

수학교육용 소프트웨어의 활용에 대한 질적 연구¹⁾

전 영 국 (순천대학교)

I. 심층 면담 기법의 도입

심층 면담 기법을 사용하게 되면 중·고등학교 학생 및 학부, 대학원생들이 수학교육용 소프트웨어(예, Mathematica, Maple, GSP, Derive 등)를 사용함으로써 수학을 하는 동기, 수학과와의 관계, 수학 학습을 해 나가는 것에 대한 여러 가지 형태의 영향을 조사할 수 있다. 중학교나 고등학교에 들어가면 학생들은 컴퓨터를 사용한 수학에 대한 열정이나 교과 연습에 대한 견해를 나름대로 펼쳐가기 시작한다. 이럴 때 학생들의 모습이나 수학을 잘 하는 유형은 학생들의 재능과 개성 및 여러 형태의 지능에 영향을 받는 듯 하다. 이런 현상은 학생들이 나중에 어떤 직업을 선택하느냐 하는 문제와 그들의 삶이 얼마나 만족스러운가에 대한 결정적인 역할을 하게 된다(Witz, 1999b).

질적 연구를 통하여 컴퓨터의 사용하는 학생들이 수학 학습에서 어떤 형태로 동기 유발을 하는지, 교과목을 이수하는데 대한 견해가 어떻게 변하는지를 연구할 수 있다. 학생들이 느끼기에 수학이란 어떤 것이며 수학에 대한 관심사가 어떻게 펼쳐지는지에 대한 인식과 그 학생들이 수학에 대한 흥미도 및 중요성(significance)에 대한 내적·외적인 모수(parameter)와 요인을 탐색하고 그림으로써 개별 학생들을 충실하게 묘사하는 것을 목적으로 삼는다.

마치 정거장에 나타나는 사람들의 변화하는 모습을 충실히 그려냄으로써 삶의 일부분을 느끼고 그 느낌을 표현하면 그 그림(painting)의 의미를 감상하는 자가 나름대로 받아들이듯이 이런 질적 연구를 통하여 기초 조사의 결과가 충분히 쌓이면 다음과 같은 방향으로 나아갈 수 있다. (1) 컴퓨터 소프트웨어를 사용하여 교과목 내용에 대한 관심과 만족도가

1) 질적연구에 관한 지속적인 도움을 주신 일리노이 대학교 (어바나-샴페인) Klaus Witz 교수와 자료 정리를 도와준 총무여중 주미 교사에게 감사드립니다.

최대한도로 개발될 수 있는 과목으로 학생들을 안내할 수 있을 것이다. (2) 현재 학생들이 수학에 관심을 가지고 동기 유발을 하는 것보다 훨씬 더 생생한 이해를 함으로써 교사들은 학생들로 하여금 수학 과목에 대한 관심을 증가시킬 수 있는 여러 방법들을 살펴볼 수 있다. (3) 그리고 학생들의 지나간 삶의 궤적과 같은 큰 맥락에서 컴퓨터 소프트웨어가 학생들이 수학을 해 나가는 것에 영향을 준 형상(form)을 들여다보면, 거기서 파생되는 수학 교육용 소프트웨어의 사용에 대한 매우 기초적이고 원초적인 몇몇 연구 문제를 명확하게 할 수 있다. 예를 들면, 개인이 어떻게 수학과 깊은 관계를 맺게 되었으며 어떻게 영감을 받게 되었고 그 결과로 인한 동기 유발이 어떻게 다른 유형의 동기를 제치고 인생에서 지배적인 근원적 힘이 되었는지, 그리고 그런 삶의 선택이 어떻게 큰 자기-만족(self-fulfillment)으로 향한 항로로 나타나게 되었는지를 탐구하게 될 것이다(Witz, 1999b).

심층면담 기법에 대하여는 주로 Witz, Goodwin, Hart & Thomas (1999)를 참조하였다. 주로 반구조화된 질문으로 연구자가 가지고 있는 문제에 관련되는 내용에 따라 질문을 하되 처음에는 면담자와의 보편적 통로(channel)를 여는 것이 관건이 된다. 이 통로를 개설하기 위하여 면담이 시작되기 전에 충분한 상호 이해의 바탕을 마련하여야 하며, 면담이 시작되어 후속 질문을 던질 때는 면담자의 편에 서서 반발짝 앞서 나가는 듯이 하여야 양질의 데이터를 수집할 수 있다. 이 방법은 이미 소개되어 있는 질적연구의 갈래 중에 매우 독특한 면이 많이 있는 극단적 구성주의의 성격이 있는데 연구 결과의 신뢰도와 타당도는 면담자와의 보편적 통로 개설 여부에 좌우된다고 보고 있다. 면담자와의 보편적 통로가 충분히 확보되면 타당도(연구하고자 하는 것에 대한 방법의 적합성)와 신뢰도(연구 결과의 신뢰성과 보편성)가 높아진다고 설명하고 있다²⁾.

