

生ごみのエネルギー利用への提案

バイオマスの活用推進に向けて



シビルサポートネットワーク副代表

バイオマス活用アドバイザー 宇佐 洋二

バイオマスって何？ 種類は？

- 再生可能な、生物由来の有機性資源で化石燃料を除いたもの
- 太陽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（再生可能なもの）
- 焼却等をして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

廃棄物系バイオマス



家畜排せつ物



食品廃棄物



下水汚泥



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



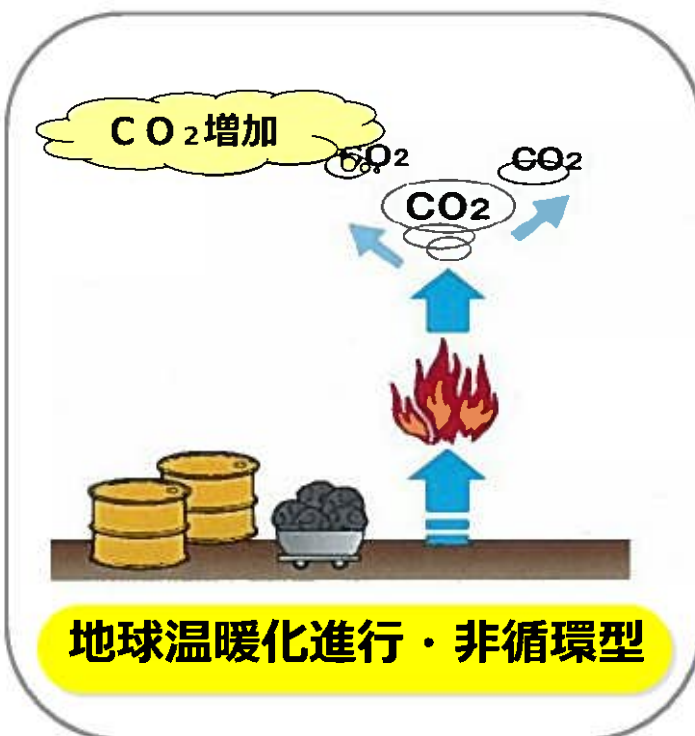
資源作物



- 糖質資源（さとうきび、てんさい等）
- でんぷん資源（米、とうもろこし等）
- 油脂資源（なたね、大豆等）

カーボンニュートラルとは？

カーボンニュートラル



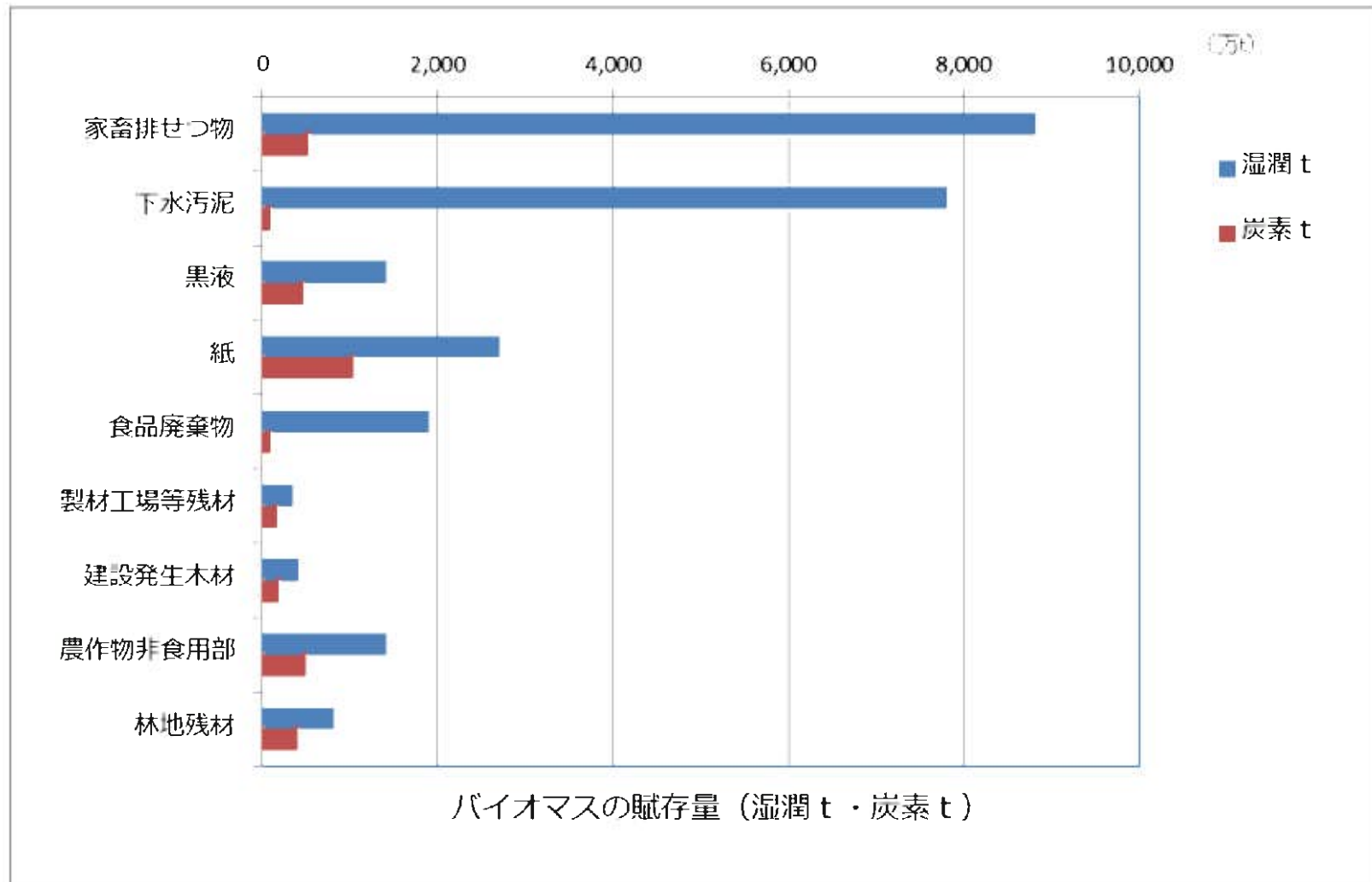
化石燃料（石油・石炭）



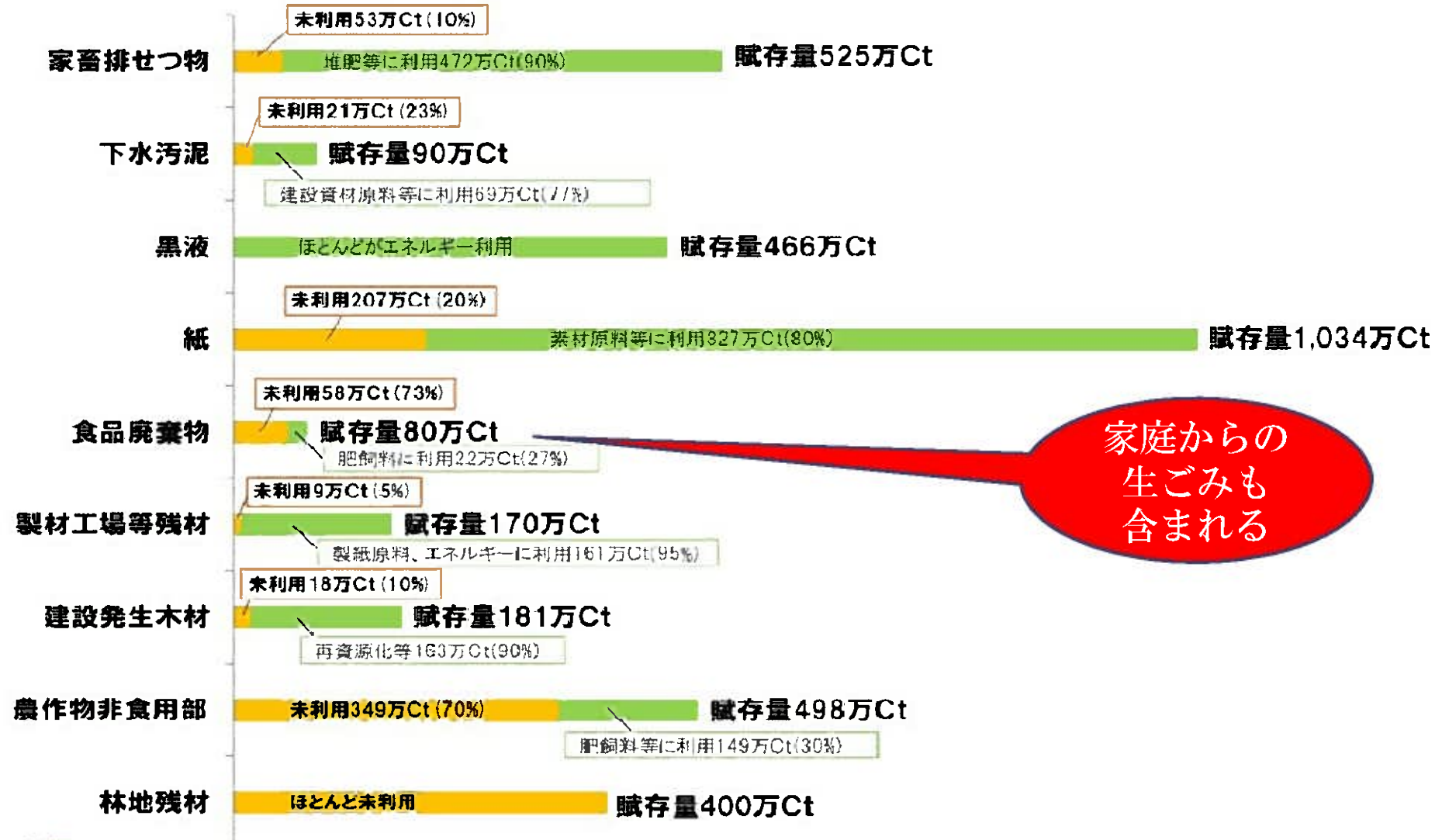
再生可能エネルギー

農水省資料より

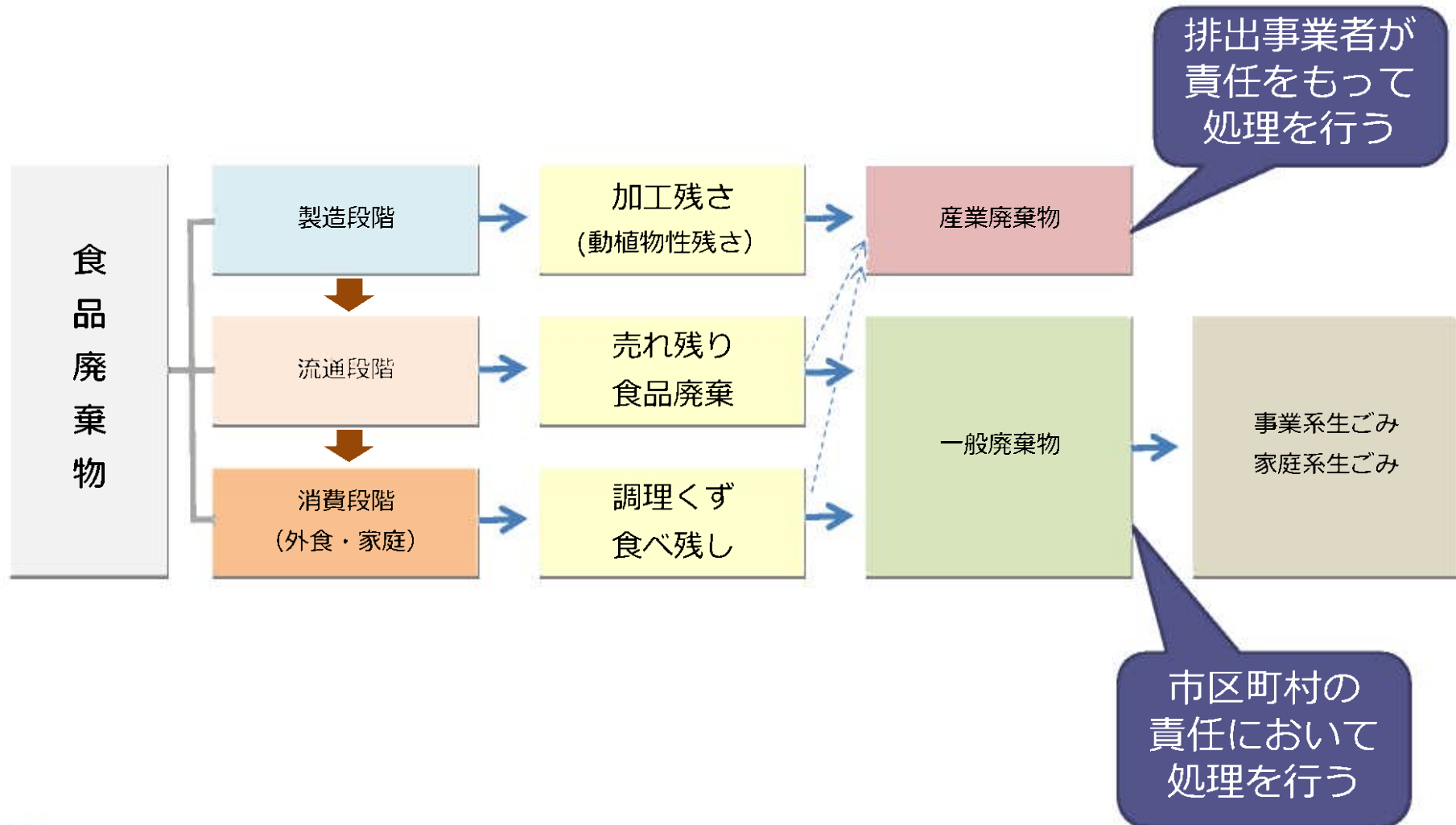
バイオマスの賦存量



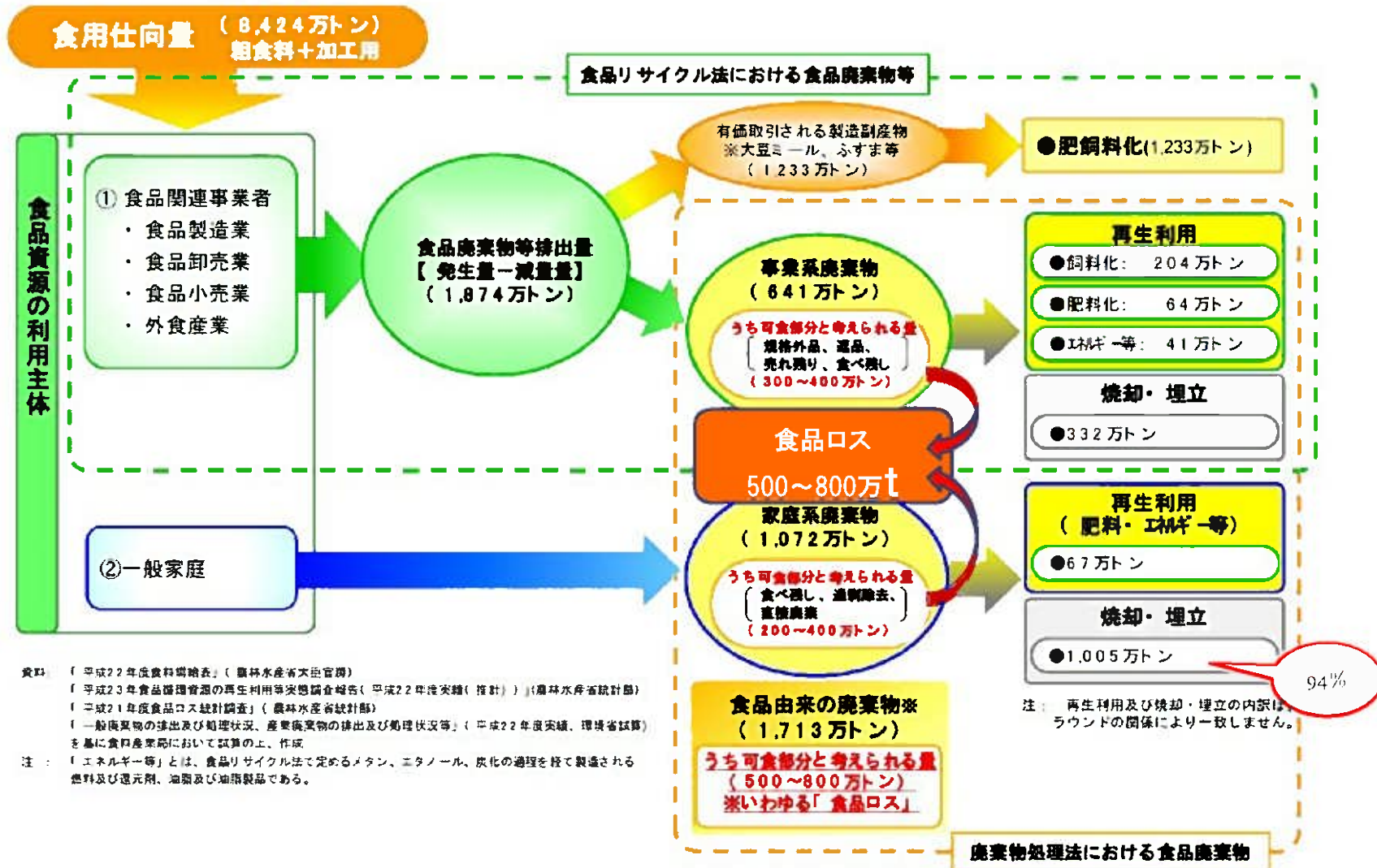
バイオマスの賦存量と利用可能量



食品廃棄物の中での「生ごみ」



食品廃棄物の利用状況(平成22年度推計)



