

# ‘튼튼하고 안전한 다리 설계’ 문제중심학습(PBL) 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학적 태도, 과학 진로지향도 및 리더십에 미치는 영향

김 대 현  
창현고등학교

유 미 현  
아주대학교

우 희 진  
아주대학교

본 연구의 목적은 ‘튼튼하고 안전한 다리 설계’ 문제중심학습(Problem-Based Learning; PBL) 프로그램이 고등학교 과학영재들의 과학적 태도, 과학 진로지향도 및 리더십에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 것이다. 연구 참여자는 3단계의 영재선발 과정을 통해 선발된 경기도 소재 C고등학교 부설 영재학급의 고등학교 2학년 19명이다. PBL 프로그램을 개발하고 14차시에 걸쳐 적용하기 전과 후에 과학적 태도, 과학 진로지향도, 리더십에 대한 검사를 실시하였고, 사후에는 추가로 프로그램에 대한 소감문을 작성하도록 하였다. 본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다. 첫째, PBL 프로그램을 적용한 후 고등학교 과학영재의 과학적 태도가 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 7개 하위영역중 개방성을 제외한 6가지 영역 모두 유의미하게 향상되었다. 둘째, PBL 프로그램을 적용한 후 고등학교 과학영재의 과학 진로지향도가 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 과학 진로지향도 4개 하위영역 모두에서 유의미하게 향상되었다. 셋째, PBL 프로그램을 적용한 후 고등학교 과학영재의 리더십 전체 점수가 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 리더십의 1차 요인인 개인 내 특성과 개인 외 특성에서도 모두 유의미하게 향상되었다. 학생들의 사후 소감문을 분석한 결과 소그룹으로 PBL 문제해결과정에서 대인관계능력, 타인과 공동체 배려, 과제 책임감, 비전과 자신감 등 2차 요인 전 영역이 고르게 향상되었음을 확인할 수 있었다.

주제어: 고등학교 과학영재, 문제중심학습(PBL), 과학적 태도, 과학 진로지향도, 리더십

## I. 연구의 필요성 및 목적

영재교육의 궁극적인 목표는 현대와 미래사회가 요구하는 새롭고 독창적인 아이디어를 생성하고, 창의적으로 문제를 해결해나가는 인재를 양성하는 것이며 영재교육과정은 영재들의

교신저자: 유미현(ymh0120@ajou.ac.kr)

\*김대현의 석사학위논문을 수정, 보완한 논문임

\*\*2015년 한국영재학회 춘계학술대회에서 발표하였음

학습요구에 부합하는 방향으로 이루어져야 한다(조석희, 2004). 또한 영재교육 프로그램은 영재의 인지적 특성과 정의적 특성과 요구에 맞는, 즉 상위 수준 사고능력(창의성, 문제해결력)과 자기 주도적 학습능력의 신장, 자아개념 신장, 미래사회 지도자로서의 소양을 갖출 수 있도록 개발되어야 한다(조석희, 김홍원, 1999). 이와 같은 영재교육의 목표를 달성하기 위해 영재들에게 차별화된 프로그램이 제공되어야 한다.

과학영재에게 적합한 프로그램을 제공하려면 과학영재의 특성을 이해할 필요가 있다. 과학영재는 과학적 현상에 대해 호기심을 보이고, 과학적 토론에 대해 열정을 보이며, 과학과 관련된 토픽을 즐기고, 과학 프로젝트나 연구에 흥미를 가지고 있으며, 데이터를 해석하고 결과를 응용하는 특성이 있다(Karens & Stephens, 2008). 이러한 과학영재의 특성을 고려하여 과학적 현상과 실제 생활과 밀접한 이슈를 연구하고 토론을 통해 상호 의견을 교환할 수 있도록 교육과정 내에서 기회를 제공해야 한다.

과학영재들의 특성에 맞는 적절한 교수·학습 방법을 고안하고 영재교육과정에서 수업으로 구현되어야 효과적인 과학영재교육이 이루어질 수 있을 것이다. 과거에 비해 개선되기는 하였으나 현재 현장에서 이루어지는 영재수업은 여전히 교사 중심적, 설명식, 문제풀이식, 이론중심 수업들이 주를 이루고 있는 실정이다. 영재들에게 적합하고 영재의 잠재력을 계발할 수 있는 교수·학습 방법을 탐색하려면 영재들이 선호하는 수업의 형태에 대한 조사가 필요하다. 영재들은 일반적으로 강의와 같은 설명식 수업보다는 유사한 재능을 지닌 또래와의 협동학습, 자기 주도적 학습을 선호하며, 난이도가 낮은 과제보다는 창의성이나 고차원적 사고를 요구하는 도전적이고 복잡한 과제를 선호한다. 또한 자신들의 지적인 호기심을 만족시키는 참신한 과제를 좋아하고, 스스로 새로운 것을 찾아보려는 학습 성향으로 인해 발견학습 또는 탐구학습을 선호한다(박성익, 2009). 또한 자기 주도적 개별 학습을 선호하면서도 자신과 흥미와 재능이 비슷한 또래와 상호작용할 수 있는 활동을 좋아한다. 따라서 영재를 위한 수업은 개별학습과 협동학습이 병행될 수 있도록 설계될 필요가 있다. 또한 학습과제 측면에서도 영재들은 정답이 단 하나인 구조화된 과제보다는 비구조화된 과제를, 문제해결 과정에서 보다 많은 융통성이 요구되는 과제를 선호한다(Griggs & Dunn, 1984). 창의적 문제해결력과 같은 고차원적인 사고능력과 영재들의 지적호기심을 충족시키려면 다양한 관점에서 문제를 검토하여 창의적인 산출물을 얻어낼 수 있는 과제가 필요하다. 따라서 영재수업에서는 정의가 잘되어있는 과제보다는 정의가 잘 되어 있지 않은 비구조화된(ill-structured) 과제가 제시될 필요가 있다(최병연, 2013).

