

BOG再利用施設整備調査設計等業務委託
報告書（概要版）

2026 年 3 月



一般財団法人 エネルギー総合工学研究所

報告書（概要版）

1. 業務名：能代市BOG再利用施設整備調査設計等業務委託

2. 背景及び目的

能代市では、JAXA能代ロケット実験場（以下「実験場」という。）を核とした「水素ラボ構想（以下「本構想」という。）」を立ち上げ、市・JAXA・秋田大学・早稲田大学の4者で本構想のプロジェクトチームを発足している。本構想は、実験場における液化水素貯蔵タンク（以下「貯槽」という。）から発生する水素ガス（以下「BOG」という。）を高圧ガスとして再利用し、それを中小企業やベンチャー企業、大学等の研究開発機関へ提供する構想1と、そうして集まる企業等が一堂に情報交換を行い、JAXA、大学、企業等の協力を得ながら、企業や学生へ水素を始めとした次世代エネルギーに関する教育を施す場の創出を目指す構想2の2段階で構成されている。

本業務は構想1に関して、令和8年度にBOG再利用施設の実施設設計及び整備工事着手を目指すために必要な調査等を行い、費用の試算及び整備を行うための基本計画を策定することを目的とする。

3. 期間：令和7年4月1日（火）～令和8年3月31日（火）まで

4. 業務内容：実施した業務内容の概要を以下に示す。

（1）BOG発生量計測及び回収方法検討

実験場において、BOG及び廃液化水素の発生源に関する状況を整理した上で、実験場内に設置されている貯槽からのBOG発生量を計測し、利用可能量を算出した。また、BOG回収方法については、日々自然発生するBOGのほか、貯槽への水素充填時に発生するBOGなどを対象として、様々な可能性を検討した。

① 実験場におけるBOG及び廃液化水素の発生

実験場内でのBOGや廃液化水素の主な発生場所のうち、実現可能性を考慮し、貯槽及び試験設備を検討対象として、BOGの主な発生原因や回収の可能性等を整理し、表1に示す。

表1 実験場内のBOG及び廃液化水素の発生状況と回収可能性

発生源	主な発生原因	回収の可能性
1. 貯槽	貯槽への熱侵入、真空断熱の劣化等による自然発生、液化水素充填時のフラッシュ蒸発によるピーク発生	回収可能。定常的に自然発生するBOGが回収対象。ピーク発生にはバッファタンクの大型化等での対応が必要
2. 予冷時	貯槽・配管・機器類の冷却用の液化水素が気化してBOGが発生	回収可能。但し、パージガスの混入防止対策が必要
3. 配管系統	相分離器、供給時の圧力変動によるフラッシュ蒸発の発生	回収の可能性は低い。発生のタイミングが非定常的
4. 試験時	試験体保持部・試験片・配線類からの熱侵入による自然発生	回収の可能性は低い。発生のタイミングが非定常的、コンタミの可能性あり
5. 試験時の配管系統	試験時の圧力制御、安全弁作動、計装パージ、バルブ類からの微小リーク等	回収の可能性は低い。非定常的な発生のため
6. 試験終了時のドレン	設備内の残液（相分離器・クライオスタット・低所・キャッチタンク等）	回収可能。但し、パージガスの混入や蒸発による急激な膨張を防止するための対策が必要、試験の実施機関との連携が不可欠
7. 試験終了時のパージガス	試験設備・配管類に残留する液化水素をガス置換する際に発生	回収は困難。多量のパージガスの混入や残留液化水素の急激な膨張の防止対策が必要

② BOG発生量の計測

実験場内の貯槽（30m³）から自然発生するBOGの量を計測して利用可能量を算出するために、一般的な計測方法を調査するとともに実際の発生状況等を確認した。

貯槽内には、液面を計測するための温度センサー及び圧力センサーが設置されており、常に貯槽内の温度分布、液面レベル、液容積、ガス量、液化水素重量などがモニターに表示されている。貯槽内の液化水素が自然蒸発する場合のBOG発生量は気象条件等によって日々変動している。

令和7年6月20日に確認した際の蒸発量は124.9 L/d（98.3 Nm³/d）であり、本検討では、年間ベースでの変動等を考慮して、有効利用できる1日当たりのBOGの平均発生量を100 Nm³/dと設定した。

③ BOG回収方法の検討

本調査では貯蔵時に定常的に自然発生するBOGを回収対象とし、回収システムが貯蔵中の液化水素に影響を与えないことを最優先事項として関連機器類を設置・運用することとした。また、回収するBOGの貯蔵容量は夜間や休日に発生するBOGの回収・貯蔵を考慮すること、貯蔵したBOGの供給には、利用側の様々な条件に対応できるように、低压側での供給系統（1 MPa未満）と高压側（45 MPa未満）での供給系統を設けることとした。

