

原子力에너지의 開發과 國際間的 協力

— 21세기에 대한 展望 —

*Nuclear Energy Development & International
Cooperation-prospect for the 21st Century*

ENS, W. Germany

Dr. H. Frewer

많은 나라에서 原子力에너지의 平和的인 利用이 에너지자원의 해외 의존도를 줄이고, 각 나라에서 이미 보유하고 있는 이용가능한 화석연료를 보존하여 産業國家가 되기 위한 기술적인 격차를 해소하는데 架橋的인 적절한 수단이 되고 있다. 단지 몇몇 산업화된 국가만이 原子力 에너지를 이용하는데 필요한 실제적인 原子力技術을 보유하고 있기 때문에, 다른 여러 국가에서는 매우 높은 수준의 실제적인 기술을 기꺼이 공급할 의사를 가지고 있다. 또한 기술의 전달 방법에 있어서 실제적인 모든 기술을 전달하고자 준비가 된 능력있고 경험을 지닌 협력자와의 협력을 통해서만이 이러한 실제적인 기술에 접근할 수 있는 방법을 얻을 수 있다. 더 나아가서 이러한 복잡한 공학적인 일에 대한 경영방법은 原子力技術을 잘 다루는데 가장 필요한 기술이다.

유럽의 여러 국가들이 이루어 놓은 성숙된 技術段階는 유럽 사회의 총전력량의 發電構造를 보여주고 있는 그림 1에 잘 나타나 있다. 이미 지난 10년간 전체적으로 증가하는 전력량의 수요를 맞추기 위해 原子力發電은 실제적인 貢獻을 하였다. 원자력발전이 감당해야 할 電力生産

량은 이미 총 전력생산량의 25% 수준에 이르고 있으며, 금세기말에는 더욱 더 증가해서 40% 수준 이상이 될 것으로 추산되고 있다. 따라서 석탄과 수력발전이 차지하는 전력생산량은 50% 이하의 수준으로 감소할 것이며, 유류와 가스가 차지하는 양은 70년대 가장 호황을 누렸던 시기를 지나 약 10% 수준이 될 것으로 추산하고 있다.

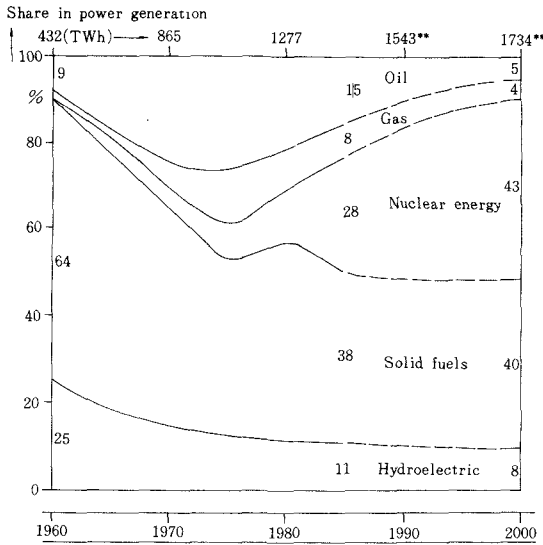
서부 유럽에는 이미 125개의 원자력발전소가 가동되고 있으며 1,000Reactor-Year 이상이 지났다. 필요로 하는 높은 수준의 기술에 도달할 수 있는 가장 중요한 요인은 安全性分析의 경우, 보통 정부가 소유하고 있는 연구소나 또는 정부에서 뒷받침해 주고 있는 연구소 등에서 행하고 있는 것과 같은 필요로 하는 아주 기본적인 연구이다.

이 분야에 있어서 연구와 개발의 결과를 聯繫시켜 앞으로 계속 발전할 수 있는 길은 國際的 協力임이 밝혀졌다.

서유럽에서는 이러한 연구와 개발의 결과를 효과적인 방법으로 서로 협력할 수 있는 전체적인 노력이 추진되고 있으며, 高速增殖爐에 관한 기술 개발 및 연구가 최우선적인 위치를 차지하

