

그래픽 계산기를 활용하는 수학과 교수-학습 자료 모형 개발 연구*

강 옥 기**

I 서론

학교 교육은 미래 사회의 주인공이 될 학생들을 그들의 시대에 잘 적응하고 개척해 나가도록 하여야 한다. 따라서, 학교 교육은 기초적이고 본질적이면서도 창의적이며 미래 지향적이어야 한다. 우리는 지금 정보화 시대에 살고 있으며, 계산기와 컴퓨터를 비롯한 첨단 과학 기술을 전문 영역에서뿐만 아니라 실생활의 모든 영역에서도 도구적 수단으로 사용하고 있다. 그러므로, 오늘의 학교 교육은 교육의 모든 분야에 있어서 과학 기술을 활용하여 지도함으로써 교육의 수월성을 추구할 뿐만 아니라 학생들로 하여금 이러한 과학 기술에 친숙하고 스스로 활용할 수 있는 능력과 태도를 길러 주어야 함은 2세 교육을 담당하는 교육자로서의 의무이다. 이와 같은 시대적 변화와 요청에 의하여 선진국은 물론 우리 나라에서도 제6차 교육과정기부터 컴퓨터의 활용을 중시하고 있으며¹⁾, 전국 중·고등학교의 각 교실에는 대형 화면을 갖춘 멀티미디어 시스템을 갖추고 있으며, 많은 교사들이 이들을 학습 지도에 활용하

고 있다. 그런데, 우리 나라 수학 교육의 경우, 과학기술의 중요성을 강조한 나머지 계산기보다는 컴퓨터의 활용에 더 많은 연구와 투자를 하고 있는 실정이다. 물론, 컴퓨터는 고유한 특성이 있기 때문에 수업 현장에서 유용하게 사용될 수 있다. 그러나, 최근에 개발된 그래픽 계산기는 휴대하기가 간편할 뿐만 아니라, 중등학교 수학의 대부분의 영역을 지도함에 있어서 유용하면서도 매우 간편하게 사용할 수 있는 기능을 갖추고 있기 때문에, 최근에 개발된 미국의 일부 수학 교과서들은 그래픽 계산기를 수학적 개념 지도와 문제해결의 도구로 활용하고 있다²⁾. 즉, 이들 교과서에서는 그래픽 계산기를 종전의 종지와 연필에 버금가는 수학 학습 지도의 도구로 활용하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 그래픽 계산기의 기능을 분석하고, 2001년부터 사용할 중등학교 수학과 교육과정에서 그래픽 계산기를 사용할 수 있는 영역을 조사해 보며, 제7차 수학과 교육과정의 내용을 계산기를 활용하여 지도하는 모델 단원을 개발해 봄으로서 새 수학과 교과서 개발을 위해 중요한 기초 연구를 제공하는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

* 이 논문은 성균관대학교의 1997년도 성균학술연구비에 의하여 연구되었음

** 성균관대학교

1) 중학교 교육과정에서는 “수학과 교수·학습 과정에서 복잡한 계산이나 문제해결력 향상 등을 위하여 계산기나 컴퓨터를 활용할 수도 있다.”라고 기술하고 있으며, 고등학교 교육과정에서는 “교수·학습 과정에서 계산력 향상을 요하지 않는 복잡한 계산이나 문제해결력 향상 등을 위하여 계산기나 컴퓨터를 가능한 적극 활용할 수 있도록 하여 수학의 가치와 실용성을 알게 한다.”로 기술하고 있다.

2) 대표적인 것 중의 하나는 Core-Plus Mathematics Project가 개발한 교과서임.

이 연구는 다음과 같은 내용으로 구성되어 있다. 제 I 장의 서론에서는 연구의 필요성과 목적을 제시하였다. 제 II 장에서는 SHARF EL-9600 모델 그래픽 계산기를 대상으로 하여 그래픽 계산기의 기능을 분석하였다. 제 III 장에서는 그래픽 계산기를 도구로 활용하고 있는 미국의 수학 교과서 내용을 소개하였다. 제 IV 장에서는 그래픽 계산기를 활용할 수 있는 수학과 교육과정 내용을 분석하였다. 제 V 장에서는 계산기 사용을 증시하는 수학과 교과서 단원 개발 연구를 수행하였다. 제 VI 장에서는 본 연구의 요약 및 결론을 제시하였다.

II 그래픽 계산기의 기능

우리 사회는 정보화 사회로 진입하고 있으며, 계산기와 컴퓨터를 사회의 모든 분야에서 필수적인 도구로 사용하고 있다. 그 결과 학교 교육도 계산기와 컴퓨터를 유용하게 사용하는 방법을 연구하며 그 사용을 확대해 가고 있는 중이다. 우리의 주변에서 쉽게 구할 수 있는 그래픽 계산기들은 초·중등학교 수학교육 현장에서 유용하게 사용할 수 있는 다양한 기능들을 갖추고 있을 뿐만 아니라, 그 가격도 저렴하고 이동하기에도 편리하여, 학교에서는 적은 비용으로 많은 학생들이 편리하게 사용할 수 있다. 그러므로, 미국의 많은 학교들은 수학 시간에 그래픽 계산기를 학습·지도의 도구의 일부로 사용하고 있거나 사용하려고 노력하고 있다.

우리의 주변에서도 2~3종의 그래픽 계산기를 쉽게 구할 수 있다. 본 글에서는 수학교육에 활용할 수 있는 그래픽 계산기의 기능을 Sharp EL-9600 그래픽 계산기를 중심으로 알아보기로 한다.

1. 계산 기능

본 계산기는 실수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 할 수 있는 산술 계산 기능과 로그함수, 지수함수, 삼각함수 등의 값을 구하는 함수계산 기능, 진법의 계산, 방정식의 풀이, 연립방정식의 풀이 등을 계산하는 기능을 가지고 있다. 이 기능들의 중요한 특성과 사용 방법은 다음과 같다.

가. 산술 계산

산술 계산을 하기 전에 [SETUP] 키를 눌러 EDITOR 메뉴를 One Line으로 바꾼다. 입력한 식은 모두 화면에 나타남으로, 잘못 입력된 부분은 실행하기 전에 수정할 수 있다. 실행 뒤에 잘못 입력된 부분을 수정하려면, [ENTRY] 키를 눌러 이 전의 식으로 돌아가서 틀린 부분을 수정할 수 있다.

산술 계산의 종류와 사용상의 유의점에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) 산술 계산의 종류: 덧셈, 곱셈, 나눗셈, 양수와 음수의 거듭제곱, 괄호사용 (최대 32개 까지 사용 가능)
- 2) 입력된 식의 계산 순서는 수학에서 정의한 바와 같이 괄호 안을 먼저 계산하고 곱셈과 나눗셈을 그 순서대로 계산한 다음에 덧셈과 뺄셈을 차례로 계산한다.
- 3) 음수를 입력할 때는, 뺄셈기호가 아닌, 음수의 기호를 사용하여야 한다.
- 4) 괄호 앞의 곱셈 기호는 생략할 수 있다. (주의: 괄호 뒤의 곱셈부호는 생략할 수 없음)

사용의 예: $\frac{75-6}{26-3}$, -5×26 ,

$(4 \times 103) \div (5 \times 10 - 2), 5(((36 + 18) \times 3) - 64) \div 8$

나. 함수 계산 기능

함수 계산 기능에는 두 종류가 있다. 하나는 키에서 직접 계산 메뉴를 선택하여 계산하는 방법이고, 다른 하나는 [MATH] 키를 누른 후 여러 가지 메뉴와 서브메뉴를 선택하여 계산하는 방법이다. 각각에 대한 구체적인 계산 기능과 그 사용의 예는 다음과 같다.

1) 키에서 직접 선택할 수 있는 계산 기능들: \sin , \cos , \tan , \sin^{-1} , \cos^{-1} , \tan^{-1} , x^2 , x^{-1} , \log , \ln , 10^x , e^x , π , $\frac{a}{b}$, a^b , $\sqrt{\quad}$, $\sqrt[n]{\quad}$
 사용의 예: $\sin^{-1}0.26$, $10^{2.6}$, $\sqrt[3]{121}$, ...

2) [MATH] 키의 메뉴들에서 선택할 수 있는 기능들:

① CALC 메뉴에서 선택할 수 있는 기능들: \log_2 , 2^x , $fmin()$, $fmax()$, d/dx , \int , dx , Σ , \sec , \csc , \cot , \sec^{-1} , \csc^{-1} , \cot^{-1} , \sinh , \cosh , \tanh , \sinh^{-1} , \cosh^{-1} , \tanh^{-1}

이 함수 계산 기능을 이용하면, 여러 가지 식의 계산과 미분 및 적분도 계산할 수 있다.

사용의 예: * 함수 $y=2x^2-3$ 의 구간 $[-1, 3]$ 에서의 최소값을 구하라.

입력방법: CALC 메뉴에서 'fmin()'을 택한 후 $2x^2-3$, -1 , 3 을 입력한 후 [ENTER]키를 누른다.

* $x=2$ 일 때, $\frac{d}{dx}(x^{-2}+5)$ 의 값

입력방법: CALC 메뉴에서 d/dx (를 택한 후 $x^{-2}+5, 2$)를 입력한 후 [ENTER] 키를 눌러 실행한다.

* $\int_0^1 (x^2-0.5x+6)dx$, $\sum_{x=0}^5 (x+2)$ 등도 같은 방법으로 계산할 수 있다.

