

# 電力과 經濟發展과의 關係

徐完錫

韓國電力公社 技術研究院

## 1. 電力이 經濟發展에 미치는 영향

### 가. 經濟發展의 歷史的 考察

現代文明의 牽引車로서의 電力의 役割을 살펴 보려면 經濟發展에 대한 人類의 歷史를 考察할 必要가 있다.

人類는 1萬年前 定居하여 農業技術을 開發하여 農耕社會를 이룩 하였다.

300餘年前 英國에서 産業革命이 일어나 프랑스, 獨逸등 유럽, 그리고 美國으로 傳播되고 다시 世界各國으로 전파되어 이제 世界的 農耕 産業國家로 되었다.

100餘年前 電力이 實用化되기 시작하면서 이 神秘的인 에너지는 世界文化의 發展을 더욱 加速化 시키어 왔다.

産業革命 이후 急速한 經濟發展의 本源的인 推進力 가운데 가장 重要한 것은 動力의 發展이라 할 수 있다.

農耕社會에서는 소와 말을 農耕에 利用하고 輸送用으로도 使用하여 왔지만 大部分이 人間의 힘(筋力)에 依存함으로써 生産力은 增大될 수 있는 여지가 거의 없었다.

英國의 産業革命과 더불어 實用性 있는 蒸氣機關이 나와 大量 生産이 可能하게 되었으며 鐵道動力으로도 利用되었다. 그후 內燃機關이 發明되어 輸送用 動力의 主軸이 되었다. 또한 電力도 비슷한 時期에 實用化되어 現在에는 거의 모든 工場用 動力을 電力에 依存하게 되었고 自動制御는 로보트 및 컴퓨터의 發展에 힘입어 大量 生産이 크게 進展되고 勞動生産性

을 획기적으로 增大시켜 왔으며 이에 따라 所得向上도 지속적으로 增大시켰다.

일을 할수있는 源泉으로서 勞動生産性 向上의 主原因이 되는 動力의 歷史에 관하여 考察하여 보고자 한다.

#### (1) 소, 말등 動物에너지

牛馬를 農耕用, 輸送用, 연자방아의 回轉用으로 利用하였으나 牛馬數의 限界로 人間의 筋力을 많이 使用하였으므로 生産力의 增大는 담보상태로 별로 進展이 없었다.

#### (2) 水 力

水力은 로마人들이 帝國末期에 水力의 利用技術을 開拓하였으며 그 후 中世에 水力利用技術을 開發하였다. 北歐에서 처음 번성하던 물레방아는 기아없이 직접 연자방아를 驅動시키는 水平으로 固定된 水車인 Norsemill 이었던 것으로 보이며 이러한 단순한 물레방아는 스코트랜드에 있었고 또한 그리스방아로 알려진 것으로 南유럽에서도 使用되었다. 英國 William 1世때인 1086년의 Domesday Book에 5624개의 방아간이 記錄되었다. 이때의 방아간의 大部分은 곡물을 방아질는데 使用되었다. 그러나 다음 世紀에는 천을 축융(縮絨) 하고 나무를 톱질하며 기름을 짜내려고 씨앗을 분쇄하는데 使用되었다.

水力은 産業革命 初期에 大量 生産을 可能하게 한 動力源이 되었다. 즉 아크라이트(Arkwright R)의 水力紡績機(Water Frame)는 이를 움직이는데 人力 以上の 큰 動力이 必要하였으며 이 動力에 水力을 利用하였다. 그리하여 이 紡績機는 水力을 얻을수 있는 山間溪

속에 大規模 工場의 設置를 可能하게 하였다.

그런데 紡績工業이 水力을 動力源으로 利用하고 있어서 工場이 河川을 따라 設置되었고 그것도 落差를 쉽게 얻을 수 있는 山間벽지에 位置함으로써 工業 立地로서 많은 不便과 非經濟性을 招來하였다. 이는 와트(Watt, J)의 蒸氣機關이 發明됨으로써 工場立地의 制約을 받지 않아 大規模工業이 都市로 集結되어 都市人口가 急增하고 새로운 工業都市가 생기게 되었다.

### (3) 風 力

돛단배 형태의 風力은 文明의 시작과 함께 利用되어 왔었다. 그러나 風力을 利用하는 방아(Wind Mill)는 12世紀末까지 유럽에는 없었던 것으로 알려졌으며 Wind Mill은 中世에 유럽에 널리 使用되었다.

風力은 水力보다 信賴性은 적지만 水力이 없는 곳에서는 매력적인 代替에너지가 되었으며 한밭지역, 물이 不足한 地域, 江이 水力에너지를 제공하지 못하는 地域에서 利用되었다. 그리하여 風力은 스페인, 英國의 低地帶 및 네델란드의 늪지나 간척지역에서 번성하게 되었다. 물레방아와 더불어 Wind Mill의 開發은 더 큰 動力, 시계 및 기타 裝置의 製造에 적용된 機械的 發明을 가져오게 하였다.

### (4) 蒸氣機關

英國의 로버트보일(Robert Boyle)은 大氣壓下의 蒸氣機關, 獨逸의 오토(Otto)는 眞空을 가진 蒸氣機關 그리고 佛蘭西의 데니스파핀(Denis Papin)은 壓力容器를 가진 蒸氣機關에 대하여 研究를 하였던 바 이는 蒸氣力의 理論的 基礎에 의하여 實質的인 技術을 開發하는데 도움이 되었다.

이러한 知識은 토마스사벨리(Thomas Savery)와 토마스 뉴우커먼(Thomas Newcomen)과 같은 開拓者에 의해서 實用化되었던 것이다.

사벨리는 1698년에 특허를 얻었는데 이 裝置는 大氣壓에 의하여 물을 끌어 올리어 眞空을 만들어내는 蒸氣의 응결에 의존하는 것이었다.

첫번째의 商業的으로 成功的인 蒸氣機關은

뉴우커먼이 1712年 Staffordshire 의 Dudley城 근처에 처음 蒸氣機關을 設置함으로써 이루어졌다. 그것은 실린더內의 피스톤 上部面위의 大氣壓에 의하여 作動하고 그것의 밑부분에서는 蒸氣가 眞空을 만들기 위하여 응결된다. 피스톤은 振動하는 빔(Beam)의 한끝에 연결되고 빔의 다른 끝은 鑛山의 수경(豎坑) Pumping Rod에 연결되어 있다. 이 機關은 튼튼하였으나 精巧한 것은 아니었다. 많은 燃料消費로 인하여 石炭價格이 비싼 곳에서는 經濟性이 없게 되었다.

