大韓數學敎育學會誌 數學敎育學硏究 第 12 卷 第 1 號
The Journal of Educational Research in Mathematics
Vol. XII, No.1, 109-124. Feb 2002

웹을 활용한 온라인 토론과 수학적 상호작용 및 문제해결에 관한 연구

조 민 식* 김 은 진**

I. 서 론

우리 나라의 학교 교실에서 이루어지고 있는 수학 수업에서 고질적인 문제점의 하나는 교사와 학습자간의 의사소통이 미흡한 상태에서 학습의 과정이 수동적으로 이루어지고 있다는 것이다. 학습 과정에서 필수적인 '질문-응답'이라는 요소가 결여된 이유에 대하여 기본적으로 문화적 특성으로부터 구체적으로 열악한 교육여건이라는 측면에 이르기까지 다양한 원인으로 설명되지만 이를 극복할 보편적인 대안이 충분하지 못한 현실이다.

이러한 상황으로 말미암아 토론을 통한 문제해결 방안이 등한시되고 있고, 문제 해결과정에서 발견술의 과정이 강조되고 있지 못하며, 일부 활발한 자료의 개발과 공유의 노력에도 불구하고 타 교과에 비해 오히려 멀티미디어 활용 수업이 도외시되는 것이 우리 중등 수학 교실의 모습이다. 학습 의욕을 상실하고 수업시간에 소외당하는 학생들의 사기 진작을 위한 탈출구로서의 역할, 학교 수학 교실에서 교사-학생 간 원활하고 자유로운 의사소통을 위한 하나의 도구로서 역할을 수행할 무엇인가가 필요하다.

근래에 이르러 전국적으로 초고속 인터넷 통신망이 확산되면서 이미 교육용 인터넷 망의 설치가 완료되어 다양하게 활용되고 있다. 인터넷은 시간과 공간의 제약을 극복할 뿐 아니라 다양한 상호작용적 의사소통 매체로서의 특징을 가지고 있다. 이러한 특징 때문에 인터넷은 초·중·고등학교에서 성인교육에 이르기까지 교사와 학생의 관계 개선과 수업효과를 향상시키기 위한 새로운 대안으로 제시되고 있다 (Harasim, 1995).

이미 많은 교과에서 웹기반 수업(Web Based Instruction; WBI)를 다양하게 활용하고 있고 수학의 경우도 WBI 및 탐구형 소프트웨어의 활용 등이 강조되고 있다. 수학 학습에 도움이 되는 많은 웹사이트와 홈페이지들이 있지만 상당수는 학습자료의 데이터베이스에 주력하고 있다. 수학 교육용 프로그램에 대한 자료 개발과 그 공유도 이미 수학 교사들 사이에서 활발하게 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고 이에 대한 수업에의 활용은 미흡한 것도 사실이다.

이러한 현실 여건 속에서 학생들이 이를 접하고 자유로이 토론할 수 있는 공간이 바로 웹에 기반한 온라인 토론장이다. 학생들은 소프트웨어가 자신의 PC에 설치되어 있지 않더라도 웹사이트를 통해 다양한 조작적 체험의 기회를 부여받을 수도 있다. 예를 들어 Mathview 프로그램을 학습자가 가지고 있지 않더라도 Plug-in 프로그램을 다운 받아서 교사가 보급한

* 한국교원대학교
** 신탄중앙중학교

자료를 조작하고 체험할 수 있다. GSP나 CABRI2 역시 HTML Converter를 통해 html 문서로 변환한 자료가 JSP(Java Sketchpad)나 CabriJava와 함께 웹 상에 올려질 때, 조작에 의한 체험이 가능하다. 이와 동시에 전자 우편과 전자 게시판을 통한 온라인 토론은 학습자의 경험을 정리하여 수학적으로 표현하고 나아가 여러 사람과의 공유를 가능하게 한다.

NCTM에서 제시하는 12학년까지의 교육과정 규준에서 모든 과정에 공통인 네 가지 규준은 문제해결로서의 수학, 의사소통으로서의 수학, 추론으로서의 수학, 수학적 연결성이다. 우리나라에서도 이들을 적극 반영하려는 교육과정 개편작업과 현장에서의 노력이 계속 되어지고 있다. 그러나 의사소통으로서의 수학은 타 규준에 비해 그 역할이 미비한 것이 사실이고, 사실상 우리 나라의 수학 교실에서 실천을 기대하기에는 어려워 보인다.

학교 현장에서 실천이 미흡하다면 현실적으로 이를 가능하게 할 수 있는 한 방안으로 인터넷 기반의 상호작용을 통한 수학적 의사소통이 적극 검토되어야 하며 이의 효용과 영향을 연구할 필요가 있다.

본 연구에서는 웹에 기반한 온라인 토론이 수학적 의사소통에 어떻게 작용하는가를 분석하고, 수학적 문제해결의 창구로써 어떤 역할이 가능한가에 대하여 탐색하고자 한다.

II. 웹기반의 상호작용과 수학

네트워크를 활용하는 웹기반 교육의 상호작용 설계를 위한 대표적인 이론적 틀은 Moore와 Kearsley가 제안한 학습자-내용의 상호작용, 학습자-교수자의 상호작용, 학습자-학습자 상호작용의 유형이 있다.

첫째, 학습자-내용 상호작용은 하이퍼미디어의 상호작용 설계의 연장선에서 살펴볼 수 있다. 기존의 컴퓨터 기반의 교육용 프로그램의 상호작용 설계를 위한 원리들 중에서 하이퍼미디어의 형식에 적용될 수 있는 원리들이 여기에 속하는 것으로 볼 수 있다.

둘째, 학습자-교수자 상호작용은 기존의 컴퓨터 기반의 교육용 프로그램의 상호작용이 제공하는 학습자의 질문이나 응답 등을 예상하고 그에 해당하는 대답을 컴퓨터 시스템이 제시하는 것을 포함하여, 살아있는 교수자가 개별적으로 혹은 집단적으로 학습자들에게 의사소통을 할 수 있는 환경을 지니고 있는 것이다. 가장 대표적인 환경 요소로 전자우편(e-mail), 게시판(Bulletin Board System), 자료실, 토론방을 들 수 있다.

셋째, 학습자-학습자 상호작용은 학습과제 해결을 위한 상호간의 의사소통에서부터 시작하여 비공식적인 형태의 상호작용에 이르기까지 다양하게 나타날 수 있다. 전자는 앞에서 다룬 교사와 학습자간의 상호작용 과정에서 활용되는 토론방, 게시판, 자료실, 전자우편 등을 통하여 이루어질 수 있다. 후자는 비공식적인 대화를 목적으로 마련한 채팅방이나 혹은 전자우편 등을 이용한 것이다. 이러한 두 가지 유형의 상호작용은 교수적 상호작용과 사회적 상호작용으로 구분되기도 한다(Gilbert & Moore, 1998). 학습자간의 교수적 상호작용은 교사에 의해 매개되는 형식을 취하는 것으로 과제물의 해결을 위한 상호간의 질문이나 협조에 의해 이루어지고, 학습자간의 사회적 상호작용은 그 유효성에 대한 학습자들이 가지는 인식이 학습결과에 상당한 영향을 미친다는 연구 결과(Zhang & Fulford, 1994) 등에 비추어 볼 때, 웹기반 교육에서 학습자간의 사회적 상호작용을 안내하고 촉진하고 관리하는 전략이 요구된다

고 볼 수 있다.

웹기반 교육의 상호작용을 파악하는 관점으로부터 웹기반 교육이 전통적인 컴퓨터 기반 교육용 프로그램의 상호작용 설계 이상의 복잡한 요소가 포함된다는 것을 알 수 있다. 따라서 게시판, 자료실, 토론방, 전자우편 등의 기존의 기술적 도구를 효과적으로 활용할 수 있는 모형을 개발하여야 한다. 이러한 기술적 도구를 활용함으로써 교수자와 학습자간 상호작용 혹은 학습자간의 상호작용을 촉진하게 될 것이고, 웹기반 교육의 상호작용 설계를 위한 세 가지 이론적 틀은 개념적인 수준에서는 구분될 수 있지만, 실제적으로는 통합되어져 나타나야 하며, 이는 보다 종합적이면서 처방적인 상호작용 설계 이론의 구축으로 연결되어야 할 것이다(임철일, 1999).