資料: 「平成22年度食料需給表」(農林水産省大臣官房)
「平成23年度食品資源の再生利用等実態調査報告(平成22年度実績(推計))」(農林水産省統計部)
「平成21年度食品ロス統計調査」(農林水産省統計部)
「一般廃棄物の排出及び処理状況、産業廃棄物の排出及び処理状況等」(平成22年度実績、環境省試算)を
基に食料産業局において試算の上、作成

注: 「エネルギー等」とは、食品リサイクル法で定めるメタン、エタノール、炭化の過程を経て製造される
燃料及び還元剤、油類及び油脂製品である。

NO-FOODLOSS プロジェクト展開中



食べものに、
もったいないを、
もういちど。



NO-FOODLOSS PROJECT

- 日本では、食べれるのに廃棄される食品、いわゆる「食品ロス」が年間約500～800万トン発生しています。一方、世界では、約9億人の人々が栄養不足の状態にあります。
- 食品ロスの約半分は家庭から発生しています。

**あなたも一年で60食分の
食べものを無駄にしているかも？！**

～食品ロス削減のために、できることから始めよう～

- 賞味期限を正しく理解する
- 買い物は必要に応じて
- 調理で作りすぎない／余ったら作りかえる

大切なのは、一人一人が「もったいない」を意識して行動すること



バイオマス活用推進のあゆみ

バイオマス・ニッポン総合戦略（平成14年）により、利用可能なバイオマスを循環的に最大限活用することにより、将来にわたり持続的に発展可能な社会の構築を目指し、平成16年には「**バイオスタウン構想**」の取組みが始まり平成23年4月末目標300地区に対し318地区のバイオスタウン構想の公表となった。



