

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業/
キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証
事業（タイ）」

個別テーマ／事後評価報告書

平成28年11月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

研究評価委員会

目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	
2. 1 事業の位置付け・必要性について	1-4
2. 2 実証事業マネジメントについて	1-7
2. 3 実証事業成果について	1-9
2. 4 事業成果の普及可能性	1-11
3. 評点結果	1-14
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構において、「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」の個別実証事業は、平成27年度に実施された行政事業レビューの結果を踏まえて、全件事後評価を実施することとなった。当該評価にあたっては、評価部が評価事務局として協力し、被評価案件ごとに当該技術等の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会の下に設置し、独立して評価を行うことが第47回研究評価委員会において承認されている。

本書は、「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業/キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業(タイ)」の個別テーマの事後評価に係る報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき、研究評価委員会において設置された「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業/キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業(タイ)」個別テーマ/事後評価分科会において確定した評価結果を評価報告書としてとりまとめたものである。

平成28年11月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業/キャッサバパルプ
からのバイオエタノール製造技術実証事業(タイ)」個別テーマ/事後評価分科会

審議経過

● 分科会（平成28年7月27日）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明

非公開セッション

6. 事業の詳細説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他、閉会

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業/キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業（タイ）」

個別テーマ/事後評価分科会委員名簿

(平成28年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	いもう けんじ 芋生 憲司	東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
分科会長 代理	こすぎ あきひこ 小杉 昭彦	国立研究開発法人国際農林水産業研究センター アジアバイオマスプロジェクト プロジェクトリーダー
委員	いのうえ たかし 井上 貴至	株式会社三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部 本部長
	ほんごう たかし 本郷 尚	株式会社三井物産戦略研究所 国際情報部メガトレンド調査センター シニア研究フェロー
	やまぐち かおる 山口 馨	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力支援ユニット 担任補佐 研究理事

敬称略、五十音順

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

1. 総合評価

キャッサバパルプは、現在有効に利用されていないので低価格で、また工場が発生するので収集が不要、利用可能量が多いなど、バイオ燃料の原料として適切である。本事業は、タイでのバイオエタノール供給に果たす役割は大きいものと考えられ、CO₂削減だけでなくエネルギー安全保障や農業の付加価値向上にも貢献できる可能性も大きく、タイ国政府にアピールできる。

キャッサバパルプからのエタノール製造は、デンプンを原料とする第1世代とセルロースを原料とする第2世代が混在している、いわゆる1.5世代バイオ燃料であるので、パルプが不足したとしても、キャッサバ芋でデンプンを補填すれば、十分対応出来る技術に仕上がっている。大規模事業化に際しては、原料性状の変化についてのより詳細な分析と、原料性状の変化に対応する工程管理のプログラム化があるとより良い。

タイに限らず、バイオエタノール関連事業には政策リスクが伴う。政策動向に注視し、時には政府への要望提出なども行うことで、優遇施策など事業環境を整えることが重要である。また、大規模事業化においては、廃棄物処理を含めたライフサイクルでの評価が必要である。バイオマス利用の基本は地産地消であり、国毎に適切な技術、アプローチが異なるものと思われるが、キャッサバ生産はアジアやアフリカなど他国でも行われており、国境を越えた横展開も期待したい。

<総合評価>

- ・キャッサバパルプなど廃棄物を利用したバイオ燃料製造は世界的にみても重要である。しかし、経済性はサトウキビ原料などに比べて悪いので、エネルギー、CO₂、廃棄物、食料供給など総合的な政策を構築することがキャッサバパルプの持続可能な利用には欠かせない。NEDOの今後のタイ政府への働きかけに期待。技術面での改良もなされており、事業化に進むことに問題はないと思われる。
- ・原料のキャッサバパルプは、現在有効に利用されていないので低価格、また工場が発生するので収集が不要、利用可能量が多い、などバイオ燃料の原料として適切である。本事業はキャッサバパルプからエタノールの製造を行うための技術開発と実証試験を行ったもので、高く評価できる。
- ・農業作物残渣の利用という点とバイオエタノールの普及に国を挙げて取り組んでいるタイ国での事業という点で大きな意義がある。しかしその価値を現実化するためには市場に受け入れられなければならない。この点からは残渣が副産物であることによる経済性、競争力の向上、これを生かしたアプローチが重要である。提示された分析ではバイオエタノール価格とコストとの差が重要視され、これによる経済性が検討されているが、副産物としての意義を強調するならば、それがエタノールとして使われない場合の機会費用とも比較されるべきである。すなわち、キャッサバパルプを肥料として利用した場合や、バイオガスによる発電の原料として使用した場合などから得られる付加価値など他の機会費用の様々なケースと本技術によってバイオエタノールとして販売する場合の付加価値との比較が重要である。また、CO₂削減だけでなくエネルギー安全保障や農業の付加価値向上にも貢献できる可

能性も大きくタイ国政府にアピールできる場所である。

- 技術に関しての完成度は高く、実証試験から多くの時間を掛けずに実用化へ結びつくように感じられた。一方で、パルプからのエタノール生産を促進させるためのタイ側の社会的、経済的、国策的な背景や状況はやや鈍い印象を受けることから、今後の継続的な支援や活動が必要であると感じられた。
- タイの政策的背景、事業環境などを的確に踏まえ、事業化に向けた検討がなされている。また、技術的にも実用化に近いレベルまで達成している点を踏まえると、本事業が同国でのバイオエタノール供給に果たす役割は大きいものと考えられる。既に現地のパートナー企業候補とも折衝中とのことであるが、第一号工場竣工を計画通り進めるためにも、事業体構築に遅れが生じないように、精力的に交渉され、各種条件面で折り合うことを期待する。

<今後に対する提言>

- 以下のような点に留意し、今後の事業展開を検討されたい。

タイに限らず、バイオエタノール関連事業には政策リスクが伴う。政策動向に注視し、時には政府への要望提出なども行うことで、優遇施策など事業環境を整えること。

一方で、第一号工場の建設、運用ノウハウを活かし、第二号工場以降においてはコスト削減策等を最大限に盛り込み、政策リスクの低減に努めること。

既に日欧米等の先進国では制度化されているが、バイオ燃料持続可能性基準（ライフサイクルを適用した温室効果ガス排出量、生物多様性・食料競合への影響度など）への適合について、タイにおいても中長期的に整備される可能性がある。同基準への適合性により、同国での利用可否への影響や事業性への影響が生ずる恐れがある。このため、こうした動向にも注視し、今後の事業展開を図って頂きたい。
- 一部を除きタイデンプン工場の規模から排出されるキャッサバパルプ量、また経済的に成り立つ事業規模のエタノール生産量から考えると、事業継続性の観点からパルプだけで賄う事はかなり困難かと思われる。ただ本技術はパルプが不足した場合、キャッサバ芋で補填したとしても十分対応出来る技術に仕上がっており、経済状況にもよるが上手に投資意欲を喚起させれば、普及への道筋を付けられるものと考えられた。パルプは、デンプン工場サイドで処分しなくてはならない廃棄物である認識が薄い。将来、可能であれば廃棄物による環境配慮等の点から率先して工場が活用するような仕組みを制度化することへ働きかけるのも一案と考える。いずれもキャッサバパルプのようなデンプン質と繊維質の混合原料という比較的変換容易な、いわゆる 1.5 世代バイオマスからの燃料製造が実現可能でなければ、第二世代バイオマス利用は、かなり現実味を失うことから、本技術普及へ向け関係各位の努力を期待する。
- バイオマス利用の基本は地産地消であり国毎に適切な技術、アプローチが異なるものと思われるが、キャッサバ生産はアジアやアフリカなど他国でも行われており、国境を越えた横展開を期待したい。

- 「キャッサバパルプからのバイオエタノール製造」という事業課題名は、第二世代バイオエタノールの製造技術開発を連想させるが、実際にはデンプンを原料とする第一世代とセルロースを原料とする第二世代が混在している。実用上は問題ないかもしれないが、技術開発の報告としては両者を区分し、それぞれの変換効率等を明確にすべきである。
- 第二世代バイオエタノールの製造については、現在酵素糖化法が主流であり、一般にセルラーゼのコストが課題となっている。本事業におけるセルラーゼのコストと寄与をより明確にしていきたい。
- 廃棄物処理の取り扱いをより明確にする必要がある。これは経済性と環境影響評価に大きく影響する。大規模事業化においては、廃棄物処理を含めたライフサイクルでの評価が必要である。
- 大規模事業化に際しては、原料性状の変化についてのより詳細な分析と、原料性状の変化に対応する工程管理のプログラム化が必要である。現在は石油価格が低いですが、これは政治的、社会的影響をうけて大きく変動する。これに対して安定した価格でエタノールを供給できれば、需要者の利点となる。低コスト化以上に、製造コストの安定性が重要である。
- 本事業はバイオエタノールの増産に寄与するだけでなく副産物の有効利用という観点からはバイオエタノールの製造・販売に加えキャッサバ・スターチ産業の立場からの付加価値の増加を具体的に示し、キャッサバ・スターチ産業全体からの支援を確保する努力が重要ではないか。またこれにより農業・農民の地位向上の立場からタイ国政府の支援も受けやすくなるであろう。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

事業化には技術的課題のみではなく、政治的、経済的要因が影響し、多くのリスクを伴う。このような政策依存型事業の場合、政府レベルの関係は極めて重要であり、その点でも NEDO 事業として実施の意義はある。技術的にも、海外インフラを含む点、初めての製造技術の確立の点から、民間活動のみでは改善できず、公的資金による実施が必要とされる実証試験であったと言える。

キャッサバパルプのバイオエタノールへの転換技術は、農業作物残渣の有効利用という観点から、成功すれば、タイ国のエネルギー安全保障、CO2 削減、農業の付加価値の増大をもたらす。本事業では、国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析されており、また、同国でのバイオ燃料政策をはじめ、事業環境についての分析も的確である。高温性酵母の利用は一つの特筆すべき点である。一方、その他は特段、他国と競争力を持つほどの技術、知見であるかどうかは疑問である。

事業開始時には、実証事業期間内に石油価格が大幅に下落し、現時点では事業化は難しいことを事前に予測するのは困難であったと思われる。例えば、石油価格と事業採算性の関係性について明らかにできるとよりよかった。現実の市場で価値を持つには、農業の付加価値の増大が重要となる。また、バイオ燃料製造においては原料の調達とともに、廃棄物の処理が課題となる。廃水処理など、廃棄物の処理法を明確にした上で、事業の位置づけを検討すべきであり、これは経済性とライフサイクルでの温室効果ガス削減量に大きく影響することになる。

<肯定的意見>

- ・バイオ燃料製造において最重要課題は原料の調達であるが、本事業は工場で発生する未利用残渣を利用するものであり、また相当量のポテンシャルがあるため、経済性等の条件が整えば事業化が期待できる。本事業はデンプンからの第一世代バイオエタノールと、セルロースからの第二世代バイオエタノールを同時に製造する。第二世代バイオエタノールでは酵素糖化技術が鍵になっており、世界各国で研究開発が進められている。我が国が特に先行しているとは言えない。しかし、第一世代バイオエタノールについては、高度な技術を有しており強みがある。未利用資源からバイオ燃料を製造することで、化石エネルギー資源の利用削減と温室効果ガスの排出削減に寄与する。条件が整えば、製造プラントの輸出につながる可能性がある。同様の実証事業はみあたらない。バイオ燃料の増産は対象国政府の方針に合致するものであり、対象国との良好な関係の構築・維持に寄与する。
- ・デンプンとセルロースの同時利用は事例が少なく、また原料の質の変動が大きいことから、技術的な不確実さがあった。また、事業化には技術的課題のみではなく、政治的、経済的要因が影響し、多くのリスクを伴う。このため企業の自己資金のみで実証事業を行うのは困難で、公的資金の投入に問題はない。

- ・ 技術的新規性に鑑み、我が国の競争力強化に資すると判断する。また、同国でのバイオ燃料政策をはじめ事業環境についての分析も的確であり、この点でも問題ない。このような政策依存型事業の場合、NEDO が関与する G to G の側面は極めて重要であり、その点でも NEDO 事業としての実施の意義はある。また、政権交代による MOU 締結遅れにも適切に対応しており、後の事業にも活かされている点など評価に値する。
- ・ キャッサバパルプの有効利用技術は重要。エネルギー、CO₂、廃棄物、食料供給など総合的な政策を構築することが持続可能な利用には欠かせず、NEDO の政策関与が必要と思われる。タイと日本は経済面で緊密な関係を有しており、政策面での働きかけが行いやすい国。なお、製品の販路については、補助制度もあり、当面は問題ない。
- ・ 意義は大きい。特にキャッサバパルプのバイオエタノールへの転換技術は農業作物残渣の有効利用という観点から市場における成功例となれば少なくとも、1)エネルギー安全保障、2)CO₂削減、3)農業の付加価値の増大という3つの公共的価値をもたらす。これら3点から政策的必要性も大きい。NEDO 関与の必要性についても本事業が日本独自の新技术であることと、CO₂削減など NEDO のミッションに貢献できることと認められる。
- ・ 国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析されている。インフラ・システム輸出や普及に繋がる可能性は示せたように考えられた。対象国政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチといえる。海外インフラを含む点、初めての半挑戦的な製造技術の確立の点から、民間活動のみでは改善できず、公共性が高く、公的資金による実施が必要とされる実証試験であったと言える。
- ・ 採択時点で想定していた事業環境や政策状況に関して妥当であったと考える。

<改善すべき点>

- ・ 事業環境の予測について、実証事業期間内に石油価格が大幅に下落し、現時点では事業化は困難である。このことを事前に予測するのは困難であったと思われるが、例えば、石油価格がいくら以上なら事業化が可能、というような指標が提示されればよかった。
- ・ バイオ燃料製造においては原料の調達とともに、廃棄物の利用あるいは処理が課題となる。
- ・ 現在は廉価でキャッサバパルプを利用できるが、利用方法は種々検討されているものと思われる。潜在的競合の分析は難しいが、情報を収集することが必要。競争力の正確な位置づけを常に行うことを期待。
- ・ 我が国が強みを有するとまで、言えたかどうか不明である。高温性酵母の利用は一つの特筆すべき点であるが、その他は特段、他と競争力を持つほどの技術、知見であるかと問われると疑問に感じた。タイ国にとっては十分貢献出来るように感じられたが、我が国のエネルギーセキュリティの確保に資するものか、不十分であったように思われる。

- CO2削減だけでなくタイにおけるエネルギー安全保障への貢献も強調すべき。ただ、一般論として公共性はあるものの、現実の市場で価値を持つには、農業の付加価値の増大、特にキャッサバの副産物であるパルプからのバイオエタノール製造も含めその価値が重要となるが、課題が市場の問題となると公共性は薄くなる。これへの対応として一個の例の成功を目指すのではなくこれが他の同様な技術の市場進出の刺激となることをしめすことが重要。しかしながらこの点についての説明が薄い。全体の位置付けの中では波及効果（普及した場合の他の同様な副産物利用技術への波及）を如何に評価するか、またいかに大きくするか検討すべき。
- バイオ燃料製造においては原料の調達とともに、廃棄物の利用あるいは処理が課題となる。廃棄物の処理法を明確にした上で、事業の位置づけを検討すべきである。これは経済性とライフサイクルでの温室効果ガス削減量に大きく影響する。

