

水素のコスト評価

緒方 寛・福田 健三

(財)エネルギー総合工学研究所

105-0003 東京都港区西新橋1丁目14番2号

Evaluation of Hydrogen Cost

Kan OGATA and Kenzo FUKUDA

The Institute of Applied Energy

14-2 Nishishinbashi 1-Chome, Minato-ku, Tokyo 105-0003

The research and development of fuel cell, especially polymer electrolyte fuel cell (PEFC), is earnestly done for the introduction and the penetration. The fuel cell vehicle will be sold by the lease this December. The fuel cell vehicles with pure hydrogen tank will be introduced for the time being, though onboard reforming technology with fossil fuel is being developed. Therefore, the system and the infrastructure where hydrogen is supplied by a cheap cost are necessary for the penetration of fuel cell vehicles. In this report, the current and future hydrogen costs and a targeted hydrogen cost supplied to fuel cell vehicles have been evaluated.

Key words: PEFC, hydrogen cost, reforming, electrolysis, production

1. 緒言

燃料電池は、(1)地球温暖化問題の解決、大気環境負荷の低減、(2)エネルギー効率向上、代替エネルギーへの要請、(3)新規技術による国際競争力強化と新規産業の創出、(4)水素エネルギー社会実現に向けての利用技術、との位置づけで、2001年1月に燃料電池実用化戦略研究会により燃料電池導入目標が示された。これを受けて、燃料電池実用化推進協議会等により実用化に向けた研究開発が行われている。一方、「2005年を目途に包括的な規制の再点検を進める」との観点から、経済・国交・環境の3省副大臣で構成される燃料電池プロジェクトチームが、本年(2002年)5月に燃料電池普及のために緩和すべき規制対象リストまとめた。来年度から、規制・法制度の整備に向けた安全技術の確立、インフラ整備を中心とする新プロジェクトが始まり、2005年からの燃料電池の導入・普及に向け、内閣官房に設置された「燃料電池実用化に関する各関連省庁連絡会議」が制度の点検状況を逐次フォローアップすることとなっている。

最近では、ホンダが本年7月に燃料電池自動車の販売認定を米国で取得したのに続き、トヨタが2002年11月18日に国土交通省より国内販売認定を受け[1]、また、新日本石油が灯油を燃料とした定置用燃料電池を同社系給油所の約1割に相当する1,000箇所に設置する[2]、大阪ガスが500W、

1kWの燃料電池用改質器の販売を開始する[3]など、燃料電池導入に向けた動きが活発化してきている。

燃料電池は低温で作動する固体高分子形燃料電池(PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell)、中温で作動するリン酸形燃料電池、熔融炭酸塩形燃料電池、高温で作動する固体酸化物形燃料電池などがあるが、特にPEFCの導入・普及が期待されており、利用技術として燃料電池自動車、定置用分散電源ならびに携帯用電源などが注目されている。

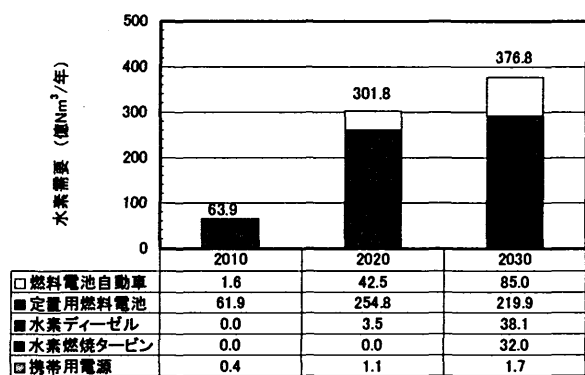
PEFCは水素を燃料として作動するが、水素をどのような形態で供給するかといった、いわゆる、燃料選択の問題は未だ解決していない。燃料電池自動車では、既存のインフラを利用できる車上で化石燃料を改質するオンボード改質器の開発が進められているが、当面は高压に圧縮した水素を搭載したものが導入され、トヨタが2002年12月2日にリース方式で販売する4台の燃料電池自動車はこの方式である。一方、定置用燃料電池の燃料は、既存のインフラを活用した都市ガス、灯油、LPGなどが当面の燃料として考えられており、携帯電源ではメタノールなどを燃料とした開発が進められている。

