

(エネルギーイノベーションプログラム)
「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」基本計画

新エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

資源に乏しい我が国が、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。本事業は、その「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。

燃料電池及び水素技術は、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。第3期科学技術基本計画(2006年3月)においては「先進燃料電池システムと安全な革新的水素貯蔵・輸送技術」が戦略重点科学技術として選定され、新・国家エネルギー戦略(2006年5月)では燃料電池自動車に関する技術開発の推進が記され、経済成長戦略大綱(2006年7月)において運輸エネルギーの次世代技術開発が重点分野として位置付けられている。エネルギー基本計画(2007年3月)、次世代自動車・燃料 イニシアティブ(2007年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 50—エネルギー革新技術に定置用燃料電池、燃料電池自動車及び水素製造・輸送・貯蔵が位置付けられている。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)では、「水素安全利用等基盤技術開発事業」(平成15～19年度)において、水素の安全性に係るデータの取得に基づく安全技術の確立、水素の製造・輸送・貯蔵・充填等に係わる技術開発を行い、関連する各機器について基本仕様を固め、性能において世界をリードできるレベルにまで到達させた。安全技術の確立は、「水素社会構築共通基盤整備事業」(平成17～21年度)に引き継がれ、燃料電池の大規模な導入・普及や技術レベルの進展に対応した既存規制の見直し等に資するための安全確認データの取得、国際標準の提案並びに製品性能の試験・評価手法の確立を、産業界との密接な連携のもとで実施している。

また、「水素先端科学基礎研究事業」(平成18～24年度)では、水素物性等に係る基礎的かつ高度な科学的知見の集積を行い、水素社会到来に向けた基盤整備に資することを目的に、液化・高圧化した状態における水素物性の解明並びに液化・高圧化による材料の水素脆化に関する基本原理の解明及び対策検討など、根本的な現象解析を実施中である。加えて、「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」(平成19年度～23年度)では、高性能かつ先端的水素貯蔵材料開発に必要な水素貯蔵に関する基本原理の解明及び材料の応用技術に必要な基盤研究を実施中であり、両事業から基礎固めを行うことにより、水素供給インフラを支える材料、機器及びシステム開発に関するブレイクスルー

に繋がることを企図している。

本研究開発では、これらの動向や並行実施事業の進捗状況を踏まえ、来るべき水素エネルギー普及のための水素供給インフラ市場立上げ(平成27年/2015年頃を想定)に向け、水素製造・輸送・貯蔵・充填に関する低コストかつ耐久性に優れた機器及びシステムの技術開発、要素技術開発、次世代技術開発及びシナリオ策定、フイージビリティスタディ等を行い、水素エネルギーの導入・普及に必要な一連の機器及びシステムに関する技術を確立することを目的とする。また、技術開発の一翼を担いつつ、実証研究や基準・標準化に関する事業と連携を図りながら推進することにより、燃料電池の実用化・普及展開及び国際競争力の確保に資する。

(2) 研究開発の目標

これまでの関連事業成果を踏まえながら、平成22年度末を目途に、水素エネルギーの導入・普及に必要な低コスト機器及びシステムを試作開発し、その試作開発結果を基に平成24年度までに耐久性評価等を行う。また平成22年度より、早期の水素供給インフラ市場立上げに資する低コスト材料開発、基準・標準化、規制見直しにも重点を置き、研究開発等を行う。

研究開発項目毎の目標(中間目標、最終目標)は、別紙の研究開発計画に示す。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき、研究開発を実施する。

〔委託事業、共同研究事業(NEDO 負担率:2/3)〕

- I システム技術開発:「水素供給システム」を構成する機器である、水素ステーション機器や車載等水素貯蔵/輸送容器について、低コスト化・コンパクト化に繋がる開発を行うと共に、複数機器を組み合わせた「水素供給システム」の全体として耐久性等の検証を行う。
- II 要素技術開発:水素製造・輸送・貯蔵・充填機器及びシステムに関する高性能化、軽量化、低コスト化及び長寿命化のための要素技術を開発し、検証する。
- III 次世代技術開発・フイージビリティスタディ等:水素エネルギーの導入・普及に関する新規の概念に基づく革新的な技術(例えば、化石燃料以外からの水素製造等)の開発(国外研究機関を活用した国際共同研究や国際協力を含む)及び水素社会実現に向けた技術開発シナリオの検討、水素キャリアに応じたフイージビリティスタディ、燃料電池自動車及び水素インフラ等に係る基準・標準化のためのデータ取得等を行う。

