

경제성 분석을 통한 수소연료전지자동차의 가격 전략

이연희* · 김정인** · 박영선***

<요 약>

지구 온난화와 석유고갈로 인해 대체에너지의 필요성이 절실하게 요구되고 있는 가운데 세계 에너지의 약 20%를 차지하는 수송부문에서의 green car 도입이 활발해지고 있다. 최근 전 세계적으로 수소연료전지자동차의 기술 및 제품개발이 상용화 단계에 접어들고 있는바, 자동차 생산업체의 입장에서는 수소연료전지자동차의 초기시장 진입을 위한 구체적인 전략이 필요한 시점이다.

본 연구는 수소연료전지자동차의 가격과 자동차 운영비의 대부분을 차지하는 수소연료의 가격을 기준으로 수소연료전지자동차가 기존 자동차를 대체하는데 필요한 준거가치(Reference Value)를 도출하고 이를 기반으로 초기시장에서의 가격전략을 제시하는 것이 목적이다. 이를 위해 고객기반 가격결정 접근법(Customer-based Pricing Approach) 관점에서 비용-편익분석(Cost-Benefit Analysis)과 생애주기분석(Life Cycle Analysis) 방법을 활용하였다.

현대·기아자동차가 개발하여 시범운행 중에 있는 수소연료전지자동차를 대상으로 한 분석 결과 화석연료를 사용하는 동종차량과 동일한 경제성을 갖는 수소연료전지자동차 가격 및 수소연료 가격의 다양한 조합이 가능한 것으로 나타났다. 즉, 투싼 모델의 경우 수소연료전지 자동차의 초기투자비용이 3,000만 원이면서 수소연료 가격이 kg당 1만 원 미만이거나 초기투자 비용이 4,000만 원이면서 수소연료가격이 5,000원 미만일 때 준거제품인 화석연료를 사용하는 투싼과 동일한 경제성이 나타나는 것으로 분석되었다. 또한 모하비 모델의 경우 수소연료를 사용하는 자동차의 초기투자비용이 7,000만 원이면서 수소연료가격이 1만 원 미만일 경우에 화석연료를 사용하는 모하비와 동일한 경제성을 보이는 것으로 나타났다.

본 연구는 수소연료전지자동차와 수소연료의 가격이 상호 밀접한 관계를 가지므로 이 두 가지 변수를 고려한 가격전략을 수립할 것을 제안하고 있다.

주제어: 수소연료전지자동차, 준거가치(Reference Value), 초기시장, 가격전략, 경제성 분석

논문접수일: 2012. 09. 17 ; 수정일: 2013. 01. 03 ; 게재확정일: 2013. 03. 10

* 제 1저자, 경기과학기술진흥원 정책연구실장, lyhee@gstep.re.kr

** 공동저자, 포항공과대학교 기술경영대학원과정, swjik@postech.ac.kr

*** 공동저자, 한국농업기술실용화재단 연구원, ashlee5471@efact.or.kr

I. 서 론

산업혁명 이후 지난 200여 년간 석탄, 석유 등 화석 연료를 사용함으로써 세계의 경제는 획기적으로 발전하였다. 그러나 CO²를 비롯한 온실가스가 대기 중으로 대량 방출됨에 따라 온실 가스가 대기 중에 누적되어 지구 온난화를 가속시키고 있어 환경보존 및 지구의 지속가능성에 대한 논의가 활발하게 진행 중이다(정영근 외, 2007). 국제에너지기구의 발표에 따르면 세계 에너지 이용의 19%를 수송부문이 차지하며 수송부문은 에너지 관련 CO²의 23%를 발생하는 것으로 보고되고 있다(IEA, 2009; Benard, 2010). 이 보고서에 따르면 기존 자동차의 연비 개선과 플러그인 하이브리드 차 (Plug-in Hybrid Electric Vehicles: PHEVs), 전기자동차 (Electric Vehicles: EVs), 연료전지차 등의 선진적인 기술과 연료 도입으로 CO² 배출을 2050년까지 2005년 수준보다 30% 줄일 수 있다.

수송부문의 CO² 배출량을 줄이기 위해 최근 선진국을 중심으로 많은 노력이 이루어지고 있다. 미국, 일본, 유럽연합의 주요 참여 국가들은 친환경 자동차(Green Car)의 생산 및 보급을 위한 정책을 진행하고 있으며 대표적인 자동차 생산업체들도 관련 기술개발과 자동차 생산에 많은 연구개발비를 투자하고 있다. 각국의 전문가들이 제시하는 자동차 시장에 대한 로드맵은 현재의 화석연료를 이용한 자동차 이후 하이브리드 자동차를 거쳐 궁극적으로 전기자동차와 수소연료전지자동차(Fuel Cell Electric Vehicles)로 대체되는 것을 볼 수 있다. 이미 하이브리드 자동차는 시장에서 화석연료 자동차와 경쟁하고 있으며, 국가마다 전기자동차의 상용화와 수소연료전지자동차의 기술개발 및 생산과 시장 창출에 대한 연구가 매우 활발한 상태이다.

그러나 자동차 생산업체들은 높은 기술 불확실성과 시장 불확실성을 내포한 친환경 자동차의 시장 출시에 따르는 수많은 문제들 (소비자의 기대에 부응하는 제품개발 및 마케팅, 친환경 에너지 충전소와 같은 인프라 구축, 법적/제도적 정비 등)에 직면해 있다. 특히 공급자의 입장에서는 초기시장을 형성하기 위해 소비자에게 제시할 수 있는 가시적인 제품 및 가격전략이 필요한데, 제품전략은 기존 차량을 기준으로 적정한 기능과 성능을 가시화 할 수 있지만 가격의 경우 생산 원가, 선행된 연구개발 투자비, 미래 예측 판매 대수와 같이 다양한 요인을 고려해야 하는 어려움이 존재한다.

본 연구는 친환경 자동차 가운데 시장 진입의 필요성이 높아지고 있는 수소연료전지자동차가 초기시장에 성공적으로 진입하기 위한 가격전략에 초점을 두고 있다. 소비자의 입장에서 수소연료전지자동차는 수소연료를 사용하는 것이 다를 뿐 이동수단으로써의 기능과 성능은 기존 자동차와 동일하다는 점에서 제품 차별화를 느끼기 어렵다. 반면에, 수소연료전지자동차 생산업체 입장에서는 시장진입에 앞서 기존차량과 경쟁할 수 있는 생산 단가를 맞추는 일과 수소연료의 공급 문제를 해결해야 한다. 소비자들은 수소연료전지자동차의 구매가격이 기존 자동차보다 현저히 높거나 수소연료가 화석연료와 비교하여 경제적이지 않다면 수소연료 전지자동차의 효용을 느끼지 못할 것이기 때문이다. 기존 연구에서는 수소연료가 경제성을 확보하기 위해 수소연료전지자동차의 가격과 인프라 구축이 시급하다는 점을 강조하거나(Lee

외, 2009), 향후 10년간 수소연료 가격이 kg당 5,000원으로 고정된다는 전제하에 수소연료자동차의 경제성을 분석한 것(양문희 외, 2005)으로 수소연료전지자동차 가격이 수소연료가격과 밀접한 관계가 있음을 고려하지 않고 있다. 본 연구에서는 수소연료전지자동차의 가격과 수소연료의 가격을 동시에 고려하여 수소연료전지자동차가 기존 자동차를 대체하는데 필요한 준거가치(Reference Value)를 도출하고 이를 기반으로 초기시장에서의 가격전략을 제시하는 것이 목적이다.

본 연구는 다음과 같은 의의를 가진다. 첫째, 수소연료전지자동차 생산업체로 하여금 기존 경쟁 자동차와 비교하여 판매단가를 결정할 수 있는 참조모델을 제시한다. 둘째, 수소연료전지자동차의 경제성은 초기 자동차 판매 가격과 수소연료 가격에 따라 변하므로 수소연료 인프라 구축 및 공급전략을 수립하는데 기초자료로 활용될 수 있다. 셋째, 수소연료전지자동차의 잠재고객에게 화석연료 자동차와 친환경 자동차를 경제성 측면에서 비교할 수 있는 기초정보를 제공한다. 넷째, 수소연료전지자동차의 사례를 통해 혁신적인 하이테크 제품들의 초기시장가격을 결정하기 위해 기존 경쟁 제품과의 경제성을 비교할 수 있는 가격비교모델을 제시한다.

