

令和 6 年度環境省委託業務

令和6年度

脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業
(液肥散布及び小型バイオガスプラントの低コスト化、
オープンソース化、地域モデル実証)委託業務
成果報告書

令和 7 年 3 月

一般社団法人これから

特定非営利活動法人木野環境

要約

国内におけるバイオガス液肥の利用事例は少ない。その要因のひとつに、散布にかかるイニシャルコストの負担が大きいことが挙げられる。また、バイオガスプラントの普及に先立ち、小型のプラントを設置して、地域住民や生ごみ等の排出者、液肥利用者等の理解醸成を図ることが効果的である。小型のバイオガスプラントは、農家や地域団体等が導入する分散型プラントとしてもニーズがある。

そこで、本事業の1つ目の柱として、液肥の散布手法及び小型バイオガスプラントの低コスト化について検討し、それらを2026年3月までにオープンソースとして公開するため、情報整理を始めた。また、2つ目の柱として、提案する散布方法やオープンソースのバイオガスプラント(以下、オープンバイオガスプラント)の有用性を評価し課題をフィードバックするため、京都府向日市内で地域モデル実証を開始した。

低コスト型の散布車として、レンタルした不整地運搬車に散布機構を取り付けるモデルを提案した。向日市内にある水田で確認したところ、液肥散布実験の作業量は0.169 ha/hとなった。1日で約1haの農地で散布可能と考えられた。また、散布車にかかる費用は、年間25haで作業する場合、1反あたり1,234円と推定し、安価で導入可能なことを確認した。そのほか、低コスト型の散布方法について、先行事例を整理した。

低コスト型のオープンバイオガスプラントの製造マニュアルの作成にあたっては、着脱式コンテナ車やタンクローリー車を活用し、容易に設置、撤去可能な設計とした。

向日市内には、日量7.5kgのオープンバイオガスプラントを設置した。この製造原価は71万円程度であった。次年度にかけて、100人程度の生ごみ分別モニターを募り、生ごみが肥料としてリサイクル可能なことを実演する拠点の準備が完了した。

バイオガス液肥に関する総合的な理解を促すとともに、適切な利用が浸透することを目的に、農家が自ら土壌分析を行い、施肥設計をし、散布計画を作成可能なマニュアルを令和7年度の公開に向けて作成を開始した。また、農家向けのポッドキャスト形式のコンテンツを作成し、2回配信した。

向日市内では竹林が多いことから、チップ化した竹をメタン発酵させる実験を行い、ラボレベルでは発酵処理が可能で、バイオガスが発生することを確認した。次年度は、オープンバイオガスプラントでの発酵を試みる。

Summary

There are few examples of the use of biogas liquid fertilizer in Japan. One of the reasons for this is the high initial cost of spreading. In addition, it would be effective to install small biogas plants, prior to the standard plants, to foster understanding among local people, emitters, and users of liquid fertilizer. Small biogas plants are also needed as decentralized plants to be introduced by farmers and community groups.

Therefore, as the first pillar of this project, we studied the spreading method of liquid fertilizer and the low cost of small biogas plants, and began to organize information in order to release them as open source by March 2026. As the second pillar of the project, a regional model demonstration was started in Muko City, Kyoto, in order to evaluate the usefulness of the proposed spreading method and open source biogas plant (hereafter referred to as “Open Biogas Plant”) and to provide feedback on issues.

As a low-cost spreader, we proposed a model in which the spreading mechanism is attached to a rented rough terrain transporter. The workload of the experiment was 0.169 ha/h for liquid fertilizer spreading, which was confirmed in a paddy field located in Muko City; it was considered possible to spread the fertilizer on approximately 1 ha of farmland in a single day. The cost of the spreader can be estimated at 1,234 yen per hectare per year when working on 25 ha per year, confirming that it can be introduced at a low cost. In addition, we also organized precedents for low-cost spraying methods.

In preparing the manufacturing manual for the low-cost Open Biogas Plant, we designed the plant to be easily installed and removed by utilizing detachable container trucks and tanker trucks.

An Open Biogas Plant with a daily capacity of 7.5 kg was installed in Muko City. The cost of this production was about 710,000 yen. Preparations were completed for a base where about 100 households will act as food waste separation monitors to demonstrate that food waste can be recycled as fertilizer over the next fiscal year.

Aiming to promote a comprehensive understanding of biogas liquid fertilizer and to spread its proper use, the project started preparing a manual of soil analysis and planning of fertilizer application, to be released during the next fiscal year. In addition, podcast-style content for farmers was created and distributed twice.

Since there are many bamboo forests in Muko City, experiments were conducted on methane fermentation of chipped bamboo, and it was confirmed that the fermentation process is feasible at the laboratory level and that biogas is generated. We will attempt fermentation in an open biogas plant in the next fiscal year.

内容

第1章 事業概要.....	1
(1)事業の目的.....	1
(2)事業の全体像.....	1
(3)実施体制.....	2
(4)目標.....	4
(5)事業スケジュール	5
第2章 液肥利用普及モデルの構築.....	6
(1)低コストでできる液肥散布方法の確立・情報公開.....	6
(2)低コストで導入できる小型バイオガスプラントの設計公開	14
(3)ノウハウ発信	23
第3章 京都府向日市内での地域モデル実証	30
(1)液肥散布の検証.....	30
(2)実証機を用いた地域実証.....	34
(3)地域バイオマス資源「竹」の活用実証	46
第4章 CO ₂ 排出量削減効果.....	55
第5章 検討会.....	64
第6章 まとめ(達成状況と評価).....	65

別添資料 第1回検討会議事録

第1章 事業概要

(1)事業の目的

我が国では、バイオガスプラントの導入が徐々に始まっているが、液肥が利用されている事例は少ない。その要因は2つあり、1つ目の要因として、散布にかかるコストがある。国内におけるバイオガス液肥の散布は、数千万円の散布車（スラリースプレッダー）とローリー車によるピストン補給によるものが主流であり、自治体や公社、大規模農業法人が実施していることが多い。しかし、小型バイオガスプラントを用いて年間300トン程度しか液肥を生産しない場合、高額な散布車やローリー車を確保することは採算上難しい。2つ目の要因としては、液肥自体の認知度が低く、利用者に使ってもらうように至るまでの効果的な啓発ツールが確立されていないことである。これらの要因がバイオガスプラントを核とする資源循環システムを普及する上で課題となっている。

一方、本格プラント導入前には、まず小型バイオガスプラント（処理能力500kg/日程度）を実証機として導入することで地域住民や排出者、液肥利用者等の理解醸成を図ることが重要である。小型のバイオガスプラントは、本格プラントの導入に先立つ実証機としてのほか、農家や地域団体等が導入する分散型プラントとしてもニーズはあるものの、採算性の高い価格で提供されている製品の選択肢が少ない。

低コストの液肥散布車や小型バイオガスプラントの導入は、先行事例はあるものの、多くがオーダーメイドや自作によるもので、製品化はされておらず、入手のしにくさが普及の妨げになっていると考えられる。

そこで、本業務では、液肥の散布手法及び小型バイオガスプラントの低コスト化について提案し、京都府向日市内における地域モデル実証を通して改善しながら、そのノウハウや設計図面を公開してオープンソース化することで国内での横展開に寄与することを目的とする。

(2)事業の全体像

本事業は、「液肥利用普及モデルの構築」と「向日市内での地域モデル実証」の2本柱で、6つの取組について2か年かけて実施するものである。

「液肥利用普及モデルの構築」では、①低コストでできる液肥散布方法の確立・情報公開、②低コストで導入できる小型バイオガスプラントの設計公開（オープンソース）を進め、③ノウハウ発信を開始した。これらの取組の有用性を評価し課題をフィードバックするため地域モデル実証として「向日市内での地域モデル実証」では、④液肥散布の検証、地域住民の資源

循環への理解を醸成するための⑤実証機を用いた地域実証を開始した。また、向日市内では竹林が豊かで竹の子栽培が盛んである一方、未利用の竹材が多いことから⑥地域バイオマス資源「竹」の活用実証を実施した。

なお、今年度事業の概要を図 1 に示す。

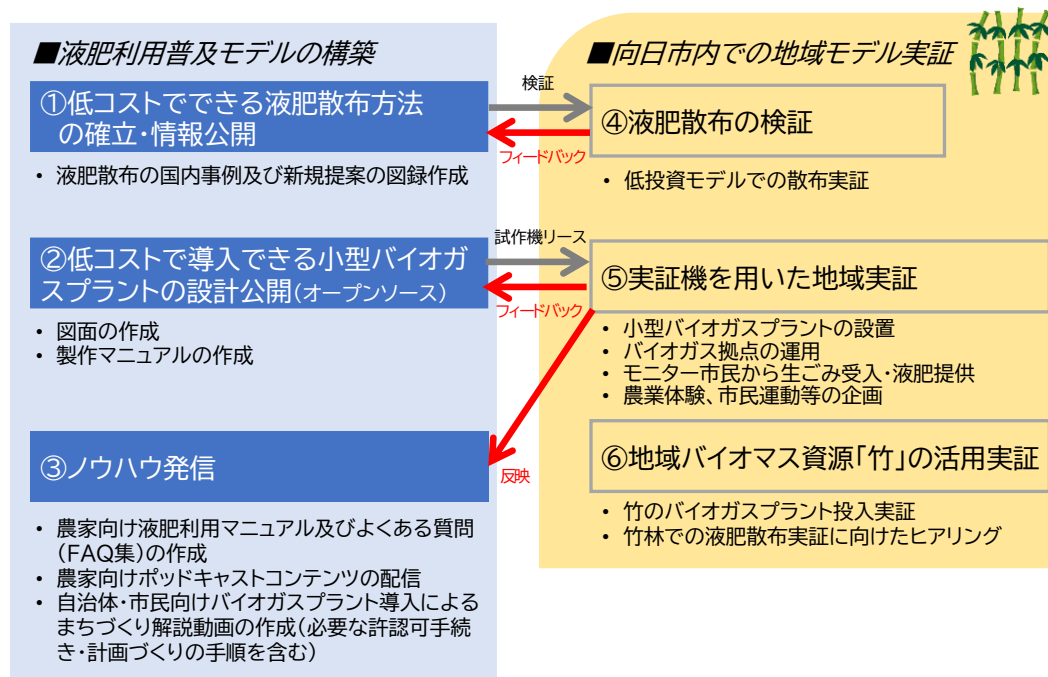


図 1 令和 6 年度の事業概要

(3)実施体制

本事業は一般社団法人これからと NPO 法人木野環境が共同で実施した。

一般社団法人これからは、2024 年に法人化したばかりだが、前身の活動として、生協運動や消費者運動を 20 年以上続けてきた。近年では、生ごみの堆肥化や省エネ活動、竹林活動、農家支援などを行ってきた。向日市に農地を残したいという思いを持ち、地元の農家、飲食店、こども食堂、生協会員、ごみ減量推進会議、地主、商工会、NPO など、様々なステークホルダーとのネットワークを有している。

NPO 法人木野環境は、廃棄物処理事業者など中小企業の環境マネジメントシステム構築支援や自治体の廃棄物処理計画の構築支援などを中心に、廃棄物の減量に資する提案を行ってきた。特に自治体等でのバイオガスプラント導入の FS（導入可能性）調査には力を入れ

ており、バイオガスの発電利用だけでなく、消化液の液肥としての利用が循環型社会の構築にあたって肝要と考え、液肥を使った栽培実験や農家への普及啓発の実績を重ねてきた。

向日市内の農地を残したい(一社)これからと、バイオガスプラントを核とする循環システムの普及を進めたい NPO 法人木野環境が共同実施で本事業に取り組むことで、地域モデル実証を確実に進めながら、バイオガスプラントや液肥利用のノウハウの構築・情報発信に取り組み、国内での横展開を格段に押し進めることが可能となると考え、図 2 のような体制とした。

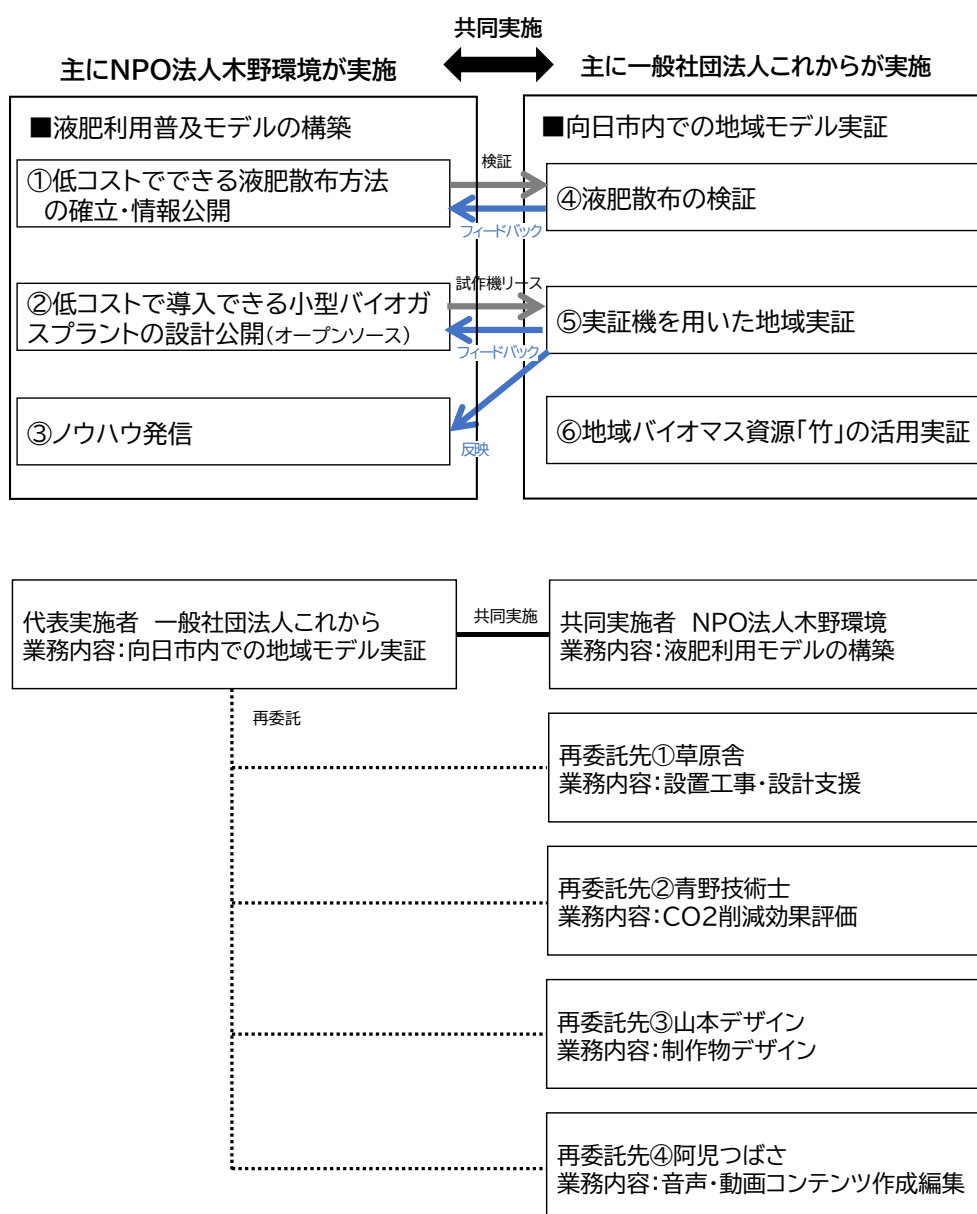


図 2 実施体制

(4) 目標

令和 6 年度事業で設定した目標は表 1 の通りである。

表 1 令和 6 年度の目標

(1)液肥利用 普及モデルの 構築	①低コストでできる 液肥散布方法の確 立・情報公開	・ 不整地運搬車を使った液肥散布モデルを提案する。 ・ 散布機構と不整地運搬車を合わせた散布コストが 1 反あたり 1,300 円以下を目指す。 ・ 低コスト型液肥散布方法を整理した資料「液肥散布車のつくりかた」(仮称)を作成する。(令和 7 年度も継続)
	②低コストで導入で きる小型バイオガス プラントの設計公開	・ 低コストで導入できる小型バイオガスプラントモデルの設計図面及び製造マニュアル「オープンバイオガスプラントのつくりかた」(仮称)を作成する。(令和 7 年度も継続) ・ 設計するモデルの製造原価を 1,000 万円未満程度に収めることを確認する。
	③ノウハウ発信	・ 農家が自ら土壌分析を行い、施肥設計をし、散布計画を作成できるマニュアル及びよくある質問(FAQ 集)を作成する。(令和 7 年度も継続) ・ 農家向けのポッドキャスト形式のコンテンツを作成し、令和6年度は2回程度配信する。 ・ プラント導入主体(特に自治体)向け動画を作成する。(令和 7 年度も継続)
(2)京都府向 日市内での地 域モデル実証	①液肥散布の検証	・ 不整地運搬車を使った散布モデルを実証し、実用可能であることを確認する。
	②実証機を用いた 地域実証	・ 実証プラントを 2025 年 1 月までに設置完了する。 ・ 拠点の運営及び生ごみ分別モニターの受付を開始する。
	③地域バイオマス資 源「竹」の活用実証	・ ラボ実証で竹を発酵処理できることを確認する。 ・ 竹林の液肥散布先を確保する。

(5)事業スケジュール

表 2に示すスケジュールで事業を実施した。

表 2 事業スケジュール

実施項目	2024年		2025年		
	11月	12月	1月	2月	3月
液肥利用普及モデルの構築					
低コストでできる液肥散布方法の確立					
散布システムの提案	●	●	●		
有識者ヒアリング		●			
低コスト型液肥散布方法の整理・公開					
先行事例の資料作成	●	●	●	●	●
低コストで導入できる小型バイオガスプラントの設計公開					
図面やマニュアル等作成	●	●	●	●	●
有識者ヒアリング		●			
温室等への活用検討			●		
ノウハウ発信					
ポッドキャストコンテンツ作成・配信	●	●	●	配信	配信
散布計画マニュアル作成	●	●	●	●	●
よくある質問集作成					●
動画作成	●	●	●	●	●
京都府向日市内での地域モデル実証					
向日市及び地元・周辺住民との調整内容・状況報告					
向日市及び地元・周辺住民との調整内容・状況報告	●	●	●		
液肥散布の検証					
散布実証、評価		●	●	●	
実証機を用いた地域実証(カフェ)					
プラント設置工事・設置	●	●	●	●	●
地域住民と交流する仕掛け(勉強会等)を作る					●
液肥利用の活動検討	●	●	●	●	●
事業者同士の意見交換会検討			●	●	
生ごみ保管方法と悪臭対策の検討	●	●			
地域バイオマス資源「竹」の活用実証					
竹チップ・竹パウダーの嫌気発酵実証	●	●	●	●	●
竹林での液肥散布実証に向けた農家ヒアリング	●		●		
検討会の開催					
検討会の開催			●		
共同実施者との打合せ					
共同実施者との打合せ	●	●	●	●	●
業務報告書の作成					
結果とりまとめ・報告書作成			●	●	●

