

## 化學工學의反省

安 東 赫\*

...The adventure is still far from this final state, conforming not to *the* logic of history but to a partial logic that fascinates because it at once attracts and repels. Would man achieve fulfillment or perdition if he were to arrive at the Promised Land of the world-state of technology?

R. Aron; *Daedalus*, Spring 1966, P. 502

### I. 過去의回顧

나는 1923年 4월에 京城高等工業學校 應用化學科에 入學하였다. 三·一運動後 我國의 靑年들은 비로소 實力爭取를 위한 理工學에 志向하게 되었는데 當時 이 分野의 專門學校는 이 學校와 延禧專門學校 數物科가 있었을 뿐이었다. 나는 入學때부터 自己가 選擇한 專攻分野를 捕捉하는데 留意하였으나 釋然한 解明을 이제까지도 얻지 못하고 있는 것이다. 初期의 先生님들은 化學의 工業의 應用이니까 化學에 專念하고 이 idea의 工業化에 要하는 諸因子를 檢討解決하면 된다고 指導하였으므로 나는 우선 化學의 修習에 힘썼다. 後期에 가서는 化學原理가 主로서 應用은 實際問題에 부닥치면 된다는 基礎尊重論과 工場의 일이란 많은 經濟的 事象을 알아야하고 關聯된 諸工學技術은 勿論 經濟社會에 대한 理解가 必要하다는 實際準備論의 중간에서 무턱대고 바쁘기만 했다. 이 狀態는 大學進學後에도 別로 分明해지지 못하였다. 다만 化學工場은 機械로 움직이니까 化學機械學(即 今日的 化學工學의 始初)을 배워야한다는 것과 科學的管理知識(即 現在的 經營學)이 要緊하다는 것등의 輪廓이 나타났을 뿐이었고 自己專攻分野에 對한 正確한 目標과 그 達成을 爲한 客觀的 方法의 確立을 얻지 못한채 卒業하였으며 그후 나는 工場에서 일할 機會를 얻지 못하고 研究와 教育에 從事하게 되어 Chemical Engineer 라기보다는 Industrial Chemist 노릇을 하게 되었다. 1948年 나는 Princeton 大學에 客員으로 化學, 化工兩教室에 約 1年동안 自由出入의 機會를 얻었다. 이즈음의 Princeton은 古風에

젖은 學校로서 工科란 名色뿐 理科에 從屬하는 處地로서 Elgin, Wilhelm 등 諸教授도 大 H.S Taylor의 門下生이었다. 그러나 化工과 化學의 內容의 差는 懸隔하였다. 化學은 化學物理學으로 기울고 化學工學은 熱力學으로 기울어 後者の 化學濃度는 極히 稀薄하였다. 내 大學時期에는 이 兩者는 거의 同一內容의 實驗 化學이었던 것이나 20年의 進步는 이 現象을 가져온 것이다. 그리고 美國의 工大가 力說하던 Management는 化工 Course에서는 거의 자취를 감추고 그 工學的 據點으로 Automatic Control and Instrumentation을 남겼을 뿐이었다. 그 후 나는 두차례에 걸쳐 歐洲諸國을 訪問하였다. 그 모습은 日本과 비슷한 新舊交錯의 狀態이었다.

나는 近來 自己와 自己의 周圍를 좀더 分明하게 把握할 必要를 느끼게 되어 自然이 反省의 時間을 갖게 되었고 이는 내 幸福을 增進함을 體驗하게 되었으므로 化學工學周邊에서 느낀바를 率直히 同學諸位에게 告白하여 思考의 기틀을 提供하고자한다.

### II. 對象과 方法의 混迷

化學工學의 成立은 그 歷史가 매우 짧다. 産業革命期에 自然發生的으로 化學에서 分化하였으므로 그 初期는 化學의 一分科인 應用化學 工業化學에 不過하였다. 그러나 近代 産業과 工學의 發展은 이 原始型의 化學工學에 대하여 두가지의 現實的 課題를 附加하였다. 即 前述한바 經濟와 또는 社會와의 關聯에서 管理經營의인 要素, 그리고 技術發展에서 오는 機械, 電氣, 電

\* 漢陽大 工大 化工科, 前 大韓 化學會 會長

子 등 諸工學의 要素와의 協同 調和이며 이는 大體로 受動的이었고 Pragmatical 한 立場에서 處理되었으므로 獨自의 創造에 缺陷을 가져왔다.