1) 의사소통으로서의 수학

미국 수학교사 협회(NCTM, 1989)에서 제시하는 교육과정 규준에 의하면, 5-8학년의 교육과정에서 의사소통으로서의 수학 학습의 목표로 다음을 제시하고 있다.

* 구두로, 문장으로, 구체물을 사용하여, 도식적으로, 그래프를 사용하여, 대수적인 방법을 사용하여 상황을 모델링할 수 있어야 한다.
* 수학적인 아이디어와 상황에 대해 자신의 사고를 반성하고 명료화할 수 있어야 한다.
* 정의의 역할을 포함하여, 수학적인 개념을 일반적으로 이해할 수 있어야 한다.
* 수학적인 아이디어를 해석·평가하는데 읽고 듣고 관찰하는 기능의 이용이 필요하다.
* 수학적인 아이디어를 토의하고, 가설을 설정하고, 설득력 있는 주장을 펼 수 있어야 한다.
* 수학적 기호와 수학의 아이디어의 발달에 있어서 기호의 역할을 음미할 수 있어야 한다.

이러한 의사소통으로의 수학 학습의 결과가 학생들에게서 확인이 될 때, 온라인 토론이 수학학습 환경으로서의 역할을 할 수 있음을 가늠할 수 있을 것이다.

웹 기반의 학습 환경에서는 학습자들의 학습활동을 지속적으로 관리·운영하는 운영자의 역할이 매우 중요하게 부각되어 있고, 운영자가 어떻게 통신망이나 학습과정을 관리하고 운영하느냐에 따라 학습자들간의 상호작용의 양과 질이 달라지며, 그로 인해 학습의 효과도 영향을 받을 수 있다. 웹 기반 학습 환경에서 운영자는 컴퓨터를 매개로 하는 커뮤니케이션에서 상호작용의 과정에 적극 참여하면서 이용자의 의견이나 제공된 정보를 분류하고, 정리하며, 주제가 나아갈 길을 제시하거나 새로운 논제를 발의하기도 한다. 그리고 적절하지 못한 의견은 골라내기도 하고 진행된 상호작용의 양상을 파악하여 새로운 방향을 제시해 주는 역할을 수행하기도 한다(Kaye, 1990).

한편, 온라인 토론에 있어서 운영자가 어떠한 토론촉진 전략을 사용하느냐에 따라 집단 구성원들의 토론 참여도나 토론 성과가 달라질 수 있다. 예컨데 과제 지향적 촉진 전략의 경우 집단 성원들간의 활발한 상호작용을 유도하지는 못하지만 토론을 통한 문제 해결, 즉 집단의 생산성 향상에 기여할 수 있으며, 동기유발적 촉진 전략은 과제 중심의 논의에 관심을 집중시키지는 못하지만 집단 구성원들간의 상호작용을 활성화시킴으로써 상호간에 원만한 인간관계를 형성하고 토론 자체에 대해서도 보다 긍정적인 태도를 형성하는데 도움을 줄 수 있다(임정훈, 1999).

2) 문제 해결로서의 수학

Polya(1965)는 수학 교육의 주요 목적을 수학

적으로 사고하는 능력, 문제해결 능력에 두고, 수학 학습-지도 원리로서 활동적 학습의 원리, 최선의 동기 유발의 원리 및 비약 없는 단계의 원리를 제시하면서 학습하는 최선의 길은 스스로 발견해 내는 것이라고 했다. 효과적인 학습을 위해서는 가능한 한 생각할 시간을 충분히 주어 학습자 스스로 발견하도록 해야 하며, 교사는 이를 돕는 질문과 권고를 통해 산파역을 해야 한다. 또한, 학생에게 의미가 있도록 문제를 선정하고 제시함으로써 학습 내용 자체에 대한 지적 호기심을 경험하도록 해야 한다(우정호, 1998).

Freudenthal은 수학 교수 학습에서 수학화의 과정을 경험시킴으로써 수학의 유용성을 알도록 하는 것을 중요시했다. 학생들이 추상적인 수준으로 급속히 이행하기를 기대한다는 것은 무리이며, 한 단계씩 점진적으로 구성해 가야 한다. 이와 같이 Fredenthal은 점진적 수학화를 안내하는 수학-학습 지도 원리로 안내된 재발명의 원리, 교수학적 현상학, 그리고 학습 수준 이론을 제시하고 있다. 교사의 안내에 의해 학생들이 수학화 과정을 재발명해 나가도록 할 때, 거시적인 하나의 틀을 제공해 주는 것이 학습 수준 이론이며, 점진적인 수준의 이행을 위한 여러 가지 현상들을 제공해 주고자 하는 것이 교수학적 현상학이며, 이런 교수 원리를 실제 수업 장면에서 구현하는 방법은 풍부한 문맥을 제공하여 발명을 안내하는 것이다(정영옥, 1997).

문제 해결 학습은 학생들에게 생각할 수 있는 상황을 제시하고, 그 속에서 생각해 보게 하는 것에서 출발한다. 그러나 해결과정에서 장애가 발생하고, 교사는 이 장애를 해결해 주는 장치가 필요한데, 이것이 발견술(heuristics)이다. 발견술은 문제해결 과정에서 어려움을 해결하기 위해 취해지는 효과적인 발문이나 제언을 말한다. Polya는 문제해결을 문제이해, 계획수립, 실행, 반성의 네 단계로 나누고, 각 단계에서 학생이 필요로 할 경우 적절한 발견술을 발문형태로 제시하여 학생들이 스스로 어려움을 해결할 수 있도록 도와주어야 한다고 주장하고 있다(신동선 · 류희찬, 1998).

이상에서의 문제해결 학습을 촉진 시켜줄 수 있는 역할을 수행할 수 있는 것이 풍부한 상호작용의 경험을 제공할 수 있는 웹의 역할이다. 이러한 상호작용은 교사와 학습자뿐만 아니라 학습자간의 협동학습을 촉진하는 매개체의 역할을 하고 다양한 상호작용의 촉진 전략이 문제 해결 학습에 미치는 영향과의 관련도 역시 간과할 수 없는 중요한 문제이다.

III. 연구방법과 절차

본 연구는 웹 기반 온라인 토론이 학생에게 수학적 의사소통으로서의 상호작용과 문제해결에 어떠한 영향을 주고 있으며, 웹 기반의 온라인 토론이 교실에서의 의사소통에 어떻게 작용하고 있는가에 초점을 두었다. 따라서 학생들이 특정 개념을 습득하거나 특정 단원을 학습하는 것보다는 학생들 사이의 상호작용을 통찰, 발견, 해석하는 것에 주목을 하였고, 질적 사례 연구를 실시하였다.

1) 연구 대상

본 연구에서는 연구대상에 대한 폭넓은 이해와 자료수집을 선행하여 이에 근거한 연구대상에 적합한 해결방안을 모색하고자 하였다. 그런 이유로 연구대상에 대한 선험적인 분석 틀에 해당하는 학업 성취도 및 성별 학교 수학 수업에의 참여도에 따른 대상 구분을 보류하

고, 게시판에의 참여 및 활동 유형 분석이 우선한 뒤에 그 참여 형태와 연구 대상에 대한 선험적인 인식과의 관련에 대한 이해를 시도하였다.

이를 위하여 먼저 대전광역시에 소재하고 있는 S중학교의 1학년 5개 학급의 학생들로 하여금 특정 대상의 구분 없이 수학 홈페이지에 자유로운 의견개진을 독려하였다. 이어서 방학 중 충분한 예비검사를 통해 수학 성취도별, 교실 수업에서의 반응도별, 남녀 성별 등을 고려하여 전자 게시판의 활용 유형을 분류하기 위해 8명을 선정하였다.

결국, 홈페이지에서 수학 게시판과 채팅방을 활용하는 모든 학생이 연구 대상이 며, 학생 성향별 참여 유형의 분석을 위해 선정된 8명이 심층 분석의 대상이다.

2) 연구 설계

연구 대상을 포함한 5개 학급 학생들에게 연구자가 제작한 홈페이지를 소개하고 게시판과 대화방을 통한 자유로운 수학적 활동을 독려하였다. 연구기간은 2000년 8월에서 2001년 1월까지로 연구 초기인 여름방학 기간은 홈페이지 사용의 활성화를 위해 5개 학급 학생 전원이 한 번씩은 수학 문제를 게시판에 올리도록 과제로 부과했고, 그 이후에는 전적으로 학습자의 자율에 의존했다.

