

그래핑 계산기를 활용한 협동학습에서 학생들의 언어적 상호작용 분석에 관한 사례연구

고 호 경 (University of Georgia)

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

모든 교과 중에서 수학은 일상적 언어(natural language)에 의한 처리에 가장 적게 의존하나(Resnick, & Ford, 1981) 사회 문화적인 측면에서의 교사와 학생 간에 구성되는 수학적 의미의 출현에 관심이 모아지면서 수학교육에서 언어는 문맥 연구의 언어에서 담론으로 관심이 모아지고 있다.

혹자는 수학을 언어의 역할과 기능과는 별개의 것으로 간주하기도 하는데, 지난 수년간 현장 수학교사로서 평소 교실에서 사용하는 언어가 수학학습에 미치는 영향은 무엇이며 언어로서 파악할 수 있는 것은 무엇일까 하는 의문점이 제기되었다.

Austin(1962)은 언어의 힘이나 작용에 대한 통찰을 강조했으며, 기술되고 표현되는 것뿐만 아니라 수행 기능의 차원에도 주목함으로써 교육활동 속의 언어의 역할에 대해 시사하고 있다. 사회적 구성주의 관점에서 교사와 학생들 그리고 학생들 상호간에 이루어지는 상호작용이 강조되고 있고, 언어는 개인적 사고 형성에 필수적인 도구(Ernest, 1994b)라는 것을 감안한다면 수학교육에서 탐구와 교사의 지도가 조화된 상황 내에서 언어적 소통의 특성과 수학적 개념발달 과정에서의 언어적 상호작용을 탐색해 볼 필요성이 있다 하겠다.

또한 언어를 통해 노출되는 학생들의 사고를 좀 더 구

체화시킨 틀을 이용하여 수학적 사고와 전략들을 분석하고 평가할 수 있다면, 상호작용에서 나타나는 특성과 지식 구성 과정에서 겪는 어려움이 무엇이며 학생들에게 제공되어야 할 도움이 무엇인지를 알 수 있을 것이다.

2. 연구 문제

본 논문에서는 그래핑 계산기를 활용해 본인이 직접 조작하고 시각화 할 수 있는 학습 환경 하에, 학생들에게 어떠한 언어적 상호작용이 일어나는가에 대해 조사하고자 한다. 따라서 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

계산기를 활용한 협동학습을 통한 수학적 개념 발달 과정에서 언어적 상호작용의 특성은 무엇인가?

- 1) 지식 구성 진술에서 학생들의 언어적 상호작용 특성은 어떻게 나타나는가?
 - (1) 개념적 진술의 특성은 무엇인가?
 - (2) 메타인지적 진술의 특성은 무엇인가?
 - (3) 질문의 특성은 무엇인가?
- 2) 상호작용 유도를 위한 교사 역할의 특징은 무엇인가?

3. 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.

언어적 상호작용: 언어적 상호작용이라 함은, Kuhn (1970)에 따른 것으로, 의미의 공유를 전제로 하는 것이 아니라 지식의 변화를 도모하기 위해 교육적 활동 내에서 일어나는 언어적 소통을 말한다. 학습자의 주제적인 체험의 구조의 작용 안에서 생겨나는 언어의 의미로서 다시 말하면 개념의 발달을 이루는 과정으로서의 교육

* 2002년 6월 투고, 2003년 11월 심사 완료.

* ZDM 분류 : C54

* MSC2000 분류 : 97C80

* 주제어 : 그래핑 계산기, 협동학습, 언어적 상호작용, 교사의 역할.

활동과 그러한 과정 안에서 교육적 기능을 수행하는 교육활동으로서의 언어적 소통을 말한다.

메타인지(meta-cognition)

문제를 해결하는 과정에서 자신에게 무슨 정보가 필요한지를 알아내기 위해 전략을 세우거나 자신이 하고 있는 문제 전략과 해결 단계를 인식하는 것이며, 자신의 사고에 의해 얻어진 산출물을 반성해보고 이를 평가해 볼 수 있는 능력을 말한다(Schoenfeld, 1987). 즉, 인지 과정에서 스스로 얼마나 알고 있는가를 인식하는 것으로 자신이 하고 있는 것을 점검하고 평가하는 행동과 그 평가에 의한 전략의 선택과 사용에 관한 인지적 능력이라 한다.

4. 연구의 제한점

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

2. 본 논문에서는 그래핑 계산기 환경에서 학생들이 도구를 어떻게 이용하며 그들의 언어적 상호작용에는 어떠한 양상을 띠는가를 살펴보고자 하는 것이 목적이므로 연구자의 개인적 경험에서 비롯한 그래핑 계산기에 대한 신념에 의해 연구 수행 과정이 많은 영향을 받을 수 있음을 배제할 수 없다.

II 문헌 검토

언어적 상호작용

Vygotsky 학파들은 교수-학습 상호작용 안에서 이루어지는 언어의 기능들에 대한 연구는 주로 언어의 사용 자체가 고등 정신기능인 '과학적 개념'과 같은 영역에서의 기능을 확립하고, 이러한 교수-학습어가 제대로 시행될 수 있는 소통의 조건과 그 특성을 찾는 등 연구의 영역과 적용범위가 확장시켜왔다.

이러한 측면에서 보면, 학교에서 수학시간에 이루어지는 언어 장르의 다양한 측면들 즉, 논의(discussion), 논증(argumentation), 논쟁(debate), 독백(monologue), 대화(dialogue) 등이 분명하게 다루어지고 파악되어야 학생들이 이해의 장벽이 생기는 것을 줄일 수 있다(Seeger,

1998).

수학 교수-학습에 있어서 의사소통은 수학의 이해를 증진시키고, 더욱 효과적인 환경을 제공해 주며 학습자의 사고에 관한 정보를 얻을 수 있는 등 여러 가지 측면에서 중요시 되고 있다(NCTM, 1989, 2000).

모든 학생들은 수학적 아이디어를 듣고, 읽고, 쓰고, 말하고, 숙고하고, 논증하는 것에 대해 확장된 경험을 해야 한다. 개인별 또는 소집단 탐구를 통한 학생들의 활동적인 참여는 토론하고, 질문하고, 듣고, 요약하는 다양한 기회를 제공해야 하고, 이를 통해 교사는 수학에 대해 보다 깊은 이해를 강조하는 수업을 할 수 있다(NCTM, 1989, p. 198).

학생들은 의사소통을 통해 그들의 수학적 사고를 조직하고 견고히 할 수 있고, 동료, 교사, 그 밖의 사람들과 논리적이고 명확하게 자신의 수학적 사고를 의사소통 할 수 있어야 하며, 이를 통해 수학적 사고와 전략들을 분석하고 평가 할 수 있어야 하며, 수학적 아이디어들을 정확하게 표현하기 위하여 수학 언어들을 사용할 줄 알아야 한다(NCTM, 2000).

Vygotsky가 수학의 교수-학습에 직접적으로 언급한 것은 거의 없으나 Ernest(1994a)는 Vygotsky의 이론을 바탕으로, 학교 수학 언어(문어나 구어)와 교실에서의 의사소통의 내용과 유형을 포함하는 수학 교실의 담론(classroom discourse)의 연구 영역을 얻을 수 있다고 보았다. 또한 그는 교사의 역할은 학생들이 수학적으로 의사소통할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 하는 것이라 보았고, 수학적 지식을 제공하는 것만으로는 지식의 내면화가 일어나지 않고 서로 다른 맥락에서의 상황적인 대화가 지속적으로 이루어지는 환경에 참가함으로써 사회적으로 인정된 수학적 지식에 접하는 것으로부터 내면화가 이루어진다고 하였다(Ernest, 1998). 이때 수학교실의 경우 교사는 사회의 대표자로서의 역할을 하며, 학생들의 지식의 내면화에 영향을 미치며, 개인의 인지발달을 촉진하고 발달의 방향을 결정하는 중요한 역할을 담당한다.

III 연구 방법 및 절차

1. 연구 방법

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(언어적 상호작용의 특성)을 그래핑 계산기를 이용한 학습 환경이라는 상황에서 조사하는 것이다. 그래핑 계산기를 이용할 때 참여학생들의 행위와 언어적 상호작용과 그밖에 발생하는 문제들을 이해하고 사건과 결과에 대한 원인과 결과들을 설명하고자 하는 것이기에 그러한 관점에서는 관찰, 참여, 질문, 청취, 의사소통을 포함하여 다양한 형태의 행위와 사고를 파악하기 위한 사례연구를 사용하는 것이 가장 적합하다.

