

「水素社会構築技術開発事業／研究開発項目Ⅰ  
（水素エネルギーシステム技術開発）」  
（中間）制度評価報告書

2022年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会

## 目 次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
第1章 評価	
1. 総合評価／今後への提言	1-1
2. 各論	
2. 1 位置づけ・必要性について	1-4
2. 2 マネジメントについて	1-7
2. 3 成果について	1-9
3. 評点結果	1-12
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

## はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構において、制度評価は、被評価案件ごとに当該技術等の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会の下に設置し、研究評価委員会とは独立して評価を行うことが第47回研究評価委員会において承認されている。

本書は、「水素社会構築技術開発事業／研究開発項目Ⅰ（水素エネルギーシステム技術開発）」の中間評価報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき、研究評価委員会において設置された「水素社会構築技術開発事業／研究開発項目Ⅰ（水素エネルギーシステム技術開発）」（中間評価）制度評価分科会において確定した評価結果を評価報告書としてとりまとめたものである。

2022年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「水素社会構築技術開発事業／研究開発項目Ⅰ（水素エネルギーシステム  
技術開発）」（中間評価）制度評価分科会

## 審議経過

### ● 分科会（2021年11月26日）

#### 公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 制度の概要説明

#### 非公開セッション

6. 全体を通しての質疑

#### 公開セッション

7. まとめ・講評
8. 今後の予定、その他
9. 閉会

「水素社会構築技術開発事業／研究開発項目 I  
 (水素エネルギーシステム技術開発)」(中間評価)

制度評価分科会委員名簿

(2021年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	おぬま よしなお 小沼 良直	公益財団法人 未来工学研究所 政策調査分析センター 主席研究員
分科会長 代理	りくかわ まさひろ 陸川 政弘	上智大学 理工学部 物質生命理工学科 教授
委員	しばた よしあき 柴田 善朗	一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 電力・新エネルギーユニット 新エネルギーグループ マネージャー
	たかぎ ひでゆき 高木 英行	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 水素製造・貯蔵基盤研究チーム 研究チーム長
	はやし あかり 林 灯	九州大学 エネルギー研究教育機構 教授

敬称略、五十音順

## 第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

## 1. 総合評価／今後への提言

本事業は、エネルギー基本計画、水素基本戦略および水素・燃料電池戦略ロードマップに記載された内容に従って実施され、世界を取り巻く水素や Power to Gas の状況を踏まえると、その開始タイミングは非常に適切であるといえる。また、長期的な研究開発を必要とし、企業が単独で取り組むことは難しいことから、NEDO が実施する必要性があった。また、Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指すという目的に対して、水素の製造・利用等の Power to Gas システムとしての付加価値を包括的にとらえた実証研究は、その本質をとらえており評価できる。2020 年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築するという目標に関しては、達成できたとは言い難いものの、構築に向けた道筋を探るという意味では、この事業によって産業界に Power to Gas の概念を普及させた功績もあり、企業内での認知を高めたことは評価できる。

今後は、水素社会構築に向けた社会実装のための道筋を探り、どれだけ技術開発が進むかが重要であると考えられる。また、テーマ毎に設定された目標に向けて事業を推進するとともに、地産地消型水素製造・利活用ポテンシャル調査および地域水素利活用技術開発といった新規事業と合わせて、グリーンイノベーション基金事業に対しても、本事業における成果を十分に展開・連携することで、当該事業の成果が、更に多くの成果へと繋がることを期待したい。

### <総合評価>

- ・ 本事業は、その性格からして長期的な研究開発を必要とし、企業が単独で取り組むことは難しく、NEDO が実施しなければ技術開発は進まないと考えられる。
- ・ 内容的にも、今後の再生可能エネルギーの拡大の可能性を考えると、将来に向けて取り組むべきテーマであり、NEDO が実施することの必要性が強く感じられる。
- ・ 成果という点では、「Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指す」という目的に対しては、一定の成果を上げたと考えられる。
- ・ 一方、「2020 年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築する」という目標に関しては、達成できたとは言い難いものの、元々の目標設定に無理があり、目標を達成できないことが本事業の価値を下げるものではない。
- ・ むしろ、今後 10 年くらいでどれだけ技術開発が進むかが大事であり、本当の評価はその時点で決まると考えられる。
- ・ Power to Gas に関する十分な情報がないときに、本事業で取り扱ったことを高く評価されるべきと思う。再生可能エネルギーの分野からすれば、裏面にあたる分野ではあるが、この分野の技術革新や理解がなければ、再生可能エネルギーの高いレベルでの普及はない。
- ・ 本事業は産業界に Power to Gas の概念を普及させた功績があり、事業開始当初から比べると企業内での認知が高まり、ようやく企業間で足並みが揃うようになったと思う。単なるかけ声ではなく、現実的な視点で再生可能エネルギーの普及とその課題を考える良い切っ掛けになると思っている。

- ・ 世界を取り巻く、水素や Power to Gas の状況を踏まえると、本事業の内容、目的、開始のタイミングは非常に適切であった。
- ・ 特に、各テーマにおいて、Power to Gas の中核となる水電解の技術開発のみならず、デマンドレスポンス、下げ代対策、水素の製造・利用等の Power to Gas システムとしての付加価値を包括的にとらえた実証研究であり、Power to Gas システムの本質をとらえている点が評価できる。
- ・ 事業の位置づけや必要性を明確にしながらか推進されており、これまでに多くの成果が得られている。また、第二回公募におけるステージゲート方式の導入など、状況に合わせて、適切な事業運営・管理が行われていると理解。他の事業の成果も活用した事業推進だけではなく、事故原因究明から得られた安全対策についての方向性の取りまとめと公表・活用についても評価できる。本事業においてこれまでに得られた、水素利活用モデルの実現に向けた「コンセプト構築」の必要性に関する成果は有益かつ重要であり、引き続きの取り組みが期待される所。
- ・ 現在、Power to Gas は多くの人々が知る言葉ではあるが、2014 年の時点で先を見て、制度、テーマを立ち上げられたという点は、高く評価できるポイントである。また、Power to Gas を社会実装していく中で、新しい技術であるがゆえに、予期せぬことが起こりえるが、それらを制度内で共有し、発展的に実装している点が評価できると思う。

#### <今後への提言>

- ・ 利用の拡大の可能性、コンセプトメイキングについて、スタート時の目的は、「再生可能エネルギー等の発電の出力変動に対する吸収や出力の安定化」であったかもしれないが、P2G システムは、安価あるいは低炭素な水素の生成、分散型での利用なども考えられるため、利用の拡大の可能性を探ることが望ましいと考えられる。  
言葉を言い換えると、委員会の中で PM からの説明にあった「コンセプトメイキング」が非常に重要になると考えられる。とはいえ、そのコンセプトも実現可能にならなければ、絵に描いた餅になってしまうため、技術開発を着実に進めることが重要である。
- ・ 必要性の PR、参加事業者の拡大について、本事業において、参加する事業者はメーカー系が多く、欧州などでは電力会社などが多いとの説明があったが、様々な企業が参加することが望ましい。  
実感として、P2G システムの必要性に対する認識は、一般市民どころか産業界にも浸透していないのではないかと感じられる。必要性を感じる企業が増えてくれば研究開発に参画する企業も増えると想定されるので、必要性を PR する取組みは今後も必要となる。
- ・ 予定通りに最終目標は達成されると思うが、これで役割が終わったとは思えない。現状では、社会実装のためのモデルを構築したのであって、実際に実装できるまでには多くの課題があるのも事実と思う。このモデルが普及しないことには、再生可能エネルギーの普及拡大には波及しない。次期事業の必要性が高く、より明確な目標設定と実施が必要と思う。また、基礎的な研究や小規模な Power to Gas システムの構築など、派生的

かつ学術的な検討も必要と考える。今後、水素分野の優位性を確保するためには、これらの分野の強化も必要である。

- ・ 世界で動きが加速する **Power to Gas** には、水素製造を主目的としたもの、自然変動再エネの系統統合を目指したもの等、多様な類型が存在する。**Power to Gas** の類型や目的に応じた事業の細分化によって、目標とする技術開発項目を明確にでき、ターゲットとなる国内外の市場への展開が効率化できるかもしれない。
- ・ 上述の通り、**Power to Gas** には、水電解による水素の製造のみならず、デマンドレスポンスや下げ代対策等の再エネ系統統合への貢献というメリットがある。これらの機能は、再エネ大量導入に向けて必須となることから、他のエネルギー貯蔵技術と併せて **Power to Gas** を、電力システムの制度設計における議論に組み込むよう、働きかけを今後も積極的に行って頂きたい。
- ・ また、**Power to Gas** システムには、分散型・地産地消によるレジリエンスの強化、水素長期貯蔵がもたらすエネルギー安定供給やエネルギーセキュリティーの改善等のメリットもある。これらの視点から、派生形として実施されているコンセプト・メイキング型の「地産地消型水素製造・利活用ポテンシャル調査」や「地域水素利活用技術開発」等を更に拡充して頂きたい。
- ・ 本事業や後継の関連事業を通じて、国内関連プレイヤーの数が増加し、競争の下、経済的・効率的な国産 **Power to Gas** システムが実用化され、国内外に展開されることを期待する。
- ・ 今後も、テーマ毎に設定された目標の達成に向けて事業を推進するとともに、新規事業（地産地消型水素製造・利活用ポテンシャル調査および地域水素利活用技術開発）と合わせて、グリーンイノベーション基金事業に対しても、本事業における成果を十分に活用・展開することで、更に多くの成果へと繋がることを期待したい。
- ・ 先導して立ち上げたことで、本制度は現時点で多くのアドバンテージを有していると思われるので、得られた有用な情報を社会全体に還元することで、脱炭素社会実現に向けたさらなる技術発展が加速する、あるいは新技術の創出が生れるような仕組みに繋げてほしい。

## 2. 各論

### 2. 1 位置づけ・必要性について

本事業は、エネルギー基本計画、水素基本戦略および水素・燃料電池戦略ロードマップに記載された内容に従って実施されており、政策の観点からその必要性は明確であり、再生可能エネルギー等の電力を一旦水素に変換して輸送・貯蔵する Power to Gas システムについて、その実用化に向けた基盤的技術の確立を目指すとする目的は妥当である。また、Power to Gas の実用可能性は、再生可能エネルギーの導入規模という外的要因に左右されるリスクを伴い、かつ長期的な視点が求められることから、単独の企業で達成できる事業ではないだけに、NEDO が実施する必要性は高い。

一方で、「モデルの構築」という若干抽象的ともいえる目標をかかげているが、達成度を定量的に判定するためにも、システムとしての性能評価値、またはプロトタイプ施設の設置数など、具体的数値を入れることを検討していただきたい。

#### <肯定的意見>

- ・ 政策における「制度」の位置付けについて、再生可能エネルギー等の出力変動要素の強い発電設備に対して、電力を一旦水素に変換して輸送・貯蔵することにより変動を吸収し、出力を安定させると明記されており、位置付け（目的）そのものははっきりしている。
- ・ 政策、市場動向、技術動向等の観点からの「制度」の必要性について、上記の位置付け（目的）は、再生可能エネルギーが発電に占める割合が高くなった時点を想定すると、その必要性は理解できる。
- ・ NEDO が「制度」を実施する必要性について、この研究開発は長期的なものであり、現時点での事業採算性は明らかではなく、かつ様々な複合的な技術が必要と思われる。このため、企業が単独で取り組む可能性は低く、NEDO が実施しなければ技術開発は進まないと考えられる。
- ・ 目的について、上記のように、目的が「再生可能エネルギー等の発電の出力変動に対する吸収や出力の安定化」であれば、蓄電がよりストレートな解決策のように感じられ、電力を一旦水素に変換する方法は、一見遠回りの解決策のように感じられなくもない。しかしながら、「水素を生み出す」こと自体が様々な可能性を秘めており、今後の技術の発展や水素利用の拡大により、発電の出力変動に対する吸収や出力の安定化以外の効果（低コストあるいは低炭素の水素製造など）が得られれば、目的の幅が広がる可能性があると感じられる。
- ・ 「Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指す」という目的は、開発内容に合致しており、妥当と考えられる。
- ・ 今後の再生可能エネルギーの普及拡大には、エネルギーの安定供給が必要であり、水素を利用したクリーンな本システムはこれに寄与する技術である。これら Power to Gas システムをいち早く国内に根付かせた点は、NEDO においてしかできなかったことであり、現時点で国内外から評価されている。もし、この事業を実施していなかったら、

本国は大きくこの分野で遅れていたと思われ、再生可能エネルギーの普及にも影響を与えていたと考える。

- ・ わが国の水素・燃料電池戦略ロードマップの策定や再エネ導入拡大、ドイツを中心とした欧州での Power to Gas の取組みの加速、という国内外の背景から判断すると、本事業の内容、目的、開始のタイミングは非常に適切であったとすることができる。
- ・ Power to Gas の実用可能性は再エネの導入規模という外的要因にも左右されることから、リスクを伴い、かつ長期的な視点が求められることから、民間企業が単独で実施できるものではなく、NEDO が本事業を実施することが必要であった。
- ・ 本事業は、エネルギー基本計画、水素基本戦略および水素・燃料電池戦略ロードマップで示された内容に従って実施されており、政策の観点からその必要性は明確である。また、世界動向や技術動向を踏まえながら、先進的かつ有益な事業を展開している。Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指すとする目的も妥当であり、NEDO が実施する必要性も明らかである。
- ・ 国際エネルギー機関（IEA）から出された“Net Zero by 2050 Roadmap for the Global Energy Sector”（2050年ネットゼロ報告）の中でも核となる技術をとらえた制度で、単独の企業で達成できる事業ではないだけに、NEDO が「制度」を実施する必要性は非常に高い。制度の目的は妥当であるが、目標としては、「社会実装をするためのモデルの構築」という若干抽象的ともいえるものにはなるが、制度が立ち上がった 2014 年の頃を考えると妥当だったと思われる。

#### <改善すべき点>

- ・ 目標については、「2020 年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築する」という点では、技術開発のステージや難易度や期間を考えると、ハードルが高かったと思われる。「構築する」ではなく、「構築に向けた道筋を探る」くらいの表現の方が良かったと思われる。  
目標を、「2020 年を目処に社会に実装するためのモデルを構築する」としているが、若干具体性に欠ける。コロナ感染禍の影響がなかったとしても、モデルの定義によっては、本目標はかなり高い目標である。目標の数値化は困難であることは理解できるが、曖昧にモデルとせず、システムとしての性能評価値、またはプロトタイプ施設の設置数など具体的数値を入れることはできたと思われる。
- ・ 「社会実装をするためのモデルの構築」という若干抽象的ともいえる目標が、制度が立ち上がった 2014 年の頃を考えると妥当だったと思われる一方で、結果として達成度を定量的に判定するのが難しい状況にある。定性的には目標を達成しつつあるのも理解できるので、最初に立てた大きな目標のもとに、制度途中でサブ目標をいくつか挙げても良かったのではないかとと思われる。
- ・ 根拠や目的について、現時点で改善すべき点は見当たらない。あえて言えば、「水素を生み出す」ことにより様々な利用拡大の可能性を秘めていることをどう位置付けるか？（不確かなことは現時点では記載しないという選択肢もあるし、逆により多くの可能性

を追求するために、あえて将来的には記載する、という選択肢も考えられる。)

- ・ カーボンニュートラルに向けて、現在、欧州を中心として世界の **Power to Gas** に関する動きがかなり加速している。再エネからの水素製造を主目的としたもの、自然変動再エネの系統統合を目指したもの等、**Power to Gas** には多様な類型が存在する。今後、本事業を継続的に実施するうえで、**Power to Gas** の類型に応じて事業を細分化することも考えられる。そうすることで、類型ごとに目指す技術開発項目が明確になるかもしれない。
- ・ また、場合によっては、蓄電池や電気自動車等の他の技術も含めたエネルギーシステム全体の最適な姿を検討することによって、**Power to Gas** のターゲットポイントを明確にし、そこに注力した技術開発を行うことで、事業の効率化を図ることができる可能性もある。
- ・ 技術動向を先導するような取り組みであり、世界的にも動きが加速する中、目標については採択テーマごとに設定しながら、事業を推進してきたと理解している。今後の着実な事業推進、また、他の事業への有益な成果の展開のためにも、目標設定過程の確認・整理も必要であろう。

## 2. 2 マネジメントについて

マネジメントについては、第一回公募での運営結果を踏まえ、第二回公募でステージゲート方式を採用している点で評価できる。また、研究の絞り込みが厳密に行われており、研究開発フェーズが異なるテーマを横並び評価するために、統一様式を設定するなどの工夫が図られており、期間中に十分な取捨選択がされている点でも、マネジメントは十分に機能しているものと評価できる。研究開発成果の普及に係る活動は、論文発表等が多数あり、高く評価できる。

一方、外部からの横の連携が見えてこないため、今後、水素社会構築には、電力、材料、プラント産業など幅広い分野の参入が必要とされるので、これまで以上に事業内に留まらない産業界内あるいは海外機関等との連携を行い、得られる技術動向などに関する情報・知見も活かしながら、事業を推進していただきたい。

### <肯定的意見>

- ・ 「制度」の枠組みについて、特に問題点は見当たらず、妥当と考えられる。
- ・ 「テーマ」の公募・審査について、特に問題点は見当たらず、妥当と考えられる。第二回公募時より、「将来像を描いてもらう」ことを追加したとの説明があったが、様々な可能性や発展性がある事業であるため、それを実施者に考えてもらうことは良いことだと感じた。  
本事業は比較的アーリー・ステージであることと、様々な事業の展開の可能性があるので、技術が確立されないと可能性の幅も見えてこないことから、評価項目も妥当と考えられる。
- ・ 「制度」の運営・管理については、特に問題点は見当たらず、妥当と考えられる。
- ・ **Power to Gas** が産業界で十分に認知される以前に、独自性をもって事業が開始されており、2回の研究公募を適切に行っている。2回目の公募採択案件ではステージゲート方式を設けるなど、研究進捗、研究目的に対して厳しい審査を行っている。研究の絞り込みは厳密に行われており、期間中に十分な取捨選択がされているのでマネジメントも十分に機能している。
- ・ 研究期間中の事故に対しても速やかな対応と、それを肯定的に活かす取組をしたので優れたマネジメントと評価できる。
- ・ 第一回公募での運営結果を踏まえ、第二回公募でステージゲート方式を採用している点が評価できる。また、事業の進捗に応じた柔軟な見直し、統一様式でのレポート作成等によって効率的なマネジメントを実現できたと判断できる。
- ・ 環境省は比較的小規模な **Power to Gas** の実証を行っているが、本 **NEDO** 事業は中規模～大規模であり独自性が見られる。
- ・ 第一回公募、第二回公募ともに、公募実績は妥当であり、適切な審査のもと、採択がなされていると理解する。本事業の運営について、特に第一回公募テーマにおける運営を踏まえて、第二回公募では、ステージゲート方式（テーマによっては2回の審査）として、多様性のあるテーマを横並びでかつ公平性を担保した評価を実施したことについて

は、評価すべき点と考えられる。

- ・ 応募対象者、開発費については、特に問題を感じない一方で、実施期間については、短く感じるものもあったが、複数のテーマが異なる研究開発フェーズで進んでいるので、FS 的なテーマも存在することを考えると妥当であったと思われる。現在は他の機関での類似の制度が見られるが、本制度を開始した 2014 年のことを考えると、他を先導した制度であることには間違いはない。テーマの公募については、大きな目標であるだけに、単独で応募する可能性はないと考えられるので、十分な応募数があったと考えて良いと思われる。審査についても、多岐の分野にわたる専門家による審査が行われている。
- ・ 「テーマ」実施に係るマネジメントについては、特に第 2 回の採択者に対しては、ステージゲート評価も行い、先を見据えた判断が出来ていたのではないかと思う。研究開発フェーズが異なるテーマを横並び評価することは難しかったと思われるが、統一様式による評価などの工夫がされていたところが評価できる。
- ・ 研究開発成果の普及に係る活動は、論文発表等も多数あり高く評価できる。各種実証サイトへの見学受け入れなどもされている。

#### <改善すべき点>

- ・ 外部から、テーマごとの横の連携が見えてこない。電力、材料、プラント産業など幅広い分野の参入が必要とされるので、テーマ内に留まらない産業界内の連携は必要と思う。事業の発展的な貢献として、Power to Gas に関するコンソーシアムを立ち上げ、情報発信、人材育成、技術移管を行うと良いと思う。特に、国内に留まらず技術の海外展開など、競争力を強みにした展開が可能と思われる。
- ・ 制度の運営・管理に関する改善点は特に見られない。改善点ではないが、公募に関しては、今後は、もう少し多様な地域を対象としたテーマが応募されることを期待する。Power to Gas の可能性は、再エネポテンシャル、電力系統の状況、水素の潜在的需要等の地域特性から影響を受けることから、北海道や東北以外にも、例えば九州等を対象としたテーマの発掘があればよいかと思う。
- ・ 欧州など海外との意見交換で得られる情報も参考にしながら、本事業の運営・管理が行われてきたと理解する。今後も、NEDO として、海外機関等との連携や、それにより得られる技術動向などに関する情報・知見も活かしながら、事業を推進していくことが求められる。
- ・ 研究開発成果の普及に係る活動は、論文発表等も多数ある一方で、NEDO から直接の成果普及活動がもう少し積極的に行われても良いのではないかと感じた。ただ、研究開発成果が伝わりにくい理由の一つに、このところコロナウイルス感染拡大の影響もあって、成果発表を聞きに行く機会が少なく、WEB 聴講になることで、終日集中して聞く機会が持てないという聞き手側の問題もあると思われる。

## 2. 3 成果について

Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指すという目的に対して、一定の成果を上げており、また、各採択テーマ案件について、目標を達成するとともに、成果の発信も多数行われている点は評価できる。さらに、各テーマにおいて、Power to Gas の中核となる水電解の技術開発のみならず、デマンドレスポンス、下げ代対策、水素の製造・利用等の Power to Gas システムとしての付加価値を包括的にとらえた実証研究が行われており評価できる。

一方、2020 年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築するという目標に関しては、達成度を定量的に判定することが難しいため、制度途中にサブ目標をいくつか挙げるなど、モデル構築に向けた道筋を探っていただきたい。

### <肯定的意見>

- ・ 成果については、既にテーマ評価委員会による評価が実施されており、各プロジェクトに対して「装置のコンパクト化の見通しを示すことができ」、「直流母線電圧の変動を抑制する制御技術を確立できた」、「BDF 焼き水素混焼エンジンの開発に一定の目途を付け、コスト削減見通しを得る」、「P2G システムにおける運用・制御技術開発及び電力調整の可能性を示している」、「電力系統の P2G システムの有効性を明確にした」、「P2G に関する国内の大型プロジェクトを推進していく上で大きなマイルストーンであると評価できる」などの評価を得ている。  
研究発表・講演、新聞・雑誌への掲載など、様々な形で情報発信されている。  
これらのことから、各プロジェクトは一定の成果を上げたと考えられる。
- ・ 全体として、「Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指す」という目的に対しては、一定の成果を上げたと言えるのではないかと。
- ・ Power to Gas システムは、本事業により実現化しているもので、技術的な面では最終目標は達成できると思われる。今後の再生可能エネルギーの普及拡大のためには不可欠な技術であり、社会実装に対する期待は大きい。単に再生可能エネルギーの技術革新が進んでも、不安定な供給を解決することは困難であり、かつエネルギーの備蓄など社会安全保障の観点からも有用な技術であり、政策でもあると考える。
- ・ 各採択案件について、適切な目標設定を行うとともに、目標を達成している。成果の発信も多数行われている。
- ・ 各テーマにおいて、Power to Gas の中核となる水電解の技術開発のみならず、デマンドレスポンス、下げ代対策、水素の製造・利用等の Power to Gas システムとしての付加価値を包括的にとらえた実証研究であり、Power to Gas システムの本質をとらえている点が評価できる。
- ・ 再生可能エネルギー由来の電力による水素製造、輸送・貯蔵及び利用技術を組み合わせたエネルギーシステムについて、社会に実装するためのモデルを確立するという目標に対し、これまでに多くの成果が得られている。特に、「再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」については、世界的にも注目される事業となる

とともに、その成果は、グリーンイノベーション基金事業にも展開されている。事業として、十分な成果発信が行われており、特に、研究発表・講演および新聞・雑誌等への掲載は非常に多くなっていることから、波及効果が期待できるところ。

- ・ 成果としては色々挙がってきている。目標とした「社会実装をするためのモデルの構築」に向けたいくつかの可能性を示せていると思われる。

#### <改善すべき点>

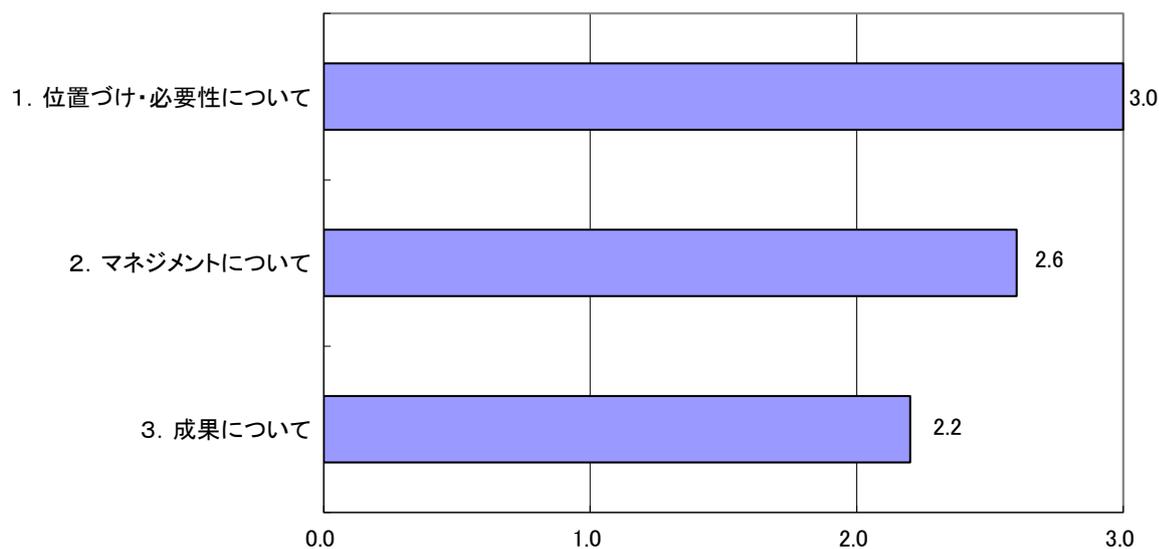
- ・ 一方、「2020年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築する」という目標に関しては、各プロジェクトに対するテーマ評価委員会からの評価において、「P2Gシステムを社会実装する上での特長および課題を明確にする必要がある」、「もう少し広域的・長期間のエネルギー安定供給を目指した水素エネルギーシステムの実証につなげることを期待する」、「本システムの事業が合理的に成立するための要件を明確に提示することで、これらの制度設計への打ち込みを行うことを検討してもらいたい」、「成立条件・適応性および課題を明確にし、経済性に関する考察を加えて、最終的な水素コストあるいは販売価格の目標値を明示すべき」、「提案するP2Gシステムの特徴・役割を明示し、その実現に向けたを整理・分析するとともに、経済性を含めた成立要件を明確にすることが重要である」といったコメントが出されている。

これらのことから、「2020年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築する」という目標に関しては、2021年の現時点においても達成できているとは言い難い。しかしながら、Power to Gasは長期的に開発すべき技術であり、元々の「2020年を目処に」という目標自体に無理があり、前述のように「2020年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築する」ではなく、「構築に向けた道筋を探る」くらいの表現の方が良かったと思われる。

- ・ なお、「最終目標を達成する見通しはあるか。」という評価ポイントに関しては、現時点では判断が難しく、コメントは控えたい。
- ・ いち早く取り組んだ事業ではあるが、Power to Gasの重要性は社会的にはまだまだ認知されていない。再生可能エネルギーの普及だけでなく、これら事業の重要性を社会に示す仕組みを事業の中で提示すべきと思う。現状の最終目的は達成すると思うが、具体的な数値を示すことで、一般により理解しやすいものとする方が良いかと思う。
- ・ 上述の通り、Power to Gasには、水電解による水素の製造のみならず、デマンドレスポンスや下げ代対策等の再エネ系統統合への貢献というメリットがある。これらの付加価値は、再エネ大量導入に向けて必須となることから、他のエネルギー貯蔵技術と併せてPower to Gasを、電力システムの制度設計における議論に組み込むよう、働きかけを今後も積極的に行って頂きたい。
- ・ 必要となる技術目標についてはテーマ毎に設定とのことで、各テーマについて、再度目標を確認し、引き続きその目標達成に向けた取り組みを求めたい。

- ・ 目標とした「社会実装をするためのモデルの構築」に向けたいくつかの可能性を示せていると思われる一方で、繰り返しになるが、結果として達成度を定量的に判定することが難しい状況でもある。制度途中でサブ目標をいくつか挙げても良かったのではないかとと思われる。

### 3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	A	A	A	A
1. 位置づけ・必要性について	3.0	A	A	A	A	A
2. マネジメントについて	2.6	B	A	A	B	A
3. 成果について	2.2	B	A	B	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

#### 1. 位置づけ・必要性について

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた →D

#### 3. 成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

#### 2. マネジメントについて

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

## 第2章 評価対象事業に係る資料

## 1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

# 「水素社会構築技術開発事業／ 水素エネルギーシステム技術開発」

## 事業原簿【公開】

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 スマートコミュニティ・エネルギーシステム部
-----	--

## 目次

概 要 .....	2
<b>I. 事業の位置付け・必要性について .....</b>	<b>6</b>
1. 事業の背景・目的・位置付け .....	6
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性 .....	7
2. 1 NEDO が関与することの意義 .....	7
2. 2 実施の効果（費用対効果） .....	9
<b>II. 研究開発マネジメントについて .....</b>	<b>10</b>
1. 事業の目標 .....	10
2. 研究開発の内容 .....	10
2. 1 研究開発の内容 .....	10
2. 2 研究開発の実施体制 .....	11
2. 3 研究開発の運営管理 .....	19
2. 4 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性 .....	23
3. 情勢変化への対応 .....	25
4. 評価に関する事項 .....	26
<b>III. 研究開発成果について .....</b>	<b>32</b>
1. 事業全体の成果 .....	32
2. 研究開発項目毎の成果 .....	32

(添付資料)

(添付-1) 各研究開発項目の詳細

(添付-2) プロジェクト基本計画

(添付-3) 事前評価関連資料（事前評価書）

(添付-4) テーマ評価関連資料

## 概 要

		最終更新日	2017年11月26日
プロジェクト名	水素社会構築技術開発事業/ 水素エネルギーシステム技術開発		プロジェクト番号 P14026
担当推進部/PM または担当者	新エネルギー部 大平英二 (2014.4.1~2018.3.31) 次世代電池・水素部 大平英二 (2018.4.1~2021.3.31) スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 大平英二 (2021.4.1~)		
0. 事業の概要	<p>・パリ協定以降、世界的な気候変動対策への動きが進展する中、CO<sub>2</sub> フリー水素の利活用は、その対策の一つとして期待されている。</p> <p>・エネルギーセキュリティ、環境、産業競争力強化の観点からも、水素をエネルギーとして利活用する「水素社会」実現に向けた取り組みが各国で進められている。</p> <p>・水素エネルギーの本格的利活用に向けては、水素の製造時においても二酸化炭素の発生を最小化することが必要であり、CO<sub>2</sub> フリーの再生可能エネルギーからの電力利用による水素製造が期待されている。</p> <p>・一方、再生可能エネルギーは自然環境の影響を受け出力変動が大きく、また地理的な偏在性があるため、その導入に伴い、出力制御や送配電網への接続保留等の課題が懸念され、日本でも九州電力管内において接続保留問題が顕在化、導入拡大のためには系統安定化が課題となっている。</p> <p>・再生可能エネルギーからの電力を水素に転換し、利用する Power to Gas は CO<sub>2</sub> フリーの水素製造と利活用及び系統安定化への対応策の一つとして期待され、欧州を中心に積極的な取り組みが進められているが、エネルギー効率やコストの面で課題もある。</p> <p>・このような背景のもと、本事業では Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指す。</p>		
1. 事業の位置 付け・必要性について	<p>2014年4月11日閣議決定された「エネルギー基本計画」では、水素を日常の生活や産業活動で利活用する社会である“水素社会”の実現に向けた取組を加速することが定められ、この取組の一つとして、水素社会実現に向けたロードマップの策定があげられている。</p> <p>これを踏まえ、経済産業省では「水素・燃料電池戦略協議会」を設置してその検討を行い、「水素・燃料電池戦略ロードマップ ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」が策定された（2014年策定、2016年改訂）。</p> <p>この戦略ロードマップにおいて、トータルでの CO<sub>2</sub> フリー水素供給システムの確立と再生可能エネルギーの導入量拡大のため再生可能エネルギー由来水素を有効活用するための技術開発・実証を行っていくべきことが示されている。</p> <p>その後水素・燃料電池戦略協議会下で開催された CO<sub>2</sub> フリー水素 WG で 2017 年 3 月にまとめられた報告書では Power to Gas 技術について解説され、製造された水素の利用方法について幅広く検討を行うことが必要とされている。</p>		



	執行額	7	1,569	909	1,389	5,444	11,458	5,375	6,695	
開発体制	経産省担当原課	・資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課 水素・燃料電池戦略室 ・経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 エネルギー・環境イノベーション戦略室								
	プロジェクトリーダー	-								
	委託先（委託先が 管理法人の場合は 参加企業数及び参 加企業名も記載）	【第一回公募】 ・千代田化工建設(株)、横浜国立大学 ・豊田通商(株)、(株)NTT ファシリティーズ、川崎重工業(株)、(株)フレイン・エナ ジー、(株)テクノバ、室蘭工業大学 ・東北大学、(株)前川製作所、岩谷産業(株) ・東レ(株) ・高砂熱化学工業(株)、(国研) 産業技術総合研究所 【第二回公募】 ・東芝エネルギーシステムズ(株)、東北電力ネットワーク(株)、東北電力(株)、岩谷産業 (株)、旭化成(株) ・(株)日立製作所、北海道電力(株)、(一財) エネルギー総合工学研究所 ・山梨県企業局、東レ(株)、東京電力ホールディングス、(株)東光高岳 ・清水建設(株)、(国研) 産業技術総合研究所、日本重化学工業(株) ・(株)日本製鋼所、日立造船(株) ・(株)NTT ファシリティーズ								
情勢変化への 対応	2016年3月に改訂された水素・燃料電池ロードマップに Power to Gas が記載され本事業の重要性が一段と高まったため、2016年7月に追加公募（第二回公募）を行い事業の取組を強化した。2回のステージゲート及び審査委員会を経て、2テーマに絞り込み実証継続中。									
中間評価結 果への対応	-									
評価に関する 事項	事前評価	2014年度実施 担当部 新エネルギー部								
	中間評価	2017年度 中間評価実施 2021年度 中間評価実施								
	事後評価	2023年度 事後評価実施予定								
3. 研究開発 成果につい て	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー由来の余剰電力を MCH として貯蔵することで系統の安定化を図るシステムの要素技術開発を行い、トルエンの燃料電池への影響、水素貯蔵による系統安定化効果、海外風力エネルギーのポテンシャルを明らかにした。</li> <li>風力由来の余剰電力を MCH として貯蔵、輸送して浴場施設へ熱供給するシステムについて実証設備の設計を行い、北海道の苫前に設置を完了した。</li> <li>浄水場の太陽光発電の変動補償と長期停電時の非常用電源機能を有するシステムについて実証設備の設計を行い、仙台の浄水場で実証運転を開始した。</li> <li>追加公募の6テーマについて基礎検討フェーズを完了し、ステージゲート審査で技術・経済成立性等を評価した結果、3テーマをシステム技術開発フェーズへ移行した。</li> <li>その後、上記3テーマについては、ステージゲート(2018.12.13)を経て2テーマのみ継続活動中。</li> </ul>									

	<ul style="list-style-type: none"> <li>山梨 P2G では、2020 年度までに大型 MEA を 250 枚用いた大型スタックを製作し、良好な性能を確認するとともに、2021 年度より、水素の製造から利用までの一貫した社会実証を開始した。現在、四季を通じた実証を継続中。</li> <li>FH2R では、世界最大級の 10MW 水電解水素製造装置を設置し、20MW の太陽光発電設備を最大限活用する水素エネルギーシステム開発を実施。系統電力の需給調整及び水素需要予測に基づく、制御アルゴリズムを開発し、シミュレーションにより性能を確認。</li> </ul>	
	投稿論文	6 件(2021 年 10 月 29 日現在)
	特 許	「出願済」19 件(うち国際出願 0 件)(同上)
	その他の外部発表 (プレス発表等)	研究発表・講演(253 件)／新聞・雑誌等への掲載(213 件)／ 展示会へ出展(28 件) (同上)
4. 実用化の見通しについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー由来の余剰電力を MCH として貯蔵することで系統の安定化を図るシステムの要素技術の開発に目途がついている。</li> <li>風力由来の余剰電力を MCH として貯蔵、輸送して浴場施設へ熱供給するシステムについて技術的に実用可能な見通しが得られ、事業者で海外展開も含めて検討継続中。</li> <li>浄水場の太陽光発電の変動補償と長期停電時の非常用電源機能を有するシステムについて実用可能な見通しはあるが、当面、確立された既存インフラシステムがあり、短期の適用困難。</li> <li>大型 MEA を用いた大型スタックを製作し、世界トップレベルの良好な性能を確認するとともに 2021 年度より、水素の製造から利用までの一貫した社会実証を開始しており、各種システム制御関連等のデータが四季を通して得られることから、実用化の可能性は十分ある。(山梨 P2G)</li> </ul>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2014 年 9 月作成
	変更履歴	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015 年 3 月改訂 (実施期間を 2020 年度までに延長)</li> <li>2016 年 3 月改訂 (評価の実施を制度評価に変更)</li> <li>2017 年 8 月改訂 (研究開発スケジュールを詳細な表示に修正)</li> <li>2018 年 4 月改訂 (担当部を次世代電池・水素部に変更)</li> <li>2019 年 2 月改訂 (研究開発項目 II に水素ガスタービンに関する開発を追加)</li> <li>2019 年 7 月改訂 (和暦表記を西暦表記に変更)</li> <li>2020 年 2 月改訂 (実施期間を 2022 年度まで延長)</li> <li>2021 年 2 月改訂 (研究開発項目 III 「地域水素利活用技術開発」を追加し、実施期間を 2025 年度までに延長)</li> </ul>

## I. 事業の位置付け・必要性について

### 1. 事業の背景・目的・位置付け

2014年4月11日閣議決定された「エネルギー基本計画」では、水素を日常の生活や産業活動で利活用する社会である“水素社会”の実現に向けた取り組みを加速することが定められた。これを具体化するため、経済産業省は2014年6月23日に「水素・燃料電池戦略ロードマップ ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」を策定した。このロードマップにおいて、これまで取り組んできた定置用燃料電池の普及の拡大、燃料電池自動車市場の整備に加え、水素発電の本格導入といった水素需要の拡大や、その需要に対応するための水素サプライチェーンの構築の一体的な取り組みの必要性、さらに2040年頃に、安価で安定的にかつ低環境負荷で水素を製造する技術を確立し、トータルでCO<sub>2</sub>フリーな水素供給システムの確立を目指すことが示されている。

また2015年7月に経済産業省資源エネルギー庁により公表された「長期エネルギー需給見通し」では、2030年度における総発電量に対する再生可能エネルギー比率は22～24%と見込まれている。一方、再生可能エネルギーは自然環境の影響を受け出力変動が大きく、また地理的な偏在性があるため、その導入拡大に伴い、出力制御や送配電網への接続保留等の課題が懸念される。今後も再生可能エネルギーの導入の拡大が求められる中、この課題の解決策のひとつとして、中長期的には再生可能エネルギーからの電力を利用して水素に転換し、利用するPower to Gas技術の検討が欧州を中心に進められている。

このような背景のもと、本事業では、再生可能エネルギーからの水素製造から輸送・貯蔵、利用まで含めた技術開発を行うことによって、Power to Gasシステム（Power to Power、Power to Fuelを含む）の実用化に向けた基盤的技術の確立を目指す。

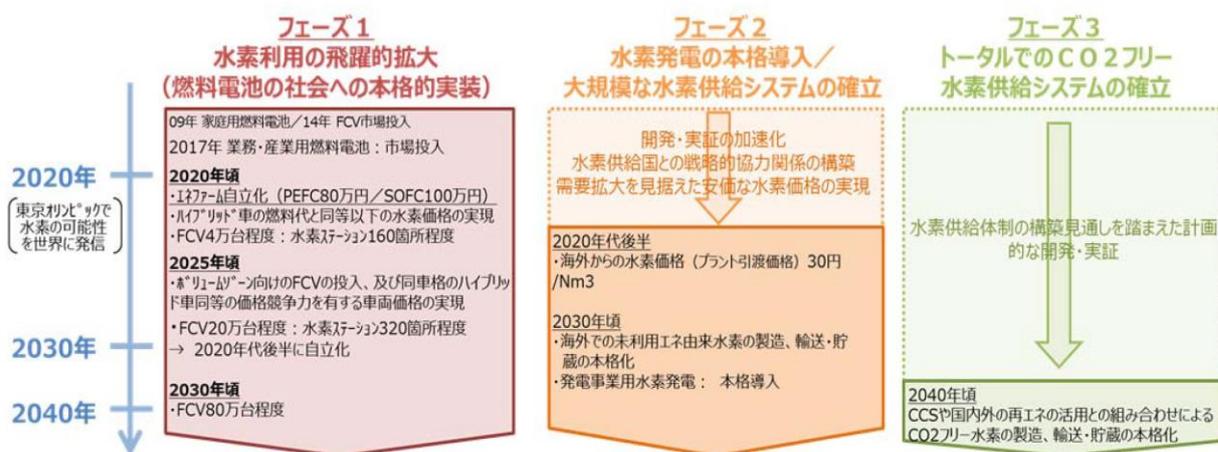
## 2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