② NUM 메뉴에서 선택할 수 있는 기능들: 절대값, 반올림, 실수의 정수부분, 실수의 소수부분, 최대값, 최소값, 최소공배수, 최대공약수

사용의 예: $|-3|$, $LCM(8,28)$, $GCD(25,15)$

③ PROB 메뉴에서 선택할 수 있는 기능들: 순열, 조합, 계승

사용의 예: 임의의 실수 값, $8P3, 9C2, 7!$

④ CONV 메뉴에서 선택할 수 있는 기능들: 10진수와 60진수 (도, 분, 초)의 변환, 좌표값의 전환 (직교좌표와 극좌표)

사용의 예: $25^\circ 45' 18''$ 를 십진수로 전환, 직교좌표 (5, 3)을 극좌표로 변환

⑤ ANGLE 메뉴에서 각의 전환 기능: 각도의 크기를 $^\circ$, $'$, $''$ 단위를 사용하여 나타낼 수 있고, 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.

사용의 예: 3시간 30분 45초 + 6시간 45분 36초

계산 입력모드에서 3을 입력한 후 ANGLE 메뉴에서 $^\circ$ 를 입력한다.

위와 같은 방법으로 위의 식을 $^\circ$, $'$, $''$ 를 사용하여 입력을 완성한다.

[ENTER]키를 누르면 계산결과가 $^\circ$ 단위의 소수값으로 표현된다.

CONV 메뉴에서 dms 서브메뉴를 택한다. 그 결과 Ans→dms를 얻는다. 다시 [ENTER] 키를 눌러 $^\circ$, $'$, $''$ 단위의 계산 결과를 얻는다.

⑥ INEQ 메뉴에서 선택할 수 있는 기호들: =, ≠, >, ≥, <, ≤의 기호

⑦ LOGIC 메뉴에서 선택할 수 있는 기호들: AND, OR, XOR, XNOR

⑧ COMPLX 메뉴에서 선택할 수 있는 기능들: 복소수의 계산, 실수부, 허수부, 절대값, 편각

주의: 복수의 계산은 먼저, SETUP키 안의 ANSWER를 complex 모드로 전환해야 함

3) [TOOL] 키의 기능을 사용하는 계산기능들:

① NBASE 기능: [TOOL] 키 내의 NBASE

메뉴는 2진법, 8진법, 10진법, 16진법 중의 한 수를 입력하면 동시에 다른 모든 진법의 수로 전환할 수 있고, 각 진법에서 연산할 수 있다.

사용의 예: 이진수 (1010-111)×10의 계산, 십진수 58을 2진수, 8진수, 16진수로 고치기

② SYSTEM 메뉴: [TOOL] 내의 SYSTEM 메뉴는 6개까지의 일차방정식으로 구성된 연립 방정식을 풀 수 있다.

사용의 예: 연립방정식 $3X+4Y-5Z=-3$, $2X-8Y+3Z=2$, $4X+2Y+Z=20$ 을 풀어라.

SYSTEM 메뉴에서 연립방정식의 개수를 정한 다음 각 방정식을 입력한다. 방정식의 입력이 끝나면, [EXE]키를 눌러 계산을 실행하여 답을 얻는다.

③ POLY 기능: TOOL 메뉴 속의 POLY 기능은 2차방정식과 3차방정식을 풀 수 있다.

사용의 예: 다음 각 방정식을 풀어라.

$$x^2 - 2x - 3 = 0, \quad x^3 + 2 = 0$$

순서: [TOOL] 키 속의 POLY 메뉴를 택한다; 2차방정식 또는 3차방정식을 택한다; 방정식의 계수를 입력한다; [EXE]키를 눌러 답을 얻는다.

2. 그래픽 기능

본 계산기를 이용하면, 직교좌표 그래프, 매개변수좌표 그래프, 극좌표 그래프, 순차좌표 그래프 등 4개의 그래픽 모드에서 그래프를 그릴 수 있다. 그래픽 모드를 선택하기 위해서는 먼저, [SETUP] 키 안에 있는 메뉴 중 COORD 메뉴를 택한 후 서브메뉴 Rect, Param, Polar, Seq 중 하나를 택한다. 각 그래픽 모드에서 그 그래프를 그리는 방법은 다음과 같다.

가. 직교좌표의 그래프

먼저, COORD 메뉴의 서브메뉴로서 Rect를 선택한다.

직교좌표는 다음과 같은 순서로 그래프를 그리거나 다양한 기능을 활용할 수 있다.

1) 함수 입력: [Y=] 메뉴에서 함수를 입력한다. 8개까지의 함수를 동시에 입력할 수 있다. 그리려는 함수의 식에 마크를 표시한다.

2) 그래프 그리기: [GRAPH] 키를 눌러 그래프를 그린다.

3) 교점의 좌표 읽기: 그래프와 축의 교점 또는 두 그래프의 교점을 좀더 정밀하게 읽기 위해서는 [TRACE] 키를 누른 후 커서를 이동하거나 [ZOOM] 키의 기능을 활용한다. ZOOM 메뉴의 서브메뉴에는 Auto, Box, In, Out, Default, Square, Dec, Int, Stat 등이 있다. 이 기능을 이용하여 그래프를 확대, 축소할 수 있다.

4) 그래프에 방정식 표시: 그래프에 함수의 방정식을 표시하려면 [FORMAT] 키의 메뉴에서 EXPRESS의 서브메뉴인 On, Off 중 On을 선택한 후 그래프를 그리고 [TRACE]키를 누른다.

5) 접선의 기울기: 그래프 위의 한 점에서 접선의 기울기를 구하려면, [FORMAT]키의 메뉴 중에서 y' 기능을 선택한다.

6) 함수 값의 변화표: 함수의 값의 변화를 표로 나타내려면 [TBLSET]키의 기능을 활용하여 테이블 설정을 위하여 input의 형태 (auto, user), table start, table step을 조정한 후 [TABLE] 키를 누르면, [Y=]에 입력된 함수의 함수 값의 변화표를 만들 수 있다.

7) 함수의 그래프와 그 변화표를 한 화면에 표시: 설정된 함수의 그래프와 함수 값의 변화표를 한 화면에 동시에 나타내려면 [SPLIT] 키를 누르면 된다.

사용의 예: $y=-(x+2)^2+5$ 와 $y=x+2$ 의 그래프를 그리고 그 교점의 좌표를 구하라. 또, 그래프 상의 각 점에서 미분계수를 나타내어라.

실행의 순서: 먼저, [Y=]키를 사용하여 두 함수의 식을 입력한다; 두 함수의 식 모두에 마크한다; [ZOOM] 키 속의 ZOOM 메뉴 중 Auto 또는 적절한 메뉴를 택하여 그래픽의 공간을 설정한다; [FORMAT] 키의 메뉴 중에서 Y'을 ON으로 설정한다; [GRAPH]키를 눌러 그래프를 그린다; [TRACE]키를 눌러 교점의 좌표값을 추적한다.

다른 그래프 상으로 커서를 옮기기 위해서는 방향키 상, 하를 사용하고 한 그래프에서 커서를 이동시키고자 할 때는 방향키 좌, 우를 사용하면 된다.

나. 매개변수의 그래프

[SETUP] 키의 메뉴 중 메뉴 COORD의 서브메뉴들 중에서 Param을 선택한 후 [Y=]키를 누른 후, 매개변수 방정식을 입력하고 그래프를 그린다.

예: $X = 3\sin T - 2$, $Y = 2\cos T$ 의 그래프를 그려라.

참고: 그래프 화면을 조작하기 위해 편리한 기능 중의 하나는 FORMAT 설정 기능을 활용하는 것이다. 이 기능 속에는 커서의 좌표를 나타내기, 그래프 화면에 방정식을 나타내기, 곡선의 그래프 상에서 접선의 기울기를 나타내기, 그래프를 연속적으로 나타내기 등의 기능이 있다.

다. 극좌표의 그래프

[SETUP] 키 내의 COORD 메뉴에서 Polar를 설정한 후 [Y=]키를 활용하여 극좌표 방정식을 입력하고 그래프를 그린다.

라. 순차 그래프

순차그래프란 수열의 각 항을 그래프로 나타낸 것을 뜻하며 식의 입력은 수열의 초항과

귀납적 정의에 의해 정의된 식을 입력한다.

예: 3, 6, 9, 12, 15 ...을 만족하는 수열의 그래프

3. 행렬 계산 기능

본 계산기에 10개의 행렬을 입력할 수 있으며, 한 행렬의 크기는 최대 99×99 이고, 입력된 행렬에 관한 여러 가지 연산과 역행렬을 구할 수 있으며, 그 계산을 간편히 할 수 있는 다양한 방법들이 있다.

가. 행렬의 입력과 호출

첫째, [MATRIX] 키에서 EDIT 메뉴를 지정한다.

둘째, 행렬의 이름과 크기를 지정한 후 원소들을 입력한다.

셋째, 행렬의 연산을 위해 이미 입력된 행렬을 불러낼 때는 [MATRIX]키에서 NAME 메뉴를 사용하여 필요한 행렬을 불러낸다.

나. 행렬의 계산

행렬의 덧셈과 곱셈을 다음의 예와 같이 계산할 수 있다.

$$\text{예: } A = \begin{bmatrix} 1 & 5 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 4 & -2 \\ 3 & 9 \end{bmatrix} \text{ 라고 가정}$$

하고 mat A와 mat B의 덧셈과 mat A의 제곱의 계산을 다음과 같이 할 수 있다.

1) mat A + mat B의 계산:

첫째, [MATRIX]키의 메뉴 중 EDIT 메뉴를 이용하여 mat A와 mat B를 입력한다.

둘째, [MATRIX]키의 메뉴 중 NAME 메뉴를 이용하여 mat A를 호출하고 [+]키를 누르고 이어서 같은 방법을 사용하여 mat B를 호출하여 행렬의 덧셈 식을 쓴다.