수학 대화방의 운영을 위해서 학기 중에는 대부분의 학생들이 학원 수강을 이유로 합의된 시간을 얻기가 힘이 든 상황이고 주말에 하기에는 집약된 연구결과가 도출되기가 곤란하므로 홈페이지가 학생들에게 신뢰를 얻고 활성화가 된 겨울방학의 저녁 시간대를 활용하여 매일 정기적으로 이루어졌다. 정기 채팅 시간은 융통성 있게 학생들에게 홈페이지를 통해 합의된 시간을 공지하였다.

게시판은 크게 두 가지 방향에서 운영되었다. 첫 번째는 주제가 없이 자유로이 개방되어 모든 상황을 학습자가 제시하고 해결하는 탐구학습의 장이 되도록 설계하였고, 두 번째는 주제가 없는 막연한 상황에서 방향성을 상실하기 쉬운 학습자를 위해 일상적이고 탐구적인 문제를 연구자가 직접 제공하여 학습자 스스로 문제해결에 동참하도록 유도하여 그 과정을 전자 게시판에 표현하도록 함으로써 수학적 의사소통이 이루어지도록 하였다.

특히 온라인 토론을 통한 교사-학생간 상호작용이 수학교실의 의사소통에 어떤 영향을 주는지를 알아보기 위하여 대상 학생을 교실에서 수시로 관찰하고, 게시판에 올라온 문제와 실제 수업 내용간의 관련성을 찾아 이를 수업시간에 활용하면서 질문 게시 학생에게도 의사진행의 기회를 주었다.

3) 연구 절차

질적 사례연구는 면접, 관찰, 문서로부터 얻어지는 질적 자료에의 의존성이 크다. 자료를 다양한 방법으로 수집하는 것은 사례연구의 타당도를 높이기 위한 것으로, Denzin의 삼각측정법(Triangulation)이라고 한다. 이 전략의 이론적 근거는 연구방법들을 연합함으로써, 관찰자들이 각 방법의 독특한 결점을 극복하는 동시에 강점을 취할 수 있다는 것이다(Merriam, 1988, 허미화(역), 1994에서 재인용).

본 연구에서는 자료를 해석하는 과정에서 나타나는 의문점을 확인하기 위하여 탐색되어야 할 일련의 질문들과 쟁점들에 의해 안내는 되지만 명확한 표현이나 질문의 순서는 미리 결정되지 않는 반구조화(反構造化) 면접을 주로 사용하였고, 실험이 끝난 후에는 전체 활동에

대한 회고의 차원에서 학습자를 대상으로 공식 면담을 하였다.

수학 게시판에 올려진 모든 글들은 문서 자료로서의 가치를 지니고 있고, 이들 문서 자료는 태그 기술과 여러 가지 상황적 요인을 모두 나타내기 위해 그림으로 갈무리가 됨으로써 관찰자료로 남겨 두었다. 따라서 관찰 자료와 문서 자료는 게시판에 올라온 게시 자료에 대한 캡쳐그림[발췌그림]과 채팅방에서 수학 관련 대화가 이루어지는 동안의 캡쳐그림, 그리고 면담 내용으로 구성되어 있다.

자료분석은 학기 중 및 방학기간중의 게시판 참여 유형, 수학 성취 수준별 질문의 형태, 교실 수업에서의 반응도별 접속 건수와 공개 및 익명성, 남녀 성별에 따른 개방성, 교사의 바람직한 대응, 게시판에 게재된 연구 대상자의 질문에 대답하는 학습자의 적극성 정도, 지속적인 참여 의지 및 실천, 학교 수학 교실로의 확대 방안을 Wood(1999)의 집약적 상호작용분석(intensive interactional analysis)의 입장에서 접근하였다. 이것은 Erickson의 분석 절차와 Voigt의 해석적 미량 분석을 혼합한 방법으로 분석 절차는 게시판과 대화방에서 이루어지는 학생들의 문제 제기 활동의 구조를 분석하고, 귀납적 논리화에 의하여 교사와 학습자간의 상호작용 패턴을 분석하고, 전형적인 예를 토대로 한 장면분석을 해석적 미량분석(microanalysis)의 입장으로 접근하였다. 이러한 해석적 접근에서는 연구 대상자들의 행동이 의미론적인 내용을 갖는다는 가정으로부터 출발한다(Packer & Mergendollor, 1989).

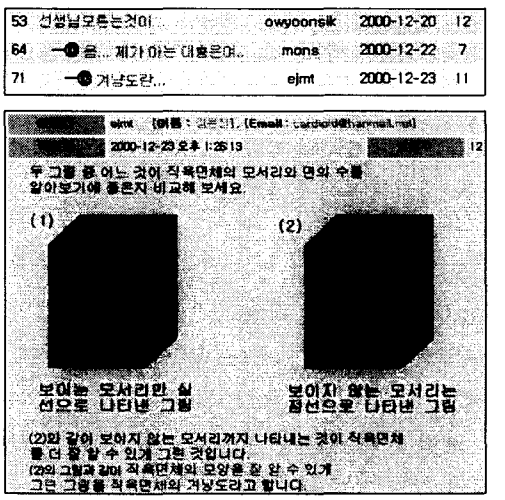
IV. 결과 분석

온라인 토론을 통해 학생들의 발달 상황 및 변화와 진보의 과정을 학생들의 수학적 의사소통과 문제해결에 미치는 영향의 두 가지 측면으로 대별하였다. 이를 다시 세분하여 기술 및 분석한 다음, 교실 수업으로의 전환 가능성에 대한 결과를 모색하였다.

1) 온라인 토론과 의사소통

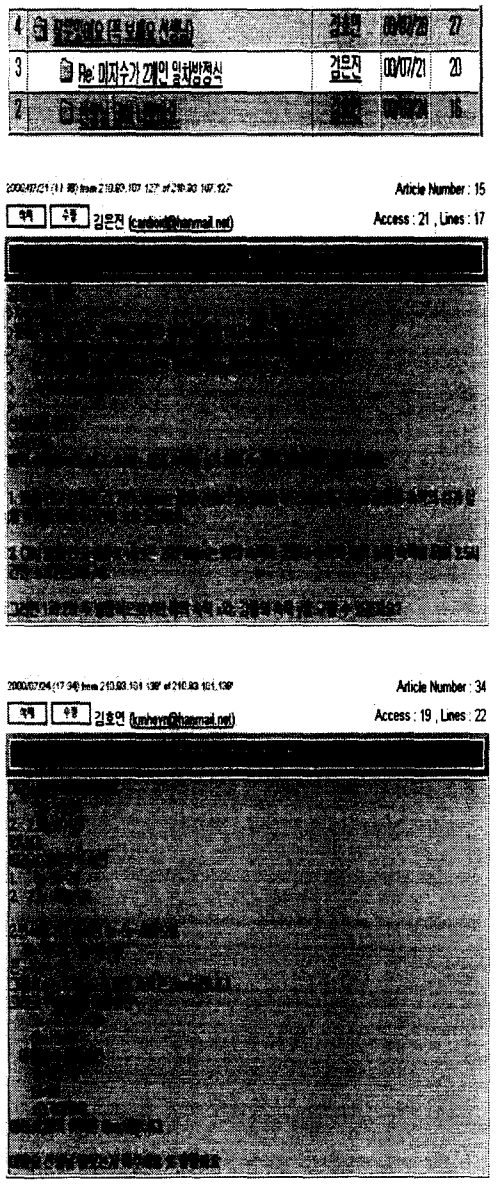
(1) 구체물이나 도식적인 그래프 또는 대수적인 방법을 사용한 상황의 모델링이 어떻게 전개되는가?

게시판을 통해 구체물이나 그래프, 그리고 대수식에 이르기까지 교사와 학습자 모두 문제 상황의 모델링에 이들을 활용하였고, 이로 인해 교실 수업에서 얻기 힘든 멀티미디어적 상호작용의 효과를 얻을 수 있었다(<그림 1>). 단지 이를 구현하기 위해서는 약간의 태그 실력 및 컴퓨터에 대한 이해가 뒤따라야 한다. 이러한 제반 지식에 대해서는 학습자 스스로의 관심으로 충분히 구현이 가능했다.