英國의 石炭鑛山에서는 이들 蒸氣機關이 깊은 鑛山에서 물을 제거하는 중요한 서비스를 遂行하였고 이러한 目的을 위하여 널리 採擇되었다. 이러한 方法으로 初期의 蒸氣 機關은 18世紀 英國 産業에 크게 寄與하였다.

가장 어려운 問題이었던 鑛山의 長時間의 單純勞動은 機械化의 必要性을 내포하고 있었으나 노예노동 및 低賃金이 이러한 蒸氣機關과 같은 機械化를 지연시키는 要因으로 作用하게 되었다.

産業革命의 현저한 特徵은 大量 生産을 可能하게 하는 動力에 있어 技術의 發展이다. 産業革命의 直前에는 産業에 有用한 主動力源은 주로 鑛山에서 펌프用으로 設置하였던 大氣壓을 利用하는 蒸氣機關을 除外하면 動物 에너지와 水力 및 風力이었다. 뉴우커먼의 大氣壓을 利用한 蒸氣機關은 英國의 와트(James Watt)가 1769년에 分離된 콘덴서(復水器) 特許를 낼 때까지 거의 發展이 없었다. 그러나 이때부터 蒸氣機關은 1世紀에 걸쳐 계속 改善되었다.

와트의 분리된 콘덴서는 그라스고大學 實驗室에서 使用되고 있던 燃料가 많이 消費되는 뉴우커먼 蒸氣機關모델에 관한 연구에서 얻어진 成果이었다. 와트의 영감은 증기기관의 每行程(Stroke)마다 高温蒸氣의 熱作用과 증기를 응결시키기 위한 冷却作用의 두 작용을 분리시키는 것이었으며 실린더를 항상 뜨겁게 하고 콘덴서를 항상 冷却시킴으로써 큰 에너지 節約을 가져왔다. 이 빛나는 간단한 아이디어는 이 기계의 엔지니어링이 미숙하고 결함이 있었기 때문에 직접 實用化되지는 않았었

나 이 아이디어가 商業的 成功을 하기 위해서는 資本과 技術能力을 가진 볼튼(Matthew Boulton)의 뒷받침이 必要하였다. 와트의 特許가 연장된 기간인 1775年과 1800年 사이에 볼튼과 와트의 合資會社는 약 500個의 蒸氣機關을 만들어 냈다.

改善된 蒸氣機關의 製造로 볼튼과 와트가 실질적 獨占을 한 25年間に 이들 蒸氣機關은 매우 精巧하게 되었는바 工場의 回轉體를 구동시키는 回轉運動을 할 수 있도록 發展되었다. 그리하여 回轉運動을 하는 蒸氣機關은 재빨리 英國의 纖維業者 아크라이트(Richard Arkwright)에 의하여 紡績工場용으로 채용되었고 大規模 製粉工場에 利用되었다. 그리고 많은 產業家들이 蒸氣機關의 使用可能性을 研究하여 널리 使用되게 되었다.

英國의 トレ비딕(Richard Trevithick)은 1802年 안전하고 効率的으로 作動하는 試驗用 蒸氣機關을 가지고 10kg/cm<sup>2</sup>의 前例가 없는 高压의 蒸氣를 선 보이였다. 또한 거의 同時に 美國의 엔지니어 에반스(Oliver Evans)는 내부 火格子(Fire Plate)와 煙道를 가진 실린더형 보일러를 使用하여 高压의 증기기관을 만들었다.

トレ비딕은 그의 증기기관을 기관차에 빨리 적용하였고 1804年에 남쪽 웨일즈에서 成功的인 蒸氣機關車를 만들었다.

한편, 停止形 蒸氣機關은 날로 커가는 産業의 要求를 充足시키기 위하여 견실하게 進陟되었다. 高压蒸氣는 自動開閉 발브를 가진 大型펌프엔진을 開發시켰다. 이는 주석 및 銅의 鑛山에서 많이 使用되었다. 또한 高壓蒸氣의 다른 進展은 蒸氣降下中 蒸氣를 2회이상 使用하는 것이다.

1880年代 蒸氣原動機에 의한 發電의 必要性은 蒸氣機關의 發達을 자극하였다. 問題는 發電機의 機能을 効率的으로 만들기 위하여 충분한 高速回轉을 달성하는 것이었다. 이러한 高速蒸氣機關으로서 發電機에 理想的인 蒸氣터빈이 1884年에 찰스 파슨스경(Sir Charles Parsons)에 의하여 發明되었다.

이는 發電을 위한 重要한 原動機로서 최근

의 原子力發電에서도 原動機로 利用되고 있다. 船舶의 推進力에 있어 蒸氣터빈은 內燃機關과의 競爭에도 不拘하고 여전히 重要한 動力源으로 남아있다.

鐵道를 利用하는 蒸氣機關車에 있어서는 19世紀 1/4分期 中에 있었던 蒸氣機關車 實驗이 1825年에 開通한 다알링턴-스톡턴(Darlington-Stockton)鐵道の 運行으로 絶頂에 달하였고 리버풀-맨체스터(Liverpool-Manchester)鐵道는 스티븐슨(George Stephenson)에 의하여 設計되고 機關車는 스티븐슨과 그의 아들 로버트가 製作한 것으로 1830年에 開通을 보았고 計劃的인 貨物과 旅客의 輸送에 時間表를 使用하는 鐵道서비스를 하였다. 그리하여 輸送革命이라 볼수있는 鐵道時代를 열게 되었고 世界各國으로 전파되었다.

#### (5) 內燃機關

內燃機關은 燃料가 機關內에서 연소되는 것으로서 始初에 있어서는 大砲가 單一行程機關(Single Stroke Engine)의 첫 模型을 提供하고 화약이 실린더내에 피스톤을 구동하는 수단으로서 試驗되었다.

內燃機關에 있어 主 問題는 적절한 燃料의 발견이고 그 다음 問題는 쉽게, 빨라 反復하여 作動되도록 密閉容器內에서 燃料를 點火시키는 것이다.

成功的인 첫 가스엔진은 프랑스의 에티엔느 르노와르(Etienne Lenoir)가 1859年에 만들었다. 이 엔진은 피스톤이 行程의 半位置에 있을 때 다른 쪽에서 電氣스파크에 의하여 개스와 空氣의 혼합된 폭발물에 點화시키는 것이었는데 엔진의 運轉費用이 높았었다.

