

원운동 학습 상황에서 Toulmin의 논의구조(TAP)와 다이아그램을 이용한 대화적 논의과정 분석틀 개발

신호심 · 김현주*

한국교원대학교

Development of the Analytic Framework for Dialogic Argumentation Using the TAP and a Diagram in the Context of Learning the Circular Motion

Shin, Ho Sim · Kim, Hyun-Joo*

Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study was to develop analytic framework for dialogic argumentation to show the context and flow visualizing interactions of argumentation, to be able to present quality of argumentation specifically. For this, we formulated a method of the argumentation diagram using feature of diagram simple and structurally visualizing interrelation between argument components, and then quantified quality of argumentation to argument level score on this basis. We have developed the learning material for argumentation about a vertical circular motion and used the obtained translations from applying it in developing the framework. We chose argument statements among full transcript and then coded as Toulmin's argument components, and these codes was effectively arranged and linked to show argumentation diagram. Results by argumentation diagram could be useful understanding of interactive argumentation context and the flow and present frequency, the combination of argument elements, rough qualitative level of argumentation. To quantify argumentation quality, we gave different scores to different link lines reflecting indication of argumentation quality like that diversity of argument component, justification, presence or absence of rebuttals. The process of identification of argument level is very simple, qualitative level of argumentation represented as concrete score could present various and concrete argument level. Developed analytic framework might contribute to argumentation research field, because it can present effectively dialogic argumentation result. Also, various analysis cases might guide designing an effective argumentation practice and circular motion learning.

Key words: Argumentation, Toulmin's Argument Pattern(TAP), Analytic Framework, Argumentation Diagram, Argument Level Score

I. 연구의 필요성 및 목적

지식기반사회에서 과학교육의 목적은 학생들이 현대 사회에 적응할 수 있도록 과학·기술에 대한 지식과 기능의 소양을 가진 사회인으로 육성하는 데 있으며(AAAS, 1993; NRC, 1996; NSTA, 1982), 과학교육의 이러한 목적이 논의과정(argumentation)을 통해 성취될 수 있다(Driver *et al.*, 2000; Kuhn, 1992; Newton *et al.*, 1999; Simon *et al.*, 2006)는 주장들이 제기되고 있다. 논의과정은 과학자 사회에서 현상을 설명하기 위한 시도에서 나타나며(Berland &

Reiser, 2009; Toulmin, 1958), 몇몇 과학 교육자들은 과학에서 논의과정을 포함하는 다양한 인식적인 훈련에 학생들을 참여시키는 것의 중요성을 인식하고 있다(Bricker & Bell, 2008). 우리나라 2009개정 교육과정 총론의 교육목표에서도 다양한 소통능력 함양의 중요성에 대하여 언급하면서 그 적용방안으로 논의과정의 활성화를 시사하고 있다. 이와 같이 논의과정의 중요성에 대한 인식이 확산됨에 따라 국내·외 과학교육 연구에서도 논의과정 관련 연구들이 꾸준히 증가하고 있으며, 이러한 연구들의 양적인 증가는 주어진 각 맥락에서 이루어진 논의과정의 결과를 효

*교신저자: 김현주(hjkim21@knu.ac.kr)

**2012.05.29(접수) 2012.06.20(1심통과) 2012.07.03(최종통과)

과적으로 제시하기 위한 다양한 분석틀 개발로 이어져 왔다(Sampson & Clark, 2008).

과학뿐만 아니라 언어, 예술, 경제학, 수학 등 다양한 영역에서 널리 사용되고, 개별적인 논의 및 소집단의 대화적 논의과정 분석에서도 다양하게 활용된 분석틀은 Toulmin의 논의구조(Toulmin's Argument Pattern; TAP)이다(Clark *et al.*, 2007; Sampson & Clark, 2008). TAP에 제시된 논의요소들의 구분이 명확하지 않으며(Duschl *et al.*, 1999; Erduran *et al.*, 2004; Kelly *et al.*, 1998), 지속되는 대화적인 논의과정 분석 기준이 없다는 지적(Clark *et al.*, 2007)에도 불구하고, 이 분석틀은 이용은 매우 폭넓다. TAP는 실제 각 급 학교의 토론이나 논술교육 분야에서 핵심이론으로 지도되는 등 논의과정 연구에 있어 선구자적인 역할을 수행해 왔으며, 효과적인 논의수업을 위해 TAP의 각 요소들을 명시적이면서 단계적으로 학습하도록 한 사례들(강순민 등, 2005; 광경화, 남정희, 2009; 이하룡 등, 2005)도 나타난다. 또한, 논의과정 분석에 TAP를 이용한 결과가 논의의 빈도와 복잡성 측면에서 양적인 자료를 제공하며(Simon *et al.*, 2006), 교실 담화의 분석 방안으로도 유용하다(Erduran *et al.*, 2004; Jimenez-Aleixandre & Pereiro-Munaz, 2005)는 등 분석틀로서 TAP에 대한 긍정적인 인식들도 있다.

더불어, 여러 논의요소들과 그들의 상호관련성을 구조화한 TAP는 교육관련 연구 분야에서 논의(argument)를 정의하는데도 이용되어 왔으며 논의를 사용하는 방법 제시의 역할도 담당한다(Erduran *et al.*, 2004). 이를 기반으로 정의된 논의는 증거와 같은 뒷받침을 위한 이유들의 제공, 또는 무언가의 부정(Walton, 1990)이며, 주장이나 설명을 정당화하고 분명하게 표현하기 위하여 만들어진 것(Osborne *et al.*, 2004), 논의의 내용에 기여하는 주장(claim), 자료(data), 보장(warrant), 보강(backing)의 실체(substance)이다(Simon *et al.*, 2004). 논의와는 구별되는 과정적인 측면이 강조된 논의과정은 논의를 만드는 복잡한 과정(Osborne *et al.*, 2004) 또는 논의의 내용에 기여하는 요소들을 모으는 과정(Simon *et al.*, 2006)으로 정의된다. 보다 일반적으로, 논의는 관점의 차이를 해결하는 과정(Leitao, 2000; 2007)이며 논의과정은 주장과 그것을 뒷받침하는 증거와 논거를 만드는 의사소통 형태로, 최선의 결론에

도달하는 목적을 위한 것이다(Verlinden, 2005). 그리고 토론(discussion)과 논쟁(debate)이 요구되는 과제들을 통해 참여자들은 논의과정의 진행을 통한 논의의 구성에 참여할 수 있으며(Simon *et al.*, 2006), 이러한 논의과정은 본질적으로 다른 참여자의 진술을 고려하여 개인적으로 또는 함께 만들어 가는 대화적인 과정(Maloney & Simon, 2006)이다. 논의와 논의과정에 대한 이상의 관점들은 논의과정이 토론과 협상, 그리고 논쟁적인 측면을 내포하고 있음을 보여준다.

분석틀로서 TAP가 개인의 논의 분석에 유용하기 때문에 개별적인 논의에 초점을 둔 많은 논의과정 연구들이 수행되어왔으며(Sampson & Clark, 2008), TAP를 대화적인 논의과정 분석에 적용하기 위한 기준이 없기 때문에 둘 이상의 참여자 사이의 상호작용을 기반으로 하는 대화적 논의과정 분석은 주로 논의요소의 유무나 빈도에 초점을 두고 있다(Clark *et al.*, 2007). 그러나 실제 논의가 일어나는 교실 상황에서 논의과정 평가 결과가 논의요소로만 제시되는 경우, 논의의 설득력과 질적인 측면이 제대로 평가되었다고 볼 수 없고(Yore & Treagust, 2006), 더불어 논의요소의 유무나 빈도에 초점을 둔 분석 결과는 대화적 논의과정이 내포하는 상호작용적인 특징을 제시할 수 없기 때문에 대화적 논의과정 교수에 시사점을 줄 수 없다(강순민, 2004; Hogan & Maglenti, 2001; Zohar & Nemet, 2002).

이에 따라 여러 방법으로 TAP를 수정 보완하거나 논의과정 분석을 위한 새로운 분석틀의 개발이 뒤따랐다(강순민, 2004; Clark & Sampson, 2008; Erduran *et al.*, 2004; Hogan *et al.*, 2000; Leitao, 2000; Osborne *et al.*, 2004). 그 중 대화적 논의과정 분석이 가능하도록 TAP의 논의요소들을 설명적 논의과정 요소로 분류하고, 상호작용에서 나타나는 논의요소로 '주장질문, 근거질문, 단순반박, 근거반박, 요청 및 요청응답, 단순호응, 강화 및 정교화, 메타질문'을 추가한 연구(강순민, 2004)가 있다. 이 연구는 대화적 논의과정 분석을 위한 시도라는 점에서 의미가 있으며 제시된 논의요소들은 국내의 논의과정 연구들(강순민 등, 2006; 광경화, 남정희, 2009; 신호심, 김현주, 2011; 오진아 등, 2008; 이하룡 등, 2005)에서 이용되었으나, 여전히 분석 결과가 논의요소 빈도로 제시되는 한계를 갖는다. 대화적 논

의과정 분석을 위하여 TAP를 보완한 대표적인 분석틀은 Erduran 등의 연구(2004)이다. 이들은 대화적 논의과정에서 나타난 모듈들의 질적인 논의과정의 차이를 구분하기 위하여 반박의 유무와 정당화 측면에서 5단계의 논의수준을 제시하였다. 이와 유사하게 Clark과 Sampson(2008)은 질적인 수준의 지표 중 반박을 좀 더 세분화하여, 주장에 대한 반박보다는 다른 근거들(자료, 보장, 보강)에 대한 반박을 질적으로 더 높은 수준으로 간주하여 6단계 논의수준을 제시하였다. 이 두 연구는 모두 대화적인 논의과정 분석을 위한 시도이면서 질적인 측면의 논의과정 분석을 가능하게 했다는 특징을 갖는다. 그러나 이러한 분석은 반박이나 정당화 유무에 초점을 두고 있기 때문에 각 논의 요소들의 구체적인 빈도가 고려되지 않는 문제를 갖고 있다. 또한 논의과정에서 나타날 수 있는 다양한 상호작용의 요소들을 너무 단순화하여(강순민, 2004), 다양한 논의수준을 구체적으로 제시할 수 없으며 대화적 논의과정의 상호작용적인 특징을 보여주는 데도 어려움을 갖는다(Clark *et al.*, 2007).

일부에서는 대화적 논의과정이 내포하는 상호작용 패턴을 조사한 연구(Hogan *et al.*, 2000; Leitao, 2000)도 있다. Leitao(2000)는 대화적인 논의과정 분석을 통해 '서로 다른 관점 지지, 주장의 타당성에 도전, 주장에 대한 보장의 타당성에 의문제기, 반론에서 나타나는 정보의 목살, 반론에 대한 부분적인 동의, 초기 논의의 보존, 초기 논의의 수정 또는 통합, 초기 논의의 단념' 등의 구체적인 상호작용 패턴을 제시하였다. 이와 유사하게 Hogan 등(2000)은 논의과정의 패턴을 좀 더 단순화하여 제안된 아이디어에 다른 학생이 동의하는 '합의', 질문에 대한 답을 하는 '반응', 토론으로 아이디어를 수정하는 '정교화'로 세 가지 상호작용 패턴을 제안하였다. 이러한 분석틀은 둘 이상의 관점이 나타나는 논의 분석에 적합(Leitao, 2007)하며, 논의과정에서 나타나는 다양한 상호작용을 특징지을 수 있다는 점에서 의미가 있다. 그러나 제시된 상호작용의 패턴들은 상호작용의 특징을 구분한 것으로, 실제 상호작용적인 논의상황을 구체적이면서 효과적으로 제시하는 데 있어서 미흡한 측면이 있다.