バイオマス活用推進基本法（平成21年）

基本理念

- 地球温暖化の防止に向けた推進
- 循環型社会の形成に向けた推進
- 産業の発展及び国際競争力の強化への寄与
- 農山漁村の活性化等に資する推進
- バイオマスの種類ごとの特性に応じた最大限の利用
- エネルギー供給源の多様化
- 地域の主体的な取組の促進
- 食料の安定供給の確保
- 環境の保全への配慮



バイオマス活用に関する政策目標

バイオマス活用推進基本計画（2010年12月17日閣議決定）

【2020年における目標】

■バイオマス種類別の目標と展開方向

1 地球温暖化防止

約2,600万炭素トンの
バイオマスを活用

2 新産業創出

バイオマスを活用する
約5,000億円規模の新産業創出

3 農山漁村活性化

600市町村において
バイオマス活用推進計画を策定

種 類	利用率(現状→目標(2020年))	展開方向
家畜排せつ物 (約8,800万トン)	約90% → 約90%	・堆肥利用に加え、メタン発酵等によるエネルギー利用を推進。
下水汚泥 (約7,800万トン)	約77% → 約85%	・建築資材等の利用に加え、バイオガス化等によるエネルギー利用を推進。
黒液 (約1,400万トン)	約100% → 約100%	・製材工場におけるエネルギーとして利用を推進。
紙 (約2,700万トン)	約80% → 約85%	・再生紙等の利用に加え、リサイクル化、バイオガス化等を含めたエネルギー回収の高度化を推進。
食品廃棄物 (約1,900万トン)	約27% → 約40%	・肥飼料利用に加え、メタン発酵等によるエネルギー利用を推進。
製材工場等残材 (約340万トン)	約95% → 約95%	・製紙原料・ボード等の利用に加え、エネルギー利用を推進。
建設発生木材 (約410万トン)	約90% → 約95%	・木材パルプ等の再資源化、ボード等の利用に加え、エネルギー利用を推進。
農作物非食用部 (約1,400万トン)	約30%→約45%(すき込み除く) 約85%→約90%(すき込み含む)	・肥飼料利用に加え、エネルギー利用を推進。
林地残材 (約800万トン)	ほとんど未利用 → 約30%以上	・製紙原料・ボード等利用からエネルギー利用までのカスケード利用を推進。
資源作物	ほぼゼロ→40万炭素トン	・資源作物や微生物等からのバイオ燃料生産技術の開発等を推進。

(注)カッコ内は年間発生量。黒液、製材工場等残材、林地残材は乾燥重量。他のバイオマスは湿潤重量。

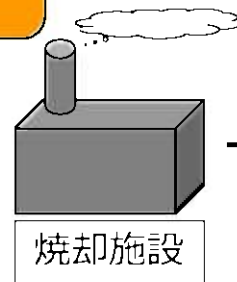
生ごみ処理の現状～利活用例（マテリアル利用）

含水率の高いものを焼却するのに
大きなエネルギーを必要とする

可燃ごみ（40%前
後は生ごみである）



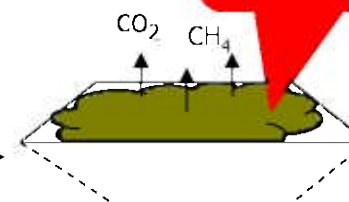
生ごみ（含水率80%前後）



焼却施設



焼却灰の運搬



最終処分

最終処分場の建設および維持管理・浸出水の処理に化石燃料由来のエネルギーが長期間必要となる



堆肥化施設

果樹剪定枝・稲
わら・もみ殻



たい肥



散布



エコ農産物

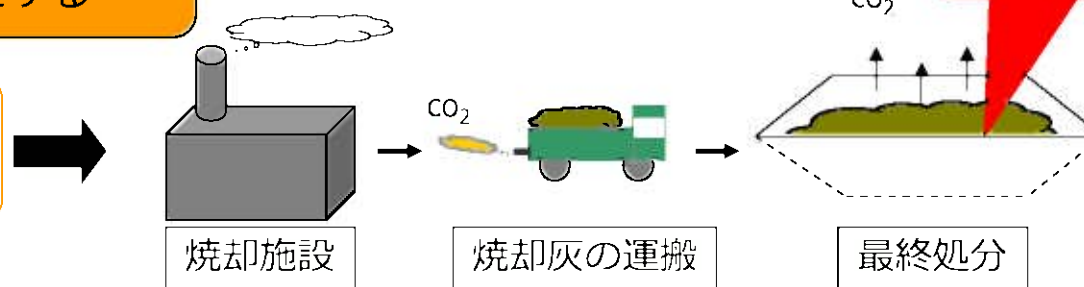
環境保全型の農業による農産物のブランド化（地域限定）



生ごみ処理の現状～利活用例（エネルギー＋マテリアル利用）

含水率の高いものを焼却するのに大きなエネルギーを必要とする

可燃物物（40%前後は生ごみある）



生ごみ（含水率80%前後）

家畜ふん尿、下水汚泥等



メタン発酵施設



発電施設

電力の自給

CO₂排出・電力コストの削減

余剰電力は売電へ

消化液 → 液肥
固形分・発酵残さ → たい肥

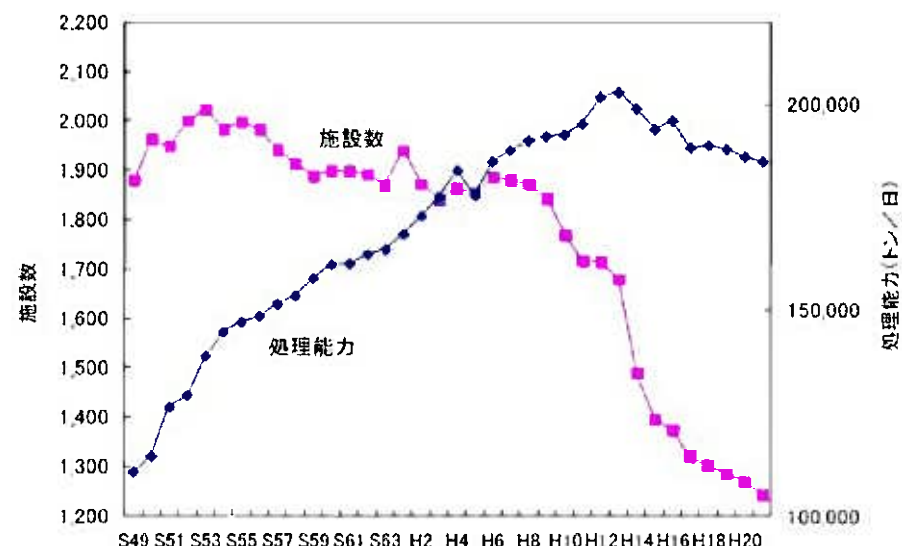
有効利用ができる。最終処分が不要。

FIT(固定買取制度)により売電収入が増大し、事業性が大きく改善された



焼却施設整備の現況

- 平成2（1990）年にダイオキシン排出規制が始まる
 - 平成10（1998）年に構造指針を廃止し性能指針を策定
- ①ダイオキシン類対策等安全性の高い施設整備
 - ②リサイクル社会への転換に資する施設整備
 - ③小規模な施設を集約化し大規模化（ごみ焼却施設は原則100 t / 日以上



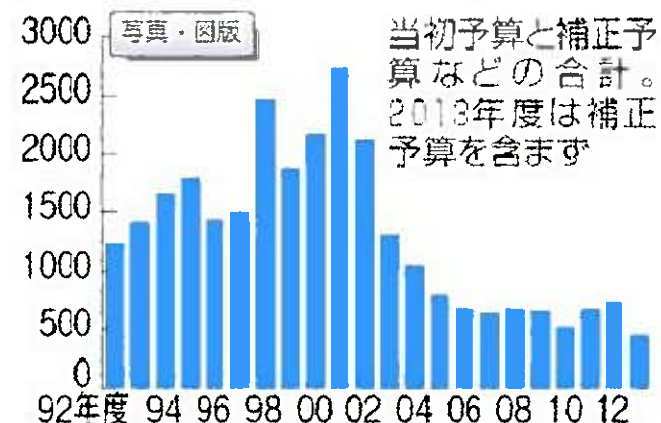
図表で読み解くニッポンのごみより転載

建て替えが進み、20年程と言われる耐用年数を迎える施設が集中してくる。

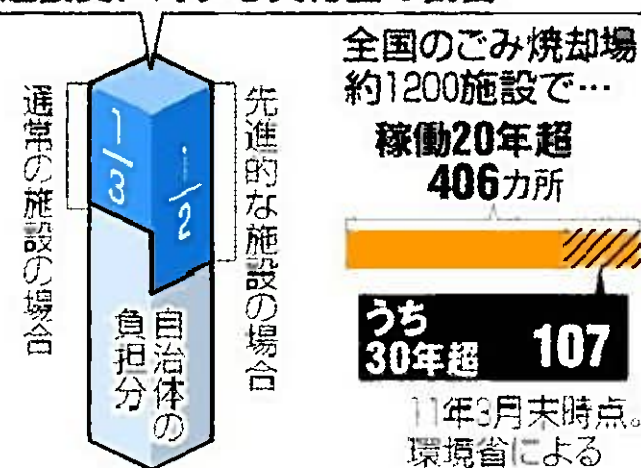
焼却施設更新の現状-1

- 全国の約1200施設のうち406カ所で稼働20年を超え、107カ所は30年を超えている。
- 自治体のごみ焼却場建設には、国から「循環型社会形成推進交付金」が出る。経費の3分の1か、二酸化炭素排出が少ないなど先進的な施設には2分の1を上限に交付
- 今年度、環境省は当初予算で354億円を確保したものの、市町村への交付は足りずに一律に要望額の64%ほどにとどまった。

ごみ焼却場への国交付金予算額



建設費に対する交付金の割合



焼却施設更新の現状-2

- 来年度(平成26年度) はさらに深刻、全国の要望額の合計 1 1 0 0 億円に対し、概算要求は 5 7 2 億円。
- 今後 1 0 年ほどは要望額が 1 千億円を超えることが予想され、大問題になると危機感を募らせる。

