

【燃料電池・水素特集】水素社会 政策 シミュレーション

## 「燃料電池車への移行、および燃料インフラ要件」の解析（米国）

本稿では表題に関し、まず、米国エネルギー省（DOE）の「2007年水素プログラム」の一環で実施された研究の概要を紹介する。この研究に関する報告書は2008年3月にとりまとめられ、6月9～13日に米国バージニア州アーリントンで開催された水素プログラムの2008年次成果評価会議（Annual Merit Review & Peer Evaluation Meeting）の場でプレゼンテーションが行われている。

もう一つは、上記と同様のテーマに関し、米国連邦議会の命令により作成された米国学術研究会議（NRC: National Research Council）の新報告書であり、米国ナショナルアカデミー（THE NATIONAL ACADEMIES）から7月17日にリリースされている。

以上二つの研究は、ほぼ同様の結論を導き出している。すなわち、水素や燃料電池に関する研究開発支援、インフラ整備支援、消費者支援（燃料電池車や燃料の購入時）、これらを含む政策が、水素社会への移行にあたって必須であるというものである。

なお、水素プログラムの2008年次成果評価会議の概要、プログラムの成果等については、本燃料電池・水素特集の別記事「米国エネルギー省「水素プログラム」における研究開発」があるので、必要に応じて参照していただきたい。

### 1. 米国エネルギー省（DOE）の「2007年水素プログラム」で実施された研究概要

米国の自動車市場において水素自動車への移行を成功させるためには、水素製造事業者、自動車製造業者、輸送業者、小売業者、消費者、及び政府機関の強い持続的な関与が必要である。市場でこれらの事業者・機関が相互に連携することにより、早期の市場変革政策に必要な費用と得られる効果、最終的には移行自体の成否が決まる。

水素交通社会への移行には大きな経済的障壁があり、以下のような課題がある：

- ・新しい様々な駆動系の技術を開発・洗練する
- ・燃料インフラを構築・整備する
- ・新しい馴染みのない車両の市場を創設する
- ・車両の大量製造によるコストダウン（economies of scale：規模の経済）を達成する
- ・同時に、車の購入者にとって魅力のある車の型とモデルのラインナップを提供する

先行投資額が大きいこと、及び、その傾向は今後10年以上続く可能性があることから、十分な車両台数が製造されて消費市場に投入できるまでの間は採算が取れない。しかし、経済、環境、国家安全保障への潜在的な利益は莫大である。市場がこのように大きく移行するためには、綿密な計画と、強力で一貫性のある政策インセンティブが必要となる。

2005年の米国エネルギー政策法(EPACT: Energy Policy Act)第811条、及び一般法109-59 (米下院、2005年)は、水素経済への移行を支援する政策について、エネルギー省(DOE)長官に報告書の作成を求めた。同報告書は、水素自動車の製造・開発、水素の製造、及び配送インフラに重点的に取り組むと述べている。それに付け加えて、米国科学アカデミーの2004年の報告書(NAS, 2004)「水素経済」では、水素経済に向け、水素エネルギーへの移行とインフラを強化するためにDOEが実施する分析についての、二つの提案が述べられている。

エネルギー政策法の要件、および、米国科学アカデミーの提案に応じて、DOEの「水素燃料電池インフラ技術プログラム(HFCIT)<sup>1</sup>」では、水素燃料自動車を数百万台配備し、インフラ構築支援を行う代替シナリオ(alternative scenarios)を評価するための様々な分析を行ってきた。

この市場普及シナリオに、自動車製造業者、エネルギー関連事業者、水素供給事業者、その他の民間部門の意見を加味するために、DOEはステークホルダー(利害関係者)会議を数回開催し、分析・モデルの説明、ならびに、分析手法・推定・予想される結果(U.S. DOE, 2006a)<sup>2</sup>に対する意見を募集した。第一回目のステークホルダー会議は2006年1月26日に開催され、分析の初期段階の指針を募集した。第二回目の会議は2006年8月9～10日に開催され、予想される結果の見直しが行われた。第三回目の最後の会議は2007年1月31日に開催され、最終分析結果についての討論が行われた。産業界、政府、国立研究所、大学から、水素エネルギーの専門家60人以上が会議に参加し、DOEの分析に対する助言を行った。最終版のシナリオは、これらの会議参加者達の意見をできるだけ反映している。しかしこれは、DOEや他の参加者から明確な承認を受けたと解釈されるべきではない。

## 方法論

DOEの分析では3つの車両普及シナリオが検討されている。

シナリオ1：燃料電池自動車(FCV)を2015年までに年間数千台製造、2019年までに年間数十万台製造する。この選択肢により、2025年までに燃料電池自動車が200万台、市場に普及すると予測される。

シナリオ2：燃料電池自動車を2013年までに年間数千台製造し、2018年までに年間数十万台製造する。この選択肢を取ることににより、2025年までに燃料電池自動車が500万台、

<sup>1</sup> Hydrogen, Fuel Cells and Infrastructure Technologies Program

<sup>2</sup> U.S. DOE 2006a—U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, Federal Energy Management Program. Annual Report to Congress on Federal Government Energy Management and Conservation Programs: Fiscal Year 2004. Washington, DC. <<http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/annrep04.pdf>>

市場に普及すると予測される。

シナリオ3：燃料電池自動車を2013年までに年間数千台、2018年までに年間数十万台、2021年までに年間数百万台製造し、2025年までに市場に一千万台普及させることを目指す。シナリオ3は米国科学アカデミーの提案、すなわち「DOEは、委員会の水素自動車普及シナリオや類似の需要シナリオ（NAS, 2004, p. 4）の支援に必要となるインフラや水素資源の開発との整合性を図りながら、移行計画を策定・評価しなければならない」に応じて策定された。