### 2. 1 NEDO が関与することの意義

我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、将来の不確実性に対する懸念が緩和され、官民において長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となることを目指し「エネルギーイノベーションプログラム」が制定された。

水素の利活用は、上記の目的達成に向けたキーテクノロジーとして、その実用化への期待が高い。エネルギー基本計画（平成 19 年 3 月）、次世代自動車・燃料イニシアティブ（同 5 月）においても燃料電池及び燃料電池普及のために必要となる水素技術開発の重要性が述べられ、さらには、「Cool Earth –エネルギー革新技術計画」（平成 20 年 3 月）に定置用燃料電池、燃料電池自動車及び水素製造・輸送・貯蔵が位置付けられ、またエネルギー基本計画（平成 22 年改訂）では技術革新の進捗により水素をエネルギーとして利用する“水素社会”についての包括的な検討を進めるべき時期にさしかかっているとしている。更には平成 26 年に改訂されたエネルギー基本計画に「水素を本格的に利活用する社会、すなわち“水素社会”を実現していくためには、水素の製造から貯蔵・輸送、そして利用にいたるサプライチェーン全体を俯瞰した戦略の下、様々な技術的可能性の中から、安全性、利便性、経済性及び環境性能の高い技術が選び抜かれていくような厚みのある多様な技術開発や低コスト化を推進することが重要である。」とうたわれ、「“水素社会”の実現に向けた取り組みの加速」として将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される。と明示された。従って、本事業は上記エネルギー施策制度の目標達成に適合するものであり、その期待値はますます大きくなっている。

上記エネルギー基本計画に基づき策定された「水素・燃料電池戦略ロードマップ」（2014 年 6 月策定/2016 年 3 月改訂、経済産業省、以下「ロードマップ」と略す）においては、フェーズ 1 でのエネファーム・燃料電池自動車の普及拡大による水素社会の土台作りに続き、フェーズ 2 として、水素発電の本格導入と大規模な水素供給システムの確立を掲げ、2020 年頃に自家発電用水素発電の本格導入を、2030 年頃に発電事業用水素発電の本格導入と海外からの未利用エネルギー由来の水素の製造、輸送・貯蔵を伴う水素サプライチェーンの本格導入の開始、フェーズ 3 として 2040 年頃に CCS や国内外の再エネの活用との組み合わせによる CO<sub>2</sub> フリー水素の製造、輸送、貯蔵の本格化という目標が設定された。



【出典】水素・燃料電池戦略ロードマップ (2016)

本ロードマップでは「再生可能エネルギー由来の水素製造等に関する技術開発・実証等」という課題に対して、国が重点的に関与する項目として以下が挙げられている。

a) 再生可能エネルギー由来水素導入に関する具体的な検討

＜2016年度中：国が重点的に関与＞

・再生可能エネルギー由来水素の導入に関する技術面や経済面の具体的な課題について、国内の主要な設備メーカー、水素サプライヤー、ユーザー等が参加して検討を行い、2016年度中に具体的な課題及び必要な取り組みの方向性について結論を得る。

b) 再生可能エネルギーからの安価・安定・高効率な水電解技術の開発

・再生可能エネルギーの大きな出力変動に対応して、安価で、安定的、かつ高効率な水電解技術を確立すべく研究開発を行う。

・具体的には、電解電流密度の向上や電解セル大型化等による設備コストの低減、変動する再生可能エネルギーへの追従等の研究開発を行う。

c) 再生可能エネルギー由来水素導入を目指したシステムの開発・実証

・再生可能エネルギーは本質的に短長期的な出力変動を伴い、国内外同様に供給地が偏在している。こうした時間的、地理的な偏在性を吸収する手段として、再生可能エネルギーからの水素製造から輸送・貯蔵、利用まで含めた技術開発・実証を計画的に行う。

d) 改革2020プロジェクト等の先進的取組の推進＜～2020年：国が重点的に関与＞

・日本再興戦略改訂2015（平成27年6月30日閣議決定）において、成長戦略に盛り込まれた施策を加速させるとともに、後世代に継承できる財産となる6つのプロジェクトが位置づけられている。水素・燃料電池に関しては、その一つとして、地方に豊富に存在する再生可能エネルギーを活用してCO<sub>2</sub>フリーの水素を製造し、これを都市部などの高需要地へ輸送し、利用することで、地方と都市部が一体となったCO<sub>2</sub>フリーの水素社会モデルの構築を図ることとされている。プロジェクトの実現に向け、国、民間事業者、及び関係地方自治体は、適切な役割分担の下で取組を進める。

・2016年3月に総理から発表された「福島新エネ社会構想」に基づき、「イノベーション・コースト構想」の新エネ分野の取組みを加速し、その成果も活用しつつ、福島全県を未来の新エネ社会を先取りするモデル創出拠点とするための取組を推進する。

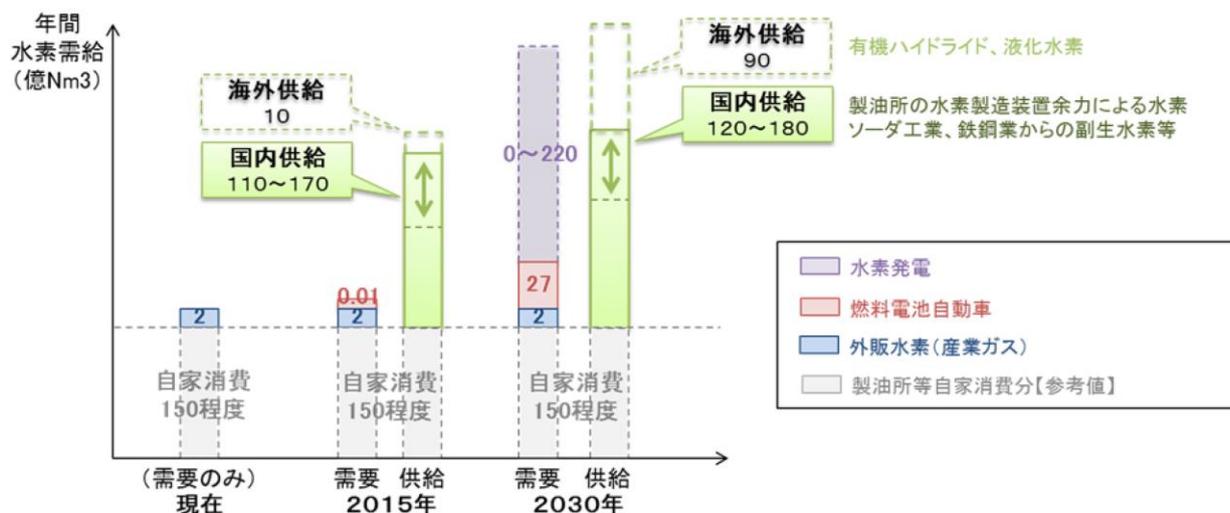
また、欧州と比較して再エネ導入量が低い、市場環境未整備（水素市場（特にCO<sub>2</sub>フリー水素）、電力安定化市場など）などから短期的に経済的に成立しうることが困難であること、Power to Gasは単独事業者で実施することは困難で、様々な技術を有する者を統合して実施することが必要であることから、本事業にNEDOとして取り組むことには大きな意義がある。

## 2. 2 実施の効果（費用対効果）

当該事業を実施することにより、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」（経済産業省 2014 年 6 月 制定、2016 年 3 月改訂、図表参照）等で試算される 2030 年の市場規模：日本 1 兆円程度、世界 38 兆円程度 2050 年の市場規模：日本 8 兆円程度、世界 160 兆円程度の成長に寄与することができる。また、燃料電池分野の特許出願数は現在でも世界 1 位で 2 位以下の欧米等の各国と比べ 5 倍以上となっており、本事業の推進が水素利活用分野での高い産業競争力を支えている。更には、前述の「Cool Earth - エネルギー革新技術計画」において、世界全体の温室効果ガスの排出量を現状に比して 2050 年までに半減するという長期目標を達成するためのエネルギー分野における 21 の革新的技術開発の中に選定され、温室効果ガスの削減にも大きな貢献をもたらすことが期待されている。

水素需要の観点からは、2030 年の水素供給ポテンシャルは製油所の水素製造装置を用いた追加的な水素製造や、苛性ソーダ製造に伴って発生する副生水素の外販、更には今後導入が期待される水素製造設備等によって 120~180 億 Nm<sup>3</sup> と試算されている。この水素供給量は FCV 換算では 900~1,300 万台程度に対応できるとされるため、当面の間は国内のみの供給能力で対応できると考えられる。しかしながら、今後 2030 年までに新設・リプレースされる LNG 火力発電の燃料に 50% 程度の水素が混合された場合、水素需要は最大 220 億 Nm<sup>3</sup> と予想され我が国の供給ポテンシャルを超過する可能性があるとの試算もある。本事業により、再生可能エネルギーから大規模で安定かつ安価に水素製造をできる技術が実現できれば上記の需要に応えることが可能となる。

また、この事業への研究開発投資がもたらす効果として、Power to Gas システムの社会への導入・普及は、省エネルギー効果、環境負荷低減効果、エネルギーの供給多様化、石油代替効果、産業競争力強化と新規産業・雇用の創出が期待される。



【出典】水素・燃料電池戦略ロードマップ（2016）

## II. 研究開発マネジメントについて

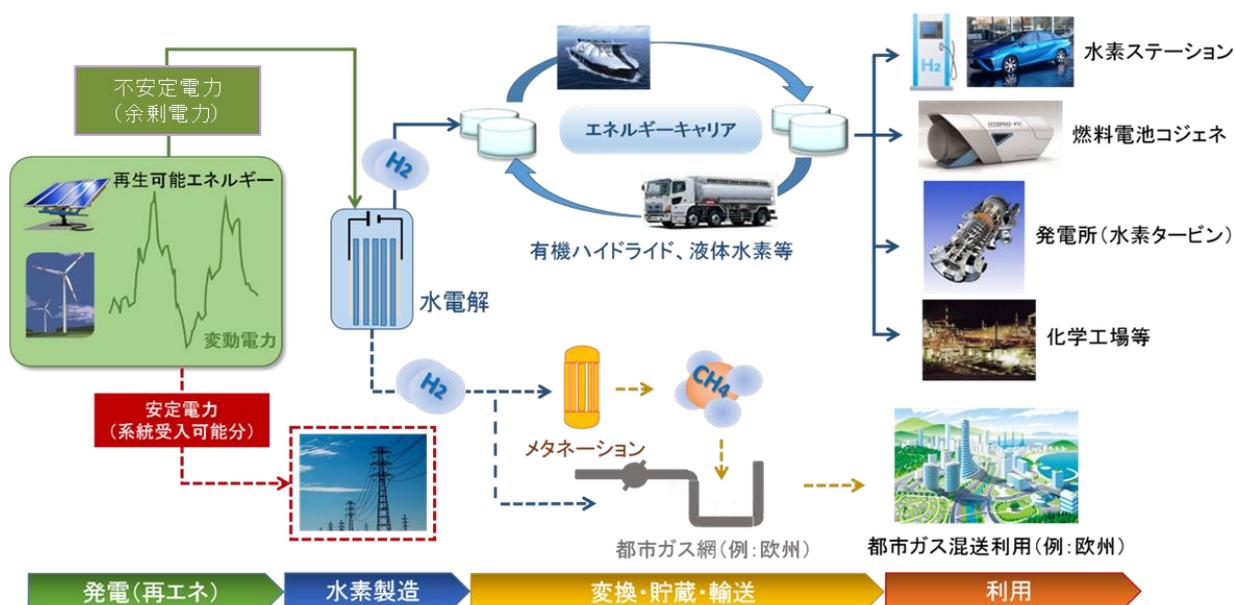
### 1. 事業の目標

- 再生可能エネルギー由来の電力による水素製造、輸送・貯蔵及び利用技術を組み合わせたエネルギーシステムについて、社会に実装するためのモデルを確立する。
- このために必要となる技術目標については、テーマ毎に設定する。

### 2. 研究開発の内容

#### 2. 1 研究開発の内容

再生可能エネルギーは自然環境の影響を受け出力変動が大きく、また地理的な偏在性があるため、その導入拡大に伴い、出力制御や送配電網への接続保留等の課題が懸念される。この課題に対応するため、再生可能エネルギー等の出力変動の大きな発電設備に対して、電力を一旦水素に変換して輸送・貯蔵することにより変動を吸収し、出力を安定化させて電力システムの安定化に貢献するシステム技術開発を実施する。



## 2. 2 研究開発の実施体制

本事業「研究開発項目 I」のプロジェクトマネージャー（以下PMという）にNEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部燃料電池・水素室大平英二を任命し、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。本研究開発は、本邦の企業、研究組合、公益法人、大学等の研究開発機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外企業等（大学、研究機関を含む）の特別な研究開発能力、研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を国外企業等との連携により実施することが出来る。）から公募により実施者を選定して実施する。

### 公募概要

#### ・第一回公募要領（抜粋）

##### 事業規模、事業期間

平成26年度の事業規模は約300百万円（NEDO負担分）を目安とします。

また、事業期間は平成26年度から平成29年度までの4年間を原則とします。

なお、本技術開発はNEDOとの共同研究として実施し、共同研究費用の3分の2をNEDOが負担します。ただし、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発については、委託として実施します。

##### 応募資格

応募資格のある法人は、次の①から⑦までの条件、「基本計画」（別添1）及び「平成26年度実施方針」（別添2）に示された条件を満たす、単独又は複数で受託を希望する企業等とします。

- ①当該技術又は関連技術の研究開発の実績を有し、かつ、研究開発目標達成及び研究計画遂行に必要な組織、人員等を有していること。
- ②委託業務を円滑に遂行するために必要な経営基盤があり、かつ、資金及び設備等の十分な管理能力を有していること。
- ③NEDOが事業を推進する上で必要となる措置を委託及び共同研究契約に基づき適切に遂行できる体制を有していること。
- ④当該事業の研究開発成果の実用化計画の立案とその実現について十分な能力を有していること。
- ⑤研究組合、公益法人等が代表して応募する場合は、参画する各企業等が当該事業の研究開発成果の実用化計画の立案とその実現について十分な能力を有すると共に、応募する研究組合等とそこに参画する企業等の責任と役割が明確化されていること。
- ⑥複数の企業等が共同して実施する場合は、各企業等が当該事業の研究開発成果の実用化計画の立案とその実現について十分な能力を有しており、各企業等間の責任と役割が明確化されていること。特に代表委託先あるいはそれに準ずる役割を担う団体等が明確化されていること。
- ⑦本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別な研究開発能力、研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。

## 委託先・共同研究先の選定について

### ①審査の方法について

外部有識者による事前審査とNEDO内の契約・助成審査委員会の2段階で審査します。契約・助成審査委員会では、事前審査の結果を踏まえ、NEDOが定める基準等に基づき、最終的に実施者を決定します。必要に応じて資料の追加やヒアリングの実施等をお願いする場合があります。

なお、委託・共同研究先の選定は非公開で行われ、審査の経過等、審査に関する問い合わせには応じられませんのであらかじめ御了承ください。

### ②審査基準

#### 1) 事前審査の基準

- a. 提案内容が基本計画の目的、目標に合致しているか（不必要な部分はないか）
  - b. 提案された方法に新規性があり、技術的に優れているか
  - c. 共同提案の場合、各者の提案が相互補完的であるか
  - d. 提案内容・研究計画は実現可能か（技術的可能性、計画、中間目標の妥当性等）
  - e. 応募者は本研究開発を遂行するための高い能力を有するか（関連分野の開発等の実績、再委託予定先・共同研究相手先等を含めた実施体制、優秀な研究者等の参加等）。また、国外の研究機関等とのパラレル支援※等の自国費用自国負担による国際連携として提案された場合は、その国際連携の内容が、国内研究機関等のみの連携よりもメリットがあることが明確であるか（プロジェクトが生み出す成果の質が向上する、実用化・事業化までの期間の短縮が期待される等）。特に相手国研究機関等がNEDOの指定する相手国の公的支援機関の支援を受けようとしている（または既に受けている）ものである場合には、その妥当性が確認できるか等。）
- ※「パラレル支援（コ・ファンディング）制度」： 国際共同研究における各参加機関への費用支援を、それぞれの国の研究支援機関等が自国参加機関分について個別に判断して行うもの。NEDOの指定している公的支援機関としてはスペインCDTIが該当。
- f. 応募者が当該研究開発を行うことにより国民生活や経済社会への波及効果は期待できるか（企業の場合、成果の実用化が見込まれるか）

#### 2) 契約・助成審査委員会の選考基準

委託予定先は、次の基準により選考するものとする。

- a. 委託業務に関する提案書の内容が次の各号に適合していること。
  - i. 開発等の目標がNEDOの意図と合致していること。
  - ii. 開発等の方法、内容等が優れていること。
  - iii. 開発等の経済性が優れていること。
- b. 該開発等における委託予定先の遂行能力が次の各号に適合していること。
  - i. 関連分野の開発等に関する実績を有すること。
  - ii. 当該開発等の行う体制が整っていること。  
(再委託予定先、共同実施相手先等を含む。なお、国際共同研究体制をとる場合、そのメリットが明確であること。また、特にNEDOの指定する相手国の公的資金支援機関の支援を受けようとしている（または既に受けている）場合はその妥当性が確認できること。)
  - iii. 当該開発等に必要な設備を有していること。

- iv. 経営基盤が確立していること。
  - v. 当該開発等に必要となる研究者等を有していること。
  - vi. 委託業務管理上、NEDOの必要とする措置を適切に遂行できる体制を有していること。
- c. 委託予定先の選考にあたって考慮すべき事項。
- i. 優れた部分提案者の開発等体制への組み込みに関すること。
  - ii. 各開発等の開発等分担及び委託金額の適正化に関すること。
  - iii. 競争的な開発等体制の整備に関すること。
  - iv. 公益法人、技術研究組合等を活用する場合における役割の明確化に関すること。
  - v. その他主管部長が重要と判断すること。

### 3) 委託先の公表及び通知

#### a. 採択結果の公表等

採択した案件（実施者名、事業概要）はNEDOのホームページ等で公開します。不採択とした案件については、その旨を不採択とした理由とともに提案者へ通知します。

#### b. 事前審査員の氏名の公表について

事前審査員の氏名は、採択案件の公開時に公開します。

#### c. 附帯条件

採択に当たって条件（提案した再委託は認めない、他の機関との共同研究とすること、再委託研究としての参加とすること、NEDO負担率の変更等）を付す場合があります。

## ・第二回公募要領（抜粋）

### 事業期間、事業規模等

① 事業期間：フェーズA 平成28年10月から平成29年9月（予定）

フェーズB 平成29年10月から平成33年2月（予定）

注) 事業期間については、予算等の状況により変動があり得ます。

フェーズBの終期は最大であり、提案内容により異なります。

② 事業規模：フェーズA 50百万円/件程度（全期間）

フェーズB 未定

なお、本研究開発は委託事業 [NEDO100%負担] として実施する予定です。

### 応募要件

応募資格のある法人は、次の①から⑦までの条件、「基本計画」及び「平成28年度実施方針」に示された条件を満たす、単独又は複数で受託を希望する企業等とします。

- ①当該技術又は関連技術の研究開発の実績を有し、かつ、研究開発目標達成及び研究計画遂行に必要な組織、人員等を有していること。
- ②委託業務を円滑に遂行するために必要な経営基盤があり、かつ、資金及び設備等の十分な管理能力を有していること。
- ③NEDOが事業を推進する上で必要となる措置を委託及び共同研究契約に基づき適切に遂行できる体制を有していること。

- ④当該事業の研究開発成果の実用化計画の立案とその実現について十分な能力を有していること。
- ⑤研究組合、公益法人等が代表して応募する場合は、参画する各企業等が当該事業の研究開発成果の実用化計画の立案とその実現について十分な能力を有すると共に、応募する研究組合等とそこに参画する企業等の責任と役割が明確化されていること。
- ⑥複数の企業等が共同して実施する場合は、各企業等が当該事業の研究開発成果の実用化計画の立案とその実現について十分な能力を有しており、各企業等間の責任と役割が明確化されていること。特に代表委託先あるいはそれに準ずる役割を担う団体等が明確化されていること。
- ⑦本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別な研究開発能力、研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。

## 委託先の選定

### (1) 審査の方法について

外部有識者による事前審査とNEDO内の契約・助成審査委員会の2段階で審査します。契約・助成審査委員会では、事前審査の結果を踏まえ、NEDOが定める基準等に基づき、最終的に実施者を決定します。必要に応じて資料の追加やヒアリングの実施等をお願いする場合があります。

なお、委託先の選定は非公開で行われ、審査の経過等、審査に関する問い合わせには応じられませんのであらかじめ御了承ください。

### (2) 審査基準

#### a. 事前審査の基準

- i. 提案内容が基本計画の目的、目標に合致しているか（不必要な部分はないか）
- ii. 提案された方法に新規性があり、技術的に優れているか
- iii. 共同提案の場合、各者の提案が相互補完的であるか
- iv. 提案内容・研究計画は実現可能か（技術的可能性、計画、中間目標の妥当性等）
- v. 応募者は本研究開発を遂行するための高い能力を有するか（関連分野の開発等の実績、再委託予定先・共同研究相手先等を含めた実施体制、優秀な研究者等の参加等）
- vi. 応募者が当該研究開発を行うことにより国民生活や経済社会への波及効果は期待できるか（企業の場合、成果の実用化・事業化が見込まれるか。大学や公的研究開発機関等で、自らが実用化・事業化を行わない場合には、どのような形で製品・サービスが実用化・事業化されることを想定しているか。）
- vii. 総合評価

#### b. 契約・助成審査委員会の選考基準

次の基準により委託予定先を選考するものとする。

- i. 委託業務に関する提案書の内容が次の各号に適合していること。
  - ・開発等の目標がNEDOの意図と合致していること。
  - ・開発等の方法、内容等が優れていること。
  - ・開発等の経済性が優れていること。
- ii. 当該開発等における委託予定先の遂行能力が次の各号に適合していること。
  - ・関連分野の開発等に関する実績を有すること。

- ・当該開発等の行う体制が整っていること。  
（再委託予定先、共同実施相手先等を含む。なお、国際共同研究体制をとる場合、そのメリットが明確であること。また、特にNEDOの指定する相手国の公的資金支援機関の支援を受けようとしている（または既に受けている）場合はその妥当性が確認できること。）
- ・当該開発等に必要な設備を有していること。
- ・経営基盤が確立していること。
- ・当該開発等に必要な研究者等を有していること。
- ・委託業務管理上、NEDOの必要とする措置を適切に遂行できる体制を有していること。

なお、委託予定先の選考にあたってNEDOは、以下の点を考慮します。

- ・優れた部分提案者の開発等体制への組み込みに関すること。
- ・各開発等の開発等分担及び委託金額の適正化に関すること。
- ・競争的な開発等体制の整備に関すること。
- ・独立行政法人、一般財団法人、一般社団法人又は技術研究組合等を活用する場合における役割の明確化に関すること。

### (3) 委託先の公表及び通知

#### a. 採択結果の公表等

採択した案件（実施者名、事業概要）はNEDOのホームページ等で公開します。不採択とした案件については、その旨を不採択とした理由とともに提案者へ通知します。

#### b. 事前審査員の氏名の公表について

事前審査員の氏名は、採択案件の公開時に公開します。

#### c. 附帯条件

採択に当たっての条件（提案した再委託は認めない、他の機関との共同研究とすること、再委託研究としての参加とすること、NEDO負担率の変更等）を付す場合があります。

## 公募実績

### ・第一回公募

#### (1) 審査の方法

提案書の審査に当たっては、表1の採択審査委員会委員による採択審査委員会を組織し同委員による事前書面審査の後、2015年1月7日に採択審査委員会を開催し、提案書及び提案者のヒアリングに基づき審査を行った。審査については、採択審査委員会審査基準に基づき、①提案内容の目的合致性、②新規性、③実現性、④経済社会への波及効果、⑤（共同提案の場合）相互補完性、⑥事業継続性、⑦事業費の妥当性の7項目について各委員が評価し、11段階による採点を付けた後、各項目の重要度に応じた重み付け係数を乗じたものを合計して委員採点とし、全委員の委員採点を平均して当該提案の採点結果とした。

総合点60点以上は採択候補としているが、60点以上あっても11段階評価で一人の委員でも60点未満の評価がつけられているものがある場合は、審査委員会で当該項目を審議し、条件付き採択候補を決定した。

#### (2) 審査結果

採択審査委員会での審査結果を踏まえ、12件の応募に対し、5件を委託先候補として妥当と判断した。

表1 「水素社会構築技術開発事業採択審査委員会」委員一覧

平成27年1月7日開催

区分	氏名	所属	役職
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻	教授
委員	荻本 和彦	国立大学法人東京大学 生産技術研究所 人間・社会 系部門 エネルギー工学連携研究センター (元 電源開発株式会社)	特任教授
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 基盤技術部 エネルギーシステム 研究所	所長
委員	嘉藤 徹	独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研 究部門 総括研究主幹 燃料電池システム	グループ長
委員	坂田 興	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 (元 J X 日鉱日石エネルギー株式会社)	部長

## ・第二回公募

### (1) 審査の方法

提案書の審査に当たっては、表2の採択審査委員会委員による採択審査委員会を組織し同委員による事前書面審査の後、平成28年9月12日に採択審査委員会を開催し、提案書及び提案者のヒアリングに基づき審査を行った。

審査の評価基準と方式については、採択審査委員会審査基準に基づき、①目標設定、②技術の新規性、③研究計画の妥当性、④実用化・事業化の可能性、⑤役割分担の明確化、⑥事業継続の遂行能力・意欲、⑦予算の妥当性の7項目を中心に評価し、基準に従い項目別評点を記入した。評点は0～5点の11段階とした。

各評価委員につき、各項目の評点を表記載の重み付けで加重平均したものを委員評点とし、100点満点に換算した。

各委員の評点の平均値が3点以上(100点満点換算で60点以上)かつ委員の過半数が3点以上(100点満点換算で60点以上)を採択候補としているが、60点未満(100点満点換算で60点未満)の箇所があれば採択条件を明記するか、点数の調整を行うこととした。

### (2) 審査結果

採択審査委員会での審査結果を踏まえ、10件の応募に対し、6件を委託先として妥当と判断した。

表2 「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」採択審査委員会委員一覧

平成28年9月12日開催

区分	氏名	所属	役職	専門分野
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻	研究科長/教授	エネルギー変換科学
委員	本田 國昭	国立大学法人九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 エネルギーアナリシス部門	招聘教授	エネルギーシステム
委員	麦倉 良啓	一般財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所 エネルギー変換領域	領域リーダー/副研究参事	エネルギー変換技術
委員	伊藤 博	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 省エネルギー研究部門 熱流体システムグループ	主任研究員	水電解
委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力支援ユニット 新エネルギーグループ	研究主幹	エネルギー事業性評価
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 リビング本部燃料電池事業推進部 燃料電池開発グループ	マネージャー	エネルギー工学システム解析

## 採択テーマ一覧

### 第一回公募

	テーマ	事業者
1	水素（有機ハイドライド）による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発【委託】	千代田化工、横浜国立大学
2	北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発【委託】	豊田通商、NTTファシリティーズ、川崎重工、フレイン・エナジー、テクノバ、室蘭工業大学
3	非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発【委託】	東北大学、前川製作所、岩谷産業
4	高効率固体高分子型水素製造システムによる Power to Gas 技術開発【共同研究】	東レ
5	発電機能を有する水素製造装置を用いた水素製造・貯蔵・利用システムの研究開発【委託】	高砂熱化学工業、産業技術総合研究所

### 第二回公募

	テーマ	事業者
1	再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発【委託】	東芝（現 東芝エネルギーシステムズ）、東北電力（現 東北電力ネットワーク及び東北電力）、岩谷産業、旭化成（2020年7月より追加）
2	稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術【委託】	日立製作所、北海道電力、エネルギー総合工学研究所
3	CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発【委託】	山梨県企業局、東レ、東光高岳、東京電力ホールディングス
4	再エネ出力抑制対応水素製造及び熱化学昇圧と街区における水素利用マネジメントの技術開発【委託】	清水建設、産業技術総合研究所、日本重化学工業
5	再エネ水素と排ガスCO2によるメタン合成および都市ガスグリッド利用を目指したPower to Gasシステムの研究開発【委託】	日本製鋼所、日立造船
6	システムを利用した再生可能エネルギー由来水素製造と水素活用モデルの技術開発【委託】	NTTファシリティーズ

## 2.3 研究開発の運営管理

### ●研究開発の事業進捗管理

本事業については制度評価を行う。評価の時期については、中間評価を2017年度、2021年度、事後評価を2023年度に実施する。なお、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行っている。

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、事業の目的及び目標に照らし適切な運営管理を実施している。

具体的には、必要に応じて経済産業省と研究開発実施者との意見交換を行い事業推進に反映されると同時に、適時研究開発実施者から実施計画の進捗について実施計画の進捗について報告を受ける等を行う。

なお、追加公募テーマについては2017年7月にステージゲート審査（1）を設け、基礎検討期からシステム技術開発期への移行に関する第三者委員による判断を仰ぎ評価を行った。この結果、6テーマ中下記3テーマはシステム技術開発期へ移行、3テーマは基礎検討で終了とした。

表1. ステージゲート審査（1）通過テーマ

	ステージゲート通過テーマ	事業者
1	再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発【委託】	東芝（現 東芝エネルギーシステムズ）、東北電力（現 東北電力及び東北電力ネットワーク）、岩谷産業
2	稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術【委託】	日立製作所、北海道電力、エネルギー総合工学研究所
3	CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発【委託】	山梨県企業局、東レ、東光高岳、東京電力ホールディングス

更に上表の2、3のテーマについては、2018年12月に2回目のステージゲート審査を実施し、3のテーマのみ継続することになり、上表1のテーマと併せて2つのテーマについてシステム実証を行うことにした（下表）。

表2. システム実証実施テーマ

	システム実証テーマ	事業者
1	再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発【委託】	東芝、東北電力、岩谷産業
2	CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発【委託】	山梨県企業局、東レ、東光高岳、東京電力ホールディングス

【ステージゲート審査の概要】

(1) 審査の方法

外部有識者によりステージゲート審査委員会を組織し同委員による事前書面審査の後、平成29年7月10日にステージゲート審査(1)委員会、2018年12月にステージゲート審査(2)委員会を開催し、提案者からのヒアリングに基づき審査を行った。審査(1)基準は7項目の評価とし、重要度に応じた重み付けを設定した。採点は、0点～5点の0.5点きざみの11段階とし、委員採点に重要度を乗じ加重平均したものを採点結果とした。委員の総合評点の平均点が60点以上であり、かつ60点以上の総合評点をつけた委員が過半数以上の場合を採択候補とする基準を一応の目安とすること、及び政策上NEDOとして必要と考えられる場合においてはNEDOの判断に委ねることについて、全委員の合意を得た。

また、審査(2)基準については、7項目の評価とし、採点は、0点～5点の0.5点きざみの11段階とし、委員の総合評点の平均点が3.0点以上であり、かつ3.0点以上の総合評点をつけた委員が過半数以上の場合を継続テーマ候補とする基準を一応の目安とすること、及び政策上NEDOとして必要と考えられる場合においてはNEDOの判断に委ねることについて、全委員の合意を得た。

(2) 審査結果

ステージゲート審査(1)委員会での審査結果を踏まえ、6件の応募に対し、3件を委託先として妥当と判断した。

表3 「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」  
ステージゲート審査(1)委員会委員一覧

2017年7月10日開催

区分	氏名	所属	役職	専門分野
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻	名誉教授	エネルギー変換科学
委員	本田 國昭	国立大学法人九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 エネルギーアナリシス部門	招聘教授	エネルギーシステム
委員	麦倉 良啓	一般財団法人電力中央研究所 エネルギープラットフォーム創生領域	研究参事	エネルギー変換技術
委員	伊藤 博	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 省エネルギー研究部門 熱流体システムグループ	主任研究員	水電解

委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力支援ユニット 新エネルギーグループ	研究主幹	エネルギー事業性評価
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 技術本部 基盤技術部 基礎技術研究所	研究所長	エネルギー工学システム解析

ステージゲート審査（２）委員会での審査結果を踏まえ、２件のうち、１件をシステム実証へと進めることを妥当と判断した。

表４「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」

ステージゲート審査（２）委員会委員一覧

2018年12月13日開催

区分	氏名	所属	役職	専門分野
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻	特任教授	エネルギー変換科学
委員	本田 國昭	国立大学法人九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 エネルギーアナリシス部門	招聘教授	エネルギーシステム
委員	麦倉 良啓	一般財団法人電力中央研究所 エネルギープラットフォーム創生領域	研究参事	エネルギー変換技術
委員	伊藤 博	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 省エネルギー研究部門 熱流体システムグループ	主任研究員	水電解
委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力支援ユニット 新エネルギーグループ	研究主幹	エネルギー事業性評価
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 技術本部 基盤技術部 基礎技術研究所	研究所長	エネルギー工学システム解析

●NEDO と実施者との面談及び意見交換について

プロジェクト推進委員会への出席、実証サイトの現場確認を行い、そのような機会に面談や意見交換を行っている。毎年の成果については、年度毎に設定したマイルストーンに対して年度末に提出される中間年報により確認をしている。また予算執行については、毎月事業者それぞれにそれまでの執行状況と今後の見通しを提出させ、計画と乖離がある場合はヒアリングと必要に応じて指導を行っている。

●他事業及び事業内の連携体制について

他事業との連携体制について、関係する事業として「水素利用技術研究開発事業(P130002)」「水素利用等先導研究開発事業(P14021)」「固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発(P13001)」「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業(P15001)」があり、事業担当者が兼務または連携して進める。

また、水素社会構築技術開発事業の「研究開発項目Ⅱ」（大規模水素エネルギー利用技術開発）はロードマップのフェーズ2に対応するものであり、フェーズ3に対応する本事業「研究開発項目Ⅰ」（水素エネルギーシステム技術開発）の内容と密接に連携させる必要がある。よってPMと各主査において、研究開発項目Ⅱや他の水素関連事業のテーマと進捗や課題を共有し、課題解決と連携を図っている。

さらに、水素利活用モデルの実現に向けては、本事業を通じて「コンセプト」の構築が重要との認識を得た。我が国におけるコンセプト・メイキング能力の向上を図るため、2019年度より「地産地消型水素製造・利活用ポテンシャル調査」を実施、2021年度から技術開発も加えた「地域水素利活用技術開発」として拡充した。

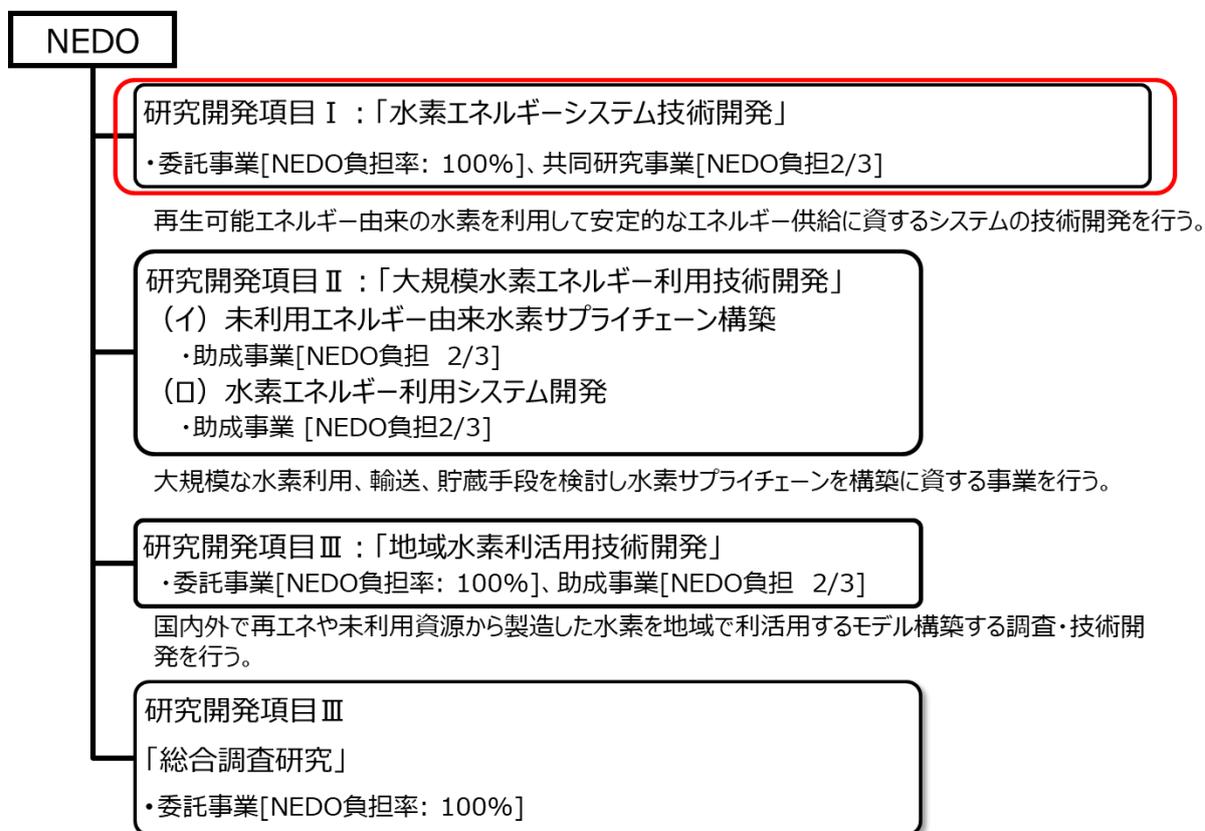


表 5. 燃料電池・水素分野の関連事業一覧

事業番号	事業名	内容
P13002	水素利用技術研究開発事業	2020 年以降の FCV 及び水素供給インフラの本格普及に向けて、FCV 及び水素ステーション関連に資する事業を行う。
P14026	水素社会構築技術開発事業	(水素エネルギーシステム技術開発) 再生可能エネルギー由来の水素を利用して安定的なエネルギー供給に資するシステムの技術開発を行う。
		(大規模水素エネルギー利用技術開発) 大規模な水素利用、輸送、貯蔵手段を検討し水素サプライチェーンを構築に資する事業を行う。
		(地域水素利活用技術開発) 国内外で再エネや未利用資源から製造した水素を地域で利活用するモデル構築する調査・技術開発を行う。
P14021	水素利用等先導研究開発事業	2030 年頃の長期的視点を睨み、水素等のエネルギーキャリアについて各種化石燃料等と競合できる価格を狙う。
P15001	固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業	固体高分子形燃料電池(PEFC)の社会への本格実装に向けて、PEFC の大量普及に必要な要素技術を確認する。
P13001	固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発	固体酸化物形燃料電池(SOFC)エネファームの本格普及及び中・大容量システムへの展開のための技術開発及び実証研究を行う。
P20003	燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業	2030 年以降の自立的普及拡大に資する高効率、高耐久、低コストの燃料電池システム(水素貯蔵タンク等を含む)を実現するためのユーザーニーズに基づく協調領域の基盤技術を開発するとともに、従来以外の用途に展開するための技術並びに大量生産を可能とする生産プロセス又は検査技術等を開発する。

本事業は水素を利用して安定的なエネルギー供給に資する事業であるが、他の事業については水素ステーションならびに FCV の普及に直結する事業を担い、2014 年に開始された FCV の一般販売や水素ステーションの拡大普及に係る技術に資するものである。「水素利用等先導研究開発事業」に関しては 2030 年頃の実用化を目指す長期的な事業であり本事業との関連が深い。

## 2. 4 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

経済産業省の「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では 2040 年頃に CCS や国内外の再エネの活用との組み合わせによる CO2 フリー水素の製造、輸送・貯蔵の本格化と位置付けており、本事業で実証するシステムの実用化はこれに沿ったものである。

本事業では、出力変動が大きく、地理的な偏在性がある再エネ導入拡大時の出力抑制や送配電網への接続保留等の課題に対応する、再生エネルギーと水素を組み合わせた新しいエネルギーシステムの技術開発を 2014 年に公募し、2016 年には追加テーマを公募したが、本事業の実証が社会に実装されるシステムの開発につながるよう、下記のステップで検討を行い実証システムの提案を行うことを求めた。

- ①社会実装段階のシステムを検討(仮説の策定と経済性・技術成立性評価)

②上記のシステムの仮説を検証するのに必要最低限の規模や機能を有するコストパフォーマンスの高い実証システムを検討（仮説検証のためのシステム検討、計画概要策定）

これにより、実証システムの結果から社会実装システムが見通せることとなる。

さらに、各テーマについて基礎検討を行うフェーズAとシステム技術開発を行うフェーズBの期間に分け、フェーズAが終わった段階で、外部有識者によるステージゲート審査を行い下記のとおり技術・経済成立性を評価してテーマ継続可否を判断した。

#### 「技術成立性」

社会実装されるまでに必要な技術課題が列举され、その課題解決の可能性（技術成立性）の評価・検討が過不足なく実施され、かつその評価結果が妥当か。

#### 「経済成立性評価」

ビジネスモデル及び事業収支計算表の収入と支出の設定根拠や事業者が投資する設備の範囲等が明確に説明されているか。また、妥当な評価手法、評価指標、基準等を適用して経済成立性を評価した結果を提示しているか。

これにより、開発する社会実装システムが技術的、経済的に実用化可能であることを評価した。

また、設置する実証システムについては、実証事業終了後も事業者（自治体等含む）が継続して活用することを要望している。

その他、成果を上げた後の実用化・事業化を優位に進めるために特許等を着実に出願し権利化するよう指導している。また、外部への成果のアピールの為、論文、プレス発表等を積極的に実施することも奨励している。

### 3. 情勢変化への対応

#### ● 第二回公募により実施体制拡充について

2014年11月に第一回目の公募を行ったが、2016年3月に改訂された水素・燃料電池ロードマップで再生可能エネルギー由来の電力を水素に変換する Power to Gas への期待が述べられ、再生可能エネルギーからの水素製造から輸送・貯蔵、利用まで含めた技術課発・実証を計画的に行うことが示されて本事業の重要性が高まった。これを受け、2016年7月に第二回目の公募を行い事業の取り組みを強化した。