商業的으로 成功的인 精巧한 가스엔진이 1878年 獨逸의 發明家 오토(Nikolaus Otto)에 의하여 만들어졌다. 吸入 壓力 爆發 排氣의 4行程사이클의 오토가스엔진은 르노와르의 것에 비하여 燃料는 半 밖에 소비되지 않았으나 速力の 크기는 2배나 되었다. 또 이것은 크기가 작기 때문에 蒸氣機關을 設置할 餘裕가 없는 작은 工場이나 機械工場, 印刷工場 등에서 使用하기에 아주 便利하였다.

디젤엔진은 獨逸의 디젤(Rudolf Diesel)에

의하여 만들어져 1892년에 첫 英國 特許를 얻었다. 디젤기관은 실린더內的 공기의 매우 높은 壓力이, 石油가 적절량 投入될때 燃料를 自動點火시키게 한다. 이 기관은 高効率이지만 개소린機關에 비하여 낮은 速力을 가지고 있어 輸送用機關으로 適合하지 않았기 때문에 디젤은 계속하여 디젤기관을 改善하였다. 이 디젤기관은 20世紀에 중요한 輸送用 및 建設用 機關이 되었는데, 디젤기관차 트럭, 버스, 불도저, 선박의 추진력으로 사용되고 있다.

한편, 輸送用的 가벼운 高速 개소린기관이 獨逸에서 만들어졌다. 다이믈러 (Gottlieb Daimler)와 벤츠(Carl Benz)는 1885년에 그들이 設計한 엔진으로 오토바이와 自動車에 裝置하였고 벤츠의 말없는 마차 (Horseless Carriage)는 近代 自動車의 표준이 되었다.

19世紀 末까지 內燃機關은 많은 産業用 및 輸送用的 適用에 있어 蒸氣機關에 挑戰하고 있었다.

(6) 電力

電氣에 力을 發生하는 실질적인 첫 裝置는 1800年 이태리의 물리학자 볼타 (Alessandro Volta)가 만든 電池이다.

磁氣와 電氣 사이의 關係는 1820年 덴마크의 물리학자 H. C. Oersted와 프랑스 물리학자 D. F. J. Arago가 나침판 바늘위의 電流가 흐르는 導體의 관찰로부터 證立되었다.

同年 프랑스 물리학자 암페어 (Anolré Ampère)는 導體에 흐르는 電流가 永久磁石과 같은 磁界를 만드는 것을 보여주었다.

1831年 英國의 물리학자 파라데이 (Michael Faraday)는 機械的 에너지를 電氣 에너지로 轉換하는 裝置를 發明하였다. 파라데이의 첫 D. C. 發電機는 永久磁石의 兩極 사이를 回轉하는 銅디스크로 되어있다.

1832年 프랑스의 픽시 (Hippolyte Pixii)는 A. C. 發電機와 整流子를 가진 D. C. 發電機를 만들었다.

1866年 獨逸의 發明家 지멘스 (Werner Von Siemens)는 永久磁石 대신에 電磁石의 使用方法을 고안했다.

1870년에는 벨기에의 發明家 Zénobe Gramme

는 絶緣된 電線의 링으로 감겨진 電機子 (回轉子)의 使用으로 發電機의 性能을 改善시켰다.

이와같이 發電機의 性能이 크게 改善됨에 따라 商業的인 發電所가 建設되었고 1879년에 처음 照明用으로 使用되었다. 또한 成功的인 商業發電은 다른 用途의 電氣使用의 開發, 특히 電鐵用에 依存하게 되었다.

電力을 動力用으로 使用함에 있어서 初期에는 電氣料금이 비싸고 또한 蒸氣機關에 비하여 그의 利用價値가 認識되지 않았던 탓으로 一般動力用으로의 供給은 거의 發展을 보지 못하였다. 그러나, 大容量 水力發電所가 建設되면서 電燈用的 供給만으로는 晝間에 供給餘力이 크게 생기고 자연히 電力需要의 開發을 하게 되었다. 한편, 工業化의 進展에 따른 工場의 動力化는 電氣料金の 低廉化에 자극되어 動力電化에의 轉換이 促進되기에 이르렀다.

日本の 工業部門 電化率을 보면 1906년에 9.4%이던 것이 1928년에는 69%에 達하였다.

〈표 1〉 日本의 工業部門 電化率 推移

區 分	1906年	1911年	1916年	1917年	1928年
電化率(%)	9.4	27.6	36.3	51.3	69.0
蒸氣化率(%)	75.9	53.5	40.1	20.1	-

日本の 産業別 電化率을 살펴보면 金屬製鍊業이 1914년의 12.8%에서 1919년의 78.2%로 불과 5個年만에 6.1배의 경이적인 증가를 示顯하고 紡織業 및 化學工業이 동 기간에 각각 2.5배 및 2.0배로 增加하였고 産業計는 同期間에 1.9배로 增加하는등 電力에너지로 놀라운 代替 現象을 보여주고 있다.

〈표 2〉 日本의 産業別 電化率

區 分	1914年	1919年
紡 織 業	22.4%	55.6%
機 械 工 業	58.6	59.2
化 學 工 業	28.2	57.2
金 屬 製 鍊 業	12.8	78.2
窯 業	-	-
合 計	30.1	58.1

이와같이 工場의 動力의 電化가 持續되어 現在에는 工場動力의 거의 全部가 電力化되어

있는데, 이는 깨끗한 에너지 즉 無公害性, 便利性, 制御의 容易性, 高効率性(小容量일수록 他에너지에 比하여 相對的으로 有利) 등의 電力에너지의 優秀성에 起因한다.

이처럼 電化된 工場動力이 自動制御, 로보트, 컴퓨터등의 發展으로 크게 增大됨에 따라 경이적인 勞動生産性 向上을 가져 왔으며, 公害의 부작용 때문에 經濟成長의 意義가 크게 減少되는 점으로 미루어 보아 깨끗한 無公害性 에너지인 電力의 使用이야말로 經濟成長, 可能性을 增大시켜 經濟成長을 促進시키는 原動力이라 할 수 있다.

