

## 平成28年度実施方針

## 新エネルギー部

## 1. 件名:水素利用等先導研究開発事業

## 2. 根拠法:

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

## 3. 背景及び目的・目標

## (1) 研究開発の背景及び目的

## ①政策的な重要性

東日本大震災を契機とした福島第一原子力発電所における事故に対し、現行のエネルギー基本計画をゼロベースで見直し、新たなエネルギーミックスとその実現のための方策を含む新しい計画について議論しているところである。

我が国の産業競争力を維持・強化していくためには、エネルギーの安定供給を確保し、安定的かつ低廉なエネルギーを供給することが不可欠である。また、厳しさを増す国際エネルギー情勢や地球温暖化問題などを踏まえ、技術先進国である我が国が、主要国や国際機関等と連携し、いかにして国際的な責任を果たしていくかが重要である。同時に、我が国の成長戦略にも資するという観点から、安定供給確保や技術開発の強化を含めた強靱なエネルギー政策が必要である。

## ②我が国の状況

地球温暖化、化石燃料の枯渇等の課題に対し、省エネルギー・節電対策の抜本的強化、再生可能エネルギー導入・普及の最大限の加速、環境負荷に最大限配慮した化石燃料の有効活用等が求められている。

また、将来の二次エネルギーとして、電気、熱に加え、水素が中心的役割を担うことが期待されており、このような水素を本格的に利活用する水素社会を実現していくことが求められている。

## ③世界の取組状況

再生可能エネルギーの導入については、例えば、風力発電の導入量は、世界では2011年40GW／年で増加し、2030年には最大2541GW<sup>※1</sup>程度まで拡大するとの予測もある。この際、再生可能エネルギーは出力変動が大きいので、再生可能エネルギー発電設備の増大とともに、余剰電力量も増大していく見込みである。

このような余剰電力量の有効利用には、蓄電池あるいは水素等への変換によるエネル

ギー貯蔵技術が不可欠であり、特に変動周期が長く、容量が必要とされる場合は、水素等に変換して利用することが有効である。ドイツにおいては、風力発電の電力を水素に転換して利用する実証事業が行われている。

※1 Global wind energy council, 'Global wind energy outlook 2012', 2012.

#### ④本事業のねらい

本事業では、二次エネルギーとしての水素等を最大限に活用するため、2030年といった長期的視点を睨み、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の実現を目指す。このため、4年間で再生可能エネルギーからの高効率低コスト水素製造技術並びに水素の長距離輸送、及び長時間貯蔵を容易にするためのエネルギーキャリア技術の先導的な研究開発に取り組む。

### (2)研究開発の目標

#### 研究開発項目①低コスト水素製造システムの研究開発

##### 【中間目標(平成27年度末)】

- ・風力発電システム等からの交流出力を交直変換して水電解システムに直流電力を供給する従来システムに対し、風力発電システム等の発電機出力を水電解用の直流電力へ変換する効率を5%以上向上させる技術を確立する。
- ・電解電圧1.8Vにおいて電流密度0.6A/cm<sup>2</sup>以上を達成する電解セル技術を確立する。
- ・風力発電システム等の変動が水素製造システムに及ぼす影響を明確化する。

##### 【最終目標(平成29年度末)】

- ・耐久性を低下させずに、変動する風力発電システム等との協調運転を可能とする技術を確立する。
- ・電解電圧1.8Vにおいて電流密度0.6A/cm<sup>2</sup>以上の性能を維持しつつ、単セルの電極面積を1~3m<sup>2</sup>程度まで大型化する技術等により、大量生産時の水電解装置コスト、電力変換装置コストとして20万円/Nm<sup>3</sup>/h、6万円/Nm<sup>3</sup>/h以下が見通せる技術を確立する。

#### 研究開発項目②高効率水素製造技術の研究

##### 【中間目標(平成27年度末)】

- ・高温水蒸気電解システムとして、入力2kW程度の電解スタックにおいて各電解セルの平均電圧1.3V、水蒸気利用率70%程度のとき、平均電解電流密度0.5A/cm<sup>2</sup>以上を達成するセル・スタック製造技術を確立する。
- ・次世代水素製造システムとして、水素製造電圧1.6Vで電流密度0.6A/cm<sup>2</sup>以上または水素製造装置の単位体積あたりの水素生成能力50Nm<sup>3</sup>/h/m<sup>3</sup>を達成する技