2. 연구 절차

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

3. 연구 대상

본 연구의 참가자는 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. 참가자들의 개인적 특성은 다음과 같다:

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

소 수업시간에도 말이 많은 편이며 친구들 사이에서도 두드러지는 성격이다.

민구(S2): 수학적 지식이 많이 부족한 편이나 많은 관심이 있고 성실한 성격이다. 평소 수업 시간에도 수업 태도가 좋은 편이며 말수는 많지 않다. 역시 대학진학을 하고자 하며 꾸준히 공부를 해본 일이 없는 것이 자신의 문제점이라 하였다.

상구(S3): 말수가 적고 이해가 빠르진 않으나 점수에 관심이 많고 수업시간에 배운 것을 꼭 알고 넘어가려 하였다. 중학교 때는 1학년 이후에 수학 공부를 한 일이 없다 하였으며 계산하는 것을 특히 싫어한다.

4. 연구 도구

예비 연구는 처음에는 컴퓨터실에서 수학 소프트웨어를 가지고 실시하려했으나 본 연구자가 연구를 실시할 수 있는 시간에 컴퓨터실을 쓸 수 있는 것이 아니어서 시간과 장소의 제한이 덜한 그래핑 계산기(CASIO CFX9850, TI-92 Plus)를 가지고 수업을 진행하였다.

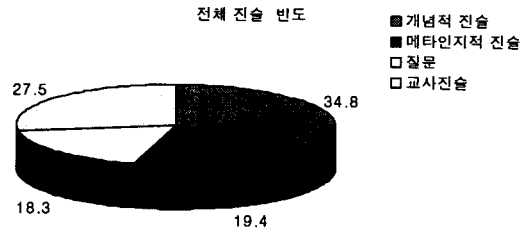
5. 연구 분석 도구

예비 연구에서 개발되었던 다음의 <표 1>이 본 연구의 학생의 상호작용을 분석하는데 사용되었다.

<표 1> 언어적 상호작용 분석을 위한 분석 틀 (고상숙 외 1인, 2002a, 2002b)

지식 구성 진술 분류틀(KC)	교사의교육어 구성 요소(TS)
개념적 진술(C)	진단(D)
___ 탐색적 또는 탐구적 의견 진술(C1)	___ 파악하기(D1)
___ 회상에 의한 진술(C2)	___ 이끌어내기(D2)
___ 문제에 관련된 정보 제시(C3)	응답(A)
___ 분석적 진술(C4)	___ 적극적응답(A1)
___ 전이나 확장적 진술(C5)	___ 되묻기(A2)
___ 절차나 처리에 관한 실행적 진술(C6)	___ 단서제시(A3)
___ 보완적 혹은 정교화 진술(C7)	모범적 표현 진술(M)
___ 추론적 진술(C8)	___ 정교화(M1)
	___ 기호화(M2)
메타 인지적 진술(M)	확장적 진술(E)
___ 문제확인 및 문제 예언(M1)	___ 안내하기(E1)
___ 과제 의 곤란도 평가(M2)	___ 연결하기(E2)
___ 과정이나 결과에 대한 점검(M3)	확인시키기(P)
___ 이해한 것에 대한 비교(M4)	___ 지식의 확인(P1)
___ 비교 활동을 통한 조절(M5)	___ 오류원인 확인(P2)
___ 신념(M6)	요구하기(R)
질문(Q)	___ 정교화 요구(R1)
___ 전략적질문	___ 문제진행 요구(R2)
___ 계획적 질문(Q1)	인지적 구조화(S)
___ 점검적 질문(Q2)	___ 자신감부여(S1)
___ 평가적 질문(Q3)	___ 설명하기(S2)
___ 비전략적질문	
___ 정교 질문(Q4)	
___ 비정교 질문(Q5)	
교사 참여 진술(T)	
도구 조작적 진술(I)	

빈도 수를 조사한 것이 <그림 1>이다. 개념적 진술이 가장 많이 나타났고 그 다음 메타인지 진술과 질문의 순으로 나타났으며 교사의 진술 빈도는 약 1/4정도로 3명의 조원과 비교했을 때 비교적 교사의 참여가 활발했음을 알 수 있다(<그림 1> 참조).



<그림 1> 전체 진술 빈도 비교

연구 전에 추측하기로는 그래핑 계산기가 수업에 활용됨으로 인해 언어적 상호작용이 활발해 지는 것은 그래핑 계산기 자체의 기능이나 그것으로 인한 화제가 그 자리를 크게 차지할 것이라 생각하였으나 8차시에 걸친 수업 중에 나타난 수업을 분석한 결과 그래핑 계산기 자체로 인한 진술인 도구 조작적 진술(I)은 32회(총 2104회)에 그쳐, 그래핑 계산기 자체의 조작에 의한 언어적 상호작용을 무시할 수는 없으나 도구 조작 그 자체로 인하여 상호작용이 활발하다고 말할 수는 없었다. 따라서 언어적 상호작용은 그래핑 계산기로 인한 반영적 진술로 인해 활발해 졌다고 볼 수 있다.

전체항목 비교로 인한 두드러진 특징을 <그림 2>에서 비교하면, 먼저 학생들은 문제에 관련된 정보 제시(C3)와 분석적 진술(C4), 절차나 처리에 관한 실행적 진술(C6), 비정교 질문(Q4)에 대한 진술 빈도가 가장 높음을 알 수 있다. 그러나 전체 진술 비율의 2%에 못 미치고 있는 것은 전이나 확장적 진술(C5)로 수업중 학생들 스스로 전이나 확장이 이루어지는 것이 어려웠음을 알 수 있었다.

IV 연구 결과 및 분석

수학적 개념 발달 과정에서 언어적 상호작용의 특성은 무엇인가?

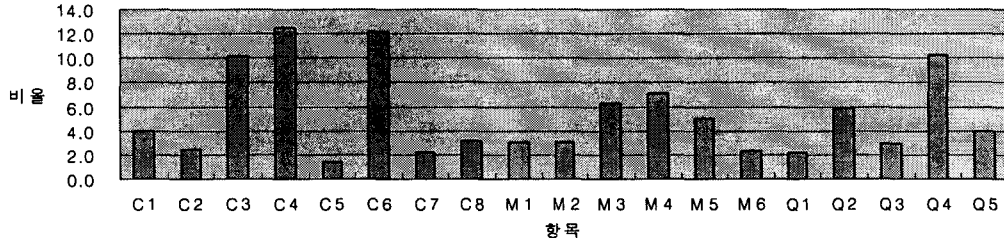
개념적 진술과 메타 인지적 진술, 질문, 교사의 진술의

1. 학생들의 언어적 상호작용 특성은 어떻게 나타나는가?

1) 개념적 진술에서의 특성

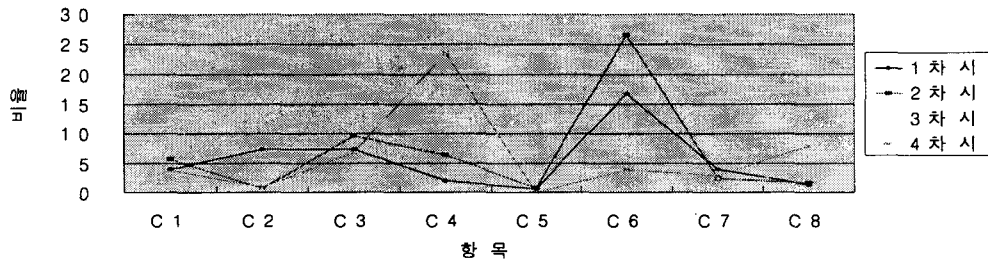
1차시에서는 회상(C2)이나 정보제시(C3)가 다소 우위로 나타나고 가장 두드러진 것은 절차나 처리에 관한

