

# CORNELL 大 學 校 에 다 녀 와 서

金 惠 鎮

高麗大學校 工科大學 電子工學科 教授(工博)

지난 해 여름부터 文敎部 도움으로 1年間 美國 Cornell 大 學 校 에 Visiting Professor 로 다 녀 을 機 會 가 생 겨 서 그 곳 에 서 보 고 느 낀 것 들 을 생 각 나 는 대 로 적 어 보 려 고 한 다.

Cornell 大 學 校 는 New York 州 中 部 地 方 에 자 리 잡 고 있 는 Finger Lakes (그 생 긴 모 양 이 마 치 사 람 의 다 섯 손 가 락 을 편 것 같 이 생 겼 다 고 해 서 붙 여 진 이 름) 中 하 나 인 Cayuga 湖 南 端 에 位 置 한 人 口 五 萬 의 조 그 마 한 都 市 인 Ithaca 市 에 있 으 며 110 餘 年 前 에 Cornell 氏 가 設 立 한 大 學 으 로 서 美 國 의 名 門 大 學 들 인 Ivy League 大 學 中 하 나 이 다. 14 個 單 科 大 學 中 農 科 大 學 等 4 個 大 學 은 州 立 大 學 으 로 되 어 있 고 工 科 大 學 等 10 個 大 學 은 私 立 大 學 으 로 서 公 私 立 의 混 成 構 造 를 이 루 고 있 는 것 은 우 리 나 라 에 서 는 볼 수 없 는 形 態 이 다. 學 生 數 는 大 學 院 을 합 처 約 16,000 名 이 있 고 助 教 授 級 以 上 의 教 授 數 는 約 1,700 名 으 로 全 學 生 對 教 授 比 가 10

對 1도 안 될 만큼 教授가 많은 편이다. 이 大 學 은 每 年 豫 算 을 公 開 하 는 데 參 考 로 今 年 度 收 入 및 支 出 의 項 目 別 比 率 을 보 면 표 1 과 같 다. 이 表 에 서 美 國 聯 邦 政 府 와 州 政 府 에 서 補 助 하 는 것 을 합 치 면 全 體 豫 算 의 約 半 이 나 된 다 는 點 과 學 生 登 錄 金 은 全 體 收 入 의 1/4 에 不 過 하 다 는 點 은 注 目 할 만 한 事 實 이 다. 支 出 에 있 어 서 도 講 義 와 研 究 가 거 의 같 은 比 率 을 차 지 하 는 것 을 볼 수 있 다.

이 大 學 電 氣 工 學 科 는 美 國 內 에 서 도 가 장 오 랜 歷 史 를 가 지 고 있 다 고 하 며 設 立 한 지 가, 100 年 이 넘 는 다 고 한 다. 工 科 大 學 의 新 入 生 은 專 攻 學 科 의 區 別 없 이 工 學 系 列 로 募 集 하 며 처 음 2 年 間 은 共 通 科 目 을 受 講 한 다. 그 러 나 將 次 電 氣 工 學 科 를 志 望 할 學 生 은 2 學 年 때 에 Introduction to Electrical Systems (週 當 講 義 3 時 間, 演 習 3 時 間, 3 學 點) 와 Introduction to Digital System (週 當 講 義 3 時 間, 演 習 3

표 1. 收 入 및 支 出 比 率

收 入		支 出	
U. S. Government	23.3 %	Instruction	23.9 %
New York State	23.2 %	Student aid	7.9 %
Tuition and fees	25.6 %	Student services	12.8 %
Investment income	6.9 %	Research	23.5 %
Gifts	5.7 %	Public services	9.6 %
Sales and services	12.0 %	Libraries & museums	7.5 %
Others	3.3 %	Physical plant	6.7 %
		Support services	8.1 %
Total	100 %	Total	100 %

