

## 戦略調査セミナー

---

# バイオマス資源活用の現状と課題

---

平成18年12月13日

経営企画部戦略調査室

立松研二

# 1. バイオマス利用の背景

再生可能な  
生物由来の  
有機性資源

# バイオマスとは

廃棄物として  
発生している  
バイオマス

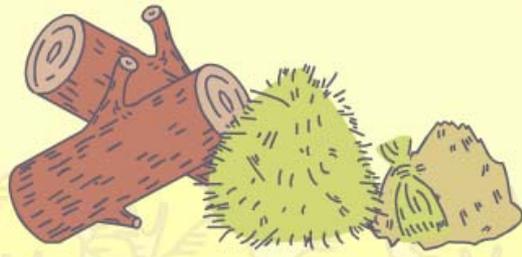
## 廃棄系バイオマス



- ・食品廃棄物
- ・家畜排せつ物
- ・建設発生木材
- ・下水汚泥
- ・廃棄紙

資源として利用さ  
れずに廃棄されて  
いるバイオマス

## 未利用バイオマス



- ・稲わら
- ・もみ殻
- ・間伐材

資源としての利用を  
考えて栽培された  
バイオマス

## 資源作物

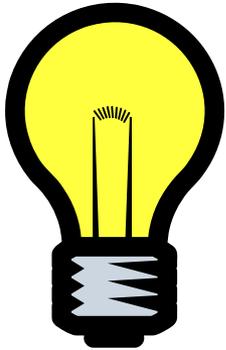


- ・飼料作物
- ・でんぷん系作物 など

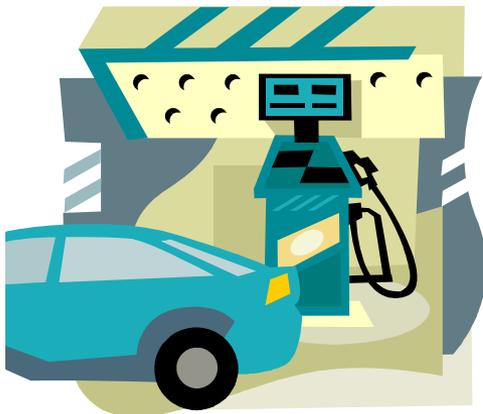
# バイオマスの用途

## エネルギー利用

発電



輸送燃料



熱

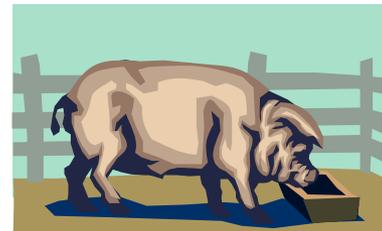


## 製品利用

肥料

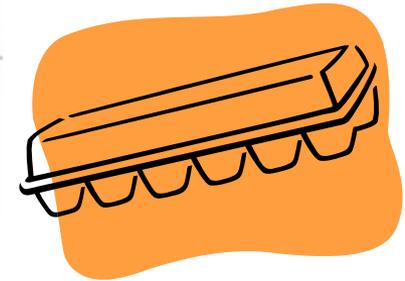


家畜飼料



バイオプラスチック

卵パック



食器



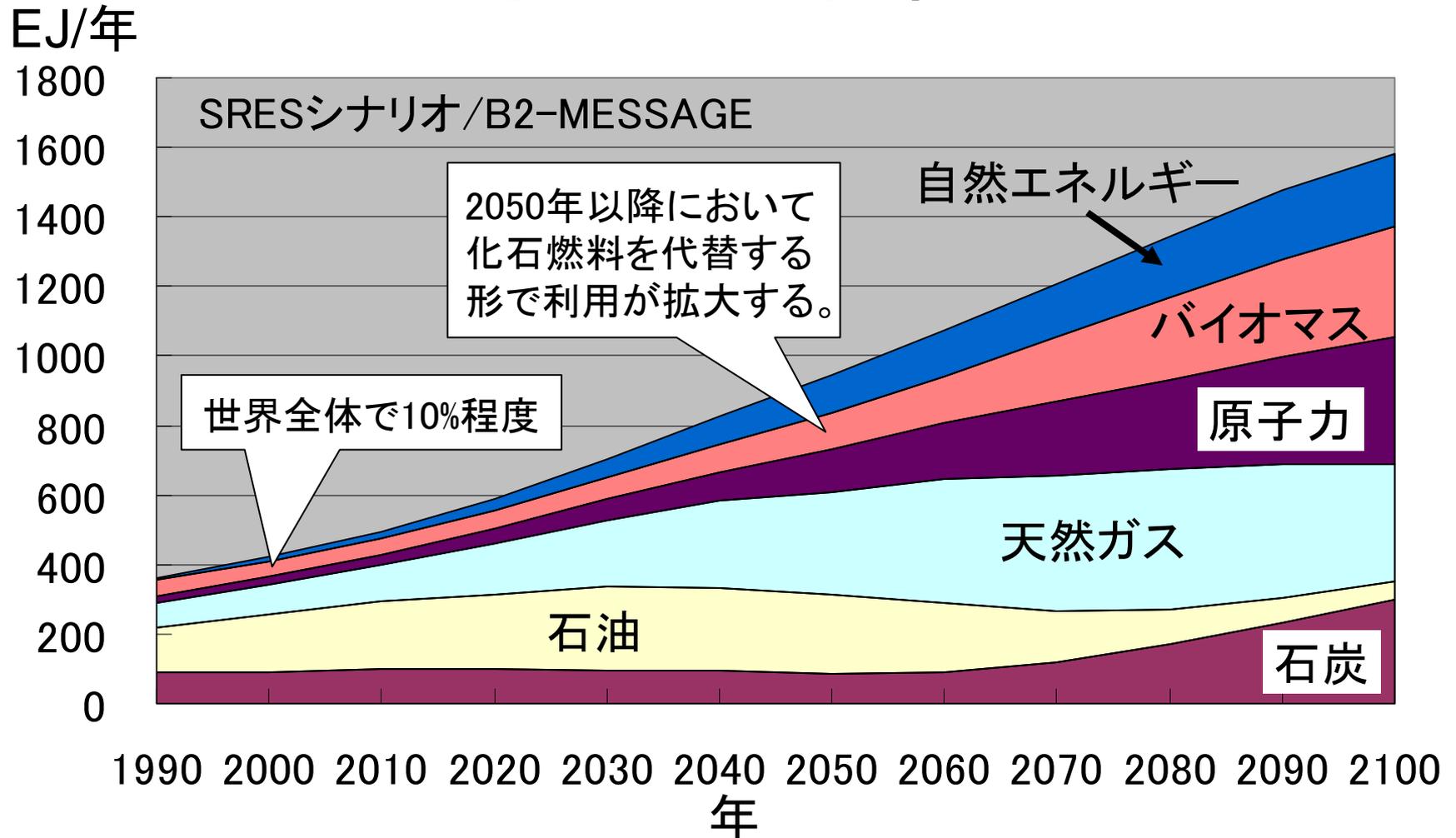
# バイオマスエネルギーの抽出方法

方法	概要	対象となるバイオマス
直接燃焼	焼却炉で直接燃焼することによって発電や温水の熱源などに利用する。	木質系バイオマス(林地残材、 <b>間伐材</b> 、製材残材、建設廃材、剪定枝など)
熱分解ガス化	酸素の少ない環境で水蒸気を混合しながら蒸し焼きにし、発生したガス(メタン、水素、一酸化炭素の混合ガス)をエネルギー源として利用する。	木質系バイオマス、草木系バイオマス(稲わら、さとうきびの絞りかす、牧草など)
メタン発酵	発酵させ、生じたメタンガスで発電機を動かし発電する。発電の際に発生する余剰熱は暖房や給湯に用いる。	含水系バイオマス( <b>生ごみ</b> 、家畜糞尿、下水汚泥など)
エタノール発酵	酵母を用いてアルコール発酵させてできたバイオエタノールを自動車燃料や工業用原料に用いる。	<b>さとうきび</b> の搾汁などの糖質、 <b>とうもろこし</b> 等のでんぷん質のバイオマス、間伐材
エステル化	植物油を触媒を用いてバイオディーゼル燃料とグリセリンに分離し、自動車燃料や発電に用いる。	菜種油、大豆油、廃食油などの油脂

発電・熱利用

液体燃料製造

# 世界の一次エネルギー供給における バイオマスの位置付け



(注)原子力を効率38.6%で一次エネルギー換算した。

出典: IPCC第3次レポート

# バイオマス利活用の基本方針

「バイオマス・ニッポン総合戦略」見直しまでの流れ

2002年6月	京都議定書に批准
2002年12月	「バイオマス・ニッポン総合戦略」を閣議決定
2005年2月	京都議定書が発効
2005年4月	「京都議定書目標達成計画」を策定
2006年3月	「バイオマス・ニッポン総合戦略」の見直しを閣議決定

