

# Computer Based Education: 과거, 현재, 미래

鄭 元 良

한국과학기술연구소 및 한국과학원(工博)

The hour of departure has arrived, and we go our ways. I to die and you to live. Which is better, God only knows. — Plato의 “Apology” 중에서.

## 1. 서 론

CBE (computer based education) 또는 CAI (computer aided instruction)는 대화식 컴퓨터 프로그램을 중심으로 한 다중미디어에 의한 교육을 의미한다. 지금 이 시점에서 CBE에 관한 논문을 작성하는데는 적지않은 어려움이 있다. 다른 분야와는 달리 CBE는 전세계적으로는 이미 많은 연구가 진전되고 실제 활용단계에까지 이르고 있는 반면에 한국에서의 보급이 아직까지 이루어지지 않았다. 물론 CBE의 논문은 아직 발표된 일이 없으며<sup>[27,28]</sup>, 이에 관한 지식을 가진 분들이 극소수에 한하리라 생각되고 있다. 이와는 대조적으로 금년내로 한국과학기술연구소에 CBE시스템이 설치·가동될 것이며, 가능한 빠른 시일내에 많은 사용자를 위해 활용이 되어야 할 것이다. 본 논문은 앞으로의 사용자들과 CBE분야의 종사자와 연구자 제분들을 대상으로 쓰여졌으며, CBE의 기본개념과 현황을 소개하는데 또 관계자 여러분의 관심을 높이고 나아가서는 CBE의 발전에 조금이나마 보탬이 되기를 바라는 마음으로 집필되었다. 전체적인 구성은 세계 최대의 CBE시스템이며 곧 한국에 선을 보이게 될 PLATO시스템을 근간으로 이루어졌음을 주목하기 바란다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2절에서는 CBE의 구성요소를 개괄적으로 논했으며 PLA-TO시스템을 소개하였다. 제 3절에서는 CBE가 발달해온 20년간의 역사를 살펴보고, 제 4절에서는 CBE의 현재와 여러 시스템들의 보급상황을 논하였다. 제 5절에서는 CBE의 전망과 진로에 관해 세계와 한국을 대상으로 예상을 피력해 보았다. 논문의 결론은 제 6절에 기록되었고 참고문헌이 뒤따른다.

## 2. CBE의 개요

— The pen is mightier than the sword. —  
고전 격언중에서

Computer-based education 또는 computer-based instruction은 간단히 말해서, 다수의 학생을 일시에 집합시키고 일인의 강사에 의한 강론식 교육방식에서 탈피하여, 재래식 교육의 모든 도구와 수단을 컴퓨터를 중심으로하여 자동화한 교육·훈련을 뜻한다. CBE의 효과적 실행은 교육의 각종 도구·수단을 포함하고 다양한 기계적, 지식적, 인적인 구성요소가 체계적으로 조직된 종합적인 시스템의 존재를 필요로 한다. 아래에서 이같은 CBE시스템의 3대 기본요소가 구체적으로 무엇이며, 이를 개발하기 위해서는 어떤 노력이 요구되며 또한 이의 적절한 활용은 어떻게 가능한가를 간단히 소개한다.

CBE시스템의 기계적요소로는 컴퓨터시스템의 중앙처리·기억장치와 주변기억장치를 비롯하여

\* 이 논문은 한국과학기술연구소의 정부출연자금 E05035에 의해 부분적으로 지원되었다.

사용자가 직접 대하는 CBE 터미널과 그 부착장치가 있다. 주변기억장치에는 CBE를 위한 모든 컴퓨터 프로그램과 교육의 자료가 장기적으로 수록되어 있으며 수억자이상의 대용량이 필요하게 된다. CBE를 위한 컴퓨터 시스템은 그 능력의 대소를 막론하고 대화식시스템 (interactive system)이어야 하며, 이는 온·라인 또는 리얼타임방식에 의해 시스템을 사용함을 의미한다. 또한 CBE의 대화식 터미널은 문자이외에 영상(image) 즉 그림의 입출력이 가능한 것이 바람직하며 여러가지 부착장치를 포함할 때 재래식 교육에서 사용하는 기계적도구·장치들의 역할을 대신하게 된다. 예를들면 칠판, 도면, 녹음기, 환등기, 영사기 심지어는 각종 악기들까지 컴퓨터의 주변장치로 대체가 된다. 물론 이들의 조작은 컴퓨터에 저장된 CBE의 프로그램에 의해 직접 또는 간접적으로 행해진다.

전형적인 CBE의 터미널과 부착장치의 구성은, 문자와 영상의 출력이 가능한 CRT, 즉 그래픽 터미널(graphic terminal)과 키보드(keyboard)를 중심으로 프로그램조작이 가능한 음성의 녹음 및 재생장치(audio device), 기계적 발생장치(speech synthesizer), 필름투사장치 (film projector)로 되어있다. 이같은 터미널에 의한 대화를 통해 학생은 교육을 받고, 사제간의 의사소통이 이루어지며, 필요한 프로그래밍이 수행된다. 현 시점에서는 컴퓨터에 부착된 주변장치외에도 보통의 녹음기, T. V.와 녹화기따위가 사용되기도 하는데 이는 CBE가 다중미디어(multi-media)에 의한 교육이기 때문이다.

CBE의 지식적요소는 간단히 말하여 CBE시스템의 컴퓨터 소프트웨어를 총괄적으로 지적한다. CBE의 교육을 위한 소프트웨어는 "courseware"라 하며 기본적 기능은 CBE 터미널의 사용자가 대화를 진행하도록 하여 여러 교육의 기능(지식 전달, 연습 및 시험, 진도평가등)을 충족시키는 데 있다. 따라서 종래의 교과서, 노트, 진도표,

성적표등이 모두 courseware 내에 포함되게 된다. 달리 말하여, 교사의 지식, 학생평가를 위한 수단, 정해진 수업의 진행을 위해 필요한 도구는 물론이거니와 교사가 의식적·무의식적으로 구사하는 복잡한 교육방법(educational methodology)의 전체가 courseware에 수록되어 이를 사용할 때 이들의 해당 효과를 얻어낼수가 있는 것이다. 즉, courseware는 단순한 지식이나 사실의 나열인 백과사전이 아니라 교사의 기능을 위시한 교육방법론과 지식의 총체임을 주목해야 한다.<sup>[2, 22, 24, 25]</sup>

CBE의 인적요소는 앞에서 이미 언급되거나 시사되었다. 곧, CBE시스템에 의해 교육을 받는 학생 또는 피교육자, 주어진 과목(course)의 진행을 해당 courseware를 중심으로 책임맡는 교사(teacher), 각종 courseware의 저작을 담당하는 저자(author)와, courseware이외의 CBE시스템의 필요한 시스템 소프트웨어의 개발자가 그것이다. 이들요소는 CBE시스템의 개발이나 사용에 직접적으로 관여하는 사람들이며, 이외에도 courseware 개발에 필요한 전문분야의 전문가, 교육학이나 방법론의 연구가나, CBE시스템을 하루하루 운영해나가는 요원들과 같은 간접적인 인적요소도 누락되어서는 아니될 것이다.

