

## 研究評価委員会

### 「バイオマスエネルギー技術研究開発／セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」 (事後評価) 分科会

#### 議事録

日 時：平成 25 年 11 月 15 日 (金) 10:30~17:35

場 所：WTC コンファレンスセンター RoomA

〒105-6103 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易センタービル 3 階

#### 出席者 (敬称略、順不同)

##### <分科会委員>

分科会長	伊藤 伸哉	富山県立大学 工学部 生物工学科	教授
分科会長代理	前 一廣	京都大学 工学研究科 化学工学専攻	教授
委員	片倉 啓雄	関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科	教授
委員	栗冠 和郎	三重大学 大学院 生物資源学研究科 資源循環学専攻	教授
委員	中村 嘉利	徳島大学 大学院 ソシオテクノサイエンス研究部	教授
委員	蓮池 宏	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部	部長
委員	山本 博巳	一般財団法人電力中央研究所 社会経済研究所	上席研究員

##### <推進者>

渡邊 重信	NEDO 新エネルギー部	統括主幹
古川 信二	同上	主任研究員
本多 文博	同上	主査
濱田 利幸	同上	専門調査員

##### <実施者 ※メインテーブル着席者のみ>

鮫島 正浩	東京大学大学院農学生命科学研究科	教授
森田 茂紀	東京大学大学院農学生命科学研究科	教授
杉原 正樹	バイオエタノール革新技術研究組合 技術開発本部	本部長
守田 英太郎	バイオエタノール革新技術研究組合 技術開発本部 技術部	部長
高橋 優一	バイオエタノール革新技術研究組合 技術開発本部	技術実証センター長 兼 技術部システム評価 グループマネージャー
鈴木 剛	バイオエタノール革新技術研究組合 技術開発本部 技術部 原料生産技術グループ	グループマネージャー
三橋 秀一	バイオエタノール革新技術研究組合 技術開発本部 技術部 製造技術グループ	グループマネージャー
石倉 正治	王子ホールディングス株式会社 開発研究所 バイオエタノール研究室	室長
塚本 晃	同上	上級研究員
杉浦 純	同上	専門役

鶴見 和恒	王子ホールディングス株式会社 森林先端技術研究所	上級研究員
平田 悟史	産業技術総合研究所 バイオマスリファイナリー研究センター	研究センター長
矢野 伸一	同上	研究主幹
鈴木 隆	新日鉄住金エンジニアリング株式会社 環境ソリューション事業部 バイオマス事業推進部	部長
若村 修	新日鉄住金エンジニアリング株式会社 技術開発第二研究所 プラント商品開発室	室長
福田 桂	株式会社三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部 地球温暖化戦略研究グループ	主任研究員
<企画調整>		
中谷 充良	NEDO 総務企画部	課長代理
<事務局>		
竹下 満	NEDO 評価部	部長
保坂 尚子	NEDO 評価部	主幹

## 議事次第

### (公開の部)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明
  - 4.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」及び「研究開発成果」及び「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて」
  - 4.2 質疑
5. プロジェクトの詳細説明

### (非公開の部)

- 5.1 バイオエタノール一貫生産システムに関する研究開発
  - 5.1.1 セルロース系目的生産バイオマスの栽培から低環境負荷前処理に基づくエタノール製造プロセスまでの低コスト一貫生産システムの開発
  - 5.1.2 早生樹からのメカノケミカルパルピング前処理によるエタノール一貫生産システムの開発

### (公開の部)

- 5.2 温室効果ガス (GHG) 削減効果等に関する定量的評価に関する研究

### (非公開の部)

6. 全体を通しての質疑

### (公開の部)

7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

## 議事内容

### (公開の部)

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認
  - ・開会宣言 (事務局)
  - ・事務局より、分科会の設置について資料 1-1 及び 1-2 に基づき説明があった。
  - ・伊藤分科会長挨拶
  - ・出席者 (委員、推進者、実施者、事務局) の紹介 (事務局、推進者)
  - ・配布資料の確認 (事務局)
2. 分科会の公開について
  - 事務局より資料2-1及び資料2-2に基づき説明し、今回の議題のうち議題5.1「バイオエタノール一貫生産システムに関する研究開発」および議題6「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

