

# 原子力과 美國의 에너지政策

이 論文은 美國 DOE William H. Young 原子力 담당차관이 美國原子力學會冬季會議 및 USCEA의 NEF대회 합동開會式에서 特別강연으로 發表한 內容이다.

William H. Young  
(美國에너지省 原子力담당차관)

1989년 11월 샌프란시스코에서 개최된 ANS/NEF합동회의 석상에서 DOE차관으로 임명된 후 첫번째 강연을 할때 미국의 에너지 다원화 정책의 일환으로 원자력을 선택하는데는 경제성이 있어야 한다는 것과 또 원자력이 에너지源 중 기본에너지가 될 것이라는 낙관론을 피력한 바 있는데 1년이 지난 지금도 이 낙관론에 변함이 없다는 것을 강조한다.

작년 11월이후 국민여론조사결과는 원자력에 대한 국민의 지지율이 계속 상승하고 있다. 국민들은 전력설비가 더 필요하는 것을 분명히 또는 지역적으로는 위기의식을 가지고 인식하기 시작했다.

세계적인 에너지 및 환경보호인식의 고조가 원자력에 대한 주목과 정치적인 지지를 증가시키고 있다. 이와 동시에 산업계와 정부에서도 원자력산업이 에너지시장에서 부흥되도록 앞으로 수년동안 몇가지 중대조치가 성공적으로 성취될 수 있도록 노력하고 있다.

이제 미국의 에너지정책에 대해서 논하고자 한다. 이라크의 후세인 대통령이 쿠웨이트를 침공하기 1년전인 1989년 7월에 부시 대통령은 DOE장관에게 국가 종합 에너지전략(National Energy Strategy-NES)을 서둘러 수립하도

록 명령하였는데 그때는 이 문제에 대해서 일반국민의 관심이 없었으나 이라크의 쿠웨이트 침공 이후에는 미국 특히 워싱턴에서 원자력계가 늘 인식하고 있는 문제인 에너지의 중요성, 특히 전기가 미국경제와 국민의 생활수준에 대단히 중요하다는 것을 알게 되었다.

1989년 7월 이후 DOE는 미국전역에서 18회의 공청회를 통해서 광범위한 국민여론을 수렴했으므로 NES에너지전략은 지금까지 발표된 어떤 에너지정책 보다는 아마도 가장 종합적인 기술적, 분석적 작업이 이루어진 것이 될 것인바-현재 DOE는 경제정책심의회(Economic Policy Council)에 몇가지안을 제시하여 심의를 요청하였고 12월초에는 대통령에게 건의되어 대통령이 몇개안 중에서 선택하여 승인하면 곧 유인물로 발간될 것이다.

註)William H. Young씨는 Webb해군기술원과 조지워싱턴 대학(공학석사)을 졸업하고, ACE의 해군 원자로국 근무를 거쳐 Burns & Roe社에서 원자력 및 화력담당과 증식으로 담당을 거쳐 1985년~1989년 사이는 William H. Young & Associated社를 설립 운영하다가 1989년 9월에 DOE차관에 임명되어 현재 DOE 시험로, 민간원자로 개발, 우라늄농축, 원자력잠수함 및 원자력안전정책을 담당하고 있다.

원자력의 확대는 NES 에너지전략에서 계획하고 있는 선택안 중의 하나이며 이것은 곧 추가전력 발전설비증가에 직결될 것이다. 전력수요와 GNP의 성장율은 20여년간 서로 밀접한 상관관계를 유지하고 있는데 NES의 분석이나 기타 관련전망치에 의하면 전력수요는 GNP의 성장율을 약간 下廻하는 수준에서 성장을 지속할 것으로 보인다.

그러나 미국의 전력회사는 예비전력이 계속 하락하는데도 불구하고 기저부하용, 전력설비용 신규발주를 거의 하지 아니 하였으므로 앞으로 이부분의 발주가 급증할 수 밖에 없을 것이다.

미국은 현재 700GWe의 발전설비를 보유하고 있는데 NES 에너지전략이 추진되면 다음 20년간에 신규설비 250GWe이상이 소요되고 그 중 대부분이 1995년 후 부터의 소요분이다.

2030년까지는 신규설비 소요분을 합치면 총 1,000GWe를 초과할 것이며 그중 85%는 기저부하용으로 이용될 것으로 믿고 있다.

기저부하용 설비의 가용電源으로는 石油, 천연가스, 약간의 재생가능에너지(Some renewables), 석탄 그리고 원자력이 대상으로 포함된다.

