

# 太陽에너지의 經濟性 및 效用性(Ⅲ)

—轉換과 그 政策—

朴 伊 東

〈成均館大 工大 教授·工博〉

## 1. 再生可能 Energy

Energy 위기의 根本理由는 現在 利用되고 있는 Energy의 根源이 再生 不可能한 燃料이기 때문이다. 그래서 Energy 資源이 高갈됨에 따라 생산가는 점점 높아지고 이러한 資源에 계속 依存하게 되면 價格은 끝없이 上昇되게 된다. 이러한 過程은 強力한 Inflation을 유발시키고 生活費의 부담을 나게되며(특히 하류층에) 資本의 유용성을 감소 시키게 된다. 이러한 압력하에서는 어떠한 經濟構造도 견디어 낼 수 없음이 분명 하므로 이 Energy 위기는 가까운 시일안 到 解決 되어야 한다. 이 解決策은 단지 Oil, 天然 Gas, 石炭, Uranium 등의 再生 不可能 燃料을 價格의 으로 安定 될 수 있는 再生 可能性의 燃料로 代替하는 것 뿐이다. 이 方法의 사용이 遲延되어 狀況이 나빠지지 않도록 하는 政策이 必要하며 이 政策의 實在的으로 重要한 問題點은 어떠한 政策과도 마찬가지로 그 政策이 下能한 가와 可能하다면 어떻게 해야 하는가 즉 方法 이란 것으로 귀결된다.

첫째로 새로운 再生可能한 燃料로 使用될 수 있는 Energy 資源에는 어떤 것이 있는 가를 생각해 본다. 여기에는 理論的으로 3가지가 있다. 太陽 Energy, 증식로 System, 중합 Energy 等이다. (중합 반응의 원료인 중수소는 지구 상의 물속에 무한히 존재한다) 未來의 再生 可能 상의 Energy 構造의 수립에는 Energy 資源이

無限히 存在하여야 한다는 基礎的인 條件의 滿足이 必要하다. 또한 우리가 언제인가는 再生 可能한 Energy 資源을 얻을 수 있을 것이라는 추측 만으로는 不充分하며 이것을 確實히 할 수 있어야 한다. 이 要求點은 現 Energy의 2가지 根本的인 특징을 반영해 주고있다. 그 하나는 現在 生産되고 있는 Energy의 重要하고 代替하기 힘든 역할이고 다른 하나는 再生 不可能 Energy 資源에 依存했기 때문에 이미 發生된 經濟的 영향에 抵抗을 始作해야 하는 必要性이다. 그러나 再生이 可能하고 無限한 Energy 資源으로의 전환에 대한 要求만 의 외쳐대는 것은 반대쪽에는 基礎도 놓지않고 계속을 가로 질러 다리를 놓는것과 같으며 이것이 실패의 結果는 國定 Energy 정책에 있어서 커다란 손실을 초래하게 될 것이 分明하다.

이 점은 우리가 중합 반응에 대해서 심사숙고 해야 함을 要求하고 있다. 그 이유는 近來의 中 合반응 Energy에 대한 研究가 아무리 바람직 하다고 해도 이 研究들은 아직 確實한 結果를 얻지 못한 狀態에 있다. 그렇기 때문에 우리는 實驗과 研究들이 끝나기 만을 기다릴 수도 없고 과감히 未來의 Energy 資源으로 전환을 始作하는 위험을 감수 할 수도 없다. 게다가 그 것이 成功된다 하더라도 中합 Energy가 現在 핵반응에 의해 生産되는 방사물질의 거대한 浪費는 줄일수 있지만 그들의 좋지 않은 특징은 남아 있게 될 것이다. 多量의 放射能을 放出할 것이고 대부분은 放射性 수소와 Tritium의 특

히 위험한 形態이며 또 중합발전소는 대단히 커다란 單位이어야 하므로 거대한 資本을 必要로 하게되며 결국 經濟적으로 비효율적으로 유도 된다.

