

## 調査名

「スリランカ・グリシディアチップによる産業熱利用施設における燃料代替プログラム CDM 実現可能性調査」

団体名:株式会社エックス都市研究所

## 1. 調査実施体制:

機関	実施内容
日本サイド関係者	
藤井技術士事務所	エネファブ社保有技術の評価、判明した課題に対する改善提案
北海道電力株式会社	クレジット購入にかかる検討、PDD 作成支援
現地カウンターパート/その他	
EnerFab (Pvt) Ltd. (エネファブ社)	バイオマス発生量/需要量調査、対象サイトとの調整、ガス化技術検討/積算/基本設計、対象技術の環境配慮検討
スリランカバイオエネルギー協会 (BEASL)	C/ME 想定団体、プログラム CDM 推進方策の検討、現地関係者との調整、ロジスティクス
Lion Brewery Ceylon Limited. (ライオンビール社)	有効化審査対象事業者(スリランカ最大のビール製造会社)
Det Norske Veritas Certification AS (DNV 社)	運営指定機関(DOE)として有効化審査を実施
モラトワ大学	エネファブ社と共同で、バイオマス発生量/需要量調査

## 2. プロジェクトの概要:

## (1) プロジェクトについて:

本プロジェクトはスリランカ民主社会主義共和国(以下、スリランカ)全域に幅広く自生・また栽培されているマメ科の早生樹グリシディア(学術名: *Gliricidia sepium*) 他の木質バイオマスを収集し、化石燃料を産業用熱源として利用しているスリランカ国内事業者の熱源代替を、プログラム CDM として推進するものである。昨年度の調査結果を踏まえ、今年度は本プログラム活動(Programme of Activities: 以下、PoA)の早期国連登録を目指し、Lion Brewery Ceylon Limited.(以下、ライオンビール社)の CDM プログラム活動(CDM Programme Activities: 以下、CPA) 案件を対象に有効化審査を実施するとともに、PoA 枠組に関する合意形成を中心に実践的な取り組みを行った。ライオンビール社における CPA による排出削減効果は約 6,468tCO<sub>2</sub>/年、また現在までに本 PoA に参画の関心表明のあった複数の CPA 候補における削減推定量が 4,400tCO<sub>2</sub>/年、合計で 10,868tCO<sub>2</sub>/年の削減量が見込まれる。スリランカでは、産業用熱生産のために年間 40 万トンの石油が消費されていることから、本 PoA の早期登録を目指しつつ、他の CPA 候補(年間 300~2,000kl 程度の化石燃料を用いるサイト)についても積極的に普及活動を行っているところである。

なお、PoA の調整管理組織(Coordinating Managing Entity: 以下、C/ME)としてバイオエネルギー協会(Bio-Energy Association of Sri Lanka, 以下、BEASL)を想定する。当該 PoA が C/ME による自主的行動であることの証明、当該 PoA に含まれる CPA の概要と採用技術・手法は下記の通りである。

## ■ 当該 PoA が C/ME の自主的行動であることの証明:

ホスト国においては化石燃料代替熱源としてバイオマスの利活用を推進する政策等は定められているが、いずれも法的強制力、並びに拘束力を有するものではなく、本 PoA は BEASL が自発的に自らの意思により C/ME となるものである。

■ 当該 PoA に含まれる CPA 概要と採用技術・手法:

当該 PoA に含まれる CPA は現行、化石燃料を熱源として利用しており、バイオマスへの熱源転換を検討しているものの、サプライ・チェーンに対する不安等の理由により、CDM 事業での実施を除き、熱源転換は困難であると判断している民間企業である。CPA 候補は製造業からホテル業までと多岐に亘る。技術・手法はガス化設備を採用する。

表 1 プロジェクトに関する主要項目

項目	内容
ホスト国	スリランカ民主社会主義共和国
プロジェクト実施地域	ホスト国全域
適用方法論	小規模方法論 I.C.(ver.18)、 (バイオマスのリーケージに関して承認方法論 AM0042)
プロジェクトの内容・設備規模	産業用熱利用設備でのグリーンディア等、木質バイオマス・チップによる化石燃料代替、45MWh 以下の小規模 CDM プロジェクト
プロジェクト開始想定時期	2011 年 5 月
第 1 号 CPA の稼働開始想定時期	2011 年 12 月 (ライオンビール社)
調整管理組織	スリランカバイオエネルギー協会 (Bio Energy Association of Sri Lanka, BEASL)
適用技術	産業用熱利用設備におけるバイオマス燃料を利用したガス化技術

(2)適用方法論について:

小規模方法論 I.C.「利用者のための熱エネルギー (Ver 18)」を適用。バイオマスのリーケージに関する部分については承認方法論 AM0042 を適用。

### 3. 調査の内容

(1)調査課題:

課題	内容
1) 有効化審査対象事業者の特定	第一号案件のライオンビール社に加えて本 PoA の枠組みへの参加に関心表明した事業者から早期に事業化の可能性のある候補サイトを特定した。
2) エネファブ社ガス化設備に関する課題	エネファブ社技術の評価を行うと共に、特定された課題を改善するために、日本のガス化専門家を派遣し、同社技術の評価を行うと同時に改善提案を行った。
3) PoA 運営体制構築	PoA 登録後の各 CPA による費用負担手法に加えて、C/ME の運営方針、PoA 拡充のための活動、拡充後の各 CPA 間における費用負担等の合意形成、その他、プログラム CDM の立ち上げに必要な、モニタリング・マニュアル作成や CER 分配ルールなどの枠組みを策定した。
4) バイオマス発生量／需要量の把握	昨年調査において農家の生垣等として植えられているグリーンディア量や利活用割合の推定は困難を伴い課題として残った。有効化審査に必要なバイオマス賦存量評価報告書の策定のために、学術機関などの協力も得て、信頼性が高く有効化審査に耐えるデータ取りを実施した。
5) PDD 修正作業／有効化審査対応	昨年度調査で策定した PDD に対して、その後の関係者との協議によるプロジェクト設計の若干の変更に伴う修正作業、有効化審査に必要なエビデンスの収集作業を行った上、有効化審査を実施した。
6) 追加性確立手法に関する課題	2010 年 5 月の EB54 に公表された「5MW 以下の再生可能エネルギー、及び 20GWh/y 以下の省エネプロジェクトの追加性証明に関するガイドライン」に基づく本プロジェクトの追加性立証に向けて必要な資料収集、DNA との協議を行った。