本稿では、燃料電池自動車の燃料として期待されている水素の製造方法とコストについてまとめてみた。

2. 現在の水素需要および将来の水素需要予測

1999年時点のわが国の水素需要は約163億Nm³と推定されており、石油精製 (109億Nm³)、アンモニア合成 (35億Nm³)、その他の化学工業 (メタノール合成、BTX、シクロヘキサンなど) で主に自家製造、消費といった用途で使用されている。一方、外販される水素量は約1.5億Nm³と、全消費量の約1%に過ぎず、弱電、化学、金属、硝子などで利用されているが、エネルギーとしての利用はほとんどされていない。また、外販水素コストは取引量にもよるが比較的高価であるため、メタノール、LNG改質によるオンサイト供給方式の水素製造設備が約90基 (2億Nm³) に達しており、増加の傾向にある [4]。

水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術 (WE-NET) では、水素を長期的持続可能なエネルギーならびに再生可能エネルギーの輸送媒体の一つのオプションと位置付け、将来のグローバルな水素エネルギーネットワークの構築に先立ち、短・中期の水素エネルギー導入・普及に向けた第Ⅱ期研究開発を1999年から進めている。WE-NETの水素需要予測を図1に示す [5]。これは、燃料電池実用化戦略研究会の燃料電池導入目標を受けて検討したものであり、2020年の水素需要は約300億Nm³となっている。この水素需要には、現在利用されている水素は含まれておらず、エネルギー源としての水素需要を示したものである。また、300億Nm³は現在の外販水素の約200倍、1999年の最終エネルギー消費15,615PJ (原油換算402×10⁹kL、資源エネルギー庁) の約2.5%に相当する。



(定置用燃料電池は燃料電池の水素消費量として試算)

図1. 水素需要予測 [5]

3. 水素製造方法と水素コスト

現在の水素コストは、大量に自家製造、消費する場合には約10円/Nm³、容器で外販される水素は取引量により100~200円/Nm³とされている。水素の製造原価の試算例を表1に示す [6]。これは、液体水素25t/日 (11,600Nm³/h) を想定

し、規模を同じとして概算したものであり、実際の製造規模により製造原価が異なってくることに注意を要する。また、現在大量に自家製造、消費されている水素価格に対し高価となる要因として、燃料電池用水素は99.99%以上の純度が要求され水素の分離精製が必要になることがあげられる。

表1. 各水素ソースからの水素製造原価 [6]

水素源	水素コスト (円/Nm ³)	コスト前提 *1
苛性ソーダ電解副生水素	20	電解工場の未処理卸売り価格
コークス炉ガス (水素含有率57%)	16~21	今回試算ベース PSAにより精製し、99.99%水素とする。
液体水素の輸入 (Montreal ~ Vancouver 経由)	93	40ftコンテナ3本/月輸入 液体水素2.7ton/本 現地液水価格30円/Nm ³
天然ガス水蒸気改質	28.8	稼働率: 90% 天然ガス価格: 26円/Nm ³
ナフサ水蒸気改質	19.9	稼働率: 91.3% ナフサ価格: 30円/Nm ³
メタノール水蒸気改質	30.2	稼働率: 91.3% メタノール価格: 30円/Nm ³
プロパン水蒸気改質	29.8	稼働率: 91.3% プロパン価格: 30円/Nm ³
石炭部分酸化	36.3	稼働率: 90% テキサコ法 石炭価格: 7000円/ton

*1: 規模は液水25ton/日 (≒11,600Nm³/h) 規模と設定。

水素の製造、供給は大規模に製造し需要地に輸送・供給するオフサイト方式と需要地で水素を製造、供給するオンサイト方式がある。燃料電池自動車への水素供給のフローを図2に示す [5]。