### 3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順を事務局より資料3-1～資料3-5に基づき説明し、了承された。

また、評価報告書の構成を事務局から資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

### 4. プロジェクトの概要説明

NEDO新エネルギー部古川主研より資料6に基づき説明が行われた。

説明に対し以下の質疑応答が行われた。

#### Q1 コスト目標について

(片倉委員) コストの目標は当初40円/Lだったのが、現在は60円/Lぐらいが目標ということだが、これは世の中の情勢等を見ながら柔軟に競争力のある数値に変えていくということなのか。当時40円/Lという目標を立てたのは、そうしなければ競争できないからだと思うが、情勢が変われば当然のことながら実現可能な数字に近い数字に変わってくるということか。

(NEDO・古川主研) もともと本事業は「バイオ燃料技術革新計画」の技術革新ケースを実現するものとして実施されているが、技術革新ケース自体は見直された訳ではない。従って、引き続き技術革新ケースの目標に沿って事業を進めることとする。

なお、今後時期事業実施にあたっては、バイオエタノールは最終的には現在世の中に出回っている第1世代のブラジルやアメリカで作られているバイオエタノールとの競合になるので、現実的なコスト目標を立てて対応していきたいと思っている。

#### Q2 実用化に向けての今後の絞り込みの可能性

(中村委員) 原料生産地として「国内外」とされているが、実用化する場合は外国でプラント等を作って、そこで作ったエタノールを持ってくるのか。あるいは日本で栽培も考えるとなるとどのような場所でやるかということもあるが、そのへんはどのように考えているのか。極端な話、どちらか一方のほうがいいということになった場合はどのようにするのか、やはり両面でやっていく展開を考えているのか。

(NEDO・本多主査) 今後のプロジェクトに関しては現在設計中で、具体的にどうするかはまだ決めていないが、現実的にはおそらく並行して走るということは難しいのではないかと思う。今後は対象を絞って進めていくことになると考えている。ユーカリに関しては、現時点で既に大規模なプランテーションがあるので、その点では比較的実用化に近いのではないかと思っている。ただ、ネピアグラスに関しても今後プランテーションに展開して実用化にもっていける可能性は高いと考えている。

#### Q3 原料はセルロース系資源作物に限定されるのか

(栗冠委員) 食料とは競合しないということでセルロース系資源作物の栽培ということから始めていると思うが、資源作物を栽培するということは土地の取り合いになるような気がする。必ずしも出発点がセルロース系資源作物でなくても、その目的とした作物が多量に栽培されて、それが非常に分解しやすいということであればそれも対象になるのではないかという気がするが、如何か。

(NEDO・古川主研) 最終的にというところでは委員のご指摘のとおりだと思う。現時点では食料とは競合しないものの、そのために耕作地等を減らすようであれば間接的に食料と競合するという言い方になる。そのあたりについては、実施者のほうに、そうならないような場所で栽培するか、そうならない植林や栽培の方法について検討いただいているので、そこで報告させていただきたい。

#### Q4 国内のバイオマスの利用に関して

(片倉委員) 選択と集中は非常に大切なことだと思うが、いまの話を伺っていると国外の資源作物に軸足を乗せるというように受け取れる。国内にもいろいろバイオマスが残っているが、細々しているのでスケールメリットが出にくいというのがある。NEDOとしてはそういうのに関しては軸足を「抜く」という方向なのか。

(NEDO・古川主研) ご指摘のとおり、国内にも未利用のバイオマスは多数あるが、皆さんの共通の認識として、国内のバイオマスは薄く広く存在するというので、その収集のためのコストが非常にかかるということとを考慮すると、一定程度既にあるところを前提にしたほうがいいのではないかと、いう考えに基づいて研究は進めている。