重点課題の明確化

# バイオマス利活用の恩恵

- 地球温暖化防止

CO<sub>2</sub>を増やさないエネルギー源

- 循環型社会の形成

大量生産・大量消費から  
循環型社会への移行を促し、  
廃棄物の発生を抑制できる。

- 戦略的産業の育成

全く新しい環境調和型産業とそれに伴う雇用の創出

- 農山漁村の活性化

バイオ燃料の生産、  
廃油リサイクル事業など

農林漁業によるエネルギーや工業製品供給の可能性が広がる。

# バイオマス・ニッポン総合戦略

見直しのポイントと目標達成への取り組み

- 「**バイオマス輸送用燃料の利用促進**」

国が導入スケジュールを示し、利用に必要な環境を整備  
国産バイオマス輸送用燃料の利用促進

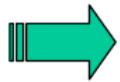
- 「**未利用バイオマスの活用**等によるバイオマスタウン構築の加速化」

バイオマスタウン構想の取り組みを通じて、地産地消による循環利用社会の構築を目指す事で、現在ほとんど利用されていない林地残材の利用を促す。

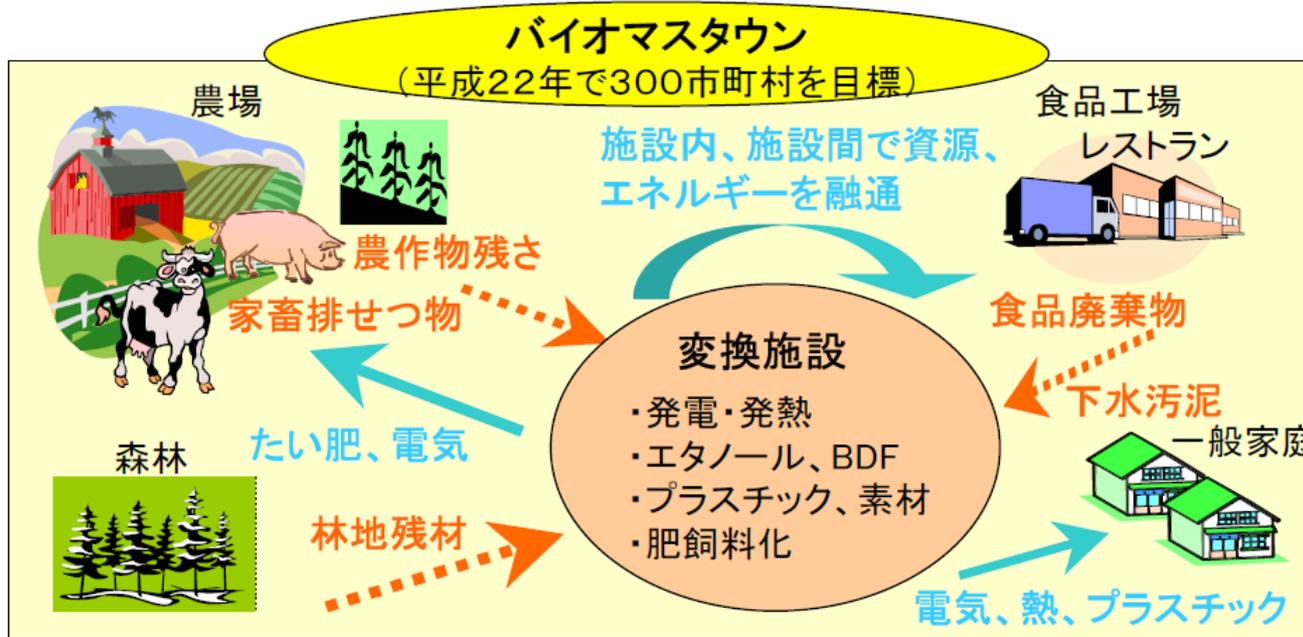
# バイオマスタウンとは？

## 定義

域内において、広く地域の関係者の連携の下、バイオマスの発生から利用までが効率的なプロセスで結ばれた総合的利活用システムが構築され、安定的かつ適正なバイオマス利活用が行われているか、あるいは今後行われることが見込まれる地域



市町村が中心となって、地域のバイオマス利活用の全体プラン「バイオマスタウン構想」を作成し、その実現に向けて取組む。



- ・地域の関係者が協力した推進体制
- ・効率的な収集・輸送、変換、利用のシステム
- ・地域の多様なバイオマスを複合的に利用
- ・無理のない運営
- ・地域の需要に対応した利用

一部のバイオマスだけでなく、一部の人だけでなく、

**地域みんなで、地域のバイオマス全体を効率的に利用！**

# バイオマスタウンになると？

## 1. 関係機関の理解

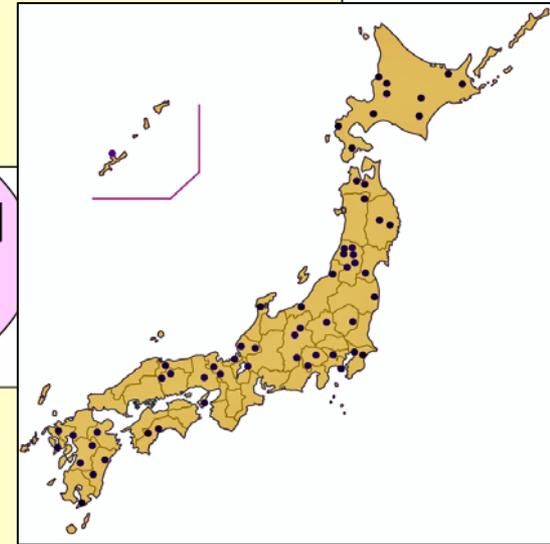
バイオマスタウン構想は、都道府県、関係府省において共有されるので、地域の取組が関係機関に理解されやすい。

## 2. 全国への紹介

バイオマスタウン構想が公表されれば、インターネットを介して、全国的に取組が紹介される。

平成18年9月28日現在、60市町村が公表

- ・地域発の温暖化対策
- ・地域資源の循環利用
- ・新たな産業の形成
- ・地域社会の活性化



## 3. 積極的な支援

バイオマスタウン構想の実現に向けた積極的な支援。

例:「バイオマスの環づくり交付金」において優先的に支援(農林水産省)

## 4. 表彰

今後、バイオマスタウン表彰を実施予定。

# バイオマス利活用の取り組み事例

平成16年度バイオマス利活用優良表彰 受賞者一覧(一部)

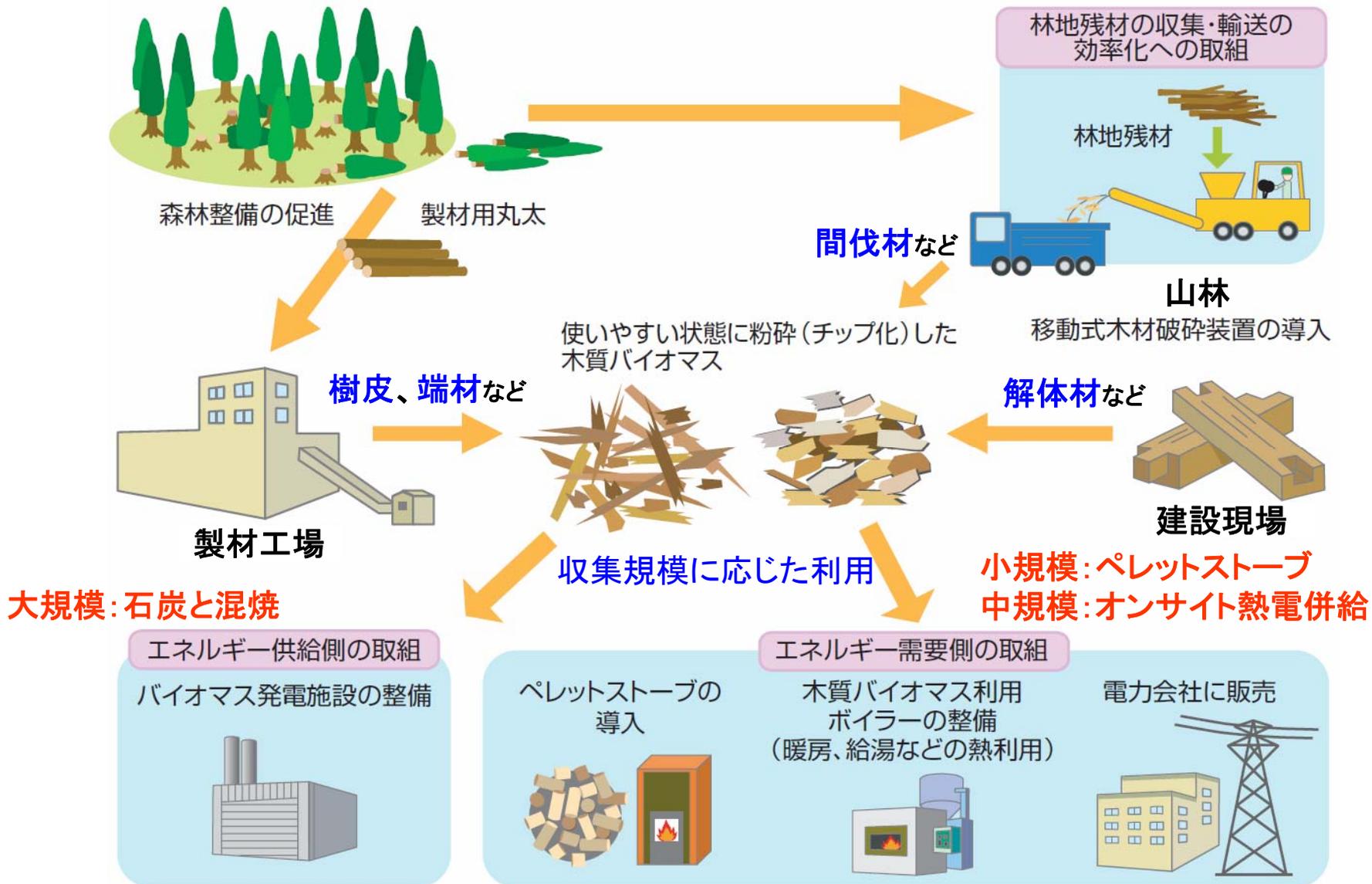
受賞者(実施主体)	事業内容(取り組み分野)
<b>農林水産大臣賞 2点</b>	
1. 京都府京都市	(バイオディーゼル燃料)
2. ソニー株式会社	(バイオマスプラスチック)
<b>農林水産省農村振興局長賞 10点</b>	
1. 井村屋製菓株式会社	(堆肥、飼料、バイオガス、RPF)
2. 岩手県気仙郡住田町	(木質ペレットボイラー等の導入)
3. 神奈川県横須賀市・住友重機械工業株式会社	(バイオガス) <span style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">公共施設の暖房用</span>
4. 島根県平田市	(バイオディーゼル燃料)
5. 太平洋セメント株式会社津久見工場	(木質直接燃焼、セメント原料)
6. 栃木県芳賀郡茂木町	(堆肥) <span style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">工場熱源、間伐材も使用</span>
7. 能代森林資源利用協同組合	(木質直接燃焼)
8. 花キューピット協同組合	(バイオマスプラスチック)
9. 宮崎県漁業協同組合連合会	(バイオマスプラスチック)
10. 銘建工業株式会社	(木質直接燃焼、木質ペレット)

