

平成 20 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書 概要版

調査名

マレーシア・サラワク州におけるパーム搾油残さなどを活用したバイオマス発電 CDM 事業調査

団体名

株式会社あすかスマートエナジー

1. プロジェクトの概要

(1) ホスト国、地域

マレーシア サラワク州、シブ近郊 セランガウ地区

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、マレーシア西部、サラワク州のパーム搾油工場で生じる廃棄物を事前処理した後、循環流動床ボイラーに燃料として投じ、電力(16MW)と蒸気(75t/h)を得る事業である。また現状、パーム廃液(POME)が開放池(オープン・ラグーン)で処理されているため、ここから発生するメタンガスを回収し、バイオガス燃料として併せてボイラーに投ずる。

プロジェクトはリンブナン・ヒジャウ(Rimbunan Hijau Group、以下、RHとする)が所有するミルの能力増強に合わせて、(FFB処理能力60t/hから120t/hに増強)実施する。同ミルはRHが所有する自社農園から7kmに位置しており、原料の持続的調達が可能である。本事業の実施は生産増強によるエネルギー消費の増加を自社設備で賄うとともに余剰電力を、サラワク・エナジーの所有する系統を通じて売却することによってミルの経営基盤を安定化させること、さらには近隣集落の住環境改善に貢献すると考えられる。プロジェクトの実施に当たっては、関係者の出資による特別目的会社(SPC)を設立し運営する。

2. 調査内容

(1) 調査課題

■ 現状のシェル、EFB、処理廃液の取回し及びその物量

本事業を通じて図る排出削減が方法論上二つあり CDM のベースライン・シナリオの特定が困難であるため、現状の廃棄物の処理状況を確認する。

■ 処理沈殿池及び EFB 投棄地の現況

前項と同様、POME の廃液処理がどのように行われているのかを確認し、承認済み方法論の適用可能条件を満たすことを確認する。

■ 系統連携の現状及び計画

現状の系統連携の状況の確認、将来の系統接続の計画を調査し、ベースライン・シナリオの設定及び排出削減量の算定を行う。

■ 電力自家消費量の状況

現状の電力自家消費量を確認し、所内電力消費量並びに蒸気消費量を確認し、発生する電力、蒸気のうち、外部供給される量を推定する。

■ FFB 収量の変化、調達方針、運搬手段

プロジェクトの実施に係り、原料となる FFB を安定的に調達することが出来るのか、またミルへ

の輸送の際に考慮するべきリーケージ排出が予見される場合、その概算、またモニタリング手法を把握する。

■ ミルの操業状態

パーム・ミルは季節性が高く、パーム収穫の繁忙期には操業率が上がり閑散期にはミルの操業率事態が低下することから、発電量、発電パターンの設定に影響する。発電量の変動は、すなわち排出削減量の変動となることからミルの操業計画を確認する。

■ 環境影響評価・環境関連法規制等の状況

発電プラントを建設する際に考慮すべき環境関連法令、環境影響評価の必要性を確認する。

■ 建設を検討しているボイラーなど機器類の仕様

プラントの諸条件を確認し、排出削減量並びに事業規模を特定する。

(2) 調査実施体制

本調査の実施にあたっては、株式会社あすかスマートエナジーのほか、以下の企業が協力した。

日本国内 住友重機械工業株式会社：導入する機器の選定及び技術的側面についての検討。

マレーシア Rimbunan Hijau Group：ミルの所有者として現状の把握、事業の組成に係る情報収集。

Titan Energy Sdn Bhd：住友重機械工業の EPC コントラクターとして、現地での機器等の選定に関する検討に協力。

(3) 調査の内容

■ 現状のシュル、EFB、処理廃液の取回し及びその物量

バイオマス残さ	年間発生量	処理手法
シュル	14,000t	ボイラーに燃料として投入
ファイバー	32,000t	ボイラーに燃料として投入
EFB	42,000t	一部、保水材として農園で利用するが、多くは投棄。
POME	90,000t	処理池で嫌気処理。最終的には河川放流予定。

■ 処理沈殿池及び EFB 投棄の現況

POME 処理は 6 個のラグーン（処理池）で実施されているが、ミルの操業から日が浅く、河川法流は実施されていない。最終的な放流時は所定の環境基準に則り BOD 値を 20mg/L 以下に抑えるように設計されている。CDM としての設計に必要な COD 値の測定は、今後実施する予定である。

ミルから生じた EFB は、一部が保水材として農園で利用されている。農園へは FFB を搬入するトラックの帰り荷として搬送され、路肩に積まれている。但し、こうした利活用は一部のみで、そのほとんどがミル背後の谷に埋設されている。

■ 系統連携の現状及び計画

本事業の発電プラントが系統接続された場合のサラワク・エナジーの要求事項としては購入電力を接続する系統直前で計測することである。主系統までの送電線距離が 5km 以下であれば問題は

