

平成 25 年度 制度評価書（事後評価）

作成日 平成 26 年 5 月

制度・施策名称	新エネルギー技術研究開発	
事業名称	バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発／ ①バイオマスエネルギー転換要素技術開発 ②バイオマスエネルギー先導技術研究開発	P07015
担当推進部	新エネルギー部	

0. 事業概要

バイオマスエネルギーは化石燃料に比べてコスト競争力に乏しく、導入普及のネックとなっている。このため、バイオマス社会の実現に向けて、中長期的視野に立ったエネルギー転換効率や経済性のさらなる向上を目指し循環型社会の実現を目指す必要がある。

平成 14 年に『バイオマス・ニッポン総合戦略』が作成されたことを受け、バイオマス資源のエネルギー転換技術の研究開発を行うことで、バイオマスエネルギー転換技術の普及促進に資することを目的とし、平成 16 年度より「転換要素技術開発」事業を開始した。さらに平成 17 年に京都議定書が発効され、「2012 年の二酸化炭素等の温室効果ガス排出量を 1990 年比で 6%削減する」ことが国際的な責務となり、その目標達成計画において、平成 22 年(2010 年)の新エネルギー導入目標を原油換算 1910 万 kL と定められ様々な取り組みがなされた。NEDO としても、平成 15 年度に行った『バイオマスエネルギーテクノロジー・ロードマップ策定に関する調査』において課題として挙げられた「2020 年～2030 年を見据えたバイオマスエネルギーの先導技術の必要性」から、中長期的視野からの技術の「シーズ」を探索する目的で、基礎研究の研究開発として平成 17 年度より「先導技術研究開発」事業を開始した。

その後、平成 20 年度からは、「次世代自動車・燃料イニシアティブとりまとめ（平成 19 年 5 月：経済産業省）」に続き、セルロース系エタノール製造技術開発等に係るロードマップ等を産学官連携により議論するバイオ燃料技術革新協議会が設立され、平成 20 年 3 月には『バイオ燃料技術革新計画』が策定されたことを受けて、両事業ともにバイオ燃料技術に注力して重点的に取り組むように変更して実施した。平成 21 年度には、長期的なバイオ燃料の拡大に伴うバイオマス原料の確保を見据えて、バイオマス原料である植物の増産等の技術開発にも取り組んだ。

◆転換要素技術開発

平成 16 年度より、平成 22 年（2010 年）を目途に実用化・導入普及が見込まれバイオマスのエネルギー利用に係わる要素技術で、バイオマス熱利用の導入目標の目安である 308 万 kL（原油換算）（内液体燃料 50 万 kL）の達成に寄与する技術について、研究期間 3 年程度の共同研究事業（原則 1/2 を NEDO が負担、再委託先に大学・公的研究機関が参画する場合は 2/3 を NEDO が負担）として開始した。

平成 18 年度までは、バイオマスエネルギー変換プロセス技術及び周辺要素技術について幅広く公募を行っていたが、平成 20 年度、21 年度の公募については、前述の『バイオ燃料技術革新計画』を受け、平成 27 年(2015 年)の実用化を目標にセルロース系バイオマスにおいて、特にボトルネックになっているバイオマスの収集・運搬・前処理技術、及び蒸留脱水・排水廃液技術等の要素技術に限定して公募・採択を行った。結果として、平成 16 年度から平成 21 年度にかけて新規テーマの公募を実施し、34 テーマを推進した。

表 転換要素技術開発採択状況

採択年度	H16	H17 (一次)	H17 (二次)	H18	H19	H20	H21	合計
応募件数	21件	22件	14件	9件	—	4件	4件	74件
採択件数	9件 うち1件は 辞退	9件 うち1件は 辞退	4件 うち2件は 辞退	9件 2件は途 中で中止	—	4件 うち1件 は辞退	4件	39件 (事業期 間実施は 34件)

◆先導技術研究開発

平成17年度より、「2015～2030年の間に実用化及び普及が期待されるバイオマスエネルギー転換（新規なバイオマスの熱化学的変換技術、生物化学的変換技術、その他エネルギー変換技術）の基礎的技術」について、研究期間2年程度の研究開発委託事業として開始した。

平成19年度までは、バイオマスエネルギーの転換・利用技術等の分野で、従来技術に比べ、新規で画期的に優れた日本独自の技術の種を発掘・支援する先導的基礎技術について幅広く公募を行っていた。

平成20年度以降においては、前述の『バイオ燃料技術革新計画』を受け、これまでの事業を「中長期的先導技術開発」と位置づけた上で、これらの中で早期実用化が望ましい液体燃料に関する研究開発をステージゲート評価により選抜し、実用化目標を2015～2020年に短縮し、集中的に資金を投入する「加速的先導技術開発」枠を設けた。なお、「加速的先導技術開発」においては、ステージゲート評価で選抜された事業の早期実用化をサポートする共通基盤的研究開発や、バイオ燃料技術革新計画で早期実用化が望まれているバイオプロピレン等のバイオリファイナリーに関する研究開発を新規で公募・採択した。また、「中長期先導技術開発」については、バイオ燃料の拡大に伴う長期的なバイオマス原料の確保を見据えて、バイオマス原料である植物の増産等の技術開発や、イソプロパノール、ポリ乳酸の新たなリファイナリー技術開発等も新規で公募・採択した。

結果として、平成17年度から平成21年度にかけて新規テーマの公募を実施し、55テーマの技術開発を推進した。

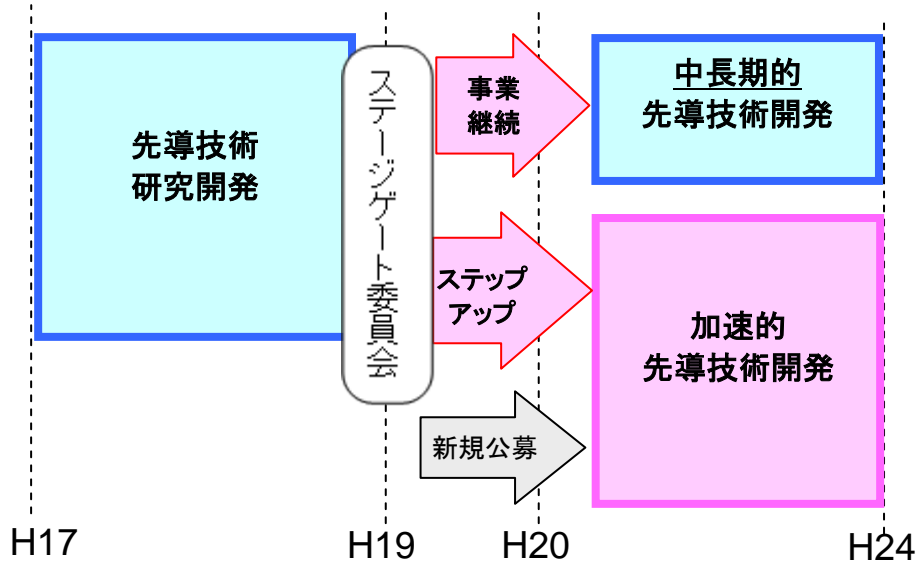


図 先導技術開発事業構成

表 先導技術開発採択状況

採択年度	H17	H18	H19	H20		H21	合計
				中長期	加速	中長期	
応募件数	46件	24件	25件	30件	9件	52件	134件
採択件数	9件 うち3件はH20加速2件に集約し、追加公募実施	15件 うち1件はH20加速で追加公募。1件は加速で継続実施	6件	6件	8件 加速は採択8件とH18からの継続1件の9件で構成	15件	59件 (実施は、55件)

本制度全体での予算規模及び実施テーマについては以下の通りである。

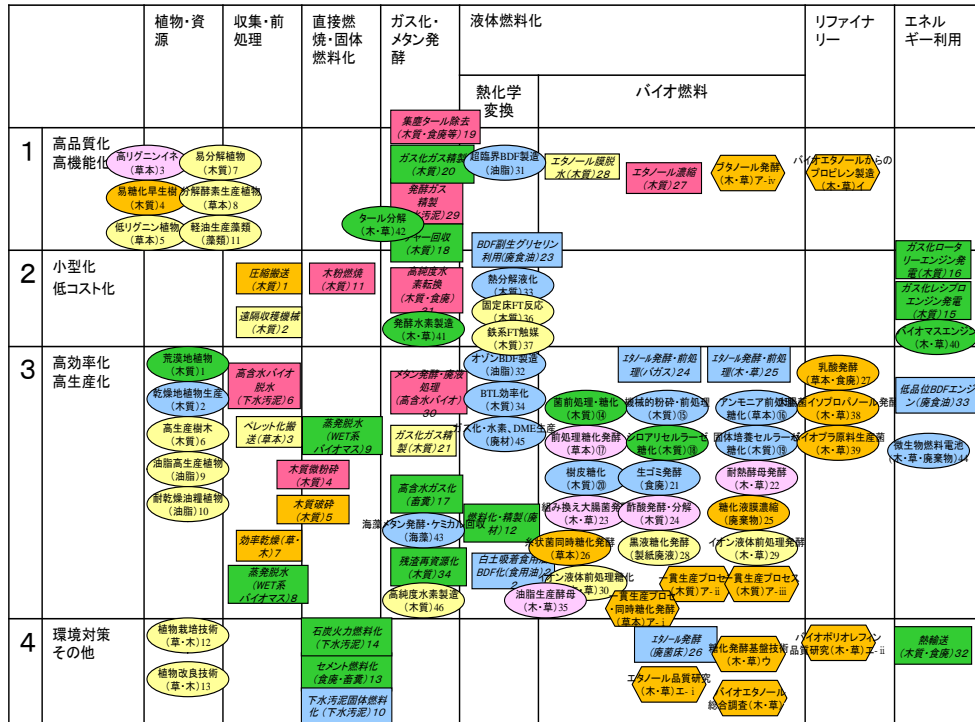
表 予算規模（転換要素技術開発及び先導技術研究開発）（億円）

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	合計
執行額	34.5	29.9	19.0	9.9	28.2	34.2	28.8	22.2	21.0	227.7

