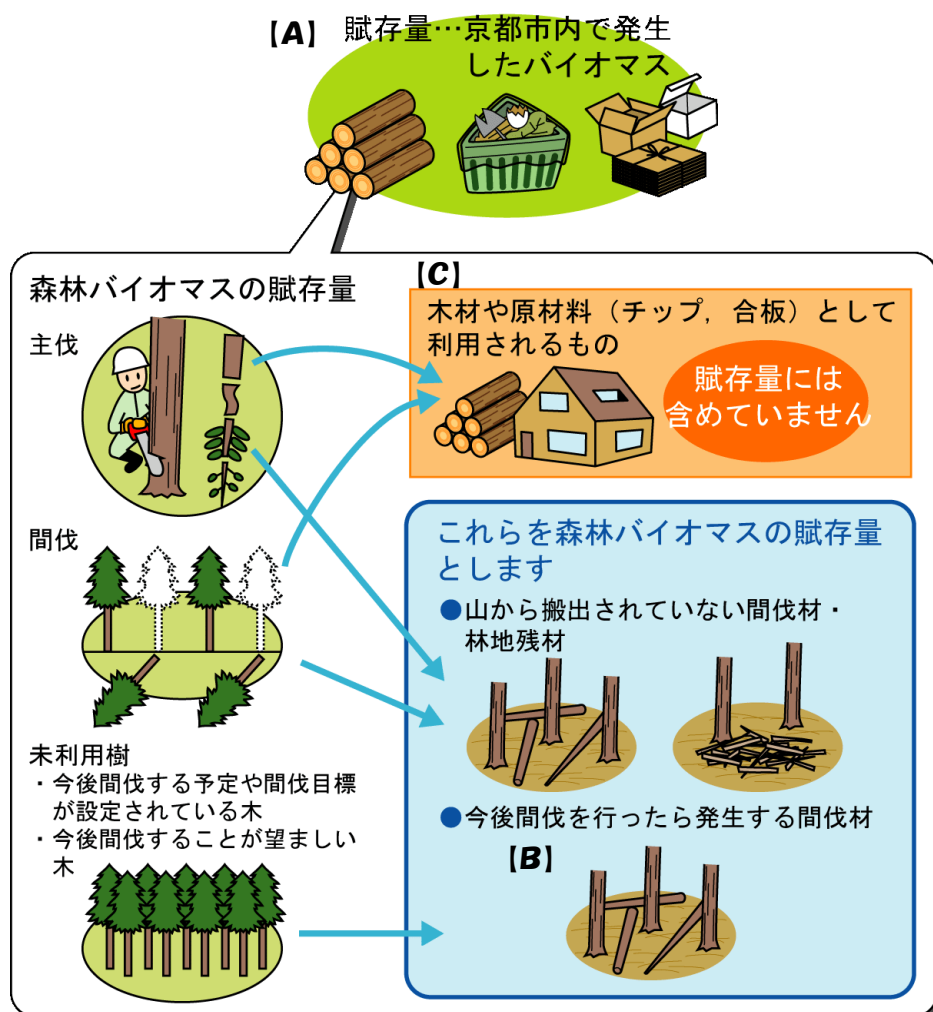


資料4 本計画における賦存量、利用量及び利用率の定義

(1) 賦存量の定義

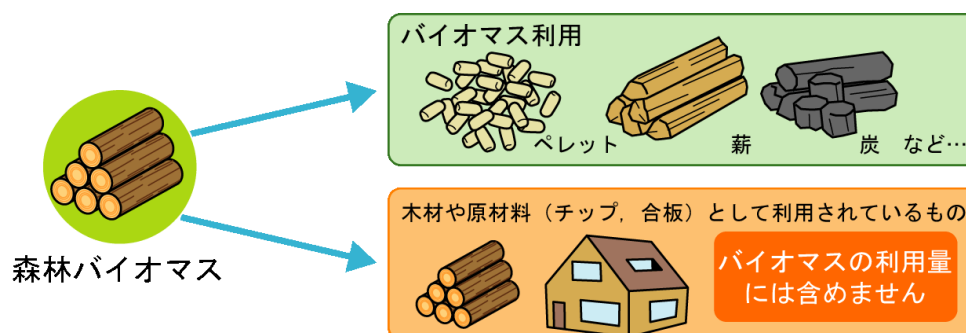
- 対象** 【A】 賦存量は、京都市内で発生するバイオマスで、発生した時点の量を指します（市外から運んできたバイオマスやバイオマス製品は賦存量としてカウントしません。市外から運んできた製品を一度使用し廃棄されたものは対象とします。）。
- 【B】 また、発生したもの以外に、今後間伐することが望ましい木（未利用樹）※も賦存量の対象とします。
- 対象外** 【C】 ただし、間伐材のうち、家屋の柱等の「木材」や原材料（製紙用チップ、合板など）として利用されたものは、木の本来の用途で利用されているものとみなし、バイオマス賦存量の対象外とします。