平成22年2月及び平成23年3月に実施する研究開発項目 II、IIIに関する追加公募については、(i)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事業、又は(ii)試験・評価方法、基準・プラットフォームの提案等、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない「公共財の研究開発」事業であり、原則、委託事業として実施する。ただし、(i)については、上記以外のもの(※1)は、共同研究事業〔NEDO 負担率:2/3〕として実施する。

※1 民間企業単独、民間企業のみでの連携、大学等の単独等、産学官連携とならないもの

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDOが、単独ないし複数の原則、本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関(原則、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、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から国外企業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。)から公募によって研究開発実施者を選定後、委託若しくは共同研究により実施する。

また本研究開発の参加企業等が保有する研究開発ポテンシャルを最大限に活用するなど効率的な研究開発の推進を図る観点から、技術分野ごとにワーキンググループ(WG)等を設置して分野間の連携を図り効率的な研究開発を実施する。

加えて、平成22年度より強力なリーダーシップを有するプロジェクトリーダー(PL)を設置し、研究の運営管理の強化を図る。

(2) 研究開発の運営管理

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責任者や研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らし適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じてNEDOに設置する技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、適時PL及び委託先、共同研究先からプロジェクトの進捗について報告を受けるなどを行う。また、事業を効率的に推進するために、年に一回程度、本事業の実施者が一堂に会する報告会を開催し、実施者間及び関係産業界等との情報の共有と共通認識を図ることとする。さらに、各研究テーマの事業化シナリオを明確にしなが、集中と選択を行う等の運営を行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は平成20年度～平成24年度の5年間とする。

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、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果などについて、外部有識者による研究開発の中間評価を平成22年度、事後評価を平成25年度に実施する。中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係わる技術動向、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。

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、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。

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、知的基盤整備事業または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、「独立行政法人新エネルギー・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。

④関連事業との連携

「水素社会構築共通基盤整備事業」及び「燃料電池システム等実証研究事業(水素・燃料電池実証プロジェクト)」等の成果や進捗状況を踏まえ、安全性に配慮した、低コストな材料や要素技術を本研究開発で採用すると共に、産業界が中心となって進める基準・標準化整備に沿った機器・システムの試作開発及び耐久性の検証に努めるものとする。

また、「水素先端科学基礎研究事業」及び「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」と連携し、水素用材料に発生した劣化に関する基礎的メカニズムや水素貯蔵材料中の水素貯蔵に関する基本原理解明等の成果も活用しながら水素環境下にて耐久性に優れる機器またはシステムの試作開発及び検証を行うものとする。さらに、当該2事業及び「地域水素供給インフラ技術・社会実証」とは、PL間も含め、情報の共有化等を行う。

また、「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発」等、燃料電池に係わるプロジェクトの成果も活用しながら事業を進めるものとする。

(2)基本計画の変更

NEDOは、研究開発の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、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

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第一号二に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1)平成20年3月、制定。

(2)平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1)研究開発の目的」の記載を改訂。

(3)平成21年3月、中間目標等を追記して改訂。

(4)平成22年2月、研究開発項目Ⅱ、Ⅲの拡充、関連事業との連携を追記して改訂。

(5)平成23年3月、平成22年度に実施した中間評価を踏まえ、PLの設置、規制見直しへの更なる取組等を追記して改訂。

(6)平成23年7月7日、「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律改正」に伴

う根拠法の変更による改定。

(別紙)研究開発計画

研究開発項目 I :「システム技術開発」

1. 研究開発の必要性

水素供給インフラ市場立上げ(2015年頃を想定)のためには、水素ステーション及び水素貯蔵・輸送容器に関し、低コストかつ耐久性に優れた機器及びシステムに関する技術を確立する必要がある。

2. 研究開発の具体的内容

これまでに開発した要素技術及び機器をベースに、複数機器を連結した「水素供給システム」として、70MPa 級水素ガス充填対応ステーション機器や車載等水素貯蔵容器の低コスト化・コンパクト化に繋がる開発を行うと共に、水素供給システム全体としての耐久性等を検証する。

