

【課題名】小規模分散型LNG充填所ネットワーク構築による大型トラック物流の低炭素化手法の実証(委託and補助)

【代表者】三菱商事(株) 地球環境エネルギーグループCEOオフィス 瀬々威広

【実施年度】令和3～令和6年度(令和7年3月終了)

(1)技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

営業用大型トラックは運輸部門でCO₂排出の大きな要因だが、EVや水素は技術開発やコストに課題が残る。欧州ではLNGトラック導入が進み、液化バイオメタン(LBM)利用により更なる低炭素化が図られている。本件は、LNG車普及による大型物流の低炭素化と地域由来のLBMの配合率を高めることで、段階的にCO₂削減を実証する点に新規性がある。さらにLNG/LBM由来BOGをCNG燃料化し、同一拠点でLNG/CNGを効率充填する技術開発により、利便性と実用性を高め、将来の発展性ある脱炭素化へ結びつける。

②-1【令和3～4年度の技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1.【小規模分散型LNG供給ネットワーク構築とIoT運営管理手法の開発】

複数の小規模分散型LNG充填所をIoTでネットワーク管理し、BOG放出と液切れを回避し、LNGローリーの巡回補充と安全運用サポートを行う世界初の運営管理手法を開発。

A2.【液化メタンの小口充填・均質化手法の開発】

平均的バイオガスプラントからのLBM受取を想定。LNGローリーで小規模LNG充填所に回収、充填所の貯蔵タンク内で均質化させ、LNGトラックへ充填できることを実証した。

その他の開発要素:

A3.【LNG充填所からのBOG大気放出ゼロを目指す最適システムの開発】

小規模LNG充填設備から温暖化係数25のBOGを大気放出させない為、液体窒素を用いたプラント冷却と自家発電用BOG消費による大気放出ゼロ化システムを開発。

B. 開発要素のシステム統合

小規模分散型LNG充填所ネットワークへ約1～2tのLBMを受け入れる場合、その充填所のLNG需給計画にとってはイレギュラー要因となるが、LBMの貯蔵での安全な混合の実施体制を確立した。

C. システム統合の実証

計画時点では日本国内にLBM(メタン純度97%以上)の製造者が居ないため、もしもLBMが実証期間内に入手できない場合には、液化純メタン(純度99.9%)で代用し、小規模分散型LNG充填所へ実際に補充し、最大25%配合燃料を造り、LNG充填ラインからLNGトラック充填毎のサンプルを取り均質化状態を確認することとしていた。実際には、エア・ウォーター社の協力の元、家畜糞尿由来のメタン純度99%以上のLBMを使用し、最大で6割強の混合を達成。混合は合計7回実施。混合液をトラックに充填し、実際のトラック走行に問題なく活用できることを実証した。

②-2【令和5～6年度の技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1.【余剰BOGをCNGとして充填する為の充填機構の開発】

余剰BOGの放散防止と有効利用が課題。CNG充填機構を設計・製作し、コンテナ型設備を構築。令和6年2月に完工・稼働し、トラック利便性向上とBOG有効活用を実証。コスト課題は残るが技術的実用性を確認。(補助事業)

A2.【BOG活用による貯槽内LNGの性状予想・管理手法の開発】

課題はBOG活用による貯槽内LNG性状変化と安定運用。過去データとシミュレーションで検証し、温度・密度監視でロールオーバーを回避。国内初となるLBM混合率65%でも支障なくLNGを安全に充填できることを示した。(委託・補助共通)

その他の開発要素:

B. LNGトラックに対するLNGとCNGの同時充填の検討(委託事業)

C. 実証で活用するLBMのLCAに基づくCO₂排出量の低減効果算定、及び、充填所でのLNG/CNGの消費数量傾向の分析・データ化 / LNGを燃料とするトレーラーヘッドを追加し対象車両を拡大してのLNG/LBMの有効性(CO₂削減効果)の評価(LNG/CNG充填所ネットワークの運用を収集したデータに基づくシミュレーション)(委託事業)

D. 事業化計画の策定及び知財戦略の検討(委託事業)

OB.開発要素のシステム統合とC.その実証

LNG充填設備にLNGと地域由来LBMを受け入れ、混合と貯蔵、BOG最適制御・2種類の車種に対応したLNG充填と、BOG由来のCNGの製造・充填をそれぞれシナプルに操作できる計装機器を開発し運用した。主要課題は、入熱による圧力・流量調整にあったが、制御ロジック開発で解決した。実証ではLBM混合7回(最大約65%)、いすゞ／ボルボ16台に対し連続充填10～20分／台を確立、BOG放散ゼロとLN₂使用低減を達成。LNGのみならず、メタン純度の高いバイオメタンも実用可能であることを示し、環境負荷が低いバイオメタンのみならず、将来のe-メタン利用可能性も示した。