※ 今後間伐することが望ましい木（未利用樹）とは…市内の民有林・人工林において4, 6, 8 齢級に対して5年間かけて30%割合を間伐した場合に発生する間伐材の量を推計し、実際の間伐材の量を差し引いて賦存量を推計



(2) 利用量の定義

- ・ 京都市内で発生するバイオマスを、製品やエネルギーの原料として仕向けた量を指します（市外から運んできたバイオマスやバイオマス製品は利用量としてカウントしませんが、市外から運んできた製品を一度使用し、ごみとして廃棄されたものは対象とします。）。
- ・ ただし、森林バイオマスについては、山から下ろしたもののうち、家屋の柱等の「木材」や原材料（製紙用チップ、合板など）として利用されたものは、木の本来の用途で利用されているものとみなしますので、バイオマスの利用量の対象としません。
- ・ なお、一度利用したものをもう一度利用する場合※、二度目も利用量としてカウントします。

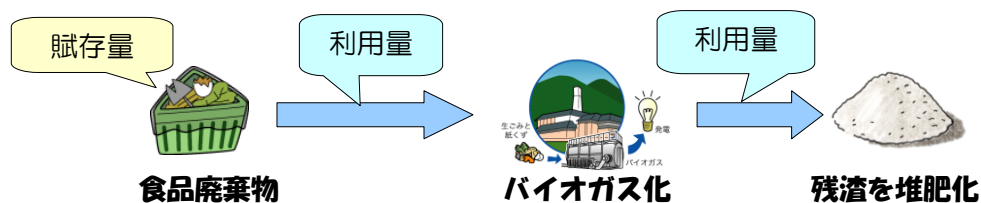


利用量の考え方

一度利用したものをもう一度利用する場合、二度目も利用量としてカウントします。

例1：カスケード（多段階）利用の場合

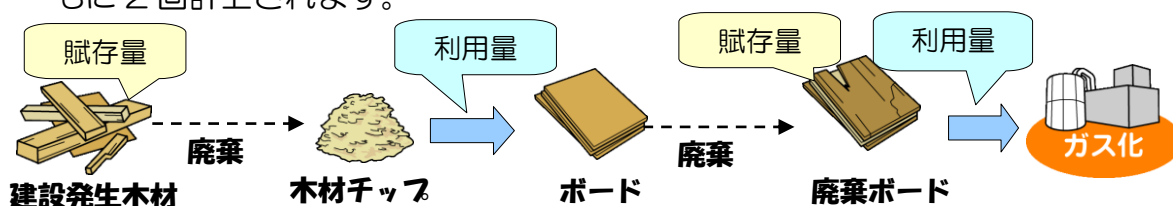
一度目と二度目の利用量（仕向けた量）のどちらも利用量とみなします。



※一度目と二度目の仕向量でダブルカウントになる部分がありますが、ダブルカウントが生じない厳密な算定を行うための詳細なデータを全ての施設から得ることは困難なため、一度目も二度目も仕向量を利用量として計上します。ただし、下水汚泥のバイオガス化については、仕向けた汚泥のうち、利用したガスの発生に寄与した分だけを利用量として算定する方式を従来から採用していることから、ダブルカウントが生じていません。

例2：繰り返しリサイクルの場合

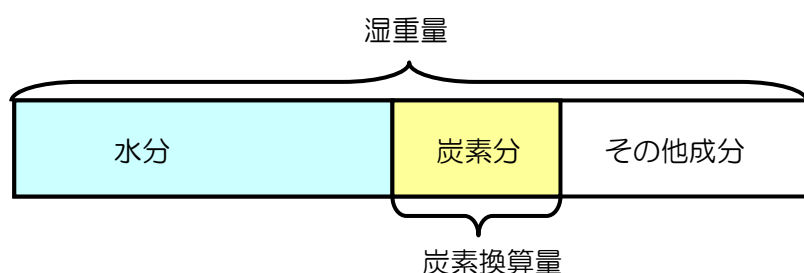
バイオマスの利用製品が廃棄されて再度利用される場合、賦存量・利用量ともに2回計上されます。



