

ISFJ2023

政策フォーラム発表論文

大規模水素需給創出に向けた政策提言¹

～2050 年 CN の一翼を担う水素社会の実現～

名古屋市立大学
板倉研究会
環境・エネルギー①
秋田優作
石橋颯真
長江崇哉
花部将太

2023 年 11 月

¹ 本稿は、2023 年 12 月 16 日、17 日に開催される ISFJ 日本政策学生会議「政策フォーラム 2023」のために作成したものである。本稿にありうる誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。本稿の執筆にあたって、板倉健教授(名古屋市立大学)をはじめ、多くの方々から熱心かつ有益なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。

要約

日本のエネルギー資源は乏しく、今なおその多くを海外からの輸入に頼っている。ロシアによるウクライナ侵攻が始まって以来、燃料価格の高騰が続き、エネルギー安全保障の観点から各国のエネルギー政策の見直しが行われている。日本も例外ではなく、2050 年カーボンニュートラル(以下、CN)の達成という観点も踏まえると、現状のエネルギー供給をより CN に適合するものへ転換するといった、大幅なエネルギー転換が必要である。その中で、水素は次世代エネルギーとして大きな役割を担うべき存在で、2023 年に改定された水素基本戦略では 2050 年に向けて官民一体となって水素社会を早期実現する国家としての意志が示された。水素は燃料として発電・燃焼時に CO₂ を排出することがなく、日本は関連技術の優位性を有する分野である。しかしながら、依然として水素社会実現への障壁は高く、水素需給両面双方への適切な制度設計が不足している。特に具体的な数値に基づいた政策や方針の明示が不足しているため、民間企業等が投資をする際の足枷となっている。また、水素産業と関連産業への経済的分析が数少ないため、具体的なビジョンを描き、グランドデザインを明確化することが官民双方としてできていないのが現状である。

本稿では「水素社会実現に向けた需要・供給両面への具体的な政策の不足」を問題意識とする。研究を通じて、2050 年 CN の実現に水素が果たす役割を明らかにし、定量的な数値に基づいた実効性のある政策を提言することで、本稿のビジョンである「2050 年 CN の一翼を担う水素社会」を実現する。

先行研究として鷺津・中野(2018)、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)、資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)を挙げる。鷺津・中野(2018)では「経済全体にもたらすマクロ的波及効果の分析手法としては、産業連関分析が有効である」(鷺津・中野, 2018)としており、需給両面への政策を考えるために、水素産業と関連産業が互いに与える波及効果の分析には産業連関表の活用が効果的であると示されている。再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)では日本が世界の水素社会構築への牽引役としてリーダーシップを発揮する具体的な方針が、資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)では水素に関する新たな目標値設定の必要性や日本が持つ水素関連技術の強みを活かし、今後の官民の打ち手を戦略として位置付ける水素産業戦略の策定について示されている。しかし、鷺津・中野(2018)では水素産業が日本産業全体や水素関連産業にもたらす波及効果や 2030 年・2050 年という中長期的視点での分析は行われず、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)、資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)では定量的数値に基づいた具体的な制度設計が示されていないため、官民双方として水素社会実現を推進できていない点が限界として挙げられる。

本稿では産業連関表を用いて水素産業と関連産業の波及効果を分析する。分析の結果、2022 年度において水素産業は他エネルギー部門と比較して遜色ない波及効果を創出できること、2030 年度において経常補助金・一般政府消費支出・間接税の変化が水素産業に正の影響を与えること、2050 年度において水素産業は主要エネルギー部門の中で最も波及効果を創出する産業であることがわかった。この結果を踏まえ、以下の政策提言を行う。

【政策提言 I-i 政府による補助金給付】

【政策提言 I-ii 政府による水素買取】

【政策提言 I-iii 水素産業への優先投資】

【政策提言 II-i 地方版 NEDO として「REDO」の設置】

【政策提言Ⅱ-ii 「GX 銀行と水素重点部門」の設置】

まず、水素産業育成を重点的に支援・促進するための政策として、政府による補助金給付を提言する(政策提言Ⅰ-i)。また、大規模需給創出、そして水素社会実現への大きな課題となっている水素価格の低減に対し、政府による水素買取を提言する(政策提言Ⅰ-ii)。さらに、水素産業育成と石油・石炭産業の事業・エネルギー転換(適切なGX促進)のための政策として、水素産業への優先投資を提言する(政策提言Ⅰ-iii)。以上が2030年に向けた政策である。次に、2050年に向け、地産地消での水素利活用促進、そして水素社会実現のため、各地方に密着した研究開発・実証の支援を行う「RED0」の設置を提言する(政策提言Ⅱ-i)。また、GXの重点分野別に継続的支援を実施する枠組みと特に水素産業について育成と初期段階の市場への支援制度の必要性に対し、「GX 銀行と水素重点部門」の設置を提言する(政策提言Ⅱ-ii)。これらの政策提言を通じて、大規模水素需給の創出が促進され、我々がビジョンとして掲げる「2050年CNの一翼を担う水素社会の実現」が達成される。

目次

要約	2
第1章 現状・問題意識	5
第1節 水素産業をめぐる現状	5
第1項 カーボンニュートラルと水素	5
第2項 水素の種類と製造方法	6
第3項 水素の利用価値と需要量	8
第2節 各国の水素戦略	9
第3節 国内生産と国際水素サプライチェーン	11
第1項 水素供給	11
第2項 国内生産	12
第3項 国際水素サプライチェーン	12
第4節 ヒアリング調査	13
第5節 問題意識	15
第2章 先行研究及び本稿の位置づけ	17
第1節 先行研究	17
第2節 本稿の位置づけ	17
第3章 分析	19
第1節 分析の方向性	19
第2節 2022年度の産業連関分析	19
第1項 分析の枠組み	19
第2項 変数とデータ	19
第3項 分析結果	20
第4項 2030年に向けた政策の可能性	22
第3節 2050年度の産業連関分析	23
第1項 分析の枠組み	23
第2項 変数とデータ	24
第3項 分析結果	25
第4章 政策提言	29
第1節 政策提言の方向性	29
第2節 政策提言	30
第1項 政策提言Ⅰ-i:補助金政策	30
第2項 政策提言Ⅱ-ii:水素買取政策	32
第3項 政策提言Ⅰ-iii:優先投資政策	33
第4項 政策提言Ⅱ-i:地方版NEDOとして「REDO」の設置	35
第5項 政策提言Ⅱ-ii:「GX銀行と水素重点部門」の設置	37
第3節 政策提言のまとめ	39
おわりに	40
参考文献・引用文献・データ出典	41

第1章 現状・問題意識

第1節 水素産業をめぐる現状

第1項 カーボンニュートラルと水素

近年、世界全体で環境に配慮する取り組みが促進されている。その中の最重要課題の一つが「気候変動問題」である。2015年に締結されたパリ協定では、温室効果ガス削減に向けた国際的な取り決めが行われた。その後、日本政府は2017年に独自の基本戦略を策定し、2020年にはカーボンニュートラル(CN)²を宣言した。脱炭素社会実現へ向けた配慮は、国、企業、地域、国民それぞれが向き合うべき課題なのである。

その中でも、将来有用なエネルギー源として期待されるのが「水素」である。将来的にCO₂を排出するエネルギーを削減していかなければならないが、現時点では再生可能エネルギーのみで全てを代替することは不可能であり、次世代エネルギーの「水素」がその一部を担うことに期待が集まっている。

水素を利用することで得られる効果はいくつかあるが、「水素を燃料とした発電や燃焼時にCO₂を排出することがない」ことに大きな価値がある。同様に電化による脱炭素化が困難な産業分野(原料利用・熱需要)等の脱炭素化に貢献できることにも大きな価値がある。国内での製造から海外への輸出入を通じ、発電や輸送等の幅広い分野において脱炭素化を実現させる鍵となる。さらに、水素はCNに貢献するだけでなく、我が国の経済成長やエネルギー供給の安全性の観点からも重要な役割を担う。実際、2021年発表の第6次エネルギー基本計画においても、エネルギー政策的に水素が新たなエネルギー源として位置付けられ、2023年の水素基本戦略改定では、国内市場のみならず、海外市場の取り込みを念頭に置いた戦略の策定や、GX³における水素の重要性と早期の水素社会実現に向けた国家の意志が示されている。

以下の表1は水素関連の国内・国際的な条約や戦略の策定年表である。日本政府は水素の取り組みに対して、他国と比較しても早期かつ積極的な姿勢を示していたことがわかる。

² 2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすること。

³ Green Transformationの略称。化石燃料をできるだけ使用せず、クリーンなエネルギーを活用していくための変革やその実現に向けた活動を指す。

表 1 水素関連の国内・国際的な条約や戦略の策定年表

年度	条約・戦略策定
2015 年 12 月	パリ協定締結
2017 年 12 月	水素基本戦略策定
2019 年～2020 年	諸外国の水素戦略策定
2020 年 10 月	2050 年のカーボンニュートラル宣言
2020 年 11 月	グリーン成長戦略策定
2021 年 10 月	第 6 次エネルギー戦略
2023 年 6 月	水素基本戦略改定

産業技術環境局・資源エネルギー庁筆者(2022) 「クリーンエネルギー戦略 中間整理」より筆者作成

第 2 項 水素の種類と製造方法

水素は多様な資源から製造可能であることも大きな魅力である。しかし、その方法によっては製造過程で CO₂ が排出される。ここで議論を進めるにあたり、水素の種類を色付けによって定義する。

まず、天然ガスや石炭等の化石燃料から取り出すことで製造する水素を「グレー水素」と呼ぶ。非常に安価なコストだが、製造によって大量の CO₂ が大気中に排出される。現時点では最も一般的な方法である。

次に、グレー水素製造によって生成される CO₂ を地中などに回収・貯蔵することで排出量を実質ゼロとしたものを「ブルー水素」と呼ぶ。ここでは、CCS⁴や、CCUS⁵といった二酸化炭素回収技術を用いる。

そして、再生可能エネルギーを利用した電力で水を電気分解することで製造する水素を「グリーン水素」と呼ぶ。製造による CO₂ の発生がないため、最も環境に優しい水素である。その反面、他水素と比べて非常に生産コストが高い。

その他、原子力発電による電力を用いて製造する「イエロー水素」、別製品を製造する工程で生成される「ホワイト水素」など細かく分類できる。

本稿では、議論を明確にするためにも、上記の「グレー水素」、「ブルー水素」、「グリーン水素」の 3 種類を主として研究を進める。また、製造過程において二酸化炭素を排出しない CO₂ フリー水素として、ブルー水素とグリーン水素の 2 つを合わせて「クリーン水素」と定義する。

⁴ Carbon dioxide Capture and Storage : CO₂ を回収・貯蓄すること。

⁵ Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage : 回収・貯蓄した CO₂ を有効利用すること。

表 2 水素の分類

	製造方法	CO ₂	1 kg あたりのコスト (＄)
グレー水素	天然ガスや石炭から水素を取り出す	大気中に放出するため温暖化の原因に	1～2
ブルー水素	天然ガスや石炭から水素を取り出す	CCUS の技術を使用し、地中に回収・貯蔵することで排出を実質 0 に	2～3
グリーン水素	水を再生可能エネルギーで電気分解して水素を生成	製造過程で CO ₂ を発生させないため、環境に優しい	3～7

Bloomberg Intelligence (2022) 「Clean, versatile hydrogen emerges as key decarbonization vector」より筆者作成

現在、水素製造の原料として褐炭⁶の注目度が高い。生産地として、オーストラリアのニューサウスウェールズやメルボルンが適している。褐炭は輸送や発電の効率が悪く、乾燥すると自然発火の恐れがあり、採掘しても近くの火力発電以外は使用できない。そのため、取引量が少なく、安価なエネルギー資源である。この褐炭をガス化することで水素を取り出す。しかし、石炭のガス化⁷には多大なエネルギーが必要であり、水素を製造するために必要なエネルギー量と水素から作ることができるエネルギー量の比較検討を行う必要がある。また、発生する CO₂ を地中に埋めることで実質排出量をゼロとするが、ここで埋めた CO₂ は単なるコストでしかない。CCS 化は完全なカーボンフリーであるかは議論の余地がある。CCUS 化することができれば、回収した CO₂ を別の用途として利用することができる。別の用途として考えられるのは新たな燃料や化学品原料、プラスチック等への分解・変換である。

グリーン水素は再生可能エネルギー由来だが、日本は再生可能エネルギーを含む資源賦存量が国内需要に比べて小さい。特に、太陽光は中国産の原料への依存が大きい。低コストである反面、人権⁸の観点を考慮すると ESG⁹の問題が残る。

