

グリーンイノベーション基金事業

「大規模水素サプライチェーンの構築」プロジェクトに関する
研究開発・社会実装計画 （改定案）

令和~~6~~7年~~1~~2●月~~1~~9●日

経済産業省

資源エネルギー庁

目次

1. 背景・目的.....	3
2. 目標.....	9 <u>10</u>
3. 研究開発項目と社会実装に向けた支援.....	12 <u>13</u>
4. 実施スケジュール	15 <u>16</u>
5. 予算.....	18 <u>19</u>

1. 背景・目的

- 水素産業の重要性と課題解決の方向性

- 水素は、化石燃料や再エネなど様々なエネルギー源から製造することができ、利用先も発電・輸送・産業など多岐に渡ることが期待されるため、カーボンニュートラル達成には必要不可欠な二次エネルギーである。
- また、世界的に水素及び関連市場が今後拡大していくことが見込まれており、こうした国内外の市場を獲得することは、我が国の経済成長、雇用維持や、世界の脱炭素化にも貢献することに繋がる。
- ただし、水素の社会実装を促すためには、供給設備の大型化等を通じた供給コストの削減と両輪で、大規模な水素需要の創出を同時に行うことが求められる。
- しかしながら、水素の黎明期においては、長期の水素需要量が不確実であるため、民間事業者が大規模なインフラ投資に踏み出しにくいという問題があり、この不確実性を下げるためにも、追加でのインフラ投資を最小化しつつ、供給量の増大と水素需要の創出を行うことを可能とする社会実装モデルを構築する必要がある¹。
- 本プロジェクトについては、こうしたモデルを構築し、各要素の技術的な課題の解決を図るとともに、水素の需要側と供給側の取組を特定エリアで統合的に実証することで、技術的な知見を蓄積し、将来的なインフラ整備とともに効率良く水素の普及を達成することを目指す。

- 本プロジェクトを取りまく現状と課題解決の具体的方策

- 社会実装モデルの一つの姿としては、臨海部等の大規模な水素需要が見込まれる地域へ海外からの輸入水素等を供給することで集中的に水素の利活用を行うものが考えられる。
- こうした社会実装モデルの構築に際して重要となるのは、水素を大量かつ安価に供給出来る海上輸送技術と、大規模な需要を創出することが可能な水素発電技術を需給一体の取組として推進することであり、それぞれ取り組む意義と現状、課題について以下のとおり整理した。

【供給：海上輸送技術】

- 水素の大規模な社会実装に向けては、価格競争力のある海外水素の活用も重要な選択肢。
- そのため、海外からの輸入を視野に、これまでも TRL:4 相当である①液化水素、②メチルシクロヘキサン（MCH）の2つの水素キャリア²を用いた海上輸送技術の実証を世界に先駆けて

¹ 2021 年 3 月 22 日に開催された水素・燃料電池戦略協議会中間整理においても、水素の社会実装を促すためのモデル構築の重要性が指摘されている。

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/025_01_00.pdf

² 水素キャリアとしては、①液化水素、②MCH、③アンモニア、④メタネーションなどを想定しているが、海上輸送等に係る一連の技術（脱水素工程等を含む）のコスト削減余地が大きい①、②に関する実証を中心にこれまで実施（実施中）。③アンモニアは原料用途で利用されており、既に海上輸送されている。燃料用途での技術開発は、別途燃料アンモニア分野で研究開発・社会実装計画を策定予定。

実施してきた（詳細は既存事業の項目参照）。

- 日本は先行して技術開発を行っているものの、2020 年水素戦略を発表したドイツなどの欧州各国も海外において製造された水素の活用を国家戦略に位置づけ、具体的な取組をはじめめる等、世界の水素資源獲得に向けた動きが活発化。さらに、米国のインフレ抑制法では、グリーン水素製造に対し 10 年間の税額控除が措置され、2023 年 2 月に発表された欧州のグリーンディール産業計画では、水素製造への補助が 10 年間措置されるなど、大規模水素製造への政策支援が開始されている。こうした中で、日本においても、大規模かつ強靱なサプライチェーンの構築を目指し、既存燃料等との価格差に着目した支援制度の検討を開始している。シンガポールやマレーシアなど、アジアにおいても国際水素サプライチェーン構築に向けた具体的な検討が加速化している。
- 今後、水素の国際取引の拡大が期待される中で、国際的な水素サプライチェーンを支える輸送関連機器を我が国が世界に先駆けて開発することは、関連機器の輸出機会の増大や、透明・安定・流動的な国際水素市場の確立を通じた我が国のエネルギー安全保障の強化といった便益をもたらすことが期待される（市場規模についての試算は 2. 目標にて後述）。
- しかしながら、こうした水素の輸送関連機器を実用化し、水素の社会実装につなげていくためには、設備のさらなる大型化・高効率化等をはかり、水素の供給コストを低減していくことが必要不可欠。