셋째, [ENTER]키를 눌러 덧셈의 결과를 얻

는다.

2) mat A의 제곱 계산 순서:

첫째, 화면을 깨끗이 지운다.

둘째, EDIT 메뉴를 이용하여 mat A를 입력한다.

셋째, NAME 메뉴를 이용하여 mat A를 불러낸다.

넷째, [x²]를 이용하여 mat A²을 입력한다.

넷째, [ENTER]키를 눌러 계산 결과를 얻는다.

참고: 계산하여 얻은 행렬을 mat H에 저장하려면, [Ans] [STO] {mat H}와 같이 [STO]키의 기능을 이용하면 된다.

다. 특수 행렬 기능을 사용한 계산 방법

행렬 메뉴에 대한 특수 계산 기능으로서 [MATRIX]키의 메뉴 중에 OPE와 MATH를 이용하는 방법이 있다. 이들의 사용법은 다음과 같다.

1) OPE 메뉴의 기능들:

OPE 기능 내에 다음과 같은 계산을 할 수 있는 다양한 기능들이 있다.

① 행렬의 크기 지정: OPE 메뉴에서 dim(기능 이용함)

사용 방법: 행렬 C의 크기를 2×3으로 지정하려면 다음과 같은 순서로 입력한다.

[2,3] [STO] dim (mat C)

(주의: mat C를 불러 낼 때는 Edit 메뉴가 아니라, Name을 이용하여야 함)

② 5로 행렬 D의 모든 성분을 채울 수 있음.

사용 방법: fill(5, mat D)를 입력하면 결과

$\begin{bmatrix} 5 & 5 \\ 5 & 5 \end{bmatrix}$ 을 얻는다.

③ 단위행렬 만들기

3차 단위 행렬 작성 순서: [MATRIX], OPE,

identity 메뉴, 3, [ENTER]를 차례로 누르면, 결

과 $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ 을 얻는다.

④ 임의의 행렬을 만들기: 먼저, [SET UP] 기능 내에서 TAB메뉴에서 2를 택하고, FSE 메뉴에서 Fix로 설정한다. 화면을 지운 다음 [MATRIX], OPE, rnd-mat(를 기능을 이용한다. 순서대로 입력한다.

사용의 예: rnd-mat (2, 3)를 입력하면, 결과

$\begin{bmatrix} .22 & .38 & .70 \\ .19 & .64 & .14 \end{bmatrix}$ 을 얻는다.

⑤ 2 개의 행의 위치를 바꾸기: [row-swap] 기능을 사용하여 2 개의 행의 원소를 서로 바꿀 수 있다.

사용의 예: 행렬 E의 2, 3번째 행을 서로 바꾸기 위해, [SET UP], FSE에서 FloatPt로 설정한다. [MATRIX], OPE, row-swap (mat E, 2, 3)를 차례로 입력하면 두 행의 위치가 서로 바뀐다.

참고: mat E를 불러오려면 NAME 메뉴를 이용한다.

⑥ 지정된 행에 다른 지정된 행의 원소를 더하기: 사용의 예: 행렬 E의 두 번째 행을 첫 번째 행에 더하려면, [MATRIX], OPE, row-plus (mat E, 2, 1)를 차례로 입력한다.

⑦ 지정된 행에 스칼라 양을 곱할 수 있다.

사용의 예: 행렬 E의 첫 번째 행에 3을 곱하기 위해, row-mult(3, mat E, 1)를 차례로 입력한다.

⑧ 지정된 행에 스칼라 양을 곱한 후 그 결과를 다른 행에 더할 수 있다.

사용의 예: 2를 행렬 E의 3행에 곱한 후 그 결과를 1행에 더하기 위해, row-m.p.(2, mat E, 3, 1)를 차례로 입력한다.

⑨ mat E를 사용하여 열 list L₁, L₂, L₃을 만들 수 있다. (단, mat E는 3개의 열을 가지

고 있다고 가정함)

사용의 예: mat→list (mat E, L₁, L₂, L₃)를 차례로 입력하면 3개의 리스트를 얻는다. 리스트 L₁을 입력한 후 [ENTER]키를 누르면 L₁의 열이 나온다.

2) MATH 기능 사용방법

[MATRIX] 키 내에 행렬의 특수 기능으로서 MATH 메뉴가 있다. 이 메뉴의 서브메뉴의 기능으로서 행렬식 계산, 전치 행렬 계산, '행-사다리꼴'로 나타내기 등의 기능이 있다. 이 메뉴에 있는 구체적인 계산기능은 다음과 같다.

① mat A의 행렬식의 값 계산:

사용의 예: $A = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 \\ 8 & 3 & -6 \\ -5 & 2 & 2 \end{bmatrix}$ 의 행렬식의

값을 구하려면,

[MATRIX], MATH, det, mat A, [ENTER]를 차례로 누르면, 행렬식의 값 172를 얻는다.

② 행렬 B의 전치행렬 구하기:

입력: [MATRIX], MATH, trans, mat B, [ENTER]을 차례로 입력한다.

③ 행렬 A의 row-echelon form 구하기: 단,

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 18 \\ 3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$$

사용의 예: [MATRIX], MATH, row EF, mat A를 차례로 입력하면, $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 4 \end{bmatrix}$ 를 얻는다. 이 기능을 이용하면 일차 연립방정식의 근을 간단히 구할 수 있다.

④ [MATRIX] [E] 기능을 사용하여 행렬을 직접 []안에 나타낼 수 있다.

예: 행렬 $\begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$ 를 직접 입력하려면 다음과 같이 한다.

입력 순서: [MATRIX][E][1] [MATRIX][E][1] 4 , 3 [MATRIX][E][2] [MATRIX][E][1] 2 , 5 [MATRIX][E][2] [MATRIX][E][2] [ENTER]

4. 리스트 기능

리스트 기능은 여러 개의 data를 하나의 list로 나타낸 것으로 여러 개의 data를 한꺼번에 나타낼 수 있게 한다.

주의: 사용하고 있는 리스트 L₁, L₂, L₃의 크기가 다를 경우 error 5 (dimension) 메시지를 나타낸다.

가. list 만드는 방법

자료 1, 3, 2, 9를 list L₁에 입력하고 자료 5, 4, 6, 3을 list L₂에 입력하려면 다음과 같이 한다. 먼저, 화면을 지운 다음 {1, 3, 2, 9}를 입력한다. 다음에, [STO] [L₁]을 입력한다. 자료 5, 4, 6, 3의 경우도 같은 방법으로 한다.

나. 리스트 번호를 이용하는 리스트 계산 방법

1) 10 x L₁을 L₃에 입력하려면, 10 [x] L₁ [STO] L₃ [ENTER]를 차례로 입력한다.

2) sin L₃ 는 L₃의 각 자료에 대하여 sine 값을 계산한다.

3) L₁+ L₂는 L₁과 L₂의 각 항의 합을 새로운 항으로 하는 list를 작성한다.

4) [Y1=] {1, 2, 3} x² 을 차례로 입력한 후 [GRAPH]키를 누르면, 계수가 1, 2, 3인 세 개의 이차함수의 그래프를 동시에 그릴 수 있다.

다. 메뉴에 내장된 특수 리스트 함수군 [LIST]키를 누르면 그 안에 OPE, MATH, L-DATA 기능이 있다.

1) OPE의 서브메뉴 기능:

10개의 기능이 있다. 단 list L₁에 {6, 4, 5}, list L₂에 {3, 9, 8}이 저장되어 있다고 가정한다.

① sort A(L₁)은 L₁의 data를 오름차순으로

정렬한다.

② **sort D(L₁)**은 L₁의 **data**를 내림차순으로 정렬한다.

③ **dim(** 는 리스트의 크기를 나타낸다.

③ **fill(** 은 list의 각 항을 일정한 값으로 채운다.

④ **seq(** 함수식, 최초값, 최종값, 증가분)은 변수 x의 값이 변함에 따른 함수의 값을 차례로 나타낸다.

⑤ list를 matrix로 나타낼 수 있다.

예: **list→mat(L₁, L₂, mat A)** 는 list L₁과 L₂를 제1열 제2열로 하는 행렬을 만든다.

⑥ **mat→list(L₁, L₂, L₃)** 는 행렬의 각 열을 차례로 리스트로 나타낸다.

2) **MATH** 기능에는 다음과 같은 서브메뉴 기능이 있다.

① **min (L₁)**은 리스트 L₁에서 최소값을 나타낸다.

② **max (L₂)**는 리스트 L₂에서 최대값을 나타낸다.

③ **mean (L₁)**은 리스트 L₁의 평균값을 계산하여 나타낸다.

④ **median (L₂)**는 리스트 L₂의 중앙값을 나타낸다.

⑤ **sum (L₁)**은 리스트의 각 항의 합을 구한다.

⑥ **prod (L₁)**은 리스트의 각 항의 곱을 나타낸다.

⑦ **stdDv (L₁)**은 리스트 L₁의 표준편차를 나타낸다.

⑧ **varian (L₁)**은 리스트 L₁의 분산을 나타낸다.

5. 통계/회귀 계산

이 영역의 중요한 기능들로서 다음과 같은 것들이 있다: 표준편차와 1-변수, 2-변수에 대한 평균 계산, 통계 데이터의 그래프 그리기, 회귀곡선의 식과 그래프 그리기, 통계자료의 검증과 추정 등. 위의 각 기능에 대한 구체적인 사용 방법은 다음과 같다.

