

熱利用エコ燃料の普及拡大について

平成18年8月

エコ燃料利用推進会議

エコ燃料利用推進会議 委員名簿

(五十音順、敬称略)

- 座 長 大聖 泰弘 早稲田大学理工学部 教授
- 委 員 植田 文雄 社団法人日本自動車工業会安全・環境技術委員会燃料
(平成18年3月まで) 潤滑油部会 部会長
- 委 員 小川 英之 北海道大学大学院工学研究科 教授
- 委 員 酒井 伸一 京都大学環境保全センター 教授
- 委 員 高梨 文孝 全国農業協同組合連合会営農総合対策部 技術参与
- 委 員 中村 一夫 京都市環境局施設部施設整備課 担当課長
- 委 員 野田 明 独立行政法人交通安全環境研究所 理事
- 委 員 八谷 道紀 社団法人日本自動車工業会環境委員会地球環境部会 部会長
- 委 員 松本 俊一 カワサキプラントシステムズ株式会社品質・技術管理部参事
- 委 員 村井 保徳 大阪府環境情報センター 所長
- 委 員 茂木 和久 社団法人日本自動車工業会安全・環境技術委員会
(平成18年4月以降) 燃料・潤滑油部会 部会長
- 委 員 森岡 清司 三井物産株式会社エネルギー本部産業エネルギー部
環境・発電事業室 次長

目 次

はじめに

第1編 エコ燃料に関する総論

I	エコ燃料とは	1-1
1.	エコ燃料の定義	1-1
2.	エコ燃料の種類	1-2
II	エコ燃料普及の意義	1-6
III	エコ燃料の導入目標等	1-8
1.	我が国のエコ燃料の導入に関する目標	1-8
2.	エコ燃料に係る研究開発目標	1-10
3.	エコ燃料に関連する法制度	1-12

第2編 熱利用エコ燃料の普及拡大について

I	我が国における取組状況	2-1
1.	バイオガスに関する取組状況	2-1
2.	木質固形燃料に関する取組状況	2-10
3.	その他の熱利用エコ燃料に関する取組状況	2-13
4.	バイオマスの高度利用に関する取組状況	2-15
II	海外における取組状況	2-20
1.	バイオガスに関する取組状況	2-20
2.	木質固形燃料に関する取組状況	2-25
3.	バイオマスの高度利用に関する取組状況	2-29
III	普及拡大に向けた論点整理	2-33
1.	熱利用エコ燃料に関する取組状況の評価	2-33
2.	熱利用エコ燃料の導入量の目安	2-37
3.	熱利用エコ燃料の導入にあたっての課題	2-43

IV 熱利用エコ燃料の普及シナリオ	2-50
1. 普及シナリオの考え方	2-50
2. 普及目標	2-56
3. 普及に向けて必要となる施策	2-58
別添1 熱利用エコ燃料の導入量の目安の考え方	2-64

おわりに

参考資料

参考資料1：バイオマスエネルギー変換技術の概要	資-1
参考資料2：第3期科学技術基本計画におけるバイオマス利活用技術の位置づけ	資-2
参考資料3：エコ燃料に関連する法制度の概要	資-8
参考資料4：京都バイオサイクルプロジェクトの概要	資-11

はじめに

地球温暖化問題は、今世紀の人類が直面している極めて深刻かつ重大な環境問題である。持続可能な循環型社会の実現には、長期的には世界の温室効果ガスの排出を現状の半分以下にする必要があり、我が国を含む先進国ではそれ以上の大幅な削減が必要になると見込まれている。

我が国の温室効果ガス排出量の大部分は、石油等の化石資源に由来する燃料の燃焼に伴う CO₂ (いわゆるエネルギー起源 CO₂) の排出で占められており、エネルギー起源 CO₂ の排出を伴わない再生可能なバイオマスを原料とするエコ燃料の普及拡大により、化石資源由来燃料を代替することは、温暖化対策上極めて重要でありその促進が急務となっている。

このような背景のもとに、この度エコ燃料利用推進会議が設置されたが、その前身となる「再生可能燃料利用推進会議」では、特にバイオエタノールの利用拡大に焦点を当てて、2004年3月に報告書を取りまとめ、自動車用燃料へのバイオエタノール混合ガソリンの普及に向けた具体的なロードマップを提示し、普及への道筋を先駆的に示したところである。これを踏まえて、環境省等の支援するバイオエタノールの製造・導入に係る地域実証等の取組が大きく進展したことに加え、エコ燃料の導入に向けた関係各省庁における取組も進みつつある。

一方で、2005年4月には、京都議定書目標達成計画が閣議決定され、バイオマスの熱利用とバイオマス由来の輸送用燃料の導入に関して具体的な目標が示された。これらの目標は、これからの長きにわたる温暖化対策の重要な第一歩として着実にその達成を図るべきものであり、その目標達成には、従来にない大規模なエコ燃料の導入が不可欠である。しかしながら、目標達成に向けての具体の道筋が明らかになっておらず、2008年からの第一約束期間を間近に控えて、これを実現するためのより具体的な普及シナリオと対応方策を示すことが急務となっていた。

そこで、本会議では、前回報告書策定以降の内外における取組の進展や、原油価

格の高騰等の石油燃料を取り巻く環境の変化等を踏まえ、エコ燃料の大規模導入と石油燃料代替に向けての道筋を明らかにし、そのための普及シナリオを具体的に取りまとめることとして、2005年12月に検討に着手した。

今回の検討では、バイオマス熱利用全体を進める観点から輸送用の燃料に加えて、定置燃焼設備用の燃料を含むエコ燃料全般について広く検討対象としたところであるが、前回報告書の蓄積がある自動車用バイオエタノール等の輸送用エコ燃料についての検討を先行させ、2006年5月に報告書「輸送用エコ燃料の普及拡大について」を取りまとめたところである。

本報告書は、先に取りまとめた輸送用エコ燃料以外の熱利用エコ燃料の普及拡大について、本会議における検討結果を取りまとめたものである。

なお、本会議における検討にあたっては、上記のような認識を踏まえ、特に中長期的には従来の延長線上ではなく、石油への依存の一層の抑制を目指した新しい再生可能な燃料・エネルギーへのパラダイムシフトを迎えることになるというスタンスで、将来の望ましい社会システムを想定しながら、今後何をなすべきかを具体的に提示することを意図した。また、そのような取組を実現していくためには、国民に対する啓発と意識改革が不可欠であり、その出発点となるような方向性を示すことが求められる。本報告書のとりまとめにあたっては、このような点を念頭に置いて検討を行ったものであることを付記しておきたい。

第1編 エコ燃料に関する総論

I エコ燃料とは

1. エコ燃料の定義

(1) エコ燃料の定義

バイオマスを原料とするバイオエタノール等の燃料は、バイオ燃料あるいは再生可能燃料とも呼ばれるが、本報告書では、「エコ燃料」という用語を採用し、“生物資源であるバイオマスを加工処理して得られる再生可能燃料”を指すものとして用いることとする。

バイオマスに含まれる炭素分は、植物がその成長過程において大気中の二酸化炭素（CO₂）を固定したものであり、バイオマスを再生産する限りにおいては、バイオマスを燃焼しても大気中のCO₂は増加しない（いわゆるカーボンニュートラル）。

従って、バイオマスを原料とするエコ燃料を燃焼させてもCO₂の増加にはつながらず、これを石油等の化石資源由来燃料の代替燃料として利用することにより、代替された化石資源由来燃料分の温室効果ガス排出量を削減することができる。

なお、エコ燃料を供給する過程において、原料の生産・収集・輸送から燃料製造・供給時には、化石燃料を含むエネルギー投入を必要とし温室効果ガスの排出を伴うことから、これらのライフサイクル全体を通じて温室効果ガスの削減効果が得られ（メタン等の二酸化炭素以外の温室効果ガスの排出も考慮）、温暖化対策として有効であることがエコ燃料導入の前提となる。

また、温暖化対策としての有効性のみならず、これらの過程を通じて環境汚染を引き起こさないことも、エコ燃料として必要な条件と言える。

(2) 検討に際しての区分

本会議での検討に際しては、燃料の用途に応じて、輸送用のエコ燃料（以下本報告書では、「輸送用エコ燃料」という。）と輸送用以外の定置燃焼設備用のエコ燃料（以下本報告書では、「熱利用エコ燃料」という。）に区分して検討を行った。

これは、輸送用燃料については、2004年3月の再生可能燃料利用推進会議報告書「バイオエタノール混合ガソリン等の利用拡大について（第一次報告）」の検討の蓄積があることに加え、エネルギー密度が高く、可搬性に優れていることを要求される輸送用燃料では、基本的にバイオエタノール等の液体燃料が導入対象となることから、バイオガスや熱分解ガスの導入、あるいは木質固形燃料の導入が重要な柱となる熱利用エコ燃料とは、導入の考え方や利用形態が異なるため、区分して検討を行ったものである。

2. エコ燃料の種類

(1) バイオマスの分類

エコ燃料の原料となるバイオマスは、発生源や由来する生物体によって例えば以下のように分類される（表 1-1）。

表 1-1 バイオマスの分類例

未利用資源	木質系バイオマス	森林バイオマス	林地残材
			間伐材
			未利用樹
		製材所廃材	
		建設発生木材	
	製紙系バイオマス	古紙	
		製紙汚泥	
		黒液	
	農業残さ	稲作残さ	稲わら
			もみ殻
		麦わら	
		バガス	
		その他農業残さ	
	ふん尿・汚泥	家畜ふん尿	牛ふん尿
			豚ふん尿
			鶏ふん尿
			その他家畜ふん尿
		下水汚泥	
	食品系バイオマス	食品加工廃棄物	
		食品販売廃棄物	卸売市場廃棄物
食品小売業廃棄物			
生ゴミ		家庭生ゴミ	
		事業系生ゴミ	
廃食油			
その他		埋立地ガス	
	繊維廃棄物		
生産資源	草木系バイオマス	短周期栽培木材	
		牧草	
		水草	
		海草	
	その他	糖・でんぷん	
		植物油	パーム油
			菜種油
大豆油			

出所：バイオマスエネルギー導入ガイドブック第2版（NEDO、2005年）より作成

(2) バイオマスの変換技術と代表的なエコ燃料

エコ燃料は、このような各種のバイオマスを様々な変換技術を用いて加工処理することによって得られる。代表的なエコ燃料と原料となるバイオマス、変換技術の関係を図 1-1 に示す。

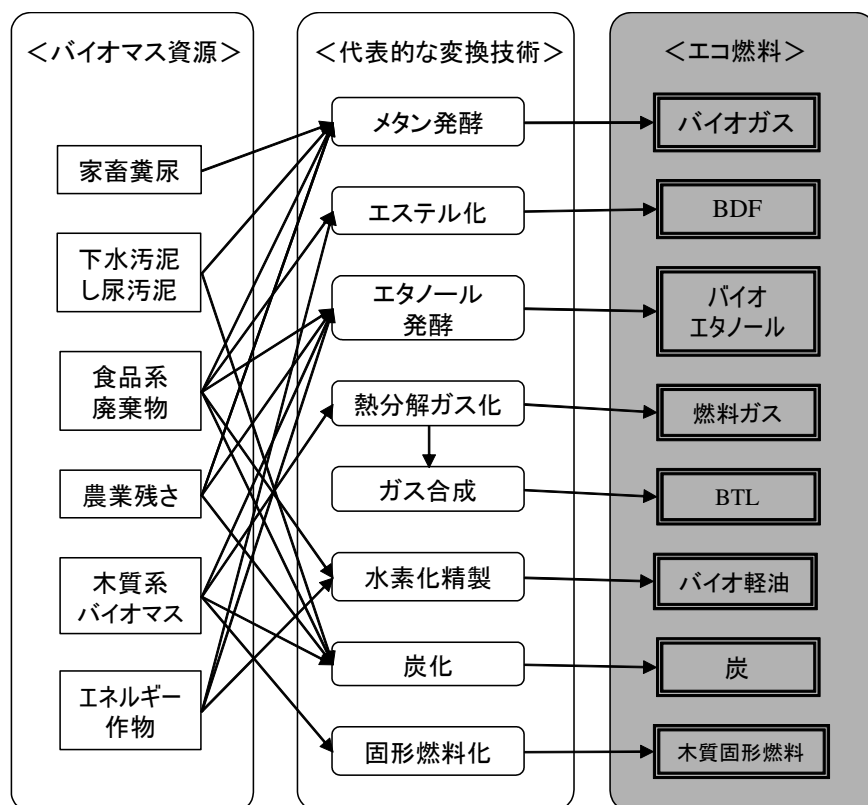


図 1-1 バイオマスと変換技術、エコ燃料の関係の例

バイオマス資源を燃料として利用する技術は、直接燃焼に加えて、熱化学的変換及び生物化学的変換に大別される。

- ・ 直接燃焼：バイオマスを直接、又はチップ化、ペレット化等の加工処理を行ったものを燃料としてボイラやストーブ等で燃焼
- ・ 熱化学的変換：高温、高圧プロセス等によるガス化、エステル化、スラリー化で燃料を生成
- ・ 生物化学的変換：発酵技術等により、メタンやエタノール、水素等を生成

これらの変換技術について、バイオマスの種類毎に対応する技術と実用化のレベル、取組事例の有無等を整理した例を表 1-2 に示す。各技術の概要については参考資料 1 に示す。

表 1-2 バイオマスと変換技術*の対応及び実用化レベル

			木質バイオマス		草質バイオマス		農業残さ	製紙系バイオマス	汚泥系バイオマス	ふん尿	食品廃棄物系バイオマス	糖・でんぷん	植物油		
			DRY	WET	DRY	WET	DRY	DRY	WET	WET	WET	WET			
変換技術			DRY/WET	実用化レベル	林地製材材、材残材	建築廃材	牧草、ネピア、アグラス	ホテイアオイ	トウモロコシ、小麦、もみ殻、	古紙	牛、豚、鶏糞尿	下水汚泥、浄化槽汚泥	食品産業廃棄物、水産加工残さ	砂糖、てんさい	廃食用油、菜種油、パーム油
燃焼	直接燃焼	実用化	◎	◎	○			○	○	○	◎	◎		◎	
	混燃	実証	◎	○	○			○	○					○	
	固形燃料化	実用化	◎						○		○	○			
熱化学的変換	熔融ガス化	実用化	○	○	○			○							
	部分酸化ガス化	実証	◎	○	○			○							
	低温流動層ガス化	実証	◎	○	○			○							
	スラリー燃料化	実証	○	○											
	超臨界水ガス化	実証				○				○	○	○			
	炭化	実用化	◎	○				○			◎	◎			
	エステル化	実用化												◎	
生物化学的変換	メタン発酵	実用化				○	○		◎	◎	◎			○	
	エタノール発酵	実用化											◎		
	糖・でんぷん系	実用化											◎		
	セルロース系	実証	○	◎	○		○	○				○			
	アセトン・ブタノール発酵	基礎					○	○				○			
水素発酵	基礎					○	○		○	○	○				

◎:事例多数、○:事例有

出所:「バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第2版)」(NEDO、2005年)をもとに加筆変更

* 各変換技術の概要については参考資料1を参照

(3) 熱利用エコ燃料の種類

化石燃料の代替が見込まれる代表的な熱利用エコ燃料の概要を表 1-3 に示す。バイオガスや木質固形燃料等の熱利用エコ燃料に加えて、輸送用エコ燃料として普及が見込まれているバイオエタノールやバイオディーゼル (BDF) 等についても、重油や灯油等の熱利用向け石油燃料に代替又は混合可能な燃料として導入が可能である。

バイオガスは、一般的にバイオマスをメタン発酵処理して得られる可燃性ガスのことを言うが、バイオマスを原料とする可燃性ガスには、バイオマスを熱分解ガス化処理や水熱ガス化処理して得られる一酸化炭素 (CO) や水素 (H₂)、メタン (CH₄) 等から構成されるガス (合成ガス) があり、原料や処理方法によって組成成分の比率は異なる。本報告書では、前者をバイオガス、後者をバイオ合成ガスと呼ぶこととする。

木質固形燃料は、古くから利用されている薪や炭の他に、チップやペレット等がある。チップは木材を機械的に 2~3cm 程度の大きさに破碎したもので、主にパルプやパーティクルボード等の原料として利用され、比較的質の悪いものが燃料として利用されている。ペレットは木材を粉碎・乾燥・圧縮して、長さ 1~2cm、直径 6~12mm 程度の大きさに固形化したものであり、小型温水ボイラやストーブ用燃料として利用されている。

その他にも、木くずをパウダー状に粉砕した木粉や、ペレットより一回り大きいサイズのブリケットも木質固形燃料としてボイラ等で利用されているが、以下では、木質固形燃料の中でも可搬性や貯蔵安定性に優れ、住宅も含めて幅広く利用可能なペレットを中心に検討を行った。

バイオ水素は、バイオマスを原料として得られる水素であり、前述のバイオガスやバイオ合成ガス等のバイオマス由来のガスを改質して得る方法と、バイオマスを直接水素発酵して得る方法がある。

表 1-3 代表的な熱利用エコ燃料の概要

名 称	概 要	主な特徴
バイオガス	生ごみや家畜ふん尿等を発酵して得られる可燃性ガスで、主な成分はメタン(CH ₄ : 60～70%)、二酸化炭素(CO ₂ : 30～40%)	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラ等での直接燃焼が可能 ・メタンを主成分とする都市ガスとの混燃が可能 ・バイオガスの精製により、都市ガスと同等の気体燃料製造が可能
バイオ合成ガス	各種バイオマスの熱分解や水熱ガス化処理によって得られる可燃性ガスで、主な成分は一酸化炭素(CO)や水素(H ₂)等	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラ等での直接燃焼が可能 ・都市ガスとの混燃が可能 ・FT 処理に適しており、BTL 等の液体燃料化が可能
木質固形燃料 (チップ、ペレット等)	木質系バイオマスを破砕・粉砕・乾燥・圧縮等の処理をして得られる固形燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・破砕や圧縮処理等により一定の品質とし、可搬性や貯蔵安定性を向上 ・ボイラやストーブ等の専用燃焼機器での利用が可能
バイオ水素	バイオマスの熱分解による燃料ガスや発酵によるメタンガス等のガス類の改質又は水素発酵による直接生成によって得られる水素	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池での利用が可能
バイオエタノール	サトウキビやトウモロコシなど農作物や木材・古紙等のセルロース系バイオマスといった植物由来の多糖から作られる液体アルコール(C ₂ H ₅ OH)	<ul style="list-style-type: none"> ・ガソリン代替又は混合用としての輸送用燃料利用の他、熱利用としては灯油・重油との混燃が可能。
バイオディーゼル (BDF)	廃食用油等の植物性油脂等をメチルエステル化して得られる液体燃料で、主な成分は脂肪酸メチルエステル	<ul style="list-style-type: none"> ・軽油代替・混合用としての輸送用燃料利用の他、熱利用としては灯油・重油代替又は灯油・重油との混合利用が可能
バイオマス液化燃料 (BTL)	バイオ合成ガスを FT (Fischer Tropsch) 法により合成して得られる液体燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・軽油代替・混合用としての輸送用燃料利用の他、熱利用としては灯油・重油代替又は灯油・重油との混合利用が可能 ・軽油と比べて高セタン価・低硫黄・低アロマな燃料

II エコ燃料普及の意義

○ 温室効果ガスの削減

カーボンニュートラルなバイオマスエネルギーの一形態であるエコ燃料は、その利用（燃焼）に伴い発生する CO₂ が温室効果ガス排出量としてカウントされないため、温室効果ガス排出量の削減を図る有効な手段となる。石油等の化石資源由来燃料の代替燃料としてエコ燃料を積極的に利用することにより、代替された化石資源由来燃料が燃焼した場合に排出される量に相当する温室効果ガスを削減することができる。

ただし、エコ燃料の製造等に伴う温室効果ガスは別途排出量として考慮する必要があり、ライフサイクル全体での温暖化対策としての有効性は確認しておく必要がある。加えて、持続可能な循環型社会を実現していく観点からは、エコ燃料の製造から供給に至る過程において環境汚染を引き起こさないことが肝要である。

○ エネルギーセキュリティの向上

エネルギーセキュリティの向上には、エネルギー自給率の向上やエネルギー源の多様化が必要であり、国内で発生するバイオマスからのエコ燃料生産や海外からのエコ燃料輸入は、エネルギーセキュリティの向上につながるものである。

ただし、そのためには、既存の燃料に対してある程度の割合（少なくとも 5%以上）で導入する必要があり、さらに中長期的な観点からその割合を漸次増加させていくことが望まれる。これが実現できれば既存の燃料の価格安定効果をもたらすことも期待される。

また、主として輸送用燃料としての導入が見込まれるバイオエタノールや BDF 等のエコ燃料は、従来の石油燃料と一定の範囲で任意の濃度での混合利用が可能であり、化石燃料代替の観点からは柔軟性に優れた燃料として位置づけられる。

○ 資源の循環的利用の推進

現在、未利用の、あるいは廃棄物となっているバイオマスをエコ燃料として利用することは、廃棄物等の有効利用の用途を拡大するものであり、廃棄物等の適正な循環利用の促進を通じて循環型社会の形成に寄与するものとして位置づけられる。

また、我が国のバイオマスは化石燃料と同様に海外から輸入されたものが少なくないため、これらの貴重な資源を利用した後に単に廃棄物として処分するのではなく、カスケード的に利用し尽くすトータルなプロセスを構築する必要があり、その観点からもエコ燃料としてこれを循環利用することは重要な施策となる。

さらには、このような取組を通じて環境保全と資源・エネルギーの有効利用に関わる社会的な啓発効果をもたらすものと期待される。

○ エネルギーの地産地消、地域の環境と経済の好循環

地域において発生するバイオマスを用いてエコ燃料を生産し、当該地域でこれを利用する取組（いわゆる地産地消の取組）は、輸送に要するエネルギー消費を最小限に抑えることで温暖化対策としての効果を高めるとともに、地域資源の循環的利用の促進や地域のエネルギー自給率の向上、エネルギーの多様化にも寄与するものである。

また、エコ燃料の原料となるバイオマスの生産／収集から燃料製造、燃料流通、燃料利用までの各過程において、地域の農林水産業や製造業、流通業等が積極的に関与することにより、新たな産業育成や雇用創出、産業活動の高付加価値化等による地域経済の活性化にもつながり、地域における環境と経済の好循環をもたらす取組となりうる。

さらには、そのような地域での先行事例については、条件の類似した他の地域でも導入することにより、国全体としての効果を拡大させることが期待される。

○ バイオマス利用による国土保全

我が国には化石資源は乏しいものの、温暖・多雨な気象条件のおかげで、自然の恵みによりもたらされるバイオマスが豊富であり、その多くは農業や林業地域に存在している。これらの地域におけるバイオマスの持続的利用は、森林や農地が有する水源涵養や土壌保全、生物多様性保持等の機能の維持増進に貢献するものである。さらに、エコ燃料の原料としてのエネルギー資源作物の栽培や、森林管理に伴い発生する間伐材等の森林バイオマスの利用は、未利用の農地や森林資源を活用していくことで、より積極的な国土保全につながるものと言える。

○ 途上国への国際貢献

このようなエコ燃料の利用に関わる多様なわが国の政策的取組や技術開発については、途上国に対して情報提供や技術移転を積極的に進めることが望まれる。それによって、当該国の地球温暖化対策や化石燃料の消費抑制、循環型社会の形成等に寄与し、ひいては地球環境保全と再生可能エネルギーの有効利用に関わるわが国のグローバルな貢献につながるものと期待される。

Ⅲ エコ燃料の導入目標等

1. 我が国のエコ燃料の導入に関する目標

(1) 京都議定書目標達成計画

2005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は、新エネルギー対策の推進による2010年度の新エネルギー導入量を原油換算1,910万kL(我が国の一次エネルギー供給量の約3%相当)、これによる排出削減見込量を約4,690万tCO₂と見込んでおり、その積算時に見込んだ前提として表1-4に占める内訳(目安)が示されている。

バイオマス熱利用については、原油換算308万kLの導入が見込まれており、その内数として、輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料の利用については、原油換算50万kLの導入が見込まれている。

バイオマス熱利用についてこれ以上の内訳は定められていないが、同計画の参考資料により、バイオエタノールのボイラーへの利用の進展と、バイオマスタウン構想の推進によるバイオマス熱利用の促進が見込まれている。

表1-4 京都議定書目標達成計画における2010年度の新エネルギー対策の導入見込み

区 分	導入量 [原油換算万kL]
太陽光発電	118
風力発電	134
廃棄物発電+バイオマス発電	585
太陽熱利用	90
廃棄物熱利用	186
バイオマス熱利用	308
(輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料)	(50)
未利用エネルギー	5
黒液・廃材等	483
合 計	1,910

(2) バイオマス・ニッポン総合戦略

2004年12月に閣議決定されたバイオマス・ニッポン総合戦略が見直され、2006年3月に新たな総合戦略として閣議決定された。

同戦略の見直しの背景として、

- ・ 京都議定書が発効し、温室効果ガス排出削減目標達成のためには、輸送用燃料の導入など大幅なバイオマスエネルギーが必要であること
- ・ 国産バイオマス輸送用燃料の導入の道筋を描くことが必要であること

が挙げられており、エコ燃料の普及拡大を図る上で重要な見直しとなっている。

新たな総合戦略では、2030年を見据えた戦略として、バイオマス由来液体燃料の本格導入、アジア諸国におけるバイオマスエネルギー導入への積極的関与及びこれら諸国への関連技術の移転の積極的推進等が位置づけられている。

その中で、熱利用エコ燃料に関わるものとしては、バイオマス・リファイナリーの構築やエネルギー変換効率の高い革新的な変換技術の開発、他の新エネルギー等と連携した小規模な地域エネルギー供給網の開発、地域の熱需要に合った低コスト・効率的なバイオマス熱利用転換システムの導入等が位置づけられている。

また、エコ燃料の利用促進に関する具体的な目標として、2010年度を目途に、マテリアル利用及びエネルギー利用全体で、食品廃棄物や下水汚泥、家畜ふん尿、建設発生木材等の廃棄物系バイオマスについては炭素換算で80%以上（賦存量：炭素量換算3,050万t、原油換算3,280万kL）、農作物非食用部や間伐材等の未利用バイオマスについては炭素換算で25%以上（賦存量：炭素量換算640万t、原油換算660万kL）、利活用されるものとしている。また、エネルギー源や製品の原料とすることを目的として、炭素量換算で10万t程度の資源作物が利活用されるとしている。

2. エコ燃料に係る研究開発目標

2006年3月に閣議決定された第3期科学技術基本計画（対象期間：平成18～22年度（2006～2010年度））では、特に重点的に研究開発を推進すべき4分野（重点推進4分野）等について、政府研究開発投資の戦略的重点化を強力に進めるため、これらの各分野の分野別推進戦略を策定することとされており、重点推進4分野の一つである環境分野の分野別推進戦略においては、「我が国発のバイオマス利活用技術により生物資源の有効利用を実現する」との個別政策目標を掲げ、この目標を実現するための「バイオマス利活用研究領域」を設定している。

バイオマス利活用領域においては、表1-5に示すように、バイオマスをエネルギーとして利用するための「バイオマスエネルギー技術」、素材として利用するための「バイオマス材料利用技術」、バイオマス利活用を地域に根ざすための「バイオマス利活用システム研究」の3つのプログラムと、8つの重要な研究開発課題が設定され、「バイオマス・ニッポン総合戦略」の推進と連携し、科学技術連携施策群として実施するものと位置づけられている。

このうち、特に②草木質系バイオマスエネルギー利用技術及び⑦持続可能型地域バイオマス利用システム技術の2つの研究開発課題は、バイオマス・ニッポン総合戦略及び京都議定書目標達成計画を達成するために喫緊の重要性が高い課題として、今後5年間に集中投資すべき「戦略重点科学技術」に選定されている。

以上の詳細については、参考資料2に示す。

表 1-5 第 3 期科学技術基本計画におけるエコ燃料に関連する研究開発課題の概要

重要な研究開発課題	重要な研究開発課題の概要
プログラム1: バイオマスエネルギー技術	
① エネルギー作物生産・利用技術	我が国のみならずアジアを視野に入れ、エネルギーを得ることを目的とした資源作物の研究・開発と低コスト栽培・利用のための技術開発を行う。
② 草本質系バイオマスエネルギー利用技術	バイオマスの中で我が国のみならずアジアにおいて量が豊富で安定して供給可能な製材工場等残材・建設発生木材・間伐材やサトウキビしぼりかすなどの草本質系バイオマスを、有効にエタノールやバイオディーゼル燃料に変換する技術や熱、電力へ高効率に転換する技術開発を行う。
③ 生物プロセス利用エネルギー転換技術	メタン発酵などの生物プロセスを利用したバイオマスからエネルギーへの高効率・低コストの転換技術を開発する。
④ バイオマスエネルギー利用要素技術	各バイオマス種の性状特性、地域特性、エネルギー利用形態等に即したより高効率な変換技術を構築するとともに、低コスト化のボトルネックとなっている収集・前処理技術・後処理技術などを開発する。また、圧縮梱包技術開発・化石資源との共利用技術などの開発も行う。
⑤ 輸送機器用高効率・低コストバイオマス燃料技術	実用化段階にあるバイオマスの燃料変換技術について、より低コストとなるような技術開発を、我が国のみならずアジアの状況を踏まえながら行う。また、高効率なガス化からの合成燃料製造、ガスの燃料電池等への活用に関する技術開発も行う。
プログラム2: バイオマス材料利用技術	
⑥ バイオマス材料利用技術	廃棄物系バイオマスや未利用バイオマスなど、地域に大量にあるバイオマスを、多段階的に利用するため、化石資源に由来する製品の代替技術や、工業原料等に加工する技術、バイオマスの物理化学的な特性を生かし利用する要素技術を開発する。
プログラム3: バイオマス利用システム研究	
⑦ 持続可能型地域バイオマス利用システム技術	我が国だけでなくアジア等海外も含め、地域に即したバイオマスエネルギー利用や、原料確保から利用・残さ処理までの地域のマテリアルバランスを考慮した資源循環システムを開発し、経済的に成立するための要件を社会科学的な面も含め検討する。また、国内外の適切なバイオマスタウンを設計するための、ライフサイクルを意識した物質循環、地域特性、安全性、経済性等を踏まえた評価を行える手法を構築する。
⑧ バイオマス利用安全技術	バイオマス燃料の混合率の増大に伴う車両等への影響軽減や、バイオマスの持つ危険を回避する対策技術とともに、地域住民の生活に対する臭気・振動・騒音等の環境配慮のための研究を行う。