(3) 利用率の定義

○ バイオマスの賦存量や利用量は、「湿重量」と「炭素換算量」の2通りの方法で表しています。

- ・ 湿重量…水分も含めた重量です。
- ・ 炭素換算量…バイオマスは、種類によって水分が異なるため、それぞれが持つ有機資源量を横並びで評価できるように、それぞれのバイオマスが持つ炭素量（C-トン）で表した重量です。



○ 利用率

それぞれのバイオマスについて、賦存量に対する利用量の割合を利用率として算定しています。利用率は炭素換算量の割合で計算しています。

$$\text{利用率} = \frac{\text{対象とするバイオマスの炭素換算利用量}}{\text{対象とするバイオマスの炭素換算賦存量}} \times 100$$

○ 総利用率

それぞれのバイオマスの賦存量、利用量を炭素換算量で足し合わせて、バイオマス全体の賦存量に対する利用量の割合を算定したものが総利用率です。

$$\text{総利用率} = \frac{\text{総利用量 (C-トン)} \\ (\text{農作物非食用部} + \text{森林バイオマス} + \text{紙ごみ} + \text{食品廃棄物} + \text{〇〇〇})}{\text{総賦存量 (C-トン)} \\ (\text{農作物非食用部} + \text{森林バイオマス} + \text{紙ごみ} + \text{食品廃棄物} + \text{〇〇〇})} \times 100$$

資料５ 京都市におけるバイオマスの賦存量及び利用量の現状

(１) 現状の総括

賦存量（炭素換算）の約９割を廃棄物系バイオマスが占めており，全体の半分弱が紙ごみです。京都市内に存在するバイオマスの利用の度合いを示す「バイオマスの利用率」は，未利用バイオマスが１６％，廃棄物系バイオマスが４０％，全てを合計した総利用率が３９％となっています。

表 バイオマス賦存量及び利用量の現状（平成２０年度実績）

バイオマスの種類	賦存量		利用量		炭素換算による利用率
	湿重量 (t/年)	炭素換算 (t/年)	湿重量 (t/年)	炭素換算 (t/年)	
未利用バイオマス (すき込みを含む)	65,641	14,529	9,370	2,365	16%
農作物非食用部	10,111	2,498	9,370	2,365	95%
【参考】 農作物非食用部 (すき込みを含まない場合)	10,111	2,498	3,333	835	33%
森林バイオマス	55,530	12,031	0	0	0%
廃棄物系 バイオマス	1,849,302	186,877	418,166	75,427	40% (90%)
木質バイオマス	131,553	51,115	68,185	28,151	55% (92%)
紙ごみ	262,932	92,558	94,772	37,636	41% (99%)
食品廃棄物	359,564	29,394	84,811	7,078	24% (85%)
廃食用油 ※21 年度実績	2,614	1,864	838	598	32%
家畜排せつ物	2,296	155	2,296	155	100%
下水汚泥 ※21 年度実績	1,090,343	11,791	167,264	1,809	15% (29%)
合 計 (すき込みを含む)	1,914,943	201,406	427,536	77,792	39% (84%)

※ （ ）内は，ごみの焼却発電を含めた場合の数値です。

(2) バイオマス種類ごとの現状

ア 農作物非食用部

稲わら，もみがらや，各種農作物の農業残さが発生しています。このうち，約6割がすき込みに，約3割が家畜厩舎の敷料や堆肥として利用され，全体の利用率は95%となっています。

	湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)	10,111	2,498	-
うち利用量	9,370	2,365	95
すき込み	6,037	1,530	62
敷料，堆肥など	3,333	835	33

イ 森林バイオマス

間伐材，林地残材，未利用樹（今後間伐することが望ましい木※）及び竹が存在しています。このうち，一部は薪（まき）や炭（すみ）などに利用されていますが，その量は把握できていませんので，利用率は0%となっています。

	湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)	55,530	12,031	-
間伐材・林地残材	21,874	4,891	-
未利用樹	25,270	5,650	-
竹	8,385	1,489	-
うち利用量	0	0	0

