

平成 21 年度 CDM / JI 事業調査

インドネシア・北スマトラ州における  
廃棄バイオマスによる発電燃料転換 CDM 事業調査

最終報告書

平成 22 年 3 月

住友林業株式会社

# 目次

1. 基礎情報	
1.1 プロジェクトの概要	p. 1
1.2 プロジェクトの背景と目的	p. 2
1.3 ホスト国、地域	p. 2
1.4 インドネシアにおける石炭利用の実情	p. 4
(1) インドネシアにおける石炭市場の動向	
(2) 発電用燃料としての石炭の需要	
1.5 インドネシアにおける天然ゴム産業の実情	p. 6
(1) インドネシアにおける天然ゴム市場の動向	
(2) インドネシアにおけるゴム農園の現況	
(3) インドネシアにおける天然ゴム産業の成長阻害要因と課題	
1.6 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等	p. 10
1.7 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点	p. 10
(1) インドネシアのエネルギー政策への貢献	
(2) 地域経済、及び電力の安定供給への貢献	
(3) 環境負荷低減への貢献	
2. 調査内容	
2.1 調査実施体制	p. 12
2.2 調査課題	p. 12
(1) 燃料としてのゴムの老木の根の利用可能性について	
(2) 廃棄バイオマス収集可能量について	
(3) 廃棄バイオマスの供給体制について	
(4) 石炭発電用ボイラーに廃棄バイオマスを利用することによるリスクについて	
2.3 調査内容	p. 14
2.3.1 現地調査	p. 14
2.3.2 調査課題別の調査結果	p. 17
(1) 燃料としてのゴムの老木の根の利用可能性について	
(2) 廃棄バイオマス収集可能量について	
(3) 廃棄バイオマスの供給体制について	
(4) 石炭発電用ボイラーに廃棄バイオマスを利用することによるリスクについて	
3. 調査結果	
3.1 プロジェクトの内容	p. 20
(1) プロジェクト実施工場	
(2) プロジェクト実施前	
(3) プロジェクト実施後	
(4) プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減効果	
(5) プロジェクトの設備について	
3.2 ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定	p. 22
(1) ベースラインについて	
(2) プロジェクトバウンダリーについて	

(3) 排出削減量 (ER) の計算方法	
(4) ベースライン排出量 (BE) の計算方法	
3.3 プロジェクト排出量について	p. 26
(1) プロジェクト排出量 (PE) の計算方法	
(2) リークエージ排出量 (LE) の計算方法	
3.4 モニタリング計画	p. 29
(1) モニタリング体制	
(2) プロジェクトで使用する固定値	
(3) モニタリングすべきデータ	
3.5 温室効果ガス削減量	p. 37
3.6 プロジェクト期間・クレジット獲得期間	p. 39
3.7 環境影響・その他の間接影響	p. 39
3.8 利害関係者のコメント	p. 40
(1) 利害関係者集会の実施について	
(2) 利害関係者からのコメント	
(3) 利害関係者からのコメントへの対応	
3.9 プロジェクトの実施体制	p. 41
3.10 資金計画	p. 41
3.11 経済性分析	p. 42
3.12 追加性の証明	p. 43
(1) 投資障壁	
(2) 技術障壁	
(3) 一般的慣行障壁	
3.13 事業化の見込み	p. 44
4. プレバリデーション	
4.1 プレバリデーションの実施について	p. 44
4.2 DOE とのやりとりの経過	p. 44
5. コベネフィットに関する調査結果	
5.1 背景	p. 45
5.2 ホスト国における環境汚染対策等効果の評価	p. 45
(1) 評価対象項目	
(2) ベースライン/プロジェクトシナリオ	
(3) ベースラインの評価方法とモニタリング計画	
(4) プロジェクト実施前の試算の計算過程と結果	
資料 1 : 事業性試算シート	p. 55

## 1. 基礎情報

### 1.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、インドネシア北スマトラ州メダン市に工場を構える、PT.Canang Indah(以下、CI)における発電燃料転換CDM事業に関して実現可能性調査を行なうものである。CIは、現地でパーティクルボード(Particle Board: PB)、中密度繊維板(Medium Density Fibreboard: MDF)を製造する工場を所有しており、生産量はPBが約65,000m<sup>3</sup>/yr、MDFが約120,000m<sup>3</sup>/yrである。当該工場は、発電容量14MWを持つ石炭発電設備、及び11.5MWのディーゼル発電設備を所有している。現在は、石炭発電設備が主に稼働し、ディーゼル発電設備は、石炭発電設備のオーバーホール時や非常事態に備えてスタンバイしている。

プロジェクトでは、石炭発電設備の燃料を石炭と廃棄バイオマスの混焼から、廃棄バイオマス100%へ切り替える。現在の混焼状況は、2007年1月～2009年8月の実績値平均で石炭46,716t/yr、廃棄バイオマス23,916t/yrを使用している。混焼比率はエネルギー基準で、石炭:廃棄バイオマス=7:3であり、廃棄バイオマスは、パーム核殻(Palm Kernel Shell:PKS)や自社工場から発生する廃材を利用している。プロジェクト実施後は、パームオイル工場から発生する廃棄バイオマス100%利用の発電を目指す。廃棄バイオマスの収集量不足、発電設備の安定した運転を考慮し、石炭を混焼することも念頭に置いておく。パームオイル工場以外から発生する廃棄バイオマスとしては、ゴムの老木の根や、木質廃材などの利用を考慮に入れている。

CIは、2007年まで国営電力公社(PLN)から電力を購入していたが、PLNからの電力供給量は不安定であり、2006年に地域行政の勧めで石炭発電設備を自社に導入し、自家発電へ切り替え始め、2008年からは、PLNからの電力供給は受けていない。2007年1月～2009年8月までの発電量平均値は59,784MWh/yrであり、発電した電気は、CIのPB、MDF工場の必要電力に利用される以外に、CI工場に隣接するグループ会社であるPT.Belawan Deli(接着剤工場)、PT.Cipta Prima(家具工場)、PT.Sumatra Cipta Energy(石炭供給会社)へ供給され、利用されている。

ベースラインは、現行通りの石炭と廃棄バイオマスの混焼の継続となる。プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減予想量は、年平均93,609t-CO<sub>2</sub>を見込んでいる。プロジェクト開始日は、長期安定供給契約の締結が完了するなど、廃棄バイオマス調達に関わる安定供給が確保される見込みが立った日か、プロジェクトがCDMとして登録された日を想定している。

### 適用方法論

AMS-I.A. version 13「Electricity generation by the user(利用者による発電)」



写真 1-1 石炭発電設備



写真 1-2 燃料となるパーム核殻

## 1.2 プロジェクトの背景と目的

CI は、2007 年まで PLN から電力購入を続けていたが、PLN の電力不足が原因で発生する停電により、工場の稼動に悪影響が生じていた。そのため、インドネシア国内で安定供給が可能な石炭を用いた自家発電システムを導入することで、計画的に電力を安定供給できる状態を築き上げた。PLN の電力不足は、「非常事態である」という政府の見解も出ており、自家発電へ切り替える事業者は多い。

インドネシアは国内の CO<sub>2</sub> 削減に力を入れ始め、他のどの途上国よりも先陣を切って、削減目標(2020 年までに 2005 年比、7%の削減)を設定している。また、石炭の国内の消費量をコントロールする政策を打ち出し、今後、石炭よりも排出係数が少ない天然ガスや、ゼロカウントできる廃棄バイオマスを含めた再生可能エネルギーの需要が高まる傾向にある。そのため、CI は、石炭に代わる燃料として、廃棄バイオマスの利用を検討し始めた。

廃棄バイオマスの単価は、石炭と比べると高いため(熱量ベースで比較)、廃棄バイオマス 100%での発電を実施した場合、事業の採算が取れないと考えられる。しかし、CI は、温室効果ガスの削減への取り組みの一環として、廃棄バイオマスの利用量を拡大することを考え、本プロジェクトの事業化を検討し始めた。

## 1.3 ホスト国、地域

- ホスト国 — インドネシア
- 地域 — 北スマトラ州メダン市

プロジェクトの実施場所である CI の工場は、北スマトラ州に位置するメダン市にある。メダン市は、北スマトラ州の州都である。CI の工場は、北スマトラ州で唯一コンテナの取扱いが可能な Belawan 港から南西約 4km のところにある (GPS による測位では、S3.766328°、E98.669939° に位置する)(図 1-1)。

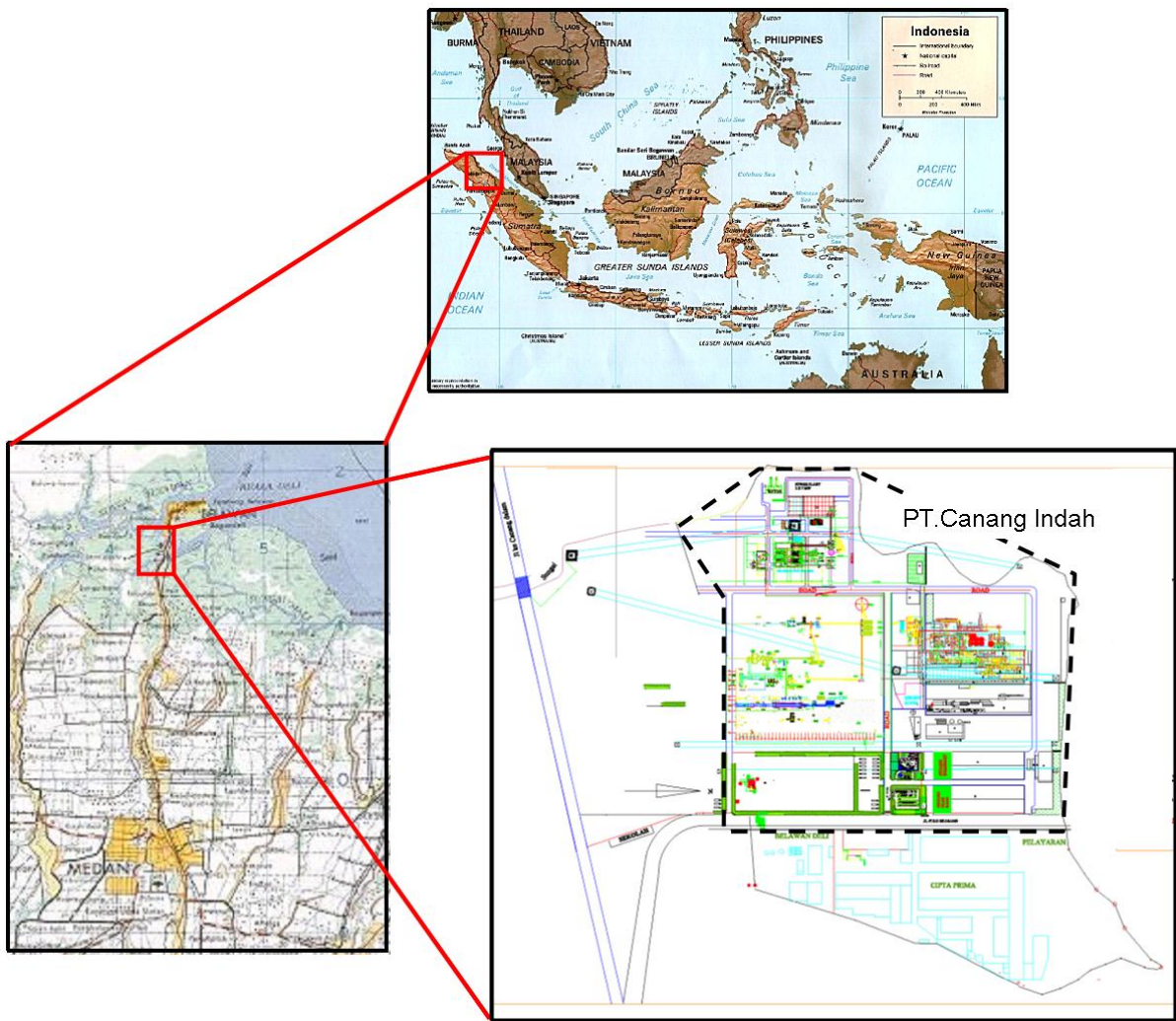


図 1-1 プロジェクトサイト

(出典 : <http://www.lib.utexas.edu/maps/indonesia.html#country.html>)

## 1.4 インドネシアにおける石炭利用の実情

インドネシアは国策として、石油の使用量を減らし、石炭利用を増やす傾向にあり、多くの企業が石炭発電への切り替えを進めた。本プロジェクト実施者である CI も石炭発電へ切り替えた企業の一つであり、インドネシアの石炭事情は本プロジェクトと重要な関わりがあるため、以下に概況をまとめる。

### (1) インドネシアにおける石炭市場の動向(参考:Sep-Oct 2009 JIJI News Bulletin)

2009年の石炭生産量の見通しは10月現在で、2億3,000万t/yrの見込みである。そのうち40%(9,200万t/yr)は国内向け消費であり、残り60%(1億3,800万t/yr)は輸出向けである。インドネシア政府は、今後、1億5,000万t/yrの輸出を目指す予定である。

この目標の達成に向けて、インドネシアの石炭会社 PT.Berau Coal は、2010年の生産目標を1,700万t~1,800万tへと引き上げ、2009年比13.3~20%増を目指す。同様に、1,420万tとしていた販売目標も、1,600万t~1,650万tへと引き上げ、2009年度比12.7~16.2%増とするなど、石炭生産量・販売量を増やす動きが見られる。

その流れの中で、エネルギー・鉱物資源省は、国内における石炭需要の増加を見込み、輸出目標とする予定の1億5,000万t/yrを輸出上限(1億5,000万t/yr以上は輸出しない)にすることも検討している。この制限は、国内で消費し切れずに余剰が発生した場合は、1億5,000万tを越えても輸出できるというフレキシブルな規定である。

また、エネルギー・鉱物資源省は、石炭生産者に一定規模の国内供給を義務付ける国内供給義務(Domestic Supply Requirement:DSR)を2010年から導入させる方針を決めた。当初DSRの規模は、7,800万tと見積もられていたが、最終的には2009年10月の時点で、7,500万tの規模となった。生産者ごとにDSRを適応させるかは未定で、販売価格は国際価格へ準拠させる方針であるとしている。

以上については石炭そのものの需要に関する現況並びに見通しであるが、インドネシア国営石油会社プルトミナは、米マサチューセッツ工科大学(MIT)と協力し、石炭のガス化施設の建設に興味を示している。石炭のガス化がうまくいけば、石炭ガスは3US\$/MMBTU(約1,055MJ)で供給できる見通しであり、天然ガスよりも安く供給できるため、天然ガスを輸出にまわすことができる。このように、インドネシアにおける、石炭の利用方法の多様化も進んでいる。

### (2) 発電用燃料としての石炭の需要(参考:RUPTL2009-2018、PT. PLN)

PLNが行った電力需要予測と、発電用のエネルギー構成に基づく、エネルギー生産計画を図1-2、表1-1に示す。図1-2、表1-1の通り、石炭発電は発電量が最も多く、今後10年間の発電システムの主体となる。石炭発電の比率は2007年の49.7%から、2010年に61.2%、2018年には64.1%へと増加させる計画である。その一方で、軽油を燃料とした発電所は一層削減される予定である。2009年現在、軽油のエネルギー率は18.4%あるため、2010年までに4.7%、2018年までに1.2%まで大幅削減する計画である。

PLN子会社のIndonesia Powerにおいては、西ジャワ州西北端に位置するスララヤ石炭火力発電所向けに石炭300万tの調達方針を明らかにしており、発電事業における石炭の需要は増加している。さらに、図1-2、表1-1からは、石炭以外にも、天然ガスや、地熱・水力(再生可能エネルギー)の比率の増加も計画されていることがうかがえる。

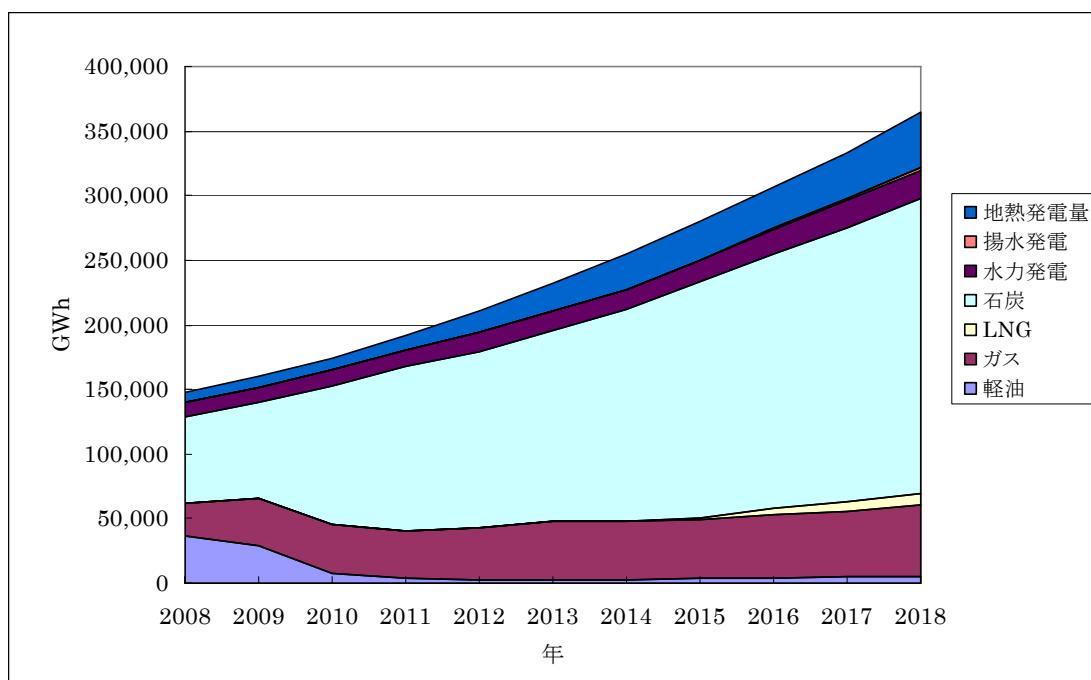


図 1-2 エネルギー生産計画(出展:RUPTL2009-2018、PT.PLN)