また、液化水素は、超低温に耐えうる材質や技術面での困難性から、輸送や貯蔵に適していない。そのため、コスト面や安全性に考慮すると、水素の輸送キャリアとして石炭や

⁶ 水分や不純物を多く含んだ石炭のこと。

⁷ 石炭を燃料ガスの主成分である一酸化炭素と水素に変化させること。

⁸ ウイグルの強制労働など。

⁹ Environment、Social、Governance の頭文字を取った言葉。

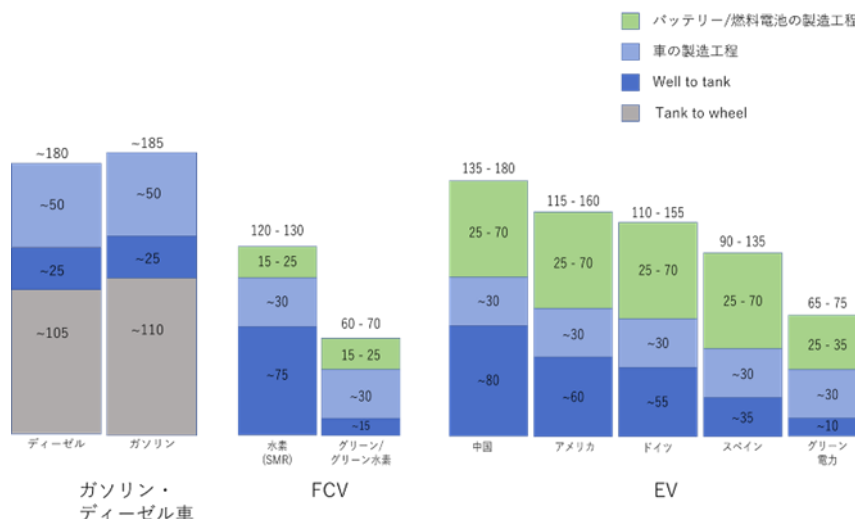
液化アンモニア¹⁰、MCH¹¹を選択することも多い。

環境を第一に考えれば、グリーン水素が最適であることは間違いない。しかし、水素を普及させていくことに主眼を置けば、ブルー水素やグレー水素の存在をある程度許容していく必要もある。

第3項 水素の利用価値と需要量

次に、具体的に水素を利用した際に得られる効果について考える。以下、「Hydrogen Scaling up (Hydrogen Council¹², (2017))」を参考にした。水素を利用することで、年間約60億トンのCO₂削減が可能となる。これは、パリ協定で合意された「2℃シナリオ¹³」を達成するのに必要な削減量の20%程度を賄うことができる。また、CO₂排出削減の中でも特に、運輸部門において高いポテンシャルを持ち、32億トンの削減に貢献する。FCV¹⁴では、グレー水素を使用した場合でもガソリン車やEV車よりも環境性能が高い。また、航続距離や充填時間においても優位性を持ち、将来的な成長見込みも大きい。

図1 乗用車の燃料別CO₂排出量(g/km)



Hydrogen Council (2017) 「Hydrogen Scaling up」より筆者作成

次に、グレー水素とクリーン水素を比較した場合を考える。現在、最も一般的なグレー水素の製造方法は水蒸気改質法¹⁵である。この方法では、水素を1kg製造するのにあたり、

¹⁰ アンモニアを液化させたもの。アンモニアは窒素と水素の化合物であり、水素と同様に環境への貢献度が高く評価されている。液化しやすい点とCO₂が削減できるアンモニア混焼が注目を浴びている。

¹¹ メチルシクロヘキサン。水素ガスと比較して体積あたり500倍以上の水素を含む。

¹² 水素エネルギー利用の意向に向けて共同のビジョンという長期的な目標を提唱。

¹³ 「産業革命後の気温上昇を2℃未満に抑える」という気候変動における危険レベル。

¹⁴ 燃料電池車。FCは燃料電池のこと。

¹⁵ メタンガスと水蒸気を反応させて水素と一酸化炭素を取り出す方法。

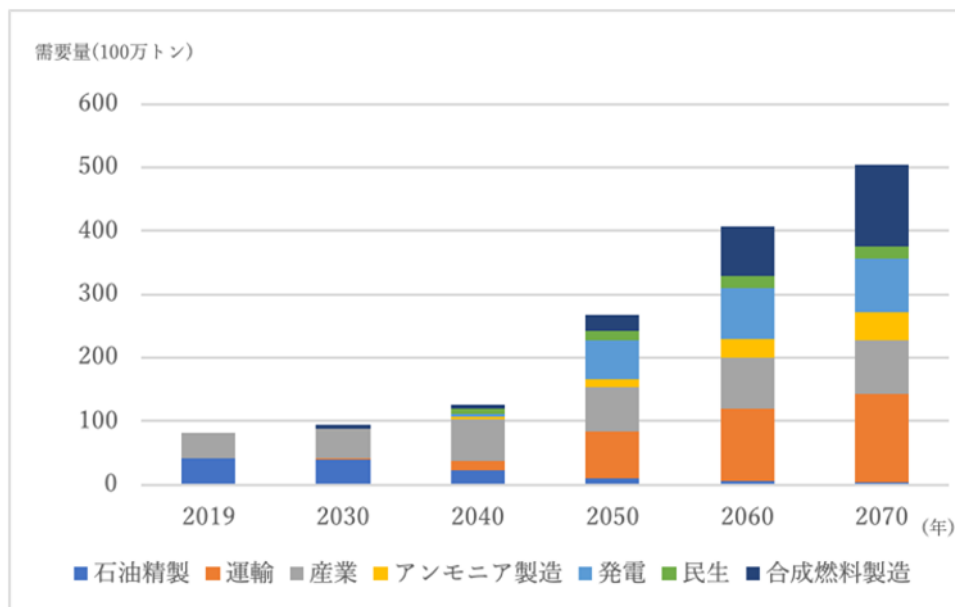
5. 5kg の CO₂ が排出¹⁶される。

また、1km 走行あたりの排出量で換算すると、Well-to-Tank¹⁷で、グレー水素は最大 75g、クリーン水素は最大 15g である。

その他、2050 年の水素経済ビジョンでは年間 2.5 兆ドルの水素関連市場と 3000 万人の雇用を創出する計画である。

年々水素の需要は高まっており、IEA によると、2020 年の世界水素需要は約 9000 万トンである。水素の用途としては、運輸部門での燃料の他に、水素発電やエネファーム¹⁸、化石燃料の代替、産業用利用¹⁹、エネルギー貯蔵等の多岐にわたる。その中でも、日本や米国を中心に世界全体で運輸部門を軸とした需要のポテンシャルがある見込みであり、燃料電池車等の研究開発が各地で進められている。さらに、パリ協定の目標を遵守していけば、発電や合成燃料製造の需要が更に拡大していき、2050 年には約 2 億 9000 万トンにまで及ぶと推測される。

図 2 世界の水素需要量



IEA(2020)「Energy Technology Perspectives 2020」より筆者作成

第 2 節 各国の水素戦略

前節において、水素（とりわけクリーン水素）がエネルギー源として重要な役割を担うことがわかった。しかし、現状製造されているほとんどの水素はグレー水素である。IEA

¹⁶ 化学式「 $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$ 」を用いて計算した場合。

¹⁷ 燃料を車に入れるまでの排出量。Tank-to-Wheel：燃料を車に入れてから走行中の排出量。

¹⁸ 都市ガスや LP ガスを燃料として自宅で電気とお湯を作るエネルギー供給システム。

¹⁹ 産業用利用のうち 99%が石油精製である。

によると、世界全体の 95%以上²⁰にも及ぶ。この現状を受け、各国が独自の水素戦略を掲げているが、地域における再生可能資源の使用可能量や生産技術等が大きく異なるため、目標導入量や将来の生産コスト予測に差がある。日本では、水素導入量及びコストの目標を経済産業省が以下の表 3 のように定めている。

表 3 水素導入量及びコスト目標

	2020 年	2030 年	2050 年
年間導入量	約 200 万 t	最大 300 万 t	最大 2000 万 t
コスト	100 円/Nm3	30 円/Nm3	20 円/Nm3

経済産業省(2021)「水素政策の最近の動向について」より筆者作成

表 3 からわかる通り、2050 年にかけて大きく導入量を伸ばしていく必要があり、生産技術の向上に伴って生産コストも改善シナリオを掲げている。2017 年に水素基本戦略が策定され、日本が世界に先駆けて CN に向けた水素社会実現を牽引していく姿勢が示された。また、2023 年に改定された水素基本戦略では需給両面の方向性や支援制度等の方針が明確化された。その中でも市場の立ち上がりが相対的に早く、市場規模も大きいと考えられる分野と、日本企業が技術的優位性を持っていると考えられる分野の二つの観点から以下 5 類型(1. 水素供給、2. 脱炭素型発電、3. 燃料電池、4. 水素の直接利用、5. 水素化合物の活用)、9 分野(上述した 5 類型のうち、水素供給を水素製造・水素サプライチェーンの構築、水素の直接利用を脱炭素鉄鋼・脱炭素型化学製品・水素燃料船、水素化合物の活用を燃料アンモニア・カーボンリサイクル製品に細分化したもの)を中核となる戦略分野とし、重点分野と定めた。政策の方向性として示されているのは規制・支援一体型の制度を需給の両面から措置・水素普及の加速化である。具体的に供給面では既存燃料との価格差に着目した大規模サプライチェーン構築支援と低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討、需要面では需要創出に向けた省エネ法の活用と燃料電池ビジネスの産業化を計画している。

続いて、他国の水素政策についても触れる。オーストラリアでは 2019 年、ドイツでは 2020 年にそれぞれ国家水素戦略が策定された。オーストラリアは生産技術、主に価格競争の部分に力を入れ、輸出国としての立ち位置強化に力点が置かれている。また、クリーン水素サプライチェーン構築・試験・実証等の産業規模の拡大を狙った施策を展開している。2030 年までに-26~28%の CO2 排出削減を目標としている。

ドイツでは、国内の水素技術創出や設備投資に対して多額の支援を行っていることが特徴である。グリーン水素転換へ向けた取り組みや、水素関連のインフラ強化に注力している。特に欧州域外からの水素輸入サポートメカニズム H2Global を展開し、2036 年までの 10 年間の輸入に向けた入札を実施。2023 年度予算として当該スキーム向けに 35 億ユーロを確保している。また、2030 年までに、EU 統一目標である-55%の温室効果ガス²¹排出削減目標を最低ラインとして、2050 年には-80~95%削減するなど長期的に高い水準を目標としている。

現在、この 2 国は水素産業において高い競争力を誇る国であるが、協議された時期は意

²⁰ IEA から出典。

²¹ 温室効果をもたらす大気中に拡散された気体のこと。

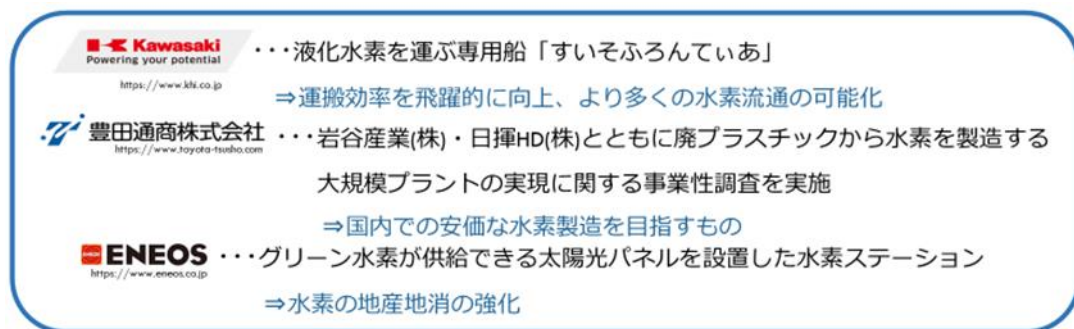
外にも遅い。日本は他国と比較しても、早期に問題意識を持ち、取り組みを始めたことがわかる。

また、日本の各企業も水素産業における様々な分野で高い技術を有している。その中の一つが運搬技術である。川崎重工業株式会社は、世界初の液化水素を運ぶ専用船「すいそふろんていあ」を開発した。 -253°C に冷却して、気体の 800 分の 1 の体積となった液化水素を安全かつ大量に世界各地に運ぶ技術である。開発した運搬船での液化水素の運搬は、2022 年にオーストラリアと協力して実証にも成功している。この技術は運搬効率を飛躍的に向上させ、より多くの水素流通を可能とする。

豊田通商株式会社は、岩谷産業株式会社・日揮 HD 株式会社と共に廃プラスチック²²から水素を取り出す大規模プラントの実現に関する事業性調査を実施している。これは EUP プロセス²³を利用したものであり、廃プラスチックの回収と水素製造によって国内での安価な水素製造を目指すものである。製造する水素の低炭素性定義については関係省庁を含め検討がなされている。

ENEOS 株式会社では、神奈川県横浜市旭区において、グリーン水素が供給できる太陽光パネルを設置した水素ステーションを運用している。大規模なサプライチェーン以外にも、限定的なエリアにおいて水素の地産地消を強化する取り組みを行う企業も増えている。以下、図 3 は各企業の取り組みについて簡潔にまとめたものである。

図 3 各企業の取り組みについて



筆者作成

第 3 節 国内生産と国際水素サプライチェーン

第 1 項 水素供給

日本には水素社会実現に向けた先進的かつ前進的な姿勢やそれに付随する技術がある。しかしながら、将来的に更なる水素供給を行うにあたり、日本の資源の少なさや水素生産コストの高さから国内の水素供給を自国だけで賄うことは困難である。また、エネルギー

²² 使用後に廃棄されたプラスチック製品や製造過程で出たプラスチックのかす、プラスチックを含んだ廃棄物。

²³ 廃プラスチックを水素と一酸化炭素の分子レベルまで分解して合成ガスを製造するリサイクル技術。

安全保障の観点から水素供給をコストが低いという理由で海外輸入だけに頼ることは非常にリスクが高い。以上の理由から水素供給は国内生産と海外輸入を組み合わせて行うことが望ましい。