BOG回収システムを構成する主要機器類の基本構成イメージを図1に示す。

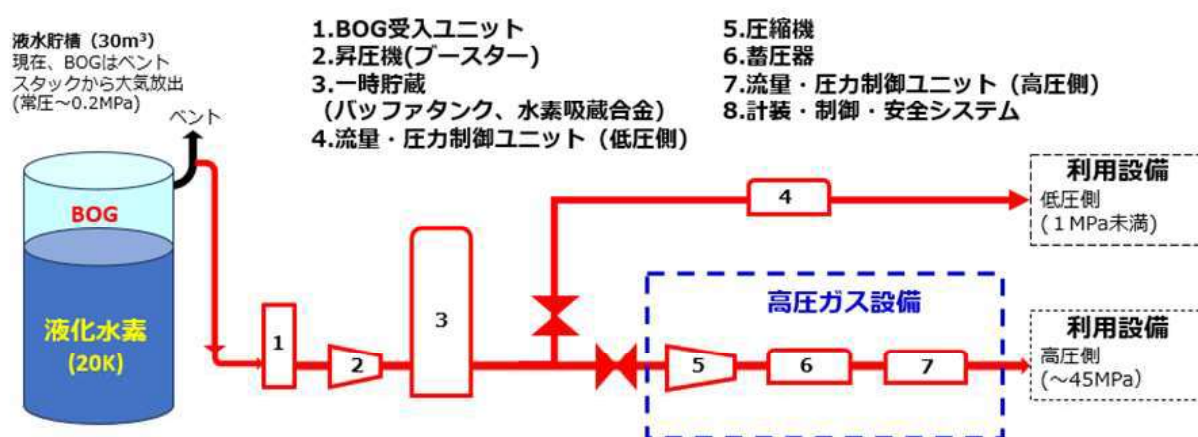


図1 BOG回収システム（基本構成イメージ）

BOGの一時貯蔵の方式としては、バッファタンク及び水素吸蔵合金（MH：Metal Hydride）を用いることとし、以下の3ケースを候補として回収システム案を検討した。

ケース1：バッファタンク方式

ケース2：水素吸蔵合金方式

ケース3：ハイブリッド方式（バッファタンク＋水素吸蔵合金）

各ケースには長所・短所があることから、主な特徴を整理して表2に示す。

表2 BOG回収方式の特徴

項目	ケース1 バッファタンク方式	ケース2 水素吸蔵合金(MH)方式	ケース3 ハイブリッド方式 (バッファタンク＋MH)
貯蔵原理	圧縮ガス	化学吸蔵	圧縮＋化学吸蔵の併用
圧力特性	変動(0.8→0.2 MPa)	一定(平衡圧0.6 MPa)	安定＋変動補完

応答性	非常に良い	遅い	良い
最大供給流量	大(数十～数百Nm ³ /h)	小(数Nm ³ /h)	中～大
低流量適合性	やや不適	適する	適する
圧力安定性	低い(供給に伴い低下)	高い	高い
エネルギー	圧縮動力	圧縮＋熱(冷却/加熱)	圧縮＋熱(冷却/加熱)
安全性	高圧リスクあり	比較的安全(低圧運転)	中程度
設備コスト	低～中	高	高
運転柔軟性	高	低(温度依存)	高

(2) 廃液化水素再利用に係る可能性調査

液化水素を用いる実証試験において、試験用の液化水素またはそこから発生するBOGについて、回収の可能性を調査・検討し、回収可能な場合について、設備整備等にかかる概算費用を算出した。

先行事例として、JAXA角田宇宙センターで運用されているランタンクとキャッチタンクで構成された液化水素の利用設備をベースとして、その機能をタンク1基（キャッチタンク）で対応することとして、廃液化水素の回収を可能とするキャッチタンク方式を検討した。図2に示すように、貯槽からキャッチタンクに液化水素を移送した後、キャッチタンクから試験設備に液化水素を供給することとし、試験終了後にキャッチタンクを試験設備と切り離すことで、タンク内の液化水素を廃棄せずに再利用することが可能となる。

