



日本の工学教育

東京工業大學名譽教授
 横浜國大工學部 教授

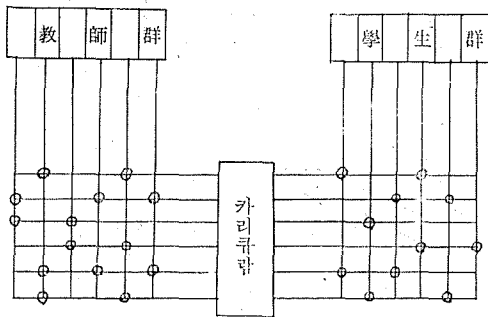
川上正光

§ A. 今後の工学教育

1. 教育體制의 形態

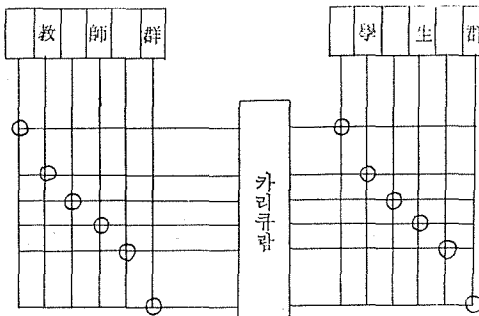
1. 學科體制

(教師群 카리큘럼 學生群의 3者가 密着하여 세로나
 누기)

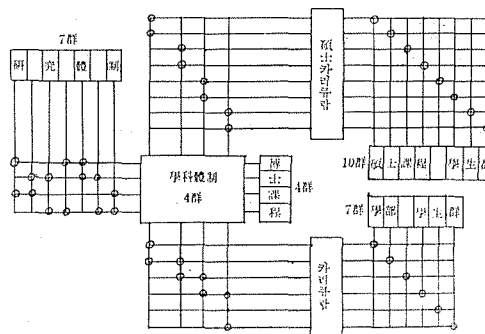


2. 筑波(쓰그하)體制

(學生群은 카리큘럼과 密着하여 教師群과 카리큘럼은 多接續)

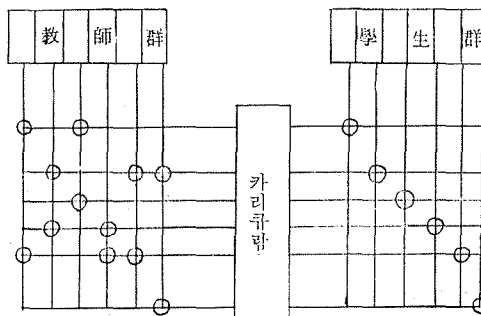


3. S.M.U 型體制



4. Harvard 型體制

(10人 10코스制 教師數가 學生數보다 많다)



2. 工學關係教育과 Engineer의 産業社會에서 役割의 例

教育課程	Engineer의 役割(Only make money)			
	Executive Board			
	R & D	Production	Sales	Business Administration
博士課程 (Engineer의學位)	(What to make)	(How to make)	(How to Sale)	(How to administration)
碩士課程	Research	Planning	Market	經理
學士課程	Development	Design	Survey	
工學 Technology	Testing	Manufacturing	Sale	人事
工業 Technology		Inspection		
Technology				
& Commerce				
Technique				

教官組織

- ◎ Professional Engineering Departments (4)
Aerospace/Mechanical Engineering Electrical Engineering
Civil and Environmental Engineering Systems Engineering.
 - ◎ Research Centers (7)
Computer Science/Operations Research | Space Sciences
Electronic Sciences | Special Studies
Information and Control Sciences | Thermal and Fluid Sciences
Solid Mechanics
- 教官은 이러한 두 가지 組織의 各其 어느 것이나 하나씩을 차지한다.

教育體制

- ◎ Bachelor's degree field (7)
Aerospace Engineering | Industrial Engineering
Civil Engineering | Mechanical Engineering
Computer Science | System Engineering
Electrical Engineering
- 工學은 그 分野(branch)에 따라서 Engineer의 機能(function)에 의해 또 그 責任(responsibility)의 레벨에 따라 分類된다.
工學의 主要한 分野는 aerospace, agricultural, chemical, civil, electrical, industrial, mechanical, and nuclear engineering etc. 일 것이다.
Engineer의 機能이라는 것은 research, development, design, production, testing, planning, sales, service, construction, operation, teaching, consulting and management 等이다.
또 여기서 말하는 責任의 레벨이라 함은 practicing engineer, engineer-in-training, or administration, or supervision 等に 關係한다.