第2章 液肥利用普及モデルの構築

(1) 低コストでできる液肥散布方法の確立・情報公開

① 低コスト型液肥散布方法の確立

【目的】

メタン発酵消化液をバイオガス液肥として利用している先行事例では、散布車やスラリースプレッダーを利用して散布することがほとんどである。しかし、散布車やスラリースプレッダーは液肥散布に特化した機械であるため、使用期間が限られており、トラクターのように他の用途と併用可能なものではない。また高価なことから複数台を導入して散布作業を行うことはコスト面から困難である。

そこで、本事業では建設機械である不整地運搬車にタンクを搭載し、車体前部、および後部に散布部を設置することで圃場内での作業をほぼ直線移動だけで完了するシステムを提案した。

不整地運搬車を建設機械としてレンタルで貸し出す会社は全国各地に多数存在するため、施肥適期のみ複数台利用することが可能となり、結果として散布コストを低減させることが考えられる。

実施にあたっては、京都大学農学研究科大土井氏からアドバイスを受けた。

農家の費用負担の上限として、散布機構と不整地運搬車等のレンタルと合わせて1反あたり1,300円におさめることを目指した。

【方法及び結果】

京都大学農学研究科大土井氏(地域環境科学専攻生物生産工学講座・助教)が発案した方法に基づき、不整地運搬車を用いた液肥散布システムの構築に取り組んだ。(なお、これを用いた散布実証については第3章(1)液肥散布の検証に記載した。)

・散布システムの構造

安価でレンタル可能な不整地運搬車を使用してバイオガス液肥を散布する方法を検討した。不整地運搬車(株式会社クボタ、RG-30C-3)はレンタルで手配した。この車両の最大積載量は2,500 kgである。車両自体のレンタル費用は、1か月間で22万円(税込)程度が相場である。ただし、これには運搬費を含むため、さらに長い日数借りることで、1日あたりのレンタル費用を抑えることが可能となる。



図 3 不整地運搬車

不整地運搬車の写真を図 3 に示す。散布機構として、荷台に容積 1,000 L のローリータンク(スイコー株式会社、スカット1000)、発電機(本田技研工業株式会社、EU18i)、電動バルブ(株式会社キッツ、EXH100-10UTB-50A)2 台を接続して搭載した。

ローリータンク内には、汚水ポンプ(株式会社工進、PZ-650)を設置し、ローリータンク上部に取り付けたバイオ液肥排出用の塩ビパイプ製配管に、フラットホースとカムロックカップラーを介して接続した。

汚水ポンプにより排出されたバイオガス液肥は、荷台に設置した配管中央部のチーズにカップラと耐圧ブレードホースを介して接続され、チーズと連結された電動ボールバルブを開閉することにより車体前部、および後部に取り付けられた散布用パイプにより散布される。散布用パイプの長さは 3 m とした。

主要なパーツの写真を図 4 に示す。



ローリータンク



配管及び電動ボールバルブ



汚水ポンプ(電動)



バイオ液肥排出部



発電機(1,800W)



ボールバルブコントローラー

図 4 主要なパーツの写真

表 3 不整地運搬車型散布システムの製作にかかる原価

ランニングコスト			
品名	単価	数量	金額
不整地運搬車レンタル料(運搬費等を含む)	220,000	1 月	220,000
イニシャルコスト			
品名	単価	数量	金額
ローリータンク	88,000	1 台	88,000
カムロックカップラー	68,387	1 式	68,387
ラッシングベルト	9,889	2 本	19,778
汚水ポンプ	43,780	1 台	43,780
発電機	181,500	1 台	181,500
耐圧ブレードホース	36,850	1 式	36,850
電動ボールバルブ	108,790	2 台	217,580
配管部品	59,400	1 式	59,400
散布用パイプ	19,800	2 台	39,600
ボールバルブコントローラー	100,000	1 式	100,000
その他配管部品	30,000	1 式	30,000
イニシャルコスト原価合計			884,875

・試行

後述する散布実証に先立ち、2025 年 1 月 14 日、京都大学木津農場において、組み立てた散布機構を不整地運搬車に取り付けた(図 5 参照)。走行試験を行い、問題なく使用可能なことを確認した。



図 5 不整地運搬車を使った低コスト型の散布システム

・コストの検証

散布実証(第3章(1)記載)を行った結果に基づき、準備・片付に30分ずつ、1反に液肥を散布するのにかかる時間が約40分とすると、1日7時間、2人の作業で最大10反に散布が可能となる。(ただし、液肥の補充のためのピストンの距離や、次の農地への移動にかかる時間などの条件次第で、1日に散布可能な面積はこれより少なくなる。)

この散布システムにかかる原価を表3に示す。30日間レンタルする間、天候を考慮し散布作業が可能な期間を25日間とすると、不整地運搬車単体のレンタルにかかる費用は1反あたり880円となる。散布システムを10年使用すれば、1反あたりの負担額は354円となる。合計で、費用は1反あたり1,234円と推定され、目標(1,300円以下)を下回った。

推定結果を表4、散布スケジュールを図6に示す。

表4 年間30日間、25haに液肥を散布する場合の単価推定

	不整地運搬車	散布システム
30日間のレンタル代	220,000 円	—
製作原価	—	884,875 円
減価償却年数	—	10 年
1年(25日間/年)あたり	220,000 円/年	88,488 円/年
	合計 308,488 円	
1日あたり	8,800 円/日	3,540 円/日
	合計 12,340 円/日	
1反あたり	880 円/反	354 円/反
	合計 1,234 円/反	

※平均10反/日のペースで散布すると仮定

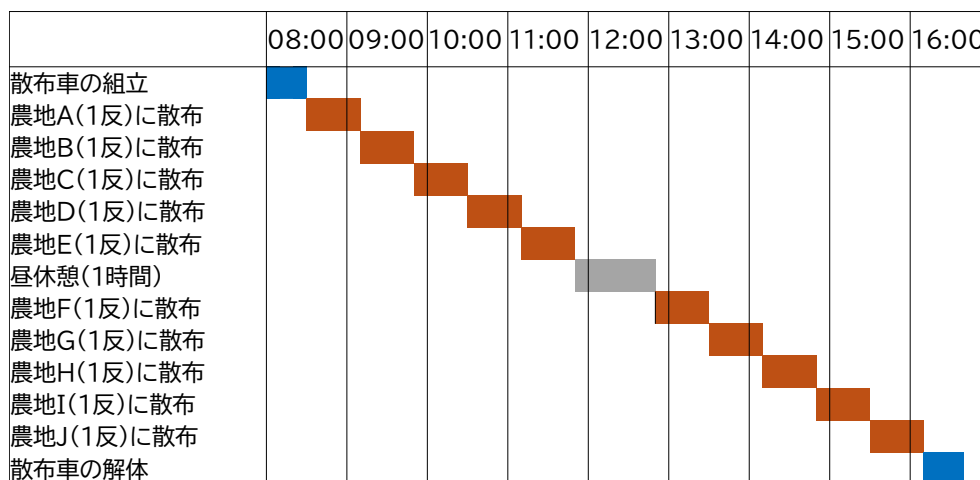


図6 1日で1haの水田に散布するスケジュール例

・課題

不整地運搬車は公道を自走不能であるため、圃場への運搬に車載車を手配する必要がある。

不整地運搬車の運転にあたり、最大積載量が 1 トン以上の車両を使用する場合には、「不整地運搬車技能講習」(35 時間)の修了が求められる。最大積載量が 1 トン未満の車両であれば、「不整地運搬車運転特別教育」の修了のみでよい。

不整地運搬車を使った低コスト型の散布システムの課題について、表 5 に示す。

表 5 不整地運搬車を使った低コスト型の散布システムの課題

課題	・ 公道を自走不能なため、運搬用車両(車載車やアームロール車など)の手配が必要となる。 ・ 不整地運搬車の運転には「不整地運搬車技能講習」(最大積載量 1 トン以上)または「不整地運搬車運転特別教育」(最大積載量 1 トン未満)の修了が必要となる。
----	--

②低コスト型液肥散布方法の整理・公開

【目的】

低コスト型の液肥散布方法には先行事例はあるものの、多くがオーダーメイドや自作によるもので、製品化はされておらず、入手のしにくさが普及の課題になっていると考えられることから、新規提案の不整地運搬車を用いた散布方法のほかに、低コストで散布可能な方法について先行事例を再現可能な形で整理し、令和 7 年度の公開に向けて作成する。

【方法及び結果】

NPO 法人木野環境がこれまでに実施した経験がある散布方法と、今後実施可能だと考える散布方法について、7 通りの方法を選定した。このうち、「資材運搬車を使うモデル」については、検討委員から提案を受けたものである。

また、先行事例として、4 通りの方法を選定した。

すでに把握している情報については掲載したが、追加の調査や試運転が必要な点については、令和 7 年度も継続して資料への反映を行う予定である。

資料に掲載する散布方法・項目については表 6・表 7 に、資料の案について、図 7 に示す。

表 6 公開資料に掲載する散布方法

低コストでできる 散布モデルの提案	①レンタルした不整地運搬車を使うモデル ②トラクターを使うモデル ③軽トラックを使うモデル ④エンジンポンプとホースでまくモデル ⑤軽トラックの電源を利用した電気ポンプでまくモデル ⑥灌水チューブでまくモデル ⑦資材運搬車を使うモデル
低コストでできる 散布モデルの先進 事例	4 件程度を選定した

表 7 公開資料に掲載する項目

- ・ 散布モデルの概要
- ・ 散布方法の特徴
- ・ 散布量
- ・ 必要な人数
- ・ 製作日数
- ・ 製作原価
- ・ 構造
- ・ 構成要素
- ・ 作業にかかる時間
- ・ 写真資料
- ・ 動画資料



図 7 低コスト型散布方法の資料(案)

(2)低コストで導入できる小型バイオガスプラントの設計公開

【目的】

手頃で安価なプラントを容易に作るために、地方の中小企業(鉄工所、設備会社、LP ガス会社等)が日量 1,000kg 未満程度のバイオガスプラントを製作可能な、小型のバイオガスプラント(以下「オープンバイオガスプラント」という。)の基本設計や原理、図面例等を作成し、令和 7 年度中に公開する。

オープンバイオガスプラントは、建築確認の手続きを省略し、導入しやすくできるよう着脱式コンテナ車やタンクローリー車を活用し、容易に設置、撤去可能な設計とし、製造原価は 1,000 万円未満程度におさめる。

この設計図及び製造マニュアルは、公開ツールとして誰でも無許可でアクセス・利用可能な仕様にするほか、事例報告や改善提案が可能な仕組みにすることで、本事業終了後もアップデートを続けていくものとする。また、実証終了後、設計図面・製造マニュアルは無料で公開する。なお、これらを活用して今後建設されるプラントに対して、一般社団法人これからと NPO 法人木野環境の関与等の条件を求めることはないが、要望があれば助言や支援を行っていく。

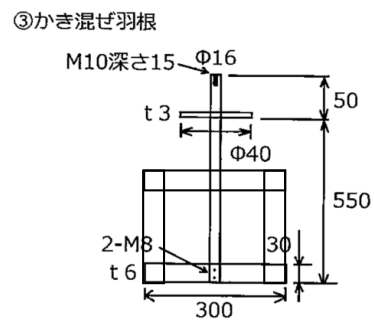
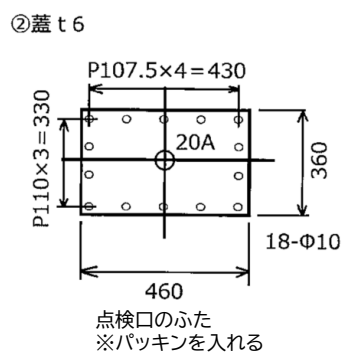
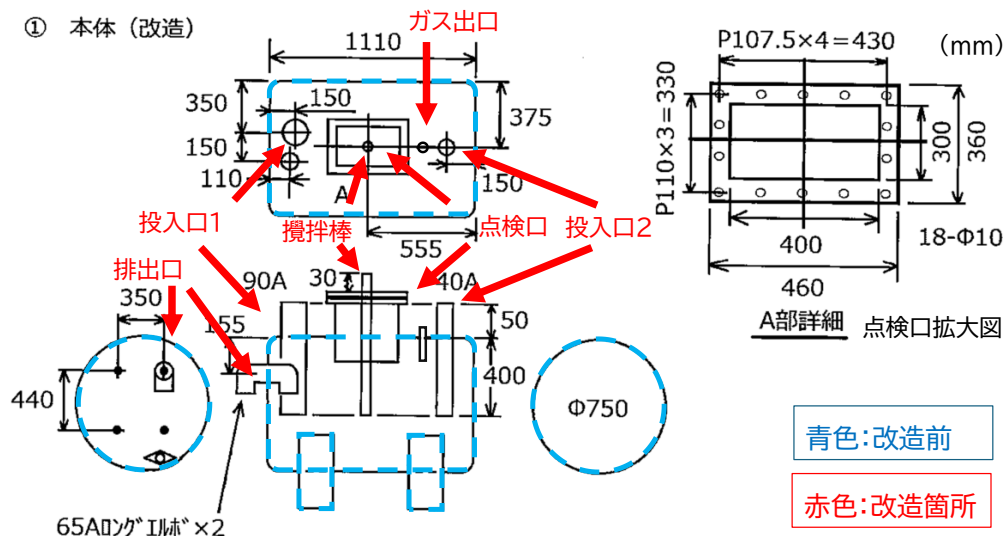
また、温室等への活用を含めた検討を行い、事業の将来的な横展開の詳細な展望について報告する。

【方法及び結果】

・基本設計や原理、図面例等の作成

草原舎は NPO 法人木野環境から発注を受け、小型のバイオガスプラントを製作した実績がある。そこで、資料公開に向けて、草原舎に図面の作成を依頼した。作成した図面案を図 8 に示す。また、その図面を基にオープンバイオガスプラントを製作できるよう、製造マニュアル案を作成した。

京都市内の鉄工所に図面を共有し、改造したい内容が十分読み取れ、鉄工所のノウハウで改造可能であることを確認した。



改造前のローリータンク
(ガソリンスタンドが灯油を販売するために
軽トラックに積むタンクの中古品)



改造後の発酵槽

図 8 作成した図面

・製造マニュアルの作成

オープンバイogasプラントの基本の処理能力を、最小で日量 7.5kg、最大で日量 750kg とした。理由としては、入手が容易なタンクのうち、最小の大きさが 300L タンク(灯油販売車のローリータンク)で、道路交通法で認められている最大の大きさが 30tタンク(タンクローリー)となるためである。

この中間の大きさのタンクも入手可能で、用途に合わせて必要な大きさを選ぶことも可能である。また、発酵槽を 2 台並列して運用すると、処理能力を 2 倍に拡張することが可能である。ただし、費用も 2 倍となる。

次に、処理能力(タンクの大きさ)の決め方について検討した。理由としては、入口と出口のバランスが重要となるためである。バイogasプラントは、生ごみ処理、ガス生産、液肥生産が同時にできる装置である一方、どの機能も同時に一定の割合で果たすため、最初にニーズ分析をしないと、「生ごみの処理が追いつかない」「液肥が余る」などの問題が生じる。初期設計時に、これらのニーズを総合的に考慮して処理能力を決定する必要がある。

そのほか、設計時、設備のインストール時に必要な情報について整理した(表 8)。小型のオープンバイogasプラントの強みを表 9 の通り整理した。

日量 7.5kg のモデルの原価について、参考価格は 71 万円(税別)となった(表 10)。また、日量 750kg のモデルの場合、参考価格は 527 万円(税別)と推定した(表 11)。ただし、製作にかかる人件費は含まない。

以上の情報を文書化し、製造マニュアル案として作成した(図 9)。



図 9 製造マニュアル(案)

表 8 オープンバイオガスプラント製作マニュアルの構成案

マニュアルの構成
・ バイオガスプラントとは ・ オープンバイオガスプロジェクトについて ・ 免責事項 <設計編> ・ オープンバイオガスプラントをつくろう ・ 原材料選び ・ システムの全体像 ・ プラントの目的と大きさの設定 ・ 発酵槽の大きさの決定 ・ 各構成について <インストール編> ・ 発酵を立ち上げる ・ 運転方法 <製作図面> ・ 7.5kg/日プラントの製作事例 ・ 参考価格 ・ 750kg/日プラントの図面 <参考資料> ・ オープンバイオガスプラントの強み ・ 法的要求事項 ・ 廃棄物処理法の試験研究 ・ 参考文献
オープンバイオガスプラントの強み(既存のプラントとの違い)
・ 簡単(工期が短い) ・ 安い ・ 身のまわりのもので作ることができる ・ 製作時や運転時のノウハウが公開されている
オープンバイオガスプラントのニーズ
・ 市町村や企業が本格プラントの導入に先立ち、小規模でノウハウを蓄積したいとき ・ 農家が即効性の有機肥料を地域から調達するため ・ カーボンゼロに取り組みたいコミュニティ

表 9 小型のオープンバイオガスプラントの強み

項目	本格バイオガスプラント	従来の小型プラント	小型オープンバイオガスプラント
処理規模	・日量 20t 以上	・日量 1t	・日量 10kg～1t
予算	・20億円以上	・1億円程度	・中古品や汎用的な部材で製作し 1 千万円を下回る安さ(原価の推定約 71 万～527 万円)
つくりやすさ	・メーカーに発注するのみ		・簡単、工期が短い ・身のまわりのもので作る ・地方の鉄工製造業や電力会社、農業法人等が製作可能
運転管理	・制御されていて管理しやすい		・製作時・運転時のノウハウが公開されている ・管理者に運転技術がある程度求められる
設置しやすさ	・建築等の許可が必要になる可能性あり ・場所の確保が課題		・常態性や、人が中に入れないことなど、都道府県に確認し建築物に該当しない形で導入できる
投入量・肥料生産量のバランス	・廃棄物処理と液肥生産の量的なバランスを合わせることが難しい	・少量から始められるため、投入量不足や肥料生産過剰の課題を乗り越えやすい	