- 2) 일반적으로 질적연구 방법에 대한 문제점으로 일반화와 객관성이 있다. 분석 결과가 어떻게 일반화될 수 있는가 하는 문제와 연구자의 입장에 따라 분석 결과가 달라지지 않는가 하는 연구 결과의 객관성 문제이다. 본 연구 방법에서는 다음과 같이 답변한다. 일반화란 양적 연구에서도 문제가 되는데 양적 연구에서 전제된 조건(assumptions) 아래에서만 그 결과가 일반화될 수 있다고 보는 주장과 유사하다. 심층면담기법은 연구대상이 속한 경우에서 수집한 자료를 분석하므로 그와 유사한 경우 또는 사례에서 일반화될 수 있다는 견해를 견지하고 있는데 한편으로는 보통 일반화에 대한 관심이 별로 없는 경우가 많다. 그 이유는 연구자가 묘사한 그림(painting)을 감상하고 느끼면서 독자 나름대로 해석해야 한다고 보기 때문이다. 두 번째 문제인 객관성의 문제는 심층면담을 하기 전에 면담자와 연구자간에 보편적 통로를 개설해야 하는 것에 따라 좌우되고 후속 질문을 다양한 각도에서 제시하여 인터뷰 자료 자체가 삼각측정법(triangulation)이 되도록 면담자를 이끌어 가는 것이 관건이 된다고 본다. 또는 연구대상자(면담자)와 연구자 개인이 지니고 있는 (인간) 보편성의 원리에 입각하여 상호 작용하는 데이터 자체가 객관성을 확보하고 있다고 보기도 한다.

본 연구에서는 GSP를 활용하는 중학생 3명과 Linear Kid를 대하는 고등학교 여학생의 면담 자료를 분석하였다. 앞에서 소개한 심층 면담은 이루어지지 않았지만, 질적연구의 시작 단계에서 나타나는 여러 가지 질적인 현상을 묘사하는 데이터를 보여주고 있다. GSP 활용에서 등장하는 면담 자료는 앞에서 제시한 (1)과 (2)에 초점을 맞추었고, Linear Kid에 대한 면담 자료는 (2)와 (3)에 따라 분석하였다. 이 분석이 지향하는 바는 “The Academic Problem”이라고 불리는 문제를 탐색하는데 있다 (Witz, 1999a).

수학은 교육 기관을 통해 대부분의 학생들에게 교과 전문 지식을 배양시키고 흥미를 부여함으로써 그들에게 일생동안 수학에 관련되는 지식을 다루는 방법과 직업에 관련된 만족을 고양시키는 목적으로 교육되어지고 있다. 그러나 현실은 그렇지 않다. 대부분의 학생들이 수학에 대한 흥미를 잃어버리고 자기 자신의 삶과는 무관한 그러면서도 공부해야만 하는 골치 아픈 존재로 인식하고 있다. 이런 “Academic Problem” 문제는 학생들의 존재(self)와 관련되는 인생의 중요한 문제임에도 불구하고 많은 연구가 이루어지지 않고 있다. 이 문제에 착수하기 위한 전단계로 비록 심층 면담은 아니지만 일반적인 면담 기법을 이용하여 기하교육에서 GSP의 활용(전영국 & 주미, 1998)과 학생들의 만족과 흥미 유발의 측면에서 살펴보고 학생들에 대한 생생한 이해를 할 수 있는 묘사를 해보고자 한다. Linear Kid(전영국, 1995; 전영국, 1996)에 대한 면담에서는 여학생의 지적인 대답과 지난 시절에 대한 회상을 통해 총명한 여학생에 대한 이미지와 컴퓨터 소프트웨어가 그녀의 수학에 대해 어떤 영향을 끼치고 있는지에 따라 분석하였다 (Witz, Goodwin, Hart, & Thomas, 1999). (여기서 심층 면담이란 하나의 주제에 대하여 3 내지 4 단계의 깊이 있는 면담으로 이루어지는 것을 뜻한다.)

질적연구에 대한 참고 문헌은 사회심리학자가 수학용 튜터를 질적연구방법으로 분석한 논문(Schofield, Evans-Rhodes, & Huber, 1990)과 다양한 소프트웨어의 활용에 대한 사례 연구(황혜정, 1992) 논문이 있다. 전반적인 질적연구 방법에 대한 소개는 Teppo(1997)가 편집한 논문집에 자세히 나와있으며, 연구 현장의 고유한 특성과 상황을 고려한 상황적 평가 방법(Bruce & Rubin, 1993; Stuve, 1998)도 질적 연구의 한 갈래로 볼 수 있다. 초등학교에서 나타나는 교실 현장의 다양한 모습과 이미지를 연구자의 해석적 분석 방법으로 펼쳐낸 김영천(1997)의 연구는 포스트모더니즘의 경향(유영만, 1998)을 반영하고 있다.

II. Geometer's Sketchpad의 활용³⁾

3) 이 부분에서 등장하는 심구, 비범, 장삼이라는 이름은 실제 학생의 이름을 임의로 바꾼 것이다.

중학교 2학년 학생 3명이 등장하는 이 장면에서는 먼저 그들이 Geometer's Sketchpad(GSP)를 활용하는 모습을 비디오로 녹화한 자료에서 보여주고 있다(전영국 & 주미, 1998). 삼각형의 내심에 관한 문제를 다루고 있는데 삼각형 ABC에서 점 I는 내심이고, 각x와 각y, 각z의 합을 다루는 장면이다. GSP를 사용하여 내심을 작도하는 방법과 내접원의 그리는 방법을 알고 난 후에 응용 문제를 다루는 부분인데 중학생 3명의 고유한 성격(register)을 엿볼 수 있다(Frazier, 1996). 심구는 다소 차분하며 교과서를 따라가는 스타일이며 적극적으로 나서지 않는 면을 가지고 있다. 장삼이는 조금 덜렁대면서 간혹 과장된 어투로 분위기를 잡아갈 때도 있고, 자발적으로 어떤 상황에 대하여 남의 말을 거들어 주기도 한다. 비범이는 다른 두 학생과 달리 GSP를 먼저 쓰지 않고 노트를 사용하여 문제 해결의 윤곽을 그린 다음 패턴을 찾아내어 GSP가 필요한 경우에 활용하는 다소 신중한 모습을 보여주고 있다.