※表 1-1 を図式化したもの。

表 1-1 エネルギー生産計画(単位は GWh) (出展:RUPTL2009-2018、PT.PLN)

年	軽油	天然ガス	LNG	石炭	水力発電	揚水発電	地熱発電量	合計
2008	36,618	25,790	0	66,088	11,020	0	8,105	147,621
2009	29,461	35,538	0	75,526	10,827	0	8,526	159,878
2010	8,115	36,736	0	108,029	12,251	0	8,687	173,818
2011	4,327	35,950	0	127,235	13,113	0	11,206	191,831
2012	3,051	39,502	0	136,814	14,808	0	16,945	211,120
2013	2,340	45,327	0	148,173	14,911	0	21,847	232,598
2014	2,706	45,063	0	163,799	14,952	862	27,971	255,353
2015	3,229	45,931	1,936	181,974	16,196	841	29,440	279,547
2016	3,712	49,895	4,832	196,174	19,623	772	31,048	306,056
2017	4,543	50,673	7,443	212,513	20,871	1,411	35,972	333,426
2018	5,554	54,828	8,544	229,370	20,919	2,304	43,283	364,802



## 1.5 インドネシアにおける天然ゴム産業の実情

CI は、PB・MDF の原料の 80%をゴムの老木に依存している。今回のプロジェクトでは、発電用の燃料として、ゴムの老木の根の利用も検討しており、天然ゴム産業は本プロジェクトと関わりが深いので、以下に概況をまとめる。

### (1) インドネシアにおける天然ゴム市場の動向

インドネシアの天然ゴム・ゴム製品の生産量は、年間 276 万 t である。この数字は、タイの 297 万 t という生産量に次いで世界第 2 位の生産量にあたる(表 1-2)。また、インドネシアにおけるゴムノキの植栽面積は、2007 年現在 340 万 ha となっており、この数字は、世界第 1 位の数字となっている。このように、インドネシア経済にとって、天然ゴム・ゴム製品産業は、重要な産業であると認識されている。

表 1-2 主な生産国別の天然ゴム生産量

(出展:IRSG (International Rubber Study Group)、及びインドネシア農業省)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Thailand	2,615	2,876	2,984	2,900	3,130	2,970
Indonesia	1,630	1,792	2,066	2,270	2,637	2,755
Malaysia	805	909	1,098	1,132	1,280	1,210
India	641	707	743	772	853	807
China	468	480	486	575	600	663
Others	1,181	1,189	1,224	1,164	1,242	1,265

(千 t)

中国やインドのような途上国の工業化に伴う、経済成長による需要が増加したことや、アメリカ、日本、欧州をはじめとする先進国の天然ゴムの需要が高いことにより、市場価格も高騰している。

また、ゴム製品は生活必需品であり、先にも挙げた近年、工業成長を続ける国々において需要の増加が見込めるため、市場規模はこれからも成長する見込みである(表 1-3)。

表 1-3 主な天然ゴム消費国の消費量 出展:IRSG (International Rubber Study Group)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Growth (2007/2006)(%)
China	1,310	1,485	1,630	2,045	2,400	2,550	6.3
USA	1,111	1,079	1,144	1,159	1,003	1,018	1.5
Japan	749	784	815	857	874	888	1.6
India	680	717	745	789	815	851	4.4
Malaysia	408	421	405	386	383	449	17.2
Korea	326	333	352	n.a	364	377	3.6
Thailand	278	299	302	335	321	374	16.5

(千 t)

IRSG (International Rubber Study Group) の予測によると、天然ゴムの国際的な需要量は年間 9% の割合で上昇して行き、2020 年には、10.9 百万 t になるとしており、このままでは、需給のバランスが崩れ、供給が足りなくなると考えられる。

2007 年のインドネシア国内における天然ゴムの消費量は 36 万 t(生産量の 14.1%)で、タイヤや医療機器などの製品加工に使用されている。

## (2) インドネシアにおけるゴム農園の現況

ゴム農園は、所有形態により、小規模所有者(Perkebunan Rakyat:PR)、政府所有(Perkebunan Besar Negara:PBN)、中～大規模所有者(Pekebunan Besar Swasta:PBS)の 3 つに分類される。中でも、2008 年の PR の植栽面積は、インドネシア国内の全植栽面積の 85%にあたる 294 万 ha に上る(表 1-4)。よって、生産力は低いが大きな面積占有率を持つ PR と、経営力と高い生産力を持つが、占有面積は小さい PBS や PBN がパートナーシップを築くことは、産業全体としての天然ゴムの生産効率を向上させるためには効果的である。そのため、大規模農場の経営者には、生産管理と長期的な投資により、PR との協力関係を強くしようとする動きが見られる。

スマトラ島のゴム農園面積は、インドネシア全体のゴム農園面積の 70%を占める。これほど大面積のゴム農園がある理由は、理想的な気候と、カリマンタン島等と比べると交通・インフラの整備度合いが進んでいることが関係している。

表 1-4 インドネシアにおけるゴムノキの植栽面積と天然ゴムの生産量  
出展: インドネシア農業省

年	植栽面積(千 ha)			天然ゴム生産量(千 t)		
	PR	PBN	PBS	PR	PBN	PBS
1998	3,082.3	229.8	295.2	1,242.8	192.5	226.6
1999	3,086.5	218.3	290.2	1,206.4	181.5	216.4
2000	2,882.8	212.6	277.0	1,125.2	169.9	206.4
2001	2,838.4	221.9	284.5	1,209.3	182.6	215.6
2002	2,825.5	221.2	271.7	1,226.6	186.5	204.4
2003	2,722.5	241.6	276.0	1,396.2	191.7	207.7
2004	2,747.9	239.1	275.2	1,662.0	196.1	222.4
2005	2,767.0	237.6	274.8	1,838.7	209.8	288.8
2006	2,832.0	238.0	275.4	2,082.6	265.8	301.3
2007	2,899.7	238.2	275.8	2,176.7	277.2	319.5
2008	2,943.7	245.8	280.4	2,308.4	294.0	332.4
【参考】 PR:小規模所有者、PBN:政府所有、PBS:中～大規模所有者						

1998 年から比較すると、PR の面積は、308 万 ha から 4.5%減少している。この要因として挙げられるのは、主にゴム農園がオイルパーム農園へと転換されたことによる(写真 1-3)。この作物転換が行われた原因は、アブラヤシ価格上昇率のほうが、ゴムの価格上昇率より高く、生産効率も高い(人手、手間がかからない)ことに起因する。



写真 1-3 新しく植えられたオイルパーム農園(元ゴム農園)

丘陵地は、ゴム農園には適さないのでオイルパーム農園への転換が進んでいく。

### (3) インドネシアにおける天然ゴム産業の成長阻害要因と課題

#### ①生産能力上の問題

インドネシアにおける天然ゴム産業成長阻害の主な要因となっているのが、1.5(2)でも記述したが、ゴム農園における生産能力が非常に低いことである。例えば、PR は、0.8t/ha/yr の生産力、PBS においても、1.0 t/ha/yr となっている。これは、インドの平均生産能力 1.9 t/ha/yr、タイの平均生産能力 1.6 t/ha/yr と比べると、かなり少ない。

今後の生産性の向上のために、PR と PBS との間の経営の統合が重要であると考えられている。PBS の生産技術とマーケティングは PR の生産効率を向上させる。これが、全植栽面積のうち、15%あるとされている非生産地の生産量の増加へとつながっていくと考えられている。

PR にとっての問題としては、品質の良い種を入手することが、非常に困難であることが挙げられる。しかし、PBS との協力関係を築けば、品質の良い種を手に入れるルートが広がり、高品質の種を得ることが出来る。また PBS と協力関係を結んでおくことにより、PBS や、銀行からの融資を得ることも出来る。

#### ②加工技術上の問題

生産能力以外の問題としては、品質の低い凝固材の添加や、推奨されていない薬品を添加するなど、正しい方法で加工されないために、加工されたゴム製品の品質が非常に低いことが挙げられる。

ゴム加工産業において、国内産業における天然ゴムの消費量は低く、過去 5 年間は、国内のゴム製品の消費量の 10~15%程度に留まっている。タイヤ産業が国内の消費量の約 60%を占め最も大きな消費産業だが、タイヤ産業以外は、市場規模は小さい。国内のゴム加工産業の成長を阻害する要因となるものは、資本力や需要がないことや、更にはエネルギー不足が挙げられる。1.4 で前述したが、インドネシアのエネルギー不足は、産業の成長を妨げるほど深刻な状況である。また、ゴム製品を製造するためには、巨額の投資や、洗練された技術が必要であるため、新規の参入は非常に難しいと考えられており、中・小規模業者は通常、大規模業者の下請け業務(ex. パーツ作成等)を受けている。

タイヤ産業を除くその他のゴムに係る産業は、まだ最適なレベルに到達していない。例えば、ゴム手袋産業と履物産業の稼働率(現状の生産量/最大生産能力)は、それぞれゴム手袋産業が 40%、履物産業が 60%である(表 1-5)。

表 1-5 ゴム加工産業の稼働率 出展:インドネシア商業省

産業別	稼働率
クラムラバー産業	70%
ゴム手袋産業	40%
履物産業	60%
タイヤ産業	80%
他の産業	65%-80%

### ③国際取引上の問題

ゴム産業においては、生産の問題に加え、国際取引にも問題を抱えている。主な問題点としては、取扱量が多く、投売りが行われているということである。更に、欧米で用いられている環境基準への対応の問題があり、取引手順が複雑化している。この難題に対応するために、産業界と規制する側としての政府の間に、協調姿勢が必要とされている。

ゴム加工産業の成長については、製菓、自動車工業用製品などの高品質な製品が求められる市場に売り込める程度に、高品質かつ、高付加価値のゴム製品を作るため、2025 年までのロードマップを、インドネシア政府が作成している。ロードマップの中では特に、「ゴムノキの再植林と拡大により、生産を増加させること」を達成することが求められている。



写真 1-4 ゴムノキ植栽地(10-12 年生)

## 1.6 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

インドネシア DNA(Designated National Authority)の事務局は、大統領令 No.48(2008)に基づき、環境省から DNPI(Dewan National Perubahan Iklim:国家気候変動委員会)へ移っている。DNPI の役割は以下の通り。

<DNPI の義務>	
a.	気候変動に関わる国家政策、戦略、プログラムの策定、及び、実施
b.	気候変動対策の実施の取りまとめ
c.	カーボントレードの指針・仕組み策定
d.	気候変動対策の実施評価・監視
e.	気候変動対策の推進

<DNPI の構成>	
a. 議長	大統領
b. 副議長	1. 公共福祉大臣
	2. 経済大臣
c. メンバー	
1. 国家官房長官	10. 工業大臣
2. 内閣官房	11. 公共事業大臣
3. 環境大臣	12. 国家開発計画大臣
4. 大蔵大臣	13. 海洋・水産大臣
5. 内務大臣	14. 貿易大臣
6. 外務大臣	15. 研究・技術大臣
7. エネルギー・鉱物資源大臣	16. 通信・情報大臣
8. 林業大臣	17. 保険大臣
9. 農業大臣	18. 気象地質局長

## 1.7 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点

### (1) インドネシアのエネルギー政策への貢献

インドネシアのエネルギー政策は、大統領令 No.5(2006)に述べられている。インドネシアは、石油製品の輸入国となり、主要なエネルギー源に対する石油利用率を、2025 年までに、20%以下に減らすことが目標に掲げられている。具体的な数値は、以下の表 1-6 の通りである。

表 1-6 インドネシアのエネルギー政策

エネルギーの種類	2025 年目標
石油	20%以下
天然ガス	30%以上
石炭	33%以上

バイオ燃料	5%以上
地熱	5%以上
代替エネルギー (新エネルギー、再生可能エネルギーなど)	5%以上
液化石炭	2%以上

本プロジェクトで利用するパーム核殻等の廃棄バイオマスは、代替エネルギーの割合の上昇につながり、国の政策に合致する。そのため本プロジェクトは、持続可能な開発に貢献できる。

## (2) 地域経済、及び電力の安定供給への貢献

インドネシアでは、石油製品価格の上昇により、石油製品を燃料とした自家発電を中止し、石炭発電への切り替えや、PLN から電力を購入する企業が増えている。しかし、スマトラグリッドは、系統内の電力需要を補えるほどの電力供給源を持っていない。そのため、電力が不足しており、PLN による計画的な停電が実施されている。

グリッドからの電力供給を停止し、自家発電を行うことは、スマトラグリッドの電力安定供給への一助となる。また、CI が廃棄バイオマスを継続的に利用することで、パームオイル(Crude palm oil: CPO)工場、ゴム農園所有者、及び、運搬業者などの利益や雇用機会が増大し、生活水準の向上を含めた、地域社会の持続的発展に寄与することが期待できる。

## (3) 環境負荷低減への貢献

燃料として、廃棄バイオマスを利用するので、温室効果ガス排出量削減につながり、温暖化防止へ貢献できる。また、廃棄バイオマスの利用は、石炭の場合と比べると、灰の発生量を軽減でき、NOx の排出量も削減できるため、大気汚染防止、および廃棄物発生抑制につながる。

## 2. 調査内容

### 2.1 調査実施体制

本調査実施に関わった団体は、住友林業以外には、プロジェクト実施者である PT.Canang Indah(CI)、及び、CDM コンサルタント会社 Carbon and Environmental Research Indonesia(CERINDO)、環境調査会社 PT.Plarenco、指定運営組織(Designated Operational Entity:DOE)の財団法人日本品質保証機構であり、図 2-1 に個々の役割を示す。

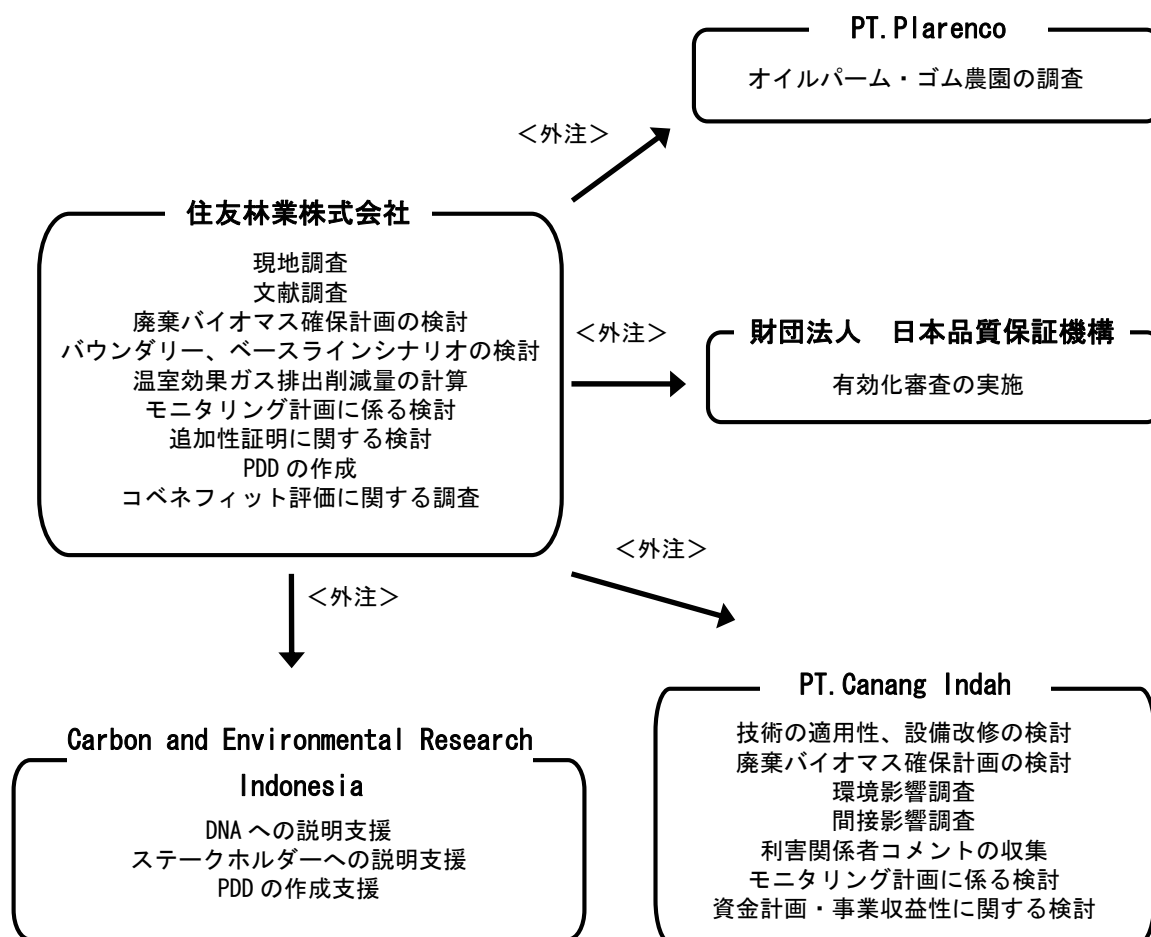


図 2-1 調査実施体制

### 2.2 調査課題

本プロジェクトの実施に必要不可欠であり、調査実施前には把握できていなかった項目については、以下の 4 点があげられる。

- (1)燃料としてのゴムの老木の根の利用可能性について
- (2)廃棄バイオマス収集可能量について
- (3)廃棄バイオマスの供給体制について
- (4)石炭発電用ボイラーに廃棄バイオマスを利用することによるリスクについて

以下に、各項目別の詳細を記す。

### **(1) 燃料としてのゴムの老木の根の利用可能性について**

本プロジェクトでは、ゴムの老木の根を燃料として有効利用することを検討した。ゴムの老木の根は、北スマトラ州ではまだ燃料として利用されておらず、単純焼却されている。CIは、製品製造用の原料として、木質廃材を 289,054t/yr 使用している(2008 年実績)。そのうち 8 割がゴムの老木であるため、約 231,000t/yr のゴムの老木を利用している。ゴムの老木は、直径 15cm 以上のものは、CI 以外の業者が製材用として加工利用し、15cm 未満のものを CI が MDF や PB 用の原料として利用している。根の発生量は CI が原料として利用している量の 30~40% 近く発生していると考えられる。

