

# 燃料電池プロジェクトチーム報告書

～日本発プロジェクトX「地球再生のためのエンジンを開発せよ」～

平成14年5月27日  
副大臣会議  
燃料電池プロジェクトチーム

# 燃料電池プロジェクトチーム報告書

## 目次

1. はじめに	1
2. 燃料電池に関連する内外の情勢	3
(1)地球温暖化対策をめぐる動き	3
(2)我が国のエネルギー政策上の課題	3
(3)我が国の経済と産業競争力の状況	3
(4)燃料電池開発に関する国際競争の激化	4
3. 燃料電池実用化に向けた我が国のこれまでの取組み	8
(1)りん酸形燃料電池を中心とした取組み(1980年代～)	8
(2)固体高分子形燃料電池の開発競争(1990年代～)	9
(3)固体高分子形燃料電池の実用化への本格的な取組み(2000年～)	10
4. 燃料電池実用化・普及に向けた課題	15
(1)基本性能の向上	15
(2)経済性の向上	16
(3)自動車用燃料供給体制の整備	17
(4)ソフトインフラの整備	17
(5)社会的受容性の向上	18
(6)その他	18
5. 燃料電池実用化・普及に向けた今後の取組みの方向性	20
(1)固体高分子形燃料電池実用化・普及における新たな政策モデルの提示	20
(2)需要サイドからのアプローチの重要性	21
(3)世界に先駆けた実用化・普及に向けた我が国の戦略的取組みの重要性	23
(4)タイムフレーム、導入目標、取組みの方向性	24
2005年頃まで(基盤整備、技術実証段階)	24
2005～2010年(導入段階)	25
2010年以降(普及段階)	26

6．燃料電池プロジェクトチームの提言 -----	27
(1)戦略的技術開発の推進 -----	27
(2)実証試験、先進的モデル事業の推進 -----	28
(3)普及啓発の推進 -----	31
(4)ソフトインフラ整備の推進 -----	32
(5)その他 -----	33
7．おわりに	
～日本発プロジェクトX「地球再生のためのエンジンを開発せよ」～	35
・燃料電池プロジェクトメンバー -----	37
・燃料電池プロジェクトチーム開催経過 -----	38
<参考資料>	
1．固体高分子形燃料電池／水素エネルギーの導入シナリオ -----	41
2．各省における燃料電池実用化・普及への取組み状況 -----	42
3．燃料電池実用化推進協議会等における 燃料電池の実用化・普及に関連する規制の検討要望事項 -----	43

## 1. はじめに

燃料電池自動車及び定置用燃料電池の実用化・普及は、運輸部門、民生部門における二酸化炭素排出抑制に寄与すること、燃料供給源の多様化によりエネルギー安全保障の確保に資すること、さらには、我が国の産業競争力強化や新規産業・雇用創出も期待できることから、我が国における実用化・普及が強く期待されている。燃料電池と水素エネルギー利用技術は、現在の産業構造、エネルギー需給構造から我々の生活様式、社会システムに至るまで、現状のシステムに対し革命的ともいえる根幹からの変更を迫る可能性のある技術である。

我が国の現在の乗用車保有台数の10台中1台にあたる500万台を燃料電池自動車の将来の導入目標としているが、この車に搭載する燃料電池の発電容量を単純に合計すると、現在の我が国の電気事業者の発電設備、自家発電設備のすべてを合計した発電設備容量（2000年度末実績で2億6000万kW）を凌ぐものになり、エネルギー分野に与える影響の大きさがうかがわれる。そのマーケット規模としても、2020年頃までには、関連産業まで含めると日本国内で累積100兆円にも達するのではないかといった見方もあるほどである。

こうした認識の下、燃料電池プロジェクトチームは、経済産業省古屋圭司副大臣から設置が提案され、2002年1月31日の副大臣会議において、承認された。同年2月20日、経済産業省古屋圭司副大臣（主査）及び大島慶久副大臣、国土交通省佐藤静雄副大臣及び月原茂皓副大臣、並びに環境省山下栄一副大臣の5副大臣の構成により、第1回会合を開催した。

燃料電池プロジェクトチームは、燃料電池の開発・普及施策を拡充・強化することにより、燃料電池自動車及び定置用燃料電池の速やかな実用化・普及を推進し、経済と環境の調和を図りつつ二酸化炭素排出抑制を実現するとともに、新しい技術に立脚した経済活性化に資することを目的とした。

燃料電池プロジェクトチームにおいては、我が国の燃料電池実用化・普及に向けた取組みの現状及びその実現に向けた課題を把握するため、各省における取組み状況の報告を受けるとともに、産業界（燃料電池実用化推進協議会）から実用化・普及に向けた課題のヒアリングを行った。さらには、燃料電池試験研究設備の現地視察として、大阪において定置用燃料電池の居住実験の視察や水素供給ステーションにおける燃料電池自動車への充電作業の視察、試乗等を実施した。

これらの作業を通じて得られた知見を踏まえて、燃料電池の実用化・普及の加速化に向けた課題の抽出を行うとともに、今後拡充・強化すべき具体的な施

策について議論を重ね、今般第 4 回会合において、報告書を取りまとめることとなったものである。

本報告書は、燃料電池自動車及び定置用燃料電池の実用化・普及の加速化に向けて、今後、拡充・強化すべき施策を取りまとめたものであり、関係する省庁、産業界、学界等においては、本報告書の趣旨を踏まえ、2020 年の導入目標（燃料電池自動車 500 万台、定置用燃料電池 1000 万 kW）の前倒し達成を実現するような決意で、今後の具体的な施策や取組みに反映されていくことを期待するものである。

## **2 . 燃料電池に関連する内外の情勢**

### **(1)地球温暖化対策をめぐる動き**

1997年12月に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)において、長期的・継続的な排出削減の第一歩として、先進国の温室効果ガスの削減を法的拘束力を持つものとして約束する京都議定書が採択された。

2001年10月から11月にかけてマラケシュで開催されたCOP7においては、京都議定書の運用細則を定める文書(マラケシュ合意)が決定された。温室効果ガスの世界最大の排出国である米国は京都議定書に参加しないとの立場をとっている一方で、EUをはじめとする先進諸国が京都議定書の2002年発効を目指しその締結に向けた準備を開始している。

我が国の場合、排出する温室効果ガスの約9割がエネルギー起源の二酸化炭素であり、エネルギー需給と一体不可分の問題として、対応が求められている。

### **(2)我が国のエネルギー政策上の課題**

エネルギー供給の大部分を海外に頼る我が国のエネルギー政策は、「環境保全や効率化の要請に対応しつつ、エネルギーの安定供給を実現する」という基本目標を掲げて、その同時達成の実現を目指してきた。

しかしながら、我が国のエネルギー供給構造は依然として脆弱であり、石油の中東依存度は、石油危機当時の水準を超え、アジア地域全体のエネルギー消費の大幅な増大の状況と考えあわせると、安定供給に対する潜在的なリスクはますます高くなっていくことが懸念される。

こうした状況を踏まえ、前述の基本目標を達成するため、今後の我が国のエネルギー政策においては、我々の生活変化により伸び続けるエネルギー消費の合理化、新たな環境変化の下でのエネルギー供給源の多様化、アジア地域としてのエネルギー安定供給確保に向けた取組みという3つの課題に対して取り組んでいかなければならない。

### **(3)我が国の経済と産業競争力の状況**

90年代の我が国経済社会を振り返ると、バブルの崩壊やアジア諸国の工業化など経済構造が激変する中で、変化への対応が後手後手に回り、新たな変化への積極的なチャレンジは概して低調であった。民間需要は低迷し、財政支出

等による累次の景気対策が実施されたものの、バブル崩壊後（1992年度～2000年度）の我が国の実質成長率は、1.2%、名目成長率は0.9%と低迷した。先進諸国の90年代の実質成長率（先進7ヶ国（日本を含む））2.5%程度と比べても際立って低いものである。

海外からは、「失われた十年」と指摘される経済停滞を経てもなお、我が国は、社会的安定が崩れることもなく、世界一流の経済的繁栄を享受し続けている。しかし、10年、20年先を展望すれば、この状態を維持し、あるいは更なる発展を目指していくためには、我が国社会の礎ともいべき産業競争力をこれまで以上に強化していくことが強く求められている。

#### **(4)燃料電池開発に関する国際競争の激化**

##### **(米国の動き)**

米国における燃料電池の技術開発では、その初期段階において、アポロ、スペースシャトル等の宇宙での利用が大きな役割を果たしてきたが、自動車用途への利用については、1993年にクリントン大統領の提唱で始まった連邦政府による次世代自動車の技術開発であるPNGV<sup>1</sup>の一部として、また、カリフォルニア州におけるCaFCP<sup>2</sup>を中心に行われてきた。

##### **PNGV**

PNGVは、米国内の自動車産業の国際競争性向上と先進技術を量産自動車に適用できるようにすることを目的としており、燃費については80マイル/ガロン（33.4km/L）という高い目標を掲げている。具体的な事業については、商務省の主導の下でエネルギー省、環境保護庁、運輸省、国立科学財団等の7省庁と、GM<sup>3</sup>、Ford<sup>4</sup>、DaimlerChrysler<sup>5</sup>、及び部品会社等に大学や国立研究所が参加して実施されてきた。

