

平成 20 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書概要版

「タイ・キャッサバ粕利用エタノール製造プログラム CDM 事業調査」

株式会社前川製作所

1. プロジェクトの概要

(1) ホスト国、地域 タイ全域のキャッサバスターチ工場を対象としたプログラム CDM 事業調査

(2) プロジェクトの概要

本調査ではタイ王国（以下、タイ）のキャッサバスターチ工場にてスターチ製造の副生物（廃棄物）であるキャッサバ粕を用いてバイオエタノールを製造する「キャッサバ粕利用エタノール製造事業（以下、本事業）」のプログラム CDM 事業化の実現可能性を調査する。

本事業では、スターチ工場に併設して「キャッサバ粕（注：乾物重量のうちスターチを 50 ～60%含有）」を原料としたエタノール工場を建設し、50～75%程度の「中濃度粗留エタノール」を製造することにより、従前は野積み放置中に腐敗が進みメタンガスを発生していたものが抑制される。なお、エタノール製造のための蒸気等のプロジェクト実施により消費するエネルギーは、極力、廃棄バイオマス（繊維粕やキャッサバの外皮・茎など）を使用して生成することで、化石燃料消費をできるだけ抑えた製造プロセスとなるように配慮する。

本事業で製造した中濃度粗留エタノールは、近郊の既存（あるいは既にエタノール製造ライセンス取得済み案件）の自動車燃料用エタノール工場で精製し、99.5%以上の濃度の自動車燃料用エタノールを製造することで、先行する燃料用エタノール工場と競合することのない事業化を目指す。このような、「キャッサバ粕利用エタノール工場」をタイの各所で複数建設する「プログラム CDM 活動（PoA）」を計画している。本事業の 1 件あたりの CER 取得量はさほど多くないために単独の事業を CDM 化するには諸手続き費用の負担が大きいゆえ、タイ全域を対象とした PoA として行うことで 1 件あたりの手続き費用負担の削減と、多くのスターチ工場が事業参加しやすい枠組の形成を狙っている。

CPA (CDM プログラム活動) の一件目のモデルの候補として、バンコクより北東に約 250km のナコンラチャシマ県に位置する Sanguan Wongse Industries 社 (SWI 社) を選定し、事業計画を策定した。PoA の調整管理組織としては、スターチメーカーの業界団体であるタイタピオカスターチ協会 (TTSA) との協議を進めている。

【CPA の代表モデル】

調査の結果、SWI 社におけるプロジェクトでは、排出されるキャッサバ粕を日量 1,200ton のうちの 500ton を用いてエタノール製造を行った場合で、キャッサバ粕からのメタン発生の抑制により想定される CER は 4,649t-CO₂/y である。製品量としては無水エタノール量換算で 32.5kL/day (75%濃度で出荷するので、実量 43.3kL/day) を生産するため、仮にガソリン代替効果を CER 化できた場合は、前述に加えて約 24,000 t-CO₂/y の CER が見込める、しかし、本調査実施時点では承認された方法論がないゆえに、ガソリン代替効果を CER 化するには新方法論の開発が必要である。

【タイの持続可能な発展への貢献】

タイでは自動車燃料用エタノール促進政策は「化石燃料消費の削減、エネルギー自給率の向上、農業

分野の新規市場開拓」の3つの目的から推進しており、本提案事業はこのエタノール促進政策のテーマに合致している。その他に本事業は以下のような点からタイの持続可能な発展に寄与する。

●スターチ工場の経営の安定化・農業分野の収入の安定化

キャッサバスターチ工場の副産物（廃棄物）であるキャッサバ粕を有価物として利用できることで、キャッサバスターチ工場の経営の安定化につながり、結果、キャッサバ農家の収入の安定化にも寄与する。

●食料と競合しない原料からの自動車燃料用エタノール製造

これまで想定されていたのは、モラセス原料が不足したらキャッサバ生イモを用いてエタノール製造を行うことであり、食料と競合してしまうために将来的には問題視される可能性がある。本提案ではスターチ工場の副産物であるキャッサバ粕を用いることで、食料と競合せずに自動車燃料用エタノールを製造できることが特徴である。

●年間安定供給できるエタノール原料確保

第一のエタノール原料であるモラセスはサトウキビの収穫シーズンは11月から4月（タイの乾期）であり、製糖工場の稼働もシーズン中のみ副生するものである。残りの5月から10月の間は、製糖工場が貯留しているモラセスを用いてエタノール製造を行っているが、需給バランスがくずれたり、モラセスそのものの輸出量が増えたりすると、次の製糖期を待たずにモラセスが不足する事態となる。

キャッサバ系の原料の場合は、基本的には12ヶ月間、原料調達が可能である。「スターチ工場」の稼働の季節特性を挙げると、12ヶ月間のうち雨期の最盛期（9月～10月）にはキャッサバ農家が収穫を控える傾向があるためにキャッサバ収穫量が若干減るが、タイ国内70工場あるスターチ工場が一斉に操業を停止する時期はなく、「キャッサバ粕」は年間を通じて安定的に得られるエタノール原料といえる。