術を確立する。

【最終目標(平成29年度末)】

- ・高温水蒸気電解システムとして、入力2kW程度の電解スタックにおいて各電解セルの平均電圧1.3V以下、平均電解電流密度0.5A/cm<sup>2</sup>程度の初期条件でスタックを2,000時間以上電流密度一定で運転した時の1000時間あたりの電圧上昇率0.5%以下を達成する技術を確認する。
- ・次世代水素製造システムとして、入力10kW程度の水素製造システムを試作し、既存の燃料電池等の発電システムとの組み合わせを想定した場合に、直流電力から水素を経て再び直流電力に変換する効率(直流電力→水素→直流電力変換効率)について70%以上が見通せる技術を確認する。

研究開発項目③大規模水素利用技術の研究開発

【中間目標(平成27年度末)】

○水素液化貯蔵システム

- ・液化容量1t/day、液化効率<sup>※2</sup>20%程度のシステムを試作・開発して高効率化、大型化への課題と解決策を明確化する。また、水素製造量の時間変動がシステムに及ぼす影響を把握し、技術課題を明確化する。
- ・3,000m<sup>3</sup>程度の液体水素タンクシステムに用いる液体水素ポンプ、ボイルオフ水素用圧縮機について、それぞれ、容量200m<sup>3</sup>/h以上、ポンプ効率<sup>※3</sup>50%以上の液体水素ポンプ(揚程260m程度を想定)及び容量3000m<sup>3</sup>/h、効率60%以上のボイルオフ水素用圧縮機(入口圧力110kPaA、入り口水素温度30K、出口圧力200kPaAを想定)を可能とする技術を開発する。
- ・3,000m<sup>3</sup>程度の液体水素タンクシステムに使用可能な十分な耐久性を有する断熱材料(熱伝導率0.01W/m・K以下)を開発する。

※2 液化効率(逆カルノー効率) = 液化のための最小仕事 / 実際の投入エネルギー × 100

※3 ポンプ効率 = ヘッド圧 × 体積流量 / 投入動力 × 100

【最終目標(平成29年度末)】

○水素液化貯蔵システム

液体水素ポンプ技術、ボイルオフ水素用圧縮機技術等と組み合わせ、ボイルオフ水素発生率がタンク容量の0.1%/dayの液体水素タンクシステム(容量3,000m<sup>3</sup>程度)を可能とする技術を開発する。

○大規模水素利用技術

環境負荷(NO<sub>x</sub>等)が低く、かつ大量水素を効率的に利用可能な基盤技術(水素専焼

等)の課題を抽出し、主要要素技術開発に係る要素試験等に着手する。

#### 研究開発項目④エネルギーキャリアシステム調査・研究

##### 【最終目標(平成29年度末)】

###### ・高効率メタン化触媒を用いた水素・メタン変換

熱回収効率35%以上、転換効率低下率5%未満(8,000時間後)の熱回収効率の最適化手法を確立して総合効率75.7%以上の最適プロセスを開発、設計を完了する。

###### ・熔融塩を用いた水と窒素からのアンモニア電解合成

一室型を前提に、窒素還元陰極の高性能化( $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 以上)、アンモニア生成反応制御の高収率化(収率80%以上)及び酸素発生陽極の高性能化(消耗速度 $20\ \mu\text{m}/\text{年}$ 以下)を達成する。

###### ・水素分離膜を用いた脱水素

セラミックス系水素分離膜の大面积化(水素透過性 $\geq 1 \times 10^{-6}\ \text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 、分離係数 $\text{H}_2/\text{SF}_6 \geq 16,000$ )を達成する。膜モジュール構成・製作法の選定及び小型メンブレリアクター装置によるデータ(物質収支、熱収支等)収集を完了する。水素分離膜型脱水素プロセスの経済的優位性の確認、商業化を見据えた水素分離膜型脱水素のパイロットプラントの概念設計を完了する。

#### 研究開発項目⑤トータルシステム導入シナリオ調査研究

##### 【最終目標(平成29年度末)】

本研究の成果を本事業者内外の有識者等との連携や成果の活用へと展開することで、技術先進国である我が国が継続的に国際的な責任を果たしていくための枠組みの構築へと繋げることができるシナリオの設定、分析を行う。

