

# 理工系 학생을 위한 일반물리학 CAI 프로그램의 개발\*

김창식 · 윤성로 · 조영석 · 김철성

(국민대학교 사범대학)

(1989년 5월 20일 받음)

## I. 序 論

CAI(Computer Assisted Instruction)란 컴퓨터의 지원을 받아 학습을展開해 나가는 것으로써 컴퓨터補助學習, 컴퓨터支援學習, 컴퓨터支援授業 등으로 불리워지고 있다. 1971年 마이크로 프로세서가開發되어大型 컴퓨터時代로부터個人用 컴퓨터時代가展開되면서 퍼스널 컴퓨터는急速히發電하여 지금은 32비트, 1 메가 램, 60메가 HDD가 普遍化 되어있고, 앞으로 더욱強力한 퍼스널 컴퓨터가開發될 예정이다. 이에 따라 CAI도 활발하게研究되어 數學, 科學分野에는 특히 많이活用되고 있으며 實驗器具, VTR, CD 등과 연결하여 보다 效果的인 個別學習을展開하고 있다.

本 研究는 理工系 大學生을 위한 一般物理의 學力部分에 대한 CAI 프로그램을開發한 것으로 韓國學

術振興財團의 研究造成費로 研究되었다.

大學入試의 非正常的인 制度로 因하여 理工系에 進學하는 學生들이 高等學校에서 物理를 充分히 學習하여야 함에도 불구하고 充分한 學習이 이루어지지 않아 大學에 進學하여 一般物理學 講義를 理解하지 못하는 學生들이 매우 많은 實情에 있다.

本 CAI 프로그램은 大學 一般物理學 講義를 受講하는 데 도움이되는 個別學習 프로그램으로 開發하였다.

## 1. 研究의 目的

理工系에 進學한 大學生의 一般物理學 學力部分의 CAI 프로그램을開發하여 個別學習을 하게함으로써 一般物理學 受講에 支障이 없도록 한다.

## 2. 研究의 必要性

大學의 理工系에 進學한 學生은 一學年에서 基礎

\* 이 논문은 문교부 학술연구조성비에 의해 연구되었음.

科目으로 一般物理學을 4~12 學點을 取得하고 있다.

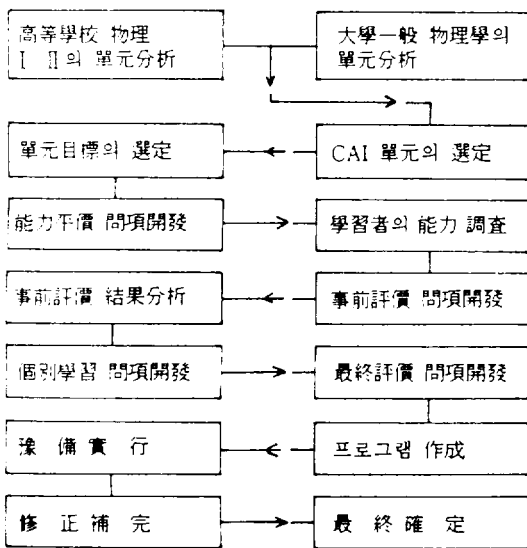
이는 理工系의 專功科目을 受講하기 위한 方法論과 基礎實驗法을 一般物理學에서 배우게 된다. 그러나 理工系 學科에 進學하는 學生들이 大學入試制度의 잘못으로 高等學校에서 物理를 充分히 學習하지 않고 進學하여 大學 一般物理學 受講에 큰 阻障을 초래하고 있는 것이 現實이다.

따라서 이 學生들이 個別的으로 컴퓨터를 利用하여 不足한 部分을 學習하는 프로그램을 開發하면 매우 有用하게 利用될 것이라 생각하여 이 研究를 하게 되었다.

### 3. 研究의 方法

CAI의 成敗는 프로그램에 있는 것이 아니라 코스웨어(course ware)에 있다. 即 컴퓨터를 利用하여 學習할 內容을 어떻게 選定하고, 그것을 體系化하느냐 하는 것이 CAI에 있어서 가장 중요한 부분이다.

따라서 본 研究는 <그림1>과 같은 節次에 따라 研究되었다.



(그림 1) 研究의 節次

#### 1) CAI 單元的 選定

CAI 프로그램을 開發할 力學單元을 高等學校 物理 I, II와 大學一般物理學 教材를 分析하여 單元을 再構成하여 選定하고, 이에 따른 單元目標을 決定한다.

#### 2) 學習者의 能力 調査

國民學校 物理教育科에 志願한 學生 100名을 對象으로 志願하는 學生들의 能力이 어너정도인가를 알기 위하여 20 問題씩 3組의 問題를 주어 能力平價를 實施하며, 이를 토대로 問題를 再構成하여 入學學生 30名에 대해 最終評價를 實施하여 事前評價 問項을 確定한다.

#### 3) 個別學習 問項選定

事前評價를 準據로하여 個別學習問項 90個를 開發하고 이에 따른 힌트와 解答을 만든다.

#### 4) 最終評價 問項選定

選定된 CAI 單元的 目標에 따라 期待되는 水準을 考慮하여 最終評價問項 20個를 만든다.

#### 5) 프로그램 作成

以上에서 開發된 問項으로 프로그램을 作成한다.

프로그램은 簡便하고 修正이 쉬운 BASIC으로 하고 디스켓의 容量을 고려하여 서브루틴과 체인文을 活用하며, DATA 디스켓은 別途로 한다.

### 4. 研究의 陳容

본 研究를 위한 研究陳容과 그 分擔 內容은 <表1>과 같다.

(表 1) 研究陳容과 研究分擔

연구자	분담 내용	보조연구자
김창식	연구총괄, 보고서작성	1명
윤성로	문항작성, 검사	2명
조영석	코스웨어, 프로그램	2명
김철성	교재분석, 문헌연구	1명

## II. 理論的 考察

### 1. CAI의 有用性

CAI의 研究가 처음 시작되던 때에는 컴퓨터의 機能이 우수하지 못하여 티칭 머신(teaching machine)에 불과하였다. 컴퓨터가 練習할 問題를 제시하고 學習者가 答을 入力하면 다음 문제로 넘어가게 되며, 誤答을 入力하게 되면 다른 問題를 指示하거나 힌트를 指示해 주어 처음 問題를 다시 풀게하는 식의 프로그램이었다.

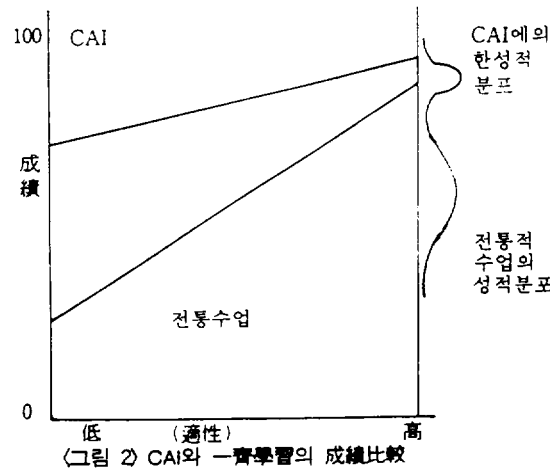
이런 型的 CAI를 中山和彦(1987)은 케인진. 타입 CAI (caged type CAI)라 이름하였다.

敎育은 사람과 사람의 相互作用에서 成立되는 것이므로 機械에 의하여 이루어질 수 없으며, CAI를 導入한다 하더라도 컴퓨터를 人間敎師 대신으로 하는 역할이 되어서는 안된다. 컴퓨터는 어디까지나 人間敎師를 補助하는 道具로서의 役割을 하여야 할 것이다. 이런 관점에서 컴퓨터 補助學習을 반대하는 사람들은 컴퓨터는 機械的으로 가르쳐 줄 뿐, 한사람 한사람의 문제에 對處할 수 없으며, 先生과의 人間關係를 붕괴하게 되는 컴퓨터 敎育工場이라고 酷評하고 있다.