CBE시스템의 구성요소는 물리적특성에 따라 위와같이 논할 수 있으나, 기능적특성에 주안점을 두어 다음과 같이 2개 요소로 대분할 수도 있다. 즉, CBE는 CMI(computer managed instruction)와 CAI(computer-aided instruction)의 두 기본요소로 구성된다<sup>[23]</sup>. CMI는 종합적 교육의 기능중에서 교사와 교육행정이 맡고있는 기능들을 포괄적으로 지원하며, 이는 다양한 교재와 교육방법의 조직적·효율적인 관리·운영, 학생들의 진도조정, 교육의 효과판단 및 평가, 교사를 위한 기획정보제공, 교과과정 및 학생들에 관련된 데이터의 조직을 포함한다. 특정 과목의 courseware에도 CMI를 담당하는 소프

트웨어 module들이 있게되며, 이는 CAI를 위한 module인 Lesson(교과목 프로그램)과 구별된다.

CAI는 교과목 프로그램과 컴퓨터 주변장치와 기타 미디어를 사용하여 실질적으로 피교육자를 대상으로 교육을 실시하는 기능을 담당한다. CAI의 교과목 프로그램은 그 성격이나 교육방식에 의거하여 다음의 네가지로 구분할 수 있다. [19, 23] : (i) 반복 연습(drill and practice), (ii) 학습(tutorial), (iii) 시뮬레이션(simulation), 그리고 (iv) 일반적 문제해결(problem solving). “반복 연습”은 특정한 기술이나 지식의 숙달을 목적으로 비교적 짧은 프로그램을 사용하여 학생으로 하여금 연습과 숙련을 하도록 해준다. 예를들면, 기초산수의 기본연산, 언어의 단어자 익히기나 발음터득을 위한 프로그램들이 여기에 속한다. “학습”은 교사에 의한 강의와 숙제·시험을 통해 교육시행하는 과정을 그대로 프로그램화 한 것을 의미한다. 따라서 학습은 사실적인 지식의 전달(대화식 터미날의 화면을 통해, 마치 교과서를 숙독하거나 강의를 청강하듯이), 객관식·주관식문제의 제시와 해답의 입력에 의한 진도 및 학생습득의 진행을 위한 프로그램이라 하겠다. 이 경우에 최대의 효과를 기하기 위해서는 학생으로부터의 질문에 응답하거나 잘못된 문제해답에 대한 보충설명 따위가 충분히 포함되어야 한다. 세번째의 “시뮬레이션”은 어떤 활동, 현상, 실험등을 프로그램화된 모델을 통해 경험하도록 해준다. 이는 그저 숙독이나 연습에 의한 피상적 지식의 흡수에서 지양하여 좀더 산지식을 동적영상(dynamic images)을 통해 습득하는데 효력이 있다. 이의 예로는, 대기권으로 발사된 로케트의 운행궤도를 동적영상으로 나타내거나, 인간의 심장의 작동을 동적으로 도시해주거나, 물리나 화학의 실험과정을 상세히 나타내 주는 것들이 있다(여기서 사용되는 중요기법이 바로 “animation”이다). 이에서 보듯이 시뮬

레이션은 실제로 행하거나 체험하기에 불가능하거나 곤란한(경제적 이유등으로) 경우, 또는 실험의 준비수단(실험·실습의 시간과 비용을 절감하는데 도움이 된다)으로 교육적효과를 노리고 있음을 알 수 있다.[22,24] 마지막의 “일반적 문제해결”을 위한 프로그램은 학생으로 하여금 복잡도가 높은 문제나 주어진 상황을 해결하는 능력을 터득하게 해준다. 여기서는 전문지식의 적용뿐만 아니라 여러가지 문제해결을 위한 범용방법의 활용을 권장해 주며, 학생의 자문이나 해답평가와 같은 지능적 기능까지도 프로그램이 해내도록 되어있다. 이상의 네가지 CAI 프로그램은 저자의 입장에서 볼 때는 개발이 어려운 순서로 나와 있으며 교육적 효과면에서 볼 때 고도화의 순으로 되어 있다. 이같이 CBE를 CMI와 CAI의 두 성분으로 구분하게 된 것은, 많은 연구와 CBE시스템의 활용에서 얻어진 경험과 지식의 축적과 CBE에 대한 이해가 깊어진 결과이며, 아직도 흔히 CBE와 CAI를 혼동하여 쓰는 경우가 많이 있다.

지금까지 세계의 선진제국에서 CBE 시스템의 개발과 연구가 활발히 행하여져 왔으나, 질적·양적인 면에서나 보급의 규모에서 볼 때 미국의 그것을 당할 수 없음은 틀림이 없다. 미국의 주요 대학과 컴퓨터업체들에 의해 많은 CBE 시스템이 개발·보급되어 왔는데 이들중 대표적인 것들이 그림 1에 도시되어 있다. 이중에서 학교의 연구실에서 시작되어 산업체로 직결되어 상업화된 PLATO시스템은 현재 명실공히 세계 최대규모의 CBE시스템이라 할 수 있다. 아래에서는 이 PLATO를 중심으로 앞에서 논의된 CBE시스템의 특성을 구체적으로 살펴본다. 이에 앞서 CBE시스템을 컴퓨터시스템의 구조적 측면에서 몇가지의 유형으로 분류해 보기로 한다.

CBE시스템에는 대규모의 ‘타임쉐어링시스템’을 기반으로 수백·수천의 터미날로 구성되어

원거리의 사용을 가능케 해주는 “대형시스템”으로부터, 초소형의 단일사용자 마이크로 컴퓨터 시스템과 하나의 터미널장치로 성립되는 “단독 시스템(stand-alone system)”에 이르기까지 여러 형태가 있다.<sup>[1, 6, 9, 24]</sup> 대형(large-scale)시스템의 예로는 PLATO를 들 수 있으며, 그 특성으로는 대형 컴퓨터시스템에 많은 분야의 courseware와 모든 소프트웨어가 다수의 사용자에게 공동사용된다는 점과, 다른 종류의 시스템과 비교할 때 CMI의 기능들이 특별히 잘 지원된다는 점을 들 수 있다.

대형이 아닌 중소형 컴퓨터(mini-computer)를 중심으로 수십개 정도의 대화식 터미널로 구성되는 CBE시스템으로는 TICCIT을 대표로 들 수 있다. 터미널 숫자와 시스템 용량의 제한으로 인해 사용가능한 지역이나 교육기관 또는 교과과목등에 한계가 생기며 CBE시스템을 구성하는 여러 인적요소간의 대화와 통신상에 제한이 있게 된다. IBM과 같은 컴퓨터제조업체에서 제공하는 시스템은 고객의 희망에 따라 대형에서 중소형까지의 자기 회사의 컴퓨터이면 구성이 가능하도록 되어 있는 것이 특징이다.