※ 今後間伐することが望ましい木（未利用樹）とは…市内の民有林・人工林において4，6，8齢級に対して5年間かけて30%割合を間伐した場合に発生する間伐材の量を推計し，実際の間伐材の量を差し引いて賦存量を推計

ウ 廃棄物系木質バイオマス

建設廃材、製材工場残材及びクリーンセンター等に搬入される剪定枝などの木くずが発生しています。このうち、建設廃材、製材工場残材の利用率が比較的高く、製紙原料や発電用のチップや、堆肥などに利用されていますが、クリーンセンターに搬入されているものも多く、全体での利用率は55%となっています。

		湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)		131,553	51,115	-
	製材工場等残材	5,031	1,569	-
	建設発生木材	48,923	21,526	-
	木くず	77,599	28,020	-
	うち利用量	68,185	28,151	55
	木類のチップ化等	1,255	552	1
	剪定枝の堆肥化等	5,534	1,146	2
	利用用途不明	61,396	26,453	52
	(参考)ごみ発電	(53,833)	(18,852)	(37)

エ 紙ごみ

紙ごみは、家庭だけでなく、オフィス、店舗などの事業所、印刷業などの製造事業所から発生しています。このうち、古紙（新聞、雑誌、段ボール）については、地域における集団回収や、古紙回収業者による回収、事業者によるリサイクルが比較的進んでおり、また、紙パックは、販売店や公共施設で回収され、いずれも主に製紙原料として利用されています。しかし、包装紙や紙きれなどの「雑紙（ざつがみ）」の多くはクリーンセンターに搬入されており、紙ごみ全体の利用率は41%となっています。

		湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)		262,932	92,558	-
	家庭系一般廃棄物	107,198	35,381	-
	事業系一般廃棄物	135,722	50,213	-
	産業廃棄物	20,012	6,964	-
	うち利用量	94,772	37,636	41
	製紙原料等	94,772	37,636	41
	(参考)ごみ発電	(165,319)	(53,933)	(58)

オ 食品廃棄物

食品廃棄物は、家庭だけでなく、食料品販売店や食品製造所などの事業所からも発生しています。このうち、家庭から排出されるものは、地域での堆肥化活動や生ごみ処理機の購入への助成制度を活用した取組などが行われ、また、事業所では、飼料化、堆肥化、バイオガス化など様々な形態で利用されていますが、多くはクリーンセンターに搬入されており、食品廃棄物全体の利用率は24%となっています。

		湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)		359,564	29,394	-
	一般廃棄物系	192,549	19,231	-
	産業廃棄物系	167,015	10,163	-
	うち利用量	84,811	7,078	24
	バイオガス施設搬入	327	41	0.1
	飼料化 (魚アラ)	4,414	556	2
	飼料化・堆肥化等 (上記以外)	80,070	6,481	22
(参考) ごみ発電		(181,178)	(17,798)	(61)

カ 廃食用油

廃食用油は、家庭から排出されるほか、飲食店や食品製造事業所などの事業所からも発生しています。このうち、家庭から排出されるものは、地域の回収活動により集められ、京都市廃食用油燃料化施設でバイオディーゼル燃料に精製されています。事業所から排出されるものは、バイオディーゼル燃料のほか、飼料への添加材や肥料にも利用されており、廃食用油全体の利用率は32%となっています。

		湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)		2,614	1,864	-
	家庭系	1,261	899	-
	事業系	1,353	965	-
	うち利用量	838	598	32
BDF (京都市施設) 等		838	598	32

キ 家畜排せつ物

堆肥化によって農地に還元されるなど、ほぼ全量が利用されており、利用率は100%となっています。

	湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)	2,296	155	-
うち利用量	2,296	155	100
堆肥化等の農地利用	2,296	155	100

ク 下水汚泥

下水汚泥については、焼却灰を焼成し、溶融スラグ化等により建築資材を製造しているほか、汚泥をメタン発酵させたバイオガスの下水処理場内でのエネルギー利用や、焼却灰を土壌改良材等としてそのまま売却して有効利用しているものもあります。全体の利用率は15%となっています。

	湿重量 (t/年)	炭素換算量 (t/年)	利用率 (%)
賦存量 (発生量)	1,090,343	11,791	-
うち利用量	167,264	1,809	15
メタン発酵	75,409	815	7
溶融 (石材)	90,168	975	8
焼却 (灰売却分)	1,687	18	0
(参考) ごみ発電	(150,116)	(1,623)	(14)

