

온라인 물리탐구토론에 나타난 학생들의 상호작용 유형 분석

이봉우 · 이성묵¹
(신관중학교) · (서울대학교)

Analysis of Interaction Pattern of the Students in Online Discussion of Physics Investigation

Bongwoo Lee · Sungmuk Lee¹
(Shinkwan Middle School) · (Seoul National University)¹

ABSTRACT

In this study, the on-line discussion learning system of physics investigation was developed for developing the creativity in the problem solving and critical thinking. And with the number of participants of a topic unit, the formation of multiple discussion field and a turn-taking, we found that the interaction patterns of the students were composed of interpersonal interaction pattern, interaction pattern of one to one participation, interaction pattern of one to many participation and interaction pattern of many to many participation. These interaction patterns could make us understand the participation structure and the aspect of interaction of the students in the cyber space.

Key words: online discussion of physics investigation, interaction pattern

I. 서론

과학은 국민의 기본적인 과학적 소양을 기르기 위하여 자연을 과학적으로 탐구하는 능력과 과학의 기본 개념을 습득하고, 과학적인 태도를 기르기 위한 과목이다(교육부, 1997). 또한 과학교육의 궁극적인 목적으로 합리적인 의사 결정을 내릴 수 있는 교양 있는 시민의 양성을 흔히 언급하고 있다. 이를 실현하는 방법 중 하나로 토론, 특히 소집단 토론을 언급하는데, 이는 토론 참여자들이 자신의 생각을 표출하고 다른 사람의 도움과 평가를 받는 과정 속에서 합리적인 의사 결정력을 배양할 수 있기 때문이다(강석진, 2000; Meyer & Woodruff, 1997).

토론은 일반 강의식 수업에서 얻을 수 없는 여러 가지

측면에 대한 학습 결과를 거둘 수 있다. 토론은 그 결과로서만이 아니라 토론 과정으로서, 그리고 지적인 면뿐만 아니라 행동과 태도의 면에서도, 또 개인적인 것만이 아니라 공동의 것으로도 중요하다(Dillon, 1994). 또한 학생들간의 소집단 토론은 불분명했던 생각들이 보다 명확해질 수 있는 반성적 사고의 기회와 다른 사람의 의견을 바탕으로 해답에 도달할 수 있는 기회를 제공한다는 장점이 있다(Driver, 1995). 특히 과학 학습에서의 토론은 과학이 결과로서만 의미를 갖는 것이 아니라 과학에서 설명의 근거와 이유의 중요성을 깨닫게 할 수 있기 때문에 중요하며(Meyer & Woodruff, 1997), 학생들은 다른 사람과 상호작용을 통해 과학적 도구를 개발하여 그 유용성을 평가하고 모델이나 이론이 만들어지는 과학적 과정에 대해

생각함으로써, 과학자 집단과 유사한 방식으로 지식 구성 과정을 경험할 수 있다(Richmond & Striley, 1996; 한수진, 2002에서 재인용).

물리공동탐구토론대회는 토론활동을 탐구활동과 잘 융화시켜놓은 활동으로 최근 많은 관심을 받고 있다. 이는 학생들의 과학적 사고력을 제발하고 과학 및 연구 활동을 개인적, 집단적으로 체험함으로써 다양한 관점에서 문제 해결방안을 모색하고, 토론을 통하여 사회적 합의과정을 익힐 수 있는 장점이 있다.

그러나 탐구토론은 그 효과에도 불구하고 실제로 적용하는 데에 여러 가지 문제점들이 발견되었다. 특히 일반 토론에 비해서 탐구토론에서는 반론에 대한 답변을 준비하는데 자료의 분석, 재실험, 동료와의 토론 등의 활동이 필요하기 때문에 실제 토론시에 상당한 시간이 요구되는데, 이런 점은 토론의 긴장감을 떨어뜨리는 문제가 발견되었다. 또한 토론을 위해서는 많은 사람들이 일정한 시간에 같은 장소에 모여서 진행을 해야 하는데 지역적으로 떨어져있는 학생들끼리 탐구토론을 벌이기에는 무리가 따르는 문제도 발견되었다.