전체 진술의 비교



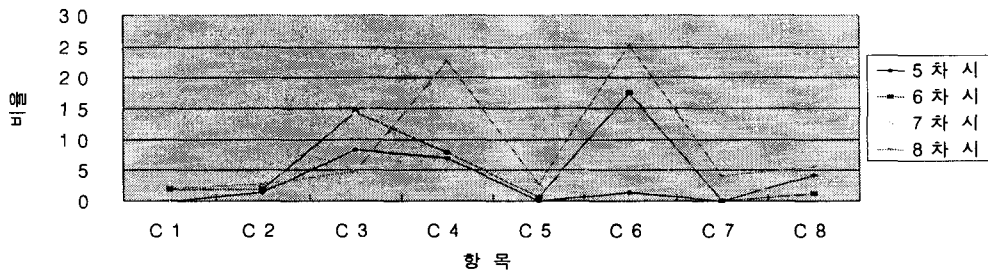
<그림 2> 전체 진술의 비교

분수 함수의 개념적 진술



<그림 3> 분수함수의 개념적 진술

삼각 함수의 개념적 진술



<그림 4> 삼각함수의 개념적 진술

실행적 진술(C6)임을 알 수 있다. 이는 수업 중에 관찰한 바에 의해서도 처음엔 거의 학생들이 계산과정에만 매달려 있고 다른 것들에 대한 진행이 더디었기 때문이다. 특히 연구대상 학생들은 수학 학습 부진에 속한 학생들이어서 협동학습에서의 어려움으로 무엇보다 기본 계산력의 부족을 들 수 있고 실제로 학생들은 이 과정으로 많은 시간을 보냈다. 그러나 3, 4차시로 갈수록 실행적 진술이 줄어들고 정보제시나 분석적 진술(C4)이 늘었음을 보인다. 3, 4차시는 본격적으로 계산기를 많이 사용했던 단계이며 학생들은 계산기를 사용하여 분석하고 추론(C8)하는 진술이 늘어났음을 알 수 있다. 그 외에도 탐구적 진술도 차시가 높아짐에 따라 조금은 증가함을 알 수 있었는데, 낮은 수준에서는 교사의 유도에 따라 탐구적 진술이 나타나나 수준이 올라감에 따라서는 학생들 스스로 탐구적 진술이 늘어나는 것이 보였다. 그러나 전이나 확장적 진술(C5)은 계산기를 사용함에 따라 많은 증가를 예상하였으나 연구대상자와 같은 수학 부진 학생들에게 계산기는 그 영역에 생각보다 많은 영향을 끼치지 못함을 알 수 있고 전이나 확장 그리고 보완적 혹은 정교화(C7) 영역에서는 교사의 역할에 따라서 많이 좌우된다고 볼 수 있다.

삼각함수 단원에서도 학생들은 기존에 습득한 지식을 활용하여 문제를 해결하느라 절차나 처리에 관한 실행적 진술(C6)이 확연히 증가했고 추론적 진술도 다소 증가했음을 알 수 있다.

연구자는 학생들이 사전에 충분히 경험을 했다고 간주하였고, 마지막 단계에서는 식만을 가지고 함수의 그래

프를 그리는 것과 그 특징을 쉽게 파악할 수 있으리라 여겼으나 학생들은 그것을 즉시 파악하지 못했다. 그래핑 계산기를 가지고 그래프를 그리는 것은 능숙하게 하였으나 그래프의 식을 주고 그 특징을 찾는 것은 여전히 혼란스러워 했는데 이 학생들은 특히 지식을 연결해 나아가는 데 있어 어려움을 많이 겪는 학생들임을 알 수 있었다.

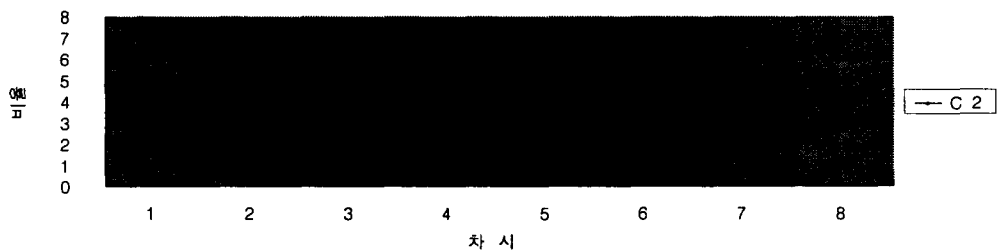
그러나 7차시를 살펴보면 5차시 때보다 문제에 관한 정보제시나 분석적 진술이 늘어났음을 알 수 있고, 여전히 전이나 확장적 진술과 정교화 진술은 마지막 차시에 다소 증가했을 뿐 가장 나타나기 어려운 영역임을 알 수 있었다.

또한 개념적 진술에서의 특징 중 하나가 <그림 5>의 그래프에서 나타나듯이 처음의 활동에서는 유난히 회상에 의한 진술(C2)이 두드러짐을 알 수 있으며 계산기를 사용하지 않을 때 그 정도가 훨씬 심한 것을 알 수 있다.

학생들의 언어적 상호작용에서 보이는 특징 중 하나가 지식의 발달과정의 초기에서 회상에 많이 의존한 진술을 보인다는 것이다. 그러나 초기 단계에서 보이는 회상적 진술은 논리적 관계를 세우고 발견하는 것으로 환원될 '논리화(logicalize)'나 과제가 지적하는 바로 그 요소들을 발견하는 재인(recognizing)이라 보기가 어렵고, 수학에 많은 자신감을 갖고 있지 않는 학생들이기 때문에 문제에 도전하는 것을 두려워하며 회상을 하려 애쓰는 소극적인 모습 즉, 제 생산적인 사고에 어려움을 나타내는 반복적 대답에 가까운 회상 진술로 보인다.

다음의 【프로토콜 1】은 계산기를 사용하지 않는 장면에서 발췌한 것인데, 계산기를 사용하지 않았을 때 그러한 모습을 더 많이 나타내었다. 정확히 자신이 알고 있

회 상 에 의 한 진 술



<그림 5> 회상에 의한 진술 빈도

는 것을 끄집어내려 한다기보다는 문제에 대한 불안을 덜기 위함으로 보인다.

【프로토콜 1】

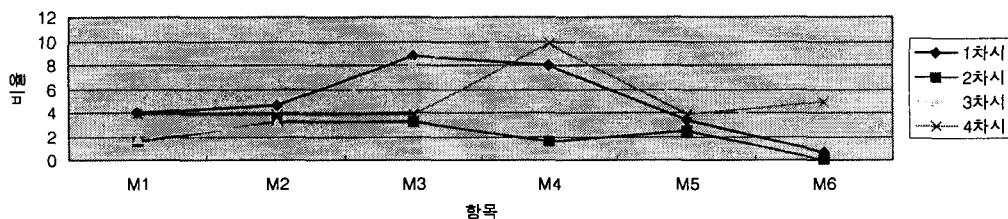
- 29 S1 이거 옛날에 배우지 않았나?
- 30 S3 1학년 때 배웠어.
- 31 S1 2학년 때 배운 거 아냐? 1에서부터 어떻게 했는데.
- 32 S2 그러니깐 x에다가...
- 33 S3 거꾸로 나가는 거 아냐? 아닌가?
- 34 T 일단 넣어봐 x에 주어진 수를 넣어서 표를 한번 채워봐
- 35 S1 이게 어떻게 되더라 x부터... 기억이 날 것 같은데.
- 36 T 그러니깐 옛날기억을 더듬어 내려는 거니?
- 37 S1 옛날에 표 채우는 것에 대해 나왔었는데 그때는 좀 쉬웠던 거 같은데.
- 38 S3 그거랑 다른 거 아니냐?
- 39 T 어떤 거? 옛날에 연연해 하지말고 그냥 일단 해봐.
- 40 S1 함수배울 때 다 이렇게 표 넣었던 거 같은데.
- ...
- 45 S1 1에서 그렇게 나온다고 했었나?
- 46 S2 아니지 이거는 그냥 1에서...
- 47 S1 그러니깐 1이냐고 -1이 나오는 건데 여기서 다음에 -
- 90 S1 이거 틀린 거 같아 예전에는 이렇게 안나왔는데.
- 91 S3 여기서부터 잘못된 거 같아 뒤편이라 까먹었다.
- 102 S1 옛날에는 식이 이런 거 같지 않았는데...