工場併設の  
熱電併給

## 2. 発電・熱利用

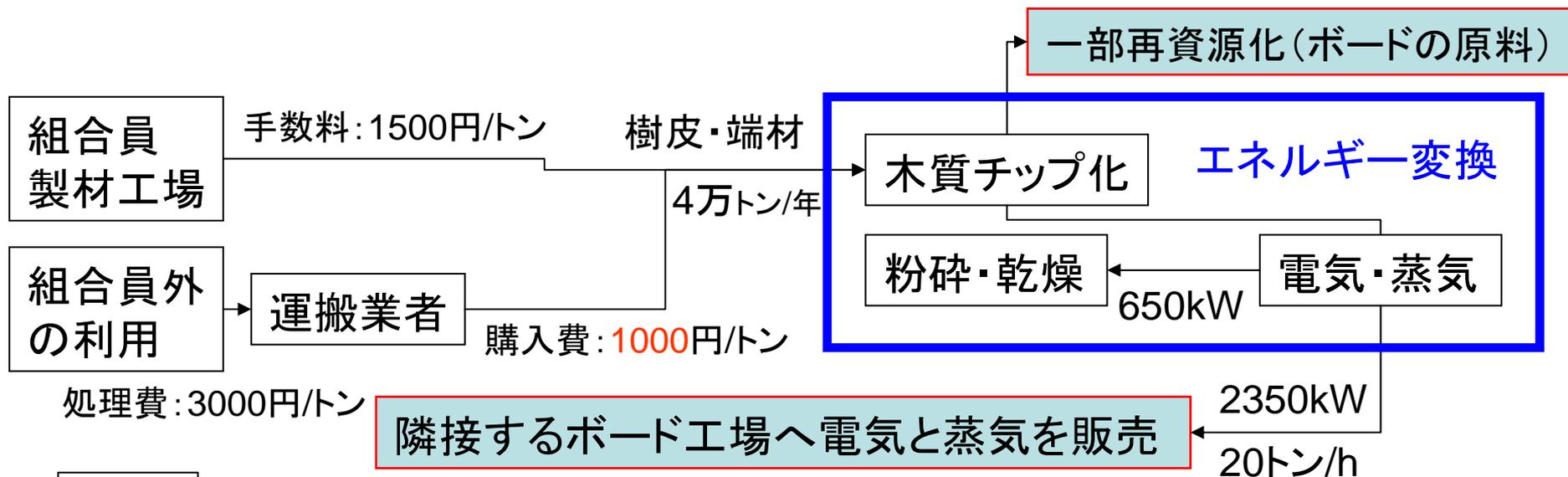
木質バイオマスの利用

# 木質バイオマスの発生と利用



# オンサイト熱電併給プラントの導入

能代森林資源利用協同組合



樹皮・端材の  
収集の仕組み

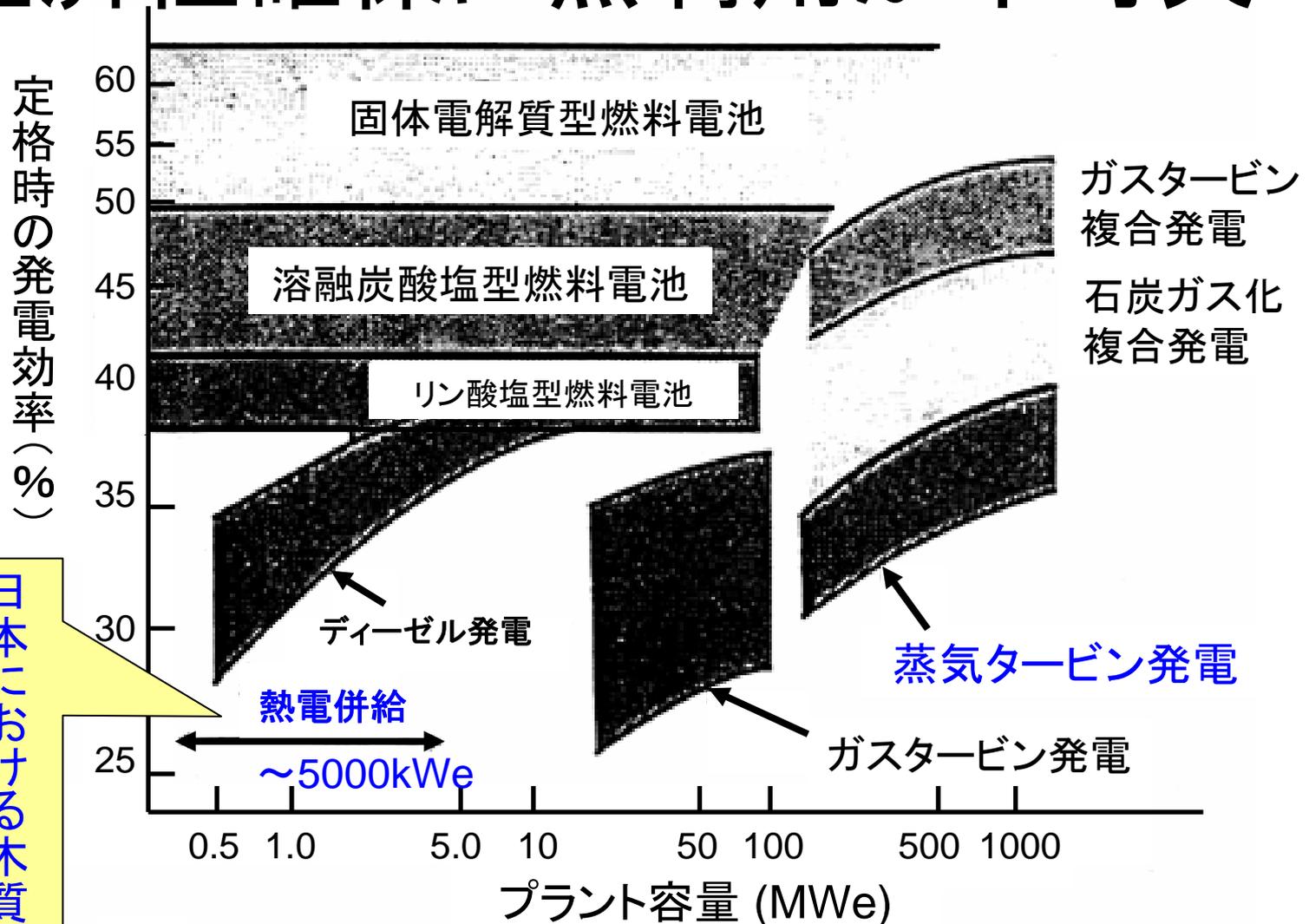
事業成立のポイント

製材工場における残材の廃棄処分費用の負担軽減  
燃料となる木質チップの逆有償による効率的な収集

課題

負荷変動に伴う余剰電力と蒸気需要確保

# 木質バイオマス発電では 経済性確保に熱利用が不可欠



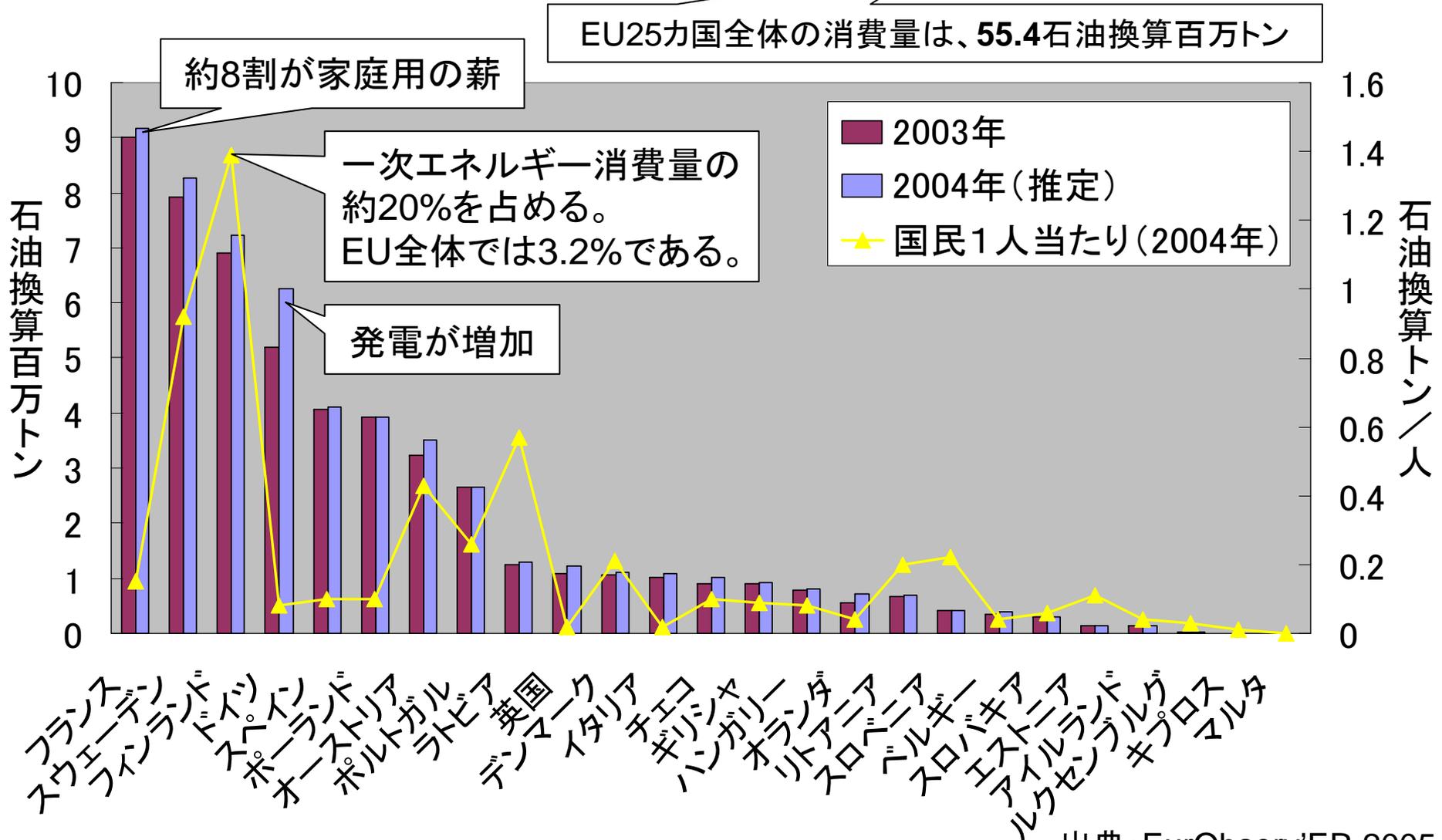
日本における木質  
バイオマス発電の  
利用規模の範囲

# 木質バイオマス利用の課題

	種類	具体例	主な課題
大規模	石炭火力発電に数%程度、間伐材や竹材を入れて混焼。RPS法対応	中国電力、四国電力、電源開発など	原料の収集システム確立、コスト高
中規模	中規模のバイオマス発電・熱供給施設	能代森林資源利用協同組合、銘建工業、東濃ひのき製品流通協同組合など	逆有償資源の運搬、 <b>熱需要の確保</b> 、売電価格が低い、送電費用が高い
小規模	チップボイラー、ペレットストーブ、薪ストーブ	岩手県、長野県、広島県、銘建工業、大阪府森林組合、東京ペレット等	<b>流通ルートの確保</b> 、 <b>燃料の標準化</b> 、輸入ペレットとの競合、灰の処理
	調理用炭など	飲食店、個人利用等	輸入炭との競合、安全性

