

## 基調講演

# バイオマス利活用の必要性と 課題・対策・展望

鹿児島大学農学部

寺岡行雄

teraoka@agri.kagoshima-u.ac.jp





# 伝統的なバイオマス燃料利用



なんと読みますか？

- ・ 松明 (たいまつ)
- ・ 肥松 (こえまつ)
- ・ 松根油 (しょうこんゆ)

# 浮世絵の世界

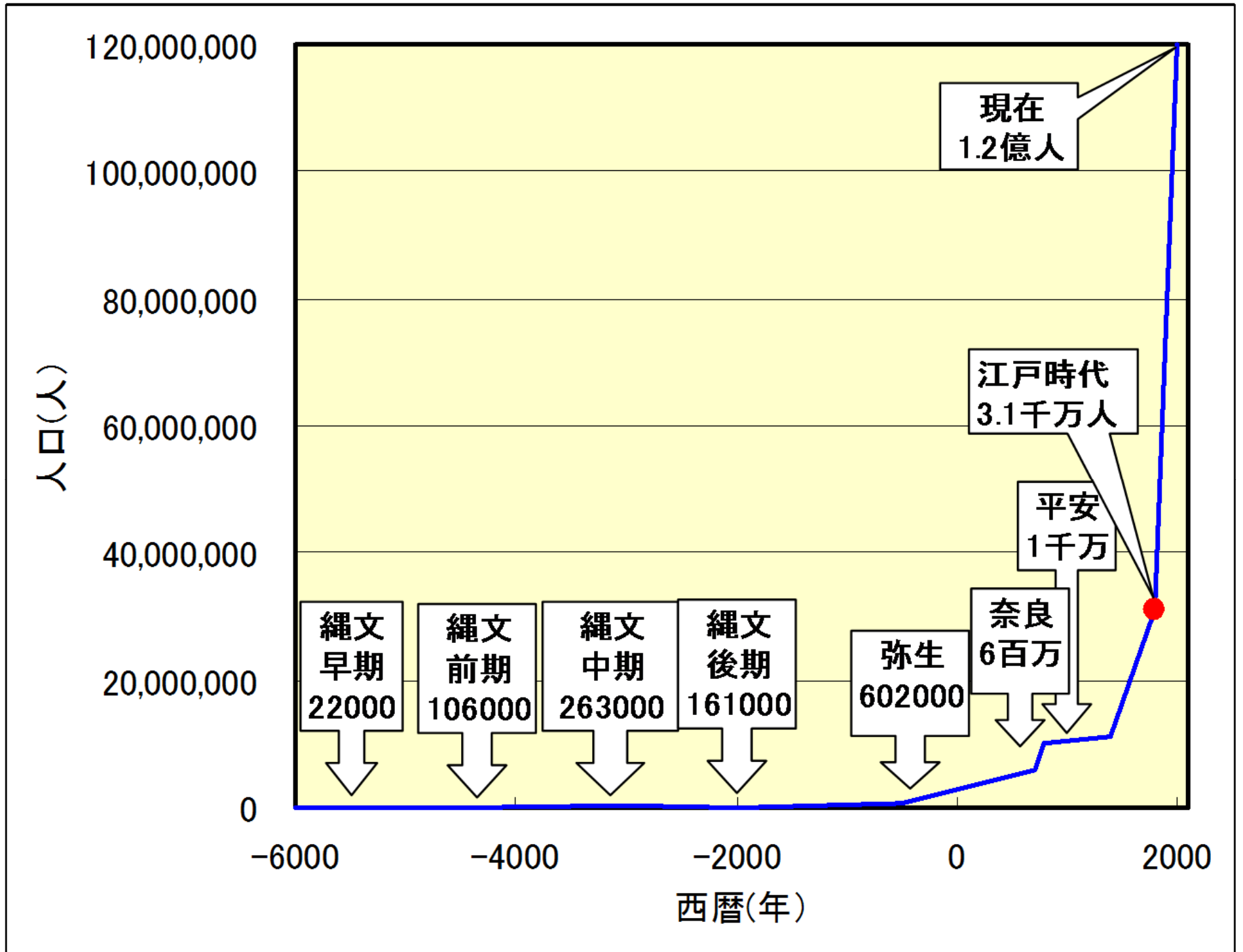


# 瀬戸内海沿岸のはげ山風景



岡山県玉野市 昭和20年代

# 日本の人口の推移



# エコロジカル・フットプリント:EF

私たち日本人は年間1億 $m^3$ の木材を消費しており、12億トンもの二酸化炭素を排出している

1億 $m^3$ の木材消費をまかなうために必要となる森林面積

➡ 2000~3000万ha

12億トンの二酸化炭素を固定するために必要となる森林面積

➡ 約2億ha

その他の消費にともない必要となる土地面積は？





# エコロジカルフットプリントの計算結果

## 日本と世界の一人あたりのエコロジカルフットプリント

	耕作地	牧草地	森林	漁業水域	エネルギー地	費消地	合計
日本	0.47	0.06	0.28	0.76	3.04	0.16	4.77
世界	0.53	0.12	0.27	0.14	1.12	0.10	2.28

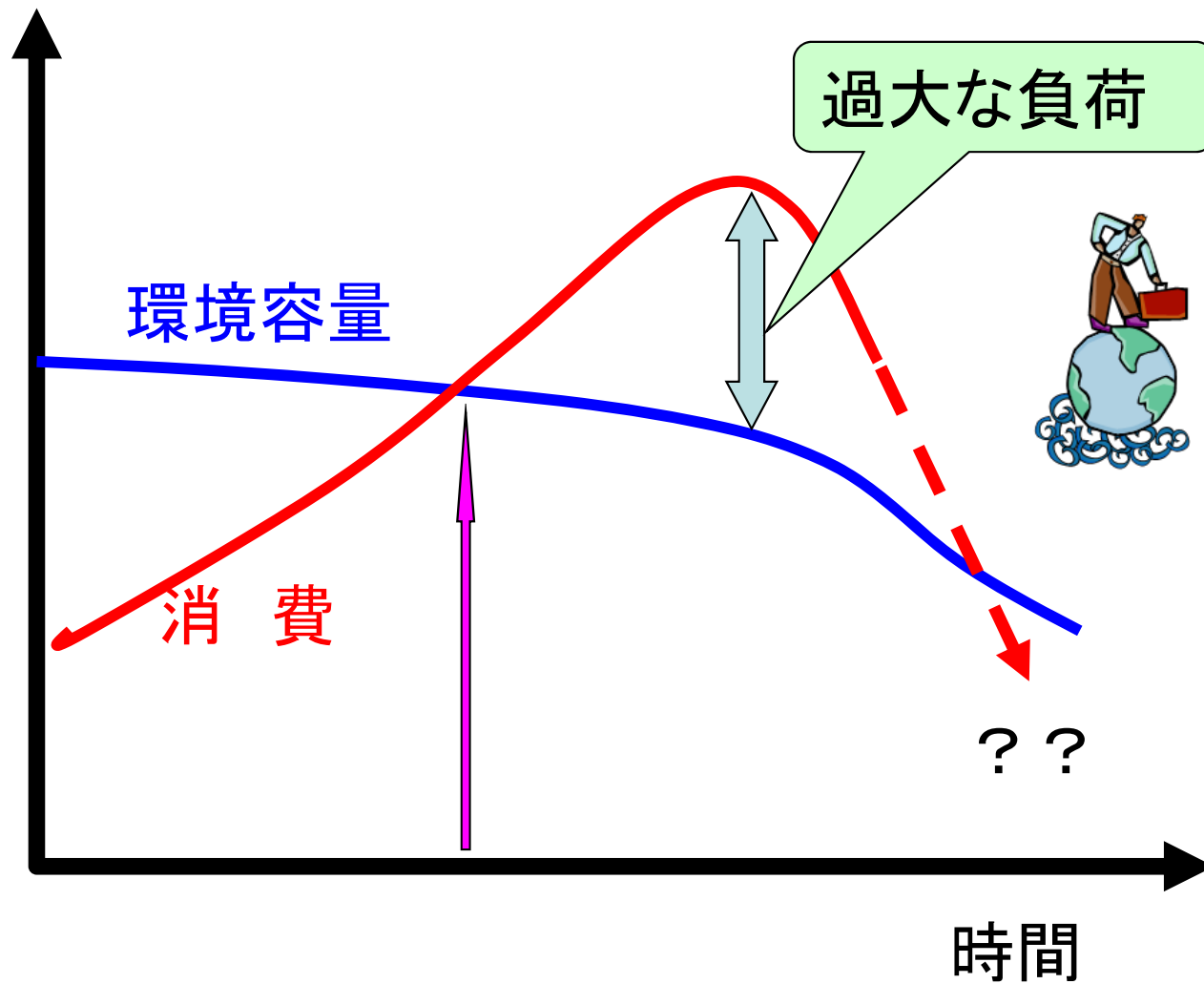
## 日本と世界の一人あたり環境容量(生物学的生産能力)

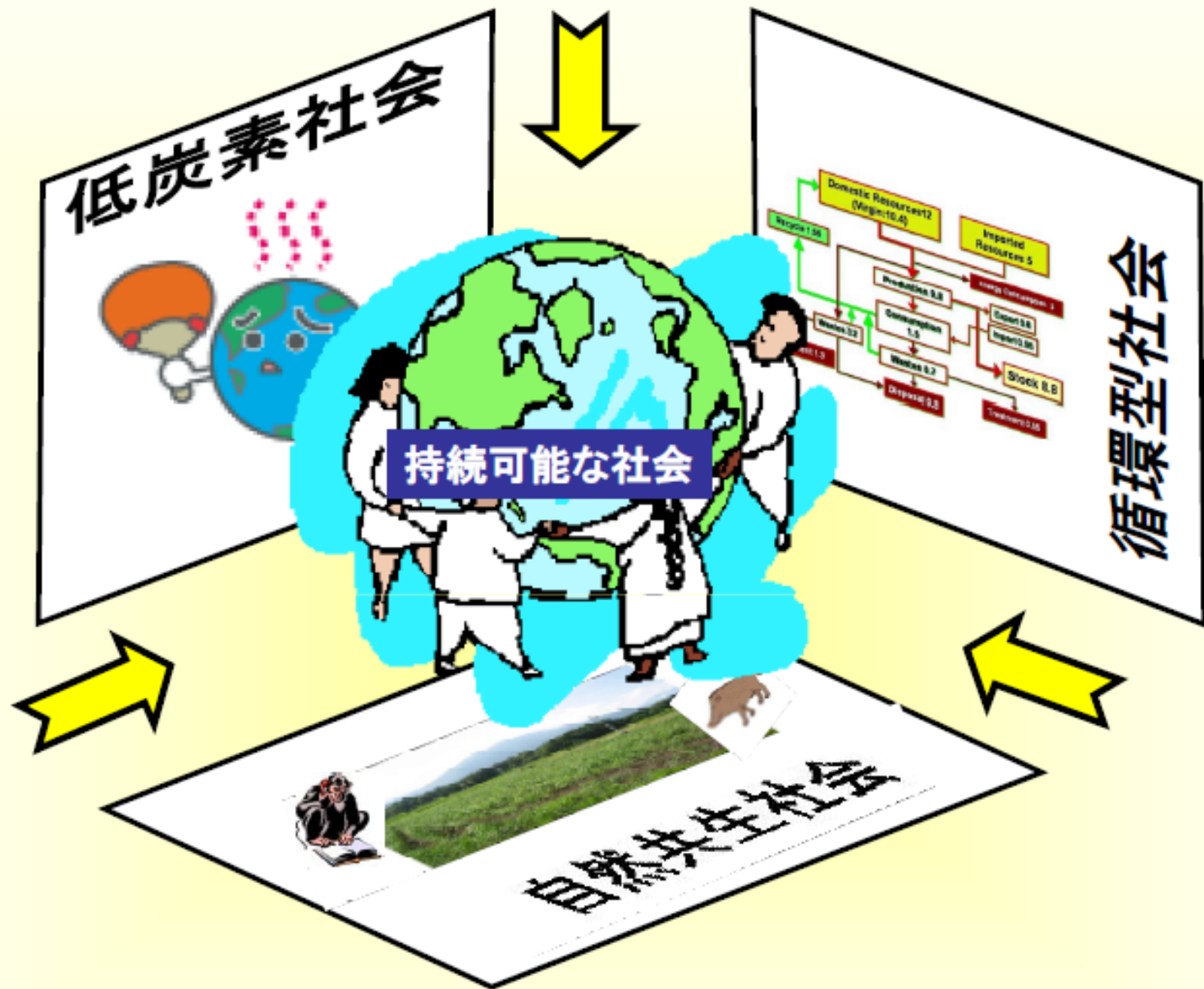
	耕作地	牧草地	森林	漁業水域	その他	合計
日本	0.13	0.01	0.28	0.13	0.16	0.71
世界	0.53	0.27	0.86	0.14	0.10	1.90

