

**産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会
産業構造転換分野ワーキンググループ（第1回） 議事概要**

- 日時：令和3年5月24日（月）15時30分～17時30分
- 場所：オンライン開催（Webex）
- 出席者：（委員）白坂座長、稲葉委員、大藺委員、片田江委員、関根委員、高木委員、長島委員、林委員
（オブザーバー）東京都市大学 岡田准教授、九州大学 北原准教授、JAXA 伊藤次世代航空イノベーションハブ長、日本政策投資銀行 竹森イノベーション推進室長、九州大学 佐々木水素エネルギー国際研究センター長、九州大学 林教授、NEDO 今井理事
- 議題：
個別プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（案）について
 - ① 次世代船舶の開発
 - ② 次世代航空機の開発
- 議事概要：
事務局等より、資料4～7に基づき説明があり、議論が行われた。委員等からの主な意見は以下のとおり。

1. 次世代船舶について

- 総論として島国では、海運や造船への支援が必要。水素利用の観点から燃料を水素、アンモニアに変えるのは正しいし、他に選択肢はない。自分の専門である燃料電池が出てこないのは残念だが、出力・コスト等の観点で小型船以外に使うのは難しいのでやむなし。水素はタンクの搭載場所や設計が課題であるのに対し、アンモニアは水素より液化しやすいので優位と期待されているのだろうが、他方で、アンモニア合成はエネルギー消費型のプロセスなので、トータルでCO₂の削減ができるかというところに課題がある。新しい省エネな合成法の開発が必要になるのではないかと。LNGは、カーボンニュートラルなのになぜ化石燃料なのか、という指摘があるかもしれないが、重油と比べればCO₂排出が少なくしばらく使っていけるを得ない。将来的にCO₂フリーの合成燃料に転換していくという方向性は理解するが、過度の期待をしない方がいい。再エネによる水素から合成燃料を製造するよりも、水素そのもので用いる方が効率的であるのだから、水素混焼や水素への転換が可能か検討する必要があるのではないかと。
- 1点目は、海事産業クラスターがフルセット型として国内で完結しているということだが、燃料の非連続的変化への対応に際して、フルセット型ゆえ、対応が遅い部分に全体が引きずられないよう注意が必要。そういう観点からも、これまでいなかった新たなメンバーの参画も歓迎すべきではないか。また、水素やアンモニアに比べてLNGに関する不確実性の程度はかなり違う点も留意が必要。LNGについては、既存のサプライチェーンが使

えるため、必要であれば企業が自ら実施するのではないか。資料8「研究開発・社会実装計画について御議論いただきたい事項」に記載されている民間企業が自主的に取り組む内容を支援対象に含んでいないかという点との関係が気になるので、追加の説明をお願いしたい。

