

출장보고서

**OECD International Futures Programme(IFP)
in co-operation with the IEA and the ITF 참석**

2012. 12. 31.

김 형 태

KDI 공공투자관리센터

목 차

1. 출장 목적 및 개요	1
2. 출장 일정	1
3. 회의 내용	2

1. 출장 목적 및 개요

□ 목적

- OECD International Futures Programme(IFP) in co-operation with the IEA and the ITF 워크숍 참석 및 토론을 통해,
- 최근 전세계적인 기후변화에 대처하기 위하여 각국이 개발 중인 여러 대체연료사용 차량의 시장화 시기 및 점유율에 대한 전문가의 의견을 청취하고, 대체연료사용 차량 시장화를 촉진하기 위한 각국의 인프라 현황 및 정부/민간의 역할에 대해 논의하는 한편,
- 이를 통해, 우리나라 정부 및 민간부문의 인프라 투자계획을 점검하고, 현재 교통부문 예비타당성조사에서 적용하고 있는 CO₂ 원단위를 비롯한 환경비용 절감편익의 향후 조정여부를 고려하기 위해 필요한 기초 자료 수집을 목적으로 하였음.

□ 출장기간 : 2012년 11월 29일(목) ~ 12월 1일(토)

□ 출 장 자 : 김형태 (KDI PIMAC 재정투자평가실장)

2. 출장 일정

출장 기간	활 동 사 항
11월 29일	이동 및 OECD 한국대표부 방문
11월 30일	OECD 및 IEA, ITF가 공동 주최하는 “Developing Infrastructure for Alternative Transport Fuels and Power-Trains to 2020/2030/2050” 참석 및 토론
11월 30일	이동(2012년 12월 1일 도착)

3. 회의 및 토론 내용

□ 대체에너지 사용차량의 시장 동향

- 최근 전세계적으로 온실가스 배출억제를 위하여 대체에너지 사용차량개발을 추진중이며, 이에 필요한 인프라를 확충하고 있음.
- 대체에너지 사용차량은 기존의 내연기관 차량과 비교하여 효율이 높고 연비가 좋으며 CO₂ 등 배출가스의 배출량이 적은 전기자동차, 수소연료 전지차 등의 저공해 친환경차를 의미함.
- 대체에너지 사용차량에 대한 필요성은 지구의 환경 문제와 석유매장량의 현저한 감소로 인한 경각심에서 생겨났으며, 지구 온난화의 문제와 더불어 1997년 UN회의에서는 세계의 환경문제가 가장 비중 있게 다루어졌으며, 더불어 지구 온난화 가스를 규명하고 이에 대해 협의하였음.
- 1997년 교토의정서에 따르면, 국가별 온실가스의 배출을 줄이기 위해 관련 국가들의 온난화 가스의 기준을 설정하고, 온난화 가스 배출을 점차적으로 줄여나가기로 협의하였음. 이에 따르면, 국가별로 설정치를 달성하지 못하였을 경우 UN의 제재를 받도록 되어 있음.
- 앞으로의 시장전망에 대해서는 회의에 참가한 전문가들 사이에서도 이견이 존재하였음.
 - 한 외국계 정유업체는 2040년이 되어도 전기차 보급률이 5%를 넘지 못할 것이라고 예측하는 반면, 일부 자동차업계 전문가들은 향후 5년 내에 전기차가 전체 자동차시장의 20~30%를 차지할 것이라고 상반되게 예측
 - 회의에 참석한 전문가들은 각 국의 사정에 따라 대체연료자동차의 상용화시기가 달라지겠지만, 현재의 인프라 사정을 고려할 때 시장전망은 매우 불확실하다는데 대체적으로 의견이 모아짐.

□ 미국의 사례

- 미국의 경우, 교토의정서에 가입하고 있지는 않지만, 오바마 정부에 들어서 환경문제의 심각성을 인지하고 정부적인 차원에서 환경 문제와 온난화 가스 배출 감소를 위한 대체에너지 및 이를 사용하는 차량의 개발

에 많은 노력을 기울이고 있음.