【需要：水素発電】

- 大型ガスタービンを用いた水素発電は、燃焼しても CO₂ を排出しないゼロエミッション電源であり、カーボンニュートラル時代において、系統における重要な供給力、調整力、慣性力としての役割を果たすと考えられており、グリーン成長戦略において、2050 年に水素・アンモニアで発電量の約 10%程度を賄うことを、議論を深めて行くに当たっての参考値とした。
- また水素発電は、大規模需要を創出することも可能とする技術であるため、大規模水素サプライチェーンの構築と一体的に進め、水素の社会実装に向けた好循環の創出を図ることが重要である。
- 水素ガスタービン発電技術は、既存設備の大部分をそのまま活用することが可能であるが、水素の燃焼特性に合わせた燃焼器を開発する必要がある。そのため、これまでも混焼率 30vol%を達成するための燃焼器を 2018 年に開発。現在は、水素専焼用の燃焼器を開発中（詳細は既存事業の項目参照）。また、欧州タクソミーにおいて、ガス火力基準として、CO₂ 排出係数が 270g/kWh 未満の閾値が定められ、国内のガスタービンメーカーにより基準に適合した 30%を超える燃焼器の要素技術の開発が新たに進められている。
- 米国、欧州の支援策を背景に、大規模水素製造プロジェクトが次々と立ち上がり、わが国においても大規模かつ強靱なサプライチェーンの構築に向けた制度検討が進められていることを踏まえれば、本社会実装計画の策定当初に想定されていた供給量に対応する水素発電の規模そのものについても、大型化を追求するなど、当初の計画を柔軟に見直していく必要がある。

- 日本企業はこの分野で技術的に世界をリードしており、既に米国などの海外で案件を受注。今後も、再エネを含むエネルギー資源に乏しいアジア各国も含め、世界的に大きな市場の伸びが見込まれる。
- この技術的な優位性を維持するためにも、燃焼器開発の次の段階として、実機に搭載して実際に水素を用いた発電を行い、その燃焼安定性を確認するための実証が必要である。
- 今後、国際水素サプライチェーンの構築を通じて、水素供給コストを低減し、供給される水素を水素発電等で大規模に利活用することを通じて、目指すべき社会実装モデルを構築する観点から、少なくとも以下 5 つの取組が必要であるが、本プロジェクトでは①、②を実施する。
 - ✧ ①大型化等、水素サプライチェーンの供給コスト削減に必要な技術開発³
 - ✧ ②燃焼安定性の検証等、水素発電を実現するための技術開発³
 - ✧ ③事業採算性向上に資する、既存燃料との価格差縮小や脱炭素電源への新規投資に繋がる制度整備
 - ✧ ④海外資源開発のリスク低減に資するファイナンススキームの整備
 - ✧ ⑤国際市場形成の基盤となる国際標準化 等
- こうした取組は、将来の国内外市場の水素価格や水素取引量などが不確実な中で民間企業が単独で実施することが困難であることから、国として積極的な支援を講ずる必要がある。なお、水素発電の商用化のためには、本実証に加えて、水素と既存燃料との価格差の縮小を行う制度や脱炭素電源への新規投資を対象とした長期脱炭素電源オークションといった支援的措置と改正省エネ法⁴で新たに制度化される「非化石転換目標」や高度化法⁵によって 2030 年の非化石電源比率を 44%以上と位置づけた規制的措置を一体的に進め、水素の利用を促進する。
- また、大規模国際水素サプライチェーンの構築・商用化に向けては、発電等の分野による大規模需要の安定的な創出をすることだけでなく、海外資源開発に際して、公的金融機関によるファイナンスの供与を通じた供給側のリスクの低減を図ることが重要。また、流動性・透明性の高い国際水素市場形成の基盤となる、水素の製造工程等における CO₂ 排出量の算出方法や輸送関連機器（例：液化水素運搬船から受入基地に水素を移すローディングアーム）等の国際標準化を図る。
- その他、本プロジェクトで得られた知見なども活用しながら、各種規制の合理化の検討なども進めていく。例えば、現行規制では液化水素タンクの必要離隔距離が LNG など他の液化ガスと比べると大きくなることで、水素供給設備の設置制約となることが懸念されている。こうした課題を確認し、安全性も加味した上で規制の合理化を検討する。

³ 海外市場の獲得を念頭においた要素機器、システム開発を行うことを徹底する。

⁴ エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律（昭和五十四年法律第四十九号）

⁵ エネルギー供給事業者によるエネルギー源の環境適合利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律（平成二十一年法律第七十二号）

- 関連基金プロジェクトと既存事業

- 関連基金プロジェクト

- 水素産業に関連する基金プロジェクト「再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造」は、水電解装置等を用いて国内で水素の製造基盤を確立し、自家消費や周辺での水素利活用を促進し、社会実装モデルを創出することを目指すものである。

- 既存事業

- 以下の予算事業を通じて、世界初となる液化水素・MCH による国際水素サプライチェーン構築実証事業及び、液化水素関連設備の大型化に関する研究開発⁶、水素発電にかかる燃焼器（混焼、専焼）の技術開発を実施。
 - 既存事業で得られた知見も最大限活用し、国際水素サプライチェーンの更なる大型化や、実機を用いた水素発電の安定運転を、実証を通して実現することで、水素供給コスト削減等を効率良く進めることを目指す。

- 【予算事業】

- 未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業（2015～2022 年度、2022 年度予算額 30.5 億円）
（https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2022/pr/en/shoshin_taka_09.pdf）。
 - 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（2023～2027 年度、2024⁵年度予算額 8683 億円）
（https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2024/pr/pdf/pr_energy.pdfhttps://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2025/pr/pdf/pr_energy.pdf（P9470））。

- グリーン成長戦略の実行計画における記載（抜粋）

- （３）水素産業

- ①水素の利用

- ＜現状と課題＞

- タービンを用いた大規模水素発電は、カーボンニュートラル時代の電源のオプションの一つであり、調整力として系統の安定化にも寄与することができる。日本企業は、燃焼速度の速い水素の燃焼を水素タービンの中で制御する技術開発で先行するなど、他国企業に対して競争優位を持つ。しかしながら、実機での安定燃焼性の実証がまだ完了していない。潜在国内水素需要（一定の仮説に基づく導入量）は約 500～1,000 万トン/年程度と考えられる。

