

계산기 사용 환경에서 사회적 상호작용의 역동성

고 호 경*

계산기를 사용한 환경에서 상호작용의 역동적 특징을 다섯 가지 분석도구로 분석하였다. 먼저, 계산기와의 상호작용의 특징을 분석한 결과 자기-조절적 도구로 써 사용할 경우 계산기 사용 목적과 가장 잘 부합됨을 알 수 있었으며, 이는 조작의 능숙도와 비춰볼 때 익숙한 조작단계에 이르렀을 때 가능하였다. 사회적 상호작용의 역동성을 먼저, 주도성 전술의 관찰을 통해 계산기와 하위수준의 학생의 자궁심 향상에 관련된 사항을 연구하였으며, 둘째, 대화의 전환점에서 학생들의 상호작용이 적절한 의사소통에서 부적절한 의사소통으로 또한 그 반대의 요인들에 대하여 조사하였다. 셋째, 학생들이 서로의 상호작용이 침체되는 시기에 상호작용의 효과를 높이기 위하여 효율적인 태도를 취하는 것을 일컬어 구조화라 하였고 각각 이러한 구조화에 미치는 요인들과 마지막으로 스트레스 조절의 전술들을 통하여 적용에의 의지나 수용능력을 증대시키는 인지적, 행동적 노력을 평가하였다.

I. 서 론

교육은 본질상 사회적 활동이며 사회화의 한 계 안에서 이루어지므로, 교육은 정도의 차이는 있으나 ‘사회화된 사람들’끼리 사회적 조건 속에서 가르침과 배움을 교환하는 활동이며 따라서 의식적이고 의도적인 활동 속에서의 속성과 그 속의 에너지를 즉 내적 구조를 이해할 필요성이 있다(조용환, 1997). 오늘날 많은 수학 교육자들은 학생들이 수학적 사고를 형성하는데 있어서, 협동적 토론학습 통하여 학생들이 의미를 능동적으로 구성할 수 있도록 권고하고 있으며, 또한 이 속에서 학생 간 혹은 학생과 교사간의 상호작용에 관심을 두고 있다.

사회적 상호작용이란 그 안에 참여한 개인들

집단이나 그 안에서 전개되는 역학적 관계들과 의사소통 행위 등을 지칭하는 것으로(Vygotsky, 1978), 한사람이 다른 사람을 상대로 하는 의도적인 행위와 이에 대한 다른 사람의 반응으로 이루어지며 인간의 모든 사회적 행위와 사회활동의 핵심을 이루는 현상이라 할 수 있다. Vygotsky(1999)는 사회적 맥락은 태도나 신념보다 학습에 더 많은 영향을 미치고, 인지과정을 형성하며, 발달과정의 일부이기도 하다고 하였다. 즉, 인간의 정신과정이 사회적 상호작용을 통하여 형성된다고 주장하며, 정신 과정은 개인의 내부에만 존재하는 것이 아니라 다른 사람들 사이의 교환에서 발생할 수 있다하여, 발달에서의 핵심적 역할을 사회적 맥락에서 찾았다. 더욱이, 인간은 능동적 활동을 통해 외부환경에 작용하여 외부환경을 변화시킬 뿐만이 아

* 조지아 대학 수학교육과 박사 후 연수과정, shrine99@uga.edu

니라 그로 인해 자기 자신도 변화한다고 보기 때문에. 발달의 개념도 사회적 상호작용의 맥락 속에서 설명하고 있다. Vygotsky(1978)에 의하면, 발달은 사회적 상호작용에 기인하므로 인간의 정신 발달을 위해서는 인지보다는 학습을 통한 사회 문화적 환경과의 상호작용이 이루어져야 한다는 것이다. 다시 말하면, 각 개인의 고등정신기능의 발달은 개인으로부터가 아니라, 그가 처한 사회적 관계와 사회적 상황 속에서부터 이해되어야 한다. 이것을 좀 더 확장해서 해석하면 인간의 상호작용(반드시 내적 이거나 언어적이지 않다 할지라도)과 의사소통만이 인간의 사고를 측정할 수 있는 가장 최적의 수단이라고 말할 수 있다(Sfard, 2000).

또한, Vygotsky(1978)는 인간에 대한 도구 사용의 효과는 외적 환경에 더욱 효과적으로 관련되도록 도와 줄 뿐 아니라 인간 정신 속에서 내적 기능적 관계에 중요한 효과를 갖기 때문에 기본적인 것이라고 주장하였다. 새로운 문화적 도구(cultural tool)나 새로운 매개수단에 의해서 인간의 행위가 달라지며, 이에 따른 특정한 속성과 법칙을 갖는다고 하였다. 근래 들어 NCTM(2000)에서 제시한 바와 같이 수학 교수-학습에서 테크놀로지를 도입하여 학생들의 학습을 풍부히 하고자 하는 시도가 이어지고 있는 것이 사실이다. 그렇다면 이러한 사회-문화적 상황에서 우리에게 주어진 또 하나의 과제는 테크놀로지와 같은 새로운 매개수단의 출현이 인간의 사회적인 과정과 심리적인 과정에 어떤 영향을 주는가를 밝히는 것(Wertsch, 1993)이라 할 수 있다. 이에 따라 학생들이 어떻게 계산기와 같은 도구를 사용하는 가를 이해하고, 어떠한 교수학습 상호작용이 일어나는 가를 알아보기 위한 다양한 연구들이 진행되어야 할 것이다.

본 연구에서는 계산기를 활용한 협동수업에

서의 내적 과정을 분석하고자 시행하였으며, 이는 사회적 상호작용의 역동성을 이해하는 것뿐만 아니라 계산기와의 상호작용을 분석함으로써 그래핀 계산기 같은 도구의 사용을 어떻게 하는 것이 효과적인가를 제시하여, 테크놀로지 환경의 교수-학습에서 상호작용의 활성화를 위한 구체적 방안을 제안하고자 하는 노력들의 밑바탕이 되고자 한다.

연구 문제

그래핀 계산기를 사용할 때 학생들의 상호작용 특성이 어떻게 나타나는가를 파악하여 학생들의 어려움을 이해하고 도움을 줄 방안을 찾고자 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

- 1) 수학적 개념 발달 과정에서 그래핀 계산기와의 상호작용 특성은 무엇인가?
 - (1) 활용특성에 따른 특징은 무엇인가?
 - (2) 익숙도에 따른 특징은 무엇인가?
- 2) 협동학습에서 학생들의 사회적 상호작용의 역동적 특성은 어떻게 나타나는가?
 - (1) 주도성 진술의 특성은 무엇인가?
 - (2) 대화의 전환점에 영향을 끼치는 요소는 무엇인가?
 - (3) 구조화에 영향을 끼치는 요소는 무엇인가?
 - (4) 스트레스 조절에 영향을 끼치는 요소는 무엇인가?

용어의 정의

상호작용(interaction)

언어나 기호, 도구에 의한 정보 교환, 다른 사람과의 의사소통 등의 폭 넓은 의미를 지칭하는 것으로 개념을 형성해 나가기 위한 사회적으로 의미 있는 활동들이다.

역동적 상호작용: 본 논문에서는 사회적으로 의미 있는 활동들 중 주도성, 의사주고 받기, 구조화, 스트레스 조절 등을 역동적 상호작용이라 하였다.

그래프 계산기와의 상호작용: 그래프 계산기를 사용함에 따라 시각적 정보나 수학적 정보 간의 상호작용으로 인해 학생들이 얻는 효과와 상호작용 하는 형태 즉, 사용양상을 말한다.

주도성 진술(Leading statements)

주도성 진술이란 전체적 진술 내용 중 전체적 역동성을 파악할 수 있는 진술형태 중 하나로써 누가 문제제기부터 해결에 이르기까지 주도하였는가를 알 수 있는 진술을 말한다. 이는 대화를 이끌어 간 학생들을 가시적으로 나타냄으로써 상호작용 내에서 학생들 간의 평등성을 파악할 수 있는 진술 형태라 할 수 있다.

대화의 전환점(Turning point)

언어적 상호작용의 역동적 측면에서 보면 전체적으로는 서로의 대화가 개념의 발달을 향해 진행되지만 그 내부에서는 서로서로 방해하기도 하고 성공시키기도 하는 산만한 모색으로 이루어진다. 그렇게 올바른 대화와 잘못된 대화가 서로 얹히거나 연결지어지면서 자신의 의미를 획득하고 목적을 향해 나아가게 된다. 이러한 현상은 자체 발생적인 현상을 가지고 있으며 반복 현상을 보이는데 이렇게 대화의 시비(是非)가 변환되는 시점을 대화의 전환점이라 본 논문에서 명명하였다.