(1)70MPa 級水素ガス充填対応ステーション機器システム技術に関する研究開発

低コスト化、コンパクト化及び高耐久性に関する機器及び市場立上げ時期に必要となるシステム仕様の検討、試作開発、性能検証・評価を実施すると共に、複数機器を連結させた水素供給システム全体としての性能評価を実施する。実施に際しては下記の技術課題に留意する。

①圧縮機、蓄圧器、ディスペンサー等主要部品に関し、

- ・ 低コスト・耐水素脆化材料の採用
- ・ 高圧シール(70MPa 級対応)の工夫・検証・評価
- ・ 耐久性・メンテナンス性・製造加工性を考慮した構造・仕様の検証・評価
- ・ 省スペース化のための工夫・検討
- ・ カプラー、接続継ぎ手部、溶接部の耐久性・信頼性の確認
- ・ 部品の定期的検査方法(非破壊検査を含む)の検討・検証
- ・ 複合容器、バルブ、配管等燃料電池自動車部品の供用・活用
- ・ (圧縮機について)振動・騒音対策、遠隔監視等の検証・評価
- ・ (ディスペンサーについて)プレクール機能の検証・評価

②過流防止弁、緊急離脱カプラー等水素取扱にて安全確保上必須部品に関し、上記①に掲載した項目に加え、

- ・ 国内における製造技術の確立

③水素供給システム全体としての性能評価

- ・ 市場立上げ・普及に対応したシステム仕様の最適化
- ・ 連動性・制御性・負荷追従性確認・評価
- ・ 性能評価結果を元にした機器システム開発へのフィードバック

(2)車載等水素貯蔵/輸送容器システム技術に関する研究開発

低コスト化、コンパクト化及び高耐久性に関する機器及び市場立上げ時期に必要なシステム仕様の検討、試作開発、性能検証・評価を実施すると共に、水素ステーション機器システムと連動させたトータルシステムとしての性能評価を実施する。実施に際しては、下記技術課題に留意する。

なお、最終目標の達成に向けては追加的な基礎研究等が必要なことが判明したため、平成22年度末をもって中止とする。

①車載高圧水素ガス容器、ハイブリッド容器、運送用複合容器等に関し、

- ・ 低コスト・耐水素脆化材料の採用
- ・ 高圧シールの工夫・検証・評価
- ・ 耐久性・メンテナンス性・製造加工性を考慮した構造・仕様の検証・評価
- ・ 省スペース化のための工夫・検討・評価
- ・ 溶接、接続継ぎ手部の耐久性・信頼性の確認
- ・ 部品の定期的検査方法(非破壊検査を含む)の検討・評価

②水素貯蔵材料、熱交換器、容器を組み合わせた貯蔵システムに関し、

- ・ 低コスト・高耐久性水素貯蔵材料の採用
- ・ 水素吸放出に伴う温度制御性(熱交換機能)の工夫・検証・評価
- ・ 用途に応じた最適容器形状やシステム構成の検討・評価
- ・ 水素貯蔵材料及び収納容器を含む水素貯蔵システムとしての性能評価・材料開発へのフィードバック

③水素ステーション機器システムと連動させたトータルシステムとしての 性能検証・評価

- ・ 市場立上げ・普及に対応したシステム仕様の最適化
- ・ 連動性・制御性・負荷追従性確認・評価
- ・ 性能評価結果を元にした機器開発へのフィードバック

3. 達成目標

各研究開発テーマに関する達成目標は下記の通り。

(1)70MPa 級水素ガス充填対応ステーション機器システム技術に関する研究開発

市場立上げ時期に必要な70MPa 級水素ガス充填対応ステーション機器システムとして以下を満足する技術を確立する。

『最終目標』

低コスト化：設備コスト 2億円以下／システム

[300Nm³/h規模の場合、土地取得価格を除く]

高耐久性：各機器メンテナンス回数 1回以下/年

[日常的な簡易検査やメンテナンスを除く]