表 10 日量 7.5kg モデルの参考価格

項目	費用	備考
灯油販売車ローリータンク	30,000	金属スクラップ事業者から購入
改造	400,000	鉄工所での改造費
内部塗装	200,000	焼付しなければ5,000円程度で済む
配管	20,000	新品
加温銅管	30,000	新品
断熱材	5,000	
タイヤチューブ	500	タイヤ処理工場で中古品を購入
脱硫槽用PVC	3,000	新品
ダイヤフラムポンプ	20,000	新品
くず炭	1,000	
ガスコンロ	3,000	中古品販売サイトで6Cコンロを購入
合計	712,500	

表 11 日量 750kg モデルの参考価格

項目	費用	備考
30tローリータンク(中古)	1,000,000	輸送費用含む
改造	1,300,000	鉄工所での改造費
内部塗装	800,000	
配管	100,000	新品
加温銅管	600,000	新品
断熱材	300,000	
EPDMシート	500,000	
脱硫槽用PVC	20,000	新品
ダイヤフラムポンプ	20,000	新品
くず炭	30,000	
ガス給湯器・サービスタンク	500,000	海外製バイオガス用
ガス発電機	100,000	中国製バイオガス用
合計	5,270,000	

※人件費を含まない。土間工事を含まない。

・有識者へのヒアリングの実施

オープンバイオガスプラントの設計および製造マニュアルの作成にあたり、バイオガスプラント製作・運用に関する知見を有する専門家及び、プラント運転経験者3名にヒアリングを行った。ヒアリングの詳細は表 12・表 13 の通りである。

表 12 有識者ヒアリングの概要

有識者	ぶくぶく農園・バイオガスカラバン 桑原 衛 様 一般社団法人日本有機資源協会 柚山 義人 様 京都大学 農学研究科 大土井 克明 様
日時	2024 年 12 月 27 日(金)13:00～15:00
場所	NPO 法人木野環境 小さな循環農場及びオンライン
ヒアリング内容	1)マニュアルに盛り込むべき内容 2)設計図面に関する意見

表 13 設計上の注意点・マニュアル作成上の注意点に関する有識者からの指摘及びマニュアルに反映する内容

指摘事項	本事業としての対応
タンクの素材:ステンレス製のバルククーラーは、鉄工屋での溶接難易度が上がるためアルミ製の方が加工しやすいが、アルミは硫化水素で劣化する。アルミタンクの内側のエポキシコーティングや PE 製内袋で対応可能。PE タンクは長持ちせず溶着が難しい。	マニュアルに記載する。アルミタンクを使用する際は、内側にエポキシコーティングすることに対応する。(地域実証で使用するプラントには、そのように対応した。)
攪拌:沈殿物と、水面のスカムの両方に対応できるように攪拌棒の設計が必要である。ポンプで水流を作る攪拌方法もある。	マニュアルに記載する。今回は水面と水中の両方を攪拌できる形状の攪拌棒を採用した。
発酵・滞留日数:20 日間以上、40 日間の方が液肥の品質には望ましい。	マニュアルに記載する。
越流の予防:液肥の取出口に空気穴を付けることで越流を予防できる。	マニュアルに記載する。
ガス利用:安価なガス利用機器の入手方法が限られている(中古品利用、中国からの輸入、改造等)。ガスを生産することより使い方が難しい。	地域実証に使用するプラントには、中古品を利用した。
脱硫方法:酸化鉄は廃棄時の取り扱いが難しい。	竹炭利用など、他の方法もマニュアルでは提案する。
経費の内部化:資材高騰のなか、安全・品質を維持したまま 1,000 万円未満で実現する上で、運転維持管理にかかる人件費を内部化することがどこまでユーザーに許容されるか。スイッチひとつで済むような装置を目指せば高価になる。	日常的な運転管理、特に投入作業に関しては、管理者が許容できる作業工程を設計する。

・温室活用を含めた横展開の展望

バイオガスを温室などに活用できる可能性を検討するため、生ごみの投入量に対して、バイオガスから得られるエネルギー量を推定した。その結果、1日あたり7.5kgの生ごみを投入するプラントでは、得られるエネルギーは9MJ/日であった(図10)。これは、やかん2~3杯分の湯を沸かせる程度のエネルギーに相当する。

また、1日あたり750kgの生ごみを投入するプラントでは、得られるエネルギーは926MJ/日となった(図11)。これは、温室目標設定温度10度、設置場所の最低気温を-1.2度(京都観測所2024年測定値)という条件下で、5.4m×5mの小さな温室を加温できる程度のエネルギーに相当する。断熱構造の温室にすれば、約3倍の規模の温室を加温可能な可能性があると推定された。

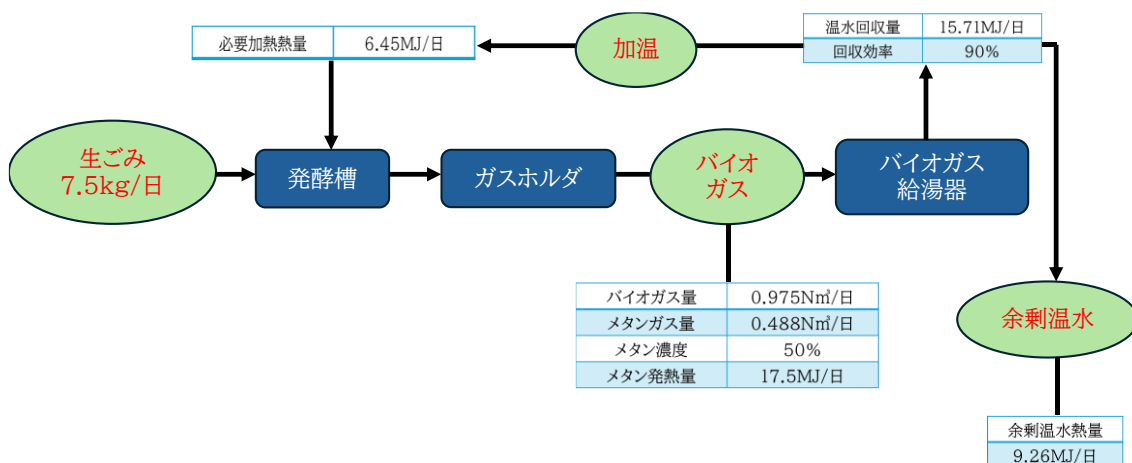


図10 バイオガスプラントエネルギー収支 ケース1:日処理量7.5kg/日

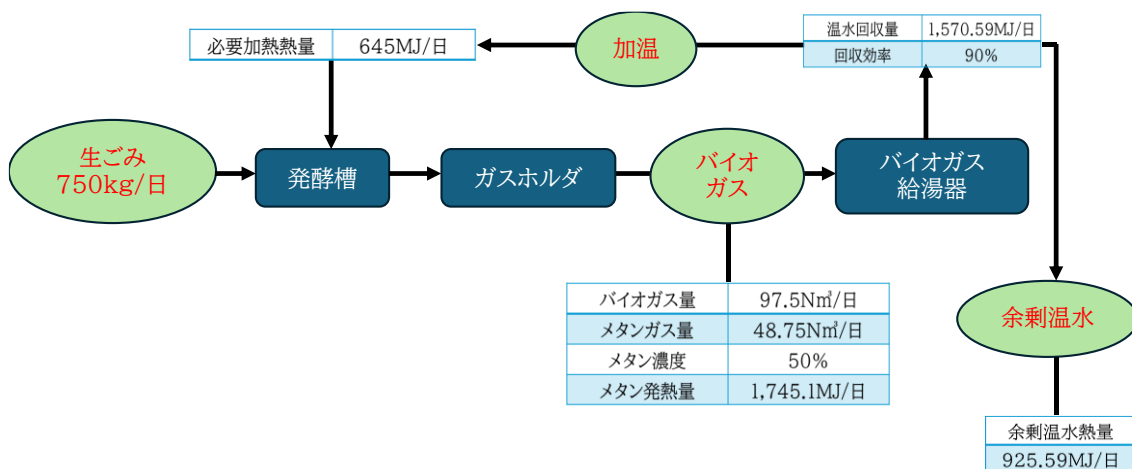


図11 バイオガスプラントエネルギー収支 ケース2:日処理量750kg/日

(3) ノウハウ発信

液肥を生成するために用いる消化液を肥料として散布することに対し、多くの農家から賛同を得ることが課題にある。また、バイオガスプラントを核とする仕組みづくりには、原料となるバイオマス資源を提供する者、バイオガスを利用(購入)する者、液肥を利用する者、プラントを導入する者等、様々なステークホルダーの巻き込みが求められる。

そこで、そうしたソフト面で必要とされる情報やノウハウについても、資料、ポッドキャスト、動画の形で、令和 7 年度の公開に向けて作成する。

① 農家向けの情報発信

【目的】

バイオガス液肥に関する総合的な理解を促すとともに、適切な利用が浸透することを目的に、農家が自ら土壌分析を行い、施肥設計をし、散布計画が策定可能となるような資料や情報発信を行うため、令和 7 年度の公開に向けて作成する。

コンセプトは、科学的視点を取り入れ、農業における地域資源の有効活用を推進することとした。地域資源を活用しながら肥料を入手していく上で、速効性のある無機窒素を多く含むバイオガス液肥が肥料として重要な存在であることを、農家向けに分かりやすく伝えることを目指す。そのためにはまず、土壌診断を行い、土壌の状態を把握した上で、最適な施肥を実施することの重要性を示す。

【方法及び結果】

・液肥利用及び土壌分析に関する農家向けマニュアル(案)及びよくある質問集(FAQ)(案)の作成

バイオガス液肥の強みは、窒素肥料成分の即効性にある。また、2050 年までにカーボンニュートラルを目指す観点から、農業分野においても同様に、地下資源に依存せずに肥料を手に入れることが不可欠となる。

こうした観点から、肥料の国内自給率を高めていくことと、その中でバイオガス液肥は有効であることを伝えるために、マニュアル「バイオ液肥利用&土壌診断入門」(案)を作成した。

バイオガス液肥の適切な利用を普及するにあたり、適切な施肥計画を立てることが求められる。これまで使ったことのない肥料を新たに使うことは、農家にとって、これまでやってきた農法から変化を伴うものである。したがって、農家のノウハウや経験だけでなく、土壌診断をあわせて紹介することで、バイオガス液肥に対する疑問点を解決しながら使い方を提案することを目指す。マニュアルの項目案を表 14 に示す。

また、液肥を普及させる際にネガティブな意見を受けることが多いことから、よくある質問(FAQ 集)(案)を作成した(図 12)。いずれも令和7年度に WEB 上で公開するものとし、有識者等からの助言を得つつ、次年度も継続して更新する。

表 14 液肥利用&土壌分析 農家向けマニュアルの項目

コンセプト	・ 科学の視点で、農業で地域資源を活かす ・ そのために、バイオガス液肥が有効であることを示す ・ 土壌診断を農業に取り入れる
科学の視点	・ バイオガス液肥は堆肥に比べて無機窒素(アンモニア態の速効性の窒素肥料成分)が多いこと ・ 地域資源を活かす農業(有機農業等)においては、即効性の窒素肥料の入手が難しく、そのなかでバイオガス液肥が有効であること ・ 前年収穫後の土壌の状態を把握した上で、今年投入する肥料の量を設計する など
内容	・ 施肥計画を立てる ・ 土壌分析 ・ 肥料の基本情報 ・ バイオガス液肥とは ・ バイオガス液肥の使い方

小型バイオガスプラントと液肥散布シリーズ 3

小型バイオガスプラントと液肥散布シリーズ 4

バイオガス液肥利用
&
土 壌 診 断
入 門

バイオガス液肥の
よくある質問



図 12 液肥利用&土壌分析 農家向けマニュアル(案)及びよくある質問集(FAQ)(案)

・ポッドキャスト配信(今年度2回程度・来年度6回)

かつて農家は農作業中にラジオを聞き、情報源として利用していたが、最近ではインターネットで音声を配信するポッドキャストが使われるようになっている。

そこで、科学の視点で、農業で地域資源を活かすこと、そのためにバイオガス液肥が有効であること、土壌診断を農業に取り入れることについて、農家に広く伝えるため、ポッドキャスト形式のコンテンツを作成した(表15)。令和6年度は2回程度、令和7年度は6回程度配信することを目指す。第1回は2025年3月1日に配信した。

表15 ポッドキャスト番組の内容

	概要
第1回 3/1 公開	・3人の自己紹介と番組の紹介 ・テーマトーク:国産肥料の利用率を高めていくために
第2回 3月末公開	・テーマトーク:国産肥料の利用率を高めていくために(続き) ・テーマトーク:肥料の基本のほなし
第3回	・テーマトーク:土壌診断とは 土の採取方法
第4回	・土壌診断コーナー(ゲスト:農家 堀川氏)
第5回	・テーマトーク:バイオ液肥とは
第6回	・土壌診断コーナーの予定*
第7回	・土壌診断コーナーの予定*
第8回	・土壌診断コーナーの予定*

*有機農業の農家、バイオガス液肥の利用を始めている農家を含む。



【パーソナリティ】丸谷 一耕(まるたに いっこう)
NPO法人木野環境代表。高校生の頃からバイオガスプラントの製作や有機農業の経験を積む。バイオガスプラントを核とする循環型社会の構築を提案中。著書に「ごみゼロ大事典」(全3巻)(共著、少年写真新聞社、2020)等。



【パーソナリティ】間藤 徹(まとう とおる)
作物の栄養診断、再生肥料(メタン発酵消化液を含む)の開発を生業とする。大学を退職後、京都農業の研究所(株)を立ち上げ、京都修学院で稲作開始、今年で7作目。京都大学名誉教授。専門は植物栄養学、土壌肥料学。著書に「植物栄養学第2版」(共著、文永堂出版、2010)等。



【進行役】小谷 麻菜美(こたに まなみ)
報道に携わって7年。京都大学農学部卒業。大学での研究テーマはタイの農業について。



【ゲスト】
土壌診断コーナーで農家を招きます。

図 13 出演者について



図 14 ポッドキャスト配信画面

②プラント導入主体(特に自治体)向けの情報発信

【目的】

自治体がバイオガスプラントの導入を計画することを想定して、廃棄物処理やし尿処理の計画、下水処理の計画、農業集落排水の計画等、既存の複数の計画を横断する取組となること、新たに長期視点で脱炭素社会化ロードマップを作成することでこの課題を乗り越えることが可能であることについて、動画を令和7年度の公開に向け、作成する。

【方法及び結果】

まず、構成案を作成した(表 16)。動画は2年かけて作成することとし、今年度はショートバージョンとして5分以内の動画を作成した(図 15)。有識者等の助言を踏まえて次年度にはフルバージョンを作成する。

動画では、バイオガスプラントを自治体に導入することによる複合的なメリット、そして脱炭素・脱焼却のまちづくりへの位置づけについて解説した。先行事例として岡山県真庭市、福岡県大木町等を取材した。また、施設導入や原料受入時に関連する廃棄物処理法の許認可取得について、必要な手続きに関する基本的な手順について解説するための整理を行った。

動画の作成に当たっては、自治体における生ごみリサイクルと施設整備・運用の方向性について詳しい有識者1名にヒアリングを行った(表 17・表 18)。

表 16 動画の構成案

背景	・ 人口減少に伴い、インフラ維持のための負担が重くなっていく ・ 2050年までに脱炭素・脱焼却が求められている(肥料の原料も地下資源である) ・ 自治体のインフラ最適化、脱炭素・脱焼却の手段にバイオガスプラントが有効
動画(ショートバージョン)の構成	・ バイオガスプラントでできること ・ 岡山県真庭市の事例 ・ バイオガスプラントを核とした循環のまちづくりの提案(肥料生産、再生可能エネルギー由来の調整電源) ・ 環境分野のメリット: 焼却よりコストが抑えられ長持ち ・ 農業分野のメリット: 肥料の国産化・脱炭素化ができる ・ 今後の課題
次年度追加予定の内容	・ 廃棄物処理、し尿処理、下水処理、農業集落排水等の既存の計画を横断する長期視点で脱炭素社会ロードマップを作成した事例 ・ 先行事例として福岡県大木町 ・ 施設導入や原料受入時に関連する廃棄物処理法の許認可取得について、必要な手続きに関する基本的な手順

表 17 有識者ヒアリングの概要

有識者	株式会社三菱総合研究所 古木 二郎 様
日時	2025 年 2 月 14 日(金)13:00～15:00
場所	オンライン
ヒアリング内容	1)動画に盛り込むべき内容

表 18 動画に関する有識者からの指摘及び反映する内容

コメント	それに対する対応
下水処理に生ごみを入れ、バイオガスのみを利用している事例も過渡期の技術として入れてはどうか。	次年度のアップデート時での対応を検討する。
環境省のごみ処理の広域化に関する通知で、2027 年度までに広域化計画の策定が促されていることから、この転換期を迎えるタイミングでこの動画が重要になってくると思われる。	環境省と協議した上で、次年度のアップデート時での対応を検討する。
バーチャル見学のように、複数の成功事例を紹介してはどうか。	次年度のアップデート時での対応を検討する。
離島などの複数の状況ごとに、バイオガспラントを活用している未来のまちづくりを提案してはどうか。	次年度のアップデート時での対応を検討する。

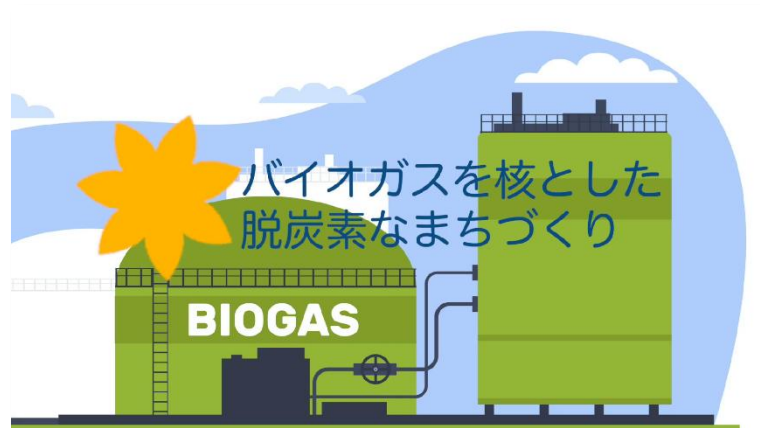


図 15 作成した動画の一場面

第3章 京都府向日市内での地域モデル実証

(1) 液肥散布の検証

【目的】

向日市内の農家の協力の下、低コスト型の液肥散布方法を実証し、その有効性を評価する。

【方法】

散布試験は2025年1月28日に京都府向日市の水田で行った。散布車は車載車で運搬した。液肥はトラックに1トンタンクを2台置き、当日2トンの液肥を運搬した。

圃場の短辺は12 m、長辺は75 mで面積900 m²であったが、2,000 L(施肥設計：1,000 m²あたり3,000 L)のバイオ液肥を散布するため、長辺方向を55 mとし、散布面積を660 m²とした。散布経路の概略図は図16の通りである。