가. 통계

1) 통계 데이터의 입력: 계산기에 6개까지의 list (L₁, L₂, ..., L₆)를 입력할 수 있다. 각 list에 데이터를 입력하려면, [STAT]키를 누른 다음 Edit 메뉴를 택한다. 커서를 이동함으로써 여러 개의 list에 데이터를 입력할 수 있다.

2) 통계 계산:

① 화면을 깨끗이 한 후 통계처리 할 리스트를 불러낸다.

② [STAT] 키 안에 있는 CALC 메뉴의 서브메뉴 1-Stats, 2-Stats, ANOVA 중에서 하나를 택한다.

③ [ENTER]키를 누르면 평균, 표준편차, 변량의 총 수, Q₁, Med, Q₃, xmin, xmax.이 출력된다.

④ L₂에 입력된 데이터를 계산하기 위해서는 [ENTRY] 키를 눌러 수정하고자 하는 수식을 불러낸 후 L₁을 L₂로 수정하고, [ENTER]키를 누르면, L₂ 데이터의 통계 계산이 나온다.

⑤ 두 리스트 L₁, L₂의 데이터를 동시에 처리하려면 (Σxy도 나온다),

[STAT], CALC, 2-Stats, L₁, L₂, [ENTER]를 차례로 입력한다.

⑥ ANOVA(기능으로 두 모집단의 분포를 비교한다.

사용의 예: [STAT], CALC, ANOVA(L₁, L₂), [ENTER]를 차례로 입력한다.

3) 통계 데이터의 그래프:

본 계산기로 그릴 수 있는 통계 그래프로서 히스토그램, 꺾은선그래프, BOX 그래프가 있고, 정규확률 (N.P.), 정규분포 (N.D.), 수정 box plot (MBOX), 산포도 (S.D.), XY라인 (XY LINE) 등의 그래프도 그릴 수 있다. 통계 데이터의 그래프를 그리기 위해서는 다음의 순서를 따르면 된다.

① [STATPLOT]키 안의 메뉴 PLOT1, PLOT2, PLOT3 중 하나를 선택한다. 각 PLOT에 상이한 통계자료나 그래프를 설정할 수 있다.

② PLOT1을 선택하려면 ON, OFF 중 ON을 마크한다. OFF에 마크하면, 그 PLOT의 내용은 실행되지 않는다. 데이터가 일변수 이면 X, 이변수 이면 XY를 마크한다. 그래프의 종류를 변경하려면 [STATPLOT] 키를 한 번 더 누른다. 이 때 나타난 여러 종류의 그래프 중에서 적절한 것을 선택한다.

③ 그래프 그리기: [ZOOM] 키 안의 ZOOM 메뉴의 서브메뉴 Stat을 선택한 후 [enter]키를 누르면, 통계데이터의 그래프가 그려진다.

4) 통계 그래프에서 통계수치 읽기

통계 그래프에서 [TRACE]키를 눌러 그래프 상에서 커서를 이동시킬 수 있다. 커서가 이동됨에 따라 해당하는 점의 수치가 나타난다.

5) 데이터의 정리 기능:

입력된 데이터를 크기의 순서로 재정리, 리스트의 위치 변경, 리스트를 한번에 지울 수 있다. 이를 위해서는 [STAT], OPE 의 서브메뉴로서 sortA, sortD, SetList, ClrList 등을 이용하면 된다.

활용의 예: sortA(L₁): L₁의 자료를 오름차순으로 정리

sortD(L₁): L₁의 자료를 내림차순으로 정리

SetList(L₂, L₁, L₃): 리스트의 배열을 L₂, L₁, L₃의 순서로 정리

ClrList(L₁): L₁의 자료를 모두 지움

나. 회귀

본 계산기에는 12가지의 회귀곡선 식을 선택할 수 있다. 회귀곡선 식을 찾기 위해서는 [STAT] 키를 누른 후 REG 메뉴에서 이용하면 된다. 회귀곡선 식의 종류는 다음과 같다.

Med-Med: Median-Median 법을 사용하여 회귀곡선 식 $y = ax + b$ 를 찾음

Rg_{ax+b}: 1차방정식을 사용하여 $y = ax + b$ 를 찾음

Rg_{a+bx}: 1차방정식을 사용하여 $y = a + bx$

Rg_{x²}: 2차다항식을 사용하여 $y = ax^2 + bx + c$

Rg_{x⁴}: 4차다항식을 사용하여 $y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$

Rg_{ln}: 자연로그를 사용하여 $y = a + b \ln x$

Rg_{log}: 상용로그를 사용하여 $y = a + b \log x$

Rg_{ab^x}: 지수함수 공식을 사용하여 $y = ab^x$

Rg_{ae^{bx}}: 지수함수 공식을 사용하여 $y = aeb^x$

Rg_{x⁻¹}: $y = a + bx^{-1}$

Rg_{ax^b}: $y = ax^b$

x': y의 값이 회귀곡선 식에 맞추어질 때 x의 값을 구해준다.

y': x의 값이 회귀곡선 식에 맞추어질 때 y의 값을 구해준다.

사용의 예: 다음의 예를 통해 2변수 함수의 상관관계 그래프와 회귀곡선의 식을 구해 보자.

자료: 시간의 변화에 따른 물의 온도의 변화

시간(초)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10.5	11	11.5	12	12.5
물의 온도	38.4	46.4	54.4	62.5	69.6	76.1	82.4	88.6	93.4	94.9	96.5	98.2	99.1	100

첫째, 위의 자료를 L₁과 L₂에 입력한다. 이를 위해서 [STAT] OPE기능 내에서 ClrList 기능을 이용하여 기존의 L₁과 L₂의 내용을 완전히 지운다. [STAT] EDIT 기능을 이용하여 list table을 불러 자료를 입력한다.

둘째, 사용할 통계그래프와 PLOT의 위치를 설정한다.

PLOT1을 설정하고, 이변수 XY, 그래프의 종류로서 S.D.(산포도)를 택한다.

셋째, [ZOOM] 키 속의 ZOOM, Stat을 눌러 산포도의 그래프를 그린다.

넷째, 회귀곡선 식을 구하기 위하여 [STAT] 키 기능 속의 REG 메뉴의 서브메뉴 중 적절한 회귀곡선 식을 선택한다.

회귀곡선 식의 입력 방식의 예:

[STAT], REG, Rg_x² (L₁, L₂, Y₁): L₁과 L₂의 회귀 관계이며, Y₁은 회귀곡선 식을 입력하기 위해 지정된 변수이다.

회귀곡선 식에 대한 오차를 확인해 보고, 오차가 클 경우 새로운 회귀곡선 식을 구할 수 있다. 오차를 확인하기 위해서는 [VARs], STAT, RegEqn, 0을 차례로 입력하면 된다.

다. 통계 검정

본 계산기는 여러 개의 통계 데이터 검정 기능을 가지고 있다. 통계 검정 기능을 사용하기 위해 [STAT] 키를 누른 다음 메뉴 TEST를 선택한다.

통계검정을 위한 자료의 입력은 그 자료가 리스트인 경우는 [STAT], TEST, InputList를 선택한 후, 리스트 자료를 활용하면 되고, 수치나 행렬인 경우는 TEST안의 InputStats를 선택한 후 입력하면 된다.

통계검정의 각 예는 다음과 같다.

① χ^2 test:

샘플 데이터를 행렬 A로 입력한다.

TEST, χ^2 test, [ENTER]를 실행한 후 observed matrix를 A로, Expected matrix를 B로 입력한다. [EXE]를 눌러 실행 결과를 얻는다. 실행 결과 χ^2 의 값과 위험율 p를 얻는다.

② Ftest2samp:

활용법: 두 샘플 데이터 (n₁=20, s_{x1}=5.6, n₂=50, s_{x2}=6.2)를 이용하여 두 모집단의 표준편차 $\sigma_1 < \sigma_2$ 를 검정한다.

실행순서: [STAT], InputStat를 실행하여 통계 처리할 수치입력 준비를 한다; TEST의 서브메뉴 Ftest2Samp를 실행한 후 샘플 데이터를 차례로 입력한다; [EXE]키를 눌러 실행하고 그 결과를 얻는다.

F 값과 p값을 얻는다.

③ Test1samp:

활용법: 한 모집단에서 얻어진 샘플 (n=10, 데이터= L₁, 샘플 평균 $\mu_0=64.52$)을 얻었을 때, $\mu < \mu_0$ 을 검정한다.

④ Ttest2samp:

활용법: 두 개의 샘플 데이터 L₁, L₂로부터 $\mu_1 \neq \mu_2$ 를 검정한다.

⑤ TtestLinreg:

활용법: 두 개의 서로 다른 모집단에서 임의로 추출하여 만들어진 두 샘플 L₁, L₂의 상관관계식 $Y = aX + b$ 를 구하고, 이 식의 기울기 β 와 상관계수 ρ 에 대하여 $\beta \cdot \rho \neq 0$ 임을 검정한다.

⑥ Tint1samp:

활용법: 한 모집단에서 얻어진 샘플의 평균 x가 주어질 때, 신뢰도 (99)%로 모집단의 평균 μ 의 범위를 찾는다.

실행순서: Tintsamp 메뉴에서 sample을 입력하고 [EXE]를 실시한다.

⑦ Tint2samp:

활용법: 두 모집단에서 얻어진 두 샘플로부터 두 모집단의 평균 μ_1, μ_2 의 차 $\mu_1 - \mu_2$ 의

신뢰범위를 신뢰수준 (95)%로 구한다.

⑧ Ztest1samp:

생산된 제품에 대한 평균 $\mu_0 = 52.4$, 표준편차 $\sigma = 4.5$ 를 알고 있다. $n = 20$ 개에 대한 샘플의 평균 $x = 53.4$ 를 알 때, $\mu \neq \mu_0$ 을 검정한다.