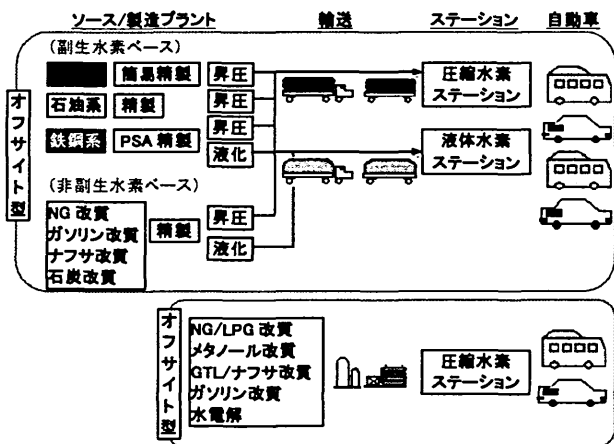


図2. 燃料電池自動車への水素供給フロー [5]

オフサイト型ステーションでは、水素製造・分離精製後、高圧圧縮水素あるいは液体水素の形態で水素ステーション

に水素を供給する。一方、オンサイト型ステーションでは、各種燃料から水素を製造し、精製、圧縮後自動車に水素を供給する。自動車への水素供給コストは、水素の燃料源、輸送、貯蔵、水素ステーション形式、規模に大きく影響されることになる。

文献[5]によると、オフサイトならびにオンサイト型ステーションでの水素供給コストは以下の通りである。これは、図1に示す燃料電池自動車の水素需要量及び表2に示す水素ステーション数を基に、表3に示す4ケースの水素供給コストをまとめたものである。想定した条件を以下に示す。

- (1) 水素プラント規模 : 3.6、12、36t/日
- (2) 輸送距離 : 片道50km
- (3) ステーション規模 : 100、300、500Nm³/h
- (4) 設備耐用年数と年経費率 : 法定耐用年数 (表4) および法定耐用年数×1.5倍
- (5) ユーティリティ単価 : 表5～表7

表2 水素需要、水素ステーション数[5]

想定年次	年	2006	2010	2015	2020
水素需要量	億Nm ³ /年	0.2	1.6	7.4	42.5
ステーション数	ヶ所	56	169	533	2,344
・100Nm ³ /h-オフサイト		56	56	56	56
・300Nm ³ /h-オフサイト		0	100	200	463
・500Nm ³ /h-オフサイト		0	13	119	1,201
・500Nm ³ /h-オンサイト		0	0	68	624

表3 水素ステーション形式[5]

形式	水素製造	輸送機器	ステーション方式	略称
オフサイト	高圧水素	高圧トレー	高圧貯蔵-高圧充填	CH
	液体水素	液水ローラー	液水貯蔵-高圧充填	LCH
	液体水素	同上	液水貯蔵-液水充填	LH
オンサイト	-	-	NG改質-高圧充填	RCH

表4 設備耐用年数と年経費率 (法定耐用年数) [5]

	製造プラント	輸送			ステーション	
		トッカー	トレー	ローラー		
耐用年数	年	10	5	10	4	8
減価償却費	%	9.0	18.0	9.0	22.5	11.3
固定資産税	%	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
保険	%	0.6	1.6	1.6	1.6	0.6
定期点検補修費	%	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0
事業報酬	%	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
一般管理費、他	%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
年経費率合計	%	17.5	28.5	19.5	33.0	19.8

表5 電力料金[5]

	基本料金 (円/kWh/月)	従量料金 (円/kWh)
製造プラント*1	1,950	8.10 (平均)
ステーション*2	1,175	10.12 (平均)