表 1：燃料電池自動車の予測数（シナリオ 1、2、3）（単位：千台）

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
シナリオ 1	0.0	0.0	0.0	3.0	4.8	7.2	50	100	150	200	250	300	400	500
シナリオ 1 累積	0.0	0.0	0.0	3.0	7.8	15.0	65	165	315	515	765	1,065	1,465	1,965
シナリオ 2	0.5	1.0	1.0	30.0	60.0	60.0	200	300	400	500	600	700	900	1,000
シナリオ 2 累積	0.5	1.5	2.5	32.5	92.5	152.5	353	653	1,053	1,553	2,153	2,853	3,753	4,753
シナリオ 3	0.5	1.0	1.0	30.0	60.0	60.0	300	500	750	1,000	1,200	1,500	2,000	2,500
シナリオ 3 累積	0.5	1.5	2.5	32.5	92.5	152.5	453	953	1,703	2,703	3,903	5,403	7,403	9,903

出典：CTA

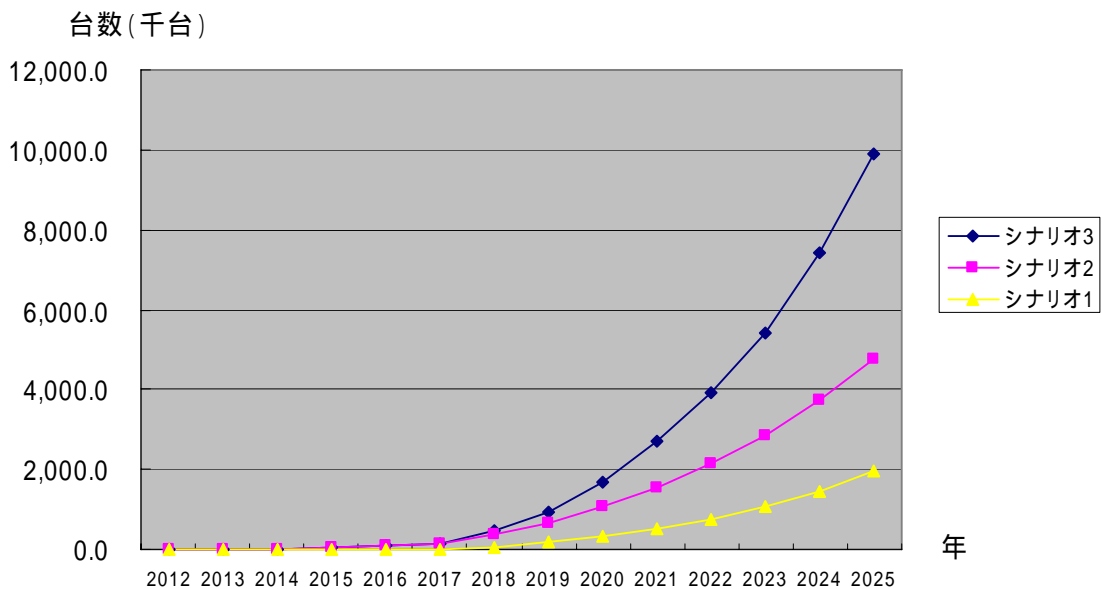


図 1：燃料電池自動車の累積予測数（シナリオ 1、2、3）



出典：CTA

図 2：FCV 累積生産数とステーション累積建設数（シナリオ別、フェーズ別）

各シナリオについてはステークホルダー会議で幅広い議論が重ねられ、産業界の支持を受けた。特定の車両の普及率についての合意はなかったが、これらのシナリオは、(1)産業界の予測が取り入れられていること、(2)別の事例に、この分析結果は内挿/外挿<sup>3</sup>できる可能性があること、以上2点についての合意が得られた。DOEの研究目的は、どれか一つのシナリオを選ぶことではなく、各シナリオの達成に必要なコストと影響を評価することであった。

この報告書で概説されている<sup>4</sup>主要な分析では、様々な車両普及シナリオの下で、以下の幅広いテーマと、当該の水素需要レベルが調査されている。

1. 水素インフラの分析及び配備シナリオ
2. 水素燃料電池自動車への移行期間中の、水素エネルギーインフラと車両開発支援のための政策例（1～3）
3. 水素への移行を支援する政策例（1～3）の実施コスト

これらの分析は、水素交通社会実現のための整合性のある信頼できるシナリオを作成す

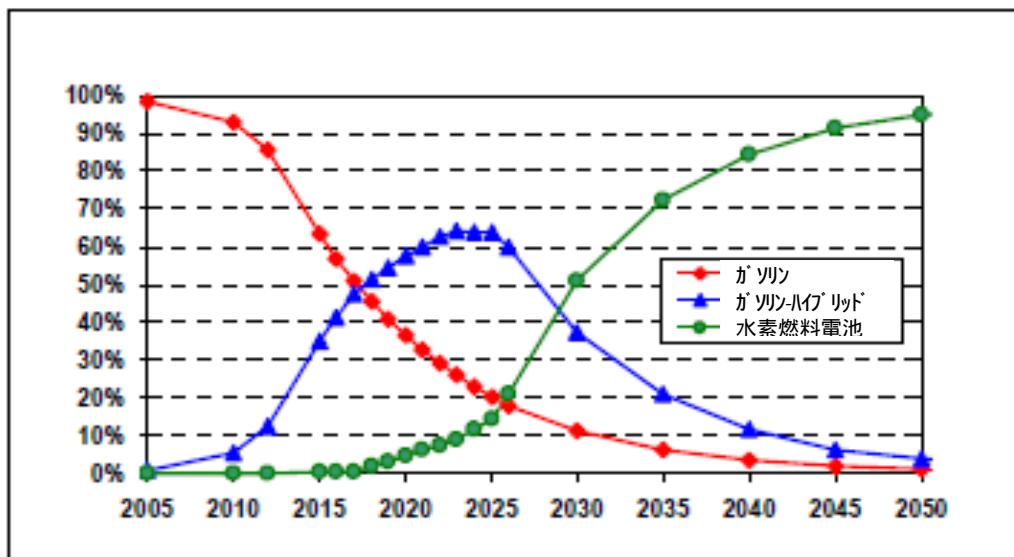
<sup>3</sup> 後述の図 7～9 ではシナリオ 1～3 を様々な政策例（モデル）に入力してシミュレーションを行っている。このように、A モデルを B モデルに入力したり、あるいは逆に B モデルを A モデルに入力するなど、モデル同士を相互に結合できること。