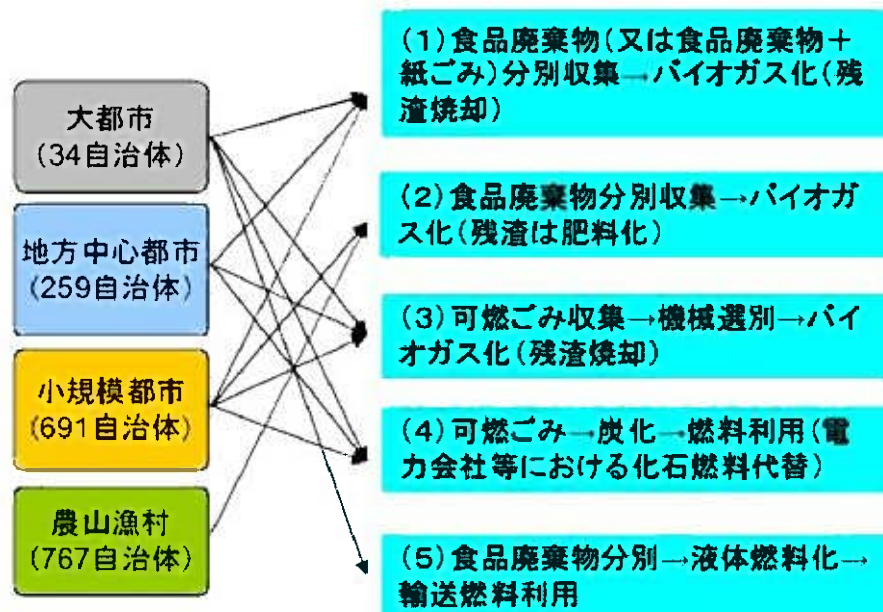
朝日新聞2013.11.11掲載記事より転載



- 平成初頭以前に稼働を開始した施設が、更新時期を迎えつつある状況である。一方で、国及び地方公共団体の財政状況も厳しい状況にあり、既存の廃棄物処理施設を有効利用するため、施設の機能を効率的に維持することが急務となっている。こうした状況を踏まえ、環境省では、廃棄物処理施設整備計画（平成20年3月25日閣議決定）により、廃棄物処理施設の長寿命化を図り、そのライフサイクルコストを低減することを通じ、効率的な更新整備や保全管理を充実する「ストックマネジメント」の導入を推進しているところである。
- 環境省では平成22年3月に「**廃棄物処理施設長寿命化計画の手引き**」（ごみ焼却施設編）を策定した。



廃棄物系バイオマス活用ロードマップ



大都市や地方中心都市、小規模都市（広域処理を想定）において、焼却施設の更新・廃止時期に、**バイオガス化施設と焼却施設のコンバインドシステム**を導入することを想定したモデルである。



- (1) 分別収集の参加率確保
- (2) 収集体制の効率的な見直し

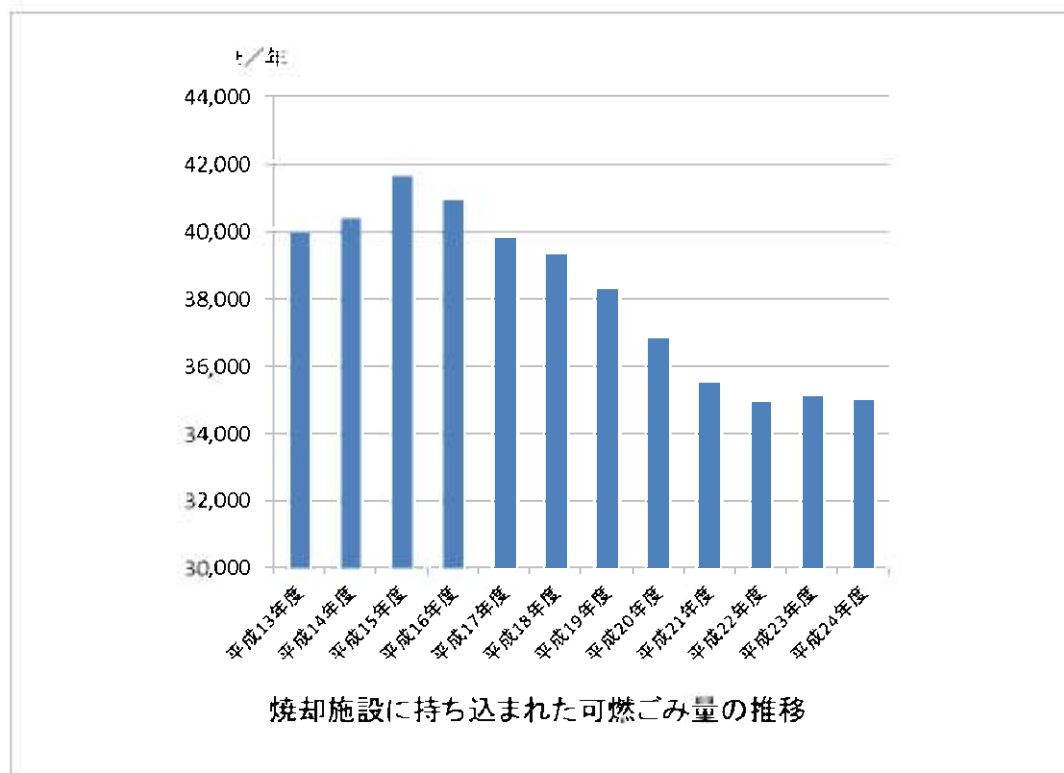
小規模都市や農山漁村において導入することを想定したモデルである。



- (1) 分別収集の参加率確保・精度確保
- (2) 肥料のユーザー・用途のマッチング

可燃ごみの排出状況

平成24年度の国内の焼却施設に持ち込まれた可燃ごみ量は約3,500万t
 ごみの組成としては大別して「紙・布類」「ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革」「木、竹、わら類」「ちゅう芥類（生ごみ）」「不燃物類」「その他」に分けられます。自治体により、収集方法が変わります。



平成15年度の41,670千t／年をピークに減少傾向になっているが22～24年度にかけて35,000千t／年前後で推移している。
 ピーク時から16%減少

平成23年度の生ごみの推計量は14,400千t／年、平成24年度は13,970千t／年で各々可燃ごみに占める割合は40.9%、40.0%（湿潤重量比）であった。

焼却施設データから

平成24年度の環境省公表の施設整備状況「焼却施設」のデータから

施設数1,220箇所の中で廃止・休止等の稼働していない施設が170箇所（14%）あり、稼働中としては1,050箇所となる(市町村・組合数では807)。

処理方式	施設数	(%)	発電設備あり	(%)	処理能力 (t/日)	施設数	(%)	処理実績 (t/年)	(%)
シャフト式	47	4.5	40	85	1,000 t / 日以上	5	0.5	1,476,764	4.2
ストーカー式	775	73.8	192	25	500 ~ 1,000 t / 日	61	5.8	8,273,800	23.7
その他	16	1.5	5	31	300 ~ 500 t / 日	115	11.0	8,916,778	25.5
回転式	12	1.1	10	83	100 ~ 300 t / 日	374	35.6	12,170,221	34.9
固定床式	15	1.4	0	0	50 ~ 100 t / 日	201	19.1	2,816,209	8.1
流動床式	185	17.6	56	30	~ 50 t / 日	294	28.0	1,249,789	3.6
計	1,050	100	303	29	計	1,050	100	34,903,561	100

➡ 処理実績値34,903,561 t は「可燃ごみ」の処理量



ごみ焼却発電の実態

環境省公表の施設整備状況（平成24年度）によると、稼働中の1,050焼却施設で発電の導入施設数は303施設（29%）である。



発電施設の65%は5,000KW以下の施設である

焼却施設の発電効率全体の実績値は11.6%
 石炭火力発電で発電効率は40～43%
 生ごみのバイオガス発電で30～40%

可燃ごみ中の「生ごみ」 賦存量の推計

平成24年度の環境省公表の施設整備状況「焼却施設」のデータから推計

上位10位のデータを表示

都道府県名	可燃ごみ量 (t/年)	生ごみの比率% (湿潤重量)	生ごみ賦存量 (t/年)
東京都	3,460,662	53.0	1,832,848
愛知県	2,077,762	48.6	1,009,263
大阪府	3,072,284	32.4	996,925
神奈川県	2,275,290	39.9	907,856
埼玉県	1,907,602	31.4	803,366
北海道	1,200,479	50.7	609,013
千葉県	1,619,749	37.1	601,511
福岡県	1,377,986	36.9	509,063
兵庫県	1,531,453	32.8	502,407
宮城県	710,198	60.5	429,711

