

지속적인 에너지 개발과 원자력의 역할

V.M.Mourovov

IAEA 사무차장

경 제·사회 개발과 환경 보호는 상호 의존적인 관계로서 지속적인 에너지 개발에 필요한 요소들을 서로 견고하게 만들고 있다.

지속적인 에너지 개발은 현세대가 미래 세대의 능력에 의존하지 않고 자신들의 필요성을 스스로 충족시켜야 할 것을 요구하고 있다.

이러한 점에서 기후 변화에 대응하는 정책들은 지속적인 에너지 개발을 위한 필수적인 요소로서 검토되고 있다.

에너지는 경제 성장과 인류의 복지를 향상시키는 데 있어 주요 역할을 다하였고 앞으로도 그 역할을 계속해 나갈 것이다.

그러나 에너지 공급에는 환경적인 문제가 내재하고 있으며 중요 과제는 지속적인 에너지 이용을 육성해나가는 전략을 개발하는 것이다.

주로 화석 연료 사용에 기초한 현

재의 에너지 공급 형태는 지방 및 지역의 환경 훼손 및 잠재적인 기후 변화에 크게 영향을 미치므로 지속적일 수 없다는 것이 일반적인 견해이다.

서론

세계가 화석 연료에 계속 의존하게 되는 다른 요인은 자원의 제한성에 있다.

지속적 개념의 옹호자들에 의해 자주 제안되고 있는 화석 연료에 대한 대안은 재생 가능한 태양력, 풍력 및 바이오매스이다.

재생 가능한 대체 에너지는 인체 및 환경 영향이나 그들 자원의 관점에서 어떠한 제한도 갖지 않는다고 믿고 있다.

그러나 그것들의 저에너지 밀도는 대규모의 상업적·공업적 이용 목적에 제한이 있다.

미래의 지속적인 에너지를 위한 원자력의 역할은 논쟁적인 문제이다.

비원자력계의 많은 지속적 에너지 공급의 옹호자들은 원자력 안전에 관한 사회적 우려 때문에 원자력, 방사성 폐기물 및 비핵확산 문제들을 별

로 염두에 두지 않고 있다.

예를 들면 미국개발프로그램 (United Development Program) 은 「리우 국제 환경 회의 이후의 에너지」라는 문서에서 원자력의 세부적인 역할을 제안하지 않았다.

반대로 대부분의 원자력 기관과 관련 산업체들은 원자력을 이산화탄소 (CO₂)가 발생되지 않는 유일한 발전 에너지로 간주하고 있다.

본 강연에서는 지구의 지속적인 에너지로서의 원자력의 잠재적인 역할을 분석하였다.

지속적인 에너지 개발의 근본적인 특징은 다음의 적합성에 의하여 분석되고 있다.

- 수요 가속의 적합성
- 천연 자원의 적합성
- 환경적 적합성
- 지정학적 적합성
- 경제적 적합성

수요 가속의 적합성

에너지 서비스의 공급은 경제 개발과 인류 복지를 위하여 필수적이다.

현재의 에너지 소비 수준은 연간

약 350EJ(10^{18} joules)이다.

세계에너지협의회(WEC)는 2050년까지 세계 에너지 수요가 650EJ에서 1,200EJ 사이의 수준으로 증가될 것으로 예측하였다.

이러한 증가는 개발 도상국에서 인구 및 에너지 소비 증가에 의하여 가속될 것으로 전망된다.

오늘날 지구 에너지 자원 소비에 대한 원자력의 공헌도는 약 6%로서, 현재 32개국에서 437기의 원자력발전소가 운전중에 있다.

수력은 전력에 한하여 지구 에너지 공급에 있어 6%의 공헌도를 갖는다.

실질적으로 나머지 87%는 화석 연료, 석탄, 석유 및 천연 가스 등에 의하여 에너지가 공급되고 있다.

화석 연료는 전력 분야에 있어서 지배적인 역할(64%)을 하고 있으며 산업 증기 난방, 수송, 지역 난방 등 에너지 부문의 다른 분야에서 경쟁이 될만한 대체 에너지를 갖고 있지 않다.

태양, 바람, 지열(地熱) 및 바이오매스와 같은 비수력 발전 에너지들은 오늘날 에너지 공급에 있어 1% 이하를 구성하고 있다.