●既存エタノール工場で精製を行うことによる共存

タイでは自動車燃料用エタノール工場のライセンスを所得済みの案件が45件あり、現在12工場が稼働を始めている。キャッサバ生産量第一位のナコンラチャシマ県を例に挙げると、1工場(K. I. Ethanol、製糖工場併設型)が稼働しており、2009年末までに比較的規模の大きい2工場(TPK Ethanol、Buenok)が稼働予定である。すなわち、キャッサバスターチ工場のオンサイトで99.5%エタノールを製造した場合はこれらの先行しているエタノール工場と激しい競合関係に発展することが予想される。そのような点に配慮して、本提案では「キャッサバ粕を用いたエタノール製造では、75%濃度のエタノール製造」までに留めて、ビジネスとしての棲み分けを行う（注：スターチ工場のうち、既に99.5%エタノール製造ライセンスを取得している工場が複数ある。それらのライセンス取得済み工場に関しては、75%に拘らず、キャッサバ粕から99.5%エタノール製造を行うという選択肢もある）。

●熟練した技術者の雇用の創出

キャッサバ粕からエタノール製造を行うには、糖化・発酵工程（バイオテクノロジー）や蒸留工程（ケミカルエンジニアリング）など専門性を要する工程が多い。本事業の実施により熟練した技術者の雇用の創出につながる。

2. 調査内容

(1) 調査課題

本 CDM 事業調査（以下、本調査）実施前の時点では、先行して調査済みであった複数の報告書から次のような報告がなされていた。まず、キャッサバ粕からのエタノール製造のポテンシャルが高いがまだタイ国内では実施例が無いこと、キャッサバ粕は特に雨期における処理には非常に困っており、天日乾燥できないと飼料として販売することが出来ないために、工場内敷地に野積みで保管し、乾期を待って天日乾燥して販売（需給状況によっては限りなく無償に近く販売）していることなどである。

これらの事項を踏まえ、本調査実施時に以下の点に重点をおいて調査を行った。

- ①タイにおける自動車燃料用エタノール業界の動向とキャッサバ系原料への期待
- ②タイにおけるキャッサバ産業の動向とスターチ工場概要
- ③スターチ工場におけるキャッサバ粕利用エタノールプラントのビジネスモデル検討
- ④キャッサバ粕利用エタノール製造のための技術情報収集と各種予備試験
- ⑤エタノールプラントシステム検討
- ⑥標準規模プラントにおける GHG 削減量検討
- ⑦事業推進のためのプログラム CDM 化の検討
- ⑧タイにおける CDM 事業の各国の動向

(2) 調査実施体制

<タイにおける調査協力先>

- ・カセサート大学農業・農産工芸品改良研究所（KAPI）：キャッサバスターチ工場の情報収集、現地調査時の調整業務、ベースライン設定のための分析などを担当
- ・MAYEKAWA (THAILAND) CO., LTD.：事業化のための各種規制・法制度及びタイ国内のエタノール市場の情報収集等。資金計画のための現地での投資コストの情報収集等。

<日本国内における調査協力先>

- ・(有) クライメートエクスパート：小規模プログラム CDM の PoA-DD PoA Specific CPA-DD Completed CPA-DD の作成の補助作業を担当
- ・(独) 産業技術総合研究所九州センター：事業化のためのシステム設計に必要なキャッサバ粕の水熱法による前処理条件の予備試験を担当

(3) 調査の内容

① タイにおける自動車燃料用エタノール業界の動向とキャッサバ系原料への期待

タイでは、2003 年より自動車燃料用エタノールを本格的に導入しており、2009 年 2 月時点で全 12 工場が稼動している。エタノール原料の多くはモラセス（廃糖蜜）を用いているが、今後さらにエタノールの消費が伸びた場合にはキャッサバを原料とする工場が増えてくる見込みである。

モラセスは製糖工場の副産物であるため、製糖工場の子会社のエタノール工場で優先的に使用されるため、それ以外の事業者がエタノールビジネスに参入する場合にはキャッサバ系の原料が選択されることが多い。このようにモラセスに次ぐエタノール原料としてキャッサバは期待されている。

② タイにおけるキャッサバ産業の動向とスターチ工場概要

キャッサバはタイにおいて米やサトウキビやパームオイルなどと並ぶ主要な農作物である。キャッサバ生産量は、ナイジェリア、ブラジルに次いでタイが世界第3位、キャッサバ製品の輸出量ではタイが世界一である。キャッサバスターチ工場は約70工場あり、東北部のNakhonrachasima県、北部のKamphaeng Phet県などの主要なキャッサバ産地にスターチ工場が分布している。

スターチ工場の規模はキャッサバ受入量基準で800～3,000ton/dayというのが中堅から大規模工場にあたる。本調査では複数のスターチ工場を訪問しインタビューを行った結果、Nakhonrachasima県のSWI社が最も本事業への関心が高く、また、大規模で年間稼働日数が長いために量的な問題でキャッサバ粕の取扱いに最も苦慮していたことからモデルCPAサイトとして選定し、事業検討を行った。

