

(1)技術開発・実証の概要

①課題の概要・目的】

2050年脱炭素社会の実現に向けては既存天然ガスサプライチェーンの脱炭素化が避けては通れない課題となっている。その一方で、電力網やガス導管網の制約により、バイオガスが十分に活用できていない実態がある。

本技術開発では、点在する家畜糞尿由來のバイオガスを捕集・精製することで、バイオメタンを製造する。その後、吸蔵容器にてバイオメタンを運搬し、センター工場で液化天然ガスと代替可能な液化バイオメタンに加工し、ガス消費者に供給することにより、既存天然ガスサプライチェーンの脱炭素化とエネルギーの地産地消化につながる新たな地域サプライチェーンモデルを構築し、実証する。

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1.【バイオメタン捕集・輸送システムの開発】

未利用バイオガスを回収・精製することで得られるバイオメタンを既存吸着剤を充填した吸蔵容器にて、センター工場まで効率的に輸送する技術を開発した。バイオメタン捕集システム、輸送システムを設計・製作し、バイオガスからバイオメタンを製造、吸蔵容器に充填することで、吸蔵容器1台当たり、輸送できる正味メタン量が400Nm³以上であることを実証した。(実用化レベルに令和5年度到達)

A2.【液化バイオメタン(LBM)製造システムの開発】

吸蔵容器からバイオメタンを抽出し、前処理後、液体窒素を用いて冷却し、メタン純度99%以上のLBMを製造するLBM製造システムを開発した。国内初のLBM製造システムを設計・製作し、バイオメタンからメタン純度99%以上のLBMを製造し、最大処理能力が360ton-LBM/年であることを実証した。(実用化レベルに令和5年度到達)

その他の開発要素:

B.【開発要素のシステム統合】

バイオガスの捕集からLBM出荷までの一連のシステムを統合し、1ヵ月以上の連續運転することで、長期運用が可能であることを実証した。また、捕集したバイオガスに含まれるメタンの85%以上をLBMに加工できることを実証した。

C1.【LBM拡販に向けた供給体制の構築】

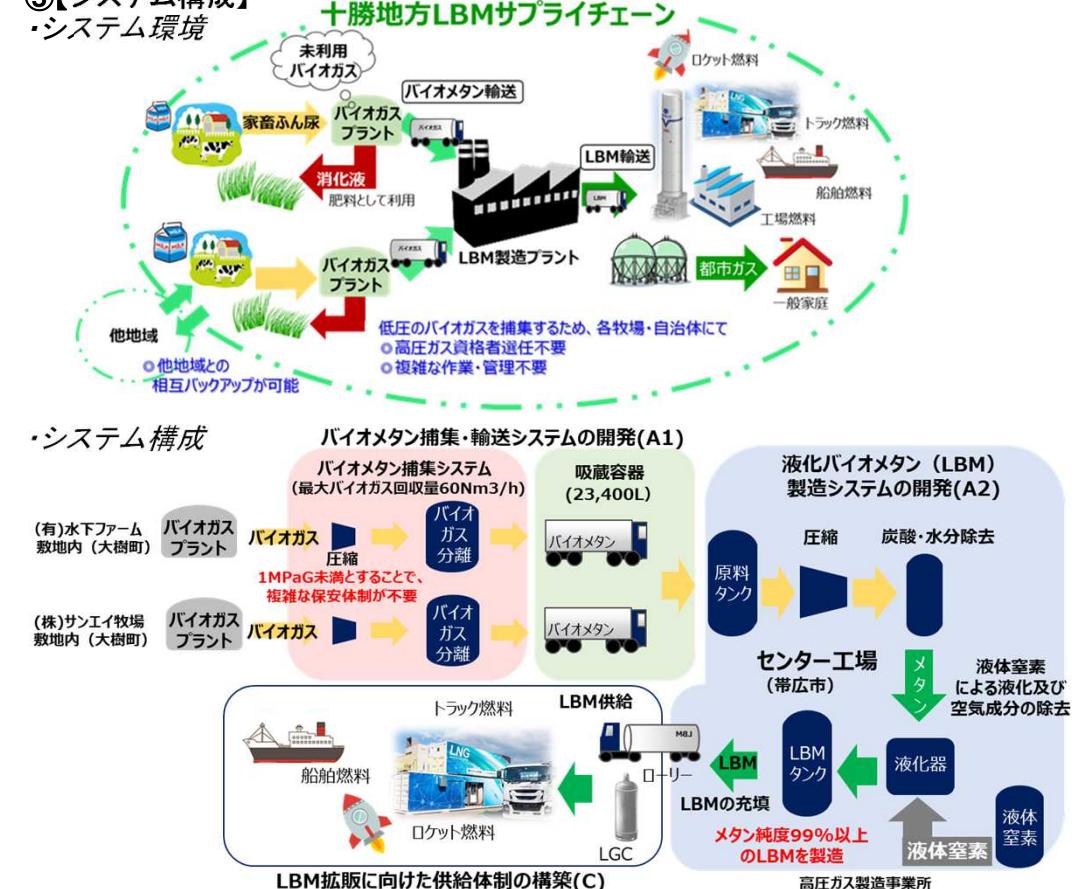
LNGと比較して体積当たりの熱量が約10%低いLBMがLNG代替エネルギーとして既存LNG消費設備で消費可能であることを実証した。また、LBM拡販に向けて、ボイラー燃料やトラック燃料、ロケット燃料、船舶燃料など用途・使用方法に合わせた供給体制を構築し、複数のユーザーへサンプル提供することで、幅広い用途でLBMが使用可能であることを実証した。