- メタンスリップ対策に係る技術開発は不確実性があるので、研究開発の対象に含める整理ということだと理解したが、いかがか。
- LNG 燃料船の開発も進めるに越したことはないが、より不確実性が高いものに重点化して支援を行う選択肢もあるのではないかという趣旨で申し上げた。引き続きよく検討して欲しい。
- テクノロジー投資を15年してきた経験上、勝てる技術に投資すること、市場に受け入れられるものを作ることが大事。そのため、良いエンジンがあるだけではなく、実装に不可欠なサプライチェーンも並行して整っていることが必要。海外の動向や競合の取組を踏まえ、どこに日本がフォーカスすべきか検討が必要。例えば、アンモニアはMAN社が（日本企業のライバルに）ライセンスを供与しているということであるが、このような環境の中で、現在ある技術のバージョンアップでも良いし、新規技術開発でも良いが、長期間に渡り多額の予算を投じたからといって突き進むと、結果として上手く行かないというようなケースもあり得る。技術オリエンテッドにならずに、世界の政策や技術の動向、海外の競合企業の動きについてもよくベンチマークしながら検討してほしい。
- 貨物船は、船籍が日本か外国なのかがポイント。日本では海外用船の割合が多く、大半がパナマ船籍などになっている。外国籍船に対して日本の政府としてコントロールできない中で旗を振っても有効な取組にはならないのではないか。他方、日本の総貨物4000億トンの国内輸送に対して、自動車による貨物輸送は2000億トン弱、内航貨物1800億トンと、内航船が半分程度を担っており、ここは日本政府から（温室効果ガスの排出規制等を掛けて）コントロールしやすい範囲であり、ここに新しい技術を入れていくのはやりやすいのではないか。また、水素、アンモニアはある意味先物であり、メタンは今の技術で対応できる点も留意が必要。メタン合成も、プロトネーションの考え方もあるので水素にかぎらない。アップヒル反応とダウンヒル反応を一段で起こすことで、水素経由より安く作ることも可能かもしれない。色々な可能性を考えながら支援していくべき。
- 3点ある。1点目は社会の全体像を考えたとき、水素があらゆるものの動力源になるとすると、現状では、燃料による他のモビリティとの棲み分けがあるが、これが将来的にどうなっていくのか。現状では分からないと思うが、いつ頃どのようにして見極めるのかが重要。2点目は国際連携について、最初の段階では日本国内のグループで技術開発をして海外に売ると

いうことでも良いと思うが、技術開発が進んだ時に海運まで含めて一体で取り組めるだろうか。どこまでパッケージを広げるか、国内のコンソーシアムからどのように発展させるか検討が必要。例えば5年たった段階でグルーピングを見直すのも一案ではないか。3点目は、分野ごとの特徴を踏まえた考え方を示してもらえば良いが、基本的に船舶も含めて、全ての分野でテクノロジーレベルをTRLでしっかり示して欲しい。船舶については、最終的な目標は8-9を目指していると認識しており、他の分野に比べたら高い目標。現状TRLが2、3であることをしっかり示して、研究開発の必要性を広く世の中に理解してもらう必要がある。船は荷物を積むスペースが広く取れることが重要であり、燃料タンクが占めるスペースは大きな課題。次世代船舶における船形自体の最適化はTRL2-3程度にあるという認識であり、今後、様々なアイデアが必要。今回のプロジェクトにそれが含まれているのかが分からなかった。もし外れているなら、他のところでどんな検討がなされているかを示してもらうのが重要。

- これまで水素利用やJAXAの会議にも出席したが、省庁横断型のプロジェクトは難しかったので、今回の基金事業は画期的だと思う。3点あるが、1点目は船舶について、水素、アンモニア、LNG燃料船は、それぞれ大きさや用途によって棲み分けがされ、課題も異なってくると思うので、幅広く提案者を募ってステージゲートで絞っていく形が良いのではないかと。技術だけではなくビジネスでも勝てるようにするため、加速化する資金の投入も必要かもしれない。国際的なルール作りも引き続き行っていく必要がある。2点目は、航空機について水素関連技術、軽量化技術では日本の強みが活かせると思う。水素タービンがメインで、電化とのハイブリッドも検討していると思うが、水素エンジン、タンク、軽量化部材は、いずれも世界を主導できるポテンシャルがあるので、日本の強みを伸ばすことで、機体構造材だけの供給から抜け出すチャンス。完成機事業で日本は苦労しているが、欧米のOEMに限らず、日本が完成機を作れるポテンシャルがあることを示してもらいたい。
- 既存産業、環境課題の解決、ゼロエミッション化に向けた代替燃料、必要技術やインフラ等も一通りカバーできている。また、リスクマネジメントの観点も織り込まれていると認識。新技術をテコに需要の創出も期待できる。CO₂削減効果については、船舶利用時の削減分は示されているが、既存モビリティの廃棄で生じる分や、レトロフィットの可能性も含めた総量が見えづらいので、全体での効果測定をよく考えた方が良いのではないかと。SDGsの達成、コロナ禍後の社会の変化により、リモート化や地産地消など地球に優しい行動への変容で非連続的な変化が起こることもあり得るので、移動総量の変化や、1トンあたりの削減量を考慮したミクロの削減量の検討も必要。モータルミックスと、その中でのモビリティミックスのシナリオプランニング、シミュレーションなどをしっかりと行うべき。利用状況の確認や利用者を引き寄せるデジタルの仕掛けを併せて作っていくことで効果も最大化される。