이런 문제를 해결하고자 이봉우(이봉우, 2003; 이봉우 등, 2003)는 온라인으로 탐구토론을 수행할 수 있는 온라인 물리탐구토론 학습체제를 개발하였다. 온라인 토론은 시공간을 초월하여 이루어질 수 있고, 텍스트를 기반으로 수행되기 때문에 반성적 사고가 가능하며, 학생들간의 다대다 상호작용이 가능한 장점을 가지고 있다(Berge & Collins, 1995; Harasim, 1990, 1993; Hoadley & Linn, 2000).

온라인 탐구토론의 가장 큰 특징은 학생들 간의 상호작용이 활발하게 이루어진다는 점이다. 학생들은 질문, 답변, 반론의 논쟁활동을 통하여 과학적 의사소통의 방법을 배우고, 그 속에서 최적화된 탐구의 완성을 이룬다. 따라서 학생들의 상호작용이 어떻게 이루어지는지에 대한 분석은 상당히 중요하지만, 이에 대한 최근의 연구들은 주로 Henri(1992) 등에 의해서 만들어진 모델을 이용한 정량적인 해석에 그치고 있고, 정성적인 연구도 학생들에 이루어진 토론과정을 분석하여 평가를 할 때 활용하는 수준에 그쳐 전체적인 상호작용에 대한 조망을 찾아볼 수 없었다. 또한 많은 연구자들(Bates(1990), Moore(1993), Rafaeeli(1988, 1997), Paulsen(1995), Moore &

Kearsley(1996))에 의해서 상호작용의 유형들이 연구되었지만, 이런 모델들은 탐구토론에 적용하기에는 부족한 면이 많이 있다. 이에 본 연구에서는 학생들이 벌인 온라인 탐구토론의 과정을 분석하여 참여한 학생들의 상호작용 유형을 제시하고자 한다.

II. 연구과정

본 연구에서는 학생들의 창의적 문제해결력과 비판적 사고력을 함양하기 위한 프로그램으로 온라인 물리탐구토론 학습체제를 개발하였다. 온라인 물리탐구토론 학습체제는 학습자의 접근이 용이하도록 웹을 기반으로 구성하였으며, 오프라인 토론과 최대한 밀접하게 구성하기 위해서 대화형 구조를, 자신의 위치를 쉽게 파악할 수 있기 위해서 개인이력보기를, 토론의 흐름을 한 눈에 파악할 수 있도록 단위토론별 배치구조를 사용하였다(이봉우 등, 2003). 이를 서울대학교 과학영재센터 물리반에서 교육을 받고 있는 서울 시내 중학교 2학년(8학년) 23명을 대상으로 적용하였다. 학생들은 2002년 11월 9일부터 2003년 1월 8일까지 2개월에 걸쳐 '공동탐구 - 온라인토론 - 오프라인토론'의 과정을 수행하였는데, 학생들은 4개의 그룹으로 나뉘어져 각각 소리의 전달, 선풍기 날개, 비눗방울, 부메랑 비행기에 관련된 개방적 탐구를 수행하였고, 이 중에서 2002년 12월 24일부터 2003년 1월 4일까지 12일 동안 온라인 탐구토론을 수행하였다. 학생들은 다른 조의 탐구보고서를 살펴보고 탐구과정에서 나타나는 문제점을 지적하고, 새로운 방안을 제시하는 등의 반론활동과 다른 조의 학생들로부터 제시된 반론에 대한 답변과 재발론을 통한 심층적인 논변활동을 수행하여 자신의 탐구과정을 수정 보완하는 활동을 수행할 수 있었다. 본 연구는 이 기간동안 4개의 토론방에 제시된 총 726개의 메시지를 분석하여 상호작용 유형을 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 상호작용 분석을 위한 기호규약

본 연구에서는 학생들의 상호작용 수준을 일대일 참여 상호작용, 일대다 참여 상호작용, 다대다 참여 상호작용,

두 조 상호작용, 세 조 이상 상호작용 등으로 분류하고 다중 토론장의 형성, 대화의 이동을 통해서 분석하였다. 학생들의 상호작용 수준을 시각적인 모델로 제시하기 위하여 Fig. 1과 같이 몇 가지 기호 규약을 정하였다.