◎ General Composition of the Engineering Curriculum (Computer Science Branch를 除外하는 分野)

Area of Study	Minimum Semester-Hours
Liberal Studies	30
Mathematical and Basic Science	35
Engineering Science	30
Engineering Major	41
PE or ROTC	4
Total	140

∴ 99 are common to all undergraduate curricula.

◎ General Composition of the Computer Science Curriculum.

Area of Study	Minimum Semester-Hours
Liberal Studies	30
Mathematics	31

Computer Science	29
Engineering and Science	20
Free Electives	12
PE or ROTC	4

Total		126
◎ Master's degree field		
Applied Science	Engineering Administration	
Aerospace Engineering	Engineering Science	
Biomedical Engineering	Industrial Engineering	
Civil Engineering	Mechanical Engineering	
Electrical Engineering	Systems Engineering	
◎ Doctor of Philosophy는 教官組織의 네 가지 Departments 中 어느 것이나 그 중 하나만 택한다.		

§ B. 내가 考察하는 工學系教育

21世紀를 27年後에 맞이하게 될 世界는 이제부터 어떻게 發展하여 갈 것인가. 「近年, 學術 研究의 飛躍의 發展과 科學技術의 驚異의 革新, 特別히 여러 가지 科學的 識見을 組織적 하는 世知的 技術體系의 開發과 그 社會的 應用은 널리 社會全體 시스템에 不知其數의 影響을 주면서 그 樣相을 크게 加速度의 으로 變모시키기에 이르러 여기에 所謂 情報化社會와 高度知識社會가 招來될려고 하고 있다.

그러나 急作히 發展한 所謂 工業化社會에서는 豫想도 하지 않았던 各種公害가 發生하여 人間疎外라는 深刻한 事態를 惹起하고 있는 것도 事實이다. 「이와같이 所謂 文明의 挑戰이라고 할 事態에 對하여 人間의 尊嚴에 對한 새 自覺下에 適切히 對處하고 人類의 참된 福祉增進에 寄與할 英智와 能力의 開發이 야말로 이제부터의 教育에 課해진 最大의 要請이다」 括弧內는 「日本箱波新大學의 갈바에 關하여」의 中間發表에 따른다. 이와 같이 생각하면 이제부터의 高度知識社會 或은 超工業化社會를 開發하여 참으로 人類에 幸福을 가져오기 위하여는 理工學을 배운자가 社會의 最先頭에 서지 않으면 안된다.

再三, 우리의 責任이 重大함을 痛感하는 것이다. 換言하면 只今까지 둘러러 役밖에 못했던 理工學關係者가 今後의 社會에서는 主役을 演出해야 하는 것이고, 다시 한번 그 自覺과 奮發이 要請되는 것이라 할 수 있다.

1. 理學과 工學

只今까지 말한 바와 같이 今後의 社會—超工業化 社會를 推進하는 原動力이 되는 것은 바로 理學과 工學이라 確信한다.

그래서 처음으로 理學과 工學에 關하여 意見을 적어 본다.

理學과 工學을 對比하여보면 表 1과 같이 된다고 본다. 이 表는 각기 特徵을 明確히하여 적은 것이나 實은 그 中間에 介在하는 것도 많다.

美國에서는 오히려 이 中間層이 두텁다고 하는 것이 좋은 것이다.

그 좋은 證據로서 새 發見이 있으면 반드시 그렇다할 程度로 그것을 發明에 誘導하는 것이 常識으로 되어 있다. 이에 對하여

表 1 理學과 工學과의 對比

	理 學	工 學
主 된 對 象	自然現象과 自然物體	目的을 가진 自然現象과 物體, 人工物體와 人工現象
目的과 動因	自然探求, 知識欲, 名譽欲	文明社會建設推進, 物欲, 知識欲, 名譽欲
主 된 일	1. 新規事業의 發見 2. 前項의 理由의 究明과 法則化 3. 2項의 結果로 豫測豫言	1. 新規物體, 시스템等의 發明 2. 人工現象의 解析과 合成 3. 企劃과 設計
일에 關한 條件	1. 時間的制限이 없다. 2. pay 하지 않	1. 期限이 있다. 2. pay 하여야 한다. 아도 좋다.