※ 詳細については参考資料 2 に示す

出所：第 5 3 回総合科学技術会議評価専門調査会 資料 2 - 3 より作成

3. エコ燃料に関連する法制度

(1) 資源循環利用としてのエコ燃料製造・利用に関する法制度

平成13年(2001年)1月に施行された「循環型社会形成推進基本法(循環型社会基本法)」では、バイオマスを含む各種資源の循環利用を促進するものとし、熱利用(エネルギー利用)も有効な方策として位置づけられている。

循環型社会基本法のもとに、個別リサイクル法が定められており、「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律(食品リサイクル法)」、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(建設リサイクル法)」、「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律(容器包装リサイクル法)」に基づき、エネルギー利用を含む各種バイオマスの有効利用が進められている。

また、家畜ふん尿については、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律(家畜排せつ物法)」において適切な管理と有効利用が位置づけられており、間伐材や未利用材等の森林バイオマスについては、「森林・林業基本法」において林産物の利用の促進が掲げられている。

資源循環利用としてのエコ燃料製造・利用に関する法制度の一覧を表1-6に示す。

表 1-6 資源循環利用としてのエコ燃料製造・利用に関する法制度の一覧

法律名(略式名)	施行日	関連するバイオマス資源
循環型社会形成推進基本法 (循環型社会基本法)	2001年1月6日 完全施行	全ての廃棄物系バイオマス ・木質系 ・農業残渣 ・ふん尿 ・汚泥 ・食品廃棄物 等
廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (廃掃物処理法)	2001年4月1日 改正施行	全ての廃棄物系バイオマス ・木質系 ・農業残渣 ・ふん尿 ・汚泥 ・食品廃棄物 等
家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律(家畜排せつ物法)	1999年11月1日 施行	家畜ふん尿
容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律(容器包装リサイクル法)	2000年4月1日 完全施行	古紙(包装紙)
建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(建設リサイクル法)	2002年5月30日 完全施行	建設発生木材
食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律(食品リサイクル法)	2001年5月1日 施行	食品廃棄物
森林・林業基本法 森林・林業基本計画	2001年10月26日 閣議決定	森林バイオマス (間伐、未利用材等)

※ 詳細については参考資料3に示す

出所：バイオマスエネルギー導入ガイドブック第2版(NEDO、2005年)より作成

(2) 新エネルギーとしてのエコ燃料に関連する法制度

エコ燃料を含むバイオマスのエネルギー利用は、「新エネルギー利用等に関する特別措置法（新エネ法）」の施行令改正（平成 14 年（2002 年）1 月）において同法の対象となる新エネルギーとして追加されており、その場合の「バイオマス」は、「動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの（原油、石油ガス、可燃性天然ガス及び石炭並びにこれらから製造される製品を除く）」と定義されている。

また、「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS 法）」では、電気事業者が販売する電力量においてバイオマスを含む新エネルギーを利用した電力（新エネルギー電力）が占める割合を一定以上とすることを義務づけている。

これらの結果、RPS 法に基づく義務履行の手段として、バイオマスのエネルギー利用が行われるようになっている。

第2編 熱利用エコ燃料の普及拡大について

I 我が国における取組状況

1. バイオガスに関する取組状況

(1) バイオガスの生産・利用に関する取組状況

① バイオガスの生産に係る取組状況

我が国において生産・利用されているバイオガスには、以下に示すように、既に取組事例の多数ある下水処理場等での汚泥消化に伴うバイオガス、食品工場等における廃水処理や廃棄物処理プロセスから得られるバイオガス、家畜ふん尿処理から得られるバイオガスに加えて、一部で事例のある生ごみ処理によるバイオガスがある。

○ 下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥由来のバイオガス

下水汚泥については、全国約 1,900 箇所の下水処理場のうち、消化槽を有する下水処理場は約 300 箇所ある^{*}。下水汚泥の消化に伴うバイオガス（下水道バイオガス）の発生量は 3 億 Nm³ で、うち 2 億 2 千万 Nm³ は既にエネルギー利用（消化槽加温、ガス発電等）されている^{*}。残りは大気中へのメタン放出を防止するために焼却処分されている。

し尿・浄化槽汚泥についても、消化槽を有するし尿処理施設において同様のバイオガス利用が行われている。

※ 2003 年度実績値、国土交通省調べ

○ 食品廃棄物由来のバイオガス

2004 年度の実績^{*}で、食品製造業からの食品廃棄物 490 万 t のうち、304 万 t (62%) が肥料や飼料原料等として再生利用されているが、再生利用分のうち、メタン化（バイオガス化）されたのは 1% に満たない。

同様に 2004 年度の実績^{*}で、食品卸売業や食品小売業、外食産業から発生する食品廃棄物 645 万 t のうち、118 万 t (18%) が肥料や飼料等として再生利用されており、そのうち 1 万 3 千 t (1.1% 相当) がメタン化されている。

※ 平成 17 年食品循環資源の再生利用等実態調査結果（農林水産省）に基づく環境省計算値

○ 生ごみ由来のバイオガス

一般廃棄物として処理処分されている家庭系生ごみの量は 2003 年度実績で 1,134 万 t であり、そのうち 26 万 t が再生利用されている^{*}。

※ 環境省調べ

○ 家畜ふん尿由来のバイオガス

家畜ふん尿の発生量 8,900 万 t のうち、8,000 万 t が堆肥化・液肥化、700 万 t が浄化・炭化・焼却処理されている^{※1}。施設整備等による家畜ふん尿の管理が必要な畜産農家約 6 万戸に対して、メタン発酵処理施設の導入事例は 70 件となっている^{※2}。

※1 畜産環境を巡る情勢（農林水産省、2006 年 3 月）

※2 バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第 2 版）（NEDO、2005 年 9 月）

② バイオガスの利用状況

○メタン発酵槽等の加温

バイオガスの一般的な利用方法としては、発生したガスのボイラ燃焼による発生熱を用いたメタン発酵槽等の加温・保温利用が挙げられる。

この利用方法では、廃棄物の処理としてバイオマスを連続処理しており、熱需要側の需要の変動に合わせてバイオガス発生量は調整できない。熱需要の変動に合わせてするためにはガスを貯蔵する必要があるが、気体であるバイオガスの貯蔵は設備規模による制約を受けやすく、貯蔵できない余剰分はメタンを含むため直接大気中に放出できず、焼却処理する必要がある。特にバイオガス発生量の大きい下水処理場等では、ボイラ燃料として利用しきれない余剰分のバイオガスが焼却処分されている場合が多い。

○バイオガスの高度利用

バイオガスの利用率を高める方法としては、コージェネレーションによる電力・熱の同時利用、精製バイオガスの都市ガス原料利用や都市ガス供給網への直接注入、同じく精製ガスの天然ガス自動車用燃料利用が挙げられる。

バイオガスコージェネレーションは既に一部の下水処理場や食品工場、家畜ふん尿処理施設で導入されており技術的には確立しているが、発電設備等の導入に伴い初期費用負担が増加するため、必ずしも十分に導入されていない。

また、バイオガスの都市ガス原料利用や天然ガス自動車用燃料利用も既に実施されているが、不純物の少ない高い品質が要求されるため、ガス精製等の設備導入によるコスト増を伴うことから、ごく一部の施設に導入されているのみである。

○バイオ合成ガスの利用

バイオ合成ガスを製造する熱分解ガス化処理や水熱ガス化処理プロセスは、メタン発酵処理プロセスと比較して、処理残さが少ない、ガス生成反応速度が速いといった特徴がある。発生するバイオ合成ガスはボイラやガスエンジン発電機での燃料利用が可能である。また、化学原料としての利用も可能であり、特に自動車用燃料として技術開発が行われている DME（ジメチルエーテル）や FT 合成油の原料としても技術的には利用可能である（BTL としての利用）。

バイオマスを原料とするこれらのプロセスは実用化が進みつつある。

③ バイオガスによる発電電力の買取について

バイオガスコージェネレーション等によるバイオガス由来電力を外部に売電する場合、現状では一般電気事業者が余剰電力として買い取ることがほとんどである。この場合の余剰電力の買取は、各事業者が定める余剰電力購入メニューに基づくものであり、買取が義務化されているものではない。

一部の一般電気事業者では、出力安定性や出力調整能力の有無等の条件を満たせば、RPS 制度に基づく新エネルギー等電気として廃棄物発電と同等の価格（9～15 円/kWh）での買取を認めている。その他のケースでは、バイオガス由来電力の売電価格は相対取引となり、発電規模や出力安定性、各電気事業者の新エネルギー等電気相当量の取得状況等によって影響を受ける。なお、新エネルギー等電気相当量を除いた電気として販売する場合の売電価格は 2～4 円/kWh であり、一般電気事業者から電力を購入する価格（10～14 円/kWh 程度）と比べて低くなっている（表 2-1）。

現状では買取単価が低いため、バイオガス供給量が十分で売電が可能な状況であっても出力を落としたり運転停止させたりしている場合がある。

表 2-1 再生可能エネルギー発電電力（新エネルギー等電気）の買取価格（2004 年度）

（単位：円/kWh）

区分	購入事業者	発電形態	加重平均価格	最高価格	最低価格
「相当量*1 +電気*2」	電気事業者 (一般電気事業者 特定電気事業者 特定規模電気事業者)	風力	11.6	20.5	7.0
		太陽光(従量電灯)*3		23.4	19.0
		(業務用電力)*3		13.4	10.3
		水力	8.5	13.7	4.0
		バイオマス(バイオガス含む)	7.5	10.0	4.0
「電気*2のみ」	一般電気事業者*4			4.0	2.1
	電力会社以外		8.4	11.3	7.3
「相当量*1のみ」	電気事業者		4.8	8.0	4.0

*1 新エネルギー等電気のうち、新エネルギー発電設備によって発電されたことによる付加価値分

*2 新エネルギー等電気のうち、電気そのものの価値分

*3 太陽光については、一般電気事業者が販売している電力量料金単価相当(余剰電力購入メニュー)で購入しているため、最高価格及び最低価格のみ記載

*4 「電気のみ」の一般電気事業者分については、各社が季節や時間帯で異なる単価を設定しているため、各社ごとに時間数で加重平均した単価の最高価格と最低価格を記載

出所：RPS 法下における新エネルギー等電気等に係る取引価格調査結果について（経済産業省、2005 年 9 月）

④ バイオガスの導入事例

バイオガスの利用に関する特徴的な導入事例の概要を以下に示す。家庭系の生ごみを分別収集してバイオガスを製造し、発電や加温用燃料として利用する事例もあるが、食品工場や家畜ふん尿処理施設、下水処理施設において発生するバイオガスを発電や加温用燃料として発生源近傍で利用するオンサイト利用が多い。また、一部でバイオガスを精製して都市ガス原料や天然ガス自動車用燃料として利用する事例もある。

○ 分別収集による家庭系生ごみからのバイオガス製造

事業名称等：生ごみコージェネレーション事業

実施主体：中空知衛生施設組合

開始年：2003年

事業概要：高速メタン発酵処理施設において家庭から分別収集された生ごみを処理し、バイオガスコージェネレーション発電電力の売電を実施。

事業特徴：リサイクル施設（リサイクリーン）内に設置された高速メタン発酵処理施設においてバイオガスを回収してガスエンジン発電機（80kW×5台）のコージェネレーション燃料として利用。

各家庭から生ごみ用の袋で分別排出された生ごみを週6日ごみ収集車で回収。

発電電力は施設内で利用し、非稼働日や夜間は余剰電力を売電。

コージェネ排熱については、発酵槽の加温や冬季の凍結生ごみの解凍等の発酵プロセスで利用する他、ロードヒーティングや冷暖房に利用。

事業名称等：生ごみ資源化事業

実施主体：埼玉県小川町、特定非営利活動法人小川町風土活用センター

開始年：2001年

事業概要：家庭から分別回収された生ごみをNPOが運転管理する小規模プラントにおいてメタン発酵処理してバイオガスと液肥を利用。

事業特徴：100世帯の事業協力家庭で分別排出された生ごみを行政が収集し、行政から委託を受けたNPOが農地近傍に設置された小規模バイオガスプラントにおいて処理してバイオガスを農家で炊事利用するとともに、液肥を農地で利用するモデル事業を実施。

事業協力家庭に対してNPOが地域通貨を発行し、液肥を利用する農家グループが生産する野菜類との交換を実施。

プラントについては、必要な資材を調達してNPOが自ら建設・運営。

2006年には本格的事業実施のため新規プラント（処理能力250kg/日）を建設。建設資金については、NPOがコミュニティバンクからの融資を受けるとともに、市民出資を募集して必要額を調達。

○ 食品工場でのバイオガスコージェネレーション

事業名称等：ESCO 方式によるバイオガス利用燃料電池コージェネレーション導入
実施主体：キリンビール株式会社、丸紅株式会社
開始年：2003 年
事業概要：キリンビール取手工場で発生するバイオガスを利用した燃料電池コージェネレーション導入
事業特徴：発電能力 250kW の熔融炭酸塩型燃料電池（MCFC）によるコージェネレーションを導入。
場内のビール製造工程排水の処理施設から発生するバイオガスを燃料として利用。
システムは丸紅が所有し、発生した電力や蒸気をキリンが丸紅から購入する ESCO 方式を採用。
電力の買取価格は商用電力からの購入価格と同水準。
工場で使用する電力の約 4%、蒸気供給量の 1%をこの燃料電池から供給。

○ 下水道バイオガスの都市ガス原料利用

事業名称等：長岡市消化ガス有効利用事業
実施主体：新潟県長岡市
開始年：1999 年
事業概要：余剰ガスとして焼却処分していた下水道バイオガスを都市ガス原料として利用
事業特徴：下水処理施設である長岡中央浄化センターで発生する下水道バイオガスの一部を精製して、都市ガス事業者（北陸ガス）へ売却、売却収益は約 1,100 万円/年。
供給ガス量は年間約 54 万 m³、一般家庭約 1,000 世帯分に相当。

○ 下水道バイオガスの自動車燃料利用

事業名称等：バイオ天然ガスの利活用事業（こうべバイオガス）
実施主体：神戸市、株式会社神鋼環境ソリューション
開始年：2005 年
事業概要：下水処理場から発生する下水道バイオガスを精製したメタンガスを既存の天然ガス自動車の燃料として利用
事業特徴：神戸市東水環境センターで発生する下水道バイオガスから、シクロヘキサンや硫化水素等の不純物を取り除き精製してメタン純度を 98%以上に濃縮する「バイオ天然ガス」製造実証事業を実施。
排ガス成分や走行性能などを測定したところ、バイオ天然ガス自動車は最新の排ガス規制値を達成し、都市ガス燃料と同等の走行性能が得られることを確認。

⑤ バイオガスに係る技術開発動向

バイオガスに係る技術開発としては、従来のメタン発酵による生成ガスの利用に加えて、バイオマスを熱分解してガスを回収・利用する技術の実用化が進められている。これによって、従来利用されてきた畜産ふん尿、食品廃棄物、下水汚泥等の原料に加えて、木質バイオマス等についてもバイオガスの原料としての利用可能性が高まっている。

開発テーマ：超臨界水による都市系有機性廃棄物オンサイトエネルギー変換システムの実用化

実施主体：株式会社竹中工務店

実施期間：2005～2007年度

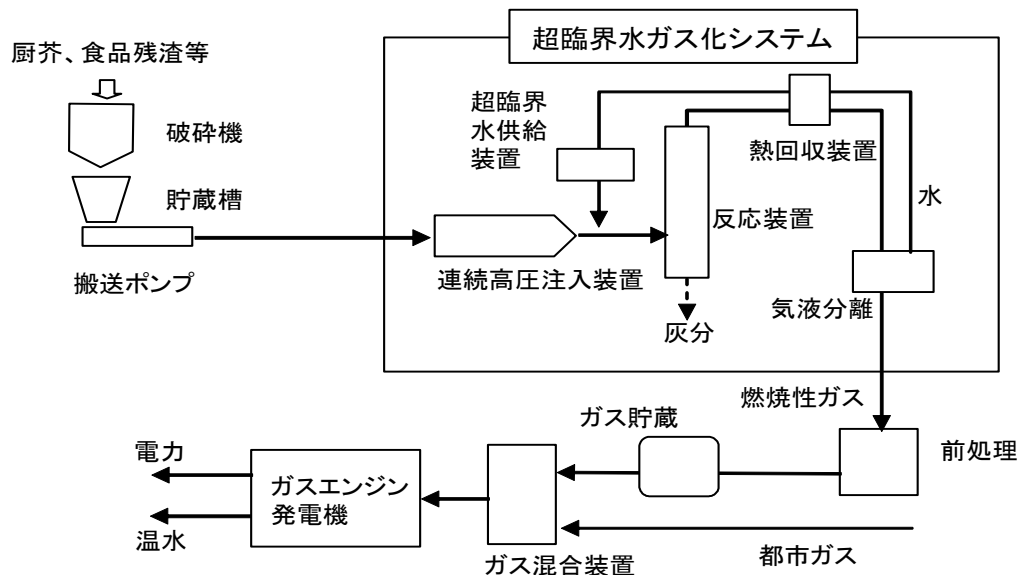
開発概要：都市生活から排出される固体系の有機性廃棄物を対象として残さを出さずことなく燃焼性ガスに変換処理し、電力および熱エネルギーを供給する建物内に設置できる建築設備としての小規模オンサイト型システム（処理能力 100 kg/日）の実用化開発を行う。

特徴：超臨界水処理により、含水率の高い廃棄物であっても残さを殆ど発生させることなく高速処理が可能。

小規模システム（処理能力 100kg/日、設置規模 1.5m×4m×1.8m）であり、食品スーパーや飲食施設、ホテル等への導入が可能。

生成ガスに都市ガスを混合することによりコージェネレーションの安定した運転を確保し、設備稼働率の向上を図っている。

【システム構成】



開発テーマ：下水処理場における汚泥を活用した高効率エネルギー供給システムの開発・実証

実施主体：株式会社荏原製作所

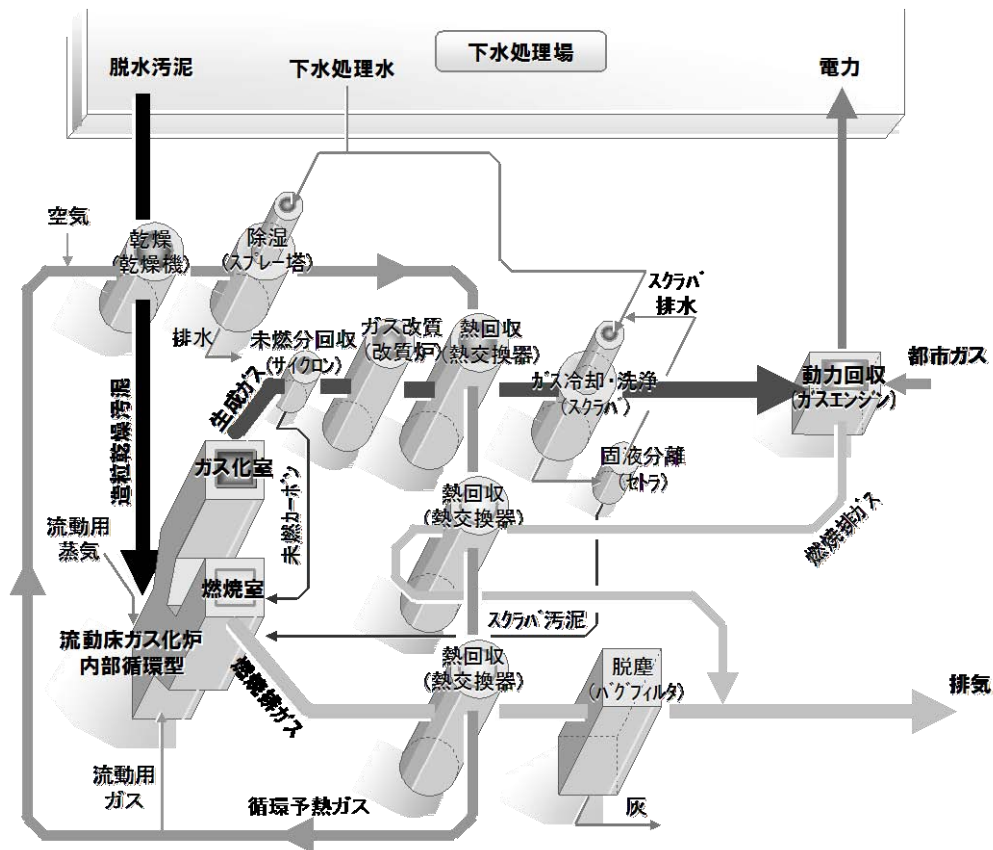
実施期間：2004～2006 年度

開発概要：内部循環流動床ガス化炉を用いたシステムにおいて下水汚泥をガス化し、その生成ガスと都市ガスの混合ガスでガスエンジンによる動力回収を行うガス化発電システムを開発する。

特徴：ガス化炉内をガス化室と燃焼室に分割して部分燃焼ガス化を行うことで、従来ガス化炉では混合していた燃焼ガスと生成ガスの分離が可能となり、生成ガスが希釈されることなく回収される。
生成ガス及び燃焼ガスの保有する熱やコージェネレーション排熱を回収して下水汚泥の乾燥処理に利用することで、システム効率の向上を図っている。

生成ガスに都市ガスを混合することによりコージェネレーションの安定した運転を確保し、設備稼働率の向上を図っている。

【システム構成】



(2) バイオガス等に関する検討状況

○ 国土交通省

国土交通省では、下水処理場において余剰メタンガスとして焼却処分されているバイオガスの有効利用を支援するため、平成 18 年度（2006 年度）から下水処理場外で下水道バイオガスを公共又は公益の用途に活用する場合、下水道バイオガスを供給するために必要な施設に対する補助事業（新世代下水道支援事業制度）を行っており、平成 18 年 4 月に第 1 回目の事業採択を行っている。

また、国土交通省では、平成 17 年（2005 年）9 月にとりまとめられた「下水道ビジョン 2100」で示された、「下水道の有する資源回収・供給機能を積極的に活かして下水処理場のエネルギー自立、地球温暖化防止等に貢献する『資源のみち』」の将来像の実現に向けて、専門家・関係者からなる「資源のみち委員会」（2006 年度）を設置し、下水汚泥有効利用を中心として、下水道分野におけるエネルギー利用、地球温暖化対策の中期的（概ね 10 年から 20 年程度）な施策のあり方とその内容について検討している。

○ 環境省

環境省では、メタン化施設などを循環型社会形成推進交付金の対象として、市町村を支援しているところである。

また、環境省では、生ごみ等バイオマス系廃棄物の 3 R・処理に関する方向性を明らかにし、どのような政策手段を講ずべきかについて検討するため、専門家・関係者からなる「生ごみ等の 3 R・処理に関する検討会」を平成 17 年（2005 年）9 月から開催し、生ごみ等バイオマス系廃棄物の適正な循環的利用のあり方・方向性や導入が求められる政策手段について検討した。

検討結果として、食品廃棄物のエネルギー利用については、枯渇性の資源から再生可能な資源への転換を促し、地球温暖化対策にもなり、利活用の点で付加価値が高く、積極的に推進すべきとされた。特に、食品廃棄物のメタン化は、発酵残さや発酵廃液を伴うので既存の熱回収システムや水処理システムと連携したコンバインドシステム*が適当であり、これを推進することを検討すべきとされた。

※ 既存のごみ焼却システムとバイオガス化システムを組合せ、トータルとしてより高効率なエネルギー回収を目指しつつ、ごみ焼却システムの既存設備等を活用し、発酵残さや発酵廃液の処理を完結できるシステム。

○ ガス事業者

2006年1月に開催された第14回総合エネルギー調査会新エネルギー部会において、(社)日本ガス協会により、ガス事業者が下水処理場や食品工場等でバイオガス利用促進に取り組み、2010年度までに新たに原油換算約12万kLのバイオガスの導入を目指すことが示されている。バイオガスの既利用分は約10万kLで、2010年度の導入量は約22万kLとされている。

具体的な方法として、既に行われているバイオガスのボイラ燃料や消化槽の加温への利用から、コージェネレーションによる発電・熱利用への移行による既利用分の高度利用化(約3万kL)や、未利用バイオガスの有効利用、バイオマスのガス化技術の活用による未利用バイオマスの新規利用(約9万kL)が示されている。

2. 木質固形燃料に関する取組状況

(1) 木質固形燃料の生産・利用に関する取組状況

① 木質固形燃料の生産に係る取組状況

木質固形燃料のうち、破砕された木質バイオマスを圧縮成型した木質ペレットについては 2005 年時点で 21 カ所のプラント稼働が確認されている※。規模は数百 kg/日から約 40t/日の範囲で、10t/日程度の規模のものが多い。

※ バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第2版）（NEDO、2005年9月）

2003 年度における木質ペレット生産量は、2,483t（原油換算約 1,070kL）となっている※。

※ 木質ペレット関連事業に関する全国調査(2000-2003)(ペレットクラブ、2004年11月)

② 木質固形燃料の導入事例

木質固形燃料のうち、木質ペレットの利用に関する代表的な導入事例の概要を以下に示す。木質ペレットについては、公共施設や住宅での暖房利用が中心となっている。

事業名称等	いわて木質バイオマスエネルギー利用拡大プロジェクト
実施主体	岩手県
開始年	2003年
事業概要	岩手県内におけるペレット等木質固形燃料の生産・流通・利用の総合的な拡大に向けた普及啓発、技術開発、導入支援事業の実施
事業特徴	県産ペレットに対応した量産型いわて型ペレットストーブ（業務用：約 40 万円/台、家庭用：約 24 万円/台）を民間企業と共同で開発・商品化し、その導入補助事業を実施。 ストーブ等の燃焼機器での利用に適合する木質ペレットの燃料仕様基準を検討。 ストーブ等の燃焼機器の導入や燃料入手先に関する情報提供、普及啓発の実施。

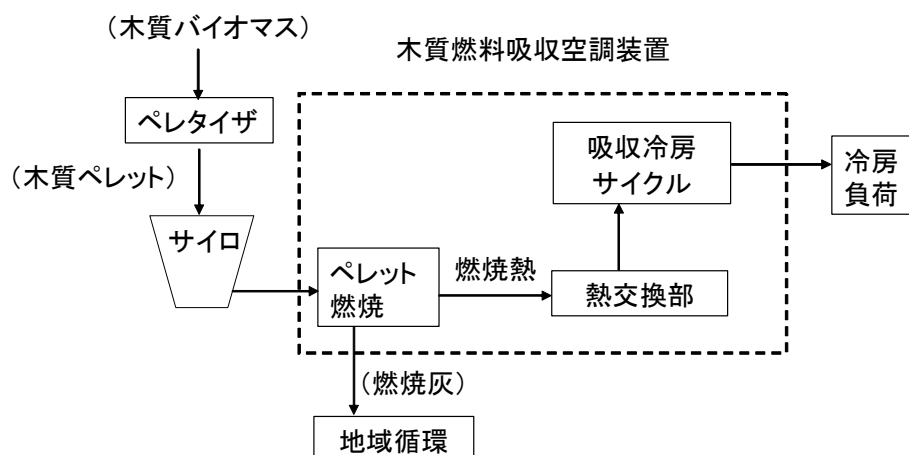
事業名称等：間伐材を原料とする木質ペレットの製造・販売事業
 実施主体：遠野興産株式会社
 開始年：2006年
 事業概要：製材所廃材に加えて間伐材を原料にした木質ペレットの製造、販売
 事業特徴：木質チップ材製造事業者が木質ペレット製造プラントを設置し、製材所廃材に加えて、いわき市内の森林から発生する間伐材を原料として木質ペレットを製造。
 施設整備費用は約1億5千万円で、環境省（環境と経済の好循環のまちモデル事業）による補助を適用。
 当面は年産500tを計画、需要に応じて1,000tまで増産。
 木質ペレットの販売価格は45円/kgで、主に福島県内で販売。

③ 木質固形燃料に係る技術開発動向

木質ペレットの燃焼熱を利用する側の技術開発として、燃焼熱を利用した冷房システムの実用化の技術開発が行われている。

開発テーマ：木質ペレットを使用した空気調和装置の開発
 実施主体：鹿児島大学
 実施期間：2005年度
 開発概要：木質ペレットを燃料とした直焚き型吸収式空気調和装置を開発し、屋久島で実証運転を行うとともに、屋久島でのペレット製造システムを構築する。
 特徴：吸収式ヒートポンプを直接木質ペレットの燃焼熱で駆動するシステムであり、蒸気駆動型吸収式ヒートポンプに比べて高効率化や設備の小型化が可能である。

【システム構成】



(2) 木質固形燃料に関する検討状況

燃料製造事業者や燃料製造設備メーカー、ストーブ等燃焼機器メーカー、NPO 団体等によって構成される非営利団体である「ペレットクラブ」によって、2005 年 4 月に木質ペレット燃料の品質に関する自主規格(PC WPFS - 1)が定められている。

ペレットストーブ等のペレット燃焼機器については、(財)日本燃焼機器検査協会が性能や安全性に関する自主検査基準を作成し、2004 年から検査基準に適合した燃料機器の認証制度が実施されている。