## (2) 調査内容:

調査期間	実施事項
第 1 回 2010.9.1~5	<p>現地カウンターパートやホスト国関係者との調整、及び基礎情報収集。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 昨年度第一フェーズの 3 企業(ライオンビール社、コールドストア社、ユニリーバ社)に加えて、大手ホテルグループのアイケン・スペンス・ホテルより本 PoA 参画の意向を確認</li> <li>● C/ME 候補である BEASL とスリランカ・カーボンファンド(現行では DNA が兼務)の両者を訪問し、両者のメリット・デメリットを把握(BEASL より C/ME 受託について強い意向が示された)</li> <li>● バイオマス賦存量調査の実施体制についてエネファブ社やペラデニア大学、現地コンサルタントと協議</li> <li>● EB54 の追加性ガイドラインに関して、ガス化技術のスリランカ国におけるシェアの把握方法について科学技術省、BEASL、エネファブ社と協議</li> <li>● 有効化審査での必要情報収集を現地カウンターパートに依頼</li> </ul>
第 2 回 2010.9.18~29	<p>現地カウンターパートやホスト国関係者との調整、及び基礎情報収集。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● BEASL との C/ME 運営・管理方法確立のための事前協議</li> <li>● エネファブ社活動状況確認</li> <li>● バイオマス賦存量・利活用状況調査方法などに関する事前協議</li> </ul>
第 3 回 2010.12.5~12	<ul style="list-style-type: none"> <li>● エネファブ社技術評価現地調査、既存設備の視察、現地技術者との協議(エネファブ社の技術を導入した事業者のうち 5 施設を対象に実施)</li> </ul>
第 4 回 2010.1.5~12	<ul style="list-style-type: none"> <li>● C/ME による PoA 運営・管理方法に関する協議</li> <li>● バイオマス賦存量、並びに利活用状況に関する調査進捗状況確認</li> <li>● 関連情報収集</li> </ul>
第 5 回 2010.2.5~19	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PoA 運営に関する書面作成／関係者との協議</li> <li>● 有効化審査の現地踏査</li> <li>● 潜在事業者へのセミナー実施</li> <li>● エネファブ社に対する技術指導</li> </ul>

## 【課題 1: 有効化審査対象事業者の特定】

本プロジェクトにおいては 2009 年度調査実施の段階で、ライオンビール社に加え、ユニリーバ社、コールドストア社等の CPA 候補が挙がっていたが、関係者と協議の上、本 PoA の適用技術をガス化技術に決定したことに対して、ユニリーバ社は主力の熱源設備はバイオマスの直接燃焼での対応で十分と判断、ガス化設備は同社の製造ライン中、スプレードライ(溶液をパウダー状に加工する)に供給する熱源のみを対象とするとの基本方針を確定しており、排出量が大幅に減少することとなった。また、ガス化設備への技術面での不安、初期投資負担回避の意向からか、ガス化設備の導入にあたっては、エネファブ社による ESCO サービスとしての熱供給を要請してきている状況である。コールドストア社は、製造ライン上、必ずしもガス化設備でなくてはならないといった状況ではないこと、また原油価格が一定の水準で落ち着いていることなどから熱源切替は必ずしも急を要さないプロジェクトと位置付けられている。また、全ての企業にとって共通することでもあるが、このような静観の姿勢の背景には、2013 年以降の国際排出権市場の不透明さも大きな要因の一つであると考えられる。

一方でライオンビール社では現在使用している生産ラインではボイラーが一機あるのみでバックアップがなく、ガス化設備を導入した場合、これがバックアップ装置として機能するメリットがあること、顧客に対する環境配慮企業としての PR 効果に高い関心を寄せていること、将来的な燃料の値上がりに対するリスクヘッジの手段となりうること、さらに同社はスリランカで圧倒的市場占有率を占める最大のビール製造会社であり自己資本も充実していること等の理由から、プログラム CDM の登録の目処が立てばプロジェクト実施のメリットは十分にあるとの判断に基づき、2010 年度も引き続き本プロジェクトへの参加を表明した。また、その他、新規の事業者が 2 社(アイケン・アンド・スペンス・ホテルグループ 3 箇所、ゴム工場 1 箇所)、本 PoA への参加に関心表明しているが、ライオンビール社の排出削減量が 6,468tCO<sub>2</sub>/y であるのに対し

て、4 箇所の CPA の実施により見込まれる排出削減量は合計で 2,200tCO<sub>2</sub>/y 余りにとどまることから、本 PoA の実施のためには、ライオンビール社のような大口の参加者の存在が必須であると考え、今年度の有効化審査の対象となる第一号 CPA をライオンビール社に決定した。

#### 【課題 2: エネファブ社 ガス化設備に関する課題】

エネファブ社が導入したガス化設備の最大手の Lanka Walltile Meepe, Ltd の工場において、最近になり運転に課題が発生したのを受けて、周囲の事業者が同社の技術に対して慎重な見方をするようになっていたことが関係者へのヒアリングで明らかとなった。風評被害を払拭するためにも、また、実際の課題点を改善するためにも、日本の専門家による技術評価を重視して現地調査を実施した。現地調査で、グリシディア、シナモン樹を燃料とするガス化技術は十分商用に供するエネルギー転換システムであることが確認できた。廃木材などのバイオマス系廃棄物のガス化はわが国でも公的支援による実証段階の域であり、エネファブ社の顧客のような商用化施設はない中、スリランカにおいて、簡易的な施設ではあるが公的支援に依存せずビジネス化した企業努力は高く評価できた。本調査では商用施設として数年経過しているものもあり、耐用性や Tar 対策等、多少の技術課題が露見しつつあるが、エネファブ社が直面している課題の改善には、今後、計画・設計・製作・運用にわたる基礎的技術の向上を第一に、漸次、可能なものから対策すべきであり、現在有する実績炉を未利用バイオマスであったグリシディアのエネルギー利活用の先駆例として貴重な資料として今後の技術改善に役立てていくことが肝要である。今回専門家によって提起した改善提案は、いずれも改善が困難なものではなく短期間で改良が可能と考えられた。

#### 【課題 3: PoA 運営体制構築】

本 PoA の立ち上げにあたり、初期段階での費用負担手法に加えて、C/ME の運営方針、PoA 拡充のための活動、拡充後の各 CPA 間における費用負担等の合意形成、その他、プログラム CDM の立ち上げに必要な、C/ME のオペレーション・モニタリング・マニュアル作成や CER 分配ルールなどの枠組み構築が必要となる。本 PoA は有効化審査、並びに登録申請時までの CPA が 1 件となることから DNV 社との協議で合意されていることから、初期段階での費用負担に加えて、C/ME の運営方針、PoA 拡充のための活動、拡充後の各 CPA 間における費用負担等の合意形成、その他、プログラム CDM の立ち上げに必要な、C/ME のオペレーション・モニタリング・マニュアル作成や CER 分配ルールなどの枠組み構築、C/ME と CPA との合意文書雛型作成を行った。また、これらの書類作成は、下記に示す BEASL との共通認識に基づき実施した。

- 初期段階では 1 つの CPA に対して C/ME の全ての運営・管理費用負担を強いることになるため、第一号 CPA であるライオンビール社との合意形成プロセスにおいて CPA 参加数が増えた段階での費用負担額の軽減を検討するなど、十分な配慮が必要であること
- 初期段階では発生費用実費をベースに PoA 管理・運営費用の設定すること
- C/ME に要求される通常の管理・運営業務においては CER 販売益の一部を運営費用に充てるが、残りは CPA に還元していくこと