欧州価格の約1.5倍

# 欧州の木質バイオマス消費量



# 木質バイオマスの利用先進国 における奨励策

国	奨励策
フィンランド	炭素税導入および税金の還元(木質チップ:0.69c€/kWh) 新たな木質バイオマス資源の開拓に対する助成(€7/m <sup>3</sup> )
スウェーデン	グリーン認証制度および炭素税の導入 グリーン電力購入を義務付け(8.1%/2004年)
フランス	家庭用の再生エネルギー利用機器の導入に40%の税控除 「木質エネルギー計画」:集合ボイラー設備の導入に補助金
ドイツ	再生可能エネルギー法改正(2004.8.1):買取条件の見直し 熱効率88%以上のボイラー設備の導入に助成金を支給
オーストリア	再生可能エネルギー法が保留(2004.12末以降) 固定買取制度から入札システムへの移行が膠着状態

高効率化を促進

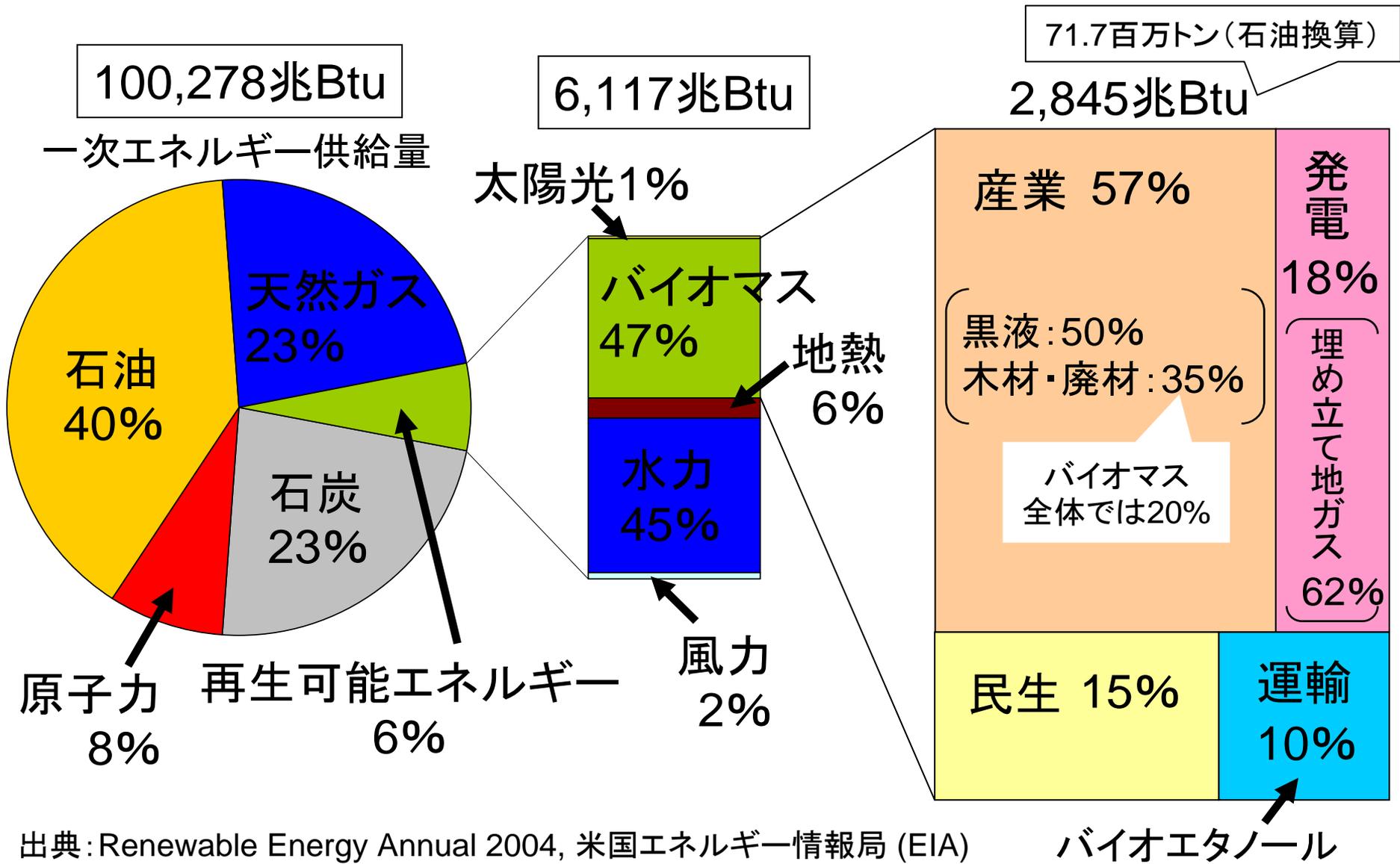
熱利用の促進

山林バイオマスの  
利用促進

# 欧州における 木質バイオマス燃料の価格 (€/MWh)

種類	木質チップ	木質ペレット	石炭	木質ペレット	薪	軽油	天然ガス
国	大規模使用			家庭用			
ドイツ	9	28	-	34	28	35	43
オーストリア	17	-	27	35	24	34	45
ベルギー	12	28	-	47	14	24	43
デンマーク	17	27	57	41	38	62	58
スペイン	6	-	4	38	22	36	42
フィンランド	9	19	12	26	28	39	16
フランス	15	24	15	44	21	24	18
ギリシャ	-	-	-	-	7	60	20
アイルランド	4	-	7	-	58	32	22
イタリア	14	34	-	44	34	-	-
オランダ	23	23	-	-	-	-	-
ポルトガル	4	-	-	41	13	23	29
英国	6	-	36	33	18	26	22
スウェーデン	12	17	32	34	34	52	38