#### ● 新型コロナウイルス感染症拡大への対応について

山梨県企業局他が実施する「CO<sub>2</sub>フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発」については、新型コロナウイルス影響により、1年間の延長手続きを経て、2021年度までの活動とした。

#### ● 「福島水素エネルギー研究フィールド」の事業加速について

東芝エネルギーシステムズ他が実施する「再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」においては、福島県浪江町に「福島水素エネルギー研究フィールド」（以下、FH2R という）を整備。本テーマ実施に当たっては以下の事業加速を実施した。

- ・ 経済産業省より補正予算（2018年度及び2019年度）を獲得し、FH2R 敷地内に設備容量20MWの太陽光発電設備（PV）を導入。実際に太陽光発電を導入することで実入力データを得られることとなり、実証システム全体の信頼性と将来的なビジネス展開関係者への説得力が飛躍的に向上した。
- ・ 実施計画書に定める事業化に向けた検討を進めた結果、経済性の向上のため水電解装置の維持費がボトルネックになることが明らかとなった。このため、2020年2月に東芝エネルギーシステムズへの再委託先として、導入した水電解水素製造装置を開発した旭化成株式会社を追加、課題の特定と必要な研究開発計画の策定を行うとともに、2020年7月から委託先として実施体制の見直しを行った。
- ・ 将来の本格的なシステムの導入に向けて、PVからの余剰電力の系統への売電を含め、様々な情報を踏まえた制御システムの開発が必要との認識をNEDOと実施者との間で得た。これに対処するため、逆潮可能な設備を導入するとともに、逆潮も要素に入れた制御システムの開発に着手した。

#### 4. 評価に関する事項

事前評価については、2014年9月にNEDO新エネルギー部が事前評価書としてまとめ、公開されている。また、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者によるテーマ評価を2017年10月に実施した。事後評価は2023年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて前倒しする等、適宜見直すものとする。

#### 第一回テーマ評価概要

評価に当たっては、表6の評価委員による評価委員会を組織し、2017年10月16日に第一回テーマ評価委員会を開催し、事業者による研究開発テーマの説明と質疑応答に基づき、各テーマの進捗状況、成果、実用化の取組み等の評価を行った。

表6 「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」  
テーマ評価委員会委員一覧

区分	氏名	所属	役職
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻	名誉教授
委員	伊藤 博	国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域省エネルギー研究部門 熱流体システムグループ	主任研究員
委員	坂田 興	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部	部長
委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力支援ユニット 新エネルギーグループ	研究主幹
委員	麦倉 良啓	一般財団法人電力中央研究所 エネルギープラットフォーム創生領域	研究参事
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 技術本部 基盤技術部 基礎技術研究所	研究所長

#### 評価結果概要

完了済みのテーマと2017年7月にステージゲート審査で評価を行ったテーマを除く進行中の3テーマについて評価を行った。

#### (1) 水素（有機ハイドライド）による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発

##### <総合評価>

本研究開発は、日本のPtGの先駆けとして実証を取り込んだ実施項目を達成し、大きな意義を持つプロジェクトである。風力による変動電力の推定方法を提案・実施するとともに、MCHをキャリアとしてSOFC

に利用する水素エネルギーシステムを想定し、個々の要素技術の開発・実証を行って PtG システムの構築に寄与する成果が得られた。とくに、変動電力に対するアルカリ水電解の応答性を確認し、水素化システムにおいて粗水素および精製水素の流量変化に対応したトルエン流量制御の可能性を実証で明らかにした事は評価できる。さらに、SOFC 利用時の脱水素プロセスの要件、複数の風力タービンを有する地域における風速の模擬データ生成、負荷周波数制御手法の確立とその有用性、風況解析に基づく水素発生ポテンシャル推計、など実用上有用な技術開発が実施されている。また、脱水素と SOFC とを熱的に統合した実証試験についても有用な知見が得られ、対外発表も多岐にわたっていると認められる。

一方、本システム成立の鍵を握るプラント設計および運転データ解析の内容と結果・成果を、より詳細に提示し、ウィンドファームや水電解を行う場所やスケールについても、ある程度は具体像を明示することが必要であろう。

今後、実用化を目指す上で、本実証システムにおける運転条件の下での水素収率および水素の固定化率を示すとともに、異なる規模に対する設計要件および注意点、課題を整理する必要がある。さらに、本研究開発の成果に基づいて一気通貫のシステムを構成し、それにより MCH をキャリアとして用いた P2G システムの特徴と有用性を明らかにする事が期待される。その際に、風力発電からの模擬電力を活用し、その有用性について示すことが重要であり、スケールアップに対する取り組みも望まれる。

## (2) 北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発

### <総合評価>

PtG システムによる風力利用率向上を狙った研究開発であり、日本の PtG の先駆けとして再生可能エネルギーからの水素製造から貯蔵、輸送、利用を一気通貫で実証する提案である。とくに、売電との最適電力分配に基づくシステム設計の可能性を示すとともに、風力発電敷地における水電解・水素添加装置を含む水素製造システムの設置をほぼ完了し、さらに脱水素触媒性能向上による水素利用側の実証試験の見通しを得たと評価できる。PtG 導入に際しては、需給バランスの調整が一つの大きなミッションになると思われる。その点で、北海道における需給バランスのミスマッチに着眼した研究内容は意義が大きい。事業形態としても、再エネ電力販売事業、グリーン水素製造販売事業などの可能性を明確化している。

一方、システム構築およびハードウェア開発の進捗状況については、研究開発のスケジュールを明示するとともに、現状と目標をなるべく定量的に示す必要がある。一気通貫システムを運転する前の個々の機器の検証が十分説明されておらず、実証運転で懸念される技術的課題に関する事前検討が十分であるか疑問が残る。また、各課題を分担する 6 社の役割は明確であり、それぞれに成果を上げてはいるものの、各社の連携が必ずしも適正に図られているとは言えず改善が必要であろう。

今後、本年 11 月末から実施予定の実証試験によりデータ収集・解析を進め、実用上有用な知見の獲得を期待する。その際、各試験の目標・方針・運転条件を示した上で結果の詳細を明らかにする必要がある。また、ビジネスの視点に立った F S も重要であり、事業規模の提示、水素利用形態の検討、競合技術との比較等、より一層の検討が望まれる。

## (3) 非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発

### <総合評価>

小規模太陽光発電による地産地消 PtG システムの可能性を実証する研究開発であり、ニーズに合わせて変動電力に対応する現実的なシステム構成を提示している。とくに、水電解水素貯蔵・燃料電池利用およ

び電気二重層キャパシタをそれぞれ電力の長周期および短周期変動の補償に使用し、それらの制御方法を明確にした。浄水場という非常用電力が不可欠な施設への水素システムの導入という提案は、事業化のイメージが明確であり、理にかなったものと大いに評価できる。浄水場ニーズとしての「洗浄に関するピークシフト」についても本システムで可能であり、このようなニーズに対応している実証は実例を積み上げる上で貴重である。

一方、実証システム仕様の基準とした実規模システム（太陽光発電1MW）について、電力・水素複合エネルギー貯蔵システムを構成する各機器の容量の妥当性や、動特性を考慮したときに各要素機器の容量を単純に約 1/50 と設定することが適当かに疑問が残る。また、実用化に向けて経済的メリットや競合に対する優位性を定量的に示すことが望まれる。

今後、本格的に実施する実証システム試験において、様々なケーススタディーを通じて得られた各要素機器における入出力データ（電力変化および水素流量変化）を明示することが必要であろう。また、対象を浄水場に限定せず、もうすこし大きな市場へ適用する検討も望まれる。

## 第二回テーマ評価概要

評価に当たっては、表7の評価委員による評価委員会を組織し、2021年10月29日に第二回テーマ評価委員会を開催し、事業者による研究開発テーマの説明と質疑応答に基づき、各テーマの進捗状況、成果、実用化の取組み等の評価を行った。

表7 「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」  
テーマ評価委員会委員一覧

区分	氏名	所属	役職
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学	名誉教授
委員	伊藤 博	国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域省エネルギー研究部門 熱流体システムグループ	主任研究員
委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 電力・新エネルギーユニット 新エネルギーグループ	マネージャー
委員	麦倉 良啓	一般財団法人電力中央研究所 エネルギートランスフォーメーション研究本部 研究統括室	研究参事
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社	執行役員

### 評価結果概要

第一回テーマ評価委員会後（2018年度以降）に実施している5テーマ（うち3テーマは既に終了）について評価を行った。

## (1) 北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発

### <総合評価>

条件が示されていないものの、電解膜改良や高活性触媒の開発によりアルカリ水電解における電流密度 0.64 A/cm<sup>2</sup>、効率 4.37 kWh/Nm<sup>3</sup> を実証したと認められる。また、MCH 脱水素触媒の開発により 1.1Mn<sup>3</sup>/h/L-Rx を達成し、装置のコンパクト化の見通しを示すことができ、これらの成果に基づいて実用化・事業化に向けた検討を進めている。

改善すべき点として、成果の検証・活用を考察するためにも実証結果の条件を明示するとともに、各開発項目についての成果の内容、新規性・有用性およびキャリア選択の特徴・課題を明確にし、それが実用化・事業化にどのように役立つかを示すことが必要である。また、知的財産権の活用を含め、実用化・事業化の計画ならびにビジネスモデルを具体的に示すことも必要である。

今後は、実用化・事業化を見据えて、本事業で実証した各開発要素の成果を解り易くアピールするとともに、それらを活用することにより FIT 切れ風力発電をベースとした P2G システムを社会実装する上での特長および課題を明確にする必要がある。また、他の水素キャリアと比較して MCH の利点を明確にすべきである。

## (2) 非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発

### <総合評価>

浄水場システムに適した水素・電力制御システムを検討し、1年間を通じた実証試験の結果より、非常時の運転切替や電力供給の可能性を確認するとともに、対象に応じたシステムの容量・構成・制御方法の指針を示しており、系統から独立した系において PV の電力変動を EDLC と EL により吸収して直流母線電圧の変動を抑制する制御技術を確立できたと評価できる。さらに、本実証成果に基づいて浄水場のみならず小学校向けなど実用化規模用途を設定するとともに、非常用電源用途の電力・水素複合エネルギーシステムの事業化の検討を進めている。

一方で、水素の製造・貯蔵・利用の量的変化が示されておらず、そのため電力・水素の貯蔵容量の設定根拠が不明である。より長期間にわたる PV 電力や負荷変動への対応の可能性が明らかになったとは言えない。水素の乾燥や圧縮など構成機器間の水素のやり取りに伴うロスや補機動力に関する説明が十分ではなく、多岐に亘る機器が必要となりシステムが複雑であることから、簡素化の工夫は必要であると思われる。

今後、本実証事業で得られた成果に基づいて具体的なビジネスモデルを提示し、提案するシステムの実用化・事業化に当たっての技術的な課題を明確にするとともに、経済性の側面からの考察を加えた上で事業成立性を明確にする必要がある。小学校や浄水場など現場のニーズを把握し、本システムの延長線として、もう少し広域的・長期間のエネルギー安定供給を目指した水素エネルギーシステムの実証につなげることを期待する。

## (3) 再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発

### <総合評価>

電力系統側制御および水素需要予測による水素エネルギー運用システムのフローを策定するとともに、実データに基づくシミュレーションにより水素 DR および需給調整 DR への対応可能性を示し、電力系統の調整力としての P2G システムの有効性を明確にした。10MW クラスと言う世界最大級のアルカリ水電解シ

システムを開発できたことは（まだ課題は残るものの）、国産の技術開発を世界に発信していく上で、また、P2Gに関する国内の大型プロジェクトを推進していく上で大きなマイルストーンであると評価できる。

一方、制御システムのシミュレーション条件を明示するとともに、計算結果で導かれる知見を合理的に整理・解析し、とくに計算条件による変化から制御の指針や適用性について考察する必要がある。当初から提案者のコストに関するコミット目標はほとんど表示されず、評価委員会でもコストの課題が指摘されていたが、その点は深く審議されていなかった。

今後、提案するP2Gシステムの特徴・役割を明示し、その実現に向けた課題を整理・分析するとともに、経済性も含めて成立要件を明確にすることが重要である。これから計画されているシステム試験および期間延長した実証運用を通じて、将来の水素社会構築への貢献に期待する。また、水電解によるデマンドレスポンスについては、まだ一般への認知度が低く、水素の製造だけではなく、再エネの系統統合にも役立つということを、もう少しわかりやすく一般向けに広報するとともに、制度設計の議論への打ち込みや、電力と水素の両方の分野を交えた議論等を通じて、実用化に向けた電力システム改革の議論に取り入れられるような工夫も必要と思われる。

#### (4) 稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術

##### <総合評価>

蓄電池+水電解+水素混焼ガスエンジンのシステムの短周期・長周期変動緩和、自然変動再エネの下げ代対策としての有効性を確認できた。BDF 焚き水素混焼エンジンの開発に一定の目途を付け、コスト削減見通しを得るとともに、北海道全域の水素利活用ポテンシャルを示し、それに適合する将来モデルを提案したことは評価できる。さらに、本事業成果を実用化する際の課題を整理し、達成目標を提示したと認められる。

一方、設備計画に含まれる要素機器の選択根拠およびその内容が不明であった。BDF 使用や水素混焼に際しては、エンジン仕様および運転条件を明示するとともに、最適条件を探究する必要がある。また、本成果の汎用性を確保する立場から、設備計画についても、条件が異なったケースに対する指針を明確にすべきと考える。

今後、設備計画の立案に当たっては、経済成立性について得られた成果の詳細な内容を開示するとともに、様々な可能性を検討し、各要素機器の特質を踏まえた上で最適なシステムを立案し、その成立性を明確にする必要がある。また、将来の実証・事業化検討に向けて、上げDRの活用など、経済成立性に関して定量的に明確化することが望まれる。変動緩和対策・下げ代対策事業が十分に成立するかどうかは、制度依存という受け身の姿勢だけでなく、本システムの事業が合理的に成立するための要件を明確に提示することで、これらの制度設計へ打ち込みを行うことも検討してもらいたい。ステージゲートを通過できず、机上検討だけでプロジェクトが終了しているために実証という点で物足りないのは致し方なしであるが、得られた結果を適切に公表した方がよい。

#### (5) CO2 フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発

##### <総合評価>

当初の計画に沿って、1.5MWのPEM型水電解装置を開発し、それをを用いたP2Gシステムにおける運用・制御技術開発及び電力調整の可能性を示していると評価される。さらに、35倍を超える容積の水素貯蔵能力を持つTi-Fe系水素吸蔵合金タンクの1MPa以下での運用可能性を実証したことに加えて、大型スタック評価設備の構築、統合型熱コントロールシステムの提案、等、付帯システム・技術の有用性を明ら

かにしたことは、将来のEMSの展開を考える上で有用であろう。また、実証成果を踏まえた実用化・事業化の検討を継続的に実施していると認められ、事業母体となるYHCの設立に向けた準備も進めていると評価できる。

ただし、水電解電力に対する水素発生量の過渡特性が示されておらず、PEM型水電解装置の特性が明らかになったとは言い難い。本実証成果に基づいて、提案するP2GシステムおよびEMSの構成を明示するとともに、成立条件・適応性および課題を明確にし、経済性に関する考察を加えて、最終的水素コストあるいは販売価格の目標値を明示すべき。

提案するPEM型水電解装置を用いたP2GシステムおよびEMSの特性を整理するとともに、他の方式と比較することにより、その特長や適応性を明確にすることを期待する。また、系統電力利用も含めて、P2Gシステム全体の経済性評価を実施することによりその成立性、実用化・事業化の見通し及び課題を明確にし、将来の水素社会におけるローカル水素利活用のポテンシャルをアピールすることを期待する。

### Ⅲ. 研究開発成果について

#### 1. 事業全体の成果

- ・再生可能エネルギー由来の余剰電力をMCHとして貯蔵することで系統の安定化を図るシステムの要素技術開発を行い、トルエンの燃料電池への影響、水素貯蔵による系統安定化効果、海外風力エネルギーのポテンシャルを明らかにした。
- ・風力由来の余剰電力をMCHとして貯蔵、輸送して浴場施設へ熱供給するシステムについて実証設備の設計を行い、北海道の苫前に設置を完了した。
- ・浄水場の太陽光発電の変動補償と長期停電時の非常用電源機能を有するシステムについて実証設備の設計を行い、仙台の浄水場で実証運転を開始した。
  - ・追加公募の6テーマについて基礎検討フェーズを完了し、ステージゲート審査で技術・経済成立性等を評価した結果、3テーマをシステム技術開発フェーズへ移行、さらに2テーマをシステム実証フェーズに移行した。

#### 2. 研究開発項目毎の成果

##### 2017年10月及び2021年10月にテーマ評価を実施したテーマの成果詳細

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

##### 「水素（有機ハイドライド）による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発」

開発項目	中間目標 (H27年度末)	成果	達成度	備考
①水素（有機ハイドライド）による風力発電エネルギー貯蔵の研究開発				
	精製プロセスの設計条件（入口・出口の水素ガス性状）決定	水分、酸素濃度について決定した。	○	
	必要な単位操作の仕様の決定	下記決定した。 ・スクラバー（アルカリミスト除去）、 ・バッファタンク ・コンプレッサ ・触媒燃焼（酸素除去） ・吸着（水分除去）	○	
	必要なユーティリティの決定	電力、ガス、水道、窒素ガス、冷却水の使用量を決定した。	○	
	実証プラントの設計・調達・建設工事の完了	実証プラントの設計・調達・建設工事を完了した。	○	

開発項目	中間目標 (H27 年度末)	成果	達成度	備考
②水素（有機ハイドライド）で貯蔵したエネルギーの高効率利用の研究開発				
②ー1：有機ハイドライド脱水素プロセスとSOFCの熱インテグレーション				
	水素ガス燃料を導入したSOFCの排熱熱量・放熱温度などの測定実験の完了	測定装置を製作し、測定実験を完了した。	○	
②ー2：水素粗ガスの精製システム（SOFC上流）				
	SOFCセルにメチルシクロヘキサンから取り出した水素ガスを模擬したガスを燃料として導入するための試験方法を検討し、試験設備を完成する。	試験方法の検討を終了し、試験装置を完成した。	○	
③ 電力グリッドの安定化				
	電力グリッドモデリングの完了	風力発電出力の集合化波形の生成手法を開発。また、GFおよびLFC領域に貢献する水電解装置の周波数制御手法を構築し、これを組み込んだ電力グリッドモデルを整備した。	○	
	平準化の評価指標を定義し、その規定値を設定	小規模および大規模電力グリッドでの数値計算を通じて、平準化の評価指標として、周波数変動の最大値が±0.2Hz以内の滞在すると共に、数値計算時間を通じた±0.1Hz以内の滞在率で評価することとした。	○	

「北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発」

開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
① 水素製造棟による再生可能エネルギー出力安定化技術の研究開発	0.6A/cm <sup>2</sup> での変動抑制能力の試験運転+1000時間の耐久試験運転	0.64A/cm <sup>2</sup> で水素原単位 4.37KWh/N m <sup>3</sup> を確認 ラボスケールで1000時間の耐久試験運転確認	○	実用化にむけた要素・コンポーネント開発を継続
② 水素製造・貯蔵システムのスマートコントロールロジックの研究開発	システム運用の効率化寄与度を経済面から明確化	機械学習を活用し、水電解制御システム、気象予報会社情報との連携を実施、また、遠隔監視も構築	○	局地数値予報モデルを活用した局所シミュレーションと、深層学習モデルの適用・フィッティング評価が必要
③ 有機ハイドライド方式による再生可能エネルギー由来水素の高密度安定貯蔵技術の研究	メチルシクロヘキサン濃度98%以上になることを確認	MCH濃度98%以上を確認（大型化時も反応温度制御でMCH濃度維持可能）	◎	長時間での運用による影響の検討が必要（商用にむけた実証）
④ 有機ハイドライド脱水素装触媒の高性能化の研究開発	水素発生量1.0Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /h/L-Rxを達成	プレート型触媒の物性と性能の関係を明確化し、1.1Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /h/L-Rx達成	◎	技術は確立（今後、実運用における耐久性評価などが必要）
⑤ 再生可能エネルギー由来水素の利用技術に関する研究開発	水素精製装置を不要化させた低コストシステムの確立	混焼ボイラー（水素30%、LPG 70%）の安定運転を確認	◎	技術は確立（今後、実運用における耐久性評価などが必要）
⑥ 事業性評価とシステム普及・利活用の検討	民間企業のみならず自治体にも導入メリットを提供できるような汎用ビジネスプランを開発	水素製造コストを算出、北海道におけるFCバス需要を想定したビジネスモデルを策定	○	電力コスト 4 円/kWh 以下が必要であり、FIT 切れ大型風力が必要 実運用にはFCバスの普及動向の把握が必要

「非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発」

開発項目	目標	成果	達成度	備考
浄水場側（利用者側）のニーズおよび有効性・活用方法の検討および各構成機器の構成方法・制御方法に関する研究開発				
(イ) 浄水場システムに適した水素システムの検討	浄水場に最適なシステム構成方法・運用方法を明確化する。 実証システムを用いて概ね1年を通じた関連データの収集を行い、季節変動がシステムの長時間運転に及ぼす影響を明確にするとともに、浄水場に適したシステム制御方法を明確化する。	浄水場に適した水素貯蔵方法・燃料電池・水電解装置の容量を明確にした	○	
(ロ) 浄水場システムに適した電力制御システムの検討		通常時と非常時の連続的安定供給に適した電力制御方法を明確にした	○	
(ハ) 浄水場システムに適した電力貯蔵システムの検討		短周期変動補償装置の容量・制御方法を明確にした	○	
(ニ) 浄水場に適したシステム構成・運用方法の検討		浄水場用システムの構成・容量・制御方法を明確にし、季節によりシステム制御方法を変更する必要がないことを明らかにした	○	
(ホ) 非常時運転を想定した起動特性評価	停電時の非常時運転への切り替え時間を1分以内、72時間の非常時運転で使用した水素ガスの再貯蔵を短時間で行う	通常時運転から非常時運転への連続的な切り替えが可能であることを確認した	○	
(ヘ) 非常時運転により消費した水素ガスの再貯蔵特性評価		非常時3日分のエネルギーを約3日半で再貯蔵できることを確認した	○	
(ト) 負荷シフトによる太陽光発電出力の効率改善効果の検証		浄水場のろ過砂洗浄を夜間から昼間にシフトすることで太陽光発電出力の利用効率が向上することを確認した	○	
システムを浄水場で使用する場合に適した短周期変動補償装置の検討				
(イ) 太陽光発電容量に応じたSMESの容量・構成方法・制御方法の検討	再生可能エネルギーの発電容量や用途に応じた最適な短周期変動補償装置を明確化する	浄水場システム用 SMES の容量・構成・制御方法を明確にした	○	
(ロ) 太陽光発電容量に応じた電気二重層キャパシタの容		浄水場システム用電気二重層キャパシタの容量・構成・制御方法を明確にした	○	

量・構成方法・制御方法の検討				
(ハ) 太陽光発電容量に応じた Li-ion 電池の容量・構成方法・制御方法の検討		浄水場システム用 Li-ion 電池の容量・構成・制御方法を明確にした	○	
(ニ) 小型システムを用いた SMES・電気二重層キャパシタ・Li-ion 電池の特性評価		小型システムを用いて電力貯蔵装置の変動補償特性を明確にした	○	
(ホ) 太陽光発電容量に応じた各短周期変動補償装置の適性・課題の検討		浄水場システムに適した短周期変動補償装置を明確にした	○	
(ヘ) 短周期変動補償装置による母線電圧制御特性評価	太陽光発電出力と負荷消費電力の変動に対して、直流母線電圧が 380V±10% 以内で運転できることを実証する 実証システムを用いて概ね 1 年を通じた関連データの収集を行い、季節変動が電力貯蔵装置の入出力制御方法に及ぼす影響を明確にするとともに、浄水場に適した電力貯蔵装置の入出力制御方法を明確にする	EDLC を用いて太陽光発電出力と負荷消費電力の変動に対する直流母線電圧を 380V±1.5%以内に維持でき、高精度な変動補償が可能であることを実証した 電力貯蔵装置の入出力特性は、季節よりも天候の影響が大きく、季節により入出力制御方法を変更する必要が無いことを確認した	◎	
茂庭浄水場での実証試験用システムの構成・制御・運転方法に関する研究開発				
(イ) 実証システムに適した水素技術の検討		実証システム用バッファタンク・水素吸蔵合金の容量・制御方法を明確にした	○	
(ロ) 実証システムに適した燃料電池技術の検討	茂庭浄水場に向けた 20kW 用のシステム設計を完了する	実証システム用燃料電池の容量・構成・運転制御方法を明確にした	○	
(ハ) 実証システムに適した水電解技術の検討		実証システム用水電解装置の容量・構成・運転制御方法を明確にした	○	

(二) 実証システムに適した電力制御技術の検討		実証システム構成機器用コンバータの入出力制御方法を明確にした	○	
(ホ) 実証システムに適した短周期変動補償装置の検討		実証システム用電力貯蔵装置は、電気二重層キャパシタが適していることを明確にした	○	
茂庭浄水場での実証試験用システムの構成・制御・運転方法に関する研究開発				
(イ) 実証システムに適した水素技術の検討	茂庭浄水場の実負荷への電力供給も視野に入れた20kW用実証システムを構築し、太陽光発電の変動出力を安定化しながら、負荷に連続的に電力供給する 実証試験で得られた技術的データ等を活用して構成機器容量を削減し、実規模システムのコスト低減に効果的なシステム運転制御方法を明らかにする	SOC-FB 制御方法の有効性を検証し、水素貯蔵量を維持しつつ常時の変動補償が可能であることを実証した	○	
(ロ) 実証システムに適した燃料電池技術の検討		燃料電池の耐久性向上に適した運転方法を採用しても高精度な変動補償が可能になることを実証した	○	
(ハ) 実証システムに適した水電解技術の検討		入力電力の多くが低効率の2kW以下であり、EDLCとの協調制御により定格容量を削減できることを明らかにした	○	
(ニ) 実証システムに適した電力制御技術の検討		入出力電力の多くが1kW以下で、SOC-FB 制御により貯蔵電力量を適切に制御できることを明らかにした	○	
(ホ) 実証システムに適した短周期変動補償装置の検討		電気二重層キャパシタが、短時間での高精度な変動補償に有効であることを検証した	○	
(ヘ) 実証システムの構築		浄水場用実規模システムの1/50のサイズの実証システム(20kW)を仙台市茂庭浄水場に構築した	○	
(ト) 実証システムの運転・制御性の確認		電力と水素の貯蔵エネルギー量を個別に制御することにより負荷への連続的な電力の安定供給を可能にした	○	

「稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術」

開発項目	目標	成果	達成度	備考
BDF 焚き水素混焼エンジン (500kW 級) の開発	水素混焼エンジンの実現性、有効性の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>●目標の発電効率 35%を達成</li> <li>●BDF との混焼による性能維持確認</li> <li>●8 万円/kW のコスト見通しを得た</li> </ul>	○	コスト削減の実現
水素の利活用領域の設備計画等の深掘	事業収支の明確化	<ul style="list-style-type: none"> <li>●北海道における需要量を分析</li> <li>●適切な水素供給設備計画の立案と積算実施</li> </ul>	○	特になし
下げ代対策の経済成立性検討の精緻化	下げ代対策として有効	<ul style="list-style-type: none"> <li>●調整力としての上げ DR のカーボンフリー化に関する制度導入に向けたアクションプランが策定されつつある情報を入手</li> </ul>	○	制度について継続フォロー
開発実証システムの計画	実証設備計画策定	<ul style="list-style-type: none"> <li>●稚内メガソーラを活用した実証設備計画及び積算を実施</li> <li>●水素混焼エンジン発電機による系統への逆潮流と FIT 申請が可能と確認</li> </ul>	○	実証未実施
開発実証システムの将来活用計画	事業性も含めた活用モデル構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事業終了後、稚内市にて、既設 NAS の代替設備として事業性も含めて活用可能なモデルを構築</li> </ul>	○	実証未実施

「CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発」

実施項目	最終目標	成果	達成度	今後の課題と解決方法
研究開発項目Ⅰ：PEM型水電解技術開発	1.5MW水電解装置を製造し、将来における水電解システム効率80.5%を見通すため、同74.0%を持つシステムを技術開発・実証する。	大型スタック評価設備を建設し3台の大型スタックを安全に評価できるシステムを構築することができた。 また、大型スタックを3槽実装し試験を開始した。	○	電力のトータルインプットから水素製造の各段階におけるエネルギー効率を詳細に分析し、システム効率目標の達成状況を確認する。
研究開発項目Ⅱ：Power to Gas システム技術開発	境界条件の変化に対応可能なシステムを構築し、水素の製造から利用までの一貫したシステムの運用により、技術成立性及び経済成立性を実社会のフィールドで実証することで、CO2フリーの水素社会構築を目指したPower to Gasシステムのビジネスモデルを確立する。	水電解システム、統合型熱コントロールシステム、水素出荷システム、実際の工場での水素需要システムを完成させ、半導体の製造工場における熱利用のCO2フリー化システムを完成させ、連日運転を実施している。	○	通年での試験を経て運転データを収集し、パラメーターの最適化を図る。 また、水素の製造、貯蔵、圧縮、輸送、利用の各工程における運用の最適化を継続する。 さらに、NEDOの公的資金による実証終了後は、山梨県独自の追加実証に移行し、経済性とシステム耐久性の評価を継続する。

項目	目標	成果	達成度
大型スタック評価設備	最大水素流量400Nm <sup>3</sup> /hの水素ガスを処理できる大型スタックの評価設備の初期調整及び試運転を行う。 年度当初から順次系列ごとに運転準備を進め、夏季から順次実証スタックを導入する。	10月から順次スタックの評価を開始できた。 令和3年4月からは、DSS(デイリースタートアンドストップ)運転を開始した。	◎
大型スタック評価用整流器	500kW-DCのスタック評価が3系統で可能な整流器を整備し、初期調整及び試運転を行う。	A、B、CLINEと命名し3系統で評価可能な整流器を整備できた。	◎
実証サイト整備	山梨県の米倉山県有地において実証サイトの配管工事、配線工事、基礎工事を実施する。	実証サイトの整備を完了した。	◎

電源設備	実証設備全体の受変電設備設置工事を実施する。	○実証エリアへ電源供給のcub、66kV変電所が工事完了し、運転・受電開始済 ①実証エリアcubを令和2年4月1日運転開始 ②66kV/6.6kV変電所を令和2年7月1日運転開始	◎
EMS機器	計算機、処理装置、通信基盤、情報データ保存装置、システム運転状態を示す表示装置、啓発用表示装置、水素需要設備の導入予定企業における水素残量を把握するテレメトリー装置を整備する	○SCADA・EMSと各装置間の連携（各設備の通信試験、警報試験、動作フロー検討・実装）が完了し、設備連携開始済 ①連携済設備 熱コン、整流器、水電解、特高・高圧受変電設備、需要家設備、水素出荷設備、水素出荷管理システム ②動作フロー実装内容 DSS水素製造設備連携動作、DSS水素出荷設備連携動作、製造から出荷までの連携動作	○
統合型熱コントロールシステム	貯湯槽、冷水槽、ヒートポンプユニット、クーリングタワー、冷却チラー及び水素吸蔵タンクからなる統合型熱コントロールシステムの初期調整及び試運転を行い、12月から本運用に移行する。	必要な機器の全てを予定どおり導入でき、令和3年4月1日からはDSS運転を開始した。	◎
水素運搬容器	業務産業用の実証用として300Nm <sup>3</sup> 水素運搬容器(カードル)を7月から試運用を行い、12月から実証試験に移行する。また、2,600Nm <sup>3</sup> の水素を封入可能な水素トレーラーを整備する。	カードル 3基、トレーラー 3基の導入が完了した。	◎
水素出荷設備	高圧ガス保安法等関連法令へ適合した出荷設備を整備する。	コロナウイルスの感染拡大防止措置により、令和2年度内での完成ができなかったが、令和3年6月7日迄に完成し連日運転に移行	○
水素需要設備	実証システム導入予定企業の設備を上期までに整備し、初期調整・試運転を行い、12月からの実証試験に移行する。	コロナウイルスの感染拡大防止措置により、令和2年度内での完成ができなかったが、令和3年6月7日迄に完成し連日運転に移行	○

水素パイプラインの敷設	水電解サイトと水素の出荷サイトの間において、将来の構外配管を想定した経済性の高い鋼製の市販配管の維持管理を行う。	必要な管路を設置できた。	◎
大型スタック評価設備	大面積セルスタック評価設備におけるショートスタックの水電解性能と比較し、100セル積層スタックにより大型化による性能の変化を捉え、夏季から実証試験用125セル積層スタックを順次導入し、12月を目途に実環境下における実証を開始する。冬期環境における試験となる。	100セルでの試験を行った後、予定数量の125セルでのフルスタックを現地作業にて構築できた。また、冬期における凍結防止対策の試験が完了した。	◎
大型スタック評価用整流器	電力変換効率96%を達成するAC-DC変換を達成すべく、多台数ユニットを制御するアルゴリズムを開発・実証する。 大型スタックの性能評価を行う、自動制御プログラムを開発する。 EMSとの連携を図る独自の運転ロジックを開発・実証する。 将来のスタックのカスケード運用に資する電氣的性質の把握に努め、また、スタックの保全に必要な自動制御を開発・実証する。	当初予定の機能と効率を達成した。 スタックのカスケード状態による特性試験は、コロナウイルス感染拡大に伴う作業の遅れで2021年に持ち越した。	○
EMS	前年度に25kW大面積セルスタック評価設備にて実施したEMS試験をベースに、太陽光発電の変化率抑制から水素利用に至るPower to Gasシステムを統合的に運用するEMSを製作し、導入する。R2年度には、日射量が少なく、環境温度が低い冬期期間のシステム運用の最適化制御を開発・実証する。Power to Gasシステムを俯瞰するマスターコントロールシステムを開発・実証する。 大型スタックの電氣的特性把握のための試験を実施し、制御システムの構築に反映させる。	EMSを大面積セルスタック評価設備に導入し、2つの制御モードについて動作を検証し、ブラッシュアップを行ったうえで、1.5MW(Max2.3MW)大型スタック評価設備に導入した。	○
貯蔵技術開発	12月から実証を行い、効果を定量的	チタン鉄合金に関して一定の成果を得るこ	○

	に把握する。 実証タンクに用いるチタン-鉄系合金の組成最適化による効果を確認し、実証用タンクを製作する。	とができたので、50Nm <sup>3</sup> の容器に導入した。 熱コントロールシステムは、系内のすべての機器に計画の熱を供給することができた。 令和3年度は、パラメーターの調整を行いシステム効率につなげる設定調整を逐次行い最高効率を目指した調整を実施している。	
水素出荷設備	EMSと連携した水素出荷設備の運用を12月から行い、人的労務、運営費用、エネルギー効率を定量的に把握する。	主要な機器の設置を年度内に完成させることができた。なお、EMSとの連動試験は、6月7日から開始している。	○
水素需要設備	実証システム導入予定企業において、純水素ボイラーを主に稼働し蒸気負荷に応じて都市ガスボイラーにて追従させ蒸気製造を行い、運用する実証と、純水素燃料電池により発電した電力を実負荷に活用する実証を12月から実施する。 当該実証により、化石燃料を水素燃料に置換したことによるCO <sub>2</sub> の削減と水素利用に要する経費の算定を行うとともに、エネルギー供給効率を把握する	工場を代表して県内の半導体製造工場である日立パワーデバイスにボイラー燃料電池の複合システムを、業務用を代表して地元のスーパーマーケットであるオギノに複数台連携の燃料電池を導入した。 令和3年6月からは、連続の運転を行い、運転データの取得している。	○
調査・PR	ECS等において海外実証の状況について情報の収集を行うとともに、経産省やNEDOが主催する会議等に参加し事業のPRを行う。 Power to Gasの大規模実証にて先行する欧州及び福島県の調査視察を行いシステム設計・運用の参考とする。	経産省やNEDOが主催する会議等に参加し事業のPRを行った。一方で海外の状況調査はコロナウイルスによる渡航規制により実施できなかった。	◎
材料技術開発・評価	実機に近い小型セルスタック評価技術を確認(面積1/20程度)し、単セルにおいてMEA、セルスタック技術開発を行い、電流密度2.0A/cm <sup>2</sup> において電解電圧1.75V以下を達成する。	小型セルスタック評価において、東レ開発MEA20-1により、電解電圧1.68V@2.0A/cm <sup>2</sup> を確認し、目標を達成した。	◎
材料技術開発・評価	開発MEAにて中規模スタック(面積1/3程度、10kW)を構成し、電流密度2.0A/cm <sup>2</sup> において電解電圧	・中規模スタック評価において、東レ開発MEA19-1および20-1により、電解電圧1.71Vと1.69V@2.0A/cm <sup>2</sup> を達成し	◎

	1.75V以下、PV模擬電流耐久性10年相当(目標<2.2%/年)を見通す。	た。 ・東レ開発MEA19-1により、PV模擬電流の10年耐久性指標1.5%を確認し、目標を達成した。	
大面積セルスタック評価設備	開発した水電解材料にて大面積スタックを構成し、中規模スタックと同等レベルの性能を確認し、大型スタックのリファレンス用途として活用し、大型化スタックの開発後は、自主的な長期耐久性試験に移行することで、施設の保全を図る。 スタックの評価により排気される水素は、水素社会構築のため、諸研究に有効に活用する。	導入した大型スタックを用いた試験実施し、評価設備としての機能を確認した。また、使用前自主検査においては安全性に関する課題抽出を実施でき、安全性の高い実証を可能とした。	○
大面積MEAの製作	2020年度中に導入する大型スタック向けMEAを、水電解メーカーに125枚×2セット支給する。 実証の進捗に合わせたユニット向けMEAを支給する。	大型スタック向けMEAを計画通り水電解メーカーに125枚×2セット支給した。	◎
大型スタックの製作	大型スタック製造に関する基盤技術確認のため、125セル積層の大型スタック2台を製作する。 前年度製作した大型スタックに増設ユニットを付加する。	100セルでの運転にてスタックの基本的な状態を確認し、安全性に問題がないものと判断されたため、設計上のフルスタックである125セルに増強した。 なお、追加のスタックは、新たな技術を導入したMEAで実装するため、1台の導入にとどめ、より高いレベルでの実証を目指すこととした。	○

「再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」

(全体)

開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
a.1 水素プラントの開発・設計	設計完了	設計完了	○	
a.2 構成装置の開発・設計				
水素製造装置	設計完了	-	-	
水素貯蔵供給装置	設計完了	-	-	
a.3 制御システムの開発・設計				
電力系統側制御システム	設計完了	一部実施	○	
水素需要予測システム	設計完了	出荷計画データ検討	○	
水素エネルギー運用システム	設計完了	インタフェース検討	○	
b.1 水素プラント工事	工事完了	機器発注完了	△ (2022年3月達成予定)	
b.2 構成装置の製作・施工				
水素製造装置	施工完了	施工完了	○	
水素貯蔵供給装置	施工完了	施工完了	○	
b.3 制御システムの実装				
電力系統側制御システム	検証完了	-	△ (2022年3月達成予定)	
水素需要予測システム	検証完了	-	△ (2022年3月達成予定)	
水素エネルギー運用システム	検証完了	-	△ (2022年3月達成予定)	
b.4 試運転	検証完了	一部実施	△ (2022年7月達成予定)	

c. 太陽光発電設備の設置	20MW 施工完了	-	-	
d. 実証運用	研究開発目標を参照	一部実施	△(2023年2月達成予定)	
e. 将来システムに向けた検討	水電解装置維持費低減	一部実施	△(2023年2月達成予定)	運用中に確認された課題への対策と検証

(制御システム)

開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
水素 DR 時の計画と制御の系統受電電力量誤差	±3%以内	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	
需給調整 DR 時の計画と制御の機器個別計量対象電力誤差	±3%以内	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	
水素 DR 指令と実施値との差異	±20%以内	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	
PV出力制御指令値と実施値との差異	±5%以内	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	
経済 DR 指令と実績値との差	±20%以内	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	
需給調整 DR 指令と実績値との差	±10%以内	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	
再エネ有効利用率 実証目標値	86%以上	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	
1日終了時点の水素貯蔵不足	0Nm <sup>3</sup>	シミュレーションにて達成見込確認	△(22年度実証運用にて確認)	

(水電解装置)

開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
水素製造量	300~2000 Nm3/h	300~2000 Nm3/h	○	
消費電力@2000Nm3/h	≦ 12 MW	≦10 MW	◎	
電力変動レート	± 0.5 MW/s	クリア	○	
水素圧力	≧ 0.8 MPaG	クリア	○	
水素純度	≧ 99.97%	クリア	○	
維持費用の定量評価	—	(実施中)	△ (2023年3月達成予定)	不具合対応に伴う上乗せ費用を除いた定常的な維持費用の算出
維持費用低減対策の立案		(実施中)	△ (2023年3月達成予定)	定常的な維持費用の分析と削減項目の具体化
交換頻度の適正化		(実施中)	△ (2023年3月達成予定)	交換ごとの電解槽部材劣化程度の定量評価
低コスト化・易メンテナンス化		(実施中)	△ (2023年3月達成予定)	食塩電解事業のアセットを有効活用する方向への検討
大規模化した場合の維持費用試算	—	(実施中)	△ (2023年3月達成予定)	大規模化により、スケールメリットの期待できる設備の洗い出し

## 特許、論文、外部発表等の件数

本事業での特許、論文、外部発表等の件数は2017年10月11日で以下の表のとおりである。  
2017年度から実証サイトの運転開始に伴い、新聞・雑誌等への掲載を積極的に行っている。  
今後も積極的な発表を行う予定である。

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	計
論文	0	0	0	2	2	2	0	0	6
研究発表・講演	0	15	39	37	39	44	46	33	253
受賞実績	0	0	0	0	1	1	0	0	2
新聞・雑誌等への掲載	0	3	9	39	33	47	44	38	213
展示会へ出展	3	1	6	5	4	4	3	2	28
特許出願	0	1	1	0	7	6	4	0	19
うち外国出願	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※2021年10月29日現在