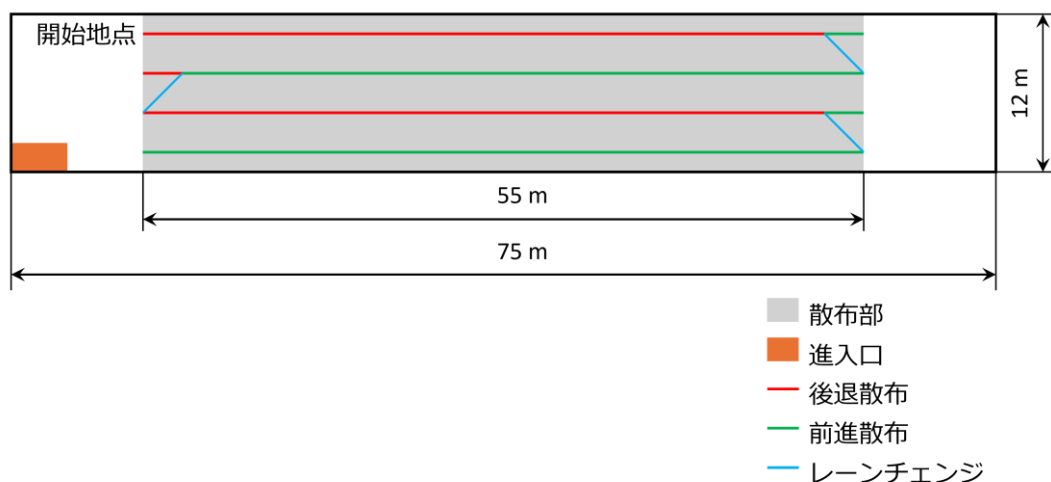


図 16 散布経路の概略図

ローリータンクにバイオ液肥を補給後、開始地点まで移動し以下の手順で散布した。

1. 車体前部のバルブ(前バルブ)を開、車体後部のバルブ(後バルブ)を閉にする。
2. ポンプを始動し車体前部の散布パイプ(前パイプ)を使用して後退で散布する。
3. 車体後部が散布部の右端に到達するとポンプを停止し前バルブ、後バルブをそれぞれ閉、開にする。
4. バルブ動作完了後、ポンプを始動し車体後部の散布パイプ(後パイプ)を使用して前進で未散布部分に散布する。

5. 車体後部が既散布部に到達するとポンプを停止し、次のレーンの右端へ移動する(レーンチェンジ)。
6. ポンプを始動しあとパイプを使用して前進で散布する。
7. 車体前部が散布部の左端に到達するとポンプを停止し前バルブ、後バルブをそれぞれ開、閉にする。
8. バルブ動作完了後、ポンプを始動し前パイプを使用して前進で未散布部分に散布する。
9. 車体前部が既散布部に到達するとポンプを停止し、補給地点へ移動しバイオ液肥を補給する。
10. バイオ液肥補給後、第 3 レーンへ移動し 2～6 を繰り返す。
11. 車体後部が散布部の左端に到達するとポンプを停止し、散布作業を完了する。

【結果】

液肥 2 トンの散布にかかった時間を表 19 に、散布実証の様子を図 17 に示す。

55 m の散布に要した平均時間は 110.25 秒、バルブ操作に要した平均時間は 19.33 秒、レーンチェンジに要した平均時間は 40.00 秒、補給時間は前後の移動時間を含め 800 秒であった。660 m² の圃場での散布時間は 1,409 秒で圃場作業量は 0.169 ha/h となった。1 日 6 時間の作業で最大 1ha の散布作業を行うことができると推定された。ただし、液肥補給地点までの距離や、農地間の移動距離によって作業効率は左右される。

不整地運搬車の作業速度が 1.80 km/h と遅いのは、汚物ポンプの吐出量が低いためであり、これをエンジンポンプなど吐出量の高いものにすればさらに作業時間を削減することが可能だと考えられた。

散布前の土壌(5 地点から混ぜて 1 検体)と、散布後の土壌(3 地点から各 3 検体)について土壌分析を行った結果を表 20 に示す。アンモニア態窒素は、散布前の 0.86mg/100g から、散布後 4.1～12.1mg/100g に増加した。同様に硝酸態窒素の増加も確認された。施肥効果は十分あると考えられる。腐植は散布前が 2.0g/100g 未満であり、散布後も検出限界値を下回ったため、今回は増加の有無は確認できなかった。

散布後 3 地点でのアンモニア態窒素及び硝酸態窒素の結果から、大きなムラはなく散布できていることが確認できた。

散布作業は 1 人で実施できることを確認した。今回のやり方は、液肥の運搬のため、合計 2 人必要だったが、農地の一角に液肥タンクを設置しておけば、1 人で完結できると考えられた。費用については、第 2 章(1)で算出した通り、1 反あたり 1,234 円と推定された。

表 19 液肥 2 トンの散布にかかった時間

作業内容	1 回あたり時間	回数	合計時間
準備/片付 ・不整地運搬車を車載車から出し入れ ・散布車の組立/解体	30～40 分	2 回	70 分
液肥 1 トンを補充する	7～10 分	2 回	17 分
液肥 1 トンを散布する	7 分	2 回	14 分
合計			101 分



実証場所の水田



散布口から液肥が出る様子



車体前部で後退しながら散布する様子



車体後部で前進しながら散布する様子



車載車と不整地運搬車

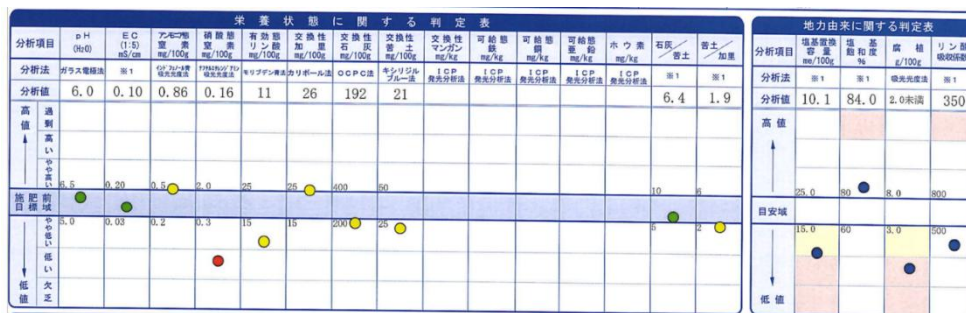


トラックのタンクから液肥を補充する様子

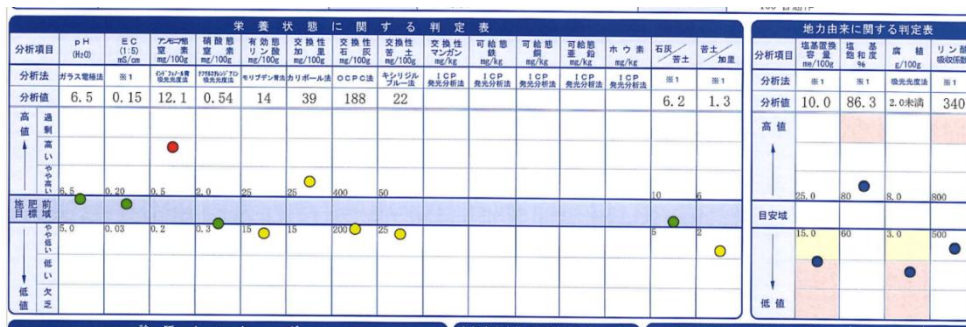
図 17 散布実証の様子

表 20 液肥散布前後の土壌分析の結果

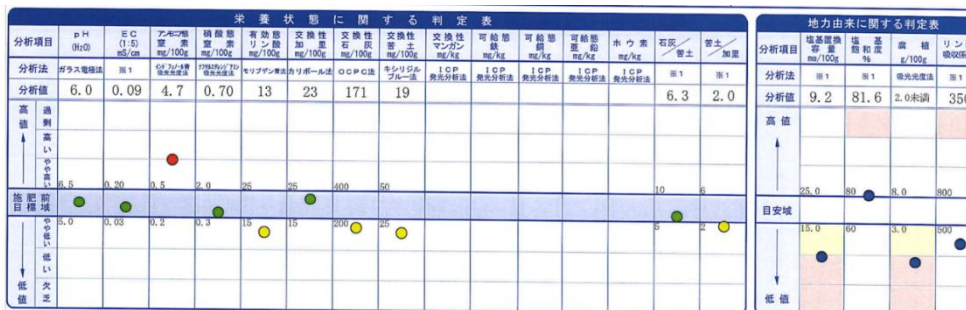
液肥散布前



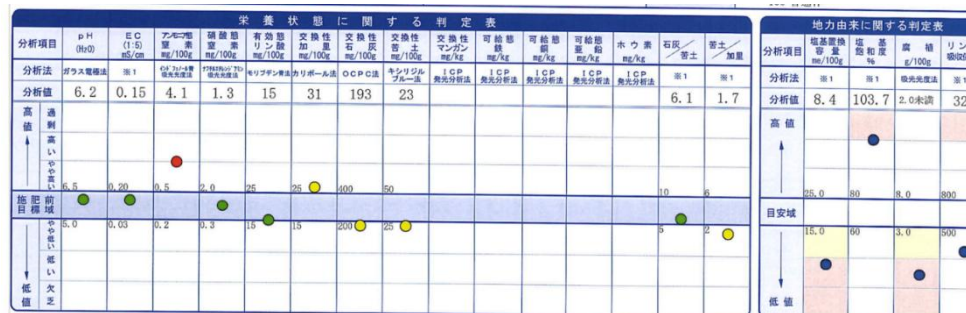
散布後 地点①



散布後 地点②



散布後 地点③



(2)実証機を用いた地域実証

①オープンバイオガスプラントの設置

【目的】

生ごみ分別モニターを募り((2)②実証拠点の運営)、生ごみを発酵させることで液肥やバイオガスとして再資源化できることを実演するため、向日市内の実証場所にオープンバイオガスプラント試作機を設置する。

設置にあたっては、周辺への環境対策を万全に行い、地元・周辺住民・自治体との十分な合意形成を図る。将来的に1t規模のバイオガスプラントを水平展開するため、集めた生ごみの保管方法を複数検討する。また、生ごみ保管及びバイオガスプラント、液肥タンクも含めた悪臭対策を検討する。

【方法及び結果】

・オープンバイオガスプラント試作機の設置

向日市市役所そばの民間駐車場を実証場所として借りることとした。オープンバイオガスプラント(処理能力日量 10kg)をアームロールコンテナに載せたまま設置した(図 18・図 19)。設置場所の整地、外構工事、温室設置、給排水衛生設備工事、電気設備工事を経て、2025年1月に設置完了した。



図 18 設置したオープンバイオガスプラント
発酵槽説明看板はイメージ(3月末に掲示予定)



発酵槽



銅管でお湯を回す加温と断熱



アームロールコンテナでの搬入直後の様子



アームロールコンテナでの搬入直後の様子



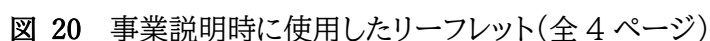
ガスコンロの利用



プラントに併設した温室や液肥タンク

図 19 構造

近隣の約30軒にまわり、対面で説明するか、留守の場合には案内資料を投函した。事業説明時に使用したリーフレットを図 20 に示す。現時点で、否定的な反応や、問い合わせは来ていない。



・自治体との合意形成

プラント導入にあたっての対応について表 21 に示す。廃棄物の該当性について、実証の計画内容について説明し、向日市に計画書を提出した。その結果、生ごみをプラントに持ち込むのは向日市民に限定し、不特定多数ではないことを明確にすることと、悪臭について住民から苦情が出ないように対応することを要望された。

したがって、生ごみを持ち込む市民は、分別モニターとして登録制とし、登録者には水切りバケツを配布し、バケツに投入する際に異物混入をしないように伝えることとした。悪臭については、嫌気発酵による処理を行うため発酵槽自体を密封する必要があるが、臭気が出ることはないが、投入口周辺に残渣が残るとにおいが発生する可能性があるため、毎回掃除することに対応することを説明した。

そのほか、プラントの導入にあたっては、消防法への対応、安全性の配慮、建築物の該当性の確認を行った。安全性への配慮として実施した取組を図 21 に示す。

また、市には検討会への出席を依頼したが、他団体との公平性を保つため、職責を持って参加することは控えるとのことであった。

表 21 プラント導入にあたっての対応

廃棄物処理法への対応	向日市環境課に有価物としての解釈を求めたが、今回は新しい取組で市として判断するために試験研究計画の提出を求められ、試験研究のお願いを文書で提出し受領された。
消防法への対応(ガスの取り扱い)	乙訓事務組合に相談し、メタンガス自体が消防法及び条例の危険物や指定可燃等物には該当しないため、法律上の義務は無く、任意の届出報告を実施した。
安全性の配慮	プラントの腐食防止のため、タンクの内側にウレタン塗料をコーティングした。 ガス漏れ、爆発予防のため、それほど圧がかからず、ガスが漏れても溜まらない構造を採用した。
建築物の該当性の確認	向日市都市計画課及び京都府乙訓土木事務所への建築基準法の確認をしたところ、「個別に総合判断となるため基準は示さない」とのことだった。例えば、常態性や、壁と屋根がないこと、人が中に入れないことが示されたため、建築物に該当しないことを確認した。



ガスバッグを囲む鉄格子を、訪問者がガスバッグに手を触れないように囲むために設置した



ガスバッグの点検のため、水に沈めて穴が開いていないか確認した



プラントの腐食防止のため、タンクの内側にウレタン塗料をコーティングした

図 21 安全性への配慮

・生ごみの保管方法の検討

将来的に1t規模のバイオガスプラントを水平展開するため、集めた生ごみの保管方法を検討した。その結果、3通りが考えられ、処理量や運用方法によって選択することが望ましいと考えられた(表 22 図 22)。

また、保管時間が長くなるほど、腐敗して臭気が出るほか、メタンガスも窒素肥料成分も利用可能な量が減少するため、いずれの方法も原則、なるべく早期に投入することが望ましい。

表 22 生ごみの保管方法

	①即投入	②バケツ保管	③袋で保管
メリット	・保管による腐敗なし	・大量に受け入れ可能である	・バケツの洗浄が不要となる ・排出者にとって便利である
デメリット	・搬入に合わせて投入作業する必要がある	・保管場所が必要となる ・バケツの洗浄が必要となる	・異物混入率が高まる傾向がある ・除去した袋を産廃処分する必要がある ・生分解性袋が高価である



①即投入



②バケツ保管



③袋で保管

図 22 生ごみの保管方法

・悪臭対策の検討

バイオガスプラント、液肥タンクも含めた悪臭対策として、まず臭気を把握することと、局所脱臭する方法について検討した(表 23)。

臭気を把握する方法としては、臭気が最も強い夏頃に臭気判定士の派遣を外注し、嗅覚測定を実施するのが最適だと考えられた。

局所脱臭方法としては、投入口または液肥の取出口を囲い、内部の空気を吸引し、排気口に脱臭剤(炭等)を入れたプラドラムで脱臭することで対応できると考えられた。この簡易的な対策にかかる費用は、脱臭剤の種類によって変わるものの、175,000～210,000 円程度と推定した(図 23)。脱臭剤にはくず炭、活性炭、ゼオライト、木質チップが考えられたが、安価かつ未利用バイオマス資源の活用にもなる、くず炭の利用が最適だと考えられる(表 24)。

表 23 悪臭対策

悪臭を把握する方法	・ 悪臭防止法(※1)に沿った臭気の評価方法について「特定悪臭物質の測定の方法」(環境省告示昭和47年5月30日付第9号)を参照する。 ・ 公害等調整委員会機関誌「ちょうせい」より公害苦情への対応シリーズの「悪臭に関わる苦情への対応」が参考になる。 ・ 生ごみの臭気には様々な物質が関与することから、嗅覚測定法(官能試験法)(※2)が適していると考えられる。 ・ 嗅覚測定の実施にあたっては、臭気判定士の派遣を年1回程度、臭気が最も強い夏頃に外注するのがよいと考えられる。
悪臭対策	・ 局所排気・脱臭が有効だと考えられる。 ・ 身近な材料で組み立てるオープンバイオガスプラントのコンセプトからみれば、「くず炭」が有効であると考ええる。 ・ 一般的には、脱臭剤には活性炭やゼオライトが一般的に使われるが、交換による費用負担がかかる。 ・ 水切りをすることで悪臭の原因を取り除くことができる。原料と木チップ等を混ぜて保管する方法が考えられるが、メタン発酵に適した素材を選択する必要がある。

※1 悪臭防止法:悪臭防止法には特定悪臭物質による成分濃度規制と、人間の鼻を用いる嗅覚測定法がある。規制対象になる測定場所は、悪臭を発生させる事業所の敷地境界、排出口、排水の3か所がある。規制の手順としては、都道府県知事・各市長が規制地域を指定し、規制基準を設定しており、臭気指数規制(嗅覚測定法による規制)か、特定悪臭物質による規制を選択する。悪臭防止法では、全ての事業所が規制の対象である。

※2 嗅覚測定法:人間の鼻(嗅覚)を用いた臭気の測定方法。悪臭防止法にも記載された方法で、特定物質の測定が困難な臭気に対して有効な方法。臭いの強度、快・不快度で評価する。参考価格は10万円/回程度。

パーツ	費用
2坪ハウス	30,000
アルミフレキシブルパイプ	10,000
ダクトファン	50,000
プラドラム	40,000
作業工賃	40,000
脱臭剤	5,000 ~40,000
合計	175,000 ~210,000



生ごみ投入口



液肥取出口

図 23 局所脱臭にかかるコストの推定と設置イメージ

表 24 局所脱臭の脱臭剤の提案

脱臭剤の種類 (200Lあたりの価格)	メリット	デメリット
くず炭 (5,000 円~)	安価かつ身近な未利用資源 で自ら作ることができる	なし
活性炭 (40,000 円~)	再生可能	湿度で消耗する 高価
ゼオライト (10,000 円~)	湿度に強い 再生可能(事業)	高価
木質チップ (5,000 円~)	バイオマス資源利用	散水装置が必要

②実証拠点の運営

【目的】

「生ごみ分別モニター」を募集し、市民に生ごみを持ち込んでもらう場(実証拠点:地域循環ラボ corecara)を運営する。訪問者に対して、生産した液肥を配布し、自由に持ち帰ってもらう取組やバイオガスで沸かしたお茶を出し交流を図ることで、向日市のゼロカーボンと資源循環の未来について語り合える場を構築する。