반원전 그룹들은 지구 에너지에 대한 현재의 원자력의 공헌 수준은 필수적인 것이 아니며, 원자력은 폐쇄되어야 하고 에너지 공급에 있어 원자력의 역할은 에너지 효율 향상 수단 및 재생 가능 에너지의 도입에 의하여 보완될 수 있다고 주장하고 있다.

반대로 우리는 원자력은 미래 에너지

혼합에 있어서 그 역할의 증대를 실현시킬 수 있는 잠재적인 에너지로 믿고 있다.

현재 원자력은 전세계 전력의 약 17%를 공급하고 있으며, 몇몇 나라에서는 원자력이 이보다 더 많이 전력 공급에 공헌하고 있다.

예를 들면 프랑스는 75% 이상을 원자력에 의존하고 있으며 벨기에·스웨덴·스위스·우크라이나·불가리아·헝가리를 포함한 몇몇 나라들은 전력 수요의 40% 이상을 원자력으로 충당하고 있다.

따라서 원자력이 세계 어느 곳에서도 최소 비용의 전원(電源)이라는 것과 다른 억제 요인이 없다는 것이 고려된다면, 세계 전력 부문에서의 원자력의 역할은 이론적으로 프랑스처럼 75%에 도달할 수 있을 것이다.

전력 수요는 현재 세계 에너지 소비의 약 33%를 구성하고 있으며 앞으로 더욱 증가될 것으로 보인다.

21세기의 전력 수요는 50%까지 증가될 것으로 보인다.

전력 수요의 증가는 경제 개발 때문만이 아니라 에너지 소비 측면에서 전력의 깨끗함과 사용의 용이함 때문에 가속되고 있다.

이러한 경우에 있어서 세계 전력 공급의 60%가 원자력에 의해 충당된다면 그때의 원자력은 세계 에너지 공급의 30%, 즉 현재 공급량의 5배를 충족시킬 것이다.

우리는 또한 비전력 분야에 있어서

의 원자력의 적용을 위한 대규모의 잠재적인 시장을 기대할 수 있다.

오늘날 원자력 발전량의 약 0.5%만이 비전력 분야에 이용되고 있다.

캐나다·중국·일본·카자흐스탄·슬로바키아 및 러시아연방에서는 현재 지역 난방, 산업 처리 및 해수 담수화 등에 원자력이 다양하게 이용되고 있다.

원자력에 있어서 가장 전망있는 새로운 시장은 산업용·주거용 및 상업용 이용과 함께 특히 해수 담수화를 위한 증기 공급이 될 것이다.

수소는 높은 열값, 운반 성능 및 지구 환경을 오염시키는 연소 생성물이 없기 때문에 보통 최적의 에너지 운반체-담체(擔體)로 간주되고 있다.

그것은 오늘날에는 비경제적이지만 천연 가스를 개질(改質)하기 위해, 고온 가스 원자로의 사용을 통한 수소 생산과 물을 전기 분해하기 위하여 원자력 전기를 사용하기 때문에 앞으로 중요하게 될 것이다.

대규모의 원자력발전소는 수소 생산과 함께 방대한 양의 전력을 생산할 수가 있다.

신선한 물은 여러 나라에서 점차 고갈되어 가고 있는 중요한 자원이다.

앞으로 대도시에서는 대규모의 해수 담수화 프로젝트를 고려해야 할 것이다.

이를 위하여 원자력은 경제적이고도 신뢰성 있게 신선한 물을 공급할 수 있을 것이다.

위의 원자로는 수요 가속의 적합성과 관련하여 원자력이 세계 에너지 공급에 있어서 현재의 비교적 적은 공급률을 증가시키기 위한 중요한 잠재력을 갖고 있다는 것을 나타낸다.

천연 자원의 적합성

알려진 우라늄 자원의 수준(430만 톤)은 60년 동안 기존의 열원자리에 연료를 공급하기에 충분하다.

또한 미확인된 1,100만톤의 우라늄 자원을 고려한다면 2200년까지는 현수준의 원자력 발전을 지속시켜 나갈 수 있을 것이다.

이러한 기간의 범위는 원자력의 비율과 세계 에너지 수요의 증가와 비례하여 감소될 것이다.

따라서 자원의 적합성을 전망해 볼 때 열원자리의 이용에 기초한 원자력은 석유 및 천연 가스와 크게 다를 바 없다.