(添付-1)  
各研究開発項目の詳細

## 各テーマの内容

### 第一回公募

#### (1)「水素(有機ハイドライド)による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発」

出力変動を伴う再生可能エネルギーを有機ケミカルハイドライドとして貯蔵し、またSOFCにて有効活用する技術の開発を目的とする。

##### ①水素(有機ハイドライド)による風力発電エネルギー貯蔵の研究開発

出力変動を伴う風力発電出力(模擬)を水電解装置に印加して水素を製造し、生成量変動する水素を精製し、更に有機ハイドライドとして安定的に貯蔵するシステムおよび要素技術。

##### ②水素(有機ハイドライド)で貯蔵したエネルギーの高効率利用の研究開発

下記の技術開発を行う。

- ・脱水素反応(吸熱反応)にSOFC型燃料電池の排熱を有効利用するシステムおよび要素技術。
- ・有機ハイドライドから取り出した(=脱水素反応させた)水素をSOFC型燃料電池向けに精製するシステム。

##### ③電力グリッド安定化の研究開発

水電解装置による水素変換、およびコージェネレーションを電力グリッドとの接続の中で活用することを想定して、グリッド安定化に資する制御手法を提案し、さらに開発した要素技術の評価を行う。

##### ④水素製造における風力発電エネルギー推計の高度化

NEDO水素利用先導研究開発事業にて国内1カ所・海外1カ所に設置済の超音波風向風速計と矢羽式風向計・風杯型風速計から得られる観測データを比較検討し、両者の差が発生する原因を詳細に解析することで、現有の基準では考慮できない風力の影響を算入した安全で最適な風車設計指針等を得た上で、高風況地における高精度の風力発電エネルギー推計の高精度化を図る。

#### (2)「北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発」

再生可能エネルギーのポテンシャルが高く、風力発電設備稼働率が高いが、連系制約の発生する可能性が高い北海道を実証エリアとして想定し、出力変動する風力発電設備からの電力を水電解装置に印加して水素を製造し、水素を有機ハイドライド等として貯蔵・輸送した後に利用するシステム・要素技術の研究開発を実施するとともに、北海道の想定地域でのエネルギー収支を考慮したシステム規模・構成を最適化するため、次の各事業内容に沿った研究開発及び検討により課題に取り組む。

##### ①水素製造等による再生可能エネルギー出力変動安定化技術の研究開発

アルカリ水電解装置を稼働中の風車に併設し、出力変動の大きい実フィールドにおいても高効率で、安全且つ安定的に水素製造し、再生可能エネルギーの変動吸収を行うシステムの研究開発を実施する。

##### ②水素製造・貯蔵・利用システムのスマートコントロールロジックの研究開発

事前に風力発電出力の期待値を算出し、計画的に売電量、および水電解、貯蔵タンクの水素量、有機ハイドライド等の製造・貯蔵量、水素による発電等の全体的な運用計画を作成し、電解装置等を自動制御することにより、全体システムの最適な運用を可能とする。またこの実現においては、高度な翌日発電量(30分同時同量)の予測\*が必須となることから、風力発電量予測アルゴリズムの研究開発を併せて実施する。

##### ③有機ハイドライド方式による再生可能エネルギー由来水素の高密度安定貯蔵技術の研究開発

水電解装置と同規模の有機ハイドライドによる水添装置を連結運転させることで、水電

解装置から発生する再生可能エネルギー由来水素が変動する供給条件であっても、水添装置が安定運転し、高純度メチルシクロヘキサンを生成できることを確認する。

また、寒冷地で水素添加反応の実証を行うに際し、外気温の変化が反応制御に与える影響も確認する。

#### ④有機ハイドライド脱水素触媒の高性能化の研究開発

脱水素触媒を耐久性、効率、コンパクトさの観点から改良し、現状の反応器単位容積当たり水素発生量を向上させる。また改良された脱水素触媒を実装した実機評価を行う。

#### ⑤再生可能エネルギー由来水素の利用技術に関する研究開発

好ましい適用先（耐久性、熱電比率の需要とのマッチング、実現可能なエネルギー効率）の検証を実施し、各利用機器における運用面での課題抽出や対策検討を実施する。また可能な限り地域に適した装置運用及び利用システムとして確立するための研究開発を実施する。

#### ⑥事業性評価とシステム普及・利活用の検討

水素利活用による変動電力吸収システムが将来の水素社会の中で有効に導入・活用されるために必要となる重要業績評価指標(KPI)を明確化し、さらにスケール拡大によるコスト低減も含む、将来の経済性分析とビジネスプランを策定する。

### (3)「非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発」

大容量性・高耐久性を兼ね備え、変動する再生可能エネルギー出力に対して高精度な変動補償を可能とし、非常用電源としても活用できる、電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの構築を目指す。特に浄水場等への用途に対し、これまでに構築してきた基盤技術に基づいて、目標とするシステムの構築に適した各構成機器の連係方法や制御方法について検討する。またシステムを構成する、水素技術・燃料電池技術・水電解装置技術や電力変換技術等において、最適化・高耐久化を目指し、必要となる要素技術の構築を実施する。

#### ①浄水場側（利用者側）のニーズおよび有効性・活用方法の検討および各構成機器の構成方法・制御方法に関する研究開発

浄水場にシステムを適用する場合、システムに対して期待される機能としては、災害発生時の非常用電源および常時の変動補償システムの2点が主と考えられるが、それに対して浄水場側（利用者側）のニーズを把握するとともに、i. 災害発生時の非常用電源としては所内動力への連続的なエネルギー供給効果（安定した水処理）、ii. 通常時の変動補償システムとしては太陽光発電出力の有効活用のために天候変動に対する変動補償による所内動力への連続的なエネルギー供給（安定した水処理や所内の負荷平準化によるピークカット）など、システムを適用する場合の有効性・活用方法についての検討を実施する。また、浄水場にシステムを適用する場合の運用方法やシステム構成・制御・機器容量の最適化のための検討を実施する。

#### ②システムを浄水場で使用する場合に適した短周期変動補償装置の検討

システムの出力電圧や貯蔵容量に応じた貯蔵システム構成の最適化を実施する。特に、短周期変動補償装置に関しては、SMES、電気二重層キャパシタ、Li-ion 電池を対象とし、その耐久性・制御性・応答性・効率・経済性等の比較を実施することで、再生可能エネルギーの発電容量や用途に応じた短周期変動補償装置を検討するとともに、各機器の適正・課題について明確化させる。

実証前検討で実証システム用に絞り込みを行った短周期変動補償装置が、システム直流母線電圧制御に効果があることを確認する。また、本実証システムにおける短周期変動補償装置の運用結果を基に、実規模システムの短周期変動補償装置の課題を抽出する。

### ③茂庭浄水場での実証試験用システムの構成・制御・運転方法に関する研究開発

本システムを茂庭浄水場に適用させる場合の詳細検討を実施する。また、その結果を踏まえて実証試験用システムを茂庭浄水場に設置し、システム構成・制御・運転方法について検討を行う

## (4)「高効率固体高分子型水素製造システムによる Power to Gas 技術開発」

再生可能エネルギー等の出力変動の大きな発電設備に対して、その電力を水素に変換できる高効率な固体高分子型水電解装置を創出し、その製造された水素を利用するシステムを提案するための下記の各研究開発項目に取り組む。

### ①再生可能エネルギーを活用できる高効率固体高分子型水電解—水素製造システムを用いた Power to Gas システムの可能性調査

高品質な水素が得られる固体高分子型水電解システムを用いて、再生可能エネルギーから水素を製造し、貯蔵・利用するというシステムの成立性を示す。また、この結果に基づいて、固体高分子型水電解システムの目標スペックを定める。

### ②高効率固体高分子型水電解セルの研究開発

①で示した水電解セルの目標スペックを満たすための研究開発を行う。例えば、固体高分子型水電解セルを 80℃で動作させたとき、基準フッ素系膜（膜厚 175 μm、電解効率 7.5%、電流密度 2.0A/cm<sup>2</sup>（アルカリ水電解目標の3倍以上）において電解電圧 2.0V 以下）に比べて、高い電解効率（最終目標 8.5%、電流密度 2.0A/cm<sup>2</sup>において電解電圧 1.75V 以下）が実現可能な炭化水素系膜および水電解セルの研究開発を行う。

### ③実証試験

炭化水素系膜を用いた固体高分子型水電解システムを試作し、①で想定した Power to Gas システムを見通すことの出来る水素利活用システムの実証試験を行う。実験スケールは、①で想定した再生可能エネルギーを活用できる高効率固体高分子型水電解—水素製造システムを用いた Power to Gas システムが見通すことの出来るものとする。

## (5)「発電機能を有する水素製造装置を用いた水素製造・貯蔵・利用システムの研究開発」

再生可能エネルギー等の出力変動の大きな発電設備由来の変動電力や余剰電力で水素を製造する水電解装置に、水素の貯蔵・利用技術を組合せて付加価値を向上させた水素エネルギーシステムについて、主要機器の中核技術開発とシステム実証を行う。

### ①本システムの最適な構成と定量的な目標設定を明確化するための FS

「将来的な事業化時に想定する装置」の導入サイトを検討するとともに、本システムの特徴を活かした事業化の可能性が高い導入サイトに対する最適な仕様の検討を行う。最終的にはここで仮設定している値を見直して、「将来的な事業化時に想定する装置」の基本仕様と最適な構成を確定する。その結果により、FS 以降の事業内容やそこでの目標設定を見直す。

### ②水電解・燃料電池一体型セルの開発

水電解・燃料電池一体型セルシステムのコア技術となるセル本体に関しては、大きく 4 つの開発項目に大別される。高出力化、高耐久化、低コスト化、高性能化である。本事業では、これら開発項目の中から現時点で最も開発レベルが低く、繰返しのフィールド試験をする際の支障となる「燃料電池モードの耐久性向上」に係わる技術について重点的に開発する。

### ③水素貯蔵装置の開発

水素吸蔵合金タンクの実用的運用に対する性能向上を図るための開発を実施する。ここでは実際の運

用を考慮し、約 2,000 回（吸・放出 365 回×5 年=1,825 回）の水素吸蔵・放出に耐える性能を持ち耐水分性に富んだ水素貯蔵材料、及び水分による被毒を最小限に抑える貯蔵装置の開発に必要な設計指針を得るための研究を実施し、フィールド試験機の水素貯蔵装置の設計・製作に反映させる。

#### ④フィールド試験機の製作

本事業終了後の事業展開を考慮すると、事業化を目指す高砂熱学にもフィールド試験用の水素製造・貯蔵・利用システムが必要である。そこで、本研究で開発した最新技術のうち、信頼性が確認できた技術を反映した「水電解・燃料電池一体型セルシステム」と「水素貯蔵装置」からなるフィールド試験機を最終年度に設計・製作し、実証プロセスに持ち込むために必要な基本性能検証を行う。

## 第二回公募

### (1)「再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」

#### ・再エネ導入の拡大

風力発電や太陽光発電等の再エネからの電気の一部を水素製造にあてることで、電力系統の調整力の低減（系統電力を用いたマクロの需給調整）やローカルの電力系統対策（再エネから直接水素を製造するローカル系統の潮流調整や電圧制御等）を図り、再エネ導入拡大を目指す。

#### ・持続可能な事業モデルの構築

再エネの増大に寄与するべく Power to Gas を行うに当たっては、再エネによる水素製造から活用まで持続可能な事業モデルを構築することが必要である。具体的には単に再エネから水素製造するだけではなく、水素を電力系統の調整力として使用する場合、及び、水素として販売する場合のシステムを検討し、事業モデルの検討と構築を行う。

#### 【フェーズA】

- ①実用化段階のシステム検討及び経済性・技術成立性・便益等の評価
- ②技術開発フェーズ（フェーズB）におけるシステムの仕様検討
- ③技術開発フェーズ（フェーズB）試験計画概要の策定

#### 【フェーズB】

- ①技術開発フェーズにおける水素プラント、構成装置及び制御システムの開発・設計
- ②技術開発フェーズにおける工事、実装・製作・施工、及び試運転
- ③技術開発フェーズの実証運用
- ④事業者による進捗報告

### (2)「稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術」

再エネからの出力変動調整を Power to Gas の水電解と蓄電池の充放電と、さらには水電解水素を燃料の一部とする混焼エンジン発電との協調制御で行うことによりコストの低減を図ることを目的とし、これを実現する中核技術として、離れた場所にある再エネ発電機からの出力を検出し、気象データ等を活用した出力推定及び電力需要の予測に基づき、水電解電力、蓄電池の需放電電力、水素混焼エンジンの発電電力等の電力分配を協調制御する技術を開発する。

加えて、この事業実施での主要産出である水素以外に得ることができる熱エネルギーの発生・回収量を予測し、エネルギー（電気・水素・熱）の有効利用の可能性評価と事業成立性も勘案した供給の仕組みを想定する。

#### 【フェーズA】

- ①出力変動制御技術の成立性評価
- ②系統接続方法の調査・検討と評価
- ③トータルシステム経済性・総合評価
- ④フェーズBにおけるシステム技術開発の仕様検討
- ⑤フェーズB試験計画概要の策定

#### 【フェーズB】

- ①BDF 焚き水素混焼エンジン（500kW級）の開発
- ②水素の利活用領域の設備計画等の深堀
- ③下げ代対策の経済成立性検討の精緻化

### (3)「CO<sub>2</sub>フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発」

再生可能エネルギー等の出力変動の大きな発電設備に対して、電力を一旦水素に変換して輸送・貯蔵することにより変動を吸収し、出力を安定化させて電力システムの安定化に貢献するシステムの基礎検討（フェーズA）を行う。システム技術開発（フェーズB）においては、フェーズAで検討した経済成立性の前提となる高効率な1.5MW級PEM型水電解装置を遅滞なく完成させるための各試験を実施する。

#### 【フェーズA】

- ①Power to Gasシステム経済性・技術成立性評価
- ②フェーズBにおける高効率・高耐久PEM型5Nm<sup>3</sup>/h水電解MEA・セルスタックの技術開発・実証システムの仕様検討
- ③フェーズBにおける大面積・大型のPEM型300Nm<sup>3</sup>/h水電解MEA・セルスタックの技術開発・実証試験計画の概要策定
- ④フェーズBにおけるPower to Gasシステム電力機器及びEMS技術開発の仕様検討
- ⑤水素貯蔵及び利用における実用化段階のシステム検討及び経済性・技術成立性評価
- ⑥水素貯蔵及び利用におけるシステム技術開発の仕様検討

#### 【フェーズB】

- ①Power to Gasシステム経済性・技術成立性評価
- ②高効率・高耐久性PEM型水電解MEA・セルスタックの技術開発・実証システムの仕様検討
- ③実証システムにおけるPower to Gasシステム電力機器及びEMS技術開発の仕様検討

### (4)「再エネ出力抑制対応水素製造及び熱化学昇圧と街区における水素利用マネジメントの技術開発」

再生可能エネルギーが自己消費できない郊外の複数個所にて、余剰電力を効率よく活用して水素製造を行い、その場では比較的容易に高密度に水素を貯蔵できる低圧かつ非危険物の水素吸蔵合金を用いて貯蔵する。この低圧の水素吸蔵合金にためた水素を別の水素吸蔵合金による熱化学昇圧や圧縮機を用いて高圧ガスを製造する。これらの高圧ガスを巡回して収集した後、当該エリア内の中核となる複数建物からなる街区に輸送する。

街区では輸送されたCO<sub>2</sub>フリー水素を難燃性の水素吸蔵合金を用いて安全に貯蔵しておき、燃料電池コージェネレーションにより電力ならびに熱に変換し、蓄電池や蓄熱システム及びその他建築設備と組み合わせて効率的なエネルギーマネジメントを実施することで、街区レベルでのZEBを実現すると

ともに事業継続計画の向上を図る。以上のシステムの基礎検討をフェーズ A で実施する。

**【フェーズ A】**

- ① 実用化段階のシステム検討及び経済性・技術成立性・便益等の評価
- ② 技術開発フェーズ（フェーズ B）におけるシステムの仕様検討
- ③ 技術開発フェーズ（フェーズ B）試験計画概要の策定

**(5)「再エネ水素と排ガス CO<sub>2</sub> によるメタン合成および都市ガスグリッド利用を目指した Power to Gas システムの研究開発」**

再エネからの水素製造およびメタン変換と既存都市ガスインフラによる輸送・貯蔵・利用から構成される水素—メタン—都市ガス Power to Gas システムおよびサプライチェーンが将来において社会実装された姿を想定したうえで、技術成立性、経済性、社会的便益を評価するとともに、技術開発フェーズにおける実フィールド試験設備の仕様および試験計画を策定する。

**【フェーズ A】**

- ① 実用化段階のシステム検討及び経済性・技術成立性・便益等の評価
- ② 技術開発フェーズにおけるシステムの仕様検討
- ③ 技術開発フェーズ試験計画概要の策定

**(6)「システムを利用した再生可能エネルギー由来水素製造と水素活用モデルの技術開発」**

主に再エネ源で製造された水素の地元活用モデル（地産地消モデル）の確立を目指す。太陽光、風力といった変動の大きい複数の再エネから電力系統を通じて電力を集約し、水素を製造・貯蔵・利用することで、再エネ電力最大活用を図るとともに、変動を吸収することで電力系統の安定化に貢献する。さらに製造・貯蔵した水素を熱需要の高い地域向けに熱電併給するなど、地元で消費して活用する日本版 Power to Gas システムについての研究開発を行う。

**【フェーズ A】**

- ① 実用化段階のシステム検討及び経済性・技術成立性・便益等の評価
- ② 技術開発フェーズ（フェーズ B）におけるシステムの仕様検討
- ③ 技術開発フェーズ（フェーズ B）試験計画概要の策定

## 各テーマの目標

### 第一回公募

中間目標	最終目標
<b>(1) : 「水素（有機ハイドライド）による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発」</b>	
<p>①水素（有機ハイドライド）による風力発電エネルギー貯蔵の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・精製プロセスの設計条件（入口・出口の水素ガス性状）決定。</li> <li>・必要な単位操作の仕様の決定。</li> <li>・実証プラントの仕様の決定。</li> <li>・必要なユーティリティの決定。</li> <li>・実証プラントの設計・調達・建設工事の完了。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素粗ガスの精製システム（トルエンを水素化するプロセスの上流）</li> </ul> <p>水分、酸素、アルカリミストの除去性能が十分であることを確認する。具体的には以下。</p> <p>運転終了時の水素化触媒の残活性として、水素収率<math>\geq 95\%</math>。（なお、触媒寿命は1～2年程度を念頭に置く。）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・触媒に粉化・腐食等が確認されないこと。</li> <li>・水素化プロセスの負荷追従性</li> </ul> <p>水素の固定化率（MCHとして固定された水素／水素化プロセスに供給された水素）<math>\geq 95\%</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・材料の健全性（なお、プラントの耐用年数としては7～10年程度を念頭に置く。）</li> </ul> <p>材料に全面腐食・孔食・応力腐食割れ等が確認されないこと。</p>
<p>②水素（有機ハイドライド）で貯蔵したエネルギーの高効率利用の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素ガス燃料を導入したSOFCの排熱熱量・放熱温度などの測定実験の完了</li> <li>・SOFCセルにメチルシクロヘキサンから取り出した水素ガスを模擬したガスを燃料として導入するための試験方法を検討し、試験設備を完成する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素ガス燃料を導入したSOFCと脱水素プロセスの熱インテグレーションプロセスフローの決定、熱収支計算、システムの基本設計の完了</li> <li>・SOFCでコーキングを起こさないための水素ガス中の不純物（トルエン等）の濃度を明確化。</li> <li>・商用機の水素精製プロセスを確定、個別機器（熱交換機や分離ドラム等）の仕様の明確化。</li> </ul>
<p>③電力グリッドの安定化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力グリッドモデリングの完了</li> <li>・平準化の評価指標（例：周波数の滞在率、周波数偏差等）を定義し、その規定値を設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構築した電力グリッドモデルを用いて、系統周波数の変動量、周波数の滞在率および風力発電の導入可能容量の観点から、本システムの導入効果及び付加価値について、定量的な評価結果を示すと共に、その評価の妥当性検証の結果を提示する。</li> </ul>
<p>④水素製造における風力発電エネルギー推計の高度化</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内と海外の高風速域における水素製造のための風力エネルギー推計法を提案する。</li> <li>・高風速域における風力エネルギーが水電解槽に与える因子を明らかにする。</li> </ul>

中間目標	最終目標
<b>(2) : 「北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発」</b>	
<p>①水素製造等による再生可能エネルギー出力変動安定化技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小規模サイズの水電解装置により一定電力（電流密度：0.4A/cm<sup>2</sup>）での運転を実施し、電解電圧1.8V 未満で純度99.7%以上の水素を安定して製造できることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変動電源に対し、最大電流密度 0.6A/cm<sup>2</sup> で変動抑制能力の試験運転を実施するとともに、耐久性を確認するための指標として、ラボスケールにて累積時間 1,000 時間後における電解電圧の上昇：100mV/セル以下になることを検証する。</li> <li>・水電解装置、水素利用システムとの協調運転を行うことにより、風力発電等の変動出力に対しても、売電電力（安定電力）の変動幅が、電力調整事業者などが要求する規定値（具体的数値は状況に応じて設定）になることを検証する。（インバランス補償については模擬環境において実施する。）</li> </ul>
<p>②水素製造・貯蔵・利用システムのスマートコントロールロジックの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素製造と利用の効率化による、タンク容量等、設備規模・コストの最適化を図る。</li> </ul>	<p>平滑化効果：風車単体での外れ量を軽減するために、発電特性の異なる複数基の合計出力を予測対象とした場合の均し効果（平滑化）について検証するなど、更なる予測精度の向上を図る。</p>
<p>③有機ハイドライド方式による再生可能エネルギー由来水素の高密度安定貯蔵技術の研究開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー効率に与える影響と改善するための因子を把握し、最適な運転制御方法を明らかにする為、安定水素供給条件下および水素の流量と圧力が変動する水素供給条件下において、メチルシクロヘキサン濃度が 98%以上（トルエン、メチルシクロヘキサンが指定数量未満の範囲内で、水素添加装置を1週間運転時）であることを確認する。</li> </ul>
<p>④有機ハイドライド脱水素触媒の高性能化の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素発生量として 0.8~0.9Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/h/L-Rx を達成することで、単位容積当たりの水素発生量を 14~28%改善できる目途を付ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素発生量として 1.0Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/h/L-Rx を達成することで、単位容積当たりの水素発生量を 40%以上改善できる目途を付ける。</li> <li>・寒冷地での実機評価の際は、外気温変化による反応制御に与える影響、およびエネルギー効率に与える影響を評価し、必要に応じた対策案を策定する。</li> </ul>
<p>⑤再生可能エネルギー由来水素の利用技術に関する研究開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素精製装置を不要化させた低コストシステムの確立（混焼ボイラーに供給される水素が純度 99%以下の条件下において、混焼ボイラーの燃焼状態が安定していることを確認する。LPG80%、水素 20%の体積割合にて予混合していることを、流量と圧力のデータにより確認し、かつ混焼ボイラーが 35 時間以上、異常停止せず運転維持できること。）</li> </ul>
<p>⑥事業性評価とシステム普及・利活用の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・汎用経済性評価モデルを開発する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民間企業のみならず自治体にも導入メリットを提供できるような汎用ビジネスプランを開発する。</li> </ul>

中間目標	最終目標
<p><b>(3) : 「非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発」</b></p>	
<p>①浄水場側（利用者側）のニーズおよび有効性・活用方法の検討および各構成機器の構成方法・制御方法に関する研究開発</p> <p>①－１．浄水場に最適なシステム構成方法・運用方法を明確化する。</p> <p>①－２．実証試験用システムにおいて、72 時間を目標として連続運転後に、連続運転時の消費エネルギー分の水素ガスを、系統電力や太陽光発電出力を用いて短時間で再貯蔵する。</p> <p>①－３．実証試験用システムにおいて、停電時の非常時運転への切り替え時間を1分以内とする。</p> <p>①－４．実証試験用システムにおいて、ろ過砂洗浄の夜間または昼間の実施を想定した試験を行い、ろ過砂洗浄を昼間へシフトすることにより、太陽光発電出力の利用効率を向上させる。</p>	<p>①－５．実証システムを用いて概ね1年を通じた関連データの収集を行い、季節変動がシステムの長時間運転に及ぼす影響を明確にするとともに、浄水場に適したシステム制御方法を明らかにする。</p>
<p>②システムを浄水場で使用する場合に適した短周期変動補償装置の検討</p> <p>②－１．再生可能エネルギーの発電容量や用途に応じた最適な短周期変動補償装置を明確化する。</p> <p>②－２．実証前検討により選択した短周期変動補償装置を用いて実証試験用システムを構築し、太陽光発電出力と負荷消費電力の変動に対して、直流母線電圧が380V±10%以内で運転できることを実証する。</p>	<p>②－３．実証システムを用いて概ね1年を通じた関連データの収集を行い、季節変動が電力貯蔵装置の入出力制御方法に及ぼす影響を明確にするとともに、浄水場に適した電力貯蔵装置の入出力制御方法を明確にする</p>
<p>③茂庭浄水場での実証試験用システムの構成・制御・運転方法に関する研究開発</p> <p>③－１．茂庭浄水場に向けた20kW用のシステム設計を完了する。</p> <p>③－２．茂庭浄水場の実負荷への電力供給も視野に入れた20kW用実証システムを構築し、太陽光発電の変動出力を安定化しながら、負荷に連続的に電力供給する。</p> <p>③－３．実証試験で得られた技術的データ等を活用して構成機器容量を削減し、実規模システムのコスト低減に効果的なシステム運転制御方法を明らかにする。</p>	<p>③－４．実証システムを用いて概ね1年を通じた関連データの収集を行い、季節変動がシステム運用に及ぼす影響を明確にするとともに、実規模システムのコスト低減に効果的なシステム運転制御方法を明らかにする</p> <p>③－５．試験実施後には、試験サイトの原状回復を行う</p>

中間目標	最終目標
<b>(4) : 「高効率固体高分子型水素製造システムによる Power to Gas 技術開発」</b>	
<p>① : 再生可能エネルギーを活用できる高効率固体高分子型水電解ー水素製造システムを用いた Power to Gas システムの可能性調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アルカリ水電解システムと本研究結果としての固体高分子型水電解システムとの市場の棲み分け、また再生可能エネルギーを高効率で活用できる固体高分子型水電解ー水素製造システムを用いた Power to Gas システムの概要と想定設置施設を明示する。</li> <li>・その際、設置施設での成立性を具体的な数値を元に、妥当性を示す。</li> <li>・上記の場所として、地方自治体の太陽光発電所および施設（温水プール、温泉等）を活用し、MW 級水素製造から水素利用までの実証試験のフィージビリティスタディ（FS）を行う。</li> <li>・実証試験後の事業展開提案および FS を行う。</li> <li>・従来の PEM 型水電解システムや本事業の研究成果として得られる PEM 型水電解システムの高効率化等による付加価値も合わせて示す。</li> <li>・上記想定 Power to Gas システムを成立させるための固体高分子型水電解システムの目標スペックとそれに用いる水電解セルの目標スペック（電流密度、電解電圧、水素透過性、耐久性等）を明示する。</li> </ul>	<p>1. 統合型 EMS の開発</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 単管の蒸気配管で大規模に蒸気を双方向利用する技術を確立する。</li> <li>b) 電気、熱、水素を総合管理し、経済性、環境性を確保できるエネルギーマネジメントシステムを確立する。</li> </ol>
<p>② : 高効率固体高分子型水電解セルの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・固体高分子型水電解評価装置を導入し、炭化水素系膜を用いた固体高分子型水電解セルの初期性能と低ガス透過性が、基準フッ素系膜を用いた基準水電解セル（電流密度 2.0A/cm<sup>2</sup> において電解電圧 2.0V 以下）と同等以上の見通しを得ることとする。</li> </ul>	<p>【最終目標(平成 28 年 1 2 月 3 1 日)】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・炭化水素系膜を用いた固体高分子型水電解セルの初期性能が、電流密度 2.0A/cm<sup>2</sup> において電解電圧 1.75V 以下（低ガス透過性は基準フッ素系膜と同等レベル以上を維持）かつ、10 年の耐久性を両立させた水電解システムの見通しを得ることとする。耐久性の具体的な目標としては、電圧変化率 <math>2 \times 10^{-5} \text{V/h}</math> 以下を達成し、10 年耐久性の見通しを得ることとする。</li> <li>・固体高分子型水電解セルのスケールアップ検討において、将来の水素製造能力 300Nm<sup>3</sup>/h を見据えた装置の設計検討を行い、システム全体の最適化を行う。</li> </ul>

中間目標	最終目標
<b>(5) : 「発電機能を有する水素製造装置を用いた水素製造・貯蔵・利用システムの研究開発」</b>	
<p>本システムの最適な構成と定量的な目標設定を明確化するための FS</p> <p>1. システムの最適な導入サイトの検討と本システムのメリットの明確化</p> <p>1) 本システムを活用する際の以下の項目を特定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・システムの最適な設置場所</li> <li>・システムの最適な規模（水素製造能力、発電出力、水素貯蔵量）</li> <li>・システムの運用方法</li> <li>・該当サイトでの本システムのメリットと想定顧客</li> <li>・該当サイトに最適な水素貯蔵方式</li> <li>・水素製造の対象となる余剰電力</li> </ul> <p>2) 定量的な目標設定の明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「本事業で製作するフィールド試験機」の水素製造能力、発電出力、水素貯蔵量</li> <li>・FS以降に実施する要素技術開発②、③の事業内容と目標設定値</li> </ul>	
<p>2. 各種水素貯蔵方式の比較検証</p> <p>1) システム規模や設置場所の条件を考慮したフィールド試験用システムで最適な水素貯蔵装置の選定</p> <p>2) 実機のシステム規模、設置場所、水素貯蔵形態を考慮し、且つ新規技術等と組合せた将来の水素貯蔵装置の提示</p> <p>3) 既存システム水素貯蔵装置の水素の流量変化に対する水素吸蔵の追随性の把握、及びシステムオペレーション上の問題点・改良点の明確化。また、水素吸蔵合金タンクによる再生可能エネルギー貯蔵の有効性・有用性 の見極め</p>	

## 第二回公募

### フェーズ A (全テーマ共通)

- ①実用化段階のシステム検討及び経済性・技術成立性・便益等の評価
- ②技術開発フェーズ (フェーズ B) におけるシステムの仕様検討
- ③技術開発フェーズ (フェーズ B) 試験計画概要の策定

### フェーズ B

#### (1) 「再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」

項目	目標
実証運用	
実証システムの予測・算出・作成・運転計画・制御の確認	
電力系統側制御システム	当日 DR 予告通知、DR 実施コストを算出・作成 算出結果の妥当性を評価
電力系統側制御システム	～2022 年度は、水素 DR 量、P V 出力制御量、DR・出力制御実施コストを算出・作成 算出結果の妥当性を評価
発販部門側	～2022 年度は、水素エネルギー運用システムとの具体的な連携方法 (メールのやり取り方法等) および役割分担を整理
AC システム	～2022 年度は、国の需給調整市場の議論動向を見極めながら、水素エネルギー運用システムとの具体的な連携方法 (データのやり取り方法等) および役割分担を整理
水素需要予測システム	国内市場における水素需要予測を実施 実需要との比較検証で予測結果の妥当性を評価 実証目標値：需要予測を行う 14 日間分の出荷計画に対して、実際の出荷実績との差異がトレーラー1 基分の増減、及びカードル1 基分の増減に収まる範囲に設定し、試運転結果を基に再評価する
水素需要予測システム	～2022 年度は、需給調整に対応するため、需要予測に対し、水素出荷の前倒し、又は遅延を考慮した出荷計画を立てられるシステムに改良 需要地までの輸送・供給、実需要との比較検証で、水素出荷量予測結果の妥当性、最大許容前倒し/遅延を評価 目標値：試運転結果を基に設定
水素エネルギー運用システム	DR 時の運転計画と運転計画を受けて制御を実施した運転結果の受電電力量の差異 (誤差) を評価 実証目標値: ±3%
水素エネルギー運用システム	1 日の終了時点での、運転計画に対する運転結果の水素貯蔵不足量を評価 実証目標値: 0Nm <sup>3</sup>
水素エネルギー運用システム	～2022 年度は、水素 DR/経済 DR 時の運転計画と運転計画を受けて制御を実施した運転結果の受電電力量の差異 (誤差) を評価 実証目標値: ±3%
水素エネルギー運用システム	～2022 年度は、需給調整 DR 時の運転計画と運転計画を受けて制御を実施した運転結果の機器別計量対象の電力の差異 (誤差) を評価 実証目標値: ±3%
水素エネルギー運用システム	～2022 年度は、最大許容前倒し/遅延の範囲内で、1 日の終了時点 (23:59) での、運転計画に対する運転結果の水素貯蔵不足量を評価 実証目標値: 0Nm <sup>3</sup>
大型装置の運転制御の確認	
水素需給対応	システムからの入力電力や負荷率の指令に基づいて運用し、水素製造装置の応答性を評価 実証目標値：むだ時間：200ms、時定数：800ms
水素需給対応	システムからの入力電力や負荷率の指令に基づいて運用し、水素貯蔵供給装置の応答性等を評価 実証目標値：供給水素の貯蔵率 100%

水素需給対応	季節毎に長期運転試験を実施 水素需要予測システムから受信した水素需要への充足率を評価 実証目標値：100%
電力系統の需給バランス調整対応（上げ・下げDR）	電力需要等の季節変化を考慮した試験を実施 電力系統側制御システムからの当日DR予告通知のDR電力量と実施したDR電力量の差異（誤差）を評価 実証目標値：±20%以内
電力系統の需給バランス調整対応（上げ・下げDR）	需要変動や再エネ変動を用いた需給シミュレーションにより、DRが系統の安定運用に寄与することを確認 実証方法：DRの有無による予備力・下げ代の比較
電力系統の需給バランス調整対応（PV出力制御）	～2022年度は電力系統側制御システムからのPV出力制御指令値と制御後のPV出力値の差異（誤差） 実証目標値：±5%
電力系統の需給バランス調整対応（経済DR）	～2022年度は水素エネルギー運用システムとの具体的な連携方法（メールのやり取り方法等）および役割分担を整理 発販部門側からの当日経済DR予告通知のDR電力量と実施したDR電力量の差異（誤差） 実証目標値：±20%以内
電力系統の需給バランス調整対応（需給調整）	～2022年度は国の需給調整市場の議論動向を見極めながら水素エネルギー運用システムとの具体的な連携方法（メールのやり取り方法等）および役割分担を整理 ACシステムからの需給調整DR指令のDR電力と実施したDR電力の差異（誤差） 実証目標値：±10%以内
全体試験	水素需給対応及び需給バランス調整対応の両機能を満たすことを確認 水素需要予測システムから受信した水素需要への充足率を評価 電力系統側制御システムからの当日DR予告通知のDR電力量と実施のDR電力量の差異（誤差）を評価 実証目標値：±20%以内
全体試験	水素需給対応及び需給バランス調整対応の両機能を満たすことを確認 ～2022年度は 水素需要予測システムから受信した水素需要への充足率を評価 実証目標値：100% ※最大許容前倒し／遅延を考慮した範囲内  電力系統側制御システムからの当日水素DR予告通知のDR電力量と実施のDR電力量の差異（誤差）を評価 実証目標値：±20%以内  電力系統側制御システムからのPV出力制御指令値と制御後のPV出力値の差異（誤差） 実証目標値：±5%  発販部門側からの当日経済DR予告通知のDR電力量と実施のDR電力量の差異（誤差）を評価 実証目標値：±20%以内  ACシステムからの需給調整DR指令のDR電力と実施のDR電力（誤差）を評価 実証目標値：±10%以内 ACシステムからの需給調整DR指令からの応動時間を評価 実証目標値：5分 <sup>*</sup> /15分/45分以内 ※需給調整市場二次調整力②、①相当はACシステムからの指令なし（模擬）とし、機器の応動のみを確認する
全体試験	当該システム全体の総合エネルギー効率の確認 実証目標値：29%
全体試験	主要構成装置のエネルギー効率の確認 水素製造装置 実証目標値：7.2kWh/Nm <sup>3</sup> 水素貯蔵供給装置 実証目標値：0.5kWh/Nm <sup>3</sup>
全体試験	系統電力と再エネ利用時の水素製造装置の設備利用率の確認 実証目標値：94%（1年間設備利用率）
全体試験	再エネ有効利用率の確認 実証目標値：86%（逆潮流不可・売電不可の場合）

	全体試験	売電計画と実績の誤差評価（逆潮流可・売電可の場合）
	全体試験	再エネ電力を用いた CO2 フリー水素の製造割合及び系統からの購入電力における単価の安い深夜電力等の割合を確認、経済性を評価
	全体試験	水素プラントの評価
将来の実装システムにおける最適仕様の確認		
	水素需給シナリオ対応試験	実証運用中の水素需要予測で水素プラントを稼働し、各構成装置の仕様過不足、水素プラント全体の運転方法、及び各構成装置制御方法を評価 実証目標値：設備利用率の目標値 94%を基準とし、そこからの差を評価
	DR シナリオ対応試験	当日 DR 予告通知において DR 計画を変更したパターンで水素プラントを稼働し、DR 実施可否、運転計画と実績の差異を評価 実証目標値：運転計画と実績の差異±20%以内
	需給調整シナリオ対応試験	需給調整 DR において DR 可能量に基づいた DR 指令を変更したパターンを実施。DR 実施可否、DR 指令と実績の差異を評価 実証目標値：DR 指令と実績の機器別計量対象の電力の差異±10%以内
構成装置の開発要素の確認		
	水素貯蔵供給装置	水素貯蔵供給装置の原料水素の変動に対する応答性を評価 開発目標値：原料水素の変動分の回収・貯蔵率 100%
将来システムに向けた検討		
将来システムに向けた全体検討		
	将来システムの検証	現実的な産業用水素販売価格に見直した結果を反映した将来システムの検証
	実証後の水素販売先の検討	収入として、水素販売の収入に加えて、再生可能エネルギーから製造した CO2 フリー水素販売によるプレミアム収入を検討
	実証後の安全な水素消費方法の検討	水素消費先の多様化に向け、市街地での安全な水素供給や建物等の施設内における安全な配管供給及び消費方法について検証する。
	実証後の継続利用に係る計画検討	研究開発にて継続活用する場合には、運用ノウハウの蓄積、水素需給対応と系統の需給バランス調整対応の組合せ運転における制御の最適化、及び技術ノウハウを事業化に向けて活用することを検討
	燃料電池による売電量の検討	DR 実施による水素製造量及び余剰再エネ電力を用いた水素製造量の見込と燃料電池の効率を用いて売電量を算出
	DR 算出の当日補正機能検討	需要実績データ、再エネ出力実績データを用いた DR 算出の当日補正機能検討
	将来の水素供給コスト低減に向けた検討	将来の水素供給コスト低減に向け、労務費低減、輸送費低減、稼働率向上を検討
水素製造装置維持費低減に係るフィージビリティスタディ		
	水素製造装置維持費用の定量評価	水素製造装置の運用・メンテナンスに必要な費目及び費用について、試運転実績も活用した試算
	水素製造装置維持費用低減対策の立案	各費目の費用削減策について、費用対効果の観点から優先順位をつけ、具体的対策として提案
水素製造装置維持費低減のための技術開発		
	部材・機器の経年劣化評価を基にした交換頻度の適正化	部材および機器の定期点検により、経年劣化の程度を評価。点検結果を基に、適切な交換周期を設定。見直した周期を基に維持費用を再試算。
	電解槽の構造・材料見直しによる低コスト化・易メンテナンス化	電解槽構造見直しによる消耗部材（隔膜、ガスケット）の交換時間の短縮、材料の低コスト化を検証 実機運用により見いだされた課題に対し、電解槽構造見直しにより改善を図る。
	大規模化した場合の維持費用試算	スケール効果を見越した電解システムの基礎設計と維持費用の検討
アウトリーチ活動の実施		
	水素プラント見学会	見学会の機会に、研究目的、研究内容、研究成果の講演や参加者との対話実施

## (2) 「稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術」

項目	目標
エンジン性能試験	最大出力試験 単機容量 500kW 程度 発電効率 35%程度
	起動停止試験 起動時間 40S 程度 大幅な性能低下がないこと
	部分負荷試験 部分負荷の効率データを取得する
	部品類の劣化試験 通常のエンジンから大きく逸脱した交換部品がないこと 運転時間 300～500h 程度
水素の利活用領域の設備計画等の深堀	水素供給設備計画や需要量の年間変動に応じた需給調整機能を有するシステムの検証までを含む、全体システム設計、積算及び実証試験計画の深堀を実施し、将来見通し及び実証計画に反映する。
下げ代対策の経済成立性検討の精緻化	下げ代対策として最も稼働率が高くなる条件で経済性が計算されている点、「逸失利益補償スキーム」の実現可能性について更なる検討、経済性試算の精緻化を図る。

### (3) 「CO2フリーの水素社会構築を目指した P2G システム技術開発」

2017 年度			
	項目	目標	
条件① 1.5MW 級 PEM 型水電解装置の開発	設備導入	大面積セルスタック評価設備	3,600A(2.0A/cm <sup>2</sup> )を投入することが可能な整流器、25kW級の評価設備筐体・補機及びデータログ装置を製作する。(2018年度当初から運用)
		大面積評価用スタック	提案システムと同面積の評価用スタックを2槽製作する。
		中規模スタック評価設備	中規模スタック(面積1/3程度)用評価設備を東レラボに整備する。
		大面積 CCM 試作設備	水電解メーカーのセルスタックに応じた大面積・高品位 CCM を製作するための、大面積 CCM 試作設備の製作を進める。
	開発・評価	材料技術開発・評価	単セル(面積1/20程度)を用いて、水電解MEA、セルスタックの技術開発を行い、電流密度 2.0A/cm <sup>2</sup> において電解電圧 1.75V 以下、低ガス透過性は基準フッ素系膜と同等レベル以下、耐久性 10 年を見通す水電解材料開発を実施する。
大面積 MEA		基本構造を評価用の大面積 MEA と同じくする試作 MEA を 1 セット製作する。	
条件② 水素供給技術に係る技術検討の深掘	仕様検討	水電解装置の制御仕様検討	フェーズ A で考案した制御をベースに気象データ等も活用した水電解装置運用モデルを提案し、仕様を検討する。
		水素貯蔵仕様検討	PEM 型水電解装置のコンパクト性を維持するために必要な低圧バッファタンクとして、水素吸蔵合金タンクを採用することとし、既存知見及びフェーズ A による材料開発の進展をベースに提案システムの構成仕様を検討
		水素利用仕様検討	水素埋設配管に関連する法令、技術基準及び既往の実証試験を整理する。
		水素利用仕様検討	業務、産業分野における水素の利用を念頭に水素パイプラインの効率的な敷設モデルを検討し、提案する。
		水素利用仕様検討	ローダーによる水素輸送に関し、他の水素輸送方法との比較を行い、優位性を確認する。
		水素利用仕様検討	黎明期において、再エネ由来の水素の供給量が十分でないことを想定し、既存のエネルギーシステム中にスムーズに導入する手法について深掘し、提案システムに反映する。

