令和２年度第３回シンポジウム　地域循環共生圏における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性

メタンガス化＋焼却コンバインドシステムの中小廃棄物処理施設への適用性向上と農業との連携

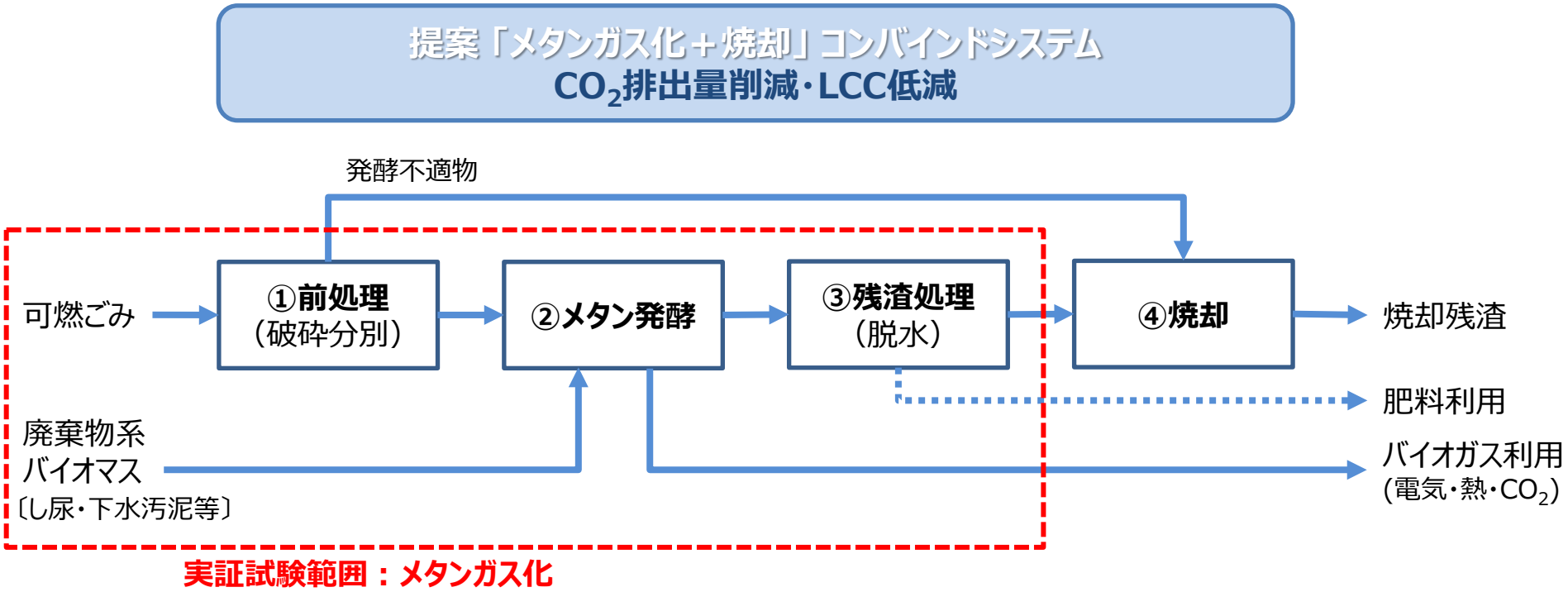
令和３年３月３日

株式会社クボタ　水環境開発第三部　長谷川 哲宏

１．実証事業（平成29~31年度）の概要

For Earth, For Life
Kubota

- **中小廃棄物処理施設において廃棄物エネルギーの有効活用によるCO_2排出量削減とLCC低減を可能にする「メタンガス化＋焼却」コンバインドシステムを実現する。**
- **各工程の改良技術の実証試験を行って提案システムの優位性を確認する。**



※本実証事業は、連携自治体として船井郡衛生管理組合、南丹市、京丹波町の全面的なご協力を得て実施しました。

2．実証試験　①実証プラント

For Earth, For Life
Kubota

➢ **前処理（破砕分別）、メタン発酵処理、発酵残渣処理（脱水）の一連技術の評価検証ができる実証プラントで試験を行い、提案システムを完成させる。**

実証プラントの概要

設置場所

京都府南丹市八木町

処理フロー（右図）

前処理(破砕分別)＋メタン発酵処理
＋発酵残渣処理(脱水)