스트레스 조절(control stress)

스트레스란 학생들이 자신의 개념적 취약점이나 문제해결의 어려움을 호소하는 차원의 진술로써 무의식적인 한탄이나 몸짓 등은 제외한 의식이 개입되어 있는 범위의 진술로 한정한다. 스트레스 조절은 학생들의 행동 중 적응에 의 의지나 수용능력을 판단하는 인지적, 행동적 노력으로 정의하였다.

구조화(structuralization)

구조화란 학생들이 서로의 상호작용이 침체되는 시기에 상호작용의 효과를 높이기 위하여

효율적인 태도를 취하는 것을 뜻한다. 수업 중에 학생들의 대화가 중단되거나 소강상태에 놓이게 되었을 때 교사의 격려나 요구를 받지 않았을 경우 어떠한 요인에 의해 자체적으로 상호작용이 활성화되는 요소로써 작용하는데 그것을 ‘구조화’라 명명하였다.

연구의 제한점

1. 본 연구는 실업계 고등학교 학생들을 대상으로 한 질적 사례 연구이므로 연구 결과를 일반화하는데 제한점을 지닌다.

2. 본 논문에서는 그래프 계산기 환경에서 학생들이 도구를 어떻게 이용하며 어떠한 양상을 찾는지를 살펴보고자 하는 것이 목적이므로 연구자의 개인적 경험에서 비롯한 계산기에 대한 신념에 의해 연구 수행과정이 많은 영향을 받을 수 있음을 배제할 수 없다.

II. 연구 방법

질적 연구는 분석과 설명방법에서 복합성, 세부사항, 그리고 맥락을 이해하는 데 중점을 둔다. 이러한 점에서 피상적인 유형, 추세나 상관관계의 묘사보다는 ‘본질적인’ 형태의 분석과 설명을 보다 강조한다(Mason, 1996). 질적 연구를 이용하는 정당성이나 효율성은 제기된 연구문제의 유형에 따라 뒷받침된다. Yin(1994)은 다음과 같은 영역에서 연구를 하고자 할 때 사례연구가 적절하고 유용하다고 하였다.

- 실제 일어나는 상황 내에서 현실적으로 발생하는 현상을 연구하고자 할 때,
- 그 때 현상과 상황간의 경계가 명백하지 않을 때, 즉 그들 사이를 명백하게 밝히고자 할 때(Yin, 1994, p. 13).

본 연구에서 다루는 사례연구는 학생들이 나타내는 현상(상호작용 과정과 특성)을 계산기를 이용한 학습 환경이라는 상황에서 조사하는 것이다. 따라서 수학학습 과정에서의 상호작용을 규명하고 학습자들이 어떻게 행동하는가를 밝혀내서 수학 학습 과정에서 계산기 효과를 이해하고자 하였다. 그러한 관점에서는 관찰, 참여, 질문, 청취, 의사소통을 포함하여 다양한 형태의 행위와 사고를 파악하기 위한 사례연구를 사용하는 것이 가장 적합하다.

연구 절차

본 연구는 2002년 1학기 2학년 전기과 수업을 이용하여 진행하였으며 한 조를 3~4명씩 조를 편성하여 계산기를 이용하여 수업을 진행하였다. 자료 수집을 위하여 그 중 특정 한 조(3명)를 택하여 상호작용을 분석하였다. 자료 수집은 분수함수(4차시)와 삼각함수(4차시)에 대한 녹음과 비디오 녹화를 실시하였으며, 관찰자이자 연구자가 수업 중 녹음되어진 자료를 글로 녹취하였다.

연구 대상

본 연구의 참가자를 선정하는 기준은 연구자가 근무하는 S공업고등학교 2학년 학생 중에서 a)지원자를 대상으로 b)수업에 적극적으로 참여하는 학생들로 c) 수학의 사칙연산(덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈)의 알고리즘 지식을 획득한 학생들로 구성되었다. 참가자의 개인적 특성:

S1: 수학에 대한 이해도가 떨어지는 반면 책은 많이 읽는 편이며 자부심이 강한 학생이다. 중학교 때부터 수학 공부를 하지 않아서 성적이 안 좋게 나올 뿐이지 자신은 하면 잘할 수 있을 것이란 확신을 가지고 있다.

S2: 수학적 지식이 많이 부족한 편이나 많은 관심이 있고 성실한 성격이다. 평소 수업 시간

에도 수업 태도가 좋은 편이며 말수는 많지 않

다. 꾸준히 공부를 해본 일이 없는 것이 자신의 문제점이라 말하였고 진학을 희망한다.

S3: 말수가 적고 이해가 빠르진 않으나 접수에 관심이 많고 수업시간에 배운 것을 꼭 알고 넘어가려 하였다. 중학교 때는 1학년 이후부터 수학에 흥미를 잃었으며 계산하는 것을 특히 싫어한다.

연구 도구

컴퓨터를 사용하는 것과 같은 효과를 누릴 수 있으면서도 시간과 장소의 제한이 적은 그래프 계산기(CASIO CFX9850, TI-92 Plus)를 가지고 수업을 진행하였다.

III. 수학적 개념 발달 과정에서 그래프 계산기와의 상호작용 특성은 무엇인가?

1. 활용특성에 따른 특징은 무엇인가?

그래프 계산기를 학생들이 사용하는 사용 양상에 따라 크게 시각적 도구, 분석적 도구, 조절적 도구로 나눌 수 있었으며 이는 사용 빈도와도 관계가 있어 그 사용 횟수가 늘어남에 따라 조절적 도구에 가까워졌다.

시각적 도구

초기의 그래프 계산기는 단순한 시각화 역할로 주로 사용되어 학생들은 보이는 것에 의존하였다. 다시 말하면, 처음에는 형태만을 관찰하고 그것의 특징 같은 것은 인식할 수 없었다. NCTM(2000)에서는 기술공학을 기본적인

이해와 직관에 대한 대체물로 사용해서는 안 되고 그것은 이해와 직관을 기르는데 사용되어야 한다고 제안하였다. 따라서 학생들이 계산기를 시각적 도구로써만 받아들이는 단계에서만 그친다면 그 역할을 다했다고 말할 수 없다. 본 연구에서 관찰한 바에 따르면, 이 단계에서는 계산기를 사용함으로써 나타나는 잘못된 개념이미지를 갖기 쉬운 단계이다. 자신이 식을 입력한 후 전체적인 개형이나 광범위한 특징은 인식하고 그것에 대한 논의는 이루어지나 그것에 관한 세세한 특징을 탐구하고 분석하는 것은 이루어지지 않았으며 그것은 좀 더 오랜 사용기간을 요했다. 다음의 프로토콜 1은 계산기를 단지 시각적인 도구로만 사용했기 때문에 주기나 최대값, 최소값을 인식한다거나 파악하지 못하고 심지어 사인 함수와 코사인 함수조차 처음엔 같은 것으로 인식했던 예이다.

프로토콜 1

- ($y = \sin x$ 와 $y = \cos x$ 그래프를 한꺼번에 그려 보고 있다)
- 2-222 S2 차이점이 있어?
 2-223 S3 몰라. 같은 거 아니냐? 이거 같은 거 아니에요? 똑 같잖아. 다 구불구불 한거네.
 2-224 T 뭐가? 사인, 코사인 그래프가?

분석적 도구

NCTM(2000)은 계산기나 컴퓨터와 같은 기술공학이 학생의 추상적인 수학적 관점 등을 부각시킬 수 있고 그것을 획득할 수 있도록 도와줄 수 있다고 제안한다. 그러나 단지 시각적 도구로만 사용한 단계는 자신이 학습한 것을 소유하고 참여했던 단계가 아니었으며, 차츰 계산기는 분석적 도구로서 사용되어지며 학생들은 처음의 형태만을 인식하던 입장에서 발전하여 그 특징이나 구체적인 사항을 탐구하기

위한 도구로 사용하게 되었다. 이는 자신의 지식 체계를 형성화시키기 위한 한 보다 나아간 발전이라 할 수 있다.