(片倉委員) エネルギーの安全保障等、コストや実用化を意識するとすると、単位耕作面積当たりの収量が高いバイオマスに絞ってやるというのは自然なことだと思うが、国内にある細々としたバイオマスをどうするかということも別の視点からも大切なことではないかと思う。ただ、耕作放棄地をどうするかということになると、ほかの省庁が関連してくると思うが、そのへんのすみ分けとか、どちらも無視してはいけないことだと思う。そのあたりは経産省としてはどのようにお考えか。

(METI・讃岐課長補佐) 経済産業省、資源エネルギー対策課の讃岐です。いま指摘があった国内のバイオマス資源の活用は、こちらもちろん非常に重要と考えていて、経済産業省は当省だけではなく、内閣府以下農水省等関係します省庁と連携してそれぞれの政策域に照らした施策を行っている。ここは役割分担とか、連携とかたちで行っている。経済産業省の施策、そして資源エネルギー庁のエネルギー政策という観点からの事業目的に照らすと、大量かつ安定的にバイオ燃料を製造するというところを目指した事業になっているので、それに合致するバイオマス資源の調達のある方を考えている。

(片倉委員) そうすると、このプロジェクトは大量・安定のほうを重視したプロジェクトと理解すればいいわけですね。

(METI・讃岐課長補佐) そのとおりです。

(伊藤分科会長) いまの質問に関して、結局、いま革新的なバイオエタノールの製造技術を日本で作って、その技術を、ネピアグラス等をたくさん作ることができる東南アジア等に持っていき、そしてもう一方では、ユーカリ等を植林しているところに持って行って、そこで作ったバイオエタノールを日本に入れるというコンセプトというように私は理解しているが、それでよろしいか。

(NEDO・古川主研) そのとおりです。

#### Q5 2つの技術での要素技術の一体的活用について

(伊藤分科会長) 実用化・事業化に向けての見直しおよび取組について、「まとめ」を古川さんに作っていただいている。いま、2つの技術が走っていて、それぞれ非常にいいところとまだ少し問題点があるところがあるが、この計画では、26年度に1万KLの商用プラントを考えている。いま、木質系のほうでパイロットプラントがあるが、これがちゃんと動くと、そもそも何キロリットルぐらい年に作れるのか。

(NEDO・古川主研) 70KL/年になる。

(伊藤分科会長) 70KL/年だと、1万KL/年ということはこのパイロットプラントの規模の100倍ぐらいの実証プラントになる。最後の実用化・事業化のところ、「要素技術の最適な組合せ」と書いてあったが、26年度からこの1万KLの実証プラント、商用プラントのプレプラントのようなものとなると、自ずと片方が持っている良い要素技術を、ある作れそうなどところに入れるというような方向性がなんとなく見えるが、そのへんは如何か。各事業組合や各グループの知財の問題も当然あると思うので、

そのへんはNEDOや経産省のマネジメントがかなり必要になってくるのではないかと。

(NEDO・古川主研) ご指摘のとおりで、2020年の事業可というスケジュールを踏まえれば、まず確実に事業化・商用化することが重要だと考えている。その場合、いいとこ取りというか、いまの既存のそれぞれの部分でも確実に出来るけれども、それぞれいいところを取って、まずはものを作るというところを考えている。知財については、NEDOではバイドールに基づき事業者に帰属することになるので、事業者の方に適宜調整していただければと思う。

#### Q6 海外との競争を踏まえ、海外の情勢をさらにサーベイしての目標設定の必要性

(山本委員) 統計的な発表はないが、現状はまだ国産のエタノール比率は1割程度だと思う。ですからそれを上げていくのは非常に重要だと思っている。また、次のフェーズで1万kLを目指すというように、大規模化していくこともいいと思う。先ほど目標設定を何円にするかという話もあったが、海外でも開発が進んでおり、生産物質としてはエタノールという一般的なものを生産する訳だから、海外との競争が非常に重要になると思う。ですから、海外の情勢をさらにサーベイして目標設定につなげていく必要があると思う。