각 조별 토론방에는 답변조와 반론조로 나뉘어 논쟁을 수행한다. 이때 답변조는 'A'로, 반론조는 'R'로 표현하고, 진출 유형을 '질문', '답변', '반론', '기타'로 나누어 표현하였다. 두 조간 상호작용에서 다중 토론장의 형성에서 대화의 이동은 점선화살표로 나타내었다.

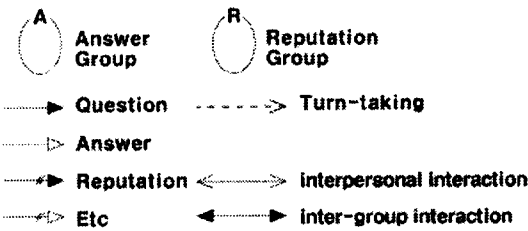


Fig. 1. Symbols of the interaction patterns

2. 개인간 상호작용 유형

토론장에서는 많은 학생들이 하나의 단위토론²⁾에 참여하지만, 기본적으로는 대화형이기 때문에 하나의 개별진술은 대상이 지정되어 있어 개인간 상호작용이다. Fig. 2는 온라인 탐구토론에서 발견된 개인간 상호작용의 유형을 모델로 나타낸 것이다.

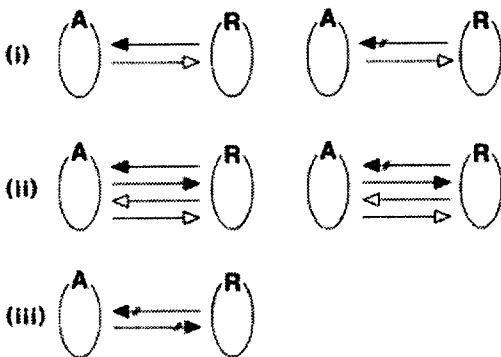


Fig. 2. Interpersonal interaction pattern

첫 번째 형태(i)는 가장 기본적인 상호작용의 유형을 나타낸 것으로 반론자가 답변자에게 질문이나 반론을 하면

이에 대해서 답변자는 반론자에게 답변을 하는 경우이다. 두 번째 형태(ii)의 경우는 반론자가 질문이나 반론을 하였을 때, 이 질문(반론)에 대한 이해가 부족하였을 경우에 재확인하는 과정에서 발견되었다. 세 번째 형태(iii)는 반론에 대한 재반론을 나타낸 것이다. 여기에서 제시한 개인간 상호작용의 모델은 반론자에게서 토론이 시작되는 형태인데, 상황에 따라서는 답변자와 반론자의 위치가 바뀌어 답변자로부터 발언이 시작되는 예도 발견되었다.

개인간 상호작용의 두 번째 형태(ii)는 논쟁의 초점을 일치화시키는 단계(김희경, 2003)로 학생들의 온라인 탐구토론에서 가장 관심 있게 지켜봐야 할 부분이다. 오프라인에서는 즉각적인 반응이 이루어지기 때문에 이와 같은 초점일치화가 얼마나 빠른 시간 내에 이루어지는가에 따라서 효율적인 논쟁이 이루어지는지가 결정된다. 오프라인 탐구토론(김희경, 2003)에 비해서 초점일치화과정이 많이 나타나지는 않았는데, 이는 대상의 특성에 따라 나타난 결과일 수도 있지만, 이보다 텍스트를 기반으로 하는 비동기화된 온라인토론으로 인하여 반론이나 질문을 할 때 좀 더 신중하게 이루어졌기 때문이라고 판단된다. 물론 초점일치화의 과정에 의해서 본래 논쟁이 활발하게 이루어지지 않는 경우도 발생하였는데, 이는 비동기화된 온라인활동에서 필연적으로 발생하는 시간지연의 문제에서 비롯된 것이고, 따라서 이러한 단점을 해소하기 위해서는 명확한 질문과 반론이 이루어질 수 있도록 글을 작성하는 방법에 대한 교육이 필수적이다.