<그림 1> 구체물을 사용한 상황의 모델링 (교사의 제시)

이와 같은 구체물의 도입은 칠판에 판서하는 것 이상의 다양한 시각적 동원이 가능한 인터넷의 멀티미디어적 장점을 적극 활용하는 전자게시판의 가능성을 보여준다.



<그림 2> 대수적인 방법에 의한 상황의 모델링

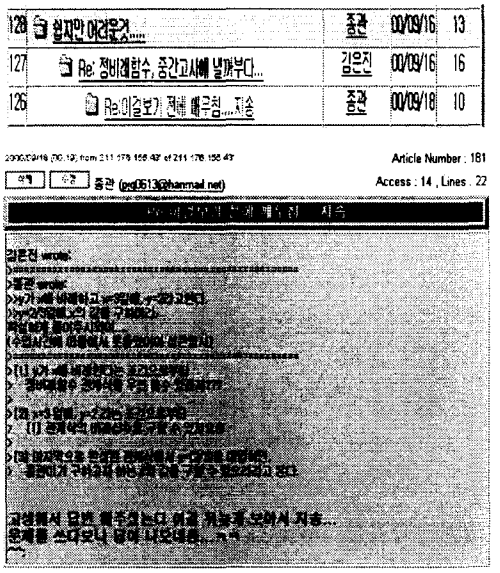
한편 수학적 상황에서 사고의 반성 과정이 나타나는 <그림 2>는 방정식의 활용문제를 질문한 학생에게 교사가 문장형의 제언을 했을 때, 이를 대수적으로 표현하고 정리한 학생의 게시 글인데, 구체물의 형상화나 도식적인 그래프에 의한 문제 상황의 모델링보다 대수적인 방법에 의한 상황의 모델링이 게시판에 진술하기에는 비교적 수월하고 이미 수업시간에 이러한 유형에 대해서는 익숙해 있기 때문에 교사가 제시한 문장형의 제언을 바탕으로 방정식을 세우고 그 대수적 해법을 제시하고 있다.

(2) 수학적인 아이디어와 상황에 대해 사고를 어떻게 반성하고 명료화하는가?

<그림 2>는 학생이 게시판에 올린 수학적인 상황에 대한 교사의 제언을 바탕으로 다시 학습자 스스로 이를 명료화하여 대수적인 해법을 제시하는 과정에서 수학적 아이디어를 발산하는 모습을 보여준다. 또, 직접적인 질문이나 일반적인 글쓰기에 비해 인터넷 게시판에서는 수식이나 수학 기호 등의 표현에 따른 시간적 손실을 단점으로 들고 있으나, 이는 문제를 게시판에 쓰는 동안 그만큼 사고의 시간이 길어지고 자신의 생각을 반성하고 정리하여 명료화하는 과정을 거칠 수 있다는 장점으로 승화시킬 수 있다.

학생들이 자신의 아이디어를 말하고 써보게 되면 그들 자신의 생각이 명료화되고 교사의 조언이 없이도 자연스러운 문제 해결의 실마리를 찾기도 한다.

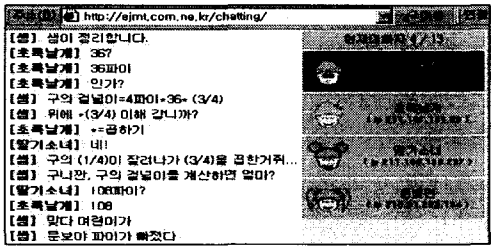
<그림 3>은 학생이 자신의 생각을 글로 표현함으로써 다시 한 번 숙고하고 정리하는 과정을 거치게 됨을 보여주고 있다.



<그림 3> 문제 기술과정에서 오는 사고의 반성과 명료화

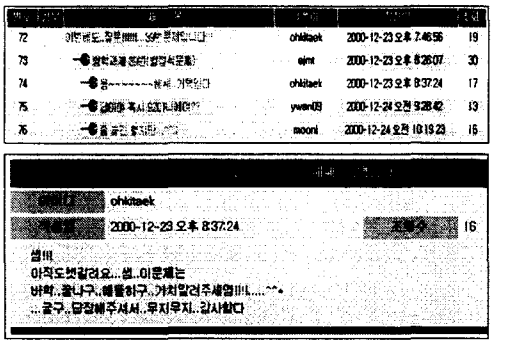
(3) 정의의 역할을 포함한 수학적 개념의 이해가 어떻게 나타나는가?

실시간 온라인 채팅을 하는 대화방을 통해서 학생들의 개념 이해에 대한 반응은 적극적으로 표현이 되었다(<그림 4>).



<그림 4> 대화방에서 학습자의 이해 정도 확인

그러나 게시판에서는 <그림 5>에서 볼 수 있듯 즉각적인 반응이 가능한 온라인 대화방보다는 그 즉시성의 효과가 떨어지므로 한 번의 교사 제언으로 이해가 어려우면 바로 포기하는 현상이 관찰되었다.



<그림 5> 게시판에서 학습자의 이해 정도 확인(1)

하지만, 이러한 개념 이해의 결여는 <그림 5>에서 처럼 학생 본인이 반성과 각오를 새롭게 하는 계기로 여길 수도 있으며 이해하지 못한 부분에 대해서는 학교 수업으로의 연장의 기회로 삼고자 제안을 했다는 사실에 주목할 만하다.

한편, 게시판의 사용에 익숙해지고 이해의 시점까지 인내를 보인다면 게시판에서도 충분히 수학적 개념의 설명에 대한 학습자의 이해 정도의 확인이 가능함을 <그림 6>에서 알 수 있다.

<그림 6> 게시판에서 학습자의 이해 정도 확인(2)

그림의 왼쪽에 있는 90에서 105까지 숫자의 의미는 글이 게시판에 올라온 시간적 순서이다. 모두 [방학과제 31번] 한 문항에 대한 각자의 수학적 아이디어를 명료화하고 교사의 제언

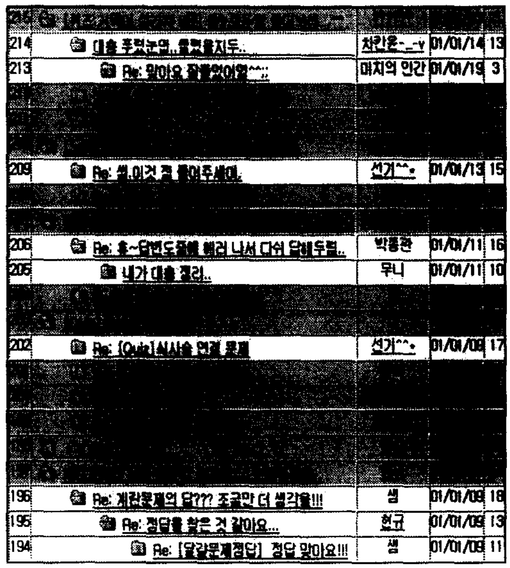
을 바탕으로 자신의 사고를 반성하는 것이 드러난다. 교사인 EJMT 과 학생 osj8217, mooni, ywan09의 글에 주목하면, 의문 내용을 드러내는 것에서 그치지 않고 교사의 힌트를 기반으로 문제해결에 도달하는 과정 속에서 활발한 상호작용을 나타내고 있음을 알 수 있고 따라서 학생들의 게시판을 통한 수학적 개념의 이해를 확인할 수 있다.

(4) 수학적인 아이디어를 토의하고, 가설을 설정하고, 설득력 있는 주장들이 어떻게 나타나는가?

수학 게시판의 활용이 학습자에게 낯설었던 실험 상황 초기인 여름방학에는 교사의 계속되는 독려에도 불구하고 그 상호작용이 질의와 응답의 2단계로 끝남으로써 문제해결의 결과에 대한 확신을 갖지 못했다(<그림 7>).

<그림 7> 토론 문화가 형성되지 못한 연구 초기 단계

그러나 교사의 계속되는 발견술의 견지에서 나오는 제언과 웹을 통한 온라인 토론이 익숙해진 연구 상황 후기에는 문제해결로 귀착이 될 때까지 연속적인 질의와 응답에 의한 상호작용이 활성화됨으로써 학생들의 수학적 아이디어를 토론하는 문화가 형성되고 자신의 주장을 설득력 있게 펼치는 모습을 볼 수 있었다(<그림 8>).