3. その他の熱利用エコ燃料に関する取組状況

(1) その他の熱利用エコ燃料の導入事例

上記以外のエコ燃料への取組のうち代表的なものとして、下水汚泥等を乾燥処理や炭化処理を行い燃料化し、石炭と混燃する取組が行われている。

事業名称等	東部スラッジプラント汚泥炭化事業
実施主体	東京都下水道局、東京電力株式会社、バイオ燃料株式会社
開始年	2007年（運転開始予定）
事業概要	東京都砂町水再生センター内の東部スラッジプラントにおいて発生する脱水汚泥から炭化燃料を製造し、石炭火力発電所において混燃。
事業特徴	下水脱水汚泥を 500℃程度の高温で約1時間蒸し焼きにし、粒状の炭化燃料を製造。 脱水汚泥 99,000t/年から炭化燃料 8,700t/年を製造し、石炭火力発電所（常磐共同火力(株)勿来発電所 7号機（最大出力 25万 kW））へ燃料として販売、石炭と混合して利用（石炭消費量の約1%）。 東京電力の子会社が炭化設備の建設・保守から燃料販売を一貫して受託。
導入効果	下水汚泥を炭化処理することにより、汚泥焼却処分時に発生する一酸化二窒素（N ₂ O）の回避による温室効果ガス削減量：37,000tCO ₂ /年 発電用燃料としての化石燃料（石炭）代替効果：9,200 tCO ₂ /年

(2) その他の熱利用エコ燃料に係る技術開発動向

定置型燃焼機器におけるバイオエタノール利用に係る技術開発として、ボイラにおける灯油やA重油等へのエタノール混燃技術の実用化が行われている。

開発テーマ：業務用ボイラ燃料へのバイオエタノール添加に関する技術開発

実施主体：株式会社早稲田環境研究所

実施期間：2004～2005年度

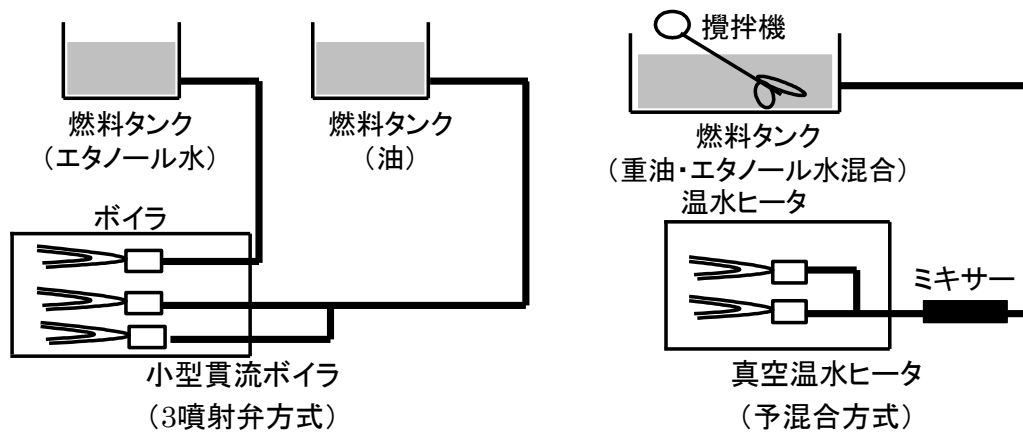
開発概要：バイオエタノール混合燃料に対応した小型貫流ボイラおよび真空式温水ヒータの性能を既存の灯油やA重油専焼のボイラと同程度の性能を有するものにするための技術開発及び実証を行う。

特徴：それぞれ独立したバーナーで噴射する方式（3噴射弁方式）やバーナー直前で混合する方式（予混合方式）の採用により、相分離を起こしやすいA重油や灯油とエタノールの同時燃焼を可能としている。

A重油又は灯油にバイオエタノール水（バイオエタノール：水＝60：40vol%）を混合することで、消防法の規制に対応している。

カーボンニュートラルによるCO₂削減に加えて、予混合方式では燃焼温度の抑制によるNO_x排出量の削減効果も得られる。

【システム構成】



4. バイオマスの高度利用に関する取組状況

バイオマスの高度利用には、バイオマスをカスケード的に利用して複数種類のエコ燃料を製造したり、メタン発酵処理により得られるバイオガスや熱分解ガス化処理によって得られるバイオ合成ガスを改質して水素や液体燃料、化学素材等を生産することで、バイオマスの保有するエネルギーの利用率を高める、あるいは利用側からみて付加価値の高い燃料を製造するといった取組がある。さらに、熱利用の適用可能性を広げる取組として、車両による廃熱やバイオガスのオフライン輸送に係る技術開発等も行われている。このようなバイオマスの高度利用に関する取組について以下に整理する。

複合的なエコ燃料生産・利用等によりバイオマスの利用効率を高める高度利用に係る技術開発として、都市ごみを対象に水素製造等の技術開発が行われている。

開発テーマ：都市ごみ・廃グリセリンから水素ガスを生成するための要素技術開発
 実施主体：京都市
 実施期間：2005～2006年度
 開発概要：都市部の家庭ごみ及び BDF 製造施設から発生する廃グリセリンを原料として円滑にバイオガスを発生させ、水素に変化するための要素技術を開発する。
 特徴：家庭混合ごみから生ごみや紙ごみ等のバイオマスを適正に分類する簡易選別技術を実用化。
 BDF 製造時に副生成物として発生するグリセリンをバイオガス原料としてカスケード的に利用。



開発テーマ：バイオ資源・廃棄物等からの水素製造利用技術開発

実施主体：独立行政法人国立環境研究所

実施期間：2003～2007年度

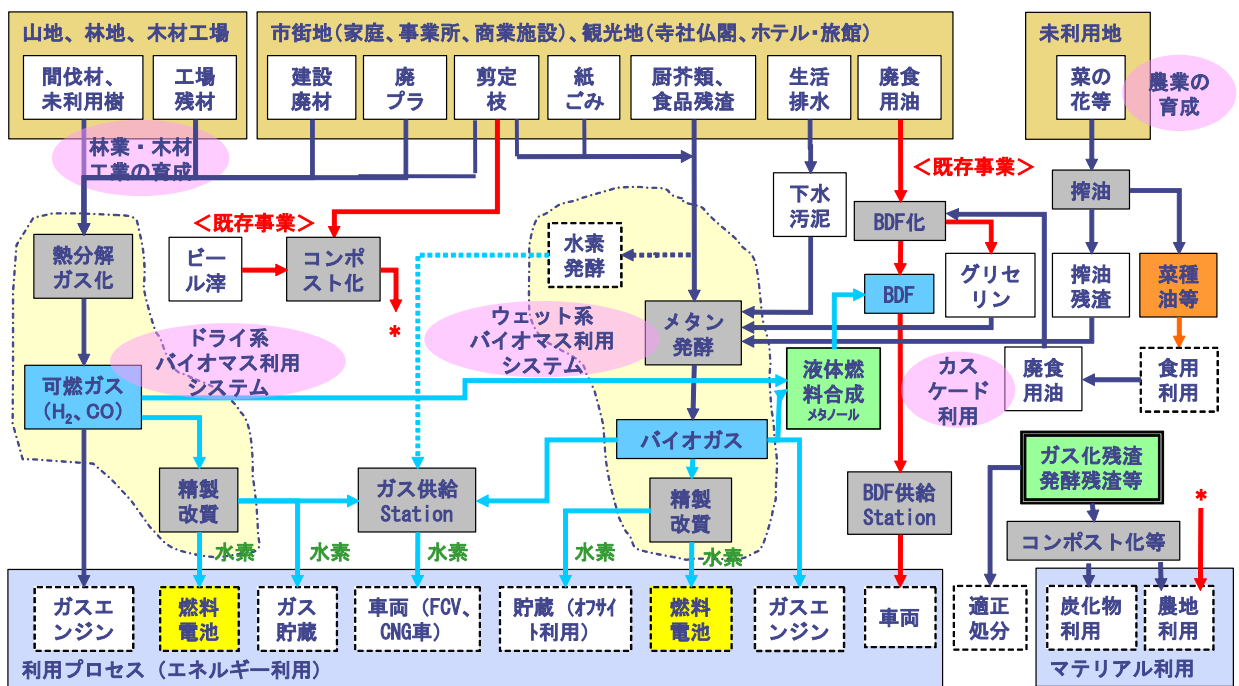
開発概要：水素活用経済社会システムの早期実現のための水素製造技術の中核技術としての酸発酵・メタン発酵などの分子生物学的手法を導入した主としてメタンガス高速・効率化変換技術や熱分解ガス化・改質技術の確立、水素ガス製造を支援する解析・制御手法の構築に取り組む。

特徴：各種廃棄物から効率的にバイオ水素等のエコ燃料を製造するため、ドライ系／ウェット系バイオマスの性状に適した燃料変換技術を総合的に開発。

メタン発酵プロセスにおける高温可溶化技術やアンモニア回収技術の導入等、エコ燃料製造プロセスの高効率化を実現。

複数のエコ燃料製造プロセス間で副生物や廃熱を融通する等、システムをハイブリッド化し、地域レベルでの資源消費・環境負荷最小化システムを構築する手法を開発。

【システム構成】



バイオエタノール製造と水素、メタン生産をカスケード的に行う複合的エコ燃料製造技術や、木質バイオマスを熱分解して燃料ガスや炭化物（タール）を回収し、ガスエンジン発電機や SOFC（固体酸化物型燃料電池）の燃料とする技術開発も行われている。

さらに、オンサイトでの熱利用、バイオガスの利用が十分に行えない場合には、熱やバイオガスを輸送し、周辺の需要地でこれを利用することも、高度利用の範囲を広げる取組といえ、下水処理場等の廃熱をオフラインで輸送して利用する技術開発も進んでいる。

開発テーマ：草本・木質系バイオマスからのエタノール、水素及びメタン生産におけるエネルギー取得率向上のための実用的バイオプロセスの開発

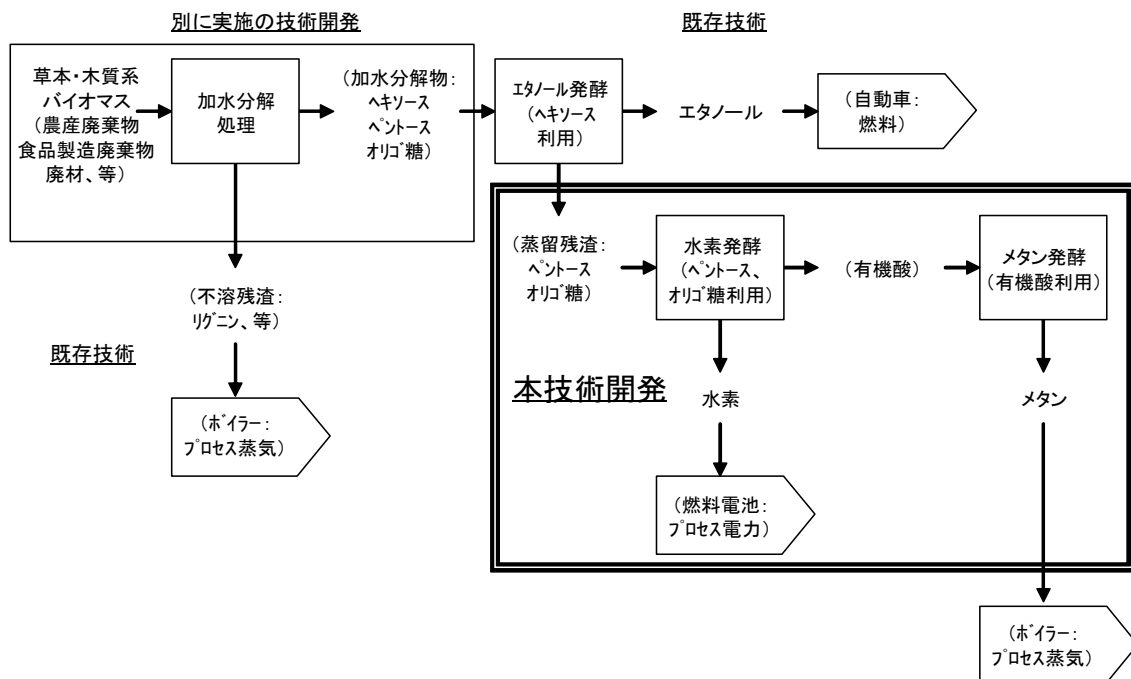
実施主体：サッポロビール株式会社

実施期間：2005～2006 年度

開発概要：草本・木質系バイオマスからエタノール、水素及びメタンを順次発酵生産するバイオプロセスのエネルギー取得率を向上するために、水素生産量向上の微生物改良とメタン生成速度向上の至適プロセスの開発、実用化。

特徴：エタノール発酵が困難な糖から水素生産を行う微生物を改良し、エタノール蒸留残さからの水素発酵とメタン発酵をカスケード的に行い、バイオマスからのエネルギー回収率を向上。

【システム構成】



開発テーマ：パイロコッキング技術による木質系バイオコークの製造技術と SOFC 発電適用システムの開発

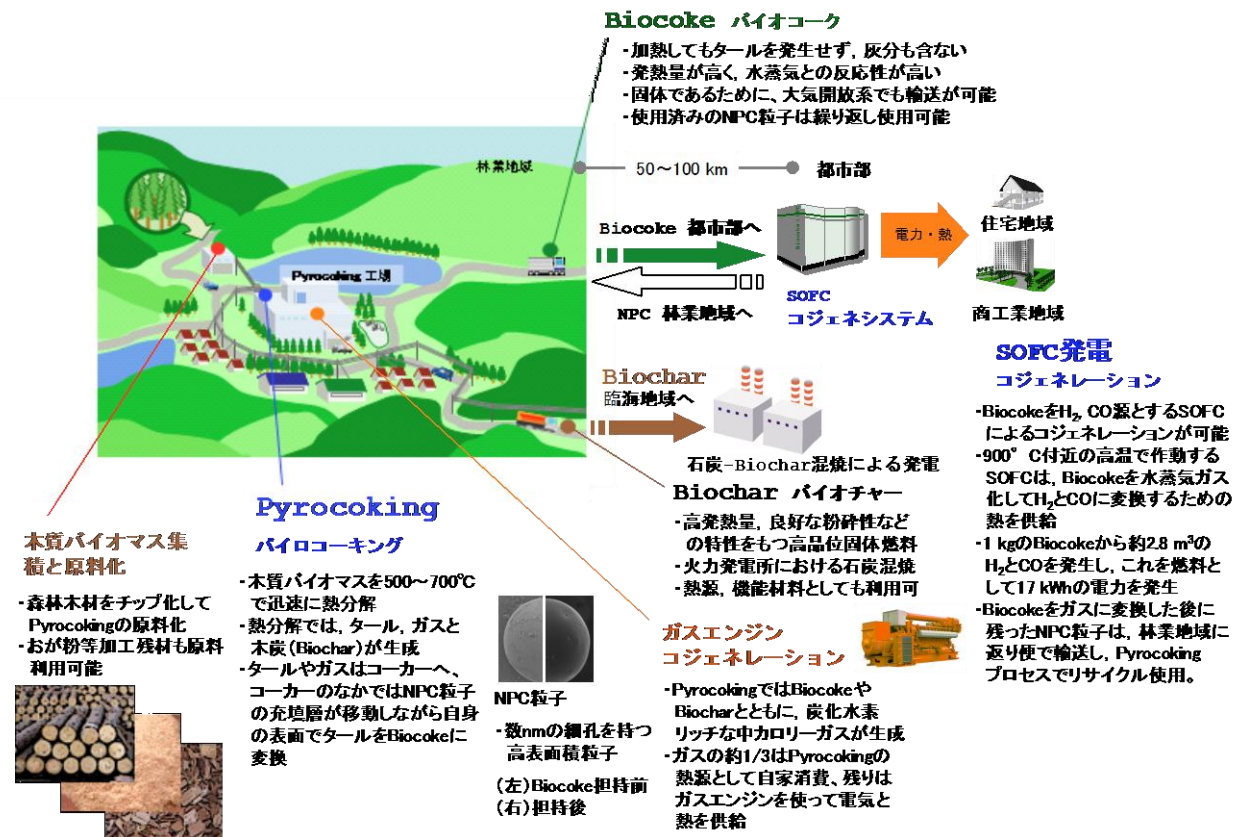
実施主体：バイオコーク技研株式会社

実施期間：2006～2008 年度

開発概要：木質系バイオマスの低温乾留時に生成する処理困難なタールを炭化物（バイオコーク）としてナノ多孔質粒子に担持、回収し、このバイオコークを SOFC（固体酸化物型燃料電池）の燃料（水素および一酸化炭素）とするシステムを開発、実証する。

特徴：バイオマスを熱分解してバイオコーク、バイオチャー、バイオ合成ガスの異なる 3 種類の燃料を生産して、ガスエンジン発電機や SOFC 等でコージェネ利用することで、エネルギー利用効率を高めている。従来処理困難物とされていたタールを水素キャリアとして活用することで、副産物を有効利用するとともにバイオ水素の輸送手段の確保を容易にしている。

【システム構成】



開発テーマ：低温廃熱を用いた多元的熱供給による省エネ対策技術（PCM による熱輸送技術）

実施主体：三機工業株式会社

実施期間：2004～2006 年度

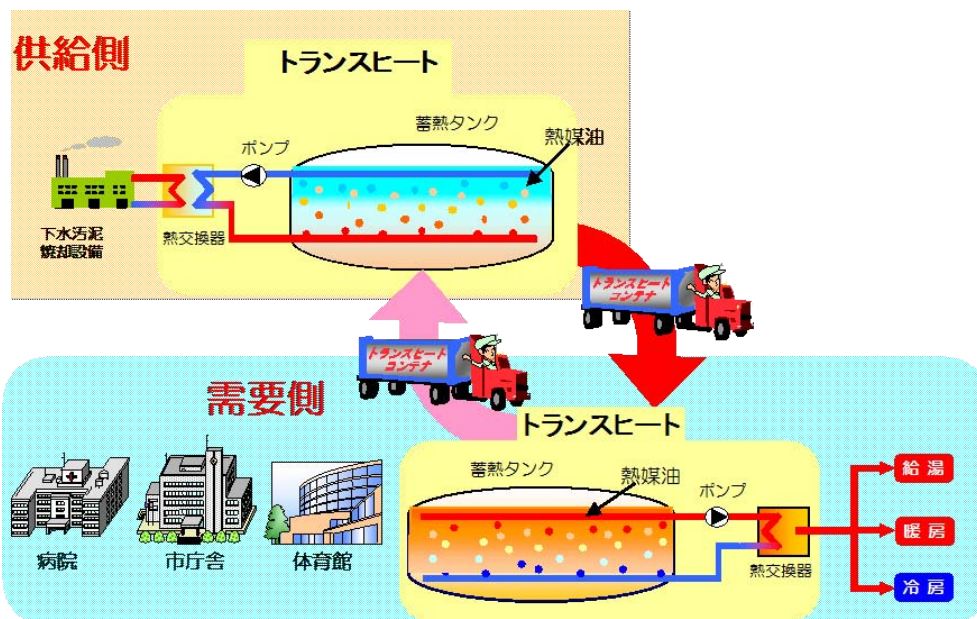
開発概要：従来、低温度のため利用されずに捨てられていた低温排水や排ガス等を熱源として利用する技術の開発。回収した低温排熱をコンテナ車に充填した相変化物質（PCM）に蓄熱して、オフラインで搬送可能なものとし、地域内の給湯・暖房・冷房用熱源としての利用を可能とするエネルギーネットワークを構築する。

特徴：熱輸送を車両を用いて行うため、熱導管を用いた従来の熱供給事業に比べて設備インフラ投資を大幅に削減できるとともに、長距離の熱輸送が可能となる。

吸収式ヒートポンプとの組み合わせにより、冷熱供給（冷房）が可能となり、年間を通じて廃熱利用ができる。

蓄熱体により熱源側の廃熱発生量と利用側の需要量の時間変動差を吸収できるため、効率的な廃熱利用が可能となる。

【システム構成】



II 海外における取組状況

1. バイオガスに関する取組状況

(1) EU の動向

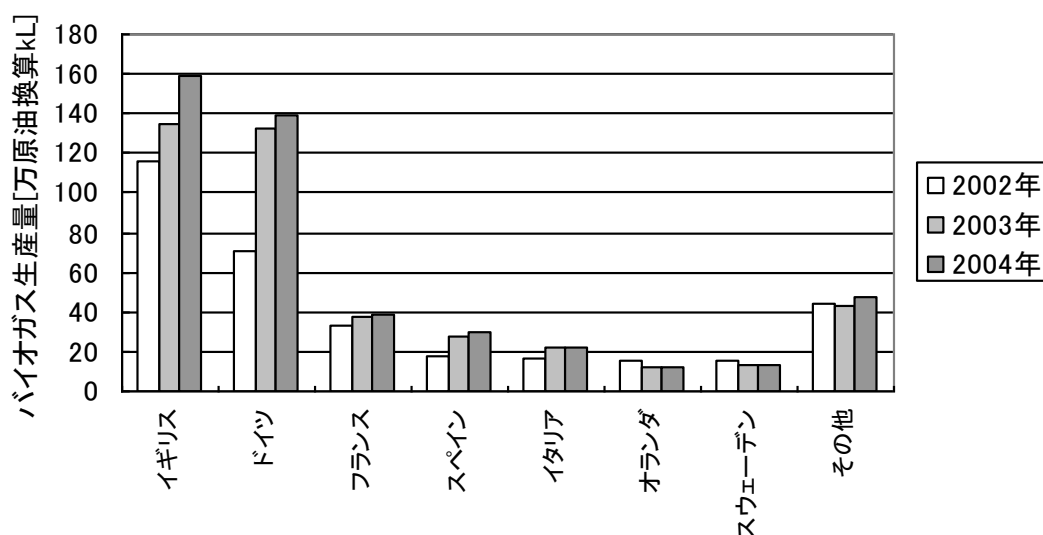
EU においては、バイオガスはコージェネレーションを含む発電用燃料や地域暖房の熱源用燃料として広く利用されており、一部では天然ガス自動車用燃料としての利用や精製ガスの都市ガス供給網への直接注入が行われている。

① バイオガスの生産状況

EU 各国における未精製バイオガスの生産量を図 2-1 に示す。英国とドイツでは原油換算 100 万 kL を超えるバイオガスが生産されている。

英国では 2002 年に施行された再生可能電力購入義務（RO ; **R**enewables **O**bligations）により、電力供給事業者に供給電力の一定割合をバイオガス由来電力を含む再生可能エネルギー電力とすることを義務づけており、電力供給事業者によるバイオガス由来電力の買取が増加している。

ドイツでは、2000 年に策定された「再生可能エネルギー法（EEG ; **E**rneuerbare **E**nergien **G**esetz）」において、バイオガス由来電力を含む再生可能エネルギー電力の買取義務と買取価格保証をしており、これを受けて発電用のバイオガス生産が大幅に増加している。



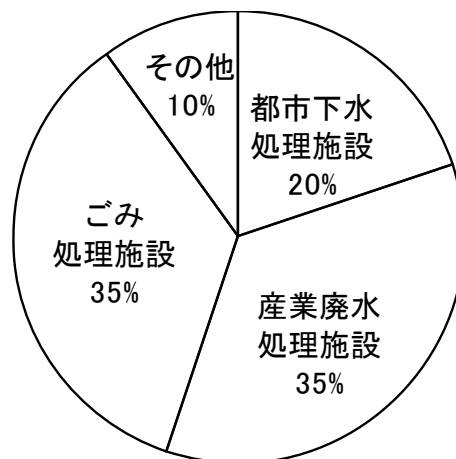
出所：Biogas barometer2004/2005（欧州委員会資料）

図 2-1 EU 各国における未精製バイオガス生産量の推移（2002～2004 年）

バイオガスは主にごみ処理施設や産業廃水処理施設、都市下水処理施設から発生している（図 2-2）。近年では農業系バイオマス（家畜ふん尿、農業残さ）からバイオガスを回収するプラントが増加しており、2001 年の 1,500 件から 2004 年には 2,000 件になっている。

なお、バイオガス発生施設は 4,000 カ所を超えているが、各施設で発生するバイオガスは全てエネルギー利用されているわけではなく、半分強が有効利用されて残りは焼却処理されている*。

* Biogas barometer2004/2005（欧州委員会資料）より引用



出所：Biogas barometer 2005（欧州委員会資料）

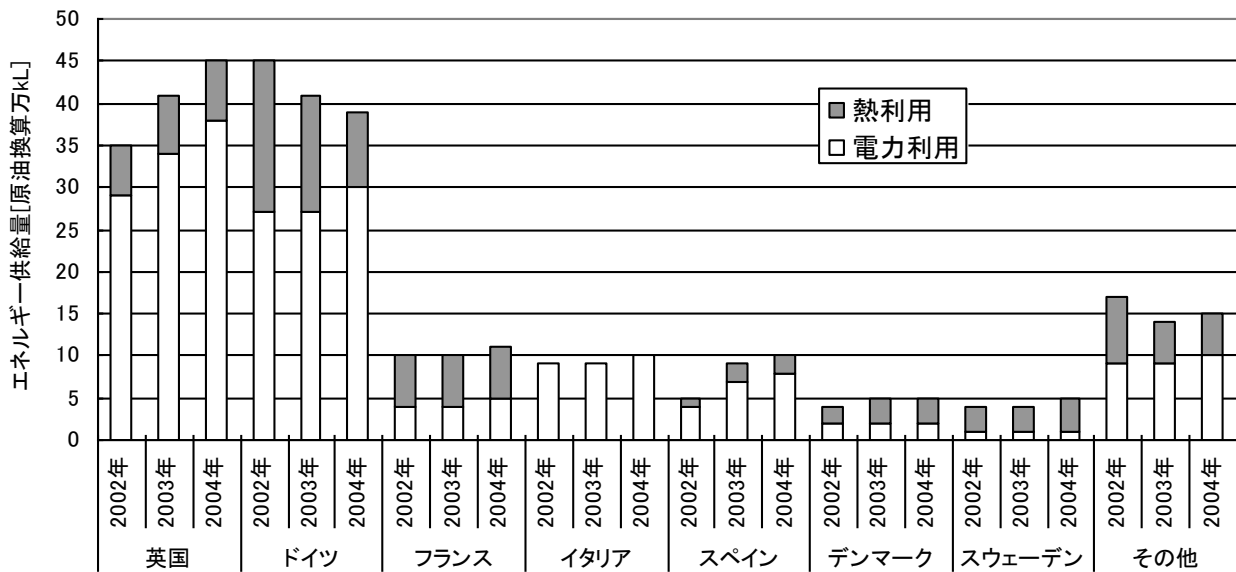
図 2-2 EU における発生源種別未精製バイオガス生産割合（2004 年）

EU のバイオガス生産業界では、経営統合化が進み事業者数は減少傾向にあり、近年では小規模事業者が大規模事業者に統合されるケースが増えている。

② バイオガスの利用状況

バイオガスの利用方法としては、バイオガス燃焼熱による加温利用や発電利用、両者を同時に行うコージェネレーションが代表的であり、加温利用については施設内利用の他に地域熱供給の熱源としても一般的に利用されている。

この他にも一部の国で精製ガスの燃料利用が行われており、天然ガス自動車での燃料利用（スウェーデン、スイス等）や都市ガス供給網への直接注入（オランダ、スイス、スウェーデン等）が行われている。各国における発電利用及び熱利用の推移を図 2-3 に示す。



出所：Biogas barometer2004/2005（欧州委員会資料）

図 2-3 EU 各国におけるバイオガス由来電力・熱供給量の推移（2002～2004年）

③ バイオガスに係る導入目標（RES-E 指令、バイオ燃料指令）

2001年10月に発効した「域内電力市場における再生可能エネルギー源より生産された電力の促進に係る欧州議会及び理事会指令（the European Parliament and of the Council on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market（2001/77/EC）」（通称 RES-E 指令）では、EU 全体での電力消費量全体に占めるグリーン電力の割合を、2000年の14%から2010年までに21%にするという目標値を定めている。同指令では、グリーン電力の電源として以下の再生可能エネルギーを挙げている。

- ・風力 ・太陽 ・地熱 ・波力 ・潮汐
- ・水力 ・バイオマス ・埋立ガス ・下水由来ガス ・バイオガス

加盟各国ではこの目標を達成するため、固定価格買取制度や RPS（**R**enewable **P**ortfolio **S**tandard）制度、設備補助制度、財政・金融措置（税優遇、低利融資）等の普及支援措置を講じており、バイオガス由来の電力については固定価格買取制度や価格上乗せ制度が多く、多くの国で実施されている（表 2-2）。

また、EU の輸送用燃料におけるバイオ燃料の目標等を定めるバイオ燃料指令（2003/30/EC）において、バイオガスはバイオ燃料の一つと位置づけられている。スウェーデンではエネルギー税指令（2003/96/EC）に基づき、自動車用燃料として利用されるバイオガスについては燃料税を免除している。

表 2-2 EU 各国におけるバイオガス由来電力の買取価格及び上乗せ価格の一覧

(価格は 2003 年時点、1 ユーロ=140 円として換算)