(1) 技術開発・実証の概要

③【システム構成】

充填所体制：苫小牧（CNG付加機構・ボルボ対応）に加え、石狩の二拠点運用により、不測のリスクに備える。本邦初となる特徴としては、LNG連続充填、LNG、CNGの直列順次充填、LNG/LBMの混合、いすゞ・ボルボ両車種に対応する液温でLNGを供給可能な点等。

燃料調達：LNG（輸入：北海道電力）とLBM（製造・輸送：エア・ウォーター）を調達。なお、BOGは圧縮してCNGとして再利用。

車両：いすゞ14台、ボルボ2台。道内の運送事業者12社の協力により営業運行を実施。

④【開発・実証成果のまとめ】

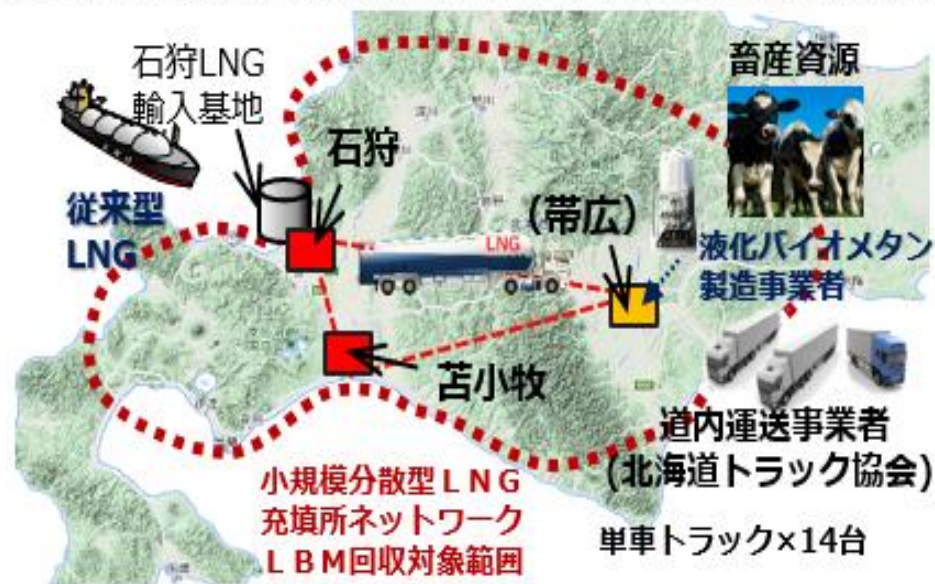
○開発・実証の目標及び達成状況：

- ・ BOGをCNGとして車両充填するL-CNG機構を開発（令和6年2月 設置・稼働開始）。
- ・ LBM混合LNG由来BOGをCNG化・車両充填し、実走行で不具合なし。
- ・ 貯槽内の性状管理手法を確立し、最大65%のLBM混合率を達成。
- ・ 同一拠点内での順次充填を導入し、利用車両の約4割が活用。
- ・ 複数年の実証を通じ、大きな中断なくLNG車両・充填所が稼働。実走行累計は240万km超（地球60周分）に達し、営業利用に十分耐えることを示した。

○想定ユーザー・利用価値：

本システムの想定ユーザは大型トラックを保有・運行する運送事業者である。LNGとLBMを組み合わせた燃料供給により、従来のディーゼル依存からの転換と低・脱炭素化を実現できる点に大きな価値がある。大型商用車の脱炭素化策としてEVやFCVの導入も検討されているが、技術開発やインフラ整備の難易度、車両重量による道路・橋梁への負荷などから、社会実装にはなお時間を要する。一方、LNG車は既存技術を活用することで即時に導入可能であること、さらに、BOGをCNGとして再利用する仕組みや、LNGとCNGをワンストップで順次充填できる体制により、燃料補給に要する手間と時間を削減し運行効率を高められることが、技術的には、実現可能であることが示された。

輸入LNG供給インフラを地域循環型の液化バイオメタンで補完する完成形



全体構成(左)、CNG機構図(下)



(2)技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】

代表実施者は全体統括として、車両メーカー・運送事業者・LNG販売者・行政などの実証協力者と緊密に連携し、調整役を担いながら充填事業の運営を推進した。共同事業者は、設備の開発・製造から運営・保守、許認可対応までを一貫して担当。石狩・苫小牧の二拠点体制により可用性と地理的カバレッジを拡大し、運用の冗長性を確保して不稼働リスクを抑制した。苫小牧では、CNG付加、LBM混合およびLBM由来CNGの各検証に加え、当初計画に加えてボルボ車対応改修と多車種検証も完了。国内最大級の稼働トラック数で安全、安定的な運営を行った。