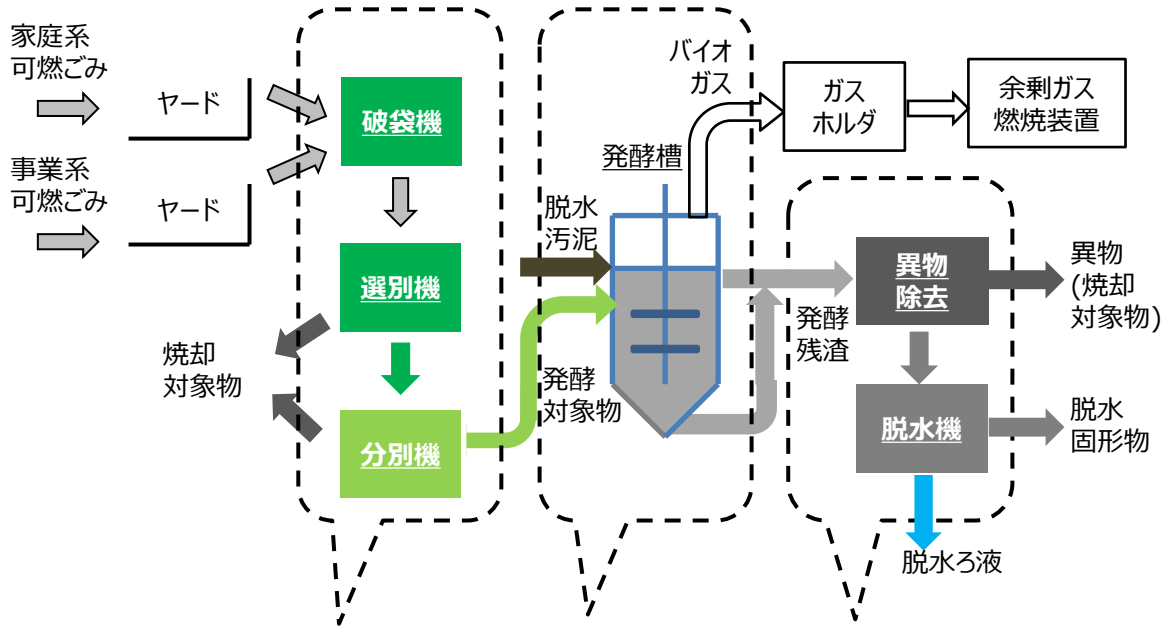
主な仕様

・ごみ処理量：　300 kg/日程度
・発酵槽容量：　3 m^3/槽 × 2 槽
・発酵処理量：　75 kg/日/槽(定格)
・発酵温度　：　55 ℃程度(高温)