##### **CaFCP**

CaFCPは、カリフォルニア州大気資源局（CARB<sup>6</sup>）、自動車、石油メジャー、燃料電池スタック等の関係企業により共同実施される燃料電池自動

---

<sup>1</sup> Partnership for a New Generation of Vehicles

<sup>2</sup> California Fuel Cell Partnership

<sup>3</sup> General Motors Corporation

<sup>4</sup> Ford Motor Company

<sup>5</sup> DaimlerChrysler AG

<sup>6</sup> California Air Resource Board

車の実証試験である。当初は州単位の試験としか見られていなかったが、燃料電池技術の進展や参加企業の国際化（DaimlerChrysler、Ford、日産、本田、VW<sup>7</sup>、現代<sup>8</sup>等の参加）及び2000年春のエネルギー省の参加もあり、急速に注目を集めてきた。さらに、GMとトヨタも2000年10月に正式に参加を表明した。

また、米国の燃料電池の開発においては、エネルギー省傘下のロスアラモス国立研究所、アルゴンヌ国立研究所、サンディア国立研究所、国立再生可能エネルギー研究所等といった国立研究所も、企業との共同研究も含め基礎研究から応用研究に至る広い範囲の課題を実施するなど重要な役割を果たしている。

### **Freedom CAR**

クリントン政権からブッシュ政権に変わった後も、燃料電池開発に対する政策は強化されている。米国政府は、2002年1月、エネルギー省の主導でPNGVを発展的に解消し、新たにFreedom CAR<sup>9</sup>を開始すると発表した。Freedom CARは米国政府と米国ビッグスリー（Ford、GM、DaimlerChrysler）との2010年までの長期間にわたる官民のパートナーシップであり、リスクの高い技術開発、特に水素搭載型燃料電池自動車関連技術に重点を置き、多様な自動車に適用しうるコンポーネント技術の開発を行うものである。また、州レベルの取組みであったCaFCPに他地域のデモンストレーションを加え、全体としてエネルギー省主導、連邦政府レベルのデモンストレーションプログラムとすることを構想している。これら2つの燃料電池関連プログラムの詳細については、上下両院合同歳出委員会に対し、2001年11月5日から半年以内に中間報告、1年以内に報告書を提出することとしている。

### **(EUの動き)**

EUでは、欧州委員会研究総局（Research DG）、科学研究開発局（DG12）が中心となって、研究開発に関する包括的な計画であるフレームワーク計画の中で、燃料電池の開発を実施している。1992年に開始された第3次フレームワーク計画（FP3: The 3rd Framework Program）に始まり、現在は1998年から5年間の予定の第5次計画（FP5）において進められている

---

<sup>7</sup> Volkswagen AG

<sup>8</sup> Hyundai Motor Company

<sup>9</sup> Freedom Cooperative Automotive Research Partnership

ところである。この中では、中期的に建物用コージェネレーションや運輸用として期待される低温形燃料電池（PEFC）の技術開発をはじめ、長期的に産業用コージェネレーションや発電用として期待される高温形燃料電池の技術開発、水素の集中的製造と燃料電池の分散利用によるネットワークの実証試験などを行っている。特に、最近では、燃料電池及び水素エネルギー関連技術に関する予算の半分以上（1999～2001年では58%以上）を運輸用途の技術開発に振り向けている。2002年から新たに5年間の予定で開始される第6次計画（FP6）においては、定置用及び自動車用燃料電池の低コスト化や燃料電池用先端材料の開発、水素の製造及び供給インフラ等の関連技術に取り組むこととしている。

なお、EU各国の燃料電池プロジェクトの多くは、再生可能エネルギーの利用拡大の一手段として位置づけられているものが多い。また、燃料電池バスの実証試験プログラムの実施を多くの国が表明しているところであり、アイスランドのECTOS<sup>10</sup>及びドイツ・イギリス等7ヶ国によるCUTE<sup>11</sup>において30台の圧縮水素搭載型燃料電池バスが10都市に導入される予定で、2003年夏からのフリートテスト開始が計画されている。

### （国際標準化の動き）

さらに、国際的な活動の中で、国際標準化に関する動きにも留意する必要がある。燃料電池に関する国際標準については、ISO<sup>12</sup>（国際標準化機構）及びIEC<sup>13</sup>（国際電気標準会議）の場において議論がなされている。標準化を考えるにあたっては、国際標準化活動のような公的標準（いわゆる de-jure standard）と非公的標準（いわゆる de-facto standard）及び法規制等による強制標準の3つの観点が必要である。また、自国の規格を国際標準化しようという欧米各国の動向、特に自動車のような国際商品の場合には、消費者は国内に限定されないことから de-jure standard と de-facto standard の両面からの国際標準化の動向等を踏まえる必要がある。これらの活動においては、Technical Committee（専門委員会）、Sub Committee（分科委員会）のConvenor（議長）をドイツ、カナダ、イギリスの欧米各国が占めている。特に、ドイツは標準化活動に積極的である。

---

<sup>10</sup> Ecological City Transport System

<sup>11</sup> Clean Urban Transport for Europe

<sup>12</sup> International Organization for Standardization

<sup>13</sup> International Electrotechnical Commission

このように燃料電池の開発においては、欧米各国が激しい開発競争を行っており、我が国もフロントランナーの一角を占めているところである。環境・エネルギー分野は、「環境と経済の両立を目指す」ことが不可欠であり、地球温暖化問題など、今後、その対応に係る大規模なグローバル・マーケットの形成が見込まれることから、こうした分野において我が国がその技術力を活かしつつ率先して問題解決のモデルを提示することにより、次の新たな国際潮流を作り出すことは、我が国の経済・産業の活性化のため極めて重要である。

### 3. 燃料電池実用化に向けた我が国のこれまでの取り組み

燃料電池の歴史は古く、燃料電池の考え方は、1801年にイギリスのデービー卿による炭素電極を使用するという着想及び1839年に同じくイギリスのグローブ卿による水素 - 酸素燃料電池の発電実験の成功に始まる。

燃料電池 (Fuel Cell) は、いわゆる「乾電池」や「蓄電池」といったカートリッジ式のものではなく、燃料 (水素) を外部から供給することにより、連続的に電気を発生させることができる「発電装置」である。乾電池は古くなると役立たないが、燃料電池は燃料を与え続ければ、いつまでも電気エネルギーを取り出すことができる。太陽光のエネルギーを用いて電気を発生させる発電装置も「太陽電池」と呼んでいる<sup>14</sup>。

#### (1)りん酸形燃料電池を中心とした取り組み (1980年代～)

我が国における燃料電池開発は、2度に及ぶ石油ショックの後、石油代替エネルギー、省エネルギーの気運が高まり、1981年から旧通商産業省工業技術院のムーンライト計画の一環として、当時、米国で先行していたりん酸形燃料電池 (PAFC<sup>15</sup>) を我が国においても開発しようとしたことに始まる。りん酸形燃料電池の開発は、その後、ニューサンシャイン計画に引き継がれ、1997年にすべての開発を終了し、現在は商用段階にある。

りん酸形燃料電池は、これまで実験用等も含め約200台程度導入<sup>16</sup>され、現在も補助金を前提に毎年数台程度導入されているが、必ずしも市場自立化という状況には達していない。りん酸形燃料電池は、当時としては、環境にやさしい優れた発電技術であったが、現状、既存電源と比べてそれ程発電効率が高くないことや高コストという課題がある。また、その技術の特性を踏まえると50～1000kw程度の大きさが可能であるが、定置型電源の業務用、工業用というコスト意識の高い、あまり大きくないマーケットを対象にせざるを得なかったこと、また、ガスエンジン等の競合技術が計画当初の想定を大きく超え

<sup>14</sup> 電池とは、より正確には、その電池を構成する物質が化学的、物理的あるいは生物的 (生物化学的) な変化をする際に機械的な運動を伴わないで直接電気エネルギーに変換する装置である。例えばアルカリ乾電池、リチウムイオン2次電池 (以上、活物質保持形の化学電池)、太陽電池 (物理電池)、酵素電池 (生物電池) などがあり、燃料電池は、活物質 (燃料) 供給形の化学電池に分類される。

<sup>15</sup> Phosphoric Acid Fuel Cell

<sup>16</sup> 2001年3月末時点で稼働しているりん酸形燃料電池は、約70台にとどまる。

る性能向上を示したことから、当初想定していた量産効果による価格低下、市場自立化にまで至っていない。この原因は、開発の計画段階において、発電効率、発電容量等その技術の基本的特性、対象とするマーケットの規模・特徴の十分な分析に基づく開発目標（性能、コスト、市場投入時期等）や開発体制が必ずしも適切に設定されていなかった、又は、当時得られていた知見を前提にすれば計画が妥当なものであったとしても、プロジェクトの進展とともに発生した外部環境の変化に応じて適切な軌道修正ができなかったためとも考えられる。

