

「革新的GX技術創出事業（GteX）」  
研究開発方針骨子案  
＜領域：水素＞

令和5年2月14日

I. 背景、目的

(1) 水素社会を実現する重要性

- 水素は、利用時に温室効果ガスを排出しないクリーンなエネルギー。また、多様な資源から製造できるため、国内での製造や、海外からの資源の調達先の多様化を通じ、我が国のエネルギー供給・調達リスクの低減に資するエネルギーであり、2050年カーボンニュートラル（CN）実現に向けた鍵となる技術。
- 水素は、その利活用を通じ、発電（燃料電池、タービン）、輸送（自動車、船舶、航空機、鉄道等）、産業（製鉄、化学、石油精製等）等の様々な分野の脱炭素化を行うことが期待されている。水素を最大限利活用する水素社会の実現は、気候変動などへの対応に加え、エネルギー安全保障の確保、新たな市場の創出・産業競争力強化の観点からも重要。

(2) 水素社会を実現する上での課題

- 水素社会の実現に向けては、需要と供給の拡大に向けて一体的に取り組んでいく必要がある。そのため、発電やモビリティ等、水素を利活用する需要側の促進に向けて、技術開発等を進めるとともに、安定的かつ低コスト供給を実現する技術開発やサプライチェーンの構築が重要。
- また、2050年に我が国としてカーボンニュートラルを達成するために2000万トン/年の水素供給を目指している<sup>1</sup>。このため、ギガワット級の再エネ電力による水電解プラント、大量の水素を安全かつ高効率に輸送・貯蔵する技術、等の技術開発に取り組んでいく必要がある。
- 加えて、再生可能エネルギー等で製造したグリーン水素を利活用し、全体でCO<sub>2</sub>フリーとなるエコシステム形成に向けた技術開発の観点も重要。
- 水素の社会実装に向けて、水素を「つくる（水素製造）」「ためる・はこぶ（貯蔵・運搬）」「つかう（燃料電池等）」取組を並行して推進することが必要。水素分野の技術目標やそれを達成するための課題については、これまで産業界を中心にアカデミアも交えて議論<sup>2</sup>が行われてきており、主に以下のような技術開発項目が挙げられている。

＜水素製造＞

価格競争力のある海外からの輸入水素の活用と同時に、国内外で再生可能エネルギーを用いて水素を安価・高効率・大規模・高速に製造することが重要であり、そのための技術開発が必要。

- ・ 2050年のカーボンニュートラル達成に向けた水素の利活用に必要な革新的水

<sup>1</sup> 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（令和3年6月18日）

<sup>2</sup> 「NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ」（令和5年2月9日） 等

電解技術開発（極低貴金属触媒、非金属触媒、形態制御触媒、電解質、電極など基幹部材、および多様な水資源の利用）

- ・ 水電解の実用レベルの高耐久化・高効率化・高電流密度化、低コスト化（劣化機構の解明、システム科学）
- ・ 副生水素供給や二酸化炭素回収・貯留技術の開発

#### <水素貯蔵・輸送技術>

水素キャリアを含め、製造された水素の高密度貯蔵・輸送方法を確立することが重要であり、そのための技術開発が必要。

- ・ 製造した水素を貯蔵する貯蔵容器のコスト削減、耐久性の向上および合理的な安全性評価法とその基準策定
- ・ 既存の貯蔵能力をはるかに超える革新的水素貯蔵容器・部材の開発
- ・ 水素キャリアに適した貯蔵部材の開発（液化水素、MCH、アンモニア、グリーンメタン等）
- ・ 水素パイプラインの整備・普及のための開発

#### <水素利用（燃料電池等）>

重負荷移動体用や定置用の燃料電池の飛躍的な高効率化・高出力密度化・高耐久化と低価格化の両立といった本格的な実用化に向けた技術開発が必要。

- ・ 各車種の内燃エンジンの出力密度（体積、質量当たり）と一充填当たりの航続距離が同等以上となる革新的燃料電池の創生
- ・ 定置用燃料電池の飛躍的な普及（2030年頃には300万台）に資する材料・セル開発
- ・ 自立型エネルギーシステム構築のための業務・産業用燃料電池の開発（体積当たりの効率の向上）
- ・ その他発電部門・産業部門での利用に関する技術開発

### （3）アカデミアの役割

- ・ 現在、経産省により産業界を中心とした水素関連の技術開発が活発に行われている。一方、2050年のCNや海外市場を含む社会環境の変化を鑑みると、既存の延長線上の技術だけでは間に合わず、革新的な技術開発によりその差を埋めることが期待されている。産業界のボトルネックとなっている事象やそこから生み出される課題を適切に把握したうえで、アカデミアの技術シーズによる非連続なイノベーション創出により既存技術のブレークスルーを生み出すことが求められている。また、持続して将来の産業を支える人材を供給し続けるための育成も重要。

