

원자력의 지속적인 개발

Hans Blix

국제원자력기구(IAEA) 사무총장

이 번 회의의 주제인 「Nuclear Future : Pacific Basin Challenges for Sustainable Development」는 세가지 용어, 즉 'Pacific Basin', 'Nuclear', 'Sustainable Development' 를 포함하고 있다. 이는 21세기에는 더욱 중요해질 것이라고 확신한다.

첫째, 옛 유럽 중심의 '극동'이라는 표현은 사라지고 있으며, 광범한 지역을 내포하는, 문화에 있어서 공유하고 다양한, 대규모 천연 및 인적 자원을 타고난, 그리고 역동적인 성장과 변화를 겪고 있는 '태평양 연안국'이라는 표현이 나타나고 있다.

자동차는 서양에서 발명되고 개발되었지만, 지금 아시아의 차량이 세계 시장의 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

또한 한때 미국과 유럽이 원자력을 석권하였지만, 지금 원자력이 크게 성장하고 있는 곳은 태평양의 서쪽

지역이다.

둘째, 원자력은 수력보다 약간 적은, 세계 전력의 약 17%를 공급하고 있다.

원자력은 화석 연료에 대한 의존도를 줄이기 위하여, 에너지 부족 지역의 몇몇 국가들을 돕고 있다.

동북 아시아 국가들(한국·일본·중국·대만)은 진취적인 원자력 프로그램을 석권한 데 대하여 칭송받아야 하며, 대체로 이 지역의 고무적인 생각은 의심할 여지가 없다.

이러한 접근의 합리성은 유지될 것이며, 이 지역에서의 최신 원자력 기술에 대한 확고 부동한 신봉은 다른 지역에 있어서 신선한 사고를 자극할 것이다.

셋째, 이제 국제적으로 합의된 목표인 '지속적인 개발'은 우리의 천연 자원이 생활 수준을 향상하는 데에 이용되며, 미래 세대의 안녕과 가능성을 저해하지 않는 개발로서 이해

된다.

예를 들면 우리는 바다의 자원들을 개발해야 하지만 어업 자원을 고갈시켜서는 안된다.

'지속적인 개발'의 요청은 수많은 활동 분야에 있어서 우리가 사실 결코 지속적이지 못한 개발을 추구해 왔다는 증대된 인식에 대한 정당한 반응이다.

에너지 사용에 있어서 현재의 형태와 경향이 지속적이지 못하다는 것은 이제 일반적으로 이해된다.

화석 연료의 대규모 사용은 수백만 년 동안 생성된 자원에 대하여 매우 빠른 속도로 연소를 수반한다.

더욱이 이 과정에서 우리는 숲·땅·물에 대한 큰 손해를 경솔하게 끼쳐 왔으며, 현 수준의 이산화탄소 및 메탄가스의 대기로의 방출은 지구 기후를 변화시킬 수 있음을 깨닫고 있다.

그러므로 화석 연료의 사용 제한을

통한 특히 이산화탄소의 방출 억제를 요청한다.

이러한 결론이 꽤 일반적으로 받아들여지고 있으나, 그러한 제한을 달성하는 방법에 대한 동의는 거의 없다.

서양의 산업 국가들은 모든 국가가 현 수준에서 그들의 이산화탄소 방출을 동결해야 한다고 제안할 수 있을지 모른다.

인구가 많은 개발 도상국들은 1인당 이산화탄소 방출 제한을 제안함으로써 이에 반대할 수 있다.

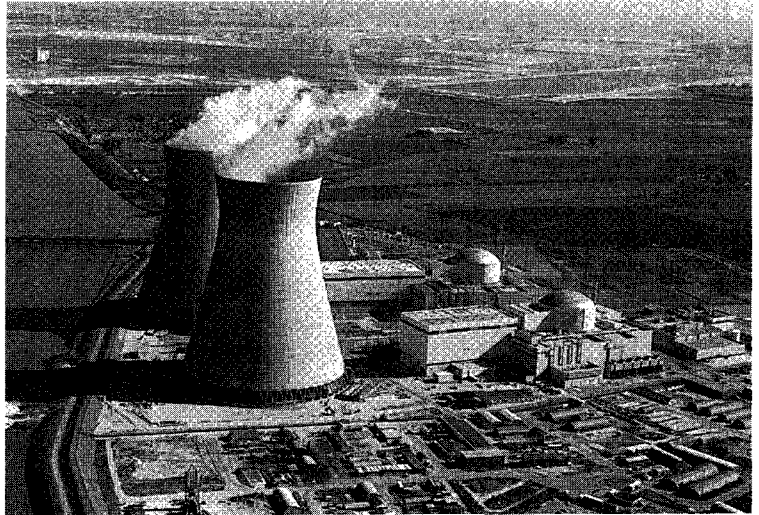
이미 많은 에너지를 소비한 국가들과 에너지 사용이 대폭 증대될 것으로 보이는 국가들 사이의 세계적인 토론이 이루어질 것으로 보인다.