그중 앞으로 수년간은 천연가스가 기저부하설비 추가 부문에서 우위를 차지할 것이고 현재 대단히 매력있는 선택대상인데 그 이유는 상대적 가격저렴과 복합설비로서 가스/화력발전소의 kW당 건설단가가 재래식 석탄발전소의 半이라는 이점때문이다.

그러나 가스가격은 NES 에너지전략의 예견 기간중에 그 상승이 지속될 것으로 판단되기 때문에 앞으로 가스는 기저부하설비로는 제한된 범위에서만 활용될 것이다.

石油은 90년 8월 2일 쿠웨이트 사태로 나타난 바와 같이 미래의 기저부하용으로는 안전하고 경제적인 자원이 될 수 없다. DOE로서는 미래의 發電을 石油라는 신뢰할 수 없는 資源에 의지한다는 것이 미국의 전력회사를 위해서 매우 경솔하다고 믿고 있다.

재생가능 에너지源(Renewable Energy Sou-

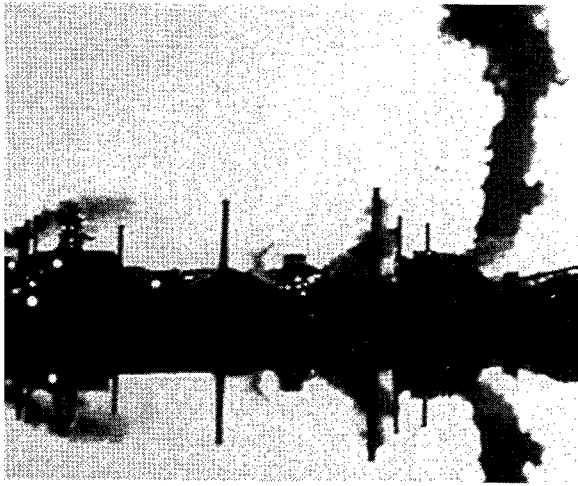
rce)는 미국의 전원설비구성에서 앞으로 중요한 역할을 할 것이고 중간 및 첨두부하 전력공급에는 큰 몫을 할 것이지만 그러나 장차 필요한 기저부하용 설비로서의 대량 전력공급은 기대 할 수가 없다.

석탄과 원자력이 신규기저부하용 설비를 마련하는데 계속 총당될 것인데 그이유는 이들 기술이 78% 이상의 높은 설비 이용률을 가지고 있어서 비교적 저렴한 비용으로 전력공급이 가능하기 때문이다.

재생가능에너지중 수력과 地熱 두가지는 추가기저 부하설비의 후보전원이 될 수 있다. 그러나 이 두가지의 기술도 극히 제한된 것으로서, 수력은 지역의 특성, 입지가가능성, 기후조건 그리고 환경문제를 포함한 제도상의 장애요인을 고려하지 않을 수 없다. 수력발전소에서의 송전문제는 대륙과의 장거리 송전선건설이 필요하고 많은 전력손실과 입지문제가 야기된다. 지역발전 역시 수력발전과 같은 지역적 특성을 가지기 때문에 입지활동문제 및 투자비와 송전선 건설의 어려움 때문에 제한적일 수 밖에 없다.

기타 다른 재생가능에너지의 설비이용율도 계속적인 기저부하용 공급 임무를 감당하기에는 충분하지 않다. 대부분의 태양열발전소 기술도 그 이용율이 10%~30%에 불과하다. 風力發電의 利用率도 마찬가지로 10%~35%以下에 불과하다.

만약 주요에너지정책이 변하지 않고 원자력의 이용이 확장되지 않는 현재의 추세가 계속된다고 가정하면 발전연료 중에서 石炭의 점유율은 1990년의 51%에서 2010년까지는 63%로 증가할 것이고, 2030년까지는 80%까지 급상승할 것이다. 최근에 국회를 통과한 대기정화수정법률(Clean Air Act Amendment)이 석탄발전소의 폐기물을 더욱 制限할 것이지만 DOE의 석탄정화기술(DOE's Clean Coal Technology)계획에 따라서 신규규제도 대응 또는 극복할 수 있는 기술이 나올 것이다. 신 석탄정화기술은 SO<sub>2</sub>나 NO<sub>x</sub>의 배출량을 크게 감소시킬 수 있을 것이지만 원자력과 개량석탄



정화기술간의 폐기물의 차이를 비교 논한다는 것은 별로 의미가 없다. 결론적으로는 원자력만이 전적으로 이들 대기오염폐기물을 피할수 있다.

