

交通分野における水素利用の普及拡大に向けた提言 “水素の利活用による交通分野の脱炭素化 ～地域から未来をつなぐ脱炭素への道～”

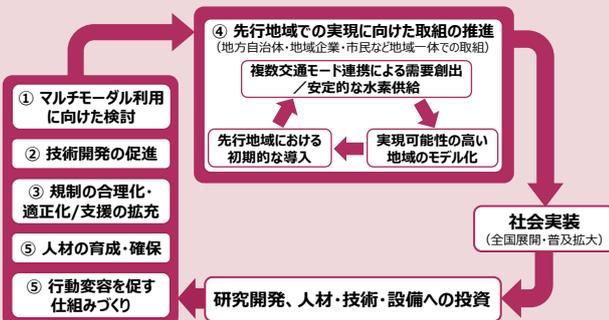
水素は、輸送・発電・産業といった多様な分野の脱炭素化に寄与する、カーボンニュートラルに必要な不可欠なエネルギー源です。日本では、2023年6月に『水素基本戦略』が改定されるとともに、2024年5月には水素の社会実装を強力に推進していくための法律『水素社会推進法』が成立し、2050年のカーボンニュートラル達成に向け、その社会実装に向けた取組が加速しています。運輸総合研究所では2023年に「我が国の交通分野の脱炭素化に向けた燃料転換及び水素利用に関する調査検討委員会」を立ち上げ、交通分野における水素利用の普及拡大に向けて取り組むべき事項について検討を重ね、本年3月に標記提言をとりまとめました。



提言のポイント

交通分野における水素利用の普及拡大に向けて必要なこと

- ① マルチモーダルな利用に向けた検討体制の構築
- ② マルチモーダル型水素ステーションに関する技術開発の推進
- ③ 規制・制度等の合理化・適正化及び支援の拡充
- ④ 需要創出に向けた先行地域における取組の推進
- ⑤ 人材の育成・確保の支援及び行動変容を促す仕組みづくり



1. 検討経緯

運輸総合研究所では、交通分野横断的な連携等による、低コストで効率的な水素供給のためのインフラや利用環境整備などにより、交通分野における水素利用の実現可能性・予見性を高める必要があるとして、2023年12月に学識経験者、有識者、関係団体等からの委員で構成される「我が国の交通分野の脱炭素化に向けた燃料転換及び水素利用に関する調査検討委員会」（委員長：三宅淳巳横浜国立大学総合学術高等研究院上席特別教授）を立ち上げ、6回の会合を開催した。

委員会では、主に水素供給インフラの共用化による、低コストで効率的なインフラや利用環境を整備することなどにより、その普及拡大の実現可能性・予見性を高めるために取り組むべき事項について議論を行い、その成果として本提言をとりまとめた。

2. 交通分野の水素利用における課題

交通分野での水素利用については、自動車分野を除いて、サプライチェーン構築、インフラ整備及びその運用まで含めた具体的な検討は進んでいない。また、交通分野としての共通の戦略がなく、各モード単独での検討となっている。加えて、新たな燃料であるなどの理由で、当面は既存燃料よりも割高であり、需要家による大規模・安定調達に向けた展望が見込めず、大規模商用サプライチェーンの整備への投資の予見性が見込めない。

水素利用の普及拡大に向けて、交通分野横断的な連携等による、低コストで効率的な供給のためのインフラや利用環境整備などにより、その実現可能性・予見性を高める必要がある。

