

工場에서의 에너지節約과 電力管理

(上)

李 載 學

(韓電技術研究所 電力使用合理化課長)

1. 에너지節約體系的 確立

石油問題는 單純한 資源 Nationalism이라는 問題에 그치지 않고 政治問題와 깊이 結付된 次元에서 흐르고 있어, 에너지資源의 大部分을 輸入에 依存하고 있는 우리나라로서는 極히 重要한 問題로서 政府에서도 에너지供給의 長期 安定化를 多角的으로 推進함과 同時에 國民과 産業에 에너지節約을 呼訴하여 行政 指導를 本格的으로 施行하고 있다. 그러니까 에너지 利用合理化法도 그 一環인 것이다.

여기에서 에너지節約이라는 觀點에서 電力 管理를 어떻게 이끌어 나갈 것인가에 대하여 概括적으로 記述하여 본다.

(1) 에너지節約의 意義

에너지의 高價格 및 資源有限時代를 맞이하여 「限定된 資源을 浪費없이 有効 適切하게 使用한다」라는 생각이 強力히 要求되고 있는 時期로, 여기에서 에너지節約의 意義를 文章으로 表現하면 「生活水準이나 生産活動을 低下시키지 않고 에너지를 有効 適切하게 利用」하는 것이다.

따라서 單純하고 即興的인節約이 아니라 에너지를 合理的으로 使用하는 것으로, 假令 室内照明에 있어서 使用場所에 따라서 基準 照度가 定해져 있으므로 一定한 照度가 必要함에도 不拘하고 照度を 줄여서 消燈에 依存하는 節電으로 에너지節約化를 圖謀하고 있다면, 낮은 照度는 눈에 影響을 미쳐서 作業能率이나 安全 管理面에도 影響이 미치게 됨으로 이것은 에너지節約이 아니다.

한편 高效率이 光源의 使用, 照明 器具의 清掃에 의한 減光 防止, 全體 照明의 選擇方法, 自然光의 有効 活用, 不用燈 消燈 등에 의한 節電이 가장 適切한 에너지節約의 方法이다.

(2) 에너지節約을 생각하는 方法

여기에서 어떠한 것이 에너지節約에 關聯되는가를 생각하여보면 다음 세가지로 分類된다.

첫째, 自然界에 存在하는 에너지源을 技術 開發에 의하여 有効하게 利用하는 方法.

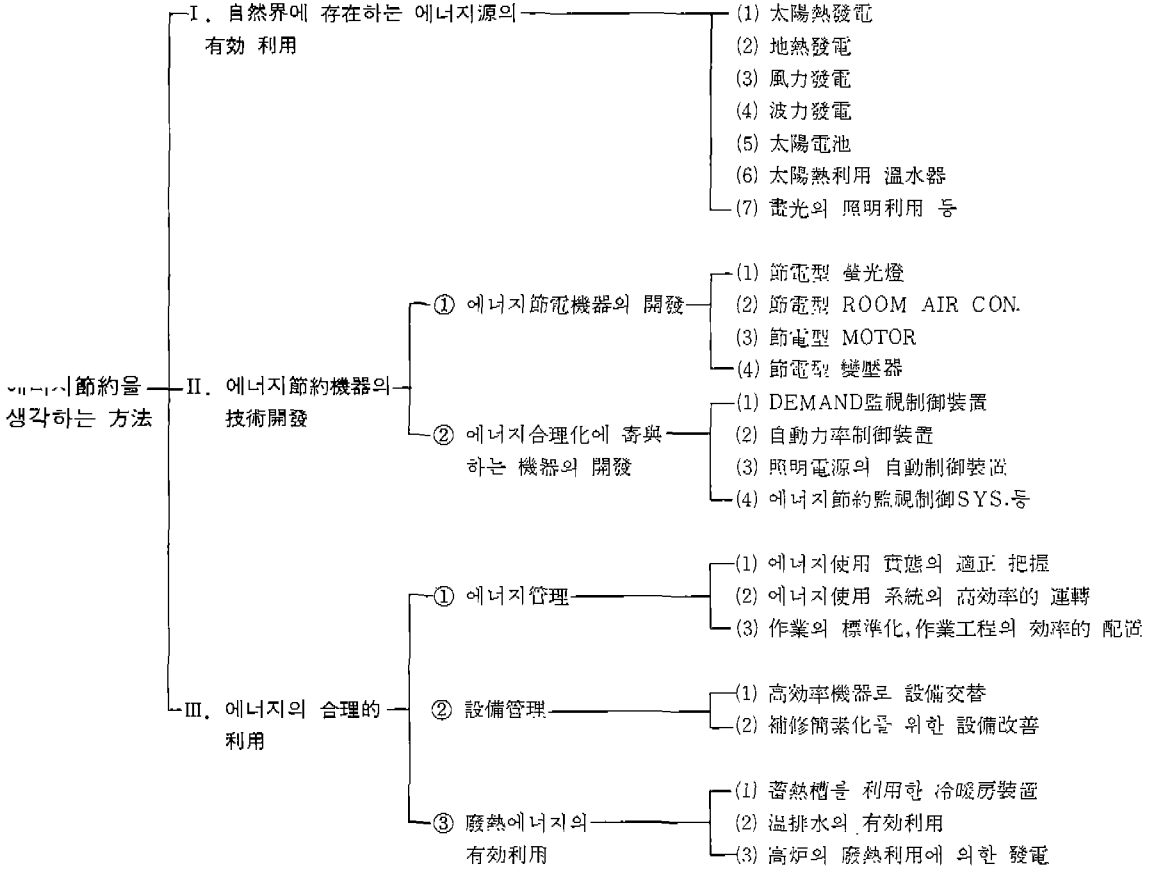
둘째, 에너지를 使用하는 機器의 에너지節約化의 技術 開發을 積極的으로 推進