国名	バイオガス発電電力の買取価格
ドイツ	発電能力 500kW 未満 : 76.7 ユーロ/MWh (10.7 円/kWh) 発電能力 500kW~5MW : 66.5 ユーロ/MWh (9.3 円/kWh)
ベルギー	市場取引価格+上乗せボーナス+グリーン証書価格 (90 ユーロ/MWh (12.6 円/kWh) 上限)
デンマーク	80 ユーロ/MWh (11.2 円/kWh)
フィンランド	31 ユーロ/MWh (4.3 円/kWh)
フランス	発電能力 2MW 未満 : 57.2 ユーロ/MWh (8 円/kWh) 発電能力 2MW 以上 : 45 ユーロ/MWh (6.3 円/kWh) + 3 ユーロ/MWh (0.4 円/kWh; 効率に応じて上乗せ) 農業由来バイオガス : 46 ユーロ/MWh (6.4 円/kWh) + 12 ユーロ/MWh (1.7 円/kWh; 効率に応じて上乗せ)
ギリシャ	大陸部 : 60.6 ユーロ/MWh (8.5 円/kWh) + 1.40 ユーロ/発電能力 kW/月 (196 円/発電能力 kW/月) 島嶼部 : 74.9 ユーロ/MWh (10.5 円/kWh)
イギリス	28 ユーロ/MWh (3.9 円/kWh; 市場価格) + 66 ユーロ/MWh (9.2 円/kWh; グリーン証書)
アイルランド	37.65 ユーロ/MWh (5.3 円/kWh)
イタリア	46 ユーロ/MWh (6.4 円/kWh; 市場価格) + 84.2 ユーロ/MWh (11.8 円/kWh; グリーン証書)
オランダ	発電能力 50MW 未満 : 68 ユーロ/MWh (9.5 円/kWh) 同 50MW 以上 : 49 ユーロ/MWh (6.9 円/kWh)
ポルトガル	61.984 ユーロ/MWh (8.7 円/kWh)
スペイン	68.575 ユーロ/MWh (9.6 円/kWh)
スウェーデン	24 ユーロ/MWh (市場価格; 3.3 円/kWh) + 10 ユーロ/MWh (発電能力 1.5kW 未満)
オーストリア	発電能力 100kW 未満 : 165 ユーロ/MWh (23.1 円/kWh) 同 100~500 kW : 145 ユーロ/MWh (20.3 円/kWh) 同 500kW~1MW : 125 ユーロ/MWh (17.5 円/kWh) 同 1MW 以上 : 103 ユーロ/MWh (14.4 円/kWh) 埋立ガス 1MW 未満 : 60 ユーロ/MWh (8.4 円/kWh) 埋立ガス 1MW 以上 : 30 ユーロ/MWh (4.2 円/kWh)
ルクセンブルグ	31 ユーロ/MWh (4.3 円/kWh; 市場価格) + 25 ユーロ/MWh (3.5 円/kWh; ボーナス)

出所 : Biogas barometer 2004 (欧州委員会資料)

④ バイオガス燃料規格

精製したバイオガスの自動車燃料利用や都市ガス供給網への直接注入を行っている国のうち、フランス、スイス、スウェーデンでは、精製バイオガスの燃料規格を定めている。

(2) その他の国の動向

① 中国

人民日報*によると、中国では1970年代から農家の敷地内にバイオガス発酵槽を設置して得られたバイオガスを炊事等の家庭用燃料として利用している。2000年時点で760万戸の住宅に発酵槽が設置されており、年間2億m³（原油換算約11万kL）のバイオガスが利用されている。また、全国750カ所の中大規模廃棄物処理施設でもバイオガスの回収利用を行っている。この他にも、50万カ所の排水処理施設においても年間2億m³（約11万原油換算kL）のバイオガス生産能力がある。

※ “China Steps Up Biogas Research and Application”（人民日報2000年10月26日記事）

② 米国

米国では、下水処理場から発生する下水道バイオガスや最終処分場から発生する埋立ガスを主に利用しており、ボイラ等で直接利用する方法が主である（表2-3）。その他に電力公益事業者や独立系発電事業者がこれらのガスを用いて発電を行っている。

表2-3 米国の産業部門におけるバイオガス利用量（2003年）

（単位：原油換算万kL）

部 門	電力利用	熱利用	合 計
農林業	0.2 (0.1%)	0.1 (0.0%)	0.3 (0.1%)
工業	0.6 (0.3%)	1.3 (0.6%)	1.9 (0.9%)
廃棄物処理 (埋立ガス)	0.0 (0.0%)	216.8 (99.0%)	216.8 (99.0%)
合 計	0.8 (0.4%)	218.2 (99.6%)	219.0 (100.0%)

出所：米国エネルギー省情報局（EIA）資料

米国連邦政府では、未利用メタンガスの有効利用を推進するため、民間事業者の取組を支援する埋立地メタン利用プログラム（LMOP；Landfill Methane Outreach Program）や家畜ふん尿由来メタン利用プログラム（AgSTAR）を実施してバイオガス利用設備の導入を進めている。

LMOPは米国環境保護庁（EPA）による官民パートナーシップで、州政府とエネルギー事業者、埋立ガス事業者、NPO等が協定を結んで実施する埋立ガス有効利用事業に対して、事業化調査や資金調達の支援を行う。対象となる埋立ガスの利用方法としては、埋立ガスによる発電事業やコージェネレーション、燃料利用が挙げられる。AgSTARは、家畜ふん尿処理施設へのメタン回収システムの導入を促進するもので、処理施設所有者に対する各種情報提供や導入検討の支援を行っている。

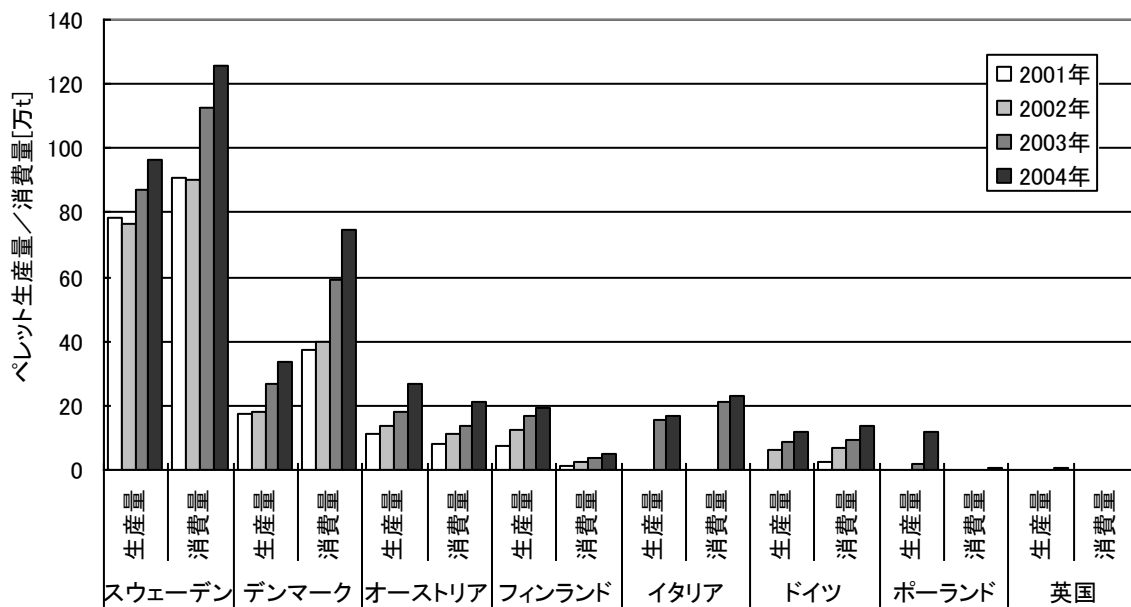
2. 木質固形燃料に関する取組状況

(1) 木質固形燃料に関する各国の取組概要

木質ペレットの利用が進んでいる EU における取組状況を以下に示す。

① ペレットの生産・利用状況

EU 各国における木質ペレットの生産量及び消費量の推移を図 2-4 に示す。生産量、消費量共にスウェーデンが最も多く、生産量は全体の 50%、消費量は全体の 55% を占めている。次いで生産量が多いのはデンマーク（全体の 15%）で、オーストリア（10%）、フィンランド（9%）が続く。消費量については生産量と同様にデンマークが二番目に多く（全体の 13%）、次いでイタリア（11%）、オーストリア（10%）となっている。



出所：欧州ペレットセンター（European Pellet Centre）資料

図 2-4 EU 各国における木質ペレットの生産量及び消費量の推移

木質ペレットは、主に住宅や事業所等の小規模施設の暖房用燃料として利用されており、燃料機器としてはストーブやセントラルヒーティング用小型ボイラが普及している（表 2-4）。この他にも一部では地域熱供給プラント等の中大規模ボイラでも利用されている。

表 2-4 EU における住宅用木質ペレット燃焼機器の導入台数の推移

国	機器種類	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
オーストリア	ボイラ(出力 100kW 未満) + ストーブ	12,274	16,766	22,000	28,036
フィンランド	ボイラ(出力 100kW 未満)	730	1,370	2,120	3,000
	ストーブ	—	—	—	—
ドイツ	ボイラ(出力 35kW 未満)	7,200	11,800	18,150	27,250
	ストーブ	—	—	—	—
スウェーデン	ボイラ(出力 25kW 未満)	3,100	38,500	46,200	57,200
	ストーブ	5,000	6,200	8,500	10,000
デンマーク	ボイラ(出力 100kW 未満)	31,000	32,300	32,500	33,000
	ストーブ	—	—	—	—
イタリア	ボイラ(出力 35kW 未満)	—	—	—	500
	ストーブ	—	70,000	100,000	125,000

出所：欧州ペレットセンター（European Pellet Centre）資料

木質ペレットの小売価格は販売方法によって異なる。一部の国では個人住宅向けのバルク配送が一般的な販売方法として定着している（表 2-5）。

表 2-5 EU 各国における木質ペレット小売価格（2004 年）

小売形態	価格帯※	備考
小型バック	225～300 ユーロ/t (31.5～42.0 円/kg)	20～40kg 入り袋、配送料を除く
小型バック配送	120～270 ユーロ/t (16.8～37.8 円/kg)	小型バックの複数配送
バルク配送（個人向け）	90～208 ユーロ/t (12.6～29.1 円/kg)	家庭向け配送サービスの価格
バルク配送（大口向け）	110～134 ユーロ/t (15.4～18.8 円/kg)	プラント等大口需要向け配送サービスの価格
（参考：日本の小売価格）	(25～60 円/kg)	10kg 袋～バルク配送を含む 出所：ペレットクラブ資料

※ 各国の付加価値税（7～25%、国により異なる）を含む価格の実績値

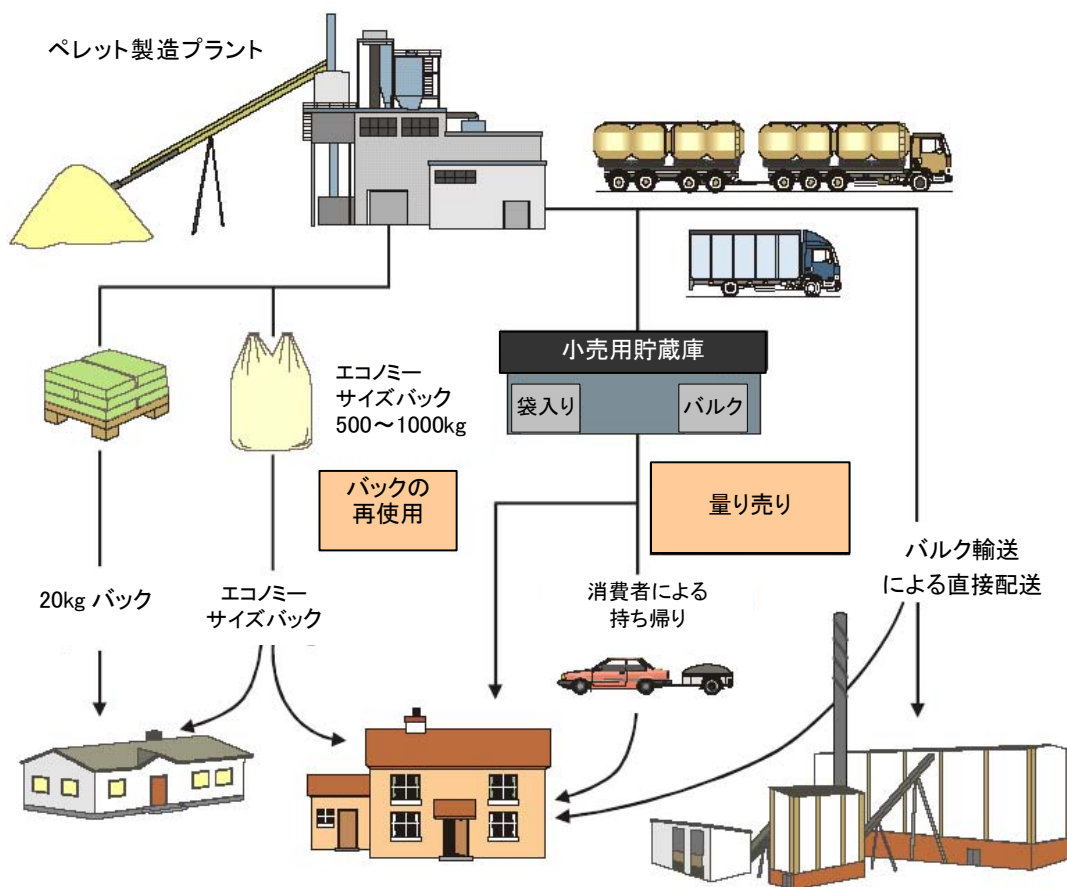
出所：欧州ペレットセンター（European Pellet Centre）資料

② 木質ペレットの流通システム

EUにおけるペレット燃料の流通システムの例として、フィンランドの例を図 2-5 に示す。

ペレット製造プラントで生産されたペレットは、大口需要家に対してはバルク輸送によって供給されている。中小需要家に対しては 20 kg入りバック及び 500～1,000kg 入りのエコノミーサイズバックと呼ばれる袋に詰められて配送、又は店頭で販売されている。

ペレットの一部は、製造プラントから小売用貯蔵庫に運ばれて量り売りされており、消費者が貯蔵庫まで出向いてペレットを購入して持ち帰っている。なお、ペレット販売に用いられた袋は回収されて再利用されている。



出所：Wood pellet in Finland –Technology, economy, and market

(Technical Research Centre of Finland, 2002 年) より作成

図 2-5 フィンランドにおけるペレット燃料の流通フロー

③ 木質固形燃料に対する普及支援措置

オーストリアやベルギー、ドイツ、フランスでは、エネルギー税指令(2003/96/EC)に基づき、木質固形燃料に対する付加価値税(VAT)の税率を軽減する措置を講じている(表 2-6)。

表 2-6 家庭用木質燃料に対する付加価値税軽減措置の一覧

国名	標準税率	電力	天然ガス	木質燃料
オーストリア	20.0%	20.0%	20.0%	10.0%
ベルギー	21.0%	21.0%	21.0%	6.0%
ドイツ	16.0%	16.0%	16.0%	7.0%
フランス	19.6%	19.6%	19.6%	5.5-19.6%*

※ 薪燃料のみ 5.5%、その他木質燃料は 19.6%

出所：Financial Incentive Schemes for BioHeat（欧州バイオマス協会（AEBIOM）、2006年）

④ 木質ペレット規格

木質ペレットの燃料規格として、オーストリア（ÖNORM M 7135）やスウェーデン（SS 18 71 20）、ドイツ（DIN 51731）では独自の品質規格が定められている。現在、欧州標準化委員会 TC355 で固形バイオ燃料規格を作成中であり、2006年2月にEUとしての木質ペレットの暫定規格（CEN/TS 14961）が定められたところである。

⑤ 木質固形燃料に関する技術開発

国際エネルギー機構（IEA）バイオエネルギー部会第32部会では、木質固形燃料を中心としてバイオマス燃焼や混燃技術に関する技術開発や普及促進に取り組んでいる。

開発テーマ：バイオマスの燃焼及び混燃技術

実施主体：IEA バイオエネルギー部会第32分科会（IEA Bioenergy Task 32）

実施期間：2001～2006年度

開発概要：短期におけるバイオマス燃焼技術の市場導入拡大及び長期における市場競争力の確保のための燃焼技術の最適化を目的として、中小規模の暖房及びコージェネレーション用の木質系バイオマス燃焼技術や石炭ボイラーにおけるバイオマス混燃技術、効率的な木質ペレット等木質固形燃料製造方法等の調査、開発を実施。

【システム例：O₂センサによる燃焼制御機能付き薪ストーブ】



3. バイオマスの高度利用に関する取組状況

バイオマスの高度利用に関する動向を以下に整理する。

(1) 国際エネルギー機構（IEA）における取組

国際エネルギー機構（IEA）バイオエネルギー部会第 33 分科会では、バイオマスを熱分解して得られるバイオ合成ガスから、バイオ水素や各種液体燃料を製造する技術開発に取り組んでいる。

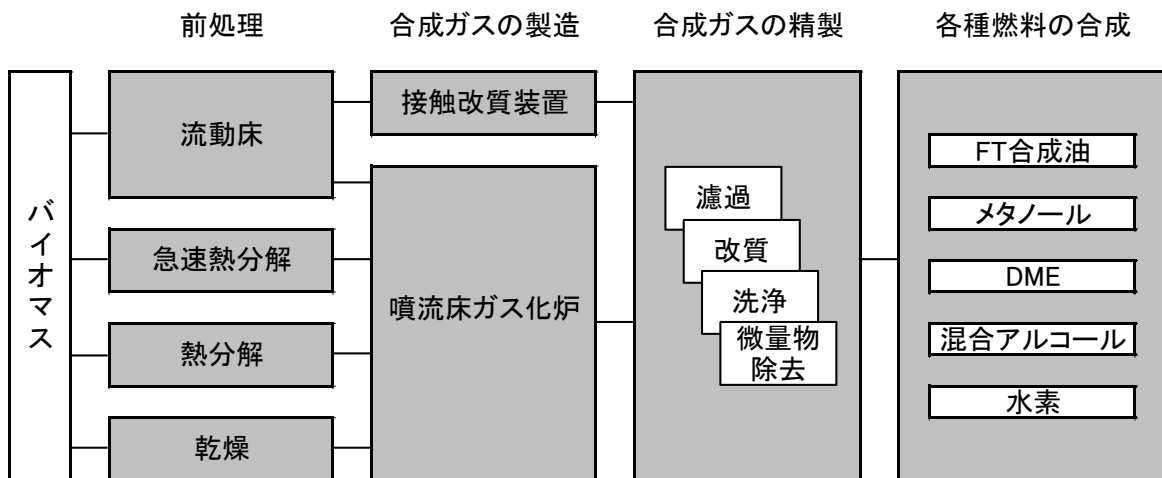
開発テーマ：バイオマスガス化技術

実施主体：IEA バイオエネルギー部会第 33 分科会（IEA Bioenergy Task 33）

実施期間：2001～2006 年度

開発概要：バイオマスの合成ガス化技術の商用化を目的として、技術開発や実証、商品化を実施。合成ガスの発電・熱利用の他、バイオ水素や液体燃料等のエコ燃料変換や、化学原料や肥料としての利用も含めた複合的利用技術を開発。

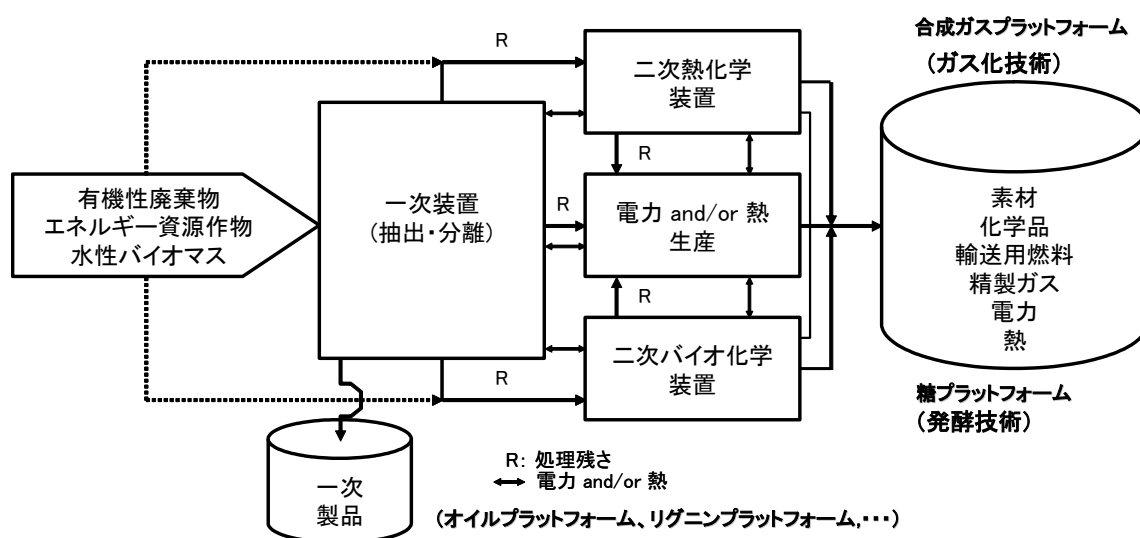
【システム例：バイオ合成ガスを中間材料とする燃料製造フロー】



(2) EU における取組

欧州委員会によって設置されたエコ燃料の専門検討機関である BIOFRAC によって 2006 年 3 月に発表された「Biofuels in the European Union - A Vision for 2030 and beyond」では、エコ燃料の需要拡大と新たなエコ燃料製造技術に対応するためにバイオマス・リファイナリーに取り組むとしており、異なる種類のエコ燃料の複合生産や副産物の生産によって、エコ燃料の経済性及び競争力の向上が図れると位置づけている。

同ビジョン草案のロードマップでは、2010 年までにバイオマス・リファイナリーの技術開発を行い、2010 年～2020 年の間に実証、2020 年以降にバイオマス・リファイナリーの工場群の展開を図るものとしている。



出所：Biofuels in the European Union - A Vision for 2030 and beyond (BIOFRAC、2006 年 3 月)

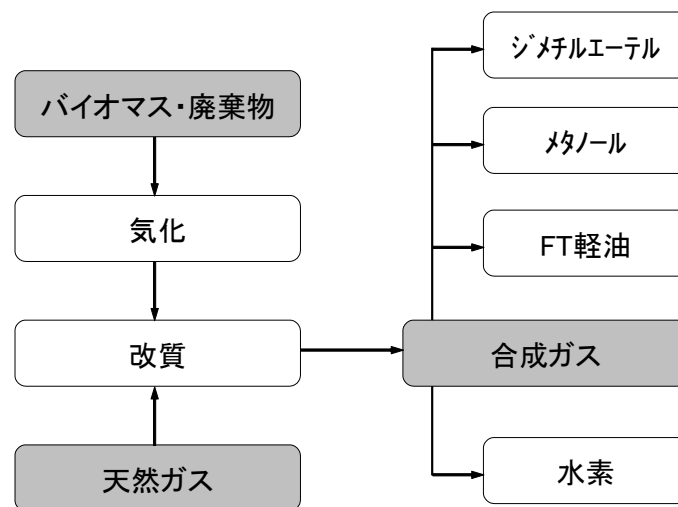
図 2-6 バイオ化学変換及び熱化学変換を統合したバイオマス・リファイナリーの例

EU では、第 6 次フレームワーク・プログラム^{*}の一環として、バイオマスからの水素製造技術の実用化プロジェクトである“CHRISGAS”を実施している。

^{*} EU の共同研究開発プログラム。市場導入前段階の技術の共同研究を複数の国の研究機関、大学、企業等の参加で実施し、欧州委員会が助成金を交付。

事業名称 : CHRISGAS (Clean **H**ydrogen-**r**ich **S**ynthesis **G**as)
 事業開始時期 : 2004年9月1日
 事業期間 : 60カ月
 事業総予算 : 1,560万ユーロ (約22億円 (1ユーロ=140円))
 コーディネーター : Vaxjö University (ベクショー大学 (スウェーデン))
 参加事業者 : 8カ国17企業・団体
 開発概要 : バイオマスや廃棄物から水素リッチ合成ガスを製造し、水素や FT 軽油、メタノール、DME (ジメチルエーテル) に複合的に変換する技術を開発。2008年からプラントを稼働する予定。

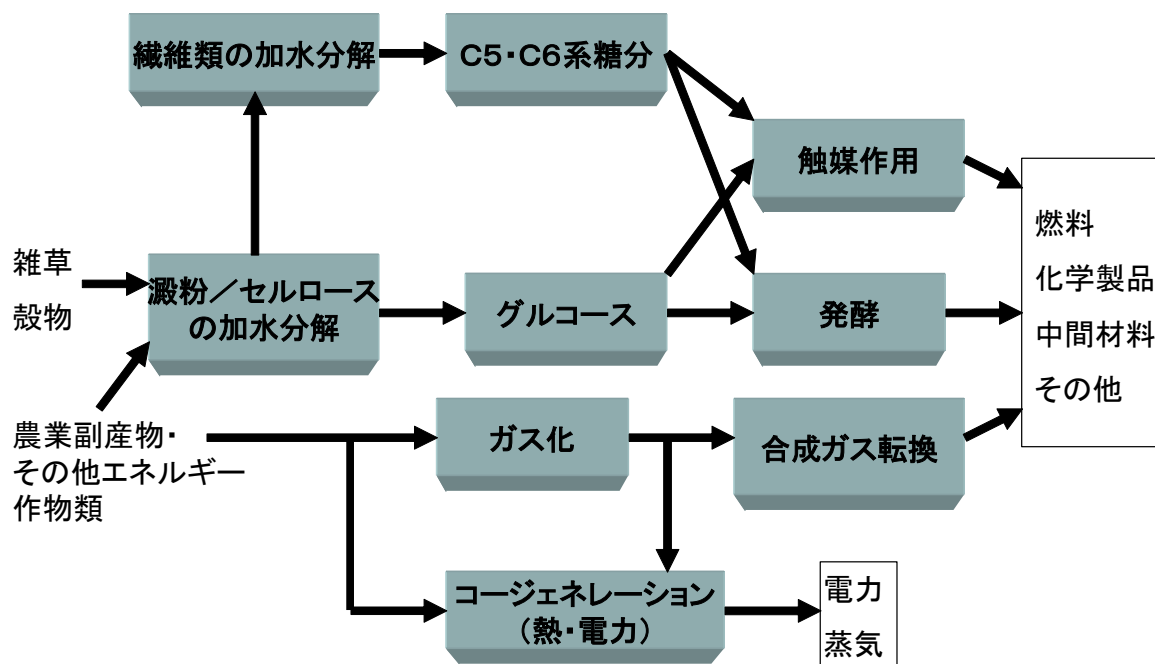
【バイオマスからの各種燃料の製造フロー】



(3) 米国における取組

米国では、連邦政府の「Biomass Research and Development Act 2000（バイオマス研究開発計画 2000）」に基づき、バイオマスからの電力利用や燃料製造、化学材料関連技術の実用化及び普及拡大に取り組んでいる。2003 年に開始された「Biomass Program（バイオマスプログラム）」にもとづき、米国エネルギー省（USDOE）と米国農務省（USDA）がバイオマス利用に関する技術開発を行っており、その中でバイオマスからバイオ電力や熱、エコ燃料、バイオ由来化学材料を複合的に生産するバイオマス・リファインリーの実用化に重点的に取り組んでいる。

DOE の技術開発では、バイオマスの加水分解・糖化技術に基づく糖プラットフォーム（Sugar Platform）バイオマス・リファインリーと、バイオマスの熱分解技術に基づく熱化学プラットフォーム（Thermochemical Platform）バイオマス・リファインリーの技術開発を実施している（図 2-7）。米国では 2020 年までバイオマス・リファインリーの工場群を 10 カ所整備するものとしている。



出所：Industrial Bioproducts: Today and Tomorrow（米国 DOE、2003 年）

図 2-7 米国のバイオマス・リファインリーの概念例

Ⅲ 普及拡大に向けた論点整理

1. 熱利用エコ燃料に関する取組状況の評価

(1) バイオガスに関する取組状況の評価

① 国内の取組状況の評価

○ バイオガスの生産・利用

バイオガスの生産については、下水処理場やし尿処理場での汚泥の消化に伴うバイオガス、食品工場等における廃水処理や廃棄物処理プロセスから得られるバイオガス、家畜ふん尿処理から得られるバイオガス、生ごみ処理によるバイオガスなど、廃棄物系バイオマスを中心に行われている。

しかし、多くの場合、バイオガスの生産は、汚泥の減容化や安定化等を目的とする処理に付随して行われており、バイオマスの熱利用を積極的に考慮したシステムにはなっていない。

その結果、比較的多量のバイオガスをエネルギー利用している下水処理場であっても、全体から見ると一部の施設しかバイオガスの利用を行っておらず、また、その他の廃棄物系バイオマスについては、発生量のごく限られた一部しか利用されていない。

また、自家消費が主であるため、生産されたバイオガスすべてをエネルギー利用できていない場合も多く、余剰ガスが焼却処理されているなど、熱利用という観点からは、十分なシステムとはなっていない。

○ バイオガスの高度利用

コージェネレーションによる電力・熱の同時利用、精製バイオガスの都市ガス原料利用や天然ガス自動車用燃料利用等の高度利用が、最近一部の施設で行われつつあるが、事例としては少なく、初期費用負担の制約等により必ずしも十分に導入されていない。

バイオガスコージェネレーションは、技術的には確立しているが、設置施設の電力需要と熱需要のずれが大きい場合には、エネルギー効率が悪くなり採算性が悪化する。その対策として、廃熱を利用する冷房／除湿等の機器の導入、相変化物質（PCM）等による熱貯蔵／輸送設備の導入、発電電力の売電等が考えられるが、全体としての経済性の確保が課題となる。

バイオガスの原料・燃料としての利用は、高い品質の確保と、それに伴うコスト増が課題となる。

○ バイオ合成ガスの利用

熱分解ガス化処理や水熱ガス化処理によるバイオ合成ガスの利用についても、技術開発により実用化が進みつつあるが、その導入にあたっては経済性の確保が課題となる。

○ バイオガスによる発電電力の買取について

バイオガスコージェネレーション等による発電電力の買取は、ほとんどの場合、一般電気事業者が余剰電力として買い取っているため、新エネルギー等電力相当分の価値を除くと売電価格は2～4円/kWh程度となり、設備の運転費用さえ賄うことができない場合が多い。したがって、現状では売電が可能であっても出力を落としたり運転停止させたりする必要があるなど、必ずしも現行の買取制度はバイオガスの有効利用の促進につながっていない。