PoA の組成並びに将来における拡張を検討するに際して重要視されるであろう BEASL の C/ME としての資質については、同協会の設立約款には、同協会の収益金は協会の運営目的に合致した活動資金として充当され、会員への利益の分配は一切行わない(4 条)と規定されており、潜在 CPA にとっても C/ME として受け入れ易い団体・組織であると推察された。また潜在 CPA に対しては、CPA 参加条件に従い、事前評価を行うと共に環境影響、採算性、継続性などに関しても審査、助言を行うことで CPA 申請案件の登録率上昇を目指す方針である。運営・管理に際しても各 CPA 毎に個別対応することを前提に、本調査においてガイドラインのドラフトを作成した。

【課題 4: バイオマス発生量/需要量の把握】

昨年の調査において農家の生垣等として植えられているグリシディア量や実際の消費量の推定は困難を伴い課題として残ったことから、有効化審査に必要なバイオマス賦存量評価報告書の策定のために、学術機関などの協力も得て、可能な限り信頼性が高く有効化審査に耐え得ると同時に今後のスリランカのグリシディアに関する基礎データとしても活用される情報を把握することを目標として調査を行った。

手法としては、第一号案件のライオンビール工場から半径 50km 以内の本プロジェクトで使用される燃料となりうるバイオマスの発生量、需要量を把握するため、エネファブ社の協力を得て以下のステップで調査を実施した。

- ① 調査対象地域は CPA を中心とする半径 50km にある地区・地域とし、気象条件、人口密度、プランテーション分布状況の 3 指標によって対象地域を分類。
- ② ①の組合せによる全 8 区分のうち 4 区分については調査対象地域が 0 または 1 であることから対象から除外し、残る 4 区分から都市部を 2 地域、また、最も該当する郡の多かった区分 2 から 2 地域の計 6 地域を無差別抽出、実地調査の対象区に選定した。
- ③ 上記②に記載する対象地域において質問票を利用して下記項目に関する調査を実施した。その際の調査主体、検体、並びに質問内容に関しては下記の一覧の通り。

表 2 実施作業と手法

作業番号	調査主体	検体数	主な情報収集
作業 1)	農業研究開発補助金(ARDA)	選定郡毎に 1	郡レベルでの一般情報収集
作業 2)	ARDA	選定郡毎に 10 (計 407 回答)	郡レベルでの産業情報収集(域内産業詳細及び各産業での熱源利用状況)
作業 3)	エネファブ社	選定郡毎、 作物別に 20 (計 150 回答)	郡内農家を対象とする栽培作物(プランテーション)情報収集、並びにプランテーション内におけるグリシディア栽培、自生状況に関する情報収集
作業 4)	エネファブ社	選定郡毎に 10 (計 57 回答)	郡内住民を対象とする居住区内の土地利用、並びに居住区におけるグリシディアの栽培、自生状況に関する情報収集

調査の結果、グリシディア枝は対象地域内で年間発生量約 53 万トン発生していると推定された。一方、需要面では、伝統的なバイオマス利用産業におけるグリシディア需要は軽微と判断できた。グリシディア枝の既存需要に関しては、大規模な燃料転換が行われた事業所や家庭におけるバイオマス燃料需要(約 16 万トン)を考慮する必要があるが、仮にこれらの事業所全てにおける消費燃料の 100%にグリシディアが使用された場合にも、依然として 37 万トンのグリシディアが利用可能という結果が得られた。これはライオンビール社の CPA 事業で必要とする 8,094 トンの 45.6 倍に相当するため十分な量の賦存量があることが明らかとなった。

表 3 対象地域内のバイオマス賦存量

項目	値	備考
a) 半径 50km 圏内のグリシディア発生量	532,046 トン/年	
b) 半径 50km 圏内の大規模燃料転換を行った事業所全てがグリシディア枝で運転を行う場合の需要量	162,900 トン/年	
c) 半径 50km 圏内のグリシディア賦存量	369,146 トン/年	a)-b)
d) ライオンビール社 CPA の必要燃料量	8,094 トン/年	
e) 半径 50km 圏内のバイオマス余剰割合	45.6 倍	c)/d)

【課題 5:PDD 修正作業／有効化審査対応】

昨年度調査で策定した PDD に対して、その後の関係者との協議により、主に以下の点を修正するとともに、必要と思われるエビデンスを整え、有効化審査を実施した(有効化審査に関しては「4.有効化審査」を参照のこと)。

- ベースライン排出量の見直し(燃料代替量、燃料比重の見直し)
- グリッド排出係数の見直し(電力データの更新、燃料の比重及び純熱量の見直し)
- EB54 の追加性に関するガイドラインに基づく追加性立証
- ベンチマークの見直し(2010 年 1 月 1 日より適用された新たな金利に基づく、2010 年の 1 年間の貸出金利の実績値の年間平均値を採用)
- 下記の状況変化に応じたライオンビール社 CPA の経済性評価の更新
  - ・ 燃料油価格引き上げ(2010 年 9 月 1 日より)
  - ・ 電力購入価格引き上げ(2011 年 1 月 1 日より)
  - ・ 為替レート(直近の値に更新)
  - ・ アルコール製造業者の法人税率引き上げ(2011 年 4 月 1 日より 35%から 40%へ引き上げ)

【課題 6:追加性確立手法に関する課題】

2010 年 5 月の EB54 において、5MW 以下(熱換算では 15MW と解釈)のプロジェクトに関して簡易に追加性を証明するための「5MW 以下の再生可能エネルギー、及び 20GWh/y 以下の省エネプロジェクトの追加性証明に関するガイドライン」が示された。当該ガイドラインのうち、本プロジェクトに適用可能なオプションは以下の 2 つのいずれかである。

- 1) プロジェクト活動における導入プラントが熱エネルギー換算で 2.25MW 以下であり、導入システムのエンドユーザーが一般家庭、コミュニティ、あるいは中小企業である場合
- 2) プロジェクト活動で採用する技術がホスト国の DNA から追加的な技術であると推薦されたもので、かつ、CDM 理事会から承認されたものである場合

上記ガイドラインは 1)、2)いずれかの条件を満たせば投資分析を行わずとも追加性が立証される点で極めて重要であり、本 PoA ではより適用性の高い 2)による証明を目指すこととした。しかし、ガイドラインでは 2)の証明の条件として、電力プロジェクトに関しては「当該技術により供給される電力がグリッド全体の供給量の 5%以下であること」を基準として示している一方で、熱供給プロジェクトに関する定量的な基準は示されていない。これについて CDM 理事会関係者に問い合わせたところ、熱供給についても同様の基準が適用される見込みが示されたため、本調査ではその認識に基づき、バイオマス由来のガス化技術がスリランカ国における産業用熱供給量の 5%以下であることを示すことを目標として調査を実施した。