代表事業者

三菱商事株式会社

共同実施者

エア・ウォーター株式会社

(A2、C、Dの開発)

令和3～6年度の実証試験において貯槽内LNG在庫量の予想・発注・管理を担当。

(A1、Bの開発)

令和3～6年度の実証試験において小型LNG充填設備の開発・制作実績あり。深冷液化ガス・工業ガス製造・LNGタンクローリー・サテライト設備・バイオガスパラント分野で多数の実績を有する。

②【実施スケジュール】

		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計(千円)
開発要素A1	事業費(委託+補助)	241,432	120,698	159,563	0	521,693
開発要素A2	事業費(委託+補助)	32,029	136,238	35,393	37,817	241,478
開発要素A3	事業費(委託+補助)	81,218	47,561	0	0	128,779
BおよびC	事業費(委託+補助)	335	58,139	36,221	55,794	150,489
開発要素D	事業費(委託+補助)	0	0	2,467	2,064	4,531
合計	総事業費(委託+補助)	355,013	362,637	233,644	95,675	1,046,970
	補助総額(委託+補助)	191,510	219,788	140,646	81,689	633,634

③【成果発表・特許取得状況】

- 日本経済新聞「北海道、合成燃料の『聖地』に」(24/2/1付記事)
- ガスエネルギー新聞「CNG設備を追加、トラック用LNG充てん設備に/三菱商事」(24/3/8付記事)
- 国際環境研究協会ニュース「地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業令和6年度実施事業の紹介～交通分野～」(24年8月号)
- UDトラックス「ボルボ・トラックのLNGトラクターが国のカーボンニュートラル事業で運用開始」(24/10/29 プレスリリース)
- 北海道新聞「LNGトラックに燃料供給本格化/苫小牧拠点 三菱商事とエア・ウォーター」(2025/4/12付記事)
- 日本経済新聞「LNGをフェリーやトラックに供給 北海道苫小牧市で」(25/7/14付記事)
- ガスエネルギー新聞「LNG車で船内荷役 苫小牧港が脱炭素へ公開」(25/7/21付記事)
- 読売新聞「脱炭素へ燃料にLNG フェリー、トラックで導入」(25/8/26付記事)

(3)CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】 ※令和3年度 当初計画

充填装置 3基 当たりの単年度CO2削減量(t-CO2/台・年)	395～1,938		
充填装置の耐用年数	8 年		
年度	2025 (実証終了後初年度)	2030	2050
大型トラック累積台数(台)	1,080	21,800	102,800
累計充填システム数(基)	90	1,005	2,994
目標設置コスト(億円/基)	1.2	1.0	0.8
単年度CO2削減量(万t-CO2/年)	15.8	327.7	1,547.3
累積CO2削減量(万t-CO2)	26.5	858.7	18,747
CO2削減コスト(円/t-CO2)	68,285	30,662	15,480

【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

充填装置 1基(車両数100台) 当たりの単年度CO2削減量(t-CO2/台・年)	600		
開発品(装置/システム)の耐用年数	8 年		
年度	2025	2030	2050
大型トラック累積台数(台)	15	未定(※)	未定(※)
累計充填システム数(基)	0		
目標設定コスト(百万円/基)	300		
単年度CO2削減量(t-CO2/年)	42		
累積CO2削減量(t-CO2)	42		
CO2削減コスト(円/t-CO2)	N/A		

※未定とする理由:実証事業終了後も、運用を継続することにより実績を積み上げながら事業化協議を鋭意推進中であるが、現時点では増車の確度が固まっていないため、2030・2050年度の台数は未定とした。詳細は「(4)事業化について」。

(4)事業化について

【事業化計画】

実証により技術的には社会実装に支障がないことを確認出来たことを踏まえ、事業化に必要な車両需要の確保を目的とし、複数の運送事業者・自動車メーカー・荷主候補と協議を重ねてきた。運送事業者からは、LNG車の実用性や低炭素性、将来的な脱炭素方策としての可能性について理解が得られ、一部では導入の打診もあった。しかし、実証終了後に充填所を1か所へ集約したこともあり、現在の稼働台数は5台に減少。普及に向けた最大の障壁は車両価格の割高さであるとの声が多く、事業化には軽油車比でのTCO等価の実現が不可欠である。この点、充填所の大規模化によって流通・運営コストを抑制し、拠点あたりの需要を集約することで燃料を低廉に供給し、高価な車両価格を相殺してTCO等価を実現する道筋は示したものの、現時点では運送事業者からの引き合いは弱く、具体的な事業化計画を描ける段階には至っていない。以上を踏まえ、事業化計画は未定とする。

