

비구조화된 문제 상황에서 이공계 대학생들의 문제발견 과정 및 문제발견에 영향을 미치는 요인

강유진 · 김지나*

부산대학교

Problem-Finding Process and Effect Factor by University Students in an Ill-Structured Problem Situation

Kang, Eugene · Kim, Jina*

Pusan National University

Abstract: The Korean national curriculum for secondary school emphasizes scientific problem solving. In line with the national curriculum, many educational studies have been conducted in relation to science education. The objects of these studies were well-defined and well-structured problems. The studies were criticized for overlooking ill-defined and ill-structured problems. Some research has dealt with problem finding in ill-structured problems, which is related to creativity. There is a need for a study of scientific problem finding process in an ill-structured problem situation, because this study will help teachers wanting to teach scientific problem-finding in an ill-structured problem situation. The objective of this study was to conduct an empirical study on the scientific problem finding process in an ill-structured problem situation. One task of scientific problem finding in an ill-structured problem situation was assigned to 92 university students; thereafter, 32 of them participated in the research through interviews. Results indicated that the scientific problem finding process depended on initial clues and tentative solutions. Initial clues were affected by students' experiences, such as major classes, films, and novels. Tentative solutions were influenced by background knowledge of the tasks. Students screened information browsed on the Internet. They applied some standards for selection, particularly emphasized reliability standards, which are supposed to be studied in other contexts. All the students used assumptions to make their problems appear probable, which could be a useful tool to articulate.

Key words: problem finding, problem discovery, ill-defined problem, ill-structured problem, problem solving

I. 서 론

우리나라 제6차, 제7차, 2007년 개정, 2009 개정 과학과 교육과정에서 문제해결력의 중요성을 강조하고 있다. 과학 교과에서 문제해결력에 대한 많은 연구가 이루어졌는데, 탐구 과정과 관련해서 이루어진 연구(김선자, 최병순, 2005; 남정희 등, 2002; 서정아 등, 2004; 이해주, 2005)와 문제해결의 인지적 과정과 관련된 연구(권소현, 최병순, 2002; 박운배, 조윤경, 2005; 전경문, 박현주, 노태희, 2006; 최혁준, 박호진, 권재술, 2004), 그리고 교수-학습 방법과 관련하여 수행된 연구(노태희 등, 2004; 박운배, 김미영,

2006; 전경문, 강훈식, 노태희, 2003)등이 있다. 이러한 연구들은 학생들이 과학적 지식을 활용하여 교사가 제시한 문제를 해결하는 과정과 그것에 영향을 미치는 요인에 대해서 연구했다는 점에서, 과학 지식과 문제해결의 연관성 연구에 중요한 기여를 하였다. 그런데, 이러한 연구들은 잘 정의된 문제(well-defined problem), 구조화된 문제(well-structured problem)를 대상으로 연구하였기 때문에, 빈약하게 정의된 문제(ill-defined problem), 비구조화된 문제(ill-structured problem)의 해결 과정에 대한 연구가 더 이루어져야 한다는 지적을 받았다(류시경, 박종석, 2006, 2007; 이해주, 2005).

*교신저자: 김지나(mailto:jina@pusan.ac.kr)

**2011.08.25(접수) 2011.12.08(1심통과) 2012.02.07(2심통과) 2012.03.08(3심통과) 2012.05.31(4심통과) 2012.06.07(최종통과)

***이 논문은 2009년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2009-327-B00673).

Simon (1978)에 따르면, 구조화된 문제(well-structured problem)와 비구조화된 문제(ill-structured problem) 사이에 명확한 경계는 없지만, 비구조화된 문제는 목표에 도달했는지 여부를 결정하는 기준이 구조화된 문제보다 더 복잡하고 또한 덜 명확하며, 문제를 해결하기 위해 필요한 정보가 안내서에 전부 포함되어 있지는 않고, 해결책을 찾는 과정에서 단순하고 명확한 규정이 없다.

Jonassen (1997)도 문제를 구조화의 정도에 따라 구조화된 문제(well-structured problem)와 비구조화된 문제(ill-structured problem)로 나누었다. 그는 구조화된 문제가 문제의 모든 요소가 제시되고, 정확하고 수렴되는 해결책이 존재하고, 예측가능하고 한정된 수의 규칙과 원리를 적용해서 해결할 수 있는 반면에, 비구조화된 문제는 문제의 구성요소, 문제의 목표, 제한 조건이 불명확하고, 객관적으로 합의될 수 있는 정답이 없으며, 해결책을 생성하기 위한 원리가 불명확하고, 해결책을 평가할 수 있는 기준도 다양하기 때문에, 문제를 규정하는 과정에서부터 문제해결자의 판단력이 요구된다고 하였다(Jonassen, 1997).

전윤식 등(2003)은 문제의 특성 중 하나로써, 문제의 구조화 정도가 다르다는 점을 지적했는데, 이 때 비구조화된 문제는 문제 자체가 애매모호하거나 문제 해결에 필요한 명확한 정보가 충분히 제시되지 않은 문제이다. 즉, 비구조화된 문제는 문제해결을 위해 제공되는 정보가 적거나 거의 없는 상황이므로, 추가로 얻는 문제 관련 정보에 따라서 다양한 문제가 발견될 수 있다. 그리고 발견된 문제가 다양하기 때문에 해결책도 다양하게 나타낼 수 있는데, 그 중에서 어떤 해결책만이 절대적으로 옳다고 단정하기 어렵다.

이러한 비구조화된 문제들은 문제를 해결하기 전에 우선적으로 '문제 발견(problem finding)'이 선행되어야 한다. 이 때, 문제 발견이란 문제 해결의 목표를 정의하고 문제 해결의 목표에 도달할 수 있는 방법을 고안하는 것이다. 이러한 과정을 묘사하기 위한 용어로서 문제 발견(problem finding)외에도, 문제 확인(problem identification), 문제 구성(problem construction) 등이 있는데 서로 교체할 수 있는 용어이다(Reiter-Palmon *et al.*, 1997).

Mumford *et al.* (1994)의 문제 구성 작동 모델(model of problem construction operations)에 따르면, 문제 발견 과정은 '사건(event) → 인식(perception)

→ 단서와 표상의 연결(cue, representation) → 활성화된 표상(activated representations) → 표상의 선별(representational screening) → 요소의 선택(element selection) → 요소의 재구조화(reorganization of element) → 문제 구성(problem construction)'으로 이루어진다. 이 모델은 문제발견의 인지과정에 대한 일반 이론적 모델로써, 마케팅 분야의 학부생을 대상으로 만들어지 모델이다(Mumford *et al.*, 1994). 그리고 동일한 모델이 심리학 수업을 수강하는 학부생을 대상으로도 연구되었다(Reiter-Palmon *et al.*, 1997). 그런데 이 모델이 '과학적 문제 상황'에 실제로 적용될 수 있는 경험적 근거를 가지고 있는 것은 아니다. 따라서 과학적 비구조화된 문제 상황에서 문제 발견 과정과 각 단계에 영향을 미치는 요인에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

비구조화된 문제 상황에서의 문제 발견에 대한 선행 연구는 대부분 창의성과 관련하여 이루어졌다. 선행연구들에 따르면, 비구조화된 문제 상황에서 문제 발견 능력은 문제 해결 능력보다 성과물의 창의성에 더 많은 영향을 주고, 창의력은 문제 발견 능력과 큰 상관관계를 가진다(류시경, 박종석, 2006, 2007, 2008; 윤경미, 2004; 윤경미, 김정섭, 2006; 이혜주, 2005; 전윤식, 김정섭, 윤경미, 2003; Csikzentmihalyi & Getzels, 1970; Okuda *et al.*, 1991; Weisberg, 2006). 따라서 창의적 문제해결력을 향상시키려는 시도의 일환으로써, 학생들은 비구조화된 문제 상황에서 문제발견을 학습할 필요가 있다. 그런데, 학교 현장에서 창의적 문제해결력을 향상시키려는 노력의 일부로써, 학생들이 비구조화된 상황에서 문제발견을 할 때, 교사가 도움을 줄 수 있어야 되는데, 이것과 관련된 구체적인 자료가 거의 없다. 예를 들어, 문제에 어떻게 접근할 것인지, 어떤 정보가 문제 발견에 도움이 될 것인지, 어떤 전략을 사용해서 문제를 구체화할 것인지 등을 교사가 안내 하기 위한 구체적이고 경험적인 자료가 필요하다. 이를 위해서는 실제로 학생들이 어떤 과정을 통해서 문제를 발견하고, 어떤 요인이 문제 발견에 영향을 주는지에 대한 경험적 연구가 선행될 필요가 있다. 따라서 이 연구에서는 비구조화된 문제 상황에서 학생들의 과학적 문제발견 과정을 조사하고, 문제발견 과정에 영향을 준 요인이 무엇인지 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

광역시 소재 4년제 대학에서 "창의적 문제해결력"이라는 수업을 수강하는 이공계 대학생 92명 중, 연구에 참여하고자 희망하는 14개조 32명이 연구에 참여하였다. 연구 참여자로 이공계 대학생을 선정한 이유는, 중등 교육과정의 기본적 과학적 지식을 가지고 있는 학생을 대상으로 하기 위해서이다. 이 연구에서 중심으로 알고자 하는 것은 과학지식 요인이 아니라, 비구조화된 상황에서 문제발견 과정이다. 그런데, 과학

지식 요인이 과학적 문제발견 과정에 영향을 줄 수 있기 때문에, 일정 수준 이상의 과학지식을 가진 집단을 연구 참여자로 선정하려고 하였다. 따라서 중등과학 교육과정을 성실히 이수하였으리라고 기대되는 이공계 대학생을 연구 참여자로 선정하여, 비구조화된 상황에서 과학적 문제발견을 할 수 있도록 격려했다.