<그림 5>에서 보이는 바와 같이 차시가 거듭되어감에 따라 회상에 의존하는 태도가 급격히 줄어들었는데 이는 문제 자체에 몰두 해 나갈 수 있었기 때문이고 어느 정도는 문제를 파악해감과 동시에 자신이 해 나갈 수 없는 그래프들을 계산기에 의존해서 무엇인가 해결해 나갈 수 있자, 점차 자신감을 회복해가고 있었기 때문이다. 차시 후반부에는 다시 회상에 의한 진술이 보이니 이는 처음에 나타난 것과는 상황이 다른 전에 배운 것과 현재 것을 연결치 못하여 기억해 내려함으로 보였다. 따라서 이는 차시 전반에 나타난 불안감의 표현으로 인한 반복적 대답이 아닌 문제 해결에서 필요한 내용을 재인하는 과정이라 볼 수 있다.

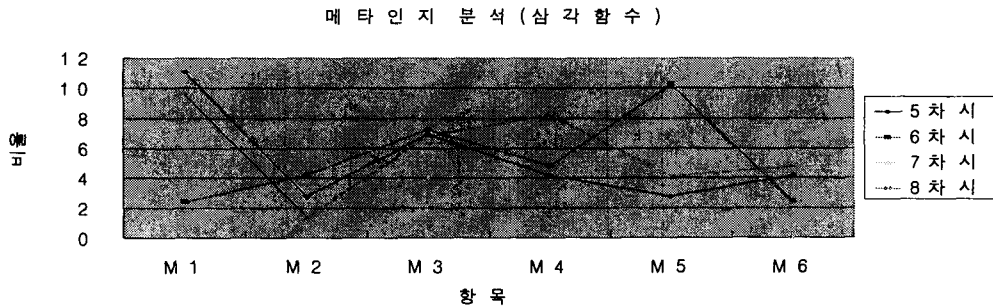
【프로토콜 2】

- 1340 S1 6이면 어제 몇 파이였어? 대략으로..기억 않나?
 - 1341 S2 1.14 아.3.14가 1 파이였잖아
 - 1342 S3 어제 해봤잖아 3.14가 2잖아
...중략...
 - 1823 S2 아..이게 무슨 대칭이었더라...
 - 1824 S1 y축...아니 이거? 여기에. (원점을 가리킨다)
 - 1824 S2 맞아! 이게 원점이잖지
- 또한 초기엔 절차나 처리에 관한 실행적 진술(C6)이 많이 나타나나 차츰 계산기를 활용한 수업 분량이 많아짐에 따라 분석적 진술(C4)이 급증하는 것을 볼 수 있다. 그러나 계산기를 활용하더라도 전이나 확장적 진술(C5)과 보완적 혹은 정교화 진술(C7), 추론적 진술(C8)이 초기 기대했던 것과는 다르게 별 차이를 나타내지 못하였다. 확장적 사고나 정교화는 도구의 도움을 받기보다는

메타인지 분석(분수함수)



<그림 6> 분수함수의 메타인지적 진술 빈도



<그림 7> 삼각함수의 메타인지적 진술 빈도

교사의 안내에 의해 일어날 수 있음을 알 수 있었다.

2) 메타인지 진술에서의 특성

전체적으로 나타난 특징을 살펴보면, <그림 6>은 분수함수의 메타인지 진술에 따른 분석 그래프이다. 2차시를 제외하고는 차시별 큰 차이가 나타나지 않는 것으로 보인다. 그러나 3, 4차시의 그래프 유형이 가장 비슷한 형태를 취하고 있는데, 이해한 것에 대한 평가(M4)의 활발한 진술을 보인다는 특징을 가지고 있다. 이것의 원인 중 하나가 계산기에 대한 사용법을 완전히 익혀감에 따라 계산기를 가지고 분석한 것을 토론했면서 생긴 진술이 증가한 것으로 생각할 수 있다. 반면에 과제의 곤란도 평가(M2)는 차시가 높아감에 따라 다소 줄어들었고, 할 수 있다는 신념 또는 확신(M6)의 진술은 다소 증가함을 보인다.

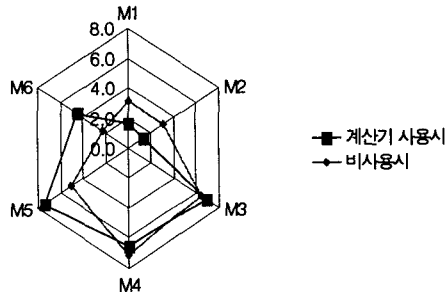
<그림 7>에서의 삼각함수 분석에서는 차시별 그래프가 분수함수하고는 다소 다른 양상으로 나타났는데, 처음 차시가 문제 확인 및 결과 예언(M1)이 높은 비율로 나타나고 있음을 보인다. 이것은 당시 수업 상황이 전 시간에 학습한 사인과 코사인 그래프를 가지고 결과를 예측한 진술이 많았음과 마지막 차시는 가급적 계산기를 사용하지 않고 기존에 관찰하고 학습한 것을 토대로 문제를 해결하도록 한 것에 의한 것으로 보인다. 전반적인 특징을 세분하여 보면, 과제에 의한 곤란도 평가(M2)는 수업 전반에 걸쳐 크게 나타나지 않았으며, 차시가 높아짐에 따라 이해한 것에 대한 평가(M4)의 진술 빈도가 가장 높아짐을 알 수 있다. 과정이나 결과에 대한 점검(M3)은 전 차시에 걸쳐 비슷하게 나타나며 마지막 8차시에서는 문제 결과 예언(M1) 빈도가 높고 과제의 곤란도(M2)는 거

의 나타나지 않은 반면, 과정에 대한 점검(M3)과 이해한 것에 대한 평가(M4)가 원활히 일어났으며 거기에 따른 비교활동을 통한 행동 조절(M5)이 다소 줄고 마지막 신념(M6)진술이 늘어났음을 알 수 있다. 사실 수업 당시 분위기 역시 학생들은 이미 알고 있는 개념을 사용하여 계산기 없이 문제를 해결하도록 요구받았으며 따라서 미리 예측하고 난 이후에 적절히 계산기를 사용하여 자신이 수행한 문제를 점검하고 오류를 수정했으며 사전에 획득한 개념을 새로운 문제에 적용시키는데 큰 어려움을 겪지 않았고 그래프의 주기나 최대 최소 값을 구하고 그래프의 개형을 그려낼 수 있었다.

또 다른 특징으로는 과제의 곤란도 평가(M2)의 특성을 볼 수 있는데, 이 영역에서는 처음 학생들이 나타낸 빈도수 보다 차시가 올라감에 따라 과제의 곤란도를 의미하는 진술의 양이 줄었음을 나타낸다. 이는 학생들이 과제를 어느 정도 인식하며 해결해 나가려는 구체적인 행위를 함으로써 나타난 현상이라 생각된다. 비교를 통한 행동조절도 학생들이 차츰 비교를 통하여 자신의 과제를 조절해 나아가는 것을 진술의 빈도를 보고 파악할 수 있다.

또한 <그림 8>에서도 나타나듯이 계산기를 사용하는 중에 나타난 메타인지의 특성을 자세히 살펴보면 과제에 의한 곤란도 평가가 줄어든 반면, 비교활동을 통한 행동 조절(M5) 면에서 좀 더 우위의 진술이 나타났음을 알 수 있다. 따라서 이는 학생들이 외적 자극의 도움을 받아 외부로부터 자신의 행동을 통제하도록 허용했다는 것을 알 수 있어 계산기 역할 중 학생들의 행동을 조절한다는 것이 결정적으로 중요한 역할 중 하나라는 것을 알 수 있

메타인지진술 분석



<그림 8> 메타인지 진술빈도에 따른 비교

삼각비와 삼각함수의 그래프와의 관계를 이미 배운 학생들에게도 불구하고 그들은 실질적으로 그 관계를 연관 지어 인식하지 못하다 계산기가 스스로 인식할 수 있도록 촉진하여 완성하는 계기가 되었다.