더욱 효율적인 발전과 에너지 사용이 바람직하며, 태양열·풍력 및 바이오매스 에너지가 더욱 개발되어야 한다는 이해는 있으나, 장기적이지는 못할 것이다.

많은 국가들이 이를 인식하고 있으나, 거의 공개적으로 토론하지 못하는 한가지 큰 질문은 “원자력의 확대가 지속적인 세계 에너지 정책의 일부이어야 하느냐” 하는 것이다.

유엔의 기후변화협약 초안에 대한 제2차 당사자 회의에서 OECD/IEA 사무총장인 Mr. Priddle은 이 질문에 직접적으로 언급하지는 않았으나, 다음과 같이 과거의 경험을 지적하고 참석자들에게 상기시켰다.

“지난 25년에 걸쳐 경제협력개발



벨기에의 Doel 원전

기구(OECD) 국가들의 에너지 경제에서의 이산화탄소 방출 저감의 상당 부분은 원자력이 담당하였다”

이것이 과거의 경험이라 하더라도, 우리는 왜 미래를 위하여 이를 토대로 일을 추진하고 있지 않는가?

이와 관련하여 정부간 기후변화위원회(IPCC)의 제2차 평가 보고서를 여기에 인용하고자 한다.

“원자로 안전성, 방사성 폐기물 수송 및 처분, 그리고 핵확산 같은 우려에 대하여 일반적으로 받아들일 수 있는 해답을 찾을 수 있다면, 세계의 많은 지역에서 원자력이 화석 연료의 기저 발전을 대체할 수 있을 것이다”

저명한 기후 학자로 구성된 국제 위원회에서의 이 진술은 위에서 말한 질문에 대하여 심각하고 공평한 연구를 토대로 한 것은 아니다.

그럼에도 불구하고 그들이 문제로써 인정한 것 같은 일들이 수많은 사람들이 문제로 느끼며, 많은 국가가 원자력에 대한 더 넓은 정치적 승인을 가로막고 있는 것은 명백하다.

그러므로 이 문제를 조사하고, 이 문제가 지속적인 지구의 에너지 이용에 있어서 원자력의 이용 증대에 대한 장애물로서 간주될 만한 것인지를 토론하고자 한다.

핵비확산

원자 폭탄과의 연관이 원자력에 대한 일부 사람들의 태도에 부정적인 영향을 미치고 있는 것은 아마 사실일 것이다.

이 연관은 이해할 수는 있지만 합리적이지 못하다.

원자 폭탄과 원자력은 밀접한 한 쌍이 아니며, 둘 사이에 어떤 불가피한 관계는 없다.

가솔린이 네이팜 폭탄에 이용될 수는 있지만, 자동차를 구동시키는 가솔린의 사용을 금하지는 않는다.

우라늄과 플루토늄이 무기에 사용될 수 있다는 이유로 전기나 열을 발생시키는 이들 연료의 사용을 삼가할 필요는 없다.

