



미국의 석유산업 현황(4)

IV. 에너지 관련 문제

1. 전력산업의 규제완화와 리스트럭처링

미국의 전력산업은 마지막 남은 규제산업인데, 통합된 종적시스템 하에 규제를 받은 독점기업체에서 경쟁시장에서 성공적으로 기능하는 기업체로 변화하는 이행기에 있다. 지금까지는 전력은 발전/송전/배전 모든 면에서 독점하는 것이 자연스럽다고 여겨졌다. 그러나, 그러한 생각은 3개의 전통적 기능이 분리되어 자유시장의 힘에 맡겨지면 보다 효율적이고 경제적 우위에 서게 된다는 일반적 개념으로 바뀌고 있다.

(1) 규제완화 배경

금세기의 경쟁을 위한 밑바탕은 '78년의 공공전력규제 정책법(PURPA)와 '92년의 에너지 정책법(EPACT)에 의해 구축되었다. PURPA는 전력산업이외의 독립발전사업자(IPP)에 도매발전의 길을 열어 주었고 EPACT가 이 시장을 확대했다.

EPACT에서는 공익기업이 소유한 송전시스템의 제 3자 이용범위를 확대하는 것과 아울러 발전프로젝트에 대한 소유제한을 철폐하고 전력회사의 계열기업이 새로운 프로젝트를 다룰 수 있도록 배려되고 있다. 변화의 과정 가운데 연방에너지규제위원회(FERC)는 고시 888호령과 889호령('96년 4월 24일자)의 발동에 의해 州외부로의 송전선망을 가진 모든 전기사업자에 대해 타사에도 같은 서비스의 제공을 의무화하는 등 도매시장의 경쟁을 장려했다. 888호령은 전송(轉送) 네트워크에 대한

Open Access와 「Stranded Cost」 문제에 대해 기술하고 889호령은 전자 시스템 설정에 따른, 전송(轉送) 능력에 관한 정보의 공유화를 전력회사에 요구한다. 또, 46개주의 규제위원회는 도매시장의 경쟁에 관련된 행동을 개시했다.

이와 같은 규제완화의 목적은 각주/각 전력회사 사이에 존재하는 대폭적인 요금 격차(약 3배) 해소에 있었다. 요금코스트의 저감·평준화를 목적으로 한 전력시장의 자유화에 의해 미국에서는 싼 전기요금을 실현해 국제경쟁력을 향상시켰다고 할 수 있다.

(2) 리스트럭처링 과정

시장의 경쟁격화에 따라 전력회사도 코스트 경쟁력을 키워왔다. 리스트럭처링의 일환으로 인원을 줄이고 회사를 재편해 저코스트회사로 만드는데 노력하고 있다. 실제로 '80년대에 쏘美 3,500개사였던 전력회사는 현재는 3,200개사로 감소했다. 이들 회사의 대부분은 연료의 구입절차를 수정함으로써 낮은 연료가격의 메리트를 갖고 있다. 과거 10년에 비해 전력 구입이 늘고 있다는 것이 몇 개 전력회사가 저코스트를 위한 노력을 게을리하게 한다는 견해도 있지만, 한편에서는 연료 이외의 운영비와 유지비가 상대적으로 안정되었기 때문에 코스트삭감부문에서 어느정도 발전했다는 점도 시사하고 있다.

투자가가 소유하는 대규모 개인운영 전력회사는 에너지·서비스회사에 대한 투자를 확대하고 있다. 그것은 석유와 가스의 탐광, 개발, 생산, 에너지 및 비에너지분야에서의 외국기업과의 조인트벤처등에서 나타나고 있다. 그리고, 최근에 전력회사는 수익확대를 도모하기 위해 영국의 배전회사를 매수하는 등 활동의 장을 해외에서

찾으려는 움직임이 두드러지고 있다.

공영전력회사나 지방의 공영전력회사도 리스트럭처링의 영향을 받고 있다. 일반적으로 이들 전력회사는 낮은 운영코스트로 발전하고 있어 전력을 경쟁적으로 판매할 수 있다. 그러나, 앞으로는 IPP 등 투자가가 소유하는 전력회사와의 경쟁격화에 따라 전력판매업자와의 경쟁도 예상되기 때문에 공영/협동조합운영 전력회사는 코스트를 더욱 내릴 수밖에 없을 것이다.

(3) 재구축을 위한 두가지 문제

규제완화에 따른 리스트럭처링 과정에서 가장 많이 논의된 것은 *Stranded Cost* 문제이다. 이것은 고객에 봉사하기 위해서는 전력회사에게 있어 예외없이 발생하는 코스트인데, 만일 고객이 다른 공급자를 선택하면 회수할 수 없는 경우도 있다. 예를 들면, 원자력발전소 건설에 소비한 미회수투자등 이미 투자한 코스트의 미회수분의 부담이 커 사업으로서 계속 해 나갈 수 없게 될 우려가 있어 *Stranded Cost*는 업계 전체적으로 100억\$에서 5,000억 \$ 까지 이를 것으로 생각된다. 전력회사와 규제당사자는 이러한 코스트의 경감 또는 공정한 배분 방법을 검토하고 있다.

리스트럭처링은 환경면에도 많은 영향력을 갖는다. 우선 첫번째로 전력의 평균요금 감소에 따라 전력의 생산/소비가 같이 늘어 *Nox*와 *CO₂* 배출도 늘어난다. 두번째로 엄격한 환경규제에 처해 있지 않은 지역에서는 경쟁압력은 구식 석탄화력공장 소유자에게 그 공장을 보다 철저하게 부하를 갖게 해 통상적인 생활의 서비스를 계속 제공할 것이다. 세번째로 경쟁의 증대 *수요측 관리 프로그램이나 재생가능한 에너지의 전력사업투자를 결정한다는 것이다. 그 배경으로는 에너지절약 대책으로서 연방정부는 연간 20억\$로 추정되는 자금을 전력회사의 수요측관리 프로그램에 대해 지원하지만, 앞으로 이들 프로그램비용을 자동적으로 흡수할 수 없게 되어 간다는 어려운 사정이 있다.

※ 수요측관리프로그램 : 전력회사가 수요측에 적극적으로 중

용해 전력회사나 사회전체에 있어서 바람직한 수으로 유도하는 계획을 입안하는것. 일반적으로 에너지절약과 부하관리를 목표로 한다.