<sup>4</sup> (James and Perez, 2007; Melendez and Milbrandt, 2007; and Greene and Leiby, 2007; and Unnasch, Rutherford and Hooks, 2007)

るために重要な情報を提供しており、実現可能な計画を作成するためにも必要不可欠である。しかし、この先20～45年間の期間の分析は、技術的な進展と消費者行動についての複数の仮定が必要となることを強調しておかなければならない。このことによって必然的に不確実性が高くなる。このため、水素社会への移行の進展に応じて、この不確実性は、十分に理解され、パラメトリックに評価され、慎重にモニターされなければならない。このアプローチにより、移行プロセス完了までに産業界が持続可能な生産ラインを確立できるように支援する政府の政策が、効果的・効率的に機能するだろう。

### 新たに得られた知見

水素シナリオの分析によると、2012～2025年の期間の開発政策が整備されていれば、図3で示されているとおり、燃料電池自動車の市場占有率は2030年には50%、2050年には90%にまで伸びる可能性がある。これにより2025年以降は、継続的な政策支援がなくても、持続可能でコスト競争力のある水素燃料電池自動車市場がもたらされる可能性がある。この良好な分析結果は、DOEの複数年プログラム計画(U.S. DOE, 2006b)における燃料電池自動車の技術目標が達成されることを前提としており（自動車に搭載される水素の貯蔵重量及び容積の目標値を除く）、また、競合する車両技術が同じ期間にそれぞれのDOE目標を達成することも前提となっている。燃料インフラの開発を支援し燃料電池自動車のコストを抑制するための政策が整備されていない場合は、産業界が負担しなければならないリスクと投資のレベルは市場が乗り越えるにはあまりにも高くなるため、ハイブリッド車(HEV)が市場を占有することになるだろう。シナリオ分析では、水素燃料電池自動車への移行を支援し成功させるための、政府の政策コストを評価している。分析が行われた3つの政策例のコストは、2012～2025年の期間（14年間）で、累積100億～450億ドル（最大の年間コストは10～60億ドル）と試算された。



出典：Greene and Leiby, 2007

図3：シナリオ3における車両技術の市場シェア

表 2 : 水素燃料電池自動車と燃料インフラへの政府の支援シナリオ (政策例 1~3)

政策例	期間	FCV の政策		燃料インフラの政策	
		FCV のコスト補助	FCV の税額控除	ステーションのコスト補助 (分散型水素生産)	水素燃料への補助金 (生産税控除)
1	2012-2017	FCV の増分コストの 50%	なし	\$130 万/ステーション	\$0.50/kg
	2018-2021	FCV の増分コストの 50%	なし	\$70 万/ステーション	2018 年 2025 年で \$0.30/kg へ漸次的減額
	2022-2025	FCV の増分コストの 50%	なし	\$30 万/ステーション	2025 年に \$0.30/kg
2	2012-2017	FCV の総コストの 50%	なし	\$130 万/ステーション	\$0.50/kg
	2018-2021	なし	増分コストの 100%	\$70 万/ステーション	2018 年 2025 年で \$0.30/kg へ漸次的減額
	2022-2025	なし	増分コストの 100%	\$30 万/ステーション	2025 年に \$0.30/kg
3	2012-2017	FCV の総コストの 50%	なし	\$130 万/ステーション	\$0.50/kg
	2018-2021	なし	増分コストの 100% + \$2,000/台	\$70 万/ステーション	2018 年 2025 年で \$0.30/kg へ漸次的減額
	2022-2025	なし	増分コストの 100% + \$2,000/台	\$30 万/ステーション	2025 年に \$0.30/kg

出典 : CTA

### 官民の投資の必要度に影響を及ぼす主要要素

#### 水素自動車の技術的進歩とコスト削減

水素自動車への移行の期間中、車両コストと投資の必要性を削減するためには、量産化が必要である。これを可能にするための主要要因は、自動車産業の技術革新の程度と速さである。車両量産シナリオを実施する前提条件の一つとして、産業界が燃料電池自動車システムを大量に、またコスト効率的に製造する方法をまず実験室で研究する必要があるという、広い合意が挙げられる。(2010年に1kW当たり45ドル、2015年に1kW当たり30ドルを目標。実験により検証された能力を量産製品で実現するまでに、5年のタイムラグがある。)これらの目標を達成することは、政府の政策と産業界の投資により、水素自動車の普及とインフラの配備を進めるための主要な条件だと考えられる。

しかし、十分な燃料インフラ、燃料電池自動車への需要、そして産業界の自動車供給の基盤が整うまでは、燃料電池自動車は依然として、従来型の新しい車両技術よりも製造コストが高くかかるだろう。このシナリオ分析の主要成果の一つは、「技術的な進歩、改善、

生産台数拡大による燃料電池自動車の予想コスト」(図4)が作成されたことである。この図は、技術的な進歩、改善、生産台数の拡大に応じて、製造コストがどのように削減されるかについて、自動車産業界の最良推定値を示している。