第2項 国内生産

国内生産として考えられるのは主に再生可能エネルギーを利用した水電解装置²⁴での製造で、地産地消の水素利活用のあり方が主である。生産された水素はグリーン水素であり、製造過程でCO₂を発生させないため、CNに大きく寄与すると考えられる。しかしながら、生産コストが高い点や生産量に限界ある点が課題で、国内生産のみでは水素社会実現は現実的ではない。そこで水素の海外輸入、すなわち国際水素サプライチェーン²⁵構築による水素供給が必要となる。

第3項 国際水素サプライチェーン

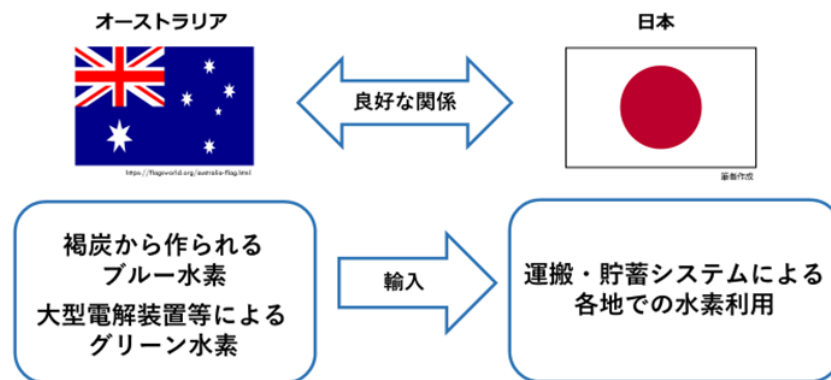
海外輸入として考えられるのは、水素生産コストが低い地域からの輸入である。特に日本では生産優位であるオーストラリアで製造した水素を輸入する国際水素サプライチェーン構築への動きが加速している。具体的には、大型水電解装置などを使用したグリーン水素²⁶や褐炭から製造するブルー水素である。製造した水素を液化水素とし、日本の運搬・貯蓄システムを活用することで、各地で水素利用が可能となる。通常、太陽光発電や風力発電は天候の影響を受けやすく、発電量をコントロールすることが難しい。そのため、大量に導入する際には、電力を貯蔵できるシステムがなければ余剰電力となってしまう。しかし、水素はエネルギーを長時間保存することに適しているため、こうした問題を最小限に抑え、サプライチェーンの運用にも適している。再生可能エネルギー導入を促進させ、将来的にグレー水素からクリーン水素へと転換することで、脱炭素社会実現への貢献が大きく期待できる。また、オーストラリアの政治的リスクの少なさや日本との良好な外交関係は、水素というエネルギー資源調達先として好ましいと考える。以下、図4は日本とオーストラリアの国際水素サプライチェーンのイメージ図である。

²⁴ 電力を用いて水を分解し、水素を発生させる装置。

²⁵ 海外で水素製造を行い、製造した水素を輸送・貯蔵、そして国内で水素利用を行うまでの一連の流れ。

²⁶ クイーンズランド州とグラッドストーン地区が生産地として優れている。

図 4 日本・オーストラリアにおける国際水素サプライチェーンのイメージ



筆者作成

第4節 ヒアリング調査

以上の現状分析を踏まえて、水素需給両面に多くの課題が山積していることがわかった。次に、それらの課題を明確化するために水素事業を扱う計8つの民間企業や地方公共団体に対してヒアリング調査を行った。

(1) 目的

各企業や団体における水素事業の位置付けと今後の展望を理解する。また、水素事業を行うことの課題や懸念点はどこにあり、国からどのような支援や制度を必要としているのかを把握する。

(2) 結果

【現状・課題】

- ・ 水素はあくまで脱炭素化のための選択肢の1つ
- ・ 水素は再生可能エネルギーで不足する分を補填する役割
- ・ 水素産業に関して、日本と欧州の違いはしっかり理解すべき(パイプラインの有無や地政学の違い等)
- ・ 日本国内では主にグレー水素を生産
- ・ グリーン水素の初期費用はグレー水素の約2倍
- ・ 再生可能エネルギーの余剰電力で水素を製造することが効率的
- ・ グリーン水素とグレー水素の販売価格は同値²⁷
- ・ 日本国内でのCCS・CCUSが少ない
- ・ あくまで顧客最優先であり、強引な価格上昇はできない
- ・ 水素の調達先として、オーストラリアが1番の候補であるが、中東や東南アジア等の地域も魅力的

²⁷ コストの差額は供給者側が負担している。

- ・ 日本国内でのグリーン水素生産よりオーストラリアからの水素輸入の方が安価
- ・ 国際水素サプライチェーンは、日豪両者に利益がある
- ・ 法律・外交・政治・距離の面を考慮して取引する国の候補を決定
- ・ 日本はオフテーカー(水素を買う側)として世界から期待されている
- ・ 液化水素は長期的な使用性が低い
- ・ 鉄鋼は水素と技術的に距離があるため、苦戦が予想される
- ・ 中東より遠い距離に位置する地域は調達先としては向かない
- ・ アンモニアや石炭を輸送し、現地で水素製造をする方が優れている
- ・ LNG²⁸の例に学べば、コストを下げることは十分可能
- ・ 水素価格低減への政策としては値差支援²⁹が主になる
- ・ 政府が掲げる目標は野心的すぎる
- ・ 2030 年の各目標値は政府が積み重ねで設定しているため、現実味がある
- ・ CCUS は U の段階³⁰で二酸化炭素使用時に排出される温室効果ガス等を考慮しなければならない
- ・ 水素の運搬時の燃料もクリーンエネルギーにしなければカーボンフリーとは言えない
- ・ 大規模生産より地産地消での水素利用ができることが理想的
- ・ 水素の需給予想が明確ではない
- ・ 原発の今後が水素産業に影響を与える可能性がある
- ・ 運送業や公共交通機関においては水素需要の予測が立てやすい
- ・ 需要創出よりも技術開発や設備投資をする方が優先するべきである
- ・ 世界市場を獲得できる可能性が十分にあるのは液化水素船³¹
- ・ FCV とガソリン・ディーゼル車のコスト比が 3:1 であるため、規模の拡大と共に水素ステーションの設置コストを 3 分の 1 まで減らす必要がある
- ・ 国民全体として水素への理解度が低い(水素需要への影響有り)
- ・ 水素の種類やカーボンフリーの定義が曖昧
- ・ 水素海外取引の前例がなく、規制やルールが定まっていない
- ・ 日本は他国と比較して水素産業に遅れをとっており、リーディングカントリーになれていない
- ・ 民間企業も政府と協議して、政策の提言を行っている
- ・ 目標達成できなければ罰則がある制度は日本では困難
- ・ 県からの補助金は県独自で決定³²
- ・ 地方ごとに水素協議会が存在する³³
- ・ 地方公共団体にお金の支援は難しい
- ・ 地方公共団体は許認可³⁴等で各水素プロジェクトの円滑な進行を促進できる

²⁸ 液化天然ガス。天然ガスを-162℃で液状にしたもの。水素より運びやすくコスト面も優れている。

²⁹ 既存燃料との価格差を国が補填するもの。

³⁰ Utilization の略称。

³¹ 液化水素の輸送を担う船舶のこと。

³² 国が定めた項目の中での割合のみ決定。

³³ 中部圏は中部圏水素利用協議会、関西圏は神戸・関西圏水素利活用協議会などがある。

³⁴ 特定の事業を行う際に行政機関から取得しなければならない許可を指す。

【国や政府に期待すること】

- ・ カーボンクレジット³⁵の導入
- ・ 国民の水素需要の増加、水素社会普及啓発の促進
- ・ 水素販売価格の減額(国・都道府県による差額分の補助)
- ・ 技術的な強みを有する日本企業への積極的な支援
- ・ FCV 導入の促進
- ・ GI 基金³⁶の積極的な導入や投資先の明確な定義づくり
- ・ 初期設備の投資に加えて、ランニングコスト等の運用面での支援
- ・ 2030 年以降のセカンドムーブに対応する支援制度の検討
- ・ 水素関連の詳細な法整備や制度作り
- ・ 危険物を運ぶ場所・経路などでの規制
- ・ 目標値をより細かい範囲で定める(産業分野・企業の規模別等)
- ・ 物価上昇を考慮に入れた目標値の定期的な見直し
- ・ CO2 税等の規制的措置の本格検討
- ・ 強制力のあるルール+協力者へのインセンティブを両立した制度³⁷

(4) 研究の方向性

ヒアリング調査では、企業によって水素産業への見通しが異なり、水素事業に対する希望的な側面と否定的な側面の両方を抱えていることがわかった。しかし、全体として各企業が水素産業を今後の主力事業とみなしている。また、水素は単なるエネルギー以上に得られる付加価値が大きいと捉えており、今後主要産業として成熟させていかなければならないという強い使命感を持っていた。そのためには、これまで以上に多くの投資や国からの支援が必要不可欠となるという結論に至った。

これらの現状分析とヒアリング調査から、水素エネルギーには非常に高いポテンシャルがあるが、現在の需給両面への支援制度は不十分であることが明らかになった。そこで水素社会の実現に向け、どのような制度設計が効果的なのかを産業連関分析³⁸を用いて分析する。

第 5 節 問題意識

水素は 2050 年 CN の実現に欠かせないエネルギー源の一つである。エネルギー安全保障・エネルギーミックスの観点や幅広い用途等の特徴から水素の重要性は明確である。しかしながら、早期で水素社会を実現するにあたって課題は山積しており、政府による制度設計や先行投資等、あらゆる面で不足している箇所が多い。特に具体的な数値目標を踏まえた政策は数少なく、水素産業へ参入しようとする民間企業が需要確保を見込めない等、大きな障壁を生んでしまっている。

本稿では「水素社会実現に向けた需要・供給両面への具体的な政策の不足」を問題意識とする。また、本稿の研究目的は「水素産業とその関連産業³⁹の波及効果を明らかにし、

³⁵ 温室効果ガスの削減効果をクレジット(排出権)として発行し、企業同士の間で取引できる仕組み。

³⁶ グリーンイノベーション基金の略称。経済と環境の好循環の創出に向けて NEDO が創出した基金。

³⁷ カリフォルニア州では明確な水素導入量や排出量削減を掲げ、それに伴う罰則も課している。

³⁸ 産業連関表を基に特定地域の産業構造や経済波及効果等を計測する分析手法。

³⁹ 石油・石炭・天然ガスや電力等、水素産業に関連すると仮定した産業全般を指す。

現状と目標のギャップを埋める政策を提言すること」である。研究を通じて、2050年CNの実現に水素が果たす役割を明らかにし、定量的な数値に基づいた実効性のある政策を提言することで、本稿のビジョンである「2050年CNの一翼を担う水素社会」を実現する。

第 2 章 先行研究及び本稿の位置づけ

第 1 節 先行研究

本稿の主な先行研究は鷺津・中野(2018)、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)、資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)の3つである。鷺津・中野(2018)からは水素産業がもたらす経済波及効果の分析手法を参考にし、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)、資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)からは水素社会実現に向けて山積する課題、現状考えられる政策について参照した。

水素産業や水素関連事業の将来的な見通しは不確実な側面が多く、それらがもたらす経済波及効果の分析を行っている論文は数少ない。その中で、その経済効果について分析を行った先進的な事例として鷺津・中野(2018)を挙げる。政府が目指す水素社会の構築がもたらす経済分析を行うにあたって、この研究では「経済全体にもたらすマクロ的波及効果の分析手法としては、産業連関分析が有効である」(鷺津・中野, 2018)としており、早期での水素社会実現に必要な需給量、支援制度を考えるために、水素産業と関連産業が互いに与える波及効果を分析可能な産業連関表の活用が効果的であるとわかった。

再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)では、改定された水素基本戦略の中で日本が世界の水素社会構築への牽引役としてリーダーシップを発揮する具体的な方針が示されている。世界に比べ、比較優位にある水素技術等を適切な政策で支援していくことで日本産業の経済成長・国際競争力向上を実現させ、エネルギー安定供給、脱炭素を共に達成する国家の意志が示された。また、日本の水素社会実現への歩みは技術開発段階から商用段階への移行を迎えており、水素社会実現の成否が国家の競争力を左右するという危機感も示されている。よって、水素需給両面への日本国が考える政策を参照し、本稿での分析と共に具体的な政策として昇華させる狙いがある。

資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)では、水素に関する新たな目標値設定の必要性や日本が持つ水素関連技術の強みを活かし、今後の官民の打ち手を戦略として位置付ける水素産業戦略の策定について示されている。その中でも重点分野として定められている水素製造(水電解装置)、水素海上輸送(国際水素サプライチェーンの構築)、水素利用(脱炭素型発電・燃料利用・水素関連モビリティの普及促進・燃料電池)の現状と今後考えられる方策が示されているため、それらを本稿での分析や政策提言に活かし、我が国が目指す水素社会実現と水素産業が目指す①脱炭素、②エネルギー安定供給、③経済成長の一石三鳥を適切に実現させるプロセスを具体的に提言する着想を得た。