2018 年度			
	項目	目標	
条件① 1.5MW 級 PEM 型水電解装置の開発	開発・評価	材料技術開発・評価	単セル(面積1/20程度)を用いて、水電解MEA、セルスタックの技術開発を行い、電流密度 2.0A/cm <sup>2</sup> において電解電圧 1.75V 以下、低ガス透過性は基準フッ素系膜と同等レベル以下、耐久性 10 年を見通す。
		材料技術開発・評価	開発した水電解材料にて中規模スタック(面積1/3程度、10kW)を構成し、電流密度 2.0A/cm <sup>2</sup> において電解電圧 1.75V 以下、低ガス透過性は基準フッ素系膜と同等レベル以下、耐久性 10 年を見通す。
		大面積 MEA の製作	2017 年度に導入する大面積 CCM 試作設備を用い、基本構造を大型スタック MEA と同じくする評価用大面積 MEA を 4 サンプル程度製作し、水電解メーカーに支給する。
		大面積評価用スタックによる評価	年度始めに大面積 MEA 評価設備を米倉山に据付け、東レの大面積 MEA を用い、評価用スタックに導入(スタッキング)し、機械的ゆがみが生じていないことを

			確認する。
		大面積評価用スタック	評価用スタックを大面積セルスタック評価装置内にセットし、電気絶縁、ガスリーク等の安全性評価を行う。
		大面積評価用スタック	評価用スタックに通電し、セル間電圧のばらつきを評価するとともに、評価済みスタックは解体調査し、面的均等性など4セットを目的に評価し、水電解システム効率74%に相当するスタック効率を達成する。
条件②水素供給技術に係る技術検討の深掘	仕様検討	水電解装置の制御仕様検討	評価設備の試験データから水電解装置の電気的特性を把握し、不安定電力による水電解であっても、運用にて水電解システム効率74%が達成可能か検証する。
		整流器仕様検討	水電解装置に適合する多台数制御型の高効率整流器の仕様検討
		水電解装置の制御仕様検討	評価設備のデータから水電解装置の電気的特性を把握し、提案の制御モデルでシミュレーションを実施することで水電解装置による電力安定化について仕様を検討する。
		実証システムの電気設備仕様検討	実証システムである1.5MW級水電解装置の電気的特性を把握するために必要となる電力設備の仕様検討を実施する。
		実証システムの水素貯蔵設備仕様検討	水電解装置とベストマッチの熱システムの仕様検討、実証システムの材料を含めた仕様検討を実施する
		実証システムの水素流通仕様検討	提案システムをベースに、米倉山内における水素配管について仕様検討を行う。これは提案システムにおける布設モデルを米倉山で実証することを念頭とするものである。また、水素品質に関する検討を実施し、水素品質管理に関する仕様検討を行う。
		実証システムの水素出荷仕様検討	水素出荷設備は、コスト、システム効率共に水素供給事業に占める割合が大きいため、更なる費用の低減策を検討し、試算に反映させる。また、電力量に関しても技術面・運用面についてその低減について検討し、実証システムの仕様に反映する。
		実証システムの水素利用仕様検討	実証システム導入予定の企業における実際のエネルギー利用実態を踏まえたシステム仕様を検討する。
		実証システムの水素利用仕様検討	純水素燃料電池と純水素ボイラーについて、変動許容や部分負荷運転などについて調査を実施し、実証システムの仕様に反映させる。

2019年度		
	項目	目標
①実証システムの整備	大型スタック評価設備	最大水素流量400Nm <sup>3</sup> /hの水素ガスを処理できる大型スタックの評価設備を整備する。 除湿塔の再生水素回収システムを整備する。
	大型スタック評価用整流器	500kW-DCのスタック評価が3系統で可能な整流器の一部を年度内に整備する。
	実証サイト整備	山梨県の米倉山県有地において実証サイトの造成工事、水道工事、配管工事、配線工事、機器格納庫工事、基礎工事を実施

	電源設備	実証設備全体の受変電設備機器製作を開始するとともに、スタック評価に関する電力供給設備の一部を年度内に整備する。
	EMS機器	EMSプログラムを動作させる計算機、処理装置を導入する。
	統合型熱コントロールシステム	貯湯槽、冷水槽、ヒートポンプユニット、クーリングタワー、水素吸蔵タンクからなる統合型熱コントロールシステムを整備する。
	水素運搬容器	業務産業用の実証用として300Nm <sup>3</sup> 水素運搬容器(カードル)の仕様書を作成し、整備する。
	水素出荷設備	高圧ガス保安法等関連法令へ適合した出荷設備の仕様書を作成し、発注する。
	水素需要設備	実証システム導入予定企業の設備変更に関する調査を行い、需要設備の発注を行う。
	水素パイプラインの敷設	水電解サイトと水素の出荷サイトの間において、将来の構外配管を想定した経済性の高い鋼製の市販配管の仕様を確定し、敷設する。
②Power to Gas システム経済・技術成立性確認	実証体制の整備	ESPによるエネルギー供給を実証で実践するため電力・水素の総合的な運用による経済性の向上に資する実証体制を構築する。
	EMS ロジックの確認	整備済みの25kW大面積セルスタック評価設備にインターフェイスを追加し、1.5MWの水電解システム評価に先駆け、実フィールドでEMSを運転し、制御ロジックを確認・改善する。
	EMS 設計	フェーズAで考案しフェーズBでシミュレーションを行った制御をベースに気象データ等も活用した水電解装置運用モデルに加え、水素の運用までを統合的に運用するPower to Gas システムEMS設計を実施する。
	統合型熱コントロールシステム	関連設備の整備に合わせて運転ロジックの検討を行う。また、運転条件に合わせてチタン-鉄系合金の吸蔵・放出特性の改良を行い、水素貯蔵量1.3wt%を確保する。
	水素出荷設備	水電解装置、統合型熱コントロールシステム及び圧縮機間の水素ガスの温度圧力など諸条件の取り合いを設計に反映させ、仕様を確定させる。
	水素需要設備	実証システム導入予定企業との条件交渉を行い、最終合意を得る。
	調査・PR	ECS等において海外実証の状況について情報の収集を行うとともに、経産省やNEDOが主催する会議等に参加し事業のPRを行う。 Power to Gasの大規模実証にて先行する欧州及び福島県の調査視察を行いシステム設計・運用の参考とする。
③高効率・高耐久性PEM型水電解MEA・セルスタックの技術開発	材料技術開発・評価	2020年度大型スタック評価設備用のMEA仕様を効率良く検討するため、単セル(面積1/20程度)評価においても実機に近い小型セルスタック評価技術を確立する。
	材料技術開発・評価	開発MEA(膜電極接合体)にて中規模スタック(面積1/3程度、10kW)を構成し、電流密度2.0A/cm <sup>2</sup> において電解電圧1.75V以下、PV模擬電流耐久性10年相当を見通す。
	大面積セルスタック評価設備	開発した水電解材料にて大面積スタックを構成し、中規模スタックと同等レベルの性能を確認し、大型スタックのリファレンス用途として活用し、大型化スタックの開発に反映する。スタックの評価により排気される水素は、水素社会構築のため、諸研究に有効に活用する。

	大面積MEAの製作	2019年度中に導入する大型スタック向けMEAを、水電解メーカーに100枚支給する。
	大型スタックの制作	大型スタック製造に関する基盤技術確認のため、100セル積層の大型スタック1台を製作する。

2020年度		
	項目	目標
①実証システムの整備	大型スタック評価設備	最大水素流量 400Nm <sup>3</sup> /h の水素ガスを処理できる大型スタックの評価設備の初期調整及び試運転を行う。除湿塔の再生用水素回収システムの初期調整及び試運転を行う。 年度当初から順次系列ごとに運転準備を進め、夏季から順次実証スタックを導入する。
	大型スタック評価用整流器	500kW-DC のスタック評価が3系統で可能な整流器を整備し、初期調整及び試運転を行う。
	実証サイト整備	山梨県の米倉山県有地において実証サイトの配管工事、配線工事、基礎工事を実施する。
	電源設備	実証設備全体の受変電設備設置工事を実施する。
	EMS機器	計算機、処理装置、通信基盤、情報データ保存装置、システム運転状態を示す表示装置、啓発用表示装置、水素需要設備の導入予定企業における水素残量を把握するテレメトリー装置を整備する。
	統合型熱コントロールシステム	貯湯槽、冷水槽、ヒートポンプユニット、クーリングタワー、冷却チラー及び水素吸蔵タンクからなる統合型熱コントロールシステムの初期調整及び試運転を行い、12月から本運用に移行する。
	水素運搬容器	業務産業用の実証用として300Nm <sup>3</sup> 水素運搬容器(カードル)を7月から試運用を行い、12月から実証試験に移行する。また、2,600Nm <sup>3</sup> の水素を封入可能な水素トレーラーを整備する。
	水素出荷設備	高圧ガス保安法等関連法令へ適合した出荷設備を整備する。
	水素需要設備	実証システム導入予定企業の設備を上期までに整備し、初期調整・試運転を行い、12月からの実証試験に移行する。
	水素パイプラインの敷設	水電解サイトと水素の出荷サイトの間において、将来の構外配管を想定した経済性の高い鋼製の市販配管の維持管理を行う。
②Power to Gas システム経済・技術成立 性確認	大型スタック評価設備	大面積セルスタック評価設備におけるショートスタックの水電解性能と比較し、100セル積層スタックにより大型化による性能の変化を捉え、夏季から実証試験用125セル積層スタックを順次導入し、12月を目途に実環境下における実証を開始する。冬期環境における試験となる。
	大型スタック評価用整流器	電力変換効率96%を達成するAC-DC変換を達成すべく、多台数ユニットを制御するアルゴリズムを開発・実証する。 大型スタックの性能評価を行う、自動制御プログラムを開発する。 EMSとの連携を図る独自の運転ロジックを開発・実証する。 将来のスタックのカスケード運用に資する電氣的性質の把握に努め、また、スタックの保全に必要な自動制御を開発・実証する。

EMS	<p>前年度に 25kW 大面積セルスタック評価設備にて実施した EMS 試験をベースに、太陽光発電の変化率抑制から水素利用に至る Power to Gas システムを統合的に運用する EMS を製作し、導入する。3 2 度中は、日射量が少なく、環境温度が低い冬期間のシステム運用の最適化制御を開発・実証する。</p> <p>Power to Gas システムを俯瞰するマスターコントロールシステムを開発・実証する。大型スタックの電気的特性把握のための試験を実施し、制御システムの構築に反映させる。</p>
統合型熱コントロールシステム	<p>統合型熱コントロールシステムの便益について 12 月から実証を行い、効果を定量的に把握する。実証タンクに用いるチタン-鉄系合金の組成最適化による効果を確認し、実証用タンクを製作する。</p>
水素出荷設備	<p>EMS と連携した水素出荷設備の運用を 12 月からを行い、人的労務、運営費用、エネルギー効率を定量的に把握する。</p>
水素需要設備	<p>実証システム導入予定企業において、純水素ボイラーを主に稼働し蒸気負荷に応じて都市ガスボイラーにて追従させ蒸気製造を行い、運用する実証と、純水素燃料電池により発電した電力を実負荷に活用する実証を 12 月から実施する。</p> <p>当該実証により、化石燃料を水素燃料に置換したことによる CO2 の削減と水素利用に要する経費の算定を行うとともに、エネルギー供給効率を把握する。</p>
調査・PR	<p>ECS 等において海外実証の状況について情報の収集を行うとともに、経産省や NEDO が主催する会議等に参加し事業の PR を行う。</p> <p>Power to Gas の大規模実証にて先行する欧州及び福島県の調査視察を行いシステム設計・運用の参考とする。</p>
材料技術開発・評価	<p>実機に近い小型セルスタック評価技術を確認(面積 1/20 程度)し、単セルにおいて MEA、セルスタック技術開発を行い、電流密度 2.0A/cm<sup>2</sup> において電解電圧 1.75V 以下を達成する。</p>
材料技術開発・評価	<p>開発 MEA にて中規模スタック(面積 1/3 程度、10kW)を構成し、電流密度 2.0A/cm<sup>2</sup> において電解電圧 1.75V 以下、PV 模擬電流耐久性 10 年相当を見通す。</p>
大面積セルスタック評価設備	<p>開発した水電解材料にて大面積スタックを構成し、中規模スタックと同等レベルの性能を確認し、大型スタックのリファレンス用途として活用し、大型化スタックの開発後は、自主的な長期耐久性試験に移行することで、施設の保全を図る。</p> <p>スタックの評価により排気される水素は、水素社会構築のため、諸研究に有効に活用する。</p>
大面積 MEA の製作	<p>2020 年度中に導入する大型スタック向け MEA を、水電解メーカーに 125 枚×2 セット支給する。</p> <p>実証の進捗に合わせたユニット向け MEA を支給する。</p>
大型スタックの制作	<p>大型スタック製造に関する基盤技術確認のため、125 セル積層の大型スタック 2 台を製作する。</p> <p>前年度作成した大型スタックに増設ユニットを付加する。</p>

2021 年度	
項目	目標
大型スタック評価 設備	2021 年度は、日射量が多く、変動規模が大きくなる春季、環境温度が上昇し、需要家負荷が大きくなる夏季、環境温度変化が大きく日射が不安定な秋季及び効率の低下が懸念される冬期における実証を行う。 通年の実環境試験により、水電解スタック、整流器、EMS、統合型熱コントロールシステムのパラメーターを徹底して解析し、年間のシステム運転効率の目標である 74%を達成し、将来の 80.5%を見通す。具体的には、運用上の常用出力(0.7A/cm <sup>2</sup> )においてスタック電圧効率 93%を見通すために必要な条件を抽出する。
整流器	整流器効率 98% (@定格出力)を見通すために必要となる積層数を増した高電圧のスタック接続を試験的に実施し、スタックの電気的特性を把握し、将来の AC-DC シングル変換技術を見通す。
EMS	過年度に作成した、2つの制御モード(変化率安定化、計画発電)を確立し、通年での運用を行い、水素需要に対応したシステム効率の最大化と再エネの不安定性を効果的に除去するためのパラメーターの解析を行い、実証にフィードバックする。 また、P2Gの運用方法として、再エネオンサイトにおいて変動を吸収する手法について検討を進めてきたが、先行する欧州においては、電力取引市場の価格との連動により水電解を行い電力の調達コストの軽減による水素価格低廉化を図っている。このことを踏まえ、価格低下が進んでいる電力取引市場からの調達を想定した経済的運用システムの基礎検討や調整力市場への適用性評価を実施する。
統合型熱コントロールシステム	統合型熱コントロールシステムの試運転調整を実施し、通年での運用を可能とするとともに、システム効率を最大化するためのパラメーターの解析を行い、実証にフィードバックする。 水素貯蔵タンクでは、実環境における性能評価・材料の劣化解析から実験室における試験の再現性を確認し、チタン鉄系の吸蔵材料が実用に耐えられる性能を有するものと判断された場合には、2020 年度中に大型容器に充填し、ニッケル合金系のタンクと比較する。併せて、チタン鉄系のタンクを統合型熱コントロールシステムに組み込む。 2020 年度に世界最大となる吸蔵合金タンクの実運用から性能を明らかにし、タンク構造の最適化等によるコスト削減のための手法を把握し、水素貯蔵システムの経済性を確認する。
水素出荷設備	EMS と連携した水素出荷設備の運用を 1 年間を通して行い、人的労務、運営費用、エネルギー効率、水素品質、設備稼働率等を定量的に把握する。
水素需要設備	実証システム導入予定企業において、純水素ボイラーを稼働し蒸気負荷に応じて都市ガスボイラーにて追従させる蒸気製造を行い運用する。 純水素燃料電池により発電した電力を実負荷に活用する実証を 1 年間にわたり実施する。 当該実証により、不安定な水素供給と水素の需要をバランスさせる手法の検討と、出荷配送の最適化を行い、通年での工場における化石燃料を水素燃料に置換したことによる CO <sub>2</sub> の削減と水素利用に要する経費を定量的に把握する。
調査・PR	ECS 等において海外実証の状況について情報の収集を行うとともに、経産省や NEDO が主催する会議等に参加し事業の PR を行う。
CO <sub>2</sub> フリーの水素社会構築を目指した Power to Gas	気候、季節による条件の変化により生じる境界条件の変化に対応できる、CO <sub>2</sub> フリーの水素社会構築を目指した Power to Gas システムを構築し、1.5MW の水電解装置による水素の製造から利用までの一貫したシステムの運用により、フェーズ A で検討したシステムの技術成立性及び経

① Power to Gas システム経済・技術成立性確認

	システム	<p>済成立性を実社会のフィールドで実証する。</p>
②大面積のPEM型水電解セルスタックの技術開発・実証	大面積セルスタック評価設備(25kW)	<p>2021年度は、2030年の国のロードマップにおける水電解効率を達成すべく、大型スタックのリファレンス用途として活用し、大型スタックの技術が確立された後は、自主的な長期耐久性試験に移行する。</p> <p>スタックの評価により排気される水素は、水素社会構築のため、諸研究・実証に有効に活用する。</p>
	大型スタック評価設備向け大面積MEAの製作	<p>1.5MWの大型スタック評価設備においては、東レ開発MEA18-1を搭載したスタックにより、本プロジェクトの技術開発目標であるシステム効率74%に対応する大型スタック技術の実証を500kW規模のスタック1～2台を用いて実施する。</p> <p>さらに、水素燃料電池ロードマップの2030年の目標を達成するため、より高効率を指向する開発MEA19-1を搭載した大型フルスタックをMW級実証設備で稼働し課題を抽出する。課題に対して検討・対策を重ね、高効率・高耐久である次世代の大面積スタックの開発に取り組む(東レ開発MEA20-1(仮称))。</p> <p>この東レ開発MEA20-1を用いた大型スタックを制作し、国のロードマップにおける2030年効率目標との差異を確認する。</p> <p>これら次世代の大面積スタックの評価に関して、東レに設置の10kW実証機に加え、大面積単セルやショートスタック評価系(面積は1.5MW実証機と同等以上)の構築と、米倉山の25kW実証機を東レ主導のMEAの開発プロセスに組み込む。</p> <p>米倉山の25kW大面積セルスタック評価設備は、山梨県が独自に設置した35kWのPVにて電力供給しているところであるが、MEAの評価に必要な任意の電力を供給しつつ、模擬の電力系統を再現することが必要となるため、既存の整流器システムのDCバスに東レ選定の蓄電池を増設し機能を強化する。</p>

(添付-2)  
プロジェクト基本計画

## 「水素社会構築技術開発事業」基本計画

次世代電池・水素部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

## ①政策的な重要性

水素は、使用時に大気汚染物質や温室効果ガスを排出しないクリーンなエネルギーであり、多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造することができる。また、気体、液体又は固体（合金に吸蔵）というあらゆる形態で輸送・貯蔵が可能であり、利用方法次第では高いエネルギー効率、非常時対応等の効果が期待され、将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される。

2014年4月11日閣議決定された「エネルギー基本計画」では、水素を日常の生活や産業活動で活用する社会である“水素社会”の実現に向けた取組を加速することが定められ、この取組の一つとして、水素社会実現に向けたロードマップの策定があげられている。これを踏まえ、経済産業省では「水素・燃料電池戦略協議会」を設置しその検討を行い、2014年6月23日に「水素・燃料電池戦略ロードマップ ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」が策定された。

この戦略ロードマップにおいて、水素社会の実現に向けて、これまで取り組んできた定置用燃料電池の普及の拡大及び燃料電池自動車市場の整備に加え、水素発電の本格導入といった水素需要の拡大や、その需要に対応するための水素サプライチェーンの構築の一体的な取り組みの必要性が示されている。

さらに、2017年には世界で初めての府省横断での取組をまとめた世界で初めての水素戦略である「水素基本戦略」を閣議決定され、水素社会のシナリオが示されており、現在、化学プラントの副生や天然ガス改質で製造されている水素を、より大規模に、より安価に、よりCO<sub>2</sub>排出の少ない形に切り替えていき、現在の天然ガスと同程度の価格や規模で流通できるようにしていくことを目指している。

## ②我が国の状況

水素エネルギーの利活用について、約30年間の国家プロジェクト等を経て、2009年に家庭用燃料電池の商用化により水素利用技術が市場に導入された。2014年末には燃料電池自動車が市場投入され、世界に先駆けてインフラの整備も含めた水素エネルギー利活用に向けた取組が進められている。

今後、本格的な水素社会の構築に向け水素エネルギー利用を大きく拡大することが求められるが、燃料電池に続く水素利用のためのアプリケーションや、サプライチェーンについては、現在研究開発又は実証段階である。

## ③世界の取り組み状況

ドイツを中心として、欧米各国でも再生可能エネルギー由来の電力を水素に変換するPower to Gasの取組が積極的に行われているが、製造した水素はそのまま貯蔵・利用されたり、天然ガスパイプラインに供給されており、水素のサプライチェーンを構築する等の取組は現状なされていない。

い。また、水素発電については、イタリアにおいて実証研究が行われていたほか、現在オランダにおいてFSが実施されている。

世界に先駆けて、水素発電の本格的な導入と大規模な水素サプライチェーンを構築することで、水素源の権益や輸送・貯蔵関連技術の特許等の多くを掌握し、産業競争力の強化とエネルギーセキュリティの向上に貢献する。

## (2) 研究開発の目標

### ①アウトプット目標

#### 研究開発項目Ⅰ：「水素エネルギーシステム技術開発」

##### 『最終目標』（2022年度）

再生可能エネルギー由来の電力による水素製造、輸送・貯蔵及び利用技術を組み合わせたエネルギーシステムについて、社会に実装するためのモデルを確立する。このために必要となる技術目標については、テーマ毎に設定する。

#### 研究開発項目Ⅱ：「大規模水素エネルギー利用技術開発」

##### (イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築

##### 『最終目標』（2022年度）

2030年頃の安定的かつ大量な水素供給体制確立を目指し、2020年において商用レベルの1/100程度のプロトタイプ規模（数千万Nm<sup>3</sup>規模）のサプライチェーンを構築しシステムとして技術を確立する。システムを構成する技術目標（水素製造効率、輸送効率等）に関しては、水素製造方法や水素キャリア毎の特性に応じ、個別に設定する。

##### 『中間目標』（2016年度）

最終目標となる水素サプライチェーン構築のための要素技術を検証し、システムの全体設計を明確にする。

##### (ロ) 水素エネルギー利用システム開発

##### 『最終目標』（2022年度）

水素を混焼あるいは専焼で発電する技術に関して商用レベルも見据えて既存の燃料と同等の発電効率、耐久性及び環境性を満たす技術を確立する。あわせて、様々な水素キャリアを利用した水素発電等を組み込んだエネルギーシステムについて、市場化に必要な技術を確立する。

#### 研究開発項目Ⅲ：「地域水素利活用技術開発」

##### 『最終目標』（2025年度）

将来の自立した水素社会実現に向けて、水素の利活用拡大のみならず、新たな地域産業創出等に資するものとして、産業等の様々な分野において水素を地域で統合的に利活用する技術を確立する。このために必要となる技術目標については、テーマ毎に設定する。

### ②アウトカム目標

発電分野等における水素の利活用が抜本的に拡大。2030年頃には世界に先駆け本格的な水素サプライチェーンを構築するとともに、エネルギー供給システムの柔軟性を確立し、エネルギーセキュリティの確保に貢献する。

仮に100万kW規模の水素専焼発電が導入された場合、約24億Nm<sup>3</sup>の水素需要（燃料電池自動車約220万台に相当）が創出される。

### ③アウトカム目標達成に向けての取り組み

水素製造・利活用拡大技術等の研究成果を活かし、水素利活用装置の技術開発に反映して実証事業等を実施することにより、着実な水素利活用社会の拡大を図る。

## (3) 研究開発の内容

### 研究開発項目Ⅰ：「水素エネルギーシステム技術開発」

(委託事業、共同研究事業 [NEDO負担率2/3])

水素を利用して、安定的なエネルギーを供給するための技術開発及び当該技術の実証研究を行う。具体的には、再生可能エネルギー等の出力変動の大きな発電設備に対して、電力を一旦水素に変換して輸送・貯蔵することにより変動を吸収し、出力を安定化させるための技術開発を実施する。

### 研究開発項目Ⅱ：「大規模水素エネルギー利用技術開発」

(イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築

(助成事業 [助成率 1/2又は2/3])

水素発電の導入及びその需要に対応するための安定的な供給システムの確立に向け、海外の未利用資源を活用した水素の製造、その貯蔵・輸送、更には国内における水素エネルギーの利用まで、一連のチェーンとして構築するための技術開発を行う。加えて、液化水素の受け入れ基地に必要な機器の大型化に関する開発を行う。

(ロ) 水素エネルギー利用システム開発

(助成事業 [助成率 1/2又は2/3])

水素のエネルギー利用を大幅に拡大するため、様々な水素キャリアを利用しつつ、水素を燃料とするガスタービン等を用いた発電システムなど新たなエネルギーシステムの技術開発を行う。

### 研究開発項目Ⅲ：「地域水素利活用技術開発」

(委託事業、助成事業 [助成率 2/3以内])

再生可能エネルギーから製造した水素、海外産水素や副生水素等を地域で利活用するモデルについて、将来の経済性や温室効果ガス削減効果等のポテンシャルを調査、技術開発を行うことで水素社会のモデルを構築する。

### 研究開発項目Ⅳ：「総合調査研究」

(イ) 水素製造・輸送・貯蔵・利用等に関する調査研究

(委託事業)

水素社会の実現に向け、水素需要の拡大や水素サプライチェーンの構築に関する調査を行う。具体的には、燃料電池バス、フォークリフトなど新たなアプリケーションも活用した水素の初期需要を誘発するための社会システムや、海外の副生水素・原油随伴ガス・褐炭等の未利用エネルギーを用いた水素製造・輸送・貯蔵技術に関する調査を行う。

## (ロ) 水素社会実現に向けた情報発信に関する調査研究

### (委託事業)

水素エネルギーに対する需要者の認知向上や興味喚起、水素の安全性に対する正しい理解促進、当該分野に関わる研究者の拡大等を目的として、戦略的な情報発信を行い、認知度向上等の効果を実証する。具体的には、ターゲット層毎に効果的な手法及び内容による情報を発信し、各情報発信手法の効果を調査・分析するとともに、水素エネルギー全般に対する認知等の状況・動向を調査する。

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本事業のプロジェクトマネージャー（以下「PM」という）に、NEDO次世代電池・水素部大平英二統括研究員（研究開発項目Ⅰ、Ⅱ（イ）のうち未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業、Ⅲ、Ⅳ）、横本克巳主任研究員（研究開発項目Ⅱ（イ）のうち有機ケミカルハイドライド法による未利用エネルギー由来水素サプライチェーン実証、（ロ））をそれぞれ任命し、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。本研究開発は、本邦の企業、研究組合、公益法人、大学等の研究開発機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外企業等（大学、研究機関を含む）の特別な研究開発能力、研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を国外企業等との連携により実施することができる。）から公募により実施者を選定して実施する。

また、NEDOは必要に応じて実施テーマごとに第三者である外部専門家としてアドバイザーを選定し、各実施者は客観的立場からの技術的助言を受けそれぞれの研究テーマについて研究開発を実施する。

### (2) 研究開発の運営管理

経済産業省、アドバイザー、研究開発実施者等と緊密に連携し、適切な運営管理を実施する。また、推進助言委員会等を設置し、外部有識者の意見を運営管理に反映させる。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、研究開発項目Ⅰ及びⅡが2014年度～2022年度の9年間、研究開発項目Ⅲが2021年度～2025年度の5年間とする。

研究開発スケジュールは別紙のとおり。

## 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義及び将来の産業への波及効果等について、評価を実施する。技術評価実施規程に基づき、研究開発項目Ⅰ及びⅢについては制度評価を、研究開発項目Ⅱについてはプロジェクト評価を行う。評価の時期については、研究開発項目Ⅰは中間評価を2017年度、2021年度、事後評価を2023年度に実施する。研究開発項目Ⅱについては、中間評価を2016年度、2020年度、事後評価を2023年度に実施する。研究開発項目Ⅲは中間評価を2023年度、事後評価を2026年度に実施する。

なお、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ、必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

## 5. その他の重要事項

### (1) 研究開発成果の取扱い

#### ①成果の普及

得られた研究開発の成果は、機構及び実施者ともに普及に努める。

#### ②知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備事業又は国際標準化等との連携を図るため、データベースへのデータ提供、標準技術情報（TR）制度への提案等を戦略的かつ積極的に行う。

#### ③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。なお、本プロジェクトの当初から、事業化を見据えた知財戦略を検討・構築し、適切な知財管理を実施する。

#### ④関連事業との連携

本事業は、技術のシステム化により社会への実装を図るものであり、構成する要素技術については、NEDOの他事業「水素利用等先導研究開発事業」等の進捗状況について把握しつつ、必要に応じて成果の活用を図る。また、社会受容性の確保に向けて「水素利用技術研究開発事業」と連携し、必要な情報を共有する。

### (2) 基本計画の変更

研究開発の内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向（経済産業省の水素・燃料電池戦略協議会等）、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

### (3) 根拠法

本研究開発は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第一号二及び第三号並びに第九号に基づき実施する。

## 6. 基本計画の改訂履歴

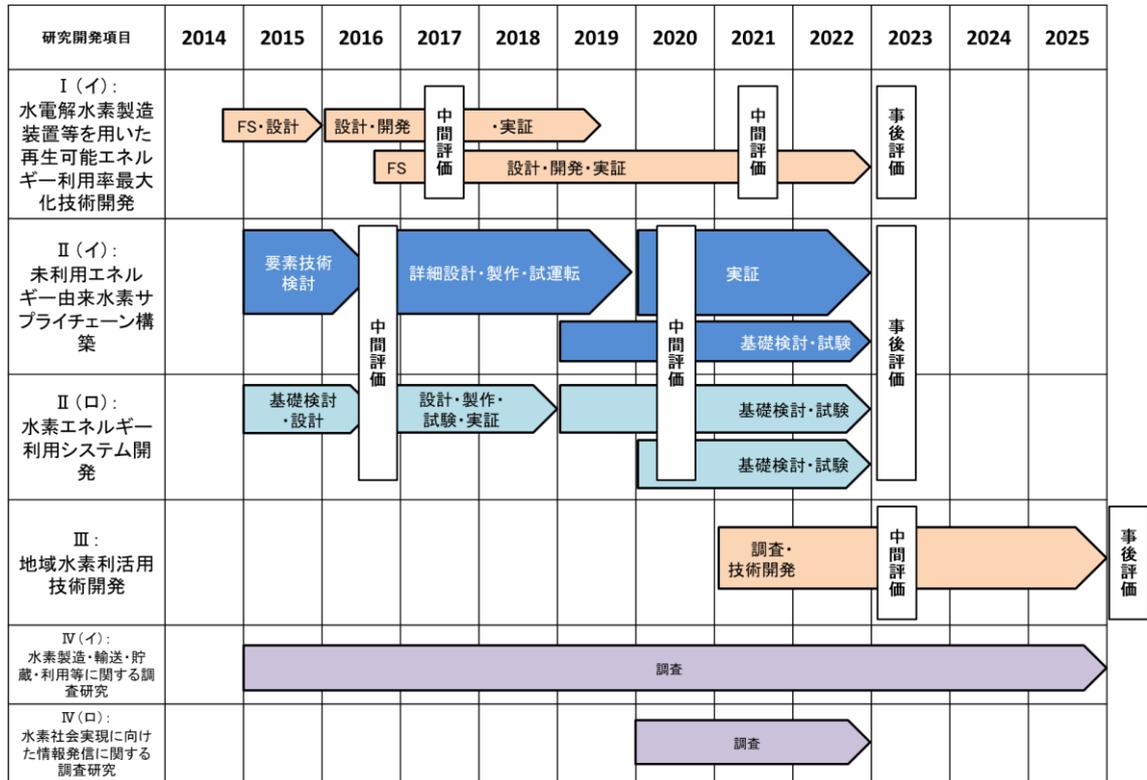
### (1) 2014年9月、制定。

- (2) 2015年3月、研究開発項目Ⅱ「大規模水素エネルギー利用技術開発」を追加、および研究開発の実施期間を2020年度までに延長。研究開発項目Ⅰ（ロ）水素利用発電システム等技術開発は、研究開発項目Ⅱ（ロ）水素エネルギー利用システム開発に移行。
- (3) 2016年3月、評価の実施について研究開発項目Ⅰを制度評価に変更。研究開発項目Ⅱの中間評価時期を2016年度に変更。また、PMの氏名を追記。
- (4) 2017年8月、PMの氏名及び所管の研究開発項目を変更。また、別紙の研究開発項目Ⅰ「水素エネルギーシステム技術開発」研究開発スケジュールを詳細な表示に修正。
- (5) 2018年4月、担当部を新エネルギー部から次世代電池・水素部に変更。
- (6) 2019年2月、(2) 研究開発の目標及び(3) 研究開発の内容に液化、水素の受け入れ基地に必要な機器の大型化に関する開発及び様々な水素キャリアを利用した水素ガスタービンに関する開発を追記。また、(別紙) 研究開発スケジュールを更新。
- (7) 2019年7月、和暦表記を西暦表記に変更。
- (8) 2020年2月、研究開発の実施期間を2022年度までに延長。あわせて研究開発項目Ⅰ及びⅡの中間評価時期を2020年度に追加、事後評価時期を2023年度に変更。また、(別紙) 研究開発スケジュールを更新。
- (9) 2021年2月、研究開発項目Ⅲ「地域水素利活用技術開発」を追加、研究開発の実施期間を2025年度までに延長。

以上

(別紙)

# 水素社会構築技術開発事業 研究開発スケジュール



(添付-3)  
事前評価関連資料  
(事前評価書)

## 事前評価書

	作成日
	平成26年9月5日
1. プロジェクト名	水素社会構築技術開発事業
2. 推進部署名	新エネルギー部
3. プロジェクト概要（予定）	
<p>(1) 概要</p> <p>1) 研究開発の背景・目的</p> <p>①政策的な重要性</p> <p>水素は、無尽蔵に存在する水や多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造することができるエネルギー源であり、気体、液体、固体（合金に吸蔵）というあらゆる形態で貯蔵・輸送が可能であり、利用方法次第では高いエネルギー効率、低い環境負荷、非常時対応等の効果が期待され、将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される。</p> <p>2014年4月11日閣議決定された「エネルギー基本計画」では、水素を日常の生活や産業活動で利活用する社会である“水素社会”の実現に向けた取り組みを加速することが定められ、2014年6月23日には経済産業省において「水素・燃料電池戦略ロードマップ ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」が策定された。</p> <p>この戦略ロードマップにおいて、水素社会の実現に向けて、これまで取り組んできた定置用燃料電池の普及の拡大、燃料電池自動車市場の整備に加え、水素発電の本格導入といった水素需要の拡大や、その需要に対応するための水素サプライチェーンの構築の必要性が示されている。</p> <p>②我が国の状況</p> <p>水素エネルギーの利活用について、約30年間の国家プロジェクト等を経て、2009年に家庭用燃料電池が市場投入され、2015年に燃料電池自動車が市場投入される予定である等、世界に先駆けて水素エネルギー利活用に向けた取り組みが進められている。</p> <p>一方、燃料電池に続く水素利用のためのアプリケーションや、サプライチェーンについては、現在研究開発または実証段階である。</p> <p>③世界の取り組み状況</p> <p>ドイツを中心として、欧米各国でも再生可能エネルギー由来の電力を水素に変換するPower to Gasの取組が積極的に行われているが、製造した水素はそのまま貯蔵・利用されたり、天然ガスパイプラインに供給されており、</p>	

水素のサプライチェーンを構築する等の取り組みは現状なされていない。また水素発電については、イタリアにおいて実証研究が行われている。世界に先駆けて、水素発電の本格的な導入と大規模な水素サプライチェーンを構築することで、水素源の権益や輸送・貯蔵関連技術の特許等の多くを掌握し、産業競争力の強化とエネルギーセキュリティの向上に貢献する。

## 2) 研究開発の目標

定置用燃料電池、燃料電池自動車に続く、水素発電等の新たな水素エネルギー利用のためのアプリケーションについて、市場化に必要な技術を確認する。

海外における未利用資源を活用した水素サプライチェーンについて、事業化判断が可能となるパイロットスケールでの技術を確認する。

## 3) 研究開発の内容

研究開発項目Ⅰ：「水素エネルギーシステム等技術開発」

### (イ) 水素エネルギーシステム技術開発

水素を利用して、安定的なエネルギーを供給するための技術開発および当該技術の実証研究を行う。具体的には、再生可能エネルギー等の出力変動の大きな発電設備に対して、電力を一旦水素に変換して輸送・貯蔵することにより変動を吸収し、出力を安定化させるための技術開発を実施する。

### (ロ) 水素利用発電システム等技術開発

水素を燃料とするエンジンやガスタービンを用いた発電システム技術について実証研究を行う。

研究開発項目Ⅱ：「総合調査研究」

水素社会の実現に向け、水素需要の拡大や水素サプライチェーンの構築に関する調査を行う。具体的には、燃料電池バス、フォークリフトなど新たなアプリケーションも活用した水素の初期需要を誘発するための社会システムや、海外の副生水素・原油随伴ガス・褐炭等の未利用エネルギーを用いた水素製造・輸送・貯蔵技術に関する調査を行う。

### (4) 規模 総事業費（需給） 未定

委託事業、共同研究事業 [NEDO負担率 1 / 2 または 2 / 3]、

助成事業 [助成率 1 / 2 または 2 / 3]

### (5) 期間 平成 26 年度～平成 29 年度（4 年間）

## 4. 評価内容

## (1) プロジェクトの位置付け・必要性について

### 1) NEDOプロジェクトとしての妥当性

「エネルギー基本計画」(2014年4月)で、将来の二次エネルギーでは、電気、熱に加え、水素が中心的役割を担うことが期待され、水素を本格的に利活用する社会である“水素社会”の実現について言及されており、国家的な施策と照らし合わせて、本事業は重要かつ必要なプロジェクトとして位置付けられる。NEDO第3期中期計画(平成25年3月、平成26年3月変更)では、水素を利用したエネルギーシステムの実現に向け、技術動向等を調査し、水素の貯蔵や輸送等に関する新しい技術の開発等を行うこととしている。このような長期的かつ総合的な取り組みは企業単独では実施困難なため、NEDOの関与が必要不可欠である。

### 2) 目的の妥当性

水素エネルギーの意義、将来の水素需給の見通しについて産学官で認識を共有した上で、「水素エネルギー利活用社会」を現実のものとするために、水素の「製造」「貯蔵・輸送」「利用」まで一貫通貫した、2030年ごろを見据えた具体的な取組を可能とすべく本事業に取り組むことは、「エネルギー基本計画」に整合しており、適正である。

## (1) プロジェクトの位置付け・必要性についての総合的評価

本事業は「エネルギー基本計画」(2014年4月)およびNEDO第3期中期計画(平成25年3月、平成26年3月変更)に合致しており、本技術が実用化されれば、FCV産業・水素燃料利用産業の創出、我が国のエネルギーセキュリティ向上、国際競争力の強化等に大きく寄与することになり、位置付け・必要性は妥当と考えられる。

## (2) プロジェクトの運営マネジメントについて

### 1) 成果目標の妥当性

本研究開発の最終目標は、水素・燃料電池戦略協議会において策定された「水素・燃料電池戦略ロードマップ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」の成果目標と合致するものである。

### 2) 実施計画の想定と妥当性

本事業は水素エネルギー利活用社会を現実にすることを目指す研究開発のため、過去に例が無く、新規のものであり、世界に類似技術が無い。例えば、研究開発項目I(イ)等において想定する、水素をMCHへ変換して輸送貯蔵し、再び水素を取り出すという技術は世界に類が無く、調達不可能な技術であり、取り上げるべき重要な技術的課題の一つである。さらに、各要素技術をつなぎ合わせることによって、水素エネルギーシステムとして構築が可能となる。

<p><b>3) 評価実施の想定と妥当性</b></p>
<p>研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、実用化の可能性、産業への波及効果等について随時確認を行い、必要に応じて研究開発内容の見直し等を行う。また、外部有識者による事後評価を平成29年度（2017年度）に実施する。</p>
<p><b>4) 実施体制の想定と妥当性</b></p>
<p>水素・燃料電池戦略協議会で策定された「水素・燃料電池戦略ロードマップ ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」に沿った成果目標を効果的・効率的に達成するための最適な実施体制（産学連携、トップランナーの参加等）を想定する。実施者間の連携又は競争を十分に促進するため、競合すべき分野と協調すべき分野を想定し、協調すべき分野についてはそれらのシナジー効果を発揮するための仕組み等を検討する。</p>
<p><b>5) 実用化・事業化戦略の想定と妥当性</b></p>
<p>水素・燃料電池戦略協議会で策定された「水素・燃料電池戦略ロードマップ ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」に沿って、マーケットの規模、ユーザーニーズ等の動向を的確に把握した上で、法規制等の技術課題以外への対応を含めて成果を実用化・事業化につなげる戦略を策定する。</p>
<p><b>(2) プロジェクトの運営マネジメントについての総合的評価</b></p>
<p>本事業の成果目標、実施計画、実施体制等は水素・燃料電池戦略協議会で策定された「水素・燃料電池戦略ロードマップ ～水素社会の実現に向けた取組の加速～」に沿うものであり、妥当である。</p>
<p><b>(3) 成果の実用化・事業化の見通しについて</b></p>
<p><b>1) プロジェクト終了後における成果の実用化・事業化可能性</b></p>
<p>水素発電システム、水素発生システム、水素貯蔵システム、またそれらを一体化した水素利活用システムのように具体的なシステム想定があり、成果の実用化・事業化可能性は明確である。</p>
<p><b>2) 成果の波及効果</b></p>
<p>水素エネルギーシステムに関連する業種は多岐にわたることから、当該分野の新たな研究開発テーマの創出が期待できる。</p>
<p><b>(3) 成果の実用化・事業化の見通しについての総合的評価</b></p>
<p>現時点で可能な限り市場等を明確に見通している。</p>