열원자로는 천연 우라늄에서 이용 가능한 에너지의 1% 이하만을 이용한다는 것은 잘 알려진 사실이다.

대부분의 에너지는 연소된 우라늄에 사용되지 않은 채로 남아있다.

미래에 있어 고속로의 도입은 이러한 결함을 극복하게 할 수 있을 것이다.

그것들은 열원자로의 사용후 연료에 축적된 플루토늄을 재순환시켜, 대부분의 연소된 우라늄을 유용한 에너지로 전환시킬 것이다.

고속로의 도입으로 인해 원자력용 자원은 수천년까지 지속적으로 증가 될 것이다.

이러한 접근을 위한 기술적 가능성이 이미 입증되었다 하더라도 경제성 및 비핵화 문제에 관련된 우려는 남아 있다.

환경적 적합성

1. 지구 온난화 문제

오늘날 CO₂의 대기중의 배출로 비롯된 지구 온난화의 공포는 커다란 세계 문제이다.

산업 선진국들은 현재의 CO₂ 방출의 2/3 이상의 책임이 있다.

이러한 나라들은 97년 12월 일본 교토에서 개최된 기후변화협약 제3차 당사국 회의(COP3)에서 90년과 비교하여 2010년까지 최소 5%씩 그들의 CO₂ 방출량을 줄이기 위한 연대적 의무를 수행하는 데 동의하였다.

현재 개발 도상국들은 위와 같은 의무로부터 면제되었다 하더라도 그들이 CO₂ 방출을 억제시키기 위한 동등한 노력을 하지 않는 한 어떤 수용 가능한 수준에서도 지구 CO₂ 집중의 안정성은 불가능할 것이다.

따라서 가중되는 국제적 압력하에서 개발 도상국들은 그들의 사회·경제 개발을 지원하기 위해 증가되는 에너지 서비스의 필요성에도 불구하고 그들의 CO₂ 방출을 늦추고 점차 안정화시켜야 할 것이다.

원자력은 실질적으로 CO₂를 발생시키지 않는다.

현재 세계 전력 수요에 대한 원자력의 공헌은 0.6GT 이상의 탄소(또는 매년 23억톤의 이산화탄소)의 방출을 억제시키고 있다.

만약 오늘날 기존의 원자로가 일반적인 화석 연료로 대체되었다면 세계 에너지로 인한 대기오염의 이산화탄소 방출은 곧바로 약 8%씩 증가되었을 것이다.

세계 에너지 공급에 있어서 원자력 비중의 증가는 세계 CO₂ 방출의 안정화에 대한 원자력의 역할이 증대될 것이다.

2. 지방 및 지역 환경 훼손

많은 나라들에 있어 긴급한 문제점은 그들의 지방 및 지역 환경의 훼손 문제이다.

개발 도상국에 있어서 많은 대규모 도시들은 현재 NO_x 및 SO₂ 대기 방출로 야기된 스모그 증가에 직면하고 있다.

그리고 유황과 질소산화물의 대기 방출에 기인한 지역 산성화는 중국과 인도와 같은 주요 석탄 소비 국가에 있어서 이미 중대한 문제가 되고 있다.

이러한 인구 조밀 국가에서의 화석 연료 소비 증가에 따라 이러한 문제점은 더욱 악화되어 동남 아시아의 많은 나라들에게 확산될 것으로 전망된다.

지방 및 지역의 환경에 대한 고려

에 기초하여 보면 재생 에너지 같은 원자력은 화석 연료에 대하여 확실한 이점을 갖고 있다.

그것은 어떠한 다량의 유독 가스나 오염 물질을 배출하지 않는다.

비록 약간의 방사성 물질이 원자력 발전소 및 다른 원전 연료 주기 설비의 정상 가동중에 환경에 배출되지만, 그 배출되는 양은 매우 적고 국제 규제 지침에서와 같이 인체에 영향을 미치지 않는 수준으로 엄격히 제한되어 있음을 여기서 지적하고 싶다.

어떤 경우에는 '화력발전소로부터 배출된 방사선의 양이 원자력발전소로부터 배출된 방사선의 양보다 많다'는 사실은 원자력발전소에서 배출되는 방사선의 양이 얼마나 적은 것인지를 알 수 있게 해준다.