WWF(2002), 単位はヘクタール

環境収支 = 環境容量 - エコロジカルフットプリント

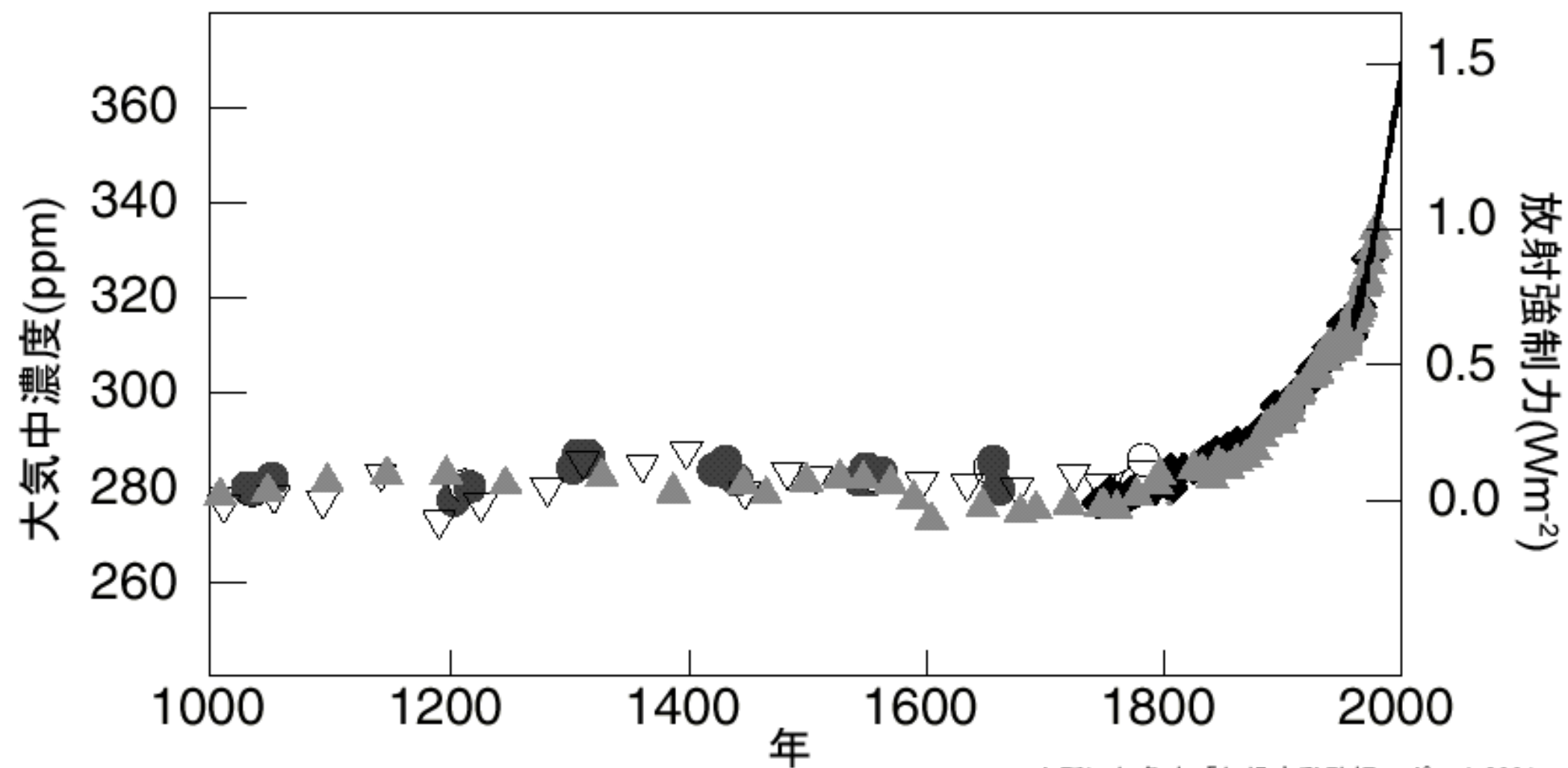
# 環境容量を越える人間活動





持続可能な社会の三つの側面(21世紀環境立国戦略から)  
多様な分野からの統合的アプローチ

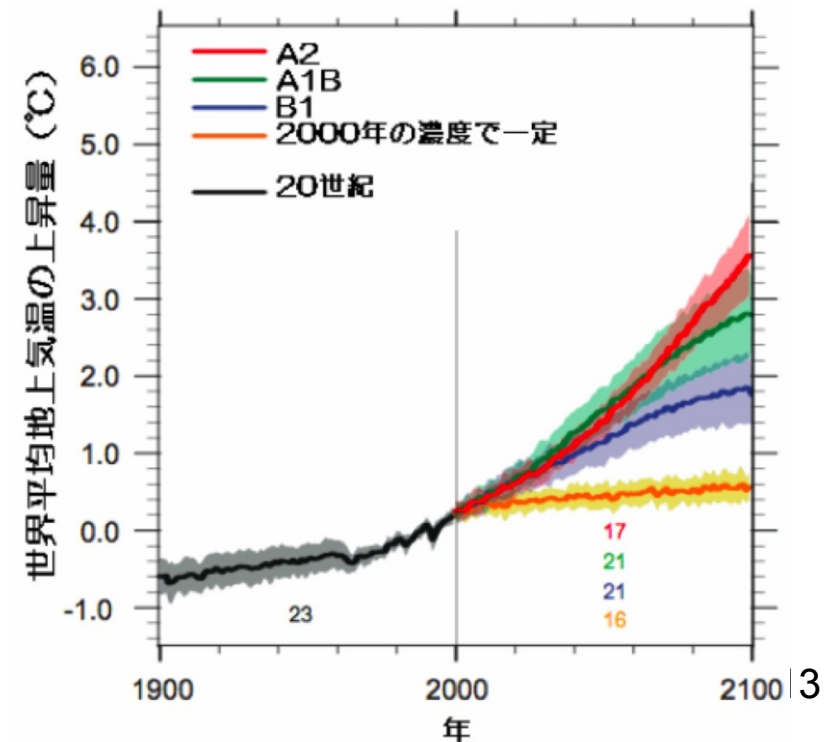
# 二酸化炭素の大気中濃度



出所) 気象庁「気候変動監視レポート2001」

# 地球温暖化の現状と将来

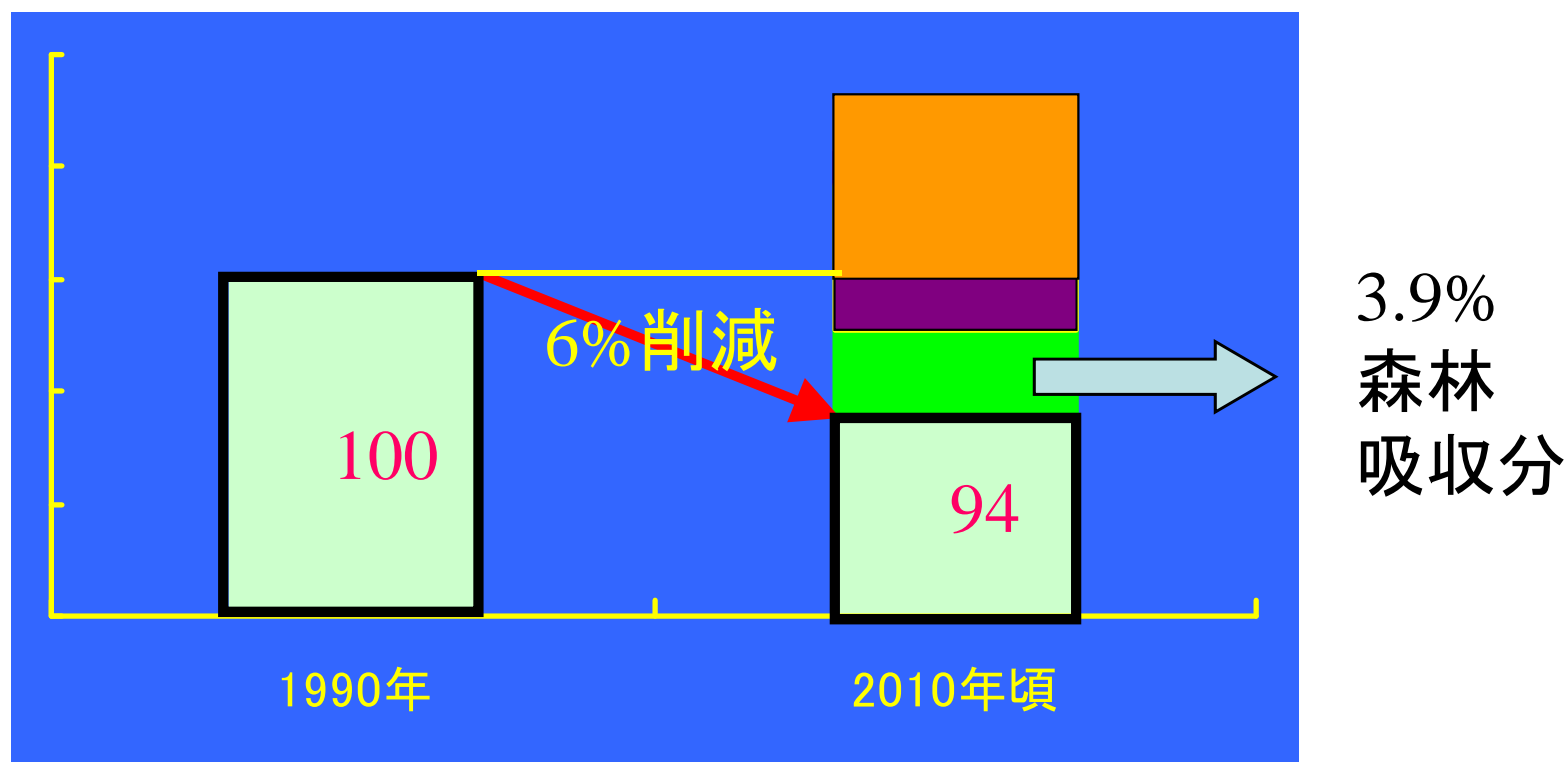
- 温暖化は人為的な温室効果ガス(二酸化炭素、メタン等)の増加によるもの
- これまで
  - 20世紀後半の平均気温は、過去1300年間の内で最も高温
  - 100年前に比べて世界平均気温は0.76°C上昇
  - グリーンランドと南極の氷の融解が海面水位上昇に寄与
  - 20世紀を通じた海面水位上昇量は0.17m
- 今後
  - 2100年に1.1~6.4°Cの温暖化
  - 0.18~0.59mの海面上昇
  - 積雪地帯の縮小
  - 台風の強大化
  - 高緯度での降水量増加
  - 亜熱帯地帯での降水量減少



(IPCC第4次報告書)

# 地球温暖化防止：京都議定書の発効

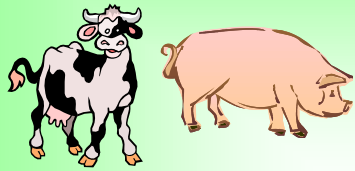
- 2010年（2008～2012年）の温室効果ガスの排出量を1990年比で6%削減する



# バイオマスとは

- 再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの。
- 太陽のエネルギーを使って生物が合成したものであり、生命と太陽がある限り、枯渇しない資源。
- 焼却等しても大気中の二酸化炭素を増加させない、カーボンニュートラルな資源。
- 「バイオマスニッポン総合戦略」におけるバイオマスの分類

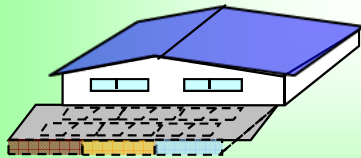
## 廃棄物系バイオマス



家畜排せつ物



食品廃棄物



下水汚泥  
黒液



製材工場残材、  
建築廃材

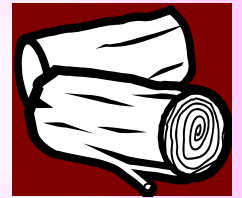
## 未利用バイオマス



稲わら、  
もみ殻



麦わら



間伐材、林地残材等

## 資源作物

糖質資源(さとうきび、てん菜等)  
でんぷん資源(コメ、トウモロコシ等)  
油脂資源(菜種、大豆等)



- 『バイオマス』の語源

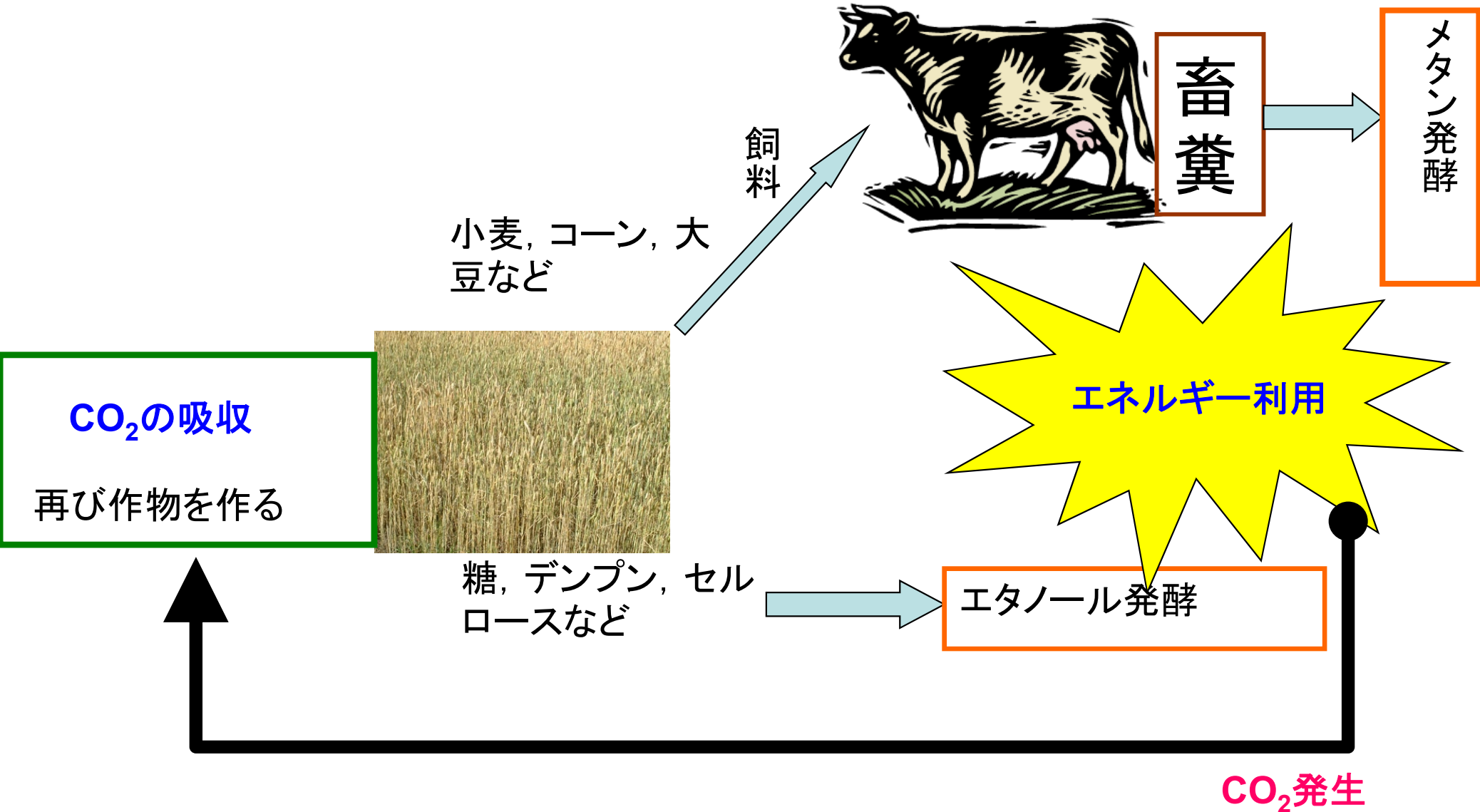
**BIOMASS** (バイオマス) = **BIO** (生物資源) + **MASS** (量)

# バイオマスはカーボンニュートラルな燃料





# メタン発酵もエタノールも カーボン・ニュートラル



# なぜ、今「バイオマス・ニッポン」か

○ バイオマス・ニッポン総合戦略は、バイオマスを利活用する4つのメリットを実現することを目的に推進されている。



① 地球温暖化の防止：



② 循環型社会の形成：



③ 競争力ある我が国の戦略的産業の育成：



④ 農林漁業、農山漁村の活性化：

# バイオマス・ニッポン総合戦略

平成14年12月

バイオマス・ニッポン総合戦略を閣議決定

地球温暖化の防止

バイオマスはカーボンニュートラルという特性。  
化石資源を抑制し、地球温暖化防止に貢献。

循環型社会の形成

廃棄物の発生を抑制し、限りある資源を有効活用する循環型社会へ移行。

戦略的産業の育成

バイオマスが新たにエネルギー、新素材等に向けられることにより、全く新しい産業と新たな雇用の創出が期待。  
環境問題は世界的な課題であり、日本発の戦略的産業として将来的な発展も期待。