りん酸形燃料電池以外では、サンシャイン計画において1974年から固体酸化物形燃料電池（SOFC<sup>17</sup>）が、ムーンライト計画において1981年から熔融炭酸塩形燃料電池（MCFC<sup>18</sup>）が開発されており、それぞれニューサンシャイン計画に引き継がれ、現在も新しい体制の下で研究開発中である。

## **(2)固体高分子形燃料電池の開発競争（1990年代～）**

固体高分子形燃料電池（PEFC<sup>19</sup>）は、現在最も注目されている燃料電池である。その技術的特長は、他の燃料電池に比べ、作動温度が低く、小型化が可能であり、エネルギー密度が高いことである。1965年に米国の宇宙船ジェミニ5号に搭載され、宇宙用で始めて実用化された。カナダのBallard<sup>20</sup>は、1983年にカナダ国防省の資金を得て本格的に開発に着手し、1987年にはDow膜を使用して高出力密度を実証した。加えて、米国のロスアラモス研究所が白金使用量の低減の見通しを示したことにより、ここから民生分野における世界的な固体高分子形燃料電池の開発競争がスタートすることとなった。小型化・高出力密度化が可能となり、コスト面でも商品化につながる可能性が出てきたことや、りん酸形燃料電池では不可能だった自動車用や家庭用・小型業務用といったマーケットもターゲットに入ったことで、長期的な環境対策を行う必要に迫られていた自動車会社を中心に、開発への取組みが本格化した。我が国政府も1992年からニューサンシャイン計画において、運輸・民生用燃料電池（固体高分子形）技術開発に着手した。また、我が国の自動車産業も1992年から技術開発を開始し、1990年代の半ばには、試作車を製作するまでになった。

---

<sup>17</sup> Solid Oxide Fuel Cell

<sup>18</sup> Molten Carbonate Fuel Cell

<sup>19</sup> Polymer Electrolyte Fuel Cell

<sup>20</sup> Ballard Power Systems

### **(3)固体高分子形燃料電池の実用化への本格的な取組み(2000年～)**

固体高分子形燃料電池の開発を更に加速化させたのは、Ford とともに、Ballard に資本参加した DaimlerChrysler が 1998 年に世界で初めて燃料電池自動車の 2004 年実用化を発表したことが契機となっている。

我が国において、以下のような産学官の取組みが活発化してきている。

#### **ミレニアム・プロジェクト**

固体高分子形燃料電池の実用化に向けた我が国政府の本格的な動きとしては、2000 年度の予算において、固体高分子形燃料電池に関するプロジェクトがミレニアム・プロジェクト<sup>21</sup>の一つ、地球温暖化防止等に役立つ環境分野の有力な技術として取り上げられたことに始まる。このミレニアム・プロジェクトでは、具体的には、経済産業省において、固体高分子形燃料電池の安全性・信頼性等に係る基準等の策定に向けた試験・評価手法の確立を目指す「燃料電池普及基盤整備事業」が開始された。また、同じく 2000 年度から、燃料電池の試験装置の開発を行う「高効率燃料電池システム基盤技術開発事業」及び実用化に必要な生産技術、コスト低減技術、量産化技術等の開発を行う「高効率燃料電池システム実用化技術開発事業」の各事業も開始された。

ミレニアム・プロジェクトにおいては、成果の出たものから順次、ISO、IEC に提案を出しており、例えば、ISO (TC22 / SC21) の WG1 (安全)、WG2 (用語) においては、日本案を基にドラフトを作成中である。

#### **燃料電池実用化戦略研究会**

固体高分子形燃料電池の実用化には、燃料電池スタックや改質器等の高効率化、高耐久性、低コスト化等の技術開発、燃料電池の市場受容性を高めるために必要な標準・安全基準等の整備、現行制度の見直し、燃料供給をどうするかといった数々の大きな検討課題が存在しており、さらに、こうした課題を解決するためには、自動車業界、電気機器業界、素材業界、エネルギー業界を始めとする関係業界、大学・国立研究所等の研究機関及び政府が一体となった幅広い検討の枠組みが必要であると認識されたため、1999 年 12 月、経済産業省資源エネルギー庁長官の私的研究会として「燃料電池実用化

<sup>21</sup> ミレニアム・プロジェクトは、故小渕恵三総理の提唱によるものであり、西暦 2000 年の新たなミレニアム(千年紀)に因み、人類の直面する課題に応え、新しい産業を生み出す大胆な技術革新に取り組むため、情報化、高齢化、環境の三つの分野において、プロジェクトを採択し、産学官一体となって未来を切り拓く核を作り上げるものである。

戦略研究会（以下「戦略研究会」）」が設置された。

戦略研究会は、2001年1月に「燃料電池実用化戦略研究会報告（以下「戦略研究会報告」）」を取りまとめ、燃料電池の意義の明確化、燃料電池実用化・普及に向けた課題の整理、課題解決の基本的な方向性の提示を行っている。また、2001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（以下「技術開発戦略」）」を策定し、固体高分子形燃料電池関連技術の現状レベルの整理、システム及び個別要素技術の開発目標の設定、最重要技術課題の特定、技術開発における産学官の役割分担の明確化などを行っている。

### **燃料電池実用化推進協議会**

また、同じく戦略研究会報告を踏まえ、2001年3月に民間企業から構成される任意団体として「燃料電池実用化推進協議会（以下「推進協議会」）」が設立された（2002年4月末現在133者参加）。推進協議会は、燃料電池実用化に向けた具体的な課題解決策を検討する際の民間側の検討・協議の場として活動しており、定期的に国に対する要望・提言等を行っている。

このように戦略研究会及び推進協議会は、我が国の燃料電池実用化・普及に向けた取組みにおいて、産学官の有機的な連携を図る際の中核的な機関として極めて重要な役割を果たしている。このような産学官の検討の場、民間の検討の場及びその連携の枠組みは、欧米にも例がなく、内外の注目を集めるとともに、我が国の産業界からは高い評価を受けている。

### **経済産業省、国土交通省、環境省等における燃料電池実用化に向けた取組み**

#### **（経済産業省）**

経済産業省においては、戦略研究会報告及び技術開発戦略を踏まえ、2001年8月に「固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム<sup>22</sup>」を策定し、産学官の適切な役割分担の下、固体高分子形燃料電池技術開

---

<sup>22</sup> プログラムとは、経済産業省における技術開発マネジメントの一手法であり、研究開発による技術的ブレイクスルーを主たるツールとして達成すべき政策目的について、その政策目的の下、類似の研究開発の整理、複数の研究開発や他の施策との連携等を含め統合された政策パッケージである。「固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム」もその一つであり、固体高分子形燃料電池関連の技術開発予算や関連の施策を体系化したもの。

発、水素エネルギー利用技術開発、燃料電池自動車・水素供給ステーション・定置用燃料電池の実証試験、基準・標準等の基盤整備事業（ミレニアム・プロジェクト）など体系的・総合的な予算事業等の執行により燃料電池の実用化に向けて取り組んでいる。また、2001年度からは、JEVA電気自動車フォーラムにおいて、日米欧政府による燃料電池自動車の開発状況に関するパネルディスカッション等を実施している。

### （国土交通省）

国土交通省においては、現在まで国内で自動車メーカー4社が実施している燃料電池自動車公道走行試験のための大臣認定を行ってきている。また、1999年度から「燃料電池自動車技術評価検討会」を開催し、2003年以降の燃料電池自動車の実用化に必要な安全・環境に関する評価手法の検討を行うとともに、2002年度以降「次世代低公害車開発促進事業」において、実証試験を行いつつ、燃料電池自動車の大量普及に備えて、安全・環境に関する基準の整備（技術基準の策定）を行うこととしている。また、2000年度から「燃料電池自動車国際シンポジウム」を開催し、燃料電池自動車の開発状況等について、一般の方への周知を図っている。

定置用燃料電池については、1999年度から住宅用燃料電池の導入・実用化に関する調査研究を行うとともに、2001年度からはエネルギー資源の自立循環型住宅技術の開発委員会による検討（建築研究所の実験棟を利用した燃料電池等の実証実験等を含む。）を行っている。また、水素貯蔵・供給技術として液体有機ハイドライドを利用した研究開発プロジェクト（北海道大学）や、積雪寒冷で広域分散型社会である北海道における燃料電池活用型社会形成についての調査を行っている。

### （環境省）

環境省においては、神戸市ポートアイランドにおいて廃棄物を活用した生ごみバイオガス化燃料電池（りん酸形定置用）発電施設の実施検証事業を行っている。また、生ごみのメタン発酵による燃料電池等を設置する地方公共団体に対してその設置費用を一部助成するとともに、グリーン購入法による特定調達品目として燃料電池を指定している。また、2001年度からは、「低公害車フェア」において、燃料電池自動車の展示を行っている。