이상의 분석틀들은 논의결과를 제시하는 데 있어서 요소를 중심으로 하거나 매우 다양한 논의상황을 몇 가지 논의수준이나 상호작용 패턴으로 뭉뚱그려 표현

하여, 실제적인 논의상황을 효과적으로 제시하지 못하며 논의과정의 질적인 수준을 세분화하여 평가할 수 없다. 방법적인 측면에서 논의상황을 효과적으로 제시하기 위한 해결방안이 되어줄 수 있는 연구들로, 논의과정 분석에 시각적인 도구를 이용한 일부 사례가 있다(Chinn & Anderson, 1998; Kelly *et al.*, 1998; Maloney & Simon, 2006). Kelly 등(1998)은 개념 학습을 위해 실시한 수행평가에서 학생들의 주장과 그 주장이 어떤 근거로 정당화되는지에 대한 논의과정 분석결과를 map형태의 논의구조로 그려서, 그 내용을 평가하는 데 사용하였다. 이들의 논의구조는 학생들의 담화와 개별 평가 자료로부터 학생 개인의 주장을 찾고, 주장에 대한 자료와 보장을 찾아 기호로 연결한 다음, 각 기호 바로 아래에 학생의 진술을 그대로 기술하는 방법으로 그려졌다. 제시된 map형태의 논의구조는 논의를 시각화했으나, 주장을 정당화하는 요소들이 한두 개밖에 잘 나타나지 않은 학생 개인의 논의를 구조화하여 TAP의 요소 중 일부가 포함된 논의구조로 그려졌기 때문에 TAP의 작은 조각들로만 표현되는 한계를 보인다. 결과적으로 이 논의구조는 상호작용적인 논의과정이나 전반적인 흐름을 보여주는데 어려움을 갖는다.

다른 형태의 논의구조는 과학적 상황이 아닌, 이야기(story) 중의 관심사에 대한 토론에서 주장을 중심으로 주장을 지지하는 여러 가지 근거들을 연결하여 네트워크 형태로 표현한 Chinn과 Anderson(1998)의 연구에서 발견된다. 이들이 제시한 '논의 네트워크(argument network)'는 주장을 중심으로 주장을 정당화하는 데 사용된 근거들을 네트워크 형태로 연결하고 새로운 주장을 처음 주장과 연결하여 그렸기 때문에 상호작용적인 토론 상황 및 부분적인 흐름을 드러난다. 그러나 토론의 관점에서 그려진 논의 네트워크는 구체적인 학생 진술을 논의요소로 코딩하지 않았고 실제 진술들을 연결하여 네트워크를 만들었기 때문에 그려진 네트워크의 규모가 너무 커서 활용도가 낮다(Maloney & Simon, 2006). 결과적으로, 방법적인 측면에서 논의 네트워크의 형태가 논의과정 결과를 가시화하는 특징을 드러냄과 함께 큰 규모로 인해 전체적인 논의상황이나 흐름을 파악하는 데 어려움이 있음을 보여준다.

다양한 상호작용적인 논의과정을 표현하고 논의 네트워크보다 규모를 줄이기 위해 제시된 새로운 논의

구조는 Maloney와 Simon(2006)의 '토론 지도(Discussion map)'이다. 이는 행렬(matrix) 형태의 표로, 시간 순서에 따라 전사 자료를 번호 매겨 제시하고, 논의에 해당되는 내용과 그렇지 않은 내용으로 전사 자료를 구분한 다음, 실제 학생들의 진술을 주장과 자료로 코딩하여 이름까지 함께 나타내어, 논의과정 전반에 대한 많은 정보를 제공한다. 그러나 표 양식으로 그려진 토론 지도는 표 안에 제시된 다량의 정보에 시선을 더 집중하게 하여, 일반적인 map의 시각적인 효과가 거의 나타나지 않는다. 또한 논의의 수준은 그려진 토론 지도를 기반으로 제시된 일곱 단계의 수준 중 하나를 찾아 따로 제시해야 하기 때문에 그 과정이 다소 복잡하다. 결과적으로 논의상황의 시각적인 표현을 위해 토론 지도의 형태는 적절하다고 보기 어려우며, 보다 쉽게 논의수준을 제시할 수 있는 방법이 요구됨을 알 수 있다.

이와 같이 논의과정 분석에 있어 새롭고 특징적인 방법으로 시각적인 도구를 이용하는 연구들이 일부 있었으나, 상호작용적인 논의상황이나 흐름을 효과적으로 시각화하는데 부족한 면을 여전히 갖고 있다. 또한 대부분의 연구에서 논의과정의 질(quality)을 세부적으로 평가할 수 있는 방안을 찾아보기 어렵다.

이러한 문제들을 해결하기 위하여 이 연구에서는 상호작용을 기반으로 하는 대화적 논의과정 분석 결과를 효과적으로 제시할 수 있는 논의과정 분석틀을 개발하고자 한다. 이를 위하여 논의과정의 상호작용적인 특징을 가시적으로 나타낼 수 있도록 TAP 논의요소와 다이어그램의 특징을 이용한 논의과정 다이어그램(argumentation diagram)을 제안하고, 간단하게 논의과정의 질을 세부적으로 평가할 수 있도록 논의과정 다이어그램을 기반으로 논의수준을 정량화하고자 하였다. 분석틀 개발을 위하여 먼저 논의가 활발하게 이루어질 수 있는 논의과정 학습 자료를 개발하여 적용하였고, 수집된 자료를 이용하여 논의과정 분석틀을 개발하였다. 개발된 분석틀의 적용을 통해 모둠별 학습 자료의 문항별 논의과정의 차이를 비교 분석하고, 이를 통해 개발된 분석틀의 효용성을 알아보고자 하였다. 개발된 분석틀은 논의과정 연구 분야에서 다양하게 활용될 수 있으며, 모둠별, 문항별 분석 사례는 학교 현장에서 효과적인 논의과정 수업의 설계를 위한 교육적인 시사점을 제공할 것이다.

II. 연구방법 및 절차

1. 논의과정 학습 자료 개발

논의과정은 토론 및 협상, 논쟁적인 측면을 모두 포함하며, 사회과학적인 논의과정에서 주로 나타나는 논쟁적인 측면은 매우 활발한 논의를 이끄는 장점을 갖는다. 논의과정 학습 자료 개발에 이러한 논의과정의 다양한 측면을 모두 반영하고자 하였고, 이를 위하여 선택된 주제는 원운동을 기반으로 한 롤러코스터의 운동이다.

롤러코스터는 일상생활에서 학생들이 한 번 이상은 경험해본 적이 있는 놀이기구로, 물리학 수업에서 중요한 주제로 다루어지는 원운동(Leff, 2002)과 관련된다. 원운동에 대한 과학적 이해는 변위, 속도, 가속도와 같은 기본적인 운동학에 대한 이해를 비롯하여 마찰력, 중력 등과 같은 힘에 관하여 올바른 지식을 필요로 한다. 또한 뉴턴의 운동법칙, 좌표계가 비관성계인 경우 나타나는 가상적인 힘인 관성력에 대한 이해 등 많은 개념적 지식과 높은 수준의 사고능력도 요구된다(박지연, 이경호, 2008). 이러한 원운동 개념은 중·고등학교와 대학의 일반물리 수업에서도 다루어 지지만, 수업 후에도 학생들은 원운동 개념 이해에 어려움을 갖는다(박지연 등, 2006; 송진웅 등, 2004; 이경호, 2007; 이주현, 송진웅, 2006; Warren, 1971). 이와 같이 원운동 기반의 롤러코스터 운동은 다소 복잡하고 도전할 만한 어려운 문제해결상황으로, 이를 이용한 논의과정 학습 자료는 물리를 전공하는 대학생 수준에서 풍부한 논의를 이끌어낼 가능성이 충분하다.

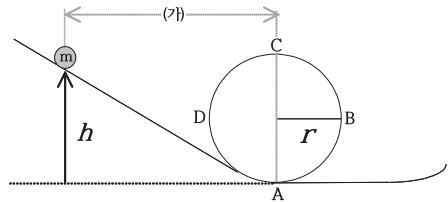
학습 자료는 교사의 개입 없이 참여자들이 스스로 주어진 문제 상황에 대한 해결점에 도달할 수 있도록 그림 1과 같이 롤러코스터 상의 운동구간을 직선운동과 원운동으로 구분하고 각 구간에서의 질문을 세분화하여 단계적으로 제시하였다. 개발된 학습 자료의 개요를 그림 1에 상세하게 기술하였다. 문항 1은 3개의 하위문항을 포함하며 운동을 기술하는 데 있어 여러 상황을 고려해보도록 직선운동 구간에서 쇠구슬의 운동을 기술하는데 고려할 개념이나 조건, 최저점에서의 속력을 함께 논의하게 하였다. 문항 2는 쇠구슬이 운동을 시작하는 지점의 연직 높이(h)가 회전원의 지름($2r$)과 같을 때 운동의 지속 여부를 묻는 질문으

로, 학생들의 응답이들로 나뉠 수 있다. 이에 따라 참여자들이 합의점에 이르는 과정에서 활발한 상호작용이 기대되는 논의과정 학습 자료의 핵심적인 문항이다. 이어지는 문항 3은 원운동 구간의 운동 기술을 위해 요구되는 개념이나 조건의 탐색, 속력과 구심력의 크기 비교, 특정한 지점에서의 힘들과 합력을 표시하게 하는 등 원운동에 대한 기본적인 내용을 되짚어보게 하는 내용의 4개 하위 문항과 이를 기반으로 이전의 2번 문제 상황을 되돌아보고 논의에서 얻은 결론을 보다 확고하게 하는 2개의 하위문항을 포함한다. 만약 2번 문제에서 참여자들이 논의과정 결과로 바른 합의점을 이끌어냈다면 3번 문항의 논의과정에서 원운동 개념을 더 확고하게 하고 발전시킬 수 있으나, 그렇지 못한 상황이라면 3-5와 3-6의 문항에 대한 논의과정에서 이전 자신들의 결론에 대하여 의문을 품을 수 있다. 문항 3-5는 구체적인 속력의 크기를 제

시하여 문항 2의 상황을 다른 각도에서 고려할 수 있으며, 이어지는 문항 3-6은 문항 2의 결론과 직접적으로 관련되어 있어서 이전의 결론의 옳고 그름을 다시 생각해볼 수 있다. 문항 4는 지금까지의 논의과정을 기반으로 전반적인 원운동 상황을 고려하도록 제시된 적용문제이며, 문항 5는 롤러코스터의 운동에 관련된 다양한 문제 상황을 모두 제대로 이해하고 좀더 깊이 있게 생각하도록 제시된 발전문제이다.

자료의 시작 부분에 논의과정에 대한 안내로 “자신의 주장이나 의견에 대하여 적절하게 근거를 제시하고, 그에 대한 생각을 나누거나 반박하는 과정 등을 통해 모둠원 모두가 일정한 합의점에 도달하도록 논의를 진행한다.”는 문구를 제시하여 논의과정에 익숙하지 않은 학생들에게 도움을 제공하고자 하였다. 개발된 자료는 과학 전문가 1인, 현장의 물리교사 2인의 검토를 통해 수정·보완되었다.