C2.【事業化シナリオの策定】

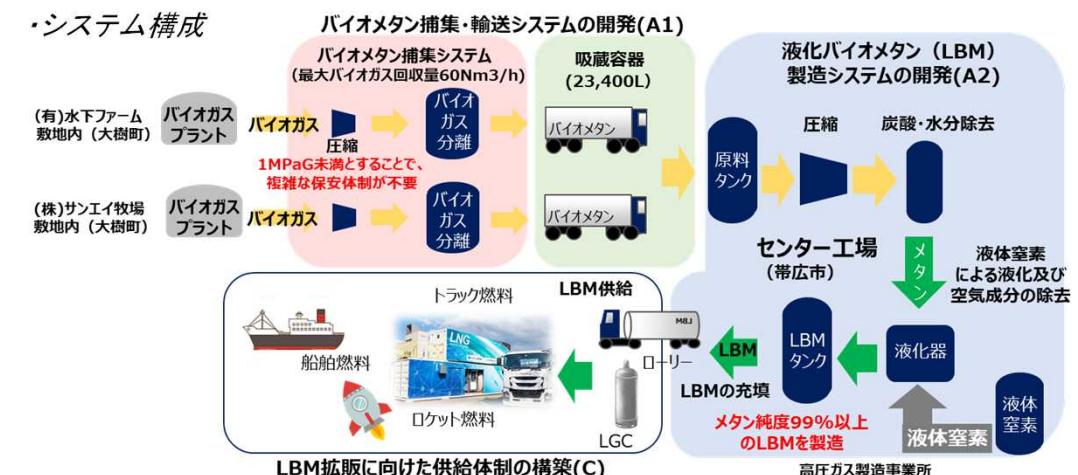
2024年から2050年までの事業継続に向け、事業化シナリオを策定した。

③【システム構成】

・システム環境



・システム構成



④【開発・実証成果のまとめ】

○開発・実証の目標及び達成状況

目標(達成状況)

- ・吸蔵容器1台で輸送可能な正味メタン量が400Nm³以上 (目標100%達成)
- ・メタン純度99%以上のLBMの製造 (目標100%達成)
- ・メタン回収率85%以上 (目標100%達成)
- ・最大処理量360ton/年のLBM製造プラントの製作 (目標100%達成)
- ・1ヵ月以上の連續運用が可能であること (目標100%達成)
- ・既存LNG消費設備でLBMが消費できること (目標100%達成)