(4) 새로운 사업분야의 출현

전기사업자 자신과 아울러 이 리스트럭처링 과정에서 또 하나 주목할만한 전개는 전력판매업자의 출현이다. '95년에는 소규모였으나(도매전력의 겨우 5%를 차지하는데 그쳤다) 그들의 역할은 크게 확대되고 있다. 또 하나의 주요한 전개는 '96년초의 전력선물시장 탄생이다. 그리고, 결국 리스트럭처링은 「독립된 *System Operation (ISO)*」으로 불리는 1개사 혹은 복수의 발전업자에 의해 소유되는 송전 *Grid*를 독립 운영하는 회사에 대한 구상을 수립했다. *ISO*는 효과적인 도매 경쟁을 달성하기 위해 가장 중요한 개념으로 생각되고 있다.

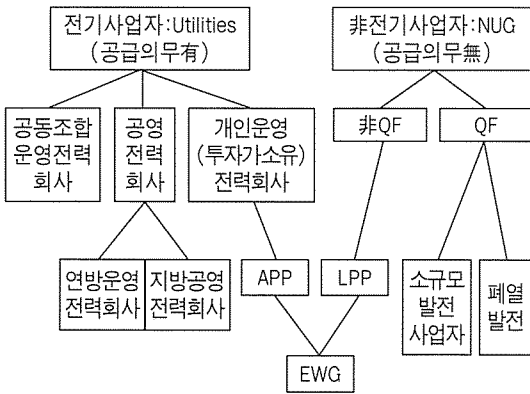
과거 10년간, 전력시장에서 가장 빠르게 성장하고 있는 분야는 *NUG*라는 非전기사업자 부문으로 연평균 15% 이상의 성장을 기록하고 있다. *NUG*는 *IPP*(독립계 발전업자)와 폐열발전업자로 구성된 독립계 발전사업자이다. <그림 7>

미국에서 석유회사는 *IPP*의 전형이라고는 할 수 없다. *IPP*는 *NUG*(非전기사업자)의 일부로 정의되기 때문이다. 석유회사(특히 정제업자)는 폐열발전시설을 운영하고 있지만 이것은 *NUG*의 한 형태이다. 정제업자는 전력의 대소비자이고 공장내에서 발전시설을 운전하는 것을 유리하다고 생각하고 있는데 그 발전의 대부분이 회사에서 소비되고 송전망에서 판매하는 것은 일부의 잉여분이다. 따라서, 이들 폐열발전시설은 전용 발전소로 설계되어 있지 않다는 점은 명백하다.

현재 *NUG*는 그 전력을 전력회사 판매에 대해서만 인정되고 있다(최종수요가에 대한 전력판매는 할 수 없다). *NUG*의 성장에서 나타나듯이 미국은 전력의 규제완화 선진국이라고 하는데 *NUG*가 전기사업 전체에서 차지하는 전력량의 비율은 약 10%정도에 지나지 않는다. 이 사업의 침투정도는 각 주에 따라 큰 차이가 있기 때문에 전

력자유화를 미국전체의 전반적인 경향으로 보기에는 아직 무리가 많이 따른다.

〈그림-7〉 미국의 전기사업



Q F: Qualifying Facilities (인정시설)
 非QF: Non-Qualifying Facilities (비인정시설)
 I P P: Independent Power Producers (독립계발전사업자)
 A P P: Affiliated Power Producers (자회사발전사업자)
 E W G: Exempted Wholesale Generator (적용제외발전사업자)

자료 : 일본공업신문사 「전력시장자유화」

(5) 석유산업에 대한 영향

석유산업은 전력사업의 재구축에 의해 몇 가지 점에서 영향을 받을 것이다. 우선 첫째 전력의 대소비자로서 석유산업은 낮은 전력가격의 혜택을 입는다. 그러나, 판매에 따른 이익이 낮아 석유산업의 순이익은 API의 연구조사에 따르면 연간 2억 \$ 정도일 것이다. 연료판매에 관해 말하자면 석유는 전원Source의 극히 일부를 차지하는데 지나지 않기 때문에 영향의 정도는 상당히 작다. 증대되는 전원Source 중 연료공급의 대부분은 천연가스인데 연료유에 의한 발전은 전력수요 증가에 따라 조금 늘어날 것이다.

미국의 석유회사는 많은 발전도상국에서 전력자회사를 설립하는 기회를 찾고 있는데 석유사업과 관련이 있든 없든 그러한 전력의 프로젝트를 추진하고 있다. 또, 천연가

스 회사는 석유회사의 가스자회사를 포함해 본래의 IPP 계획에 가까운 사업을 추진하고 있다고 생각된다. 천연가스 생산자, Gas Pipeline업자, 가스 판매업자는 미국과 발전도상국에서 많은 IPP계획의 일부를 구성하고 있다.

지난번 현지조사에서 방문한 회사 중에서 Conoco는 콜롬비아와 네덜란드에서 Fluid Delaid Coker에 의해 생산된 코크스 연소 형태의 IPP계획을 검토하고 있다. Valero는 미국내의 싼 전력요금을 이유로 IPP사업에 대해 고려할 여지를 갖고 있지 않다. 그 외 몇 개 석유회사도 경쟁격화를 배경으로 한 염가판매를 피하기 위해 국내의 IPP사업에 소극적 자세로 대처하고 있다고 평가하는 견해도 있다.

(6) 미국의 발전실적

미국의 연료별 발전실적은 〈표-32〉과 같다. 非전력회사의 발전능력이 '95년 시점에서 시설 및 산업의 영역별로 〈표-33〉에 나타나 있다(발전능력은 '95년까지 750.5GW이다).