② 海外の取組状況の評価

EUではRES-E指令に基づき、各国が再生可能エネルギー発電電力の買取の義務化や買取価格の優遇を実施してコージェネレーションを含むバイオガスの発電利用の拡大を図っている。EUにおけるバイオガスの生産量は最近3年間で7%増加しており、それぞれ全体の3割を占める英国とドイツでは、英国が1.3倍、ドイツが2倍と大きな伸びを示している。

EUの一部の国では、オンサイトでの発電利用や熱源利用に加えて、精製バイオガスの高度利用として、都市ガス直接注入や自動車燃料利用を本格的に実施している。これらの国では精製バイオガスの規格や都市ガス網への接続要件を定めており、バイオガスを高度利用するための制度が整備されている。

(2) 木質固形燃料に関する取組状況の評価

① 国内の取組状況の評価

国内では主に製材所廃材を原料とするペレットを生産しており、2003年調査による生産量は約2,500tである。岩手県をはじめとして地方自治体による地域でのペレット生産及び利用への取組が拡大しつつあるが、全体としての生産・利用量は限られており、経済的に自立した持続的な生産及び利用を実現した事例は少ない。

ペレットには、樹幹部を原料とするホワイトペレット、バーク（樹皮）を原料とするバークペレット、樹幹部とバークが混ざった全木ペレットがあり、また、樹種（針葉樹、広葉樹）によっても発熱量や灰の含有量が微妙に異なることから、一部の地域では地場産のペレットに適合したストーブが開発されている。

関連事業者やNPO等によって構成される非営利団体ペレットクラブが2005年にペレット燃料の自主規格を策定している。また、2004年から(財)日本燃焼機器検査協会による燃料機器の認証制度が適用されている。

これまでのところ、住宅や公共施設でのストーブ燃料としての小規模利用が中心であり、一部では温水プールや温泉加温熱源用燃料としても利用されている。

② 海外の取組状況の評価

北欧では住宅セントラルヒーティング用熱源としてペレットボイラーが普及、南欧ではイタリアを中心にペレットストーブが近年普及している。地域によっては個人住宅へのバルク配送が定着しており、安価な木質ペレットの購入が可能となっている。

一部の国では木質ペレットに係る付加価値税を免除している。

また、一部の国では木質ペレットの工業規格を策定している他、2006年2月には欧州標準化委員会 TC355 で木質ペレットの暫定規格が策定され、規格化への取組が進んでいる。

(3) その他の熱利用エコ燃料に関する取組状況の評価

① バイオエタノール（定置型燃焼機器用）

ボイラー等の燃焼機器におけるエタノールの利用については、環境省の技術開発事業において、消防法に対応したエタノール・水混合燃料及び A 重油との混合燃料の物性を分析し、燃料として利用可能であることを確認している。また、小規模施設で幅広く利用されている小型貫流ボイラおよび真空式温水ヒータについて混燃システムを実用化している。

このシステムは、消防法の危険物規制に対応したエタノール・水混合燃料を実用化しており、規制によって導入対象施設が限定されることがなく、また、エタノール・水混合燃料を灯油や重油と混燃することで、排出ガス中の NOx 削減効果が得られる。

しかしながら、今のところ、導入する経済的なメリットがなく、対応機器の販売等も行われておらず、システムとして普及していない。

② BDF（定置型燃焼機器用）

BDF は、灯油や重油の代替燃料として、あるいは灯油・重油と混合してボイラ等の定置型燃焼機器での燃料利用が可能である。現にイタリアでは一部で一般家庭用のボイラ燃料として利用されている。定置型燃焼機器の場合、自動車に比べて対応できる燃料種類や品質の幅が広いことから、燃料品質や混合比率の面で自動車用燃料より柔軟に対応できる可能性がある。

国内では、まとまった量の廃食用油が発生する工場や宿泊施設等で、廃食用油を直接重油に混合して燃料利用している事例がある。これらの事例においては、ボイラ等の燃焼機器の規模が比較的大きく、廃食用油を混合利用するために施設側で前処理設備の追加や燃料系統の追加・改造等を行っているが、廃食用油ではなく BDF を用いれば、設備改造を行うことなくボイラ等での利用が可能となり、住宅を含め各種の小規模燃焼機器でも利用が可能になるとみられる。

(4) バイオマスの高度利用に関する取組状況の評価

複合的なエコ燃料生産・利用等によりバイオマスの利用効率を高める高度利用に係る取組として、国内では、バイオマス等からの水素製造技術開発として、ウェット系バイオマスについてはメタン発酵、ドライ系バイオマスについては熱分解ガス化による気体燃料回収並びに液体燃料化や水素転換への取組が進みつつある。

また、木質バイオマスからのエタノール・水素・メタンのカスケード的製造技術、木質バイオマスを炭化する過程で得られるバイオ合成ガスや炭化物吸着体を燃料電池の水素源として活用する技術、バイオマスの燃焼廃熱を蓄熱体を用いて車両輸送し別の場所で利用する技術等の様々な技術開発が行われており、バイオ水素や液体燃料を含めた複合的なエコ燃料製造及びエネルギー回収の高効率化技術の実用化への取組が進められている。

これらの高度利用に向けた取組は、まだ緒に就いたばかりであり、地域に応じた最適な熱利用システムを目指して、必要な技術開発や実証を急ぐ必要がある

欧米においては、バイオマスからのエコ燃料製造に加えて化学品や各種素材を複合的に生産するバイオマス・リファイナリー技術を、中長期的に化石資源からバイオマスへ移行するための方策の中心と位置づけており、中長期的な戦略・計画の策定や関連する技術開発が進められている。

我が国においても、バイオマス・ニッポン総合戦略の中で、利用者の幅広いニーズに対応し、幅広い用途への利活用を実現するため、バイオマス・リファイナリーの構築が有効と位置づけており、積極的に進めていく必要がある施策として位置づけている。

2. 熱利用エコ燃料の導入量の目安

(1) 導入量の目安の考え方

① バイオマスの区分

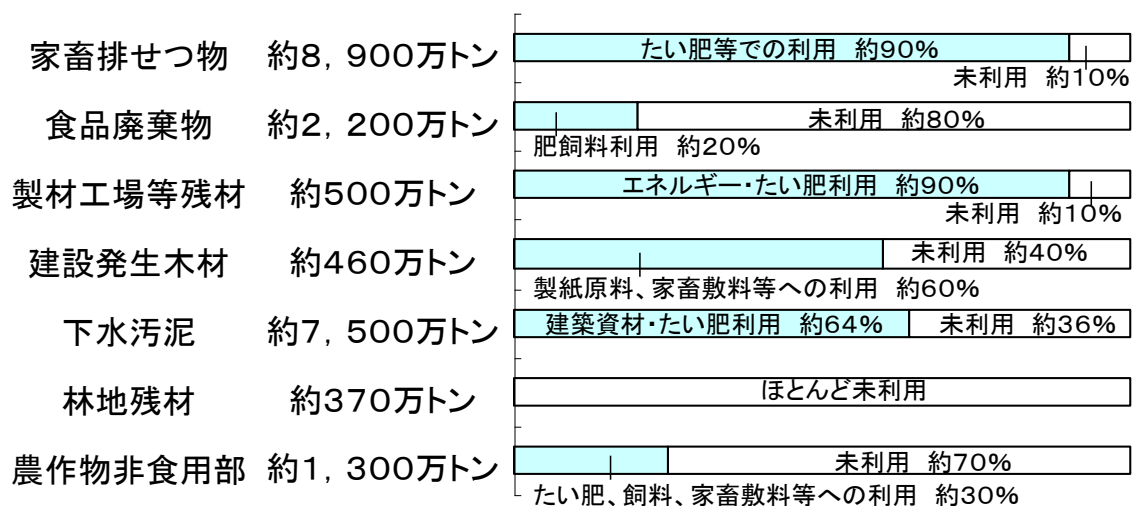
熱利用エコ燃料の原料となるバイオマスは、家畜ふん尿、食品廃棄物、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、廃木材等の廃棄物として発生するバイオマス（以下「廃棄物系バイオマス」という。）と、農業残渣、林地残材等の有効利用の進んでいないバイオマス（以下「未利用バイオマス」という。）に大別される。

廃棄物系バイオマスは、その大半が廃棄物として何らかの処理が行われており、すでに収集等のシステムが存在しているため、有効利用が比較的進んでいる。また、家畜ふん尿、食品廃棄物、下水汚泥等のメタン発酵によるバイオガスの回収に適した性状のものも多い。

一方、未利用バイオマスは、収集等のシステムがなく、有効利用を図るためには、まずこれを集めるシステムから考慮する必要があり、有効利用が困難な場合が多い。また、農業残渣、林地残材等の草木系のものが多く、直接燃焼か熱分解によるバイオ合成ガスの回収、あるいはバイオエタノール製造等の熱利用の原料に活用できるものが多い。

② バイオマスの賦存量と利用率の考え方

主なバイオマスの発生量と現状での利用率については、図 2-8 に示すとおりである。



出所：農林水産省調べ

図 2-8 主なバイオマスの発生量と利用状況

また、これらのバイオマスの発生量及び賦存量、利用率（熱利用以外も含む）の現状を整理すると表 2-7 に示すようになる。

表 2-7 バイオマスの賦存量及び利用率の現状（2005 年度）

		発生量 [湿重量万t]	賦存量*1 [原油換算万 kL]	炭素換算量*2 [万 tC]	利用率
廃棄物系 バイオマス*3	家畜ふん尿	約 8,900	約 600	約 530	約 90%
	食品廃棄物	約 2,200	約 100	約 90	約 20%
	紙	約 3,600	約 1,400	約 1,300	約 60%
	黒液	約 7,000	約 470	約 470	約 100%
	下水汚泥	約 7,500	約 100	約 80	約 60%
	製材工場等残材	約 500	約 230	約 220	約 90%
	建設発生木材	約 460	約 210	約 200	約 60%
	小計*4	約 30,200	約 3,110	約 2,890	約 7 割
未利用 バイオマス	林地残材	約 370	約 170	約 160	ほとんどない
	農作物非食用部	約 1,300	約 490	約 470	約 30%
	小計*4	約 1,700	約 660	約 630	約 2 割
合計*4		約 31,900	約 3,770	約 3,520	—

*1 バイオマスの保有するエネルギー量

*2 バイオマスに含まれる炭素（C）の重量

*3 表中のバイオマス以外にも、し尿汚泥や農業排水汚泥等が発生しているが、発生量や利用率等の詳細が把握されていないため除外している。

*4 四捨五入により、合計欄の数値と内訳の計が一致しない場合がある。

出所：農林水産省資料等に基づく環境省計算値

バイオマス・ニッポン総合戦略においては、これらを踏まえて、バイオマスの賦存量と有効利用の 2010 年目標を次のように定めている。ただし、バイオマスの種類毎の賦存量と利用率の内訳は示されておらず、有効利用のうち熱利用の具体的な目標も定められていないため、以下の検討においては、2010 年度の全体の利用率である廃棄物系バイオマス 80%以上、未利用バイオマス 25%以上という数字のみを利用することとする。

- ・ 廃棄物系バイオマス：年間の賦存量は、湿重量約 32,700 万 t、乾燥重量約 7,600 万 t、エネルギー換算約 1,270PJ（原油換算約 3,280 万 KL）、炭素量換算約 3,050 万 t。2010 年度において炭素量換算で 80%以上を利活用。
- ・ 未利用バイオマス：年間の賦存量は、湿重量約 1,700 万 t、乾燥重量約 1,500 万 t、エネルギー換算約 260PJ（原油換算約 660 万 KL）、炭素量換算約 640 万 t。炭素量換算で 2010 年度において 25%以上を利活用。

③ エコ燃料への変換技術の考え方

それぞれのバイオマスについて、短期的に適用が想定される変換技術とその場合に賦存量のうちエコ燃料へ変換し得る熱量（エコ燃料変換可能量）は次のように考えることとする。

- ・ 含水量の多い湿潤系（ウェット系）バイオマスについては、メタン発酵して得られるバイオガスの有する熱量を計上。
→該当するバイオマス：家畜ふん尿、食品廃棄物、下水汚泥、紙の一部（一般廃棄物として処理されている分）
- ・ 含水量の少ない乾燥系（ドライ系）バイオマスについて、直接燃焼するものとして保有する熱量を計上
→該当するバイオマス：黒液、製材工場等残材、建設発生木材、林地残材、農作物非食用部

④ 導入量の目安の考え方

上記の整理を踏まえて、熱利用エコ燃料の導入量の目安について、2010年度を目途とする短期的な導入量の目安と、2030年頃を目途とする中長期的な導入量の目安の2つについて、次のような考え方で検討を行った。

- ・ 各種バイオマスの発生量から、それぞれが有する熱量としての賦存量(原油換算)を推計
- ・ ③の考え方に従い、バイオマスの性状に応じ既存技術を用いてエコ燃料に変換する場合の変換量を設定し、エコ燃料変換可能量(原油換算量)を推計
- ・ 推計した熱量から、京都議定書目標達成計画のバイオマス熱利用の2010年目標である原油換算308万kL（別途検討の輸送用を除くと258万kL）の達成に必要な熱利用の利用率を短期的な導入量の目安として算定
- ・ 中長期的には、バイオマスの発生量のうちどの程度までの熱利用を目標とすることができるかを考慮して、熱利用の利用率を設定し、導入量の目安を推計

(2) 短期的な導入量の目安

先に述べたとおり、2010年度のバイオマスの種類毎の発生量の内訳は不明であるので、表 2-7 で整理した 2005 年度のバイオマス発生量の内訳が 2010 年度も同じであると仮定すると、2010 年度のバイオマスエネルギーの賦存量は、京都議定書目標達成計画上別途目標が設定されている黒液を除くと、全体で原油換算約 3,300 万 kL となる（表 2-8）。

表 2-8 に示すように、その全量を既存技術でエコ燃料に変換したと仮定すると、変換率 73%に相当する約 2,470 万 kL のエコ燃料変換可能量となり、うち廃棄物系バイオマスを原料とするものが約 1,930 万 kL（変換率約 73%）、未利用バイオマスを原料とするものが約 540 万 kL（変換率約 82%）となる。

推計の詳細を別添 1 に示す。

表 2-8 バイオマス賦存量とエコ燃料変換可能量

		バイオマス 発生量*1 [湿重量万t]	バイオマス 賦存量*1 [原油換算万kL]	エコ燃料の種類	エコ燃料変換 可能量*2 [原油換算万kL]	エコ燃料 変換率*3
廃棄物系 バイオマス	家畜ふん尿	約 8,900	約 600	メタンガス	約 250	約 42%
	食品廃棄物	約 2,200	約 100	メタンガス	約 70	約 70%
	紙	約 3,600	約 1,400	直接燃焼(dry系)	約 740	約 95%*4
				メタンガス(wet系)	約 440	約 71%*5
				(小計)	約 1,180	約 84%
	下水汚泥	約 7,500	約 100	メタンガス	約 40	約 40%
	製材工場等残材	約 500	約 230	直接燃焼	約 200	約 87%
	建設発生木材	約 460	約 210	直接燃焼	約 190	約 90%
小計*6	約 23,200	約 2,640	—	約 1,930	約 73%	
未利用 バイオマス	林地残材	約 370	約 170	直接燃焼	約 150	約 88%
	農作物非食用部	約 1,300	約 490	直接燃焼	約 390	約 80%
	小計*6	約 1,700	約 660	—	約 540	約 82%
合計*6		約 24,800	約 3,300	—	約 2,470	約 75%

*1 現状のバイオマス発生量及び賦存量の数字（表 2-7）を使用。

*2 賦存量のうち既存技術によって回収可能なエネルギー量、推計の詳細を別添 1 に示す。

*3 バイオマスの有する熱量のうち、変換後のバイオガス等のエコ燃料が有する熱量の割合をいう。

*4 発生量のうち、回収利用分約 2,000 万 t 分の賦存量約 780 原油換算万 kL に対する変換率

*5 発生量のうち、回収利用分を除く約 1,600 万 t 分の賦存量約 620 原油換算万 kL に対する変換率

*6 四捨五入により、合計欄の数値と内訳の計が一致しない場合がある。

現状の熱利用実績は、2003年度で原油換算79万kL*程度であり、これを2010年度には、3倍以上に相当する258万kLに引き上げることが必要となるが、これらの実績及び目標の数字は、いずれも廃棄物系バイオマスと未利用バイオマスの別を含めて、その内訳が不明である。

廃棄物系バイオマスの賦存量（原油換算約2,640万kL）は、未利用バイオマスの賦存量（原油換算約660万kL）の約4倍あり、さらに、有効利用されている利用率も3倍以上（現状で廃棄物系バイオマス約7割、未利用バイオマス約2割、バイオマス・ニッポン総合戦略の2010年度目標でそれぞれ80%、25%）あるため、有効利用されるバイオマスを熱量で見ると、9割以上が廃棄物系バイオマスとなる。

このことを考慮して、短期的には廃棄物系バイオマスの熱利用により、目標全体を達成すると仮定して、目標とすべき熱利用の利用率を推計することとする。

※ 経済産業省資料による実績

廃棄物系バイオマスの賦存量約2,640万kLに対して、2010年度における利用率80%（バイオマス・ニッポン総合戦略の目標）と、エコ燃料の変換率7割*を用いて、258万kLの目標達成に必要な熱利用の利用率を算定すると、約17%（2010年度目標）となる。同様に、現状の利用率約7割、熱利用79万kLから、熱利用の利用率を算定すると6%（現状）となる。

※ 既存技術の変換率（表2-8の73%）を参考に設定

したがって、現状では、有効利用されている廃棄物系バイオマスのうち6%程度が熱利用されていると推定されるが、これを17%程度まで引き上げることが必要との結果となる。

バイオマス・ニッポン総合戦略では、熱利用以外も含めて廃棄物系バイオマスの利用率全体を10%程度引き上げる目標であることを考慮すると、今後の利用率の向上は相当程度熱利用によることが必要であり、2010年度に向けて今後熱利用を大幅に加速するような大胆な政策転換が必要と言える。

(3) 中長期的な導入量の目安

中長期的（～2030年）には、廃棄物系バイオマスはすべて何らかの形で有効利用されていると想定して、利用率を100%とし、そのうち半分の約50%をエコ燃料として熱利用することを目標に導入量を推計する。なお、2030年度のバイオマスの発生量は、2005年度の数字と同じであると仮定。

未利用バイオマスについては、2010年度目標の倍、全体の50%の利用率を中長期的な目標として想定し、熱利用に適した木質系のバイオマスが多いことから、そのうち約8割程度^{*}をエコ燃料として熱利用することを目標に導入量を推計する。

※ 次の点を踏まえてエコ燃料全体として約8割の変換率を目標として設定。

- ・ ドライ系バイオマスでは直接燃焼して温水や蒸気として熱回収を行うのが最も変換率が高くなる（8割から9割程度）が、回収されたエネルギーの用途は限定され、可搬性や貯蔵安定性にも乏しい。
- ・ ウェット系バイオマスについては、バイオマスの性状によるが、現行の湿式メタン発酵技術だけでは変換率は4割から7割程度に留まる。
- ・ 他方、現在の技術開発が進められている熱分解ガス化技術の開発目標は冷ガス効率75～80%（原料の保有する発熱量に対する合成ガスの発熱量の比率）に設定されているものがある。
- ・ エネルギーとしての汎用性や可搬性、貯蔵安定性等の燃料としての質を高めつつ量の確保を図る観点から、メタン発酵や熱分解ガス化等の高効率化、カスケード的な燃料製造技術の普及等により、高効率かつ高品位なエコ燃料製造の実現を図るものとし、輸送用エコ燃料やバイオ水素等による利用も含めて、エコ燃料全体として変換率80%を目指す。

推計の結果、表2-9に示すように、長期的な導入量の目安としては、バイオマス賦存量全体の約4割に相当する量となり、2010年度の輸送用燃料を含むバイオマス熱利用の導入目標308万kLの約4倍の約1,260万kLに達する。推計の詳細を別添1に示す。

ただし、これらの数字は、現時点で中長期的に導入可能なエコ燃料の量を大まかに把握するため、廃棄物系バイオマスと未利用バイオマスの二つの区分について、大まかな仮定を置いて参考値として試算したものであり、バイオマスの種類毎の導入量の算定を含め今後さらに精査がなされるべきものである。

表 2-9 中長期的な導入量の目安（参考値）

（単位：原油換算万 kL）

	バイオマス 賦存量	バイオマス 利用率	熱利用 比率	エコ燃料 変換率	エコ燃料 変換量
廃棄物系バイオマス	約 2,640	100%	50%	80%	約 1,050
未利用バイオマス	約 660	50%	80%	80%	約 210
合計	約 3,300	—	—	—	約 1,260

3. 熱利用エコ燃料の導入にあたっての課題

(1) 普及に向けての全般的な課題

① システムの最適化に向けた技術開発・地域実証の推進

廃棄物系バイオマスについては、減容化や安定化等を目的とした処理に付随した形で熱利用が行われており、バイオマスの持つ熱エネルギーをできるだけ活用するという観点からは、必ずしも十分な考慮がなされておらず、最適なシステムとなっていない。

その結果、現状における熱利用は極めて限られた範囲でしか行われておらず、また、熱利用が行われている場合でも、エネルギー利用効率等の質的な面で十分な水準の熱利用とは言えない場合が少なくない。

バイオマス熱利用システムの最適化には、原料の収集運搬から燃料への変換、さらには高度利用や残さの適正処理まで、広範な技術の検討が必要であり、またそれぞれの地域特性に応じた持続可能なシステムを構築していく必要があるが、関連する各種要素技術の開発とこれらを組み合わせた地域システムの実証に関する取組は、これまで体系的に行われてきていない。

したがって、バイオマス熱利用の大幅な拡大に向けては、まず、バイオマスの種類や、それぞれの地域の特徴に応じた、最適なシステムを構築していくことが必要であり、これを実現するための、各種要素技術の一層の開発促進と、これらの組み合わせによる地域の最適システムを確立するための実証の推進が極めて重要な課題である。

② 高度利用における温暖化対策としての有効性

エコ燃料はカーボンニュートラルな燃料であるが、エコ燃料を供給する過程において原料収集・輸送から燃料変換時に化石燃料を含むエネルギー投入を要することから、ライフサイクル全体での温室効果ガス（ライフサイクル GHG）の削減効果が得られることが温暖化対策として導入する前提となる。

エコ燃料の利用形態としては、同一の原料であっても直接燃焼による熱利用から発電利用、液体燃料化や水素製造まで多様な利用が可能な場合があり、燃料としての汎用性や可搬性、貯蔵安定性等を総合的に考慮して、発電や液体燃料化等の高度利用が望ましい場合が考えられる。しかし、このような場合、高度利用のための処理プロセスの増加や複雑化等によってエネルギー投入量が増えたり、バイオマスから取り出せるエネルギー量が減少したりする可能性もあるため、ライフサイクル GHG の削減効果について確認しておくことが重要である。

③ バイオマスの熱利用の大幅な拡大

○ 廃棄物系バイオマス

バイオマスの熱利用は、現状の有効利用全体の中では極めてわずかであり、当面のバイオマス熱利用の目標達成には、大幅な熱利用の拡大が必要である。

そのためには、上記①のシステムの最適化に向けた技術開発・地域実証を十分に念頭に置いて、既に収集運搬・処理体制が整備されている廃棄物系バイオマスの活用に優先的に取り組む必要がある。

廃棄物系バイオマスの中には、既に量的には相当程度有効利用されているものもあるが、例えば堆肥利用について地域によっては需給の不均衡のため供給過多となっている等、質的には必ずしも有効利用されているとは言えない場合がある。したがって、現在マテリアル利用されているものについても、当該バイオマス製品に対する需給バランスや化石資源代替効果、地域的な事情等を総合的に考慮して、熱利用がより有効な場合には転用してバイオマス全体としての利用の効率化を図ることも重要である。

また、現状の収集運搬・処理体制について、熱利用に適した質的向上を図るため、分別収集の実施や選別技術の開発・導入などを行う必要がある。

○ 未利用バイオマス

一方、林地残材や農業残さ等の未利用バイオマスは、広く薄く発生しており、建設発生木材や製材所等残材と比較するとドライ系バイオマスとしては水分含有量が多く比重も小さいため収集には不利であり、収集に要する費用や労力、発生量の季節変動等による貯蔵保管等の問題により、現状では有効利用されているものはごく一部に限られている。また、休耕等により有効利用されていない農地におけるエネルギー資源作物の栽培は、可能性として相当あるものと見込まれるが、現状ではほとんど行われていない。

しかしながら、これらのバイオマスは未利用、あるいは潜在的な賦存量が比較的大きく、エコ燃料の供給量の拡大、農業や林業の副次生産物のカスケード利用・循環的利用の観点から、長期的視野に立って有効利用を進めていく必要がある。特に林地残材等の森林バイオマスの持続的な利用は森林機能の維持保全にも貢献するものとして積極的に取り組む必要がある。その際には、持続的な利用が可能となるような地産地消の取組が重要である。

④ バイオマスの性状に応じた適切なシステムの導入

熱利用の観点からみると、バイオマスは湿潤系（ウェット系）バイオマスと乾燥系（ドライ系）バイオマスに大別されるが、現状では、例えば生ごみ等のウェット系バイオマスについても直接焼却による熱回収が行われており、バイオマスが保有するエネルギーを有効に利用できていない状況にある。

また、下水汚泥やし尿・浄化槽汚泥等のウェット系バイオマスについても、廃棄物としての衛生的な処理・埋立のための減容化・安定化を念頭に、一定レベルに脱水しての焼却、スラグ化が行われてきており、熱利用を十分に考慮した最適なシステムは確立されていない状況にある。外部熱源による乾燥工程を有することもあり、そのような場合には、エネルギー及び温室効果ガスの観点からも問題は多いといえる。

したがって、それぞれのバイオマスの性状や地域のエネルギー需要の特性に応じて、できるだけ高効率にエネルギーを取り出し利用することを考慮して、適切な技術を用いたシステムを検討し、構築していくことが必要である。

さらに、将来的には、バイオマスの利用効率や付加価値をより一層高めるために、複数の種類のエコ燃料を合わせて生産する高度利用の他、バイオマス由来化学品等を複合的に生産するバイオマス・リファインリーの検討など、より高度な利用を進めていく必要がある。

⑤ 広域的収集／オンサイト利用の別を考慮した取組

バイオマスの種類や地域の状況に応じて、広域的な収集・利用が適切な場合と、発生源あるいはその近傍におけるオンサイト利用が適切な場合とがある。

前者の場合には、既存の収集システムを極力活用し、スケールメリットを活かした広域の拠点的な取組とすることが有効であり、後者については、発生源近傍において、利用側のエネルギー需要と整合した熱利用のシステムを導入する必要がある。

なお、これらの利用に際しては、熱やガスのオフライン輸送の適用可能性についても考慮する必要がある。

⑥ 我が国に適したエネルギー供給・利用システムの普及

バイオガスや木質固形燃料の利用が進んでいる欧州では、暖房を中心として温熱需要が大きく、地域熱供給網やセントラル空調システム等、温熱供給に適したインフラやエネルギー供給設備が普及しており、熱利用エコ燃料の安定的利用を支える要因となっている。

一方、我が国では、北海道や東北地方等の一部を除き、温熱需要は小さい上に季節変動が大きく、空調等の熱供給システムも個別分散型の設備機器が主流となっているため、熱利用に関しては条件面での制約が大きい。

そのため、供給面では、小規模かつ高効率なコージェネレーションの導入等により、エネルギー利用効率を高めて汎用性の高い電力を熱と同時に供給することが有効であり、利用面では、夏季においてもバイオマス由来の温熱利用が可能な冷房／除湿設備機器の実用化及び普及が有効である。

将来的には、分散型エネルギーシステムとして燃料電池の普及が見込まれることから、効率的に水素製造を行うことにより燃料電池の水素源として活用を図ることも重要である。燃料電池についても廃熱の冷房／除湿利用がエネルギー利用効率の向上を図る上で重要である。

(2) 各エコ燃料に係る普及に向けての課題

前述の全般的な課題に加え、ここでは、エコ燃料の種類に応じた普及に向けての課題を整理する。

① バイオガスの普及に向けての課題

○ バイオガス利用の拡大

下水処理場や食品工場等の既にメタン発酵を行っている施設においては、発酵そのものの高効率化を図るとともに、バイオガス利用の高度化を図るため、バイオガスを利用したコージェネレーションの普及拡大が必要である。これらの施設においては、メタン発酵槽や加温用ボイラの更新に合わせたコージェネレーションシステムの導入が有効と考えられる。

余剰バイオガスが発生している処理施設については、都市ガス原料や自動車用燃料としての場外利用も有効と考えられる。バイオガスを生成して都市ガス原料とするためには、処理施設と都市ガス工場の距離が近く、原料としての品質や圧力、量等の要件を満たす必要がある。処理施設近傍に都市ガス工場が立地していない場合には、欧州の一部で行われているように生成ガスをガス導管へ直接注入する方法があるが、圧力、量等の要件を満たすとともに、都市ガスに十分に混合しない場合でも利用可能なように高度な精製や熱量調整、付臭等の対応も含む品質管理が必要であり、海外の事例でも必要な対応が行われた上で導入が進められている。

生ごみは既に一般廃棄物として収集されていることから、分別収集への移行や選別システムの導入等を行うとともに、清掃工場等に高効率のメタン発酵設備を整備してバイオガス製造を行うことが有効と考えられる。特に、更新期を迎えている清掃工場において、設備の更新と併せて計画的な導入を図ることが望ましい。

