

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業/総合調査研究/
小型モビリティにおける水素内燃機関燃焼技術の実現可能性調査

団体名：PwCコンサルティング合同会社
発表日：2024年7月19日

1. 調査の背景と目的

事業の位置付け・必要性	事業の目的
✓ 運輸部門のCN化に向けて動力源をモーターとしたEVやFCVが先行しているが、製造コスト、小型軽量化などの面で多くの技術課題を克服する必要が指摘されており、新たな選択肢として水素を燃料とするICE（Internal Combustion Engine：内燃機関）が検討されている ✓ 従来の化石燃料での内燃機関の製造技術を応用できるため、我が国の強みである既存サプライチェーンをそのまま活かすことができることが期待されている	➡ ① 小型モビリティ用水素ICEの技術的な優位性・ニーズを検討した上で、 ② 実用化に向けて水素ICEの技術課題を洗い出し、 ③ その解決に向けた手法を特定する

2. 調査実施項目

調査実施項目	実施内容(概要)
【タスク1】 小型モビリティ用水素ICEの優位性検討	・本調査において水素ICEの比較対象となる技術（燃料電池）、適用対象となる小型モビリティ、比較項目を決定する。 ・燃料電池と水素ICEに関する国内外の動向について、上記で定めた小型モビリティをスコープとして、公開情報を中心とした文献調査を行う。 ・検討委員会構成メンバーを中心に、水素ICEの優位性やニーズに関するヒアリングを実施する。
【タスク2】小型モビリティ用水素ICE実用化に向けた技術課題の洗い出し	・タスク1で確かめられた優位性・ニーズをベースとしながら、水素ICEの実現に向けて重要となる技術課題を洗い出す。 ・技術課題の洗い出しは、ヒアリング調査と検討委員会討議を中心に実施する。
【タスク3】小型モビリティ用水素ICE実用化に向けた技術課題の解決方法の検討	・タスク2で抽出された技術課題について、解決方法を具体的に検討していく。 ・解決方法の検討はヒアリング調査と検討委員会討議を中心に実施する。
【タスク4】検討委員会の運営	・当分野における有識者から構成される検討委員会を設置・開催し、委員会での議論等を通じて成果物の充実化を図る。検討委員会の委員は学識経験者と、二輪メーカ4社から構成。
【タスク5】報告書作成	・調査結果全体を取りまとめた報告書を作成する。

3. 調査結果の概要

【タスク1】小型モビリティ用水素ICEの優位性検討	
小型モビリティのスコープ	優位性検討の論点と得られた結果の概要
主な出力レンジとして、数kW～百数十kW程度を想定 水素ICEの横展開の可能性 多様なモビリティへの展開可能性がある 小型モビリティに求められる要件 ・ バッテリーやエンジンの設置スペース上の制約の大きさ ・ 求められる出力や回転数が自動車と比較して多様	水素ICEは日本の強みを発揮できる領域であり、燃料電池よりも優位な点を確認した 水素ICEの優位性を検討する論点 本調査を通じて得られた結果 研究開発における優位性、独自性 確立されたサプライチェーンの存在 TCO¹⁾ での優位性 経済安全保障 重さ・スペース制約 水素純度 ・研究開発事例の調査から、水素ICEは世界的に研究開発が進められており、小型モビリティ用は日本が独自の領域として踏み込んでいる ・特許調査から、水素ICE関連の特許出願数は近年増加傾向にあり、国別特許出願数では、日本が世界2位となっている ・世界的に高シェアを保持している日本の二輪車産業は、確立されたサプライチェーンを擁しており、国内に部品、素材産業が分厚く蓄積され、日々強化されていることが、日本二輪車完成企業の1つの強みである ・イニシャルコストの低さを主要因として、シナリオによっては、燃料電池より水素ICEの方がTCOが低くなり、優位といえる ・水素ICEは燃料電池と比較し、希少資源の使用量が少なく、安定的な調達（資源安定供給）の観点で優位である ・特に高出力が必要となる大型二輪車の場合、重さ、スペース制約の観点で、燃料電池と比較して、搭載性の観点で優位となる ・水素ICEは燃料電池と比較し、純度の低い水素燃料を使用可能な点で優位となる 1) TCO (Total Cost of Ownership)

【タスク2】小型モビリティ用水素ICE実用化に向けた技術課題の洗い出し

検討委員会討議等により技術課題を洗い出し、課題を基盤技術課題（協調領域）と製品化課題として分類した

大分類	中分類	小分類	領域
燃焼のコントロール	雰囲気条件	雰囲気条件	基盤技術課題 ¹⁾ (協調領域)
		噴射・噴流	
		混合メカニズム	
	燃焼/火炎伝播	点火/着火	
		火炎伝播	
		燃焼温度	
	エミッション	異常燃焼	
		NOx生成	
		PM発生	
エネルギー効率	水生成		
	未燃水素生成		
	熱損失		
燃料のロバスト性	熱効率		
	燃焼効率		
	燃料のロバスト性確認		
水素影響による 機能低下	潤滑	潤滑油消費	製品化課題 ¹⁾
		オイル劣化	
		潤滑不良	
	部品劣化	腐食	
		寿命解明	
		摩耗	
センサ出力	水素侵食		
	水素脆化		
	空燃比センサ信号のドリフト		
その他	パワー不足	低速域におけるターボラグ	

4. 今後の課題

今回の調査で残された課題	今後討していくべき事項
✓ 本調査では、水素ICEの優位性検討、技術課題の洗い出し、技術課題解決に向けた、必要な試験設備群や共用試験施設の立地要件等は整理したが、具体的な建設地の絞り込み等、詳細検討には至っていない	➡ ✓ 共用試験施設整備・運用における事業者や共用試験施設の建設地の決定、技術課題に対する研究計画の策定等を実施する ✓ 電動化等と他のCN技術との棲み分け、水素ICEが主導権を握る適用先をより明確化する