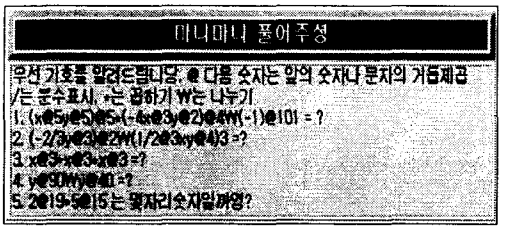


<그림 8> 토론 문화가 형성된 연구 후기 단계

(5) 수학적 기호와 수학적 아이디어의 발달에 있어서 학생들은 기호의 역할을 어떻게 음미하는가?

게시판을 통해 수학 기호를 나타내는 것은 한글의 수식편집기능이나 Tex의 수식표기법 등을 모르는 학생들에게는 노트 필기와는 달리 쉽지 않은 일이다. 실제로 사후면담의 결과, 학생들이 게시판을 사용하면서 느낀 큰 어려움 중의 하나가 수식의 표현이었음이 드러났다. 그래서 나름대로의 기호체계를 만들어 문제를 제시하는 학생들도 있었지만 그 규약에 대한 공공성이 떨어져서 다른 학생들로부터 호응을 얻지 못하고 저조한 조회수를 기록하여 댓글로 이어지는 반응도 전무한 상태가 되곤했다. 이

런 과정을 통하여 수학적 기호의 역할에 대한 중요성을 학습자들이 공감하게 되었다.



<그림 9> 수학 기호를 자신의 규약으로 표현한 학생

<그림 9>는 나타난 나름대로 기호체계를 세워 보려는 시도를 보여주고 있다. 문제를 제시한 학생은 수학적 기호체계의 도입에 대한 중요성과 더불어 기호 규약은 만인이 인정하는 것이어야 한다는 공공성을 실감할 수 있었으리라는 추측이 가능하나 익명을 빌어 남긴 글로 인해 면담은 이루어지지 못했다.

그러나 수학문제를 풀던 중 수학적 사고가 깊어지고 새로운 수학적 아이디어가 떠오른 학생의 경우 스스로 수학적 아이디어가 발달함으로써 이를 해결하고 표현하기 위해서 새로운 기호 도입의 필요성과 그 역할을 인정하는 글을 게시판을 통해 쉽게 확인할 수 있었다.

(6) 어떤 토론촉진전략이 전자게시판의 활성화에 효과적인가?

연구 초기에는 과제를 제시하고 게시판과 대화방의 사용을 독려하는 과제촉진 전략을 사용하였다. <그림 7>에서 처럼 시작 단계에서는 학생의 질문과 교사의 제언이라는 두 단계로 구성원들간의 상호작용이 미약한 것으로 나타났다. 그러나 사후 면담에 의하면 과제 부과에 의한 의무적인 수학 게시판의 사용 결과, 학생들은 과제 수행을 위해 평소 생활 속에서 수학적인 상황을 찾으려 노력하며 게시판의 사용에 익숙하게 되었다. 또 방학 중에도 교사와 함께 하는 문제해결의 기쁨을 얻을 수 있었다.

이는 교사의 과제 지향적 촉진 전략이 구성원들간의 활발한 상호작용을 유발하기에 충분하지는 못하지만, 꾸준한 격려와 적절한 조언을 통하여 게시판을 통한 문제해결이라는 측면으로 학생들을 유도하는데 필요하다고 할 수 있다.

연구 후기단계인 겨울방학 때는 시간이 흐름에 따라 학생들의 참여와 접근이 자연스러워지고 의사소통이 활성화되었다(<그림 8>).

이를 더욱 강화하기 위하여 금주의 수학왕을 뽑아 홈페이지에 공개를 하는 동기 유발적 촉진전략을 병행하였다. 이는 구성원들간의 상호작용을 더욱 활발하게 하고 과제해결에 대한 열의도 촉진하였다.

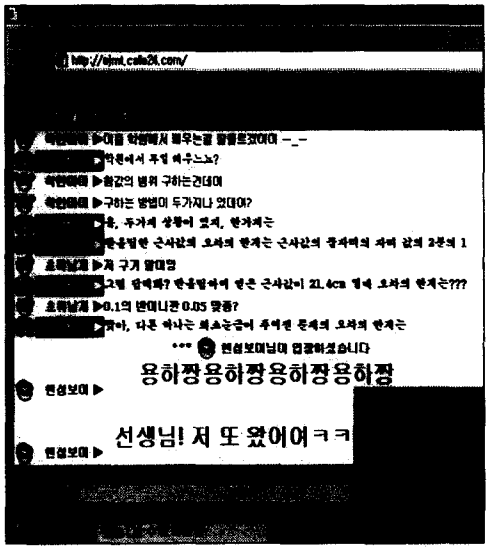
따라서 수학적 상호작용이나 문제해결의 양쪽 측면 모두에서 과제 지향적 촉진전략에 이어 동기 유발적 촉진전략을 도입하는 것이 바람직하다.

(7) 학생 유형별 의사소통 유형은 어떻게 다른가?

높은 학업성취도를 보이면서 내향적인 성격의 학생들은 논리 정연한 설명과 함께 문제 해결의 말미에 이르기까지 꾸준한 모습을 보이는 반면, 학업성취도도 높고 외향적인 성격을 가진 학생들은 오히려 문제 진술에서 허술함을 보이고, 즉흥적이고 빠른 반응을 보이는 것이 두드러진 특징이다. 그러나 성취도가 높은 학생들은 성격에 상관없이 질문이나 답변의 게시 회수가 높아 활발한 상호작용을 보여 주고 있다.

학업 성취도는 낮으나 외향적인 성격으로 수업시간에 의사전달을 분명히 하는 학생들은 비

수학적 성향을 강하게 보여 팬픽 게시판이나 일상적인 채팅에 관심이 많았다. 면담 결과에 의하면 수학 질문에 대한 자신감이 결여되어 있어서 자신의 실력이 친구들에게 노출되는 것을 부담스러워 했다. 또, 다른 학습자들과 함께 하는 수학 채팅에도 열중하지 못하고 중도 포기하는 모습을 보여 주었다. 다음 <그림 10>에서 보듯 수학 대화방에서는 교사와 다른 학생들간의 문제 해결과정에 합류하지 못하고 스스로의 태그 실력을 드러내려는 노력이 우선했다.



<그림 10> 수학 채팅 도중 태그 사용에 의한 방해 행동

학업 성취도가 낮고 내향적 성격의 학생들은 다른 집단보다 게시판의 참여 비율이 가장 떨어지고, 질문도 상당히 막연하고 추상적이다. 또, 게시판이나 대화방에서 자신의 실명이 밝혀지는 것을 매우 꺼려했고 교사와 일대일의 만남인 경우에만 자신을 밝혔다. 대화의 주제도 수학보다는 일상의 이야기를 하고 싶어했다.

결과적으로 수학 학습부진 학생들은 그 성향에 상관없이 대화방에서 교사와 일대일의 상호작용이 이루어질 때만이 학습 효과를 기대할 수가 있었다.

(8) 온라인 토론을 통한 교사-학생간 상호작용이 수학교실의 의사소통에 어떤 영향을 주는가?

사후 면담 결과 게시판에 글을 쓰거나 채팅을 하고 난 후 학생들이 교사에게서 느끼는 유대는 더욱 높아진다. 이로 인해 교실 수업에서 만난 선생님은 내내 자신을 주목하고 있을 거라는 생각에 바른 수업 태도를 갖게 된다는 학생들의 반응을 얻었다. 또, 온라인 토론을 통해 그 이해도가 미흡했던 부분에 대해서는 학교 수업 시간에 재차 다루어주기를 원함으로써 게시판의 활동이 자연스럽게 수학 교실로 연장될 수 있는 상황이 전개되었다.

2) 온라인 토론과 문제해결

(1) 수학 학습지도 원리의 수행이 어떤 형태로 이루어지는가?

