

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、全体からみ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

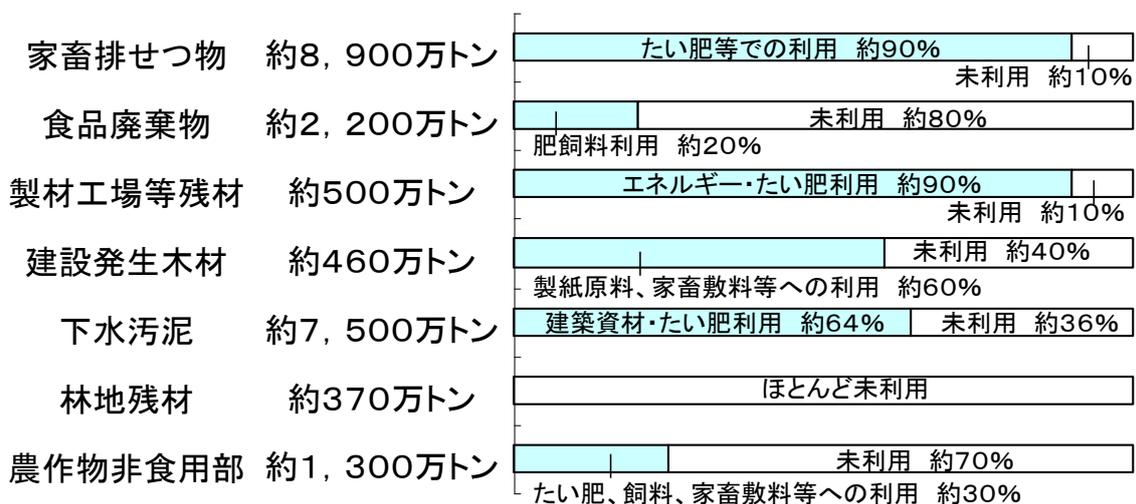
熱利用エコ燃料の原料となるバイオマスは、家畜ふん尿、食品廃棄物、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、廃木材等の廃棄物として発生するバイオマス（以下「廃棄物系バイオマス」という。）と、農業残渣、林地残材等の有効利用の進んでいないバイオマス（以下「未利用バイオマス」という。）に大別される。

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・前処理コストが上乘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。