이러한 理由들로 중합반응 Energy에 대한 고려는 除外할 수 있어서 再生可能한 Energy 資源에는 증식으로 System과 太陽 Energy가 남게 되었다. 이 두가지 중 어느 쪽을 택하든 그것은 여러가지의 重要한 要件을 滿足시켜야 하며 이 要件들중 가장 重要한것은 Energy 生産과 利用에 必要한 經費나 努力 보다는 그 Energy의 效率이다. 모든 상품과 용역을 만들어 내는 일을 創造 할 수 있는 것은 Energy 단 한가지 뿐이므로 Energy는 經濟的인 Output 創造에 필수적이다. 그러나 Energy 生産과 使用은 資本에 의하며 그로부터 일을 끌어내는 機械를 製作하는 것에는 經濟的인 Output을 必要로 한다. 그러므로 Energy로 부터 얻어지는 經濟的 利益은 資本과 努力을 얼마나 效率的으로 生産에 必要한 일에 適應하는 가에 있다.

現在의 構造는 Energy와 資本의 利用에 있어서 대단히 비경제적 이다.

미국에서는 Energy 消費로부터 얻어질 수 있는 全體 일의 약 15%만이 實際로 利用되고 있으며 Energy 生産에 있어서의 生産性 즉 單位 投資당의 Energy 生産量은 점점 減少되고 있다.<sup>1)</sup>

에너지 生産은 事業에 投資되는 전 資本중의 比率를 점점 더 많이 점유하게 될 것이며 미국의 경우 10년안에 이 比率는 전 資本중 1/3이상 이 될 것 같다.<sup>2)</sup> 이러한 效率値가 改善될 수 없다면 대단히 良好한 條件下에서도 어렵고 經費가 큰 전환을 얻기는 대단히 힘들 것이다. 물론 再生可能한 燃料 System으로의 전환은 現 經濟構造의 硬直性을 풀어줄 수 있을 것으로 豫想되지만 이 System의 Energy構造와 전환단계 자체가 效率的이지 못하다면 이것에 대한 成功은 얻기 힘들 것이다.

Energy構造가 어느정도 效率的이기 위해서 Energy는 각 일의 遂行에 그 目的에 適合

하도록 利用되어야 하며 그 形態 또한 適合하여야 한다. 現在의 가장 重要한 일의 遂行 例는 暖房, 冷房 機具와 機械들의 구동 産業體의 熱供給, 陸上運送, 照明 및 通信 등 이다. 이러한 일과 Energy 조합에 의해 결정되는 效率은 細密하고 根本的인 法則에 의해 지배된다. 例들 들어 照明은 燃料나 나무를 직접 태워서 얻을 수도 있지만 電氣에 의해 얻는것이 越等하기 때문에 照明에는 電氣가 전적인 供給源이 될 수 있다. 또한 單純히 經驗的으로 비행기는 石炭이나 나무등의 固體 燃料은 너무 무겁기 때문에 Gasoline이나 Kerosene과 같은 액체燃料로 구동 된다.

비록 氣體燃料를 冷却시켜 使用 할 수는 있으나 이 때에는 絕緣된 Tank가 必要하게 되고 冷却시키지 않은 氣體 燃料은 巨大한 저장 Tank를 必要로 하게 된다.<sup>3)</sup> 또 무거운 Battery를 싣고 다니는 것도 不可能하며 긴 電線줄로 發電所와 연결하는 것도 不可能하므로 經驗的으로 液體燃料를 택하게 된다.

물론 陸上運送 機具들에서는 이러한 問題들이 덜 심각하다. 비록 液體燃料가 Energy 함유량과 무게 부피에 있어서 가장 좋은 條件을 갖고 있으나 약간의 불편한 점들을 무시 한다면 固體燃料나 氣體燃料를 使用 할 수도 있다.