3. 일대일 참여의 상호작용 유형

하나의 단위 토론에서 일대일 참여의 상호작용을 다중 토론장의 형성에 의해서 분석하였다. 기본적으로 Fig. 3의 (i)와 같이 반론자와 답변자 사이의 하나의 개인간 상호작용이 이루어진다.

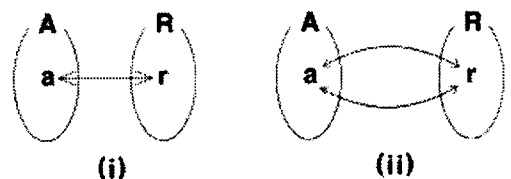


Fig. 3. Interaction pattern of one to one participation

2) 논쟁의 기본 단위로 한 학생이 발언을 시작해 종료될 때까지의 진출을 말하며 한 조의 토론장에서는 여러 개의 단위토론이 발견된다(이봉우, 2003).

두 번째 형태(ii)와 같이 두개의 개인간 상호작용이 동시에 일어나는 다중토론이 형성되기도 한다. 하나의 반론에 대해서 한 사람에 의해서 답변이 두 개 이상이 이루어지는 경우가 발생하여, 답변으로 끝나는 경우도 있지만 각각의 답변에 다시 질문이나 반론이 제기되어 다중토론장이 형성되기도 한다.

Fig. 4는 일대일 참여 상호작용에서 다중토론장의 형성을 나타낸 그림이다. 첫 번째 형태(i)와 같이 하나의 반론(또는 질문)에 대해서 답변이 둘 이상 이루어져 다중토론장이 형성되기도 하고, 두 번째 형태(ii)와 같이 하나의 답변에 대해서 둘 이상의 반론(또는 질문)에 의해서 다중토론장이 형성되기도 한다. Table. 1은 하나의 반론(순서 1)에 대해서 한 사람에 의해서 답변이 두 번(순서 2, 순서 3) 일어나는 경우를 나타낸 것이다. 각 답변에 대해서 반론(순서 2-1, 순서 3-1)이 이어지면서 다중 토론장이 형성되는 것을 볼 수 있다.

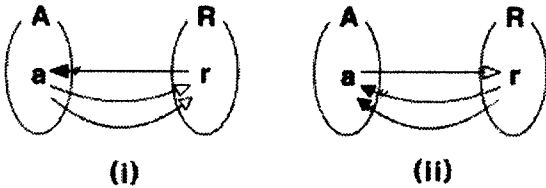


Fig. 4. Formation of multiple discussion filed in the interaction pattern of one to one participation

하나의 단위토론 내에서 다수가 참여하여 논쟁이 일어나기 때문에 일대다 참여형태의 상호작용이 빈번하게 발생하였다. 이를 답변자가 다중 참여하는 경우와 반론자가 다중 참여하는 경우로 나누어 그 형태를 분석하였다.

가. 답변자의 다중참여로 인한 일대다 상호작용 유형

답변자가 다중 참여하는 경우에는 Fig. 5와 같이 둘 이상의 답변자에 의해서 한 사람의 반론자와 개별적인 논쟁을 벌이는 다중토론장이 형성되는 경우(i)와 답변자가 이동하여 다른 답변자와 논쟁을 벌이는 대화의 이동이 나타나는 경우(ii)가 많이 발견되었다.