3. 水素利用の普及拡大に向けて目指すべき方向性

(1) 安定的かつ安価な水素の供給

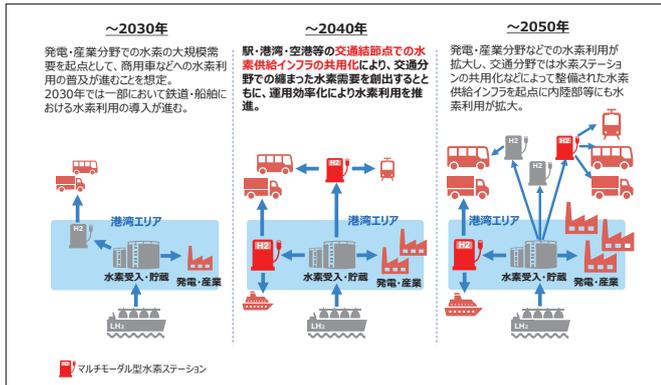
安価な水素を長期的かつ安定的、大量に供給するためには、水素を利活用する需要の創出が不可欠であり、交通分野単体の取組だけでなく、発電・産業分野を起点に構築・整備される水素サプライチェーンや水素供給インフラを交通分野にも波及させていくことが重要である。また、商用車など自動車分野以外のモードでの水素利用を促進し、纏まった需要を創出することが肝要であり、駅、港湾、空港等の交通結節点での水素利用の推進が必要である。

そのためには、交通結節点での水素利用が進むように、水素供給インフラの共用化、「マルチモーダル型水素ステーション」の導入が、交通分野での水素利用の実現可能性を高める一つの手法と考えられる。商用車での水素利用拡大が先行する中で、交通結節点において、マルチモーダル型水素ステーションを整備し、商用車、鉄道車両、船舶、航空機がインフラを共用化し水素コストを抑えることで、各モードでの水素の導入に係るハードルを低減できる可能性がある。今後の需要の拡大が期待される、鉄道や船舶、航空機、荷役機械等のアプリケーションを視野に入れつつ、様々な交通モードへの需要の広がりを見据え、水素ステーション（水素ST）のマルチ化を進めていく必要がある。

以上のことから、次の図のように、2030年に向けて商用車での取組を中心として水素利用を推進するとともに、2040年にかけてマルチモーダル型水素ステーションを整備することで、技術開発や実証を経て鉄道車両、船舶、航空機での水素の導入を推進すること

が、2050年における交通分野のカーボンニュートラルを目指す上で重要と考えられる。

2030~2040年にかけて、水素を燃料とする船舶・鉄道・航空機の実用化が進むと見込まれている。水素供給インフラは商用車との共用により整備のハードルを下げることができ、マルチモーダル型水素ステーションを起点として更なる需要拡大も期待される。また、水素の利用は発電・産業分野から交通分野へと広がり、まずは商用車、船舶・鉄道といったモードが需要を牽引し、2050年に向けて幅広い交通モードへの展開が期待される。



2050年カーボンニュートラル達成に向けて水素利用が普及拡大していく絵姿

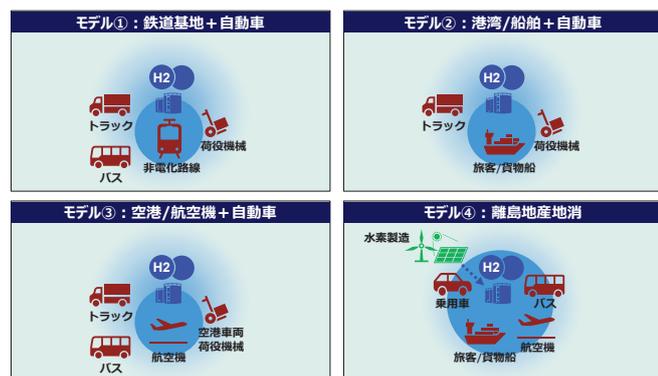
(2) 交通分野における水素利用の実現可能性が高い地域のモデル化

交通分野での水素の導入に当たっては、複数交通モードの連携による纏まった水素需要の創出及び安定的な水素供給が見込まれる地域をモデル化して、先行地域とし、その先行地域における初期的な導入を通じて、意欲と実現可能性の高い地域から水素の社会実装を全国に広げることが重要である。