2025年までに、産業界がコスト競争力のある準商業化段階(market-ready)の製品を開発するためには、この学習曲線を下げられるように支援する政策が必要であることが分かった。また、それに必要なコストは、初期の普及期間にかかると想定される政府のコストの中で一番大きいことが判明した。この開発は、車両の製造台数を早くて2015年には年間数万台にし、2025年には100万~250万台に増加させるために必要である。産業界が今後10年間、公共政策に信頼を寄せることが必要とされる。そうでなければ、技術を市場にもたらしするために必要な多額の投資が遅れる可能性がある。

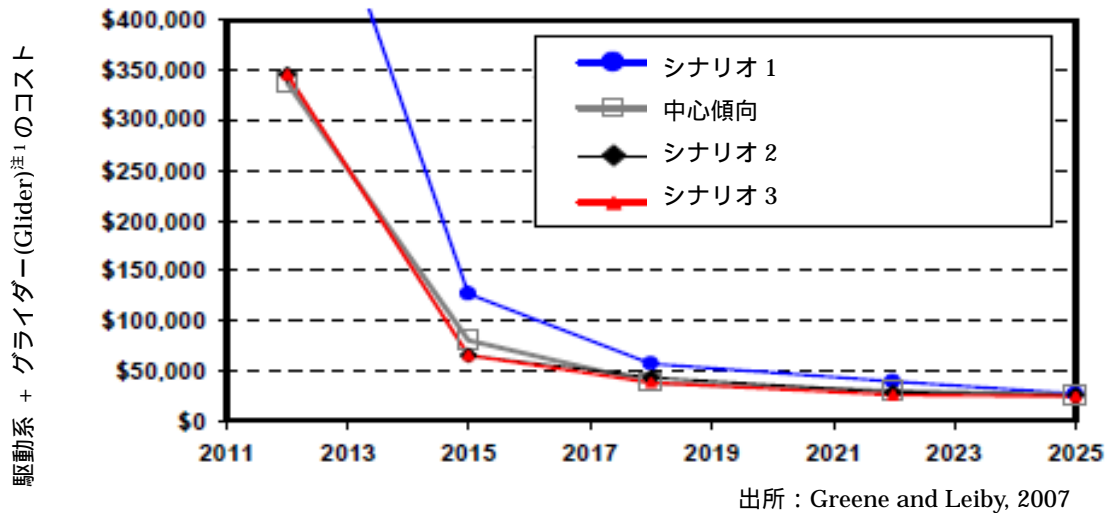


図4：技術的な進歩、改善、生産台数拡大による燃料電池自動車の予想コスト  
(シナリオ 1、2、3)

注1：グライダーについては[http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle\\_glider](http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_glider)等を参照。

燃料電池技術が不足している場合と、貯蔵システムのコストについて調べた感度分析(sensitivity analyses)では、燃料電池自動車システムのコストが\$60/kW、\$30/kW(目標値)の場合と、車両に搭載する水素貯蔵システムのコストが\$8/kWh、\$2/kWh(目標値)の場合について示されている。自動車システムのコストが\$60/kWの場合、水素燃料電池自動車の市場占有率は20~50%になり、水素貯蔵システムのコストが\$8/kWhの場合、占有率は30~60%となる。このため、燃料電池の技術的成功と貯蔵コストが、期待される持続的な燃料電池自動車市場のために重要である。