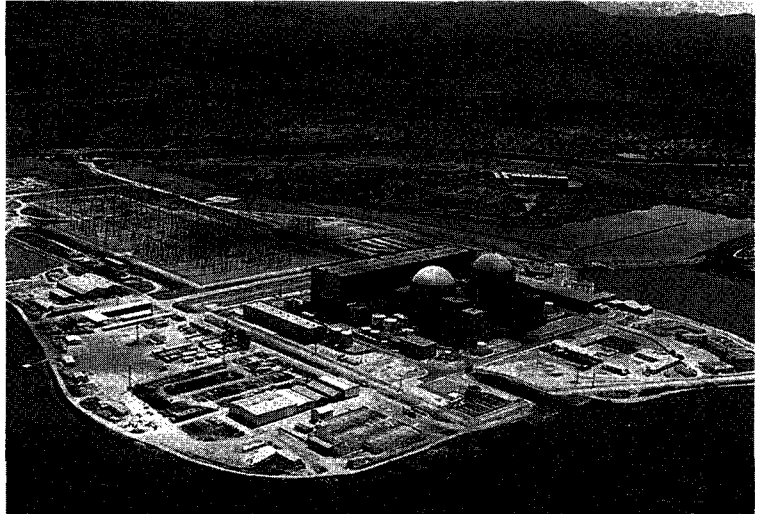
금번 회의의 주최국인 일본이 원폭 공격에 의한 황폐함을 경험하였음에도 불구하고, 원자력의 평화적 개발과 이용의 제일선에 성공적으로 나서는 것은 원자력에 대한 합리적인 장기 견해의 유효함을 증명한다.

세계는 지금 원자 폭탄 시대를 벗어나고 있으므로, 이들 무기와의 연관이 원자력에 대한 대중의 인식에 더욱 더 적은 영향을 미칠 것이라고 생각한다.

우리의 안전과 원자력의 이용에 대한 우리의 태도를 위하여 핵무기의 해체는 진실되고 영구적이어야 하며, 평화적 이용을 신고한 모든 원자력 시설이 그렇게 유지되는 것이 중요하다.

운종계도 냉전의 종식과 함께 핵무기의 개발에 대한 자극이 거의 모든 곳에서 감소하고 있으며, 핵무장 해체에 대한 자극은 더욱 강력하다.

미국과 러시아는 이제 빠른 속도로 핵무기를 해체하고 있으며, 해체된 핵물질이 새로운 무기로 되지 않는다



스페인의 Almaraz 원전

는 확증을 국제원자력기구(IAEA)는 요청할 준비가 되어 있다.

세계의 약 170개국 이 핵무기를 획득하지 않겠다고 약속한 핵비확산협정이 95년에 무기한 연장되었다.

최근에 「포괄적핵실험금지협정(CTBT)」이 통과되었으며, 일부 장애물에도 불구하고 마무리 협정으로 핵무기용으로 플루토늄 및 고농축 우라늄(HEU)의 생산을 금지하는 협정에 대한 협상이 개시될 것이다.

이 외에 아프리카 및 동남 아시아의 비핵무기 지역에 관한 협정을 추가한다면, 그 사악한 귀신이 병숙으로 되돌아가고 있다고 결론지을 수 있다.

이것은 세계를 위하여 좋은 소식이며, 평화적인 원자력을 위하여 좋은 뉴스이다.

신뢰감을 갖기 위하여, 동의된 핵무기 통제 및 해체 조치가 정말 시행된다는 것을 확신해야 한다.

NPT의 한 당사자임에도 불구하고 이라크가 우라늄을 농축하고 핵무기를 건설할 능력을 개발하고 있었음이 확인되고, 또한 북한이 모든 플루토늄을 신고하지 않았음을 진보된 IAEA 안전 장치 기술을 통해 발견한 이후, IAEA의 안전 장치 체계를 강화하기 위한 노력이 가속화되어 왔다.

지금 비엔나의 정부들 사이에 토의되고 있는 새로운 주요 특징은, 핵시설에 대한 더 많은 정보의 필요와 사찰관에게 더 큰 접근을 주는 요구 사항들이다.

이들 조치들의 목적은 핵비확산 관점에서 국가의 활동에 대해 평가할

책임이 있는 IAEA 사찰에 대하여 각국의 핵활동을 보다 투명하고 포괄적 이도록 하는 것이다.

이들 강화 노력의 목적은 폭 넓은 지지를 받고 있다.

그러나 일부 정부와 산업계들은 그들이 정리하여 제출해야 할 방대한 양의 자료에 대하여 우려하며, 상업적 또는 기술적 비밀 시설까지 공개 하는 것에 대하여 걱정하고 있다.

우리는 이들 문제들이 극복되기를 바란다.

실험적으로 제안된 조치들을 받아들인 일부 국가들은 IAEA 사찰에 대해 큰 부담을 느끼지 않고 있다.