そのためには、全国的な見地からの拠点の最適配置が必要であり、地域の需要規模や産業特性に応じた拠点整備を進め、拠点とその周辺地域における需要の創出を図るべきである。

先行地域での実現に向けては、地方自治体・地域企業・市民など地域一体での取組を進めるための体制構築と、事業化への投資判断が難しい初期的な段階であってもそれを可能とする国の積極支援のメカニズム構築に重点的に取り組むことが重要である。

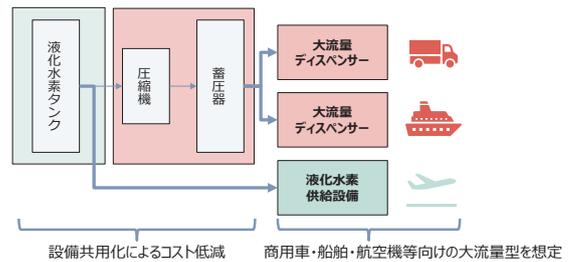
また、こうして実現した交通分野での水素利用の成功モデル（モデルケース）が、水素の社会実装に向けた好循環を作り出すことが重要である。



交通分野における水素利用の実現可能性が高い地域のモデル化

4. 水素利用の普及拡大に向けた方策（マルチモーダル型水素ステーションによる水素コストの低減可能性）

複数の交通モードで水素ステーションを共同利用する下図のようなマルチモーダル型水素ステーションは、各モードの運用方法やスケジュール管理によって設備利用率を向上させることができ、既存の水素ステーションと比べて水素コストを低減できる可能性がある。本調査研究では、これまでの実証事業や各モードの実態から想定される運用方法や水素ステーションの整備コスト、CIF（Cost Insurance and Freight）コストなどの目標コストを用いるなどして、水素コストがどの程度低減される可能性があるかについて検証を行った。



マルチモーダル型水素ステーションのイメージ

検証の方法は、個別モードごとに水素ステーションを整備した場合と、水素ステーションを共用化した場合（マルチモーダル型水素ステーションの場合）について、それぞれ需要規模に応じて水素ステーションを設置・運用する場合のトータルコストを試算し、供給される水素コストを算出し比較した。このときの水素コストの算出に係る前提条件は次の表のとおりである。

項目	設定値	備考
水素購入	24円/Nm ³	✓ 第21回 水素・燃料電池戦略協議会「国際水素サプライチェーン構築に向けた取組み」における商用化段階の供給価格目標を基に2040年という断面で設定
受入設備	6.1円/Nm ³	✓ 資源エネルギー庁「今後の水素政策の課題と対応の方向性中間整理」を基に設定
供給拠点整備 (商用車用1,200Nm ³ /h)	4.8億円	✓ NEDOのコスト削減目標を参照し、規模に応じて0.6乗則で推計し設定（償却期間は8年） ✓ その他のサイズの水素STについても同様に設定
拠点運営コスト	2,275万円/箇所	✓ 経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ」の2025年目標コストを基に、規模に応じて0.6乗則で推計し設定 ✓ 運営コストには、償却期間内の小規模な修繕を含むものとする
輸送コスト	2.2円/Nm ³	✓ 「神戸・関西圏水素利活用協議会協議会レポート」より設定

マルチモーダル型水素ステーションは、複数の交通モードでの利用を想定しているため、設備を利用する時間帯や水素を充填する車両数が増えることにより設備利用率が向上し、水素の供給量も増加する。また、設備が大型化することによりいくつかの水素ステーションを集約することができ、整備コストの低減が期待できる。試算に係る各項目は次の表のとおりである。

