

【課題名】 無加温UASB法による厨房排水からのバイオガス回収に関する技術開発(委託 and 補助)

【代表者】 ㈱竹中工務店 奈良知幸

【実施年度】令和3年度～令和4年度(令和5年3月終了)

(1) 技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

当社は、厨房排水から回収した固形分と厨芥と合わせてメタン発酵するシステム(以下、メタファーム)を開発、大規模複合ビルあべのハルカスに導入した。メタファームではメタン発酵阻害を回避するために油分を除去してきたが、平成30～31年度の環境省事業において、建物内で発生する油分を全量処理可能なシステム(以下、高油分対応システム)を開発した。本技術開発では、これまでのシステムで回収しきれずに厨房除害設備で処理していた有機物をバイオガス化する厨房排水処理システムの商品化を目的とする。本技術開発によりバイオガス回収量の増加と厨房除害設備での消費電力削減も可能である。このことからCO₂排出量削減に大きく貢献できる。

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

【開発項目A2】無加温UASB法により処理可能なSSと油分の把握
厨房排水には、SSと油分が含まれているが、無加温UASB法で処理可能な上限に関してはあまり知られていないため、実際の厨房排水を使用した実証試験により処理可能なSSと油分の上限を把握した。(実用化レベルに令和4年到達)

【開発項目A3】水質変動に対応する低コスト前処理方法

厨房排水の水質は日間、季節間の変動が大きく、無加温UASB前段の前処理の役割が重要になる。厨房排水の水質変動に対応し、A1で把握したSS、油分の上限濃度を低コストで達成する前処理方法を実証試験によって検証した。(実用化レベルに令和4年到達)

【開発項目C1】開発システムの評価・商品化検討

実証試験の結果を踏まえて厨房排水処理量300m³/日の装置の基本設計、ユニット化の検討を行う。また、厨房排水300m³/日、厨芥1t/日の処理量において、高油分対応システムと無加温UASB法を統合した場合の物質収支、エネルギー収支、経済性を検証した。

その他の開発要素:

【開発項目A1】実証設備の整備(補助事業)

【開発項目B】開発要素のシステム統合と実証

開発要素システムを統合して商品化する際には、処理量変動に対して安定した処理水質を得ることが課題となる。対応策として開発要素のシステム統合とその実証では、模擬的に処理量を変動させながら、処理量の変動や無加温UASB槽の状態によって前処理の運転条件を調整する運転シーケンスを確立した。