셋째, 에너지를 合理的으로 使用하기 위한 管理 體制

위의 에너지節約을 생각하는 方法을 體系的으로 나타내보면 다음과 같다.(表1)

〔表 1〕 에너지供給源의 多樣化系

〔具體의 事例〕



2. 電力管理의 重要性

〔第1條: 이 법은 에너지의 合理的인 利用을 圖謀하고 熱 使用 機資材의 效率 提高 및 安全管理에 관한 事項을 規定함으로써 熱 使用 機資材로 인한 危殆를 防止하고 아울러 國民經濟의 健全한 發展에 寄與함을 目的으로 한다.〕

이것은「에너지利用 合理化에 關한 法律」로서 에너지利用 合理化法中の 序頭의 條文이다.

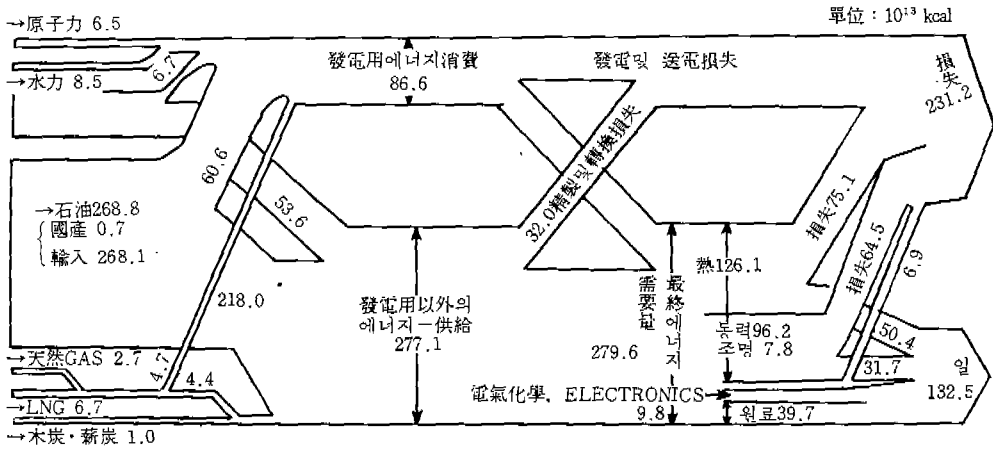
우리나라는 年間에 使用되고 있는 全에너지資源中 大部分을 外國으로부터 輸入에 依存하고 있는 實情이다. 또 第1次 Oil Shock以來 石油 價格이 하늘 높은줄 모르고 치솟고 있는 것을 생각하면 앞에서 말한 條文은 事態의 重要性을 充分히 立證하고 있으며, 또 지난해 電力料金の 大幅的인 引上 등도 이에 따른 것이다.

〔表 2〕는 日本國의 에너지 Flow와 Loss에 關한 것으로, 資源 種別의 에너지 使用量과 이것들을 使用해서 얻은 일과 損失과의 關係가 알기 쉽게 圖示되어 있는 것을 吟味해 보고자 한다.