*1: 東京電力・高圧季節別時間帯別電力B2型料金を適用

*2: 東京電力・高圧電力A料金を適用

表6 オンサイトステーション都ガス単価

規模	Nm ³ /h	100	300	500	備考
運転時間	h/年	4,745			13h/d×365
稼働率	%	85			
製造量	Nm ³ /年	403,325	1,209,975	2,016,625	
製造原単位	Nm ³ /Nm ³ -H ₂	0.38			
都市ガス使用量	Nm ³ /年	153,264	459,791	766,318	
契約最大使用量	m ³	100	200	400	平均の2倍
定額基本料金		90,000円/月			
流量基本料金		450円/m ³ /月			
従量料金		42.07円/m _g			
平均単価	円/Nm ³	52.6	46.8	46.3	

表7 その他のユーティリティ単価[5]

	単位	製造	ステーション
窒素ガス	円/L	40	-
上水	円/t	200	200
工水	円/t	40	80

- (1) オフサイト方式での水素精製・出荷コスト

表8に副生水素を水素源としたオフサイトステーションの水素精製・出荷コストを示す。水素精製コストは16.3～27.7円/Nm³であり、表1と大きな差はないといえる。水素出荷コストのまとめを図3に示す。圧縮水素に対し液体水素では、液化コスト、特に固定費の割合が高い。

表8 オフサイト方式での水素精製・出荷コスト[5]

ケース	1	2	3	4	
規模	t/d	1.2	3.6	12.0	36.0
①水素精製コスト					
建設費	百万円	240	710	1,570	2,920
固定費	円/Nm ³	9.5	9.4	6.2	3.9
人件費	円/Nm ³	3.2	1.1	0.3	0.1
原料費	円/Nm ³	6.8	6.8	6.8	6.8
電力費	円/Nm ³	5.0	4.8	3.6	3.6
ユーティリティ費	円/Nm ³	3.2	2.2	1.9	1.9
合計	円/Nm ³	27.7	24.3	18.9	16.3
②水素圧縮・出荷コスト (高圧圧縮水素)					
建設費	百万円	132	213	495	1,068
固定費	円/Nm ³	5.2	2.8	2.0	1.4
人件費	円/Nm ³	3.2	1.1	0.3	0.1
電力費	円/Nm ³	3.6	3.6	3.6	3.6
ユーティリティ費	円/Nm ³	0.1	0.1	0.1	0.1
合計	円/Nm ³	12.1	7.6	6.0	5.2
①+②	円/Nm ³	39.9	31.9	24.9	21.6
③水素液化・出荷コスト (液体水素)					
建設費	百万円	1,680	3,170	6,540	13,230
固定費	円/Nm ³	66.7	42.0	26.0	17.5
人件費	円/Nm ³	9.5	3.2	1.0	0.3
電力費	円/Nm ³	12.7	12.5	11.9	11.7
ユーティリティ費	円/Nm ³	0.9	0.9	0.7	0.7
合計	円/Nm ³	89.9	58.5	39.6	30.2
①+③	円/Nm ³	117.6	82.7	58.5	41.2

注記: 法定耐用年数、ベース事業報酬2.5%、一般管理費1%を含む

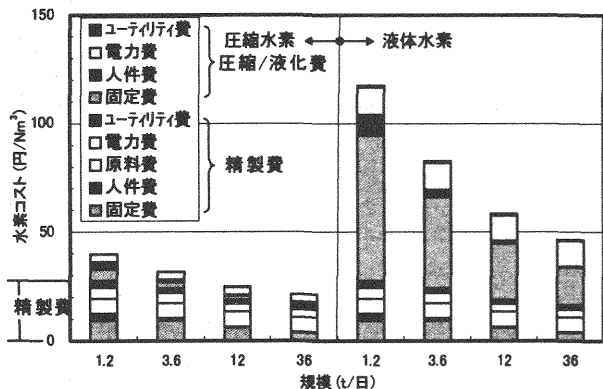


図3. 水素出荷コスト (精製+圧縮/液化)

(2) オフサイト方式での水素輸送コスト

オフサイト方式では、高圧水素の場合はトレーラー、液体水素の場合にはローリーで水素ステーションへ供給されるものとして輸送コストを算出している。水素の輸送コストを表9に示す。輸送費用は輸送するステーション数、すなわち、ステーション規模により若干異なってくる。表9にはステーション規模300Nm³/hの場合を示している。図4に精製～輸送までのステーションへの水素供給コストを示す。輸送コストは大量に輸送できる液水が安価となっているが、液化コストが高くステーションへの水素供給コストは36t/日の場合でも高圧圧縮水素の場合が安価となっている。