2. 2 実証事業マネジメントについて

相手国との関係構築に関しては、実証事業の実施にあたり税金の取り扱い、エタノール製造免許の取得等の手続きの支援など、対象国における政府関係機関から必要な協力が得られた。実施体制の構築についても、委託先は実証試験の実現に向けた体制が確立できていたと考えられ、人的支援にも積極的で、本事業への関心の高さがうかがえる。特に選定された実証サイトは、現地最大級のキャッサバデンプン製造企業であり、原料確保の点で大きな強みを持ち、バイオエタノール技術の波及効果の点から評価できる。

事業内容・計画について、本実証事業では原料の性状変化に対し、各種工程の改良で対応したが、それには高度な技術と経験が必要である。技術的な課題として、大規模事業を行うには、できるだけ自動運転ができるように、原料性状の変動に対応する製造プログラムを取りまとめておく必要がある。

一方、事業内容に関して、スターチ工場やエタノール工場にこれだけの投資をさせる魅力が感じられないため、今後の事業化案に関して不透明感が残る。事業化を推進するための活動や施策への後押しなどの提示が必要ではないか。また、継続的に収益が生み出されるよう、技術や契約面での改良を期待するとともに、タイ国政府の公的支援を受ける上では、エネルギーだけではなく、農業の付加価値向上の観点からもアピールすべきである。

<肯定的意見>

- ・ キャッサバパルプは、現在は残渣であるが、いずれ有効利用に向けて様々な取り組みがなされると思われるので、現地最大のキャッサバデンプン製造企業との協力は原料確保の点で大きな強み。普及時の販売ルート検討などでも貢献が期待できる。
- ・ 実証事業の実施にあたり、適切なデータ取得、評価が行われている。
- ・ 相手国の資金負担については不明であるが、税金の取り扱い、エタノール製造免許の取得等の手続きに支援が得られ、良好な関係が築かれたと判断できる。人的支援にも積極的で、本事業への関心の高さがうかがえる。政権交代の影響で MOU 締結が遅れたが、適切に対応できたと判断される。
- ・ 適切な役割分担及び経費分担がされていたと考える。対象国における政府関係機関より必要な協力が得られたように考えられた。対象国における諸規制等に適合していた。実証事業の実施に関し協力体制が構築されていたと考える。委託先は、実証事業の実現に向けた体制が確立できていたと考える。
- ・ 相手国との関係構築、実施体制の構築、ならびに事業内容・計画の中でも実施体制の構築を中心に着実に進めてきていること、特に選定された実証サイトはバイオエタノール技術の波及効果の点から評価できる。また、相手国との関係構築や体制についても配慮がなされていると評価できる。

<改善すべき点>

- ・ 進展はまだ途中であり改善の余地がある。とくに実施体制構築の中でカウンターパートとなる事業者がエタノール製造ライセンスを得ながら生産していなかった理由を掘り下げるべき。逆にどのような状況であれば実際にライセンスを利用してバイオエタノールを生産していたのか？過去の原油価格が高い時期でも考慮されなかったのか？また、本事業ではキャッサバパルプの原料としての安さが競争力に重要であるが、キャッサバパルプの価値が上がればその価格も上昇すると考えられる。どれほど上がるのか、無視できるのかの、具体的分析を示すことが望ましい。また、タイ国政府の公的支援を受ける上ではエネルギーだけではなく農業の付加価値向上の観点からもタイ国政府にアピールすべき。またキャッサバ・スターチ製造業者の立場からの本事業への評価を向上させるべく、スターチ産業とのさらなる関与が望まれる。
- ・ 事業内容・計画の妥当性に関して、タイ国内でエタノールの需要があるものの、スターチ工場やエタノール工場にこれだけの投資をさせてみたいと思わせるだけの事業内容になっていたとは感じられなかった。それ故に今後の事業化案に関して不透明感を残している。今後の経済状況を含め、事業化を推進するための活動や施策への後押しなど、何らかの指針を併せて提示する必要があるように感じられた。
- ・ 菌を含め技術の管理・囲い込みの仕組みは十分か。継続的に収益が生み出されるよう技術や契約面での改良を期待。
- ・ 原料性状の変化を気候変動の影響ととらえているが、保管中の性状変化等、他の影響も考えられる。これについては詳しい分析が必要である。また今後、タピオカ製造工程の変化によっても、デンプンの含有量が変わる可能性がある。原料の性状変化に対し、本実証事業では各種工程の改良で対応したが、それには高度な技術と経験が必要である。大規模事業を行うには、できるだけ自動運転ができるように、原料性状の変動に対応する製造プログラムを取りまとめておく必要がある。

2. 3 実証事業成果について

実証事業では、当初設定された4つの課題（①水和・糊化、②高温発酵酵母、③連続蒸留、④菌株の維持管理）に対応する技術が確立され、目標が達成されたと評価する。一定程度のエネルギー代替、CO₂削減が見込まれ、経済性、省エネ性についても、所定の効果を挙げていると評価できる。また、課題解決の方針が明確で、成果として評価できる。

CO₂削減量評価については、石油代替エネルギー効果を経由した試算は示されたが、化石燃料投入をベースとしたCO₂排出量評価、及びCO₂以外の温室効果ガスにも着目すればより精緻な試算となる。

廃棄物処理に関して、キャッサバパルプの別用途での機会、特にバイオガスや直接燃焼・混焼などによるエネルギー利用は無いのか、これらを考慮したリスク対策が望まれる。

実証試験であるので、今後、更なるスケールアップにおいて、技術優位性や蓄積された知見を収集して欲しい。また、制度面での支援があることが前提になっているが、制度変更時の対策の検討も必要である。

<肯定的意見>

- ・ 当初設定された4つの課題に対応する技術が確立され、目標が達成されたと評価する。
- ・ 概ね事業内容・計画目標を達成していたと考えられた。課題解決の方針が明確で、成果として評価できるものであった。
- ・ 経済性、省エネ性、CO₂削減効果について、所定の効果を挙げていると評価できる。
- ・ 菌の輸送を含め現地の分析は行われ、また対策も検討されている。一定程度のエネルギー代替、CO₂削減が見込まれる。
- ・ キャッサバパルプを原料とするところから分析、事業の独立性を明確にしている点は評価でき、実証事業としての目的は達成していると考ええる。

<改善すべき点>

- ・ エネルギー収支については、プラント建設、運用時の薬剤投入など、ライフサイクルの視点での評価とすべきである。ただし、現在の試算でもオーダーとしては合っているため、問題は少ないと考える。CO₂削減量評価について、石油代替エネルギー効果を経由した試算ではなく、化石燃料投入をベースとしたCO₂排出量評価、及びCO₂以外の温室効果ガスにも着目すれば、より精緻な試算となる。実証試験であるので、今後、更なるスケールアップにおいて技術優位性や蓄積された知見を示して欲しい。
- ・ コスト面の改良、また生産量が増えれば販売も重要になる。より多くの収入を得られる販売の仕組みの検討が必要。技術移転は現地側に必要であるが、それに見合う収益を日本側が得られるビジネスモデルの検討が必要ではないか。バイオ燃料の導入義務化の制度面での支援があることが前提になっているが、制度の持続可能性についての分析、制度変更時の対策の検討はなくてよいのか。

- 化石エネルギー削減効果と、温室効果ガス排出削減効果については、一定の成果が得られたと思われるが、より詳細な分析が必要である。特に廃棄物処理に関する報告が不足している。
- スターチ事業者からみたリスク分散の観点からの価値も入れるべきであろう。原料価格の変動に対するリスク対策がほしい。またこれに関連してキャッサバパルプの別用途での機会費用を示した方がよい。とくにバイオガスや直接燃焼・混焼などによるエネルギー利用は無いのか、あるとしたらこれらとの競合を如何に評価するのか等。また、キャッサバからのスターチ抽出技術につきキャッサバパルプに残るスターチ残渣につき今後とも実証で得られた量が確保できるのか、あるいは本技術とキャッサバからのスターチ抽出技術の競合についても本技術が今後とも有効であるのかにつき説明が必要。

2. 4 事業成果の普及可能性

事業の競争力として、石油価格との関連性によるバイオエタノールの競争力評価には、不透明な要素も残るが、概ね現行の政策が継続することを前提とすれば一定の市場性はある。バイオ燃料を安定した価格で供給できれば、その安定性が需要者の利点であり、現在の石油価格より多少高くても普及の可能性はある。ただし、廃棄物の扱いについて詳細な分析が必要である。

普及体制に関しては、現地の有力タピオカデンプン製造企業の協力が得られており、対象国で事業化する際に、政策の動きを良く知るうえで有用である。普及に資する営業活動・標準化活動は今後に期待する。

ビジネスモデルとしては、現在原油価格の影響で事業環境が厳しい。市場規模、省エネ・CO2削減効果は妥当と言えるが、例えば原料価格や調達コスト、製造規模等を、今後精査してもらいたい。また、普及時において日本企業はどのようなビジネスモデルを持つのか検討も必要である。

再生可能エネルギー支援、キャッサバパルプ利用の優遇制度があり、事業化・普及には好条件であるが、現地での政策の持続可能性に留意が必要である。タイ国政府の政策方針、エネルギー安全保障や農業の付加価値向上にといった、アジアにおけるキャッサバ産業へ貢献するあらたな技術的選択肢を提示できたという点で、大いに意義がある。政策リスク回避に向けた関連情報の早期把握、政策サイドとの対話なども積極的に行い、政策形成・支援措置は今後、2国間クレジット活用などを考慮し進めて欲しい。

<肯定的意見>

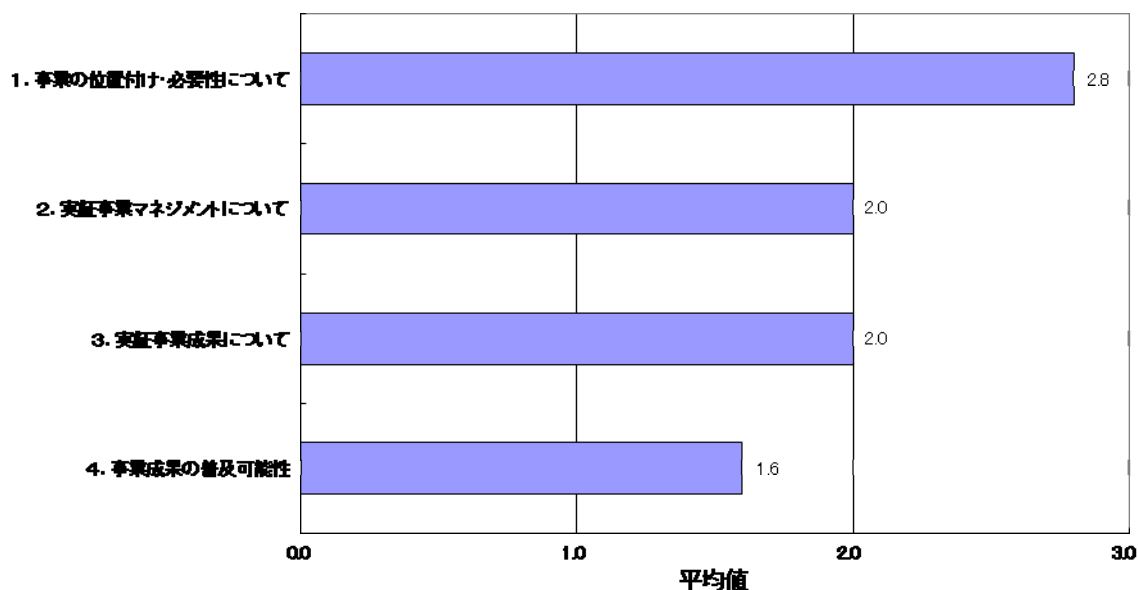
- ・他の普及可能性がある国において需要見込みがあるように感じられた。事業リスクは整理されていた。政策形成・支援措置は今後、2国間クレジット活用などを考慮し進めて欲しい。
- ・(1) 事業成果の競争力、(2) 普及体制、(3) ビジネスモデル、(4) 政策形成・支援措置)につつまんべなく検討されていることを評価する。とくにタイ国政府の政策方針や、エネルギー安全保障や農業の付加価値向上にといったアジアにおけるキャッサバ産業へ貢献するあらたな技術的選択肢を提示できたという点で大いに意義がある。また、本事業が日本の独自技術によるものでありながら、現地における試行錯誤とともに現地の人材育成に役立つ点を示している点も評価できる。
- ・対象国の政策に合致しており、原料についても相応のポテンシャルがあることから対象国における需要の見込みはある。他国については政策次第であろう。本実証事業で対象国のパートナー企業の協力が得られており、対象国で事業化される可能性はある。現状では石油価格が低く、事業化は厳しいと報告しているが、油価は政治的、社会的影響を受けて大きく変動する。これに対して、バイオ燃料を安定した価格で供給できれば、その安定性が需要者の利点である。現在の石油価格より多少高くても、価格を安定させることができれば普及の可能性はある。

- ・ 石油価格との関連性によるバイオエタノールの競争力評価には不透明な要素も残るが、概ね現行の政策が継続することを前提とすれば一定の市場性はある。他の資源を活用したバイオエタノール生産と比較しても競争力は認められる。
- ・ 再生可能エネルギー支援、キャッサバパルプ利用の優遇制度があり、事業化・普及には好条件。キャッサバパルプはバイオマス液体燃料の中でも経済性の面では限界的供給源であり、現地での政策の持続可能性に留意が必要（バイオエタノールの中で20%を占める場合のコスト負担の総額など）であるが、現地、有力タピオカデンプン製造企業との提携は政策の動きを良く知るうえで有用。廃棄物利用であり限度はあるものの、一定のCO₂削減効果は期待できる。残渣処理の規制強化の可能性もあり、廃棄物対策としての価値もある。

<改善すべき点>

- ・ 廃棄物の扱いについて詳細な分析が必要である。分科会では残渣を原料とするメタン発酵の導入が示されたが、コスト計算と環境影響評価にそれが組み入れられているのかどうか不明である。一般にメタン発酵施設のコストは高い。
- ・ 総合評価欄にも記載したが、政策リスク回避に向けた関連情報の早期把握、政策サイドとの対話なども積極的に行うことが望ましい。
- ・ 事業成果の競争力とビジネスプランに不安が残る。すなわち、まとめにあるコストで事業性のあることを確認したことと、現在の事業環境が厳しいと評価していること矛盾していないか？事業環境が厳しいとは？事業環境を整えればとは？原油価格の上昇を待つ以外に改善策はないのか？具体的対応策を示した方がよい（ビジネスプランとして説得力に欠ける）。また、市場規模も、タイ国だけでなくアジア全体あるいは世界での可能性についても説明がほしい。さらに経済性では計れない社会的・公共的な意義は、タイ国政府にとって重要な点であり、経済的支援につながる。本事業における具体的経済的支援については免税が挙げられているが他の具体案は？どこをどう改善すればさらにタイ国政府にアピールできるのかにつき、さらなる分析と対応策の検討がほしい。
- ・ 再生可能エネルギー支援、キャッサバパルプ優遇制度が前提であり、制度変更リスク対策も念頭におきつつ、コスト引き下げ努力が必要。なお、普及時における日本企業はどのようなビジネスモデルを持つのか要検討。また、長期的な製品販路として航空燃料も検討されては如何か（航空部門は液体燃料に代わる代替燃料は現状想定されていない）。
- ・ 競合他社に対する強み・弱みの分析をさらに進めて欲しい。他からのエタノール製造に関してより技術優位性やコスト優位性を打ち出せると良い。
- ・ 普及に資する営業活動・標準化活動は今後に期待する。
- ・ 本技術が一社オリジナルな技術として確立しているのか？それとも他企業も利用できる技術であるのか？採択された企業のみなのか、他の日本企業が継続的に事業に関与できるスキームとなっているかは不透明であった。
- ・ 市場規模、省エネ・CO₂削減効果は妥当と言えるが、例えば原料価格や調達コスト、製造規模等、少し実現味が欠ける印象がある。今後精査してもらいたい。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	B	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	2.8	A	B	A	A	A
2. 実証事業マネジメントについて	2.0	B	C	B	A	B
3. 実証事業成果について	2.0	B	B	B	B	B
4. 事業成果の普及可能性	1.6	C	C	A	B	C