### 5. プロジェクトの詳細説明

(非公開の部)

#### 5.1 バイオエタノール一貫生産システムに関する研究開発

##### 5.1.1 セルロース系目的生産バイオマスの栽培から低環境負荷前処理に基づくエタノール製造プロセスまでの低コスト一貫生産システムの開発

(非公開のため省略)

##### 5.1.2 早生樹からのメカノケミカルパルピング前処理によるエタノール一貫生産システムの開発

(非公開のため省略)

(公開の部)

#### 5.2 温室効果ガス(GHG)削減効果等に関する定量的評価に関する研究

##### Q1 サトウキビを多年性作物とみるのか単年性作物とみるのか

(山本委員) 全般には非常に順調に進められていると感じた。質問は、サトウキビの地下の炭素蓄積量についてだが、前にサトウキビが多年性なのか単年性なのかあるいは実測値なのかという議論があるとお聞きしたが、それは現状ではどういう値が使われているのか。

(三菱総研・福田主研) 実は資料7-3のページ11/19のグラフを見ていただくと、サトウキビ(草地)では、16.2から69.7とかなり幅をもった数字になっている。隣の既存農地を見ていただくとミニマムの数字は草地のほうが小さくなっている。マックスはかなり大きくなっているが、いま山本委員からもありましたとおりサトウキビの炭素ストックをどう評価するかというところで、サトウキビを多年性作物とみるのか単年性作物とみるのかというところでもかなり幅があって、ここではデータベースの整理という観点において両方のケースを算定した上でこの数字を出している。最終的な判断基準において採用されているのはサトウキビを単年性と見るというものだが、それは政策的にその数字を使ったということで、本事業は中立的にさまざまな条件での数字を並記している。

##### Q2 早生広葉樹と多収量草本植物の振れ幅はどういう要因によるのか

(前委員) このグラフに関して、このプロジェクトの中でやっている 2 つのターゲット（早生広葉樹と多収量草本植物）の振れ幅はどういう要因によるものか。

(三菱総研・福田主研) これについては、今回本プロジェクトから提供いただいた数字も入っていますし、その他の別の早生広葉樹と多収量草本植物というものがある。基本的には本プロジェクトの事業主体からデータをいただいて算定しているが、それに加えて文献値等からデータを集めたところからも算定しているということで、この振れ幅というのは本事業での振れ幅だけでなく、他の文献データ等も使った振れ幅になっている。

(前委員) それは各グループにフィードバックされているのか。

(三菱総研・福田主研) 我々の出した数字は情報交換させていただいている。

(前委員) どういう要因が振れ幅になっていてどのあたりをきちんと考えなければいけないというところもフィードバックされているわけか。

(三菱総研・福田主研) 少なくとも本事業様の数字での我々の結果というのは報告してある。

### Q3 文献の精査は十分に行っているか

(前委員) 調査をされた中で、当然文献調査もたくさん入っているわけだが、ずいぶん以前の話だが、アメリカなどのクリティカルレポートによると、バイオマスエタノール製造の LCA では CO2 エミッションは減らず、逆に増えるというようなレポートも 2、3 出ているが、そのあたりは明らかにおかしいというような判断か。トウモロコシ原料ベースであったが、そのあたりは精査されたか。

(三菱総研・福田主研) アメリカのものについてはトウモロコシが話題になっているかと思うが、今回の算定対象としては米国のトウモロコシ由来というのは日本にはなかなか入ってこないだろうということで、対象からは外している。それ以外でも条件によってはガソリンの 81.7 という数字を超えているものもあり、それは悪い条件で栽培すればそういうこともあり得ることを示している。ただし、例えば今回の事業などで対象としているようなものであればかなり削減効果は得られているということがいえると思う。

