

第4回「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検討委員会」

議事要旨

日 時：2024 年 10 月 4 日（金） 13:00～15:00

場 所：運輸総合研究所 2階会議室（ウェブ同時開催）

出席者：（敬称略）

座長	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
	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
	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
	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
	林 慎也	豊田通商株式会社カーボンニュートラルフューエル部 CN ソリューシ ョン G グループリーダー（オンライン）
	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
	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
	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
	大平 英二	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） 水素・アンモニア部 ストラテジーアーキテクト（オンライン）
	宿利 正史	一般財団法人運輸総合研究所 会長
	屋井 鉄雄	一般財団法人運輸総合研究所 所長
	奥田 哲也	一般財団法人運輸総合研究所 専務理事、ワシントン国際問題研究所 長、アセアン・インド地域事務所長
	金山 洋一	一般財団法人運輸総合研究所 主席研究員、研究統括
	藤崎 耕一	一般財団法人運輸総合研究所 主席研究員、研究統括

オブザーバー（オンライン）

加藤 純	石狩市企画政策部企業連携推進課長
小林 洋一郎	京都府総合政策環境部脱炭素社会推進課 参事
今仲 教裕	課長補佐兼係長
白水 遼太	福岡市経済観光文化局新産業振興部水素推進担当
松下 功	横浜市脱炭素・GREEN×EXPO 推進局脱炭素社会移行推進部 カーボンニュートラル事業推進課長
中村 仁	横浜市港湾局政策調整部政策調整課 カーボンニュートラルポート 担当課長

事務局 一般財団法人運輸総合研究所 岡崎、小御門、小林、谷口
株式会社日本総合研究所 猪股、三木、海保、児堂、足達、笠井

欠席者（敬称略）

納富 信 早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科 教授

議 事：

- (1) 前回委員会の振り返りと本日のご報告内容
- (2) 水素ステーション共用化による期待効果と理想的な条件の検討
- (3) 実在エリアでのモデル検証
- (4) 今後の進め方
- (5) その他

配布資料：

議事次第、構成員名簿、配席図

資料 1：第 3 回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検討委員会_議事録

資料 2：前回委員会の振り返りと本日のご報告内容

資料 3：水素ステーション共用化による期待効果と理想的な条件の検討

資料 4：実在エリアでのモデル検証

資料 5：今後の進め方について

資料 6：地方自治体意見交換会の結果概要

<議事要旨>

議事 (1)：前回委員会の振り返りと本日のご報告内容

質疑なし

議事 (2)：水素ステーション共用化による期待効果と理想的な条件の検討

【質問①】（委員）

- ・ 商用車は何を想定しているのか、大型なのか小型なのか、1 回当たりの充填量をどの程度に設定しているのか。

【回答】（事務局）

- ・ トラックの種類/路線バスの規模等は細かく設定しておらず、供給側の設置仕様ありきの前提を置いている。試算の前提として、600Nm³/h の水素ステーションを整備すると想定している。

【質問】（委員）

- ・ 600Nm³/h の前提はどのように設定されているか。

【回答】（事務局）

- ・ 商用規模の水素ステーションは 500Nm³/h 以上で申請されていると思うが、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」の 2025 年目標コストとして試算されている 300Nm³/h の水素ステーションの 2 倍規模として仮置きしている。

【質問】（委員）

- ・ 商用規模の水素ステーションとして、2030 年時点、その先を考えると 600Nm³/h では少し小さい印象だ。あくまでも乗用車ベースでの規模となっているだろうから、見直してもらえるとよい。

【回答】（事務局）

- ・ 承知した。ご指摘の点を見直したい。

【質問②】（委員）

- ・ 水素ステーションの整備コストを 2-3 億円としているが、現在はそれよりも相当コストアップしている。例えば、水素ステーションの整備コストの前提が 2 倍になった場合、どれくらいのインパクトになるのか。

【回答】（事務局）

- ・ 設備コストは、全体コストおよそ 24 億円のうちの 9 億程度を占める試算結果になっている。ゆえに、仮に設備コストが 2 倍になると、それなりに大きなインパクトになると思う。ただ今回の比較では、水素ステーションをそれぞれ個別に設置する場合と共用化する場合の前提のコストは同じとしているので、試算結果自体は大きく変わらない認識だ。
- ・ 水素ステーションの整備コストの前提(2-3 億円)に、かなり現状との乖離があることは承知している。蓄圧機/圧縮機を何百機も製造する等、かなりアグレッシブな前提の下でコスト目標が設定されており、実態としてコストがエスカレーションしている可能性は十分あると思っているが、一旦今回の試算の前提としてはその値を設定している。