③ スターチ工場におけるキャッサバ粕利用エタノールプラントのビジネスモデル検討

複数のスターチ工場の情報を取りまとめた結果、エタノールプラントの規模を、キャッサバ粕量で500ton-wet/day（スターチ工場のキャッサバ生イモ処理量換算で1250t/dayにあたる）を用いて無水エタノール量換算32.5kL/day製造とした。

本事業では、蒸留を効率よく行える75vol%のエタノール濃度までの精製に留めることとしている。これは、蒸留設備の投資額を圧縮し脱水設備を不要とすることで、大幅に投資額を削減でき事業性を良くする目的と、先行でエタノール製造を行っている工場との競合を避け、互いに共存するためのビジネスモデルである。

④ キャッサバ粕利用エタノール製造のための技術情報収集と各種予備試験

デンプン（スターチ）系の原料からのエタノール製造は、原料の前処理工程、液化・糖化工程、発酵工程、蒸留工程、さらに無水エタノールを製造する場合には脱水工程といった工程に分けられる。

キャッサバ粕からのエタノール製造はタイでは実施例はないが、日本では1985年から2年間だけ工業用エタノール工場で実績があった。日本での事例は、乾燥キャッサバ粕ペレットを用いるものであるが、本事業ではスターチ工場のオンサイトでエタノールを製造することから、含水率の高いキャッサバ粕からスタートするプロセスとなる。余分な手間とエネルギーを削減することために簡易な水分除去だけで高含水キャッサバ粕をエタノール原料に用いると、キャッサバ粕特有の繊維分が多いことによる様々な機械的トラブルが生じる可能性があり、それを解消するための予備実験を行った。

その結果、若干の新規開発（実証研究）要素のある前処理システムを導入し、液化・糖化工程後に繊維を除去するなど、従来のキャッサバ系の原料からのエタノール製造法を改善したシステム構成を選定した。

⑤ エタノールプラントシステム検討

④における結果をもとにエタノール製造プラントのシステム設計を行った。

⑥ 標準規模プラントにおけるGHG削減量検討

SWI社における年間の操業状況を勘案し、GHG削減量の計算の前提条件を検討した。キャッサバ粕からのメタンガス発生は、4月～10月の間に排出されたキャッサバ粕の分からのみと想定し、AMS III.Eの方法論を用いて計算すると、ベースライン排出量は概ね6,400t-CO₂/yである。ここからプロジェクト排出量を差し引くと、約4,600 t-CO₂/yがCERである。

なお、現在はまだ承認された方法論がないが、エタノールによるガソリン代替の分のGHG削減量は約24,000t-CO₂/yと見込まれる。

⑦ 事業推進のためのプログラム CDM 化の検討

本事業の CDM 化をタイ国内で促進するため、タイタピオカスターチ協会 (TTSA) を調整管理組織としたプログラム CDM 事業化を検討した。TTSA はタイ国内のスターチ工場のほとんどが加入している業界団体である。TTSA の定例会議の際に本事業スキームの説明を実施したところ、参加者の多く事業への関心を示している。

⑧ タイにおける CDM 事業の各国の動向

タイにおける CDM 理事会承認済み案件は 2009 年 2 月時点で 13 件ある。パブリックコメントにアップされた案件だけでも約 90 案件ある。投資国（クレジットバイヤー）別では、日本が 23 件、デンマーク 17 件、イギリス 14 件、次いでスイスやドイツなどが参画している。2008 年以降、投資国が明記されていないユニラテラルの案件も増えてきており、19 件がパブリックコメントに出されている。

CDM のプロジェクトタイプではバイオマスやバイオガスの案件が過半数を占める。

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

本事業はタイ国内全域をバウンダリーとし、キャッサバスターチ工場（約 70 工場）を対象としたプログラム CDM 事業である。そのうちの Nakhornratchasima 県に位置する Sanguan Wongse Industries Co., Ltd. (以下、SWI 社) における固有の CPA に関して説明する。

本 CPA では、SWI 社のスターチ製造工程から排出されるキャッサバ粕を用いてエタノールを製造することで、キャッサバ粕を保管中に発生していたメタンガスの排出を抑制する。CPA のバウンダリーはキャッサバスターチ工場内に建設されるエタノールプラントとそこに出入りする輸送用のトラックの GHG 排出である。

ベースラインシナリオにおける GHG の排出は、キャッサバ粕からのメタンガス排出と、プロジェクト実施前にキャッサバ粕を販売先まで輸送していた分の排出である。プロジェクト実施による GHG の排出量は、エタノール製造に伴う電力や化石燃料の消費による CO₂ の排出と、製品エタノールを販売先まで輸送するための排出である。なお、SWI 社のケースでは輸送にともなう排出は、ベースライン排出量に比べ、プロジェクト排出量が圧倒的に少ないため、計算は行っているものの保守的に判断し、CER の増加分には加えていない。

また、主たる GHG 排出削減対象である「キャッサバ粕からのメタンガス発生」に関しては、SWI 社のケースでは雨期（4 月—10 月）の 5 ヶ月間にエタノール製造に用いたキャッサバ粕だけをベースライン排出量としている。乾期におけるキャッサバ粕分からもメタンの発生が確認されているが、乾期の場合は 24 時間以内に天日乾燥を行うために僅かなメタン発生であるためである。