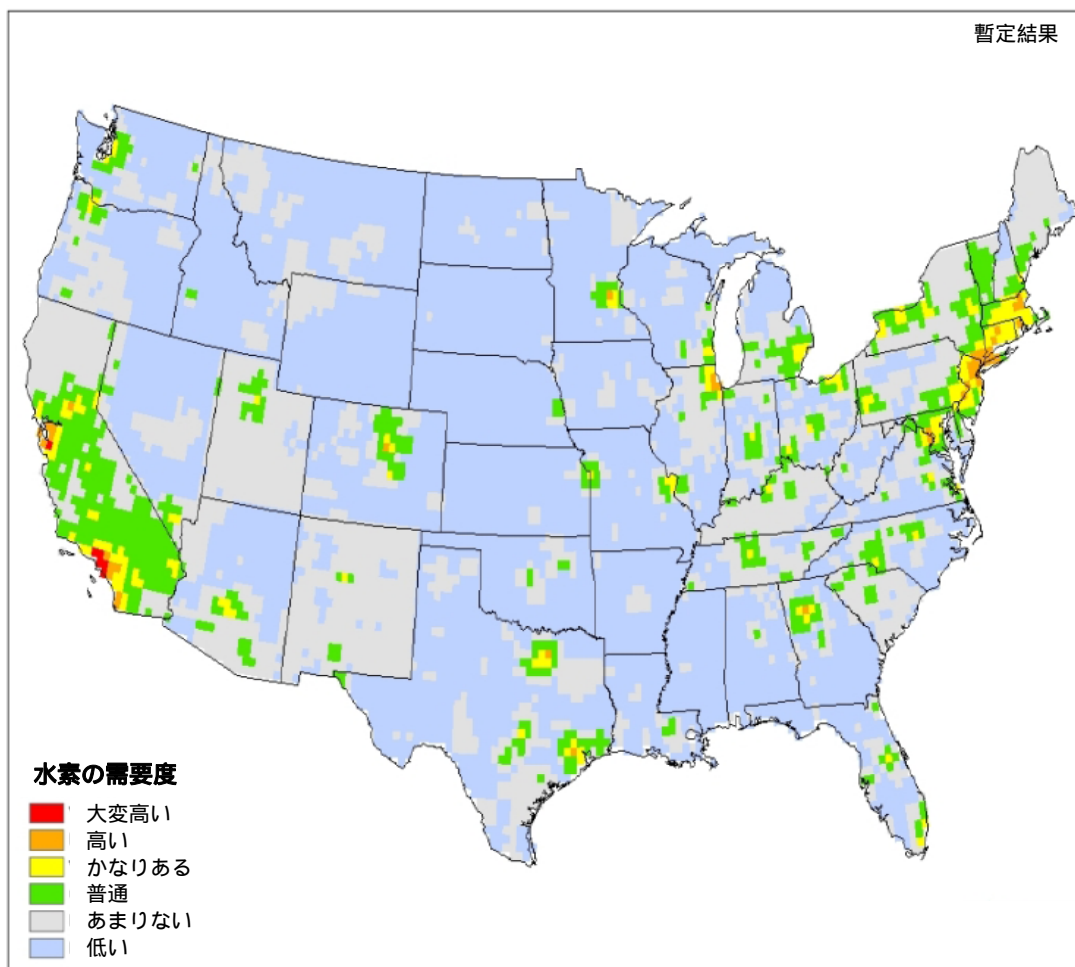
## 初期の燃料インフラの設置場所と集中度

水素燃料供給事業者の抱えるリスクは、開発初期は特に大きい。水素燃料ステーションの開発者達が直面するのは、競合する様々な代替燃料の選択肢が発展することや、水素自動車は成功せず早期衰退する可能性、そして、より改良されたコスト効果的な水素生産技術が開発された場合に既に実施した投資が無駄になる可能性である。消費者は燃料供給ステーションへのアクセスが便利であることを期待している。燃料供給ステーションは、家庭や職場の近くに設置される必要がある。燃料電池自動車の所有者は最初はステーションを十分に利用することができないであろうが、もし燃料インフラの早期の開発が国家規模で計画されるなら、ステーションの設置箇所は大幅に増えるだろう。

ステークホルダー会議で出された主な提案の一つは、移行期間に限定した都市部の燃料ステーションネットワークの確立に重点を置くことである。主な都市部にステーションを戦略的に配置することは、普及範囲を最大化し、初期のインフラ配備のためのコスト効果的なアプローチとなる。産業界はさらに、車両の早期導入のための補完的なアプローチも提言している。例えば、都市部で水素燃料電池自動車販売を重点的に行うことなどである。これは、消費者の燃料ステーションへのアクセスが便利な場所で車両販売を重点的に行うため、また、技術面とメンテナンス面のサポートを集中させるためである。

DOEの地域的普及についての研究(Melendez and Milbrandt, 2007)には、広範囲の人口分析が含まれている。それによると、水素燃料電池自動車に対する消費者の需要が最も大きいのは、人口密度が高く、新技術に好意的な人口が多い主要な都市部であることが確認されている。図5では、早期の潜在的な水素需要によって地域が分類されている。「都市部構想」として知られる、都市部における段階的な展開は、20の都市部のための燃料ネットワークを段階的に作るために行われた。南カリフォルニアと米国東北部（ニューヨーク市を中心）は、第一フェーズ（「初期導入期」）中のインフラ早期導入対象地域と想定されている（2012～2015年頃）。どちらの都市部も、市場の潜在的な能力と約2,000万の人口は、他の都市部よりも大変大きい。「特定地域の成長」と名付けられた次の第二フェーズ（2016～2019年）では、新たに選定された8つの都市（人口400万～1,000万）に重点が置かれる。最初に3つの重要な交通ルート、つまり、(1)ロサンゼルス～サンフランシスコ、(2)ニューヨーク～ボストン～ワシントンDC、(3)シカゴ～デトロイトを、この第二フェーズに含めることも提案されている。第三フェーズ（「地域間の発展」、2020～2025年）では、新たに追加される10の都市部（人口150万～500万）にインフラを拡大し、都市部をつなぎ米国内の移動を可能にする主要交通ルートも追加する。図6は、第一フェーズ（赤色）、第二フェーズ（青色）、第三フェーズ（黄色）で配備されるインフラを示している。





出所 : Melendez and Milbrandt, 200

図 5 : 予測される水素エネルギー需要エリア

この「都市部構想」により、移行の初期段階に必要となる可能性があった3万~4万のステーションの国営システムが不要となり、より合理的かつ安価に、2025年までに合計4千~8千のステーションを建設することが可能となる。

表 3 : 水素燃料ステーションの予想建設数 2012~2025 年 (シナリオ 2、3)

都市部*	第一フェーズ	第二フェーズ	第三フェーズ	
	2012~15年 ステーション	2016~19年 ステーション	シナリオ 2 2016~19年 ステーション	シナリオ 3 2020~25年 ステーション
ニューヨーク	20	200	554	1,227
ロサンゼルス	40	400	751	965
シカゴ		135	316	699
ワシントン			265	586
サンフランシスコ / サラメント		78	181	401
フィラデルフィア**		58	136	302
ボストン		127	296	656
デトロイト		90	210	465
ダラス		92	215	477
ヒューストン			192	425
アトランタ**		74	173	382
マイアミ			50	111
シアトル		27	63	140
フェニックス			99	219
ミネアポリス / セントポール			98	217
クリーブランド			83	183
デンバー			88	196
セントルイス			85	188
ポートランド			55	123
オーランド			35	77
合計	60	1,281	3,945	8,039