제 II장에서는 경제성에 관한 기존문헌을 고찰하고 제 III장에서는 수소연료전지자동차에 대한 국내외 기술개발 및 시장현황을 살펴본다. 제 IV장에서는 수소연료전지자동차의 준거가치(Reference Value)를 구하는 연구모형을 제시하고 현대·기아자동차의 사례를 통해 실제 준거가치를 산출하며 초기시장의 가격전략을 제시한다. 제 V장에서는 연구의 결과와 연구의 한계 및 향후 연구방향을 제시한다.

II. 기존 문헌 연구

1. 가격 결정 방법론

신제품이 소비자에게 받아들여지기 위해서는 그 제품만이 제공할 수 있는 특별한 제품 차별성을 갖거나 경제적 측면에서 기존 제품과 비교하여 경쟁우위를 가지고 있어야 한다(Forbis and Mehta, 1979). 경제적 우위 측면에 초점을 두어 신제품의 가격전략을 수립하려면 먼저 가격을 결정하는 목표를 수립해야 한다. 해당 제품의 빠른 성장과 확산을 통해 시장점유율을 높이려고 할 때와 수익성을 좋게 하려고 할 경우의 가격전략은 달라져야 하기 때문이다(Hinterhuber, 2004, Nagel, Hogan, and Zale, 2011).

가격결정방법으로는 원가기반가격책정(cost-based pricing; cost-volume analysis), 경쟁자기반 가격책정(competitor-based pricing; competitive analysis), 고객기반 가격책정(customer-based pricing; economic value analysis)으로 크게 나눌 수 있다(Kotler, 2000, Hinterhuber, 2004).

원가기반 가격책정 방법은 원가에 일정 마진을 추가하여 가격을 책정하는 방법으로 제품원가에 대한 정보를 기업 내부적으로 관리하기 쉽고 경쟁자나 고객에 대한 정보보다 정확하므로 제조업체에서 가장 선호하는 방법이다. 그러나 하이테크 제품의 경우 비용발생이 연구개발 단계서부터 시작되는데 이를 가격에 적절히 반영하기 어렵고 통신서비스와 같이 인프라 구축에 높은 고정비가 들어가는 경우 이를 가격에 반영하기 어려운 점이 있다. 경쟁자 기반 가격책정 방법은 경쟁 제품과의 상대적 시장지위를 고려하여 가격을 결정하는 방법이다. 품질이나 브랜드 파워와 같이 종합적인 제품의 가치가 경쟁제품보다 높으면 프리미엄을, 낮으면 그 정도에 따라 상대적으로 낮은 가격을 제시하는 것이다. 고객기반 가격책정 방법은 고객이 제품으로부터 얻는 가치에 비례하여 가격을 책정하는 방법으로 가치기반 가격책정(value-based pricing) 방법이라고도 한다(김삼훈, 2006). 원가기반 가격책정 방법이 공급자 중심적 접근방법이라면 고객기반 가격책정 방법은 고객이 지불할 의사가 있는 가치에 기반을 두고 있다는 점에서 보다 고객 지향적이라 하겠다.

수소연료전지자동차의 경우 기 투자된 연구개발비가 매우 높고 경쟁사의 수소연료전지자동차 가격이 정해지지 않은 상태이므로 본 연구 목적을 달성하기 위해서는 고객기반 가격책정 방법이 적합할 것으로 보며, 이에 고객기반 가격책정 방법에 대해 좀 더 살펴보고자 한다.

고객기반 가격책정 접근법에서는 고객이 느끼는 경제적 가치가 가격결정의 핵심이다. Forbis and Mehta(1979)는 이것을 ‘고객에게 제공되는 경제적 가치’(소비자 경제가치, economic value to the customer; EVC)로 명시하고 있다. 소비자경제가치 분석은 고객이 기존의 제품으로부터 받는 가치 이외에 해당 제품으로부터 받는 추가적 가치를 정량적으로 계산하는 것이라고 하였다. 소비자경제가치 분석은 먼저 비교 대상이 되는 대체상품(reference product)을 선정한 후 그 상품의 구매가격에다 새로운 제품의 추가적 가치와 비용을 가감하는 방식으로 이루어진다(Hinterhuber, 2004). 따라서 가치-가격 모델에 있어 시작점이자 가장 중요한 것은 적합한 준거제품을 결정하는 것이다(Golub and Henry, 1981). Smith and Nagle(1995)는 가격과 가치에 대한 고객의 인식이 상이한 준거체계 내에서 형성된다는 것을 보여 주었다. 저자들은 똑같은 제품이라도 고객의 준거체계에 따라 고객이 느끼는 가치가 달라지기 때문에 가격전략을 수립할 때 고객군의 특성과 맥락을 파악하는 것이 중요하다고 제안하고 있다.

소비자경제가치를 구하는 과정은 크게 여섯 단계로 나눌 수 있다. 첫째, 준거제품(best alternative)의 비용을 구한다. 둘째, 시장을 세분화 한다. 셋째, 해당 제품과 준거제품의 모든 차별점을 찾아낸다. 넷째, 이 차별점으로부터 고객에게 가치를 주는 요인을 결정한다. 다섯째, 준거가치와 차별점에서 오는 가치를 더한다. 여섯째, 판매를 위한 가격범위를 결정한다(Hinterhuber, 2004). 이러한 소비자경제가치 계산을 통한 가격결정방법은 특히 높은 연구개발비가 들거나 제품주기 상에서 운영비를 고려해야 할 때 유용하다.

Harmon, Raffo, and Faulk(2004)는 소프트웨어 제품의 가격 책정에 있어 원가기반 가격책정 방법과 고객기반 가격책정 방법을 소개하였는데 고객기반 가격책정 방법은 기업이 장기적인 가격자산(pricing capital)을 축적한다는 측면에서 제품 개발에 투자할 때 효과가

있음을 보여주고 있다.

실제로 신제품이 준거가치와 비교하여 어느 정도의 추가적 가치를 가지고 있는지를 분석할 때는 비용편익 분석방법(cost-benefit analysis), 비용효과 분석방법(cost-effectiveness analysis), 생애주기비용 분석방법(life cycle cost analysis, LCC)과 같이 공학에서 주로 사용하는 경제성 타당성 분석방법을 활용할 수 있다. 비용편익 분석방법은 다수의 투자대안들에 투입되는 비용을 분모로, 투자대안들에 의한 경제적 혜택(편익)을 분자로 하여 편익과 비용의 비율을 구하여 이 값이 1보다 큰 대체안을 최적으로 선정하는 방법이다. 비용효과 분석방법은 각 대안의 비용과 산출 효과를 비교, 분석하는 것으로 비용은 금전적 가치로 계산하지만 산출물이 화폐가치로 환산되기 어려울 때 산출물의 효과로 추정하는 것이 특징이다. 생애주기 분석방법은 어떤 제품의 전 생애주기 동안 발생하는 비용을 추정하는 것으로 건축, 시설물, 자동차와 같이 장기적으로 사용하는 제품(durable good)에 주로 사용된다(장용남, 2006).

2. 친환경자동차 관련 경제성 분석

Simpson(2006)은 비용편익 분석방법을 활용하여 플러그인하이브리드 자동차의 경제성을 하이브리드 자동차 및 화석연료 자동차와 비교하였다. 이 때 차량의 구매가격과 에너지비용 대비 화석에너지 절감 효과를 분석하였는데 높은 화석연료 가격과 낮은 배터리 가격이 현실화 될 때 플러그인하이브리드자동차가 경제성이 있는 것으로 나타났다.

