

**CDM 実現可能性調査 最終報告書（概要版）**

「カンボジア・オフグリッド電力に関する標準化ベースライン開発を伴  
うバイオマス発電 CDM 実現可能性調査」

調査実施団体：日本エヌ・ユー・エス株式会社

調査協力機関	兵庫県立大学 佐々木研究室 Mekong Carbon 社 プレアビヒア機構
調査対象国・地域	カンボジア・プレアビヒア州
対象技術分野	標準化ベースライン開発
対象削減ガス	二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )
CDM/JI	CDM
プロジェクトの概要	本プロジェクトはカンボジアのプレアビヒア州において、プランテーションによって確保する草本系バイオマス及び森林整備のための択伐から得られる木質バイオマスを燃料とした総設備容量 50 MW のバイオマス発電プラントを導入するというものである。電力グリッドの整備されていない地域において、プランテーションによってバイオマス燃料を調達して実施する発電プロジェクトに適用可能な方法論は存在しない。さらに、カンボジア国内には未電化地域が多数存在することから、本調査においてオフグリッドのバイオマス発電プロジェクトに適用できるような標準化ベースラインの開発を行う。
適用方法論	新方法論
ベースラインの設定	UNFCCC の方針に従い、DNA と協議をしつつ、標準化ベースラインの開発を行った。対象分野はグリッドシステムに接続されていない地域での発電事業とした。地方部の独立電源事業者の大部分が 200 kW 未満であるため、200 kW のディーゼル発電機の使用をベースラインシナリオとした。標準化ベースラインの排出係数は 0.81 tCO <sub>2</sub> /MWh となった。
モニタリング	本プロジェクトのモニタリングは、標準化ベースラインを適用した新方法論に従うことになる。新方法論のベースとなる AM0042、及び方法論パネルで検討中の新方法論に指定されているモニタリング項目を参考に項目を設定した。
GHG 削減量	120,998 t-CO <sub>2</sub> /年
プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間	2013 年に着工を開始し、プロジェクト実施期間は 25 年、クレジット獲得期間は 21 年を想定している。
環境影響等	環境影響については、5 MW よりも大規模な発電事業はカンボジア王国「環境保護及び資源管理法」及び「環境影響評価 (EIA) プロセスに関する閣僚会議令」(Sub-Decree No. 72 ANRK.BK) において事業者による環境影響評価が義務付けられている。
追加性の証明	追加性の証明は開発した標準化ベースラインに従うことに

	<p>なる。標準化ベースラインでは、対象国が LDC であるカンボジアのため、5 MW 以下のプロジェクトについては「マイクロスケールプロジェクトの追加性証明ガイドライン (Guidelines for demonstrating additionality of microscale project activities)」(UNFCCC) の適用となり、追加性の証明が免除される。5 MW を超える規模のプロジェクトに関しては追加性の証明が必要となるが、標準化ベースラインの趣旨である「手続きの簡素化」を確保するため、ポジティブリスト方式を採用した。</p>
事業化に向けて	<p>2013 年度中に 320 kW バイオマスガス化コジェネレーション設置工事を開始し、2015 年には、10 MW バイオマスコジェネレーションの 1 号機を導入することを目指している。</p>
「コベネフィット」効果 (ローカルな環境問題の改善の効果)	<p>本プロジェクトの実施により、ディーゼル発電による硫黄酸化物及び煤塵の発生量が大幅に削減されると考えられる。</p>
ホスト国における持続可能な開発への寄与	<p>燃料となるバイオマスの収穫を現地住民に請け負ってもらうことが現地の雇用創出へと繋がり、持続可能な開発に貢献できると考えられる。</p> <p>また、ディーゼル発電が中心の電力供給に対して、現地での燃料調達が可能で、かつ CO<sub>2</sub> 排出及びその他の汚染物質の排出が極めて少ないバイオマス発電の導入は、大気汚染の防止を中心とした環境の改善に寄与することができ、持続可能な開発へも大きく貢献できると考えている。</p>

