

## 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

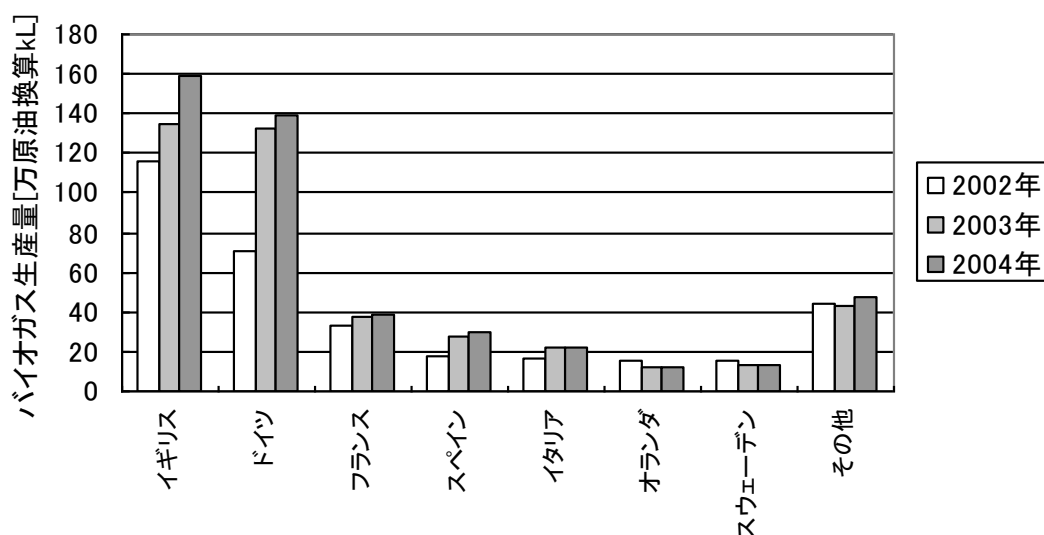
EU においては、バイオガスはコージェネレーションを含む発電用燃料や地域暖房の熱源用燃料として広く利用されており、一部では天然ガス自動車用燃料としての利用や精製ガスの都市ガス供給網への直接注入が行われている。

