

北海道における水素自動車導入の効果

Utilization of Hydrogen Powered Cars in Hokkaido

室蘭工業大学 ○学生員 稲辺寛勝 (Hirokatsu Inabe)
 室蘭工業大学 フェロー 田村 亨 (Tohru TAMURA)
 北海道開発局 非会員 染井順一郎 (Junichiro SOMEI)

1. はじめに

開発途上国を中心とするエネルギー消費量増加に伴い、エネルギー資源の枯渇やCO₂排出による地球温暖化などの問題が顕在化している。欧州では1938年から水素エネルギーの活用が研究されており、近年では、豊富な水素エネルギー資源と技術開発によって、水素社会実現に向けた他に類を見ないプロジェクトが進んでいる。その中には、CO₂排出量と石油製品使用量の多い自動車に焦点を当てたプロジェクトも含まれる。

我が国でも水素エネルギープロジェクトは行われているが、水素自動車の実証実験がない。そこで、本研究の目的は、欧州における水素社会の現状と課題を整理し、北海道における水素自動車の展開可能性について検討を行うことである。

2. 北欧の先進事例

2. 1 背景

欧州、中でも北欧の「デンマーク」、「フィンランド」、「ノルウェー」、「アイスランド」、「スウェーデン」の5カ国は、様々な水素に関わる実証プロジェクトに参加している。その結果、国家間でも水素インフラの整備が整いつつある。北欧諸国が逸早く水素に着目しプロジェクトに積極的に参加した理由として、以下の5点が考えられる。1)再生可能エネルギーに富んでいて、エネルギー資源の半分以上を再生可能エネルギーから製造している、2)共通のエネルギー市場を持っている、3)様々な種類の多様なエネルギーが幅広い地域でカバーされている、4)国内外に高度に整備された送電線網がある、5)北欧地域全体をコーディネートする調整機関がある。

2. 2 ノルウェーの水素ハイウェイ

ノルウェーでは、水素を交通機関の燃料とする実証実験「HyNor プロジェクト」が進められている。同プロジェクトは、2005年から2008年までノルウェーの沿岸部580キロを対象として実施される。ここでは、バッテリーと燃料電池とのハイブリッドカーなど様々なタイプの水素自動車を使用されている。このハイブリッドカーで用いられるバッテリーは、普通の壁のプラグから充電することが可能であり、燃料電池の燃料の水素は区間に設置された水素ステーションから供給される。水素の製造方法は各都市で異なっており、オスロでは水力発電を用い電気分解によって、ドラメンでは廃棄物から発生するガスから、グリムスタッドでは太陽エネルギーを利用して、スタバンガーでは天然ガスの改質によって、それぞれ水素を製造している。

2. 3 北欧における将来の水素エネルギーシェア¹⁾

Nordic H2 Energy Foresight が、以下の3つのシナリオ別の水素シェア推計を行っている。A)地球環境問題・資源エネルギーへの関心が薄く、政策の後押しも希薄のため企業の技術開発におけるインセンティブが無い、B)資源エネルギーに対する政策が取られ、企業が環境技術開発に力を入れている、C)地球環境問題に関心があり、政府と大企業とが協力して環境技術革新へ大型投資を行っている。これらの、シナリオ毎の2025年までの交通運輸部門、電力生産・暖房の水素エネルギーシェア推計値を図-1(図中のA、B、Cは上記と対応)に示す。

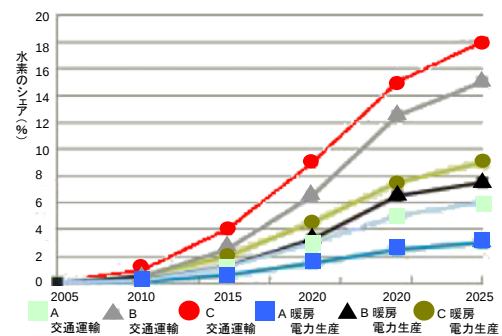


図-1 北欧における水素エネルギーシェア推計

3. 水素自動車の現状

3. 1 費用

ガソリン車と水素自動車それぞれについて燃料代と車両価格考慮した運行費用(円/km)を求めた。結果を表-1に示す。水素自動車の運行費用はかなり高額であるが、これは車両価格の高さが原因である。普及には技術革新、大量生産による車両価格の大幅な低下が必要不可欠である。

表-1 水素自動車とガソリン車の費用比較²⁾

	燃料代 A (円/km)	車両価格 B (円)	走行寿命 C (km)	運行費用 A+B/C (円/km)
ガソリン車	12.9	200万	10万	32.9
水素自動車	12.9	5000万	5万	1012.9

ガソリン車の燃費 10km/l、ガソリン代 129 円/l

水素自動車の燃費 7km/Nm³、水素価格[※]90 円/Nm³

※政府の水素目標価格：2005 年-150 円/Nm³、2010 年-80 円/Nm³、2020 年-40 円/Nm³

(気体状態で 0 度・一気圧「ノルマル」状態という単位：Nm³)

3. 2 水素エンジン車と燃料電池車

水素を燃料とする車は、水素を燃焼させてピストンを動かし動力を得る水素エンジン車と、水素と酸素の化学反応により電気を発生させ、その電気を動力とする燃料

電池車の2種類に大別される。燃料電池の原理は、簡単に述べると水の電気分解を逆にしたものである。電解質をはさんだ電極に水素を、もう一方の電極に酸素を送ることによって化学反応を起こし、水と電気を発生させる。寒冷地においては、反応の際に生じた凝縮水が電池内部で凍結し、ガスの拡散を阻害するため電圧が急激に低下することがある。すると、動力が不十分になり自動車の運行が困難になる。そのため、排水機構の改善が必要となる。

