

3. 燃料電池車をめぐる現状

3-1 燃料電池車の開発経緯

1980年代末頃からカナダのベンチャー企業である Ballard Power Systems 社 (Ballard 社) による自動車用 PEFC の研究が注目を浴びるようになり、Benz 社が Ballard 社に資本参加した頃から、FCV が注目を集めるようになった。1997年の東京モーターショーに、トヨタ自動車、日産自動車、マツダ、Benz が FCV を展示し、1997年12月に Ford 社が Benz 社・Ballard 社のアライアンスに参加して以降、自動車会社各社が競って実用化時期を発表し、一般にも注目を浴びるようになった。2002年12月には、トヨタ自動車と本田技研工業が、内閣府をはじめとする5省庁に、限定的ではあるが直接水素形 FCV のリース販売を行った。FCV を市販したのはこれが世界で初めてとなる。その後、2003年12月には DaimlerChrysler が、2004年3月には日産自動車が FCV のリース販売を開始している。(表 3-1-1)

表 3-1-1 FCV の開発経緯

| メーカー名 | ★: 燃料電池車の発表 ☆: 提携・開発の発表 | | | | | メタノール | 水素燃料 | ガソリン | カーボン燃料 | 01年 | 02年 | 03年 | 04年 | 05年 |
|-------------------|-------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|
| | 92年 | 93年 | 94年 | 95年 | 96年 | 97年 | 98年 | 99年 | 00年 | | | | | |
| トヨタ自動車 * | | | | | 水素FCEV ★ | メタノールFCEV ★ | | GMと共同開発 ☆発表 | | FCHV-3 FCHV-4 ★ | ★FCHV-5 ★FCHV-BUS1 | ★トヨタFCHV リース限定販売 | ★Fine-N | ★FCHV-BUS |
| 日産自動車 * | | | | | | メタノールFCシステム ★ | ルネッサFCV ★ | | | エキ斯塔FCV ★ | | ★FCHV-BUS2 X-TRAIL FCV | ★X-TRAIL FCV リース限定販売 | |
| 本田技研工業 * | | | | | | | FCX-V1 FCX-V2 ★ | | (Ballard製) FCX-V3 (自社製) FCX-V3 FCX-V4 | | ★Honda FCX リース限定販売 | ★新型FCX(自社製) | | |
| マツダ | 試作車 ★ | | | | | デミオFCEV ★ | | ★FCX発表 | | デミオFCEV ★ | フレマシーFC-EV ★ | | ★KIWAMI | |
| 三菱自動車工業 | | | | | | | 三菱グループと共同開発 | ★MFCV | | | Space Liner ★ | | 三菱FCV ★ | |
| 富士重工 | | | | | | | | | | | スバルサンバーFCEV ★ | | | |
| ダイハツ工業 | | | | | | | | | MOVE EV-FC ★ | | MOVE-FCV-K-II ★ | | | MOVE-FCV-K-II リース限定販売 |
| スズキ自動車 | | | | | | | | | | | | MR Wagon FCV Wagon R FCV ★ | | |
| GM * | | | | | | | | トヨタと共同開発 ☆発表 | プリセプト ★ | ★ハイブリッド S-10 | ★オートノミー | | | ★Sequel |
| Ford * | 90年からメタノール改質PEFC開発 | | | | | オヘルサファイア ★ | | ★DCと共同開発発表 | ★P2000 | ★FCS | Focus | Focus(新型) ★ | | |
| DaimlerChrysler * | | | NECAR-1 ★ | NECAR-2 ★ | NECAR-3 ★ | NEBUS ★ | Fordと共同開発 ☆発表 | ★ジープFCEV | | ★ジープFCEV | ★NECAR-5 | F-Cell ★ | ★F-Cell リース限定販売 | ★B-Cell |
| VW * | | | | | | メタノールPEFC開発 ☆発表 | | | | | ★NECAR-5 | CITARO ★ | | ★Touran Hymotion |

*は米国加州 FC パートナーシップに参加している企業
資料：(財)日本自動車研究所

3-2 海外における燃料電池車の開発をめぐる現状

3-2-1 米国における取り組み

(1) 米国の PNGV 計画の概要^{注)}

PNGV (Partnership for a New Generation of Vehicles) は、クリントン前大統領の呼びかけにより 1993 年 9 月に米国政府と米自動車メーカ 3 社が中心となって開始された「技術開発プログラム」であった(図 3-2-1)。2002 年 1 月、次項に示す FreedomCAR (Cooperative Automotive Research) プログラムが発表され、PNGV は FreedomCAR に引き継がれることとなった。

PNGV は、自動車産業の競争力強化を主な目的として、商務省の総合調整の下、エネルギー省、NASA 等の関係機関が連携し、自動車の燃費を 2004 年までに従来比で 3 倍に改善することを目標に、ビッグ 3 (General Motors 社, Ford 社, DaimlerChrysler 社), サプライヤーに研究委託を行うなどの、産学官連携のプロジェクトであった。1994 年から 2004 年までの 10 年間で、燃費 80 mpg (マイル/ガロン; 約 34 km/ℓ) の達成を目的としていた。

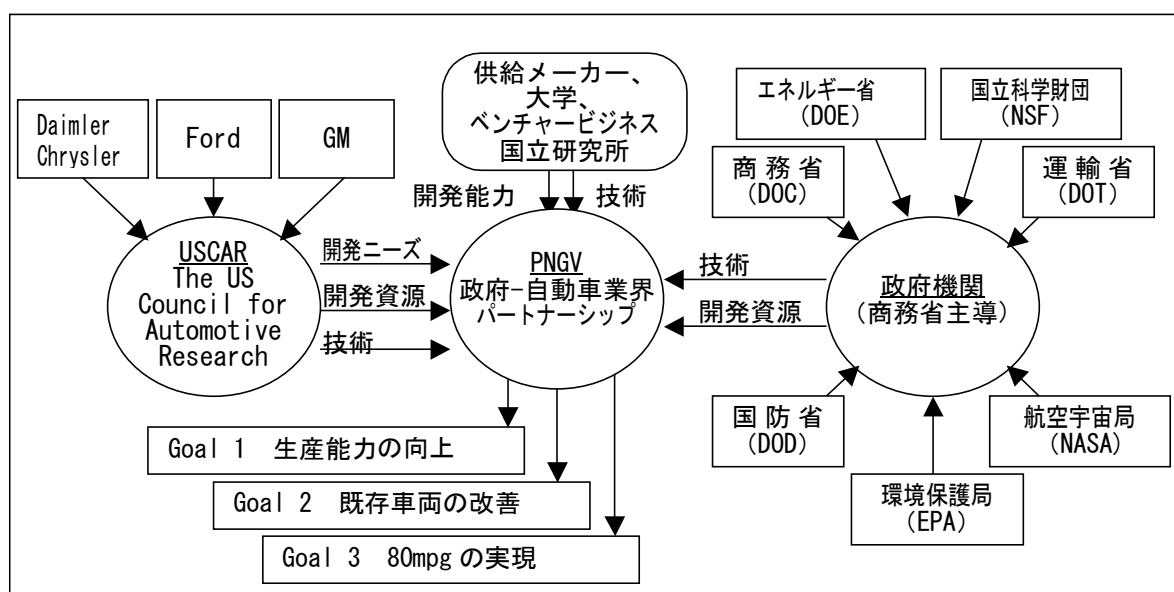


図 3-2-1 PNGV の組織

注) (財) 日本電動車両協会『平成 12 年度 燃料電池自動車に関する調査報告書「海外調査編」』平成 13 年 3 月 (以下、「2000 年度 JEVA 海外調査報告書」と記す)

(2) FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップ^{注1)}

1) FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップの設立

FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップは FCV の研究開発のための官民パートナーシップであり、Hydrogen Fuel パートナーシップは、主に水素エネルギーの研究開発を目的とした官民パートナーシップである（表 3-2-1）。

FreedomCAR パートナーシップ^{注2)} は、2002 年 1 月 9 日にエイブラハム米国エネルギー省（Department of Energy : DOE）長官とビッグ 3 によって発表された、研究開発パートナーシップである（表 3-2-2）。ここでのパートナーシップとは、「米国エネルギー省」と「USCAR (U.S. Council for Automotive Research)」^{注3)} とのパートナーシップを意味している。

ブッシュ大統領は FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップに対して、今後 5 年間で 17 億ドルの研究資金を投じると発表した^{注4)}。

このうち 12 億ドルは、水素燃料と燃料電池の研究開発・デモンストレーションに向けられている（12 億ドルのうち 7 億 2,000 万ドル分は、新規に割り当てられた研究資金である）。残り 5 億ドルは、ハイブリッド車と自動車技術に関する研究開発・デモンストレーションに使用される。

このブッシュ大統領の表明は、車両（FCV）自体の研究開発と、水素インフラの研究を平行で進めることを意味しており、2015 年までに FCV 商業化の可能性を判断するものである。

表 3-2-1 FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップの経緯

| | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001 年 5 月 | チェイニー副大統領を議長とする「国家エネルギー政策策定グループ (National Energy Policy Development Group)」が、ブッシュ大統領に「国家エネルギー政策 (National Energy Policy : NEP)」を提出。 |
| 2002 年 1 月 | エイブラハム DOE 長官がビッグスリー首脳とともに、「FreedomCAR パートナーシップ」を発表。 |
| 2003 年 1 月 | ブッシュ大統領が一般教書演説で、水素自動車の研究開発に今後 12 億ドルの研究資金を投じると発表 ^{注5)} 。 |
| 2003 年 2 月 | ブッシュ大統領が「Hydrogen Fuel Initiative」を発表。これが「Hydrogen Fuel パートナーシップ」に発展。 |

注1) (財) 日本自動車研究所『平成 15 年度 燃料電池自動車に関する調査報告書「海外調査編」』平成 16 年 3 月（以下、「2003 年度 JARI 海外調査報告書」と記す）

注2) FreedomCAR の「CAR」は「Cooperative Automotive Research」を意味している。

注3) U.S. Council for Automotive Research は GM, Ford, DaimlerChrysler の共同研究機関 (cooperative endeavor) で、競争領域以前 (pre-competitive) の研究を実施する。

注4) ブッシュ大統領は、2003 年 1 月 28 日の一般教書演説で、12 億ドルの研究資金を水素関連の研究開発に投入すると表明し、続く 2003 年 2 月 6 日の演説で、合計 17 億ドル（先の 12 億ドルを含む）を水素関連の研究開発とハイブリッド車関連の研究開発に投入すると表明している。

注5) 一般教書演説の段階では水素研究プロジェクトを「FreedomFUEL」と呼んでいたが、この名称がガソリン添加剤として商標登録されていたため、「HydrogenFUEL」に変更した。

表 3-2-2 FreedomCAR パートナーシップの概要

| | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的 | クリーンで、持続可能なエネルギー社会を達成するための自動車・燃料の開発 |
| 研究開発の原則 | 以下の“Freedom”を達成する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 石油依存と有害エミッションからの“Freedom” ・ 消費者が好きなときに望む場所に自動車を運転でき、さらにその燃料を適切な価格でどこでも入手できるという“Freedom” |
| パートナーシップ | 連邦政府 Department of Energy |
| | 民間企業 U.S. Council for Automotive Research (USCAR) <ul style="list-style-type: none"> - General Motors - Ford - DaimlerChrysler |

2) FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップの実施体制

FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップの実施体制を図 3-2-2 に示す。

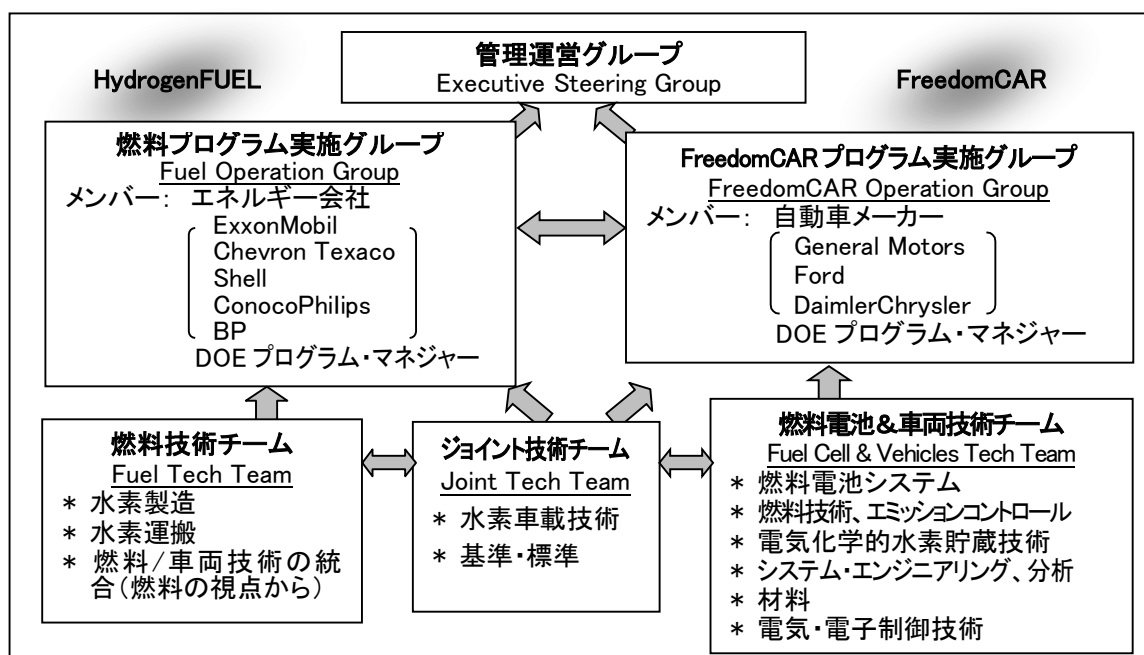


図 3-2-2 FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップの組織

3) FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップの予算^{注)}

FreedomCAR & Hydrogen Fuel パートナーシップの予算を図 3-2-3 に示す。

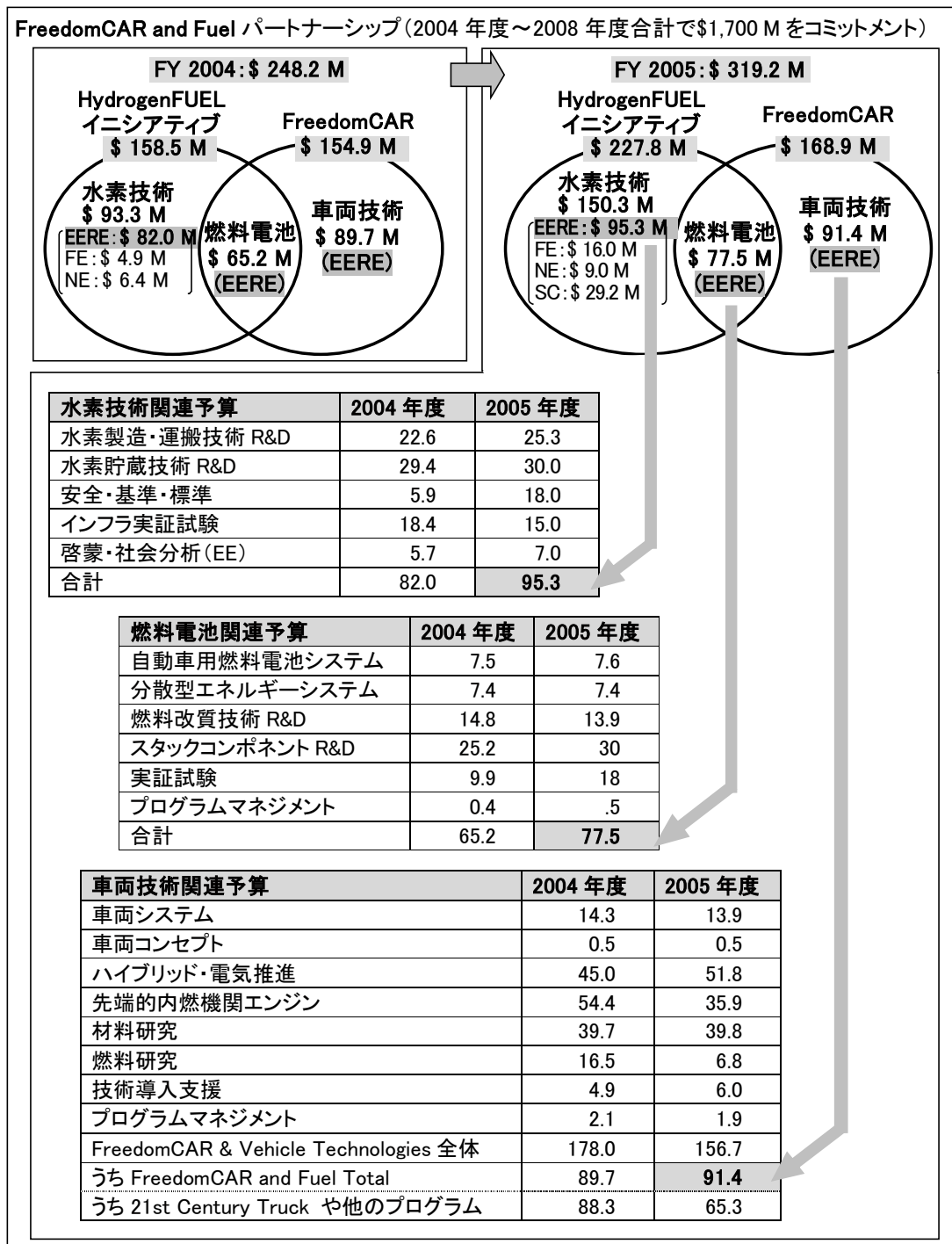


図 3-2-3 FreedomCAR & Fuel パートナーシップの予算

注: EERE=Energy Efficiency and Renewable Energy 局, FE=Fossil Energy 局,
NE=Nuclear Energy 局, SC=Science 局

^{注)} (財) 日本自動車研究所『平成 16 年度 燃料電池自動車に関する調査報告書「海外調査編」』平成 17 年 3 月 (以下, 「2004 年度 JARI 海外調査報告書」と記す)

4) 成果^{注)}

現在までの FreedomCAR&Hydrogen Fuel パートナーシップの成果を表 3-2-3 に示す。

表 3-2-3 FreedomCAR&Hydrogen Fuel パートナーシップの成果

- ・パートナーシップを拡大（エネルギー会社 5 社）。
- ・現在までに、2 回の管理運営グループの会議（Executive Steering Group）を開催（2003 年 9 月，2004 年 3 月）。
- ・2003 年 12 月に全技術チームが会合を開催。
- ・4 つの技術チームを新設。車載水素貯蔵チームにエネルギー会社が参画。

(3) DOE/EERE における水素製造・輸送関連研究プロジェクト^{注)}

DOE による水素関連プログラムや自動車用燃料電池プログラムは Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (EERE) の管轄になる。以下にそれらのプログラム概要を示す。

1) 水素製造・輸送関連研究プロジェクトの予算

DOE/EERE の水素製造・輸送関連研究プロジェクトの 2004 年度～2005 年度予算を図 3-2-4 に示す。2004 年度予算は 1 億 5900 万ドルで、2005 年度には 2 億 2800 万ドルを予算請求している。

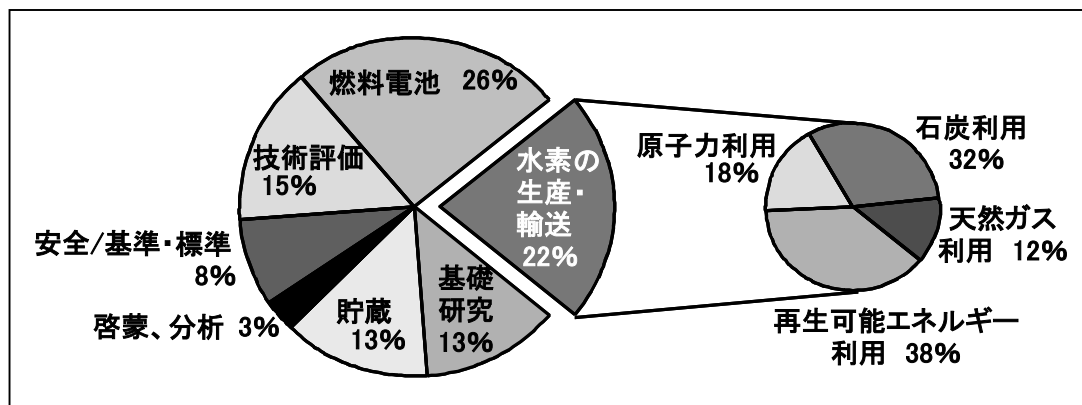


図 3-2-4 DOE/EERE の水素製造・輸送関連研究プロジェクト予算

2) 水素製造・輸送関連研究プロジェクトのアプローチ

DOE/EERE の水素製造・輸送関連研究プロジェクトの研究アプローチを表 3-2-4 に示す。

^{注)} 2004 年度 JARI 海外調査報告書

表 3-2-4 DOE/EERE の水素製造・輸送関連研究プロジェクトの研究アプローチ

3) 水素製造・輸送のコスト目標

水素製造・輸送関連研究プロジェクトで設定している水素製造・輸送のコスト目標を表 3-2-5，表 3-2-6 に示す。

表 3-2-5 DOE/EERE の水素製造におけるコスト目標

| | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 目的： 様々な国内資源（化石燃料，再生可能エネルギーを含む）を利用した，低コスト・高効率な水素製造技術を研究開発する。 | |
| ① 2010 年までの目標 | |
| 天然ガス・液体燃料を使用した水素製造 （オンサイト，輸送費含む，課税前） | 2.00 ドル/kg 注：1.50 ドルから変更 （議会での承認待ち）。 |
| 電気分解による水素製造（オンサイト） | 2.85 ドル/kg |
| ② 2015 年までの目標 | |
| バイオマス由来燃料を使用した水素製造 （オンサイト，輸送費含む，課税前） | 2.50 ドル/kg |
| 風力を使用した電気分解（集中的な製造） | 2.75 ドル/kg |
| バイオマスのガス化・熱分解（plant gate） | 1.60 ドル/kg |
| 光電気化学的水素製造法や生物利用水素製造法の可能性の評価（長期的） | — |
| 太陽熱利用水素製造（集中的な製造） | 3 ドル/kg |

表 3-2-6 DOE/EERE の水素輸送における目標

| | |
|-------------------------------------------------------------------|------------|
| 目的： 自動車用・定置用のエネルギーキャリアとして水素を利用するために，水素輸送技術を研究開発する（導入段階～長期的展望）。 | |
| ① 2006 年までの目標 | |
| 水素（自動車用・定置用）の導入と長期的活用のために，高コスト効率で高エネルギー効率な水素輸送インフラ技術を特定。 | |
| ② 水素輸送コストの低減 | |
| 水素輸送コスト目標（2010 年まで） | 1.70 ドル/kg |
| 水素輸送コスト目標（2015 年まで） | 1.00 ドル/kg |

4) 研究内容と成果

a) 課題

水素製造と輸送に関わる課題を表 3-2-7, 表 3-2-8 に示す。現在 DOE では、水素の純度に関する研究を行っている。水素のパイプライン輸送が、水素純度に与える影響はまだよくわかっていない (図 3-2-5)。米国における天然ガスの成分のばらつきや、硫黄添加物が改質性能に与える影響についても研究を行っている。

表 3-2-7 DOE/EERE の水素製造における主な課題

| 化石燃料からの水素製造 | 電気分解による水素製造 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">・ 資本コスト (導入コスト)・ 運用, メンテナンス | <ul style="list-style-type: none">・ 電気分解装置の資本コストと効率・ 発電所からのエミッション・ 高温電解 |
| <ul style="list-style-type: none">・ 改質触媒・ 製造プロセスのシンプル化・ 水素の純化 | |

表 3-2-8 DOE/EERE の水素輸送における主な課題

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">・ 高圧水素での輸送: 信頼性, コスト・ 液体水素での輸送: コスト, エネルギー効率・ パイプラインでの輸送: 資本コスト, 材料劣化・ 水素貯蔵のコスト |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



図 3-2-5 水素パイプラインの例

b) 水素製造コスト

水素製造コストの試算を図 3-2-6 に示す。天然ガス改質からの水素製造では、改質装置のコスト削減効果が大きい。2010 年のコスト目標は 2.00 ドル/kg である。電気分解による水素製造では、資本コストの削減効果が大きい、電解に要する電力コストはあまり低減しないと予想されている。

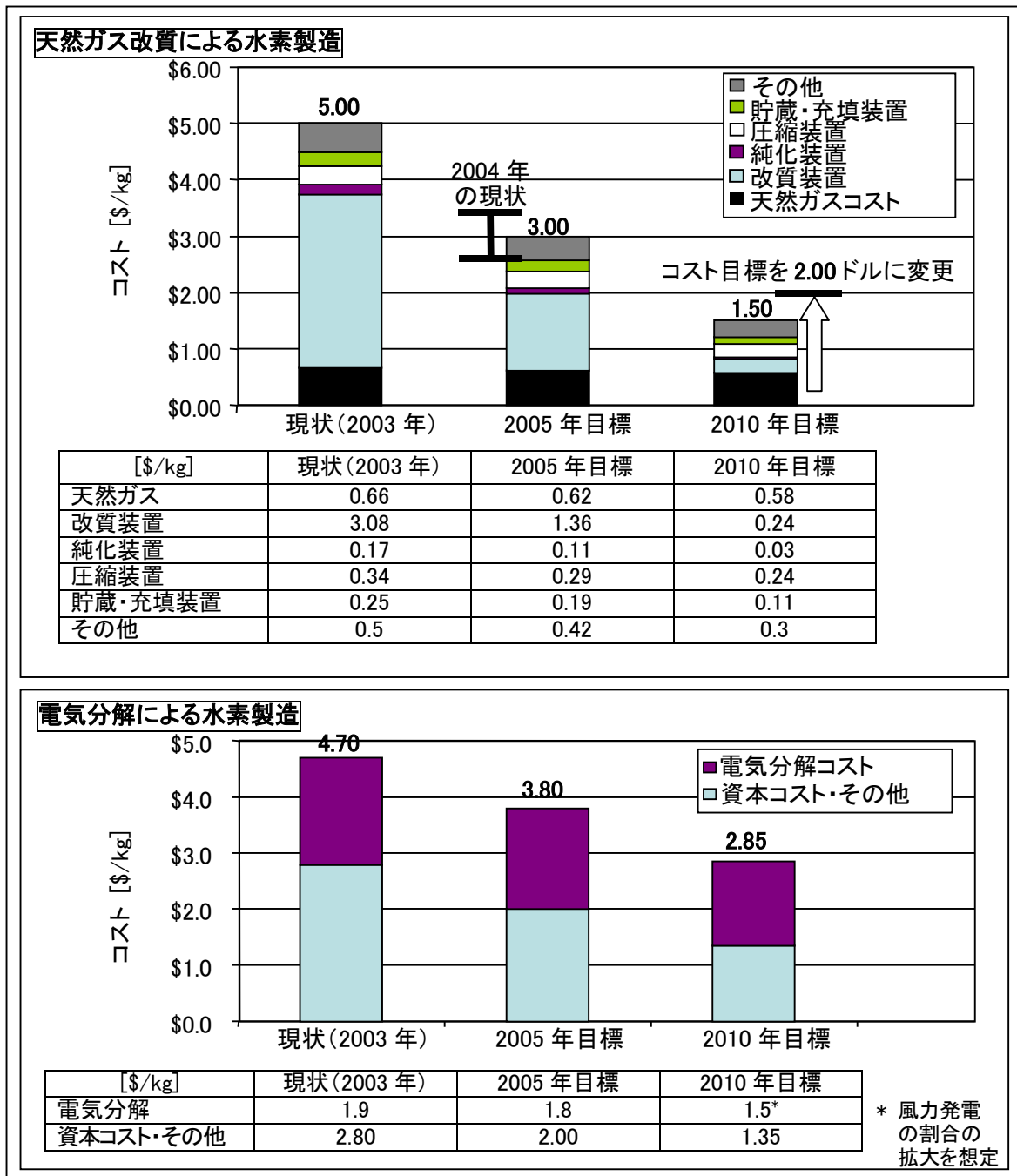


図 3-2-6 DOE/EERE の水素製造コストの試算

c) 成果

水素製造・輸送関連研究プロジェクトのこれまでの成果を表 3-2-9 に示す。

表 3-2-9 DOE/EERE の水素製造・輸送関連研究プロジェクトの成果

| | | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 水素製造コスト (天然ガス) | <ul style="list-style-type: none"> 充填時のコストで 3.00 ドル/kg を目標にしている段階 <table border="1"> <tr> <td>条件</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 充填量： 690 kg/日 資本コスト： 11% ユニット生産数： 100 台以上 天然ガスコスト： 4/ドル MMBTU (HHV) 稼働率： 90% </td> </tr> </table> | 条件 | <ul style="list-style-type: none"> 充填量： 690 kg/日 資本コスト： 11% ユニット生産数： 100 台以上 天然ガスコスト： 4/ドル MMBTU (HHV) 稼働率： 90% |
| 条件 | <ul style="list-style-type: none"> 充填量： 690 kg/日 資本コスト： 11% ユニット生産数： 100 台以上 天然ガスコスト： 4/ドル MMBTU (HHV) 稼働率： 90% | | |
| 改質システム | <ul style="list-style-type: none"> 触媒 (脱硫, 改質, シフト) の最適化を実施 熱回収システムの改良 | | |
| 水素純化システム | <ul style="list-style-type: none"> PSA (Pressure Swing Absorption) を改良, メタン改質水素で純度 99.999% を達成 (圧力 120 psig) 既存 PSA と比較し, 低コスト化 (1/3), 小型化を実現 エネルギー効率 は 2005 年目標の 82% を達成 (2003 年時点では 75%) | | |
| 輸送 | <ul style="list-style-type: none"> Ergenics 社^{注1)} の水素吸蔵合金を応用した水素高圧・純化システム^{注2)} を実証実験中 FreedomCAR&Fuel パートナーシップで水素輸送技術チームを設置, ロードマップ (ドラフト) を 2004 年末までに策定 | | |
| バイオマス・ガス化, 熱分解 | <ul style="list-style-type: none"> NREL で摩滅, コーキングに強い触媒を開発中 | | |
| 電気分解 | <ul style="list-style-type: none"> 風力発電, 水力発電を利用した電気分解について, 産業界とミーティングを実施 H2A モデル^{注3)} 分析を実施 (集中生産, オンサイト生産) | | |
| 熱化学的水素製造方法 | <ul style="list-style-type: none"> ネバダ大学ラスベガス校でコンソーシアムを結成 (データベース作成, 集光モジュール実験) | | |
| 光生物学的水素製造方法 | <ul style="list-style-type: none"> アンテナ・クロロフィルのサイズを 58% 削減, 太陽光吸収効率が 15% に増加 6 ヶ月間の連続水素製造実験を実施 | | |
| 光電気化学的水素製造方法 | <ul style="list-style-type: none"> 新規材料である GaPN で, 2005 年目標 (7%, 寿命 1000 時間) が達成できる見通し 従来よりも 4 倍の効率を有する合金 (亜鉛ベース) を特定 | | |