이 圖表에서도 쉽게 나타난 것과 같이 損失이 일의 量을 上廻하고 있다. 即 源에너지의 大部分이 損失로 되어있는 것을 가장 注意깊게 留意해야 할 것으로 보며 어떻게 해서 效率이 낮게 일하고 있는가를 明示하고 있는 것이다.

우리들의 主課題인 電力事業 分野를 局限해서 보더라도 發電 時點에서부터 既히 에너지는 60% 以上이 損失로 되어 있으며 이로부터 送電線 受變電設備, 工場內 配電線路, 電力機器 등 必要한 에너지의 約70%는 損失이라고 생각된다. 앞에서 말한 바와 같이 電氣料金の 大幅 引上으로 企業은 勿論 家庭에서도 큰 打撃을 받는 것은 當然하다고 본다.

그러나 이 大幅 引上이 原資材 및 에너지의 大幅



[表2] 日本國의 에너지-FLOW와 LOSS (1975)

引上으로 國內의으로 손이 미치지 못하는 것이 事必歸結이라고 한다면, 工場 또는 家庭에서 電氣를 使用하는 各者가 어떻게 하면 電氣를 적게 쓰는 方法 또는 損失 電力을 減少시키는 電力節電 政策의 徹底 以外에는 別道理가 없는 것으로 본다. 그것은 一面 消極的으로 보이나 그 結果는 源에너지의 使用量 減少라고 하는 國家의 要請에 適應이 되며 더불어 에너지利用合理化法 第1條의 趣旨에도 一致되는 것이다.

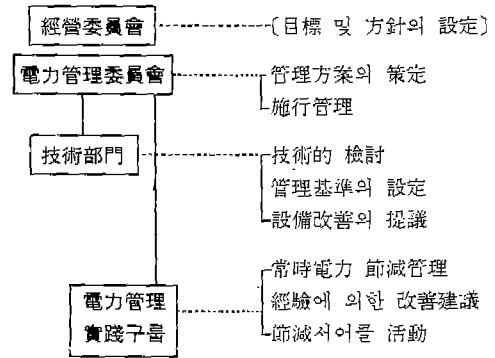
以上 序述한 바와 같이 企業에 있어서도, 家庭에 있어서도 電力 管理는 以後 더욱더 重要한 問題가 되는 것은 明確한 것이며 경우에 따라서는 企業의 成長을 左右하는 問題가 될 수 있는 것이므로 企業에 있어서의 電力管理는 單純히 技術的 問題로 생각할 것이 아니라 組織의 運營과 技術 과의 合心으로 推進해야 할 重要한 課題로 되어 있다.

3. 電力管理의 本然의 姿勢

上述한바와 같이 電力 管理는 單純히 電氣 設備의 계획·設計 또는 補修에 關係되는 사람 들만의 問題가 아니며, 또한 그 사람들의 努力의 範圍內에서 解決되는 問題도 아니고, 經營者를 爲始해서 한 사람의 從業員에 이르기까지 全員이 생각하며 全員이 努力해야 될 問題이다.

따라서 電力管理에 있어서 本然의 姿勢에 對해서는 두가지 側面 即 管理 運營上의 問題로서의 電力管理와, 技術上의 問題로서의 電力管理로 分類하여 생각해 볼 必要가 있다. 이것들을 考慮해서 電力管理 本然의 姿勢에 對한 階層構成을 圖示해 보면 다음과 같다.

[表3] 電力管理의 階層構成



[表3]에 對하여 說明을 하면 使用 電力量의 節減에 關하여 經營의 立場부터 方針을 提示하는 第1段階와 그 方針을 받아서 實踐 管理의 方案을 策定하여 實踐 管理에 關한 責任을 지는 第2段階, 그리고 技術的 側面에서의 기획·檢討를 하는 部門 및 日日節減을 實踐하는 部門의 第3段階로 構成되어 있다.

이 階層 構成은 單純히 電力管理에 特有한 것이 아니고 企業 活動을 위한 一般의인 것이다. 여기에서는 電力管理에 단 焦點을 두고 말하는 것이다.

(1) 管理 運營의 側面

于先 第1段階의 責任과 任務는 가령 經營委員會의 性格을 띤 經營 方針을 策定·指示하는 사람의 立場에 의한 電力의 使用 및 電力 使用의 合理化에 關한 方針의 提示이다.