지구 氣溫 변화의 가능성이 CO<sub>2</sub>의 배출때문이라는 확정은 현재의 인간 과학기술로는 불분명하지만 원자력발전은 지구온도상승을 일으키는 당사자인 CO<sub>2</sub>를 배출하지 않는다.

DOE가 수립하는 NRC(국가 에너지 전략) 시나리오에 의하면 原子力의 역할이 확대될 때 비로소 CO<sub>2</sub>의 배출은 2030년까지 320백만톤까지 줄일 수 있고 이 양은 원자력발전을 배제한다고 가정할때에 예상배출량의 25%가 감소되는 것이다.

이상과 같은 이유로 원자력발전의 확대가 NES의 기본골격이다.

원자력발전설비를 추가하는데 필요한 가장 경제적인 방법은 원전의 수명연장인데 현재의 40년에서 60년으로 수명을 확대해야 한다. 2000년에서 2010년사이에 미국의 운전중인 발전소중 40기가 인가기간이 만료된다. DOE는 NRC의 인가갱신규칙의 개선수정안이 앞으로 적용될 것으로 기대하면서 1993년까지 PWR1기, BWR1기 합계2기의 운전중 발전소에 대한 NRC인가갱신절차에 필요한 자금을 시범적으로 공동 출자하도록 하고있다. 많은 전력회사가 원전수명연장에 대한 결정을 1990년 전후에

단안을 내려야 할 형편이다.

1995년부터 2010년의 기간에 250GWe이상의 설비추가를 가능하게 하자면 신규발전소가 1995년 까지는 발주되어야하고 2000년까지는 발전을 개시하여야 한다. 그러므로 앞으로 5년간은 국가의 에너지 수요를 원자력의 확대에 충족시킬 수 있도록 필요한 기초를 확립해야 할 주요한 시기이다.

신규원전이 건설되려면 석탄정화기술과의 경제성경쟁이 필수적이다. 신규발전소의 건설비 및 운전비는 건설재원 조달시점에서 사전에 확실해야한다. 근본문제는 발전소설계 및 건설계획을 보다 명확히 하는데 있다.

이제는 '80년대에 야기된 특징인 과다한 설계변경이나 공기지연현상을 묵과하여서는 아니 된다. 다행이 NRC의 신인가개정규칙 10CFR 52항은 원전건설의 확실성을 담보해주는 장치 마련에 좋은 시발이 된다. DOE와 산업계는 신인가규칙의 적용을 잘 지켜 나가도록 최선의 노력을 경주해 나가야 할 것이다.

DOE는 두기의 신형원자로인 1,300MWe급 발전소설계가 1992년까지는 NRC의 요구사항에 합격할 수 있도록 설계인가절차에 필요한 재원을 공동출자로 수행하고 있고 또 600MWe급 두기의 수동형안전로 ALWR설계의 NRC 승인절차를 위해서도 공동출자로서 1995년까지는 완료하도록 조치하고 있다. 이러한 계획은 1995년까지 전력회사가 신규발주개시를 할 수 있도록 여건을 조성하는데 필요한 조치이다.

원자력산업이 당면한 가장 심각한 문제중의 하나로서 불원간 해결하지 않으면 안되는 것은 인가승인에 관계된 것들이다. 그것은 곧 설계수준의 문제인데 안전성도 충족시키고 표준화도 성취시켜서 NRC의 인증을 받을 수 있도록 해야 하는 것이다. 산업계와 DOE는 NRC에 대해서 상세설계서가 안전성 요구에 충족되도록 하는데 한해서만 필요하도록 규제절차가 표준화 되어야 한다고 강력히 요구해 왔다. 설계입증의 적기완료, 10CFR 52항 절차의 실행가능성 그리고 원자력발전의 확대 전망은 모두 이문제에 달려있다.

또한 DOE는 과밀설계가 안전성 입증에 기본이 되어야 한다는데는 반대하지만 과거에 있었던 설계의 과다 급증현상을 피하기 위해서는 설계의 표준화가 반듯이 이루어져야 한다는 NRC의 입장에는 전적으로 동의한다. 산업계와 DOE의 표준화에 대한 협약만이 인가문제 해결을 가능케하고 부당한 규제적용을 피할 수 있을 것이다.