【方法及び結果】

・拠点の構築

2025 年 1 月に実証拠点でオープンバイオガスプラントの設置が完了した。種菌を入れ、加温をして、発酵状態まで立ち上げ、発酵が安定するまでの間、2 月上旬からスタッフが生ごみの投入を始め、試験的な運用を開始した(図 24)。

バイオガスプラントの加温にはお湯を使い、そのお湯は、竹ボイラーによる竹材の燃焼も利用した。無人の際は、太陽熱温水器と投げ込みヒーターを使用して加温している。

生ごみ分別モニターは先行募集を開始し、3 月末時点で 14 世帯が申し込んでいる。4 月から本格的に募集する。募集チラシを図 25 に、バケツを図 26 に示す。

液肥については京都府に特殊肥料届を提出後、4 月以降、カフェに訪れる人に無料で配布する。

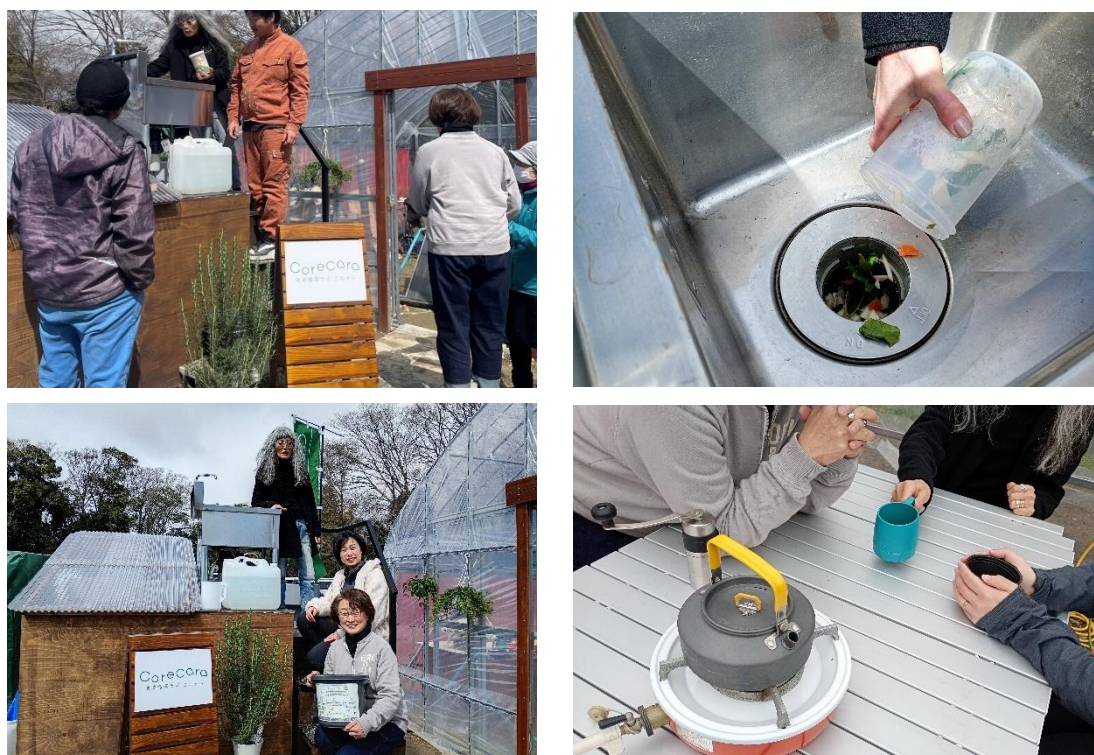


図 24 実証拠点 地域循環ラボ corecara

地域循環ラボcorecara 市民モニター募集

私たち「一般社団法人これから」は、地域に農地を残し、脱炭素と資源循環型の持続可能なまちづくりに取り組む活動をしています。市民が暮らしの中で無理なくかわれることができ、かつ持続可能な資源循環型のまちづくりを一緒に考えるきっかけにしたいと考え、環境省の実証事業を受託し、小型バイオガスプラントを核とした循環型システムの小さな実験を始めることになりました。

家庭の調理くずを提供してくださる向日市民を募集します

この小型バイオガスプラントでは、家庭で出る調理くずを投入してメタン発酵させ、バイオガスと肥料を作ります。バイオガスは電気や熱として利用し、肥料は家庭菜園や農地で活用することができます。家庭で出る調理くずを堆肥ごみとして廃棄するのではなく、資源として私たちのまちで循環させませんか？

地域循環ラボcorecara 所在地
〒617-0002 京都府向日市寺戸町中野 5-1
向日市役所本館 資源物回収ステーション斜向かい駐車場

●モニターに取り組んでいただくこと●
期間：2025 年 4 月～2026 年 3 月（予定）

調理くずの提供

- ①専用の重つき水切りバケツを無料でお配りします
- ②ご家庭で出る調理くずをバケツに入れて保存します
- ③うがいの後、お風呂場に持って来てください
- ④（オープン時間：月・火・水・金・土の 10：00～16：00）
- ⑤うがいのバイオガスプラントの発酵槽に調理くずを投入します

地域循環ラボcorecara で“循環の体験”ができる

- プラントでできたガスでお湯を沸かし、お茶を飲んだりおしゃべり
- うがいでできた油肥の持ち帰り
- うがいの後、お風呂場に持って来てください
- ※最低 3 か月程度モニターとしてご協力をお願いします。
- ※設備の状況などにより事業内容を変更する場合があります。

●応募は以下の申込書を郵送いただくか QR コード、またはメールでお申し込みください。
後日、折り返しご連絡いたします。ご質問ございましたら下記へお問い合わせください。

一般社団法人これから
〒617-0005 京都府向日市向日町南山 39-16
電話：090-6056-6997 メール：mail@corecara-mukou.com

モニター申込みフォーム
QRコード

調理くず・入れてよいもの／よくないもの

バイオガスプラントには粉砕と発酵する工程があります。この装置によって処理が得意なもの、苦手なものがあるのでご注意ください。

粉砕も発酵もかんたんなもの
ひとの胃で消化できるものは基本的に投入できます。
かびが生えていても大丈夫です。

野菜くず、茶がらやコーヒーがす、食べ残し（出ないほうがいいですが）

粉砕はできないが、発酵はできるもの
粉砕機（ディスボージャー）を過すことができません。
小さく割んでおけば、粉砕機からも投入できます。

繊維が硬いバナナのへたなど、粉砕機の刃で切れないもちやだんご、鶏皮など

粉砕も発酵もできないもの
発酵できません。ご家庭で処理してください

肉や魚の骨、貝や甲殻類の殻、卵のから、梅干しなどの固いたね

これらはご家庭で処理してください
水切り用のネットや新聞紙、ティッシュ、茶バッグやコーヒーフィルター

名前

住所 京都府向日市

電話

メールアドレス

特記事項（ご質問など）

〒617-0002 向日市寺戸町中野 5-1

図 25 生ごみ分別モニター募集チラシ(表面・裏面)



図 26 生ごみ分別モニターに配布するバケツ

③地域循環ラボ corecara を拠点とする普及啓発の展開

【目的】

地域循環ラボ corecara では、地域住民との交流を通じて、将来的に本格バイオガスプラントを導入できる機運を醸成すること。オープンバイオガスプラントに持ってくるだけでなく、自宅で生ごみコンポストに取り組む人も増やし、環境への取り組む市民同士で集まって交流ができるような仕掛け(勉強会の開催等)を作ること。

農業法人や福祉作業所、学校等と連携して、液肥を使った野菜や花づくりの農業体験や教育分野での活動も検討すること。

液肥利用・バイオガスプラントの低コスト化の課題認識を持つ事業者が意見交換を行う枠組み構築について検討すること。

【方法及び結果】

・生ごみの資源化に向けた普及啓発

地域循環ラボ corecara では、2025 年 2 月からバイオガスプラントの運用を開始した。3 月まではスタッフによる生ごみの投入と試運転を行い、4 月以降、モニターによる生ごみの持込、バイオガスで沸かしたお茶の提供、液肥の無料配布、温室での水耕栽培実演を開始する予定である。

生ごみの資源化に向けた普及啓発の方策を検討した結果、次の通り計画した。

- ・ 生ごみ分別モニターとして 100 世帯の参加を呼び込むため、まずは近隣住民に声をかけ、募集チラシによる案内や説明会の開催により、先着順で受けつける。また、「向日市環境市民ネットワーク会議」(向日市環境基本計画の推進を図ることを目的に設置されている、市民、事業者、市民団体が、市と連携、協働する場)にて、会議に所属する団体、個人にモニター募集への協力を呼びかける。
- ・ モニターが持ち込む生ごみから、液肥を使って野菜やハーブの栽培を行うことで、家庭で廃棄するはずだった生ごみが次の生産につながることを体感してもらう。
- ・ 小さな実証機だからこその分かりやすさを活かし、プラントの仕組みや可能性を知ってもらうワークショップを 2 回程度開催する。(モニターではない人にも体験してもらう機会)
- ・ 資源循環のまちづくりにつながる暮らし方を選択できるよう、学習会・情報交換会を 2 回程度行う。
- ・ 子どもの居場所や福祉作業所など、野菜づくりを行う団体(数件程度)や家庭菜園に取り組む市民に液肥をつかってもらい、使い方が難しい部分へのサポートを行う。
- ・ 農家や学校などに協力を得ながら、親子で農業体験ができるようコーディネートを 1 回程度行う。
- ・ 以上の取組を通じてまちの自然や環境を考える市民の交流の場となることを目指す。

・液肥利用・バイオガスプラントの低コスト化の課題認識を持つ事業者との課題の共有
 検討会委員であるシン・エナジー株式会社の山崎氏に、本事業に対し次のような意見をいただいた。

- ・ 分別の理解醸成のため、排出者への周知が重要である。
- ・ オープンバイオガスプラントの製作マニュアルには、処理プロセスのフローを掲載することが望ましい。

また、真庭広域廃棄物リサイクル事業協同組合にヒアリングを行い、次のような知見を共有いただいた。

- ・ 市内 9 か所にある 1 トンの液肥配布拠点に週 1～2 回補充している。小型バイオガスプラントの運用で月数十トン程度の生産量であれば液肥の利用先には困らない。
- ・ 最初は営農組合に液肥利用を進めた。メリットを感じてもらうことが重要。
- ・ 液肥の濃縮にはエネルギーとコストがかかるため、小規模で運用する場合には不向きである。

・液肥利用・バイオガスプラントの低コスト化の課題認識を持つ事業者と意見交換を行う枠組みの検討

液肥の生産者・利用者を対象とする交流イベントを開催し、ネットワークを構築することを計画した。その概要を表 25 に示す。開催は 2025 年 8 月頃とし、液肥利用が盛んな地域で開催し、全国から参加を募る予定である。

表 25 液肥の生産者・利用者を対象とする交流イベントの概要

内容	・ 全国各地の液肥利用の取組事例の紹介 ・ パネルディスカッション(研究者・液肥利用農家・自治体) ・ 交流または相談会	
開催時期	2025 年 8 月頃	
開催場所	埼玉県小川町(※)内の会場	※液肥利用が盛ん

(3)地域バイオマス資源「竹」の活用実証

①竹チップ・竹パウダーの嫌気発酵実証

【目的】

竹林整備で出た竹材をチップパーで粉碎し、設置したオープンバイオガスプラントを使って発酵実証を行う。ラボレベルで行い、その際のガスの発生量、液肥の成分にどのような変化があるか、ガス発生量と液肥の肥料分析を行い評価する。

【方法及び結果】

・竹チップの生産

協力農家から竹林整備で出た竹材を入手した。竹チップパーをレンタルし、経験者の指導のもと、チップ化を実施した(図 28)。

切り出した竹の上部 3 メートルほどを、葉がついたままチップパーの中に投入した。土嚢袋 1 袋あたり 1 分程度で破碎できた。

チップパーの刃を変えるとパウダーの細かさの調節ができることがわかった。また、投入可能な竹の太さは直径 10 cm以内までであった。直径 10 cm以上の竹については、木槌で叩いてからチップパーに投入する必要がある。



図 27 竹林整備作業で出る竹材



図 28 竹チップパーと竹チップ

・竹チップのメタン発酵バッチ試験

竹を粉砕して作成した竹パウダー(< 5 mm)を乾燥したものを基質として中温メタン発酵バッチ試験を行った。なお、生ごみを混合しなくても竹パウダーの発酵が進むことがわかったことから、今回は生ごみを入れなかった。使用した竹パウダーの TS(全固形分)・VS(揮発性固形分)測定結果を表 26に示す。TSおよびVSの平均値はそれぞれ、88.40%、87.30%で TS 中の VS の平均値は 98.76%であった。

表 26 TS(全固形分)・VS(揮発性固形分)測定結果

るつぼ (g)	スタート (g)	105℃-24h (g)	600℃-1h (g)	TS (%)	VS (%)
36.665	39.685	39.350	36.695	88.91	87.91
37.261	40.748	40.337	37.304	88.21	86.98
35.453	38.858	38.452	35.489	88.08	87.02

この竹パウダーサンプルの乳酸値を以下の手順で測定したが、測定値は検出限界(3.0 mg/l)以下であった。

1. 竹パウダー5.00 g、精製水 25.00 g を 50 ml のコニカルチューブに入れる。
2. 振とう機で 180 rpm で 30 分間振とうする。
3. 6,000 rpm(3,750 g)で 30 分間遠心分離する。
4. 上澄を ADVANTEC No.1 でろ過する。
5. ろ液をリフレクトクアント乳酸テストで測定する。

竹パウダーのメタンポテンシャルを把握するため、湿式メタン発酵バッチ試験を行った。発酵槽として容量 500ml のメディウム瓶を使用し、キャップにホースニップルを取付けてバイオガスを取り出した(図 29)。



図 29 発酵槽

この発酵槽を 6 台用意し、発酵槽 1～3 には試験区として竹パウダー 25 g と種汚泥 375 g を、発酵槽 4～6 には種汚泥中の有機物由来のバイオガスを測定する対照区として種汚泥 375 g を投入した(表 27)。種汚泥は乳牛糞、食品残渣を基質とした中温湿式メタン発酵を行っている八木バイオエコロジーセンターの消化液を使用した。

表 27 基質および種汚泥投入量

発酵槽 No.	基質 (g)	種汚泥 (g)
1	25.00	375.01
2	25.00	375.02
3	25.00	375.02
4	0.00	375.02
5	0.00	375.00
6	0.00	375.01

各発酵槽はアズワン製ウォーターバス TM-2 により 37.0 °C を維持し、発酵槽から排出されたバイオガスは、キャップに取り付けたホースニップルからシリコンチューブを介し、BPC 社製ガスメーター GasEndeavour に接続し、バイオガス発生量を記録した。バイオガス発生量データは、GasEndeavour 本体に内蔵された web サーバーに LAN 接続した Chromebook でアクセスし転送した(図 30)。



図 30 実験装置

バッチ試験は 28 日間行った。バッチ試験期間中、発酵槽内の攪拌は行っていない。図 31 に各発酵槽のバイオガス発生量と経過日数の関係を示す。バイオガス発生量は GasEndeavour の機能により標準状態に換算されている。

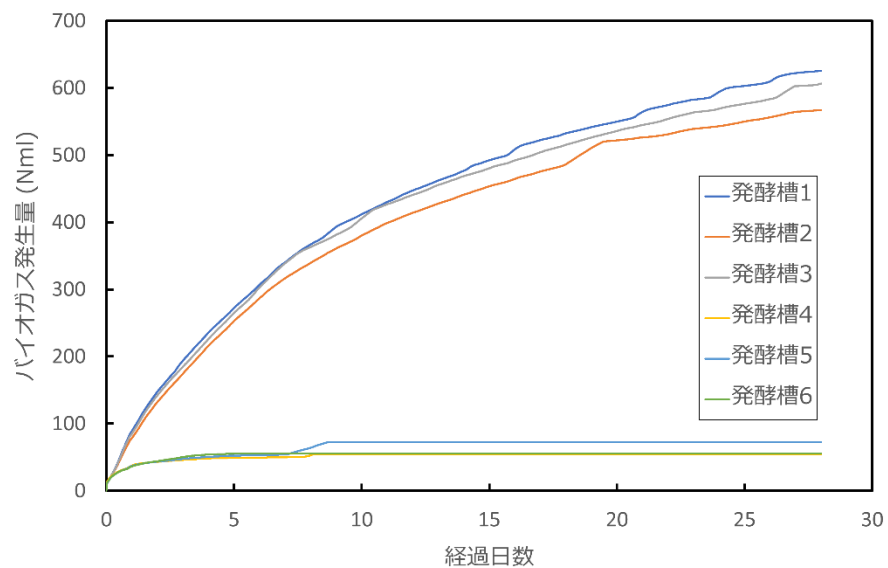


図 31 バイオガス発生量

発酵槽 1～3 のバイオガス発生量から発酵槽 4～6 の種汚泥中の有機物由来のバイオガス発生量を減じたものが投入した竹パウダー由来のバイオガス発生量となる。発酵槽 1～3 および発酵槽 4～6 の 28 日間のバイオガス発生量の平均値は、それぞれ 599.9 Nml、

60.7 Nml で、基質由来のバイオガス発生量は 539.2 Nml であった。この値を投入基質の VS 量あたりに換算するとバイオガス発生量は 24.70 Nml/g-VS となった。

以上の結果から、竹を原料にメタン発酵処理をすることでバイオガスを生産できることが確認できた。

・液肥の分析

竹を発酵させる前後で液肥の成分の変化を確認した結果を表 28 に示す。窒素とリン酸が微増し、加里が微減した。次年度はプラントで竹の発酵実証を行い、同様の傾向が見られるか確認する。

表 28 液肥分析の結果

	窒素全量(N)	りん酸全量(P2O5)	加里全量(K2O)
竹の投入なし	0.14%	<0.01%	0.17%
竹の発酵後	0.22%	0.03%	0.11%

②竹林での液肥散布実証

【目的】

向日市の竹林における令和7年度の散布実証に向け、令和6年度は、農家との接触を試み、液肥散布に適した時期を検討する。また、協力農家と連携し、化成肥料にかかる経費や手間を聞き取り、液肥利用の有効性等について確認する。

【方法及び結果】

向日市内の農家 I 氏に 2 回に渡ってヒアリングを実施した。その概要を表 29 に示す。

栽培スケジュールは基肥(礼肥)が 4～5 月で窒素 17kg/反、夏の追肥が 8～9 月で窒素 12kg/反、冬の追肥が 11～1 月で窒素 13kg/反相当を投入する必要があることが判明した(表 30)。