具體的으로는

- ① 電力 使用量 및 節減 電力量의 目標值 그리고

達成 方針의 提示

② 電力 使用의 合理化에 關한 設備投資 계획의 提示

등을 列舉할 수 있다.

말하자면 이것이 電力管理의 基幹이 되는 것으로 이것이 없으면 第2段階 以下의 活動도 不充分하게 되는 것이다.

第2段階의 責任과 任務는 第1段階의 方針을 如何히 具體的으로 나타내는 實踐 管理, 責任이며 工場內 電力管理의 源泉인 存在이다. 따라서 그 管理를 해야 할 事項은 여러 갈래이지만 重要點으로는 다음과 같이 列舉할 수 있다.

① 生産 계획에 對應한 設備使用 계획(電力使用 계획)의 立案.

② 設備別 電力 原單位의 把握, 管理

③ 損失 電力 節約 運動의 계획, 實施

④ 用途別(動力用, 照明用, 熱源用 등) 電力 節約 計劃의 立案·推進

第2段階의 責務를 遂行하기 위하여 電氣技術者가 準備해야 할 器具 또는 明示하여야 할 事項으로는,

① 使用한 電力量을 變壓器單位로 알게끔 하는 것이 아니고 設備單位로 알 수 있게끔 電力計를 設置할 것(上記 ②, ④項에 關해서)

② 空轉 등 電力이 浪費로 使用되고 있는 時間과 量, 受電端의 電壓 力率 등 配電 過程에서의 損失이 計算이 되어 損失 電力 管理, 電壓·力率 管理가 되도록 計器 및 記錄 裝置를 設置할 것(上記 ③項에 關해서)

③ 電氣 에너지를 動力, 照明, 熱 등 他에너지에 轉換하여 使用하고 있는 경우에는 各에너지의 轉換 裝置의 現狀의 變動 效率를 明示할 것, 또 더욱더 效率이 좋은 變換 裝置에 關한 技術的 檢討(投資費를 包含)가 되어 있어야 한다(上記 ④項에 關하여).

등을 列舉할 수 있다.

第3段階의 節約 實踐 部門은 現場의 作業 組織이나 또는 ZD Group와 같은 自體 管理 Group 등 이 日日의 細部의인 活動을 하는 部門이다. 그 責任과 任務로서는,

(7) 日常的인 Switch의 「ON」 「OFF」를 특히 電氣를 浪費하지 않는다는 觀點에서 細心하게 行動할 것.

(나) 回轉機械의 回轉 損失을 적게 하기위하여 潤滑油의 管理를 徹底히 할 것

(c) 日常 管理를 通하여 보다 細密한 電力 損失

減少를 위한 生産 方法의 改善, 設備 改善의 提案을 할 것.

등을 列舉할 수 있다.

第3段階의 日常 努力에 對해서 電氣技術者가 協力해야 될 事項으로서는,

④ 가령 照明 設備의 點滅 스위치에 대해서 말하자면 從來 群單位로 「ON」 「OFF」하던 것을 燈單位로 「ON」 「OFF」가 되도록 시설하는 것 등 細心한 管理가 될 수 있도록 開閉 裝置를 準備할 것(上記 ①項에 關해서)

⑤ 電氣 專門 分野가 아닌 一般人에 對해서는 電力 損失의 크기와 양을 充分히 알 수 있도록 電力 損失에 關하여 알기 쉽게 啓蒙 活動을 할 것, 등을 列舉할 수 있다.

以上 上述한바와 같이 電力의 節約 活動을 充分히 實踐하기 위하여서는 會社 全體가 한 덩어리로 움직이는 것이 必要함과 同時에, 全社의 活動이 잘 되기 위하여서는 電氣를 專門으로 하는 사람 들의 側面的 또는 技術的 協助가 不可缺할 것으로 본다

(2) 技術的 側面

前項에서는 電力 節約에 對한 各階層이 해야 할 事項 및 이것들에 對한 電氣技術者가 協助해야 할 것 등에 對해서 말하였으나 다음은 專門 技術者가 主體的으로 해야 할 事項에 對해서 簡單하게 말하고자 한다. 그리고 以下는 重要 事項에 對해서 略述하는 것이므로 對策 方法등의 詳細한 것에 對해서는 專門 書籍을 參考하기 바란다.

① 系統別, 機器別 負荷率의 測定, 把握.