### （農林水産省）

農林水産省においては、バイオマス資源を用いた燃料電池に使用しうる各種燃料製造の研究を行っている。

## 小泉総理によるイニシアティブ

小泉総理は就任以来、一貫して以下のような燃料電池の早期実用化に向けた取組みに傾注している。

施政方針演説において、「水素エネルギー」という言葉がはじめて使われ、総理自ら 3 年以内の実用化という明確な目標を掲げたこと、また、閣僚懇談会において、関係閣僚に対して、政府として燃料電池自動車の第 1 号車を含め数台の率先導入を行うとともに、安全性の確保を前提とした包括的な規制の再点検を実施するよう指示を行ったことの意義は大きい。

## 総理、関係閣僚、各党派代表等による燃料電池自動車試乗会開催

小泉総理から「次世代自動車の本命である『燃料電池自動車』の推進を図る観点から、これに試乗する機会を設けるように」との指示が経済産業省に対して行われ、これを受けて、2001 年 12 月 13 日、燃料電池自動車試乗会が開催された。

- ・参加者：小泉内閣総理大臣、平沼経済産業大臣、川口環境大臣（当時）  
各党派代表〔公明党、保守党、民主党〕
- ・参加会社：トヨタ、日産、本田、マツダ
- ・場 所：国会構内衆議院前庭駐車場

## 小泉内閣総理大臣施政方針演説（第 154 回国会 2002 年 2 月 3 日）

- ・演説（抜粋）：  
「燃料電池は、水素をエネルギーとして利用する時代の扉を開く鍵です。自動車の動力や家庭の電源として、3 年以内の実用化を目指します。」

## 小泉内閣総理大臣 閣僚懇談会発言（2002 年 4 月 26 日）

- ・発言内容：  
「2003 年にも試験的な市販が想定される燃料電池自動車の第 1 号車を含め数台を、政府として率先導入することとしたい。  
燃料電池自動車については、環境問題への対応、エネルギーセキュリティの確保、我が国産業の競争力の強化との観点から、我が国において、世界に先駆けた早期実用化を図ることが重要である。  
関係閣僚におかれては、率先導入に必要となる措置を 2002 年中に講じるとともに、初期段階の普及を睨み、2005 年を目途に、安全性の確保を前提としつつ、包括的な規制の再点検を進めていただきたい。」

## **副大臣 燃料電池プロジェクトチーム**

燃料電池プロジェクトチームは、2002年2月20日、経済産業省古屋圭司副大臣（主査）及び大島慶久副大臣、国土交通省佐藤静雄副大臣及び月原茂皓副大臣、並びに環境省山下栄一副大臣の5副大臣の構成により発足し、燃料電池自動車及び定置用燃料電池の開発・普及施策の拡充・強化に向けた検討を実施している。

## 4. 燃料電池実用化・普及に向けた課題

これまで述べてきたように燃料電池は、極めて優れた特性を有するが、その実用化・普及に向けては、解決すべき課題も多い。固体高分子形燃料電池、水素エネルギー関連技術について、各省、産業界からのヒアリングや現地視察等を通じて浮かび上がった課題を整理する。

### (1)基本性能の向上

燃料電池の基本性能の向上に関する課題は、以下のとおりである。

#### 燃料電池スタック関連

出力密度の向上、耐久性の向上（自動車用 5,000 時間以上、かつ、起動停止 3~6 万回 / 10 年、定置用 40,000 時間以上）、イオン交換膜の耐高温化・低加湿化・無加湿化・耐久性向上、白金担持量の低減、白金代替触媒の開発、セパレーターの軽量化・薄型化、等。

#### 改質器関連

耐久性の向上、サイクル寿命の向上、起動性・負荷追従性の向上、小型化・軽量化、自動車用ガソリン改質器の開発、定置用における熱効率向上、等。

#### 自動車用水素貯蔵技術関連

乗用車において 1 充填の航続距離が 500km 以上となる水準を目標とし、そのために必要な水素 5kg を貯蔵しうる貯蔵技術が必要である。

- ・圧縮水素方式：更なる高圧化（70MPa）
- ・液体水素方式：ボイルオフガス対策
- ・水素貯蔵材料方式：水素吸蔵合金（メタル・ハイドライド）、水素貯蔵化学物質（ケミカル・ハイドライド）、カーボン・ナノ・チューブ、等

#### 燃料電池システム関連

システム構成の最適化、耐久性・信頼性の向上、低温対策、起動性、運転負荷追従性、排熱回収効率向上、補機の効率向上、等。

## 水素安全、水素燃料供給インフラ等周辺技術

現在、水素圧縮機、電磁バルブ、高圧タンク等が外国製であり、水素インフラの円滑な整備にあたって支障となる可能性があることから、こうした技術を国内にも保有することが必要である。また、水素の安全性を確保するための諸技術の開発も重要である。

## (2)経済性の向上

燃料電池の普及にあたっては、経済性の向上が不可欠であるが、その課題は以下のとおりである。

なお、燃料電池の実用化時期から普及時期に移行する段階においては、性能の一層の向上とコスト低減を同時に達成することが困難な場合もあると想定されるが、燃料電池という市場にとって新たな技術・製品の普及促進を図るという観点に立てば、コスト低減をより重視すべきである。

### 自動車用

コスト目標については、燃料電池自動車はその普及時期において既存の乗用車クラスのガソリン自動車と同程度のコストを達成することが必要である。

- ・燃料電池のシステム・コスト（改質器その他周辺機器を含む）  
：5,000円/kW以下

燃料電池自動車の普及のためには、燃料供給施設の経済性を向上させ、合理的な価格で燃料供給を可能とすることが不可欠であり、このため、燃料供給施設の規模や施設、燃料そのものの輸送も含め、目標値を設定し、必要な技術開発を推進すべきである。

### 定置用

コスト目標については、定置用燃料電池がその普及時期において、家庭用では既存の給湯器と系統電源を合わせたものと同程度のコストを達成する、業務用では、ディーゼル発電機やマイクロガスタービンなど既存の分散型発電装置と同程度のコストを達成することが必要である。

- ・家庭用システム価格：30万円/台以下
- ・業務用システム価格：15万円/kW以下
- ・ランニング・コスト：効率向上により削減される燃料費（累積）で追加的なシステム・コストを概ね3～5年以内に回収できるようなランニング・コストとなること。

### **(3)自動車用燃料供給体制の整備**

燃料電池自動車の普及にあたっては、燃料供給設備及び燃料輸送の安全性の確保を前提としつつ、燃料の選定・規格化と燃料供給インフラの整備が必要である。既に実用化されているクリーンエネルギー自動車であるハイブリッド自動車と天然ガス自動車の普及状況を見てもわかるとおり、燃料供給インフラの整備状況が自動車の普及を左右する。特に、水素という新たな燃料を使用する場合は、ガソリン自動車、ガソリンインフラという既存の選択肢と競争しつつ、如何にして市場においてインフラ整備と燃料電池自動車の量産化の好循環を実現させるかが重要であり、そのためにはトータル・エネルギー・システムをどのように構築するのが課題である。

なお、燃料電池自動車の燃料選択にあたっては、単に自動車単体の効率、二酸化炭素等の環境負荷物質の排出量のみで判断することなく、1次エネルギー資源から複雑多様な燃料パス（チェーン）を経て最終的な自動車使用に及ぶ総合エネルギー効率<sup>23</sup>及び安全性などについて、客観的かつ正確に評価することが重要である。また、これは地域条件をはじめ、使用条件、目的などに依存するところが多く、さらに、技術の進歩に応じて相対的な優位性は容易に変化するるので、これらの状況を総合的かつ的確に把握して将来の燃料選択を的確に行うことが要請される。

### **(4)ソフトインフラの整備**

燃料電池自動車、定置用燃料電池とも、その実用化・普及段階では、一般消費者を含む不特定多数の者が取り扱うことになるため、安全性・信頼性等の基準作りが必要であるとともに、普及にあたっての利便性を高めるため、機器等の標準化が必要である。

しかしながら、固体高分子形燃料電池は、新たな技術であることから、こうした基準や標準は未整備である。このため、早急に周辺要素、インフラまで含む実用化の環境整備に必要な基準・標準項目の特定を行うとともに、併せて、安全性の確保を前提としつつ、包括的な規制の再点検を実施することが重要である。

こうした基準・標準等に係る活動のうち国際標準化に係るものについては、現状では欧米諸国が中核的役割を果たしているが、我が国の達成技術、その他の環境条件を的確に反映するため、その技術、知見に基づいて、より積極的な働きかけを行うことも重要である。

---

<sup>23</sup> Well to Wheel（油井から車両の走行まで）のトータルなエネルギー効率のこと。

## **(5)社会的受容性の向上**

燃料電池が普及するにあたっては、その意義（二酸化炭素削減効果、総合エネルギー効率、地域環境の改善効果等）やコスト、利便性、安全性（耐火災、耐爆発等）について、国民一般を含む社会全体から正しい認識を得ながら進めることが必要である。

また、燃料電池の本体のみならず、その燃料についてもその社会的受容性を向上させる必要があり、特に、これまで取り扱った経験の少ない新規なものが燃料電池に使用される場合には、特に配慮が必要である。