표준화에는 시장성(Market)과 경제력(Economic Forces)이 선행되어야 한다는 것을 이해하고 있지만 또한 산업계와 DOE가 소위 상업적표준화(Commercial Standardization)를 보증해야 한다고 믿고 있다. 그렇게 함으로써 발전소 설계가 설계관련작업으로 아래사항을 제외하고는 모든 단계를 명확히 할 수 있고 완료할 수 있다고 생각한다.

그외의 미결문제는

- 기기 및 자재조달과 이에 수반되는 세부설계
- 발전소건설예정지에 대한 특정입지 설계 적응
- 건설현장 상황정보의 총합(Incorporation of as-built information)이다.

규제기관의 입증과 상업적표준화 두개념은 기기 및 자재의 경쟁입찰구매를 가능하게 한다.

상업적표준화를 달성하는 첫번째 발전소 설계를 전술한 세가지 점을 제외하고는 완성케 된다.

원자력 발전소의 조기 발주 및 상업적표준화의 촉진을 위해서 DOE는 1995년까지는 상업적표준화가된 ALWR발전소 1기 이상의 설계가 완성되도록 엔지니어링 업무에 우선 공동출자하는 방법을 모색하고 있다.

또 DOE는 민간부분에 비용분담방법을 통해 신NRC인가규칙으로 조기입지 선정 인가절차를 시도하여, 1995년까지는 원전조기발주신청에 필요한 입지선정이 되도록 추진할 계획이다. DOE는 이미 이 목적을 위한 제안요청서를 발송하였다.

신규원자력공사를 유도할수 있는 또하나의 방법을 대규모 독립전력회사(Independent Power Producers-IPPs)를 설립할 수 있도록

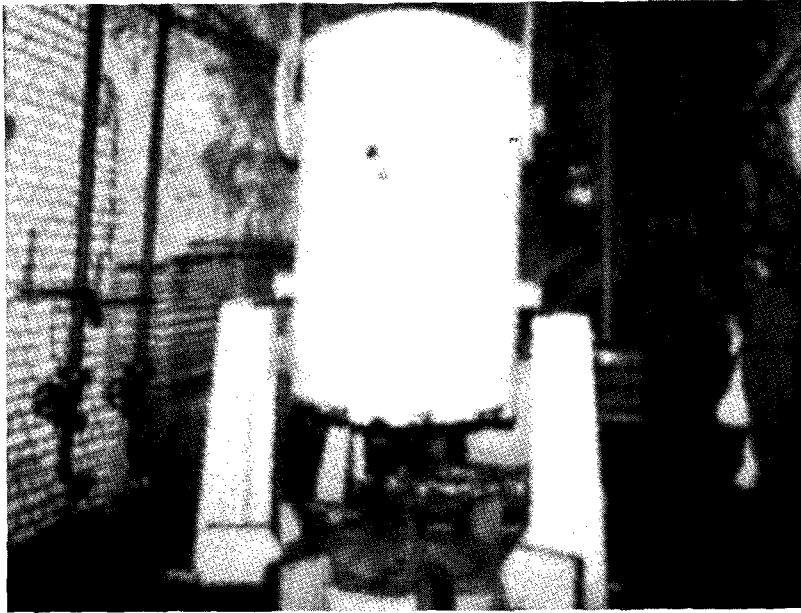
자유시장기능에 맡기는 일이다. DOE의 연구결과로는 IPP계획으로 설립하는 원자력발전소는 IPP방식의 화석연료발전소 보다 가격경쟁에서 우세하고 순 투자액의 20% 투자보수율을 보증 받을 수 있다.

DOE는 이상의 조치들이 성공적으로 성취될 때 NRC의 신인가규칙의 불확실을 줄이고, 인가과정에서의 안전성을 증진시키며 보다 예측 가능한 공사계획, 그리고 원자력발전 건설계획의 재원조달면에서는 재정적 손실위험이 크다는 투자자들의 선입견을 바꿔 놓을 수 있을 것이라고 확신하고 있다.

그러나 NRC인가규칙에는 개선해야할 면이 상존하고 있는데, DOE가 주관 조사한 바로는 미국 원자력발전회사 및 투자기관의 임원 3분의 1이 현행규칙의 개정과 연방규제절차(The federal regulatory process)의 입법이 신규원전발주에 필요한 선행조건이라는 것을 표시하고 있었다.