ないが、10km 以上であると電力ロスが生じ、REPPA (Renewable Energy Power Purchase Agreement)の契約内容との齟齬が生じるため、このような措置を要請している。プロジェクトプラントとメイングリッドまでの距離は 10km 以下であるが、その場合でもサラワク・エナジー はメイングリッド直前でのメーターの設置を求めている。

■ 電力自家消費量の状況

ミルでは現在 1.6MW の発電機とバックアップ用のディーゼル発電機がある。FFB 処理が稼働している間はボイラーからの水蒸気を利用して発電できるが、ミルが稼働していない夜間や週末時はディーゼル発電機が利用される。今後 FFB の処理能力を 60 トン/時から 120 トン/時に更新する場合は 2MW の電力が必要となる。また PKS 粉砕プラントの稼働に 1.5MW の電力が必要になる。

■ FFB 収量の変化、調達方針、運搬手段

現在、ミルで処理されている FFB の 8 割前後が自社のプランテーションからトラック輸送されている。セランガウにある Rimbunan Sawit Berhad (RSB、プランテーションを管理する RH 社のグループ企業)のプランテーションは植栽開始から 5 年目であり、総面積は 5824ha、うち可植栽面積は 3350ha である。果実を実らせるのに十分に成熟したパームは 3000ha 相当あり、残りの 350ha は新規に植林されたものである。プランテーションの地形が山がちであることなどやや生産性の低い点が懸念される。

■ ミルの操業状態

現在セランガウ・ミルは年間 180,000 トンの FFB を処理しており、今後も処理量は伸びると考えられる。2013 年には 500,000 トンの FFB を処理する予定である。通常、年間の処理量は 30% 前後変動すると考えられているが、パーム農園の生産量自体が増加していることから年間の生産量はそれ以上の変動を示している。FFB 処理能力を 60 トン/時から 120 トン/時に増加させる予定であるが、60 トン/時の FFB 処理設備の最大生産能力が年 300,000 トンであるので（稼働時間 5000 時間）2011 年以降 350,000 トンの FFB 処理を実施するには 2010 年頃までには 120 トン/時の設備を導入する必要がある。

■ 環境影響評価・環境関連法規制等の状況

本プロジェクトにおいてマレーシアの環境法上規制対象となる項目は以下である。

排ガス規制	Environmental Quality (Clean Air) Regulation, 1978
排水規制	Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Regulations, 1979
廃潤滑油の規制	Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations, 2005
汚染物質に関する規制	Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Regulations, 1979

環境規制に関する政府機関には中央政府機関として環境局 (Department of Environment)、州政府機関として NREB(Natural Resources and Environment Board)が存在する。パーム事業に関するこの 2 機関の役割分担としては、NREB はプランテーションの管理を行い、パーム・ミルの管理は環境局が行う。例えば、POME の処理は DOE の管轄下に置かれるがパーム農園の水質管理は NREB が管轄している。

■ 建設を検討しているボイラーなど機器類の仕様

EFBの事前処理技術

これまで EFB を燃焼する場合、農薬に含有されるカリウム分が火室内に固着しタールが生成され、この結果、ボイラーの燃焼効率が低下するという問題があった。この問題を解決するため、EFB の脱水、脱カリ処理を行い、燃料としての適性を改善する。

CFB 流動層ボイラーシステム

本プロジェクトが導入を検討している CFB (Circulating Fluidized Bed) ボイラーは、底部から空気を吹き込む事により高温の粒子を燃料と混焼する事ができるため様々な燃料種を燃焼することができる。燃焼ガスとともに上昇した粒子は、低圧流によってボイラー底部に戻されるため、燃焼効率がより一層改善される。CFB の特徴は以下の通りである。

- 1) 燃料特性の広さ
- 2) 廃棄物由来の燃料も燃焼可能
- 3) 低温燃焼

バイオガス回収装置

住友重機械工業では特にパーム工場廃液で問題となる SS(Suspended Solids)と FOG (fats, oils and grease) の混入した廃液処理に向くスキマー装置を開発している。また本バイオガス回収装置は長い水理学的滞留時間(HRT)においても安定的に運転でき、効率の良い中温発酵が可能である。またタンクシステムであるため、ラグーンの掃除の必要性がなく、耐久性が高く、メンテナンスの手間もあまりかからないので総合的にも効率の高いオペレーションを実現できる。

3. プロジェクトの事業化

(1) プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定

方法論の選択

本事業は①EFB の処理によるメタン放散回避と②POME からのメタン放散回避の二つの排出削減手法が適用されることと、これらのバイオマスおよび回収されたメタンガスが燃料として利用、発電された電力が石油由来の電力を代替する(③)という三つの排出削減が行われる事業である。この結果、採用する方法論は、「EFB の処理及び発電」と「メタン回収」の二つの方法論を採用する。加えて、概算により排出削減量が年間 60,000tCO2 を超えることから、小規模ではなく通常規模の方法論を使用する。