処理対象物

・家庭系可燃ごみ
・事業系可燃ごみ
・し尿・浄化槽汚泥処理の脱水汚泥
・下水処理の脱水汚泥

※種汚泥には畜産ふん尿処理の中温発酵脱水発酵残渣を希釈して使用



前処理（破砕分別）

・発酵対象物側への発酵適物分別量増加
・消費電力削減

メタン発酵処理

・独自の縦型発酵槽
・幅広い槽内濃度への対応
・異物の確実な排出
・省スペース

発酵残渣処理（脱水）

・未利用（余剰）廃熱の利用
・脱水固形物含水率の低減

２．実証試験　①実証プラント

For Earth, For Life
Kubota

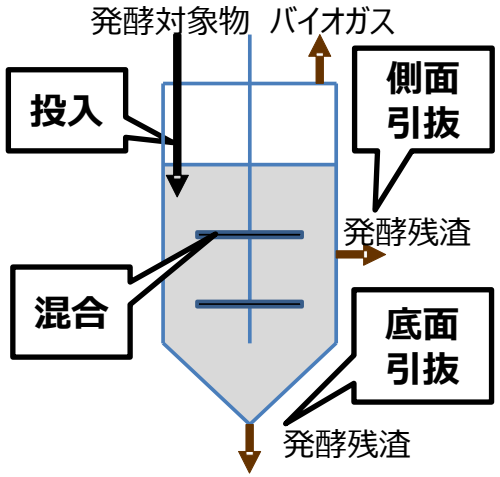
＜実証プラント外観＞

２．実証試験　②メタン発酵処理

For Earth, For Life
Kubota

➢ **独自の縦型発酵槽の投入・混合・残渣引抜機能に大きなトラブルはなく、１年以上安定した運転を継続できた。**

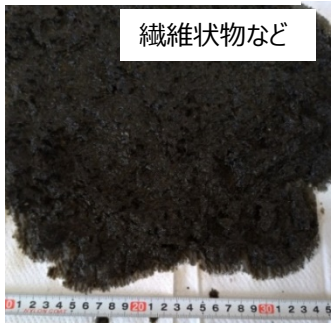
・投入機構：　**異物も含む発酵対象物を計画通り密閉槽内に投入できた**
・混合機構：　**幅広い槽内濃度を低動力で適切に混合し、安定発酵を継続できた**
・残渣引抜機構：**側面と底面からの引抜きにより様々な異物が排出できるため槽内蓄積なく運転できた**



側面引抜残渣

うち≧約10mm画分

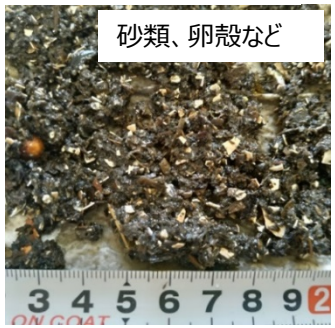
うち≧約2mm画分



底面引抜残渣

うち≧約10mm画分

うち≧約2mm画分

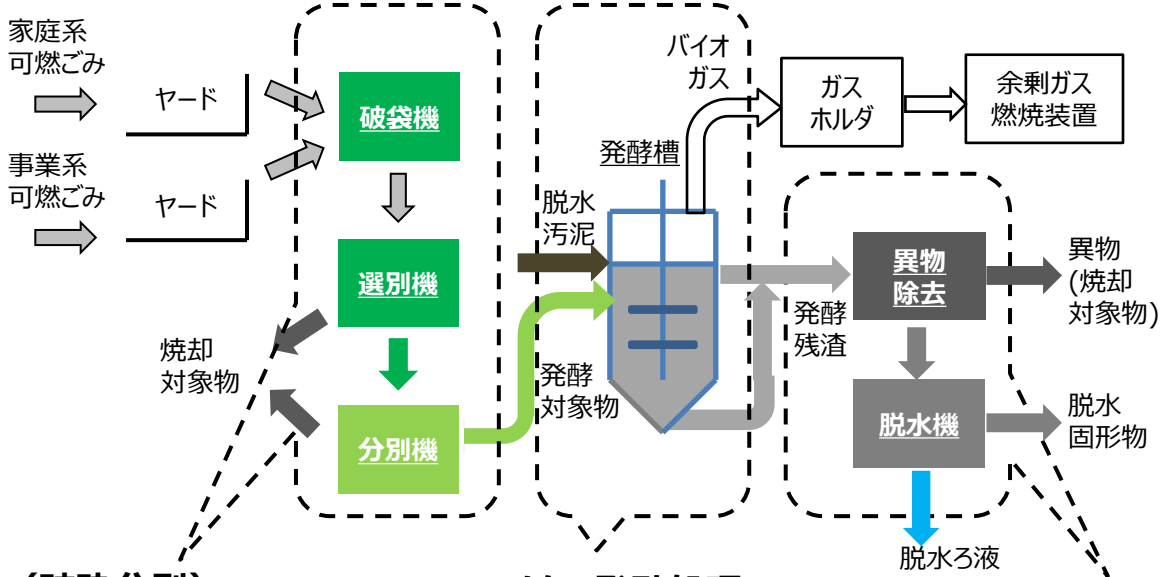


※側面からは沈降しにくいもの、底面からは沈降しやすいものが排出できる

2．実証試験　③まとめ

For Earth, For Life
Kubota

➢ **提案する前処理＋メタン発酵＋脱水の一連のシステムにおいて、計画通りの性能を確認し、可燃ごみ及び脱水汚泥を安定して処理することができた。**



前処理（破砕分別）

- ✓ 様々なごみの混じった可燃ごみから、発酵に適した**生ごみと紙ごみの多くを発酵対象物として分別回収**できた。
- ✓ 一方、**収集時に適切な分別を行えば機械選別の規模やコストを大幅に抑制**できる。