- 또한, 지난 92년 제정된 연방에너지정책법 (EPCT, Energy Policy Act)에 따라 미국 내에서 대체연료차의 판매가 제한적인 범위에서나마 의무화 되었으며, 이에 따라 천연가스 자동차 등 대체연료차 시장의 확대가 예상되고 있음.
- 1988년 의회에서 통과된 Alternative Motor Fuels Act(AMFA)에서 가솔린이 아닌 다른 연료를 사용하는 차량을 개발하고 판매하는 자동차 회사들에게 인센티브를 주도록 법을 개정을 함.
 - * 주유 인프라의 발전을 장려하는 인센티브는 포함되어 있지 않음. 오늘날 E85 주유 인프라를 거의 만들어 내지 못하게 한 결과를 만들어냄.
 - * 에탄올 같은 알코올 연료가 이미 만들어져 있는 오일 파이프라인을 통해 이동될 수 없기 때문에, 반드시 기차 혹은 트럭 등의 운송수단으로 운반되어야 함. 또한 일정한 비율의 연료를 엔진에 공급하기 위한 연료센서를 개발하기 어려움.
- 철도운송기업에 따르면, 2008년 에탄올 시장은 늘어나는 수요에 대처하기 위한 신철도터미널 건설 덕분에 미국 남동부 지역에까지 확대될 것으로 예상(조지아주, 플로리다주, 북캘리포니아, 남캘리포니아).
 - 연료 터미널의 개선비용은 USD 20억 정도, 철도 차량과 터미널의 개선비용은 USD 6.6억 정도 소요 (McKinsey, 2009)
- 미국의 환경보호청(EPA, Environmental Protection Agency)에서는 현재 온실가스 배기가스의 28%를 차지하는 자동차 배출가스에 대한 법률들이 제정되고 이를 지키지 못할 경우 관세를 부과하고 있음. 또한 NO_x와 PM(Particulate Matter) 등에 관한 배출기준을 제정해 놓고 있어, 제조업체들은 배출량을 줄이기 위한 노력으로 그린카를 개발 및 생산하고 있음.
- 미국 환경보호청은 2005년 신재생연료 의무화규정(RFS, Renewable Fuel Standard)을 도입하여, 미국 옥수수 생산량의 3분의 1을 에탄올 생산에 사용하고, 에탄올을 수송용 연료에 혼합하도록 함.(OECD 2012).
 - 미국의 FFV(flexible-fuel 자동차)는 하나의 연료탱크에 E85(에탄올95%+가솔린 15%)연료나 무연휘발유 어느 것을 넣어도 주행 가능한 자동차
- 미국은 자동차 제조업자들에게 에탄올과 다른 대체연료로 주행이 가능

한 자동차를 더 많이 제조하도록 압력을 가하고 있음. 가정 공급을 촉진하기 위하여 수입 에탄올에 대한 관세 삭감도 검토중임.

- 에탄올 연소시 발생하는 이산화탄소는 교토의정서에서 규정한 온실가스 계산에서 예외 적용을 받아 온실가스 감축효과도 올릴 수 있으며, 보급에 별도의 인프라(충전소 등) 구축이 필요한 다른 청정연료와는 달리 기존 인프라(주유소)에서 공급이 가능해 조기 상용화가 용이하다는 장점이 있어, 수입 에탄올에 대한 관세를 낮추고 대체연료를 만들거나 판매하는 사람들을 위하여 더 많은 보조금을 지급할 예정임.

- 미국의 경우, 현재까지는 하이브리드 자동차 개발 및 보급에 주력하고 있으며, 하이브리드 버스의 최대 소비기관인 미국 교통국은 2011년 현재 50,000대 이상의 교통 버스가 운행 중이며, 이 중 디젤 하이브리드 버스는 2009년 기준으로 전체의 2%에 불과한 것으로 밝힘. 그러나 American Public Transportation Association에 따르면, 동 버스의 평균 사용 연수가 10년 이하인 것으로 나타나고 있어, 하이브리드 버스는 앞으로 빠르게 증가할 것으로 예상됨.

- 상용 트럭과 버스 또한 많은 친환경 차량들이 시장에 나와 있지만 높은 가격과 연료효율성에 대한 의문이 아직 시장에 만연해, 개발과 연구가 더욱 필요한 상황임.