『中間目標』

「水素安全利用等基盤技術開発」にて開発した要素機器等に必要な改良を加えつつ、水

素ステーションシステムとして構成配置し、延べ1年以上（DSS運転等を含む）の耐久性を検証する。

(2)車載等水素貯蔵/輸送容器システム技術に関する研究開発

水素ステーション機器システムと連動させたトータルシステムの中で、車載等水素貯蔵/輸送システムに水素をスムーズに充填できると共に、以下を満足する技術を確立する。

『中間目標』

低コスト化：水素貯蔵合金のコストを¥10,000/kg以下にする目処をつける。

高性能化：容器体積密度（外容積）=28（g-H₂/L）以上

（ハイブリッド容器システムの場合）

研究開発項目Ⅱ：「要素技術開発」

1. 研究開発の必要性

水素エネルギーの導入・普及のためには、機器単体及び要素技術レベルにおいて高性能化、軽量化等効率向上を行っておくことが不可欠である。

2. 研究開発の具体的内容

水素製造・輸送・貯蔵・充填機器及びシステムの高性能化・軽量化等効率向上に繋がる要素技術について、ユーザーの立場を考慮した高性能化、低コスト化・長寿命化・メンテナンス性向上のための要素技術開発を行う。

(1)水素製造機器要素技術に関する研究開発

高性能化に関する機器仕様検討、試作開発、性能評価を実施すると共に、ユーザーの立場を考慮した低コスト化・長寿命化・メンテナンス性向上に関する仕様検討、試作開発、性能検証・評価を実施する。実施に際しては下記の技術課題に留意する。

たとえば、水蒸気改質方式に関して、

- ・ 改質反応温度の低温化のための材料探索・メンブレン構造仕様検討・試作開発
- ・ 低温高活性改質触媒の探索・試作開発
- ・ 耐久性向上のためのメンブレン製造加工方法の工夫・検討
- ・ 起動時間短縮のための機器構造・システム仕様検討・試作開発
- ・ 省スペース化のための工夫・検討
- ・ 遠隔監視、通報・診断機能の工夫・検討

(2)水素貯蔵材料・水素貯蔵/輸送機器要素技術に関する研究開発

高性能化に関する機器仕様検討、試作開発、性能検証・評価を実施すると共に、ユーザーの立場を考慮した低コスト化・長寿命化・メンテナンス性向上に関する仕様検討、試作開発、性能検証・評価を実施する。実施に際しては下記の技術課題に留意する。

なお、最終目標の達成に向けては追加的な基礎研究等が必要なことが判明したため、平成22年度末をもって中止とする。

①水素貯蔵合金、無機系貯蔵材料等に関して、

- ・ 水素貯蔵密度の向上
- ・ 水素吸放出温度低温化
- ・ 耐久性・製造加工性を考慮した材料組成・仕様の検討・試作開発
- ・ 低コスト材料の採用
- ・ 材料性能評価方法の検討

②上記水素貯蔵材料を収納した容器(低圧、高圧)等に関し、

- ・ 水素吸放出に伴う温度制御性の向上(熱交換機能の工夫)
- ・ 用途に応じた最適容器形状の検討(省スペース化のための工夫を含む)

(3) 水素ステーション機器要素技術に関する研究開発

高性能化に関する機器仕様検討、試作開発、性能検証・評価を実施すると共に、ユーザーの立場を考慮した低コスト化・長寿命化・メンテナンス性向上に関する仕様検討、試作開発、性能評価を実施する。実施に際しては、下記の技術課題に留意する。

① 圧縮機、蓄圧器、ディスペンサー等主要部品に関し、

- ・ 低コスト・耐水素脆化材料の採用
- ・ 高圧シール(70MPa 級対応)の工夫・検証・評価
- ・ 耐久性・メンテナンス性・製造加工性を考慮した構造・仕様の検証・評価
- ・ 省スペース化のための工夫・検討
- ・ カプラー、接続継ぎ手部、溶接部の耐久性・信頼性の確認
- ・ 部品の定期的検査方法(非破壊検査を含む)の検討・検証
- ・ 複合容器、バルブ、配管等燃料電池自動車部品の供用・活用
- ・ (圧縮機について)振動・騒音対策、遠隔監視等の検証・評価
- ・ (ディスペンサーについて)プレクール機能の検証・評価
- ・ 機器開発加速のための材料開発及び国内規制見直しに資する材料データ取得

② 過流防止弁、緊急離脱カプラー等水素取扱にて安全確保上必須部品に関し、上記①に掲載した項目に加え、

- ・ 国内における製造技術の確立

③ 水素用機器に関する金属材料開発

- ・ 高強度、安価で、使いやすい新たな材料を開発
- ・ それら開発材料の基準化、標準化に必要な、材料物性データの取得
- ・ 材料の普及に必要な簡便材料評価法の開発
- ・ 実ステーションで長期使用した配管・バルブ類の解体調査(劣化の有無、程度を調査)