Granovskii, Dincer, and Rosen(2006)은 화석연료 자동차, 하이브리드 자동차, 전기자동차 및 수소연료전지자동차에 관해 경제적 측면(자동차와 연료 가격)과 환경적 측면(온실가스과 대기오염)에서 비용편익 분석방법 및 생애주기 분석방법을 활용하였다. 이들의 연구결과 자동차의 생애주기를 10년으로 보았을 때 전기 생산의 효율성에 따라 경제성이 변하게 되는데 효율적인 전력생산이 가능하다면 하이브리드 및 전기자동차가 타 자동차에 비해 경제적인 것으로 나타났다.

Lee, Yoo, Cha, and Hur(2009)는 수소연료가 언제쯤 경제성을 확보할 것인가에 대해 생애주기 분석방법을 활용하여 분석하였다. 천연가스 개질 방식, 나프타 개질 방식, 액화석유가스 개질 방식, 물 전기분해 방식으로 수소연료가 생산되는 데 각 방식에 따라 생산된 수소연료를 수소연료전지자동차에 활용했을 때 수소연료전지자동차 가격, 온실가스에 따른 사회적 비용, 공기오염도, 수소연료전지자동차의 연료 효율성, 수소충전소 인프라에 대한 자본비용과 함께 계산하여 대체에너지로서의 수소연료의 경제성을 분석하였다. 저자들은 수소연료전지자동차의 가격이 경쟁 자동차보다 훨씬 높기 때문에 수소연료의 경제성을 높이려면 수소연료전지자동차의 가격을 낮추고 인프라의 확충이 시급하다고 제언하고 있다.

양문희 · 김봉진 · 김종욱(2005)은 온실가스 효과를 고려한 수소연료전지자동차의 경제성을 비용편익 분석방법과 생애주기 분석방법을 활용하여 분석하였다. 저자들은 자동차의 수명을 10년으로, 수소연료의 가격을 2015~2025년까지 5,000원/kg으로 고정하고 현대 · 기아자동차의

투싼을 대상으로 수소연료전지자동차와 기존 차량의 경제성을 비교하였다. 이 연구는 국내에서 최초로 수소연료전지자동차의 경제성을 연구하였다는 점에서 큰 의의를 가지나 수소연료전지자동차의 가격을 비현실적인(너무 낮은) 가격을 고정적으로 적용했다는 점에서 개선의 여지가 있는 것으로 보인다.

Ⅲ. 수소연료전지자동차 기술 개발 및 시장 현황

연료전지자동차는 가솔린이나 디젤엔진 대신 연료전지를 동력원으로 사용하는 자동차를 말한다. 수소연료전지는 수소와 공기를 반응시켜 전기를 만드는 일종의 발전기로 화석연료를 연소하는 엔진과 달리 유해배기가스가 전혀 배출되지 않는다(<표 1> 참조). 그러나 2003년의 한 보고서는 수소연료전지자동차가 가솔린 엔진 대비 성능개선이 필요하고 가격이 너무 높으며 수소공급 인프라가 필요하다는 단점이 있어 실용화에 상당 시간이 필요할 것으로 예측하고 있다(복득규, 2003).

〈표 1〉 환경친화형 자동차 비교

	CO ₂ (이산화탄소)	NO _x (질소산화물)	PM (입자상 물질)	가격	인프라
가솔린차	△	○	○	◎	◎
디젤차	○	△	△	○	◎
하이브리드차	○	◎	◎	△	◎
연료차	◎	◎	◎	X	X

자료: 복득규(2003), (일본경제신문, 2003. 11. 8).

수소연료전지자동차는 1990년대 초 일본, 미국, 독일을 중심으로 개발을 시작하였으며 국내에서는 현대기아차가 개발에 참여하고 있다. 주요 자동차 생산업체들의 수소연료전지자동차 개발 현황은 <표 2>와 같다.

친환경 자동차의 도입은 수소연료공급을 위한 충전소 설치 등 그 나라의 기반 시설에 큰 영향을 미치므로 정부정책이 밀반침되어야 시장 형성이 가능하다. 또한 자동차의 주요부품에 대한 경쟁력 있는 공급원이 준비되어야 국제경쟁력을 갖출 것으로 보인다(장민수, 2008). 주요국의 수소연료전지자동차에 대한 정책과 산업화 로드맵을 보면 미국의 경우 CCTP(Climate Change Technology Program)의 일환으로 실용화 계획을 시행 중에 있는바 2015년 이후에 시장 확산을 예측하고 있다. 일본은 2010년까지 시장도입시기로 보고 있으며 2010~2030년까지 보급단계, 2020년 이후 대량생산 단계로 보고 있다. 유럽연합의 경우 2010년까지 기술개발 단계, 2015년까지 시장준비 단계, 2015년 이후 상용화가 시작되는 단계로 예측하고 있다(장규진, 2009).

〈표 2〉 수소연료전지 자동차 개발 현황

구 분	도요타/혼다	GM	EU	현대기아차
추진 현황	[도요타] ◦ 1992년 개발시작 ◦ 1996년 세계 최초 개발 완료 ◦ 2002년 수소연료 전지자동차 전 세계 시판 [혼다] ◦ 2002년 수소연료전 지자동차 시판	◦ 1960년대 연료전지 개발 시작 ◦ 2001년 가솔린에서 수소추출하는 방식의 HydroGen1/3 개발 ◦ 2003년 오펔과 공동으로 Hy-Wire 개발, FedEx사와 동경에서 시범 운행	◦ 2003년~2015년까지 수소연료전지 상용화에 71억 유로 투자 계획 [BMW] ◦ 2007년 Hydrogen7 100대 판매 [포드와 다임러] ◦ 2007년 연료전지합작 회사 설립	◦ 1998년부터 정부의 ‘G7’ 프로젝트 참가하여 수소 연료전지자동차 개발 ◦ 2001년 연료전지차 산타페 공개 ◦ 2004년 투싼 연료전지차 미국에서 시범운행 ◦ 2006~2009년 전국에서 시범운행 ◦ 2011년 덴마크 시승행사

출처 : 복득류(2003), 한국경제인연합회(2009), 한경식(2009).

수소연료전지자동차의 시장규모에 대해서는 시기적으로 아직 예측하기 어렵다. 그러나 기존의 화석연료 자동차 시장을 하이브리드 자동차, 전기자동차, 수소연료전지자동차가 점진적으로 대체할 것이라고 보는 경우가 많다. 많은 전문가들은 수소연료전지자동차 시장이 각 국 정부의 연구개발 지원 및 시장보급 정책에 따라 열릴 것이며 2010년 이후를 시장 도입시기로 보는데 동의하고 있다. 2010년~2020년에는 세계적으로 소수의 수소연료전지자동차가 시범운행 형태로 타 차종과 경쟁할 것이며 2020~2030년이 되면 본격적인 성장기에 진입할 전망이다(김은태·정기현, 2008). 따라서 우리나라 자동차기업이 수소연료전지자동차의 초기시장(Very Early Market)에 진입할 때를 대비하여 시장진입에 대한 다양한 전략적 검토가 필요한 시점이라고 하겠다.

IV. 연구 설계 및 분석

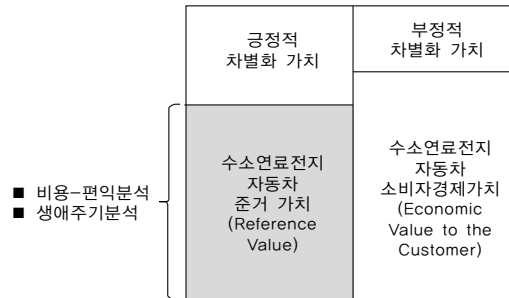
1. 분석의 틀

본 연구에서는 고객기반 가격책정 접근법인 소비자경제가치 분석의 개념을 활용하였으며 수소연료전지자동차가 준거가치와 동일한 가치를 가지기 위한(준거제품과 비교하여 경제적 타당성을 가질 수 있는) 수소연료전지자동차 가격과 수소연료 가격을 동시에 고려하여 비용편익 분석방법과 생애주기 분석방법으로 산정하였다.