特に、爆発性のある水素の燃料への使用については、安全性の確保が最重要であり、安全性の検証に係るデータの蓄積、安全に係る社会的規制の確立、安全な取扱い方法の確立等の点について検討を進めることが必要である。

## **(6)その他**

### **燃料電池開発に携わる人材不足**

固体高分子形燃料電池の研究開発は、最近、4～5年で急加速されているが、その研究開発に携わる人材（特に、電気化学分野）についての不足が指摘されている。企業によっては、関係部署から、200～300人を招集し体制を整えているところもあるが、人材不足のため、基礎的技術は有しながら事業機会を失ってしまう企業が存在するとの懸念もある。国立研究所等においても、燃料電池の研究者の養成が課題である。したがって、燃料電池に係る官民の専門家の育成を早急に行うことが必要である。

現在、大学、国立研究所等においては、固体高分子形燃料電池の研究開発が注目されていることから、今後、優秀な人材の輩出が期待されるが、企業も含めた人材の交流により、一層の人材育成を進めることが重要であり、さらには、ベンチャー企業等の起業化を促すような制度を通じて人材の育成を支援することも必要である。

### **資源制約への対応、廃棄問題**

白金、ルテニウムなどの燃料電池の製造に不可欠な触媒については、資源制約（量的制約と地域的偏在）への対応とともに、高価な素材であることから燃料電池コスト低減の観点からの対応も必要である。したがって、触媒使用量を低減する技術開発を行うとともに、量産化のための必要量を確保する供給体制及び貴金属のリサイクルを行える社会的システムを当初から構築しておくことの検討も必要である。特に、自動車は、白金、ルテニウム以外に

も含まれる有用資源の量が多く、更なるリサイクル率の向上が課題となっていることも十分に踏まえて対応すべきである。

固体高分子電解質膜に使用されているフッ素系化合物については、その回収技術の研究が行われているが、廃棄・処分の問題も環境への影響防止の観点から、検討すべき課題である。

## 5 . 燃料電池実用化・普及に向けた今後の取組みの方向性

### (1)固体高分子形燃料電池実用化・普及における新たな政策モデルの提示

固体高分子形燃料電池は、以下に示すように、その技術の置かれている状況に特色があり、その実用化・普及に向けた施策が有効に機能すれば、今後の他の分野における技術開発政策や技術開発プログラム・マネジメントにとって、モデルケースとなる要素を含んでいる。こうした意義を有することから、新たな政策モデルとして提示できるように、固体高分子形燃料電池の実用化・普及を積極的に推進していくことが重要である。

自動車、電気機器、素材、中間材・部品、化学、石油、ガス、電力、プラント等関連する産業の範囲が幅広く、一国の産業集積の総力を問われる技術であること。

技術開発競争が本格的に開始された時期が比較的新しいこと。

我が国産業の技術のレベルが世界のフロントランナーであること。

我が国産業の比較的得意とする製造技術・生産技術<sup>24</sup>、品質管理技術<sup>25</sup>が耐久性・低コスト等最終製品の競争力において最終的なキーとなること。燃料電池の開発とともに燃料供給インフラ整備を含めたトータル・エネルギー・システムの構築が必要であること。

環境性能に優れるなどの特性はあるものの、エネルギー分野においては低コストの競合技術が既に存在すること。

量産効果により価格が下がることが見込まれること。

国際商品でありグローバル・マーケットが狙えるものであること。

グローバル・スタンダードの形成が技術開発と同時進行中であり、我が国もその過程に十分に関与できること。

新たな技術分野であり、包括的な規制の再点検を行う必要があること。

<sup>24</sup> 例えば、自動車用及び定置用燃料電池においては、セルを直列に積み重ねたセルスタック（自動車用で400～500セル程度、定置用1kW級で50セル程度）とする必要があり、電極や電解質、セパレーターのいずれの構成部材も均一な性能であることが要求される。一部でも性能の劣る部分が存在すれば燃料電池全体の性能低下を招くとともに、逆に他の部位より性能の優れる部分があればその部分に過剰な電流が集中し寿命の低下を招くこととなる。各構成部材における性能の均一性を達成する高度で安定した生産技術・ノウハウの確立は、燃料電池の普及段階の製造において極めて重要である。

<sup>25</sup> Total Quality Management

## (2)需要サイドからのアプローチの重要性

### 産業創出における需要サイドからのアプローチ

現時点において振り返れば、りん酸系燃料電池の開発においては、開発の計画段階において、発電効率、発電容量等その技術の基本的な特性、対象とするマーケットの規模・特徴の十分な分析に基づく開発目標（性能、コスト、市場投入時期等）や開発体制が必ずしも適切に設定されていなかった、又は、当時得られていた知見を前提にすれば計画が妥当なものであったとしても、プロジェクトの進展とともに発生した外部環境の変化に応じて適切な軌道修正ができなかったとも考えられる。比較的限られた企業による開発体制の下、当時としては高い技術的ハードルを超えるべく、10年以上にも及ぶ長期の研究開発期間を設定し、途中の段階で市場の評価を取り込むことがなかったことにより、計画当初に目標としたものが完成したにも係わらず、現在のところ市場に受け入れられていないという事実は、今後の技術開発プロジェクトの実施において十分踏まえるべき事項である。

なお、我が国の本格的な燃料電池開発の第一歩であるりん酸系燃料電池開発を通じて、我が国の産業界及び研究機関に蓄積された燃料電池に係る知識ノウハウは、その後の固体高分子形燃料電池等の開発においても、有効に活用されており、一定の知的ストックの形成には資している。

これとは対照的に、天然ガス・コージェネレーション・システム（GCS<sup>26</sup>）は、新エネルギーの中では、比較的普及が進んでいる。これは、販売対象とする需要側のニーズを的確に把握し、標準化、パッケージング化など必要な対応を行ったこと、比較的技術的ハードルの低い商品開発においては、技術開発補助金は投入しなかったものの、導入補助金が存在したことにより市場の見通しが得られ、研究開発の成果をいち早く市場に曝し、マーケットの評価を研究開発に取り込むなど、企業間の積極的な開発競争により、性能向上、低コスト化が進展したこと、需要家にシステム導入によるランニング・コストのメリットが明確に存在したことなどが、その理由であると考えられる。

企業の創意工夫や活力を引き出し、市場における量産効果により、コストダウンを図り、市場自立化、産業創出をマネジメントしていくかという観点からは、上記 GCS の場合のアプローチに加え、包括的な規制の再点検を行うことも必要である。

いずれにせよ、商品開発、付加価値の創造、産業創出などにおいては、需

---

<sup>26</sup> Gas Co-generation System

要サイドから光を当ててものごとを捉えていくということは、非常に重要であると考えられる。

### 技術開発における需要サイドからのアプローチ

科学技術に関する知識が極度に多様化、高度化し、膨大なストックを形成した今日において、開発を目指す商品の側においても極めて多様で高度なニーズが存在することから、以前のようにある一つのキーとなる技術を開発すれば、それがそのまま商品に結び付くことが少なくなっている<sup>27</sup>。また、時代背景として、概ね確実な未来が約束されたキャッチアップの時代とは異なり、自らがフロントランナーとなることによって未来に対する不透明性が増した変化の激しい時代においては、リスクを取りつつ未来を切り拓かなければならなくなっている。

こうした状況においては、「技術シーズ先にありき」で、基礎研究、応用研究、実用化開発を行うといった積み上げのアプローチではなく、最終商品を明確に設定した上、多様な知識ストックの中からそれに必要な技術・知識・知見を機動的に集約・統合し、それでも不足する場合は、必要に応じシーズ開発にまで遡って開発を行うという「需要・ニーズ先にありき」のアプローチの方が優位性があると考えられる。研究者・技術者にとっても、後者のアプローチを取る方が、研究開発・技術開発目標が具体的かつ明確に認識されることによって、付加価値を生む研究開発につながる。また、限られた研究開発資金を効率的に投資・配分する意味でも、こうした需要サイドからのアプローチは、有効である。

なお、こうした需要サイドからのアプローチが有効に機能するためには、需要サイドのニーズの変化に合わせて、供給サイドが柔軟にかつ機動的に対応できることが必要である。このため、大学、研究機関、企業の技術開発部門においても、外部の環境変化、ニーズの変化に対応できる柔軟な内部構造を有していることが必要不可欠となり、大学改革、組織改革等の実行による新たなイノベーション・システムの構築が期待される。

---

<sup>27</sup> 燃料電池自動車などは、各種の多様な技術の積み上げの結果として得られる総体としての技術であり、技術の組合せの選択肢が無数にあることから、如何にして効率的な研究開発マネジメントを行うのかは重要である。遺伝子工学や医薬品開発などは、現在においても、研究開発結果が比較的商品に直結しやすい事例である。

### **(3)世界に先駆けた実用化・普及に向けた我が国の戦略的取組みの重要性**

人、モノ、金、情報の自由な移動など経済活動のグローバル化の進展に伴い、企業やその構成員である個人までもが熾烈な国際競争を迫られる時代になった。国家においても、国際的な制度間競争を迫られている。こうした中で、国家とそこを足場に活動する企業、個人は、国際競争において長期的な視点に立って戦略的に一体となって取組むことが必要となる。