適用方法論は、AMS III.E. Avoidance of methane production from decay of biomass through controlled combustion, gasification or mechanical/thermal treatment / The latest version (AMS III.E. 管理された燃焼、ガス化または機械的処理・熱処理によるバイオマス腐敗からのメタン生成回避)を用いる。

(2) モニタリング計画

●ベースライン排出量

は、キャッサバ粕中の分解性有機炭素の腐敗によって放出されるメタンの量であり、下式によって算出される。

$$BE_y = BE_{CH_4, SS, y} - MD_{reg, y} * GWP_{CH_4} \quad (式 1)$$

表 1 ベースライン排出量算出のためのデータパラメータ

パラメータ parameter	単位 unit	説明 explanation	備考 remarks
BE_y	tCO ₂ e	y 年におけるベースライン排出量	方法論を用いて算出
$BE_{CH_4, SS, y}$	tCO ₂ e	キャッサバ粕の腐敗によるベースライン排出量	方法論を用いて算出
$MD_{reg, y}$	tCH ₄	安全や規則等を遵守するために破壊あるいは除去されるメタン	方法論を用いて算出
GWP_{CH_4}	tCO ₂ e/ tCH ₄	メタンの地球温暖化係数	21 IPCCデフォルト値

タイにおいては、廃棄物処理場におけるメタン回収を義務づけた法令等は存在しない。そのため、「安全や規則等を遵守するためには無いあるいは除去されるメタン」の量は無い。

$$MD_{reg, y} = 0 \quad (式2)$$

このためベースライン排出量は下式で表される。

$$BE_y = BE_{CH_4, SS, y} \quad (式 3)$$

$BE_{CH_4, SS, y}$ はメタン生成ポテンシャルであり、“Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site (Version 04)”を用いて算定する。

$$BE_{CH_4, SS, y} = \phi * (1-f) * GWP_{CH_4} * (1-0X) * 16/12 * F * DOC_f * MCF * \Sigma W_x * DOC * e^{-k(y-x)} * (1-e^{-k}) \quad (式 4)$$

表2 キャッサバ粕からのメタンガス発生によるGHG量算出パラメータ

パラメータ parameter	単位 unit	説明 explanation	備考/SWIプロジェクト 固有値 remarks
$BE_{CH_4, SS, y}$	tCO ₂ e	キャッサバ粕の腐敗によるベースライン排出量	計算結果：6,386
ϕ	—	モデルの誤差を勘案するためのモデル修正係数	0.9 (方法論デフォルト値)
f	tCH ₄	野積地において回収され、フレアリング、燃焼あるいは他の用途に用いられるメタンの量 (=0)	0 (SWIではフレアリングなどを行わない)
GWP_{CH_4}	tCO ₂ e/ tCH ₄	メタンの地球温暖化係数	21 (IPCC デフォルト値)
OX	—	酸化係数	0 (方法論デフォルト値)
F	—	キャッサバ粕処分場ガス中のメタン体積比率	0.5 (方法論デフォルト値)
DOC_f	—	腐敗する分解性有機炭素(DOC)の比率	0.5 (方法論デフォルト値)
MCF	—	メタン補正係数	0.28 (方法論デフォルト値/野積の場合)
W_x	t/yr	x年における野積地に投棄されなかったキャッサバ粕量 (Dry basis) =エタノール製造に使われたキャッサバ粕量	日量 100t/day として操業 日数で算出算出 (SWI 固有値) 21,000
DOC	—	キャッサバ粕中の分解性有機炭素の比率	0.44 方法論デフォルト値 (Pulp, paper and cardboard (other than sludge) (Dry)の場合))
k	—	キャッサバ粕の腐敗率	0.06 方法論デフォルト値(野積の場合) : Pulp, paper and cardboard (other than sludge), Boreal and Temperate, Wet
x		クレジット期間中の第x年目： xは、最初のクレジット期間の最初の年(x=1とする) からメタン排出量が算定されるy年(x = y)	通常は「0～クレジット期間の最終年」であるが、SWI 固有値は別途説明を参照

y		メタン排出量が算定される年	備考： クレジット開始日から18ヶ月後の場合は、「1.5年」
---	--	---------------	--------------------------------

●プロジェクト排出量

$$PE_y = PE_{y, \text{comb}} + PE_{y, \text{transp}} + PE_{y, \text{power}} \quad (\text{式 4})$$

表 3 プロジェクト排出量算出のためのデータパラメーター

パラメータ parameter	単位 unit	説明 explanation	備考/SWI プロジェクト 固有値 remarks
PE _y	tCO ₂ e	プロジェクト活動によるGHG排出量	SWI社計算結果：1,737
PE _{y, comb}	tCO ₂ e	非バイオマス燃料の燃焼によるGHG排出量	SWI社： 0
PE _{y, transp}	tCO ₂ e	輸送量の増加によるGHG排出量	SWI社： 0
PE _{y, power}	tCO ₂ e	プロジェクト活動に伴うエネルギー消費分のGHG排出量	SWI社計算結果：1,737