프로토콜 2

- ($y = \tan x$ 의 그래프를 탐구하고 있다)
- 2-669 S1 그러니까 이선 끼리 붙는 거죠?
 2-670 S2 마지막에.. 끝에.. 결국은..
 2-671 T 그 선이 끝에 붙냐고?
 2-672 S1 붙는지를 한번 확인해 볼래
 2-673 ~ 1476 (다른 학생들이 \tan 그래프를 그리며 대화를 하고 있다)
 2-677 S1 나머지 다 빼버리고 한번 불나 볼래?
 2-678 S2 뭘로 봐?
 2-679 S3 좀 박스나... 좀 인 이나...
 2-680 S2 다시 원상태로 하려면 다시 줌인 놀라?
 2-681 T 웅~ 아니면 다시 원도우를 바꿔주면 돼지
 2-682 S1 내가 그 부분만 확대해서 보는 건데..
 2-683 S2 이거랑 이거랑 붙는다고?
 2-684 T 붙니?
 2-685 S1 네.
 2-686 ~ 690 (그래프를 관찰하며 이야기를 나누고 있다)
 2-691 S1 내가 궁금한 게 뭐냐면 트랜스로 가봐도 애네가 계속 갔어
 2-692 S3 이 그래프 내가 가고 있는 거 하고 이 지금 선이 하나 나타난다
 2-693 S2 이게 이쪽으로 계속 이쪽으로 가고 요쪽으로 가는 걸 붙는가를 알아보기 위해서 줌박스를 이용해서....야~ 여기서부터 여기까지 확대해봐
 2-694 S1 계속 가면 붙을까?
 2-695 S2, S3 안 붙는 거 같은데.

조절적 도구

컴퓨터는 학생들이 전에는 해결하기 불가능 했던 것도 역동적으로 접근할 수 있고, 문제해결과정 중에 어떤 일정 부분에서는 학습자의 활동을 재생시킬 수 있으며 모니터 할 수 있

다. 이러한 퍼드백이 학습자의 기억 과정뿐만 아니라 메타인지과정을 돋는데 학습자의 문제 해결 단계에서 재생(recapping)은 내적 사고에 대한 것을 물리적 표상으로 제공하기 때문에 메타인지과정들이 제공된다. 또한, 그러한 물리적 표상은 학습자가 자신의 해결 전략을 점검하고 반영하는데 도움을 제공하므로 메타 인지적 지식을 활성화할 수 있다(Lajoie, 1993).

그러나 이러한 효과는 처음부터 얻어지는 효과가 아니라 분석적 도구 사용에서 한 단계 더 진보하여 계산기의 사용은 전략적 측면과 동기적 측면의 요소를 모두 갖게 되었다. 즉, 계산기가 문제 해결이 가능한 경로들을 반영하는 ‘계획적인’ 성격을 가지게 되었다. 이 단계는 도구의 사용이 다분히 의도적이며 자신의 과제를 위한 조절적 도구의 성격을 함유하고 있다. 인식한 문제와 동반되서 주어진 문제를 계산기를 적절히 활용하여 자신의 예상한 내용을 발견하거나 자신이 한 것과 비교하기 위한 조절 단계에 이르기 위한 계획의 보조물로써 인식하게 된다. 이 과정에서는 자기조절학습의 성향을 나타내는데, Zimmerman(1989)은 자기조절학습의 특징을 학습자가 학습에 임할 때 학습과정에서 인지적이고 동기적이고 능동적인 참여를 하는 것을 지칭한다 하였다. 프로토콜 3에서 보면 학생들은 자신의 과제를 해결하기 위하여 계산기를 적절히 사용한 후에 자신이 예측한 결과와 맞는가를 확인하기 위하여 다시 계산기를 사용하여 확인하고 있다. 이것은 퍼드백을 주며 체계적으로 학습에 이용하고 전략적으로 사용하는 것으로써 단순히 식을 입력하여 그 특징을 파악하는 단계에서 발전된 것이며 그 과정이 다분히 의도적이고 계획적인 행위가 포함되어있다. 학생이 시각적 보조 도구의 사용이 소집단의 사고에 대한 반성이나 평가 활동을 촉진시킬 수 있다는 것을 고려해서,

시각적 보조 도구를 사용하여 수업을 진행한다면, 학생들의 메타 인지활동을 촉진하여 보다 활발하고 효과적인 수업을 유도할 수 있기에, 시각적 보조 도구를 사용했을 경우의 학생들의 사고를 상호 작용하는 형태의 사고 과정인 개념적 사고로 유도해야 한다(Alvermann, 1991)고 한다. 즉 다시 말하면 계산기를 조절적 도구로 사용했을 경우만이 도구와 상호작용이 일어나고 비로소 개념적 도구로서의 사용이 이루어졌다고 볼 수 있다. 수학교실에서 기술공학을 효율적으로 사용하는가, 그렇지 않은가의 여부는 교사에게 달려 있다(NCTM, 2000)고 하였다. 따라서 이와 같은 진일보 현상은 본질적으로 도구의 사용이 본질적으로 탐구형 도구의 목적에 맞게 사용하도록 제공되어야하며, 상호 작용적 관점에서 접근해야 하는 대상임을 교사가 주지 시켰음은 밝혀 두어야 할 사항이다.

프로토콜 3

($y = \sin Bx$ 의 그래프를 그리고 있다)

2-883 S1 이거 그럼 계산기로 확인해보자 니가 이거 그려봐($\sin 4x$ 를 가리킨다).

2-884 S1 1이네 어떡하지?

2-885 T 이 A의 역할이 뭐였지?($AS\sin x$ 의 그래프를 가리키며)

2-886 S3 $\sin x$ $2\sin x$ $3\sin x$ 지? (식을 입력하여 확인한다)

2-887 S3 좌표요 엑스축 아니 와이축이다.

2-888 S2 폭이 달라진다 최대 최소 이것 봐 4와 -4야... 우리가 처음 한 건 $A\sin x$ 였어 헷갈렸어.

2-889 S1 지금 다 헷갈리고 있지?

2-890 S3 뭐와 뭐가 헷갈렸다고?

2-891 S1 $4\sin x$ 와 $\sin 4x$ 가. 헷갈린 거야. (식을 입력한다)

2-892 S2 이거랑 이것이 결정하는 것이 뭐야?

2-893 S1 (입력한 화면을 보여 주며) 하나에다 그리니깐 알겠다. 이제 확실히 알겠다!. 이건 와이고 이건 엑스

그러나 본 논문에서는 학생들이 계산기를 이용하는 특징을 학생들의 행동 유형으로 파악하여, 크게 세 가지 유형이 나타난다는 발견의 단계에서 머무르고 있다. 이러한 상호작용의 결과가 어떠한 메커니즘을 통하여 학생들에게 영향을 미치는지에 대해서는 구체적인 연구가 필요하다고 본다.

2. 사용의 익숙도에 따른 특성은 무엇인가?

계산기 사용에 있어서 그 특징적 구분 외에도 학생들이 계산기를 사용함에 있어 익숙도에 따른 특징들을 구분 지어 볼 수 있었다. 이것은 사용의 횟수가 거듭됨에 따라 덜 성숙한 조작단계에서 성숙한 조작단계로 그리고 마지막으로 도구의 사용에 따른 부담감을 완전히 벗어버릴 수 있는 익숙한 조작단계로 변화되었다. 이것은 활용특성의 3단계와 시기적으로 완전히 일치하는 것은 아니었으나 익숙한 사용 단계에 다가갈수록 학생들의 계산기 활용 특성 중 조절적 도구로 사용하는 양상을 띠었다.

조작의 완성도를 세 단계로 분류를 해 보면 먼저, 덜 성숙한 조작 단계로, 학생들은 처음엔 문제를 계산기와 연결 지어 생각하는 것에 익숙하지 않더라도 그 사용 자체에 흥미를 보였고 즐거워하였다. 학생들은 계산기가 가지는 기능들에 대해 잘 알지는 못하였으나 신기해하고 흥미를 보였던 시기였으며, 계산기에서 나타나는 현상들에 대해 ‘감탄’의 언행을 보였다. 다시 말하면, 정의적 측면에서는 덜 성숙한 조작단계에서 가장 큰 효과가 나타나는 것으로 보인다. 그러나 계산기를 능동적으로 필요한

시기에 제한적으로 사용하는 통제 능력이 없으며 아직 계산기가 갖고 있는 한계성을 인식하지 못함으로써 무조건적으로 받아드리는 경향이 같다. 또한 이 단계에서 학생들은 지필 환경에서는 접하지 못한 시각적 수단이나 직접적인 시각적 표상에 의해 도움을 받는 가장 단순한 단계라 말할 수 있다.