敎育의 理想은 學習者 한사람 한사람의 能力을 끌어내어 이를 最大限 신장시키는 일이다. 그러나 한사람의 敎師가 60名에 가까운 學生들의 個別的 能力을 무시한채로 대략 學級의 中間 程度의 能力을 가진 學生을 대상으로 授業을 展開한다. 따라서 個個人의 能力에 알맞는 個別學習은 할 수는 없는 實情이다.

CAI는 個個人의 能力에 알맞는 個別學習을 可能하게 해 주며 敎師와의 相互作用도 一齊學習보다 컴퓨터의 制御를 통하여 더욱 活潑히 할 수 있고, 보다 흥미롭게 學習할 수 있다.

中山和彦(1988)에 의하면 傳統的인 一齊學習에서는 學習者의 目標到達度가 60~80% 程度이지만, CAI에 의한 個別學習에서는 目標到達度가 80% 以上이 可能할 뿐 아니라, 學習者의 適性과의 相關關係도 <그림 2>와 같이 一齊學習에서 0.6~0.8인데 比하여 CAI에서는 0.8 이상이라고 주장하고 있다. 뿐만 아니라 中山和彦은 마이컴 크래스룸(micom cass room)



CAI라는 프로그램을 筑坡 竹園東國民學校에 實施한 結果, 컴퓨터 學習이 즐겁다고 答한 學生이 99%이며, 컴퓨터와 이야기 할 수 있고, 가르침을 받으며, 競争心이 생기고, 친구들과 함께 議論하면서 재미있게 공부할 수 있었다고 하는 學生수도 78%에 달한다고 하였다. 또한 정택희(1985)는 敎師의 일상적 復業務로부터 解放시켜줄 수 있다고 CAI의 有用性을 強調하고 있다. 어디까지나 컴퓨터가 學習을 補助한다는 입장이라면 CAI가 學習에 매우 效果的으로 寄與할 것임에는 분명한 일이다.

## 2. CAI를 위한 하드웨어 시스템

CAI는 컴퓨터가 學習을 補助하는 것이기 때문에 1차적으로 重要한 것은 컴퓨터 自體에 있다. 컴퓨터는 CAI 專用으로 개발된 것이 없고 이미 開發되어있는 컴퓨터를 CAI에 맞게 應用하여야 한다. CAI의 運用에 알맞는 컴퓨터가 앞으로 開發되어야 하겠지만 개발되기 이전에는 CAI에 큰 制限을 주게되며 특히 國民學校와 中學校 學生들에게는 매우 큰 支障을 주고 있다.

日本의 筑坡大學 팀의 「마이컴 교실」에 사용되는 國民學生 CAI에서는 키보드를 改良하여 한손가락으로도 처리 가능하게 한 경우도 있다.

일반적으로 CAI用 컴퓨터 시스템에는 퍼스널 컴퓨터 스탠드 어론형(stand alone)과 퍼스널 컴퓨터 랜형(lan)의 두가지로 나눌 수 있다. 스탠드어론형은 컴퓨터 한대 한대를 獨立的으로 사용하는 것으로 각각의 소프트웨어를 갖고 있어 實行上 速度가 빠르고 操作이 간단한 利點이 있는 반면 프로피 디스크의 수가 많고 전체적 管理가 煩雜한 缺點이 있다. 랜(Local Area Network)형에는 한 케이블에 여러개의 퍼스컴을 連結하는 부스(bus)형과 원형 케이블에 퍼스컴을 연결하는 링크(link)형이 있다. 랜형은 프로그램이나 데이터가 大容量을 하드디스크에 화일(file)로 들어 있어 각 터미널에 電送됨으로 스탠드어론형의 결점을 충분히 補完해 준다. 뿐만 아니라 學習者의 學習記錄이 敎授用 터미널에 一括 管理되어 學習過程이나 結果를 쉽게 파악할 수 있는 長點이 있다.

## 3. CAI의 學習形態

〈表 2〉 CAI 프로그램 유형

항 목	CAI 프로그램
1. 교수전략법	반복연습, 개별지도, 시뮬레이션, 자료제시, 질문, 교육용게임
2. 학습집단면	개인별, 소집단, 중집단, 대집단
3. 학습통제면	프로그램통제, 학습자통제, 교사통제
4. 매체활용면	단독, 매체활용
5. 수업이용면	정규수업, 보충수업
6. 코스웨어면	후레임형, 자동생성형, 데이터베이스형, 인공지능형

이남호(1988)가 제시한 내용을 참고로 CAI 프로그램 類型을 要約하면 〈表 2〉와 같다.

教授戰略面로 프로그램 유형을 보면 既學習한 내용을 練習하는 反復練習, 본 學習을 教師의 도움없이 學習하는 個別指導, 實際와 유사한 事態를 보여주는 시뮬레이션, 그림 圖表等 다른 資料를 提示하는 資料指示, 데이터베이스와 같이 많은 情報를 저장해 두고 質問에 應答하는 質問, 學習者의 흥미를 불러일으키고 경쟁심을 돋구는 교육용게임 등이 있다.

CAI 프로그램을 어느 규모의 集團에서 活用하느냐 하는 側面으로는 個人別, 小集團, 中大集團로 分類되고 프로그램을 누가 통제하느냐하는 側面으로는 教師가 統制하는 類型, 學習者가 統制하는 類型, 프로그램 自體에서 統制되는 類型이 있다. CAI는 컴퓨터 단독으로 教授學習이 이루어지는 경우와 컴퓨터와 다른 매체를 연계시켜 教授學習이 이루어지는 두 경우가 있으며, 특히 VTR, CD, OHP 등과 實驗器具들을 연계하며 運轉되는 경우가 바람직하다.

#### 4. CAI의 學習目標

CAI는 컴퓨터를 利用하는 것으로 컴퓨터가 갖고 있는 特有의 機能을 最大限으로 利用해야 하는데 教育에 利用되는 컴퓨터의 機能을 列舉하면 다음과 같다.

- (1) 應答의 正誤判定, 援助 및 處方情報를 신속히 提供한다.
- (2) 必要에 따른 問題를 選擇하여 提供한다.
- (3) 學習內容을 個別化 함으로써 誤謬의 診斷과 治療를 쉽게해 준다.
- (4) 學習過程에 따른 상세한 學習記錄을 얻을 수 있다.

- (5) 시뮬레이션 手法을 利用할 수 있다.
- (6) 게임을 展開할 수 있다.
- (8) 그래픽, 애니메이션, 칼라, 소리 등을 利用하여 學習動機를 쉽게 誘發할 수 있다.
- (9) 計算, 統計處理를 신속히 해주고 大容量의 情報를 保存할 수 있다.

以上에서 列舉한 컴퓨터의 機能을 利用한 CAI는 궁극적으로 다음과 같은 目標를 갖고 實踐된다.

- (1) CAI에 의하여 教授學習의 個別化와 最適化를 圖謀하고 學習者 個個人의 學習過程을 連續的으로 改善하여 감으로써 學習效果를 높이고 學習者의 個性에 따라 效果的으로 學力을 높인다.
- (2) 컴퓨터의 시뮬레이션이나 그래픽 機能과 같은 것은 사람인 教師로서는 實現하지 못하는 컴퓨터 特有의 機能으로서 이를 教授學習에 利用함으로써 폭 넓고 질높은 教授目標를 達成한다.
- (3) 學習者의 要望이나 質問에 컴퓨터가 答하게 하는 등의 方法으로 學習者와 컴퓨터가 서로 質疑應答하는 教育의 場을 確立함으로써 學習者의 主體的 教育環境을 만들어 이에 따른 特有한 教育目標을 效果的으로 達成한다.

學習의 過程은 모든 학습學習者에게 統一된 過程이 있는 것이 아니라 學習者가 理解하는 方法, 知識의 程度, 생각하는 方法이 달라 個個人이 다른 學習過程을 통하여 學習이 이루어진다.