(注)) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

<判定基準>

1. 事業の位置付け・必要性について

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた→D

3. 実証事業成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

2. 実証事業マネジメントについて

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

4. 事業成果の普及可能性

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・見通しが不明 →D

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業
/キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事
業(タイ)」

事業原簿

担当部	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部
-----	--------------------------------------

—目次—

本紙	I-3
用語集	I-10

本 紙

		最終更新日	平成 28 年 7 月 27 日
事業名	国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業		
実証テーマ名	キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業(タイ)	プロジェクト番号	P93050
担当推進部/ PM、PTメンバー	<p>新エネルギー部 PM 氏名 井出本 穰 主査(28年4月現在) PTメンバー氏名 鈴木 剛 主査(28年4月現在) PTメンバー氏名 矢野 貴久 主査(28年4月現在)</p> <p>国際部 PTメンバー氏名 檜垣 徹 主査(28年4月現在) PTメンバー氏名 浅井 美佳 主任(28年4月現在)</p> <p>新エネルギー部 PMまたはPTメンバー氏名 大久 幸昭(26年4月～27年7月) PTメンバー氏名 澤 誠治 主査(26年1月～27年11月) 担当者氏名 土生 和典 主査(25年4月～25年12月) 担当者氏名 西川 向一 主査(23年12月～25年3月) 担当者氏名 齋藤 紳一郎(25年7月～26年7月) 担当者氏名 鷲見 勇(25年4月～25年7月) 担当者氏名 木村 聡輔(22年12月～25年3月) 担当者氏名 山下 恭平(23年5月～24年8月)</p>		
委託先	<p>サッポロビール(株) PM 三谷 優 平成23年12月～平成27年11月 TM 渡里 彰 平成23年12月～平成27年11月 阿部 透 平成23年12月～平成27年11月 清水 千賀子 平成23年12月～平成27年11月 駒田 義広 平成24年10月～平成27年11月 澤田 和宜 平成23年12月～平成25年12月</p> <p>磐田化学工業(株) PM 阿野 明彦 平成23年12月～平成24年9月 関口 喜則 平成24年10月～平成27年11月 TM 池田 健太郎 平成23年12月～平成24年12月 高野 喜明 平成23年12月～平成24年9月 夏目 裕二 平成23年12月～平成24年10月 伊藤 千鶴 平成24年10月～平成27年11月</p>		
1. 事業の概要			
(1)概要	<p>タイでは、近年の急速な経済発展により、エネルギー消費量が著しく増加する傾向にあるものの、その大半を輸入に依存している。このため、タイ国政府は、輸入石油依存度低減（エネルギー自給体制の確立）等に向けた燃料用エタノールの導入を推進しており、今後の導入拡大に向けて、バイオエタノールの増産を目指す意向である。</p> <p>タイ国はキャッサバ生産量が世界第 2 位であり、これの主要農産加工産業であるキャッサバスターチ製造からは副産物としてキャッサバパルプが大量に発生する。キャッサバパルプは土壌改良材に利用される以外は一部が家畜飼料の添加物に利用される程度であり有効利用されているとは言えない。</p>		

	<p>本事業では、安価で豊富なバイオマスであるキャッサバからデンプンを抽出した農業残渣のキャッサバパルプを原料とするバイオエタノール製造技術を確認し、今後の普及を図ることを目的として実証事業を実施する。</p>
(2) 目標	<p>〔実証事業の目標〕 石油代替エネルギー効果目標値：22,571kL/年 温室効果ガス削減目標値：62,736t-CO₂/年 (エタノール生産能力 30,000kL/年 (稼働日数：年間 300 日) での試算結果)</p> <p>現在有効活用されていないキャッサバパルプを原料に、代替エネルギーとしてのバイオエタノールを製造することにより、タイの化石燃料消費量を低減させ、温室効果ガス排出量を削減するとともに、タイにおけるバイオエタノールの生産能力向上、安定供給、生産コストの低減ならびにバイオエタノール製造技術の普及を目指す。 実証事業の目標を達成するための技術課題は主に次の 4 点である。</p> <p>①水和・糊化 キャッサバパルプ (風乾物) は 40%弱のスターチ、約 25%のリグノセルロース、25%ほどの水溶性食物繊維などの炭水化物が含まれる。蒸留工程で過剰にエネルギー消費しないためには発酵液に 8 v/v%程度のエタノール濃度が必要であり、風乾キャッサバパルプ濃度 25 w/v %という高濃度を調製する (仕込む) ことを目標とした。原料水和・糊化装置に高速蒸煮を用い、条件の確立を目指した。</p> <p>②高温発酵酵母 並行複発酵には高温発酵 (40℃) が可能な <i>Kluyveromyces marxianus</i> を用いて、8v/v%程度のエタノール濃度を得る (温度 40℃) ことと、高温発酵により糖化・加水分解酵素の至適温度 (50℃～60℃) に近づけ、酵素使用量低減を狙った。加えて、<i>Kluyveromyces marxianus</i> のペクチナーゼ産生による追加的発酵液粘度低下も目論んだ。</p> <p>③連続蒸留 発酵終了後のキャッサバパルプ液は多量の固形物 (乾燥重量で 10%) を含む。蒸留工程前処理に固液分離を採用すると製造コスト高の要因になることから、発酵液の蒸留塔への直接連続投入・連続蒸留による蒸留方法の確立を目標とした。</p> <p>④菌株の維持管理 使用菌株候補である高温発酵性酵母 <i>Kluyveromyces marxianus</i> をパイロットプラントに安定供給する方法を確認するために、菌株の輸送法の確立、菌株長期保管方法の確認及び酵母の活性評価試験系の構築を目標とした。</p> <p>本技術実証は、以上の課題のソリューションを得るために、想定される商用設備サイズのおよそ 1/30 のパイロット設備 (発酵槽 10kL 容) を製作して実証試験を行った。</p>

(3)内容・計画	主な実施事項	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	
	① 現地調査・協定関連業務		————				
	② 設計		————				
	③ 機器製作・輸送			————			
	④ 据付・試運転			——			
	⑤ 実証運転				————	————	
(4)予算 (単位:百万円) 契約種類: (委託)	会計・勘定	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	総額
	特別会計(需給)	2	24	421	39	20	506
	総予算額	2	24	421	39	20	506
(5)実施体制	MOU 締結先	タイ科学技術省国家イノベーション庁 (National Innovation Agency)					
	委託先	サッポロビール株式会社、磐田化学工業株式会社					
	実施サイト企業	EBP エタノール株式会社 (EBP Ethanol. Co., Ltd.)					

2. 事業の成果

①水和・糊化

スチームクッカーを採用した。クッカー滞留空間時間；1分、0.2-0.3 MPa、100 - 105 °Cの至適条件を得た。実証試験中、適宜キャッサバパルプ水和・糊化物のヨウ素デンプン反応を調べたところ、本操作条件でキャッサバパルプのスターチが十分糊化されることが確認された。

②高温発酵酵母

エタノール発酵法として普及している *Saccharomyces cerevisiae* (32°C) より高い発酵温度 (40°C) を採用し、ペクチナーゼ産生効果も寄与したことで、繊維素分解酵素使用量を酵素メーカー提案量の 1/10 に低減できた。キャッサバパルプのロット差が大きく粘度低下に要する時間は 6-20 時間の開きがあったが、条件検討によって概ね 8 時間以内で高粘度スラリー (数 10,000 mPa・s) の粘度を低下する操作を開発した (粘度 数 100 mPa・s 台まで低下)。これにより冷却水量の大幅低減と操作時間短縮に成功した。

③連続蒸留

原料キャッサバパルプの水和・糊化法の確立、*Kluyveromyces marxianus* の使用、本原料用に開発したシーブトレイの採用によって棚段内部の汚れは少なく、連続操作に対応できると考察した。

④菌株の維持管理

- 菌株の輸送法の確立：スラントの形態で、発泡スチロール素材のボックス・保冷剤を用いた簡易包装での輸送で菌株能力に問題ないことを確認した。
- 菌株長期保管方法の確認：試験系を用いて保存菌株の能力評価を実施し、長期保管に耐えることを確認した。
- 評価試験系の構築：グリセロールストックした保存菌株からの液体培養試験までのプロトコル確定し、菌株評価基準を設定した。

3. 実証成果の普及可能性

キャッサバイモの加工工場にはキャッサバスターチ製造、その製造スターチを原料とするメディアフィドスターチ製造、キャッサチップ製造、そしてキャッサバペレット製造工場などがある。キャッサバチップ工場やペレット工場からはキャッサバパルプが発生しないことから、本技術実証事業の成果移転先としてはキャッサバスターチ製造工場が対象となる。キャッサバスターチ工場はタイ全体に約 90 工場あり、1 日当たり数 100 t の製造能力を有する大規模工場が 9 工場ほどあり、まずはこれらが有力移転先である [Thai Tapioca Starch Association (2015 年 10 月) ; (http://www.thaitapiocastarch.org/download_information_detail.asp?id=11), TTSA]。

スターチの 1 日当たりの製造能力が 900 t 規模の工場（タイ国内の工場としては最上位規模工場）では、キャッサバパルプ排出量は、キャッサバの作柄やスターチの市場動向によるが、乾燥品で年間 80,000 t に上る。エタノール生産にはスケールメリットを追求することが望ましく、少なくとも年間 30,000 kl 規模の商業生産が相応しいとされる。年間 30,000kl のバイオエタノールをキャッサバパルプのみで製造する場合、およそ 94,000 t のキャッサバパルプ（乾燥品として）を使用する。キャッサバスターチの製造能力 900 t/日の工場のキャッサバパルプ量は、年間 30,000 kl のエタノール生産には若干不足する。年間 30,000 kl 以上の商業製造に取り組むには、原料欠減のリスクを生じないしっかりした原料サプライチェーンの構築が必要である。それには近隣のキャッサバスターチ工場とのタイアップやキャッサバスターチ組合組織の連携の模索などが必要と推察される。

・バイオエタノール製造事業主体

技術実証試験はサケーオ県の EBP Ethanol Co., Ltd. で実施した。同社はキャッサバスターチ製造会社 Eiamburapa Co., Ltd. のエタノール製造事業を担う目的で設立された子会社であるが、本技術実証試験を開始する時点ではエタノール製造に着手していなかった。EBP Ethanol Co., Ltd. 及び Eiamburapa Co., Ltd. のバイオエタノール製造事業参入意欲を技術実証 FS にて調査したところ、強い希望があることが分かった。そこで、エタノール製造事業実施の能力を有するかを本技術実証の共同実施によって確かめ、さらには日本側による技術指導を反映した技術技能向上が認められるかについても確認した。その結果、EBP Ethanol Co., Ltd. 及び Eiamburapa Co., Ltd. は技術実証期間を通してバイオエタノール製造事業着手を希望し、そのための行政面や財務面での準備を進めていることを把握した。本技術実証事業の技術を導入したバイオエタノール製造事業の開始にあたっては、EBP Ethanol Co., Ltd. がバイオエタノール製造会社の核となり、これに加えてバイオエタノール事業のサプライチェーンを構成する各社、即ち、原料供給、製造技術、製品エタノール流通・販売などの機能を持つ事業者が何らかの構成体として参加することがバイオエタノール事業成功には望ましいと考察した。

・バイオエタノールの製造コスト等

エタノール製造コストの高低は製造設備の初期投資コストとエタノールの生産性に依る。生産設備については高額で特殊な装置機器類を使用しないプロセスの設計が肝要である。これについては、本技術実証のパイロットプラント試験を通じて技術開発を行い、ほぼ達成目処が得られた。エタノールの生産性は原料からエタノールへの各変換工程の効率に依る。その中でもキャッサバパルプに含まれる多糖類を酵母資化性糖に変換する酵素剤の使用量が主要なコスト要因となる。本技術実証では酵素剤使用量の至適化に注力して試験を行い、本技術実証の FS プロジェクト（キャッサバパルプからのバイオエタノール製造実証事業（タイ）実施可能性調査）で想定した使用量を下回る量のプロセス設計に成功した。

ユーティリティコストに関しては本試験で使用する耐熱性酵母の高温発酵によるメリットを最大限活用する。

・事業実施体制及び商業製造開始後の事業範囲

図 1 に商業製造開始後の事業範囲案を示す。バイオエタノール製造主体はバイオエタノール製造事業者単独、あるいは、バイオエタノール製造のサプライチェーンを構成する各事業者が参加した複合体が想定される。複合体にはバイオエタノールを製造する工場事業者の他にキャッサバ

パルプを排出するキャッサバスターチ製造事業者、キャッサバパルプの流通を担う集配卸事業者、生産技術の支援や製造装置の保守管理等を担う生産技術会社、そしてガソール製造事業者などが参加するのが望ましいと考えられる。