○事業化の体制（候補事業者）

充填設備の開発・販売	エア・ウォーター
LNG車両の開発・販売	いすゞ自動車、UDトラックス
LBM製造・販売	エア・ウォーター
LNG調達・販売	三菱商事

○事業展開における普及の見込み

- ・ 対象市場規模：本邦大型トラック台数 70万台
- ・ 想定事業規模：1.5万台（現行2車種同クラスの10%）
- ・ 導入コスト目標：TCO軽油車等価

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】 ※令和3年度 当初計画

年度	2023	2025	2030	2050
目標単年度販売トラック(台)	100	700	5,300	10,500
目標累積販売トラック(台)	120	1,080	21,800	102,800
目標設置充填設備(基/年)	9	35	265	525
目標累積設置充填設備(基)	15	90	1,005	2,994
目標設置コスト(億円/基)	1.4	1.2	1.0	0.8

【現時点実績・計画】

- ・ 2025年度実績 累積台数15台（稼働数は7台）。2030年度以降目標は未定。

○量産化・販売計画

- ・ 一拠点あたり数十～数百台規模の需要を束ね、運送事業者目線でのTCOを実現しつつ、充填所事業の黒字化も確保する。
- ・ 拠点ごとに経済性を成立させた上で全国へ展開し、拠点間ネットワークを拡充。運送事業者の利便性を高めながらLNG車の普及を図る。
- ・ バイオメタン/e-methaneを希望する運送業者に対しこれらを供給。低/脱炭素性を高める。
- ・ 車両台数・拠点数の増加に伴う量産効果で車両価格や充填所設備価格を低減し、設備利用率の向上による充填所運営経費の削減の成果を運送業者に還元することで、LNG車の導入障壁を下げ、台数・拠点の更なる拡大へとつながる好循環を確立する。

○課題

- ・ 出発点となる「最初の一拠点」で十分な車両需要を確保できるかが鍵。
- ・ 運送事業者の車両更新は概ね10年周期で、保有100台の大規模事業所でも年あたりの更新余地は約10台にとどまる。短期に充填所の黒字化に必要な導入台数を確保するには、①前倒し更新、②他拠点からの転用・入替、③複数事業者の同時導入を組み合わせ、導入台数を計画的に集約する必要がある。
- ・ 一方で導入初期は充填所が少なく経路内立地が限定されるため利便性が低く、充填場所が1か所に限られることから需要形成がとくに難しい。
- ・ 導入初期の需要形成に際し、最低限のインフラ網が構築できていることが、運送事業者・荷主への訴求時に極めて重要。

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

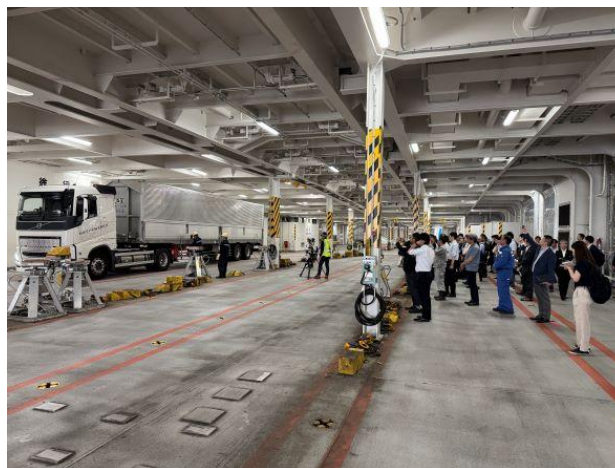
- ・ 政策・社会動向の逆風(軽油課税低下・環境規制緩和等)
- 対策：LBM/e-メタンのLCA認証整備、GX-ETS/J-クレジット等の活用・制度提言、グリーン調達・Scope3対応に結び付く評価枠組みを設計。
- ・ 充填所設備の高騰・運営費上昇
- 対策：モジュール化でCAPEX圧縮、遠隔監視・自動化でOPEX削減、在庫回転率を向上させ液体窒素費を低減、長期O&M固定価格契約。
- ・ 車両価格の高騰
- 対策：OEMと複数年のコミット契約、需要増によるスケール効果獲得、仕様標準化・部品共通化、リース・残価設定の金融スキーム活用、購入補助の拡充。
- ・ バイオメタン/e-メタンの量産・低価格化実現の遅れ
- 対策：オフテイク契約・先買いで供給確保、分散原料(家畜ふん尿・下水・食品残渣)で供給源多様化、液化・物流の最適化、環境価値の算定枠組み整備。
- ・ 競合方式の進化(軽油車・xEV車の性能向上・合成燃料の社会実装/低価格化)
- 対策：LNGの強み(低騒音、NOx/PM低排出、寒冷地適性、航続距離・補給時間)を定量化で差別化。LBMブレンドでCN化を提示し、TCO+TCA(総炭素コスト)比較で優位性を可視化。長距離・重量・寒冷地など用途分担を明確化し、合成燃料との共存モデル/共同提案(混在フリート)を構築。
- ・ 導入初期の最低限のインフラ網構築
- 対策：補助金によるステーション投資の支援