農山漁村の活性化

わが国は、温暖・多雨な気候であり、バイオマスが豊富。  
バイオマスの利活用を推進することで、農業、農村社会の新たな可能性を拓く。

平成18年3月

総合戦略を見直し新たに閣議決定

見直しのポイント

**バイオマスタウン構築の加速化**

目標：平成22年度までに300地区程度

利用の進んでいない稲わら、林地残材などの未利用バイオマスの推進がカギ

**バイオ燃料の利用促進**

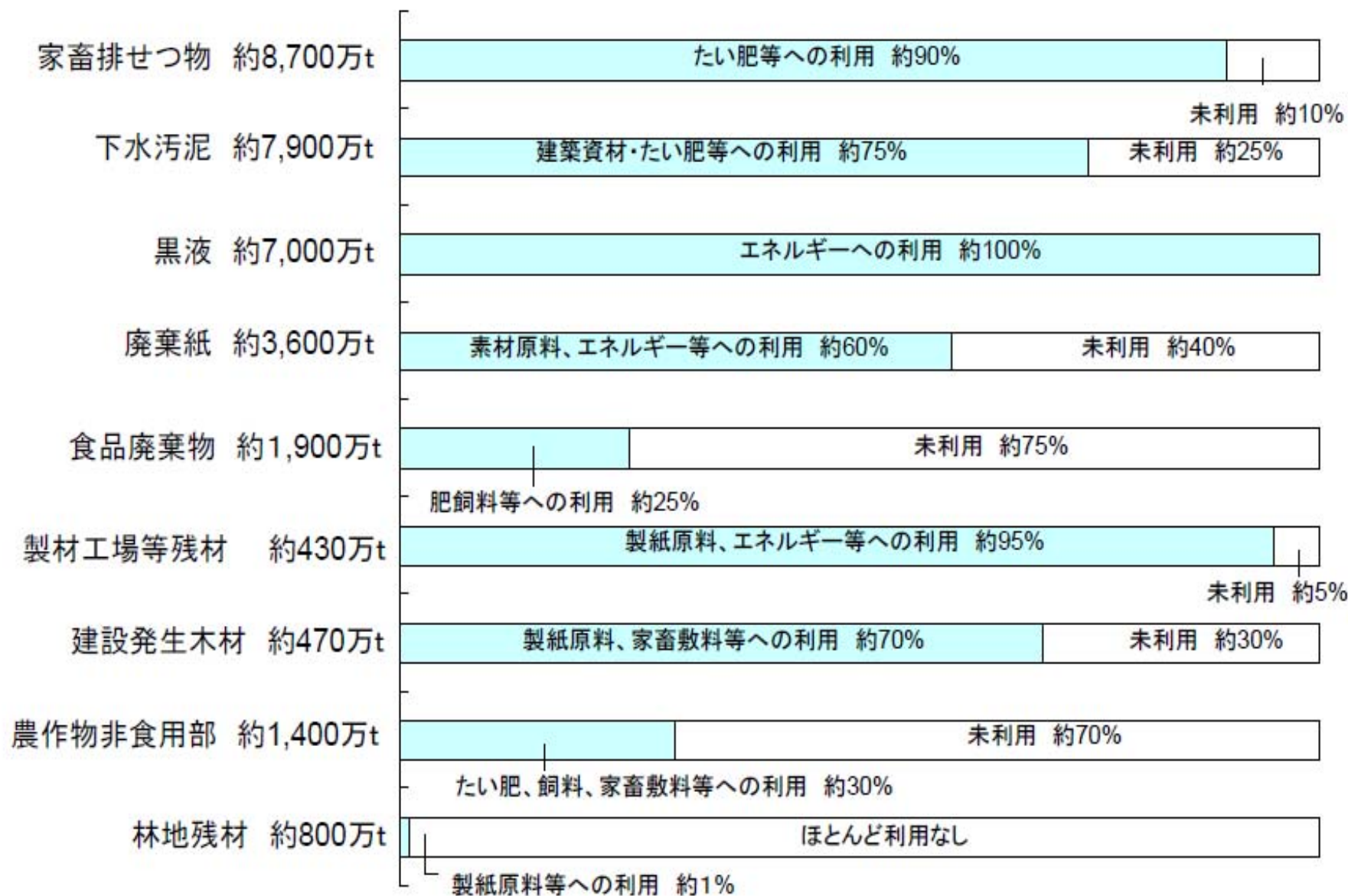
国産バイオ燃料の利用促進

平成19年2月に総理に報告した「国産バイオ燃料の大幅な生産拡大に向けた工程表」に基づき施策を推進

# 我が国のバイオマス賦存量・利用率(2008年)

廃棄物系バイオマス

バイオマス  
未利用



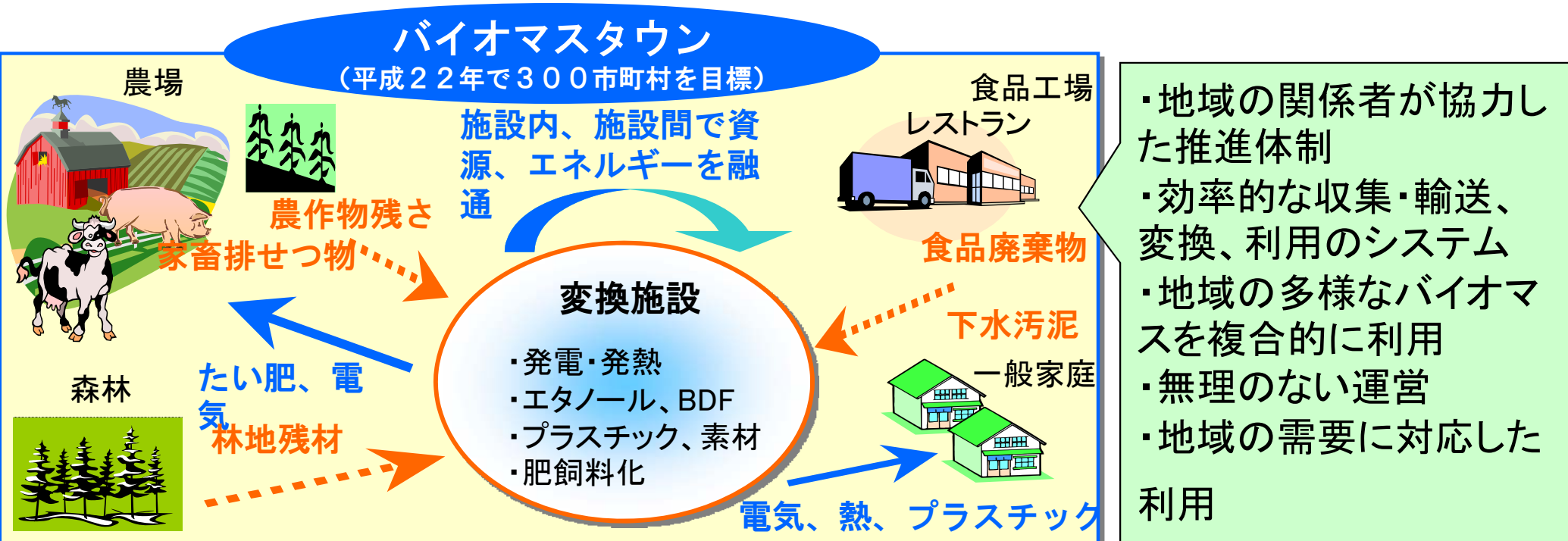
※「食品廃棄物」の利用率は、現時点において20年度の統計結果が公表されていないため、19年度の統計結果を基に算出。

# バイオマスタウンとは

- バイオマスタウンとは、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、

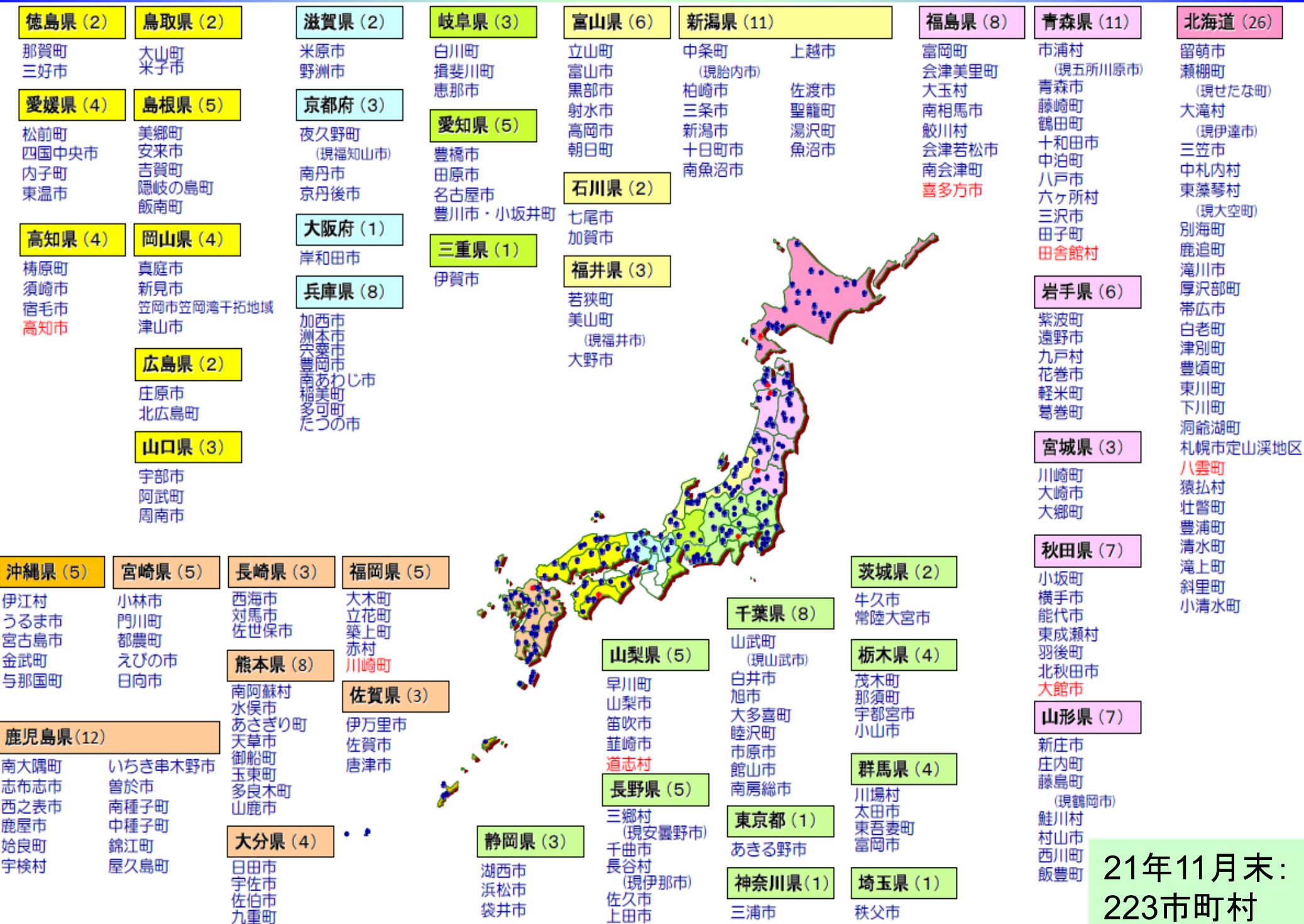
地域のバイオマス利活用の全体プラン「**バイオマスタウン構想**」  
を作成し、その実現に向けて取り組む。



- ・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

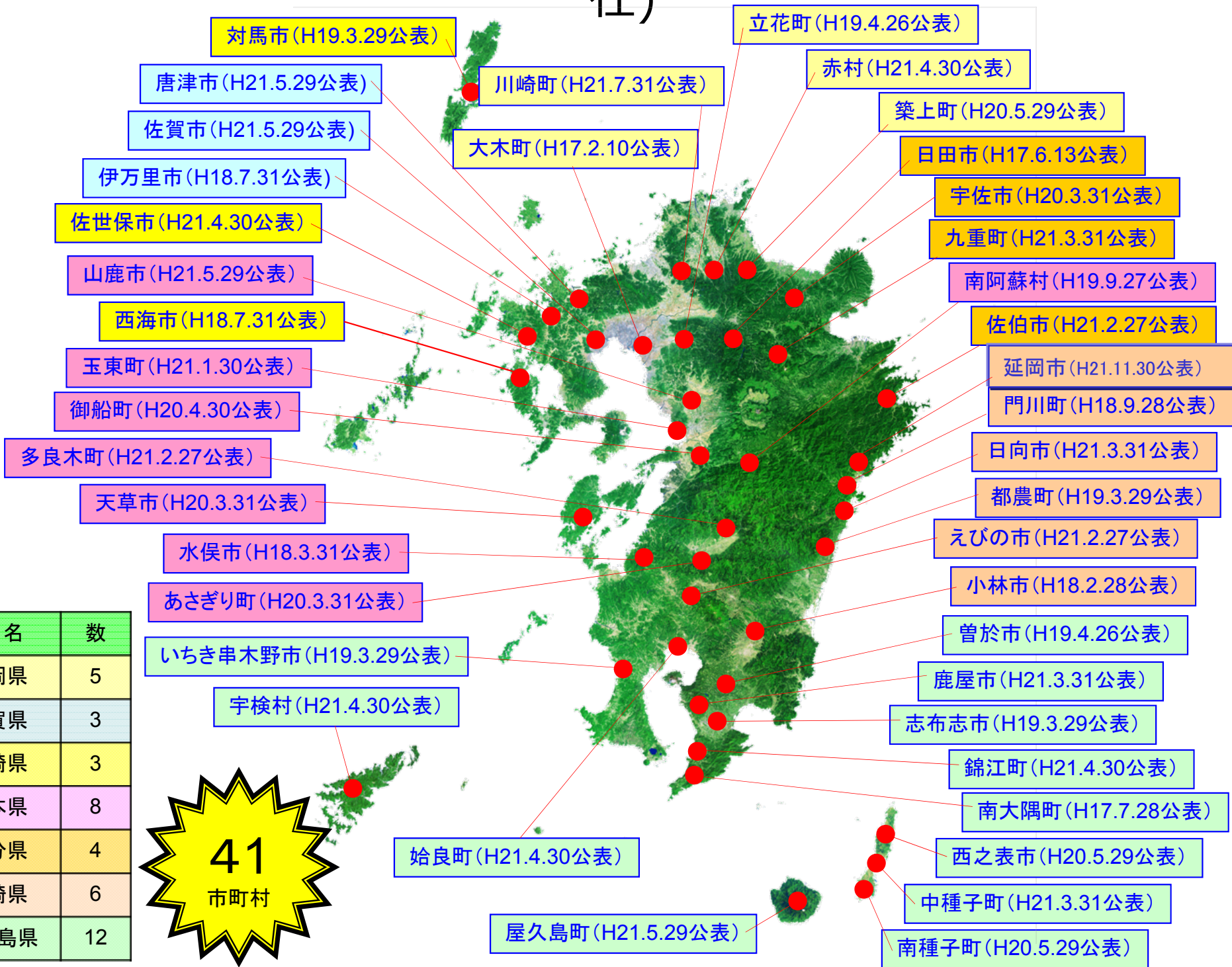
一部のバイオマスだけでなく、一部の人だけでなく、  
地域みんなで、地域のバイオマス全体を効率的に利用！