バイオマスエネルギー転換技術マップ(全期間)

(16/17/18/19/20/21)

○：中長期先導 ○：加速先導 ■：転換要素



図：技術分類別の実施テーマ一覧

表：バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発事業

分類	事業	No.	テーマ名	主な実施者	
植物資源	中長期的	1	荒漠地における持続可能型バイオマスエネルギー資源創出技術の研究開発	森林総合研究所	
		2	乾燥地を利用した大規模バイオマス生産・収集システムの研究開発	大阪大学	
		3	イネ細胞壁の改変による高効率糖化に向けた先導的技術の研究開発	京都大学	
		4	糖化され易い熱帯早生樹の研究開発	京都大学	
		5	遺伝子組換え技術による新規なミスカンサス育種素材の創出	北海道大学	
		6	遺伝子組換えによるバイオマスエネルギー高生産樹木の創生に関する研究開発	東京農工大学 他	
		7	細菌のリグニン分解酵素遺伝子による植物細胞壁改変技術の開発	東京農工大学	
		8	糖化酵素を高度に蓄積するバイオ燃料用草本植物の開発	ホンダ・リサーチ 他	
		9	バイオ燃料植物ヤトロファの油脂生産最適化技術の開発	植物ハイテック研究所 他	
		10	乾燥ストレス耐性改良型ヤトロファの創出とその機能評価に関する研究開発	大阪大学 他	
		11	軽油生産能を有する単細胞緑藻の転写因子大量発現による生産性向上	中央大学 他	
		12	エネルギー植物の形質転換技術及び組換え植物栽培施設での栽培技術の研究開発	筑波大学 他	
		13	エネルギー植物の品種改良に係わる代謝情報と遺伝子発現情報に関する研究開発	かずさDNA 研究所 他	
収集前処理	転換要素	1	エネルギー用森林木質バイオマス搬出のための高速連続圧縮機構の研究開発	魚谷鉄工	
		2	遠隔林分の木質バイオマス収穫機械の研究開発	住友林業	
		3	草本系バイオマスの運搬と在庫及びエネルギー転換時の前処理工程を改善する可搬式ペレット化技術の開発	北川鉄工所 他	
		4	マルチ振動ミルによる木質バイオマスの高効率微粉碎技術の研究開発	中央化工機	
		5	木質系バイオマスの破碎・粉碎・前処理技術の研究開発	アーステクニカ	
		6	高含水バイオマス省エネルギー蒸発脱水技術の研究開発	鹿島建設 他	
		7	自己熱再生方式による革新的バイオマス乾燥技術の研究開発	東京大学	
		8	中圧水蒸気による下水汚泥の高効率燃料転換技術の研究開発	月島機械	
直接燃焼 固体燃料化	転換要素	9	セメントキルンに併設する廃棄物系バイオマスの効率的エネルギー回収システムの研究開発	宇部興産	
		10	下水汚泥固体燃料化技術の開発	JFE エンジニアリング	
		11	バイオマス直噴燃焼式高効率小型発電システムの研究開発	シーテック 他	
		13	バイオマスの高効率セメント燃料化技術の研究開発	住友大阪セメント	
		14	加圧流動床ボイラ(PFBC)における下水汚泥混焼技術の研究開発	中国電力	
ガス化 メタン発酵	転換要素	17	触媒懸濁スラリーによる家畜排泄物の高効率高温高压ガス化技術の研究開発	中国電力	
		18	バイオマスガス化副生物の効率的回収・リサイクルによる高効率化要素技術の開発	三菱重工業	
		19	バイオマスガス化プロセスにおけるガス精製技術の開発	JFE エンジニアリング	
		20	多燃料・多種不純物対応乾式ガス精製システム研究開発	電力中央研究所	
		21	バイオマス熱的ガス化液体燃料触媒合成における精密ガス精製に関する研究開発	三菱重工業	
		29	消化ガスからのメタン回収及び精製用VPSA プロセスの研究開発	三菱重工業	
		30	バイオマス廃棄物からの高効率メタン製造・高度廃水処理技術の開発	清水建設 他	
		31	固体酸化物電解セルを用いたバイオガスからの高純度水素製造プロセスの開発	荏原製作所	
		34	バイオマス燃焼灰の再資源化による持続可能なバイオマス生産の要素技術開発	王子製紙	
		中長期的		41	発酵法によるバイオマスからの水素生産収率改善技術に関する研究開発
	42			バイオマスガス化におけるタル分解とアルカリ・アルカリ土類金属処理技術に関する研究開発	東京大学
	43			海洋バイオマスのハイブリッド処理によるエネルギー生産の研究開発	東京大学 他
			46	メカノケミカル処理と加熱法を併用したバイオマスからの高純度水素発生に関する研究開発	東北大学
液体燃料化 (熱化学変換)	転換要素	12	都市バイオマス収集システムを活用するためのエネルギー転換要素技術開発	三機工業 他	
		22	植物性油脂の精製に用いた廃白土に残留する植物油からのバイオディーゼル燃料製造技術の開発	水澤化学工業	
		23	固体触媒を用いて副産物グリセリンを有効活用するバイオディーゼル燃料製造技術の開発	北海道総合研究調査会他	
	中長期的		31	グリセリンを副生しない新規な高品位バイオディーゼル燃料製造技術の研究開発	京都大学
			32	バイオディーゼル燃料製造技術の高効率化に関する研究	成蹊大学
			33	バイオマスガス化-触媒液化による輸送用燃料(BTL) 製造技術の研究開発	三菱重工業 他
			34	セルロース含有バイオマスの革新的燃料化技術の研究開発	日本大学 他
			36	低圧固定床用FT 触媒技術を利用したBTL プロセスの研究開発	コスモ石油 他
			37	フィッシャー・トロプシュ合成用鉄系複合触媒とそれを用いる低圧BTL 技術の開発	北九州市立大学
			45	廃棄物系バイオマスからの液体燃料製造技術の研究開発	産業技術総合研究所 他

表：バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発事業（続き）

分類	事業	No.	テーマ名	主な実施者	
液体燃料化 (バイオ燃料)	転換要素	24	バガス等の熱水処理による自動車用エタノール製造技術の研究開発	カワサキプラントシステムズ	
		25	水熱分解法と酵素分解法を組合せた農業残渣等のセルロース系バイオマスの低コスト糖化技術の開発	三菱重工業	
		26	キノコ廃菌床の高効率糖化発酵技術の開発	雪国まいたけ	
		27	ゼオライト膜によるバイオマスエタノール濃縮の研究開発	日本ガイシ	
		28	高分子膜モジュールを用いたセルロース系バイオエタノール濃縮・膜脱水システムの研究開発	日東電工	
	中長期的	14	褐色腐朽菌を利用した木質バイオマス変換技術の開発	東京大学 他	
		15	バイオエタノール製造用機械的粉碎技術の研究開発	秋田県立大学	
		16	アンモニアによるセルロース分解法確立の研究開発	帯広畜産大学 他	
		17	セルロース系バイオマス酵素糖化の高効率化をめざした新規セルラーゼの取得と大量生産技術の研究開発	東京大学 他	
		18	シロアリ共生系セルラーゼ遺伝子群の麹菌による大量発現系の構築とそれを用いた木質バイオマスの高度糖化・利用技術の開発	理化学研究所 他	
		19	潜在能力を100%活かした高機能型セルラーゼ高生産トリコデルマ・リーセイ株の構築研究	長岡技術科学大学	
		20	未利用木質バイオマス(樹皮)の高効率糖化先導技術の開発	名古屋大学	
		21	都市型バイオマス資源からの高効率二段発酵による燃料用エタノール製造技術の研究開発	熊本大学 他	
		22	耐熱性酵母による低コスト化発酵技術の研究開発	山口大学 他	
		23	遺伝子組み換えE.coli およびC. glabrata の共培養によるアルコール生産に関する研究	宮崎大学 他	
		24	加圧熱水・酢酸発酵・水素化分解法によるリグノセルロースからのエコエタノール生産	京都大学	
		25	セルロース系バイオマスの膜利用糖化プロセスに関する研究開発	東レ	
		26	新規エタノール発酵系状菌を活用した稲わら等の同時糖化発酵システムの開発	富山大学 他	
		28	亜硫酸脱リグニン法を基礎技術とした木質バイオマスからの合理的エタノール生産プロセスの構築	コスモ石油 他	
		29	イオン液体を利用したバイオマスからのバイオ燃料生産技術の開発	神戸大学 他	
		30	疎水性イオン液体や耐塩性酵素を用いた前処理・糖化技術に関する研究開発	鳥取大学 他	
		35	酵母による木質系バイオマスの軽油代替燃料変換に関する研究開発	酒類総合研究所 他	
		加速的	ア-i	セルロースエタノール高効率製造のための環境調和型統合プロセス開発	神戸大学他
	ア-ii		メカノケミカルパルピング前処理によるエタノール生産技術	産業技術総合研究所 他	
	ア-iii		木質バイオマスからの高効率バイオエタノール生産システムの研究開発	京都大学 他	
	ア-iv		膜分離プロセス促進型アルコール生産技術の研究開発	産業技術総合研究所 他	
	ウ		酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究	バイオインダストリー協会	
	エ-i		バイオ燃料の品質規格及び計量標準に関する研究開発	産業技術総合研究所	
	オ		総合調査研究	エネルギー総合工学研究所	
	リファイナリー	中長期的	27	新規好アルカリ性乳酸菌を用いた乳酸の低コスト生産法の研究開発	産業技術総合研究所
			38	大腸菌によるイソプロパノール生産の研究開発	九州大学 他
			39	ポリアロマ系プラスチック原料の発酵生産システムの研究開発	筑波大学
		加速的	イ	セルロース系バイオマスエタノールからプロピレンを製造するプロセス開発	触媒技術研究組合 他
			エ-ii	バイオポリオレフィン等のバイオマス由来度の測定・試験方法の研究開発	産業技術総合研究所
	エネルギー 利用	転換要素	15	小型バイオマスガス化発電装置の研究開発	中外炉
16			マルチバイオマスフェュエル対応ロータリーエンジンガスコジェネレーションシステムの研究開発	三井造船プラントエンジニアリング	
32			バイオマス資源の有効利用のための熱輸送システムの研究開発	神戸製鋼所 他	
33			産業用ディーゼル機関における廃食油バイオディーゼル燃料の利用技術開発	ヤンマー	
中長期的		40	低エネルギー密度バイオマス燃料のエンジンにおける利用技術の研究開発	日本自動車研究所	
		44	廃棄物系バイオマスを原料とする微生物燃料電池の研究開発	鹿島建設	