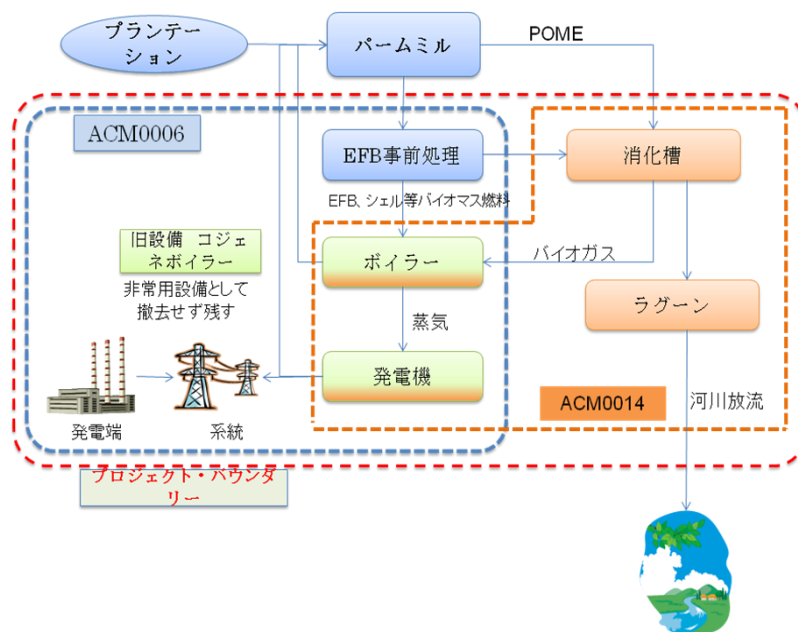
削減手法		方法論番号	方法論名称
①	EFB の処理によるメタン放散回避	ACM0006	Consolidated methodology for electricity generation from biomass residues (Version 6.2)
②	発電電力が石油由来の電力を代替する		
③	POME からのメタン放散回避	ACM0014	Mitigation of greenhouse gas emissions from treatment of industrial wastewater (Version 2.1)

系統電力代替

本事業においては石油由来の電力の代替（系統電力代替）は方法論 ACM0006 によって算定されるが、方法論 ACM0014 もバイオガスエネルギー発電による系統への電力の供給を想定しているため、系統電力代替の算定方法が方法論の中に記載されている。方法論 ACM0006 のみで系統電力代替の算定を実施する理由としては、本事業ではバイオマスとバイオガスを同時に同じボイラー内で燃焼し発電しており、系統電力代替の排出削減はバイオマスとバイオガスの双方から由来し、ACM006 の方法論のみを利用して系統電力代替による排出削減量を計算した場合でも、バイオガス由来(ACM0014)の電力も含まれることとなるからである。仮に ACM0014 でも計算を行った場合はダブルカウントとなってしまふ。

バウンダリー

先述の通り、本事業では二種類の方法論を併用するため、それぞれの方法論が支持するプロジェクト・バウンダリーを検討しなければならない。二つの方法論を比較すると、ACM0006 で捕捉を試みようとしている範囲が広く、以下の点をカバーすることにより二つの方法論の範囲を共通化することが出来ると考える。先述の通り双方の方法論が重なる部分では ACM0006 の化石燃料由来電力の算定式を利用する。熱エネルギーに関してはもともとバイオマスのみ利用されていたので、保守的観点からベースライン排出量を 0 とした。



上図、赤点線が本事業のバウンダリーとして認識される範囲である。

ベースライン・シナリオの選択

ACM0006 のシナリオの選定

ACM0006 のシナリオの適用条件

	適用条件	本プロジェクトの状況	該当シナリオ
Project	コジェネの有無	コジェネ事業	1,2,3,4,7,8,10,11,12,13,14, 15,16,17, 18,19,20
Baseline	過去の電力供給	発電あり。燃料はバイオマス残さ。	9,10,11,12,13,14,16,18,19
	バイオマスの使用方法	廃棄され朽ちるか燃やされる	2,3,5,7,10,15,16,17,20
	熱利用	バイオマス残さを利用したボイラー	3,12,16,20

表 5 より、全ての条件を充足するシナリオはシナリオ 16 のみである。

ACM00014 のシナリオの選定

方法論 ACM0014 のシナリオの条件から本プロジェクトに妥当なシナリオの選択を行った。

ACM0014 の適用条件

シナリオ	適用条件	該当	コメント
1) 排水が処理されずに明らかに嫌気性であるオープンラグーンに放出されている。	新しく嫌気性消化装置を設置する。	○	バイオガスを回収する。
	回収されたバイオガスがフレアかもしくは発電及び熱利用される。	○	バイオガスはコジェネレーションで利用される。
	嫌気性消化装置からの残留物はオープンラグーンに排出及び好気性処理される。	○	BOD20mg/L 以下という基準をクリアする必要がある。のでいずれかの方法で処理される。
2) 排水は排水処理施設で処理されている。一次及び二次処理から発生するスラッジが明らかに嫌気性のスラッジピットに送られている。	排水はベースラインと同じ排水処理施設で処理されている。	×	排水は嫌気性消化装置で処理される。
	一次及び二次セトラーからのスラッジが以下のいずれ及び両方の方法で処理される：		
	1)スラッジが新しい嫌気性消化装置によって処理され、フレア及び発電／熱利用され、残留物はオープンラグーン及び有酸素処理される。	○	スラッジは排水と一緒に消化槽で処理される。
2)スラッジが有酸素処理される。	×	スラッジは排水と一緒に消化槽で処理される。	