## 1. 調査実施体制：

- 兵庫県立大学 佐々木研究室：バイオマスに関する現地調査、発電事業計画策定支援
- Mekong Carbon 社（カンボジア）：バイオマス調査支援、カンボジア国内の独立電源に関する調査支援
- プレアビヒア機構：政府機関としてプロジェクト管理及び統括

## 2. プロジェクトの概要：

### (1) プロジェクトについて：

本プロジェクトは、カンボジアのプレアビヒア州（Preah Vihear）において、ネピアグラス（Napier Grass）をプランテーションによって確保する草本系バイオマス及び森林整備のための択伐から得られる木質バイオマスを燃料とした総設備容量 50 MW のバイオマス発電プラントを導入するというものである。発電する電力の供給先として、世界遺産に登録されているプレアビヒア寺院周辺の住民の居住区域であるエコビレッジとその周辺に建設される博物館やホテル等の観光施設等が予定されている。同地域はほぼ未電化地域であるため、送配電線等の電力供給設備も敷設する必要がある。

電力グリッドの整備されていない地域において、プランテーションによってバイオマス燃料を調達して実施する発電プロジェクトに適用可能な方法論は存在しない。さらに、カンボジア国内にはエコビレッジのような未電化地域が多数存在することから、本調査においてオフグリッドのバイオマス発電プロジェクトに適用できるような標準化ベースラインの開発を行うこととしている。標準化ベースラインの開発は、カンボジア DNA と協議をしつつ、カンボジア地方部の電力事情について調査を実施し、その調査内容と UNFCCC が発行したガイドラインに従って設計し、200 kW のディーゼル発電機による CO<sub>2</sub> 排出量をベースラインとして想定している。

本プロジェクトにおける発電所の運営主体は、現地の民間電力事業者である Green Earth 社が候補となっている。運営体制はエコビレッジの管理を担当する政府機関であるプレアビヒア機構（National Authority of Preah Vihear）との協議の下で決定される予定であるが、現地住民が燃料となるバイオマスの収集やプランテーションを担当することが予定されている。

本プロジェクトはプロジェクトサイトの発展にあわせて進められていく予定であり、50 MW 規模で実現するには解決しなければならない課題がいくつかあるが、一基目の着工を 2013 年度中に開始することを目指している。

### (2) 適用方法論について：

新方法論

## 3. 調査の内容

### (1) 調査課題：

- ベースライン・モニタリング方法論：カンボジア全土で適用可能な標準化ベースラインの開発を行い、標準化ベースラインに対応した新方法論を作成する。
- 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：本調査で開発する標準化ベースラインに従ってベースラインシナリオを設定する。プロジェクトバウンダリーは、プレアビヒア地区のバイオマス発電事業計画を参考に設定する。
- モニタリング計画：プロジェクトのモニタリングに必要な項目を検討する。

- 温室効果ガス排出削減量：プロジェクト計画及び開発する標準化ベースラインに従って温室効果ガス排出削減量を算出する。
- プロジェクト実施期間・クレジット獲得期間：プロジェクト実施期間を決定する。
- 環境影響・その他の間接影響：環境影響評価が必要となる場合を調査する。
- 利害関係者のコメント：サイト周辺の住民に対してバイオマス発電計画に関するコメントの収集を行う。
- 資金計画：本プロジェクトの資金調達スキームを検討する。
- 経済性分析：本プロジェクトの経済性について評価を行う。
- 追加性の証明：標準化ベースラインに従って追加性の証明について検討する。
- コベネフィット：本プロジェクト実施によるコベネフィットを評価する。
- 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ついて検討する。

## (2) 調査内容：

現地調査は合計4回実施した。現地調査の日程と内容は表1の通りである。

表1 現地調査の内容

	調査期間	調査内容（訪問先）
第1回	2011年8月15日 ～8月20日	・DNAとの協議 ・サイト周辺の視察と関係者との協議 ・電力使用状況の調査
第2回	2011年10月12日 ～10月13日	・標準化ベースライン開発に関する協議（DNA） ・電力事業計画に関する協議（プレアビヒア機構）
第3回	2011年11月27日 ～11月28日	・バイオマス燃料の調査（プレアビヒア地区） ・電力供給範囲に関する協議（プレアビヒア機構） ・独立グリッドに関する協議（Mekong Carbon 社）
第4回	2011年12月22日 ～12月23日	・発電事業計画に関する協議（プレアビヒア機構） ・標準化ベースラインの提出（DNA）