燃料電池は、国際商品であり、そのターゲットとするところは、地球温暖化問題等を背景として今後拡大することが見込まれているエネルギー・環境分野におけるグローバル・マーケットである。また、燃料電池がマーケットに受け入れられるか否かは、世界に先駆けて性能向上とコストダウンを図れるかに懸かっており、産学官一体となった、更なる技術開発と量産効果による早期のコストダウンの達成が必要不可欠である。

政府としては、このような観点から燃料電池の実用化から普及に至るフェーズにおいて、政策ツールを戦略的に活用しつつ、研究開発、インフラ投資といった供給サイドの動きと機器の導入・利用といった需要サイドの動きとをマネジメントし、他国に先駆け上記の目標を達成できるかが課題である。

#### **戦略的な技術開発の推進**

燃料電池の技術の特徴として、最終商品に仕上げ、利用するまでを含めると関連する技術の要素や乗り越えるべき課題が非常に多岐にわたることから、一企業あるいは一業界だけではすべての課題の克服は不可能である。

このため、最終的なゴールに向けて、適切な役割分担の下、全体の状況に対する認識を共有しつつ、有機的・体系的に技術開発に取り組んでいくための技術開発マップが必要である。既に燃料電池実用化戦略研究会においては、需要サイドからアプローチによる目標設定等を織り込んだ「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」が策定されている。今後は、この技術開発戦略に基づき、産学官の適切な役割分担の下、技術開発を推進すべきである。

なお、民間団体である燃料電池実用化推進協議会において、更に詳細な技術開発に係るロードマップを必要に応じ作成する意義は大きい。

#### **普及を加速化する市場環境整備の推進**

市場環境整備においては、企業の技術開発の進展状況を含む産業の実態を十分に把握しつつ、適切なタイミングで適切な市場環境整備を行っていくことが重要である。

具体的な実施事項としては、詳しく後述するが、実用化に近づいた時点での実証試験の実施、導入段階までに包括的な規制の再点検、基準・標準の整備、安全性の検証に必要なデータの蓄積を前提とした安全性の確保、国際標準化対応、導入への各種インセンティブの付与、実用化・導入段階における普及啓発の他、自動車用燃料の規格化、自動車用燃料供給インフラの整備に向けた方針の決定等エネルギー固有の事項も含まれる。

これらの実施にあたっては産学官が適切に役割分担を行うことが必要である。また、産業の状況を十分に把握するため、燃料電池実用化推進協議会と政府との連携は重要であり、更に詳細な導入シナリオを推進協議会において策定することも意義がある。

#### **(4)タイムフレーム、導入目標、取組みの方向性**

##### **2005年頃まで（基盤整備、技術実証段階）**

2003～2004年には、燃料電池自動車の実用車、定置用燃料電池の限定的な市販の開始が計画されている。現在から商用レベルの燃料電池の初期導入が想定されている上記の2005年前後までの期間は、燃料電池の実用化・普及に向けて制度面、安全面及び技術開発面での基盤整備を行うとともに、主要技術の実証を行う上で、最も重要な期間である。

この段階においては、以下のような具体的な取組みが必要である。

最新の技術動向を踏まえながら、ミレニアム・プロジェクトを継続的かつ着実に実施することにより、燃料電池の安全性・信頼性等に関するデータを蓄積するとともに、試験・評価手法を確立する。これを受けて各種の基準・標準を策定するとともに、包括的な規制の再点検、水素を安全に取り扱う手法の確立等のソフト面での普及基盤整備を行う。

規制については、総理の指示を踏まえ、2005年を目途に、安全性の確保を前提としつつ、包括的な再点検を実施する。

ミレニアム・プロジェクトの検討や民間の技術開発動向を踏まえつつ、燃料電池自動車、定置用燃料電池の燃料規格の確立を図る。

技術開発戦略に基づき、燃料電池スタックなど共通的・基盤的な要素技術について基本性能の向上、低コスト化等実用化に向けて必要な技術開発を推進する。

主要技術に関する実証試験や評価を実施することにより、技術的・経済的フィージビリティを検証するとともに、実証試験のデモンストレーション効果により社会的受容性を高める。

- ・燃料電池自動車：大臣認定による試作車のフリート走行や水素供給ステーションの実証  
ガソリン改質型燃料電池自動車の技術の見極め
- ・定置用燃料電池：住宅展示場でのモデルハウスや実験住宅における集団的モニター等による実証

こうした実証試験を行うことにより、民間の技術情報等も併せ、燃料ごとに総合エネルギー効率、環境特性、燃料供給インフラコスト、安全性等についての客観的なデータ・情報の収集・分析・評価を行い、主要な技術が出そろった段階で、その後の燃料供給体制の整備について、データ・知見に基づく議論を行うことが必要不可欠である。

その上で、燃料電池自動車の導入普及に支障が生じないよう、ある段階で資源エネルギー庁として、関係省庁の意見を踏まえつつ、エネルギー・インフラの整備の方向性を打ち出すことが必要となる。なお、このインフラ整備の方向性を検討する際には、既存の内燃機関自動車と燃料電池自動車の性能や将来性も含め評価を行い、既存の内燃機関自動車も含めたトータルのエネルギー・インフラの維持・整備方針を示すことが必要である。

ライフサイクルにおける環境への負荷を明らかにするとともに、環境性能の優位性等の検討を行う。

政府においては、総理の指示により、燃料電池自動車の市販第1号車を含む数台の率先導入を行う。

### **2005～2010年（導入段階）**

2005年頃から2010年頃までの期間は、燃料電池の実用車、実用品の導入と、その加速的導入を目指す期間であり、燃料電池のより一層の性能向上、低コスト化を強力に推進するとともに、燃料供給体制の段階的整備等、燃料電池の普及に向けた環境整備を実施する期間である。

2010年における導入目標は、燃料電池自動車約5万台、定置用燃料電池約210万kWである。

この段階においては、以下のような具体的な取組みが必要である。

技術開発戦略の第2フェーズの策定を行い、民間では商品開発、一層の性能向上、低コスト化の技術開発を、政府では一層の性能向上、低コスト化につながる共通的な要素技術開発を強力に推進する。

燃料電池自動車については、各企業が一層の性能向上、低コスト化に向けた技術開発を推進する。また、モデルプロジェクト等も活用しつつ、燃料供給体制の段階的整備を開始する。さらに、初期需要創出及びモデル事業という観点から、公共機関、公共交通などを中心として、公用車・バス等の燃料電池自動車の率先導入を推進するとともに、燃料電池関連企業による率先導入を推進する。

定置用燃料電池については、導入・普及促進を開始する。各企業は、一層の性能向上、低コスト化に向けた技術開発を推進する。また、初期需要創出及びモデル事業という観点から、公共施設等を中心として、定置用燃料電池の率先導入を推進するとともに、燃料電池関連企業による率先導入を推進する。

### **2010年以降（普及段階）**

2010年頃以降の期間は、燃料電池が本格的に普及していく期間である。燃料電池自動車の燃料供給体制が一定程度整備されるとともに、量産効果により燃料電池の価格が低下し、市場は自律的に拡大・進展していくことが期待される。

2020年における導入目標は、燃料電池自動車約500万台、定置用燃料電池約1000万kWである。

この段階の初期においては、以下のような具体的な取組みが必要である。

公共機関、公共交通、燃料電池関連企業のみならず、一般民間部門においても導入促進を行い、引き続き需要の創出に努めることにより量産効果の発揮を促す。

各企業においては、量産効果によるコスト低減と技術開発によるコスト低減、性能向上を目指す。

今後の燃料電池に係る技術開発動向の進展によって上記見通しは変わり得ることから、常時見直しを行うことが必要であるが、燃料電池自動車の実用化・普及を促進するためには、燃料電池自動車の燃料に関する見通しを踏まえ、燃料供給体制の整備に向けて取り組む必要がある。

## 6. 燃料電池プロジェクトチームの提言

燃料電池自動車及び定置用燃料電池の実用化・普及は、運輸部門、民生部門における二酸化炭素排出抑制に寄与すること、燃料供給源の多様化によりエネルギー安全保障の確保に資すること、さらには、我が国の産業競争力強化や新規産業・雇用創出も期待できることから、我が国における実用化・普及が強く期待されている。

こうした状況を踏まえ、燃料電池自動車、定置用燃料電池及び関連する水素エネルギー技術の実用化・普及の加速化に向けて、今後、拡充・強化すべき施策を提言する。

### (1) 戦略的技術開発の推進

#### 【基本的考え方】

技術開発については、引き続き「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」に基づき、産学官の適切な役割分担の下、実施していく。

#### 【参考：最重要技術開発課題】

- 共通要素技術（膜、電極、触媒、セパレーター等）の開発
- 水素貯蔵技術の開発
- 液体炭化水素系燃料の車上改質技術の開発
- GTL（Gas to Liquid）製造技術の開発