第 2 節 本稿の位置付け

鷺津・中野(2018)でも示されるように、現在、水素産業の波及効果について分析を行った研究は数少なく、産業連関表を用いた分析は更に少ない。再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)、資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)が示すような水素産業の需給両面への適切な支援制度の構築には更なる分析が必要であることが考

えられる。鷺津・中野(2018)の分析では主に水素関連設備⁴⁰の波及分析を行っており、水素産業が日本産業全体や水素関連部門にもたらす波及効果への分析はされていないため、よりマクロ的かつ重点分野別の視点での分析が必要となるだろう。また、鷺津・中野(2018)では2030年頃を想定した分析が行われている。しかし、政府の目標値は変化しており、水素社会実現のためにはより長期的な視点での分析が必要不可欠である。したがって再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)が示す2050年度の目標に合わせた新たな分析が必要であると考ええる。また、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)では政策による影響や2030年・2050年を見据え、脱炭素社会への移行という変化を前提にした分析は行われていない。そのため、本稿では水素社会の早期実現、2050年での脱炭素社会実現を目指す中での政策による影響や考えうる効果的な方策、環境変化を仮定に置いた分析を行う。さらに、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)と資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)が示す政策は定量的な数値に基づいた具体性があるものではない。これらの観点から我々は産業連関分析によって定量的な数値を示し、日本水素産業の需給両面において効果的な政策を提言する。

⁴⁰ 積地港湾設備、輸送、揚地港湾設備施設建設部門と経常運転部門や水素ステーション施設建設部門と経常部門等を指す。

第3章 分析

第1節 分析の方向性

本稿では、日本産業連関動学モデル(JIDEA)を基に作成した産業連関表を用いて水素産業の波及効果を分析する。初めに 2022 年度にて現状を考慮した分析を行い、2030 年に向けた中期的な政策の影響等を考慮に入れた更なる分析を行う。次に、2050 年度にて水素社会の早期実現、2050 年での脱炭素社会実現を目指す中での政策による影響や考えうる効果的な方策、環境変化を仮定に置いた分析を行う。

第2節 2022 年度の産業連関分析

第1項 分析の枠組み

本稿では 2022 年度における水素産業の産業連関分析について説明する。分析は、初めに 2022 年度の産業連関表を作成し、産業連関分析を行う。分析で得た波及効果等の数値から現状の水素産業と関連産業の関係性、産業構造を把握する。次に、2030 年を見据えた政策実施による影響を考慮に入れた分析を行う。分析で得た波及効果等の数値から 2030 年までという中期的な期間における最適な政策について検討する。

第2項 変数とデータ

[仮定]

- ・水素産業の投入に関係する部門として石炭・原油・天然ガス部門、電力部門を選択。

- ・水素産業の産出に関係する部門として鉄鋼部門、自動車部門、自動車部品部門、その他の製造工業製品部門、電力部門、ガス・熱供給部門を選択。

- ・2022 年度の産業連関表の数値は日本産業連関動学モデル(JIDEA)の 2014 年数値を GDP 成長率分(OECD)等倍した。

[変数]

- ・水素産業の国内生産額

政府が公表する年間導入量(目標)とコストから推定。2022 年度は年間導入量 200 万トン、コストは 100Nm³/円とした。水素は気体とし、1Nm³=90g⁴¹とした。

- ・水素産業のその他数値

水素産業の参考部門としてガス・熱供給部門を選択し、その国内生産額に対する各値(民

⁴¹ 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー部・新エネルギー部、資源・燃料部(2022)「水素・アンモニアを取り巻く現状と今後の検討の方向性」より出典。

間消費支出、最終需要等)の割合平均を水素産業の各値(民間消費支出、最終需要等)に適用。

- ・水素産業の水素産業に対する投入係数

水素産業の参考部門として選択したガス・熱供給部門のガス・熱供給部門に対する投入係数を適用。

- ・水素産業の投入に関係する部門への投入額

水素産業の中間投入額から水素産業の水素産業への投入額を除いた数値を石炭・原油・天然ガス部門、電力部門に対し 4:1 で分割。

- ・水素産業の産出に関係する部門への産出額

水素産業の中間投入額から水素産業の水素産業への産出額を除いた数値を鉄鋼部門、自動車部門、自動車部品部門、その他の製造工業製品部門、電力部門、ガス・熱供給部門に対し 1:1:1:1:1:1 で分割。

- ・水素産業に関係する部門のその他値

各部門の中間投入額に対する水素産業の増加分を等倍。

- ・全産業に関係する部門のその他数値

各部門の中間投入額に対する水素産業の増加分を等倍。

[データ出典]

データ出典は以下の表 4 の通りである。

表 4 データ出典

データ名	出典
水素産業の国内生産額	経済産業省(2021)「水素政策の最近の動向等について」
その他数値	国際投資貿易研究所(2014)「日本産業連関動学モデル」
GDP成長率(2014から2022)	OECD(2014~2022)「実質GDP観測値」
GDP成長率(2022から2050)	OECD(2022~2050)「実質GDP長期予測」

筆者作成

第3項 分析結果

[分析結果]

分析結果は以下の表 5、表 6 の通りである。

表 5 2022 年度(水素産業)

	水素
石炭・原油・天然ガス	0.697815094
鉄鋼	0.026390177
自動車	0.000059283
自動車部品	0.001611418
その他の製造工業製品	0.004407609
電力	0.230153885
ガス・熱供給	0.002449324
水素	1.015315906
その他	0.521654861
合計	2.499857557

筆者作成

表 6 2022 年度(関連産業)

	合計
石炭・原油・天然ガス	1.841337663
鉄鋼	3.347295008
自動車	3.234421891
自動車部品	2.923269725
その他の製造工業製品	2.340877000
電力	2.638332233
ガス・熱供給	2.505024626
水素	2.499857557
その他	1.849445075

筆者作成

[結果の解釈]

分析の結果、表 5 より、2022 年度では水素産業において新規需要が 1 単位増加した時、約 2.50 単位の生産が誘発されることがわかった。部門別では石炭・原油・天然ガスに約 0.70 単位、電力に約 0.23 単位の生産が誘発され、波及効果として大きな影響を受ける部門であることが示された。

また、表 6 より水素をエネルギー部門として捉えた場合、波及効果は同様にエネルギー部門として分類可能な石炭・原油・天然ガス(約 1.84)より大きく、電力(約 2.64)とガス・熱供給(約 2.51)と比較しても遜色ない水準であることがわかった。

第 4 項 2030 年に向けた政策の可能性

次に、2022 年度の産業連関表・産業連関分析の結果を用いて 2030 年度に向けた政策の可能性について検討する。以下、連関表内の特定の数値を変化させ、分析を行った際に有効な結果が得られた変化項目を表 7 で示す。

表 7 変化項目

I. 経常補助金
II. 一般政府消費支出
III. 間接税

筆者作成

以下、変化項目別に分析概要と分析結果を示す。

【I. 経常補助金】

[概要]

水素産業に補助金政策が実施されることを想定して分析を行う。

[仮定]

- ・2023 年から 2030 年にかけて連関表内の水素産業の経常補助金に対する投入として 1 年ごとに 1 兆円を追加する。投入額は日本政府が改定した水素基本戦略の中でサプライチェーンに 15 年間で 15 兆円の投資計画を検討していることを参考にした。
- ・各年度の投入額は次年度の中間投入額に累積する。
- ・変化させる項目は水素部門、経常補助金、中間投入額、国内生産額とする。

[分析結果と解釈]

分析の結果、2030 年度の水素産業の逆行列係数は約 2.59 となり、2022 年度の逆行列係数約 2.50 と比較して約 0.09 上回っている。これは前項で示した 2022 年度の分析結果より大きく、他エネルギー部門⁴²の逆行列係数である電力(約 2.64)とガス・熱供給(約 2.51)と匹敵する水準まで水素産業が波及効果を創出できる産業に成長することと捉えられる。

【II. 一般政府消費支出】

[概要]

政府による水素買取政策が実施されることを想定して分析を行う。

[仮定]

- ・2023 年から 2025 年までの 3 年間、連関表内の水素産業の一般政府消費支出を 1 年ごとに

⁴² 石炭・原油・天然ガス部門、電力部門、ガス・熱供給部門を指す。

7700 億円追加する。追加額は 2012 年から 2014 年までの 3 年間で事業用太陽光の電力を政府が買い取った総額の平均値を参考にした⁴³。当時、太陽光は需給両面において初期段階の産業であり、現状の水素産業と同様の立ち位置であったとする。

- ・2026 年から 2030 年までの 5 年間は連関表内の水素産業の一般政府消費支出を 1 年ごとに国内生産額の 10%分を追加する。
- ・各年度の追加額は投入において租付加価値額、産出において最終需要額に累積する。
- ・変化させる項目は水素部門、一般政府消費支出、租付加価値額、中間投入額、国内生産額とする。

[分析結果と解釈]

分析の結果、2030 年度の水素産業の逆行列係数は約 2.57 となり、2022 年度の逆行列係数約 2.50 と比較して約 0.07 上回っている。これは前項で示した 2022 年度の分析結果より大きく、他エネルギー部門の逆行列係数である電力(約 2.64)とガス・熱供給(2.51)と匹敵する水準まで水素産業が波及効果を創出できる産業に成長することと捉えられる。

【Ⅲ. 間接税】

[概要]

2050 年 CN 達成に向け、エネルギー転換が進むと予想される石油・石炭産業の間接税を水素産業に投資する政策が実施されることを想定して分析を行う。

[仮定]

- ・2022 年度の産業連関表より、石炭・原油・天然ガス部門の間接税は約 181.2 億円。そのうち、石炭・原油・天然ガス部門に占める石油・石炭産業の割合は資源エネルギー庁(2023)の 2021 年度確報値より約 74.2%。したがって石油・石炭産業の間接税を約 134.5 億円と仮定する。
- ・石油・石炭産業の間接税約 134.5 億円の 3 割に相当する 40.4 億円を水素産業に投資する。

[分析結果と解釈]

分析の結果、単年で水素産業に約 41.2 億円、水素産業を含む全産業に約 101 億円の経済効果が期待できる。また、2023 年から 2030 年までの 8 年間では水素産業に約 330 億円、水素産業を含む全産業に約 808 億円の経済効果が期待できる。

第 3 節 2050 年度の産業連関分析

第 1 項 分析の枠組み

本項では、2050 年度における水素産業を含めた産業連関分析について説明する。初めに、日本が 2050 年に CN を実現し、実質 GDP が約 1000 兆円となった経済を想定した産業連関表

⁴³ 資源エネルギー庁(2022) 「国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案」より出典。

を作成する。次に、産業連関分析を行い、分析で得られた波及効果等の数値から 2050 年を目安とした長期的な視点で水素産業の立ち位置や政策について検討する。

第 2 項 変数とデータ

[仮定]

- ・水素産業の投入に関係する部門として石炭・原油・天然ガス部門、電力部門、ガス・熱供給部門を選択。
- ・水素産業の産出に関係する部門として鉄鋼部門、電力部門、民間消費支出部門を選択。
- ・日本産業連関動学モデル(JIDEA)の 2014 年における数値を、2019 年までの GDP 成長率分(OECD)等倍したのち、2050 年の CN 達成シナリオ(経団連)までの数値分等倍した。

[変数]

- ・水素産業の国内生産額
政府が公表する年間導入量(目標)とコストから推定。年間導入量 2000 万トン、コストは 20Nm3/円とした。水素は気体とし、1Nm3=90g とした。

- ・水素産業のその他数値
水素産業の参考部門としてガス・熱供給部門を選択し、その国内生産額に対する各値(民間消費支出、最終需要等)の割合平均を水素産業の各値(民間消費支出、最終需要等)に適用。

- ・水素産業の水素産業に対する投入係数
水素産業の参考部門として選択したガス・熱供給部門のガス・熱供給部門に対する投入係数を適用。

- ・水素産業の投入に関係する部門への投入額
水素産業の中間投入額から水素産業の水素産業への投入額を除いた数値を石炭・原油・天然ガス部門、電力部門、ガス・熱供給部門に対し 4:2:1 で分割。

- ・水素産業の産出に関係する部門への産出額
財務省公開の資料より、①2050 年における水素需要のポテンシャル、②各産業において、現行の燃料と同じ価格となる水素価格を参照。以下の表 8 のように算出を計算した。

表 8 産業別水素データ

	導入量	コスト	産出
水素製鉄	700 万トン	8Nm3/円	6230 億円
商用車(民間消費支出)	700 万トン	20Nm3/円	1 兆 1681 億 2500 万円
水素発電	600 万トン	15Nm3/円	1 兆 3348 億 2000 万円

財務省(2023)「水素エネルギーの現状・課題と将来展望」より筆者作成

・CN 達成によって代替される産業への考慮

水素産業に代替される可能性、CN に向けた需要の減退を鑑み、石炭・原油・天然ガス部門の減額を行った。減額において仮定した内容は以下の通りである。

①2050 年度における石炭・原油・天然ガスの割合を 1:1:1 とした。割合は資源エネルギー庁が試算した 2030 年度における一次エネルギー供給割合である石炭・原油・天然ガスの割合=3:2:2 を参考にした。

②石油・石炭需要の減少予測より、国内生産額を 2050 年まで GDP 成長分増加し続けた想定での数値より半分減額した。

③上述した仮定より、石炭・原油・天然ガス部門における石油・石炭産業の減額分を $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ とし、33%の減額を石炭・原油・天然ガス部門の投入・産出に適用した。