以上の分析から本プロジェクトで利用する方法論 ACM0014 において、シナリオ 1 の選択が適切と考えられる。

リーケージ

採用する方法論のうち、ACM0014 が規定するリーケージに該当する排出源は、本事業では存在しない。一方、ACM0006 は、「プロジェクトの実施に起因してバウンダリー外で人為的排出量が増加する場合、これをリーケージとして認める」こととしている。本事業でのバウンダリー外での増加とは、具体的にはパーム残さが本事業で使用されることにより、パーム残さをエネルギー源としていた事業が影響を被ることを想定している。

計算の結果、本事業で利用する EFB の量に比べて、サラワク州に賦存する EFB の量は圧倒的に多く(利用されていないバイオマスの方が利用されているバイオマスよりも 25%以上多い)、リーケージ排出の計算を要しないと結論された。

(2) モニタリング計画

本事業を CDM 化した場合のモニタリング項目は、極めて多く、その全てをプロジェクト参加者に記録することを委ねるのは、現実的な選択ではない。事業実施時に、モニタリング体制を整備する際には発電プラントの運転上捕捉するデータ及びミルの運転所捕捉するデータとで補うことが出来るかどうかを検討する必要がある。

本事業では、ACM0006 と ACM0014 の二つの方法論のモニタリング項目が存在する。ACM0006 の主なモニタリング項目は、パーム残さの投入量、発電量、蒸気の供給量、売電量、EFB の前処理に伴う電力などである。ACM0014 においては POME の COD 値、POME の処理量、バイオガス回収量、フレアされたガスの量などである。パーム残さのトラック輸送や POME から回収されたスラッジの土地への散布は計画されていないが、万が一これらが実施された場合を想定し、モニタリングの対象としている。

(3) 温室効果ガス削減量

本事業で企図される排出削減量は、下表の通りである。

年	ACM0006					ACM0014			排出削減量 (e+C)
	a.	b.	c	d.	e.	A	B	C	
2011	0	56,476	12,906	1,739	67,642	56,236	29,944	26,292	93,934
2012	0	73,416	26,929	2,162	98,183	69,893	37,216	32,677	130,860
2013	0	86,370	41,157	2,485	125,042	80,337	42,778	37,559	162,601
2014	0	86,370	53,160	2,485	137,045	80,337	24,117	37,559	174,605
2015	0	86,370	63,287	2,485	147,172	80,337	24,117	37,559	184,731
2016	0	86,370	71,830	2,485	155,716	80,337	24,117	37,559	193,275
2017	0	86,370	79,038	2,485	162,923	80,337	24,117	37,559	200,483
2018	0	86,370	85,119	2,485	169,005	80,337	24,117	37,559	206,564
2019	0	86,370	90,250	2,485	174,135	80,337	24,117	37,559	211,694
2020	0	86,370	94,578	2,485	178,463	80,337	24,117	37,559	216,023
合計					1,415,326			359,443	1,774,773
年平均					141,533			35,944	177,477

- a. 熱代替排出削減量(従前バイオマスであるため代替しない)
- b. 電力代替排出削減量
- c. バイオマスメタン放散回避
- d. プロジェクト排出量
- e. ACM0006に係る排出削減量(a+b+c-d)

- A.メタン放散回避
- B.プロジェクト排出量
- C.ACM0014に係る排出削減量(a-b)

(4) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

本事業は15年のプロジェクト期間を想定し、クレジット期間を10年(2011~2020年)とする。設備の運転開始予定期日である2011年1月1日をクレジット開始日として想定している。

(5) 環境影響・その他の間接影響

本プロジェクトのバイオマスプラント建設で、環境影響評価 Environmental Impact Assessment (EIA)を実施する必要性はない。但し、サラワク州では Site Evaluation Report を提出する必要がある。また年に一回 Stack Emission Monitoring Report と Wastewater Monitoring Report を提出する必要がある。セラングウ・ミルは Stack Emission Monitoring Report を提出しているが、ラグーンは満水になっておらず排水を水域に放出していないので Wastewater Monitoring Report の提出を行っていない。

発電所の建設を実施する前に必ず Site Evaluation Report を Department of Environment, Sibul Office に提出して認可を得る必要がある。プラント着工は2010年の上半期前半を予定しているなのでその前に許認可を取得する必要があるが、PDDの記載項目となるため、PDDの完成前にSERを完成させる必要がある。

(6) 利害関係者のコメント

地域住民とのステークホルダー・ミーティング

(2008年12月8日 セランガウ・ミルにて開催)