本調査でスリランカにおけるバイオマス由来のガス化技術のシェアを推計した結果、導入率は 0.16%と、1%に満たない水準であることが判明したため、この数値に基づき、SEA からバイオマス由来のガス化技術の同国におけるシェアが 5%未満であることを示すレターを取得した。一方、バイオマス由来のガス化技術は、スリランカの国家計画といえる「Harita Lanka」において、推奨すべき技術として明記されていること、及びこれまでの DNA との協議状況から、DNA からの同技術に対する推薦文の入手には課題は伴わないと考えている。

一方、有効化審査中に、本ガイドラインの適用条件に関して、5MW が電力を指すのか熱エネルギーを指すのかが同ガイドラインに明記されていないとの指摘が DOE よりなされた。通常、CDM においては、熱エネルギーは電力エネルギーの 3 倍で換算されるが、DOE の指摘の通り、ガイドライン内に部分的に換算率が明記されているものの「5MW」に関してはそのことが明記されていない。EB54 のガイドラインに関しては、パブリックコメントを受付けが決定されたことから、この点を明らかにすべくコメントを行う予定である。

#### 4. CDM プロジェクト実施に向けた調査結果

##### (1) ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定:

###### ベースラインシナリオ

本プロジェクトにおけるベースラインシナリオは、産業熱利用設備における化石燃料の燃焼による熱供給であり、グリシディア等のバイオマス残渣は刈取り後、農地、もしくは農家の裏庭に放置され長時間かけて分解されるものである。未利用地を用いてグリシディア等の短周期で継続的に収穫可能な樹木を本プロジェクト活動への燃料供給目的で新規に栽培する場合、ベースラインシナリオは、土地の未利用状態の継続となり経年的な劣化状態を伴う。

###### 適用方法論

小規模方法論 I.C. (Ver18)「利用者のための熱エネルギー」を採用。また、同方法論に基づき、バイオマス燃料の調達に関しては、AM0042「新規開発された専用プランテーションから調達するバイオマスを利用したグリッド接続発電(Ver02)」を用いた。

###### プロジェクトバウンダリー

- PoA バウンダリー:スリランカ全土。
- CPA バウンダリー:小規模方法論 I.C. (Ver18) 及び、AM0042 に基づき、本プロジェクトにおける CPA のバウンダリーを以下のように定義した。
  - 再生可能エネルギーを創出する機材、及び再生可能エネルギーの消費設備の物理的、地理的境界
  - (新規栽培の場合のみ)バイオマスの栽培、収穫を行う物理的、地理的境界

###### 第一号 CPA への適用

ライオンビール工場はスリランカ国内に位置するため、本 PoA のバウンダリー内である。また、新規栽培活動を伴わないため、バウンダリーは既存の工場内とする。

##### (2) プロジェクト排出量:

###### 1) ベースライン排出量

ベースライン排出量は既存の産業熱利用設備で使用されている燃料(燃料油)の燃焼に伴う排出量である。ベースライン排出量は下式で求められる。

$$BE_{thermal,CO_2,y} = (EG_{thermal,y} / \eta_{BL,thermal}) * EF_{FF,CO_2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$BE_{thermal,CO_2,y}$  y 年中にプロジェクトによって代替される蒸気/熱からのベースライン排出量 (tCO<sub>2</sub>e)

$EG_{thermal,y}$  y 年中にプロジェクトによって供給される蒸気・熱の純量(GJ)。

$EF_{FF,CO_2}$  ベースライン設備で利用されていたであろう化石燃料のCO<sub>2</sub> 排出係数 (tCO<sub>2</sub>/GJ)。入手可能であれば、信頼できる現地・国家データから取得するが、入手できない場合はIPCC のデフォルト排出係数を利用する。

$\eta_{BL,thermal}$  プロジェクトが無かった場合に利用されていたであろう化石燃料を利用した施設の効率。

表 4 ライオンビール工場におけるベースライン排出量と算定に用いたパラメータ

項目	単位	値	備考
a) 燃料代替量	kL/y	2,130	
b) 燃料比重	t/kL	0.972	Energy Data 2007, SEA
c) 燃料熱量	GJ /t	41.0	Energy Data 2007, SEA
d) 純供給熱量	GJ/y	81,911	a)*b)*c)
e) 燃料排出係数	kgCO <sub>2</sub> /GJ	77.4	Residual oil: 77.4 (IPCC 2006)
f) ベースライン排出量	tCO <sub>2</sub> /y	6,572	d)*e)/1000

## 2) プロジェクト排出量

プロジェクト排出量は、「プロジェクト活動によるオンサイトでの化石燃料消費に伴う排出量」及び「プロジェクト活動による電力消費に伴う排出量」の 2 つの要素で構成される。プロジェクト活動においてオンサイトで化石燃料を消費する場合の排出量算出式に基づき計算を行った結果、ライオンビール工場では化石燃料使用を想定していないため、「プロジェクト活動によるオンサイトでの化石燃料消費に伴う排出量」は 0(ゼロ)と推計された。「プロジェクト活動による電力消費に伴う排出量」、及びこれらの算定結果に基づくプロジェクト排出量は下記に示す通り 104tCO<sub>2</sub>/y と算定された。

### プロジェクト活動による電力消費に伴う排出量

電力消費に伴うプロジェクト排出量は、下式により求められる。

$$PE_{y,power} = E_{PJ,y} \times CEF_y$$

$PE_{y,power}$  電力供給システムからの年間プロジェクト排出量(tCO<sub>2</sub>eq/year)  
 $E_{PJ,y}$  導入設備の必要電力(MWh)  
 $CEF_y$  電力供給システムにおけるCO<sub>2</sub>排出係数 (tCO<sub>2</sub>eg /MWh)

### 電力消費量(EC<sub>y</sub>)の算定

第一号 CPA であるライオンビール工場に導入するプラントの設計を行ったエネファブ社の設計条件に基づき、電力使用量は下表の通りとなる。

表 5 電力使用量

項目	値	備考
必要電力(kW)	20	
年間稼働時間(h/y)	8,064	336 日×24 時間
電力使用量(kWh/y)	149,760	必要電力×稼働時間

### 電力排出係数の算定

候補サイトで使用する電力は全てグリッド電力である。「電力消費に伴うベースライン、プロジェクト、及びリーケージ排出量の計算ツール(Ver 01)<sup>1</sup>」に基づき、国営のセイロン電力局(CEB)、及び持続可能エネルギー局(SEA)の 2005-2007 年の統計データを用いて得られたグリッド電力の排出係数は 0.695kgCO<sub>2</sub>/kWh となった。