現在、バイオガス利用の行われていない食品工場や家畜ふん尿等を扱う比較的規模の小さな事業場においては、小規模バイオガスコージェネレーションシステムの普及拡大が必要である。そのためには、冷房・除湿機器との組み合わせによる排熱利用用途の多様化や、ガス貯蔵設備の省スペース化が可能な吸着式貯蔵システムの商品化、オンサイトエネルギーサービスとしてのビジネスモデルの開発が有効と考えられる。

○ バイオ合成ガス利用の拡大

現在、実用化が進みつつある熱分解／水熱ガス化処理等のシステムについて、早期の導入と普及拡大が望まれる。公共施設等でのモデル事業の展開や、大規模システム向けのPFI事業や小規模システムを対象としたオンサイトビジネスサービス等のビジネスモデルの開発が有効と考えられる。

下水汚泥等については、発生源である処理場から集中的に発生しており、量も多く比較的性状が安定していることから、効率的にバイオ合成ガスが製造できる可能性があると考えられる。特に現状ではメタン発酵処理後の脱水汚泥には、埋立あるいは焼却処分されている場合も多いことから、バイオ合成ガスの原料として有効利用の拡大を図ることが有効であると考えられる。

バイオ合成ガスについてもコージェネレーションでの利用が可能であり、特に小規模システムについては、冷房・除湿機器等との組み合わせによる排熱利用用途の多様化が求められる。

また、バイオ合成ガスの主成分には一酸化炭素（CO）や水素（H₂）が含まれており、BTLやバイオ水素の原料として利用できる可能性がある。将来的に軽油混合利用が可能な液体燃料や燃料電池に供給される水素として利用できれば、導入可能性が広がるものと考えられる。

○ メタン発酵処理残さの有効利用

現在、バイオガス製造技術として主流となっている湿式メタン発酵技術では、メタン発酵後に消化液が発生する。

欧州では消化液の牧草地をはじめとする農地への直接還元が主流となっているが、我が国では処理施設近傍で農地を確保できる地域は限定される。また、液肥の施肥基準等は現時点では整備されておらず、一般的な利用が困難な状況にある。バイオマスのカスケード利用の促進並びに副産物販売収益による経済性向上の観点から、消化液の利用技術の向上が望まれる。

都市部等の地域において液肥としての直接農地還元が行えない場合は、消化液を適正に処理する必要がある、その際には下水処理施設やし尿処理施設等の既存システムの活用が重要と考えられる。

湿式メタン発酵技術に比べて処理残さの発生量の少ない乾式メタン発酵技術について、現在実用化が進みつつあり、その技術の導入と普及拡大も有効と考えられる。

熱分解／水熱ガス化処理等の技術は、メタン発酵処理残さの処理技術として既存メタン発酵処理システムへの組み込みも可能であることから、処理残さ対策として有効と考えられる。

○ 経済性の向上

バイオガスの利用は、現状では売電価格が低いために売電しても経済的なメリットがなく、大半が施設内利用にとどまっており、十分な有効利用がなされていない。その有効利用を促進するためには、EUの例を参考に小規模バイオガスコージェネレーションからの発電電力の買取を優遇するなど、他者への供給が経済的に見合う仕組みを導入することが効果的と考えられる。

また、初期の設備投資費用負担の軽減のため、バイオガス分野においてもESCO方式やオンサイトエネルギーサービス方式による導入拡大が必要と考えられる。

② 木質固形燃料の普及に向けての課題

木質ペレットは、他の木質固形燃料に比べてハンドリング性に優れ、運搬や貯蔵が比較的容易であるため、一般住宅を含め広く利用が可能である。ただし、石油燃料と比べると体積当たりの熱量が低いことから、エネルギー収支や経済性の観点からみて長距離輸送には不向きであり、製造拠点を中心とする周辺地域での流通が適するものと考えられる。

現在国内で販売されている木質ペレットの価格は25～60円/kg程度であり、灯油やA重油より高い小売価格となる場合が多い。現状では、製材所廃材が主な原料であり発生源が限定されているため、性状のばらつきが比較的少なく収集コストも抑えられているが、間伐材等の未利用材を利用する場合には更に収集・前処理コストが上乗せされより高い価格となる可能性が高い。

ペレットストーブ等の専用燃焼機器は、石油暖房機器に比べて高価であり、ユーザーの初期費用負担が大きいため、公共施設への導入の拡大や新築住宅への組み込み等による更なる需要拡大が必要である。また、従来の石油暖房機器等に比べて出力の大きな機器が多く、地域の気候特性や熱需要規模に応じた機器導入が重要となる。

基本的には暖房用燃料として利用されており、夏季には需要が少なくなるため、年間を通じて安定的にペレットを消費できるよう、冷房機器（吸収式ヒートポンプやデシカント空調）等と組み合わせたシステムの普及が考えられる。

木質ペレット製造に適した原料が確保しやすい地域においては、原料収集から燃料流通網の整備、燃焼機器の導入拡大、普及啓発を含めて一体的に取り組む地産地消型の普及拡大が有効と考えられる。

特に、間伐材や林地残材等の森林バイオマスについては、熱利用の採算性だけでなく森林資源の保全や活用の観点から、森林バイオマスの循環的利用の一環としての価値も考慮して、事業性を検討することも必要と考えられる。

③ その他の熱利用エコ燃料の普及に向けての課題

○ バイオエタノール（定置型燃焼機器用）

バイオエタノールの灯油・重油混燃システムは、技術開発事業において実用化済みで、既販機器についても改造対応が可能である。今後は、対応機器の販売や機種種の拡充、既設機器改造サービスの事業化が必要である。

また、重油・灯油混合用の「エタノール水混合燃料」の製造・供給体制の確立が必要であり、その際、自動車用バイオエタノール供給体制との連携が求められる。

ただし、エタノールの場合も下記BDFの場合と同様に、灯油や重油の代替としては経済的に導入が困難であり、導入のための支援措置等が必要である。

また、重油・灯油混合用エタノールはガソリン用バイオエタノールとは異なり、油槽所等を介さずにエタノールが多様なルートで流通する可能性があるため、飲用への転用防止方法の検討が必要である。

○ BDF（定置型燃焼機器用）

BDFについては、自動車用の軽油代替としての利用が進められているが、定置型燃焼機器では、灯油又はA重油の代替となる。灯油は65～75円/L、A重油は50～60円/Lと軽油の100～110円/Lと比べても更に安価であり、経済的には灯油・A重油の代替燃料としてのBDF利用は困難と考えられ、導入のための支援措置等が必要である。

現状では、国内で利用されている廃食用油由来BDFの利用は難しいが、輸送用燃料の規格外で、ボイラ等での利用に問題ない範囲の品質のBDFを安価で調達できれば、導入拡大の可能性があると考えられる。

IV 熱利用エコ燃料の普及シナリオ

1. 普及シナリオの考え方

(1) システムの最適化に向けた技術開発・地域実証の推進

バイオマス熱利用の大幅な拡大には、各地域において、バイオマスの種類や、それぞれの地域の特徴に応じた、最適な熱利用システムを構築していくことが必要であるが、そのための技術的な知見が十分でないため、まずは関連する各種要素技術の一層の開発促進と、これらの組み合わせによる地域の最適システムを確立するための実証を急ぎ進める必要がある。

その際、2006年3月に閣議決定された第3期科学技術基本計画において、重点推進分野の一つである「環境分野」の分野別推進戦略により、特に「草木質系バイオマスエネルギー利用技術」及び「持続可能型地域バイオマス利用システム技術」は、戦略重点科学技術として、今後5か年間に集中投資すべき課題と位置づけられており、バイオマス熱利用に係る技術開発等については、このことを踏まえた取組の強化が必要である。

また、技術開発等の推進にあたっては、開発の各段階において有望な技術の見極めを適切に行い、必要に応じて技術開発計画を見直して技術開発等への投資の効率化を図ることが重要である。

(2) バイオマス熱利用の大幅な拡大

2010年度の目標達成と、さらにはその後のエコ燃料の導入拡大に向けて、バイオマスのエネルギー利用の大幅な拡大を図る必要がある、当面は収集運搬・処理体制が整備されている廃棄物系バイオマスの活用に優先的に取り組むことが有効である。

その際、現在有効利用されていない廃棄物系バイオマスの新たな熱利用を図ることに加えて、現在マテリアル利用されているものについても、熱利用が有効な場合には積極的にエコ燃料の原料への転換を図ることが必要であり、熱利用という視点から、現状の廃棄物系バイオマスの処理及び利用の体系全体を見直すことが重要である。

その一環として、バイオマスの広域的な収集拠点となる清掃工場や下水処理場等の廃棄物処理施設を、バイオマスを効率的にエネルギー変換・供給するエネルギーセンターと位置づけて、エネルギー利用に適した廃棄物処理システムへの移行を図ることが適当と考えられる。

林地残材や農業残さ等の未利用バイオマスについては、現状ではこれを持続的に利用するための効率的な収集システムがなく、その確立に取り組む必要がある。

そのためには、まず適切な森林経営による持続的な木材利用が成立していることが重要な前提であり、その健全な森林経営に付随する形で収集システムを構築することが必要となる。

また、農業政策との連携による休耕田でのエネルギー資源作物の栽培や、林業政策との連携による里山林での短伐期樹種の植林利用も、供給量の拡大を図る上で重要となる。

加えて、輸送距離が長いと、経済性の問題が生じるため、できるだけ産地に近い場所での回収・熱利用を図ることが必要であり、それを可能とするような技術開発が重要である。

(3) バイオマスの性状に応じた適切なシステムの導入

① 総論

バイオマスの熱利用にあたっては、バイオマスの保有するエネルギーを可能な限り取り出して高効率に利用することが重要であり、バイオマスの性状やエネルギー需要の特性等に応じた適切なシステムの導入に取り組む必要がある。

バイオマスからの熱回収手法については、バイオマス中の含水分によって大きくウェット系バイオマス向けの技術とドライ系バイオマス向けの技術に分かれ、それぞれの分野においてシステムの最適化やより高効率な技術の開発に取り組む必要がある。

システムの最適化については、地域条件や利用条件によって様々な形態が考えられ、また今後の技術開発に負うところも多いので、技術開発・実証を進めながら、具体の地域モデルの成功事例を作り、地域特有の技術と一般展開可能な技術を見極めていく取組が重要である。

あわせて、技術面に加えて経済面や制度面も含めて普及阻害要因を抽出整理し、地域に適したシステム整備・運用への反映を図る必要がある。

② ウェット系バイオマス

ウェット系バイオマスの直接的な燃焼や熱分解による熱利用は、水分が多いためエネルギー的に成立しない。そのため、燃焼等の前にいかに効率的に脱水等による水分の除去ができるかが重要となる。

メタン発酵によるバイオガスの回収は、結果的に高含水率のバイオマスの形態から様々な用途に利用可能なガスを得ることができ、かつ廃棄物の性状によってはより脱水しやすいものに変える効果がある場合もあることから、熱利用としてはまずバイオガスの回収を基本に据えることが適当と考えられる。

その際、焼却による蒸気や発電等のエネルギー回収と比較して、バイオガスはある程度貯留が可能であるところに大きな特徴があり、これを活かしてより安定したエネルギー供給に寄与することができるエコ燃料であることに留意する必要がある。

また、技術開発により実用化／商用化段階に達しつつある水熱ガス化処理技術については、高温高压化で亜臨界状態又は超臨界状態にある水を利用してバイオマスを分解するため、バイオマスの含水分に影響されずエネルギー回収が可能となることから、分解に要するエネルギー効率の向上を前提として、熱利用技術としての導入が期待される。

バイオガスの回収については、より高効率なメタン発酵の手法（例：高温可溶化、アンモニア回収）が開発されつつあり、また、一般廃棄物中の紙ごみを生ごみに添加することで、生ごみのC/N比が改善し、メタンの収率が大幅に向上するとの調査結果^{*}もあることから、関連する研究開発や実証を進め、バイオガス回収の高効率化を図ることが重要である。さらに、将来的には相当な普及拡大が見込まれる燃料電池における利用を念頭に置いて、メタンに加えて水素の回収について研究開発・実証を進める取組も重要である。

一般廃棄物中の紙ごみは生ごみと併せて収集されるため、その過程で水分を多く含むことになり、焼却による熱回収では、紙ごみの潜在的なエネルギーを十分回収できない。しかしながら、水分の多い紙ごみを選別除去して生ごみと併せてバイオガス回収を行うことで、焼却されるごみ（プラスチック類や水分の少ない紙ごみ）は、より高効率での熱回収が可能となる一方で、バイオガスの回収も収率が上がり、熱利用の観点からバランスの取れた効率的なシステムになることが期待され、早期の具体化が望まれる。

※ 第2編Iの「4. バイオマスの高度利用に関する取組状況」における京都市の事例「都市ごみ・廃グリセリンから水素ガスを生成するための要素技術開発」の一環として実施された京都市バイオガス化技術実証研究プラントにおける調査結果による。

バイオガスの回収後、発酵残さの効率的な脱水を行い、熱分解／水熱ガス化処理等によりバイオマスの持つ熱量を使い尽くすことで、さらにエネルギーを回収することが可能となる。

ただし、このような熱利用技術についてはこれまで十分な研究開発・実証が行われていないため、バイオマスの種類に応じて、その潜在的なエネルギーを最大限回収・利用するための最適なシステムについての研究開発・実証が重要である。

③ ドライ系バイオマス

ドライ系バイオマスの熱利用については、バイオ発酵の技術革新を図ることは重要であるものの、固形燃料化を含む直接燃焼や熱分解等による熱利用を基本とすることが適当と考えられる。

熱分解等による熱利用は、今後の技術開発に負う部分もあるが、バイオ合成ガスの燃料利用から、炭化物の燃料利用、バイオ合成ガスからの液体燃料の合成、バイオ合成ガスを改質しての水素利用など様々な選択肢があり、利用側の状況に応じたハイブリッド利用を考慮することが可能となる。また、バイオガスからの燃料合成では、BDF原料のメタノール合成に関する技術開発も行われており、輸送用エコ燃料を支える取組としても有効と言える。

(4) 広域的収集／オンサイト利用の別を考慮した取組

① 総論

バイオマスの供給面からみると、広域的収集体制の活用が適切な場合にはスケールメリットを活かした拠点的な取組を展開し、収集の効率が悪く既存の収集体制の活用が困難な場合には、発生源又はその近傍においてオンサイト利用を行うことが基本となる。

② 広域的収集による利用

既に広域的な収集運搬・処理体制が整備されている廃棄物系バイオマスについては、熱利用の大幅な拡大の観点からも、最大限エコ燃料の原料として活用を図る。

家庭からの生ごみについては、熱利用のポテンシャルが大きく、ウェット系バイオマスとしてバイオガスの回収を進める必要があるが、市町村の清掃工場ではこれに対応する設備の導入はまだ少ないことから、今後の清掃工場における設備更新時期に合わせた計画的な導入を展開していく必要がある。その際、2006年7月に財政・経済一体改革会議において決定された経済成長戦略大綱の工程表においても、長期的（～2015年度）には「ごみ発電と比肩する廃棄物処理システムとして生ごみバイオガス化システムを確立し、普及を図る」ものと位置づけられていることから、これを踏まえた積極的な導入を進める必要がある。

下水処理場やし尿処理場については、既に発生しているバイオガスの利用を徹底するとともに、汚泥の燃料ガス化や固形燃料化等を組み合わせたカスケード型高度利用を促進することが有効である。

製造したバイオガスは、コージェネレーション利用により電力及び熱を場内で利用する他、場内で消費しきれない分は余剰電力の売電や精製バイオガスの場外利用（都市ガス原料、天然ガス自動車燃料利用）を図るとともに、将来的には BTL 製造等への活用も検討する。

③ オンサイト／地域内での利用

工場や大規模商業施設等において、バイオガスや木質固形燃料をコージェネレーション利用するオンサイト型エネルギー利用が既に実用化されているが、その普及拡大のためには、システム効率の向上や設備コストの低減、小規模施設向けシステムの開発等が必要である。

さらに、設備のリース化・維持管理請負、オンサイト処理代行等により、オンサイトでのエネルギー供給と廃棄物処理を一体化したビジネスモデルを促進する取組も有効と考えられる。

地域における未利用バイオマスの収集体制の整備と併せて、オンサイト型バイオマス利用拠点を設けて燃料製造するとともに、供給量の拡大に応じてエコ燃料の流通体制を拡大し、点的利用から面的利用へと拡大を図る取組も有効と考えられる。

また、農業地域において家畜ふん尿や農業残さに加えて生ごみをメタン化して消

化液や堆肥を農事利用する、あるいは林業地域において森林管理に伴い発生する間伐材や製材工場から発生する廃材等からバイオ合成ガスや固形燃料を複合的に生産する等、地域特性に応じた比較的小規模なシステムにより、地産地消型のエコ燃料及び副生物の持続的利用を展開していくことが有効と考えられる。

その際、設備導入だけでなく、資金調達や事業運営等のソフト面も含めて、地域の関係者が積極的に関与するモデルを構築し、他の地域への応用展開を図る取組も有効と考えられる。

(5) バイオマスの高度利用

① 総論

マテリアル利用を含めてバイオマスをカスケード的に使い尽くすことは、エネルギー効率や資源の有効利用に加え、バイオマス利用の経済性を高める点で重要である。

また、移動体である自動車やエネルギー効率に優れた燃料電池へのエコ燃料の供給は、化石燃料の代替効果を高めるとともに、エコ燃料の経済面での付加価値の向上にもつながる。

そのため、複数種類のエコ燃料のカスケード的製造技術や、バイオ合成ガス等からの BTL 等の液体燃料合成技術、あるいは燃料電池向けの水素製造のための改質・燃料製造技術の実用化に取り組む必要がある。

さらには、オンサイトで利用できない廃熱やガスについては、オフラインの輸送により利用するなどにより、総合的な利用効率を高めることも有効である。

ただし、高度利用の導入にあたっては、温暖化対策としての有効性について、ライフサイクル GHG の削減効果が得られることを確認しておくことが必要である。

② バイオマス由来の水素利用の促進

今後、中長期的には、分散型エネルギーシステムとして定置型燃料電池の相当な普及が見込まれることから、高度利用の一形態としてバイオ水素の利用が期待される。

具体的には、バイオガス生産プラントの導入されている施設においてコージェネレーション設備として燃料電池を導入し、バイオガスをオンサイトで改質して利用することが現実的である。一部の食品工場や下水処理場等では、バイオガスを利用した燃料電池コージェネレーションが既に稼働していることから、より小規模なシステムの開発により導入先の拡大が見込まれる。

③ エコ燃料等の複合的な生産・利用

バイオ合成ガスの高度利用の観点では、これを改質することにより、BTL やメタノール、DME の他、各種化学素材を製造するハイブリッド利用技術の実用化・普及が必要である。

また、エコ燃料製造過程において製造された燃料の一部や副次生産物等を利用し

て、電力や熱を供給してエネルギー利用効率を高めるシステムの実用化・普及も重要である。

さらに、将来的には、より進んだ高度利用として、複数種類のバイオマスを原料利用しつつ、エコ燃料製造や電力・熱供給、化学素材等を一体的に生産するバイオマス・リファイナリーの技術開発を行い、地域特性に応じたシステムを構築し、地域のバイオマス利活用拠点として展開していく取組も期待される。

(6) 地域の特徴に応じた総合的なシステムの構築

熱利用エコ燃料に利用可能なバイオマスの種類は、地域によって様々であり、エコ燃料への変換に利用できるインフラや、エコ燃料を利用する側の施設も様々である。したがって、上記(1)～(4)の考え方を踏まえ、中長期的な視点に立ってそれぞれの地域の特徴に応じたエコ燃料の普及シナリオを考慮し、当面目標とすべき最適なシステムを具体的に明らかにした上で、必要な技術開発、実証等の取組を進めていくことが重要である。

例えば、京都市においては、先に紹介したこれまでの技術開発等の取組を踏まえて、図 2-8 に示すようなプロジェクトを検討しており、総合的なシステムの構築を目指した具体的な事例として注目される（詳細は参考資料 4 参照）。

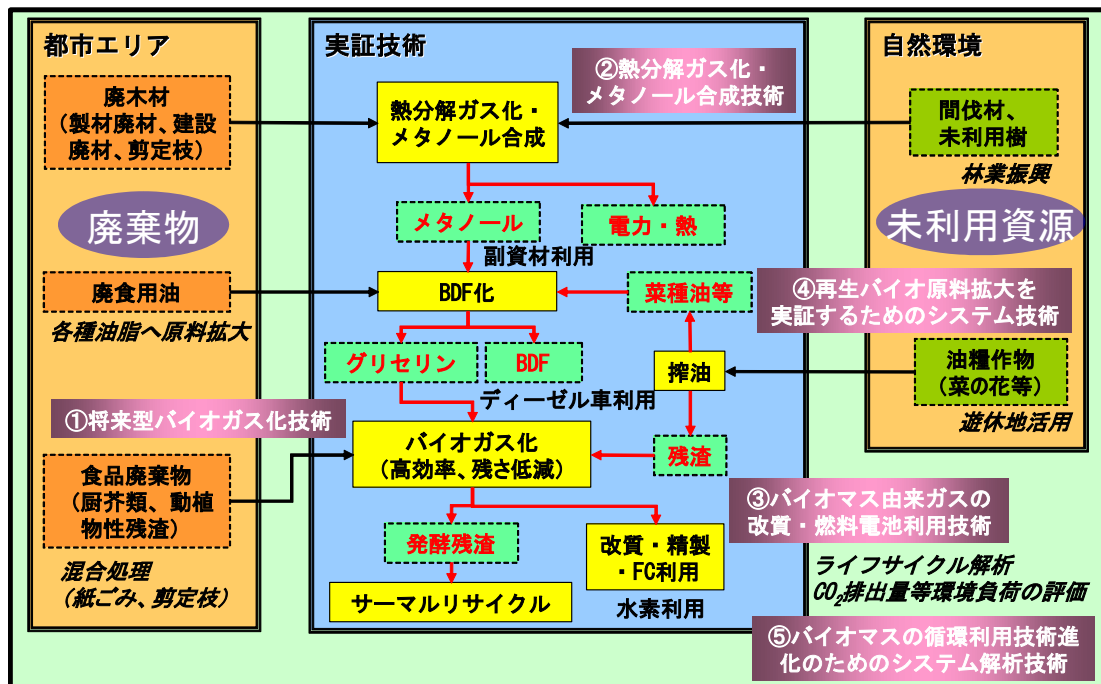


図 2-8 京都バイオサイクルプロジェクトにおける実証事業の全体イメージ

2. 普及目標

短期的には、京都議定書目標達成計画上の目標である 2010 年度原油換算 258 万 kL/年（バイオマス熱利用 308 万 kL/年から輸送用燃料分 50 万 kL/年を除いた分）の熱利用エコ燃料の導入を目標として、そのために必要な熱利用の利用水準を目指すこととし、中長期的には 2030 年までを目途に、高度利用の進展等により達成できるエコ燃料へのエネルギー変換水準を設定し、その場合の熱利用エコ燃料の導入量を目標とする。

具体的目標、目安となる数字については、第 2 編Ⅲの「2. 熱利用エコ燃料の導入量の目安」で整理した内容も踏まえて検討したものであり、以下に示すとおりである。

ただし、先にも述べたとおり、以下の内容は、普及目標の程度を把握するため、大まかな仮定を置いて参考値として試算したものであり、今後さらに精査されるべきものであることに留意する必要がある。

(1) 短期（2010 年度）

熱量ベースでバイオマス利用の 9 割以上を占める廃棄物系バイオマスにより、熱利用目標の導入量全体をカバーするものと仮定すると、現状の熱利用実績は、有効利用されている廃棄物系バイオマスの約 6%の熱利用に相当する原油換算 79 万 kL 程度であり、約 17%まで熱利用の比率を上げることにより、2010 年目標の 258 万 kL の達成を目指すこととする。

そのため、短期的には廃棄物系バイオマスを中心として、必要な熱利用の新規導入を大幅に進め、状況に応じてマテリアル利用からの転換等を図る。

表 2-10 熱利用エコ燃料の短期的な（2010 年度）普及目標と導入量の目安（参考値）

（単位：原油換算万 kL）

	バイオマス 賦存量*1	バイオマス 利用率*2	熱利用 比率*3	エコ燃料 変換率*4	エコ燃料 導入量
廃棄物系バイオマス	約 2,640	80%	17%	70%	258
未利用バイオマス	約 660	25%	—	80%	—
合計	約 3,300	—	—	—	258

*1 バイオマス賦存量は、2005 年度実績と同じ数字を仮定（表 2-7 参照）

*2 バイオマス利用率は、バイオマス・ニッポン総合戦略の目標

*3 未利用バイオマスについても熱利用の導入拡大を図るが、計算上は廃棄物系バイオマスのみ熱利用を仮定

*4 既存技術の変換率を参考に設定（表 2-8、別添 1 参照）

(2) 中長期（～2030 年度）

中長期的には、廃棄物系バイオマスの利用率を 100%とし、そのうち約半分をエコ燃料として熱利用することを目標とする。

未利用バイオマスについては、利用率を 50%とし、そのうち約 8 割程度をエコ燃料として熱利用することを目標とする。

エコ燃料への変換率については、高度利用の進展等により全体の平均で 80%を達成するものと見込む。なお、高度利用の進展により、中長期の導入量の目安には輸送用燃料も含まれることになる。

その結果、長期的な導入量の目安は、バイオマス賦存量全体の約 4 割に相当する量（原油換算約 1,260 万 kL）となり、2010 年度の輸送用燃料を含むバイオマス熱利用の導入目標 308 万 kL の約 4 倍となる。

表 2-11 熱利用エコ燃料の中長期的な(2030 年度)普及目標と導入量の目安(参考値)

(単位：原油換算万 kL)

	バイオマス 賦存量*1	バイオマス 利用率*2	熱利用 比率*2	エコ燃料 変換率*2	エコ燃料 導入量
廃棄物系バイオマス	約 2,640	100%	50%	80%	約 1,050
未利用バイオマス	約 660	50%	80%	80%	約 210
合計	約 3,300	—	—	—	約 1,260

*1 バイオマス賦存量は、2005 年度実績と同じ数字を仮定（表 2-7 参照）

*2 バイオマス利用率、熱利用比率、エコ燃料変換率は、目標として設定

3. 普及に向けて必要となる施策

(1) 目標達成に向けて当面必要となる施策

① 技術開発・地域実証の促進

○ システムの最適化

(取組の方向)

各種のバイオマスから効率的にエコ燃料を製造し、各地域において、バイオマスの種類や、それぞれの地域の特徴に応じた、最適な熱利用システムを構築するために必要な各種要素技術の開発を進めるとともに、これらの組み合わせによる地域の最適システムを確立するための実証を進める。あわせて、廃棄物の収集や前処理における分別、選別等の技術についてもエコ燃料製造の観点から効率化を図り、熱利用のための処理システム全体としての最適化を図る。

(必要な施策)

各種要素技術の開発に対する支援を行うとともに、システムとしての最適化を図るため、地域におけるモデル事業の実施やビジネス化に対する支援が必要である。

○ バイオマスの高度利用

(取組の方向)

複数エコ燃料のカスケード的製造技術、バイオ合成ガス等からの BTL 等液体燃料やバイオ水素の製造、バイオエタノール製造にコージェネレーション等を組み合わせた高効率型システム等の技術の実用化開発と地域における具体的な実証を進める。

オンサイト利用拠点における地産地消による高度利用モデル、さらにはオンサイト利用拠点間や広域収集拠点間の連携・統合を図った高度利用モデルの開発に取り組む。その際、廃熱やガスのオフライン輸送も考慮する。

さらに、これらを発展させたものとして、エコ燃料の高度生産・利用を実現するバイオマス・リファイナリーの構築の実現可能性について検討する。

(必要な施策)

高度利用に関連する技術開発の支援を行い、実用化の目処のついた技術については、各地域の特性に応じて最適化されたモデル事業を実施して他地域への波及を促す。また、将来的なバイオマス・リファイナリーの実現可能性の検討に対する支援が必要である。

② 広域的収集拠点における熱利用の普及拡大

○ 生ごみ等

(取組の方向)

一般廃棄物として生ごみや紙ごみ等の廃棄物系バイオマス进行处理している清掃工場において、高効率にエネルギー回収を行うためメタン発酵設備等の導入を進め、エネルギーセンターへの移行を推進する。

具体的には、生ごみに加えて、紙ごみや剪定枝等のバイオマスを複合処理することにより、高効率のメタン発酵と焼却によるエネルギー回収の高効率化を併せて行うための技術開発、原料の効率的な選別技術、発酵残さの効率的な脱水技術・エネルギー回収技術等の開発を進める。

さらに、発生するエネルギーを最大限に利用する観点から、オフライン熱輸送による廃熱の有効利用や、エネルギーセンターをネットワーク化することにより、廃棄物発電による高品質の電力供給を可能とする取組を試行する。

加えて、廃棄物系バイオマスの分別収集又は収集後の選別（ドライ系とウェット系等）等、エネルギー利用を前提とする廃棄物収集運搬・処理体制への移行を進める。

(必要な施策)

既施設への熱利用エコ燃料製造設備の導入や設備改修に対する支援、周辺技術を含めて関連する技術開発に対する支援が必要である。

また、清掃工場における上記の高効率・複合処理システム、オフライン熱輸送、エネルギーのネットワーク化等の実証に対する支援が必要である。

○ 下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥

(取組の方向)

バイオガスを焼却処分、あるいはボイラ燃料として利用している処理場においては、バイオガスの利用効率を高めるためのバイオガスコージェネレーションの導入等を進める。また、消化プロセスの高効率化等につき技術開発を進める。