##### 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。



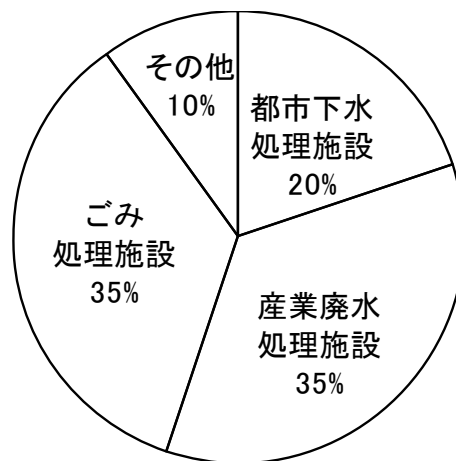
出所：Biogas barometer2004/2005（欧州委員会資料）

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）

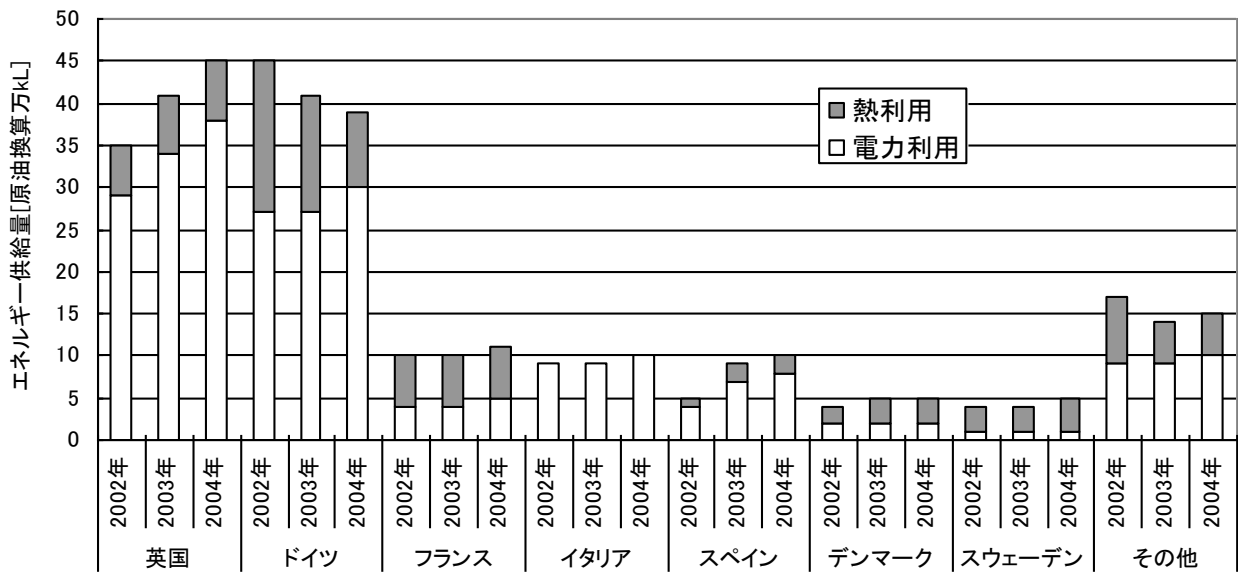
図 2-2 EU における発生源種別未精製バイオガス生産割合（2004 年）

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m<sup>3</sup>（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m<sup>3</sup>（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。