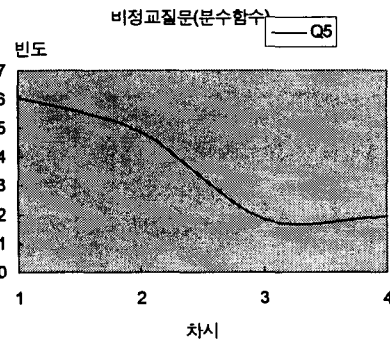
또한 <그림 8>에서 보면, 학생들의 자신의 답에 대한 확신이나 수학적 태도를 다루기 위한 정의적 요소 분석(M6)에서 증가된 모습을 보이는데, 이는 수업 중에 흔히 관찰 할 수 있는 장면으로 학생들은 계산기를 통해서 나온 결과를 마치 자기 자신이 스스로 그려 낸 것처럼 기뻐했으며 스스로를 대견스럽게 여기기도 했고 또한 실제로는 맞게 했던 틀리게 했던 간에 지필 환경에서 보다 자기 답에 대한 확신을 갖고 있었다.

3) 질문에서의 특성

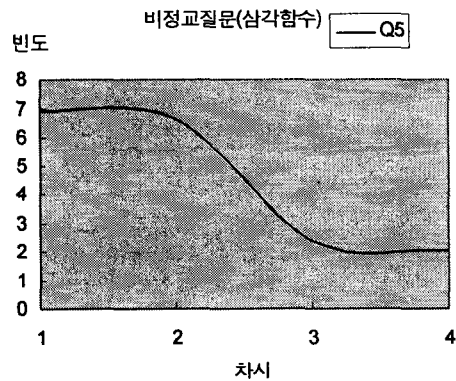
학생들은 알든 모르든 습관적으로 질문을 많이 던지는 모습을 보였는데 이는 전략적으로 자신의 문제 해결과정에서 어떠한 정보를 요구하기 위한 질문도 있으나 많은 경우가 자신이 하고 있는 과정을 확인하기 위함이나 자신감의 결여에서 오는 소극적 확신의 태도로 보인다.

그러나 주목할 것은 학생들은 분수함수나 삼각함수 모두 시간이 지날수록 비정교의 막연한 것을 요구하는 질문의 횟수가 줄어들면서 전략적 질문의 빈도가 늘어간다는 것이다. 이는 학생들이 자신의 문제 해결 전략을 스스로 구사할 수 있다는 의미로 받아들일 수 있다.

<그림 11>은 분수함수에서의 질문 유형을 그래프로 나

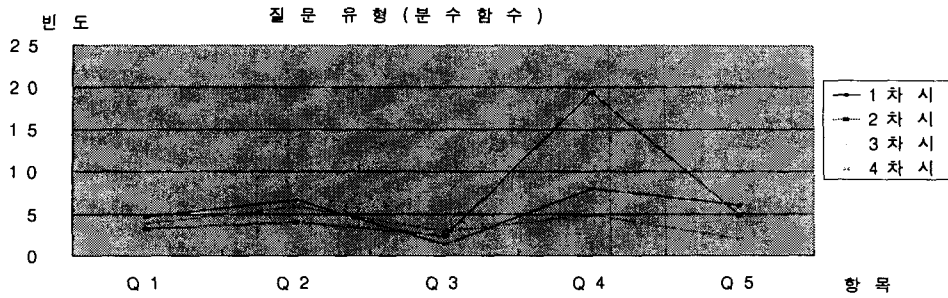


<그림 9> 분수함수의 비정교질문 빈도

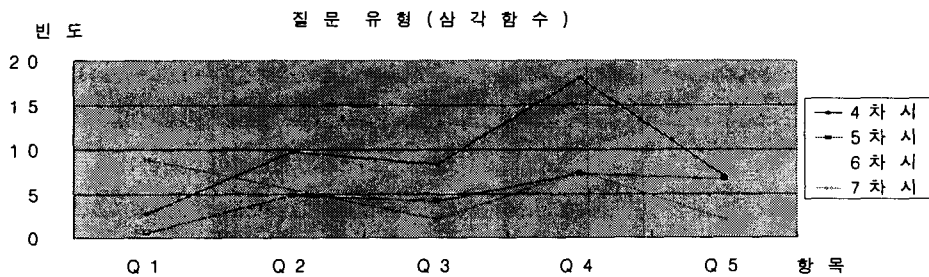


<그림 10> 삼각함수의 비정교질문 빈도

타낸 것으로서, 질문 유형에서는 전략적 질문보다는 비전략적 질문이 많이 나타남을 알 수 있는데, 전략적 질문에서는 점점적 질문(Q1)이 매 차시 가장 많이 나타났다. 이는 학생들이 도구를 점검하는 데 많이 쓰임을 유추할 수 있고 또한 수업 중 관찰한 바에 의하면 학생들은 자신감이 많이 떨어지고 자신이 한 것에 대한 확신이 약하기 때문에 중간 중간 점검을 하느라 진술에서의 빈도가 많이 나타나는 것으로 보인다. 그러나 비정교질문의 빈도가 차시가 높아감에 따라 줄어들음을 보여 처음 막연하게 질문하는 것을 좀 더 구체적으로 질문하게 됨을 알 수 있다. 즉 1차시에서는 비정교질문(Q5)과 점점적 질문(Q2)이 상대적으로 높게 나타나나 2차시에 가서는 급격히 정교질문(Q2)이 증가했다. 이는 1차시 때보다는 막연하게 질문



<그림 11> 분수함수의 질문 유형에 따른 빈도



<그림 12> 삼각함수의 질문 유형에 따른 빈도

질문하던 것을 비교적 구체적으로 질문을 한 것이며 마지막 4차시에 가서는 비전략적 질문이 상당히 줄어들었지만 전략적 질문들이 늘어 비슷한 빈도를 보임을 알 수 있다. 이는 문제 해결을 위한 전략을 구사하는 과정에서 나타나는 진술의 양상임을 알 수 있다.

삼각함수의 질문 유형인 <그림 12>에서도 비슷한 유형을 보이는데 4차시에서 보이는 비 전략적 질문 중, 정교질문의 빈도가 감소하다가 마지막 8차시는 계산기 없이 그동안 관찰하고 학습 한 바를 가지고 그래프를 그리고 특징을 찾는 과정에서 학생들은 전략적 질문을 하였고 그 중에도 계획적 질문(Q1)의 빈도가 가장 높게 나타났다. 이는 그 동안 발달되어 온 개념을 바탕으로 문제 해결을 체계적으로 접근하고자 하는 학생의 의도가 반영된 것이라 볼 수 있다.

2. 상호작용 유도를 위한 교사 역할의 특징은 무엇인가?

교사가 수업에 임하면 가장 먼저 한 일이 진단을 위한

파악하기(D1)였다. 학생들은 경험과 이전의 지식으로부터 새로운 지식을 이해하고 능동적으로 구성함으로써 수학을 배워야 한다(NCTM, 2000)는 원리에 따라 교사가 주도적으로 수업을 진행하지 않고 학생들이 스스로 알아 나갈 수 있도록 수업을 구성하여야 하도록 설명하기(S2)와 같은 역할을 최소한으로 하고 되묻기(A2)나 안내하기(E1)로 학생들의 사고를 활성화시키려 하였다.

【프로토콜 3】

537 T 절대값이 클수록 y값이 어떻게 달라지니?(A2)

538 S2 오른쪽으로 더 이렇게 옮기면..

540 T 음수 쪽도 생각할 수 있지 않나?(E1)

541 S1 아~ 음수요...수가 더 커지는 거니깐 왼쪽으로 더 가면... 이것도 0에 가까워지는 것 같은데요.

우선 그래핑 계산기를 사용한 수업에서 교사의 역할은 학생들이 능동적으로 참여하도록 문제 진행을 요구(R2)하고 끌어들이며 연계를 확립(E2)할 수 있도록 하였다. 이러한 중재된 연계는 스스로의 조작으로 인해 자극되어지고 이것은 가역적 행위(reverse action)로 이어지게 되었다.