면담을 희망하는 14개조 32명 중, 3개조 6명에 대해서 예비면담을 실시한 후, 본 면담은 11개조 26명에 대해서 조별로 약 40여분에 걸쳐 진행되었다. 본 면담에 참여한 연구참여자들의 조별 구성 인원, 조원의 학년, 성별, 전공은 표 1에 나타내었다.

표 1
연구참여 조원들의 학년, 성별, 그리고 전공

조	조별 구성인원	조원		
		학년	성별	전공
A	2	4	남	고분자신소재공학
		4	남	고분자신소재공학
B	2	4	남	전자전기공학
		3	남	정보컴퓨터공학
C	2	4	남	건축공학
		4	남	토목공학
D	3	3	남	화학공학생명공학
		3	남	화학공학생명공학
		2	남	화학공학생명공학
E	2	4	남	정보컴퓨터공학
				면담불참
F	2	3	여	건축공학
		3	여	건축공학
G	3	1	여	응용화학공학
		1	여	응용화학공학
		1	여	응용화학공학
H	3	4	남	항공우주공학
		3	남	화학공학생명공학
		3	여	화학공학생명공학
I	3	2	남	전자전기공학
		1	여	응용화학공학
		1	여	응용화학공학
J	3	4	남	재료공학
		3	남	항공우주공학
		3	여	건축공학
K	2	3	남	정보컴퓨터공학
		2	남	나노과학기술학

2. 비구조화된 문제 상황 구성

비구조화된 문제는 문제해결을 위해 제공되는 정보가 적거나 거의 없는 상황이므로, 추가로 얻는 문제 관련 정보에 따라서 다양한 문제가 발견될 수 있다. 그리고 발견된 문제가 다양하기 때문에 해결책도 다양하게 나타날 수 있고, 그 중에서 어떤 해결책만이 절대적으로 옳다고 단정하기 어렵다. 그런데 과학 문제 중 해결책에 정답이 있는지 여부를 결정할 수 없는 문제는, 과학 연구의 최첨단에서 논의가 진행되고 있는 문제들이다. 이러한 문제의 해결책을 찾기 위해서는 전문과학자 수준의 과학지식이 필요하다. 전문과학자 수준에서 해결 가능한 문제를 학생들에게 제시하고 해결책을 요구할 수 없다. 따라서 이 연구에서는 전문가 수준의 과학 지식이 필요하지 않으면서, 동시에 정답을 특별히 지정할 수 없는 문제 상황을 제시하는 것이 필요하였다.

문제발견 및 문제해결 과정에서 스스로 문제를 발견하고 해결책을 자율적으로 구성할 수 있는 문제를 만들기 위해서, 선행연구(윤경미, 2004; Jausovec, 1994)에서 제시한 문제 상황을 기반으로 하여, 연구에 사용될 문제 상황을 구성하였다. 그리고, 2개월 동안 과학교육 전문가들이 5회의 세미나를 통하여, 문

제 상황을 수정하였다. 이 때, 최정임(2004)의 비구조화된 문제의 조건을 인용하였는데, 첫째, 해결에 필요한 일부의 정보만 포함되어 있는가, 둘째, 해결을 위해 문제를 분석하고, 정보를 찾고, 계획하는 과정이 필요한가, 셋째, 다양한 해결책이 존재하는가, 넷째, 해결을 위해 접근 방법이 다양한가, 다섯째, 논쟁이나 토론의 여지가 있는가이다.

문제 상황을 구성하기 위해, 연구자가 구성한 초기 문제 상황, 그리고 전문가 세미나를 통해서 수정된 최종 문제 상황을 표 2에 나타내었다.

초기 문제 상황은 SF영화 속의 캐릭터 디자인이었는데, 구체적인 문제 발견과 문제 해결이 명시되지 않았다는 지적을 받아서, 구체적인 목표상태 3가지를 추가하여 수정하였다. 그런데, 연구참여자인 학생들이 이 공학 전공이었기 때문에, 캐릭터 디자인보다는 건축물이나 설계물 디자인이 좀 더 친숙할 것이라는 지적을 받아서, 돐구장 디자인으로 수정하였다.

학생들에게 제시된 비구조화된 문제는 ‘달’이라는 새로운 환경에 돐구장을 건설해서 야구시합을 할 때, 발생할 수 있는 문제를 찾아서 해결하는 것이다. ‘달’을 문제의 배경으로 설정한 것은 중력, 대기, 기온 등 여러 가지 면에서 지구와 다른 환경이기 때문에, 그 차이에 대한 과학 지식을 적용할 수 있어야 문제를 해

표 2
비구조화된 문제 상황의 구체적 사례

비구조화된 문제 상황의 구체적 사례	
초기 문제 상황	SF영화 속에는 새로운 생명체 또는 기계들이 등장하여, 영화를 더욱 재미있게 만든다. SF영화 속에서 나타날 수 있는 외계 생명체를 디자인하라. 단, 과학 이론에 비추어서 개연성 있는 캐릭터를 디자인 하시오.
수정된 문제 상황	<p>SF영화 속에는 새로운 생명체들이 등장하여, 영화를 더욱 재미있게 만든다. SF영화 속에서 나타날 수 있는 외계 생명체를 디자인하라. 이때 발생할 수 있는 과학적 문제와 그 해결책도 제시하라.</p> <p>(단, 이 영화는 일반물리학, 일반화학, 일반생물학, 일반지구과학/일반천체학 수업을 성실하게 이수한 대학교 재학 이상의 학력을 가진 사람들을 대상으로 시사회를 할 것이다. 과학 이론과 과학적 사실에 비추어서 개연성 있는 디자인을 하라.)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① SF영화 속에 나타날 수 있는 외계 생명체를 디자인하라 ② 이 때, 발생할 수 있는 과학적 문제를 제시하라 ③ 이 문제에 대한 해결책을 과학적으로 제시하라
최종 문제 상황	<p>달에 돐구장을 건설해서 야구시합을 하려고 한다. 돐구장 안에서 시합하는 선수들이 지구의 환경처럼, 야구를 할 수 있도록 돐구장을 디자인하려고 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 돐구장 건설에서 발생할 수 있는 문제를 제시하라(1차 발표) ② 제시된 문제를 해결하라(2차 발표) <p>(단, 과학이론과 과학적 사실에 비추어서 개연성 있는 디자인을 하라)</p>

결할 수 있는 상황이기 때문이다. 또한 달에 대한 탐사가 간헐적으로 이루어지고는 있지만, 실제로 달에 구조물을 설치하거나 인위적 활동이 지속적으로 이루어지지 않았기 때문에, 문제 해결책의 정답이 제시되지 않았다고 볼 수 있다. 따라서, 과학적 문제 발견과 해결책을 요구하고 있지만, 공식적으로 확인된 정답은 없는 문제이기 때문에, 비구조화된 상황에서 과학적 문제 발견 과정을 살펴 볼 수 있는 상황이라고 할 수 있다. ‘야구’라는 주제는 연구가 진행되는 2009년 9월에 연구참여자들이 소속된 대학 소재 광역시 연구단이 준플레이오프에 극적으로 진출하여 야구 경기가 한참 진행되고 있는 시기였기 때문에, 대학생들의 흥미와 관심을 유도하기 위해 선정하였다.

한편 비구조화된 문제 상황을 학생들에게 제시하고 과학적 문제를 발견하도록 했을 때, 시간적 제약 때문에 적절한 문제를 발견하지 못한 학생이 있을 수 있다는 지적이 있었다(윤경미, 2004). 이 연구에서는 참여 학생들이 과제 수행 시 시간적 제약을 받지 않도록, 문제발견과 문제해결의 두 과제를 수행하는데 각각 1개월의 시간을 주었다.

3. 연구 과정

연구과정은 ① 비구조화된 문제 상황의 구성 및 제시, ② 제시된 비구조화된 상황에서의 문제 발견 및 해결책을 위한 학생 활동, ③ 학생 보고서 제출 및 발표, ④ 연구 참여 학생들을 대상으로 한 예비 면담 실시, ⑤ 면담 가이드 작성, ⑥ 본 면담 실시, ⑦ 보고서 및 면담 결과 분석의 순서로 진행되었다.

전문가들에 의해 구성된 표 2의 ‘최종 문제 상황’이 학생들에게 제시된 후, 학생들은 두 달이라는 시간 동안 문제 발견 및 문제 해결 활동을 하였다. 따라서 서로 원활하게 의사소통을 하고 자료를 쉽게 공유할 수 있도록, 조의 구성을 학생들의 자율에 맡겼다. 각 조는 2-3명으로 구성되었고, 수업시간 외에도 자주 만나서 과제에 대해 논의할 수 있도록 격려했다.