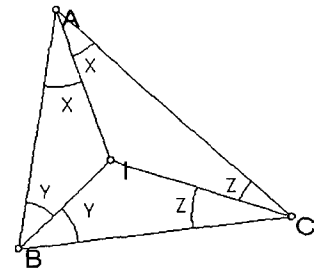
1998년 10월 15일 삼각형의 내심에 관한 문제

1. 교사: 내심에 관한 문제를 하나 풀고 이 시간을 정리하도록 하자. 연습장에 풀어도 되고 컴퓨터를 이용해서 구해도 된다.
 2. 교사가 칠판에 문제를 제시할 때 간단히 문제의 구조에 대해 설명했다.
 3. 교사: 삼각형 ABC에서 점 I는 내심이야, 각x와 각y, 각z의 합은 어떻게 될까?
 4. 심구, 비범, 장삼: (모두) 180도입니다.
 5. 교사: 180도 라고 모두 대답했습니까?
 6. 심구: 아니다. 아니다.
- [학생들은 문제를 풀기 위해 도구를 생각했다. 심구와 장삼이는 GSP를 이용하여 그 세 각의 이등분선을 직접 재고 더해서 구했고, 비범이는 연습장에 그림을 그려서 생각을 하였다.]
7. 장삼: 양비범, 네 머리로는 풀 수 없어, 컴퓨터(GSP)를 이용해.
 8. 교사: 아니야, 더 비범이가 더 빨리 풀 수도 있어.
 9. 장삼: 다른 애들은 실현가능성이 있는데.
 10. 비범: 조용히 해.
- [비범과 장삼이 말장난을 주고받으며 문제를 푼다.]
[교사는 학생들이 문제를 풀고 있을 때 점 I가 내심임을 강조했다.]
11. 비범: (문제를 생각하며) 어디서 많이 본 것 같은데...
 12. 교사: 내심의 정의를 생각해 봐.
 13. 비범: 각x, 각y, 각z의 합과 내심과 관련이 있어요?

14. 교사: 네가 알고 있는 작은 몇 도지? 무엇을 알고 있어?
15. 비범: 180도요.
[비범과 심구는 내심의 정의를 이용하여 삼각형ABC에서 내심을 작도하고 이등분각을 Measure의 Angle에 의해서 구하고 Calculator에서 합을 계산하여 결과를 얻어냈다(심구: 1분29초, 장삼: 2분44초). 장삼과 심구는 GSP의 기능을 서로 물어보고 대답하면서 90도를 얻어냈다.]
16. 심구: 결과가 나왔습니다.
17. 교사: 당연스럽게 왜 그렇게 되는지 생각해 봐야 하겠지요.
18. 심구: 그것을 물어 볼 줄 알았어요.
19. 교사: (장삼이가 심구의 컴퓨터를 보면서 하고 있기에) 장삼아, 그대로 보고 하면 안되지.
20. 장삼: 이것 더해야 하는지 몰랐어요, 아! 90도가 되네요
21. 교사: 그럼, 장삼아, 왜 90도가 되는지 생각해 봐라.
22. 심구: 알았습니다.(3분39초)
23. 교사: 그럼 심구가 나가서 칠판에서 설명해봐. 틀려도 괜찮아. 장삼이와 비범이는 심구가 옳게 설명하는가를 보고 틀린 부분이 있으면 지적해서 물어보도록 하세요.
24. 비범: 예. (심구에게) 디졌어
25. 장삼: 나 오늘 꼬치꼬치 캐물올래.
26. 심구가 칠판에 나가 설명을 한다.
27. 비범: 왜 합동이 됩니까?
28. 심구: 이등분선 아닙니까? 다시 생각하겠습니다.
29. 비범: (심구가 설명하는 것에 대해) 깜짝 놀랐어.
30. 교사: 비범이가 나가서 한 번 생각해 볼래.
31. 비범: 나가서 생각만 하겠습니다.
32. 장삼: 비범아, 너와 나는 같은 편이야.
[비범이 칠판앞에 나가서 생각중임, 그리고 아래와 같이 그려진 그림에 각x, 각y, 각z를 표시하고 난 후 다시 생각함.]
33. 비범: 아! 선생님, 2x, 2y, 2z의 합은 180도가 되므로 x, y, z의 합은 90도가 아닙니까? (1분27초)
[심구와 장삼이 박수를 쳤다.]
34. 비범: 내가 해냈어. 흐흐 해해.
35. 교사: 장삼이가 다시 한번 나가서 설명해 봐라.
36. 장삼: 선생님 잘 못 들었는데요.

37. 교사: 그럼 네가 생각한 대로 설명해 보렴.
 38. 비범: 나가서 생각하면 돼.
 [장삼이는 비범이가 그린 그림에서 그대로 생각을 함.]
 39. 장삼: 알았어요(1분05초)
 40. 교사: 그래?
 41. 장삼: 이거랑 이거랑 이것을 더하면 180도 같아요. 하나씩만 더해야 하므로 나누기 2를 하면 90도가 됩니다.(1분27초)