注1) Ergenics (ニュージャージー州) は, 2003 年 10 月にカナダのジョイントベンチャー企業 HERA に買収され, 現在は HERA USA となっている。HERA は Shell Hydrogen, Gesellschaft fur Elektrometallurgie (GfE, ドイツの金属材料メーカー), Hydro-Quebec の合弁会社。

注2) 水素吸蔵合金がわずかな昇温で急激な昇圧が得られることに着目し, 多段階的に水素吸蔵・放出を繰り返すことで高圧水素を得る技術。

注3) DOE が作成した水素コスト試算のための標準モデル。エネルギー会社からのデータを参考に作成した。2005 年初頭にホームページで公開予定。

5) 水素製造・輸送関連研究プロジェクトの今後の方針

DOE/EERE の水素製造・輸送関連研究プロジェクトの今後の方針を表 3-2-10 に、開発の目標を表 3-2-11 に示す。

表 3-2-10 DOE/EERE の水素製造・輸送関連研究プロジェクトの今後の方針

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">・ 研究開発成果を反映し、ドラフト RD&D (Research, Development & Demonstration) をアップデートする・ 移行期戦略の実施<ul style="list-style-type: none">◇ 低投資コストの電気分解システムの開発◇ オンサイト改質・ 基礎研究の充実による長期的目標の実現<ul style="list-style-type: none">◇ 新規材料：触媒，膜，パイプライン◇ 光分解：電気化学的方法，生化学的方法・ コスト，効率目標の達成のための新規プロジェクトの実施 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

表 3-2-11 DOE/EERE の水素・燃料電池システム開発の目標

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>目標：自動車用，定置用，ポータブル用の燃料電池システムの開発とデモンストラーション</p> <ul style="list-style-type: none">・ <u>直接水素式燃料電池</u><ul style="list-style-type: none">◇ 自動車用を想定◇ 効率 60%，高い耐久性を確保◇ 製造コスト：\$45/kW (2010 年)，\$30/kW (2015 年)・ <u>天然ガス・プロパン利用 PEM 燃料電池</u><ul style="list-style-type: none">◇ 発電効率 40%，40,000 時間の耐久性を確保◇ 製造コスト：\$400～750/kW (2010 年)◇ 家電製品用燃料電池：1,000 Wh/L (2010 年)◇ 3～30 kW 補助電源用燃料電池：150 W/kg, 170 W/L (2010 年) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

6) 水素社会実現のシナリオ

以下に DOE/EERE が描く水素社会実現のための技術展開（図 3-2-7），水素社会実現までのスケジュール（図 3-2-8）を示す。

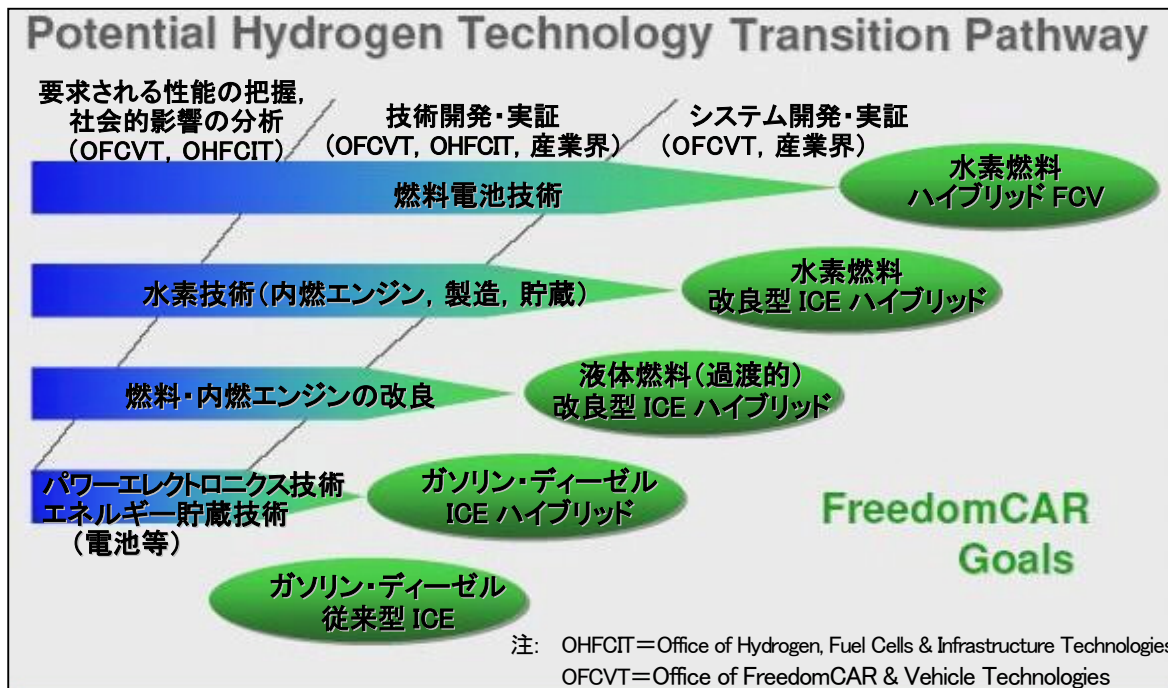


図 3-2-7 水素社会実現への技術展開

出典：2003 年度 JARI 海外調査報告書

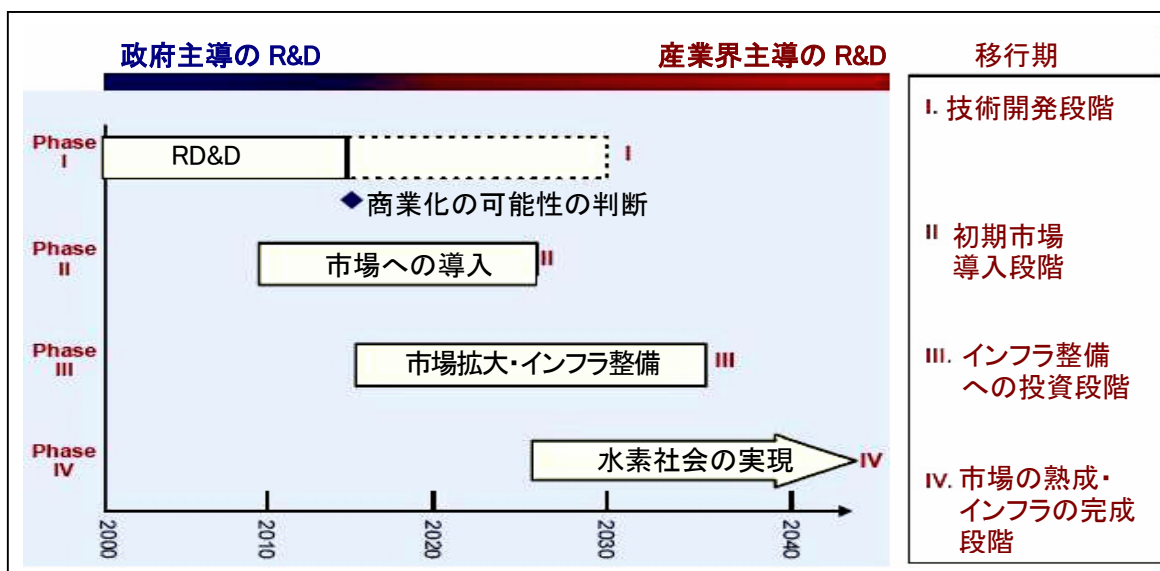


図 3-2-8 水素社会実現までのスケジュール

出典：2003 年度 JARI 海外調査報告書

(4) 21st Century Truck パートナーシップ

21st Century Truck パートナーシップは、官民の共同研究を通じて、ミッド/ヘビー・デューティ・トラックの燃費向上を図るプロジェクトである。21st Century Truck パートナーシップには、DOE だけではなく、米国環境保護局 (EPA)、米国国防総省 (DOD)、米国運輸省 (DOT) も参画している。DOD は技術の運用者として参画している。

21st Century Truck パートナーシップでは、APU 用燃料電池の研究 (主にエアコン用) や、ディーゼルエンジン車、CNG 車の研究を行っている。21st Century Truck パートナーシップの成果を表 3-2-12 に示す。

表 3-2-12 21st Century Truck パートナーシップの成果

- | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">・ 機能的なパートナーシップの管理組織を構築 (4 つの連邦政府機関, 15 の民間企業)・ 21st Century Truck パートナーシップの「ビジョン」について合意形成・ テクニカル・ロードマップ (ドラフト) を作成。・ プロジェクト実施・支援体制を構築。・ テクノロジー・フォーカスグループを設置。・ 各技術分野において「白書」 (ドラフト) を作成。・ ヘビーハイブリッドの R&D に関して、3 つの企業グループとアワード・アグリーメントを締結。 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(5) DOE の議会に対する報告^{注1)}^{注2)}

1) 背景

DOE は 2001 年 11 月 5 日に、米国上下院合同歳出委員会 (the House and Senate Committees on Appropriations) から燃料電池に関する以下の 2 つの報告書を提出することを指示された。

◆全体報告書 (Full Report) :

－技術面・経済面・インフラ面を検討した評価・提案を提出

『DOE は 1 年以内に、燃料電池 (自動車用, ポータブル用, 定置用, 分散電源用) の実用化における技術的・経済的問題を報告せよ。またその報告には、燃料電池 (自動車用, 定置用) を 2012 年までに実用化するためのプログラムを、技術面・経済面・インフラ面の検討をした上で提言せよ』

◆中間報告書 (Interim Report) :

－燃料電池に関する官民共同プログラム案を提出

『DOE は半年以内に、燃料電池を商業化するための官民共同プログラムの必要性を説明した中間アセスメント報告書を提出せよ』

注1) (財) 日本電動車両協会『平成 13 年度 燃料電池自動車に関する調査報告書「海外調査編」』平成 14 年 3 月 (以下、「2001 年度 JEVA 海外調査報告書」と記す)

注2) DOE 「Fuel Cell Report to Congress (ESECS EE-1973)」 (2003 年 2 月) 参照。

2) DOE の全体報告書の概要

2003 年 2 月、DOE は議会の要請に対する全体報告書「Fuel Cell Report to Congress」^{注)} を発表した。以下にその内容を整理する。

a) FC の潜在的な便益

FC 技術は自動車用と定置用の電力アプリケーションにおいて、以下のようなエネルギー利用量とエミッションの削減の可能性がある。

- ◆FC 技術の開発・改良は、エネルギー節約と温室効果ガスの低減につながる。
- ◆国内の資源から様々な方法で製造される水素の利用は、外国から輸入している石油需要を減らすことができる。
- ◆水素で走る自動車と水素で稼動する発電システムのような広範囲にわたる FC 技術の利用は、国内の大気をクリーンにすることができる。

b) FC の商業化に向けた課題

FC のコスト削減と耐久性の向上のためには、様々な研究開発が必要である。商業化への課題は用途（自動車用、定置用等）と使用する燃料によっても異なるが、コストと耐久性はどの FC 技術においても直面する重要な課題である（表 3-2-13）。

表 3-2-13 商業化に向けた課題

| 用途 | 課題 | 難易度 |
|------------|---------------------------------------------|--------------------|
| 自動車用 | コスト 耐久性 燃料インフラ 水素貯蔵 | 高 高 高 高 |
| 定置用 | コスト 耐久性 燃料インフラ 燃料貯蔵 (再生可能水素を含む) | 高 中-高 低 中 |
| 可搬用 携帯用 | コスト 耐久性 小型化 燃料のパッケージング | 中 中 高 中 |

出典：DOE「Fuel Cell Report to Congress (ESECS EE-1973)」2003 年 2 月

定置用では、システムの耐用年数が 20 年あるいはそれ以上を達成できるかどうかは商業化へ向けてのキーポイントとなっている。5～10 年で交換する必要があると考えられるスタック等コンポーネントは、より低コストで、一世代前との互換性

^{注)} DOE「Fuel Cell Report to Congress (ESECS EE-1973)」2003 年 2 月

を確保する必要がある。現在までの初期段階の耐久試験では有望な結果が得られているが、コストの削減は依然として重要な課題である。耐久性の向上についても主要な課題として取り組み続けていく必要がある。

自動車用としては、民間企業による商業化のためには、オンサイト／オフサイトでの水素製造や水素貯蔵システムを含めた水素インフラのための投資が必要となる。また、民間企業のリスクを回避するためには、公正な取引を行う機会を保証する法律や標準化、用途地域に応じた安全性確保のための基準、大容量で低コストな水素製造に不可欠な規制などの整備が必要不可欠である。

可搬用・携帯用は、小型化や衝撃と振動に対する耐久性、様々な使用環境に応じた耐久性などのように、大規模な発電プラントには不要な特性が必要とされることが特徴的である。

その他に、化石燃料、原子力、再生可能エネルギーを含む国内の様々な資源から水素を製造して配給するプロセスの効率性、クリーン性、経済性はエネルギー資源の多様化やエネルギーセキュリティにとって非常に重要である。

c) プログラムの提案

連邦政府の役割は、FC 技術の技術開発のために、適切に資金を充当していくことであると評価される。今後数十年の間に、市場の力それのみでは、FC を大量に普及させることは難しい。従来技術は消費者のニーズに十分あるいはそれ以上にマッチしており、他のインセンティブや石油資源に関する劇的な変化が起こらない限り、消費者が新しい技術を利用しようとする理由はほとんど見当たらない。

産業界では、現在 FC システムに関する開発を大規模に進めている。そのゴールは、商業化が可能で、コスト競争力のある、クリーンで省エネルギーの技術を消費者に提供することである。しかし、そのためには多くの技術的、社会的な課題を克服する必要がある。こうした課題の解決に関するリスクや高コストの負担のため、個々の企業、あるいはその連合それのみでは、要求される大規模な技術開発・発明を成し遂げることを期待するのは不可能である。以下に示す提案プログラムは、リスクを共有する広範囲の関係者・団体の最新の意見を踏まえて検討されたものである。

技術開発と支援活動に関するイニシアティブ

現時点の技術開発は、先進材料開発、製造技術、FC システムの低コスト化や耐久性・信頼性の向上などに重点を置く必要がある。これらの取組みは、スタックだけではなく、改質装置、水素貯蔵、電動機、熱交換器などの周辺機器についても必要となる。さらには、水素の製造や配給インフラに関する研究、規格・標準の策定、教育も必要となる。

官・民のパートナーシップ

官・民のパートナーシップ・プログラムは、政府と産業界が一緒になり、共同で FC の商業化に向けての様々な課題を克服するための手段である。このようなパートナーシップにおける連邦政府の役割は、FC の商業化のために必要な研究開発に焦点を当てることである。広範囲な関係団体との協議を踏まえ、DOE は新たなパートナーシップの創設や既存のパートナーシップの拡充を推奨する。このような資金を分担し合うようなパートナーシップの一例を以下に示す。

① 定置用 FC に関するパートナーシップ

政府と産業界の研究開発パートナーシップは、住宅やビルの発電システムや分散型電源としての FC 利用を促進するための戦略として用いられる。FC の低コスト化、耐久性・信頼性の向上のためには、SECA^{注)} のような研究開発プログラムを継続していく必要がある。さらに、研究開発を継続的に注力していくためには、エンドユーザを巻き込んだ実証試験プログラムを行っていく必要がある。また、こうしたパートナーシップにおいては、系統連系の標準化、安全基準、FCV もサポート（主に水素を供給）することもできるデュアルタイプインフラの開発を行うための協力的なプログラムを計画し実行すべきである。

商業化に向けたスケジュールを表 3-2-14 に示す。

表 3-2-14 定置用 FC の研究開発・デモンストレーションのスケジュール

| | 2000 | 2005 | 2008 | 2010 | 2015 |
|----------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | | |
| | 低コスト化／技術改良 | 低コスト化／技術改良 ／限定的な導入 | 大規模導入／用途の多様化 | 大型システムのデモンストレーションと 導入 | |
| システムの規模 | 小型システム | 小型システム | 小型システム | FC・タービンハイブリッド型分散電源 化石燃料ベースの発電プラント | |
| 研究開発項目 | ・スタックデザインの開発 ・製造方法の開発 | 低コストで強い材料の開発 | システムの最適化と統合 | ・大型システムにおける小型システム 技術の利用 ・効率の向上 ハイブリッド型：60-70% 化石燃料型：60% | |
| テーマ | 性能と信頼性の確立 | コスト、耐久性、効率の向上 | コスト、耐久性、効率の向上 | 市場競争に勝てる生産量と製品を確 立するための投資 | |
| 導入目標 | 合計30-50kWのテスト | 2008年までに合計20-25MW | 2012年までに合計500MW | | |
| 意思決定ポイント | | ○達成条件 ・限定導入に耐えうる耐久性 ・効率：35-55% ・コスト：\$400/kWになる見通し (10万基生産時) | ○達成条件 ・耐久性の向上 ・効率：40-60% ・コスト：\$400/kW達成の保証 (10万基生産時) | ○達成条件 ・耐久性 スタック：5年間 システム：25年間 ・効率：40-60% ・コスト：\$400/kW達成 ※ここで産業界による商業化の意思 決定を行う | |

出典：DOE 「Fuel Cell Report to Congress (ESECS EE-1973)」 2003年2月

注) SECA (Solid State Energy Conversion Alliance) は、化石エネルギー局が 1999 年から実施している SOFC の開発プロジェクト。

② 自動車用・インフラに関するパートナーシップ

FreedomCAR (U.S. Council for Automotive Research と DOE のパートナーシップ) は、FC 技術研究への挑戦である。同様の FCV を実条件下で試験するパートナーシップが、コスト、性能、信頼性に関する情報を提供することになる。

既存の燃料供給インフラを水素に移行することは、技術と経済性の観点からも壮大な試みである。水素インフラの実用化に向けた課題を克服するための官・民のパートナーシップ・プログラムは、効率的でクリーンで、かつ経済的な水素の製造から輸送までのプロセス (オンボード、オフボードの水素貯蔵技術、FCV に燃料を供給するインターフェース、安全基準・標準の策定などを含む) の開発や実証の助けとなる。

DOE は一昨年、水素社会に移行するための国家ビジョンの策定を、産業界や投資者と一緒を進めてきた。2002 年 11 月に、水素社会のビジョンを目指したアクションプランとして、「National Hydrogen Energy Roadmap」^{注)}を完成させた。この報告書は、FCV と水素インフラ技術を実証するプログラムの基礎となり得るものである。

実用化に向けたスケジュールを表 3-2-15 に示す。現在行われているカリフォルニア燃料電池パートナーシップ (CaFCP) の下、50 台の FCV の実走行条件下でのデモンストレーションはフェーズ 1 として位置づけられる。

表 3-2-15 FCV の研究開発・デモンストレーションのスケジュール

| | 2000 | 2004 | 2009 | 2015 |
|----------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | |
| | 技術の実証 | 限定的フリートテストとその評価 | 商業化に備えたデモンストレーション | 商業化 |
| 自動車 | FCVの性能と実現可能性のテスト | FCVの実条件下での評価 | フリート用FCVの商業化可能性のデモンストレーション | 生産工場、販売/サービス拠点の設立投資 |
| インフラ | 水素ステーションのデモンストレーションと燃料選択の分析 | 様々な資源からのオンサイト製造 | 消費者の利便性を満たすステーション | 水素化が可能なステーションに投資 |
| 水素供給源 | 主に既存の水素生産工場からトラック配送で供給 | 再生可能エネルギー・化石燃料 | 各地域ごとに最もコスト効率の良い水素供給源を採用 | |
| 意思決定ポイント | | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ○達成条件 ・耐久性: 1,000時間 ・コスト: \$200/kW (50万台生産時) ○研究開発の見通し ・耐久性: 2,000時間 ・コスト: \$125/kW ・水素供給コスト: \$3/gallon (ガソリンと同等した場合) | <ul style="list-style-type: none"> ○達成条件 ・耐久性: 2,000時間 ・コスト: \$125/kW ・水素価格: \$3/gallon (ガソリンと同等した場合) ○研究開発の見通し ・耐久性: 5,000時間 ・コスト: \$45/kW ・水素供給コスト: \$1.5-2.6/gallon (ガソリンと同等した場合) ・温室効果ガス排出量: 120g/mile | <ul style="list-style-type: none"> ○商業化の基本条件 ・耐久性: 5,000時間 ・コスト: \$30/kW ・水素供給コスト: \$1.5/gallon (ガソリンと同等した場合) ・温室効果ガス排出量: 120g/mile ・市場の要因 ※ここで産業界による商業化の意思決定を行う |
| | コスト・性能課題に関する研究開発を継続的に行う | | | |

出典 : DOE 「Fuel Cell Report to Congress (ESECS EE-1973) 」 2003 年 2 月

注) DOE 「National Hydrogen Energy Roadmap」 2002 年 11 月

規格・標準に関するプログラム

連邦政府は、規格・標準の策定において中立的な立場にある。規格・標準の策定は、新技術を導入する際、安全と責任を保証するために促進する。現在進められている規格・標準のプログラムは、より広範囲な用途、システム体系、技術オプションを含めて拡張していく必要がある。

教育に関するプログラム

潜在的なエンドユーザ、地方自治体等に水素と FC システムを紹介し、水素のビジョンを伝えるために、教材を開発していく。この教材は、キーとなる投資者に水素の便益、安全性、用途に関する情報を伝えるために、「National Energy Policy」^{注)}を用いる。また、産業と教育機関が協力をして、小・中・高等学校の教師のためのカリキュラムとトレーニングプログラムを作成する。各地域の産業エキスパートと教師がペアになり、教師に水素や FC について教育するためのカリキュラムを通して、教師を教育していく。また、それと同時にカリキュラムを使う指導者（各地域の産業エキスパート）のトレーニングも行っていく。大学のプログラムも、水素と FC の研究を行う機会を多く学生に与えるように拡張していく。

d) まとめ

このレポートで示したプログラムによって、FC 技術が広範囲な領域で 2015 年までに商業化することができるかどうかを決定するために必要な情報を得ることができる。たとえ技術開発が成功しても、2015 年における FC の商業化の決定には、市場の要因と競合技術の進歩が影響する。商業化と幅広い技術展開は、エネルギーセキュリティの向上と二酸化炭素や大気汚染物質の大幅な削減を達成することができる。技術的・社会的課題を克服し、また、技術進歩を独立な立場で評価し、納税者と民間投資家の代わりにリスクと期待を調整することに必要な膨大な投資資金のために、政府と民間部門の財源に関するコミットメントが必要とされる。政府の財源は、個人投資家のコミットメントを保証することにおいて不可欠である。一方、民間部門の投資は、産業界の技術の商業化に対する意思とコミットメントを政府に示す証として必要である。

連邦政府が財政困難になると、研究－開発－実証－実用化に沿ったプロセスに悪影響を与えることになる。また、現在行われている経済性が成立していないデモンストレーションでも R&D のニーズに役立つ情報を提供するかもしれない。それゆえ、プログラムの長期的な成功のために必要な財源を減らさないように、そのようなデモンストレーションのための資金供給の調整を慎重に行っていくべきである。

^{注)} 「National Energy Policy」はブッシュ政権が発表したエネルギー政策。

DOE は、長期的で高いリスクを伴う活動に焦点を合わせながら、R&D のバランスを維持していくよう努力し、コスト配分のガイドラインに厳密に従っていく。さらに、これらのプログラムは、DOE のエネルギー効率・再生可能エネルギー局 (EERE) と化石エネルギー局 (FE) ，他の連邦機関との間で調整していくことになる。

(6) 水素経済のための国際パートナーシップ (IPHE)^{注)}

エイブラハム DOE 長官は 2003 年 4 月 28 日に、国際エネルギー機関 (IEA) のディナースピーチにおいて、「水素経済のための国際パートナーシップ (International Partnership for the Hydrogen Economy : IPHE)」の設立を呼びかけた。スピーチの抄訳を以下に示す。

(以下、スピーチから関連部分を抄訳)

今夜のディスカッションは、第一に天然ガスと電力に焦点を絞ったものだが、私が考えるにエネルギー・セキュリティへの対応において最も重要なことについて述べさせていただきます。それは我々の社会を、外国の石油に依存した社会から、国内生産可能な水素を使った社会に移行させ、水素を運輸部門の主要なエネルギー源とすることである。

(中略)

水素ビジョンを実現するためにブッシュ大統領は、今後 5 年間で 17 億ドルの予算を水素を動力源とする自動車と、それを支えるインフラの研究開発に投資することを確約した。

我々にとっての課題は、燃料電池のコストを 1/10 に下げることであり、水素製造コストも下げる必要がある。我々の見るところでは、今日の水素の製造コストは約 4 倍も高い。そして大量の水素燃料を自動車やトラックに搭載する新しい方法を生み出す必要がある。しかし最も重要なことは、水素の運搬・充填インフラを開発することである。

もしこれに成功したならば、2040 年までに米国は、石油消費量を 33%、二酸化炭素排出量を 19%減らすことができると予想される。(中略)

欧州連合は、再生可能エネルギーと水素エネルギー技術に関する、長期的で確固たる研究開発を行っている。日本も同様の強力なコミットメントを示している。最近 DOE を訪問したオーストラリア、カナダ、ドイツ、アイスランド、イタリア、英国などの国も、それぞれの国のプログラムを説明した。(中略)

しかしこの協力は、IEA 加盟国を超えて広げなくてはならない。発展途上国も我々と同様の、エネルギーと公害に関する課題を抱えている。世界的に水素経済に移行するためには、我々は主要な発展途上国、たとえばインド、中国、南アフリカ、ブラジルなどを巻き込む必要がある。(中略)