□ 독일의 사례

- 기후변화 협약의 발효 등으로 지구 온난화와 관련하여 화석연료의 대안으로 수소 및 연료전지 개발이 세계적인 추세이며, 독일의 경우 미국과 달리 연료전지차(Fuel-cell Vehicle) 개발 및 보급에 노력중임.

- 연료전지는 연료의 화학적 에너지를 전기에너지로 변환시키는 장치로, 화학적 반응에 의해 전기를 발생시킨다는 점에서 배터리와 비슷하지만, 연료전지는 반응 물질인 수소와 산소를 외부로부터 공급 받으므로 배터리와는 달리 충전이 필요 없고, 연료가 공급되는 한 전기를 발생

- 연료의 연소반응 없이 에너지를 발생시키기 때문에 환경적인 측면에서 연료전지가 가지는 장점은 매우 큼.

- 반면, 수소 연료전지는 인프라 구축에 막대한 사회적 투자가 필요하다

는 단점이 존재함.

- 수소 연료 발전시스템이 상업화되기까지 해결해 나가야 하는 과제가 많음.
 - 신기술 개발을 통한 비용 감축
 - 관련 인프라 구축 및 안정성 확보 중요
- 독일의 경우, “하이테크 2020 전략 촉진”의 5대 주요 분야의 미래 프로젝트로 선정
 - 교통분야: 지속가능한 교통 구축(전기 자동차 기술, 수소연료전지 등의 에너지 저장기술 등에 21.8억 유로 지원)
 - 독일은 2015년까지 20개소의 새로운 수소 충전소를 건설할 예정임.
 - * 수소충전소는 기존 주유소에 병설, 투자비는 수천만 유로 들 것이며, 이에 인프라 분야의 파트너로 참여할 기회도 열어 놓은 상태임.
 - * 독일은 30개 정도의 충전소가 운영되고 있으며, 이 중 7개소만이 일반 대중에게 개방되어 있음.
 - * 독일은 또한 주요 도시에는 최소 5-10개소의 수소 충전소가 필요한 상황이며, 3년 이내에 20개소의 새로운 수소충전소를 주요 도로에 설치하여 네트워크를 설정할 계획임.
 - * 산업계 공동투자를 통해 2007년~2015년까지 총 14억 유로 규모의 투자를 진행중임.
- 향후 시장화 촉진과 관련하여, 대체연료 생산 및 이용 촉진을 위해 세액 공제, 세금 감면, 관세, 보조금과 같은 인센티브와 강제 판매방식 같은 제도를 시행하는 것과 바이오 연료 시장의 경제적 효율성을 개선시키는 중요한 인센티브를 제공하는 것이 바람직하며, 국가별로 다양한 조건과 목적에 따라 특정 조치들이 고려될 필요가 있음.
- 우리나라의 경우 연료전지 자체의 제조기술과 수소충전소 인프라 구축에 필요한 기술 매우 취약한 실정
 - * 수소 충전소의 경우, 다양한 원료를 대상으로 하여 수소충전소에서 수소를 생산하는 것은 그 생산과정이 단속적이기 때문에 효율성이 떨어짐. 따라서 별도의 대규모 수소 제조공장을 지어, 탱크로리나 트레일러를 이용하여 수소충전소를 운반하는 것이 바람직함.