時間, 3學點)을 履修하여야 한다. 卽, 學生들은 電氣工學科에 配定되기에 앞서 電氣工學의 豫備科目인 위의 두 科目을 工夫해 보고 適性이 맞다고 생각하면 3學年 初에 電氣工學科에 配定申請을 하며 科의 審査를 거쳐 비로소 電氣工學科의 學生이 된다. 이러한 過程을 거쳐 每年 平均 約 120名이 電氣工學科에 配定된다. 그러니까 電氣工學科 在學生數는 學部 3學年 約 120名과 4學年 約 120名을 합친 240名 가량이 되며, 大學院은 每年 Master of Engineering (論文不要) 課程 約 25名, Ph.D 課程 若干名이 書類審査를 거쳐 募集된다. Master of Engineering 課程은 美國의 모든 大學校들이 가지고 있는 課程은 아니며 Cornell 大學校外 數個 大學校에서만 가지고 있으며 이 課程의 特徵은 不足한 學部의 電子工學教育을 補充하며 實產業에서 바로 活用할 수 있는 實際的인 教育을 하는 것으로서 獨創的인 論文을 卒業論文으로 要求하지 않고 實際的인 設計와 報告書만으로 卒業할 수 있는 것이 그 特徵이라고 할 수 있다. 그리고 이 課程을 마친 學生들도 審査를 거쳐 Ph.D 課程에 入學할 수도 있게 되어 있다. 現在 同學科에는 助教授 以上の 教授가 約 40名이므로 學部學生數 對 教授比는 6對1이며 大學院 및 學部學生 全體人員數 對 教授比는 約 11對1 程度로서 充分한 教授를 確保하고 있다. Cornell 大學校內에서도 電氣工學科는 다른 學科보다 規模가 크므로 School of Electrical Engineering (電氣工學部)로 獨立되어 있고 部長(director)과 次長(associate director)을 두고 있다(以下 電氣工學部를 편의상, 電氣工學科라고 부르기로 한다).

다음에 同學科의 教科課程을 살펴보기 위하여 1979學年度의 第1學期 및 2學期에 開講된 專攻科目을 列舉하면 표2 및 표3과 같다. Cornell 大學校는 우리 나라와 비슷한 學期別(semester system)로 되어 있으며 同 開講科目表

에서 200單位는 2學年(sophomore) 電氣工學科에 配定되기 前에 受講하는 科目이며 300單位는 3學年(junior) 및 4學年(senior) 때에 必須的으로 履修해야 할 科目들이다. 400單位는 選擇科目이며 500單位는 4學年 學生들의 必須科目이다. 600單位의 科目들이 가장 많은데 이 科目들은 學部 學生들이나 大學院 學生들(M.Sc., Ph.D. 課程)이 共通으로 選擇할 수 있는 科目들이다. 700單位는 大學院 學生들만이 受講할 수 있는 科目들이다.

위의 表에 依하면 學部의 專攻必須科目이 11個 科目에 33學點이고 學部學生들이 受講할 수 있는 專攻選擇은 30科目에 90學點이나 된다. 이와 같이 選擇科目이 많은 理由는 電子工學의 細分된 分野인 半導體 및 集積回路, Microwave, 通信, 컴퓨터, 自動制御, 生體電子工學, 프라즈마工學, 情報理論, 電力系統, 量子電子工學, 回路設計等 諸分野를 모두 包含시키기 위하여 한 分野에 3~4個 科目씩 開設하였기 때문인 것으로 생각된다.

講義方式은 大單位講義와 小單位講義로 나눌 수 있는데 必須科目은 前者를, 選擇科目은 後者の 方式을 擇하고 있다. 大單位講義에서는 充分한 討論을 할 수 없기 때문에 講義後에는 30~40名 單位로 分班하여 適當 3時間 程度의 演習(recitation)時間을 마련하고 있는데 이 演習時間도 數名の 教授들이 直接擔當하고 있어 徹底한 教育이 實施되고 있다. 따라서 教授들의 責任時間도 대개는 講義 1科目(3時間 1週) 程度로 擔當하고 있어 充分한 講義準備을 할 수 있고 남은 時間을 研究에 集中할 수 있다.

3學年 學生들의 基礎實驗은 電氣 및 電子工學 實驗 I 과 II를 두 學期에 걸쳐서 實施하며, 그 밖의 科目들은 科目의 性格에 따라 講義와 實驗을 並行하는 것들이 많다. 예를 들면 EE 531, EE 532, EE 621, EE 675, EE 676 등의 科目들은 講義 3時間/週와 實驗 3時間/週를 並行하

표 2. 1979 學年度, 第 1 學期 開講科目  
(Fall Semester)