3. 達成目標

達成目標は下記の通り。なお、いずれもシステム技術に適用できる要素技術であることから、システム技術開発で設定した達成目標を満たす内容とする。

(1) 水素製造機器要素技術

水蒸気改質方式に関して、

『最終目標』

改質効率 = 80%以上

起動時間 = 3時間未満

設備サイズ = 10m³以下

設備コスト = 30万円/Nm³・h

『中間目標』

小規模のパイロットプラントを設計・製作し、性能の検証を行う。

(2) 水素貯蔵材料（同材料容器を含む）・水素貯蔵/輸送容器要素技術

『中間目標』

材料系の探索と開発を実施し、そこから材料組成等を絞り込み、最終目標の質量水素密度 6 wt %以上及び水素放出温度 150℃以下を達成する新規材料の開発の可能性を見極める。

(3) 水素ステーション機器要素技術

水素ステーション機器システムに適用される要素技術として、下記目標達成に繋がる技術として確立する。

『最終目標』

低コスト化：設備コスト 2億円以下/システム

[300Nm³/h規模の場合、土地取得価格を除く]

高耐久性：各機器メンテナンス回数 1回以下/年

[日常的な簡易検査やメンテナンスを除く]

鋼種拡大：現在例示基準材として認められているSUS316L材、A6061-T6材に対して、より高強度、安価な材料を開発し、加えてそれら材料を基準・標準化していくための材料物性データを取得する。

『中間目標』

普及に向けた水素ステーションシステム及び機器に関するコストダウン検討を行い、その対策案を検証する。

研究開発項目Ⅲ：「次世代技術開発・フイージビリティスタディ等」

1. 研究開発の必要性

水素エネルギーの導入・普及に関する技術開発において、ブレイクスルーを見出すためには、たとえば化石燃料以外からの水素製造など、新規の概念に基づく革新的な次世代技術の探索及び同技術の有効性確認・検証を常に行うことが不可欠である。また早期に水素社会を実現するためには、開発技術が反映される水素エネルギー導入・普及のための技術開発シナリオの設定・技術開発動向に対応した適時見直し、及び国内規制の見直し、国際標準化が不可欠である。

2. 研究開発の具体的内容

水素エネルギーの導入・普及に対し、新規の概念に基づく革新的な次世代技術(たとえば、化石燃料以外からの水素製造等)の探索及び同技術の有効性確認・検証を行うと共に、水素社会実現のための技術開発シナリオの検討、水素キャリアに応じたフイージビリティスタディ、基準・標準化に資するデータ取得等を行う。

①革新的な次世代技術の探索・有効性検証に関する研究開発

(ア)国内外技術開発動向の調査(国際研究協力を含む)

(イ)革新的な次世代技術(たとえば、化石燃料以外からの水素製造等)の探索・有効性検証

②水素エネルギー導入・普及のための技術開発シナリオに関するフイージビリティスタディ等研究開発

(ア) 技術開発シナリオの調査・検討

(イ) 技術開発動向を踏まえたシナリオ見直し

(ウ) 水素キャリア(有機ハイドライド、液体水素等)に応じたフイージビリティスタディ

(エ) 燃料電池自動車及び水素インフラに係る基準・標準化、規制見直しに資するデータ取得、解析・評価等

3. 達成目標

(1)革新的な次世代技術の探索・有効性検証

現有ガソリン供給インフラと同等の設備コストで対応可能となる(水素供給インフラを構成する)材料、機器、システムの設計指針または概念設計を確立する(平成21年度までの目標)。さらに、それまでの研究開発成果を評価し、更に1年間の継続可と判断する研究開発について、実用化のための詳細検討・検証等を行う(平成22年度までの目標)。

(2)水素エネルギー導入・普及のための技術開発シナリオに関するフイージビリティスタディ等

水素エネルギー導入・普及に向け、社会コストミニマムとなる展開シナリオ及び水素キャリア(有機ハイドライド、液体水素等)に応じたケーススタディやフイージビリティスタディを行い、今後の技術開発における課題を抽出する(平成21年度までの目標)。

また、国際標準に関しては、取得したデータを基に、水素燃料仕様等の国際標準化において日本が主導的にIS化を進め、期限内に完了する。国内規制見直しに関しては、水素エネルギー導入・

普及に向け、使用可能鋼材の拡充、耐圧安全係数検討等に資するデータを取得し、産業界主導で見直しを完了する(平成24年度までの目標)。