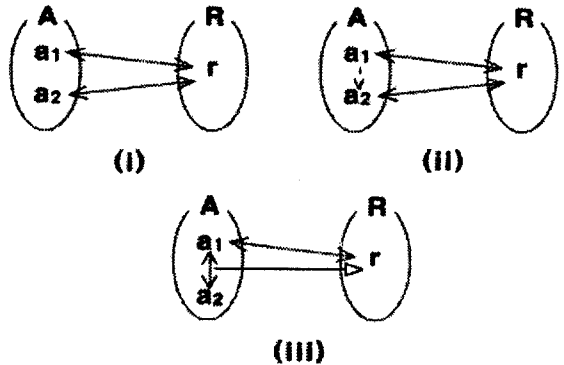


Fig. 5. Interaction pattern of one to many participation by answerers' simultaneous participation

4. 일대다 참여의 상호작용 유형

첫 번째 유형(i)은 답변자가 둘 이상인 경우에 반론자 한 명과 두개 이상의 다중 토론장이 동시에 형성되어 진

Table 1. Example of formation of multiple discussion filed in the interaction pattern of one to one participation (1A-one of group 1, 1A-another of group 1)

Order	Type of speech	Speaker	Speech target
1	reputation	1A	2A
3	answer	2A	1A
3-1	reputation	1A	2A
3-2	answer	2A	1A
...
2	answer	2A	1A
2-1	reputation	1B	2A
2-2	answer	2A	1B
...

행되는 경우이고, 두 번째 유형(ii)은 시간에 따라서 답변자가 이동하는 경우를 나타낸 것이다. 이때 단위토론 속에는 하나의 토론장이 형성된 것으로 보이지만 답변자의 이동에 의해서 두 개 이상의 주제에 대한 논의가 이루어지는 경우도 많이 발견되었다. 또한 토론장에서는 외형적으로는 보이지 않지만 일대일 참여 상호작용 과정 중에 답변자가 같은 조의 다른 답변자와 상호작용을 통하여 답변이 이루어지는 경우(iii)도 학생들의 면담을 통해서 나타났음을 확인되었다.

나. 반론자의 다중참여로 인한 일대다 상호작용 유형

온라인 탐구토론에서는 반론자의 다중참여로 인한 일대다 상호작용도 나타났다. Fig. 6과 같이 2인 이상의 반론자와 한명의 답변자간에 다중 토론장이 형성되는 경우(i)와 시간에 따라서 반론자가 이동하는 경우(ii)도 발견되었다. Table. 2는 반론자의 이동을 나타는 예로 1조 토론방의 8번째 단위토론의 일부를 간략하게 나타낸 것이다. 1조의 학생(1A)의 답변(순서2)에 대해서 두 개의 반론이 이루어지는데, 순서 4-1에 의한 반론에 대한 논의가 끝난 후에 순서 3-1에 의한 반론으로 토론이 진행되는 대화의 이동이 나타난 두 번째(ii) 유형에 대한 예를 간단하게 나타낸 것이다.

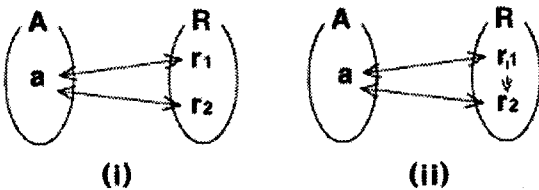


Fig. 6. Interaction pattern of one to many participation by replaters' simultaneous participation

반론자의 다중참여로 인한 일대다 상호작용은 답변자의 다중참여로 인한 일대다 상호작용보다 더 많이 발견할 수 있었다. 그것은 온라인 탐구토론의 체계에서 발생한 것으로 토론장은 반론조의 질문과 반론에서 시작되고, 답변조의 답변에 의해서 종결되는 경우가 대부분인데, 전체 과정이 대화형 구조이기 때문에 반론에 대한 대상이 지정되어 다른 사람이 대신 답변함으로써 다중 토론장이 형성되는 경우는 많이 발생하지 않았다. 그러나 반론은 누구나 제시할 수 있기 때문에 여러 반론자가 동참하여 다수의 반론자에 의한 다중토론장이 생기는 경우가 많이 발생하였다.