COURSE NUMBER	COURSE TITLE
EE 210	Introduction to Electrical Systems
EE 230	Introduction to Digital Systems
EE 301	Electrical Signals & Systems I
EE 303	Electromagnetic theory I
EE 315	Elec. & Electronics Lab. I
EE 407	Quantum Mechanics
EE 531	Electronic Circuit Design
EE 621	Bio Instrumentation
EE 623	Active Digital Network Design
EE 630	Physical Electronics of Solids
EE 631	Semiconductor Electronics
EE 633	Solid State Microwave Systems
EE 651	Electric Energy Systems Analysis I
EE 655	Advanced Power Systems Analysis I
EE 661	Coding Algorithms
EE 664	Decision Making and Pattern Classification
EE 667	Communication Systems I
EE 671	Feedback Contems I
EE 675	Computer Structures
EE 677	Computer Processor Organization
EE 679	Current Topics in Computer Engineering
EE 681	Introduction to Plasma Physics
EE 683	Electrodynamics
EE 685	Upper Atmospheric physics
EE 721	Theory of Linear Systems
EE 731	Quantum Electronics I
EE 737	Physics and Technology of VLSI
EE 761	Random Processes in Electrical Systems

EE 771	Estimation & Control in Linear Systems
EE 791	E. E. Colloquium
EE 793	M. Eng. (E. ) Design

표 3. 1979 學年度 第 2 學期 開講科目  
(Spring Semester)

COURSE NO.	TITLE
EE 210	Introdrction to Electrical Systems
EE 230	Introduction to Digital Systems
EE 302	Electrical Signals and Systems
EE 304	Electromagnetic Waves & Fields II
EE 306	Quantum and Solid -State Electronics Sig-
EE 310	Probability and Random Signals
EE 316	Electronics & Electrical Laboratory II
EE 430	Lasers & Optoelectronics
EE 499	Acoustics
EE 532	Electronic Circuit Design II
EE 591 or 592	(Senior Project I or II)
EE 620	Bioelectric Systems
EE 624	Computer Methods in EE
EE 632	Semiconductor Electronics II
EE 634	Solid State Microwave Systems II
EE 636	Integrated Circuit Technology
EE 652	Electric Energy Systems II
EE 662	Fundamental Information Theory
EE 668	Communications Systems
EE 676	Microprocessor Systems
EE 678	Computer Architecture
	Desemsing
EE 682	Advanced Plasma Physics

- EE 684 Microwave Theory
- EE 686 Upper Atmosphere Physics II
- EE 732 Quantum Electronics II
- EE 762 Random Processes in Electrical Systems
- EE 772 Optimal Control
- EE 792 E. E. Colloquium II
- EE 793 Engineering Design I
- EE 794 Engineering Design II
- EE 690 Special Studies in E. E.
- EE 694 Special Topics in E. E.
- EE 695 Special Topics in E. E.

고 있다.

實驗은 10~ 20名 규모의 여러 班으로 分班하여 實施하므로 土曜日을 除外한 每日 午後 7時半부터 10時까지도 實驗時間이 들어 있다. 이 大學에서는 週中 午後 4時半부터 7時半사이에는 學生들의 自治活動세미나 등을 爲하여 講義나 實驗을 할 수 없게 되어 있으므로 많은 實驗時間이 저녁 7時以後에 始作이 되며 대개 子正쯤에 끝나는 것이 普通이다. 따라서 모든 實驗室은 週中 約90%以上 稼動되고 있다.

同學科의 教育方法中 또 特異한 것은 單一科目을 2名 또는 數名의 教授가 共同으로 擔當하여 教育하는 科目들이 每學期 몇 科目씩 있다. 例를 들면 두 사람의 教授가 交代로 各章을 講義하기도 하고, 또는 한 教授는 講義만을 擔當하고 다른 教授는 實驗만을 擔當하기도 하는데, 두 教授가 어떻게 서로 分擔하느냐 하는 것은 完全히 共同으로 맡은 教授들 意思에 달려 있다. 이 方法은 日本의 講座制와도 類似한 教育方法이라고 생각되는데 한 學期동안 繼續하여 한 教授로부터 講義를 받을 때 처럼 지루한 感을 學生들이 느끼지 않으므로 大端히 좋은 方法이라고 생각된다.

同大學의 講義方法中 共通의인 事實은 거의 모든 教授들이 教科書를 指定해 놓기만 하고 講

義노우트를 따로 만들어 講義를 하고 있다는 事實이다. 따라서 노우트의 內容은 教科書 內容을 大部分 簡略한 것이며 若干補充하기도 한다. 이러한 方法으로 두터운 教科書를 한 期間동안에 다 될 수 있는 것이다.