### 電力使用に伴う排出量

上記より、電力使用に伴う排出量は下表に示された。

表 6 電力使用に伴う排出量

項目	値	備考
電力使用量(MWh/y)	149.8	必要電力(MW)×稼働時間(h/y)
排出係数(kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0.695	
電力使用に伴う排出量 (tCO/kWh)	104	電力消費量×排出係数

## 3)リーケージ排出量

本プロジェクトの実施に伴い考慮すべきリーケージは以下の 3 項目であるが下記の通り、第一号 CPA であるライオンビール工場では考慮の必要はないと判断された。

- エネルギー生成装置の移動に伴うリーケージ: 本プロジェクトで利用するエネルギー生成装置は他の活動から移送することは想定しないため、リーケージは発生しない。
- バイオマス生産/栽培に基づく排出: 第一号 CPA ではバイオマスの新規栽培を含まないため、バイオマス生産/栽培に基づく排出量は算定に含めない。

<sup>1</sup> EB39, Annex7



- バイオマス利用競合に伴う排出: 本調査で実施したバイオマス評価調査結果に基づき、「地域(サイトから半径 50km 圏内)における利用可能なバイオマスが、プロジェクト活動において利用されているバイオマスの 25%以上あること」が十分に示されたため、リーケージの考慮の必要はないと考えられる。プロジェクト実施後、仮にバイオマス評価調査で対象としたバイオマス以外のバイオマスを CPA において使用した場合には、事業実施後に個別に評価を行い、仮に上記を示すことができなかった場合には、リーケージの算定に含める。

### (3) モニタリング計画:

本プログラム CDM では、導入対象設備としてガス化設備を想定している。小規模方法論 IC(Ver18)をベースとし、実際にモニタリングを実施する C/ME である BEASL 関係者と協議の上、今後、必要に応じて追加、改訂を行うことを前提に以下の通り計画を策定した。

本プログラム CDM においては熱源代替は再生可能バイオマスにより実施されるため、設備の稼動状況に関するモニタリングに加え、バイオマスに関するモニタリングが必須となる。バイオマスに関しては、AM0042 に記載されるバイオマスの適用状況、並びに EB23 Annex18 に規定されるバイオマス残渣に関する定義に基づき下記項目をモニタリングするものとする。

表 7 バイオマス関連モニタリング項目

項目	単位	計測方法	頻度	精査方法
バイオマス種類	-	供給業者聴取調査	都度	C/ME による現地調査
バイオマス供給源	-			
バイオマス購入量(種別ごと)	t/y	伝票	毎日	経理部門との照合を含む第三者によるオンサイトチェック
バイオマス供給源における利活用状況		供給業者聴取調査	都度	C/ME による現地調査
バイオマス供給源からの距離	Km	事前登録データとの照合	毎日	

ガス化設備は、ガスを燃焼させることにより得られる熱を利用し熱エネルギー(温水、温風)を得る製造ラインへの組込みと蒸気エネルギーを得る熱源ラインへの組込みが想定される。それぞれ流量と温度の計測は必須であるが、蒸気エネルギーの場合は、これに加えて圧力の測定が求められる。ただし、代替エネルギーが別の設備に供給される場合は、モニタリングはエネルギーが消費される地点で行われなくてはならない。

表 8 ガス化設備のモニタリング項目

項目	単位	計測方法	頻度	QA/AC 方法
設備の継続運転時間	h	作業員記録	毎日	
バイオマス投入量(種別ごと)	MT	作業員記録	毎日	経理部門との照合
生成エネルギー流量	M3/y, t/y	流量計	継続計測	計測器のキャリブレーションの実施、メーカーの推奨による維持管理
生成エネルギー温度	℃	温度計	継続計測	計測器のキャリブレーションの実施、メーカーの推奨による維持管理
生成エネルギー圧力 ※蒸気エネルギーの場合	Bar	圧力計	継続計測	計測器のキャリブレーションの実施、メーカーの推奨による維持管理
設備による電力消費量	MWh	電力メータ	月1回	経理部門との照合
投入化石燃料量 ※使用された場合	t/y	伝票	毎日	第三者によるオンサイトチェック

モニタリングの結果は CPA が作成、管理を行う Operation Data File(以下 ODF)に記載された後、所管部門にて電子化されたものを責任者が承認し、遅滞無く C/ME に提出されるものとする。またモニタリング・レポート作成上、必要とされる数値は下記の通りである。

表 9 その他モニタリング・レポート作成に必要となる項目

項目	単位	計測方法	頻度	精査方法
化石燃料種別二酸化炭素排出係数	tCO <sub>2</sub> /GJ	IPCC	年 1 回	IPCC2006 ガイドライン更新状況の確認
化石燃料種別熱量	GJ/mass	IPCC	年 1 回	
バイオマス種別熱量	GJ/mass	検査機関で分析	年 1 回	他の情報元公開資料との整合性確認等
新規導入設備から製造ラインへの熱源供給量	GJ/y	設備での計測値に基づき算出	月 1 回	