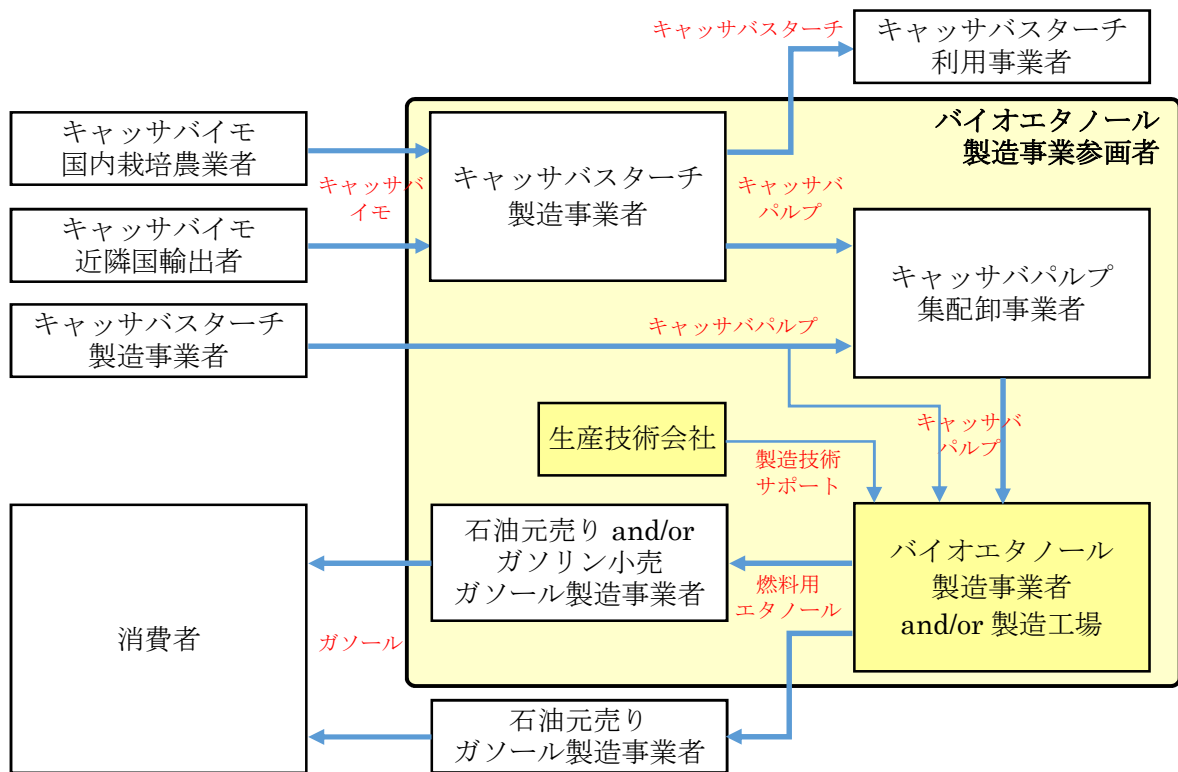


図1 バイオエタノール商業製造開始後の事業主体と事業範囲

- ・ キャッサバパルプの調達

キャッサバイモの流通形態は、現状のキャッサバイモ栽培農業者がキャッサバスターチ製造事業者販売に加えて、ASEAN 経済共同体が発足した今後は近隣のキャッサバ生産国からの低価格品輸入が増加すると思われる。バイオエタノール工場が購入するキャッサバパルプはキャッサバスターチ製造工場から直接購入するものに加えて、キャッサバパルプ流通の専門事業者から購入するケースも起こる。即ち、キャッサバパルプを原料とするバイオエタノールの普及に伴い、キャッサバパルプはコモディティ商品化する可能性があるため、専門の流通事業者による需給調整がバイオエタノール製造の平準化には好ましいと考えられる。

- ・ バイオエタノールの流通

バイオエタノール商品はガソール製造事業者販売される。今日、ガソール製造は石油元売り会社が担うが、ガソリン販売チェーン事業者などが自社でガソール製造を始めることも想定できる。バイオエタノール製造設備は幾分まだ高度な製造工程を使用していることから、設備ベンダーなどによる製造技術支援が欠かせない。製造されたガソールの最終消費形態はガソール販売スタンドから需要者への販売であり移動体による消費である。

- ・ 商業化における設備投資費用

本試算における商業規模エタノール製造プラントの製造能力は年産 30,000 kL とした。エタノール製造プラントの主要設備構成は前処理工程、液化工程、糖化工程、発酵工程、蒸留工程、ユーティリティー設備などである。年産 30,000 kL のエタノール製造プラント建設にあたって必要な設備費用はおよそ 5.0 億円と試算された。なお、EBP Ethanol Co., Ltd.は工場建設に必要な土地を既に保有しているため、土地購入代金は不要である。

- ・ 事業採算性評価のベースとなる前提条件
事業採算性評価のベースシナリオの前提条件を表1に示す。本前提に基づき回収期間を評価したところ、5年以内に可能である試算結果が得られた。

【表1 前提条件】

項目		内訳	備考
プラント製造能力		年産 30,000 kL	—
設備投資費用		5.0 億パーツ	—
プラント操業度		100%	—
エタノール販売価格		19 パーツ/L	2015年の政府リファレンス価格（平均的価格 24 パーツ/リットル）に対して、販価をその8割と想定した。
原料購入価格	ウェットパルプ	0.2 パーツ/kg	キャッサバスターチ製造工場の排出キャッサバパルプをグループ会社及びそれ以外から調達するとして、平均価格を想定した。
	ドライパルプ	2.5 パーツ/kg	キャッサバスターチ製造工場が乾燥加工するキャッサバパルプをグループ会社及びそれ以外から調達するとして、平均価格を想定した。
酵素剤費		2.0 パーツ/EtOH L	—
用役費		2.1 パーツ/EtOH L	—
人件費		1.3 パーツ/EtOH L	—
設備維持管理費		1.5%	設備投資費用の1.5%とする
原価償却費		10%	10年定額法を用いる
保険費		0.14 パーツ/EtOH L	—
廃棄物処理費		無し	—
土地購入代金		無し	製造事業実施主体の社有地を充当する
融資金額		5.0 億パーツ	全額借り入れとする
金利		6.5%	商業銀行の最低貸出一般金利とする
法人税		0%; 8年間 15%; 9年以降	BOIによる優遇税制適用を前提とする

4. 省エネ効果・CO₂削減効果

	実証事業段階	普及段階（2020）	普及段階（2030）
(1) 省エネ効果による原油削減効果	—	—	—
(2) 代エネ効果による原油削減効果	—	22,571kL/年	135,426kL/年
(3) 温室効果ガス排出削減効果	—	62,736t-CO ₂ /年	376,416t-CO ₂ /年
(4) 我が国、対象国への便益	<p>対象国には、増加するバイオエタノールの消費量に対して、非食料の農産物加工残渣を燃料用バイオエタノールに転換する新産業技術の普及によって、未利用農林残渣の有効利用や新たな雇用を創出する。</p> <p>本製造技術の普及によりタイ国内の化石燃料消費量が低減され、温室効果ガス排出量が削減される。更にインドネシアやカンボジア等の東南アジア諸国へ本製造技術が普及することで更なる化石燃料消費量の削減、温室効果ガス排出量の削減が見込まれ、我が国のエネルギーセキュリティ</p>		

	ティの確保に資する。
--	------------

用語集

用語	意味
ウェットパルプ	デンプン製造工程時に副産物として排出されるデンプン搾汁粕。
液化工程	酵素による加水分解で高分子の糖を低分子に分解し原料の粘度を下げるプロセスを指す。
ガソール	ガソールともいう。ガソリンに一定量割合のエタノールを混合したもの。
ガソール製造事業者	ガソリンとバイオエタノールを混合し、ガソールを製造する事業者のこと。
キャッサバ	キントラノオ目トウダイグサ科イモノキ属の熱帯低木。根茎にデンプン質を多く蓄積し、生食用、デンプン原料として熱帯地方で多く栽培されている。
キャッサバイモ	キャッサバの根茎部分でデンプン質を多量に蓄積している個所
キャッサバスターチ	キャッサバの根茎部分から得られるデンプンでタピオカと称せられる。
キャッサバスターチ組合	正式英名は Thai Tapioca Starch Association。タイ国キャッサバスターチ製造業界の組合組織
キャッサバパルプ	キャッサバの根茎部分からデンプンを搾汁した後のデンプン粕。
キャッサバペレット	キャッサバイモをランダムにカッティング又は押しつぶしたものを天日乾燥した乾燥キャッサバをペレット状に成形したもの
金利	商業銀行から調達した費用に掛かる利息
原価償却費	資産の購入金額を資産の耐用年数に渡って費用化する費用。
酵母資化性糖	酵母が資化可能な糖。多くの酵母は通常 3 単糖までの糖が資化可能である。
固形残渣	水不溶性の残渣物。液化、糖化、発酵処理を経ても分解・可溶化されなかった成分で、本プロセスでは主にリグノセルロースの一部、ペクチン質等。
サケーオ県	タイ国中西部に位置する。県西部はカンボジア国境となる。面積 7159km ² 、人口約 50 万を有する。北部地域はカオヤイ山地が連なり、域内のパーンシーダー国立公園は貴重な野生生物の宝庫である。
シーブトレイ	蒸留塔内部に棚段状に組まれたトレイ
商業銀行	個人および法人向けに預金業務や貸出業務、支払い決済手段の提供などを行う金融機関
蒸留工程	物質ごとの蒸気圧の差を利用して混合物の特定成分を濃縮する操作。燃料用エタノール蒸留の場合は低濃度のエタノール発酵液を蒸留し 99.5% 以上のエタノールに濃縮する。
人件費	プラントでの製造、管理、運営に関わる役職員の給与等に係る費用
水溶性食物繊維	水に溶ける種類の食物繊維。果物、野菜に多く含まれるペクチン、わかめなど海藻類に多く含まれるアルギン酸、生のこんにゃく芋に含まれるグルコマンナンなど。キャッサバなどのイモ類はペクチンが多量に含まれる。
設備維持管理費	プラントのメンテナンスに係る費用
設備ベンダー	ユーザーにプラント設備を提供している会社。
糖化・加水分解酵素	高分子の糖であるデンプン、セルロースなどをその構成糖単位又は複数の構成糖単位に分解する酵素
糖化工程	酵素による加水分解で酵母資化糖が形成されるプロセスを指す。並行複発酵を採用しているため発酵工程終了時まで糖化工程が続く。
土地購入代金	プラント建設のための土地の購入費
ドライパルプ	同上の搾汁粕を含水率 13%前後にまで天日乾燥したもの。

熱移動係数	伝熱において、壁と空気、壁と水といった2種類の物資間での熱エネルギーの伝え易さを表す値で、単位面積、単位時間、単位温度差あたりの伝熱量(すなわち単位温度差あたりの熱流束密度)である。
燃料用バイオエタノール	バイオエタノールのうち、燃料用に用いられるものを指す。流通の段階で不可飲処置、変性処理をする場合もある。
廃棄物処理費	プラント運転開始後の発酵残渣処理費
発酵工程	酵母により糖からエタノールを製造する工程
風乾キャッサバパルプ	キャッサバパルプはデンプンを搾汁した後の搾りかすとして含水率 80%程度の湿潤状態で排出される。これを天日乾燥し含水率 13%程になったもの
並行複発酵	発酵工程中に糖化が同時進行するプロセス。前もって糖化を完了させた後、発酵させる単行複発酵に比べ原料糖液濃度を高くする必要がないことから高濃度のエタノールが得やすい。
ペクチナーゼ産生	キャッサバイモ中に存在する水溶性食物繊維であるペクチンを低分子に分解する酵素(ペクチナーゼ)を発酵中に産生する
法人税	決算書上の税引き前利益に加算する税のこと。
保険費	プラント運転開始後の損害保険
前処理工程	原料キャッサバパルプの選別、粉碎、スラリー化の工程を指す。広義にはこれに液化・糖化工程を加えたものを指す。
ユーティリティーコスト	製造コストの内ユーティリティー(電気、ガス、水、湯、蒸気、空気、等)に係るコスト
融資金額	商業銀行からプラントの建設運営のために調達する費用
用役費	電気代、水道代、燃料代等のプラント運転に係る費用
リグノセルロース	植物細胞壁の成分であり、主にセルロース、ヘミセルロースそしてリグニンからなる。
BOI	タイ国投資委員会 Thai Board of Investment の略。投資政策の策定、投資案件の認可や恩典の付与を担うタイ工業省傘下の投資誘致機関
EBP Ethanol Co., Ltd.	100%EBP 社出資の子会社でエタノール製造、他を事業目的として設立。
Eiamburapa Co., Ltd.	タイ国サケーオ県ワッタナコン郡でキャッサバデンプン製造を営む。本製造技術実証事業での現地パートナー企業 EBP Ethanol Co., Ltd.の親会社。

2. 分科会における説明資料

次ページより、事業推進・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業(タイ)」(事後評価) (2011年度～2015年度 5年間)

実証テーマ概要 (公開)

NEDO
新エネルギー部

2016年 7月 27日

0

1. 位置付け・必要性(意義)

◆ 事業の目的・意義

【背景】

- ・タイ政府によるバイオ燃料の導入義務化に伴いバイオエタノールの需要は増加しているが、既存技術で対応可能な糖蜜は原料不足であり、更なる増産は望めない。

【意義と目的】

- ・一方、キャッサバ芋のスターチ残渣で食料と競合しないキャッサバパルプを原料とするエタノール製造技術は未確立。
- ・本製造技術の実用化および導入推進することにより、タイのバイオエタノールの増産、安定供給に資する。

1

1. 位置付け・必要性(意義)

◆ 目標と課題

【実証事業の目標】

- ・日本が卓越した技術を有する「キャッサバパルプを原料としたバイオエタノール生産技術」の有用性を海外に示すべく、**その普及に向けて、パイロット設備の実証試験(建設・運転)を行う。**
エタノール生産能力30,000kL/年(年間300日稼働)の商業プラントの普及に向けて、1,000kL/年に相当するパイロット設備を建設。

【技術課題】(後段P15で詳細説明あり)

①水和・糊化	原料と仕込水混和時における高濃度対策
②高温発酵酵母	発酵熱に耐え得る高性能酵母の実証規模での性能確認
③連続蒸留	多量の固形物を含有するモロミの連続蒸留
④菌株の維持管理	酵母菌の輸送、長期保管及び品質維持管理基準の策定

2

1. 位置付け・必要性(政策的必要性)

◆ 政策的背景

【タイ国のバイオ燃料振興策】

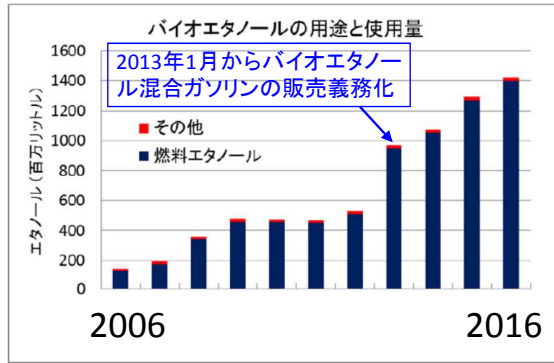
- ・Alternative Energy Development Plan 2012 – 2021 (AEDP2012)
2021年までに消費エネルギー量の25%を再生可能エネルギー等に代替することとされている。
- ・次のバージョンであるAEDP2015では、
2036年までに消費エネルギー量の30%を再生可能エネルギー等に代替することと改定された。

3

1. 位置付け・必要性(政策的必要性)

◆ 背景・バイオエタノール市場の動向

- ・タイにおけるバイオエタノール需要は、2013年のバイオ燃料販売義務化以降、2015年までに順調に増加し、2016年は140万kL/年に達する見込み。
- ・2036年の目標生産量(413万kL/年)に対応する製造能力確保のためには、現行の3倍以上の生産能力の増強の必要がある。



Alternative Energy Development Plan;
AEDP 2015 - 2036における
バイオエタノールの数量

- ・2015年の生産量(推定); 128万kL/年
- ・2036年の目標生産量; 413万kL/年

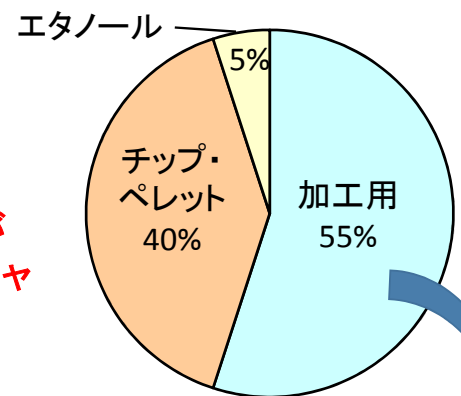
図2. 1. 3-9 バイオエタノールの用途と使用量

[GAIN REPORT, USDA Foreign Agricultural Service, Global Agricultural Information Network
(http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual%20Bangkok%20Thailand_7-13-2015.pdf); USDA]