⁶ 大型化に資する技術開発は実施するものの、大型化の実証等は行っていない

<今後の取組>

水素発電タービンについては、2050 年までの累積導入容量は最大約 3 億 kW（約 23 兆円）を世界で見込む。この世界市場を獲得するため、まずは早期の実機実証を支援し、国内での商用化を加速する。また、再エネや原子力と並んで、カーボンフリー電源として水素を評価し、水素を活用すればインセンティブを受け取れる電力市場を整備する。これにより、発電分野における大規模需要の創出を通じた国内水素市場の本格的な立ち上がりを下支えする。国内で立ち上がった市場において得られる知見・経験を活かし、その後は、既にプロジェクトが動きつつある先進国に加え、電力需要の伸びが旺盛なアジアなどにも輸出することを目指す。

②水素の輸送（液化水素運搬船など）

<現状と課題>

水素の国際取引は、ドイツなどが水素の輸入に関心を示すなどしており、今後の立ち上がりが期待されている。我が国は当初から輸入水素の活用を前提としており、液化水素や MCH を用いた、海上輸送技術・インフラの技術開発・実証を国も支援してきた。その結果、世界ではじめて液化水素運搬船を建造するなど、技術で世界をリードしている。今後はいかに早期の商用化を図っていくかが課題となっている。また、水素はこれまで海上輸送を行うことが想定されておらず、各国の法規制が不統一になる懸念がある。

<今後の取組>

2050 年時点で 1 割の水素が国際市場で取引されていると仮定すると、その取引市場は最大約 5,500 万トン/年（約 5.5 兆円/年）となることを見込まれる。こうした市場を創設するためには、更なる水素輸送コスト低減に資する輸送関連設備の大型化を、研究開発や実証、国内需要の創出等の様々な手段で支援し、2030 年を目途とした商用化の達成を目指すことが重要。こうした取組を通じ、2030 年に 30 円/Nm³ の供給コストの実現を目指す。

その上で、国際的な機器の安全性・互換性を担保することで、将来世界に機器や技術等を輸出する基盤を整備すべく、液化水素運搬船から受入基地に水素を移すローディングアームなどの関連機器の国際標準化を推進する。また、海外での積出港における水素輸出に対応した岸壁・供給設備等に対する出資の検討や、国内では、港湾において必要な水素の配送・貯蔵等が可能となるよう技術基準や港湾計画の見直し等を検討する。

- G-X 実現に向けた基本方針の今後の対応脱炭素成長型経済構造移行推進戦略（GX 推進戦略）における記載（抜粋）

4）水素・アンモニアの導入促進

水素・アンモニアは、発電・運輸・産業など幅広い分野で活用が期待され、自給率の向上や再生可能エネルギーの出力変動対応にも貢献することから安定供給にも資する、カーボンニュートラルの実現に向けた突破口となるエネルギーの一つである。特に、化石燃料との混焼が可能な水素・ア

ンモニアは、エネルギー安定供給を確保しつつ、火力発電からの CO2 排出量を削減していくなど、カーボンニュートラルの実現に向けたトランジションを支える役割も期待される。同時に、水素・アンモニアの導入拡大が、産業振興や雇用創出など我が国経済への貢献につながるよう、2023 年 6 月に改定した水素基本戦略の下、制度構築やインフラ整備を進める。

大規模かつ強靱なサプライチェーンを国内外で構築するため、国家戦略の下で、クリーンな水素・アンモニアへの移行を求めるとともに、既存燃料との価格差に着目しつつ、事業の予見性を高める支援や、需要拡大や産業集積を促す拠点整備への支援を含む、規制・支援一体型での包括的な制度の準備を早期に進める。また、化石燃料との混焼や専焼技術の開発、モビリティ分野における商用用途での導入拡大を見据えた施策を加速させる。

エネルギー安全保障の観点で踏まえ、国内における水素・アンモニアの生産・供給体制の構築にも支援を行う。特に国内の大規模グリーン水素の生産・供給については、中長期を見据えてなるべく早期に実現するため、余剰再生可能エネルギーからの水素製造・利用双方への研究開発や導入支援を加速する。水素・アンモニアを海外から輸入する場合においても、製造時の温室効果ガス排出など国際的な考え方にも十分配慮するとともに、上流権益の獲得を見据えた水素資源国との関係強化を図る。

国民理解の下で、水素・アンモニアを社会実装していくため、2025 年の大阪・関西万博での実証等を進めるとともに、諸外国の例も踏まえながら、安全確保を大前提に規制の合理化・適正化を含めた水素保安戦略の策定、国際標準化を進める。

● GX2040ビジョンにおける記載（抜粋）

（３）次世代エネルギー源の確保、水素等のサプライチェーン構築

水素は、アンモニアや合成メタン、合成燃料などの基盤となる材料であり、これら水素等は幅広い分野（鉄鋼、化学、モビリティ分野、産業熱、発電等）での活用が期待される、CN 実現に向けた鍵となるエネルギーである。

世界では、技術開発支援にとどまらず、水素等の製造や設備投資等に対する大胆な支援策が始まりつつある。また、豊富で安価な再生可能エネルギーや、天然ガス、CCS適地などの良質な環境条件や、水素関連技術の優位性など、各国が、自国の強みをいかした産業戦略を展開し、資源や適地の獲得競争が起こり始めている。