지금, 우리는 太古 이래의 人類의 慾望이 電力의 利用으로 이루어지고 있음을 목격하고 있다. 즉 無限한 힘을 가져 보려는 慾望이 動力의 電力化를 통하여 이루어지고 있으며 멀리서 일어나고 있는 現象을 보고 듣고 싶은 慾望도 放送, 通信 및 TV 등 視聽覺用 家電機器의 發展으로 成就하였으며 많은것을 記憶하고 어렵고 많은 計算問題를 신속정확하게 算出하려는 慾望이 電子計算機에 의하여 이루어지고 있다.

이러한 人類의 慾望은 良質 低廉한 神秘로운 電力에너지를 바탕으로 電力利用技術의 加速的인 發展으로 成就되고 있다.

## 나. 電力과 經濟發展과의 關係

### (1) 電力事業의 發展史

#### (가) 歐 美

먼저 電力技術의 發源地인 歐美에 있어 電力事業의 初期 發展史를 中心으로 살펴 보고자 한다.

前述한 바와 같이 많은 發明家에 의하여 發電機의 性能이 크게 改善되었다.

한편 街路燈用으로 아크電燈이 1879年 파리에, 그리고 同年 오하이오주 크리브랜드에, 또한 1880年에 뉴욕시에 設置되었다.

또한 炭素필라멘트 白熱電燈이 1880年 에디슨(Thomas Edison)과 스완(Joseph Swan)에 의하여 發明되었는데 아크燈이 光度가 너무 強하고 炭素蒸氣를 發生하여 空氣를 오염시키는 것에 比하여 훨씬 좋고 便利한 照明인

이 白熱電燈은 家庭用 照明으로 使用될 수 있었다.

이러한 電氣照明器具에 대한 發明은 電力需要를 創出시켜 電力事業의 開始를 可能하게 하였다.

世界에서 最初의 商業目的인 發電所가 아크電燈用으로 使用되었다. 22個의 아크電燈에 대하여 適當 電燈當 10弗의 費用으로 電力을 供給하는 2個의 브러쉬 發電機를 가진 이 發電所는 1879年 샌프란시스코에서 運轉을 開始하였다.

白熱電燈의 最初의 商業目的 發電所는 에디슨에 의하여 建設되어 1882年 1월에 運轉을 開始하였다.

1882年 9月 4일에 에디슨은 뉴욕시에 있는 그의 유명한 Pearl Street 汽力 發電所를 運轉 開始하였다.

10個月後 이태리 Milan의 Santa Radegonda 기력발전소는 에디슨에 의하여 만들어진 D.C 發電機를 使用하여 正規서비스를 開始하였다.

Pearl Street 發電所는 設備容量이 100kW인 6個의 에디슨 점보發電機를 가졌다. 이들 直流發電機는 4個의 보일러에 의하여 증기가 공급되는 往復蒸氣機關으로 구동되었다. 1882年 10月까지 Pearl Street 發電所는 1평방마일의 지역에 59個 需用家の 1284個의 白熱電燈에 대하여 kWh當 약 25센트의 價格으로 電力을 供給하였다.

Pearl Street 發電所가 運轉開始한 26日 후인 1882年 9月 30일에 世界 最初의 水力發電所가 위스콘신주 Fox江 Appleton에서 運轉을 開始하였다. 107cm 水車를 3m의 落差와 두 개의 에디슨 타입 K DC 發電機로 이 發電所는 약 25kW의 電力을 供給하였다.

送電을 위하여 交流를 使用하는 最初의 商業目的의 電力系統은 1886年 매서추세츠주 Great Barrington에 美國인 엔지니어 스탠리(William Stanley)에 의하여 建設되었다. 그리고 同年 뉴욕 Buffalo에도 建設되었다.

1887年 美國人 發明家 웨스팅하우스(George Westinghouse)는 電壓을 올리고 내릴 수 있는 改善된 변압기를 特許했다.

그리고 1890年 美國人 發明家 터스라(Nikola Tesla)는 多相交流發電시스템을 開發하였다.

이러한 開發로 인하여 交流發電은 우수한 시스템으로서 신속하게 直流發電을 代替시켰다. 最初의 發電機를 구동시킨 往復運動型 蒸氣機關은 느리게 움직이는 機械였다. 增加되는 電力需要를 充足시키기 위하여 더 效率的인 高速蒸氣機關이 英國人 엔지니어 파슨스(Charles A Parsons)에 의하여 1884년에 開發되었다. 웨스팅하우스社가 펜실바니아주 Wilmerding 과 컷네티컬트주 Hartford의 發電所에 蒸氣機關 - 發電機를 設置하여 19世紀에서 20世紀의 轉換點에 이 증기기관이 처음으로 使用되었다.

GE社에 의하여 공급된 5,000kW의 당시로서는 가장 큰 蒸氣터빈發電機가 1903년에 시카고시에 建設되었다.

그리고 1918년까지 60,000kW容량의 蒸氣터빈發電機가 세워졌고 1929년에 208,000kW 發電機가 建設되고 1970년에 1,100,000kW의 發電機가 建設되었다.

美國의 發電設備容量 推移를 살펴보면 1920年 약 2,000萬kW, 1945년에 6,000萬kW 그리고 1970년에 3億 4千萬kW로 增大되었다.

(나) 日本

日本의 電氣事業의 歷史는 1883년에 設立許可를 얻어 1887년에 開業한 東京電燈에 의하여 시작하였지만 그의 事業內容은 그 商號가 表示하는 바와같이 電燈照明用의 供給을 目的으로 한 것이었다. 1887년에는 移動式 發電機에 의한 아크燈의 點燈, 白熱燈의 點燈을 거쳐 固定式 發電機에 의해 工場照明用인 白熱電燈이 點燈되었다.

日本 최초의 水力發電에 있어서는 1890年 8月 東京電燈의 藤岡市 助技師長의 指導로 下野麻紡績에 自家用 水力發電을 開始하여 工場照明(16燭光의 電燈 176燈)用으로 使用하였다.

動力用 供給은 料금이 高價이고 電動力의 利用價値가 認識되지 않았으나 東京電燈에서 臨時需要로 供給한 例가 있다. 즉 1890年 第3回 勸業博覽會가 上野公園에서 개최될때 同公園內의 電車運轉 및 淺草凌雲閣의 엘리베이터

이었다. 常時用으로 使用된 것은 1892年 朝日新聞, 東京新報에서의 供給이 最初가 된다.

日本의 電力需要 成長을 살펴보면 다음과 같다.

日本은 1899年 20km의 遠距離 1萬볼트의 高電壓 送電을 開始함으로써 水力發電所의 開發을 促進하는 推進力이 되었고 이에 따라 電力需要의 開發을 促進시키게 되었다.