5. 다대다 참여의 상호작용 유형

2인 이상의 반론자와 2인 이상의 답변자가 개별 토론에 참여하는 유형으로 Fig. 7과 같이 두 개 이상의 개별적인 다중 토론장이 형성되는 경우(i)와 여러 사람이 동시에 하나 이상의 다중 토론장에 개입하여 토론이 진행되는 경우(ii)로 구분할 수 있다.

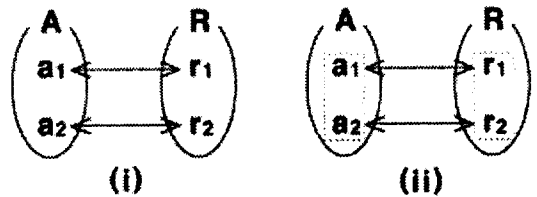


Fig. 7. Interaction pattern of many to many participation

다중 토론장은 반론자와 답변자가 동시에 참여하여 진행되는 경우도 있지만, 시간에 따른 답변자나 반론자의 이동에

Table 2. Example of interaction pattern of one to many participation by replaters' simultaneous participation

Order	Type of speech	Speaker	Speech target
1	reputation	3A	1
2	answer	1A	3A
3-1	reputation	2A	1A
3-2	reputation	1A	2A
...
4-1	reputation	3A	1A
4-2	etc	1A	3A

의해서 다중토론장에서 대화의 이동이 발생하기도 한다. Fig. 8에서 대화의 이동에 대해서 나타내었는데, (i)과 같이 답변자의 이동 후에 반론자가 이동하여 대화가 이동하는 경우와, (ii)와 같이 반론자가 이동한 후에 답변자가 이동하는 경우, (iii)과 같이 하나의 단위토론내의 논쟁이 끝난 후에 새로운 사람들에 의해서 다중토론장이 형성되는 경우도 있다.

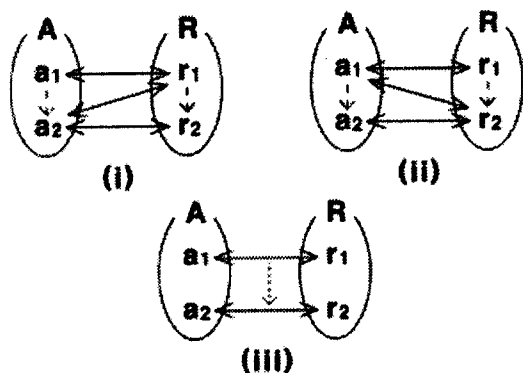


Fig. 8. Turn-taking in the interaction pattern of many to many participation

답변자의 이동이 반론자의 이동보다 먼저 일어나는 경우(8-i)보다는 반론자의 이동 후에 답변자가 이동하는 경우(8-ii)가 많이 발견되었는데 이는 앞에서 지정한 바와 같이 탐구토론의 특징에서 비롯된 것이다. Table. 3은 반론자의 이동 후에 답변자가 이동한 경우의 예를 간략하게 제시한 것으로 2조의 한 학생(2A)과 3조 학생(3A)과의 논쟁 과정 중에 순서 5와 같이 1조 학생(1A)이 반론에 참여하여 반론자가 2A에서 1A로 이동하였고, 이에 대한 답변을 답변조의 다른 학생(3B)이 하여 답변자가 3A에서 3B로 이동하는 과정을 보여준다.

IV. 결론 및 제언

교육 활동은 다양한 형태의 상호작용을 통해서 일어나기 때문에 '상호작용'은 교육에서 가장 중요한 항목으로 여겨져 왔다. 전통적인 수업에서는 교사와 학생간, 학생과 학습 자료와의 상호작용이 주가 되었지만, 웹을 기반으로 하는 온라인 학습에서는 학생과 학생간의 다양하고 깊은 의미의 상호작용이 이루어질 수 있는 조건을 가지고 있다. 특히 온라인 탐구토론은 학생들이 창의적으로 해결한 탐구과정과 결과를 학생들끼리 비판적으로 논쟁하는 활동이 시공간을 초월하여 활발하게 이루어지기 때문에 그 속에서 이루어지는 학생들간의 활동을 이해하기 위해서는 상호작용이 어떻게 이루어지는 그 유형을 분석하여 학생들의 참여 형태를 아는 것이 필수적이다.