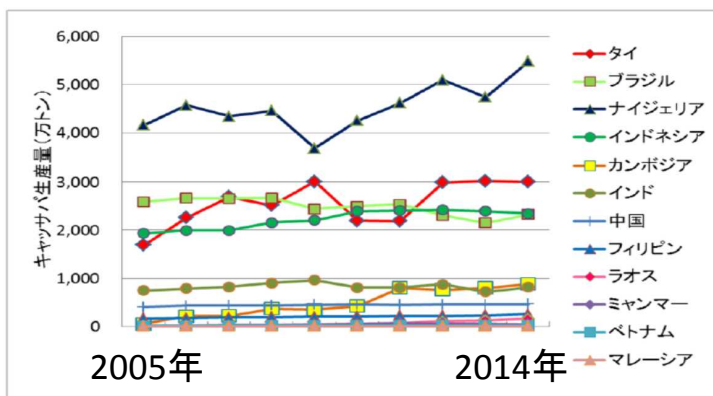
1. 位置付け・必要性(政策的必要性)

◆ 背景・原料のポテンシャル

- ・タイは**世界第2位**のキャッサバ生産国
- ・およそ半分が**デンプン製造等加工向け**
- 残渣として330万t/年の乾燥キャッサバパルプが発生し、106万kL/年のエタノール生産のポテンシャルがある。**



キャッサバの利用内訳



世界とアジアの主要なキャッサバ生産国の生産量 (FAOSTAT)



※キャッサバパルプ(乾燥):
スターチ 40%弱
リグノセルロース 約25%
水溶性食物繊維 約25%

1. 位置付け・必要性(政策的必要性)

◆ 環境・エネルギー分野への寄与

- ・未利用の**非可食バイオマス**の一つであるキャッサバパルプを原料としたバイオエタノール工場を創設し、食料と競合しないクリーンなエネルギーを生産することが大目標。

【環境・エネルギー分野への寄与】

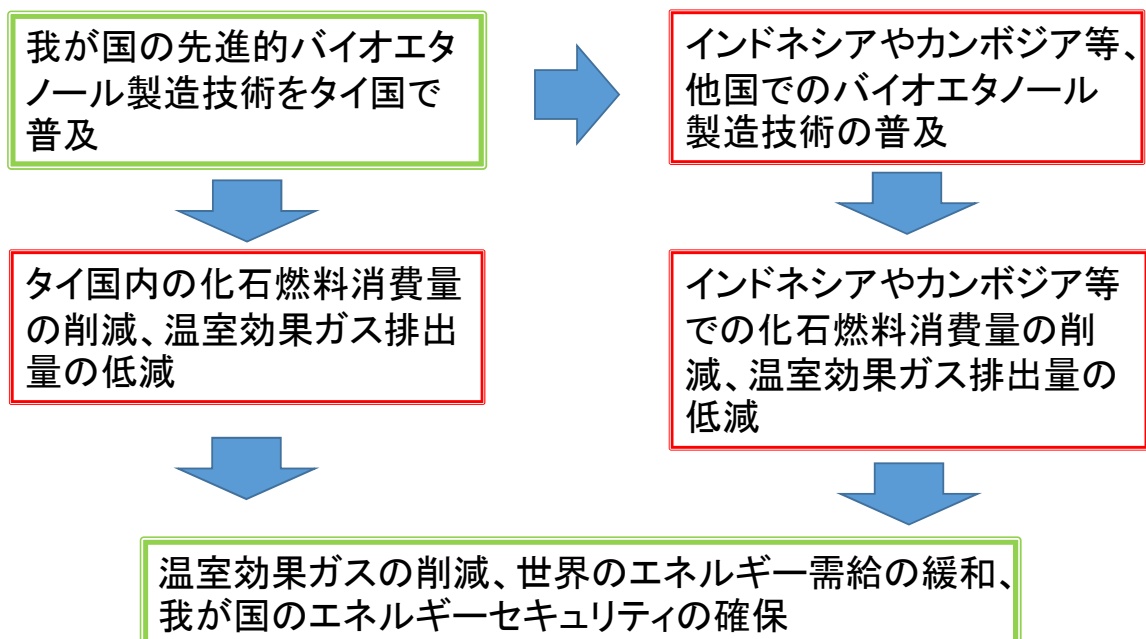
- ・事業目標に置いた3万kL/年の製造所9か所で**タイ全土で発生するキャッサバパルプの4割をエタノール化**でき、2016年バイオエタノール市場の**約20%をカバー**できる。

(GHG削減量はエタノール3万kL/年あたり6.3万t-CO₂、石油代替効果は2.3万kL/年と試算されるため、既存の工場9ヶ所に導入できれば、GHG約55万t/年、石油代替効果は約20万kL/年の見込み)

- ・なお、実行の工夫として、キャッサバでんぷん製造工場にバイオエタノール工場を**併設**することで**原料輸送エネルギーを最小化**。

1. 位置付け・必要性(政策的必要性)

◆ 日本(国／企業)としてのメリット



1. 位置付け・必要性 (NEDO関与の必要性)

◆ 本事業をNEDOが関与して実施する必要性

- ・海外で新技術の導入普及に際しては、実証プラント含め、実績作りが重要だが、**単独企業の実施は金銭面、相手国政府の協力獲得の面で非常に困難。**
- ・**関税減免などの対応も企業単独では困難。**



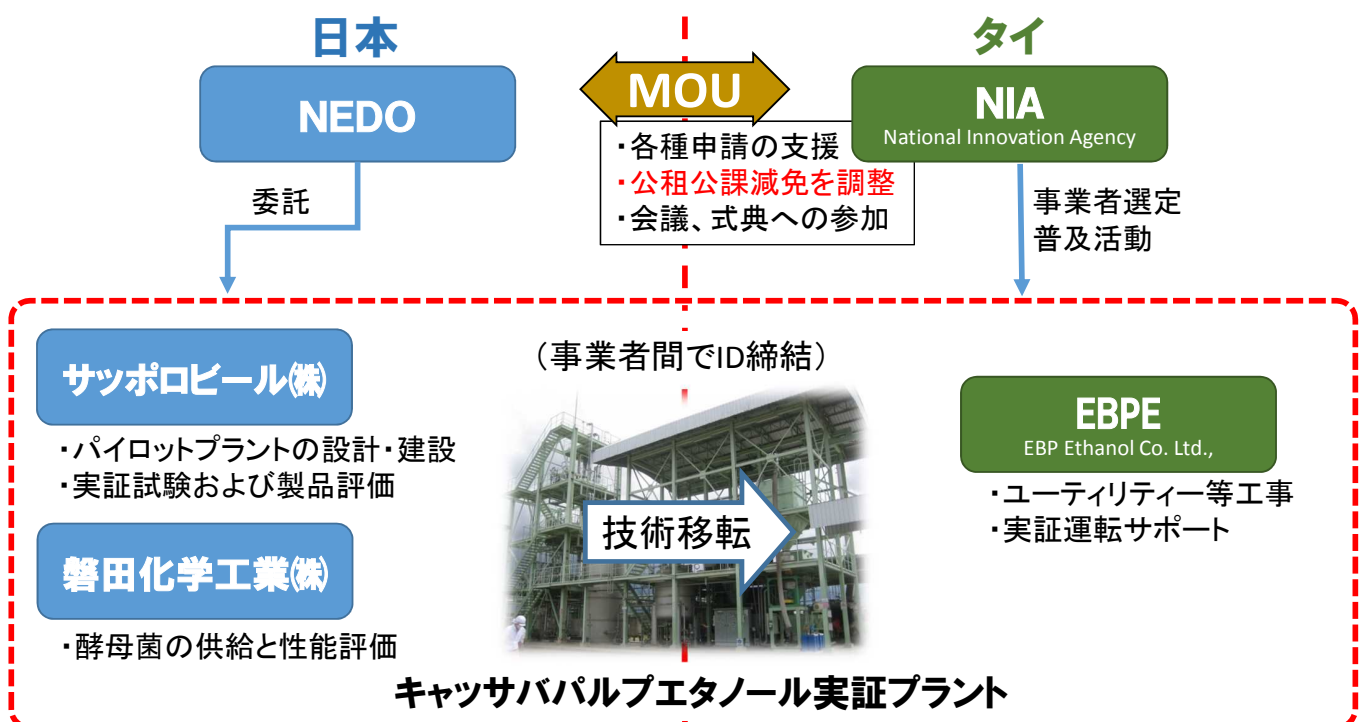
NEDOがプロジェクトオーナーとなり、カウンターパートである相手国政府機関(NIA)との間でMOUを締結した結果、

- ・事業全体をスムーズに推進。
- ・今回の実証設備に関する**関税・その他租税は日本側の負担なし。**
- ・事業化までのリスクを低減しつつ、普及セミナー等を活用して、当該技術に関心を持つ、相手国の実用事業者候補の信頼を獲得。

8

2. 実証事業マネジメント(実施体制の妥当性)

◆ 実証体制俯瞰図 実証体制及び役割分担



9

2. 実証事業マネジメント(相手との関係構築の妥当性)

◆NEDOによる相手国との関係構築の結果、NIAが実施したこと

【事業期間中】

- ① タイ側事業者(EBPE)の選定と業務支援
- ② 公租公課免除の調整(輸入関税、付加価値税)
- ③ エタノール製造免許取得の支援
- ④ 署名式典の開催(MOU、ID)
- ⑤ プラント竣工式の開催
- ⑥ 進捗会議への参加、協力
- ⑦ 本技術実証のセミナー(技術発表会)開催への協力
- ⑧ EBPE人材採用支援

【事業後】

- ① 商用事業化検討における関心企業とのマッチングサポート
- ② 商用設備建設における許認可申請等の支援
- ③ BOI申請の支援(法人税免除等)
- ④ タイ国内にて成果の普及を推進

10

2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

◆ 事業内容・計画

実証事業のスケジュールと執行金額実績

(単位:百万円)

年度	FY2010	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015
計画	実証前調査	MOU締結 輸出準備 輸送	組立て・試運転	実証運転		フォローアップ
実行	実証前調査		MOU締結 輸出準備 輸送 組立て・試運転	実証運転		
サッポロビール		2	22	418	36	20
磐田化学工業		0	2	3	3	1
合計		2	24	421	39	21

- ・MOU締結の遅れへの対応と、スケジュール遅れへの対応
- ・結果として、予定された期間で実証事業を完遂

11

2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

◆ 事業遂行において特筆すべきNEDOのマネジメント(1)

(MOU締結遅れへの対処)

【発生した問題】

政権交代に伴い、タイの新政府方針により、免税特権の行使に制限※を設けられたため、MOU締結に時間を要した。

※:新政府は、MOUにおける免税措置について、タイ-日本両政府の代表による署名を必要としたが、「日本政府代表による署名」は外務省所管につき、NEDOでの対応は困難

【対処】

MOUにおける関税の取扱に係る項目について、免税措置をNIAによる「努力義務」と規定し、措置が受けられない場合はタイ側(NIA、またはタイ企業)で対処することで合意に至った。

【波及効果】

本事業におけるMOU交渉で得た知見は、後のタイ国における別事業でのMOU交渉時にも関税の取扱に係る調整方法の一つとして活かされている。

12

2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

◆ 事業遂行において特筆すべきNEDOのマネジメント(2)

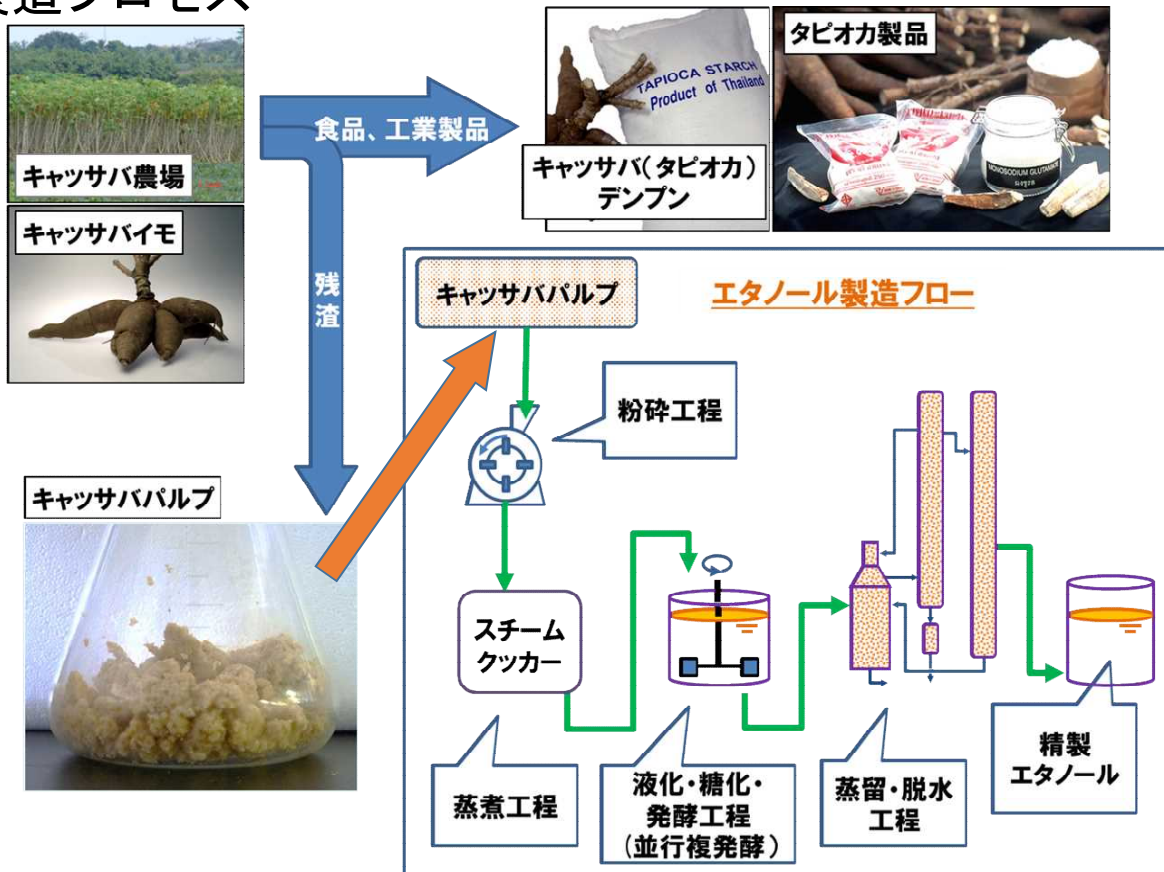
(情勢変化への対応)

1. 相手国サイドの政変による安全上のリスク
→ バンコク事務所とも連携し、緊密な情報共有を行い対処
2. 為替変動に伴う費用の増加(円貨)
→ 必要額の増加に対して、事業者のコスト低減活動を指導
3. 気候変動の影響(原料性状の変化等)
→ 原料の高濃度仕込み、液化・糖化工程の改良等に対処