○ 電燈需要의 成長

電燈需要는 水力發電의 開發이 進行됨에 따라 電氣料금이 低減되고 한편 東京電燈의 系列會社인 東京電氣가 美國의 GE社와 技術 제휴, 1907年경 텅그스텐 電球의 製造로 그 需要는 급속히 增加하여, 全世帶數에 대한 電燈普及率이 1907年の 2%에서 1922년에 70%, 1927년에 87%로 刮目할만한 進展을 보여주었다.

〈표 3〉 全世帶數에 대한 電燈需用家 比率

年 度	1907	1912	1917	1922	1927
普及率(%)	2	16	42	70	87

○ 工場電化의 發展

1892年 京都市에 의한 動力供給 및 自家發電으로 1899年 郡山絹系, 八幡製鍊, 1903年 富士紡績小山工場에 의한 動力利用등이 보여지지만 電力料금이 높고 더욱이 蒸氣機關에 비하여 그의 利用價値가 認識되지 않은 탓으로 電氣事業에 의한 一般動力의 供給은 不振한 狀況이었다.

그러나 電源을 大容量 水力發電으로 하면서 電燈만의 供給으로는 餘力이 생기고 자연히 電力需要의 開發이 必要하게 되었다. 한편, 工業化의 進展에 따른 工場의 動力化는 電氣料金の 低廉化에 자극받아 動力電化로의 轉換이 促進되기에 이르렀다.

日本의 工業電化率은 1906년에 9.4%이던 것이 第1次 世界大戰(1914~1918) 후에는 60%에 達하였다.

그리고 電力은 動力으로서 만이 아니고 다음과 같이 電熱 및 電解用의 에너지로서 使用되어 電力需要의 增大要因이 되었다.

○ 日本의 電氣化學 工業

1884年 銅, 亞鉛, 其他金屬의 金屬精鍊  
 1901年 카바이트 製造  
 1910年 카바이트를 原料로 하는 石灰窒素의 製造  
 1915年 苛性소다의 融膜法, 水銀法에 의한 製造

(다) 韓國

우리나라에서의 最初 電氣 使用은 6kW의 蒸氣發電機(3kW×2)를 設置하여 景福宮의 電燈에 點火한 1887年 5月이다.

그리고 우리나라 電力事業의 起源은 美國人 콜브란(H. Collbran)과 보스트윅(H. R. Bos-twick)가 1898年 1月 18日 舊韓國 政府로부터 電力事業의 運營權을 얻어 漢城電氣會社를 設立한 때이다. 이 會社는 1898年 12月 25日 西大門-清涼里(洪陵)間의 單線電車軌道 工事を 竣工하고 1899年 5月 17日에는 直流 75kW 600V의 東大門 發電所를 建設하여 電車를 開通시켰다.

1900年 4月에는 同發電所에 125kW 直流 交流 兩用發電機를 增設하여 總發電設備 200kW를 確保함으로써 電燈事業의 準備가 착착 進行되었다. 그리하여 1900年 4月 10日 드디어 鍾路에 3個의 電燈에 點火하였는데 이것이 우리나라 民間 電燈의 始初가 된다.

電燈事業은 점점 需要가 增加하여 東大門發電所의 發電만으로는 供給力이 不足하여 1903年에 麻浦에 第2 發電所를 新設하여 225kW 發電機 2台를 建設하는 同時에 變電所도 施設하였다.

漢城電氣 株式會社는 1904年 7月에 商號를 韓美電氣會社로 改稱하였고 1909年 6月에 그 運營權이 韓日互斯電氣 株式會社로 넘어갔다.

前術한 바와 같이 1898年 콜브란과 보스트윅가 우리나라의 電力事業을 開始한 이래 1910年까지 우리나라의 電力事業體는 불과 서울 釜山 仁川등 세곳 뿐이었다. 그러나 1911년부터 1913年 사이의 3個年 동안에 全國적으로 10餘個의 電力事業體가 새로 設立하였다.

이렇듯 各地方에 電氣會社가 많이 設立되게 된 것은 날로 生活樣式이 近代化되어 가는 時代的 要請 때문이기도 하였지만 또 다른 하나

의 理由는 內燃機關(吸入互斯機關)의 發達에 있었다.

이 吸入互斯機關은 굴뚝이 必要없고 한번 給炭하여 놓으면 꽤 오랜 時間을 維持할 수 있으며 보일러처럼 많은 設置容積도 必要 없을 뿐만 아니라 적은 從業員으로도 運營이 可能하며 機器의 設備費도 비교적 적게 드는등 好條件을 가지고 있었다. 그러나 元山水力 株式會社만이 水力發電設備에 의하여 電力을 供給하였다.

우리나라에 있어 最初의 水力發電所는 1905年 東洋金鑛會社의 雲山金鑛에서 自家用으로 淸川江支流의 江물을 利用하여 660馬力 프란시스型 水車를 設置하여 500kW의 發電을 시작하면서 비롯하였다.

그러나 一般 營業用 電氣事業의 水力發電은 元山水力電氣株式會社가 嚆矢를 이루고 있다. 同社가 陽日川에 淸과 發電所(86kW)를 完工한것은 1912年 12月 12日이었고 試運轉을 거쳐 元山市街에 送電을 시작한 것은 同月 26日이었다. 그러나 이후 10年間은 水力開發 事業은 모습을 보이지 않고 各地方의 發電事業은 모두 火力發電에만 의존하여 오다가 1923年 11月 14日에 中台里 水力發電所를 竣工하여 同年 12月 12日에 點燈을 開始하고 1924年 2月 1日을 기하여 京城電氣株式會社에도 送電을 開始하였다. 이리하여 다시 水力開發의 기운이 造成되기 시작하여 赴戰江水力(223,000 kW, 1929~1933)을 始發點으로 하여 長津江水力(334,300kW 1935~38), 虛川江水力(354,600kW, 1940~43), 水豐水力發電所(60萬kW, 1941.8~43.11) 등 大規模의인 水力發電所를 建設하였다.

送電線의 發展過程을 살펴보면 다음과 같다.

金剛山 電氣鐵道 株式會社는 京城電氣(株)와 剩餘電力에 대한 供給契約을 맺어 1923年 4月 1日 中台里發電所(淸원)와 서울間 亘長170km 66kV 送電線路工事を 着手하여 1924年 2月 1日을 기하여 京城電氣에 送電을 開始하였다.