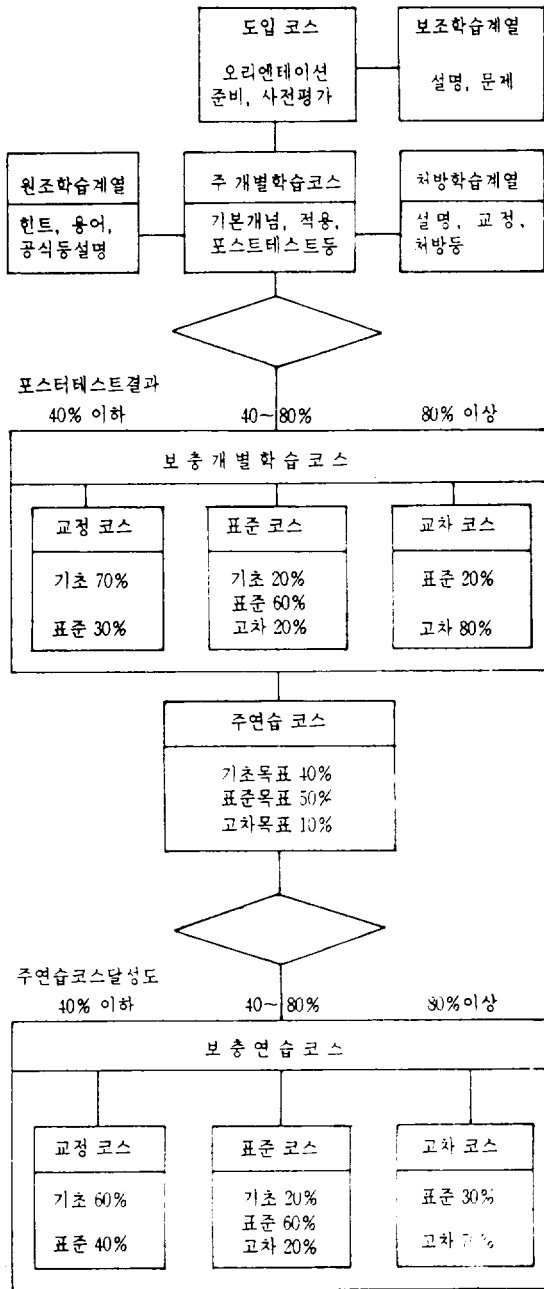
CAI는 이런 個個人의 學習能力과 方法에 알맞는 學習內容을 提供해 줄 수 있으며 教師인 경우 時間關係로 일일이 學生들에게 質問하지 못하는 일을 컴퓨터는 可能하게 해주며 그 질문에 대한 應答도 적절하게 해줄 수 있다. 이러한 컴퓨터의 長點을 이용하는 CAI 教師가 세우지 못하는 個別的 學習目標, 質 높고 광범위한 學習目標, 컴퓨터 特有의 學習目標를 달성할 수 있다.

#### 5. 코스웨어(coures ware)의 作成

##### 1) 코스웨어의 構造

CAI의 코스웨어는 일반적으로 個別學習(tutorial)과 練習(drill)의 複合體로 되어 있는 것이 보편적이다.

個別學習이란 컴퓨터가 學習者에게 일정분량의 課題와 그에따르는 問題를 제시하여 학습자의 應答에



(그림 3) 푸레임형 코스웨어 구조

따라 多樣한 형태의 힌트나 補充說明, 좀더 평이한 문제등으로 誘道해가며 학습하는 過程을 말하며, 練習은 學習者에게 多樣的 選擇의 機會를 주는대신 次要된 틀에따라 問題를 提示하여 應答하게 하는 形態를 反復하는것으로 주로 學習의 走着과 應用力을 기르는데 이용된다.

코스웨어에는 후레임(flame)형, 自動生成型, 데이터베이스(data base)형, 人工知能型이 있는데 普通 후레임형이 많이 쓰인다.

芦葉浪久(1986)에 의한 후레임형의 構造를 도식화하면 (그림 3)과 같다.

#### 가) 導入코스

導入코스는 學習目標를 順調롭게 構成할 수 있도록 準備하는 코스로서 本 學習을 하기위하여 미리 해야할 學習을 確認하고, 本 學習目標와 留意할 점을 환기시키며 事前테스트를 하는 코스이다.

#### 나) 個別學習코스(tutorial course)

個別學習 코스는 主個別學習 코스(main tutorial course)와 補充個別學習 코스(補充 tutorial course)로 나누어 진다.

主個別學習 코스는 基本概念, 法則, 原理 등을 理解시키고 이를 適用할 수 있는 能力을 기르는 코스이다. 이 코스에서는 援助學習系列은 學習者가 正答을 모를때 힌트, 用語說明 등 問題를 解決하도록 도와주는 系列이며 處方學習系列은 보다 쉬운 問題를 주거나 생각하는 方法을 도와주는 治療系列이다.

主個別學習 코스에서 實施되는 포스터 테스트(post test)에서 성적이 우수하면 練習코스로 進行하지만 通商 補充하는 코스로 포스터 테스트의 성적에따라 矯正, 標準, 高次 코스로 나누어 學習이 進行된다.

#### 다) 練習 코스(drill course)

練習코스도 個別學習 코스와 같이 主練習 코스(main drill course)와 補充練習 코스(補充 drill course)로 나누어 練習된다.

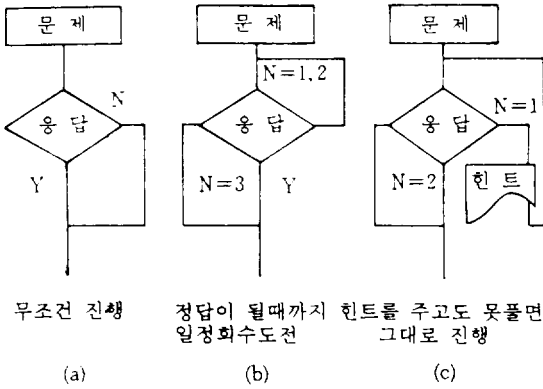
主練習 코스에서는 計算, 解法 등의 定着을 위한 코스인데 이 코스와 個別學習 코스와 다른점은 誤答인 경우 힌트 정도만주고 상세한 說明을 加하지 않는 것이다. 主練習코스의 포스터 테스트에서 성적이 좋으면 整理코스로 넘어가지만 學習이 不振한 學習者는 補充練習코스로 進行한다.

補充學習코스에서는 성적에 따라 基礎, 標準, 高次 코스로 나누어 學習이 進行된다.

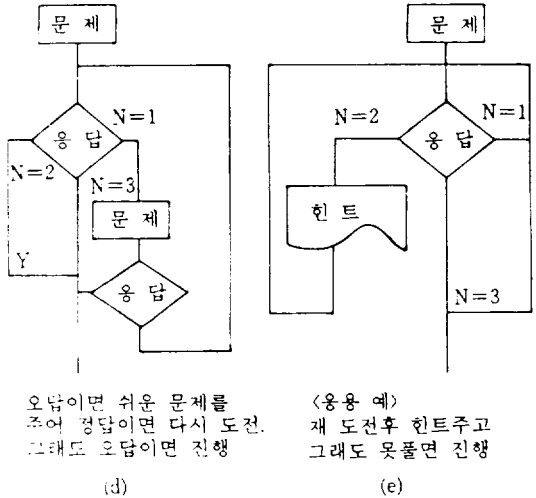
보통 基礎코스에서는 基礎問題 60~70%, 標準問題 40~30%로 構成하고, 標準코스에서는 基礎 20%, 標準 60%, 高次 20%로 構成하며. 高次 코스에서는 標準 40%, 高次 60%로 構成한다.

#### 2) 應答處理의 類型

후레임형 코스웨어는 問題후레임이 提示되고 이에



(a) 무조건 진행  
 (b) 정답이 될 때까지 힌트를 주고도 못풀면 일정회수도전  
 (c) 정답이 될 때까지 힌트를 주고도 못풀면 그대로 진행



(d) 오답이면 쉬운 문제를 주어 정답이면 다시 도전. 그래도 오답이면 진행  
 (e) <응용 예> 재 도전후 힌트주고 그래도 못풀면 진행

<그림 4> 應答處理 類型

應答하게 한 후 이 應答을 判定하고, 正答이면 다음 問題후레임으로 進行하며, 誤答인 경우 여러가지 處方을 한 후 다음 問題후레임으로 進行하게 하는 것이 普遍的 흐름이다.

正誤答의 應答處理는 <그림 4>의 (a)~(b)와 같이 4개의 基本類型으로 나눌 수 있다.