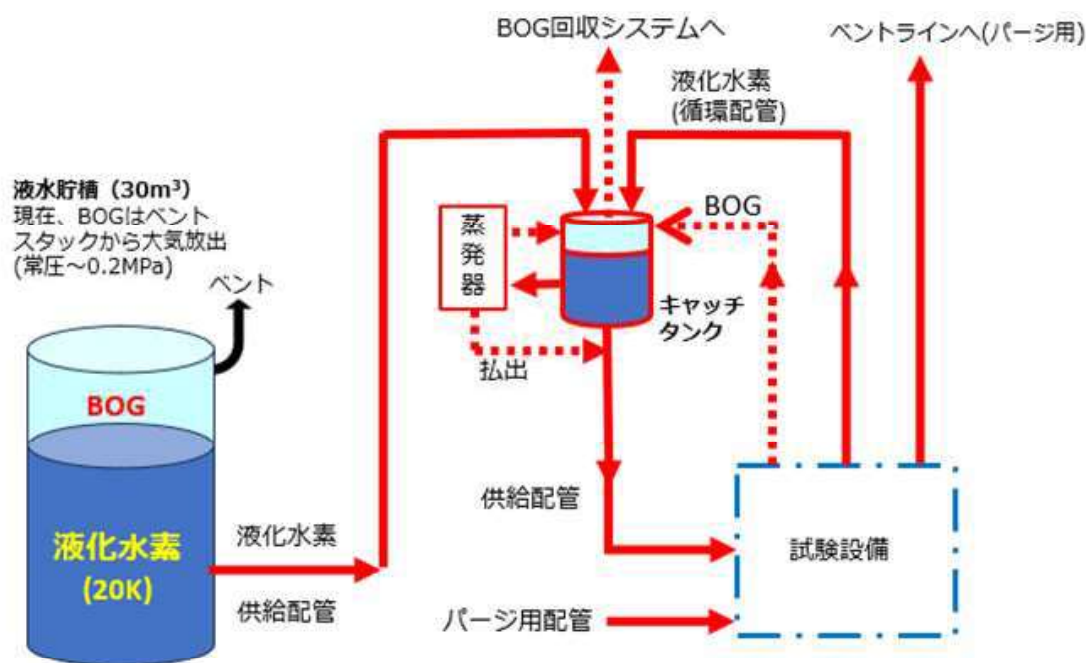


図2 キャッチタンク方式のイメージ図

(3) 整備・運営等に関する検討業務

JAXA担当者と協議を行いながら、BOG再利用設備の整備・運営等に関する以下の項目について課題の整理及び解決手法の検討を実施した。

1) 整備に関する検討

設備に求められる機能、設備の立地フィールド、法規制等への対応、更なる事業推進に必要な手法、その他

2) 運営に関する検討

設備等の所有者（想定は能代市）、運営主体、人材確保（能力・技能、法規制対応等）、付帯施設と機能（宿泊施設等）、その他

（４）BOG再利用施設の仕様書作成及び概算事業費算出

令和８年度にBOG設備整備の実施設設計及び工事着手までを行うことを前提として、施設の仕様書を作成し、その概算事業費を算出した。

再利用施設の仕様書案としては「③ BOG回収方法の検討」で示した以下の３ケースについて、主要構成機器の仕様を調査・整理した。

ケース１：バッファタンク方式

ケース２：水素吸蔵合金方式

ケース３：ハイブリッド方式（バッファタンク＋水素吸蔵合金方式）

各ケースの概算事業費については、設備費、建築・土木工事費、設備・施工費、設計費、運転・保守費等を調査した。主要機器類の価格は仕様や納入条件などによって幅があるため、低価格、高価格、平均価格で積算した結果を表３に示す。なお、近年、世界的なエネルギー情勢等の不確実性が高まっており、その影響で一部の素材や水素関連機器類の需給状況が厳しくなっており、今後の状況によっては調達価格が変動する可能性がある。

表３ BOG回収施設の概算事業費

方式	低価格（億円）	高価格（億円）	平均価格（億円）
１． バッファタンク方式	1.19	2.16	1.68
２． 水素吸蔵合金方式	1.55	2.36	1.96
３． ハイブリッド方式	1.43	2.40	1.91

また、設備の運用に係る費用（OPEX）の目安値としては、水素ガスの圧縮設備と同程度を想定し、CAPEXの7～15%とした。

（５）NEDO事業（南側液化水素貯蔵タンク）との連携可能性調査

JAXAがNEDO事業として行っている実験場南側（南地区）における大型液化水素貯蔵タンクの実証試験との連携可能性について調査した。

南地区の施設は、令和６年度に工事が開始され、令和７年９月の開所後、液化水素を用いた実証試験が開始されている。施設の概要を以下に示す。

- ・ 名称：47 m³液化水素貯槽設備
- ・ 主要設備：液化水素貯槽（47 m³）、液化窒素貯槽（4.98 m³）、カードル置場（水素、ヘリウム）、供試体ピット（5m×10m×3m（深さ））、耐爆計測室（6m×14m）、配管ピット、障壁、消火栓、他