上述した他に両者の違いは、「エネルギー効率」、「ガソリンの併用性」、「要求水素純度」がある。両車の比較を表-2に示す。

表-2 燃料電池と水素エンジンの比較²⁾

	燃料電池	水素エンジン
CO ₂ 対策	5	5
排ガス効果	5	4
エネルギー効果	5	3
コスト	1	5
信頼性	3	5
ガソリン併用性	1	5
要求水素純度	2	5

5段階評価で記す。1:劣っている 5:優れている

エネルギー効率は、燃料電池車が優れているが、水素エンジン車はガソリンとのハイブリッドが可能なことや、水素純度が低くても燃焼に差し支えない等、実用性に優れている。また、水素自動車は、燃料電池車の約1/5のコストで製作できると言われている。以上より、水素エンジン車を導入すべきである。しかし、ガソリン車と比べると依然として高価なので、政策による支援が必要となる。

4. 我が国における水素自動車の導入効果

4. 1 環境

自動車の各燃料の二酸化炭素排出量を表-3に示す。

表-3 各種燃料の燃焼で発生する二酸化炭素³⁾

燃料	代表化学式	発熱量 (MJ/kg)	CO ₂ (kg/MJ)	ガソリン対比 (-)
石炭	C	33.9	0.108	1.55
ディーゼル軽油	C ₁₆ H ₃₄	43.5	0.072	1.04
ガソリン	C ₈ H ₁₈	44.4	0.070	1.00
メタノール	CH ₃ OH	20.0	0.069	0.99
天然ガス	CH ₄	49.8	0.055	0.79
水素	H ₂	120	0	0

石油製品の国内需要は20%を占め、用途別国内需要構成比は自動車は35.3%と大部分を占めている。また、CO₂の排出量は運輸部門が20.9%占めている。以上より、我が国で水素自動車完全普及するとCO₂削減効果は年間で最大2億5000万トンに上る。

4. 2 経済効果

水素自動車普及することにより、以下の4点の社会・自然への波及効果が考えられる。1)資源エネルギーの節約、夜間電力の有効活用、2)水素自動車生産とインフラ整備に伴う生産所得の増大、3)技術開発により水素の生成量が増えると新たな輸出商品になり、その結果国力が増大する、4)国際間での水素共同プロジェクトにより、国家間の繋がりが密になる。

4. 3 安全性

水素は爆発限界が広い(空気中で4~74.5%、天然ガスの主成分のメタンは4~15%)、燃焼速度が速い(2.65m/秒、メタンは0.4m/秒)、分子が小さく洩れやすいことなどから爆発しやすい危険なガスと誤解されている。しかし、水素は天然ガスなどと同様に、閉鎖空間に滞在し濃度が爆発限界内にある状態で火が入らない限り爆発は起こさず、まして自然に爆発することは無い。以上より、水素についての認識は誤りである。

次に、水素自動車における安全性確認を行った事例を述べる。水素自動車とガソリン車の2台の車に刺激を与え燃料を爆発させる。前者は、3秒後には車体後部から上に向かい炎が上がり、1分後には炎が小さくなり、反応から1分30秒後には火は消える。しかし後者は、その後も車体の大部分が燃え続け非常に危険な状態である。以上より、炎上時間、爆発規模、共に水素自動車の方が遥かに小さい。水素自動車の安全性技術開発に拠る所も大きい、危険性は小さいと言える。

5. 北海道への導入可能性

水素社会実現には、欧州の事例より以下3点が必須である。1)水素を生成するための風力、天然ガスなどの存在、2)水素技術開発能力、3)水素の輸送・供給施設が存在。

北海道には天然ガスや風力など、多様な再生可能エネルギーがある。また、室蘭市には、水素エネルギーの技術開発を行っている企業があり、水素の輸送・供給に関する研究も行っている。以上より、水素自動車導入の必須要素が揃っていることから導入可能性があるとと言える。

国土交通省北海道局は、第7次の開発計画を立案中であり、その中で「北海道イニシアティブ」が唱えられている。我が国を先導する新しい技術革新の地として、豊かな自然環境を有する北海道が水素自動車導入の社会実験を行うことは重要なことである。

6. おわりに

本研究では、水素自動車に経済効果があり環境面、安全面に優れていること(4章)、また、北海道への導入可能性があること(5章)を述べた。ただし、水素自動車を世間一般に供給するには、水素自動車製造の費用面に問題がある。これは、欧州などの水素エネルギー先進国と提携を組み、共同して技術開発を行うことで削減の余地がある。また、エネルギー資源の枯渇問題より、政策的な後押しがされるものと見込まれる。現に燃料電池・水素技術の研究開発予算額はアメリカに次いで高い。課題は多々あるが、実証実験を行う価値は十分にある。

参考文献

- 1) Annele Eerola : Nordic H2 Energy Foresight: Approaching a Hydrogen Society、2006年3月
- 2) 柏木章宏 : 第2回水素・燃料電池勉強会、マツダRX-8水素ロータリーエンジン車の紹介、2006年3月
- 3) 山根公高 : 第1回水素・燃料電池勉強会、水素エネルギーと自動車、2005年12月