그림의 (a)는 그 應答이 正答이던 誤答이던간에 무조건 다음으로 進行하는 型으로 테스트에 주로 應用되는 類型이고, (b)는 正答이 될때까지 몇차례 試圖하게 하는 類型으로 주로 練習코스에 應用된다. 그림의 (c)는 誤答일 경우 힌트를 주어 다시 問題를 풀게 하는 型으로 個別學習코스에 주로 應用되고 (d)역시 個別學習코스에 應用되는 것으로 誤答일 경우 보다 쉬운 問題를 주어 풀게한다음 본 問題를 다시 풀게하는 型이다.

이상의 基本型을 그대로 應用하는 경우도 있지만 이 基本型을 組合하여 多樣하게 應用하는 경우가 많다. 그림의 (e)는 이를 組合한 간단한 例이다.

應答處理에는 正答을 提示하거나 激勵의 메세지를 주는 경우도 많으며, 다음 후레임으로 넘어가기 직전에 正答을 주게되고 應答을 判定한 후에 메세지를 주는 경우가 普通이다.

3) 후레임 書面의 作成

CAI는 學習全體가 모니터를 통하여 이루어진다. 따라서 화면에 의한 傳達效果 여부에 따라 CAI의 效果가 좌우되게 되는데 芦葉浪久와 D.Watson(1987)의 書面構成에 관한 留意點을 列舉하면 다음과 같다.

- ① 書面に 나타낼 文字는 적을수록 좋다.
- ② 文字의 크기는 통상 컴퓨터 문자크기의 2배角이 적당하다.
- ③ 書面 表示色은 많지 않도록 한다.
- ④ 그림의 提示位置는 右上 4분의 1 화면에 固定해 두는 것이 좋다.
- ⑤ 文章은 明確히 表示하여 誤解가 없게 한다.
- ⑥ 메세지, 入力要求, 說明等은 全體書面과 완전히 隔離시킬 必要는 없다.
- ⑦ 움직이는 書面등은 學習者의 눈을 집중시키는 데 매우 效果의이나 너무많이 사용하는 것은 勿論이다.
- ⑧ 說明文이 여러줄인 경우 오른쪽 끝줄을 맞추기 위해 무리해서 글자사이에 공백을 두는것은 바람직 하지 못하다.

學習者의 應答에 對한 메세지는 몇가지 類型을 만들어 두어 使用하면 편리하다. 正答인 경우는 “참 잘하였습니다”, “맞았습니다”, “맞았습니다. 이 問題는 잘 알아들으시다”등 몇가지만 만들어두면 되지만 誤答일 경우는 <表 3>과 같은 多樣한 메세지가 있을 수 있다.

상 황	메세지
1. 오답판정	틀렸습니다.
2. 질 책	좀더 신중히 답하시오
3. 다시도전	틀렸습니다. 다시 한번 생각해보시오 잘 생각하여 다시 한번 해보시오
4. 정답제시	틀렸습니다. 정답을 보시오 틀렸습니다. 해설을 잘 보시오
5. 설명제시	틀렸습니다. 해설을 잘 읽으시오
6. 보다 좋은 답의 요구	조금 틀렸습니다. 다시 답하시오 보다 좋은 답을 생각해 보시오 보다 좋은 답이 있을때 완전한 답을 다시 생각하시오

應答에 대한 메시지는 學習을 흥미롭게하고, 學習意慾을 높이며, 學習에 積極性을 줄 수 있어 學習者가 低學年일수록 더욱 重要하며 效果를 얻을 수 있다. 그러나 언제나 똑 같은 메시지만 나오게 되면 學習者는 지루하게 느끼게 될 것이며 豪華로운 書面構成으로 된 메시지가 있으면 學習者는 그 書面을 보기 위하여 故意的으로 오답을 입력하는 경우가 있을 것임으로 잘 편성하여 調和를 이루어야 한다.

## II. 研究의 實祭

### 1. 學習單元의 再構成과 學習目標

高等學校 物理 I, II 와 大學一般物理學 教材를 分析하여 CAI 프로그램 作成을 위한 學習單元과 學習目標을 <表 4>와 같이 選定하였다.

<表 4> 學習單元과 學習目標

단원명	학습 목표
1. 벡터	1. 벡터량과 스칼라량을 정의 할 수 있고 이를 구별할 수 있다.
1-1 벡터와 스칼라	2. 벡터량을 가감 할 수 있다.
1-2 벡의 합성	3. 한 벡터를 두개이상으로 분해할 수 있다.
1-3 벡의 분해	
2. 운동	1. 운동거리와 시간을 그래프로 그려 속력(순간속력, 평균속력)을 구할 수 있다.
2-1 변위	2. 속도의 변화량이 가속도임을 이해하여 가속도와 시간그래프를 그릴수 있고 이를 해석할 수 있다.
2-2 속력	3. 등속직선운동을 그래프를 그려 설명할 수 있고 이에 관한 문제를 풀 수 있다.
2-3 속도	4. 자유낙하, 연직상방, 연직하방 운동에서 가속도가 일정함을 이해하여 낙하시간, 최고점 도달거리, 순간차표를 구할 수 있다.
2-4 가속도	5. 포물운동을 연직상방운동과 등속수평운동으로 나누어 생각하여 최고도달거리, 최고점 도달시간등을 구할 수 있다.
2-5 직선운동	
2-6 낙체운동	
2-7 포물운동	
3. 힘과 운동	1. 관성을 이해하여 여러가지 상황에서 관성력을 찾아낼 수 있다.
3-1 운동의 제1법칙	2. 힘과 가속도의 관계를 알고 여러가지 운동에서 가속도를 계산 할 수 있다.
3-2 운동의 제2법칙	3. 작용과 반작용을 이해하며 마찰력과 마찰계수 관계를 이해한다.
3-3 운동의 제3법칙	
4. 평형	1. 여러가지 힘이 작용할때의 평형조건을 설명할 수 있다.
4-1 정적평형	2. 평형조건을 이용하여 운동하는 물체의 속도, 가속도를 계산할 수 있다.
4-2 평형조건	

	3. 여러힘이 작용했을때의 합력을 구할 수 있고 이를 이용하여 도르레, 경사면에서의 운동을 계산할 수 있다.
5. 원운동	1. 등속원운동에서 주기, 구심가속도, 선속도, 각속도 등을 설명할 수 있다.
5-1 등속원운동	2. 원심력과 구심력을 계산할 수 있다.
5-2 구심력	
6. 단진동	1. 단진동을 이해하고 변위와 복원력의 관계를 이해한다.
6-1 단진동	2. 단진자에서 가속도, 주기를 계산할 수 있다.
6-2 용수철진자	3. 용수철 진자의 탄성계수, 가속도, 변위의 관계를 이해하고, 주기를 계산할 수 있다.
7. 에너지	1. 일을 정의할수 있고 힘과 변위로서 이를 계산할 수 있다.
7-1 일	2. 용수철에 의한 위치에너지의 이해.
7-2 위치에너지	3. 운동에너지가 $(1/2)mv^2$ 임을 유도할 수 있고 이를 응용한 문제를 풀 수 있다.
7-3 운동에너지	4. 포물선운동, 단진동 등에서 역학적에너지 보존을 이해
7-4 역학적에너지 보존법칙	5. 역학적에너지 비보존(마찰력) 이해
8. 운동량	1. 운동량과 충격량 관계 이해
8-1 운동량	2. 운동량의 mv로 주어지고 충돌전후의 운동량은 보존됨을 안다.
8-2 운동량보존법칙	3. 두물체가 충돌한 후의 속도변화를 계산할 수 있다.
8-3 충돌	
9. 천체운동	1. 만유인력의 법칙을 설명할 수 있다.
9-1 만유인력	2. 중력가속도를 계산할 수 있다.
9-2 만유인력에 의한 위치에너지	3. 중력장내에서의 위치에너지를 만유인력의 법칙으로 계산할 수 있다.
9-3 인공위성	4. 인공위성의 공전궤도 공전주기를 계산할 수 있다.

### 2. 事前評價(pretest) 問項의 選定

<表 4>에서 選定한 單元과 이에 따른 目標에 따라 大學에 入學한 學生들의 學力에 관한 事前學習能力을 評價하기 위한 問項을 國民大學校 師範大學 物理教育科에 志願한 學生 100名을 對象으로 <表 5>와 같이 3組의 檢査紙를 開發하여 豫備評價를 實施하고 이 結果를 分析하여 評價問項을 다시 만들어 合格生 30名에게 2次 評價를 하여 이를 토대로 最終問項 20個를 開發하였다.

