

平成 16 年 10 月 8 日

総合科学技術会議 重点分野推進戦略専門調査会
ナノテクノロジー・材料研究開発推進プロジェクトチーム
燃料電池ワーキンググループ取りまとめ

1. 本取りまとめの位置づけ、目的

平成 16 年 5 月 13 日に開催されたナノテクノロジー・材料研究開発推進プロジェクトチーム（NTPPT）第 9 回会合において、専門委員から新規府省「連携プロジェクト」候補として燃料電池の材料分野に関する研究開発が提案された。これを受け、同 NTPPT 会合ではワーキンググループ（以下、WG）を設置して意見交換し、府省「連携プロジェクト」の実施要否等を検討することとなった。

燃料電池にかかる材料分野の研究開発に関して、各省庁や民間企業等における取組みを調査することにより、燃料電池システムの本格的普及に向けて、今後国が重点的に取り組むべき研究課題を抽出するとともに、官民の役割、府省連携のあり方等研究開発の進め方についての基本的な方向性を取りまとめることとした。

なお、本 WG では、事業性や市場の大きさ等府省「連携プロジェクト」設定の要件を勘案し、固体高分子形燃料電池とその関連技術（燃料改質、水素貯蔵等）を主たる検討対象とした。

2. 現状

a) 研究開発

我が国では 1970 年代の 2 度にわたる石油ショックでの経験を踏まえ、エネルギー安定供給確保、石油依存度低減等の観点から燃料電池の開発を開始した。その後、1990 年代にカナダのバラード社がフッ素系高分子膜を電解質として用いた高密度固体高分子形燃料電池を開発したことを契機に、固体高分子形燃料電池の開発が本格化し、環境問題への関心の高まりを背景に、燃料電池自動車及び定置用燃料電池システムの研究開発が世界的にも急速に広まった。現在、我が国では主要自動車メーカー、ガス会社及び電気機器メーカーを中心に研究開発に取り組んでいる。

90 年代後半からの燃料電池研究の世界的競争激化に合わせ、政府においても、経済産業省を中心に実用化・普及に向けた各種施策が実施されてきた。平成 13 年 1 月には、経済産業省が燃料電池の普及に向けた戦略「燃料電池実用化戦略研究会報告」を取りまとめ、2010 年以降の本格普及に向け、2005 年までを実証試験や規制の再検討等を行う基

盤整備・技術実証段階、2005年から2010年までを燃料供給体制の整備や公的機関での率先導入を通じて初期市場を形成する導入段階と位置づけるシナリオを報告した。また、同年8月には「固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用技術開発戦略」を策定し、燃料電池技術の現状レベルを整理するとともに、最重要技術課題を特定し技術開発目標を設定し、産学官の役割分担、目標達成時期を明確化した。

経済産業省では現在、こうした戦略に基づき、各種燃料電池の研究開発、基準等の基盤整備に向けた実証試験等に取り組んでいる。「固体高分子形燃料電池システム技術開発」では、電解質膜や触媒等を含む固体高分子燃料電池にかかる材料技術、要素技術等の開発に取り組んでいるほか、ミレニアムプロジェクト「固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備事業」では、燃料電池自動車や定置用燃料電池システムの長期運転実験や安全性評価試験を通じてデータを取得し、国際標準や燃料規格の提案を行った他、各種法規制の見直しに貢献している。このほか、固体酸化物形燃料電池、熔融炭酸塩形燃料電池等の研究開発にも取り組んでいる。

一方、文部科学省においても、電解質膜や触媒、その複合体であるMEA (Membrane Electrode Assembly) といった固体高分子形燃料電池の最重要要素技術について、中長期的に実用化に資するとの観点からチャレンジングな研究目標を定め、産学が連携して研究開発に取り組んでいる。また、科学研究費補助金や科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業等の競争的資金を利用して、研究者の自由な発想に基づくシーズ志向の斬新的な研究にも取り組んでいる（別添1：競争的資金による燃料電池関連研究テーマ一覧）。

b) 環境整備

環境整備に関しては、平成14年に内閣官房を中心として設置された「燃料電池実用化に関する関係省庁連絡会議」において、民間からの要望を踏まえた規制の再点検全28項目（別添2）を定め、これら全てについて平成16年度末までに安全性の確保を前提とし点検作業を完了する予定であり、平成17年以降の普及段階における燃料電池の導入を円滑に進められる環境が整う。また、民間から新たに他の見直しの要望があった場合には、その都度、本連絡会で対応を検討し、必要に応じて規制の見直しを実施することとしている。また、標準化や規制の再点検に必要なデータ取得のための実証試験についても、経済産業省や国土交通省等がそれぞれの所管法令に沿って実施している。