# バイオスタウン構想を公表した217地区218市町村〈平成21年7月末現在〉



21年11月末:  
223市町村

# 九州地域のバイオスタウン構想公表市町村(2009年11月末現在)



県名	数
福岡県	5
佐賀県	3
長崎県	3
熊本県	8
大分県	4
宮崎県	6
鹿児島県	12

**41**  
市町村

# 地域バイオマス利活用交付金

- 民間事業者が参加しやすいように配慮し、バイオマスの利活用に係るソフト・ハード両面の支援を実施。
- 市町村が作成する事業計画に位置づけられれば、民間事業者であっても施設整備主体となることが可能。
- 発生施設、利用施設については、農林水産省の補助対象施設であれば、バイオマス変換施設と一体的な施設整備が可能。

## 地域バイオマス利活用交付金

### ソフト支援

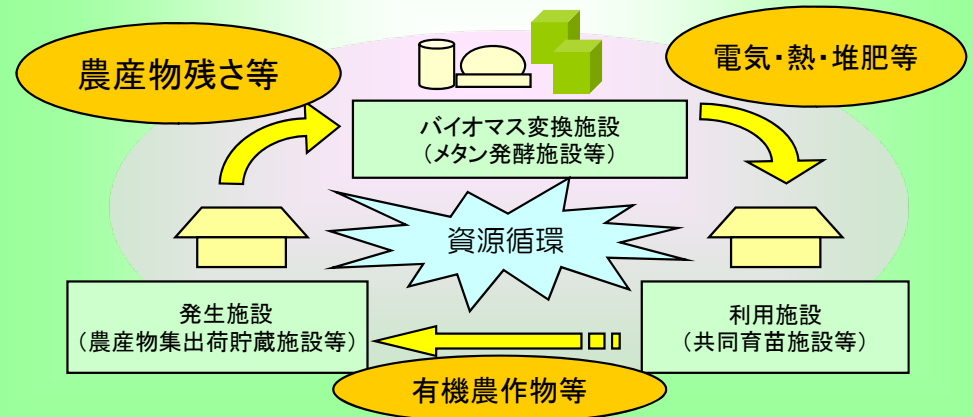
○バイオマスタウン構想の策定等、バイオマスタウンの実現に向けた地域の創意工夫を凝らした主体的な取組を支援。

バイオマスタウン構想支援

バイオマスタウン構想実現のための総合的な利活用システムの構築支援

### ハード支援

○バイオマス変換施設の整備と併せて、バイオマス発生施設・利用施設等、バイオマスの円滑な利活用に関連する施設を一体的に整備。





# バイオマス事業のタイプ別事例 - ①

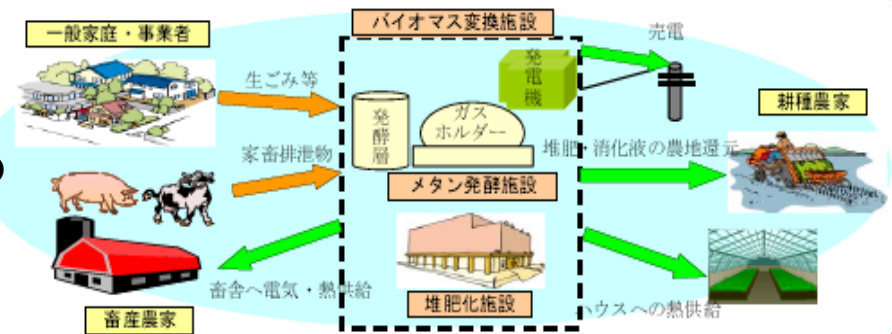
## タイプ1：メタン発酵+肥料化

原料：家畜排せつ物 +  $\alpha$  (生ごみ、食品系廃棄物等)

焼酎かす

利活用：メタンガスによる電気利用(場内及び近隣施設への提供、売電等)、熱利用等

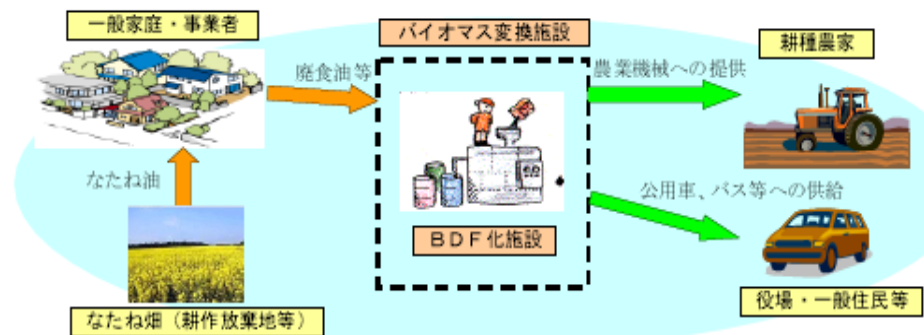
肥料やメタン発酵残さ(消化液)の農地還元等



## タイプ2：BDF (ディーゼル燃料)

原料：家庭用廃食油 +  $\alpha$  (食品工場の廃食油、菜の花等)

利活用：公用車や農業機械等への利用、B5燃料販売



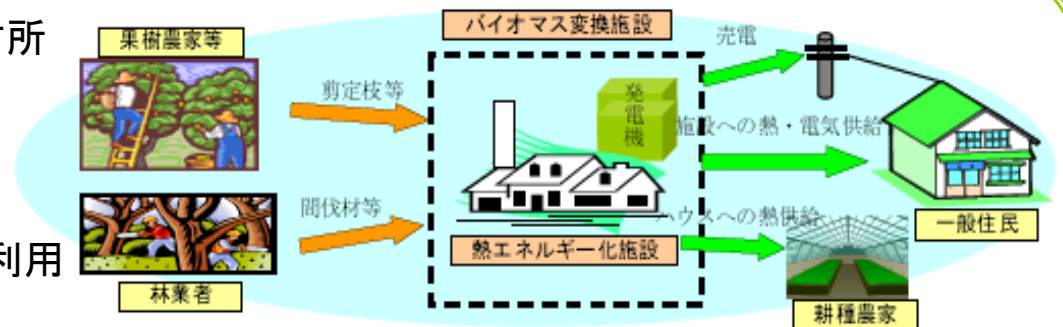
# バイオマス事業のタイプ別事例－②

## タイプ3：木質燃料化（チップ、ペレット等）

原料：木質バイオマス等（剪定枝、間伐材、製材所  
残材等）

利活用：ボイラー燃料（重油から木質燃料へ）

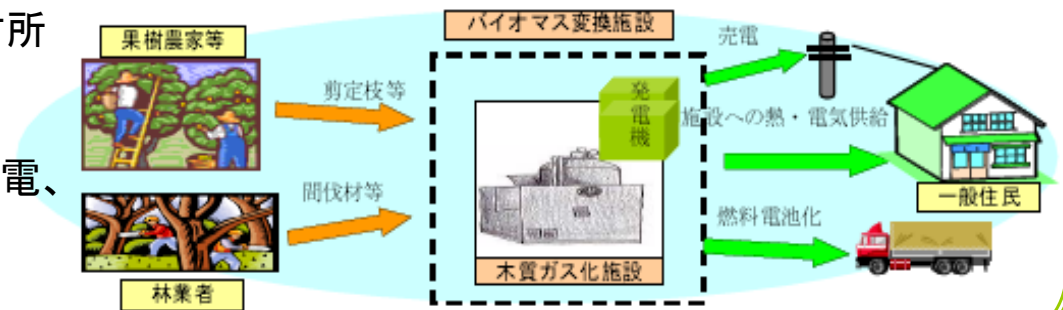
燃料化による燃焼で近隣施設への電気利用



## タイプ3：木質ガス化施設

原料：木質バイオマス等（剪定枝、間伐材、製材所  
残材等）

利活用：ガス化による近隣施設への電気利用、売電、  
熱利用、ガス利用等

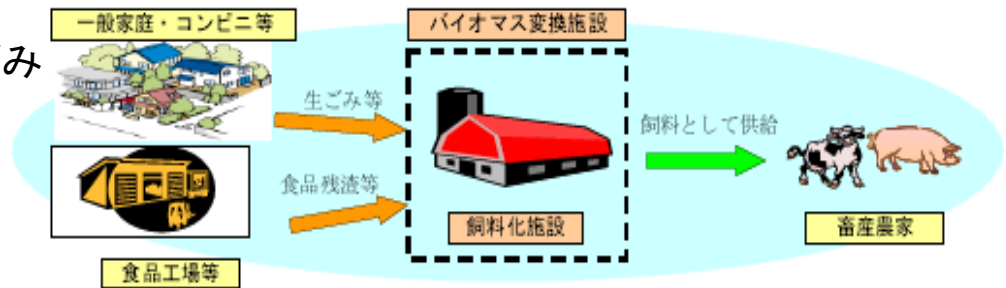


# バイオマス事業のタイプ別事例－③

## タイプ4：飼料化

原料：食品系バイオマス(食品工場、コンビニ、生ごみ等)等

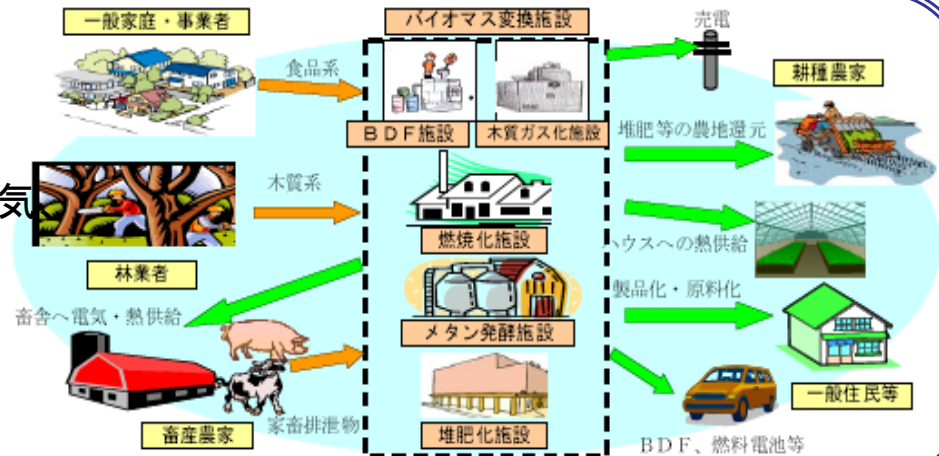
利活用：周辺畜産農家への飼料



## タイプ5：多様な施設の複合活用

原料：従来の一般廃棄物、産業廃棄物等(多種多様)

利活用：直接燃焼、メタンガス、水素ガス等による電気、電気肥料、炭化物の農地還元、飼料化、その他製品の利活用等



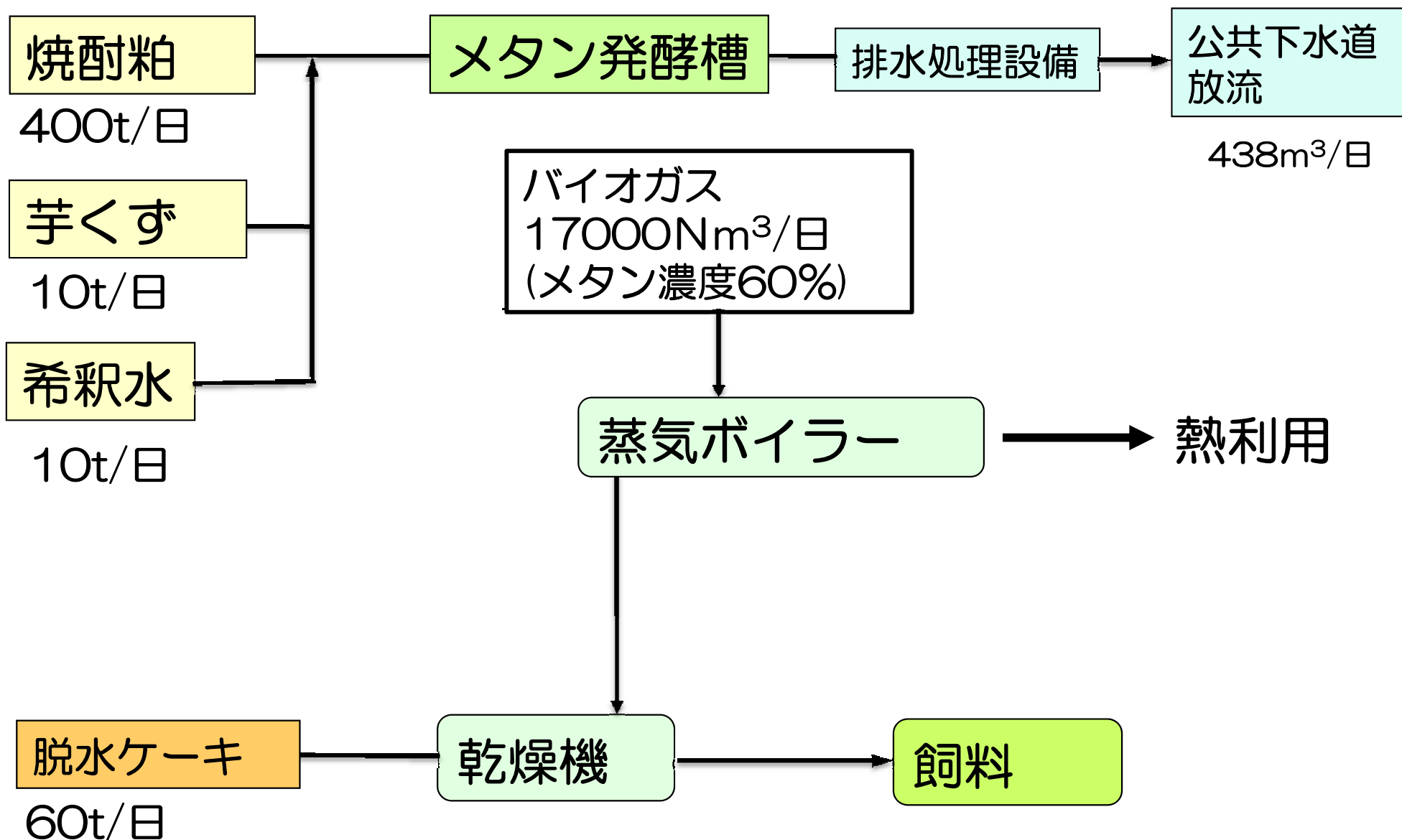
# 廃棄物系バイオマスへの規制

- **ロンドン条約**: 産業廃棄物の海洋投棄禁止  
1996年1月1日から実施。焼酎かすは猶予期間を経て**2001年に海洋投棄が禁止**された。
- **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**: **家畜排せつ物の不適切な管理を解消**して適正に処理、管理し、肥料などとして活用することなどを義務づける1999年に施行。