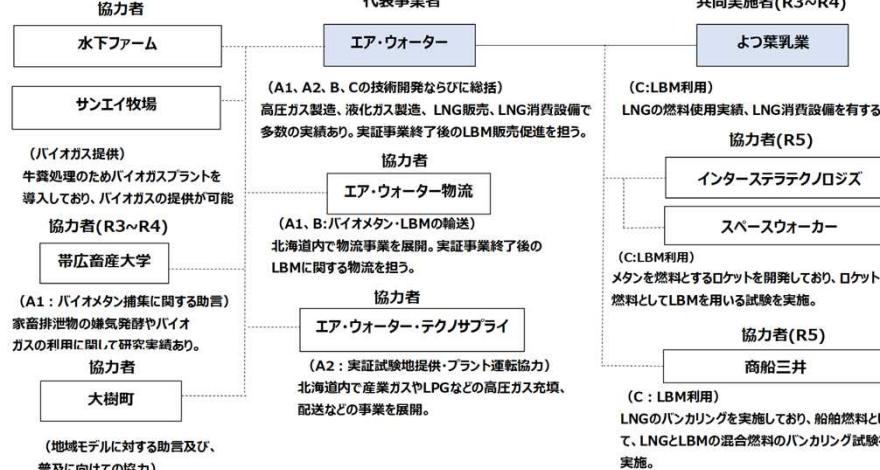
○想定ユーザ・利用価値

想定ユーザ:LNG・都市ガス等既存天然ガス消費者

利用価値:温室効果ガス排出量の削減および安定した一次エネルギーの確保

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】



②【実施スケジュール】

		2021年度 (千円)	2022年度 (千円)	2023年度 (千円)	合計 (千円)
開発要素 A1				→	
	補助額*	131,907	34,639	21,796	188,342
開発要素 A2			→		
	補助額*	12,453	214,657	34,254	261,364
システム統合実証 B			→		
	補助額*	1,780	1,393	23,593	26,766
その他経費			→		
	補助額*	5,962	3,748	0	9,710
合計	総事業費	342,897	594,605	219,216	1,156,718
	補助額*	152,102	254,437	79,643	486,182

※委託事業及び補助事業費の合算額

③【成果発表・特許取得状況】

成果発表

- ・化学工学会 CCUS研究会シンポジウム発表(2021年9月24日)
 - ・カーボンニュートラル実現に向けた北海道の再エネ活用研究会(2022年9月30日)
 - ・INCHEM TOKYO 2023講演(2023年9月22日)
 - ・第23回環境技術学会発表(2023年10月28日)
 - ・化学工学会第55回秋季大会 招待講演(2024年9月13日)
 - ・雑誌「エネルギーフォーラム2021年11月号」(p.60～p.61)
 - ・月刊誌「省エネエネルギー2024年8月」

特許出願

・関連特許を3件出願

(3) CO₂削減効果の評価※1.

【提案時当初計画】

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)	1,267※5
開発品(装置/システム)の耐用年数	8年
年度	2023※3
单年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	0.13
累積CO2削減量 (万t-CO2)	1.4
CO2削減コスト (円/t-CO2)	5.0
2030※4	50.6
2050※4.5	523
86,250	93,775
86,250	65,358

【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)	16,347 ^{※6}
開発品(装置/システム)の耐用年数	10年
年度	2024 販売開始年度
单年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	0.03
累積CO2削減量 (万t-CO2)	0.03
CO2削減コスト (円/t-CO2)	157,710
2025	0.06
2030 ^{※4}	1.0
2050 ^{※4}	22.9
87,675	3.2
83,828	177
50,917	

*1 累積削減量 = 当該年度までの累積販売見込量 × 設備の単年度削減量 × 耐用年数より算出

※2 CO2削減コスト=当該年度断面において開発品の普及によって見込まれる設備1基あたりの導入価格÷CO2削減量(設備1基あたりの単年度CO2削減量×耐用年数)より算出

※3. 360t-LBM/年を製造し、設備費1/2補助、ランニングコスト全額補助と仮定

※4.バイオガス中の炭酸を精製し、グリーン炭酸として販売すると仮定

※5. 3,600t-LBM/年規模のCO₂削減量を算出

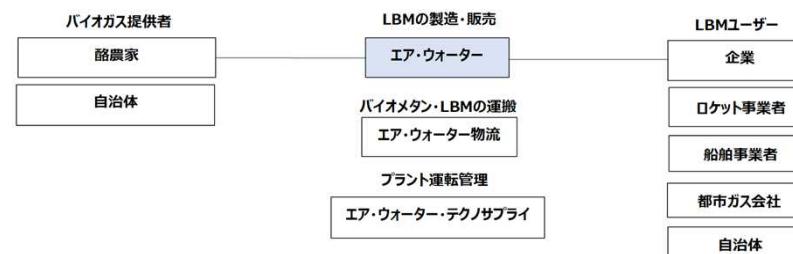
※6. 2050年度時の9,000t-LBM/年規模のプラント1基あたりにおけるCO₂削減量