モニタリング項目の一連のフローを図 1 に記す。

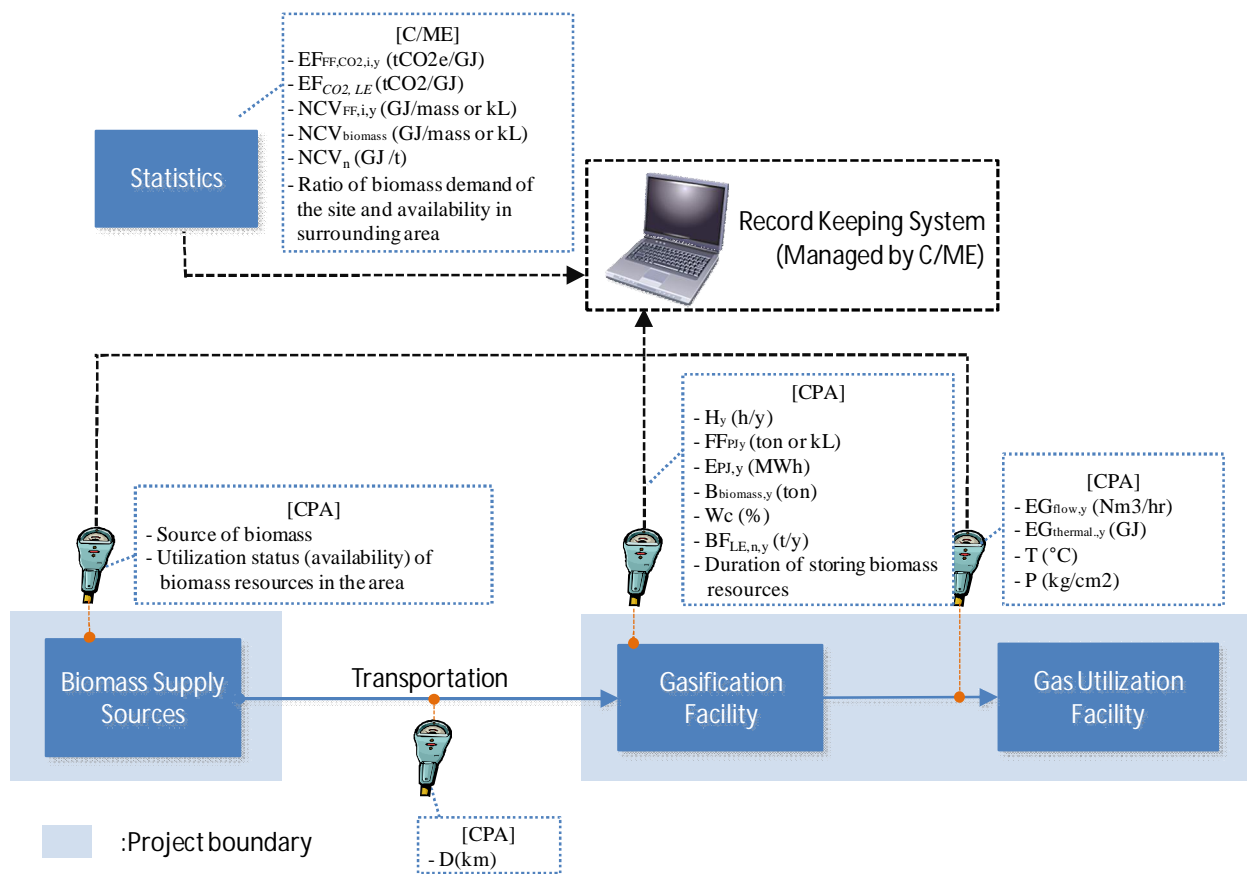


図 1. モニタリング記録システム

#### (4) 温室効果ガス削減量:

第一号 CPA (ライオンビール工場)、及び現在までに特定されているその他の候補サイト(4 社 6 サイト)における排出削減量は下表に示す通りであり、その合計は 10,868tCO<sub>2</sub>/y となった。

表 10 温室効果ガス削減量

年次	ライオンビール工場				その他の候補サイト				合計
	ベースライン 排出量	プロジェクト 排出量	リークage 排出量	GHG 削減量	ベースライン 排出量	プロジェクト 排出量	リークage 排出量	GHG 削減量	GHG 削減量
	tCO2/y	tCO2/y	tCO2/y	tCO2/y	tCO2/y	tCO2/y	tCO2/y	tCO2/y	tCO2/y
2011	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2012	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2013	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2014	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2015	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2016	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2017	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2018	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2019	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
2020	6,572	104	0	6,468	4,631	231	0	4,400	10,868
合計	65,720	1,040	0	64,680	46,310	2,310	0	44,000	108,680

**(5) プロジェクト期間・クレジット獲得期間:**

<PoA>: 2011 年 5 月 1 日からプロジェクト開始、プロジェクト期間は 28 年間、

<CPA>: CPA 第一号であるライオンビール社は 2011 年 12 月 1 日からプロジェクトを開始、プロジェクト実施期間は 15 年、クレジット獲得期間は 10 年を想定。

[プロジェクト開始日として問題無いと考える理由]

上記プロジェクト開始日は、有効化審査における PDD 公開日以降であるとともに、事前考慮に関する書面を DNA、UNFCCC の双方に提出済みである。さらに昨年度既に本事業に関する F/S 調査報告書を公開しており、本事業の実施に際して、CDM が真剣に検討されたということは証明可能である。なお、プロジェクト開始日は EPC 発注日を想定する。

**(6) 環境影響・その他の間接影響:**

本プロジェクト活動の EIA の適用の有無は活動を、「a) バイオマスの調達」、「b) バイオマスの利用」に分類して検討した。結論として以下に記す理由により、a) については、バイオマスの新規栽培を含む場合で下記条項に合致する場合に EIA が必要となるため、CPA レベルで評価を行うとし、b) については本 PoA 下のプロジェクトは全て EIA 適用外となることから、PoA レベルで実施することとした。

## a) バイオマスの調達

バイオマスの調達に関しては以下の条件に当てはまる新規栽培活動を含む場合にのみ、EIA の適用対象となる。

## [EIA 対象活動]

- ・4ha を超過する土地・湿地の開墾(第 2 項)
- ・5ha 以上の土地面積における木の伐採(第 3 項)
- ・1ha を超過する森林の非森林利用(第 4 項)
- ・50ha を超過する土地造成(Land clearance)等(第 5 項)

## b) バイオマスの利用(バイオマス起源の熱エネルギー創出設備及び建屋)

中央環境局が刊行している冊子「環境影響評価実施の手引き 3 版 2006<sup>2)</sup>」[環境省中央環境局 2006]の添付資料 III により事業タイプ別では、再生可能エネルギーを含む熱源代替に関しては、事業タイプ別では適用外となる(再生可能発電は適用される)。

表 11 EIA に関する検討レベル

活動	PoA レベルで実施	CPA レベルで実施
a) バイオマスの調達 (新規栽培)	-	✓ (新規栽培を活動に含む場合に実施)
b) バイオマスの利用	✓	-

## 【第一号案件への適用】

ライオンビール社の CPA にはバイオマスの新規栽培は含まれないため、スリランカにおける EIA 制度の対象外となると結論できた。

## (7) 利害関係者のコメント:

下記、各機関、団体に対して直接面談方式による聞き取り調査を実施した。

表 12 利害関係者コメントを収集した主な団体

団体カテゴリー	団体名
政府機関	1) 環境省気候変動局内 DNA 2) 科学・技術省 3) エネルギー省 持続可能エネルギー局
NGO	1) BEASL(本プロジェクトにおける管理調整機関) 2) Mahatma Gandhi Center:
CPA 候補	1) Lion Brewery Ceylon Limited 2) Aitken Spence Hotel

政府機関からは「ホスト国は、科学技術省、エネルギー省が中心となり、化石燃料による産業用熱源のバイオマスへの転換を推進してきており、本プロジェクトは基本的に国家の政策・方針に合致するものである。またグリシディアは国内に普遍的に自生・栽培されている樹木であり、未利用、または他の作物とのインタークロップとしての継続的栽培から発生する木質バイオマスの利用は十分に持続性を有するものであると判断される。」、NGO からは、グリシディアの供給に地方の農村が積極的に関与していくことで、農村開発等の一環にもなり得る。」、また CPA 候補からは「顧客に対するイメージ向上にも繋がり積極的に取り組んでいきたい。」と言った肯定的なコメントを得た。今後、バイオマス供給者となる住民等も含め、各ステークホルダーから引き続きコメントを収集する。

## (8) プロジェクトの実施体制:

プロジェクトの実施体制としては、C/ME は BEASL、第一号 CPA はライオンビール社を想定している。現在、PoA 運営体制について BEASL 及びライオンビール社と協議を行っている。潜在的なクレジット購入者として北海道電力(株)等の日本企業を想定する。