〈표-32〉 미국의 연료별 발전량(1995년)

(단위: 10억KWH)

	전력회사	비전력회사
석 탄	1,652.9	57.7
천연가스	307.3	210.3
석 유(1)	60.8	17.0
원 자 력	673.4	0.0
수 력	293.7	14.8
기 타(2)	6.4	74.7
합 계	2,994.3	374.4

주 : (1)비전력회사의 정유공장 및 Still Gas포함
 (2)지열, 태양, 풍력, Biomass포함

IPP는 2000년에는 전미 발전규모의 10%(약 7,000만KW)를 차지할 것으로 예상된다. 향후의 신규 전원개발에서 그 발전 용량의 40~50%가 IPP방식에 따를 것이라는 전망도 있지만, IPP와 전력회사의 우위성에 관해서는 결국 발전코스트의 경쟁력 여하에 따라 다를 것이다. 또, 앞으로는 소매(송전) 자유화에 의해 지역의

<표-33> 미국의 비전력회사에 의한 발전능력(1995년말)

		구 분	발전능력(GW)
시설의 형태	발전		49.2
	IPP		21.1
	합계		70.3
산업그룹	[제조]		
	화학		15.5
	중공업		11.9
	기계		6.4
	기타		13.7
	소계		47.5
	전력, 가스, 위생서비스		14.9
	광업		3.4
	기타		4.4
합계		70.3	

독점은 무너지고 소비자는 공급 Source의 선택의 자유와 더욱 싼 에너지를 이용할 수 있을 것으로 예상된다.

2. 천연가스 및 전력산업의 변화

미국연방정부와 주정부의 규제완화에 의해 미국의 천연가스업계와 전력업계가 공히 대폭적인 리스트럭처링을 추진해 온것은 최근의 두드러지는 경향이다. 천연가스사업은 '78년에 시행된 천연가스정책법과 그에 이어 '92년에 에너지 정책법이 의회에서 승인된 이래 천연가스의 수송, 판매기능의 변화와 경쟁심화에 의해 천연가스 생산자와 판매자의 대형통합/합병이 여러건 추진되었다.

이를 배경으로 미국에서는 에너지 공급자와 소비자와의 관계를 변혁하는 작업이 추진되고 있다. 이 변혁 가운데 새로운 사태가 출현하고 있다. 그것은 '멀티연료 판매자', 또는 「에너지 슈퍼」라고 할 수 있는데, Enron스타일의 전력판매에서 나타나듯이 합병/통합에 의해 다른 형태의 에너지(주로 천연가스·전기·석유)를 지방행정기관이나 대형공장등의 대소비자에게 「팩키지」로 판매하고 있다. 즉, 「BTU수렴」 과정에 있어서의 천연가스 생산자, 수송업자 그리고 판매업자의 전력회사에 대한 참여/합병은 Combination에 따른 규모의 경제에 의해 추진되어

인건비를 줄이고 기술과 정보에 대한 Access를 늘리는 등 고객층을 확대하고 있다.

(1) BTU 수렴의 실례

Enron은 예전에는 단순한 파이프라인 회사였으나 '96년 7월 오레곤주의 Portland General이라는 전력회사를 21억\$로 매수한다고 발표했다. 이에 따라 연간 收入 100억\$이상의 미국 최대규모의 전력/가스 공익사업자가 탄생, Enron은 국제기업으로 성장했다. 이 합병은 규모면에서 에너지계에 미치는 충격이 커 BTU기업의 출연으로 주목을 끌게 되었다.

다음은 최근 M&A의 실례이다.

- '96년초, Texas Utility는 Enserch를 17억\$에 매수한다는 계획을 발표했다. Texas는 달라스에 본거지를 둔 전력회사로서 산하에 2개 공익전기사업자를 갖고 있는데 이 자회사를 통해 280만의 고객에 전력을 공급하고 있다. 한편, Enserch도 달라스를 본거지로 하는 여러 자회사를 갖고 있는 종합공익 가스 사업자로서 가스의 생산·수송·배급·마케팅, 더 나아가 IPP사업까지 진출하고 있다. 이 M&A에 의해 기대할 수 있는 것은 싼 가스의 공급, 마케팅지식의 흡수, 고객의 편리성 개선등을 들 수 있다.
- '96년 9월에는 Houston Industries가 Noram Energy를 24억\$에 매수, 미국 6개주에서 고객 360만명, 매출액 65억\$를 넘는 천연가스·전기를 공급하는 종합에너지회사가 탄생했다. 공통의 고객(약 60만명)의 획득, Noram의 전력 도매시장의 경험·지식의 활용 등, 매수에 의한 메리트는 크다고 생각된다.

(2) BTU시장의 장래성

「BTU의 수렴」과정은 석유산업의 규제완화에서 장려되던 과정과는 상당히 다르다. 가스나 전력부문에서 일어나고 있는 현상과는 대조적으로 때때로 어려움을 동반하

는 규제없는 과정을 거쳐 왔는데, 석유산업은 국가적인 사업 기구로부터 벗어나 지역적으로 한정된 시장, 또는 핵이 되는 사업지역에 따라 더욱 좁아진다는 경향이 두드러지고 있다. 결과적으로 소비자에게 최저한의 석유가격에 대한 위기관리서비스를 제공하고 있는데, 이것은 혁신적으로 성장하는 천연가스와 전력사업자들(에너지의 연합체기업)이 실시하고 있는 내용과 대조적이라고 할 수 있다.

이들 새로운 시장 참여자는 소비자에게 팩키지계약의 간결함과 더불어 가격의 안정성도 제공할 수 있다. 다시 한번 말하자면, 규모의 경제라는 이점을 발휘해 시장의 실용적 지식·경험이나 영향력을 가지게 되어 항상 변화가 심한 상품시장에서 성공을 거두는 것이 가능해진다. 「수렴」의 주창자는, 앞으로 전망되는 “에너지 슈퍼마켓”에서는 휘발유나 경유를 포함한 모든 범위의 연료유/에너지를 팔게 될 것으로 확신하고 있다. 그러나, 규모의 경제라는 관점에서는 석유정제회사의 중질유시장 등은 다른 에너지에 비해 규모가 작기 때문에 BTU 시장에 대한 접근은 곤란할 것이라는 견해도 있다. 현재, 미국내에서는 캐나다의 천연가스등을 배경으로 중서부에서 전개되고 있지만 캘리포니아에서는 아직 시작되지 않은 듯 하다.