よって今夜、私は水素経済のための国際パートナーシップ (IPHE) を提案したい。(中略) 国際社会は二カ国・多国間関係を基礎として、努力を融合し、共通の課題に挑戦し、アイデアを共有し、行動を協調させて、水素経済という共通のゴールを迫及していこう。

注) 2003 年度 JARI 海外調査報告書

6月16日にエイブラハム長官は、欧州委員会の「水素・燃料電池に関するハイレベルグループ会議」^{注1)}において、「米国のビジョンと水素社会へのロードマップ (The US vision and roadmap to a hydrogen economy)」と題するスピーチを行い、欧州連合にIPHEへの参加を呼びかけた。

(以下、スピーチから関連部分を抄訳)

本年度のDOEのエネルギー効率・再生可能エネルギープログラムの予算請求額は13億ドルを超え、過去20年間で最大となっている。また我々は、20億ドルの資金をクリーン石炭発電イニシアティブに投入する。これは10ヵ年プログラムで、発電効率向上とエミッション低減の技術開発を目指している。さらに我々は炭素系燃料の問題を特に重要と考えており、炭素隔離の研究予算を60%増額した。(中略)

水素は再生可能エネルギー、化石エネルギー、原子力エネルギーから製造できる。我々は全てのオプションを検討している。水素はエミッションフリー技術によって製造されるべきであり、我々は予算の約50%を再生可能エネルギーからの水素製造技術に振り分けている。(中略)

これまでの経験から、エネルギー分野における科学的知識と技術の開発においては、国際的な協力関係が重要であることを認識している。(中略)

私は2003年3月にブリュッセルに赴き、欧州委員会のプロディ委員長、デ・パラシオ副委員長、ビュスカン委員と会い^{注2)}、水素社会の実現に向けての協力体制について話し合った。(中略)

今朝、ビュスカン委員と私は「米欧非原子力エネルギー協力協定に対する燃料電池付属文書 (Fuel Cell Annex to the US-EU Non-Nuclear Energy Cooperation Agreement)」に署名した。この付属文書は、我々の水素研究に対する試みの統合を助け、水素技術の開発における国際協力の重要性を強調するものである。(中略)

米・欧の燃料電池に関する協力は、水素革命の推進の上で重要な要素である。しかしそれは、水素ビジョンの達成に対する国際アプローチの第一歩にすぎない。それゆえに、私は数週間前の国際エネルギー機関の会合において、燃料電池とインフラ技術の研究開発における協力を目的に「水素経済のための国際パートナーシップ (IPHE)」を提案した。(中略)

私は、ここに個人として出席されている欧州委員会のかたがたに、この秋に開催されるIPHE正式発足のための閣僚会議に参加されるように要請する。

注1) 「水素・燃料電池に関するハイレベルグループ」に関しては2003年度JARI海外調査報告書参照。

注2) デ・パラシオ副委員長は、欧州委員会のエネルギー・運輸総局のコミッショナー。ビュスカン委員は研究総局のコミッショナー。2003年度JARI海外調査報告書参照。

2003年11月18～21日に米国は、「水素経済のための国際パートナーシップ(IPHE)」の閣僚会議をワシントンDCで開催した。この会議には、世界14カ国^{注)}の代表が集まった。

このパートナーシップの第一の目標は、日本やEUなどの国際的な研究相手との水素エネルギーに関する情報の共有である。

IPHEでは中国、ブラジルなどの国からの要望を聞きいれて、発展途上国が水素経済を達成するためのロードマップも策定することになった。

IPHEの目的とその特徴を表3-2-16に示す。

表 3-2-16 水素経済のための国際パートナーシップ(IPHE)の目的とその特徴

| | |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IPHEの目的 | 水素社会への世界的な移行を推し進めるための研究・開発・実施プログラムを、効果的に組織し、さらにその評価とコーディネーションを行うこと。 |
| IPHEの成功の鍵 | <ul style="list-style-type: none"> ・世界の知性をあつめ、困難な課題の解決を図る。 ・共通の技術標準を作る。 ・水素と燃料電池技術の開発と利用を推し進めるための、政策と技術のガイダンスを作る。 ・水素・燃料電池技術とインフラ技術を開発するための大規模かつ長期的な官民協同体制を構築する。 ・技術面・資金面・政策面における、課題と機会を明確化する。 |
| IPHEの特徴 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 水素と燃料電池の技術開発に対する、非常に長期的なコミットメント 2) 技術開発とインフラ開発のための明確なビジョンと国家戦略 3) 水素社会における産業セクターの開発を効果的に推し進める政策と戦略 |
| 枠組文書 (Terms of Reference : TOR) | <ol style="list-style-type: none"> 1) TORは炭素隔離リーダーシップフォーラム(Carbon Sequestration Leadership Forum)の成果を基にして決定される。 2) TORは非拘束的な協定である(非拘束性は、IPHEの実施における基本的な方針である)。 3) TORのドラフトは、現在レビュー中である。 |

出所：2003年度JARI海外調査報告書
 <<http://www.usea.org/iphe.htm>>

^{注)} 参加国は、オーストラリア、ブラジル、カナダ、中国、フランス、ドイツ、アイスランド、インド、イタリア、日本、ノルウェー、韓国、ロシア、英国、米国、欧州委員会。(欧州委員会を除き、アルファベット順)

(7) カリフォルニア州大気資源局(CARB)の施策^{注1), 注2)}

1) Zero-Emission Vehicles(ZEV)規制

大気清浄化の手段として、CARB（加州大気資源局）は、1990年にZEV（Zero Emission Vehicle＝無排出ガス車）の販売義務付けを行うこととするZEV法を制定した。ZEVは排出ガスを全く出さない車のことで、当時は、電気自動車にそれが相当した。当初の規定では、加州での販売台数が年間3.5万台以上の自動車会社に対し1998年型から販売量の2%を、2003年型からは10%までZEVを増加させることになっていた。しかし、1996年の見直しで、ZEV規制の実施を2003年型からに延期することになり、更に1998年の見直しで、03年型からのZEV10%強制導入は維持しつつ、新たにPZEV^{注3)}という考えを取り入れ、最低でもピュアZEVは4%、PZEVは最大6%まで認められることになった。PZEVは、表3-2-17に示すように排出ガスはSULEVレベル以下で、エバポ（蒸発）エミッションがゼロで、エミッションの劣化を15万マイルにわたり診断警告し、かつ排出レベルを15年もしくは15万マイル以上保障しなければならない。現行のULEV（超低排出ガス車）レベルに比べて大変厳しいものとなっている。

表 3-2-17 PZEV の条件

| | 項目 | PZEV 要件 |
|---|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | エミッション | SULEV (NMOG \leq 0.01gpm, NOx \leq 0.02gpm) ※参考：ULEV (NMOG \leq 0.04gpm, NOx \leq 0.07gpm) |
| 2 | エバポ | 0g/test |
| 3 | 自己診断 (OBD) | OBD2 規制適合 |
| 4 | 保障期間 | 15万マイルあるいは15年間 |

※1～4の全項目を満たすことが条件

さらに2000年の見直しでは、先進 (Advanced Technology) PZEVが設定され、1998年に見直されたZEV4%の内2%は先進PZEVでも良い(ピュアZEVは最低でも2%出す)ことになった。対象車両は表3-2-18のとおりである(PZEVとして認証されている車両は表3-2-19)。また、2003年型以降、ZEV要求台数を徐々に増加させ、2018年型では、16%まで引き上げるようになった。その代わりに各種のクレジットを導入し、実際のZEV、先進PZEV、PZEVの導入台数を緩和することが提案された。このクレジットには、車両の燃費によりクレジットが変わるという項目が含まれていた。

注1) (財)日本電動車両協会『平成14年度燃料電池自動車に関する調査報告書「海外調査編」』平成15年3月(以下、「2002年度JEVA海外調査報告書」と記す)

注2) (財)日本自動車研究所「平成15年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」および(財)日本自動車研究所「平成16年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」

注3) PZEV:パーシャルZEV。PZEVは、SULEV(超超低排出ガス車)、ハイブリッド車(HEV)、改質形FCVなどが相当。

表 3-2-18 ZEV, 先進 PZEV, PZEV の対象車両

| カテゴリー | ランク | 対象車両 |
|---------|------------|----------------------|
| ZEV | Gold (金) | EV, 水素形 FCV |
| 先進 PZEV | Silver (銀) | HEV, CNG 車, 水素エンジン車等 |
| PZEV | Bronze (銅) | SULEV 適合ガソリン車 |

表 3-2-19 PZEV の認証車両

| | |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PZEV | BMW-325i , Chrysler-Sebring , Dodge-Status , Ford-Focus, Honda-Accord (LX, EX) , Hyundai-Elantra, Kia-Spectra , Mazda-3 , 6 , Mitsubishi-Galant , Nissan-Sentra , Altima , Subaru-Legacy , Outback , Toyota-Camry, Volkswagen-Jetta, Volvo-S60, V70 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

※現在, 先進 PZEV として, CNG 車は商用的な段階に入っており, 先進 PZEV の承認はまだであるが, 3 種類 (Ford-Escape, Honda-Civic Hybrid GX, Toyota-Prius) の HEV が市場に導入されている。また, 近い将来に先進 PZEV として使用可能となるものとしては, Honda-Accord, Lexus-RX400h, Toyota-Highlander がある。

2002 年 1 月に公聴会が行われたが, 同月, GM, D/C などがクレジット計算式に燃費に関する条項が含まれているのは, 連邦優先権に反するとして連邦地裁に提訴した。成立するかみえた改定案はここで成立困難となり, 6 月に入り連邦地裁が「03-04 年型での ZEV 規制施行禁止」の予備判断を下した。そこで CARB は, 05 年型からの ZEV 規制施行および燃費条項削除の新しい案を提案し, 紆余曲折の末 2003 年 1 月に ZEV 規制改定案が出された。そして 3 月と 4 月に公聴会が行われ, 8 月にやっと ZEV 規制改定案の最終案が発行され, GM, D/C などが連邦地裁, 加州裁への訴訟を取り下げるに至り, 最終規則が発行される見通しとなった。そして 2004 年 2 月に最終規則が発行され, カリフォルニア州総務長官の承認を得て, 2004 年 3 月 25 日から加州 ZEV 規制は発効となった。その概要と特徴を以下にまとめる。

- ① ZEV法の施行は、図に示したように05年型からで、ZEV要求割合は10%からスタートし、年々増加させて18年型以降は、16%とする。

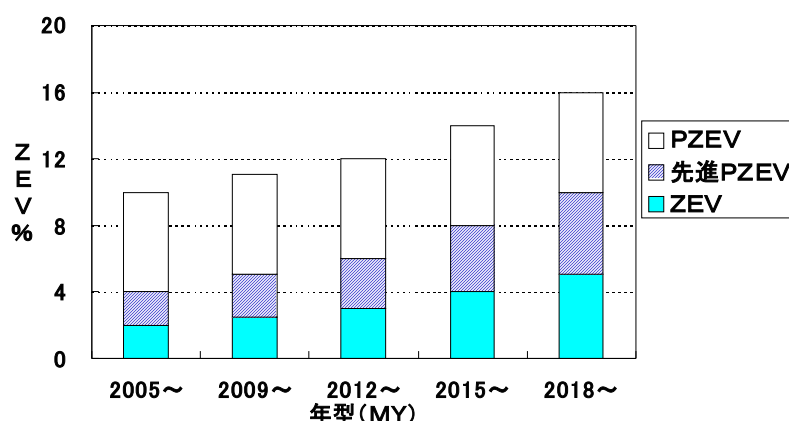


図 ZEVの規制案

- ② ZEV要求台数は、表3-2-18に示したようにZEV、先進PZEV、PZEVで構成され、各々ZEVに換算した台数で満たすこと。
- ③ ZEV要求台数となるベースの台数は、従来のLDV+LDT1にLDT2を加えるが、LDT2については、07年型より12年型まで段階的にベース台数に含める^{注)}。
- ④ ZEV法の対象となる自動車メーカーは、加州における上記LDV、LDTの総販売台数によって区分され、年間6万台以上販売している自動車メーカーは、ZEV、PZEVを導入すること。(注：現状ではGM、フォード、D/C、トヨタ、本田、日産の6社)
- ⑤ 各種クレジットを設ける。主なZEVクレジット(ピュアZEV何台にカウントするかという意味)を例として下記に示す。

・ZEVのタイプによりクレジットが与えられ、早出しするほどクレジットは大きい。

例) 主なZEVクレジット

| | FCV | ピュアEV | HEV | PZEV |
|------|-----|-------|-------|-------|
| 05年型 | 40 | 12 | 0.931 | 0.266 |
| 09年型 | 4 | 3 | 0.7 | 0.2 |

- ・PZEVクレジットフレキシビリティとして、03~04年型(MY)に得た6%を超えるPZEVクレジットは、05~06MY先進PZEVクレジットとして使用できる。
- ・FCVオプションとして、01~08MYの間にFCVを累積かつ全メーカーで250台導入した場合は、05~08MYの間先進PZEVクレジットをピュアZEVクレジットとして使用できる。FCV必要導入台数は、09~11MYは2,500台に、12~14MYは25,000台に、15~17MYは50,000台に各々引き上げられる。
- ・FCVオプション要求台数の半分までは、ピュアEVで置換してもよい。しかし、FCV1台に相当するピュアEVは、11MYまでは10台、17MYまでは5台である。

注) LDT2=Light Duty Truck2。Loaded Vehicle Weight が3,751~5,750ポンドの車両で、SUVなどが含まれる。

- ⑥ 加州あるいは北東部州に登録された FCV に限り、11MY までの期限付きで、加州及び北東部州の両州に登録された車両とみなす。
- ⑦ 09 年型以降の ZEV 要求については、専門家パネルを設置しつつ、再検討する。

以上のように、1990 年の ZEV 法は、ピュア EV 導入から PZEV、水素 FCV 導入へと大きく方向転換され、ピュア EV を現実的に可能性のあるガソリン PZEV や HEV で置換し、施行は 05 年型からとなった。

2) カリフォルニア燃料電池パートナーシップ(CaFCP)

1999 年 4 月、米国カリフォルニア州では、燃料電池車の導入に向け、関係者の自主的な組織として、自動車メーカ、石油会社、燃料電池メーカおよび州政府の共同による「カリフォルニア燃料電池パートナーシップ」(CaFCP)を組織した。そして、2000 年 11 月 1 日サクラメントに研究施設を設置し、開所式が行われた。目的と参加メンバーは表 3-2-20 のとおりである。また、2000 年 6 月に運営チームは、CaFCP の意義を「CaFCP は FCV の実用化に対するコミットメントである」と発表している。当初は 2003 年までの予定だったが、2007 年まで延長されることとなった。

表 3-2-20 「CaFCP」の参加メンバー(2004 年 12 月現在)

| フル・パートナー | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 自動車メーカ | <u>DaimlerChrysler</u> , <u>Ford</u> , Honda, Hyundai, Nissan, Volkswagen, General Motors, Toyota |
| FC 技術パートナー | <u>Ballard</u> , UTC Fuel Cells |
| エネルギー・パートナー | <u>BP</u> , <u>Shell Hydrogen</u> , <u>ChevronTexaco</u> , ExxonMobil |
| 行政関連組織 | <u>California Air Resource Board (CARB)</u> <u>California Energy Commission (CEC)</u> South Coast Air Quality Management District U.S. Department of Energy (DOE) U.S. Department of Transportation (DOT) U.S. Environmental Protection Agency (EPA) |
| アソシエイト・パートナー | |
| 交通局 | AC Transit, Santa Clara VTA, SunLine Transit |
| 水素燃料供給会社 | Air Product, Praxair |
| 行政関連組織 | Institute of Transportation Studies - UC Davis |
| 水素製造メーカ | Stuart Energy, Proton Energy Systems, PG & E, Ztek Corporation |

※下線部は発足当初のメンバー

表 3-2-21 CaFCP の歴史

| | |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1999年 | 4月 - 発足時の8団体のメンバーによる公式発表 |
| 2000年 | 11月 - 西サクラメントの施設が完成 |
| 2001年 | 10月 - FCVの最初の燃料がH ₂ で意見一致 |
| 2002年 | 7月 - 20のフル・パートナーと10のアソシエイト・パートナーが揃う |
| 2003年 | 7月 - 2004年-2007年の第2フェーズの計画が採用 12月 - 第1フェーズの活動が以下の成果をもって終了 55台のFCV, 2台のFCバス, 3基の水素ステーション, 2つのロードラリー (road rallies), 一般の認知度40% |
| 2004年 12月現在 | 32のパートナーで水素とFC車両の実証試験の促進活動を行っている。 |

表 3-2-22 CaFCP の現状(2004.1 現在)

| | |
|-----------|----------------------------|
| 参加メーカー・機関 | 30社 |
| 参加車両 | 58台 (うちバス3台) 現在41台走行試験中 |
| 総走行距離 | 14.53万マイル (23.2万km) |
| 延べ試乗者数 | 1.2万人 (同乗者も含む) |
| 水素ステーション | 2箇所 (CaFCPのHQ, リッチモンド) |
| 充填回数 | 2,600回 |

出典：平成15年度水素・燃料電池実証プロジェクト JHFCセミナー資料

表 3-2-23 燃料電池パートナーシップの活動内容

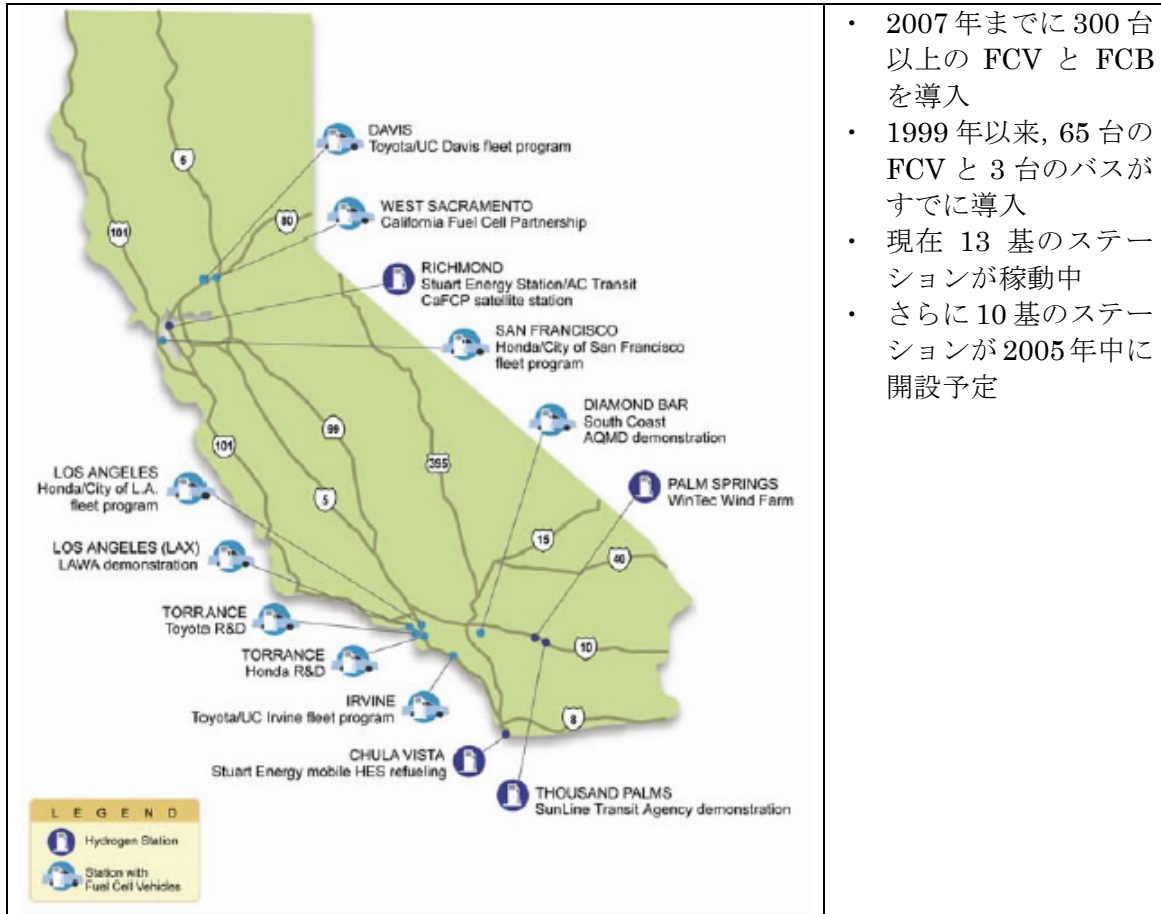
| | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 燃料 | <ul style="list-style-type: none"> 水素 (圧縮, 液体) とメタノールを想定。 ガソリン改質技術についても研究する。 |
| 走行場所 | <ul style="list-style-type: none"> サクラメント近辺 D/Cの圧縮水素バスはパームスプリングスおよびサンフランシスコ |
| 燃料インフラの整備 | <ul style="list-style-type: none"> パートナーシップに参加している石油会社が行う。 |
| コスト負担 | <ul style="list-style-type: none"> 運営費用は, 基本的には参加企業が負担。 自動車メーカーは自己負担で, デモンストレーション用FCVを提供。 デモンストレーション用の燃料電池バスのコストは California Energy Commission が負担。 |
| 安全性対策・規制等 | <ul style="list-style-type: none"> 水素利用などに対する規制なし。そのため, 安全性対策などすべて関係する自動車メーカーの責任で行う。 |

CaFCPの2004-2007年の目標を表3-2-24に示す。

表 3-2-24 CaFCP の2004-2007年の目標

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> メンバーによるFCVステーション導入の促進 水素ステーションと車両間のプロトコルの設定促進 緊急時対応に関するトレーニング 資料の出版 全世界のFCVプログラムとの間の情報と経験の共有 資金提供者や市民団体に対する対応 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

図 3-2-9 の地図に、カリフォルニア州各地に設置されている水素設備の位置を示す。
また、a) ~e) にホンダ、D/C、トヨタ等の取り組み状況を整理する。



- 2007年までに300台以上のFCVとFCBを導入
- 1999年以来、65台のFCVと3台のバスがすでに導入
- 現在13基のステーションが稼動中
- さらに10基のステーションが2005年中に開設予定

図 3-2-9 CaFCP の実証サイトと各サイトのメンバー

a) Honda の取り組み

CaFCP における Honda の取り組みの概要を図 3-2-10 に示す。

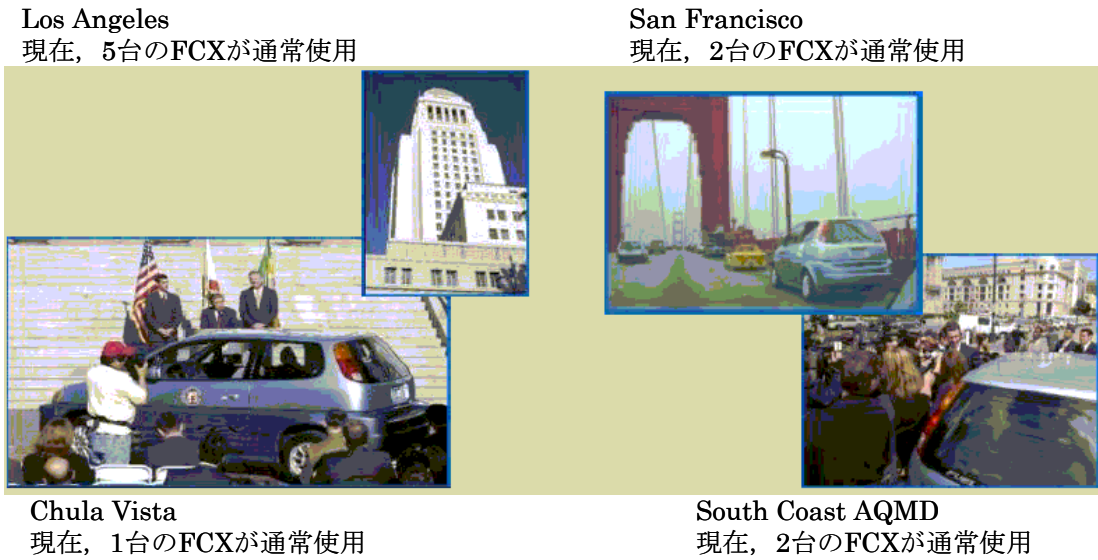


図 3-2-10 Honda の FCX 実証プログラム

b) DaimlerChrysler の FCV デモプロジェクト

CaFCP における D/C の取り組みの概要を表 3-2-25 に示す。

表 3-2-25 D/C の FCV デモプロジェクト

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 北米で最初の実世界のビジネスアプリケーションとして UPS と EPA と連携して活動 ・ A-Class と Sprinter をカリフォルニアへ納入 ・ DOE の”Controlled Hydrogen Fleet and Infrastructure Demonstration and Validation Project”で, 追加車両を納入 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

c) TOYOTA の FCHV プログラム

CaFCP における TOYOTA の取り組みの概要を表 3-2-26 に示す。

表 3-2-26 Toyota の FCHV プログラムの概要

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none">• 水素インフラの使用と人々の関心を調査するために、UC Davis に 2 台の FCV を納入• 生産のパフォーマンス, 信頼性, そして利用可能性の調査をするために UC Irvine に 2 台の FCV を納入• カリフォルニア内にあと 7 台の FCV を納入予定 |
|  | |

d) AC Transit と SunLine のプログラム

CaFCP における AC Transit と SunLine の取り組みの概要を表 3-2-27 に示す。

表 3-2-27 AC Transit と SunLine の取り組み

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>UTC の FC システムを搭載した 4 台の Van Hool バス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ AC Transit 3 台, SunLine 1 台 ・ 2005 年 9 月にサービス開始 |
|  | <p>1 台の ISE/Thor のデモバス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 15 ヶ月にわたり, 3 つの交通局 (Transit Agency) でデモ走行 ・ 走行距離 17,000 マイル ・ 7.3-9.2mpg に相当 |
|  | <p>Oakland ChevronTexaco energy station</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2005 年 8 月に完成予定 ・ 150kg/日のディスペンサー ・ 電力をつくるために過剰水素を用いた定置型燃料電池の追加が可能 |

e) Santa Clara における VTA プログラム

CaFCP における VTA プログラムの概要を表 3-2-28 に示す。

表 3-2-28 Santa Clara における VTA プログラム

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • 3 台の Gillig バス • バラード製の FC システムを搭載 • 2005 年 1 月にサービス開始 • 9,000 ガロンの液体水素貯蔵庫を備えた新たな水素ステーション |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3) California Hydrogen Highway イニシアチブ

このイニシアチブに関する行政指令 S-7-04 が 2004 年 4 月 20 日に調印された。2010 年までに最大 250 基、最低でも 100 基の水素ステーションを設置する予定である。最初は主要都市の車の量が多いところを中心に設置する計画である。組織図を図 3-2-11 に示す。

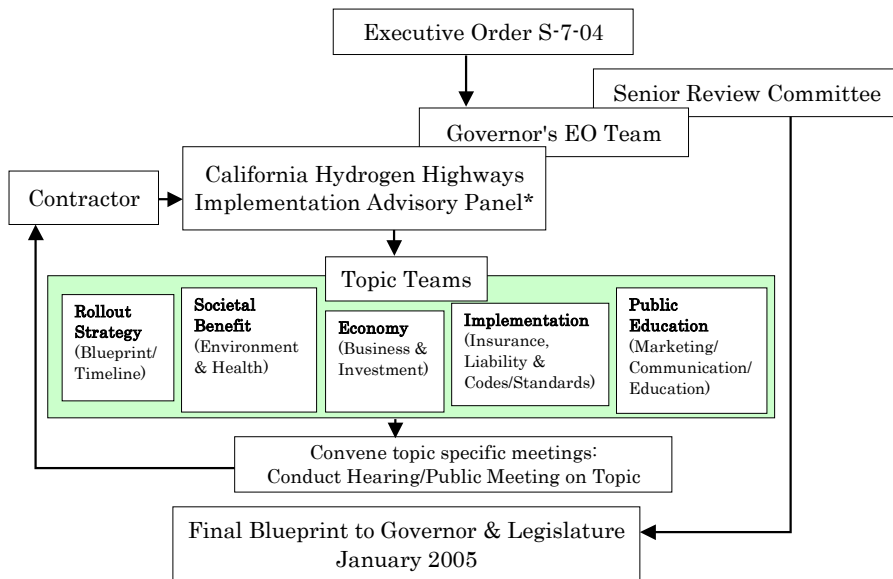


図 3-2-11 カリフォルニア水素ハイウェイの組織図

4) 定置用燃料電池プロジェクト(California Stationary Fuel Cell Collaborative)