이에 본 연구에서는 온라인 탐구토론에 참여한 학생들이 수행한 논쟁활동을 기록된 자료를 바탕으로 하나의 단위 토론에서 학생들이 어떻게 참여하는지를 참여자의 수, 다중 토론장의 형성, 대화의 이동중심으로 분류하였다.

온라인 탐구토론은 대화형으로 이루어지기 때문에 개인간 상호작용 유형이나 일대일 참여의 상호작용 유형이 가장 기본적인 형태로 제시되지만, 온라인 토론의 특성상 비동기적으로 이루어지기 때문에 토론 과정 중에 다수의 학생들이 참여할 수 있는 가능성이 많이 열려있다. 따라서 하나의 발언에 대해서 두개 이상의 발언이 덧붙여지면서 다중토론장이 형성되고, 참여자나 다중 토론장간의 대화의 이동이 나타나 보다 복잡한 형태의 상호작용 유형이 발견되었다. 답변자나 반론자가 두 명 이상 동시에 논쟁을 벌이는 답변자의 다중참여로 인한 일대다 상호작용 유형이나 반론자의 다중 참여로 인한 일대다 상호작용 유형이 그 예이다. 물론 이러한 형태가 결합하여 다대다 참여

Table 3. Example of turn-taking in the interaction pattern of many to many participation

Order	Type of speech	Speaker	Speech target
1	question	2A	3A
2	answer	3A	2A
3	question	2A	3A
4	answer	3A	2A
5	reputation	1A	3A
6	answer	3B	1A
...		...	

의 상호작용도 빈번하게 벌어졌다.

위의 결과에서는 주로 두 조건에 발생하는 상호작용 유형을 언급하였는데, 온라인 탐구토론에서는 세 조 이상이 하나의 단위토론에 참여하는 경우도 많이 발견되었다. 다만 이 형태를 새로운 유형으로 언급하지 않은 이유는 한 조의 토론장에서 반론조는 여러 조(본 연구에서는 3개 조)가 될 수 있는데, 이 반론조 전체를 하나로 묶어 생각하면 일대다 또는 다대다 참여의 상호작용 유형으로 이해할 수 있기 때문이다.

이와 같이 온라인 탐구토론에서 이루어지는 학생들의 상호작용은 단순한 형태가 아닌 여러 가지 유형이 복합적으로 결합하여 이루어지기 때문에 그 유형뿐만 아니라 그 분포나 그 속에서 나타나는 학생들의 참여 과정 그리고 질적인 분석을 통한 상호작용 유형과 토론 과정과의 관계를 이해하는 것은 필수적이다. 이는 본 연구에서 제시된 상호작용 유형에 대한 이해를 바탕으로 이루어져야 할 것이고, 이에 대한 연구도 지속되어야 할 것이다.

온라인 탐구토론은 상호 비판적인 논쟁활동을 통해서 가설의 변화, 실험의 재설계 등 탐구과정에 많은 변화를 가져오므로써 완결된 탐구를 지향하는 역할을 하기 때문에 학생들의 탐구활동에 덧붙여 활용하면 좋은 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대한다. 특히 온라인 탐구토론은 과학 영재들을 위한 프로그램으로의 가능성을 기대하며 이에 본 연구에서도 과학 영재들을 대상으로 수행되었다. 따라서 온라인 탐구토론에서 영재들의 상호작용에 대한 연구는 영재들의 활동에 대한 이해를 도울 수 있어 이를 바탕으로 영재 교육에서 무엇이 필요하고 어떤 것이 유지 발전되어야 하는지에 대한 정보를 제공해 줄 수 있어 더욱 더 중요하다고 할 수 있다.