#### 4.実施内容及び進捗(達成)状況

プロジェクトマネージャーに NEDO 新エネルギー部 大平英二主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、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た。

##### 4.1 平成27年度事業内容

###### 研究開発項目①低コスト水素製造システムの研究開発

実施者は以下の通り。

旭化成株式会社、日立造船株式会社

電解電圧 1.8V において電流密度  $0.6\text{A}/\text{cm}^2$  以上の電解セル技術を開発するとともに、中型・大型電解セルの製造を完了し、耐久性試験を開始した。

#### 研究開発項目②高効率水素製造技術の研究

実施者は以下の通り。

株式会社東芝、エクセルギー・パワー・システムズ株式会社、国立大学法人東京大学

##### ・高温水蒸気電解の開発

入力1kWの電解スタックにおいて、各電解セルの平均電圧1.3V、水蒸気利用率70%程度の時、平均電解電流密度0.5A/cm<sup>2</sup>以上を達成するセル・スタック製造技術を確立した。

##### ・次世代水素製造システムの開発

電解効率向上のために負極・正極材料の改良や電極構造の最適化を実施した。

#### 研究開発項目③大規模水素利用技術の研究開発

実施者は以下の通り。

川崎重工業株式会社

##### ・水素液化貯蔵システム

3,000m<sup>3</sup>級液体水素タンクシステムの開発を実施した。さらに、変動する再生可能エネルギー由来水素向け液化システムの検討を行い、液化貯蔵システム実現に必要な重要基盤技術の見通しを得た。

#### 研究開発項目④エネルギーキャリアシステム調査・研究

実施者は以下の通り。

一般財団法人エネルギー総合工学研究所、日立造船株式会社、アイ'エムセップ株式会社、一般財団法人電力中央研究所、千代田化工建設株式会社、公益財団法人地球環境産業技術研究機構

##### ・エネルギーキャリアシステムの経済性評価と特性解析

各キャリア(有機ハイドライド、メタン、アンモニア)プロセスを対象に、対比システムを凌駕するための性能値・コストの評価・解析を行った。汎用フレームワークを用いて、各キャリア(有機ハイドライド、メタン、アンモニア)プロセスを対象に、対比システムを凌駕するための性能値・コストの評価・解析を行った。

##### ・高効率メタン化触媒を用いた水素・メタン変換

純原料ガスを用いた連続反応試験にて8000Hr耐久性を確認した。実証試験用試験装置の設計・製作を完了し、定常運転にて性能目標である出口水素濃度5%以下及び熱回収効率35%以上を確認した。

##### ・熔融塩を用いた水と窒素からのアンモニア電解合成

陰極や陽極等各種要素技術開発を進め、一室型を想定したアンモニア生成部でのアンモニア収率90%以上を達成することを確認した。

・水素分離膜を用いた脱水素

セラミックス系水素分離膜の長尺化に成功し、高い分離性能(分離係数 > 16,000)を実現するとともに、小型 MR 試験装置の設計・製作を完了し、各エンジニアリングデータ取得を開始した。

研究開発項目⑤トータルシステム導入シナリオ調査研究

実施者は以下の通り。

国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人横浜国立大学

エネルギーモデル(MARKAL 等)とエネルギー政策を含む種々の知見とを活用し、シナリオ検討の枠組みを完成させ、想定されうる前提条件を適用することによって一通りのシナリオを作成した。ここでシナリオ検討の枠組は以下の手法から構成した。

- ・MARKAL 等を用いた水素・エネルギーキャリアのコスト分析
- ・再生可能エネルギー等からの水素製造コスト分析
- ・ライフサイクルイベントリ分析用データベース IEDA を用いた温室効果ガス排出量分析
- ・バックキャストिंगに基づく研究開発戦略検討
- ・水素製造における風力エネルギー推計の高度化検討

#### 4. 2 実績推移

|                    | 平成26年度 | 平成27年度 |
|--------------------|--------|--------|
| 実績額推移<br>需給勘定(百万円) | 1281   | 1418   |
| 特許出願件数(件)          | 3      | 8      |
| 論文発表数(報)           | 1      | 16     |
| フォーラム等(件)          | 17     | 105    |