마이크로컴퓨터 시스템을 중심으로 형성되는 단독시스템은 대용량 기억장치로 floppy를 사용하는 것이 보통이며, 소수의 특선 분야나 courseware에 전용목적으로 쓰인다는 특성을 지닌다. 따라서 중앙컴퓨터(host computer)에 연결되지 않는 한 CMI 기능의 지원이 미약하며 학교나 직장에서 특수과목이나 기술훈련에 도입되는 경우가 많다. 최근에 와서 가정용(home) 또는 취미용(hobby) 컴퓨터의 대중보급이 활발해짐에 따라 이들을 위한 courseware가 개발·보급되고 있음이 주목할만 한다. 단독 CBE시스템의 예로는 그림 1의 terak과 regency RC-1과 PET이나 APPLE-II와 같은 가정용컴퓨터를 위한 courseware를 들 수 있다.<sup>[4]</sup> 표 1에 이상에서 말한 여러 종류의 시스템들의 특성이

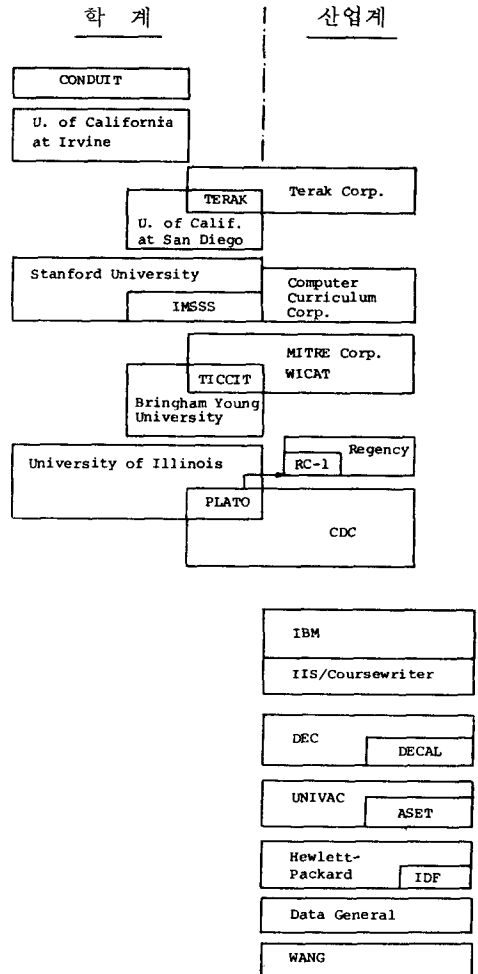
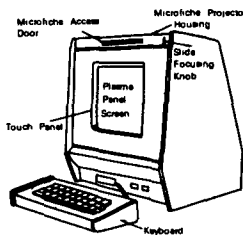


그림 1. 미국의 대표적 CBE시스템과 개발처

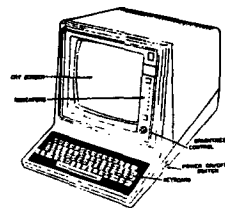
요약되어 있다. “PLATO(programmable logic for Automated teaching operations)” 시스템은 일리노이대학교(University of Illinois at Urbana-Champaign)의 CBE연구소(CERL)에서 연구 개발된 대형의 CBE시스템으로 20년의 역사를 갖고 있다.<sup>[2, 18, 22, 27, 28]</sup> 70년대에 들어와 Control Data Corp.과의 계약에 의해 상업화과정을 거쳐 이제는 터미널에 의한 보급뿐만 아니라 전체 시스템을 단위로 보급되고 있다. PLATO는 시스템컴퓨터로 CDC의 컴퓨터를 사용하며 그 터미널로는 원래 일리노이대학교에서 개발한 plasma panel display 와 CDC가 가격절하를

표 1. 미국의 CBE시스템 비교

시 스템	시스템컴퓨터	터미널	분포	교과목프로그램
UI PLATO (Urbana, Illinois)	CYBER 72-73, CDC 6500; Remote time - sharing	PLATO-V Plasma panel	미국내 22 개주; 약 200 sites ;	TUTOR author Language ; 150 개 분야, 7000 instructional hours ;
CDC PLATO (Minneapolis, Minnesota)	CYBER 또는 CDC; Remote time - sharing	IST II ; Hardcopy printer.	미국내 8 시스템 (24 개주에 Learn- ing Center); 세계 5 개국에 6 시스템; 세계 4 개국에 계획 중 (한국, 호주는 80 년 말까지 설치)	약 7000 시간분, 800 여개의 lesson;
TICCIT (Bringham Young Univ.; WICAT, Inc., Utah)	Nova 840; Local time - sharing	Sony Color T. V. set	Bringham Young University ; 전문대학; 중고등학교	McGraw-Hill Co. 를 대상으로 courseware 개발 보급
Terak (Scottsdale, Arizona)	DEC LSI-11 ; Standalone (~ \$ 6, 500)	CRT(240 × 320), 24K words mem. ; floppy; keyboard; Interface to host;	U. of California at San Diego (Marketed thru an arrangement with EDUOM)	
Regency RC-1 (Champaign, Illinois)	Z - 80; Standalone	Plasma Panel; 68KB RAM; floppy ; keyboard ; printer		USE author language



(a) UI plasma panel terminal



(b) CDC information systems terminal II

그림 2. 두가지의 PLATO 터미널

위해 최근 개발한 'IST (information system terminal)'의 두가지가 쓰이고 있다. 이들은 전자가 반투명한 평면의 화면에 후면투사된 사진의 영상을 출력한다는 것외에는 기능상의 차이점은 없으나, 사용하고있는 디스플레이 기술이 후자는 refresh CRT란 점이 다르다. 그림 2에 이들 두 터미날이 도시되어 있다. UI PLATO의 터미날에는 keyboard외에도 15-인치 반경의 floppy에 20여분간의 음성을 녹음·재생할 수 있는 random-access audio device, 문자로부터 발음을 그대로 조작해 내는 text-to-speech synthesizer<sup>[21]</sup>, 컴퓨터에 기록된 악보의 음악을 연주할 수 있는 건반악기와 같은 특수 주변장치를 연결 이용할 수 있다. 이는 소아나 신체장애자의 교육, 또는 각종 외국어·언어 및 음악교육에 적지않은 효과를 주고 있다. CDC PLATO는 근래에 신형터미날을 개발한 외에도 본래의 PLATO시스템 소프트웨어에도 손을 대었고, 여러 분야의 courseware개발을 독자적으로 진행해 왔다. 이들 두개의 PLATO 시스템은 동일한 컴퓨터시스템과 유사한 터미날 (두가지 터미날의 동시연결이 가능)을 사용한다는 것외에도 서로의 courseware를 교환할 수 있다는 'software portability'의 큰 이점을 보유하고 있다.

여기서 필히 언급해야 할 것은 courseware의 저자가 사용하는 프로그래밍 언어의 중요성이다. 일단 CBE시스템 소프트웨어가 완성되면 저자의 활약에 의해 courseware를 계속 만들어 낼 수 있는데 이때 저자가 사용하는 언어를 저자언어 (author language)라 한다. 때로는 일반 컴퓨터 프로그래밍언어 (basic이나 fortran)가 그대로 사용되기도 하나 저자언어를 별도로 개발하는 경우가 많다. 이때 저자언어는 "초고급언어 (very high-level language)"의 성격을 소유하며, PLATO에서는 "TUTOR"라는 언어를 사용하고 있다.

### 3. CBE의 과거

— 우리에게는 오로지 피와 땀과  
눈물이 있을 뿐이다.—  
Winston Churchill의 연설문중에서.