두 번째의 성숙¹⁾된 조작 단계에 와서는 보다 복잡한 조작에 의한 구별적 또는 분석적 속성을 가지며 단순한 기억 보조물 이상의 다양한 문제해결의 보조물로 인지를 하며 자신의 지적 호기심을 자극하거나 채우게 되는 시기이다. 따라서 도구의 역할을 상당부분 맡게 되는 상태를 지칭한다. 처음 덜 성숙한 조작단계에서 차츰 사용 방법에 능숙해져가며 학생들은 계산기를 분석적 도구로써 사용하는 양상을 같이 보였는데, 이 단계는 계산기 없이는 어떠한 그래프도 그리려 하지 않았으며, 오히려 지나친 의존성을 보이기도 하고 어떤 면에서는 계산기를 절대적으로 신봉하는 듯 하였다. 그러나 오히려 이 단계의 마지막 부분에 이르러서는 계산기를 이용하지 않고 자신의 생각대로 그래프를 그리고 난 후 옳다고 생각하며(사실 틀린 그래프를 그리고도) 더 이상 이용하려 하지 않고 매너리즘(Mannerism)에 빠지는 모습을 보였다. 학생들은 자신이 사용한 ‘새로운 도구’에 이제 관심이 없는 듯 했다. 계산기를 사용해 본 경험이 있는 교사가 지적한 ‘한계’는 바로 이 단계의 학생들을 본 것이리라 생각한다. 그러나 좀 더 시간이 흐르며 이 단계를 극복해가며 사용을 한 이후에는 그 ‘새로운 도구’에 대해 ‘심드렁’한 태도가 ‘익숙한 도구’로 자리 메김을 하며 문제에 필요

1) 성숙: 계산기의 특징을 충분히 인지하고 있으며 그 사용에 있어 어려움이 없게 되는 것
익숙: 자주 보고 사용하여 손에 익고 매우 능란하므로 필요한 적시—적지(適時適地)에 사용할 수 있게 되는 것

한 적시 적절한 사용을 모색하고자 하는 모습을 보였다. 물론 이 단계에 이르기까지 학생들은 교사에 의해 적절한 사용을 종용받았다.

이 단계가 물론 상당한 정도로 활동의 효과를 높여주기는 하나 아직까지도 계산기에 의해 유발될 수 있는 오류를 완전히 인식하고 모니터하고 유추하여 결과를 판단하지 못하므로 이 시기가 완전한 보조 자극의 대체물이라고 말하기 어렵다. 이는 단지 완전한 보조물로써 향한 한 단계일 뿐이다. 우리가 테크놀로지를 사용하는 목적은 학생들이 테크놀로지를 사용하여 자신의 문제해결을 계획하고 모니터 하는 기능을 강화하는 데 도움을 주기 위해서라 할 수 있다. 따라서 계산기의 진정한 효과를 보기 위해서는 일시적인 사용이나 전시 행정용 수업 등에 의한 한시적 사용으로는 그 효과를 다 보기 어렵다. 도구가 필요한 때 수업시간마다 손쉽게 접할 수 있어서 필요하다고 느낄 때마다 가까이 할 수 있어야 한다. 다시 말하면 상시 배치가 되어있어서 계산기를 전보된 수준으로까지 사용하는 데 있어 중단됨이 없어야 한다. 학생들과 교사들이 계산기를 도구의 사용에 따른 충분한 효과를 얻는데 ‘실패’하는 이유 중 하나는 사용의 중도 포기인 있다고 본다. 장시간에 걸쳐 사용되어져 익숙한 조작단계에 이르고 자신의 계획 하에 필요한 분야에 학생 스스로 적절히 사용함으로써 수업에서 균형을 이룰 수 있어야 기대한 효과를 얻을 수 있다. 다시 말해, 세 번째 익숙한 조작 단계에 이르러서야 학생들은 자신의 문제 해결을 계획하고 모니터하는 기능을 강화하는 데 그래프 계산기를 사용할 수 있었다. 이것은 장시간에 걸쳐 사용되어져 익숙한 조작단계에 이르고, 따라서 자신이 계획 하에 필요한 분야에 학생 스스로 적절히 사용함으로써 기대한 효과를 얻을 수 있었다.

IV. 협동학습에서 학생들의 사회적 상호작용의 역동적 특성은 어떻게 나타나는가?

1. 주도성 진술의 특징은 무엇인가?

주도성 진술이란 전체적 진술 내용 중 전체적 역동성을 파악하고자 한 진술형태 중 하나이고 주도한 학생들을 파악함으로써 대화를 이끌어 간 학생들을 가시적으로 파악하고자 함이었다. 구성원이 특별한 목적을 두고 성적 분포나 대화의 유창성을 고려하여 구성한 것은 아니었으나 전체적 진술 빈도를 보면 S1(43.4%)이 가장 많은 진술을 하였으며 그 다음 S2(35.1%)와 S3(21.5%) 순으로 나타났다.

그 중에서 주도성 진술의 횟수는 S1이 총 10회 S2가 총 4회 S3은 한 번도 나타나지 않았다. 본 연구 내에서 가장 많이 또래 교수로써의 역할을 한 것은 S1로 나타났으며 S1은 연구가 끝날 때까지 가장 많은 도움을 제공하였다. 가장 먼저 학습 목표에 도달하는 것도 항상 S1이 먼저이고 그 다음 S2, 마지막은 S3의 순으로 나타났다. 주도성 진술을 가장 많이 한 학생은 S1이었고, 계산기를 쓰지 않았던 경우 항상 S1 외에는 주도성 진술을 보인 학생이 없었다. 반면, 계산기를 사용했을 경우에는 S2도 활발한 언어적 상호작용을 보였을 뿐 아니라 주도성 진술도 나타내었다. 계산기를 활용한 수업에서도 또래 교사 학생이 주도성 진술을 가장 많이 했었으나, 교사가 알려준 알고리즘만을 반복한다거나 하위 수준의 학생들은 다소 질문하는 것으로 그치고 상위 학생이 일방적으로 내용을 전달하고 설명하는 것은 아니었다. 이성자(2000)는 본 연구와 동일한 공업고등학교의 학생들을 대상으로 지필 환경에서의 소집단

협력 학습에 의한 수학과 교수·학습에서의 상호작용 분석을 통하여 학생들이 자신의 전략을 설명할 때는 교사가 알려준 알고리즘 그대로 설명하는 경우가 대부분이었으나 때로는 좀 더 하위 문제를 예로 들어 이해를 시킨 후 자신의 전략을 설명하는 경우도 관찰 할 수 있었다고 하였다.

소집단 학습에서 서로의 협력을 통하여 학습을 해 나아가는 환경이 주어지더라도 학생들은 자신의 전략을 다른 학생에게 표현하는 데 있어 대부분 교사가 알려준 알고리즘을 반복하거나 유사한 설명을 할 뿐이라 하였는데 그 설명하는 사람도 대부분 그 조의 조장의 역할이었으며 하위의 학생들은 간혹 묻는 역할이 전부였다고 하였다. 따라서 또래교사인 조장에 의해 개념이 재점검되고 재설명되는 활동이 전부라고 하였다. 그러나 계산기를 사용함에 따라, 학생들은 수학 개념의 부족에서 오는 열등감을 어느 정도 극복할 수 있었기에 서로간의 차이를 좁힐 수 있었고, 관찰한 내용을 문제해결의 전략과 자신의 전략을 설명하는 데 이용할 수 있었다.

프로토콜 4

1-588 S2 이 그림이잖아. 이 그래프가 어디로 갈까 잖아..

1-589 S3 이 그래프를 트랜스로 가면 0에 가까워져
...

1-600 S1 작아질수록...

...

1-607 S2 그럼 봐봐, 0에 가까워 질 때, 그 때 y (값)는 어떻게 되는가 하는 거지?

1-608 S3 무제한...

1-609 S1 0에 가까워지자...

...

1-613 S1 그러니까 x 가 작아지면 y 는 커져. 그런데 결국에는 합체가 돼.

1-614 S2 아냐 이것 봐 결국은 합체가 안 돼.

(트랜스 기능으로 보여주고 있다)

1-615 S1 그래서 결국 합체가 돼서 메칸더 v 가 돼.

1-616 S1 아! 그럼... x 가 작아지면 y 가 커지잖아 그러니까 그냥 계속 커지는 거야.

1-617 S3 그러면 y 가 커지면 x 가 0이 돼버리면 y 도 0이 되버리는 건가...

1-618 S2 진짜? 내가 보기엔 그게 아닌 것 같아 (0도 아니고 두 그래프가 붙지도 않는다는 의미). 이거 봐(본인이 트랜스 기능을 이용해서 관찰한 계산기를 보여준다).

프로토콜 4에서 나타나듯, 상위권 학생의 말을 무조건 거의 받아드리는 지필 환경에서 보이는 특징과, 도구를 가지고 수업을 할 때의 특징은 다소 다른 양상을 보였다.

S1의 발언이 당연 빈도수를 많이 차지하고, 결정적인 해답도 계산기를 관찰하여 얻어내었으나<1-616>, S2, S3 발언의 양도 많을뿐더러 의견 교환이 활발히 이루어지고 있음을 볼 수 있다. S2는 문제제기 뿐 아니라 계산기를 사용하여 충분히 관찰하며 자신의 의견을 전달하였고, S3역시 끝에 가서 개념을 정립하지 못하고 다시 혼돈을 일으키기는 하였으나 <1-608>에서는 자신의 언어로써 답을 제시하기도 하였다.