(4)事業化について

【事業化計画】

- ・2024年5月より、LBMの販売開始。
- ・2025年には既存プラントの最大性能360t-LBM/年のLBMを製造。
- ・2027年度には1,800 t-LBM/年規模のLBM製造システムを導入する
- ・2030年度以降、グリーン炭酸を併産し、販売を開始。
- ・その後、順次スケールアップを実施し、2050年度には9,000 t-LBM/年規模のLBM製造システム14拠点体制を確立する。

○事業化の体制



○事業展開における普及の見込み

- ・対象市場規模：北海道内のLNG消費量 約67万t/年
- ・想定事業規模：LBMを12.6万t 製造(2050年想定)
- ・当初は未利用バイオガスを対象とし、2030年前後より卒FIT分の受け皿を目指す。

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】※1

年度	2024※2 (販売開始年度)	2025	2030	2050
LBM生産量(t-LBM/年)	200	2,000	10,800	108,000
LBM生産拠点数(カ所)	1	2	5	12
目標販売価格(円/kg-LBM)	1,135	800	500	350

【本資料作成時点見込み】※1

本表の年次は固定

年度	2024※2 (販売開始年度)	2025	2030	2050
LBM生産量(t-LBM/年)	200	360	5,760	126,000
LBM生産拠点数(カ所)	1	1	4	14
目標販売価格(円/kg-LBM)	2,000	1,500	700	400
カーボンプライシングを考慮したユーザーの購入価格(円/kg-LBM))※3 (当社見込み)	1,980	1,470	600	200

※1.現状、カーボンニュートラルエネルギーであるLBMに対してグリーン炭酸のニーズが低いため、2024年から2030年まではLBMのみを製造し、2032年度以降よりグリーン炭酸の併産及び販売予定 ※2.本事業による補助金を考慮

※3.現在のJクレジット価格及び欧州の事例を基に、LBM利用に伴うCO2削減量から当社独自に将来のカーボンプライスを算出し、販売価格からカーボンプライスを差し引いた実質の購入価格

○量産化・販売計画

- ・2024年5月よりLBMの販売開始。
- ・2025年までに捕集・輸送システムの統合及び低コスト化を推進。
- ・2030年までにLBM製造システム全体の低コスト化、高効率化及び省力化を推進。卒FIT分の受け皿を目指す。
- ・2030年度以降、炭酸ガス商材の併産機能を兼ね備えたLBM製造システムを導入。
- ・2050年には地域と連携し、9,000t-LBM/年規模のLBM製造システム14拠点体制を確立する。

○事業拡大シナリオ

年度	2023	2024	2025	2030	2050 (最終目標)
バイオメタン回収技術の確立	バイオメタン回収実証	商用稼働開始	CO2需要に応じてバイオガス・バイオメタン回収を併用		
小型バイオメタン捕集システムの確立		標準モデル設計・製作	商用稼働開始	標準パッケージ型を2,000基設置	
他地域との連携推進			鹿追町への展開	根釧地域への展開	地域循環型エネルギー・サプライチェーンの普及
卒FITを見据えた営業展開		調査開始	提案開始	卒FIT設備よりバイオガスを調達	バイオガスプラントの普及
販路拡大			バイオ認証取得		LBMを126,000t/年販売

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

- ・バイオガスの調達
 - 発電した全量を売電できていない方や卒FITを迎える方を中心に提案
- ・中小規模酪農家が多数存在している
 - 小型バイオメタン捕集システムの技術開発
- ・設備の低コスト化
 - バイオメタン捕集システムのラインナップ化
- ・値差支援
 - 国、自治体や各企業のカーボンプライシング動向を調査
 - ・各自治体や農協の支援
 - 各地域と連携し、バイオガスプラントの建設からLBM製造・供給・消費までのサプライチェーンを構築する