表9. オフサイト方式での水素輸送コスト [5]

		高圧水素			液体水素		
設備費	百万円	808	2,687	7,960	135	450	1,260
トラック	円/Nm³	1.9	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0
トレーラー	円/Nm³	10.6	10.7	10.5	3.4	3.4	3.1
固定費計	円/Nm³	12.5	12.5	12.3	3.4	3.4	3.1
人件費	円/Nm³	5.1	4.8	4.7	1.9	1.9	1.8
変動費	円/Nm³	1.5	1.5	1.5	0.3	0.3	0.3
合計	円/Nm³	19.1	18.7	18.5	5.6	5.6	5.2
精製～輸送コスト計	円/Nm³	50.9	43.6	40.0	88.3	64.1	51.8

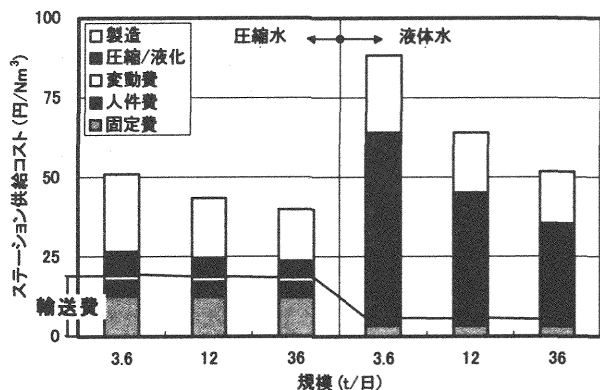


図4. ステーションへの水素供給コスト (精製+圧縮/液化+輸送)

(3) 水素ステーションでの水素供給コスト

表3に示したオフサイト方式の高圧貯蔵-高圧充填 (CH)、液水貯蔵-高圧充填 (LCH)、液水貯蔵-液水充填 (LH) の水素ステーションならびにオンサイト方式のNG改質-高圧充填 (RCH) の水素ステーションの諸元を表10に、また各水素ステーションの建設費を表11に示す。

表10. 水素ステーション諸元 [5]

高圧貯蔵-高圧充填 (CH)					
処理量	Nm³/h	100	300	500	
圧縮機能力	Nm³/h	100	300	500	10MPa→40MPa
営業時間	h/日	13			全国平均13.1h
処理量	Nm³/日	1,300	3,900	6,500	
FCV充填量	Nm³/台	30			
充填時間	分	10			
ディスプレイ口数	口	2	4	6	
	基数	1	2	3	
蓄圧器容量	L	4,391	13,173	21,955	240L/本
容器本数	本	19	55	92	
貯蔵量	Nm³	1,446	4,187	7,004	
トラ基数	基	1	3	5	2,740Nm³/基
合計貯蔵量	Nm³	4,186	12,407	20,704	3日分
想定消費電力	kW	15	39	62	圧縮機他
液水貯蔵-高圧充填 (LCH)					
圧縮機能力	Nm³/h	100	300	500	0.1MPa→40MPa
液水貯蔵量	Nm³	2,600	7,800	13,000	2日分
合計貯蔵量	Nm³	4,186	12,407	20,704	3日分
想定消費電力	kW	9	20	30	ポンプ他
液水貯蔵-液水充填 (LH)					
処理量	Nm³/h	100	300	500	
液水貯蔵量	Nm³	3,900	11,700	19,500	3日分
想定消費電力	kW	5	10	14	その他
NG改質-高圧充填 (RCH)					
都市ガス量	Nm³/Nm³	0.38			効率約70%(仮定)
電力量	kWh/Nm³	0.2			全国平均13.1h
上水量	t/Nm³	0.01			
工水量	t/Nm³	0.02			
蓄圧器容量	L	4,391	13,173	21,955	240L/本
容器本数	本	19	55	92	
貯蔵量	Nm³	1,446	4,187	7,004	
想定消費電力	kW	54	155	255	改質器他