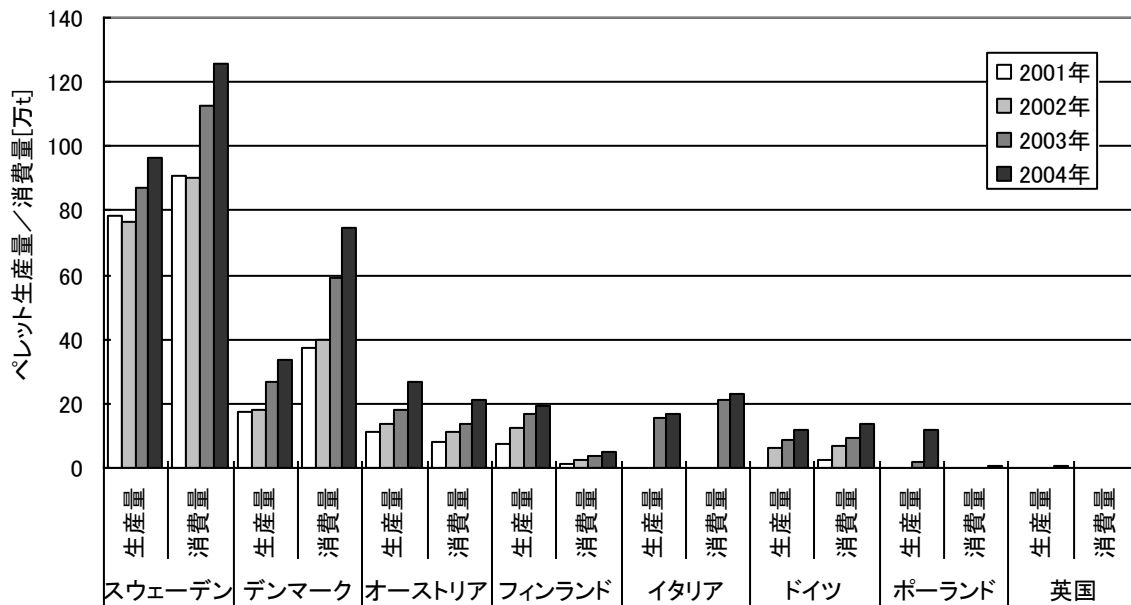
## 2. 木質固形燃料に関する取組状況

### (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

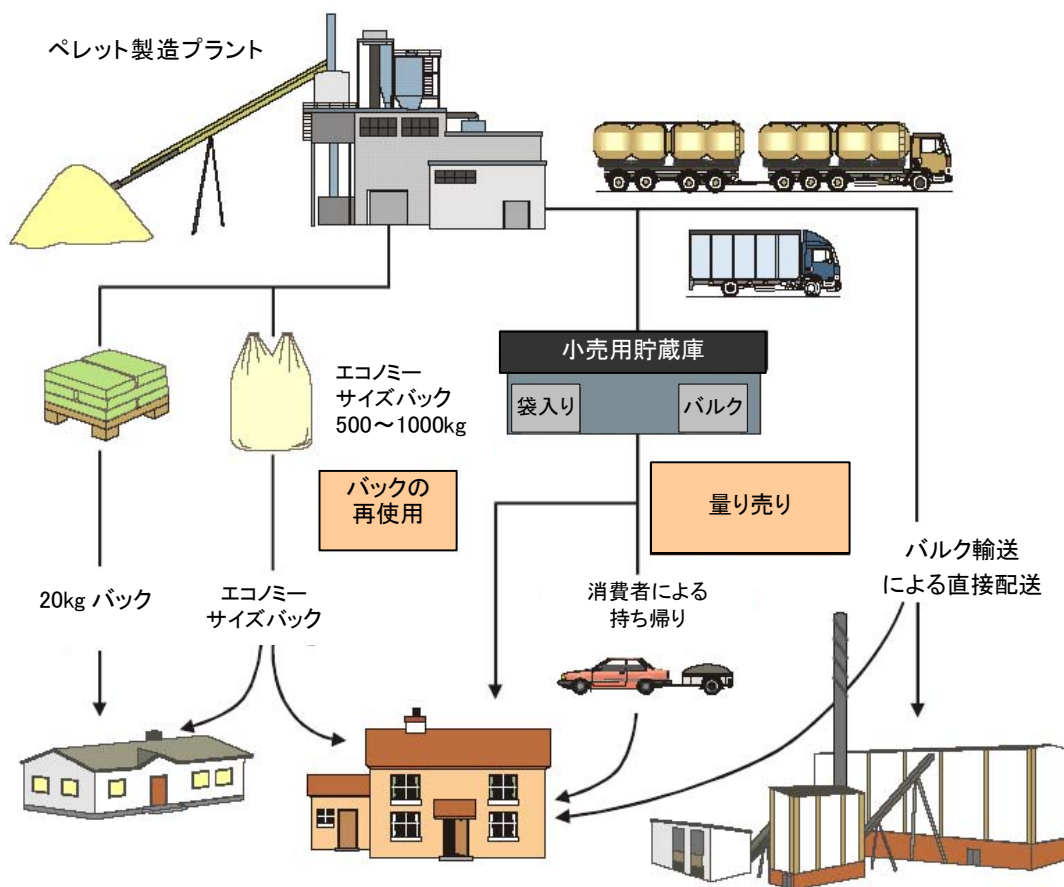
出所：欧州ペレットセンター（European Pellet Centre）資料

## 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：O<sub>2</sub>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。