3. 원자력발전과 안전성

원자력에 의한 전력공급은 미국에서 소비되는 총전력의 20% 이상('96년에는 22%)를 차지한다. 그러나, '70년 이후 안전과 경제성에 대한 관심이 높아져 100개 이상의 원전계획이 취소 또는 무기한 연기되었다. 새로운 원전인 TVA Watt Bar 공장이 '96년에 발전을 시작했으나 다른 것들은 계획되어 있지 않다. 미국 DOE의 예측으로는 여러 업계분석가도 예상하고 있듯이 원전은 통상적인 Time Table에 따라 서서히 Phase Out하며 ('96년의 총원자력능력의 38%는 2015년까지 폐기될 예정) 정지해 갈 것으로 보고 있다. 통상적인 정지 스케줄에 따르면 원자력은 2030년까지 미국에서 완전히

Phase Out하는 것으로 되어 있다. 미국의 에너지정책은 5~10년전과 비교하면 원자력에 대한 지지가 떨어져지고 있다. 몇 개 공장에서 안정성에 대한 우려가 있기 때문에 위의 정지 스케줄을 더욱 앞당길 가능성도 있다. DOE에서도 '96년에는 장기예측을 포함한 「연차 에너지 전망」 가운데 조기정지스케줄 시나리오에 기초한 예측을 제시하고 있다는 점이 주목할 만하다.

(1) 핵폐기물의 처리문제

사용이 끝난 원자력 폐기물 처리가 에너지정책과 정부 예산 면에서 중요한 문제로 남아있다. 폐기물의 장기적 처리문제는 아직 결론이 나 있지 않은 상태이다. '82년의 핵폐기물정책법('87년에 수정)에 의해 DOE는 국내에서 최초로 사용이 끝난 핵연료와 방사능 폐기물의 항구적 저장시설에 관계된 용지의 결정·설계·건설 및 운영 관리를 맡게 되었다. DOE는 네바다주 유카 산에 건설 후보지를 정하고 조사를 계속해 왔는데 네바다주와 해당 지역에서는 반대운동이 강력하게 전개되었다. 同정책법에는 '98년에 DOE가 사용이 끝난 핵연료를 집하·회수해야 한다는 규정도 있지만 그때까지 감시조건부 출하가능 저장시설(MRS)의 준비는 마련되지 않을 것으로 보인다. 同法에 의하면 원자력규제위원회(NRC)가 영구 저장시설에 관한 허가를 낼 때까지 DOE는 MRS를 건설할 수 없도록 되어 있다.

DOE는 폐기물처리에 관한 선진 Reactor의 R&D에 대한 보조를 통해 오염된 연방소유지와 DOE가 권한을 갖는 비연방시설에서 환경정화작업을 계속하고 있지만 최근에 와서는 그러한 연구에 대한 지지는 쇠퇴하고 있다. 게다가 低Level~中Level 폐기물의 안전한 처리에 관한 책임은 각 주가 지게 되어 있다.

(2) 석유산업과의 관련

원자력 문제의 증가는 석유산업과 밀접한 관계가 있다. 전력회사의 구식 원자력공장 대부분은 미국의 북동부에 위치해 있는데 그 지역에서는 여전히 석유가 발전(發

電)에 중요한 역할을 담당해야 할 지역과 중복되어 있다. <표-34>참조 특히 겨울철에 천연가스는 그 효용이 방해받기 때문에 원자력에너지의 부족을 석유로 충당한다는 특징을 나타내고 있다.

<표-34> 미국의 석유화력·원자력 발전(1996년)
(단위:%)

	석유	원자력
New England	15.2	41.8
Middle Atlantic	4.7	35.7
South Atlantic	4.7	28.2
미국전체	2.2	21.9

4. 재생가능에너지와 대체연료

재생가능에너지와 대체연료는 예산이 축소된 가운데 정책목표의 전통적 테마로 자리잡고 있다. 미국의 장기적 에너지 정책에서는 우선시되고 있지만 그러한 정책이 서서히 수동적으로 변화하고 있다. 레이건 정권 1기때부터 연방의 R&D자금은 서서히 감소해 왔다. 정부정책은 재생가능에너지와 대체연료 개발을 기본적으로는 시장과 민간부문에 맡기는 것이다. 그러나, 연방정책은 '92년의 에너지정책법(EPACT)규정에 의해 에너지의 재생가능형태로의 발전(發電)에 대해 규제상의 우대책(세금공제/인센티브)을 시장에 부여함으로써 어느 정도는 공헌했다. EPACT는 '94년 1월 1일~'98년 6월 30일 사이에 운전 개시하는 풍력발전 플랜트에 대해 10년간 1.5센트/KWH를 보조한다는 내용을 특별히 규정하고 있다. EPACT조항은 태양광 및 지열발전 기술에 대한 10%의 투자稅 공제도 포함되어 있다.

(1) AFV의 도입계획

DOE는 하이브리드차와 같은 신형차 개발을 위해 자동차공업협회와 공동보조를 추진함과 동시에 ①대체연료차의 연방구입 기준, ②Clean City Program의 확립, ③Service Station의 건설 등 대체연료차의 시장도입을

위한 프로그램을 만들고 있다.

석유산업에 있어서 가장 중요한 것은 수송대체연료의 문제이다. 연방과 주의 정책이 이 시안에 대해 영향력을 미치고 있다. 환경에 대한 배려와 대기질에 대한 관심 고취가 몇 개 연방과 주의 법률에서 대체연료, 또는 대체연료자동차(AFV) 사용을 의무화하도록 되어 있다. 특히 (a)'92년 EPACT에 의한 AFV차의 보급촉진, (b)캘리포니아 저배출차 계획(LEVP) 두 개 입법이 주목할 만하다.

(a)EPACT에 의하면 특정 공용목적 승용차 이용자(예를 들면, 연방기구, 주정부 및 시군구, 전력·가스사업자)는 신차구입시 일정비율의 AFV구입을 의무화한다. 연방정부의 대체연료 승용차 구입은 '96년에 25%, '97년에 33%가 되어야 한다. 또, '98년에는 모든 경자동차의 50%, 2002년에는 75%를 AFV로 구입해야 한다. 주 및 지방자치체는 AFV의 구입을 2002년에 20%, 2005년에 70% 늘려야 한다. 대부분의 민간 대체연료공급자(예를 들면, 가스와 전력, 또는 석유회사중에서 천연가스와 LPG를 생산, 판매하는 회사)는 '97년에 AFV를 30%, '99년까지 90% 구입하여야 한다. 오리지널의 법률 개정으로 AFV의 조기 및 + α 의 구입에 대해 앞으로의 몇가지 요구에 대한 지원차원에서 적용이 유예된다. 또, 종래는 전기자동차의 높은 차량코스트가 걸림돌이 되었지만 GM의 EVI에는 Tax Credit가 4천\$, SCAQMD에서 5천\$, 총 9천\$가 붙는 등 차량코스트가 높다는 생각은 약간 없어지게 될지도 모른다. EPACT에 의한 AFV차 판매의무에 대해서는 '95년에 15,000대였던 것으로 추정되는데 그 대부분이 천연가스(CNG)또는 LPG사용차량으로서 2015년까지 45만대/년 도달을 목표로 하고 있다.