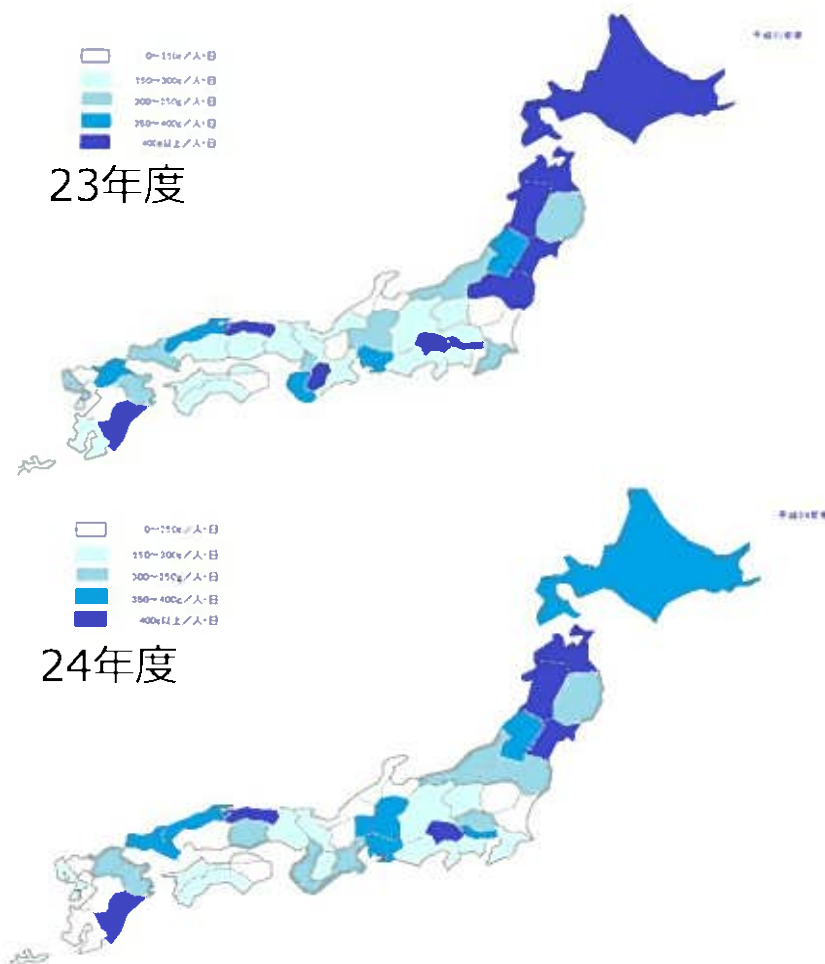
焼却処理施設が2回/年計測し報告するごみ質データ（乾燥重量比）から「ちゅう芥類（生ごみ）」の湿潤重量比を求め推計したものです。

生ごみの比率が都道府県により大きく違うことが判る。生ごみの利活用（堆肥化・エネルギー利用）や、可燃ごみの収集方式・方法等により差異が出ているものと思われる。

⇒ 生ごみの賦存量の国内計は13,970,931 t（生ごみ比率で40.0%）



生ごみの排出状況（一人当たり）



平成24年度の環境省公表の施設整備状況「焼却施設」のデータから

平成23、24年度の都道府県別一人1日当たり生ごみ排出量を左のグラフに示すが同様の傾向が伺える。

東北地方・北海道、東京都・山梨県、愛知県・岐阜県、山陰地方、宮崎県において350g/人・日以上
の排出が見られる。

茨城県・栃木県、富山県・石川県、滋賀県、徳島県、佐賀県・熊本県
では250g/人・日以下である。

※一人・日当たり生ごみ排出量には家庭系及び事業系を含めたものを構成人口で割ったものです。

県別生ごみの排出量

[illegible]

生ごみ全量のエネルギー利用試算

生ごみ:13,970,931 t / 年からバイオガス（メタン発酵）を取り出し発電した場合の試算を以下の条件ですと

設定条件 {
発酵不適物：15%
生ごみ 1 t 当たりバイオガス発生量：150Nm³
発電効率：30%

総発電量 = 2,968,823,000KWh （※日本の消費電力量が約1兆KWhとすると0.3%に相当）

全量売電した場合 = 1,157億8,409万円の収入が得られる

（※固定買取価格消費税抜き39円で試算）

実際にはメタン発酵施設等の電力利用量を40%差し引いたとしても60%は収入として確保できる。

また、発電時の熱もメタン発酵施設の加温等で有効利用が可能である。



生ごみのエネルギー利用が進まなかった理由？

排出者である私たちが生ごみの分別をしなければならない

自治体は分別収集のためのごみ収集体制を整備する必要がある

いま、整備が始まった理由？

発酵方式によっては分別収集の必要性が無くなった（現状の方式で可）

再生可能エネルギーによる電力の固定価格買取制度（FIT）が平成24年7月～スタート（メタン発酵ガスによる電気の調達価格が39円/KWh）

市町村の財政難の観点からも、PPP（官民パートナーシップ）手法による取り組みが増えてきており、民間のノウハウが活かせる状況になっている。



ある広域処理組合の取組事例から

可燃ごみの処理を4施設で行っており、平成11～14年度にかけてダイオキシン類の削減を目的とした排ガス高度処理整備工事を行ってきたものの経年劣化が進んでいることと、搬入ごみが高カロリー化し稼働負荷の過多が原因と考えられる運転停止も発生している。稼働後30年に達する施設が2施設もあり、「更新」するのか「長寿命化」するかの検討を平成23年3月に行った。

検討条件：各施設延命化工事後12年間安定的に稼働する条件下、新設工事との建設費用と維持管理費、残存価値において現在価値で比較を行う。

【検討結果】



施設更新費用に対し長寿命化が施設建設＋維持管理費において現在価値で33%の費用削減となった。

【背景】

環境省では、廃棄物処理施設整備計画（平成 20 年 3 月 25 日閣議決定）により、廃棄物処理施設の長寿命化を図り、そのライフサイクルコストを低減することを通じ、効率的な更新整備や保全管理を充実する「ストックマネジメント」の導入を推進しているところであり。

平成22年3月に「廃棄物処理施設長寿命化計画の手引き」（ごみ焼却施設編）を策定した。

国では2020 年の利用目標を踏まえ、廃棄物系バイオマス（食品廃棄物）の活用ロードマップをとりまとめた。

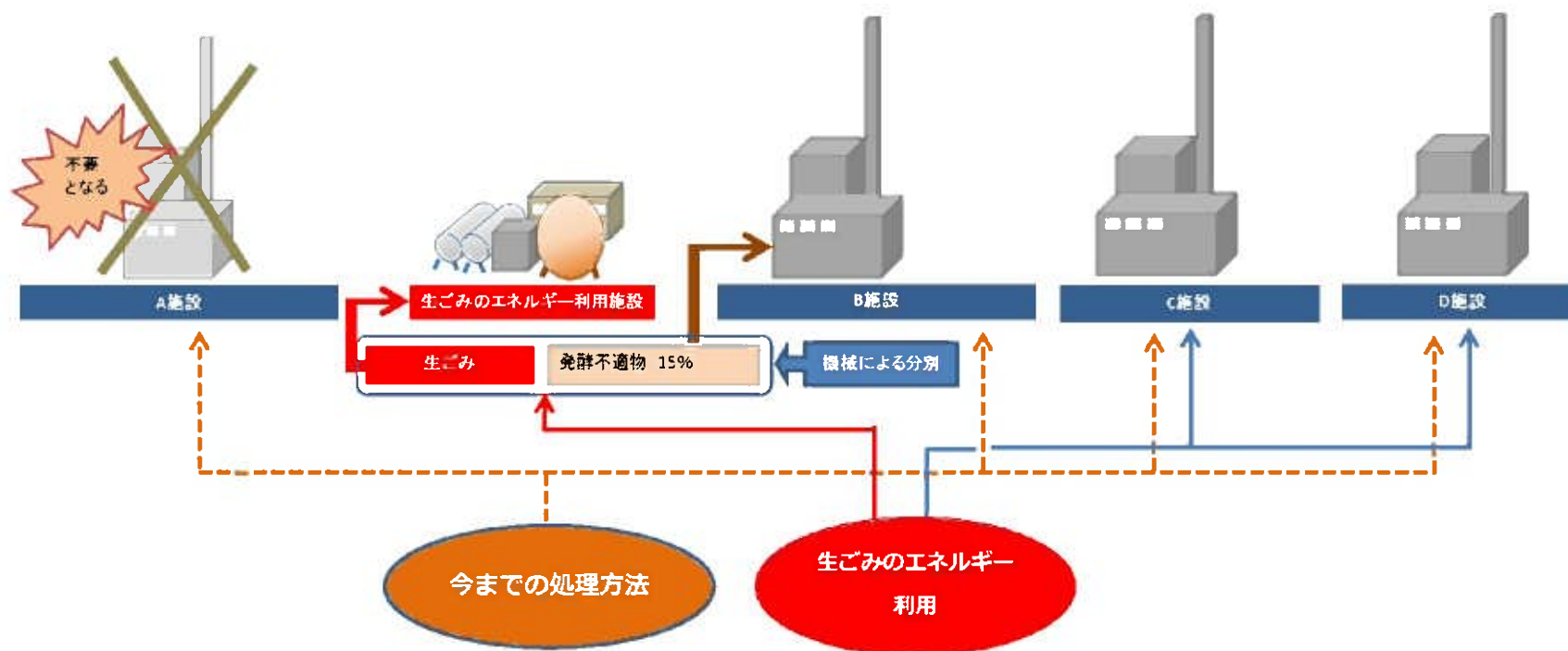
平成24年7月にスタートした「再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT）」がスタート。