(非公開の部)

## 6. 全体を通しての質疑

(非公開のため省略)

(公開の部)

## 7. まとめ・講評

(伊藤分科会長) 一応審議も終了したので、委員の皆さまから講評をいただきたい。

(山本委員) 全般には事業として着実に課題を達成されていることが確認出来たと思う。今後この事業を基にさらにスケールアップしていくことが考えられると思うが、それに向けて今年度の事業を着実に遂行していただきたい。また今後の開発は国際競争もあるのでスピード感も必要だと思う。そのあたりも踏まえてこの事業をしっかりやるとともに、次のフェーズに向けて進んでいっていただきたい。

(蓮池委員) 各実施者のグループの方々には非常に精力的にやっていただいたと思っている。その中で中間評価のときに比べて、いろいろな成果がたくさん出ていることは高く評価したいと思っている。このバイオ燃料の技術を開発してやっていくということは、最終的には自動車のエネルギーの安定供給とか価格の安定性が目標かと思っており、そうするとエタノールに限らずいろいろなオプションがあると思う。その中でセルロース系に限らないが、エタノールという燃料が自動車エネルギーの中でどう位置づけられるかということも含めて、どのくらいのタイミングでこういうものを実用化していくのかという見通しも考えながら今後の技術の進め方も考えなければいけないと思っている。簡単に答えが出る問題ではなく、私も特に答えをもっているわけではないが、そういう視点がこれから必要なと思っている。

(中村委員) 今日 2 つのグループから聞かせていただき、原料から生成物のエタノールまでそれぞれ目標値のある程度達成されているということで本当に期待している。さらに評価委員の先生方からもあったように、ところどころまだプラント化、実用化のところの問題点がそれぞれあると思うが、それをクリアされてぜひ実用化につなげていっていただきたいと期待している。

(粟冠委員) 私も、個々のさまざまな目標についてほぼ達成しているということで感銘を受けている。特に私の関心のあるところの酵素糖化については 10 円/L 以下を達成している。ただしこれからますます改良を加えていかなければいけないところもあろうかと思うのでさらに努力していただければと思う。要素技術は、比較的小規模ではうまくいっているような印象を受けているが、スケールアップしたところに未知の部分がある。そのあたりでも今後も改良を加えていただければと思っている。

(片倉委員) 個々の要素技術等はすばらしいものがあると思う。ここまで出来ているのかと思った。ただ、これを実際にスケールアップして海外に展開していくときに、まずスケールアップするときにはいちばん問題になるのが熱の移動の問題だ。大きくすると当然比表面積が減るので温めるにしても冷やすにしても時間がかかる。このあたりのことは慎重に検討していただかないと、プラントが出来ても小さなスケールと全然違った結果になるということはいままでいろいろな分野の方が失敗を経験されていると思うので、前の失敗の事例にぜひ学んでいただきたいと思う。それからもう 1 つは固形分の移送のところだと思う。小さいスケールであれば手作業も可能だが、大きいスケールだとそういうことは出来ないで、それを自動化するところは非常に大きな課題になると思う。あと、スケールアップするとしたら海外で実施ということになると思うが、そのときにぜひ地元の方に愛されるような形態の、決して嫌われるような形態にならないようなやり方を心がけていただきたいと思う。全体に関しては、このように事後評価をすることももちろん大切だと思うが、例えば次のプロジェクトを始めるときの最初のキックオフのときから、アドバイザーボードの先生を呼んで計画に対していろいろな助言を得



るとか、そういうことも考えられたらどうかと思う。もう 1 つは、是非こういう活動を中高生や場合によっては小学生にも分かりやすく話をしてほしい。どうしてこのようなことを言うかという、これでエタノールを 10 万 kL 作れたとしても日本のガソリンの消費量からすると微々たるもので、いちばん省エネで地球環境に貢献するのは化石資源の使う量を減らすことだと思っている。この場で言うのは適切ではないかもしれないが、そういう啓発活動にもほんの少しでいいので、分かりやすい資料をつくるとか、そういうことも必要なのではないかと思う。