따라서 일방적인 전술과 지식 전달의 모습이 덜 나타난다고 볼 수 있다. 계산기에 대하여 가장 많은 관심을 보였던 학생 S2는 계산기에 열중하며 본인이 지필로 할 수 없었던 문제들을 계산기를 사용하여 답을 내었는데, 이는 로고 프로그래밍을 사용한 이전의 연구에서 동료의 지지와 자긍심이 낮은 학생들이 오히려 숙련가(experts)로서 나타나는 경우가 있어 컴퓨터가 수준이 낮은 학생들에게 자긍심을 키워줄 수 있는 도구가 되어 줄 수 있었다(Sheingold, Hawkins, & Char, 1984; Papert, Watt, diSessa, & Weir, 1979, Pea, 1987. 재인용)는 연구와 같은

맥락으로 생각할 수 있다.

2. 대화의 전환점에 영향을 끼치는 요소는 무엇인가?

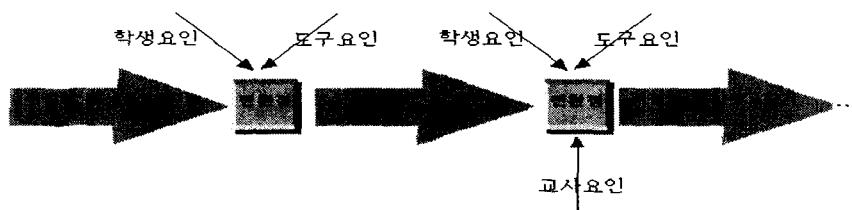
상호작용의 역동적 측면에서 보면 전체적으로는 서로의 대화가 개념의 발달을 향해 진행되지만 그 내부에서는 서로서로 방해하기도 하고 성공시키기도 하는 산만한 모색으로 이루어졌다. 그렇게 올바른 대화와 잘못된 대화가 서로 얹히거나 연결 지어지면서 자신의 의미를 획득하고 목적을 향해 나아가게 되었다. 이러한 현상은 자체 발생적인 현상을 가지고 있었으나 이렇게 변환되는 시점을 대화의 ‘전환점 (turning point)’이라 하였고, 여기 전환점에는 그 역할을 하는 몇 가지 기능들이 있음을 알 수 있었다. 이러한 전환점의 역할들을 하는 것이 명확히 구분되지 않는 경우도 있으나 다른 사람과의 협력 속에서 혹은 계산기의 사용에 의해서 또는 교사에 의해서 전환점을 맞게 되는 것을 관찰할 수 있었다. 학생들의 활동상황에서 오류가 발생하여 학생 전원이 혼돈을 겪으며 진척해 나가지 못하기도 하다가 다시 몇 가지 요인들에 의해 재 궤도를 찾아가는 일들을 반복해서 겪어 나가는데 이러한 오류의 원인들과 시정의 원인들을 [그림 IV-1]과 같이 나타낼 수 있다.

적절한 주고받기→부적절한 주고받기로의 전환:

상호작용이 적절하게 서로 주고받고 하며 전형적인 진행을 보이다가 갑자기 상황이 바뀌어 잘못된 방향으로 토의가 이루어지는 경우가 생기곤 하였다. S2가 분수 계산을 잘못하여 S1과 S3는 S2의 말에 아무런 논쟁 없이 자신의 옳은식을 바꾸어 버렸다. 여기서는 잘못된 연산이 부적절한 의사 주고받기의 전환점이 되었는데, 교사가 오류원인을 확인하고 수정하기 전까지 이러한 영향으로 인해 장시간을 소요하며 그래프의 개형과 특징을 놓치고 있었다.

학생요인

본 실험에 참여한 학습자들은 정도의 차이는 있지만 대부분 중학교 때부터 수학에 대한 흥미와 관심을 잃고, 그 이후 학력 저조 현상을 보이는 학생들이다 따라서 이 학생들은 선수학습의 결여로 인하여 사실적 지식과 절차의 능숙함, 개념적 이해 등과 같은 수학의 기초적 기능이나 지식의 부족으로 협동 학습에서의 상호작용에 어려움을 많이 드러내었다. 따라서 학생들 대부분은 분수식에 대한 불확실한 이해를 가지고 있었고, 프로토콜 5에서 S2가 잘못 계산한 것을 S1은 받아들였고 S3 역시 묵인하였다. S1은 계산을 할 줄 알았었던 것 같았기에 만일 S1 혼자서 이 문제를 해결 할 시에는 과연 어떠한 결과를 내었을까를 생각하게 만든



[그림 IV-1] 의사 주고받기 전환점에서의 요인

다. 이것은 잘 못하고 있는 학생을 따라가는 경우 서로의 상호작용이 문제를 성공적으로 해결하지 못하게 하고 학생을 오히려 혼돈으로 이끌 수 있다는 것을 보이는 하나의 예이다.

프로토콜 5

($y = \frac{1}{x} + p$ 의 그래프를 탐구중이다)

1-383 S1 $1/3+1$?

1-384 S2 $1/1$ 로 고쳐야 돼. 그럼 $2/4$ 가 되는 거지?

(1을 $1/1$ 로 고쳐서 $1/3$ 과 더하는데 결과를 $2/4$ 로 생각함)

1-385 S1 그렇게 되나?

1-386 S1 덧셈도 통분해야 되나? (통분의 개념을 잘못 알고 있다)

1-387 S2 옹

1-388 S1 그렇게 되나?.... $2/4$ 라고.. 그러면 여기에 쪘고...

도구 요인

프로토콜 6에서 보여주는 바와 같이 계산기를 이용하여 함수의 그래프 개념을 구성하고 이해하는 가운데 새로운 개념 이미지를 형성하기도 하는데 이는 그래프에 대한 해석 능력과 광의적 접근 능력이 부족한 학생들이 계산기의 기술적 지원의 한계에서 얻은 것이라 할 수 있다. 이것을 좀 더 넓게 해석해보면, 학생들만의 합의만으로 수업이 구성되는 것은 상당히 위험한 일이며 교사의 역할이 강하게 대두됨을 알 수 있다. 따라서 교사를 포함한 상호작용 속에서 이끌어낸 합의를 통한 수업이 궁극적인 목적이 되어야 한다.

프로토콜 6

($y = \frac{1}{x+q}$ 의 그래프를 탐구중이다)

1-720 S2 앞에 쪽의 차이점은 그러니까 분모의 $+n$ -의 따라 오른쪽 원쪽이 먼저 정해지는 거 같고.

1-721 S1 뭐가? 앞에 물음 1번?

1-722 S2 아니 앞에. 질문 1번에 기준점이 어떻게 바뀌느냐. $+n$ -에 따라 $-$ 는 오른쪽 $+$ 는 왼쪽.

1-723 S2 p 의 부호에 따라 기준이 바뀌는 거 같애. 맞지?

1-724 S1 기준점...축이 바뀐다. 축.

1-725 S1 이것 봐(계산기를 내민다) 지금 $1/x$ 은 0을 기준으로 하고 어? $1/x-2$ 는 기준점이 2로 옮겨가서.. 기준점으로 하잖아 기준점이 다르다고 말해야지...

1-726 S3 그래 기준점이 달라 기준점. p 에 따라 좌우로 바뀌는 거다

1-727 S2 $+$, 가 그리고 $x-2$ 냐 $x-3$ 이냐 $x-1$ 이냐에 따라 칸이 두 칸이냐 세 칸이냐 한 칸이냐 그게 바뀌는 거 같애.

또한 본 연구에서 학생들은 함수적 관계나 대수적인 정보를 고려하지 않은 채 시각적으로 나타난 그래프만을 해석하는 과정에서 쉽게 오류에 노출되었는데, 예를 들면, $f(x)$ 가 주기 p 인 주기함수이고, a 가 양수이면 모든 x 에 대하여 $f(x+p) = f(x)$ 이므로 $f(ax+p) = f(ax)$ 이다. 여기서 $g(x) = f(ax)$ 로 놓으면 $g(x + \frac{p}{a}) = f(x+p) = f(ax) = g(x)$ ($a \neq 0$) 이므로 $g(x) = f(ax)$ 의 주기는 $\frac{p}{a}$ 이다. 따라서 $y = \sin x$ 의 주기가 π 이므로 $y = \sin 2x$ 의 주기는 2라는 접근은 불가능하였기에, 자신들이 계산기로 그려 본 그래프를 관찰 한 후 직관적으로 이해하도록 하였다. 그러나 이 그래프의 특징(주기)을 파악하는 문제에서 학생들은 충분히 이해 한듯 하였으나 주기의 본질을 잘 못 이해하여 원 도우를 다르게 하였을 경우나 다른 함수의 그래프에서 혼돈을 겪으며 전에 학습한 개념을 충분히 다음 단계에 적용하지 못하였다.