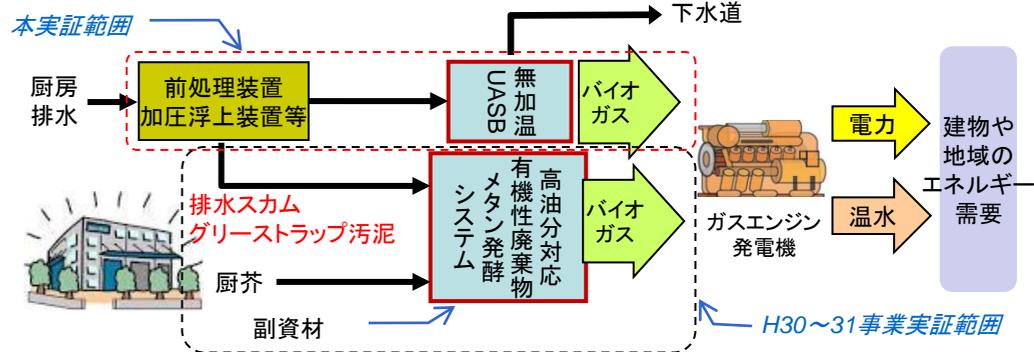
【開発項目C2】事業化シナリオの策定

開発期間終了後に速やかに事業化に移れるように、販売ターゲットの絞込みとPR、知財取得等の実施許諾準備、アライアンスの構築を検討した。

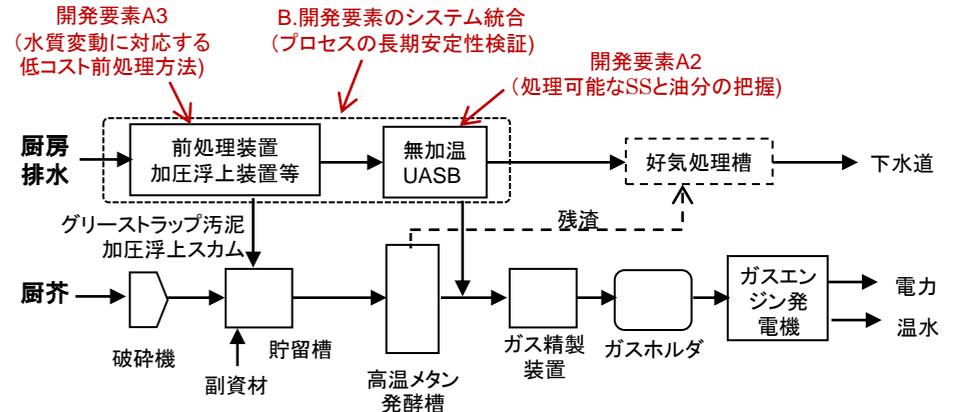
③【システム構成】

・システム概念図(高油分対応システム+無加温UASB法)

適用候補: 商業施設、ホテル、複合施設等 規模: 厨芥1t/日、厨房排水300m³/日を想定



・システムフロー(高油分対応システム+無加温UASB法)



④【開発・実証成果のまとめ】

○開発・実証の目標及び達成状況:

仕様: 厨芥処理量1t/日、厨房排水処理量300m³/日(高油分対応システムと同等)

性能: 高油分対応システム+無加温UASB法のCO₂削減量 294t/年、投資回収6.3年

※メタファームのCO₂削減量80t/年、投資回収年数10.3年

高油分対応システムのCO₂削減量191t/年、投資回収年数7.4年

○想定ユーザ・利用価値: 商業施設、ホテル、食品工場等

電力消費量、CO₂排出量削減、廃棄物排出量削減

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】

技術開発代表者

協力者

(株)竹中工務店

(株)研電社

(全業務、統括)

既存技術の開発実績あり

あべのハルカスにおいてバイオ

ガスシステム導入実績あり

事業終了後の製品化も担当

(試作機の製作/運転管理/メンテナンス/実証試験フィールド提供)

排水処理装置、メンテナンスで10年

以上の実績あり

400L規模のメタン発酵試験装置運転

管理経験あり

②【実施スケジュール】

各技術開発項目に対して以下のマイルストーンを設定し、研究開発を進める。

技術開発項目A1 無加温UASB試作機の設計と製作:2021年8月上旬完了

技術開発項目A2 排水処理システム立上(微生物馴養を含む):2021年10月完了

処理可能なSS、油分濃度把握:2022年6月完了

技術開発項目A3 原水性状変動に対応した前処理方法の決定:2022年7月完了

技術開発項目B 統合システムの実証:2023年3月完了

技術開発項目C1 厨房排水300m³/日、厨芥1t/日規模装置の基本設計を行い、

高油分対応システムと組み合わせた場合の評価:2023年3月完了

技術開発項目C2 施工会社との体制協議:2022年9月開始

特許出願:未完了、販売ターゲットへのPR:2023年2月開始

	2021年度	2022年度
A1実証設備の整備(補助事業)	→	
	9,500千円(うち4,750千円補助)	350千円(うち175千円補助)
A2無加温UASB法により 処理可能なSSと油分の把握	→	33,647千円
A3水質変動に対応する低コスト 前処理方法	→	12,909千円
B開発要素のシステム統合と実証	→	26,409千円
C1開発システムの評価・商品化検討	→	424千円
	1,271千円	1,271千円
C2事業化シナリオの策定	→	
	1,271千円	1,271千円
その他経費		
	759千円	886千円
補助事業	9,500千円	350千円
補助金所要額(補助事業費の1/2以内)	4,750千円	175千円
委託事業	36,101千円	42,746千円
合計(補助金所要額+委託事業)	40,851千円	42,921千円

③【成果発表・特許取得状況】

現在までに成果発表・特許取得無し

権利化の進捗に合わせて積極的に学会等での発表を行う予定

(3) CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】 ※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)	292		
開発品(装置/システム)の耐用年数	15年		
年度	2023	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	0.029	0.725	2.18
累積CO2削減量 (万t-CO2)	0.029	2.10	37.2
CO2削減コスト (円/t-CO2)	45,662	43,379	43,379