위의 장면에서는 심구, 장삼, 비범이의 개성이 모두 다르게 나타나고 있다. 원래 GSP를 활용한 탐구학습으로 진행할 의도로 이루어진 실험에서 다소 전통적인 수업 방식으로 진행되고 있음을 보게 되는데 여기서 학생을 지적하여 앞에 나가서 설명하게 하면 매우 특이한 반응을 보게 된다. 예를 들면, 교사가 심구를 지적하여 설명하게 하는 장면에서 비범이는 심구에게 “디졌어”라고 표현하고 있다 (24번). GSP를 사용하면 기하의 원리에 따른 이해를 쉽게 하게 되고 교과서나 수업 시간에 하는 선생님의 정해진 설명으로는 이해하기 어려운 부분을 “아! 그렇게 되는거구나” 하고 개념의 이해를 쉽게 받아들일 수 있게 된다(61번). 실제 학교 수업에서는 선생님의 설명이 학생 개개인의 차이나 수준에 관계없이 진행되므로 수학(기하)에 대한 생각이 같을 수밖에 없고, 또 추상적인 기하의 개념상 그래야 할지 모른다. 비범이는 74번에서 계속하여 말한다. 여기서 비범이는 GSP를 활용하여 기하의 개념을 폭넓게 생각하고 느끼게 되는 개인차이를 중요시 여기는, 교실 수업과 매우 다른 교육 방법을 시사하고 있다. 그런데 누구나 수학 시간에 한번쯤 비슷하게 경험해봄직한 모습이 나타나고 있다(87번). 교실에서 선생님은 이렇게 저렇게 되니까 그래서 결국 결론이 그렇게 날 수 밖에 없다라고 수업을 진행하지만 왜 그렇게 되는가라고 학생들이 논리적인 부연 설명을 요청하면 교사는 때때로 매우 냉담하게 거절을 하기도 한다. 이 부분에서 GSP는 기하 개념의 이해를 도와주는 매우 충실한 개인적 도구가 된다.



장삼이는 7번, 19번, 25번, 32번에서 나타나듯이 친구사이에서 사회적 분위기를 연출하는 말을 하는 편이고, 친구의 컴퓨터를 들여보면서 문제 해결을 상의하는 태도를 보여주고 있다. 심구보다 늦은 2분44초만에 GSP를 사용하여 답을 구하는 등 문제 해결의 속도가 떨어지면서 답이 90도가 되는 이유를 설명하는 비범이의 발표에 귀를 기울이지 않는 등(36번) 다소 산만한 경향을 띠고 있다. GSP에서 삼각형 하면 일일이 점과 변을 연결하는 것보다

삼각형이 ‘빼용’하고 나타나야 된다는 매우 흥미로운 제안을 하기도 한다(52번). GSP를 하니까 기하가 쉽게 머리에 쏙쏙 들어온다고는 하지만 사실은 GSP를 활용하는 것은 힘들고(76번), 때로는 짜증나게 한다고 토로하기도 한다(86번). 기하의 원리에 대한 논리적 전개에서 어려운 부분이나 보충 설명이 필요할 때 여러모로 따져보거나 생각해야 하는 경우에 수업 시간에서는 그런 것이 허용이 되지 않는다는 부분에 비범이와 전적으로 공감하고 있다(88번). “따지지 말아라”라는 한마디로 교실 수업의 분위기를 짐작케 하는 수학 수업의 생생한 이미지와 거기에 참여하고 있는 학생들의 모습은 교사를 흥내내는 장삼이의 코믹한 연기에서 극적으로 나타나고 있다(89, 90번). 교사는 강의를 하는 역할을 담당하고 학생들은 수학의 원리와 설명을 이해하고 받아들여야 하며, 가끔 지명당한 학생은 칠판 앞에 서야 되는 학생 수학의 세계를 표현하고 있다. 이런 부분은 교사와 학생과의 축에서 심층면담으로 그들의 성장에 대한 부분을 깊이 있게 탐색하는 것은 향후 과제이다(Goodwin, 1998).

51. 교사: 수업을 마치면서 하고 싶은 말이 있다면?
52. 장삼: 이걸요 한글로 바뀌야 되요, 뭐 segment 그것을 요 ‘변’ 이렇게 바뀌야 해요. 삼각형 하면 점을 일일이 찍지 않고 삼각형이 ‘빼용’ 하고 나타나고, 정사각형하면 정사각형이 ‘빼용’ 하고 나와야 합니다.
53. 비범: 이런 제도를 좀 더 개선해야 합니다.
54. 장삼: 이것(GSP)을 학교에 다 써먹어야 합니다.
55. 교사: 왜?
56. 장삼: 이것(GSP)으로 하니까요 이해가 쏙쏙 쏙쏙 잘 갑니다.
57. 비범: 학생들에게 좀 더 보편화된 교육을 실시해 가지고, 와 이것 죽인다.
58. 교사: 장삼이가 생각하는 것처럼 쏙쏙 이해가 잘 되니? 학교에서 이것(GSP)을 사용하면 좋겠다고 생각이 드니?
59. 심구, 비범: 예
60. 교사: 왜?
61. 비범: 좀 더 편리하게 이것(GSP)을 딱 보면서 아! 이런 원리에 의해서 이렇게... 학생들이 계산을 하는 것보다 원리를 이해하는 것이 중요하잖아요. 그렇기 때문에 계산기도 있고, 그러니까 쉽게 이해할 수도 있기 때문입니다. 와, 나 미쳐버린다.
62. 교사: 심구는 어떻게 생각해?
63. 심구: 같은 생각입니다.
64. 장삼: 학교 마루 바닥에 보일러를 설치해야 한다고 생각합니다.
65. 비범: 학교에 실내화를 신고 다녀야 한다고 생각합니다.