たけのこ栽培における窒素肥料にかかる費用を推定した結果、農法によって 1 反あたり 31,830 円～94,473 円かかると推定した(表 31)。

液肥で代替する場合、「エコファーマー基準の有機主体施肥基準例」に従い、施用したい窒素量にあわせて基肥(礼肥)4 トン/反、追肥(夏)3 トン/反、追肥(冬)3 トン/反を散布し、不足するリン・カリを補うために、通常の肥料を 50%施用すれば、従来通りの肥料投入量を維持したまま、1 反あたりの従来の肥料代は 29,020 円節約可能だと推定した(表 32)。したがって、液肥散布を年 3 回合計 11 トン散布し、散布費用を 1 反あたり 29,020 円以内におさめた場合、経費を増やすことなく液肥を利用可能である。

表 29 ヒアリングの概要

訪問先	市内農家 I 氏
目的	竹林での液肥散布実証への協力依頼
内容	現状:竹林でのたけのこ栽培と稲作・畑作を営んでいる。 実証について:仕様書をお渡しして、事業内容の説明と協力を依頼した。 ▶竹林の一角を実証に令和 7 年度に使わせてもらうことになった。 栽培スケジュール:乙訓都市農業振興協議会作成「京たけのこ栽培こよみ」を見せていただき、基肥(礼肥)、夏・冬の追肥について確認した。 肥料にかかる経費や手間:「京たけのこ有機ペレット」など、使用する肥料の種類、量、価格について情報を提供していただいた。 その他:竹林に敷かれた稲わらの由来を聞き、自家生産の稲だと判明した。水田での液肥散布についても前向きに検討いただくこととなった。

表 30 栽培暦に合わせた窒素肥料の使用例

①エコファーマー基準の有機主体施肥基準例			
	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)
なたね油粕(5-3-2-1)	100 kg/反	100 kg/反	-
京たけのこ有機ペレット(12-6-6)	100 kg/反	60 kg/反	-
燐加安 14 号(14-10-13)	-	-	40 kg/反
燐加安 NK808(18-0-18)	-	-	40 kg/反
窒素成分合計	17 kg/反	13 kg/反	13 kg/反
②エコファーマー基準のロング肥料施肥基準例			
	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)
なたね油粕(5-3-2-1)	100 kg/反	150 kg/反	-
NK エコロング 203(20-0-13)	100 kg/反	-	-
燐加安 NK808(18-0-18)	-	-	45 kg/反
窒素成分合計	25 kg/反	8 kg/反	8 kg/反
③慣行施肥基準例			
	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)
なたね油粕(5-3-2-1)	100 kg/反	100 kg/反	-
たけのこ専用化成(18-8-8)	20 kg/反	-	60 kg/反
燐加安 14 号(14-10-13)	20 kg/反	60 kg/反	-
硫安(21-0-0)	-	-	20 kg/反
窒素成分合計	11 kg/反	13 kg/反	15 kg/反



図 32 液肥散布実証に協力いただく場所

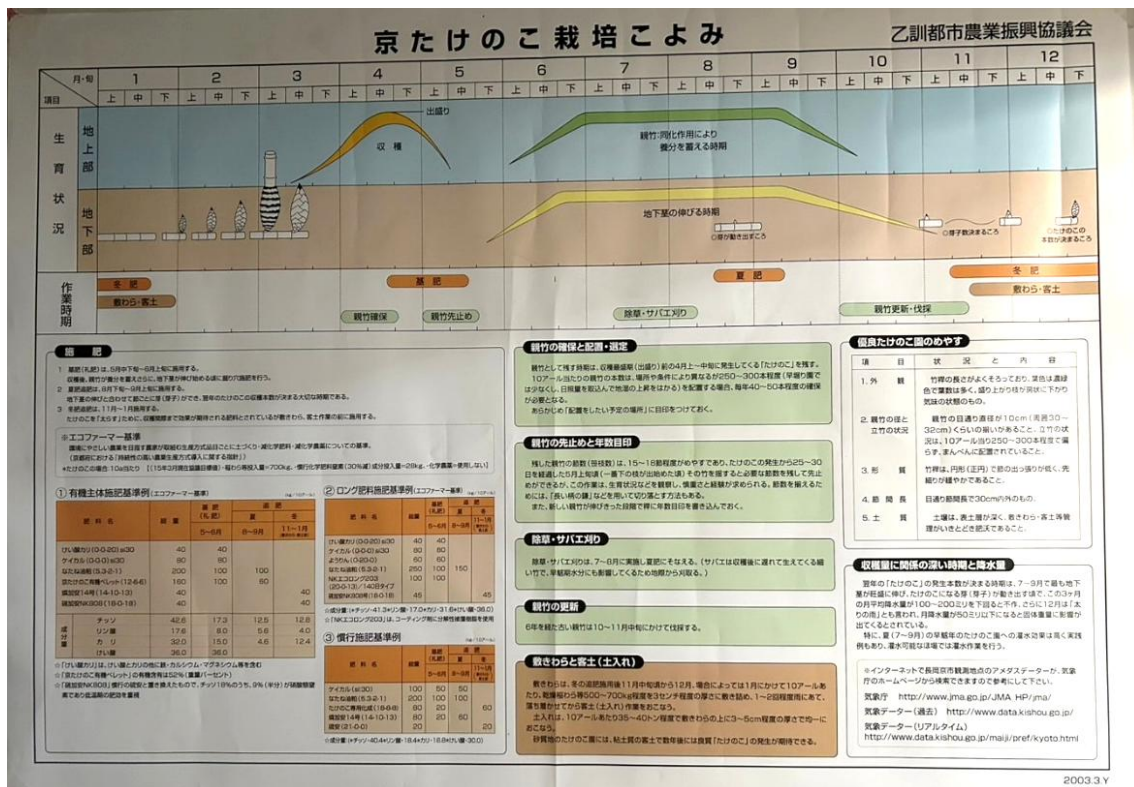


図 33 竹の子の栽培暦例

表 31 窒素肥料の使用例から推定した費用

①エコファーマー基準の有機主体施肥基準例				
	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)	
なたね油粕(5-3-2-1)	7,040 円/反	7,040 円/反	-	
京たけのこ有機ペレット(12-6-6)	18,810 円/反	11,286 円/反	-	
燐加安14号(14-10-13)	-	-	3,844 円/反	
燐加安NK808(18-0-18)	-	-	10,020 円/反	合計
合計	25,850 円/反	18,326 円/反	13,864 円/反	58,040 円/反
②エコファーマー基準のロング肥料施肥基準例				
	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)	
なたね油粕(5-3-2-1)	7,040 円/反	10,560 円/反	-	
NKエコロング203(20-0-13)	65,600 円/反	-	-	
燐加安NK808(18-0-18)	-	-	11,273 円/反	合計
合計	72,640 円/反	10,560 円/反	11,273 円/反	94,473 円/反
③慣行施肥基準例				
	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)	
なたね油粕(5-3-2-1)	7,040 円/反	7,040 円/反	-	
たけのこ専用化成(18-8-8)	3,542 円/反	-	10,626 円/反	
燐加安14号(14-10-13)	1,922 円/反	-	-	
硫安(21-0-0)	-	-	1,660 円/反	合計
合計	12,504 円/反	7,040 円/反	12,286 円/反	31,830 円/反

表 32 液肥と従来肥料 50%を組み合わせた施肥計画例

組み合わせた散布例	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)
バイオガス液肥	4 トン/反	3 トン/反	3 トン/反
なたね油粕(5-3-2-1)	50 kg/反	50 kg/反	-
京たけのこ有機ペレット(12-6-6)	50 kg/反	30 kg/反	-
燐加安 14 号(14-10-13)	-	-	20 kg/反
燐加安 NK808(18-0-18)	-	-	20 kg/反
上記を散布した際の施肥量の推定	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)
N	17kg/反	12kg/反	13kg/反
P ₂ O ₅	6kg/反	5kg/反	3kg/反
K ₂ O	7kg/反	5kg/反	9kg/反
上記を散布した際の費用の推定	基肥(礼肥)	追肥(夏)	追肥(冬)
バイオガス液肥	未定	未定	未定
なたね油粕(5-3-2-1)	3,520 円/反	3,520 円/反	-
京たけのこ有機ペレット(12-6-6)	9,405 円/反	5,643 円/反	-
燐加安 14 号(14-10-13)	-	-	1,922 円/反
燐加安 NK808(18-0-18)	-	-	5,010 円/反
合計	29,020 円/反		

第 4 章 CO2 排出量削減効果

【目的】

バイオガス化施設を導入することにより、従来、焼却対象とされていた可燃ごみ中の生ごみが分別されることにより、バイオガス化施設で生成されるバイオガスによるエネルギー(熱)の利用及び、発酵後の消化液を肥料として利用することによる化学肥料等の使用量抑制が期待できる。

それらの成果により期待できる CO2 排出量の削減効果を試算することを目的とする。

【方法】

CO2 排出量削減効果の算出方法は、「循環資源のリサイクル及び低炭素化に関する効果算出ガイドライン(Ver.1.0) 平成 28 年 3 月 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部企画課リサイクル推進室」の算定手法に準じ、従来事業をベースラインとして、事業実施後の CO2 排出量の差を求めることとした。

【結果】

① CO2 削減量計算ケース

CO2 削減量は、バイオガス化施設の処理能力について 3 ケースを想定し、そのそれぞれで計算を行った。想定したケースについて表 33 に示す。

表 33 バイオガス化施設の処理能力ケース

ケース	日処理量 (kg/日)	稼働日数	年間処理量 (t/年)
1	7.5	365	2.74
2	250	365	91.25
3	750	365	273.75

② バイオガス化施設のエネルギー収支

各ケースにおけるバイオガス化施設のエネルギー収支は、設計条件等をもとに、図 34～図 36 のように想定した。

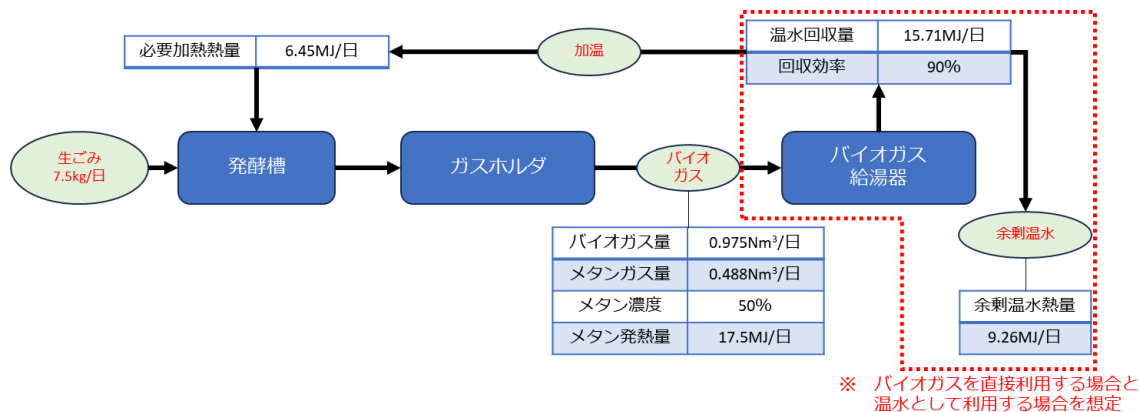


図 34 ケース1(日処理量:7.5kg/日)のエネルギー収支

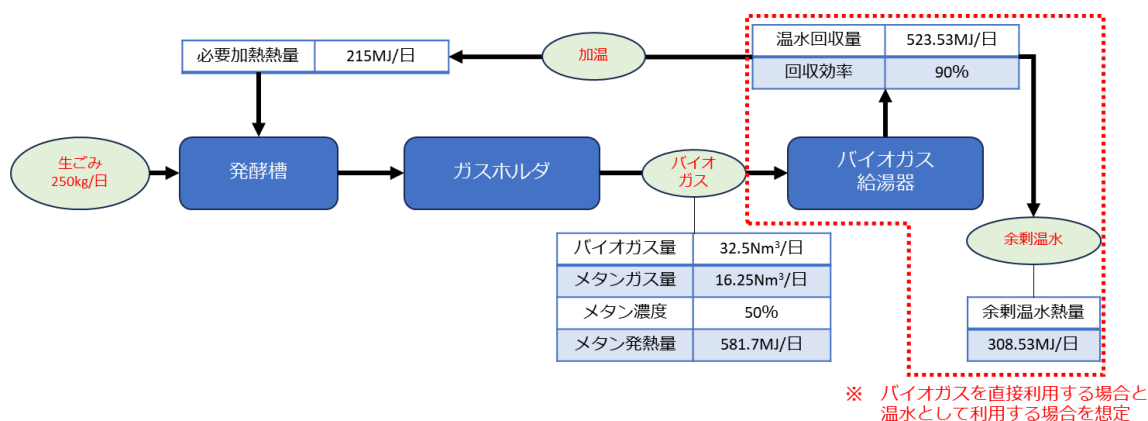


図 35 ケース 2(日処理量:250kg/日)のエネルギー収支

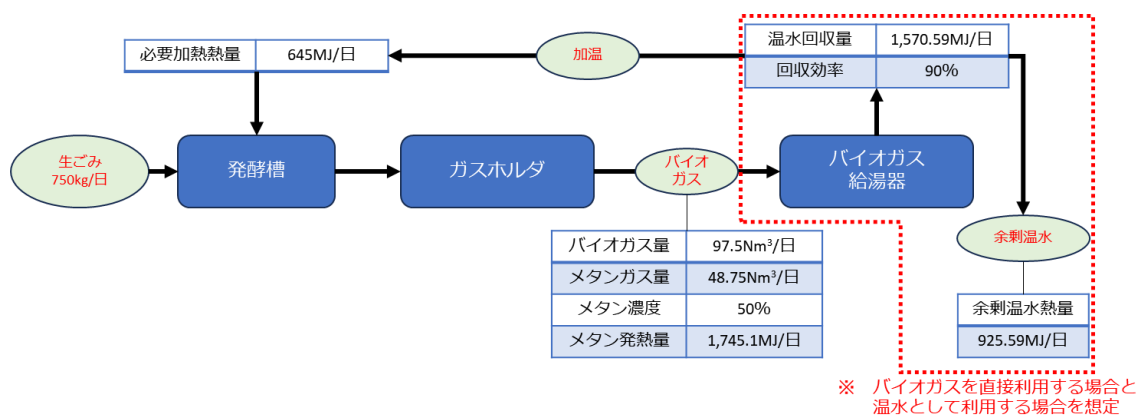


図 36 ケース3(日処理量:750kg/日)のエネルギー収支

③ バイオガスを直接利用した場合の CO₂ 排出量削減効果

1) バウンダリーフロー

バイオガスを直接利用した場合の CO₂ 排出量削減効果を算出するためのバウンダリーフローを図 37 のように設定した。

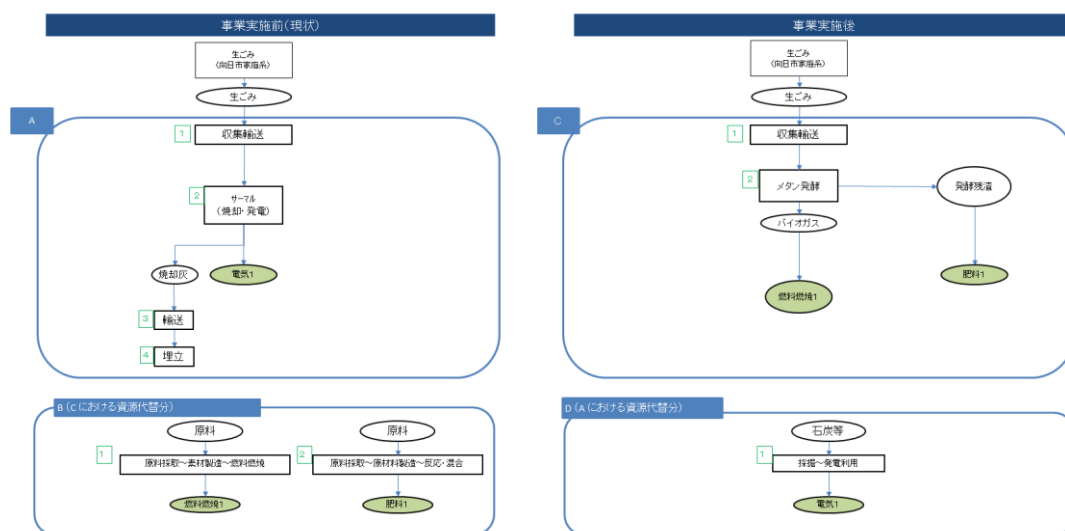


図 37 バイオガスを直接利用した場合のバウンダリーフロー図

2) 各ケースにおける CO₂ 排出量削減量

単位処理量(1t/日)あたりの CO₂ 削減効果及びその算出表を表 34・表 35 に示した。

表 34 単位処理量(1t/日)あたりの CO₂ 削減効果

カテゴリ	項目	排出量 (CO ₂ e-kg/t)
A	現状(ベースライン)の排出量	82.5
B	事業実施時の代替分	1,373.7
C	事業実施時の排出量	68.5
D	現状(ベースライン)の代替分	54.4
	CO ₂ 削減効果(A+B)-(C+D)	1,333.2

※小数点以下第 2 位を四捨五入しているため各項目の合計が必ずしも合計欄と一致するとは限らない

表 35 単位処理量(1t/日)あたりの CO2 削減効果算出表

i 事業実施前(現状)											
カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
A	1	輸送	A001	ごみ1tあたり輸送量(c)	6.1	tkm	A002	1tkmあたりのCO2排出量(d)	0.367	kg-CO2/tkm	2.2
	2	サーマル (焼却・発電)	A004	ごみ1t当たりの電気使用量(d)	158.7	kWh/ごみt	A006	1kWh当たりのCO2排出係数(g)	0.438	kg-CO2/kWh	69.5
			A005	ごみ1t当たりの燃料使用量(e)	1.7	L/ごみt	A007	灯油1L当たりのCO2排出係数(h)	2.5	kg-CO2/L	4.3
			3	輸送	A009	ごみ1tあたり輸送量(d)	4.9	tkm	A010	1tkmあたりのCO2排出量(e)	0.101
	4	埋立	A011	ごみ1tあたり焼却灰搬出量(a)	159	kg/ごみt	A012	埋立時の1 kg当たりのCO2排出量(b)	0.0379	kg-CO2/t	6.0
	合計										82.5
カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
B	1	原油採取～素材製造～エネルギー生産	B001	ごみ1t当たりのメタンガス回収量(a)	65.00	Nm3/ごみt	B002	メタンガス1Nm3当たり燃焼時のCO2排出量(b)	3.0100	kg-CO2/Nm3	195.7
	2	原油採取～素材製造～反応・混合	B003	ごみ量1t当たりの肥料生成量(a)	2,000	kg/ごみt	B004	肥料製造1kg当たりのCO2排出量(b)	0.5890	kg-CO2/kg	1,178.0
	合計										1,373.7
ii 事業実施後											
カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
C	1	輸送	C001	ごみ1tあたり輸送量(c)	0.5	tkm	C002	1tkmあたりのCO2排出量(d)	0.367	kg-CO2/tkm	0.2
	2	メタン発酵	C004	ごみ1t当たりの電気消費量(b)	156.0	kWh/ごみt	C005	1kWh当たりのCO2排出係数(c)	0.438	kg-CO2/kWh	68.3
	合計										68.5
カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
D	1	採掘～発電利用	D001	ごみ1t当たりの発電量(a)	124.30	kWh/ごみt	D002	1kWh当たりのCO2排出係数(b)	0.438	kg-CO2/kWh	54.4
合計										54.4	