또한 長津江-平壤을 잇는 亘長 200km의 154kV 送電工事は 1934年 9月부터 시작하여 만 1年만인 1935年 10月에 完工을 보아 長津江水力

發電開始와 同時에 西北地方에 送電이 이루어졌다. 한편, 1935年 5月 28日 京城電氣(株)와 送電契約이 체결되어 平壤-서울間 200km에 이르는 154kV 送電線을 竣工하여 同年 11월부터 送電을 開始하였다.

그리고 虛川江 發電電力量의 용을 供給하기 위한 同發電所-興南間 200km에 220 kV 送電線을 1940年에 完工 하였던 바 이는 東洋 最初의 220 kV 超高壓 送電線이 되었다.

이와 같이 水力發電設備를 積極的으로 開發 하였던 바 1945年 解放當時의 發電設備를 살펴 보면 다음과 같다.

〈표 4〉 解放當時의 發電設備

(單位 : kW)

區分	水力	火力	計
南韓	62,240 (3.6)	136,500 (7.9)	198,740 (11.5)
北韓	1,523,913 (88.5)	-	1,523,913 (88.5)
計	1,586,153 (92.1)	136,500 (7.9)	1,722,653 (100)

註 : ( ) 內는 總發電設備에 대한 構成比(%)임.

8月 15日 解放을 맞이 直前의 全國의 發電設備容量은 水力 158萬6153kW, 火力 13萬6,500 kW 都合 172萬2,653kW이었다. 그중에서 南韓地域의 發電施設은 水力 6萬2,240kW, 火力 13萬6,500kW, 計 19萬8,740kW로서 全國 發電設備容量의 11.5%에 지나지 않았다.

한편 1944年 4月 1일부터 1945年 3月 31일까지의 年間 發電電力量은 全國의 總發電電力量이 86億2,682萬kWh이었는데 그중에 水力發電電力量이 98.24%를 占有하였으며 또한 南韓의 發電電力量은 水力이 2億2,048萬kWh, 火力이 1億5,193萬kWh 都合 3億7,241萬kWh로 全國 總發電電力量에 대한 比重이 4.3%에 不過하였다.

(2) 經濟發展에 있어 電力의 役割

經濟發展의 本源的인 推進力으로서는 動力의 發展, 보다 進歩된 道具와 機械의 出現, 科學의 發展 및 情報産業의 發展등 여러가지가

있는 바 이들 要素에 電力에너지가 어떠한 役割을 하고 있는지 살펴 보고자 한다.

(가) 動力의 發展

經濟發展의 歷史的 考察에서 記術한 바와 같이 動力은 農耕社會에서는 人間의 筋力외에 소와 말을 活用하여 勞動生産性을 向上시켰고 産業革命이후는 強力한 蒸氣機關을 利用하여 大量生産이 可能하게 되었다.

그리고 現代産業에서는 工場動力의 거의 全部가 電力化되면서 刮目할만한 勞動生産性의 向上을 가져왔다.

이러한 電力化와 勞動生産性의 획기적인 向上은 電動機는 制御가 容易하여 品質 向上에 寄與하였고 自動制御, 로봇 및 컴퓨터의 發展과 더불어 勞動人力을 節減시켰다. 또한 發電效率까지 包含한 綜合效率이 높은 同機械는 小容量에서 效率減少가 적어 小容量化가 容易하며 使用하기가 便利하고 깨끗하여 公害가 없으며 設置場所가 적게 所要되며 長距離送電이 容易한 點등 他動力에 比하여 훨씬 優秀한 特性을 가지고 있기 때문이다.

(나) 보다 進歩된 道具와 機械의 出現

道具와 機械의 發達은 人類의 文化發展 및 産業發展과 脈을 같이 하고 있음은 周知의 事實이다.

性能이 優秀한 道具와 機械는 勞動生産性을 그만큼 增大시킨다. 그런데 道具와 機械가 性能이 우수하기 위해서는 品質이 우수한 素材의 生産이 必要하고 機械工學등 關聯分野의 發展이 要求된다.

그런데 素材製品의 品質은 銅, 알루미늄, 亞鉛의 電氣分解에 의한 精鍊에서 보는 바와 같이 이들 非鐵金屬의 電氣精鍊에 의한 製品은 보다 品質이 우수하다. 또한 合金鐵, 特殊銅에서 보는 바와 같이 電氣炉에 의한 製品生産도 品質이 優秀하다.

이와같이 電氣에너지의 活用으로 우수한 品質의 素材生産이 可能하게 된다.

그리고 操作하기 便利하며 制御가 容易하고 컴퓨터 및 로봇까지 利用하는 自動制御의 特性을 가지는 電氣에너지의 機械에의 活用은 機



械의 우수성을 크게 增大시키게 될 것이다.

#### (다) 科學의 發展

오늘날 勞動生産性を 急速하게 向上시킨 技術革新과 現代文明의 發展의 源泉은 科學의 發展에 있다고 볼 수 있는데 이 科學의 發展은 電氣에 의한 精密試驗裝置가 널리 普及됨으로써 加速化되고 있다. 즉 電子顯微鏡 電磁望遠鏡 各種 精密測定裝置 各種 記錄計器등은 神秘스러운 電力에너지에 의하여 作動된다. 컴퓨터 및 通信의 發展에 의한 情報産業의 發展은 科學의 發展을 더욱 加速化시키고 있다.

#### (라) 情報産業의 發展

人類가 集團生活를 통하여 知識과 技術이 蓄積되면서 文化가 形成되기 시작하고 文字의 發明으로 文化와 文明의 發達は 더욱 加速化되었다.

최근 電氣에너지를 利用하는 컴퓨터 및 通信의 發展으로 情報産業時代가 到來하여 人間頭腦의 役割까지 하기에 이르렀다. 어려운 數計算의 신속성과 精確성에서 보는 바와 같이 여러 側面에서 놀라운 機能을 발휘하고 있는 컴퓨터를 効果적으로 使用함으로써 새로운 經濟 및 文化의 發展에 공헌하게 될 것이다.

#### (마) 經濟領域의 擴大

非鉄金屬의 電氣精鍊, 電氣分解에 의한 加성 소다등의 製造, 電氣爐에 의한 製鉄, 製鋼, 合金鉄, 特殊鋼의 生産, 電動機, 變壓器, 家電製品, 放送 및 通信用 機器, 컴퓨터, 各種 測定機器, 自動制御裝置등 電氣機器 및 電子機器와 같이 헤아릴수 없이 많은 製品이 電力에너지를 使用하여 生産되거나 電力에너지에 의하여 作動되는 것이다.