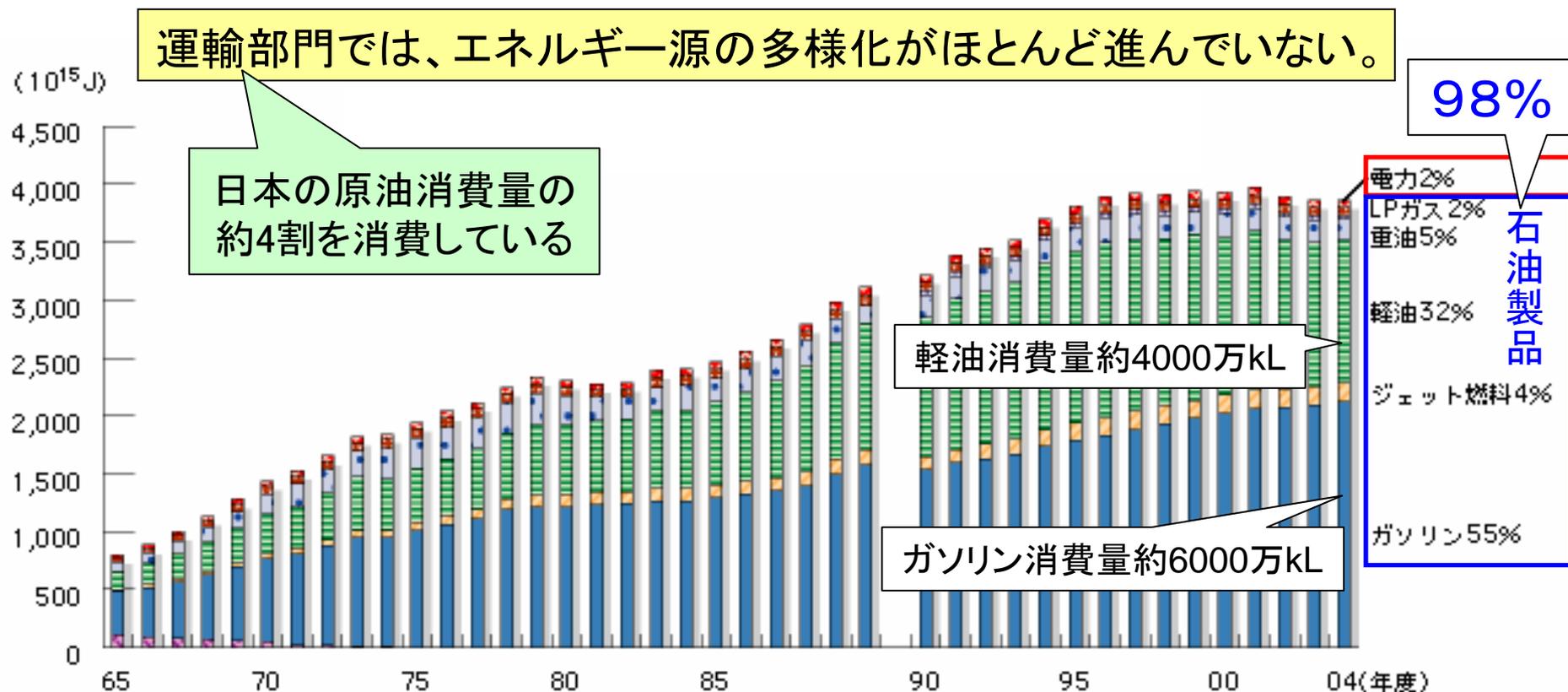
# 米国におけるバイオマス利用



### 3. 輸送用バイオ燃料

## 3-1. バイオ燃料の位置付け

# 運輸部門の燃料種別消費量

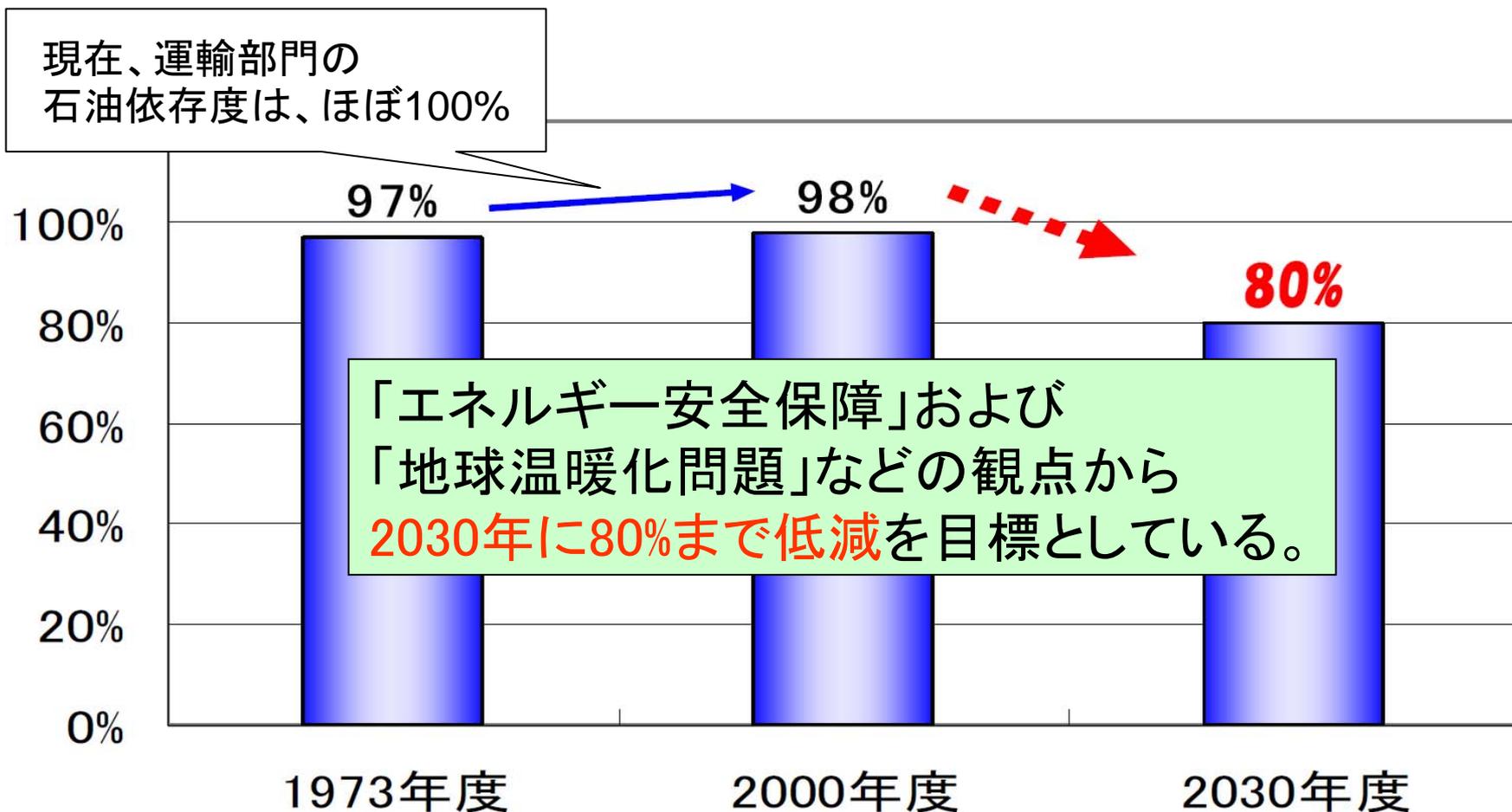


資料：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

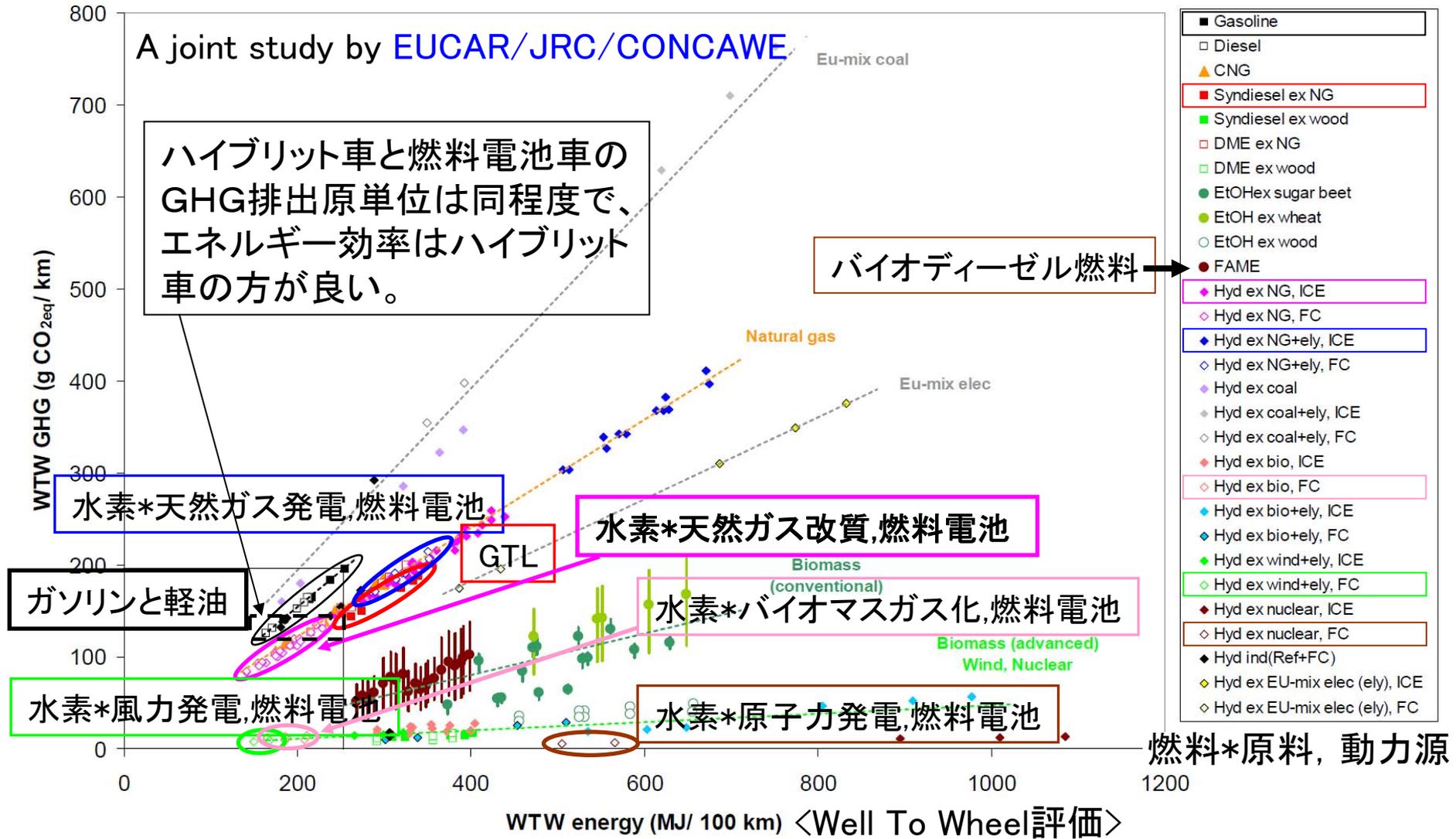
(注) 1. 輸送機関内訳推計誤差を除く。

2. 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている。

# 運輸部門における 石油依存度の低減目標



# 走行距離当たりの GHG排出量とエネルギー消費量



# 次世代輸送用燃料候補の特徴

CNG		圧縮天然ガス。高コストの専用インフラと車両が必要。利用は限定的。
水素	当面の原料は、 天然ガスが有望	有望な将来燃料。原料の多様化に対応。現状ではインフラ整備、車両性能、経済性に課題。
DME		ジメチルエーテル。原料の多様化に対応。性状はLPGに類似。粒子状物質を排出しない。
GTL		Gas to Liquidsの略称。原料の多様化に対応。有望な軽油代替燃料。石油依存率の低減に有効
バイオ燃料		生物由来の合成燃料、石油依存率の低減に有効
クリーンガソリン/軽油		硫黄や芳香族を減らし品質向上した低排出ガス燃料。ややコスト高。

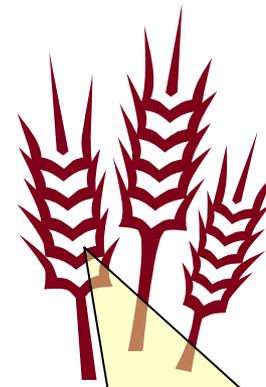
# バイオ燃料とは



サトウキビ(ブラジル、沖縄)



とうもろこし(米国)



麦(スペイン、北海道)



大豆油(米国)



ひまわり油(欧州)



ナタネ油(欧州、滋賀県)



廃食油(京都府)

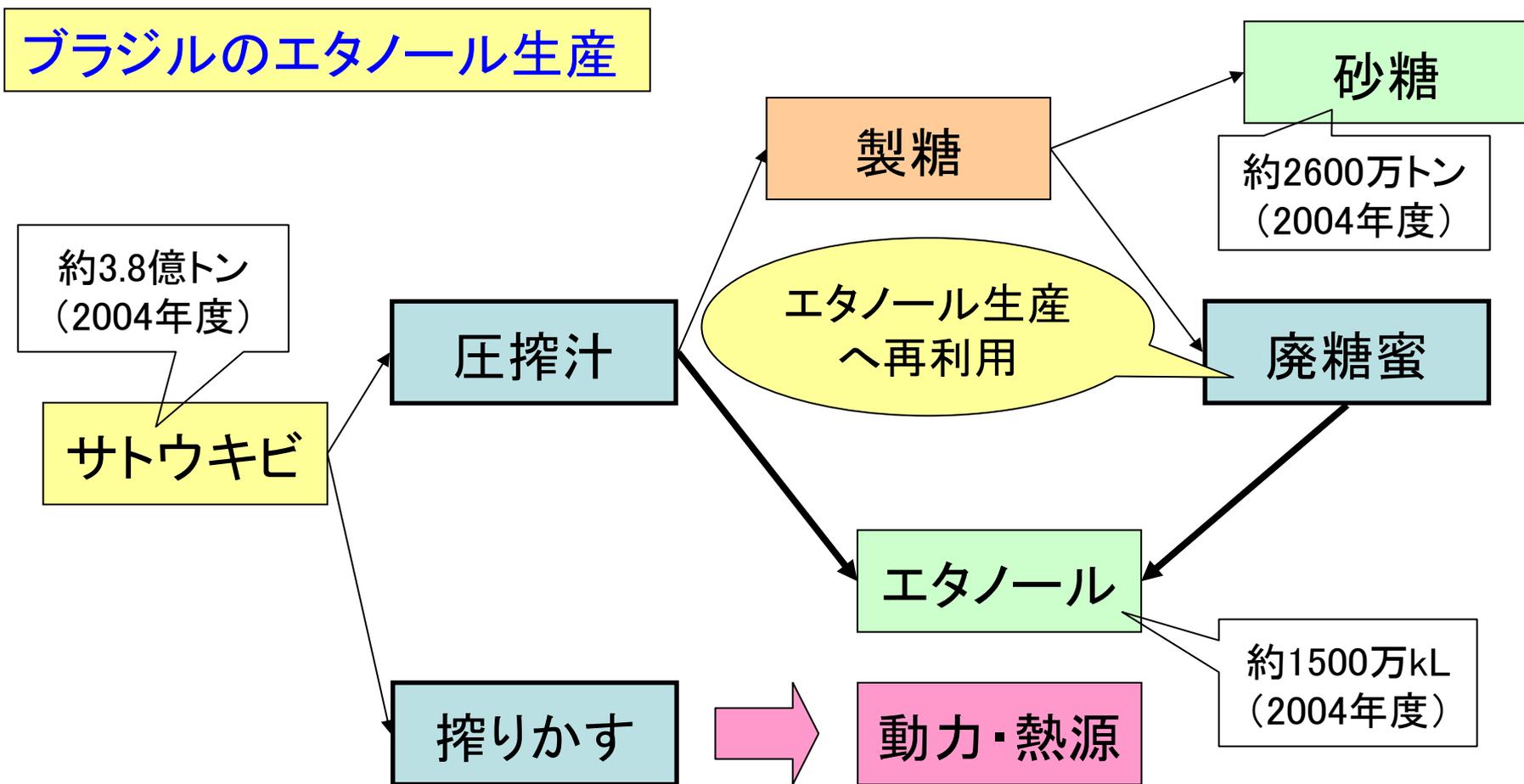
# バイオ燃料導入の目的

		欧州	米国	日本
環境問題	地球温暖化	○		○
	大気汚染		○	
安全保障	エネルギー源の多様化			○
	国内資源の有効利用	○	○	○
農業振興	休耕地の有効利用	○		
	雇用の創出	○	○	