⑨ Ztest2samp:

활용법: 두 개의 모집단으로부터 얻어진 두 개의 샘플의 크기, 평균, 표준편차를 알고 두 모집단의 표준편차 σ_1, σ_2 를 알고 있을 때, 두 모집단의 평균 $\mu_1 \neq \mu_2$ 관계를 검정한다.

⑩ Ztest1prop:

활용법: 샘플 데이터에서 얻어진 성공확률로부터 모집단의 성공확률 P_0 을 검정한다.

활용의 예: 동전을 100번 던져서 앞면이 42번 나왔다. 정상적으로 앞면이 나올 확률은 0.5이다. 이 모집단의 성공 확률 P 에 대하여 $p \neq 0.5$ 를 검정하여라.

⑪ Ztest2prop:

활용법: 두 샘플 ($n_1=50, x_1=16, n_2=20, x_2=5$)에 대한 두 모집단에서의 확률 P_1, P_2 사이에 $P_1 \neq P_2$ 를 검정한다.

⑫ Zintsamp:

활용법: 샘플 데이터의 크기와 평균, 모집단의 표준편차를 알고있을 때, 모집단의 평균 μ 의 범위를 신뢰도 (95)%범위에서 추정할 수 있다.

⑬ Zint2samp:

활용법: 두 모집단에서 얻어진 두 샘플의 크기와 평균을 알고 있고, 두 모집단의 표준편차 σ_1, σ_2 를 알고 있을 때, $\mu_1 - \mu_2$ 의 범위를 찾는다.

⑭ Zint1prop:

활용법: 샘플 데이터에서 얻어진 성공확률로부터 모집단의 성공확률의 신뢰범위를 찾는

다.

⑮ Zint2prop:

두 개의 서로 다른 모집단에서 수집된 2개의 샘플 데이터로부터 만들어진 성공확률의 오차 $p_1 - p_2$ 에 대한 신뢰범위를 찾는다.

라. 분포함수

본 계산기는 통계 자료의 분포 상태를 찾기 위해 분포함수 계산 기능을 갖추고 있다. 이 기능은 [STAT] 키 안의 DISTRI 메뉴의 서브메뉴들을 이용하면 된다. 분포함수 계산 기능에는 다음과 같은 것들이 있다.

① pdfnorm: 정규분포에서 한 점 x 에서의 확률을 구한다.

② cdfnorm: 정규분포에서 한 구간에서의 확률을 구한다.

③ InvNorm: 정규확률분포에서 확률이 주어질 때의 x 의 값을 구한다.

④ 그 외에도 pdfT, pdf x^2 , cdf x^2 , pdfF, cdfF, pdfbin, cdfbin, pdfpoi, cdfpoi, pdfgeo, 등이 있다.

6. 재무기능

본 계산기에는 은행 예금에대한 이자, 원리합계, 원금 상환, 할부금 상환 등 각종 계산을 할 수 있는 여러 가지 기능이 있다. 자세한 내용의 소개는 생략한다.

7. 방정식 해법

본 계산기로 방정식을 푸는 방법에는 방정식 방법, 뉴턴 방법, 그래픽 방법이 있다.

가. 방정식 방법

여기서는 여러 개의 변수를 갖는 일차방정

식에서 한 변수를 제외한 다른 변수들의 값을 입력할 때 찾고자하는 변수에 커서를 올려놓고 [EXE]를 실행하면 그 변수 값을 구할 수 있다.

활용의 예: $A+B+C=0$ 에서 $A=2, C=-3$ 을 알고 B 의 값을 구하려면 다음과 같이 입력한다. 첫째, [SOLVER], METHOD, Equation, [ENTER] 키를 누른다.

둘째, 방정식 입력화면에서, $A+B+C$, [ENTER]를 입력한다.

셋째, $A=2, C=-3$ 을 입력하고 커서를 B 위에 놓고 [EXE]키를 눌러 B 의 값을 얻는다.

주의: ① 이 전 화면(입력한 방정식)으로 돌아가기 위해서는 [CL]키를 연속적으로 누른다.

② 2차방정식과 3차방정식은 [TOOL]키 안의 POLY 메뉴의 서브메뉴를 이용한다.

나. 뉴턴 방법

복잡한 방정식의 근사 해를 구하기 위해서는 이 방법이 효과적이다. 고등학교 수준을 넘으므로, 상세한 설명은 생략한다.

다. 그래프 방법

방정식의 그래프를 그리고 그 그래프가 X축이나 다른 직선과 만나는 교점을 찾아 방정식의 근사 해를 구하는 방법이다.

활용의 예: 10m/초 의 속도로 똑바로 던져 올린 공이 3m 높이에 도달했을 때의 시간은?

입력 순서: [SOLVER], [치], [CL]을 눌러 화면을 깨끗이 한다; [SOLVER], METHOD, Graphic, [ENTER]를 눌러 그래픽 모드를 설정한다.

$H=0.5GT^2+VT+D$, [ENTER]를 눌러 방정식을 입력한다; 변수 입력화면에서, $H=3$, $G=-9.8$, $V=10$, $D=0$ 을 입력하고, 커서를 T에 놓고, [EXE]를 실행한다; T의 범위로서 BEGIN=0과 END=1을 입력한다; 두 곡선이 그래프와 교점의 좌표로서 $T=0.365436467$ 을 얻는다.

8. SLIDE/SHOW 기능

본 계산기는 슬라이드 쇼 기능을 갖추고 있어 저장된 함수 식과 그것의 그래프 및 좌표 관계를 보여주는 화면을 저장하거나 보여줄 수 있다. 슬라이드 쇼 기능에는 두 종류가 있는데, 하나는 내장된 슬라이드를 사용하는 것이고, 다른 하나는 사용자가 슬라이드를 스스로 만들어 사용할 수 있는 것이다.

가. 저장된 슬라이드 쇼 활용

[SLIDE SHOW], B-IN 메뉴 속에서 저장되어 있는 함수를 선택하고 [ENTER]한다. 커서를 옮기면서 그래프에서의 점과 그 점의 좌표값을 비교할 수 있다.

9. SHIFT/CHANGE 기능

이 기능은 그래프의 변형에 따른 그 함수식의 변화를 알아보는 데 편리하다.

가. SHIFT 기능

이 기능은 계산기에 내장되어 있는 8가지의 그래프를 화면에 표시하고 그것을 평행이동하면 평행이동한 량과 이동된 후의 방정식을 표시해 준다.

나. CHANGE 기능

이 기능은 계산기에 내장된 8가지의 그래프의 모양을, 커서를 Y축 방향으로 이동하여, 변형함에 따라 변해진 그래프의 모양과 새로운 방정식을 제시한다.

10. 프로그래밍

프로그래밍 기능을 이용하여 여러 가지 계

산을 할 수 있다. 프로그래밍 언어는 BASIC 또는 PASCAL과 유사하다. 그 순서는 다음과 같다.

(1) [PRGM]키를 누른다. 이 때, A EXE, B EDIT, C NEW 메뉴가 나타난다.

(2) 새로운 프로그램을 만들기 위해 NEW를 선택한다.

(3) 타이틀 화면에서 타이틀을 입력한다.

(4) 프로그래밍을 입력한다. 한 줄에 160자까지 입력 가능하다.

(5) 프로그래밍 화면에서 프로그래밍의 명령어를 이용하려면 항상 [PRGM]키를 누른 후 적절한 명령어를 선택한다. 이때, 변수 X의 값은 이전에 입력된 값을 사용하므로 사전에 확인하여야 한다.

(6) 프로그래밍의 종료는 [QUIT]키를 누르면 된다.

프로그래밍 활용은 고등학교 정규 수준을 넘으므로 자세한 설명은 생략한다.

III 외국의 수학 교과서와 그래픽 계산기

그래픽 계산기를 수학적 개념의 지도와 문제해결을 위해 도구로 사용하고 있는 대표적인 교과서로서 미국의 Core-Plus Mathematics Project (Director: Christian R. Hirsch) 가 1997년에 개발한 교과서의 한 단원의 내용을 여기에 소개한다. 이 교과서의 내용을 통하여 최근 미국의 수학 교과서가 그래픽 계산기를 어떻게, 어느 정도로 사용하고 있는지를 파악할 수 있다.

교과서명 및 단원명: CPMP Course 1, Unit 2 Patterns of Change (pp.110 - 120)

탐구: 고래 이야기

인간은 포유동물이라고 불리는 동물 왕국의 한 유에 속한다. 포유동물에는 조그마한 생쥐나 박쥐로부터 거대한 코끼리, 고래에 이르기까지 수백 종류나 있다.

영리적 목적으로 동물들을 사냥한 결과 많은 큰 포유동물들이 멸종에 가까워 있다. 한 예를 들면, 1986년에 국제 고래 위원회는 고래의 종류마다 남아 있는 소수의 고래들을 보호하기 위하여 영리적 목적의 고래 사냥의 일시적 금지를 선언하였다. 과학자들은 고래의 마리 수가 증가하고 있는지를 알아보기 위해 그 수를 조사하고 있다. 최근 조사에 의하면 알래스카 주의 북극고래의 총 마리 수는 5700 마리에서 10600 마리 사이이며, 출생과 자연적 사망을 포함하면 매년 3%씩 증가하고 있다고 한다. 알래스카의 에스키모들은 그들의 생존을 위하여 매년 50마리의 북극고래 사냥이 허락되고 있다.

1) 1992년의 북극고래의 마리 수를 5700이라고 가정하자.

① 출생과 자연적 사망의 차이를 고려했을 때, 일년간에 고래의 수는 얼마나 변하는가?