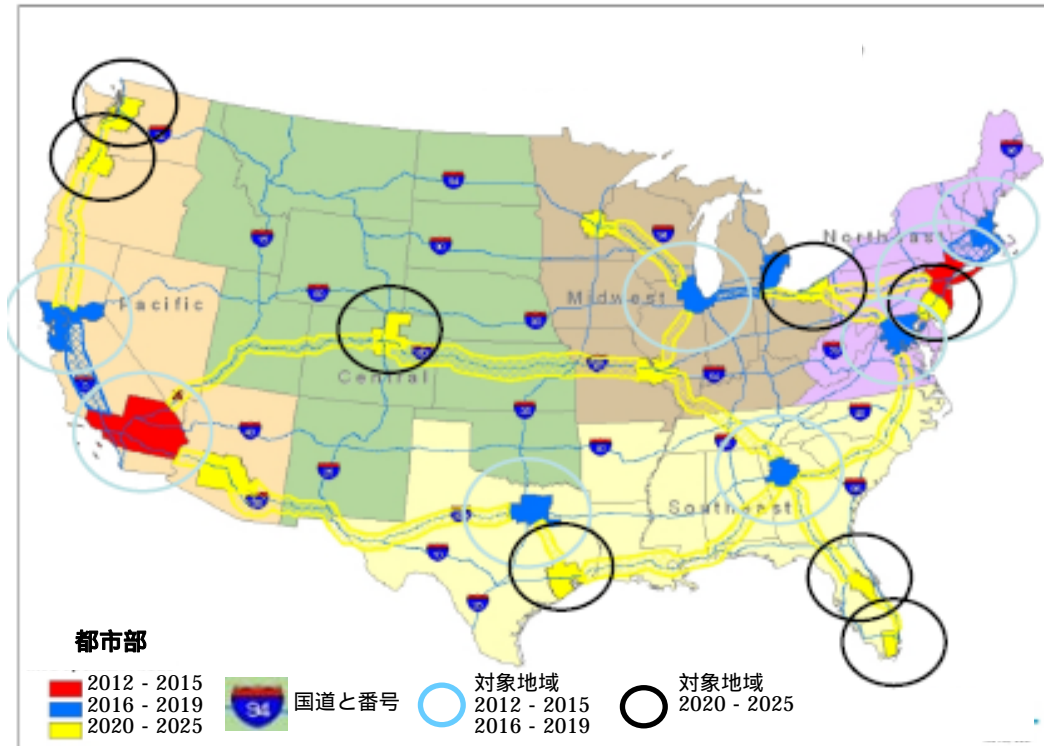
(出典 : CTA)

\*都市名は、人口により昇順に並べた。

\*\*印の都市は、分析で地理的多様性のある都市として選定された。

3色の色は、インフラ開発のフェーズを示している。

(赤色 : 2012~2015年、青色 : 2016~19年、オレンジ : 2020~25年)



注 国道(National Hyway)。Hyway には高速という意味は特になく、主要な公道(main public road)を指す。

出所：Melendez and Milbrandt, 2007

図 6：代表都市部の開発と地域インフラ

### 水素自動車及びインフラの配備を支援する政策の影響、及びコスト

「水素自動車のシナリオ分析」は、燃料電池自動車を市場に出すためのコスト分担を実施して、二つの主要な経済的障壁に取り組むための政策を検討した。ここで二つの障壁とは、(1) 既存の燃料インフラの不足、(2) 燃料電池自動車の生産量が少なくコストが高つくこと、である。分析では、燃料ステーションの建設を直接奨励し、燃料電池自動車の製造コストを抑制し、その購入を刺激すると想定される政策を評価している。政策の選択肢には、連邦政府の既存のインセンティブが含まれており、それは州政府・地方自治体や公益事業、及びその他のプログラムが提供してきたものである。政策例が3つ開発された。これらは戦略が異なり、2012～2025年の期間における民間部門と政府のコスト分担の配分も異なる（4つ目として、「政策のない」場合も、比較のために含まれている）。ここでは政策の代表例の分析が行われているが、研究の目的は特定の政策を指定したり推薦することではない。目的は、政府と産業界が必要とする投資の規模を決定し、2025年までに水素燃料電池自動車を市販品として市場に導入するために、実行可能な関連する政策オプションを検討することである。

DOEの総合市場シミュレーションモデル(HyTrans)は、3つの政策例のコストを評価するために使用された（1つの政策例につき、2025年までの水素燃料電池自動車の累積生産

レベルが200万台、500万台、1,000万台の3つのシナリオを検討する)。各政策例における政府の累積コストは、2012～2025年(14年間)で100億～450億ドルに及ぶ(3つの政策例の最大の年間コストは、10億～60億ドルである)。2025年以降は政策による支援は継続しないものとしている。これは、助成金が拠出されない市場の持続可能性を評価するためである。全ての水素燃料自動車製造シナリオ(1～3)において、2025年以降は政策支援がなくても、水素燃料電池自動車が市場での優位性を達成・維持できるとされており、2050年には新しい軽量自動車の大半が燃料電池自動車となり、その軽量自動車に使用される燃料は水素が大勢を占めるだろうと予測されている。

**表4：燃料インフラとFCVに対する政府のコスト分担額及び助成金:  
(政策例1、2、3)\***

	最大の年間コスト (\$10 億)			累積コスト 2012~2025 年 (\$10 億)		
	燃料インフラ	FCV	合計	燃料インフラ	FCV	合計
<b>政策例 1</b>						
シナリオ 1	0.2	0.8	1.0	1.5	6.5	8.0
シナリオ 2	0.3	1.8	2.1	4.0	11.0	15.0
シナリオ 3	0.4	2.1	2.5	7.0	10.0	17.0
<b>政策例 2</b>						
シナリオ 1	0.2	1.7	2.5	1.5	12.5	14.0
シナリオ 2	0.3	3.7	4.7	4.0	21.0	25.0
シナリオ 3	0.4	4.4	4.8	8.0	18.0	26.0
<b>政策例 3</b>						
シナリオ 1	0.7	1.8	2.5	5.0	13.0	18.0
シナリオ 2	1.0	3.7	4.7	13.0	21.0	34.0
シナリオ 3	1.7	4.3	6.0	27.0	18.0	45.0