【質問③】（委員）

- ・ 大容量のモビリティに水素を充填する場合、自動車と比べて復圧に時間がかかり、結局充填の間隔を詰められないため利用効率に影響すると思うが、そのあたりはどのような前提を置いているか。
- ・ ディスペンサーとレーンの考え方と定義は、どのように対応しているか。
- ・ 姫路の事例では旅客/貨物の輸送を組み合わせるという説明もあったが、ターミナルと駅の距離はある程度離れている印象だ。物流の湾港/貨物輸送は拠点が一致するだろうが、旅客の拠点が離れている場合、集約効果は見込めるのか。
- ・ 理論的には、大規模な設備を作れば効率も上がるという原理になると思うが、実際には面積/設備規模等の現実的な制約で上限があるだろう。そのあたりはどのような前提で考えられているか。

【回答】（事務局）

- ・ 前提として、現時点で全てを網羅的に考慮できているわけではなく、これらの前提を実際の場所/運用に当てはめて検討した際に、言及いただいたポイント等が課題として挙がる認識だ。それらの課題は次回の委員会に向けて整理し、実現可能性を議論できればと考えている。
- ・ 現時点では、水素ステーションの大型化による復圧までのインターバルの変化までは考慮できていない。ゆえに、それによって設備利用率が下がる可能性等は、別途検討させていただきたい。
- ・ ディスペンサー自体は分けて置く前提になると思うが、蓄圧器/圧縮機等の供給パイプライン側の運用上の問題から、3,600Nm³/h のうち、2,400Nm³/h 分の能力を大流量ディスペンサーに分けることを想定している。ゆえに 6 レーンとしているが、おそらく大きいディスペンサー1 つと 600Nm³/h の方が 6 つといった構成になると思っている。能力として供給できる分が、各交通モードに対して使われるイメージだ。
- ・ 旅客向けと通常の商用向けには、圧縮機と蓄圧機だけが共用化されていて、旅客用のフェリーが止まる場所と船舶・内航船が止まる場所それぞれに、別途ディスペンサーが設けられ、そこにパイプラインが繋がっているといった構成にもなり得ると考えている。ゆえに、実際の設置形式はもう少し具体化する必要があると考えている。
- ・ ご指摘のとおり、本試算でも規模が大きくなればなるほど、単体で作った場合とさほど変わらなくなっていく、なおかつ過剰な設備になっていく。また、実際に設備を設置するエリアによっても、設備規模に制限が生じる場合もあると思う。その点は我々としても 1 つの課題と認識をしているが、それは試算自体に織り込むというより、そのような実態に即して検討が必要であるというイメージで整理しようと考えている。

【発言】（委員）

- ・ 変数が多く、誤差が積み重なると結果に大きく影響するため、今挙げたような項目で現実的な前提を確認してもらえればと思う。

【質問④】（委員）

- ・ 水素ステーションでの航空機への充填が 1 日あたり 6 機分という試算はどのように求めたか。

【回答】（事務局）

- ・ 設備利用率を 25%、すなわち供給設備が 6 時間稼働すると仮定すると、1 時間の充填 6 回分になるとして計算している。実際の運用実態に応じて適宜前提を修正できればと思うが、一旦は設備利用率 25% の前提で試算を実施している。

【発言】（委員）

- ・ 国内線の場合、燃料搭載に 1 時間かかるというのは時間がかかりすぎという認識だ。

【コメント①】（委員）

- ・ あくまでもいろいろな前提を置いた上での計算であるため、一つ一つの数値というよりは基本的な考え方を確認できればと思う。

【コメント②】（委員）

- ・ 考え方自体は合っているように思う。JH2A でも以前「どこでも水素、誰でも水素」の検討をしていて、水素ステーションの稼働率を上げようとしていたが、そもそも商用車の大型トラックを充填して負担を下げるという考え方は合理的なように思う。ゆえに、鉄道/船舶/航空機等は物量が固まりづらいとは思いますが、何にどの程度の水素需要があるのか、という考え方は良いと思う。