<表 5>는 <表 6>의 事前評價問項 20個를 選定하기 위하여 豫備評價를 實施한 3組의 單元別 問項數와 問項의 難易度 및 득점을 나타낸 것이며 밑줄이 쳐진 것은 문항의 難易도가 評價結果와 크게 맞지 않은 것을 表示한 것이다.

〈表 5〉豫備檢査紙의 問項別 得點

단원명	문항수	난이도	검사지 A	검사지 B	검사지 C
백터	1	상중하	1 93	1 57	1 83
운동	4	상중하	1 79 2 40 1 36	1 21 1 79 2 43	2 79 1 75 1 8
힘과 운동	3	상중하	1 36 2 71	1 29 1 64 1 43	1 58 1 67 1 67
평형	2	상중하	1 43 1 36	1 36 1 50	1 42 1 58
원운동	2	상중하	1 64 1 14	1 64 1 29	1 17 1 42
단진동	2	상중하	1 29 1 50	1 21 1 29	1 92 1 17
에너지	3	상중하	1 57 1 14 1 64	1 21 1 29 1 57	1 8 1 17 1 58
운동량	2	상중하	1 86 1 79	1 36 1 57	1 17 1 42
천체운동	1	상중하	1 79	1 29	1 17
합계	20	상중하	5 72 7 37 8 58	5 31 7 47 8 44	5 48 7 47 8 47

〈表 6〉事前評價 問項의 選擇

단원	난이도	상 득점	중 득점	하 득점	문항수			
백터	터	B	21	A	40	C	83	1
		B	29	C	58	B	79	3
		A	43	B	43	A	71	3
힘과 운동	평형	A	43	C	42	C	58	3
		B	21	B	64	B	64	2
		C	8	C	92	C	92	2
원운동	단진동	B	29	B	29	A	64	3
		B	39	B	39	A	86	2
		B	29	B	29	A	86	1
에너지	방향							
천체운동								
합계		5	7	8	20			
득점 평균		25	40	85	50			

最終으로 選定된 事前評價問項은 〈表 6〉에서 알 수 있는 바와 같이 豫備評價 結果에서 意圖적으로 上에 속하는 問項 5個(평균점수 25점), 下에 속하는 問項 8個(평균점수 85점)로 構成되어 있으며 平均점수를 50點이 되게 選定하였다.

### 3. 個別學習問項의 選定

個別學習問項은 事前評價問項을 選定하기 위하여

〈表 7〉單元別 個別學習 問項數

단원	백터	운동	힘과 운동	평형	원운동	단진동	에너지	운동량	천체운동	합계
문항수	7	17	13	7	8	8	15	10	5	90

實施한 豫備評價 結果를 參考로 〈表 7〉과 같이 單元別로 總 90問項 開發하였다.

〈表 7〉의 個別學習問項에는 每問項마다 힌트와 正解를 同時에 作成하였다. 單元別 問項數는 單元別 學習分量과 難易度를 고려하여 운동에 17問項, 天體運動에 5問項等 差等配分하였다.

### 4. 最終評價 問項의 開發

最終評價 問項은 大學一般物理學을 受講할 수 있는 能力을 最終적으로 評價하는 것이므로 豫備評價에서의 難易度 基準으로 보아 〈表 8〉과 같이 中以上으로 配分하여 開發하였다.

最終評價까지 學習이 進行되면 〈表 9〉와 같이 學習者는 總 130問項을 學習하게 된다.

〈表 8〉單元別 最終評價 問項數

단원	문항수	중	상	비고
백터	2		2	비율 중 35% 상 65%
운동	3	1	2	
힘과 운동	3	1	2	
평형	2		2	
원운동	2	1	1	
단진동	3	1	1	
에너지	3	1	2	
운동량	2	1	1	
천체운동	1	1		
합계	20	7	13	

〈表 9〉單元別 總學習問項 分布

	백터	운동	힘과 운동	평형	원운동	단진동	에너지	운동량	천체운동	계
사전평가	1	3	3	3	2	2	3	2	1	20
개별학습	7	17	13	7	8	8	15	10	5	90
최종평가	2	3	3	2	2	2	3	3	1	20
계	10	23	19	12	12	12	21	14	7	130



## 5. 프로그램의 개발

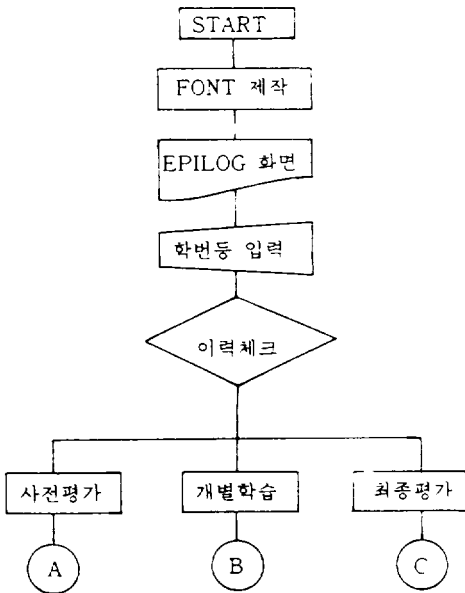
프로그램은 英文, 한글, 특수폰트, 그래픽을 이용한 M-BASIC 후레임형으로 開發하였는데 주프로그램, 事前評價 루틴, 個別學習 루틴, 最終評價 루틴의 네부분으로 構成되어 있다. 이 프로그램은 디스켓 2매와 데이터 디스켓 1매로 運用되며 컴퓨터는 금성 IBM을 사용하였다.

### 1) 主 프로그램

主 프로그램은 <그림 5>와 같이 問題 書面 設計에 必要한 特殊記號等の 폰트(font)를 처음에 만들게 되고 다음에는 이 프로그램의 인이설인 에필로그 書面이 나타난다. 이때 프로그램 설명을 원하면 이 프로그램의 開發內容, 使用法 등을 볼 수 있게 되며 그 다음 學習者의 學番과 學習日字를 入力하게 된다. 學番이 入力되면 學習者가 이 프로그램상의 學習을 어디까지 進行하였으며 어디서부터 始作해야 하는가를 체크하여 그 루틴으로 넘어가게 된다.

이 프로그램의 實行時間은 <表 10>과 같이 가장 긴 경우 4時間이 소요된다.

따라서 學習者는 事前評價(40분), 個別學習(1~13시간), 最終評價(20분)의 세부분으로 나누어 學習이 可能하다.