<그림 1> 오른쪽 하단의 수소연료전지자동차의 소비자경제가치란 소비자가 수소연료전지 자동차를 구매하고자 할 때 지불할 의사가 있는 최대가치를 나타낸다(김상훈, 2006). 또한 왼쪽 하단의 수소연료전지자동차의 준거가치란 수소연료전지자동차의 경쟁이 될 수 있는 상품의 가치를 말한다. 즉, 수소연료자동차의 소비자경제가치가 준거가치보다 클 때는 수소연료자동차를 구매하는 대신 경쟁상품을 구매할 가능성이 크다고 하겠다. 긍정적 차별화 가치는 친환경, 저소음, 강한 구동력 등 고객에게 줄 수 있는 추가적 효용이 될 것이며 부정적 차별화 가치로는 수소연료

전지자동차의 기술 불확실성에 따른 리스크, 인프라 부족에서 오는 불편함 등 고객이 감수해야 하는 추가적 비용을 말한다. 즉, 수소연료전지자동차 생산업체는 준거가치를 기반으로 한 가격보다 경제적이거나 브랜드 파워, 부품업자들과의 협상력, 감세와 같은 소비자 혜택을 통해 최종 판매가격을 결정할 수 있는 것이다.

〈그림 1〉 수소연료전지자동차의 준거가치 산정 모형



출처: 김상훈(2006) 참조.

2. 초기 가정 및 기준

본 연구에서는 현대·기아자동차에서 개발하여 시범운행 중에 있는 수소연료전지자동차 SUV 모델(투싼과 모하비)을 분석 대상으로 삼고자 한다. 따라서 화석연료에너지를 사용하는 기존의 SUV 모델(투싼과 모하비)을 준거제품으로 선정하였다. 또한 화석연료 자동차와 대상제품인 수소연료전지자동차의 생애주기 비용을 각각 산정하고 이를 비교하여 수소연료전지 자동차의 생애주기비용이 화석연료 자동차 대비 동일하거나 적을 경우 경제성을 가진다고 정의하였다. 화석연료의 차량은 가솔린 자동차, 디젤 자동차, LPG 자동차 등 다양한, 편의상 가솔린 자동차를 준거제품으로 사용하고자 한다.

자동차의 초기 구매가격과 생애주기비용을 바탕으로 자동차의 경제성 분석을 하게 되는데 준거제품이 되는 기존의 화석연료자동차의 경우 자동차 가격과 가솔린 가격을 산정할 수 있다. 반면에 수소연료전지자동차는 자동차 가격과 수소연료 가격이 정해져 있지 않으므로 본 연구에서는 수소연료전지자동차의 초기투자비(소비자가 수소연료전지자동차 구매 초기에 필요한 금액)와 수소연료비를 각각 변수로 설정하고 두 변수의 변화에 따른 자동차 경제성 변화를 파악하여 수소연료전지자동차의 가격전략에 반영하고자 한다.

3. 경제성 분석 모형의 정립

차량의 경제성은 크게 초기투자비(I_k),¹⁾ 연간운영비(O_k), 잔존가치(R_k)에 의해 결정된다. 변수

1) 초기투자비는 자동차가격과 자동차등록세로 구성되며, 9:1의 비율이라고 가정한다.

k 는 경제성 분석 비교 차량 유형으로, 1은 현대자동차의 투싼 가솔린자동차²⁾, 2는 기아자동차의 모하비 가솔린자동차³⁾, 3은 현대자동차의 투싼 수소연료전지자동차, 4는 기아자동차의 모하비 수소연료전지자동차를 의미한다. 차량의 생애주기비용은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$C_{Tk} = I_k + \beta_1 O_k - \beta_2 R_k \quad (1)$$

여기서, β_1 은 경제성 분석시점을 t_0 , 경제성 분석기간을 n 년이라고 가정할 때 n 년 동안의 연간운영비를 t_0 로 할인하는 순현재가(NPV) 할인계수이며, β_2 는 n 년 후 자동차의 잔존가치를 t_0 로 할인하는 순현재가(NPV) 할인계수로서 다음과 같이 계산된다. 아래의 식에서 i 는 실질할인률을 나타낸다.

$$\beta_1 = \frac{1}{i} \left(1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right) \quad (2)$$

$$\beta_2 = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3)$$

F_k 는 연간연료비, T_k 는 연간세금, M_k 는 연간정비비, A_k 는 연간보험료라고 정의하면 연간운영비(원/년)는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$O_k = F_k + T_k + M_k + A_k \quad (4)$$

여기서 D 를 연간주행거리(km/년), f_k 를 가솔린 가격(원/ℓ), E_k 를 차량연비⁴⁾로 정의하면 연간연료비(원/년)는 다음과 같다.

$$F_k = \frac{D f_k}{E_k} \quad (5)$$

4. 경제성 분석 변수의 설정 및 추정

자동차의 경제성 분석을 위해서 분석기간의 추정이 필요하다. 본 연구에서는 소비자가 자동차를 구입하는 시점(t_0 , 경제성 분석시점)을 2012년으로 가정하고, 10년 동안 운행한 후 자동차 가격의 8%⁵⁾를 잔존가치로 회수한다고 가정하였다. 2010년을 기준으로 현대자동차의 100kW급 연료 전지의 수명은 약 5,000시간 이상이므로 수소연료전지자동차의 경우 고가의

2) 투싼 Theta 2.0 2WD DLX20 Luxury, 기본옵션, A/T.

3) 모하비 가솔린 2WD KV380 고급형, 기본옵션, A/T.

4) 가솔린: km/ℓ, 수소: km/kg.

5) 2006년 개정된 자동차 지방세법 제104조, 지방세법시행령 제73조에 따라 구입 후 10년 된 차량의 잔존가치율은 초기 구입가격의 8%로 설정했다.

소모품인 연료전지의 교체 비용을 분석기간 내에 포함시키지 않았다. 연간주행거리의 추정치는 설문조사를 바탕으로 했다. 2007년 500명을 대상으로 한 설문조사에서 70% 이상이 1000km/year 미만, 1000~2000km/year를 주행한다고 답했다(안지운, 2008). 이를 바탕으로 경제성 분석 대상 자동차의 연간 주행거리는 15,000km로 추정하였다. 실질할인율(i)⁶⁾은 2.85%로 추정하여 식 (2), 식 (3)에 따라 할인계수 β_1 , β_2 를 계산하면 각각 8.60, 0.755가 된다. 실질할인율의 변화는 연간운영비와 잔존가치, 그리고 생애주기비용에 영향을 미치므로 민감도 분석을 실시하여 이를 보완하고자 한다.

가솔린 연료비는 한국에너지경제연구원의 1990년부터 2009년까지의 무연휘발유 가격 통계자료를 기준으로 추세선 분석법을 통해 2012년 기준 리터당 2,020원으로 예측하였다. 가솔린 가격은 국제 원유 가격과 유류세 등의 변화에 상당한 영향을 받기 때문에 2012년 이후 10년간의 가솔린 가격을 정확하게 예측하는 것은 무리가 있다. 따라서 2012년을 기준으로 10년간 가솔린 가격은 동일하다고 가정하고, 민감도 분석을 통해 이를 보완하고자 한다. 수소연료전지자동차도 동일한 조건에서 경제성 분석을 실시하기 위하여 분석기간 동안 수소가격의 변동은 없다고 가정한다.

가솔린 자동차의 연비는 자동차 제조사의 공인연비를 기준으로 투싼 가솔린자동차는 11.7km/ℓ, 모하비 GV는 8.6km/ℓ로 가정하였다. 수소연료전지자동차의 경우 아직 차량이 출시되지 않은 관계로 연구개발 후 시범운행을 통해 측정된 연비를 기준으로 투싼 수소연료전지자동차는 117km/kg, 모하비 수소연료전지자동차는 87km/kg로 추정하였다. 앞에서 논의한 변수의 추정값들은 <표 3>에 요약하였다.