⇒ プラごみ分別の動向も踏まえ、**排出・収集も含めた全体でコストや環境負荷を最小化**することが重要

メタン発酵処理

- ✓ **独自の縦型発酵槽技術により、混合ごみ由来の発酵対象物を長期間安定して発酵処理**できた。
- ✓ ごみ単独だけでなく**脱水汚泥との複合でも安定して発酵処理**できた。

⇒ ごみだけでなく、**汚泥**、さらには**食品廃棄物、農業残渣等の地域バイオマスと合わせて処理することが可能**

発酵残渣処理（脱水）

- ✓ **加温と薬剤添加の制御により含水率を調整可能**で、60%以下も可能。

⇒ 処分または再利用先により適切な性状は異なるため、ニーズに合わせて最適な処理を選択

3．CO_2排出量削減とLCC低減の効果

For Earth, For Life
Kubota

➢ **試算効果**

CO_2排出量削減効果　：1940ton-CO_2/年（25%）＝139kg-CO_2/ton-可燃ごみ

LCC低減効果（実質負担）：46百万円/年（8%）

試算条件

- ・施設能力：　50t/日
- ・稼働日数：　280日/年
- ・稼働時間：　24hr/日
- ・ごみ組成：
  - 生ごみ　35%
  - 紙ごみ　25%
  - プラスチック 15%
- ・電力排出係数：
  - 0.579kg-CO_2/kWh
- ・プラ焼却排出係数：
  - 2.77ton-CO_2/ton
- ・交付率：
  - 焼却単独　1/3
  - コンバインド 1/2
- ・交付対象設備率：80%
- ・FIT売電価格：39円/kWh

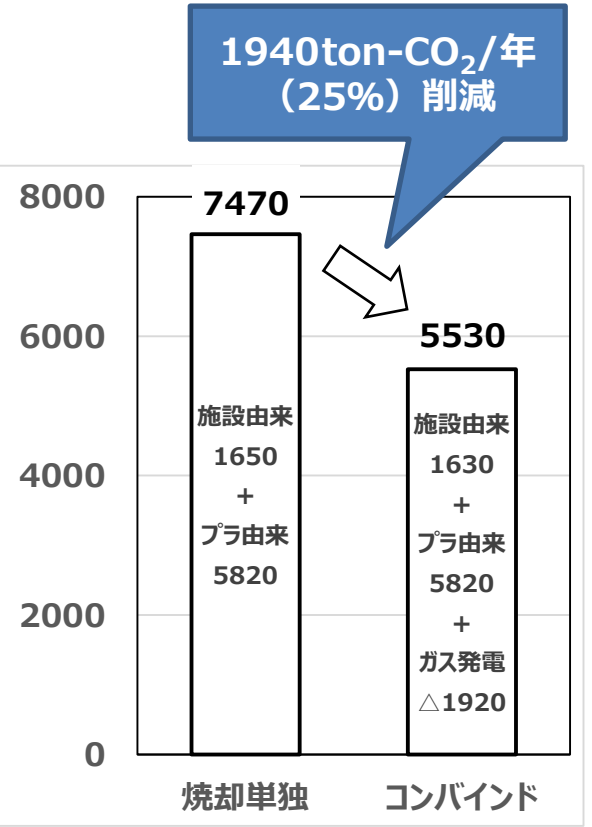


図　実質CO_2排出量 [ton-CO_2/年]