他のモーダルまで考えるのが難しいのなら、まずは船舶のみで最適な活用方法を考えればいい。

- ESG ファイナンスに関して、船舶はブラウンに分類されるので、トランジションファイナンスが必要になってくるが、ファイナンスの前提となるベストアベラブルテクノロジーが何かという提示はない。2050 年にカーボンニュートラルが前提で基本概念だが、船舶分野では IMO が(排出量基準年である 2008 年比で)2050 年に総排出量 50%減という目標を設定している、マイナス 50 ではなくもっと減らすという話もある。海外工場やサプライチェーンなども日本が主導しつつ、グローバルに方向性を説明し、実装していくことが、国際海運での企業の投資につながりやすい。民間資金を呼び込むには、金融の視点から、定量的に結果を示していくことが重要。

2. 次世代航空機について

- 炭素繊維について、東レ、三菱ケミカル、帝人の 3 社の国際競争力が高いので、投資を継続することは有意義。テーマとして最適なのではないか。航空機業界だけではなく、波及効果が高い点は評価すべき。
- 複合材は先端的な技術で日本に優位性があるため、さらにその地位を上げていくという考えには賛同する。他方、これまでエンジンのコアや機体の内部（コンピュータ部分等）には日本が参画はできていない中、どれだけ勝算があるかは、今日の説明では分からなかった。
- 複合材に予算を投下するのは良いアプローチだが、同時に将来航空機に搭載するためには技術のハードルが高いようにも見える。国際競争力が高い 3 社が、デジタル技術も活用して、マテリアルインフォマティクスとして知恵を持ち寄った共同研究を立ち上げてみるようなことも必要かもしれない。また、リサイクル性もまだまだ低いので、サプライチェーンを含めて検討できると良い。
- 航空機の研究開発は高い技術レベルが要求されるため、プロジェクトを通じて工学や基礎科学のレベルアップという形で波及効果があることは良い。複合材については、材料的には良いと思うが、どのあたりまでパッケージングして売り出すのかが説明からは分からなかった。水素エンジンについても、TRL 4 程度で何を実証するか OEM と話をして決める必要があるのではないか。ステージゲートで TRL と絡めて説明してもらいたい。
- ロールスロイスやプラットアンドホイットニー等の既存の航空エンジンにおいては、一部サプライヤーとして入り込んでいるということだが、燃料が水素になった場合に日本の技術がどこに入りこめるか分からなかった。燃焼器なのかブレードなのかをしっかりと詰めるべき。炭素繊維に競争力が

あるのは良いが、ボーイングの話では、炭素複合材は破壊予測ができず、いつ使えなくなるかがわからない点が問題になっている。ジュラルミンは、これまで様々な検証から使える限界を明確にしてきて、安全性を高めているが、炭素複合材は破裂の予測が難しいということである。接合方法も含めてどう対応していくのか。スパコンの富岳を使ってシミュレーションなど出来ると良いなと思った。また航空業界においては、Point to Point から Hub and Spoke へと推移してきたが、コロナ後に Point to Point が生きながらえるなら、(小型機を供給する) ブラジルのエンブラエルに技術を供給して支えるという選択もあるかもしれない。業界構造の変化も見極めて、取組に重みづけをした方が良いのではないか。炭素複合材の破裂についてコメントがあればお願いしたい。