이러한 목적을 달성할 수 있는 수업방법 중 하나가 바로 1960년대 중반에 의학교육에 적용된 후 다양한 학문 영역에 확산되어 효과가 입증된 문제중심학습(PBL; Problem-Based Learning 이후에는 PBL로 통일)이다. 미국의 영재교육에서 사용되는 영재교수학습 전략 중 가장 인기 있는 것이 바로 PBL이다(이신동, 고운정, 2010). Stepien, Gallagher과 Wokman(1993)에 의하면 PBL 교수 전략과 관련한 세 가지 중요한 가치가 있는데, 학습은 다양한 해결방안이 존재하는 문제로 제시되고 학생은 자신이 처한 상황에 결정을 내리는 당사자이며, 교사는 학습을 돕는 코치의 역할을 한다. 이처럼 PBL 교수 전략은 영재 학생의 교과

에 대한 내용 학습을 촉진하면서 교과에 대한 흥미와 동기를 강화하는 방법이라고 할 수 있다 (이신동, 고운정, 2010).

PBL에 대해 좀 더 구체적으로 살펴보면 PBL은 한 마디로 말해 문제에서 시작하는 수업이라고 할 수 있다. 여기서 문제는 분명한 정답이 있고 단편적인 지식을 요하며, 학습자의 맥락과 관련이 없는 종류의 것이 아니다. 그 보다는 현실 속에서 인간이 경험하는 실생활 맥락의 문제를 의미한다. PBL에서 학습자는 일방적으로 수업을 받는 수동적인 역할에서 벗어나 직접 문제를 해결하는 능동적인 역할을 맡는다. PBL에서는 학습자들에게 답이 정해져 있는 구조화적인 문제에서 벗어나 비구조화적인 문제들을 제시하고, 제시된 문제를 해결하기 위해 학습자들이 공동으로 문제 해결방안을 강구하게 된다(Barrows, 1986). PBL은 전형적인 상황 속에서 나타나는 현상들 보다는 복잡, 미묘한 실제 세계에서 나타나는 현상을 비구조화된 문제 형태로 제시하여 학생들이 스스로 해결방법을 찾아냄으로써 교과 지식 뿐 아니라 문제해결 전략을 동시에 배우게 되는 구성주의적 접근을 적용한 교수 전략이다(조연순, 2006).

지금까지 국내에서 이루어진 PBL의 효과에 관한 연구들은 주로 일반 학생들을 대상으로 이루어졌다(김경희, 조연순, 2008; 이종두, 2000). 영재를 대상으로 개발하여 적용한 PBL 프로그램은 많지 않으며, 영재를 대상으로 한 연구는 대체로 영재들의 과학 문제해결력, 과학 흥미도 및 과학적 태도, 수학에서의 창의적 문제해결력 등에 미치는 영향 등에 한정되어 이루어졌다. 2000년부터 2007년까지 발표된 PBL 효과에 대한 국내 석박사 학위논문은 메타분석한 하정문(2008)은 PBL 효과에 관한 인지적 영역(학업 성취, 문제해결력 등)과 정의적 영역(학습태도, 자아개념, 학습 흥미 등) 효과 연구를 하였으며, 효과크기 분석 결과 모두 효과적이었다고 보고하고 있다.

국내에서 이루어진 영재교육에 PBL을 적용한 선행연구를 살펴보면 초등영재를 대상으로 PBL을 적용한 후 얻게 되는 학습경험에 대해 질적 분석을 한 최병연(2013)의 연구가 있다. 과제를 해결하는 과정에서 학생들은 창의적으로 사고함으로써 협력, 자기 주도성을 경험하였다고 하였다. 초등학생 영재를 대상으로 한 PBL 기반 과학영재교육 프로그램을 개발하고 적용한 최은열과 문성환(2010)의 연구에서는 PBL이 창의적 성격 향상에 효과적임을 보고하고 있다. 초등과학영재를 대상으로 PBL 과정에서 나타나는 학습자의 교과 통합양상을 분석한 이원경(2012)의 연구에서는 PBL이 학습자에게 문제해결자의 역할을 부여함으로써 학습자가 자기 주도적 학습을 하게 되고, 이를 통해 문제해결과정에서 다양한 학습 영역의 통합 기회를 갖게 한다고 하였다. 또한 PBL은 자기 주도적 학습을 통해 학습자들의 긍정적 자아개념 형성에도 도움이 되었다고 하였다. 윤원희(2006)의 연구에서도 초등영재를 대상으로 한 PBL 프로그램이 수학영재의 창의적 문제해결력에 효과적이라고 하였다. 중학생 영재를 대상으로 PBL을 적용한 장성진, 정미선과 박원혁(2005)의 연구 결과 PBL이 과학관련 태도, 자기 주도적 학습태도, 생물영역에 대한 흥미 등에 효과가 있었다고 보고하고 있다.

외국의 사례에서도 마찬가지로 영재를 대상으로 한 PBL 연구는 찾아보기 힘들고, 주로 일반학생을 대상으로 과학교과뿐 아니라 다양한 교과에서 PBL을 적용한 연구들이 보고되고 있다. 미국의 중학생을 대상으로 PBL 수업을 실시한 결과, 학생들의 과학에 대한 태도에 긍정적

인 변화가 있었다고 하였다(Horak, 2013). 터키에서 중학생을 대상으로 PBL을 적용한 과학수업 결과 PBL이 과학 학업성취도, 과학관련 태도, 개념학습에 효과적이었다고 하였다(Akinoglu & Tandogan, 2007). 인도네시아에서 고등학생을 대상으로 PBL을 수학수업에 적용한 결과 수학에서의 비판적 사고력이 향상되었다고 하였다(Widyatiningtyas, Kusumah, Sumarmo, & Sabandar, 2015).