注記：記載なき諸元は同一諸元

300Nm³/h規模の各水素ステーションにおける水素供給コストを表12および図5に示す。オフサイト方式のCH、LCH、LHはオフサイトでの水素製造規模の影響が大きい。オンサイト方式のRCHは高圧水素貯蔵-充填のCHの場合を除き、水素供給コストは割高となる。オンサイト方式では改質、精製設備の固定費ならびに原料単価の変動費が大きく、これらの改善により供給コストは大きく変化する。

表11. ステーション建設費[5]

規模	300 Nm ³ /h				
	形式	CH	LCH	LH	RCH
液水貯蔵/改質器	—	34.7	29.4	216.0	
ディスペンサーユニット	30.1	30.1	74.0	30.1	
蓄圧器ユニット	75.8	75.8	—	75.8	
昇圧器ユニット	41.5	17.5	—	41.5	
主機器合計	147.4	158.1	103.4	363.4	
トレーラ受入、弁類、計装	11.2	9.2	11.4	9.2	
工事費	109.9	98.9	95.6	108.7	
ユーティリティ設備他	14.7	14.7	14.7	14.7	
経費	24.2	24.0	19.2	42.4	
合計	307.4	304.9	244.4	538.3	

土地代含まず、(単位：百万円)

表12. ステーションでの水素供給コスト

形式		CH-300			LCH-300		
規模	t/d	3.6	12	36	3.6	12	36
設備費	百万円	307.4			304.9		
固定費	円/Nm ³	50.3			49.9		
人件費	円/Nm ³	6.9			6.9		
変動費	円/Nm ³	1.9			1.1		
合計	円/Nm ³	59.2			57.9		
輸送費	円/Nm ³	19.1	18.7	18.5	5.6	5.6	5.2
圧縮/液化	円/Nm ³	7.6	6.0	5.2	58.5	39.6	30.2
製造	円/Nm ³	24.3	18.9	16.3	24.3	18.9	16.3
合計	円/Nm ³	110.1	102.8	99.2	146.2	122.0	109.7
形式		LC-300			RCH-300		
設備費	百万円	244.4			538.3		
固定費	円/Nm ³	40.0			88.1		
人件費	円/Nm ³	6.9			6.9		
変動費	円/Nm ³	0.6			都市ガス		
合計	円/Nm ³	47.6			電気		
輸送費	円/Nm ³	5.6	5.6	5.2	上水	2.0	
圧縮/液化	円/Nm ³	58.5	39.6	30.2	工水	1.6	
製造	円/Nm ³	24.3	18.9	16.3			
合計	円/Nm ³	135.9	111.6	99.3	合計	123.5	

ステーション規模：300Nm³/h

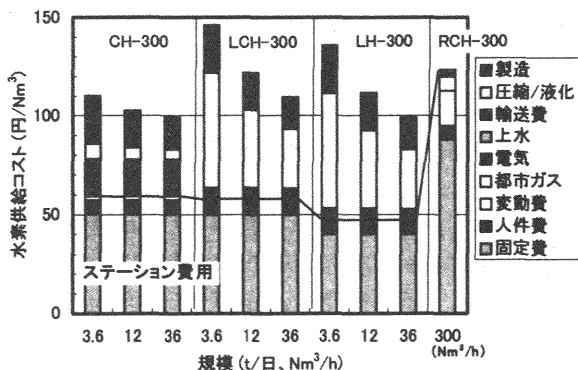


図5. ステーションでの水素供給コスト (300Nm³/h)