3. 방사성 폐기물 처분

대중은 방사성 폐기물이 안전하게 관리될 수 없다고 계속 우려하고 있다.

그러나 방사성 폐기물은 그 수량이 1,000MWe 용량의 원전당 연간 30~40톤으로 1,000MWe 용량의 화력 발전소에 의해 매년 생산되는 수백톤의 유독 중금속(비소·카드뮴·납·수은 등)을 포함하고 있는 30~40만톤의 재와 비교하여 매우 적으므로 분명한 이점을 갖고 있다.

적은 양의 폐기물은 환경으로부터 격리된 폐기물과 함께 제한 전략을 가능케 하는 반면에, 많은 양의 화석 연료 폐기물의 처분은 선택적인 분산

된 전략을 갖게 한다.

방사성 폐기물의 처분 기술은 이미 확보하고 있다.

수백년 동안 문제가 없었던 지하 매설 방법은 몇몇 나라에서 고준위 방사성 폐기물의 처분 방법으로 고려되고 있다.

이러한 폐기물 처분이 이들 나라에서 아직 실행되고 있지 않는 것은 정치적 의지의 결여에 의한 대중의 의문 또는 반대 때문이다.

어떤 적절한 정책 결정이 취해질 때까지는 현재의 지상 또는 지하 폐기물 저장 방법은 계속되어야만 할 것이다.

폐기물 처분과 관련된 실제의 문제점은 폐기물 처분을 위한 적절한 지질 형태를 갖고있지 않은 나라들에서 발생될지 모른다.

소규모 원자력 프로그램을 가진 나라들이 폐기물 저장소를 갖는 것은 비용이 많이 발생된다.

이러한 나라들을 위해 사용후 연료 저장과 폐기물 처분을 위한 지역 협력은 매우 중요하게 될 것이다.

고준위 폐기물이 관리될 수 있다는 것을 대중에게 확신 시킬 수 있는 최대의 방법은 폐기물 저장소의 건설과 가동이다.

또한 일부에서는 원자력의 역할에 대해 방사성 폐기물의 양과 유독성이 매우 감소된 새로운 연료 주기 개념이 필요하다는 의견을 갖고 있다.

4. 인체 방호

다른 발전 시스템과 비교된 인체 영향 평가 결과는 원자력 및 기타 재생 가능 에너지 시스템들은 모두 적은 양의 방사선을 방출하고 있음을 나타내고 있다.

원자력발전소로부터 발생하는 인체 및 환경에 미치는 주요 영향은 단지 잠재되어 있는 예측 불허의 사고에서 나온다.

5. 원자력 안전

원자력발전소는 일반적으로 높은 안전 기준에 의하여 건설된다.

그럼에도 불구하고 과거 2번의 중대 사고가 있었다.

TMI 및 체르노빌 원전 사고는 많은 교훈을 주었다.

이들 원전들은 종합적인 원자력 안전성 검토 및 기존의 모든 원자로들의 안전 체계의 현대화를 착수케 하였다.

계속 장비와 설비의 현대화를 포함한 모든 운전중인 옛 소련형 발전소의 안전성을 향상시키기 위한 공동 노력이 진행중에 있다.

세계적으로 이미 각 원자력발전소당 평균 20년간의 운전에 해당되는 8,000원자로·년 이상의 축적된 운전 경험이 있다.

이러한 커다란 경험을 토대로 오늘날의 원자로는 향상된 안전 성능을 갖고 있다.

신형의 원자력발전소는 중대 사고 가능성이 매우 희박하도록 설계되었다.



안전 성능을 위한 공학적 시스템을 갖는 1,300MWe 이상 출력의 대용량 신형 원자로와 피동 안전 시스템의 이용에 중점을 둔 중규모의 개량형 원자로 설계가 개발중에 있다.

설계자는 최신의 원자력발전소가 10만원자로·년 운전에 있어 한번도 중대 노심 사고를 일으키지 않을 것으로 믿고 있다.

수년간에 걸쳐 원자력 안전 문화는 세계적으로 안전성을 강화하기 위한 국제적 협력 노력을 통하여 전개되었다.

국제원자력안전협약을 체결함으로써 국제적인 조사 및 자문과 함께 실행 코드, 안전 기준 및 지침이 현재 존재하고 있다.