이와 같이 PBL을 적용한 국내의 선행연구를 종합해보면 PBL은 학습자(학생들)로 하여금 각 교과에 대해 흥미를 갖고 해당 영역에 긍정적인 인식을 함으로써 교과에 대한 높은 성취를 하고, 교과에 대한 긍정적인 태도를 지니며, 학습자의 창의적 문제해결력을 향상시키는데 효과적이라는 공통점을 발견할 수 있다. 국내에서 이루어진 영재를 대상으로 한 PBL 프로그램 개발 및 적용 연구는 주로 초등학교, 중학교 영재를 대상으로 이루어졌으며, 고등학교 과학영재를 대상으로 PBL 프로그램 개발 적용한 연구는 찾아보기 힘들다. 또한 효과를 조사한 변인도 창의성 및 흥미, 태도와 같은 정의적 특성 등에 치우쳐 있으며 과학 진로 인식 또는 리더십과 관련한 연구는 아직 이루어지지 않았다. 비록 PBL 프로그램이 과학관련 진로 인식에 영향을 주었다는 선행연구 결과는 없지만 과학영재교육 프로그램이 과학영재들의 과학진로 지향에 영향을 준다는 연구 결과들은 보고되고 있다.

영재학생의 진로발달 특성 연구(심재영, 박은영, 2003)에 따르면 영재학생은 일반학생에 비해 흥미나 적성, 소질에 따른 진로 탐색 및 준비가 빠르고 자신의 진로 선택에 대한 확신이 있어 진로 조기 성숙이 이루어진다고 한다. 이재호, 최승희(2014)의 연구에 의하면 정보과학영재들은 일반학생에 비해 진로 발달이 빠르고 또는 직업관 평균도 높은 것으로 나타났다. 그러나 이러한 진로관련 특성은 영재의 진로발달에 긍정적으로 작용하기도 하지만 영재가 직업사회에 적응하는데 부정적으로 작용하기도 한다. 따라서 영재들의 진로교육과 관련된 연구가 꾸준히 이루어져야 할 것이다.

이지에, 박수경과 김영민(2012)의 연구에서 과학영재들의 이공계 대학 진로선택에 영향을 준 교수·학습 요인으로 숙진 및 심화학습, 토론과 프로젝트 중심의 수업, 다양한 영재교육 프로그램의 경험, 탐구실험 중심 수업을 제시하였다. 즉 영재교육에서 경험하는 차별화된 교육 프로그램들이 과학영재의 이공계 진로선택에 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 노현아와 최재혁(2015)은 대학부설 과학영재교육원에서 팀별로 탐구를 수행하는 융합형 프로젝트 수행 프로그램과 과학관련 진로에 흥미를 느끼고 진로를 설계할 수 있도록 만든 진로 프로그램을 진행한 결과 학생들의 과학진로결정에 긍정적인 영향을 주었다고 하였다. 영재교수·학습 모형으로 적합한 PBL 프로그램은 과학영재들의 과학진로 결정에도 효과가 있을 것으로 기대된다.

한편, PBL은 개별학습과 소집단 협동학습이 결합된 형태이므로 과제에 대한 개별적 책무성과 더불어 소집단 내에서의 원활한 의사소통이 필수적이다. 따라서 PBL은 영재교육의 중요한 목표 중 하나인 리더십의 향상에도 기여할 것으로 생각된다. Renzulli, Smith와 White(1997)는 영재의 리더십을 측정하는 척도에 책임감 및 약속 수행, 자신감과 안정감 있는 과제 수행, 협력성, 분명한 의사 표현, 지배성 및 주도성, 사교성 등을 포함시키고 있다. 또한 Karnes와 Bean(1996)은 리더로서의 영재아 특성을 창의적으로 문제를 해결하는 능력, 도전받

고자 하는 욕구, 비판적으로 추론하는 능력, 언어표현의 유창성, 모호함을 잡는 능력과 다른 사람을 동기 유발시키는 능력이라고 하였다. 더불어 영재의 리더십은 저절로 발휘되기 보다는 지속적인 도전과 훈련을 통해서 계발 가능하다고 여러 학자들이 주장하고 있다(김미숙, 전미란, 2006). 초등 영재를 대상으로 리더십 교육 프로그램을 적용한 결과 의사소통기술, 의사결정기술, 문제해결기술 등의 리더십 하위요인에 긍정적인 효과가 나타났다고 한 양규모와 김정섭(2010)의 연구가 보고되고 있다. 중등영재를 대상으로 리더십 프로그램을 적용하여 효과를 조사한 고현덕(2007), 전미란(2008)의 연구 결과에서도 영재교육과정에 리더십 프로그램을 포함시켜야 할 필요성을 제기하고 있다. 본 연구에서는 PBL 프로그램의 특성으로 인해 PBL이 영재교육에 적용되었을 때 영재의 리더십을 향상시킬 수 있을 것으로 보았다. 또한 PBL의 문제 상황은 실생활과 관련된 비구조화된 문제를 다룸으로써 영재학생들의 진로에 대한 인식에도 긍정적인 영향을 줄 것으로 생각하였다. 헬스케어 주제의 간학문적 PBL 프로그램에서 학생들의 소집단 상호작용 분석을 통해 학생들의 경험을 연구한 Imafuku, Kataoka, Mayahara, Suzuki와 Saiki(2014)에 의하면 PBL은 학생들의 지식을 정교화하는 데 기여할 뿐 아니라 직업에 대한 이해, 협동적으로 학습하는 기술을 향상시키는 데 효과적임을 보고하고 있다.

따라서 본 연구에서는 PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학적 태도, 과학 진로지향도, 리더십 향상에 효과적인지 조사하고자 하였다.

본 연구의 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째. PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학적 태도에 어떠한 영향을 주는가?

둘째. PBL 프로그램은 고등학교 과학영재의 과학 진로지향도에 어떠한 영향을 주는가?

셋째. PBL 프로그램은 고등학교 과학영재의 리더십에 어떠한 영향을 주는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

본 연구 참여자는 경기도 S시 소재 인문계 고등학교 부설 영재학급에 선발된 고등학교 2학년 과학영재 학생 19명이다. 연구에 참여하는 과학영재 학생들은 경기도의 영재교육대상자 선발 규정에 따라 과학영재교육 대상자로 선발되었다.