학생들의 문제 해결은 당초에 예기치 않은 결과로 흐른 경우도 나타났다. 처음 기준이 되

었던 그래프와 그 그래프의 특징만을 강하게 기억을 한 후에 다른 그래프에서 주어진 변수와의 관계를 이해하지 못하고 자신이 처음 기억한 것을 고집하는 고착화 현상을 보이기도 하였다. 따라서 이러한 경우 그래프의 차이점을 ‘기준점(x, y축)’이 변하는 것이라 협상을 하였고 <1-832 · 834>에서는 계산기에서 그려지는 그래프를 관찰 한 후 그래프에 ‘시작점’이 있다고 여겼다. 이는 계산기와 같은 ‘매체’를 이용하여 자신들의 관찰과 협상에 의해 이루어졌기 때문에 나타난 현상이라 볼 수 있다. 또한 계산기가 갖고 있는 기술적 한계를 극복하지 못한 채 국소적 관찰에만 의존하여 얻은 복합적 결과라 할 수 있다.

그러나 교육이 개방적인 과정이란 관점에서 보면 그것을 무시하거나 폐기하지 않는 열린 태도로 접근할 수 있는데, 학생들의 학습 활동은 다소 엉성한 형태이긴 하나 프로토콜 7에서 나타나듯이 이는 기존의 개념과 관련을 맺어 나가면서 그래프와 개념적 관계를 분석해 나아가며, 해석과 협상을 통해 부단히 수정 될 수 있는 여지들이 나타나는 것을 미루어 도구의 사용을 어떻게 하는가에 따라 좌우된다 할 수 있다.

프로토콜 7

$$(y = \frac{1}{x+q} + p \text{ 의 그래프를 탐구하고 있다.})$$

1-767 S2 그런데 지금 내가 숫자를 바꿔서 해봤는데 지금 이상한 거는...

1-768 S2 숫자를 바꿔서 해봐 기준점이 계속 바껴.

1-769 S1 당연하지 이 기준점에 대한 게에 대한 기준점이잖아.

1-770 S2 이게 왜 -가 되면 오른쪽으로 가고 +가 되면 왜 왼쪽으로 가는지...

1-771 S1 당연하지 +가 되면 -가 되기 위해서는 -를 더해줘야 되잖아.

1-772 S1 만약에 +3이면 0이 되려면 몇이 돼야 해?

1-773 S2 -3.

1-774 S1 -3이자 그러면 개인적으로 -3이 더하는 거잖아.

이게 -2자나 그럼 0이 되려면 2가 돼지 그림 2가 되지.

1-775 S2 그런 거야?

1-776 S1 어 내 생각엔...

1-777 S3 나도 그렇게...

1-778 S2 그렇게 생각하면 맞는 거 같기도 하다.

...

1-831 S1 그렇게 썼지? 너도 이거 해봤나?

1-832 S2 그 숫자가 어떻게 된거냐면 처음에 나는 -2부터 대입했거든 ...q에다가 -2부터 대입을 했는데 -2에 대입하니까 y축에서 -2부터 시작을 했고, 그 다음에 -1을 대입하니까 -1부터 시작을 했고 그 다음에 0을 대입하니까 0부터 시작하고 그렇게 됐거든 그 반대쪽에는 1사분면에는 끝날 때 +2부터 끝나 가지고 -2까지 떨어졌다.

...

1-834 S2 그거랑 상관없는데 q에 대입 한 게 어떤 숫자냐에 따라 +나 -에 따라 시작하는 점이 다른 거 같애.

프로토콜 6과 7에서, 학생들이 함수의 그래프를 탐구하며(잘못된 개념 이미지에서 온 사고이긴 하나) 함수의 그래프 이동을 대수적으로 추측하고 함수의 의미를 스스로 구성해 나가고 있음을 볼 수 있었는데 이러한 방법 역시 수학적 지식을 구성해 가는 중요한 방법 중 하나로 여겨진다. 잘 못된 개념 이미지는 학생들의 수학적 개념 부족과 더불어 계산기의 기능적 한계로부터 기인되기도 하였다. 계산기에서 그래프가 어느 일정한 점부터 그려지기 시작하여 어떤 한 점까지 순차적으로 그려지는 것을 보고 학생들은 그래프가 시작점과 끝점이 있고 순서대로 그려지는 것이라 여기기도 하였으며,

무한대로 나아가야 할 곡선이 더 이상 그래프를 추적 할 수 없는 것에서 그래프를 유한으로 인식하기도 한다. 또한 축의 눈금 단위를 라디안 각이나 호도법으로 표기하는데 어려움을 겪기도 하여서—이는 꼭 부정적인 측면만 있는 것은 아니고 그 값들을 다른 단위의 각으로 표기하는 테 있어 수학적 기본 원리를 익히는 계기가 되어주기도 하였다—주기를 찾아내는 테 많은 시간이 소요되기도 하였다.

부적절한 주고받기→적절한 주고받기로의 전환:

학생 요인과 도구 요인

이성자(2000)는 소집단 활동상황에서의 학생들의 상호작용 연구에서 학생들이 오류가 발생했을 때는 그 집단에서 가장 우수한 학생들이 해결해 주거나 교사의 도움을 받아서 처리하므로 조원들 스스로 그것을 해결할 기회를 갖지 못했다고 한다. 낮은 수준의 학생들은 또래 교사의 역할을 하는 상위수준의 학생들이 오류를 잡아 주어야 문제를 해결할 수 있었으며, 만일 가장 우수한 학생이 문제 해결에 어려움을 겪었을 때는 더 이상 효율적인 토론이 이루어지지 않았다고 밝히고 있다. 그러나 본 연구에서 관찰 한 바로는 학생들이 잘못된 오류를 계산기를 사용하여 관찰한 후 학생들 스스로 오류를 수정해 나가는 것을 볼 수 있었다.

프로토콜 8

$$(y = \frac{1}{x+q} + p \text{ 의 그래프를 탐구하고 있다.})$$

1-891 T 에서 p, q가 어떤 영향을 주는지 해봐...

.....(S1은 계산기 없이 답을 쓰고 있고, 나머지 학생은 계산기를 눌러보고 있다)

1-892 T 단구는 그러면 어떤 경우도 분수함수의 점근선이 모두 x축 y축이라고 생각 하는거니?

(S1은 점근선이 모두 x축과 y축이라 썼다)

1-893 S1 이 그래프...이 상황에서는 그렇게 나온다고 생각하는 데여?

1-894 T q만 있을 때는? 어땠지?

1-895 S1 지금 상황을 그려보면요...이렇게 되면...보통 이런 식으로 돼 가지고 점근선이잖아요...X축, Y축 거기다가 p, q가 있어도 이만만 올라오게 되더라고요. 하나는 그게 이렇게 계속 내려가는 상황을 하니까요, 길이가 길어지겠지만요... 점근선은 다시 0이 x축 까지 갈 꺼 같은데요? 이렇게 계속 늘어날 거 같아요.

1-896 S3 점근선은 p와 q에 따라 다시 변하잖아

1-897 S1 내가 보기에는 달라지는 게 없다.

1-898 S2 이게 이렇게 있잖아 이렇게 쪽 간 다음에 이게 지금 이게 q아니야

(계산기 trace 기능으로 값을 따라가 본다)

1-899 S3 이쪽에서는 안 내려가

...

1-903 S3 이게 0이라고 쳐봐 0이지? 이게 0이자나 이게 이렇게 내려갔잖아 이거를 이게 위로 올라갔어...0이 안돼. 그러니깐 p나 q에 따라 달라지는 거야...

1-904 S2 이거 봐 이거는 x가 계속 가도 3에 가까워지잖아. 이게 3에 가까워지는 거잖아. 그니깐 점근선이 3이지

1-905 S1 점근선이 뭐지? 접하는 거...아니 가까워지면 그게 점근선이지? 음 맞네 내가 도대체 뭐라 한거야? p, q가 결정판이군.