〈표 3〉 경제성 분석 변수의 추정값

변수	설명	추정값	단위	비고
n	경제성 분석기간	10	년	-
i	실질할인율	2.85	%	-
β_1	할인계수 1	8.60	-	-
β_2	할인계수 2	0.755	-	-
r_s	잔존가치 비율 (차량 가격대비)	8	%	자동차 지방세법 제104조, 지방세법시행령 제73조
D	연간 주행거리	15,000	km/년	미래 수소경제 실현을 위한 기반구축 연구를 활용한 추정치(에너지경제연구원 2008)
f_k	가솔린 연료비	2,020	원/ℓ	2010 유가전망특별보고서를 활용한 추정치 (에너지경제연구원 2009)
E_1	연비(투싼 가솔린)	11.7	km/ℓ	
E_2	연비(모하비 가솔린)	8.6	km/ℓ	
E_3	연비(투싼 수소연료전지)	117	km/kg	
E_4	연비(모하비 수소연료전지)	87	km/kg	

6) $i = \frac{1+i'}{1+I} - 1$, 1993년부터 2009년까지의 평균 물가상승률(I)은 3.55%, 동일 기간의 경상가격에 의한 할인율(i')은 6.50%이므로 실질할인율은 2.85%로 계산된다.

5. 경제성 분석 결과

위의 추정값을 기준으로 투싼 가솔린자동차와 모하비 가솔린자동차의 초기투자비, 연간운영비, 잔존가치를 계산하여 <표 4>에 요약하였다. 초기투자비는 자동차 제조사의 자동차가격(소비자가격) 및 자동차 등록세를 기준하였다. 연간운영비는 연간연료비(F_k), 연간세금(T_k), 연간정비비(M_k), 연간보험료(A_k)로 구성된다. 연간연료비는 식 (5)에 의해 계산하면 투싼 가솔린자동차는 2,589,743원, 모하비 가솔린자동차는 3,523,256원이 된다. 연간세금은 2009년의 평균 세금수준을 참고하였으며 물가상승률에 영향을 받지 않는다고 가정하여 투싼 가솔린자동차는 520,000원, 모하비 가솔린자동차는 878,277원으로 산정하였다.⁷⁾ 연간정비비는 연간주행거리를 15,000km로 가정할 때 한국자동차전문정비사업조합 연합회⁸⁾가 제공하는 표준정비 가격표 및 교체주기를 기준으로 산정하였다. 2005년 투싼 가솔린자동차를 구입하였을 경우 26세 한정특약기준 연간 평균보험료는 750,000원이다(김봉진, 2005). 이에 연간 평균 보험료 인상률⁹⁾(1.6%/년)을 적용하여 2012년 기준 투싼 가솔린자동차는 840,720원, 모하비 가솔린자동차는 1,420,184원으로 추정하였다. 잔존가치는 초기투자비의 8%로 산정하였다.

<표 4> 가솔린자동차의 초기투자비, 잔존가치, 연간운영비

(단위: 원)

항목 \ 차량		투싼 가솔린자동차	모하비 가솔린자동차
초기투자비 (I_k)	차량가격	21,058,000	38,671,700
	세금	2,358,450	2,877,626
	소계	23,416,450	41,549,326
연간운영비 (O_k)	연료비(F_k)	2,589,743	3,523,256
	보험료(A_k)	840,742	1,420,184
	예방정비비(M_k)	705,702	1,190,655
	세금(T_k)	520,000	878,277
	소계	4,656,188	7,012,372
잔존가치(R_k)		1,684,640	3,093,736

연간운영비와 잔존가치를 순현가로 할인하고 초기투자비와 함께 식 (1)에 대입하여 계산하면 생애주기비용을 구할 수 있다. 투싼 가솔린자동차의 생애주기비용은 62,187,761원이고, 모하비 가솔린자동차는 99,519,953원으로 <표 5>에 요약하였다.

7) 서울시 중구청 홈페이지(<http://www.junggu.seoul.kr>).

8) 한국자동차전문정비사업조합 연합회(<http://carpos.com/custom/>).

9) 생산자물가지수-품목별(통계청 2009).

〈표 5〉 가솔린자동차의 생애주기비용

(단위: 원)

항목 \ 차량		투싼 가솔린자동차	모하비 가솔린자동차
생애주기 비용(C_{Tk})	초기투자비(I_k)	23,416,450	41,549,326
	잔존가치의 순현재가($\beta_2 R_k$)	1,271,903	2,335,771
	총 연간운영비의 순현재가($\beta_1 O_k$)	40,043,214	60,306,398
	계	62,187,761	99,519,953

수소연료전지자동차의 경우 초기투자비(χ_k)와 수소가격(y_k)을 변수로 설정하였다. <표 6>은 구체적인 변수 추정치를 나타내며 이를 바탕으로 생애주기비용을 계산하면 투싼 수소연료전지자동차와 모하비 수소연료전지자동차는 각각 식 (6), 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

〈표 6〉 수소연료전지자동차의 초기투자비, 잔존가치, 연간운영비

(단위: 원)

항목 \ 차량		투싼 수소연료전지 자동차	모하비 수소연료전지 자동차	비고
초기투자비(I_k)		χ_3	χ_4	
연간 운영비 (O_k)	연료비(F_k)	$128.2^* \times y_3$	$172.4^{**} \times y_4$	연간주행거리/연비× 단위수소가격(원/kg)
	보험료(A_k)	840,742	1,420,184	가솔린자동차와 동일
	예방정비비(M_k)	705,702	1,190,655	
	세금(T_k)	520,000	878,277	
잔존가치(R_k)		$0.9 \times 0.08 \times \chi_3$	$0.9 \times 0.08 \times \chi_4$	차량가격×잔존 가치율

주) *: $E_3 = 117\text{km/kg}$, **: $E_4 = 87\text{km/kg}$.

$$C_{T3} = I_3 + \beta_1 O_3 - \beta_2 R_3 \tag{6}$$

$$\begin{aligned} &= \chi_3 + \beta_1 (F_3 + T_3 + M_3 + A_3) - \beta_2 (0.9r_s \chi_3) \\ &= \chi_3 + \beta_1 (2,066,444 + 128.2y_3) - \beta_2 (0.072\chi_3) \\ &= 0.9456\chi_3 + 1102y_3 + 17,771,419 \end{aligned}$$

$$C_{T4} = I_4 + \beta_1 O_4 - \beta_2 R_4 \tag{7}$$

$$\begin{aligned} &= \chi_4 + \beta_1 (F_4 + T_4 + M_4 + A_4) - \beta_2 (0.9r_s \chi_4) \\ &= \chi_4 + \beta_1 (3,489,116 + 172.4y_4) - \beta_2 (0.072\chi_4) \\ &= 0.9456\chi_4 + 1,483y_4 + 30,006,398 \end{aligned}$$

초기투자비 χ_k 를 3,000만 원에서 7,000만 원까지의 범위로, 수소가격 y_k 를 kg당 3,000원에서 10,000원까지의 범위로 설정하여 식 (6)과 식 (7)을 통해 계산한 투싼 및 모하비의 수소연료전지

자동차의 생애주기비용을 <표 7>과 <표 8>에 요약하였다.