○参考資料

■実証試験の様子



バイオメタン捕集システム



バイオメタン輸送システム



LBM製造プラント

■成果の公表

●プレスリリース・セミナー発表

- ・2022年10月18日エア・ウォーター株式会社よりプレスリリース
「日本初、家畜ふん尿由来の「液化バイオメタン」を製造開始～バイオガスを捕集・輸送、センター工場で液化バイオメタンを製造、LNG代替燃料として利用実証～」
- ・化学工学会 CCUS研究会シンポジウム発表(2021年9月24日)
- ・令和4年度第2回カーボンニュートラル実現に向けた北海道の再エネ活用研究会(2022年9月30日)
- ・第1回地域脱炭素マッチング会(2022年10月26日)
- ・2022北海道ビジネスEXPO(2022年11月10日・11日)展示
- ・INCHEM TOKYO 2023講演(2023年9月22日)
- ・第23回環境技術学会発表(2023年10月28日)
- ・脱炭素に向けた取組支援セミナー京都(2023年11月7日)
- ・バイオマスネットワークフォーラム2024(2024年3月11日)
- ・化学工学会第55回秋季大会 招待講演(2024年9月13日)

●執筆

- ・雑誌「エネルギーフォーラム2021年11月号」(p.62～p.63)「液化バイオメタンの実証開始 高純度ガスを多彩な用途へ」
- ・日本マリンエンジニアリング学会誌(2023年1月発刊)「未利用バイオガスを活用した液化バイオメタンサプライチェーンの構築」
- ・月刊誌「省エネルギー2024年8月」「家畜ふん尿由来「バイオメタン」の活用を促進」

●プラント見学

LBM初製造後、各企業・自治体より問い合わせがあり、LBM製造プラントおよびバイオガス捕集・輸送システムを見学いただいた。

(企業) 宇宙関連企業(インダーステラ、スペースウォーカー、スペースコタン)、帯広ガス、日本ガス、B&Mファーム、三菱商事、コーンズ・エージー、日本工営、清水建設、宮坂建設、SMBC、JGC、住友商事、INPEX、住友精密工業、トヨタ自動車北海道、明治飼料、バイオガスラボ、三菱ケミカル、いすゞ自動車、三浦工業、味の素、アストモス、沖縄電力、日本総研、本田技術研究所、三洋化成、バンドー化学、東洋電化、日立製作所ほか

(自治体・協会) 大樹町、帯広市、十勝振興局、LPガス協会、北海道経済連合会、中部経済連合会

事後評価結果

評価点 5. 6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]

- ・ 家畜糞尿由来のバイオメタン(BM)を独自開発した吸蔵容器で捕集/運搬し、純度99%以上の液化バイオメタン(LBM)を年間360t製造できるシステムを構築・実証し、トラック燃料やロケット燃料等への利用可能性確認等、計画どおりの成果が得られていることは評価できる。

[今後の課題]

- ・ LBMの目標販売価格は現状のLNG価格に比べ数倍高く、カーボンプライシングを考慮しても競合する合成メタンより高い。高価なカーボンニュートラル燃料としてのLBMの価値の訴求方法と価値を発揮できる用途開発を重点的に進めることが望まれる。
- ・ LBMユーザーの求めるLBMの質と量が大きく異なることから、各種の設備(メタン発酵設備、LBM製造設備)の規模や立地、設備仕様等、LBMの質と量に合わせた最適化が望まれる。

[事業化に向けたコメント]

- ・ 事業対象地域におけるBM生産量及び発電等に有効利用されているBM量から未利用BM量を算出し、それらを回収するために必要なユニット型吸蔵容器を低価格で提供することが望まれる。
- ・ バイオマス廃棄物からのバイオガス製造、回収・中間処理によるLBM製造、それを需要家に売却するのが一連の流れである。その中間範囲を事業実施者の得意なリソースで行うということであるが、サプライチェーンの上流と下流を含めた全体設計が望まれる。
- ・ 本事業で利用可能としているのは、放出されている未利用ガス、現在発電利用されているガス、中小酪農家からのガスであるが、それらの回収スケジュールが明確でない。放出ガスを回収するための適切な収蔵量、中小酪農家から回収するために必要な低価格ユニット型バイオガスプラントの提供等、不確定要素を考慮した事業化のための実行可能なプランを立てることが望まれる。
- ・ 日本においては、LBMを液化して流通するための経済合理的な利用環境の見通しが立っていないという状況にある。需要家やステークホルダーに、高価なカーボンニュートラル燃料としてのLBM の価値を発揮できる用途を認めてもらう取組が望まれる。