【コメント③】（委員）

- ・ 水素ステーションの共用化によって稼働率を高める考え方は良いと思う。例えば、輸送用の車両（トラック）は、実際には同じような時間帯に充填しに来るだろうから、計算上は1日平均何台という計算ができたとしても、実際の稼働時間帯には偏りが生まれるだろう。ゆえに、稼働率の観点で、用途の多様化は非常に良いと思う。
- ・ 一方で、今後コスト評価をしていく中で、用途別の水素ステーション等の設備費は大きく変わってくるだろう。例えば、大型車両を念頭に置くと、おそらく従来型の水素ステーションでは対応できない。また、稼働率を高めようという場合、法令に基づく定期メンテナンスで停止できない、つまり冗長性が必要ということも考えられる。そのあたりもコスト評価では考慮しながら、納得性のある試算にさせていただくのが良いと思う。

【回答】（事務局）

- ・ 実際の運用では商用車が集中する時間があり、空いている時間に船舶に供給する等、運用上の工夫でいかようにも変わり得ると思っている。ただ、今回の試算では、均等という前提を置いている。
- ・ 今回の試算では、一般の乗用車向け水素ステーションのコストを前提に、規模に応じて倍数をかけている。ゆえに、実際の設備構成上/運用上、どのようなものが必要になるのか等をコストに織り込む方法は検討が必要と思うが、それが難しければ課題として挙げる等、対応したい。

【コメント④】（委員）

- ・ 設置場所/法制度等、現実的にはいろいろな課題があると思うが、まずはマクロな視点で研究することも重要だろう。そのうえで、現実的に対応しなければならない課題はリストとして整理しておくのがよいだろう。

【コメント⑤】（委員）

- ・ 航空機には、「定時運航」という特殊な性質がある。例えば、伊丹空港の場合は朝7時から夜21時までの運用になっている。そのような運用時間を踏まえた上で、レーンの利用方法を検討してもらえるとよい。

【コメント⑥】（委員）

- ・ 船舶の場合、種類/大きさで運用が大きく変わるだろう。対外的に発信する際は、想定した船舶の種類/運用方法を定義するとよいだろう。おそらく船舶だけでなく、航空機等もそのような想定が必要だろうと思う。

【回答】（事務局）

- ・ ご指摘のとおり、船舶もタグボートから大きな内航船までいろいろな種類があると認識している。また船舶の種類によって供給する水素の量も変わり、それによって水素ステーションの利用時間も変わるだろう。例えば、水素ステーションの設備利用率を 25%としているが、船舶/航空機等の種類の組み合わせを考えたときにどのような変化が起きるのか、ある程度幅を持たせて検討できればと思う。

【コメント⑦】（委員）

- ・ 水素をどういった形で充填するかによって、水素ステーションの在り方も変わってくる。例えば、航空機に充填する場合、一般的には液化水素で充填する必要があり、現状ガス充填には無理があると思う。一方で、自動車/フェリー等は、当面の間はガス充填だろう。ゆえに、それらに対応するように水素ステーションをマルチモーダル化すると、どこかで無理がくるケースもあると思う。水素の充填を液体で行うのかガスで行うのかは今後考慮した方がよい。

【回答】（事務局）

- ・ 承知した。今後の技術開発動向/課題等を整理する中で、どう織り込むかを検討したい。

【コメント⑧】（委員）

- ・ 一旦いろいろな仮定を置きながら試算してみたというのが現状だ。ただ、それらの仮定は、経産省等の資料の数値を引用しただけであり、実際にはどのような前提から導出された数値かまで考えないと、フィージブルな解釈ができない。つまり、それらのパラメータがどの程度変わり得るか、個々に詰めていかなければならないと認識している。
- ・ これまでいただいた交通に関する実務に近いご指摘は、交通工学的な視点も入れてなければ解けないのではないかと理解している。例えば、コスト削減効果の目安を示す表の 2 軸(水素需要量/分担率)だが、いろいろな前提を置いている中で、そもそもこの中でどこまでがより妥当な範囲か。前提を変えていった場合に、あまり意味を持たないエリアもあるかもしれない。
- ・ また水素供給コストの算出でもスケールメリットに言及しているが、算出に必要な前提そのものにスケールメリットに関する影響が当然含まれている。ところが、今回の試算では連続的なスケールメリットの計算というよりも、既に置かれている前提で計算している限界があるため、この算出結果のグラフそのものも有効性の範囲を持っているはずである。ゆえにそれらも加味しながら、よりフィージブルになるように意味合いを整理していかなければならないと感じている。