各ケースごとの年間の CO2 削減量を表 36 に示す。ケース1(日処理量:7.5kg/日、年間 2.74t/年)で 4t-CO2/年、ケース2(日処理量:250kg/日、年間 91.25t/年)で 122t-CO2/年、ケース3(日処理量:750kg/日、年間 273.75t/年)で 365t-CO2/年となる。

表 36 各ケースの CO2 削減量

項目		ケース1	ケース2	ケース3
年間処理量 (t)		2.74	91.25	273.75
カテゴリ	項目	排出量 (CO2-t/年間)	排出量 (CO2-t/年間)	排出量 (CO2-t/年間)
A	現状(ベースライン)の排出量	0	8	23
B	事業実施時の代替分	4	125	376
C	事業実施時の排出量	0	6	19
D	現状(ベースライン)の代替分	0	5	15
CO2削減効果 (A+B)-(C+D)		4	122	365

④ バイオガスを温水利用した場合の CO2 削減量

バイオガスをバイオガス給湯器により温水に変換し、利用した場合の CO2 削減効果を算出する。変換した温水は、温室の加温に使用することを想定した。

バイオガスを温水利用する場合、バイオガス化施設からの消化液の液肥利用による CO2 削減量と、温室の加温を従来の加温設備による加温から、バイオガス化施設の温水での加温に代替した場合の CO2 削減量を個別に計算し、その合計量を計上した。

1) バイオガス化施設からの消化液の液肥利用による CO2 削減量

A. バウンダリーフロー

バイオガス化施設からの消化液を液肥利用した場合の CO2 排出量削減効果を算出するためのバウンダリーフローを図 38 のように設定した。

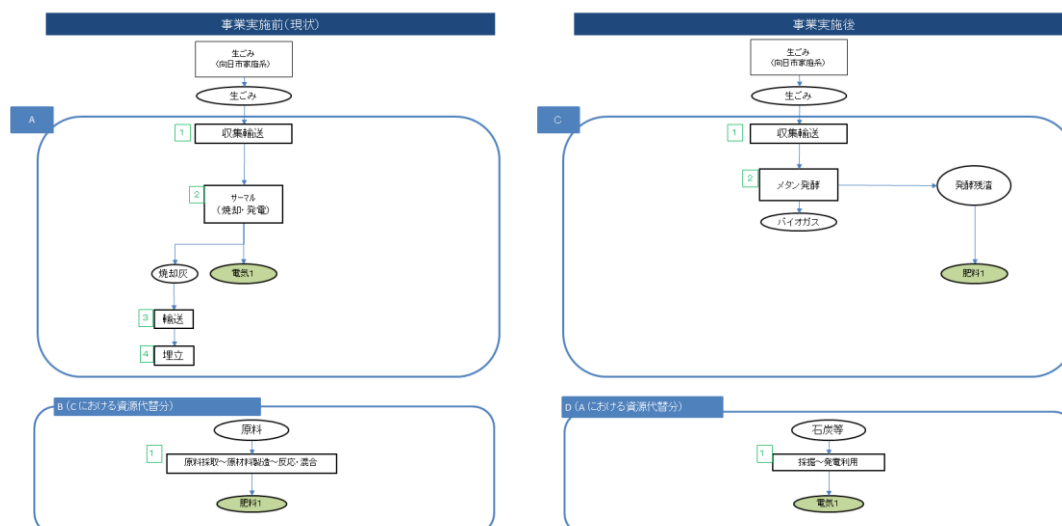


図 38 バイオガス化施設からの消化液を液肥利用した場合のバウンダリーフロー図

B. 各ケースにおける CO2 排出量削減量

単位処理量(1t/日)あたりの CO2 削減効果及び算出表を表 37・表 38 に示した。

表 37 単位処理量(1t/日)あたりの CO2 削減効果

カテゴリ	項目	排出量 (CO ₂ e-kg/t)
A	現状(ベースライン)の排出量	82.5
B	事業実施時の代替分	195.7
C	事業実施時の排出量	68.5
D	現状(ベースライン)の代替分	54.4
	CO2削減効果(A+B)-(C+D)	155.2

表 38 単位処理量(1t/日)あたりの CO2 削減効果算出表

i 事業実施前(現状)

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
A	1	輸送	A001	ごみ1tあたり輸送量(c)	6.1	tkm	A002	1tkmあたりのCO2排出量(d)	0.367	kg-CO2/tkm	2.2
	2	サーマル (焼却・発電)	A004	ごみ1当たりの電気使用量(d)	158.7	kWh/ごみt	A006	1kWh当たりのCO2排出係数(g)	0.438	kg-CO2/kWh	69.5
			A005	ごみ1当たりの燃料使用量(e)	1.7	L/ごみt	A007	灯油1L当たりのCO2排出係数(h)	2.5	kg-CO2/L	4.3
	3	輸送	A009	ごみ1tあたり輸送量(d)	4.9	tkm	A010	1tkmあたりのCO2排出量(e)	0.101	kg-CO2/tkm	0.5
	4	埋立	A011	ごみ1あたり焼却灰搬出量(a)	159	kg/ごみt	A012	埋立時の1 kg当たりのCO2排出量(b)	0.0379	kg-CO2/t	6.0
	合計										82.5

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
B	1	原油採取～素材製造～エネルギー生産	B001	ごみ1tあたりのメタンガス回収量(a)	65.00	Nm3/ごみt	B002	メタンガス1Nm3当たり燃焼時のCO2排出量(b)	3.0100	kg-CO2/Nm3	195.7
	合計										195.7

ii 事業実施後

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
C	1	輸送	C001	ごみ1あたり輸送量(c)	0.5	tkm	C002	1tkmあたりのCO2排出量(d)	0.367	kg-CO2/tkm	0.2
	2	メタン発酵	C004	ごみ1t当たりの電気消費量(b)	156.0	kWh/ごみt	C005	1kWh当たりのCO2排出係数(e)	0.438	kg-CO2/kWh	68.3
	合計										68.5

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				排出量 (CO ₂ e-kg/t)
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位	
D	1	採掘～発電利用	D001	ごみ1tあたりの発電量(a)	124.30	kWh/ごみt	D002	1kWhあたりのCO2排出係数(b)	0.438	kg-CO2/kWh	54.4
合計											54.4

各ケースごとの年間の CO2 削減量を表 39 に示す。ケース1(日処理量:7.5kg/日、年間 2.74t/年)で 1t-CO2/年、ケース2(日処理量:250kg/日、年間 91.25t/年)で 15t-CO2/年、ケース3(日処理量:750kg/日、年間 273.75t/年)で 43t-CO2/年となる。

表 39 各ケースごとの CO2 削減量

項目		ケース1	ケース2	ケース3
年間処理量 (t)		2.74	91.25	273.75
カテゴリ	項目	排出量 (CO2-t/年間)	排出量 (CO2-t/年間)	排出量 (CO2-t/年間)
A	現状(ベースライン)の排出量	0	8	23
B	事業実施時の代替分	1	18	54
C	事業実施時の排出量	0	6	19
D	現状(ベースライン)の代替分	0	5	15
CO2削減効果 (A+B)-(C+D)		1	15	43

2) 温室の加温を化石燃料による加温から、バイオガス化施設の温水での加温に代替した場合の CO2 削減量

A. バイオガス化施設の温水により加温が可能な温室仕様の想定

バイオガス化施設の温水により加温が可能な温室仕様を想定する。温室仕様の算定を行うにあたって、前提条件を表 40 のとおりとした。

表 40 温室仕様算定条件

項目	設定条件	備考
温室目標設定温度	10℃	マンゴー等南洋果実等の最低必要温度
設置場所最低気温	-1.2℃	京都観測所 2024 年測定値
熱貫流率	3.8 W・m ² ・℃	内張の設定値
温室表面積1m ² あたり 必要熱量	153.216 kJ/h・m ²	熱貫流率(W・m ² ・℃)×温度差(℃) ÷1,000×3,600

以上の条件により、想定した温室仕様は、ケース1(日処理量:7.5kg/日、年間 2.74t/年)では、加温可能表面積 3 m²(奥行 1m×高さ 1m×幅 0.5m)、ケース2(日処理量:250kg/日、年間 91.25t/年)では、加温可能表面積 84 m²(奥行 8m×高さ 2m×幅 5m)、ケース3(日処理量:750kg/日、年間 273.75t/年)では、加温可能表面積 252 m²(奥行 19m×高さ 4m×幅 5m)となる。

B. バイオガス化施設の温水利用により削減される CO2 削減量

従来の加温設備から、バイオガス化施設の温水加温へ代替した場合の CO2 削減量を算出する。

なお、温室の加温は、温室目標温度以下の日に限られるが、温室加温を行わない日においては、バイオガス化施設の余剰温水は、全量有効に活用するものとして、年間の代替分のCO₂削減量を算出した。

バイオガス化施設の温水利用により削減される年間のCO₂削減量は、ケース1(日処理量:7.5kg/日、年間2.74t/年)で0.2t-CO₂/年、ケース2(日処理量:250kg/日、年間91.25t/年)で8.1t-CO₂/年、ケース3(日処理量:750kg/日、年間273.75t/年)で24.4t-CO₂/年となる(表41)。

表 41 バイオガス化施設の温水利用(温室加温)により削減される年間のCO₂削減量

項目		単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
バイオガス化施設からの余剰排熱	排熱利用量	MJ/日	9	309	926
	排熱利用量(時間あたり)	MJ/h	0.386	12.855	38.566
施設園芸用温風暖房 ¹⁾	発熱量	MJ/h	327	327	327
	LPG消費量	kg/h	6.48	6.48	6.48
	消費電力	kW	1.100	1.100	1.100
	台数	基	0.0012	0.0394	0.1181
	発熱量	MJ/h	0.39	12.86	38.57
	LPG消費量	kg/h	0.01	0.26	0.77
	消費電力	kW	0.001	0.043	0.130
従来設備消費エネルギー	稼働日数	日	365	365	365
	LPG消費量	kg/年	67.06	2,234.43	6,703.30
	消費電力	kWh/年	11.384	379.302	1,137.907
排出係数 ²⁾	LPG(重量ベース)	kgCO ₂ /kg	3.57		
	商用電力	kgCO ₂ /kwh	0.438		
年間CO ₂ 削減量	LPG	tCO ₂ /年	0.239	7.977	23.931
	商用電力	tCO ₂ /年	0.005	0.166	0.498
	合計	tCO ₂ /年	0.2	8.1	24.4

1)ネボン社の設備仕様を参考にした。

2) LPG(重量ベース)は、産業環境管理協会「カーボンフットプリント制度試行事業

CO₂換算量共通原単位データベースver. 4.0(国内データ)」の「原油採取～分留～石油精製～LPGの燃焼」のGHG排出量

商用電力は、電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)－R4年度実績－

C. バイオガス化施設の温水利用により削減されるCO₂削減量

バイオガスを温水利用する場合、バイオガス化施設からの消化液の液肥利用によるCO₂削減量と、温室の加温を従来の加温設備による加温から、バイオガス化施設の温水での加温に代替した場合のCO₂削減量を合計し、バイオガス化施設の温水利用により削減されるCO₂削減量を算出すると、ケース1(日処理量:7.5kg/日、年間2.74t/年)で1t-CO₂/年、ケース2(日処理量:250kg/日、年間91.25t/年)で23t-CO₂/年、ケース3(日処理量:750kg/日、年間273.75t/年)で67t-CO₂/年となった(表42)。

表 42 バイオガス化施設の温水利用により削減される CO2 削減量

項目		ケース1	ケース2	ケース3
日処理量 (kg/日)		7.5	250	750
年間処理量 (t/年)		2.74	91.25	273.75
CO2削減量 (t-CO2/年)	消化液の液肥利用によるCO2削減量	1	15	43
	バイオガス化施設の温水での温室加温によるCO2削減量	0	8	24
	CO2削減効果	1	23	67

⑤ バイオガスを直接利用した場合と温水利用した場合の CO2 削減量の比較・考察

バイオガスを直接利用した場合と温水利用した場合の CO2 削減量を比較すると、バイオガスを温水利用(温室の加温等)した場合に比べて、バイオガスを直接利用した方がCO2排出量の削減効果は高いことが判明した(表 43)。

日処理量が小さい施設の場合には、加温可能な温室も限られ、作物の収量を期待することが難しいことを考えると、バイオガスを商用ガスの代替として燃料利用した方がCO2の削減効果は高くなるものと思われる。一方、処理量が大きな施設の場合には、加温可能な温室規模が増加するため、温室加温に利用することによる経済的な効果も期待できる。

また、温室加温期間は、本事業地にあつては、冬季の一時期(10℃程度を下回る日)に限られることから、バイオガスの直接利用と温水利用を併用できるよう配慮することも一考できる。他地域への普及を図る際には、対象地域の気温傾向をあらかじめ把握しつつ、温室加温の需要の程度を検討した上で、利用形態の組合せを決定する必要があると思われる。

表 43 バイオガスを直接利用した場合と温水利用した場合の CO2 削減量の比較

項目		ケース1	ケース2	ケース3
日処理量 (kg/日)		7.5	250	750
年間処理量 (t/年)		2.74	91.25	273.75
バイオガスを直接利用した場合のCO2排出量削減効果 (t-CO2/年)		4	122	365
バイオガスを温水利用した場合のCO2排出量削減効果 (t-CO2/年)		1	23	67

第5章 検討会

本事業の内容について、調査を踏まえ、環境省担当官と調整の上、専門的見地から助言を得るため、学識経験者等6名で構成される検討会を設置し、1回開催した。各回の検討会の詳細については、以下のとおりである。なお、開催は現地・オンラインのハイブリッド開催とした。また、検討会委員には、液肥利用の課題に取り組む事業者を含めた。

第1回 検討会

日時：令和7年1月30日(木) 14:00～16:00

場所：永守重信市民会館 第2会議室A（京都府向日市寺戸町中野20）

参加者：表44の通り

内容：①事業概要、計画及び進捗説明 ②質疑応答

提案・助言：オープンバイオガスプラントの設計や普及に向けた取組みについて、安全性や有効な情報発信の方法などについて、助言や提案を受けた。

表44 検討会の参加者

氏名	所属・役職
嶋本 浩治	(一社)日本有機資源協会 事務局長
古木 二郎	(株)三菱総合研究所 政策・経済センター
山崎 早百合	シン・エナジー株式会社 第二電源開発事業部 資源循環部
中尾 友一	(株)フォルテ森林技術経営研究所 代表取締役
玉井 啓子	向日市環境市民ネットワークメンバー
谷本 於規光	向日市環境市民ネットワークメンバー、「土のめぐみ」メンバー
則竹 愛弘	環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課
松若 大輔	環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課
勝見 潤子	環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課
事務局	
出口 志鶴子	一般社団法人これから
細谷 みつ子	一般社団法人これから
重松 悦子	一般社団法人これから
加原 ゆり	一般社団法人これから
佐々木 浩二	一般社団法人これから
松本 なみほ	一般社団法人これから
丸谷 一耕	NPO 法人木野環境
上田 祐未	NPO 法人木野環境
青野 肇	青野技術士事務所
大土井 克明	京都大学農学研究科 地域環境科学専攻 生物生産工学 助教

第6章 まとめ(達成状況と評価)

今年度の取組の評価を表 45 に示す。低コストでできる液肥散布方法として、不整地運搬車を使った散布モデルを提案することができた。向日市内の農地で散布実証を行った結果、1 反に液肥を散布するのにかかる時間は約 40 分で、1 日に最大 10 反に散布可能であると考えられた。不整地運搬車を 30 日間レンタルした場合、散布システムにかかる費用は 1 反あたり 1,234 円と推定され、目標の 1,300 円を下回った。この結果と先行事例を整理して、液肥散布方法に関する公開資料案を作成した。

オープンバイオガスプラント(設計図面を公開する小型のバイオガスプラント)について、日量 7.5kg~750kg の処理規模での設計図及び製造マニュアル案の作成にあたり、これまでの知見を整理し、有識者からの助言を受け、改善することができた。

その他の公開資料(農家が散布計画を作成できるマニュアル及びよくある質問集)案の作成や、農家向けのポッドキャスト形式のコンテンツの配信開始、プラント導入主体(特に自治体)向け動画案の作成を実施した。

向日市内の駐車場を実証拠点「地域循環ラボ corecara」として運営開始し、2025 年 1 月に日量 10kg のオープンバイオガスプラントを設置完了した。プラントの導入にあたっては、向日市や近隣住民との合意形成、廃棄物処理法等への対応を行った。訪問者に対して、生産した液肥を配布し、自由に持ち帰ってもらう取組やバイオガスで沸かしたお茶を出し交流を図ることができるよう、説明資料の作成や掲示などの準備を進めた。

竹の活用として、ラボ実証で竹を発酵処理できることを確認することができた。また、次年度の液肥散布実証に向け、竹林の液肥散布先を確保することができた。

次年度は、4 種の公開資料(「オープンバイオガスプラントのつくりかた」「バイオガス液肥散布車のつくりかた」「バイオガス液肥利用&土壌診断入門」「バイオガス液肥のよくある質問」)及びプラント導入主体(特に自治体)向け動画を公開に向けて、今年度作成した各案に情報を追加するアップデートを行う。また、公開資料には、よりわかりやすく伝えるために、動画による解説を追加する。農家向けのポッドキャストの配信を継続する。

低コスト型の液肥散布方法については、栽培規模や作物の種類、栽培方法に合わせた他の散布方法についても整理するとともに、液肥の固液分離による散布方法の多様化(灌水チューブ等)の可能性を確認する。