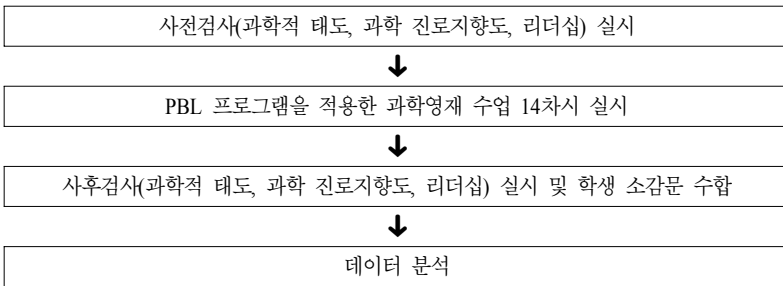
영재교육 대상자 선발 과정은 3단계로 이루어져 있으며, S시 관내 6개 지역교육청 초중 영재교육기관 및 전 고등학교 영재학급에서 실시되었다. 선발공고는 원서접수 개시일 1개월 전에 홈페이지, 가정통신문 등을 통해 공고되었다. 1단계에서는 각 학교별 영재교육대상자추천위원회의 심의를 거쳐 학교장 추천자 선정하였다. 2단계에서는 영역별 지적 능력, 창의력, 과제집착력을 알아볼 수 있는 영재성 검사 영재교육기관별 지필고사로 실시하였다. 영재성 검사는 선발의 타당성과 공정성 확보하기 위해 전국 시도교육청 공동위탁으로 한국교육개발원이 개발하여 보급한 검사도구 활용하였다. 3단계에서는 수학, 과학, 정보, 인성 등 다양한 능력의 소양을 알아볼 수 있는 심층면접이 실시되었다. 심층면접 문항은 도교육청에서 개발, 보급하고 각 영재교육기관에서는 기관 실정에 맞는 문항을 선택·편집하여 시행되었다. 이와 같은 3

단계 선발 과정을 거쳐 본 연구의 대상자인 영재학급 학생들이 선발되었다.

## 2. 연구 설계 및 절차

본 연구에서는 동일한 조건을 가진 영재학급을 구할 수가 없어 비교집단을 선정하기 어려운 우리나라 영재대상 실험연구의 상황을 고려하여 단일집단 사전-사후 실험설계(one group pretest-posttest experimental design)로 진행되었다. 연구대상 학교의 고등학교 2학년 영재학급은 19명으로 구성된 한 학급뿐이어서 실험집단 한 학급을 대상으로 PBL 프로그램을 과학영재 학생들에게 적용하기 전후에 영재 학생들의 과학적 태도, 과학 진로지향도, 리더십의 검사를 실시하였다. 이러한 변인들은 짧은 기간에 쉽게 변화되지 않는 안정적인 속성의 변인들이므로 단일집단 사전-사후 실험설계를 통해 실험의 효과를 측정 가능하다고 보았다.

PBL 프로그램의 적용은 총 14차시에 걸쳐 이루어졌으며, 본 연구가 이루어진 전체 과정을 [그림 1]과 같이 나타내었다.



[그림 1] 연구 수행 과정

## 3. PBL 프로그램 개발 과정 및 내용

### 가. PBL 프로그램 개발 및 타당도 검증

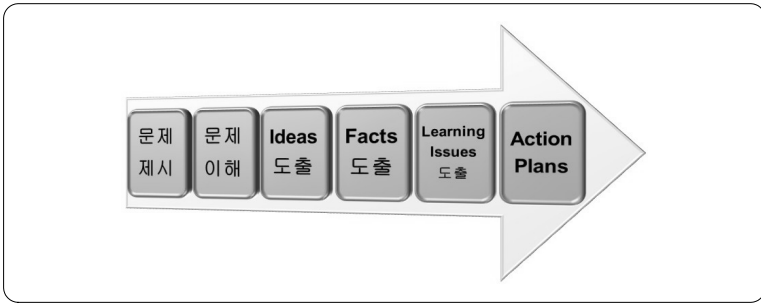
우선 PBL 프로그램이라는 것이 무엇인지 이론과 선행연구를 고찰하고 고등학생에게 맞는 소재를 찾아본 결과, ‘튼튼하고 안전한 다리 설계’를 주제로 선정하였고 성수대교 붕괴 사건을 문제 상황으로 제시하였다.

PBL에 적용할 수 있는 문제는 현실상황, 실세계를 바탕으로 하며 현실 세계에서 일어날 가능성이 높은 상황일 뿐 아니라 문제를 둘러싼 구체적이고 실제적인 데이터와 문제의 배경을 설명해주는 정보를 포함한다(조연순, 우재경, 2003). 따라서 성수대교 붕괴 사고와 이를 통한 ‘튼튼하고 안전한 다리 설계’ 문제는 현실 세계와 매우 밀접한 관련이 있으므로 PBL 문제로 적합할 것으로 판단되었다.

개발된 PBL 프로그램은 영재교육 전문가 1인과 영재학급에서 영재강사로 활동하는 2인으로부터 PBL 프로그램의 타당도를 검증받았다. PBL 프로그램은 영재학급 1학년 학생들을 대상으로 시범 적용하였으며 실행 과정에서 발생한 문제는 충분한 수정 작업을 거쳤다.

나. PBL 프로그램 진행

본 연구에서는 PBL 프로그램을 진행하면서 전체적으로는 조연순(2006)의 PBL 전체 설계 과정을 따랐으며, 교수-학습 단계의 실행에서는 [그림 2]와 같이 최정임과 장경원(2010)이 설계한 ‘PBL로 수업하기’ 과정을 사용하였다.



[그림 2] PBL로 수업하기 단계(최정임, 장경원, 2010)

이 과정에서 문제제시 단계를 통해 학습자에게 여러 가지 매체를 통해 상황을 제시하여 비구조화된 문제를 접할 수 있도록 하고, 이 단계에서 학생들은 문제에 제시된 모든 facts를 이해한다. Ideas 도출 단계에서는 학생들이 문제해결을 위해 필요한 것이 무엇인지 그룹토의를 하면서 브레인스토밍 과정을 거쳐, Facts 도출 단계에서 문제를 해결하기 위해서 꼭 알아야 하는 중요한 사항들과 문제해결에 도움이 되는 이미 알고 있는 것들을 정리한다. Learning Issues 도출 단계에서는 지금까지의 논의를 토대로 우리가 꼭 조사하거나 학습해야 하는 것을 정리하여 최종적으로 Action Plans 단계에서 필요한 정보를 누가 어디에서 어떻게 얻을 것인지 계획한다. PBL에 대한 학습에서 주어진 연습문제와 개발된 프로그램에서 주어지는 문제 상황을 제시하고 분석하는 틀은 [그림 3]과 같은 PBL 과제수행 계획서를 활용하였다(강인애, 2003).