66. 교사: 이 프로그램이 도형을 그리거나 도형을 공부하는데 도움이 된다고 생각해?
67. 비범, 심구, 장삼: 예
68. 비범: 선생님께 부탁하면 말이 안되기 때문에 전혀 우리의 말이 수용이 안됩니다.
69. 교사: 선생님들도 이것(GSP)을 사용하려고 노력하시는 것 같애. 너희들이 반응이 좋으면 사용하시겠지.
70. 교사: 그러면 학교수업은 컴퓨터를 이용하지 않고 하는데 이 수업과 비교해 본다면 어떤 것이 더 쉽게 느껴지지?
71. 비범, 심구, 장삼: 당연히 이것(GSP)이 쉽죠.
72. 교사: GSP 수업을 했을 때 어떤 점이 어려웠지?
73. 심구: 어려운 점이 없었어요.
74. 비범: 우리 학교수업은 선생님이 앞에 나가서 내용을 불러주고 그 그림이 잘못되든 말든 그것을 하기 때문에 전부의 생각이 같잖아요. 그런데 이것(GSP)을 사용하면 좀 더 폭넓은 생각을 하기 때문에 자연 나쁜 점은 없다고 봅니다.
75. 교사: 지금 이 수업에서 질문하고, 생각해라, 사고해라 하는데 힘들다거나 어려웠던 점은?
76. 장삼: 힘들긴 힘든데요 그래도 우리가 아는 것에 대해 안 잊어버릴 것 같아요.
77. 심구: 장삼이와 같은 생각이예요.
78. 비범: 어려운 점이 없었고 좋았어요.
79. 교사: 도형문제에 접했을 때 컴퓨터(GSP)를 사용해도 된다면 사용하겠어요?
80. 장삼: 당연합니다.
81. 교사: 왜? 어떤 점에서 사용할 것 같애?
82. 장삼: 저희가 이것(GSP)을 쓰는 방법을 알고 있잖아요.
83. 교사: 이 GSP가 수학의 도형을 공부하는데 있어서 사고하게 만든다고 생각해?
84. 장삼: 예.
85. 교사: 어떤 점에서 그렇다고 생각해?
86. 장삼: 사람을 짜증나게 해요.
87. 비범: 도형을 그려보잖아요. 그러면서 선분하고 연결도 해보고 이 삼각형에서 어째서 이렇게 되는가 하는 것을 이해를 할 수가 있는데 평소에 학교 수업은 선생님이 나가서 그래 이렇게 되니까 이렇게 된다 하고, 우리가 왜 이렇게 되냐고 하면 가 죽어라해요. 그런데 GSP 수업은 우리가 여러모로 생각해 볼 수 있잖아요.
88. 장삼: 따지면 디진다. 따지면 디진다4).

[장삼이 스크린 앞에 서서 폼을 잡고 안경을 쓰고 서 있다.]

89. 비범: 성장삼 교수께서 수학의 원리에 대한 강의를 해 주시겠습니까. 강의 내용을 들어보십시오.

90. 장삼: 야, 거기 있는 애 튀어나와. (비범이를 가리키며 장난을 친다.) 튀어나오라니까.

Ⅲ. 컴퓨터와 수학의 의미

미국 일리노이주 고등학교의 S29는 인터뷰 당시에 실제 7학년이었지만 9학년 수업을 받는 여학생이었다. 매우 총명하고 대화의 요점을 파악하여 자신의 내면적 목소리를 분명하게 낼 줄 아는 지적인 학생인 그녀는 하나의 질문에 관련하여 여러 가지 관점을 가지고 쪽 풀어내듯이 매우 빠른 어조로 명확하게 말을 쏟아내는 스타일을 지니고 있었다. 그녀의 목소리에는 지적 에너지가 충만하여 매우 긴 호흡(김)으로 끊임 없이 자신의 모습과 삶에 대한 다양한 물감(실타래의 실의 의미로서의 strand)을 풀어내는 보기 드문 경우를 보여준다(Jun, 1995).

인터뷰 자료를 녹음한 테이프를 반복하여 들으면서 면담자와의 보편적인 통로(channel)를 열어야 자료의 해석이 용이해지고, 그 해석을 연구자의 주관적 해석 절차에 따라 기술해야 하는 것이 매우 어려운 작업에 속한다. S29와 2차례 면담한 이후 1년 반만에 다시 1차례 더 면담할 기회를 가지게 되었다. 결론적으로 말하면 그녀와의 면담이 본 연구자의 연구 과정에서 매우 강렬한 인상을 남기게 되었고, 교육이 지향해야 하는 것이 무엇인지에 대한 매우 커다란 의문을 품게 됨으로써 본 연구자의 삶과 수학교육의 관계를 다시금 되돌아보는 계기를 가지게 되었다.

그녀에게 있어서 수학은 지겨운 대상인데 그것은 수학적 구조를 지닌 대상에 대하여 집중적으로 탐색하여 문제를 해결하는 것에 관심을 가지기 때문이다. 일차방정식과 같은 간단

-
- 4) 따지면 돼진다는 의미를 뜻하는데 분석적으로 따지거나 조목조목 논리적으로 지적하면 마치 큰일이라도 난다는 뜻의 완곡한 표현으로 볼 수 있다. 이것은 교실에서의 교수학적 상황이 학생 개개인의 학습 상황과 맞지 않을 때 학습자(학생)의 입장에서 느끼는 솔직한 감정의 일시적 표출로 볼 수 있다. 이런 구술 데이터를 통하여 일반적으로 소프트웨어를 포함한 테크놀로지나 기존의 수학교육 방법이 교실의 상황에서 적용될 때 원래 의도한 목적과 얼마나 벗어나는가를 측정할 수 있다. 또한 수학학습에서 중요한 수학적 생각의 일부인 “따지는” 것이 큰일이라도 나는 현상으로 표출된 것은 후속 면담을 위한 여러 가지 실타래 중의 일부를 제공하고 있다.