Polya가 제시한 수학 학습-지도 원리인 활동적 학습의 원리, 최선의 동기 유발의 원리 및 비약 없는 단계의 원리 중에서 온라인 토론으로부터 얻어지는 가장 효율적인 것은 최선의 동기 유발의 원리로 수학 게시판에 접속하는 것 자체가 우선 학습 동기가 발생한 것으로 보아도 좋을 것이다.

연구의 초기 단계에서는 교사의 즉각적인 반응을 기대하고 질문을 올리는 학생들의 기대를 저버리지 않기 위해서 문제 해결을 위한 교사의 제언이 하루를 넘기지 않고 즉각적으로 이루어졌다. 그러다 보니 문제 해결을 위한 제언

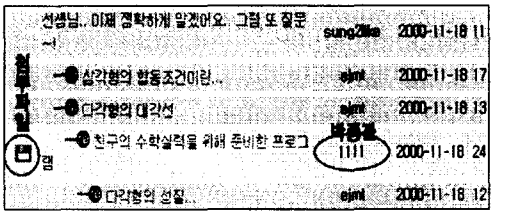
을 교사의 전유물로 여기는 학생들의 활동이 질문에만 국한되어 그 사후 반응을 게시판 상에서 확인하기 어려웠다. 그래서 홈페이지 상에 공지사항으로 친구들의 질문에 답변하도록 독려하였다. 그 후 토론문화가 형성된 연구후기단계로 접어들며 <그림 8>에서와 같이 학생들의 상호작용은 활성화되었고 나아가 학생들 자체적으로 문제를 제시하고 서로 토론하며 해결함으로써 교사의 역할이 상당히 축소되는 상황으로까지 발전하였다. 교사의 별다른 독려나 전략없이 학생 스스로의 학습 동기가 작용하여 게시판에서 자유로운 대화 분위기가 조성되고 더불어 교사의 도움 없이 학습자간에 문제 해결이 이루어지기까지는 홈페이지가 문을 연 후 5개월 여의 적응 기간이 필요하였다.

한편 실생활 문제가 제시되었을 경우 학생들의 관심은 더욱 집중되어 많은 조회 수를 기록하였다. 실생활 문제의 제시는 처음에는 교사에 의하여 시작되었지만 이후 학생들 스스로가 한동안 교과서 외적 문제를 지속적으로 게시판에 올리는 분위기가 자연스럽게 조성되었다. 대부분의 실생활 문제는 난이도가 높은 편이었지만 큰 관심을 보였는데 수학 학업성취도가 높은 학생들이 주류를 이루고 있었다. 따라서 게시판에서 동기유발을 하기에 효과적인 문제는 생활 속에서 찾은 수학 관련 탐구문제이며 더 적극적인 대상은 학업성취도가 높은 학생들임을 알 수 있다.

Polya의 비약 없는 단계의 원리나 Freudenthal의 학습 수준이론의 실천을 위하여 교사의 안내에 의해 학생들이 수학화 과정을 재발견해 나가면서 반성을 할 필요가 있다. 온라인 토론에서는 학생들 서로의 관찰과 의견을 토론하고 정당화해 볼 수 있도록 기회를 제공하면서 적절한 발문을 병행하는 교사의 역할이 큰 비중을 차지했다.

(2) 학생 유형별로 문제 제시 및 해결에 어떤 차이를 보이는가?

학업 성취도가 높고 외향적인 성격을 가진 학생의 경우 문제의 진술이 간단·명료하였다. 또 문제 제기보다는 다른 학생의 문제를 해결해 주고 도와주기 위해 첨부파일도 게시판에 올림으로써 학생들간의 문제해결을 위한 의사소통을 초월해 자료의 공유까지 시도하는 적극성을 보여주었다(<그림 11>).

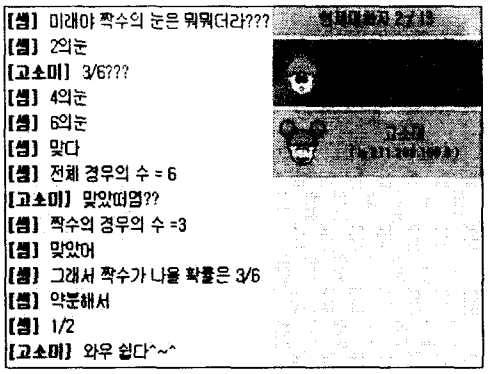


<그림 11> 친구의 질문을 돕기 위해 첨부파일을 제시

학업 성취도가 높고 내향적인 성격을 가지고 있는 학생들은 문제 진술에 있어서 일목요연하게 과정을 기술하는 경향이 나타나고, 수학 문제를 구체적인 산문 형식의 긴 문장으로 서술하는 특징이 있었고 스스로 문제를 해결하여 마무리할 때까지 지속성을 유지하였다(<그림 2>). 그리고 해결되지 않은 문제에 대해서는 교사와 꾸준히 서로의 의견을 타진하면서 다른 학습 집단보다 활발한 상호작용을 보였다.

학업 성취도가 낮은 학생들의 경우 내/외향적 성격인 경우 모두 대화방에서는 교사와의 일대일 채팅이 이해를 도울 수가 있고, 게시판에서도 교사와의 일대일 문답이 효과를 얻을 수 있었다(<그림 12>). 면담 결과에 의하면 다른 학생의 개입은 자신의 학력 부진의 노출로 인한 사기 저하와 자신감의 상실로 이어진다. 이 때문에 중도에 포기하려는 경향을 보이며

이는 최종적인 결과에 점진적인 접근을 어렵게 만든다.



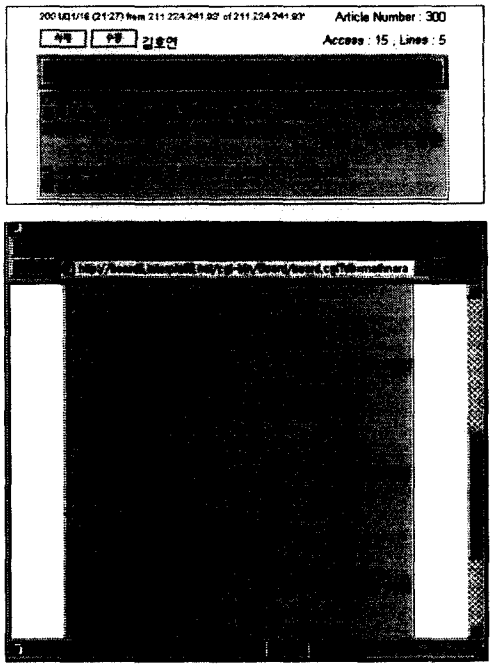
<그림 12> 학습 부진 학생과의 일대일 대화

(3) 질문 유형별로 교사-학생의 문제 해결과정은 어떻게 다른가?

학생들이 질문하는 문제의 유형을 크게 네 가지로 구분을 했다.

첫째, 일반형은 학습하는 방법에 대한 질문이나 정답이 없는 추상적인 질문 유형이다. 질문자의 대부분은 학업성취도가 떨어지는 학생들로 이러한 경우는 관련 개념이 전혀 잡혀 있지 않은 상태에서 하는 질문이므로 방향을 제시해 주는 길잡이로서의 제언이 적합하다.

둘째, 해답요구형으로 분류되는 질문은 학업성취도와 상관없이 게시판의 주종을 이루고 있는 질문 유형이다. 이러한 질문에 대해서는 문제 해결에 대한 전략을 다시 한 번 고민할 수 있도록 기회를 주고 스스로 재발명의 과정에 의한 해결의 길로 인도하는 교사의 적절한 안내가 필요하다(<그림 13>). 그래서 학생 스스로 해결 과정을 정리해서 다시 게시판에 올릴 수 있도록 함으로써 다른 학생들과 문제 해결을 공유할 수 있는 환경을 조성해 나갈 필요가 있다.



<그림 13> 게시판 질문의 주종을 이루는 해답요구형

셋째, 설명 요구형은 교과 단원의 개관 차원에서 이루어지는 배경 등의 질문 유형으로 학습자가 자신의 학습 경험을 정리하면서 발생하는 것으로 학업 성취도가 높은 학생들에게서 나타나고 있다. 학생 스스로 어느 정도 확신을 갖지 못하는 부분에 대해서는 명확한 답변을 제시해 주는 것이 바람직할 것이다.