(3) 温室効果ガス削減量

AMS III. E. を用いた GHG 削減量計算結果を表 4 に示す。

表 4 温室効果ガス削減量（クレジット期間内）

年	ベースライン 排出量推計 (t-CO ₂ e)	プロジェクト活 動排出量推計 (t-CO ₂ e)	リーケージ 推計 (t-CO ₂ e)	排出削減量推計 (t-CO ₂ e)
2012 年	6,386	1,737	0	4,649
2013 年	6,386	1,737	0	4,649
2014 年	6,386	1,737	0	4,649
2015 年	6,386	1,737	0	4,649
2016 年	6,386	1,737	0	4,649
2017 年	6,386	1,737	0	4,649
2018 年	6,386	1,737	0	4,649
2019 年	6,386	1,737	0	4,649
2020 年	6,386	1,737	0	4,649
2021 年	6,386	1,737	0	4,649
合計	63,860	17,370	0	46,490

(4) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

クレジット開始時期 2012 年 1 月より 10 年間

プロジェクト期間 30 年間

(5) 環境影響・その他の間接影響

本プロジェクトは既存のスターチ工場にエタノール工場を建設するものであるため環境影響評価(EIA)は必要としない。

タイの DNA である TGO により IEE(Initial Environmental Evaluation)と SDC(Sustainable Development Criteria)の二つが要求される。本事業は、キャッサバ粕の有効利用によりメタンガスと共に臭気が軽減されるため、環境へのネガティブな影響は無い。

(6) 利害関係者のコメント

・キャッサバ粕の購入先である飼料工場でのインタビュー

タイの多くの飼料工場では、キャッサバチップとキャッサバ粕を用いてペレットに成型して飼料を製造している。キャッサバ粕は安価な原料ではあるが、キャッサバチップの補助的に使っているものであり、キャッサバ粕の流通が少なくなってもビジネスには影響はないとのことであった。

・既存エタノール工場（2社）でのインタビュー

既存のエタノール工場の2社とも本事業において製造される75%エタノールの精製ビジネスに関して非常に関心が高く、早期の実現に期待するとのコメントであった。

(7) プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施計画を図1に示す。

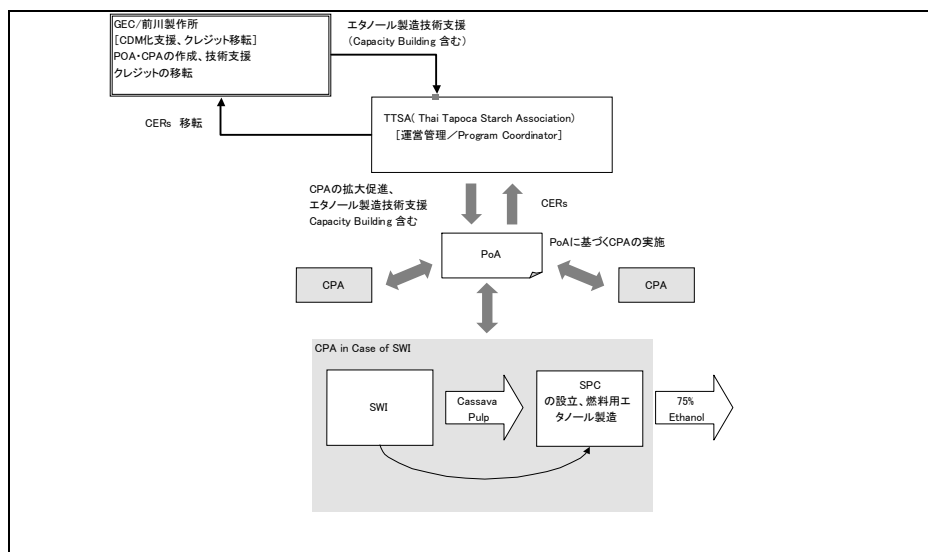


図1 プロジェクトの実施体制

(8) 資金計画

本プロジェクトに必要な初期投資額は8.33億円である。資金調達に関しては、50%を自己資本とし、50%は銀行から借り入れるものとする。

表5 プロジェクトの資金計画等

					2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
項目	詳細項目	年	円	運転開始年度 (RM)	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
初期投資額	合計		833,000,000											
自己資本				833,000,000										
銀行借入れ		50%		416,500,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
元金返済					41,650,000	41,650,000	41,650,000	41,650,000	41,650,000	41,650,000	41,650,000	41,650,000	41,650,000	41,650,000
借入れ残高					374,850,000	333,200,000	291,550,000	249,900,000	208,250,000	166,600,000	124,950,000	83,300,000	41,650,000	0
売上高1	エタノール販売量	kL-無水etha/y			10,725	10,725	10,725	10,725	10,725	10,725	10,725	10,725	10,725	10,725
	価格(円)	円/L-無水etha			42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
	合計				450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000
売上高合計		エタノール1Lあたりの製造コスト 21円として			450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000	450,450,000
ランニングコスト	メンテナンス及び管理費用人件費				225,225,000	225,225,000	225,225,000	225,225,000	225,225,000	225,225,000	225,225,000	225,225,000	225,225,000	225,225,000
	支払金利	8.0%			33,320,000	29,988,000	26,656,000	23,324,000	19,992,000	16,660,000	13,328,000	9,996,000	6,664,000	3,332,000
	減価償却費	10%			83,300,000	83,300,000	83,300,000	83,300,000	83,300,000	83,300,000	83,300,000	83,300,000	83,300,000	83,300,000
ランニングコスト合計(RC)					383,495,000	380,163,000	376,831,000	373,499,000	370,167,000	366,835,000	363,503,000	360,171,000	356,839,000	353,507,000