한 문제는 곧바로 변수와 상수 등의 배치와 관련한 패턴을 파악함으로써 답을 찾아 나갈 수 있고, 대부분의 수학 수업시간에는 선생님의 설명을 유심히 듣고 기록하여 외어버리므로 따로 학습할 필요가 없다. 따라서, 수학학습에는 컴퓨터의 사용이 필요한 이유가 없고 초등학교 6학년 시절에 가 본적이 있는 컴퓨터실에서 즐길만한 것이란 별로 없었다. 하지만 그 컴퓨터 실습실이 게임을 즐기는 것은 좋았으며 Math Blaster와 같이 수학적 머리를 집중적으로 쓰면서 주의를 집중하게 하는 게임은 매우 해볼만 한 것이다. 그냥 수학을 한다는 것은 지겨운 것이 되는 이유를 여기서 게임과 대비시켜 느낄 수 있다.

46. I: When did you learn how to solve linear equations?
47. S: Well, it was in sixth grade. I was gonna [be in] an acceleration program.
<I: Uh huh.> So they had this thing [a linear equation such as "96 X + 85 = -50 X + 13"] with, called transition mathematics pre-algebra. <I: Uh huh.> I and we learned all this stuff. So, I have no problem right now. It's easy.
48. I: OK. OK, then. Let's see yeah... Why don't you tell about the program itself?
49. S: Do I like it or what?
50. I: Something like that. Do you like it or you don't like it? Or...
51. S: I really don't see any reason why they have this program. <I: Uh huh.> I just don't see the point of this program. <I: Uh huh.> I mean, it's good at everything if you can have kids back in understanding stuff. As far as practice goes this doesn't get advanced. <I: OK.> I don't know. It's just not something I will do. I'd rather use a book because it's more clear-cut and you can go over things. <I: Uh huh.> And actually you do the addition on paper if you need to.
52. I: OK, so. Do you usually study using a textbook?
53. S: Yeah. I never really used a computer as far as like, learning and everything. I mean, back in sixth grade I had this something called computer lab and you go over and used math problems for like, things you did way back. I never saw the point. I never really enjoyed those. I mean, I enjoy computers, but not when they have stuff like this. (laugh)
54. I: Do you usually, probably, it sounds like that you don't use a computer

often.

55. S: Oh, I use a computer very often.

56. I: Often.

57. S: I mean, we have a computer at home and I type my reports and stuff. And I play games. I do pretty often. But, I mean, we don't have a program like this. It's just too slow, <I: Uh huh.> I think.

64. I: Do you have your own preferences in terms of learning whatever?

65. S: Well, I mean, I am not much of a like "sit down and study for 3 hours" type person. Because it takes me a lot longer learning. I just, for history? <I: Uh huh.> I mean, it's not that hard because our teacher, she goes through stuff on the board. That's why I take notes to get it memorized. So, I don't really study much afterwards. So...

일차방정식을 해결하는 것은 비록 그것이 간단한 것일지라도 고차방정식의 풀이의 기본이라고 여기며 연습하며 단련하는 것이 중요하다고 보았다. 간단한 문제를 붙들고 3시간씩 소모하는 것에는 참기 어려울 정도로 문제 해결의 에너지를 발산하는 스타일이다. 실생활에서 느끼는 수학과와 관계는 매우 큰 부분을 차지하고 있다. 도처에 수학과 인간의 삶에는 연관성이 있다고 인지(perceive)하는 듯했다. 그녀는 학교에서 배우는 수학을 매우 중요한 학업의 일부로(I accept it as a part of my life) 여겼으며 그녀 자신이 수학에 몰두하는(I am immersing myself in math anyway) 감정을 느낄 정도로 자신감과 친밀감을 보였다.

100. I: OK. Umm... Let's see... So do you think mathematics is related to your everyday life?

101. S: Oh, yeah. I think it's very much related to everyday life because, you know, if you go to a restaurant my mom always tells me to figure out the tips. <I: Uh huh. I see.> So I use it that way. And plus like, adding up things in your room that you lost or whatever. It just applies to everything basically. There is no job you can get without doing mathematics, even garbage cans. You have to like, keep track of how many gallons, (laugh) whatever garbage you collected. But it really is everywhere, I mean like, even in this room you can see like, 90 degree angles and all that geometry stuff at work. <I: Uh huh.> I would say

- it's really a big part of everyone's life.
- 102.I: Good. Does that encourage you to do mathematical problems more? I mean...
- 103.S: Not really.
- 104.I: Not really?
- 105.S: I mean, because it just, it's there. And I accept it as a part of my life.
< I: I see.> And I use it but it doesn't make one do math more anyway, since I am immersing myself in math anyway. So...(laugh)
- 106.I: OK. How about in school? In school, is solving such linear equations important? Why are you doing it?
- 107.S: Yeah. I'd say about, solving equations is important because we use them now. So we learned here. Everything keeps building on them. <I: Uh huh.> So, I mean, I guess the reason because I am practicing it for like, two years, <I: Uh huh.> that's very important.