本調査において実施した調査内容を以下にまとめる。

- ベースライン・モニタリング方法論：文献調査及び基幹グリッド接続のない地方部の電力使用状況の調査によってオフグリッド電源の原単位を検討し、カンボジア全土のオフグリッド地域におけるバイオマス発電プロジェクトに適用可能な標準化ベースラインを開発した。さらに、当該プロジェクトに適用可能な新方法論を作成した。
- 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：標準化ベースラインを開発するために、ベースラインシナリオのバックグラウンドとなるカンボジアの電力供給事情に関する文献調査を実施した。プロジェクトバウンダリーについては、プレアビヒア機構と発電事業計画に関して協議を行った上で設定した。
- モニタリング計画：モニタリング手法を開発し、設備仕様や確保すべきデータの精度といった追加的な情報に基づき、モニタリング計画を作成した。
- 温室効果ガス排出削減量：想定される発電量を推計し、そこからCO<sub>2</sub>削減量を計算した。

- プロジェクト実施期間・クレジット獲得期間：プロジェクト実施期間及びクレジット獲得期間を設定した。
- 環境影響・その他の間接影響：カンボジアの環境影響評価法制度を調査した。
- 利害関係者のコメント：現地住民に当該プロジェクトへのコメントを収集した。
- 資金計画：バイオマス発電事業者とプレアビヒア機構を加えて資金計画について協議をした。また、排出権クレジットの購入希望者にも事業計画を説明した。
- 経済性分析：CDM プロジェクトを実施した場合と CDM でない通常のプロジェクトとして実施した場合の経済性を分析した。
- 追加性の証明：開発した標準化ベースラインに基づいて追加性の証明について検討した。
- コベネフィット：「コベネフィット定量評価マニュアル」に従って本プロジェクトによるコベネフィットを評価した。
- 持続可能な開発への貢献：本プロジェクトを通じて持続可能な開発に貢献できる事項を検討した。

#### 4. CDM プロジェクト実施に向けた調査結果

##### (1) ベースライン・モニタリング方法論

本プロジェクトが CDM として登録されるためには、標準化ベースラインの開発とともに方法論の開発が必要となる。本プロジェクトで適用可能な方法論の開発には、プランテーションによって燃料となるバイオマスを栽培する方法論 AM0042 「Grid-connected electricity generation using biomass from newly developed dedicated plantations」及び独立グリッド向けの再生可能エネルギープロジェクトを対象とした、方法論パネルで検討中の新方法論「Renewable energy power generation in isolated grids」を参考にしながら、当該プロジェクトに適用可能な新方法論を作成した。

本プロジェクトの方法論として以下の項目を新方法論の適用条件とした。

- プロジェクトが新規の再生可能エネルギープラントの建設及び／又は独立グリッドの設置もしくは再生可能エネルギーによる発電容量の追加であること。
- プロジェクト施設で使用されるバイオマスは、1年以上貯め置かれたものではないこと。
- 専用プランテーションは、バイオマスをプロジェクトにのみ供給するために、プロジェクト活動の一環として、新たに設立されたものであること。
- プランテーションからのバイオマスについて、プロジェクト施設での燃焼前に化学的な加工が行われないこと。ただし、機械的加工や乾燥処理は行ってもよい。
- 土地造成によって、土壌炭素起源の長期的な純排出が起らないこと。
- 専用プランテーションの地区内では、直接植林又は播種が実施されること。
- 収穫後は、直接植林か自然発芽により再生産されること。
- プランテーション内で放牧が行われないこと。
- バイオマス栽培のための灌漑は行われないこと。
- プランテーションを開発する地域の土地は、プロジェクトが行われなければ農林業が行われることがない、深刻な劣化状態にあること。
- 最も現実的なベースラインシナリオが「カンボジアにおけるオフグリッドバイオマス発電の標準化ベースライン」に適合すること。