2차대전중 유럽에서는 종래의 液體燃料가 희귀했기 때문에 Truck을 肅을 태워 發生되는 Methane으로 구동될 수 있게끔 改造되었고 어떤 차량은 巨大한 Methane Gas用 Tank를 싣고 움직일 때도 있었다. 기차는 오랜 기간 동안 石炭이나 나무로 구동 되었다.

그러나 이런 燃料들은 사실상 차량을 구동시키는 데에는 適合치 못하였고 元來가 비효율적 이다.

이러한 安排의 效率은 열역학 제 2법칙에 의해 支配되며 이 法則은 Energy 利用效率을 약 40%로 制限하게 한다. 그런데 구동용 Energy 形態중 가장 適切하고 效用的인 形態는 電氣로서 그 자체가 電子의 움직임 形態이기 때문에 Motor의 回轉으로 전환되어 거의 100%의 效率로 구동력으로 전환 될 수 있다.<sup>4)</sup>

또한 만일 이렇게 높은 效率 水準을 運送기구 뿐 아니라 家庭이나 事務所 및 工場등 에서도 장치된 機具에 利用할 수 있다면 電氣의 生産은 그 자체가 가장 效率的이다. 그렇지만 여기서도 열역학 제 2 법칙에 의해 나타나는 40%의 效率 限度가 發電所에서 設定되고 그 나머지 Energy가 熱의 形態로서 大氣로 放出된다. 그래서 電氣利用時의 거의 완벽한 效率에도 불구하고 全體과정은 더 많은 Energy를 浪費하게 된다. 現在의 發電方法은 거의 모두가 이렇게 많은 양의 Energy를 浪費하고 있다.

일과 Energy 形態 사이의 연결이 잘못 되었을 때에는 Energy 뿐만 아니라 資本도 浪費된다. Energy의 需要가 不必要한 要因에 의해 增加 될수록 유전의 깊이는 더욱 깊어지고 석유나 天然 Gas의 採取가 점점 힘들어져 Energy 生産에 必要한 資本은 대단히 增加된다. 發電에서도 Energy 生産에 必要한 資本은 發電所의 크기에 依存된다. 알루미늄 製鍊이나 핵 燃料 精製와같이 대단히 큰 單位의 産業과는 달리 電氣의 需要中 대부분은 여러 單位로 구성되어 있다.

電氣가 巨大하고 중앙 공급식 발전소에서 生産되면 分散된 需要者에게 먼 거리를 지나 供給되며 이 먼 거리에 必要한 電線에서는 큰 資本이 必要하게 되며 미국과 같이 넓은 곳에서는 이 經費가 發電所의 建設 投資보다 클 수도 있다. 게다가 많은 量의 Energy가 송전도중 熱로서 손실되며 역시 미국과 같은 곳에서는 이 量이 약 10%를 차지하고 있다.

이렇게 高度화된 中央 供給式 Power System에서는 發電所에 의해 얻을 수 있는 經濟 單位보다 送電에 必要한 經濟 單位가 클 수도 있다.

그리고 發電所가 대단히 클 때에는 전체적인 Power System은 또 다른 메꾸기 힘든 비효율에 의해 손실이 커진다. 이 또다른 비효율은 이 System의 動力生産 能力과 動力의 需要를 적절히 배치 시키지 못하므로써 發生한다.

즉 電氣의 需要는 Toaster, 청소기, 가로등 및 Motor등의 많은 소단계로부터 점차적으로

增加하여 發生 된다.

만일 이 需要 增加를 하나의 巨大한 發電所로서 解決하려고 한다면 이 發電所의 用量은 대단히 크고 다루기 힘든 段階들의 連續 過程에 의해 얻어진 것이 分明하며 이러한 段階후에 이 巨大한 새 發電所는 가동 될 것이며 또 새로운 需要 增加가 생기면 더 큰 用量을 가져야 하게 될 것이다.

이러한 利用量은 곧 過投資를 뜻하며 經濟的으로 비효용성을 뜻한다.