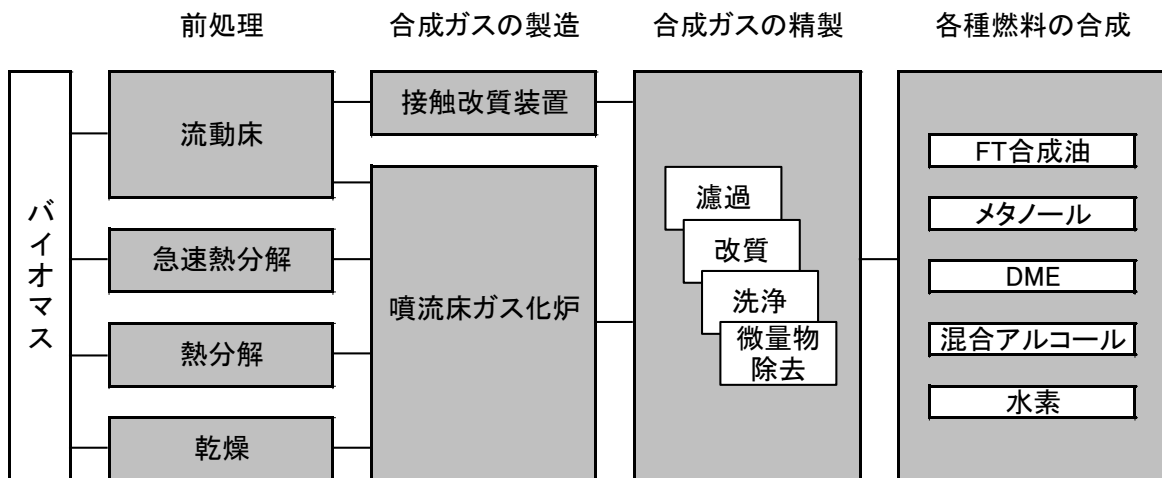
開発テーマ：バイオマスガス化技術

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。

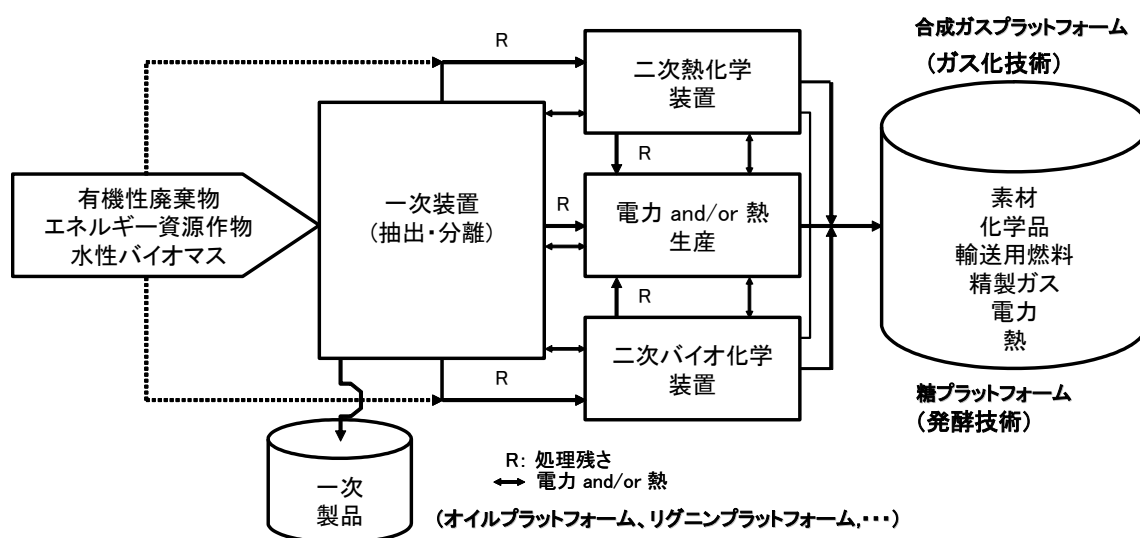
【システム例：バイオ合成ガスを中間材料とする燃料製造フロー】



## (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)

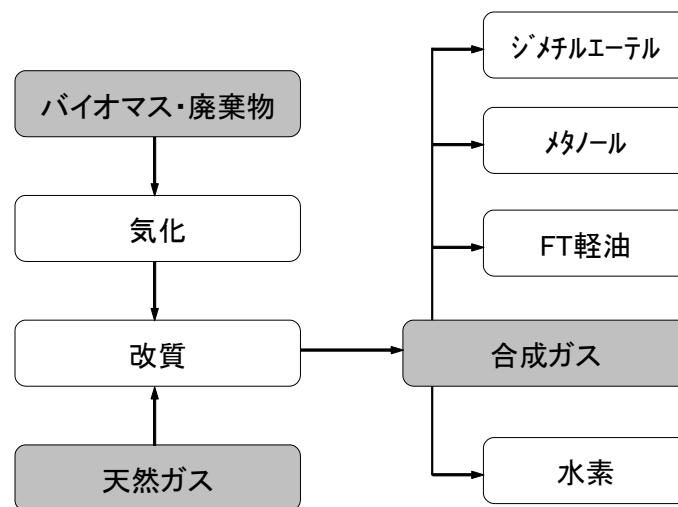
図 2-6 バイオ化学変換及び熱化学変換を統合したバイオマス・リファイナリーの例

EU では、第 6 次フレームワーク・プログラム<sup>\*</sup>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。

<sup>\*</sup> 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 Hydrogen-rich Synthesis Gas)  