ある広域圏での生ごみ エネルギー利用のケーススタディ

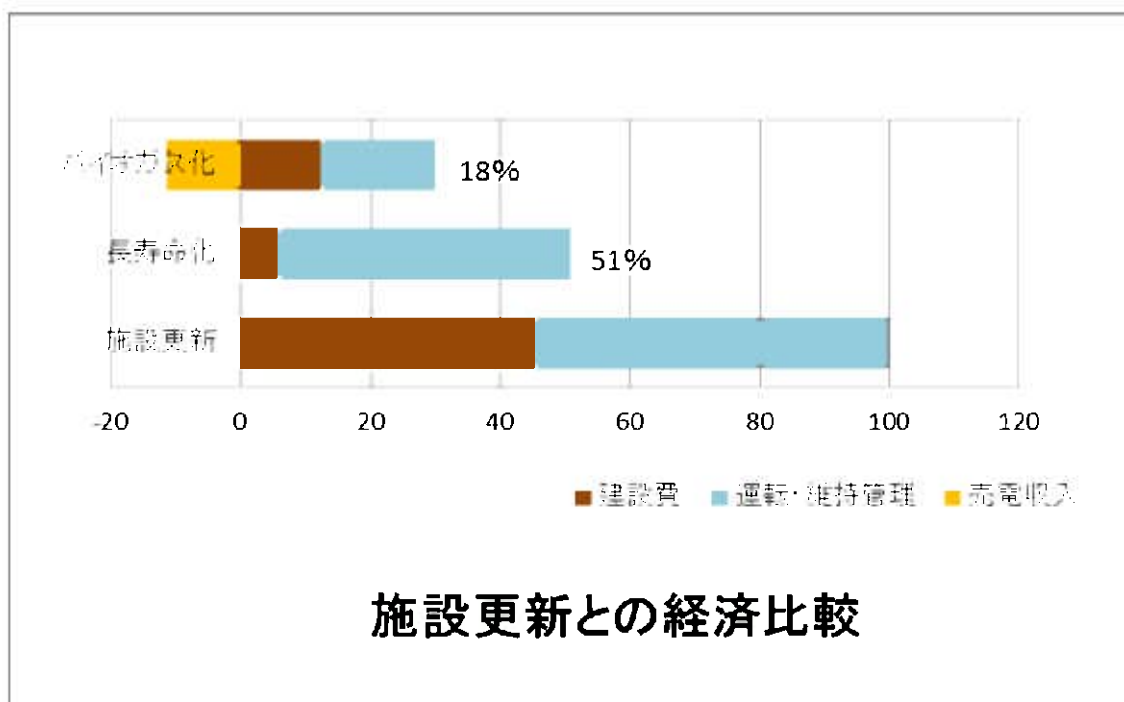
生ごみ量の推計⇒湿潤重量で34.8%

現状の4施設稼働⇒3施設+メタン発酵エネルギー利用施設1施設体制を検討

生ごみの60%エネルギー利用（案）



ある広域圏での生ごみ エネルギー利用による経済効果



※売電収入は総発電の48.5%を所内利用し、残余の51.5%売電に充てる。
売電単価は平成26年度固定買取価格39円/KWh（消費税抜き）を使用。

焼却施設の更新に比べ
長寿命化は51%の負担であるが
バイオガス化では建設費・運転維持管理費では30%の負担となる
が売電収入が-12%となり18%
の負担となる。

長寿命化に比べるとバイオガス化
の方が建設費・運転維持管理費で
は41%軽減でき、売電収入を含
めると64%軽減となる。

この試算ではバイオガス化の発
注・運転維持管理をDBO方式で
行った。

全量焼却と「焼却とメタン発酵を組み合わせたコンバインドシステムとの経済性の比較試算

(環境省：廃棄物系バイオマス活用ロードマップより)

大都市や地方中心都市、小規模都市において、焼却施設の更新・廃止時期に、バイオガス化施設と焼却施設のコンバインドシステムを導入することを想定「湿式メタンコンバインド」「乾式メタンコンバインド」「全量焼却」の経済性・環境負荷等の比較を行った。

前提条件：可燃ごみ 1 t 当り「生ごみ」309kg、紙ごみ322kg、その他369kg

ガス発生量：湿式は137Nm³ /生ごみ 1 t 当たり、乾式は488Nm³ / (生ごみ+紙ごみ) 1 t 当たり

Case-1 可燃ごみ65t/日：生ごみ20t/日

		湿式メタン コンバインド (焼却処理46t/日)	乾式メタン コンバインド (焼却処理30t/日)	全量焼却
支出	イニシャルコスト(千円/20年)	3,135,320	3,221,780	3,057,000
	ランニングコスト(千円/20年)	3,192,006	2,977,727	2,676,455
	【内訳】 (千円/年)			
	電力費	28,750	34,329	22,872
	燃料費	3,358	3,237	3,061
	上水道費	4,468	2,779	3,201
	下水道費	1,742	0	0
	薬品費	36,197	22,583	24,201
	埋立処分費	23,660	23,660	23,660
	修繕費	136,100	130,869	121,120
収入	売電収入(千円/20年)	1,687,701	5,581,259	0
合計(千円/20年)		-4,639,625	-616,246	-5,733,455

計算根拠		
湿式メタン コンバインド (焼却処理46t/日)	乾式メタン コンバインド (焼却処理30t/日)	全量焼却
焼45×0.47+メ20×0.487	焼30×0.47+メ41×0.441	焼65×0.47
ランニングコスト 1.6億/年	ランニングコスト 1.5億/年	ランニングコスト 1.34億/年

Case-2 可燃ごみ162t/日：生ごみ50t/日

		湿式メタン コンバインド (焼却処理114t/日)	乾式メタン コンバインド (焼却処理73t/日)	全量焼却
支出	イニシャルコスト(千円/20年)	5,344,700	5,346,310	4,867,660
	ランニングコスト(千円/20年)	6,747,851	6,088,288	5,519,774
	【内訳】 (千円/年)			
	電力費	82,492	90,230	72,565
	燃料費	3,943	3,848	4,121
	上水道費	6,202	3,507	3,355
	下水道費	4,815	0	0
	薬品費	67,047	36,553	38,841
	埋立処分費	58,968	58,968	58,968
	修繕費	196,030	184,183	170,396
収入	売電収入(千円/20年)	11,188,579	13,910,214	3,977,013
合計(千円/20年)		-903,972	2,475,616	-6,410,421

計算根拠		
湿式メタン コンバインド (焼却処理114t/日)	乾式メタン コンバインド (焼却処理73t/日)	全量焼却
焼114×0.47+メ50×0.324	焼73×0.47+メ102×0.31	焼162×0.50
ランニングコスト 9.37億/年	ランニングコスト 8.04億/年	ランニングコスト 7.76億/年

乾式コンバインドが小規模・中規模に置いて優位であるが前提条件通りの稼働が可能かどうかを見極める必要がある。



メタン発酵方式技術

発酵方式	発酵温度	特徴	方式・システム	生ごみ以外の 利用可能バイオマス	システムの特徴	実証及び実機例(国内)
湿式	高温発酵 (55℃)	 <p>高温で発行するために分解速度が早く、殺菌効果も期待できる。システムがコンパクトにできる。</p>	メタグレス	家畜ふん尿、食品廃棄物、汚泥、紙屑、植物等	<ul style="list-style-type: none"> ・生ごみバイオガス化に実績 ・高いバイオガス回収量 ・残さが処理量の1%程度と少ない ・固定床採用により施設がコンパクトで経済的 ・維持管理が容易で中小規模にも対応可 ・燃焼電池との組み合わせ可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験2件 ・環境省地球温暖化実証検証事業(6t)他2件
	高温・中温併用		メビウスシステム	し尿、家畜ふん尿、食品廃棄物、下水汚泥、農業汚泥等	<ul style="list-style-type: none"> ・「汚泥再処理センター」構型に対応したシステム ・前処理が粗処理で良いためにプロセスが簡素 ・脱水汚泥の含水率が80%なので堆肥化の際には水分調整剤が必要となる ・発酵槽のフレキシブルから投入し、下部のコーンから発酵汚泥を引き抜く構造のため、未発酵物の短絡がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験1軒 ・上越市汚泥リサイクルパーク(213.4t)他3件
	高温・中温併用		リネッサシステム	し尿、家畜ふん尿、食品廃棄物、下水汚泥、汚泥等	<ul style="list-style-type: none"> ・「汚泥再処理センター」構型に対応したシステム ・2段階発酵槽の1段目で微生物による有機物の発酵を促進し、2段目でメタン発酵を促進する。 ・発酵槽に攪拌の可動部がないために構造が簡単に保守しやすい ・脱水分離後は既存のし尿処理施設で対応できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・千葉市ジャパニサイクル(10t)
乾式	中温発酵 (35℃)	加温用エネルギー量が少ない。負荷変動やアンモニア濃害に強い。分解速度が遅く発酵槽容量が大きくなる。	REM(RIMA)システム BIGADAN方式 コーンズ・シュマックシステム	し尿、家畜ふん尿、食品廃棄物、汚泥、高濃度有機汚泥等	<ul style="list-style-type: none"> ・「汚泥再処理センター」構型に対応したシステム ・動力を使わずに発生するバイオガスの圧力を利用して発酵槽を攪拌するために動力が不要 ・中温発酵のために必要加熱量が少ない ・脱水分離後は既存のし尿処理施設で対応できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・栃木市で実証試験 ・稚内バイオマスエネルギーセンター(73t)他4件 ・長岡市生ごみバイオガス化事業(65t)H25.7供用開始
	高温 (55℃)	高温で発行するために分解速度が早く、殺菌効果も期待できる。システムがコンパクトにできる。	ビュラシステム (コンボガス)	剪定枝、農産物非食用部、食品廃棄物等	<ul style="list-style-type: none"> ・高温発酵により高いガス回収率を得ることが可能 ・生ごみ、剪定枝等固形バイオマスを形分比率20~40%の高い濃度で処理できる ・発酵槽は連続押し出し流れのタンクで低い建物や地下への収納が可能 ・脱水汚泥の含水率が約85%と低いために、堆肥化の際に水分調整剤が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・京都市で実証試験 ・南佐クリーンセンター36t/H25.7供用開始 ・荻原市クリーンセンターで(51.5t)H26.4供用開始
	高温 (55℃)	高温で発行するために分解速度が早く、殺菌効果も期待できる。システムがコンパクトにできる。	BRANCOシステム	家畜ふん尿、食品廃棄物、汚泥、剪定枝、刈草、紙屑、農産物非食用部等	<ul style="list-style-type: none"> ・固形バイオマスであればいかなるものでも処理可 ・前処理が粗破砕でよいためプロセスがシンプル ・固形分比率25~50%の高濃度で処理できるため、希釈水が少なく ・脱水汚泥の含水率が55~65%と低いために、堆肥化の際に水分調整剤が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・鹿児島県国分市で実証試験。実機例は無い