고 있다. 서부 유럽의 활동적인 原子力産業이 이들 여러 나라들 사이의 상호협력에 있어서 가장 적합한 파트너가 되도록 이끌었다. 이들 유

〈그림 1〉 Structure of Gross Power Generation in the European Community



Source: IEA

**estimated

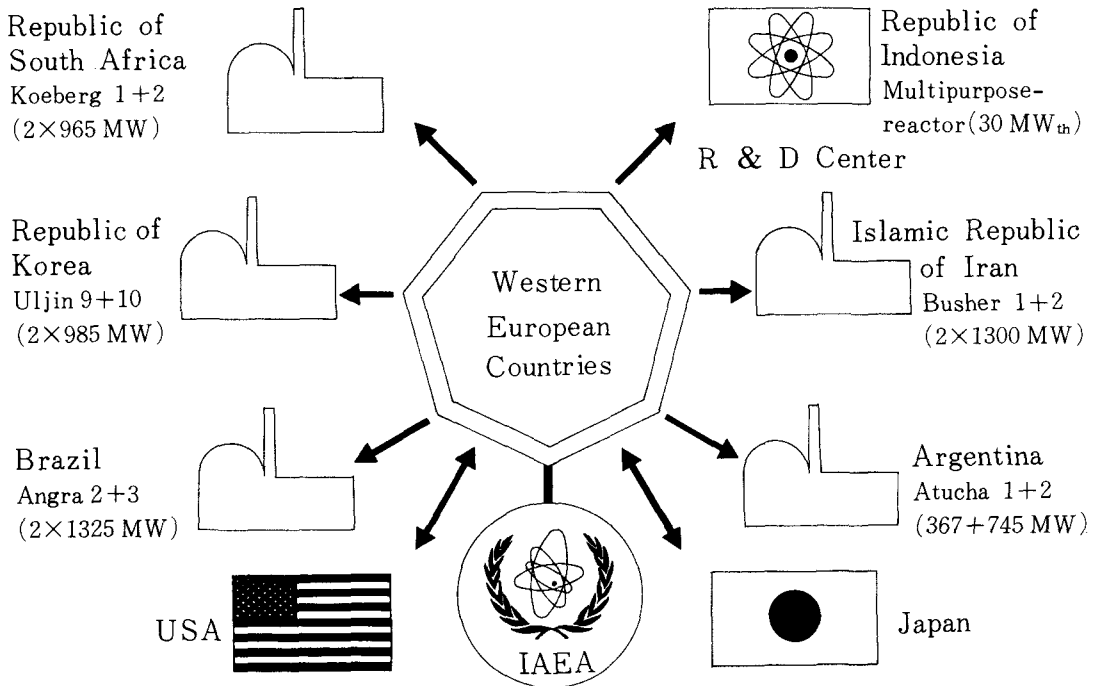
럽 原子力産業과 관계를 맺고 있는 주요 國際的인 파트너를 그림 2에 나타내었다. 이러한 국제적인 상호협력은 미국이나 일본과의 장기적인 교류 및 未開發國(LDCs)과의 협력도 이미 계획되어져 있다.

이들 나라중 아시아, 아프리카, 남아메리카 등에 있는 많은 나라들도 이미 相互協力體制를 갖추고 있으며 原子力에너지의 평화적인 이용을 위한 독립된 회사를 갖추고 있다.

국제적인 技術의 傳達에 있어 추진자의 입장에서 IAEA는 약 10년전에 활동을 시작해서 서부 유럽국가들의 原子力에너지의 평화적인 이용을 위한 人的資源 확보를 위한 계획에 커다란 기여를 하였다.

未開發國家들의 참여국을 위한 교육코스가 프랑스, 독일, 영국, 스페인 등의 교육센터에서 마련되었다. 또한 여기 저기 산개되어 있는 기술을 모아서 原子力技術을 체계화하는 특별한 예는 뒤에서 좀더 자세히 다룰 인도네시아와 다른

〈그림 2〉 Major International Cooperations With the Industry European



여러나라들간의 국제적인 협력에서 볼 수 있다. 이러한 상호 우호적인 협력은 技術供給者側의 경험 축적뿐만 아니라, 기술전수의 한 방법도 의미하고 있다.

보다 장기적인 안목에 있어서 상호 협력계획의 3단계 분류는 공동연구로 체계화된 네트워크의 장점을 지닌다. 이 3단계중 가장 중요한 요인은 기술전달에 있어서 각나라 정부의 적극적인 도움이라고 볼 수 있다.

技術協力の 제 1 단계는 양국을 포함한 각 정부간의 합의라고 볼 수 있다. 이러한 각 정부간의 합의하에 공동 연구프로젝트 및 기술개발계획이 전반적으로 과학의 다른 분야까지도 영향을 미칠 수 있을 것이다.