このほか、国民への周知、理解増進の観点から、内閣総理大臣をはじめとした関係閣僚による燃料電池自動車試乗会や、愛知万博でのデモンストレーションを実施あるいは実施を予定しているほか、米国の呼びかけによる国際協力の枠組み (International Partnership for the Hydrogen Economy) にも参加し、国内の実証試験等で得られた技術情報を提供するなど、国際標準や基準の策定作業にも積極的に貢献している。

3. 現状を踏まえた技術課題

a) 燃料電池に関する重点技術課題

本年5月に独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は燃料電池及び水素利用システムにかかる技術課題を調査し、網羅的に取りまとめている（別添3）。そのうち、燃料電池の材料分野にかかる主な技術課題としては、以下のものがあげられる。

【短期的技術課題】

- 耐久性・信頼性向上（システム、電解質膜、電極触媒、セパレータ）
- 低コスト化技術（全般）
- 基本的作用機構解明（スタック、セル、電極レベル）
- 材料性能向上（MEA、電極触媒、改質触媒（耐酸化性、性能））
- 大面積化、量産技術（セパレータ、MEA、触媒）
- 劣化要因解明（スタック、セル、MEA、電極触媒（溶解、析出、耐CO性））
- 触媒の貴金属使用量低減
- 実験又はシミュレーションによる可視化技術

【中長期的技術課題】

- 効率、耐久性、信頼性の格段の向上（スタック、システム、改質器）
- 部材の耐久性向上、低コスト化、量産化
 - ・ 新電解質膜（低・無加湿、高温使用、炭化水素系、低コスト化）の開発
 - ・ 貴金属代替触媒、極微量貴金属担持触媒量産化技術の開発
- 水素貯蔵・輸送関連技術

b) 国が取り組むべき重点研究課題

上述した燃料電池の材料分野にかかる短期的技術課題のうち、民間が競争的に取り組むものについては、その自主開発を尊重すべきであり、政府の支援も要望に応じて限定的に行うべきである。ただし、そうした開発を側面で支援する基礎的な物理・化学的現象解明（例えば、電極三相界面の反応解析、MEAの劣化機構解析等）や材料の基礎物性値・性能データ等の蓄積・共有化等は、政府の支援の下で大学・産総研等の公的機関が担うべき課題である。特に、固体高分子形燃料電池は、チャンピオンデータであればその性能は既に実用化の域に達しているが、それを低コストで実現しかつ一定の寿命を維持するために克服すべき課題が山積しており、電解質膜、電極及びMEAの劣化メカニズムの解明は急務である。また、寿命評価を行う際に、想定される寿命時間（例えば、定置式燃料電池であれば4～9万時間程度）を実際に運転し続けると非常に長時間が必要となることから、速度論を加味した長時間寿命予測方法や加速試験方法の開発も求められている。こうした劣化の指導原理の解明及びそれを前提とした寿命予測方法や加速試験方法の開発は、民間だけで実施することは困難であり、学際的・多面的アプローチにより進められるべきである。

この他、燃料電池あるいはその要素技術の性能評価の際に、各研究主体が独自の手法を

用いて行くと、取得されたデータの共通性がなく、また信頼性が疑問視される場合もあり、開発の障害になりかねない。したがって、評価手法の確立と標準化も民間の協力を得ながら公的機関が主体となって進めるべきである。

中・長期的技術課題は、低コスト化、長寿命化、効率化といった短期的技術課題の延長上にあるが、高い目標設定がされており相当の技術的ブレークスルーが必要と考えられ、政府が積極的に支援すべきである。燃料電池の材料分野に関しては、例えば、貴金属を使わない触媒の開発や、低・無加湿電解質膜の開発、自動車用高効率・軽量水素貯蔵技術などが挙げられる。また、国際競争力を維持していくためには、常に他国をリードするような優れた材料を継続的に開発していく必要があり、こうした研究への政府の貢献は必要である。