CARBは2001年6月, 定置用燃料電池プロジェクト推進組織「California Stationary Fuel Cell Collaborative (以下 CaSFCC)」を組織した。CaSFCCの目的は『州政府のビルへの燃料電池の導入を積極的に進めるとともに, その他のマーケットへの燃料電池導入を支援する』ことである。コアメンバーは表 3-2-29 のとおりである。

表 3-2-29 CaSFCC のコアメンバー

| | |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| State Agencies | California Air Resource Board California Business Transportation and Housing Agency California Department of General Services California Department of Transportation California Energy Commission California Environmental Protection Agency California Public Utilities Commission California Resources Agency California Power Authority California State Fire Marshall California Trade and Commerce Agency Governor's office of Planning and Research |
| Local Agencies | South Coast Air quality Management |
| Federal Agencies | US Department of Defense US Department of Energy US Environmental Protection Agency |
| Non-Government Agencies | Los Angeles of Water and Power National Fuel Cell Research Center Sacramento Municipal Utility US Fuel Cell Council |

目標として, 2006 年末までに合計 50~250 MW の燃料電池を導入する。まずは, 新規導入が容易な新しい州政府ビルから導入を始めるが, 順次, そのほかのビルへの導入を行う。問題として, 古いビルでは燃料電池を設置できるだけのスペースがないことが挙げられている。

CARB は, CaFCP と CaSFCC の両方を協調して進めることで, R&D 促進のシナジー効果を期待している。

5) カリフォルニア州のカーボン排出量削減法(パブリー法)

2002 年夏にカリフォルニア州議会は, 自動車からのカーボン排出量削減を義務付ける「州法第 1493 号 (Assembly Bill 1493)」を可決, Gray Davis 知事も法案に署名を行った。州法第 1493 号は, 提案した民主党議員 Fran Pavley の名をとって「Pavley Bill (パブリー法)」と呼ばれている。

パブリー法は, CARB が 2009 年 (モデルイヤー) 以降の自動車 (および自動車メー

カ) に対してカーボン排出量の基準を定めることを求めている。具体的には、2020年には17%、2030年には27%の自動車からのGHGを削減することを目的としている。パブリー法は2005年1月に採決され、州議会および州知事へ報告され、2006年より前に有効になることはなく、2009年モデルから適用される予定である。車両カテゴリとしては、PC/LDT1（乗用車、小型トラック、小型SUV）とLDT2（大型トラック、大型SUV）に分けられ、規制対象GHGは、CO₂、CH₄、N₂O、HFCsであり、自動車からの（排気口、空調などによる汚染物質を含む）全てのGHGを対象としている。これに対して米国の自工会などから告訴されており、どのような形でどのように決着するか今後の動向が大いに注目される。

パブリー法の施行スケジュールを表3-2-30に示す。

表 3-2-30 カリフォルニア州パブリー法の施行スケジュール

| | |
|----------------------------|-----------|
| 技術面の評価 | |
| 地球温暖化ガスに関するワークショップ | 2002年 12月 |
| 自動車技術に関するシンポジウム | 2003年 3月 |
| 補足的ワークショップ | — |
| サマリー・ワークショップ | 10月 |
| CARBのボードメンバーへの報告 | 11月 |
| スタッフ・プロポーザル（ドラフト）作成 | |
| スタッフドラフトの公表 | 2004年 5月 |
| ワークショップ | 6月 |
| 最終的なスタッフ・プロポーザル | 7月 |
| CARBのボードによる承認 | 9月 |
| 議会・州知事への報告 | 2005年 1月 |

出典：2002年度JEVA海外調査報告書、(財)日本自動車研究所『平成16年度燃料電池自動車実証試験にかかる海外調査報告書』（以下、「2004年度JARI海外実証調査報告書」と記す）

3-2-2 EUにおける取組み

(1) 欧州連合フレームワーク・プログラム(EU Framework Programme:FP)^{注1)}

1) 欧州連合フレームワーク・プログラム(EU Framework Programme:FP)とは

欧州連合フレームワーク・プログラムは、1984年から実施されている5カ年計画である。欧州委員会（European Commission：EC）が提案し、欧州議会と欧州閣僚理事会の承認を受けて実施される。研究テーマは全欧州的に募集され、テーマの採用における国別の割り当てはない。前の第5次フレームワーク・プログラム（FP5）は1998～2002年の期間で実施され、2002年末に終了している。これまでのフレームワーク・プログラムの予算を図3-2-12にまとめる。全体予算は175億ユーロ（約2兆1千万円）であり、前回のFP5よりも17%増額されている。また、FP6の重点研究分野を表3-2-31に示す。

詳細な第6次フレームワーク・プログラムの予算を表3-2-32、表3-2-33にそれぞれ示す。FP6は、2002～2006年^{注2)}までであり、欧州研究領域（European Research Area：ERA）に基づいた、欧州全体の産業競争力強化に焦点を当てたプログラムとなっている（予算は表3-2-32における（1）に示されている）。これはEUをはじめとするあらゆるレベルにおける研究開発活動に関する協力、相互補完、そして関係者間の連携を促進することによって、科学の向上、競争力の改善、そしてイノベーションを目指すものとして位置づけられる。

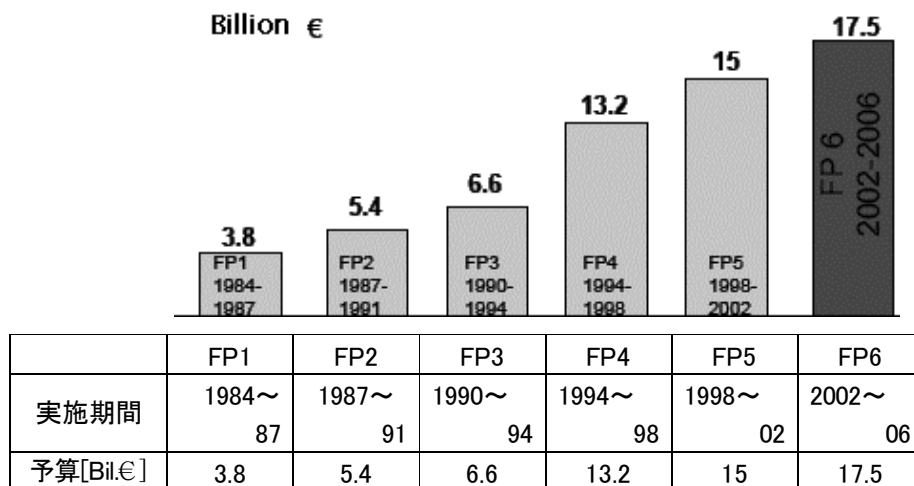


図 3-2-12 Framework Programme の予算の推移

注1) 2004年度 JARI 海外調査報告書

注2) 5カ年計画のうち最初の1年間は前のFPの最終年と重なっている。2002年はFP5の最終年度に重なっており、FP6としての実施は2003年1月からになる。

表 3-2-31 FP6 の重点研究分野

| |
|-----------------------------|
| (1) ライフサイエンス・ゲノム・バイオ |
| (2) 情報社会技術 |
| (3) ナノテク・ナノサイエンス |
| (4) 航空宇宙 |
| (5) 食品の安全 |
| (6) 持続可能な発展・グローバルな変化・エコシステム |
| (7) 知識集約型社会における市民とガバナンス |

表 3-2-32 欧州 FP6 の予算(その 1) (単位:百万ユーロ)

| 1. 重点研究・統合研究分野 (Focusing and integrating Community research) | | 14 682 | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|--|
| (1) 重点研究分野(欧州研究領域) (Thematic priorities) | | 12 438 | |
| • ライフサイエンス・ゲノム・バイオ | 2 514 | | |
| • 情報社会技術 (IST) | 3 984 | | |
| • ナノテクノロジー, ナノサイエンス | 1 429 | | |
| • 航空・宇宙 | 1 182 | | |
| • 食品の品質と安全 | 753 | | |
| • 持続可能な開発, 地球気候変動, エコシステム | 2 329 | | |
| 持続可能な開発: エネルギーシステム 再生可能エネルギー, 建造物における省エネ, 輸送システムにおける代替エンジン燃料 (バイオ燃料, 天然ガス, 水素), 燃料電池とその応用, 水素の輸送と貯蓄, 高温超電導デバイス, 炭酸ガス捕獲技術, エネルギー予想方法 | 890 | | |
| 持続可能な開発: 地上海上輸送 自動車および海上輸送エンジン用クリーンエンジン, 造船所における先端的設計・生産, 鉄道の能力増強と安全, 船舶の構造解析, 異なる輸送手段間の統合と再調整, 交通安全の増強 (道路, 鉄道) | 670 | | |
| 持続可能な開発: 地球気候変動, エコシステム 大気汚染の影響, 水のサイクル, 欧州と第三国の河川地域の双対性, 生物多様性とエコシステム, 過疎化, 地震と地すべり災害の管理, 食品危険管理, 持続的開発のための森林と木材の連鎖 | 769 | | |
| • 知識集約型社会における市民とガバナンス | 247 | | |
| (2) 広分野にわたる研究 (Structuring the European Research Area) | | 1 409 | |
| • 将来の科学技術に対する支援 | 590 | | |
| • 中小企業を取り込んだ横断的な研究 | 473 | | |
| • 国際協力支援 | 346 | | |
| (3) 欧州共同研究センター (JRC) における非原子力の研究 (Non-nuclear activities of the Joint Research Center) | | 835 | |

出典: <http://www.cordis.lu/fp6/budget.htm>

表 3-2-33 欧州 FP6 の予算(その 2) (単位:百万ユーロ)

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|
| 2. 欧州研究領域の研究体制構築 (Structuring the European Research AREA) | | 2 854 |
| (1) 研究支援 (Research and innovation) | 319 | |
| (2) 人的資源・移動 (Human resources and mobility) | 1 732 | |
| (3) 研究基盤整備 (Research infrastructure) | 715 | |
| (4) 科学と社会 (Science and society) | 88 | |
| 3. 欧州研究領域の研究基盤強化 (Structuring the foundations of the ERA) | | 347 |
| (1) 研究協力の支援 (Support for the coordination of activities) | 292 | |
| (2) 政策策定支援 (Support for the coherent development of policies) | 55 | |
| 小計 | | 17 883 |
| 4. 欧州フレームワーク・プログラム(Euratom Framework Programme) | | |
| (1) 重点研究 (Priority thematic areas of research) | 890 | |
| ・ 熱核融合 | 750 | |
| ・ 放射性廃棄物の管理 | 90 | |
| ・ 放射線からの保護 | 50 | |
| (2) その他の原子力技術・安全に関する活動 (Other activities in the field of nuclear technologies and safety) | 50 | |
| (3) 欧州共同研究センターにおける非原子力分野の研究 (Nuclear activities of the Joint research Center) | 290 | |
| 小計 | | 1 230 |
| 合計 | | 17 500 |

出典： <http://www.cordis.lu/fp6/budget.htm>

2) 第6次フレームワーク・プログラムにおける水素・燃料電池分野の研究テーマ

第6次フレームワーク・プログラムにおける水素・燃料電池分野の研究テーマは、2003年3月18日に第一次公募が締め切られ、2004年1月に採用テーマが発表された（全体：表3-2-34，水素関連：表3-2-35，燃料電池関連：表3-2-36）。

水素・燃料電池分野の研究テーマの総額は103万ユーロ（1億4000万円）である。燃料電池では自動車用と定置用に注力しており、直接的にはポータブル用途（ノートパソコン・携帯電話用，軍事用）の研究は行っていない。

表 3-2-34 第6次フレームワーク・プログラムの水素・燃料電池分野テーマ
(第一次公募の採用分)

| 分野・テーマ | | コントラクター数 | プロジェクトのタイプ | 予算 [万€] |
|--------|-----------------|----------|----------------------------------|---------|
| 水素 | 水素製造 | 5 | 1 IP / 4 STREP | 14.6 |
| | 水素貯蔵 | 2 | 1 IP / 1 RTN | 13.3 |
| | 水素の安全，規制，基準・標準 | 2 | 1 NoE / 1 SSA | 7.5 |
| | 水素社会へのパスウェイ（移行） | 8 | 2 IP / 1 STREP / 3 CA / 2 SSA | 21.5 |
| | 水素の最終使用形態 | 3 | 2 IP / 1 SSA | 13.5 |
| | 小計 | | | 70.4 |
| 燃料電池 | 高温型燃料電池 | 4 | 1 IP / 3 STREP | 15.1 |
| | PEM | 5 | 2 IP / 3 STREP | 14.95 |
| | ポータブル用 FC | 2 | 2 STREP | 2.85 |
| | 小計 | | | 32.9 |
| 合計 | | | | 103.3 |

注： IP=Integrated Project
NoE=Network of Excellence
STREP=Specific Targeted Research Project
CA=Coordination Action
SSA=Specific Support Action
RTN=Research Training Network

表 3-2-35 第6次フレームワーク・プログラムの水素分野テーマ

| 分野 | プロジェクト名 | タイプ | トピック | EUの資金[M€] | コーディネータ |
|------|----------|-----|-----------------------|-----------|------------------------------|
| 水素製造 | CHRISGAS | IP | バイオマスからの水素 リッチガス製造 | 9.5 | Växjö University (スウェーデン) |

| | | | | | |
|-------------------|---------------|-------|----------------------------------------------|------|--------------------------------------|
| | SOLREF | STREP | 太陽熱を利用した天然ガスのスチーム改質 | 2.1 | DLR (独) |
| | HYTHEC | STREP | 熱化学的化学水素製造 | 1.9 | CEA (仏) |
| | Hi2H2 | STREP | 電気分解による水素製造 (Solid Oxide water electrolyser) | 0.9 | EDF (仏) |
| | SOLAR-H | STREP | 光生物学的水素製造法 | N/A | Lund University (スウェーデン) |
| 水素貯蔵 | STORHY | IP | 次世代車載技術の開発 | 10.7 | Magna Steyr Fahrzeugtechnik (オーストリア) |
| 水素社会への移行 | HYWAYS | IP | 水素社会へのロードマップ | 4 | LBST (独) |
| | HYCELL-TPS | SSA | 欧州水素・燃料電池技術研究の事務局 | 1.7 | Kellen Europe (ベルギー) |
| | NATURALHY | IP | 水素インフラの研究 (天然ガスインフラの活用) | 11 | Gasunie (蘭) |
| | INNOHYP-CA | CA | 先端的な水素製造法 (高温製造法) の調査・研究 | 0.5 | CEA (仏) |
| | HY-CO | CA | 欧州の水素・燃料電池研究のコーディネーション (ERA-NET の構築) | 2.7 | FZJülich (独) |
| | WETO-H2 | CA | 世界エネルギーアウトルックの提示 (~2050年) | 0.39 | ENERDATA (仏) |
| | CASCADE MINTS | STREP | 水素社会への移行モデルの比較検討 | 0.95 | ICCS/NTUA (ギリシャ) |
| 水素の安全に関する規制・基準・標準 | HYSAFE | NOE | 水素の安全性に関する研究 | 7 | Forschungszentrum Karlsruhe (独) |
| | HARMONHY | SSA | 水素の基準・標準に関する問題の特定 | 0.5 | Vrije Universiteit Brussel (ベルギー) |
| 水素の最終用途 | ZERO REGIO | IP | 水素 FCV のフリーテスト | 7.5 | INFRASERV (独) |
| | HYICE | IP | 水素内燃エンジンの開発 | 9 | BMW (独) |
| | PREMIA | SSA | 自動車用代替燃料の導入に関する調査・提案 | 1 | VITO (ベルギー) |

表 3-2-36 第6次フレームワーク・プログラムの燃料電池分野テーマ

| 分野 | プロジェクト名 | タイプ | トピック | EUの資金[M€] | コーディネータ |
|----|---------|-----|------|-----------|---------|
|----|---------|-----|------|-----------|---------|

| | | | | | |
|-------------|-----------------|-------|--------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|
| 高温型燃料電池 | Real-SOFC | IP | 次世代平板型 SOFC の開発 | 9 | Research Centre Jülich (FZJ) (独) |
| | BIOCELLUS | STREP | バイオマスを使った燃料電池システム | 2.5 | TU Munich (独) |
| | GREEN-FUEL-CELL | STREP | バイオガスを使った SOFC | 3 | CCIRAD (仏) |
| | SOFCSPRAY | STREP | SOFC の運用温度を 650～700°C に下げするための新規材料開発 | 0.6 | NTDA (西) |
| FC のポータブル利用 | MOREPOWER | STREP | コンパクトな直接エタノール (メタノール) FC | 2.2 | Geesthacht Research Centre, GKSS (独) |
| | FEMAG | STREP | 小型 FC (～1kW) とバッテリー・スーパーキャパシタを組み合わせた非自動車用デバイスの開発 | 0.65 | ADT S.r.l, (伊) |
| PEM | HYTRAN | IP | 自動車用 PEM のシステム・コンポーネント開発 | 9 | Volvo (スウェーデン) |
| | FURIM | IP | 2kW 高温 PEM (120～220°C) の開発 | 4 | DTU, Technical University of Denmark (デンマーク) |
| | PEMTOOL | STREP | 中小規模 FC メーカーのための FC モデリング・デザインツールの開発 | 1 | Bertin technologies SA (仏) |
| | INTELLICON | STREP | 先端的な DC/DC コンバータの開発, FC 用パワーレインの開発 | 0.5 | HIL Tech Developments (英) |
| | DEMAG | STREP | PEM, ウルトラキャパシタ, 水素吸蔵合金を組み合わせた非常用電源システムの開発 | 0.65 | Labor s.r.l. (伊) |

(2) 水素・燃料電池に関するハイレベルグループ

2002 年 10 月, 「水素・燃料電池に関するハイレベルグループ (High Level Group on Hydrogen and Fuel Cells : HLG)」が欧州委員会内に設立された。HLG は, 水素社会

に対する一般の理解が不足している現状を踏まえ、欧州の持つ研究資源を最適化し、水素社会到達時に世界に競合しうる欧州を作ることを目的としている。HLGは以下の理由で水素技術の推進を重要と考えている。

- ① エネルギー・セキュリティ
- ② エネルギーの安定供給
- ③ 欧州の経済競争力の維持
- ④ 大気質改善地球温暖化ガスの削減

また、2003年6月16～17日にブリュッセルで「水素社会-持続可能なエネルギーへの橋がけ (The hydrogen economy-a bridge to sustainable energy)」と題する会議を開催した。会議において HLG は、最終報告書『水素エネルギーと燃料電池：未来へのビジョン (Hydrogen energy and fuel cells-a vision for our future)』を発表、アクションプラン (表 3-2-37)、水素社会の将来像 (図 3-2-13)、水素社会へ向けてのロードマップを示した (図 3-2-14)。

表 3-2-37 HLG のアクションプラン

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">・ 水素・燃料電池に関する新たな政策を策定する。・ 戦略的研究アジェンダを設定する。・ 自動車用・定置用燃料電池のデモンストレーションを実施し、欧州全域にわたる水素インフラを構築する。・ 「水素・燃料電池への欧州ロードマップ (European Roadmap for hydrogen and fuel cells)」を提示する。・ 「欧州水素燃料電池技術パートナーシップ (European Hydrogen and Fuel Cell Technology Partnership)」を組織する。 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

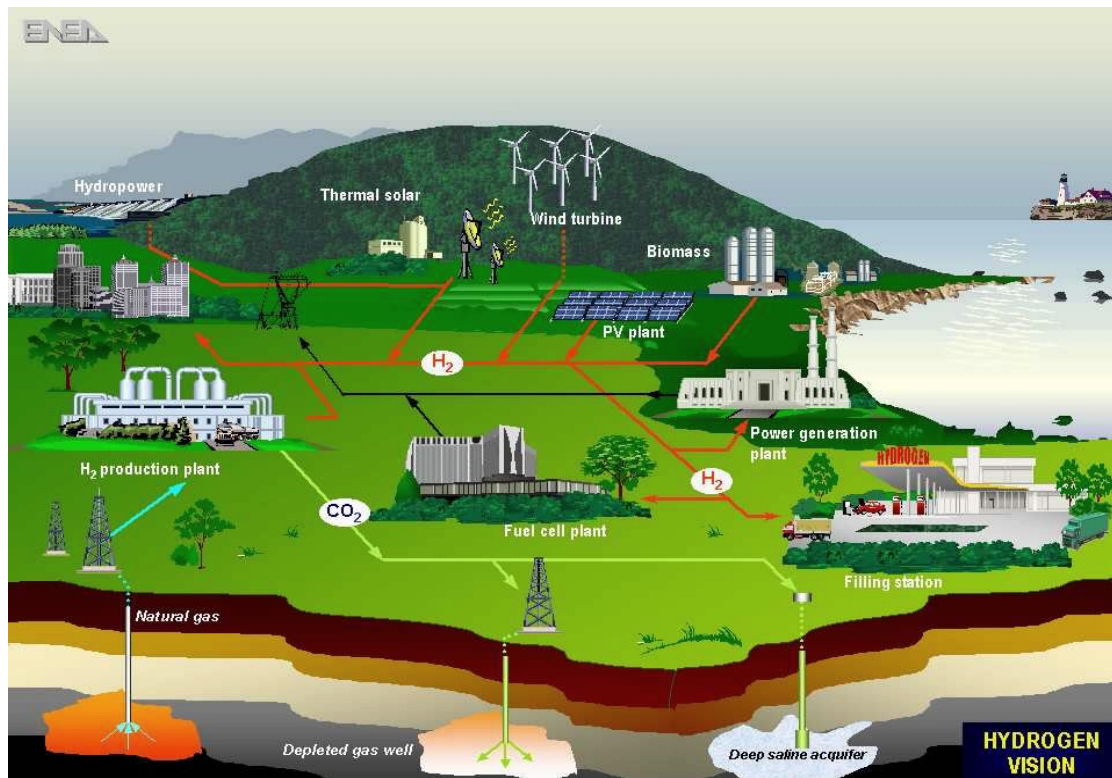


図 3-2-13 HLG が描く水素社会

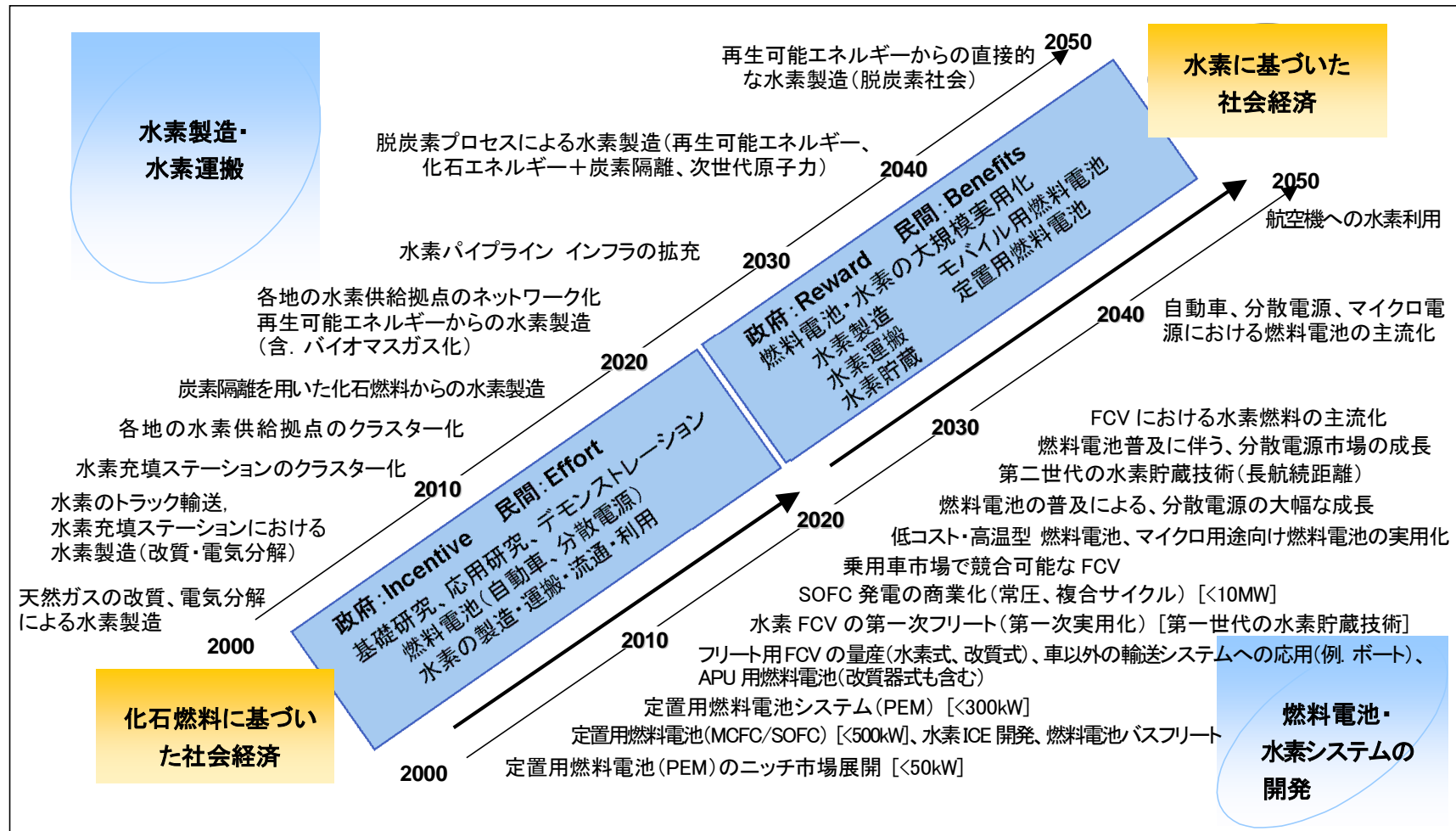


図 3-2-14 水素・燃料電池への欧州ロードマップ

(3) 欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォーム^{注1)}

1) 欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの設立の経緯

「欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォーム (European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform : HFP)」は、欧州の水素・燃料電池研究開発力強化のための支援組織である。この組織は、2004年1月に「水素・燃料電池に関するハイレベルグループ (High Level Group on Hydrogen and Fuel Cells : HLG)」の提言を受けて設立された (表 3-2-38)。

表 3-2-38 ハイレベルグループの概要と提言の内容

| | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設立 | ・ 2002年10月 (欧州委員会内の特別組織として設立) |
| 目的 | ・ 欧州委員会に対して、水素・燃料電池に関する政策を提言する |
| 構成 | ・ 欧州の水素・燃料電池関連企業のトップ19名が個人の立場で参加 |
| 報告書 | ・ 『水素エネルギーと燃料電池：未来へのビジョン (Hydrogen energy and fuel cells - a vision for our future)』 (2003年6月) ^{注2)} |
| 提言 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 「欧州水素燃料電池技術パートナーシップ (European Hydrogen and Fuel Cell Technology Partnership)」の組織 ・ 運輸、エネルギー、環境を包括した政策フレームワークの構築 ・ 研究開発の資金の大幅な増加^{注3)} ・ 様々な「ライトハウス・プロジェクト」を通じた、市場開拓のためのデモンストレーションとパイロットプログラムの実施 ・ 技術開発の支援のための「社会経済研究プログラム」の実施 ・ 技術開発のリーダーシップ支援のための、資金提供機関を組織した「ビジネス開発イニシアティブ」の実施 ・ 初等教育から世界レベルの研究機関までを対象とする、欧州全域での教育・トレーニングプログラムの実施 ・ 持続可能性に寄与する技術の早期導入のために、北米、太平洋域の各国、さらに発展途上国との連携を強化 ・ 以上に関して、情報センターの設置 |

注1) 2004年度 JARI 海外調査報告書

注2) この報告書は、2003年6月の『水素社会—持続可能なエネルギーへの橋がけ (The hydrogen economy a bridge to sustainable energy)』と題する会議にて発表された。この席上で米国エイブラハム エネルギー省長官は、欧州連合に「水素経済のための国際パートナーシップ (IPHE)」への参画を呼びかけている。