苫小牧港管理組合と船内荷役トライアルを実施

- ・ 概要：苫小牧港に着栈したLNG燃料フェリー「さんふらわあ」において、LNGトラクターヘッドによるトレーラーの積み込み・積み下ろし作業（船内荷役）のトライアルを令和7年7月に実施し、見学者への公開を行った。
- ・ 背景：苫小牧港は「北海道・北日本への次世代エネルギー供給ハブ形成」を掲げ、将来的なカーボンニュートラルポート（CNP）実現を目指している。既に事業化されている船舶へのLNGバンカリングに加え、港湾の低・脱炭素化と労働環境の改善を加速する新たな取組として、荷役に用いるトラクターヘッドの燃料転換（軽油→LNG）を検証するデモンストレーションを実施したもの。
- ・ 位置づけ・目的：LNGトレーラーヘッド、LNGフェリーからなる、物流のLNG一気通貫デモの実施により、低・脱炭素化と燃料転換の実効性を可視化し、CNP形成に向けた機運醸成・PR、LNGトラクターヘッドの認知向上を図ること。
- ・ 実施内容：Truck-to-Ship方式のLNGバンカリングと連動し、LNGトラクターヘッドでフェリーの積み下ろし作業を、参加者（現場参加者約100名）の前でデモ。荷役オペレーションの実行性・安全性を示した。
- ・ 報道：日経新聞、読売新聞、北海道新聞、ガスエネルギー新聞等。



LNGフェリーへのバンカリング作業



船内荷役デモ



LNGトレーラーヘッドへのLNG充填作業見学

事後評価結果

評価点 6. 3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〕

・ 技術開発面では、すべての開発項目で目標達成率100%である。特に、LNG-CNG同時充填装置を商業利用に耐える水準で完成させると共に、14台のLNGトラックを大きなトラブルなく複数年間実証運用し、合計240万km走行させて、実用化のための有益なデータと知見を得たことは、社会実装に向けて技術の完成度を高めた点で評価できる。

〔今後の課題〕

・ 大型車では電動化や燃料電池は非常にハードルが高く、広く使用できるまでに相当な時間が必要と思われる。現状のディーゼル車よりコストが高くて、EV、FCVIに比較したコスト優位性や現実解としての妥当性をアピールし、本事業の価値を訴求することが望まれる。将来的には、脱炭素燃料としてe-メタンを使うことが重要であり、本開発・実証で使用した車両及びインフラの低コスト化と技術改良を進めながら、実用化へ向けた努力を継続することが望まれる。

・ 開発技術や得られた知見の他分野への応用を積極的に進めることが望まれる。具体的には、①複数燃料の同時充填技術（直列順次充填技術を含む）のプラグインハイブリッド系電動車（水素・電気・軽油等の併用車）への応用、②小規模分散型充填施設ネットワーク構築・運営管理技術の水素ステーション・充電インフラ施設への応用、等が考えられる。

〔事業化に向けたコメント〕

・ 社会実装に向けて総合的な観点で事業計画を検討する必要がある。このために、東京周辺など事業化できるだけの需要がありそうな拠点の検討、SAF（持続可能な航空燃料）の導入や海運におけるブックアンドクレーム方式採用など他分野を参考にした環境価値の移転など、事業計画を成立させるための様々な検討を行い、事業者や需要家の目線での経済性を見出す必要がある。

・ 将来的に脱炭素燃料としてe-メタンを使うことが重要で、TCO（総所有コスト）を下げるためにも、LNG車ではなくCNG車の事業可能性を検討することが望まれる。

・ 運輸事業における他分野の先進事例を参考にすることが望まれる。先進的な運輸事業者ではSAFを活用した低炭素なサービスが始まっている。空運・海運とも連携してトータルでコストを転嫁できるサービスを検討し、需要家を面で取り込むことも選択肢になりえる。