<sup>2</sup> Guideline for Implementing the Environmental Impact Assessment Process

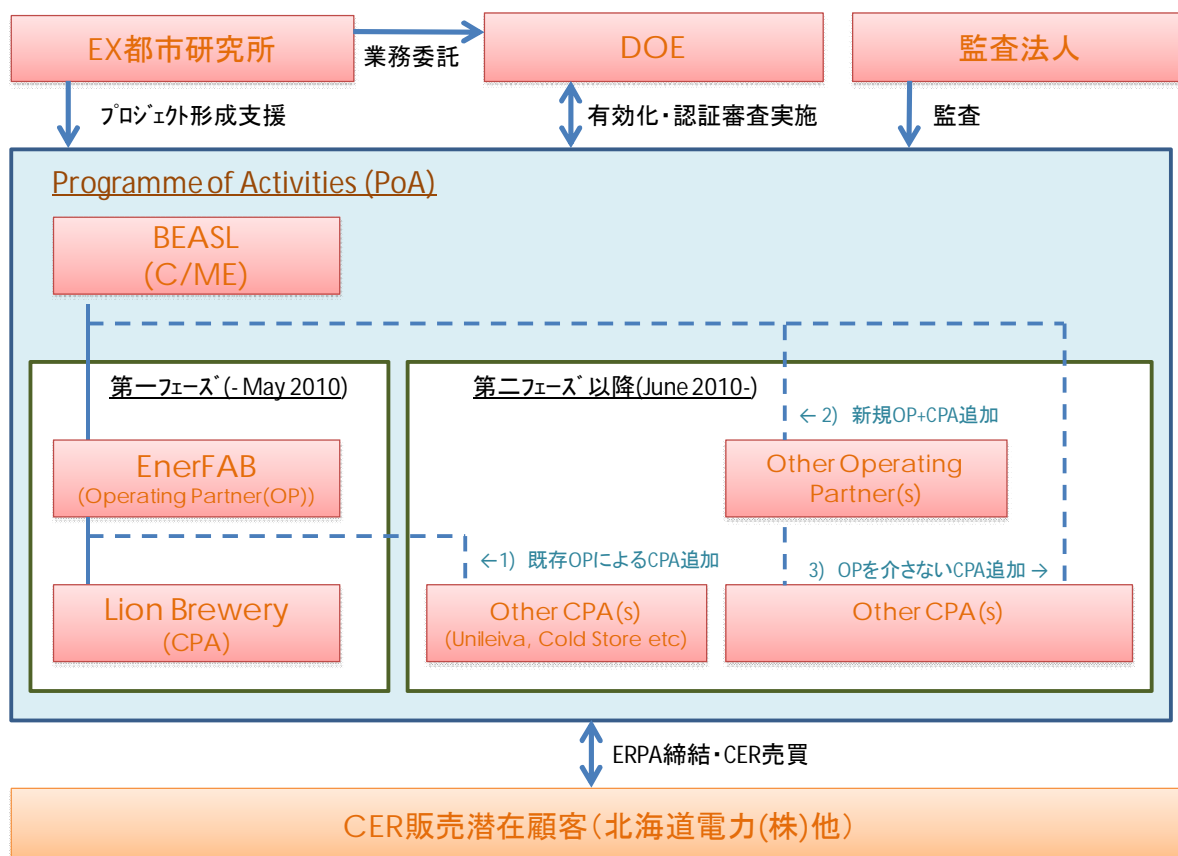


図 2 事業実施体制図

### (9) 資金計画:

#### <第一号 CPA>

ライオンビール社はプロジェクトの実施において自己資金で対応することを想定している。本事業は、プラントの設置が主な支出となるため、初期投資は全て初年度を想定する。なお、PoAの資金調達、投資計画については、関係者と協議の上、今後検討を行う。

#### <第二号以降の CPA>

資金調達方法に関しては、エネファブ社がエスコサービスを提供するような枠組みの場合、また、事業者が中小企業である場合に与信上の問題により資金調達が難しい、あるいは金利が高い水準で設定されるといったことが想定される。スリランカ環境省にてスリランカ・カーボン・ファンドの運営に関して最終調整を行っているところであるが、こういった機関による CER を見返りとする初期投資等を含む資金援助がスキームとして盛り込まれるか否かを含め継続して情報収集を行う。

### (10) 経済性分析:

ライオンビール社は、CER 販売益無しでは 15 年間の IRR は事業性が担保される水準にはならず、ベンチマークである 10.22% (「(11)②15MWth 以上の CPA の追加性証明」参照) に届かないため、投資バリアの証明が可能と考えられる。

表 13 事業性評価の諸元表

項目	諸元
資金調達	自己資本:100%
減価償却年	15 年
法人税率	40%
クレジット販売単価	2,200 ルピー/tCO <sub>2</sub> (1,650 円/tCO <sub>2</sub> @ 0.75 ルピー/円)

表 14 プロジェクトの事業性評価

CER 無		CER 有	
IRR (15 年、税引後)	投資回収年	IRR (15 年、税引後)	投資回収年
-1.9%	16	10.6%	11

**(11) 追加性の証明:**

## ① 15MWth 以下の CPA の追加性証明

15MWth 以下の出力能力の CPA に関しては、EB54 で公表された「5MW<sup>3</sup>以下の再生可能エネルギー、及び 20GWh/y 以下の省エネプロジェクトの追加性証明に関するガイドライン」に記載される「プロジェクト活動で採用する技術がホスト国の DNA から追加的な技術であると推薦されたもので、かつ、CDM 理事会から承認されたものである場合」に基づき、追加性の証明を行う。

ただし、上記ガイドラインによる追加性の証明については、これまでに本ガイドラインを用いた追加性証明の実績がなく、現在当該ガイドラインに対するパブリックコメント収集期間中(2011年2月18日~3月8日)であることから、CDM 理事会からの承認取得に要する期間等の不確定要素が伴うといえる。ガイドラインでの追加性証明が困難な場合には、15MWth 以上の CPA と同様の追加性証明ツールに基づき、追加性の証明を行えるよう準備を進めておく。この場合、燃料価格の安い燃料油代替のプロジェクトに関しては投資分析による追加性証明が容易である一方、燃料価格の高い軽油代替を行うプロジェクトにおいては、ベンチマーク(10.22%)よりも高い事業性が見込まれることから、追加性の立証に課題が残ると考えられる。