1960년경에 소수의 대학교와 컴퓨터회사에서 개발이 시작된 CBE시스템은 20년이 경과된 지금 괄목할만한 발전을 하여 전세계로 보급·이용되고 있으며 원래의 기대이상의 성과를 거두었다고 보고 있는 실정이다. CBE연구의 시초는 일리노이대학교에서 1959년에 착안하여 그 이듬해부터 연구개발이 시작된 PLATO이다. 같은 해에 컴퓨터업계에서도 연구에 착수하여, IBM은 최초의 저자언어인 "coursewriter I"을 개발하여 courseware를 제작하는데 사용하였으며 이것이 추후 "IIS (interactive instructional system)"로 연결·발전되었다.<sup>[4, 26]</sup> 먼저 PLATO의 발달사를 통해 CBE가 걸어온 발자취를 살펴보기로 한다.<sup>[18]</sup>

PLATO 프로젝트는 1960년에 일리노이대학교의 CSL (Coordinated Science Lab.)에서 Donald Bitzer 박사의 지휘아래 시작되어, 그 당시의 최첨단 기술인 타임셰어링의 개념을 도입하여 하나의 중앙컴퓨터에 다수의 터미날을 동시에 가동할 수 있는 시스템을 개발하게 되었다. 초기의 7년간 PLATO는 하나의 터미날이 71개로 증가되었고 (PLATO I에서 III로) 180개의 교과목프로그램이 개발되었다. 1967년에 Bitzer 박사를 소장으로 "CERL (computer-based education research Lab.)"이 발족되어 PLATO는 CSL로부터 독립되어 본격적 연구와 보급을 시도하게 되었다. 이때부터 70년 초반까지 활동 중 셋을 획기적인 사건으로 들 수가 있다. 첫째는 고급 저자언어인 TUTOR가 당시 동물학 전공 학생이던 Paul Tenczar에 의해 개발되어 1967년에 사용된 일이다. 이전에는 1965년에 개발된 CATO라는 저자언어와 CDC컴퓨터의 제어어를 사용했었다. TUTOR는 컴퓨터에 경험

표 2. UI PLATO의 변천사 요약

내용 \ System	PLATO I	PLATO II	PLATO III	PLATO IV	PLATO V
년      도	1960 to 1963	1963 to 1965	1965 to 1973	1971 to now	1977 to now
System Computer	ILLIAC I	CDC 1604	CDC 1604 NCR 160	CDC 6400 CYBER 73-24	CDC 6500 CYBER 73-24
Terminal 수	3	3	71 (20 동시가동)	1,000	1,100 (PLATO IV 포함)
Courseware 시간수(시간)	2	25	2,500	5,000	7,000
년간시스템 사용량 (1000시간)	1-2	3	22	1,000	1,500
주요자금출연기관	미국 육· 해·공군	미국 육· 해·공군	국방성, 교육성 CDC, HEW, NSF, Owens - Illinois	NSF, HEW, Owens Illino- is, 일리노이주 정부, ARPA, ONR, USAF, AID, CDC	NSF, 일리노이 주정부, NIE, 노동성, ARI, CDC

이 없는 저자들도 용이하게 사용할 수 있는 이 점을 지니고 있으며, 다섯종류로 구분된 (display, calculations, sequencing, student responses, other) 명령어에 의해 courseware를 작성하도록 되어 있다. 두번째 사건은 대량보급이 가능하고 저렴한 가격으로 생산할 수 있으며 동적 대화에 적합한 새로운 그래픽 터미널인 plasma panel이 Bitzer 교수에 의해 발명된 것이다. Corning Glass사의 자회사인 Owens-Illinois 회사에 의해 1968년에 최초의 상업적 plasma panel 터미널(4" x 4"의 스크린)이, 1971년에 지금과 같은 512 x 512개의 주사점을 가진 터미널이 제작·배달되었다. 세번째 사건은 본격적 대형 CBE시스템인 PLATO IV의 설계·개발이 미국과학재단(NSF)의 기금에 의해 시작되어 (1968년) 1971년에 그 사용이 시작되었다는 일이다. 이로서 수백·수천의 터미널이 동시 가동

될 수 있는 대형 CBE시스템의 시대가 열리게 된 것이다. PLATO IV 터미널은 Magnavox 회사에서도 제작하게 되었으며, 1972년의 4개에서 1973년에는 300개로 급증하였다. PLATO IV의 개발로 원거리 터미널연결이 가능하게 되었고, 1972년에는 이태리, 서독, 스위스에서, 1973년에는 소련에서 국제통신선을 이용한 시범이 수행되었다. PLATO IV는 계속 확장되어 현재는 일천개 이상의 터미널이 하와이대학교까지 연결되어 있다. PLATO V는 전체적 시스템구조의 변화에 의존하지 아니한 발전으로, PLATO IV와의 차이점은 지능이 있는 터미널(intelligent terminal)을 개발·사용함으로써 중앙컴퓨터와의 데이터 통신량을 감소한다는 사실에 있다. 표 2에 UI PLATO가 발달해 온 내역이 요약되어 있다.

PLATO의 역사에서 전환점이 된 획기적인 한

사건이 있는데 이는 1976년 CDC와의 계약에 의한 PLATO시스템의 상업화이다. CDC는 PLATO 초기부터 연구기금을 투자해 왔고, 1974년에는 일리노이대학교 이외의 첫 PLATO 센터를 설치하였다. CDC의 거대한 판매망과 자금에 의해 PLATO시스템은 터미널 보급에서 한 단계 넘어서 시스템단위의 보급이 가능하게 된 것이다. CDC PLATO는 일리노이대학교의 courseware의 일부분을 도입하고 독자적인 개발에 의해 현재는 약 800개의 교과목 프로그램들(6500 사용시간에 해당됨) 포함한 6 종류의 courseware library를 공급하고 있다. 1974년에 개설한 Florida State University의 UI PLATO 이외에 현재까지 설치된 CDC PLATO시스템은 다음과 같다: Quebec대학교(캐나다), 브러셀(벨기에), 델라웨어대학교, 샌프란시스코, 요한네스부르크(남아연방), 런던 그리고 Edmonton대학교(캐나다); 호주의 멜보른과 한국의 KIST에는 금년 말까지 설치·가동될 계획이다.

Stanford대학교의 "IMSSS(institute of mathematical studies in the social sciences)"에서는 1963년부터 Patrick Suppes와 Richard Atkinson교수의 지도하에 CBE연구를 시작하여 기초논리학에서는 최초의 courseware를 개발하였다.<sup>[26]</sup> 1965년에는 처음으로 국민학생들을 대상으로 CAI를 보급하였는데 산수의 반복연습 프로그램이 사용되었다. 1966년에서 1967년에는 "Brentwood 프로젝트"에 의해 IBM 1500 컴퓨터를 중심으로 하여 국민학생을 위한 수학과 독서의 courseware를 개발하였다. 최근에는 DEC 10 컴퓨터와 국지적 타임셰어링시스템에 문자터미널과 speech synthesizer를 연결하여 수학과 언어분야의 courseware를 보급하고 있다. Suppes교수는 Palo Alto의 "CCC(computer curriculum corp.)"와도 연관을 맺고, 70년 후반에 와서 NOVA 800 미니컴퓨터를 기반으로 하

는 시스템을 미국내 공립학교들에(국민학교에서 초급대학까지) 보급하고 있다. CCC시스템은 단일시스템에 96개까지의 문자터미널이 연결되며 오천이상의 터미널이 보급되어 있다.