我が国は水素製造や輸送技術、燃焼技術など複数分野における技術で世界を先導してきている。「技術で勝って、ビジネスでも勝つ」べく、引き続き NEDO 等と連携しながら、グリーンイノベーション基金事業等で世界に先行した技術開発により競争力を磨くとともに、世界の市場拡大を見据えて先行的な企業の設備投資を促していく。

社会実装に向けては、水素社会推進法36に基づき、低炭素水素等の大規模サプライチェーンの構築を強力に支援していきながら、諸外国や企業の動向も踏まえて、国内外を含めた更なる低炭素水素等の大規模な供給と利用に向けて、規制・支援一体的な政策を引き続き講じ、コストの

低減と利用の拡大を両輪で進めていく。また、地方創生にもつながる地域資源をいかした水素等の利活用も進める。

このため、エネルギー安全保障の観点からも、将来的に十分な価格低減と競争力を有する見込みのある国内事業を最大限支援するとともに、国産技術等を活用して製造され、かつ大量に供給が可能な水素等の輸入についても支援する。加えて、DR にも資する水電解装置や燃料電池、これらの部素材における製造能力拡大に向けた投資や、将来的にコスト競争力のある水素の製造可能性を有する高温ガス炉の技術開発を促進し、産業競争力の向上を図っていく。

また、水素社会推進法に基づき、大規模な利用ニーズの創出と効率的なサプライチェーン構築に資する、様々な事業者に広く裨益し得る設備に対する拠点整備支援や特例措置を実施していくとともに、保安規制の合理化・適正化に取り組む。

2. 目標

- アウトプット

- 研究開発の目標

1. 2030 年 30 円/Nm³ の水素供給コストを達成するための海上輸送技術及び 2050 年 20 円/Nm³ 以下を目指すための基盤整備、革新的水素輸送技術確立
2. 大規模需要を創出する水素ガスタービン発電技術（混焼、専焼）を実現するための技術の確立

（目標設定の考え方）

1. 2030 年の目標コスト（30 円/Nm³）は 2050 年に化石燃料に十分な競争力を有する水準（20 円/Nm³ 以下）まで水素価格を引き下げするために、その時点で最低限求められる数値として設定。液化水素は水素純度が高く、需要側で追加設備無しに高い純度が求められる燃料電池等に活用可能、MCH は常温常圧で液体であり、備蓄性に優れる、といった化学的な特性をそれぞれの水素キャリアは有しており、想定用途等が異なるため、長期的な棲み分けが行われると考えられることから、途中で技術方式の絞り込みは行わない⁷。
2. 混焼と専焼には異なる燃焼器を必要とするが、どちらが最適かは発電所立地場所への水素供給体制やその燃料供給コストに依存することから、カーボンニュートラル実現までの長い期間で併存しうる。また、混焼をオプションとして持つことで、低コストでの水素製造が可能な海外市場などで、水素発電の早期の社会実装を促すことも期待されることから、専焼だけでなく、混焼も技術開発を行うこととする。欧州タクソミー等の海外における政策の動向に対応し、新たに 30%を超える高混焼⁸の燃焼器の開発も進められていることから、混焼については、30%混焼だけではなく、30%を超えるものについても対象とし、日本が技術的優位性を持つ水素発電の分野において、海外市場の獲得を目指す。

（目標達成の評価方法についての考え方）

提案者の柔軟性を確保する観点から、各目標の個別の評価方法については、現時点で特定せず、その方法についての考え方のみ示すに留め、今後案件の採択時により具体的に決定することとする。

1. 水素供給コストについては、各実施者の事業終了年度が異なる可能性に鑑み、

⁷ ただし、用途や市場が一部重複する場合も想定され、そのような領域では競争が働き、供給コストの削減に寄与することとなる。

⁸ 欧州タクソミーにおいて、ガス火力基準として定められた CO₂ 排出係数が 270g/kWh 未満の閾値に適合した、混焼率 30%を超える燃焼

2030 年（一部の技術開発は 2050 年）時点で想定される供給コストを、本プロジェクトで建造した各種輸送設備のコストも踏まえて試算し、目標達成度を評価する。

なお、上記コスト目標は、船上引き渡しコストとする。

2. 実機による実証を通して、燃焼安定性の検証を行い、出力の変動を行いつつ連続運転を達成する。

（目標の困難性）

1. 液化水素の現行実証の技術レベル・規模で商用化する場合はその供給コストは約 170 円/Nm³ と試算されており、2030 年目標を達成するには約 1/6 まで引き下げる必要。しかしそのためには、輸送関連設備の大型化等に向けた技術開発の中で、高いハードルが存在する（詳細は研究開発内容にて記載）。

● アウトカム

国際水素市場及び水素発電市場の立ち上がりを受け、期待される世界の CO₂ 削減効果、及び予想される世界の市場規模について、以下の前提に基づき機械的に算出した。日本企業の国際競争力の状況も意識しつつ、世界市場の付加価値の相当程度の割合を我が国に還流させ、世界及び日本の脱炭素化に貢献することを目指す。

➤ CO₂ 削減効果（ポテンシャル推計）

1. 約 700 万トン/年（2030 年）

【算定の考え方】

国際水素サプライチェーンによって供給された水素の利用先を水素発電と想定し、燃料である輸入天然ガスを水素が熱量等価で代替すると仮定。なお、輸入天然ガスは石油や石炭等の他化石燃料よりも CO₂ 排出量が低く、最も保守的な数字として算出する観点から採用した。国際水素サプライチェーンによる供給量については、商用化が達成され、その供給量を仮に 100 万トンとして試算した⁹。