## ② 15MWth 以上の CPA の追加性証明

EB54 のガイドラインの対象外となる 15MWth 以上の CPA については、「追加性の実証及び評価のためのツール(Ver05.2)<sup>4</sup>」及び「小規模 CDM プロジェクトに関する簡素化された様式及び手順」の付属書 B を用いて評価を行う。また、投資分析におけるベンチマークに関しては、スリランカにおいては投資ベンチマークの国家水準値は設定されていなく、投資の判断基準となる自己資本利益率(ROE)に関するデータも証券取引所により開示されておらず、ベンチマークとしての利用は不可能であったことから、投資判断のベンチマークとして、スリランカ中央銀行により公表されている貸付金利を採用した。スリランカでは 2010 年 1 月に政府の方針により国立銀行の利率が大幅に引き下げとなったことから、中央銀行による大幅な利下げ以前の 2009 年のデータ利用は不適当と認められるため、本 PoA のベンチマーク算定においては、2010 年 1~12 月期における商業銀行の主要貸付金利平均値である 10.22%をベンチマークとして利用した。

**(12) 事業化の見込み:**

ライオンビールに関しては、バイオマスへの燃料転換、及び本 PoA の枠組みへの参加に対して積極的である一方、ガス化技術については、エネファブ社に代わるガス化サプライヤーを探索中でもあり、この点が事業遅延の要因となる可能性がある。CDM の事前考慮(Prior Consideration)については、既に DNA 及び UNFCCC 事務局へ提出済みである。その他の候補事業者に関する進捗状況は下表に示す通りである。

表 15 その他の事業候補の概要

事業者名	代替燃料	推定排出削減量	進捗状況
コールドストア社	軽油	1,166 tCO <sub>2</sub> /y	石油価格の低水準の状況により、事業化に消極的な態度である。
ユニリーバ社	軽油	約 1,000 tCO <sub>2</sub> /y	昨年は燃料油を対象として検討をしていたが、燃料油に対してはバイオマスの直接燃焼の導入を予定しており、本年度、技術をガス化に絞込んだことから、工場内で一部利用している軽油のみが対象となり、規模が縮小。
アルトケン・アンド・ スペンス・ ホテル・グループ	燃料油 灯油 軽油	1,822tCO <sub>2</sub> /y (3 工場合計)	同社は本取り組みへの参加に関心を寄せている。3 ホテルが対象となるが、各サイトの排出削減量は数百 tCO <sub>2</sub> レベルと小規模である。
Le Ferne Laboratories PVT LTD	軽油	412tCO <sub>2</sub> /y	ガス化設備の導入に関心を示している。詳細協議は今後実施予定。

<sup>3</sup> 電力換算、熱量換算では 15MWth

<sup>4</sup> EB39, Annex10

## 5. 有効化審査

### (1) 有効化審査の概要:

本プロジェクトの有効化審査は、プログラム CDM の有効化審査実績を有する 3 社、及び日本の DOE1 社に打診、うち 3 社から見積りを取得し、個別協議の上、地理的なメリットも勘案の上、DNV 社に委託を決定した。DNV 社との協議において、PoA の有効化審査では複数の CPA 案件は受諾できないとの条件が提示されたことから、本 PoA の候補サイトで最大の削減ポテンシャルを有し、また、本 PoA への参加の意向の強いライオンビール社を第一号案件に決定し、有効化審査を実施した。現地踏査は 2 月 17~18 日にかけて実施し、3 月 2 日にドラフト・バリデーション・レポートを入手した。今後、ドラフト・バリデーション・レポートに手修正措置要請(Corrective Action Requests, CAR)として指摘された事項に対してエビデンスの準備、PoA\_DD, CPA\_DD を修正し、DOE との対話を継続し、早期の登録を目指す。

### (2) DOE とのやりとりの経過:

11 月より有効化審査を開始する予定であったが、契約の締結に時間を要し、最終的に書類の取り替わしが終了したのが 1 月上旬にずれ込んだことから、有効化審査が当初の見込みに対して遅延傾向にある。PDD 及びその他の必要書類を契約締結直後の 1 月 9 日に正式に提出し、2011 年 1 月 29 日から 2 月 27 日まで UNFCCC のホームページにてパブリックコメント収集のための PoA\_DD 及び CPA\_DD の公開を行い、2 月 17~18 日に現地踏査を実施した。現地踏査では、1 日目に PoA\_DD の内容に関する確認事項、及び C/ME の運営体制等に関する確認を行い、2 日目にライオンビール社の工場視察、及び CPA\_DD 記載内容に関する確認を行い、3 月 2 日にドラフト・バリデーション・レポートを入手したところである。

## 6. コベネフィットに関する調査結果

昨年度調査において、コベネフィットに関する検討として、硫黄酸化物(SOx)、窒素酸化物(NOx)、ばいじん、二酸化炭素(CO2)を評価項目として定量評価を行った結果、代替燃料が燃料油、軽油のいずれであっても対象項目の全てが低減するという結果が得られた。

## 7. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

### (1) ホスト国における公害対策・環境改善

グリシディアチップの燃料利用は、ディーゼル油や石炭に比べて燃焼時の SOx、煤塵、SPM を大幅に削減することが可能である。また、現在スリランカの主要農産物であるココナッツや紅茶工場では、ディーゼル燃料を利用している工場が多数存在することから、工場に隣接する農園内でグリシディアの栽培を促進し、燃料代替を図ることによって、大気汚染防止や地域住民の健康被害の改善が期待できる。

### (2) エネルギー自給の向上

スリランカでは、化石燃料の高騰と国内エネルギー需要の増加により、エネルギーの輸入依存率の急激な上昇を招いており、外貨流出による政府の財政逼迫状況が著しい。バイオマスエネルギー協会は、グリシディアによって総エネルギー需要の 50%をグリシディアにより供給することをスリランカ政府に提案しており、これにより 600 億ルピー/y の外貨支出を抑えられると予測している<sup>5</sup>。

### (3) 内戦被災地・震災地復興支援

スリランカでは 30 年の長きにわたり内戦が続いたため、主な戦場となった北部、東部、東北部の各地には放棄された農耕地が多く存在している。これらの地区はスリランカ国内では乾燥地帯に区分され、営農条件は必ずしも好ましいものではないとされている。そういった過酷な環境下においてもグリシディアは自生が確認されており、また(他地域同様、住居の生垣他の用途での)栽培例も報告されている。木質バイオマスの利活用促進活動に早くから取り組む BEASL、農村の自立支援を主たる事業とし、自立支援の一環としてグリシディアの栽培普及・促進活動に注力するマハトマガンジーセンターは、2009 年 5 月の内戦終結と共に、政府機関にも働きかけを行うとともに自らも”グリシディアからの生産物(枝、葉)を最大限に利活用することを含む”北部被災地の復興支援活動を開始している。グリシディアの栽培と枝葉の利活用

<sup>5</sup> スリランカ政府はこれを 2010 年までの目標としている。

は同地区の農村にとって確実に数少ない現金収入の糧であり、費用削減の方法でもあり、両団体のみならず、地元関係者、住民からも大きな期待が寄せられている。本プロジェクトと連携したグリシディアを軸とする復興支援事業のモデルが構築できれば今後、震災地はもとより、津波の被害から完全に復興しきれていない沿岸部の農村地区においても同様の取り組みが拡大していくことが期待される。