우선 우리가 自稱하는 Chemical Engineer는 무슨일을 하는 것인가? 勿論 人間인 이상 그의 使命은 多岐의 일은 不可避하지만 專門職業이란 뚜렷한 테두리와 獨自의 方法과 이를 主로 行使하는 實踐이 隨伴하여야 한다. 過去의 化學技術者란 化學工業의 雜役夫이었다. 經驗과 經歷이 그 全部이니까 이를 體系의인 學問의 活用이라고 보기 어려우며 따라서 이 分野의 專攻이 正確한 意味에서 學問을 形成하기 힘든다. 近來의 工業技術에 대한 通說은 基礎科學의 成果를 實用에 翻譯하는 일이라는 것이다. 그렇다면 化工은 化學의 下請小作人(化學이 不滿이면 物理學)에 不過하므로 이 狀態亦是 專攻領域이 成立되기 어렵다. 왜 그리나하면 翻譯은 翻譯一般의 原理와 應用——이는 卽 技術哲學(技術原論, 技術의 Technologie)이지 工學 그 自體가 될 수는 없고, 또한 物的 創造에 屬하는 工學이 科學의 創造에 그 根底를 두지 않고는 이룩될 수 없으므로서 萬若 이를 科學이라 한다면 이는 擬似科學 Quasi-Science, 模擬科學 Mimic Science에 不過하므로서이다.

近來에 와서 研究와 開發의 勃興은 工學技術의 發展에 따라서 化工技術者의 任務가 根本的 變革을 일으키고 있다. 實로 大學出身 이상의 力量을 가진 專門家の 眞正한 일러는 그 個人的 發展으로보나 또는 社會經濟上으로나 創造的 開拓의 役割에 있으며 Engineer와 Scientist는 當然히 그 가장 效果의인 努力을 R & D에서 기우릴 수 있다. 그러면 R & D에서의 各自의 使命은 果然 어떻게 擔當되고 있는가? 여기서 당장에 생각되는 것은 R은 Scientist 擔當 D는 Engineer 擔當이겠지만 이 定式化는 亦是 前述한 理由로 成立 안된다. R에서 取及한 idea 중에서 有用性이 있는 것이 1~0.1%, 有用性 중에서 實現化되는 것이 1~0.1% 이라면 그 效率增進을 위하여는 R의 收穫性을 높일 必要가 크며 Selection은 Management Work이므로 Engineer는 從屬化 한다. 果然 現代의 R & D에서 基礎科學의 優位는 形式的인 點이 아니오 그 效果에서 確證되고 있는 바 이 事實에 對處하여 Engineer의 갈곳은 어디인가? 이 困境은 翻譯者로 自處하려던 安逸을 꿈꾸던 工學의 隨性이 自招한 것이 아닌가. 創作이 없이는 翻譯이 있을 수 없고 翻譯은 實은 終局에는 經濟社會的인 것이므로 Engineer는 實用性的 Screen을 가진 Industrial Scientist로서 創造에 進入함으로써만 滿足を 얻을 수 있는 것이며 따라서 基礎科學과 應用科學

間의 區分은 存立되지 않는다.

基礎科學의 成果가 實用化함에는 30年의 時差가 必要하다는 것은 옛날이야기이다. 今日에는 同時의이나 基礎科學研究와 應用科學研究의 本質的 差異가 없으며 兩方의 成果는 서로 交錯되고 있다. 產業革命期까지 科學의 實用化는 뒤떨어졌었다. 그리하여 이 時期를 즈음하여 大發明이 簇出하였다. 今世紀에 들어서서 科學者들은 根本的인 Engineering을 逆行하였다. Raleigh의 大西洋海底電信敷設로부터 原子力 人工衛星 抗生物質 등 諸大事業에서 Engineer들은 無名의 補助員에 不過하였다. 그러나 最近 電子工學 金屬工學 등 諸分野에서 基礎科學의 發見이 이루어지고 있음을 볼 때 나는 古代科學技術 未分化時期에서 볼 수 있는 濃厚한 知的活動의 合一感을 느낀다.