<그림 5> 主 프로그램 흐름도

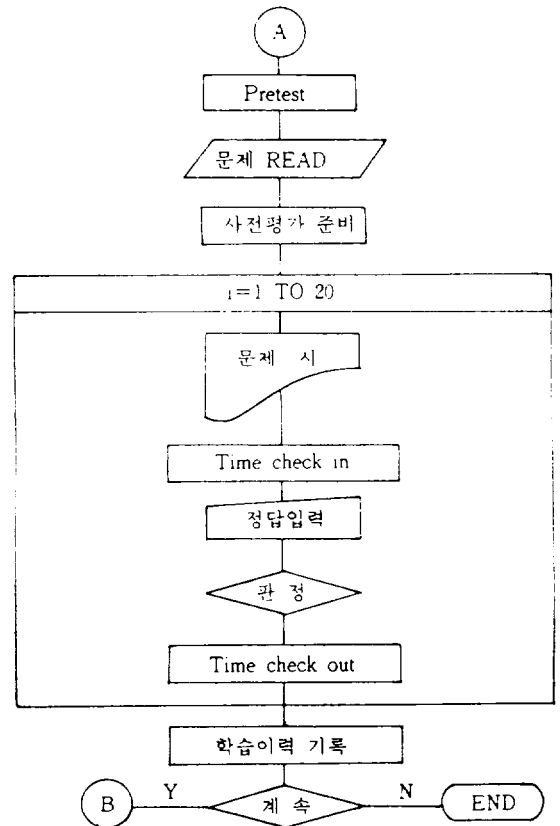
<表 10> 프로그램 運營時間

	주프로그램	사전평가	개별학습	최종평가	계
소요 시간 (분)	5~20	20	60~180	20	105~230

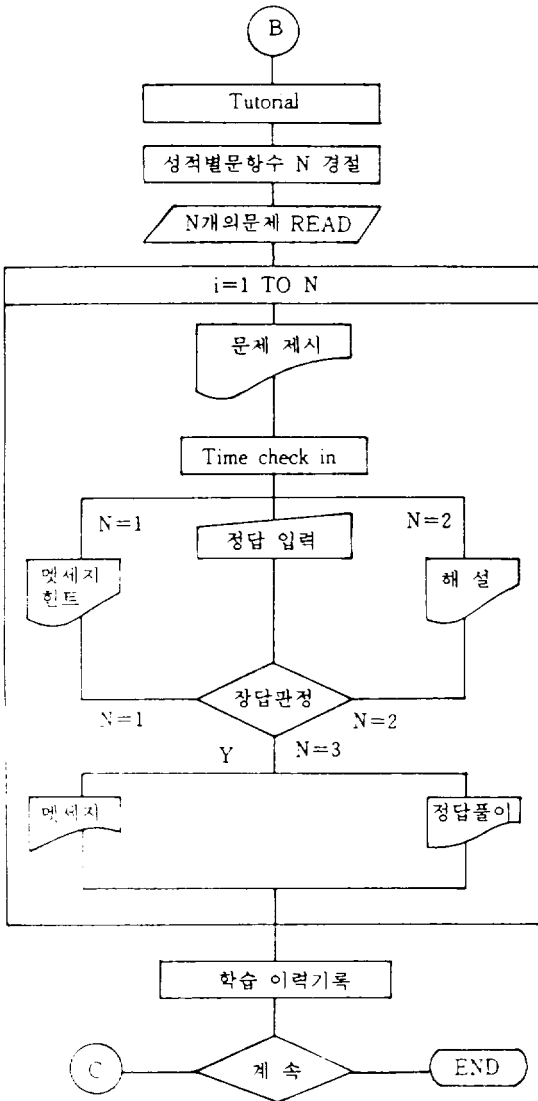
### 2) 事前評價 루틴

事前評價 루틴은 <그림 6>과 같이 처음 學習하는 學習者에게 주어지는 것으로 學習者의 力學에 관한 既學習能力을 評價하는 루틴이다.

이 루틴에 들어오면 처음에 事前評價를 받는 요령과 準備事項을 설명하는 화면이 나오고 準備가 끝나 評價가 시작되면 20問題가 出題되며 每問題마다의 時間과, 應答內容이 체크되어 評價를 마치면 이 모든 學習 履歷이 記錄되고 學習者에게 得點을 알려주며 다음 個別學習에 루틴으로 들어 갈 것인지, 잠시 쉬는 것인지를 묻게 된다.



<그림 6> 事前評價 루틴 흐름도



〈그림 7〉 個別學習 루틴 흐름도

### 3) 個別學習 루틴

個別學習 루틴의 흐름도는 〈그림 7〉과 같다. 個別學習의 主 후래임은 90個인데 事前評價에서 얻은 得點에 따라 事前評價 選擇問項은 〈표 11〉과 같이 각각 다르게 選擇되는데 最大 90問項, 最少 20問項을 選擇하게 된다.

〈表 11〉 事前評價 點數에 따른 選擇問項數

사전평가득점		20	30	40	50	60	70	80
	—	~	~	~	~	~	~	~
선택문항수	19	29	39	49	59	69	79	
	90	80	70	60	50	40	30	20

個別學習問項이 提示되면 이 問題를 푸는데 걸리는 時間이 체크되기 시작하고 應答이 入力되면 그것이 正答인가를 체크하여 正答이면 格려의 맞세지가 나타난후 다음 問項으로 넘어간다. 만약 應答이 誤答이면 誤答맞세지와 힌트가 提供되면서 다시 正答에 도전한다. 두번째도 誤答이 되면 이 問題와 관련된 原理, 法則, 解説이 提供되면서도 또한번 正答에 도전하게 하고 그래도 誤答이면 正答을 풀이하고 다음 問項으로 넘어가게 된다.

이렇게하여 定해진 問項을 모두 마치면 어떻게 學習하였는지의 學習 履歷이 기록되고 最終評價 또는 쉬는 時間으로 進行하게 된다.

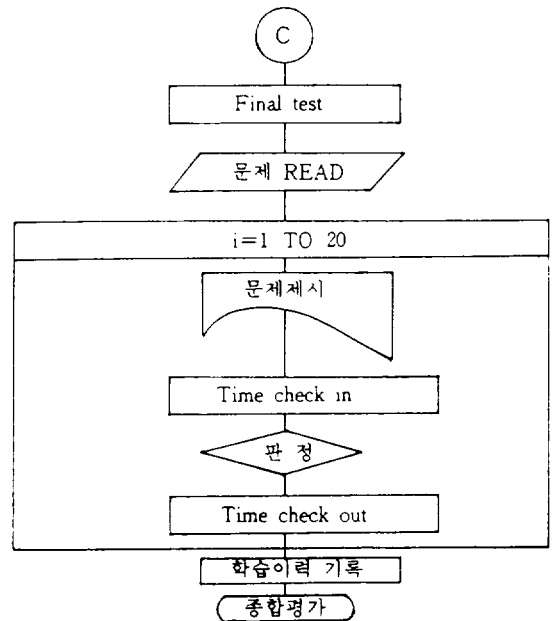
學習 履歷은 바로 正答을 마친 경우, 1차 힌트를 받고 마친 경우, 2차 해설을 보고 마친 경우, 끝까지 미치지 못한 경우와 이 동안 걸린 時間이 記錄된다.

### 4) 最終評價 루틴

이 루틴은 事前評價 루틴과 前半部는 同一하고 後半部만 조금 다른 루틴이다.

最終評價 問項은 20問項이며 時間은 20분으로 制限되어 있다. 이 루틴의 흐름도는 〈그림 8〉과 같으며 學習의 끝마무리에 該當된다.

이 프로그램에 의하여 學習한 學習者는 이 最終評價에서 平均 70점 이상을 얻을것을 期待하고 있다.



〈그림 8〉 最終評價 루틴 흐름도

### 5) 프로그램의 主要部分

프로그램은 主프로그램, 事前評價 루틴, 個別學習 루틴, 最終評價 루틴, 마지막 整理 루틴으로 構成되어 있고 主要部分의 프로그램은 다음과 같다.

#### ① 主 프로그램의 主要部分

```
300 REM *** Main Program ***
310 LOCATE 8,5:PRINT "학번을 입력 하십시오.
      (7자리 숫자) "
315 LOCATE 10,5:PRINT "번호 :";
320 LOCATE 10,15:FOR I=1 TO 7:BS(I)=INPUT$(I):
      PRINT BS(I):NEXT I
325 LOCATE 12,5:PRINT "맞게 치셨습니까 (Y/N)? "
      :GS=INPUT$(1)
330 IF GS="Y" OR GS="y" THEN 335 ELSE 305
335 LOCATE 16,5:PRINT"날짜를 입력 하십시오."
340 LOCATE 18,5:PRINT"날 짜 : 월 일"
345 LOCATE 18,17:INPUT " ", MNS
```

~ 날짜의 형식 및 숫자범위 검색 ~

```
400 CS=BS(3)+BS(4):DS=BS(5)+BS(6)+BS(7):C=VAL(DS)
425 GOSUB 6200:GET #1,COD%:A1$=AS(2):CLOSE #1:
427 REM PRETEST SCORE
430 GOSUB 6300:GET #2,COD%:LEVS=AS(3):YDAYS=AS(1)
440 J=0:FOR I=1 TO 90:IF MIDS(AS(6),I,1)<>" "
      THEN J=J+1:NEXT I
450 TUSUM2$=LEFT$(AS(6),J):TUSUM1$=LEFT$(AS(5),J):
      DAS=LEFT$(AS(4),J)
460 CLOSE #2
470 GOSUB 6400:GET #3,COD%:A3$=AS(2):CLOSE #3:
475 REM FINAL TEST SCORE
480 IF VAL(A3$)<>0 THEN STD=4 ELSE IF LEFT$(LEVS,
      1)="N" THEN STD=3 ELSE IF VAL(A1$)=0 THEN
      STD=1 ELSE STD=2
900 ON STD GOTO 1000,1300,2500,2700 ,
```