# バイオ燃料利活用事例

- 焼酎粕(メタン発酵処理)エネルギー抽出
- 鶏糞(直接燃焼)火力発電
- 牛糞・豚糞(メタン発酵)エネルギー抽出
- 木質系廃材(直接燃焼・ガス化)  
エネルギー利用
- 下水・浄化槽汚泥(メタン発酵・液肥化)
- 廃食用油(メチルエステル化)ディーゼル燃料

# 霧島酒造(株)焼酎粕リサイクルプラント



# 鶏糞を燃料とした発電所（宮崎県）



平成15年度生産振興総合対策事業  
平成16年度バイオマス利活用フロンティア整備事業  
(家畜排せつ物利活用施設整備事業)

施設の概要 事業主体: みやざきバイオマスリサイクル株式会社

施設区分	鶏糞ボイラー施設	
施設の内容	鶏糞受入建屋	鶏糞貯蔵設備
	鶏糞ボイラー	鶏糞ボイラー付属設備
	タービン建屋	タービン付属装置
	サービスビル	構内舗装・外柵
施設能力	鶏糞焼却能力 発電出力	440t/日 11,350kw
工期	平成15年10月～平成17年5月	
営業運転開始	平成17年5月27日	

ブロイラー(食肉鶏)の糞  
焼却灰は肥料として販売

# みやざきバイオマスリサイクル発電所の概要

電気事業法による「火力発電所」

鶏ふん焼却に伴う焼却灰の販売

焼却熱を利用した発電による電力の販売

施設名称	みやざきバイオマスリサイクル発電所 (経済産業省 RPS法認定設備)
鶏糞焼却量 焼却灰量	132,000ton/年 (440t/日) 約 13,000ton/年
発電出力	11,350kW (発電端) 約 9,000kW (送電端)
建設着工	平成16年3月
営業運転開始	平成17年5月27日



# ブロイラー鶏糞の性状

平均発熱量 約 1,900kcal/kg 低位発熱量  
(LHV)

平均水分 約 43% (25~60%)

(参考) 一般廃棄物の平均発熱量 約 2,000kcal/kg (LHV)

海外石炭の平均発熱量 約 6,200kcal/kg (LHV)

鶏糞主要元素(無水) : 炭素 39~41%, 水素5~6%, 酸素34~36%

窒素 3~4%, リン 1~2%, カリウム 2%程度 Cl, S, Ca, Na等

↓ 灰化率 約10%(濃縮)

焼却灰主要元素(無水): 五酸化リン 20%程度, 酸化カリウム15%程度etc

(豊富な P, K を含有する有機系肥料資源)

※リンについては、最近特に注目されている

# 鶏糞運搬範囲 (薄く広く点在)

## ● ゾーン1 ■

- ・児湯郡, 東郷町, 西都市
- ・鶏糞量 約47,000t/年  
(全体の35%に相当)
- ・MBRとの距離 20km以内

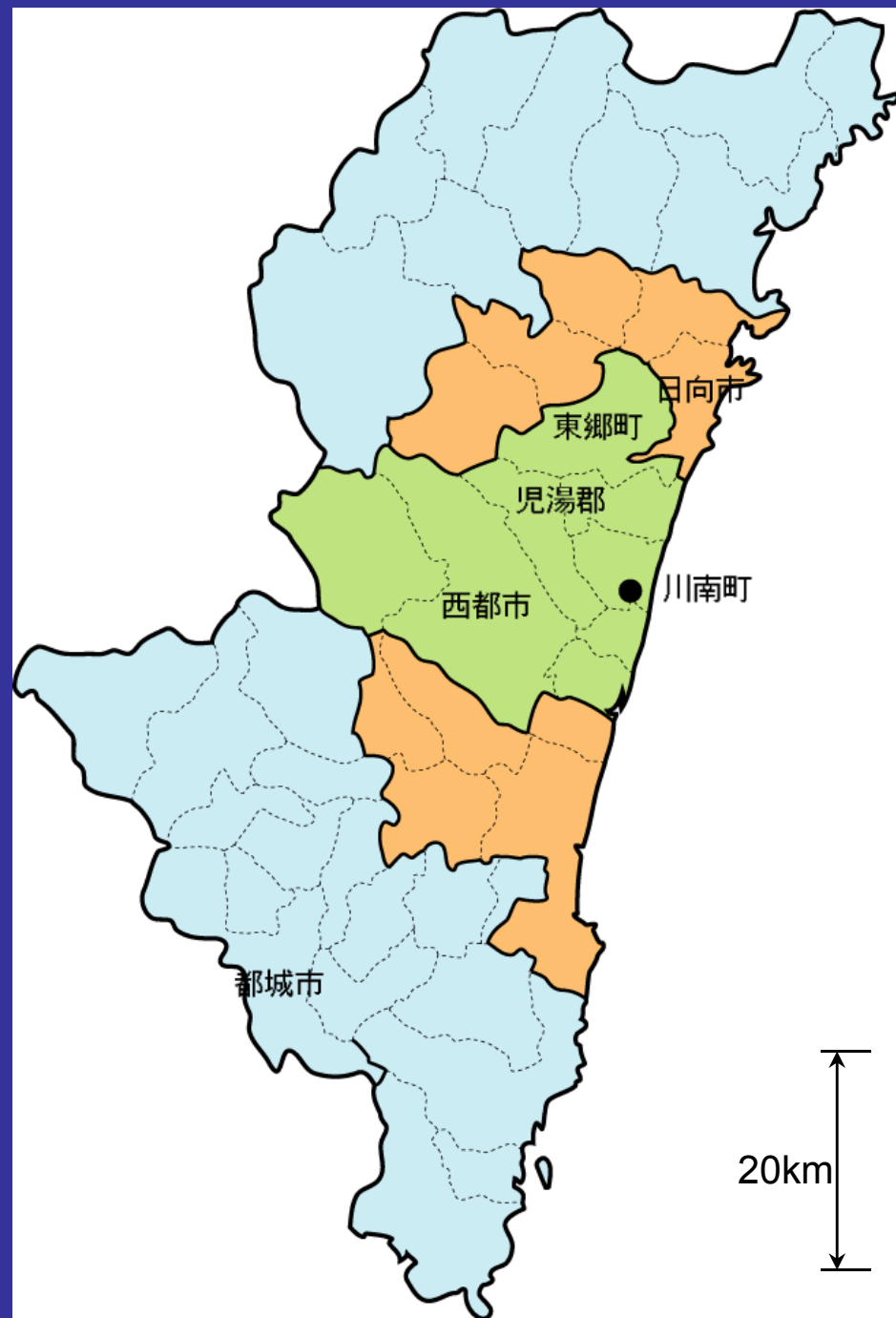
## ● ゾーン2 ■

- ・日向市, 門川町, 北郷村, 南郷村  
佐土原町, 国富町, 高岡町
- ・鶏糞量 約15,000t/年  
(全体の10%に相当)
- ・MBRとの距離 40km以内

## ● ゾーン3 ■

- ・都城市他
- ・鶏糞量 約70,000t/年  
(全体の55%に相当)
- ・MBRとの距離 40km以上

(市町村名は平成17年時点)



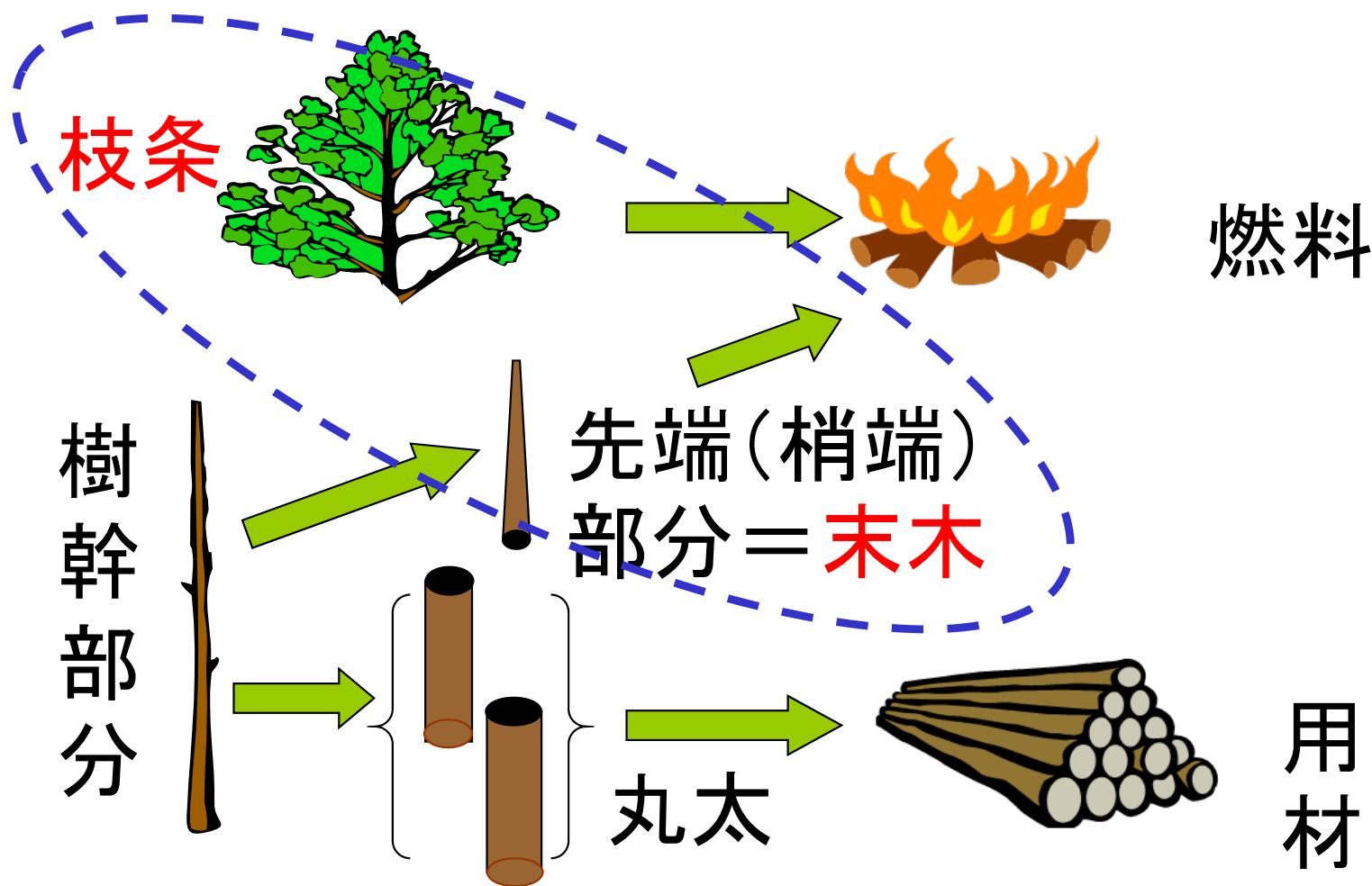
# 牧場でのメタン発酵による畜糞の処理



発生ガスはガスエンジン発電で利用  
発酵残渣は液肥として牧草地へ還元



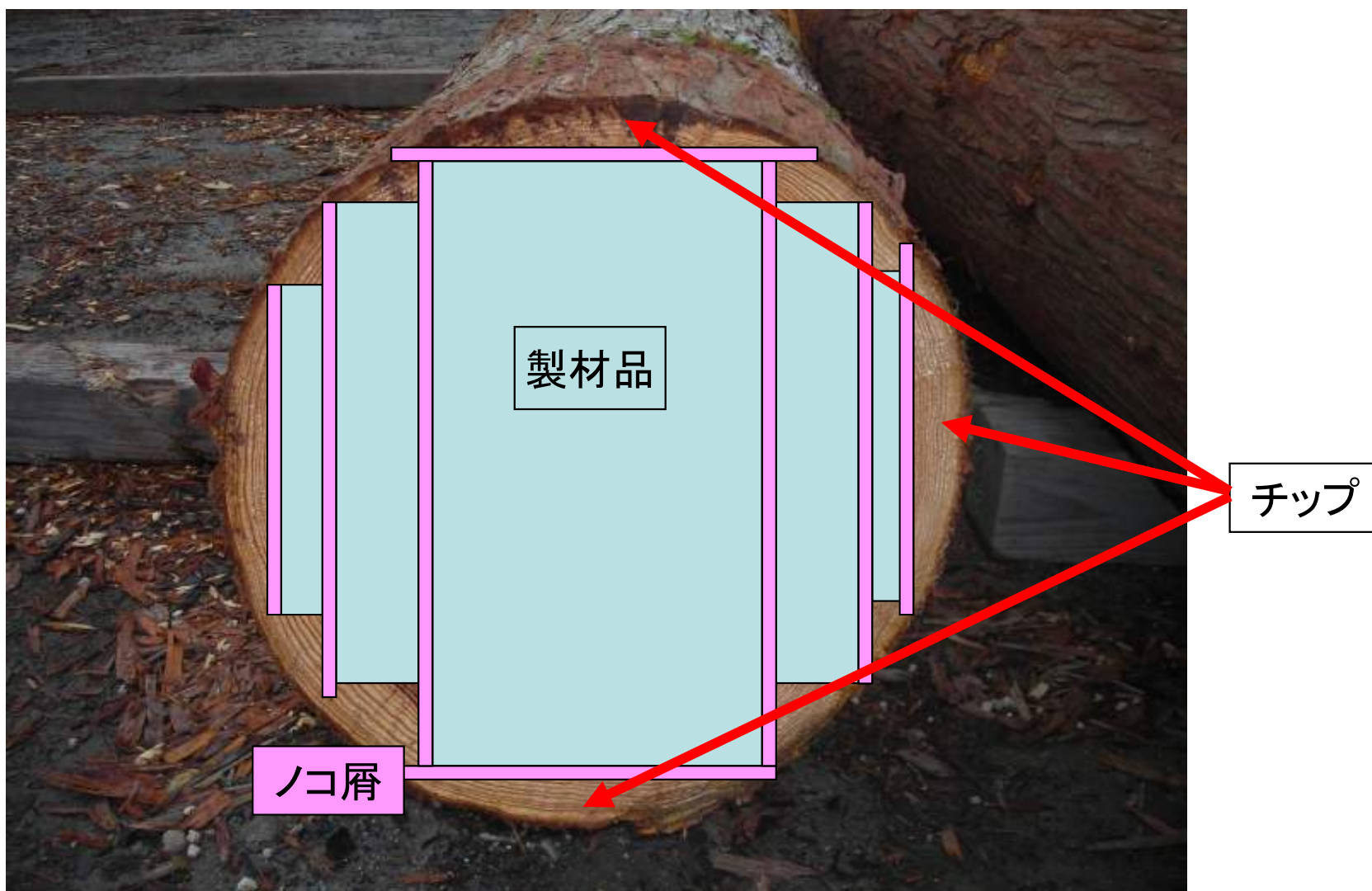
# 林地残材：末木枝条を燃料として利用 する







# 丸太は製材品とノコ屑とチップになる



# 製材チップ (おもに製紙用)





# バイオマス利用施設 木屑焚きボイラー(当センター内)

## 外観



木くず焚きボイラーに投入する  
バーク等を貯蔵する

1時間当たり6tの蒸気を作り出せるボイラ  
蒸気は乾燥機に使用。

# 木材の乾燥（人工乾燥）



低温乾燥機



高温乾燥機

# 養鰻業者への燃料チップの供給

水槽加温用重油ボイラーをチップボイラーに転換  
年間1200トン(絶乾重:4800m<sup>3</sup>程度)を供給(重油500kl相当)  
カーボン・オフセット(J-VER)への登録→印刷企業が購入  
21年度にボイラーを増設予定