롤러코스터의 운동



1. 구간 (가)에서 쇠구슬의 운동

- 1-1. 운동을 기술하기 위해 고려할 개념, 조건(상황) 탐색
- 1-2. 구간 (가)의 끝부분에서의 속력
- 1-3. 구간 (가)에서 쇠구슬의 운동을 기술

2. 쇠구슬의 운동이 시작되는 점의 연직 높이(h)가 원의 지름(2r)과 같을 때, 쇠구슬은 회전원을 한 바퀴 돌아갈 수 있을까? 그렇게 생각한 이유도 함께 적으시오.

3. 원운동 구간에서 쇠구슬의 운동

- 3-1. 운동을 기술하기 위해 고려할 개념, 조건(상황) 탐색
- 3-2. 네 지점에서 쇠구슬의 속력 비교. 응답 이유
- 3-3. 네 지점에서 쇠구슬에 작용하는 구심력의 크기 비교. 응답 이유
- 3-4. 네 지점에서 쇠구슬에 작용하는 힘 모두 표시. 작용하는 힘들의 합력 표시
- 3-5. 최고점에서 속력이 0이 되어도 원운동을 계속할 수 있을까? 응답에 대한 이유도 함께 쓰시오.
만약 원운동을 계속할 수 없다면, 원운동이 계속되도록 하는 최소속력이 얼마인지 구하시오.
- 3-6. 쇠구슬이 회전원을 벗어나지 않고 한 바퀴 돌기 위한 롤러코스터 상의 최소 높이 h 찾기.
회전원을 지나는 동안의 운동을 기술

4. 회전운동이 가능한 최소 높이보다 더 높은 지점에서 쇠구슬이 운동을 시작할 때 원운동 구간에서 쇠구슬의 운동 기술

5. B점에서의 속력이 $\frac{3}{2}\sqrt{rg}$ 일 때, 원운동 지속가능한가? 응답 이유도 함께 쓰시오.

만약 원운동을 지속할 수 없다면, 물체가 어떤 운동을 하는지를 기술하고 떨어지는 지점에서부터의 수평도달거리 찾기

그림 1 논의과정 학습자료 개요

2. 적용 및 자료 수집

개발된 자료는 K대학교 물리교육 전공의 1학년 과목으로 개설된 일반물리학 수강생 32명을 대상으로 적용되었다. 이를 위해 논의과정 수업에 대한 참여자 사전 동의를 구하였고, 수업 적용은 개발된 논의과정 학습 자료를 제공하고 이를 이용하여 참여자들 스스로 논의를 진행하는 방법으로 이루어졌다. 활발한 논의를 이끌어내기 위하여 4명씩 총 8개의 모둠을 구성하였고, 원운동에 대한 일반물리 수업 이후에 논의과정 수업을 진행하였다. 또한, 학생들의 참여도를 높이고 원활한 논의 진행을 위해 학생들 스스로 모둠을 형성하게 하였고 논의가 진행되는 동안 연구자는 참여 관찰을 실시하였으며 논의과정에 직접 개입하지는 않았다. 주어진 논의과정 시간은 1시간이었으나, 모둠별로 45분에서 1시간 10분으로 다양하게 나타났고 참여자 대부분은 논의과정에 적극적으로 참여하려는 태도를 보였다. 각 문항별 논의과정 결과를 학습 자료에 상세하게 기록하게 하였고, 논의과정이 모두 끝난 후 수거하여 모둠별, 문항별 논의과정 진행 정도를 확인하는 등 분석에 이용하였다. 또한, 모둠별 대화는 녹음기와 비디오를 이용하여 모두 녹음·녹화한 다음 전사하였다.

3. 자료 분석

1) TAP를 이용한 전사본의 코딩

모둠별 전사본에는 논의과정 참여자들의 일상적인 대화 내용도 함께 포함되어 있어서 논의과정에 초점을 둔 분석을 개발을 위해서 학습 자료와 관련된 진술들만 추출할 필요가 있다. 이에 따라 전체 전사본을 여러 차례 반복해서 읽는 방법으로 자료에 몰입하여 (Agar, 1980), 논의과정에 해당되는 진술들만을 골라내는 방법으로 자료를 축소(Miles & Huberman, 1984)하였다. 이후 이 진술들을 모둠별, 학습 자료의 문항별로 구분하였고 시간 흐름에 따라 나열하였다.

제시된 문제 상황에 비추어 나열된 논의과정 진술의 의미를 심도 있게 숙고한 다음, 각 진술을 TAP 논의요소로 코딩하였다. TAP가 기존의 논의과정 분석에서 가장 광범위하게 쓰이는 분석틀이고 많은 논의과정 선행연구들이 TAP를 기반으로 하기 때문에 이를 이용한 코딩이 분석을 개발을 위하여 유용할 것이

라 판단되었다. 그러나 여러 연구자들이 지적했던 대로 코딩과정에서 논의요소를 구분하는 데 있어 애매함(Duschl *et al.*, 1999; Erduran *et al.*, 2004; Kelly *et al.*, 1998)이 나타났고, 이를 해소하기 위하여 기존의 연구들(Clark *et al.*, 2007; Erduran *et al.*, 2004; Maloney & Simon, 2006; Osborne *et al.*, 2004; Simon *et al.*, 2006; Toulmin, 1958)에서 언급된 논의요소 정의를 참고하여 이 연구의 상황에 맞게 각 논의요소들을 구체적으로 정의하였다. 즉, 주장은 주어진 상황에 대한 개인의 견해 또는 대안으로 지지를 받고자 하는 진술이고, 자료는 주장이 도출되는 배경, 지식, 실험결과 또는 개인의 견해로, 주장을 지지하는 진술이다. 보장은 자료로부터 주장이 도출되는 관계를 강화시키며, 자료와는 다른 측면에서 주장을 지지하는 설명적인 진술이고, 보장은 보장을 강화시키기 위하여 구체적인 상황이나 사례, 이론 등을 제시한 것이다. 반박은 주장이 사실이 아닌 것으로 드러날 여러 상황을 지적하고, 구체적으로는 기존 주장을 지지하는 자료, 보장, 보강 등에 대하여 다른 입장의 진술들이며, 한정은 주장에 대한 확신의 정도를 표현하는 진술이다. 이와 같이 정의된 논의요소를 이용한 코딩과정에서 분석의 초점은 논의과정 자체에 맞추어졌고, 그에 따라 각 진술의 내용이나 구체적인 과학적 지식의 옳고 그름은 고려되지 않았다.

코딩된 자료에서 서로 다른 두 개 이상의 주장과 반박이 확인됨에 따라 새롭게 나타나는 주장과 반박을 구분하기 위하여 각각에 일련번호를 붙였다. 이를 위하여 최종적으로 코딩된 기호들이 일관성을 갖고, 표현하고자 하는 정보들을 잘 나타낼 수 있도록 몇 가지 규칙을 정하였다. 표 1과 같이 주장은 그 약자인 C 아래에 1,2,3...으로 첨자를 붙여서 전체 논의과정에서 새롭게 제안된 주장들의 빈도를 표현하고자 하였다. 반박은 R의 위에 1,2,3...으로 첨자로 붙여 새로운 반박을 구분하여 나타내고, 각 반박은 특정 주장과 관련하여 나타나기 때문에 R의 아래에는 해당 주장과 같은 첨자를 붙여서 다른 주장에 대한 반박과 구분하였다. 그러나 주장과 반박을 지지하는 자료와 보장, 보강 등의 요소에는 이러한 번호를 부여하지 않았다. 이는 모든 논의요소들에 일련번호를 부여할 경우, 단순함이 가장 큰 장점일 수 있는 기호가 갖는 특성이 사라짐을 고려하여 이루어졌고, 결국 자료는 D, 보장은 W, 보강은 B, 한정은 Q로 각각의 약자를 그대로 코딩

에 사용하였다. 이러한 과정을 통해 코딩된 구체적인 사례는 연구결과에서 확인할 수 있다.

2) 논의과정 분석을 위한 논의과정 다이어그램

기존의 논의과정 분석틀들이 상호작용을 기반으로 하는 대화적 논의과정의 효과적인 분석에 용이하지 않음에 따라 이 연구에서는 상호작용적인 특징을 효과적으로 시각화할 수 있는 방법을 고안하고자 하였다. 이를 위하여 둘 이상의 상호관계나 구조를 이해시키기 위해 기호나 점, 선으로 그려지는 설명적인 그림으로, 중심현상과 관련된 조건과 결과를 시각화하는데 도움을 주는 다이어그램(diagram)의 특징(Strauss & Corbin, 1990)을 논의과정 분석에 도입하였다.

이 연구에서는 단순하면서도 시각적인 구조화를 가능하게 하는 다이어그램의 특징을 논의과정 분석에 이용하여 논의요소들 사이의 상호관계나 흐름을 가시적으로 드러낼 수 있는 논의과정 다이어그램을 제안하고자 한다. 이를 위하여 논의과정 다이어그램에 나타나는 논의요소들의 연결 및 배열이 효율성과 일관성을 갖도록 고려하고, 이를 바탕으로 논의과정의 흐름이 한눈에 들어올 수 있도록 몇 단계의 과정들을 구체화하였다. 먼저, TAP 논의요소로 코딩된 기호들은 그 자체를 다이어그램의 기호로 간주하고, 화살표와 실선을 이용하여 기호들을 연결하는 방법으로 기호들의 상호관계를 나타낼 수 있게 하였다. 즉, 화살표는 여러 주장이나 주장에 대한 반박을 연결하는 선으로 논의과정의 진행 또는 시간의 흐름이며, 실선은 주장이나 반박을 지지하는 자료, 보장, 보강들의 시간에 따른 연결이 되도록 각 연결선에 의미를 부여하였다. 이어서, 이 연결선들과 코딩된 기호들을 이용하여 상호작용적인 논의과정의 진행 즉, 논의의 흐름을 시각적으로 가장 잘 표현할 수 있도록 몇 가지 규칙을 정

하였다. 이 규칙은 연속되는 주장 및 여러 근거들, 그리고 반박의 배열과 연결방법에 대한 내용을 포함하며, 이에 대한 구체적인 내용과 적용 사례를 연구결과에 기술하였다(표 3참고).

3) 논의수준 정량화

지금까지 과학교육 상황에서 논의 구조에 초점을 둔 많은 연구들에서, 질적인 측면의 논의수준에 대한 구체적인 언급을 찾기는 어려우며(Sampson & Clark, 2008), 대부분의 연구들이 논의수준을 구체적으로 정의하는 대신 논의과정의 질에 대한 지표로, 얼마나 다양한 논의요소들이 어떠한 빈도로 나타나는지, 그 과정에서 반박이 나타나는지, 주장을 정당화하는 자료, 보장, 보강 등의 요소들이 얼마나 다양하게 어떠한 빈도로 나타나는지를 고려해왔다(Clark & Sampson, 2008; Erduran *et al.*, 2004; Osborne *et al.*, 2004).

질적인 측면에서 논의수준을 정의하는 것이 간단하지 않기 때문에, 기존의 연구와 마찬가지로 이 연구에서도 논의과정의 질에 대한 정의를 대신하여 그것의 지표가 되는 다양한 논의요소들의 빈도, 특히 반박과 정당화를 위한 요소들에 초점을 두고 질적인 측면의 논의 수준을 언급하고자 한다. 특별히, 이 연구에서 제안한 논의과정 다이어그램은 그 자체로 다양한 논의요소들의 빈도와 이들의 상호연결을 통해 논의과정을 구조화한 것이어서 질적인 논의수준을 시각적으로 확인하는데 도움이 될 수 있다.