注3) ハイレベルグループでは、日米の水素・燃料電池関連の研究開発の取り組みに比べて、欧州研究総局 (DG Research : FP プログラムを管轄する) の取り組みは不十分である、と強調している。

欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームは、欧州委員会とは独立して設置されている組織（図 3-2-15）であり、欧州委員会の研究開発政策に対する提言を行う組織である。しかし、研究開発は実施しない。また、欧州委員会から研究開発資金を受けているわけでもない。欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの目的を表 3-2-39 に示す。

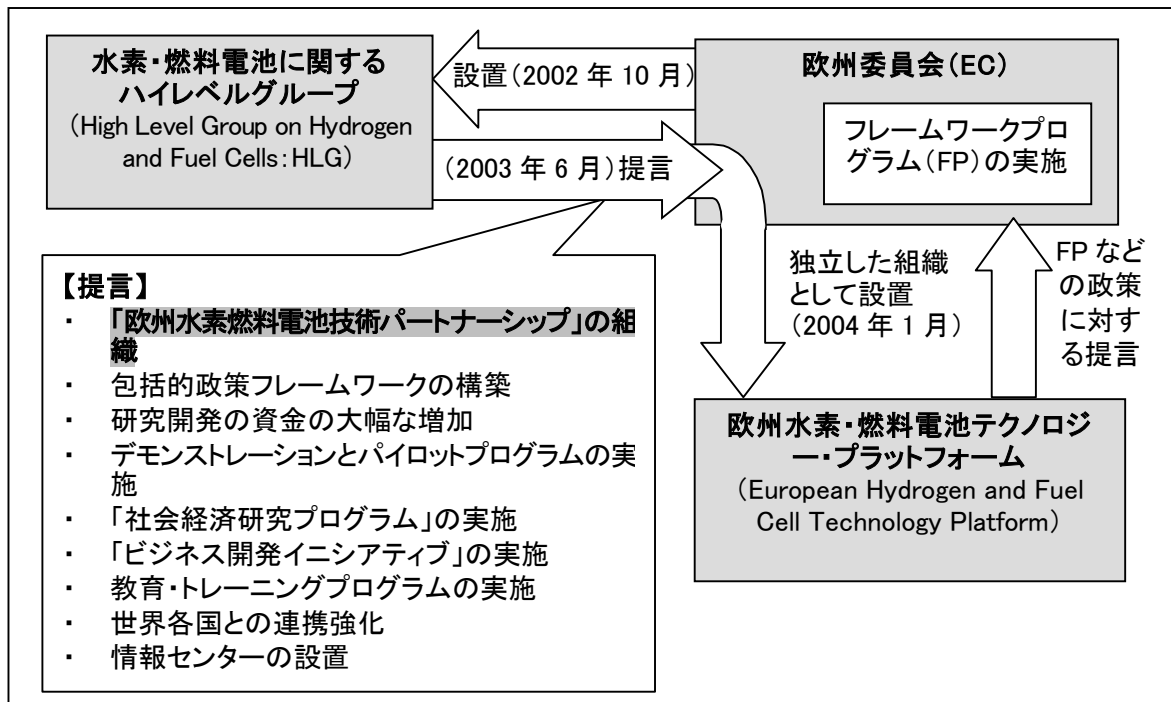


図 3-2-15 欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォーム

表 3-2-39 欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの目的

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>自動車用、定置用、ポータブル用の水素・燃料電池エネルギーシステムおよびコンポーネントシステム開発において、欧州企業のコスト競争力の強化及び、世界レベルの研究開発のための支援を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 研究開発戦略と水素社会へのパスウェイに関して、欧州での合意形成を行う。 ・ 官民パートナーシップを通じて、欧州連合の供給体制を強化し、水素社会発展へのイニシアティブを形成する。 ・ 水素・燃料電池技術に関する欧州研究領域^{注)}の設定を行う。 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

^{注)} 欧州研究領域は 2000 年 3 月のリスボン欧州理事会において決議されたコンセプト。これまでのフレームワーク・プログラムは研究テーマ間・加盟国間の連携が取れていなかったという反省にたち、欧州全体の視点から研究開発を促進することを提案した。<http://europa.eu.int/comm/research/era/index_en.html>参照。

2) 欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの概要

欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの組織を図 3-2-16 に示す。

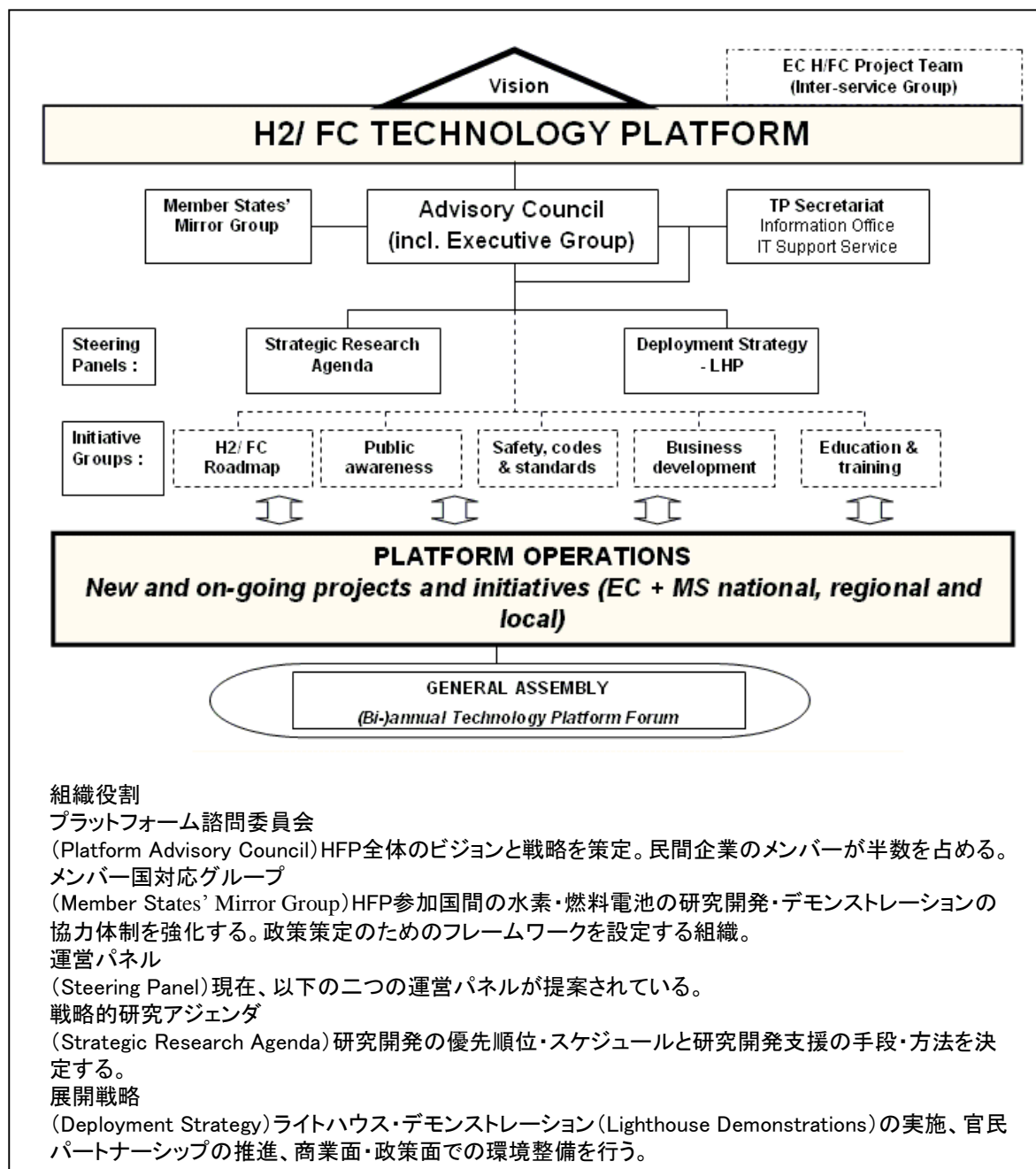


図 3-2-16 欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの組織

欧州水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームに設置されている「戦略的研究アジェンダ (Strategic Research Agenda)」の詳細を表 3-2-40 に示す。

表 3-2-40 戦略的研究アジェンダ

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>ワーキンググループ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 水素生産 - 水素輸送・貯蔵 - 定置用アプリケーション - 自動車用アプリケーション - ポータブルアプリケーション - 技術・社会経済リサーチ <p><u>スケジュール</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 研究戦略（Research strategy：2005～2015年） - 中期的見通し（2030年） - 長期的見通し（2050年） - 幅広いコンサルテーション - 戦略的研究アジェンダの「コア」を決定（FP7とGrowth Initiativeに反映） |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3) ライトハウス・プロジェクト(Lighthouse Projects)

ライトハウス・プロジェクトは、ハイレベルグループの提言に示されているデモンストレーションプロジェクトの名称である。ハイレベルグループでは、水素・燃料電池に関するデモンストレーションプロジェクトの重要性を強調している。特に複数のデモンストレーションプロジェクトを実施し、相乗効果を生み出して市場拡大を図ることを提言しており、このような役割を担うデモンストレーションプロジェクトを「灯台（ライトハウス）プロジェクト」と位置づけている。

ハイレベルグループの提言以降、欧州各地で「ライトハウス・プロジェクト」を称する燃料電池デモンストレーションプロジェクトが企画・提案されているが、欧州委員会として「ライトハウス・プロジェクト」というプロジェクトを実施しているわけではなく、また承認しているわけではない。

(4) 代替燃料コンタクトグループ

代替燃料コンタクトグループ (Alternative Fuel Contact Group : AFCG) は、2001年 11月に欧州委員会が発表した『代替燃料に関するコミュニケーション (Communication of Alternative Fuels)』を受けて、2002年にエネルギー・運輸総局を中心に設置された組織である。2003年 12月、AFCGは最終報告書「代替燃料の市場開発 (Market Development of Alternative Fuels)」を発表した。最終報告書では、とくに天然ガス、水素、Biomass-to-Liquid 燃料の重要性を強調している。報告書の概要を以下に示す。

① Well-to-Wheel 分析について

- ◆ 様々な燃料の Well-to-Wheel 分析を実施。
- ◆ CONCAWE (欧州石油連盟), EUCAR (European Car Manufacturers) 欧州共同研究センターとコンソーシアムを組み、一次エネルギーから運輸セクターまでのエネルギーパスの 75%を研究。

② 天然ガスについて

- ◆ 天然ガス自動車の 2010 年技術レベルを用いると、ガソリン車よりも CO₂ エミッションが 16%、ディーゼル車よりも 13%低減すると予想される。
- ◆ 運輸セクターにおいて、2020 年までに 10%の燃料が天然ガスに置き換わると仮定しても、その量は 2020 年における天然ガスの総需要量の 5%に過ぎない。よって、天然ガスの供給量がボトルネックになるとは考えられない。

③ 水素について

- ◆ 運輸セクターにおける水素のシェアは、2020 年では数%程度である。
- ◆ 水素内燃自動車は、近道 (fast track) 的な手段であるが、それは CO₂をほとんど出さないような水素製造を前提とすべきである。
- ◆ バイオマスからの水素製造や炭素隔離も望ましい技術であるが、さらなる研究開発が必要である。

④ Biomass-to-Liquid 燃料について

- ◆ EU のバイオマスの目標は 2010 年で 6%であるが、Biomass-to-Liquid 技術はバイオマス普及を後押しするものである。最大で 15%までの普及が期待できる。しかしそのためには、インセンティブが必要であろう。
- ◆ Biomass-to-Liquid 燃料製造と水素製造を組み合わせれば、より高い効率と低コスト化が期待できる。

(5) 欧州 FC バス実証走行プロジェクト^{注1)}

1) プロジェクト概要

欧州 FC バス実証走行プロジェクトは、CUTE (Clean Urban Transport for Europe) , アイスランドにおける燃料電池バスのデモンストレーションプロジェクト ECTOS (Ecological City Transport System) ^{注2)} から構成されている。このプロジェクトでは、欧州 8 カ国 10 都市にて、DaimlerChrysler 製の 30 台の FC バス「CITARO」による実証走行試験が実施される。

プロジェクトの概要を表 3-2-41 に示す。

表 3-2-41 欧州 FC バス実証走行プロジェクトの概要

| | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 背景 | <ul style="list-style-type: none">・自動車用アプリケーションとしての FC 技術、電気駆動に対する経験の欠如・高圧水素供給設備の運営可能性の実証・高圧水素貯蔵システム仕様に関する国の認可・新技術に関する試験および燃料としての水素に関する試験の推進 |
| 目標 | <ul style="list-style-type: none">・バスへの FC 技術の導入・実証（無排出、低騒音、高効率、資源節約）・欧州における技術的なリーダーシップの発揮と雇用・公共交通部門に対する都市部における交通・環境問題の解決策のための手段としての FC バスへの興味・魅力の拡大・初期経験の取得・短期目標：資源節約型交通手段の確立・長期目標：非化石燃料ベースの交通手段の確立 |
| 内容 | <ul style="list-style-type: none">・8 カ国 10 都市における 30 台の FC バスを用いた走行試験の実施・通常バスルートにおける 2 年間の実証走行・欧州の大手石油・ガスメーカーによる水素インフラの整備・10 種類の異なる水素供給インフラ整備・40 におよぶ企業・団体の参画 |

走行試験が行われる都市を図 3-2-17 に示す。ECTOS は、アイスランドにおける水素プロジェクトの第 1 段階として位置づけられ、CUTE の先鞭となってアイスランドのレイキャビクで行われ、3 台の FC バスが導入される。CUTE は、7 カ国 9 都市で行われ、合計 27 台の FC バスが導入される。

注1) (財) 日本電動車両協会「平成 14 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」および (財) 日本自動車研究所「平成 15 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」

注2) 詳細は 3-2-4 (2) 参照。

- 欧州の9つの市で実施
- 燃料電池バス:27台(9都市×3台) DaimlerChryslerのCITAROバスを使用
- 水素ステーション:9ヶ所(水素の製造・供給方法を研究)
- アソシエートプロジェクト:
 - ・ECTOS(Ecological City Transport System) アイスランド
 - ・STEP(Sustainable Transport Energy) パース(オーストラリア)
 - ・中国

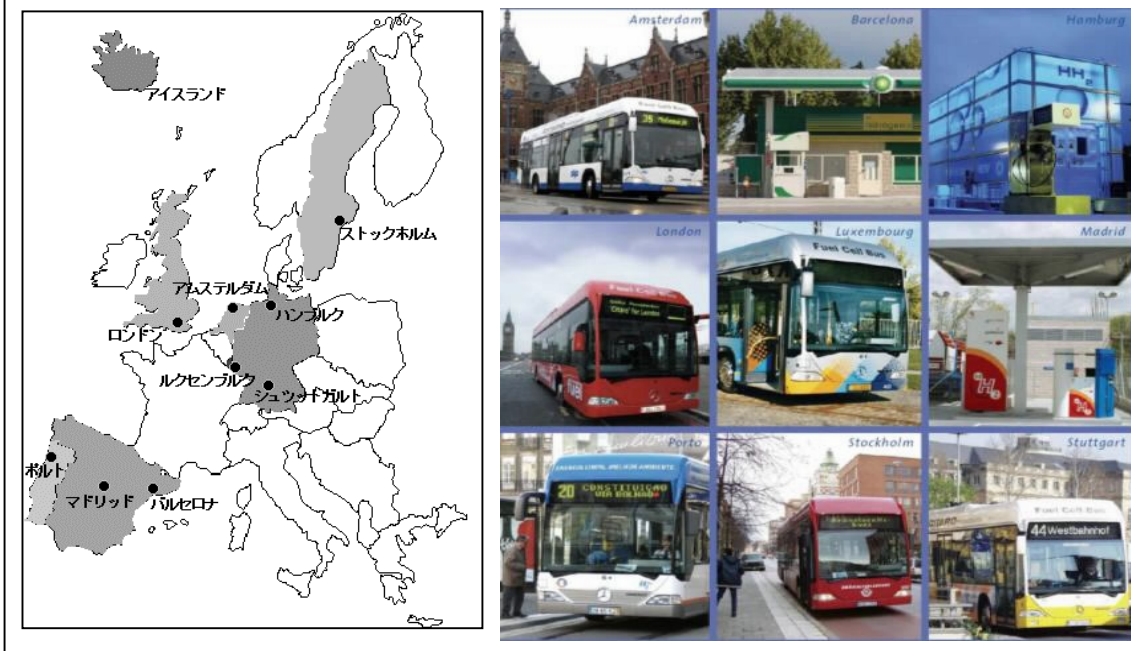


図 3-2-17 欧州 FC バス実証走行プロジェクトの実施国・都市

出典：2004年 JARI 海外調査

プロジェクトに参加する主要な団体・企業を表 3-2-42 に示す。

表 3-2-42 欧州 FC バス実証走行プロジェクトの参加団体・企業

| | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 運行会社 | GVB Amsterdam, TMB Barcelona, HHA Hamburg London Transport, EMT Madrid, AVL Luxembourg INE Reykjavik, STCP Porto, SL Stockholm, SSB Stuttgart |
| その他メーカー等 | Ballard Power Systems, bp, Busslink, DaimlerChrysler First Group, Environment & Health Protection agency EvoBus, Gas Natural, Hamburger Elektrizitätswerke Shell Hydrogen, Air Liquide, Milieudienst Amsterdam Norsk Hydro, Fortum, Xcellsis, Neckarwerke Stuttgart |

出典：(財)日本電動車両協会「平成14年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」

水素供給ステーションおよびFCバスガレージは8カ国10箇所に設置される。
水素ステーションの1日の最大水素製造量は120kgで、バス3台あるいは乗用車30～50台分に相当する。FCバス1台が概ね15分以内で充填可能な能力を有する。
水素ステーションのうち、8基はオンサイトで水素を製造する。水素の約50%は再生

可能エネルギーを用いた水の電気分解により製造され、約 10%は石油精製所で製造^{注)}されている水素を輸送して利用し、残りは天然ガスを水蒸気改質して製造する。(表 3-2-43)

表 3-2-43 欧州 FC バス実証走行プロジェクトにおける各水素ステーションの概要

| 実施都市 | | エネルギー源 | 水素製造方法 | 稼働 [※] |
|----------|---------|-----------|------------|-----------------|
| アムステルダム | オランダ | 廃棄物焼却発電 | オンサイト電気分解 | ○ |
| バルセロナ | スペイン | 太陽光発電+買電 | | ● |
| ハンブルク | ドイツ | 風力発電 | | ● |
| ストックホルム | スウェーデン | 水力発電 | | ● |
| レイキャビック | アイスランド | 地熱発電+水力発電 | | ○ |
| ロンドン | イギリス | 原油 | 石油精製所で製造 | |
| マドリード | スペイン | 天然ガス | オンサイト水蒸気改質 | ○ |
| ポルト | ポルトガル | | | ● |
| シュツットガルト | ドイツ | | | (○) |
| ルクセンブルク | ルクセンブルク | 電力(買電) | プラントで電気分解 | ○ |

※2003.9.8 現在で稼働中のステーションは○

シュツットガルトは 2003 年 9 月末オープンのため括弧

その他、2004.2 末までに稼働を開始したものは●

出典：(財)日本自動車研究所「平成 15 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」，

(財)日本自動車研究所資料

2003 年 9 月現在、CUTE プロジェクト実証試験予定地域に、5~6 台の FC バスがデリバリされている。既にマドリード、ルクセンブルク、バルセロナのステーションがオープンしており、シュツットガルトのステーションは 9 月末にオープンした。

ECTOS プロジェクトについては、2003 年 4 月にレイキャビックのステーションがオープンし、同年 10 月 5 日に FC バスがデリバリされた。図 3-2-18 に CUTE/ECTOS プロジェクトのスケジュールを示す。

^{注)} 石油製品の水素化脱硫や水素化分解に用いるために製造されている水素のこと。石油精製過程の副産物として発生するものではない。

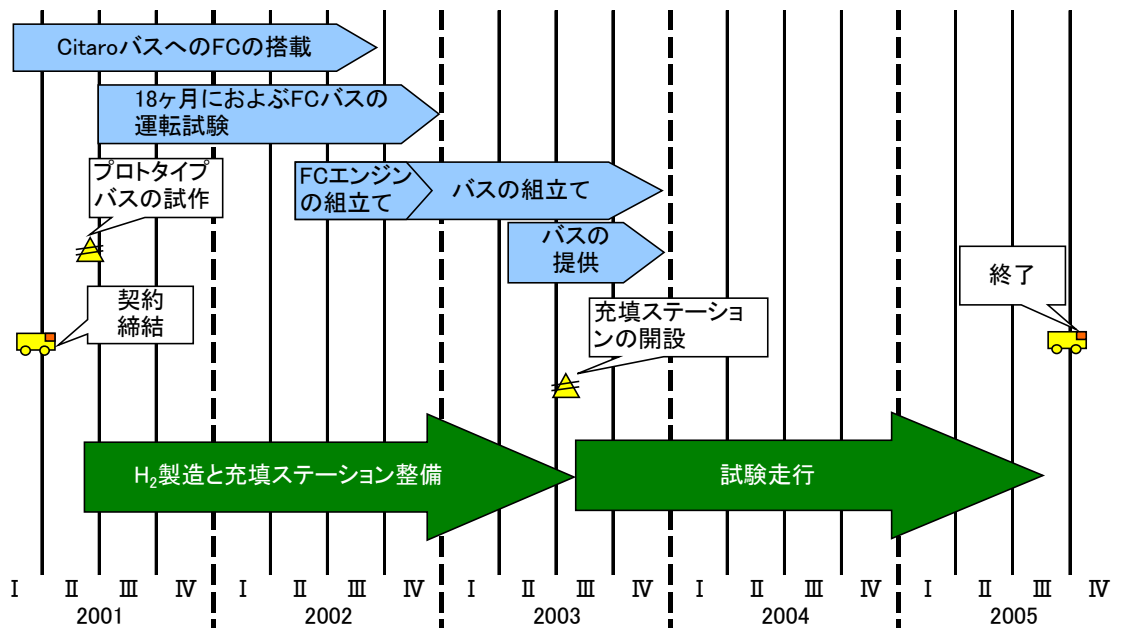


図 3-2-18 欧州 FC バス実証走行プロジェクトのスケジュール

出典：(財)日本自動車研究所「平成 15 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」

2) CUTE プロジェクトの目的とスケジュール

CUTE プロジェクトの目的を表 3-2-44 に示す。また、CUTE プロジェクトのスケジュールを図 3-2-19 に示す。

表 3-2-44 CUTE プロジェクトの目的

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ さまざまな水素製造方法の評価 (実用性, 効率, コスト, 環境面の効果, 安全性) ・ さまざまな水素の製造・供給方法の比較 ・ 水素ステーションのデザイン, 許認可のあり方, 運用の方法 ・ 水素インフラ (コンポーネント) の技術成熟度の向上 ・ 水素の製造・取り扱いに関するバス運用者 (バス会社) の教育 ・ さまざまな気候・道路事情・地形における燃料電池バスの運用可能性の評価 ・ ディーゼルバス, CNG バスとの LCA の比較 ・ 燃料電池バスのメンテナンスに関するノウハウ ・ 燃料電池バスの受容度・満足度 (運用者, 乗客) ・ 燃料電池バス, 水素に対する市民の理解の促進 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

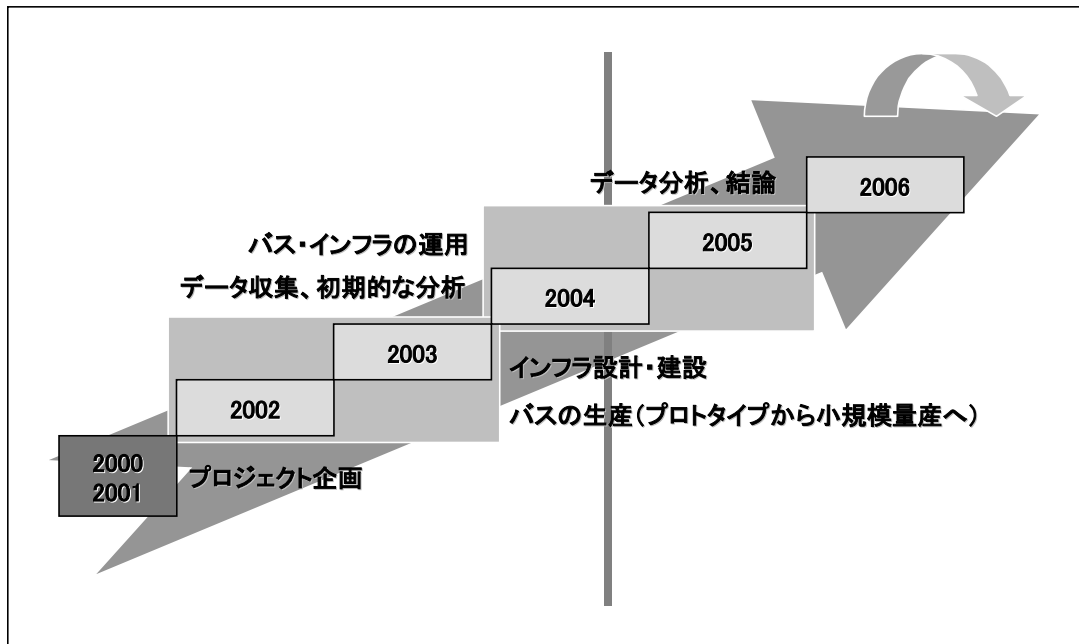


図 3-2-19 CUTE プロジェクトのスケジュール

3) CUTE プロジェクトの結果

以下に CUTE プロジェクトの結果を示す。

CUTE における総走行距離は 29 万 km に達している（図 3-2-20）。燃料電池バスの運行可能な割合（運用したい場合に、システムが問題なく稼動している割合）は現在 50%程度だが、改善の傾向にある（図 3-2-21）。

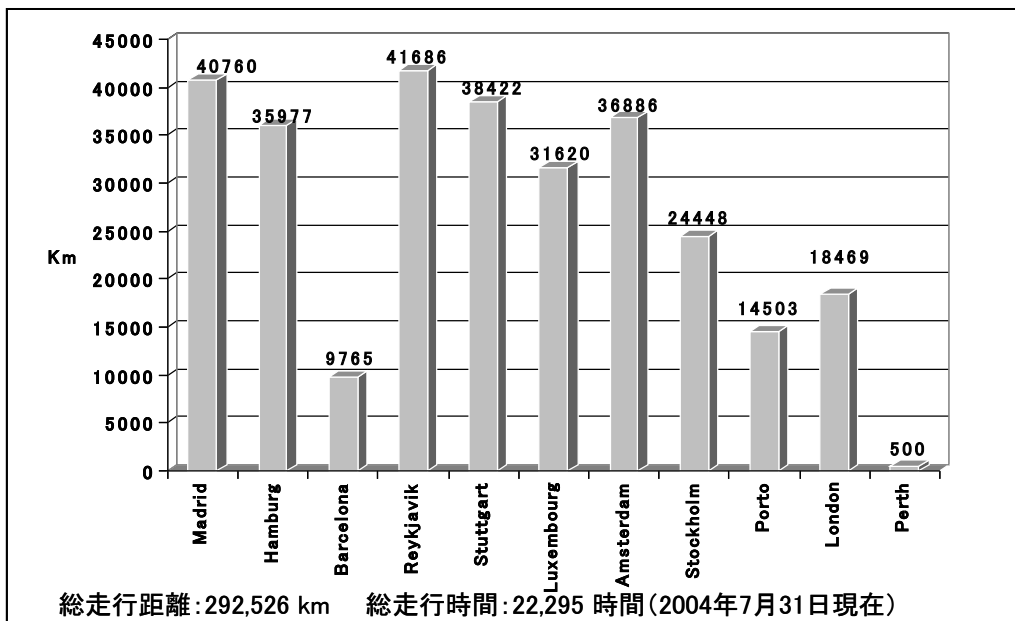


図 3-2-20 CUTE プロジェクトの結果: 走行距離

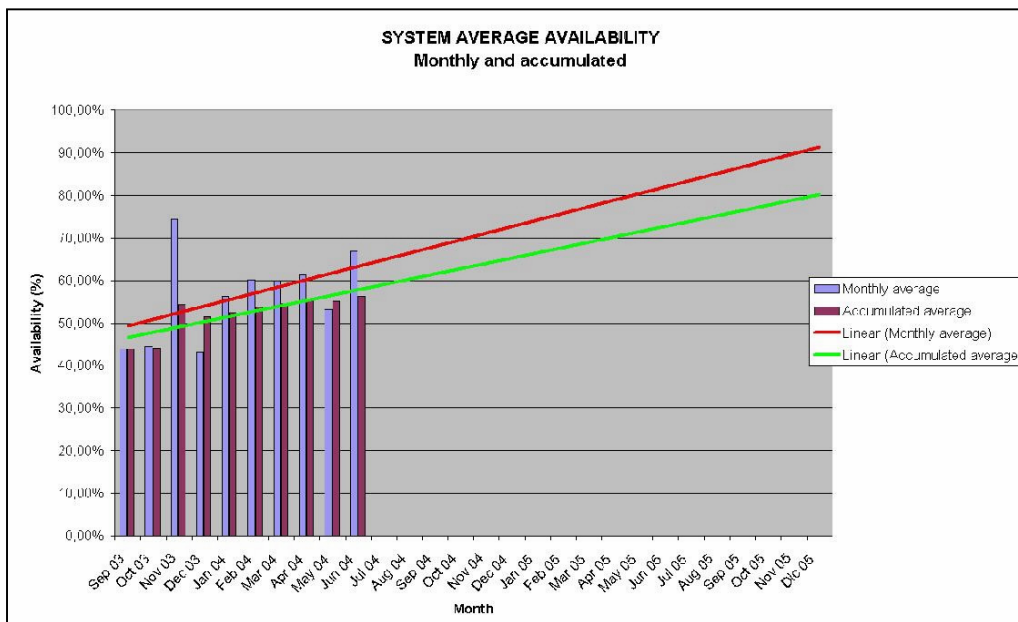


図 3-2-21 CUTE プロジェクトの結果:運用可能な割合

平均燃費は 25 kg/100km であるが、実験地は気候も地形も、また交通事情も多様であり、分析においては各地の実情をよく勘案する必要がある。CUTE プロジェクトの燃料電池バスの燃費（水素消費量）を図 3-2-22 に示す。平均燃費は 25 kg/100km である。マドリッド、バルセロナの燃費が悪いのは、エアコンを多用しているためである。