(注) 複数のプロセスにまたがるテーマもあるが、一つのプロセスとして整理している。

1. 位置付け・必要性（根拠、目的、目標）

（1）根拠

平成 17 年 4 月に閣議決定された「京都議定書目標達成計画」において平成 22 年(2010 年)の新エネルギー導入量 1,910 万 kL l（原油換算）の見込みのうち、バイオマス熱利用は 308 万 kL l（原油換算）に設定されており、その導入目標達成を目指している。この中で、バイオマス熱利用目標のうち、50 万 kL l は輸送用燃料とされている。しかしながら、バイオマスエネルギーの利用は、その潜在的に多大な賦存量や利用可能なバイオマス種の豊富さにも関わらず、導入・普及が十分に進んでいない状況にある。また、既に実用化された技術についても、導入・普及が十分に進んでいない状況にある。この要因としては、バイオマスの育成・収集・エネルギー転換・エネルギー利用のすべての工程において、依然として解決すべき技術課題が多いことやコスト優位性等の経済的課題が残されていることが上げられる。

一方、「次世代自動車・燃料イニシアティブとりまとめ（平成 19 年 5 月：経済産業省）」を受けて、バイオマス・ニッポン総合推進戦略「国産バイオ燃料の生産拡大工程表（平成 19 年 2 月）」との整合を図りながら、セルロース系エタノール製造技術開発等に係るロードマップ等を産学官連携により議論するバイオ燃料技術革新協議会が設立され、平成 20 年 3 月には「バイオ燃料技術革新計画」が策定された。本計画は、CO₂ 排出量削減や日本におけるエネルギーセキュリティー等の観点より、化石燃料代替としてバイオマス利用の液体燃料等の革新的技術開発を求めるもので、たとえば、ガソリン代替燃料としてのバイオエタノールであればバイオマス・ニッポンケースで 2015 年に 100 円/L、技術革新ケースで 40 円/L を目指し、化石燃料との価格競争力をもたせるとしている。また、更なる高付加価値化および化石燃料の削減方法として、バイオマス由来の化成品開発を目指すバイオリファイナリー技術開発の促進を提唱している。また、平成 22 年には「エネルギー基本計画」において、2020 年に全国ガソリンの 3%相当以上、2030 年に最大限の導入拡大を目指すことが示され、「エネルギー供給構造高度化法」では、2017 年までのバイオエタノール利用量（2017 年 50 万 kL/年（原油換算））を石油事業者に対して義務化し、国内で導入するバイオ燃料は GHG 削減率 50%以上であることを規定し、バイオ燃料を推進するための政策や法律が整備されている。

なお、石油代替液体燃料に関しては、農水省主導の下でも近年技術開発が進められているが、稲わら等農業副生成物が主体であるほか、目標を革新計画中のバイオマス・ニッポンケース（100 円/L）を主としており、バイオマス全般を対象とし、技術革新ケース（40 円/L）としている事業は本事業のみである。

以上より、本制度は社会情勢にかなった制度であると判断する。

（2）目的・目標

◆ 転換要素技術開発

本技術開発は、バイオマスエネルギー利用技術の普及促進に向けて、解決すべ技術課題を克服する上で、民間企業単独では実施困難な要素技術について NEDO との共同研究により解決を図ることを目的とし、平成 22 年頃の実用化を目標として、平成 16 年度～平成 18 年度までの間に公募を行い、27 テーマを採択した。

また、平成 20 年度～平成 21 年度においては、技術対象をセルロース系エタノール生産のためのボトルネックとなる周辺要素技術に重点化し、特にバイオマスの収集・運搬・貯蔵・前処理技術に特化した技術開発を実施し、平成 27 年(2015 年)頃に実用化を目指すことを目標とし、公募を行い、7 テーマを採択し、平成 24 年度まで継続した。

◆先導技術研究開発

バイオマスエネルギーは化石燃料よりコスト競争力に乏しいことが導入普及のネックとなっており、中長期的視野に立ったエネルギー転換効率や経済性のさらなる向上を目指すことで循環型社会の実現を目指す必要がある。本研究開発は今後バイオマスエネルギーの転換・利用技術等の分野で2015年～2030年頃の実用化と循環型社会の実現を目指す事を目的として、新規で画期的な技術の発掘・促進を目標として、平成17年度～平成19年度までの間に公募を行い、30件を採択した。

また、平成20年度からは、従来の事業を「中長期的先導技術開発」と位置づけ継続すると共に、バイオ燃料技術革新計画を受け、2015～2020年頃のセルロース系バイオエタノールの実用化を目標とする「加速的先導技術開発」の枠組みを新たに設けた。「中長期先導技術開発」については、平成20年度～平成21年度には、バイオ燃料の拡大に伴う長期的なバイオマス原料の確保を見据えて、バイオマス原料である植物創成等の技術開発や、イソプロピレン、ポリ乳酸の新たなリファイナリー技術開発等も公募を行い、15件を採択した。

なお、加速的先導技術開発においては、ステージゲート評価で選抜された4件の他に、事業の早期実用化をサポートする共通基盤的事业や、バイオ燃料技術革新計画で早期実用化が望まれているバイオプロピレン等のバイオリファイナリーに関する研究開発を新規で公募を行い5件採択した。

上記2事業で対象としているバイオ燃料等は「Cool Earth-エネルギー技術革新計画」の中で重点的に取り組むべきエネルギー革新技术として位置づけられており、政策に合致した取り組みとなっている。

以上のとおり、社会情勢や他事業の成果を踏まえ、時節にかなった目的・目標を設定しており、妥当であると判断する。

2. マネジメント（制度の枠組み、テーマの採択審査、制度の運営・管理）

（1）制度の枠組み

民間企業等との共同研究で行う「転換要素技術開発」と、委託研究開発で行う「先導技術研究開発」は、現状技術の課題解決を目指す要素技術開発と、将来を見据えた先行投資的な先導技術開発で、開発手法や評価方法、実用化までのプロセスが異なることから、それぞれの事業運営を切り分けて推進した。

転換要素技術開発については、バイオマスのエネルギー利用への取り組みが始まった平成16年の段階で事業を開始したもので、バイオマス利活用・実用化に向けたコア技術及び周辺要素技術について平成22年度の実用化を目標に事業者の主体性を確保する必要があると考えてNEDOと事業者が資金と能力を分担して実施する共同研究方式を導入して実施した。

一方で先導技術開発は、平成17年度において、2015年～2030年の実用化達成のために、従来技術に比べて画期的に優れたリスクの高い新規技術の種を発掘、支援する先導的基礎技術の研究開発を促すために委託研究により実施した。高い研究成果が得られたものは更に研究を発展させる機会を付与する計画としており、リスクの高い先導研究テーマを対象とするには適切な制度となっていた。

その一方で、平成20年に発表されたバイオ燃料技術革新計画に則り、2015年以降の実用化を見据えた場合、バイオマス由来の液体燃料製造における一貫事業として両技術開発を密接に連携させ、運営していくことが必要であった。そこで、転換要素技術開発においては、ボトルネックとなるバイオマスの収集・運搬・貯蔵・前処理等の周辺要素技術に重点化した公募を行い、研究開発を実施した。先導技術開発においては、加速的取り組み枠を新規に設け、資金を集中的に投入し、主に2020年のセルロース系バイオエタノールの実用

化の研究開発に特化した。また、加速的先導技術においては、短期間でハードルの高い目標をクリアするため、バイオフェュエルチャレンジ委員会を設置し、参加チーム内での情報交換やサンプル提供などを行い、参加チーム全体で研究開発成果の相乗的、加速的推進を図った。