(9) 経済性分析

・投資額

初期投資額の内訳を表6に示す。

表6 初期投資額

項目	数量	金額(百万円)
1. 前処理工程	1 式	260
2. 液化・糖化工程	1 式	111
3. 発酵工程	1 式	82
4. 蒸留工程	1 式	48
5. 土木建設・ユーティリティ等	1 式	256
6. 諸経費	1 式	76
合計		833

・IRR 分析

各種の条件を仮定し、本プロジェクトの内部収益率（IRR）を算出した結果を表7に示す。

表7 プロジェクト IRR

	CER=0 円	CER=1000 円	CER=2000 円
IRR	14.07%	14.79%	15.49%

(10) 追加性の証明

・投資バリア

エタノールプラントの建設には高額投資が必要である。仮にキャッサバ粕からエタノール製造を行った際の収益は、キャッサバ粕原料の量により現在のタイの一般的なエタノール工場の規模（150kL/day）よりもかなり小規模である30kL/day前後であり、小規模ゆえに事業採算性は圧倒的に悪い。一方、ベースラインシナリオではキャッサバ粕を雨期の間も野積みで保管しているのみであるので、

投資やランニングコストを伴わない。

本 CPA は CDM 事業化による CER の収入がなければ実施しないといえる。

・技術バリア

キャッサバ粕からのエタノール製造は、タイ国内での実施例がない。他国の事例では、中国においてキャッサバチップを原料としたエタノール製造の補助原料として使われている事例はあるが、キャッサバ粕を主要原料としてエタノール製造を行っている工場は無い。キャッサバ粕はキャッサバチップあるいは生イモ (root) 原料に比べ繊維質が多いため、製造工程上、困難な点があるためであり、技術バリアが高い。

しかし、日本国内では「キャッサバ粕を主原料としたエタノール製造」の商業運転実績があり、原料由来の問題を克服する技術を有している。本 CPA は日本からの技術指導などを必要とする。本 CPA を CDM 事業化することで、技術的支援が期待でき問題点を回避可能である。

(11) 事業化の見込み・課題

2008 年 8 月より 2009 年 2 月までの本 FS 調査の結果を踏まえ、今後も引き続きタイタピオカスターチ協会 (TTSA) やキャッサバスターチ会社との協議を継続して行い、CDM 化のための課題の解決に取り組みプログラム CDM の実現を目指す。以上を鑑み、今後の方向性としては、次に示すような選択肢がある。

表 8 本事業の方向性の選択肢

CER の所得に関して <A のほうがスピードの速い選択肢>
A. 本 FS 通り、既存方法論である AMS III. E. を用いたメタンガス抑制分のみ (1 工場あたり・1 CPA あたりの CER は 10,000t-CO ₂ /y 未満)
B. バイオエタノールの代替燃料効果を CER とする新方法論を申請する。 (1 工場あたりの CER は 20,000~40,000 t-CO ₂ /y 程度であるが、新方法論の承認までに 1 年半ほどかかる)
PoA の実施か、1 件目のエタノール製造を単独 CDM とするか
A. 1 件目の CDM 化だけは単独案件として、2 件目以降の案件を複数まとめて PoA とする。
B. 1 件目も含めて、全て PoA として実施する。(PoA の前例が少ないこと、運営機関に予備知識が乏しいので、各社調整に時間を割くなど承認取得までに時間がかかる可能性あり)
原料はキャッサバ粕に限定するかどうか
A. キャッサバ粕に限定する
B. キャッサバの市場動向を見て、ある程度、キャッサバチップや生イモを副原料として使用する

本調査で取り上げた「タイの農業廃棄物からエタノール製造を行うビジネス+CDM 事業」は、タイ国内の関係者および日本におけるエタノールビジネスと CDM 事業の双方に関心を持つ企業からの関心が高いテーマである。本調査での成果を生かし、早期の CDM 事業化を図るように努力していく所存である。

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

本事業の実施により、キャッサバ粕保有中の悪臭が低減される。キャッサバスターチ工場に操業状況のアンケートを行った結果、雨期の間のキャッサバ粕の処理に困るために、雨期のピークシーズンには3ヶ月以上に渡って工場を休止するという工場が4割程度あった。キャッサバ粕が雨期でも有効に活用されるビジネスモデルが出来れば、スターチ工場の操業日数を増やすことにつながり、農家、キャッサバ取引仲介業者といった関連の従事者にとっても、収入の安定化につながる。キャッサバスターチ工場は都市圏から離れた地方に立地していることから、本エタノール製造事業は地方における就業機会の増加・安定化にも寄与するといえる。