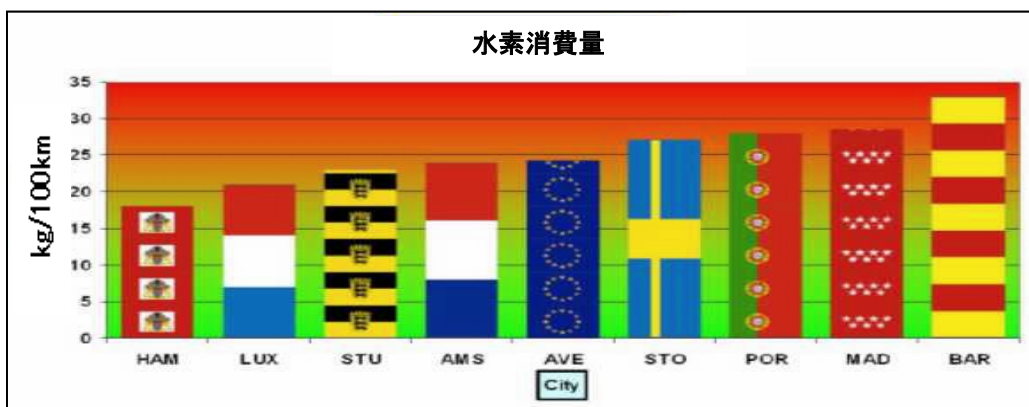


図 3-2-22 CUTE プロジェクトの結果:燃費(水素消費量)

(6) Zero-Regio プロジェクト^{注)}

1) Zero-Regio プロジェクトの概要

Zero-Regio は、FP6 で実施されている FCV（乗用車）のデモンストレーションプログラムである。Zero-Regio の概要を表 3-2-45、表 3-2-46 に示す。また Zero-Regio に参画している企業・団体を表 3-2-47 に、Zero-Regio 実施地域とデモンストレーション車両を図 3-2-23 に、ライン・マイン地区での水素センターと水素充填ステーションを図 3-2-24 に示す。

表 3-2-45 Zero-Regio の概要(1)

| | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 欧州における低エミッション交通システムの開発 ・ 「2020 年までに自動車の 5%を水素燃料で走行する自動車にする」という欧州委員会の目標の達成 |
| 個別目標 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車用代替燃料としての水素の利用 ・ 水素のためのインフラ整備（既存ガソリンスタンドへの設置） ・ 水素充填技術（700 気圧）の採用とデモンストレーション ・ 都市フリートテスト（ライン・マイン地区，ロンバルディア州）を通じた代替燃料デモンストレーション ・ 水素エネルギーの市場展開のための支援ツールの開発 |
| 戦略 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 欧州の既存の水素インフラ会社（独 Infraseriv Höchst，伊 Sapiio）の活用 ・ 欧州の技術開発力の活用（スウェーデン Uni Lund，伊 JRC-Ispra，デンマーク Roskilde Univ） ・ 水素駆動自動車の開発メーカーとの連携（独 Daimler-Chrysler，伊 Fiat） ・ 欧州の水素社会構築に関係する大学，研究所，ベンチャービジネスやプロジェクトとの連携（伊 CRF，伊 Eni-Technologies） |
| 研究開発項目 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 700 気圧充填システムの既存ガソリンスタンドへの設置 ・ 350 気圧充填器の設置 ・ 液体水素タンクと充填器の設置 ・ 水素源から充填ステーションまでの水素インフラの最適化 ・ 汚染物質のエミッションの評価 ・ 先端的なテスト方法の開発 ・ データ収集システムの開発と設置 ・ 先端的な水素需要量のシミュレーション方法の開発 ・ 自動車用燃料としての水素の経済性・社会的受容性の評価 |

^{注)} 2004 年度 JARI 海外調査報告書

表 3-2-46 Zero-Regio の概要(2)

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>デ モ ン ス ト レ ー シ ョ ン 項 目</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存ガソリンスタンドにおける、安全かつ信頼性の高い水素充填の運用 ・ ライン・マイン地区（独）での 5 台の燃料電池自動車のフリートテスト ・ ロンバルディア地区（伊）での 3 台の燃料電池自動車のフリートテスト ・ オンサイト水素製造のための改質技術 ・ 一般ユーザーによる燃料電池自動車の運用と評価 ・ 燃料電池自動車の様々な運用（例．タクシー，郵便配達） ・ ユーザーの受容度に関するデータ収集 |
| <p>ト レ ー ニ ン グ 項 目</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 公共のスタンドにおける水素充填装置の使用 ・ オンサイト水素製造装置の運用 ・ フリートテストのためのドライバートレーニング ・ 新しい推進システムと、その安全に関する基本的な教育 |
| <p>ス ケ ジ ュ ー ル</p> | <p><u>Phase I (2004～2005 年)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ライン・マイン地区（独）での水素インフラの開発・建設 ・ マントヴァ県（伊）におけるオンサイト水素製造，水素輸送システムの開発 ・ フランクフルトにおける 700 気圧充填システムの開発 ・ 水素設備の公共スタンドへの設置に関する安全基準の整備 ・ 車両の開発 <p><u>Phase II (2006～2008 年)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フランクフルトとマントヴァにおける車両フリートテスト ・ データ収集と評価 ・ 経済性（競争力）の評価，潜在的ユーザーの特定とその分析 ・ 交通部門における水素利用を促進させる，政策策定者のための戦略の提示 |
| <p>期 待 さ れ る 効 果</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 将来の都市交通に寄与する，安全かつ機能的な水素インフラの構築 ・ 水素の社会的受容性の向上 ・ EU の都市部における，水素経済のより広範で速やかな浸透のためのアイデアとモデルの提供 ・ 燃料電池自動車の開発の支援 ・ 2020 年までに交通部門での燃料の 5%を水素で代替するという欧州委員会の政策目標への貢献 |

表 3-2-47 Zero-Regio の参画企業・団体

| | | |
|---|-------------------------------------------|-----------------------------|
| 独 | Adam Opel / Daimler Chrysler | Agip Deutschland GmbH |
| | Infraserv GmbH & Co. Höchst ^{注)} | Fraport AG |
| | Linde AG | TÜV Hessen GmbH |
| 伊 | Centro Recerche Fiat | City of Mantova |
| | Eni Tecnologie S.p.A. | IEFE, Bocconi University |
| | Regione Lombardia | Sapio |
| 他 | JRC, Ispra (E.C) | Roskilde University (デンマーク) |
| | Lund University (スウェーデン) | Saviko Consultants (デンマーク) |

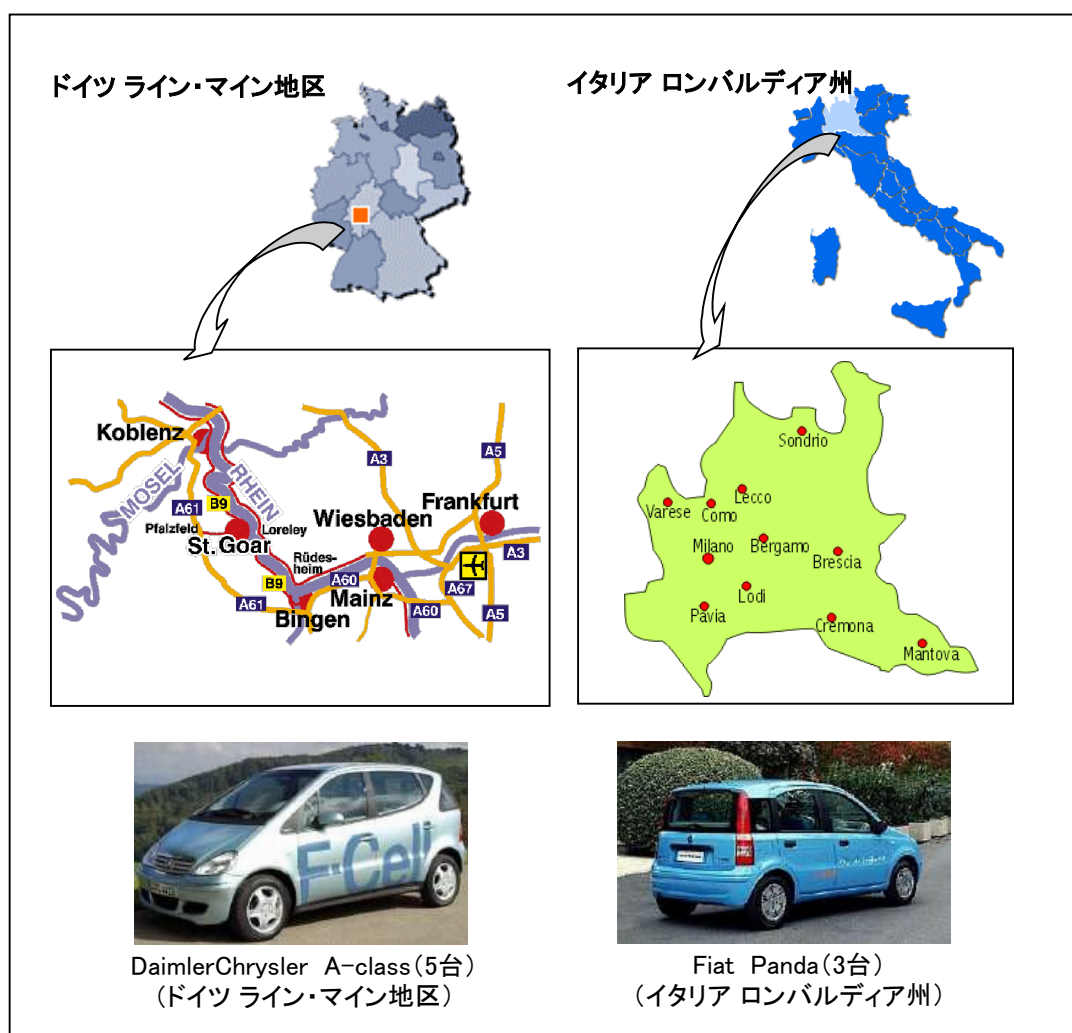
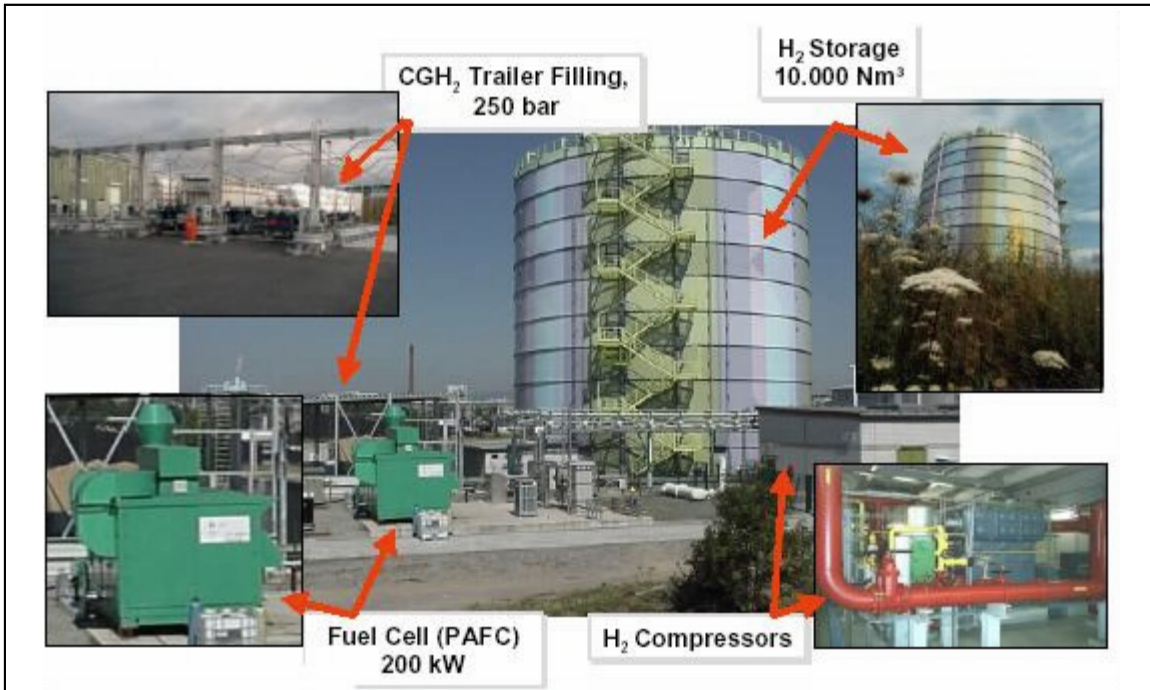
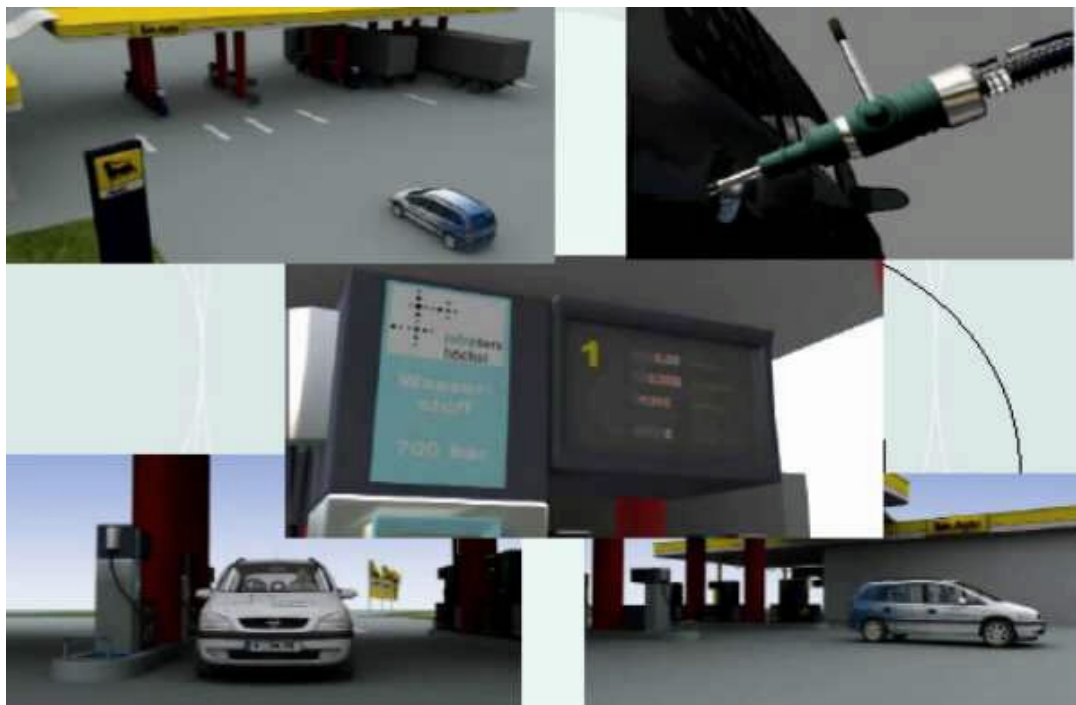


図 3-2-23 Zero-Regio 実施地域とデモンストレーション車両

^{注)} Infraserv GmbH & Co. Höchst は Höchst からのスピノフ会社で、化学品、医薬品、エネルギーインフラなどのメーカーである。従業員数は 3,689 人で、2003 年売上は 9 億 3100 万ユーロ (1250 億円)。
< www.infraserv.com/en > 参照。



水素センター (Infraserv GmbH & Co. Hoechst KG)



ドイツ ライン・メイン地区の水素ステーション

図 3-2-24 ライン・メイン地区の水素センターと水素ステーション

2) プロジェクトの予算

Zero-Regio の予算額を表 3-2-48 に示す。

表 3-2-48 Zero-Regio の予算(百万ユーロ)

| | 予算 | (うち EU からの資金) |
|----------------|--------|---------------|
| 研究開発関連 | 3.974 | 2.161 |
| デモンストレーション関連 | 15.409 | 4.688 |
| トレーニング関連 | 0.080 | 0.080 |
| コンソーシアムのマネジメント | 0.53 | 0.53 |
| 合計 | 19.995 | 7.461 |

出所：HyNet Workshop－European Hydrogen Competence Centres

“ZERO REGIO“ (2004 年 6 月 8 日, ブリュッセル)

< http://www.hynet.info/hyactiv/mainhyactiv_00.html >

3-2-3 ドイツにおける取組み

(1) 連邦政府の政策

燃料電池と水素技術は、当初は再生可能エネルギー研究分野の一部として扱われていたが、1990年代になって地球温暖化対策等の側面から、燃料電池と水素技術の2つに絞った研究分野が新たに創設された。なお、ドイツ連邦政府は燃料電池 R&D プログラムを1990年からスタートしているが、燃料電池の実用化が近づいてきたこともあり、実用化に弾みをつけるために燃料電池実証試験プログラム（ZIP 燃料電池実証試験プログラム）を2001年からスタートしている。

(2) TES(Transportation Energy Strategy)プロジェクト

ドイツ政府の主導のもとに、ドイツの自動車メーカーとエネルギー事業者が参加して実施する自動車燃料の選択に関する戦略プログラムである。運輸交通部門の原油依存性緩和の観点から石油代替燃料を選択し、選択された燃料の実用化戦略を立案するのが目標である。1998年5月に設立された。参加メンバーは表3-2-49のとおりである。

表 3-2-49 TES への参加団体

| | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| 政府 | ドイツ連邦運輸建設住宅省 |
| 自動車メーカー | DaimlerChrysler AG BMW AG Volkswagen AG Adam Opel AG MAN AG |
| エネルギー事業者 | Deutsche Shell ARAL AG RWE-DEA AG für Mineralöl und Chemie |

TESでは、2008年までにCO₂排出量の20%の削減が可能で、内燃機関と燃料電池の両方に使用可能という観点から、11種類の燃料と80以上の採掘・処理・輸送等に関するエネルギー・パスについて評価を実施した。この結果、2000年には中間評価として、水素を第1候補とし、メタノール、天然ガスを含めた3種類に石油代替燃料の候補を絞り込んでいる。財団法人日本電動車両協会（JEVA）の海外調査^{注）}によると、2001年7月には燃料を1つに絞り込み、2010年には2.5%、2020年には15%のシェアを目標とするという。代替燃料のインフラストラクチャとしては、2010年にかけて2,000ステーション、2020年には15,000ステーションが必要だと考えているという。そのためにもEUへの拡大を目指している。

注) 2001年3月にTESとの会議を実施。

(3) CEP (Clean Energy Partnership)プロジェクト^{注)}

CEP (Clean Energy Partnership) プロジェクトは、ベルリンにおけるFCVおよび水素自動車の実証走行試験プロジェクトである。表 3-2-50 の車両メーカーとエネルギー供給メーカーが参加する。再生可能エネルギーから作られた水素を用いたクリーンで持続可能な交通手段の実証を目的とする。水素ステーションは、ドイツ連邦政府の資金援助を受けて作られる。CEP プロジェクトのスケジュールを図 3-2-25 に示す。

表 3-2-50 CEP プロジェクトパートナー

| | | |
|--------|-----------------|--------------|
| 燃料供給施設 | BP/Aral | ステーション |
| | GHW | Electrolyser |
| | Linde | 液体水素タンク |
| 走行車両 | BMW | 4台：水素自動車 |
| | DaimlerChrysler | 8台：FCV |
| | Ford | 4台：FCV |
| | GM/Opel | 1台：FCV |

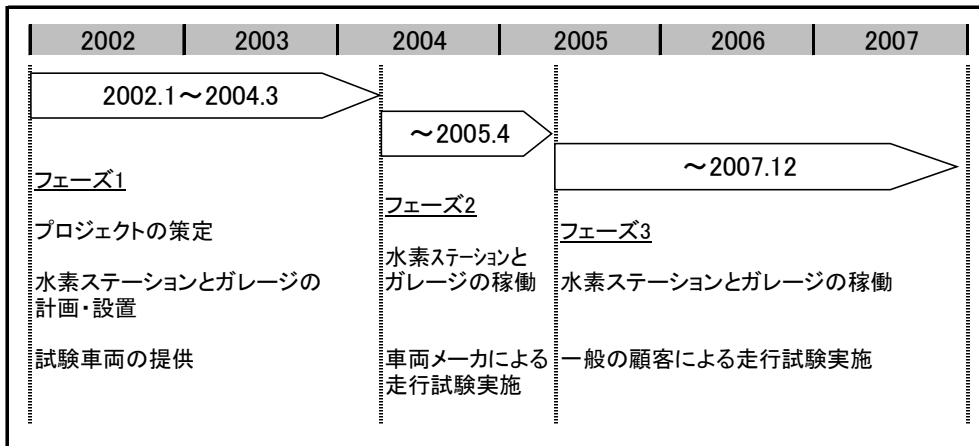


図 3-2-25 CEP プロジェクトのスケジュール

注) (財) 日本自動車研究所「平成 15 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」など。

3-2-4 アイスランドにおける取組み

アイスランドの燃料電池政策は、豊富な水力・地熱発電から得られる電気による水素の生産と、これを石油など化石燃料に代わるエネルギー源として使用する“水素経済立国”構想に集約される。

(1) エネルギーの生産と消費

アイスランドの水力発電の潜在能力は、推定年間約 64TWh で、うち技術的かつ経済的に利用可能なのは年間 40～45TWh となっている。環境面も考慮すると年間 25～30TWh が利用可能だが、実際に現在利用されているのは 6.5TWh である。

一方高温地熱地域からの潜在発電能力は推定年間 15TWh で、現在の地熱発電能力は年間 1.3TWh となっている。地熱および水力発電はアイスランドの一次エネルギー消費の 65%以上を占め、発電ではほぼ 100%である。

利用されている地熱エネルギー（発電用に用いられる蒸気は除く）の 75%が暖房用で、暖房需要の 86%以上を賅っている。

アイスランドの国民一人当たり一次エネルギー消費量は 8.6toe で、OECD 諸国で第一位、また消費されている石油の 86%が漁業と輸送部門で占められる。

(2) アイスランドの水素経済立国構想

アイスランド政府は、国民と経済界からの支持を背景に、アイスランドを世界で初めての“水素経済立国”とし、石油依存からの完全脱却を図ろうとしている。

2000年の記者会見でグリムソン大統領は、「アイスランドは経済全体に水素が普及する、恐らく世界で唯一の国になる」と述べ、スベルスドッティル産業通商相は、「政府の政策は再生可能資源の利用拡大を促進すること。経済的に可能であれば、水素の利用こそ我々の政策にかなうものだ」と語っている。また水素プロジェクトを勧告した議会の検討委員会委員長であるフジャルマール・アーナソン議員は、インタビューに答えて、「現在肥料分野で年間 2,000 トンの水素を生産。メタノールからの水素生産は現実的でなく、毒性評価の課題などもある。国内の NATO 基地（米軍が管理）を“水素基地”にすべきだ。水素は世界中に新しい産業の振興を促す」と語っている。

現在アイスランドを走っているすべての自動車に水素を用いると、アイスランドの温室効果ガス排出は 33%削減し、漁船も対象にすると 66%削減するといわれている。さらにメタノールの使用では 40%削減するという。輸送および漁業部門で必要とされる水素の量は、推定 8～9 万トンで、この量の水素生産に必要な電力は、年間 4～5TWh（利用できる再生可能エネルギーの 8～10%）とされている。

水素による発電から得られる電力のコストは、最終的には 1kWh 当り 2セント（世界で最も安い電気）と見積られ、“水素経済立国”へのジャンプ台はこの安価な再生可能資源にある。

水素経済立国構想のステージとシナリオを表 3-2-51, 図 3-2-26 に示す。

表 3-2-51 アイスランドにおける水素経済立国構想

| 段階 | 内容 | 時期 |
|---------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 第一段階 | PEFC バスのデモンストレーション・プロジェクト： レイキャビクにおける 3 台の DaimlerChrysler 社製バス | 2002- |
| 第二段階 | レイキャビク市の市営バスを漸次 PEFC バスに交換していく | |
| 第三段階 | メタノール燃料 PEFC 乗用車の導入 | 2003-2004 (2 年ほど遅れる見込み) |
| 第四段階 | PEFC 船舶のデモンストレーション・プロジェクト： 水素を搭載した実験的燃料電池船舶 1 隻を製作 | 2006- |
| 第五段階 | 漁船を漸次 PEFC 船舶に交換していく | |
| 水素経済の完成 | | 2030-2040 |

The Iceland's Vision

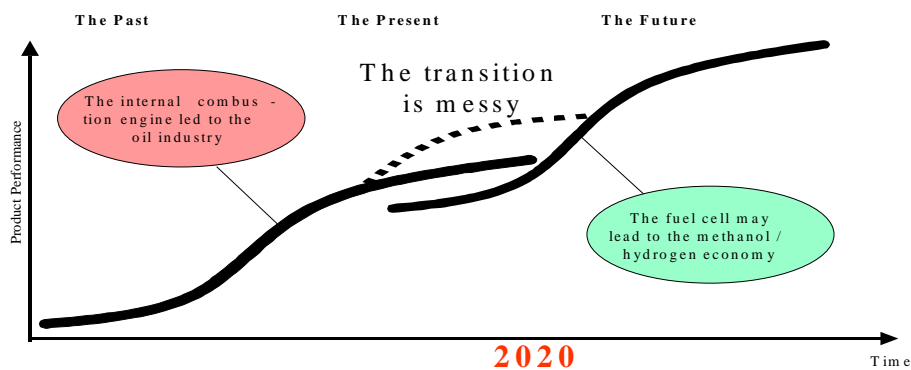


図 3-2-26 アイスランドの“水素経済”立国のシナリオ

出典：(財)新エネルギー財団「平成 13 年度 新エネルギー等導入促進基礎調査－燃料電池実用化現状・動向調査」平成 14 年 3 月（以下「2001 年度 NEF『FC 動向調査報告書』」と記す）

この「水素経済立国」構想の推進のため、1999 年、DaimlerChrysler 社、Shell Hydrogen 社、Norsk Hydro 社、ならびにアイスランド企業・大学等 8 組織の合弁によって、Icelandic New Energy 社が設立された。