넷째, 과제 해결형은 게시판 운영자에게 숙제를 일임하는 유형의 질문으로 웹 검색엔진에서 찾아 갈 수 있는 대부분의 수학 홈페이지의 게시판에서 흔히 볼 수 있는 것이다. 이러한 질문에 대한 대응으로 모든 것을 해결해 주기에는 학생의 학습에 대한 저해 요인이 될 수 있을 뿐 아니라, 교사에게도 친절한 응답을 할 만큼의 시간적인 여유가 있는 것은 아니다. 단지 학습하는 방법으로서의 제언을 해 주고 학생은 이를 찾아가는 과정이 진정한 학습의 길

이 될 것이다.

V. 결론 및 제언

사이버 공간을 통하여 수업시간에 소극적인 학생이 적극적으로 변모할 수 있는 가능성은 충분히 확인이 되었다. 지금까지의 연구 내용은 다음과 같은 결론으로 요약할 수 있다.

첫째, 온라인 토론의 초기단계에서는 학생들의 반응과 참여가 소극적이므로 적어도 몇 달간의 충분한 기간에 걸쳐 교사의 주도면밀하고 꾸준한 설계와 독려가 필요하다. 온라인 토론의 성숙단계에 이르면 교사의 역할이 상대적으로 축소되고 학생들간의 의사소통이 활발해지며 서로간에 협동학습이 원활해지는 동시에 문제해결에 이르기까지 적극적으로 참여하게 된다.

교실에서의 언어를 통한 직접 대화와 달리 웹을 통한 대화는 수식, 기호 표기 등의 애로점과 쓰는데 시간이 걸리는 등의 불편이 있지만 이를 통하여 자신의 사고를 반성하고 정리하여 명료하게 하는 장점이 있다. 지속적인 온라인 토론을 통하여 학생들은 수학에 대한 적극성을 띠게되며 의사소통에 익숙해진다.

둘째, 온라인 토론을 촉진하기 위하여 초기에는 과제를 부과하는 방식으로 시작하여 모든 학생들을 토론의 장으로 끌어들일 필요가 있다. 학생들의 질문 유형은 다양하지만 답을 직접 주지말고 단계적인 제안과 학생들 상호간의 토론을 통하여 스스로 문제해결에 이를 수 있도록 유도해야한다. 이러한 과정에서 활동에 열심인 학생들을 별도로 칭찬하는 등의 동기유발적 촉진 전략을 병행하는 것이 효과가 있다.

제기되는 문제의 경우 실생활적 탐구문제의 제시는 학생들의 참여와 협동 그리고 상호간의 의사소통을 더욱 활성화시킨다. 여기에서 학업성취도가 높은 학생들이 주류를 이루지만 이들은 문제해결과정에서 다른 학생들과의 의사소통을 활발하게 하며 협동학습의 면모를 보여준다.

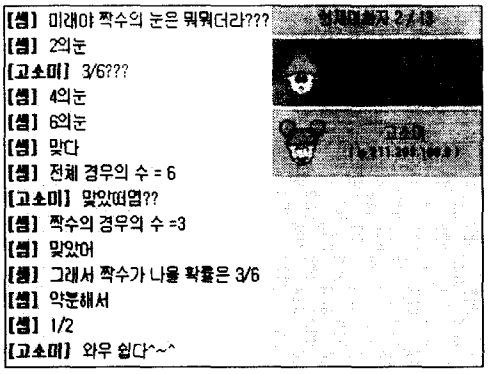
셋째, 온라인 토론에서 적극적인 학생들은 대부분 학업성취도가 높은 학생들인 반면 학업성취도가 낮은 학생들은 상대적으로 그 활동이 부진하다. 그러나 학업성취도가 낮은 학생들의 경우에도 온라인 토론을 통하여 교실 수업에서 볼 수 없었던 교사-학생간의 상호 유대가 나타났다. 이들의 경우 공개적인 토론보다는 교사와의 일대일 대화를 통하여 자신감을 회복시키며 의사소통을 활성화하도록 하는 것이 필요하며, 여기에는 개개의 상황에 따른 교사의 적절한 개입이 따라야 한다.

또한 학생들의 학업성취도와 성향별에 따라 문제 제시 유형과 의사소통 유형에는 차이가 난다. 따라서 이를 사전에 파악하여야 교사의 유효 적절한 안내가 이루어질 수 있을 것이다.

많은 교사들이 자신의 홈페이지를 운영하고 있고, 학생들도 인터넷에 충분히 익숙한 현실하에서 학교 교실에서 상대적으로 실천이 미약한 교사-학생간 그리고 학생 상호간의 의사소통을 전자게시판과 인터넷 채팅을 통한 온라인 토론을 통하여 촉진하는 것이 바람직하다.

끝으로 본 연구에서 제한한 수학 소프트웨어와 연관한 후속 연구 방향에 대한 제언을 하고자 한다. 순수한 온라인 토론만으로 교수-학습자간 또는 학습자 상호간 수학적 상호작용에 대한 효과와 수학 교실에 미치는 영향에서 진일보하여 수학교육용 탐구형 S/W의 자료를 자바 스크립트나 플러그 인 프로그램을 사용하여 교사가 웹 상에 탑재하고 학습자는 S/W를 구비하지 않고도 이를 체험한 후, 그 탐구과정을

이는 최종적인 결과에 점진적인 접근을 어렵게 만든다.



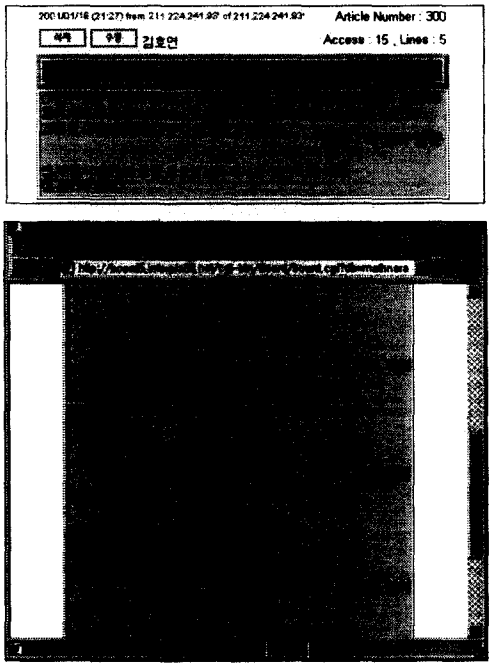
<그림 12> 학습 부진 학생과의 일대일 대화

(3) 질문 유형별로 교사-학생의 문제 해결과정은 어떻게 다른가?

학생들이 질문하는 문제의 유형을 크게 네 가지로 구분을 했다.

첫째, 일반형은 학습하는 방법에 대한 질문이나 정답이 없는 추상적인 질문 유형이다. 질문자의 대부분은 학업성취도가 떨어지는 학생들로 이러한 경우는 관련 개념이 전혀 잡혀 있지 않은 상태에서 하는 질문이므로 방향을 제시해 주는 길잡이로서의 제언이 적합하다.

둘째, 해답요구형으로 분류되는 질문은 학업성취도와 상관없이 게시판의 주종을 이루고 있는 질문 유형이다. 이러한 질문에 대해서는 문제 해결에 대한 전략을 다시 한 번 고민할 수 있도록 기회를 주고 스스로 재발명의 과정에 의한 해결의 길로 인도하는 교사의 적절한 안내가 필요하다(<그림 13>). 그래서 학생 스스로 해결 과정을 정리해서 다시 게시판에 올릴 수 있도록 함으로써 다른 학생들과 문제 해결을 공유할 수 있는 환경을 조성해 나갈 필요가 있다.



<그림 13> 게시판 질문의 주종을 이루는 해답 요구형

셋째, 설명 요구형은 교과 단원의 개관 차원에서 이루어지는 배경 등의 질문 유형으로 학습자가 자신의 학습 경험을 정리하면서 발생하는 것으로 학업 성취도가 높은 학생들에게서 나타나고 있다. 학생 스스로 어느 정도 확신을 갖지 못하는 부분에 대해서는 명확한 답변을 제시해 주는 것이 바람직할 것이다.