### **(2) 廃棄バイオマス収集可能量について**

プロジェクトの実施には、廃棄バイオマスの収集量を安定的に確保することが必要不可欠である。廃棄バイオマスを収集するにあたり、自社からの廃材供給は少量であり、大半を外部調達に頼る必要がある(PB、MDF は、もともと原料となる木材を余すところなく使用する製品であるので、廃材はほとんど発生しない)。現在、外部から調達している発電用の廃棄バイオマスとして、パームオイル(CPO:Crude Palm Oil)工場から発生するパーム核殻がある。それらに加えて、本プロジェクトでは、ゴムの老木の根やその他パームオイルの搾りかす等を収集対象とすることを考えている。本プロジェクトで必要な廃棄バイオマス量(目標値)は、乾燥状態で 58,168t/yr(全量パーム核殻を利用した場合)と試算される。

廃棄バイオマスの利用に際して競合が生じる場合は、競合により CI 以外の廃棄バイオマス利用者が化石燃料を使用する必要がないことを確認する必要がある、収集可能な廃棄バイオマスの種類やその収集可能量を把握する必要がある。

### **(3) 廃棄バイオマスの供給体制について**

(2)の結果より、本プロジェクトで対象とする廃棄バイオマスの収集方法、収集した廃棄バイオマスの管理方法を検討する必要がある。CI が製品の製造のために収集している原料の供給体制や、発電用燃料の収集体制が応用できるかどうかを確認し、効率の良い収集体制の構築を目指す。

### **(4) 石炭発電用ボイラーに廃棄バイオマスを利用することによるリスクについて**

本プロジェクトでは、石炭発電用のボイラーの改造をしないで、廃棄バイオマスを燃料として 100% 利用することを予定している。しかし、石炭発電用ボイラーとバイオマスボイラーでは、燃焼炉の構造が異なる場合がある。そのため、石炭発電用ボイラーに大量に廃棄バイオマスを投入する場合に生じる設備の不具合について調査し、把握する必要がある。



## 2.3 調査内容

### 2.3.1 現地調査

第 1 回現地調査(2009/8/23～2009/9/5)	
【訪問先】	PT.Canang Indah、PT.Rimba Partikel Indonesia、インドネシア環境省、CERINDO
【調査内容】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・キックオフミーティングの実施</li> <li>・プロジェクト実施体制の確認</li> <li>・廃棄バイオマス収集場所の視察</li> <li>・調査協力依頼や、調査スケジュールの確認</li> </ul>
【結果】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CI は ISO9001 を取得しており、管理体制が整っていると考えられる。</li> <li>・CI は、環境管理計画(UKL)、及び環境モニタリング計画 (UPL) に則り、環境報告書を年 2 回、行政に提出している(2009 年 11 月に CI は、UKL/UPL に代わる環境影響評価(AMDAL)の認証を取得)。</li> <li>・ゴムの老木の根が燃料として利用されておらず、単純焼却されていることが確認されたが、ゴムの老木の根を燃料として利用するには、付着する土により生じる問題等、解決すべき課題が多い。</li> <li>・インドネシア環境省にプロジェクトの概要を説明したが、プロジェクト登録に向けた大きな問題はないと考えられる。</li> </ul>

第 2 回現地調査(2009/10/4～2009/10/11)	
【訪問先】	PT.Canang Indah、PTPN IV(農園公社)、及びアチェ州 CPO 工場
【調査内容】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CI と CERINDO との 3 社合同会議</li> <li>・廃棄バイオマス収集場所の視察</li> </ul>
【結果】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄バイオマスの利用はあくまでも試験的段階であるため、ベースラインは石炭 100%として計算する(その後の調査の結果、最終的には石炭と廃棄バイオマスの混焼をベースラインとした)。</li> <li>・プロジェクトでは、廃棄バイオマス 100%利用を目指すのが、廃棄バイオマスの安定供給と価格面を考慮すると、石炭との混焼を許容するプロジェクトシナリオを想定しておく。</li> <li>・EFB(Empty Fruit Bunches:パーム空房)は、肥料や燃料として利用されているが、余剰気味であるので、脱水等の処理をすれば、EFB を燃料として利用できる可能性が高い。</li> <li>・CPO 工場からは、FFB(Fresh Fruit Bunches:パーム果房)投入量に対して、EFB は約 22%、パーム核殻は約 7%発生している。</li> </ul>

第 3 回現地調査(2009/11/15～2009/11/29)	
【訪問先】	PT.Canang Indah 機械メーカー:PT.GIKOKO、PT.Suryamasinika Semestaraya
【調査内容】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各種調査状況、スケジュールについて</li> <li>・インドネシア国内の発電、及び CDM 事情について</li> <li>・石炭発電設備に廃棄バイオマスを燃料として利用するリスクについて</li> </ul>
【結果】	<各種調査状況、スケジュールについて>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄バイオマス収集調査など進捗が遅れている調査について、改めて依頼した。</li> <li>・プロジェクト実施後のコベネフィットの効果を把握するために、排ガス量の測定などの調査を依頼した。</li> </ul> <p>&lt;石炭発電用ボイラーに廃棄バイオマスを燃料として利用するリスクについて&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・石炭と廃棄バイオマスを比べると、発熱量や含水率、燃焼後に発生する灰の融解温度等が異なるなど、燃料特性に大きな違いがある。そのため、石炭を燃料としてデザインされた発電設備に、廃棄バイオマスを燃料として用いた場合、熱効率・発電容量の低下につながる可能性がある。また、設備に不具合が生じるリスクを抱えることになる。</li> </ul> <p>&lt;インドネシア国内の発電、及び CDM 事情について&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・インドネシア DNA は、大統領令 No.46(2008)に基づき、DNPI(Dewan National Perubahan Iklim:気候変動に関する国家評議会)として事務所を移管している。</li> <li>・インドネシア国内でクレジット発行に伴う追加料金の徴収はない。</li> </ul>
--	---

第 4 回現地調査(2010/1/17～2010/1/24)	
<b>【訪問先】</b>	PT.Canang Indah、PT.MITRA KARYA PUTRA 機械メーカー:PT.Suryamasinika Semestaraya
<b>【調査内容】</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コベネフィット調査データ確認</li> <li>・利害関係者集会の実施</li> <li>・灰の処理設備について説明、確認</li> </ul>
<b>【結果】</b>	<p>&lt;コベネフィットの調査データについて&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・煙突からの大気質改善項目(煤塵、SO<sub>2</sub>)の排出濃度(mg/m<sup>3</sup>)が、石炭を使用した場合より、パーム核殻を使用した方の値が高かった。その理由としては、パーム核殻は完全燃焼するが、石炭は完全燃焼しない場合があることが挙げられる。そのため、石炭は、燃えカス(灰)の中に成分が残留していることも想定される(計測会社談)。</li> </ul> <p>&lt;利害関係者集会について&gt;</p> <p>①コメント概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・利害関係者の中でも特に行政の環境担当者は、CI に対して、他の企業の環境に対する意識向上につながるような模範になることを求めた。</li> <li>・石炭由来の燃焼灰は廃棄物となるが、バイオマス由来の燃焼灰は廃棄物でないため、プロジェクトの実施は、廃棄物削減につながる。</li> <li>・地域住民に雇用機会を与えること。</li> </ul> <p>②コメントに対する CI の対応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動、及び環境問題は、CI のみに留まらず、地域住民、行政の方と一緒に考えていきたい。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CI は労働者を、従来どおり工場の近隣エリアから雇う。したがって、地域に雇用機会を提供することとなる。また、雇用に際して、出生などで差別はしない。</li> </ul> <p>&lt;灰ブロック製造機について&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 灰ブロック製造機械は Rp.15,000,000 程度で製造可能であり、成型後のブロックを乾燥するために特殊な設備は必要ない(天日乾燥で十分)。</li> <li>・ 石炭灰は廃棄物扱いされているため、取り扱うには許可が必要である。そのため、石炭を混焼した際に発生する灰を処理するためには許可を取得する必要がある。</li> </ul>
--	---

第 5 回現地調査(2010/2/07～2010/2/16)	
【訪問先】	PT.Canang Indah、PT.Rimba Partikel Indonesia
【調査内容】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SFC と CI の今後の事業計画について</li> <li>・ CDM として認められるバイオマスの証明について</li> <li>・ 灰の処理設備実機視察</li> </ul>
【結果】	<p>&lt;SFC と CI の今後の事業計画について&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CDM として認証される見込みがあるならば、バリデーション費用負担、クレジットの分配含め検討していく。</li> </ul> <p>&lt;CDM として認められるバイオマスの証明について&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CI で利用するパーム核殻が、CDM として認められる再生可能バイオマスである事を証明する方法の情報収集のために、既にバイオマス発電事業が CDM として登録されている RPI を訪問した。</li> <li>・ CI は、パーム核殻を競合することなく必要量を確保することができているのが実情であるが、RPI を参考に、その状況を数値化する方法を検討する。</li> </ul> <p>&lt;灰の処理設備実機視察&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1 度の成型で路盤材を 5 個作れる新設備を視察。</li> <li>・ 製造コストは 14,597Rp/m<sup>2</sup> であり、市販価格約 28,000Rp/m<sup>2</sup> と比べると約半値で製造可能である。</li> </ul>

## 2.3.2 調査課題別の調査結果

### (1) 燃料としてのゴムの老木の根の利用可能性について

ゴム農園は、CI 工場から約 100～300km 離れた場所であり、CI の PB・MDF 原料(ゴムの老木)の仕入価格に占める運賃の比率は大きい。ゴムの老木の根は、現在未利用であるが、その原因として、根の形が不定形であるため積載効率が悪いこと、工場に持ち込んで粉砕した場合、根に付着する土によって作業環境が悪化することの 2 点が挙げられる。これらの問題を解決するために、移動式チップターの導入を検討した。

検討の結果、移動式チップターを導入し、ゴム農園で粉砕した場合、ゴムの老木の根をそのまま運ぶ場合と比べると積載効率が約 2 倍上がることが見込まれ、運賃コストが低下することによって、発熱量あたりの単価を石炭とほぼ同程度にできる可能性があることがわかった。また、移動式チップターは、農園での粉砕が可能であるので、工場での作業環境悪化の問題を軽減できると推察される。しかし、ゴムの老木の根は、点在するゴム農園から 20～25 年周期で発生するものであり、毎月同じ場所からある程度決まった量がでてくるオイルパームの廃材と比べると、供給の安定性に欠ける。また、ゴム農園内の道は、雨季になるとぬかるみ、ゴムの老木の根を運び出せないで、雨季の間は燃料が不足することが懸念される。したがって、CI は原料同様に、ゴムの老木の根を乾季のうちにできるだけ集めること、及び貯蓄するためのストックヤード用の敷地を確保することが必要になる。ゴムの老木の根の安定供給については、ゴム農園の位置、樹齢構成等を正確に把握した上で調達計画を作成することにより、ある程度解決できる。しかし、現在有しているストックヤードは、原料のためにも不足状態であり、CI は新たにゴムの老木の根を利用するためにストックヤードを確保するという経営判断を、現段階で下す事は難しいと判断した。ただし、北スマトラ州における今後の廃棄バイオマス需給状況により、CI はゴムの老木の根を利用する必要性が出てきた場合には、根の粉砕に適した移動式チップター等の設備導入、ストックヤード確保のために投資を行なう事により、ゴムの老木の根を燃料として利用する。



写真 2-1 集められたゴムの老木の根



写真 2-2 ゴムの老木の根の野焼きの様子

### (2) 廃棄バイオマス収集可能量について

CI が現在最も多く使用しているパーム核殻の発熱量と含水率は、外部に調査委託して調べた結果から 4,489kcal/kg、12%であった。CI は、2009 年 2 月、3 月に試験的に、パーム核殻 100%を使用して発電しており、発電に必要な量は確保できるため、本プロジェクトでは、パーム核殻を主燃料として利用する。

本プロジェクトでは、2.3.2(1)より、ゴムの老木の根を主燃料とすることは現段階では難しいと判断

したが、仮にパーム核殻を利用する上で大きな競合が生じた場合は、設備投資を行ない、非競合燃料として存在するゴム農園から発生する老木の根を利用するため、廃棄バイオマスの競合によるリーケージを考慮する必要はない。保守的に考えて、仮に CI が PB や MDF の原料として利用している量の 30% が根の発生量だとすると、69,373t/yr もの老木の根が発生している。これは、CI が必要としている燃料量の 119%にあたるため、余剰バイオマスは十分に存在する。

本プロジェクトで使用する可能性のあるパーム核殻以外の廃棄バイオマスには、その他パームオイルの絞りかす(EFB、Fiber、etc)がある。そのうち EFB は、農園内に肥料という名目のもと廃棄されているのが現状であり、競合も少ない燃料と考えられる。

### **(3) 廃棄バイオマスの供給体制に関わる調査**

CI から約 4km の場所には、北スマトラ州で唯一コンテナの取扱いが可能な Belawan 港がある。国内・外から Belawan 港へ運ばれてきた品物は、トラックに載せられて、地方 (CI 工場から約 100~300km) へ運ばれる。CI は、港から荷物を運び終わり、Belawan 港に戻ってくる空のトラック (帰り便) に製品の原料や廃棄バイオマスを積んで地方から工場まで運ばせている。そのため、運賃を安く抑えられている。

CI は、パーム核殻の価格設定基準として、含水率を基準とした価格設定契約を供給者と結んでいる。契約は、供給業者が 1 ヶ月に収集できる量を目安に行い(例えば、1,000t)、入荷量が契約量に達すれば、次の契約量を定め、契約を更新していく。含水率の確認は、運搬されたトラックの中からサンプルを採取し、CI 工場内の試験施設で確認している。パーム核殻はもともと含水率が低いもの(20%程度)であるが、パーム核殻の運搬途中に、トラックの荷台上でパーム核殻に散水し、重量を増やすという行為が散見されたため、含水率を基準とした価格設定契約を結ぶことで、供給されるパーム核殻の品質を管理している。

プロジェクトでは、安定供給を確保するため、1 ヶ月以上の長期契約の締結を目指す(1 年間程度を想定)。CI は、プロジェクトが登録された場合、契約締結へ進めるように準備をしている。

### **(4) 石炭発電用ボイラーに廃棄バイオマスを利用することによるリスクについて**

石炭発電用ボイラーに廃棄バイオマスを大量に投入した場合の一般的なリスクについて、ボイラー利用・製造業者へヒアリングを行った。石炭発電用ボイラーで廃棄バイオマスを利用した場合のリスクとしては、以下の 3 つがあげられる。

#### **① 燃焼炉サイズの問題**

廃棄バイオマスは、石炭より発熱量が低いため、燃焼炉への投入量が石炭と比べると増える。そのため、燃料投入時の燃焼炉内の空きスペースが石炭利用時より少なくなるため、空気量が減り、熱効率が悪くなる。その結果、廃棄バイオマスを 100%利用した場合、発電容量は設計値の 70~80%の出力しか得られなくなる。

#### **② 含水率、燃焼炉内の温度管理の問題**

石炭発電用ボイラーの燃焼炉は、水管に直接熱が伝わるように設計されている。そこに、石炭と比べて含水率の高い廃棄バイオマスを投入すると、燃焼炉内の温度コントロールが難しくなる。バイオマスボイラーでは、通常、水管と燃焼炉との間にレンガを貼り、投入されるバイオマスに混入する砂や土により水管が傷つくのを防いでいる。また、石炭発電用ボイラーとバイオマスボイラーでは、設計の段階で配管の数が異なる場合があり、熱効率に影響する場合もある。また、含水率の高いものを投入するこ

とにより、炉内の温度が下がる場合、排ガス量が増えることがあり、過負荷による排気設備の故障につながる可能性もある。これらの問題は、メーカーにより使用するシステム、考え方が異なるため、一概に言えない部分でもある。

### ③灰の問題

廃棄バイオマスの灰の溶解温度は、石炭灰と比べると低い。石炭発電用ボイラーへ廃棄バイオマスを入れると、温度設定が高いため、廃棄バイオマス由来の灰が溶解し、クリンカーができる。クリンカー自体が燃焼の邪魔になるとともに、ボイラー床からの空気口を塞ぐことによる燃焼効率の低下、及び、故障の原因となる。また、廃棄バイオマスの灰が水管に付着して、固まってしまうことによる熱効率の低下も考えられる。

クリンカーによる影響を防ぐために、階段式のストーカー炉を導入している企業もある(ヨーロッパの技術)。このシステムは、常に燃焼炉内の床が動いているため、クリンカーができた場合もその振動により、床にある空気口を塞ぐことを防げると考えられている。

CIのボイラー燃焼炉は、チェーンストーカーを採用しており、灰の融解については留意が必要である。上記①～③の影響が廃棄バイオマス使用後どのくらいの期間で表れるかわからないが、(iii)灰の問題さえ解決できれば、発電容量の70～80%の能力で十分であるので、廃棄バイオマス100%の利用は可能であると考えられる。CIは、本プロジェクトを実施するにあたり、クリンカー発生防止等のメンテナンス頻度が増えるため、維持管理費が現状より増え、追加的に約62,000US\$/yrかかると想定している。

### 3. 調査結果

#### 3.1 プロジェクトの内容

##### (1) プロジェクト実施工場

◇PT. Canang Indah

所在地	インドネシア北スマトラ州メダン市
事業内容	・ MDF、PB の製造、及び販売 ・ ISO9001 認証取得工場である。
生産量	MDF 約 120,000m <sup>3</sup> /yr PB 約 65,000m <sup>3</sup> /yr