〈표 7〉 초기투자비(χ_3)와 수소가격(y_3)에 따른 투싼 수소연료전지자동차의 생애주기비용

(단위: 원)

$y_3 \backslash \chi_3$	30,000,000	40,000,000	50,000,000	60,000,000	70,000,000
3,000	49,490,860	58,947,260	68,403,660	77,860,060	87,316,460
4,000	50,589,665	60,046,065	69,502,465	78,958,865	88,415,265
5,000	51,688,478	61,144,878	70,601,278	80,057,678	89,514,078
6,000	52,787,275	62,243,675	71,700,075	81,156,475	90,612,875
7,000	53,886,088	63,342,488	72,798,888	82,255,288	91,711,688
8,000	54,984,901	64,441,301	73,897,701	83,354,101	92,810,501
9,000	56,083,706	65,540,106	74,996,506	84,452,906	93,909,306
10,000	57,182,511	66,638,911	76,095,311	85,551,711	95,008,111

〈표 8〉 초기투자비(χ_4)와 수소가격(y_4)에 따른 모하비 수소연료전지자동차의 생애주기비용

(단위: 원)

$y_4 \backslash \chi_4$	30,000,000	40,000,000	50,000,000	60,000,000	70,000,000
3,000	50,636,587	60,092,987	69,549,387	79,005,787	88,462,187
4,000	48,820,877	58,277,277	67,733,677	77,190,077	86,646,477
5,000	53,598,022	63,054,422	72,510,822	81,967,222	91,423,622
6,000	55,078,736	64,535,136	73,991,536	83,447,936	92,904,336
7,000	56,129,450	65,585,850	75,042,250	84,498,650	93,955,050
8,000	58,040,163	67,496,563	76,952,963	86,409,363	95,865,763
9,000	59,520,885	68,977,285	78,433,685	87,890,085	97,346,485
10,000	61,001,599	70,457,999	79,914,399	89,370,799	98,827,199

<표 6>과 <표 7>의 음영이 있는 부분은 준거가치 자동차인 가솔린자동차의 생애주기비용보다 수소연료전지자동차의 생애주기비용이 적은 영역을 의미한다. 비교대상인 가솔린 자동차에 비해 경제성이 더 좋게 나타나는 수소연료 가격 및 초기투자비용의 범위라고 해석할 수 있다.

이러한 범위를 식으로 나타내면 아래와 같다. 수소연료전지자동차의 자동차가 경제성을 가지기 위해서는 수소연료전지자동차의 생애주기비용을 나타내는 식 (6)과 식 (7)이 준거가치 자동차인 가솔린자동차의 생애주기비용(<표 5>)보다 적거나 같아야 한다고 표현할 수 있다.

$$C_{T3} = 0.9456\chi_3 + 1102y_3 + 17,771,419 \leq 62,187,761 \quad (8)$$

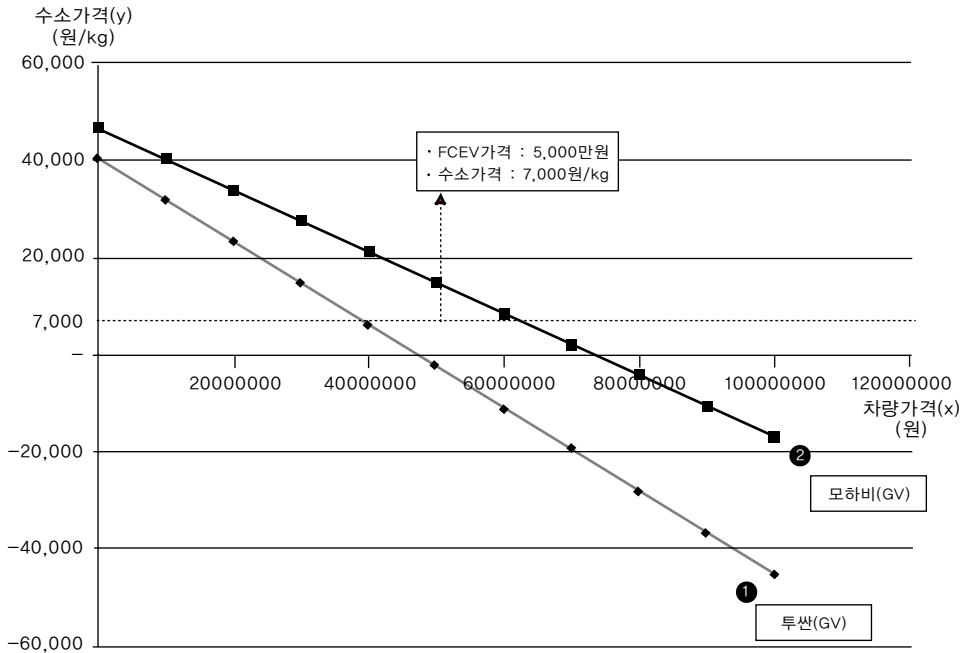
$$y_3 \leq -0.000858\chi_3 + 40,350$$

$$C_{T4} = 0.9456\chi_4 + 1,483y_4 + 30,006,398 \leq 99,519,953 \quad (9)$$

$$y_4 \leq -0.000638\chi_4 + 46,874$$

식 (8)과 식 (9)를 χ 축은 차량가격, y 축은 수소가격으로 구성된 2차원 그래프로 표현하면 <그림 2>과 같이 나타낼 수 있다.

〈그림 2〉 준거가치를 기준으로 한 수소연료전지자동차의 경제성 그래프



위 그래프의 직선 ①, ②는 투싼 가솔린자동차 및 모하비 가솔린자동차의 생애주기비용을 수소연료전지자동차의 차량가격(χ)과 kg당 수소가격(y)으로 구성된 2차원 평면으로 변환시킨 것이다. 투싼 수소연료전지자동차의 좌표 (χ, y)가 투싼 가솔린자동차의 직선 상(①)에 위치하면 (예를 들면, $\chi = 4,000$ 만 원, $y = 6,030$ 원) 이는 투싼 가솔린자동차와 투싼 수소연료전지자동차의 경제성이 동일하다는 것을 의미한다. 투싼 수소연료전지자동차의 좌표가 투싼 가솔린자동차의 직선보다 위에 위치할 경우(예를 들면, $\chi = 5,000$ 만 원, $y = 7,000$ 원) 투싼 가솔린자동차 대비 투싼 수소연료전지자동차의 경제성이 없다고 해석 할 수 있으며 반대로 좌표(χ, y)가 직선보다 아래에 위치할 경우 투싼 가솔린자동차 대비 투싼 수소연료전지자동차의 경제성이 우수하다고 해석할 수 있다.

마찬가지로 모하비 수소연료전지자동차의 좌표 (χ, y)가 모하비 가솔린자동차의 직선 상(②)에 위치하면(예를 들어 $\chi = 6,000$ 만 원, $y = 8,594$ 원) 모하비 가솔린자동차와 모하비

수소연료전지자동차의 경제성이 동일한 반면 모하비 수소연료전지자동차의 좌표가 모하비 가솔린자동차의 직선보다 아래에 위치할 경우 (예를 들면 $x = 5,000$ 만 원, $y = 7,000$ 원) 모하비 가솔린자동차 대비 모하비 수소연료전지자동차의 경제성이 크다고 해석할 수 있다.

6. 민감도 분석

1) 유류비 변동에 따른 민감도

본 연구에서는 가솔린자동차의 생애주기비용을 산정하기 위해 가솔린 가격을 과거 데이터를 기반으로 추정하였다. 하지만 가솔린 가격은 국제정세 및 세금 등의 영향으로 그 변화의 폭을 정확하게 예측하기가 어려우며, 연간운영비에서 유류비가 차지하는 비중이 크므로 민감도 분석을 실시하였다.

가솔린 가격 변동에 따른 투싼 가솔린자동차와 모하비 가솔린자동차의 유류비, 연간운영비, 생애주기비용의 민감도 분석 결과를 <표 9>와 <표 10>에 수록하였다. 가솔린 가격이 2,020원을 기준으로 3,020원 까지 약 50%의 유류비가 증가할 경우 투싼 가솔린자동차의 생애주기비용은 65,431,560원에서 77,350,226원으로 약 18% 증가하며, 모하비 가솔린자동차의 생애주기비용은 104,428,559원에서 120,649,489원으로 약 16% 증가한다.

〈표 9〉 가솔린 가격 변동에 따른 투싼 가솔린자동차의 민감도 분석

(단위: 원)

구 분 가솔린 가격	유류비	연간운영비	생애주기비용
2,020	2,589,744	4,656,188	62,187,761
2,520	3,230,769	5,297,213	67,700,581
3,020	3,871,795	5,938,239	73,213,402

〈표 10〉 가솔린 가격 변동에 따른 모하비 가솔린자동차의 민감도 분석

(단위: 원)

구 분 가솔린 가격	유류비	연간운영비	생애주기비용
2,020	3,523,256	7,012,372	99,519,953
2,520	4,395,349	7,884,465	107,019,953
3,020	5,267,442	8,756,558	114,519,953

여기서 가솔린 가격이 올라갈수록 준거가치의 생애주기비용도 증가하는 것을 의미하기 때문에

대상제품인 수소연료전지자동차의 경제성이 확보될 수 있는 수소연료가격 및 초기투자비 범위를 확장시킨다고 이해할 수 있다. 따라서 <표 6>과 <표 7>에 나타난 음영영역이 현재보다 더 커지게 되며 이것은 수소연료전지자동차의 경제성이 더 좋아지는 것으로 해석할 수 있다.