\*2004年時点のドル換算コスト

出典：CTA

以下の各図は、政策支援の有る場合と無い場合の、自動車産業の燃料電池自動車(FCV)販売によるキャッシュフローのシミュレーションである。2010～2025年に政府の政策インセンティブがもし何も行われなければ(図7)、自動車産業は数百億ドルの投資を行う必要があり、年間損失額が10年以上にわたり数十億ドル持続するため、採算が取れるのは2022年以降になるだろう。これらの損失額は、新しい車のモデル開発の際に車の開発・テストに通常かかるコストを上回っている。また、水素インフラの開発が並行して実施されるというリスクもある。政策を実施しない場合のシナリオでは、持続可能な市場を支えるための十分な車両モデル数と水素の供給インフラ導入に必要な、協力や資本投資が誘起される可能性は低いと見られる。

政策のインセンティブ(と燃料電池自動車の技術的成功)がある場合は、自動車産業のコストに関する状況は大幅に改善される可能性がある。図8と図9で示されているとおり、政策例2及び例3はどちらも、早い時期に発生する産業界の数億ドルの年間損失額を減らすために、十分なコスト分担を提供している。しかし、政策例2では、産業界が利益を出す

のに依然として10年以上かかる。政策例3の場合、産業界は早ければ2017年には利益を出し始めることができると分析では示されている。政策によって、水素のコストは、1マイル当たりのコスト換算ベースにおいて、ガソリンをかなり下回るレベルまで低減させることができ、水素燃料ステーションの建設も促進されるだろう。

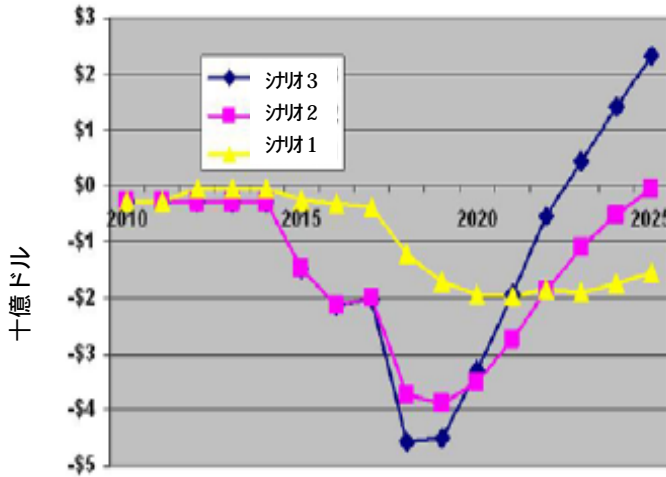


図 7 :  
政策がない場合  
自動車産業の FCV 販売による  
キャッシュフローのシミュレーション

出所 : Greene and Leiby, 2007

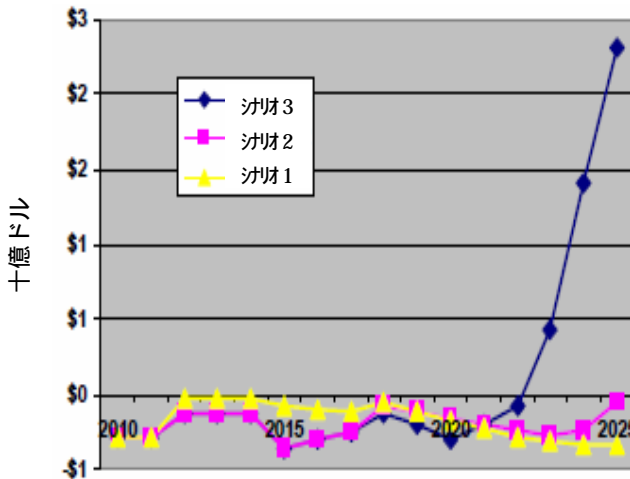


図 8 :  
政策例 2 の場合  
自動車産業の FCV 販売による  
キャッシュフローのシミュレーション

出所 : Greene and Leiby, 2007

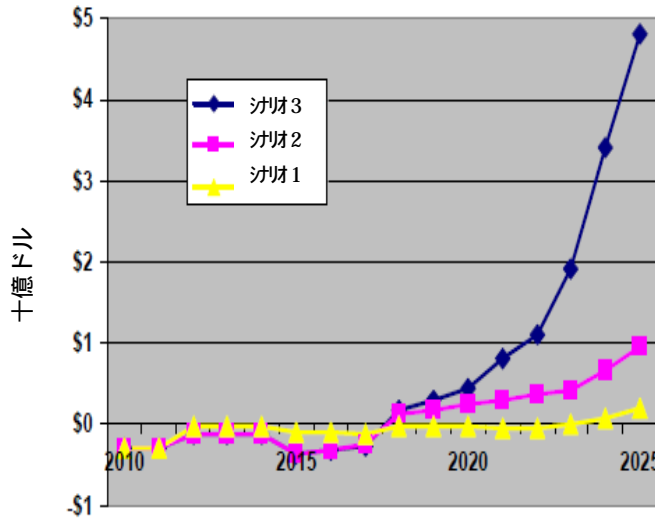


図9：  
政策例3の場合  
自動車産業のFCV販売による  
キャッシュフローのシミュレーション

出所：Greene and Leiby, 2007

出典：

“ Transition to Hydrogen Fuel Cell Vehicles & the Potential Hydrogen Energy Infrastructure Requirements ”

[http://cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNL\\_TM\\_2008\\_30.pdf](http://cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNL_TM_2008_30.pdf)