(添付-4)

テーマ評価関連資料

# テーマ評価報告書

「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発／水素（有機ハイドライド）による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発」 P2G①-1

テーマ評価

コメント及び評点の集約結果

平成29年11月6日

## 1. 総合評価

本研究開発は、日本の PtG の先駆けとして実証を取り込んだ実施項目を達成し、大きな意義を持つプロジェクトである。風力による変動電力の推定方法を提案・実施するとともに、MCH をキャリアとして SOFC に利用する水素エネルギーシステムを想定し、個々の要素技術の開発・実証を行って PtG システムの構築に寄与する成果が得られた。とくに、変動電力に対するアルカリ水電解の応答性を確認し、水素化システムにおいて粗水素および精製水素の流量変化に対応したトルエン流量制御の可能性を実証で明らかにした事は評価できる。さらに、SOFC 利用時の脱水素プロセスの要件、複数の風力タービンを有する地域における風速の模擬データ生成、負荷周波数制御手法の確立とその有用性、風況解析に基づく水素発生ポテンシャル推計、など実用上有用な技術開発が実施されている。また、脱水素と SOFC とを熱的に統合した実証試験についても有用な知見が得られ、対外発表も多岐にわたっていると認められる。

一方、本システム成立の鍵を握るプラント設計および運転データ解析の内容と結果・成果を、より詳細に提示し、ウィンドファームや水電解を行う場所やスケールについても、ある程度は具体像を明示することが必要であろう。

今後、実用化を目指す上で、本実証システムにおける運転条件の下での水素収率および水素の固定化率を示すとともに、異なる規模に対する設計要件および注意点、課題を整理する必要がある。さらに、本研究開発の成果に基づいて一貫通貫のシステムを構成し、それにより MCH をキャリアとして用いた P2G システムの特徴と有用性を明らかにする事が期待される。その際に、風力発電からの模擬電力を活用し、その有用性について示すことが重要であり、スケールアップに対する取り組みも望まれる。

### <肯定的意見>

- ・ 本研究開発では、風力による変動電力の推定方法を提案・実施するとともに、MCH をキャリアとして SOFC に利用する水素エネルギーシステムを想定し、個々の要素技術の開発・実証を行って PtG システムの構築に寄与する成果が得られた。とくに、変動電力に対するアルカリ水電解の応答性を確認し、水素化システムにおいて粗水素および精製水素の流量変化に対応したトルエン流量制御の可能性を明らかにした事は評価できる。さらに、SOFC 利用時の脱水素プロセスの要件、複数の風力タービンを有する地域における風速の模擬データ生成、負荷周波数制御手法の確立とその有用性、風況解析に基づく水素発生ポテンシャル推計、など実用上有用な技術開発が実施されており、所期の目標は達成したとみなせる。
- ・ 本提案のシステムが技術的には実現可能であることを実証した意味は大きいと考える。特に実機を用いた 100kW 級アルカリ水電解の変動対応運転およびそれによって製造された流量が変動する水素に対応した水素化プロセスの運転を実証したことは評価できる。
- ・ 脱水素と SOFC とを熱的に統合した実証試験についても有用な知見が得られたと評価する。
- ・ 化学工学的エンジニアリング部分の完成度は、非常に高い  
中間目標達成、最終目標達成の見通しについて妥当である。また、対外発表も多岐にわたっており、評価できる。

- ・ SOFC 排熱の有機ハイドライド脱水素への利用のフィージビリティ評価には期待する。
- ・ 風力発電による電力により水電解し、有機ハイドライドに貯蔵、SOFC で発電という一連のシステムを構成する各機器に技術的に問題がないことを示し、目標は達成されている。
- ・ 日本の Power to Gas の先駆けとして、実証を取り込んだ実施項目の達成は、大きな意義を持つプロジェクトであった。将来あるべきシステムの要件を見立てながら、各要素ごとに必要な検証を進めたことは評価できる。

### <改善すべき点>

- ・ 本システム成立の鍵を握るプラント設計および運転データ解析の内容と結果・成果について、より詳細に明示することが必要と考える。とくに、供給電力に対する水電解装置および水素精製システムを構成する要素機器仕様とその決定根拠や、変動電力に対する水電解ガス組成（水素、酸素、水分、KOH 等）およびその流量変化が不明である。
- ・ 電力グリッドの安定化に水電解を用いるという全体像は理解できるが、ウィンドファームや水電解を行う場所やスケールについて、ある程度は具体像を明示することが必要ではないか。
- ・ 海外風力をパタゴニアとしているが、選定に至る理由が欲しい。  
事業規模、ポテンシャルをある程度分析してみる価値はある。
- ・ 家庭用 SOFC (700°C動作) で熱バランスを取っているが、大型 SOFC (900°C動作) で熱バランスを取ると SOFC からの排熱は増加すると考えられる。大型 SOFC で熱バランスを取るべきである。
- ・ プロジェクト開始時は、事業の先駆けとして、まずは、とにもかくにも実証していくことの意義は大きかったが、数年で取り巻く環境が大きく変わり、類似の案件も出てきた。改めて今回の全体実施項目を見ても、あるべきシステムの全体像が不明確と感じる。

### <今後に対する提言>

- ・ 実用化を目指す上で、本実証システムにおける運転条件の下での水素収率および水素の固定化率を示すとともに、異なる規模に対する設計要件および注意点、課題を整理する必要がある。さらに、本研究開発の成果に基づいて一貫通貫のシステムを構成し、それにより MCH をキャリアとして用いた PtoG システムの特徴と有用性を明らかにする事が期待される。その際に、風力発電からの模擬電力を活用し、その有用性について示すことも必要であろう。
- ・ MCH を国内で水素キャリアに用いる場合、再生可能エネルギーからの MCH へ変換する意義について、もう少し具体的なビジネスプランを例示しながらだと説得力が増すのではないかと。
- ・ スケールアップに対する取り組みが重要と考えるので、注力してほしい。
- ・ 事業化の検討は、多様な制度の方向性に影響を受けることから、経済性を分析することは非常に難しいが、ある程度の想定に基づき評価をしてみてもどうか。
- ・ 本システムを活用して水素社会に貢献して頂きたい。
- ・ Power to Gas の技術は、技術的な要件を達成すること、および、(将来において) 経済的にフィジブルであることが求められる。ここ数年で、日本版 Power to Gas のビジネスモデルもよりリアルに提唱されるようになってきており、柔軟にビジネスモデルを検討されることを願う。

## 2. 各論

### 2. 1. 研究開発成果について

成果は中間目標を達成しており、最終目標を達成する見通しが得られている。変動電力に対するアルカリ水電解利用の可能性、水素化プロセスにおけるトルエン流量制御、水電解装置の負荷周波数制御、風況解析による水素ポテンシャル推計など、PtG システム実現のための新しい知見が得られたと評価できる。また、精度を高めた測定結果により、パタゴニア等好風況地域からの大規模水素輸入のコストを高い確度で算出できたことは意義がある。成果の公表についても、研究発表・講演、新聞記事掲載、実証プラント公開などを通じて、積極的に取り組んでいると認められる。

一方、実証システムの運転で得られた成果の内容をもっと定量的に示す必要がある。また、構成要素の容量が統制されておらず、一連のシステムとして安定して運用できるか疑問が残る。将来的にスケールアップし、各構成装置の容量規模を揃え、一連のシステムとして熱バランス、物質収支を確認する必要がある。知財獲得については、可能性は認められるものの、まだ申請には至っておらず、成果の実質化が望まれる。

今後は、本研究開発で得られた知見を一般化して、適用範囲および成立条件とともに明確にすることにより、実用システムへの大規模化に挑戦されたい。ビジネスシーズとして提示されている、「酸素の有効活用」「反応熱の有効利用」なども興味深く、継続して研究開発を進めることが期待される。

#### <肯定的意見>

- ・ 水電解システムにおける水素収率および固定化率の解析や風況評価のための風速データ解析など、これから実施する事項が残されてはいるものの、計画終了予定の本年度末までには目標とする成果を達成できる見通しである。とくに、変動電力に対するアルカリ水電解利用の可能性、水素化プロセスにおけるトルエン流量制御、水電解装置の負荷周波数制御、風況解析による水素ポテンシャル推計など、PtG システム実現のための新しい知見が得られたと評価できる。また、論文発表、新聞記事掲載、実証プラント公開などを通じて、成果の公表に積極的に取り組んでいると認められる。
- ・ 100kW 級水電解の変動負荷運転およびその変動水素を精製し、安定的に MCH に貯蔵するシステムを実証した意義は大きいと評価する。
- ・ 電力系統内短周期成分(LFC)の不安定性を水電解導入によって低減することが可能であるとの解析結果は、PtG の一つの指針を示す意義があると認める。
- ・ 精度を高めた測定結果により、パタゴニア等好風況地域からの大規模水素輸入のコストを高い確度で算出できたことは意義が大きい。
- ・ 中間目標は問題なく達成している。
- ・ アルカリ電解の負荷追従を明示した点は、評価できる。  
中間目標達成、最終目標達成の見通しについて妥当である。
- ・ 対外発表も多岐にわたっており、評価できる。
- ・ 風力発電による電力により水電解し、有機ハイドライドに貯蔵、SOFCで発電という一連のシステムを構築し、各要素についてシステムとして技術的に成立できることを示し、目標は達成されている。
- ・ 有機ハイドライドの合成時に求められる要件、脱水素時のSOFCとの組み合わせにおける検証すべき項目について、本プロジェクトを通じて概ね明らかになってきた。また、実証プラントの見学対応など、実証を通じての、将来のケミハイ活用の社会へのアピールは十分であり、大きな役割を果たした。

#### <改善すべき点>

- ・ 実証システムの運転で得られた成果の内容をなるべく定量的に示す必要がある。また、知財獲得の可能性は認められるものの、まだ申請には至っておらず、成果の実質化が十分に確保されているとは言い難い。
- ・ 変動入力に対応した水素化プロセスについては、できればもう少し長い時間(最低でも1日程度)の試験結果が示されるべきではなかったか。
- ・ 電力グリッド安定化の研究は、実施者が大学であることもあり、論文発表も積極的にすべきであったと感じた。
- ・ 「電力グリッド安定化の研究開発」においてコージェネレーションの活用が謳われているが、成果の中で言及されていないことから、その理由を明確に記述してもらいたい(以前の報告書で既に言及しているならば、OK)。
- ・ 家庭用 SOFC (700°C動作) で熱バランスを取っているが、大型 SOFC (900°C動作) で熱バランスを取ると SOFC からの排熱は増加すると考えられる。大型 SOFC で熱バランスを取るべきである。
- ・ 構成要素の容量が統制されておらず、一連のシステムとして安定して運用できるかは示されていない。
- ・ そもそも、成果目標の表現が漠然としており、定量性に欠ける目標設定が多すぎたように感じる。個々の目標は達成されているが、最終的なあるべき姿を想定しての、適正な目標であったかは再考の余地がある。

#### <今後に対する提言>

- ・ 本研究開発で得られた知見を一般化して、適用範囲および成立条件とともに明確にすることにより、今後、実用システムへの大規模化に挑戦されたい。
- ・ 変動入力に対応した水素化プロセスについては、技術的信頼性を確保するためにもより多くの試験データを提示すべきではないか。
- ・ ビジネスシーズとして提示されている、「酸素の有効活用」「反応熱の有効利用」などは興味深く、是非今後も研究開発を進めてもらいたい。
- ・ スケールアップ検討に注力していただきたい。
- ・ 特に無いが、SOFC 排熱の有機ハイドライド脱水素への利用のフィージビリティ評価には期待する。風力、水電解、有機ハイドライド、SOFC の容量規模を揃えて、一連のシステムとして熱バランス、物質収支を確認する必要があると考える。
- ・ 大型 SOFC を適用した場合の熱バランスを取るべきと考える。
- ・ プロジェクトの全体レイアウトの中で、風力発電エネルギー推計の高度化の部分だけが異質の感があり、とってつけたような項目になっている。風況予測は重要であるが、本項目の必然性に乏しく、本成果を実際にどのように活用していくのかは、用検討項目と感じる。

## 2. 2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて

水素・燃料電池戦略ロードマップにしたがって MCH をキャリアとする実用化戦略を策定しており、風力発電電力を活用した PtG システム事業化の検討が具体的に進められている。電力市場の今後の方向性など多様な制度設計を見据えながらの事業化の検討は現実的である。また、アルカリ水電解の部分まで、きちんと実証に含めて検証したことにより、単にケミハイ利用というだけでなく、水電解技術の実用化の課題と実力が明確になり、社会実装に一步進んだと認められる。精度を向上させた風況データなどを基に、海外から大量に水素を輸入したケースの水素価格を明示したことも意義が大きい。

一方、実用化・事業化に際しては、発電ポテンシャル、電力デマンド、系統連系等に対応する必要があり、それらの条件に応じたスケールアップや最適制御の必要が生じる。それらに対する考え方および課題について明確にすることが必要であろう。ビジネスモデルについても、実際のスケール感や具体性を明示することが望まれる。

今後は、水素利用ニーズ、電気網の整備状況、風況等、本提案システムが成立するための条件や特徴が活かせる環境について明確にし、マネーバランスなどを含めたビジネスモデルをより具体的に検討することで、さらなる展開が期待できよう。

### <肯定的意見>

- ・ 水素・燃料電池戦略ロードマップにしたがって MCH をキャリアとする実用化戦略を策定しており、風力発電電力を活用した PtoG システム事業化の検討が具体的に進められている。
- ・ 既存の石油インフラを活用した PtoG システム構築は、実現の可能性が比較的大きいと評価できる。
- ・ 精度を向上させた風況データなどを基に海外から大量に水素を輸入したケースの水素価格を明示したことは意義が大きい。
- ・ 電力市場の今後の方向性など多様な制度設計を見据えながらの事業化の検討は現実的である。
- ・ 水素の輸送・貯蔵のビジネスモデルには具体性がある。
- ・ 本プロジェクトにおいて、アルカリ水電界の部分まで、きちんと実証に含めて検証したことにより、単にケミハイ利用というだけでなく、水電界技術の実用化上の課題と、実力が明確になり、社会実装に一步進んだものと感じる。また、SOFC との組み合わせなど、独自のアイデアも併せて検証されており、将来の複合技術への期待が高まる。

### <改善すべき点>

- ・ 実用化・事業化に際しては、発電ポテンシャル、電力デマンド、系統連系、等に対応する必要があり、それらの条件に応じたスケールアップや最適制御の必要が生じる。それらに対する考え方および課題については必ずしも明確とは言えない。
- ・ 「調整力を販売するビジネスモデル」構築を指向するとのことであるが、水電解のみでこのビジネスが成り立つのか疑問を感じた。可能だとすれば、実際のスケール感や具体性をもう少し明示する必要があるのでは。
- ・ 海外からの大量水素の輸入キャリアとしての MCH と国内系統調整用のに MCH を用いることの二つのシナリオの統一性が薄いと感じた。
- ・ 事業化が明示できる段階ではないと考えるので、アウトカムを明示していただき。
- ・ システム構成と事業形態が明確ではない。例えば、脱水素~SOFC においては、自家発電等のビジネスモデルを想定しているが、SOFC の排熱を利用して脱水素することから、自家発電を導入する需要家で脱水素を行うということを明示してはどうか。

- ・ 調整力に関するビジネスモデルは市場創設に依存する部分が大きく、見通せているとは言えない。

#### <今後に対する提言>

- ・ 水素利用ニーズ、電気網の整備状況、風況、等、本提案システムが成立するための条件や特長が活かせる環境について明確にすることで、さらなる展開が期待できよう。
- ・ 厳しいことは想像できるが、MCHの国内での利用について、マネーバランスなどを含めたビジネスモデルをより具体的に構築できると説得力が増すと考える。
- ・ 非常に多くの前提・想定が必要と思うが、ある程度ラフでもよいので、ビジネスの経済性分析を行ってはどうか。
- ・ 水素の輸送・貯蔵を中心にして水素社会に貢献して頂きたい。
- ・ 今回、プロジェクト開始時の目標は達成されているが、その後、Power to Gas のビジネスモデルがいろいろ提唱されてきており、本技術がどのようなビジネスとして可能性があるのか、新しい視点に立っても検討されることを望む
- ・

### 3. 評点結果

評価項目	平均値	素点 (注)					
1. 研究開発成果について	2.0	B	B	B	B	B	B
2. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	1.5	B	B	B	C	C	C

(注) 素点：各委員の評価。平均値はA=3、B=2、C=1、D=0として事務局が数値に換算し算出。

#### 1. 研究開発成果について

- ・ 非常によい →A
- ・ よい →B
- ・ 概ね妥当 →C
- ・ 妥当とはいえない →D

#### 2. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

- ・ 明確 →A
- ・ 妥当 →B
- ・ 概ね妥当 →C
- ・ 見通しが不明 →D

「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発／北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発」 P2G①-2

テーマ評価

コメント及び評点の集約結果

平成29年11月6日

1. 総合評価

PtGシステムによる風力利用率向上を狙った研究開発であり、日本のPtGの先駆けとして再生可能エネルギーからの水素製造から貯蔵、輸送、利用を一気通貫で実証する提案である。とくに、売電との最適電力分配に基づくシステム設計の可能性を示すとともに、風力発電敷地における水電解・水素添加装置を含む水素製造システムの設置をほぼ完了し、さらに脱水素触媒性能向上による水素利用側の実証試験の見通しを得たと評価できる。PtG導入に際しては、需給バランスの調整が一つの大きなミッションになると思われ、その点で、北海道における需給バランスのミスマッチに着眼した研究内容は意義が大きい。事業形態としても、再エネ電力販売事業、グリーン水素製造販売事業などの可能性を明確化している。

一方、システム構築およびハードウェア開発の進捗状況については、研究開発のスケジュールを明示するとともに、現状と目標をなるべく定量的に示す必要がある。一気通貫システムを運転する前の個々の機器の検証が十分説明されておらず、実証運転で懸念される技術的課題に関する事前検討が十分であるか疑問が残る。また、各課題を分担する6社の役割は明確であり、それぞれに成果を上げてはいるものの、各社の連携が必ずしも適正に図られているとは言えず改善が必要であろう。

今後、本年11月末から実施予定の実証試験によりデータ収集・解析を進め、実用上有用な知見の獲得を期待する。その際、各試験の目標・方針・運転条件を示した上で結果の詳細を明らかにする必要がある。また、ビジネスの視点に立ったFSも重要であり、事業規模の提示、水素利用形態の検討、競合技術との比較等、より一層の検討が望まれる。

<肯定的意見>

- ・ PtoGシステムによる風力利用率向上を狙った研究開発であり、水素製造から貯蔵、輸送、利用を一気通貫で実証する提案である。とくに、売電との最適電力分配に基づくシステム設計の可能性を示すとともに、風力発電敷地における水電解・水素添加装置を含む水素製造システムの設置をほぼ完了し、さらに脱水素触媒性能向上による水素利用側の実証試験の見通しを得たと評価できる。
- ・ 風力発電から水素/MCHを経由して遠隔地での電力・熱利用までの一気通貫システムをそれなりの規模で構築することに実施者の意気込みを感じ高く評価したい。
- ・ PtG導入に際しては、需給バランスの調整が一つの大きなミッションになると思われ、その点で、北海道における需給バランスのミスマッチに着眼した提案内容は意義が大きい。
- ・ 全体として、研究の完成度が高い。
- ・ 事業形態として、再エネ電力販売事業、グリーン水素製造販売事業など、明確化している。
- ・ 風力、水電解、有機ハイドライドによる貯蔵、混焼ポイラによる発電というシステム全体として検証している。
- ・ 日本のPower to Gasの先駆けとして、再生可能エネルギーから出発し、中間キャリアであるケミカルハイドライドの合成、輸送、脱水素、利用までを一気通貫で実証するというプロジェクトは大いに評価できる。

### <改善すべき点>

- ・ 研究開発のスケジュールを明示するとともに、システム構築およびハードウェア開発の進捗については、現状と目標をなるべく定量的に示す必要がある。また、各課題を分担する6社の役割は明確であり、それぞれに成果を上げてはいるものの、各社の連携が必ずしも適正に図られているとは言えない。
- ・ 実証運転で懸念される技術的課題に関する事前検証が十分に検討されていると言い難いのではないかと、一貫通システム運転の前に個々の機器の検証は可能であったと考えるが、それが十分に説明されていない。
- ・ 事業化計画における水素利用形態の検討が不十分ではないか。
- ・ 水素の製造から利用まで、同時に実証する意義が見えにくい。
- ・ 本件は、競合技術・システムの想定が難しいが、機器単体でも競合技術との比較を行ってはどうか。
- ・ 本件の意義を広く訴求させるためにも、ある程度事業規模（ポテンシャル）を提示してはどうか。
- ・ 今回の結果ではインバランス対応の電力量が多く、今後、過去データの改善を図るなどして、総合コントローラの有用性を示して欲しい。
- ・ せっかくの実証プロジェクトであるが、再エネからのエネルギーキャリアの合成と、合成したキャリアの利用とを無理やり相互に結合しているため、個々の要件のミスマッチやアンバランスが生じている。個々のパーツで見たときに、ある部分が律速になって、本来実証すべきスケールが、満たされているのか心配である。また、項目の中には、全体の実証フレームと明らかに異質の、脱水素触媒の開発のような基礎的すぎる内容も含まれており、違和感を感じる。

### <今後に対する提言>

- ・ 本年11月末から実施予定の実証試験によりデータ収集・解析を進め、実用上有用な知見の獲得を期待する。その際、各試験の目標・方針・運転条件を示した上で結果の詳細を明らかにする必要がある。とくに、水電解装置に入力される変動電力と電解ガス（水素、酸素、水分、その他の不純物）の組成およびそれぞれの流量、水素タンクの圧力変化、水素添加装置への水素およびトルエン流量とMCHの発生量の時間変化を、なるべく定量的に示されたい。
- ・ 実証運転の結果は、結果の良し悪しに関わらず、広く発信してほしい。特に、水電解運転のOPEX削減に取り組むという視点は重要であると考えているので、その成果は広く発信していただくことを期待する。
- ・ 全体像が把握しにくい。プレゼン等に工夫を望む。
- ・ 専門家向けの対外発表は実施しているが、もっと一般向けへの情報発信を積極的に行ってはどうか。
- ・ 本開発の総合コントローラを活用して、水素社会に貢献して頂きたい。
- ・ 技術実証はもちろん重要であるが、ビジネスの視点に立ったFSも重要であり、今後は、よりその部分の検証に重点を置いてほしい。経済性の評価は、相当量の仮定が必要であり、単一の評価にとどまらず、様々なケースを想定し、ビジネス、仮定の妥当性を検証されることを期待する。

## 2. 各論

### 2. 1. 研究開発成果について

各検討項目については計画通りに遂行され、中間目標をほぼ達成している。再エネから水素製造、ケミハイ製造、脱水素、水素利用、という一気通貫のシステムを準備できており、Power to Carrier の先駆けとしての役割は大きい。また、統合コントローラはこの種のシステムに必要な不可欠であり、その実証に一定の目途を付けたことは意義が大きい。水素コストに関する分析内容を明示し、電力分配率について一定の指針を得たことも評価できる。

一方、最終目標に向けての課題およびその解決方法については必ずしも明確とは言えない。水電解装置や脱水素装置、水素添加装置、等の実機評価データの提示が少なく、実証運転において所定の機能を発揮できるのか疑問が残る。また、研究発表と展示会出席が1件のみの実績であり、成果の公表・普及を積極的に行うことが望まれる。

本件のシステムは国内最大規模の PtG システムであり、今後の実証試験の結果を可能な限り公表するとともに、それらの成果を踏まえて経済性を含めた解析・評価をフィードバック実施することが、PtG システムの有用性のアピールとなる。さらに、経済性を考慮した有機ハイドライド触媒寿命の目標値に対する実機での検証も必要と考える。

#### <肯定的意見>

- ・ 各検討項目については中間目標をほぼ達成し、発電量予測に基づく総合コントローラにしたがって、本年11月末からの実証試験を実施する見通しが得られている。さらに、脱水素装置についても、触媒性能向上と効率的な加熱検討が進められている。
- ・ 100kW 級の水電解装置を導入し、かつ一気通貫のシステムを構築したことは実施者の意欲の表れと理解でき、大いに評価できる。
- ・ 水素コストに関する分析内容を明示し、電力分配率について一定の指針を得たことは評価できる。
- ・ 統合コントローラはこの種のシステムに必要な不可欠であり、その実証に一定の目途を付けたことは意義が大きい。
- ・ 中間目標は問題なく達成している。
- ・ 目標達成状況は妥当である。最終目標達成の見通しもある。
- ・ 風力、水電解、有機ハイドライドによる貯蔵、混焼ポイラによる発電とシステム全体として検証している。
- ・ 短期間のうちに、再エネから水素製造、ケミハイ製造、脱水素、水素利用、という一気通貫のシステムを準備できており、予定通りの計画遂行がなされている。一気通貫の実証として、Power to Carrier の世界初の実証例となるはずであり、先駆けとしての役割は大きい。

#### <改善すべき点>

- ・ 最終目標達成に向けての課題およびその解決方策については必ずしも明確とは言えない。さらに、特許出願は行われてはいるが、研究発表と展示会出展も1件のみの実績であり、成果の公表・普及を積極的に行っているとは認め難い。
- ・ 水電解装置の変動入力対応能力の評価については、機器単体でも十分可能なはずであり、その結果が提示されていないことに不満を覚えた。
- ・ 脱水素装置、水素添加装置についても、実機データの提示が少なく、実証運転において所定の機能を発揮できるのか不安を感じる。
- ・ 実証システムでの水素利用先が熟利用だけというのは、物足りなさを感じた。

- ・ パラメータスタディーを広範囲に実施する必要がある。
- ・ 本件は、競合技術・システムの想定が難しいが、機器単体でも競合技術との比較を行ってはどうか。
- ・ インバランス分の割合が売電分の8割と大きく、総合コントローラが十分機能しているか疑問がある。
- ・ 有機ハイドライド触媒の寿命が2年以上との説明があったが、不十分ではないか。
- ・ 全体のシステム実証は大きな目標であるので、結果評価の如何にかかわらず、実証自体は重要な意義がある。一方、他のテーマ項目については、実用化に向けて必要な達成項目の目標設定が不明確であり、何ができれば目標達成となるのか判断できない。たとえば、脱水素装置の項目で、“反応器内の反応管1本あたりの水素発生量 1.1 Nm<sup>3</sup>/hr という数字が、どういう意味を持つのか不明確であり、仮にこの数字が達成できてもそこから実用化が見えてこない。

#### <今後に対する提言>

- ・ 今後の実証試験の結果を明示するとともに、それらの成果を踏まえて経済性を含めた解析・評価をフィードバック実施することが、PtO<sub>2</sub>システムの有用性のアピールとなろう。
- ・ 本件のシステムは国内最大規模のPtGシステムであり、その試験データは結果の良し悪しに関わらず可能な限り公表していただけることを期待する。
- ・ 全体を一気通貫させることよりも、個別のステップの完成に注力していただきたい。
- ・ 専門家向けの対外発表は実施しているが、もっと一般向けへの情報発信を積極的に行ってはどうか。
- ・ 有機ハイドライド触媒寿命の実機レベルでの確認が必要と考える。
- ・ せっかく一気通貫のシステムが構築できたのであるから、ある部分の律速に縛られることなく、将来の実用化に向けた必要なデータをきちんと取ってほしい。また、経済性評価に関しては、経済性評価の確度を挙げるデータを準備し、実証の結果をきちんと反映して計算に活かせるようにすること。

## 2. 2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて

FIT 切れ風力や最適電力分配に注目し、事業成立性を見据えた将来モデルを示すことにより、実用化・事業化に向けた戦略策定の方法を提示しており、北海道における需給バランスのミスマッチに着眼した研究内容は意義が大きい。全体像を意識した一貫通貫の技術実証が成されることは、大変重要であり、日本のエネルギーキャリアの技術開発において、大きなマイルストーンになると期待される。事業形態としても再エネ電力販売事業、グリーン水素製造販売事業など明確化している点が評価できる。

一方、連結実証試験に際して、脱水素触媒性能向上は認められるものの、脱水素装置の仕様は不明である。水素・LPG 混焼バーナでの利用は将来の実用化・事業化に有効とは思えず、将来シナリオにおいては水素精製装置の追加が必要となることを検討しておく必要がある。また、事業化へのシナリオの水素利用先として、熱利用、水素 ST、工場・空港などを挙げているが、それぞれの水素利用形態において、要求される水素の品質や価格が異なるので、より詳細な分析が必要であろう。

今後は、PtG システムの実用化・事業化・普及拡大のロードマップを示すとともに、本システム成立のための要件、とくにハードウェアに要求される最低限の性能とそれらの性能向上による効果を明らかにし、一貫通貫にこだわらず、個々の要素で実証すべき項目をきちんと実証することも必要であろう。また、事業規模の提示も含めより緻密なビジネスモデルの検討や、規制緩和の必要性およびその影響の検討も望まれる。

### <肯定的意見>

- ・ FIT 切れ風力や最適電力分配に注目し、事業成立性を見据えた将来モデルを示すことにより、実用化・事業化に向けた戦略策定の方法を提示している。
- ・ 売電で収益を得つつ、事業を継続させるという考え方は、妥当であると評価する。
- ・ 北海道における需給バランスのミスマッチに着眼した提案内容は意義が大きい。
- ・ 質の高い取り組みをしている。
- ・ 再エネ電力販売事業、グリーン水素製造販売事業など、事業形態を明確化している点が評価できる。
- ・ FIT 切れ風力を対象にグリーン水素販売には実現性がある。
- ・ 机上検討だけでは、実用化に向けてのリアリティーに欠けるが、今回、全体像を意識した一貫通貫の技術実証が成されることは、大変重要であり、日本のエネルギーキャリアの技術開発において、大きなマイルストーンになることが期待される。

### <改善すべき点>

- ・ 連結実証試験に際して、脱水素触媒性能向上は認められるものの、脱水素装置の仕様は不明である。さらに、水素・LPG 混焼バーナでの利用は将来の実用化・事業化に有効とは思えず、将来シナリオにおいては水素精製装置の追加が必要となることを検討しておく必要がある。
- ・ 事業化へのシナリオの水素利用先として、熱利用、水素 ST、工場・空港などを挙げているが、それぞれの水素利用形態において、要求される水素の品質や価格が異なる。より詳細な分析が必要ではないか。
- ・ 経済性は、再エネ電力販売が主で、水素製造販売はほぼ無視できるオーダーであり、水素販売価格に応じて、収支は大きく変わる。シナリオで表示してはどうか。
- ・ 今回の結果ではインバランス対応の電力量が多く、今後、過去データの改善を図り、総合コントローラの有用性を示して欲しい。
- ・ 逆に、一貫通貫のシステムを意識するあまりに、個々の要素において、本来検証すべき検証項目や、スケールが、犠牲になっていないか心配である。

### <今後に対する提言>

- ・ PtoGシステムの実用化・事業化・普及拡大のロードマップを示すとともに、本システム成立のための要件、とくにハードウェアに要求される最低限の性能とそれらの性能向上による効果を明らかにすることが必要である。また、規制緩和の必要性およびその影響についても明確にすることが望まれる。
- ・ 北海道限定であっても構わないと思うので、より緻密なビジネスモデルを提案いただければ。
- ・ ある程度、事業規模（ポテンシャル）を提示してはどうか。
- ・ 本開発の総合コントローラを活用して、水素社会に貢献して頂きたい。
- ・ 一気通貫の試験は、それはそれで重要であるが、たとえば、水素の利用がネックとなって、上流側の試験項目に制約が出るのであれば本末転倒である。個々の要素に関しては、一気通貫を意識せずに、やるべき項目をきちんと実証してほし。また、経済性評価に関しては、昨今、新しいビジネスモデルが提案されてきているために、それらのビジネス項目も検討対象として、より確度の高い検証を期待する。

### 3. 評点結果

評価項目	平均値	素点 (注)					
		C	B	B	B	B	B
1. 研究開発成果について	1.8	C	B	B	B	B	B
2. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	1.8	B	C	A	C	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値はA=3、B=2、C=1、D=0として事務局が数値に換算し算出。

#### 1. 研究開発成果について

- ・ 非常によい →A
- ・ よい →B
- ・ 概ね妥当 →C
- ・ 妥当とはいえない →D

#### 2. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

- ・ 明確 →A
- ・ 妥当 →B
- ・ 概ね妥当 →C
- ・ 見通しが不明 →D

「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発／非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発」

P2G①-3

テーマ評価

コメント及び評点の集約結果

平成29年11月6日

1. 総合評価

小規模太陽光発電による地産地消 PtG システムの可能性を実証する研究開発であり、ニーズに合わせて変動電力に対応する現実的なシステム構成を提示している。とくに、水電解水素貯蔵・燃料電池利用および電気二重層キャパシタをそれぞれ電力の長周期および短周期変動の補償に使用し、それらの制御方法を明確にした。浄水場という非常用電力が不可欠な施設への水素システムの導入という提案は、事業化のイメージが明確であり、理にかなったものと大いに評価できる。浄水場ニーズとしての「洗浄に関するピークシフト」についても本システムで可能であり、このようなニーズに対応している実証は実例を積み上げる上で貴重である。

一方、実証システム仕様の基準とした実規模システム（太陽光発電1MW）について、電力・水素複合エネルギー貯蔵システムを構成する各機器の容量の妥当性や、動特性を考慮したときに各要素機器の容量を単純に約 1/50 と設定することが適切に疑問が残る。また、実用化に向けて経済的メリットや競合に対する優位性を定量的に示すことが望まれる。

今後、本格的に実施する実証システム試験において、様々なケーススタディーを通じて得られた各要素機器における入出力データ（電力変化および水素流量変化）を明示することが必要であろう。また、対象を浄水場に限定せず、もうすこし大きな市場へ適用する検討も望まれる。

<肯定的意見>

- ・ 小規模太陽光発電による地産地消 PtoG システムの可能性を実証する研究開発であり、ニーズに合わせて変動電力に対応する現実的なシステム構成を提示している。とくに、水電解水素貯蔵・燃料電池利用および電気二重層キャパシタを、それぞれ電力の長周期および短周期変動の補償に使用し、それらの制御方法を明確にした。浄水場という非常用電力が不可欠な施設への水素システムの導入という提案は、理にかなったものと大いに評価できる。
- ・ キャパシタによる短周期変動除去、燃料電池と水電解の同時運転による定常運転時間の延長など、興味深い技術的提案がなされている。
- ・ 課題を明確に把握して研究開発を実施している。
- ・ 目標達成状況、積極的な対外発表が評価できる。また、事業化のイメージが明確である。
- ・ 浄水場ニーズとしての「洗浄に関するピークシフト」が本システムで可能であり、有用であることを示した。
- ・ 社会に必要なインフラ設備に関し、Power to Gas システムに対応するシステムの適用を検討していることは、ニッチの市場ながらも適用例としては興味深い。このように、ニーズに対応している実証は、実例を積み上げる上で貴重である。

<改善すべき点>

- ・ 実証システム仕様の基準とした実規模システム（太陽光発電1MW）について、電力・水素複合エネルギー

貯蔵システムを構成する各機器の容量を決定した基準および条件が不明である。また、提案システムの電力動特性および3日間の水素ガス量変化は示されているものの、H2 BUSにおける水素流量変化が明確でないことと、動特性を考慮したときに各要素機器の容量を単純に約 1/50 と設定することが適当かに疑問が残る。

- ・ 通常時にもろ過用砂洗浄に電力を供給するとのことだが、これが浄水場にどれだけの経済的メリットをもたらすのかより詳細に明示すべきでは。
- ・ 水素の貯蔵期間をどのように考えるかを、明示すべき。
- ・ 季節変動も対象となるのか？
- ・ 競合技術との優位性は定性的すぎる。定量的指標で示してはどうか。また、ユーザーにとっての経済的メリットもある程度示してはどうか。
- ・ 電力貯蔵に関しては、今後、ポテンシャルのある技術として電気二重層キャパシタや SMES を検討対象としたことは理解できるが、急速に低コスト化が進む競合に対する優位性保持の提言などが必要と考える。
- ・ 実証例としては面白いが、一般性に欠け、汎用性が無いところもつたいない。浄水場以外の適用例も広くシミュレーション対象にしてほしい。

#### <今後に対する提言>

- ・ 今後、本格的に実施する実証システム試験において、様々なケーススタディーを通じて得られた各要素機器における入出力データ（電力変化および水素流量変化）を示すことが必要である。それにより、本提案の鍵となる DC BUS と H2 BUS 導入の効果、制御方法、有効性が明確になると期待される。また、0.8MPa までの圧力で運転する水素タンクに加えて設置した水素吸蔵合金の実際の運用状況についても明らかにし、その必要性・有効性を明確にしていきたい。
- ・ 実証システムとしては規模が少し小さい感があるが、その運転・評価結果は浮き彫りになった課題も含めて広く公表されることを期待する。
- ・ 技術のバウンダリーを明示してほしい。
- ・ システムの運転方法は異なるが、非常用電源に対する需要は浄水場以外にも数多くあるはず。事業性に関するアピールのためにも、もう少し大きな市場を対象としてもいいのではないかと。
- ・ 浄水場での実証実績を広く成果発表することで浄水場ばかりでなく、他の適用用途を開拓し、水素社会に貢献して頂きたい。
- ・ 技術実証のところは致し方ないが、シミュレーションの部分に関しては、より汎用性のある形でのシミュレーションを実施してほしい。また、液体水素貯蔵が項目として無くなった時点で、SMES との複合適用検証などもなくなっており、液水の冷熱利用とのマッチングなどが検証されないのは残念である。

## 2. 各論

### 2. 1. 研究開発成果について

当初の計画に従い、浄水場のニーズに対応した P2G システムの構成要素を確定し、電力の長周期および短周期変動を補償する制御・運転方法の可能性を明らかにしており、中間目標は問題なく達成している。とくに、洗浄に関するピークシフトの適用、DC BUS と H2 BUS の導入、太陽光模擬出力を利用した供給電力の高品質化、水電解と燃料電池を同時に運転する時間を設定する運転制御方法等、特徴的な成果が得られている。研究発表や新聞掲載等の情報発信も積極的に行っており、成果の普及にも取り組んでいると評価される。

一方、水素利用に関しては H2 BUS の有効活用が期待されるものの、水電解装置および燃料電池の動特性が示されておらず、H2 BUS 導入の効果や水素マネジメントにおける課題が明確でなく、最終目標の達成に向けて、実証試験データの解析を通じた課題整理が必要となろう。水素吸蔵合金の採用については、吸放出に伴う熱管理に関する言及が少なく、実証運転時に想定する性能が発揮できるか疑問が残る。また、経済的メリットや競合に対する優位性を定量的に示すことが望まれる。

今後の実証試験においては様々な条件変化への対応が必要となると予想され、ニーズの変化を含めた実証データを獲得・提示することにより DC BUS と H2 BUS の運用実態を明らかにすることが望まれる。それらで得られた知見は、同様の小規模施設における PtG システムの最適運用モデルとして有用な成果となろう。また、排熱利用や吸蔵合金との熱的インテグレーションも一考の余地があるのではないかと。

#### <肯定的意見>

- ・ 当初の計画に従い、浄水場のニーズに対応した PtoG システムの構成要素を確定し、電力の長周期および短周期変動を補償する制御・運転方法の可能性を明らかにしており、現時点での目標はほぼ達成している。とくに、ピークシフトの適用、DC BUS と H2 BUS の導入、太陽光模擬出力を利用した供給電力の高品質化、等に特徴的な成果が得られている。また、研究発表や新聞掲載等の情報発信も積極的に行っており、成果の普及にも取り組んでいると評価される。
- ・ 短周期変動除去(ひげ取り)をキャパシタで、長周期を水電解で担保するという提案は、適切であると評価できる。
- ・ 水電解と燃料電池を同時に運転する時間を設定するなど、運転制御方法に新規性が見られる。
- ・ 中間目標は問題なく達成している
- ・ 中間目標を達成しており、ユーザーとなる浄水場への訴求が期待できる対外発表も数多く行っており、評価できる。
- ・ 浄水場ニーズとして洗浄に関するピークシフトが本システムで可能であり、有用であることを示した。
- ・ 技術的な観点からは、種々の目標はきちんと達成されており、実証システム設計もスムーズに行っている。

#### <改善すべき点>

- ・ 水素の有効活用に関しては H2 BUS の有効活用が期待されるものの、水電解装置および燃料電池の動特性が示されておらず、水素利用の効果や水素マネジメントにおける課題が明確でない。最終目標の達成に向けて、実証試験データの解析を通じた課題整理が必要となろう。
- ・ 水素吸蔵合金の採用は、設置スペースの制限下では妥当な選択であったと考えるが、吸放出に伴う熱管理に関する言及が少なく、実証運転時に想定する性能が発揮できるか懸念される。
- ・ 技術のバウンダリー (規模、時間) を明示するべき。
- ・ 競合技術との優位性は定性的すぎる。定量的指標で示してはどうか。
- ・ 電力貯蔵装置として電気二重層キャパシタを選択したが、性能として申し分ないことは理解できるが、経

済性に優れる Li イオン電池や NAS 電池などが競合技術であり、これらに対する優位性（付加価値）を示すことが必要と考える。

- ・ システム実証の項目としては見かけ上達成されているが、あるべき論から考えると、たとえば、水素吸蔵合金と水素ガスタンクの組み合わせなどは、本当にこの種のシステムが実用上意味のあるシステムであるかどうか不明であり、検証すべきシステムがきちんと網羅されているとは言いがたい。