#### 【既存対策の概要】

- ・固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム 他
- ・民間企業における技術開発

#### 【追加的に実施すべき対策】

- ・水素の安全性に係る技術の確立
- ・水素の圧縮機、電磁バルブ等の海外依存技術の国産化
- ・700気圧対応の車両搭載型超高压タンクの開発
- ・水素貯蔵技術開発の加速化
- ・液体炭化水素系燃料の車上改質技術の加速化 等

## 【留意点】

燃料電池は、新たな技術であり、特定の要素技術であれば、必ずしも大企業のみが研究開発を行いうるものではないことから、新たな発想を持ったベンチャー型企業による技術のブレイクスルーも期待される。大学での基礎研究の起業化や既存大企業の研究部門からのスピン・オフも起こり得る。こうした新たな技術をもった新形態の中小企業が数多く輩出し技術力を競うことは、既存の大企業へも刺激を与えるという副次的効果も併せて、燃料電池開発の加速化と我が国の産業競争力強化にも資するものである。また、中小企業の活躍は地域振興の観点からも重要である。

また、近年、携帯電話やパソコン等の携帯機器における消費電力の増加や使用時間の激増により、エネルギー容量の大きな携帯用新電源の開発が急務となっている。蓄電池の最高性能を持つリチウム電池の能力でさえ、超えられない目標であり、これを達成できる可能性のあるのは、燃料を外部から供給できる燃料電池しかないと言われている。今後、確実に需要が見込める市場であり、我が国の産業競争力強化の観点からも、これに対する取組みを検討することも必要である。

## (2)実証試験、先進的モデル事業の推進

### 燃料電池自動車

#### 【基本的考え方】

燃料電池自動車については、特に、水素のような新たな燃料を使用する場合、燃料供給インフラを設置して実証試験を行うことが非常に重要である。また、水素以外の燃料を使用する燃料電池自動車についても、実証試験を行うことは大きな意義がある。こうした実証試験を行うことにより、民間の技術情報等も併せ、燃料ごとに総合エネルギー効率、環境特性、安全性、燃料供給インフラコストについての客観的なデータの収集・分析・評価を行うことが可能となる。

特に、このような実状に近い実験によって得られた知見は、各種の関連製品、システムの基準、標準、規制に不可欠のものであり、国際的な標準化作業においてイニシアティブを取るためにも極めて重要である。また、このような実証試験を継続的に行うことにより、社会的関心、理解を深めて将来必要な社会的受容性、あるいは、コンセンサス育成に資することが期待される。

## 【既存対策の概要】

- ・首都圏における水素供給ステーションの実証を含めた産学官による大規模公道走行試験を2002年度から3年間の予定で実施
- ・国土交通大臣による試験自動車の認定

## 【追加対策】

- ・上記大規模公道走行試験の中でバス等フリート用途の車と燃料供給施設とを組み合わせた実証試験の実施
- ・水素供給ステーションの増設、段階的整備  
(移動用コンテナ、バイオマス原料水素供給ステーション、太陽光発電水素供給ステーション、超高压対応水素供給ステーション、等)
- ・安全性の確保を前提とした燃料電池自動車の試験走行のための国土交通大臣認定手続の柔軟な運用
- ・2005年を目途に燃料電池自動車の型式指定が可能となるような保安基準の整備
- ・「燃料電池自動車レース構想」

現在の燃料電池自動車については、燃料電池の更なる高効率化、小型・軽量化など燃料電池自動車を商品として販売する上で、必要とされる基本的な技術開発を進める段階にあるが、将来、燃料電池自動車が実用化され商品化が進み、一般への本格的な普及が進展する段階で、燃料電池自動車レースの実施を明確にすることは、燃料電池自動車の更なる技術開発・高度化を促していく上で有効な一方策である<sup>28</sup>。加えて、燃料電池自動車に対する国民の意識を高めていく上でも有効な方策である。

## 定置用燃料電池

### 【基本的考え方】

定置用燃料電池については、定置用燃料電池の試作品を利用した住宅展示場でのモデルハウスや実験住宅での集团的モニターによる実証試験あるいはコミュニティでのモデル事業により、実際の家庭での運転による省エネルギー効果及び耐久性の実証、利用する地域の気象条件や熱・電気の利用実態と運転

---

<sup>28</sup> 自動車の技術開発に対するレースの有効性

1885年、世界で初めてガソリンエンジンが実用化されて以来、自動車レースの存在は各社の技術開発を促し、自動車エンジンの性能・信頼性の飛躍的な向上に大きく貢献してきた。例えば、現在では多くの市販車に導入されている4バルブDOHCエンジンや、ターボチャージドエンジンなども、自動車レースにおける熾烈な競争の中で開発・実証された技術である。

方法の関係性、既存の電力系統に連系した場合の影響、余剰電力の取扱い等に関する各種データを収集することが、円滑な普及に向けた基本的な方向性を考える上で重要である。こうした実証試験を通じて、家庭用燃料電池について、社会的にも意義が大きい利用方法について検討が進むことが期待される。

### 【既存対策の概要】

- ・ 固体高分子形燃料電池コージェネレーション・システムの実証試験を実施
- ・ 生ごみバイオガス化燃料電池発電システムの実証試験を実施

### 【追加対策】

- ・ 大量普及時における適切な系統連系の確保のための検討  
(種々の台数、運転パターンを含む)
- ・ バイオマスから取り出したメタンガス利用燃料電池の更なる導入促進

### 【留意点】

定置用燃料電池の実証試験にあたっては、実際の居住者の協力が不可欠である。事業の実施にあたっては、自治体の積極的な参画が重要である。

定置用燃料電池の使い方については、供給者側が予期しなかった使い方があり得ることから、需要者側の創意工夫による実証試験の実施も意義がある。

## 地域特性を活かしたモデル事業の推進

燃料電池については、今後、様々な地域において、地域特性を活かしたモデル事業を推進していくことが必要である。

(例)

- ・ 北海道プロジェクト

北海道の地域特性<sup>29</sup>を踏まえ、北海道を燃料電池の先導的モデル地域とし、燃料電池活用型社会に向けた構想の形成、普及啓発のための公開型実証実験や公共分野での先行的導入などの取組みを推進し、北海道発の技術革新の成果を積極的に地域に定着させ、燃料電池関連産業の集積を図ることを目指す。

---

<sup>29</sup> 北海道は天然ガス、バイオマスなど、水素エネルギー資源に恵まれていることに加え、積雪寒冷な地域特性から家庭での熱需要が欧米諸国と同程度に大きく、発電の過程で発生する熱の利用が期待できること、北海道大学においても燃料電池関連の革新的な研究に取り組んでいることから、燃料電池の活用において高い適用可能性を有している。また、家庭の冬期暖房など化石燃料への依存が高く、燃料電池活用による二酸化炭素の削減効果が期待される。

### **(3)普及啓発の推進**

#### **【基本的考え方】**

固体高分子形燃料電池は、現時点では、ほとんど市場に供給されていないことから、国民一般の認知度は少なく、燃料電池という言葉も馴染みの薄いものであることから、その普及にあたっては、国民一般に対する啓発が重要である。

したがって、自動車用、定置用とも実証試験（デモンストレーション走行試験、実験住宅）を行うことは、各種評価のための実証データを得ることのみならず、国民の目に見える形で燃料電池システムの有効性を提示することになり普及啓発上の効果も大きいと考えられる。

また、早い段階での市販が見込まれている燃料電池自動車については、環境性能の優位性等を的確に評価し、その普及の意義を広報することも必要である。

さらに、使用される燃料についても、その安全性等についてミレニアム・プロジェクト等において正確で客観的な情報を収集するとともに、こうした情報を踏まえて適正な安全基準等を確立することが、その社会的受容性を高める上で重要である。

#### **【既存対策の概要】**

- ・小泉総理等による燃料電池自動車試乗会の開催
- ・各種シンポジウム・展示会の開催
- ・2002年度からの燃料電池実証試験を活用した燃料電池の普及啓発の実施

#### **【追加対策】**

- ・シンボルマークや商品名（ネーミング）の工夫（含む一般公募）
- ・学生による試作燃料電池自動車競技大会の開催（人材育成の観点も含む）
- ・燃料電池／水素エネルギーの総合学習用教材の作成
- ・愛知万博等の様々な場を活用したモデルサイトの整備
- ・可逆型燃料電池と太陽光発電、HEMS<sup>30</sup>などを組み合わせたシステムを活用した、エネルギー自立型住宅のモデル設置
- ・燃料電池自動車レース構想〔再掲〕
- ・燃料電池自動車及び定置用燃料電池の安全・環境面からの総合的な評価と普及啓発
- ・環境学習施設や集会施設での定置用燃料電池の設置・デモンストレーション

---

<sup>30</sup> Home Energy Management System

#### **(4)ソフトインフラの整備**

##### **【基本的考え方】**

不特定多数の消費者が使用する可能性が高い燃料電池の実用化を促進するためには、安全性等の基準を策定するとともに、燃料電池に使用される機器、燃料等の規格化等による標準化を行うことが必要であり、知識ベースやデータベースを含め、こうしたソフト面（制度面）でのインフラ整備が不可欠である。