논의과정 다이어그램이 시각적으로 나타내는 질적인 논의수준을 보다 구체적으로 평가할 수 있도록 논의과정 다이어그램을 계량화하는 방법을 제안하고자 한다. 시간 흐름에 따라 배열된 논의과정 다이어그램 내에서 각 연결선을 기준으로 전 후 관계에 있는 논의

표 1
주장과 반박의 기호화

논의요소	규칙	기호	설명
주장(C)	새롭게 나타난 순서대로 주장 C의 아래에 첨자 1,2,3...으로 표시	C_1	첫 번째 주장
		C_2	두 번째 새로운 주장
반박(R)	해당되는 주장과 같은 번호를 반박 R의 아래에 첨자로 표시하고, 새롭게 나타난 순서대로 위첨자 1,2,3...으로 표시	R_1^2	첫 번째 주장(C_1)에 대한 두 번째 새로운 반박
		R_2^4	두 번째 새로운 주장(C_2)에 대한 네 번째 새로운 반박

요소들은 나중의 요소가 이전 요소를 지지하거나 반대하는 등 서로 관련되어 있다는 점을 고려하여, 이러한 논의요소 사이의 연결에 점수를 부여하는 방법으로 논의수준을 정량적으로 나타내었다. 논의수준의 정량화에 대한 구체적인 내용과 적용 사례는 연구결과에 기술하였다(표 4참고).

논의요소를 정의하고 이를 이용한 코딩과정은 여러 차례에 걸쳐 신중하게 이루어졌고 연구자의 주관성을 최대한 배제하기 위하여 검토 및 수정이 반복되었다. 논의과정 다이어그램을 그리고 이를 기반으로 논의수준을 정량화하는 과정을 포함하는 분석의 전 과정은 과학전문가 1명, 과학교육자 5명이 모여 여러 차례 논의를 통해 이루어졌다.

4) 개발된 분석틀의 적용 및 사례 발췌

개발된 분석틀을 적용하고 그 결과를 효율적으로 제시하기 위하여 논의과정 학습 자료의 문항별 모듈별 논의과정의 특징을 전반적으로 살펴보았다. 이 과정에서 모듈별 학습 자료도 함께 분석하였다.

논의과정 학습 자료의 문항별 논의과정에서는 자료 개발에서 예상되었던 대로 롤러코스터 상의 원운동이 일어나기 위한 최소 높이와 관련된 문항의 논의과정이 다른 문항에 비해 매우 활발한 상호작용을 나타내는 특징을 보여주었다. 또한 다양한 개념이나 조건에 대한 논의과정에서도 다소 활발한 상호작용을 나타내었다.

모듈별 논의과정에서는 다른 모듈에 비해 두드러지는 두 모듈(1조, 4조)을 볼 수 있었다. 그 중 4조는 주장과 그것을 정당화하기 위한 다양한 논의요소들과 반박이 나타나는 등 활발한 상호작용과 수준 높은 논의과정을 보여주었다. 때때로 그릇된 과학적 지식을 바탕으로 한 주장이나 근거들도 나타났으나, 올바른 주장을 지지하는 다양한 근거들에 의해 반박되면서 바로 사라지는 특징을 보였다. 이에 비해 1조는 주장을 지지하는 정당화 요소들의 다양성이 약간 미흡하고, 과학적으로 그릇된 지식을 바탕으로 한 주장이나 근거들의 빈도가 상대적으로 높게 나타나기는 하였으나 논의과정에서 매우 활발한 상호작용을 나타내었다. 모듈별 논의과정 자료의 분석에서도 다른 모듈과는 구별되는 차이를 찾을 수 있었다. 논의과정 학습 자료의 핵심적인 질문에 해당되는 롤러코스터 상의 회전원에서의 원운동 지속여부를 묻는 문항 2에서 다

수의 모듈이 바른 결론에 이르지 못했던 반면, 1조와 4조는 바른 합의점에 도달한 모듈들이었다.

모듈별 논의과정의 특징이 이러한 차이를 드러냄에 따라, 전체 8개 모듈 중 논의과정에서 구별되는 두 개 모듈(1, 4조)과 나머지 여섯 모듈 중 하나(2조)를 포함하여 모두 세 개 모듈의 전사본은 다른 모듈에 비해 보다 심층적으로 분석되었다. 각 문항별 모듈별 분석 사례는 연구결과에 기술하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 논의과정 분석틀-논의과정 다이어그램과 논의 수준 정량화

이 연구에서는 참여자간의 상호작용을 기반으로 하는 대화적인 논의과정의 특성을 잘 드러낼 수 있는 논의과정 분석틀의 개발을 위하여 다이어그램이 갖는 단순함, 구조화 및 시각화의 특징을 이용한 논의과정 다이어그램을 그리고, 이를 기반으로 논의과정의 질을 평가하기 위하여 논의수준 정량화를 실시하였다.

논의과정 다이어그램을 그리기 위해 우선적으로 논의과정 전사본을 TAP 논의요소로 코딩하였고, 이것들을 효율적으로 배열하고 연결하기 위한 몇 가지 규칙을 만들었다. 논의과정 다이어그램 규칙은 논의과정의 시간적 흐름을 표현하는 연결선과 각 요소들의 배열에 대한 세부적인 내용을 포함하여, 구체적인 내용은 적용 사례와 함께 표 2에 제시하였다.

연속되는 주장은 나타난 순서대로 일렬로 배열하고 각 주장은 점선화살표(\rightarrow , \downarrow)로 연결한다. 주장을 정당화하는 자료, 보장, 보강 등은 시간 순으로 해당 주장에 일렬로 배열하고, 주장에 처음 연결되는 요소는 실선(—, |)으로, 이후에 연결되는 요소들은 굵은 실선(⌋, ~)으로 연결한다. 주장에 대한 반박은 해당 주장에 일렬로 배열하고 실선화살표(\rightarrow , \downarrow , \uparrow)로 연결한다. 단, 연속되는 반박이 다음 주장에 직접 연결되는 경우에는 각 반박들을 적절한 기하학적 형태로 배열하여 처음 주장과 다음 주장에 이어지게 한다. 반박을 정당화하는 자료, 보장, 보강, 한정은 시간순서대로 해당 반박에 일렬로 배열하고, 반박에 처음 연결되는 요소는 실선으로, 이후에 연결되는 요소들은 굵은 실선으로 연결한다. 각 요소들의 일렬 배열은 일관성을 갖고 다른 배열에 방해가 되지 않도록 적절한 방법을

표 2
논의과정 다이어그램 규칙과 적용 사례

논의요소	논의요소의 배열과 연결 규칙	적용 사례
연속되는 주장(C)	일렬로 배열하고, 각 주장들은 점선화살표로 연결한다. $C_1 \dashrightarrow C_2 \dashrightarrow C_3$	서로 다른 세 주장을 옆으로 일렬 연결
주장을 정당화하는 자료(D), 보장(W), 보강(B), 한정(Q)	시간순서대로 해당 주장에 일렬로 배열하고, 주장에 처음 연결되는 요소는 실선으로, 이후는 굵은 실선으로 연결한다. $B \setminus$ $W \setminus$ $D \setminus$ $C_1 \setminus$	주장 C_1 에 대한 D, W, B를 시간 순서대로 주장 위에 일렬로 연결
주장(C)에 대한 여러 반박(R)	해당 주장에 일렬로 배열하고, 주장에 대한 첫 번째 반박은 점선화살표로, 이후의 반박들은 실선화살표로 연결한다. $C_1 \dashrightarrow$ $R_1^1 \dashrightarrow$ $R_1^2 \dashrightarrow$	주장 C_1 의 서로 다른 두 반박을 시간순서대로 주장 아래에 일렬로 연결
연속되는 반박(R)과 이어지는 새로운 주장(C)	연속되는 반박들이 새로운 주장에 연결되도록 주장의 아래, 옆, 위에 기하학적 형태로 배열한다. 각각은 실선화살표로 연결한다. \vdots $R_1^1 \downarrow$ $R_1^2 \downarrow$ $C_2 \uparrow$ $R_1^4 \uparrow$ $R_1^3 \uparrow$	(주장 C_1)의 연속되는 네 반박을 주장 아래, 옆, 위로 배열하여 새로운 주장 C_2 에 연결
반박을 정당화하는 자료(D), 보장(W), 보강(B), 한정(Q)	해당 반박에 시간순서대로 일렬로 배열한다. 처음 연결되는 요소는 실선으로, 이후는 굵은 실선으로 연결한다. $R_1^2 - D \sim W \sim B$	주장 C_1 의 두 번째 반박 R_1^2 에 대한 D, W, B를 시간 순서대로 반박 옆에 일렬로 연결

선택할 수 있으며, 적용 사례에서는 아래, 위, 옆 등의 방향으로 구분하여 각 요소들을 일렬로 배열하였다.

이상에서 언급된 논의과정 다이어그램 내의 서로 다른 연결선은 논의과정의 진행이나 시간적인 흐름을 나타내기도 하지만, 이어지는 논의수준 정량화에도 직접적으로 관련되어 있다. 논의과정 다이어그램은 여러 논의요소들의 연결을 포함하기 때문에 그 자체로 질적으로 높은 수준의 논의과정에 대한 표지가 될 수 있고, 논의과정의 질을 탐색하는 데 도움을 줄 수 있다.

이에 따라 논의과정 다이어그램이 내포하는 논의과정의 질을 정량화하여 구체적인 논의수준을 제시하고자 하였다. 여기서 논의수준은 논의과정의 질에 대한 평가를 의미하는 것으로 정량화를 통해 구체적인 점수로 표현될 수 있다. 이러한 정량화는 논의과정의 질에 대한 지표가 되는 논의요소의 다양성 및 빈도와 반박의 유무, 주장의 정당화 정도 등을 반영하여, 논의과정 다이어그램 내의 논의요소 사이의 관계를 중심으로 이루어졌다. 즉, 논의수준 정량화는 논의과정

다이어그램 내의 서로 다른 네 연결선에 각각 다른 점수를 부여하는 것으로, 점선화살표는 1점, 실선화살표 2점, 실선은 3점, 굵은 실선은 4점으로 정하였다.

연결선 하나하나에 점수를 부여하는 이러한 규칙은 형태에 관계없이 모든 논의과정 다이어그램의 논의수준을 평가할 수 있게 해준다. 표면적으로만 보면, 이러한 논의수준 정량화 규칙의 적용은 연결이 많은 복잡하거나 큰 규모의 논의과정 다이어그램일수록 높은 논의수준 점수를 나타낼 것으로 생각될 수도 있다. 그러나 각 연결선의 점수가 다르며, 질적인 면에서 높은 수준으로 여겨지는 연결에 높은 점수가 부여되기 때문에 많은 연결수가 반드시 높은 논의수준 점수로 이어지지 않는다. 즉, 이러한 방법을 논의과정 다이어그램에 적용하면 주장이나 반박을 정당화하는 자료, 보장, 보강, 한정 등의 논의요소가 많이 연결되거나 반박이 연속되어 논의가 활성화될수록 논의 점수가 높게 나타나서, 결국 질적으로 높은 수준의 논의과정으로 평가받게 된다. 구체적인 점수 규칙과 각 점수에 대한 근거들은 다음과 같다.