수업에 참여한 92명의 학생들은 중간고사 과제로 2번의 보고서 제출과 제출된 보고서를 토대로 2번의 발표를 하였다. 과제를 받은 후 한 달 뒤, 첫 번째 보고서인 “비구조화된 상황에서 과학적 문제발견”을 제출하고 발표하였다. 그리고 첫 번째 보고서를 발표한 후 한 달 뒤, 두 번째 보고서인 “자신이 제시한 문제의

해결책”을 제출하고 발표하였다.

학생들의 보고서 제출 및 발표 이후, 문제 발견이 어떤 과정으로 진행되고, 어떤 요인이 문제 발견에 영향을 미치는지 알아보기 위해서, 직접 면담을 통해 알아보고자 하였다. 이 때, 강제적으로 면담자를 구성하지 않기 위해서, 면담참가 여부를 학생들의 자율에 맡겼다. 이것은 특정 요인들 간의 상관관계를 밝힐 수 있는 자료보다는 포괄적이고 다양한 의견이 포함된 자료를 얻기 위해서, 가능한 자율적이고 편안한 환경 속에서 면담하기 위해서였다.

먼저 3개조 6명에 대해서 예비 면담을 실시하였다. 예비 면담에서는 특정한 질문 내용이나 면담 가이드를 작성하지 않고, 학생들에게 문제 발견 및 해결 과정에 대해서 시간 순서로 자유롭게 설명하도록 하였다. 예비 면담 내용을 토대로, 2번의 전문가 세미나를 통해서, 문제 발견과 문제 해결 과정, 정보 검색 방법, 과제 수행에 대한 아이디어 등에 대한 면담가이드를 작성했다. 작성된 면담가이드에 따라, 본 면담은 11개조 26명에 대해서 조별로 약 40여분에 걸쳐 진행되었다.

연구 자료의 분석에서는 2가지 방법-보고서 분석과 비구조화된 집단 면담이 연구 문제인 ‘비구조화된 문제 상황에서 이공계 대학생들의 문제발견 과정 및 문제발견에 영향을 미치는 요인’을 밝히기 위해서 사용되었다. 또한 연구 자료인 보고서와 면담 자료를 분석할 때, 연구자를 포함하여 4명의 과학교육 전문가가 참여하였다. 연구자는 대학교수 1인과 박사과정 재학 중인 대학강사 1인이다. 그리고, 박사과정 재학 중인 고등학교 교사 1인, 석사과정 재학 중인 고등학교 교사 1인이 자료 분석에 도움을 주었다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 학생들의 문제발견 과정

연구 참여자들은 기초 과학적 소양을 갖춘 공학 전공 학생들이었기 때문에, 연구 참여자들이 발견한 문제들 중 비과학적인 내용은 없었다. 학생들은 지구와 달의 환경 차이, 예를 들어 중력의 차이, 대기와 물이 존재하지 않음, 달 먼지, 태양풍 등의 영향으로 인류의 생존 자체가 어렵다는 것을 인식하고 있었다. 전체 학생들의 보고서 내용을 보면, 인간의 생존을 위해 공기와 물을 공급하기 위한 문제가 많이 제시되었다. 그

리고 달과 같은 환경에서 돛 구조물을 건설하기 위한 문제와 각종 건설 자재 및 인력의 수송에 발생할 수 있는 문제가 제시되었다. 연구에 참가한 학생들이 제출한 보고서의 내용은 표 3과 같다.

동일한 문제 상황에 대하여 학생들이 발견한 문제와 해결책은 조별로 차이가 있었다. 학생들에게 제시한 문제 상황에 ‘달’에서의 ‘건설’이라는 용어가 포함되어 있었기 때문에, 건축공학, 토목공학, 항공우주공학 전공 학생들은 자신들의 전공과 관련해서 문제를 발견하였다. 그런데, 같은 전공의 학생들이라도 구체적으로 발견한 문제는 다르게 나타났다. 예를 들어, C조와 F조는 건축공학전공인데, C조의 경우에는 달의

중력이 지구와 차이가 난다는 점에 집중하여 건설에 대한 문제와 해결책을 심도 깊게 발견했고, F조는 중력, 건설자재, 물, 대기, 크레이터 등의 문제를 모두 발견하였다.

제시된 문제 상황이 전공과 관련이 없는 경우, 전공과 관련성을 생각하지 않고 기초 과학지식만을 사용해서 문제를 발견한 조가 있고, 자신들의 논리를 통해서 전공 관련 문제로 수렴시킨 조가 있었다. 예를 들어, B조, E조, I조, K조는 각각 전자전기공학, 정보컴퓨터공학, 응용화학공학, 정보컴퓨터공학, 나노과학기술학과 학생으로 구성되었는데, 전공과 관련 없이 건설과 수송에 대한 문제를 발견하였다. 반면에 A조

표 3
연구 참여자들이 발견한 문제와 해결책

조	전공	발견한 문제	해결책
A	고분자공학	생존, 건설, 경기 요인에서 발생할 수 있는 문제를 전기 에너지 문제로 수렴시키고, 전기 에너지 문제를 태양광 발전 문제로 제시	전공과 관련하여 태양광의 흡수량(갈륨아세나이드 사용), 효율성, 저장 문제에 대한 해결책 제시
B	전자전기공학 정보컴퓨터공학	재료, 환경, 수송, 에너지 문제를 제시하고, 주요 문제로 에너지 문제 선정	재료(인공 달모래), 구조(플랫과 구), 수송(우주 엘리베이터), 에너지(마이크로파 전송 시스템)문제 해결책 제시
C	건축공학 토목공학	달의 환경이 발생시킬 수 있는 문제를 제시하고, 중력 문제를 주요 문제로 선정	전공과 관련하여 중력문제를 건설 시공 문제로 수렴시켜서 해결책 제시
D	화학공학 생명공학	환경 문제와 기술적 문제 제시	돛구장을 수용할 수 있는 대형 우주선을 만들고, 탑재해서 달로 보내는 해결책 제시(바이오스피어, 원심력에 의한 유사 중력 제시)
E	정보컴퓨터공학	중력, 공기, 돛구장, 환경, 통신, 시공 문제 제시	달에서 채취할 수 있는 원자재, 유인기지 장소, 산소와 물, 헬륨3을 이용한 인공태양 등 자료 나열
F	건축공학	달과 지구의 차이에 의해 발생하는 문제와 건축 시공에 관련된 문제를 제시	지구에서의 돛구장 건설에 관한 데이터에서 추정된 데이터를 달에서의 돛구장 건설에 적용
G	응용화학공학	대기, 중력, 전기, 물, 시공 문제 제시	대기(암석에서 산소 추출, 외벽 설치), 중력(원심력 이용), 전기(태양에너지), 시공(황을 접착제로 이용)문제 해결책 제시
H	항공우주공학 화학공학 생명공학	수송, 건설, 경기 상의 문제를 제시	수송(국가 간 협력을 통한 로켓 개발), 건설(반지하식 돛 구조), 경기(질량이 큰 물체 사용, 우주기지 건설, 태양광 발전) 문제 해결책 제시
I	전자전기공학 응용화학공학	건설 과정의 문제, 건설 후 문제를 제시	건설(조립형 돛구장), 전기(태양광), 중력(전자석 이용), 최종(벌집형 돛구조) 문제 해결책 제시
J	재료공학 항공우주공학 건축공학	건설, 물리적 환경, 재료, 우주 항공 문제 제시	중력(원심력), 일교차(특수 합금 및 복합재료), 운석낙하(MD 시스템, 지하 건설), 건설(달에서 채취한 재료 사용) 문제 해결책 제시
K	정보컴퓨터공학 나노과학기술	건설 관련 수송 문제, 건설 과정의 문제, 경기에 관한 문제 제시	크레이터(건설 위치 선정) 지역에 나비 모양의 우주선을 직접 정착시켜 구장을 만들고, 태양에너지를 공급하는 도식적인 해결책 제시

의 경우는 고분자공학 전공으로 제시된 문제 상황이 전공과 관련이 없었는데, 제시된 문제 상황을 적극적으로 전공과 연결시켰다. A조는 발생할 수 있는 여러 문제들이 결국 에너지 문제로 귀결될 수 있고, 따라서 에너지 문제를 최종 문제로 선정하여, 특정한 고분자 물질을 해결책으로써 제시하였다.

학생들이 전공에 따라 보고서 내용이 달라질 것이라고 기대하였는데, 같은 전공자들 사이에서도 발견한 문제가 차이가 있었고, 다른 전공자들 사이에서도 발견한 문제가 차이가 있었다. 즉, 전공지식이 문제발견에 직접적으로 영향을 주는 것으로 보기 어려웠다. 따라서, 실제로 문제를 발견하는 과정과 문제 발견에 미친 영향을 알아보기 위해, 학생들과 심층 면담을 하였다.