##### (2) プロジェクト実施前

CIは、発電容量14MWを持つ石炭発電設備、及び11.5MWのディーゼル発電設備を所有している。現在は、石炭発電設備が稼働し、ディーゼル発電設備は、石炭発電設備のオーバーホール時や非常事態に備えてスタンバイしている。発電燃料の石炭は、カリマンタン島やスマトラ島から調達している。また、石炭以外に、パーム核殻(Palm Kernel Shell:PKS)や自社工場から発生する廃材も燃料として使用しており、混焼比率はエネルギー基準で石炭:廃棄バイオマス = 7:3である。発電した電気は、CIのPB、MDF工場の必要電力に利用される以外に、CI工場に隣接するグループ会社であるPT.Belawan Deli(接着剤工場)、PT.Cipta Prima(家具工場)、PT.Sumatra Cipta Energy(石炭供給会社)へ供給され、利用されている。

##### (3) プロジェクト実施後

プロジェクトでは、石炭発電設備の燃料を石炭と廃棄バイオマスの混焼状態から、廃棄バイオマス100%に切り替えることを目指しているが、廃棄バイオマス収集量不足、発電設備の安定した運転を考慮し、石炭を混焼することも念頭に置いておく。発電用の廃棄バイオマスは、CIが現在最も多く使用しているパーム核殻を主燃料とし、その他パームオイル搾りかす、ゴムの老木の根や木質廃材も使用する可能性がある。ディーゼル発電設備は、プロジェクト実施後も、石炭発電設備のオーバーホール時や非常事態に備えてスタンバイしておく。また、CI工場に隣接するグループ会社への電力供給は継続する。

##### (4) プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減効果

本プロジェクトで削減対象となる温室効果ガスは、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)である。ベースラインは、現行通りの石炭と廃棄バイオマスの混焼となる。そのため、温室効果ガス削減効果は、石炭の使用量を廃棄バイオマスで代替した分となる。年間必要電力は、2007年1月～2009年8月までの実績平均値で59,784MWh/yrであり、これをもとにベースライン排出量を計算すると、廃棄バイオマスのみで発電した場合、年間93,609t-CO<sub>2</sub>/yrの削減効果があると予想される。事前計算では、プロジェクト排出量が741t-CO<sub>2</sub>/yr、リーケージ排出量が0t-CO<sub>2</sub>/yrであると計算される。クレジット期間は、7年間の2回更新、計21年間で予定している。

### (5) プロジェクトの設備について

CI が所有している石炭発電設備の設備概略図(図 3-1)、仕様は以下の通りである。発電設備は、7 MW の発電機を 2 台持っており、合計 14MW(7MW×2 台)の出力を持っている。発電効率は 20%であり、残存耐用年数は、30 年以上である。

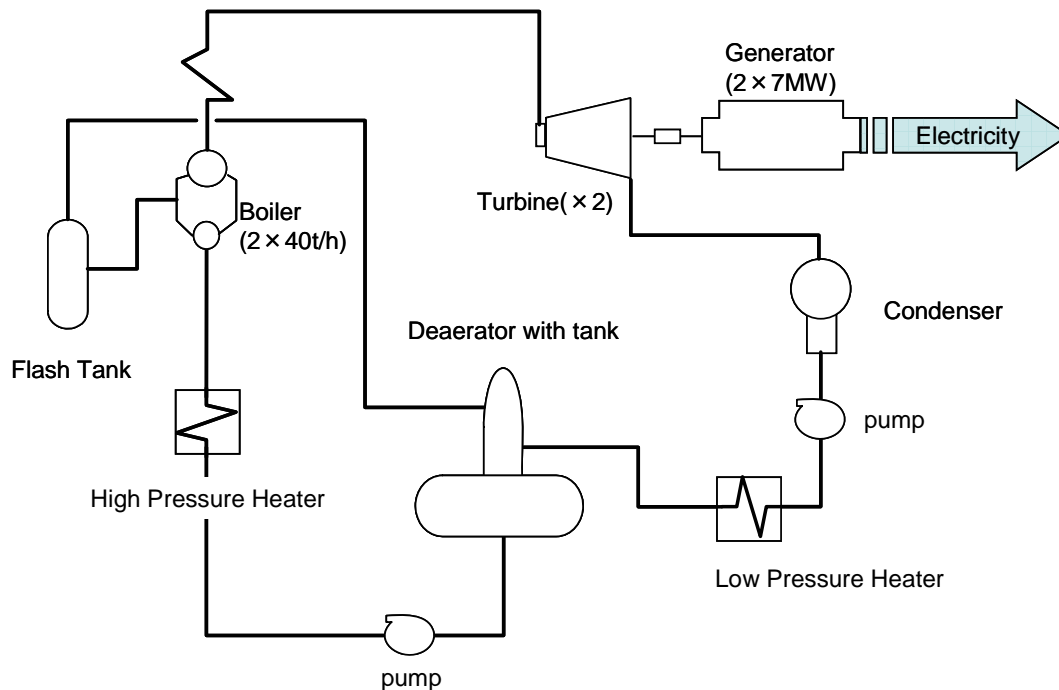


図 3-1 設備概略図

#### ■ボイラー仕様

メーカー	WUXI Huaguang Boiler CO.,Ltd.
型式	SM40-3.82/450
使用燃料	Coal
定格容量	40 t/h
定格蒸気圧	3.82 Mpa
定格蒸気温度	450 degree C
給水温度	105 degree C
熱効率	81 %

#### ■蒸気タービン発電機仕様

メーカー	Sichuan Dongfeng Electric Machinery Works Co., Ltd.
型式	QF1-7-2A
発電容量	7,000kw
力率	0.8
回転数	3,000 Rpm





写真 3-1 蒸気タービン発電機

## 3.2 ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定

### (1) ベースラインについて

本プロジェクトの規模は、小規模 CDM プロジェクトに該当するため、小規模 CDM プロジェクトのための簡易化指針付属書 B(Appendix B of the Simplified Modalities and Procedures for Small-scale CDM project activities))に示される、以下のカテゴリに該当する。

タイトル	参照
「Electricity generation by the user(利用者による発電)」	AMS-I.A. /version13 EB42 Valid from 10 Oct 08 onwards

#### ①方法論の正当性について

本プロジェクトは、発電容量 15MW 以下であるため、「小規模 CDM プロジェクト」の枠組みに含まれる。また、廃棄バイオマスを燃料として使用するため、「小規模方法論タイプ I」に該当する。

その中で、「自グループ内のみで電気を消費し、グリッド接続を行わない」ため、方法論としては AMS-I.A.が適用される(方法論 AMS-I.A.パラグラフ 1、3)。

#### ②細分化されたプロジェクトでないことの証明

小規模 CDM プロジェクトの簡易指針付属書 C(Appendix C of the Simplified Modalities and Procedures for Small-scale CDM project activities)において、通常規模 CDM プロジェクトから細分化されたプロジェクトでないことを証明する必要がある。

その基準として、以下の4項目が定められている。

- ・ 同一のプロジェクト参加者が参加している。
- ・ 同一のプロジェクトカテゴリー、及び同一の技術・手法を利用している。
- ・ 過去2年以内に登録されている。
- ・ 提案された小規模プロジェクト活動のバウンダリーと 1km 以内の距離に最も近いプロジェクトバウンダリーがある。

本プロジェクトは、CIにとって初めてのCDMプロジェクトであり、上記4項目すべてに該当しないため、通常規模CDMプロジェクトを細分化したプロジェクトではない。

### ③ベースラインの設定について

AMS-I.A.に適用されるベースラインは、「プロジェクトが実施されない場合に、同等のエネルギーを得るために使用される発電設備による燃料消費からの排出量」と定義されている(小規模方法論 AMS-I.A.パラグラフ 7 参照)。

ベースラインは、以下のケースが考えられる。

- (i) 現状通りの石炭混焼発電
- (ii) ディーゼル発電設備の利用
- (iii) ガス発電へ転換
- (iv) グリッドからの電力購入
- (v) バイオマス燃料への転換

これらの中では、(iii)は天然ガス供給設備(パイプライン等)、天然ガス発電設備を導入する必要があり、多額の投資が必要であるため、ベースラインとなりえない。(iv)は、PLN が電力不足の状態であり、停電のリスクが高く、利用できない。(ii)については、CI 社は既に、所内必要電力を賄えるだけの容量があるディーゼル発電機を所有している。しかし、インドネシアの国策は、石油からのエネルギー利用率を引き下げ、石炭のエネルギー利用率を上げる方向性にある。また、インドネシアは石油の輸入国であり、軽油の利用は、国際価格の変動による影響を受け易いため、安定した経営状態を得るためにはリスクが大きい。(v)については、バイオマス燃料へ転換することにより、設備維持管理費や燃料収集に追加的に費用がかかるために、ベースラインとなりえない。そこで、投資コストの必要ない(i)現状通りの石炭混焼発電がベースラインとなる。

CI は、2006 年に地域行政の勧めで石炭発電設備を導入している。2007 年 1 月～2009 年 8 月までの発電量実績平均値は、59,784MWh/yr、石炭消費量は、46,716t/yr、廃棄バイオマス消費量は、23,916t/yr であり、混焼割合はエネルギー基準で、石炭:廃棄バイオマス = 7:3 である。

ベースライン排出量は、方法論 AMS-I.A.のパラグラフ 7(c)オプション 3 とパラグラフ 9 に基づき、計算を行う。

## (2) プロジェクトバウンダリーについて

小規模 CDM 方法論の AMS-I.A. パラグラフ 6 の「再生可能エネルギーによる発電設備と、発電された電気を使用する施設の物理的・地理的なサイト」がバウンダリーの条件となる。緊急時やメンテナンス時などには、従来通りディーゼル発電機の発電量を増やして、不足分をカバーする(図 3-2)。

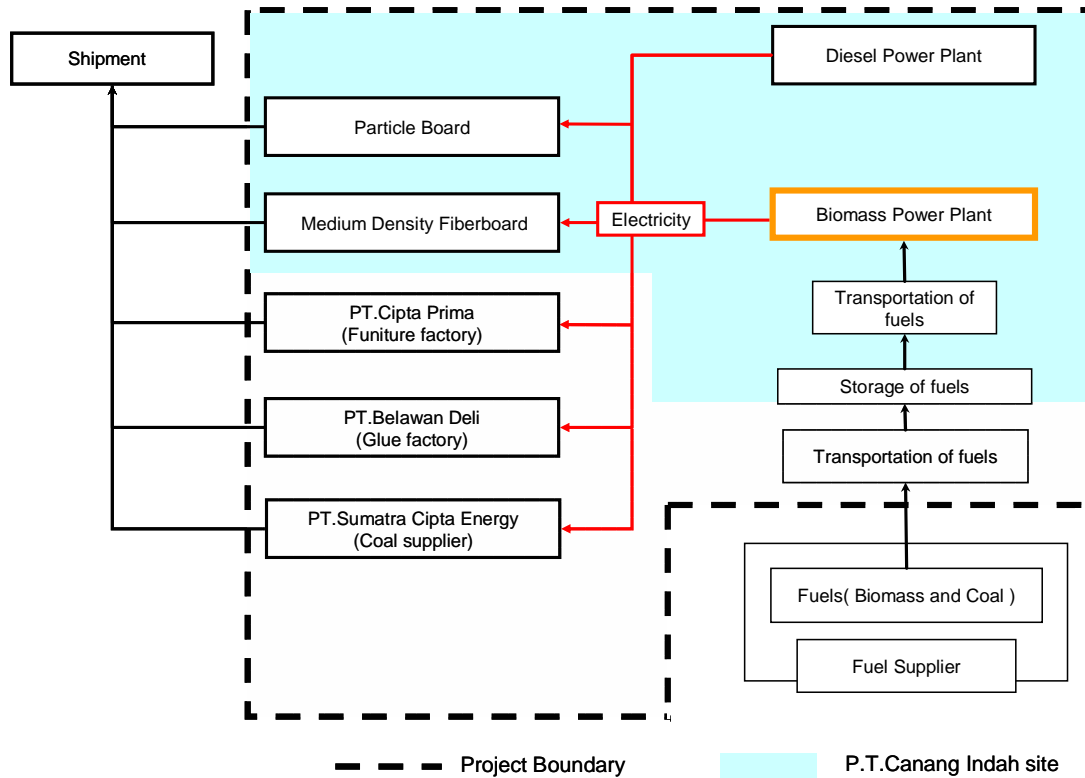


図 3-2 プロジェクトバウンダリー

表3-1. プロジェクトで対象とする温室効果ガス(GHG)について

	原因	GHG	Included or Excluded	説明
ベースライン排出量	石炭利用による自家発電	CO <sub>2</sub>	Included	主要な GHG である。
		CH <sub>4</sub>	Excluded	簡素化、過剰なクレジットの取得を控える観点から対象としない。
		N <sub>2</sub> O	Excluded	簡素化、過剰なクレジットの取得を控える観点から対象としない。
プロジェクトによる排出量	発電用の燃料として石炭を利用することによる排出量	CO <sub>2</sub>	Included	主要な GHG である。
		CH <sub>4</sub>	Excluded	発生量が少なく、簡素化のために対象としない。
		N <sub>2</sub> O	Excluded	発生量が少なく、簡素化のために対象としない。

	廃棄バイオマスの運搬に伴う CO <sub>2</sub> 排出量	—	—	排出なし
リーケージ排出量	設備移送によるリーケージ	—	—	排出なし
	廃棄バイオマス競合によるリーケージ	—	—	排出なし

### (3) 排出削減量(ER)の計算方法

ベースライン排出量、及びプロジェクト排出量は、石炭と軽油の消費量から計算される。本プロジェクトの排出削減量の計算式は、以下の通りである。

$$ER = BE - PE - LE \quad (1)$$

ER	排出削減量(tCO <sub>2</sub> /yr)
BE	ベースライン排出量(tCO <sub>2</sub> /yr)
PE	プロジェクト排出量(tCO <sub>2</sub> /yr)
LE	リーケージ排出量(tCO <sub>2</sub> /yr)

### (4) ベースライン排出量(BE)の計算方法

#### ➤ ベースライン排出量(BE)について

AMS-I.A.パラグラフ 7 のオプション 3 により、ベースライン排出量は、発電用の燃料として使用している石炭と軽油の過去の平均使用実績を用いて算出する。計算式は以下の通りである。

$$BE = BE_{\text{coal}} + BE_{\text{diesel oil}} \quad (1)$$

BE <sub>coal</sub>	石炭消費によるベースライン排出量(tCO <sub>2</sub> /yr)
BE <sub>diesel oil</sub>	軽油消費によるベースライン排出量(tCO <sub>2</sub> /yr)

#### ● 石炭消費によるベースライン排出量(BE<sub>coal</sub>)

石炭消費によるベースライン排出量(BE<sub>coal</sub>)は、以下の式で計算される。

$$BE_{\text{coal}} = FC_{\text{coal-baseline}} \times NCV_{\text{coal}} \times EF_{\text{coal}} \quad (2)$$

BE <sub>coal</sub>	石炭消費によるベースライン排出量(tCO <sub>2</sub> /yr)
FC <sub>coal-baseline</sub>	ベースラインシナリオにおける石炭消費量(tonnes/yr)
NCV <sub>coal</sub>	石炭の正味発熱量(TJ/tonne)
EF <sub>coal</sub>	石炭の二酸化炭素排出係数(tCO <sub>2</sub> /TJ)

ベースラインシナリオにおける石炭消費量(FC<sub>coal-baseline</sub>)、石炭の二酸化炭素排出係数(EF<sub>coal</sub>)は、3.4(2)を参照。石炭の正味発熱量(NCV<sub>coal</sub>)は、以下の式で算出される。

✓ 石炭の正味発熱量(NCV<sub>coal</sub>)

$$NCV_{coal} = (GCV_{coal} \times Inc - (SE_{water} \times MC_{coal})) / 10^6$$

NCV<sub>coal</sub> 石炭の正味発熱量(TJ/tonne)

GCV<sub>coal</sub> 石炭の総発熱量(kcal/kg)

Inc 国際カロリー(kJ/kcal)

SE<sub>water</sub> 水のエンタルピー(kJ/kg)

MC<sub>coal</sub> 石炭の含水率(%)

石炭の総発熱量(GCV<sub>coal</sub>)、国際カロリー(Inc)、水のエンタルピー(SE<sub>water</sub>)、石炭の含水率(MC<sub>coal</sub>)については、3.4(2)を参照。

● 軽油消費によるベースライン排出量(BE<sub>diesel oil</sub>)

軽油消費によるベースライン排出量(BE<sub>diesel oil</sub>)は、以下の式で計算される。

$$BE_{diesel\ oil} = FC_{diesel\ oil\ -baseline} \times NCV_{diesel\ oil} \times EF_{diesel\ oil} \quad (3)$$

BE<sub>diesel oil</sub> 軽油使用によるベースライン排出量(tCO<sub>2</sub>/yr)

FC<sub>diesel oil-baseline</sub> ベースラインシナリオにおける軽油消費量(tonnes/yr)

NCV<sub>diesel oil</sub> 軽油の正味発熱量(TJ/tonne)

EF<sub>diesel oil</sub> 軽油の二酸化炭素排出係数(tCO<sub>2</sub>/TJ)

ベースラインシナリオにおける軽油消費量(FC<sub>diesel oil-baseline</sub>)、軽油の正味発熱量(NCV<sub>diesel oil</sub>)、軽油の二酸化炭素排出係数(EF<sub>diesel oil</sub>)は、3.4(2)を参照。

軽油の密度は、国営石油会社プルタミナが提供している値(0.837 kg/litre)を使用した。

### 3.3 プロジェクト排出量について

#### (1) プロジェクト排出量(PE)の計算方法

##### ▶ プロジェクト排出量(PE)について

プロジェクト排出量は、廃棄バイオマス供給不足時に混焼する石炭からの排出量、及び石炭発電設備のメンテナンス時などに稼動するディーゼル発電機で使用する軽油からの排出量が対象となる。計算式は、以下の通りである。

$$PE = PE_{coal} + PE_{diesel\ oil} \quad (1)$$

PE<sub>coal</sub> 石炭消費によるプロジェクト排出量(tCO<sub>2</sub>/yr)

PE<sub>diesel oil</sub> 軽油消費によるプロジェクト排出量(tCO<sub>2</sub>/yr)

● 石炭消費によるプロジェクト排出量( $PE_{\text{coal}}$ )