점선화살표로 연결된 주장 대 주장, 주장 대 반대 주장에는 가장 낮은 점수인 1점을 부여하였다. 주장이 주장으로만 연결되는 경우에 각 주장은 그것이 정당화되거나 반박되지 않았음을 의미하는 것으로 낮은 수준의 논의과정에 해당되기 때문이다. 이 연결의 점수화는 '단순주장 대 반대주장 또는 주장 대 주장으로 구성되는 논의과정'이 가장 낮은 논의수준이며, 논의 요소의 조합이 적을수록 낮은 수준의 논의로 간주한 연구결과(Erduran *et al.*, 2004; Osborne *et al.*, 2004)를 참조하였다.

활발하거나 오래 지속되는 논의상황 또는 논의를 통해 결과적으로 일정한 합의점에 도달하는 상황에서 반박이 나타나거나 연속되는 논의 패턴을 보임에 따라, 실선화살표로 연결되는 반박의 연결에는 2점을 부여하였다. 이는 논의의 양과 질적인 측면에 반박의 기여도가 큰 것을 의미하며, 주장대 주장의 연결에 비해 높은 2점을 부여하는 것이 타당하다고 본다. 또한 이 연결의 점수화는 반박을 질 높은 논의요소로 간주했던 연구결과들(강순민, 2004; Erduran *et al.*, 2004; Osborne *et al.*, 2004)에서 그 근거를 찾을 수 있다.

주장을 지지하는 자료, 주장과 자료의 관계를 더 확고히 하는 보장, 보강 등의 논의요소들은 주장을 정당화시켜 견고하게 해주며(Toulmin, 1958), 정당화된 반박은 새로운 주장의 등장에 직접 관여함으로써 일정한 합의점을 이끌어내게 한다. 결과적으로 주장의 선택과 그 주장의 정교화, 새로운 주장의 선택 또는 이전 주장의 철회에 깊이 관여하는 자료, 보장, 보강 등의 정당화 요소들은 질적으로 높은 수준의 논의과정에서 필수적이며, 다양하면서 빈도가 높을수록 그 영향력은 커진다. 이러한 점을 반영하여 주장이나 반박을 정당화하는 요소들의 연결에는 3점과 4점의 높은 점수를 부여하였고, 이는 논의요소의 조합이 많을

수록 높은 수준의 논의과정에 해당되며, 질적으로 향상된 논의에서 보장이나 보강의 빈도가 높게 나타났던 연구결과(Erduran *et al.*, 2004)에서도 그 근거를 찾을 수 있다. 이에 따라, 주장이나 반박에 이어지는 자료나 한정은 실선으로 연결하고 이 연결에는 3점을 부여하였으며, 자료에 이어지는 보장이나 보강 등은 굵은 실선으로 연결하고 이 연결에는 4점을 부여하였다.

이상의 정량화 규칙을 통해 논의수준을 점수로 나타내는 과정은 매우 간단하다. 그려진 논의과정 다이어그램에서 점선화살표, 실선화살표, 실선과 굵은 실선의 수를 찾아, 각 연결선에 부여된 점수를 곱하고 모두 더하면 총점이 논의수준 점수가 된다. 이러한 방법을 통해 논의수준 점수를 보여준 사례를 표 3에 나타내었고 이 때 논의수준 점수는 33점이다. 두 번째 칸이 논의요소 사이의 연결을 이용한 논의수준 정량화 규칙이다.

2. 논의과정 분석 사례

이 연구에서 제안한 논의과정 분석틀은 논의과정 다이어그램과 논의수준 정량화이다. 이를 이용하여 전체 전사본의 논의과정을 분석하고, 논의과정 다이어그램이 개발된 취지에 맞게 상호작용적인 논의상황의 파악에 유용한지, 논의수준 정량화는 질적인 논의과정을 얼마나 적절하게 평가하고 있는지 등을 알아 보았다. 분석 결과는 학습 자료의 문항별, 모듈별로 구분한 다음, 논의과정의 진행이나 결과 등에서 구별되는 사례를 중심으로 제시하였다.

첫 번째 사례는 학습 자료에 제시된 문항 1-3의 '구간(가)에서 쇠구슬의 운동을 기술' 하는 논의과정 분석 결과로, 논의수준 점수가 높아지는 순으로 정렬하여 표 4에 제시하였다. 표 4의 첫 번째 칸은 모듈에 대한 구분이고, 두 번째 칸은 논의과정 진술이며 괄호 안에

표 3
논의수준 정량화 규칙 및 사례

논의과정 다이어그램	정량화 규칙	연결수	계산법	논의수준 점수
$ \begin{array}{ccccc} C_1 & & C_2 & & C_3 & \cdots & C_4 & \cdots & C_5 \\ \downarrow & & \uparrow & & \downarrow & & \uparrow & & \downarrow \\ R_1^1 \rightarrow R_1^2 & & R_2^1 \rightarrow R_2^2 & & R_3^1 - D \sim W & & & & \\ & & & & & & & & \\ D & & D & & D & & & & \end{array} $	점선화살표(\rightarrow, \downarrow): 1점 실선화살표($\rightarrow, \downarrow, \uparrow$): 2점 실선($-$, $ $): 3점 굵은 실선(\sim, \sim): 4점	\rightarrow : 3 \downarrow : 7 $-$: 4 \sim : 1	1×3 $+$ 2×7 $+$ 3×4 $+$ 4×1	33

는 진술의 TAP 코딩과 최종 코딩결과를 함께 나타내었다. 세 번째 칸에는 분석결과의 비교를 위하여 전체 논의요소 빈도와 논의요소별 빈도를 함께 나타내었고, 네 번째 칸은 논의과정 다이어그램을 이용한 분석결과를, 마지막 칸은 논의수준 정량화를 통해 얻어진 논의수준 점수를 제시하였다.

논의과정 진술을 구체적으로 보면, 모든 모둠이 비슷한 결론에 도달하였음을 알 수 있다. 논의과정 분석 결과에서는 전반적으로 논의요소 빈도가 낮으며, 논의과정 다이어그램이 대부분 단순한 형태이면서, 논의수준 점수도 낮다.

결과를 모둠별로 자세히 살펴보면, 2조의 논의과정 다이어그램이 셋 중 가장 단순하고, 논의수준 점수도 가장 낮다. 작고 단순하기는 하나, 논의과정 다이어그램을 통해 두 종류의 새로운 주장을 포함하며, 첫 번째 주장이 그 주장을 지지하는 자료와 함께 반복되면서 첫 번째 주장이 정교화 되는 논의상황의 파악이 가능하다. 1조의 논의과정 다이어그램은 두 종류의 새로운 주장을 포함하며 자료의 지지를 받는 반박의 존재를 보여준다. 또한 반박으로 인해 논의요소 빈도가 동일한 2조에 비해 1점 더 높은 논의수준 점수이다. 4조의 논의과정 다이어그램에서는 두 종류의 새로운 주장이 나타나며, 두 번째 주장이 자료에 의해 지지되는 반박에 의해 소멸되고 처음의 주장으로 다시 돌아가는 논의상황이 파악된다. 이러한 논의상황은 2조나 1조에 비해 논의과정 다이어그램이 다소 복잡해진 형

태와 2배 정도 높은 논의수준 점수로 표현되었다.

이상은 매우 낮은 수준의 논의과정 결과이지만, 논의과정 다이어그램을 이용한 분석이 논의요소 빈도에서는 확인되지 않는 새로운 주장의 빈도와 논의요소의 조합을 제시해주며, 논의상황이나 흐름을 파악할 수 있게 한다는 것을 알 수 있다. 논의수준 점수는 논의요소 빈도로는 잘 드러나지 않는 논의과정의 질적인 차이를 두드러지게 하여, 질적인 논의수준을 평가하기 위한 도구로 적합함을 보여주며 논의수준을 세분화하는 특징을 드러낸다. 개발된 분석틀이 대화적 논의과정 분석 결과를 구체적이면서도 효과적으로 제시하는 방법 중 하나가 될 수 있음을 알 수 있다.

전반적으로 표 4에 제시된 결과들은 상호작용이 활발했던 논의과정이 아니며, 실제 학교 현장에서 시도되는 초기 논의 수업에서 나타날 수 있는 낮은 수준의 논의과정에 해당된다. 이로부터 구체적인 논의상황을 시각적으로 표현하는 논의과정 다이어그램과 정량화를 통한 논의수준 점수는, 논의가 거의 발견되지 않는 학교 현장의 수업이나 초기 논의 수업에서 나타나는 논의과정 분석에 활용될 수 있음을 알 수 있다. 추가적으로, 제시된 문항과 같이 단순하게 운동을 기술하도록 하는 문제 상황은 참여자들의 활발한 논의를 이끌어 내는데 다소 어려움이 있음을 알 수 있으며, 이러한 결과는 논의과정의 촉진과 효과적인 교사의 발문을 위하여 고려될 필요가 있다.

두 번째 논의과정 분석 사례는 문항 '3-1. 수직면상

표 4
문항 1-3(구간 (가)에서 쇠구슬의 운동 기술)의 분석 사례

구분	논의과정 진술(TAP 코딩; 최종 코딩)	논의요소빈도 (요소별빈도)	논의과정 다이어그램	논의수준 점수
2조	등가속도 운동이다(주장1:C ₁) 여기를 세타라고 하면 gsinθ로 등가속도 운동(주장1, 자료:C ₁ , D) 시간도 구해서 나타내야 한다(주장2:C ₂)	4 (C:3 D:1)	$\begin{array}{c} D \\ \\ C_1 \rightarrow C_2 \end{array}$	5
1조	등가속도 운동을 한다(주장1:C ₁) 그래프로 그려서 나타내자(주장2:C ₂) 그래프까지 그릴 필요 없다(반박:R ₂ ¹) 끝까지 그렇게 할 수 없기 때문 에(자료:D)	4 (C:2 R:1 D:1)	$\begin{array}{c} C_1 \rightarrow C_2 \\ \downarrow \\ R_2^1 - D \end{array}$	6
4조	등가속도 운동을 한다(주장1:C ₁) 가속도는 gsinθ이다(주장2:C ₂) 초기조건이 없기 때문에 가속도는 쓰지 않아야 함(반박, 자료 R ₂ ¹ , D) 그러면 그냥 등가속도 운동을 한다고 하자(주장1:C ₁) 마찰이 없다는 상황 조건을 달고(자료:D)	6 (C:3 R:1 D:2)	$\begin{array}{c} D \\ \\ C_1 \rightarrow C_2 \quad C_1 \\ \downarrow \quad \uparrow \\ R_2^1 - D \end{array}$	11

에서의 원운동을 기술하기 위해 고려해야 할 개념이나 조건 탐색'에 대한 논의과정 결과로, 여기서는 문항의 특성을 반영하듯 좀 더 다양한 새로운 주장들이 나타났다. 모둠들 대부분이 이 문항에 대한 논의과정에서 원운동 상황에서 고려해야 하는 구심력과 같은 여러 핵심적인 개념들을 놓치는 경향을 보였으며, 그 중 한 모둠인 2조와 이와는 다소 상반되는 4조의 결과를 표 5에 제시하였다.

논의요소 빈도를 비교해서 살펴보면, 2조는 4조보다 많은 여섯 개의 새로운 주장이 나타났으나 그것에 대한 정당화요소들이 다양하지 못하고 반박이 나타나지 않았다. 반면, 4조는 2조에 비해 논의요소 종류가 다양하고 총 빈도는 두 배 정도 높으며, 2조에서는 없었던 여러 반박들이 나타나는 등 질적으로 더 높은 수준의 논의과정으로 평가될 수 있다.