표2와 3을 보면 우리 나라의 대개의 電子工學科의 學部의 教科課程에서 거의 例外없이 共通으로 볼 수 있는 核心科目인 電子回路와 回路網 科目을 찾아 볼 수 없다.

그러나 이러한 形態의 教科課程이 오히려 새로운 傾向인지도 모른다. 그렇다고 우리가 가르치는 이들 科目의 內容을 전혀 가르치지 않는 것은 아니다. 回路網은 Electric signals & system라는 科目의 一部分으로 포함되어 있고 電子回路의 內容은 Electronic circuit design의 一部로 포함되어 있다. 卽, 지금은 回路網을 “system”의 概念으로 取扱하고 있을 따름이다. 그리고 電子回路의 教育도 從來의 解析指向의인 教育方法을 止揚하고 어디까지나 設計指向의인 方向으로 教育方法을 바꾼 것이 아닌가 생각된다.

컴퓨터工學의 教育에 關해서 關心을 가지고 살펴 본 즉 software教育은 電算學科에서 擔當하고 hardware教育은 電氣工學科에서 擔當하고 있다. 今年 처음으로 마이크로프로세서入門科目이 工科大學 1學年(freshman)을 爲해서 開設되었는데 전혀 電子工學이나 論理回路, 컴퓨터의 豫備知識이 없는 學生들을 對象으로 2個月間 適當 3時間씩 講義와 實習을 並行한



사진 1. 中央圖書館(左)과 學部圖書館(右)

다. 내용은 마이크로프로세서의 初步의 概念을 익히고 簡單한 機械語 프로그램의 實習을 하는데 Bell Lab.에서 製作한 Mc Tutor Micro-computer (約20臺 保有)를 使用하고 있다. EE 210 論理回路는 2學年때에 工大生 共通科目으로 受講하고 4學年에서 EE 675 Computer structure와 EE 676 Microprocessor Systems, EE 677 Computer processor organization을 受講한다. EE 675에서는 arithmetic and logic unit의 設計, memory system의 設計, computer의 control logic system等 여러 가지 基本的 digital system 設計方法을 배우고 實驗時間에는 한 學期를 통하여 두가지 研究課題를 遂行하는데 처음에는 TTL IC를 使用하여 calculator를 設計·製作하며, 두번째에는 4~6명이 한 組가 되어 記憶容量 256 bytes, word length 4 Bit 또는 8 Bit의 汎用 컴퓨터 시스템을 TTL을 使用하여 設計·製作하고 簡單한 幾個의 instruction을 만들어 演習을 시키는 段階까지 實習을 하는데, 各 instruction에 對한 control sequence等까지도 TTL을 使用하여 各自 實現시키는 것이므로 컴퓨터構造에 對한 教育效果가 매우 크다고 評價하고 있다. EE 676 Microprocessor system에서는 microprocessor의 基本概念과 應用方法을 배우고 實習時間에는 SDK 85 및 Prompt 80 Microprocessor를 利用하여 機械語 프로그램의 作成 및 實行等을 實習하며 Breadboard를 使用한 interface 回路等을 設計하여 實驗하기도 한다. EE 677 Computer processor organization에서는 實驗은 없으며 다루는 內容은 다음과 같은 것이다.

- Microstore organization and minimization techniques,
- Analysis of direct execution architectures,

- Number representation, truncation and rounding analysis,
- Parallelism and dependencies within Programs,
- Performance consideration of parallel and pipelined processors,
- Advanced numerical processors, Illiac IV, IBM 360/91, Cray I,
- Control of pipelined processing unit,
- Memory technology,
- Interleaved memory,
- Cache memory,
- Virtual memory and multi-level memory hierarchies,
- Virtual machines, etc.

EE 679 current topics in computer engineering은 教科書가 없으며 最近에 發表된 論文中에서 問題가 되는 topics를 選擇하여 講義한다. 1979年度 1學期(fall semester)中에 다룬 것들을 要約하면 다음과 같다.

- Motorola 68,000 microprocessor,
- Intel 8,086 microprocessor,
- Z 8,000 microprocessor,
- System fault diagnosis,
- Computer performance evaluation,
- Hypothetical research proposal to NSF, etc.

이 코오스의 特異한 點은 위와 같이 各自가 構想하여 研究計劃書를 作成하는 教育을 實施하므로써 卒業後에 누구나 研究計劃書를 作成할 수 있는 能力을 길러주고 있는 事實이다.