## 3-2. バイオエタノール燃料

酒造と同じ原理で製造される  
代替輸送燃料

# バイオエタノール生産の流れ



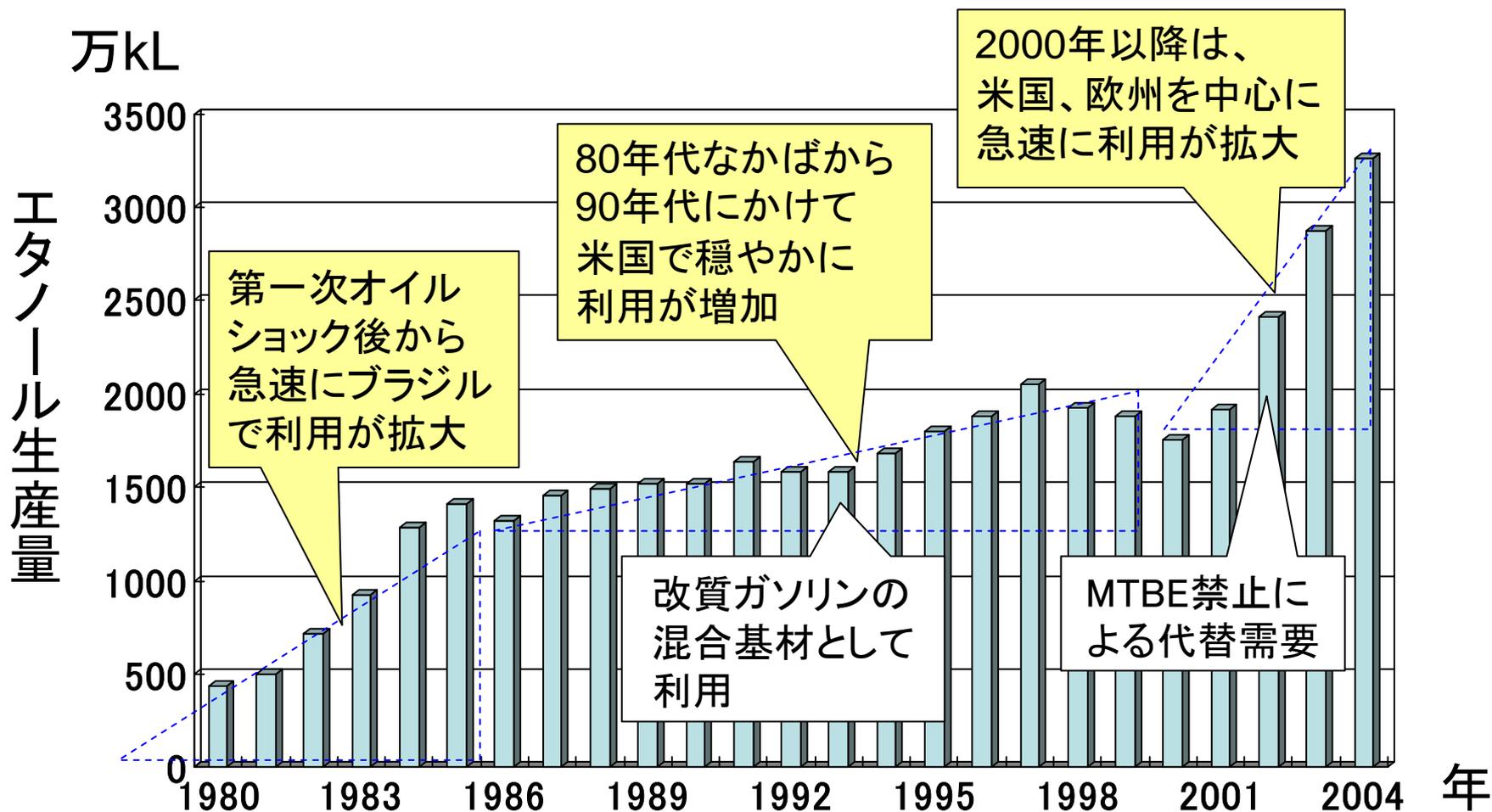
# 代表的な原料作物による エタノールの生産原単位

	収穫率 (トン/ha)	変換率 (ℓ/トン)	収率 (ℓ/ha)
サトウキビ (ブラジル)	82.5	85	7013
とうもろこし (米国)	9.296	391	3632

米国のとうもろこしの単収は  
世界平均の約2倍と高い。

サトウキビに比べ  
効率性に欠ける。

# 世界の燃料用エタノール生産量



# ガソリンへのエタノール混合による 排出ガスへの影響

二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	—
一酸化炭素 (CO)	—
粒子状物質 (PM)	—
炭化水素分 (HC)	+
窒素酸化物 (NO <sub>x</sub> )	+
アルデヒド	+

# エタノール混合利用上の課題

- 水分混入による層分離と、これに起因する品質管理の困難化
- 輸送や貯蔵などの流通インフラに使用されている金属やゴムの腐食
- 蒸気圧上昇による炭化水素分(HC)の蒸散

流通インフラの整備や車両の対応が必要

# 海外における利用の現状

ブラジル	E25又は E100	E100は非課税でE25の半値 新車の4割がフレックス燃料車
米国	E10、 一部でE85	¢ 51/ガロン(16円/L)の税控除 燃料中に2.78%の混入が義務
欧州	E5又は ETBE	スペイン、フランス等を中心に ETBEの原料として利用 約50円/Lの減税
その他	中国やインドでも、混合率5%~10%程度での試験運用が実施されている。	

# わが国における取り組み

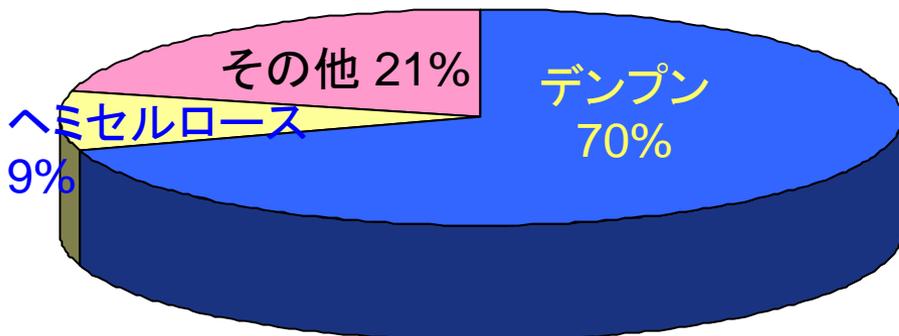
エタノール含有燃料の規格化	混合許容値3%	揮発油等品質確保法の改正 (2003.5.28)
バイオ燃料の導入目標を設定	2010年に原油換算50万kL	京都議定書目標達成計画
E10燃料対応車両の普及促進	2020年頃までにE10導入を目処に	新・国家エネルギー戦略
国産E3製造・利用の実証試験	関係省庁が連携し、全国6カ所で実施	H18年度合計30kL製造



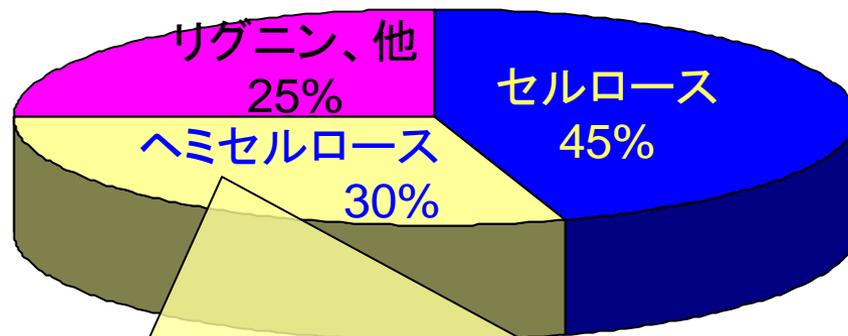
# 木質バイオエタノールの課題

「食料との競合の回避」「供給量の拡大」「原料の多様化」

資源作物(例:とうもろこし)

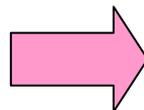


木質バイオマス(例:稲わら)



木質バイオマスはヘミセルロース成分の割合が高く、ヘミセルロースの分解で得られる五炭糖は、一般的なアルコール発酵の酵母菌では発酵できない。

五炭糖をエタノール発酵する  
酵母菌の開発



KO11菌:BCI社(米国)  
GM酵母:アイオジェン社(カナダ)