計画の第 1 段階として、2001 年 3 月から燃料電池バスのデモンストレーションプロジェクト ECTOS (Ecological City Transport System) が始まっている（車両デモンストレーションは 2002 年から開始）。これは 3-2-2 (5) に示す欧州 FC バス実証走行プロジェクトとして位置づけられている。

3-2-5 カナダにおける取組み

(1) カナダ天然資源省(NRCan)による取組み

天然資源省が中心となって以下のような取組みが行われている。

1) 燃料電池研究開発プログラム(National Fuel Cell Research Initiative)

天然資源省は、「燃料電池研究開発プログラム(National Fuel Cell Research Initiative)」を開始しており、以下の3つの項目に30百万カナダドル(約24億円)が投入されている。

- ① NRC-IFCI (The NRC Institute for Fuel Cell Innovation) ^{注)} の燃料電池ラボ設置と燃料電池自動車・バス用インフラの設置
- ② 中規模・小規模企業への燃料電池研究開発支援
- ③ 大学への燃料電池研究開発支援

2) CTFCA による燃料電池実証プロジェクト

「カナダ燃料電池自動車・燃料電池バスアライアンス(Canadian Transportation Fuel Cell Alliance: CTFCA)」は、2001年にカナダの「温室効果ガス削減行動計画2000」に基づき設立された団体であり、燃料電池車のための水素供給インフラの開発を主な目的とした団体である。天然資源省はこの活動に2005年までの5ヵ年で2,300万カナダドルを投入する予定である。また、これらの資金から、1,720万カナダドルが水素供給インフラの実証試験、PEMFCバックアップ電源、PEMFC産業用車両や小型水素製造装置の開発など9つのプロジェクトに投入される予定である。

3) 「Hydrogen Highway」プロジェクト

「Hydrogen Highway」プロジェクトは、NRC, Methanex, BC Hydro, Powertechと天然資源省がパートナーとなり、Fuel Cells Canada (FCC) が事務局となってCTFCA プログラムの一環として取組みが進められている。このプロジェクトは、ブリティッシュ・コロンビア(BC)州における水素・メタノール供給インフラと、米国カリフォルニア州リッチモンドの施設をも含め、施設相互を結ぶパイプラインネットワークを構築する構想である(図3-2-27)。BC州では、Vancouver および Surrey, Victoria, Squamish, Whistler Village に供給インフラを整備する予定である。Whistler Village は、2010年におこなわれる冬季オリンピック開催地である。

^{注)} 後述。



図 3-2-27 Hydrogen Highway プロジェクト

出典：平成 15 年度水素・燃料電池実証プロジェクト JHFC セミナー資料

(2) 産業省

産業省は競争力のあるカナダ経済の発展を目指す自らの使命の一環として、産業界の新しい技術開発を支援する。

同省にあってこの任に当たっているのが、技術パートナーシップ・カナダ（TPC）である。2002 年 2 月現在、TPC は、環境技術、先進技術（製造加工、バイオ、情報技術など）および航空宇宙・防衛の 3 つの分野に対して、合計 150 件、総額約 17 億カナダドルを投資しているが、燃料電池関係に関しては、そのほとんどは自動車用燃料電池であると思われる。上述の天然資源省の 1998/1999 年度のプロジェクトに対して産業省が 200 万カナダドルを出資しているが、これもおそらく自動車用燃料電池開発に対するものと思われる。

TPC はまた、1999 年にカナダ国立研究審議会（後述）内に設立された全国燃料電池研究革新プログラムに参加している。

TPC の最近の燃料電池関係の動きとしては、デュポン・カナダによる携帯電話やコンピュータ用燃料電池部品開発プロジェクトに 1,900 万カナダドルを投資（販売ベースのロイヤリティ返済）することを発表したことが挙げられる。

(3) カナダ国立研究審議会 (National Research Council Canada: NRC)

次世代技術の研究開発を行うカナダ国立研究審議会（NRC）はカナダ各地に 19 の研究所を有し、4,000 名のスタッフがいる。NRC 管轄の研究所の役割は、研究所がある近隣の地域で開発された技術を支援して成果につなげる支援を行うことである。燃料電池および水素貯蔵/水素供給分野におけるカナダの国際競争力を一層向上させるため、産学

官が連携した「NRC 燃料電池プログラム」がスタートしている。NRC-IFCI (NRC Institute for Fuel Cell Innovation) がこの「NRC 燃料電池プログラム」のコアとなっている。

この「NRC 燃料電池プログラム」の研究対象は、PEMFC, SOFC, マイクロ FC, システムインテグレーション, FC の試験・評価であり, 基礎研究から技術開発までを行う。

(4) カナダにおける水素関連プロジェクト

1) Vancouver Fuel Cell Vehicle Project (VFCVP)^{注1)}

2004年春ごろから, FCC, フォード, NRCan (カナダ天然資源省), NRC-IFCI, BC州政府による燃料電池車プロジェクト (Vancouver Fuel Cell Vehicle Project) が開始の予定である。5年間のFCV実証走行試験で, 場所は, バンクーバー, ヴィクトリア, ウィスラーである。予算は5年間で800万カナダドル (燃料代は除く) で, 主としてNRCから提供される。

実証走行試験に使用するのは, Ford Focus FCV (フォードの第3世代燃料電池車) 5台であり, 水素貯蔵設備はDyNETEK (燃料タンクメーカー), 燃料電池はBallardが提供し, FCCが全体をとりまとめる。

FCVのユーザはNRCan (カナダ天然資源省), BC州政府, NRC, FCCである。また, バンクーバー市, 大学, 自治体, 公益企業などにもサブリースを行う予定である。

2) CH₂IP (Canadian Hydrogen Infrastructure Program) プロジェクト^{注2)}

CH₂IPプロジェクトは, 高圧水素システムのデザイン, デモンストレーション, データ収集のために設立されたプロジェクトである。プロジェクトはBC州政府, BC Hydro (BC州出資の電力会社) が主体となり, 水素供給会社 (Stuart Energy), 水素タンクメーカー (DyNETEK), 石油会社, 自動車メーカーが参加している。

デモンストレーションはStep I ~ Step IIIに分かれており (表 3-2-52), 70MPaの水素ステーションの開発と実証を目指している。2003年第3四半期までに水素ステーションの設置が完了し, 2004年までにデモンストレーションを完了する予定である。ただし, 進展にあわせて期間変更する可能性もある。予算は2,300万ドル (米ドル) で, カナダ政府からそのうちの30%の資金提供がある。残りは参加企業で負担している。デモンストレーションには行政サイドも参加するので, 水素の運用の認可の点でも問題はない。プロジェクトは将来の水素社会に対する知見と一般PRを兼ねている。

注1) (財) 日本自動車研究所「平成15年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」

注2) 2002年度JEVA海外調査報告書および『(財) 日本自動車研究所「平成15年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」』

表 3-2-52 CH₂IP プロジェクトの概要

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Step I 35MPa 水素ステーションを中心としたデモンストレーション</p> <ul style="list-style-type: none"> 水素ステーションに設置された水素製造装置は水電解式で、24 時間稼動可能 (24kg/日)。コンプレッサは 2 台設置されている。 現在デモンストレーションに使用している充填システムは、水素 100%の他に、水素 30%・CNG70%の混合ガスも供給できる。 |
| <p>Step II 70MPa 水素ステーションの開発と実証</p> <ul style="list-style-type: none"> 35MPa 水素ステーションを 70MPa に改良し、世界初の 70MPa ステーションの実現。 35MPa から 70MPa まで加圧するコンプレッサを設置。 現在 82.5MPa のシリンダタンクを開発・テスト中で、Step II までに完成予定。 70MPa の充填システムを外部のメーカと開発。 |
| <p>Step III 水素輸送を前提とした低コスト水素ステーションのデモンストレーション</p> <ul style="list-style-type: none"> PowerTech のオフィスに 70MPa 水素ステーション (サテライトステーション) を設置。 サテライトステーションでは水素製造を行わず、トレーラーによる水素輸送をデモンストレーションする (バンクーバーから輸送)。トレーラーは高圧コンテナ (最大 82.5MPa) を搭載し、移動式ステーションとしても使用可能。 |

3) Hydrogen P700 プロジェクト^{注)}

Hydrogen P700 プロジェクトは、高圧水素容器および付属品を含む一連のシステムを Powertech 社 (BC Hydro 社出資の研究会社)、JFE コンテナ (旧鋼管ドラム) が事務局となり、各国の自動車メーカ、容器メーカ、部品メーカが 70MPa 仕様の燃料電池車用水素容器やバルブ等の開発を民間の自動車メーカの基金で実施するプロジェクトである。スポンサーOEMs である自動車メーカとしては、トヨタ、日産、DaimlerChrysler、Ford、Peugeot、Hyundai の 6 社が参加している。また、容器メーカは Dynetek 社を含めた 3~4 社、バルブ、レギュレータ等の部品メーカ 10 社程度が参加している。

このプロジェクトはフェーズ 1~3 に分かれており、以下の取組みを行っている。

- フェーズ 1 では、容器容量を統一し、容器、バルブ等の基礎技術の開発を行う。
- フェーズ 2 では、各自動車メーカの要求 (容器サイズや形状、バルブ仕様など) を取り入れた開発を行う。
- フェーズ 3 では、規格・標準化に取り組み、ルール作りを目指す。

このプロジェクトは 2004 年半ばまで実施の予定である。

4) Hydrogen Village

2003 年 12 月、FCC (Fuel Cells Canada) は Hydrogen Village Partnership を発表した。Hydrogen Village は、大トロント・エリアにおける FC と水素に関するプロジェクトである。この先進的な産業と政府、学界とのコラボレーションは、カナダにおける水素と燃料電池技術を促進すること、またこの進化する燃料電池産業分野にお

^{注)} (財) 日本電動車両協会「平成 13 年度燃料電池自動車に関する調査報告書」平成 14 年 3 月 (以下「2001 年度 JEVA 『FCV に関する調査報告書』」と記す)

けるカナダのリーダーとしての地位を固めることを目指している。
FCC が描く Hydrogen Village のイメージ図を図 3-2-28 示す。

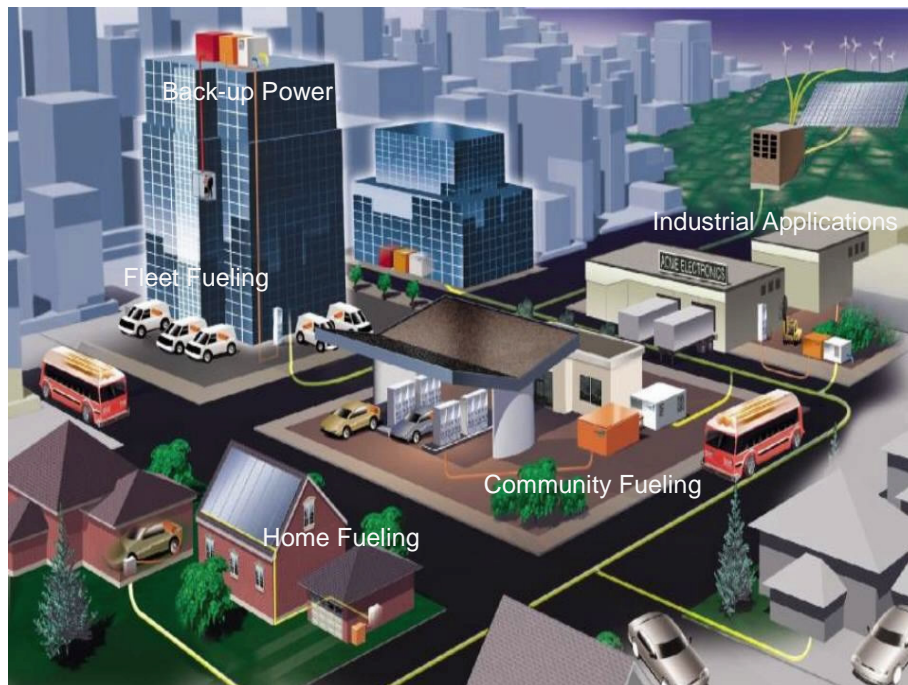


図 3-2-28 Hydrogen Village のイメージ

a) Hydrogen Village の意義

以下に Hydrogen Village の意義を整理する。

- ・地域コミュニティの利益のための、燃料電池や水素関連技術の開発のための計画とプラットフォームの創造
- ・持続可能な市場を創造するために必要な供給やサービス、知的インフラの開発
- ・既存のコミュニティ活動やインフラの状況を踏まえ、ステーションナリーやモバイル、輸送に適合する技術の展開を確実にする
- ・南オンタリオの他の中心地の付随的な成長を援助し、それにより水素回廊地帯を発展させること



図 3-2-29 Hydrogen Village による水素回廊地帯

b) メンバーシップ

Hydrogen Village の現在のメンバーシップは、技術インテグレータ、技術供給者、エンドユーザという 3 つのキーカテゴリー-26 のメンバーから成り立っている。

【メンバーシップ】

Air Liquide, Astris Energi Inc., Ballard Power Systems Inc, Bell Canada, BET Services, City of Toronto, City of Mississauga, The Centre for Automotive Material and Manufacturing, Dynetek Industries Ltd, Enbridge Gas Distribution, Enviromotive, Fuel Cell Technologies Ltd., General Hydrogen Corporation, Giffels Associate Ltd., HERA Hydrogen Storage Systems, Hydrogenics Corporation, John Deere ePower Technologies, Kinectrics Inc., KPMG LLP, Ontario Power Generation, Pivotal Power, Purolator, QuestAir Technologies Inc, Sarnia/Lambton Economic Partnership, Stuart Energy Systems Inc, University of Toronto at Mississauga

3-2-6 海外のその他の燃料電池車デモンストレーションの現状と計画

海外の主な燃料電池車デモンストレーションプロジェクトを表 3-2-53 に示す。開発された純水素を燃料とする FC バスがすでに米国シカゴ、カナダのバンクーバー、ドイツのシュツットガルト市内で試験的に利用された。今後は、CaFCP や欧州で、交通事業者による FC バスの実証走行試験が予定されている。また、ベルリンの市バス当局では 2020 年までにすべての市バスを FC バスに切り替えると発表した。そのほか、ハンブルクの市バス当局も 2005 年から FC バスの導入を検討している。

また、GM は 2003 年よりワシントン DC において、実証走行試験を計画している。

表 3-2-53 海外の主要なデモンストレーションプロジェクト

| プロジェクト名 | 実施都市・場所 | 実施年 | 車種 |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| アメリカ | | | |
| バスプロジェクト | Washington DC GT Univ.市内 | 1995 | DOE PAFC バス (メタノール改質形) |
| バスプロジェクト | Chicago 市バス | 1998 | Ballard FC バス |
| 空港プロジェクト | Palm Springs 空港 | 1998 | PEFC Utility car |
| パームデザートプロジェクト | Palm Desert 市内 | 1998 | 個人用小型車, ゴルフカート |
| CaFCP | Sacramento | 2000-2007 | FC 乗用車, FC バス |
| DOE デモンストレーションプログラム | California 州中心 | 2004-2008 | FC 乗用車 |
| CaFCP バスデモンストレーション | Richmond, Oakland, Santa Clara, Palm Springs | 2004-2005 | FC バス (UTC-FC 製スタック 4 台, Ballard 製スタック 3 台) |
| GM ワシントン DC デモンストレーションプロジェクト | Washington DC | 2003 (第 2 四半期) -2005 | GM HydroGen3 |
| カナダ | | | |
| バスプロジェクト | Vancouver 市バス | 1998 | Ballard FC バス |
| バンクーバーFC 自動車プロジェクト (VFCVP) | Vancouver, Victoria, Whistler Village | 2004~ | Ford Focus FCV |
| ドイツ | | | |
| NEBUS デモンストレーション | Stuttgart 市バス Hamburg 市バス | 1998 | D-Benz NEBUS |
| バスプロジェクト | Oberstdorf | 1999 | Neoplan FC 路線バス |
| バスプロジェクト | Erlangen 市バス | 1999 | MAN/Siemens バス |
| CEP プロジェクト (Clean Energy Partnership) | Berlin | 2002-2007 | FC 乗用車: DaimlerChrysler GM/Opel, Ford 水素自動車: BMW |
| アイスランド | | | |
| ECTOS | Reykjavik | 2003-2005 | DaimlerChrysler CITARO (CUTE と連携) |
| EU | | | |
| CUTE プロジェクト | Amsterdam Barcelona, Hamburg London, Luxembourg Madrid, Porto Stockholm, Stuttgart | 2002-2005 | DaimlerChrysler CITARO (ECTOS と連携) |
| CITYCELL Demo. Project | Torino, Madrid, Paris | 2002-2006 | FIAT と IRISBUS が共同開発した FC バス: CITYCLASS HS-FC BUS CRISTALIS HS-FC BUS |

出典：水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術 (WE-NET) サブタスク 7 水素利用技術に関する調査・検討 (平成 11 年 3 月), 燃料電池実用化戦略研究会報告書 (平成 13 年 1 月 22 日), 2001 年度 JEVA 海外調査報告書, (財) 日本電動車両協会「平成 14 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」, 2002 年度 NEF「FC 動向調査報告書資料編」, (財) 日本自動車研究所「平成 15 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」を基に作成

GMがワシントンDCで実施しているFCVデモンストレーションプロジェクト(GM Washington DC Demonstration Project)^{注)}の概要を表3-2-54に示す。本デモンストレーションでは、燃料として液体水素と圧縮水素の両方を使用する。現状では、圧縮水素の圧力は350barであるが、700barにする予定である。なお、資金については、GMが主体となり、政府からの資金援助は受けない方針である。

表 3-2-54 GM Washington DC Demonstration Project の概要

| | |
|---------|----------------------------------------------------------------|
| 名称 | GM Washington DC demonstration Project (GM WDC Project) |
| 目的 | 利害関係者(政府機関, NGO, 大学関係者, 一般市民)に対する水素・燃料電池技術のデモンストレーション |
| 期間 | 2003年(第2四半期)～2005年 |
| FCV台数 | 6台(GM HydroGen3) 2004年1月までに4台が導入済み。 2004年春までに2台が導入される予定。 |
| 水素の車載形態 | 液体水素, 圧縮水素 |
| 参加企業 | GM(FCVの開発, デモンストレーションの実施) Shell(水素ステーションの設置) |
| 資金 | GMが主体(Shellは水素ステーションの建設のみ) 注: 政府からの資金援助は受けない方針 |

3-2-7 海外の水素ステーションの開発状況

表3-2-55, 表3-2-56に世界の水素供給インフラの一覧を示す。

直接水素方式のFCバスや水素エンジン車等を実用的デモに使用している米国, カナダ, ドイツでは, 各種の水素ステーションが設置されている。その方式は, その地域における水素供給源の状況により最適のものが採用されている。これらはオンサイトで水素を製造する方式と, 工場で製造した水素を運搬する方式とに大別される。(表3-2-57)

注) 2003年度 JARI 海外調査報告書

表 3-2-55 水素自動車用水素供給インフラの開発一覧(その1)

| プロジェクト名 | 概要 | 国/参加団体 |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CaFCP : California Fuel Cell Partnership | 行政, 自動車メーカ, 燃料供給メーカ等が参画。2000年, カリフォルニア州サクラメント市に高圧水素供給ステーションを建設し, 2002年4月にはメタノール改質型水素供給ステーションを設置。2002年10月には, サテライトステーションとして, リッチモンドに水電解式水素供給ステーションを設置。2004年12月現在13箇所のステーションが稼動中。 | アメリカ/CARB, CEC, DOE, DOT, EPA, SCAQMD, Ford Motor, DaimlerChrysler, GM, Toyota, Honda, Nissan, Volkswagen, Hyundai B.P, Shell, ChevronTexaco, ExxonMobil Ballard, UTC-FC 他 |
| The Clean Air Now Solar Hydrogen Vehicle Project | 太陽光発電→水電解→水素貯蔵(高圧ガス)→水素ステーション→水素トラックの一環として研究開発。Ford Ranger 改造水素エンジン車。 | アメリカ/Clean Air Now, DOE, SCAQMD, Xerox 他 |
| シカゴ市バスプロジェクト | 液体水素貯蔵タンク(9000ガロン=34m ³)。気化した水素ガスをコンプレッサ加圧して車両に供給。Ballard 製燃料電池システム搭載のバス3台。 | アメリカ/Chicago Transit Authority, Ballard Power Systems, Air Product, Hydrogen Components |
| オーガスタバスプロジェクト | 工業用圧縮水素ガス供給。車両搭載は水素吸蔵合金タンク。水素エンジンハイブリッド小型バス。 | アメリカ/DOE, Augusta Public Transit 他4社 |
| パームスプリングス空港プロジェクト | 空港近傍に工業用圧縮水素ガス供給。空港で2台の水素燃料電池車の運転。 | アメリカ/SCAQMD, SBIR, Schafer Corporation |
| パームデザートプロジェクト | 太陽電池式水素ステーション。複数台の水素燃料電池車の運転。 | アメリカ/DOE, Schatz Energy Research Center, Humboldt State UNV. |
| ラスベガス市水素ステーション・実証走行試験プロジェクト | 水素, バイオディーゼル, ブレンド燃料(水素と天然ガス)を供給するステーションを建設し, 各燃料用車両の実証走行試験を行っている。 | アメリカ/DOE, Las Vegas, Air Products, Plug Power |
| Shell ワシントンの水素ステーション | Shell による LH, CH 両方が供給できるステーション。設備は Air Products 製, 費用は Shell 負担。液体水素は Sarnia (カナダ) やニューオーリンズでメタン改質で製造し液体水素として搬送。CH は「蒸発⇒水素ガス圧縮」のプロセスを採用。 | アメリカ/GM, Shell |
| ZEB プログラム | 9,000gallon の液体水素を貯蔵, 供給可能。カスケード貯蔵のため, 6,000psi で圧縮し, 蒸発させる。約8分でバスに充填可能。 | アメリカ/VTA, CARB, BAAQMD, EPA |
| バンクーバー市バスプロジェクト | 水電解による水素をコンプレッサで加圧し車両に充填。Ballard 製燃料電池システム搭載のバス3台の運行。 | カナダ/カナダ政府, BC Hydro, BC Transit, Ballard, Electrolyser |
| CH ₂ IP プロジェクト: Canadian Hydrogen Infrastructure Program | 高圧水素システムのデザイン, デモンストレーション, データ収集を行う。2004年から35MPa 圧縮水素供給ステーション(水電解式)を中心に実証を行う。その後, 35MPa を改良して70MPa の水素供給ステーションを開発し, 実証を行っていく。 | カナダ/ブリティッシュコロンビア州, BC Hydro, PowerTech, Stuart, Dynetek 他 |
| VFCVP プロジェクト: The Vancouver Fuel Cell Vehicle Program (バンクーバー) | NRC, Powertech, Hydrogen HighWay の水素ステーション(ビクトリア, バンクーバー空港, バンクーバー, 北バンクーバー, ホイッスラー)に設置。NRC では, 29kg/日の水素を製造。 | カナダ/NRCan, NRC, TEAM, BC州, FCC, Ford |
| ミュンヘン空港の車両水素化計画 | 空港内で使用するバスや業務用車両を水素自動車に。空港内に液体水素, 圧縮水素供給ステーション, 水素製造設備, 貯蔵設備を設置。 | ドイツ/バイエルン州政府, 民間企業 |

出典: 丸善株式会社「電気自動車ハンドブック」(平成13年3月), (財)日本電動車両協会「平成14年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」, 2002年度NEF「FC動向調査報告書資料編」を基に作成

表 3-2-56 水素自動車用水素供給インフラの開発一覧(その2)

| プロジェクト名 | 概要 | 国/参加団体 |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 欧州バスプロジェクト : CUTE, ECTOS | Ballard 製圧縮水素 FC バスに充填。8 カ国 10 箇所の圧縮水素供給ステーション。再生可能エネルギーによる水電解型, 副生水素型, 天然ガス改質型のステーション。2 箇所は既存ガソリンスタンドに併設。 | 欧州/各都市の交通事業者, DaimlerChrysler, Ballard, EvoBus, BP, Shell Hydrogen, AirLiquid, Xcellsis, 他 |
| SWB : Solar-Wasserstoff-Bayern | 液体水素を供給するステーション開発。LH ₂ スプレー方式による燃料充填。ディスプレイと車両タンクとの連結を含む充填時間は LH ₂ 100L 当り約 3 分。充填中のボイルオフはほぼゼロ。液体水素槽容量 : 3,000L | ドイツ/バイエルン州政府, 民間企業, BMW, Linde, Siemens |
| NEBUS デモンストレーション : New Electric Bus | 燃料として産業用水素ガス使用。 Ballard 製燃料電池システム搭載バスの運行。 | ドイツ/シュツットガルト市, Daimler-Benz |
| W.E.I.T : Wasserstoff-Energy-Iceland-Transfer | 産業用余剰水素を供給 (Dow Chemical) 6 台の水素エンジンバン (Benz Sprinter を改造) をメールオーダー会社 (Hermes Versand Service) の配送車として使用。 | ドイツ/ハンブルクの電力, ガス, 輸送他の企業 13 社 |
| エアランゲン市の 水素エンジンバス運行 | 液体水素を供給するステーション。 EQHHPP (Euro-Quebec Hydro-Hydrogen Pilot Project) で開発した水素エンジンバス (MAN 製) を市バスとして導入。 | ドイツ/エアランゲン市 |
| CEP プロジェクト : Clean Energy Partnership (ベルリン) | 一般のガソリンスタンドと併設 (BP/ARAL の標準形式でコンビニが併設)。LH, CH のディスプレイを備える。LH は搬送し貯蔵, CH は水の電気分解で製造。充填圧は 35MPa。 | ドイツ/BMW, D/C, Ford, Opel, ARAL/BP, GHW Hydro, Linde, Vatterfall, BVG (ベルリン交通局) |
| Zero-Regio フランクフルト | 水電解による水素を供給。電解装置はノルウェーの Norsk Hydro 製。 | ドイツ/Hamburger Hochbahn AG |
| STEP プロジェクト (パース) | BP が建設した原油改質水素ステーション。2004年9月からスタートする D/C の FC バス (シターロ) 3 台による運行試験で使用。 | 豪州/WA (西オーストラリア州政府), D/C, BP, Path Tansit, マードック大学, 豪州政府 |
| SINERGY プロジェクト (シンガポール) | BP によるガソリンステーション併設型水素ステーション設置。オフサイトで改質した水素をボンベで輸送する。 | シンガポール/D/C, BP, 環境庁, ルフトハンザ航空, コンラッドホテル, Michelin |
| (参考: 国内) WE-NET 水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術 | 2002 年 2 月に大阪市に天然ガス改質型, 高松市に固体高分子電解質水電解型の水素供給ステーションを建設。2002 年 8 月横浜市に副生水素利用の鶴見水素ステーション建設。2003.9.16 に JHFC に移管。水素供給圧力は高压 : 35MPa, 25MPa, 低圧 : 1MPa。 貯蔵容量 : 60Nm ³ , 製造能力 : 30Nm ³ /h | NEDO, エンジニアリング振興協会, 岩谷産業, 日本酸素, 大阪ガス, 四国総合研究所, 鶴見曹達 |
| JHFC プロジェクト | 2002 年に東京, 横浜を中心とした 6 箇所に圧縮水素供給ステーションを設置。2003 年にはさらに 4 箇所に設置し (うち 1 箇所は WE-NET からの移管), 燃料電池自動車への燃料供給実証実験を展開。2005 年度まで継続される。詳細は 3-3 (8) 参照。 | 日本自動車研究所, エンジニアリング振興協会, 新日本石油, コスモ石油, 昭和シェル石油, 東京ガス, 岩谷産業, ジャパン・エア・ガシズ, 日本酸素, 新日本製鐵, 栗田工業, シナネン, 伊藤忠エネクス, 出光興産, バブコック日立, 鶴見曹達, 自動車メーカー他 |

出典 : 丸善株式会社「電気自動車ハンドブック」(平成 13 年 3 月), (財) 日本電動車両協会「平成 14 年度燃料電池自動車実証試験に関する海外調査」, 2002 年度 NEF 「FC 動向調査報告書資料編」を基に作成