プロジェクト実施に必要なステークホルダー・ミーティングを実施。それと同時に社会調査も実施し地域住民の情報を得た。ただし、事業実施が本決定した際には、導入技術による環境影響の低減効果などを含めたより包括的な説明がプロジェクト実施者側より成されることを住民代表が期待している旨、意見があった。本件のみを以ってステークホルダー・ミーティングの開催とすることは出来ないと考えている。

地域住民へのコベネフィットは水質改善、大気汚染緩和など長期的なものでありそれを地域の住民が理解するには何回か会議を重ねる必要があると思われる。短期的な雇用の創出、利益の共有などについては、他の事業者の意図も図る必要のあることから、ステークホルダー・ミーティングを通じての回答をすることは控えている。

(2) 現地調査を通じ関係者から聴取したコメント

Sarawak Energy Berhad

出席者: Leslie Chiai Kim Pau, Senior Manager, Renewable Energy

Goh Wei Chiun, Electrical Engineer, Renewable Energy

コメント:

- サラワク州において普及が可能な再生可能エネルギーはバイオマス発電、中でもパーム搾油残さを利用した再生可能エネルギーに期待している。
- セランガウ・ミルで実施される予定のプロジェクトは RSB 自らが所有するプランテーションとミルからの原料 (EFB) 調達となるので安定的な燃料供給を期待できる。
- 発電のメーターはサラワク・エナジーのメイングリッドの直前に設置する事を希望する。

Department of Environment (DoE), Sibuan office

出席者: Ching Yuan Kong

コメント:

- DOE としてのプロジェクト実施に係る懸念事項は大気汚染、汚染物質 (EFB 脱カリプロセスにおける化学物質の使用)、水質汚染とエンジン潤滑油の処理方法である。これらの環境基準は Environmental Quality Act And Regulations に定められている。
- プロジェクトで期待される効果としては職の創出、技術移転、効率的なパーム残渣の管理化である。

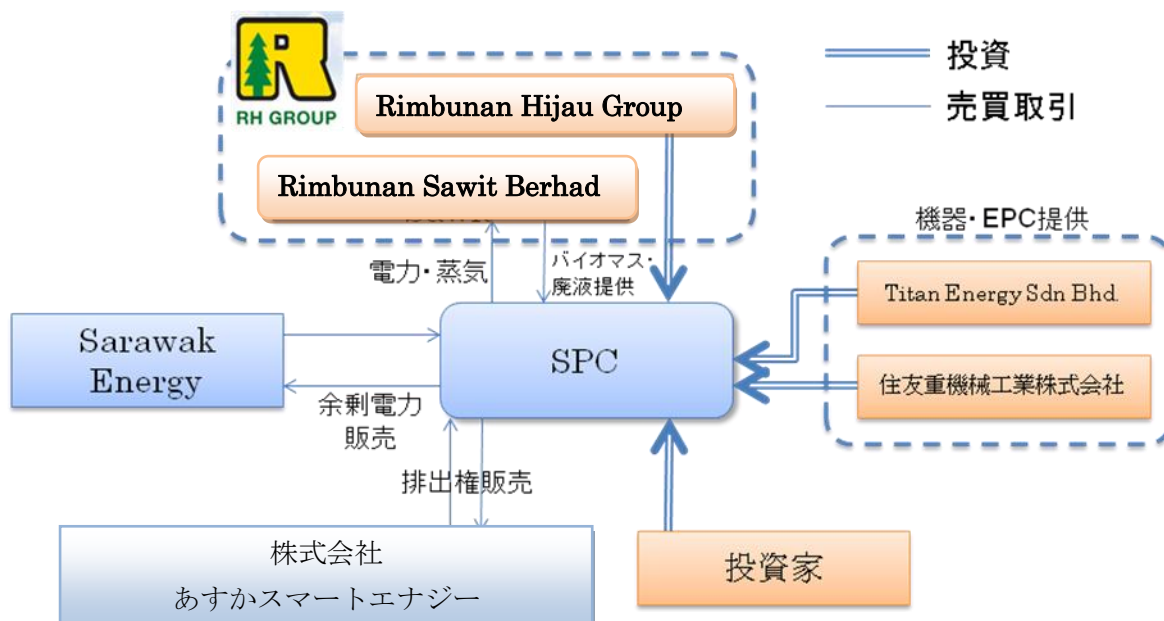
Natural Resources and Environment Board (NREB)

出席者: Elizabeth Nyomek, Regional Environmental Control Officer

コメント:

- EFB 残さがフィールドに放置されなくなればシロアリ等の害虫の発生を防ぐ事ができる。
- 今後のプロジェクトの発展に興味がある。

(7) プロジェクトの実施体制



プロジェクト実施体制図

プロジェクト実施体制は上図の通りである。前記の通り、プロジェクトの実施に当たっては、SPC(特別目的会社)を設立する予定である。これに対する投資家の募集は、プロジェクトの設備仕様が決定後、総投資金額が見えた後に募ることとする。

(8) 資金計画

添付資料 2、経済性分析に関する添付資料を参照のこと。

(9) 経済性分析

分析の前提条件

売電価格：0.057US ドル(0.18RM/kWh)