以上より、本制度は、社会情勢を見据えて柔軟に対応したものであることから、制度の枠組みは妥当と考えられる。

表：本制度の枠組み概要

	平成17年～平成19年	平成20年～
転換要素技術開発 (共同研究)	対象：バイオマス利活用実用化のコア技術開発 目標年度：2010年	対象：ボトルネックであるバイオマスの収集・運搬等周辺技術開発 目標年度：2015年
先導技術研究開発 (委託研究)	対象：画期的な新技術を発掘・支援 目標年度：2015年～2030年	<中長期> 対象：画期的なマテリアル利用に貢献する技術 バイオマス収量アップ、不良地での栽培可能な植物創成技術 目標年度：2015～2030年
		<加速> 対象：セルロース系バイオマス由来のエタノールについて、40円/ℓの製造コスト及びエネルギー回収率0.35の実現 目標年度：2015～2020年

(2) テーマの公募・採択審査

① テーマの公募

転換要素技術開発、先導技術開発ともに、事業開始時は、テーマ公募型により広く技術シーズを発掘する形式としていたが、平成18年3月に「バイオマス・ニッポン総合戦略の見直し」、同年5月に「新・国家エネルギー戦略」が発表され目標が明確化された。これに伴い、平成18年度からは、当機構が具体的な技術開発課題を設定する課題設定型の公募を行い、研究開発を推進した。

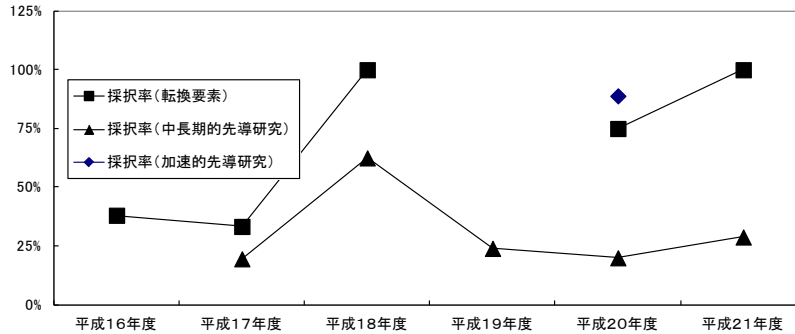
更に平成20年3月に、「バイオ燃料技術革新計画」「Cool Earth エネルギー革新技術計画」が発表されると、セルロース系バイオエタノール生産技術の実用化が急務となったことで、セルロース系バイオマス由来の液体燃料製造技術開発への重点化を行うため、転換要素技術開発においては、エタノール製造に際し、ボトルネックとなる周辺要素技術に関して、収集・運搬・破碎に特化した課題設定を実施した。先導技術開発では、従来の2015～2030年度への向けてのターゲットから、2015～2020年度に時期を前倒しすることを狙う加速的先導技術開発の枠組みを設け、新たな政策目標や社会要請を満たすための施策を実施した。

公募条件や技術課題の設定にあたっては、転換要素技術開発、先導技術研究開発ともに当該技術分野の知見を持つ研究機関や開発メーカーへの積極的なヒヤリングを行う等、年度毎に周辺の技術・市場動向（技術へのニーズ、世界的なエネルギー情勢）を把握・検討して課題・目標設定を変更してきた。更に、公募要領で技術開発目標を明確に数値化することにより、NEDOが意図する技術開発の方向性を明確にして公募を行った。

以上から、本制度は、社会情勢を見据えたテーマや目標の設定を行っており、テーマ設定や公募方法については妥当と判断する。

②採択審査

外部の有識者からなる採択審査委員会を設置し、公募要領にて明示した審査項目に従って採択テーマを選定した。「0. 事業概要」で示した応募件数及び採択件数について、両者の比を取った採択率の経年変化（下図）をみると、転換要素技術開発では平成 18～21 年度において高い値となっていることがわかる。これは、設定課題の絞り込みや各方面での事業説明機会を増やしたことで、事業者に対して NEDO が意図する課題を十分に周知できたためと考えられる。なお、採択課題の絞り込み等の施策による制度運営上の大きな課題は生じていない。



図：本制度における採択率の推移

一方で、よりリスクの高い新規技術の種を発掘、支援する先導技術研究開発においては、平成18年3月に「バイオマス・ニッポン総合戦略の見直し」、同年5月に「新・国家エネルギー戦略」が発表されたこともあり、液体燃料製造技術の研究開発を行う事業者が増加したことで多数の応募があった。そのため、採択率は低くなったものの、NEDOが具体的な設定目標を設定したこと等により、毎年一定数の優れた提案を採択する事ができた。

(3) 制度の運営・管理

①実施段階での評価

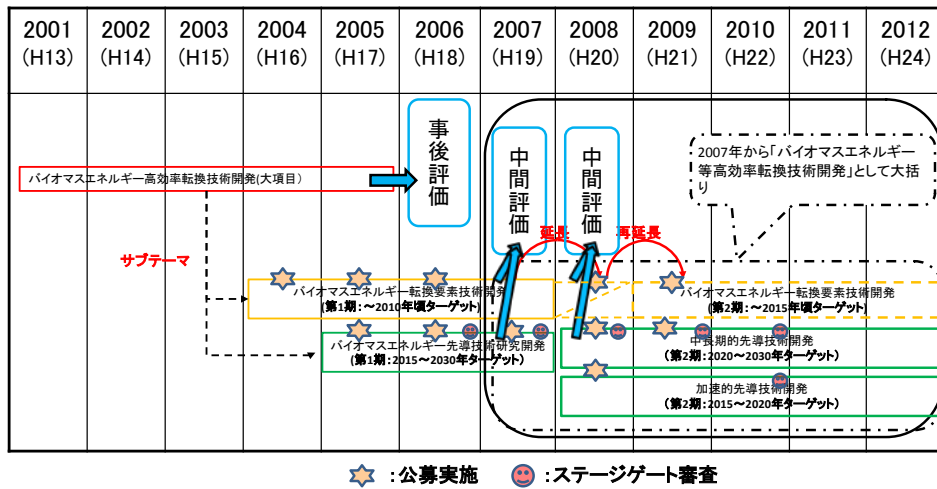
採択時点において事業化の可能性を判断することが困難な案件については、一定の期間研究を実施した上で、研究により得られたデータを基に事業化の可能性を判断することが必要である。そのため、各開発において以下の取り組みを実施した。

転換要素技術開発においては、平成 18 年度採択のうち 3 件については、「初年度の研究成果によって継続の可否を判断すること」という条件を付した上で採択を行い、初年度の年度末に外部有識者で構成する事業性評価委員会において、継続の可否を判断した。その結果、1 件の継続と 2 件の中断を決定した。その他の案件についても、事業開始 2 年目にヒヤリングを行い、進捗状況の確認を実施してきた。

先導技術研究開発において採択したテーマ 55 件については、採択後 2 年程度で研究開発状況を把握し、外部有識者の意見を踏まえて延長の可否を評価するステージゲート方式の審査を行い、実用化の可能性があると判断されたテーマは 2 年間の研究開発の延長を実施し、実用化の可能性がないと判断されたテーマは終了（中止）とした。

加速的先導技術研究開発を設けた際のステージゲート審査を含めて、平成 18 年度～平成 22 年までに 6 回行い、研究進捗状況を確認した上で選択と集中を図って選別し、テーマ 55 件のうち 31 件が、実用化に向けた更なる技術開発に取り組んだ。

費用対効果の向上を図ると共に、事業計画については、個別事業毎に設置する推進／評価委員会において、進捗状況および事業アプローチについて詳細に議論し、必要に応じて計画内容の修正と予算の変更等を実施するなど柔軟な対応を図り、事業の効率化に努めた。



図：バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発の制度概要

表：ステージゲート事業評価結果まとめ

	先導技術		転換要素	合計
	中長期	加速		
加速へステップアップし期間延長	5		0	5
セル革へ移行し延長	0	1		1
2年延長	21	7		28
中止	25	1	2	28
概ね現行どおり実施	0		1	1
評価を実施した総件数	51	9	3※	63

※3件の他については事業2年目で進捗状況確認のためのヒヤリングを実施

②加速的先導技術開発における連携促進

平成20年度より開始した加速的先導技術開発においては、新たに2015年～2020年頃のセルロース系バイオエタノールの実用化に向け加速する技術の研究開発を実施するため、当該テーマの実用化を担う企業等を体制に加えること、酵素開発等の共通基盤的な研究を追加することを目的に、＜転換技術＞と＜共通基盤技術＞に分け公募を実施した。実施にあたっては、両技術成果の相互利用・検証の連携の推進及び事業全体の大方針の調整を目的とする推進委員会として「バイオフェュエルチャレンジ委員会」を設置し、その運営と事務局業務を担当する総合調査研究チームについても公募を行い本事業の加速を図った。平成20年度～平成24年度の委託期間の間にキックオフミーティングを含めて各年度2回の開催で計10回の開催を行い、その結果、各研究チームの研究成果の把握や相互協力促進に繋がると共に、ステージゲート以降には研究チーム間の試料授受を実現させることができるなど、概ね目的は達成できたと考えている。各チームのリーダーとの比較的少人数の議論の場を別途持つようにすればより一層の連携が進んでいたと考えられる。

③成果普及への取り組み

転換要素技術開発及び先導技術研究開発それぞれの終了テーマについて、広く成果を公表して普及を図るとともに、成果の活用へ結びつける観点から成果報告会を開催し、多くの参加者を得た。当該成果報告会においては、ポスターセッションも行い、研究者間や事業者、一般の来場者との情報交換やディスカッションも盛況に行われた。平成18年度より毎年と7回開催し、合計3,461名の来場者数となり、一定の成果普及効果が得られたと考える。