#### 5. 事業内容

プロジェクトマネージャーに NEDO 新エネルギー部 大平英二主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、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。

##### (1)平成28年度事業内容

###### 研究開発項目①低コスト水素製造システムの研究開発

実施者は以下の通り。

旭化成株式会社、日立造船株式会社

前年度までに製作を完了した中・大型水電解ユニットによる連続試験を実施し、大型化

に伴う課題を明確化させるとともに、運転パラメータや構成部材の検討及び装置改良を継続して実施する。

#### 研究開発項目②高効率水素製造技術の研究

実施者は以下の通り。

株式会社東芝、エクセルギー・パワー・システムズ株式会社、国立大学法人東京大学  
・高温水蒸気電解の開発

セル・スタックの寿命評価試験を継続し、劣化影響因子の抽出及び改良施策の検討・評価を実施する。またマルチスタック試験を継続実施することで、更なる高効率化や低コスト化への検討実用化システムへの課題抽出(変動電力、制御性、耐久性等)を行う。

・次世代水素製造システムの開発

前年度製作し基本性能を確認済の 1kW 電解セルを用いた水素発生電極の耐久性試験により劣化メカニズムの解明を行い、耐久性向上の検討を行う。また前年度の研究で新たに見出した新型セルについて、最適スタック構造の最適化検討(構成材料、ガス分離法等)を行う。

#### 研究開発項目③大規模水素利用技術の研究開発

・水素液化貯蔵システム

実施者:川崎重工業株式会社

前年度製造し、構造成立性を確認した大型真空二重殻タンク真空層の真空排気試験を実施し、大容量真空排気技術の見通しを得る。また液体水素用新鋼材について、既存溶接方法により溶接し、溶接部の破壊靱性を明らかにする。

・大規模水素利用技術

今年度、公募により研究開発実施者を選定する。

大気汚染防止法で定められた NO<sub>x</sub>規制値等、現在の各種環境規制を満足するだけでなく、高効率に大規模な水素を利用することを目的とした技術(燃料電池を除く。)を開発する。

#### 研究開発項目④エネルギーキャリアシステム調査・研究

実施者は以下の通り。

日立造船株式会社、アイ'エムセップ株式会社、一般財団法人電力中央研究所、千代田化工建設株式会社、公益財団法人地球環境産業技術研究機構

・高効率メタン化触媒を用いた水素・メタン変換

不純物を含む原料ガスを用いた連続反応試験による実用化環境での性能劣化評価を実施するとともに、前年度製作した試験装置を用いて供給水素量変動を想定した負

荷変動試験を実施し、メタン化プロセスの仕様及び運用条件を確立する。

・溶融塩を用いた水と窒素からのアンモニア電解合成

高性能酸素発生陽極の耐久性向上を目的とした改良等を行うとともに、前年度までに実施した各要素技術開発の成果を踏まえ、一室型の評価試験装置の詳細設計を行い、製作を完了する。

・水素分離膜を用いた脱水素

平成27年度の成果を基に、実用化サイズのシリカ膜の長尺化技術を確立するとともに、パイロットプラントの概念設計（PFD、物質/熱収支、機器リスト等の作成）を実施する。

研究開発項目⑤トータルシステム導入シナリオ調査研究

実施者今年度、再公募により研究開発実施者を選定する。

- ①水素の本格的な導入によるエネルギー需給や温室効果ガス削減、経済への影響等の、水素製造から貯蔵、輸送、利用に至るサプライチェーン全体を含めた分析・評価、
- ②多様な評価軸によるエネルギーシステム全体の中での水素エネルギーの位置づけ及び学理に根差した各要素・システム技術の将来予測に関する分析・評価等を実施する。また、需要側エネルギーシステムを含むチェーン全体について分析・評価を実施する。

(2)平成28年度事業規模

需給勘定 1,250 百万円

事業規模については、変動があり得る。

6. 事業の実施方式

本研究開発は、我が国の将来の成長の糧となるイノベーションを創出する未来開拓研究プロジェクト「再生可能エネルギー貯蔵・輸送等技術開発」において実施されるものであり、事業開始から5年間の研究開発実施者を経済産業省が平成25年度に企業、大学等の研究機関（委託先から再委託された研究開発実施者を含む。）から公募によって選定し、共同研究契約等を締結する研究体を構築して開始したものである。NEDOが本研究開発の運営・管理を承継するに当たっては、その時点までの進捗状況を踏まえて実施体制の妥当性について審議を行い、最適な研究開発体制を構築し、実施する。