다른 주요 발전 수단과 원자력에 대한 객관적인 비교를 오늘날의 경험을 통하여 살펴보았을 때, 원자력은 인체에 최소한의 영향을 미치는 발전 기술로 평가되고 있음을 말해두고자 한다.

작업 개선은 원자력 발전이 어떠한 중대 사고나 또는 대기로의 방사선의 배출을 발생시키지 않도록 할 것이다.

원자력 발전이 미래의 지속적인 에너지 혼합(energy mix)에 있어서 중요한 역할을 할 것이라는 것을 보증할 만큼 안전 분야에서 모든 것들이 충분히 행하여지고 있는가?

이에 대한 대답은 아직은 '그렇지 않다' 이다.

앞으로 고속로로의 교체는 큰 설계 개념의 차이와 관련 기술에 대한 초기의 경험 결여로 새로운 안전 위험

성을 가져다 줄 것이다.

안전한 교체가 가능할 것이라고 믿는 이유는 있으나 문제점은 무시될 수 없다.

미래 에너지 공급과 장기 전망에 있어서 목표된 원자력의 커다란 역할을 고려하여 우리는 보다 안전성이 향상된 고속로 설계를 제안해야 한다.

지질학적 적합성

1. 에너지 안보

개발이 용이한 대용량의 수력 자원을 갖지 않거나 천연적으로 화석 연료 자원이 부족한 나라들은 에너지 안보의 관점에서 볼 때 가장 취약한 그룹이다.

70년대에 있어서 오일 쇼크는 원자력 개발을 위한 강한 자극을 일으켰다.

천연 가스 및 석유 공급 중단 위험성은 여전히 무시될 수 없다.

결국은 화석 연료 가격은 매우 높게 상승하였다.

연료비가 화석 연료 발전소의 수명 주기 비용의 약 50~80%가 되었기 때문에 증가한 화석 연료 가격은 원자력의 경쟁성을 향상시킬 것이다.

에너지 안보에 대한 고려는 프랑스·일본·한국 및 대만과 같은 나라들이 대용량의 원자력발전소를 운영하기 위한 정책 결정에 있어서 주요한 역할을 하였다.

아마도 이들 나라들은 비슷한 상황에 놓인 다른 나라들의 정책 결정에

있어서도 주요한 역할을 할 것이다.

에너지 자원을 다양하게 함으로써 원자력은 국가 에너지 비용 증가에 대한 방정책을 제공할 수 있다.

동남아시아에서의 최근의 재정 위기는 국가 화폐의 평가 절하와 에너지 수입 비용의 인상을 야기시켰다.

에너지 자원은 없으나 원자력의 역할이 많은 나라들은 국제 교역에 있어서 이러한 최근의 변화에 쉽게 영향을 받지 않는다.

장기적으로 볼 때, 열원자로의 사용 후 핵연료에 축적된 우라늄과 플루토늄은 고속로 개발을 계획하고 있는 국가들에게 천연적인 자원으로 간주 될 것이다.

2. 비핵확산 문제

핵확산의 위험은 기술적인 문제라기보다는 오히려 정치적인 문제이다.

수년간 국제원자력기구(IAEA)는 핵물질의 불법 거래를 막고 국제적인 비핵확산 제도에 관련된 다양한 조치들을 수행하기 위해 자체 통제하에 있는 안전 조치된 원자력 시설에서의 어떠한 가능성 있는 핵물질의 오용을 조사하기 위하여 효과적인 안전조치 시스템을 운영하였다.

작년 IAEA 이사회에서의 안전 조치 협약에 대한 Model Additional Protocol의 승인으로 IAEA는 보다 효과적인 안전조치 시스템을 수행하기 위한 합법적인 지위를 얻었다.

오늘날 이 의정서에는 38개국이

서명하였다.

이러한 보다 강화된 조치는 기존의 원자로 및 연료 주기 시스템을 토대로 원자력의 이용이 증가되는 동안에도 핵 확산의 위험을 줄이게 될 것이다.

그러나 우리는 이러한 원자력 시스템은 핵무기 개발에 대한 민간 체제의 잠재적 지지에 대해 염려가 그리 크지 않았던 50년대 및 60년대에 개발되었다는 것을 염두에 두어야 할 것이다.