これまでの検討は、現状での推定設備費、法定耐用年数を用い、事業報酬2.5%、一般管理費1%を含んだ水素供給コ

ストである。学習曲線により予測した将来のステーション設備費(精製～輸送は含まず)と事業年数(法定耐用年数×1.5)をもとに事業報酬、一般管理費を含まない場合の水素供給コストの検討を行った。学習曲線により推定した300Nm³/hステーションの将来設備費を表13、将来の水素供給コストを図6に示す。オフサイト方式での水素供給コストは60～92円/Nm³、オフサイト方式では約60円/Nm³となり、オフサイト方式のステーションでは水素供給コストが39～54円/Nm³、オンサイト方式では約64円/Nm³安価になる可能性が示された。

表13. 将来の水素ステーションコスト予測 (300Nm³/h) [5]

普及区分	初期	2006年	2010年	2015年	2020年
水素需要 億Nm ³	—	0.22	1.65	7.45	42.5
累積基数 ヶ所	1	18	137	616	3517
CH-300 百万円	307.4	238.6	203.5	182.7	162.9
LCH-300 百万円	304.9	233.3	197.2	175.8	155.7
LH-300 百万円	244.4	193.7	167.6	152.0	137.0
RCH-300 百万円	538.3	386.6	311.8	268.5	228.4

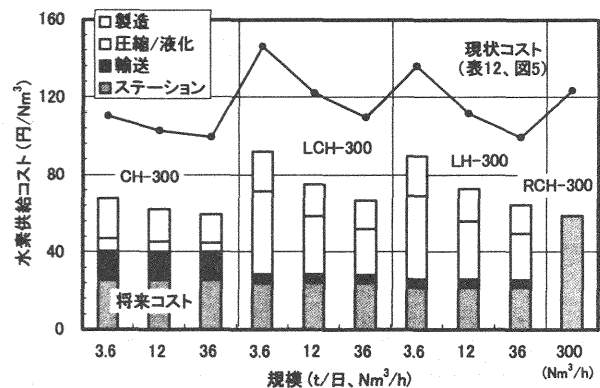


図6. 将来のステーションでの水素供給コスト (300Nm³/h)

4. 目標とされる水素コスト

燃料電池自動車は現行ガソリン自動車に対し、効率向上による環境性と経済性の向上が期待されている。経済性に関しては、燃料電池自動車の普及にともなう車輛コストの低減とともに高効率による燃料費低減によりユーザメリットが生み出される。一方、燃料電池自動車へ供給される水素コストは水素製造者、ステーション事業者の事業性ならびにユーザメリットから設定されることとなる。ここでは、普及時の燃料電池自動車は現行車と同等の価格になるものとして、簡易的にユーザメリットが発生する水素コストを試算した。試算条件を以下に示す。

将来ガソリン車効率	η_G	: 20% (想定値)
ガソリン発熱量	Q_G	: 9.763 kWh/L (HHV)
燃料電池車効率	η_{FCV}	: 60% (動力回生含む) [7]
水素発熱量	Q_{FCV}	: 3.545 kWh/Nm ³ (HHV)

ガソリン単価をXとすると、燃料単価のブレークイーブン価格Cは以下の式で示される。

$$C = X \times \frac{\eta_{FCV}}{\eta_G} \frac{Q_{FCV}}{Q_G} = 1.089X \quad (\text{円/Nm}^3)$$

ガソリン価格を95円/L (内ガソリン税53.8円/L) とした場合の水素のブレークイーブンコストは103.5円/Nm³ (税抜きガソリン価格41.2円/Lを対象とした場合44.8円/Nm³) となる。

米国DOEのレポートでは、以下の水素の目標コストを示している [8]。

- 2010年 : \$1.50/gge (70%効率、150kg/dのNG改質)
- 2015年 : \$2.50/gge (再生可能エネルギー起源水素)
- gge : gallon of gasoline equivalent (\$1=120円換算で \$1/gge=11.5円/Nm³に相当する)