一般的으로 Energy 運送중의 손실은 Energy를 움직일 때의 抵抗과 연관이 있고 이것은 Energy 形態에 依存 된다.

이에 의한 손실의 差異는 여러가지 形態의 Energy 輸送 費用에 상대적으로 反映된다. Gas는 가장 運送하기 쉬운 Energy 燃料로서 參考로 이것의 運送經費는 美國의 경우 1百萬BTU 當 美貨 0.85弗이고 이에 비해 電氣는 4.16弗이며 溫水는 5.27弗로 調査되어 있다.<sup>6)</sup>

보통 蒸氣나 溫水로서 熱을 운반할 때에는 그 自體의 Energy 含有量에 差異가 있게되어 대단히 많은 量의 熱이 運送 도중에 放出되기 때문에 가까운 거리에서만 運送이 可能하다.

새로운 Energy System을 開發하는데 解決되어야 할 또 다른 條件은 環境의 저질성을 改善 하여야 한다는 것이다.

이것은 Energy의 生産과 利用이 環境의인 문제에 대단히 연결되어 있기 때문이며 요즈음 폐유 石炭과 우라늄 광산의 環境公해 매연공해 핵 방사능 오염 장기간에 걸친 CO<sub>2</sub>放出에 의한 地球 표면 溫度의 不均衡등이 問題點으로 대두하고 있다.

再生 可能한 Energy 資源의 代替에 대한 適合性 판단으로서 그들의 環境 문제에 따른 相對的 影響을 比較해야 하는 것이 重要하다.

또 하나의 마지막 要件은 전환이 순조로워야 한다는 것이다. 現在의 再生不能의 燃料를 再生 可能한 것으로 代替시키는 것에는 어려운 點이 있다.

再生不能한 燃料의 계속적인 利用이 經濟에의 커다란 威脅을 內包하고 있지만 그들의 흐름을

갑자기 바꾸는 것은 더욱 危險할 것이다.

즉 우리가 燃料를 使用하는 데 問題가 있으면서도 이 燃料들의 使用을 中斷하지 못 할 때에는 이 燃料들에 계속 依存하면서 새로운 燃料로 점차적으로 代替해 나가는 方法 밖에는 없는 것이다.

그러므로 이 전환은 再生 가능한 Energy 資源을 充分히 供給 할 수 있는 方法을 開發함과 同時에 초기 段階에 어떻게 現在의 再生不能한 資源이 生産利用되어야 하는가를 決定하는 것이다. 특히 現在 資源중의 한 두가지가 새로운 Energy 資源의 導入을 지원하기 위해 연결 資源으로서 使用되어야 하는 것이다.

## Ⅱ. 증식로 System

증식로 System의로의 전환은 단순히 생각하면 이에 의한 發電所가 보통의 핵 發電所와 마찬가지로 單純하고 특히 利用하기 쉬운 形態의 Energy인 電氣를 生産하므로 대단히 容易해 보인다.

그러나 이 發電所는 대단히 巨大한 熱量을 生産하기 때문에 손실이 커지고 이 열은 장거리 輸送이 不可能하고 증식로나 원자로는 방사능 때문에 近接이 危險하므로 使用이 容易하지 못하다. 그래서 핵산업과 密接하거나 또는 핵 燃料로부터의 放出熱을 必要로 하는 산업들 약간을 除外하고는 이러한 利用의 혜택을 받기는 힘들다.

이러한 理由들 즉 孤立의 必要성과 증식로와 원자로를 兼備해야 한다.

그리고 經濟的인 巨大함 때문에 發電所는 대단히 커지고 중앙 집중식이 될 것이며 그에 따라 Power 供給 方式도 커지고 經費도 巨大해질 것이다.

近來의 미국 증식로 System 設立計劃은 약 1,000개의 發電所와 각 用量 10억 Watt 그리고 建設費用 4억 5천弗이 된다는 것이다.<sup>9)</sup> 증식로의 導入은 현 Power System을 대단히 膨脹시켜 점점 중앙 공급식으로 만들고 더욱 비싸질 것이다.