【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)	294			
開発品(装置/システム)の耐用年数	15年			
年度	2025	2026	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	0	0.029	0.15	2.21
累積CO2削減量 (万t-CO2)	0	0.029	0.44	27.34
CO2削減コスト (円/t-CO2)	0	45,351	45,351	43,084

(4)事業化について

【事業化計画】

- ・2022年までに、核となる技術の特許を出願と市場調査による販売ターゲットの絞込みを完了させ、販売ターゲットへのPRと施工会社とのアライアンス構築・メンテナンス体制の整備を開始する。
- ・2023年までに複数の施工会社と実施体制を構築し、イニシャルコスト低減を図る。
- ・2025年までに建物設備としての商品化を済ませ、5件程度の実績を作り、一般的な設備として市場イメージを変革する。
- ・2027年を目処とし、海外への展開を見込んだ生産・保守体制を構築する。

○事業化の体制

従来のメタファームの施工会社であるテラル株式会社、西原環境株式会社と設計、施工、保守体制について協議を実施しているが、いずれの会社においても合意に至っていないため、現在も協議を継続中である。

○事業展開における普及の見込み

- ・対象市場規模:4,333件、想定事業規模:217件程度
- ・導入コスト目標:2億0000万円/台
- ・運用コスト差額:2,916万円/年(厨芥場外搬出、厨房排水好気性処理と比較)
- ・製品単純回収年数:6.9年程度(導入コスト差額÷年間運用コスト差額)

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

年度	2023	2030	2050
目標単年度販売台数(台)	1	5	5
目標累積販売台数(台)	1	20	120
目標販売価格(円/台)	200,000,000	190,000,000	190,000,000

【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

年度	2026 (販売開始年度を記載)	2030	2050
目標単年度販売台数(台)	1	5	5
目標累積販売台数(台)	1	5	97
目標販売価格(円/台)	200,000,000	190,000,000	190,000,000

○量産化・販売計画

- ・2022年までに、市場調査による販売ターゲットの絞込みを完了させ、販売ターゲットへのPRと施工会社とのアライアンス構築・メンテナンス体制の整備を開始する。
- ・2030年までに複数の施工会社と実施体制を構築し、イニシャルコスト低減を図る。
- ・2030年までに建物設備としての商品化を済ませ、5件程度の実績を作り、一般的な設備として市場イメージを変革する。
- ・2030年を目処とし、海外への展開を見込んだ生産・保守体制を構築する。

○事業拡大シナリオ

年度	2021	2024	2027	2030 (最終目標)
特許出願	→			
販売ターゲット絞込み	→			
販売ターゲットへのPR	→	→	→	→
アライアンス体制構築			→	
ユニット化+市場展開			→	
海外展開の準備			→	

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

- ・国内での生産、メンテナンス体制の構築
- ・海外への事業展開に向けた海外動向調査、海外でのパートナー選定
- ・複数建物で面的に導入に対する、廃棄物処理法、建築基準法等の整合性確認

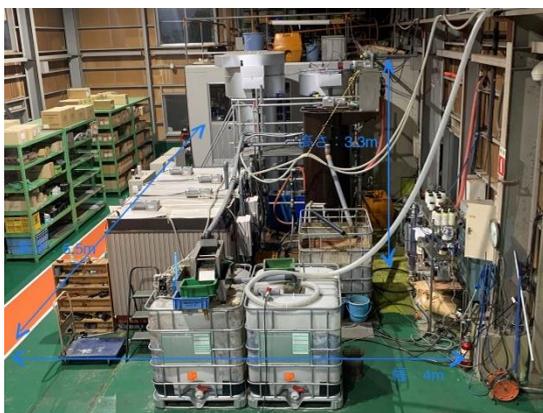
○開発技術の展開について

・本技術のベースとなる厨房排水と厨芥から建物内でバイオガスを回収して利用する技術は、(株)竹中工務店が開発し、日本で初めて大阪のあべのハルカスに導入した。あべのハルカスでの運転実績をもとに小型化を検討した結果、1日以上で成立するシステムを開発し、メタファーム2号機として稼働を開始した。また現在3号機(複合施設)、4号機(食品工場)に導入が決定し、施工中である。