② 알래스카 에스키모들이 사냥한 것을 고려한다면, 일년에 고래의 수는 얼마나 변하는가?

③ 1993년의 고래의 총 수는 얼마라고 예측하는가?

2) 어떤 해의 고래의 수를 NOW라는 단어를 사용했을 때, 그 다음 해인 NEXT 해의 고래의 마리 수를 나타내는 식을 세워라.

인구의 증가 감소를 연구함에 있어서 여러 해 동안의 변화를 알아보아야 할 때가 많다. NOW로부터 NEXT에로의 변화를 반복하고자

할 때는 마지막 답을 (ANS)에 저장하고 있는 계산기의 도움을 받을 수 있다면 매우 쉽게 처리할 수 있다. TI-82 계산기에서, NOW 값 또는 ANS 값을 얻기 위해서는 [2nd] 키를 누른 후 (ENTER)키 누르면 된다. 아래의 TI-82계산기의 사용 결과는 2000년까지의 고래의 마리 수를 예측해 주고 있다. 이 계산기에서는 소수점 이하의 값은 나타나지 않도록 설정하였다. (다른 계산기에서는 ANS를 다르게 받아드리기도 하며, [ENTER] 대신에 [EXECUTE]를 사용하기도 한다.)

(삽화 생략)

3) 이 계산기의 처리 절차에서 누르고 있는 각 키의 목적을 설명하여라.

4) 1992년의 고래의 수를 10600마리로 높게 조정하여 고래의 수를 추정하도록 계산기의 절차를 수정하여라. 2000년까지의 고래의 수를 나타내는 표를 만들어라.

5) 에스키모 인들이 고래 사냥을 매년 100마리씩 할 경우 2000년까지의 고래의 수에 대하여 조사하여라. 그 결과를 매년 50마리씩 사냥할 때의 고래의 수와 비교하여라.

6) 고래의 마리 수를 예측하는 계산 방법은 미국과 브라질의 인구를 계산하는 방법과 어떤 점에서 비슷하며, 어떤 점에서 다른가?

[확인 과제]

고래의 수에 대한 이 연구에서, 과거의 성장 경향을 바탕으로 하여, 미래의 여러 해 동안의 총 수를 어렵하였다.

1) 어떤 해에서 다음 해로의 고래의 수의 변화를 조사하기 위하여 어떤 계산을 사용하여야 하는가?

2) 계산기의 ANS 기능은 그 다음 해의 총 수를 구하는 데 어떻게 사용될 수 있는지, 설

명하여라.

3) 앞으로 여러 해 동안 총 마리 수를 계산하기 위해서 여러분의 계산기를 어떻게 사용할 수 있는지 설명하여라.

(계산기의 사용 절차를 전 학급이 같이 사용할 수 있도록 준비하여라.)

[각자 학습]

미국의 통계청은 출생, 사망, 이민의 수를 바탕으로 하여 미국의 총 인구를 어렵한 것을 회상하여라. 1990년의 인구는 2억4천 8백만이었으며, 매년의 출생률은 1.6%, 사망률은 0.9%이었으며, 이민의 수는 90만 명이였다.

① 이 계산기 절차를 사용하여 2000년의 인구와 2010년의 인구를 어렵하여라. 1990년, 2000년, 2010년의 어렵한 인구를 비교하여라.

(삽화 생략)

② 미국의 인구를 추적하기 위해서 계산기의 각 단계에서 어떤 계산이 사용되고 있는지, 설명하여라.

③ 미국의 이민해온 인구가 매년 200만 명으로 증가했다고 가정하자. 이 가정에 근거하여 2000년과 2010년의 인구를 구하여라.

④ 매년 200만 명이 미국을 떠난다고 가정한다면 미국의 인구는 어떻게 변화했는가? 2000년과 2010년의 인구를 구하고, 그 결과를 ③의 것과 비교하여라.

(연습문제 생략)

분석: 이 교과서는 NCTM이 1989년에 발표한 Curriculum and Evaluation Standards of School Mathematics의 내용 중 9학년 - 12학년의 내용을 실천하기 위하여 Core-Plus Mathematics Project (1996)가 개발한 교과서로서, 그 내용은 문제해결 과정을 통해 수학적 개념을 도입하며, 그래픽

계산기 (TI-82 이상 모델)를 학습 활동을 위한 중요한 도구로 사용하는 장면을 보여 주고 있다. 특히, 이 예시 단원에서 보여 주는 내용은 그래픽 계산기의 기능 중 가장 최근에 얻어진 계산 결과를 ANS 변수에 입력하고 그 값을 이용하여 그 다음의 값을 구하기 위해서는 같은 식을 반복하여 계산할 필요 없이 [ENTER]키를 한번만 누르면 되는 것을 보여 주고 있다. 이와 같은 동일한 규칙에 의한 식의 계산은 단지 [ENTER]키를 반복하여 치기만 함으로서 새로운 결과를 연속적으로 구할 수 있음을 보여주고 있다. 이 단원의 예를 통하여 미국의 새로운 수학 교과서들은 계산기를 선택적으로 사용하는 것이 아니라, 특수한 수학적 개념이나 문제 해결을 위해서는 계산기의 사용 방법을 설명해 가면서 학생 스스로도 그것을 사용할 수 있게 하고 있음을 알 수 있다. 이 교과서에서는 그래픽 계산기를 종이나 연필처럼 학습·지도의 한 도구로 활용하고 있음을 알 수 있다.

IV 제 7차 그래픽 계산기를 활용할 수 있는 교육과정 내용 분석

2001년부터 적용할 제7차 수학과 교육과정은 수학의 전 영역에서 과학기술 (컴퓨터나 계산기)을 사용할 것을 권장하고 있다³⁾. 본 단원에서는 중학교 1학년 수준인 7-가 단계의 수학부터 고등학교 수준의 모든 수학과 교육과정에서 그래픽 계산기를 사용할 수 있는 구체적인 수학 내용을 분석해 보고 알아보기로 한다. 이 분석 연구를 통하여 그래픽 계산기를 활용할

수 있는 영역의 종류와 그 활용 범위를 파악해 보고자 한다.

7차 중·고등학교 수학과 교육과정 중 '그래픽 계산기 사용 가능 내용'을 조사해 보면, 실수와 복소수의 계산, 2차방정식과 3차방정식의 계산, 여러 가지 함수의 그래프 그리기, 함수의 최대값, 최소값 구하기, 미분과 적분의 계산, 행렬을 입력하고 계산하기, 통계자료를 정리하고, 그래프로 나타내고, 여러 가지 대표값과 산포도를 구하기, 다양한 회귀곡선 식, 상관계수 구하기, 여러 가지 방법을 사용한 추정과 검정 등 중등학교 수학 내용중 도형 영역을 제외한 모든 영역에서 그래픽 계산기를 광범위하게 사용할 수 있음을 알 수 있다. 즉, 제7차 중·고등학교 수학과 교육과정을 지도하기 위해 그래픽 계산기는 그의 모든 영역에서 폭넓게 사용될 수 있음을 알 수 있다. 그러므로, 그래픽 계산기는 단순한 계산보조 수단을 넘어서 수학적 개념과 원리, 법칙, 문제해결 등의 학습·지도에 유용한 도구로 사용할 수 있는 수준에 와 있음을 알 수 있다. 이제, 우리는 이 계산기를 수학의 모든 영역에서 좀 더 효과적으로 사용하는 방법을 깊게 연구하여야 할 시점에 와 있다.

V 계산기 사용을 중시하는 수학과 교과서 단원 개발 연구

본 장에서는 7차 수학과 교육과정의 내용 중에서 계산기를 효과적으로 사용할 수 있는 예시 단원을 개발해 봄으로서 우리 나라의 수

3) 초·중학교 수학과 교육과정에서는 "계산능력 배양이 목표인 영역을 제외하고는, 복잡한 계산, 수학적 개념·원리·법칙의 이해, 문제해결력 향상 등을 위하여 가능하면 계산기나 컴퓨터를 적극 활용하도록 한다."라고 명시하고 있으며, 고등학교 수학과 교육과정에서는 "교수·학습 과정에서 복잡한 계산, 수학적 개념, 원리, 법칙의 이해, 문제해결력 향상 등을 위하여 가능하면 계산기나 컴퓨터를 적극 활용하도록 한다."라고 명시하고 있다.

