6 月以降：FS 調査の継続（必要に応じて）
- ・ 2017 年 4 月以降：JCM 設備補助事業に応募。現地銀行への融資申請。

### (2) 今後の課題及び解決策、方針

#### ● 課題点

#### <課題 1：KPN 社の財務状況および事業の改善>

- ・ 今回の FS 調査の中で検討した事業性評価では JCM 設備補助事業を活用した場合には、投資回収年が 4.2 年と良好な数値が出ている。しかし、これは KPN 社によるタピオカ澱粉生産販売事業が好調に推移し、KPN 社の生産設備がほぼフル稼働している状態である日生産量 90 トン程度を維持し、かつ使用するボイラー用燃料が化石燃料（石炭もしくは重油）であると仮定した場合の推計結果である。現状では、生産販売量はそこまで達しておらず、燃料代も同様に高額にはなっていない。現時点では、KPN 社は事業安定・発展のために固定買取顧客の確保を進めようとしている段階である。
- ・ したがって、現時点の KPN 社の財務状況（特に、長期借入金の存在）や事業の状況では、JCM 設備補助事業を活用した形での事業実施は、国際コンソーシアムの日本側代表事業者にとって不安要素が多い。したがって、今後、KPN 社から、より具体的かつ実現可能な財務及び事業計画の改善に向けた方針が示される必要がある。また、もし仮に、事業が途中で中断し補助金返還要請が出たとしても対応が出来るような措置（親会社などによる保証など）が取れるかどうかについても、今後検討していく必要がある。その際には、KPN 社のみならず、オーナーとの協議なども複数回にわたって行い、具体的な契約条件の交渉を行って行く必要がある。

#### <課題 2：導入するボイラーについて>

- ・ 当初は日本製のバイオガス専焼ボイラーの導入を検討していたが、KPN 社はバイオガスと軽油／重油の混焼に対応したボイラーを要望した。日本のボイラー供給先に、バイオガスと経由／重油混焼ボイラーについて問い合わせたが、取り扱いがないとのことであった。また、KPN 社はメンテナンス時のやり取りのし易さをタイの供給先のボイラーを要望している。また、金額面でも日本製のボイラーは高額との意見を示している。

**<課題3：バイオガス発生・回収システム導入にあたり必要な許可申請等について>**

バイオガス発生・回収システム導入にあたり必要な営業許可等の申請について、商業工業省商業局及び工業局にヒアリングしたが、両局の見解に食い違いが生じており、明確な回答を得ることができなかった。そのため、事業実施の際に改めて、商業工業省の担当者及び県の担当者に事業内容を詳細に説明し、設備導入に必要な申請等について確認する必要がある。

**● 解決策・方針**

- ・ KPN 社に財務状況や事業全体の収支の改善等に向けた取り組みを進めるように提言するとともに、JCM 設備補助事業に応募に向けた情報交換、意見交換を定期的実施するなどしていく。
- ・ 日本製の機材／設備の導入については、改めて検討する必要がある。例えば、ボイラーに付属するバーナーを日本製にする等も考えられる。
- ・ バイオガス発生・回収システム全体の概算費用を、より低減する方策を検討する。ラオス国外では、ボイラーやフレアをハンドメイドで作成したり、システムのコントロール設備を簡素化したりすることにより、費用削減を図っている事例もあり、KPN 社に合った費用削減方法を引き続き検討する必要がある。また、導入設備の費用低減策のみならず、KPN 社の事業継続および拡大方針について短期的に改善状況を確認すると共