パーム・ミル年間稼働時間：5000 時間

設備投資額：28 百万 US ドル

プラント年間稼働時間：8000 時間

法人税：28%

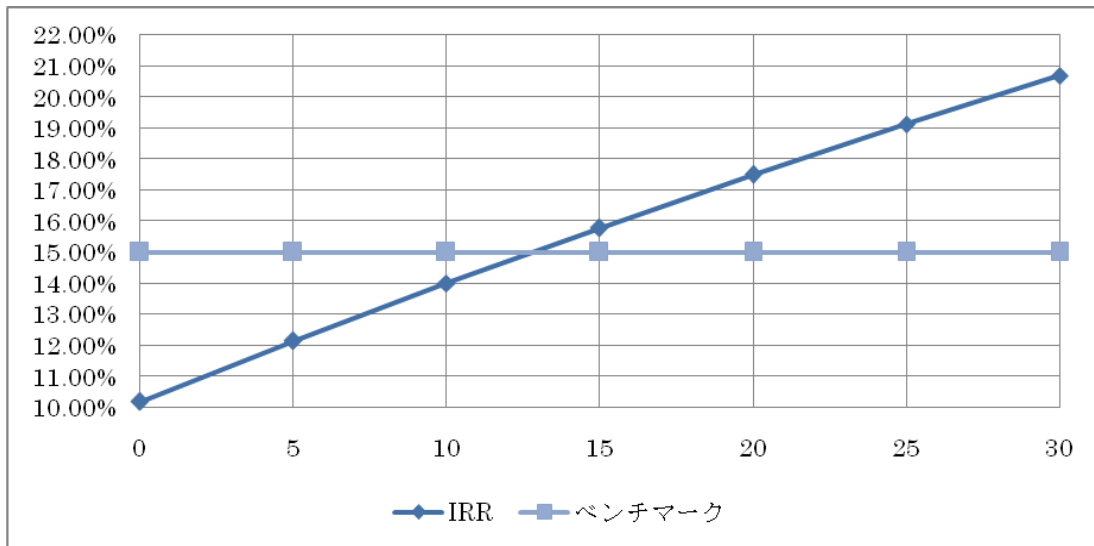
IRR(15 年)

排出権無しの場合：10.2%

排出権を含む場合(CER: 15USD)：15.80%

本事業の経済性は CER が無い場合、IRR が 10.2%とベンチマークである 15%を満たしていない。IRR15%以上に達するには CER 価格 12.73 USD/tCO₂e が必要である。なお、IRR15%はマレーシア政府の調査でも利用されているベンチマークである¹。

¹ Ministry of Water, Energy and Communication / Malaysia Energy Centre / DANIDA. Study on the CDM Potential in Waste Sectors in Malaysia, 2005.



CER 価格とプロジェクト IRR の関係性

(10) 追加性の証明

CFB ボイラーを利用したパーム残さのバイオマス発電事業はサラワク州初の取り組みであり、CFB ボイラー技術のノウハウが構築されていないこの地域においては技術的バリアが存在する。CDM の技術移転によってはじめてこの事業が成立するので、本事業は追加的であると考えられることができる。

ACM0006 は Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality を利用して追加性の分析を行った。

発電の代替シナリオ

P1	本プロジェクトが CDM なしに実施される
P2	既存のバイオマスプラントでプロジェクトと同じバイオマス残さを燃料とする (既存のバイオマスプラントに改造を加えない)
P3	既存の自家発電所で化石燃料のみを燃料として利用
P4	系統連携された発電所で発電
P5	本プロジェクトと同じタイプのバイオマス残さを同量利用するが、プロジェクトプラントと比較して発電効率が低い新しいバイオマスプラントの建設。(よってプロジェクトと比較して発電量が落ちる)。
P6	本プロジェクトと同じタイプのバイオマス残さをプロジェクト以上に利用するが、プロジェクトプラントと比較して発電効率が低い新しいバイオマスプラントの建設 (よってプロジェクトと比較して発電量は同等である)。
P7	既存のバイオマスプラントを改造して本プロジェクトと同じタイプのバイオマス残さを同量利用できるようにする。発電効率はプロジェクトプラントと比較して低いので本プロジェクトと比較して発電量は落ちる。
P8	既存のバイオマスプラントを改造して本プロジェクトと同じタイプのバイオ

	マス残さをプロジェクト以上利用できるようにする。発電効率はプロジェクトプラントと比較して低い。
P9	新規の化石燃料を利用する自家発電所の建設

発熱の代替シナリオ

H1	本プロジェクトが CDM なしに実施される
H2	本プロジェクトと同じバイオマス残さでコジェネレーションを実施するがプロジェクトとは違う発熱効率
H3	既存の自家発電所で化石燃料を使用してコジェネレーションを実施する。
H4	プロジェクトと同じバイオマス残さをボイラーでもって燃焼し熱エネルギーを生産する。
H5	既存のコジェネレーションプラントで改造なしでプロジェクトと同じバイオマス残さを利用し熱エネルギーを生産する。
H6	化石燃料を使用してボイラーで熱エネルギーを生産する。
H7	他の熱源から熱エネルギーを引いてくる。
H8	他の熱エネルギー生産技術（ヒートポンプ、ソーラーエネルギー等）