□ 한국의 사례 소개

- 2012년 4월 정부는 전기자동차 2500대를 공공기관을 보급할 계획을 수립하는 등 전기차 개발 및 충전 인프라 구축에 노력하고 있음.
 - 전기차는 주행중 온실가스 배출이 전혀 없으며, 우리나라의 경우 배터리 분야에 비교우위가 있어 정부는 전기자동차 개발 및 보급에 집중하고 있음.
 - 2013년에 1만대를 추가적으로 보급하는 등 전기차 보급을 차츰 확대할 계획
- 그러나 전국적으로 전기자동차 충전을 위한 시설은 턱없이 부족한 상황임.
 - 급속 충전시설 31곳을 비롯해 491개의 충전시설만이 설치돼 있음. 배터리 용량 문제로 일반 자동차에 비해 주행거리가 짧은 상황에서 충전 시설마저 제대로 완비되어 있지 않아 보급에 한계
- 이에 정부는 40억원의 예산을 투입해 2012년에 급속 충전소 100곳을 전국에 설치하기로 계획
 - 서울과 제주 등 전기자동차 선도도시로 선정된 8개 지역을 중심으로 구축할 계획으로, 전기자동차 1대당 충전인프라 구축비용으로 880만원 지원
 - 주로 전기자동차를 구매할 것으로 예상되는 공공기관에 충전인프라를 설치하나, 일반 국민에게 개방하는 것을 원칙으로 하였음.
- 중기적으로 정부는 2015년까지 전국에 30km 단위로 충전시설을 설치할 계획이며, 전기차 보급과 충전인프라 확산을 위해 주유소 내에 전기차 충전 및 주차시설 설치를 허용하겠다고 발표
- 장기적으로 정부는 2020년까지 전국의 주요소 13000여개에 모두 전기차 충전시설이 설치되도록 자율적인 투자를 유도한다는 계획이며, 이를 통해 전기차의 시장점유율을 획기적으로 제고시킨다는 계획을 세우고 있음.
- 그러나 이러한 전기차 개발 및 보급 정책과 인프라 시설 확충 지원계획에도 불구하고 정부의 의도대로 전기차 보급이 촉진될 수 있을지는 의문임.

- 전기차 보급과 충전시설 유무 사이의 인과관계를 보았을 때, 현재 전기차 보급이 미미한 것은 충전시설이 부족해서라기보다 전기차 자체의 효율성이 뒤떨어지기 때문인 측면이 큼.

□ 예비타당성조사에의 적용 가능성

- 온실가스 원단위 조정 및 배출가스 배출량 조정과 관련한 논의
 - 프랑스의 경우, 에너지 소비·온실가스 감축 위해 시장가치 아닌 정책가치 적용하고 있음. 즉, 톤당 100유로로 책정하고, 매년 3% 상승분까지 반영
 - 이에 국토해양부는 녹색가치 반영을 확대하자는 측면에서 ‘교통시설투자평가지침’에 제시된 150,000원/톤을 적용할 것을 요구해오고 있는데, 이는 철도 관련 투자를 확대하려는 의도를 내포하고 있음.
 - CO₂의 사회적 비용은 대체로 시장가치 기반 원단위가 잠재가치(또는 정책가치)보다 낮은 것으로 추정되나, 이들 사례 간의 편차가 커 변경에 앞서 적정성에 대한 신중한 검토 필요(사례 1, 2 참조). 또한 온실가스 저감편익 산정시 철도에서 배출(철도 운영을 위한 전력생산에 소비되는)되는 CO₂ 배출계수를 추가로 적용할 필요도 존재하고 정책가치는 지향하는 정책목표실현을 위해 정책적 판단에 의해 결정하는 가치이며 이는 주관적 의사 개입 여지가 너무 크다는 측면에서 당분간 현재 수준을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단
 - 특히, 향후 대체연료자동차가 상용화되면 철도사업의 주요 편익 가운데 하나인 환경비용 절감편익의 기본이 되는 배출량 자체가 크게 감소할 것으로 예상됨. 현재 도로 및 철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침은 자동차 주행으로 인해 발생하는 오염물질별 배출계수를 산정하고, 오염물질별 대기오염비용 원단위를 산출하며, 마지막으로, 사업 시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화를 산정하고, 이를 오염물질별 대기오염비용 원단위를 곱하여 화폐가치화하고 있는데, 배출량이 변화한다면 교통사업, 특히 철도사업의 편익산정에 변화가 예상됨.
 - 그러나, 회의 결과, 많은 전문가들이 조속한 대체연료자동차의 상용화 및 시장화 시기에 회의적인 시각을 갖고 있는 만큼 현재로서는 배출량

감소에 신중하게 접근할 필요가 있다고 판단됨. 결론적으로, 향후 대체 연료 자동차 상용화 및 점유율 변화에 관심을 갖고 지켜볼 필요가 있지만 현재로서는 기존 배출량 및 배출계수를 유지하는 것이 바람직할 것으로 보임.