表 3-2-57 水素ステーションの形式

| | 水素製造 | 貯蔵 | 水素供給 | 実績 |
|---------|----------------|------|------|---------------------------|
| オフサイト製造 | 1. 外部工場生産 (ガス) | 高压容器 | 圧縮ガス | London, LA-Xerox |
| | 2. 外部工場生産 (液体) | 液体水素 | 圧縮ガス | Chicago, Ford, Sacramento |
| | 3. 外部工場生産 (液体) | 液体水素 | 液体水素 | München |
| | 4. 副生水素 (液体) | 液体水素 | 液体水素 | JHFC |
| | 5. 副生水素 (液体) | 液体水素 | 圧縮ガス | JHFC |
| | 6. 副生水素 (ガス) | 高压容器 | | Hamburg |
| オンサイト製造 | 7. 太陽電池・AL水電解 | 高压容器 | 圧縮ガス | Palm Desert |
| | 8. 太陽電池・PEM水電解 | 高压容器 | | |
| | 9. 商用電力・AL水電解 | 高压容器 | | Vancouver, Palm.Sp. |
| | 10.メタノール改質 | 高压容器 | | JHFC |
| | 11.天然ガス改質 | 吸蔵合金 | | Palm.Sp, WE-NET |
| | 12.脱硫ガソリン改質 | 高压容器 | | JHFC |
| | 13.ナフサ改質 | 高压容器 | | JHFC |
| | 14.LPガス改質 | 高压容器 | | JHFC |
| | 15.灯油改質 | 高压容器 | | JHFC |
| | 16.商用電力・PEM水電解 | 吸蔵合金 | | WE-NET |
| | 17.ランドフィルガス改質 | 高压容器 | | |

出典：燃料電池実用化戦略研究会報告書（平成 13 年 1 月 22 日）等を基に作成

3-3 海外自動車メーカーにおける開発状況

3-3-1 海外自動車メーカーにおける燃料電池車の開発状況

海外自動車メーカーにおける FCV の開発状況等を整理したものを表 3-3-1～表 3-3-4 に示す。

表 3-3-1 海外自動車メーカーにおける燃料電池車の開発状況(その 1)

| 自動車メーカー | 概要 | 協力メーカー |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| DaimlerChrysler | <ul style="list-style-type: none"> 燃料電池スタックは Ballard, 燃料電池システムは Xcellsis が開発を担当。 メタノール改質形 FCV や直接水素形 FC バスを開発, デモ運転実施。 2000 年, メタノール改質形 FCV 「Necar5」(表 3-3-5), 「ジープコマンダー2」を発表。 2001 年, 日本で「Necar5」の公道走行試験を実施。約 1,300km 走行。 2001 年 7 月, ドイツの配送業者 Hermes Versand Service 社と協同で, 直接水素形 FCV 「Sprinter」(表 3-3-6) の 2 年間のフィールドテストを行うと発表。 2001 年 12 月, Millennium Cell 社の技術である, NaBH_4 の水素貯蔵システムを使った「Town & Country Natrium」を発表(表 3-3-7)。 2002 年 10 月, 高圧水素形 FCV の量販モデルである「F-Cell」(Ballard 製スタック)を発表(表 3-3-8)。2003 年から, 欧州, 米国, 日本, シンガポールにおいて, 合計 60 台を限定的に市場導入し, 日常利用の実証を行う予定。販売方法はリース方式。 同時に高圧水素形 FC バス「CITARO」(Ballard 製スタック)を発表(表 3-3-10)。2003 年から, 欧州 10 都市の交通事業者に合計 30 台を販売し, 通常の路線運転に導入するテストを行う予定。 2003 年 3 月, 「F-Cell」が日本で大臣認定を取得。JHFC プロジェクトに参加し, 公道走行実証試験を開始。 市販用「F-Cell」の二次電池に, 三洋電機製ニッケル水素電池を搭載。 FC バス「CITARO」をスペイン・マドリッド市に納入し商業運転を開始。 2003 年 6 月, 米国の宅配業者に, HEV や FCV を提供すると発表。 2003 年 10 月, 東京ガス, プリヂェストンとの間で, 「F-Cell」の使用に関するパートナーシップ契約を締結したと発表。2 社は, 月額基本料 120 万円を支払い, 事業活動に使用する。同年 12 月に東京ガスに納入。 2005 年 9 月から北京で開始される FC バス実証試験に「Citaro」3 台の購入が 2004 年 4 月決定。 2004 年 7 月, 「F-Cell」をベルリンでドイツテレコムなどに納入。 2004 年 7 月, シンガポールでスタートした SINERGY プロジェクトへ F-Cell を提供。 2004 年 9 月, オーストラリアのバースでスタートした STEP プロジェクトへ FC バス「Citaro」を供試。 2005 年 3 月, ジュネーブモーターショーで「F-Cell」より出力を Up (100kW へ) し, 航続距離も大幅に延長 (400km) した 70MPa 高圧水素形で 2 次電池として Li イオン電池を搭載した「B-Cell」を発表・展示(表 3-3-9)。 2005 年 3 月, 愛知万博協会へ 2 台の「F-Cell」を貸与。 | Ballard, Ford, Millennium-Cell |
| Ford | <ul style="list-style-type: none"> DOE/PNGV 計画で, 50kW 直接水素形燃料電池の開発に参加。燃料電池は IFC 社が担当した。 1999 年 12 月, 燃料電池に関して, DaimlerChrysler, Ballard と提携, 共同で開発を進める。 2000 年, 高圧水素形 FCV 「Focus FCV」を発表。 2000 年, EVS-17 において高圧水素形 FCV 「P2000」を試乗車として提供。 2002 年 4 月, 新型の高圧水素形 FCV 「Focus FCV」(Ballard 製スタック)を発表(表 3-3-11)。試験的に 5 台を顧客に提供した。 2003 年から 2004 年にかけて「Focus FCV」を販売していく予定。 カリフォルニア州サクラメント, フロリダ州オーランド, ミシガン州デトロイトの 3 都市で, 30 台の水素燃料電池車を提供し, BP が水素再充填ステーションを建設し, テストを行う計画を 2004 年 4 月発表。 2005 年 5 月からカナダのバンクーバーで開始される VFCVP プロジェクトへ「Focus FCV」を 4 台供試。 | DaimlerChrysler, Ballard, マツダ |

出典：2003 年度までの JEVA 海外調査報告書, プレスリリース, 新聞記事等を基に作成

表 3-3-2 海外自動車メーカーにおける燃料電池車の開発状況(その2)

| 自動車メーカー | 概 要 | 協力メーカー |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GM (オペル) | <ul style="list-style-type: none"> • DOE/PNGV 計画で、30 kW メタノール改質形燃料電池の開発に参加。燃料電池は Ballard 社が担当した。 • 1997 年、メタノール改質形「Zafira」を発表。 • FCV 開発で、トヨタと共同研究実施。 • 米国ではガソリン改質形 FCV、欧州では液体水素形 FCV を中心に開発。ガソリン改質技術で Exxon, BP と共同研究。 • 2000 年デトロイトモーターショーで「Precept」（水素吸蔵形）を発表(表 3-3-12)。 • 2000 年ジュネーブモーターショーで「Zafira (液体水素)」を発表。シドニーオリンピックマラソン競技のペースカーに採用。北京で試乗会を開催。 • 2001 年 1 月、Clean Hydrocarbon Fuel を研究の主要な候補とすることでトヨタと合意。 • 2001 年 6 月、水素貯蔵技術で Quantum と提携。 • 2001 年 6 月、水素インフラの構築に関わる分野で General Hydrogen と提携。 • 2001 年 8 月、ガソリン改質形 FCV「Chevrolet S-10」を発表(表 3-3-13)。 • 2001 年 10 月、スズキと燃料電池車を共同開発することで合意。 • 2001 年フランクフルトモーターショーで、補助電源を必要としない液体水素 FCV「HydroGen3」のプロトタイプ車を公開。 • 2001 年 10 月、Hydrogenics (加)に資本参加、Giner (米)との提携関係を拡大。 • 2002 年 1 月、液体水素 FCV「HydroGen3」を発表(表 3-3-14)。 • 2002 年デトロイトモーターショーでボディを選べるスケートボード形 FCV「AUTOmy」を発表。 • 2002 年 5 月、「Chevrolet S-10」がガソリン改質形としては世界で初めてとなる試走に成功したと発表。 • 2002 年 7 月、Quantum と共同で 70MPa の高圧水素タンクを開発。 • 2002 年 8 月、運転操作を電子制御して車両に伝えるパイ・ワイヤー技術を搭載した直接水素形 FCV「HY-wire」を発表(表 3-3-15)。 • 2002 年 12 月、国際宅配便大手の FedEx Express と共同で、2003 年 6 月から、日本の東京都内で「HydroGen3」を集配業務に使い、試験走行を行うと発表。 • 2003 年 2 月、「HydroGen3」シリーズのザフィーラ・ミニバンに 70MPa の高圧水素タンクを搭載し、公道走行試験に成功したと発表。 • 2003 年 3 月、「HydroGen3」が日本で大臣認定を取得し、JHFC プロジェクトに参加し、公道走行実証試験を開始。 • 同年、燃料供給インフラ技術で Shell Hydrogen と提携。米国ワシントン D.C.周辺で、FCV と燃料供給インフラの共同実証実験を 2003 年 10 月から開始する予定。 • 2003 年 4 月、FCV を BMW、オペルと共同で開発することを発表。2010 年までに FCV の販売を目指す。 • 2003 年 5 月、米国・ワシントン DC で FCV の実証運転プログラムを開始。2 年間実施し、米国議会関係者や環境保護団体関係者などを対象に、最高 1 万回の試乗機会を提供する方針。 • 2003 年 7 月、東京都内で「HydroGen3」による集配業務を開始。 • 2003 年 10 月、2010 年に米国、日本、欧州、中国の 4 地域で FCV の本格的な実用車の販売を始め、利益を確保した上で、その後 10 年間に 100 万台を販売する計画を明らかにした。 • 2004 年 6 月、アメリカの GM と郵政公社は、郵便配達車両に GM 製 FCV「Hydrogen3」を導入することで合意。9 月からワシントン DC 周辺の配達作業を始める。 • 2004 年 8 月 GM とスズキが開発している FCV の 70MPa 圧縮水素貯蔵システムについて、日本の高圧ガス保安協会の認可を得たと発表した。04 年内にも公道実証運転を開始する。この 70MPa 水素ガス貯蔵システムは、アメリカのクオンタム社が開発、住友商事がスズキに納入した。 • 2005 年 1 月のデトロイトモーターショーにて最新のコンセプトカー「Sequel」を発表展示。70MPa 高圧水素形で前後 3 モーターを有し 73kW の FC スタックと Li イオン電池とのハイブリッド FCV。航続距離は 480km。(表 3-3-16) • 2005 年 2 月、FCV のリース販売を 2007 年までに現在の 5 倍になる 40 万台に引き上げる計画を発表した。 | トヨタ, ExxonMobil, BP, ChevronTexco, Quantum, General Hydrogen, スズキ, Hydrogenics, Giner, ShellHydrogen |

出典：2003 年度までの JEVA 海外調査報告書、プレスリリース、新聞記事等を基に作成

表 3-3-3 海外自動車メーカーにおける燃料電池車の開発状況(その3)

| 自動車メーカー | 概要 | 協力メーカー |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| プジョー/ シトロエン | <ul style="list-style-type: none"> 1996年から欧州燃料電池開発プロジェクトに参加。 2001年7月、Millennium Cell社の水素貯蔵システムの供給を受け、共同開発の可能性あり。 2001年12月、仏原子力庁(CEA)、国立科学研究所(CNES)と自動車向け燃料電池の開発で提携。 2004年9月のパリモーターショーでFCV「Quark」を展示発表。 | CEA, CNES |
| ルノー | <ul style="list-style-type: none"> フィーバープロジェクトへの参画。 液体水素を燃料とした燃料電池車の開発。ニッケル水素電池を補助電源として採用。 日産とは、2002年2月にUTC Fuel Cellsとともに燃料電池スタックの基礎技術部分を共同開発し、改質器などの部分についてはそれぞれが独自に手がけることで合意。 | 日産 |
| Volkswagen/ Volvo | <ul style="list-style-type: none"> Capriプロジェクトを機会に燃料電池の研究開発を開始。 メタノール改質形燃料電池車の開発。Johnson Matthey社製メタノール改質器を採用。 2000年11月、液体水素形FCV「Bora HyMotion」でCaFCPに参加。 2002年2月、純水素方式の「HY.Power」を試作(PSI製FCスタック)。 2004年9月、CaFCPに新たに35MPaの圧縮水素形FCV「Touran Hymotion」を投入。バラードの63kWFCスタック、シーメンスのモータ、パナソニックEVエナジーのNi-MH電池を組み合わせたもので、航続距離は160km。(表3-3-21) | Johnson Matthey |
| Zevco | <ul style="list-style-type: none"> アルカリ形燃料電池を利用した燃料電池タクシー(出力5kW)を実走行(1998年、ロンドン)。 | Shell |
| BMW | <ul style="list-style-type: none"> 水素エンジン自動車の補機用電源として燃料電池の採用を検討。 DelphiとSOFCを共同開発。 | UTC-FC, Delphi |
| Thor | <ul style="list-style-type: none"> 米国のバスメーカーThor Industries, Inc.は、2001年中頃に世界に先がけて北米における中型サイズのFCハイブリッドバス「サンダーパワー」を商品化すると発表。FCはUTC-FCが、ハイブリッド技術はISE Reserch社が担当。 | UTC-FC, ISE Reserch |
| Fiat | <ul style="list-style-type: none"> 2001年2月、イタリア環境省との共同プロジェクトとして、2人乗りの高圧水素形FCV「SEICENTO-FCEV」を発表。 FIATの孫会社であるIRISBUSと共同で2種類のFCバス「CITYCLASS HS-FC BUS」(表3-3-17)、「CRISTALIS HS-FC BUS」を開発。2003年から行われるFCバスの実証試験CITYCELL Demoプロジェクトに導入される。 NuveraFC製の80kWFCスタックを搭載したNew Pandaを開発中。 | Nevera FC |
| 現代・起亜自動車 | <ul style="list-style-type: none"> 2000年4月、UTC-FC製の75kWFCスタックを搭載した「Santa Fe FCEV」を発表(表3-3-18)。 2001年6月、Quantum製350気圧の高圧水素タンクを搭載した燃料電池車がサクラメントーサンフランシスコ間を走行。 2001年10月、パナソニックEVエナジーのNi-MH電池と組み合わせハイブリッド化した「Santa Fe FCHV」を発表(表3-3-19)。 2004年3月、ジュネーブオートショーで2次電池としてリチウムポリマー電池と組み合わせた「Tucson FCEV」を発表展示し、4月にはDOEによるFCV実証評価プロジェクトに参加することを表明(表3-3-20)。 2004年9月、パリ・モーターショーで新型SUV「Sportage」燃料電池車を発表。 | UTC-FC, Quantum |

出典：2003年度までのJEVA海外調査報告書、プレスリリース、新聞記事等を基に作成

表 3-3-4 海外自動車メーカーにおける燃料電池車の開発状況(その4)

| 自動車メーカー | 概 要 | 協力メーカー |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 中国 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 2003年1月、中国で初めて開発したFCV「超越1号」の試運転が上海の同済大学構内で行われた。これは、上海汽車、同済大学など十数の企業、研究機関が共同開発したもの。2008年北京オリンピック、2010年上海万博に向け、実用化を目指している。 ・ 2003年10月、中国最大の自動車メーカー、第1汽車集团公司は、FCVに関してトヨタ自動車の技術を導入する考えを明らかにした。 ・ 上海市工業博覧会に「超越2号」を出展。2005年から量産に入る見通し。 ・ 東風汽車と武漢理工大学が共同で開発中の「楚天一号」が完成。走行テストで100km/h以上を達成。 ・ 2004年4月、D/Cの「Citaro」FCバス3台が、北京のFCBデモプロジェクトとして落札。2005年9月から導入され、EV863プロジェクトの一環として実証試験が開始される予定。 | 上海汽車、武漢理工大学、同済大学 等 |

出典：2003年度までのJEVA海外調査報告書、プレスリリース、新聞記事等を基に作成

表 3-3-5 DaimlerChrysler Nekar5 (2000 年発表)

| | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長×全幅×全高 (m) | 3.605×1.720×1.575 |
| 乗車定員 | 5 人 |
| 最高速度 | 150km/h 以上 |
| 電動機種類 | 交流誘導 |
| 電動機最大出力 | 55 kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 |
| 燃料電池出力 | 75 kW |
| 燃料 | メタノール |
| 出力補助装置 | ニッケル水素電池 |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-6 DaimlerChrysler Sprinter (2001 年 7 月発表)

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 乗車定員 | 2 名 |
| 積載重量 | 800kg |
| 最高速度 | 120km/h |
| 航続距離 | 150km |
| 電動機種類 | 交流同期 |
| 電動機最大出力 | 55kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (Ballard 製 Mark900) |
| 燃料電池出力 | 55kW |
| 燃料 | 圧縮水素 |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-7 DaimlerChrysler Town&Country Natrium (2001年12月発表)

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 最高速度 | 80mph |
| 航続距離 | 300 マイル |
| 電動機種類 | AC モータ |
| 電動機最大出力 | 35kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (Ballard/XCELLSiS 製) |
| 燃料 | NaBH ₄ |
| 出力補助装置 | 40kW の Li イオン電池 |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-8 DaimlerChrysler F-Cell (2002年10月発表)

| | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長×全幅×全高 (m) | 3.785×1.720×1.590 |
| 最高速度 | 140 km/h |
| 航続距離 | 150 km |
| 電動機種類 | 誘導式 |
| 電動機最大出力 | 65kW |
| 最大駆動トルク | 210 Nm |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (Ballard 製 Mark902) |
| 燃料電池出力 | 68.5kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (35MPa) |
| 水素消費量 | 4.2 リッター/100km (23.8km/リッター) ディーゼル換算 |
| 出力補助装置 | ニッケル水素電池 |
| 価格 | 2003年12月からリース販売 |

表 3-3-9 DaimlerChrysler B-Cell (2005 年 3 月発表)

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 乗車定員 | 5 人 |
| 航続距離 | 400 km |
| 電動機最大出力 | 100kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (Ballard 製) |
| 燃料 | 圧縮水素 (70MPa) |
| 出力補助装置 | Li イオン電池 (20kW) |

表 3-3-10 DaimlerChrysler CITARO (2002 年 10 月発表)

| | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長×全幅×全高 (m) | 全長約 12 m |
| 乗車定員 | 70 人 |
| 最高速度 | 80 km/h |
| 航続距離 | 200 km |
| 電動機最大出力 | 200 kW 以上 |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (Ballard 製 Mark902) |
| 燃料電池出力 | 250kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (35MPa) |
| 価格 | 120 万ドル (メンテナンス費用込み) |

表 3-3-11 Ford Focus FCV (2002年4月発表)

| | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長×全幅×全高 (m) | (全長) 4.338× (全高) 1.758 |
| 車両重量 | 1,600 kg |
| 最高速度 | 128 km/h |
| 航続距離 | 260-320 km |
| 電動機最大出力 | 65 kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (Ballard 製 Mark902) |
| 燃料電池出力 | — |
| 燃料 | 圧縮水素 (35MPa) |
| 出力補助装置 | ニッケル水素電池 (三洋電機製) |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-12 GM Precept (2000年発表)

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 燃費 | 108mpg |
| 航続距離 | 500 マイル |
| 電動機最大出力 | 85kW |
| 燃料電池 | GM 製 |
| 燃料電池出力 | 100kW |
| 燃料 | 水素 (水素吸蔵合金) |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-13 GM Chevrolet S-10ピックアップトラック (2001年8月発表)

| | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 燃料電池 | GMのスタック 2000 |
| 燃料電池出力 | 94 kW (126hp) |
| 燃料 | ガソリン改質 |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-14 GM HydroGen3 (2002年1月発表)

| | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長×全幅×全高 (m) | 4.315×1.750×1.685 |
| 車両重量 | 1,750 kg |
| 乗車定員 | 5名 |
| 最高速度 | 160 km/h |
| 航続距離 | 400 km |
| 電動機種類 | 三相非同期モータ |
| 電動機最大出力 | 60 kW |
| 最大駆動トルク | 215 Nm |
| 燃料電池 | 固体高分子形 |
| 燃料電池出力 | 94kW (定格) / 129kW (最高) |
| 燃料 | 液体水素 (68 リットル・4.6kg) |
| 価格 | 試作車 |

※Hydrogen3として、液体水素形以外に30MPaおよび70MPaの高圧水素形がある。

表 3-3-15 GM Hy-wire (2002年8月発表)

| | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長×全幅×全高 (m) | 4.357×1.670×0.279 |
| 車両重量 | 1,900 kg |
| 乗車定員 | 5名 |
| 電動機種類 | 三相非同期モータ |
| 電動機最大出力 | 60 kW |
| 最大駆動トルク | 215 Nm |
| 燃料電池 | 固体高分子形 |
| 燃料電池出力 | 94kW (定格) / 129kW (最高) |
| 燃料 | 圧縮水素 |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-16 GM SEQUEL (2005年1月発表)

| | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長×全幅×全高 (m) | 4.994×1.996×1.697 |
| 車両重量 | 2,165kg |
| 航続距離 | 300Mail |
| 電動機種類 | 交流誘導式 |
| 電動機最大出力 | (前) 60kW, (後) 25kW×2 |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (GM 製) |
| 燃料電池出力 | 73kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (70MPa) 8kg |
| 二次電池 | Li イオン電池 (SAFT 製) 65kW |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-17 FIAT-IRISBUS CITYCLASS HS-FC BUS


| | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 全長 (m) | 12 |
| 乗車定員 | 73名 |
| 最高速度 | 60 km/h |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (UTC-FC 製) |
| 燃料電池出力 | 75kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (20/35MPa) |
| 出力補助装置 | 鉛酸電池 |
| 価格 | 試作車 |

表 3-3-18 HYUNDAI Santa Fe FCV (2000年4月発表)

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 車両重量 | 1,620kg |
| 最高速度 | 124km/h |
| 航続距離 | 160km |
| 電動機最大出力 | 65kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 |
| 燃料電池出力 | 75kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (35MPa) 72L |
| 二次電池 | なし |

表 3-3-19 HYUNDAI Santa Fe FCHV (2001 年 10 月発表)

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 車両重量 | 1,620kg |
| 最高速度 | 124km/h |
| 航続距離 | 185km |
| 電動機最大出力 | 65kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 |
| 燃料電池出力 | 75kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (35MPa) 72L |
| 二次電池 | Ni-MH |

表 3-3-20 HYUNDAI TucsonFCEV (2004 年 3 月発表)

| | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 最高速度 | 150km/h |
| 航続距離 | 300km |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (UTC-FC 製) |
| 燃料電池出力 | 80kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (35MPa) 152L |
| 二次電池 | Li ポリマー電池 (LG ケミカル製) |

表 3-3-21 VW Touran Hymotion (2004年9月発表)

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 外 観 |  |
| 最高速度 | 140km/h |
| 航続距離 | 160km |
| 電動機種類 | ASM |
| 電動機最大出力 | 80/45kW |
| 燃料電池 | 固体高分子形 (Ballard 製) |
| 燃料電池出力 | 80/63kW |
| 燃料 | 圧縮水素 (35MPa) 1.86kg |
| 二次電池 | Ni-MH |

最も早くから本格的に FCV の開発を開始した DaimlerChrysler 社の FCV の試作車を表 3-3-22 に整理する。

表 3-3-22 DaimlerChrysler 社の燃料電池車の試作車

| | 開発年度 | 車両のタイプ | 燃料 |
|----------|-------|----------------|-------------|
| Necar1 | 1994年 | ミニバン (190Van) | 水素 (圧縮) |
| Necar2 | 1996年 | ミニバン (V-Class) | 水素 (圧縮) |
| Nebus | 1997年 | バス | 水素 (圧縮) |
| Necar3 | 1997年 | 乗用車 (A Class) | メタノール改質 |
| Necar4 | 1999年 | 乗用車 (A Class) | 水素 (液体) |
| Necar4A | 2000年 | 乗用車 (A Class) | 水素 (圧縮) |
| Necar5 | 2000年 | 乗用車 (A Class) | メタノール改質 |
| Sprinter | 2001年 | ミニバン | 水素 (圧縮) |
| Natrium | 2001年 | 乗用車 | 水素化ホウ素ナトリウム |
| F-Cell | 2002年 | 乗用車 (A Class) | 水素 (圧縮) |
| CITARO | 2002年 | バス | 水素 (圧縮) |
| B-Cell | 2005年 | 乗用車 (B Class) | 水素 (圧縮) |

3-3-2 Ballard Power Systems 社を中心とした提携関係^{注)}

カナダの Ballard Power Systems 社は、1997 年 12 月に DaimlerChrysler 社（当時は Daimler-Benz）、Ford 社と燃料電池開発連合を結成した。

2001 年に Ballard Power Systems が XCELLSiS と Ecostar を買収し、100%子会社化した。これにより、非常に込み入っていた 3 社の関係は、資本的・開発体制的にもシンプルになった。また、Ballard 社だけでコンポーネントからシステムまで開発できる体制になった（図 3-3-1）。

| | ポータブル電源 | 定置用電源 | APU 補助電源 | 自動車 | | ポータブル電源 | 定置用電源 | APU 補助電源 | 自動車 | | | |
|----------------|------------------------------|-----------|----------|-----|----------------------------|------------------------------|-------|----------|-----|----------|--|-------------|
| FC スタック | Ballard Power Systems | | | | FC スタック | Ballard Power Systems | | | | | | |
| 燃料改質 | | | | | Ballard Generation Systems | | | | | XCELLSiS | | 燃料改質 |
| FC システム | | | | | | | | | | Ecostar | | FC システム |
| パワーエレクトロニクス | | | | | 自動車 | | | | | | | パワーエレクトロニクス |
| モーター (E-Drive) | | | | | モーター (E-Drive) | | | | | | | |
| 製品 | Coleman 等 | Alstom 荏原 | 自動車メーカー | | 製品 | Coleman 等 | 顧客 | 自動車メーカー | | | | |
| これまでの製品開発体制 | | | | | 新しい製品開発体制 | | | | | | | |

図 3-3-1 Ballard 社の開発体制の変化

^{注)} 2001 年度 JEVA 海外調査報告書

3-3-3 欧米 PEFC 関連メーカーの事業の展開状況

表 3-3-23 に JARI 等が過年度に実施した海外調査から推定した欧米 PEFC メーカーの各コンポーネント別の製品化・開発状況を整理する。

表 3-3-23 燃料電池事業の展開(PEFC セル関係)

(2005 年 3 月現在)

| | 高分子膜 | 触媒 | GDL | MEA | ガスケット | セパレータ | MEA+ セパレータ | MEA+ セパレータ + ガスケット | スタック |
|-----------------------|------|-----|-----|-----|-------|-------|---------------|-----------------------------|------|
| DuPont | 製品化 | 研究中 | 研究中 | 製品化 | 研究中 | 製品化 | 研究中 | 研究中 | |
| 3M | 製品化 | 研究中 | 研究中 | 製品化 | 研究中 | 研究中 | 研究中 | 研究中 | |
| BASF | 研究中 | 研究中 | | | | 研究中 | | | |
| PEMEAS | 製品化 | | | 製品化 | | | | | |
| Gore | 製品化 | | 研究中 | 製品化 | | | | | |
| JohnsonMatthey | 研究中 | 製品化 | 研究中 | 製品化 | 研究中 | | 製品化 | | |
| Engelhard | | 製品化 | | | | | | | |
| Umicore | | 製品化 | | 製品化 | | | | | |
| SGL-Carbon | | | 製品化 | | 製品化 | 製品化 | | | |
| Ballard Power Systems | 研究中 | | 研究中 | 研究中 | | 研究中 | 研究中 | | 製品化 |
| UTC Fuel Cells | | | | 研究中 | | 研究中 | 研究中 | | 製品化 |
| Nuvera Fuel Cells | 研究中 | 研究中 | 製品化 | 製品化 | 研究中 | 研究中 | 研究中 | 研究中 | 製品化 |
| Siemens | | | | | | 研究中 | 研究中 | | 研究中 |

注：「製品化」とは、規模を問わず、専用ラインを用いて製造し、少量でも商品として販売している段階を示す。「研究中」とは、基礎研究段階から、サンプル出荷の段階までを示す。