1972년 초반에 NSF의 기금으로 MITRE Corp.와 Brigham Young 대학교 및 텍사스대학교의 공동연구에 의해 개발된 것이 "TICCIT(Time-shared, interactive, computer controlled, information television)시스템"이다. TICCIT은 Victor Bunderson교수 지도아래 개발되었으며 지방대학의 영어와 수학교육에 CAI를 도입할 목적으로 지원되었다. 1974년에 Brigham Young 대학교에 32개의 터미널을 가진 시스템이 처음 가동되었다. TICCIT의 특징은 NOVA 미니컴퓨터와 상용칼라TV(Sony)를 터미널로 사용한다는데 있다. 현재 TICCIT은 유타주의 WICAT회사에 의해 보급되고 있다.<sup>[4, 24, 26]</sup>

70년도 초반에 Dartmouth대학이 중심이 되어 오레곤, North Carolina, 아이오와, 텍사스대학교들과 조직한 연합체인 "CONDUIT"는 NSF등의 기금으로 대학교육을 위한 75개 이상의 교과목 프로그램을 개발하여(basic 과 fortran을 사용) 보급해 왔다.<sup>[9]</sup> CONDUIT는 James Johnson의 지휘아래 현재 아이오와대학교에 본부를 두고 있으며, 범용언어를 저자연어로 사용하기 때문에 courseware가 초소형에서 대형까지의 컴퓨터에 사용가능하다는 특성을 갖고 있다.

#### 4. CBE의 현재

— Baby, you've come a long way. —  
Virginia Slim 광고중에서

앞에서 언급된 바와 같이 각종의 CBE 시스템들은 정부나 공공기관의 연구보조에 의해 대학교의 연구실에서, 또는 컴퓨터업체들의 투자에 의해서 개발되어, 지금에 와서는 지역적으로는



전세계의 6 개 대륙으로 시간적으로는 24시간을 연결하게 되었다. 한때는 경제적으로 문제점이 있는 연구실에서의 실험적 시스템으로 간주되기도 하였으나, 이제는 유치원생에서 대학원생에 이르기까지 교육의 모든 과정에 걸쳐 응용이 되고 있으며 CBE시스템의 보급은 완전히 상업화 된셈이다. 지금 이 시점에서는 예전과 같은 정부의 대규모 연구기금은 없으나 소비와 수요의 경제원칙에 의해 존속되어 나가고 있으며 계속 시스템확장과 courseware개발이 진행되고 있다.

CBE에 의한 교육은 정규교육과정에서 뿐만 아니라 산업계의 기술·전문·직업훈련에도 널리 쓰이고 있다. 예를 들면, 항공회사의 조종사와 승무원의 훈련, 간호원의 교육, 회사의 판매원교육, 기계정비공의 훈련, 컴퓨터 프로그래머

교육등에 CBE가 이용되고 있다. IBM의 field instruction system은 자체 회사내의 사원교육에 쓰이고 있는 CBE시스템으로 가장 규모가 큰 것이다. 또한 정부와 관련기관에서도 CBE방법을 도입하여 공무원의 교육이라던가 군부에서 군사교육이나 무기조정·정비훈련에 활용되고 있다.

최근에 와서 가정에서 개인용 컴퓨터가 보급됨에 따라 CBE용 courseware가 이들을 대상으로 개발·판매되고 있다: Commodore의 "PET" 컴퓨터와 Tandy Corp.의 "Radio Shack" 컴퓨터는 600달러 정도에서 시작되어 이를 위한 교과목 프로그램이 floppy와 카세트의 형태로 보급되고 있다. 또한 "APPLE II" 컴퓨터는 미네소타 주정부의 "educational computing consortium"에 의해 수백대가 CBE용으로 설치·사용

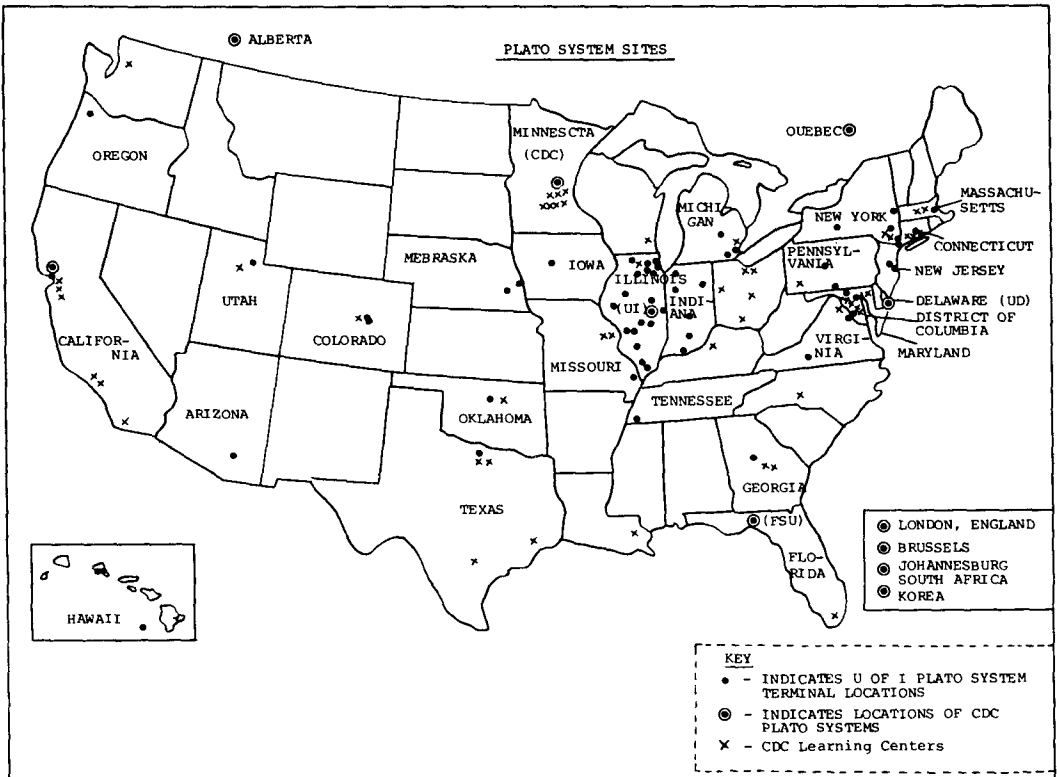


그림 3. PLATO시스템의 보급상황

되고 있다.[16, 26]

세계 최대규모의 PLATO시스템은 현재 전세계의 10여개 도시에 20여개가 설치되어 있으며, 일리노이대학교와 CDC의 노력에 의해 성장을 계속하고 있다. 그림 3에 PLATO 시스템의 분포가 미국을 중심으로 도시되어 있다. PLATO시스템의 courseware는 앞서 말한 CMI와 CAI의 module들로 구성되어 있으며, 다중미디어에 의한 교육방식을 채택하여 교육효과의 증대를 꾀하고 있다.