지속적인 에너지를 위한 대규모 원자력 개발을 촉진시키기 위해 현재보다도 더 핵확산을 억제하는 핵연료 주기를 개발하는 것은 추가적인 안전 조치 사항이며 필수적이다.

세계의 계속 축적된 플루토늄은 그냥 묵인되지 않을 뿐 아니라 또한 안전 조치를 어렵게 만들 것이다.

이러한 문제는 우리가 미래에 있어 고속로와 플루토늄의 리사이클링으로의 전환을 고려하고 있다면 매우 중요한 것이 될 것이다.

미래의 원자력 시스템이 보다 향상된 핵확산 억제 기능을 갖는 고속로를 토대로 어떻게 구축될 것인가에 대하여 일부 개념적인 제안이 있다.

그것들은 위 문제에 대하여 정치적으로 수용이 가능한 해결점을 찾기 위해 원자력계에 의해 매우 주의깊게 분석되어야 한다.

경제적 적합성

전력의 경제성은 발전 기술의 선택

에 있어서 중요한 요소이다.

화력 발전소와 비교하여 원자력 발전소는 건설 비용은 비싼 편이지만 운영 비용은 저렴하다.

원자력 발전소의 시설 용량 kW당 세부 자본금은 전형적으로 석유나 가스 연소 발전소에 비해 약 2~3배이며 석탄 연소 발전소에 비해 1.5배이다.

원자력발전소의 긴 공사 기간 때문에 건설 기간 동안 발생된 지급 이자는 그 자본금의 손해를 악화시킨다.

모든 발전소의 운전 유지 비용은 비슷하지만 원자력발전소의 연료 장전 비용은 매우 낮다(화석 연료 연소 발전소의 1/4 에서 1/3 정도).

최종 결론은 모든 4가지 유형의 발전소로부터의 kW당 발전 단가는 비교될 수 있다는 것이다.

다른 나라들에 있어서 원자력·석탄·가스 및 석유 연소 발전소로부터 전력 생산의 상대적 경제성은 각 유형의 발전소에 있어 발전소 건설 비용, 이율, 할인율, O&M 비용 및 연료비가 아무리 다양하더라도 세부적인 나라 상황에 따라 다를 것이다.

환경 보호와 안전 규제에서의 기술적인 진전과 변화는 화력 발전소와 비교하여 원자력의 경쟁성에 영향을 줄 것이다.

감소된 연료 조건과 금후 낮은 발전 단가에서 비롯된 가스 연소 병합 주기 기술(gas fired combined cycle technology)의 효율성에서 추

가적 이익이 기대된다.

현재 몇몇 나라에서 개발되고 있는 신행 설계의 원자로는 원자력 발전 단가를 전반적으로 절감시키며 낮은 건설비 및 향상된 연료 주기의 효율성을 가질 것으로 기대된다.

오염 물질의 대기 배출에 대한 보다 엄격한 제한을 포함한 환경 보호 조치 및 정책의 수행은 화력 발전소에 있어서 그러한 규제에 순응토록 오염 물질 격감 기술을 추가시킴과 함께 질이 매우 좋은 비싼 연료(저유황 석탄 등)를 사용하게 발전 비용을 증가시킬 것으로 보인다.

그러나 원자력 발전 단가는 그러한 조치에 영향을 받지 않을 것이다.

원자력발전소의 높은 선행 투자 비용은 원자력이 확실한 경제적 이익을 갖고 있고 에너지 안보 및 환경 측면에서 호소력이 있는 상황에서 자본이 부족한 나라들에게는 중대한 방해 요소이다.

이것은 몇몇 나라들에 있어서 원자력 사업의 초기화를 지연시켰고, 공사 기간을 연장시켰으며, 심지어 어떤 경우에는 부분적으로 완결된 프로젝트에 대해서도 불가피하게 작업을 포기하게 만들었다.

현재 날로 늘어나는 전력 부문의 민영화와 규제 철폐 추세와 함께 높은 선행 투자 비용, 긴 공사 기간 및 부채 상환 기간이 장기간의 투자에 관련한 높은 경제적 위험성 때문에 원자력발전소의 재정 조달은 매우 어

럽게 되어 가고 있다.