【利用したパラメータ】

①国際水素サプライチェーンからの水素供給量：100 万 t

②水素標準発熱量：142MJ/kg(HHV)

③輸入天然ガス炭素排出係数：13.87g-C/MJ¹⁰

計算式：①×②×③×44/12(CO₂ 換算)

⁹ グリーン成長戦略における導入目標 2030 年 300 万 t のうち、引き続き国内の供給源から現在と同程度（200 万 t）供給され、差分の 100 万トンが海外から供給されたと仮定した。日本以外の国が海上輸送を伴う水素取引は考慮していない。

¹⁰ 総合エネルギー統計「標準発熱量・炭素排出係数」を採用

2. 約 4 億トン/年 (2050 年)

【算定の考え方】

国際水素サプライチェーンによる供給量についてのみ 30 年時点から考え方を変更し、2050 年時点の世界の国際水素取引量を 5,500 万トン¹¹と仮定した。

【利用したパラメータ】

①水素供給量：5,500 万 t

②水素標準発熱量：142MJ/kg(HHV)

③輸入天然ガス炭素排出係数：13.87g-C/MJ¹²

計算式：①×②×③×44/12(CO₂ 換算)

➤ 経済波及効果 (世界市場規模推計)

(国際水素取引)

1. 約 0.3 兆円 (2030 年時点)

【算定の考え方】

2030 年時点の世界の水素取引量を 100 万トンとした場合に、平均水素供給コスト 30 円/Nm³ として推計。

2. 約 5.5 兆円/年 (2050 年時点)

【算定の考え方】

2050 年時点の世界の水素取引量を 5,500 万トンとした場合に、平均水素供給コスト 100 円/kg として推計 (グリーン成長戦略と同一の仮定を設定)。

(水素発電タービン市場)

1. 最大約 23 兆円 (2050 年までの累積)

【算定の考え方】

IEA Energy Technology Perspectives 2020 Sustainable Development Scenario 等を基に最大導入容量 (約 2.9 億 kW) を推計し、タービン価格を約 8 万円/kW と仮定。

¹¹ グリーン成長戦略における試算値を採用(Hydrogen Council Hydrogen Scaling up 等をもとに推計)

¹² 総合エネルギー統計「標準発熱量・炭素排出係数」を採用

3. 研究開発項目と社会実装に向けた支援¹³

- 【研究開発項目 1】国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

➤ 目標：2030 年 30 円/Nm³ の水素供給コストを達成するための海上輸送技術及び 2050 年 20 円/Nm³ 以下を目指すための基盤整備、革新的水素輸送技術の確立

➤ 研究開発内容：

- ① 水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証

【（2/3→1/2 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

水素供給コストの低減のためには、現行の実証事業等による既存技術と比較して、それぞれ大型化・高効率化を通じた水素の原単位あたりの各構成機器の設備コスト・運転コストを低減することが必要である。

例えば液化水素の場合、30 円/Nm³ の供給コストを実現するためには、現行実証スケールよりも最大 32 倍、各種設備を大型化する必要がある。しかしながら、極低温や脆化といった過酷な条件に対応できる限られた材料しか活用できないため、技術的なハードルが高い。例えば、-253℃の液化水素を適切に貯蔵等するための各種タンクは、現行実証における断熱構造（真空断熱）や形状（球状）では対応できないため、断熱材の活用や平底円筒型への再設計を行う必要があり、更なる技術開発及び実証を通じた検証が必要不可欠。

MCH については、製油所の既存設備を活用しつつ、クリーン水素から製造した大量の MCH を海外から受入れ、脱水素（MCH を水素とトルエンに分解）、原油の脱硫プロセスへの水素利用、及び近隣での利活用のための供給を一気通貫で出来る可能性がある。そのため、既存事業でこれまで支援してきた脱水素工程における触媒の耐久性・性能の更なる向上等の要素技術に加えて、カーボンニュートラル時代において、水素供給拠点に生まれ変わる可能性を秘めている製油所の既存設備を最大限活用し、輸送部門の電動化等による石油需要の減退の状況を踏まえながら、現在の原油の精製プロセスとの最適な併存方法を開発する。その際、既存設備の最大限の活用は、これまで培ってきたノウハウや人材といった資産もレガシーアセットとして活用することが出来るため、そうした点にも留意し、本プロジェクトを通じて最大限の活用を検討する。

- ② 液化水素関連材料評価基盤の整備★¹³

【委託（企業等の場合はインセンティブ 1/10）】

極低温や脆化といった過酷な条件に対応できる材料は限定的であるが、2030 年及び

¹³ 本プロジェクトの一部については、「脱炭素成長型経済構造移行推進戦略」（令和 5 年 7 月 28 日閣議決定）3.（2）に基づき実施するもの。

¹³ ★マークがある研究開発項目については、大学・研究機関等が主たる実施者（支出が過半を占める実施者）となることが可能（★マークがない項目は、企業等の収益事業の担い手が主たる実施者となる必要）

2050 年のコスト目標を達成するための材料開発基盤を国内に留め置くためには、材料の機械特性（強度、破壊靱性、疲労等）や熱特性（線膨張、熱伝導、比熱等）等の評価手法を国内で確立することが重要である¹⁴。そのため、世界に先駆けて国際水素サプライチェーンを実証している日本において、先行して評価基盤を整備することで、液化水素に関連する機器全般に対する参入障壁を下げることによる新規参入の活性化や、技術開発の方向性明確化を通じた、継続した開発力の強化に繋げる。