2) 실질할인율 변동에 따른 민감도

본 연구에서는 화석연료자동차 및 수소연료전지자동차의 생애주기비용을 계산하기 위해 1993년부터 2009년까지의 과거 데이터를 기반으로 실질할인율을 도출하여 사용하였다. 하지만 경제성분석 시점에서의 실질할인율은 앞의 추정치와 차이가 있을 수 있으므로 민감도 분석을 실시하여 이를 보완하고자 한다.

본 연구에 사용한 실질할인율은 2.85%이며 4%, 6%의 실질할인율을 사용하여 민감도 분석을 실시한 결과를 <표 11>과 <표 12>에 수록하였다. 실질할인율이 2.85%에서 6%까지 증가할 경우 투싼 가솔린자동차의 생애주기비용은 62,187,761원에서 56,745,702원으로 감소하며, 모하비 가솔린자동차의 생애주기비용은 99,519,953원에서 91,433,467원으로 감소한다.

실질할인율이 상승할 경우 준거가치의 생애주기비용이 감소하게 된다. 이는 위의 민감도 분석에서의 가솔린 가격 상승과는 반대되는 결과를 가져온다. 즉, 실질할인율이 상승할 경우 <표 7>과 <표 8>에 나타난 음영영역이 현재보다 더 좁아지게 되며 이것은 수소연료전지 자동차의 경제성이 나빠지는 것으로 해석할 수 있다.

<표 11> 실질할인율 변동에 따른 투싼 가솔린자동차의 민감도 분석

(단위: 원)

구 분 실질할인율	잔존가치의 순현재가	총 연간운영비의 순현재가	생애주기비용
2.85%	1,271,903	40,043,214	62,187,761
4%	1,138,082	37,765,853	60,044,221
6%	940,694	34,269,947	56,745,702

<표 12> 실질할인율 변동에 따른 모하비 가솔린자동차의 민감도 분석

(단위 : 원)

구 분 실질할인율	잔존가치의 순현재가	총 연간운영비의 순현재가	생애주기비용
2.85%	2,335,771	60,306,398	99,519,953
4%	2,090,017	56,876,617	96,335,926
6%	1,727,526	51,611,667	91,433,467

7. 수소연료전지자동차의 가격전략 제언

수소연료전지자동차는 대표적인 하이테크 제품으로써 수소연료전지자동차를 구매하려는 소비자가 많으면 많을수록 한편으로는 수소충전소와 같은 인프라 구축에 투자하려는 기업이 많아질 것이며 이를 통해 더 빠르게 인프라가 구축될 수 있으며, 다른 한편으로는 수소연료의 대량생산이 가능하게 되므로 생산비용 절감을 통해 연료가격이 하락하는 네트워크 효과를 가지고 있다. 또한 수소연료전지자동차의 수요가 많을수록 자동차의 대량생산이 가능하므로 부품의 효율적인 구매와 학습효과를 통한 생산비용 절감효과를 가져올 수 있다. 더 나아가 경쟁기업보다 빨리 시장을 선점함으로써 높은 시장 점유율을 확보할 수 있다.

따라서 수소연료전지자동차 공급자는 초기시장을 공략함에 있어 무엇보다도 먼저 소비자 인지도를 높이고 제품을 확산시키기 위한 목적으로 가격전략을 수립하는 것이 적절하다. 예를 들면 저렴한 가격으로 초기시장을 공략함으로써 첨단기술로 생산된 자동차를 구매할 의사가 있는 첨단제품 초기수용자(early adopter)뿐만 아니라 다수의 초기사용자(early majority)에게 빠르게 확산되도록 해야 한다.

본 연구에서 분석한 결과에 따르면 투싼 수소연료전지자동차와 모하비 수소연료전지자동차의 출시가격은 수소연료의 가격과 연동하여 책정되어야 할 것이며 이 두 가지 변수를 바탕으로 한 최선의 조합은 <표 13>와 같다.

<표 13> 준거제품과 동일한 수준의 생애주기비용을 갖는 수소연료전지자동차 가격과 수소연료 가격

구 분	수소연료전지자동차 가격	수소연료 가격
투산	3,000만 원	10,000원/kg 미만
	4,000만 원	5,000원/kg 미만
모하비	7,000만 원	10,000원/kg 미만

또한 본 연구에서는 수소연료전지자동차의 초기시장에 활용 가능한 네 가지 가격전략을 제안하고자 한다. 첫째, 준거가치를 참조하여 소비자경제가치를 극대화 시킨다. 이를 위해서는 수소연료전지자동차의 부정적 가치(기능 및 성능에 대한 불안감, 부족한 수소충전 인프라, 편리성, 미흡한 법적·제도적 지원 등)를 최소화하고 긍정적 가치(첨단 기술, 친환경, 경제성, 기능 및 성능의 장점 등)를 극대화 시켜야 한다. 준거가치를 기준으로 소비자 경제가치가 클수록 소비자들의 관심과 구매가 늘어날 것이기 때문이다.

둘째, 애플의 아이폰이나 할리 데이비슨의 오토바이와 같이 제품 차별화 전략으로 기존 제품(준거제품)과 전혀 다른 범주로 수소연료전지자동차를 포지셔닝 시킬 수 있다. 자동차의 기본기능인 이동성을 기본으로 하되 창의적인 디자인과 친환경, 경제성, 혁신성, 미래지향성

등과 같은 특성을 접목하여 수소연료전지자동차만의 커뮤니티 및 문화를 구축하고 기존 자동차와 비교되지 않게 새로운 가격대를 형성할 수 있다.

셋째, 수소연료전지자동차를 서비스의 개념으로 판매할 수 있다. 수소충전소라는 공급 인프라를 확보하면서 리스 형태의 판매나 낮은 가격에 수소연료전지자동차를 판매하고 수소연료 가격을 통해 수익을 담보하는 방법이다. 이 방법은 초기에 많은 투자비용이 드는 반면 공급 인프라를 확보하기만 하면 진입장벽을 높이는 최선의 방법이 될 수 있다.

넷째, 화석에너지 의존성 및 대기오염 등과 같은 범국가적 문제해결을 위해 정부의 정책적 지원 (자동차관련 세금 감면 또는 인하, 환경보조금 등)을 기반으로 준거제품보다 낮은 가격을 제시한다. 이 전략은 다자간의 협력이 필요한데 정부는 친환경 정책에 대한 의지, 자동차 생산업체는 기존 화석연료 자동차 판매를 통한 수익감소, 화석에너지 업체들은 수소연료에너지 사업으로의 전환을 동시에 수용해야 하기 때문이다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 첨단 하이테크 제품인 수소연료전지자동차의 초기시장 진입을 위한 가격전략을 수립함에 있어 수소연료전지자동차 및 수소연료 가격을 변수로 설정하여 준거가치를 도출하고 초기 시장의 다양한 가격전략을 제시하였다. 이 때 고객기반 가치책정 방법을 활용하였으며 준거가치 측정을 위해서는 소비자의 총소유비용을 고려하여 생애주기분석 및 비용편익분석 방법을 적용하였다.

본 연구의 특징은 수소연료전지자동차 가격과 수소가격을 가정에 의거하여 특정 값으로 추정하지 않고 변수로 설정함으로써 가솔린 자동차의 경제성 라인을 수소연료전지자동차 가격과 수소가격으로 구성된 2차원 평면으로 전환한 것이다. 이를 통해 수소연료전지자동차 가격과 수소가격의 변화에 따른 경제성 존재 여부를 시각적으로 볼 수 있게 된다. 이는 가솔린 가격의 변동이 수소가격에 영향을 미칠 경우에도 기본적인 연구모형을 수정하지 않고 결과를 예측 할 수 있다. 즉, 가솔린 가격이 수소가격에 영향을 미친다면(즉 가솔린 가격이 오르면 수소연료에 대한 수요가 증가하게 되고 수요충족을 위해 대량생산을 하면 수소연료가격이 떨어질 수 있는) 이에 따라서 경제성이 확보되는 수소연료전지자동차의 가격을 결정할 수 있다.