石炭消費によるプロジェクト排出量( $PE_{\text{coal}}$ )は、以下の式で計算される。

$$PE_{\text{coal}} = FC_{\text{coal-project}} \times NCV_{\text{coal}} \times EF_{\text{coal}} \quad (2)$$

$PE_{\text{coal}}$	石炭消費によるプロジェクト排出量( $t\text{CO}_2/\text{yr}$ )
$FC_{\text{coal-project}}$	プロジェクトシナリオにおける石炭消費量( $\text{tonnes}/\text{yr}$ )
$NCV_{\text{coal}}$	石炭の正味発熱量( $\text{TJ}/\text{tonne}$ )
$EF_{\text{coal}}$	石炭の二酸化炭素排出係数( $t\text{CO}_2/\text{TJ}$ )

プロジェクトシナリオにおける石炭消費量( $FC_{\text{coal-project}}$ )は、3.4(3)を参照。石炭の二酸化炭素排出係数( $EF_{\text{coal}}$ )は、3.4(2)を参照。石炭の正味発熱量( $NCV_{\text{coal}}$ )は、計算により求められる。

● 軽油消費によるプロジェクト排出量( $PE_{\text{diesel oil}}$ )

軽油消費によるプロジェクト排出量( $PE_{\text{diesel oil}}$ )は、以下の式で計算される。

$$PE_{\text{diesel oil}} = FC_{\text{diesel oil-project}} \times NCV_{\text{diesel oil}} \times EF_{\text{diesel oil}} \quad (3)$$

$PE_{\text{diesel oil}}$	軽油消費によるプロジェクト排出量( $t\text{CO}_2/\text{yr}$ )
$FC_{\text{diesel oil-project}}$	プロジェクトシナリオにおける軽油消費量( $\text{tonnes}/\text{yr}$ )
$NCV_{\text{diesel oil}}$	軽油の正味発熱量( $\text{TJ}/\text{tonne}$ )
$EF_{\text{diesel oil}}$	軽油の二酸化炭素排出係数( $t\text{CO}_2/\text{TJ}$ )

プロジェクトシナリオにおける軽油消費量( $FC_{\text{diesel oil-project}}$ )は、3.4(3)を参照。軽油の二酸化炭素排出係数( $EF_{\text{diesel oil}}$ )、軽油の正味発熱量( $NCV_{\text{diesel oil}}$ )は、3.4(2)を参照。

➤ 特定燃料消費量( $SFC_i$ )について

AMS-I.A.パラグラフ 16 より、化石燃料と廃棄バイオマスを混焼する場合は、それぞれ特定燃料消費量を求めておくことが定められている。本プロジェクトでは、石炭とパーム核殻の特定燃料消費量を求めておく(それ以外の燃料を使用した場合は、その燃料の特定燃料消費量を使用前に特定する)。

特定燃料消費量を求めるための計算式は、以下の通りである。

$$SFC_i = (PTE \times 10^3) / ((NCV_i \times 10^9) / Inc) \quad (1)$$

$SFC_i$	燃料 i の特定燃料消費量( $\text{tonnes}/\text{MWh}$ )
$PTE$	発電に必要な発熱量( $\text{kcal}/\text{kWh}$ )
$NCV_i$	燃料 i の正味発熱量( $\text{TJ}/\text{tonne}$ )
$Inc$	国際カロリー( $\text{kJ}/\text{kcal}$ )

発電に必要な発熱量( $PTE$ )、国際カロリー( $Inc$ )は、3.4(2)を参照。燃料 i の正味発熱量( $NCV_i$ )は、計算により求められる。

● 燃料 i の正味発熱量(NC*V*<sub>i</sub>)

$$NCV_i = (GCV_i \times Inc - (SE_{water} \times MC_i)) / 10^6$$

NC <i>V</i> <sub>i</sub>	燃料 i の正味発熱量(TJ/tonne)
GCV <i>i</i>	燃料 i の総発熱量(kcal/kg)
Inc	国際カロリー(kJ/kcal)
SE <sub>water</sub>	水のエンタルピー(kJ/kg)
MC <i>i</i>	燃料 i の含水率(%)

国際カロリー(Inc)、水のエンタルピー(SE<sub>water</sub>)については、3.4(2)を参照。燃料 i の総発熱量(GCV*i*)、燃料 i の含水率(MC*i*)は、パーム核殻以外のバイオマス燃料を使用した場合に特定される(3.4(3)を参照)。

(2) リークージ排出量(LE)について

AMS-I.A.パラグラフ 13 により、「エネルギー生成装置が、他の活動から移送されてきた場合、あるいは既存装置が、他の活動に移送される場合、リークージを考慮しなければならない。」と、定められている。また、小規模 CDM プロジェクトの簡易指針には、廃棄バイオマス収集に関わるリークージが定められている(Attachment C to Appendix B, EB47 General guidance on leakage in biomass project activities (version 03))。

本プロジェクトでは、既存の設備を用いるので、他からの移送、及び、他への移送は無く、設備の流用に関するリークージを考慮に入れる必要は無い。廃棄バイオマス収集に関わるリークージとしては、ゴムの老木の根が未利用の状態であることが確認されており、余剰廃棄バイオマスは十分に存在するため、リークージを考慮に入れる必要は無い。

以上より、本プロジェクトからのリークージ排出量(LE)は 0t-CO<sub>2</sub>/yr となる。

### 3.4 モニタリング計画

#### (1) モニタリング体制

CIは、ISO9001 認証をPB・MDF 工場で取得している。そのため、モニタリング体制をISO 手順書に記載することで、モニタリング体制を維持できる。また、CIは、CDMのモニタリング体制を充実したものにするために、発電部門のスタッフによって構成された新部門を作る。関連データは、毎日記録し、月単位、年単位でまとめ、報告される。関連データは、発電設備から取得できる情報だけでなく、廃棄バイオマスの収集量、収集範囲(距離)、価格も記録する。収集された廃棄バイオマスについては、収集時にサンプリングし、発熱量や含水率をCI工場内にある試験施設で測定する。廃棄バイオマスの収集量が不足し、石炭を使用した場合も、関連データを記録する。

計測機器の校正については、CIのQA/QC部門が行い、必要な場合は、外部機関へ委託する。

廃棄バイオマスの競合状態については、プロジェクトで使用する量の25%以上の余剰廃棄バイオマスがあることを、クレジット期間の更新毎に確認する(AttachmentC to Appendix B,EB47 General guidance on leakage in biomass project activities (version03))。

本プロジェクトに関わるCIの管理体制を図3-3に示す。

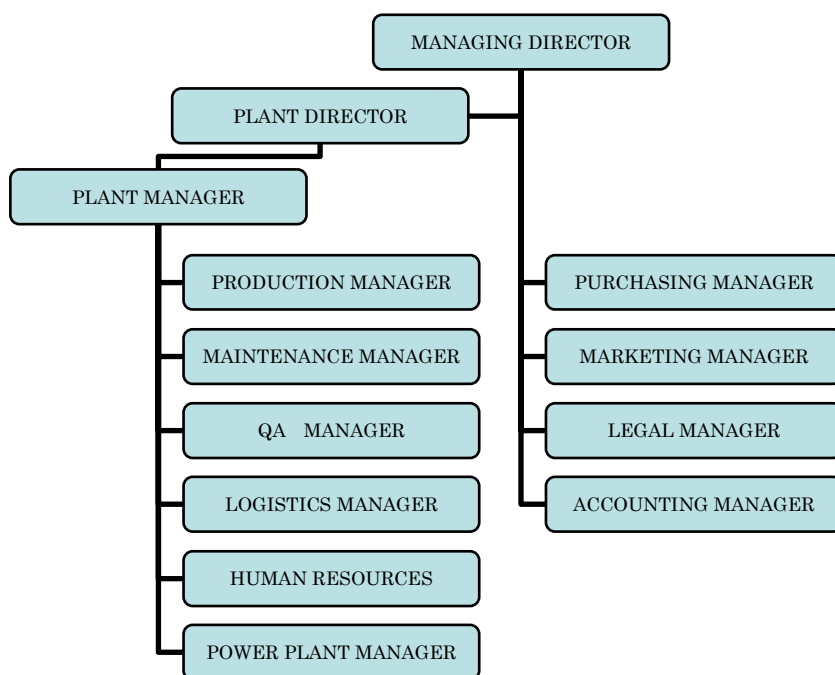


図 3-3 管理体制図



## (2) プロジェクトで使用する固定値

<b>Data / Parameter:</b>	<b>FC<sub>coal-baseline</sub></b>
Data unit:	tonnes/yr
Description:	ベースラインシナリオにおける石炭消費量
Source of data used:	発電設備でモニタリングされたデータから算出
Value applied:	46,716
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	2007年1月～2009年8月のCIが測定した実測値をもとに算出(平均値)。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>EF<sub>coal</sub></b>
Data unit:	tCO <sub>2</sub> /TJ
Description:	石炭の二酸化炭素排出係数
Source of data used:	IPCC2006 ガイドライン(亜瀝青炭として)
Value applied:	96.1
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	IPCC2006 ガイドラインより 石炭分類：亜瀝青炭
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>GCV<sub>coal</sub></b>
Data unit:	kcal/kg
Description:	石炭の総発熱量
Source of data used:	CI 測定値
Value applied:	5,170
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	CI が工場内に所有する自社試験施設にて測定したデータである。 計測機器の校正などは、CI が行うが、必要あれば外部機関へも依頼する。

applied :	
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>Inc</b>
Data unit:	kJ/kcal
Description:	国際カロリー
Source of data used:	定義により
Value applied:	4.1868
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	—
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>SE<sub>water</sub></b>
Data unit:	kJ/kg
Description:	水のエンタルピー
Source of data used:	定義により
Value applied:	2.256
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	100°C、1 気圧条件
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>MC<sub>coal</sub></b>
Data unit:	%
Description:	石炭の含水率
Source of data used:	CI 測定値
Value applied:	29
Justification of the choice of data or description of measurement methods and	CI が工場内に所有する自社試験施設にて測定したデータである。 計測機器の校正などは、CI が行うが、必要あれば外部機関へも依頼する。

procedures actually applied :	
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>FC<sub>diesel oil-baseline</sub></b>
Data unit:	tonnes/yr
Description:	ベースラインシナリオにおける軽油消費量
Source of data used:	発電設備でモニタリングされたデータから算出
Value applied:	22.49
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	石炭発電設備のメンテナンス時などに稼動するディーゼル発電機で使用した軽油消費量であり、2007年1月～2009年8月までの実績平均値である。  軽油の密度は、国営石油会社プルタミナが提供している値(0.837 kg/litre)を使用した。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>NCV<sub>diesel oil</sub></b>
Data unit:	TJ/tonne
Description:	軽油の正味発熱量
Source of data used:	IPCC2006 ガイドライン
Value applied:	0.043
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	IPCC2006 ガイドラインより
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>EF<sub>diesel oil</sub></b>
Data unit:	tCO <sub>2</sub> /TJ
Description:	軽油の二酸化炭素排出係数
Source of data used:	IPCC2006 ガイドライン
Value applied:	74.1
Justification of the choice of data or description of measurement	IPCC2006 ガイドラインより

methods and procedures actually applied :	
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>PTE</b>
Data unit:	kcal/kWh
Description:	発電に必要な熱量
Source of data used:	ヒートバランスより
Value applied:	4,392.85
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	メーカーから提供されるヒートバランスより
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>GCV<sub>kernel</sub></b>
Data unit:	kcal/kg
Description:	パーム核殻の総発熱量
Source of data used:	CI 測定値
Value applied:	4,489
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	CIが第3者機関である SUCOFINDO(PT.SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA)に依頼して測定したデータである。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>MC<sub>kernel</sub></b>
Data unit:	%
Description:	パーム核殻の含水率
Source of data used:	CI 測定値
Value applied:	12
Justification of the choice of data or description of	CIが第3者機関である SUCOFINDO(PT.SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA)に依頼して測定したデータである。

measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	N/A

### (3) モニタリングすべきデータ

<b>Data / Parameter:</b>	<b>FC<sub>coal-project</sub></b>
Data unit:	tonnes/yr
Description:	プロジェクトシナリオにおける石炭消費量
Source of data to be used:	CI がデータをモニタリングする。
Value of data	0
Description of measurement methods and procedures to be applied:	現段階では、石炭を使用しないため、0t/yr で事前計算を行う。石炭を使用した場合は、廃棄バイオマスの使用量同様に、使用量をモニタリングする。
QA/QC procedures to be applied:	ISO9001 のマネジメントシステムで計測機器精度は管理する。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>FC<sub>diesel oil-project</sub></b>
Data unit:	tonnes/yr
Description:	プロジェクトシナリオにおける軽油消費量
Source of data to be used:	CI がデータをモニタリングする。
Value of data	232.49
Description of measurement methods and procedures to be applied:	フローメーターを用いて、実際の消費量を計測する。 軽油の密度は、国営石油会社プルタミナが提供している値(0.837 kg/litre)を使用する。
QA/QC procedures to be applied:	ISO9001 のマネジメントシステムに準じ、計測機器精度は管理する。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>FC<sub>kernel-project</sub></b>
Data unit:	tonnes/yr
Description:	プロジェクトシナリオによるパーム核殻消費量
Source of data to be used:	CI がデータをモニタリングする。
Value of data	58,168
Description of measurement methods and procedures to be applied:	パーム核殻の重量はトラックスケールを用いて計測する。 現在は、パーム核殻のみを燃料として発電することを計画している。
QA/QC procedures to be applied:	ISO9001 のマネジメントシステムに準じ、計測機器精度は管理する。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>FC<sub>i</sub></b>
Data unit:	tonnes/yr
Description:	燃料 i の消費量
Source of data to be used:	CI がデータをモニタリングする。
Value of data	—
Description of measurement methods and procedures to be applied:	現在はパーム核殻のみを燃料として発電することを計画しているが、パーム核殻以外のバイオマス燃料を使用した場合、そのデータをモニタリングする。各重量は、パーム核殻同様にトラックスケールを用いて計測する。
QA/QC procedures to be applied:	ISO9001 のマネジメントシステムに準じ、計測機器精度は管理する。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>GCV<sub>i</sub></b>
Data unit:	kcal/kg
Description:	燃料 i の総発熱量
Source of data to be used:	CI がデータをモニタリングする。
Value of data	—
Description of measurement methods and	パーム核殻以外のバイオマス燃料を用いる場合、その燃料の総発熱量を特定する。 測定は、CI が工場内に所有する自社試験施設で測定する。計測機器の校正

procedures to be applied:	などは、CIが行うが、必要あれば外部機関へも依頼する。
QA/QC procedures to be applied:	ISO9001 のマネジメントシステムに準じ、計測機器精度は管理する。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>MCi</b>
Data unit:	%
Description:	燃料 i の含水率
Source of data to be used:	CI がデータをモニタリングする。
Value of data	—
Description of measurement methods and procedures to be applied:	<p>パーム核殻以外のバイオマス燃料を用いる場合、その燃料の含水率を特定する。</p> <p>測定は、CI が工場内に所有する自社試験施設で測定する。計測機器の校正などは、CI が行うが、必要あれば外部機関へも依頼する。</p>
QA/QC procedures to be applied:	ISO9001 のマネジメントシステムに準じ、計測機器精度は管理する。
Any comment:	N/A

<b>Data / Parameter:</b>	<b>EG</b>
Data unit:	MWh/yr
Description:	総発電量
Source of data to be used:	CI がデータをモニタリングする。
Value of data	59,784
Description of measurement methods and procedures to be applied:	実際の発電量については、発電量モニターを用いて記録される。
QA/QC procedures to be applied:	ISO9001 のマネジメントシステムに準じ、計測機器精度は管理する。
Any comment:	N/A

### 3.5 温室効果ガス削減量

ベースラインで計算した式を基に、以下のように計算する。また、GHG 排出量削減予想を表 3-2 に示す。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{ER} &= \mathbf{BE} - \mathbf{PE} - \mathbf{LE} && (1) \\
 &= 94,350 - 741 - 0 \\
 &= 93,609 \text{ (tCO}_2\text{/yr)}
 \end{aligned}$$

表 3-2 最初のクレジット期間における温室効果ガス排出量削減予想

Year	Estimation of baseline emissions (t-CO <sub>2</sub> )	Estimation of project emissions (t-CO <sub>2</sub> )	Estimation of leakage (t-CO <sub>2</sub> )	Estimation of overall emission reductions (t-CO <sub>2</sub> )
2011	94,350	741	0	93,609
2012	94,350	741	0	93,609
2013	94,350	741	0	93,609
2014	94,350	741	0	93,609
2015	94,350	741	0	93,609
2016	94,350	741	0	93,609
2017	94,350	741	0	93,609
<b>TOTAL</b>	<b>660,450</b>	<b>5,187</b>	<b>0</b>	<b>655,263</b>

ベースライン排出量(BE)、プロジェクトによる排出量(PE)、リーケージ排出量(LE)についての詳細は、以下に示す。

#### ① ベースライン排出量(BE)について

##### ➤ ベースライン排出量(BE)について

AMS-I.A.パラグラフ 7 のオプション 3 により、ベースライン排出量は、発電用の燃料として使用している石炭と軽油の過去の平均使用実績を用いて算出する。ベースライン排出量は以下の通りとなる。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{BE} &= \mathbf{BE}_{\text{coal}} + \mathbf{BE}_{\text{diesel oil}} && (1) \\
 &= 94,278 + 72 \\
 &= 94,350 \text{ (tCO}_2\text{/yr)}
 \end{aligned}$$

#### ● 石炭消費によるベースライン排出量(BE<sub>coal</sub>)

石炭消費によるベースライン排出量(BE<sub>coal</sub>)は、以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{BE}_{\text{coal}} &= \mathbf{FC}_{\text{coal-baseline}} \times \mathbf{NCV}_{\text{coal}} \times \mathbf{EF}_{\text{coal}} && (2) \\
 &= 46,716 \times 0.0210 \times 96.10 \\
 &= 94,278 \text{ (tCO}_2\text{/yr)}
 \end{aligned}$$