【프로토콜 4】

734 T 그래프를 각자 그려(식을 입력)보면서 판단해보자.(R2)

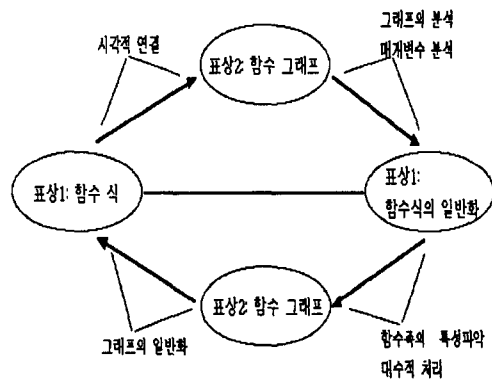
739 T 어. 그 선이 무엇을 의미하는 거 같니?(E2)

741 S2 아. 알았다. 이 선은 기준선이야.

747 S2 x가 0이면 값이 안 나올 때 0인 거잖아요. 그러니깐 만약에 x가 0이면 -2되고 2를 넣으면 2-2가 0이잖아요. 그러니깐 2가 기준선이 되는 거죠.

NCTM(1989)에서 제시하는 규준에서 수학적 연결성에 대해 언급하며, 학생들이 연결성을 나타낼 수 있는 잠재적인 상황과 문제를 제시하여 학생들이 연결성 배우도록 하여야 한다고 하였다. 이를 통해 학생들은 같은 개념의 동치 표상을 인식할 수 있어야 하고 한 표상에서의 절차를 동치 표상에서의 절차와 연결시킬 수 있어야 함을 제시하였다. 표상은 문제해결자가 문제를 이해하는데, 그리고 다른 문제와의 관계를 인식하는 데 핵심적인 역할을 한다.

본 연구에서 학생들은 적절한 표상을 인식하고 정확한 절차를 찾아내는 것이 수월하지 않았다. 따라서 교사는 몇 가지 전략을 통하여 학생들이 풀이과정과 사고를 항상 반성하도록 격려했으며 그러한 전략적 진술을 통해 표상들 사이의 공통점과 차이점을 주목하게 함으로써 수학적 연결성을 갖는데 도움을 제공하였다. 본 연구에서 학생들이 연결해야 할 표상들 간의 관계는 <그림 13>과 같이 나타낼 수 있다.



<그림 13> 본 연구에 학생들이 연결해야 할 표상들간의 관계

그러나 본 연구대상자 학생들의 가장 취약점 중의 하나가 학생들이 수학적 연결성을 갖고, 그것을 활용하는 것에 어려움을 갖는다는 것이다. 따라서 계산기의 결과를 해석하여 학생들로 하여금 동치형의 표상을 인지하고 결과를 판단하여 연결성을 갖는데 교사가 많은 역할을 하였다. 교사가 사용한 전략적 진술은 확장적 진술 중에서 학생들에게 직접적으로 연결하기(E2) 진술을 통하여 학생들에게 수학적 연결성을 제시하거나 간접적 방법으로는 학생 스스로 인지 할 수 있도록 안내하기(E1) 또는 학생들이 가진 지식을 확인(P1)시키거나 학생들이 범한 오류를 확인(P2)시켜주는 진술을 통해서 교사는 학생들이 수학적 연결을 할 수 있도록 도왔다.

교사가 수학적 연결성을 만들고, 학생들이 그렇게 할 수 있는 능력을 개발하도록 도와주었을 때 학생들은 비로소 수학적 연결성을 획득할 수 있었다. 학생 S2는 이동된 그래프를 식과 연관지어 생각을 하며 그것을 대수적으로 해결할 방법을 찾고 있었고 자기가 생각한 방법이 맞는지 확인하기 위해 몇 가지 식에 대한 결과를 가정 한 후 식을 입력하고 나서, 나온 그래프를 보이며 다른 학생들에게 자신의 정당함을 확인 받으려 하였다. 이는 수학을 적극적으로 사고하며 스스로 지식을 구성해 나아가는 모습이라 할 수 있다.

또한 실험대상자들은 자신의 과거 활동이나 지식의 관점에서부터 현재를 조망할 수 있고 또 현재 습득한 경험과 지식을 바탕으로 미래를 예측하여 행동할 수 있는 능력이 상당히 부족한 학생들이었다. 따라서 학생들은 교사의 적극적인 도움 없이는 정교한 수학적 방법이나 제시된 과제의 의미를 재발견하기를 기대하는 것은 현실적으로 불가능하였다. 어느 정도까지의 수준에서는 학생들의 협동과 협력학습으로 구성될 수 있었으나 그 지식은 단락 단락 끊어졌으며 자신의 힘으로 연결해 나아가는 것이 어려웠다. 따라서 교사는 학생들이 시각적으로 확인한 것을 수학적으로 연결시켜주고 추론을 이끌어 내며 일반화가 가능하도록 단계별로 도움을 주었다.

고등학교 학생들은 일반적으로 쉽게 알 수 있는 구조에서의 유사성조차 본 연구의 대상자들은 파악하는 데 상당한 시간이 걸리고 힘들어 했다. 따라서 교사는 어느 시점에 적절한 도움을 줄 것인가를 결정해야 하는데 그 시기가 너무 일찍 나타나서 학생들의 사고하고 논의할

기회를 갖가지지 않아야 하며 너무 늦게 도움을 주어서 지치고 흥미를 잃게 만들어서도 안 된다. 다양한 상황 속에서 탐구를 한 후 본질적인 요소를 명확히 하고 그 요소들 사이의 수학적 관련성을 인지하여서 문제에 대한 모델을 세우고 해석할 수 있도록 도와야 했다. 예를 들면, 주기를 파악하는 삼각함수 문제에서 학생들은 $\sin Ax$ 함수로서 주기를 구하는 학습을 다 한 후에도 $\cos Ax$ 함수에서의 주기를 다시 생소해 하며 어려워하였다. 따라서 교사는 한 가지 수학적 개념을 학생들이 획득한 후에는 지식의 확인(P1)진술을 적절히 해 줌으로써 학생들의 인지를 높여 스스로 그 다음 단계의 해결을 유도 할 수 있도록 하였다.

【프로토콜 5】

1264 T 음. 뭐라고 썼나? 상구는 왜 이 코사인의 주기를 이렇게 했지?(P2)

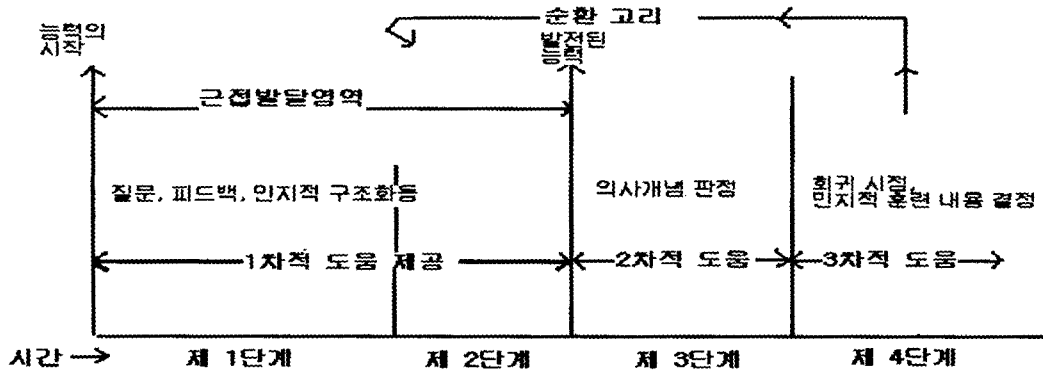
1266 T 우리 전에 한 사인함수에서는 주기를 어떻게 구했지?(P1)

1268 T 음 . 그래서 주기가 얼마로 구했는데?(P1)

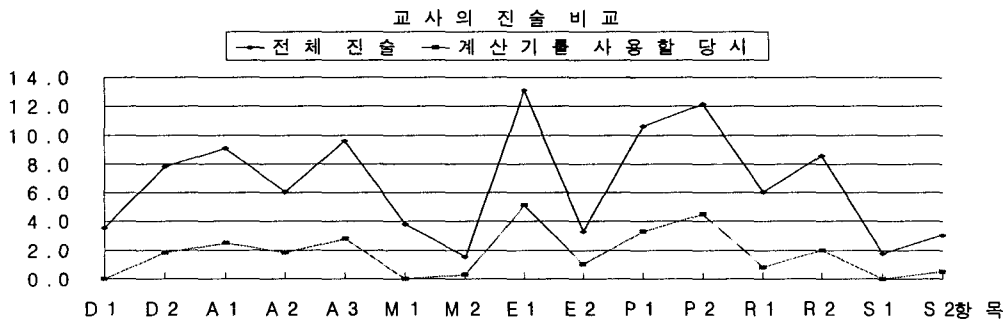
교사는 학생들이 연결성을 가질 수 있도록 직접적으로 문제 해결 상황에 가담시킨 후 다양한 접근법과 풀이법을 허용하고 학생들이 다양한 방법으로 추구하도록 격려했다. 잘못된 진술이 옳지 않다고 바로 지적하지 않았으며, 올바른 생각의 핵심을 찾을 수 있도록 도왔다. 또, 학생들이 스스로 연결성을 만들어 나가고 자신의 생각을 반성하고 비교할 수 있도록 하되, 학생들이 주어진

문제, 즉 해결하려고 했던 문제들을 단순하게 결론만을 가지도록 처리하였을 때, 그들이 푼 문제를 일반화하도록 정교화 요구(R1)를 하고, 간접적 도움으로도 학생들이 곤란함을 겪을 때에는 정교화(M1)진술이나 기호화(M2)의 모범적 진술을 하여 수학적 도구들을 통한 접근이 추상적 개념으로의 발달에 도움을 제공하는 것이 중요할 것이다.