1990년 11월 2일 워싱턴 D.C.의 연방고등법원은 10CFR 52항에 반대되는 판결을한 바 있다. 법원은 건설과 운전의 공동인가의 발행은 지지하지만 건설후 공청회를 제한할 규정조항은 무효로 한다고 판결한 것이다. 법원은 규정의 해당조항이 미원자력법(The Atomic Energy Act)에 일치하지 않는다고 지적하고 건설후 공청회의 기회를 무제한으로 허락해야 한다고 요구했다. 이 고등법원의 결정으로 제2차 공청회 필요규정은 결국 옛날과 같이 이단계 인가절차로 돌아가고 말았다. 이 법원은 원자력법이 규정한 건설후 공청회 규정의 변경절차와 관련해서 “그러한 개정의 중국책임은...원자력 위원회에 있는 것이 아니고 의회가 가지고 있다”라고 천명하였다.

이 법원의 결정은 규제관계법의 개정에는 입법이 필요하다는 것을 명확히 해주고 있다. NES에너지전략의 대책으로 DOE는 NRC규칙의 법조화문제, 착공권 긴급계획서 발행(Emergency Planning Issues)으로 해결하는 방안 또는 잠정적으로 상당히 제한된 건설후 공청회 절차의 마련으로 인가수속의 지연가능성을 피



하는 한편 정당한 안전성문제 제기를 허용하는 방향으로 방법 등을 고려하고 있다.

그 다음으로 원자력의 선택에서 국민과 전력 회사의 확신을 가로 막는 장애요인은 방사성폐기물이다. 방사성폐기물 처리문제의 해결은 신규원전발주에 필수적인 과제가 될 것이다. 2010년까지 고준위 폐기물저장소의 이용은 불가능 하겠지만 폐기물 관리문제의 해결을 위한 조치는 현재 진행중이다.

DOE는 앞으로의 계획으로 1992년말까지 Yucca산에 탐사축설비를 하고 MRS계획에 참여할 자원유치주(州)와의 조정협정을 의회에 제출하게 되어 있다.

1995년까지 Yucca산에 대한 타당성 평가를 대부분 완료하고 MRC입지를 선정해야하고 NRC에 인가신청서를 제출하고 1998년에는 MRS설비 가동을 목표로 하고있다. DOE는 이러한 목적이 실천되도록 여러가지 계획을 조치하고 있으며, 1995년까지는 수요자나 각 주(州)의 전력위원회 그리고 국민들에게 신규원자력발전소와 더불어 폐기물관리사업을 진행해야 한다는 것을 설득시켜 나감으로써 이계획 대부분의 공정이 진행되도록 추진해 나갈 것이다.

미국의 원자력산업은 33년의 전례없는 안전 기록을 보유한 성숙된 산업이며, 원자력발전소는 총 1,425로/년 이상의 안전운전 기록을 쌓고 있다. 신규발전소는 보다 더 안전하게 설계

될 것이다. 말할 것도 없이 미국의 운전중인 발전소가 안전운전의 기록유지를 하는 것만이 신규원전의 국민적 수용에 근본이 될 것이다.

광범위하게 논의 되어온 1979년 TMI사고는 국민에게 끼친 상해가 전혀 없었고 발전소 인근 주민의 발암사망 유발도 전혀 없었다는 사실이 최근에 확인 되었다. 미국 국립보건원 산하의 국립암연구소는 최근 원자력설비에 관련하여 2년간의 암사망을 종합연구서를 발표했다. 이 연구소는 원자력설비 인근마을이라고 해서 암사망율의 위험이 높다는 것을 전혀 근거가 없다고 발표했다.

그럼에도 불구하고 원자력산업계는 일반국민에게 원자력의 안전성과 위험을 국민에게 계몽해야 하는 책임을 가지고 있다. 정부와 산업계, 교육기관 그리고 관련 집단은 앞으로의 수년간 원자력발전의 이점은 물론 위험성에 대해서도 국민에게 사실대로 홍보하는 성숙된 업무자세를 수행해야 한다고 생각한다. 특별히 방사선에 대해서 초점을 맞추어야 하겠다.

방사성에 관한 많은 논문과 기사가 발표되었음에도 불구하고 일반 국민의 반수만이 방사선의 정체를 이해한다는 것이 최근의 여론조사에서 나타났다. 본인은 우리보다도 일반 국민들이 방사선의 위험을 기타 다른 사회적 위험과 비교할 수 있는 견문을 넓혀 나갈수 있는 좋은 방법을 단기간에 모색해야 된다고 생각한다.