一般的으로 負荷率은 다음과 같이 定義된다.

$$\text{負荷率} = \frac{\text{어떤 期間中의 負荷의 平均電力}}{\text{同期間中의 負荷의 最大電力}}$$

이것은 電力計 및 積算 電力計에 의하여 쉽게 求할 수 있으나 負荷率 管理의 重要性은 그것이 機器 效率과 큰 關係를 가지고 있다는 것이다. 지금,

負荷率 : α
定格容量 : P
力率 : $\cos \theta$
鉄損 : P_i
銅損 : P_t

라고 하면 效率 η 은,

$$\eta = \frac{P \cos \theta}{\alpha P \cos \theta + P_i + \alpha^2 P_t} \times 100(\%)$$

로 表示된다. 이 式은 P $\cos \theta$, P_i , P_t 를 一定하게 하고 α 에 關한 η 의 GRAPH를 그리면 明確하

다.

即 η 는 負荷率 a 가 적을수록 적어진다. 即 效率이 나쁘게 된다. η 가 最大로 되는 것은 一般的으로 定格出力에 가까워지는 것이다. 따라서 效率을 높이기 위하여서는 負荷率을 높이는 問題를 檢討하지 않으면 안된다.

② 工場內 配電線路의 電力損失의 測定, 把握
지금 配電方式을 三相三線式으로 하면,

受電端 電壓 : V_r
線路 電流 : I
負荷 力率 : $\cos\theta$
配電線路 1線의 抵抗 : R
Reactance : X
負荷(有効分) : P
線路 損失 : P_L
라고 하면,

$$\text{線路電流 } I = \frac{P}{\sqrt{3} V_r \cos\theta}$$

$$\text{配電線路損失 } P_L = 3RI^2$$

이 된다. 이 損失을 輕減시키기 위해서는 R 를 적게 하면 좋아지니까 電線의 斷面積의 增加 또는 配電線路의 改修에 의한 線路 길이의 短縮 등이 생각된다.

③ 設備別 力率의 測定, 把握

力率이 나쁘면 線路 電流가 增大되어 配電 線路의 損失이 增大된다. 이것에 대한 對策으로서는 負荷側에 負荷와 並列로 電力用콘덴서를 設置해서 遲位相을 補償하는 것이 一般의이다.

지금 電力用 콘덴서를 接續하기 前에 有効電力 P , 力率 $\cos\theta_1$, 改善 力率 $= \cos\theta_2$, 必要한 콘덴서의 容量을 Q 라고 하면,

$$Q_c = \frac{P_1}{\cos\theta_1} \left(\sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_2} - 1} \right)$$

(表 3)

工場에서의 判斷基準의 構成 및 各 項目의 概要

	抵抗等에 의한 電氣損失의 防止	電氣의 動力, 熱等으로 轉換의 合理化
管理標準, 改善을 위한 標準의 設定	受變電·配電設備의 電壓·電流·力率·負荷率, 需要率의 管理標準	電動力應用, 電氣加熱, 照明設備 등에 관한 電壓, 電流, 力率, 需要率의 標準.
計測, 記錄 등의 實施	同上值의 計測·記錄	同上值의 計測·記錄(照明에서는 照度の 計測도 包含)
補修·點檢의 實施	受變電, 配電設備의 補修 및 點檢	摩擦 등 機械損失의 減少, 流體 機械에서의 流體누설 防止 등 其他 電熱·電解·照明設備의 補修 및 點檢
合理化를 위한 改善措置 및 設備의 導入 등	變壓器의 適正負荷運轉, 變壓器의 容量適正化, 負荷의 平準化, 受變電設備의 配置適正化等 力率의 改善, 三相不平衡의 改善.	電動機의 空轉防止, 負荷의 適正配分 등, 揚程의 再確認, 速度制御의 實施 등, 適正容量의 電動機設置 등 其他 設備 改善, 設備導入

라는 式에 의하여 콘덴서의 容量을 求할 수가 있다.

이 效果는 配電線路의 損失을 輕減시킴과 同時에 受電端의 電壓降下를 防止하는 效果도 있다.