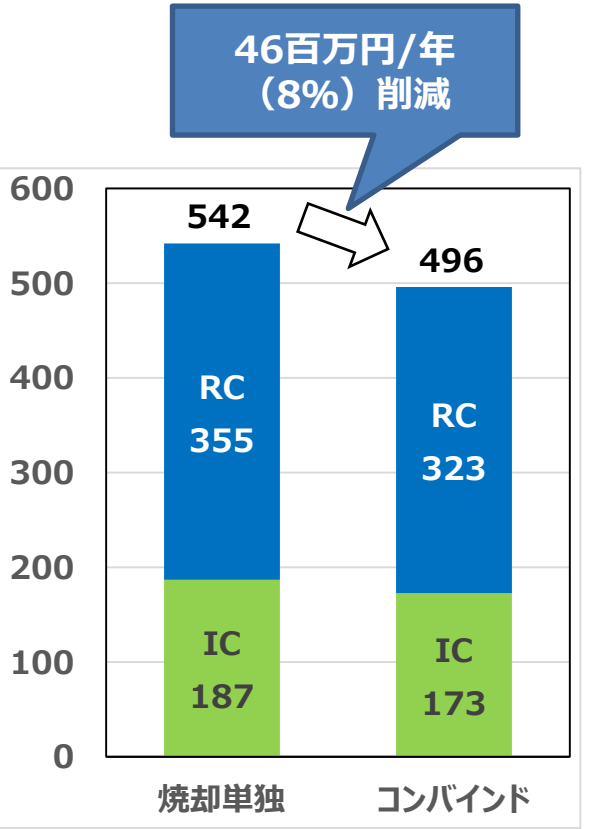


図　実質負担LCC [百万円/年]

発電量　3340MWh/年

４．付加的技術の検討　①発酵残渣の有効利用

For Earth, For Life
Kubota

- **発酵残渣は肥料利用可能な性状だが、ごみ由来のため実際の利用には難しさもあり、現在は脱水固形物は焼却処理、脱水ろ液は排水処理する計画で、LCC増加の原因となっている。**
- **処理方法の工夫や地域全体で有効利用できる仕組み作りにより、LCC低減と地域資源循環の実現を目指していきたい。**

表　発酵残渣等の植害試験・成分分析の結果

項目			発酵残渣(異物除去後)		脱水固形物		脱水ろ液		備考
			ごみ単独	汚泥複合	ごみ単独	汚泥複合	ごみ単独	汚泥複合	
植害試験	生育上の異常		なし	なし	なし	なし	なし	なし	
	標準区比の生体重		同等以上	同等以上	同等以上	同等以上	同等以上	同等以上	基準量区
	対照肥料比の生体重		同等以上	同等以上	やや下回る	やや下回る	同等以上	同等以上	基準量区
肥効性	窒素(as N)	(%-wet)	0.38	0.33	0.93	1.08	0.13	0.21	
	リン(as P_2O_5)	(%-wet)	0.10	0.13	1.01	1.05	0.01	0.01	
	カリウム(as K_2O)	(%-wet)	0.19	0.09	0.17	0.10	0.11	0.07	
有害成分	ヒ素	(mg/kg-dry)	<1	3	2	3	<1	3	許容値：50
	カドミウム	(mg/kg-dry)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	〃　：　5
	全水銀	(mg/kg-dry)	<0.1	0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	〃　：　2
	ニッケル	(mg/kg-dry)	72	3	120	31	75	3	〃　：300
	全クロム	(mg/kg-dry)	14	43	30	38	15	23	〃　：500
	鉛	(mg/kg-dry)	<5	<5	7	3	<1	5	〃　：100

・適切な異物除去を行えば、**肥効性や有害成分、植害試験の結果から性状としては十分に肥料利用できる**。

・一方で、**ごみ由来という心理的抵抗もあり、実際に利用してもらうには難しさ**もある。

⇒ **肥効成分回収のための処理方法の更なる工夫**や、食料以外の作物への利用や価格インセンティブ等も含め**地域全体で有効利用できる仕組み作りも必要**

４．付加的技術の検討　②バイオガスの高度利用

For Earth, For Life
Kubota

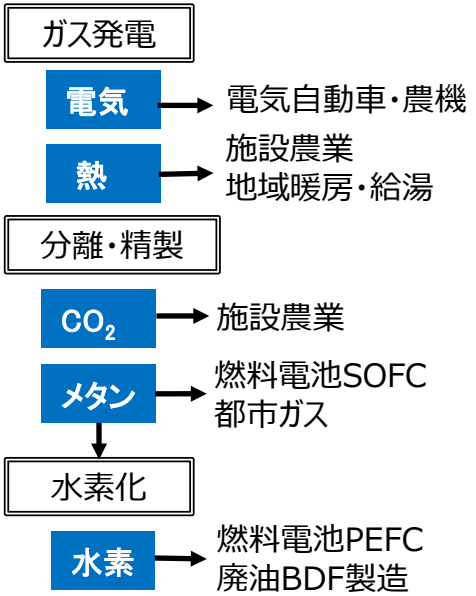
➢ **バイオガスはそのまま発電するだけではなく、多様な形で電気・熱・CO_2などを取り出すことが可能であり、地域の状況に応じた活用方法を検討する価値がある。**