(b)캘리포니아에 LEV계획은 '90년의 개정대기화법 하에 캘리포니아주에서 설정되어 CARB가 개발

한 Clean차 Pilot계획이 발전된 것이다. 그 계획은 엄격한 배기가스 기준을 설정하고 주요 자동차업체에 의한 '98년형 경승용차 판매대수의 2%를 ZEV(무공해차)로 할 것을 요구한다. 2002년까지 그 비율을 5% 올리고 2003년 이후는 10%를 ZEV로 해야 한다. LEV/ZEV 계획은 특별한 대체기술연료, 자동차를 의무화하는 일은 없지만 실제로는 전기자동차를 대상으로 하고 있다고 생각된다.

그러나 '96년초 CARB는 자동차업체의 압력으로 '98년의 도입의무를 완화해 보다 실질적인 시장기준의 접근방법을 채택했다. 최근 주당국과의 합의하에 자동차업체는 '96년부터 자발적으로 상당수의 ZEV를 발표했다. 특히, 각자동차업체는 신형전지탑재 EV는 지원이나 보조를 받기 때문에 신규개발에 주력하고 있다. 결국, 「2003년 이후는 ZEV를 10%로」라는 규제는 지금도 효력을 갖고 있지만 캘리포니아주의 ZEV도입계획은 코스트경쟁력 차원에서 달성에는 상당히 어려운 장애물일 것이다. 문제는 Technology가 아니라 도시의 NOx문제를 해결하는 수단이 될 수 있음에도 불구하고 소비자가 그러한 환경메리트의 대가를 지불하려 하지 않는 것에 있다. 연방 EPACT AFV차 의무는 현재 충족되지 않아 정부가 제 역할을 제대로 못하고 있는 듯하다.

EV에 대한 노력은 각주에 따라 다른데 주에 따라 감세를 실시, 대기오염 자동차의 규제등을 강화하고 있다. 캘리포니아주의 적극적인 LEV도입 계획이 추진된 이래 다른 2개주, 뉴욕과 매사추세츠가 영향을 받아 캘리포니아주의 계획을 채택했다. 다른 몇 개주도 마찬가지로 계획을 검토중인데, 이것은 개정 대기정화법하에서 요구되는 대기질의 개선을 위한 주의 실시계획(SIPS)의 일부로 자리잡고 있다.

(2) 대체연료의 현황 및 장래성

대체연료나 폐기물의 이용은 대부분 영속적으로(연료, 교통기관 양쪽의)가격이나 정책적 요구, 그 동기부여가 되는 것, 또 가장 중요한 것으로서 소비자/운전자의 사물

을 보는 방식이나 기호를 결정하는 작용을 한다. 그와 같은 가격, 정책, 기호를 이해 하기 위한 하나의 모델로서 '대체연료'와 '대체연료차'라는 용어는 폭넓은 의미로 이용되고 있다. 여기에는 구식이 아닌 엔진의 대체연료 및 구식 내연엔진 휘발유의 대체연료를 포함해 고려될 것이다.

휘발유 타입, 스파크 점화 엔진용의 여러 액체연료 또는 가스연료와 마찬가지로 압축점화장치 엔진의 자동차용 디젤연료도 대체연료에 포함시킨다(예를 들면, LPG, 압축천연가스, 에탄올, 메탄올, 장기적으로는 수소도). 현재 대체연료로서 확실한 것은 유일하게 전기 밖에 없다. 전기모터나 전기자동차 기술은 2가지 방향으로 각기 발달해왔다. 한가지 방법은 배터리 기술이나 원격조작 혹은 외부 발전에 의해, 나머지 방법은 연료전지와 직접적 또는 내재적 발전에 의존한다.

대체연료의 앞날은 두가지의 다른 대체 알콜연료와 전기가 될 것으로 생각된다. '95년 미국의 대체연료차(AFV)는 추정 310만대의 승용차로 구성되어 있는데 그 중 89% 이상이 디젤연료였다. '95년 AFV의 신규판매실적은 11만 5천대로 추정되고 대략 7만 5천대가 디젤연료차와 경트럭이었다. AFV는 여전히 미국 경자동차중에서 소수를 차지하고 있는데 '95년에는 전체적으로 거의 2억대의 경승용차중 1.5%가 AFV였다.

각각의 AFV가 평균적인 경승용차에서 이용되는 등량의 휘발유로 대체된다고 가정하면(대략 600갤론, 연간 14배럴) '95년에 AFV는 추정 11만 7천 B/D의 휘발유 대체효과를 얻게 된다. 에탄올/휘발유(10%)의 혼성연료로 이용된 에탄올을 포함해 생각하면 21.2만B/D가 휘발유로부터 대체되었다고 추정할 수 있다.

알콜연료는 에탄올 또는 메탄올에서 나온 액체연료도 포함되어 있다. 그것들은 M-100 내지 E-100, 무연휘발유와 일부 혼합된 M-85, E-85, 또 소량의 무연휘발유가 포함되어 있는 E-95와 같은 상업 Base로 알려진 연료첨가로 생각된다(M-85와 E-85의 경우, 15%가 무연휘발유, E-95의 경우는 5%가 무연휘발유이다. 여기에

서는 MTBE나 ETBE라는 명칭으로 널리 알려져 있는 에탄올이나 메탄올로부터 만들어지는, 휘발유첨가제용 에탄올은 제외 대상이다).