## II. 研究開発目標・項目

### (1) 本事業で推進すべき方向性

- 上記の技術開発項目等のうち、日本のアカデミアによる大きな貢献が期待できる研究開発課題を抽出し、革新的技術実現に向けた研究開発を行う。特に従来技術の延長ではない飛躍的な発展を見込め、単なる要素技術ではなく材料開発やエンジニアリング、評価・解析等を一气通貫で総合的に行うことを意識し、オールジャパンでチームを組んで取り組むべき課題を本事業の対象とする。

#### <アウトカム例>

- ・ 開発した技術の企業への橋渡し、水素分野への高度人材の輩出
- ・ 材料からセル開発と評価・解析までの総合的な研究開発体制・環境の構築
- ・ 革新的水素技術のTRLの増加（例 極低貴金属触媒、非貴金属触媒）
- ・ MI 及び DX を活用した新規材料の開発
- ・ 優れた研究成果の創出（論文、特許等） 等

#### <アウトプット例>

- ・ アカデミアにおける研究データの蓄積（触媒、電解質等）
- ・ 技術研究組合や企業等の参画
- ・ 中核的な機関等における研究機器群の構築（評価装置、製作装置等） 等

### (2) 本事業の研究開発項目

- (1)の方向性に基づき具体的な研究開発項目を課題の性質に応じた想定される研究開発期間（短期・中長期）ごとに整理する。
  - A. 企業の技術開発の中で隘路となっている基礎課題の解決（短期課題）
  - B. 今後企業が実用化する上で求められる革新的技術開発（中期課題）
  - C. 将来的な企業の実用化検討に向けて非連続なイノベーションが不可欠な次世代革新的技術開発（長期課題）

→その他、試行回数の削減、資源選定等にかかる研究手法の開発、横断的な研究課題の設定等も検討。

## III. 研究開発実施体制

### (1) 水素分野の研究体制について

- 水素製造、水素貯蔵・運搬、水素利用のうちそれぞれ複数課題を設定し、チームで解決することを想定。システムからバックキャストして要素デバイスや材料を俯瞰・検討できる研究者が中心となってチームを構成し、各部材の材料開発を行いながら材料の選択やシステムの最適化を含めて一体的に推進できる体制が望ましい。なお、規模や研究開発段階に応じてチームを分割・統合する等の機動的な対応も必要。

- セル等部材の劣化等の共通課題等課題間で連携できる開発要素もあることから、課題間の横断的なチームも別途想定。

## (2) 共用設備・プラットフォームの活用

- 触媒等の新たな材料開発をする上で、幅広い範囲での探索の高速化が不可欠。マテリアルズ・インフォマティクス等の手法が有効であり、データ取得の効率化のために DX ツールを使うこと、また、これらに基づく自動・自律実験法の開発は非常に重要。他の領域・課題と共通する解析技術や課題について、共同体制の構築や一部設備等の機器を共用化することを推奨する。
- 材料探索と機能・劣化機構の解析には表面構造や電子状態を詳細に把握することが必要で、高い時間的・空間的分解能を有する大型放射光や中性子実験施設等を用いた先端解析が有効。一方で、マシンタイム等に制約があることから、横断的な連携体制を構築し、利用の最大化を図ることを推奨する。

## IV. 研究開発マネジメント

- 水素の研究開発は、製造、貯蔵、利用分野の要素技術でそれぞれ産業界による実用化までの道筋や遠近感が異なる。そのため、当該事業の研究開発のマネジメントを行う上では、諸外国を含む技術動向を常に注視する必要がある。特に、水電解・水素貯蔵・燃料電池の製品目標等については、引き続き産業界・アカデミアが議論して検討していく予定。したがって検討状況を常時把握し、必要に応じて、研究の方向性（ターゲット・マイルストーン等）を適時適切に修正していくことが求められる。

## V. その他

- オープン・クローズ戦略、データ活用・収集、水素分野全体の成果の最大化（好事例の横展開）等についても積極的に推進する。

## 【論点等】

### (研究開発目標・項目について)

- ・ 求められる社会像に対して、企業から求められる課題やニーズは何か。それに対し、アカデミアで貢献しうるシーズやリソースは何か。
- ・ 当該分野に独自のアウトカム、アウトプットは何か。
- ・ 短期的、中期的、長期的課題設定の考え方は適切か。
- ・ 短期的、中期的、長期的課題として具体に行うべき事項は何か（LCA、資源循環、システム・技術評価の観点も含む）。
- ・ 短期的課題は当該課題に関する研究開発の終了後に企業に橋渡しが期待される。既存のNEDO事業と仕分けたうえで行うべき課題は何か。

### (研究開発実施体制について)

- ・ 研究開発体制で特に留意すべき点は何か。
- ・ 分野（製造、貯蔵・運搬、利用）の横断的チームを構築するうえで留意する点は何か。
- ・ 機器の共用について留意すべき点は何か。
- ・ 大型放射光等の大型共用設備を有効に使用するために留意すべき点は何か。

### (研究開発マネジメントについて)

- ・ 現時点で産業レベルの目標が不確定な場合、機動的にアカデミアの研究開発を進めるうえで特に留意すべき点は何か。