IAEA 사무국은 강화된 체계를 원 하지만, 또한 운영하기 너무 힘들지 않은 체계를 원한다.

그동안 침해되지 않은 기밀성이 미래에도 손상되지 않을 것이라고 확신 하며, 원자력 산업과 연구 기관들이 협력할 것임을 믿는다.

결국 효율적인 안전 장치에 대한 신뢰감이 없다면, 원자력 거래와 기술 이전은 고통을 당할 것이다.

확증을 용이하게 하는 것과는 별도로, 각 국가들이 핵비확산을 보장할 수 있는 더욱 많은 장치들이 있다.

민감한 장비와 기술의 수출 통제가 그 한가지이나, 일부의 핵주기 활동, 특히 농축 및 재처리에 대한 국제적 조정들이 또다른 것일 수 있다.

그러한 조정들이 지역 내의 국가들 에게 상호 투명성을 통한 보장을 줄

수 있다.

URENCO와 Eurodif의 모델들이 떠오른다.

지금까지 동의되어 온 비핵무기 지역(동남 아시아, 남태평양뿐만 아니라 라틴 아메리카, 아프리카)에서 당사국들은 대부분이 NPT에 대한 당사자로서 어떤든 수용해야 하는 IAEA 안전 장치에 의존하기를 선택해 왔다.

Euratom과 ABACC(아르헨티나-브라질 핵물질통제센터)의 사례들은 다른 방향을 지시하는 것처럼 보일지 모른다.

그러나 이들 국지적 안전 장치 체계는 포괄적인 IAEA의 안전 장치가 합의되기 이전에 존재하였다는 점이 기억되어야 한다.

국제 사회는 지금까지 국제적 안전 장치의 대체물로서 국지적인 안전 장치를 인정하지 않았다.

그러나 중동과 같은 일부 상황에서 국제적으로 운영된 NPT 안전 장치는 국지적 안전 장치 조정에 의해 보완될 수 있다.

원자력 안전성

거리로 따지든 횡수로 따지든 간에 비행기 보다는 자동차 탑승시의 사망 확률이 훨씬 더 높다는 것을 우리는 알고 있다.

그러나 대부분의 사람들은 비행기로 가는 것을 더 두려워한다.

마찬가지로 체르노빌 사고를 고려한다 하더라도, 원자력의 민간 이용에서 사고로 인한 사망자수는 석탄 또는 가스 발전으로 인한 사망자수와 비교하여 GW로 따져 낫다는 것을 원자력 전문가들은 알고 있다.

그러나 대부분의 대중들은 가스 폭발의 위험보다 대형 원자력 사고의 작은 위험을 더 두려워한다.

원전 부지 경계를 넘는 방사능 오염의 위험이나 이질적이고 보이지 않는 방사선 위험 같은 요소들이 이러한 두려움을 만드는 데에 한 역할을 수행하고 있다.

전자 공학과 10대들의 관계처럼, 방사선을 다음 세대의 친숙한 현상으로 만드는 학교 교육이 이루어질 때까지 이 태도는 변할 것 같지 않다.

대중에게 위험을 설명하려고 노력하는 것이 의미없다는 얘기가 아니다.

반대로 그런 교육은 심리적·정치적 분위기를 조성하기 위하여 지금보다 훨씬 더 심화되어야 한다.

그리고 그러한 분위기 속에 인지된 두려움보다 오히려 중요한 사실에 대한 위험을 줄이기 위하여 자원을 써야 한다.

세계 어느 곳이든 환경에 방사능을 누출하는 사고 없이 연장된 민간의 원자력 운영이, 전세계에 걸친 일부 대중들의 원자력 이용에 대한 저항을 추방할 것이라는 점을 인식해야 한다.

이를 달성하기 위하여 원자력은 전 세계적으로 타 발전용 기술보다 훨씬 더 높은 안전 목표를 설정해야 하며, 이것은 이루어질 수 있다.

오늘 우리는 전세계적인 원자력 안전 문화가 이미 존재해 왔다고 외칠 수도 있으며, 그 자체를 주장하고 있다.

그 결과들은 원전의 낮은 불시 정지, 높은 가동률 및 종사자의 낮은 방사선 피폭에서 볼 수 있다.