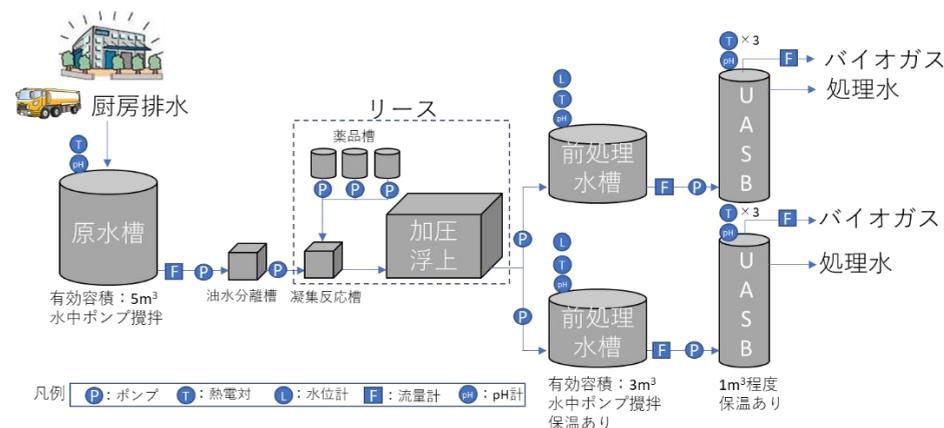
事業者へのヒアリングの結果、従来導入が進んできた複合施設に加えて、需要数の多い食品工場においても更なるCO₂排出削減効果と投資回収年の短縮が求められており、本技術開発によってメタファーム、高油分対応システムの普及が促進される可能性が高い。

・競合技術としては従来のメタン発酵が考えられるが、消化液を処理するために排水処理設備を大型化する必要がある。メタファーム、高油分対応型システムでは厨房排水から加圧浮上などで有機物を回収することで排水処理設備への負荷を低減し、消化液を処理しても排水処理施設を従来と同じ容積とすることが可能であるため、インシヤルコスト、ランニングコストともに従来型のメタン発酵に対して、優位性がある。更に本技術開発によって、排水処理からのバイオガス回収、曝気電力の削減が可能となるため更なる優位性を確保することが可能となる。

○実証試験装置の外観と概要図



実証試験装置の外観



実証試験装置の概略図

○論文・特許・その他実績

・その他本事業のベース技術となる技術に関連して、3件の査読付き論文を公表、特許2件(第5500717号、第5508069号)を取得している。
 ・関連技術である高油分原料に対応する技術を2件特許出願中(うち1件は国際特許出願)である。

事後評価結果

評価点 6. 2点 (10点満点中。(10点:特に優れている、8点:優れている、6点:問題ない、4点:多少問題がある、2点:大きな問題がある))

評価コメント

[評価される点]

- ・ メタファーム(建物完結型バイオガスシステム)に併設でき、排水に含まれるSS及び油分を分離せずに無加温UASB法による処理が可能なプロセスの開発であり、電力と温水が製造できることから商用ビル以外にもショッピングモールや小規模な食品製造工場等への展開が望めることは評価できる。

[今後の課題]

- ・ 無加温UASB法は従来の排水処理法と比較してシステムが複雑であり、維持管理が難しいことから、各設備の故障時や設備のメンテナンスに係る人件費や諸経費の負担増が懸念される。メンテナンス方法を含めてシステムの信頼性を向上させるため、更なるシステム及び装置の改良・開発が望まれる。
- ・ 一般に嫌気性排水処理は硫化水素等による悪臭とメタン等の可燃性ガスの発生を伴うため、嫌気性メタン発酵処理の一つであるUASB法においても安全に清浄な処理水が得られることを利用者に周知することが望まれる。

[事業化に向けたコメント]

- ・ 開発した技術及びシステムを確実に権利化するとともに、メタファーム施工会社等と協力体制を構築し、品質保証、量産化、販売計画を着実に実施することが望まれる。
- ・ 水質の信頼性ととともに電力と温水の製造がもたらす開発システムのメリットを、具体的なデータを基に利用者及び社会に情報発信することが望まれる。
- ・ 環境関連設備の受注には販売実績が重視されることから、3号機程度までの初期段階に限定して品質保証の範囲を広げにする等、追加試験と並行して事業化を進めることが望まれる。