表　バイオガス分析結果

項　目	ごみ単独	汚泥複合（汚泥30%）	（参考）メタン化施設整備マニュアル記載例
メタン　（%）	**54　（49～59）**	**53　（52～57）**	-
アンモニア（ppm）	15　（1.2～660）	37　（0.2～170）	50～200
硫化水素（ppm）	**10　（5.9～16）**	**4.5（0.83～17）**	**500～2000**
シロキサン（ppm）	**0.10（N.D.～0.32）**	**0.27（0.03～0.70）**	**20～50**

※カッコ外は分析結果の中央値、カッコ内は範囲を示す

バイオガス活用方法（例）



・**ごみ由来バイオガスは**他のバイオガスと同様に**ガス発電だけでなく多様な形で利用できる**。
⇒　例えば、水素化してから燃料電池で利用するなど試算上は更にCO_2削減効果が大きな方法もあり地域の状況に応じた最適な活用方法を検討する価値がある。

・ガス利用時に障害となることの多い硫化水素とシロキサンの濃度は、メタン化施設整備マニュアルの記載例（生ごみ、家畜ふん尿、下水汚泥等由来）に比べ低く、ガス利用の前処理コストが低く抑えられる。

5．本事業成果を核とした地域循環共生モデル例

For Earth, For Life
Kubota

中心となる自治体

＋ 周辺自治体

地域の産業
住民の生活

農業　畜産業
林業　食品製造業
家庭　各種事業所

農業系残さ　家畜ふん尿
木質ﾊﾞｲｵﾏｽ　食品廃棄物
生ごみ　紙ごみ　汚泥

その他ごみ

肥料(窒素、リン、カリウム)
電気　熱　CO_2

廃棄物の処理
（利活用）施設

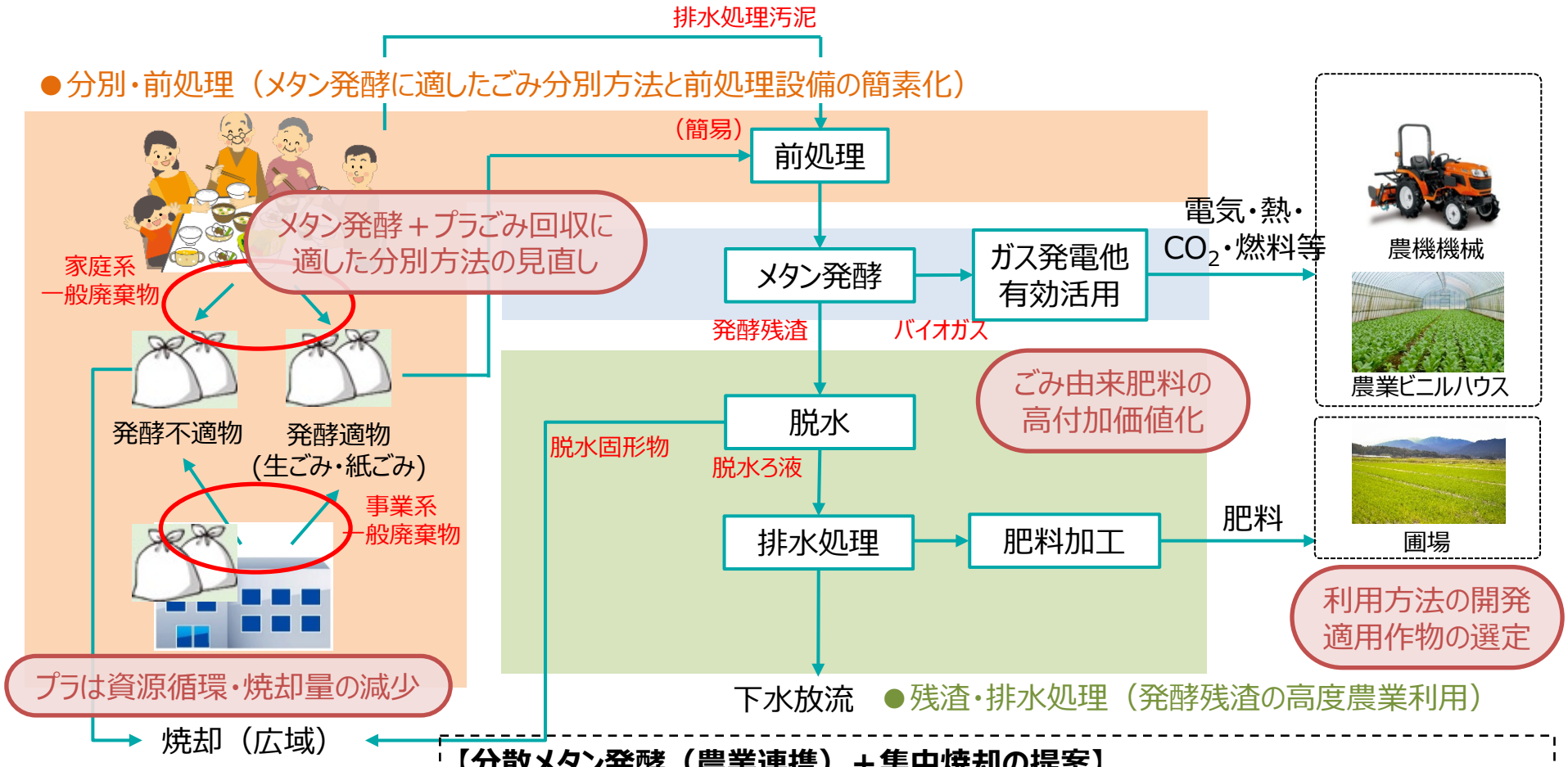
メタン発酵　焼却
堆肥化　脱水
乾燥　その他

廃棄物から得られるエネルギー・資源を地域で有効利用【地消】し、地域活性化や雇用創出につなげる
・熱、CO_2の施設農業や各種産業での活用
・肥料の農業利用
・非常時の自立分散型電源の確保
・既存観光資源にエコツーリズムを組合せた観光客誘致　など

地域の廃棄物や産業の特性に合った最適なシステムとし、エネルギー・資源の回収【地産】とLCC最小化を図る
・電気、熱、CO_2、肥料等の回収
・自治体負担の廃棄物処理コストの最小化、地域内でのお金の循環
・民間の資金・ノウハウの活用　など