ベースラインシナリオ及び追加性の証明に関しては、開発した標準化ベースラインに従うこととした。

**(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：**

UNFCCC の方針に従い、カンボジアの DNA と協議をしつつ、標準化ベースラインの開発を行った。その内容と結果は以下のとおりである。

**① 対象範囲の設定**

対象国はカンボジアに限定した。

対象分野はグリッドシステムに接続されていない地域での発電事業とした。カンボジアにはベトナム及びタイから輸入しているものも含めて5つのグリッドシステムが存在する（The Phnom Penh Grid System、The Banteay Meanchey Grid System、The Kampong Cham Grid System、The Vietnam MV Grid System）。本調査で開発した標準化ベースラインは、グリッドシステムの供給範囲から外れており、コミュニティや複数世帯を対象としたミニグリッドによって電力事業が行われている地域や、未電化地域のある地方部が対象となる。

適用可能な技術は再生可能エネルギーの中でも木質系バイオマス、草本系バイオマス、及び木質系と草本系の混合物を燃料とするバイオマス発電事業とした。

**② 追加性の証明**

追加性の証明については対象国が LDC であることを考慮し、プロジェクトの規模によって証明方法を区別することとした。

**③ ベースラインシナリオの同定**

各種文献調査の結果、カンボジア地方部には無認可の事業者も含めると約 700 の独立電力事業者があり、それぞれ周辺世帯等の狭い範囲で電力供給を行っていることが確認された。カンボジア電力庁のデータによれば、営業が認可されている独立電力事業者の 70% が 200 kW 未満の発電機を使用している

地方部の独立電源事業者の大部分が 200 kW 未満であるため、200 kW のディーゼル発電機の使用がベースラインシナリオとして適切であると判断した。

**④ ベースライン排出係数の設定**

ベースライン排出係数は 0.81 tCO<sub>2</sub>/MWh となった。ベースライン排出係数は次のとおりに算出した。

$$BE_y = EG_{BL,y} \times EF_{CO_2,BL,y}$$

$BE_y$  = ベースライン排出量 (t CO<sub>2</sub>/yr)

$EG_{BL,y}$  = プロジェクト実施により代替される発電量 (MWh/yr)

$EF_{CO_2,BL,y}$  = ベースライン排出係数 (t CO<sub>2</sub>/MWh)

ベースライン排出係数 ( $EF_{CO_2,BL,y}$ ) を以下のように複数の要素に分解した。

$FC_{BL,y}$  = 0.3 (L/kWh) 発電量当たりのディーゼル燃料消費量 (Sustainable Rural Electrification Plans for Cambodia: National level plans)

$$\begin{aligned}
 DST_{DO} &= 0.847 \text{ (kg/L) ディーゼルの比重 (EIA Documentation for Emissions of GHG in the USA 2006)} \\
 E_{INT_{DO}} &= 0.043 \text{ (GJ/kg) ディーゼルの真発熱量 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)} \\
 C_{INT_{DO}} &= 20.2 \text{ (kg/GJ) ディーゼルの単位発熱量当たりの炭素排出量 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)} \\
 CF &= 44/12 \text{ 炭素と二酸化炭素の分子量の比率 (炭素 : 12、二酸化炭素 : 44)} \\
 EF_{CO2,BL,y} &= FC_{BL,y} \times DST_{DO} \times E_{INT_{DO}} \times C_{INT_{DO}} \times CF
 \end{aligned}$$

以上より、

$$\begin{aligned}
 EF_{CO2,BL,y} &= FC_{BL,y} \times DST_{DO} \times E_{INT_{DO}} \times C_{INT_{DO}} \times CF \\
 &= 0.3(L/kWh) \times 0.847(kg/L) \times 0.043(GJ/kg) \times 20.2(kg/GJ) \times 44/12 \\
 &= 0.81tCO_2/MWh
 \end{aligned}$$

となる。

発電量当たりのディーゼル燃料消費量 (0.3 L/kWh) は、カンボジア鉱工業エネルギー省 (MIME) の文献である「Sustainable Rural Electrification Plans for Cambodia: National level plans」の調査結果に基づいた二次データを採用している。