면담 내용에 따르면, 학생들은 비구조화된 상황에서 문제발견을 할 때 정보검색과 정보선별에 많은 시간을 들였다. 학생들은 검색을 통하여 얻은 정보를, 몇 가지 기준으로 선별하였고, 선별된 정보를 바탕으로 문제를 구체적으로 명료화하였다. 그런데, 정보 검색의 이전 과정이 동일하지 않고, 조에 따라서 차이를 보였다.

첫째, 정보 검색은 문제에 관한 단서나 아이디어를 가지고 시작한 경우와 그러한 단서 없이 막연하게 정보를 검색한 경우로 나눌 수 있었다. A, B, C, D, E, F, G, J, K조의 경우에는 전공 수업 시간이나 영화, 소설에서 나온 내용에서 단서나 아이디어를 얻은 후, 그것과 관련 정보를 검색하였다. H, I조의 경우에는 단서나 아이디어 없이 정보를 검색하였다. 문제에 관한 단서를 가지고 검색한 A조와 K조, 그리고 문제에 관한 단서 없이 검색한 H조의 면담 내용을 아래에 나타내었다.

A조의 경우, 달에서 생존, 돛 구장 건설, 경기 도중 발생할 수 있는 여러 가지 문제를 모두 전기 에너지 문제로 수렴시켰다. 즉 전기에너지를 확보하게 되면, 그것을 이용해서 달에서 생존에 필요한 물, 공기를 얻을 수 있고, 돛 구장을 건설할 수 있다고 생각했다. 또 중력이나 기압 문제도 거대 전기에너지를 이용해서 해결할 수 있기 때문에, 가장 우선적으로 달에서 자체적인 전기에너지를 확보해야한다고 보았다. 그리고 전기 에너지를 확보하기 위해, 태양광 발전 문제를 제시하였다. 그리고 고분자공학이라는 전공과 관련하여 갈륨아세나이드라는 물질을 사용하여 태양광의 흡수

량, 효율성, 저장에 대한 해결책을 제시하였다.

A : 제가 그 문제에 대해 계속 생각하는 가운데, 태양에너지라는 수업을 듣게 되었습니다. 그 수업은 태양에너지가 주가 아니라 OLED에 관한 것인데, (중략) 그것을 보다가 효율이 엄청 높는데 지구에서 사용하지 않는다고 해서, 왜 사용하지 않는가 하는 문제를 생각하다 보니까, 지구에서의 오염문제 때문이라고 해서, 거기에서 아이디어를 얻었습니다. 그래서 일단 태양에너지에 관해서 제가 공부를 했습니다. 공부하면서 달과 관련하여 생각하다 보니까 문제점이 많이 발견되었습니다. 실제로 저희가 제출했던 리포트에 나와 있듯이, 전력 문제나 흡수량 문제, 에너지저장 문제 등. 그래서 공부를 하다 보니까, 자연스럽게 문제가 나왔습니다. 저는 단순하게 갈륨아세나이드를 해결책으로 하면 되겠다고 생각해서 그것을 문제로 택했습니다. 그런데 막상 해결책을 과학적이고 객관적으로 제시하려고 더 공부를 해 보니까, 처음 생각했던 해결책이 제가 제기했던 문제에 대한 해결책이 아니었습니다. 그냥 막연하게 이렇게 하면 되겠지 했는데. 그래서 다시 공부를 하다가 최종 문제를 발견한 것입니다.

A조의 경우 연구자에 의해 제시된 문제 상황에 대해서, 지속적으로 생각하는 중에 전공 수업 시간에 OLED라는 문제 관련 단서를 발견하였고, 이것에 대한 공부를 하다가 최종문제를 발견하게 되었다. 'A조가 공부한다'라고 표현한 것은 단서와 관련된 자료, 즉 정보를 정보원에게서 직접 얻거나 인터넷에서 검색하여, 검색한 정보를 선별하여 재배열 하는 과정이었다.

K조는 건설 관련 수송 문제, 건설 과정의 문제, 그리고 경기에 관한 문제 3가지 문제를 제시하였다. 그리고 크레이터(건설 위치 선정) 지역에 나비 모양의 우주선을 직접 정착시켜 구장을 만듦으로써 수송과 건설 과정 문제를 해결하였고, 태양에너지를 공급하여 경기에 필요한 에너지를 공급한다는 해결책을 그림을 통해서 제시하였다.

R : 문제 발견할 때 영감은 어디에서 얻었어요?

K : 소설 '빠빠옹'에서 얻었습니다. 문제를 보는 순

간 바로 떠올랐거든요. 그 소설이 우주선을 만들어서 날개를 달고 가는 내용인데 거기서 영감을 좀 얻고, 수업 내용에서도 좀 얻고. 저희 해결책이 자재를 들고 가서 건설하는 것이 아니고 이미 건설된 구조물을 그대로 달에 가져가서 붙이는 것이거든요. 그 아이디어를 소설에서 얻었습니다.

R : 문제와 관련한 정보는 어디에서 얻었어요?

K : 거의 인터넷에서 정보를 다 찾은 것 같습니다.

K조의 경우 제시된 문제 상황에 대해서, 완성된 구조물의 이동이라는 문제 관련 단서를 소설에서 얻었다. 그리고 단서와 관련하여 확장된 정보를 인터넷에서 검색하였다.

H조는 달까지 자재 수송 과정, 돔 구장 건설 과정, 그리고 달에서 야구 경기할 때 발생할 수 있는 문제를 제시하였다. 수송 과정에서 발생할 수 있는 문제는 국가 간 협력을 통한 로켓 개발로 해결하고, 건설 과정에서 발생할 수 있는 문제는 반지하식 돔 구조 경기장을 건설함으로써 최소화하고, 달에서 야구 경기를 할 때 발생할 수 있는 중력 차이, 생존에 대한 문제는 질량이 큰 물체를 사용하고, 우주기지 건설, 태양광 발전으로 해결책 제시하였다.

R : 다른 조에서 발표할 때 보면, 어떤 소설이나 영화 같은 데서 아이디어를 얻었다고 했잖아요. H조도 그런 영감 같은 것을 얻은 곳이 있어요? 꼭 그 내용을 그대로 사용한 것이 아니라, 거기서 시작했다고 할 만한 어떤 것이 있나요?

H : 특별히 문제를 보고 이렇게 해야겠다고 생각나는 것은 없었고, 그냥 평소에 알고 있던 것에서 시작했습니다. 전공 수업, 신문기사나 조사한 자료를 봤지만, 특별히 반짝하는 아이디어를 특정한 곳에서 얻은 것은 아닌 것 같아요.

R : 문제를 위해서 정보 검색을 했을 텐데, 주로 어디에서 했어요?

H : 구글을 많이 사용했습니다. 그리고 전공서적도 좀 보고, 아니면 다른 수업에서 썼던 보고서도 찾아보고, 구글에서 영어로 치면 대부분 다 나와요. 그리고 해석도 되고, 편하고.

H조의 경우, 문제와 관련해서 특별한 단서를 가지

고 있지 않은 상태에서 문제발견을 위해서 인터넷에서 정보를 검색하거나 전공 관련 서적이거나 보고서를 참고하였음을 알 수 있다.

둘째, 잠정적인 해결책을 염두에 두고 정보를 검색한 경우와 잠정적인 해결책을 고려하지 않은 상태에서 정보를 검색한 경우가 있었다. A, B, C, D, F, G, H, I, J조는 잠정적 해결책을 염두에 두고 문제를 제시하였고, E, K조는 해결책을 고려하지 않고 문제를 먼저 제시하였다. 잠정적 해결책을 염두에 두고 문제를 구성한 A조와 H조, 그리고 잠정적 해결책 없이 문제를 구성한 K조의 면담 내용을 아래에 나타내었다.

R : 문제를 택하고 그 다음에 해결책을 구했습니까?

A : 해결책을 염두에 두고 문제를 택했습니다.

R : 문제는 공부를 하다가 발견한 것이네요. 그러면 문제를 만들 때, 이리이러한 해결책이 나올 것이라고 생각했습니까? 아니면 문제를 만들 때 이게 정말 궁금하다고 해서 문제를 만들고, 그 이후에 해결책을 찾아 나선 것인가요?

A : 일단은 문제가 될 수 있는 것은 다 적어 놓고 생각하다가, 각각 하나씩 해결책을 다 생각해 보기는 했습니다. 이것은 어떤 식으로 해결하면 될 것 같고, 다른 것은 어떤 식으로 해결하면 될 것 같고. 그런데 전기에너지 문제를 보니까, 다른 문제들이 전부 전기에너지 문제와 관련이 있는 것을 알게 되었습니다. 다른 일을 하려면 어차피 전부 전기에너지가 있어야 된다. 그런 식으로 생각을 해서, 전기에너지 문제를 선택했습니다. 해결책을 조금씩은 다 염두에 두고 생각했지만, 해결책부터 정해놓고 생각을 한 것은 아니었습니다. 실제로 해결책을 구할 때는 또 세부적으로 조사를 했습니다.

A조는 문제를 구성하는 과정에서 잠정적 해결책을 고려하였다. A조는 문제가 될 수 있는 것들에 대해서 잠정적 해결책을 염두에 두고, 문제를 선택하였다. 그리고 실제로 해결책을 구할 때는 더 세부적인 조사를 하였다.