이렇게 큰 차이를 보이는 두 모둠의 논의상황은 구별되는 형태의 논의과정 다이어그램으로 나타나며, 빈도 차에 비해 확연히 큰 차이를 보이는 논의수준 점

수로도 구별된다. 구체적으로, 4조의 논의과정 다이어그램은 서로 다른 네 개의 주장과 그 주장에 대한 정당화 요소들과 반박들이 시간에 따라 어떻게 나타났는지를 보여주며, 2조의 논의과정 다이어그램에서도 다양한 주장들의 시간적인 배열로 논의의 흐름을 드러낸다. 그러나 형태적인 측면에서 2조의 논의과정 다이어그램이 긴 일렬임에 반해 4조는 모든 방향으로 잘 퍼진 모양을 보인다. 두 모둠의 결과라서 다소 한정적이기는 하나, 이는 논의과정 다이어그램의 형태가 구체적인 논의상황과 직접 관련될 가능성을 암시한다. 더불어 논의과정 다이어그램이 질적인 논의수준에 대한 정성적인 파악을 가능하게 해주며, 다이어그램의 형태와 논의수준 사이의 직접적인 관련성을 숙고하게 한다. 또한, 두 모둠의 논의수준 점수 차는 질적인 측면의 논의과정에 대한 지표들이 다양하면서도 많이 연결되어 있는 논의과정이 질적으로 더 높은 수준으로 평가되면서 나타난 것으로, 논의과정의 질적인 차이를 두드러지게 한다. 이러한 결과들로부터

표 5
문항 3-1(운동을 기술하기 위해 고려해야 할 개념이나 조건)의 분석 사례

구분	논의과정 진술(TAP 코딩; 최종 코딩)	논의요소 빈도 (요소별빈도)	논의과정 다이어그램	논의수준 점수
2조	회전을 고려해야 한다(주장1;C ₁) 회전하지 않는다고 가정하자(주장2;C ₂) 가능한 한 단순한 상황을 고려하는 게 어렵지 않으니까(자료;D) 마찰이 없어야 한다(주장3;C ₃) 에너지 보존(주장4;C ₄) 일에너지 정리(주장5;C ₅) 역학적 에너지(주장6;C ₆)	8 (C:6 D:2)	D D C ₁ →C ₂ →C ₃ →C ₄ →C ₅ →C ₆	13
4조	중력, 수직력 밖에 없다(주장1;C ₁) 구심력도 고려해야 한다(반박;R ₁ ¹) 구심력은 필요한 힘이니까 고려할 필요없다(반박, 자료;R ₁ ² ,D) 구심력은 이 힘들로 찾는 거니까 중력하고 수직항력만 생각하면 된다(보장;W) 이 지점에서는 수직항력은 없다(반박;R ₁ ³) 이저랑 수직이니까 있다(반박, 자료;R ₁ ⁴ ,D) 여기서 올라가면서는 점점 속력이 느려지면서 최고점에서는 수직력이 없다(반박, 자료;R ₁ ³ ,D) 그러니까 결국 2.5r인 지점에서만 수직력이 없고 다른 지점에서는 수직력이 커지거나 작아지는 게 맞다(주장2;C ₂) 각 점에서의 힘에 대한 것을 구체적으로 적으면 좋겠다(주장3;C ₃) 그건 결국 속력비교랑 연결되는 거니까 할 필요 없다. 2번에서 할 거니까(반박, 자료;R ₃ ¹ ,D) 그럼 일단 2번으로 넘어가자(주장4;C ₄)	15 (C:4 D:4 W:1 R:6)	$ \begin{array}{ccccccc} & & C_2 & \rightarrow & C_3 & & C_4 \\ & & \uparrow & & \downarrow & & \uparrow \\ C_1 & & D - R_1^3 & & R_3^1 & & \\ \downarrow & & \uparrow & & & & \\ R_1^1 & \rightarrow & R_1^3 & \rightarrow & R_1^4 & & D \\ \downarrow & & & & & & \\ R_1^2 & \rightarrow & R_1^3 & \rightarrow & R_1^4 & & \\ & & & & & & \\ D & & D & & & & \\ & & & & & & \\ W & & & & & & \end{array} $	33

논의수준 점수는 논의요소 빈도로는 잘 드러나지 않는 논의과정의 질적인 차이를 잘 나타낼 수 있으며, 결과적으로 질적인 논의수준을 평가하는 적합한 방법이 될 수 있음을 입증한다.

이와 같이 논의과정 다이어그램을 이용한 논의과정 분석은 전체 논의요소 빈도와 그것들의 조합, 상호작용적인 논의상황 및 흐름을 제시하는 데 효과적이며, 논의수준 점수는 논의과정의 질을 구체적으로 제시해주며, 세부적인 차이를 구별하게 한다. 결과적으로, 논의과정 다이어그램과 논의수준 정량화를 이용한 분석은 주어진 논의의 문제 상황이 다양한 의견을 제시할 수 있는 논의상황에서도 논의과정 결과를 가장 효과적으로 제시하는 방법 중 하나임을 알 수 있다. 더불어, 문항의 형태가 동일한 문항 1-1의 논의과정도 이와 비슷한 결과로 나타났으며, 결과적으로 논의과정 학습 자료의 개발에 있어 다양한 주장이 나타날 수 있는 문제 상황이 논의과정을 촉진하기 위한 적절한 방안이 될 수 있음을 시사한다.

마지막 분석 사례는 개발된 논의과정 학습 자료의 핵심적인 문항에 해당되는 2번의 '쇠구슬의 운동이 시작되는 점의 연직 높이(h)가 원의 지름(2r)과 같을 때, 쇠구슬은 회전원을 한 바퀴 돌아갈 수 있을까?'에 대한 논의과정 결과이다. 이 문제 상황에 대한 분석 결과는 표 6에 논의수준 점수가 높아지는 순서대로 정렬하여 제시하였다. 표 6의 분석 결과를 보면, 이전의 결과들(표 4, 5)에 비해 전반적으로 논의요소 빈도가 높고, 복잡한 형태의 논의과정 다이어그램과 높은 논의수준 점수를 보인다. 자료 개발 과정에서 예상되었던 대로 주어진 문제 상황에서 매우 활발한 대화적 상호작용이 있었음을 알 수 있다.

논의과정 진술을 자세히 살펴보면, 2조는 제시된 문제 상황에 대하여 바른 결론에 도달하는데 실패한 반면, 4조는 논의를 통해 바른 결론에 도달하였으며 제시된 주장에 대하여 설명과 계산 등의 과정을 거치는 특징이 발견된다. 1조는 문제 상황에 대하여 주장과 반대 주장이 계속적으로 반복되지만 논의를 통해 최종적으로는 바른 결론에 도달하였다. 이와 같이 각 모둠의 논의과정은 문제 상황에 대한 결론과 그 도달과정에 있어 뚜렷한 차이가 있으며, 이러한 결과는 뚜렷하게 구별되는 논의과정 다이어그램과 논의수준 점수에서 잘 나타난다.

2조의 논의과정 다이어그램이 다소 단순한 형태인

것에 비하여 4조와 6조의 논의과정 다이어그램은 다소 복잡하며, 각각은 논의과정 진술에서 드러나는 상호작용의 특징이 그대로 반영되어 형태적인 면에서 뚜렷한 차이를 보인다. 2조는 제안된 주장에 대한 반박 없이 동일한 주장이 반복되는 논의상황을 드러내면서, 짧은 일렬 형태의 논의과정 다이어그램으로 나타났고 반복되는 주장에 대한 정당화로 인해 35점의 논의수준 점수를 기록하였다. 반면, 4조의 논의과정 다이어그램은 보다 다양한 주장들과 보다 다양하면서도 높은 빈도로 그 주장을 정당화하는 요소들, 여러 반박이 지속적으로 나타나는 논의상황을 보여준다. 이러한 논의상황은 모든 방향으로 잘 퍼진 형태의 논의과정 다이어그램으로 표현되며, 상당히 높은 84점의 논의수준 점수로 나타났다. 이에 비해, 1조의 논의과정 다이어그램은 주장과 반대주장이 지속적으로 반복되어 전체 논의요소 빈도 중 주장의 빈도가 가장 높게 나타났으며, 4조에 비해 상대적으로 반박이나 정당화 정도가 낮은 논의상황을 보여준다. 이들의 논의과정 다이어그램은 주장과 반대주장이 지속적으로 나타나는 논의상황을 반영하여 일렬로 긴 특징적인 형태를 띠고 있으며 지속적인 상호작용이 반영되어 87점의 논의수준 점수를 보여준다. 이러한 결과는 이전의 분석 사례에서도 부분적으로 나타났으며, 논의과정 다이어그램의 형태가 구체적인 논의상황과 직접 관련됨을 입증하는 것으로 볼 수 있다.

모듬별 논의요소 빈도 차이와 비교할 때, 논의과정 다이어그램과 논의수준 점수는 실제 논의상황을 구체적으로 제시하며 질적인 논의과정 수준의 평가를 가능하게 하는 특징을 갖는다. 즉, 2조와 4조의 논의요소 빈도 차이가 대략 두 배인 것에 비해, 정당화나 반박의 측면에서 논의과정 다이어그램의 전체적인 형태는 구별되는 차이를 보이며, 두 배가 훨씬 넘는 논의수준 점수로 표현되었다. 또한 1조의 논의과정 다이어그램은 긴 일렬 형태로 그 규모가 작지 않으나, 정당화 정도가 4조에 비해 뒤처지기 때문에 4조와의 논의요소 빈도 차에 비해 논의수준 점수의 차이는 크지 않다. 이는 논의수준 점수가 주장에 대한 정당화 요소들의 빈도나 다양성, 반박의 유무에 근거하기 때문에 나타나는 결과로, 오래도록 지속되는 논의과정만으로는 질적으로 높은 수준의 논의과정을 충족시킬 수 없음을 보여준다.

이상의 결과들은 논의과정 다이어그램과 논의수준

점수를 이용한 분석이 구체적인 논의상황과 흐름 및 질적인 논의과정을 평가하여, 상호작용이 풍부한 대화적 논의과정 분석에 효과적임을 보여준다. 논의수준 점수를 이용한 분석 결과는 질적인 측면의 논의수준을 5~6단계로 제시하였던 선행연구(Clark & Sampson, 2008; Erduran *et al.*, 2004)에 비해 그 수준을 보다 구체적으로 세분화하여 나타낼 수 있으며, 그것들의 비교를 가능하게 하는 장점을 갖는다.

더불어, 이상의 결과들은 과학적인 상황에서 특정 지식과 관련하여 의견이 양립될 수 있는 이러한 문제 상황들이 논의과정을 촉진하게 하는데 효과적일 수 있으며, 논의과정 다이어그램이 일렬로 연속되는 경우에 특별히 적절한 교수적인 도움이 제공될 필요 있음을 보여준다.

표 4, 5, 6의 결과를 전체적으로 살펴보면 단순한 형태에서부터 복잡하고 규모가 큰 것에 이르기까지 매우 다양한 논의과정 다이어그램을 확인할 수 있다. 형태는 매우 다양하지만 공통적으로 논의과정 다이어그램은 상호작용적인 논의상황이나 흐름 파악에 유용하며, 논의요소 빈도뿐만 아니라 논의요소들의 조합, 새로운 주장이나 반박의 빈도 등 다양한 정보들을 제시한다. 또한 논의과정의 질에 대한 지표로 반박의 유무, 정당화 수준을 고려한 논의수준 정량화는 매우 낮은 수준의 논의과정에서부터 높은 수준의 논의과정에 이르기까지 세부적이면서도 구체적인 점수로 논의수준을 제시할 수 있다. 이상의 분석 결과들은 상호작용을 기반으로 하는 대화적인 논의과정 분석에 논의과정 다이어그램과 논의수준 정량화의 활용 가능성과 효용성을 잘 보여준다.