なお、研究開発項目③大規模水素利用技術開発、⑤トータルシステム導入シナリオ調査・研究については、今年度公募する。



## 6. 1 公募

### (1) 掲載する媒体

「NEDOホームページ」及びe-Radポータルサイト」で行う。

### (2) 公募開始前の事前周知

公募開始の1ヶ月前にNEDOホームページで行う。本事業は、e-Rad対象事業であり、e-Rad参加の案内も併せて行う。

### (3) 公募時期・公募回数

平成28年3月(予定)

### (4) 公募期間

原則30日間とする。

### (5) 公募説明会

公募説明会を関東近郊にて1回開催する。

## 6. 2 採択方法

### (1) 審査方法

e-Radシステムへの応募基本情報の登録は必須とする。

助成事業者の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象にNEDOが設置する審査委員会(外部有識者で構成)で行う。審査委員会(非公開)は、提案書の内容について外部専門家(学識経験者、産業界の経験者等)を活用して行う評価(技術評価及び事業化評価)の結果を参考とし、本事業の目的の達成に有効と認められる採択候補者を選定した後、NEDOはその結果を踏まえて助成事業者を決定する。

提案者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。

審査委員会は非公開のため、審査経過に関する問合せには応じない。

### (2) 公募締切から採択決定までの審査等の期間

45日間とする。

### (3) 採択結果の通知

採択結果については、NEDOから提案者に通知する。なお、不採択の場合は、その明確な理由を添えて通知する。

#### (4)採択結果の公表

採択案件については、提案者の名称、研究開発テーマの名称・概要を公表する。

### 7. その他重要事項

#### (1)研究開発の運営管理

経済産業省、PL、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、外部有識者や産業界の意見等を踏まえ、研究進捗把握等のマネジメントを行う。

#### (2)複数年契約の実施

平成28～29年度の複数年度契約を行う。

#### (3)知財マネジメントにかかる運用

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。(平成26年度からの継続研究テーマに限り、経済産業省より委託を受けて平成25年度に実施した未来開拓プロジェクト「再生可能エネルギー貯蔵・輸送等技術開発」参画者間で締結した平成25年12月16日付「知的財産権の取扱いに関する合意書」に準ずるものとする。)

#### (4)その他

##### ①他省庁の施策との連携体制の構築

NEDOは、文部科学省が所管する国立研究開発法人科学技術振興機構の「戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発」における「エネルギーキャリア研究加速プロジェクト」など基礎研究の実施体制と緊密に連携するため、各プロジェクトの統括者、所管省庁等の課室長等から構成される連携体制に参画する。当該連携体制では、プロジェクト間の事業計画の調整、成果の共有や取扱いの調整、設備の共用や研究人材交流の促進等について協議を行うものとする。

##### ②大学における人材の流動化等に係る取組

大学の研究者の企業等への出向を容易にするための取組、守秘義務を課した形でのポスドク等のプロジェクト参加など、本プロジェクトを活用した実践的人材の育成への取組を促すこととする。また、大学側も、これらの取組を促進する方策について検討するものとする。

##### ③国立研究開発法人産業技術総合研究所の協力

国立研究開発法人産業技術総合研究所において独自に実施しているエネルギーキャリアに関連した安全性評価等の成果について定期的に情報共有や意見交換を行い、プロジ

ェクトの研究開発又は事業化の方向性を検討する等の連携を求めていくものとする。

④工業所有権情報・研修館の協力

本プロジェクトにおける知的財産に関する戦略策定や管理方法の検討に当たっては、必要に応じて、独立行政法人工業所有権情報・研修館に知財プロデューサーの派遣を求める。

⑤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。

## 8. スケジュール

(1)本年度のスケジュール:平成28年3月下旬…公募開始

5月上旬…公募締切

6月下旬…契約・助成審査委員会

7月中旬…採択決定

## 9. 実施方針の改訂履歴

(1)平成28年3月 制定

(別紙)