[データ出典]

データ出典は以下の表 9 の通りである。

表 9 データ出典

データ名	出典
水素産業の国内生産額	経済産業省(2021)「水素政策の最近の動向等について」
その他数値	国際投資貿易研究所(2014)「日本産業連関動学モデル」
GDP成長率(2014から2019)	OECD(2014~2019)「実質GDP観測値」
GDP成長率(2019から2050)	日本経済団体連合会(2022)「グリーントランスフォーメーション(GX)に向けて」
水素産業の産出	財務省(2023)「水素エネルギーの現状・課題と将来展望」

筆者作成

第 3 項 分析結果

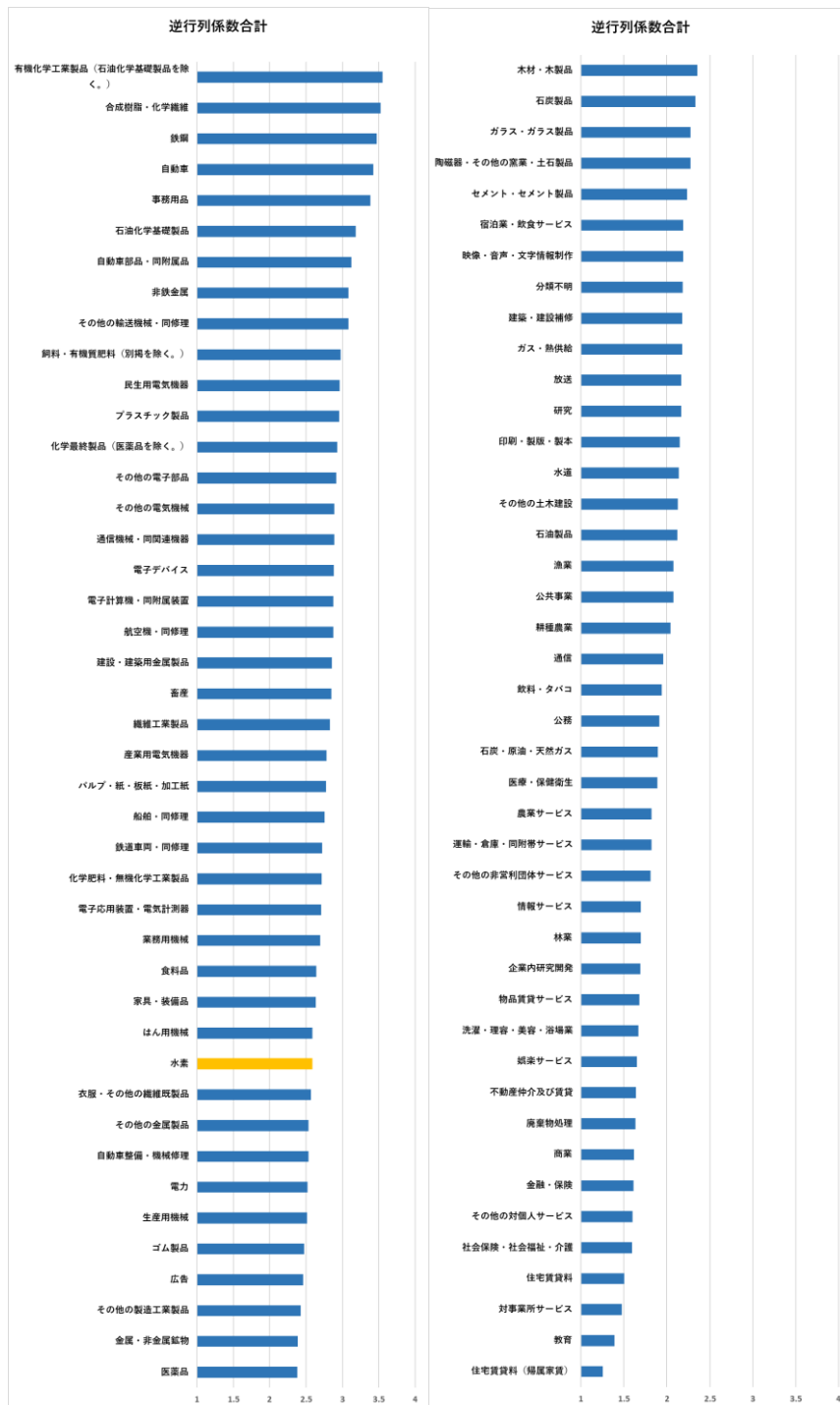
分析結果は以下の図 5、図 6 の通りである。図 5 は、2050 年度における各部門の逆行列係数の合計値、図 6 はそれらをグラフにまとめたものである。

図 5 逆行列係数合計(2050 年度)

有機化学工業製品（石油化学基礎製品を除く。）	3.550110962	木材・木製品	2.255131324
合成樹脂・化学繊維	3.524826682	石炭製品	2.229527898
鉄鋼	3.474140182	ガラス・ガラス製品	2.203924472
自動車	3.422692853	陶磁器・その他の窯業・土石製品	2.178321046
事務用品	3.383654495	セメント・セメント製品	2.152717621
石油化学基礎製品	3.186188307	宿泊業・飲食サービス	2.127114195
自動車部品・同附属品	3.124893633	映像・音声・文字情報制作	2.101510769
非鉄金属	3.082201008	分類不明	2.075907344
その他の輸送機械・同修理	3.081306763	建築・建設補修	2.050303918
飼料・有機質肥料（別掲を除く。）	2.978305775	ガス・熱供給	2.024700492
民生用電気機器	2.961223024	放送	1.999097066
プラスチック製品	2.957831472	研究	1.973493641
化学最終製品（医薬品を除く。）	2.926728349	印刷・製版・製本	1.947890215
その他の電子部品	2.913274895	水道	1.922286789
その他の電気機械	2.890501892	その他の土木建設	1.896683364
通信機械・同関連機器	2.889931528	石油製品	1.871079938
電子デバイス	2.881605628	漁業	1.845476512
電子計算機・同附属装置	2.876607522	公共事業	1.819873086
航空機・同修理	2.872666175	耕種農業	1.794269661
建設・建築用金属製品	2.858738798	通信	1.768666235
畜産	2.849761251	飲料・タバコ	1.743062809
繊維工業製品	2.829337479	公務	1.717459384
産業用電気機器	2.784437097	石炭・原油・天然ガス	1.691855958
パルプ・紙・板紙・加工紙	2.774569591	医療・保健衛生	1.666252532
船舶・同修理	2.753227551	農業サービス	1.640649106
鉄道車両・同修理	2.721011218	運輸・倉庫・同附帯サービス	1.615045681
化学肥料・無機化学工業製品	2.717101529	その他の非営利団体サービス	1.589442255
電子応用装置・電気計測器	2.711642411	情報サービス	1.563838829
業務用機械	2.697553692	林業	1.538235404
食料品	2.64463448	企業内研究開発	1.512631978
家具・装備品	2.632196629	物品賃貸サービス	1.487028552
はん用機械	2.590508435	洗濯・理容・美容・浴場業	1.461425127
水素	2.58512333	娯楽サービス	1.435821701
衣服・その他の繊維既製品	2.565906917	不動産仲介及び賃貸	1.410218275
その他の金属製品	2.534272167	廃棄物処理	1.384614849
自動車整備・機械修理	2.459958729	商業	1.359011424
電力	2.434355303	金融・保険	1.333407998
生産用機械	2.408751878	その他の対個人サービス	1.307804572
ゴム製品	2.383148452	社会保険・社会福祉・介護	1.282201147
広告	2.357545026	住宅賃貸料	1.256597721
その他の製造工業製品	2.331941601	対事業所サービス	1.230994295
金属・非金属鉱物	2.306338175	教育	1.205390869
医薬品	2.280734749	住宅賃貸料（帰属家賃）	1.179787444

筆者作成

図 6 逆行列係数合計(2050 年度)のグラフ



筆者作成

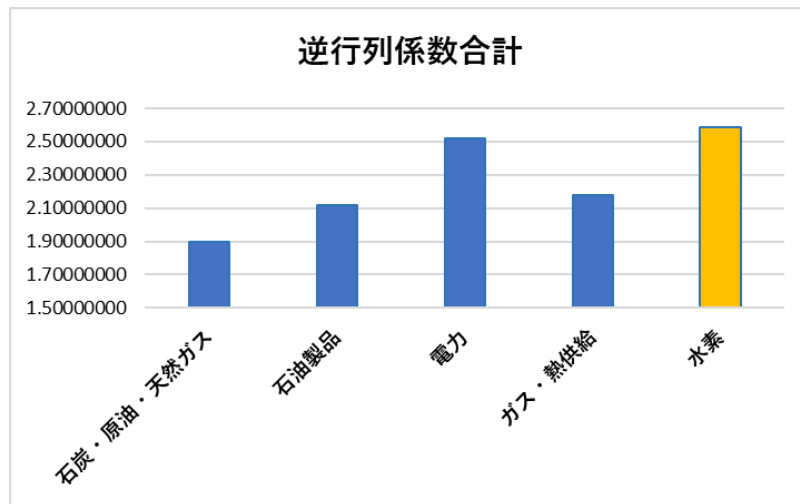
また、図 5 と図 6 より、主要エネルギーに該当する部門を抜き出しまとめたものが以下表 10 と図 7 である。

表 10 逆行列係数合計(2050 年度・主要エネルギー部門)

	逆行列係数合計
石炭・原油・天然ガス	1.897449818
石油製品	2.119974339
電力	2.520502295
ガス・熱供給	2.177316794
水素	2.58512333

筆者作成

図 7 逆行列係数合計(2050 年度・主要エネルギー部門)のグラフ



筆者作成

[結果の解釈]

分析の結果、図 5 より、2050 年度における水素産業の逆行列係数は各部門平均値を約 0.21 上回ることがわかった。これは水素産業が他の産業と比較しても遜色ない波及効果を創出できることを示している。また、図 7 より、水素産業が主要エネルギー部門⁴⁴の中で最も波及効果を創出する産業であることがわかる。今節の分析は 2050 年 CN が達成された経済を想定した分析であることも踏まえると、日本が CN を軸に経済成長を遂げていくためには、水素は欠かせないエネルギー源であり、水素産業を適切な政策で長期的にも育成していく必要があることがわかる。

⁴⁴ 前出の他エネルギー部門とは区別。石炭・原油・天然ガス部門、石油製品部門、電力部門、ガス・熱供給部門、水素部門を指す。

第4章 政策提言

第1節 政策提言の方向性

分析では 2022 年度・2030 年度・2050 年度を想定して、産業連関分析を行い、水素産業と関連産業の波及効果を分析した。その結果、2022 年度において水素産業が他エネルギー部門と比較して遜色ない波及効果を創出できること、2030 年度において経常補助金・一般政府消費支出・間接税の変化が水素産業に正の影響を与えること、2050 年度において水素産業は主要エネルギー部門の中で最も波及効果を創出する産業であることが明らかになった。

これらの結果を踏まえ、以下 5 つの政策提言を行う。

【2030 年に向けた政策提言】

政策提言 I-i 政府による補助金給付

政策提言 I-ii 政府による水素買取

政策提言 I-iii 水素産業への優先投資

【2050 年に向けた政策提言】

政策提言 II-i 地方版 NEDO として「REDO」の設置

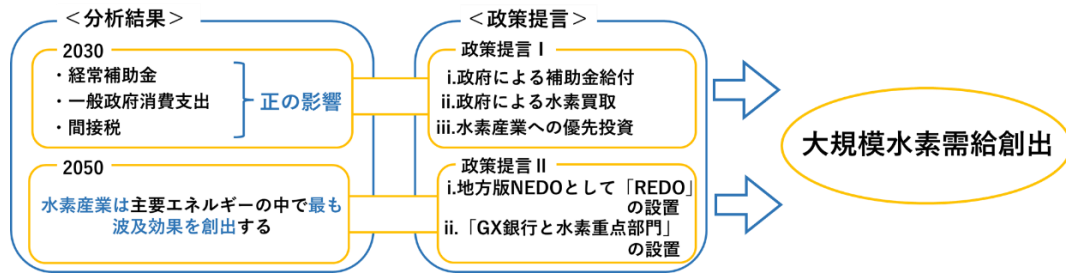
政策提言 II-ii 「GX 銀行と水素重点部門」の設置

まず、水素産業育成を重点的に支援・促進するための政策として、政府による補助金給付を提言する(政策提言 I-i)。また、大規模需給創出、そして水素社会実現への大きな課題となっている水素価格の低減に対し、政府による水素買取を提言する(政策提言 I-ii)。さらに、水素産業育成と石油・石炭産業の事業・エネルギー転換(適切な GX 促進)のための政策として、水素産業への優先投資を提言する(政策提言 I-iii)。以上が 2030 年に向けた政策である。

次に、2050 年に向けて地産地消での水素利活用促進、そして水素社会実現のため、各地方に密着した研究開発・実証の支援を行う「REDO」の設置を提言する(政策提言 II-i)。また、GX の重点分野別に継続的支援を実施する枠組みと特に水素産業について育成と初期段階の市場への支援制度の必要性に対し、「GX 銀行と水素重点部門」の設置を提言する(政策提言 II-ii)。