<個別モード毎に整備された水素STを利用する場合>

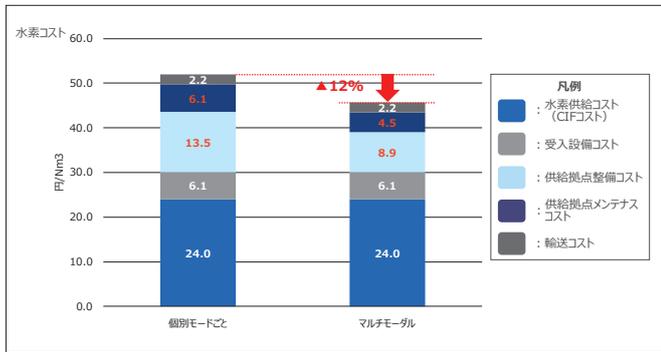
項目	値
トータル供給量 (= 需要)	0.3万トン
モード別需要	商用車 0.21万トン 鉄道・船舶・航空機 0.09万トン
水素供給量	0.21万 ^ト
商用車専用ST	ST供給能力 1,200Nm ³ /h 設備利用率 50% 設置数 5か所
鉄道・船舶・航空機向けST	水素供給量 0.09万 ^ト ST供給能力 1,730Nm ³ /h 設備利用率 33% 設置数 2か所
水素コスト	51.9円/Nm ³

<マルチモーダル型水素STを利用する場合>

項目	値
トータル供給量 (= 需要)	0.3万トン
モード別需要	商用車 0.21万トン 鉄道・船舶・航空機 0.09万トン
水素供給量	0.07万 ^ト
商用車専用ST	水素供給量 0.07万 ^ト ST供給能力 1,200Nm ³ /h 設備利用率 50% 設置数 2か所
マルチモーダル型ST	水素供給量 0.23万 ^ト ST供給能力 2,160Nm ³ /h 設備利用率 68% 設置数 2か所
水素コスト	45.7円/Nm ³

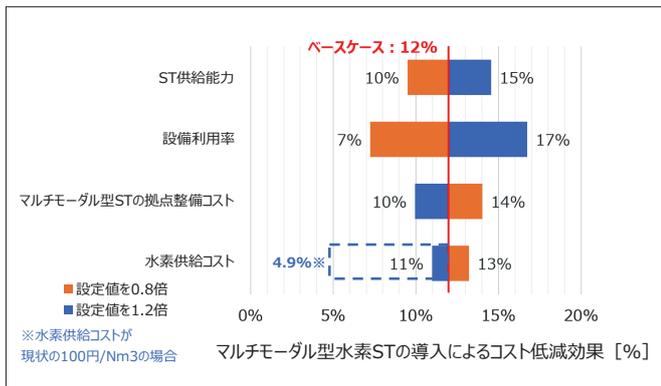
▲12%の削減効果

こうした効果を定量的に評価した結果が下図のとおりである。なお、試算の前提条件や結果の詳細については、本調査研究の報告書を参照されたい（本記事末尾に記載のURLを参照）。



マルチモーダル型水素ステーション導入により期待される効果

このように、マルチモーダル型水素ステーションの利用による水素コストの低減が期待されるが、実際には運用ルールや充填スケジュールの見直し、各種コストの前提が変化する可能性があるなど不確実性が高いため、実運用を行う事業者や拠点を管理する行政などが一体となり、継続的に検討していくことが必要である。そのため、本調査研究では、各種設定値を変化させた場合の影響について感度分析を行った。結果は次のとおり。



感度分析の結果概要

影響が大きいのは、水素供給量に直結する設備利用率やST供給能力であった。適切なスケジュール管理の下で設備を効率的に利用すること、需要に応じて過剰にならない範囲でマルチモーダル型水素ステーションの規模を大型化することで、水素コストが低減される可能性がある。また、早期に水素供給コストの目標達成が期待される海外から輸入した水素の大規模受入拠点近傍地域での導入が効果的である。

5. 課題と解決の方向性

交通分野における水素利用の普及拡大に向けて、実現可能性の高い先行地域において、マルチモーダル型水素ステーションの導入を起点とした水素供給インフラの整備を進めるとともに、水素利用を促進するための課題とその解決の方向性について、次のとおり整理した。