平成19年 2月 2日	東京ビッグサイト	来場者数390名
平成19年10月12日	幕張メッセ	来場者数448名
平成21年 2月11日	東京ビッグサイト	来場者数381名
平成22年 2月11日	東京ビッグサイト	来場者数437名
平成23年 2月 9,10日	東京ビッグサイト	来場者数730名（他事業含む）
平成24年 2月 1, 2日	東京コンファレンスセンター	来場者数510名（他事業含む）
平成24年12月13, 14日	東京コンファレンスセンター	来場者数565名（他事業含む）

以上より、各テーマの内容に応じて適切な運営・管理を行っており、本制度の運営・管理については妥当と判断する。

(参考) 表：転換要素技術開発の目標・課題設定

年度	開発目標・設定課題
H16	<p>①高効率化のための要素技術：潜熱回収技術、破碎・分別・脱水・原料乾燥処理技術等の前処理技術、運転制御技術・モニタリング技術等</p> <p>②エネルギーの高品質化のための要素技術：生成ガス浄化技術、生成ガス分離・濃縮・精製技術等</p> <p>③小型化・低コスト化のための要素技術：間伐材・林地残材を発生地点で効率的に利用するパッケージ化技術等</p> <p>④安全・環境に配慮した要素技術：発火防止技術、脱臭技術や排液・醗酵残渣再利用技術等</p> <p>⑤その他：上記以外の要素技術およびエネルギー転換技術であって、新規性のあるもの</p>
H17	<p>①高品質化のための要素技術：生成ガス・液体燃料の浄化技術並びに分離・濃縮技術</p> <p>②小型化・低コスト化のための要素技術：間伐材・林地残材を発生地点で効率的に転換利用、或いは前処理するシステム等の小型化技術、並びにガスエンジン等の低コスト化技術</p> <p>③高効率化のための要素技術：破碎・分別・脱水・水熱反応等の前処理技術、エネルギー変換プロセスの効率向上技術</p> <p>④環境に配慮した要素技術：醗酵残渣再利用技術等</p> <p>⑤その他：上記以外の要素技術およびエネルギー転換技術であって、バイオマスエネルギーの導入普及に寄与する技術</p>
H18	<p>①下水汚泥から輸送特性に優れた固体燃料を製造し、かつその過程で発生する強い臭気(アンモニア、硫化メチル、脂肪酸等)を低減可能な下水汚泥固体燃料化技術の開発</p> <p>②食用油脂の精製工程等から排出される植物性油脂から酵素を用いてバイオディーゼル燃料(FAME)を製造する技術の開発</p> <p>③廃食用油等由来のバイオディーゼル燃料(FAME)を対象とした耐久性・長期エンジン性能安定性に優れた定置用(産業用)ディーゼルエンジンの開発</p> <p>④水熱分解法と酵素分解法を組合せた農業残渣等のセルロース系バイオマスの低コスト糖化技術の開発</p> <p>⑤その他：バイオマスエネルギーの利用に係わる市場ニーズにより今後の開発が期待される要素技術であって、バイオマスエネルギーの高品質化・高効率化、装置の小型化・低コスト化ならびに環境性向上等のバイオマスエネルギー導入・普及への波及効果が十分に期待できるもの。</p>
H20	<p>①画期的な収集・運搬技術</p> <p>②画期的な破碎・粉砕・前処理技術</p> <p><設定目標(実用化時)の例></p> <ul style="list-style-type: none"> ・収集/運搬可能規模【現状技術】平均0.3ha/日(林地残材平均10t/日) ⇒【実用化目標】平均1ha/日(林地残材平均30t/日) ・収集/運搬エネルギー収支【現状技術】30 ⇒【実用化目標】60 ・破碎・粉砕エネルギー収支【現状技術】20 ⇒【実用化目標】40 ・破碎・粉砕コスト【現状技術】3,000円/t ⇒【実用化目標】1,500円/t
H21	<p>a) バイオマスの収集・運搬・前処理技術</p> <p>①画期的なバイオマス収集・運搬・貯蔵技術</p> <p>②画期的な破碎・粉砕・前処理技術</p> <p>b) バイオエタノール製造に関する要素技術</p> <p>①画期的な蒸留・脱水技術</p> <p>②画期的な排水・廃液処理技術</p> <p>③その他、製造コスト低減・エネルギー回収率向上に資する、画期的な周辺要素技術・関連要素技術</p> <p>c) その他のバイオ燃料(液体及び気体燃料)製造に関する要素技術</p> <p><設定目標(実用化時)の例></p> <ul style="list-style-type: none"> ・収集/運搬可能規模【現状技術】平均0.3ha/日(林地残材平均10t/日) ⇒【実用化目標】平均1ha/日(林地残材平均30t/日) ・濃縮・脱水に必要なエネルギー【現状技術】4.6MJ/L ⇒【実用化目標】2.5MJ/L(10%EtOH→無水EtOH分離回収) ・廃液処理コスト【現状技術】8円/L EtOH ⇒【実用化目標】5円/L EtOH

(参考) 表：先導技術研究開発の目標・課題設定

年度	開発目標・設定課題
H17	<p>①バイオマスエネルギー転換技術（熱化学的変換技術、生物化学的変換技術、その他エネルギー変換技術）及び前後処理、周辺技術の新規な基礎的技術の研究開発。</p> <p>②バイオマスの新規なエネルギー利用に資する技術の研究開発。</p> <p>③バイオマスエネルギー転換過程の副産物・残渣利用技術の研究開発（バイオマスカスケード利用技術の研究開発）。</p> <p>④バイオマスのエネルギー利用を目的としたバイオマス生産技術の研究開発。</p> <p>⑤新規なバイオマス収集運搬技術の研究開発。</p> <p>⑥バイオマスのエネルギー利用において、ブレイクスルーにより大幅なコスト低減を図れる研究開発。</p> <p>⑦その他、バイオマスのエネルギー利用において、2020～2030年頃に実用化が期待されるシーズ技術の研究開発。</p>
H18	<p>①セルロース系バイオマスからエタノールなど液体燃料を製造する画期的な技術の研究開発 <設定目標（実用化時）> ・エネルギー回収率（セルロース系原料）0.5以上（混合系原料）0.6以上 ・あるいは変換コスト 20 円/L 以下</p> <p>②ガス化技術等を利用した液体燃料製造技術開発（メタノールを除く） <設定目標（実用化時）> ・エネルギー回収率 0.6 以上</p> <p>③油脂等からバイオディーゼル燃料など液体燃料を製造する画期的な技術の研究開発 <設定目標（実用化時）> ・エネルギー回収率 0.9 以上 ・あるいは変換コスト 15 円/L 以下</p> <p>④その他 2020～2030 年頃に実用化及び普及が期待されるシーズ技術 <設定目標（実用化時）> ・エネルギー収支（廃棄物系原料）15以上（栽培系原料）10以上</p>
H19	<p>①セルロース系バイオマスからエタノールなどガソリン代替燃料を製造する画期的な技術の研究開発（酵素自己生産微生物の開発、安価な酵素製造技術等を含む） <設定目標（実用化時）> ・エネルギー回収率（セルロース系原料）0.5 以上 ・あるいは変換コスト 20 円/L 以下</p> <p>②セルロース系バイオマスから軽油代替燃料を製造する画期的な技術の研究開発 <設定目標（実用化時）> ・エネルギー回収率 0.6 以上</p> <p>③その他 2015～2030 年頃に実用化及び普及が期待されるシーズ技術 <設定目標（実用化時）> ・エネルギー収支（廃棄物系原料）15 以上（栽培系原料）10 以上</p>
H20	<p><中長期的先導技術開発></p> <p>①画期的なバイオマス収集・運搬・粉碎・前処理技術</p> <p>②画期的な変換技術（熱化学的変換、生物化学的変換）</p> <p>③画期的な残渣・廃水等の利用・処理技術</p> <p>④その他、画期的なバイオマスのエネルギー転換・総合利用技術（リグニンの高付加価値利用等） <設定目標（実用化時）> ・全体のエネルギー収支（廃棄物系原料）15 以上（栽培系原料）10 以上 ・セルロース系バイオマスから輸送用液体燃料を製造する変換コスト 20 円/L 以下又はエネルギー回収率 0.6 以上</p> <p><加速的先導技術開発></p> <p>ア) セルロース系バイオマスからエタノールを製造する一貫プロセス開発 <設定目標（実用化時）> ・エネルギー使用量：6MJ/kg 以内（バイオマスで自立） エタノール収率：0.3L/kg 以上 エネルギー回収率：35%以上</p> <p>イ) セルロース系バイオマスエタノールからプロピレンを製造するプロセス開発 <設定目標（実用化時）> ・変換コスト：40 円/kg プロピレンモノマー</p> <p>ウ) 酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究</p> <p>i) バイオマス原料のさらなる理解と酵素糖化メカニズムの解明</p> <p>ii) 酵素活性の向上に有用な微生物遺伝子情報の獲得と蓄積</p> <p>iii) 糖化酵素の高効率生産、糖化技術の向上</p> <p>iv) 糖化後に生成する C6・C5 糖類の発酵に資する有用微生物の代謝・ストレス耐性等に係わる生化学的・遺伝的情報の取得と蓄積</p> <p><設定目標（実用化時）> (ア) i) ～ iii) のプロセス開発ならびに軽油代替燃料の生物的生産プロセスを革新するため、それぞれに適した 3 件以上の遺伝子、酵素、微生物、技術情報等を提供すること</p> <p>エ) バイオ燃料等測定・試験法の国際標準化研究</p> <p>オ) 総合調査研究</p> <p>i) 当該事業に参画する研究チームのバイオマス前処理物の研究チーム間の相互利用・検証の連携の推進及び当該事業全体を調整する推進委員会の運営</p>