#### <今後に対する提言>

- ・ 今後の実証試験においては様々な条件変化への対応が必要となると予想され、ニーズの変化を含めた実証データを獲得・提示することにより DC BUS と H2 BUS の運用実態を明らかにしていただきたい。それらで得られた知見は、同様の小規模施設における PtoG システムの最適運用モデルとして有用な成果となろう。
- ・ ひげ取り用に Li-ion 電池ではなく、キャパシタを採用した点は興味深い。SOC 管理)が重要との説明があったが、SMESを含めたコスト面を考慮した詳細な比較検討の結果を提示してもらえることを期待する。もし規制面の障壁が大きいのであれば、(規制緩和の可能性をも考慮して) その点についても言及されたい。
- ・ 燃料電池や水電解装置は、運転温度は決して高くないが、この規模になると排熱量は無視できない量になる。排熱利用や吸蔵合金との熱的インテグレーションも一考の余地があるのではないか。
- ・ 技術のバウンダリーを明示してほしい。
- ・ 液体水素・低温超伝導への展開を期待したい。
- ・ 電気二重層キャパシタの経済性を超える優位性を Li イオン電池や NAS 電池などが競合に対し示すべきである。
- ・ 浄水場を対象として、本来求められていた要件が満たされたシステムになっているのかどうか疑問が残る。また、浄水場を対象とするだけだと、他への転用が難しいため、今後、一般的なシステムとして考えた場合にはどうか?の観点からも検証してほしい。

## 2. 2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて

地産地消型の PtG システムとして、規制に対応すると同時に導入コストや導入効果を勘案した合理的なシステム構成を提示しており、電力の長周期および短周期変動補償のための制御方法や DC BUS と H2 BUS の導入・最適運用など、実用化・事業化に向けた検討が進められている。浄水場のニーズを丹念に拾い上げてシステム仕様の決定を行ったことは大いに評価できる。浄水場というニッチな市場ながらも PtG の対象として実証試験を実施する点は、実例の積み上げとして有意義である。

一方、実用化・事業化の見通しについて、小規模用途（～200kW）と大規模用途（～MW 級）では、効率性・経済性・メンテナンス性の観点からの最適なシステム構成自身が変化すると予想される。したがって、実証システムを基準としたスケールアップではなく、電力および水素のニーズ・価値・安定性の要件の違いも考慮したビジネスプランを構築し、その上でシステム構成の再検討が必要と思われる。

本事業では、提案した実証システムにおける試験データの収集・解析が重要であり、まずはこれから実施される実証試験データに基づいて実用化・事業化への課題を整理し、それらを提示することが必要となろう。また、太陽光発電規模や、環境、ニーズの変化に対応したシステム構成や最適運用の考え方をなるべく具体的に提示することが望まれる。非常用電源に対する需要は浄水場以外にも数多くあるはずであり、事業性に関するアピールのためにも、もう少し大きな市場を対象としてもいいのではないかと。

### <肯定的意見>

- ・ 地産地消型の PtG システムとして、規制に対応すると同時に導入コストや導入効果を勘案した合理的なシステム構成を提示しており、電力の長周期および短周期変動補償のための制御方法や DC BUS と H2 BUS の導入・最適運用など、実用化・事業化に向けた検討が進められている。
- ・ 浄水場のニーズを丹念に拾い上げて、システム仕様の決定を行ったことは大いに評価する。
- ・ 関係者との水素勉強会の開催や積極的な広報活動は大いに評価できる。
- ・ 質の高い取り組みをしている。
- ・ 小規模から大規模へと事業化のイメージがわかりやすい。
- ・ 自立した水素システムとして数日間機能することを示し、実現可能であることを実証した。
- ・ 浄水場というニッチな市場ながらも Power to Gas の対象として実証試験を実施する点は、実例の積み上げとして面白い。

### <改善すべき点>

- ・ 実用化・事業化の見通しについて、小規模用途（～200kW）と大規模用途（～MW 級）では、効率性・経済性・メンテナンス性の観点からの最適なシステム構成自身が変化すると予想される。したがって、実証システムを基準としたスケールアップではなく、電力および水素のニーズ・価値・安定性の要件の違いも考慮したビジネスプランを構築し、その上でシステム構成の再検討が必要と思われる。
- ・ 浄水場は公共施設とはいえ、幅広い展開を図るためには、それなりの精度のコスト情報を明示する必要があるのではないかと。
- ・ ユーザーにとっての経済的メリットもある程度、示すべき。
- ・ 実用化に当たっては、電力貯蔵に関して電気二重層キャパシタや SMES に加え、経済性に優れる Li イオン電池の適用も選択肢とすべきではないかと。
- ・ 経済性の評価に乏しく、今後、実事業として本プロジェクトモデルがどの程度フィジブルか判断できない。

### <今後に対する提言>

- ・ 本事業では、提案した実証システムにおける試験データの収集・解析が重要であり、先ずはこれから実施される実証試験データに基づいて実用化・事業化への課題を整理し、それらを提示することが必要となろう。また、最終目標としては長期的展望に立って、本事業で得た成果の活用と波及効果を明らかにすることが望ましく、太陽光発電規模や、環境、ニーズの変化に対応したシステム構成や最適運用の考え方をなるべく具体的に提示して欲しい。それらの提言を通じて、PtoGシステムの普及、市場拡大につながることを期待される。なお、長期間の水素貯蔵を意図するのであれば、液体水素タンクの選択が適切かどうかは疑問であり、別の選択肢も考慮する必要があるだろう。
- ・ 実証試験の結果は、展開力が大きいと期待される。さらなる積極的な広報活動を期待する。
- ・ システムの運転方法は異なるが、非常用電源に対する需要は浄水場以外にも数多くあるはず。事業性に関するアピールのためにも、もう少し大きな市場を対象としてもいいのではないかと。
- ・ 浄水場での実証実績を広く成果発表することで浄水場ばかりでなく、他の適用用途を開拓し、水素社会に貢献して頂きたい。
- ・ 浄水場というニッチな前提条件のために、きわめて特殊な例としてしか、将来の適用性の可否が判断できないのは残念である。可能な限り、考えうるほかの適用先のモデルも検討し、汎用性のある形で評価結果を出してほしい。

### 3. 評点結果

評価項目	平均値	素点 (注)					
1. 研究開発成果について	2.3	B	A	A	B	A	C
2. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	1.8	B	B	B	B	B	C

(注) 素点：各委員の評価。平均値はA=3、B=2、C=1、D=0として事務局が数値に換算し算出。

#### 1. 研究開発成果について

- ・ 非常によい →A
- ・ よい →B
- ・ 概ね妥当 →C
- ・ 妥当とはいえない →D

#### 2. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

- ・ 明確 →A
- ・ 妥当 →B
- ・ 概ね妥当 →C
- ・ 見通しが不明 →D

## 2. 分科会公開資料

次ページより、制度の推進部署が、分科会において制度を説明する際に使用した資料を示す。

# 「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」（中間評価）

2021年11月26日  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
燃料電池・水素室 大平 英二

©NEDO

## 本日の内容



0. 事業の概要
1. 制度の位置づけ・必要性
2. マネジメント
3. 研究開発成果
4. その他

©NEDO

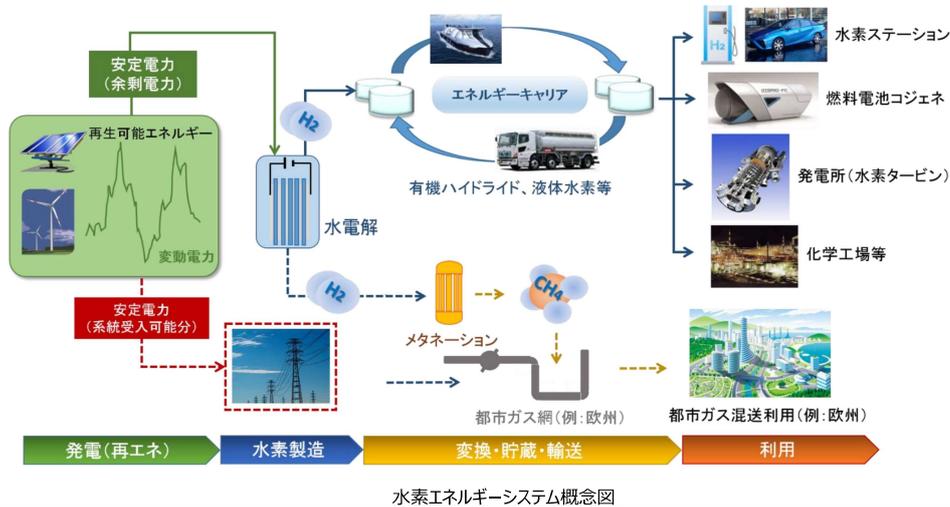
1

# 事業の概要

## NEDO 燃料電池・水素技術開発プロジェクトの全体像



再生可能エネルギーは自然環境の影響を受け出力変動が大きく、また地理的な偏在性があるため、その導入拡大に伴い、出力制御や送配電網への接続保留等の課題が懸念される。この課題に対応するため、再生可能エネルギー等の出力変動の大きな発電設備に対して、電力を一旦水素に変換して輸送・貯蔵することにより変動を吸収し、出力を安定化させて電力システムの安定化に貢献するシステム技術開発を実施する。  
(基本計画から抜粋)



水素エネルギーシステム概念図

- ・“水素社会”の実現に向けた取組の加速
- ・トータルでCO<sub>2</sub>フリーな水素供給システムの確立
- ・再生可能エネルギーの導入拡大に伴う出力制御や送配電網への接続保留等の課題解決



## 制度の目的

再生可能エネルギーからの水素製造から輸送・貯蔵、利用まで含めた技術開発を行うことによって、Power to Gas システムの実用化に向けた基盤的技術の確立を目指す。  
2020年を目処に、社会に実装するためのモデルを構築する。

# 水素エネルギーシステム技術開発実施全テーマ



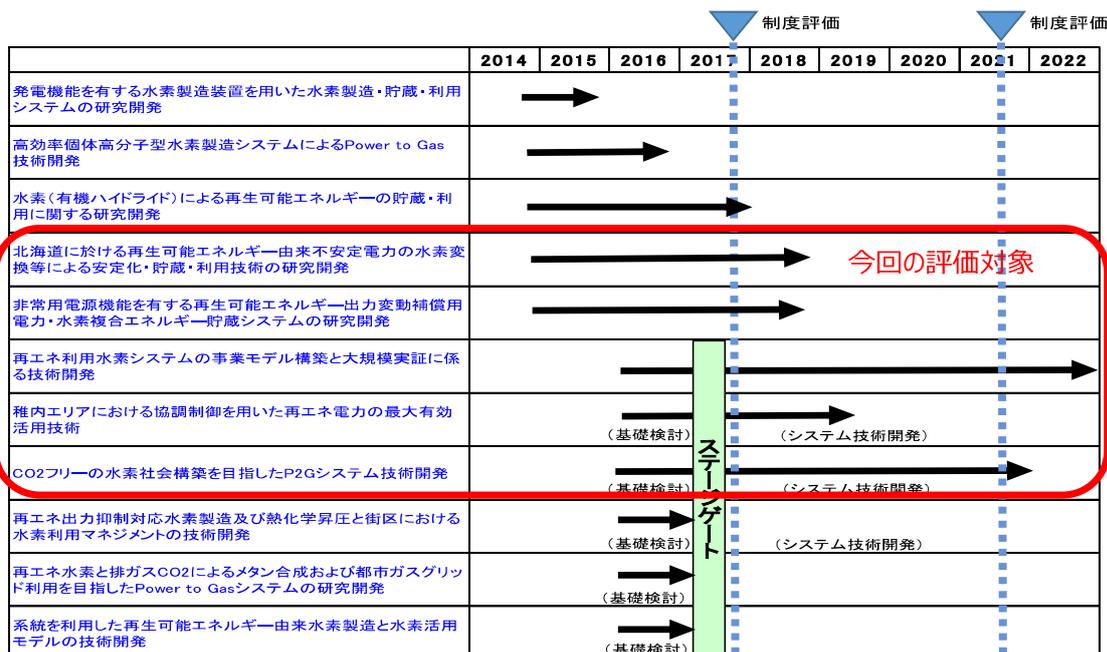
## 第一回公募（2014年度）

	テーマ	事業者	実施期間
1	水素（有機ハイドライド）による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発	千代田化工、横浜国立大学	'14～'17fy（完）
2	北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発	豊田通商、NTTF、川崎重工、フレイン・エナジー、テクノバ、室蘭工業大学	'14～'18fy（完）
3	非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発	東北大学、前川製作所、岩谷産業	'14～'18fy（完）
4	高効率固体高分子型水素製造システムによる Power to Gas 技術開発	東レ	'14～'16fy（完）
5	発電機能を有する水素製造装置を用いた水素製造・貯蔵・利用システムの研究開発	高砂熱化学工業、産総研	'14～'15fy（完）

## 第二回公募（2016年度）

	テーマ	事業者	実施期間
1	再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発	東芝、東北電力、岩谷産業	'16～'22y
2	稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術	日立製作所、北海道電力、IAE	'16～'19fy（完）
3	CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発	山梨県企業局、東レ、東光高岳、東京電力ホールディングス	'16～'21fy
4	再エネ出力抑制対応水素製造及び熱化学昇圧と街区における水素利用マネジメントの技術開発	清水建設、産総研、日本重化学工業	'16～'17fy（完）
5	再エネ水素と排ガスCO2によるメタン合成および都市ガスグリッド利用を目指したPower to Gasシステムの研究開発	日本製鋼所、日立造船	'16～'17fy（完）
6	システムを利用した再生可能エネルギー由来水素製造と水素活用モデルの技術開発	NTTFファミリーーズ	'16～'17fy（完）

# 全体スケジュール



最終目標達成/事後評価

# 全体事業費

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
発電機能を有する水素製造装置を用いた水素製造・貯蔵・利用システムの研究開発	0	29	-	-	-	-	-	-	-	29
高効率固体高分子型水素製造システムによるPower to Gas技術開発	0	91	40	-	-	-	-	-	-	131
水素(有機ハイドライド)による再生可能エネルギーの貯蔵・利用に関する研究開発	2	787	171	57	-	-	-	-	-	1,017
北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発	5	637	339	140	27	18	-	-	-	1,166
非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発	0	25	220	317	38	37	-	-	-	637
再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発	-	-	29	337	5,111	10,081	4,065	5,664	2,818	28,105
種内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術	-	-	27	71	77	-	-	-	-	175
CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発	-	-	27	404	191	1,322	1,310	1,031	-	4,284
再エネ出力抑制対応水素製造及び熱化学昇圧と街区における水素利用マネジメントの技術開発	-	-	18	19	-	-	-	-	-	37
再エネ水素と排ガスCO2によるメタン合成および都市ガスグリッド利用を目指したPower to Gasシステムの研究開発	-	-	12	20	-	-	-	-	-	32
システムを利用した再生可能エネルギー由来水素製造と水素活用モデルの技術開発	-	-	26	24	-	-	-	-	-	50
合計	7	1,569	909	1,389	5,444	11,458	5,375	6,695	2,818	35,663

・総事業費：356億円

※18～21年度（評価対象年度）：  
290億円

# 主な取り組み



仙台市  
(撤去済)



浪江町



苫前町  
(撤去済)



甲府市

# 制度の位置づけ・必要性

## 背景

### 社会的背景（制度立ち上げ期）

- 再生可能エネルギーの余剰電力活用の観点から、ドイツを中心に電力を水素に転換して利用するPower-to-Gasの実証が開始。
- 2014年6月に策定された経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ」の中で、2040年頃に国内外の再エネを活用したCO<sub>2</sub>フリー水素の製造等の本格化を目指すこととされた。その後、九州電力管内において接続保留といった再エネの課題が顕在化。



- 再エネ導入拡大時の課題を開発する付加価値を創出しつつ、低炭素の水素を製造し、利活用するPower-to-Gasを実現するための技術開発をスタート。
- Power to Gasは、システムとして多様性があることから、「提案公募」方式により実施。
- ニーズに即したシステム構築力の醸成、プレイヤーの裾野拡大を狙う。



### 社会情勢の変化

- 2016年11月パリ協定発効を背景に、欧州域内でPower-to-Gas実証研究が拡大。「Sector Coupling」、「Energy System Integration」といった概念が提示。
- 日本においても水素（製造装置）の調整力機能に着目。水素基本戦略（2017年12月）、第五次エネルギー基本計画（2018年7月）において、FiT切れの再エネ有効活用や、地域産業創造の観点からPower-to-Gasの2030年頃実用化を目指すこととされた。

第四次エネルギー基本計画	2014年4月	技術革新が進んできていることから、水素をエネルギーとして利用する“水素社会”についての包括的な検討を進めるべき時期に差し掛かっている。
水素・燃料電池戦略ロードマップ（経済産業省）	2014年6月	（フェーズ3（2040年頃） トータルでのCO <sub>2</sub> フリー水素供給システムの確立）
水素・燃料電池戦略ロードマップ（経済産業省）改訂	2016年3月	Power to Gas は今後我が国において再生可能エネルギーの導入が拡大していく中で、系統連系等の問題への対応策の有望な手段の一つになると期待される。 再生可能エネルギーからの水素製造から輸送・貯蔵、利用までを含めた技術開発・実証を計画的に行う。
水素基本戦略	2017年12月	…特に再生可能エネルギーの供給過剰を貯蔵する観点から Power-to-gas システムの事業化・社会実装を進める。FIT 制度による全量買取期間が終了する案件が出現する2032 年頃には商用化を、更に、将来的に再生可能エネルギーの導入状況に合わせて輸入水素並のコストを目指す。
第五次エネルギー基本計画	2018年7月	…更に長期的には電力を水素として貯蔵・利用する Power-to-Gas（P 2 G）技術等といった次世代の調整力を活用し、調整力の脱炭素化を進めていくことが重要である。 …2020年以降は、現在進められている福島での実証プロジェクト等の成果も踏まえ、再生可能エネルギーの供給過剰分を貯蔵する観点から、P 2 Gシステムの事業化・社会実装に向けた取組を進め、2030 年頃の商用化を目指す。
水素・燃料電池戦略ロードマップ（経済産業省）改訂	2019年3月	（水素基本戦略を達成するためのアクション・プランとして改訂、併せて個別技術の方向性を示した「水素・燃料電池技術開発戦略」を策定（2019年9月））
第六次エネルギー基本計画	2021年11月	カーボンニュートラルに向け幅広い分野で脱炭素化に貢献できる水素の利活用については、地域における副生水素や再生可能エネルギーなど多様な資源から製造できるという水素の特性を生かし、福島を始めとして自治体等で地産地消型の取組が進められている。こうした取組は地域レベルの脱炭素化の実現に資するだけでなく、地域のエネルギー自給率の向上や地方創生にもつながる取組として重要であり、地域レベルでの先進的な水素社会モデルの構築に向け、地域の資源等を活用した水素の供給とその面的な利活用に向けた取組を支援する。

## 技術を取り巻く状況

国内	海外
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ CO<sub>2</sub>フリー水素製造に関する実証事業が環境省事業などで実施。</li> <li>➢ 小規模ながら企業独自の取組例有り。</li> <li>➢ 一方で、MWスケール水電解水素製造装置や、また調整力の提供を前提とした技術開発事業は現時点においてもNEDO事業のみの状況。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ドイツでは供給過剰となる再生可能エネルギーを水素に転換し、利活用（FCV、熱、メタン転換など）する実証事業を多数実施（計画・終了を含め約30のプロジェクト）。</li> <li>➢ EUプログラムにより、再エネ電力（風力、水力など）で水素を製造し、工業プロセス（製鉄、石油精製など）で利活用するプロジェクトがスタート。</li> <li>➢ 欧州で、2030年40GW導入の目標を設定（2020年7月）。また米国では、水素コストを10年間で1kgあたり1ドルとする目標を発表（2021年6月）。</li> <li>➢ 欧米企業で水素製造装置製造に向けた大規模な設備投資。</li> </ul>



水素・燃料電池戦略ロードマップでは「再生可能エネルギー由来の水素製造等に関する技術開発・実証等」という課題に対して、国が重点的に関与する項目として以下が挙げられている。

- 再生可能エネルギー由来水素導入に関する具体的な検討
- 再生可能エネルギーからの安価・安定・高効率な水電解技術の開発
- 再生可能エネルギー由来水素導入を目指したシステムの開発・実証
- 改革2020プロジェクト等の先進的取組の推進  
(地方と都市が一体となったCO2フリーの水素社会モデルの構築等)

- ◆ 欧州と比較して再エネ導入量が低い、市場環境未整備（水素市場（特にCO2フリー水素）、電力安定化市場など）などから短期的に経済的に成立しうるのは困難。
- ◆ Power to Gasは単独事業者で実施することは困難、様々な技術を有する者を統合して実施することが必要。



政策上の位置づけ、市場環境、技術の内容から鑑み、民間独自では進展が困難（NEDO事業として実施する意義高）

●応募件数、採択件数等

・第一回公募

応募件数	採択件数	倍率
12件(32者)	5件(14者)	2.4倍

・第二回公募

応募件数	採択件数	倍率
10件(20者)	6件(16者)	1.7倍

※第二回公募採択案件のうち、ステージゲートを経て実際に技術開発ステージに移行したものは2件

採択審査評価委員

第一回公募

区分	氏名	所属・役職
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻 研究科長/教授
委員	萩本 和彦	国立大学法人東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 エネルギー工学連携研究センター 特任教授(元 電源開発株式会社)
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 基盤技術部 エネルギーシステム研究所 所長
委員	嘉藤 徹	独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 総括研究主幹 燃料電池システムグループ長
委員	坂田 興	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 部長(元 J×日鉱日石エネルギー株式会社)

第二回公募

区分	氏名	所属・役職
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻 研究科長/教授
委員	本田 國昭	国立大学法人九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 エネルギーアナリティクス部門 招聘教授
委員	伊藤 博	国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 省エネルギー研究部門 熱流体システムグループ 主任研究員
委員	麦倉 良啓	一般財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所 エネルギー変換領域 領域リーダー/副研究参事
委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力支援ユニット 新エネルギーグループ 研究主幹
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 リビング本部 燃料電池事業推進部 燃料電池開発グループ マネージャー

制度の運営管理：第一回採択テーマから得た知見の活用

第一回公募テーマにおける運営

- ✓ 我が国（NEDO）に「Power to Gas」の実績・ノウハウが存在しなかったため、特に実際のサイトで実施するテーマについては、システムによって提供する価値（アウトカム）、システム設計（個々の機器のスペック）、詳細研究計画（取得すべきデータ、その方法）の策定を徹底的に議論した上で実施計画書を見直し、事業をスタート（さらに一部プロジェクトでは委員会を設置して外部有識者の意見を反映）。
- ✓ これにより、研究目的を改めて関係者で共有した技術開発プロジェクトを構築できた。



第二回公募テーマにおける運営

- ✓ 第二回公募では実環境での技術検証を前提とした。このため、第一回公募テーマの運営を踏まえ、上記検討を行うフェーズAと、実際に機器を導入して検証を行うフェーズBに区分、フェーズAからフェーズB移行時に評価を行う「ステージゲート方式」とした。
- ✓ ステージゲート審査に当たり、予め評価基準・フォーマットを外部有識者の意見も参考に作成し、ステージゲート審査前（フェーズA実施中）に実施者と共有。多様性のあるテーマを横並びで、かつ公平性を担保した評価を実施した。

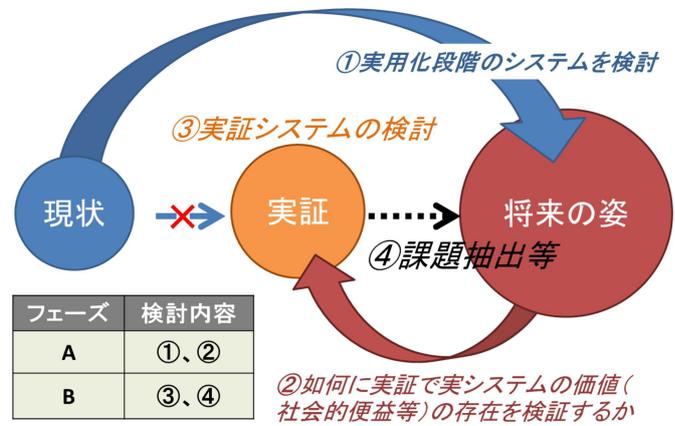
## フェーズA（基礎検討）

- ・実用化段階のシステム検討及び**経済性・技術成立性評価**
- ・フェーズBにおけるシステム技術開発の**仕様検討**
- ・フェーズB**試験計画**概要の策定

ステージゲート

## フェーズB（システム技術開発）

- ・詳細試験計画の策定
- ・**実フィールド**における**技術開発**
- ・技術開発結果の評価



# 制度の運営管理：ステージゲート審査項目

	評価項目	重み
技術・経済成立性評価	① 提案の全体像 提案に至った背景や検討の前提条件や根拠が明確に設定され、検討範囲や検討手法に顕著な欠陥等はないか。また、社会的便益の評価は定量的で妥当なものか。	1.0
	② 技術成立性評価 社会実装されるまでに必要な技術課題が列挙され、その課題解決の可能性（技術成立性）の評価・検討が過不足なく実施され、かつその評価結果が妥当か。	1.5
	③ 経済成立性評価 収入と支出の設定根拠や事業者が投資する設備の範囲等が明確に説明されているか。また、妥当な評価手法、評価指標、基準等を適用して経済成立性を評価した結果を提示しているか。	1.5
開発実証システム計画	④ 開発実証システム計画の前提 技術開発・検証のためのシステムの基本設計、システム構成機器の仕様設定の根拠・前提条件が過不足なく、かつ明確に提示されているか。また、その設定は妥当なものか。	2.0
	⑤ 開発実証システムの基本設計 技術検証システムの基本設計及びシステム構成機器仕様は現実的な内容で、かつ予め設定している技術課題を確認・検証することが可能な内容と言えるか。	2.0
開発実証システム試験計画	⑥ 開発実証の手順、スケジュール 各技術課題を確認・検証する手法、手順、試験規模や技術検証上必要な試験条件（気象条件等）を十分に考慮した計画になっているか。	1.0
	⑦ 試験費用（ランニングコスト等） 各種ユーティリティ使用料の設定根拠（電力単価や使用量等）や、装置稼働時間の設定根拠が明確に示され、かつその内容は妥当か。	1.0



「再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」（福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R））について、以下の事業内容の見直しを実施。

### 1. 太陽光発電設備の導入

- 経済産業省より補正予算（2018年度及び2019年度）を獲得し、FH2R敷地内に設備容量20MWの太陽光発電設備（PV）を導入。実際に太陽光発電を導入することで実入力データを得られることとなり、実証システム全体の信頼性と将来的なビジネス展開関係者への説得力が飛躍的に向上。

### 2. 水電解水素装置コストの削減に向けた取り組み（外部有識者審査）

- 実施計画書に定める事業化に向けた検討を進めた結果、経済性の向上のため水電解装置の維持費がボトルネックになることが明らかとなった。このため、2020年2月に東芝エネルギーシステムズの再委託先として、導入した水電解水素製造装置を開発した旭化成株式会社を追加、課題の特定と必要な研究開発計画を策定を行うとともに、2020年7月から委託先として実施体制の見直しを行った。

### 3. PV余剰電力の活用（外部有識者審査）

- 将来の本格的なシステムの導入に向けて、PVからの余剰電力の系統への売電を含め、様々な情報を踏まえた制御システムの開発が必要との認識をNEDOと実施者との間で得た。これに対処するため、逆潮可能な設備を導入するとともに、逆潮も要素に入れた制御システムの開発に着手した。

## これまでの主な成果

北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発  
(豊田通商、N T T F、川崎重工、フレイム・エナジー、テクノバ、室蘭工業大学)

### 新規アルカリ水電解水素製造装置 (135kW)

- 電流密度0.64A/cm<sup>2</sup>を実証で実現、電解電圧を低減することで電解効率向上：  
水素原単位4.37 kWh/Nm<sup>3</sup> (実証値) を達成 (将来見込み4.13KWh/Nm<sup>3</sup>を得る)
- ラボスケールにて、+1000時間の耐久試運転を実施

### 水素製造・貯蔵システムのスマートコントロールロジックの研究開発

- 機械学習を活用し、風況誤差を補正するアルゴリズムを実装したシステムを開発。
- 費用対効果的に最善と言える予測システムを開発し、水電解制御システム、気象予報会社情報との連携を実施。遠隔監視も構築。

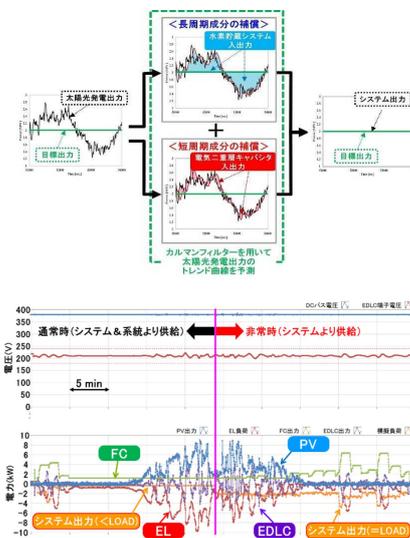
その他事業成立条件などを明らかにした



## これまでの主な成果

非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発  
(東北大学、前川製作所、岩谷産業)

- ① 浄水場側のニーズおよび有効性・活用方法の検討並びに各構成機器の構成方法・制御方法に関する研究開発  
⇒浄水場の通常時と非常時のエネルギー調達方法に対するニーズに基づき非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムのシステム構成と運用方法を明確にした
- ② システムを浄水場で使用する場合に適した短周期変動補償装置の検討  
⇒モデルシステムを用いた太陽光発電出力変動補償試験結果を踏まえ長期間連続運転に必要な制御性・応答性・効率性・経済性・耐久性を考慮して、実証システムに最適な短周期変動補償装置を明確にした
- ③ 茂庭浄水場での実証試験用システムの構成・制御・運転方法に関する研究開発  
⇒茂庭浄水場の20kW太陽光発電設備を用いた実証システムを構築し提案している「電力・水素複合エネルギー貯蔵システム」が
  - 外部からの燃料調達が不要な大容量非常用電源
  - 再エネ電源出力や負荷消費電力の高精度な変動補償
  - 再エネをリアルタイムで活用できる高品質・高安定電源
 として有効であることを実証した



## これまでの主な成果

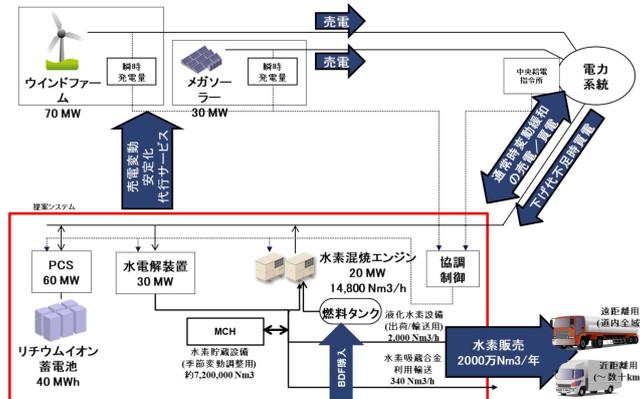
稚内エリアにおける協調制御を用いた再生電力の最大有効活用技術  
(日立製作所、北海道電力、エネルギー総合工学研究所)

BDF焼き水素混焼エンジン（500kW級）の開発  
定格出力500kW（水素混焼率60%）試験の結果、目標の発電効率35%を達成し、BDFとの混焼による性能維持及び8万円/kWのコスト見通しを得るなど、水素混焼エンジンの実現性、有効性を見出した

下げ代対策の経済成り立ち検討の精緻化  
本システムが今後の下げ代対策として有効であることを確認

開発実証システムの計画検討  
稚内メガソーラを活用した実証設備計画及び積算を実施し、さらに、水素混焼エンジン発電機による電力系統への逆潮流とFIT申請が可能であることを確認

開発実証システムの将来活用計画策定  
事業終了後、稚内市にて、既設NASの代替設備として事業性も含めて活用可能なモデルを構築



## これまでの主な成果

CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発  
(山梨県企業局、東レ、東京電力ホールディングス、東光高岳)

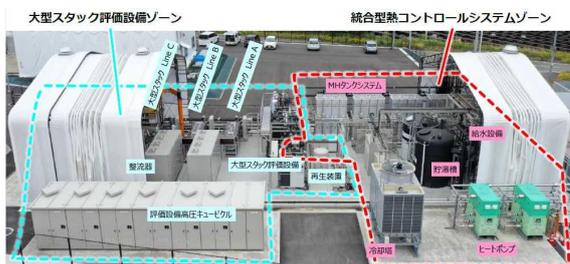
1.5MW(Max2.3MW)水電解装置を用いたPower to Gasシステムにおける運用モデルを検討し経済性を評価。

再生可能エネルギーオンサイトモデル、オフサイトモデルにおいて水素の総合的な便益を仮定の企業活動にあてはめて評価。既往のエネルギー需要と比較してP2Gシステムには十分な適応性があることが判明。

太陽光発電の変動電力による水電解運転を連続的実施し、耐久性を向上させるべきポイントを把握。この対策を講じた大面積MEAを用いたスタックを実稼働させることにより、耐久性確保に関する基盤技術を獲得。

大型MEAを250枚製作し、これを用いた大型スタック2台(最大1.5MW)を製作。このスタックを用いた初期性能試験を実施し、25kWでの評価と同等の性能を確認。

太陽光発電の変動を吸収するEMSを開発。開発したPEM型水電解を用いて性能検証中。



- 主な機能
- ・水素出荷計画に沿った週間製造計画作成
  - ・運転スケジュール設定による自動制御
  - ・各設備のリアルタイム監視制御
  - ・各設備の計測等運転情報の蓄積

再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発  
(東芝エネルギーシステムズ、東北電力、東北電力ネットワーク、岩谷産業、旭化成)

### 制御システムの開発

- ✓ コスト最小を目的関数とした混合整数計画問題を解くことで、最適な運用計画を算出
- ✓ 対象期間の計画を1度に求めることで、最適なDR設定、水素需要に合わせたPVの有効利用を実現
- ✓ 出力制御に対し、変化速度を考慮した制御アルゴリズムを開発し、シミュレーションを用いた年間評価の結果、目標を達成できることを確認
- ✓ 出力制御とDRの混在に対応した制御アルゴリズムを開発し、シミュレーションにより性能を確認

### 大型水電解水素製造装置の開発

- ✓ 10MW水電解水素製造装置を開発。2000Nm<sup>3</sup>/h製造時の消費電力 10MW以下、電力変動レート± 0.5 MW/sを確認。
- ✓ 耐久性、メンテナンス性などを検証中

### 水素供給

- ✓ 福島県内等定置用燃料電池や水素ステーション向けに水素供給を開始



## テーマ評価委員会結果

前回中間評価以後2018年度～2021年度の間に行った実証研究 5 テーマについて、2021年10月29日に第二回テーマ評価委員会を開催し、事業者による研究開発テーマの説明と質疑に基づき、各テーマの進捗状況、成果、実用化の取組等の評価を行った。

### 第二回テーマ評価委員会委員一覧

区分	氏名	所属・役職
委員長	塩路 昌宏	国立大学法人京都大学 名誉教授
委員	伊藤 博	国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 省エネルギー研究部門 熱流体システムグループ 主任研究員
委員	麦倉 良啓	一般財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所 エネルギー変換・変調研究本部 研究統括室 研究参事
委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 電力・新エネルギーユニット 新エネルギーグループ マネージャー
委員	矢加部 久孝	東京ガス株式会社 執行役員

### 北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発 (豊田通商、NTTF、川崎重工、フレイム・エナジー、テクノバ、室蘭工業大学)

条件が示されていないものの、電解膜改良や高活性触媒の開発によりアルカリ水電解における電流密度0.64 A/cm<sup>2</sup>、効率4.37 kWh/Nm<sup>3</sup>を実証したと認められる。また、MCH脱水素触媒の開発により1.1Mn<sup>3</sup>/h/L-Rxを達成し、**装置のコンパクト化の見通しを示すことができ**、これらの成果に基づいて実用化・事業化に向けた検討を進めている。

改善すべき点として、成果の検証・活用を考察するためにも実証結果の条件を明示するとともに、各開発項目についての成果の内容、新規性・有用性およびキャリア選択の特徴・課題を明確にし、それが実用化・事業化にどのように役立つかを示す必要がある。また、知的財産権の活用を含め、実用化・事業化の計画ならびにビジネスモデルを具体的に示すことも必要である。

今後は、実用化・事業化を見据えて、本事業で**実証した各開発要素の成果を解り易くアピールするとともに**、それらを活用することによりFIT切れ風力発電をベースとした**P2Gシステムを社会実装する上での特長および課題を明確にする必要がある**。また、他の水素キャリアと比較してMCHの利点を明確にすべきである。

### 非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発 (東北大学、前川製作所、岩谷産業)

浄水場システムに適した水素・電力制御システムを検討し、1年間を通じた実証試験の結果より、非常時の運転切替や電力供給の可能性を確認するとともに、対象に応じたシステムの容量・構成・制御方法の指針を示しており、系統から独立した系においてPVの電力変動をEDLCとELにより吸収して**直流母線電圧の変動を抑制する制御技術を確立できたと評価できる**。さらに、本実証成果に基づいて浄水場のみならず小学校向けなど実用化規模用途を設定するとともに、非常用電源用途の電力・水素複合エネルギーシステムの事業化の検討を進めている。

一方で、水素の製造・貯蔵・利用の量的変化が示されておらず、そのため電力・水素の貯蔵容量の設定根拠が不明である。より長期間にわたるPV電力や負荷変動への対応の可能性が明らかになったとは言えない。水素の乾燥や圧縮など構成機器の間の水素のやり取りに伴うロスや補機動力に関する説明が十分ではなく、**多岐に亘る機器が必要となりシステムが複雑であることから、簡素化の工夫は必要である**と思われる。

今後、本実証事業で得られた成果に基づいて具体的なビジネスモデルを提示し、提案するシステムの実用化・事業化に当たっての技術的な課題を明確にするるとともに、経済性の側面からの考察を加えた上で事業成立性を明確にする必要がある。小学校や浄水場など現場のニーズを把握し、本システムの延長線として、もう少し**広域的・長期間のエネルギー安定供給を目標とした水素エネルギーシステムの実証につなげることを期待する**。

### 稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術 (日立製作所、北海道電力、エネルギー総合工学研究所)

蓄電池+水電解+水素混焼ガスエンジンのシステムの短周期・長周期変動緩和、自然変動再エネの下げ代対策としての有効性を確認できた。BDF焚き水素混焼エンジンの開発に一定の目的を付け、コスト削減見通しを得るとともに、北海道全域の水素利活用ポテンシャルを示し、それに適合する将来モデルを提案したことは評価できる。さらに、本事業成果を実用化する際の課題を整理し、達成目標を提示したと認められる。

一方、設備計画に含まれる要素機器の選択根拠およびその内容が不明であった。BDF使用や水素混焼に際しては、エンジン仕様および運転条件を明示するとともに、最適条件を探究する必要がある。また、本成果の汎用性を確保する立場から、設備計画についても、条件が異なったケースに対する指針を明確にすべきと考える。

今後、設備計画の立案に当たっては、経済成立性について得られた成果の詳細な内容を開示するとともに、様々な可能性を検討し、各要素機器の特質を踏まえた上で最適なシステムを立案し、その成立性を明確にする必要がある。また、将来の実証・事業化検討に向けて、上げDRの活用など、経済成立性に関して定量的に明確化することが望まれる。変動緩和対策・下げ代対策事業が十分に成立するかどうかは、制度依存という受け身の姿勢だけでなく、**本システムの事業が合理的に成立するための要件を明確に提示することで、これらの制度設計へ打ち込みを行うことも検討してもらいたい**。ステージゲートを通過できず、机上検討だけでプロジェクトが終了しているために実証という点で物足りないのは致し方なしであるが、得られた結果を適切に公表した方がよい。

### CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発 (山梨県企業局、東レ、東京電力ホールディングス、東光高岳)

当初の計画に沿って、1.5MWのPEM型水電解装置を開発し、それを用いた**P2Gシステムにおける運用・制御技術開発及び電力調整の可能性を示している**と評価される。さらに、35倍を超える容積の水素貯蔵能力を持つTi-Fe系水素吸蔵合金タンクの1 MPa以下での運用可能性を実証したことに加えて、大型スタック評価設備の構築、統合型熱コントロールシステムの提案、等、付帯システム・技術の有用性を明らかにしたことは、将来のEMSの展開を考える上で有用であろう。また、実証成果を踏まえた実用化・事業化の検討を継続的に実施していると認められ、事業母体となるYHCの設立に向けた準備も進められていると評価できる。

ただし、水電解電力に対する水素発生量の過渡特性が示されておらず、PEM型水電解装置の特性が明らかになったとは言えない。本実証成果に基づいて、提案する**P2GシステムおよびEMSの構成を明示するとともに、成立条件・適応性および課題を明確にし、経済性に関する考察を加えて、最終的水素コストあるいは販売価格の目標値を明示すべき**。

提案するPEM型水電解装置を用いたP2GシステムおよびEMSの特性を整理するとともに、他の方式と比較することにより、その特長や適応性を明確にすることを期待する。また、系統電力利用も含めて、P2Gシステム全体の経済性評価を実施することによりその成立性、実用化・事業化の見通し及び課題を明確にし、**将来の水素社会におけるローカル水素利活用のポテンシャルをアピールすることを期待する**。

## 再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発 (東芝エネルギーシステムズ、東北電力、東北電力ネットワーク、岩谷産業、旭化成)

電力系統側制御および水素需要予測による水素エネルギー運用システムのフローを策定するとともに、実データに基づくシミュレーションにより水素DRおよび需給調整DRへの対応可能性を示し、**電力系統の調整力としてのP2Gシステムの有効性を明確にした**。10MWクラスと言う世界最大級のアルカリ水電解システムを開発できたことは（まだ課題は残るものの）、国産の技術開発を世界に発信していく上で、**P2Gに関する国内の大型プロジェクトを推進していく上で大きなマイルストーンであると評価できる**。