가설/해결안(IDEAS)	알고 있는 사실들(FACTS)	더 알아야할 사항들 (LEARNING ISSUES)	실행계획 (Action Plans)

[그림 3] PBL 과제수행 계획서 양식(강인애, 2003)

프로그램을 진행하면서 교사는 안내자, 조력자, 코치의 역할만을 하였다. 과학영재학생들은 모두 PBL을 처음 접하였기 때문에 처음에는 매우 당황하였고, 질문도 많았지만 시간이 지나면서 팀별로 각자의 역할이 정해지고 활발한 토의와 왕성한 정보수집 활동을 하였다. 과제가 끝날 때마다 학생들은 조별로 나와서 발표를 하고, 발표를 들은 다른 팀들은 질문을 던지며 자유로운 학습이 이루어져 나갔다. 이 과정에서 학생들은 성수대교 붕괴의 원인과 해결책을 과학적으로 접근할 뿐만 아니라 정치, 경제, 문화 등의 분야와 관련한 융합적인 접근 방법을 활용하였다.

PBL 과제수행 과정에서 학생들은 Action Plan을 통해서 과제를 분담하여 개별적으로 과제를 수행하게 된다. 이 과정에서 리더십의 개인 내 특성인 자기관리, 도전정신, 의사결정력, 과제책임감을 기를 수 있을 것으로 보았다. 개별 과제수행 후 모여서 팀별로 최종 산출물을 얻는 과정에서는 활발한 토론과 의사소통이 이루어지므로 리더십의 개인 간 특성인 대인관계, 타인과 공동체 배려 영역에서의 향상이 있을 것으로 프로그램을 계획하고 진행하였다.

#### 다. PBL 프로그램의 구성

본 연구에서 개발한 PBL 프로그램은 문제 상황을 제시하면서 시작된다. 그 이후에는 구성된 팀끼리 주어진 과제를 해결하며 자발적 학습이 이루어진다. 프로그램을 진행하기 위해 3~4명으로 구성된 5개의 팀을 두었고, 프로그램을 진행하면서 교사는 안내자, 조력자, 코치의 역할을 하면서 학생들과 브레인스토밍 활동을 하였다. 본 연구에서 적용한 PBL 프로그램의 예시는 [부록]에 제시하였다.

### 4. 검사도구

#### 가. 과학적 태도 검사도구

본 연구에서 사용한 과학적 태도 검사도구는 김효남, 정완호와 정진우(1998)가 개발한 국가 수준의 과학과 관련된 정의적 특성 검사도구 3개 범주(인식, 흥미, 과학적 태도), 48개 검사 문항 중 과학적 태도와 관련된 21개 문항이다. 과학적 태도의 하위범주는 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성의 7개 범주이며, 각각 3개의 문항으로 구성되어 있다. 문항은 Likert 5점 척도이며, 본 연구에서 구한 과학적 태도 검사도구의 내적신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 는 .757이다.

#### 나. 과학 진로지향도 검사도구

본 연구에서는 윤진과 박승재(2003)의 연구에서 개발한 설문을 윤혜경, 김형석, 정형식, 김정연과 김명순(2006)이 수정, 보완한 ‘과학 진로지향도’ 설문지를 사용하였으며 본 연구에서 구한 과학 진로지향도의 내적신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 는 .890이다. 과학 진로지향도 설문지의 범주는 4개 하위영역, Likert 5점 척도 20문항으로 구성되었다. 과학 진로지향도를 구성하는 4개 하위영역의 내용은 다음과 같다.



- 1) 과학 학습에 대한 선호도 : 과학 수업에 대한 선호도, 학교 밖 과학 활동에 대한 선호도, 다양한 직업에서의 과학 학습의 가치
- 2) 과학 진로 선호도 : 과학 진로의 추구, 과학 진로에서의 자기효능감
- 3) 과학 진로에 대한 가치 인식 : 과학 진로에 대한 사회적 가치 인식, 과학 진로에 대한 경제적 가치 인식, 과학 진로에 대한 차이 인식
- 4) 과학 진로 정보의 필요성 : 과학 진로 정보에 대한 필요성, 과학 진로 정보 검색

#### 다. 리더십 검사도구

본 연구에서는 리더십을 측정하기 위해 한국교육개발원(김미숙, 박효정, 박춘성, 손은영, 전미란, 유효현, 2006)의 KEDI 리더십 검사도구를 사용하였다. 1차 요인 중 개인 내 특성에 대하여 6개의 하위요인(비전과 자신감, 자기관리능력, 도전정신, 의사결정력, 의로움, 과제책임감)이 각각 6문항씩 구성되었으며, 개인 간 특성에 대하여 3개의 하위요인(대인관계능력, 조직관리능력, 타인과 공동체 배려)이 각각 6문항씩 구성되어 총 9개의 하위요인별 54문항의 검사도구이다. 본 연구에서 구한 리더십 검사도구의 내적신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 는 .863이다.

### 5. 자료 처리 방법

본 연구의 설계는 단일집단 사전-사후 실험설계(one group pretest-posttest experimental design)이다. 따라서 과학적 태도, 과학 진로지향도, 리더십의 분석은 대응표본  $t$ -검정을 사용하여 평균의 차이를 분석하였으며, 유의수준은 .05이다. 또한 프로그램 적용에 따른 효과 크기(effect size)를 알아보기 위해 *cohen's d*계수를 산출하였다. 모든 데이터는 SPSS 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학적 태도에 미치는 영향

PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학적 태도에 미치는 영향을 조사하여 과학적 태도에 대한 사전과 사후의 평균, 표준편차, 대응표본  $t$ -검정 결과 및 효과 크기 *cohen's d*계수를 <표 1>과 같이 나타내었다.