실 수	2학년	(1) 계산기와 컴퓨터 (가) 계산기 (나) 컴퓨터 (2) 경제생활 (가) 은행의 이용 (나) 보험의 이용	계산기의 여러 가지 기능 재무기능 이자 원리함께 적립금 할부금
	3학년	(3) 생활통계 (가) 자료의 장단과 요약 (나) 확률과 통계의 활용 (4) 생활문제 해결	통계도표, 통계 그래프 확률분포 곡선
수 학 I	2학년	(1) 대수 (가) 자수와 로그 ① 자수 ② 로그 (나) 행렬 ① 행렬과 그 연산 ② 연립일차방정식과 행렬 (다) 수열 ① 등차수열과 등비수열 ② 여러 가지 수열 ③ 수학적 귀납법 ④ 알고리즘과 순서도 (2) 해석 (가) 수열과 극한 ① 무한수열의 극한 ② 무한급수 (나) 자함수 ① 자함수와 그 그래프 ② 자함평정식과 자함부등식 (나) 로그함수 ① 로그함수와 그 그래프 ② 로그평정식과 로그부등식 (3) 확률과 통계 (가) 순열과 조합 ① 경우의 수 ② 순열 ③ 조합 ④ 이항정리 (나) 확률 ① 확률의 뜻 ② 확률의 계산 (다) 통계 ① 확률분포 ② 통계적 추정	$\sqrt{a}, e^x, 10^x, \ln, \log$ 행렬의 입력과 덧셈 뺄셈 곱셈 역행렬 계산 행렬의 행사다리꼴 변형 가능 [ANS] 기능을 이용하여 $a_n = f(a_{n-1})$ 계산 수열의 합 프로그래밍 Σ 기능 수열의 그래프 귀납적 정의에 의한 수열 만들기 지수함수의 그래프 그리기 $y = kg \cdot x, y = \ln x, y = \log x$ 로그함수의 그래프 그리기 임의 수 생성 기능 $nPr, nCr, n!$ 통계 검증 기능 (χ^2 -test, T-test, Z-test)
	3학년	(1) 대수 (가) 방정식 ① 분수방정식 ② 무리방정식 (나) 부등식 ① 삼사차 부등식 ② 분수 부등식 (2) 해석 (가) 함수의 극한과 연속성 ① 함수의 극한 ② 함수의 연속성 (나) 다항함수의 미분법 ① 미분계수 ② 도함수 ③ 도함수의 활용	분수식 무리식의 값 계산 이차방정식 삼차방정식 계산 함수의 그래프 극한값 계산(프로그래밍 가능) 도함수 y의 수치 값 표시 $f(x), \frac{d}{dx}$

미 분 과 적 분	3학년	(1) 다항함수의 적분법 ① 부정적분 ② 정적분 ③ 정적분의 활용 (2) 가하 (가) 이차곡선 ① 포물선 ② 타원 ③ 쌍곡선 (나) 공간도형 ① 직선 평면의 위치 관계 ② 방행과 수직 ③ 정사영 (다) 공간도표 ① 점의 좌표 ② 두 점 사이의 거리 ③ 선분의 내분점과 외분점 ④ 구의 방정식 (라) 벡터 ① 벡터의 연산 ② 벡터의 내적 ③ 직선과 평면의 방정식	정적분의 계산기능 $\int_a^b f(x) dx$ 2변수 2차함수의 그래프 기능 매개변수 함수 그래프 기능 복소수 계산 및 그래픽 기능
	3학년	(1) 해석 (가) 삼각함수 ① 삼각함수의 덧셈정리 ② 삼각방정식 (나) 삼각함수의 극한 ① 삼각함수의 극한 (다) 자함수와 로그함수의 극한 (라) 미분법 ① 여러 가지 함수의 미분법 ② 도함수의 활용 (리) 적분법 ① 부정적분 ② 정적분	삼각함수 역삼각함수의 기능 zoom 기능 $f(x) \frac{d}{dx}$ 기능 $\int_a^b f(x) dx$
확 률 과 통 계	2학년	(1) 자료의 정리와 요약 (가) 자료의 정리 (나) 자료의 요약 (2) 확률 (가) 확률 (나) 조건부 확률	sort 기능, 통계도표, 각종 통계 그래프, 대표값 산포도 계산 기능 상대도수 계산 기능 $nPr, nCr, n!$
	3학년	(3) 확률변수와 확률분포 (가) 확률변수 (나) 확률분포 (4) 통계적 추정 (가) 표본의 뜻 (나) 구간추정	확률변수와 확률분포 곡선 그래프 추정과 검증 기능
이 산 수 학	2학년	(1) 산술과 배열 (가) 순열과 조합 (나) 세기의 방법 (2) 그래프 (가) 그래프 (나) 수형도 (다) 여러 가지 회로	$nPr, nCr, n!$
3학년	(라) 그래프의 활용 (3) 알고리즘 (가) 수와 알고리즘 (나) 집화관계 (4) 의사결정과 최적화 (가) 의사결정 과정 (나) 최적화의 알고리즘	프로그래밍 기능 $a_{n+1} = f(a_n, a_{n-1})$ 2D 행렬 계산	

학교육에도 그래프 계산기의 기능을 사용할 수 있는 가능성을 탐색해 본다.

예시단원 개발: 단원명: 규칙성과 함수 (10-나 단계), 중단원명: 이차함수의 활용

<학습목표>

- * 이차함수의 최대 최소를 이해한다.
- * 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 이해한다.
- * 이차함수와 이차방정식, 이차부등식의 관계를 이해한다.

지면으로부터 1m의 높이에서 초속 25m의 속도로 야구공을 던져 올렸을 때, x 초 후의 높이 y 는 $y = -4.9x^2 + 25x + 1$ 을 만족한다고 한다. 이 야구공은 최고 몇 m까지 올라가는가? 이 물체가 지면에 도달할 때까지는 몇 초가 걸리는가?

이와 같은 문제는 우리 생활 주변에서 흔히 볼 수 있는 중요한 문제이다. 그래프 계산기는 여러 가지 함수의 성질들을 공부하는 데 편리한 기능들을 가지고 있다.

[함께 생각해보자]

- 1) 축구공이나 야구공 또는 돌맹이를 하늘 높이 던져 올리면 이 물체는 어느 정도 올라가다가 떨어지기 시작한다. 그 이유는 무엇 때 문일까?
- 2) 물체가 올라갈 때 걸리는 시간과 내려올 때 걸리는 시간은 어느 쪽이 더 많이 걸릴까? 자기의 경험에 의하여 생각해 보아라.
- 3) 야구공을 흠뻑이 되게 쳤을 때, 이 공이 지나가는 모습을 그래프로 그려보아라. 어떤 모양을 하고있는가?
- 4) 하늘로 쏘아 올린 인공위성은 계속 올라

가서 지구의 주위를 돌거나 다른 천체를 향해 서 우주 비행을 한다. 왜 인공위성은 야구공과 는 달리 땅으로 떨어지지 않을까?

[탐구과제 1] 이차함수의 최대값 또는 최소 값을 그래프계산기로 알아보자.

지상에서 하늘을 향해 던져 올린 야구공의 x 초 후의 높이 y 는 함수 $y = -4.9x^2 + 25x + 1$ 을 만족한다고 한다. 이 야구공이 올라갈 수 있는 최대 높이를 구하기 위해 이 함수의 그래 프를 그래프 계산기를 이용하여 그려보자.

첫째, 그래프 계산기에 함수 $y = -4.9x^2 + 25x + 1$ 을 입력하여라.

둘째, 이 함수의 그래프를 그려라.

셋째, [TRACE]키를 눌러 커서를 그래프 위 에 오게 하여라.

넷째, 방향키를 사용하여 최고 높이의 y 좌표값을 찾아라.

다섯째, y 가 최대값을 가질 때, x 의 값을 구하여라.

[탐구과제 2] 이차함수의 꼭지점의 좌표를 알아보자.

이차함수 $y = -4.9x^2 + 25x + 1$ 의 꼭지점의 좌표를 구하여 Y 의 최대값을 구하여 보자.

먼저, 이함수를 $Y = A(x+B)^2 + C$ 의 꼴 로 고쳐보자.

$$Y = -4.9(x^2 - \frac{25}{4.9}x) + 1$$

$$= -4.9(x - \frac{25}{9.8})^2 + 4.9(\frac{25}{9.8})^2 + 1$$

이 식에서 이 함수의 그래프는 $x = \frac{25}{4.9}$ 에 서 최대값 $4.9(\frac{25}{9.8})^2 + 1$ 을 가짐을 알 수 있 다. 즉, 야구공을 위 함수 식을 만족하도록 던 져 올렸을 때, 최대 높이는 $25/4.9 \approx 2.55$ 초 뒤

에 $4.9 \cdot (25/9.8)^2 \approx 31.89m$ 에 도달한다.

이차함수 $y = ax^2 + bx + c$ 를 변형하여

$$y = a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{b^2 - 4ac}{4a}$$

의 꼴로 고쳤을 때, 점 $\left(-\frac{b}{2a}, -\frac{b^2 - 4ac}{4a}\right)$ 를 이 함수의 꼭지점이라고 하며, 직선 $x = -\frac{b}{2a}$ 를 축의 방정식이라고 한다.

[함께 해결해 보자]

1) 이차함수 $y = 4(x-2)^2 - 7$ 은 위로 볼록한가, 아래로 볼록한가?

이 함수의 꼭지점의 좌표와 축의 방정식을 구하여라.

2) 이차함수 $y = -3(x+4)^2 + 2$ 는 위로 볼록한가, 아래로 볼록한가?

이 함수의 꼭지점의 좌표와 축의 방정식을 구하여라.

3) 이차함수 $y = x^2 - 3x + 2$ 의 최대값 또는 최소값을 구하여라.

[스스로 해결해 보자]

1) 다음 함수의 꼭지점의 좌표와 최대값 또는 최소값을 구하여라.

① $y = -2x^2 - 4x + 3$

② $y = 0.5x^2 - 3x + 0.5$

③ $Y = x - 2x^2$

[탐구과제 3] 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 알아보자.

이차함수 $y = x^2 - x + 2$ 와 x 축은 서로 만날까, 만나지 않을까? 만난다면, 몇 점에서 만날까? 이와 같은 생각은 이 함수의 그래프의 개략적인 모양을 알아보는 데 매우 중요한 정보를 준다. 이 질문에 대한 답을 구하는 방법을 생각해 보자.

1) 방법 1: 이 함수의 그래프를 그려보고 판단할 수 있다.

그래픽 계산기로 이 함수의 그래프를 그려 보아라.

이 그래프에서 이 함수의 그래프는 x 축과 만나지 않음을 알 수 있다.

2) 방법 2: 이차함수의 최대값 또는 최소값을 구하여 판단할 수 있다.

$$y = x^2 - x + 2 = (x - 0.5)^2 + 1.75$$

따라서, 이 함수는 $x = 0.5$ 에서 최소값 1.75를 갖는다. 즉, 이 함수의 모든 값은 1.75보다 크거나 같으므로, 이 함수의 그래프는 x 축과 만날 수 없다.