알콜연료는 휘발유에 비해 대기오염이 적고 옥탄가가 높아 보다 높은 압축비를 가능하게 해 에너지효율과 힘을 높인다는 특징이 있다. 그러나, 휘발유보다 에너지의 비중이 낮기 때문에 연료단위당 주행거리가 짧아진다. 알콜연료는 또 휘발성이 낮아 저온 시동성이 문제가 된다. 기타 중대한 결함으로 저장문제와 함께 파이프라인의 수송을 어렵게 하는 물의 용해도라는 과제를 들 수 있다. 알콜의 수송과 저장은 연료의 부식성 때문에 더욱 문제를 복잡하게 하고 있다. 이들 문제는 쌍방 모두 해결할 수 있지만 현재의 액체 수송 시스템의 대부분을 이용할 수 없게 되어 버린다. 게다가, 메탄올의 강한 유독성은 안전성에 대한 우려를 나타내는 한편 에탄올도 안전성에 대한 경계로서 변성제의 첨부를 필요로 한다.

(3) 배터리 기술과 연료전지

전술한 대로 전기나 전기자동차는 휘발유나 내연엔진의 단순한 대용이라는 범주를 넘어서고 있다. 단, 전기자동차는 연료순환 전체를 감안했을 경우 전기 발생에 따른 배출물까지 고려하면 전기자동차의 메리트는 대부분은 잃게 된다.

전기자동차 기술은 2가지 방향으로 발전되어 있다. 하나는 배터리 기술과 외부에서 발생한 전력의 활용이고 또 하나는 연료전지와 내재적으로 발생한 전기의 활용이다. 연료전지는 전기자동차에 있어 장기적으로 보면 효과가 있음에도 불구하고 현재 배터리기술 쪽이 연료전지보다 상당히 앞서있다. 실제로 고성능 배터리의 기술 혁신은 두드러지고 소비자의 견해도 변화하고 있다. '96년 가을에 발매된 GM의 EV1은 35,000\$ 라는 적당한 가격면에서 주목을 끌었지만 성능면에서도 뛰어나 80~90마일의 주행이 가능해질 것이다.

현재 鉛/산성 배터리에서 니켈 카드뮴형, 니켈 철분형, 니켈 아연형, 니켈 臭化物형, 나트륨/유황형, 나

트륨/니켈 염화화합물형, 리튬/니켈 금속 혼성형, 아연/공기형, 알루미늄/공기형에 이르기까지 광범위한 종류의 배터리가 개발·테스트 되고 있다. 현재, Developer는 자동차의 재충전까지의 주행거리, 충전시간 및 배터리의 수·크기 중량 문제 해결을 위해 노력함과 동시에 신형배터리 발견등의 타개책을 모색하고 있다.

연료전지는 배터리와 달리 에너지를 저장하는 것이 아니라 화학에너지를 전기로 변환하는 것이다. 당초에는 60년대에 Space Program의 하나로써 개발되었다. 연료전지의 경우, 수소와 산소가 촉매(주로 백금)를 매개로 혼합되어 전기 화학 반응을 일으켜 전기와 물을 만들어 낸다. 연료전지로 이용되는 수소는 외부 소스로부터 제공되든가(특별 탱크에 저장된다), 주로 메탄올로부터 직접적으로 발생한다. 메탄올 연료전지는 전통적인 대체연료와 그 반대편에 있는 연료와의 사이에 흥미있게 결합하고 있다고 할 수 있다.

(4) AFV의 경제성

경승용차부문에서의 전기자동차 보급이 여의치 않다. 전기자동차는 높은 투자 코스트가 낮은 운전코스트에 의해 상쇄되지 않기 때문에 코스트경쟁력이 없는 것이 사실이다. 가장 중요한 것은 미국의 자동차 사용자/소비자 일반은 깨끗한 공기를 평가하는 한편, 전기 자동차의 환경상 이점에 대해 기꺼이 자발적으로 대가를 지불하려 하지 않는다. 또, 전기자동차는 경승용차 오너가 원하는 성능이나 특성에 있어 많은 점에서 부족하듯 하다. 특히, 전기자동차는 넓이와 쾌적함이 결여되어 있고 소형·경량이기 때문에 안전성에 대한 우려도 안고 있다. 가속·주행거리도 문제점을 안고 있다. 전기자동차가 갖는 불리한 특성은 대부분은 해결할 수 있지만(예를 들면, 전기 모터와 결합된 작은 휘발유 엔진을 이용한 하이브리드차의 개발) 전기승용차의 보급에 대해서는 여전히 불확실하다.

여러 대체연료차의 추정코스트는 <표-35>에 나와 있다. 현재, 전기자동차는 일반적인 휘발유차에 비해 경쟁력이 떨어지는 것은 확실하다. 자동차 설계자나 제조업체는

전기자동차에 들어가는 자금이 적게 들어가는 것을 기대하고 있지만 환경에 관련된 상대적인 코스트/이익이 자동차의 코스트, 혹은 연료코스트와의 균형상 타당한 라인이라고 인정받지 못하는 경우, 여전히 상당히 어려운 경쟁을 할 수 밖에 없다. 이 문제에 관해 CARB는 '88년까지 2%를 ZEV로 해야한다는 규정을 일정부분 양보해 연기하기로 했다. 그 배경으로 자동차업체는 일반 소비자가 구입할 수 있는 수준의 가격경쟁력이 있는 자동차를 제조할 수 없다는 것이 분명해졌다.

〈표-35〉 대체연료차(AFV)의 경제성 비교

연료종류	가 격	교통수단의 평균코스트 \$/Mile(6)	연료의 평균코스트 \$/Gal(7)	평균거리 Mile/Gal	연료의 평균코스트 \$/Mile
휘발유(1)	\$18,000	\$0.240	\$1.25	25	\$0.050
경 유(2)	\$20,000	\$0.275	\$1.20	30	\$0.040
전 기(3)	\$30,000	\$0.400	\$0.60	40	\$0.015
C N G(4)	\$23,000	\$0.300	\$1.10	25	\$0.045
L P G(4)	\$20,000	\$0.275	\$1.15	30	\$0.040
알 콜(5)	\$19,000	\$0.255	\$1.30	25	\$0.055