現時点では、燃料電池に係る技術は基本的には新しい技術であるとともに、企業内での研究開発の成果も明らかにならないことから、ソフト面でのインフラ整備に不可欠な各種技術情報は不足しているのが実状である。また、各種燃料ごと又は使用方法によって異なる燃料電池の特性について他の既存のエネルギーと共通の尺度で客観的に評価しうる手法も確立していないところである。

こうした問題を解決するため、ミレニアム・プロジェクトが2000年度から開始されており、安全性・信頼性等に係るデータの収集や試験評価手法の確立を目指すこととされているが、今後とも最新の技術動向等を注視しながら、官民が連携を取りつつ、このプロジェクトを強力かつ着実に推進していくことが重要である。

国際標準化の活動においても、我が国がより積極的に働きかけを強めるためには、ISO、IECといった場で具体的な情報を提示しながら説得力のある技術論を展開することが必要となる。現在、ISO、IECの活動には、国内の3つの民間団体<sup>31</sup>が参加しており、これらの活動を支えるためにも、早期にミレニアム・プロジェクトの成果や2002年度から始まる実証試験の成果が標準化作業に活用できるよう事業の加速化を図るとともに、国際活動を更に強化する必要が必要である。

また、導入促進にあたっては、安全性の確保を前提としつつ、包括的な規制の再点検の早期の実施が不可欠である。

2002年度から2004年度までの3年間は、実証試験が実施され、この間に様々な実証データの収集分析が行われるが、この期間中に包括的な規制の再点検を行うことにより、2005年からの本格的な導入段階に入る際には、規制・制度面の整備が終了するよう目指すべきである。

電気事業分野における制度設計にあたっては、分散型電源による電力の供給を円滑に実施する支障となっているものがないかどうか検討することが必要である。

---

<sup>31</sup> 財団法人日本電動車両協会（JEVA）、財団法人エンジニアリング振興協会（ENAA）、社団法人日本電機工業会（JEMA）

### 【既存対策の概要】

- ・安全性・信頼性等の評価試験手法の確立
- ・国際標準化対応

### 【追加対策】

- ・安全性・信頼性等の試験評価手法の確立、国際標準化対応のため、ミレニアム・プロジェクトを更に推進
- ・安全性を確保した上での包括的な規制の再点検（規制の検討要望事項は、参考資料3（p.43～ ）参照）
- ・こうしたスケジュールの下、関係省庁は、包括的な規制の再点検や安全性に係るデータの収集・分析についての手順を明確にし、産業界はこれに必要な実験データ等の収集・分析について十分な協力を行う体制を整えるなど、それぞれ実用化・普及に支障が生じないようなスケジュールを作成した上での計画的な取組み
- ・包括的な規制の再点検に必要な種々の実験を実施する際の支援

## (5)その他

### 【普及促進の基本的考え方】

燃料電池については、自動車用、定置用とも2003～04年頃には実用車、実用品の販売が予定されているところであるが、導入初期段階では、イニシャル・コストが相当高く、燃料にもよるがランニング・コストも相当高いと見込まれることから、安全性の確保に十分留意しつつ、国、自治体等の率先導入、燃料電池関連企業の率先導入など量産効果が効き始めるまでの初期需要創出のため官民が総力を挙げて導入促進に努めるべきである。

燃料電池自動車については、燃料供給インフラの整備が極めて重要であるが、長期的には水素が燃料電池の有力な燃料であることから、政府としては、導入の初期段階においては、モデル事業等により段階的に水素供給インフラの整備の支援を検討する必要がある。

定置用燃料電池については、情報通信、病院、銀行等におけるバックアップ電源や災害時対応の可搬型電源など、非常時・緊急時等の電源として導入が進む可能性もあり、こうした面での利用・導入の促進を図ることも必要である。

**【既存対策の概要】**

- ・自治体、事業者向け導入補助金
- ・小泉総理による燃料電池自動車率先導入宣言

**【追加対策】**

- ・導入への各種インセンティブの付与等、導入促進のための支援

## 7. おわりに

### ～日本発プロジェクトX「地球再生のためのエンジンを開発せよ」～

人類がこれまで大規模に使用してきた燃料の歴史を振り返ると、18世紀後半の産業革命期の石炭に始まり、20世紀には石炭から石油へと移行し、この数十年の間には石油から天然ガスへと移行しつつある。こうした流れは、炭化水素燃料に依存しつつも、脱炭素化<sup>32</sup>の流れが認められ、脱炭素化の進展に伴って、地球環境への影響はより少なくなっていく傾向にある。今後も、脱炭素化の流れは変わらないものと考えられ、21世紀半ばには、炭素を全く含まず二酸化炭素を発生しない究極のクリーンエネルギーである太陽エネルギーを起源とした水素が主要なエネルギー・キャリアーとなる水素エネルギー社会が到来する可能性も指摘されている。

燃料電池と水素エネルギー利用技術は、現在の産業構造、エネルギー需給構造から我々の生活様式、社会システムに至るまで、現状のシステムに対し革命的ともいえる根幹からの変更を迫る可能性のある技術である。そのマーケット規模としても、2020年頃までには、関連産業まで含めると日本国内で累積100兆円にも達するといった見方もあるほどである。

しかしながら、水素エネルギー社会の構築には、社会の中に各種の水素インフラを整備する必要があるとともに、水素の製造・貯蔵・運搬・利用に係る技術開発が不可欠であるなど大きな努力が必要であり、水素エネルギー社会への移行をいかにスムーズに加速化させていくのかが我々の政策的な課題である。

燃料電池は、水素を燃料とする高効率な発電装置であり、最終燃料である水素は、システムの構成の仕方によって、化石燃料はもとより風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーからも取り出すことが可能である。このため、エネルギー・環境分野における喫緊かつ長期にわたる課題である地球温暖化防止、エネルギー安全保障<sup>33</sup>の確保の切り札となる可能性が大きい。さらには、現在の化石エネルギー社会から将来の水素エネルギー社会へのスムーズ

---

<sup>32</sup> 石炭、石油、天然ガスの順に単位質量当たりの炭素数が少なくなる。炭素水素比率(C:H)は、石炭(20:1程度)、石油(0.5:1程度)、天然ガス(0.25:1)、水素(0:1)である。

<sup>33</sup> エネルギー安全保障の観点からは、近年、メタンハイドレートが注目されつつある。メタンハイドレートとは、メタン分子と水分子から成る氷状固体結晶で、永久凍土地帯や大水深海域に分布しており、日本近海にも相当量埋蔵されていると言われている。

な移行をも可能とする。

このように燃料電池は、現在、我が国が直面するエネルギー・環境分野の課題を解決する鍵であるのみならず、現状の化石エネルギー社会から水素エネルギー社会への扉を開く鍵であり、まさに 21 世紀のエネルギー・環境分野における「Key Technology」である。

世界の人口は、既に 60 億人を超えた。今世紀中には、100 億人に近づいていく可能性もある。世界経済が発展し、より多くの人々が住み心地の良い住居を求め、自ら自由に移動できる手段を持つようとするのは自然な流れである。しかしながら、こういった日常生活、経済活動を持続的に支えられるようなエネルギー資源と環境をこの地球が提供し続けられるといった保証は今のところない。

こうした中、我が国における燃料電池と水素エネルギー利用技術の開発が「地球再生のためのエンジンを開発せよ」という日本発のプロジェクト X であったと呼ばれる日が遠からず訪れることを強く期待するものである。

## 燃料電池プロジェクトチームメンバー

古屋 圭司 経済産業副大臣 【主査】

大島 慶久 経済産業副大臣

佐藤 静雄 国土交通副大臣

月原 茂皓 国土交通副大臣

山下 栄一 環境副大臣

## 燃料電池プロジェクトチーム開催経過

第1回 2002年2月20日(水) 13:00~14:00

開催場所：経済産業省大臣官房特別会議室

- ・今後のプロジェクトチームの進め方について
- ・燃料電池実用化・普及に向けた取組みの現状について

第2回 2002年3月29日(金) 8:00~8:50

開催場所：国土交通省国際会議室

- ・産業界からのヒアリング(燃料電池実用化推進協議会)  
「燃料電池の実用化・普及に向けた課題について」
- ・燃料電池の実用化の加速化に向けた課題について

現地視察 2002年4月22日(月) 9:30~11:40

視察場所：大阪ガス株式会社

- ・実験集合住宅「NEXT21」 [大阪市天王寺区]
- ・「エネルギー営業センター」
- ・「水素供給ステーション(天然ガス改質型：NEDO)」  
[以上、大阪市此花区]

第3回 2002年5月13日(月) 16:00~17:00

開催場所：環境省省議室

- ・燃料電池プロジェクトチームによる燃料電池試験研究設備の視察について [報告]
- ・燃料電池の実用化・普及に向けた施策の拡充・強化について
- ・報告書骨子(案)について

第4回 2002年5月27日(月) 14:00~15:00

開催場所：経済産業省大臣官房特別会議室

- ・報告書の取りまとめ

# 燃料電池プロジェクトチーム報告書

## 参考資料