[함께 해결해 보자]

1) 이차함수 $y = -x^2 + 2x - 1$ 은 x 축 즉 $y = 0$ 과 만나는가, 만나지 않는가? 만난다면 몇 점에서 만나는가?

2) 이차함수 $y = -x^2 + 2x - 1$ 은 직선 $y = 2x + 1$ 과 만나는가 만나지 않는가? 만난다면 몇 점에서 만나는가?

3) 위의 문제 2)의 풀이 방법으로 그래프를 직접 그리지 않고 답할 수 있는 방법을 생각해 보자.

두 함수의 그래프가 서로 만난다면, 만나는 점에서 두 함수의 값은 서로 같을까? 왜 그렇게 생각하는가?

두 함수의 그래프가 서로 만나지 않는다면, 두 함수를 모두 만족하는 함수의 값은 없다. 즉, 두 함수의 값을 같다고 놓은 방정식은 실수 근을 가질 수 없다. 이 방법으로 위의 문제 2)를 해결하기 위해 다음과 같은 방법으로 생각할 수 있다.

$$-x^2 + 2x - 1 = 2x + 1 \text{ 이라고 놓으면,}$$

$$-x^2 + 2x - 1 - 2x - 1 = 0$$

$$-x^2 - 2 = 0$$

$x^2 = -2$, 따라서, x 는 실근을 가지지 않음

그러므로, 이 두 함수의 그래프는 서로 만나지 않는다.

4) 포물선 $y = -x^2$ 과 $y = ax + 4$ 가 서로 다른 두 점에서 만나기 위한 상수 a 의 값을 구하여라.

[스스로 해결해 보자]

다음 각 문제를 수학적 성질을 써서 해결하고, 그래픽 계산기를 사용하여 확인하여라.

1) 포물선 $y = 2x^2 - 4x + 5$ 와 x 축은 서로 만나는가, 만나지 않는가?

2) 포물선 $y = 2x^2 - 4x + 5$ 와 직선 $y = -2x - 1$ 은 서로 만나는가, 만나지 않는가?

3) 포물선 $y = x^2 + ax + 1$ 과 직선 $y = 3x - 8$ 이 만나지 않도록 상수 a 의 값을 정하여라.

[연습문제]: 보충 및 심화용 연습문제도 위와 같은 형식으로 계산기를 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우를 포함하여 제시한다.

위의 예시 단원은 계산기 사용을 학습 활동의 일부로 사용하고 있음을 보여주고 있다. 즉, 계산기의 활용이 단순히 복잡한 계산을 간단히 하기 위해서만 사용하는 것이 아니라, 계산기에 그려진 이차함수의 그래프를 분석해 봄으로서 포물선의 성질을 탐구할 수 있으며, 계산기에 그려진 두 함수의 그래프를 이용하여 포물선과 직선의 위치 관계를 이해할 수 보여주고 있다. 즉, 본 예시 단원은 그래픽 계산기를 7차 수학과 교육과정에 적용하여 수학적 개념의 이해 및 문제해결 지도를 위해 효과적으로 사용할 수 있음을 보여 주고 있다.

VI 결론

본 연구는 그래픽 계산기를 7차 수학과 교육과정의 목적에 맞게 적용할 수 있는지를 알아보는 것을 목적으로 그래픽 계산기의 기능 분석, 그래픽 계산기를 사용하는 외국 수학교과서 내용 분석, 7차 수학과 교육과정의 내용 중 그래픽 계산기의 사용가능 내용 분석, 그래픽 계산기 활용 예시 단위 개발 등을 수행하였다.

그래픽 계산기의 고유한 기능은 실수 및 복소수를 계산할 수 있고, 다항함수로부터 초월함수에 이르기까지 여러 가지 함수의 그래프를 그리고, 이동하고, 변형할 수 있으며, 일차방정식, 이차방정식, 삼차방정식, 연립방정식을 풀 수 있으며, 행렬의 계산, 미분과 적분의 계산, 통계자료의 정리, 통계 그래프, 회귀곡선, 상관계수, 통계적 추정과 검정 등을 할 수 있는 기능 등이다. 그래픽 계산기의 이러한 기능들은 컴퓨터를 이용해서도 사용할 수 있지만, 컴퓨터에 비하여 매우 간편한 조작으로 활용할 수 있는 특성을 가지고 있다.

최근 미국에서 연구 개발되고 있는 CPMP 교과서는 그래픽 계산기를 수학적 개념을 지도할 때나, 문제해결을 위해 중요한 한 도구로서 교과서의 본문 중에서 사용하고 있음을 보여주고 있다. 종래의 대부분의 미국 수학 교과서들은 단위 말에 계산기의 활용법을 소개하고 있으며, 주로 문제해결 과정에서 복잡한 계산을 하기 위해 계산기를 사용하는 정도이었다.

7차 중·고등학교 수학과 교육과정의 내용 중 그래픽 계산기를 유용하게 사용할 수 있는 내용을 분석해 본 결과 모든 학년에 걸쳐 통계 영역을 제외한 모든 영역에서 그래픽 계산기의 고유한 기능을 활용할 수 있다. 도형 영역에서도, 도형의 성질을 수량적으로 분석할 경우는 그래픽 계산기의 편리한 계산기능을 이용할 수 있다. 이러한 입장에서 보면, 그래픽 계산기는 중등학교의 모든 학년의 모든 수학 영역에서

효율적으로 사용할 수 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 7차 수학과 교육과정 10-가 단계의 '이차함수의 활용'을 그래픽 계산기를 사용하여 지도하는 교과서 예시 단원을 개발해 보았다. 이 예시 단원의 개발은 7차 수학과 교과서들이 그래픽 계산기를 사용할 수 있다는 가능성을 알아보기 위한 것으로, 그래픽 계산기의 사용이 이차함수의 그래프의 개형, 최대값과 최소값 찾기, 문제해결에의 응용, 포물선과 직선의 위치관계를 탐구해 보고 이를 확인하는 과정에서 매우 편리한 도구임을 확신할 수 있었다.

여기에서 개발된 예시단원이 전 단원으로 확대되고 이를 수학 교실에서 실제로 적용해보는 실험연구가 이루어짐으로서 7차 수학과 교육과정의 전 학년과 전 영역에서 그래픽 계산기를 학습·지도의 중요한 도구로 사용될 수 있으며 수학교육의 개선을 촉진할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- 강옥기(1998). 제7차 수학과 교육과정과 교과서 체제 모형: 중·고등학교 수학을 중심으로. 수학교육 논총, 16. 대한수학회.
- 강옥기 외 6인(1997). 제7차 초·중·고등학교 수학과 교육과정 개정시안 연구 개발, '97
- 교육부 연구과제 답신보고서. 성균관대학교 수학과 교육과정 개정 연구 위원회.
- 교육부(1992). 제 6차 교육과정 중학교 교육과정 (수학). 대한교과서 주식회사.
- _____(1992). 제6차 교육과정 고등학교 교육과정 (수학). 대한교과서 주식회사.
- _____(1997). 수학과 교육과정, 교육부 고시 제 1997-15호 [별책 8]. 대한교과서 주식회사.
- 구광조, 오병승, 류희찬(1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 경문사.
- 이홍천, 강옥기, 박재석(1995). 고등학교 공통수학. 동아출판사.
- SHASRP(1997). 그래픽 공학용 계산기 사용설명서, 모델명 EL-9600. 샤프전자산업주식회사.
- Core-Plus Mathematics Project(1997). *Contemporary mathematics in context: A unified approach*. Everyday Learning.
- Dolciani, Mary P. et al(1988). *Algebra structure and method*. Houghton Mifflin Com, Boston.
- National Council of Tachers of Mathematics(1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA:Author.
- _____(1991). *professional standards for teaching Mathematics*. Reston, VA:Author.
- _____(1995). *Assessment standards for school mathematics*. NCTM, Reston, VA:Author.
- University of Chicago School Mathematics Project(1988). Algebra. UCSMP.

Study on the Development of a Model for Teaching and Learning Mathematics Using Graphic Calculators

Ok-Ki Kang

This study is focused on the possibility if we can use graphic calculators in teaching and

learning school mathematics. This study is consisted with four main chapters. In chapter II, the functions of the graphic calculator EL-9600 produced by Sharp Corporation was analyzed focused on the possibilities if the functions could be used in teaching and learning school mathematics. Calculating of real numbers and complex numbers, solving equations and system of linear equations, calculating of matrices, graphing of several functions including polynomial functions, trigonometric functions, exponential and logarithmic functions, calculating of differential and integrals, arranging of statical data, graphing of statistical data, testing of statistical hypotheses, and other more useful functions were founded. In Chapter III, a mathematics textbook developed by Core-Plus Mathematics Project was analyzed focused on how a graphic calculator was used in teaching and learning mathematics. In the textbook, graphic calculator was used as a tool in

understanding mathematical concepts and solving problems. Graphic calculator is not just a tool to do complex computations but a tool used in the processes of doing mathematics. In chapter IV, the 7th mathematics curriculum for Korean secondary schools was analyzed to find the contents could be taught by using graphic calculators. Most of the domains, except geometric figure, were found that they could be taught by using graphic calculators. In chapter V, a model of a unit using graphic calculator in teaching 7th mathematics curriculum was developed. In this model, graphic calculator was used as a tool in the processes of understanding mathematical concepts and solving problems. This study suggests the possibilities that we can use graphic calculators effectively in teaching and learning mathematical concepts and problem solving for most domains of secondary school mathematics.