#### ② 문항의 서브루틴 部分

```
10000 REM PRETEST PROBLEM MANAGEMENT ROUTINE
10400 REM PRETEST 2
10410 LOCATE 8,15:PRINT"크기가 F인 두힘이 60
      각도로"
10420 CIRCLE (397,113),2
10430 LOCATE 10,15:PRINT "한점에 작용할때 그
      합력은 ?"
10440 LOCATE 14,18:PRINT "1. 2F 2. 3F"
10450 LOCATE 16,18:PRINT "3. 2F 4. 3F"
```

```
10460 PUT (200,203),RT1:PUT (210,203),RT2
10470 LINE (400,215)-(400,220):LINE-(410,203):
      LINE-(430,203)
10480 LINE (400,247)-(400,252):LINE-(410,235):
      LINE-(430,235)
10490 LINE(395,255)-(435,255):LOCATE 17,53:
      PRINT "2"
10500 PUT (208,105),ARROW
10510 PUT (264,200),ARROW:PUT (471,200),ARROW
10520 PUT (264,232),ARROW:PUT (471,232),ARROW
10530 COLS="2"
10540 RETURN
```

#### ③ 個別學習의 主要 루틴

```
1300 REM **TUTORIAL CONTROL ROUTINE**
1310 STGS=" 개별학습":IF VAL(LEVS)=0 THEN 1320
      ELSE 1330
1320 IF VAL(A1$)<4 THEN LEVS="FF" ELSE IF VAL(
      A1$)<8 THEN LEVS="EE" ELSE IF VAL(A1$)<12
      THEN LEVS="DD" ELSE IF VAL(A1$)<14 THEN
      LEVS="CC" ELSE IF VAL(A1$)<16 THEN LEVS=
      "BB" ELSE LEVS="AA"
1330 IF RIGHT$(LEVS,1)="F" THEN SS="90" ELSE IF
      RIGHT$(LEVS,1)="E" THEN SS="70" ELSE IF
      RIGHT$(LEVS,1)="D" THEN SS="50" ELSE IF
      RIGHT$(LEVS,1)="C" THEN SS="30" ELSE IF
      RIGHT$(LEVS,1)="B" THEN SS="20" ELSE SS="10"
1340 GOSUB 4700:REM TUTORIAL 학습방법 설명ROUTINE
1350 IF LEFT$(LEVS,1)=RIGHT$(LEVS,1) THEN 1360
      ELSE 1370
1360 YDAYS=LEFT$(DATES,2)+MIDS(DATES,4,2):GOSUB
      4600:GOTO 1420
1370 CLS:LOCATE 15,20:PRINT " 잠시 기다리시오."
1420 TIMES="00:00:00"
1490 IF LEFT$(LEVS,1)="F" THEN 1500 ELSE IF LEFT$
      (LEVS,1)="E" THEN 1600 ELSE IF LEFT$(LEVS,1
      )="D" THEN 1700 ELSE IF LEFT$(LEVS,1)="C"
      THEN 1800 ELSE IF LEFT$(LEVS,1)="B" THEN
      1850 ELSE IF LEFT$(LEVS,1)="A" THEN 1900
      ELSE 2500
1500 CHAIN MERGE "TUTOF1",1510,ALL
1510 LEVS="E"+RIGHT$(LEVS,1):BEEP:GOSUB 20000
1515 CLS:LOCATE 15,20:PRINT " 잠시 기다리시오."
```

~ 사전평가 결과에 따른 분기 ~

```
2200 REM **TUTORIAL DATA SAVE ON TUTDATA FILE**
```

```

2210 GOSUB 6300:REM TUTDATA FILE OPEN
2215 LSET AS(6)=TUSUM2$
2220 LSET AS(5)=TUSUM1$
2230 LSET AS(4)=DAS$
2240 LSET AS(3)=LEVSM1
2250 LSET AS(2)=LEFT$(DATES,2)+MID$(DATES,4,2)
2260 LSET AS(1)=YDAYS$
2270 PUT #2,COD%
2280 CLOSE #2

```

## 6. 實踐結果의 檢討

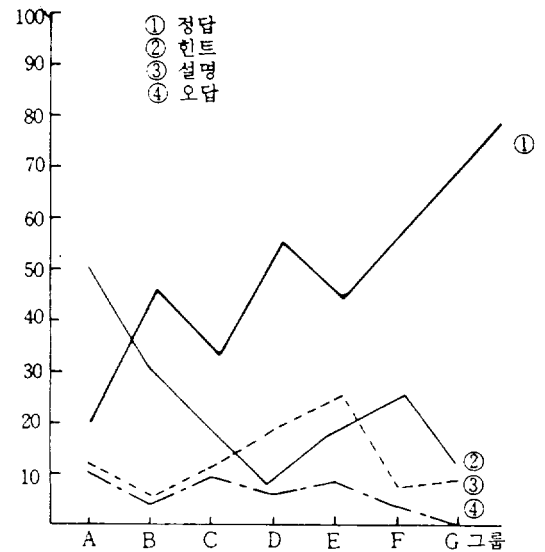
본 프로그램을 國民大學校 物理教育科 學生 30名中 32名에게 實施한 結果는 <表 12>와 같았다.

<表 12> 프로그램 實施結果

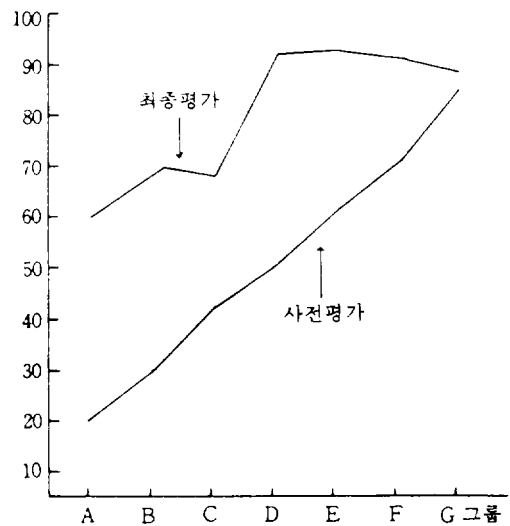
순위	사전 평가	개별학습 선택문항수, 응답					최종 평가	향상 율
		문항	정답	힌트	설명	오답		
1	95		16	1	3	0	80	0.0
2	85	20	16	3	1	0	100	
3	80		15	3	2	0	80	
평균	86.7	G 군	78 %	12 %	10 %	0 %	86.7	
4	75	30	20	8	2	0	95	15.0
5	70		15	10	3	2	80	
평균	72.5	F 군	58 %	30 %	8 %	4 %	87.5	
6	65		10	20	7	3	85	27.5
7	65	40	25	5	8	2	95	
8	60		20	5	13	2	100	
9	60		12	7	15	5	80	
평균	62.5	E 군	42 %	23 %	27 %	8 %	90.0	
10	55	50	32	8	5	5	100	12.5
11	50		23	5	20	2	80	
평균	52.5	D 군	55 %	13 %	25 %	7 %	90.0	
12	45		18	25	12	5	75	22.0
13	45	60	24	18	8	10	60	
14	45		30	21	1	3	80	
15	45		11	22	21	6	85	
16	40		12	34	6	8	30	
평균	44.0	C 군	32 %	40 %	16 %	12 %	66.0	
17	35		52	10	8	0	80	7.5
18	35	70	18	32	10	10	75	
19	35		20	36	9	5	60	
20	30		42	19	6	3	50	
평균	33.8	B 군	47 %	35 %	12 %	6 %	66.3	
21	20		20	30	21	9	50	40.0
22	20	80	11	52	7	10	70	
평균	20.0	A 군	19 %	51 %	18 %	12 %	60.0	
평균	52.5		47 %	39 %	17 %	7 %	76.8	24.3

事前評價 結果의 得點分布는 20점에서 100점까지 매우 넓게 分布되어 있고, 個別學習 問項選擇數도 이에 따라서 20問項에서 80問項을 選擇하였다. 이는 物理教育科에 進學한 學生의 物理能力이 均一하지 못함을 잘 나타내고 있어 高等學校에서 物理學習이 충실히 이루어지지 않고 있음을 충분히 알 수 있다.