以下、各政策提言概要を記述し、政策提言概要を図 8 で示す。

図 8 政策提言概要



筆者作成

第 2 節 政策提言

第 1 項 政策提言 I－i：補助金政策

・ 提言対象

提言対象は、日本政府である。

・ 提言理由

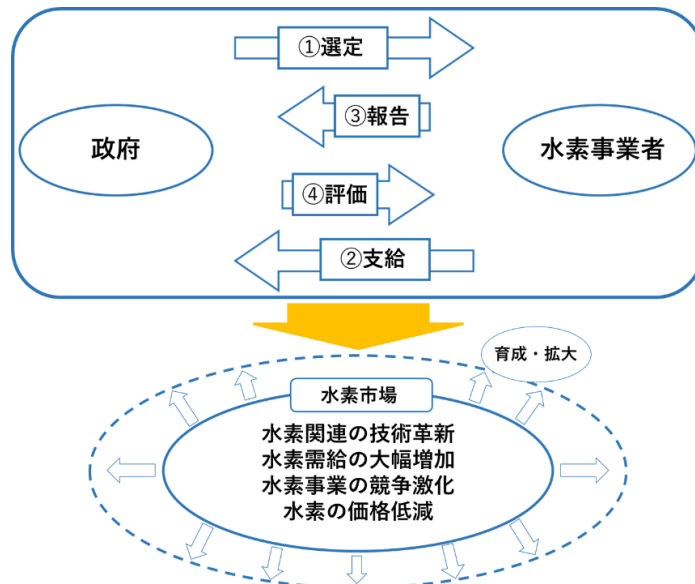
分析より、政府が補助金政策を実施した場合、2030 年度の水素産業の逆行列係数は約 2.59 となり、他エネルギー部門の逆行列係数である電力(約 2.64)とガス・熱供給(約 2.51)と匹敵する水準まで水素産業が波及効果を創出できる産業に成長することが明らかになった。また、現状分析より、大規模需給創出に向けた支援制度は不足しており、水素産業育成を重点的に支援・促進する制度の導入が重要であると考え。特に導入期の水素産業には、効果的な政策で将来的に自立した産業となるように適切な支援を切れ目なく行う必要がある。以上のことから、政府による「水素産業に対する補助金政策」の提言を行う。

・ 提言内容

2023 年から 2030 年にかけて水素産業に対して各年度 1 兆円、合計 8 兆円の補助金政策を行う。対象は水素事業に取り組む事業者のうち、改定された水素基本戦略で重点分野として定められた以下 5 類型(1. 水素供給、2. 脱炭素型発電、3. 燃料電池、4. 水素の直接利用、5. 水素化合物の活用)、9 分野(上述した 5 類型のうち、水素供給を水素製造・水素サプライチェーンの構築、水素の直接利用を脱炭素鉄鋼・脱炭素型化学製品・水素燃料船、水素化合物の活用を燃料アンモニア・カーボンリサイクル製品に細分化したもの)に注力している民間企業を想定する。さらに、2030 年を目安とした中期的な事業成果が期待できる事業者を選定し、かつ導入期の水素産業育成に寄与できる点を考慮に入れ、補助金額を決定する。また、取り組み状況を定期的に報告する義務を負わせて、それらの評価によって補助金の返還もしくは増額を行うといったような制度を導入する。各企業が行う水素事業を支援すると共に、補助金を受けた事業者がより責任を持ち事業に励む環境づくりを行う狙いがある。財源は日本政府が改定した水素基本戦略の中でサプライチェーンに 15 年間で 15

兆円の投資計画を検討していることを参考に水素関連予算を想定している。具体的なプロセスは以下の図 9 の通りである。まず、政府は各評価基準に基づき事業者を選定する(①)。選定された事業者は補助金を受給し(②)、一定期間毎に各取り組みの進捗具合等を報告する(③)。政府は報告を基に適切な評価を行い、補助金額の増減等を実行する(④)。

図 9 政策提言 I-i の概要



筆者作成

・期待される効果

分析より、水素産業が他エネルギー部門に匹敵する水準まで波及効果を創出できる産業に成長する。これは水素産業に投資を行った際、水素産業のみならず日本産業全体に正の影響を与えることを意味する。政府が当政策を実施することで水素産業育成が促進され、2050 年における水素社会実現への大きな加速要因となることが期待できる。また、水素産業の発展に伴い、水素の生産・利用における技術革新及び水素需給の大幅増加、水素事業の競争激化による価格低減等が期待できる。

・評価と課題

評価は実現可能性⁴⁵・必要性⁴⁶・効率性⁴⁷・有効性⁴⁸・公平性⁴⁹の 5 つの基準に基づいて行う（以下の政策についても同様である）。実現可能性について、導入期の水素産業育成に効

⁴⁵ リソースや政策実施期間等を考慮して、本稿のビジョンの達成に寄与できるか。

⁴⁶ 政策の目的が、国民や社会のニーズに照らして妥当か、上位の目的に照らして妥当か、及び、行政の関与の在り方から見て行政が担う必要があるか。

⁴⁷ 投入された資源量に見合った効果が得られるか、又は実際に得られているか、必要な効果がより少ない資源量で得られるものが他にないか、及び、同一の資源量でより大きな効果が得られるものが他にないか。

⁴⁸ 政策の実施により、期待される効果が得られるか、又は実際に得られているか。

⁴⁹ 政策の目的に照らして、政策の効果の受益や費用の負担が公平に分配されるか、又は実際に分配されているか。

果的であり、日本政府が改定した水素基本戦略の中でサプライチェーンに 15 年間で 15 兆円の投資計画を検討していることから補助金額の設定は現実味がある。しかし、それでもなお 8 年間で 8 兆円の財源確保は大きな障壁だと考えられる。必要性について、企業は水素事業に対して中期的な支援を求めている、政府による補助金による水素事業支援と初期段階の市場形成・拡大は急務であるといえる。効率性について、少なくない資金を必要とするが補助金の額に見合った効果は得られると予想される。有効性について、2030 年における水素産業が創出できる波及効果や水素産業が他のエネルギー部門と匹敵する水準まで育成されることを考えると十分に高いと考えられる。公平性について、資金力があり、大規模なプロジェクトに取り組める大企業と資金力に乏しく、小規模からの事業拡大を目指すスタートアップ企業や中小企業とでは支援額に差が生まれる可能性が高いため、それらを考慮した適切な制度設計が大きな課題である。

第 2 項 政策提言 II-ii：水素買取政策

・提言対象

提言対象は、日本政府である。

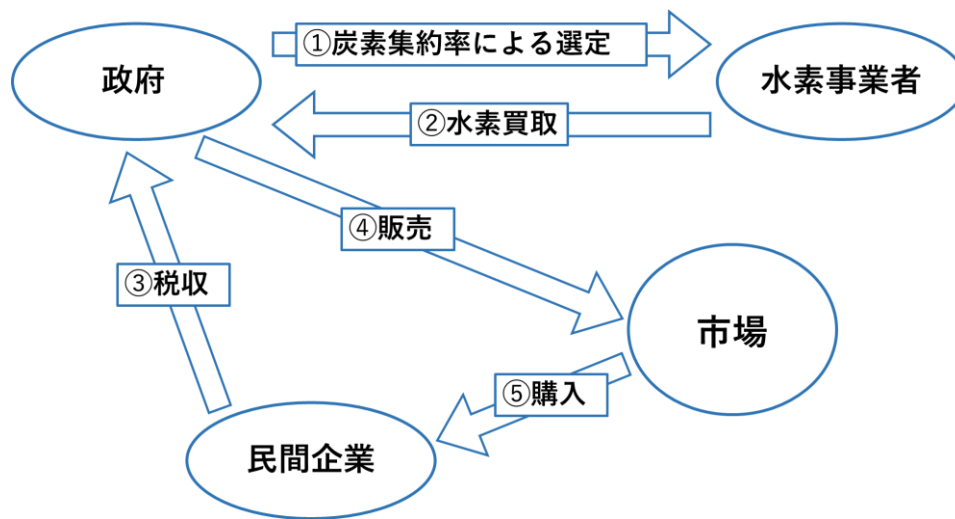
・提言理由

分析より、政府が水素買取を実施した場合、2030 年度の水素産業の逆行列係数は約 2.57 となり、他エネルギー部門の逆行列係数である電力(約 2.64)とガス・熱供給(約 2.51)と匹敵する水準まで水素産業が波及効果を創出できる産業に成長することが明らかになった。また、現状分析より、水素価格の低減が大規模需給創出、そして水素社会実現への大きな課題になっていることが明らかになっている。政府が一定量の水素を固定価格で買い取ることで水素産業に取り組む民間企業が需給両面において安心して投資できる環境を生み出すことが重要だと考えられる。以上のことから、政府による「水素買取政策」の提言を行う。

・提言内容

政府による限度額を定めた水素買取を行う。買取総額は 2023 年から 2025 年までの 3 年間は 2 兆 2100 億円とする。これは 2012 年から 2014 年までに事業用太陽光の電力を政府が買い取った総額の平均値を参考にした。また、2026 年から 2030 年までの 5 年間の買取総額は水素産業の国内生産額の 10%とする。税源に関して、事業用太陽光の場合、買取費用の負担の一部を国民に再エネ賦課金として課している。しかし、水素買取ではその負担の一部を民間企業に負担させる。例えば、当該企業のサプライチェーン温室効果ガス排出量の削減率進捗度合いに応じた規制措置の実施が挙げられる。政府が水素産業育成のため、資金循環の旗振り役を担い、好循環を創出する狙いがある。具体的なプロセスは以下の図 10 の通りである。まず、政府は水素買取を実施する事業者を選定する(①)。選定基準は炭素集約度による評価を想定している。次に、政府は選定した事業者から一定量の水素を、期間を定めて買い取る(②)。買取費用の財源は民間企業からの規制措置によるものとする(③)。政府は買い取った水素を市場で化石燃料と同程度の価格で販売する(④)。その結果、市場での水素価格の低減が可能になる(⑤)。

図 10 政策提言 I - ii の概要



筆者作成

・期待される効果

分析より、水素産業が他エネルギー部門に匹敵する水準まで波及効果を創出できる産業に成長する。これは水素産業に投資を行った際、水素産業のみならず日本産業全体に正の影響を与えることを意味する。また、政府が一定量の水素買取を実施することは特に水素製造を行う民間企業にとって大きな保証となり、積極的な投資促進が期待できる。加えて政府が買い取った水素を適正価格（化石燃料価格や再エネ価格等と同等な価格）で販売することで、市場での水素価格の低減につながることも期待できる。

・評価と課題

実現可能性について、初期段階の水素産業育成に効果的であり、2030 年までという中期間での集中的な政策実施により、水素価格低減に寄与できると考える。しかしながら、2030 年までに約 5 兆円の財源確保が必要であることは大きな障壁であり、実現可能性へのマイナス要因と言える。必要性について、2050 年 CN の達成は社会全体の目標であり、その一翼を担う水素への政策ニーズは高いと言える。また、現状、水素産業が手詰まり状態であることを考慮しても行政が政策実施により水素産業育成を先導していくことが必要であると考えられる。効率性について、少くない資金を必要とするがそれに見合った効果は得られると予想される。有効性について、他エネルギー部門と匹敵する水準まで水素産業が育成されることから十分に高いと考えられる。公平性について、水素買取に参加できる企業や売却量、水素買取に関係のない企業への配慮等、課題は山積しているため、不足していると考えられる。

第 3 項 政策提言 I - iii : 優先投資政策

・提言対象

提言対象は、日本政府である。

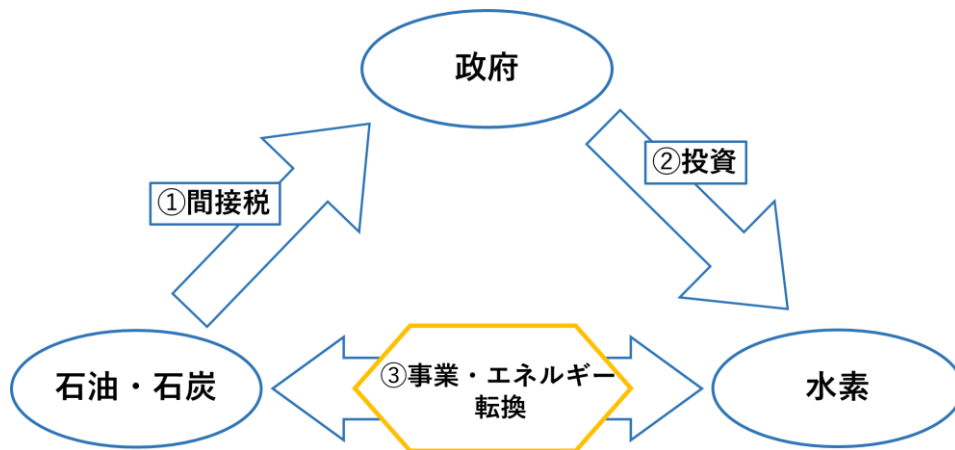
・提言理由

分析より、1. 2022 年度において水素産業が他エネルギー部門と遜色ない水準の波及効果を創出できること、2. 水素産業がその一部を代替すると予想される石油・石炭産業の間接税収を水素産業に投資した場合、2023 年から 2030 年までの 8 年間では水素産業に約 330 億円、水素産業を含む全産業に約 808 億円の波及効果が期待できることが明らかになった。これらの分析結果と現状分析より、2050 年 CN 達成に向けて需給共に減少が予想され、その一部が水素産業に代替されるであろう石油・石炭産業が創出する税収の使途を限定するのが最適だと考える。通常、各産業が創出する税収は一般税収として様々な使途に利用される。しかし、石油・石炭産業の現状と将来予測、そして石油・石炭産業を担う民間企業が水素産業を担う主力企業になる可能性も考慮して、その税収を水素産業に優先的に投資する「優先投資政策」を提言する。