✓ 石炭の正味発熱量( $NCV_{coal}$ )について

$$\begin{aligned} NCV_{coal} &= (GCV_{coal} \times Inc - (SE_{water} \times MC_{coal})) / 10^6 \\ &= (5,170 \times 4.1868 - (2,256 \times 29\%)) / 10^6 \\ &= 0.0210 \text{ (TJ/tonne)} \end{aligned}$$

● 軽油消費によるベースライン排出量( $BE_{diesel\ oil}$ )

軽油消費によるベースライン排出量( $BE_{diesel\ oil}$ )は、以下の通りである。

$$\begin{aligned} BE_{diesel\ oil} &= FC_{diesel\ oil-baseline} \times NCV_{diesel\ oil} \times EF_{diesel\ oil} \\ &= 22.49 \times 0.043 \times 74.1 \\ &= 72 \text{ (tCO}_2\text{/yr)} \end{aligned} \tag{3}$$

② プロジェクトによる排出量( $PE_y$ )について

➤ プロジェクト排出量( $PE$ )について

プロジェクト排出量は、廃棄バイオマス供給不足時に混焼する石炭からの排出量、及び石炭発電設備のメンテナンス時などに稼動するディーゼル発電機で使用する軽油からの排出量が対象となる。

$$\begin{aligned} PE &= PE_{coal} + PE_{diesel\ oil} \\ &= 0 + 741 \\ &= 741 \text{ (tCO}_2\text{/yr)} \end{aligned} \tag{1}$$

● 石炭消費によるプロジェクト排出量( $tCO_2/yr$ )

石炭消費によるプロジェクト排出量( $PE_{coal}$ )は、以下の通りである。

$$\begin{aligned} PE_{coal} &= FC_{coal-project} \times NCV_{coal} \times EF_{coal} \\ &= 0 \times 0.0210 \times 96.10 \\ &= 0 \text{ (tCO}_2\text{/yr)} \end{aligned} \tag{2}$$

● 軽油消費によるプロジェクト排出量( $tCO_2/yr$ )

軽油消費によるプロジェクト排出量( $PE_{diesel\ oil}$ )は、以下の通りである。

$$\begin{aligned} PE_{diesel\ oil} &= FC_{diesel\ oil-project} \times NCV_{diesel\ oil} \times EF_{diesel\ oil} \\ &= 232.49 \times 0.043 \times 74.1 \\ &= 741 \text{ (tCO}_2\text{/yr)} \end{aligned} \tag{3}$$

➤ 特定燃料消費量( $SFC_i$ )について

AMS-I.A.パラグラフ 16 より、化石燃料と廃棄バイオマスを利用する場合は、それぞれ特定燃料消費量を求めておくことが定められている。本プロジェクトでは、石炭とパーム核殻のみを燃料として用いることを計画しているため、ここでは、石炭とパーム核殻の特定燃料消費量を事前に求めておく(それ以外の燃料を使用した場合は、使用する前に燃料の特定燃料消費量を求める)。

● 石炭の特定燃料消費量( $SFC_{coal}$ )

$$\begin{aligned} SFC_{coal} &= (PTE \times 10^3) / ((NCV_{coal} \times 10^9) / Inc) \\ &= (4,392.85 \times 10^3) / ((0.0210 \times 10^9) / 4.1868) \\ &= 0.88 \text{ (tonnes/MWh)} \end{aligned} \tag{1}$$

● パーム核殻の特定燃料消費量(SFC<sub>kernel</sub>)

$$\begin{aligned} \text{SFC}_{\text{kernel}} &= (\text{PTE} \times 10^3) / ((\text{NCV}_{\text{kernel}} \times 10^9) / \text{Inc}) && (2) \\ &= (4,392.85 \times 10^3) / ((0.0185 \times 10^9) / 4.1868) \\ &= 0.99 \text{ (tonnes/MWh)} \end{aligned}$$

✓ パーム核殻の正味発熱量(NCV<sub>kernel</sub>)

$$\begin{aligned} \text{NCV}_{\text{kernel}} &= (\text{GCV}_{\text{kernel}} \times \text{Inc} - (\text{SE}_{\text{water}} \times \text{MC}_{\text{kernel}})) / 10^6 \\ &= (4,489 \times 4.1868 - (2,256 \times 12\%)) / 10^6 \\ &= 0.0185 \text{ (TJ/tonne)} \end{aligned}$$

③ リークージ排出量 (LE) について

$$\text{LE} = 0 \text{ (tCO}_2\text{/yr)}$$

### 3.6 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

クレジットの獲得期間は7年間の2回更新で、計21年間で予定している。プロジェクト開始日は、長期安定供給契約の締結が完了するなど、廃棄バイオマス調達に関わる安定供給が確保される見込みが立った日か、プロジェクトがCDMとして登録された日を想定している。

### 3.7 環境影響・その他の間接影響

CIは、2009年11月に環境影響評価(AMDAL)の認証を取得した。環境影響の調査結果は、メダン市の行政に年2回提出する。

データの測定は、SUCOFINDO、HEALTH Laboratory といった調査機関が実施しており、測定の結果、仮に基準値を上回った場合には、1ヶ月以内に改善し、報告する。

具体的には、以下の項目の調査を行っている。

- 大気汚染
- 騒音
- 振動
- 水質汚染
- 洪水対策
- 土壌汚染
- 有害物質
- 従業員及び、周辺住民の健康

### 3.8 利害関係者のコメント

#### (1) 利害関係者集会の実施について

日時:2010/01/19(火)9:30～13:00

場所:Nuri Meeting Room at Hotel Garuda Plaza in Medan

参加者: CI—5名

CERINDO—2名

SFC—2名

利害関係者—13名

当日のプログラム:

時間	プログラム
09:30-09:35	開式の言葉
09:35-09:55	プロジェクト参加者からの挨拶
09:55-10:15	プレゼンテーション①「地球温暖化、京都メカニズムについて」
10:15-10:30	休憩
10:30-11:30	プレゼンテーション②「PT.Canang Indah の CDM プロジェクトについて」
11:30-12:00	質疑応答

#### (2) 利害関係者からのコメント

利害関係者の中でも特に行政の環境担当者から、プロジェクト活動が、他の企業の環境に対する意識向上につながる模範になることが求められた。また、参加者からは、気候変動問題に対する更なる情報や、地元住民にも雇用機会を与えることが求められた。

プロジェクトの効果としては、石炭由来の燃焼灰は廃棄物となるが、バイオマス由来の燃焼灰は廃棄物ではないため、廃棄物の削減につながる点が評価された。また、プロジェクトの履行への協力的な意見が得られた。

#### (3) 利害関係者からのコメントへの対応

CI は、気候変動、及び環境問題について、CI のみに留まらず、地域住民、行政の方と一緒に考えていきたい。また、雇用については、プロジェクトの有無に関わらず、従来どおり工場の近隣エリアから雇い、出生などで差別はしない。したがって、地方に雇用を提供することとなる。

また、燃焼灰の利用についても積極的に取り組んでいく。



写真 3-2 集会の様子①



写真 3-3 集会の様子②



写真 3-4 集会の様子③



写真 3-5 集会の様子④

### 3.9 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの運営・管理については、プロジェクト実施工場である CI が責任を持つ。住友林業は、CDM に関わる手続きを行う。主な役割は、下記表 3-3 の通りである。

表 3-3 プロジェクト実施に関わる役割

住友林業(CDM 手続き)	CI(プロジェクトの運営・管理)
PDD 作成 DOE へ審査手続き 日本国 DNA へ申請、及び説明 クレジット購入	資金調達 インドネシア DNA へ申請、及び説明 設備管理 モニタリング

### 3.10 資金計画

本プロジェクトでは、設備投資は予定していないため、巨額の初期投資は必要ない。そのため、本プロジェクトを支援する公的な資金は必要なく、ODA の流用にも当たらない。プロジェクト実施後の維持管理費は、プロジェクト実施者である CI が全て負担する。

### 3.11 経済性分析

本事業では下記試算条件のもと、プロジェクトが行われない場合(ベースラインシナリオ：Case1)とプロジェクトを実施した場合(プロジェクトシナリオ：Case2)について、それぞれ NPV(Net Present value:正味現在価値)を試算した(詳細は、資料 1:事業性試算シート参照)。

#### < 試算条件 >

- 投資資金 US\$250,000
- 事業性試算期間 10 年間
- 割引率 15.12%
- 石炭単価 430Rp/kg
- パーム核殻単価 450Rp/kg
- 軽油単価 5,900Rp/liter
- クレジット単価 10US\$/ton

上記条件で試算した結果、以下のように、クレジットが無い場合(Case2(without CER))は、Case1(Baseline)より NPV が低くなり、クレジットによる収入がないと事業化の見込みが立たないことが確認された(表 3-4)。

表 3-4 NPV(US\$)試算結果(Baseline を NPV = 0 として比較)

	NPV(US\$)
Case 1(Baseline)	0
Case 2(without CER)	-1,174,701
Case 2(with CER)	1,755,285

そこで、現状よりも最適な事業ケースを想定するために、感度分析を行った。変動条件は、Case1 は、事業に大きな影響を与えるパーム核殻の購入単価、石炭の購入単価を変動させ、Case2 は、石炭の購入単価は関係ないため、クレジットの価格とバイオマスの価格を変動させた。

それらの結果を表 3-5、3-6 に示す(上記試算条件における Baseline を NPV = 0 として比較)。また、それらを図式化したものを図 3-4 に示す。

表 3-5 感度分析の結果(Case1:ベースライン)

単位:NPV(US\$)

パーム核殻 単価	石炭単価		
	Rp.387/(kg)	Rp.430/(kg)	Rp.473/(kg)
Rp.405(kg)	1,632,104	528,612	-574,881
Rp.450/(kg)	1,103,493	0	-1,103,493
Rp.495/(kg)	574,881	-528,612	-1,632,104

表 3-6 感度分析の結果(Case2:プロジェクトシナリオ)

単位:NPV(US\$)

パーム核殻 単価	with CER				without CER
	US\$8/CER	US\$10/CER	US\$12/CER	US\$14/CER	—
Rp.405(/kg)	2,595,988	3,193,196	3,790,405	4,387,613	263,210
Rp.450(/kg)	1,158,077	1,755,285	2,352,494	2,949,703	-1,174,700
Rp.495(/kg)	-528,612	317,375	914,583	1,511,792	-2,612,611

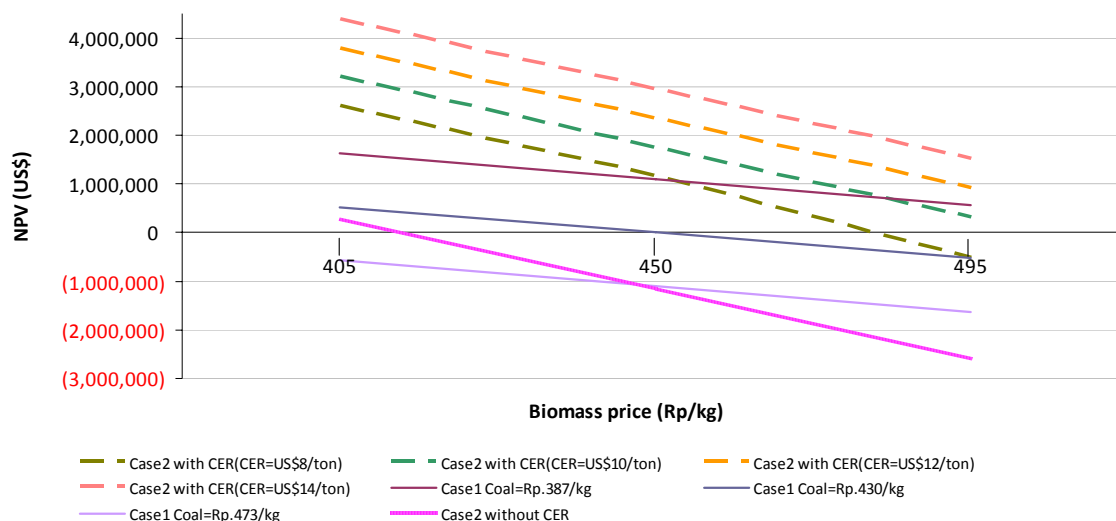


図 3-4 感度分析の結果

図 3-4 より、Biomass 価格 405Rp/kg の場合、クレジットの収入が無くても事業が成り立つ可能性が示唆される(Case2 without CDM の NPV が、Case1 Coal=473Rp/kg より高くなる)。

しかし、バイオマスの価格は今後高くなる傾向にある。実際に、パーム核殻が 500~600Rp/kg で取引されている事例もあるため、クレジットによる収益は、事業を持続させるためには必要不可欠である。また、石炭の価格動向は、世界景気に左右されるため、クレジットによる収益は、価格変動によるリスクを緩和することにもつながる。

### 3.12 追加性の証明

#### (1) 投資障壁

実際の投資金額は CDM 登録に必要な経費 US\$250,000 であるが、廃棄バイオマスを利用するためには、上記のようなボーナスや、発電設備の維持管理費用が嵩む(追加的に US\$140,507/yr 必要)。そのため、CER からの収益を考慮しないと、事業が成り立たないため、投資障壁があると言える(資料 1:事業性試算シート、及び 3.11 参照)

#### (2) 技術障壁

発電設備は、石炭を燃料として利用することを基本としてデザインされているので、廃棄バイオマス 100%を利用した場合、発電容量の減少、設備に不具合が生じる可能性がある(詳細は、2.3.2.(4)参照)。

### (3) 一般的慣行障壁

インドネシアにある木材加工工場では、発電用の燃料として自社工場から発生する木質廃材を使用することは、一般的に行われており、この場合は供給量が見込みで計算できる。しかし、発電用の廃棄バイオマスを外から調達する場合、その供給量を安定的に確保することは難しい。そのため、CIのように、発電用の廃棄バイオマスを外から調達している企業もあるが、これまで入手した情報では、インドネシアの北スマトラ州において、CIと同程度の発電規模で、外部から調達した廃棄バイオマス 100% 利用で発電している CI と同種の工場は、他にない。

本プロジェクトは小規模 CDM であるので、上記障壁により、本プロジェクトには追加性があるといえる。

## 3.13 事業化の見込み

現在の状況下では、パーム核殻の発熱量あたりの単価が石炭より高いこと、及び設備維持管理のコストが嵩むため、CDM による収益がないと本プロジェクトは成り立たないことがわかった。しかし、プレバリデーションの結果、CDM 化に向けてクリアにしなければならない課題が多数あり、再調査を含めて、CI との協議が必要である。特に、プロジェクトで燃料として使用するパーム核殻については、CI の周辺(半径 100km 内)にある CPO 工場では、パーム核殻を自社利用、及び外部へ販売しており、捨てられている現場は見られなかった。しかし、CI はパーム核殻を競合することなく必要量を確保することができているのが実状であり、CDM 事業化を目指し、余剰状況を証明する方法を検討する。また、新たな設備投資を伴うが、EFB やゴムの老木の根等のパーム核殻以外の廃棄バイオマスを利用した CDM 事業化についても、CI と協議を行なう予定である。

## 4. プレバリデーション

### 4.1 プレバリデーションの実施について

プレバリデーションの依頼を財団法人日本品質保証機構(JQA)に 2010 年 2 月 8 日に依頼した。審査範囲は Desk Review のみであり、Desk Review Report として結果を得た。

### 4.2 DOE とのやりとりの経過

DOE からの指摘事項は、追加性に関わる事項、及びベースラインに関わるものが多かった。CAR(Corrective Action Request:是正措置要求事項)に関する指摘のうち、本プロジェクトの登録に大きく影響する指摘、及びその対応について以下にまとめる。DOE の審査結果をもとに、今後の事業の進め方について、CI と協議を行なう。

是正措置要求事項(CAR)	対応
ベースラインシナリオを特定するために、必要十分な代替シナリオをリストアップしていない、そして、ベースラインシナリオ特定のプロセスが不十分である。	方法論ツール「Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality」に則り、修正を行う。
追加性を証明するための文書や証拠が不十分である。	必要な証拠書類(北スマトラ州のバイオマスの利用状況等)を揃えるため、CI社と協議を行なう。
方法論に沿ったモニタリング項目が示される必要がある。	モニタリングの必要の無い項目を削除し、利用する可能性のあるバイオマスに関する項目を追加する。そのため、使用するバイオマス燃料特性に関わる情報を再収集する。

## 5. コベネフィットに関する調査結果

### 5.1 背景

インドネシアでは、水質汚濁や大気汚染等の環境汚染以外にも、熱帯林の違法伐採等の自然環境の破壊も含め、多くの環境問題が発生している。このような問題へ対応するために、CDM プロジェクト登録の基準には、環境の持続可能性への配慮が挙げられている。

日本とインドネシア両国の間には、2007年12月、「コベネフィットアプローチを通じた環境保全協力に関する共同声明」が締結されており、コベネフィットによる環境保全に関する合同作業部会が設置されている。温室効果ガス排出量削減のみならず、環境保全に配慮したコベネフィット型のCDMプロジェクトのニーズは高まりを見せている。

本プロジェクトにおけるコベネフィットの効果としては、石炭を燃料として使用している状態から廃棄バイオマス100%に切り替えることによる、大気汚染改善効果が挙げられる。

### 5.2 ホスト国における環境汚染対策等の効果の評価

#### (1) 評価対象項目

【大気質改善分野】		
(a) 煤塵排出量	(b) NO <sub>x</sub> 排出量	(c) SO <sub>x</sub> 排出量

#### (2) ベースライン/プロジェクトシナリオ

本プロジェクトにおけるコベネフィットのベースライン/プロジェクトシナリオは、以下の通りである。

【大気質改善分野】
プロジェクトのベースラインシナリオ同様、現状の石炭発電設備における石炭と廃棄バイオマスの混焼がベースラインとなる。 / 燃料として、廃棄バイオマス100%を利用したときの排出量が、プロジェクトシナリオとなる。