그러나 본 연구가 갖는 몇 가지 한계를 보면, 첫째, 어떤 제품의 가격전략을 수립하려면 효용과 비용의 크기를 산출할 수 있어야 함에도 불구하고 수소연료전지자동차의 준거가치 이외에 추가 효용과 추가 비용 측면에 대한 정량적으로 고려되지 못했다. 둘째, 수소연료전지자동차와 수소연료를 실제로 공급할 수 있는 생산 단가(생산량을 고려한)의 현실적 고려가 미흡하다. 2009년 현재 수소연료전지자동차의 생산단가는 본 연구에서 제시한 가격선보다 훨씬 높은 것으로 알려지고 있으므로 수소연료전지자동차의 상용화를 위해서는 보다 혁신적이고 총체적인 (가격뿐만 아니라 생산, 마케팅, 유통 전략 등) 접근이 필요하다.

이러한 연구적 한계를 넘을 수 있는 추가연구가 필요하며 특히 실제로 자동차를 구매하게 될 소비자에 대한 분석(예를 들면 소비자의 인지도, 구매의도, 선호도, 이미지 등)을 통한 가격정책에 관한 연구가 필요하다. 더 나아가 본 연구에서는 현재 수소연료전지자동차로 개발된 차량이 SUV 타입밖에 없다는 이유로 분석대상을 SUV로 제한하였지만 향후 버스, 승합차, 트럭 같은 차량도 수소연료전지자동차로 개발될 수 있으므로 이에 대한 경제성 분석을 통해서 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 또한 수소연료전지자동차의 상용화를 위해서는 수소충전소라는 인프라가 필수적인 만큼 인프라 구축에 따른 사업자, 비용, 비즈니스 모델 등에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] 김상훈 (2006), 「하이테크 마케팅」, 박영사.
- [2] 김은태 · 정기현 (2008), 친환경자동차의 특허 동향, 「Auto Journal」.
- [3] 복득규 (2003), 「환경친화형 자동차의 개발동향과 향후 대응 전략」, (SERI).
- [4] 안지운 · 원두환 (2008), 「미래 수소경제 실현을 위한 기반구축 연구, 수소에너지 시스템 도입의 비시장요소 가치산정」, 에너지경제연구원, 기본연구보고서 08-13.
- [5] 아시아경제자동차 CARPLE, 2011. 9. 23. 기사. <http://www.asiae.co.kr/car/news/view.htm?idxno=2011092310352454237>.
- [6] 양문희 · 김봉진 · 김종욱 (2005), 「GHG를 고려한 수소연료전지 자동차의 경제성 분석」, 신재생에너지, 1(3): 42-50.
- [7] 장규진 (2009), 「연료전지 차량의 개발현황과 계획」, 제7회 수소에너지 심포지엄 발표.
- [8] 장민수 (2008), 「한중일 국가간 완성차 및 자동차부품 무역의 경쟁력 분석」, 질서경제저널, 11(2): 101-119.
- [9] 장용남 (2006), 「사태중심의 경제성 공학」, 도서출판 두남.
- [10] 전국경제인연합회 (2009), 「FKI 전략산업리포트 ② 자동차산업의 미래: 그린카 현황 및 전망」, 통권 제146호.
- [11] 정영근 · 장민수 (2007), 「지속가능발전의 논의와 발전방향」, 질서경제저널, 10(1): 61-76.
- [12] 환경식 (2009), 「그린카 구조 및 연구동향」, 전자학회지, 14(4): 23-27.
- [13] 한승훈 (2009), 「그린카산업의 동향과 전망」, KODIT Research 산업분석.
- [14] Benard, C. (2010), Senior Director of Michelin, Presentation material.
- [15] Forbis, J.L. and Mehta, N.T. (1979), Economic value to the customer, *The McKinsey Quarterly*, 3: 49-52.
- [16] Forbis, J.L. and Mehta, N.T. (1981), Value-based strategy for industrial products, *The McKinsey Quarterly*, summer, 35-52.
- [17] Golub, H. and Henry, J. (1981), Market strategy and the price-value model, *The McKinsey Quarterly*, August.
- [18] Granovskii, M., Dincer, I., and Rosen, M.A. (2006), Economic and environmental comparison of conventional, hybrid, electric and hydrogen fuel cell vehicles, *Journal of Power Sources*, 159: 1186-1193.
- [19] Harmon, R., Raffo, D., and Faulk, S. (2004), Value-based pricing for new software products: strategy insights for developers, Proceeding of the Portland International Conference on the Management of Engineering and Technology, Seoul, Korea.
- [20] Hinterhuber, A. (2004), Towards value-based pricing-an integrative framework for decision making, *Industrial Marketing Management*, 33: 765-778.

- [21] IEA(International Energy Agency) (2009), Transport, energy and CO₂: moving toward substantiality.
- [22] Kotler, P. (2000), Marketing management, 11th, edition, Prentice Hall.
- [23] Lee, J.Y., Yoo, M., Cha, K., and Hur, T. (2009), Life cycle cost analysis to examine the economical feasibility of hydrogen as an alternative fuel, *International Journal of Hydrogen Energy*, 34: 4243-4255.
- [24] Nagle, T.T., Hogan, J.E., and Zale, J. (2010), The strategy and tactics of pricing, 5th edition, Prentice Hall.
- [25] Simpson, A. (2006), Cost-benefit analysis of plug-in hybrid electric vehicle technology, Presented at the 22nd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS-22), Yokohama, Japan.
- [26] Smith, G.E. and Nagle, T.T. (1995), Frames of reference and buyers' perception of price and value, *California Management Review*, 38(1): 98-116.

<Abstract>

A Study of the Price Strategy of Fuel Cell Electric Vehicle by an Economic Analysis

Yeonhee Lee^{*} · Jeong-In Kim^{**} · Yeong Seon Park^{***}

There is a growing need for alternative energy sources due to global warming and oil shortage. In terms of that approximately 20% of global energy spending comes from the transportation, the introduction of eco-friendly car is under active discussion in the developed countries.

Most global leading automobile companies have made efforts for developing fuel cell electric vehicles. Recently, the technological and productional development has entered a commercial phase. It is now time to establish tactical market entry strategies such as 4Ps (product, price, promotion and place strategies).

This study focuses on a pricing strategy for fuel cell electric cars and provides a mathematical model that delivers fundamental data for developing a pricing strategy for fuel cell electric cars. A mathematical model that transforms the life-cycle cost of a hydrogen vehicle into the corresponding gasoline vehicle is designed using cost-benefit analysis and life-cycle analysis. The fuel cell electric vehicles obtain economic advantages when its life-cycle cost is less than or equal to the life-cycle cost of the corresponding gasoline vehicle.

Because there is a trade-off between the fuel cell electric vehicle's price and the hydrogen fuel price, the results provide a number of price combinations that can be used for decision-making purposes. Using this model, car makers can develop a number of fuel cell electric vehicle pricing scenarios, and policy makers can establish support systems to encourage the market entrance of fuel cell electric vehicles such as a subsidy for purchasing and producing fuel cell electric vehicles and/or hydrogen energy.

Keywords: Price Strategy, Early Market Advance, Economic Analysis, Reference Value, Fuel Cell Electric Vehicle

* Research Fellow, S&T Policy and Research Division, Gyeonggi Institute of Science and Technology Promotion, lyhee@gstep.re.kr

** Ph.D. Candidate, Technology Innovation and Management Graduate Program, POSTECH, swjik@postech.ac.kr

*** Researcher, Foundation of Agri. Tech. Commercialization and Transfer, ashlee5471@efact.or.kr