13

2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

製造プロセス



14

3. 実証事業成果(事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

◆ 事業の成果・達成状況

目標と成果

	課題	目標	成果	達成度	残った課題 /変更した 場合はその 内容
①水和・糊化	原料と仕込水混和時における高濃度対策	原料濃度25w/v%の高濃度スラリーを調製する方法の確立。	スチームクッカーを採用し高速蒸煮を行い高濃度仕込に対応した。(クッカー滞留空間時間:1分、0.2-0.3 MPa、100 - 105 °Cの至適条件を見出した。)	○	
②高温発酵酵母	発酵熱に耐え得る高性能酵母の実証規模での性能確認	<ul style="list-style-type: none"> ・8v/v%程度のエタノール濃度を得る(温度40°C)。 ・酵素使用量低減 ・高粘度スラリーの粘度低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・8v/v%程度のエタノール濃度達成。 ・繊維素分解酵素使用量1/10に低減 ・粘度低下。(粘度 数100 mPa·s台まで低下) 	○	
③連続蒸留	多量の固形物を含有する高濃度モロミの連続蒸留	高濃度モロミの連続蒸留法の確立	本原料用に開発したシーブトレイの採用によって棚段内部の汚れは少なく、連続操作に対応できると考察した。	○	
④菌株の維持管理	酵母菌の輸送、長期保管及び品質維持管理基準の策定	<ul style="list-style-type: none"> ・菌株の輸送法の確立 ・菌株長期保管方法の確認 ・酵母の活性評価試験系の構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・スラントの形態で、簡易包装での輸送で菌株能力に問題ないことを確認 ・保存菌株が長期保管に耐えることを確認。 ・培養のプロトコール確定、菌株評価基準を設定。 	○	

◎:大幅達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

15

4. 事業成果の普及可能性(事業成果の競争力)

◆ 成果の競争力

●コスト水準(バイオエタノール)

- ・既存技術である、糖蜜・キャッサバを原料としたバイオエタノールの生産コストは21～23バーツ/L。
- ・キャッサバパルプ原料では、今回想定の3万kL/年プラント操業から19バーツ/L以下で生産可能と試算。
- ・キャッサバパルプ原料からのバイオエタノールは、タイの市場で十分に競合可能。

エタノール1リットルの生産費比較

	既存技術		今回技術
	糖蜜	キャッサバ	キャッサバパルプ
原料価格(バーツ/kg)	3.60	2.50	2.5
生産コスト(バーツ/L)	21.13	22.73	19.0以下

ALIC農畜産振興機構HPより

16

4. 事業成果の普及可能性(普及体制)

◆ 普及に向けた商用化案件形成に向けた取り組み

NIA: 当該技術の紹介と事業パートナーの探索

EBPE: 実証運転の継続と事業パートナーへの技術のアピール

サッポロ・磐田: 製造事業者またはO&Mでの参加を検討

→3者が連携して、パートナー候補と折衝中。

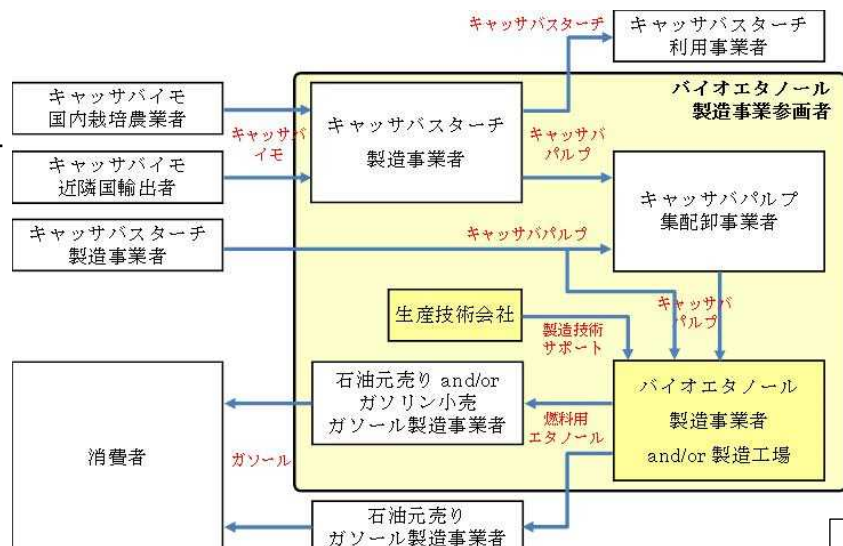
第1号工場の今後の予定

2016年; 事業体構築

2017年; 第1号工場建設着手

2019年; 工場完成

2020年; 商業生産開始



17

4. 事業成果の普及可能性(普及体制)

◆ まとめ

●技術の確立

FS調査で立てた課題について、実証試験により技術を検証し、確立した。

●コスト

実証試験の結果から、既存バイオエタノールに対して十分に競合可能であり、事業性があることを確認した。

●市場

バイオエタノール市場の拡大は十分に見込まれているが、現在は油価が低迷しており、事業化計画策定における事業環境は厳しいと認識されている。

●普及見込み

技術実証先は、事業化する意志があり、油価が上昇に転ずるなど、事業環境が好転すればすぐに事業化できるよう活動中である。

参考資料 1 分科会議事録

研究評価委員会
「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業/
キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業（タイ）」
個別テーマ/事後評価分科会
議事録

日 時：平成28年7月27日（水）13：30～16：50

場 所：NEDO 川崎 2102、2103 会議室 （ミューザ川崎セントラルタワー21F）

出席者（敬称略、順不同）

＜分科会委員＞

分科会長	芋生 憲司	東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
分科会長代理	小杉 昭彦	国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター アジアバイオマスプロジェクト プロジェクトリーダー
委員	井上 貴至	株式会社三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部 本部長
委員	本郷 尚	株式会社三井物産戦略研究所 国際情報部メガトレンド調査センター シニア研究フェロー
委員	山口 馨	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力支援ユニット 担任補佐 研究理事

＜推進部署＞

松本 真太郎	NEDO 新エネルギー部 部長
生田目 修志	NEDO 新エネルギー部 統括研究員
井出本 穰	NEDO 新エネルギー部 主査(PM)
矢野 貴久	NEDO 新エネルギー部 主査
鈴木 剛	NEDO 新エネルギー部 主査
奥山 剛	NEDO 国際部 部長
檜垣 徹	NEDO 国際部 主査
浅井 美佳	NEDO 国際部 主任

＜実施者※メインテーブル着席者のみ＞

阿部 透	サッポロホールディングス株式会社 グループ R&D 本部 価値創造フロンティア研究所 上級研究員
三谷 優	サッポロホールディングス株式会社 グループ R&D 本部 価値創造フロンティア研究所 主席研究員
関口 喜則	磐田化学工業株式会社 総務部長

＜オブザーバー＞

松坂 陽子	NEDO 国際部 主幹
名越 丹理	NEDO 国際部 職員

<評価事務局等>

徳岡 麻比古 NEDO 評価部 部長

保坂 尚子 NEDO 評価部 統括主幹

原 浩昭 NEDO 評価部 主査

議事次第

【公開セッション】

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明
 - 5.1 「事業の位置付け・必要性」「実証事業マネジメント」
「実証事業成果（概要）」 「事業成果の普及可能性（概要）」
 - 5.2 質疑

【非公開セッション】

6. 事業の詳細説明
 - 6.1 キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業（タイ）
「実証事業成果」「事業成果の普及可能性」：サッポロホールディングス（株）
 - 6.2 質疑
7. 全体を通しての質疑

【公開セッション】

8. まとめ、講評
9. 今後の予定・その他
10. 閉会

議事内容

【公開セッション】

1. 開会、資料の確認
 - ・開会宣言（評価事務局）
 - ・配布資料確認（事務局）
2. 分科会の設置について
 - ・分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
 - ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6. 「事業の詳細説明」及び議題7. 「全体を通しての質疑」を非公開とした。
4. 評価の実施方法について
 - 評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。
5. 事業の概要説明
 - 5.1 「事業の位置付け・必要性」「実証事業マネジメント」
推進部署より資料6-1に基づき説明が行われた。

5.2 質疑

5.1の内容に対し質疑応答が行われた。

【芋生分科会長】 ありがとうございます。

事業の概要について説明をいただきました。ただいまの説明に対してご意見・ご質問をいただくわけですが、技術の詳細につきましては後ほど議題6で議論しますので、ここでは技術以外の部分で「事業の位置付け・必要性」「実証事業マネジメント」等についてご意見、ご質問がありましたらお願いいたします。

【井上委員】 どうもご説明ありがとうございました。

最後に総括いただいたところに関係しますが、冒頭にタイでバイオ燃料の導入が義務化されているとありますが、これは法律か何かでいくら導入するという明確な導入義務としてあるのでしょうか。そうだとすると、最後の油価が低迷していて導入できないというところに対して、何らかの政策的な支援があるのでしょうか。

【井出本 PM】 1つ目の政策に関してですが、タイでは2013年1月に100%ガソリンの販売を撤廃し、E10、E20といったバイオエタノール混合ガソリンを販売するという形になっています。

【井上委員】 義務を達成させるために、何か政策的な支援や金銭的な補助というのは何か行われているのでしょうか。

【井出本 PM】 1つ目としてバイオエタノールを製造する事業者に対して、8年間の法人税の減免措置が1つあります。また、バイオエタノール混合ガソリンのほうですけれど、こちらでは混合ガソリンのコストの中に石油基金というものがある、ガソリンの混合割合の高いE10だとか、ハイオクは例外的に売れるようですが、そちらは高く石油基金をとって、E20とかE85といったエタノールの混合比率が高いガソリンに補助金を戻すといった形で、購入者もエタノールの混合割合の高いガソリンのほうが安く買えるといった政策をとっています。以上です。

【本郷委員】 同じところですが、今の話は規制というよりもむしろインセンティブの話だと思いますが、売ってはいけないという説明がありましたが、バイオ燃料が入っていないガソリンは売ってはいけないという規制があるのか、あるいはその場合はペナルティーを払うのか、そこはどうでしょうか。規制があるのであれば、油価がどうであれ油価と関係なく事業化できるのではないのでしょうか。また規制がないとすれば、油価どの程度に想定すれば、コマースに売れるということなのか、その関係を教えていただきたいと思います。

それからもう一つ、キャッサバパルプが安く手に入るという前提になっていますが、キャッサバパルプ自身の中にでんぷんがまだたくさん入っているということだと思いますが、でんぷんがそれほど入っていないければこのでんぷん質に目を付けて、燃料以外に使うというような別の需要もあるのではないかと、競合先があるのではないかと思います。そこはいかがでしょうか。

【井出本 PM】 1つ目には先ほどインセンティブと言う話もありましたけれど、100%レギュラガソリンは販売できないことで、これは規制みたいなものとなっています。事業化に関しては、油価でどのくらいの価格で行けるかというのは、一緒に取り組む方々の個々の投資判断もあり、一概に油価だけで決められるものではないと考えます。

【生田目統括研究員】 補足させていただきます。

まず本質的には、バイオ燃料の入っていないガソリンは全部販売禁止となっています。導入義務量の話ではなく、すべてに対応されています。実際に現地のガソリンスタンドではディスペンサがたくさんついています。ガソリンとしてはE10、E20、E85しかなかったという状況です。すなわちタイ国内の燃料需要の全てがこれで賄われている状況です。ただ買う時にたとえばE10を買うか、E85を買うかといった点は車側で対応が限定された車両もあつたりするかもしれません。それを見ながら、どのくらいE10を作るか、E20を作るか、E85を作るかというのは、石油を混合して作るメンバの経営の方針かなといったところがあるかと思います。

2 点目のでんぷんが入っていることにより、利用価値が変わってくるのではないかという点については、別の事例で申し上げますと、木質燃料のバイオマス利用するとき、2007 年では木質チップの値段が想定ではごみのような値段でこんな活用ができると言っていたら、火が付いた結果、今チップの値段が当時の想定 **10 倍以上**になっているということと同じことかと思っています。場合によってはそのようなことが起きる可能性もあります。もともと使いにくいからゴミになっていたキャッサバパルプの中に入っているでんぷん質なので、でんぷん事業に使えるようであれば、そういったことが起きてくるかもしれません。ただし、現状は捨てられていることからすると、適切に効率的に安くそのでんぷんを抜き出す技術とか工場とかが、まだ少ないのかなという認識です。今のところは説明に一部ありましたように、現状糖蜜から作る次はキャッサバパルプから作るということなのかなという状況だと認識しています。

【芋生分科会長】 確認させていただきたいのですが、タイではガソリン **100%**は認められていないけれど、どの混合率 (E10、E20、E85) にするか、全体のバイオ燃料の使用量をいくつにするかといった規制はないというところでよろしいでしょうか。

【生田目統括研究員】 商品ラインアップで、E10、E20、E85 があります。それを使えば使うほど、先ほど申し上げた石油基金からのペイバックというか、すなわち安く作ったことになるような利益が増えるような仕組みになっています。ですからそれぞれをどれだけ作らなければいけないという規制はどうもないようです。

【芋生分科会長】 そういう規制はないということですか。

【生田目統括研究員】 そこまでの調査はまだできていませんが、数量そのものに義務化はないようです。

【芋生分科会長】 2 番目の話に関係しますが、キャッサバパルプはタピオカの製造残渣ということですが、まだ結構でんぷんが含まれているようです。この点について、タピオカの製造技術というのはかなり成熟していて、残渣に残留するでんぷん量をこれ以上減らすことが難しいというのが現状なのか、あるいはまだまだこれから技術革新の余地があって、たとえばこれから残渣パルプ内のでんぷん残量が減っていくとエタノール生産も厳しくなっていくのかなということもあると思いますが、このあたりの状況はどうでしょうか。

【井出本 PM】 スターチ工場というのは古くからある製造事業で、ある程度技術は確立されているというところなので、さらにでんぷんをもっとたくさん有効に使うようにするような技術革新というのは起こりづらいところもあるのかなと思います。

【生田目統括研究員】 定量的に申し上げますとキャッサバ芋というのがあり、その中で **7 割**くらいは水であり、残り **30%**に物質が入っていて、そのうちの **20%+α**がでんぷんです。それをスターチに持ってくると **6 割**くらいがスターチ側にきます。その中ででんぷん質というのはその **1/3** くらいです。スターチ残渣として約 **40%**のキャッサバパルプが出てきて、その **40%**のうちの **30%**が水分、**5%**がでんぷん、**2%**がセルロースで、**3%**がリグニンその他といったアルコールにしにくいものということです。この **5%**のでんぷんと **2%**のセルロースがアルコールになる部分となります。先生方のおっしゃっていることはキャッサバパルプの分け方を変えることで、キャッサバパルプ内の **5%**のでんぷんでスターチの **20%**を増やせないかということだと思います。現状このくらいの状況で工場は操業されているようです。実際に工場も見てきましたが、ぐるぐる回して皮をむいて、ぐざぐざに刻んで、その後いくつかの熱的処理をして、最後は絞るかすという形でぼたぼたと出てきているので、さらにでんぷんを持ってこようとすると、たとえば薬剤処理とか何か別のプラントを付けるようなこととなりますので、もしかしたら金銭的にも経済的にもそのような処置がとられていないのかなと思っています。