③ 革新的な液化、水素化¹⁵、脱水素技術の開発

【委託（企業等の場合はインセンティブ 1/10）】

液化水素又は MCH による輸送のコストを一段と押し下げ、2050 年のコスト目標を実現するためには、各種設備の大型化に加えて、輸送時のエネルギーロスの大部分を占める液化プロセスや MCH 製造、脱水素プロセス等における更なる高効率化等の技術革新が必要不可欠である。例えば、電気分解により水素を経ずに直接 MCH を合成する技術は、トルエンと水素を合成する設備を減らすことで、設備コストを大幅に下げることが見込まれる。こうした合成技術で製造される MCH は、現在はごく少量に留まっているが、大規模製造を行うため、電解槽の大型化や触媒の高効率化等の技術を長期的な視野で開発する。

（委託・補助等の考え方）

- 研究開発内容①については、大型化に係る要素技術はまだ発展途上にあるだけでなく、将来の国内外市場の水素価格や水素取引量、海外における水素製造サイトの選定により事業性が左右されることから、長期かつ高リスクの研究開発投資となるため、当初の補助率は 2/3 とする。他方、実証運転段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/2 へと逡減させる。
- 研究開発内容②については、水素関連産業への新規参入を促進するための評価技術の開発であり、受託者自身の裨益が小さい協調領域の取組であるため、委託で事業を実施する。
- 研究開発内容③については、実用化までに 10 年以上かかることが想定される革新的な技術を支援対象として想定しているため、委託事業として実施する。
- 研究開発内容③で開発したプロセスは、研究開発内容①への実装を将来想定しているため、社会実装を見据え、原則、①及び③は水素キャリア毎に同一の企業又はコンソーシアムを実施者とするが、採択後の相互協力が見込まれる場合、各内容に対して異なる事業者が別々に申請することも可能。
- また、研究開発内容②については、研究開発内容①と相乗効果が高いため、評価基盤の詳細仕様を固める初期の段階も含め、互いに連携することを求める。

¹⁴ 現在は国内に十分な設備が存在しないため、海外の評価機関を利用する企業も存在する。

¹⁵ 水素とトルエンによる MCH 合成

- 【研究開発項目 2】水素発電技術（混焼、高混焼、専焼）を実現するための技術の確立
 - 目標：大規模需要を創出する水素ガスタービン発電技術（混焼、高混焼、専焼）を実現するための技術の確立
 - 研究開発内容：
 - ①水素発電技術（混焼、高混焼、専焼）の実機実証
 - 【（1/2 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

水素は天然ガスと比して燃えやすい等の特性を有しているため、ガスタービンに供給すると、逆火や燃焼振動¹⁶、NOx 値の上昇を引き起こす。水素発電の実現のためには、それらの対策を行いつつも、天然ガス火力発電と同等の発電効率を実現することが必要となる。そのため、本プロジェクトにおいては、前述の既存事業と連携しつつ、①既に開発した水素混焼用燃焼器（混焼率（体積比率）：30%）、及び②現在開発中の水素専焼燃焼器を、火力発電所に実装し、実機実証を通して燃焼安定性を検証するとともに、発電所の負荷追従運転を行う上で、水素供給についての技術開発を行う。

加えて、欧州タクソミーにおいて、ガス火力基準として、CO₂ 排出係数が 270g/kWh 未満の閾値が定められ、新たに 30%を超える燃焼器の開発も進められていることを受け、③高混焼燃焼器（混焼率（体積比率）：30%を超え、EU タクソミーのガス火力基準を満たすもの）の実機実証を通じた技術を開発する¹⁷。

（委託・補助等の考え方）

- 水素発電のための燃焼器は研究開発段階であるが、商用化に近い段階であることから、補助率は既存事業と同様 1/2 とする。
- 需給一体での実証とすべく、原則、研究開発項目 1 における研究開発内容①と同一の企業又はコンソーシアムで実施するが、採択後の相互協力が見込まれる場合、各内容に対して異なる事業者が別々に申請することも可能。

● 社会実装に向けたその他の取り組み

- 実施者は 2025 年の大阪万博において、本プロジェクトの中間的な成果を展示・活用する（実証運転を行うことを想定し、その補助率は 1/2 とする）。具体的にはグリーン水素を中心とした万博への水素発電の供給により、世界に先駆けて水素製造から利用までの一連のモデル実証を行う¹⁷。また、末端における水素価格に大きな影響を与える水素の貯蔵や国内輸送（陸送）の更なる効率化等は、創意工夫を活かした迅速な事業化等が期待されることから、ベンチャー企業等による追加的な開発等を機動的に支援することを想定（補助率は 2/3

¹⁶ 燃焼器内部で発生する音の振動と燃焼により生じる火炎の振動が一致することで、互いの振動を増幅して非常に大きな力を発生させ、燃焼器等に大きな損傷を与える現象

¹⁷ 高混焼に関する技術開発及びグリーン水素による万博への水素発電供給は、2024 年 6 月 28 日改訂により新たに追加。本項目は「脱炭素成長型経済構造移行推進戦略」（令和 5 年 7 月 28 日閣議決定）3.（2）に基づき実施するもの。