### (3) モニタリング計画：

本プロジェクトのモニタリングは、標準化ベースラインを適用した新方法論に従うことになる。新方法論のベースとなる AM0042 及び方法論パネルで検討中の新方法論に指定されているモニタリング項目を参考に、下記の項目を設定した (表 2)。

表 2 本プロジェクト実施において必要なモニタリング項目

項目	内容	頻度	モニタリング計画
EG <sub>PJ,y</sub>	正味発電量	継続	電力計による発電量及び販売量を計測
EC <sub>PJ,y</sub>	プロジェクトバウンダリー内電力消費量	継続	発電機の稼動にかかる所内電力量を電力メーターで計測
BF <sub>PJ,y</sub>	プロジェクトで利用するバイオマス残渣の量	継続	サイト内の燃料貯蔵庫からボイラーへ輸送する際、計量器で軽量
NCV <sub>i</sub>	バイオマス i の純熱量値	6ヶ月毎	信頼性の高い研究機関に計測を委託
N <sub>y</sub>	トラックの輸送回数	毎回	バイオマスの運搬に利用したトラックの輸送回数を記録
AVD <sub>y</sub>	バイオマス収集地からサイトまでの輸送トラックの平均移動距離	毎回	バイオマスの運搬に利用したトラックの平均往復移動距離を記録
EF <sub>km,CO2,y</sub>	トラックの移動距離	毎年	現地で試用される輸送用トラ

	離あたりの CO <sub>2</sub> 排出係数		ックの燃料使用による CO <sub>2</sub> 排出係数を確認
FC <sub>y</sub>	標準化ベースラインの発電量あたりの燃料消費量	毎年	3年ごとに見直される標準化ベースラインの値を確認

プロジェクト実施時には、モニタリング管理者がこれらのモニタリング項目を記録、管理することになる。

#### (4) 温室効果ガス排出削減量：

温室効果ガス排出削減量は、本調査で提案している標準化ベースラインの原単位とバイオマス発電による電力の総供給量の積から計算されるベースライン排出量を算出し、ベースライン排出量とバイオマスの運搬及び前処理によるプロジェクト排出量の差によって表されることになる。計算の結果、本プロジェクトによる温室効果ガス排出削減量は表3の通りになった。年間削減量は7年間の平均で12万トンとなる。

表3 温室効果ガス排出削減量

年度	温室効果ガス排出削減量 (tCO <sub>2</sub> e)
1年目	2,711
2年目	5,422
3年目	59,538
4年目	113,655
5年目	167,771
6年目	221,887
7年目	276,004
8年目	276,004
9年目	276,004
10年目	276,004
10年間合計	1,674,998
10年間の年平均	167,500
最初の7年間の合計	846,988
最初の7年間の年平均	120,998

#### (5) プロジェクト実施期間・クレジット獲得期間：

プロジェクト実施期間は、プレアビヒア地区の開発計画とハードウェアの寿命を考慮して25年と考えている。クレジット獲得期間は、その期間に合わせ、7年×3回（2回の更新含む）を想定している。

#### (6) 環境影響・その他の間接影響：

環境影響については、5 MW よりも大規模な発電事業はカンボジア王国「環境保護及び資源管理法」及び「環境影響評価 (EIA) プロセスに関する閣僚会議令」(Sub-Decree No. 72 ANRK.BK) において事業者による環境影響評価が義務付けられている。したがって、本プロジェクトは環境影響評価を実施する事が必須となる。実施時期や実施



方法等については、プロジェクト事業者と協議した上で決定する。現時点で考えられる主な環境影響とその他の間接影響項目は以下の通りである。

- 発電による排ガス：バイオマスには硫黄分がほとんど含まれていないので、硫黄酸化物の排出はほとんどない。また、本プロジェクト採用予定のバイオマス発電方式は超高温発電をしないため、窒素酸化物の発生はないと考えられる。よって、排ガスによる環境影響は極めて低いと考えている。
- バイオマス燃焼後の灰分：埋め立て処理、肥料として利用等を想定している。
- バイオマス乾燥用エネルギー：コジェネレーションの導入で、発電廃熱をバイオマス乾燥に利用するので、追加的なエネルギー消費はないと想定している。
- 水の大量使用：本プロジェクトの計画している発電規模（10 MW）では、設備の冷却方式は現実的に水冷しか考えられないため、大量冷却水の確保が必要である。一方、現地には水源地としての川や湖は存在せず、気候は雨季と乾季が明確に分かれているため、貯水槽の整備と冷却水の循環利用は不可欠となる。