(1) マルチモーダルな利用に向けた検討体制の構築

① マルチモーダル型水素ステーションの運用・管理方法の検討

課題

水素利用はまだ各モードで導入初期段階にあり、運用ルールも整備中であるが、将来的なマルチモーダル利用に向けて、体制づくりが必要である。特に、水素ステーションの効率的な運用には、各モードの運行スケジュールを踏まえた充填管理が重要であるが、現時点ではその検討方針や体制が未整備であることが課題である。

課題解決の方向性

マルチモーダルな水素利用を進めるには、国や地方自治体、先行企業を中心となって関係者の連携を主導することが重要である。事業者だけでは対応は難しいため、行政が環境整備や官民協議会などを通じて、継続的な支援や体制づくりを行う必要がある。

② 地域特性に応じた水素サプライチェーンの構築に向けた検討

課題

水素需要の増加に対応するには、パイプラインやローリー輸送に加え、内航船や鉄道など多様な供給手段の検討が必要である。しかし、その選定や検討を進めるための方針や体制が整っていないことが課題である。

課題解決の方向性

港湾に整備される水素の大規模受入拠点から、各交通拠点への水素供給インフラは、地域の地理や交通状況に応じて最適な形が異なる。そのため、CNP（カーボンニュートラルポート）やCNK（カーボンニュートラルコンビナート）など地域ごとの取組と連携し、各地域に合った水素供給のあり方を検討することが重要である。

(2) マルチモーダル型水素ステーションに関する技術開発の推進

課題

現在、各モードでの車両や燃料電池の技術開発が進められており、水素ステーションでも大型商用車対応の技術開発が行われている。まずはこれらの取組を進め、商用化に必要な技術水準まで引き上げることが重要である。同時に、将来のマルチモーダル型水素ステーションの導入も見据えた技術開発を並行して進めることが求められる。

課題解決の方向性

マルチモーダル型水素ステーションの効率的な運用には、複数モードへの同時充填や気体・液体の違いに対応する技術開発が必要である。各モードの技術開発を優先しつつ、水素ステーション事業者や機器メーカーが連携し、NEDO事業のような国の補助事業などの支援を活用しながら継続的に技術開発を進めることが重要である。また、これにより燃料電池技術の国際競争力の強化も期待される。

(3) 規制・制度等の合理化・適正化及び支援の拡充

① マルチモーダルな利用に係る技術・安全基準や規制・制度の合理化・適正化

課題

鉄道、船舶、航空機それぞれで水素導入に向けた安全基準や制度の見直しが進められている。まずは各モードで水素導入が可能な環境を整備するとともに、マルチモーダル型水素ステーションの運用に対応した共通の安全基準や制度の整備も必要である。その上で、各モードの規制の見直しや合理化も並行して進めることが求められる。

課題解決の方向性

水素コスト削減のため、各モードでの検討と並行して、複数モードでの利用を見据えた取組を行政や先進事業者が主導すべきである。既存の検討会等を活用し、交通分野を横断した連携を強化して、マルチモーダル型水素ステーションの早期実現に向けた規制や制度の合理化を積極的に進めることが期待される。

②交通分野における水素利用に対する支援の方向性の検討

課題

交通分野での水素利用には水素ステーション整備やFC（燃料電池）トラック導入の補助事業があるものの、大規模なインフラ整備支援と連携することが重要である。ただし、現行の支援制度は発電や産業向けを想定しているため、交通分野への効果が十分期待できない点が課題である。

課題解決の方向性

交通分野の脱炭素化には、発電や産業分野の大規模な水素サプライチェーンとの連携が不可欠である。2030年までに水素の大規模受入拠点周辺を中心に交通向けの水素供給インフラが整備され、その後、地域の特性に応じた二次輸送も拡大していく見込みである。分野横断の連携枠組みや、交通分野特有の課題に対応した支援制度の整備が求められる。また、マルチモーダル型水素ステーションの整備・運営に対しても、既存の支援に加え、工事期間や費用を考慮した適切な支援が必要である。