H20	ii) バイオマス総合利用に係る経済性評価・LCA 評価、社会・環境・文化への影響リスク分析の手法の確立 iii) 有望バイオマス生産地域・事業モデルの検討
H21	<中長期的先導技術開発> a) エネルギー転換・総合的利用技術開発 ①画期的なバイオマス収集・運搬・粉碎・前処理技術 ②画期的な変換技術（熱化学的変換、生物化学的変換） ③画期的な残渣・廃水等の利用・処理技術 ④その他、画期的なバイオマスのエネルギー転換・総合利用技術（リグニンの高付加価値利用等） b) 遺伝子組み換え等品種改良技術を利用したバイオ燃料製造に利用するエネルギー植物の創成 ①糖化酵素蓄積によりバイオ燃料の製造効率を画期的に向上する等の草本系植物の品種改良研究 ②細胞壁改変によりバイオ燃料の製造効率を画期的に向上する等の木質系植物の品種改良研究 ③脂質の高濃度蓄積によりバイオ燃料の製造効率を画期的に向上する等の油脂等を蓄積する植物の品種改良研究 ④上記ア～ウの研究に貢献する基盤研究 ・エネルギー植物の品種改良等に係わる形質転換植物の作製技術及び組み換え植物栽培施設等の栽培技術の研究 ・エネルギー植物の品種改良等に係わるメタボローム解析による代謝情報とギガシーケンサー等を利用した遺伝情報に関する研究 ・エネルギー植物の品種改良等に係わる遺伝子制御因子の探索と利用技術に関する研究

3. 成果

成果の実態把握を目的として、本制度で実施した 89 テーマの実施者を対象に、アンケートおよびヒヤリング調査を実施した。以下に、結果の概要を示す。

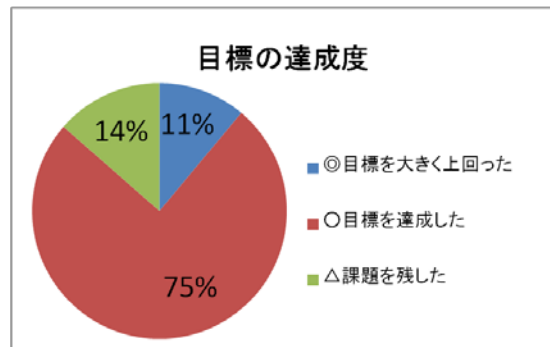
(1) 目標の達成度

目標の達成度については、「目標を大きく上回った」「目標を達成した」「課題を残した」の3段階でのアンケートを実施した。なお、目標はテーマ毎に1つあるいは複数設定されている。

イ) 転換要素技術開発（採択テーマ：34件）

目標の達成度については、「目標を大きく上回った」「目標を達成した」合計で86%であり、大半のテーマについては目標達成が実現できていたものの、「課題を残した」というテーマも14%みられた。具体的には、目標未達のテーマや、目標は達成（低コスト収集等）したが需要者が見つからないテーマ、バイオマス資源の安定供給等の課題が残ったテーマ等があった。

目標の達成度	件数
◎目標を大きく上回った	9
○目標を達成した	61
△課題を残した	11
合計	81



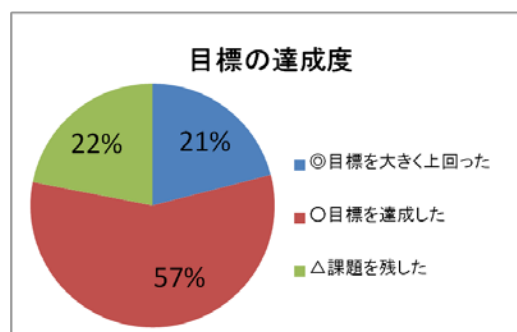
図表：目標の達成度（転換要素技術開発）

ロ) 先導技術研究開発

①中長期的先導技術開発（採択テーマ：46件）

目標の達成度については、「目標を大きく上回った」「目標を達成した」合計で78%であり、大半のテーマについては目標達成が実現できていたものの、「課題を残した」というテーマも22%みられた。具体的には、目標を達成できなかったテーマ、目標は達成した上で新たに実用化に向けて課題が残ったテーマ等があった。これは、中長期的先導技術の開発目標年度が2015～2030年と開発開始時から20年先をターゲットとしていたことから、チャレンジングな目標設定となったテーマがあったためと想定される。

目標の達成度	件数
◎目標を大きく上回った	22
○目標を達成した	60
△課題を残した	23
合計	105

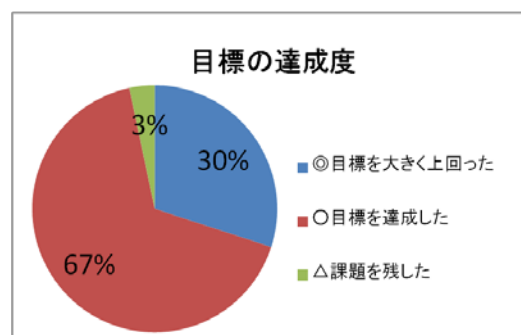


図表：目標の達成度（中長期的先導技術開発）

②加速的先導技術開発（採択テーマ：9件）

目標の達成度については、「目標を大きく上回った」「目標を達成した」合計で97%であり、ほぼ全てのテーマで目標達成が実現できていた。これは、加速的先導技術開発が、より実用的なテーマであったためと想定される。

目標の達成度	件数
◎目標を大きく上回った	9
○目標を達成した	20
△課題を残した	1
合計	30



図表：目標の達成度（加速的先導技術開発）

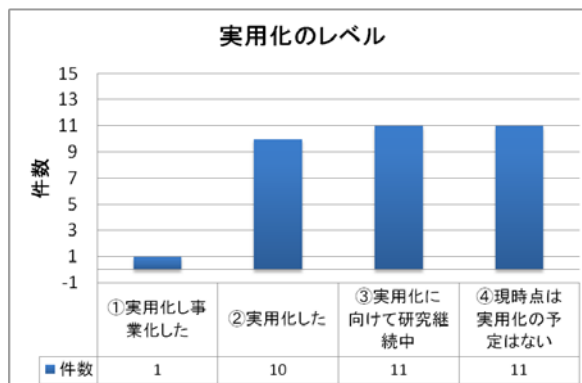
(2) 実用化のレベル

事業化に向けての実用化のレベルについては、「実用化し事業化した」「実用化した」「実用化に向けて研究を継続中」「現時点では実用化の予定なし」の4段階でアンケートを実施した。

イ) 転換要素技術開発

実用化レベルについては、事業化した1件を含めると、実用化に至ったテーマは11件となり、転換要素技術開発の3割強が実用化に達したことになる。なお、実用化に向けて研究継続中の取り組み案件が11件である一方で、現時点で実用化の予定はないテーマが11件となった。

実用化のレベル	件数
①実用化し事業化した	1
②実用化した	10
③実用化に向けて研究継続中	11
④現時点は実用化の予定はない	11
合計	33



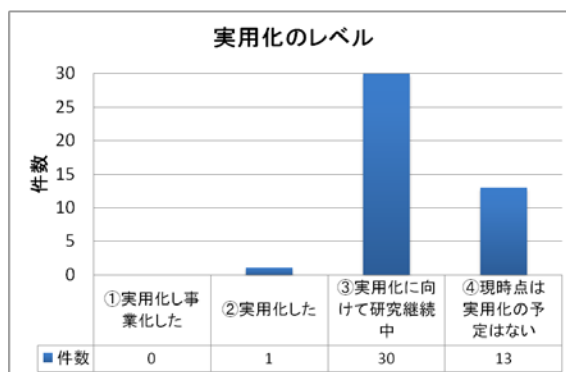
図表：実用化のレベル（転換要素技術開発）

ロ) 先導技術研究開発

①中長期的先導技術開発

実用化レベルについては、実用化に向けて研究継続中のテーマが30件と最も多く、実用化に至ったテーマはわずかに1件であった。中長期的先導技術については、2030年頃までの実用化を目指して取り組んでおり、バイオマスの幅広い分野から、従来技術に比べて画期的に優れたリスクの高い新規技術の種を発掘、支援するために行ってきたためと想定される。

実用化のレベル	件数
①実用化し事業化した	0
②実用化した	1
③実用化に向けて研究継続中	30
④現時点は実用化の予定はない	13
合計	44

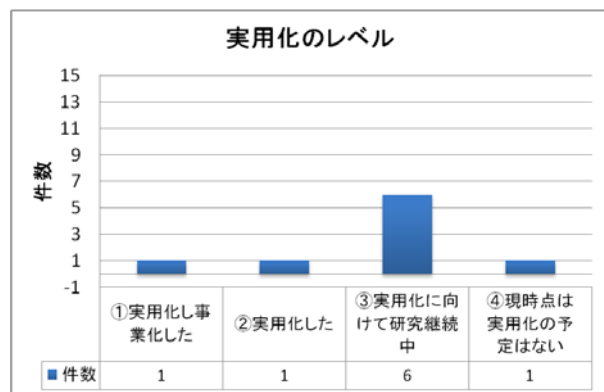


図表：実用化のレベル（中長期的先導技術開発）

②加速的先導技術開発

実用化レベルについては、実用化に向けて研究継続中のテーマが6件と最も多く、実用化に至ったテーマは2件であった。全体としては、ラボレベル等で極めて優れた成果が得られており、実証、実用化に繋がる着実な研究開発の進展が図られた。また、実用化に至ったテーマについては、測定・試験法の標準化研究の案件で有り、提案した測定方法がJISとして採用された他、経済性評価、LCA評価方法や有望バイオマス生産地域モデルの選定など、セルロース系エタノールを製造するために利用できる支援ツールとして確立したものであり、2020年のセルロース系エタノール製造の実用化に大いに貢献できると思われる。