を想定)。

4. 実施スケジュール

- プロジェクト期間

- 【研究開発項目 1】国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備
- 研究開発内容①の研究開発・実証運転により、一体的に 2030 年の国際水素サプライチェーンの構成機器の設備コスト・運転コストの低減を図ることを想定しているため、一連の取組を確実に実施するための十分な時間を確保する観点から、2021 年度から 2030 年度までの最大 10 年間を想定。また、研究開発内容②については、研究開発内容①の技術開発などにその成果を生かすことも想定し、2025 年までの確立を目指す。研究開発内容③については、2050 年に向けた長期的な取り組みであることから、十分な時間を確保するために、2021 年度から 2030 年度までの最大 10 年間で実施することを想定。以下のスケジュール例は、あくまで一例であり、早期の目標達成等のために最適なスケジュールを組むことは妨げない。
- 【研究開発項目 2】水素発電技術（混焼、高混焼、専焼）の実機実証
- 研究開発項目 1 の国際水素サプライチェーンの構築と両輪で取り組むことで、2030 年の水素供給コスト 30 円/Nm³を達成する必要があるだけでなく、混焼、専焼は燃焼器開発の段階に違いが見られるため、実証時期が一致しないことも想定される。そのため、一連の取組を確実に実施するための十分な時間を確保する観点から、2021 年度から 2030 年度までの最大 10 年間を想定。以下スケジュール例では、上記認識の下にあくまで一例であり、早期の目標達成等のために最適なスケジュールを組むことは妨げない。

- ステージゲート設定等

研究開発目標の達成に向けては、様々なアプローチが考えられることから、具体的な達成方法は提案者の創意工夫に委ねることを原則とするが、以下のとおり、事業化段階の切れ目において、ステージゲートを設定し、事業の進捗や社会実装に向けた国内外の制度整備の検討状況等を見て継続可否を判断する¹⁸。いずれのタイミングにおいても、原則追加公募は想定していないが、その必要性が確認された場合には追加公募を行う。

また、プロジェクトのモニタリング・評価等については、個別プロジェクト毎の取組（進捗状況を見える化するダッシュボードの構築等）に加えて、毎年経産省と NEDO が主催する水素閣僚会議（Hydrogen Energy Ministerial）¹⁹等も活用しながら、国内外の関係者に積極的な

¹⁸ 判断を行う際、双方の合意に基づき事業内容及び目標の柔軟な見直しを行うことも検討する。

¹⁹ 担当閣僚級が水素分野に特化して、そのグローバルでの利活用を促進する上での国際協力の在り方等を議論する唯一の国際会議。2020 年はコロナ禍であったため、特別プログラムとしてオンラインで開催。23 カ国の閣僚級及び 25 社の企業・国際機関等のリーダーが参加（ビデオ参加含）し、国内外から 2,800 名が参加。