# 木質ペレットとは？

- ・おがくず，樹皮等を粉碎し，固めたもの
- ・含水率が8%程度と低く，発熱量が高い
- ・ボイラー，ストーブ等の火力調整・自動運転が可能





PELLET FLANS

WAX

VELL

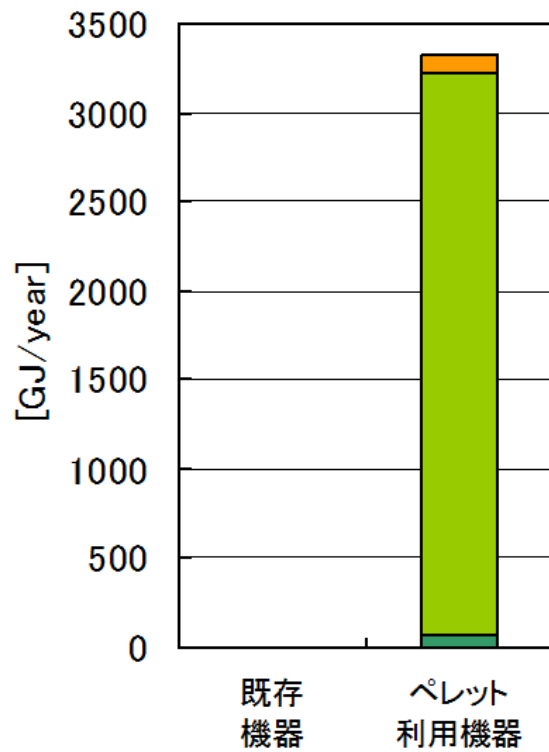
Best Industrial Research Institute - Finland



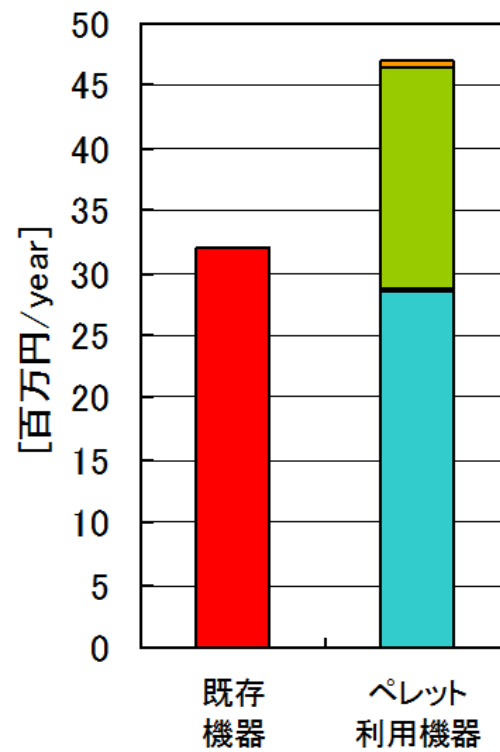
屋久島におけるペレット直焚エアコンの実証試験

# 灯油ストーブをペレットで代替

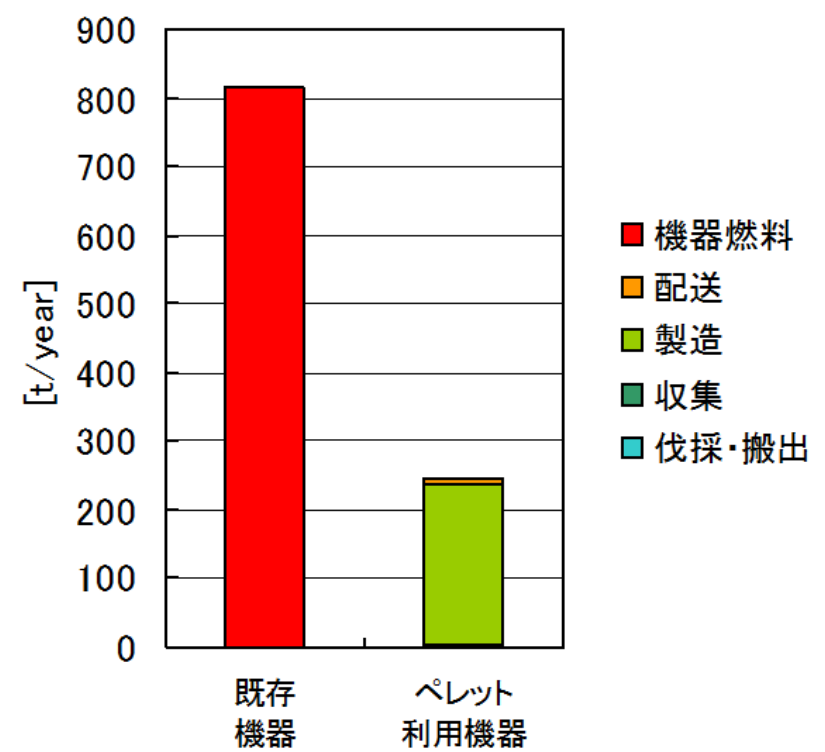
## エネルギー



## コスト



## CO<sub>2</sub>排出量



- 機器燃料
- 配送
- 製造
- 収集
- 伐採・搬出

# 間接ガス化炉



バイオマス燃料：5t/日

発電出力：約180kW

蒸気発生量：140kW

## ●設備仕様

バイオマスの処理能力：

210 kg/h (16% 水分ベース)

5 ton/日 (24時間 連続運転にて)

発生燃料概要：

燃料種	熱分解可燃性ガス
成分	CO 26 vol% CO <sub>2</sub> 17 vol% H <sub>2</sub> 48 vol% CH <sub>4</sub> 8 vol% (乾ガス基準)
発熱量	10.9 MJ/m <sup>3</sup> (2,615 kcal/m <sup>3</sup> , 乾ガス, normal)
発生量	319 m <sup>3</sup> /h (乾ガス, normal)

発電量：176 kW (内設備内消費 約40 kW)

蒸気発生量：143 kW (187 kg/h, 170 °C, 0.7 MPa)

温水発生量：73 kW (62,600 kcal/h)



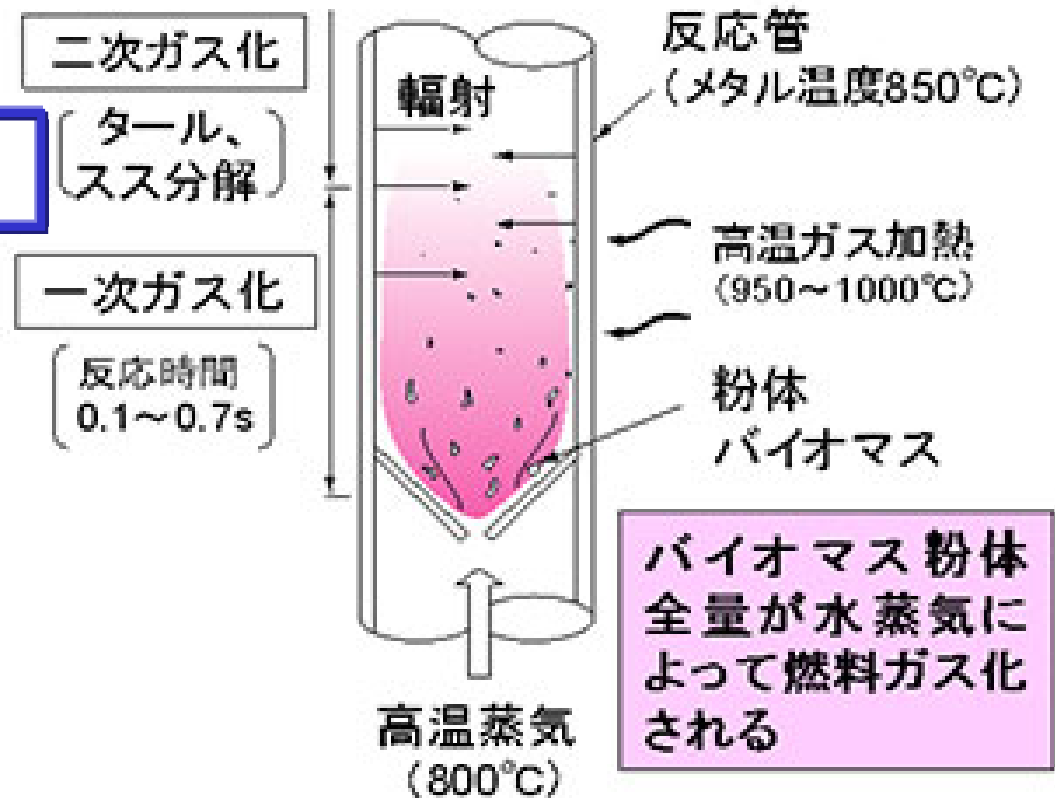
# 農林バイオマス3号機主要仕様

## 浮遊外熱式高カロリーガス化

- ・ 出力50kW
- ・ 総合発電効率(21%)
- ・ エンジン発電30%
- ・ ガス効率75%
- ・ バイオマス供給量(51kg/h)

原料バイオマス31kg/h  
外熱バイオマス20kg/h

- ・ 廃熱利用率50～60%
- ・ 灰排出量(木質系)～2kg/h
- ・ 総合熱利用率70～80%





# 行政と住民が一体となった地域のバイオマス有効利用の推進



# バイオマス利用 一人と物の循環

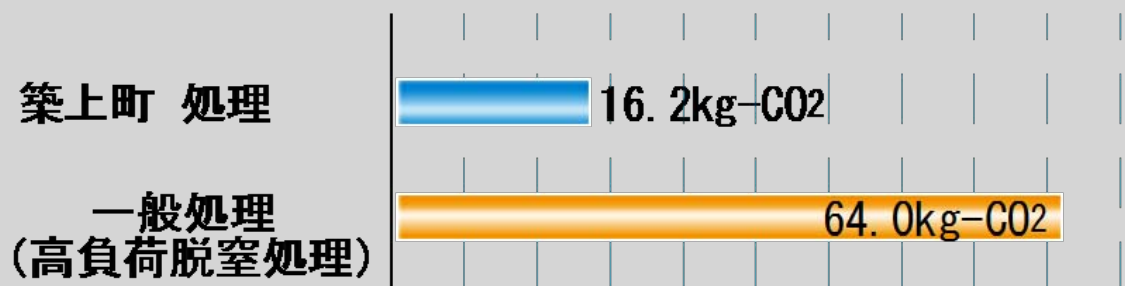
家庭から出る「し尿・浄化槽汚泥」を好気発酵・液肥化。その農業利用に15年の経験と実績があります。



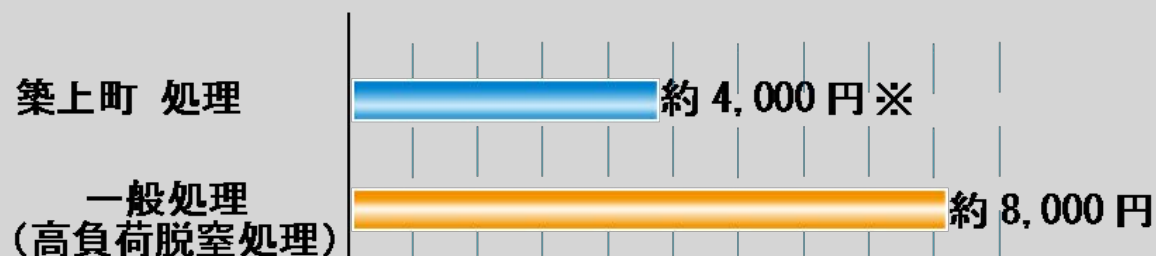


# 経済・環境コストを最小限にできる技術

処理で発生するCO<sub>2</sub>(1KL当たり)



処理費用(1KL当たり)