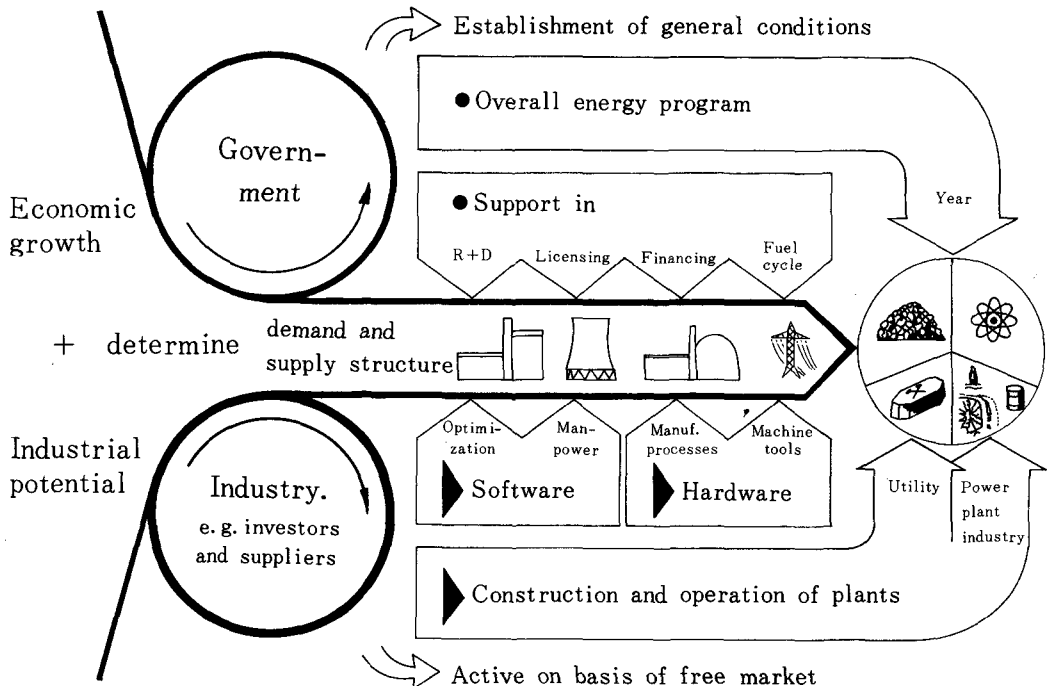
제2단계로는 각 나라간의 포괄적인 합의를 꼽을 수 있는데, 에너지정책, 연구센터간의 협력, 대학 상호간의 교류, 기술회사 및 관련기관의 협력 등을 들 수 있다. 이러한 상호협력으로서는

과학자의 상호교류 및 에너지계획에 대한 연구를 포함해서, 原子力發電의 새로운 시도를 도모할 수 있는 연구 등도 포함하고 있다.

제 3 단계 기술전달은 산업체간의 협력이다. 실질적인 기술의 전달은 非原子力分野에서도 응용할 수 있는 산업기술의 전반적인 기초를 이룩토록 할 수 있다. 산업체간의 협력에 대해서는 현재 구성된 국가들간 보다 우호적이고 장기간의 기술전달의 최적 이용이라는 모토에 의해서 좌우되고 있다. 산업체의 자산 및 능력뿐만 아니라 산업훈련일정, 시간 예정표까지도 초기에서부터 고려하고 있다. 기술 전달받는 국가의 경제성장, 산업기술의 수준에 따라 공급과 수요에 대한 구성이 결정되며, 그림 3에 이러한 내용들을 나타내었다.

安全性問題를 포함하고 있는 연료주기의 종결 시기에 관련된 의문점은 IAEA와 정부와의 긴밀한 접촉을 통해서 해결할 수 있다. 이런 것들에

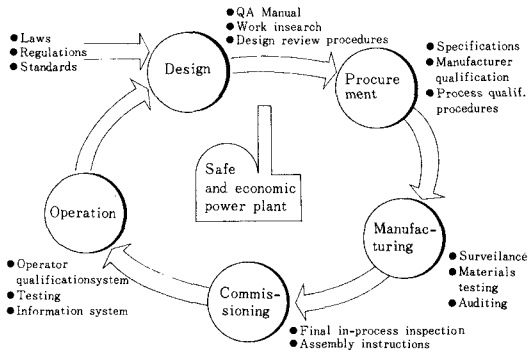
〈그림 3〉 Roles for Government and Industry in Ensuring Economic Electricity Generation



비해서 산업체는 투자자와 공급자들 사이에 자유시장의 원칙에 근거해서 능동적으로 수행한다.