본인은 원자력발전이 그 건설이 필요한 시점에서는 국민의 지지를 얻을 수 있다고 낙관하고 있다. 가장 중요한 것은 입지예정지역에서 지지를 얻지 않으면 않된다는 사실이다. 지난주에 있었던 Oregon지방의 Trojan원자력발전소의 폐쇄문제에 대한 국민투표에서 패배, 기타 과거의 유사국민투표에서의 패배는 바로 국민들이 현 운전중인 발전소를 보고 그것을 근거로 의사결정을 하고 또 앞으로 그렇게 할 것이라는 성향을 보여준 것이다. 신규 발전소에 대한 지지 획득은 더욱 어려울 것이다.

여러 여론조사에서는 미국 국민의 80%가량이 원자력이 미국의 앞으로 전력공급에서 대단히 중요하다고 믿고 있는 것으로 나타나고 있다. 1989년의 한 여론조사에서 본인으로서는 대단히 중요하다고 생각되는 질문이 있었는데 그것은 “만약 원자력발전소가 당신의 주거지역에 필요하다 한다면 당신은 원전 건설에 대한 결정을 찬성할 것인가, 반대할 것인가, 유보할 것인가”라는 질문이었다.

결과는 찬성 16%, 반대 23%인 반면에 결정을 유보하겠다는 사람이 59%나 되었다. 이 여론조사에서 배운 교훈은 국민의 핵심다수에게는 원자력의 이점과 불리점에 대해서 교육을 시킬 수 있는 여지가 있다는 사실이다.

원자력발전은 기술적으로 어렵고 국민의 대다수는 기술지식에 무지하다는 것을 생각하면 국민계도는 대단히 어려운 과제이지만, 미국 국민은 선량한 심성을 가졌으므로 대체에너지에 대해서 국민에게 분명하고 요령있게 설명을 한다면 올바른 결정을 내릴 수 있을 것이라고 확신한다.

원자력발전의 이용에 대한 앞으로의 국민적 선택은 미국 민주주의의 영향을 직접 시험할 계기가 될 것이다. 국민의 20%가 원자력을 반대하고 있는 것은 분명하다. 본인은 최근 어떤 회의에 참석해서 반원전 인사와 기타 다른 의견을 가진 사람들과 대화를 가진 적이 있었다. 그들은 원전을 반대하는 핵심은 대다수 국민이 아니라 국민들이 추종하는 “회의론적 엘리트(Skeptical Elite)”라고 지적하였다. 그들은

또 국민중 20%의 대단히 열성적인 소수집단은 장치 미국의 원자력발전의 이용확대를 지지하고 있다고 지적하고 있다.

본인은 미국의 민주제도하에서는 국민대다수의 의향과 선호가 소수 “회의적인 엘리트”의 문화혁명적인 특출한 비전(visions)을 이겨나갈 것으로 확신한다.

그래서 미국의 사회정책은 미국문화의 기반을 형성하고 있는 합리적인 선남선녀들의 광범위한 문화적 응집력의 지지를 획득하는데 있으며 이들 합리적 국민의 상식은 독립이라 미국의 힘의 원천이 되어 왔다. 국민의 핵심적 다수가 국민의 숙원사업, 일반적인 선(善) 그리고 미국사회 미래의 방향을 결정해 나가도록 해야 하므로 원자력의 이용도 그 이점을 타 대체에너지와 비교하여 이해하는 그러한 바탕위에서 결정을 할 수 있어야 한다.

끝으로 미국의 에너지전략에 대해서 간단히 언급하겠다. 20년전에 우리는 미국사회의 환경문제가 심각하다고 판단을 내린바 있는데, 지금은 전기에 대해서 그러한 판단을 내릴 때가 되었다.

합리적인 가격으로 적절한 전력을 미국경제에 공급하는 것은 미국사회가 행복한 생활을 누려 나가는데 있어서 환경보전에 못지않게 중요한 것이다. 더욱이 두가지 목표는 서로 배제하는 것이 아니다. NES 에너지전략은 이러한 점을 반영해서 정책결정을 할 것이다.

원자력은 에너지와 환경이라는 두 목표를 충족시켜주는 완벽한 표본기술이다. 그러나 산업계, DOE 및 NRC는 의회의 필요한 도움을 받아 1995년까지 각 전력회사가 원자력개발계획을 선택하고 신규발전소의 신규발주 및 기존발전소의 인가갱신에 필요한 조치를 할 수 있도록 관련된 중요조치를 할 수 있도록 관련된 중요조치를 완료해야 한다. 본인은 이러한 조치가 국민적 지지위에서 계획되고 추진되도록 지원해 주기를 바란다.