コスト削減

生産性向上

収率が高く化学的に害の無い酵素を利用した糖化法の開発

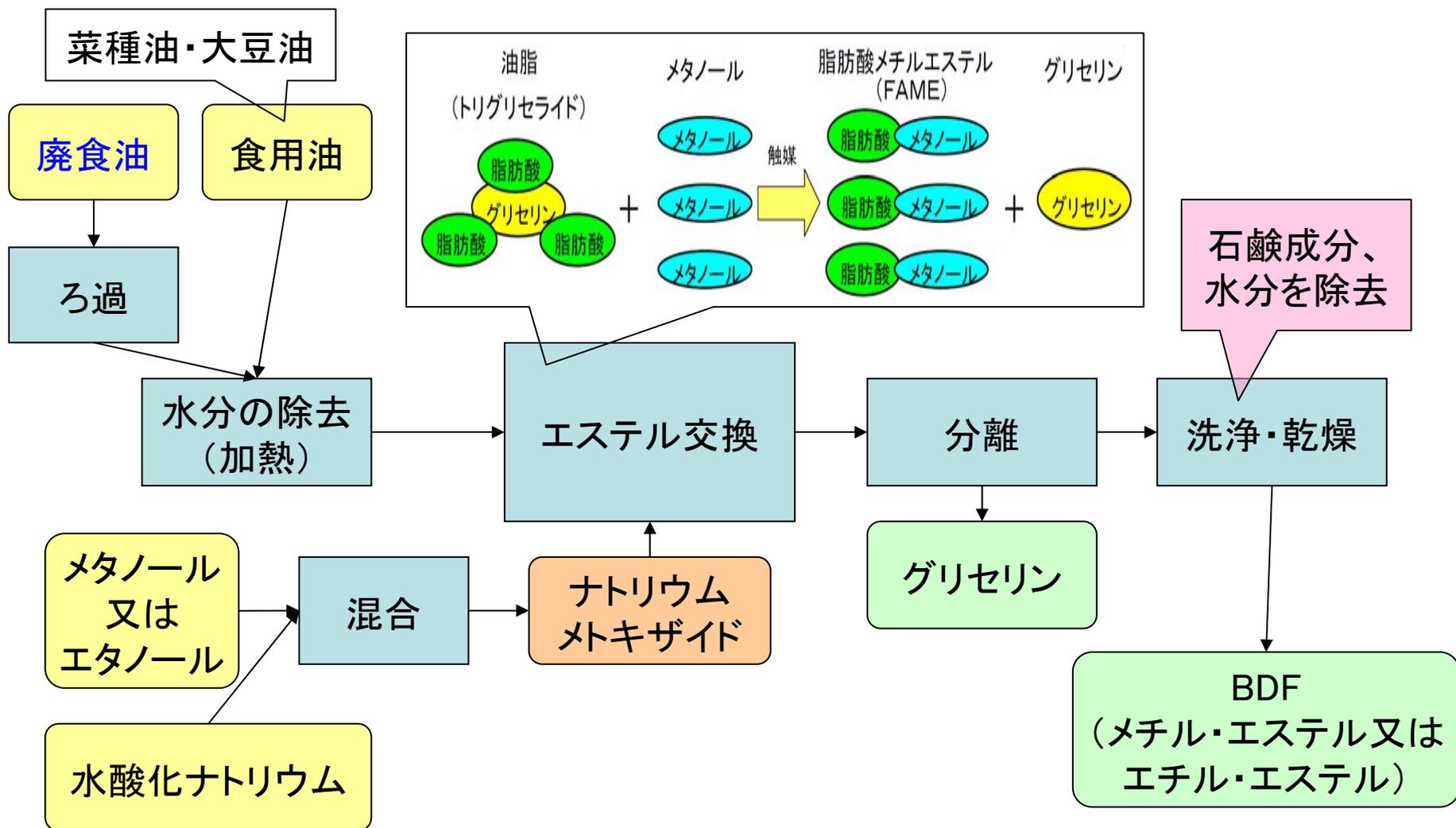
# バイオエタノール利用上の留意点

- ・ バイオエタノールの混合利用は排出ガスの清浄化など環境面に優位点がある。導入の目的は国により異なるが、世界の趨勢は利用拡大の方向である。
- ・ セルロース・エタノール製造技術が実用化されるまでは国産供給は限定的であり、供給余力のある国からの輸入が中心になる可能性が高い。
- ・ エタノールの生産・供給は、季節・天候に起因する原料供給量の変動、砂糖の国際相場および原油価格の影響を受ける。

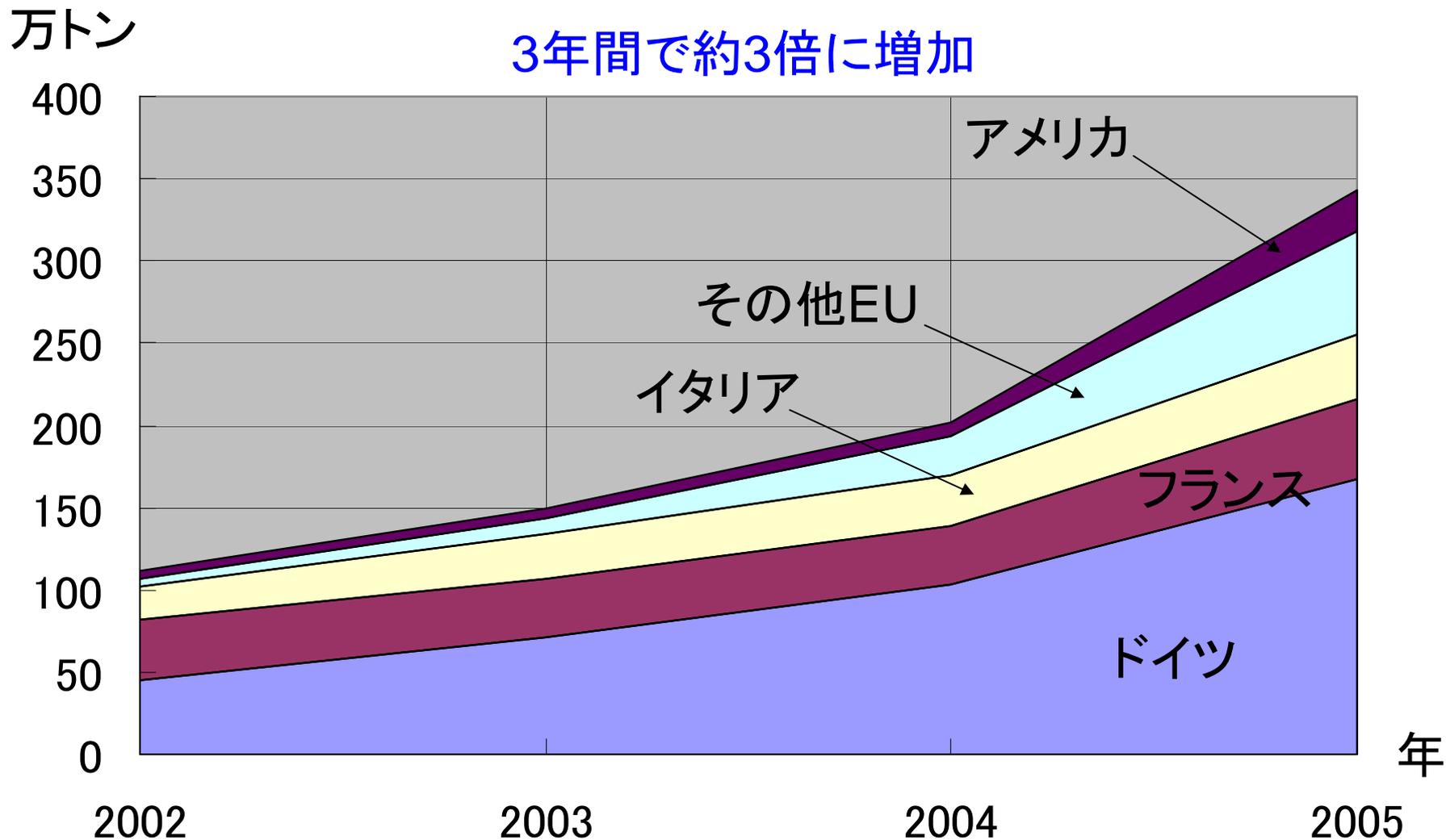
## 3-3. バイオディーゼル燃料(BDF)

植物油から作られる軽油代替燃料

# BDF製造の流れ



# 欧米におけるBDF生産量の推移



# 欧米における利用の現状

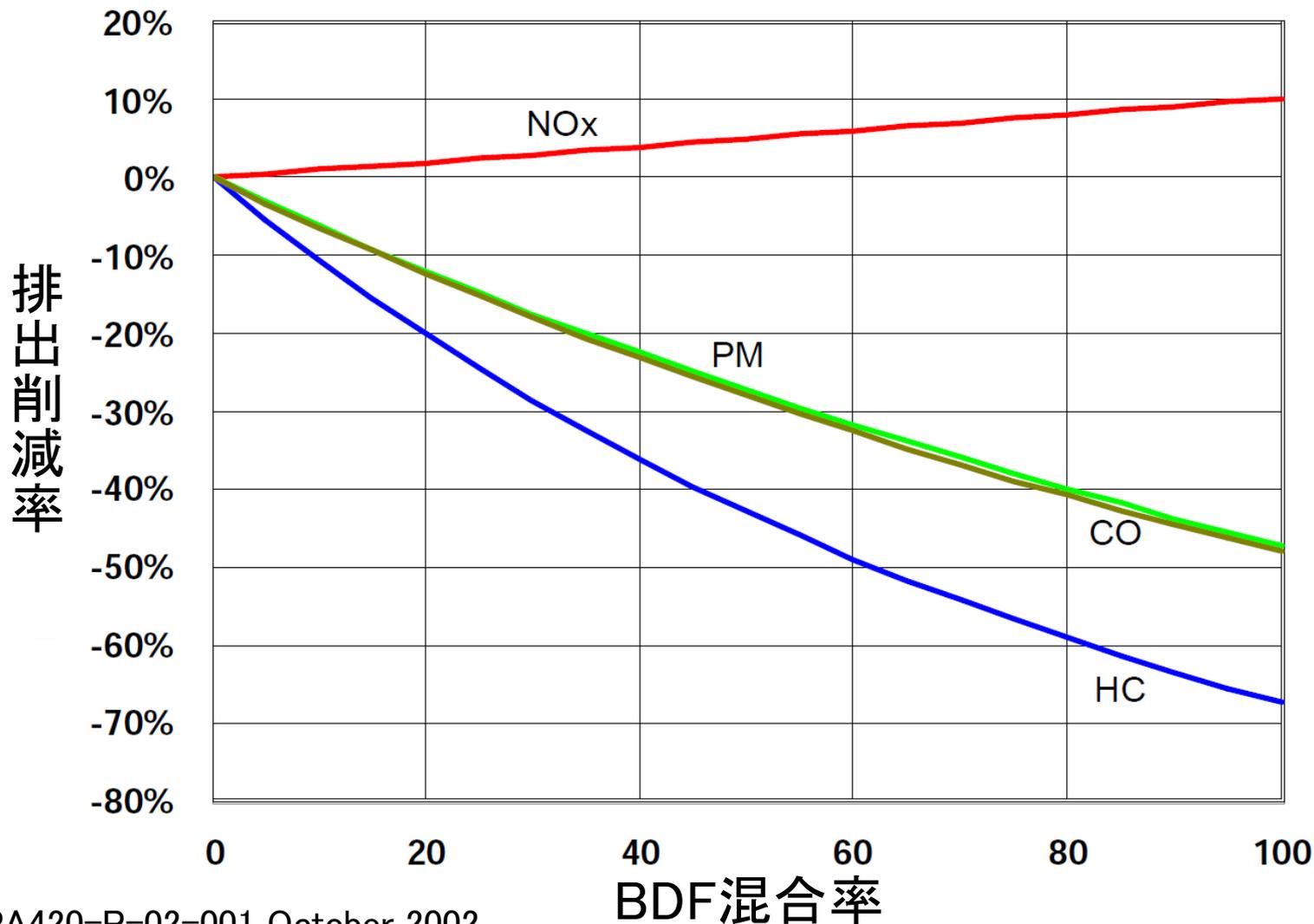
税制優遇と製品規格を定め普及を図るEUでは、バイオ燃料の割合を2010年に5.75%に高める事が目標