資料6 推進項目に掲げている技術について

短期成長木

【推進項目1－(2)－①】

- ヤナギやポプラのような、成長が早い樹種を栽培し、定期的に刈り取ってエネルギー利用する取組が、ヨーロッパなどで進められています。
- これらの樹種は、伐採した後に盛んに芽が出る性質があり、5年程度のローテーションで繰り返し利用することができます。
- 海外では、刈取りにコンバインのような作業車を使い、その場でチップ化している事例があります。冬に刈り取られた短期成長木は、発電所などの燃料として活用されます。
- 短期成長木の栽培は、遊休農地を有効利用できるとともに、化石資源の代替を進めることができます。
- 栽培技術から燃料化技術まで、遺伝子組換え技術も含めて、国内での実用化に向けた研究が進められています。

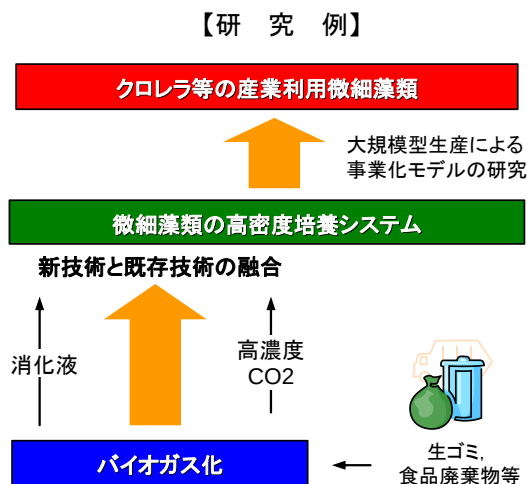


写真出典
バイオ燃料技術革新計画概要
(平成20年3月 バイオ燃料技術
革新協議会)

微細藻類

【推進項目1－(2)－②】

- 微細藻類とは、約30億年前から地球上に存在しており、植物プランクトンとも呼ばれています。植物なので、光合成によって大気中のCO₂を固定化することができます。
- これらの微細藻類には、重油のような炭化水素や、油脂を貯め込むもののほか、健康食品、飼料に利用できるよう成分を有するものなど、様々なものが存在しており、将来性が注目されています。
- 微細藻類の培養技術のほか、有用成分の抽出技術、量産化技術、低コスト化技術など、産業化に向けた研究が進められています。
- また、微細藻類の培養技術と、既存のバイオマス技術（バイオガス化など）を組み合わせた活用方法についても、一部で研究が行われています。



森林バイオマス等の木のガス化メタノール技術

【推進項目1－(3)－⑥】

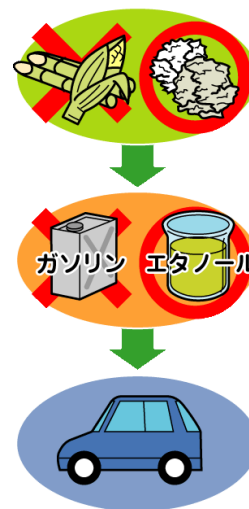
- 木材を、酸素の少ない状態で蒸し焼きにすると、一酸化炭素（CO）や水素（H₂）、メタン（CH₄）などの可燃ガスが発生します。
- このうち CO と H₂ を、触媒を使って合成すると、化学原料や燃料になるメタノール（メチルアルコール）を製造することができます。
- メタノールは、バイオディーゼル燃料（BDF）の製造にも使われており、京都市が取り組んでいる廃食用油のバイオディーゼル燃料化事業に、木材などを原料としたメタノールを組み合わせれば、全てが植物由来のカーボンフリーな BDF も実現します。



汚れた紙からの高効率なエネルギー回収（紙のエタノール化）

【推進項目2－(5)－⑥】

- ティッシュペーパーなどの汚れた紙類は、再生紙として利用することが難しいため、クリーンセンターで焼却処分しています。
- こうした汚れた紙類を原料にしてエタノールを製造する技術によって、食料との競合が懸念されているサトウキビやトウモロコシからエタノールを製造する技術を代替することが期待されますが、実用化に向けては、今後、更なる技術開発が必要です。



資料7 バイオマスの活用技術いろいろ

京都市では、これまでから廃食用油のバイオディーゼル燃料化、生ごみのバイオガス化、さらには間伐材の木質バイオマスのペレットの製造など様々なバイオマスを活用した取組を進めてきています。