(前分科会長代理) セルロース系のエタノール開発というのは 5,6 年前からスタートして基本的には日本はかなり進んでおり、その中でこの 2 つのグループは早々と飛び出して実用化、一貫プロセスへと先頭に立っている上、非常にチャレンジングな目標を達成してきちんとやられているところは、非常に優れていると思っている。特にバイオマスを利用するときには、エタノールの場合、原料調達と乾燥コスト、分離コスト、この 3 つが肝で、それに対してそれぞれのグループは確実にポイントを押さえられていて、オリジナルな技術でクリアされているから、要素技術としてはほぼ世界に競合できるものが出来ているのではないかと思う。ただ問題は今後その技術群を連結していったら本当にダイナミクスまで含めて操作可能であるかどうかという点になってきます。これに関しては、次のフェーズで進むのではないかと期待している。もう 1 点、技術的な側面からいくと、酵素、酵母の技術は躍進的に進んでいくわけで、今後どんな酵素、酵母が出現しても、その酵素、酵母を取り替えるだけで、プロセスが向上するというようなフレームワークでのプロセスづくりが非常に重要になってくるのではないかと思う。そのあたりをしっかりと次のフェーズでは考えていただきたいと思う。あとは NEDO の方をお願いしたいが、いままで幾多の石油代替のプロジェクトが立ち上がってきてもなかなか日の目を見ないが、これはタイミングの問題である。タイミングの問題でいったん商用化すればコストダウンは絶対できるので、どのタイミングがいちばんいいのかというあたりに目を配っていただきたい。このバイオマスをエタノールにもっていくというのはやはりコストがすべてなので、官民一体となってそのタイミングを図ることが非常に重要である。俎上に上がってしまえば、あとのコストダウンはどんどん進むと思うので、今後の 2020 年に向けてスキームをしっかりと考えていただければありがたいと思う。

(伊藤分科会長) たしかにセルロースからバイオエタノールにもっていくということは技術的に非常に難しいものがある、2 グループの研究成果をいろいろ伺うと、各要素技術は非常に高いと思った。それから、中間評価のときに比べると酵素の糖化のところ、C5・C6 同時発酵のところはかなり進んで非常に期待がもてると感じた。ただ一部のプロセスでは課題もはっきりしているので、最終年度でこの課題を何とか解決するように努力していただきたいと思う。特に糖化のところはこれからシュガーのケミストリーがかなり重要になってくるので、いまは何とかセルロースからグルコースで、グルコースからエタノールだが、グルコースというのは他にもいっぱい使えるので、そういうようなこともこれからのバイオプロセスですとかグリーンケミストリーとかいう観点で、シュガーを使って他のものも作る、これはそこにも応用出来る技術だということで重要だと考えている。

(伊藤分科会長) それではこれで分科会を終了する。

8. 今後の予定
9. 閉会

## 配付資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について (案)
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDO における研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について (案)
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票 (案)
- 資料 4 評価報告書の構成について (案)
- 資料 5-1 事業原簿 (公開)
- 資料 5-2 事業原簿 (非公開)
- 資料 6 プロジェクトの詳細説明 (公開)
  - 4.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
  - 4.2 研究開発成果及び実用化、事業化の見通し
- 資料 7-1 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
  - 5.1.1 セルロース系目的生産バイオマスの栽培から低環境負荷前処理に基づくエタノール製造プロセスまでの低コスト一貫生産システムの開発
- 資料 7-2 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
  - 5.1.2 早生樹からのメカノケミカルパルピング前処理によるエタノール一貫生産システムの開発
- 資料 7-3 プロジェクトの詳細説明資料 (公開)
  - 5.2 温室効果ガス (GHG) 削減効果等に関する定量的評価に関する研究
- 資料 8 今後の予定