또한 원자력 안전성에 있어서 특정 지역의 필요 및 상황에 따라 지역적으로 유용한 노력들이 있다.

예를 들면 교육 훈련이 지역적으로 경제적 이득과 함께 이루어질 수 있다.

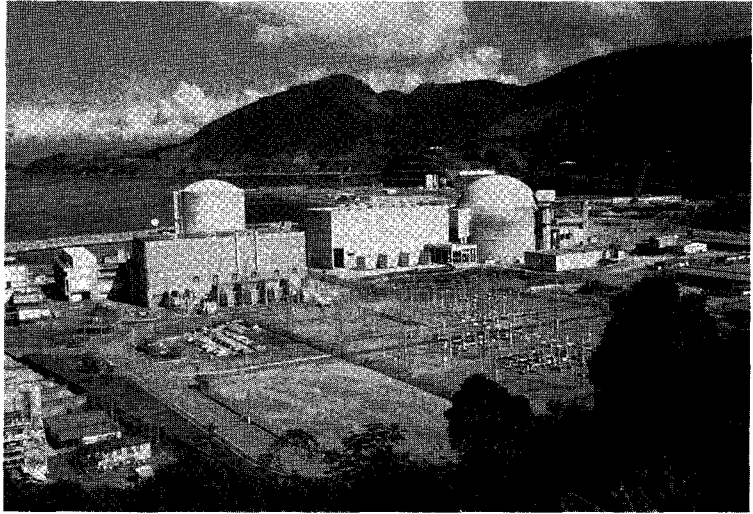
세계원전사업자협회(WANO)가 주로 지역적으로 크게 성공하고 있음은 주목된다.

'어느 한 곳에서의 사고는 모든 곳에서의 사고'라는 것을 우리는 알고 있다. 옛 소련 지역의 원전 운영은 그 지역적 고립으로 인한 안전성 분야의 일부 결점이 여전히 있다.

항공계 처럼 원자력의 안전 문화는 전세계적이어야 한다.

이 문화의 기본적 기준은 첫째로 IAEA 원자력안전협정의 형태로 존재한다.

이 협정은 96년 10월24일 효력을 발휘할 것이며, 모든 당사자가 기본적인 기준을 준수하고, 안전 문제를 보고하며, peer review를 따르도록 요



브라질의 Angra 원전

구할 것이다.

둘째로, 구속적이지는 않지만 권고적인 IAEA 원자력 안전 기준들 (NUSS)이 있으며, 이것은 수년 전 부터 시작하였다.

이들 기준들은 전체 원자력계의 경험의 통합을 통해 유지된다.

국가 당국들이 원자력 안전성의 유지에 책임이 있지만, 그들은 원자력을 이용하는 모든 IAEA 회원국들이 경험속에서 지침을 구할 수 있다.

세번째 요소는 국제적인 원자력 안전 전문가에 의한 서비스로 구성되며, 일부 자문 용역이 지역적 또는 쌍무적으로 이루어질 수 있다.

전세계적으로 전문 기술에 의존할 가능성은 여전히 중요하다.

수년간의 작업 끝에 안전에 관련된 국제적인 법적 기초의 중요한 요소가

내년에 현대적인 형태로, 즉 원자력 손해에 대한 책임 규정으로 나타날 것으로 기대된다.

원자력으로 손해를 받은 사람들은 희생자들은 어떤 곳의 사고든지 보상을 받을 자격이 주어져야 하며, 이것은 지금 보장될 수 있다.

원자력 폐기물

최근 <International Herald Tribune>지에 한 기사가 실렸다(96. 9. 17자).

그 기사에서 세계의 화석 연료 의존 증가에 대한 보고서를 연구해 온 칼럼리스트인 Reginald Dale은 원자력이 탈악마화되어야 하며, 방사성 폐기물 문제가 해결될 수 있다면 원자력은 21세기에 가장 깨끗하고, 가

장 효율적인 에너지원으로 나타날 수 있다고 결론지었다.

방사성 폐기물에 대하여 무엇을 해야 할지를 모른다는 것은 공통의 생각이며, 군사적인 방사성 폐기물에 존재하는 심각한 문제들에 대한 폭로가 사람들의 회의를 더한다고 의심한다.