<표 1> PBL 프로그램이 과학적 태도 전체에 미치는 영향

영역	사전검사(N=19)		사후검사(N=19)		<i>t</i>	<i>cohen's d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
과학적 태도 전체	3.48	0.43	4.04	0.37	-6.36***	1.396

\*\*\* $p < .001$

분석 결과 과학적 태도의 사전점수는 3.48, 사후점수는 4.04로 PBL 프로그램을 적용한 후

과학적 태도 전체 점수가 0.56이 향상되었다. 이러한 차이는 유의수준 .001수준에서 통계적으로 유의미한 차이이다. 이는 PBL 프로그램이 과학영재의 과학적 태도를 긍정적으로 변화시키는데 큰 효과가 있음을 의미한다. 효과 크기 *cohen's d* 값을 구해본 결과 0.8이상으로 큰 효과가 있음을 알 수 있다(Pace, 2013).

과학적 태도 하위영역의 사전검사 점수 및 사후검사 점수의 평균, 표준편차, 대응표본 *t*-검정 결과 및 효과 크기 *cohen's d* 계수를 나타내면 <표 2>와 같다.

분석 결과 개방성을 제외한 호기심, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 영역에서 통계적으로 유의미한 향상이 나타났다( $p < .05$ ). 본 연구에서 개방성을 제외한 모든 하위영역에서 유의미한 향상이 나타났다는 것은 PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학적 태도 중 호기심, 비판성, 협동성, 자진성, 창의성, 끈기성을 향상시키는데 효과적임을 의미한다. 하위영역 별로 효과 크기 *cohen's d* 값을 구해본 결과 0.2이상, 0.5미만의 개방성은 작은 효과를, 0.5이상, 0.8미만인 호기심, 비판성, 협동성, 자진성은 중간 정도의 효과를, 0.8이상인 끈기성과 창의성은 큰 효과를 나타냄을 알 수 있다(Pace, 2013).

<표 2> PBL 프로그램이 과학적 태도 하위영역에 미치는 효과

하위영역	사전검사(N=19)		사후검사(N=19)		<i>t</i>	<i>cohen's d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
호기심	3.42	0.66	3.91	0.65	-4.37***	0.748
개방성	3.71	0.88	4.00	0.81	-1.71	0.343
비판성	3.36	0.71	3.82	0.61	-3.71**	0.696
협동성	3.84	0.86	4.31	0.52	-3.37**	0.661
자진성	3.38	0.71	3.87	0.57	-2.68*	0.761
끈기성	3.40	0.65	4.31	0.50	-7.65***	1.569
창의성	3.24	0.73	4.05	0.54	-5.75***	1.262

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

PBL의 학습효과에 대한 메타분석을 실시한 하정문(2008)에 의하면 PBL 수업은 태도나 흥미와 같은 정의적 특성을 향상시키는데 많은 영향을 준다고 보고하고 있다. 과학영재학교 학생을 대상으로 PBL을 적용한 신명렬, 이용섭(2011), 장성진 외(2005), 조혜진, 김은진, 이형철(2011)의 연구에서도 과학관련 태도에서 유의미한 향상이 나타났다. 본 연구에서는 튼튼한 다리를 설계하고 모형을 만들어 탐구하는 과정에서 학생들의 과학적 태도가 향상된 것으로 생각된다.

학생들은 PBL 수업과정에서 문제해결에 필요하다고 느끼는 자료나 이론을 스스로 찾아보아야 한다. 이러한 과정을 통해 선생님이 일반적으로 주입시키는 지식이 아닌 학생들의 지적 호기심에 의해 지식을 습득하게 되었다. 이러한 과정에서 학생들은 스스로 문제를 해결하는 자진성이 향상되고 학습 내용에 대한 호기심 또한 향상되었다.

특히 PBL의 특성상 팀원들 간의 협동이 매우 중요한데 학생들은 문제해결과정에서 서로의 아이디어의 부족한 부분을 보충해주고 서로 도와가며 창의적으로 문제를 해결함으로써 협동

성과 창의성이 향상되었다. 또한 팀원들 간의 논의를 통해 어떠한 정보를 조사할지 결정하고, 실제로 분담하여 조사하고, 과제를 풀기 위해 다양한 시행착오를 겪으면서 끈기 있게 문제해결에 필요한 정보들을 얻는 과정에서 끈기성이 향상되었다고 볼 수 있다.

교사 주도적인 수업과 비교하였을 때 PBL은 교사가 안내자 또는 코치의 역할을 하며, 학생들이 학습의 주체로서 자기 주도적이고 문제를 해결해 갈 수 있도록 함으로써 과학영재들의 과학적 태도의 다양한 하위영역이 향상되는데 효과적으로 기여하였다고 할 수 있다.

본 연구의 PBL 프로그램에서는 튼튼한 다리 공모전에 제출할 다리 설계도 작성을 위해 다리 모형을 제작하여 탐구를 수행하게 되는 문제해결과정이 있다. 즉 과학탐구를 포함한 PBL 프로그램을 경험하면서 학생들의 과학적 태도가 향상되었다고 볼 수 있다. PBL 프로그램을 마친 후 학생들이 제출한 소감문에서도 과학적 태도의 하위영역에 나타난 긍정적 변화를 찾아볼 수 있다.

특별한 제한이 없어 좀 더 자유롭게 창의적으로 할 수 있었고, 그런 창의성이 발휘된 작품을 제작할 때 좀 더 깊이 빠져들어 노동을 하고 있다는 생각이 들지 않았다. 또한 여기서 배운 PBL 방식의 수업을 학교 공부, 평소 궁금했던 것에도 적용하여 더 심화된 고차원적 공부 방법을 익힐 수 있었다.

- ‘형○○’학생 소감문

PBL이라는 프로그램에 대해 자세히 알 수 있었고, 체계적으로 문제를 해결하는 방법을 배웠다. 솔직히 처음에는 모둠원끼리만 모든 일을 처리해야 한다는 것이 막막했지만, 막상 **우리 힘으로 해결하고 나니 엄청 뿌듯하고 유익한 시간이었다.** 다시 한 번 이런 수업을 해보고 싶다.