### (3) ベースラインの評価方法とモニタリング計画

ベースラインの評価は、環境省発行のコベネフィット定量評価マニュアル第 1.0 版に則って行なう。CI は、AMDAL に則り、煙突からの排ガス量(m<sup>3</sup>/h)、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 濃度(mg/m<sup>3</sup>)を測定している(外部委託)。そのため、SO<sub>x</sub> 削減量の計算には、コベネフィット定量評価マニュアルの煤塵・NO<sub>x</sub> 排出量の式と同様の式(排ガス量×濃度)を用いて算出する。CI は石炭 100%の場合とパーム核殻 100%の場合のデータを計測しており、本報告書では、そのデータを用いてコベネフィットの効果を推測する。そのため、ベースライン排出量を算出する際は、混焼比率(石炭:廃棄バイオマス = 7:3)を考慮して、排出量を算出する。また、モニタリング体制については、CDM プロジェクトのモニタリング体制と同様である。

各評価対象項目のベースライン、プロジェクト排出量の計算式は、それぞれ以下の通りである。

#### 【大気質改善分野】

##### (a) 煤塵排出量の削減量

$ER_{Dust,y} = BE_{Dust,y} - PE_{Dust,y}$	
$ER_{Dust,y}$	:排出される煤塵の削減量(t/yr)
$BE_{Dust,y}$	:ベースラインシナリオにおける煤塵排出量(t/yr)
$PE_{Dust,y}$	:プロジェクトラインシナリオにおける煤塵排出量(t/yr)

##### ➤ ベースライン排出量

$BE_{Dust,y} = BE_{Dust,const} \times BE_{volume,h} \times h / 10^3$	
$BE_{Dust,y}$	:ベースラインシナリオにおける煤塵排出量(t/yr)
$BE_{Dust,const}$	:ベースラインシナリオにおける煤塵濃度(g/m <sup>3</sup> )
$BE_{volume,h}$	:ベースラインシナリオにおける乾き排出ガス量(m <sup>3</sup> /h)
$h$	:施設の年間稼働時間(h/yr)

##### ➤ プロジェクト排出量

$PE_{Dust,y} = PE_{Dust,const} \times PE_{volume,h} \times h / 10^3$	
$PE_{Dust,y}$	:プロジェクトラインシナリオにおける煤塵排出量(t/yr)
$PE_{Dust,const}$	:プロジェクトシナリオにおける煤塵濃度(g/m <sup>3</sup> )
$PE_{volume,h}$	:プロジェクトシナリオにおける乾き排出ガス量(m <sup>3</sup> /h)
$h$	:施設の年間稼働時間(h/yr)

##### (b) NO<sub>x</sub> 排出量

$ER_{NOx,y} = BE_{NOx,y} - PE_{NOx,y}$	
$ER_{NOx,y}$	:排出される窒素酸化物の削減量(t/yr)
$BE_{NOx,y}$	:ベースラインシナリオにおける窒素酸化物排出量(t/yr)
$PE_{NOx,y}$	:プロジェクトラインシナリオにおける窒素酸化物排出量(t/yr)

➤ ベースライン排出量

$BE_{NOx,y} = BE_{NOx,const} \times BE_{volume,h} \times h / 10^3$	
$BE_{NOx,y}$	:ベースラインシナリオでの窒素酸化物排出量(t/yr)
$BE_{NOx,const}$	:ベースラインシナリオにおける窒素酸化物濃度(g/m <sup>3</sup> )
$BE_{volume,h}$	:ベースラインシナリオにおける乾き排出ガス量(m <sup>3</sup> /h)
$h$	:施設の年間稼働時間(h/yr)

➤ プロジェクト排出量

$PE_{NOx,y} = PE_{NOx,const} \times PE_{volume,h} \times h / 10^3$	
$PE_{NOx,y}$	:プロジェクトラインシナリオでの窒素酸化物排出量(t/yr)
$PE_{NOx,const}$	:プロジェクトシナリオにおける窒素酸化物濃度(g/m <sup>3</sup> )
$PE_{volume,h}$	:プロジェクトシナリオにおける乾き排出ガス量(m <sup>3</sup> /h)
$h$	:施設の年間稼働時間(h/yr)

(c)SOx 排出量

$ER_{SOx,y} = BE_{SOx,y} - PE_{SOx,y}$	
$ER_{SOx,y}$	:排出される硫黄酸化物の削減量(t/yr)
$BE_{SOx,y}$	:ベースラインシナリオにおける硫黄酸化物排出量(t/yr)
$PE_{SOx,y}$	:プロジェクトラインシナリオにおける硫黄酸化物排出量(t/yr)

➤ ベースライン排出量

$BE_{SOx,y} = BE_{SOx,const} \times BE_{volume,h} \times h / 10^3$	
$BE_{SOx,y}$	:ベースラインシナリオにおける硫黄酸化物排出量(t/yr)
$BE_{SOx,const}$	:ベースラインシナリオにおける硫黄酸化物濃度(g/m <sup>3</sup> )
$BE_{volume,h}$	:ベースラインシナリオにおける乾き排出ガス量(m <sup>3</sup> /h)
$h$	:施設の年間稼働時間(h/yr)

➤ プロジェクト排出量

$PE_{SOx,y} = PE_{SOx,const} \times PE_{volume,h} \times h / 10^3$	
$PE_{SOx,y}$	:プロジェクトラインシナリオにおける硫黄酸化物排出量(t/yr)
$PE_{SOx,const}$	:プロジェクトシナリオにおける硫黄酸化物濃度(g/m <sup>3</sup> )
$PE_{volume,h}$	:プロジェクトシナリオにおける乾き排出ガス量(m <sup>3</sup> /h)
$h$	:施設の年間稼働時間(h/yr)

【事前に特定すべき値】

データ項目	<b>BE<sub>Dust,const</sub></b>																
単位	g/m <sup>3</sup>																
詳細	ベースラインシナリオにおける煤塵濃度																
根拠	CI が計測したデータ																
値	0.130																
データ選択の正当性、測定手法の詳細や適用指針	<p>CI は、AMDAL の基準に従って調査を行っており、第3者機関である BALAI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA KOTA MEDAN へ委託して測定したデータである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>石炭 100%の場合</th> <th>廃棄バイオマス 100%の場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 回目</td> <td>0.118g/m<sup>3</sup></td> <td>0.163g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>2 回目</td> <td>0.112g/m<sup>3</sup></td> <td>0.168g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>3 回目</td> <td>0.115g/m<sup>3</sup></td> <td>0.161g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>平均値</td> <td>0.115g/m<sup>3</sup>…(a)</td> <td>0.164g/m<sup>3</sup>…(b)</td> </tr> </tbody> </table> <p>石炭と廃棄バイオマスの混焼比率は 7:3 なので、以下の式より、ベースラインシナリオにおける煤塵濃度は、0.130g/m<sup>3</sup>と推測される。</p> $(7(a)+3(b)) / 10 = (0.805 + 0.492) / 10 = 0.130 \text{ g/m}^3$			石炭 100%の場合	廃棄バイオマス 100%の場合	1 回目	0.118g/m <sup>3</sup>	0.163g/m <sup>3</sup>	2 回目	0.112g/m <sup>3</sup>	0.168g/m <sup>3</sup>	3 回目	0.115g/m <sup>3</sup>	0.161g/m <sup>3</sup>	平均値	0.115g/m <sup>3</sup> …(a)	0.164g/m <sup>3</sup> …(b)
	石炭 100%の場合	廃棄バイオマス 100%の場合															
1 回目	0.118g/m <sup>3</sup>	0.163g/m <sup>3</sup>															
2 回目	0.112g/m <sup>3</sup>	0.168g/m <sup>3</sup>															
3 回目	0.115g/m <sup>3</sup>	0.161g/m <sup>3</sup>															
平均値	0.115g/m <sup>3</sup> …(a)	0.164g/m <sup>3</sup> …(b)															
Any comment:	N/A																

データ項目	<b>BE<sub>NOx,const</sub></b>																
単位	g/m <sup>3</sup>																
詳細	ベースラインシナリオにおける窒素酸化物濃度																
根拠	CI が計測したデータ																
値	0.550																
データ選択の正当性、測定手法の詳細や適用指針	<p>CI は、AMDAL の基準に従って調査を行っており、第 3 者機関である BALAI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA KOTA MEDAN へ委託して測定したデータである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>石炭 100%の場合</th> <th>廃棄バイオマス 100%の場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 回目</td> <td>0.622g/m<sup>3</sup></td> <td>0.376g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>2 回目</td> <td>0.619g/m<sup>3</sup></td> <td>0.381g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>3 回目</td> <td>0.628g/m<sup>3</sup></td> <td>0.379g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>平均値</td> <td>0.623g/m<sup>3</sup>…(a)</td> <td>0.379g/m<sup>3</sup>…(b)</td> </tr> </tbody> </table>			石炭 100%の場合	廃棄バイオマス 100%の場合	1 回目	0.622g/m <sup>3</sup>	0.376g/m <sup>3</sup>	2 回目	0.619g/m <sup>3</sup>	0.381g/m <sup>3</sup>	3 回目	0.628g/m <sup>3</sup>	0.379g/m <sup>3</sup>	平均値	0.623g/m <sup>3</sup> …(a)	0.379g/m <sup>3</sup> …(b)
	石炭 100%の場合	廃棄バイオマス 100%の場合															
1 回目	0.622g/m <sup>3</sup>	0.376g/m <sup>3</sup>															
2 回目	0.619g/m <sup>3</sup>	0.381g/m <sup>3</sup>															
3 回目	0.628g/m <sup>3</sup>	0.379g/m <sup>3</sup>															
平均値	0.623g/m <sup>3</sup> …(a)	0.379g/m <sup>3</sup> …(b)															

	<p>石炭と廃棄バイオマスの混焼比率は 7:3 なので、以下の式より、ベースラインシナリオにおける窒素酸化物濃度は、<math>0.550\text{g/m}^3</math> と推測される。</p> $(7(a)+3(b)) / 10 = (4.361+ 1.137) / 10$ $= 0.550\text{g/m}^3$
Any comment:	N/A

データ項目	<b>BE<sub>SOx,const</sub></b>																
単位	<b>g/m<sup>3</sup></b>																
詳細	ベースラインシナリオにおける硫黄酸化物濃度																
根拠	CI が計測したデータ																
値	0.427																
データ選択の正当性、測定手法の詳細や適用指針	<p>CI は、AMDAL の基準に従って調査を行っており、第 3 者機関である BALAI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA KOTA MEDAN へ委託して測定したデータである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>石炭 100%の場合</th> <th>廃棄バイオマス 100%の場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 回目</td> <td>0.365g/m<sup>3</sup></td> <td>0.562g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>2 回目</td> <td>0.368g/m<sup>3</sup></td> <td>0.583g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>3 回目</td> <td>0.362g/m<sup>3</sup></td> <td>0.573g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>平均値</td> <td>0.365g/m<sup>3</sup>…(a)</td> <td>0.573g/m<sup>3</sup>…(b)</td> </tr> </tbody> </table> <p>石炭と廃棄バイオマスの混焼比率は 7:3 なので、以下の式より、ベースラインシナリオにおける硫黄酸化物濃度は、<math>0.427\text{g/m}^3</math> と推測される。</p> $(7(a)+3(b)) / 10 = (2.555 + 1.719) / 10$ $= 0.427 \text{ g/m}^3$			石炭 100%の場合	廃棄バイオマス 100%の場合	1 回目	0.365g/m <sup>3</sup>	0.562g/m <sup>3</sup>	2 回目	0.368g/m <sup>3</sup>	0.583g/m <sup>3</sup>	3 回目	0.362g/m <sup>3</sup>	0.573g/m <sup>3</sup>	平均値	0.365g/m <sup>3</sup> …(a)	0.573g/m <sup>3</sup> …(b)
	石炭 100%の場合	廃棄バイオマス 100%の場合															
1 回目	0.365g/m <sup>3</sup>	0.562g/m <sup>3</sup>															
2 回目	0.368g/m <sup>3</sup>	0.583g/m <sup>3</sup>															
3 回目	0.362g/m <sup>3</sup>	0.573g/m <sup>3</sup>															
平均値	0.365g/m <sup>3</sup> …(a)	0.573g/m <sup>3</sup> …(b)															
Any comment:	N/A																

データ項目	<b>BE<sub>volume,h</sub></b>	
単位	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	
詳細	ベースラインシナリオにおける乾き排出ガス量	
根拠	CI が計測したデータ	
値	1.06	
データ選択の正当性、測定手法の詳細や適用指針	<p>CI は、AMDAL の基準に従って調査を行っており、第 3 者機関である BALAI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA KOTA MEDAN へ</p>	

用指針	委託して測定したデータである。		
		石炭 100%の場合	廃棄バイオマス 100%の場合
	1 回目	1.06m <sup>3</sup> /h	1.16m <sup>3</sup> /h
	2 回目	1.03m <sup>3</sup> /h	1.19m <sup>3</sup> /h
	3 回目	0.98m <sup>3</sup> /h	1.12m <sup>3</sup> /h
	平均値	1.02m <sup>3</sup> /h…(a)	1.16m <sup>3</sup> /h…(b)
	<p>石炭と廃棄バイオマスの混焼比率は 7:3 なので、以下の式より、ベースラインシナリオにおける乾き排出ガス量は、1.06m<sup>3</sup>/h と推測される。</p> $(7(a)+3(b)) / 10 = (7.14 + 3.48) / 10$ $= 1.06 \text{ m}^3/\text{h}$		
Any comment:	N/A		

【モニタリングすべき値】

データ項目:	<b>PE<sub>Dust,const</sub></b>										
単位:	g/m <sup>3</sup>										
詳細	プロジェクトシナリオにおける煤塵濃度										
根拠	CI がデータをモニタリングする。										
値	0.164										
測定方法や適用される指針	<p>CI は、AMDAL の基準に従い、年 2 回測定を行っている。測定は、第 3 者機関へ委託しており、今後もこれを継続する。</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>廃棄バイオマス 100%の場合</td> </tr> <tr> <td>1 回目</td> <td>0.163g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>2 回目</td> <td>0.168g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>3 回目</td> <td>0.161g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>平均値</td> <td>0.164g/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>		廃棄バイオマス 100%の場合	1 回目	0.163g/m <sup>3</sup>	2 回目	0.168g/m <sup>3</sup>	3 回目	0.161g/m <sup>3</sup>	平均値	0.164g/m <sup>3</sup>
	廃棄バイオマス 100%の場合										
1 回目	0.163g/m <sup>3</sup>										
2 回目	0.168g/m <sup>3</sup>										
3 回目	0.161g/m <sup>3</sup>										
平均値	0.164g/m <sup>3</sup>										
信憑基準	AMDAL の基準に則って測定を行う。										
備考:	N/A										

データ項目:	<b>PE<sub>NOx,const</sub></b>
単位:	g/m <sup>3</sup>
詳細	プロジェクトシナリオにおける窒素酸化物濃度
根拠	CI がデータをモニタリングする。
値	0.379

測定方法や適用される指針	<p>CIは、AMDALの基準に従い、年2回測定を行っている。測定は、第3者機関へ委託しており、今後もこれを継続する。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>廃棄バイオマス 100%の場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1回目</td> <td>0.376g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>0.381g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>0.379g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>平均値</td> <td>0.379g/m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>		廃棄バイオマス 100%の場合	1回目	0.376g/m <sup>3</sup>	2回目	0.381g/m <sup>3</sup>	3回目	0.379g/m <sup>3</sup>	平均値	0.379g/m <sup>3</sup>
	廃棄バイオマス 100%の場合										
1回目	0.376g/m <sup>3</sup>										
2回目	0.381g/m <sup>3</sup>										
3回目	0.379g/m <sup>3</sup>										
平均値	0.379g/m <sup>3</sup>										
信憑基準	AMDALの基準に則って測定を行う。										
備考:	N/A										

データ項目:	PE <sub>SOx,const</sub>										
単位:	g/m <sup>3</sup>										
詳細	プロジェクトシナリオにおける硫黄酸化物濃度										
根拠	CIがデータをモニタリングする。										
値	0.573										
測定方法や適用される指針	<p>CIは、AMDALの基準に従い、年2回測定を行っている。測定は、第3者機関へ委託しており、今後もこれを継続する。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>廃棄バイオマス 100%の場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1回目</td> <td>0.562g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>0.583g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>0.573g/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>平均値</td> <td>0.573g/m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>		廃棄バイオマス 100%の場合	1回目	0.562g/m <sup>3</sup>	2回目	0.583g/m <sup>3</sup>	3回目	0.573g/m <sup>3</sup>	平均値	0.573g/m <sup>3</sup>
	廃棄バイオマス 100%の場合										
1回目	0.562g/m <sup>3</sup>										
2回目	0.583g/m <sup>3</sup>										
3回目	0.573g/m <sup>3</sup>										
平均値	0.573g/m <sup>3</sup>										
信憑基準	AMDALの基準に則って測定を行う。										
備考:	N/A										

データ項目:	PE <sub>volume,h</sub>
単位:	m <sup>3</sup> /h
詳細	プロジェクトシナリオにおける乾き排出ガス量
根拠	CIがデータをモニタリングする。
値	1.16
測定方法や適用される指針	<p>CIは、AMDALの基準に従い、年2回測定を行っている。測定は、第3者機関へ委託しており、今後もこれを継続する。</p>

		廃棄バイオマス 100%の場合	
	1 回目	1.16m <sup>3</sup> /h	
	2 回目	1.19m <sup>3</sup> /h	
	3 回目	1.12m <sup>3</sup> /h	
	平均値	1.16m <sup>3</sup> /h	
信憑基準	AMDAL の基準に則って測定を行う。		
備考:	N/A		

データ項目:	h
単位:	h/yr
詳細	施設の年間稼働時間
根拠	CI がデータをモニタリングする。
値	8,223
測定方法や適用される指針	発電量の実績値と同様に、モニタリングする。 CI の 2008 年度の発電設備の稼働実績:8,223h/yr
信憑基準	ISO9001 のマネジメントシステムで計測機器精度は管理する。
備考:	N/A

#### (4) プロジェクト実施前の試算の計算過程と結果

上記式をもとに、プロジェクトの効果を算出する。以下に、計算に使用するデータの一覧とインドネシア政府が定めている排出基準を示す。

	ベースライン	プロジェクトシナリオ	
	実測値	実測値	排出基準(※)
煤塵濃度(mg/ m <sup>3</sup> )	0.115	0.164	< 300
NOx 濃度(mg/ m <sup>3</sup> )	0.550	0.379	< 800
SOx 濃度(mg/ m <sup>3</sup> )	0.427	0.573	< 600
乾き排ガス量(m <sup>3</sup> /h)	1.06	1.16	—
年間稼働時間(h/yr)	8,223	8,223	—