자신의 머리를 써도 될만한 일을 굳이 컴퓨터의 능력을 빌릴 이유가 없는 그녀가 즐길 수(enjoy) 있는 게임 중에서도 따분한 부분을 제외하고는 어떤 문제를 해결하는데 관련되는 단서(clue)를 통하여 답을 찾아가는 부분에 매우 매력적으로 느꼈던 어린 시절을 회상하였다. 전반적으로 게임이나 다른 소프트웨어를 사용할 이유를 그다지 느끼지 않는 그녀로서는 수학을 단지 그녀의 생의 일부로 받아들이고 있으며, 그렇다고 컴퓨터를 사용하여 특정한 수학 문제를 해결하는데 도전해 보겠다는 동기 유발이 강한 것도 아니었다. 그녀가 고등학교 3학년이었던 1998년 2월에 행한 후속 면담에서 생물 수업에서 관찰한 유전자 세계가 보여주는 인체의 구조를 통해 받은 경이의 순간을 “wow”라는 탄식조의 언어로 표현하였다. 그녀에게 음악이란 단순히 입을 벌려 발성하는 노래하는 것보다 바이올린을 다루는 세밀한 손가락의 놀림이 동반된 기교와 소리의 연주를 의미하였다. 남에게 보여주는 연주가 아닌 자신의 감정을 표현하고 즐기는 음악을 깨닫는 순간은 극히 최근에 경험하게 되었다. 남에게 보여주고 평가받기 위한 음악 공부가 소리라는 매체를 통하여 자기 자신을 표현하고 느끼는 순간을 체험한 뒤로는 학습의 의미가 전혀 새로운 자신만의 학구적 혁명(academic revolution)으로 다가오게 되었다.

- 162.I: OK, I see. Umm... OK. When you used a computer program for mathematics have you seen any good programs for you before?

163. S: Yes, I have. I've seen a couple. There is one called "Math Blaster" that I used when I was younger. <I: Uh huh.> And I thought it made things fun a little bit except for the boring parts. But there were just a little bits of it that were fun. There is like, this one type of scavenger-hunt type thing where you have a picture of all these different objects. And you like to take the mouse and click on something.

164. I: Uh huh.

165. S: And it like, does something really neat. And it turns around [and] flashes something. And it gives you a clue. You have to try to find out a clue to how something is solved or what a mystery number is or something. I thought that was pretty fun.

166. I: Uh huh.

167. S: There was another one, umm, on that "Math Blaster" program <I: Uh huh.> where you had to stack the weights and kind of like, a thing with addition or something. There is another one, another program. It had everything totally concentrating on mathematics, for example SAT personal trainer type thing. <I: Uh huh.> And it had math section in that, and then game everything. I thought that was pretty helpful.

168. I: Usually, do you attempt to challenge yourself using, say, game or...

169. S: Well, umm, one thing is... I get impatient if things are boring. And I have to do those. <I: Uh huh.> So I mean, it just helped me to concentrate a little bit more if I have a game and there is actually something going on. That can, ah, keep my attention on it. <I: Uh huh.> And it just helped me keep... I personally think math is boring and a game is fun. It kind of bounces out there. Boring is the math. So...

S29의 삶에서 수학은 큰 부분을 차지하고 있으며, 학교 수학은 자신이 보는 과학적인 체계로 이루어진 큰 범주 안에 들어와 있다. 수학이 지니고 있는 패턴을 알아차리고 그 패턴의 이해와 습득을 통하여 단시간 내에 배우는 지적 능력을 가지고 있는 그녀는 수학 수업에서의 교사의 역할이 매우 자연스럽게 보인다. 텍스트는 매우 정제된 지식의 집합체로서 복잡한 현상을 표현하기 위한 기초 단위로 이루어지는 일차방정식 등의 문제 해결을 매우 중요한 것으로 인식하였다. 수학 문제의 패턴을 찾아내고 해답을 구하는 과정에서 주의를 집중시키고 내적인 에너지를 생성시키는 도구로서의 컴퓨터는 매우 유익하지만 그렇지 않

은 경우에는 꼭 필요하지도 않으며 컴퓨터를 다룰 이유를 느끼지 못하였다. 그녀 자신에게 수학과 컴퓨터가 차지하는 위치에서 등장하는 내적인 형상(form)은 자신의 표현(express herself)이라고 말할 수 있다. 바이올린을 연주할 때 느끼는 즐거움과 생물의 신비가 가져다 주는 경이로움, 체계적으로 구성되어 있는 학교 수학과 일상 생활과의 연관성을 인지하는 개인적인 성향으로 인하여 학교 수학은 “배워 나가야 할 그 무엇”으로 다가온다. 하지만 자신의 학구적 혁명을 겪은 후 그녀는 더 이상 성적에 연연하거나 남에게 보여주기 위한 학습을 하지 않게 된다. 매체(음악에서의 소리와 같은 의미로 컴퓨터도 해당됨)를 통하여 수학 문제를 다룰 때, 또한 그녀 자신의 내적인 에너지가 컴퓨터 소프트웨어와 조화롭게 상응되어 자신을 표현하는 과정으로서의 학습이 이루어질 때 컴퓨터는 비로소 그녀에게 의미있는 도구의 역할을 하게 된다.

IV. 맺음말

이제까지 중학생과 고등학생의 면담을 통하여 Witz, Goodwin, Hart & Thomas (1999)의 방법에 따라 다음의 세 가지를 연구하고자 하였다. (1) 교과목 내용에 대한 관심과 만족도가 최대한도로 개발될 수 있는 과목으로 학생들을 안내하게 되는 소프트웨어의 사용을 알아본다. (2) 학생들에 대한 훨씬 더 생생한 이해를 함으로써 교사들은 학생들로 하여금 수학 과목에 대한 관심을 증가시킬 수 있는 여러 방법을 추구한다. (3) 학생들 자신의 삶의 궤적에서 컴퓨터 소프트웨어가 학생들이 수학을 해 나가는 것에 영향을 준 형상(form)을 들여다보고, 어떤 동기가 그 자신의 삶에서 지배적이고 근원적인 동기로 미래를 이끌어 가는지를 살펴본다.