なお、本WGでは、その主旨及び目的から、技術課題については各委員の意見を下に主なものを列挙するととどめている。具体的な研究開発の実施に当たっては、網羅的に技術課題を抽出するとともに、産業界の意向を踏まえた上で達成目標や達成時期等の詳細を検討する必要がある。

4. 研究の進め方

a) 官民の役割

実用化に近く、商品化に直接的につながる短期的課題については、原則、民間が競争的環境下で研究開発に取り組むべきである。ただし、物理・化学的な現象解析や統一的な評価手法の開発など基盤的な研究課題については、政府が主導して取り組むべきである。中・長期的な課題については、高い開発目標の下で政府が支援すべきである。ただし、この場合でも開発された技術の実用化を念頭に、民間との連携の下で実施することが望ましい。

また、燃料電池は今後成長が見込まれる重要な産業分野の1つと考えられており、次代を担う若手研究者、技術者が不足すると懸念されていることから、大学等の高等教育機関においては、例えば、燃料電池分野の研究者、技術者を育成するためのプログラムを充実させるほか、競争的資金を上述した中長期的課題の解決のための基礎的研究に積極的に割り当てると、人材育成に向けた取組みが重要である。

b) 産学の連携

民間企業を中心としたこれまでの研究開発の努力にもかかわらず、燃料電池は既存技術との競争が可能になる段階には至っておらず、低コスト化、長寿命化は燃料電池を開発している各機関が共通にかかえる最大の技術課題である。こうした課題を解決するのは、各企業だけでは非常に困難であり、例えば、MEAの劣化メカニズムの解析等は大学や独立行政法人の研究機関と企業が連携して取り組む必要がある。また、大学等を活用する場合においても、電気化学や触媒といった特定分野の研究者だけを参画させるのではなく、多

種多様な分野から研究者を集め、学際的かつ融合的なアプローチが必要である。画期的なブレークスルーが達成されるためには、異分野の研究者によるシナジー効果の発揮が強く望まれるところである。

さらに、このような技術的に高い達成目標をクリアし、その成果が活用されていくための挑戦的な基礎研究のあり方として、特定の課題や目標値を掲げた課題公募型の基礎研究の枠組みを充実させ、競争的な取り組みを推進することも必要である。

こうした研究段階の産学連携は、これまで、各企業が自主努力で大学の研究者等を発掘し、共同研究を実施してきたが、こうした取り組みだけでは、先に述べた技術課題の克服は困難であることから、体系的な産学の連携を進めていく必要がある。その際、産学間の特許配分の明確化、ノウハウ等の機密情報の保護など、知財の取扱いに関するルールを明確化して参加機関が混乱しない環境を整備する必要がある。

c) 府省間の連携（府省「連携プロジェクト」の実施要否等）

燃料電池の材料分野の研究開発は経済産業省が主体的に実施しており、革新的なものを文部科学省が担当するといった一定の役割分担の下ですでに情報の共有化など連携がなされている。また、燃料電池技術の普及に向けた規制緩和等の環境整備については、省庁連絡会議が設置され政府全体の体制が既に存在しているほか、市場形成に向けても、戦略を示すなどにより、経済産業省が産業界を主導する形で取り組みを進めている。府省「連携プロジェクト」の設定要件に照らして、こうした状況を鑑みると、燃料電池の材料分野に限った研究開発を新たに府省「連携プロジェクト」に位置づける必要はないと判断される。

燃料電池の研究開発及び普及については、むしろ、材料の視点だけではなく、システムや普及に不可欠な水素インフラまでを視野に入れた大きな枠組みの中で関係府省が連携して取組むべきである。効率的かつ効果的な研究開発の実施、燃料電池分野の人材育成、及び産学の連携強化の観点から、経済産業省と文部科学省はより一層連携していくことが必要である。また、燃料電池の普及に向けては、他省とも連携しつつ、実証試験、モデル事業、ソフトインフラの整備等の取り組みも引き続き進めるべきである。府省連携の具体的なスキームについては、今後、産学の意見を踏まえつつ構築していく必要があり、総合科学技術会議も、燃料電池の研究開発・普及に向けた各省の取り組み及び府省間の連携を積極的に支援していくべきである。