물론 처분 방법의 궁극적인 결과를 실제적으로 연구할 수 없다는 점에서 장수명 방사성 폐기물의 문제가 미해결되어 있는 것은 사실이다.

그럴 가능성은 앞으로도 있다.

그렇다고 대중들이 원자력 사회를 비난하지는 않을 것으로 생각된다.

그러나 현재 존재하는, 그리고 장수명 폐기물의 처분에 대해 전세계에서 꽤 유사한 기술적 개념 및 계획을 대중에게 더욱 효과적으로 설명하지 않은 점에 대해서는 원자력 사회가 비난받을지도 모른다.

OECD에서 시행된 조사에서 그러한 처분이 안전하게 달성될 수 있을 것으로 결론지은 것은 바로 몇년 전이다.

고준위 방사성 폐기물의 양은 너무 적어 전체적으로 다루어질 수 있으며, 이는 대기로 누출된 막대한 양의 화석 연료 폐기물로 인한 위험에 비하여 미미하므로, 땅속에 깊숙히 격리될 수 있다는 점을 또한 대중에게 명심시킬 필요가 있다.

방사성 폐기물에 대해 현재 존재하는 방법과 개념들은 더욱 개발되고

개선될 수 있으며, 앞으로 폐기물의 변형같은 혁신적 기술을 볼 수도 있다.

그러나 오늘날 방사성 폐기물을 다루는 기술 능력을 의심할 이유는 없다.

IAEA 회원국 정부들은 이제 모든 폐기물 처분에 대한 기본 안전 요건에 대해 협정 초안을 준비하고 있다.

동일한 기본적 기준들이 명백히 전 세계에서 준수되어야 하며, 각 국가들이 취한 조치들은 국제적 포럼에서 보고될 것이다.

각국이 자체의 모든 방사성 폐기물을 처분해야 한다는 주장은 현재 정치적으로 올바른 견해처럼 보인다.

그러한 견해는 어떤 지역적 근거에 토대하지는 않는다.

물론 병원에서도 발전소에서든 방사성 폐기물을 발생하는 국가는 다른 국가가 기꺼이 처분해주지 않는다면, 이 폐기물을 책임있게 다루어야 한다.

그러나 원자력의 반대자들은 다른 국가로부터 폐기물을 받는다는 생각 자체가 잘못된 것이라며 방사성 폐기물을 악마화시키는 데에 성공하고 있는 것처럼 보인다.

우리는 스스로 그러한 생각에 의해 덮여 걸리지 않도록 해야 한다.

국가가 저준위, 중준위 또는 고준위이든지 간에 방사성 폐기물의 처분을 위한 훌륭하고 안전한 시설을 건설하고 그러한 시설들을 관리할 기술

적 능력을 갖고 있다면, 그것에 대한 투자와 기술로 돈을 벌지 못한다는 이유를 찾기는 어렵다.

지속적인 원자력의 확대

핵비확산, 원자력 안전성 및 원자력 폐기물에 관해 제기되는 질문들이 지속적인 에너지 정책의 토론에서 원자력의 이용 확대를 고려하는 이점은 무엇일까?

첫번째 이점은 분명히 원자력이 지구 대기에 CO₂, SO₂, NO_x를 거의 방출도 누출시도 키지 않는다는 점이다.

전체 핵주기, 즉 우라늄 광산으로부터 폐기물 처분까지 이산화탄소 방출률은 10~50g/kWh에 이르며 이는 풍력에 의한 에너지 발생과 유사하다.

화석 연료 연소에 대한 방출률은 450~1,200g/kWh에 이른다.

DECADES라 불리는 IAEA 프로그램에서 여러 가지 전기 생산 기술을 탄소 방출과 비교하였다.

이에 따르면 원자력은 전기 생산의 kWh당 2.2~5g의 탄소 방출을 나타내며, 수력의 경우는 6g이다. 이는 가스 화력의 140~180g과 비교된다.

원자력의 확대 의존시 두번째의 이득은 비용이다.

화석 연료는 그것이 싸고 편리하다는 한가지 이유로 전세계의 에너지

이용을 압도하고 있다.

예측 가능한 미래에 많은 화석 연료를 태양열·풍력 또는 바이오매스로 대체하는 것은 경제적으로 타당치 않을 것이다.