(※排出基準は、環境大臣令 No.07(2007)より)

上記データを計算式に当てはめた結果と計算過程を以下にまとめる。

	ベースライン排出量(t/yr)	プロジェクトシナリオ(t/yr)	排出削減量(t/yr)
煤塵	1.13	1.56	-0.43(排出増)
NOx	4.79	3.62	1.17(排出減)
SOx	3.69	5.47	-1.78(排出増)

【大気質改善分野】

(a) 煤塵排出量の削減量

$ER_{Dust,y} = BE_{Dust,y} - PE_{Dust,y}$
$= 1.13 - 1.56$
$= -0.43 \text{ (t/yr)}$

➤ ベースライン排出量

$BE_{Dust,y} = BE_{Dust,const} \times BE_{volume,h} \times h / 10^3$
$= 0.130 \times 1.06 \times 8,223 / 10^3$
$= 1.13 \text{ (t/yr)}$

➤ プロジェクト排出量

$PE_{Dust,y} = PE_{Dust,const} \times PE_{volume,h} \times h / 10^3$
$= 0.164 \times 1.16 \times 8,223 / 10^3$
$= 1.56 \text{ (t/yr)}$

(b) NO<sub>x</sub> 排出量

$ER_{NOx,y} = BE_{NOx,y} - PE_{NOx,y}$
$= 4.79 - 3.62$
$= 1.17 \text{ (t/yr)}$

➤ ベースライン排出量

$BE_{NOx,y} = BE_{NOx,const} \times BE_{volume,h} \times h / 10^3$
$= 0.550 \times 1.06 \times 8,223 / 10^3$
$= 4.79 \text{ (t/yr)}$

➤ プロジェクト排出量

$PE_{NOx,y} = PE_{NOx,const} \times PE_{volume,h} \times h / 10^3$
$= 0.379 \times 1.16 \times 8,223 / 10^3$
$= 3.62 \text{ (t/yr)}$



(c)SOx 排出量

$ER_{SOx,y} = BE_{SOx,y} - PE_{SOx,y}$
$= 3.69 - 5.47$
$= -1.78$

➤ ベースライン排出量

$BE_{SOx,y} = BE_{SOx,const} \times BE_{volume,h} \times h / 10^3$
$= 0.427 \times 1.06 \times 8,223 / 10^3$
$= 3.72$

➤ プロジェクト排出量

$PE_{SOx,y} = PE_{SOx,const} \times PE_{volume,h} \times h / 10^3$
$= 0.573 \times 1.16 \times 8,223 / 10^3$
$= 5.47$

上記より、プロジェクトの実施の効果として、NOx は排出減となり、煤塵、SOx は排出増となる結果が得られた。また、石炭を利用しているベースラインの方が、廃棄バイオマス 100%を利用するプロジェクトシナリオよりも、燃料の使用量が少ないためか、排ガス量が少ないという結果になった。

石炭利用の場合とパーム核殻を利用した場合の排出基準を比較すると、パーム核殻の方が石炭より煤塵排出基準が高くなっており、石炭の代わりにバイオマスを利用すると必ずしも大気汚染物質の排出量が減るとは言えないことが伺える(表 5-1)。

表 5-1 石炭とパーム核殻を燃料とした場合の大気汚染物質排出基準の比較

	石炭利用の場合		パーム核殻利用の場合
煤塵	230 mg/ m <sup>3</sup>	<	300 mg/ m <sup>3</sup>
NOx	825 mg/ m <sup>3</sup>	>	800 mg/ m <sup>3</sup>
SOx	750 mg/ m <sup>3</sup>	>	600 mg/ m <sup>3</sup>

(※排出基準は、環境大臣令 No.07(2007)より)

上記の理由としては、パーム核殻は完全燃焼するが、石炭は完全燃焼しない場合があり、パーム核殻が含有する成分は、すべて排ガス中に出てくるが、石炭は、燃えカス(灰)の中に成分が含まれている場合が想定され、石炭の方の値が低く出るケースも考えられる(計測会社談)。

## 資料1-①

PT.Canang Indahの燃料転換プロジェクトにおける経済性分析(ケース1:現状の混焼燃料を発電用として利用し続けた場合(ベースラインシナリオ))

Project year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>発電プラントと、発電量の関係</b>											
Belawan Deli社への売電による収入(US\$/yr)		1,034,043	1,133,828	1,243,242	1,363,215	1,494,765	1,639,010	1,797,174	1,970,602	2,160,765	2,369,279
Cipta Prima社への売電による収入(US\$/yr)		172,340	188,971	207,207	227,202	249,128	273,168	299,529	328,434	360,127	394,880
Sumatra Cipta Energy社への売電による収入(US\$/yr)		2,247	2,464	2,701	2,962	3,248	3,561	3,905	4,282	4,695	5,148
年間発電量(MWh/yr)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>小計 (US\$/yr)</b>		<b>1,208,630</b>	<b>1,325,263</b>	<b>1,453,150</b>	<b>1,593,379</b>	<b>1,747,141</b>	<b>1,915,740</b>	<b>2,100,608</b>	<b>2,303,317</b>	<b>2,525,587</b>	<b>2,769,306</b>
<b>総収入 (US\$/yr)</b>		<b>1,208,630</b>	<b>1,325,263</b>	<b>1,453,150</b>	<b>1,593,379</b>	<b>1,747,141</b>	<b>1,915,740</b>	<b>2,100,608</b>	<b>2,303,317</b>	<b>2,525,587</b>	<b>2,769,306</b>
<b>発電プラントと発電の関係</b>											
石炭消費量(ton/yr)		46,716	46,716	46,716	46,716	46,716	46,716	46,716	46,716	46,716	46,716
石炭購入費 (US\$/yr)		2,137,009	2,243,859	2,356,052	2,473,854	2,597,547	2,727,425	2,863,796	3,006,986	3,157,335	3,315,202
パーム核殻消費量(ton/yr)		21,384	21,384	21,384	21,384	21,384	21,384	21,384	21,384	21,384	21,384
パーム核殻購入費 (US\$/yr)	0	1,023,702	1,074,887	1,128,632	1,185,063	1,244,316	1,306,532	1,371,859	1,440,452	1,512,474	1,588,098
軽油の消費量 (liter/yr)		26,868	26,868	26,868	26,868	26,868	26,868	26,868	26,868	26,868	26,868
軽油の購入費 (US\$/yr)		16,864	17,707	18,593	19,522	20,498	21,523	22,599	23,729	24,916	26,162
灰処理費用		49,924	54,240	58,929	64,024	69,559	75,573	82,107	89,205	96,917	105,296
メンテナンス費用(US\$/yr)		375,300	407,747	442,999	481,298	522,909	568,118	617,235	670,598	728,575	791,564
<b>小計 (US\$/yr)</b>	<b>0</b>	<b>3,602,798</b>	<b>3,798,440</b>	<b>4,005,204</b>	<b>4,223,762</b>	<b>4,454,830</b>	<b>4,699,170</b>	<b>4,957,595</b>	<b>5,230,970</b>	<b>5,520,217</b>	<b>5,826,322</b>
<b>総費用 (US\$/yr)</b>	<b>0</b>	<b>3,602,798</b>	<b>3,798,440</b>	<b>4,005,204</b>	<b>4,223,762</b>	<b>4,454,830</b>	<b>4,699,170</b>	<b>4,957,595</b>	<b>5,230,970</b>	<b>5,520,217</b>	<b>5,826,322</b>
<b>非課税収入 (US\$/yr)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

総収入 (US\$/yr)	0	1,208,630	1,325,263	1,453,150	1,593,379	1,747,141	1,915,740	2,100,608	2,303,317	2,525,587	2,769,306
税引き前の総費用 (US\$/yr)	0	3,602,798	3,798,440	4,005,204	4,223,762	4,454,830	4,699,170	4,957,595	5,230,970	5,520,217	5,826,322
<b>税引き前の正味キャッシュフロー(US\$/yr)</b>	<b>0</b>	<b>-2,394,168</b>	<b>-2,473,177</b>	<b>-2,552,053</b>	<b>-2,630,383</b>	<b>-2,707,690</b>	<b>-2,783,431</b>	<b>-2,856,987</b>	<b>-2,927,653</b>	<b>-2,994,630</b>	<b>-3,057,015</b>
<b>税引き前の正味現在価値(NPV)(US\$)</b>	<b>-11,517,317</b>										
課税対象となる正味収入 (US\$/yr)	0	1,208,630	1,325,263	1,453,150	1,593,379	1,747,141	1,915,740	2,100,608	2,303,317	2,525,587	2,769,306
法人税 (US\$/yr)	0	302,157	331,316	363,288	398,345	436,785	478,935	525,152	575,829	631,397	692,327
税引き後の総費用 (US\$/yr)	0	3,904,956	4,129,756	4,368,491	4,622,107	4,891,615	5,178,105	5,482,747	5,806,799	6,151,614	6,518,649
<b>税引き後の正味キャッシュフロー (US\$/yr)</b>	<b>0</b>	<b>-2,696,326</b>	<b>-2,804,493</b>	<b>-2,915,341</b>	<b>-3,028,728</b>	<b>-3,144,475</b>	<b>-3,262,366</b>	<b>-3,382,139</b>	<b>-3,503,482</b>	<b>-3,626,027</b>	<b>-3,749,342</b>
<b>税引き後の正味現在価値(NPV) (US\$)</b>	<b>-13,366,846</b>										

PT.Canang Indahの燃料転換プロジェクトにおける経済性分析(ケース2:発電のためのバイオマス混焼割合を増やした場合(プロジェクトシナリオ))

Project year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
発電プラントと発電の関係											
Belawan Deli社への売電による収入 (US\$/yr)		1,034,043	1,133,828	1,243,242	1,363,215	1,494,765	1,639,010	1,797,174	1,970,602	2,160,765	2,369,279
Cipta Prima社への売電による収入(US\$/yr)		172,340	188,971	207,207	227,202	249,128	273,168	299,529	328,434	360,127	394,880
Sumatra Cipta Energy社への売電による収入 (US\$/yr)		2,247	2,464	2,701	2,962	3,248	3,561	3,905	4,282	4,695	5,148
年間発電量 (MWh/yr)		59,784	59,784	59,784	59,784	59,784	59,784	59,784	59,784	59,784	59,784
<b>小計 (US\$/yr)</b>		<b>1,208,630</b>	<b>1,325,263</b>	<b>1,453,150</b>	<b>1,593,379</b>	<b>1,747,141</b>	<b>1,915,740</b>	<b>2,100,608</b>	<b>2,303,317</b>	<b>2,525,587</b>	<b>2,769,306</b>
CDMの収入											
GHG削減量 (tonnes CO2eq/yr)		93,609	93,609	93,609	93,609	93,609	93,609	93,609	93,609	93,609	93,609
途上国適応費用への配賦率(途上国への適応費用) (tonnes CO2eq/yr)		1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872
国連へ支払う管理費用 (US\$/yr)		17,222	17,222	17,222	17,222	17,222	17,222	17,222	17,222	17,222	17,222
CER単価(US\$/tonne CO2eq)		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>CERの売却収入(US\$/yr)</b>		<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>	<b>900,146</b>
<b>総収入 (US\$/yr)</b>		<b>2,108,776</b>	<b>2,225,409</b>	<b>2,353,297</b>	<b>2,493,526</b>	<b>2,647,287</b>	<b>2,815,886</b>	<b>3,000,755</b>	<b>3,203,464</b>	<b>3,425,734</b>	<b>3,669,453</b>
発電プラントと発電の関係											
石炭消費量 (ton/yr)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石炭購入費 (US\$/yr)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
バーン核減消費量 (ton/yr)		58,168	58,168	58,168	58,168	58,168	58,168	58,168	58,168	58,168	58,168
バーン核減購入費(US\$/yr)		2,784,638	2,923,870	3,070,064	3,223,567	3,384,745	3,553,983	3,731,682	3,918,266	4,114,179	4,319,888
軽油消費量 (liter/yr)		277,764	277,764	277,764	277,764	277,764	277,764	277,764	277,764	277,764	277,764
軽油購入費 (US\$/yr)		174,341	183,058	192,211	201,822	211,913	222,509	233,634	245,316	257,581	270,460
灰処理費用(US\$/yr)	0	8,725	9,480	10,299	11,190	12,157	13,208	14,350	15,590	16,938	18,403
メンテナンス費用 (US\$/yr)		750,600	815,494	885,997	962,597	1,045,819	1,136,236	1,234,469	1,341,196	1,457,150	1,583,129
<b>小計 (US\$/yr)</b>	<b>0</b>	<b>3,718,305</b>	<b>3,931,902</b>	<b>4,158,572</b>	<b>4,399,175</b>	<b>4,654,634</b>	<b>4,925,935</b>	<b>5,214,135</b>	<b>5,520,368</b>	<b>5,845,849</b>	<b>6,191,880</b>
CDM関連費用											
バイオマス利用に必要な調査費用 (US\$/yr)	250,000										
ペリフィケーション費用 (US\$/yr)		20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
モニタリング費用 (US\$/yr)		5,000	5,432	5,902	6,412	6,967	7,569	8,223	8,934	9,707	10,546
<b>CDM関連費用 (US\$/yr)</b>	<b>250,000</b>	<b>25,000</b>	<b>25,432</b>	<b>25,902</b>	<b>26,412</b>	<b>26,967</b>	<b>27,569</b>	<b>28,223</b>	<b>28,934</b>	<b>29,707</b>	<b>30,546</b>
<b>総費用 (US\$/yr)</b>	<b>250,000</b>	<b>3,743,305</b>	<b>3,957,334</b>	<b>4,184,473</b>	<b>4,425,587</b>	<b>4,681,600</b>	<b>4,953,503</b>	<b>5,242,358</b>	<b>5,549,302</b>	<b>5,875,555</b>	<b>6,222,426</b>
税引き前収入 (US\$/yr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## NPV with CER

総収入 (US\$/yr)	0	2,108,776	2,225,409	2,353,297	2,493,526	2,647,287	2,815,886	3,000,755	3,203,464	3,425,734	3,669,453
税引き前の総費用 (US\$/yr)	250,000	3,743,305	3,957,334	4,184,473	4,425,587	4,681,600	4,953,503	5,242,358	5,549,302	5,875,555	6,222,426
<b>税引き前の正味キャッシュフロー(US\$/yr)</b>	<b>-250,000</b>	<b>-1,634,529</b>	<b>-1,731,925</b>	<b>-1,831,177</b>	<b>-1,932,061</b>	<b>-2,034,313</b>	<b>-2,137,617</b>	<b>-2,241,603</b>	<b>-2,345,839</b>	<b>-2,449,822</b>	<b>-2,552,973</b>
<b>税引き前の正味現在価値(NPV) (US\$)</b>	<b>-8,785,369</b>										
課税対象となる正味収入 (US\$/yr)	0	2,108,776	2,225,409	2,353,297	2,493,526	2,647,287	2,815,886	3,000,755	3,203,464	3,425,734	3,669,453
法人税 (US\$/yr)	0	527,194	556,352	588,324	623,381	661,822	703,971	750,189	800,866	856,433	917,363
税引き後の総費用 (US\$/yr)	250,000	4,270,499	4,513,686	4,772,798	5,048,969	5,343,422	5,657,475	5,992,547	6,350,168	6,731,989	7,139,789
<b>税引き後の正味キャッシュフロー (US\$/yr)</b>	<b>-250,000</b>	<b>-2,161,723</b>	<b>-2,288,277</b>	<b>-2,419,501</b>	<b>-2,555,443</b>	<b>-2,696,135</b>	<b>-2,841,589</b>	<b>-2,991,792</b>	<b>-3,146,705</b>	<b>-3,306,255</b>	<b>-3,470,336</b>
<b>税引き後の正味現在価値(NPV) (US\$)</b>	<b>-11,611,561</b>										

## NPV without CER

総収入 (US\$/yr)	0	1,208,630	1,325,263	1,453,150	1,593,379	1,747,141	1,915,740	2,100,608	2,303,317	2,525,587	2,769,306
税引き前の総費用 (US\$/yr)	250,000	3,718,305	3,931,902	4,158,572	4,399,175	4,654,634	4,925,935	5,214,135	5,520,368	5,845,849	6,191,880
<b>税引き前の正味キャッシュフロー (US\$/yr)</b>	<b>-250,000</b>	<b>-2,509,675</b>	<b>-2,606,639</b>	<b>-2,705,421</b>	<b>-2,805,796</b>	<b>-2,907,493</b>	<b>-3,010,195</b>	<b>-3,113,526</b>	<b>-3,217,051</b>	<b>-3,320,262</b>	<b>-3,422,574</b>
<b>税引き前正味現在価値(NPV) (US\$)</b>	<b>-12,575,735</b>										
課税対象となる正味収入 (US\$/yr)	0	1,208,630	1,325,263	1,453,150	1,593,379	1,747,141	1,915,740	2,100,608	2,303,317	2,525,587	2,769,306
法人税 (US\$/yr)	0	302,157	331,316	363,288	398,345	436,785	478,935	525,152	575,829	631,397	692,327
税引き後の総費用 (US\$/yr)	250,000	4,045,462	4,288,650	4,547,761	4,823,932	5,118,385	5,432,438	5,767,510	6,125,131	6,506,952	6,914,752
<b>税引き後の正味キャッシュフロー (US\$/yr)</b>	<b>-250,000</b>	<b>-2,836,832</b>	<b>-2,963,387</b>	<b>-3,094,611</b>	<b>-3,230,553</b>	<b>-3,371,245</b>	<b>-3,516,699</b>	<b>-3,666,902</b>	<b>-3,821,814</b>	<b>-3,981,365</b>	<b>-4,145,446</b>
<b>税引き後の正味現在価値(NPV) (US\$)</b>	<b>-14,541,547</b>										