- ‘최○○’학생 소감문

**지난번(작년) 수업보다 더 재밌어지고** 지난 수업이 그냥 수업이면 지금은 좀 더 생동감 있는 수업을 할 수 있어서 더 좋았고, 한 가지 주제로만 하니까 저번처럼 여러 주제를 하는 것보다 깊이 있게 할 수 있는 점이 좋았다.

-‘정○○’학생 소감문

작년에는 일방적으로 수업을 듣는 느낌이었다면 올해는 **학생들이 수업을 이끌어가는 느낌이었다.**

-‘윤○○’학생 소감문

본 연구 대상인 고등학교 2학년 과학영재들은 대부분 작년에 1년간 영재교육을 받은 학생들이다. 이전에 영재수업을 받은 영재학생들은 스스로 작년의 영재수업과 비교하면서 PBL 프로그램이 자신들에게 유익했으며 앞으로도 이러한 영재수업을 더 받고 싶다고 했다. 또한 PBL을 영재수업 뿐만 아니라 일반 과목에도 적용하고 싶어 하는 등, 소감을 통해 영재수업에 대한 흥미와 더불어 과학적 태도가 긍정적으로 변화되고 있음을 알 수 있다.

## 2. PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학 진로지향도에 미치는 영향

문제중심학습 프로그램이 고등학교 과학영재의 과학 진로지향도에 미치는 영향을 조사하여 과학적 태도에 대한 사전과 사후의 평균, 표준편차, 대응표본 *t*-검정 결과 및 효과 크기 *cohen's d* 계수 <표 3>과 같이 나타내었다.

<표 3> PBL 프로그램이 과학 진로지향도 전체에 미치는 영향

영역	사전검사(N=19)		사후검사(N=19)		<i>t</i>	<i>cohen's d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
과학 진로지향도 전체	3.82	0.58	4.17	0.48	-5.47***	0.657

\*\*\**p*<.001

분석 결과 과학 진로지향도의 사전점수는 3.82, 사후점수는 4.17로 PBL 프로그램을 적용한 후 과학 진로지향도 점수가 1.72이 향상되었으며, 이러한 차이는 유의수준 .001수준에서 통계적으로 유의미한 차이이다. 효과 크기 *cohen's d* 값을 구해본 결과 0.5이상, 0.8미만으로 중간 정도의 효과가 있음을 알 수 있다(Pace, 2013).

과학 진로지향도의 하위영역에 대한 사전과 사후의 평균, 표준편차, 대응표본 *t*-검정 결과 및 효과 크기 *cohen's d* 계수를 나타내면 <표 4>와 같다.

<표 4> PBL 프로그램이 과학 진로지향도 하위영역에 미치는 효과

영역	사전검사(N=19)		사후검사(N=19)		<i>t</i>	<i>cohen's d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
과학 학습에 대한 선호도	4.21	0.59	4.56	0.38	-4.16**	0.705
과학 진로선호도	3.77	0.97	4.23	0.88	-4.11**	0.497
과학 진로에 대한 가치인식	3.78	0.48	4.09	0.48	-3.70**	0.646
과학 진로 정보의 필요성	3.51	0.79	3.80	0.73	-3.64**	0.381

\*\**p*<.01

분석 결과 과학 학습에 대한 선호도, 과학 진로선호도, 과학 진로에 대한 가치인식, 과학 진로 정보의 필요성 영역에서 통계적으로 유의미하게 향상되었다(*p*<.05). 진로지향도 하위영역 별 효과 크기 *cohen's d* 값을 구해본 결과 과학 진로 정보의 필요성, 과학 진로선호도는 0.2이상, 0.5미만으로 작은 효과 크기를 보였고, 과학 학습에 대한 선호도와 과학 진로에 대한 가치인식은 0.5이상, 0.8 미만으로 중간 정도의 효과가 있음을 알 수 있다(Pace, 2013).

과학영재의 경우 이미 과학 진로지향도가 매우 높고, 즉 천장 효과(ceiling effect)로 인해 과학 진로지향도의 변화가 쉽지 않다는 선행 연구(유미현, 2008) 결과와 비교하였을 때 본 연구에서 과학 진로지향도 향상은 의미 있는 결과라고 하겠다. 현재 PBL 프로그램이 진로에 미친 영향을 조사한 국내 선행연구가 없어 연구 결과를 비교할 수는 없으나 본 연구에서 적용한

PBL 프로그램은 실생활 관련 문제를 해결하는 과정에서 과학관련 직업을 경험하게 되므로 과학 진로지향도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각된다. Imafuku et al.,(2014)의 연구에서 헬스케어와 관련된 간학문적 PBL 프로그램을 통해 학생들은 헬스케어관련 직업에 대해 더욱 잘 이해하게 되었고, PBL 프로그램이 학생들의 직업 전문성과 관련된 정체성을 향상시켜 주었다고 보고하였다. 이와 같이 PBL 프로그램을 통해 학생들은 실제적인 직업 참여의 경험을 갖게 되었고 이러한 경험이 직업에 대한 태도와 직업 정체성에 영향을 준 것으로 분석된다.

본 연구에서 학생들은 PBL 프로그램 진행 과정에서 서울시 도시설계 및 교량건축 관련 공무원의 입장이 되어 ‘성수대교 붕괴원인 보도자료’를 만들어 직접 기자회견을 하는 활동을 경험하였다. 또한 서울시에서 성수대교 재건축 사업에 참여할 업체를 선정하는 상황을 가정하여 학생들이 다리 설계전문가, 건축공학자가 되어 다리를 설계하고 모형으로 실험하는 활동을 하였다. 이러한 과정 속에서 학생들은 장차 갖게 될 수도 있는 과학관련 직업을 경험하였고, 향후 그러한 직업을 가졌을 때의 입장을 사실적으로 느껴봄으로써 과학관련 진로를 희망하는 정도가 향상된 것으로 볼 수 있다.