질적 연구를 통한 자료 분석을 한 결과 다음과 같은 부분적 묘사를 할 수 있었다. (1) GSP의 경우 학생들로 하여금 여러 가지로 생각하게 하고 GSP를 통하여 특정 원리가 이렇게 저렇게 하여 작동된다는 구체적인 이해를 도와주는 과목으로서의 기하 학습을 살펴보았다. (2) GSP를 활용한 경우, 보편적 지식의 습득보다는 도형을 그려보고 작도를 통하여 수학 활동에 도움이 된다고 느끼는 학생들에 대하여 매우 구체적인 모습을 볼 수 있었다. 게임과 같이 주의를 집중시키면서 문제 해결을 신장하는 소프트웨어의 활용이 매우 의미있는 학습 활동의 일부분으로 연계될 수 있음도 볼 수 있었다. (3) 바이올린 연주에서 체험한 경험으로 유추해 보면, 자신을 표현하는 수학적 도구로서의 컴퓨터의 사용이 기존의 학습 과정에 대한 새로운 내적 동기를 유발하고 자신의 삶에 새로운 근원적 추진력으로 등장하는

주체적인 경험을 묘사할 수 있었다.

위의 세 가지를 살펴보는 목적은 “The Academic Problem”라고 불리는 현실의 문제를 교사, 교과목, 학생들의 관계에서 직접적이고 다양한 목소리를 경청함으로써 여러 형태의 실타래(strands)를 풀어헤치고자 함이다. 수학교육이라는 주무대에서 교사와 교과서 외에 소외되는 다양한 참여자를 무대로 복원시키고 그들을 연구자의 해석적 방법으로 충실히 묘사함으로써 학생들의 수학 세계에 컴퓨터가 어떤 영향을 미치는지를 다루어보았다. 인터뷰의 transcript에 나타나 있지만 “똑 같은 생각의 수학, 보여주기 위한 수학, 나를 표현하는 수학”과 같은 부분은 심층면담에서 후속 질문으로 더 탐색할 예정이다. 특히, 심층 면담 기법을 통하여 학습자들이 행하는 객관적인 수학의 학습과 학습자 자신을 표현하고 즐길 수 있는 내적 활동으로서의 수학 학습을 대비하여 묘사하는 작업이 매우 재미있는 작업이 될 것이다.

참 고 문 헌

- 김영천(1997). 네 학교 이야기: 한국 초등학교의 교실생활과 수업. 서울: 문음사.
- 유영만(1998). 포스트모더니즘과 교육공학: 포스트모더니즘의 교육공학적 시사점과 적용 가능성. 교육공학연구, 14(3), 231-258.
- 전영국(1995). 일차방정식을 컴퓨터에게 가르쳐 보는 과정을 통한 문제풀이: 시스템 개발과 형성평가. 교육공학연구, 11(2), 143-166.
- 전영국(1996). Linear Kid를 중심으로 본 수학교육용 CAI 프로그램 개발 및 평가 분석. 대한수학교육학회 논문집, 6(2), 129-146.
- 전영국, 주미(1998). 기하 문제 해결에서의 GSP를 이용한 탐구학습의 신장. 대한수학교육학회 논문집, 8(2), 605-620.
- 황혜정(1992). 수학 수업을 위한 학생 중심의 컴퓨터 활동에 관한 연구. 한국교육, 19, 89-110.
- Bruce, B., & Rubin, A. (1993). *Electronic quills: A situated evaluation of using computers for writing in classrooms*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Frazier, R. (1996). *Ways of working, ways of being: A study of four children in a setting for*

- learning science*. Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Goodwin, D. (1998). *A qualitative study of the inner growth of teachers involved in educational action research projects*. Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Jun, Y. (1995). *Learning how to solve linear equations by teaching the computer: Development and formative evaluation*. Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Schofield, J. W., Evans-Rhodes, D., & Huber, B. R. (1990). Artificial intelligence in the classroom: The impact of a computer-based tutor on teachers and students. *Social Science Computer Reviews*, 8(1), 24-41.
- Stuve, M. (1998). *Images of teaching and learning with computers: A personal exploration of an elementary classroom*. Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Teppo, A. R. (Ed.). (1997). *Qualitative research methods in mathematics education*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Witz, K. G. (1996). Science with values and values for science education. *Journal for Curriculum Studies*, 28(5), 597-612,
- Witz, K. G. (1999a). *The "Academic Problem."* (in press).
- Witz, K. G. (1999b). Pre-proposal to NSF. Unpublished manuscript.
- Witz, K., Goodwin, D., Hart, R. S. & Thomas, S. (1999). *An essentialist methodology in education-related research using in-depth interviews*. (in press).

A qualitative study in applying mathematical software for mathematics education

Youngcook Jun(Sunchon University)

This paper introduces a branch of qualitative method, called an in-depth interview method. By collecting data from the stories of Korean middle school students and a 9th grade American girl who used Geometer's Sketchpad and various software respectively for their mathematical problem solving, the qualitative analysis leads us to understand how such software affect their lives with mathematics subject. The unique characteristics and strands of each student's utterances reflect how software plays a role of learning aid for their mathematics learning. The aim of this study is both to get a good picture of each student's self-perceived relationship to mathematics as well as to explore external and objective parameters and factors in each student's internal situations. The qualitative descriptions of the collected data help us guide the students to the points where they could develop their interests and satisfaction with subject matter better. In this way, teachers may have more realistic understandings of how students become interested and motivated by mathematics, so that they are better able to find out ways of grasping the totalities of how the use of technology is interwoven into the school curricular.