実用化のレベル	件数
①実用化し事業化した	1
②実用化した	1
③実用化に向けて研究継続中	6
④現時点は実用化の予定はない	1
合計	9



図表：実用化のレベル（加速的先導技術開発）

（3）具体的な成果（事例紹介）

以下では、本制度により大きな成果が得られた代表例を示す。

イ）転換要素技術開発

- ①バイオマスの高効率セメント燃料化技術の研究開発（平成17年度～平成19年度）
セメント製造設備においてバイオマスを燃料として有効利用することを検討し、乾燥（低含水率化）および粉砕（細粒化）技術の改良により燃焼性が改善され、実機を想定したバーナー試験では微粉炭との10%（熱量ベース）混焼において微粉炭専焼と同等となることを確認し、事業化した。
- ②小型バイオマスガス化発電装置の研究開発（平成17年度～平成19年度）
散在するバイオマス資源を小規模分散型で利用できるように多種多様のバイオマスを受け入れ、小型でも高効率のバイオマスガス化発電するために、ガス化装置、ガスエンジンの開発およびシステム全体としてパイロットプラントを製作し、ガス化発電装置を開発して実用化した。
- ③草本系バイオマスの運搬と在庫及びエネルギー転換時の前処理工程を改善する可搬式ペレット化技術の開発（平成21年度～平成23年度）
ストロー状で嵩高い草本系バイオマスについて、輸送コストの削減およびバイオ燃料製造工場の在庫スペースの低減、さらにバイオ燃料変換時における破砕、乾燥工程の簡略化を目的に、収穫現場で実施可能な草本系バイオマスのペレット化技術の開発を実施した。その結果、透湿防水シートによる稲わらの圃場現地での乾燥システムおよび稲わらを磨砕しながら直接ペレット化する技術を開発し、可搬式ペレット化設備による現地ペレット化システムを確立した。
- ④遠隔林分の木質バイオマス収穫機械の研究開発（平成21年度～平成23年度）
地形急峻な我が国森林において、路網から遠隔にある森林からでも低コストで安定的に木質バイオマスの収集を可能とする高性能架線集材装置（新世代タワーヤーダ）の要素技術開発を実施した。今年度は集材作業の効率化、荷掛手の負荷軽減を図る新規な機械装置を完成させ、また木質バイオマス量の機械による直接把握に向けた情報システムを確立した。

ロ) 先導技術研究開発

①酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究（平成 20 年度～平成 24 年度）

セルロース系バイオマスからエタノールを製造する際にボトルネックとなっている糖化酵素のコスト低減（使用量削減、高効率生産を含む）と糖化液の効率的発酵の実現に向けた発酵基盤技術に関する研究開発を実施した。その結果、セルラーゼ及びヘミセルラーゼ活性において欧米製の最新市販酵素を凌駕する能力を有する新規酵素を開発した。

②セルロースエタノール高効率製造のための環境調和型統合プロセス開発（平成 17 年度～平成 24 年度）

独自に開発したリグノセルロース分解酵素を細胞表層に発現したスーパー微生物（酵母）技術を核とした、前処理工程、糖化・発酵工程、濃縮・脱水工程、廃水工程を含めたトータルでのセルロースエタノール製造プロセスを開発した。

③遺伝子組換えによるバイオマスエネルギー高生産樹木の創生（平成 21 年度～平成 24 年度）

乾燥地や塩害地などの不良環境下においても生育が可能なユーカリなどの早生樹の研究開発を行った。耐塩性遺伝子を導入することで耐塩性を付与することにより、遺伝子組換え型は野生型に比べて高いバイオマス生産性を示すことが確認できた。

4) 特許出願件数

以下では、本制度における特許出願件数の推移を示す。合計で184件の特許出願が実現している。

表：特許出願件数

年度	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	合計
特許出願件数 (件)	33	0	20	18	69	27	17	184

4. 総合評価

①総括

本制度の全89テーマを対象に実施したアンケートおよびヒヤリング調査により実態把握を行った結果、当初の目標を達成したものが全体の約85%に達しており、制度全体における目標の達成度は高かったといえる。

今後、バイオマスエネルギーの導入加速を図る上で、2015～2020年の実用化を見据えた技術の高度化、低コスト化、および2015～2030年の実用化を見据えた基盤技術の確立は、政府が掲げる新エネルギー導入目標等の達成に向けて重要な役割を果たすものである。バイオマスのエネルギー利用は、対象となる技術やバイオマス資源が非常に幅広いという特徴があり、本事業を通して、実用化に向けてさらなる推進が可能な技術など、現時点における技術開発の有効性を示すことが出来た。これまでに得られた成果を勘案すると、その貢献を果たしつつあると判断する。

また、公募、採択した後、2～3年後にステージゲート方式等を導入することにより、研究開発の進捗状況を外部有識者を含めた審査を行うことで、優れた成果のものを精選して研究開発を取り組んだことは、適切で有効であったと判断する。

②今後の展開

本制度の成果を活用して、効率的に技術開発をさらに推進することにより、実用化することが重要である。本制度により、実用化に向けて優れた成果が得られた技術があるので、精選して実施するように取り組む。

特にセルロースからのエタノール製造は、ラボレベル等で要素技術に関して優れた成果があり、実用化に結び付く技術を精選して、さらにパイロットレベルでの研究開発を推進していくため、次の新規開発事業において、実証の前段階規模での事業化を行う企業が主体となりエンジニアリング企業も含めたプロジェクト事業を行って、目標設定を明確にして研究開発を推進していく。また、テーマ毎の企業間の情報交換や必要に応じて技術開発の連携を行い、相乗効果による加速化を図る。更に、民間企業による主体的な開発を促進するため、特許、ノウハウなどの知的財産の扱い等を含む契約形態について更なる改善策を検討する他、優れた成果を得た事業に対しては、事業終了後に実証事業等他のバイオマス関連事業との連携により、研究開発段階から実用化・商業化段階への円滑なステップアップを図る。

また、セルロース系エタノール以外のバイオ燃料（バイオガス、バイオジェット燃料等）のバイオマスエネルギーの技術開発も他のバイオマス関連事業等で効率よく推進していくことを検討する。

「バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発事業」(事後評価)
評価コメント

- ※ 回答者が特定され得る情報や一部の用語については、文意を変えない範囲で事務局にて修正。またコメントの対象が明確となるよう、コメントの前に項目名を記載している(下線部分)
- ※ 重複するコメントは統合。
- ※ 本制度に対する評価と直接関連しないコメント等は省略。

【I. 各論】

I-1 位置付け・必要性

<肯定的意見>

- ・高効率事業の取り組みは、今まで取り組んでこなかったバイオマス分野であったので、技術開発にとって有益であり、事業の枠組みや運営方法は良かったと思う。
- ・予算の額については、テーマ数、実用化までの目標等を考慮すれば、高くはなく(ラパド、ファラは30年前に100億円かけていた)、妥当であった。

<問題点・改善すべき点>

- ・バイオマスの技術分野は広いので、数年に1回は定期的に、技術を広くとる公募を行った方が良い。そうしないと革新的、先進的な技術は育たない。
- ・目標設定については、コストを含めたもの、そうでないものがあるが、できるだけコストも含めるように客観的に評価できるようにする。
- ・目標の設定は、高すぎてもいけないし、低すぎてもいけない。ある程度高めのところを設定する。そうすることで新規事業に結び付き、産業の活性化が図れる。
- ・技術によっては、年に何十回も実験ができるものと1回しかできないものがある。予算規模も違う。テーマ毎に実施期間、ステージゲート時期を変化させて臨機応変に適切に対応することも今後必要と思われる。

I-2 マネジメント

<肯定的意見>

- ・進捗管理の点からステージゲート方式は、良かった。今後も続けてほしい。
- ・本制度は、ステージゲートを落ちたものでも原則、口頭発表させているのは良い。採択の時でも、原則口頭発表してもらうことを規定しておいた方が良い。提案事業者も緊張感をもって出来る。また、落ちたものでも技術的に進歩があれば、新たなニーズの研究開発に繋がる。いい成果はもちろん宣伝効果になる普及促進効果がある。
- ・ステージゲート方式のような広くとって絞っていくやり方は良い。

<問題点・改善すべき点>

- ・採択については、事前に審査に当たっての目的、目標など具体的なターゲットについて、委員長の先生だけでなく審査委員の先生全員に、説明した方が良い。先生方が共通認識を持ちできるだけ客観的に評価できるようになり点数のバラツキが抑えられる。
- ・利害関係者の区別を明確にして対応した方が良い。以前はされていなかった。
- ・ステージゲート方式のやり方は良いが、ステージゲートの審査時期が2年というのは短いので、3年にした方が良い(実際に公募した1年目は、半年も実施してないことが多い)。例えば、3年後ステージゲート、2年または3年延長実施など。具体的には、植物関係の研究開発など技術や課題の内容によっては、期間を長くしても良い。ヤトロファなど屋外でやるものは、リスクもある。