生ごみのエネルギー化施設の整備状況

NO.	施設名称	供用開始	発注方法	発酵方式	施設規模 (t/日処理)	メーカー名	焼却炉の併設	水処理施設 (有・無)
1	稚内市バイオエネルギーセンター	H24. 4	PFI方式 (BTO)	湿式	23.0	三菱化工機(株)	無し	有り
2	防府市クリーンセンター	H26. 4	公設民営 (DBO方式)	乾式	51.5	カワサキプラントシステムズ(株)	有り	有り
3	南但クリーンセンター	H25. 7	一般競争入札 総合評価方式	乾式	36.0	株タクマ	有り	有り
4	長岡市生ごみバイオガス化事業	H25. 7	PFI方式 (BTO)	湿式	65.0	JFEエンジニアリング	無し	無し
5	京都市南部クリーンセンター第二工場	H31. 4	一般競争入札 総合評価方式	乾式	60.0	日立造船	有り	有り
6	豊橋市バイオマス資源利活用施設整備・運営事業	H29. 10	PFI方式 (BTO)	未定	生ごみ59t +汚泥472m ³	未定	有り	有り

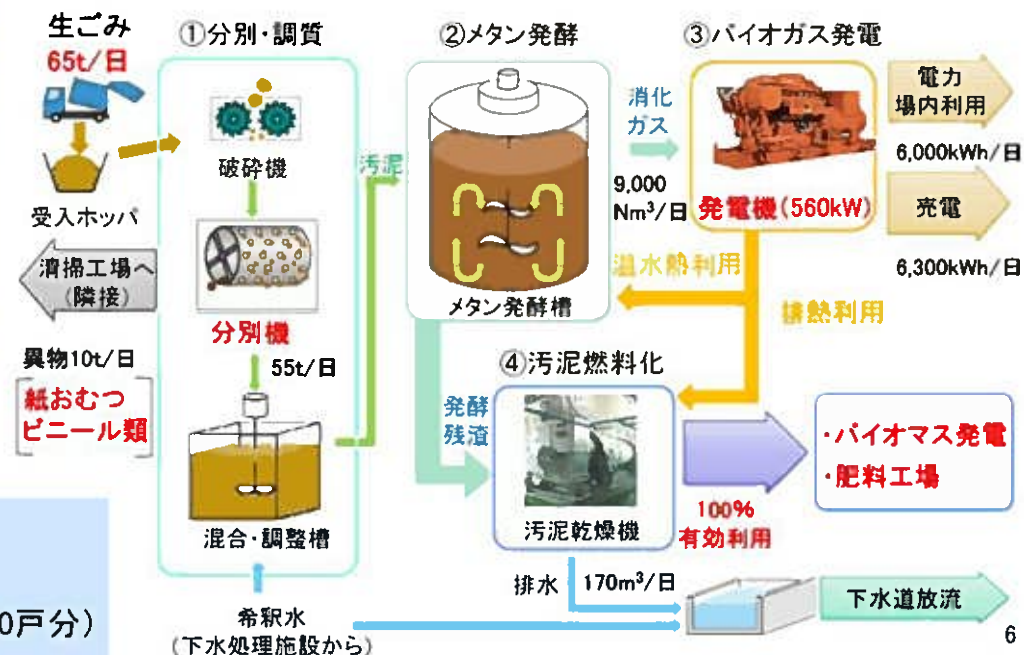
メタン発酵（湿式・乾式）の特長

湿 式	項 目	乾 式
必用	生ごみの分別収集	不要
汚泥・家畜ふん尿	他のバイオマスとの組合せ	汚泥・家畜ふん尿・紙・剪定枝
中温・高温	発酵温度	高温
多い	希釈水	少ない
立型	発酵槽形状	横型（面積を必要とする）
100～150Nm ³ ／処理t	バイオガスの発生量	150～200Nm ³ ／処理t
多い	消化液の発生量	少ない



先進取組事例（湿式）

長岡市「生ごみバイオガス発電センター（長岡バイオキューブ）」



- ①バイオマス事業としては国内最大級のPFI
- ②バイオマス発電と汚泥の燃料化は日本初
 - ⇒メタンガス発電量 410万kWh/年（一般家庭1,000戸分）
 - ⇒発酵残渣は100%有効利用
- ③CO₂削減量 2,000トン/年

処理方式：メタン発酵バイオガス方式（湿式中温発酵）
 施設規模：65t/d（うち、生ごみ処理55t/d、不適物処理10t/d）
 生ごみの内訳：家庭系40 t / 日（長岡市全域：282,400人）、事業系25 t / 日

先進取組事例（乾式）

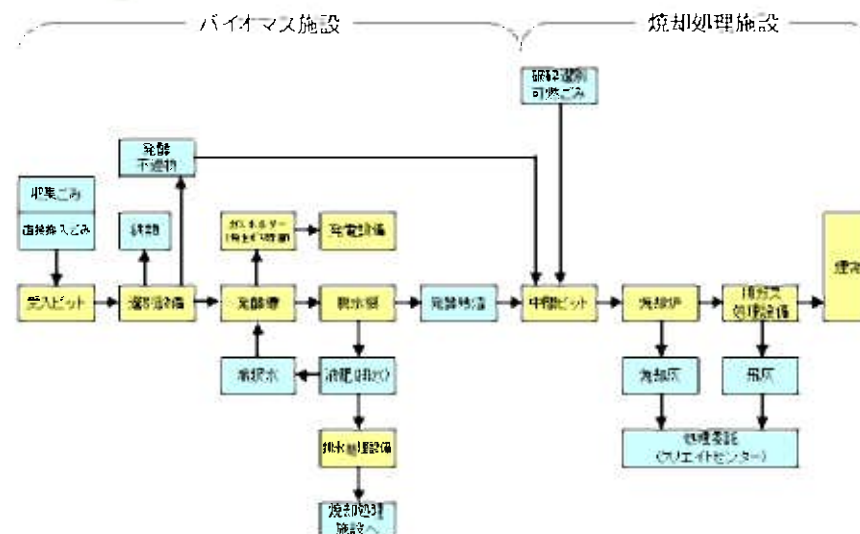
南但広域行政事務組合高効率原燃料回収施設（株）タクマ資料より

高効率原燃料回収施設は、メタン発酵によりバイオガスを回収するバイオマス施設、およびバイオマス施設からの発酵残渣と発酵に適さない可燃ごみの焼却を行なう焼却施設（熱回収施設）を複合した施設で、本施設では、回収したバイオガスを燃料としてガスエンジン発電機による高効率発電（発電効率：37%）を行うとともに、バイオマス・焼却の両施設で発生する余熱を回収し、各処理プロセスや給湯・暖房等、場内の熱源として有効利用します（熱回収率：15.3%）。また、発生した電気は「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」を活用して電気事業者に売電されます。（売電量：1,500MWh/年）



処理能力 バイオマス施設 36 t/日×1系列（24時間運転）
熱回収施設 43 t/日×1系列（24時間運転）
リサイクルセンター 17 t/日（5時間運転）

高効率原燃料回収施設では、従来は発電が困難であった小規模施設においても高効率の発電が可能となるほか、直接焼却する場合に比べて、焼却するごみの減量や安定燃焼、温室効果ガス排出抑制等の効果があり、また、エネルギーを多段階的に回収できることから、バイオマスの有効活用の観点からも、その普及が期待されております。

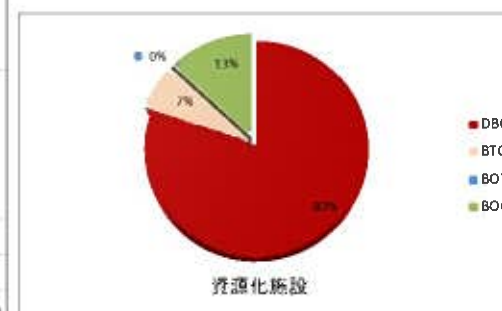
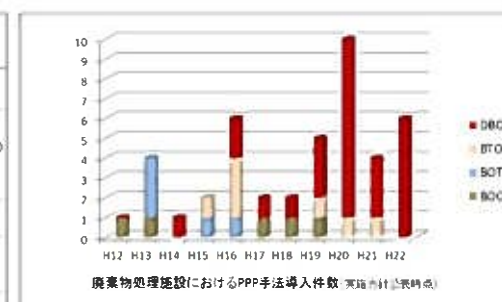


事業方式の変化

PPP手法の導入事例

PPP手法を用いた生ごみ利用バイオガス化施設

事業名		高松市クリーンセンター 整備・運営事業	旭市(旧松)生ごみ中間処理施設 整備・運営事業	長岡市生ごみバイオガス化事業	富山県バイオマス資源利活用施設 整備・運営事業
発注者		山口県防府市	北海道釧路市	新潟県長岡市	富山県富山市
事業概要		・生ごみの焼却処理施設、バイオガス化施設、リサイクル施設の整備、維持管理、運営 ・既存の焼却施設、焼却処理施設の解体、撤去	・生ごみのエネルギー回収施設の整備、維持管理、運営	・生ごみを利用した生ごみバイオガス化施設の建設、維持管理、運営	・下水処理汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみのバイオガス化施設
事業方式		DBO	BTO	BTO	HIO
決定年度		建設費:10,060,000円(税込) 運営費:10,600,000円(税込)	建設費:1,781,510,000円(税込) 運営費:1,443,661,000円(税込)	4,701,640,350円(税込)	H20.10月上旬
施設規模		34.8%	3.9%	31.2%	5.4%(特定事業決定時)
施設概要	処理対象バイオマス及び処理	可燃ごみ焼却(10t/日×2基)、バイオガス化(可燃ごみ44.4t/日、汚泥12.1t/日)、リサイクル施設(23t/5%)、発電機1,000kW×2基	市が購入する生ごみ(4,000t/年)、熱(511t/年)又は油粕(29.2t/年)、下水汚泥(3,000t/年)、市が許可する水産廃棄物等(500t/年)	家庭系生ごみ、事業系生ごみ合わせて65t/日(発酵対象物50t/日)	汚泥約472m3/年、生ごみ(家庭系・事業系)約95t
	バイオガス処理方式	メタン発酵バイオガス化方式(湿式)	メタン発酵バイオガス化方式(湿式)	メタン発酵バイオガス化方式(湿式)	事業者提案による
	メタン発酵処理能力	25.75t/日×2機(250t/年稼働)	メタン発酵槽70t/日、発入設備24t/日	メタン発酵槽2基、55t/日	
	バイオガス利用量	不明	850,115Nm3/年	3,285,000Nm3/年	
	発電量(発電効率)	不明	1,230kWh/年(31%)	4,100kWh/年(31%)	
	生燐天然ガス	不明	35,040Nm3/年(生ごみ収率率の燃料)	なし	
	発酵残渣(ろ液)	不明	ろ液水、洗浄水として場内で再利用及び排水処理後下水道放流	脱脂下水処理場の処理水でろ液後下水処理施設へ移送処理	事業者提案による
	発酵残渣(固形分)	不明	堆肥利用	燃料化(ペレット)して販売	
	その他	市内初のメタン発酵DBO事業及びコンバインド方式(焼却施設・バイオガス化施設併設)	H内国初のメタン発酵施設整備H内事業	H内国初のメタン発酵施設整備H内事業	
事業スケジュール	実施方針の公表	H19.12	H21.5	H21.7.28	H21.11.25
	優先交渉権者の決定	H20.10	H21.12	H22.11	H22.10
	供用開始	H25.4	H26.4	H25.7	H26.10
	事業期間	20年間	15年間	15年間	20年間
	契約終了	H45.3	H36.3	H40.6	H46.9
選定グループ		川崎重工業グループ	大林グループ	JFEエンジニアリンググループ	未定