・提言内容

石油・石炭産業の間接税約 134.5 億円(筆者が作成した 2022 年度産業連関表に基づく)の 3 割に相当する 40.4 億円(単年分)を水素産業に投資する。投資額は 2030 年までの各年度の石油・石炭産業の間接税に左右されるため、上述の数値は実際とは異なる可能性がある。具体的なプロセスは以下の図 11 の通りである。まず、政府に石油・石炭産業の間接税が従来通り納税される(①)。政府は納税された税収を水素産業へ優先投資する(②)。その結果、水素産業育成が促進されるのはもちろん、石油・石炭産業から水素産業への事業・エネルギー転換といった相互作用が想定される(③)。

図 11 政策提言 I-iii の概要



筆者作成

・期待される効果

分析より、2023 年から 2030 年までの 8 年間で水素産業に約 330 億円、水素産業を含む全産業に約 808 億円の波及効果が期待できる。投資額の約 2.5 倍の波及効果が日本産業に創出される。投資額を増加させれば更なる波及効果が期待できるであろう。また、石油・石炭

産業で生み出された税収を水素産業に投資することで次世代エネルギーである水素産業育成と石油・石炭産業の事業・エネルギー転換に寄与できると考えられる。

・評価と課題

実現可能性について、政策実施から財源の考慮等、その循環がしっかり想定されており、2030 年までの中期的政策として本稿のビジョンに寄与できると考える。必要性について、2050 年 CN の達成は社会全体の目標であり、その一翼を担う水素への政策ニーズは高いと言える。また、需給減少が予測される石油・石炭産業と次世代エネルギーの一端を担う水素産業の事業・エネルギー転換を行政が共に推進していくことが重要だと考える。効率性について、水素産業が他エネルギー部門と遜色ない水準の波及効果を創出できることと水素産業の将来あるべき立ち位置を鑑みると十分適すると思う。有効性について、石油・石炭産業と水素産業双方に効果的な成果が得られると予想される。公平性について、石油・石炭産業の税収を用い、石油・石炭産業にも還元されることが予想されるため、一定程度は確保できていると思う。

第 4 項 政策提言Ⅱ-i: 地方版 NEDO として「REDO」の設置

・提言対象

提言対象は、経済産業省と地方公共団体である。

・提言理由

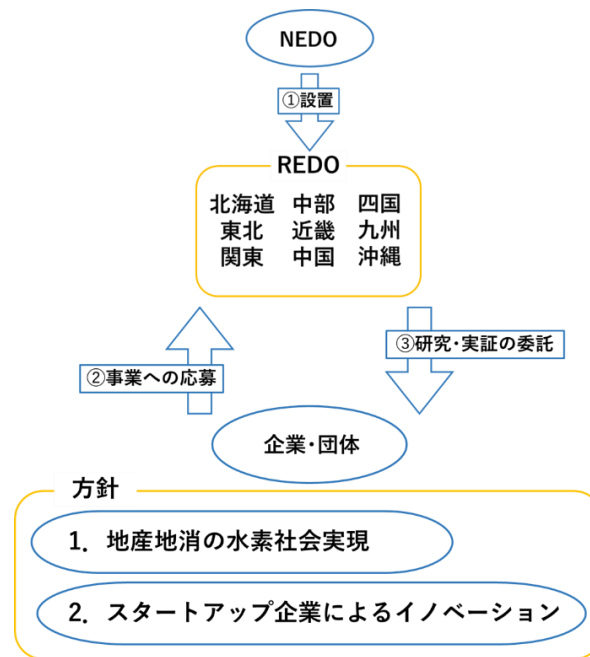
分析より、2050 年度において水素産業が他の産業と比較しても遜色ない波及効果を創出できることが明らかになった。また、ヒアリング調査より、水素は大規模生産による各地への供給よりも、一定範囲の中で需給の調整を行う地産地消型での利活用が望ましいことがわかった。現在、一部の地方自治体において水素社会構築に向けたビジョンは示されているものの、その実現に向けた取り組みの具体化や最終的な地域への影響を想定することは依然として大きな課題となっていると考えられる。各地に然るべき水素の利活用法を、よりミクロな視点を通して模索することで、スピード感を伴ったプロジェクト・政策の構築へと結びつけることができると考える。また、現行の NEDO は主に大企業との事業が多く、スタートアップ企業や中小企業をカバーしきれていない。そのため、各地方に密着した機関を設置することで、これまでにはない隠れた技術力を発見する狙いもある。以上より、各地方のニーズに応じた課題解決に取り組むことを目的とした研究開発法人として、地方版 NEDO「REDO(Regional Energy and Industrial Technology Development Organization)」の設置を提言する。

・提言内容

各地方に応じた課題解決に取り組むことを目的とした研究開発法人として、「REDO」を設立する。NEDO は「エネルギー・地球環境問題の解決」と「産業技術力の強化」を目的として研究開発・実証に取り組んでいる国立研究開発法人である。本提言ではこれをより各地方に密着させた形で、全国計 9 つの機関を設立することを想定する。具体的なプロセスは以下の図 12 の通りである。経済産業省が各地方に設置する経済産業局と同じく、北海道・東北・関東・中部・近畿・中国・四国・九州・沖縄という区分に設置し、NEDO の地方

支部としての役割を担う(①)。地方ごとに事業案をピックアップし、企業・団体の公募を行う(②)。その後、資金を投入した上で研究・実証を委託する(③)。研究・実証に関しては各地方に属する大学等の教育機関と共同で行うことも想定している。具体的な事業の方針として、1. 地産地消の水素社会を形成する上で、各地方に即した有り方を模索できること 2. 規模感はいさいが革新的な技術力を秘めたスタートアップ企業や中小企業のイノベーション創出を支えることを掲げる。

図 12 政策提言Ⅱ-i の概要



筆者作成

・期待される効果

これまで主としてイノベーション創出を促進する役割を担っていた機関に加え、各地方に研究開発支援を分権することで、迅速かつ各々のニーズに適合した形での水素社会形成の促進が期待できる。また、分権による事業採択により、NEDO では焦点を当てられていなかった分野や企業が更なるイノベーションを創出することが期待できる。現在地方の水素産業を担当する各県の経済産業局や環境局、経済産業省管轄の経済産業局との相乗効果を生み出す可能性もあり、これまで蓄積されてきた水素協議会等での検討案を実証に落とし込み、社会に実装していく上での足掛かりとすることが可能である。

・評価と課題

実現可能性について、水素供給のあり方として地産地消は不可欠であり、各地方でのモデル構築への初期段階の支援策として研究開発・実証支援を行う当政策は本稿のビジョンに十分に寄与できると考える。必要性について、水素の地方利活用の計画は現在も散見され、実際に検証を行う企業もある。これらの動きを更に前に進めるために、REDO がイノベ

ーション・アクセラレーターとしての役割を担うことが求められる。効率性について、現在ある経済産業省管轄の経済産業局との差別化が難しく、同じ組織の中に新たな部門を設置することもできる。しかし、水素社会実現に向けて、何かしらの形で地方向けの研究・実証を行うことは必要不可欠である。有効性について、現在、水素社会に向けての計画が様々な自治体でされているものの、実際に社会実装に向けて動いているのは規模の大きい自治体が主である。REDO が資金面などから計画のみに留まっている地方の現状を打開し、地方水素社会の形成の一役を担う役割は大きい。公平性について、地方ごとに規模が異なるため、公平に資金分配ができるのかという点については疑問が残る。よって、地方規模や立地の重要性を考慮に入れた上での判断が求められる。

第5項 政策提言Ⅱ-ii：「GX 銀行と水素重点部門」の設置

・提言対象

提言対象は、日本政府である。

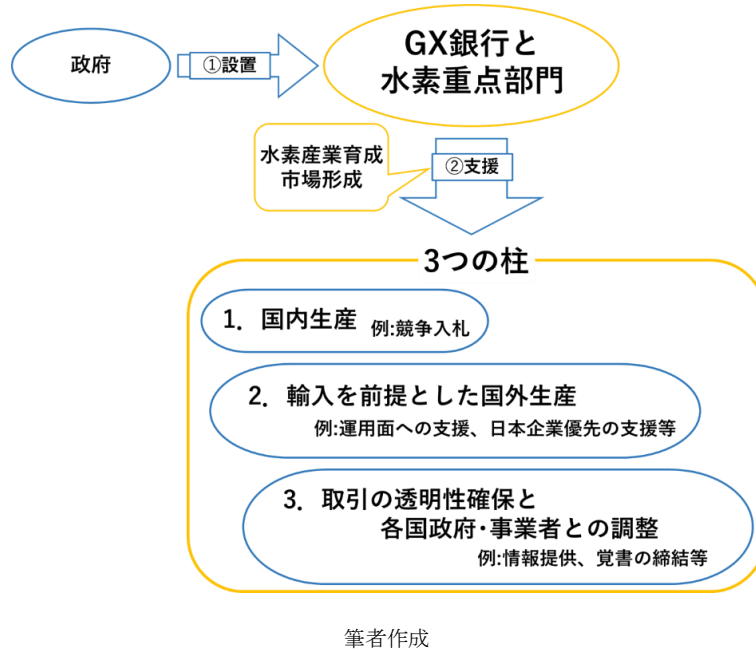
・提言理由

分析より、1. 2050 年度において水素産業は主要エネルギー部門の中で最も波及効果を創出する産業であること、2. 日本が CN を軸に経済成長を遂げていくためには、水素は欠かせないエネルギー源であり、水素産業を適切な政策で長期的にも育成していく必要があることが明らかになった。また、現状分析より、水素産業育成・初期段階の水素市場への支援制度を中心とした政策の多くが計画段階に留まっており、具体的な制度設計には至っていないことが明らかになっている。特に支援制度の財源を確保し、水素産業育成に焦点を当てた継続的支援を実施する枠組みはない。(GI 基金は対象がグリーン成長戦略において実行計画を策定している重点分野と広い。) さらに、2050 年 CN 達成に向け、GX と成長の両立は日本経済の今後を左右しうる課題であり、GX を推進する枠組みの中で水素を重点分野として支援することが必要だと考える。以上より、GX の重点分野別に継続的支援を実施する枠組みとして GX 銀行を設立し、特に水素産業について育成と初期段階の市場への支援制度に重点的に取り組む「GX 銀行と水素重点部門」の設置を提言する。

・提言内容

GX の重点分野別に継続的支援を実施する枠組みとして GX 銀行を設立し、特に水素産業について育成と初期段階の市場への支援制度について重点的に取り組む水素重点部門を設置する。具体的なプロセスは以下の図 13 の通りである。まず、日本政府が GX 銀行を設立し、水素重点部門を設置する(①)。水素重点部門は GX 推進対策費や水素関連予算を財源とし、水素産業育成と初期段階の市場への支援を行う(②)。具体的には 1. 国内生産の支援 2. 国内への輸入を前提とした国外生産(国際水素サプライチェーン)の支援 3. 水素取引の透明性確保と各国政府・事業者との調整の 3 つの柱を想定する。1. 国内生産の支援に関してはクリーン水素生産事業者に対し、固定額の奨励金(プレミアム)が得られる競争入札等を想定している。2. 国内への輸入を前提とした国外生産(国際水素サプライチェーン)の支援に関しては初期投資に留まらず、運用面への投資や日本企業を優先した支援制度を想定している。3. 水素取引の透明性確保と各国政府・事業者との調整に関しては水素の流通、決済、価格等の情報の包括的提供や水素生産に関する覚書の締結等に向けた国内外での政府・事業者間での調整を想定している。

図 13 政策提言Ⅱ-ii の概要



・期待される効果

水素産業への継続的かつ重点的な支援により産業育成と初期段階の市場形成の促進が期待できる。具体的に 1. 国内生産の支援に関しては水素生産事業者へのインセンティブ創出・奨励金確保による更なる投資促進等の効果が期待できる。2. 国内への輸入を前提とした国外生産(国際水素サプライチェーン)の支援に関しては中長期的な水素供給源の確保や日本企業の水素産業競争力向上が期待できる。3. 水素取引の透明性確保と各国政府・事業者との調整に関しては適切な競争環境による水素市場の発展や日本主導での水素に関するルールメイキングによる国際的地位の向上が期待できる。

・評価と課題

実現可能性について、政府は水素を重要な次世代エネルギーの1つと位置付けており、水素基本戦略の改訂や水素産業に対する支援計画の公表等から妥当性のある政策であるため、本稿のビジョンに寄与できると考える。必要性について、水素産業育成と初期段階の市場形成には需要見通しや技術的リスク等の不確実性が存在するため、そのリスクの一部を負担する事業環境整備として当政策のニーズは高く、行政が共に取り組むべきだと考える。効率性について、定量的な数値は算出できておらず、投入する資源に対して見合った効果が得られるかは未知数である。有効性について、水素産業育成・初期段階の市場形成への効果はもちろん、グランドデザインの明示による水素社会実現の加速が期待できる。公平性について、水素産業に取り組む全事業者に対して、公平・公正な支援制度を確立できるかは疑問であり、特定事業者のみが支援制度の恩恵を享受する可能性がある。そのため、漏れがない支援制度の確立が当政策実施に向け解消しなければならない課題の一つで