また、これらの活用技術に関連して、新たな高度技術の開発も行われています。

廃食用油の活用技術

【 実用化している技術例 】

- 現在の方法(アルカリ触媒法)で製造する**バイオディーゼル燃料**は、**FAME**(^{フエイルム}**脂肪酸メチルエステル**)と呼ばれ、軽油や重油などの液体燃料の代替燃料として使用されています。京都市では、ごみ収集車と市バスに使用しています。
- ただし、排ガス規制でエンジン構造が精緻化された新型車両に、FAME 100%や、それに近い高濃度で軽油と混合して用いる場合、軽油とFAMEの本質的な性状の違い(揮発性など)により不具合を起こす場合があります、検討課題となっています。

【 開発中の技術例 】

- 次世代バイオディーゼル燃料として開発されている**BHD**(^{ビーエイチディー}**水素化バイオ軽油**)は、植物油と水素を反応させて、軽油と似た成分の燃料を製造するものです。BHDは酸素を含んでいないため、貯蔵安定性やエンジンへの適合性の点で優れており、海外を中心に様々な規模での技術開発や実証試験が行われています。

木質バイオマスの活用技術

【 実用化している技術例 】

- 間伐材を破砕し、木の粉にしたあと熱を加えて乾燥・圧縮して円筒状に固めたものを**木質ペレット**と呼んでいます。欧米では石油や石炭などの化石燃料に代わる燃料として普及しています。京都市京北地域で、平成22年度から製造施設が稼働しています。

【 開発中の技術例 】

- バイオマスの熱分解ガスを合成する**F₂T₂**(^{エフティ}**合成**)という技術で、搬送や利用がし易い形態の液体燃料(軽油や灯油の性状に近い燃料)を製造する手法を、**BTL**(^{ビーティール}**バイオマス・トゥ・リキッド**)と呼んでいます。
- この技術に対応可能なバイオマスは、木質系バイオマスをはじめ、農業残さ、草本系バイオマス、厨芥類など、幅が広いことが特徴です。
- 国内外で様々な規模での技術開発や実証試験が実施されています。

生ごみの活用技術

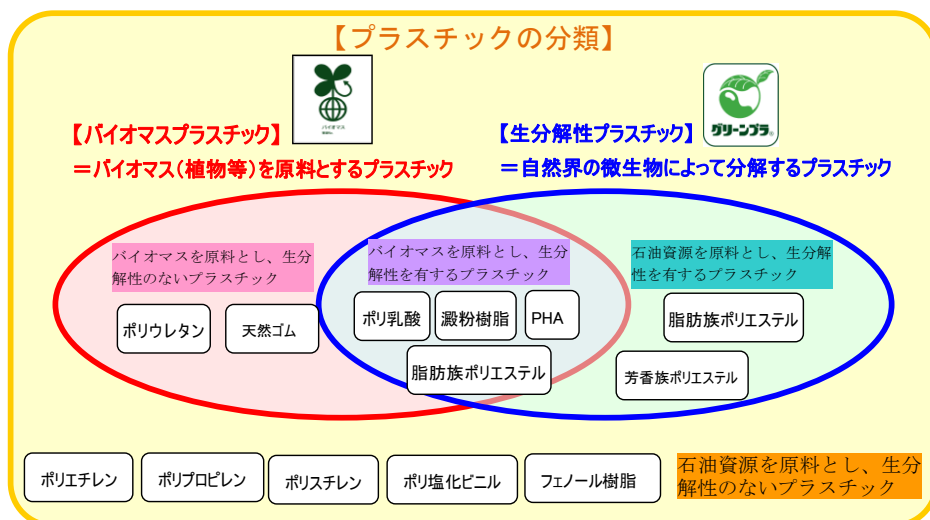
【 実用化している技術例 】

- 有機性の原料（バイオマス）を発酵させて、メタンガスを取り出し、発電や熱利用する**バイオガス化技術（メタン発酵技術）**は、水分の多い生ごみや下水汚泥などの有効活用方法として、全国各地で取り組まれています。京都市は、平成11年度から実証試験を実施しています。
- しかし、生ごみのバイオガス化施設では、袋ごと生ごみが搬入されることがあり、化石由来のプラスチック袋を使用すると、発酵せず残渣として排出されてしまいます。