개발 도상국에 있어서 원자력을 위한 재정 조달은 금년 11월 부에노스 아이레스에 개최된 COP4 회의에서 논의된 바와 같이, 미래에 있어 청정 에너지 개발 체제(CDM)의 도입으로 개선될 수 있을 것이다.

이러한 체제에서의 바람직한 제안은 가장 효율적인 온실 가스(GHG) 감감을 수행하는 것이다.

자신들의 국가적 경감 책임 영역 밖에서 감감을 선택한 선진 산업국들의 투자자들은 그들의 오염 물질 배출량 감감 책임과는 반대로 적용되는 배출권을 얻을 것이다.

반대로 CDM 모형 기업에서의 개발 도상국 파트너는 기술 이전과 재정 지원 모두를 기대하고 있다.

원자력에 관련된 경제 및 재정 문제에 관한 위와같은 검토는 장기적으로 볼 때 화석 연료와의 경쟁성 전망이 밝다는 것을 보여주고 있다.

그러나 머지않아 경제 및 재정 문제는 원자력 성장에 주요 걸림돌이 될지도 모른다.

따라서 원자력산업이 기존 원자로의 경쟁성을 알리고 재정을 확보하기 위해 투자 비용을 토대로 다른 모든 에너지 자원과 경쟁할 수 있는 새로운 설계 방법을 찾아내는 것이 매우 중요하다.

수명 연장 및 운전 관리 개선을 포함한 현재의 많은 원자력 산업의 활동은 기존 원자로의 경쟁성을 증대시

키는 데 목표를 두고 있다.

본 심포지엄에서 논의되고 있는 신행로 개발에 관련된 새로운 기술 개발은 가까운 장래에 원자력의 경쟁성을 증대시키는 데 기여할 것이다.

적은 자본금과 단축된 공기를 갖는 소형화 및 모듈화된 신행 원자로의 출현이 세계 시장에서 가능해진다면 원자력을 위한 전반적인 재정 조달 환경은 특히 규제가 철폐되고 민영화되고 있는 전력 부문에서는 보다 유리하게 될 것이다.

결론

위에서 논의된 3가지 에너지 선택인 화석 연료, 원자력 및 재생 가능 에너지는 에너지 시스템을 위한 지속성 여부 기준에 따르면 모두 장점과 결점을 갖고 있다.

화석 연료는 수요 적합성 측면에서 원자력 및 기타 재생 가능 에너지에 대하여 커다란 장점을 갖고 있다.

화석 연료는 경쟁력있는 단가로 모든 유형의 에너지 서비스 공급을 위하여 모든 나라에서 이용된다.

이러한 화석 에너지의 주요 결점은 CO₂ 배출 및 자원의 제한성이다.

재생 가능 에너지는 인체 및 환경적 적합성 기준에서 보면 화석 연료보다 확실한 장점을 갖고 있다.

지속성 개념의 옹호자는 재생 가능 에너지는 장기적으로 볼 때 에너지 공급을 주도할 것이라고 믿겠지만,

저에너지 밀도에 기인한 현재의 1% 이하의 에너지 공급률에 비춰볼 때 미래 에너지 혼합에서의 그러한 전망은 너무 이르다.

현재의 발전로 이용에 기초한 원자력은 인체 및 환경적 적합성 기준 측면에서 화석 연료에 비해 확실한 장점을 갖고 있다.

원자력은 공기를 오염시키지 않을 뿐만 아니라 CO₂도 배출하지 않는다.

그러나 지속적인 미래 에너지 혼합에 있어서 원자력의 주도적 역할을 방해하는 결점이 있는 바 이러한 것들은 다음과 같다

- 비교적 높은 투자 비용
- 안전에 대한 대중우려
- 폐기물 및 비핵확산 문제
- 제한된 우라늄 자원의 불충분한 이용
- 기저부하발전에 대한 원자력 이용 제한 등

결론적으로 원자력은 지속 가능한 에너지 혼합에서의 주도적 역할을 할 수 있는 잠재력을 갖고 있다.

원자력계에 대한 도전은 21세기를 위한 새로운 원자로 및 연료 주기 기술을 이루어 내는 것이다.

그것들은 적은 투자 비용에 따른 탄탄한 경제적 이익으로 특정화되어야 하고, 안전 성능 향상과 보다 효율적인 우라늄 자원의 이용과 함께 개선된 핵확산 억제 특성을 가져야 한다. ☉