④ 各相의 水平衡 狀態의 測定, 把握

지금 三相의 各相 電流가 不平衡이 되었을 경우 그 電流를 各各 $\dot{I}_a \dot{I}_b \dot{I}_c$ 라 하면 對稱 座標法에 의하여,

正相分 : \dot{I}_1

逆相分 : \dot{I}_2

零相分 : \dot{I}_0

를 구하면,

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_0 \\ \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{bmatrix}$$

但

$$a = e^{j \frac{2\pi}{3}}$$

各相이 平衡되어 있을 경우 正相分만이 없지만, 不平衡이 되었을 경우 逆相分이 생겨 이것을 誘導 電動機 등에서는 逆相 Torque가 發生하여 效率을 低下시킨다. 또한 配電線路의 電力損失을 增加시키게 된다. 따라서 積極의으로 相間의 平衡을 維持해야 할 必要가 있는 것이다.

4. 企業主의 判斷 基準

判斷 基準의 趣旨는 다음과 같다.

이 基準은 工場 또는 事業場에 있어서 에너지使用 合理化를 위하여 有効適切하게 實踐을 圖謀하기 위하여, 企業主가 技術的으로나 經濟的으로 可能한 範圍內에서 工場 또는 企業主에서의 에너지

지 사용 合理化의 實踐을 圖謀하기 위한 判斷의 基準을 위하여 該當事項에 대한 것을 規定한 것이다.

이 趣旨는 첫째 이 判斷基準이 全體의 國家的 見地에서 工場 또는 事業場에서의 에너지 사용의 合理化를 圖謀키 위하여 國家가 企業主에 對해서 明示한 指針이며, 둘째 企業主는 判斷 基準에 明示된 各事項을 技術的·經濟的으로 可能한 範圍內에서 最大限의 에너지 사용 合理化를 위하여 努力해야 될 것 등이 明示되어 있다.

判斷 基準은 各事項에 대한 合理化 對策의 實施 項目에 따라서 構成되어 있다.

가) 管理·改善을 위한 標準의 設定

나) 計測·記錄 등의 實施

다) 設備의 補修·點檢의 實施

라) 合理化를 위한 改善 措置 및 設備의 導入 등 電氣 設備 事項에 대하여 綜合하여 보면 앞의 [表 3]과 같다.



〈P. 73에서 계속〉

파이프라인의 材料는 프리스트레스 콘크리트관을 使用하며 施工은 Sundt Construction社와 Kalsler社가 擔當했다.

高溫化學의 強力한 武器—太陽爐

美國의 太陽熱試驗設備 利用者協會(STTFUA)는 주로 高溫化學, 高溫物理 및 高溫材料의 小規模 實驗에 대하여 個個의 實驗設備과 有力한 研究者間에 研究契約를 推進했다.

그러나 從來부터 大規模로 行한 平板이나 바이폴라狀集熱器 또는 300°C 以下の 溫度領域의 研究는 本研究對象에서 除外되었다.

現在 STTFUA와 協力하고 있는 太陽爐는 4 곳으로서 最大의

것은 뉴멕시코州 Sandia研究所의 中央集中形 太陽熱實驗爐이며 集熱器의 焦點은 200ft의 콘크리트 塔頂點附近에 設置되었다. 그런데 이 附近에는 美陸軍의 White sands太陽爐도 있는데 여기에는 反射光의 光路에 서터가 設置되어 펄스狀으로 光을 利用할 수 있는 것이 特徵이다.

Georgia工科大學의 太陽爐보다 一般的인 實驗을 할 수 있는 프란시어形式의 보일러가 設置되어 있으며 또한 프랑스의 피레네山에 있는 Odeillo太陽爐는 數年間의 作動實績을 갖고 있다.

STTFUA의 F. B. Smith 氏는 同協會가 高溫現象의 基礎研究와 實際的인 材料開發의 研究에 대하여 이들의 太陽爐를 利用할 경우 提案을 受諾할 豫定이다.

그리고 STTFUA의 母體는 에너지省(DOE)과 太陽에너지研究協會(SERI)로서 1979會計年度의 豫算이 50萬弗이었다.

太陽爐에 대한 高溫科學者의 獨特한 貢獻은 電場이나 磁場을 걸지 않고 高溫을 얻을 수 있는 點이며 이로 因하여 腐蝕이나 分解 및 其他 表面現象에 미치는 電場의 影響이 明確하게 되었다.

또한 많은 研究課題의 資金이 STTFUA를 통해서 放出되고 있으며 主題는 물리브덴硫化物의 減少, 바이오매스의 高溫處理, 암모니아의 分解 및 冶金用 炭素의 가스화 등을 들 수 있다.

가까운 將來의 課題로서는 에너지의 問題와 關連된 水分解에 의한 水素의 製造도 考慮되고 있다.