### Ⅲ. 化學工學의 憂鬱

나는 前章에서 今世紀의 科學의 躍進에 對比하여 工學의 稀薄과 貧困의 모습을 概觀하였다. 이 現象은 野心的인 靑年들로 하여금 工學보단 基礎科學에 基礎科學中에서도 가장 未開拓인 따라서 將來 큰 收穫이 期待되는 生物學指向의 傾向을 일으키고 있다. 勿論 今日の 工學技術者의 수요는 더욱 增大하고 있다. 歐美諸國은 말할것도 없고 後進諸國에서도 亦然하여 工學徒의 就職은 極히 好況이며 工學教育機關은 擴張一路에 있다. 그러나 職場進出 5個年後 그들의 社會的 地位向上은 理科系에 比하여 屈曲하기 시작한다. 時日이 지날수록 그 活動의 質的格差가 甚해지고 따라서 待遇와 壽命이 늘어나지 못한다. 그 根本原因이 社會가 要求하는 創造的活動의 貧困에 있음은 더 말할것도 없는 것이다. 自己의 앞길에 銳敏한 靑年들이 이 氣味를 곧 感得하지 않을 理가 없다. 陳腐와 慣性에 젖은 지루한 工學에 對면하고 더 華麗하고 큰 image를 가질 수 있는 分野를 追求함은 當然한 것으로서 美國서는 優良學生의 工科誘致에 애를 쓰고 있고 이 傾向이 오래 繼續된다면 工學의 比重은 急速히 低下될 염려가 不無한 것이다.

化學工學도 따라서 그 自體가 가진 憂鬱에서 벗어나지 못하고 있다. 今世紀의 赫赫한 化工界의 諸成果 窒素事業의 Haber, DDT의 Müller, 高分子의 Carothers, Staudinger, 觸媒의 Ostwald, Ziegler 등은 化學者이며 이에 匹敵할만한 化工技術者는 찾기 힘든다. 美國서 從來 Ch. E. 志重者의 IQ는 120 이상이었으나 今日에는 100으로 低下되었다.

勿論 아직 우리나라에서는 如上의 問題는 杞憂에 屬한다고 볼수있으나 이는 結局은 皮相의 見解에 不過하며 차츰 이러한 世界潮流의 影響을 받을 것은 틀림없으며 工科全盛 化工全盛에 自己陶醉에 빠져있다면 이는 곧 時代錯誤이다. 대개 흔히 黃金時代로 自處하는 時機에 衰亡의 因子가 集積되기 마련이다. 우선 就職이 잘 되니 좋은 學生이 모여든다는 생각은 너무나 近視的인 것이다. 現代의 化學工學이 조그만 방법이 된다는 것 以外에 學問으로서의 明確한 對象이 設定되고 이를 探究하는 獨自의 方法이 樹立되어야 하며, 더한층 나가서 그 自體의 人間性 社會性에 關聯點을 提示함이 없이는 眞正한 學徒를 Attract 할 수 없다. 그런데 由來로 科學 特別 工學은 後者에 對하여는 極히 無力하다. 科學者나 技術者가 現代의 分業社會에 있어 機械的存在로 自處한다면 그만이며 19世紀의 人間으로 그런 光榮을 느꼈으나 今日에는 그들도 人間임에 눈을 떴다. 그리하여 原子爆彈 人工頭腦以來 科學과 人間 사이에 諸問題가 社會와 科學者自身에 依하여 眞摯하게 여려모로 檢討되고 있다. 그러나 工學徒는 社會科學分野에서 가장 強力한 批判의 對象이 되고 있으면서도 自己自體에 對하여 無知한 다만 100% 效率追求者로 甘心하는 모습은 人間的으로 偏倚하며 機械化이며 이는 그 自體의 生命인 創造能力을 去勢하는 結果를 가져오고 그리하여 다만 數量化에만 汲汲하는 蒐集 追從 亞流技業의 存在로의 轉落을 意味하는지도 모른다.