※散布コストを含む

# 普及啓発事業

学校給食へ活用



町民シンポジウムで発表



食育



循環授業



近隣企業との協業



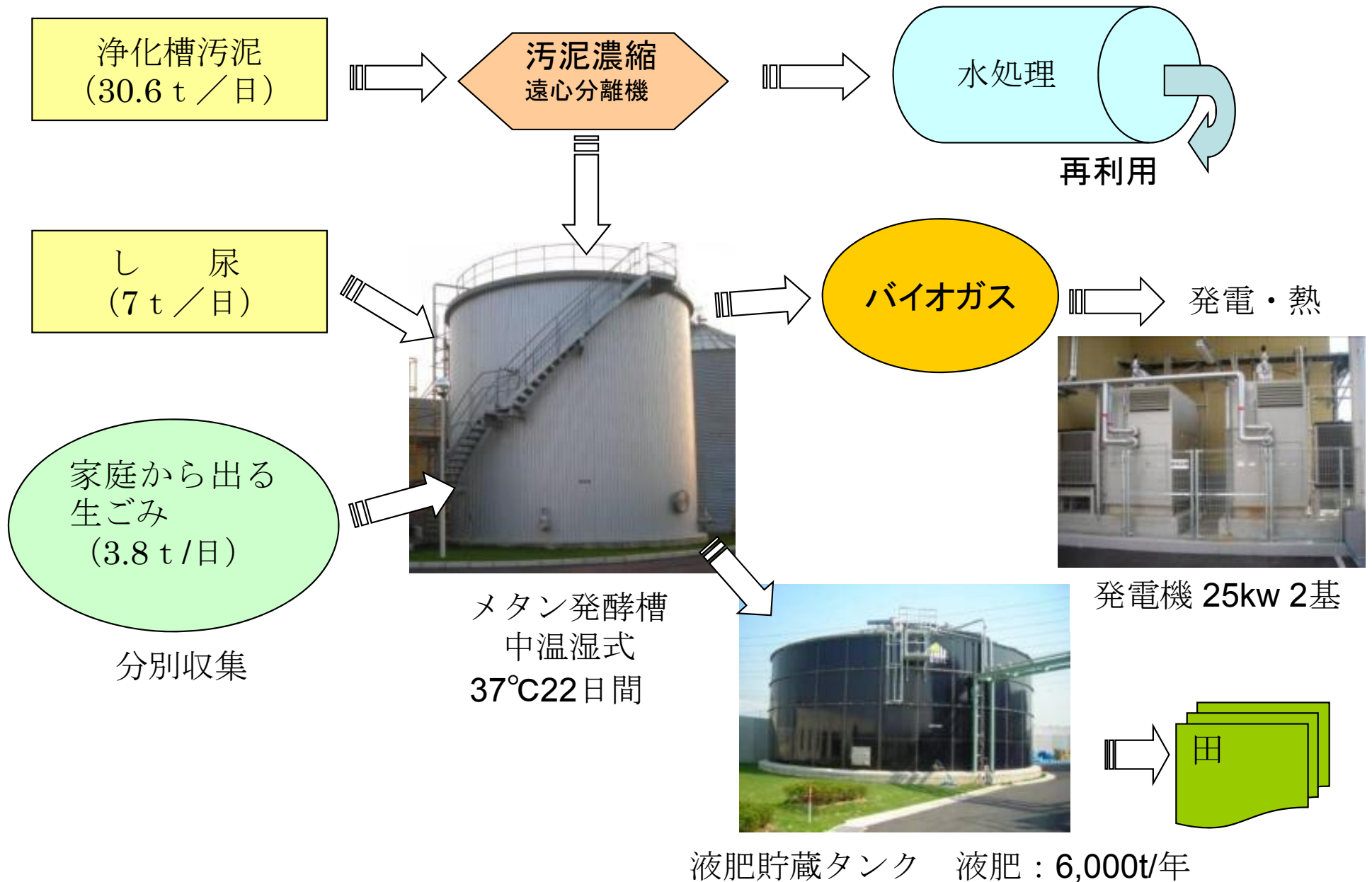
海外への技術協力



# おおき循環センター くるるん

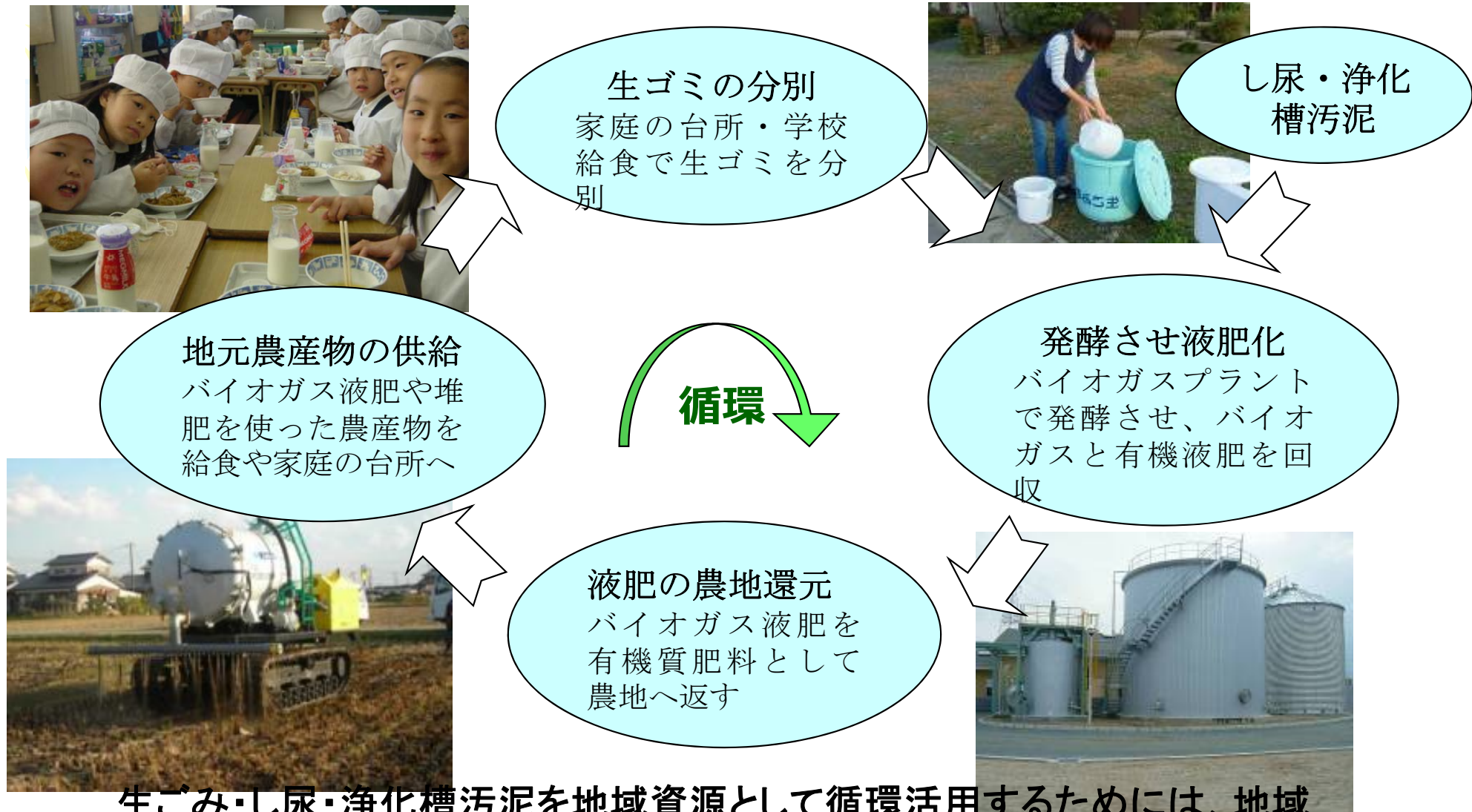


# バイオガスシステムのフロー



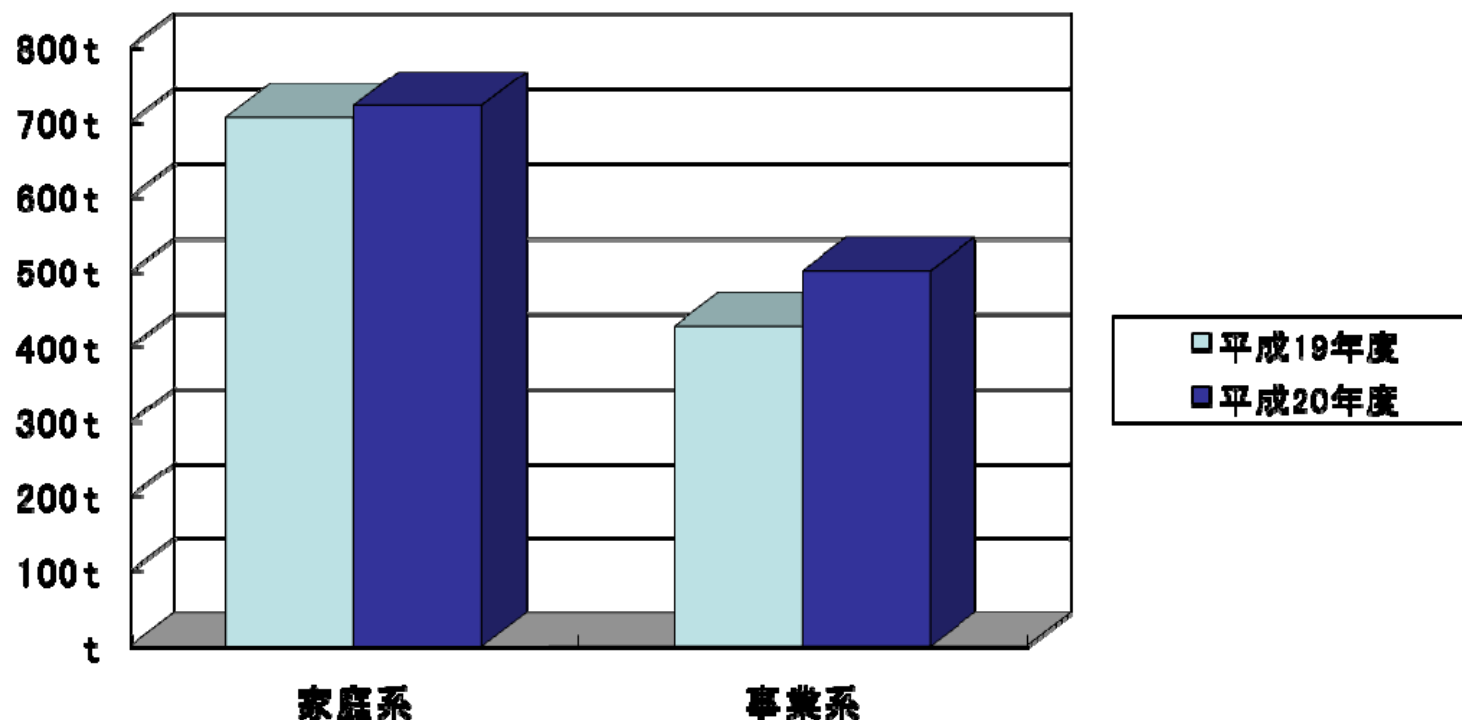


# 環をつなぐ地域社会システム



生ごみ・し尿・浄化槽汚泥を地域資源として循環活用するためには、地域循環を支える社会システムの確立が欠かせない。

# H. 20の生ごみ分別収集状況



平成19年度家庭系 705.7t → 平成20年度家庭系 721.4t(102.2%)

平成19年度事業系 427.2t → 平成20年度事業系 501.2t(117.3%)

## 異物混入率(バケツ数)

平成19年度 平均 2.97% → 平成20年度 平均 0.86%

# 生ごみの分別で燃やすごみが44%減る

# 地球温暖化防止

バイオディーゼル燃料事業

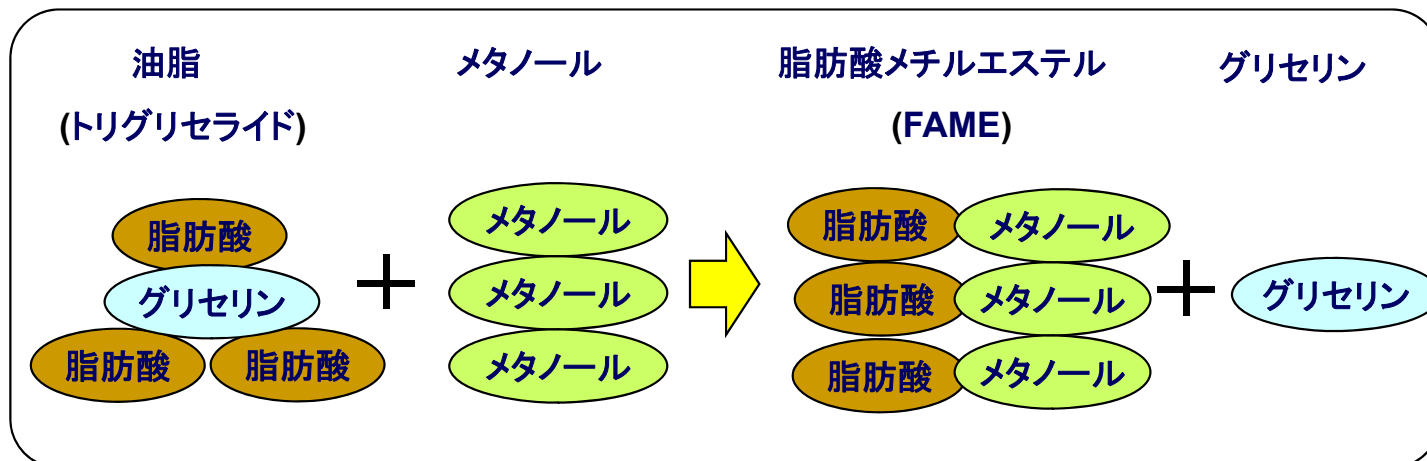
株式会社 フチガミ



# バイオディーゼル燃料(BDF)とは

BDFとは、バイオディーゼルフューエルの略です。バイオディーゼルは化石燃料から作られる軽油の代替燃料として植物由来のディーゼル燃料を言います。いずれ枯渇してしまう化石燃料に対して、地球の自然の中で繰り返し再生可能なエネルギーです(カーボンニュートラルともいいます)。また、このような特徴を持ち合わせているため、地球温暖化防止協定上では、CO<sub>2</sub>はゼロカウントとされています。

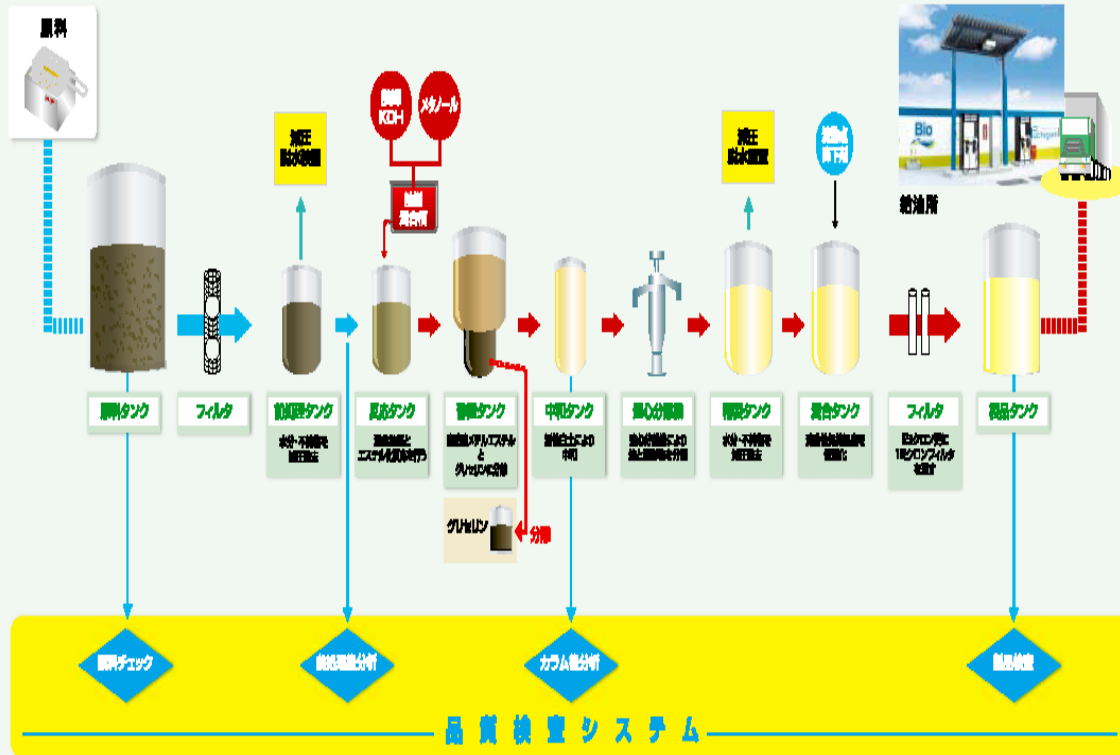
## メチルエステル化





# バイオディーゼル燃料製造施設

## Bio バイオディーゼル燃料製造システム(Non Water方式)



※ 廃グリセリンは自社製造エマルジョン燃料の原料として活用する。



# バイオディーゼル燃料 (B5) 製造

製造



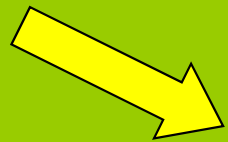
販売



製造工場(ニト)