ドイツ	B5 B100	B5: 150€/m <sup>3</sup> (23円/ℓ) の課税、 B100: 100€/m <sup>3</sup> (15円/ℓ)
フランス	B5 B30	鉱物油税0.25€/ℓ控除(数量制限有)、 汚染事業総合税の導入
イタリア	B5 B25	20万トンまで非課税
米国	B2 B20	バージン原料油に1ドル/ガロンの税控除、 小規模生産者に10セント/ガロンの税控除

# わが国における取り組み

BDF混合軽油 の規格化	混合上限5質量%	H18年度内に 揮発油等品質 確保法を改正
BDF製造プラ ントの普及	自治体や企業が独自 にBDFを生成・利用	菜の花プロジェ クトなど
BDF1500kℓ/ 年生成	ゴミ収集車と市バス に利用、CO <sub>2</sub> を年間 4000トン削減	京都市、廃食 油のリサイクル
BDF1350kℓ/ 年生成	B100を商品配送車 に利用	(株)プレナス、廃 食油リサイクル

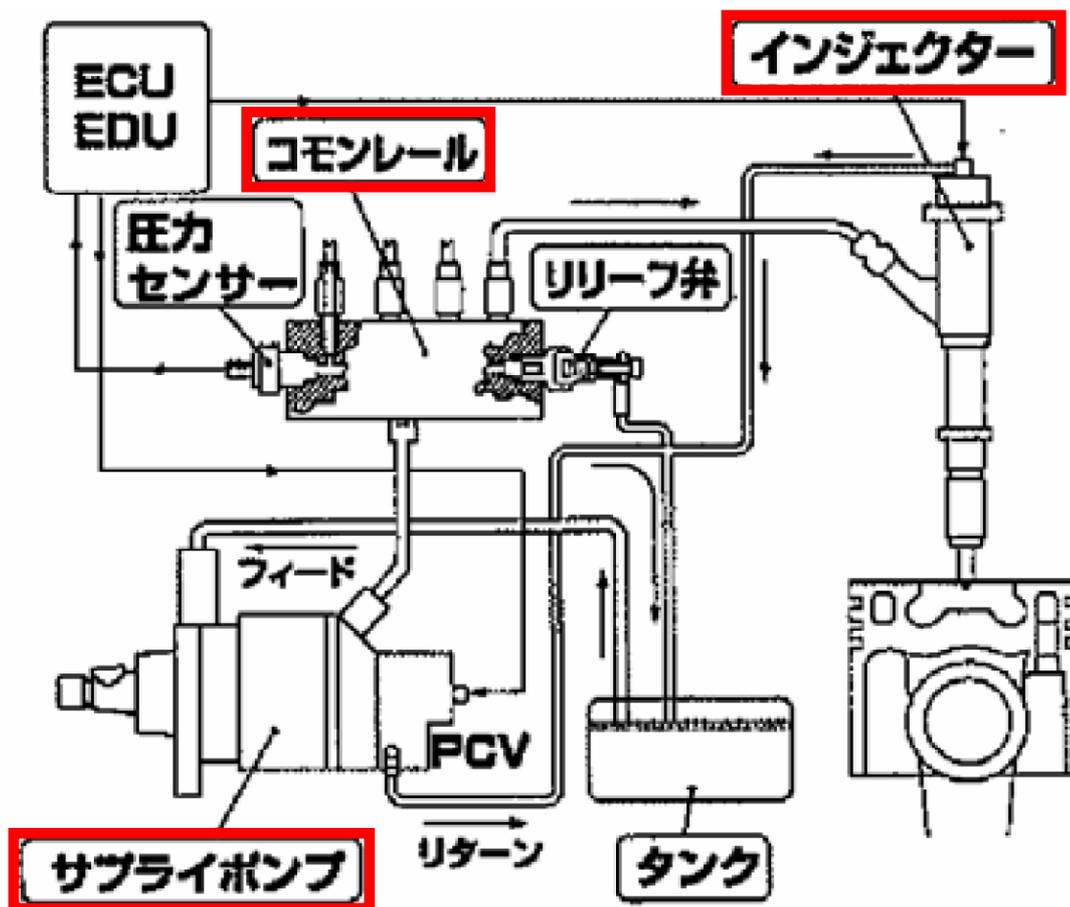
# BDF混合による排出ガス中の 排出規制物質の削減効果



# 大幅なPMとNO<sub>x</sub>の排出削減を実現

燃料の加圧をポンプ、噴射制御をインジェクターに分担させる事で、燃料噴射の時機・量・圧力の緻密な制御を可能にした。

コモンレールシステム



エンジンの負荷状態に関わらず**最適な燃焼状態を維持**できる。

# BDF利用上の課題

- 酸化安定性が軽油に劣るため、生じた酸が燃料供給系部品の損傷原因になる。
- 流動点が高いので、気温が低い時のエンジン始動性が悪化する。
- これらの課題は添加剤の使用により解決できる。

流通インフラの整備や車両の改造は不要

# BDF利用上の留意点

- 熱効率が低いディーゼル車は、ガソリン車に比べCO<sub>2</sub>排出原単位が小さいため、欧州を中心に利用が拡大してるが、わが国では特に乗用車の普及率が非常に低い。
- コモンレール式の導入により、ディーゼル車の欠点である音・振動の低減およびPM・NO<sub>x</sub>の排出が削減され、排出ガスの浄化技術も向上している。
- わが国では世界一厳しい排ガス規制と低い普及率のため、自動車メーカーが排ガス対策にコストをかける動機が小さく、普及の障害になっている。

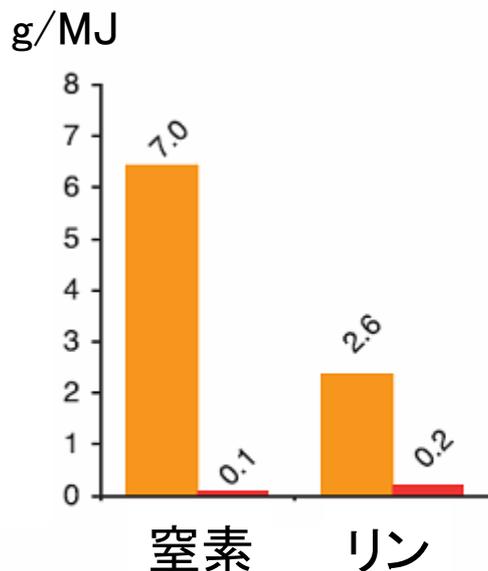
# 3-4.エネルギー収支と環境負荷

米国における  
トウモロコシと大豆を原料にした  
バイオ燃料のライフサイクル分析

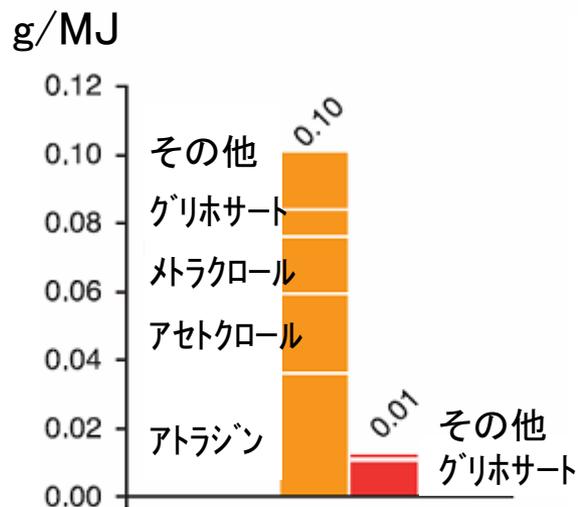


# バイオ燃料1MJ生産当たりの 環境負荷

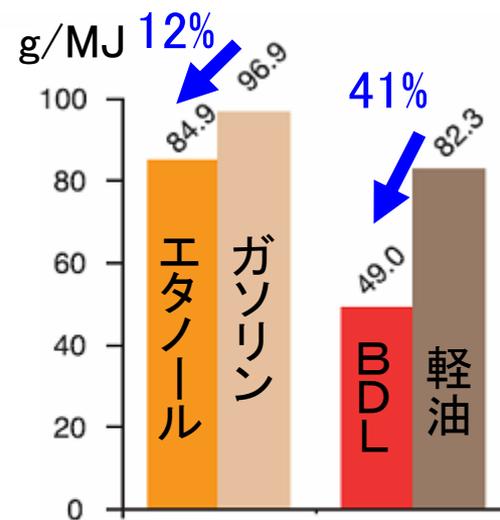
## 肥料の消費量



## 殺虫剤の消費量



正味の  
温室効果ガス排出量



■ トウモロコシエタノール
 ■ 大豆バイオディーゼル燃料

トウモロコシの生産による肥料および殺虫剤の放出は、井戸水の硝酸性窒素汚染の主原因となっている。

# おわりに

- 木質バイオマスは、将来的にはエタノールの原料として期待されているが、現状では熱源としての利用が適しており、欧州でも熱源としての利用例が多い。
- わが国においても、流通ルートの確保やコストなどの課題はあるがペレットストーブは、家庭用の暖房需要を満たす有効な手段であり普及が期待される。
- また、バイオ燃料の世界的な需要は拡大する見通しであり、その輸入には化石燃料と同様の供給不安定が付きまとう。持続可能な利用を目指して、資源作物を利用した国内供給の準備を整える必要がある。