#### IV. 進路의 開拓

化學工學이 “物質을 다루는 工學”이라는 定義와 그 方法으로 科學의 方法 즉 論理의 方法에 依據한다는 點에 대하여는 別로 異議가 없을 것이다. 그러나 問題는 工學이 實用學術이라는데 있다. 첫째로 諸科學이 先行하지 못한 諸實際問題를 어쨌든 近似的으로라도 解決해야 하며 따라서 勿論科學探究에서 그 過程이 그렇지만 工學에서는 더우기 論理形式은 事後整理에서 갖춰지는 檢證的인 意味가 크고 可能한 모든 實際의 方式이 動員된다. 그리하여 單純化의 必要성과 아울러 論理의 精密性은 極限의 으로 節約한다. 그러므로 從來의 方法은 論理의 이라기 보다는 實際의 混合式 方法이었다. 그러나 近年에 急速한 發達을 본 統計學과 計算機는 科學의 精密化와 더불어 論理가 要求하는 負擔을 輕減하였으므로 적어도 諸科學과 共同作業으로 推進할 時期에 와 있는 것이다. 다시 말하면 從來의 概括的인 狀態에서 精密科學으로 轉換되어야 한다. 現在의 化學工

學에서 이른바 工業化學 課程의 줄거리는 實在化學으로서 그 研究方法도 이에 依據하고 있다. 化學工學課程은 이미 40年의 歷史를 갖게되었으며 그 主流로 單位操作을 標榜하고 있기는 하나 研究의 中心課題와 方法은 極히 流動的이다. 反應工學의 見地는 結局은 工業化學에서의 散發的인 方式을 止揚하고 基礎原理下에서의 解析을 摸索하는 일로 終結된다. 元來 解析은 事物을 觀察理解하는데 適切한 武器이지만 創造를 出產하는 것은 아니므로 그 勞苦에 比하여 所得이 작은 것이라 할 수 있다. 化學工學이 物質工學으로 自負하는 以上 그 目標과 方法에 있어서 좀더 檢討할 餘地가 있다. 우선 物性에 대한 줄거리가 確立되어야 한다. 相, 流動, 傳達現象解析에서 보라도 物質構造에 파고들어가므로 電子工學과 金屬工學은 훌륭한 成果를 거두고 있음을 우리는 배워야 한다. 이 分野에서 磁性體 半導體 등의 作業이 이루어졌다. 化學工學이 美國서 化學과 獨立戰爭을 해나간 까닭은 나도 理解한다. 그러나 우리 社會에서는 이를 模倣할 必然性이 없는 惡輸入에 不過한 것이었으며 하물며 諸科學의 綜合活用으로도 모자라는 化工이 스스로 그 가장 重要한 紐帶인 化學과 意識의 으로 遠心作用을 서둘르는 것은 그 學問自體를 病身化하는 것이다. 더우기 아직 發生過程에 있는 我國科學技術界에서 無意味한 派閥造成은 삼가야 한다.

物質을 다루는 以上 物性 反應性的의 基礎가 서야함은 더 말할것없으나 工學인 以上 作業體系에 대한 究明이 不可缺하며 이 分野는 經營學의 諸成果를 吟味하여 化工으로서의 原則整頓을 서둘러야 할 것이다. Chemical Project Engineering은 이 面을 意圖한 것이나 아직 模倣期에 놓여있다.

化學工學은 現代文明에서 그 核心이 되는 物質의 生産과 消費에 決定的 役割을 하고 있다. 悠久한 人類史의 한 토막으로 이 事實을 볼 때 우리는 地球 50億年의 蓄積을 浪費하고 있지 않은가. 50億年 蓄積을 3世紀에 蕩盡함은 果然 옳은가. 現在의 資源開發과 保全은 妥當하며 必需的인가? 이 疑問은 人類의 將來를 위하여 極히 重大한 것이며 化工만으로 解明할 수 없는 것이지만 적어도 精密度를 높여서 그 올바른 平衡을 얻자함은 化工나름의 良心인 것이다. 우리는 地質資源의 浪費없는 利用과 아울러 新生資源인 生物界의 接近을 試圖할 必要가 있다. 衣·食·住는 人類의 迫頭한 難問題이며 이는 우선 生物 現象의 探究에서 初期的 解決을 豫期할 수 있고 終局的으로 化工에서 實現되어야 하므로 우리는 이러한 大問題와 對決할 準備을 갖춰야 한다.