一方、制御システムのシミュレーション条件を明示するとともに、計算結果で導かれる知見を合理的に整理・解析し、とくに計算条件による変化から制御の指針や適用性について考察する必要がある。当初から提案者のコストに関するコミット目標はほとんど表示されず、評価委員会でもコストの課題が指摘されていたが、その点は深く審議されていなかった。

今後、提案する**P2Gシステムの特徴・役割を明示し、その実現に向けた課題を整理・分析するとともに、経済性も含めて成立要件を明確にすることが重要である**。これから計画されているシステム試験および期間延長した実証運用を通じて、将来の水素社会構築への貢献に期待する。また、水電解によるデマンドレスポンスについては、**まだ一般への認知度が低く、水素の製造だけでなく、再エネの系統統合にも役立つということを、もう少しわかりやすく一般向けに広報するとともに、制度設計の議論への打ち込みや、電力と水素の両方の分野を交えた議論等を通じて、実用化に向けた電力システム改革の議論に取り入れられるような工夫も必要**と思われる。

# 成果の発信・知財獲得

### ◆論文・特許その他

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	計
論文	0	0	0	2	2	2	0	0	-	6
研究発表・講演	0	15	39	37	39	44	46	33	-	253
受賞実績	0	0	0	0	1	1	0	0	-	2
新聞・雑誌等への掲載	0	3	9	39	33	47	44	38	-	213
展示会への出展	3	1	6	5	4	4	3	2	-	28

### ◆特許出願状況

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	計
特許出願 (うち外国出願)	0 (0)	1 (0)	1 (0)	0 (0)	7 (0)	6 (0)	4 (0)	0 (0)	-	19 (0)

※2021年10月29日現在

# その他

©NEDO

## 過去のNEDO事業成果の活用



◆ 過去のNEDO事業で開発した技術が、本研究開発事業に生かされている。

### 旭化成：アルカリ電解装置

特徴：電解セル面積 約3m<sup>2</sup> /セル  
良好な付加追随性

- 水素先端技術開発事業（2013～）
- 水素社会構築技術開発事業（2014～）  
（千代田化工テーマでショートスタック性能検証）

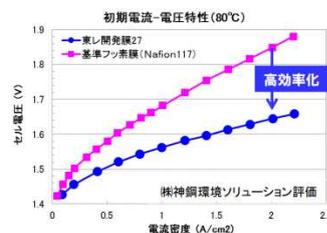
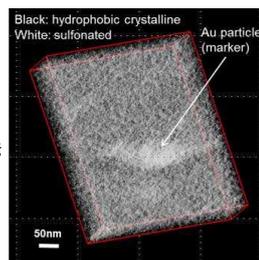


世界最大の水電解スタック（10MW）

### 東レ：炭化水素膜

特徴：フッ素系膜と比較して高い効率

- 固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発（2013～）（FC用膜として開発）
- 水素社会構築技術開発事業（2014～）  
（水電解としての性能検証）



世界初炭化水素膜による PEM型水電解装置

©NEDO

安全対策への反映



事業実施中に起こった事故を受け、第三者による事故調査委員会を発足。科学的見地から事故原因の究明を行い、安全対策についての方向性を取りまとめ、公表。

現在実施中の2テーマにおいて、安全対策として生かしている。

新規事業の実施

水素利活用モデルの実現に向け、「コンセプト」の構築が重要との認識を得た。我が国におけるコンセプト・メイキング能力の向上を図るため、2019年度より「地産地消型水素製造・利活用ポテンシャル調査」を実施。2021年度から技術開発も加えた「地域水素利活用技術開発」として拡充。

→類似の事業を実施するドイツと情報交換WSを計画

水電解水素製造装置の大型化の見通しが立ったことを受け、2021年度からカーボン・ニュートラル実現を加速化する「グリーンイノベーション基金事業」として、「再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造プロジェクト」をスタート。

他事業での活用

補機も含めた最適化が重要との認識を得たところ、「水素利用等先導技術開発／水電解水素製造技術高度化のための基盤技術研究開発」において取り組む水電解水素製造装置の反応解析・評価を行う研究開発において、本事業で導入した小規模PtG設備を活用。

Hydrogen Valleyでの位置づけ



(出典) hydrogen Valley Project

国際的な知見共有や協力促進を目的に、19カ国35の社会実装を見据えたプロジェクト（Hydrogen Valley）について、その概要や投資規模、スケジュールについての情報を公開。

Hydrogen Valleyの4つの基準

数千万€単位のプロジェクト規模

製造から輸送・貯蔵、利用までの複数の段階をカバー

複数セクターへの水素供給

少なくともFS段階にあること

出典：経済産業省 水素・燃料電池戦略協議会

## まとめ

### まとめ：これまでの取り組みを振り返って



- 本事業を開始した2014年度においてはPower-to-Gasの認知度は低く、また専門家においても、その必要性について懐疑的な意見もあった。
- 一方で、2016年11月のパリ協定発効を契機とした欧州の動きは力強く、また再エネコストの大幅な低下による「Green Hydrogen」への期待が世界では高まっていた。日本においてメディアから大きく注目を浴びることとなったのは、2020年10月の「カーボンニュートラル宣言」を受けてのこととなる。
- Power-to-Gasの実現には、単に水電解水素製造装置を開発するだけではなく、むしろ予測技術も含めたEMSがカギ。さらにはモデル構築のためのコンセプトメイキングが不可欠。これらは一朝一夕には出来ず、早期にスタートしたことによって、現在の世界のトレンドについて行ける状況。
- 世界が大きく動き出す前に、その状況を捉えて果敢に挑戦することの重要さは、今後のNEDO事業の企画立案に対しての示唆となるものと考えている。



## 参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会  
「水素社会構築技術開発事業／研究開発項目 I（水素エネルギーシステム技術開発）」  
(中間評価) 制度評価分科会  
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2021年11月26日(金) 13:30～16:05

場 所：NEDO 川崎本部 2301・2302 会議室 (オンラインあり)

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	小沼 良直	公益財団法人 未来工学研究所 政策調査分析センター	主席研究員
分科会長代理	陸川 政弘	上智大学 理工学部 物質生命理工学科	教授
委員	柴田 善朗	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 電力・新エネルギーユニット 新エネルギーグループ グループマネージャー	
委員	高木 英行	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 水素製造・貯蔵基盤研究チーム 研究チーム長	
委員	林 灯	九州大学 エネルギー研究教育機構	教授

<推進部署>

大平 英二【PM】	NEDO	スマートコミュニティ・エネルギーシステム部	燃料電池・水素室 燃料電池・水素室長	ストラテジーアーキテクト
鈴木 敦之	NEDO	スマートコミュニティ・エネルギーシステム部	燃料電池・水素室	主任
柴田 善隆	NEDO	スマートコミュニティ・エネルギーシステム部	燃料電池・水素室	主査
大原 尚己	NEDO	スマートコミュニティ・エネルギーシステム部	燃料電池・水素室	主査
加納 雅俊	NEDO	スマートコミュニティ・エネルギーシステム部	燃料電池・水素室	主査

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO 評価部	部長
緒方 敦	NEDO 評価部	主査
佐倉 浩平	NEDO 評価部	専門調査員

## 議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 制度の概要説明
  - 5.1 位置付け・必要性、マネジメント、成果について
  - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. 全体を通しての質疑応答

(公開セッション)

7. まとめ・講評
8. 今後の予定、その他
9. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
  - ・開会宣言（評価事務局）
  - ・配布資料確認（評価事務局）
2. 分科会の設置について
  - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
  - ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）
3. 分科会の公開について
  - 評価事務局より資料2及び3に基づき事前説明し、「議題6. 全体を通しての質疑応答」が非公開とされた。
4. 評価の実施方法について
  - 評価の手順は、評価事務局より資料4-1～4-5に基づき事前説明し、了承を得た。
5. 制度の概要説明
  - (1) 位置付け・必要性、マネジメント、成果について

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

**【小沼分科会長】**ここからは30分の質疑応答の時間です。まず、質疑応答の内容について、私から確認させていただきたいと思います。今回は制度評価ということもありまして、研究開発の詳細については、後ほど議題6で扱います。ここでの質疑応答の内容としては、事業の位置付け・必要性あるいはマネジメント、成果という点について議論をお願いします。事前に質問票にて質問を提出いただいている委員の方もいらっしゃいますが、資料を読みながら思いついた質問と、実際に説明を聞いての質問内容は変わってくる可能性があります。質問票にこだわらずに、質問していただければと思います。それでは、私から口火を切らせていただきます。初めに基本的な部分の質問です。Power to Gasの位置付けそのものについて、改めて確認したいと思います。スライド番号の4番に事業の概要があります。そこに書かれている内容としては、再生可能エネルギーは、自然環境等によって非常に変動要素が高いということです。目的として、変動の吸収、あるいは出力の安定化という言葉があります。先ほど、欧州の例を聞くと、電力接続を行っている例はなくて、実施しているのはNEDOさんだけです。Power to Gasの目的は変動吸収、電力の安定化にあるのか、それとも再生可能エネルギーから水素そのものをつくりだす点に意義があるのでしょうか。欧州でも位置付けが変わっているかもしれないということも含めて、位置付けそのものについて、どのようにお考えですか。日本の実情に照らし合わせて、本当に求められるのは、どういう部分なのかについてもご説明をお願いしたいと思います。

**【大平PM】**ご質問ありがとうございます。実用化モデルというのは、なかなか難しいと思っています。水電解装置自体が、大きな電力需要なので、電力需要サイドの変化による調整力ということが一つのポイントです。先ほど述べたように、福島Power to Gasに関しては再エネも実施しています。欧州のこちらに示しているPower to Gasは、系統から電力をとってきているものです。系統に数多く再エネがあるということも含めて、調整力なのではないかと思っています。最近、いろいろな議論をしますと、余剰電力を使って水素をつかって、ただガスに混ぜて使っていこうというのがドイツの出発点でした。これは、ものの言い方だと思います。調整力として使って、それを主たる目的にして、出てくる水素はある意味、副生物で、その有効活用ですと、水素のコストを少し下げようという言い方なのかもしれませんが、そういう言い方をしている人たちも存在します。ただ、使い方はいろいろあると思います。例えば、大量に工場の中で使っていこうということであれば、大型の水電解、例えば100MWやそれ以上といった調整力として使えるようなサイズ感で進めながら、工場の中の低炭素化、今まで化石燃料でつくった水素をこの再エネ水素に置き換えていこうということが成り立つのではないかと思います。一方で考えられるのは、例えばENEOSさんで新しい水素ステーションの形として検討されている比較的小型の水素製造装置を水素ステーションに置いて、オンサイトで水素を製造して実施していこうという動きもあります。例えば1.5M、2M程度の水電解ですと、単独では調整力が出ていくものではありませんので、安いかもしれない低炭素な電気を使って、オンサイトでつくって輸送費を減らすというモデルもこの先、考えられてくるのではないかと思います。大型化をして、数百MWもしくはGWスケールまでもっていった規模感で調整力を出していくということが、一つの方向性ではないかと思いますが、それが全てではありません。お話ししたように、分散型で使っていくこともあります。今後、使い方については見極めていく必要があるかと思っています。

**【小沼分科会長】**ありがとうございました。採択時点で将来的なシナリオも含めて評価されているという

ご説明もあったかと思いますが。利用の可能性がいろいろとあるという点も考慮して、採択の際の判断材料になっているということでしょうか。それとも、どちらかという決められた目的に沿っているかという点で選択されたのでしょうか。その辺はいかがですか。

**【大平 PM】** 2014 年の採択、2016 年の時点では、利用はもちろん考えていましたが、それほど具体的なものを持ち出すのは難しい頃合いだったと思います。現在なら、工場の低炭素化に使わなければならないといった議論があります。当時はそこまで至らず、燃料電池や車への使用といった程度ではないかと思います。後期に採択したものについては、電力系統との接続性もしくは自ら持っている太陽光、PV の有効活用という上流側に重きを置いて、検討されました。この先は、もう少し下流にも重点を置いて議論することができるのではないかと思います。現在、別プロジェクトで行っている調査でも、下流側、利用側の検討を重点的に行っています。

**【小沼分科会長】** どうもありがとうございました。それでは陸川委員、お願いします。

**【陸川分科会長代理】** ご説明ありがとうございました。事前の質問に対しても、全て答えていただけたので、すっきりしました。特に Power to Gas をいち早く、日本に認知させたという事業で、非常に価値が高いと思っています。その中で、難しいと思うのが、再エネの普及がどこまでいくか分からないところで進めている点です。非常に難しい立場にあるかと思っています。国の目標に対して、その通りにいくかは別として、いろいろなケースを想定されていると思います。思い通りに再エネが普及する場合もあるし、あまり普及しない場合もあります。そのときに、この事業がどういう立ち位置にあるのか、何か計画はありますか。

**【大平 PM】** まさにエネルギー基本計画の中で、2030 年のエネルギーミックスで、再生可能エネルギーの割合が 36%~38% という野心的な目標値が出ました。それを踏まえて、今後、Power to Gas がどうあるべきかという議論が行われると承知しています。36%~38% は日本全国ですが、ローカルで見ると、2014 年単年で九州電力管内に接続保留があったということもあります。日本全国でどうかというより、適地でどうかという議論が行われていくのではないかと思います。この技術をどう展開していくのかという、外的要因が非常に関係するので、難しい部分があります。ヨーロッパであれば、託送免除といったことも議論になっています。日本でそれができるかという、そんなものでもないと思います。今後、経済産業省、資源エネルギー庁との議論ですが、再エネを使った水素製造を普及させていくための制度面でのボトルネックをどう解消していくのかということがあります。技術もそれなりに見えてきたので、技術面での規制の見直しも含めて、今後、議論できるのではないかと思います。まだ具体的に何か明確なアプローチがあるというものではありませんが、議論ができる俎上にはなってきたのではないかと思います。

**【小沼分科会長】** それでは高木先生、お願いします。

**【高木委員】** ご説明どうもありがとうございました。私からは、マネジメント面、情報と今後の取り組みについてご質問したいと思います。最後のスライドにおいて、Hydrogen Valley の中で、FH2R が位置付けられているということで、欧州がかなり進む中、日本の取り組みも評価されているということかと思っています。ここに至るには、海外とさまざまなチャンネルの中で、位置づけられるという動きになっていったと思います。具体的にどのような活動を行ってきたのでしょうか。また、本

分野は特に海外において、動きの激しいところだと思います。これらの動きに関する情報も各事業に反映していったのでしょうか。また、これらの情報をとるようになっているのは推進部署なのか、それとも NEDO さんとして全体的なサポートの中で行ったのでしょうか。海外も含む激しい動きの中で、今後、日本として、どのように情報などを展開していく必要があるのでしょうか。海外との関係の中で、どのようにマネジメントしていくかについてのご質問です。よろしくお願いします。

**【大平 PM】** Hydrogen Valley は良い言葉か分かりませんが、シリコンバレーがあるので、Hydrogen Valley だということをつくったと聞いています。ミッションイノベーションという国際的な情報の枠組みの中で、この Hydrogen Valley というものがピックアップされました。FCHJU というヨーロッパのファンディングでも、Hydrogen Valley というものに少し重点的にお金が付いていくというところが、もともとのスタートです。それを国際的な情報プラットフォームにしていこうというのは、これは NEDO というより、経済産業省が国ごとの中で情報提供を行っていくものかと思っています。一方、私ども、FCHJU とは意見交換を行っています。その中で、ここにあるようにドイツの同じようなファンディング機関の NOW が、ハイランドというプロジェクトを実施しています。こちらはローカルで水素をつかって、使っていこうというもので、そのために基礎的に可能性調整を行い、FS、実証と、三つ程度のステージで実施しています。私どもも参考にした面もあります。コンセプトメイキングは非常に重要だと思っています。ドイツの NOW のプロジェクトと、私どもが調査を実施しているものと、クローズで情報交換をしようと考えています。どういう考え方で、それぞれのテーマが作られていて、それがどういうものなのかという意見交換を行うクローズのワークショップを考えています。フェイス・トゥ・フェイスで会えるようになったら、もう少し広げたワークショップを行いたいという話になっています。確かに動きは早いですが、明日実用化しなければならぬというものではありません。こういったものをリードする自治体のかたがたも巻き込みながら、こういう考え方もあるという議論の場を作っていければと思っています。

**【高木委員】** ありがとうございます。

**【小沼分科会長】** 林先生、お願いします。

**【林委員】** ご説明ありがとうございます。目標に対しての達成度についてお聞きしたいと思います。この制度の目標は、社会実装をするためのモデルの構築ということは、ご説明にもありました。また、2014 年の制度開始の時点でまさに目標だったということは理解しています。一方、抽象的な目標にもなってしまうので、この目標に対して、各テーマの成果がいろいろ出てきていると思います。達成度はどのように評価しているのかが気になりました。ご説明の中で評価委員会の結果を見せていただいて、こういうことが足りない、これからこうしたほうがよいといった評価が行われるのだと思いました。それ以外に、達成度をどのように評価するのか、もし具体的にあれば教えていただきたいと思っています。どうぞよろしくお願いいたします。

**【大平 PM】** ありがとうございます。非常に難しい課題です。Power to Gas は一つの技術ではないし、アプリケーションは複数があるということで、どうしても定性的な目標にならざるを得なかったというのが正直なところ。実際、2020 年の有効なモデルを出せたかは、ある意味、達成できていないといわれてもやむを得ないと思っています。もちろん、社会情勢がそこまでできていないということではありますが、こうしたら絶対 Power to Gas が世の中に普及するという点については、そこ

までは見通せていないという現状です。結論から言うと、定量的に達成度を評価できるかどうかについては、難しかったです。定性的にどうかということに関しては、全く見通しが立っていないわけではありません。電力とのつながりの中で、こういった技術が必要だということが明らかになります。電力情報や機器の運用情報のやり取りをうまくコントロールした技術開発が重要で、そこはある程度、めどはたったといえます。また、肝となる水素製造装置の大型化。コストの削減や耐久性の問題はまだありますが、大型化に対しては一定程度のめどはつきました。技術面で Power to Gas を成立するようなものは達成できたと思います。サイズやエネルギー効率についても達成できたと思っています。ただ、ビジネスモデルの構築については、残された課題です。社会情勢の変化も踏まえて、残り 10 年かけて取り組んでいく話かと思っています。

**【林委員】** ありがとうございます。

**【小沼分科会長】** 柴田先生、お願いします。

**【柴田委員】** ご説明ありがとうございました。私の観点は、本事業の波及効果です。成果がこれからどのように広がっていくかというお考えをお聞きしたいと思っています。今回、水電解の技術開発が一つの軸にあったと思います。当然、コストを下げていくことが重要です。そうすると、国内のプレーヤーが多くないといけないと感じています。2014 年に本事業が始まって、日本でこういうプレーヤーは多くなるかという観点をどう考えていますか。それがまず一つの技術のコスト削減のために必要な競争だと思っています。そして、協調、協力という意味では、例えばセクターカップリングやエネルギーシステムインテグレーションといった、ユーティリティ、会社間の協働も必要になってきます。提案されている電力会社さん、ガス会社さん等も交えて、一緒に取り組んでいくということも必要になってくると思います。今後、こういう事業を行っていくために、プレーヤーの協調、協働に対するアピールになったのでしょうか。それから、一つ一つの要素のプレーヤーが今後増えていく見込みがあるかといったことに対して、どう思っているかをお聞きしたいと思っています。よろしくお願いいいたします。

**【大平 PM】** ご質問ありがとうございます。一つ目の質問についてお答えします。水素製造装置、水電解の工場が一つあります。過去をさかのぼれば、1990 年代、WE-NET の頃、水素製造技術を NEDO は行っていました。しばらくは行わず、2013 年に改めてスタートしました。従って、裾野が広がっているかということ、そうではありません。ただ、このプロジェクトだけではなくて、他のプロジェクトも水電解の基礎的な技術を行っています。具体的にいいますと、水電解の反応解析、基盤的などころに一度戻って取り組んでみようということで、小規模ですが、プロジェクトを始めています。ここに参加している企業以外での水電解のかたがたも、いろいろ意見交換を行っています。技術開発という形にするのか、もしくは規模の小さい地域モデルの中で、新しく電解を開発して使っていたかどうか、プレーヤーのすそ野を広げるためのアプローチは今後、経済産業省とも検討していきたいと思っています。プレーヤーの広がりという点では、ユーティリティとどう協調していくのかということは非常に大事です。第 1 回目、第 2 回目のプレーヤーとして採択された事業者を紹介しています。第 1 回目は豊田通商株式会社、NTT ファシリティーズが入っていますが、どちらかという技術を開発するほうはメーカーが主導です。第 2 回目もメーカーが主導ですが、電力会社が入ってきています。福島では東北電力、山梨では東京電力が入ってきているので、水素に関するユーティリティサイドの意識も変わってきたのではないかと思います。ただ、まだ当然ながら不十分ですので、

どのように広げていくのかは今後の課題です。例えば、山梨県企業局では、新しく山梨県での水素を普及するための会社を作って、そこにいろいろな企業が参加すると聞いています。また、昨年12月には、日本版のHydrogen Council といいますが、水素バリューチェーン協議会も立ち上がっています。その中でも、この再エネ水素はご議論いただけたらと思っています。いろいろな場を使って、裾野を広げるような取り組みは続けていければと思っています。余談ですが、特に福島の場合については、非常に多くのかたがたが視察に来ています。そこでも意見交換をしながら、可能性について検討をしています。

**【柴田委員】** 分かりました。ありがとうございます。

**【小沼分科会長】** では私から、また追加の質問をさせていただきます。先ほどの陸川先生と林先生の質問とも関係する話です。成果という点では、スライドの5ページ目に2020年をめどに、社会に実装するモデルを構築するという文面があります。それに対するお答えとしては、なかなかそこまでには至っていないということでした。確かなかなか難しいと、個人的には思います。社会実装以前に、まず要素技術もなかなか確立されていない部分もあります。それから、利用側についても、いろいろな可能性があるという中で、なかなか社会に実装するためのモデルを作るのは難しいのではないかと思います。説明にあった中で、コンセプトメイキングが非常に大事だというお話もありました。コンセプトメイキングもなかなか大変ではないかと想像しています。今後、コンセプトメイキングという点では、どのように取り組まれるのかというお考えを教えてください。

**【大平PM】** ご質問ありがとうございます。全くモデルの見通しがいいかということ、そういうことではありません。確固たるものがなかなかないわけです。調整力としては、再エネとの接合性の面では、ある一定の可能性は見出したのではないかと考えています。ただ一方、どのように地域の資源を活用していくかということは、非常に重要です。別事業において、2019年度から調査を行い、本年度からは本格的な技術開発も含めた事業を開始しています。本年度では1件、2件の採択ではなく、10数件の採択を行います。数多くの方に参加していただき、検討する機会を作ります。それは一般的な調査ではなく、地域のニーズや資源はどうなのか、また地域における将来像も含めて、実際のデータ分析を行いながら取り組んでいただこうと考えています。それは非常に幅広くて、例えば港湾に水素がくるので、そのエリアで何とかしましようというものから、工場もしくは工業団地の中で地域の再エネを使って、水素に転換をしよううまくできませんかというものもあります。必ずしも水素を使わなければならないものではありません。水素を使ったら有効であろうという評価をしていただくわけです。水素を使うと成り立たないという回答もあるかもしれませんが、地域の知識を糾合するような場づくりは、この調査事業の中で行っていきたいと思っています。

**【小沼分科会長】** ありがとうございます。陸川先生、お願いします。

**【陸川分科会長代理】** 自分の分野の興味として、もう1点、お聞きします。燃料電池の分野からすると、グリーン水素に対する期待は大きいものがあります。まだ、素人目で見ると、グリーン水素がどの程度のレベルで普及してくるのかということがあります。この事業を実施した中で、グリーン水素に対する貢献はどのような点がありますか。例えば、コストを下げる効果が期待できる、またはコスト削減にはこういうシステムにしていくことによってメリットが生じるといったことはありま

すか。よろしくお願いいたします。

**【大平 PM】** ありがとうございます。水素の許容コストは、水素の品質や使うところによってもだいぶ変わってくるのではないかと思います。よく議論されているのは鉄の水素還元のときには、今のコークスと同じであれば8円/m<sup>3</sup> でなければ駄目という、非常に高いハードルです。一方、水素ステーションで売られている99.97%の高純度の水素であれば、立米当たり110円で売られています。ガソリン価格が150円/L程度ときのハイブリッドで計算していました。現在のようにガソリンが上がってくると、もう少し上げてもいいのではないかとあります。そこでもしつければ、立米当たり30円ではなくて、もう少し高い水素でも成り立つのではないのでしょうか。成立するコストとはだいぶ変わってくると思っています。ただ、その中で、グリーン水素、再エネとの接合性、統合の中で考えられているのは、一つは大型化だと思っています。コストを下げる意味でも、スケールメリットを出していく必要があります。特にアルカリ型に取り組んでみて、補機、周辺機器が多いということに気づきました。小ぶりにすると、どうしても補機が重くなってしまいます。コスト面を考えると、大型化をして下げていくという方向が望まれると思います。そういう意味で、まずは大型化の道筋が立ったというのが一つのポイントだと思います。コストがどの程度下がるかというより、技術面でグリーン水素を国内でも使える可能性があるということは見出せたのではないかと思います。また、国際間の水素の輸送は、別途検討されています。その中で、海外の安価な再エネ資源を使って、グリーン水素をつくり、国内にもってくるというオプションを出す上でも、水素製造装置の大型化というのは必須の技術です。その方向性は見えたということには貢献できると思います。コストを下げることについては、まさにこれからです。分析をした中で、電気代やオペレーション、メンテナンスのコストがきいてきます。例えば、アメリカのDOEが10年間で1kg/Lドルと大きな目標を出していました。あちらは水電解の設置コスト8割減、イニシャルを8割減、ランニング9割減という難しい課題があります。これからは、どのようにランニングを下げるか、そのための分析をしっかりとした上で、例えば電解質の耐久性を伸ばしていくか、もしくは耐久性を伸ばすための運用をどのようにしていくのか、オペレーションをどのようにしていくのか、どこでバランスをとっていくのが今後の課題になるのではないかと思います。

**【小沼分科会長】** どうもありがとうございました。それでは、質疑応答の残り時間が1分を切っていますし、このパートについては終了とさせていただきたいと思います。この後の進め方について、事務局からご説明をお願いします。

**【緒方主査】** では、ここで一度、休憩をとります。オンライン出席の方はミュートにしてください。休憩後、議題6については、知的財産権の保護などの観点から非公開セッションとなります。非公開の間は、一般傍聴を対象としたYouTubeにおけるライブ配信を行いませんのでご了承ください。議題7から再び公開セッションに戻り、YouTube配信を再開します。15時40分にYouTubeの傍聴の方は準備をお願いします。それでは、これから休憩に入ります。会長、15時15分開始でよろしいでしょうか。

**【小沼分科会長】** 結構です。よろしくお願いいたします。

**【緒方主査】** では、15時15分に再開ということで、休憩に入りたいと思います。では、15時15分になりましたら、また席にお戻りください。よろしくお願いいたします。

(非公開セッション)

## 6. 全体を通しての質疑応答

省略

(公開セッション)

## 7. まとめ・講評

**【緒方主査】** それでは、一般傍聴向けの YouTube 配信を再開します。では、定刻となりましたので、再開します。YouTube をご視聴の皆様、大変お待たせしました。小沼分科会長、議事進行をよろしくお願ひいたします。

**【小沼分科会長】** 分かりました。それでは、続いて、議題 7 のまとめ・講評に移ります。講評の順番は、自己紹介とは逆の流れで、順番としては林先生、高木先生、柴田先生、陸川先生、そして私、小沼という順番で進めたいと思います。それでは、林先生からご講評をお願いします。

**【林委員】** まず、ご丁寧な説明をありがとうございました。非常に分かりやすく、全体的に理解できました。現在、Power to Gas は多くの人を知る言葉ですが、2014 年の時点で先を見て、事業、テーマを立ち上げられたという点は、高く評価できるポイントだと今回、よく分かりました。気が付いた点は、Power to Gas を社会実装していく中で、水素の安全性は誰もが気になるところだと思います。とはいえ、新しいことなので、いろいろと予期せぬことが起きます。実装していく中で、気付いたり、対策していったりということが重要です。今回もそういったことが生かされて、制度が進められているということが非常に評価できるポイントだと思いました。本日、いろいろと制度を聞かせていただいて、非常に良い制度として進んでいると思いました。以上です。

**【小沼分科会長】** 続いて、高木先生、よろしくをお願いします。

**【高木委員】** 本日はご説明、どうもありがとうございました。本事業は 2014 年度から開始されていますが、先ほどからお話のあったように、事業開始当初、特にロードマップにおいてはフェーズ 3 ということでした。水素発電等に対し、再エネ水素製造は 2040 年と少し時間がかかると思われていたときから本事業が始められて、Power to Gas に関する取り組みが進められてきました。その後、再エネの動きが一気に加速していったことを考えると、それらを先にとらえた、先進的かつ非常に有益な事業という中で、NEDO さん、推進部さんのご努力、そして事業者さんの頑張りの中で、こういった成果が出てきたということが理解できました。課題が明確になる中で、地域水素利活用に関する事業、また、Back to Basic という次のステージに進んできているということで、成果も活かされていると思います。Power to Gas は、調整力として、地産地消として、産業政策として海外での導入も含めた意義があり、今後も期待の大きい、カーボンニュートラルに向けて必要不可欠な技術ではないかと思います。そういった中で、企業、産業の育成、人材、事業者や日本国内あるいは海外を含めた認知・推進という面から大きな期待がある中、ますます重要になってくる分野だと思ひます。NEDO さんとしても、引き続き、より積極的な関わりが求められるのではないかと思ひます。以上です。

**【小沼分科会長】** 続きまして、柴田先生、お願いします。

**【柴田委員】** 本日はありがとうございました。私も2013年、2014年から水素、特にPower to Gasを調査してきて、NEDOさんと歩みを共にしてきたという歴史を感じています。世の中もだいぶ変化し、水素に向けて、動きが加速しているという状況の中で、本事業は水電解のDR、下げ代対策で余剰電力を水電解で使っていくというPower to Gasの役割が重要だという認識のもとで進められてきたことは、非常に高く評価できると思っています。今後の展開として、日本でどの程度、再エネが普及拡大できるかという不確実性はありますが、大量に導入していくためにはPower to Gasが必要です。そこからつくった水素は長期貯蔵が可能という蓄電池にはできない能力があります。この長期貯蔵は、エネルギーの安定供給、備蓄という概念にもつながっていくと思います。昨今、エネルギーの国際市場に対するリスクに日本がさらされているのは事実です。もちろん、国際市場からのエネルギー購入を日本はずっと続けていかなければいけないし、大事なことです。一方、Power to Gasで国内の再エネ由来水素をつくらせて備蓄したり、うまく使ったりすることが、エネルギーの安定供給、エネルギーセキュリティの改善、またレジリエンスの強化につながっていくという点は、非常に重要です。カーボンニュートラルだけではなく、安定供給という観点も重要だということを強調していくとよいと思います。さらに、先ほど高木委員も言われたように、それを実現するためには国内産業、プレーヤーを増やすことが重要だと思います。それが日本への経済の裨益にもつながると思っています。広い視点で本事業を展開していくよう、NEDO様のご努力に期待したいと思っています。ありがとうございます。

**【小沼分科会長】** ありがとうございます。陸川先生、お願いします。

**【陸川分科会長代理】** 本日はご説明いただき、ありがとうございました。非常に明確な説明で、事業の状況を把握することができました。皆さんが言われるように、2014年にこの事業を始めたというのは、非常に大変ですし、勇気のあったことだと思います。これがあって、非常に厳しい制度をつくられて、現在に至っていると感じました。この事業がなかったら、現在、相当たたかれていたのではないかと、むしろ心配になっているぐらいです。今後を見据えた上で、これを発展的に進めていきたいと感じました。特に目的に対して、まだ十分な達成感を得ていないというお話がありました。正直なところ、この目的が少し大きかったと感じています。この事業では、実装という言葉というより、課題抽出と分野展開が多岐に渡ること社会に示せたと感じています。それぞれの分野で、取り組んでいくことはいろいろあると思います。例えば大型化に対する取組み、電力の安定供給のための技術開発、家庭用の小型システムを使って民間の活性化を図るなどといったことにつながるのではないかと思います。今後の展開も含めた事業を最後まで行っていただければと思っています。ありがとうございました。

**【小沼分科会長】** どうもありがとうございました。それでは、最後に私からコメントします。各委員から、Power to Gasの必要性そのものに対しての否定的な意見は特になかったかと思っています。私自身、もともと東京ガスで技術開発を行っていました。東京ガスは皆様ご存じのように、水素関係の技術開発をいろいろ行っています。私が東京ガスにいた頃、水素を作るために膨大なCO<sub>2</sub>を発生させているのは、何の意味もないという議論がよくありました。そういう意味で、Power to Gasは可能な限りCO<sub>2</sub>の発生を抑えつつ水素をつくりだすという点で、それだけでも存在意義がある技術開発ではないかと考えられます。ただPower to Gasそのものが世間ではまだ認知されていないのではないかと

という部分もあるかと思います。また、カーボンニュートラルに向けて、Power to Gas 以外にもアンモニアの発電、先ほどコメントがあったメタネーションなど、まだ手探り状態の技術開発が数多くあります。さまざまな技術開発に関して、いかに息を長く続けていかなければいけないかを求められています。また、認知度を上げることもかなり求められているのではないかと思います。そういった中で、アライアンスの強化も必要ですし、コメントの中でコンセプトメイキングが非常に重要だというお話もありました。これからは、利用側の利用可能性の拡大も含めて、いかにコンセプトを作り、認知度を高めることが求められるのではないかと強く感じています。日本はどちらかというとメーカー主導で、ユーザー企業としての電力会社、ガス会社がそれほど参画されていません。そういう人たちがどのように巻き込んでいくかという点も重要になってきます。認知度を広めて、アライアンスを広げていって、その中でコンセプトメイキングをいかに作り上げていくかということが非常に求められると思っています。こうしたことは、なかなか企業単独では難しいので、冒頭の説明にあったように、NEDO さんが取り組んでいかれる意義はかなりあると思っています。今後の NEDO さんのご活躍、この事業の発展について期待していきたいということで、私のコメントを終わりにしたいと思います。本日はご丁寧に説明いただき、ありがとうございました。

**【緒方主査】** 委員の皆様、ありがとうございました。ご講評を受けて、スマートコミュニティエネルギー部の大平室長より、コメントをお願いします。

**【大平 PM】** 本日はご評価いただき、誠にありがとうございました。ご指摘いただきました通り、コンセプトが非常に重要です。それが机上の空論にならないように、ある程度、技術開発と併せ持って、確からしさを高めながら、相乗効果でつくっていくことが大事なのではないかと思っています。コンセプトメイキングの際に、多くのかたがたの知見を集めていきたいと考えています。裾野を広げていく、チームアップをしていく、国内だけではなく、海外にも輪を広げていきたいです。その中で、技術を持っているかどうかで、発言の重みが変わってくるかと思っています。その意味でも、日本国内にしっかり技術を残していきたいと思っています。また、認知度の点です。水素だけでなく、社会受容性の獲得にもつながっていきます。必ずしも良い情報だけではなく、事故リスクも含めて正しくいろいろな情報を出していき、コミュニケーションをとることが大事だと思っています。NEDO 全体の水素関連事業の中で、より情報発信も強化しながら、この事業を続けていきたいと思っています。本日はありがとうございました。

**【小沼分科会長】** どうもありがとうございました。以上で議題 7 の講評は、終了といたします。

8. 今後の予定
9. 閉会

配布資料

- 資料 1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料 3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料 4-1 NEDO における制度評価・事業評価について
- 資料 4-2 評価項目・評価基準
- 資料 4-3 評点法の実施について
- 資料 4-4 評価コメント及び評点票
- 資料 4-5 評価報告書の構成について
- 資料 5 制度の概要説明資料（公開）
- 資料 6 事業原簿および参考資料（公開）
- 資料 7 評価スケジュール

分科会前に実施した書面による質疑応答は、質問または回答に非公開情報を含んでいるため、記載を割愛する。

以上

## 参考資料 2 評価の実施方法

## NEDOにおける制度評価・事業評価について

### 1. NEDOにおける制度評価・事業評価の位置付けについて

NEDOは全ての事業について評価を実施することを定め、不断の業務改善に資するべく評価を実施しています。

評価は、事業の実施時期毎に事前評価、中間評価、事後評価及び追跡評価が行われます。

NEDOでは研究開発マネジメントサイクル（図1）の一翼を担うものとして制度評価・事業評価を位置付け、評価結果を被評価事業等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。



図1 研究開発マネジメントサイクル概念図

### 2. 評価の目的

NEDOでは、次の3つの目的のために評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

### 3. 評価の共通原則

評価の実施に当たっては、次の5つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。

- (4) 評価の中立性を確保するため、外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

#### 4. 制度評価・事業評価の実施体制

制度評価・事業評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- ① 研究評価を統括する研究評価委員会を NEDO 内に設置。
- ② 評価対象事業毎に当該技術の外部の専門家、有識者等を評価委員とした研究評価分科会を研究評価委員会の下に設置。
- ③ 同分科会にて評価対象事業の評価を行い、評価報告書が確定。
- ④ 研究評価委員会を経て理事長に報告。

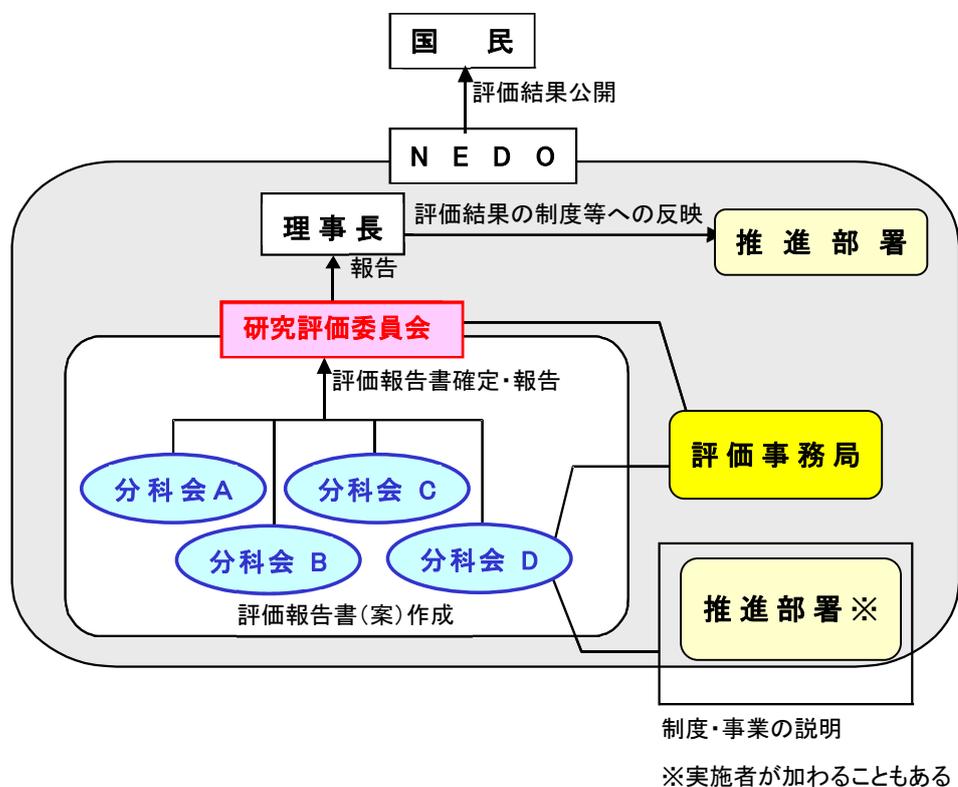


図2 評価の実施体制

#### 5. 分科会委員

分科会は、対象技術の専門家、その他の有識者から構成する。

「水素社会構築技術開発事業／  
研究開発項目 I（水素エネルギーシステム技術開発）」(中間評価)  
制度評価に係る評価項目・基準

1. 位置付け・必要性について

(1) 根拠

- ・政策における「制度」の位置付けは明らかか。
- ・政策、市場動向、技術動向等の観点から、「制度」の必要性は明らかか。
- ・NEDO が「制度」を実施する必要性は明らかか。

(2) 目的

- ・「制度」の目的は妥当か。

(3) 目標

- ・目的を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

2. マネジメントについて

(1) 「制度」の枠組み

- ・目的、目標に照らして、「制度」の内容(応募対象分野、応募対象者、開発費、期間等)は妥当か。

- ・目的、目標に照らして、「テーマ」の契約・交付条件(研究期間、「テーマ」1 件の上限額、NEDO 負担率等)は妥当か。

- ・他機関の類似制度と比較して、独自性は認められるか。

- ・「制度」開始後に、「制度」の内容または「テーマ」の契約・交付条件を見直した場合、見直しによって改善したか。

(2) 「テーマ」の公募・審査

- ・「テーマ」発掘のための活動は妥当か。

- ・公募実施(公募を周知するための活動を含む)の実績は妥当か。

- ・公募実績(応募件数、採択件数等)は妥当か。

- ・採択審査・結果通知の方法は妥当か。

- ・「制度」開始後に、「テーマ」の公募・審査の方法を見直した場合、見直しによって改善したか。

(3) 「制度」の運営・管理

- ・研究開発成果の普及に係る活動は妥当か。

- ・「テーマ」実施に係るマネジメントは妥当か。

- ・「テーマ」評価は妥当か。

- ・「制度」開始後に、「テーマ」実施に係るマネジメントの方法または「テーマ」評価の方法を見直した場合、見直しによって改善したか。

3. 成果について

- ・中間目標を設定している場合、中間目標を達成しているか。

- ・最終目標を達成する見通しはあるか。

- ・社会・経済への波及効果が期待できる場合、積極的に評価する。

本評価報告書は、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）評価部が委員会の事務局として編集しています。

2022年1月

部長 森嶋 誠治  
担当 緒方 敦

\* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。  
([https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu\\_index.html](https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html))

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地  
ミューザ川崎セントラルタワー20F  
TEL 044-520-5160 FAX 044-520-5162