핵 증식로로부터 얻는 유용한 Energy의 形態는 거의가 電氣일 것이므로 生産構造의 일은 거의가 電氣로 구동 되어야 한다. 즉 이것은 현재의 燃料를 燃燒시켜 얻는 일로 구동하는 方式을 電氣 구동方式으로 대부분의 System을 再設計해야 한다는 것을 뜻한다.

家庭이나 建物은 石油나 Gas에 의해 暖房되는 대신 電氣 Heater나 電氣로 구동하는 Heat pump에 의해 暖房되어야 한다.<sup>9)</sup> 그리고 이것들은 더 效率의이 될 것이다. Gasoline engine이나 Diesel engine 차량들은 電氣車나 전동 Rail 방식으로 代替 되어야 할 것이다. 비행기와 같이 液體燃料가 必要한 경우에는 수소발생을 위한 電氣의 利用으로 종래의 유기燃料를 合成시키는 方式에 의해 전기적으로 液體燃料를 生産해 내야한다.

現在 石油나 Gas 및 石炭을 利用하는 工場은 電氣 구동이나 전기적으로 發生되는 液體燃料로 代替되어야 한다.

農業에서도 위와 類似한 변화가 생겨야하며 곡식을 乾燥시키는 데에도 마찬가지일 것이다.

그러므로 증식로에서 生産되는 電氣라는 唯一 形態의 Energy는 現在 産業이나 農業輸送에 利用되고 있는 여러 形態의 Energy 利用에 不適當하며 이 System의 導入은 상당한 經費의 追加와 아울러 現在의 Energy를 利用하는 生産 方式에 대한 광범위한 변화를 초래하게 될 것이다.

또한 증식로의 커다란 單位와 高度화된 中央 供給式 System의 設計는 심각한 비효율을 誘發시킨 것이다.

또한 發電所가 消費者로부터 멀리 떨어져 있으므로 Energy 輸送 손실이 높아질 것이며 發電所의 單位가 巨大하기 때문에 이 用量과 需要 사이에 巨大한 不均衡이 나타나서 資本의 浪費가 더욱 커져 全體의인 單位가 더 커지고 더욱 비싸지게 된다.

증식로 로의 再生性 Energy System의 전환은 現在의 우라늄과 石炭 두가지가 중간 媒介 燃料로서 使用될 수 있다. 우라늄을 使用하는 硬水 원자로 에서는 폐기 燃料로부터 증식로의 燃料인 Plutonium이 재 추출 될 수 있으므로 現

## □ 展 望

在의 System에 대해서 재 고려의 餘地가 있다. 또 증식로 System을 支援해 주기 위해 핵燃料의 재 추출과 방사성 폐기물에 대한 機能의 膨脹이 必要 할 것이다.

증식로의 經濟性은 現在보다 더욱 큰 動力運搬 수단을 要求 하므로 直接的인 유기燃料의 燃燒보다 現在의 電氣的 System을 膨脹시키는 것이 論理的이다.

그리고 利用이 可能한 Uranium의 양을 오랜 기간 이렇게 膨脹될 원자로에 供給되기에 不充分하므로 많은 火力發電所가 증식로 System이 充分히 膨脹 될 때까지 電氣 供給을 위해 必要 할 것이다. 結果적으로 石炭이 곧 중간 段階의 주된 代替燃料이 될 것이며 石炭生産이 이 전환기중 대단히 增加 될 것이다.

그래서 증식로 System으로서 전환을 택하기로 決定하면 現在 Energy가 生産되고 利用되는 方法에 의한 변화들을 一掃하게 되는 것을 뜻하게 될 것이다.

증식로가 疏介되기 전에도 Uranium과 石炭의 生産은 增加되어야 했고 이 燃料이 生産하는 電力은 石油과 天然 Gas의 直接燃燒 方式을 代替했을 것이다.