6．農業との連携モデル例（メタン発酵分散設置）

For Earth, For Life
Kubota



・生・紙ごみはメタン発酵
・プラごみは資源循環
・焼却せざる得ないもののみ周辺都市への委託や部分広域化で焼却処理

【分散メタン発酵（農業連携）＋集中焼却の提案】

・今後、プラごみ資源循環が進み焼却対象物が減るため、中小自治体で焼却を含む施設を設けることはますます難しくなる。

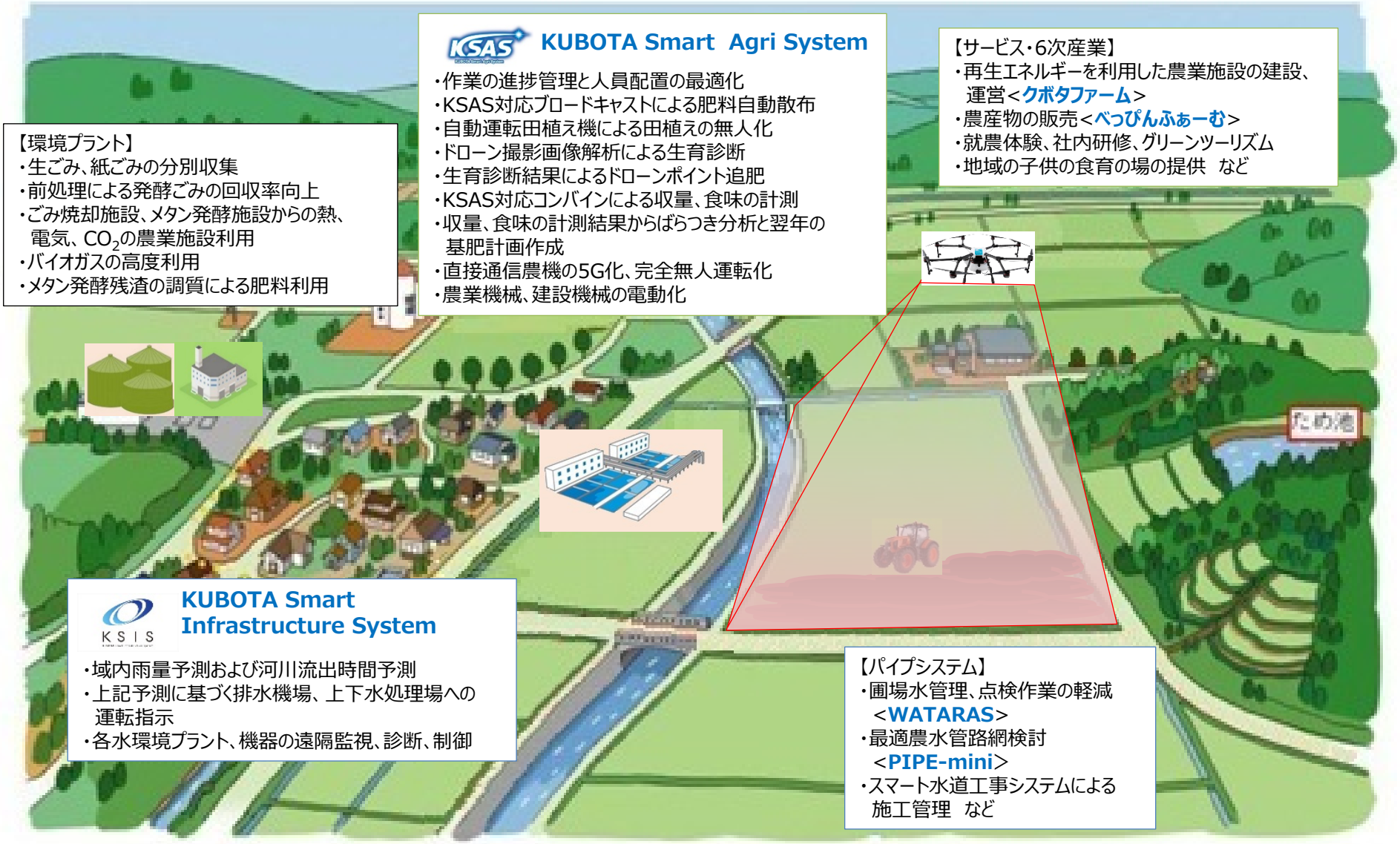
・一方、全てのごみを広域化して焼却処理することは、自治体間の調整が難しく、また、地域循環の理念にも合わない。

・一案として、**メタン発酵施設は中小自治体に分散設置**し、生ごみ・紙ごみ・その他湿潤バイオマスを処理して得られる**電気・熱・CO_2・肥料などは農業を中心に地域循環**し、**焼却せざる得ないものだけ広域焼却**するシステムを提案する。

（参考）当社グループ技術を活用したまちづくり

For Earth, For Life
Kubota

本事業成果に加え、当社グループ保有技術を活用し、中小自治体の地域循環型・低GHG排出型のまちづくりに貢献します



【環境プラント】
・生ごみ、紙ごみの分別収集
・前処理による発酵ごみの回収率向上
・ごみ焼却施設、メタン発酵施設からの熱、電気、CO_2の農業施設利用