R : 실제로 어떻게 문제를 해결했습니까?

H : 저희는 우선 주제별로 나눠서 문제에 대해서 조사를 했습니다. 저 같은 경우에는 항공우주공학

과라서 수송에 대한 문제를 조사했습니다. 제가 4학년이기 때문에 그 동안 배웠던 지식에 비추어서 어떤 것이 가능하고 안하고를 알고 있었거든요. 그래서 어느 정도 해결책을 생각해서 문제를 결정했습니다. 다른 부분, 그러니까 달 환경과 야구 경기에 대한 것은 저희 전공이 아니라서.

R : 그러면 전공이 다르니까 전공별로 문제를 찾았나요?

H : 예

R : 다른 조 발표를 들어봐서 알겠지만, 참 문제가 다양하잖아요. 그러면 H조는 전공과 관련된 문제만 찾은 것입니까?

H : 그런 문제도 있고, 일반 상식에 바탕을 둔 문제도 있습니다. 그래도 아는 것이 전공이니까, 아무래도 그런 부분이 많았어요.

H조도 문제를 구성하는 과정에서 해결책을 고려하였다. H조는 자신의 전공지식에 비추어서, 도출될 수 있는 잠정적 해결책을 고려하여 문제를 결정하였다.

R : 그러면 해결책을 염두에 두고 문제를 발견한 것은 아니었습니까?

K : 해결책을 염두에 둔 것은 아니고, 정보 검색하다 보니까 사진에서 크리에이터에 두껍만 덮으면 되겠다는 생각이 들었습니다. 그게 좋아 보였어요.

R : 사실 해결책이 없을 수도 있는데, 왜 해결책을 고려하지 않고 문제를 발견했어요?

K : 처음 보기에 이 문제가 불가능하다고 해야하나, 문제는 많고 해결책은 없는 것으로 보였거든요. 해결책은 뭐가 옳다고 정해진 것이 아니니까, 문제 발견이 해결책보다 더 쉽다고 생각했습니다.

K조는 잠정적 해결책을 염두에 두지 않고 문제를 구성하였다. K조는 비구조화된 문제에서 해결책이 정해져 있지 않다고 생각했기 때문에, 해결책을 미리 생각할 필요가 없다고 판단하였다.

학생들은 문제 발견 과정에서 문제 상황이 제시된 후, 문제관련 단서나 잠정적 해결책을 가지든지 가지 않든지, 이후에는 공통적으로 관련 정보를 검색하고, 검색한 정보를 선별한 후, 문제를 명료화 하였다.

R : 문제 발견할 때 과정을 알고 싶습니다.

A : 처음에 여러 가지 문제를 다 고려했습니다. 자재부터 완성까지 다 고려하면서 문제별로 다 분류해봤습니다. 분류해보고 그 문제에 대한 대안책도 어느 정도 가능한지 생각하면서 문제를 일단 만들었습니다. 각자 파트별로 준비를 해 왔습니다. 그리고 의견을 공유하고, 그 중 한 개를 택해야 되니까 문제를 택하고, 또 다음 단계로 넘어가고.

R : 다른 학생들을 면담해 보니까, 인터넷 검색을 많이 했고, 책을 보거나 신문을 본 사람도 있고 하던데. 어떤 것을 주자료로 사용했나요. 아까 교수님이 주신 자료를 주로 봤다고 했죠? 그 자료는 어떤 자료였어요? 책이었어요?

A : 그 자료가 교수님께서 연구하시는 분야의 일부여서, 논문과 PPT 자료를 (그 교수님께) 받았 습니다.

R : 그 자료를 선택한 이유는 무엇인가요?

A : 우선은 자료가 신뢰성 있는 자료이고, 또 어떻게 보면 저희만의 독자적인 자료라고 볼 수도 있고, 그래서 독창성이 있을 것 같아서.

R : 그러면 인터넷 검색은 하지 않고 문제를 발견했나요?

A : 인터넷 검색도 많이 했어요. 사실 인터넷 검색은 자료가 많으니까. 신뢰성 없는 블로그 이런 것은 제외하고 뉴스 같은 것을 위주로 해서, 저도 많이 검색을 했었거든요. 그래서 가이아 모델이나 그런 것도 보고.

A조는 잠정적 해결책을 고려하여 문제를 만들고, 조원 2명이 각자 관련 정보를 준비하여, 의견 교환을 통해서 정보를 선택하였다. 이때, 정보 준비와 의견 교환, 정보 선택 과정을 여러 번 반복하여, 최종적으로 명료화된 문제를 구성하였다. 그리고 정보는 인터넷 검색과 전공 자료에서 찾았으며, 신뢰할 수 있는 정보를 선별하였다.

R : 문제와 관련한 정보는 어디에서 얻었어요?

K : 거의 인터넷에서 정보를 다 찾은 것 같습니다. 시멘트가 녹는점이나 달의 기온 등 거의 다 인터넷에서 알아봤습니다. 사진도 거의 인터넷에서 찾아보고, 요즘은 인터넷에 거의 다 있으니까.

R : 따로 전공 책을 본다든가 논문을 본다든가 하지

는 않았어요?

K : 논문은 학교 홈페이지에서 찾아봤는데, 딱히 관련된 내용이 없는 것 같아서.

R : 그러면 자료 검색은 주로 어디에서 했어요?

K : 구글, 네이버, 위키피디아. 대학생들이 거의 대부분 구글을 사용하거든요. 자료가 많아서. 어떤 사람 이름만 쳐도 주소가 다 나올 정도니까.

R : 그런데 인터넷 자료의 신뢰성이 의심되지는 않았나요?

K : 그 한 자료만 보고 결정하는 것이 아니라, 여러 자료를 보고 비교해 보니까

K조는 문제와 관련된 정보를 검색하였고, 검색된 정보 중에서 몇몇 정보를 선택하여 문제를 구성하였다. 학생들의 문제발견 과정을 그림 1에 나타내었다.

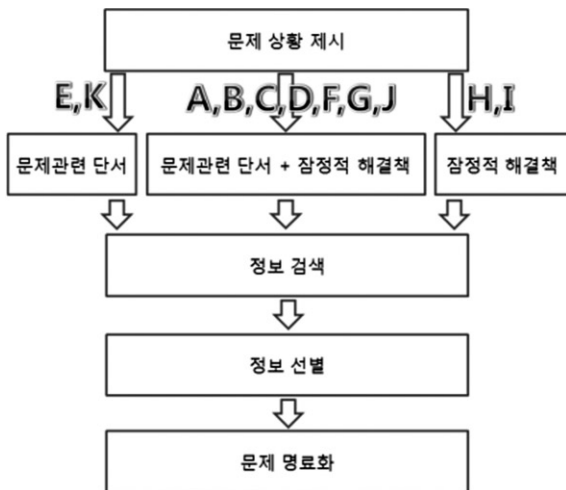


그림 1 학생들의 문제발견 과정

이 연구에서, 비구조화된 상황에서 학생들의 문제 발견 과정은 그림 1과 같이 다섯 가지 단계로 나눌 수 있다. 첫 번째 단계는 문제 상황이 제시되는 단계이다. 이 연구에서 문제 상황은 연구자에 의해 제시되었다. 두 번째 단계는 문제에 관한 단서를 회상하거나 잠정적 해결책을 설정하는 단계이다. 이 때, 단서(cue)는 문제 표상을 활성화시키는 외부요인인데(Reiter-Palmon *et al.*, 1997), 이 연구에서는 학생 스스로가 인식하고 면담을 통해 드러나는 요인으로 한정하였다. 학생에 따라서는 단서를 생각하지 않거나 혹은 잠정적 해결책을 염두에 두지 않는 경우도 있

다. A, B, C, D, F, G, J조의 학생들은 문제 관련 단서를 회상하고 잠정적 해결책을 염두에 두었다. E, K조의 학생들은 문제 관련 단서는 회상했지만, 잠정적 해결책은 고려하지 않았다. 그리고, H, I조의 학생들은 문제 관련 단서는 회상하지 않고, 잠정적 해결책은 염두에 두었다. 세 번째 단계는 정보를 검색하는 단계이고, 네 번째 단계는 검색한 정보를 일정 기준에 따라 선별하는 단계이다. 그리고 마지막 단계에서 선별된 정보를 이용해서 문제를 명료화하는 단계이다.

그림 1의 학생들의 문제 발견 과정은 Mumford *et al.* (1994)의 모델과 비교했을 때, '잠정적 해결책'과 '정보 검색'의 단계가 추가되었고, 표상 및 요소의 선별을 대신하여 '정보 선별'의 단계가 제시되었다. Mumford *et al.* (1994)의 모델은 '표상'을 사용하여 개인의 인지 구조 속에서 일어나는 문제 구성 과정을 형상화 한 것임에 비해, 본 연구의 결과는 외부 '정보'의 수집과 선별을 통해 주어진 상황에서 문제를 명료화하는 것이라는 점에서 차이가 있다. 인지 구조의 관점에서 외부인인 교사가 학생에게 가이드를 제시할 때, 개인의 내적 인지 구조에 따른 문제 발견 과정보다 외부 상황에 대응하여 문제를 명료화하는 과정이, 교사에게 실제적으로 도움이 될 것으로 보인다.