구성도가 나와 있다. 여기서 ESM(extended semi-

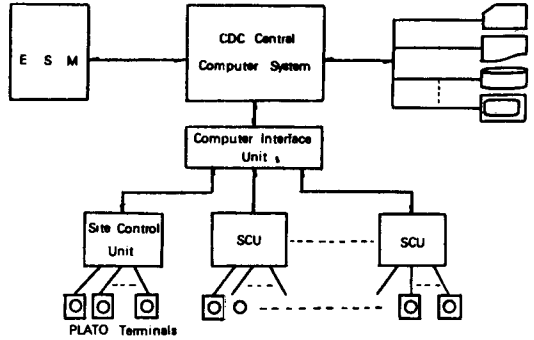


그림 5. PLATO시스템의 하드웨어구성

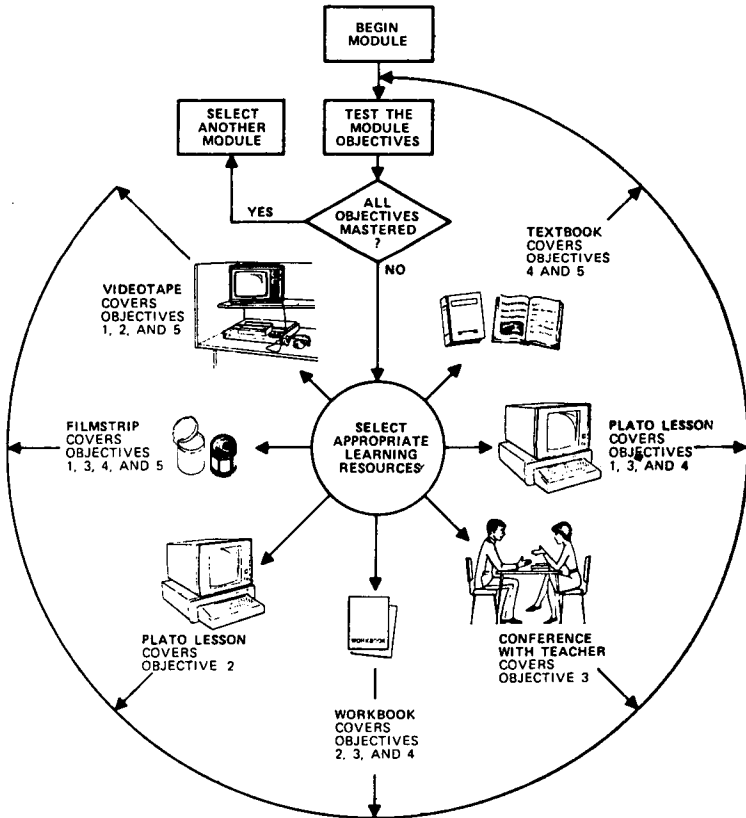


그림 4. PLATO CMI module의 도해(8개 module과 5개의 목표를 가진 과목예제)

그림 4를 보면 8개의 module과 5개의 목표를 가진 과목의 CMI module의 논리도가 나와 있고, 여기서 주어진 교육목표를 달성하기 위해서 PLATO 터미널외에도 다종의 학습자원이 이용되고 있음을 알 수 있다.[27]

또한 그림 5에는 PLATO시스템의 하드웨어

conductor memory)은 디스크와 주기억장치사에서 PLATO courseware의 execution speed 증가에 필요하며, 하나의 site control unit에는 8개까지의 터미널 연결이 가능하고, 4개까지의 SCU가 한 computer interface unit에 접속될 수 있다. 원거리의 터미널 설치를 위해서는 SCU와

터미널사이에 한쌍의 modem과 통신선이 필요하게 된다. 끝으로 UI와 CDC의 PLATO에서 사용하고 있는 용어의 차이점들이(같은 개념을 나타냄) 표 3에 요약되어 있다.

표 3. UI와 CDC PLATO의 용어대조표

UI PLATO	CDC PLATO
CMI (Computer Managed Instruction)	PLM (PLATO Learning Management)
CAI (Computer Aided Instruction)	PAL (PLATO Assisted Learning)
TUTOR	PLATO Author Language
NIU (Network Interface Unit)	CIU (Computer Interface Unit)
SC (Site Controller)	SCU (Site Control Unit)
Plasma panel 또는 PLATO terminal	IST II

지금까지는 미국에 원천을 둔 CBE 시스템들만을 취급해 왔으나, 잠깐 미국이외의 다른 나라에서의 CBE연구개발상황을 살펴보기로 한다. 영국에서는 CBE나 CAI대신 CAL (computer assisted learning)이란 용어를 사용하며, 60년 후반에 여러 대학교들이(리즈, 런던, 쉘레이, 에딘바라) 공동으로 “NDPCAL(national development program in CAL)”이란 이름아래 영국정부의 기금으로(이백만달러, 5년계획:1973-1978) 연구개발을 수행하였다.<sup>[9]</sup> 현재로서는 이에 의해 개발된 courseware들이 이들 대학교 옥스포드대학에서 사용되고 있고, 영국내와 미국간의 교환계획에 의해서 보급되고 있다. 이와는 별도로 1969년부터 British Open Univ-

ersity에 의해서, 또 영국 우정국의 “prestel service” 의 “Viewdata”에 의한 실험적 CBE 활용 등을 들 수가 있다.

한편 프랑스에서도 1970년부터 정부의 투자로 연구개발을 서둘러, 프랑스에서 생산하는 Mitra-15과 T-1600 미니컴퓨터를 기본으로 하는 시스템들을 중학교교육시스템에 보급하기에 이르렀다.<sup>[11]</sup> 이 프로젝트를 위해 “LSE(language symbolique d’Enseignement)”라고 하는 저자언어를 개발하였으며, LSE는 최근에 와서 프랑스의 표준저자언어로 지정이 되었다. 1979년에는 정부의 새 계획에 의해 8-bit 마이크로컴퓨터와 floppy를 사용한 단독시스템을 개발하는 동시에, 1985년까지 총 10,000개의 시스템을 프랑스내 중학교들에 보급하는 노력이 진행되고 있다.

### 5. CBE의 미래

- CBE is a learning alternative that could capitalize on advanced scientific technology. -

W.C. Norris (CDC 이사장겸 사장) <참고문헌 20>

어떤 분야이건 미래에 대해 논한다는 데는 기술적인 난점뿐 아니라 추측이나 예측의 내용이 장시간이 경과하고 날 때의 상황과 많은 차질이 나기 쉽상이다. 더구나 현대와 같이 과학기술의 발달이 놀라운 속도로 일어나고 있는 시대에서는 이러한 추정이 더 많은 불확실성을 내포하기 마련이다. 이러한 위험을 무릅쓰고 여기서 앞으로 남은 20세기의 마지막 기간에 CBE의 발달이 어떤 결과를 초래할 것이냐에 대해 간략하게 논해보고자 한다.<sup>[3, 5, 7, 9, 13, 17, 19, 20]</sup>

CBE의 미래진로를 예보하기 위해서 우리는 네가지의 측면을 논하는 동시에 이 각각에 대해서 CBE가 궁극적으로 추구하는 목표를 제시하기로 한다: 이 네가지 측면은 (가) 고도화된 기술의 영향(technological impact), (나) 광범위한 분포(global distribution), (대) courseware의 고도

화(sophistication of courseware), (라) CBE의 기업화(emerging CBE industry)이다.