#### (7) 利害関係者のコメント：

現地調査において、発電所建設予定地周辺の住民 10 名に対し、インタビュー形式でプロジェクトに対するコメントを収集した。回答者のうち 6 名が農家、2 名が専業主婦、1 名が警察官、1 名が兵士であった。回答者全員が発電事業に対して賛成をしており、電力使用に対する支払いに前向きであった。電力が供給されることによって期待する事として時間の節約と動力の確保という意見が多かった。その他のメリットとして 10 名が現地の雇用への貢献に期待すると回答した。懸念点としては、全員が電力価格の高さであると回答した。全員の懸念点である電力価格については、プレアビヒア機構も相場より低い価格にすることを想定しているが、住民の要望を勘案して決定するように事業者に要求する。

#### (8) プロジェクトの実施体制：

本プロジェクトの実施体制は図 1 に示すとおりである。プロジェクトオーナーはカンボジア資本の Green Earth 社になる予定である。カンボジアの投資会社である Leopard Capital 社も本プロジェクトへの出資に興味を示している。プレアビヒア機構がプロジェクトサイトの管轄政府としてプロジェクト管理を担当し、現地住民のプロジェクトへの参加や土地利用等について関与する。日本エヌ・ユー・エス株式会社はプロジェクト支援及び PDD 作成を担当し、一部業務は現地コンサルティング会社である Mekong Carbon 社に委託する。