그리고 이 世上의 모든 製品이 電力과 無關한 것은 없다.

電力에너지에 의해 生産되거나 使用되는 便利하고 有益한 製品의 生産은 經濟領域을 持續的으로 擴大시켜 高度의 經濟成長을 可能하게 하였다.

#### (바) 業務能率의 向上

간편하고 안전하며 照度調節이 容易한 電氣照明, 무더위를 식혀주는 에어컨, 컴퓨터, 복

사기 팩시밀 전화, 테렉스등 電力을 使用하는 機器는 業務能率을 크게 向上시켜서 經濟發展에 공헌하게 된다.

#### (사) 健康의 增進 및 情緒, 趣味, 오락生活의 向上發展

X Ray등 촬영장치, 心電計, 腦波計, 超音波 診斷裝置등 醫療用 計測裝置와 低周波治療器, 高周波治療器, 방사선치료기등 生体作用裝置와 같은 醫療用電子裝置의 지속적인 性能向上과 新製品의 開發普及, 電氣集塵裝置, 이온정수장치등 公害防止用 裝置의 지속적인 發展, 그리고 에어컨 換氣施設, 除濕機, 加濕機, 電氣소제기, 전기세탁기등 環境衛生用 家電機器, 電氣冷藏庫, 믹서, 전기냄비등 調理주방용 家電機器, 헤어드라이어, 전기면도기, 전기맛사지기등 美容保健用 家電機器, 電氣照明器具등의 普及으로 健康을 크게 增進시켰다.

한편 TV, 라디오, 전축, 녹음기, VTR 등 시청각 家電機器의 普及 및 電力을 利用한 娛樂施設의 發展으로 情緒, 趣味, 娛樂生活의 向上發展을 가져오고 스트레스까지 解消할 수 있게 되었다. (그러나 지나친 娛樂의 耽溺은 마이너스 效果를 招來할 수도 있다).

健康의 增進 및 情緒, 趣味, 娛樂生活의 向上發展은 經濟成長의 最終目的이 達成되었음을 意味하며 人間의 經濟活動에 活力을 불어넣어 創意力을 발휘시킬 수 있게 한다.

그리고 經濟成長의 最終目的이라 볼 수 있는 生活水準向上을 電力이 如何히 뒷받침하여 주는가를 살펴보고자 한다.

電力은 첫째 勞動生産性 向上을 통하여 所得向上을 가져와 生活水準向上의 源泉을 마련한다. 둘째 醫療電氣機器와 勞動環境改善으로 健康을 增進시켜 주며 세계 多樣하고 有用한 家電機器에 의하여 윤택한 衣食生活과 情緒, 趣味 娛樂生活을 즐길 수 있게 하며, 넷째 勞動生産性的 刮目할 增大로 勞動時間의 短縮을 可能하게 함으로써 餘暇生活을 더 즐길 수 있게 한다.

위에서 살펴 본 바와 같이 電力은 現代産業의 견인차로서 勞動生産性を 增大시키고 電力을 利用하는 有益한 製品의 生産을 통하여 產

業의 生成과 擴大를 가져오는 原動力이 됨으로써 經濟의 發展과 成長을 뒷받침하여 왔다. 또한 公害를 크게 減少시켜 經濟成長의 부작용도 最小化시켜 주었다.

電力은 經濟發展외에도 社會, 文化등 모든 領域에서 現代化를 推進하는 原動力이 되어 왔으며 이로 인하여 電力文化가 굳건히 構築되어 가고 있다.

## 다. 電力 利用技術의 發展

불의 發見은 陶器器文化, 青銅器文化, 鐵器文化등을 이룩하여 人類文化를 크게 發展시키는 原動力으로 作用하여 왔다. 또한 産業革命을 뒷받침한 蒸氣機關, 즉 動力革命은 大量生産을 可能하게 만들었다.

電力에너지의 活用分野는 他에너지와 代替가 可能한 加熱用, 動力用(工場用 및 輸送用) 및 照明用은 물론 電氣分解用, 電話등 通信用, 測定 및 記錄裝置用, 自動制御用, Monitor用, 컴퓨터用, 醫療用, Radar 등 國防用, Laser用, 電子顯微鏡, 電磁望遠鏡用, 視聽覺 家電機器 등의 他에너지와 代替가 不可能한 神秘的인 것도 있다.

그런데 他에너지와 代替가 可能한 照明用 및 工場動力用은 現在 거의 全部가 電力化되었으며 輸送動力인 電氣用은 牽引力이 훨씬 優秀하고 發電效率까지 包含한 綜合熱效率도 우수하지만 軌道를 必要로 하는 點이 短點이 되어 利用이 적은 편이며 電氣自動車는 견인력이 弱하고 長距離 運行도 困難하지만 電池革命이 일어난다면 놀라운 擴散이 일어날 것이다.

總에너지 中 比重이 가장 큰 加熱用에 있어 電力의 比重은 적은 편이나 高速增殖爐와 核融合發電의 實用化가 期待되는 먼 將來에 있어서는 電力比重은 急激하게 增加될 것이다.

여기서 電力의 利用技術은 紙面關係로 電力事業의 發展 初期에 電力負荷로 登場하였던 照明用과 최근 發展을 계속하고 있는 Laser 技術에 대하여 記述하고자 한다.

### (1) 照明用

#### (가) 아크燈

最初의 電燈인 아크燈은 1807年 英國의 Hum-

phry Davy氏에 의하여 發明되었는 바, 이것은 2個의 炭素棒을 떨어지게 하고 2000個의 電池를 使用하여 10cm의 아크光輝를 發生시켰었다. 아크燈은 光度가 강하여 探照燈, 影사기 投光照明등에 利用되었으며 1846年 파리 무대에 照明用으로 使用되었다. 實用的인 發電機가 發明된 1870年末 頃 아크燈이 널리 普及되었다. 러시아 엔지니어 Paul Jablochkov에 의하여 發明한 아크燈은 파리와 유럽의 다른 都市의 街路燈으로 使用되었다.

그러나 아크燈은 光度가 강하고 또한 炭素蒸氣를 排出시켜 空氣가 汚染되기 때문에 家庭用으로 使用되지 않았다.