現在 石油과 天然 Gas를 使用하는 器具들 暖房기구 차량등은 電氣 구동으로 代替 되어야 할 것이다.

그래서 産業 農業 輸送에 있어서 새로운 Energy 體系의 建設費用을 增加시키는 많은 변화들이 빈번히 發生될 것이다.

증식로에 基盤한 Energy system은 그에 隨伴되는 전환과정과 함께 대단히 심각한 環境 公해를 內包하고 있다.

石油, 天然 Gas, 石炭, 原子力 및 太陽 Energy 등과 같이 利用 可能한 Energy들 중에서 특히 石炭과 原子力이 대단히 큰 環境公해 危險을 안고 있다는 것은 잘 알려져 있다.

증식로 로의 전환시에 石炭의 採取 燃燒의 膨脹된 크기는 이러한 過程이 內包하고 있는 이미 심각해진 環境 問題들을 더욱 심각하게 만들 것이다.

미국의 경우 Three mile 섬의 핵 發電所 事

故의 가장 重要한 教訓은 약 20여년 간의 産業的인 利用 後에도 종래의 原子力이 제대로 認識되지 않고 내재적으로 災難을 안고 있는 성숙치 못한 Technology로서 남게 된다는 것이다. 이 점은 그 事故를 考慮해 보면 분명하게 될 것이다.

종래의 原子力 發電所와 比較해 보았을때 증식로 System은 더욱 복잡하고 技術的으로 아직까지 덜 熟練되어 있으므로 現在 유년기에 있다고 볼 수 있으며 앞으로 오랫동안 종래의 原子力을 現在의 낮은 水準으로 끌어내리게 한 失敗와 危險 그리고 不確實性에 의해서 苦痛을 받게 될 것이다.

게다가 만약 증식로가 重要한 Power source로서 利用된다면 每年 取扱되어지는 방사성 물질의 量은 급속히 增加 될 것이다.

原子力 時代라고 생각 할 수 있는 약 20년 전부터 現在까지도 우리는 이미 使用중인 방사물질의 폐기물 處理의 適切한 方法을 얻지 못하고 있다.

증식로는 또 政治的 분위기 마저도 威脅하는데 利用될 수 있다. 증식로가 어떻게 設計되던간에 그 自體의 크기때문에 핵燃料의 盜難 방지가 어려워지고 武器化 될 수 있는 危險이 增加될 것이다. 증식로는 Plutonium이나 Thorium Uranium 233을 燃料로써 使用 할 수 있다.

核武器 增加 危險에 대한 대부분의 토의가 Plutonium에 대해서만 집중되고 있지만 Thorium이나 Uranium 233에 대해서도 똑같이 危險스럽다.

이 두가지 燃料 System이 盜難과 武器化에 대해서 얼마나 防禦 될 수 있는 가에 대한 한 近來의 比較는 증식로에 대해 B의 정수와 원자로에 대해 B<sup>+</sup>의 정수를 주었고 이 정수차를 比率로 나타내던 이 두 System의 차이는 오직 17%뿐이라는 것이다.<sup>10)</sup>

미국의 NRC(Nuclear Regulatory Commission)을 Plutonium을 政治的인 盜難으로부터 보호하는데 必要한 方法과 거기에 관계 되는 事項들을 考案해 내기위해 이러한 危險들에 대단히 관심이 있으며 美國의 Stanford University

의 法學大學 教授 Mr. John H. Barton이 NRC의 요청에 의해 作成한 보고서에서는 이러한 方法들에 대한 法的인 結末을 다음과 같이 예측하고 있다.

“결국 非同意者들은 Plutonium의 盜難후 체포되어 拘禁 될 것이고 이러한 拘禁은 대단히 골치아픈 심문過程중의 한 段階일 뿐일 것이다.