向日市内におけるオープンバイオガスプラントの運用を継続し、地元・周辺住民・自治体との十分な合意形成を図りながら、地域住民や農家等との交流を通じて、将来的な本格バイオガスプラントの導入に向けた普及啓発を行う。その中で、臭気対策として局所脱臭や、臭気測定を試みる。また、液肥利用・バイオガスプラントの低コスト化の課題認識を持つ全国の事業者や農家、自治体等が意見交換を行う機会を1回設け、繋がり構築を試みる。さらに、実証プラントにおける竹チップ・竹パウダーの発酵や、竹林での液肥散布を行い、地域バイオマス資源である竹の活用を実証する。

こうした向日市内での実証の経験から得たノウハウを発信する情報にフィードバックし、低コストでできる小型バイオガスプラントの導入と液肥散布の普及に貢献する。

表 45 今年度の取組の評価

(1)液肥利用普及モデルの構築	①低コストでできる液肥散布方法の確立・情報公開	・ 不整地運搬車を使った液肥散布モデルを提案できた ・ 散布機構と不整地運搬車を合わせた散布コストが 1 反あたり 1,300 円を下回ることができた ・ 低コスト型液肥散布方法を整理した資料「バイオガス液肥散布車のつくりかた」を作成した(令和 7 年度も継続して更新する)
	②低コストで導入できる小型バイオガスプラントの設計公開	・ 低コストで導入できる小型バイオガスプラントモデルの設計図面及び製造マニュアル「オープンバイオガスプラントのつくりかた」を作成した(令和 7 年度も継続して更新する) ・ 設計するモデルの製造原価を 1,000 万円未満に収めることが推定できた
	③ノウハウ発信	・ 農家が自ら土壌分析を行い、施肥設計をし、散布計画を作成できるマニュアル「バイオガス液肥利用&土壌診断入門」及び「バイオガス液肥のよくある質問」を作成した(令和 7 年度も継続して更新する) ・ 農家向けのポッドキャスト形式のコンテンツを作成し、令和6年度は 2 回配信した(令和 7 年度も継続して配信する) ・ プラント導入主体(特に自治体)向け動画のショートバージョンを作成した(令和 7 年度も継続して更新する)
(2)京都府向日市内での地域モデル実証	①液肥散布の検証	・ 不整地運搬車を使った散布モデルを実証し、実用可能であることを確認した
	②実証機を用いた地域実証	・ 実証プラントを 2025 年 1 月中旬に設置完了した ・ 拠点の運営及び生ごみ分別モニターの受付を開始した
	③地域バイオマス資源「竹」の活用実証	・ ラボ実証で竹を発酵処理できることを確認した ・ 竹林の液肥散布先を確保した

第1回 令和6年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業(液肥散布および小型バイオガスプラントの低コスト化、オープンソース化、地域モデル実証) 検討会
議事録

1. 日時: 令和7年1月30日(木) 14:00-16:00

2. 場所: 永守重信市民会館 第2会議室A(京都府向日市寺戸町中野20)

3. 参加者:

氏名	所属・役職
嶋本 浩治	(一社)日本有機資源協会 事務局長
古木 二郎	(株)三菱総合研究所 政策・経済センター
山崎 早百合	シン・エナジー株式会社 第二電源開発事業部 資源循環部
中尾 友一	(株)フォルテ森林技術経営研究所 代表取締役
玉井 啓子	向日市環境市民ネットワークメンバー
谷本 於規光	向日市環境市民ネットワークメンバー、「土のめぐみ」メンバー
則竹 愛弘	環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課
松若 大輔	環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課
勝見 潤子	環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課

事務局:

出口 志鶴子	一般社団法人これから
細谷 みつ子	一般社団法人これから
重松 悦子	一般社団法人これから
加原 ゆり	一般社団法人これから
佐々木 浩二	一般社団法人これから
松本 なみほ	一般社団法人これから
丸谷 一耕	NPO 法人木野環境
上田 祐未	NPO 法人木野環境
青野 肇	青野技術士事務所
大土井 克明	京都大学農学研究科 地域環境科学専攻 生物生産工学 助手

4. 配布資料:

資料1:本事業の概要、計画及び進捗

5. 議事

- 1) 環境省 勝見様よりご挨拶
- 2) 本事業の概要、計画及び進捗（資料 1）
- 3) 質疑応答
- 4) その他

・来年度審査会での結果を受け、次回 2025 年 7 月頃開催予定

6. 議事内容

- 2) について、資料 1 に基づき事務局より説明した。

（古木委員）

今回の実証は、廃棄物処理法の試験研究とみなして実施することになっているが、バイオガスプラントを普及するという点では、行政の職員や農家の方の中でこのような対応が可能なことご存知ない場合も考えられるため、マニュアルに記載するなどしておくのが良いのではないか。

また、ポッドキャストでの情報発信に関して、バイオガスプラントや液肥の利用について全く知らない人が多いため、重要なポイントをまとめた動画などの視覚的な説明が効果的なのではないか。

（山崎委員）

小型バイオガスプラントについて、原料の分別は市民が負担するのか。分別がバイオガス利用の最初の課題だと思うため、市民の方への周知を徹底することが重要。

→（上田）

モニター登録の際に、入れられないものなどについて一通り説明する。もし卵の殻などが入っている場合、プラントの隣に設置するキエー口に入れてもらうなどの対応をするが、プラスチックやティーバックが入っていると持ち帰ってもらうことになる。そういうことが起こらないように事前に分別して持ち込んでもらうために周知をしていく予定である。

（山崎委員）

原料を前処理として破碎はするのか。

→（上田）

生ごみの投入口にディスポーザーを設置しているため、破碎してから投入する。生ごみを投入した後に発酵槽に入るような仕組みになっている。

（中尾委員）

液肥散布の実証で不整地運搬車を使われた。軽トラックやトラックを使った事例もこれまで

あったということだが、不整地運搬車は、農業者にとって調達や使用上でハードルは高くないか、他の車両を使った場合と比較したコスト面での有用性について関心をもって聞いた。

バイオガспラントの普及に関しては、マス向けの発信だと受け止めた。それに加えて、新しい取組を地域で広げる上で、この人がいいねと言えれば皆が納得するような、地域において広く信頼されているキーパーソンに向けた普及発信を検討されるといいのではないか。例えば、農業関係であれば農業協同組合の営農指導員、行政の普及指導員が普及や指導にあたっている、そのような方々の理解を得ていく取組みになるとより普及が進むのではないか。

→（細谷）

谷本委員からも農業者の協力が必要だと言っていた。地域のキーパーソンに向けた普及については、こちらとしてもそうした人物に目を向ける必要があると感じている。

（玉井委員）

液肥の即効性とは具体的にどういう意味が教えてほしい。農家の方にとって、おいしい作物を作ることや量を作ることができれば液肥を使うメリットになると思うが、田起こしの前に液肥を散布することはどういうことなのか疑問に思った。

液肥の普及は、農業をされている方には重要だが、それ以外の方には遠いと思うので工夫してキャンペーンをする必要があると思う。農業関係者だけでなく、一般市民にとって重要だと思う取組にする必要がある。し尿まで、循環型の社会に組み込めることがゼロエミッションのためにキーになると思うが、どのように皆さんが抵抗なく当然のことと地域社会で受け入れることを描いていくことが重要だと思う。

→（上田）

即効性とは、撒けばすぐ効くという意味である。例えば、夏のトマトがぐたびれているところにまけばシャキっとする。身の回りの資源を肥料として活用しようとする、堆肥などが挙げられるが、それらは即効性がなく、散布した後に微生物が分解し、雨が降って養分が効くまで時間がかかりがちと言える。先日、玉ねぎに液肥を使った農家は、普段は鶏ふん堆肥を株元にまいて、雨が降るのを待っていたが、翌日目に見えて変化があったとおっしゃっていた。即効性はそういう点を意味している。

→（玉井委員）

資料では、田起こしの時に液肥を撒いたと説明されていたが、その場合、液肥の即効性がどのような意味を持つのか気がなった。

→（上田）

水田で稲のための肥料としての液肥であれば春に撒くことが望ましいが、今回は液肥散布の機構に関する実験として一月に液肥散布を行ったため、液肥の即効性を検証することが目的ではなかった。

→（細谷）

家庭でのコンポストなどを私は生協で活動しているが、分別のことも、地域内での循環につ

いて皆さんで考えられるように企画していきたい、私たちのミッションだと思っている。

(谷本委員)

不整地運搬車の液肥散布をみせてもらったが、レンタル料金が高いことや、運搬に車両が必要なため、大変だと思った。資材の運搬車は、前輪 2 輪、後輪 1 輪のエンジンで動く車両であれば、農家が各自で持っているので、液肥散布で利用できて経費も何分の 1 になると思う。それを地域で共有しておけば安く、いつでも使えると思う。

また、このシステムはおもしろく、成長性があると思う。生ごみの提供は各家庭出るので集められる。液肥をどう使うかが問題であり、農家をしっかり捕まえて、実証結果を出せば、必ず他の農家がついてくる。ただ、1 番バッテリーになりたくない農家がほとんど。ヒットを出せば、次に続く農家が出てくる。そのためには、従来の化成肥料と液肥を使ったときの肥料効果、コスト効果をしっかりデータをとって公開することが大事だと思う。

→ (上田)

より多くの人に液肥を利用してもらうためには、資材搬入車などを所有している人の利用は進めたいが、液肥は大量に撒く必要があるため小規模な車両では運搬面などで労力がかかるため難しい。そのため、液肥の濃縮を可能にすることによって小規模でも液肥散布できるようにしていきたいと考えている。

→ (大土井氏)

実際に資材搬入車を用いて液肥を散布したことがあるが、タンクが小さいものしか乗らないため頻繁に補給することが難点である。

不整地運搬車のレンタル料が 1 か月で約 22 万円ほどであり、大きい圃場を 1 か月ぐらいの作業適期を設けることができればそこまで高い金額ではないと考えている。現在、大規模に液肥を散布しているところでは、1400~1500 万円ほどする液肥専用の車両を使っている。また、大規模な車両は液肥散布にしか利用できないという難点もあるため、今回は不整地運搬車での散布という設定にしている。

バイオ液肥はアンモニア態窒素と有機態窒素は半分ずつぐらい入っており、そのうちのアンモニア態窒素は即効性の肥料と考えられる。化成肥料では、有機物が入らないという問題が起るため堆肥を入れることが一般的だが、バイオ液肥には有機態窒素も入っているので土づくりという観点で見ると緩効性の肥料も入るといったメリットがある。

(玉井委員)

バイオガスプラントで生成されるガス・エネルギーはどのぐらいの量を想定しているのか。また、この量は、カフェを運営するには少ないのではないか。

→ (上田)

一日 7.5 キロぐらいの生ごみを受け入れる想定で、やかん 2、3 杯程度を沸かすことができるという試算になっている。

→（細谷）

カフェといっても、バイオガスプラントの仕組みを実感してもらう一つのツールとしてのお茶の提供であり、通常のカフェ営業のようなものを目的としていない。

（谷本委員）

・ガスコンロで沸かすときに、圧力をどうやって出すのか疑問だ。通常なら加圧装置や、プロパンガスは圧縮している。

→（丸谷）

ダイヤフラムポンプを使ってガスを送る。加圧せずにポンプで送るという形を取る。

→（大土井氏）

ガスをダイヤフラムポンプで送って、ガスコンロを開放していれば圧は上がらないが、コンロ側で絞るため多少圧は上がっている。

→（上田）

実際、木野環境の事務所では、同じ機構のガスコンロを使って沸かすことができる。ただ、バイオガスのメタン濃度が普段使っている都市ガスよりも低いため、別の地域のガスコンロを使用する必要がある。そのようなコンロは、調達が難しいという面もある。

（玉井委員）

都市ガスはにおいがついているのが、バイオガスはにおいはどうか。また、においがいないのは危ないではないか。

→（上田）

バイオガス自体には硫化水素のにおいがする。大量に嗅ぐと頭が痛くなったりするため脱硫するようにしている。脱硫することによってバイオガスは無臭に近づく。

また、プラントは屋外に設置されるので仮にガスが漏れたとしても爆発というほどの大量のガスが漏れる心配はない。

→（大土井氏）

毎日バイオガスを燃やしている私の意見としては、硫化水素を取ることによって無臭に近づくが、においは若干残って、ガスが漏れた場合は気づくと思う。

（山崎委員）

バイオガスがどのように通るのかを示すためにプロセスフロー図や配管系統図を作ること、安全への配慮や管理ができていることを示すことができるのではないか。

→（上田）

マニュアルに載せたいと思う。

（中尾委員）

バイオガスプラントに搬入する生ごみについて、排出者や生ごみの種類を限定しようとする
と、それらが明確な学校や飲食店とタイアップするのというのも一つの案ではないか。

また、市民の方に実証場所に来ていただいてコミュニケーションを取るというのは市民の理
解を深めるという点においては魅力的な仕立てであると思う一方で、実証場所に訪れること
に対するハードルがあるのではないか。最初は、直売所や観光交流センターなどの人が集まる
場所で周知してもらい、次のステップとして実証場所に来てもらうという仕掛けも考え得る。

→（玉井委員）

玉ねぎの皮で絞り染めをしたことがある。学校給食の玉ねぎの皮を 1 週間ためてもらうよ
うお願いしたところ、美術室の半分が埋まるほどの量が手に入った。結構な量が出ることが印
象に残った。学校とタイアップできるといい。循環型社会の大きな絵を教育の現場で示してい
くといいのでは。

→（細谷）

最初は、アクセスしやすい実証場所の近隣の住宅の方に呼びかけようと考えている。そこで
協力してくれる方にモニターとしてバケツとプラントに入れることができる物の説明を配布す
る予定である。こうした取り組みを中尾さんが言われていたような人が集まる場所から始めら
れればと考えている。

→（大土井氏）

東京のドルトン高等学校で調理実習の生ごみでメタン発酵させる授業を実施したことがあ
り、反応がよかった。向日市の学校と連携できるようであれば協力したい。

→（松本）

市民に分かりやすいように書面で説明することを検討している。実証場所や生ごみの回収
場所について詳細に説明していることと、市民が生ごみ分別をするインセンティブとしてお茶
を飲むことや野菜や液肥をもらえることを記載している。

（上田）

タケノコ農家に向けて液肥を使ってもらうことに関してはどうか。

→（中尾委員）

タケノコ栽培で整備されている竹林が向日市には多いのではないかと思う。そこでタケノコ
栽培において液肥を使って生産力を高めていく方法はあると思う。林業でいうと放置竹林を
どう整備するか、どう活用するかがテーマになりやすい。竹林の利用・循環で先導していけば
いい実証になる。

→（細谷）

向日市では市民のボランティア 60 名ぐらいが登録して竹林整備を行っている。代表の出口
も参加している。

→（出口）ほとんどの竹林が整備されていないように感じている。これは大変なことだと思う。

→（中尾委員）

タケノコ生産のために手を入れれば竹林はよくなっていくが、放置すると災害の要因にもなり得てくる。一般の樹林帯よりも竹林のほうが災害に弱く、本気で対策するなら全部除去することになり竹材の用途が課題になる。

(丸谷)(古木委員の動画資料に関するコメントに対して)

農家の方に液肥を使ってもらうことが目的であり、最近の若い農家はポッドキャストを聞くというのがトレンドになっている。そのため、農家向けの液肥や土壌分析の話などはポッドキャストで発信する予定である。古木委員の言われているように、バイオガスプラントの作り方や運営に関しては、動画の方が伝わりやすいと考えている。

(環境省 則竹様)

中古のタイヤチューブの耐久性の実験は行ったのか。液肥散布の際の車両などの安全面には十分注意していただければと思う。

→ (丸谷)

耐久試験を行う。

(環境省 則竹様)

液肥散布時に車両に登っていたので、落下などの安全面に気をつけてほしい。

→ (上田)

気をつけたい。

6. その他検討委員からいただいたご意見等

(古木委員)

液肥の運搬を省力化する方法として、液肥の固液分離などをして、利用しやすい液肥を提供する方法を実証してはどうか。

(嶋本委員)

・36 ページ 脱臭剤の種類に、近隣農地から発生する稲わらやもみ殻、もしくは後に示されている竹チップが臭気対策の一部でも役割を担うことができれば、地域資源を活用してかつ低コスト化も図れるのではとも思うが、この考えは難しいか。

・8 ページ 3 つ例示があり、今回は不整地運搬車を用いた散布としているが、コスト比較の際は機械や容器など直接の資材費の比較だけでなく、手間の部分(人件費)も含んだ総合的なコスト比較が良いと思う。また、手法により散布量と散布時間も変わってくるので、効率の比較とそれによるコスト比較にまで言及することで、より参考になるのではと思う。

・9 ページ 「設計図と製造マニュアルは、公開ツールとして誰でも無許可でアクセス・利用できる」とのことは良いと思うが、それを参考にした誰もが製造できるというのは利便性もあるが、それを参考に製造して利活用した事業者が何かトラブルになった場合に、情報提供者(木野環境)に損害賠償などに波及しないよう、情報提供時の記載方法などは、最善の注意を払うと良いと思う。

・10 ページ マニュアルの構成には、ガスコンロ、発電機とバイオガス利用の手法 2 種を掲載しているが、できれば給湯器も入れておいても良いかと思う。

・19 ページ マニュアルの作成にあたっては、そのマニュアルを参考にした事業者に装置の製造の正確性や品質を委ねることになるので(この手法は今までのバイオガスプラントにはない。あくまでもメーカー責任において担保している部分)、先程の意見にも関わるが、損害賠償などに責任追及にならないような記載を必ず入れるようにすべきかと思う。

・32 ページ 生ごみの保管と投入時の臭気が問題になるケースが多く、特に梅雨時期や夏場はその対策が必須となるため、33 ページにもあるように臭気軽減に有効な対策を複数とっておくことが重要であると思う。

・40 ページ オープンバイオガスプラントについては、人の目のつかない夜間などは、安全対策のみならず、盗難対策も必要と思う。夜間に工事中や発電設備の銅線や鉄板などお金になるものの盗難が増えているので、何らかの盗難対策を施しておくが良いと思う。

・4～5 ページ 事業概要で示されている 6 つの内容を令和 6 年度に全て実施して報告するという理解でよろしいか。それとも①～③が令和 6 年度で、④～⑥は令和 6 年度も実施するが、令和 7 年度以後も継続実証するというスケジュールか。

・4～5 ページ 今回の事業は令和 6 年度単年度事業、もしくは複数年度事業(もしそうなら何カ年事業?)の 1 年目という理解か。また、次年度以後もテーマを少し変えて単年度更新で継続していくものか。

以上