또한 여기서의 교사의 역할은 Gallimore와 Tarp(1990)가 말한 제 1단계에서만 도움을 제공하는 것이 아닌 제 3단계와 4단계에서 역시 지속적인 도움을 제공했어야 했다. 1차적 도움을 제공하는 시기에서는 학생들과의 상호작용 속에서 질문, 피드백, 인지 구조화 등을 통해서 도움을 제공하는 시기이며 그래핑 계산기의 적절한 사용으로 더욱 상충효과를 거둘 수 있었다. 2차적 도움을 제공해야 하는 시기는 학생들은 개념을 발달시킨 단계로서 내면화되고 자동화되며 화석화되는 단계이다. 이 단계엔 성인이나 자신으로부터의 언어적인 도움은 더 이상 필요하지 않았으며, 또한 이 시기에 학생들이 의사개념을 가장 많이 보이는 단계이다. 따라서 교사는 학생들의 외형화된 언어와 결과물을 통해 의사개념을 판정해야 하며 유동성 있게 개념을 전이시키고 변화시킬 수 있는 가를 알아내야 했으며 이것이 이 단계에서의 교사의 역할이었다. 마지막 3차적 도움을 주어야 하는 시기는 제 4단계에 이르렀을 경우에 해당하며 이 때에는 어느 시점으로 다시 돌아가야 하는 가를 결정하며 또한 어떠한 인지 전략 훈련을 해야 하는 가의 내용을 결정해야 한다. 이렇게 교사는



<그림 14> 수행 능력 단계에 따른 교사의 역할



<그림 15> 교사의 전체 진술 빈도와 계산기 사용 시 진술 빈도

제 1단계에서 도움을 제공하는 것으로 그치는 것이 아닌 완전한 개념이 획득되었을 시기에 이르기까지 그치지 않고 도움을 제공했다. 이것을 그림으로 나타내면 <그림 14>와 같다.

이는 어떠한 도구를 쓰는 환경에서나 지필 환경에서이든 교사들이 취해야 할 교수라 생각된다. <그림 15>에서 나타난 그래프는 전체 교사의 진술과 그래핑 계산기를 사용할 때의 교사의 교육어 진술을 비교한 그래프이다.

전체적인 교사의 진술 유형을 보면 가장 많이 나타나는 것이 확장적 사고를 가질 수 있도록 그리고 스스로 문제를 해결 해 나갈 수 있도록 안내하기(E1)의 역할이었음을 알 수 있다. 수학의 부진아 학생들에게는 스스로 확장 및 전이를 할 수 있는 능력이 부족하며 능동적으로 문제를 해결할 수 있는 힘이 부족하다. 따라서 교사의 가장 큰 역할 중에 하나가 안내하기였다. 또한 학생들은 자신의 지식을 새로운 문제상황에 연결시키지 못하는 일이 잦았으며 이때마다 교사는 직접적인 답을 제공한 것이 아니라 학생들이 가진 지식과 범하고 있는 오류를 확인 시킴으로써 스스로 문제를 해결 할 수 있도록 유도하였으므로 지식을 확인(P1)시키고 학생들이 한 오류를 확인(P2)시키는 행위를 많이 한 것으로 나타났다.

학생들이 질문을 해 온 경우 알아야 할 기본적인 사항들을 직접 응답(A1)해주어야 할 때도 있었지만(기초 학력이 부족한 학생이었기에 설명하기와 적극적 응답을 수업에서 배제할 수는 없었다.) 학생들이 스스로 파악 할 수 있는 것들은 단서만 제시(A3)함으로써 사고를 증진시키는 효과적인 교수법을 활용하였다.

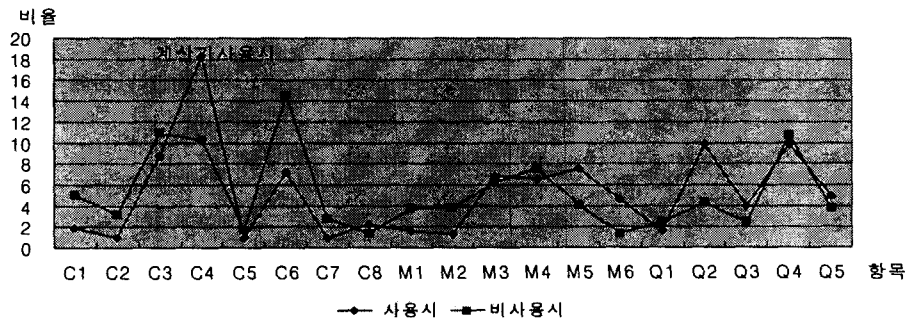
계산기를 사용할 당시의 교사의 교육어 사용은 전체

교사의 진술 양상과 크게 다를 바 없이 나타나는데 계산기를 사용할 당시는 교사가 관여를 하지 않는 경우가 많아서 그 진술 빈도수가 상당히 낮다. 또한 특이한 점은 계산기를 사용할 때의 교사의 진술 중에서 파악하기(D1)와 정교화의 모범 진술(M1)과 자신감 부여(S1)의 항목이 나타나지 않는다는 것이다. 이는 계산기를 사용할 당시에는 학생의 사고를 진단하거나 모범적 표현으로 학생의 표현을 교정한다거나 하는 역할이 주어지지 않음을 보인다. 파악하기의 진술은 이미 계산기를 사용하기 전에 취해야 할 교사의 진술이었고 학생들의 사고를 파악한 후 필요한 적절한 시기에 계산기가 투입된 상황이었다고 모범 진술은 계산기가 제공하는 표상에 따라 학생이 묘사하였기 때문에 교사의 역할이 줄어든 것이며 또한 계산기를 사용한 이후 학생들의 수학적 언어를 교정하거나 정교화 시키고자 할 때 이루어졌다. 자신감 부여(S1) 항목은 계산기를 사용 할 경우에 학생들이 보인 진술이므로 계산기가 교사의 역할을 대신하였다고 볼 수 있다. 그러나 그 외의 교육어 사용 빈도수에는 다른 바가 거의 없는 것으로 보여 계산기를 사용할 때와 그렇지 않을 때의 교사의 언어 매개적 역할은 큰 차이점이 없는 것으로 생각할 수 있다.

V 결론 및 논의

언어적 상호작용을 가지고 수업 전체를 분석할 수 있는가에 대해서는 완전히 동의 할 수는 없지만, 청년기에 나타나는 지적 과정 중 하나가 개념 형성의 수단으로 언

계산기 사용시와 비사용시 비교



<그림 16> 계산기 사용시와 비 사용시의 진술비교

어를 사용한다는 것(Vygotsky, 1962)을 감안한다면, 학생들의 언어적 상호작용을 해석할 경우 교수 상황의 독특한 상황들을 이해하기 위한 좋은 척도로 사용될 수 있다. 그리고 Susan(1998)은 공유된 의미들과 언어매개를 통해서 우리는 각각의 학생들이 만들어나가는 수학적 실재를 밝혀내는 데 노력을 기울여야 한다 하였고, 언어는 수업과 수업의 대상을 구성하므로 협력 활동을 하는 수업에서 가장 좋은 탐지기 역할을 한다 하였다(Bussi, 1998).