【回答】（事務局）

- ・ コスト削減効果の目安を整理した表では縦軸の需要規模を 0.2 万 t-5 万としているが、例えば 5 万

t で 70:30 を実現するのは相当大規模なシチュエーションになってしまうため、実際には表の右半分はあまり意味をなしていない。ゆえに、実際の水素ステーションの数/規模を加味して表に色付けしていく等、対応を検討したい。

議事 (3)：実在エリアでのモデル検証

【質問①】（委員）

- ・ モデルケース①では水素化率を全て 50%として計算されているが、モデルケース②-④では調整が入っているのはなぜか。モデルケース②の場合は、最も効率が良くなるように 50:50 に調整されていると理解したが、モデルケース③で 70:30 になるように調整されているのはなぜか。

【回答】（事務局）

- ・ ご指摘のとおり、モデルケース②では 50:50 になるように調整している。おそらくモデルケース③だけ少し特異になると思うが、航空機の水素化率 5%をすると機体が一機相当となり、これより水素化率を小さくすると一機相当にも満たなくなってしまうため、最低ラインの 5%と設定している。また、この前提の上で他の交通モードを 50%にすると大体 70:30 になるため、このあたりが限界だろうと考えた。

【質問②】（委員）

- ・ 水素化率 50%の設定根拠は何か。
- ・ 鉄道の燃料消費原単位は、日本全体の電車の平均値となっているようだが考え方を教えていただきたい。また、鉄道の燃料消費原単位と FC 燃費費(対電車)の関係性を補足してほしい。加えて、メルボルン大学の電車エネルギー損失を参照して費用を求めていると思うが、どのように考えて計算しているのか。
- ・ 1 日の姫新線の走行距離を 720km としているが、別のページでは平均走行距離 22km/本となっている。このあたりの数値の関係性を教えてほしい。
- ・ 貨物列車の水素需要ポテンシャルの推計方法の詳細が資料化されていないと思うが、どのように算出しているのか。

【回答】（事務局）

- ・ 仮に 2050 年に 100%置き換えるとした場合、2040 年で 40%-50%ぐらい置き換える必要があると仮置きしている。ゆえに、これもパラメータの 1 つになり得ると考えている。
- ・ 走行距離の数値の関係性は、別途内部で確認させていただきたい。
- ・ 今回の試算では、非電化の旅客列車を全て水素で賄った場合というシナリオを想定していた。貨物列車で何本相当かまでは計算していなかったため、そちらも改めて検討したい。

【回答】（事務局）

- ・ 鉄道の燃料消費原単位は、一般的な電車/機動車/新幹線等、あらゆる形態の鉄道の平均値を公開情

報から採用している。

- ・ 電車の燃費を FC 燃費に変換する計算では、電気の燃費と FC の燃費からエネルギー損失の比を求めることで、FC の燃費が電気の半分程度と計算できるため、それによって水素需要量が倍になるとしている。

【発言】（委員）

- ・ FC 燃費比数値がやや低い印象もあるので、引用元の論文の前提等はよく確認してほしい。
- ・ 貨物列車の水素需要(1000t/年)は、どのように算出したのか。

【回答】（事務局）

- ・ 他の交通モードと同様に、トンキロ法をベースに燃費/FC 効率等を織り込んで計算している。

【発言】（委員）

- ・ 旅客輸送と貨物輸送で車両/効率等の前提条件が変わってくるだろうから、算出方法については改めてよく確認してほしい。

【コメント①】（委員）

- ・ 資料 3 で、規模感を掴むために理論的な計算をしたことには全く違和感はなかった。一方で、資料 4 は具体的な事業モデルをイメージした部分が少し見受けられ、その場合は実現性のある程度考慮する必要があると思う。用地確保の問題/技術開発の進捗等は一旦横に置いたとしても、コストに直結する水素充填の方法は最低限仕分けする必要があるように思う。ポテンシャルの数量=コスト評価ではやや乱暴になるため、水素充填の媒体/方法を整理できると、最終的に腹落ち感が出て、まとまりが良くなるように感じる。