## V. 人間과 社會

나는 이제까지 工學 特히 '化學工學이 綜合科學으로서 自然現象探究에 깊이 뿌리를 내려 創造를 이룩하는 學問이 되기를 念願함을 表明하였다. 枝葉的인 迫隨와 穿鑿만으로서는 偉大하고 眞正한 獨創에 到達할 수 없다. 現代 科學技術의 모습은 그 分科發展의 擴大에 있다. 局所知의 集合은 全體知이므로 局所知가 把握되고 그 相互關係가 알려지면 全體知에 到達한다는 信念은 아마 論理的으로 矛盾이 없을 것이며 그러므로 分析主義는 合理的이지만 이는 同時에 煩鎖하며 無目的이라는 不滿을 內包한다. Cambridge의 洗練된 解析에서는 相對性原理나 量子力學을 產出하지 않았다. 그러한 創造는 宇宙와 人間에 대한 같은 信條에서 出發하는 것이다.

工學은 綜合科學의 性格을 가졌을뿐만 아니라 이는 最小限度 物質과 人類의 橋梁이 되는 義務가 賦課되어있다. 그러므로 強力한 人間性에 立脚함이 없이는 工學은 成立될 수 없는 것이다. 이 人間性의 要求야 말로 工學技術의 根本的動機이며 科學은 그 手段이나 現代의 工科教育은 그 手段만을 注入하므로써 그 魅力를 喪失하고 있는 것이다.

眼界를 돌려 現代人間과 社會의 狀態를 概觀하여 보면 思想과 그 表現인 藝術의 潮流는 科學技術과는 一致되고 있지 않다. 近世合理主義는 科學技術을 낳고 物質文明을 開花시켰지만 今日의 思潮는 이에 대한 反撥로 나타나고 있다. 이 傾向은 進歩나 反動이나를 速斷

할수는 없지만 結局은 將來 調和에 到達되어야 한다. 人類社會에 奉仕함을 信條로하는 工學의 '使命이 物質文明의 奴婢로서 全部가 될수는 없다. 그러나 合理主義의 修正 또는 妥協은 可能한가? 老子나 禪宗에서는 論理의 方法의 不完全性を 指摘한지 이미 오래다. 그러므로 적어도 工學의 基本原理에는 아직도 進化의 餘地가 있는 것이다. 果然 이것이 可能하다하면 現代人間像의 分裂과 疎隔을 結合癒着시키는 새로운 工學의 構想과 方案이 이룩될 수 있으며 이는 人間이 追求하는 더 高度의 自由獲得을 達成시킬 수 있는 工學的 Utopia를 設計建設할 수 있게 할 것이다. 나는 이런 問題에 가장 無關心한 工學徒諸位에게 人間이며 社會의 一員인 化學工學徒가 지녀야 할 態度에 대하여 眞摯한 思考를 喚起시키기 위하여 若干의 問題를 提出하여 보았다. 도리켜 생각하건데 어떤 學問이건 어떤일이건 疑惑과 不安이 없는것은 없으며 이것때문에 人間의 努力의 意義가 있는 것이다. 그러므로 어찌됐던간에 化學工學도 人間의 未來像 속에 그 存立을 確保하도록 本質的인 建築이 進行되어야 한다.

學生諸君은 내 이야기로 化工은 無用之物로 速斷하지 않기를 바란다. 問題가 많고 變動이 激甚한 곳일 수록 할만한 값있는 일이 많다는 것을 말한 것이다. 또한 會員諸位는 넓은 見地에서 批判과 進歩가 繼續되어 化石化하지 않도록 留意하기를 바란다.

各自가 謙虛하게 그 일에 精進하므로써 各自의 能力의 充實과 社會調和가 이루어짐이 곧 幸福이라는 것이 이 講演의 意圖이다.