広報を行う。

➤ 【研究開発項目 1】国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

（研究開発内容①）

- ◇ 調査・設計の完了時（下記の例では、2023 年頃に事業継続判断）
- ◇ 実証機器の建設完了時（下記の例では、2026 年頃に事業継続判断）

（研究開発内容②）

- ◇ 調査・設計の完了時（下記の例では、2022 年頃に事業継続判断）
- ◇ 評価設備の建設完了時（下記の例では、2024 年頃に事業継続判断）

（研究開発内容③）

※ 基礎研究から小規模実証、大規模実証への段階を移行することを想定

- ◇ 基礎研究の完了時（下記の例では、2023 年頃に事業継続判断）
- ◇ 小規模実証完了時（下記の例では 2026 年頃に事業継続判断）

➤ 【研究開発項目 2】水素発電技術（混焼、高混焼、専焼）の実機実証（混焼）

- ◇ 調査・設計の完了時（下記の例では、2022 年頃に事業継続判断）
- ◇ 実証機器の建設完了時（下記の例では、2024 年頃に事業継続判断）

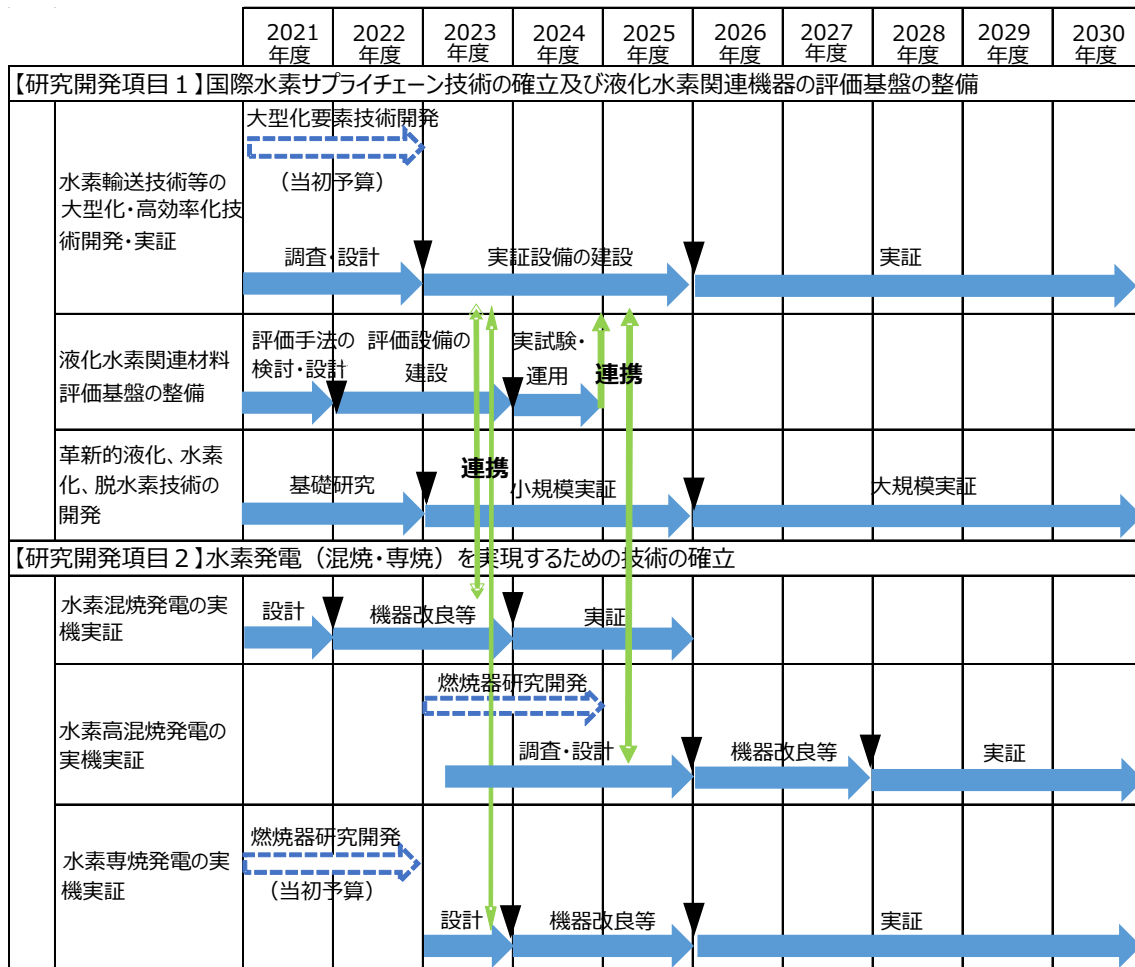
（高混焼）

- ◇ 調査・設計の完了時（下記の例では、2026 年頃に事業継続判断）
- ◇ 実証機器の建設完了時（下記の例では、2028 年頃に事業継続判断）

（専焼）

- ◇ 調査・設計の完了時（下記の例では、2024 年頃に事業継続判断）
- ◇ 実証機器の建設完了時（下記の例では、2026 年頃に事業継続判断）

表1：プロジェクトの想定スケジュール（例）



▼ ステージゲート

表2：社会実装スケジュール



5. 予算

- プロジェクト総額（国費負担額のみ。インセンティブ分を含む額）：上限 32453,211.2 億円²⁰

【研究開発項目1】国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

（研究開発内容①）水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証

- 予算額：上限 2550 億円
- 予算根拠：既存事業（「未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業」）における液化水素及び MCH によるサプライチェーンのパイロットスケールを数万 t/年規模まで大型化すると仮定し、設備を大型化した場合のコスト低減効果等を考慮し試算。

（研究開発内容②）液化水素関連材料評価基盤の整備

- 予算額：上限 31.3 億円
- 予算根拠：NEDO 調査事業²¹の結果及び評価試験設備等の参考見積等に基づき試算。

（研究開発内容③）革新的な液化、水素化、脱水素技術の開発

- 予算額：上限 230.5273.3 億円
- 予算根拠：長期的な水素分野における革新的製造等技術（革新的水電解やメタン熱分解法などを支援）の研究開発事業である「水素エネルギー製造・貯蔵・利用等に関する先進的技術開発事業」（既存事業）の予算額に、本基金プロジェクトのプロジェクト期間（10 年）を乗じて試算。

【研究開発項目2】水素発電技術（混焼、高混焼、専焼）の実機実証²²

- 予算額：上限 423.2346.6 億円【内訳】（混焼・専焼）273.2196.6 億円、（高混

²⁰ 当該上限額のうち、95 億円については、産業構造審議会 第 13 回グリーンイノベーションプロジェクト部会（令和 6 年 4 月 4 日開催）、産業構造審議会 第 14 回グリーンイノベーションプロジェクト部会（令和 6 年 5 月 13 日～令和 6 年 5 月 15 日開催）及び産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 第 26 回エネルギー構造転換分野 WG（令和 6 年 10 月 29 日開催）での決議により措置するもの。なお、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 第 29 回エネルギー構造転換分野 WG（令和 7 年 7 月 7 日開催）の決議により、95 億円を 82.5 億円に変更している。

²¹ 2019 年度調査報告書 水素社会構築技術開発事業/総合調査研究/極低温域材料試験設備の現状、課題抽出および将来展望に関する調査（<https://seika.nedo.go.jp/pmg/PMG01B/PMG01BG02>）

²² 「水素発電技術（混焼、高混焼、専焼）の実機実証」のうち、「大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証」については、取組を中止していることから、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 第 29 回エネルギー構造転換分野 WG（令和 7 年 7 月 7 日開催）の決議に基づき、中止までに要した事業費約 2.2 億円を控除した約 76.6 億円を予算額から控除している。

焼) 150 億円

- 予算根拠：発電設備及び水素供給・貯蔵設備等の参考見積等に基づき試算。

【社会実装に向けた支援】

- 予算額：上限 10 億円
- 予算根拠：本サプライチェーンで供給されるグリーン水素の大阪万博での利用を想定し、その際の想定利用量の見積もりや既存のベンチャー支援事業²³における支援額等に基づき試算。

●取組状況が不十分な場合の国費負担額の返還率：返還が決定した時点における目標達成度を考慮し、WGにおいて、「10%、30%、50%」の3段階で評価

（参考）改定履歴

- ・2021 年 5 月 制定
- ・2024 年 6 月 改定
- ・2024 年 1 2 月 改定
- ・2025 年〇月 改定

²³ 2021 年度「新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業」に係る公募について
https://www.nedo.go.jp/koubo/CA2_100304.html