バイオマス残さ利用の代替シナリオ

B1	フィールドに投棄されるなどしてバイオマス残さが好気性の状態で分解される。
B2	5メートル以上深いランドフィルなど明らかに嫌気性の状態でバイオマス残さが分解される。
B3	バイオマス残さがエネルギー回収などおこなわれずに焼かれる。
B4	プロジェクトサイトにおいてバイオマス残さが発熱及び発電に利用される。
B5	コジェネレーションを含む発電でバイオマス残さが他の系統に接続された発電所でも利用されている。
B6	バイオマス残さは熱エネルギーの生産のために他のサイトで既存や新しいボイラーで利用されている。
B7	バイオ燃料等の他のエネルギー利用目的でバイオマス残さが利用されている。
B8	肥料、原料としてエネルギー利用目的以外でバイオマス残さが利用されている。

ベースライン・シナリオの特定と追加性証明のプロセス

Step 1 代替シナリオの特定	発電 (P1-9)	熱製造 (H1-8)	バイオマス残渣 (B1-8)
Step2 法適合性分析			マレーシアの法律に触れるため B3 を除外
Step3 バリア分析	P1-3,P5-9 が除外される P4 だけが残る	H1-3,H5-8 が除外される H4 だけが残る	EFB B1,B4-8 が除外される B2 だけが残る

以上のプロセスを経て、

- P4：系統連携された発電所で発電
- H4:プロジェクトと同じバイオマス残さをボイラーでもって燃焼し熱エネルギーを生産する。
- B2 (EFB)：5メートル以上深いランドフィルなど明らかに嫌気性の状態でバイオマス残さが分解される。

以上の3つのシナリオに沿うことで、プロジェクトの追加性のあることが主張される。

ACM0014 の追加性分析は Tools for the demonstration and assessment of additionality を利用して分析する。

排水処理の代替シナリオ

W1	オープンラグーンによる排水処理
W2	近くの水域に排水を直接排出
W3	好気性排水処理施設
W4	メタン回収とフレアリング付き消化槽
W5	発電及び発熱に利用するメタン回収とフレアリング付き消化槽

発電の代替シナリオ

E1	自家発電所での化石燃料による発電
E2	系統連携された発電所での発電
E3	再生可能エネルギーによる発電

発熱の代替シナリオ

H1	自家コージェネレーション発電所での化石燃料による熱エネルギーの生産
H2	化石燃料を利用してボイラーで熱エネルギーの生産
H3	再生可能エネルギーによる熱エネルギーの生産

ベースライン・シナリオの特定と追加性証明のプロセス

Step1 代替シナリオの特定	排水処理 (W1-5)	発電 (E1-3)	熱製造 (H1-3)
Step2 法適合性分析	W2 は法令に抵触するため、除外される		
Step3 バリア分析	W3-W5 が除外 W1 のみ残る	E1,E3 が除外 E2 のみ残る	H1,H2 が除外 H3 のみ残る

以上のプロセスを経て、

- W1 : オープンラグーンによる排水処理
- E2 : 系統連携された発電所での発電
- H3 : 再生可能エネルギーによる熱エネルギーの生産

以上の3つのシナリオが残り（ベースライン・シナリオ）、追加性のあることが主張される。

(11) 事業化の見込み・課題

売電価格の決定

本事業の収入源であるサラワクエナジーへの買電価格について、RM0.18/kWh での交渉がされている。しかし、依然として PPA を締結するに至っておらず、収支計画を確定することが出来ない。レートが定まらない理由はいくつか指摘されている。サラワク・エナジーとしては、電源開発の核である水力発電計画の遅れが著しく、これを補うためにも多く賦存するバイオマスに依拠した発電事業開発に期待している。また、現状の REPPA は参画する発電事業者と買い上げる電力会社との間で個別取引の形態をとっており、発電事業者からは電力売買価格の決定に対する透明性を求める声が強い。このため、サラワク・エナジーでは、買上価格の引き上げと定額制を採用することも模索している。

運転パターンの確定

パーム残さを利用する本事業では、ミル稼動の状態が直接、廃棄物の量を決定し、発電燃料の量を決定することになる。これは一日の間でも同様であり、運転パターンを電力買上料金の高い時間帯に同調させることにより買電収入を引上げることにつながる。しかし、ミルにとっては運転に要する要員の確保などの観点から、日中はミル操業に専念し、生じた廃棄物を夜間、発電に利用するという運転パターンが指向された。このような運転パターンかつ、変動価格の PPA の場合、夜間の安い電力買上価格のために期待収入が減少し、プロジェクトの経済性を損なう。事業者との間で折衝が必要な事項である。