・バイオガスの高度利用
・メタン発酵残渣の調質による肥料利用

KUBOTA Smart Agri System

・作業の進捗管理と人員配置の最適化
・KSAS対応ブロードキャストによる肥料自動散布
・自動運転田植え機による田植えの無人化
・ドローン撮影画像解析による生育診断
・生育診断結果によるドローンポイント追肥
・KSAS対応コンバインによる収量、食味の計測
・収量、食味の計測結果からばらつき分析と翌年の基肥計画作成
・直接通信農機の5G化、完全無人運転化
・農業機械、建設機械の電動化

【サービス・6次産業】
・再生エネルギーを利用した農業施設の建設、運営<**クボタファーム**>
・農産物の販売<**べっぴんふぁーむ**>
・就農体験、社内研修、グリーンツーリズム
・地域の子供の食育の場の提供　など

KUBOTA Smart Infrastructure System

・域内雨量予測および河川流出時間予測
・上記予測に基づく排水機場、上下水処理場への運転指示
・各水環境プラント、機器の遠隔監視、診断、制御

【パイプシステム】
・圃場水管理、点検作業の軽減<**WATARAS**>
・最適農水管路網検討<**PIPE-mini**>
・スマート水道工事システムによる施工管理　など

ご清聴ありがとうございました

For Earth, For Life

Kubota