하드웨어分野에서도 공동생산 등과 같은 공동협력도 추진할 만하다. 신용할 수 있는 원자력 기술의 개발에 가장 중요한 점은 그림 4에서 구체적으로 나타나 있는 것과 같이 보증할만한 질을 갖춘 시스템의 설정이라고 볼 수 있다. 정해

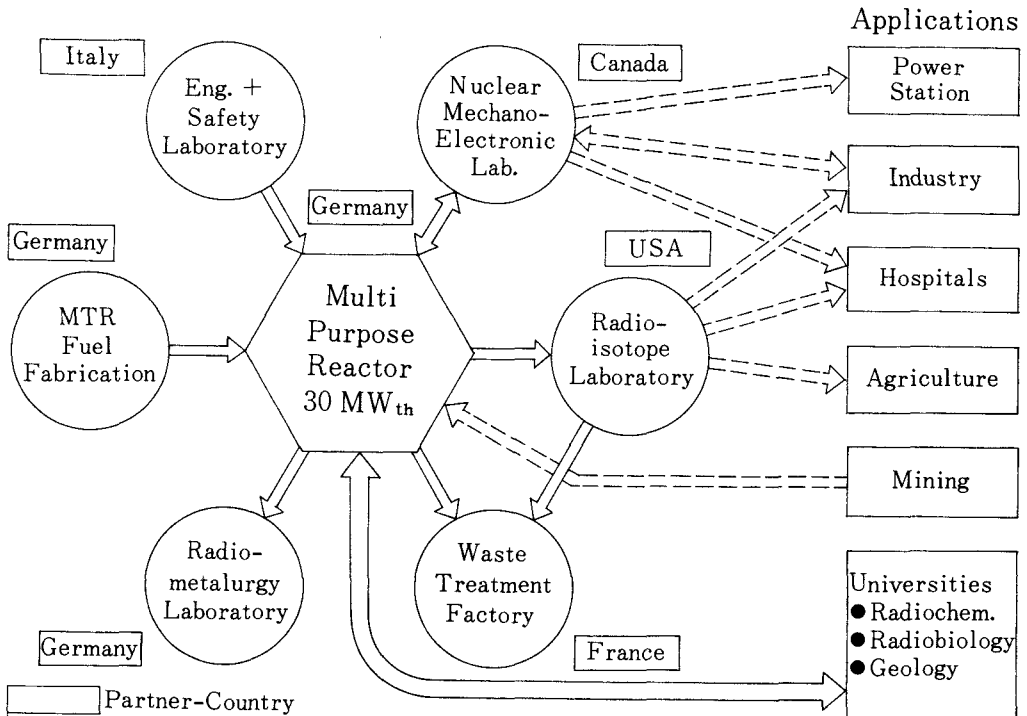
〈그림 4〉 System of Integrated Quality Assurance



진 건설공기내에 건설된 원자력발전소가 안전성과 경제적인 면에서 효율적이기 위해서는 이를 보증할 수 있는 시스템이 필수적이다. 이는 특히 정해진 국가의 법률과 제반법규 및 설계기준에 의거한 발전소 설계에 유용하다. 국가간의 제작주선 및 적절한 조치 또한 공동적으로 행해져야만 한다. 특히 技術受用者側과 任務隨行者側의 잘 훈련된 운전스탈들이 높은 수준의 기술과 높은 이용률을 위해서 필요하다.

여러 다른 나라들 사이의 과학적연구 및 기술개발, 산업체들간의 상호협력에 대한 몇몇 성공적인 사례를 인도네시아와 라틴아메리카의 상호협력 그리고 고속증식로의 개발에 대한 프로젝트중에서 찾을 수 있다. 그림 5는 PUSPITTEK 연구센터와 인도네시아의 SERPONG간의 원자력 기술에 대한 국제적인 협력내용을 보여 주고 있다.

〈그림 5〉 International Nuclear Partnership in the PUSPITTEK-Research-Center SERPONG, Republic of Indonesia



미래의 발전소에 관계된 경험과 결과를 떠나서, 재료분야의 발전을 포함, 여러 다른 분야의 산업기술 발전이 이 연구에 직접적으로 응용될 수 있다. 더 나아가서는 의학분야, 농업, 광업, 지질학분야뿐만 아니라, 일반 대학에까지도 이러한 原子力會社들로부터 상당한 도움을 받을 수 있을 것이다. 이는 이후의 원자력발전소 건설에 필수 불가결한 요건을 갖춘 원자력분야 인적자원 확보에도 기여한다.