주 : (1)평균적인 소형/중형차(예. 혼다 어코드, 포드 토러스)
 (2)Fullsize 화물 트럭
 (3)소형차/경자동차(예. GM의 원형 EV1)
 (4)전형적인 화물 밴/소형화물 트럭
 (5)연료Flexibility가 있는 소형/중형차
 (6)5년간/6만마일 대상·60개월 8% 용차·5년후에 40%의 再販가차有
 (7)휘발유 갤론당으로 환산해서 적용한 물품세 포함

(5) 시장에서의 AFV 방향성

대체연료 이용과 대체연료차의 침투는 향후 20년에 걸쳐 계속 성장할 것이다. 캘리포니아/뉴욕/매시추세츠의 Zero 배출차 판매를 의무화하는 주규제프로그램하에 의한 LEV와 ZEV의 판매는 2000년까지 75,000대, 2010년에는 35만대에 달할 전망이다. 대체연료/자동차의 역할은 입법상의 규제 결과로서 증대될 것이다. 그러나, 시장경쟁력의 성과로 대체연료/자동차 이용이 어느 정도까지 성장하는가는 아직 불투명하다. 향후 예측되는 경차 수송 수요에 있어 대체연료/승용차가 그 용도에 적절

히 대응할 수 없는 것은 극히 일부분에 지나지 않아 그 잠재적인 시장은 거대하다. 그러나, 대체연료/자동차 시장의 이용에는 몇가지 불확실한 요인이 존재한다. 그 요인으로서는 (1)연료 및 자동차의 미관, (2)소비자에 의한 성능의 인지, (3)자동차에 들어가는 코스트등을 들 수 있다.

〈표-36〉에 나와 있듯이 AFV차량수는 증가할 것으로 예상된다. 그것은 저침투케이스로는 연간 약 6.5%, 고침투케이스로는 9.5% 비율로 확대된다는 것을 의미한다.

〈표-36〉 대체연료차(AFV)차량수 전망

(단위:백만대)

	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년
[저침투 케이스]					
전기	*	0.2	1.0	2.0	3.0
알콜	0.1	0.1	0.4	1.1	2.2
CNG	0.1	0.1	0.3	0.9	1.6
LPG	0.2	0.3	0.4	0.9	1.6
소계	0.3	0.7	2.1	4.8	8.4
디젤	2.8	2.4	2.3	2.4	2.7
합계	3.1	3.1	4.3	7.2	11.1
[고침투 케이스]					
전기	*	0.2	1.5	3.4	5.9
알콜	0.1	0.2	0.9	2.4	4.7
CNG	0.1	0.2	0.9	2.4	2.5
LPG	0.2	0.3	0.5	1.3	2.2
소계	0.3	0.7	3.3	8.4	15.4
디젤	2.8	2.5	2.5	2.9	3.4
합계	3.1	3.3	5.9	11.3	18.8

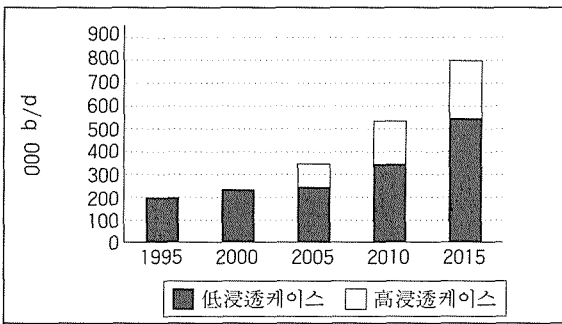
* : 5만대 이상

대체연료/자동차로 대체되게 될 휘발유량을 추정하면, 전력·CNG·LPG 또는 디젤연료에 의한 각 AFV에 의해 평균적인 휘발유 경승용차에서 이용되는 휘발유량(연간 약 600갤론, 또는 14Bbl = 1대당 휘발유 소비량/년)으로 대체될 것이다. 알콜에 의한 AFV연료가 휘발유로 대체되는 양은 전력 보다도 약간 적을 것으로 추정(연간 425갤론, 또는 10Bbl)되는데, 자동차의 대부분은 연료전환 가능, 즉 휘발유로도 휘발유 블렌딩으로도

임기응변에 대응할 수 있다는 사실을 반영하고 있다.

AFV의 차량수 전망에서는 AFV에 의한 휘발유의 대체는 상정을 감안했는데, 여기에는 10%의 휘발유 블렌딩으로 사용되는 에탄올의 양도 포함되어 있다. <그림-8>에 나와 있듯이 대체연료로 대체되는 총휘발유량은 향후 10년간 그다지 많지 않아 시장 침투가 낮은 경우, 2010년까지 40만 B/D, 2015년까지 50만B/D에 도달하는데 그친다. 침투정도가 높은 케이스에서는 휘발유 대체연료 전체로 2015년까지 약 80만 B/D에 달할 전망이다.

<그림-8> 대체연료 침투 전망



5. 에너지절약과 에너지 효율성

재생가능에너지와 마찬가지로 에너지절약과 에너지효

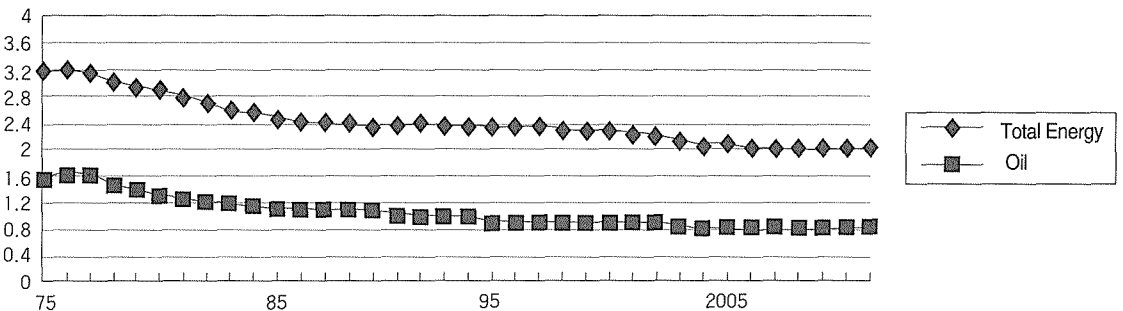
율 추구는 적극적 지지라기보다 수동적인 형태로 받아들여지고 있다. 현재, 연방정부가 추진하고 있는 에너지효율화 계획은 에너지정책법의 실시와 '93년의 기후변화에 관한 행동 계획(CCAP) 실시가 축을 이루고 있는데 연방정부에 의한 에너지 절약 및 에너지 효율에 대한 R&D예산은 거의 없어져 CAFE기준과 같은 효율성의 의무화에 대한 적극적 지원도 거의 없다. 새로운 電化제품, 보일러나 전기모터의 효율기준은(80년대에 많은 주에서 입법화된 결과) 실시가 의무화되었다. 이들 기준은 새로운 장치에는 적용되지만 낡은 장치의 효율성에 대해서는 어떤 기준도 정해져 있지 않다.