2. 학생들의 문제발견에 영향을 주는 요인

문제발견 과정은 제시된 문제 상황에서, 문제관련 단서와 잠정적 해결책을 고려하여(또는 고려하지 않고), 관련 정보를 검색하고, 검색한 정보를 선별하여, 문제를 명료화하는 과정이다. 문제를 발견하는 과정에 영향을 미치는 요인에 대해서, 면담을 통해서 알아보았다. 문제발견 과정에서 문제발견에 영향을 미치는 요인은 4가지로 나눌 수 있다.

첫째, 학생의 경험이 학생들이 사용한 문제관련 단서에 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 문제발견 과정에서 9개 조의 학생들은 문제에 관한 단서에서 시작하여 정보를 검색하였고, 2개 조의 학생들은 문제에 관한 단서가 없는 상태에서 정보를 검색하였다. 문제관련 단서에서 시작하여 정보를 검색한 학생들에게 단서는 문제 해결책에 직접적인 관련이 있는 것이거나, 유추적으로 적용하여 해결책을 구할 수 있는 것이었다. 학생들이 사용한 단서는 전공수업, 영화, 소설에서 얻은 것으로, 학생 자신의 경험에 바탕을 둔 것이다.

- D : 영화 코어에서 달 굴착기에 대한 아이디어를 얻었다.
- G : 건축 시공에 관한 전공 수업에서 아이디어를 얻기도 하고, (하락)
- K : 베르나르 베르베르의 소설 *빠빠용과 영화 트랜스포머*에서 아이디어를 얻었고, (하락)

이때, 학생의 경험은 Mumford *et al.* (1994)가 제시한 것처럼, 과거 경험에 대한 ‘기억(memory)’에만 의존하는 것은 아니었다. A조의 경우, 문제 상황에 집중을 하면서 현재 진행되는 수업에서 얻은 정보를 문제와 연관시켜서, 단서로 받아들였다.

- A : 제가 그 문제에 대해 계속 생각하는 가운데, 태양에너지라는 수업을 듣게 되었습니다. 그 수업은 태양에너지가 주가 아니라 OLED에 관한 것인데, 교수님께서 태양에너지와 반대의 개념이라고 설명하시면서 태양에너지를 잠시 설명해주셨습니다. 그것을 듣고, 아 이것을 하면 되겠다 하고 생각해서... (하락)

따라서 문제에 관한 단서에 영향을 주는 요인은 학생의 경험이며, 경험의 구체적 원천은 전공 수업, 영화, 소설이라고 분석할 수 있다.

둘째, 배경지식이 잠정적 해결책에 영향을 미쳤다. 면담 결과, 잠정적인 해결책을 고려하여 문제를 발견한 경우는 그 문제에 관한 배경 지식이 있는 경우였고, 잠정적인 해결책을 고려하지 않은 경우는 그 문제에 대한 배경 지식이 없는 경우로 분류할 수 있었다. 이것은 잠정적인 해결책이 지식과 이론에 바탕을 두고 구성되기 때문에, 관련 지식의 유무가 잠정적 해결책의 유무에 영향을 주는 것으로 해석된다. 또한 대학생들이 잠정적인 해결책을 구성할 때, 자신의 지식과 이론에 근거를 둔 형태를 선호하기 때문이라고 해석할 수 있다.

- D : 증명 문제의 경우에는 해결책을 완전히 먼저 정하고 문제를 만든 것은 아니었지만, 어느 정도 해결책을 염두에 두고 문제를 발견했다.
- F : 일부 문제는 해결책을 염두에 두고 문제를 만들었고, 또 다른 문제는 해결책을 고려하지 않고

문제부터 만들었다. 해결책을 고려한 문제는 전공 관련한 문제로 어느 정도 해결책을 알고 있는 경우이고, 그렇지 않은 경우는 문제부터 만들고, 해결책에 관련된 자료를 찾았다.

- J : 배경 지식이 있는 경우에는 어느 정도 해결책을 고려하고 문제를 발견했지만, 그렇지 않은 경우에는 문제를 먼저 발견하고 해결책을 찾았다.

셋째, 정보선별기준이 정보선별에 영향을 미쳤다. 문제 발견 과정은 정보를 검색하는 단계를 포함하고 있다. 학생들은 주로 인터넷을 통해서 정보를 검색하였는데, 검색된 정보는 방대하여 전부 이용할 수 없었기 때문에, 학생들은 스스로 선별 기준을 만들어서, 그 기준에 따라 정보를 선별하여 이용하였다. 학생들이 사용한 정보 선별 기준은 정보의 신뢰도, 정보의 출처, 내용 적합성, 이해 가능성, 주제와 관련성, 언급된 회수였다. 학생들은 인터넷을 통해서 얻은 정보를 모두 신뢰하지는 않았다. 따라서 정보의 신뢰성을 확보하기 위해 고민을 하였으며, 주로 정보의 출처가 신뢰할만한 기관인가에 따라서 신뢰 여부를 결정했다. 또한 문제와 관련이 있고 내용이 적합한 정보, 자신이 이해할 수 있는 정보를 선택했다. 면담에 참가한 11개 조 중 1개 조만이 비한국어권의 정보와 전문학술지의 논문 자료를 이용하였다.

- B : 우리 조가 발표하는 내용에 적합하고, 이해하기 쉬운 내용을 선택했다.
- D : 신빙성을 선택 기준으로 삼았다. 인터넷 기사는 출처가 명확하기 때문에, (종략) 그것이 과학적인가 여부는 스스로 판단하였다.
- J : 정보의 신뢰성을 기준으로 삼았고, 그래서 출처를 중요하게 확인했다. 그리고 정보의 내용을 읽어보고 이해 가능한 것은 채택했다.
- K : 신뢰할 만한 정보를 선택했다. 출처가 명시되어 있거나, 기사나 사전의 내용 같은 것을 주로 이용했다.

넷째, 초기 조건 가정이 문제 명료화에 영향을 미쳤다. 문제발견 과정의 마지막 단계에서, 학생들은 명시적으로 또는 암시적으로 가정을 사용하여 문제를 명료화하였음을 알 수 있었다. 비구조화된 문제의 특성을 고려해서, 학생들에게 과제로 제시된 문제 상황 속

에 문제발견을 위한 충분한 정보가 포함되지 않았다. 동일한 문제 상황에서, 어떤 정보에 더 집중하느냐에 따라서 문제가 다르게 구성될 수 있고, 한 개의 문제를 해결해도 또 다른 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 학생들에게 제시한 과제는 문제해결에 필요한 비용이나 자원, 현재의 과학기술을 사용해서 해결할 수 있는지 여부를 언급하지 않아서, 문제 상황이 불확실하였다. 이러한 불확실성을 전부 고려한다면, 구체적이고 명료화된 문제를 제시할 수 없는 상황이었다. 이러한 점을 학생들은 가정을 사용함으로써 해결하였다.

- D : 2가지 가정을 명시적으로 사용했다. (중략) 가정을 사용하지 않았다면, 관련 해결책의 수가 너무 많아 질 것이다.
- J : 자원이나 비용 문제는 (중략) 해결된다고 명시적으로 가정하였다. 그렇게 가정해야, 우리가 해결하려고 하는 중요한 문제에 집중하여 문제를 단순화할 수 있기 때문이다.

수업을 통해서 직접적으로 가정을 사용하도록 제시한 것은 아니었기 때문에, 학생들에게 가정을 사용하 이유를 질문하였다. 학생들은 해결책의 개수를 줄이거나, 비현실적인 부분을 해결하기 위해서는 가정이 필요하다고 대답했다.

- B : 가능한 문제 해결책의 개수를 줄이기 위해서 가정을 사용했다. (중략) 비현실적인 부분은 가정을 통해서 해결된다고 생각했다.
- F : 중력 문제는 현재 해결책이 없기 때문에, 미래에 중력자를 발견한다는 가정을.. (하략)
- I : 문제 자체가 비용 등은 당연히 가능한 것으로 가정되었다고 생각했다. 가능한 문제 해결책의 개수를 줄이기 위해서.. (하략)

학생들은 과학기술적으로 실현가능한 모델을 만들고자 하였기 때문에, 논리적으로 모순되거나 현실적으로 불가능한 부분은 가정을 사용함으로써 해결하려 하였다. 개연성 있는 해결책을 만들기 위해서, 문제와 문제해결책의 구성요인을 세분화하였고, 세분된 요인 중 비현실적이거나 해결하기 어려운 부분은 해결할 수 있다고 가정하였던 것이다. 예를 들어, I조의 경우, 달에서의 건설과 관련된 문제를 해결하기 위해서는 중력 문제가 먼저 해결되어야 한다. 그런데 현재 과학기술로는 중력 문제가 해결이 어렵기 때문에, 중력을 조절할 수 있는 중력자가 미래에 발견되어서 중력 문제는 해결되었다고 가정하였다. 그리고 중력 문제가 해결된 뒤에 발생할 수 있는 건설 문제를 발견하였다.