【芋生分科会長】 わかりました。ありがとうございます。

私のイメージでは、全部がそうとも思えないのですが、タピオカの工場というのは小さくて、昔ながらの方法でやっているのではないかのイメージがあったので、技術革新の余地がないのかどうか気になっていたところでした。

【生田目統括研究員】 今回 NIA さんも含めて、カウンターの実業者としてやらせていただいた EBPE さんの工場はタイ最大ではないですが、大きめの工場でした。技術的にもかなり進んでいる方だったと認識をしています。ただお話を聞いた中では、その場所の工場は地理的にまだ土地がやせていると言うか雨の量とかの関係で、キャッサバ芋の中に含まれているでんぷんが他の工場に比べて低いので、そのあたりが少し悩みだと話されていました。その辺がもしかしたら今後の技術開発の上でキャッサバパルプ側に含まれているでんぷんをもうちょっと使える側に持っていく技術革新があるかもしれません。ただそれが起きると今回のキャッサバパルプからのアルコール分が減ってしまいますので、ちょっと痛しかゆしといった印象を受けています。

【芋生分科会長】 ありがとうございます。他にご意見・ご質問等ございましたらお願いします。

【山口委員】 今回はタイ政府による協力を受けているわけですが、タイ政府にとってのベネフィット・インセンティブというのは、当然技術はあると思いますが、他にどういったものがあるのでしょうか。なぜこういった質問をするかという、もともとバイオ燃料というのは、タイ政府もエネルギーセキュリティーの観点から、輸入するもの（エネルギー源としてのエタノール）を自分で作れるから自分で作ろうということがあったかと思いますが、今回示された分析というものは副産物としてのキャッサバパルプから始まった分析を示されています。

後でお伺いしたいと思いますが、私の意見としてはタイ政府からすると、なぜやりたいかという一つの考え方として、タイは農業国として農業の付加価値が高まればよいと考えていると思いますが、今回キャッサバパルプから始めた分析も当然必要なのですが、キャッサバあるいは農業全体に対する本件の経済性・価値というのはどこにあるのか。そういった観点からすると、必ずしもバイオエタノールの価格が高い低いといった観点から離れて、副産物としてのキャッサバパルプが他の使い道よりも若干でも価値があればよく、どれだけのリターンが他のものに比べてあるのかないのか、もしあれば少なくともタイ政府としてそれなりにペイする、または補助する価値が出てくるはずだと思います。そういった観点からも調べてみるのもいかがかなと言う気がしました。以上コメントです。

【生田目統括研究員】 ありがとうございます。

その点につきましては、タイ政府の方とそのアイテムでの議論はしていないのですが、タイ自身が世界第2位のキャッサバの生産国であり、その半分くらいがタピオカからでんぷん粉になって商業化されています。これが需要にかなりマッチしてしまっているの、農業国としてのタイがキャッサバそのものの生産量を倍に増やすといったことはあまり意識としていないと思います。それから、今実際にバイオエタノールを作っている原料は糖蜜ですが、もう一つの論調として少し始まっているのが、キャッサバ芋そのものからバイオエタノールを作るというのがあります。これについては、スターチとして使えるキャッサバ芋本体を全部使ってバイオエタノールにするよりは、キャッサバパルプという半分ごみの部分を使ったほうが良いといった話はしていたので、タイとしても、今回日本が持っている技術がタイで実用化できればタイにとっても良いことかなと思っております。あわせて先生のご指摘のことについてはこれから調べていきたいと思っています。

【鈴木主査】 補足させてください。

先生もご存じだとおもいますが、タイにおいてはキャッサバというのは主要生産物であって、補助金を投じてかなり農家を支えているという実情があります。かつキャッサバの半量は外国向けに輸出するという戦略作物になっていまして、国際相場の影響を非常に受けているという実態もあります。2003年に国際相場のキャッサバの価格が大きく下がった時に、タイの農家が大打撃を受けたということがあって、タイとして外国に売るのではなく、内需に向けて安定的にキャッサバの価格を支えたいという目論見もあって、キャッサバをエタノールにすることを政策的に推奨しているという背景があると思います。

【山口委員】 ありがとうございます。ちょっと補足させてください。

今回の事業の中の意義のところ、公共性の観点から言うと、技術的側面もそうですが、市場に出すというところで何がキーになるかと言うと、タイの立場から言うと農業の付加価値と他の技術への波及効果（普

及可能性ではなく)にあるのではないかと思います。日本では難しいけれどタイでは可能性があるといったコメントがありましたが、その点が大変重要なと感じております。今回の技術がキャッサバパルプではなく他のものに応用できるか、あるいは今回の事業提携で他の国あるいは他の事業者の参入に対してどのくらいインセンティブになるのかと言うのが、公共性の観点から重要になるのではないかという気がいたしました。どうもありがとうございます。

【芋生分科会長】 他にご意見・ご質問等ありますでしょうか。

【小杉委員】 キャッサバパルプはどこ工場でも排出されていると思いますが、有効な利用と言うのはされていないという理解でよろしいでしょうか。それとも、農家の堆肥になったりとかで意外とちゃんと使われていたりとか、そういったことがあるのでしょうか。それとも工場として困った廃棄物となっているのでしょうか。それともそれほど困っておらず、どこへ捨てても問題ないとか、または地域の農家が堆肥として持っていたりしているのかあるいは販売したりしているとか。そう言った点はどのような状況でしょうか。

【井出本 PM】 タイでは一部飼料として家畜の餌に使っているという現状があります。しかしほとんどは畑に土壌改質材としてすき込む様な形で利用されています。そのような状況で、あまり付加価値はない状況で、捨てているというのが役に立っているのかわかりませんが、多くは土に返しているという状況だと認識しています。

【生田目統括研究員】 廃棄物のようにお金を払って捨てているというところまでは行ってはいないですけど、使い勝手はありますが、ただ少し価値は低いと思います。それと先生がおっしゃるように、これを全部バイオエタノールに使ってしまうと、家畜の餌が減るとか畑のすき込み量が減ってしまうというのは少し考えなければいけないかもしれません。現状はただ捨てているとか燃やしているのではなく、家畜の餌や畑のすき込みといったことで土壌を復活させるものに使っているということですが、今回はそれをバイオエタノールということでもう少し価値の高いものに変えられるということだと思います。

【小杉委員】 廃棄物になるということであれば、パーム工場からの EFB (Empty Fruit Bunch) のような 1 日何トンも出てきてどうにもならない、燃やせもしないといった状況がありますが、このキャッサバパルプの場合はそういった状況は起こらないものなんでしょうか。そうでないと工場としてはかなりの額を投資して、エタノールを作るといったようなインセンティブが働くのかなと思いましたが、何かそういった策と言うか、たとえば環境に悪いと言った啓蒙運動的なところも、少し日本の技術が何かで対処すべきではないかと思いました。コメントです。

【芋生分科会長】 今のお話で、飼料として多少は使われているがそれほどではないということは、飼料としての価値が低いというか、あまり人気がないというように捉えられているのですか。

【鈴木主査】 キャッサバパルプは繊維質が多いので、主に牛の餌として使われますが、キャッサバパルプの中に含まれている毒性が多いので、あまり大量には食べさせることはできない。そういう意味で、人気がないというよりは、給与量を多くできないために需要が伸びていないという現状があります。

【芋生分科会長】 ありがとうございます。他にご意見・ご質問等ございましたらお願いします。

【本郷委員】 資料の 4 ページに需要の分析がでていますが、2030 年の再生可能エネルギーといった全体の数字があるわけですが、先ほどの説明でバイオエタノールのガソリンへの混ぜ方として最低 10%は混ぜるという話ですから、最低限需要がある。今いただいている説明ですと糖蜜から作る方が安いので、10%分についてはほとんど糖蜜でカバーしていて、そこからさらに増やしていくときに、このキャッサバパルプからのものが使われていく、というシナリオかと理解しました。

ここで 2036 年の目標量が 413 万 kL/年と現在の 140 万 kL/年の 3 倍増になっているわけですが、この時の前提としては E10 でしょうけれど、平均してみると何%くらい混合されると想定されているのか、またその時のガソリン需要は全体としてどのくらいか、逆に言うとガソリン需要全体が出てきて、それに対して平均的な混合率が出てくれば、この 413 万 kL/年という数字が出てくると思います。どのような世界を描かれ

てこの数字が出ているのか、この3倍増になる数字が出てくる背景を補足いただければありがたいと思います。

【生田目統括研究員】 これはAEDP (Alternative Energy Development Plan) 2012からAEDP2015に変わった中の記述を抜き出したにとどまっています。何らかの混合比率および想定の中でアルコールの部分はこれだけですというものです。

このAEDPの中では、バイオ燃料と言うのは大きく分けると、バイオエタノールの混合燃料とバイオディーゼルあるいはもっと希少なものはあるかもしれませんが、大きくはその2つです。この中にバイオディーゼルが持つポジションもあるはずで、この比率については今後の政策の中でも変わり得るということを考慮すると、413万kL/年はリジッドに計算されるものではないのではないかと思っています。ただ日本の基本計画と同じように、何万kL/年と設定したらそれを目指すというところもあるのかなと考えています。こちらを参照しながら、事業に取り組んでいるということで認識いただければ幸いです。

【芋生分科会長】 最後になりますが、油価の成り行きしだいで事業化する意思は十分にあるということでしたけれど、これは事業者が企業としてやってくれると、あるいは例えば国としてもこれに対する補助金が期待できるとか、あるいは日本の補助が期待されているとか、油価だけではなくいろいろな条件があると思いますが、このあたりはどういう展望になるのでしょうか。

【生田目統括研究員】 のちほどの非公開セッションのほうで具体的な部分の話しながら、事業者としてのEBPE、その他のエタノール製造会社と日本側の企業と両方の関係がありますので、その中で一部議論させていただければと思います。

【生田目統括研究員】 タイにおける燃料の販売の話で補足させてください。

ガソリンスタンドの燃料には、プレミアムガソリンと言うものが1つだけあります。これにはバイオエタノールは入っていません。正確な数字は調べ上げていませんが、全体の1%~2%と聞いています。これはたぶんタイでも、高級外車とかそういったものでバイオエタノールにどうしても対応できないものが一部残っているものについての対応ではないかと思っています。100%販売規制があると言いつつをしましたので補足させていただきます。ただし量は非常に少ないと聞いております。

【芋生分科会長】 いわゆるハイオクですか。

【生田目統括研究員】 ハイオクです。プレミアムガソリンと言うのは、プレミアムE10と言うのではなかったということです。確認したところ、プレミアムガソリンは2%弱程度あるということです。

【芋生分科会長】 それでは予定の時刻となりましたので休憩を取りたいと思います。

【非公開セッション】

6. 事業の詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

【公開セッション】

8. まとめ、講評

【芋生分科会長】 それでは最後のまとめと講評に入っていきたいと思います。委員の方に2分程度の講評をいただきたいと思います。山口委員からお願いしたいと思います。

【山口委員】 今回の事業の中で非常に評価すべきところは農業残渣を使っているところと、なおかつタイと言うエネルギー安全保障という観点からバイオ燃料を自国で有効利用しようというインセンティブの非常に強いところで今回事業をやったということが、非常に大きいメリットでありかつ効果的なところかと思いま

す。

私が若干気になっているのが、日本だったり NEDO だったり公的資金を使って関与するにあたりどこに意義を見つけるかというところで、今回は基礎技術と言うところではなく、いかに市場に出すかというところの観点から見ると、これがタイの農業やエネルギー安全保障だったり、アジア全体の経済やエネルギー安全保障に貢献するか、といったところにいかに今回の事業が貢献していくかというところにかかっているかと考えています。

そういった観点からすると、今回の事業がいかにそういった点に貢献するかというところが私にはちょっと見えなかったというところですか。おそらくタイ政府にとって今回の事業がいかなる価値をもたらすかというところを「見える化」するというのは、たとえばキャッサバ事業全体の中から、今回のエタノールを作る事業というものの価値がいかなるものなのか、と言う観点からコメントをいただけるといいのかなと思いました。今回エタノールが 19 パーツで売れるといった話も出ましたがそれだけではなくて、タイの経済から見てこれはどれだけの価値があるといったもう一つ上の観点から、産業から見た財務評価または経済評価の指標みたいなものをコメントしていただけると良かったのではないかな、と言う気がします。私からは以上です。

【本郷委員】 非常に興味深いケースだなと言うのが最終的な一言の印象です。その中で 2 つポイントがありまして、1 つは農業残渣を使うというのがポイントで、国産のエネルギー源でありかつ CO₂ 問題にも貢献するという意味で非常に良い内容ですが、そうは言いながらやはりエネルギー単体の価値と言うものがあるはずですので、概念的なコストかもしれませんが今後の炭素価格といった炭素コストを含めた形で他のエネルギー源との比較、例えばバイオの中で言えば糖蜜との比較、あるいはケロシンとの比較と言うものがあると思います。環境価値・国際エネルギーの価値に加えて、エネルギー自体の価値として今回のバイオエタノールがどういう位置関係にあるのかという整理をしていくことで、発展可能性がもう少しはっきりと見えてくるのではないかと思います。

それからもう 1 つは、キャッサバパルプと言う独特なものから入るわけですので、バイオエネルギーではその国その土地の状況に応じてふさわしいものがあるのだろう、と思います。もちろん世界全体のエネルギーといった話もありますが、やはりそのローカル性を非常に大事にして、それを育てていくことでまた発展可能性があると思います。よく言う one-size-fits-all はバイオマスの分野では存在せず、ローカルをよく見る必要がある、たとえば同じようにキャッサバパルプがナイジェリアとかにもあるようですけど、そういったところでも同じ技術が使えるかもしれませんが、それと別のものであれば別のものが必要になってくるといったところもあり、言い換えるとこの事業でどのくらい貢献したということの評価するのは少しつらいかなと思います。全体として事業がどのような位置づけになるのか、技術がその場所にふさわしいというところをむしろ強調してもらっても良いのではないかな、と言う気がいたしました。以上です。

【井上委員】 ご説明ありがとうございました。お二方の委員と全体的な感想は同じで、プロジェクトの背景や意義、あるいはその技術的な検討の内容は非常にしっかりしたものと言う印象を受けましたので、なるべく早期に実際の事業に結びついていただければと非常に期待を持っているというところですか。

その中で 2 点課題を申し上げたいと思いますけれど、1 点目は技術としてしっかりしていたとしていてもビジネスモデルしだいでは実際のビジネスにつながっていかないというところになりますので、例えば原料の調達をいかに安定的にやっていくか、あるいは作ったエタノールをいかに量的あるいは価格的にも安定的に売っていくか、というところをいろいろな仕組みの中で検討されていく必要があるだろうと思いました。もうすでに検討されていると思いますけれど、そこがやはり実用化の肝だろうということを今日の説明の中で感じたいです。

もう 1 点は途中の説明にもありましたが、政策リスクと言いますが、エタノール、再生可能エネルギー

というのは政策に大きく依存ところもあります。それはインセンティブ付もありますし、導入義務付けと言うところもありますし、あるいはCO₂とかです。さらにこれが発展しますと欧州で先行している持続可能性基準と言われるところに、タイも何年か遅れて追随していく可能性があります。そうするとLCAで見たときのCO₂削減量が多いほうがより優遇されるとか、あるいは間接的な面も含めた食糧競争の有無が問題になってくるとか、そういったところがゆくゆく課題になってくることがありますので、そこを先読みしながら場合によってはタイ政府ともいろいろなディスカッションをしながらビジネスを展開されることが必要なのではないかと思います。以上です。