첫째로, 20세기 후반에 이르러 박차를 가하고 있는 전자·컴퓨터·통신기술의 발달은 고성능의 저렴한 하드웨어를 CBE에 제공해 주게 된다. 각종 전자부품의 소형화(LSI, VLSI 기술의 발달)의 축진은 컴퓨터와 터미널의 속도증가, 기억용량의 증대, 가격절하를 동시에 가져올 것이며, 통신위성과 광섬유기술은 세계 각처를 연결하는 컴퓨터와 인간의 통신망을 형성해 줄 것이다.<sup>[8, 10, 14, 15, 16]</sup> 미래의 CBE 터미널은 영상 입출력에서 한 차원을 넘어서 말을 하고, 들을 수 있으며 컴퓨터에 의해 제어되는 천연색영화상영동이 가능한 상당한 지능을 소유한 고성능의 것이 될 것이다. 기술발달의 결과로 가격은 절하될 것이나 이같은 고도의 성능을 포함할 경우에 지금의 가격과 큰 차이가 없을 것으로 보여진다. 이러한 고성능·저가격의 터미널은 Bunderson은 “CBE의 Model-T”라고까지 하였으며<sup>[7]</sup>, speech synthesizer(각국 언어의), speech recognition, 고밀도의 영상디스크(videodisc) 기술의 발달이 이에 기여하게 될 것이다. 현재 양극을 이루고 있는 CBE의 두 방식은 - 대규모 타임쉐어링과 stand-alone - 점차 거리를 좁혀가고 동화되어 intelligent terminal이나 satellite system의 형태로 발전할 것이며, 이는 또한 CBE시스템의 사용비를 줄이고 사용효과를 최대화하는 결과로 이끌게 된다. 궁극적으로는 “우리가 일상 사용하고 있는 전화 또는 포켓용 계산기와 같은 CBE 터미널”을 만드는 것이 목표라 할 수 있으며(값싸고, 사용이 용이하고, 어디서나 설치 사용할 수 있다는 뜻에서) 이는 멀지 않은 시일내에 가능하리라 본다.

두번째 측면인 “광범위한 분포”는 기술정치적(technopolitical), 사회적, 문화적 측면을 다루는 것으로써, 지구상의 도처에서 시간과 공간의 제한을 받지 않는 CBE의 활용시대가 온다는 것

을 의미한다. 현재 일리노이대학교, CDC, 퀘백, 브러셀을 연결하는 컴퓨터통신망은 더욱 확장되어 전세계의 PLATO센터들을 전부 연결하는 “Global PLATO Network”를 형성하여 사용자들간의 정보교환, courseware 교환을 비롯한 소통이 용이해 질 것이다. 또한 사회에서 전반적으로 CBE에 대한 인식이 높아지고 교육방법으로서의 가치도 높이 인정을 받게 되어 그 활용도가 증가하게 된다.<sup>[13]</sup> 기술문화발달은 컴퓨터의 이용을 생활화 하여 CBE는 하나의 동떨어진 컴퓨터이용이 아닌 종합적이고 다용도 터미널이용이 될 뿐 아니라 전문화된 현재의 Learning Center나 학교로부터 개인의 가정이나 사무실로 퍼져 나갈 것이다. 지금의 개인용 또는 취미용 컴퓨터라 불리는 것들도 모두 종합화 된 컴퓨터 이용의 시대에 살게 될 것이란 이야기다.<sup>[15, 16]</sup> 이때에 가장 그럴듯한 컴퓨터 (또는 CBE) 터미널은 다음과 같이 구성될 것이다: 가정용 T.V.수상기에 안테나선을 통해 간단히 접속 가능한 마이크로 컴퓨터, 키보드와 터치패널, videodisc나 video cassette, 음성인식과 발성장치, 전화를 통한 원거리 컴퓨터와의 연결부장치가 하나의 시스템을 형성한 터미널이다. 이러한 터미널은 CBE에 의한 각종 교육이외에도, 오락, 정보, 서비스, 상업등의 개인적·가정적·사회적인 모든 활동을 위한 요구를 충족시켜 주게 된다. 궁극적 목표는 Bitzer 박사가 말했듯이 “Equal distribution of quality education”(여기서 equal distribution은 CBE사용가격의 절하로 가능해짐으로 해석)으로 적절히 표현할 수 있겠다.<sup>[5]</sup>

“CBE courseware의 고도화”는 교육방법론전반과 관련분야의 발달과 밀접한 관계가 있으며 또한 이 분야의 연구개발의 필요성을 시사하기도 한다. 즉, 인식심리학(cognitive psychology), 교육전략(instructional strategy), 인공지능(artificial intelligence)을 대표적 분야로 지적할 수

있다. 단순한 사실적 지식의 전달에서 탈피한 인간과 비슷한 지능을 소유한 고도화된 courseware의 개발을 위해서는 구체적으로 다음과 같은 몇가지 점에서의 연구노력과 발전이 요구된다. Courseware평가와 분포를 위한 효과적 방법, 학생들로부터의 반응을 교사와 저자에게 적절하게 전달하고 courseware의 질적향상에 반영하는 방안, 교습의 효력증대를 위한 자동화 도구들이 절대 필요한 요소가 될 것이다. 궁극적 목표는 “courseware의 인간화와 courseware 개발의 자동화”로 요약할 수 있다.

네번째 측면으로는 “CBE산업사회의 형성파이의 번창”을 논할 수 있는데, 여기서 추구하는 목표는 “현재 우리가 상용하고 있는 책이나 잡지, 또는 스테레오 음반이나 녹음테이프와 유사한(생산, 분배, 구입, 사용방식면에서) 형태의 courseware”를 만드는 데 있다고 보여진다. 한편으로는 대기업의 컴퓨터회사들이 계속하여 기본적 시스템을 제작 보급할 것이며, 또 한편으로는 소규모 내지는 개인단위의 전문업체들이 courseware의 저작·배급, CBE서비스, 저자와 교사의 훈련, 시스템의 유지·보수등과 같은 일을 중심으로 번창할 것이 예상된다. 한 계산에 의하면 앞으로 10년내에 PLATO만을 따져도 일억달러이상의 비지니스를 형성할 것이 예측된다. 여기서 우리가 유의할 것은 CBE 종사자와 그 생산품의 질적수준을 유지하는 문제이며, courseware의 경제성을 위해 도구의 개발이나 저자연어의 표준화와 같은 노력이 뒤따라야 할 것이다!<sup>12)</sup>

전세계를 통해 CBE가 성장해 온 과정과 앞으로의 진로를 관찰하고 우리나라의 실정을 비교적으로 논해보는 것이 우리에게는 무엇보다 중요한 일이다. CBE의 연구개발의 시작은 우리가 약 20년이 뒤졌다고 보며(1980년에 한국과학기술연구소에서 시작된 CBE 프로젝트를 시초로 봄), 이에 반해 상업화된 CBE시스템의 설치·

보급은 단지 5년 정도밖에는 멀어지지 않는 것이 사실이다. 한국내에서의 높은 교육열, 과거 10여년간의 정보산업의 발전, CBE시스템의 효능과 경제적 현실성등에 비추어 볼 때 국내에서의 CBE의 성장의 기반은 견실하다고 생각되며, 여러 요인을 종합할 때 앞으로 5년 이내에 제2의 PLATO시스템이 국내에 설치될 전망이 밝다고 본다.