학습 자료의 문항별 분석 결과에서 나타난 논의과정 학습 자료의 문항별 특성들은 논의과정을 촉진하기 위한 방안을 제시하는 결과를 가져왔으며, 이는 결국 새로운 자료의 개발에 지침으로 활용될 수 있다. 즉, 사회과학적인 상황이 아닌 과학적인 지식과 관련된 학습의 상황이라고 하더라도 의견이 양립될 수 있는 문제 상황에서는 여러 반박과 다양한 정당화 요소를 수반하는 활발하고 수준 높은 논의과정이 나타날 수 있으며, 여러 가지를 고려해야 하는 문제 상황도 논의과정을 촉진하는 데 도움이 될 수 있다. 더불어, 이 연구가 논의과정 분석틀 개발을 위하여 모든 분석이 논의과정 자체에 초점을 두고 있으나, 분석 사례에 제시된 참여자들의 구체적인 진술들을 통해 연직면상에서의 원운

동과 관련한 개념적인 이해를 촉진하거나 저해하는 요인들에 대한 탐색이 가능하다. 이는 원운동과 관련된 효과적인 수업설계를 위하여 활용될 수 있다.

IV. 결론 및 제언

논의과정 학습의 필요성에 대한 인식이 보편화되고 있으며 과학교육의 목표에서도 잘 드러남에도 불구하고 학교 현장에서는 여전히 논의과정이 거의 나타나지 않으며, 다양한 논의과정 연구들은 실제적인 논의과정 결과를 제대로 제시하지 못하는 문제들을 갖고 있다. 이러한 문제들은 개별적인 논의과정의 분석에서보다는 참여자들 사이의 상호작용을 기반으로 하는 대화적 논의과정 분석에서 더 많이 나타난다. 이에 따라 이 연구에서는 대화적 논의과정의 특징인 상호작용적인 논의상황과 흐름을 가시화하고 이를 기반으로 질적인 면에서의 논의과정 결과를 구체적으로 제시하기 위하여, 논의과정 다이어그램과 논의수준 정량화를 이용한 논의과정 분석틀을 개발하였다.

논의과정 다이어그램은 상호작용적인 논의상황이나 흐름을 한눈에 파악할 수 있도록, 단순하면서도 요소들 사이의 상호관계를 구조적으로 가시화하는데 유용한 다이어그램의 특성을 이용한 논의과정 분석방법이다. 논의수준 정량화는 기존의 연구에서 사용되었던 논의요소의 다양성, 정당화, 반박의 유무 등 질적인 면에서의 논의과정에 대한 지표를 이용하여 논의과정 다이어그램에서 가시화된 주장과 주장, 주장과 반박, 주장(또는 반박)에 대한 자료, 보장, 보강 등의 연결에 점수를 부여하는 방법으로 질적인 면에서 논의과정의 수준을 구체적인 점수로 제시하는 방법이다.

논의과정 학습 자료의 개발 및 적용을 통해 얻어진 전사본을 이용하여 논의과정 다이어그램 및 논의수준 정량화를 이용한 분석틀을 개발하였다. 분석틀 개발을 위한 첫 번째 단계는 코딩과정으로, 전사본 중 논의과정에 해당되는 진술들만을 추출하여 TAP 논의요소로 코딩하고, 새롭게 나타나는 주장과 반박에는 일련번호를 붙여 최종적으로 간단하게 기호로 나타내었다. 이 과정에서 기존의 논의과정 연구들을 기반으로 실제적인 코딩 상황에 맞추어 각 논의요소들은 구체적으로 다시 정의하였다. 두 번째 단계는 논의과정 다이어그램을 나타내는 방법의 고안으로, 최종 코딩된 논의요소들의 배열과 연결을 위한 규칙들을 만드는

것이다. 즉, 상호작용적인 논의상황과 흐름을 잘 드러낼 수 있도록 주장과 반박의 배열에는 시간적인 흐름을 나타내는 화살표를, 주장이나 반박에 대한 자료, 보장, 보강 등의 정당화요소들은 실선을 이용하여 연결하는 등의 방법을 이용하여 효율적으로 논의과정 다이어그램을 나타내었다.

분석 사례에서 나타난 다양한 형태의 논의과정 다이어그램은 모둠과 문항에 따라 다르게 나타나는 다양한 논의상황을 반영하고 있다. 즉, 특정 구간에서의 운동을 기술하게 한 문제 상황에서의 논의과정은 매우 낮은 논의요소 빈도로 표현되었고, 여기서의 논의과정 다이어그램은 규모가 작고 매우 단순한 형태이지만, 주장과 주장에 대한 근거들의 시간적인 흐름 및 새로운 주장의 빈도나 논의요소의 조합을 가시적으로 드러낸다. 이러한 특징은 상대적으로 논의요소 빈도가 약간 높은 다양한 개념이나 조건을 고려하게 한 문제 상황에서 더 잘 나타난다. 논의요소 빈도로 볼 때 두 배 정도의 차이를 보였던 논의과정 결과는 규모나 복잡한 정도에 있어서 보다 구별되는 형태의 논의과정 다이어그램으로 나타나, 새로운 주장과 그것의 빈도, 각 주장에 대한 근거나 반박 등의 시간적 흐름 등에 대한 구체적인 논의상황과 그 차이를 드러냈다. 가장 특징적인 형태의 논의과정 다이어그램들은 상호작용이 가장 활발했던, 롤리코스터 상의 원운동이 일어나기 위한 최소 높이와 관련된 논의과정 분석 결과에서 나타났다. 결과에서는, 활발한 논의과정을 반영하듯 높은 논의요소 빈도를 보여주고 있으며, 질적으로 높은 논의수준에 대한 지표인 다양한 근거들과 여러 반박들을 발견할 수 있다. 모둠별 논의과정 다이어그램은 각 모둠이 도달한 결론과 관련하여 형태적인 측면에서 눈에 띄게 두드러진 차이를 보여주었다. 즉, 논의과정에서 바른 결론에 도달한 경우의 논의과정 다이어그램은 주장이나 반박에 대한 다양한 근거들의 풍부한 조합을 통해 일렬의 형태가 아니라 모든 방향으로 잘 분포된 형태의 논의과정 다이어그램으로 나타난다. 반면, 바른 결론에 도달한 경우라고 하더라도, 주장이나 반박에 대한 근거들의 조합이 다소 빈약한 경우에는 주장과 반대주장이 지속되어 매우 긴 일렬 형태의 논의과정 다이어그램으로 형태면에서 차이를 드러낸다. 또한 논의과정에서 얻은 결론이 바르지 못한 경우, 반박이 나타나지 않으며 주장에 대한 근거들의 조합도 빈약하여 전체적인 규모가 크지 않으며

짧은 일렬 형태의 논의과정 다이어그램으로 나타난다. 이와 같이, 논의과정 다이어그램은 각각의 논의상황의 파악과 서로 다른 논의상황의 구분에 유용하며, 형태는 다양하지만 공통적으로 논의요소의 빈도와 조합, 새로운 주장이나 반박에 대한 정보를 가시적으로 드러내면서 논의상황과 흐름의 파악에 도움을 주고 있음을 알 수 있다. 더불어, 형태적인 측면에서 짧은 일렬 형태의 논의과정 다이어그램은 참여자들이 자신들의 논의과정을 되돌아보도록 전반적인 교수적 도움이 필요하며, 긴 일렬의 논의과정 다이어그램은 참여자들이 놓치고 있는 핵심적인 상황에 대한 부분적인 도움의 필요성을 시사한다. 이와 상반되는 결과로, 주장에 대한 정당화 정도가 논의과정에서 도달하는 결론에 미치는 영향을 잘 드러내는, 모든 방향으로 잘 분포된 형태의 논의과정 다이어그램은 논의과정 교수 학습 상황에서 지향해야 할 특징을 시사하고 있다.

이러한 논의과정 다이어그램은 질적인 면에서 논의 과정에 대한 지표가 되는 논의요소의 다양성, 정당화, 반박의 유무 등을 드러내며, 결과적으로 정성적인 논의수준을 내포하고 있다. 이에 따라 마지막 단계에서는, 논의과정 다이어그램을 기반으로 질적인 논의 수준을 구체적으로 제시하기 위하여 논의요소 사이의 연결에 차등적인 점수를 부여하는 논의수준 정량화를 실시하였다.

이를 이용한 분석 사례에서 논의수준 점수는 5점에서부터 87점에 이르기까지 구체적이면서도 다양하게 나타났으며, 논의과정의 질적인 차이를 잘 드러내고 있음을 보여주었다. 즉, 논의요소 빈도가 같더라도 논의수준 점수는 다르게 나타나기도 하며, 논의요소의 빈도 차에 비해 논의수준 점수 차가 더 두드러지게 나타나기도 하며 그 반대상황도 나타난다. 이는 논의수준 정량화가 논의과정의 질에 대한 지표가 되는 요소들의 연결을 반영하여 이루어졌기 때문에 나타나는 결과이다. 논의요소 빈도가 반드시 높은 논의 수준을 나타내는 것은 아니며(Maloney & Simon, 2006), 반박이나 정당화 정도가 질적으로 높은 논의수준에 대한 지표가 될 수 있으므로(Clark & Sampson, 2008; Erduran *et al.*, 2004), 논의수준 정량화는 질적인 논의수준을 평가하는 적절한 하나의 방법이 될 수 있다.

더불어, 논의과정 다이어그램은 다양한 상호작용을 표현하고 있으며, 이러한 상호작용은 기본적으로 논

의요소 빈도와 관련되어 있다. 논의수준 정량화는 이를 기반으로 논의요소 사이의 연결에 점수를 부여하는 것이기 때문에 결과적인 논의수준 점수는 이러한 상호작용에 대한 평가, 즉 논의요소의 빈도 측면의 평가를 포함할 수밖에 없다. 대화적 논의과정이 다양한 상호작용을 기반으로 함을 고려할 때, 이러한 측면이 함께 반영된 논의수준 정량화는 대화적 논의과정의 질적인 평가를 위해 보다 더 적합한 방법이 될 수 있다.

논의요소 사이의 연결에 점수를 부여하는 이러한 정량화 방법은 형태나 규모에 관계없이 모든 논의과정 다이어그램에 적용할 수 있으며, 계산과정이 매우 간단하고 편리하다는 특징을 갖는다. 뿐만 아니라, 몇 개의 단계로만 질적인 논의수준을 제시했던 기존 연구(Clark & Sampson, 2008; Eurdrun *et al.*, 2004; Osborne *et al.*, 2004)와 비교할 때, 이러한 분석방법은 보다 다양하면서도 구체적으로 논의수준을 제시할 수 있다는 장점이 있다. 결과적으로, 질적인 논의수준을 구체적인 점수로 나타내는 논의수준 정량화는 논의과정 질 평가를 간단하게 해 주며 다양하면서도 구체적인 논의수준을 제시하기 때문에 질적인 논의과정의 평가에 효과적이다.