同學科 大學院學生들은 모두 EE 791 Electrical engineering colloquium을 受講하여야 하는데 이 코오스는 每週 火曜日 4時半부터 約 1時間동안 外部로부터 演士를 招請하여 電子工學에 關聯된 講演을 듣는 것이다. 演士는 全國 어디에서나 招請되어 오고 있으며 他大學, 研究

所, 產業界等 多樣하다. 이 colloquium은 4時半부터 始作되지만 그에 앞서 4時 15分부터 約 15分동안 科의 lounge에 教授, 演士, 大學院 學生, 研究員들이 모여 科에서 無料로 提供하는 茶菓를 들고나서 colloquium을 갖게 되는데 이 時間에 서로 意見도 나누고 演士와 人事도 하며 教授와 學生사이에도 有益한 많은 對話가 交換되므로 매우 좋은 制度라고 생각된다.



사진 2. 工科大學建物の 一部; 左側建물이 電氣工學部

다음에는 同學科의 主要施設을 紹介하기로 한다.

Cornell大學校 電氣工學科 施設中 가장 特記할만한 것은 美國政府에서 \$ 500萬 그리고 學校 自體에서 \$ 500萬을 들여서 만든 VLSI 實驗施設이다. 이 施設의 公式名稱은 “National research and Resource Facility for Sub-micron Structures”로 되어 一種의 國立 公共研究施設로 되어 있어 Cornell大學校에 屬하지 않은 사람들도 自由롭게 利用할 수 있게 되어 있다. 여기에 갖추고 있는 主要施設로는 photomask 製作施設, photo lithography施設, electron beam lithography施設, oxidation furnace, diffusion furnace, ion implanting facility, scribing machine, wire bonding machine, vacuum evaporator等 sub-micron構造를 갖는 VLSI는 물론이고 모든 半導體裝置를 直接 製作할 수 있는 施設을 完備하고 있다. 아마 美國內에서도 이 程度의 IC 製造施設을 갖춘 大學이 別로 없을 것으로 생

각된다. 여기에는 日本, 中國等 外國科學者들을 위시하여 美國內 여러 產業體로부터 技術者들이 모여 들어 VLSI 또는 microwave 半導體 開發에 熱中하고 있었다.

다음 同科의 主要施設로는 minicomputer 와 microcomputer를 들 수 있다. Minicomputer는 HP Computer, PDP 11/40, PDP 11/03, Varian Data Machine Model 620/L-100 등이 있고 microcomputer로는 S DK 85, Prompt 80, McTuter 등이 各及 數 10臺씩 있어 研究에 實驗에 共通으로 使用되고 있는데 이 밖에도 各 教授의 研究室마다 數臺씩의 minicomputer 또는 microcomputer를 가지고 있는 것을 볼 수 있었다. 그러나 學生들 프로그램 實習이나 教授들의 研究를 위해서 大型 컴퓨터가 必要할 때에는 大學計算所에 있는 大型 컴퓨터를 使用하기도 한다. 여기에서는 大學院學生들은 登錄만 하면 누구나 \$ 50 相當의 컴퓨터時間을 無料로 쓸 수 있게 되어 있다. 그리고 各 學科 實驗室에서는 計算所와 電話線을 通하여 連結될 수 있도록 Modem과 terminal system이 裝置되어 있어 언제라도 time sharing方式으로 使用할 수 있게 되어 있다.

大單位 講義室에는 數臺의 closed circuit TV가 設置되어 있어서 黑板으로부터 멀리 떨어진 學生들은 TV画面을 보면서 공부하도록 施設이 되어 있다. 同學科에서는 100坪 정도의 큰 lounge가 學生들 휴게실겸 自習室로 使用되고 있는데 學生들 自治의으로 實費로 茶菓를 提供하고 있어 教授와 學生들에게 歡迎을 받고 있다.

끝으로 同科에는 金明桓博士께서 近 18年間이나 教授로 在職하고 계시며 (現在 正教授), 金博士께서는 自動制御, 生體電子工學, 마이크로 컴퓨터分野의 權威로서 우리 나라에서 이 大學校를 찾는 많은 教授와 學生들을 親切히 돌봐 주시고 계시며 筆者 역시 金博士의 많은 도움을 받았음을 紙面을 빌어 感謝하는 바이다.