日本에서는 理學과 工學이 劃然하게 갈라서 있는 것은 한 悲劇이라 할 수 있을 것이다. 이것은 大學의 構成이 理學部와 工學部로 갈라져 있는데 큰 原因이 되어있지 않을가 한다.

理學을 하는 者의 大多數는 自然現象의 探求에 投入되어있고 應用을 全然 생각지 않고 있다. 考察하지 않을뿐더러 應用을 생각하는 것은 한 外道라고 치는 나쁜 習慣이 있다고 들리고 있다. 그래서 어떤 者는 理學이 아니라 離學이라고 하는 者도 있다.

이 世上과 동떨어져고 있는 理學에 對하여 工學은 어떤가 하면 基礎를 단단히 굳히지 않고 模倣에 달리는 傾向이 강한 듯하다. 換言하면 演繹의 世界에서 노는 傾向이 있다. 따라서 理學이나 外國의 것을 그대로 받아들이는 일이 흔하다. 그런 意味에서 日本의 工學을 後學(같은 日本發音에 다른 漢字表記임)이라 하는 者가 있다. 工學은 그렇게 消極的인 것이 아니고 表1에서 지적하시되 新規物體, 新規시스템等을 研究하고 發明하고 또 새로운 人工現象을 만들어 내서 그것을 解析하든가 合成하기도 하고, 더우기 이것을 實現키 위한 企劃, 設計를 執行하여 製造에 引導한다는 極히 積極性을 가진 것이다. 이 工學이야말로 今後의 新規工業化會社를 推進하기 위해 最前線에서 하는 것이 아니면 안된다고 確信한다.

따라서 例컨대 파라메트론이나, 터널다이오트와 같은 것을 工學士가 發明하지 못했다는 것이 問題이고 이러한 것은 日本의 工學教育上 反省할 材料가 될 것으로 본다.

以上말한 것은 다른 表現으로 말하면 科學技術의 自己開發以外에 日本을 發展시킬 길은 없다. 即 世界的인 新規發明을 하여 새 製品을 만들어내고 世界의 여러사람으로 하여금 살 수 있게 하는 것이다.

이와 같이 研究開發때문에 工魂理材를 갖춘 人材가 가장 重要하다. 또 이 結果를 利用하여 經濟를 發展시키기 위해 商魂工材의 人材가 점점 더 必要하게 된 것이다. 果然 이와같은 處

學技術의 自己開發이 可能해 질 수 있을가. 一國全體가 眞實로 할 意思가 있기만 하면 반듯이 成功한다고 確信하는 바입니다.

2. 工學教育의 目標

以上과 같이 이제부터 맞이할 超工業化社會에서의 엔지니어(有資格)의 役割은 매우 重要한것으로 되고 그 活躍은 單只 技術上의 分野뿐만 아니라 널리 社會的, 經濟的, 政治的으로도 從來보다 훨씬 큰 影響을 미치게 될 것이다. 따라서 이제부터의 工學教育目標은 福祉指向型 超工業化社會의 리더를 育成하는 것이어야 한다. 이것을 더욱 具體的으로 적으면 다음과 같다.

- (1) 豐富한 人間性和 合理的 精神의 育成
- (2) 銳敏한 洞察力과 巨創한 創造力의 育成
- (3) 計劃, 管理, 制御의 能力과 經濟感覺의 育成
- (4) 豐富한 學識과 國際感覺의 育成等, 이러한 것을 教科課程編成에 反映시키기 위해 다음 兩面을 생각할 수 있다.

I. 基礎的 知識의 修得

- (ㄱ) 人間에 關한 基礎的 素養
- (ㄴ) 社會에 關한 基礎的 知識
- (ㄷ) 政治, 經濟에 關한 基礎的 知識
- (ㄹ) 自然科學에 關한 基礎的 知識
- (ㄹ) 工學基礎學(Engineering Sciences)等

II. 學習上의 訓練

- (ㄱ) 問題를 把握할 能力의 開發
- (ㄴ) 解析(Analysis) 能力의 開發
- (ㄷ) 判斷能力 特히 總括的 判斷力의 開發
- (ㄹ) 計劃, 設計 綜合化 能力의 開發
- (ㄹ) 創造的 能力의 開發

또 大學에서의 外國語教育에 關하여 한마디 적고싶다.