결론적으로, 논의과정 다이어그램과 논의수준 정량화를 이용한 논의과정 분석틀은 다양한 상호작용을 기반으로 하는 대화적 논의과정 분석 결과를 효과적으로 제시할 수 있으며 논의과정의 질을 평가하는 도구로 폭넓게 활용될 수 있다. 또한, 이러한 분석틀은 잘 알려져 있는 TAP와 다이어그램을 기반으로 하고 있어서 이를 이용하는데 큰 어려움이 없을 것이며, 구체적인 학습 상황에서 개발되었지만 실험수업 등 다양한 다른 상황의 논의과정 분석에서도 충분히 사용이 가능할 것으로 기대된다. 즉, 논의과정 다이어그램에서 보여주는 다양한 주장이나 반박의 일련번호들은 특별히 다양한 아이디어가 수반되는 논의상황의 분석에서 유용한 결과를 제시할 수 있고 논의수준 정량화는 이러한 각 논의상황에 대한 구체적인 질적 평가결과를 제공할 수 있다.

더불어, 다이어그램을 나타내는 데 사용된 기호가 TAP 논의요소를 바탕으로 하고 있어서, 결과적인 논의과정 다이어그램은 TAP와 같은 개별적인 논의구조의 효율적인 연결 또는 조합의 의미를 내포한다. 따라서 논의과정 다이어그램은 확장된 형태의 논의구조로 간주될 수 있으며, TAP와 마찬가지로 과학이 아닌 다

른 학문 영역에서도 활용될 수 있다. 또한, 기존의 분석틀이 제시하지 못한, 지속적인 대화 분석을 위한 기준으로 개발된 분석틀이 활용될 가능성도 있어서 논의과정 관련 연구 활성화에 기여할 것이다.

개발된 분석틀이 학교 현장에서 활용될 가능성도 적지 않다. 실제 학교 현장에서는 논의과정 수업이 진행된다고 하더라도 그 수준이 매우 낮아서 기존의 논의과정 분석틀로는 구체적인 분석 결과를 제시하는데 어려움이 있다. 그러나 논의과정 다이어그램과 논의수준 정량화를 이용하면 매우 낮은 수준의 논의과정도 구분하고 평가할 수 있기 때문에 논의수준이 낮은 학교 현장에서 사용하는데 유용할 것이다. 대부분 학교 현장의 새로운 시도들이 혁신적으로 완벽하게 진행되는 것이 아니라 아주 작은 부분에서부터 시작된다는 점을 고려할 때, 작은 규모의 다이어그램과 낮은 논의수준 점수들은 매우 작더라도 시도된 모든 논의과정에 의미를 부여할 수 있다는 점에서 교육적인 함의를 갖는다. 또한, 다양한 논의과정 다이어그램과 구체적인 논의수준 점수로 나타난 논의과정 분석 사례들은 질적인 논의수준에 대한 정보를 다양하게 제공하면서, 간단한 것부터 복잡한 것에 이르기까지 다양한 논의상황을 한 눈에 보여주기 때문에 그 자체로서 논의과정 수업에 안내의 역할을 해 줄 수 있다. 이에 따라 개발된 분석틀 및 다양한 분석 사례들은 논의수업에 대하여 막연한 어려움(Driver *et al.*, 2000; Osborne *et al.*, 2004)은 있으나 논의 수업의 중요성을 인식하는 현장의 교사들(이효녕 등, 2009)에게 도움을 줄 수 있으며, 학교 현장의 논의 활성화에 기여할 것이다.

국문 요약

이 연구는 대화적인 논의과정의 상호작용적인 측면을 가시화하여 논의상황과 흐름을 나타내고 질적인 측면의 논의수준을 구체적으로 제시할 수 있는 논의과정 분석틀 개발을 목적으로 한다. 이를 위하여 단순하면서도 요소들 사이의 상호관련과 흐름을 구조적인 형태로 가시화할 수 있는 다이어그램의 특성을 이용한 논의과정 다이어그램의 분석방법을 만들고, 이를 기반으로 논의과정의 질을 구체적인 논의수준 점수로 정량화하였다. 롤러코스터의 운동을 주제로 논의과정 학습 자료를 개발하고 물리교육 전공의 대학생을 대

상으로 적용하여 모듈별 전사본을 확보하였고, 이를 분석틀 개발에 이용하였다. 전사본으로부터 논의과정에 해당되는 진술들만을 추출하여 TAP 논의요소로 기호화하였고, 이 기호들을 효율적으로 배열하고 연결하여 논의과정 다이어그램의 분석 방법을 만들었다. 논의과정 다이어그램을 이용한 분석 결과는 상호작용적인 논의상황과 흐름의 파악에 유용하였고, 논의요소 빈도와 조합, 정성적인 논의수준에 이르기까지 다양한 정보들을 함께 제시해주었다. 질적인 측면의 논의수준을 정량화하기 위하여 논의요소의 다양성, 정당화, 반박의 유무 등 질적인 면에서의 논의과정에 대한 지표들을 반영하여 논의과정 다이어그램 내의 서로 다른 연결선들에 차등적인 점수를 부여하였다. 논의수준 정량화를 이용하여 논의수준을 확인하는 과정은 매우 간편하였고, 질적인 논의수준은 구체적인 점수로 표현되어 다양하면서 구체적인 논의수준을 제시할 수 있었다. 개발된 논의과정 분석틀은 대학적 논의과정 결과를 효과적으로 제시할 수 있어서 논의과정 연구 분야에 도움을 제공하며, 논의과정 학습 자료의 문항별 논의과정 특징과 구체적인 진술들은 효과적인 논의과정 수업 및 원운동 학습의 설계에 도움을 줄 것이다.

참고 문헌

- 교육과학기술부 (2009). 2009 개정교육과정에 따른 중 고등학교 교육과정 해설 총론.
- 교육과학기술부 (2009). 고등학교 과학과 교육과정 해설서.
- 강순민 (2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 논의과정요소의 특성. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 강순민, 광경화, 남정희 (2006). 논의과정을 강조한 교수 학습 전략이 중학생들의 인지발달, 과학개념 이해, 과학관련 태도 및 논의과정에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 26(3), 456-461.
- 광경화, 남정희 (2009). 과학적 논의과정 활동을 통한 학생들의 논의과정 변화 및 논의상황에 따른 논의과정 특성. 한국과학교육학회지, 29(4), 400-413.
- 박지연, 이경호 (2008). 통합적 정신모형 이론에 기반한 4M 순환학습 수업모형의 효과: 고등학생의 원운동관련 기초개념과 정신모형의 발달 측면에서. 한국과학교육학회지, 28(4), 302-315.
- 박지연, 이경호, 신중호, 송상호 (2006). 과학수업 후 변하는 것과 변하지 않는 것: 정신모형 이론을 중심으로 한 고등학생의 원운동 개념변화 사례 분석. 한국과학교육학회지, 26(4), 475-491.
- 송진웅, 김익균, 김영민, 군성기, 오원근, 박종원 (2004). 학생의 물리 오개념 지도. 서울: 북스힐.
- 신호심, 김현주 (2011). 문제해결형 탐구실험에서 나타난 영재학생들의 논의 양상 및 논의활동에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 31(4), 567-586.
- 오진아, 이선경, 김찬중 (2008). 지구과학 MBL 수업의 과학 탐구와 논의적 의사소통에 관한 사례연구. 한국지구과학교육학회지, 29(2), 189-203.
- 위수민, 조현준, 김선홍, 이효녕 (2009). 학생 특성에 따른 소그룹 논증 수준 분석, 과학교육연구지, 33(1), 1-11.
- 이경호 (2007). 왜 학생들은 물리학을 어려워하는가?: 지식 신념들을 이용한 물리학습의 어려움에 대한 구조적 분석을 향하여. 새물리, 54(4), 284-295.
- 이주현, 송진웅 (2006). 원심력에 관한 대학생들의 이해 유형 조사. 한국과학교육학회지, 26(4), 132-142.
- 이하룡, 남경희, 문성배, 김용권, 이석희 (2005). 논의과정 활용 수업이 초등학생의 학습 동기화 과학 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 24(2), 183-191.
- 이효녕, 조현준, 손정주 (2009). 학교과학교육에서의 논증활동 활용에 대한 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 29(6), 666-679.
- 조현준, 양일호, 송윤미, 이효녕 (2008). 초등과학 영재의 논증활동에서 사용된 증거의 수준 분석. 한국과학교육학회지, 28(5), 495-505.
- Agar, M. H. (1980). The professional stranger: An informal introduction to ethnography. San diego, CA: Academic Press.
- American Association for the advancement of science, Benchmarks for science literacy (1993): A tool for curriculum. Oxford University Press.
- Berland, I., & Reiser, B. (2009). Making sense of argumentation and explanation. Science Education, 93, 26-55.
- Bricker, L., & Bell, P. (2008). Conceptualization

of argumentation from science studies and learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92(3), 473-498.

Chinn, C. A., & Anderson, R. C. (1998). The Structure of discussions that Promote Reasoning. *Teachers College Record*, 100(2), 315-368.

Clark, D. B., & Sampson, V. (2008). Assessing Dialogic Argumentation in Online Environments to Relate Structure, Grounds, and Conceptual Quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 293-321.

Clark, D. B., Sampson, V., Weinberger, A., & Erkens, G. (2007). Analytic Frameworks for Assessing Dialogic Argumentation in Online Learning Environments. *Educational Psychol Rev.* 19, 343-374.

Duschl, R. A., Ellenbogen, K., & Erduran, S. (1999). Promoting argumentation in middle school science classroom. Paper presented at the Annual Meeting of National Association for Research in science Teaching(Boston, MA, March 28-31, 1999). Full text from <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/duschletal/duschlrta.html>.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education*, 84(3), 287-312.

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915-933.

Hogan, K., & Maglenti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinning of students' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687.

Jimenez-Aleixandre, M. P., & Pereiro-Munaz, C. (2005). Argument construction and

change while working on a real environment problem. In L. Boersma, M Goedhart, O. De Jong, & H. Eijklhof(Eds.), *Research and quality of science education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Kelly, G., Drucker, S., & Chen, K. (1998). Student's reasoning about electricity: Combining performance assessment with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20(7), 849-871.

Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62(2), 155-178.

Leitao, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 43, 332-360.

Leitao, S. (2007). Arguing and learning. In J. Valsiner, C. Lightfoot, M. C. D. P. Lyra, & J. Valsiner (Eds.), *Advances in cultural psychology Constructing human development: Vol. 2, Challenges and strategies for studying human development in cultural contexts*. Greenwich, CT: InfoAge (in press).

Leff, H. S. (2002). Acceleration for circular motion. *American Journal of Physics*, 70(5), 490-492.

Maloney, J., & Simon, S. (2006). Mapping children's discussion of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817-1841.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1984). *Drawing valid meaning from qualitative data: Toward a shared craft*. Education Researcher.

National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy of Science Press.

National Science Teachers Association. (1982). *Science, technology, society: Science education for the 1980's*. Washington, DC: National Science Teachers Association.

Newton, P., Driver, R., & Osborne, L. (1999). The place of argumentation in the

pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553-576.

Osborne, L., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science school. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education—Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.

Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260.

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.

Toulmin, S. (1958). *The use of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Verlinden, J. (2005). *Critical Thinking and Everyday Argument*. Belmont: Wadsworth/

Thomson Learning.

Von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.

Walton, D. N. (1990). *Practical Reasoning: Goal-Driven, Knowledge-Based, Action-Guiding Argumentation*. Savage: Row man and Little field.

Warren, J. W. (1971). Circular motion. *Physics Education*, 6(2), 74-78.

Yore, L. D., & Treagust, D. F. (2006). Current realities and future possibilities: Language and science literacy—empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 291-314.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 689-725.