## 2. 米国学術研究会議の議会への報告書

水素自動車は商業化に向けて目覚しく発展、しかし米国の石油使用量と二酸化炭素排出量の大幅削減には、政府の継続的支援が必要

米国連邦議会の命令により作成された米国学術研究会議(NRC: National Research Council)の新報告書は、水素自動車への移行は米国の石油依存と二酸化炭素排出量を大幅に減らす可能性があるとして述べているが、自動車市場において水素自動車の競争力を高めることは容易ではない。過去数年間における燃料電池と水素生産技術の開発は目覚ましかったが、課題は残っている。水素自動車のコストが高いこと、および水素を製造して消費者に水素を流通させるインフラが現在の米国では不足していることである。しかしこれらの障壁は、研究開発の継続的な支援と、自動車産業及び政府の積極的な関与により克服できる可能性があるとして、委員会は報告書で述べている。

軽量自動車（普通乗用車、スポーツ用多目的車(SUV)、小型トラックなど）は、米国の

石油使用量の 44%を占め、また二酸化炭素の排出量は 20%を占めている。気候変動や石油輸入、そして近年のガソリン価格の急騰により、代替燃料の開発に対する関心に拍車がかかっている。2003 年、ブッシュ大統領は水素生産技術及び燃料電池自動車の開発を支援する 12 億ドルのイニシアティブを発表した。燃料電池自動車は、水素と酸素の化学反応により動力を得て、水と熱のみを排出する自動車である。

委員会は、まず前提条件として、実用的な技術目標が達成され、消費者の水素自動車への需要があり、そして、石油から水素燃料への移行を支援するための政府の政策が整備されていると仮定し、今後数十年間に路上走行する水素自動車の最大数を推定した。このため、今回の結果は予測というよりむしろ最良のシナリオを示すものである。

もし技術開発が急速に進んだとしても、水素自動車が軽量自動車として大幅に普及するまでにはかなりの年月がかかるだろうと委員会は述べている。水素自動車の製造は 2015 年までに大幅に増加する可能性がある。この段階ではコストは急速に下がっているものの、依然として消費者に対する十分な助成が必要となるだろう。2020 年に実際に路上走行している水素自動車の数は最大で 200 万台と、報告書は述べている。2023 年には、燃料電池自動車の総コスト（一車両が寿命に至るまでの水素燃料のコストを含む）は、従来型車両と競争するようになるだろう。この段階で、路上の水素自動車数は急速に成長する可能性があり、2035 年には 6,000 万台近く、2050 年には 2 億台に増加すると予測している。

さらに委員会は、石油から水素燃料への完全な移行に必要な公的および民間の投資額について、試算した（コストには、研究開発、車両の普及、インフラの構築が含まれる）。委員会によると、少なくとも 2023 年までは、強力な政策イニシアティブを通じた政府の支援と投資が必要である。政府の総投資コストは 2008 年～2023 年で約 550 億ドル、民間企業は同期間に 1,450 億ドルと予測される。これらの数値を総体的に見ると、エタノール燃料への政府の助成は 2020 年までに年間 150 億ドルに達する可能性がある。

水素自動車が市場で大きな占有率を占めるようになるまでは、水素燃料への移行は、石油の使用量や温室効果ガスの排出量に大きな影響は及ぼさないだろう。温室効果ガスの排出量は水素燃料の製造方法に依存するが、水素自動車が最終的に市場で優勢になれば、石油使用量と温室効果ガス排出量の双方が大幅に減少するだろう。委員会は、水素燃料に移行した場合と、従来型車両の燃費効率を改善した場合、バイオ燃料に移行した場合との、石油と温暖化ガス排出の削減量の比較を行った。後者の 2 つのケースは水素燃料への移行よりも早く実施できるため、双方の選択肢とも、石油使用量と温室効果ガス排出量の削減を水素への移行よりも早く達成できるだろうが、2040 年あたりから水素が有力となるだろう。

**石油使用量と温室効果ガス排出量に関して最も大きな削減の可能性があるのは、バイオ燃料と、燃費の良い従来型車両、そして水素自動車の全てが、競争するのではなく、同時**

**に推進された場合である。**もし石油使用量の低減と低炭素燃料への移行を誘導する政府の政策が合わせて実施されるようであれば、この「ポートフォリオアプローチ」により、普通自動車とトラックから排出される温室効果ガスの量を現在の 20%以下まで削減することができ、2050 年にはこれらの車両に対する石油の需要はほとんどなくなるだろうと、委員会は述べている。

同研究には米国エネルギー省(DOE)が資金拠出した。米国科学アカデミー(NAS)、技術アカデミー(NAE)、医学研究所(IOM)、及び米国学術研究会議は、議会憲章(congressional charter)の下で科学面、技術面及び健康面の政策アドバイスを提供する民間の非営利組織である。米国学術研究会議は米国科学アカデミーと技術アカデミーの主要な活動機関である。

米国アカデミープレス<sup>5</sup>から「Transitions to Alternative Transportation Technologies: A Focus on Hydrogen (代替輸送技術への移行：水素への焦点)」<sup>6</sup>が入手できる。

このニュースリリースと報告書は、<http://national-academies.org> から入手可能である。

出典：

“Hydrogen Vehicles Making Impressive Progress Toward Commercialization, but Continued Government Support Needed Before Substantial Reductions Are Seen in U.S. Gasoline Usage and Carbon Emissions”

<http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?RecordID=12222>

(Copyright © 2008. The National Academies

All rights reserved. Used with permission.)

編集・翻訳： NEDO 研究評価広報部

---

<sup>5</sup> <http://www.nap.edu/>

<sup>6</sup> [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=12222](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12222)