FFB の増産計画

本事業の発電量は現状のパーム残さの量ではなく、将来的に増加するであろうパーム残さの量を推定し、その処理に適したバイオマス発電設備の設計を行っている。パーム残さの量の推定は将来的な FFB 処理量の計画に基づいており、この FFB 処理計画は RH 社のパーム農園の FFB 生産計画に従っている。本 F/S 調査においては現状の FFB 処理量の確認、RH 社の FFB 増産計画の調査、及びそれに基づく CO₂ 削減量の算定を行ったが、今後の事業実施にあたっては、どの程度 FFB が確実に増産されるのか、FFB が増産できないリスクは存在するのか、計画通り増産されない場合や発電に必要なバイオマス残さの量が確保できない月があった場合に他社のパーム農園から FFB やバイオマス残さを確保できるか、などの発電事業の立場からバイオマス残さの確保に関してのより詳細な調査を実施し、安定的にバイオマス残さを供給できるようにリスクマネジメント体制を整備しておく必要がある。

4. ホスト国におけるコベネフィットの実現

(1) ホスト国における公害防止の評価

大気汚染

本プロジェクトによって地域の環境改善に貢献すると考えられる項目は大気汚染の緩和、水質の改善、臭気の緩和、害虫発生の防止が挙げられる。

一般的な石炭火力発電所から発生する排ガスの成分とその量をベースラインとし、実測できるバイオマスプラントからの排ガスと比較し、その効果を定量評価することが可能となる。

排ガス性状比較

	EFB 発電所からの排ガス(予測)	一般的な石炭発電からの排ガス
SO ₂	23 ppm-6%O ₂	126 ppm-6%O ₂
NO _x	99 ppm-6%O ₂	216 ppm-6%O ₂
HCl	8 ppm-6%O ₂	14 ppm-6%O ₂

本プロジェクトプラントからの排ガスのデータを環境局に Stack Emission Monitoring Report にまとめて提出必要があるためそのデータをコベネフィットの指標として利用することができる。

水質汚染

排水の定量評価として、プロジェクト実施前とプロジェクト実施後の計測値の変化を分析することができるが、プランテーションに放置された EFB からの浸出液等による河川水質の変化を定量評価することが難しい。また、他のプランテーション、工場からの浸出液もあるため、汚染源を特定することができない。定量評価は排水の性状分析のみとするのが現実的な対策であると考えられる。

ミルの排水データは Wastewater Monitoring Report として毎年、環境局に提出する必要があるため、環境基準をベースラインとして比較することができる。

排水 (POME) に関する環境基準

パラメーター	単位	基準値
BOD	mg/L	20 以下
Suspended Soil	mg/L	100 以下
Oil & Grease	mg/L	25 以下
Ammoniacal Nitrogen	mg/L	100 以下
Total Nitrogen	mg/L	100 以下
pH		5-9(範囲)
Temperature	°C	45 以下

経済性分析に関する添付資料

キャッシュフロー（排出権なし）

	マイナス1年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A 設備投資	28,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B 売電売上	0	3,696,629	4,805,486	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429
C CER 売上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 運転維持管理費	0	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000
E 減価償却費(固定資産)	0	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667
F 利払い	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
付加価値税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
経費合計	28,000,000	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667
G 営業利益(B+C-経費合計)	(28,000,000)	949,962	2,058,819	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762
H 法人税	0	265,989	576,469	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893	813,893
I 税引き後利益	(28,000,000)	683,973	1,482,350	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869
J (I+E+F)	(28,000,000)	2,550,639	3,349,016	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535
IRR	10.20%															

キャッシュフロー(排出権あり)

	マイナス1年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A 設備投資	28,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B 売電売上	0	3,696,629	4,805,486	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429	5,653,429
C CER 売上	0	0	1,409,010	1,962,900	2,439,015	2,619,075	2,770,965	2,899,125	3,007,245	3,098,460	3,175,410	3,240,345				
D 運転維持管理費	0	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000	880,000
E 減価償却費(固定資産)	0	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667	1,866,667
F 利払い	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
付加価値税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
経費合計	28,000,000	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667	2,746,667
G 営業利益(B+C-経費合計)	(28,000,000)	949,962	3,467,829	4,869,662	5,345,777	5,525,837	5,677,727	5,805,887	5,914,007	6,005,222	6,082,172	6,147,107	2,906,762	2,906,762	2,906,762	2,906,762
H 法人税	0	265,989	970,992	1,363,505	1,496,818	1,547,234	1,589,764	1,625,648	1,655,922	1,681,462	1,703,008	1,721,190	813,893	813,893	813,893	813,893
I 税引き後利益	(28,000,000)	683,973	2,496,837	3,506,157	3,848,959	3,978,603	4,087,963	4,180,239	4,258,085	4,323,760	4,379,164	4,425,917	2,092,869	2,092,869	2,092,869	2,092,869
J (I+E+F)	(28,000,000)	2,550,639	4,363,504	5,372,823	5,715,626	5,845,269	5,954,630	6,046,905	6,124,752	6,190,426	6,245,830	6,292,584	3,959,535	3,959,535	3,959,535	3,959,535
IRR	15.80%															