外國語는 以上과 같이 말한바와 같은 大學에서의 學習을 充分히 할 경우의 道具여야 할 것이다. 따라서 外國語는 大學에 入學하기 前에 修得할 것으로 생각된다. 이 때문에 高校는 現在의 3年制를 4年制로 하는 것이 좋을 듯 하다.

3. 傳統的 教科編成

只今 實地로 工學教育이라 하면은 그 範圍가 極히 廣範圍로 걸치는데 이것은 여러개의 專門分野로 나누어서 教育하게 된다. 最初에는 MILITARY ENGINEERING과 CIVIL ENGINEERING의 두 가지였던 것이다.

即 軍事工學과 民事工學의 두 가지인 것이다. 이 後者에서 Mechanical Engineering가 派生하고 여기서 電氣工學이 갈라지고 또 造船工學이나 航空工學 등이 생긴 것이다. 所謂 現在의 工學體系는 自然發生的으로 生育된 것이다. 考察하면 그 主流는 다음과 같다.

- a. 土木 建築關係의 工學
- b. 機械關係의 工學
- c. 電氣, 電子關係의 工學
- d. 材料關係의 工學
- e. 應用化學關係의 工學

最近에는 이 以外에 情報關係의 學問分野가 急速히 發展하고 工學의 範圍에도 進出하고 있다.

이와같은 傳統의 敎科(Traditional Disciplinary) 編成은 所謂 自然發生的임으로 敎科 間에 重複이 생기거나 間隔이 생기거나 하여 또는 實社會와의 對應性이 잘 이루어지지 않거나 여러가지 非合理點이 일어나고 있다. 이러한 反省結果에서 다음과 같은 善後策이 생각케 된다.

4. 工學基礎學의 提唱其他

이것은 美國(대개 하버—드大學)에서 提唱된것이라 생각된다. 急速히 發展하고 있는 科學技術에 對應하여 工學의 分野를 擴充하기에는 힘들고 不可能한 것이며 不適當한 것이다. 여기서 工學全體의 基礎로되는 學問을 가려내고 여기에 工學敎育의 重點을 둘려고 하는것이다 美國에서는 이와같은 工學의 基礎로 되는 學問을 總統하여 Engineering sciences라고 하고 日本에서는 基礎工學이라고 하는者도 있으나 基礎工學이라는 術語는 構造物의 基礎를 만드는 學問으로서 붙여 쓰이고 있으므로 여기서는 工學基礎學이라고 해 둔다. 이 工學基礎學은 대개 다음의 것을 理解시키고 싶다.

(a) 主로 思考力의 基礎가 되는 科目

工場의 解析學, 回路學, 綜型現象, 非線型現象, 工學力學, 材質科學, 計測制御, 物質輸送論, 시스템論, 情報論 等이다. 이러한 學問을 通하여 工學的인 思考力, 解析方法 最適化, 綜合化의 方法等을 習得시킨다.

(b) 道具로서의 마음가짐을 들 學科目

外國語의 會話와 讀書 및 作文, 工學을 위한 數學, 計算프로 그램밍等이다. 이러한 學科科目은 所謂, 基礎敎育科目과는 別途의 것이라는 것은 說明을 要하지 않는다.

또 한가지 重要한 事項이 있다. 그것은 瑞西의 Jean piaget 敎授에 依하면 學問體系에는 變革이 發生하는 것에는 다음과 같은 두가지 경우가 있다고 한다.

(1) Multidisciplinary

聯合敎科—무엇이 問題가 發生하였을 때 여러가지 學問體系의 協力으로서 그 問題를 解決하게 되나 文學體系 그 自體에는 變化를 받지 않은 경우이다. 社會의 變化에 適應하는 敎育을 하기 위하여는 專統的인 學問體系의 組合을 여러개로 바꾸어 생각할 必要가 생길 것이다.