가능한 한 많이 개발되어야 할 이들 에너지 자원들은 특별한 환경에서 귀중한 기여를 할지는 모르나, 확대되는 기저 에너지 수요와 관련해서는 한계가 있을 것이다.

원자력에 의한 전기 생산은 더욱 비싸지고 있으며, 할인율과 기타 요소에 따라 항상 가장 싼 선택은 아니다.

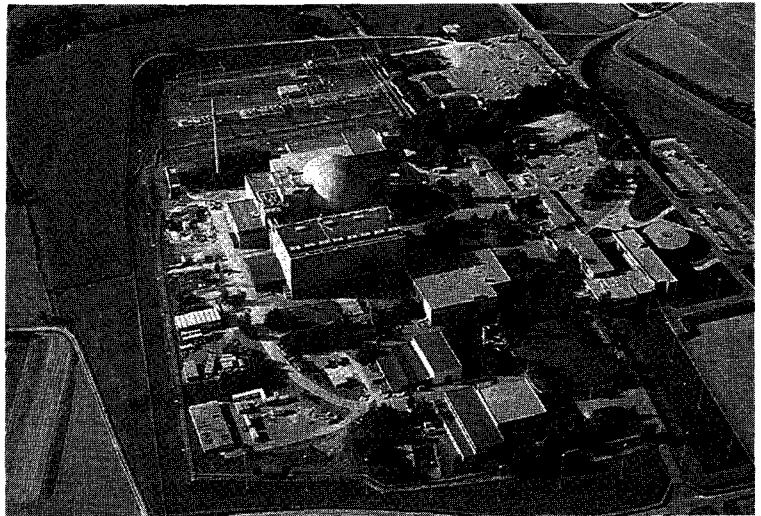
그럼에도 불구하고 대체로 석탄과 원자력의 전기 생산 비용은 거의 같은 차수(order)에 있다고 말할 수 있다.

확실히 화석 연료에의 의존을 억제하기 위한 원자력의 확대는, 지구 온난화의 위험에 반하여 유감없는 선택일 것이라고 주장하는 것은 정당할 것이다.

원자력이 경제적으로 경쟁력이 있으므로 투자 손실은 없을 것이다.

화석 연료를 대체하기 위하여 태양열 또는 풍력에 투자한다면, 공포의 지구 온난화가 사실이 아닌 것으로 판명될 시 많은 추가 비용이 부담될 것이다.

모든 사람들에게 더욱 분명한 결론은 원자력이 어떤 다른 상업적으로 입증된 발전 기술보다도 온실 효과의 기체 방출을 억제하는 큰 잠재력이



독일의 Obrigheim 원전

있다는 점이다.

IPCC가 비록 원자력의 과거 기여를 인정하고, 원자력이 온실 효과의 기체 방출의 억제를 돕는 역할을 하고 있다는 것을 공개하고 있지만, 지구 온난화의 위험에 대응하는 기타 시나리오에 초점을 맞추고 있음은 주목할만 하다.

원자력의 잠재적인 이용은 크다.

현재 세계 1차 에너지 소비의 약 30%가 전기 생산에 이용되고, 약 15%가 수송에 이용되며, 잔여 55%가 온수·증기 및 열로 변환된다.

비전기 에너지 분야에서의 원자력 응용의 잠재적 시장은 꽤 클 수 있다.

그런 응용들은 음료용 담수 처리, 지역 난방용 온수, 석유 정제용 열에너지 등을 포함한다.

고온 핵공정 열의 개발에 있어서

중요한 이정표가 91년 5월 일본원자력연구소의 Oarai 연구소에서 고온 실험로(HTR)의 건설과 함께 마감되었다.

이 원자로는 고온 공정 열 이용 시스템에 연결되는 세계의 첫번째 원자로가 될 것이다.

러시아는 가장 힘든 극한 상황에서 오랫동안 걸쳐 뛰어난 결과를 갖고 핵추진 쇄빙선을 이용해 왔다.

쇄빙선·항공기·잠수함들이 원자로에 의존할 때, 원자력에 의한 대형 화물선을 추진하는 것이 왜 논의가 되어야 하는가?

결론적으로, 원자력이 지구 에너지 구성에 기여할 필요가 있으며, 크게 확대될 수 있다는 점을 인식하는 것이 미래의 지속적인 발전을 위하여 중요하다는 것이다. ☞