【回答】（事務局）

- ・ ご指摘のとおり、実際に事業を展開している水素ステーション運営者の視点で見ると、「何も考慮されていない」と指摘を受ける部分があると思う。そのため、現時点での試算で考慮できていること/できていないことをしっかり整理したいと思う。その上で、現時点でできていないことも試算に含める、あるいは今後の検証方針をとりまとめる等、対応したいと考えている。

【コメント②】（委員）

- ・ 用語の使い方について、「150 席以下の中小型航空機」と記載されているが、「150 席以下の小型航空機」と修正してほしい。基本的に、100 席以下の航空機は「リージョナル機」と呼ばれている。また、一般的には小型機は 150 席ぐらいまで、中型機は 150 席から 300 席ぐらいまで、大型機は 300 席以上と分類される。
- ・ 機種毎に水素航空機に置き換えられるかが変わってくるため、一概に機体の大きさだけで水素利用の可能性を分類できないと思う。
- ・ 航空機の代表交通モードとしてエンブラエル社の機体スペックを参照しているが、おそらく最初に

水素航空機を導入するのはターボファンエンジン機ではなく、ターボプロップ機になるだろう。ゆえに、150 席未満のターボプロップ機としてエンブラエル社の機体スペックを想定するのは、少し違和感がある。

- ・ 航空機の平均運航本数が 1 日 2 本と記載されているが、例えば伊丹空港の場合、だいたい 1 時間に 3 機から 5 機程度、すなわち 1 時間あたり 4 機程度の出発便数となる。伊丹空港の運用時間を 7 時から 21 時まで、すなわち 14 時間とすると、1 日 50 数回の出発回数となる。ゆえに、それだけの需要量に耐えられるのかという点も、議論する必要があると思う。

【回答】（事務局）

- ・ ご指摘のとおり、小型航空機の表現は見直したい。
- ・ ご指摘のとおり、明確に区分けするのは非常に難しいと考えている。ただ、今回は「水素が選択される可能性」という位置付けで色分けしているため、SAF の利用を否定しているのではなく、あくまで水素が選択される可能性が比較的高いのではないかという箇所を色付けしている。
- ・ まずはターボではなくプロペラ機の利用がベースになるという御意見を踏まえ、事務局内で改めて検討したい。

議事（4）：今後の進め方

【質問①】（委員）

- ・ 今後、姫路エリアの検討を深掘りすることは想定しているか。

【回答】（事務局）

- ・ 今回実施した検討エリアの経済性評価は、本委員会での御意見を踏まえ、ある程度リアリティのある試算として、次回委員会で改めて示したいと思っている。一方で、姫路エリアのモデルケースを実現するために何が必要か等、具体的な検討を深掘りしていくというよりは、それらも踏まえて課題の洗い出しを進めるイメージだ。

議事（5）：その他

【コメント①】（委員）

- ・ 姫路の事例をこれ以上深掘りするつもりはないということだったが、おそらく実際に提言を出す際にはモデル試算として対外的に発信することになるだろう。ゆえに、試算結果も踏まえて、姫路市の方とも意見交換できれば面白いだろうと思う。

【回答】（事務局）

- ・ 検討したモデルケースも踏まえ、姫路市には改めてアプローチできればと思う。

【コメント②】（委員）

- ・ 港湾/空港等、各ケースによって何桁も異なる規模感を 1 つの手法で評価するという大変難しいことに取り組んでいると感じた。今後はロードマップを検討すると思うが、モデルケースを起点にして社会に広げていけるよう、連続性のあるものが作れると良いと思う。今日の議論は供給コストを中心にしていたが、一方で社会コストの観点からももう少し考えることがあるのかどうか、想像しながらこの先の議論に続けられたらと思っている。

【コメント③】（委員）

- ・ 今日の実現可能性に向けた必要条件に関する話があったと思うが、実際にはこれからいろいろなエリアでの検討を進める上で、もっと他の要素を加味していかなければならない。もちろん経済合理性も大事だが、ユーザーの利便性/万が一何かトラブルがあった場合のリスク等、包括的に検討する必要がある。それらは具体的に運用を考えているエリア/事業者の方々との連携が非常に重要になるので、そのためのロードマップを示し、常に必要に応じて見直すことも重要だろう。そのあたりを念頭に置いて、今後の作業を進めてほしい。

以上