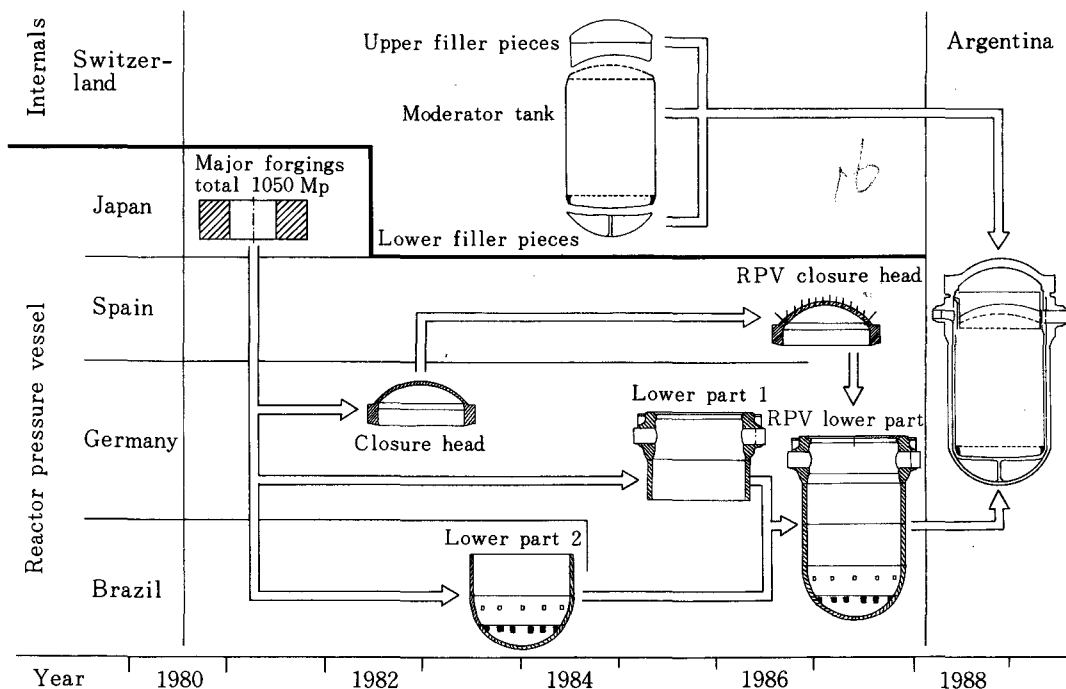
원자력발전소 부품공급에 있어서 국제간의 상호협력에 대한 가장 팔목할만한 사례는 그림 6에 보여지는 바와 같이, 아르헨티나의 PHWR Atucha II 원자력발전소의 원자로 압력용기와 그 内部構造體의 제작이다.

일본으로부터 모든 鑄製鐵의 공급을 받은 후 원자로 압력용기(RPV)의 제작은 1981년경에 독일과 브라질에서 제작하기 시작하여 아래부분 1과 2가 따로따로 제작되었다. 이 두부분의 결합

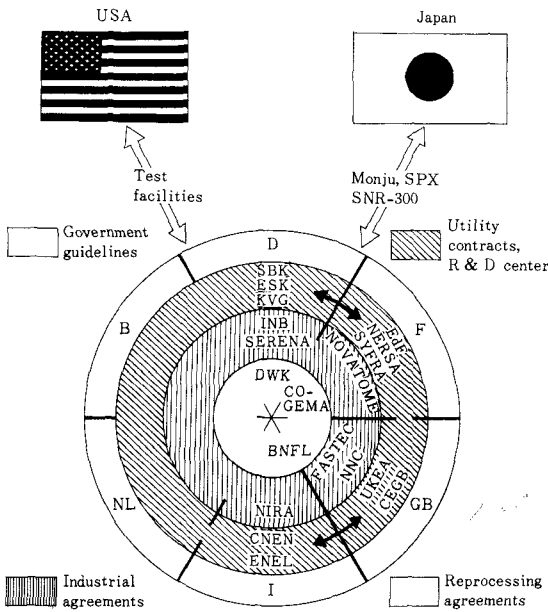
이 독일 제작자들에 의해서 네덜란드에서 금년에 행해졌다. 원자로 압력용기 뚜껑덮개의 제작은 독일에서 담당하였으며, 현재 스페인에서 기계가공이 진행중에 있다. 이 덮개는 가공이 끝나면 네덜란드로 보내져서 水壓試驗을 받게 된다. 원자로 압력용기의 내부구조물은 최종적으로 배에 실어서 Atucha 원자력발전소에 설치하기 위하여 아르헨티나로 보내지게 될 것이다. 브라질과 스페인에서 정해진 시간에 제작을 완성하기 위해서는 그 제작기술이 독일 제작자들로부터 각지역 공급자들에게 언제 공급되어졌느냐가 가장 중요한 관건이 된다.