また、水素コストに関するケーススタディーが多数行われており、GTIのRichardsは水素コストとして表14を示している [9]。表14によれば水素コストは14~40円/Nm³程度となる。Schoenungは水素コストを評価するベースケースとして、オフサイト天然ガス改質方式で液水輸送・高圧充填で\$33/GJ (50.6円/Nm³)、液水充填で\$33.5/GJ (51.3円/Nm³)、配管輸送\$23/GJ (35.2円/Nm³)、オンサイト方式で水蒸気改質\$40/GJ (61.3円/Nm³)、オートサーマル改質\$36.5/GJ (55.9円/Nm³)、水電解\$30.5/GJ (46.7円/Nm³) の水素コストを示している [10]。

表14 NG水蒸気改質をベースとした水素供給コスト [9]

	Ogden	Thomas			Moore	GTI
水素価格 (\$/kg)	2.76	2.10	1.70	1.30	3.57	3.70
規模 (kg/d)	241	50	50	500	2700	50
車輦数 (台/日)	65	12.5	12.5	125	500	1ED
NG価格 (\$/kJ)	2.80	3.79			3.79	4.50
電力価格 (¢/kWh)	3~4.8	6	6	6	5	9.5

\$1=120円換算で1\$/kg=10.8円/Nm³に相当、

海外では燃料価格が安価であることを考慮しても水素の目標コストは非常に安価に設定されている。わが国における水素目標コストを如何に設定するか難しい問題であるが、税抜きガソリンと等価となる約45円/Nm³ (発熱量で等価となるガソリン税19.5円/Nm³を考慮した場合約64円/Nm³) が究極の目標コストといえるのではないだろうか。前項で示した水素価格はこれに対してまだ高価であり、今後水素コスト低減に関する検討と技術開発を期待したい。

5. 結言

燃料電池、特に固体高分子形燃料電池の導入、普及に向けた研究開発が鋭意進んでいる。その中でも、燃料電池自動車が本年12月にリースにて販売されることとなってい

る。化石燃料を燃料とするオンボード改質技術の開発が進められているが、当面は純水素を搭載した燃料電池自動車からの導入が進むことになる。そのため、燃料電池自動車の普及には水素を安価なコストで供給するシステム、インフラ整備が必要である。本稿では、現状および将来の水素コストについて評価するとともに、燃料電池自動車に供給する水素コストについて述べた。燃料電池自動車が先か、水素ステーションインフラ整備が先かと言った、ニワトリと卵の議論があるように、将来の水素コストについては不透明な部分が多い。

将来の燃料電池普及、ひいては水素エネルギー社会の実現に向け、本稿では述べなかつたが、水電解による水素製造や他の水素製造法について検討を加えるとともに、低コストの水素が供給できる製造、輸送、貯蔵、供給技術の開発を期待したい。

最後に、本稿は新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託により、WE-NETタスク1のシステム評価に関する調査・研究で実施された内容に、一部筆者の検討を追加したものである。

参考文献

1. 日本経済新聞、2002, 11, 18
2. 日本掲載新聞、2002, 11, 22
3. 日刊工業新聞、2002, 11, 15
4. 産業ガス協会、”水素の利用と安全”、第3回NEDO水素エネルギー専門部会資料、(2002, 5)
5. NEDO WE-NET第II期研究開発タスク1「システム評価に関する調査・研究」平成13年度成果報告書、(2002, 3)
6. NEDO WE-NET第II期研究開発タスク1「システム評価に関する調査・研究」平成12年度成果報告書、(2001, 3)
7. (株)日本計画研究所主催第6376回イブニング・フォーラム資料、「世界が期待するトヨタ自動車の『燃料電池』その開発意義・世界の動向・トヨタの開発動向・将来に向けた課題」、(2001)
8. Valri Lightner, IEO Integrated Hydrogen Plan : Status Report, (2002, 10)
9. Mark E. Richards & William Liss, “Reformed-Based Hydrogen Refueling Station Economy”, Gas Technology Institute, 14th WHEC Proceeding, (2002)
10. Susan M. Schoenung, “A Comparison of Hydrogen Vehicle Configurations and Refueling Infrastructure Alternative ; An Analysis Development for the International Agency”, 14th WHEC Proceeding, (2002)