NEDO事業との連携可能性については、新たに設置された貯槽（47m³）は、既設貯槽（30m³）と比較して約1.6倍の貯蔵容量を有しており、利用可能な液化水素量が増加している。その一方で、貯槽容量の増加に伴い表面積も増大するため、断熱性能が同等である場合には、貯蔵中に発生するBOGの量も増加する。このため、BOGや廃液化水素の回収・再利用について検討することが望ましい。

しかしながら、現在実施中のNEDO実証試験では、液化水素の蒸発挙動の計測や液化水素タンクの破壊試験が主な対象となっており、試験に使用される液化水素の大部分は大気中に放散される運用となっている。また、液化水素は貯槽から直接供給されるため、キャッチタンク等の中間貯留設備は必須ではない。このような運用条件を踏まえると、現時点においては南地区へのBOG回収施設の導入の必要性は、実験場と比較して相対的に低いと考えられる。

なお、液化水素を用いた試験においては、本試験に必要な消費量に加え、予冷や試験後のパージ等に伴う廃棄量も無視できない規模となる。このため、これらの廃棄ロスの低減や、BOGの回収・再利用を通じた資源有効活用の重要性は今後さらに高まると考えられる。このようなBOG回収・再

利用設備は、個別の技術開発テーマそのものではないものの、試験効率の向上や運用コストの低減に資する基盤インフラとして位置付けられる。そのため、今後は各種技術開発事業との連携を図りながら、段階的に整備・運用を進めていくことが望ましい。

（６）基本計画書作成業務

前年度のヒアリング及び調査等の結果及び本年度に実施した調査・検討結果に基づき、令和８年度におけるBOG再利用施設の実施設設計及び整備工事着手に向けた基本計画案を作成した。ただし、基本計画に関連するBOG回収システムの技術的な検討内容については、前述の実施項目において示しているため、ここでは、基本計画の概要を示す。

① 基本計画の概要

基本計画書は、実験場の貯槽から発生するBOGを、圧縮・貯蔵・供給等の手段により回収・再利用可能とする施設（BOG再利用施設）の整備を目的としており、その導入により、現在大気中に放散されているBOGの量を低減し、水素エネルギーの利用効率の向上が期待できる。

計画に際しては貯槽の安全運用を最優先とし、特に貯槽内圧力が負圧とならないよう安定的に維持することを基本的な設計方針とする。このため、BOG回収のための機能は、貯槽の圧力制御に属する機能として位置付け、その上で日常的なBOG発生量の変動に対して確実に追従可能な回収能力を確保するものとする。なお、貯槽への液化水素充填時に発生するフラッシュ蒸発ガスは、充填のタイミングが不定期であることや、瞬間的に発生して圧力変動が大きいことから、設備規模（バッファタンクなどの一時貯蔵容量など）の増大及び制御の複雑化を招くため、本計画における回収対象からは除外することとした。

本計画の対象範囲は、既設貯槽のベント配管から分岐してBOGを回収し、圧縮・貯蔵・供給する一連の設備とし、BOG回収設備（ベント配管分岐部を起点とする）、圧縮・貯蔵・供給設備、関連する安全設備および制御設備、設備設置に必要な建屋およびユーティリティ等とした。既設設備との接続条件及び運用方法については、JAXAと連携し、安全性及び合理性を確保したシステム構成を検討する必要がある。

BOG再利用施設の導入後の運用方法については、通常時の運用の効率化と非常時（異常発生時や保守時）の対応などについて検討・策定する必要があり、その際には、現在、実験場を運営しているJAXAの運用方法をベースとする必要がある。

運用方法に関する主な検討項目としては、通常時の運用については、BOGの受入・貯蔵管理、保安・安全監視、設備の維持・保守管理などがあり、非定常時・緊急時の対応としては、起動時・停止時の手順、異常発生時の対応マニュアル、緊急放散（ブローダウン）手順、防災・避難訓練、などがある。また、保安体制整備や保安教育も必要である。

これらの項目の多くは既にJAXAにて実施中であるため、特に安全面での対応に齟齬が生じないように連携して対応することが重要である。

② 今後の検討項目

今後の実施設計及び工事着工に向けた主な検討項目を以下に示す。

- ・最適システムの選定
- ・選定システムの実施設設計
- ・経済性評価
- ・維持管理計画の策定
- ・構想２に向けての準備

以上