ある。

第3節 政策提言のまとめ

・政策提言Ⅰ-iより、水素産業に適切な補助金給付が実施されることで水素産業育成が促進され、2050年における水素社会実現に向けた適切なステップを踏むことが可能になる。

・政策提言Ⅰ-iiより、当政策自体が水素製造を行う民間企業にとって大きな保証となり、積極的な投資促進が可能になる。また、政府が買い取った水素を適正価格(化石燃料価格や再エネ価格等と同等な価格)で販売することで市場での水素価格の低減につながる。

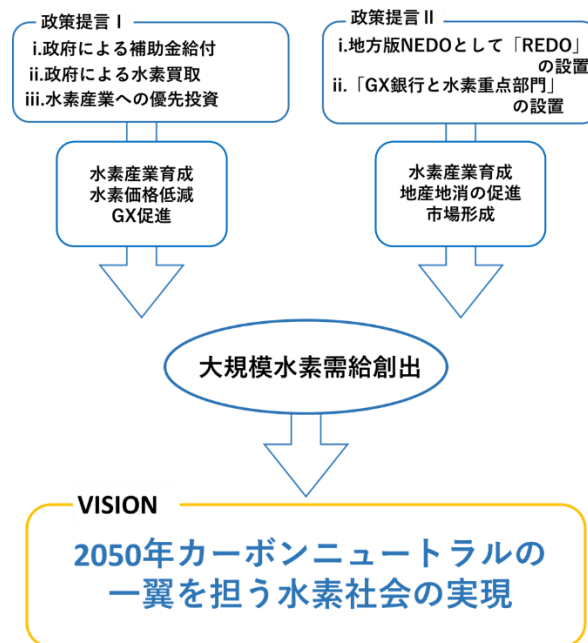
・政策提言Ⅰ-iiiより、次世代エネルギーである水素産業育成と石油・石炭産業の事業・エネルギー転換といった適切なGX支援が可能になる。

・政策提言Ⅱ-iより、各地域のニーズに即した研究開発支援が可能になり、イノベーション創出が期待できる。また、水素社会の社会実装に関しても地産地消というロールモデルを確立することが他地域や日本社会全体の水素利活用促進に大きな追い風となることも期待される。

・政策提言Ⅱ-iiより、GXに向けた産業転換の促進、特に水素産業への継続的かつ重点的な支援により産業育成と初期段階の市場形成が期待される。

以上で提言した政策により、水素産業に対する具体的な数値に基づいた政策の実施や水素価格の低減、水素産業を重点的に支援する枠組み設置といった課題が解消され、大規模需給創出が進むことが期待される。そして、本稿のビジョンである「2050年CNの一翼を担う水素社会の実現」が達成される(図14)。

図14 政策提言のまとめ



筆者作成

おわりに

本稿では、現状の水素産業の課題である需給両面への具体的な政策の不足に着目し、「2050 年 CN の一翼を担う水素社会の実現」をビジョンとして研究を行った。現状分析において、大規模水素需給の創出に向けた定量的数値に基づいた実効性のある政策の不足という問題があることがわかった。分析では 2022 年度において水素産業が他エネルギー部門と比較して遜色ない波及効果を創出できること、2030 年度において経常補助金・一般政府消費支出・間接税の変化が水素産業に正の影響を与えること、2050 年度において水素産業は主要エネルギー部門の中で最も波及効果を創出する産業であることを明らかにした。これらの結果を基に、政策提言では 2030 年に向けた政策として政府による補助金給付、水素買取、水素産業への優先投資、2050 年に向けた政策として「RED0」の設置、「GX 銀行と水素重点部門」の設置を提言した。

しかし、本稿の課題として以下の 2 点が挙げられる。1 点目は 2030 年度・2050 年度の分析において使用した数値は予測値であり、実際の産業構造や波及効果等の分析結果は事実とは異なる可能性がありうる点である。不確実性が多い将来において、多くのリスクを考慮に入れた複数シナリオの分析でより正確な分析結果を得ることが可能であるが、本稿においては日本政府が 2050 年に CN を実現するというビジョンを前提に分析を行ったため、分析シナリオを拡大しなかった。しかしながら、2050 年 CN が実現されなかった未来を前提として分析を行うことで実現した場合との比較や現状に危機感を与え、取り組みを促進することが可能になると考えられる。2 点目は水素産業を重点分野別に分類し、分析できていない点である。本稿の分析では水素産業という大きな枠組みで水素関連分野を括ったが、実際には水素産業の中にも細かい分類がある。よって、それらの詳細な分類に基づいた分析により各重点分野別の波及効果等の分析結果が得られ、より詳細な政策提言が可能になるであろう。しかしながら、各重点分野別の分析に用いる数値取得は非常に困難であり、仮定や予測に基づいた分析に留まると考えられる。よって、これら 2 点は今後の研究課題といえる。

本稿の執筆にあたり、計 8 つの民間企業や地方公共団体にはヒアリング調査やデータ取得の面で多大なご協力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

最後に、我々の研究が大規模水素需給創出につながり、2050 年 CN の一翼を担う水素社会の実現に寄与することを願って、本稿の締めとする。

参考文献・引用文献・データ出典

主要参考文献

- ・中野諭・鷺津明由(2018)「政府見通しに基づく大規模水素利用の波及効果の分析」
〈https://www.jstage.jst.go.jp/article/papaaios/26/1/26_35/_pdf/-char/ja〉 アクセス日 2023/11/10
- ・再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議(2023)「水素基本戦略」
〈https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei_energy/pdf/hydrogen_basic_strategy_kai_tei.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部(2023)「水素基本戦略の個別論点と水素産業戦略について」
〈https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/031_03_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10

参考文献

- ・Hydrogen Council(2017)「Hydrogen scaling up」 アクセス日 2023/11/10
- ・資源エネルギー庁(2023)「水素基本戦略の概要」
〈https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_3.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・資源エネルギー庁(2023)「水素を取り巻く国内外情勢と水素政策の現状について」
〈https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/014_04_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー部・新エネルギー部、資源・燃料部(2022)「水素・アンモニアの商用サプライチェーン支援制度について」
〈https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/004_02_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・環境省(2022)「水素サプライチェーン事業化に関する調査・報告書」
〈https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka_saisei/lowcarbon-h2-sc/support-tool-info/PDF_Excel/support-tool_report220316.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・経済産業省 資源エネルギー庁(2022)「水素社会実現に向けた大規模水素サプライチェーンの構築について」
〈https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/cid/pdf/002_03_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部、資源・燃料部(2022)「水素・アンモニアサプライチェーン投資促進・需要拡大策について」
〈https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/002_01_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・一般社団法人 自然エネルギー財団(2021)「ドイツの脱炭素戦略-自然エネルギー拡大と脱石炭・脱原発にむけた政策と法整備-」
〈https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/REI_DE_DecarboStrategy.pdf〉 アクセス日 2023/11/10

- ・日本貿易振興機構(ジェトロ)海外調査部デュッセルドルフ事務所(2021)「ドイツにおける水素戦略と企業ビジネス動向」
 〈https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/a31db630cadce992/20210004.pdf〉
 アクセス日 2023/11/10
- ・NEDO 欧州事務所 今里(2023)「欧州における水素関連動向について」
 〈https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/031_05_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・IEA(International Energy Agency)(2021)「Global Hydrogen Review」
 〈<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2021>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・ENEOS 株式会社(2022)「水素サプライチェーン構築に向けた取組み」
 〈https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/001_06_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・経済産業省 産業技術環境局・資源エネルギー庁(2022)「クリーンエネルギー戦略 中間整理」
 〈https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/green_transformation/pdf/008_01_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・資源エネルギー庁(2022)「国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案」
 〈https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/078_01_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・環境省(2022)「脱炭素化にむけた水素利活用に係る国内外の動向(ドイツ)」
 〈https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka_saisei/lowcarbon-h2-sc/PDF/overseas-trend_06_germany_202203.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・環境省(2022)「脱炭素化にむけた水素利活用に係る国内外の動向(オーストラリア)」
 〈https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka_saisei/lowcarbon-h2-sc/overseas-trend/PDF/overseas-trend_13_australia_202012.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・日本貿易振興機構(ジェトロ)シドニー事務所(2021)「オーストラリアにおける水素産業に関する調査」
 〈https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/82b3276826014c69/20200042_01.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・KPMG(2021)「水素モビリティの視点-水素の地理的ホットスポット-」
 〈<https://home.kpmg/jp/ja/home/insights/2021/04/geographic-hydrogen-hotspots.html>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・愛知県(2011)「産業連関表の見方使い方」
 〈<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/213362.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・総務省(2009)「産業連関表の仕組み」
 〈https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/system.htm〉 アクセス日 2023/11/10
- ・EY 新日本有限責任監査法人(2020)「産業連関分析の仕組みとプロセス」
 〈https://www.ey.com/ja_jp/library/info-sensor/2020/info-sensor-2020-01-08〉
 アクセス日 2023/11/10

- ・環境省(2022)「脱炭素化にむけた水素利活用に係る国内外の動向(日本)」
 〈https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka_saisei/lowcarbon-h2-sc/PDF/overseas-trend_01_japan_202203.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・AKIMOTO DAISUKE(2022)「Japan-Australia: building a hydrogen supply chain」
 〈<https://www.lowyinstitute.org/the-interpreter/japan-australia-building-hydrogen-supply-chain>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・HESC(2022)「The Potential of Hydrogen」
 〈<https://www.hydrogenenergysupplychain.com/about-hesc/hydrogen-energy/>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・NEDO(2020)「大規模水素サプライチェーンの構築プロジェクト」
 〈<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/hydrogen-supply-chain/>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・CSIS-Center for strategic & international studies(2021)「Australia's Hydrogen Industrial Strategy」
 〈<https://www.csis.org/analysis/australias-hydrogen-industrial-strategy>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・Australia Government Australia Renewable Energy Agency ACIL ALLEN CONSULTING(2018)「OPPORTUNITIES FOR AUSTRALIA FROM HYDROGEN EXPORTS」
 〈<https://arena.gov.au/assets/2018/08/opportunities-for-australia-from-hydrogen-exports.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・Australian Government Advisian Worley Group(2021)「Australian hydrogen market study」
 〈<https://www.cefc.com.au/media/nhnhwlxu/australian-hydrogen-market-study.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・PwC(2020)「Embracing clean hydrogen for Australia -How the journey towards decarbonisation can be fuelled by Hydrogen-」
 〈<https://www.pwc.com.au/infrastructure/embracing-clean-hydrogen-for-australia-270320.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・Deloitte COAG ENWrGY Council-National Hydrogen Strategy Taskforce(2019)「Australian and Global Hydrogen Demand Growth Scenario Analysis」
 〈<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/au/Documents/future-of-cities/deloitte-au-australian-global-hydrogen-demand-growth-scenario-analysis-091219.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・Australian Government Department of Industry Science, Energy and Resources(2021)「STATE OF HYDROGEN」
 〈<https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/state-of-hydrogen-2021.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・Australia Government Australia Renewable Energy Agency ARENA(2022)「Hydrogen energy」
 〈<https://arena.gov.au/renewable-energy/hydrogen/>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・経済産業省(2022)「カーボン・クレジット・レポートの概要」
 〈https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_credit/pdf/004_s04_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10

- ・総務省(2000)「政策評価制度の在り方に関する最終報告」
 〈https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/s_saihou.htm〉 アクセス日 2023/11/10
- ・NEDO(国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)(2023)「NEDO について」
 〈<https://www.nedo.go.jp/introducing/index.html>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー部・新エネルギー部、資源・燃料部
 (2022)「水素・アンモニアを取り巻く現状と今後の検討の方向性」
 〈<https://www.mlit.go.jp/common/001480248.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・資源エネルギー庁(2023)「令和3年度(2021年度)におけるエネルギー需給実績(確報)」
 〈[honbun2021fykaku.pdf \(meti.go.jp\)](#)〉 アクセス日 2023/11/10

データ出典

- ・ITI(国際貿易投資研究所) JIDEA(2018)「日本産業連関動学モデルのデータベースおよび推測値」
 〈<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.iti.or.jp%2FJIDEA%2Foutr.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・経済産業省(2021)「水素政策の最近の動向について」
 〈https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/026_01_00.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・OECD(2023)「Gross domestic product」
 〈GDP and spending - Gross domestic product (GDP) - OECD Data〉 アクセス日 2023/11/10
- ・OECD(2023)「Real GDP long-term forecast」
 〈<https://data.oecd.org/gdp/real-gdp-long-term-forecast.htm>〉 アクセス日 2023/11/10
- ・日本経済団体連合会(2022)「グリーントランスフォーメーション(GX)に向けて」
 〈https://www.keidanren.or.jp/policy/2022/043_honbun.pdf〉 アクセス日 2023/11/10
- ・財務省(2023)「水素エネルギーの現状・課題と将来展望」
 〈<https://www.mof.go.jp/pri/research/seminar/fy2023/lm20230614.pdf>〉 アクセス日 2023/11/10