## 6. 결 론

본 논문에서 논한 바와 같이 CBE가 성공적으로 발전하고 현재와 같은 번영을 이룩한 데에는 몇가지 이유가 있다. 첫째는, 정부의 막대한 기금의 투입이 CBE가 독립적으로 성장할 수 있는 단계까지 연구개발을 가능하도록 해 주었다. 이 같은 정부의 적극적인 투자는 교육계와 대중에게 CBE의 인식을 높이는데 또 그 파급에도 적지않은 영향을 주었다. 둘째는, 학계와 산업계의 협조가 잘 이루어 졌으며 시기적으로나 경제적으로 적당하게 기술전도(technology transfer)가 이루어진 사실을 이유로 들 수 있다. 이는 특히 PLATO의 예에서 충분히 입증되고 있다. 셋째는, 다양한 기술자원(컴퓨터, 전자, 통신등)과 인력자원(엔지니어, 프로그래머, 교육자, 저자, 행정가등)의 적절하고도 종합적인(또는 시스템적인) 활용과 운용이 지금의 CBE의 상태를 이룩하는데 기본적인 추진력이 되었다. 물론 교육이 시대와 사회를 막론하고 필요 불가결한 활동이란 점에서는 CBE가 보급되고 지지를 얻는데 도움이 되었다고도 생각할 수 있으나, 채택식 교육방법이 엄연히 성행하고 있는 체제에 CBE와 같은 혁신적 방법이 지금의 위치를 확보하는데는 적지않은 난관을 극복했음에 틀림이 없는 것이다.

CBE는 지금까지는 교육체제내에서 보조적 또는 보충적 역할을 담당해 왔으나 앞으로는 좀더 본질적인 면에서 증가된 비중을 차지하게 될 것

이 예상된다. 이를 위해서는 여러 분야의 지속적인 연구활동이 절대 필요하며, 이는 현재상태의 CBE시스템을 사용하는데 요구되는 비용과 별도로 많은 기금을 요하는 것이다. 한시간의 터미널사용을 위한 교과목 프로그램 개발에 유능한 교사나 저자의 수백시간이 필요하며 (하나의 courseware는 한정된 수명을 가지며, 이 기간 동안 다수의 사용자가 많을 사용을 할 때에 수지 타산이 맞게 된다), 컴퓨터시스템과 터미널을 포함하는 통신망을 개발·유지하는데 고도의 기술과 전문가가 요구된다는 사실은 다시 한번 CBE의 규모와 비용을 말해 주기도 한다. 그러나 CBE시스템이 평범한 학생들에 의해 사용되고 있음은 현실이며, 한국내에서도 CBE 터미널 (PLATO의 경우)의 사용비용을 월간 50-60만 원 정도로 볼 때 충분한 현실성과 경제성이 있다고 본다. 물론 이러한 숫자계산을 떠나서 정부, 산업계, 교육계와 일반대중의 지원과 협조가 있어야 하며, 한글능력의 개발을 비롯한 대규모 연구가 수행되어야 한다는 점을 명심해야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. Aiken, R. M. and L. Braun, Into the 80's with microcomputer - based learning. Computer 13-7(July 1980), 11-16.
2. Alpert, D. and Bitzer, D. L. Advances in computer - based education. Science V. 167 (March 20, 1970), 1582-1590.
3. Atkinson, R. C. Futures : Where will computer - assisted instruction (CAI) be in 1990 ? Educational Technology 18-4(1978), 60.
4. Baker, J. C. Corporate involvement in CAI. Educational Technology 18-4(1978), 12-16.
5. Bitzer, D. Futures : Where will computer - assisted instruction (CAI) be in 1990 ? Educational Technology 18-4(1978), 61.
6. Braun, L. Some bases for choosing a computer system : Suggestions for educators. J. Ed. Tech. Syst. 8-1(1979), 7-30.
7. Bunderson, C. V. Futures : Where will computer - assisted instruction(CAI) be in 1990 ? Educational Technology 18-4(1978), 62.
8. Caswell, H. L., et al, Basic technology. The Organ Report, Computer 11-9 (Sep. 1978).
9. Chambers, J. A. and J. W. Sprecher, Computer assisted instruction : Current trends and critical issues. CACM 23-6 (June 1980), 332-342.
10. Chien, T. C. Computer technology and the database user. in Issues in Data Base Management, ed. by H. Weber and A. I. Wasserman, North - Holland, 1979, pp. 177 - 201.
11. Hebenstreit, J. 10,000 microcomputers for French secondary schools. Computer 13-7 (July 1980), 17-22.
12. Heines, J. M. Courseware development and the NSF. Computer 13-7 (July 1980), 31-34.
13. Hirschbuhl, J. J. Futures : Where will computer - assisted instruction(CAI) be in 1990 ? Educational Technology 18-4(1978), 60.
14. Isaacson, P. and E. Juliussen, Guest editorial: Window on the 80's. Computer 13-1 (Jan. 1980), 4-7.
15. Isaacson, P., et al, Personal computing. The Oregon Report, Computer 11-9 (Sep. 1978).
16. Kay, A. C. Microelectronics and the personal computer. Sci. Am. 237-1 (July 1977), 231-244.

17. Lipson, J. I. Technology in science education: The next 10 years. Computer 13-7 (July 1980), 23-30.
18. Lyman, E. R. PLATO Highlights. CERL Res. Rpt., CERL, Univ. of Illinois, Urbana, Illinois, March 1980.
19. Magidon, E. M. Issue overview: Trends in computer -assisted instruction. Educational Technology 18-4 (1978), 5-8.
20. Norris, W. C. Via technology to a new era in education. Phi Delta Kappa (Feb. 1977), 451-453.
21. Sherwood, B. A. The computer speaks: Rapid speech synthesis from printed text input could accommodate an unlimited vocabulary. IEEE Spectrum 16-8 (Aug. 1979), 18-25.
22. Smith, S. G. and Sherwood, B. A. Educational uses of the PLATO computer system. Science v. 192 (Apr. 23, 1976), 344-352.
23. Splittgerber, F. L. CBI: A revolution in the making? Educational Technology 19-1 (1979), 20-26.
24. Sugarman, R. A second chance for computer -aided instruction. IEEE Spectrum 15-8 (Aug. 1978), 29-37
25. Sugarman, R. 'What's new, teacher?', ask the computer. IEEE Spectrum 15-9 (Sept. 1978), 44-49.
26. Suppes, P. and E. Macken, The historical path from R & D to operational use of CAI. Educational Technology 18-4 (1978), 9-12.
27. 정원량; A promenade through the world of "PLATO". 한국과학기술연구소 전산소식 11-2 (1980. 6.), 46-52.
28. 정원량, PLATO 입문. 대한전자공학회 추계 종합학술발표회 논문, 1980. 11. 29.