#### (나) 白熱電燈(Incandescent lamp)

家庭用으로서 衛生的이고 取扱이 간편한 電燈이 要望되어 아크燈을 代身하여 白熱電燈이 出現하게 되었다.

1802年 Humphry Davy氏는 大氣中에 電氣로 加熱된 白金의 가느다란 조각(Strip)의 白熱을 보여주었으나 Strip이 오래가지 않았다.

英國의 Frederick de Moleyns는 1841年에 白熱燈의 最初 特許를 냈다.

最初의 實用的인 白熱燈은 性能이 좋은 眞空 펌프의 發明 후에 可能하게 되었다. 英國人 Joseph Wilson Swan氏는 1878年에 木綿絲를 炭火시킨 필라멘트에 의해 白熱光을 發生하는 電球를 製作하고 1879年에 이르러 에디슨(Thomas Alva Edison)氏가 劃期的인 炭素필라멘트의 白熱電球를 完成하여 實用化하기에 이르렀다. 에디슨이 電燈의 發明者라 불리는 것은 이와같은 實用化 때문이다.

1911年에 텅스텐 필라멘트가 소개되고 1913年 코일형으로 되었고 電球에 가스를 봉입하였다.

#### (다) 放電燈(Electric Discharge Lamp)

1675年 프랑스 天文學者 Jean Dicard는 水銀氣壓計 튜브에 수은이 휘저어졌을 때 微弱한 白熱現象을 관찰하였다. 그러나 靜電氣에 의한 白熱現象의 原因은 알 수 없었다.

1855年 Geissler는 낮은 壓力의 가스가 電壓이 걸릴 때 白熱光을 내는 Geissler 튜브가 放電燈의 原理를 보여 주었다.

19世紀에 實用的인 發電機가 만들어지면서 가스튜브에 電力을 加하는 많은 試驗이 있어 1900年頃부터 實用的인 放電燈이 歐美에서 使用되었다. 1910年頃 프랑스 發明家 Georges Claude 는 最初로 네온가스를 使用한 사람이었다. 네온燈 속의 水銀蒸氣는 푸른 빛을 발생하는데 수은은 螢光燈 및 자외선등으로 使用된다. 호박빛의 유리속의 헬륨은 금빛을 發生한다.

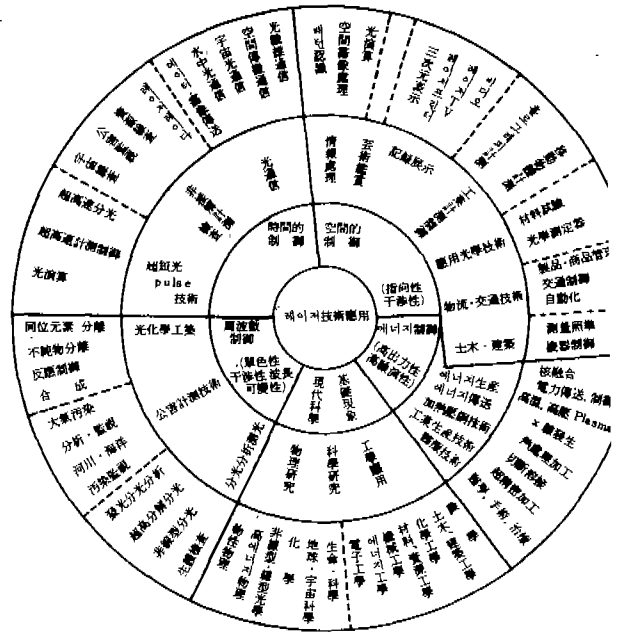
나트륨 電燈은 1931年 유럽에서 開發되었다. 이 燈은 黃色빛이 許容된다면 훌륭한 光源이 되며 또한 에너지消費節約용으로 각광을 받고 있다.

(2) Laser 技術의 應用分野

Laser 는 첫째 光通信, 둘째 鎔接, 드릴, 컴퓨터制御, 알콘이온 레이저에 의한 縮小電氣回路의 원도 제작, 機械部品の 位置判定 등 産業用, 셋째 地表變形의 100億分の 1정도의 檢出 지진과 같은 事故 근처의 變形檢出, 大氣汚染物質의 濃度檢出 등 環境判斷用, 넷째 宇宙計劃(Space Programs), 國防用(The Strategic Defense Initiative 등), 사진, 醫學用 등으로 使用된다. 레이저의 應用分野는 그림 1 과 같다.

레이저 加工技術의 長點은 다음과 같다.

- ① 非接觸加工이기 때문에 Bite (공작기계의 일종) 및 자르는 것과 같은 칼날이 不必要하다. 또한 容器內의 加工物을 적당한 窓, 예를들면 유리를 통하여 外部에서 加工이 可能하다.
- ② 에너지의 密度가 높기 때문에 종래 加工이 困難하였던 脆弱性材料, 高融點材料 (세라



〈그림 1〉 레이저 技術 應用分野

믹 및 다이아몬드등)의 加工이 可能하고 또한 材料의 硬度에 影響을 받지 않는다.

- ③ 렌즈에 의하여 波長과 同一한 程度의 微小 Spot에 集光할 수 있기 때문에 微細加工이 可能하다.
- ④ 遠隔操作, 自動制御가 容易하다.
- ⑤ 電子빔과 같은 眞空을 必要로 하지 않고 또한 빔照射에 따르는 X線의 發生도 없다. 따라서 大氣中에서 加工이 可能하다.
- ⑥ 電磁場의 影響을 받지 않는다.

〈다음 號에 계속〉

〈표 5〉 加工에 使用되는 Laser 의 종류

種類	母體	活性이온	레이저光波長(μm)	發振形式	出力(W)	反復速度(Pulse/秒)	Pulse幅(ms)
固體	루비	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sup>3+</sup>	0.6943	Pulse	10 <sup>4</sup> (P)	單一Pulse 0.2-5
	YAG	Y <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	Nd <sup>3+</sup>	1.065	CW Pulse	10-10 <sup>3</sup> 200(m) 10 <sup>4</sup> (P)	- ~100 1~10
	Glass	Glass			Pulse	10 <sup>4</sup> (P)	單一-Pulse 0.5~10
氣體	Co <sub>2</sub>	-He -N <sub>2</sub>	Co <sub>2</sub>	10.63	CW Pulse	10~2×10 <sup>4</sup> 100(m) 10 <sup>4</sup> (P)	- 100 0.1

(資料) : 日本電力中央研究所 (電力需要 構造와 電力 Shift)