余剰バイオガスが発生している処理場においては、精製ガスの都市ガス原料利用や天然ガス自動車燃料等の場外利用等の有効利用について具体化する。

汚泥の熱分解ガス化や炭化・固形燃料化によるカスケード熱利用の導入を具体化するとともに、メタン発酵システムとの組み合わせによる高度化やエネルギーセンター化を推進する。

(必要な施策)

コージェネレーションやガス精製設備の導入、高効率メタン発酵技術や熱分解ガス技術の開発に対する支援が必要である。

精製バイオガスの規格や都市ガス網への接続要件の策定等、熱利用のための条件整備が必要である。

③ オンサイト／地域内での熱利用の導入促進

○ ウェット系バイオマス

(取組の方向)

食品工場や堆肥センター、大規模商業・宿泊施設等へのバイオガスコージェネレーション設備の導入を促進するとともに、利用効率を高めるためのコージェネ用廃熱冷房・除湿利用システムの導入を促進する。

また、処理残さの少ない小規模熱分解／水熱ガス化処理システムの導入を促進する。

(必要な施策)

小規模バイオマス発生施設向けのオンサイトエネルギー供給・廃棄物処理型ビジネスモデルの開発、小規模コージェネ用廃熱冷房・除湿利用システムに対する技術開発に対する支援が必要である。

また、熱分解／水熱ガス化処理技術の高効率化・小規模化に対する技術開発、小規模施設における導入モデル事業の実施に対する支援が必要である。

○ ドライ系バイオマス

(取組の方向)

林業地域に立地する製材工場等への固形燃料化設備や熱分解ガス化設備の導入を推進するとともに、間伐材・林地残材等の森林バイオマスの利用の拡大を図る。

また、BTL 製造等の高度利用により、オンサイト／地域内の外でのエコ燃料利用が可能となるシステムの導入を促進する。

(必要な施策)

高効率熱分解ガス化システムのモデル事業の実施、林地残材等の効率的な収集に関するモデル事業・ビジネスモデルの開発に対する支援が必要である。

また、バイオ合成ガスを用いた BTL 製造等の高度利用に関する技術開発、小規模施設における導入モデル事業の実施に対する支援が必要である。

○ 地産地消の推進

(取組の方向)

地域内で発生する様々なバイオマスを効率的に収集して、エコ燃料や副産物を製造して地域内で有効に利用する地産地消型のバイオマス利用を展開する。具体的には、地域内の家畜ふん尿、生ごみ、農業残さ、林地残材等の異なる種類のバイオマスを組み合わせた高効率の収集運搬・処理システムを具体化する。

特に、農業地域や林業地域において農業残さや林地残材等の未利用バイオマスの活用や、エネルギー資源作物の利用を図る取組を具体化する。

(必要な施策)

地域の関係者が参加してバイオマス収集からエコ燃料製造、エコ燃料流通網の整備、利用設備機器の導入拡大、普及啓発に一体的に取り組む地産地消モデル事業に対する支援が必要である。加えて、地域内でのバイオマスの循環利用に対するインセンティブとなるような施策や、地域活性化に関連する各種施策との連携が必要である。

④ 小口需要家におけるエコ燃料の需要の喚起

(取組の方向)

一般事業所や住宅等の小口の需要家における木質固形燃料や重油・灯油混合用のバイオエタノール・BDF等の利用を拡大するため、地域におけるエコ燃料流通体制の整備や利用機器の開発や導入拡大を促進する。

ただし、これらの小口需要に対応したエコ燃料の流通体制を単独で構築することは困難な場合も想定されるので、そのような場合には、産業用や大規模事業者用と併せた導入を図る。

(必要な施策)

熱利用機器の一括導入モデル事業や、機器導入・保守やエコ燃料配送等を一括して行うビジネスモデル開発の支援とともに、各種の情報提供等による幅広い普及啓発が必要である。また、燃料流通・販売事業者に対してエコ燃料供給のインセンティブとなるような施策も必要である。

エコ燃料の需要先を拡大するため、小規模かつ低コストな熱利用機器の開発・商品化の支援が必要である。

(2) その他検討すべき課題

熱利用エコ燃料は、輸送用エコ燃料と比較して、競合する化石燃料が低価格であり、経済性の面において、普及上の障害となっている。本格的な普及に向けては、環境と資源の両面での有用性を明確にした上で低コスト技術の開発やビジネスモデル開発による取組を進める一方で、コスト面での政策的な支援についても検討が必要である。

現在十分な利用がされていない農業残渣や隣地残材からのエコ燃料製造は、資源の循環的利用や森林機能の保全、地域コミュニティの活性化にも効果的であり、温室効果ガス排出量だけではなく、総合的、多面的な評価が必要である。

また、これらの未利用バイオマスの利用は、多くの人手とコストがかかるが故に現状ではほとんど進んでいないが、逆に、いわゆるシルバー人材の方々や、ニートと呼ばれる人々に手応えのある参加の場を提供する機会として積極的に捉えることもでき、そのような視点での利用方策についても検討が必要である。

エコ燃料の需要拡大、さらには本格的な普及を図るため、将来的には燃料の供給者及び利用者に一定量あるいは一定割合のエコ燃料の供給・利用を義務付けるなどの需要喚起策についても検討が必要である。また、熱利用エコ燃料の環境付加価値分の取引を可能とするグリーン熱（燃料）証書制度の導入も有効と考えられる。

エコ燃料を用いるバイオマスコージェネレーションからの余剰電力の買取価格の向上は、採算性を確保する上で重要なことから、現行の一般電気事業者による買取条件の改善方策についての検討に加えて、グリーン電力制度の活用や地域の需要家への直接小売等のビジネスモデル開発等を図る必要がある。

熱利用エコ燃料の普及拡大の取組は、バイオ合成ガスからの BTL 製造など、輸送用エコ燃料の普及拡大につながる場合があり、輸送用エコ燃料に関する取組状況に十分留意しつつ、全体としてより効率的な利用を図る観点から相互の融通も考慮する必要がある。

バイオマスの保有するエネルギーの効率的利用を図るためには、マテリアル利用を含めてカスケード的にこれを利用し尽くすトータルなプロセスを構築する必要がある。その際には、バイオマスの保有エネルギーから燃料として取り出せるエネルギー量の比率（冷ガス効率等の変換効率）やライフサイクルでの温室効果ガス排出量（ライフサイクル GHG）等による評価に加えて、有効エネルギー（エクセルギー）^{*}の観点から、変換後のエコ燃料利用まで含めたプロセス全体の評価を行うことも重要であり、その上でシステムの最適化を検討することが重要である。

※ エネルギーの質を量的に表す物理量で、エネルギー総量から有効に取り出しうる仕事量を指す。具体的には、熱エネルギーや化学エネルギーのうち、機械の仕事に変換しうるエネルギーを差し、変換出来ない残りのエネルギーは無効エネルギー（アネルギー）と呼ばれる。

このようなエコ燃料の普及拡大に関わる取組の実施に当たっては、絶えず情報発信を行い、これらが循環型社会の形成に向けた我が国の重要な政策の一環であることを広く国民に周知し、十分な理解を得ることが不可欠である。そのような理解を通じて、地球温暖化の抑制を目指した再生可能な資源・エネルギーの一層の有効利用を図る必要がある。

別添 1 熱利用エコ燃料の導入量の目安の考え方

(1) 短期的な導入量

2010年度の導入量目標は、京都議定書目標達成計画により定められているので、ここでは、各バイオマスのエコ燃料への変換可能量を試算した。これらのエコ燃料変換可能量の数字から、目標達成に必要な熱利用比率を算定した。

なお、エコ燃料変換可能量は、各バイオマスを既存の技術を用いてすべて熱利用した場合を仮定した数字であり、実際にはバイオマスの性状に応じて熱利用以外のマテリアル利用も行われていることから、これはエコ燃料への変換を進めるべき量を表すものではない点に留意が必要である。

① 家畜ふん尿

含水量の多いウェット系バイオマスとして、メタン発酵するものとして試算した。

エコ燃料変換可能量

$$\begin{aligned} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{メタン発生率}[\text{Nm}^3/\text{dry-t}] \times \text{メタン濃度} \times \text{発熱量} \\ &= 8,900[\text{万 t}] \times (1 - 0.83^{*1}) \times 300[\text{Nm}^3/\text{dry-t}]^{*2} \times 0.6^{*3} \times 35.6[\text{MJ}/\text{Nm}^3]^{*4} \\ &\approx 250 \text{ 万原油換算 kL} \end{aligned}$$

*1 家畜ふん尿の含水率を 83%に設定 (出所：バイオマス情報ヘッドクォーター資料)

*2 固形物乾量当たりの発生量 250～350[Nm³/dry-t]より設定

(出所：バイオガスシステムの現状と課題、(社)日本有機資源協会、2003年11月)

*3 バイオガス中のメタン濃度を 60%と想定

*4 メタン発熱量を 8,500kcal/Nm³に設定

② 食品廃棄物

ウェット系バイオマスとして、メタン発酵するものとして試算した。

エコ燃料変換可能量

$$\begin{aligned} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{メタン発生率}[\text{Nm}^3/\text{dry-t}] \times \text{メタン濃度} \times \text{発熱量} \\ &= 2,200[\text{万 t}] \times (1 - 0.9^{*1}) \times 550[\text{Nm}^3/\text{dry-t}]^{*2} \times 0.6^{*3} \times 35.6[\text{MJ}/\text{Nm}^3]^{*4} \\ &\approx 70 \text{ 万原油換算 kL} \end{aligned}$$

*1 食品廃棄物の含水率を 90%に設定 (出所：バイオマス情報ヘッドクォーター資料)

*2 固形物乾量当たりの発生量 500～600[Nm³/dry-t]より設定

(出所：バイオガスシステムの現状と課題、(社)日本有機資源協会、2003年11月)

*3 バイオガス中のメタン濃度を 60%と想定

*4 メタン発熱量を 8,500kcal/Nm³に設定

③ 紙

現状で有効利用されている分（約 2,000 万 t）については分別収集されており含水率が低いことから、ドライ系バイオマスとして直接燃焼するものとして試算した。非有効利用分（約 1,600 万 t）については一般廃棄物として混合されており含水率が高いことから、ウェット系バイオマスとしてメタンガスを回収するものとして試算した。

○ 直接燃焼分

$$\begin{aligned} \text{エコ燃料変換可能量} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{発熱量[MJ/kg-dry]} \\ &= 2,000[\text{万 t}] \times (1 - 0.1^{*1}) \times 16.0[\text{MJ/kg-dry}]^{*2} \\ &\simeq 740 \text{ 万原油換算 kL} \end{aligned}$$

*1 含水率を 10%と想定

*2 固形物乾量当たりの低位発熱量を 3,820[kcal/kg-dry]と想定

○ メタン発酵分

エコ燃料変換可能量

$$\begin{aligned} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{メタン発生率[Nm}^3/\text{dry-t]} \times \text{メタン濃度} \times \text{発熱量} \\ &= 1,600[\text{万 t}] \times (1 - 0.1^{*1}) \times 550[\text{Nm}^3/\text{dry-t}]^{*2} \times 0.6^{*3} \times 35.6[\text{MJ/Nm}^3]^{*4} \\ &\simeq 440 \text{ 万原油換算 kL} \end{aligned}$$

*1 含水率を 10%と想定

*2 固形物乾量当たりの発生量 550[Nm³/dry-t]に設定（湿潤量当たりバイオガス発生量 440[Nm³/dry-t]（出所：京都市調べ）より含水率 20%と想定して算出）

*3 バイオガス中のメタン濃度を 60%と想定

*4 メタン発熱量を 8,500kcal/Nm³に設定

④ 下水汚泥

ウェット系バイオマスとして、メタン発酵するものとして試算した。

エコ燃料変換可能量

$$\begin{aligned} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{メタン発生率[Nm}^3/\text{dry-t]} \times \text{メタン濃度} \times \text{発熱量} \\ &= 7,500[\text{万 t}] \times (1 - 0.97^{*1}) \times 350[\text{Nm}^3/\text{dry-t}]^{*2} \times 0.6^{*3} \times 35.6[\text{MJ/Nm}^3]^{*4} \\ &\simeq 40 \text{ 万原油換算 kL} \end{aligned}$$

*1 下水汚泥の含水率を 97%に設定（出所：国土交通省調べ）

*2 固形物乾量当たりの発生量 300～400[Nm³/dry-t]より設定

（出所：バイオガスシステムの現状と課題、(社)日本有機資源協会、2003年11月）

*3 バイオガス中のメタン濃度を 60%と想定

*4 メタン発熱量を 8,500kcal/Nm³に設定

⑤ 製材工場等残材

含水量の少ないドライ系バイオマスとして、直接燃焼するものとして試算した。

$$\begin{aligned}\text{エコ燃料変換可能量} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{発熱量[MJ/kg-dry]} \\ &= 500[\text{万 t}] \times (1 - 0.15^{*1}) \times 17.9[\text{MJ/kg-dry}]^{*2} \\ &\approx 200 \text{ 万原油換算 kL}\end{aligned}$$

*1 含水率を 15%と想定

*2 低位発熱量 4,270[kcal/kg-dry]と想定

⑥ 建設発生木材

ドライ系バイオマスとして、直接燃焼するものとして試算した。

$$\begin{aligned}\text{エコ燃料変換可能量} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{発熱量[MJ/kg-dry]} \\ &= 460[\text{万 t}] \times (1 - 0.15^{*1}) \times 18.4[\text{MJ/kg-dry}]^{*2} \\ &\approx 190 \text{ 万原油換算 kL}\end{aligned}$$

*1 含水率を 15%と想定

*2 低位発熱量 4,400[kcal/kg-dry]と想定

⑦ 林地残材

ドライ系バイオマスとして、直接燃焼するものとして試算した。

$$\begin{aligned}\text{エコ燃料変換可能量} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{発熱量[MJ/kg-dry]} \\ &= 370[\text{万 t}] \times (1 - 0.15^{*1}) \times 17.9 [\text{MJ/kg-dry}]^{*2} \\ &\approx 150 \text{ 万原油換算 kL}\end{aligned}$$

*1 含水率を 15%と想定

*2 低位発熱量 4,270[kcal/kg-dry]と想定

⑧ 農作物非食用部

ドライ系バイオマスとして、直接燃焼するものとして試算した。

$$\begin{aligned}\text{エコ燃料変換可能量} &= \text{発生量[万 t]} \times (1 - \text{含水率}[\%]) \times \text{発熱量[MJ/kg-dry]} \\ &= 1,300[\text{万 t}] \times (1 - 0.15^{*1}) \times 13.6 [\text{MJ/kg-dry}]^{*2} \\ &\approx 390 \text{ 万原油換算 kL}\end{aligned}$$

*1 含水率を 15%と想定

*2 低位発熱量 3,250[kcal/kg-dry]と想定

(2) 中長期的な導入量

廃棄物系バイオマスと未利用バイオマスについて、それぞれ以下の条件に基づき試算を行った。

○ 廃棄物系バイオマス

バイオマス発生量に対する利用率を 100%、利用分中に占める熱利用の比率を 50%とし、高度利用等によるエネルギー変換率を 80%とした。

エコ燃料変換量

$$= \text{賦存量[万原油換算 kL]} \times \text{利用率[\%]} \times \text{熱利用比率[\%]} \times \text{変換率[\%]}$$

$$= \text{賦存量[万原油換算 kL]} \times 100\% \times 50\% \times 80\%$$

○ 未利用バイオマス

バイオマス発生量に対する利用率を 50%、利用分中に占める熱利用の比率を 80%とし、高度利用等によるエネルギー変換率を 80%とした。

エコ燃料変換量

$$= \text{賦存量[万原油換算 kL]} \times \text{利用率[\%]} \times \text{熱利用比率[\%]} \times \text{変換率[\%]}$$

$$= \text{賦存量[万原油換算 kL]} \times 50\% \times 80\% \times 80\%$$

試算条件及び結果の一覧を表 2-12 に示す。

表 2-12 中長期的な導入量の目安（参考値）の一覧（詳細）

（単位：原油換算万 kL）

		賦存量	バイオマス 利用率	熱利用 比率	変換率	エコ燃料 変換量
廃棄物系 バイオマス	家畜ふん尿	約 600	100%	50%	80%	約 240
	食品廃棄物	約 100				約 40
	紙	約 1,400				約 560
	下水汚泥	約 100				約 40
	製材工場等残材	約 230				約 90
	建設発生木材	約 210				約 80
	小計	約 2,640				—
未利用 バイオマス	林地残材	約 170	50%	80%	80%	約 50
	農作物非食用部	約 490				約 160
	小計	約 660	—	—	—	約 210
合計※		約 3,300	—	—	—	約 1,260

※ 四捨五入により、合計欄の数値と内訳の計が一致しない場合がある

おわりに

本報告書では地球温暖化対策と循環型の資源・エネルギーの有効利用の観点から熱利用エコ燃料に係る内外の取組状況を評価した上で、普及拡大に向けた論点の整理を行い、これらを踏まえて、現時点で最善と考えられる普及拡大シナリオについて取りまとめた。

検討にあたっては、先行して取りまとめた輸送用エコ燃料と同様に、現在利用できる最新の知見、情報を収集し、これらを踏まえたものとしている。しかながら、輸送用エコ燃料と比較すると、取組の事例は着実に増えつつあるものの、技術的な検討や、本格的な熱利用に向けての技術開発・実証がまだ十分進んでいない面もあるため、今回取りまとめた普及目標や普及シナリオとその効果についても、必ずしも十分な精度や具体性を有していないところがある。

この分野における取組は、今後急速に進んでいくものと予想され、関連する技術開発や実証等の取組も大きく進展するものと見込まれ、その潜在的なポテンシャルは大きく、将来温暖化対策として重要な役割を担うものとして期待される。

したがって、今回取りまとめた普及拡大シナリオを踏まえて、今後の取組を具体化していくことが重要であるが、それが進展してより具体性を持った検討が行える段階となった際には、改めて評価を行い、より効果的な普及拡大シナリオへと改善していくことが必要である。

そのため、今後も絶えず内外の最新の知見、情報の収集に努め、温暖化対策と資源・エネルギーの有効利用に資する着実な目標達成に向けて的確な施策を展開しつつ、適宜これを評価し、必要な検討を継続するものとする。

熱利用エコ燃料の普及拡大について 参考資料

- 参考資料 1 : バイオマスエネルギー変換技術の概要 資- 1
- 参考資料 2 : 第 3 期科学技術基本計画におけるバイオマス利活用技術の
位置づけ 資- 2
- 参考資料 3 : エコ燃料に関連する法制度の概要 資- 8
- 参考資料 4 : 京都バイオサイクルプロジェクトの概要 資-11

参考資料 1 : バイオマスエネルギー変換技術の概要

付表 1 バイオマスのエネルギー変換技術の概要の一覧

分類		技術の概要	
燃 焼	直接燃焼	直接燃焼して熱として利用する。あるいは、ボイラー発電を行う技術である。木質系廃材・未利用材やサトウキビの絞り粕であるバガスを用いて既に実用レベルに達しているが、既設設備は自家消費で必要最低限のエネルギー利用を目的とし、エネルギーの利用効率が低いものが多い(プラントの規模にもよるが、既存設備の電力への変換効率は10~20%程度のものが多い)。	
	混焼	石炭火力発電所等で石炭等の化石資源とバイオマスを混合燃焼する技術であり、バイオマスの添加による発電効率等の低下を抑えて、安定運転することを目指す。	
	固形燃料化	100℃~150℃程度の加熱で木粉または木粉と石炭の混合物を加圧、リグニンをバインダとして成形固化し、燃料を得る。また、食品廃棄物等を乾燥、選別し、可熱物を取り出して円柱状(ペレット)に固めた固形燃料(RDF)も製造されている。	
熱 化 学 的 変 換	ガ ス 化	熔融ガス化	バイオマスを400℃~600℃で熱分解ガス化を行い、可熱性ガスを発生させ、次に発生した焼却灰を可燃性ガスを利用して1300℃以上の高温で熔融処理する技術。発生する熱は発電等に利用する。
		部分酸化ガス化	バイオマスを部分酸化して生成ガスを製造する技術であり、得られたガスは熱利用や発電に利用されるほか、触媒を用いてメタノールに変換することも出来る。
		低温流動層ガス化	バイオマスを低温(600℃程度)でガス化する技術で、そのガスを用いて発電や熱利用を行う。原料となるバイオマスの前処理が容易であるメリットがある一方で、安定連続運転を阻害するタールの吸着・分解が大きな課題である。
		超臨界水ガス化	超臨界水中では加水分解反応が迅速に進行し、同時に有機物が効率よく分解されることを利用してバイオマス等をガス化する技術。エネルギー効率の改善が課題であり、高温高压条件実現のために必要なエネルギーをどう回収するかが問題。
	液 化	急速熱分解	500℃~600℃にバイオマスを急速に加熱することによって熱分解を進行させ、油状生成物を得る技術であり、生成物を液化燃料として熱や発電利用する。
		スラリー燃料化	木質系廃材・未利用材を高温高压の熱水で改質することにより、炭化して粉碎後、水を混ぜてスラリー化する技術であり、燃料としての利便性が向上する上に、木酢液が副産物として生産される。
		炭化	木質系廃材・未利用材等の高カロリー化技術として古くから利用されており、バイオマスを酸化剤遮断下で過熱し熱分解により、効率よく炭素含有率の高い固体生成物(炭)を得る技術である。
	エステル化	植物油や廃食用油をメチルエステル化し、バイオディーゼル燃料を生産する技術であり、既に実用化されている。	
生 物 化 学 的 変 換	メ タ ン 発 酵	湿式メタン発酵	家畜ふん尿や食品廃棄物を嫌気性発酵させることにより、メタンガスを発生させる技術であり、普及しつつあるが、発酵に長時間を要することや処理廃液(メタン消化液)が排出され、その処理が大きな課題となっている。
		乾式メタン発酵	低水分含量の原料でもメタン発酵が可能な微生物を利用した技術であり、処理残さの炭化処理と組み合わせることにより、処理廃液を出さない処理システムを構築できる。
	二段発酵	食品廃棄物等を可溶化して、アセトン・ブタノール発酵もしくは水素発酵した後に、メタン発酵することにより、従来のメタン発酵に比べて高いエネルギー回収率を目指す技術である。	
	エタノール発酵	でんぷん系資源を用いたエタノール生産技術については、既に実用化されているが、難分解性である木質系廃材・未利用材に含まれるセルロースなどを糖化した上でエタノール発酵する技術については、技術開発を実施している。	

出所：バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第2版）（NEDO、2005年）

参考資料 2 : 第 3 期科学技術基本計画におけるバイオマス利活用技術の位置づけ

(1) 第 3 期科学技術基本計画の概要

科学技術基本法の規定に基づき、政府は、科学技術の振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、総合科学技術会議の諮問第 5 号「科学技術に関する基本政策について」に対する答申（2005 年 12 月 27 日）を踏まえ、「科学技術基本計画」を閣議決定した（2006 年 3 月 28 日閣議決定）。

科学技術基本計画は、今後 10 年間程度を見通した 5 年間の科学技術政策を具体化するものとして策定されるものであり、第 3 期については、平成 18 年度（2006 年度）から平成 22 年度（2010 年度）までの 5 年間を対象としている。

第 3 期科学技術基本計画においては、第 2 期科学技術基本計画に引き続き、特に重点を置き優先して資源を配分すべき「重点推進 4 分野（ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料）」及び、国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進 4 分野（エネルギー、ものづくり技術、社会基盤、フロンティア）」を定め、効果的・効率的な科学技術政策の推進という観点から、政府研究開発投資の戦略的重点化を強力に進めるものとしている。そのため、これらの各分野において、総合科学技術会議が分野別推進戦略を策定することとしている。

分野別推進戦略においては、当該分野における重要な研究開発課題を選定するとともに、さらにその中から、計画期間中に予算を重点配分する課題を「戦略重点科学技術」として選定し、位置づけることとされている。

(2) 分野別推進戦略におけるバイオマス利活用技術の位置づけ

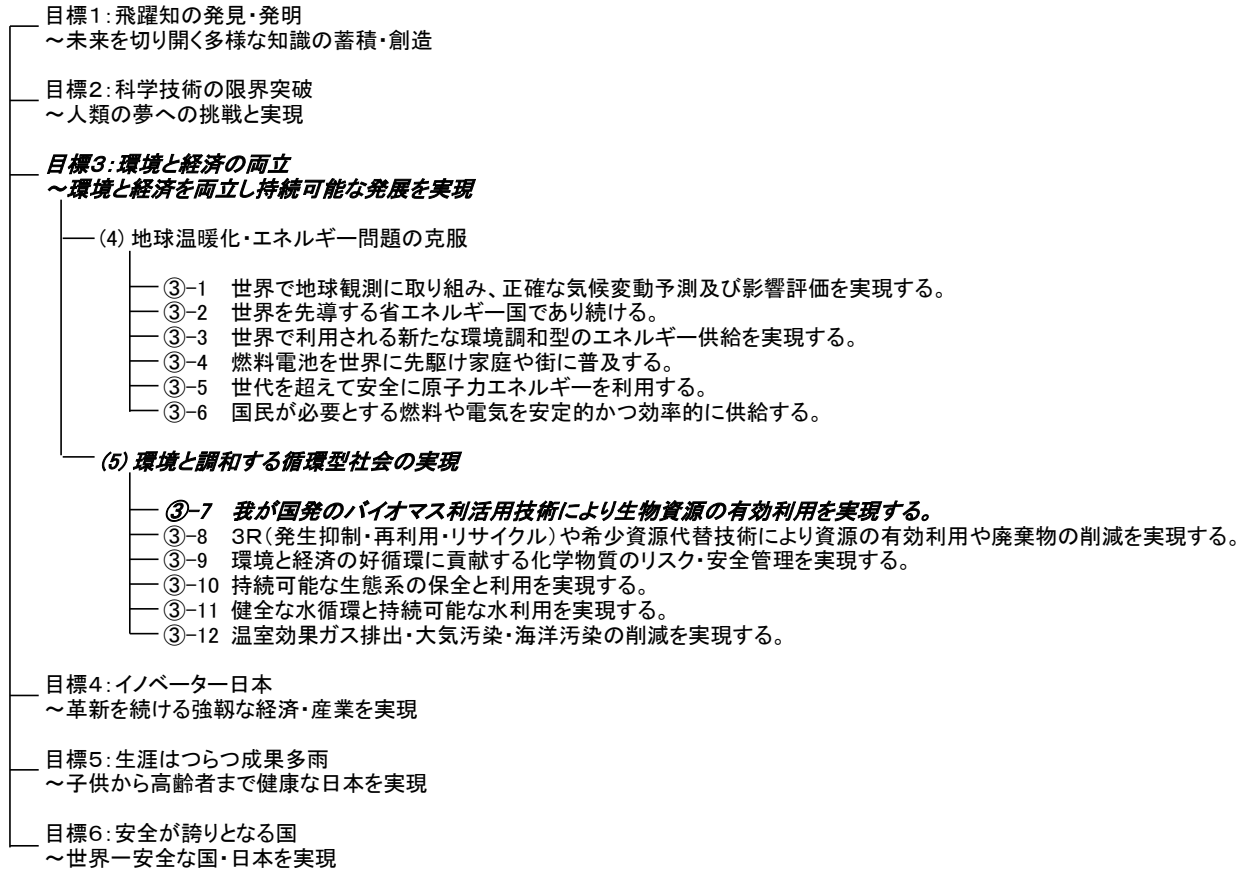
各分野別推進戦略においては、科学技術基本計画の政策目標を踏まえた当該分野における政策目標の設定がなされ、政策課題対応型研究開発を対象とした政府研究開発投資の戦略及び研究開発の推進方策がとりまとめられている。環境分野においては、

- 環境と経済の両立－環境と経済を両立し持続可能な発展を実現（大目標）
 - ・ 地球温暖化・エネルギー問題の克服（中目標）
 - ・ 環境と調和する循環型社会の実現（同上）

という科学技術基本計画における政策目標に対応して、

- 我が国発のバイオマス利活用技術により生物資源の有効利用を実現する。

という個別政策目標が掲げられており、これに対応する研究領域として「バイオマス利活用研究領域」が設定されている（付図 1）。



出所：第53回総合科学技術会議評価専門調査会 資料2-3より作成

付図1 第3期科学技術基本計画におけるバイオマス利用技術に係る目標体系

バイオマス利活用研究領域では、バイオマスをエネルギーとして利用するための「バイオマスエネルギー技術」、素材として利用するための「バイオマス材料利用技術」、バイオマス利活用を地域に根ざすための「バイオマス利活用システム研究」の3つのプログラムと、付表2に示す8つの重要な研究開発課題が設定され、「バイオマス・ニッポン総合戦略」の推進と連携し、科学技術連携施策群として実施するものと位置づけられている。

このうち、②草木質系バイオマスエネルギー利用技術及び⑦持続可能型地域バイオマス利用システム技術の2つの研究開発改題については、バイオマス・ニッポン総合戦略及び京都議定書目標達成計画を達成するために喫緊の重要性が高い課題として、今後5年間に集中投資すべき「戦略重点科学技術」に選定されている。