아마도 거짓말 探知器를 動員하거나 고문을 하게 될 것이다. 왜냐하면 핵폭탄 危機下에서는 一般的인 취조方法을 使用할 수 없을 것이기 때문이다.”<sup>11)</sup>

### REFERENCES

- 1) B. Bosworth “Capital Needs in the Seventies.” (Washington. D.C. Brookings Institution. 1975) pp 27~29  
U.S. Department of Interior publication, Energy perspectives, (Washington D.C. U.S. Government printing office, February. 1975)  
Barry Commoner, “The poverty of power,” (New York, Alfred, A. Knopf. 1976) pp 200~202.
- 2) Bankers Trust Company, “U.S. Energy and Capital” (New York, Bankers Trust Company, Energy Group. 1978)
- 3) “CRC Hand book of chemistry and physics,” (Cleveland, Ohio, The chemical Rubber publishing Company, 1963)
- 4) “Efficient Use of Energy. APS studies on the Technical Aspects of the more Efficient use of Energy, K.W Ford et al.(New York, American Institute of physics, 1975)
- 5) U.S. Department of Commerce, Bureau of Census, “statistical Abstract of the U.S. 1976” (Washington D.C. U.S. Government printing office 1976)
- 6) U.S. congress, office of Technology Assessment, “Application of Technology to today's Energy Need” (Washington D.C. U.S. Government printing office 1978) vol. I p 140.
- 7) C.L. Rickard and R.C. Dahlberg “Nuclear power; A balanced Approach” Science 202:10 (November 1978) pp. 581-584

이 論文은 Thorium과 Uranium 燃料의 混合 회를 提案하고 있는데 이것은 미국정부에 의해 支援받고있는 회로이다.

이 提案은 2,000년에 미국에 400개의 증식로와 종래의 원자로와 증식로의 混合形態인 전환로가 設置되어 4천억 watts를 發電하며 2040년에는 1,000개의 發電所에서 1조 watts를 發電 할 것을 計劃하고 있다.

이들 發電所의 建設經費는 1976년 不變價格으로 계산하여 William, E. Mooz,

“Cost Analysis of Light water Reactor power plants, R-2304-DOE(Santu Monica, cal; Rand Corporation June 1978)에 수록되어 있는데 1990년에 이 經費는 US\$ 3417/kwh로 上昇 될 것이라고 예측하고 있다. 이러한 比率로서는 10억 watts 用量的 發電所 建設에는 34억 弗이 必要하며 전체 1,000개의 發電所에는 3조 4천억 弗의 經費를 必要로 하게 될 것이다. 이것은 現在와 2040년 사이에 消耗될 發電所의 代替經費를 포함하지 않고 計算된 經費이다.

- 8) Monthly Energy Review, November 1978 pp. 53~54  
William E. Mooz “Cost Analysis of Light water Reactor power plants” (cited above)
- 9) 一般的으로 外部의 熱을 흡수하여 内部를 煖房시키는 대부분의 Heat pump는 그들이 消費하는 熱量보다 더 많은 熱을 生産할 수 있다. 그러나 이 分野의 권위자인 Washington 공과대학의 Kurt. H. Hohenemser 교수는 추운 날씨에서는 이 Heat pump는 비효율적이라고 指摘 하고 있으며 그래서 전 계절을 통한 效率는 낮아질 것이므로 地下水로부터 熱을 흡수 함으로써 이 問題를 해결 할 수 있을 것이라고 말하고 있다.
- 10) R.C. Daheberg, “weapcns pro ferabtion and criteria for Evaluating Nuclear Fuel cyeles” Bulletin of the Atomic Scientists. 34(1) January 1978. pp 38-42.
- 11) J.H. Barton “Intensified Nucler Safeguards and civi! Liberties “NRC contract NOAT (49-24)-0190 이 보고서는 Stanford 법과대학에서 1975년 10월 17~18일에 열린 強化된 核보호가 市民自由에 미치는 영향에 대한 NRC 주제회의에 제출된 비 인쇄물 이다.