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。

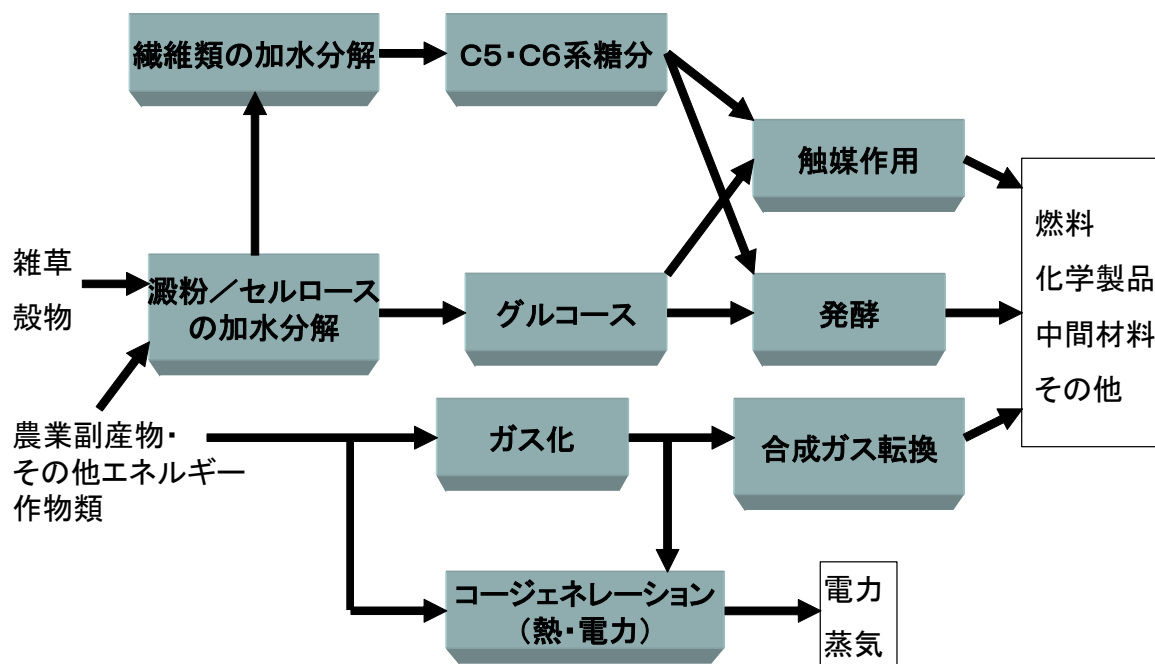
【バイオマスからの各種燃料の製造フロー】



### (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・リファイナ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・リファイナリーと、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・リファイナ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・リファイナリーの工場群を 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・リファイナリーの概念例