국문 요약

본 연구에서는 학생들의 창의적 문제해결력과 비판적 사고력을 함양하기 위한 프로그램으로 온라인 물리탐구토론 학습체제를 개발하여, 온라인 물리탐구토론에 참여한 학생들의 상호작용 유형을 단위토론에서의 참여자 수, 다중토론장의 형성, 대화의 이동을 중심으로 구분하여 개인 간 상호작용 유형, 일대일 참여의 상호작용 유형, 다중참여로 인한 일대다 상호작용 유형, 다대다 상호작용 유형 등으로 분류하였다. 이는 사이버 상에서 벌어지는 학생들의 참여구조와 상호작용 양상을 파악할 수 있어 온라인을

통한 교육의 방향에 좋은 정보를 제공해 줄 수 있을 것으로 기대한다.

주요어 : 온라인 물리탐구토론, 상호작용 유형

참고 문헌

- 강석진(2000). 토론 과정에서 사회적 합의 형성을 강조한 개념 학습 전략: 교수 효과 및 소집단 토론에서의 언어적 상호작용. 서울대학교 박사학위 논문.
- 교육부(1997). 과학 중학교 교육과정, 교육부고시 제 1997-15호.
- 김희경(2003). 중학생의 동료간 논변 활동을 강조한 개방적 물리 탐구: 조건, 특징, 역할을 중심으로. 서울대학교 박사학위 논문.
- 이봉우(2003). 온라인 물리탐구토론 학습체제 개발 및 영재들의 상호작용 분석. 서울대학교 박사학위 논문.
- 이봉우, 손정우, 이성목(2003). 과학 영재를 위한 물리탐구토론 학습체제 개발과 상호작용지도를 통한 분석. 새물리, 47(5), 279-286.
- 한수진(2002). 과학 개념 학습에서 협동적 소집단 토론의 효과. 서울대학교 석사학위 논문.
- Bates, A. W.(1990). *Interactivity as a criterion for media selection in distance learning*. Paper presented at the Annual Conference of Asian Association of Open Universities, Jakarta, Indonesia.
- Berge, Z. L., & Collins, M.(1993). Computer conferencing and online education. *Arachnet Electronic Journal on Virtual Culture*, 1(3).
- Dillon, J. T.(1994). Using discussion in classroom. Buckingham, UK: Open University Press. 김정효 역(1997). 토론 학습의 이론과 실제, 서울: 교육과학사.
- Driver, R.(1995). Constructivist approaches to science teaching. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 385-400). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Harasim, L.(1990). *On-line education: Perspectives on a new environment*. NY: Praeger Publishers.
- Harasim, L.(1993). *Global Networks: Computers and*

- International Communication*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Henri, F.(1992). Computer conferencing and content analysis. In A. R. Kaye (Ed.), *Collaborative Learning Through Computer Conferencing: The Najaden Papers* (pp. 115-136). NY: Springer.
- Hoadley, C. M., Linn, M. C.(2000). Teaching science through online, peer discussions: SpeakEasy in the Knowledge Integration Environment. *International Journal of Science Education*, 22(8), 839-857.
- Meyer, K., & Woodruff, E.(1997). Consensually driven explanation in science teaching. *Science Education*, 81(2), 173-192.
- Moore, M. G.(1993). Three types of interaction. In K. Harry, M. John, & D. Keegan(Eds.), *Distance education: New perspectives* (pp. 19-24). London: Routledge.
- Moore M. G. & Kersley, G.(1996). *Distance education: A systems view*. Belmont: Wadsworth Publishing Company. 양영선, 조은순(1998)(역). 원격교육의 이해와 적용. 서울: 예지가.
- Paulsen, M. P.(1995). Moderating educational computer conferences. In Berge, Z. L. & Collins, M. P. (Eds.), *Computer-mediated communication and the on-line classroom in distance education*. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Rafaeli, S.(1988) Interactivity: From new media to communication, Sage Annual Review of Communication Research: *Advancing Communication Science Vol. 16*, 110-134, Sage: Beverly Hills, CA.
- Rafaeli, S., & Sudweeks, F.(1997). Networked Interactivity. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2(4).
- Richmond, G., & Striley, J.(1996). Making meaning in classroom: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.