(2) Interdisciplinary

—融合敎科—隣接된 여러개의 學問體系가 學問의 發達로서 그 境界領域은 파묻치고 渾然一體로 融合하여 한 새로운 學問體系가 생기는 경우이다. 化學에 物理學의 手法이 導入되어 物理化學으로 되고 더욱이 이것과 生物學과 相互作用하여 分子生物學이 생기고 또 經濟學에 敎學이 結合하여 近代經濟學이 發生한 것과 같은것 등이 그 좋은 例인 것이다.

(3) Transdisciplinary

—越境敎科—從來, 全然, 關聯이 없다고 生覺되어진 學問體系가 各其의 關聯分野를 넘어서 結合하여 세 學問體系가 생기는 경우이다. 粒子와 波와는 全然 別個의 概念이었으나 De Broglie 幾何 光學과 物理光學에 對한 類捨에서 粒子의 波動性

이라는 새 概念을 創案하고 質點力學에 對한 波動力學을 創造한 것은 그 좋은 例인 것이다.

이와같은 越境敎科의 思考야말로 創造性을 誘發하는 強力한 手段의 하나이다. 敎育을 하면 할수록 이와같은 思考에서 멀어지는 傾向이 생기는 것은 警戒를 要하는 것이라 思考된다.

5. 工學의 Interdisciplinary의 編成

먼저 말한 바와 같이 複雜多樣하게 進步發達한 工學을 배우기 위해 第1段階로서 모든 學生은 우선 工學基礎學을 마스터 해야 한다.

다음 段階로서 各專門에 놓아져서 學習하게 되나. 이 경우에 먼저 記述한 傳統의 分類에 依한 敎科에 依한 것으로 된 案이나 이것에는 어느 程度의 缺點이 있는 것을 指摘한 바와 같다.

여기서 創出해낸 大學에서는 다음과 같이 Interdisciplinary에 再編成하여 보는 것이 더 나을지 알을가 생각된다.

(a) 物資工學系(物性科學, 應用化學, 化學工學, 材料力學, 資源科學等)

(b) 力學工學系(機構工學, 交通機械, 建築工學, 土木工學, 大規模裝置工學等)

(c) 에네르기學系(熱機關, 機關工學, 原子爐工學, 電磁流體發電, 에네르기開發, 에네르기變換學, 에네르기傳達等)

(d) 시스템情報工學系(通信시스템에렉트로닉스, 情報心理, 빛의구設計, 시스템制御, 敎育工學, 感覺工學, 醫用機器工學等)

(e) 環境, 社會工學系(都市環境, 地域, 國土計劃, 環境保護開發, 防災工學, 經濟工學, 社會開發等)

또 이러한것 外에 Biological Science 關係의 工學도 생각해야 한다. 이 方面의 學問은 日本에서 가장 弱한것이니 特別한 強化對策이 配慮되어야 할 것이다.

6. 工學敎育을 阻害하는것

今後 展開될려고 하는 超工業化社會를 建設하기 위해 Vitality 와 Creativity를 兼備한 젊은 人材를 必要로 한다. 日本의 工學敎育은 果然 이와같은 젊은 人材에게 가장 魅力있는 分野일 것인가 若干의 危懼心을 품지않을 수 없다. 以下에 두 서너가지 적어둔다.

(a) 日本의 工學敎育이 全般的으로 演繹의 世界에 安在하고 있고, 創造의 イ삭을 作成할려고 하는 努力에 缺乏된것과 같이 느껴진다.

(b) 美派西歐의 敎育方法에 눈을 지나치게 돌린 나머지 工學敎育은 어떻게 되어 한다는 것을 自己 自身으로 開發코져 하는 努力이 엿보이지 않는다. 따라서 하여튼 形式만 배우고, 眞實한 精神을 吸收치 못하고 있는것이 아닐가, 所謂 佛像을 만들어 놓고 入魂精神을 잊은것이 아닐가.

春의 筆法을 가져도 日本의 工學的敎育의 健全한 發展을 阻害하는 것은 日本의 工學敎育者 그 自身이 아니라 嘆息하지 않을 수 없다. 마지막으로 眞實한 福祉國家의 建設은 工學敎育에서 工學敎育界에 시원한 新風을 불러 일으키자.

나의 人生의 殆半을 바친 東京工大가 이 世上에 앞장서서 이 新風을 불러 일으키는 것을 期待하여 마지 않는다.