넷째, 과제 해결형은 게시판 운영자에게 숙제를 일임하는 유형의 질문으로 웹 검색엔진에서 찾아 갈 수 있는 대부분의 수학 홈페이지의 게시판에서 흔히 볼 수 있는 것이다. 이러한 질문에 대한 대응으로 모든 것을 해결해 주기에는 학생의 학습에 대한 저해 요인이 될 수 있을 뿐 아니라, 교사에게도 친절한 응답을 할 만큼의 시간적인 여유가 있는 것은 아니다. 단지 학습하는 방법으로서의 제언을 해 주고 학생은 이를 찾아가는 과정이 진정한 학습의 길

이 될 것이다.

V. 결론 및 제언

사이버 공간을 통하여 수업시간에 소극적인 학생이 적극적으로 변모할 수 있는 가능성은 충분히 확인이 되었다. 지금까지의 연구 내용은 다음과 같은 결론으로 요약할 수 있다.

첫째, 온라인 토론의 초기단계에서는 학생들의 반응과 참여가 소극적이므로 적어도 몇 달간의 충분한 기간에 걸쳐 교사의 주도면밀하고 꾸준한 설계와 독려가 필요하다. 온라인 토론의 성숙단계에 이르면 교사의 역할이 상대적으로 축소되고 학생들간의 의사소통이 활발해지며 서로간에 협동학습이 원활해지는 동시에 문제해결에 이르기까지 적극적으로 참여하게 된다.

교실에서의 언어를 통한 직접 대화와 달리 웹을 통한 대화는 수식, 기호 표기 등의 애로점과 쓰는데 시간이 걸리는 등의 불편이 있지만 이를 통하여 자신의 사고를 반성하고 정리하여 명료하게 하는 장점이 있다. 지속적인 온라인 토론을 통하여 학생들은 수학에 대한 적극성을 띠게되며 의사소통에 익숙해진다.

둘째, 온라인 토론을 촉진하기 위하여 초기에는 과제를 부과하는 방식으로 시작하여 모든 학생들을 토론의 장으로 끌어들일 필요가 있다. 학생들의 질문 유형은 다양하지만 답을 직접 주지말고 단계적인 제안과 학생들 상호간의 토론을 통하여 스스로 문제해결에 이를 수 있도록 유도해야한다. 이러한 과정에서 활동에 열심인 학생들을 별도로 칭찬하는 등의 동기유발적 촉진 전략을 병행하는 것이 효과가 있다.

제기되는 문제의 경우 실생활적 탐구문제의 제시는 학생들의 참여와 협동 그리고 상호간의 의사소통을 더욱 활성화시킨다. 여기에서 학업성취도가 높은 학생들이 주류를 이루지만 이들은 문제해결과정에서 다른 학생들과의 의사소통을 활발하게 하며 협동학습의 면모를 보여준다.

셋째, 온라인 토론에서 적극적인 학생들은 대부분 학업성취도가 높은 학생들인 반면 학업성취도가 낮은 학생들은 상대적으로 그 활동이 부진하다. 그러나 학업성취도가 낮은 학생들의 경우에도 온라인 토론을 통하여 교실 수업에서 볼 수 없었던 교사-학생간의 상호 유대가 나타났다. 이들의 경우 공개적인 토론보다는 교사와의 일대일 대화를 통하여 자신감을 회복시키며 의사소통을 활성화하도록 하는 것이 필요하며, 여기에는 개개의 상황에 따른 교사의 적절한 개입이 따라야 한다.

또한 학생들의 학업성취도와 성향별에 따라 문제 제시 유형과 의사소통 유형에는 차이가 난다. 따라서 이를 사전에 파악하여야 교사의 유효 적절한 안내가 이루어질 수 있을 것이다.

많은 교사들이 자신의 홈페이지를 운영하고 있고, 학생들도 인터넷에 충분히 익숙한 현실하에서 학교 교실에서 상대적으로 실천이 미약한 교사-학생간 그리고 학생 상호간의 의사소통을 전자게시판과 인터넷 채팅을 통한 온라인 토론을 통하여 촉진하는 것이 바람직하다.

끝으로 본 연구에서 제한한 수학 소프트웨어와 연관한 후속 연구 방향에 대한 제언을 하고자 한다. 순수한 온라인 토론만으로 교수-학습자간 또는 학습자 상호간 수학적 상호작용에 대한 효과와 수학 교실에 미치는 영향에서 진일보하여 수학교육용 탐구형 S/W의 자료를 자바 스크립트나 플러그 인 프로그램을 사용하여 교사가 웹 상에 탑재하고 학습자는 S/W를 구비하지 않고도 이를 체험한 후, 그 탐구과정을

온라인 상에서 토론하는 효과적인 방향의 탐색 및 방법상의 기술에 대해 관심을 갖고 연구할 필요가 있을 것이다.

실상 교수-학습용 자료는 컴퓨터의 도입에 적극적인 수학 교사들 사이에 활발한 개발과 공유가 이루어지고 있지만, 이를 실제 수업에 적극 활용하거나 학습자의 영역으로 접근하지 못하고 교사들 범주에만 갇혀 있는 것이 현실이다. 이러한 현실에서 탈피하기 위한 효과적인 매체가 인터넷이고, 웹을 통해 쌍방향의 상호작용에 의한 학습을 기대할 수 있는 것이 전자게시판과 대화방의 운영이다. 즉, 추후에 이루어지는 연구는 교사가 제시하는 탐구형 S/W의 자료를 플러그 인 프로그램으로 체험해 본 학습자와 교사가 게시판과 대화방을 활용해 이루어질 수 있는 상호작용에 초점을 맞추어 본다면 더욱 발전적인 연구결과가 기대된다.

참고문헌

신동선 · 류희찬(1998). 수학교육과 컴퓨터, 서울: 경문사.

우정호(1998). 학교 수학의 교육적 기초, 서울대학교출판부.

임정훈(1999). 웹 기반 문제해결학습 환경에서 소집단 협동학습전략이 온라인 토론의 참여도와 문제해결에 미치는 효과. 서울대학교 박사학위 논문.

임철일(1999). 웹기반 교육의 상호작용 설계. 웹 기반 교육. 나일주 (편). 교육과학사.

정영옥(1997). Fredenthal의 수학화 학습-지도론 연구. 서울대학교 박사학위 논문.

Gilbert, L., & Moore, D. R. (1998). Building interactivity into web courses: Tools for social and instructional interaction. *Educational Technology*, 38(3), 29-35.

Harasim, L., Hiltz, S., Teles, L., & Turoff, M. (1995). *Learning Networks*. Cambridge, MA: MIT Press.

Kaye, A. R. (1990). Computer conferencing and mass distance education. *Cite Report No. 98. Milton Keynes: Institute of Edcational Technology*. The Open University.

Merriam, S. B. (1988). *Case study research in edcation : A qualitative approach.* San Fransisco, CA: Jossey-Bass. 허미화 (역). 질적 사례 연구법. 양서원

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics.* Reston, VA: The Author. 구광조, 오병승, 류희찬 (공역) (1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 경문사.

Packer, M. J., & Mergendollor, J. R. (1989). The development of practical social understanding in elementary school-age children. In L. T. Winegar (Ed.), *Social interaction and the development of children's understanding*(pp. 67-94). Norwood, NJ: Ablex.

Polya, G. (1965). *Mathematical discovery* (Vols. 1-2). John Willy & Sons, Inc.

Tiffin & Rajasingham (1995). *In search of the virtual Class*. NY: Routledge.

Zhang, S., & Fulford, C. P. (1994). Are interaction time and psychological interactivity the same thing in the distance leaning television classroom? *Educational Technology*, 34(6), 58-64.

A Study on Mathematical Interaction and Problem Solving via Web-Based Discussion

Minshik Cho (Korea National University of Education)
Eun-Jin Kim (Sintan Jungang Middle School)

This study investigated various effects of WBD(web-based discussion) on mathematical communication, interaction and problem solving in the classroom.

We developed a web site including BBS and chat room in order to encourage students' mathematical curiosities and self-studies. The web site had been operated for 6 months. Five classes of 1st grade students were selected from an middle school in Daejon. Moreover, we analyzed several cases for interactional behavior and effect.

WBD promote dialogue between a teacher and students. Analysis of feed-back from BBS revealed that student's negative attitudes could be changed to positive ones by step-by-step discussions. Moreover, collaborative learning is enhanced by on-line discussion. But the effects of WBD are affected by the character and ability of a student.