設計・施工・運営維持管理を一体的に民間のノウハウ経験を活かすことができる手法で自治体の財政負担の軽減にもつながる

生ごみエネルギー利用に向けてのポイント

自治体の財政負担を最小限にするためには

- ① 消化液の液肥利用・残さ利用ができる条件（消化液の貯蔵タンクが必要）
- ② バイオガス化施設+既設の（下水処理施設+焼却施設）併設方式「長岡方式」
- ③ バイオガス化施設+既設の下水処理施設の併設方式
- ④ バイオガス化施設+既設の焼却施設の併設方式
- ⑤ バイオガス化施設+焼却施設の新設（更新時）によるコンバインド方式
- ⑥ その他のバイオマス（下水汚泥・家畜排せつ物・紙ごみ・剪定枝）も処理できる



生ごみ全量のエネルギー利用試算

生ごみ:13,970,931 t / 年（平成24年度推計値）からバイオガス（メタン発酵）を取り出し発電した場合の試算を以下の条件ですと

設定条件 { 発酵不適物：15%
生ごみ 1 t 当たりバイオガス発生量：150Nm³
発電効率：30%

総発電量 = 2,968,823,000KWh （※日本の消費電力量が約1兆KWhとすると0.3%に相当）

全量売電した場合 = 1,157億8,409万円の収入が得られる

（※固定買取価格消費税抜き39円で試算）

実際にはメタン発酵施設等の電力利用量を40%差し引いたとしても**60%は収入として確保できる。**

また、発電時の熱もメタン発酵施設の加温等で有効利用が可能である。



東日本大震災からの教訓

震災後の初期段階⇒**電源の喪失による通信の途絶**や庁舎の被災により被害状況の把握や報告・発信等への支障が多く発生した⇒**被害の把握が遅れ、救出・救助活動が遅れた**

避難所生活の段階⇒避難所トイレ4割に問題、このままでは感染症流行の恐れもある。簡易トイレも足りず、**バキュームカーも足りず汚物があふれているところもあった**。トイレ以外のところで用をたしてしまい、**不衛生**であり、避難所に悪臭が漂うこともあった。

お風呂はないので自衛隊の巨大なテントの中に、ビニールシートでつくった2メートル四方くらいの正方形の**お風呂に入ることができた**。



- 非常用の電源が無かった
- トイレが非衛生的
- 生ごみの等の処理ができない



災害時の生ごみ等からのエネルギー利用

生ごみのメタン発酵（エネルギー利用）が何故災害時の利用か？

大規模災害時には電気・ガス・上水道等のインフラが利用できず、復旧には数ヶ月～数年かかることが考えられる。

生ごみやし尿は、災害時であれ排出が止まることはない。

再生可能エネルギーの中でも、太陽光は夜間はエネルギー利用ができない、また風力においても無風状態ではエネルギーを生むことができない。

生ごみの排出量は142g／人・日、し尿の排出量は2.5L／人・日

2,000人規模の避難所では1日290kgの生ごみ＋5KLのし尿（バイオマス）が発生。

メタン発酵により、電気・熱の製造ができる（約半分は発酵プラントで消費）。

1日当たりの発電量で約283KW h と熱利用量で約1,700MJが得られ、発酵プラントでの消費（約50%）を除いたものが利用できる⇒約15世帯分の電力となるが災害時は通信機器や非常灯、携帯電話の充電等に限られた供給になるのでは



災害時の生ごみ等からのエネルギー利用

どのようなケースで利用可能か？

普段から人が集まる場所で、駐車スペース、トイレ施設等がある程度確保されている場所（庁舎・学校施設・公民館・道の駅・病院・高速道路サービスエリア・集客施設「テーマパーク・遊園地・ショッピングセンター」）

ロケーションとしては津波等の被害を受けない（ある程度の高所）

庁舎数⇒市町村が1,718 + 23区

学校施設数⇒小：22,000校、中：10,800校
高：5,120校、大：778校

公民館数⇒14,680箇所

道の駅数⇒1,030箇所

サービスエリア数⇒251箇所

遊園地・テーマパーク数⇒247箇所

ショッピングセンター⇒3,130箇所

平常時から「生ごみ＋し尿」のエネルギー利用を行い。災害時には「自立した拠点」となるような整備を段階的に行う。

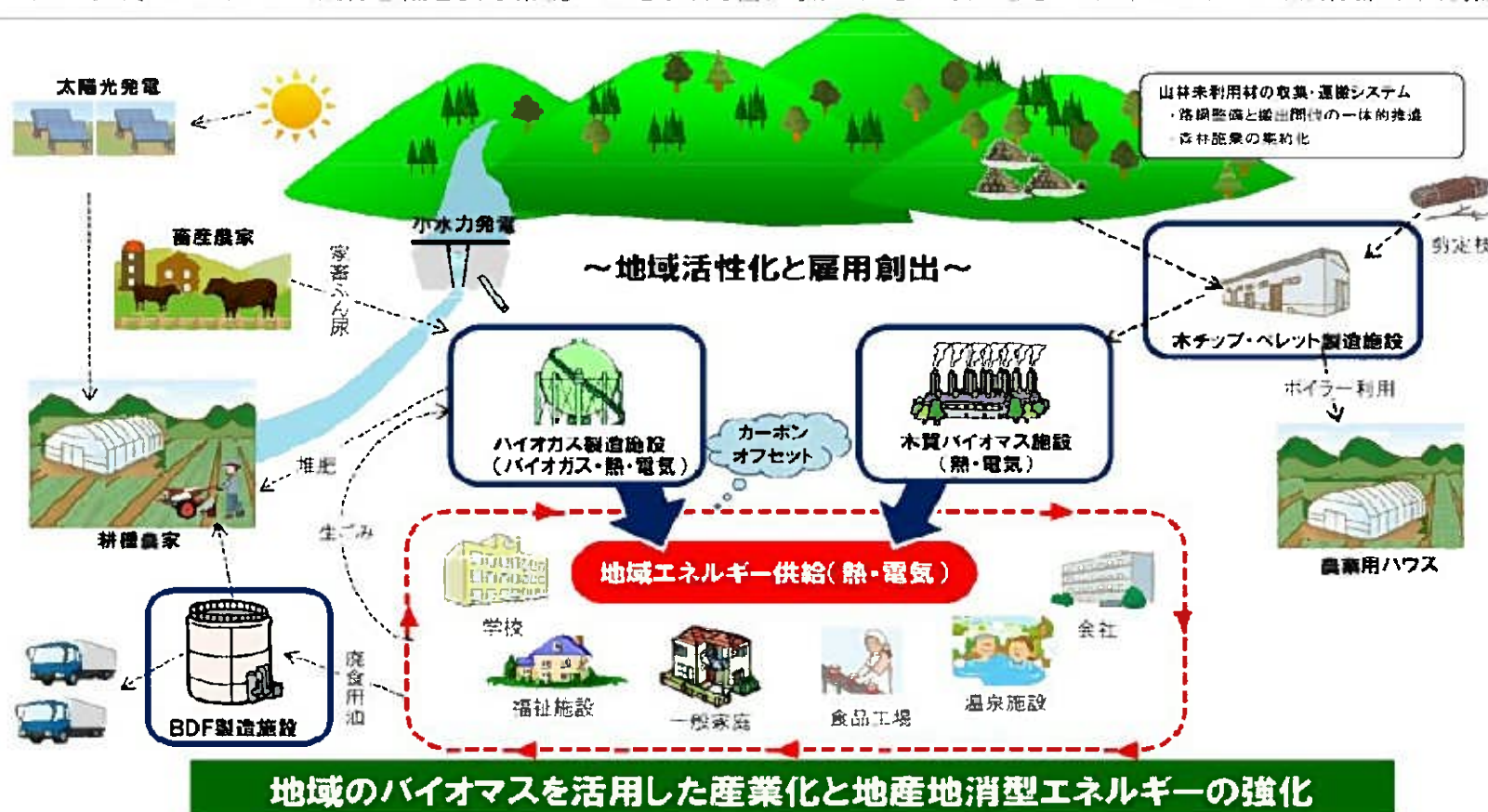


バイオマス産業都市のイメージ

地域バイオマス産業化推進事業

～バイオマス産業を軸としたまちづくり・むらづくり～

- 関係府省が連携し、地域のバイオマスを活用した産業化と地産地消型の再生可能エネルギーの強化を支援（7府省が共同で地域を選定・支援）。
- これにより、バイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強いまちづくり・むらづくり（バイオマス産業都市）を推進。



おわります

ご清聴ありがとうございました