그림 1의 학생들의 문제 발견 과정에 문제 발견에 영향을 미친 요인 4가지를 포함하여 그림 2로 나타내

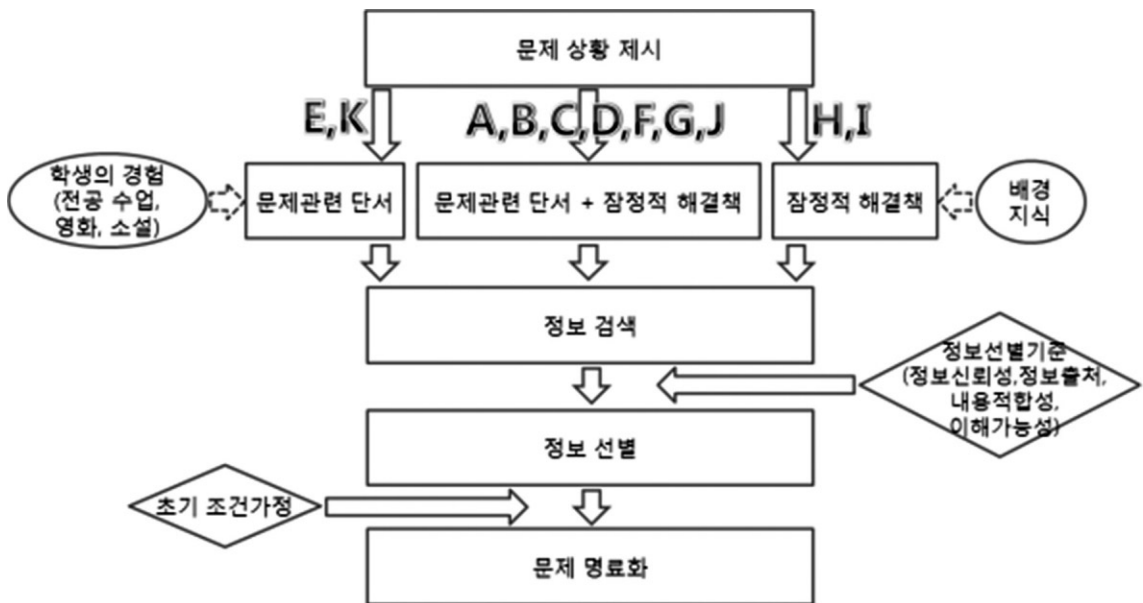


그림 2 학생들의 문제 발견 과정에서 문제 발견에 영향을 미친 요인

었다. 학생의 경험과 배경 지식은 외부 정보와 관련된 것이 아니라 학생 각 개인의 경험과 배경 지식이기 때문에, 원 모양으로 표시하였다. 반면에 정보의 선별 기준과 초기 조건 가정은 학생의 검색한 외부 정보와 관련되어 영향을 미친 요인이기 때문에 마름모로 구별하여 표시하였다.

그림 2에서 학생들이 정보 검색을 하기 전에, 문제 관련 단서와 잠정적 해결책은 검색의 방향을 설정해주는 시작점으로써 중요한 역할을 하였다. 문제 관련 단서는 주로 전공 수업, 영화, 소설의 내용과 같이 학생의 경험에서 비롯된 것이었다. 잠정적 해결책은 문제에 대한 배경 지식의 유무에 따라서 달라졌다. 제시된 문제와 관련된 배경 지식이 있는 경우, 학생들은 잠정적 해결책을 염두에 두고, 그와 관련된 정보를 검색하였다. 관련 배경 지식이 없는 경우, 혹은 자신의 지식을 문제와 관련시키지 못한 경우에는 잠정적 해결책을 염두에 두지 않고 정보를 검색하였다.

정보를 선별할 때는 정보의 신뢰도, 정보의 출처, 내용 적합성, 이해 가능성, 주제와 관련성, 언급된 회수를 기준으로 선별하였다. 그리고 문제를 명료화하기 위해, 주요 문제를 제외한 나머지 상황은 해결책이 있다는 가정을 사용하여, 해결책의 범위를 축소하였다. 학생들은 개연성 있는 해결책을 제시하기 위해서는, 특정 문제에 초점을 맞추어야 한다고 판단하였고, 초점을 맞춘 문제를 제외한 나머지 상황은 해결책이 있거나 문제가 되지 않는다는 가정을 사용해서, 문제를 명료화 하였다. 이러한 가정의 사용은, 과학 지식을 탐구하는 과정에서 현상 속에서 규칙을 끌어내기 위해, 현상을 단순화하는 과정에서 초기 조건을 가정하는 활동과 비슷하게 보인다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 비구조화된 문제 상황에서 이공계 대학생들의 문제 발견 과정과 문제 발견에 영향을 미치는 요인에 대한 경험적 연구이다. 이 연구를 통해서 교실 현장에서 학생들이 비구조화된 과학 문제를 발견할 때, 어떤 과정으로 문제를 명료화할 수 있을지, 어떤 전략을 사용해서 문제에 접근할 수 있을지, 어떤 자원을 사용할 것인지 등과 같은 구체적인 가이드를 교사가 제시할 수 있을 것이다.

비구조화된 문제 상황에서 학생들의 문제발견 과정

은 3가지 유형으로 나눌 수 있다. 첫 번째 유형은 문제와 관련된 단서를 염두에 두고, 잠정적 해결책을 설정하고, 정보를 검색한 후, 몇 가지 선별 기준에 따라서 검색된 정보를 선별하여 문제를 명료화하였다. 두 번째 유형은 문제 관련 단서는 생각하지 않고, 잠정적 해결책은 염두에 두고, 정보를 검색한 후, 선별 기준에 따라서 정보를 선별하여 문제를 명료화하였다. 세 번째 유형은 문제 관련 단서는 염두에 두고, 잠정적 해결책은 고려하지 않고, 정보를 검색한 후, 선별 기준에 따라서 검색된 정보를 선별하여 문제를 명료화하였다. 그런데 문제발견의 3가지 유형에 따라서, 발견된 문제나 해결책이 질적으로 차이가 나거나 각 유형에 따른 경향성을 가진다고 보기는 어렵다. 발견 과정 유형에 따른 문제의 질이나 경향에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

이전 연구와 달리 본 연구의 문제발견 과정에 잠정적 해결책 단계가 추가되었다. 이러한 결과는 '과학적 문제 발견'을 경험한 이공계 학생들이 대상이었기 때문에, 탐구 과정의 가설 설정과 유사한 단계가 추가된 것으로 보인다. 이것은 과제와 연구 참여자들의 특이성 때문이라고 생각되며, 이에 대해서는 추가적 연구가 필요하다.

문제 발견 과정의 3가지 유형은 공통적으로 '정보의 검색', 검색된 '정보의 선별', '문제의 명료화'를 문제 발견 과정으로 포함한다. 이전 연구가 개인의 인지 구조 속에서 문제 발견 과정에 초점을 맞춘 것에 비해서, 본 연구는 외부 정보의 수집과 선별을 통해서 문제 발견이 이루어진다는 결과를 도출했다. 이것은 인터넷의 대중화에 의해 외부 정보의 수집이 편리하게 일상적으로 이루어지고 있기 때문이라고 생각된다. 교사는 인터넷 등을 통한 외부 정보가 학생의 문제 발견에 영향을 미치고 있다는 점을 감안해서, 학생들이 스스로 정보를 수집할 수 있는 여지가 있는 비구조화된 문제 상황을 제시할 수 있을 것이다.

학생들의 문제발견에 영향을 미친 요인은 네 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 문제에 관한 단서를 떠올리는데 전공 수업과 영화, 소설과 같은 학생의 경험이 영향을 미쳤다. 둘째, 문제해결자의 문제 관련 배경 지식이 잠정적 해결책 설정에 영향을 미쳤다. 셋째, 검색한 정보를 선별하는 선별 기준으로 정보의 신뢰도, 정보의 출처, 내용 적합성, 이해 가능성, 주제와 관련성, 언급된 회수가 사용되었다. 넷째, 문제를 명료화

하기 위해 가정이 사용되었다. 이들 요인이 미치는 영향은 학생들이 문제 발견 과정의 3가지 유형 중 어떤 과정을 거치느냐에 따라 다르다.

검색한 정보의 선별 기준은 이전 연구에서는 나타나지 않은 것인데, 이는 인터넷의 보급 때문에 검색으로 접근할 수 있는 정보가 늘어남에 따라서 정보 선별이 필요했기 때문이다. 학생들은 스스로 선별의 필요성을 느끼고 선별 기준을 적용했다. 그런데 이 연구에서 대학생들이 만든 선별 기준이 타당한지, 교사가 안내할 만한 가치가 있는지, 그리고 학습에 도움이 되는지 여부는 알 수 없으므로, 추가적으로 연구할 필요가 있다.

연구에 참여한 학생들은 가정을 사용해서 비구조화된 문제 상황에서 명료화된 문제를 발견하였다. 실제로 모든 가능한 변수를 포함한 상태에서 문제를 규정하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 가정을 사용해서 불필요한 요소를 배제하거나, 정보가 부족한 요소를 따로 떼어놓는 접근법은 적절한 전략이라고 생각한다. 교사는 학생들이 비구조화된 문제 상황에서 문제를 발견할 때, 적절한 가정을 사용함으로써 문제를 명료화시킬 수 있다는 점을 학생들에게 알려 줄 수 있을 것이다.