【 開発中の技術例 】

- バイオマスの植物成分を利用して製造する**バイオマスプラスチック**は、枯渇性資源である石油を原料としていません。
- 生ごみに**生分解性プラスチック**の袋を用いた場合、袋もバイオガス化することが可能となります。
- バイオマスプラスチックは、一部で実用化されているものの、耐熱性、耐久性の面のほか、石油製プラスチックとの大きな価格差が課題となっており、本格的な実用化に向けて、技術開発が行われています。

図 バイオマスプラスチックと生分解性プラスチックとは？



（出典）社団法人日本有機資源協会ホームページより（一部修正）

※ なお、「実用化している技術例」として紹介している技術の中には、規模や原料の種類などの活用条件の違いによって、開発中や実証試験中のものもあります。反対に、「開発中の技術例」の中にも、既に実用化されているものが一部あります。

資料 8 用語解説

用 語	解 説
魚アラ	魚介類から可食部分を取り除いた頭や骨、内臓などの総称で、魚腸骨とも呼ぶ。
温室効果ガス	地球温暖化の原因となる熱を吸収し再放出する気体。温室効果ガスの削減に向けた国際的な取り決めである京都議定書では、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、ハイドロフルオロカーボン、パーフルオロカーボン、六ふっ化硫黄の6種類が削減対象に定められている。
ガス化メタノール	草木類等を半燃焼させ、ガス化し、メタノール合成した燃料。バイオディーゼル製造の原料、燃料電池燃料等への利用が期待される。
化石資源	石炭、石油、天然ガス、LPガスなど、古代地質時代の動植物の死骸が化石化したもので、燃料として使用される。
環境モデル都市	温室効果ガスを大幅に削減する社会の実現に向け、高い目標を掲げて先駆的な取組に挑戦する都市。平成21年1月までに全国で13都市が選定された。
木の文化を大切に するまち・京都	木の文化を大切にするまち・京都の概念は、以下のとおり。 ・市域の3/4を占める森を再生し、森に親しみ、森の恵みを都市に還元することにより、文化の醸成や産業の振興に積極的に取り組むまち ・京町家を大切にするとともに、市内産木材を多様に活用しながら、京町家の知恵を現代に生かし、新たな建築活動を促進するまち ・さらには、こうした取組を評価し、楽しいと思う京都の人々が暮らし続けることができ、その価値観を大切にするまち
コミュニティ回収	京都市において、古紙や缶・びんなどの資源物を地域で集団回収し、自主的なごみ減量・リサイクル活動を進めてもらう制度。京都市では、回収品目等に応じて助成を行っている。
再生可能資源	自然由来で絶えず補給される、太陽光、風力、バイオマス等の資源のこと。補給される量を超えない範囲で利用すれば、持続的に利用可能
循環型社会	製品等が廃棄物になることを抑え、再生利用や再資源化などを進め、それでも残ったごみは適正に処分することで天然資源の消費を抑え、環境への負荷ができる限り低減される社会
敷料	家畜の寝床に使われる、稲わらやもみ殻などの資材

用 語	解 説
薪炭	薪と炭。薪は丸太を20～50cm程度の長さに切断して大割りしたもので、家庭用のストーブや小型ボイラの燃料として利用されている。炭は、木材を酸素が少ない状態で蒸し焼きにしたもので、暖房・調理用燃料、活性炭等として利用される。
すき込み	農機具や鍬（すき）を使って、土に肥料や空気を混ぜ合わせる事。
生分解性プラスチック	微生物によって、土の有機成分や二酸化炭素、水に分解されるプラスチック
チップ	小丸太や各種残廃材を一定の大きさに切断したもの。ボイラの燃料等として利用される。
トロ箱	魚を卸売業者が仲卸業者に卸す際使う発泡スチロールの魚箱
バイオエタノール	サトウキビやトウモロコシ、木材等のバイオマスを発酵して製造されるエタノール。ガソリン代替又は混合用としての輸送用燃料利用の他、熱利用としては灯油・重油と混合して燃焼することが可能。
PDCAサイクル	Plan（立案・計画）、Do（実施）、Check（検証・評価）、Action（改善・見直し）の頭文字を取ったもの。行政政策や企業の事業評価にあたって計画から見直しまでを一貫して行い、さらにそれを次の計画・事業に活かそうという考え方
溶融スラグ	焼却灰を高温で溶かし、冷却してできるガラス質の固化物。道路の路盤材などに利用される。