【小杉委員】 今日本当にご説明いろいろとありがとうございました。私もアジアではマレーシア、タイ、インドネシア等廃棄物から燃料を作るといった技術開発をおこなっていますが、今日の説明を聞いて非常にポテンシャルを感じたと思います。

今日はタイ国内の話が多かったと思いますが、やはり日本の国益になるような道筋をきちんとつける、もしくはうまく活用していただけるような形にすると、説明が付きやすいのだと思います。例えば廃棄物であるキャッサバパルプを放置しておくと非常に環境負荷がかかるとか、ただしこれは他の国のことなので我々の国から余計なことは言えないかもしれないですけど、向こうの国または研究機関等々からそういったことが出てきて、日本の技術が活用されて環境が改善されたみたいなそういったシナリオができるはずだと思います。

かつタイと日本だと二国間クレジットを結ばれていると思いますが、そういったところにこの事業がつながっていくようなことになればと感じて、非常に大きな期待をしております。以上です。

【芋生分科会長】 委員の先生方々からいろいろな講評をしていただいたので、私の方からは技術的なことだけ申し上げたいと思います。

まずご承知のようにバイオ燃料の場合は、原料側の課題が非常に大きいと思うのですが、これについては現在未利用でタピオカ工場からある程度まとまって排出されるものを使うということで、非常に筋がいいと申しますか、そういうプロジェクトになっているのではないかと思います。

懸念していますのは現状の実証プラントから3万kL/年のエタノール工場にスケールを上げたときにいくつかの問題が出てくるのではないかと思います。

一つは廃棄物の問題をどうするのか、日本の場合は廃棄物に対してわりと厳しいのですが、海外の場合往々にして緩いようなところがあるのですが、是非それに甘えないようにしていただき、原料と同じくらい廃棄物のことを意識していただきたいというのが1点です。

それから説明の中にも出てきましたが、操作が難しくレビュー・レビューだったということですが、これはおそらく第一世代と第二世代が混在している現状であるということが一つと、おそらく原料のでんぷん含有量が変動しているというようなことで原料の組成に基づくということもあると思います。多分大規模化した時にかなりの部分が自動運転と言うことになると思いますので、そのあたりの技術をしっかり固めておく必要があるのではないかと思います。以上です。

【芋生分科会長】 ありがとうございます。それでは最後になりますけれど、生田目統括研究員および奥山国際部長から一言ございましたらお願いいたします。

【生田目統括研究員】 委員の先生の皆様方本日はお疲れまでした。長時間にわたりご審議いただきまして誠にありがとうございます。いろいろな適切なお指摘をしていただきまして、最終段では過分な評価もいただきまして本当に感謝申し上げます。

先生方からご指摘いただいた中で普及に向けた課題と言うのが一番大きかったと思ってございまして、それにつきましてはこれからNEDOと実施の事業者、それからタイの現地のカウンターの会社と、これが本当に実際にものになっていくように総協力体制を作りながら進めていくことになっていきますので、どうぞよろしくお願ひいたします。

またご指摘・ご評価を踏まえた上で、この先できれば2機目、3機目となりますような構図を、先生方からいただいたビジネスモデルを追及して行って、こちらからの押し売りではなく是非やってくれと言うのは相当なことかなと思いますけれど、大きな目標なのかなと思ってございますので、今後ともご指導よろしくお願ひしたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

【奥山国際部長】 今日はどうもありがとうございました。国際エネルギー実証事業の中で個別の実証テーマに關しまして事後評価をするというのは実はこれが初めての試みでございまして、そうした観点から今日は委員の先生の方々、それから事業者の参加くださった方々、それから関係部署の職員には大変たくさんの労力を払っていただきまして、また先生方々からはご専門の見地からそれぞれのご高見を頂戴いたしまして、大変ありがとうございました。

これだけたくさんの方々に払っていただいた労力ですとか、コストに直しますと、プロジェクトをいろいろ廻している立場からすると、評価をしっかり生かしてベストプラクティス、グッドプラクティスは他の事業にも活用したいですし、それに今日いただきましたこういう視点でプロジェクトの成否と言うのを考えなくてはいけない、というような教訓も、他のプロジェクトにも最大限に活用させていただいて、実り深い事業ができるような評価制度と言うのをこれからもさせていただきたいと思っております。その意味で大変良いスタートを切らせていただくことが、お陰様でできたと思っております。今日はどうも大変ありがとうございました。

【芋生分科会長】 ありがとうございました。

9. 今後の予定・その他

10. 閉会

配布資料

- 資料 1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料 3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と
非公開資料の取り扱いについて
- 資料 4-1 NEDO における制度評価・事業評価について
- 資料 4-2 評価項目・基準
- 資料 4-3 評点法の実施について
- 資料 4-4 評価コメント及び評点票
- 資料 4-5 評価報告書の構成について
- 資料 5 事業原簿（公開）
- 資料 6-1 事業の概要説明資料
- 資料 6-2 事業の詳細説明資料（非公開）
- 資料 7 今後の予定

以上

参考資料 2 評価の実施方法

NEDOにおける制度評価・事業評価について

1. NEDOにおける制度評価・事業評価の位置付けについて

NEDOは全ての事業について評価を実施することを定め、不断の業務改善に資するべく評価を実施しています。

評価は、事業の実施時期毎に事前評価、中間評価、事後評価及び追跡評価が行われます。

NEDOでは研究開発マネジメントサイクル（図1）の一翼を担うものとして制度評価・事業評価を位置付け、評価結果を被評価事業等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

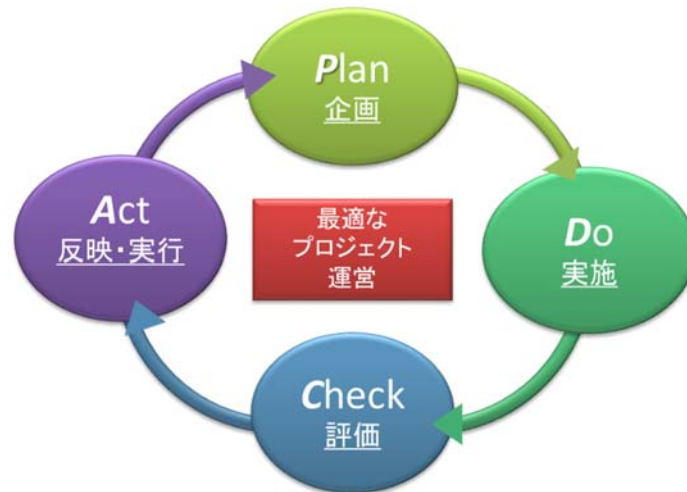


図1 研究開発マネジメントサイクル概念図

2. 評価の目的

NEDOでは、次の3つの目的のために評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 評価の共通原則

評価の実施に当たっては、次の5つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の

重複の排除等に務める。

4. 制度評価・事業評価の実施体制

制度評価・事業評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- ① 研究評価を統括する研究評価委員会をNEDO内に設置。
- ② 評価対象事業毎に当該技術の外部の専門家、有識者等を評価委員とした研究評価分科会を研究評価委員会の下に設置。
- ③ 同分科会にて評価対象事業の評価を行い、評価報告書が確定。
- ④ 研究評価委員会を経て理事長に報告。

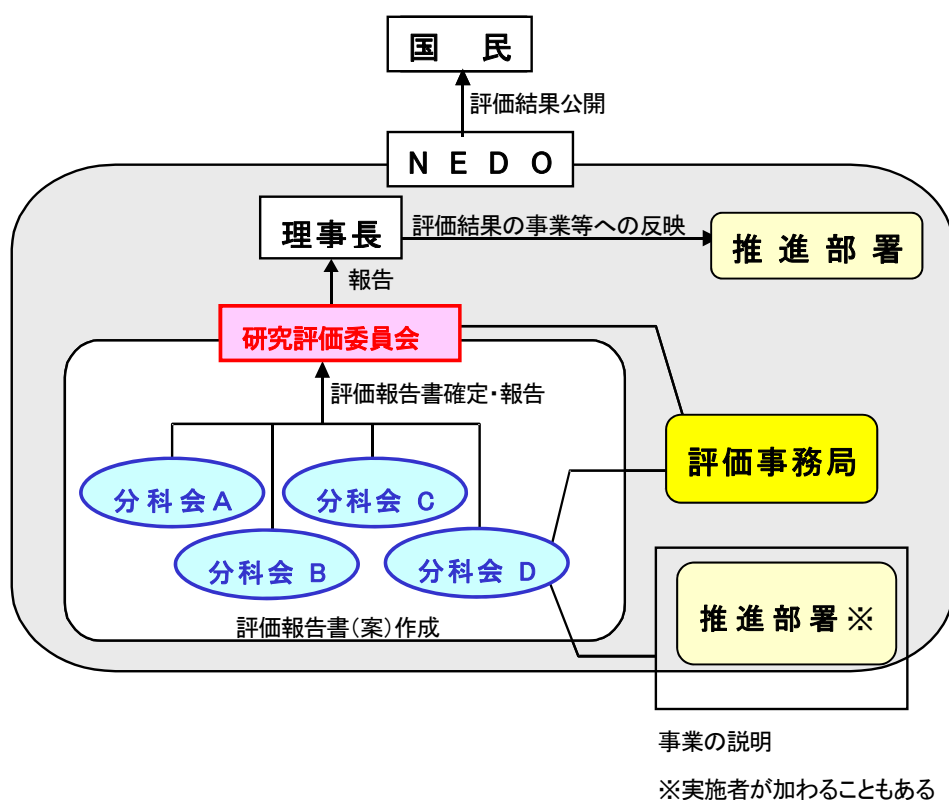


図2 評価の実施体制

5. 分科会委員

分科会は、対象技術の専門家、その他の有識者から構成する。

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業/キャッサバパルプ
からのバイオエタノール製造技術実証事業（タイ）」に係る
標準的評価項目・基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 意義

- ・ 対象技術について、国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析され、我が国が強みを有するといえるものであったか。

(2) 政策的必要性

- ・ 案件の発掘、実施可能性調査でのプロポーザル、実証での売り込みなどのフロー全体を通じて、我が国の省エネルギー、新エネルギー技術の普及が促進され、世界のエネルギー需給の緩和を通じた我が国のエネルギーセキュリティの確保に資するものであったか。また、温室効果ガスの排出削減に寄与するものであったか。
- ・ 当該フロー全体を通じて、インフラ・システム輸出や普及に繋がる見通しが立っていたか。
- ・ 同時期以前に同じ地域で、同じ技術の実証や事業展開がなされていなかったか。
- ・ 日本政府のインフラ・システム輸出推進等の政策の趣旨に合致していたか。
- ・ 対象国政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチとなっていたか。

(3) NEDO 関与の必要性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、公的資金による実施が必要とされるものであったか。とりわけ、技術的な不確実性の存在、普及展開を図る上での運転実績の蓄積、実証を通じた対象国における政策形成・支援の獲得など、実証という政策手段が有効であったか。
- ・ 採択時点で想定していた事業環境や政策状況に関する将来予測・仮定について、実証終了時点の状況との差異が生じた要因を分析した上で、採択時における将来予測・仮定の立て方が妥当であったか。また、将来予測・仮定の見極めにあたり今後どのような改善を図るべきか。

2. 実証事業マネジメントについて

(1) 相手国との関係構築の妥当性

- ・ 対象国と日本側との間で、適切な役割分担及び経費分担がされたか。
- ・ 対象国において、必要な資金負担が得られていたか。
- ・ 対象国における政府関係機関より、電力、通信、交通インフラ、土地確保等に関する必要な協力が得られたか。今後の発展に資する良好な関係が構築できた

か。

- ・ 当該実証事業は、対象国における諸規制等に適合していたか。
- (2) 実施体制の構築
- ・ 委託先と対象国のサイト企業との間で、実証事業の実施に関し協力体制が構築されたか。サイト企業は必要な技術力・資金力を有していたか。
 - ・ 委託先は、実証事業の実現に向けた体制が確立できていたか。当該事業に係る実績や必要な設備、研究者等を有していたか。経営基盤は確立していたか。
- (3) 事業内容・計画の妥当性
- ・ 実証事業の内容や計画は具体的かつ実現可能なものとなっていたか。想定された課題の解決に対する方針が明確になっていたか。
 - ・ 委託対象経費について、費用項目や経費、金額規模は適切であったか。
 - ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化に向けた取組が適切に検討されていたか。
 - ・ 事業の進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応していたか。

3. 実証事業成果について

- (1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義（省エネ又は代エネ・CO2削減効果を含む）
- ・ 事業内容・計画目標を達成していたか。
 - ・ 未達成の場合、達成できなかった原因が明らかで、かつ目標達成までの課題を把握し、この課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるものであったか。
 - ・ 投入された予算に見合った成果が得られていたか。
 - ・ 設定された事業内容・計画以外に成果があったか。
 - ・ 実証事業に係る省エネ効果又は代エネ効果、CO2削減効果は妥当な水準であったか。

4. 事業成果の普及可能性

- (1) 事業成果の競争力
- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国において需要見込みがあるか。将来的に市場の拡大が期待できると考えられるか。（調査実績を例示できることが望ましい。）
 - ・ 普及段階のコスト水準や採算性は妥当と考えられるか。また、実証事業終了後から普及段階に至るまでの計画は明確かつ妥当なものになっていると考えられるか。

- ・ 競合他者に対する強み・弱みの分析がなされているか。特に、競合他者に対して、単純な経済性だけでない付加価値（品質・機能等）による差別化が認められるか。
- ・ 想定される事業リスク（信用リスク、流動性リスク、オペレーショナルリスク、規制リスク等）が棚卸されているか。その上で、これらリスクに係る回避策が適切に検討されているか。

(2) 普及体制

- ・ 営業、部材生産、建設、メンテナンスなどの役割分担毎に、技術提携や合弁会社の設立など、ビジネスを実施する上での体制が検討されているか。（既に現地パートナーとの連携実績がある、現地又は近隣地に普及展開のための拠点設置につき検討されていることが望ましい。）
- ・ 当該事業が委託先の事業ドメインに合致している、又は経営レベルでの意思決定が行われているか。

(3) ビジネスモデル

- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国での普及に向けて、具体的かつ実現可能性の高いビジネスプランが検討されているか。
- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国において、普及に資する営業活動・標準化活動が適切に検討されているか。
- ・ 日本企業が継続的に事業に関与できるスキームとなっていることが見込まれるか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化を考慮したビジネスプランが検討されているか。

(4) 政策形成・支援措置

- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国において、普及のために必要な政策形成・支援措置が検討されているか。

(5) 市場規模、省エネ・CO2削減効果

- ・ 2020年及び2030年時点における当該技術による市場規模、省エネ効果又は代エネ効果、CO2削減効果は妥当な水準となっているか。当該技術を導入することにより、経済性では測れない社会的・公共的な意義（インフラ整備等）があるか。

本評価報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成28年11月

NEDO 評価部

部長 徳岡 麻比古

統括主幹 保坂 尚子

担当 原 浩昭

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(http://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162