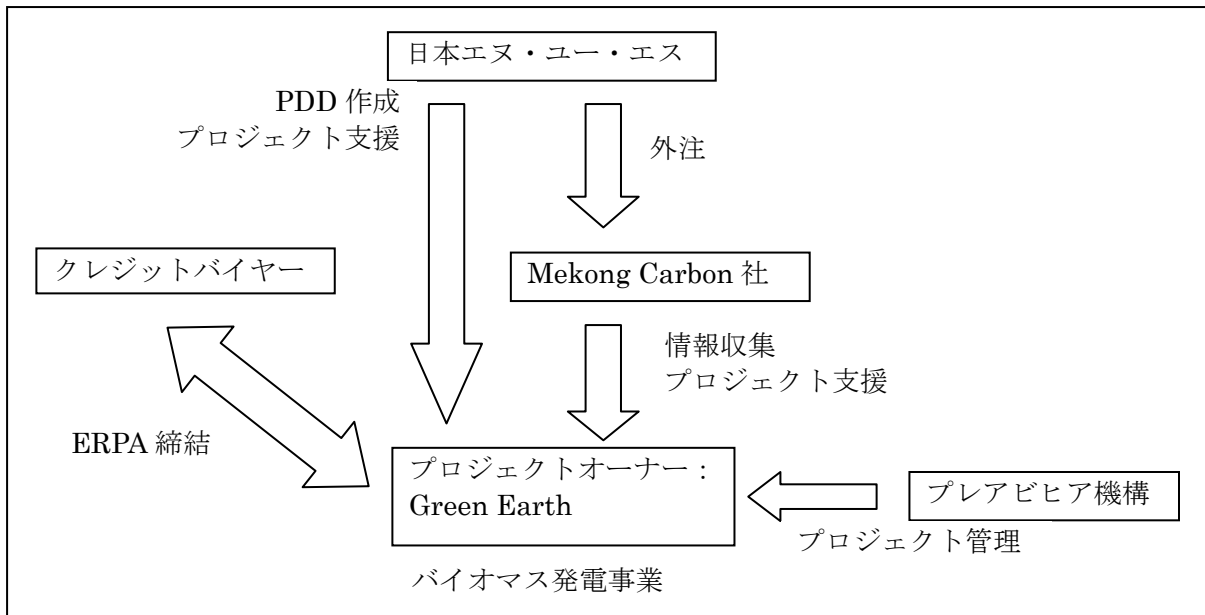


図1 プロジェクト実施体制

### (9) 資金計画：

プロジェクトの資金計画は二つの方向性で検討されている。ひとつは、発電事業者となる Green Earth 社が自己資金と銀行からの融資で実施する方法である。Green Earth 社は自社単体でプロジェクトを実施する意欲を示している。もうひとつの方向性は、カンボジア現地の事業投資会社である Leopard Capital 社が資本参加する方法である。Leopard Capital 社は本プロジェクトに興味を示しており、事業計画の説明を希望している。資金計画は事業計画の決定後に詳細に協議される見込みである。送電線などのインフラ整備には ODA など政府支援を要請することも検討しており、プレアビヒア機構が内閣府との調整を行うことになっている。

### (10) 経済性分析：

320 kW 機を 3 台、10 MW 機を 5 台導入した場合、総設備投資額は約 271 億円となる。10 年間における内部収益率（IRR: Internal Rate of Return）を算出すると、320 kW 機で 6%、10 MW 機で 7% となり、両方を合わせると 7% となる。1 tCER を 5 EUR で販売したとすると、320 kW 機の IRR は 6% のまま、10 MW 機は 1% 増加し、8% となる。両方を合わせて IRR を算出すると 8% となる。従って、0.3 USD/kWh の電力料金では、事業の経済性は高い水準にあるとはいえない。プレアビヒア機構及び電力事業者である Green Earth 社も 0.3 USD/kWh では経済性が高くないことは認識しているが、世界遺産であるプレアビヒア遺跡の周辺地域ということによる将来性や社会的意義の高さから、現在よりも低い電力料金で事業を行うことに前向きである。

### (11) 追加性の証明：

追加性の証明に関しては、開発した標準化ベースラインに従うことになる。標準化ベースラインでは、対象国が LDC であるカンボジアのため、5 MW 以下のプロジェクトについては「マイクロスケールプロジェクトの追加性証明ガイドライン（Guidelines for demonstrating additionality of microscale project activities）」（UNFCCC）の適用となり、追加性の証明が免除される。5 MW を超える規模のプロジェクトに関しては追加性の証明が必要となるが、標準化ベースラインの趣旨である「手続きの簡

素化」を確保するため、ポジティブリスト方式を採用した。ポジティブリストの内容は以下のとおりである。

- バイオマスを燃料とした発電事業であること
- 「追加性の証明及び評価のためのツール（Tool for the demonstration and assessment of additionality）」（UNFCCC）における「投資分析（Investment Analysis）」において、CERからの収入がなければ経済的にプロジェクトとして適格でない、という結果になっていること
- 適用する技術の使用が国、地方レベルの規制によって義務付けられていないこと
- 適用するバイオマス燃料の使用が国、地方レベルの規制によって禁止されていないこと

本プロジェクトは5 MWを超えるプロジェクトであるため、ポジティブリストに全て当てはまる条件であることが求められる。投資判断基準としては、現地外注先である Mekong Carbon 社へのヒアリングによれば、現在のカンボジアの民間銀行による企業への貸出金利が15%程度であることから、これをベンチマークとする。

## （12）事業化の見込み：

本プロジェクトでは、2013年度中の320 kW バイオマスガス化コジェネレーション設置工事の開始を目指し、作業を進めている。この作業と平行して、プロジェクトサイト周辺における地下水調査を実施する予定である。地下水調査の結果、及びエコビレッジ地区の水資源確保政策の進捗を見ながら、2015年には、10 MW バイオマスコジェネレーションの1号機を導入できればと考えている。この大規模バイオマス発電プロジェクトを事業として実施するにあたっては、いくつかの課題が存在する。