- 航空機がもたらす価値は、国際的人の移動を通じて国際社会の分断を越えられる手法として重要であり、環境負荷がない運用をぜひ実現してもらいたい。エンジンについて、電気や SAF も考えられる中で、水素エンジンに絞り込んでいることについては理解。全てに支援すれば何らか成功することは見込めるかもしれないが、一番勝てそうなところにフォーカスすることは賛同する。仮に状況の変化により実現が遠のいたり、結果的に市場規模が小さかったりした場合も、取り組もうとした判断はポジティブに評価されるべき。
- CO2 削減に関して、これまで航空分野の排出量は（全体の中でみれば）多くないと思っていたが、船舶分野と同程度に排出するということであれば、しっかり削減に取り組んでいく必要がある。日本製の部材が使われているのは、日本の強みなので、支援を継続する必要がある。航空機産業のゲームチェンジの機会にして、航空機のエンジン製造なども日本を支える産業に育てられると良い。
- 技術開発のステップアップに関して、課題のレベルが高いので、メーカーの技術をしっかりウォッチしてほしい。今は水素の確保が難しいので、その部分で企業がリソースをかけているかチェックできるのではないかな。他方、水素技術だけではなくインフラができることも必要。これまで日本はエンジン開発で入り込めてなかったが、最近はコア部分に参画する直前まで来ている。高温材料、低 NOx 技術を発展させ、水素燃焼に応用していけると良いのではないかな。水素は宇宙技術で活用されているので、水素ロケットを製造する重工業メーカーの知見も参考にできるのではないかな。標準化について、日本が国際的に主導していくことにも期待。
- 社会実装について、船舶と航空機で主体が異なる。船は船主やオペレータだが、航空機はボーイング等の機体を組み立てる会社に対して技術を売り

込むことになる。社会実装に当たっては、それらの主体が望む技術にするための支援が必要。

- 現業あつての新規案件であるが、業況が厳しく企業も人的なリソースに余裕がない中、技術開発も厳しいと思うので、トランジションへの丁寧な対応が必要。長島委員からあつたレトロフィットの延命利用も有効なのではないか。完成機であるスペースジェットの開発も進めてきたので、過去の実績や反省も含めて上手く活用しながら検討を進めて欲しい。

3. 次世代船舶・次世代航空機共通

- 両事業に共通するが、水素、アンモニアなどの技術開発を進める過程でトラブルなどがあると思うが、安全を担保する知見共有等の仕組みが必要。
- 燃料電池は自動車でも市販化されているが、新技術の導入に当たっては規制緩和が必要になって来る。船舶・航空機でも開発と同時に先立って考えていくべきなので、計画に盛り込んでいただけると良い。
- 1つ目は、プロジェクトという言い方が気になった。プロジェクトというと目標達成がゴールという印象だが、本件は社会実装してCO2削減等まで繋げることがゴール。そのため、開発継続を既定路線にするのではなく、状況変化を踏まえて中断することも必要。WGの中でも意識していきたい。2つ目は、ベンチマークについて、その分野の競合他社だけを見てみると主流ではないものにはってしまう可能性もあるので、世の中の動きをよく見る必要がある。その点で、個々の事業だけでなく横断的なステージゲートを設定する必要もあるのではないかと。3つ目は、2つ目との関連で、横串で見ることで分かることがあることにも留意する必要がある。4つ目は他業界、他分野、ベンチャーの巻き込みも必要。今ある技術を深化させることと、知の探索を通じて新たな技術を生み出していくことの両面において、違う分野の主体を巻き込んでいくことが重要。5つ目は、航空機の安全の認証のように、標準や認証に対応しないと輸出できないということ。作ってから早く市場に投入できるようにするために、あらゆることにおいて安全性などの説明責任を最初から意識していく必要があるということ。良いものを作っても説明ができないようではだめである。

以上

(お問合せ先)

産業技術環境局 環境政策課 カーボンニュートラルプロジェクト推進室

電 話 : 03-3501-1733

F A X : 03-3501-7697