교사 요인

프로토콜 6에서와 같이 학생이 주도적으로 잘못된 개념이미지의 진술을 하게 되면 다른 학생들은 어렵지 않게 그 의견에 동의해 버렸다. 이것에 대한 오류의 수정은 학생들끼리의 토론으로는 이루어지지 않았으며 교사의 ‘오류원인 확인 진술’과 ‘설명하기’가 다시 적절한 의사주고 반기의 전환점이 될 수 있었다. 학생들은 누군가 잘못된 점근을 할 경우 쉽게 동조하고 동일화가 되므로 학생들만의 토론으

로 전환되지 않고 교사의 도움으로 전환되는 경우가 많았다. 학생들의 지식의 부족으로 인한 부적절한 의사 주고받기의 전환점을 계산기로도 방향을 바꿀 수 없었거나 계산기로 인한 잘못된 오류(계산기에서 그려지는 그래프를 정확한 해석, 예측, 구성이 이루어지지 않았을 경우)로부터 학생들의 오류를 잡아주고 원활한 상호작용이 이루어지도록 하는 것은 교사의 몫이었다.

또한 학생들이 시각적 사실에만 의존하여 학습할 때에 나타나는 잘못된 개념이미지의 문제점을 극복하기 위해서는 시각적, 직관적으로 탐구하는 것과 더불어 교사는 지식을 재 인식 시켜주는 과정이 있어야 했다. 교사나 또래 교수가 가르쳐 주었던 스스로 터득했던지 간에 과정을 연결하고 결합시키면서 다음 단계로 나아갈 수 있는 힘이 없으면 학습이 진척될 수가 없다. Vygotsky에 따르면, 지식의 발달 과정은 아동이 성인의 지도와 자신보다 유능한 또래집단의 도움을 받는 외적인 사회적 활동에서 출발하여 내적인 개인적 활동으로 가는 과정이다. 이 경우에 성인과 아동은 상호 참여 활동 구조 (Zinchenko, 1985)로서 공동적인 목표 지향적 활동이 관계하게 되며, 성인의 활동은 아동의 활동에 방향을 부여하며 아동의 활동은 성인의 활동 속에 통합되어 가는 과정을 거치게 된다. 즉 성인 또는 유능한 또래와의 상호작용을 통하여 고등정신 기능을 획득하여 객관적 현실을 인식하고, 사회화를 진행할 수 있으며 나아가 사고와 언어를 통합하여 지식을 내면화 할 수 있게 된다. 이는 한 사람이 미숙한 상태에서 어떤 능력을 숙달해 가는 과정으로 개인 정신간 기능이라는 일련의 상황을 거치면서 외부의 것과 같은 형태의 정신과정이 개인 안에서 상향적으로 발달해 가는 적극적인 과정으로 이해해야 한다(Vygotsky, 1978). 따라서 교사는

학생들이 현재하고 있는 것을 의식하도록 하면서 마지막 단계에 이르러서는 자신의 정신과정을 확인하도록 의식적으로 확인 혹은 유도하여 더 효과적으로 수학적 개념을 얻어 나아갈 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요한 역할이라는 것을 확인 할 수 있었다.

학생들의 협동학습에 있어서 그들의 대화의 전환점을 관찰하는 것은 변화를 통해서 ‘과정’과 ‘결과’를 모두 관찰 할 수 있는 중요한 확인작업이었다. 그러나 이것을 분석하는데 있어서는 세 가지 요인들 ①인지구조의 변화 ②변화의 호혜성(reciprocity) ③내용의 특성으로 나누어 관찰하는 것이 인지적이고 체계적인 분석에 있어 더 의의가 있으리라 본다.

3. 구조화에 영향을 끼치는 요소는 무엇인가?

구조화란 학생들이 서로의 상호작용이 침체되는 시기에 상호작용의 효과를 높이기 위하여 효율적인 태도를 취하는 것을 일컬었다. 수업 중에 학생들의 대화가 중단되거나 소강상태에 놓이게 되었을 때 교사의 격려나 요구를 받지 않았을 경우 어떠한 요인이 자체적으로 상호작용이 활성화되는 요소로써 작용하였나를 파악하고자 하였으며 그것을 ‘구조화’라 하였다.

프로토콜 9에서 보면 학생들끼리의 토론은 진척이 없고 서로의 주장만이 엇갈린 채 시간이 흐르며 학생들의 토론은 잠시 소강상태에 있었으나 반복되는 토론을 정리해주고, 서로의 의견이 합의된 후 다시 진행시키게 된 동기가 발생한다. 이 때, 계산기를 활용하여 학생들은 그래프를 분석하고 난 후 서로 의견이 합의되고 다시 다음 단계 문제로 진행하였다. 또한 주기에 대한 일반식을 찾는데 곤란함을 겪는 동시에 잠시 소강상태에 놓여 있던 학생들이

계산기를 이용하여 서로 과제를 분배하여 맡아서 관찰 한 후 식을 일반화시키고자 하였다.

- ㉡ 역할과 책임 분배(7회)
- ㉢ 아이디어나 정보 제시(6회)
- ㉣ 일상적 동기 유발(4회) 등

프로토콜 9

1-654 S2 a가 2일 때잖아. 다른 걸 가정했을 때
잖아 지금은

1-655 S1 가까워질수록..

1-656 S2 그러니까 가까워질수록 a에 따라 다
르다고 볼 수 있지
(잠시 시간이 흐르고)

1-657 S2 해보면 알 껴 아니야 (계산기를 S1에
게 넘긴다)

1-658 S3 니가 상식적으로 생각해봐...

1-659 S1 야 y가...이렇게 ??에 가까워지면... 이
렇게
(S1이 계산기의 트랜스 기능을 이용하여 x축
의 좌표를 이동시키고 있고 다 같이 보고있다)

1-660 S2 그러니까 발산이네! 다 발산이네

1-661 S1 이게 x축이 이렇게(가면) y축 y(값)는
다 똑같이 이 선에 가까워지는 거지

1-662 S1아~ 그럼 5로 정하면 어떻게 되지?
...

2-1205 S3 넌 알겠나?

2-1206 S2 글쎄....대충.

2-1207 S1 별로 안 어려운 것 같은데...

(잠시 서로 딴 짓을 한다)

2-1208 S2 야 우리 빨랑 그럼 대강 나눠서 하
고 합의를 보자.

2-1209 S1 자 이거 니가 해봐

2-1210 S3 이걸로 그려봐. 꼭 누르고 있어

이러한 현상은 ‘수학은 때로 사회적인 활동
이고 이것을 격려하기 위하여 학생들끼리의 협
력적 활동과 대화를 촉진시키기 위한 환경이
제공되어야 하는데 테크놀로지는 기본적인 중
재적 도구로써 수학적 문제해결에 대화와 협력을
촉진시키는 데 적합할 수 있다(Pea, 1987)’
는 기존의 연구를 뒷받침 해 줄 수 있는 결과
라 볼 수 있다. 본 연구에서 나타난 상호작용
의 구조화에 포함되는 사항은 다음과 같다:

- ① 과제로의 복귀 독려(9회)

여기서 나타난 구조화 요소 중 계산기를 사
용한 경우의 특징이 두드러진 것은 아니나
'역할과 책임분배' 와 '아이디어나 정보 제
시' 가 가장 많이 계산기를 사용하여 이루어진
것임을 알 수 있었다. 이를 좀 더 구체적으로
알기 위해서는 상호작용 구조화의 분석 틀이
필요하며 이를 통하여 특성들을 파악하는 노력
이 필요하다 하겠으나 본 연구에서는 처음부터
구체적인 분석 틀을 만들어 세세한 연구를 하
는 데 목적을 둔 것은 아니고 상호작용의 전체
적인 역동성을 파악하는데 뜻이 있었기에 자세
한 파악은 좀 더 연구가 이루어져야하는 부분
으로 사료되었다.

4. 스트레스 조절에 영향을 끼치는 요소 는 무엇인가?

스트레스 조절이란 학생들이 자신의 개념적
취약점이나 문제해결의 어려움을 호소하는 차
원의 진술을 다룬 것으로써 무의식적인 한탄이
나 몸짓 같은 제외한, 의식이 개입되어 있는
범위로 한정시켰다. 다시 말하면, 적응에의 의
지나 수용하고자하는 인지적, 행동적 노력을
말한다.

학생들이 보이는 스트레스 중 가장 많은 부
분이 과제의 곤란도(이는 기본 개념의 부족에
서 오는 평가)에서 보였으며, 그 다음은 대인간
의 상호작용(혹은 언어적 의사소통)에서 나타
났다. 시간과 상황의 변화에 따라, 또한 개인
의 특성에 따라 다르게 나타남을 보였으나, 조
절하는 행동 특징에 일관되게 나타나는 양상이
있었으며, 그 양상은 크게 두 가지로 구분할
수 있었다.