(1) 에너지효율 추이

에너지효율 개선은 과거 20년에 걸쳐 경제·환경·안전상의 이익을 창출해왔다. 지속가능한 에너지의 장래를 위해 정부는 열쇠를 쥐고 있는 경제부문의 에너지효율과 신축적인 연료공급에 대한 투자를 촉진하고 있다. 그래서, 정부는 기술과 관습에 존재하는 투자에 대한 시장장벽에 초점을 맞춰 가정상업/수송시스템/사무실/공장의 효율성 향상 프로그램을 실시했다.

그러나, 하나의 논점으로 에너지절약 및 에너지효율성의 문제는 점차 초점이 흐려지고 있다. 싼 에너지 가격으로 인해 공급측면에 코스트효과나 효율성을 추구하는 인센티브가 부족하기 때문에 과거 10년간 미국의 에너지 효율 성과는 Slow Pace이다. <그림 9>와 같이 약간은

<그림-9> 미국의 GDP단위당 에너지/석유소비량



개선되고 있지만 숫자상의 개선은 미국경제의 구조적 이행이 지속되고 있기 때문이라고 생각된다. 전문가들은 장기적으로 보면 서서히 상승할 것으로 보고 있다.

(2) 연비에 관련된 과세조치

에너지소비는 연방정부와 각 주정부에 의한 과세 대상이 된다. 이 중에는 평균연비를 대폭 웃도는 차종에 부과되는 「연료낭비세」도 포함된다. 이 과세 조치는 연비의 경제성을 촉진할 목적으로 설치되었는데 '90년의 세율인상에 의해 21.5~22.5마일/갤론의 차량에 대해서는 1,000\$/대가 과세되게 되었다. 주행거리가 12.5마일/갤론 미만의 차량에 대해서는 1대당 최고 7,700\$가 과세된다.

6. 지구온난화

클린턴정권은 취임 첫 해, 국민의 큰 지지를 얻어 기후변화 행동계획(CCAP), 즉 2000년 미국의 온실가스(CO₂, 메탄, NO_x등) 배출량을 '90년 수준으로 억제하기 위한 일련의 행동에 대해 발표했다. 계획은 수요측면의 행동(예를 들면, 최종에너지 사용 효율성 연구, 개발 및 Demonstration 계획, 효율성에 대한 교육 계획)을 비롯해 공급측면의 행동(예를 들면, 천연가스나 재생가능에너지의 촉진, 메탄 회수 계획, HFC사용 제한, CO₂를 흡수하는 植林 행동계획등 44개 시책으로 구성되어 있다.

만일, 이 행동계획이 완전히 실시된다면 2000년 시점의 온실가스 총배출량은 '90년 수준을 겨우 충족시킬 것으로 기대된다. 그러나, 정부의 예산분배상의 우선 순위가 낮게 정해져 있어 거의 대부분의 행동에 대한 자금원조는 크게 줄어 들고 있다. DOE의 최근 「연차에너지전망」은 2000년 경의 배출은 '90년 수준보다 15% 늘고 2000년부터 2010년 사이에 배출량은 11% 증가할 것으로 예상하고 있다. 배출량은 '90년초기의 예상을 웃도는 속도로 증가했지만 이것은 에너지가격이 예상보다 낮았

던 것이 하나의 요인인데 이것은 2015년까지 계속될 것이다.

종합적으로 볼 때 클린턴정권은 현재 진행중인 대화와 논의를 계속해서 지지하고 있다. 국제적 회의에서 미국은 에너지소비와 경제 성장의 Linkage에 대한 의문을 반복해서 지적해왔다.

어떠한 행동도 경제적/과학적으로 정당화가 가능하다고 주장해 왔다. 클린턴정권은 기후변화문제에 대해 엄격한 목표를 준수하기 위해서는 그것이 실시 불가능하고 비현실적이라고 해 (정치적으로는 국내에서의 지지를 얻을 수 없다) 반대 입장을 취하고 있다.

최근의 국제적인 회합에서 미국대표는 실시의무 내용을 유연하고 코스트효과를 발휘하는 것으로 대체해야 한다고 반복해서 언급하고 있다. 최근의 의제에서는 에너지 문제에 「시장원리에 입각한 합리적인 해결책」을 채택해 複數年의 배출량을 정하고 국가간에 배출권을 거래하는 소위 「배출Budget」을 고려하도록 Pannel에 제안했다.

클린턴정권은 온실효과가스 배출목표등의 국제적인 노력에 대해 본질적으로는 지지한다는 뜻을 표명했지만 논의를 지연시키는 등 당사자로서의 책임을 피하는 언동을 반복하고 있다. 따라서, 「기후변화 행동계획」의 적극적 영향은 경미한 것이었다고 생각된다.

이 과제에 관해서는 국제적으로 그리 진척되지 않아 배경에 있는 과학적 근거는 다방면에서 의문이 남은 상태로 있다. 그러나, 이것은 모두 그냥 지나칠 문제는 아니다. 국제적인 토론의 장에서는 금년 12월에 교토(京都)에서 개최되는 「기후변화협약 제3차 당사국총회(COP3)」에서 최종적인 Global Plan이 나올 것으로 기대하고 있다. 석유업계가 우려하고 있는 것은 최종 Plan에서는 화석연료 소비량의 대폭 삭감이 요구되고 게다가 석유는 가장 큰 타겟이 될 것이라는 것이다. Charles DiBona API사무국장은 「석유업계에 있어 가장 장기간에 걸친 유일한 위협」이라고 문제의 중요성에 대해 언급하고 API는 토론의 장에 적극적으로 참가하는 태도를 분명히 하고 있다. ☺