- 10 MW機導入のための乾期（6ヶ月程度）の水の確保。主に蒸気タービンシステムの復水器で消費され、日量700～800t程度必要。エコビレッジ地区は、水源となる大きな河川や湖などがなく、乾期は周辺の水源はすべて干上がってしまうため、生活用水の確保も大規模なため池を開発することで確保している。
- 電力需要の不足。プレアビヒア寺院の観光拠点として将来的に伝統文化施設、レストラン、ホテルなどの観光インフラ開発が期待されているものの、今後数年以内に電力需要が大きく増加することは期待できない。
- 大規模プランテーションの実施上の問題。プランテーションでの労働者として、エコビレッジ地区の住民が考えられるが、彼らには農業経験や就労経験がほとんどないため、かなりの教育が必要であり、最終的に数千人規模の労働者が必要であることを考えると、プランテーションのための労働力確保は容易ではない。
- 電力価格の問題。今回の調査では、320 kW導入時期は0.6 USD/kWh、10 MW機導入時期に0.3 USD/kWhと設定しているが、この価格で政府と合意できているわけではない。プレアビヒア州の電力価格は0.7～1.1 USD/kWhと極めて高く、今回の価格設定は相場よりも低い水準となっている。しかし、電力価格引き下げの要望は政府から常にあり、今後の交渉は事業としての成立性と公共の福祉の両立を考慮して行っていくことになる。

## 5. コベネフィットに関する調査結果

本プロジェクトの実施により、ディーゼル発電による硫黄酸化物及び煤塵の発生量が大幅に削減されると考えられる。ベースラインシナリオでは、燃料効率が低く汚

染度の高い小型ディーゼル発電機の大量増設に頼らざるを得ない状況にあり、硫黄酸化物と煤塵による大気環境汚染は避けられないものとする。プロジェクトシナリオでは、現地で豊富に存在するバイオマスを利用し、エコビレッジの発展に合わせ、段階的に 10 MW 規模のバイオマス発電所を建設する。

ベースラインの評価とモニタリングについては、煤塵に対しては、「コベネフィット定量評価マニュアル第 1.0 版」の表 2-10 に従い、評価を行う。バイオマス発電設備の稼働状況等をモニタリングし、正常に稼働していれば、煤塵の排出削減効果があると判断する。硫黄酸化物のモニタリング計画については、コベネフィットを計算する際に本調査で開発した標準化ベースラインを利用するので、その関連データのモニタリングは単独では行わず、標準化ベースラインのモニタリング結果を使用し、コベネフィット効果を更新する。

ベースラインシナリオにおける硫黄酸化物排出量の計算式と説明は以下に示すとおりである。

$$BE_{SO_x,y} = 1/1000 \times EG_y \times FC_{BL,y} \times DST_D \times E\_INT_D \times EF_{SO_x}$$

ここで

$BE_{SO_x,y}$	= (Ton) ベースライン硫黄酸化物排出量
$EG_y$	= 43,800,000 (kWh/year) 年間発電量 (10 MW 10hr 365d)
$FC_{BL,y}$	= 0.3 (L/kWh) 発電量あたりの燃料消費量 出所：Sustainable Rural Electrification Plans for Cambodia: National level plans
$DST_D$	= 0.847 (kg/L) 軽油の比重 出所：EIA Documentation for Emissions of GHG in the USA 2006
$E\_INT_D$	= 0.043 (GJ/kg) 軽油発熱量 出所：2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
$EF_{SO_x}$	= 0.1247 (kg/GJ) 硫黄酸化物の排出原単位 出所：EPA AP 42 3.3 Gasoline and Diesel Industrial Engines

計算の結果、ベースラインシナリオでの硫黄酸化物排出量は 59.7 t/年となった。バイオマスの硫黄分含有量は実質ゼロに等しいため、プロジェクト実施により硫黄酸化物の排出はなくなると考えられるので、硫黄酸化物の排出削減量は 59.7 t/年となる。

## 6. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

燃料となるバイオマスの収穫を現地住民に請け負ってもらうことが現地の雇用創出へと繋がり、持続可能な開発に貢献できると考えられる。

また、ディーゼル発電が中心の電力供給に対して、現地での燃料調達が可能で、かつ CO<sub>2</sub> 排出及びその他の汚染物質の排出が極めて少ないバイオマス発電の導入は、大気汚染の防止を中心とした環境の改善に寄与することができ、持続可能な開発へも大きく貢献することができると考えている。