<사례1> 유럽국가

<표> 유럽 국가의 CO₂ 잠재가치 추정치 사례

구 분	영국	스위스	프랑스	독일
탄소잠재가치(€/tCO ₂)	25.5£	100	112.39	218.6
원환산가치(₩/tCO ₂)	48,373	129,800	145,882	283,742

주: 2007년 기준, 원화환산 시 1,298원/유로 및 1,897원/£ 적용

출처: 1) "How to Use the shadow Price of Carbon in Policy Appraisal", Department of Environment, Food, and Rural Affairs (DEFRA), 2009.

2) Ecoplan 2008, "Volkswirtschaftliche Auswirkungen von CO₂ Abgaben und Emissionshandel für das Jahr 2020". The Swiss parliament.

3) "The shadow price of carbon in France", Strategic Analysis Center, 2008.

4) "Federal Transport Infrastructure Plan 2003".

<사례2> 『새만금 풍력클러스터 조성사업 예비타당성조사』(KDI, 2009)

(1) 2003.12.12~2009.6.19 기간 동안의 CCX(Chicago Climate Exchange)의 VER(voluntary emission Reduction) 중간 값 \$0.002/kg(1200원/\$ 가정 시 2,400원/tCO₂)

(2) 한국 전력거래소의 2008년 모의거래 결과 얻어진 배출권거래가격 평균 9,820원/ton(참고: 최고가 30,000원/tCO₂)

(3) Point Carbon Secondary CER OTC (over-the-counter) assessment의 중앙값 \$22/tCO₂(1200원/\$ 가정 시 26,400원/tCO₂)

○상기 사례를 보면 잠재가격 또한 국가별로 큰 차이가 발생

· 유럽의 잠재가치(정책가치): 48,373~283,742원/tCO₂

· 기타 시장가치: 2,400~26,400원/tCO₂

○ 유가 상승 반영에 대한 고찰

- 해당항목은 2010년 예비타당성조사 제도개선사항에도 제기되었으며, 미반영하는 것으로 결론지은바 있음.

- 경제성 분석 시 기준연도 불변가 적용이 기준이며, 부문별 가격변동성

을 고려하고자 한다면, 공사비 중 자재비(철근 등)의 변동 가능성도 고려해야 할 필요가 있으며 유가변동을 고려한 통행량 예측결과가 필요함.

- 또한, 회의의 주제였던 대체연료 자동차로의 차종 변경(LPG, 그린카 등) 및 연비 개선 등을 고려하지 않은 단순한 유가 변동성 반영은 다소 무리가 있음.
- 물론, 대체연료 자동차의 개발 및 보급에도 불구하고 국제유가 수준에는 큰 변동이 없었지만 향후 유가 수준을 낮추는 방향으로 작용할 가능성은 여전히 존재하다는 측면에서 유가변동을 미고려하는 방안이 바람직할 것으로 판단

※ [참고] 연비개선 사항

- 교통안전공단의 2003~2009년 간 자동차 주행거리 실태조사 상 연료별 자동차 등록대수 비율 추이를 살펴보면 LPG 차량 비율 증가 추세
- 승용차 기준: 휘발유(03년: 75.13%→09년: 65.94%)
LPG(03년: 11.11%→09년: 14.02%)
- 전체차량 기준: 휘발유(03년: 53.20%→09년: 49.40%)
LPG(03년: 11.82%→09년: 13.82%)
- 장래 그린카(전기자동차 등) 보급 전망을 살펴보면 큰 폭의 성장세
- 『녹색성장 5개년계획(2009~2013)』(녹색성장위원회, 2009)의 그린카 보급 누적 대수(09년: 3만대→12년: 13만대, 연평균 증가율 63.0%)
- 『전기자동차가 몰고 올 변화의 물결』(LG경제연구원, 2009)에서 Deutsch Bank, HSBC, Credit Suisse 등 자료를 종합한 전세계 전기자동차 시장 전망 결과(09년: 80만대→20년: 1,660만대, 연평균 증가율 31.7%)
- 자동차 연비개선 정책 추진
- 『녹색성장 5개년계획(2009~2013)』(녹색성장위원회, 2009)에 따르면 선진국 수준의 자동차 연비기준 등 강력한 연비개선정책 추진