그런데, 대학생의 경우 기본적인 과학지식을 가지고 있고, 자신들의 해결책을 개연성 있는 모델 형태로 제시하고자 했기 때문에, 문제를 그럴듯하게 명료화하기 위해서, 가정을 사용하는 전략을 사용했다. 그런데, 대학생보다 과학지식이 부족하거나 발달정도가 더딘 경우에는 스스로 이러한 전략을 사용할 수 있는지 알 수 없기 때문에, 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

이 연구에서 연구자는 학습 과제으로써, 학생들에게 비구조화된 문제 상황에서 문제를 명료화하고 해결책을 구하도록 요구하였다. 그런데, 외부에서 제시된 문제 상황뿐만 아니라, 스스로 문제를 인식하는 것도 중요하다. 학생이 스스로 문제를 인식했을 때 문제 발견 과정에 대한 경험적 후속 연구가 필요하다.

마지막으로, 이 연구에서 학생들은 개별 활동이 아니라 조활동으로 문제를 발견하고 해결했다. 따라서 집단으로서 문제발견 활동과 창의성 요인이, 문제발견 과정과 그에 영향을 미친 요인과 관련이 있을 수 있다. 이것과 관련하여, 개인 활동과 집단 활동을 분리하여 문제발견 과정과 그에 영향을 미치는 요인에

대한 연구를 추가적으로 수행할 필요가 있다.

국문 요약

우리나라 과학과 교육과정에서 문제해결력이 중요함을 강조하고 있다. 과학 교육에서 문제해결력에 대한 많은 연구가 이루어져왔다. 이러한 연구들은 잘 정의된 문제, 구조화된 문제를 대상으로 연구하였기 때문에, 빈약하게 정의된 문제, 비구조화된 문제의 해결 과정에 대한 연구가 더 이루어져야 한다는 지적을 받았다. 비구조화된 문제는 전체적인 목표는 존재하지만, 제공되는 정보가 적거나 거의 없는 상황이므로, 비구조화된 문제를 해결하기 위해서는 반드시 문제발견이 선행되어야 한다. 그리고 비구조화된 상황에서 문제발견은 창의성과 관련되기 때문에, 창의적 문제해결력을 향상시키기 위해 비구조화된 문제발견을 학습할 필요가 있다. 과학 영역에서 비구조화된 문제발견에 대해, 교실현장에 구체적으로 도움이 될 수 있는 가이드를 만들기 위해서, 비구조화된 상황에서 과학적 문제발견 과정에 대한 경험적 연구가 필요하다. 이 연구에서는 이공계 대학생 32명을 대상으로, 면담을 통해서 실제로 비구조화된 상황에서 과학적 문제발견 과정과, 그 과정에 영향을 준 요소가 무엇인지 알아보았다.

비구조화된 문제 상황에서 학생들의 문제발견 과정은, 문제와 관련된 단서나 잠정적 해결책을 염두에 두고, 정보를 검색한 후 몇 가지 선별 기준에 따라서 검색된 정보를 선별하여 문제를 발견하는 것으로 이루어졌다. 학생들의 문제발견에 영향을 미친 요인은 먼저, 문제에 관한 단서를 떠올리는데 전공 수업과 영화, 소설 등 학생의 경험이 영향을 미쳤다. 문제해결자의 문제 관련 배경 지식이 잠정적 해결책에 영향을 미쳤고, 검색한 정보를 선별하는 선별 기준으로 정보의 신뢰도, 정보의 출처, 내용 적합성, 이해 가능성, 주제와 관련성, 언급된 회수가 사용되었다. 그런데 연구에 참여한 대학생들이 제시한 정보선별 기준이 타당한지, 중등학교 현장에서 교사가 안내할 가치가 있는지, 학습에 도움이 되는지 여부는 알 수 없으므로 이에 대해서는 추가 연구가 필요하다.

연구에 참여한 대학생들은 개연성 있는 모델을 만들기 위해, 문제를 명료화할 때 가정을 사용하였다. 가능한 모든 변수를 포함한 문제를 해결하는 것은 현

실적으로 불가능하기 때문에, 가정을 사용해서 불필요한 요소를 배제하는 접근법은 적절한 전략이라고 생각된다. 따라서, 중등학교 현장에서 교사는 학생들에게 비구조화된 상황에서 문제를 발견할 때 적절한 가정을 사용함으로써 문제를 명료화할 수 있다는 점을 알려 줄 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 권소현, 최병순(2002). 고등학교 학생들의 인지 양식과 인지 수준이 화학 문제 해결에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 22(1), 132-140.
- 김선자, 최병순(2005). 변인통제 문제해결 과정에서 나타난 초등학생의 실험설계 및 증거제시 특성. *한국과학교육학회지*, 25(2), 111-121.
- 남정희, 김성희, 강순희, 박종윤, 최병순(2002). 변인통제 문제해결 활동에서 학생들의 인지수준에 따른 상호작용 분석. *한국과학교육학회지*, 22(1), 110-121.
- 노태희, 성을선, 강훈식, 정영선, 강석진(2004). 해결자·청취자 활동을 이용한 화학 문제 해결에서 소집단 구성 방법에 따른 효과. *한국과학교육학회지*, 24(6), 1063-1069.
- 류시경, 박종석(2006). 낮게 구조화된 과학적 문제 상황에서 고등학생들의 문제발견 활동 분석. *한국과학교육학회지*, 26(6), 765-774.
- 류시경, 박종석(2007). 고등학생들의 독창적인 문제발견 능력과 학업성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격과의 관계. *한국과학교육학회지*, 27(3), 263-271.
- 류시경, 박종석(2008). 과학 영재 학생들의 과학적 문제발견 능력을 측정하기 위한 도구 개발. *한국과학교육학회지*, 28(2), 139-149.
- 박윤배, 조윤경(2005). 정성적, 정량적 문제에 대한 고등학생들의 물리 문제해결과정 분석. *한국과학교육학회지*, 25(4), 526-532.
- 박윤배, 김미영(2006). 협동해결과 개별해결에서 나타난 물리문제해결과정의 차이. *한국과학교육학회지*, 26(1), 114-121.
- 서정아, 조광희, 송진웅, 박승재(2004). 어림 활동이 문제 해결 과정에서 개념 이해, 해답 예측, 계산에 미치는 영향 : 속력과 밀도의 사례를 중심으로. *한국과학교육학회지*, 24(5), 814-824.
- 윤경미(2004). 과학영재와 일반학생의 문제발견의 차이 및 문제발견에 영향을 미치는 제변인 분석. *부산대학교 박사학위논문*.
- 윤경미, 김정섭(2006). 영재판별의 새로운 변인. *교육심리학연구*, 20(3), 587-604.
- 이혜주(2005). 구조화 정도가 다른 문제 상황에서 문제발견에 대한 제 변인의 상대적 기여도 분석. *초등교육연구*, 18(2), 123-148.
- 전경문, 강훈식, 노태희(2003). 문제 해결 전략을 사용하는 해결자·청취자 활동에서 내·외향성에 따른 소집단 구성의 효과. *한국과학교육학회지*, 23(1), 57-65.
- 전경문, 박현주, 노태희(2006). 동기 및 인지 변인이 화학 선다형 수리 문제 해결에 미치는 영향: 성취 목적, 유능감, 학습 전략, 자기 조절 능력. *한국과학교육학회지*, 26(1), 1-8.
- 전윤식, 김정섭, 윤경미(2003). 창의성 교육의 새로운 접근: 문제 찾기. *교육학연구*, 41(3), 215-238.
- 최정임(2004). 사례 분석을 통한 PBL의 문제설계 원리에 대한 연구. *교육공학연구*, 20(1), 37-61.
- 최혁준, 박호진, 권재술(2004). 복합개념상황에서 고등학생들의 문제해결력과 정신용량. *한국과학교육학회지*, 24(5), 937-945.
- Csikzentmihalyi, M., & Getzels, J. W. (1970). Concern for discovery: An attitudinal component of creative production. *Journal of Personality*, 38(1), 91-105.
- Jausovec, N. (1994). Metacognition in Creative Problem Solving. In Runco, M.A.(Ed.). *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity*, (pp. 77-95). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65-94.
- Mumford, M. D., Reiter-Palmon, R., & Redmond, M. R., (1994). Problem Construction and Cognition: Applying Problem Representations in Ill-Defined Domains. In Runco, M. A. (Ed.). *Problem Finding, Problem*

Solving, and Creativity, (pp. 3-39). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the Finding and Solving of Real-World Problems. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 9(1), 45-53.

Reiter-Palmon, R., Mumford, M. D., Boes, J. O., & Runco, M. A. (1997). Problem Construction and Creativity: The Role of Ability, Cue Consistency, and Active Processing. *Creativity Research Journal*, 10(1), 9-23.

Simon, H. A. (1978). Information-Processing Theory of Human Problem Solving. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes: Vol. 5. Human Information Processing* (pp. 271-295). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding Innovation in Problem Solving, Science, Invention, and Arts*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.