個別學習의 學習履歷은 東京都教育研究所(1986)가 實施한것과 같이 S-P 表 分析法에 의한 分析을 하여야 하지만 學習對象者數가 적고, 應答의 信賴性이 낮



<그림 9> 個別學習 履歷曲線



<그림 10> 事前評價와 最終評價의 對價

아 圖表에 의한 直觀的 分析만 하였다.

〈그림 9〉는 個別學習 履歷을 나타낸것으로 첫번째에 正答을 마친 경우는 太線, 힌트를 받고 正答을 마친 경우는 實線, 說明을 보고 正答을 마친 경우는 點線, 그래도 正答을 마치지 못한 경우는 波線으로 나타내었다.

이 그림에서 正答을 바로 마친 경우는 事前評價의 高得點者일 수록 높은 傾向을 보여 個別學習 問項이 잘 構成되어 있음을 말해주며, 힌트나 說明이 學習에 도움을 주고 있음을 말해주고 있다.

이 프로그램으로 學習한 前後의 評價結果는 〈그림 10〉과 같다.

事前評價에서 낮은 점수를 얻은 그룹이 最終評價에서 높은 成就率을 보이고 있으며, 높은 점수를 얻은 그룹도 成績이 維持되고 있는것과 平均 成就率이 24.3점임을 보면 이 프로그램이 상당한 學習效果가 있음을 보여주고 있다.

## IV. 結論 및 提言

### 1. 結論

CAI는 컴퓨터의 훌륭한 機能을 教育에 利用하는 것이므로 그 프로그램만 잘 構成하면 學習에 크게 기여할 수 있다. CAI에 適合한 컴퓨터를 開發하면 이 效果를 더욱 높일 수 있을 것임은 明確한 일이다.

뿐만 아니라 이 프로그램에 조석호(1987)가 開發한 CMI를 接木하고, 梅本中臣(1985)이나 東京都 教育 研究所가 開發한 學習履歷 分析法을 活用한다면 더욱 實用性있는 프로그램이 될것으로 믿는다.

以上の 研究를 要約하면 다음과 같다.

1. CAI의 理論을 새로운 側面에서 研究하여 CAI의 有用性和 후레임型 CAI의 構造를 상세히 밝혔다.
2. 理工系 大學生을 위한 一般物理 學力單元의 CAI 프로그램을 다음과 같이 開發하였다.
  - ① 이 프로그램은 主 프로그램, 事前評價 루틴, 個別學習 루틴, 最終評價 루틴, 整理 루틴으로 構成된 BASIC 프로그램이다.
  - ② 事前評價問項 20個, 個別學習主問項 90個와 이에 따른 힌트, 說明, 政答 및 最終評價問項 20個를 開發하였다.

③ 個別學習 루틴은 事前評價 結果에 따라 學習問項을 20개에서 90개까지 적절히 選擇하는 方法을 取하였다.

④ 最終評價에서 期待되는 到達度는 75%로 하였다.

⑤ 프로그램 全體를 통한 學習履歷을 記錄하여 學習診斷을 할 수 있게 하였다.

3. 이 프로그램을 22명에게 適用한 結果는 다음과 같다.

① 事前評價 得點은 20점에서 100점까지 폭넓게 分布되어 高等學校에서 物理學習이 충분히 이루어주지 않았음을 보여주고 있다.

② 個別學習에서 事前評價 점수가 높은 學習者일 수록 正答을 첫번째에 마친 율이 78%로 높고, 힌트나 說明을 보고 正答을 마친 율이 全體의으로 고른 分布를 보여 個別學習問項이 適切히 構成되었음을 알 수 있었다.

③ 最終評價 結果 平均 78.8점의 높은 成就率을 얻어 이 프로그램에 의한 學習效果가 높음을 알 수 있었다.

### 2. 提言

우리나라의 CAI는 初, 中, 高等學校의 경우 아직 그 研究가 活潑하지 못하며 널리 使用되고 있지 않다. 그 理由는 여러가지가 있겠으나 研究支援이 未洽하고, 한시간 분량의 프로그램을 開發하는데는 100시간이 所要될 정도로 時間이 많이 걸리는 데 있다(류완영, 1983). 따라서 日本의 경우는 東京都 教育 研究所가 초중고등학교용 프로그램을 36개나 開發하여 補給하고 있다(東京都 教育研究所, 1986).

CAI의 活性化를 위해 다음과 같이 提言한다.

1. 國家次元에서 CAI에 알맞는 컴퓨터를 開發하여야 한다.
2. CAI 프로그램 開發을 위한 研究를 特別히 支援育成하여야 한다.
3. CAI는 오랜동안 修正 補完을 거쳐야 훌륭한 프로그램이 됨으로 繼續的인 支援이 필요하다.
4. CAI 프로그램 개발에는 많은 人力과 時間이 必要하므로 市道別 特別研究팀을 組織하여 推進되어

- 야 한다.
5. 開發된 프로그램을 널리 補給할 수 있는 行政的 支援이 必要하다.

#### 參考文獻

1. 中山和彦外 2人, コンピュータ支援의 教育システム- CAI, 東京書籍, 1987, p.14.
2. 中山和彦外 1人, 未來의 教室, 筑波出版社, 1986, p.253
3. 정택희外 2人, CAI 模型프로그램 開發研究, 韓國教育 開發院, 1985, P.14
4. 이남호外 4人, 컴퓨터교육 활성화를 위한 CAI 프로그램 개발및 현장적용 연구, 韓國教育開發院, 1988, p.7
5. 芦葉浪久, CAI 코스웨어 作成技法, 東京書籍, 1986, p.129
6. D. WATSON, DEVELOPING CAL, Harper & Row, 1987, p.96
7. 東京都教育研究少, パーソナルコンピュータ의 教育利 用의 研究, 1986, p.5
8. 조석호外 2人, CMI 모형프로그램 개발연구, 韓國教育 開發院, 1987, p.21
9. 梅本中臣外 2人, CAI 시스템의 開發と 學習履歷의 分 析に 關する 研究, 東京書籍, 1986, p.114
- 10 東京都教育研究所, CAI 시스템用 소프트웨어의 設 計と 運用に 關する 研究, 1985, p.32

## ABSTRACT

### DEVELOPMENT OF GENERAL PHYSICS CAI PROGRAM FOR UNIVERSITY SCIENCE AND ENGINEERING STUDENT

Chang-Sik Kim Chul-Sung Kim Sung-Ro Yoon Young-Suk Cho

Department of physics education, Kookmin University Seoul, Korea

General Physics CAI Program was developed for university science and engineering student. The program was restricted in the field of mechanics and was mainly aimed for individual tutorial.

This project was supported by Government. Department of Education, physics attending their general physics classes in university.

The program was written in BASIC and constructed by frame. 4 professors and 6 graduate students were involved in the project. Summary of this study is as follows.

1. The theory of CAI was illuminated from a new point of view to enhance usefulness of CAI. Also the structure of frame type CAI was studied.
2. The program was developed as follows
  - 1) The program consisted of main program, pretest routine, tutorial routine, final test routine, and several other routines for program control. Whole program was written in BASIC.
  - 2) 20 problems for pretest, 90 problems and subsequent hints and solutions for tutorial, 20 problems for final test were developed.

- 3) According to student's pretest result, tutorial course was routed through several different courses which contain different number of problems
  - 4) The expected rate of achievement for final test was set to 75%.
  - 5) Data of students response to problems including number of tries and time used were recorded for the purpose of achievement analysis.
3. 22 students went through whole course and the results were as follows.
- 1) Pretest marks were widely distributed from 20 points to 100. It means that achievement of high school physics course were not enough.
  - 2) Throughout tutorial course, students who had got higher mark in pretest answered correctly in the first trial at a higher rate of 78%. Overall rate of correct answer in the second trial was distributed appropriately.
  - 3) Average mark of final test was 78.8 points, rather a higher rate of achievement than expected. This means that the program was constructed well.