접근: 문제를 해결하려는 적극적인 노력을 기울이며 스트레스 상황 자체를 변형시키려는 노력의 일환으로 문제나 상황을 검토해 나가며 스트레스를 조절해나감

회피: 문제로부터 이탈하고자 관심을 다른 곳으로 전환하는 것으로 이러한 양상에는 자신감 저하나 문제나 학습에 부정적인 시각을 반영하기도 함

프로토콜 10에서와 같이 계산기는 어려운 과제의 해결에 보조 도구로써 사용되었고, 학습자의 충동적 행동이나 회피로의 조절을 극복하도록 도왔으며, 문제 해결의 난관에 대한 그리고 수학자체의 공포에 대한 스트레스를 조절시켜주는 역할을 하였다.

프로토콜 10

2-842 T 문제 풀어봐 계산기 없이 해봐
(교사는 계산기 없이 문제를 해결할 것을 요구한다)

2-843 S1 이 그래프를 다 그리라구요? 탄젠트가 또 헷갈린다

...

2-848 S2 아아 이거 그래프의 주기 눈금이 몇 이야?

2-849 S1 그래프가 어렵다. 아~머리야, 머리 아프다.

2-850 T 다 그렸어?

2-851 S1 아직 민구가 그래프 눈금을 다 못 그렸어요 나두 아직... 이거 계산기 좀 쓸께요 눈금을 못 그리겠어요

계산기로 인한 스트레스 조절은 매 차시 지속적으로 보였으나 모든 차시에서 이러한 반응이 완벽하게 유지된 것은 아니었다. 그러나 여기서 보이는 특징은, 과제의 곤란도에서 기인한 스트레스에 계산기가 접근형의 스트레스 조절에 도움을 제공하였다는 것이다. 따라서 스트레스를 조절 할 수 있는 전략 중 하나가 도구의 사용이라 생각된다. 계산기를 ‘적용으로

서의 수단’으로 사용한 것이라 볼 수 있으며 Vygotsky의 다음과 같은 관점에 따라 계산기가 학생들의 발달을 이루는데 일부를 하였다고 볼 수 있다.

발달에 대한 핵심적 관점 중 하나는 아동 자신의 행동을 통제하고 이끌어 가는 능력의 증대에 있으며, 새로운 심리적 형태와 기능들의 발달에 의해 그리고 그 과정에서의 신호와 도구의 사용을 통해 숙달은 가능하게 된다 (Vygotsky, 1978, p.126).

학생들이 자신의 스트레스를 접근형으로 조절하는데 있어 계산기가 많은 도움을 주는 것도 사실이나 계산기 사용으로 인한(기능의 한계나 화면의 불확실성에서 기인된) 스트레스 역시 관찰되었다.

프로토콜 11

2-735 S1 어? 뭉는 거 같은데.. 아 또 끝났어...

2-736 S1 아 대빵 짜증나... 어떻게든 보고 말거 야...진짜.

...

2-738 S1 안 올라지않아.(짜증이 묻어난다)

2-739 T 더 안 올라 가지니? 자 그럼 우리 거기까지 올라가 본 걸로... 자 생각해보자. 얼만큼씩 늘어난 거지?

그래프를 관찰하기 위하여 화면을 확대하여 본 이후, 매번 다시 원도우를 조절하는 것에 학생들은 귀찮아하였고 탄젠트 그래프의 접근선을 관찰하기 위하여 계산기를 조절하던 학생들이 더 이상 진행하지 못하고 중간에 끊기는 계산기의 기능으로 인하여 짜증을 냈다. 여기서의 조절은 교사에 의해 이루어졌다. 본고에서는 개괄적인 상황만 묘사하였으나, 앞으로 학생들의 스트레스 조절에 관한 연구가 상황적 접근을 통해 상세하고 체계적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 이에 대처할 수 있는 방법도

함께 모색되어 수학기피 현상과 수학에서 느끼는 곤란함을 덜어줄 수 있는 지속적인 연구가 필요하다 하겠다.

V. 결 론

본 실험에 참여한 학습자들은 정도의 차이는 있지만 중학교 때부터 수학에 대한 흥미와 관심을 잃었던 학생들이다. 사실적 지식, 절차의 능숙함, 개념적 이해 등과 같은 수학의 기초적 기능이나 지식의 부족으로 어려움을 겪고 있는 본 학생들에게 적절한 도구의 사용을 허용한 협동학습은 실질적 도움을 제공했을 뿐 아니라 자기 효능감을 높이는 데도 기여하였다. 또한 스트레스를 조절시켜줄 수 있는 환경조성 방법 중 하나가 테크놀로지의 활용이 될 수 있었다. 그러나 본 연구에서 나타나듯, 계산기가 스트레스를 가중시키는 역할도 한 만큼, NCTM (2000)에서 제시한 바와 같이 ‘테크놀로지 사용이 학생들에게 새로운 불평등의 기회를 제공하지 않도록’ 수준을 고려한 적절한 테크놀로지의 활용이 뒤따라야 할 것이다.

이와 병행하여 무엇보다 중요한 것은, 앞에서도 언급하였듯이, 사전에 학생들이 계획하고 통제 하에 자신의 문제 해결 과정에서 적절히 활용할 수 있는 ‘조절적 도구’로 이용할 수 있도록 지도하는 것이 가장 중요하며, 이러한 사용을 위해서는 학생들의 도구 사용이 ‘익숙한 조작단계’에 이르러야 한다. 이 단계에 이르면 학생들은 보조 자극의 기능으로써 계산기의 사용으로 인해 가역적 언행을 창출하게 되고 이것으로 인하여 심리적 조작을 더욱 고등하게 전환시키는 것이 용이해진다.

마지막으로, 이러한 결과들은 사회적 상호작용의 역동성 관찰을 통해서 나타났으며, 따라

서 사회적 상호작용의 역동성을 파악하는 것은 협동 수업을 파악하기 위한 좋은 탐지기 역할을 할 수 있다. 그러나 교수 상황의 모든 일화가 독특한 상황들이기에 수업의 특성과 상황에 따라 달라질 수밖에 없으므로, 다양한 수업에서 다각도의 사회적 상호작용을 관찰함으로써 학생들이 협동학습 중에 겪는 어려움과 특성을 파악하고 그것을 수학 교수 학습에 반영할 수 있어야 할 것이다.

참고문헌

- 이성자(2000). *공업계 고등학교 학생들의 소집 단 협력학습에 의한 수학과 교수학습에서의 상호작용 분석*. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문
- 조용환(1997). *사회화와 교육*. 서울: 교육과학사.
- Alvermann, D. E. (1991). The discussion web : A graphic aid for learning across the curriculum. *Reading Teacher*, 45(2), 92-99.
- Lajoie, S. P. (1993). Cognitive tools for enhancing learning. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools*. New Jersey: Hillsdale.
- Mason, J. (1996). *Qualitative researching*. London: Sage.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Pea, R. D. (1987). Cognitive technologies for mathematics education. In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Sfard, A. (2000). Steering (dis)course between metaphors and rigor: using focal analysis to investigate an emergence of mathematical object. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 296–327.
- Vygotsky, L. S. (1934/1999). Tool and sign in the development of the child. In R. W. Rieber (Ed.), *The collected works of L. S. Vygotsky, Vol. 6 : Scientific legacy*. NY: Plenum Press.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. In E. Hanfmann & G. Vakar (Eds. & Trans). Cambridge Massachusetts:
- M. I. T. Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Zimmermann, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329–339.

Characteristic of Dynamic Social Interaction with a Graphing Calculator

Koh, Ho Kyung

This study attempts to discuss holistic information in order to identify the characteristics of interactions using a graphing calculator.

The use of a graphing calculator was divided into three stages: Visual, Analytical, and Self-regulated. The last stage can be called the Self-regulated instrument stage, because this last stage, the use of the calculator, is generally characterized as students actively controlling their ongoing efforts through self-regulating. The accomplishments of the operation can be divided into three levels: Immature, Maturing, and finally, Mature level.

First, the characteristics of the Leading Statements were investigated to figure out who has the main role in cooperative

learning. This study can support the previous study, which showed that computers could help improve the self-esteem of low-level students. Second, the point of transformation is referred to as the Turning Point. Several functions were observed in the Turning Point: student, instrument, and teacher. Third, when the students conversations reach a lull in class and then resume due to certain primary factors without the teachers intervention, this is a case of what is referred to as Structuralization. And last, in this study, the graphing calculator can be used as an auxiliary stimulus to help students control their stress and their attitudes, which in turn can also improve students social interaction.

* **Key Words :** dynamic social interaction(한글), graphing calculator(한글), Self-regulated, Mature level(한글), Leading Statements(한글), Turning Point(한글), Structuralization(한글), Stress Control(한글).

논문접수 : 2004. 4. 20

심사완료 : 2004. 7. 19