(2) コベネフィット指標の提案

本プロジェクトにおけるメタンガスの発生抑制量はAMS. III. E. による保守的な計算方法となっているが、しかしながらこの「ベースライン排出量」を元に、メタンガスとともに発生していたと思われるほかのガスの発生抑制量が算定できる。

保守的な値でなく、より実態に近い「ベースライン排出量」を計測する方法として、日本の土壌学の分野で農地などからの発生ガスの計測研究がなされているため、それらの知見をもとに、本格的に実態調査をするという方法も可能性がある。



図2 ナコンラチャシマ県位置図



写真1 キャッサバ畑



写真2 キャッサバ生イモ集荷風景



写真3 キャッサバ粕（オカラ状、水分80%）



写真4 キャッサバ粕貯留エリア
(メタンガスの発生を確認)



写真5 キャッサバ粕の荷おろし

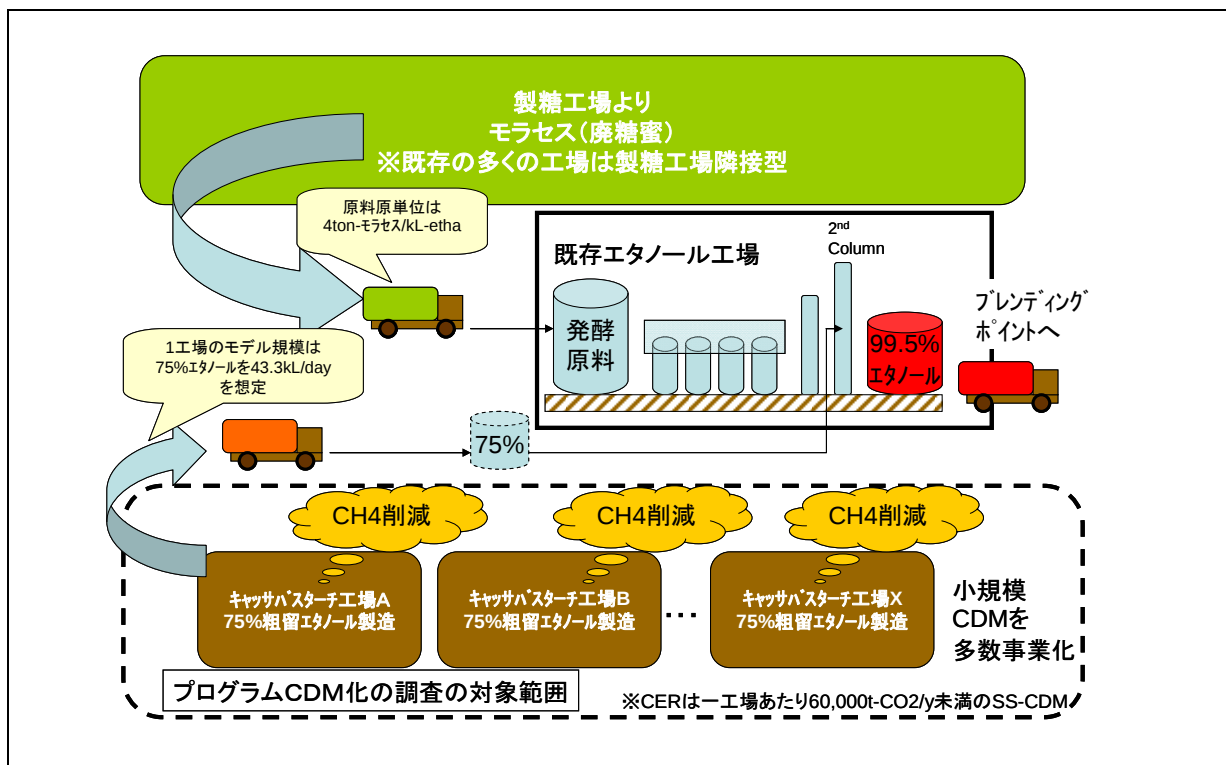


図3 プロジェクト全体イメージ図

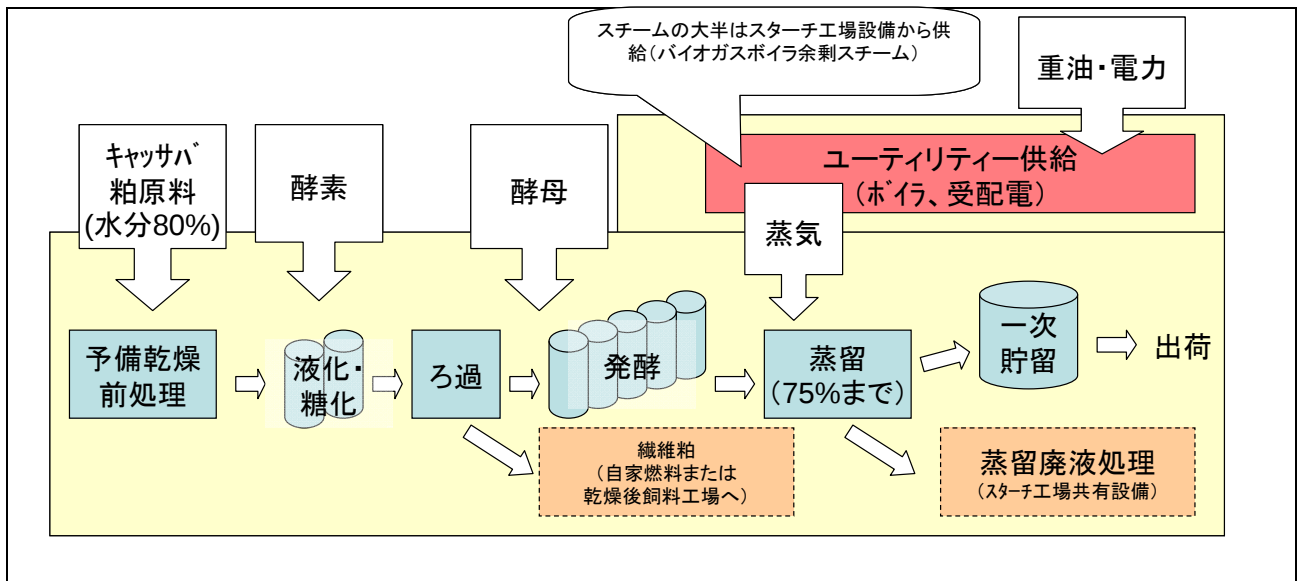


図4 エタノール生産設備概要

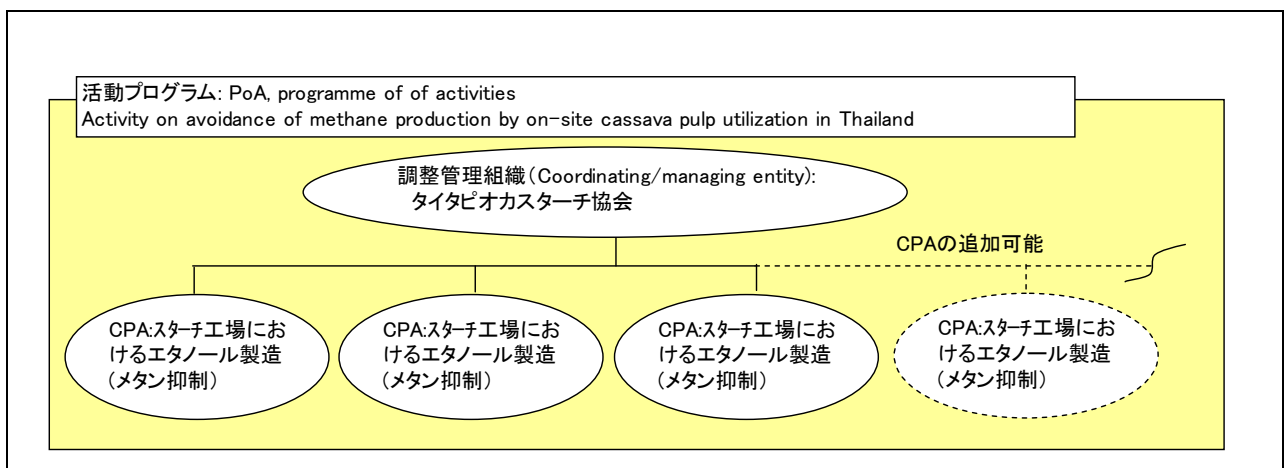


図5 PoA の体制イメージ

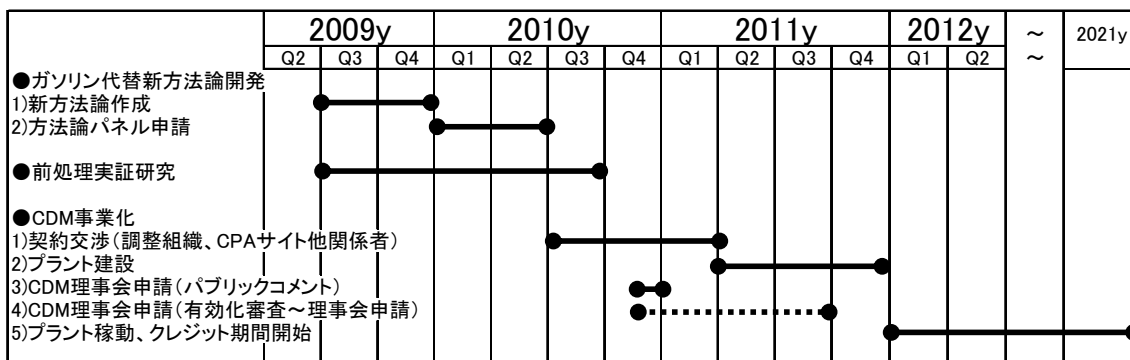


図6 事業化スケジュール