본고에서는 수업시간에 일어나는 언어적 상호작용의 분석을 통하여 계산기를 사용한 수업의 특징과 양상을 파악하고자 하였다. 계산기를 활용한 수업에서 전체적인 특징은, 조장의 역할을 하는 때에 교사 학생이 주도적인 역할을 하는 것은 분명하나 상위권 학생의 말을 무조건 거의 받아들이고 따르는 게 아니라, 도구를 가지고 수업을 할 때에는 그 밖의 학생(S2, S3)의 발언의 양도 많을 뿐더러 의견 교환이 활발히 이루어지고 있음을 볼 수 있었다. 결론을 이끌어 내는 것에 때로는 실패하기도 하였으며 개념을 정립하지 못하고 혼동을 일으키기도 하였으나, 계산기를 사용하여 관찰하며 자신의 의견들을 의사소통하였다. 따라서 일방적인 진술과 지식 전달의 모습이 덜 나타난다고 볼 수 있고, 이것은 컴퓨터가 수준이 낮은 학생들에게 자긍심을 키워줄 수 있는 도구가 되어 줄 수 있었다는 것(Sheingold, Hawkins & Char, 1984; Papert, Watt, diSessa & Weir, 1979; Pea, 1987. 재인용)과 같은 맥락으로 생각할 수 있다. 학생들은 도구를 사용함에 따라 수학 개념의 부족에서 오는 열등감을 어느 정도 극복

하게 됨으로써 서로간의 차이를 좁힐 수 있었다고 생각된다.

그래핑 계산기는 교사와 서로에 의한 연계 속에서 보조 자극의 기능을 갖고 있기 때문에 가역적 연행을 창출하게 되고 이것으로 인하여 심리적 조작을 더욱 고등하고도 새롭게 전환시키며 목표로 나아가는 것을 돕는다. 즉, 계산기가 학생의 행동을 조절할 수 있는 역할을 하며 이것은 학생들의 상호작용 관찰과 그들의 사용언어에서도 나타나서 그래핑 계산기는 학생들의 언어적 상호작용을 조장할 뿐만 아니라 언어적 양상에도 다소 변화를 주었다(<그림 18> 참조). 물론 완전히 다른 양상을 보인 것은 아니나 그래핑 계산기를 사용함에 따라 지필 환경과는 다른 언어적 특성 변화를 감지할 수 있었다.

개념적 진술의 특징에서는 관련된 정보 제시(C3)와 분석적 진술(C4)가 가장 높았는데 이는 계산기라는 도구로 인하여 학생들은 서로 자신이 관찰한 정보를 나누고 분석을 시도한 결과라 볼 수 있다. 즉, 도구를 조작하며 관찰한 내용을 문제해결의 전략으로 사용하는 것을 그들의 언어적 상호작용을 분석함으로써 알 수 있었다. 이것은 계산기가 수업에 어떠한 역할을 하였는가를 짐작할 수 있는 부분이라 사료된다. 또한 메타인지적 진술의 특징에서는 과제에 대한 곤란도(M2)가 빈도수가 낮고, 비교를 통한 행동조절(M5)이 증가하였는데 계산기로 인하여 학생들이 자신의 과제를 시도해 봄에 있어 주저함을 덜 보였으며, 서로 자신의 한 것을 계산기를 점검하고 모니터링하며 비교하는 데 사용한 것으로 볼 수 있다. 마지막으로, 질문에서의 특징으로 점검 질문(Q2)빈도가 늘어

난 것도 같은 맥락으로 해석할 수 있다.

교사의 교육어 사용양상을 분석할 결과, 계산기를 활용한 환경에서도 교사의 역할에는 큰 변화는 없는 것으로 나타났다. 이것은 교사의 역할은 도구를 쓰는 환경에서나 지필 환경에서나 교사들이 취해야 할 공통적 역할이 있다는 것을 시사하기도 한다.

또한 학생들의 개념 진술에서 예측과는 다르게 확장적 진술과 정교화 진술은 마지막 차시에 다소 증가했을 뿐, 그 빈도수가 낮은 것으로 미루어 이는 도구의 도움보다 교사의 역할이 우선됨을 알 수 있었다.

마지막으로, 교사는 언어적 상호작용을 관찰함으로써 학생들의 개념 발달에서 겪는 어려움과 특성을 파악하고 그것을 수학 교수 학습에 반영할 수 있어야 하며, 역으로 적시 적재에 교육어를 사용하는 것은 효율적인 의사소통 향상과 개념 형성에 직결되는 일이므로 이에 적극 관심을 갖고, 교사 스스로 이에 대한 의도적인 연습을 감내해야 한다.

참 고 문 헌

고상숙·고호경 (2002a). 수학교육에서 학생들의 상호작용평가를 위한 분류 틀 개발, 대한수학교육학회 2002년도 춘계 연구논문발표대회논문집, pp.263-282.

고상숙·고호경 (2002b). The Development of the Checklists for Students' Interaction with Others in Learning Mathematics, 대한수학교육학회 논문집, 수학교육연구 12(4), pp.443-455.

Austin, J. L. (1962). *How to do things with words*. New York: Oxford University Press

Bussii. M. G. (1998). Verbal interaction in the mathematical classroom: A Vygotskian analysis. In H. Steinbring, M. G. Bussi., & A. Sierpiska (Eds.), *Language and Communication in the Mathematics Classroom*. Reston VA: NCTM.

Ernest, P. (1994a). *Constructing Mathematical Knowledge : Epistemology and Mathematics Education*. London: The Falmer Press.

_____ (1994b). Varieties of constructivism: Their metaphors, epistemologies and pedagogical implications,

Hiroshima Journal of Mathematics Educations 2, pp.1-14.

_____ (1998). *Social constructivism as a philosophy of mathematics*, State University of New York Press.

Gallimore, R & Tharp, R. (1990). Teaching mind in society. In L. C. Moll (Ed.), *Vygotsky and education* pp.175-205, Cambridge: Cambridge University Press.

Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics, Reston, VA: Author. 구광조 오병승 류희찬 역. 수학교육과정과 평가의 새로운 방향, 서울: 경문사.

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.

Resnick, L. B. & Ford, W. W. (1981). *The psychology of Mathematics for instruction*, 구광조, 오병승, 전평국 역 (2001). 수학 학습 심리학. 서울: 교우사

Schoenfeld, A. (1987). What's all the fuss about metacognition?. In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and Mathematics education*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Seeger, F. (1998). Discourse and Beyond: On the Ethnography of Classroom Discourse. In H. Steinbring, M. G. Bussi., & A. Sierpiska (Eds.), *Language and Communication in the Mathematics Classroom*. Reston VA: NCTM.

Susan, E. B. (1998). Crossing the Gulf between Thought and Symbol: Language as (Slippery) Stepping-Stones. In H. Steinbring, M. G. Bussi.,

- & A. Sierpiska (Eds.), *Language and Communication in the Mathematics Classroom*. Reston VA: NCTM.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. E. Hanfmann & G. Vakar (eds. & trans). Cambridge Massachusetts: M. I. T. Press.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods*(2nd ed), Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Students' Linguistic Interaction with the Development of Mathematical Concepts in Collaborative Learning Using a Graphing Calculator: A Case Study

Ko Ho-kyoung

University of Georgia

E-mail: shrine99@uge.edu

The research was aimed at finding the dynamic aspects of the linguistic and social interaction with mathematical concept development using a graphing calculator in collaborative learning.

This study was broadly divided into two categories: "Knowledge Construction Statement" for understanding how the verbal interaction works when a graphing calculator is used, and "Teacher's Instructional Role" for the research on the reaction of the students and on the teacher's role as a guide in helping students to construct their knowledge.

This research used a case study in a collaborative learning environment. An attempt was made to show clearly how the students interacted with one another in a technology environment using a graphing calculator as a tool. A graphing calculator promoted the students' linguistic interaction and changed the characteristics of the linguistic interaction. Although it didn't show the different aspects completely, some changes of the linguistic traits were perceived.

* ZDM Classification : C54
 * 2000 Mathematics Subject Classification : 97C80
 * Key Word : graphing calculator, collaborative learning, linguistic interaction, pedagogical learning.