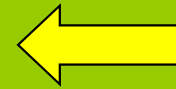


給油所



ラインミキサー

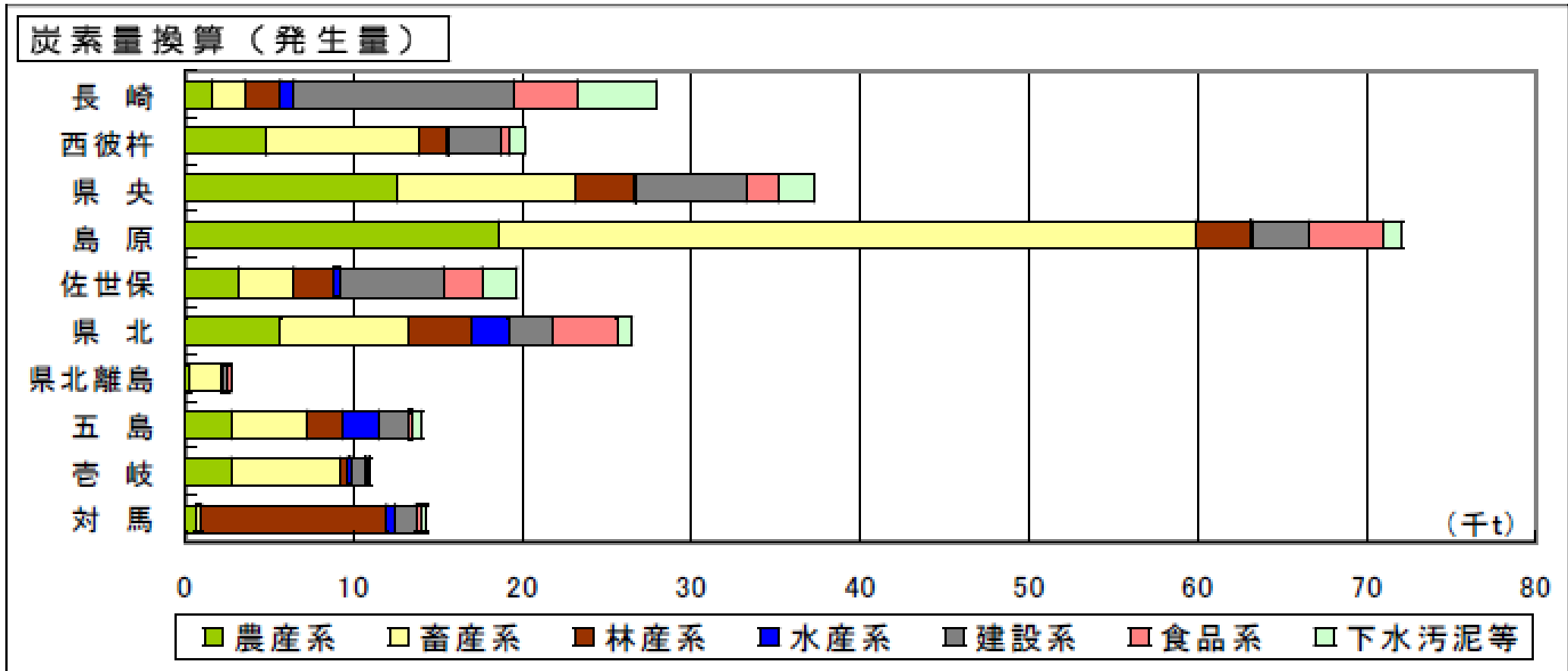
バッチカウンター  
流量制御  
(95.51:4.49)  
1136L



# バイオマス燃料のメリット

- カーボンニュートラルなエネルギー源
- 再生可能であること
- 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)
- 化石燃料の高騰・不安定要因の回避
- 第一次産業の下支えの手段として
- 地域振興のための新産業の創出
- カーボンオフセット、国内クレジットでの利用

# 長崎県バイオマス発生量(炭素量換算)



長崎県バイオマスマスタープランより



# 長崎県における地域別バイオマス利活用のタイプ

長崎県バイオマスマスタープランより

- 長崎地域：都市型（建設系，食品系，水産系，下水汚泥等）
- 西彼杵地域：資源分散型（農産系，畜産系）
- 県央地域：農畜中心型（農産系，畜産系）
- 島原地域：農畜中心型（農産系，畜産系，食品系、資源作物）
- 佐世保地域：都市型（建設系，食品系，下水汚泥等）
- 県北地域：資源分散型（水産系，食品系，林産系）
- 県北離島地域：資源分散型（畜産系，資源作物系）
- 五島地域：資源分散型（水産系）
- 壱岐地域：農畜中心型（農産系，畜産系，食品系）
- 対馬地域：林産型（林産系）

# バイオマス利活用の状況

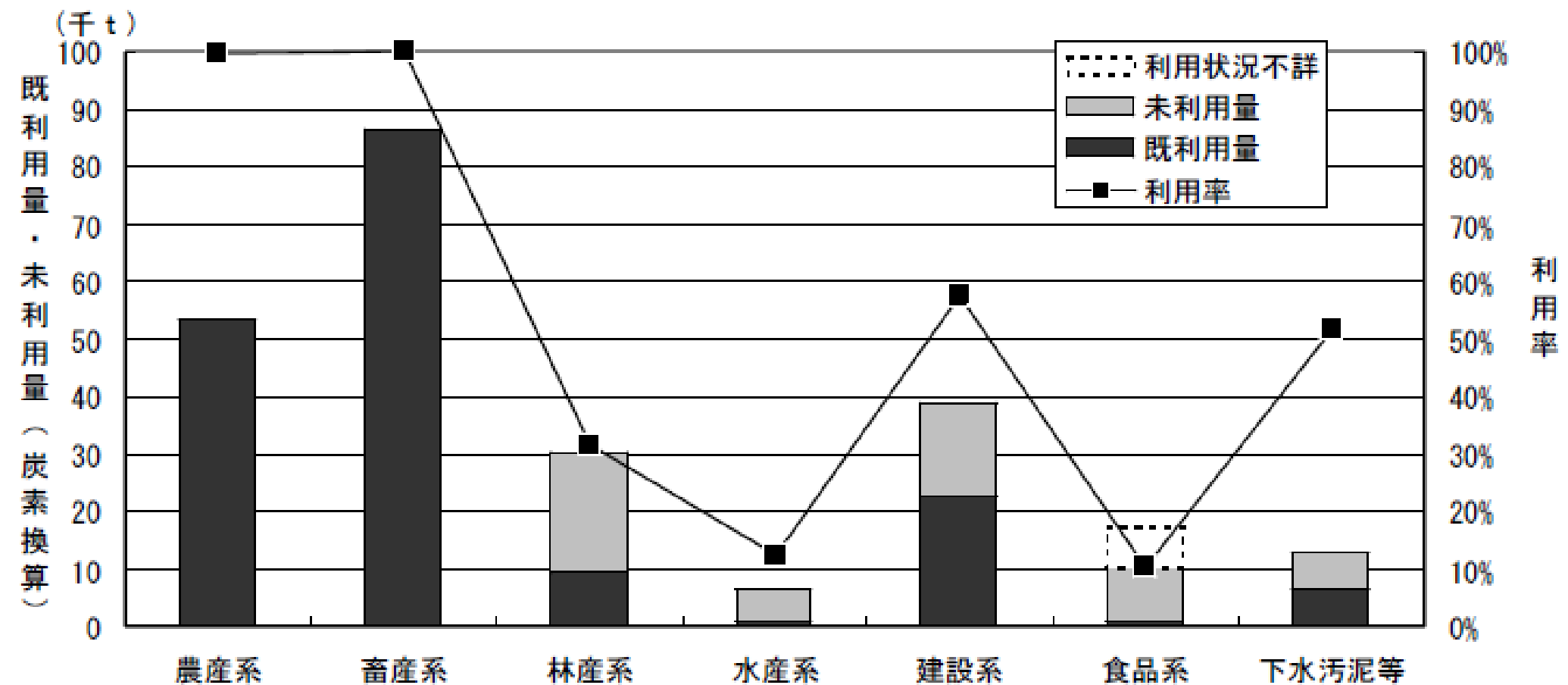


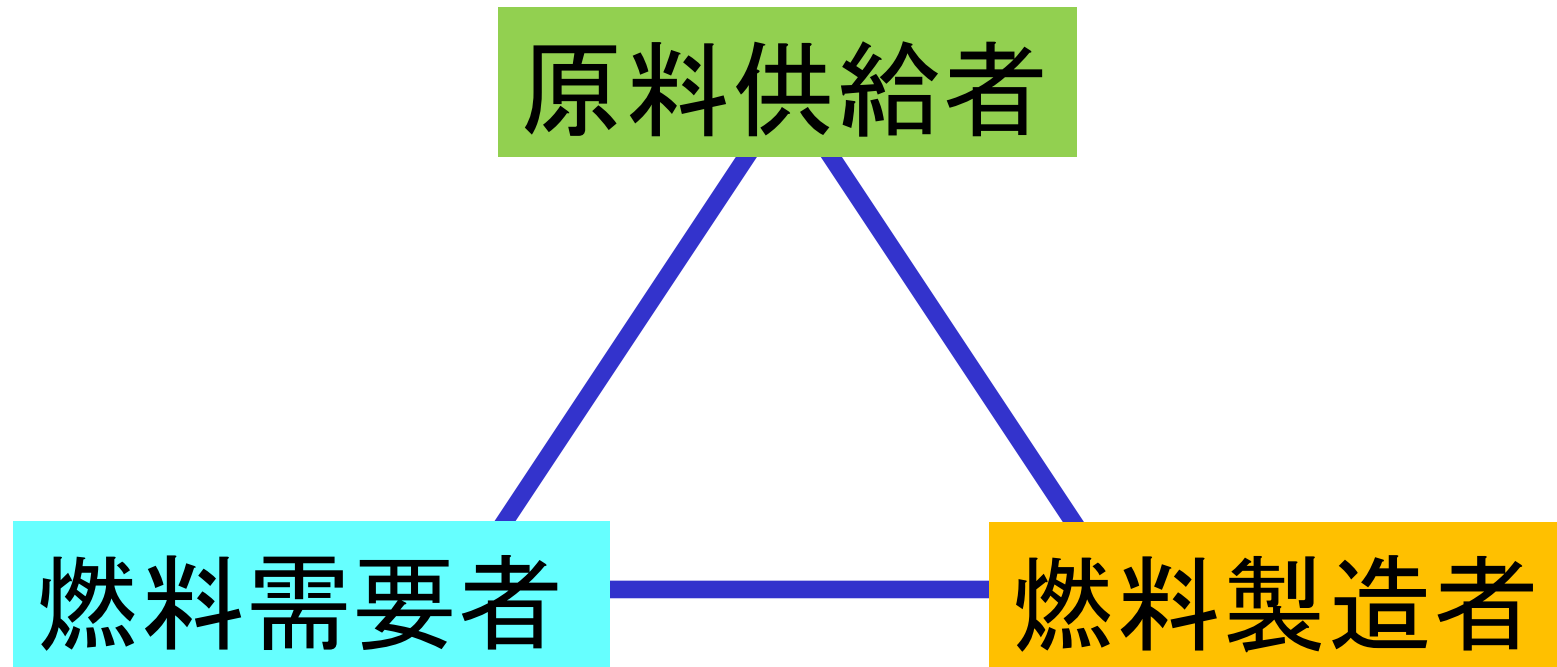
図1-6 バイオマスの利用状況 (炭素量換算)

長崎県バイオマスマスタープランより

利活用の目標値(炭素換算による利用率)

現状73%→2010年に81%へ

# バイオマス燃料事業



上記のどの部分を担当するのか、  
必要なマッチングはどうあるべきか？

# 国産バイオ燃料の生産拡大の実現に向けた課題

農林水産業者



え！米を20円/kgで供給！それはムリな注文だな。作っても安定的に引き取ってもらわないと。

バイオ燃料製造業者



製造コスト100円/Lと考えると、原料の引取価格は安くないと買えないよ。それに安定して供給してもらわないと。

消費者



国産バイオ燃料といっても、ガソリン価格150円/Lに比べて高いと家計も苦しくなるわ。

米の生産費

全算入生産費 108,565円/10a  
米1kg当たりの生産費は198円

〔農業経営統計調査報告(平成18年産米生産費・北海道)〕

100円/Lでバイオ燃料を製造するには、米の場合20円/kgで原料を調達する必要。

ガソリン  
134円/L

ガソリン税  
53.8円/L

卸価格  
80.2円/L

バイオ燃料  
ガソリン税53.8円/L

生産コスト

ガソリンと同価格にするにはバイオ燃料を約100円/Lで生産する必要

(注)小売価格は、これに流通経費、消費税がかかる(ガソリンでは、合計約20円程度)。

低コスト  
安定供給が鍵

# バイオマス利活用システムの考え方

- バイオマスの賦存量：どこに、何のバイオマスが、どれくらいあるのか？
- 現状の利活用（利用可能量）の調査：どのような方法で利用（処理）されているのか？
- 利用可能バイオマスと処理技術の組み合わせ
- エネルギーと物質のバランスがとれているのか？
- 高付加価値商品の抽出
- 地域のバイオマスを組み合わせて複合処理システムを構築する

# おわりに

- バイオマスを発生させる農林業や畜産業といった一次産業を振興すること
- 廃棄物系バイオマスの“処理”ではなく、資源としての“利活用”の視点に転換する(焼酎かす、建設廃材、廃食油など): 今の処理方法・技術で本当によいのか?
- 未利用系バイオマスは新規開拓分野(農産物非食部、林地残材など): 農林業の生産システムを見直すことで、実用化が見えてくる