- ・ステージゲートの審査等の実用化の判断については、辛口（点数の悪いところ）の採点も踏まえて総合評価のところできちっと議論した方が良い。
- ・基礎研究の場合、目標を設定すればそれで良いということではなく、ステージゲートでその目標設定でよいのか、社会情勢（政策、ニーズ等）、研究の進捗状況も考慮して見直すことも必要と思われる。必要に応じて実施者との協議も行う方が良い。

I-3 成果

<肯定的意見>

- ・高効率事業では、89 テーマの多くの研究開発が実施され、事業化を達成したものから実用化ができなかったものまでそれぞれのレベルがあったが目標の達成度が事業全体の85%であったことは高かったと思われる。また、事業全体では実用化に結びつくことができる多くの成果が得られ、本事業は、バイオマスエネルギーの研究開発として貢献できたと判断できる。
- ・セルロース系エタノール技術は、バイオマスをいかに前処理して糖化、発酵する技術開発が重要であり、実用化に向けて着実に成果が挙げられている。この技術は機能性化成品などバイオリファイナーにも応用でき、その技術を参考に事業化している企業もある。バイオエタノールなどのフェュエルだけでないところに実は成果が上がっている。

<問題点・改善すべき点>

- ・成果の目標の達成度について、課題を残した部分については、少ないけれども問題があり得るとと思われる。何が問題点なのか。それは超えられないのかあるいは何らかの方法で解決できないのか（NEDOのマネジメントで、研究期間、予算、研究体制等での対応）整理しておいた方が良い。
- ・実用化したが事業化に至っていないのはなぜか。例えば、公募を行った時点では、ニーズがあった技術が時間の経過とともに社会情勢の変化によりニーズが変化したため、事業化ができなくなった、あるいは事業化の全体の中で一部の要素技術の実用化であるため、他の技術の実用化がされていないため事業化できないなど整理しておいた方が良い。
- ・中長期、加速先導技術の実用化レベル④「現時点実用化の予定がない」案件は、精査が必要。ステージゲートで落ちたものであれば仕方がないが、ステージゲートを通過して実用化の予定がない案件は、理由を確認する必要がある（ステージゲート後の状況変化等）。
- ・転換要素の実用化レベル④「現時点で実用化の予定がない」の案件も調査する必要がある。実用化できなかったのであれば、その理由を確認すれば、次の事業する時の参考になる。
- ・中長期、加速先導技術については、特に実験室レベルでうまくいってもパイロットレベル等の段階でなかなかうまくいかないのので、このスケールアップ技術確立をしていくことが今後重要である。

<その他の意見>

- ・また、バイオエタノール技術は、コスト的に一番安い目標であり、このレベルでできれば、他の付加価値の高いリファイナーにも応用が容易であるので、引き続きチャレンジしてほしい。

【Ⅱ．総論】

Ⅱ-1.総合評価

<肯定的意見>

- ・概ね制度の枠組みや取組は、工夫して実施しており、バイオマスという広い範囲の領域に跨がる分野において、転換要素技術開発、先導技術研究開発（中長期的、加速度的）の事業を行い、優れた成果が得られており、本事業の実施は、極めて適切に有効に行われていたと思われる。
- ・既存技術をベースに2010年から2015年の実用化に結びつく可能性が高い研究開発を推進した転換要素技術開発や、将来に利用できる革新的な技術（遺伝子組換え技術等）で、かつ2015～2030年頃までに実用化し得る可能性のある基礎研究の段階のシーズ技術を発掘するために、バイオマスの技術分野の広範な技術をターゲットにして、幅広く公募して採択し、研究開発を推進し、事業開始後2～3年後に外部有識者によるステージゲート審査を行い、その中で有望な技術を選択して成果が得られた中長期的先導技術研究開発、更にその先導技術研究開発の中で、社会情勢や政策に対応して2015～2020年頃に実用化することを加速してセルロース系エタノールのターゲットに絞って行った加速的先導技術研究開発を実施することによりトータルの目標の達成度が85%とチャレンジな研究開発に対して、非常に有益な成果が得られたと認識している。
- ・特に先導技術研究開発の取組は、幅広い技術分野から公募を行い、厳正に採択審査で選別し、採択後もステージゲート方式を導入し、研究進捗をチェックして更なる選別を行った上で、研究開発の成果を得られたことは、今までにないバイオマスエネルギーに関する取組であり、バイオマスという研究開発スパンの長いものには、有効であったと思う。他の省庁の事業と比べても優れていると思われる。
- ・加速的先導技術では達成度が高く、これに対して中長期的先導では、将来を見据えた技術開発であるため、達成度にバラツキがあるのは当然でアンケート等は妥当なものであった。

<問題点・改善すべき点>

- ・目標の達成度、実用化のレベル等の実態把握調査より、89テーマの蓄積の集大成になっており、これを今後のために十分活かして欲しい。
- ・バイオマスの技術分野は広いので、数年に1回は、定期的に技術を広くとる公募を行った方が良い。そうしないと革新的、先進的な技術は育たない。
- ・ステージゲート方式のやり方は良いが、ステージゲートの審査時期が2年というのは短いので、3年にした方が良い（実際に公募した1年目は、半年も実施してないことが多い）。例えば、3年後ステージゲート、2年または3年延長実施など。

Ⅱ-2.今後の提言

<今後に対する提言>

- ・セルロース素材からのエタノール製造は本事業が初めての取り組みで、貴重な成果である。可能性のある技術を精選して、さらに研究開発を継続すべきと考える。また、セルロース系エタノールだけでなく油脂系、メタン発酵等バランスよく推進すべきである。
- ・バイオマスからの化学品生産は高コストになる。よって、出口の製品の価値をよく検討して対応することが大事である。
- ・セルロース系でも油脂系でも、遺伝子組み換え技術なくして進展しないので、積極的に技術開発と理解促進を進めてほしい。
- ・目標設定を明確にすべきである。
- ・転換だけでなく、前処理等も含めたトータルマネジメントが必要である。
- ・日本の重要なコア技術をピックアップし、オールジャパンで研究開発を行うべきである。プロジェクトにはエンジニアリングの方も参加してもらうべきである。

- 他省庁と連携をとりながら、制度や規制面を絡めて技術開発目標を明確にすべきである。セルロース系エタノール技術は、JST や農水省でもやっている。経産省、NEDO、JST、農水省などコンバインして整理した方がいい。
- ブレークスルーを起こすために、面白い、チャレンジングな課題を採択すべきである。基盤技術は重要なので、これからも広く行っていくべきである。
- NEDO の取り組みとして、バイオエネルギー、バイオリファイナリーの技術を精査する中で、アジアの環境がらみの技術（環境浄化、空気浄化）に応用できると考える。
- GM（遺伝子組み換え）対策やはり必要。経産省、農水省、文科省、厚労省等の各省が連携して取り組むこと必要である。インターフェロンなどの薬関係については、人の口に入れても GM でも受け入れられている。
- セルロース系エタノール技術は、バイオマスをいかに前処理して糖化、発酵する技術を開発し、いかにスケールアップするかが重要である。日本でいい技術があれば製糖工場に併設してバガスなどにターゲットを絞ってやるのが望ましいケースになる。
- ガス化、メタン発酵など地域の自治体と事業者が組んで新たなシステムを構築することは有益である。
- 森林を木材とエネルギーに使用する場合、価値として木材：エネルギー8：2 と言われている。従って、林業を盛んにして（例えば、林地残材の収集・運搬コストダウンを図るなど）木材とエネルギーとの併用が考えられる。リファイナリーとの組み合わせも良い。いずれにしても林野庁との連携が必要と思われる。スウェーデンでは、木材、エネルギー、化成品の3つを行っているようである。
- リファイナリーについては、特にリグニン利用による化成品が差別化できる。リグニンはシェールガスでできない化成品が作れるため。
- バイオマスの技術分野は広い範囲で定期的に公募し、その中で選択と集中を行い、有効な技術を加速し、その後一貫プロセスも踏まえて取り組んでいく方向で継続的に行っていくことが有用である。
- 高効率事業は、バイオエタノールに注力して行っているが、バイオディーゼルも取り組む必要がある。バイオディーゼルは、量だけでなく質的な技術開発（ジェット燃料に適した C14 炭化水素の開発）をすると色々な波及効果が期待される。
- GM 技術開発について今後は、生産者レベルだけでなく消費者レベルでのメリットが出るように進めていく必要がある
- バイオディーゼルについては、質的な目標を当初から設定してほしい。そうすることが二次的三次的な波及効果（優れた株の選抜、C14 ジェット燃料、C18 不飽和脂肪酸等）に繋がる。

尚、本評価コメントは、バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発事業について、外部有識者から構成される評価委員会（次頁記載）の各委員のご意見をまとめて整理したものである。

「バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発」
事後評価委員会 外部有識者一覧

氏名 (敬称略)	所属・役職
横山 伸也	鳥取環境大学環境学部環境学科 教授
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
太田 啓之	東京工業大学バイオ研究基盤支援総合センター 教授 バイオ技術センター長
片山 秀策	社団法人畜産技術協会 元研究開発第一部長兼研究開発第二部長 非常勤参与
田中 隆治	星薬科大学 学長
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