고속증식로의 개발을 위한 국제적인 상호협력에 관해서는 그림 7에 그 내용이 잘 나타나 있다. 아래부분은 6개 유럽 참여국사이의 상호협력 상황을 잘 나타내 주고 있는데, 각국의 정부는 자신들이 직접 정해진 지침아래 협력에 가담하고 있다. 이 지침은 관여하고 있는 기관들,

〈그림 6〉 Reactor Pressure Vessel and Internals Atucha II (Argentina) Manufacturing Steps and Engaged Countries



〈그림 7〉 Envisaged Long Term Fast Breeder Cooperation between European Partners and Japan and the USA



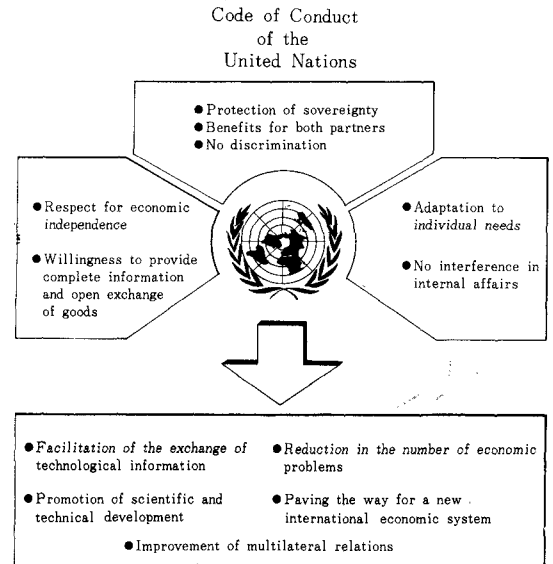
사용자들을 포함해서 연구센터, 운전회사들간의 구체적인 계약내용도 표시되어 있다. 두번째 내부원은 산업체에서의 상호협력의 특성을 잘 표시해주고 있으며, 영국, 프랑스, 독일기관의 燃料再處理에 관한 상호 협의내용도 나타나 있다. 이 합의내용은 2,000년 이후 고속증식로 연료의 재처리에 관계된 장기적인 상호협력의 체계를 이루고 있다.

이미 Monju, Super Phenix와 SNR-300의 경험을 바탕으로 유럽 6개국과 미국, 일본간의 원자력기술에 관한 상호간의 협력활동이 이루어지고 있다. 이는 장기적인 안목에서 21세기의 에너지政策에 관한 展望이며 해결방안이다.

어떤 정치적 문제나 기술적인 문제에 관계없이 현재 원자력발전소를 건설하고자 하는 개발도상국들이 직면하는 가장 커다란 장애는 무엇보다도 경제적인 문제일 것이다.

그러나 무엇보다도 중요한 것은 개발도상국이 전반적으로 국제적인 상호협력에 참여할 수 있는 재반여건의 형성과 국외의 자본은 물론 국내

〈그림 8〉 The Good Will of Both Partners is of Decisive Importance for the Implementation of Technology Transfer



의 경제를 성장시킬 수 있는 능력으로 보고 있다. 마지막으로 상호협력에 참가하고 있는 나라들간의 우의가 효과적인 기술전달에 결정적인 중요성을 차지하고 있다. 미국에 의해서 구상된 수행지침이 그림 8에 나타나 있으며 성공적인 원자력기술의 상호협력에 관한 지침이 될 것이다.

이 지침의 주요 내용을 보면, 상대국간의 독립성에 대한 상호 인식으로 主權의 보호 및 상호이익으로 이들은 다시 다음의 내용에 의해서 지지를 받는다.

- 경제적인 독립의 존중
- 완전한 정보제공과 기술 교류
- 국내적인 일에 간섭않기
- 각자의 필요에 따라 대응하기

이 원칙들의 기본목적은 무엇보다도 참여국 모두에게 과학 기술적인 능력을 키워주기 위해서 기술적인 정보의 교환을 용이하게 하기 위한 것이다. 이런 방법의 국제적·상호협력에 의해서 21세기의 原子力에너지 開發과 앞으로의 展望에 대해 커다란 행로를 열게 될 것이다.