付表2 バイオマス利活用領域における重要な研究開発課題及び目標

重要な研究開発課題	重要な研究開発課題の概要	研究開発目標(○:計画期間中の研究開発目標、◇:最終的な研究開発目標)	成果目標
プログラム1:バイオマスエネルギー技術			
エネルギー作物生産・利用技術	我が国のみならずアジアを視野に入れ、エネルギーを得ることを目的とした資源作物の研究・開発と低コスト栽培・利用のための技術開発を行う。	○2010年までに、さとうきび、さつまいも、各種油糧作物等を対象に、不良環境下でも安定多収性を示す系統を選抜する。【農林水産省】 ◇2015年度までに、茎葉部等も利用可能で、不良環境下でも多収性を示す高バイオマス多用途品種を開発する。【農林水産省】	◆2010年度までに、資源作物について、炭素量換算で10万t程度を利活用する。【農林水産省】
草本質系バイオマスエネルギー利用技術	バイオマスの中で我が国のみならずアジアにおいて量が豊富で安定して供給可能な製材工場等残材・建設発生木材・間伐材やサトウキビしぼりかすなどの草本質系バイオマスを、有効にエタノールやバイオディーゼル燃料に変換する技術や熱、電力へ高効率に転換する技術開発を行う。	○2010年度までに、木質バイオマスを濃硫酸等の環境負荷の大きい手段を使わずに糖、有機酸等の中間生成物に分解する技術と、中間生成物からエタノール等の燃料を製造する技術からなる技術群を開発する。【文部科学省】 ○2010年までに木質バイオマスからのエタノール化において収率70%以上を実現し、2015年度までに、木質バイオマスからのエタノール製造のコストを削減し、化石燃料と競合可能な製造技術を開発する。【農林水産省、環境省】 ◇2015年度までに、熱分解ガス化技術等を活用し20t/日程度のバイオマスを処理し、電力として20%程度、エネルギー回収率80%程度の小規模・分散型プラント技術を確認する。【農林水産省】 ○2010年までに、廃食用油からのバイオディーゼル燃料製造技術を開発する。【農林水産省】 ◇2015年までに、農畜産物からの高効率バイオディーゼル変換等のエネルギー変換・利用技術について、産業化しうる実用システムを開発する。【農林水産省】 ○2010年までに、草本質系バイオマス利用の高効率転換、低コスト化のための技術開発、実証を行い、バイオマス利用の経済性を向上する。【経済産業省】	◆2010年度までに炭素量換算で、廃棄物系バイオマスを80%以上、未利用バイオマスを25%以上利活用する【農林水産省】 ◆2010年度及び2030年度までに、それぞれ原油換算308万kL(バイオマス由来輸送用燃料50万kL分を含む)及び423万kL分のバイオマス熱利用を導入する。【経済産業省、農林水産省】 ◆2010年度までに、原油換算586万kL分の廃棄物発電+バイオマス発電を導入するとともに、308万kL分のバイオマス熱利用を導入する。【経済産業省、環境省】その後もバイオマスエネルギーの利用を進め、更なる長期的・継続的な温室効果ガスの排出削減を目指す。【環境省】 ◆2030年度までに、原油換算494万kL分の廃棄物発電+バイオマス発電を導入する。【経済産業省】 ◆廃棄物・バイオマスを用いたエネルギー、材料生産分野において技術基盤を確認し、バイオマスエネルギー利用の促進に貢献する。【文部科学省】

重要な研究開発課題	重要な研究開発課題の概要	研究開発目標(○:計画期間中の研究開発目標、◇:最終的な研究開発目標)	成果目標
<p>生物プロセス利用エネルギー転換技術</p>	<p>メタン発酵などの生物プロセスを利用したバイオマスからエネルギーへの高効率・低コストの転換技術を開発する。</p>	<p>○2010 年度までに、含水率の高いバイオマスをメタン発酵等により、電力として10%、あるいは熱として40%程度を実現できる技術を開発する。【農林水産省】</p> <p>○2010 年度までに、より高効率、低コスト化を目指した生物プロセスの技術開発、実証を行い、バイオマス利用の経済性を向上する。【経済産業省】</p> <p>○2010 年度までに、嫌気性発酵時における下水汚泥の分解率を65%に向上させる。【国土交通省】</p> <p>○2010 年度までに、低コスト型の消化ガスエンジンを開発する。【国土交通省】</p> <p>◇2015 年度までに、下水汚泥からの効率的なエネルギー回収技術や低コスト型のエネルギー利用技術等の実用化・普及促進を推進するとともに、さらなる高効率化・低コスト化等に向けた技術開発を行う。【国土交通省】</p> <p>○2010 年度までに、地域特性、バイオマス性状等に応じたメタン、水素等のエネルギー回収技術の高度化を図る。【環境省】</p> <p>◇2015 年度までに、地域特性、バイオマス性状等に応じたメタン、水素等のエネルギー回収技術の実用化・普及促進の推進を図る。【環境省】</p>	<p>◆2010 年度及び2030 年度までに、それぞれ原油換算586 万kL 及び494 万kL 分の廃棄物発電+バイオマス発電を導入する。【経済産業省、農林水産省、国土交通省】</p> <p>◆2010 年度及び2030 年度までに、それぞれ原油換算308 万kL(バイオマス由来輸送用燃料50 万kL 分を含む)及び423 万kL 分のバイオマス熱利用を導入する。【経済産業省、国土交通省】</p> <p>◆地域ごとに、最適なバイオマス活用エネルギー回収システムを導入する。【環境省】</p>
<p>バイオマスエネルギー利用要素技術</p>	<p>各バイオマス種の性状特性、地域特性、エネルギー利用形態等に即したより高効率な変換技術を構築するとともに、低コスト化のボトルネックとなっている収集・前処理技術・後処理技術などを開発する。また、圧縮梱包技術開発・化石資源との共利技術などの開発も行う。</p>	<p>○2010 年度までに、軽労・省力的な間伐作業技術指針を作成し、新たな植栽機器等の導入により更新作業技術を高度化する。【農林水産省】</p> <p>◇2015 年度までに、機械化等を通じた軽労・省力的な伐出・育林システムを開発する。【農林水産省】</p> <p>○2010 年度までに、バイオマス利用のボトルネックとなっている前処理、後処理、エネルギー利用等の技術開発、実証を行いバイオマス利用の経済性を向上する。【経済産業省】</p> <p>○2010 年度までに、下水汚泥の炭化燃料化システムにおいて、炭化燃料の発熱量を30%向上させるとともに、燃料消費量を30%削減する。【国土交通省】</p> <p>◇2015 年度までに、下水汚泥からの効率的なエネルギー回収技術や低コスト型のエネルギー利用技術等の実用化・普及促進を推進するとともに、さらなる高効率化・低コスト化等に向けた技術開発を行う。【国土交通省】</p> <p>○2006 年度までに、下水汚泥の高効率ガス化炉によるエネルギー供給システムの開発・実証を行う。更なる熱回収の高度化、ランニングコストの低減等により市場導入可能なシステムを開発する。【環境省】</p>	<p>◆都市・地域から排出される廃棄物・バイオマスの無害化処理と再資源化に関する技術開発を行い、環境負荷の軽減に貢献する。【文部科学省】</p> <p>◆2010 年度までに炭素量換算で、廃棄物系バイオマスを80%以上、未利用バイオマスを25%以上利活用する。【農林水産省】</p> <p>◆2010 年度までに、原油換算586 万kL 分の廃棄物発電+バイオマス発電を導入するとともに、308 万kL 分のバイオマス熱利用を導入する。【経済産業省、国土交通省、環境省】その後もバイオマスエネルギーの利用を進め、更なる長期的・継続的な温室効果ガスの排出削減を目指す。【環境省】</p> <p>◆2030 年度までに、原油換算494 万kL 分の廃棄物発電+バイオマス発電を導入し、423 万kL 分のバイオマス熱利用する。【経済産業省】</p>

重要な研究開発課題	重要な研究開発課題の概要	研究開発目標(○:計画期間中の研究開発目標、◇:最終的な研究開発目標)	成果目標
輸送機器用高効率・低コストバイオマス燃料技術	実用化段階にあるバイオマスの燃料変換技術について、より低コストとなるような技術開発を、我が国のみならずアジアの状況を踏まえながら行う。また、高効率なガス化からの合成燃料製造、ガスの燃料電池等への活用に関する技術開発も行う。	○2010年度までに、より高効率、低コストなバイオマスからの液体燃料等製造技術開発、実証を行い、輸送機器用バイオマス燃料利用の経済性を向上する。【経済産業省、環境省】	◆2010年に輸送用バイオ燃料 50万kL(原油換算)導入する。その後も低コストな輸送用バイオ燃料の利用を進め、更なる長期的・継続的な温室効果ガスの排出削減を目指す。【経済産業省、環境省】
プログラム2: バイオマス材料利用技術			
バイオマスマテリアル利用技術	廃棄物系バイオマスや未利用バイオマスなど、地域に大量にあるバイオマスを、多段階的に利用するため、化石資源に由来する製品の代替技術や、工業原料等に加工する技術、バイオマスの物理化学的な特性を生かし利用する要素技術を開発する。	○2010年度までに、未利用バイオマスを用いたプラスチックの代替素材を開発する。【農林水産省】 ○2010年度までに、食品加工残さ等から生分解性素材を作成する。【農林水産省】 ○2010年度までに、木質系廃棄物由来の土・建築用材の品質の向上を図る。【農林水産省】 ◇2015年度までに、製造技術を実用化し、木質系廃棄物の用途を拡大させる。【農林水産省】 ○2010年度までに、微生物機能等の活用による、バイオマスからの工業原料等生産技術を確立する。【経済産業省】 ◇2020年度までに、微生物機能等の活用による、バイオマスからの工業原料等生産技術を実用化する。【経済産業省】	◆2010年度までに、バイオプラスチックを汎用プラスチックの2倍程度までに価格を低減させる。【農林水産省】 ◆2010年度までに炭素量換算で、廃棄物系バイオマスを80%以上、未利用バイオマスを25%以上利活用する。【農林水産省】 ◆2020年度までに、バイオマスを原料とした工業原料等の生産プロセスを実用化する【経済産業省】

重要な研究開発課題	重要な研究開発課題の概要	研究開発目標(○:計画期間中の研究開発目標、◇:最終的な研究開発目標)	成果目標
プログラム3:バイオマス利用システム研究			
<p>持続可能型地域バイオマス利用システム技術【3R技術研究領域の「地域特性に応じた未利用資源の活用技術」と連携して行う】</p>	<p>我が国だけでなくアジア等海外も含め、地域に即したバイオマスエネルギー利用や、原料確保から利用・残さ処理までの地域のマテリアルバランスを考慮した資源循環システムを開発し、経済的に成立するための要件を社会科学的な面も含め検討する。また、国内外の適切なバイオマスタウンを設計するための、ライフサイクルを意識した物質循環、地域特性、安全性、経済性等を踏まえた評価を行える手法を構築する。</p>	<p>○2010年度までに、地域特性に応じた低コスト・低環境負荷・高変換効率のバイオマス多段階利用技術による地域循環モデル、施設の最適配置計画策定手法を開発し、経済性・環境影響を評価する。【文部科学省、農林水産省】 ◇2015年度までに、バイオマスの発生源・利用地域に適合した効率的な収集・輸送・貯蔵システムを開発する。【農林水産省】 ○2010年までに、地域における最適な資源循環／バイオマスエネルギー利用システムを開発する。【経済産業省、環境省】 ○2010年度までに、国土管理由来バイオマスのインベントリーを開発する。【国土交通省】 ◇国土管理由来バイオマスについて、地域特性に適した資源化・利用技術を開発する。【国土交通省】 ○2007年度までに、国産サトウキビを原料とした、従来より大幅に高効率、かつ省エネ型のエタノール製造プロセス技術を確立し、沖縄県伊江島において、エタノールの地産地消モデルを構築する。その後、製造プロセスのスケールアップ等を行い、同モデルを全国の適地に展開する。【農林水産省、経済産業省、環境省】</p>	<p>◆都市・地域から排出される廃棄物・バイオマスの無害化処理と再資源化に関する技術開発を行うとともに、環境負荷を軽減させる。【文部科学省】 ◆廃棄物系バイオマスを炭素量換算で90%以上または未利用バイオマスを炭素量換算で40%以上利活用するシステムを有する市町村を、500程度構築する。【農林水産省】 ◆2010年度までに、原油換算586万kL分の廃棄物発電＋バイオマス発電を導入するとともに、308万kL分のバイオマス熱利用を導入する。【経済産業省、国土交通省、環境省】その後もバイオマスエネルギーの利用を進め、更なる長期的・継続的な温室効果ガスの排出削減を目指す。【環境省】 ◆2030年度までに、原油換算494万kL分の廃棄物発電＋バイオマス発電と原油換算423万kL分のバイオマス熱利用を導入する。【経済産業省】</p>
<p>バイオマス利用安全技術</p>	<p>バイオマス燃料の混合率の増大に伴う車両等への影響軽減や、バイオマスの持つ危険を回避する対策技術とともに、地域住民の生活に対する臭気・振動・騒音等の環境配慮のための研究を行う。</p>	<p>○2006年度までに 再生資源燃料の種類ごとの危険性の把握と安全対策の確立を図る。【総務省】 ◇各種バイオマス燃料の危険性の把握と安全対策の確立を図る。【総務省】 ○2010年度までに、廃棄物・バイオマスの処理等に伴う有害化学物質等に関する簡便な安全性評価、環境リスク管理の技術開発を行う。【文部科学省】 ○2006年度までに、バイオディーゼル燃料専用車が環境・安全面で満たすべき車両側対応技術等を明確にする。【国土交通省】 ○2010年までに、既存技術に安価な資材を組み合わせた畜産臭気の低減技術を開発する。【農林水産省】</p>	<p>◆各種バイオマス燃料に起因する火災発生を防止する。【総務省】 ◆都市・地域から排出される廃棄物系バイオマスの処理に関する安全評価、管理技術を確立し、バイオマス利用の促進に貢献する。【文部科学省、農林水産省】(究極目標のため年限は設定できない)</p>

参考資料 3 : エコ燃料に関連する法制度の概要

(1) 循環型社会形成推進基本法とその体系

付表 3 循環型社会形成推進基本法の概要

□ 形成すべき「循環型社会」の姿を明確に提示

「循環型社会」とは、[1]廃棄物等の発生抑制、[2]循環資源の循環的な利用及び[3]適正な処分が確保されることによって、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会。

□ 法の対象となる廃棄物等のうち有用なものを「循環資源」と定義

法の対象となる物を有価・無価を問わず「廃棄物等」とし、廃棄物等のうち有用なものを「循環資源」と位置づけ、その循環的な利用を促進。

□ 処理の「優先順位」を初めて法定化

[1]発生抑制、[2]再使用、[3]再生利用、[4]熱回収、[5]適正処分との優先順位。

□ 国、地方公共団体、事業者及び国民の役割分担を明確化

循環型社会の形成に向け、国、地方公共団体、事業者及び国民が全体で取り組んでいくため、これらの主体の責務を明確にする。特に、

[1] 事業者・国民の「排出者責任」を明確化。

[2] 生産者が、自ら生産する製品等について使用され廃棄物となった後まで一定の責任を負う
「拡大生産者責任」の一般原則を確立。

□ 政府が「循環型社会形成推進基本計画」を策定

循環型社会の形成を総合的・計画的に進めるため、政府は「循環型社会形成推進基本計画」を次のような仕組みで策定。

[1] 原案は、中央環境審議会が意見を述べる指針に即して、環境大臣が策定。

[2] 計画の策定に当たっては、中央環境審議会の意見を聴取。

[3] 計画は、政府一丸となった取組を確保するため、関係大臣と協議し、閣議決定により策定。

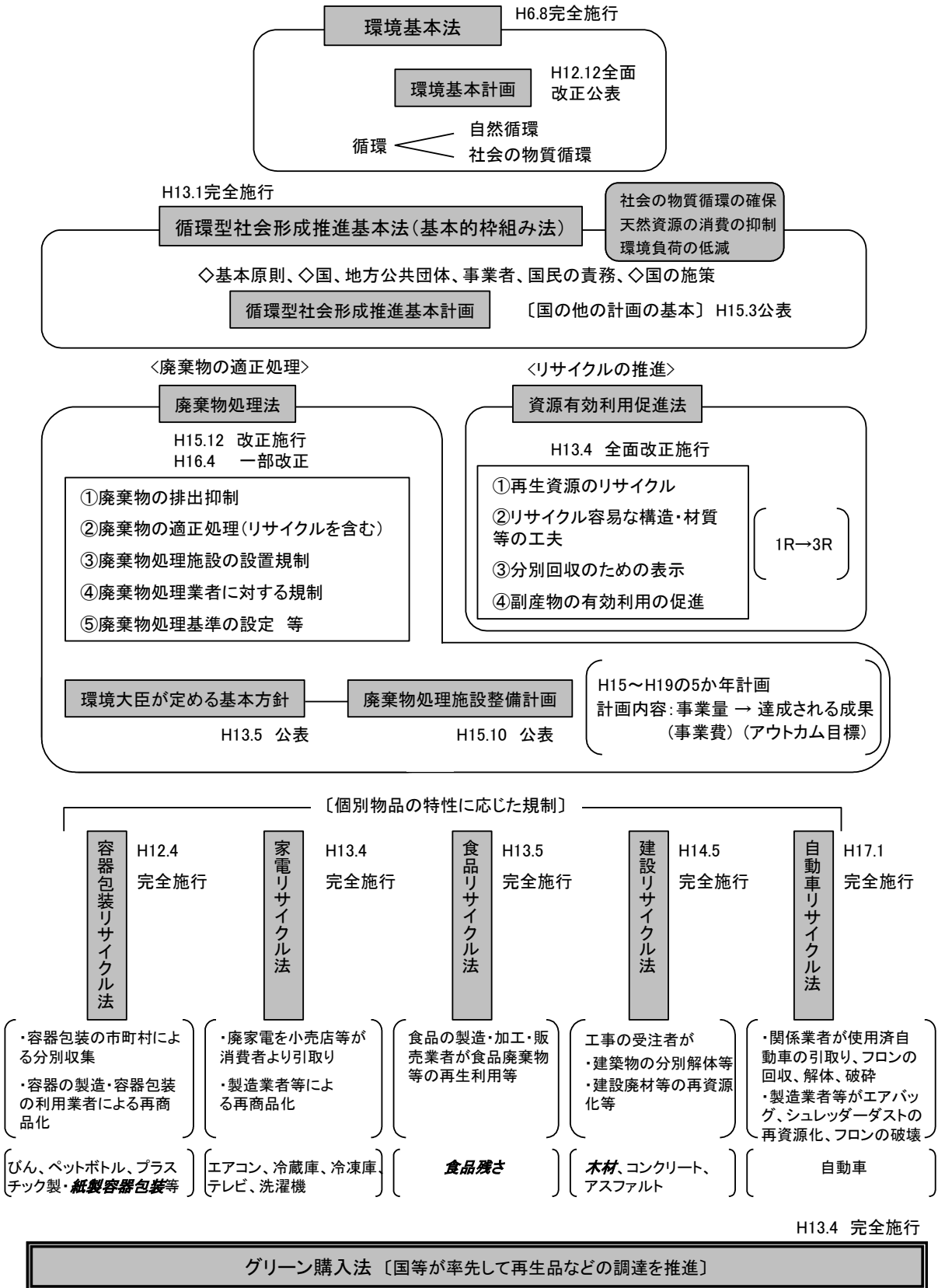
[4] 計画の閣議決定があったときは、これを国会に報告。

[5] 計画の策定期限、5年ごとの見直しを明記。

[6] 国の他の計画は、循環型社会形成推進基本計画を基本とする。

□ 循環型社会の形成のための国の施策を明示

廃棄物等の発生抑制のための措置、「排出者責任」の徹底のための規制等の措置、「拡大生産者責任」を踏まえた措置（製品等の引取り・循環的な利用の実施、製品等に関する事前評価）、再生品の使用の促進、環境の保全上の支障が生じる場合、原因事業者にその原状回復等の費用を負担させる措置 等



太字斜体：バイオマス

出所：平成17年度版循環型社会白書

付図2 循環型社会の形成の推進のための施策体系

(2) 資源循環利用としてのエコ燃料製造・利用に関する個別法の概要

付表 4 資源循環利用としてのエコ燃料製造・利用に関する個別法の概要一覧

法律名(略式名)	施行日	概要	関連するバイオマス
廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (廃掃物処理法)	2001年 4月1日 改正施行	廃棄物の適正な処理を確保するため、廃棄物の減量化・リサイクルを推進するとともに、施設の信頼性・安全性の向上や不法投棄対策の強化を図るための総合的な対策を講じる。	全ての廃棄物系 バイオマス ・木質系 ・農業残渣 ・ふん尿 ・汚泥 ・食品廃棄物 等
家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律 (家畜排せつ物法)	1999年 11月1日 施行	家畜排せつ物の適正な管理の確保と利用を促進するため、畜産業者に対して排せつ物の処理・保管施設の構造基準等を内容とする管理基準の遵守を義務づける。	家畜ふん尿
容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律 (容器包装リサイクル法)	2000年 4月1日 完全施行	特定容器利用事業者、特定容器製造等事業者及び特定包装利用事業者は利用・製造量等に応じて再商品化義務を負い、指定法人を通して再商品化事業者(リサイクル業者)によりリサイクルされる。	古紙(包装紙)
建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律 (建設リサイクル法)	2002 5月30日 完全施行	特定資材(コンクリート、アスファルト、木材)を用いる一定床面積以上(延べ床面積70~100m ² 以上)の建築物を解体する際に、廃棄物を現場で分別し、資材ごとに再利用することを解体業者に義務づける。	建設廃材
食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律 (食品リサイクル法)	2001年 5月1日 施行	食品関連事業者から排出される食品廃棄物等について、再生利用等(発生の抑制、再生利用、減量化)の実施率を平成18年度までに20%に向上させる。	食品廃棄物
森林・林業基本法 森林・林業基本計画	2001年 10月26日 閣議決定	同法により、木材の生産を主体とした政策から、森林の有する多面的にわたる機能の持続的発揮を図るための政策を推進する。具体的には森林を次の3区分に分離し、森林整備を推進する。また、木材の新規需要の開拓としてバイオマスエネルギー利用、新素材の開発等も唱われている。 ・水土保全林:1,300万ha(全森林の5割) 水源かん養、山地災害の防止を重視する森林 ・森林と人との共生林:550万ha(全森林の2割) 森林生態系の保全・生活環境の保全や森林空間の適切な利用を重視する森林 ・資源の循環利用林:660万ha(全森林の3割) 木材等の生産を重視する森林	森林バイオマス (間伐、未利用材等)

出所：バイオマスエネルギー導入ガイドブック第2版(NEDO、2005年)より作成

参考資料4：京都バイオサイクルプロジェクトの概要

(1) プロジェクトの目的

① 目的

地域の廃棄物系バイオマス及び木質系バイオマスのハイブリッド活用によるCO₂排出量の削減、並びにガス化残さ等の有効活用による再生可能資源の地域循環的な利用を実証する。

② ねらい

○ 再生可能性の徹底追求

地域の未利用バイオマス・廃棄物を再生可能性を念頭において徹底利用する。

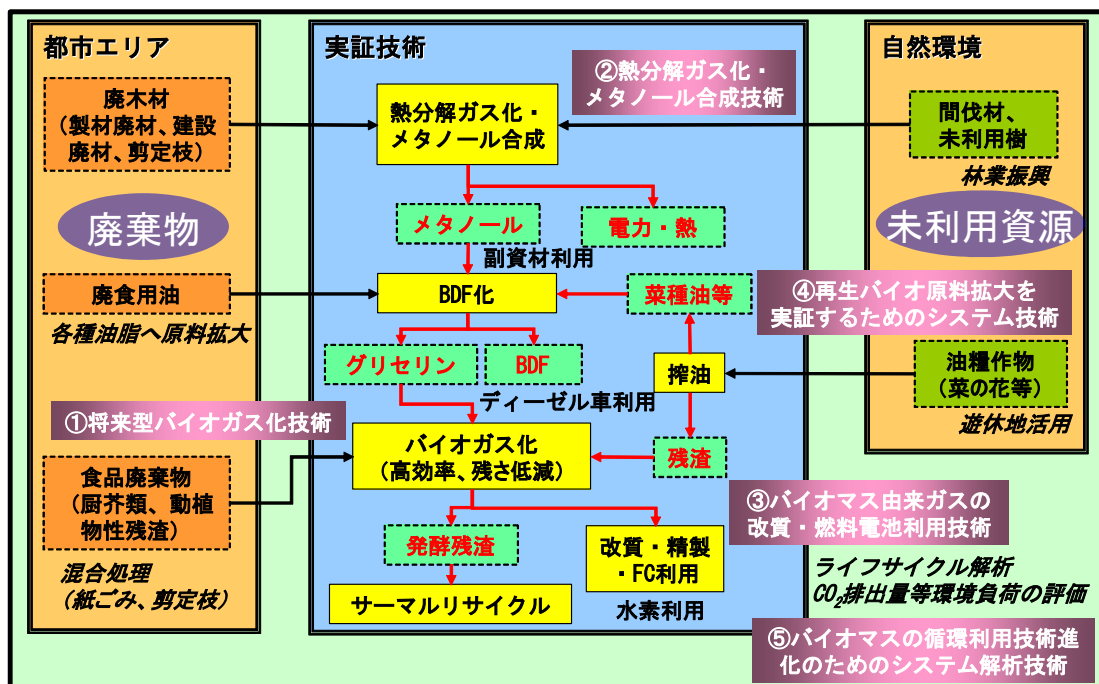
○ システムハイブリッドの考え方

確実な技術開発と夢のシステムへのチャレンジを行い、時間軸を念頭におきつつ着実な進展を図る。原料性状及び需要に応じた技術を選定する（熱化学/生物変換、物質/エネルギー利用、気体/液体燃料）。

○ 都市・田園の融合モデル

都市型の廃棄物系バイオマスと、山林・田園型の木質系バイオマスを有効利用し、リンクさせる。

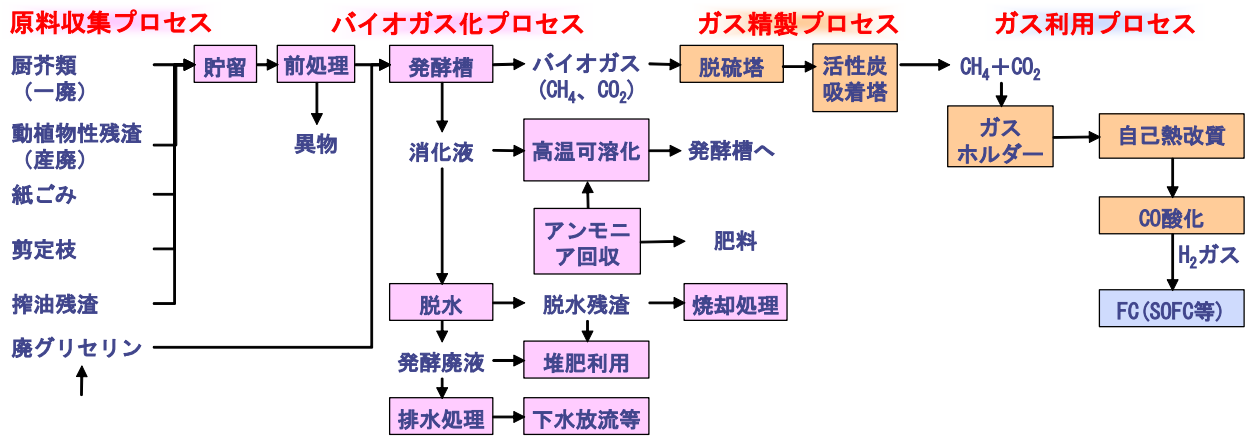
(2) 実証技術・システムの概要



付図3 京都バイオサイクルプロジェクトにおける実証事業の全体イメージ

① ウェット系バイオマスの将来型バイオガス化技術

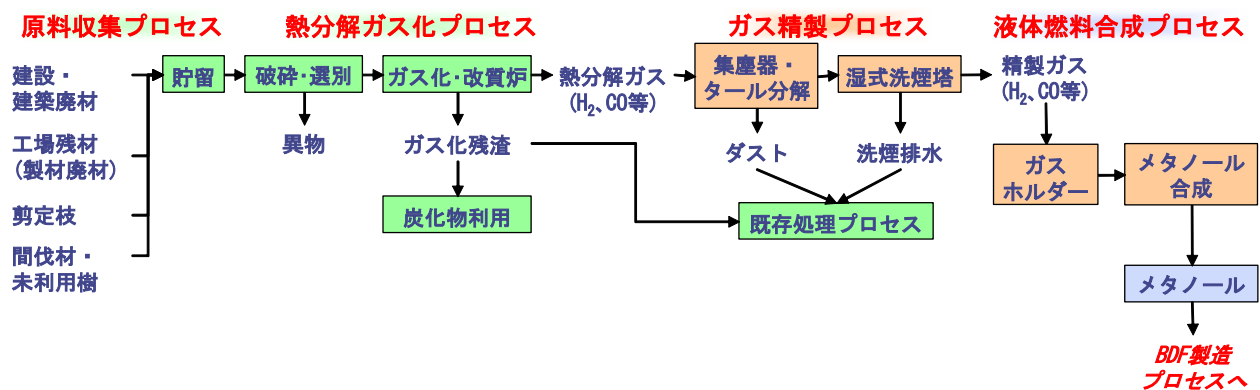
バイオガス製造に伴い発生するメタン発酵残さの高温可溶化等による高効率な乾式メタン発酵プロセス。



付図4 ウェット系バイオマス利用システムの構成例

② ドライ系バイオマスの熱分解ガス化・メタノール合成技術

木質系バイオマス等を高温ガス化・精製（除塵・タール分解）する合成ガスを製造して合成ガスから一工程でメタノールを合成するとともに、オフガスをコージェネレーション利用する技術（性状変動がはげしく、発熱量の低いガスに適した利用方法）。



付図5 ドライ系バイオマス利用システムの構成例

③ バイオマス由来ガスの改質・燃料電池利用技術

バイオガスの改質による水素製造と SOFC（固体酸化物型燃料電池）等でのコージェネレーション利用技術。

④ 再生バイオマス原料拡大を実証するためのシステム技術

BDF 原料の各種油脂への拡大、紙ごみや廃グリセリン等のバイオガス化等の技術

⑤ バイオマスの循環利用技術進化のためのシステム解析技術

バイオマス循環のライフサイクルシステムを解析