(4) 需要創出に向けた先行地域における取組の推進

課題

地域ごとに交通モードや運営主体が異なるため、2030年代前半までの限られた予算で水素導入を進めるには、条件が整った特定の地域を優先してマルチモーダル型水素ステーションを整備することが効果的である。しかし、こうした取組の検討は一部地域でしか始まっておらず、全国的な展開が遅れていることが課題である。

課題解決の方向性

安価な水素調達や設備の効率的利用が期待できる条件を基に、先行地域を絞り込むことが効果的である。先行地域での取組には地方自治体や地域企業、市民との連携が不可欠であり、地域振興や水素ハブづくりなど象徴的な活動を進めるべきである。事業者単独ではなく、行政のリーダーシップと経済的支援が必要で、国も明確な方針を示し、地域主体の取組を支援することが望まれる。

(5) 人材の育成・確保の支援及び行動変容を促す仕組みづくり

課題

交通分野での水素利用に当たっては、専門知識を持つ人材の育成・確保が必要である。水素関連プロジェクトは国内外で進んでおり、知見やノウハウが蓄積されているので、今後は国だけでなく、

民間や地方自治体と連携してプロジェクトを推進し、それらの知見を広く共有することで人材育成につなげるべきである。

日本は水素社会の実現に向けて技術開発から社会実装の段階へと移行しつつあるが、市民の水素への理解や関心はまだ十分ではない。

課題解決の方向性

水素社会の実現には、大学・研究機関・企業・行政が連携し、人材の育成・確保を進めることが重要である。大学での教育体制整備や研究施設の設置、産学連携による学び直しの機会の提供などが求められている。

また、地域と連携した取組や見学会等を通じて、市民の水素への理解や関心を高め、行動の変化を促すことが期待される。

交通分野での水素利用には、技術開発・制度整備・経済的支援に加え、市民の意識と行動の変化が不可欠であり、それを支える継続的な教育・普及活動が重要である。

我が国の交通分野の脱炭素化に向けた燃料転換及び水素利用に関する調査検討委員会 委員名簿 (2025年3月時点)

委員長	三宅 淳巳	横浜国立大学総合学術高等研究院 上席特別教授
委員	小田 拓也	北九州市立大学環境技術研究所 教授 東京科学大学総合研究院 特任教授
委員	納富 信	早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科 教授
委員	川本 耕三	一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 担当部長
委員	幡司 寛治	岩谷産業株式会社技術・エンジニアリング本部 カーボンニュートラル設備部 シニアマネージャー
委員	吉村 健二	川崎重工業株式会社水素戦略本部 プロジェクト総括部 総括部長
委員	林 慎也	豊田通商株式会社カーボンニュートラルフェューエル部 サステナブルリユージョンG グループリーダー
委員	大道 修	東日本旅客鉄道株式会社イノベーション戦略本部 R&Dユニット水素社会実装PT マネージャー
委員	平井 慎吾	株式会社 JAL エンジニアリング技術部 技術企画室先端技術活用推進グループ マネージャー
委員	平田 宏一	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 特別研究主幹
委員	坂 秀憲	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 水素・アンモニア部水素SCチーム チーム長
委員	宿利 正史	運輸総合研究所 会長
委員	上原 淳	運輸総合研究所 理事長
委員	屋井 鉄雄	運輸総合研究所 所長
委員	奥田 哲也	運輸総合研究所 専務理事
委員	金山 洋一	運輸総合研究所 主席研究員・研究統括
委員	藤崎 耕一	運輸総合研究所 主席研究員・研究統括

本研究の活動内容・成果は運輸総合研究所のWEBページでご覧いただけます。

https://www.jttri.or.jp/research/safety/sustainability_hydrogen.html