현재까지 이루어지고 있는 PBL 프로그램을 적용한 연구들은 주로 인지적 영역, 정의적 영역에 미치는 효과를 조사하는 연구가 주로 이루어지고 있으며(하정문, 2008), PBL 프로그램이 진로와 관련하여 어떠한 영향을 미치는지에 관한 선행연구는 찾아보기 어렵다. 그러나 실생활의 비구조화된 문제를 해결해나가는 것이 PBL 프로그램의 핵심이고, 문제해결자의 입장에서 프로그램을 경험한다면 관련 진로에 대한 인식에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이므로 진로관련 변인에 미치는 효과 연구가 보다 활발히 이루어져야 한다.

본 연구의 PBL 프로그램을 통해 비구조화된 실생활의 문제를 과학기술관련 공무원, 교량설계자, 건축공학자가 되어 해결하는 방법을 배움으로써 과학 학습 선호도를 비롯한 과학 진로지향도 모든 하위영역에서 긍정적인 효과를 얻은 것으로 보인다. 이는 학생들이 작성한 소감문에서 그 근거를 찾아 볼 수 있다.

나는 나중에 과학수사 관련 직업을 가지고 싶다. 과학으로써 진실을 밝혀낼 수 있다는 것이 정말 짜릿하고 매력적으로 다가오기 때문이다. PBL 수업을 하면서 내가 후에 과학수사관련 직업을 가졌을 때 팀원과 협동해서 문제를 잘 해결할 수 있다는 자신감을 얻게 되었다.

-‘김○○’학생 소감문

이과 쪽으로의 진로를 가지고 있지만 항상 나에게 어렵기만 했던 과학이 흥미로워지는 시간을 가지게 되었고 협업능력뿐 아니라 문제에 대해 곰곰이 생각하여 능동적으로 내 앞에 놓인 문제를 처리하는 자기주도 학습능력 또한 배웠다. 이 수업을 통해 내가 얻은 능력들은 어느 곳에서도 얻을 수 없었던 특별한 경험이다. 덕분에 생각만 해도 한숨이 절로 나오던 나의 진로계획에 큰 도움을 얻을 수 있었다.

-‘박○○’학생 소감문

PBL 프로그램을 통해 문제를 해결해나가는 방식은 그렇지 않은 것보다 흥미롭고 재미있었다. 과

학수업이나 프로젝트 진행시 PBL을 사용한다면 그렇지 않은 때보다 더 즐겁게 과학수업에 임할 수 있었다. 현재 나는 과학관련 진로를 가지고 있는데 나중에 PBL과 같은 방식을 통해 문제를 풀고 연구를 진행해 나갈 수도 있겠다는 생각이 들었다.

-‘차○○’학생 소감문

학생들의 소감문을 분석하여 보면 학생들이 중심이 되어 문제를 해결해가는 과정에서 많은 정보를 접하게 되고, 창의적인 문제해결 방법에 대해 개인별, 소그룹별로 활발한 브레인스토밍을 하는 일련의 학습활동을 통해 학생들의 과학 학습에 대한 선호도가 향상된 것으로 볼 수 있다. 과학 진로지향도가 높아진 이유는 과학 학습 선호도가 높아진 이유와 관련이 있다. 문제를 해결해 가는 과정이 과학적 근거를 필요로 하고, 학생들 스스로 성수대교 재건축 제안서를 작성하면서 과학적 근거가 얼마나 중요한가를 깨달으면서 과학학습에도 흥미를 느끼게 되어 과학관련 진로에 대해 관심과 자신감을 느낀 것으로 판단된다. 또한 과학 진로선호도가 향상되면서 과학 진로에 대한 가치 인식과 과학 진로 분야에 대한 정보의 필요성이 향상되는 것은 자연스러운 것이라 하겠다.

과학영재교육 프로그램에 대한 만족도가 과학 진로지향에 긍정적인 영향을 미친다는 노현아와 최재혁(2015)의 연구 결과를 볼 때 학생들의 높은 프로그램 만족도가 과학 진로지향도 향상에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 이와 같이 PBL 프로그램이 과학영재의 과학 진로지향도 향상에 효과적이었다는 결과는 PBL 프로그램이 과학 진로교육 프로그램으로 활용될 수 있는 가능성을 시사한다.

### 3. PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 리더십에 미치는 영향

PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 리더십에 미치는 영향을 조사하여 리더십에 대한 사전과 사후의 평균, 표준편차, 대응표본 *t*-검정 결과 및 효과 크기 *cohen's d* 계수를 <표 5>와 같이 나타내었다.

<표 5> PBL 프로그램이 리더십에 미치는 영향

영역	사전검사(N=19)		사후검사(N=19)		<i>t</i>	<i>cohen's d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
리더십 전체	3.61	0.33	4.10	0.31	-11.48***	1.531

\*\*\* *p*<.001

분석 결과 리더십의 사전점수는 3.61, 사후점수는 4.10으로 PBL 프로그램을 적용한 후 과학 진로지향도 점수가 약 0.5점 향상되었으며 이러한 차이는 유의수준 .001수준에서 통계적으로 유의미한 차이이다. 프로그램 적용에 따른 효과 크기 *cohen's d* 값을 구해본 결과 0.8이상으로 큰 효과가 있음을 알 수 있다(Pace, 2013).

리더십의 1차 요인에 대한 사전과 사후의 평균, 표준편차, 대응표본 *t*-검정 결과 및 효과 크

기 *cohen's d* 계수를 나타내면 <표 6>과 같다.

<표 6> PBL 프로그램이 리더십 1차 요인에 미치는 영향

1차 요인	사전검사(N=19)		사후검사(N=19)		<i>t</i>	<i>cohen's d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
개인 내 특성	3.63	0.31	4.13	0.32	-8.92***	1.587
개인 간 특성	3.58	0.53	4.06	0.42	-9.27***	1.004

\*\*\**p*<.001

분석 결과 개인 내 특성 사전점수는 3.63, 사후점수는 4.13로 PBL 프로그램을 적용한 후 개인 내 특성 점수가 약 0.5점 향상되었으며 이러한 차이는 유의수준 .001수준에서 통계적으로 유의미한 차이이다. 또한 개인 간 특성 사전점수는 3.58, 사후점수는 4.06로 PBL 프로그램을 적용한 후 개인 간 특성 점수가 0.5점 향상되었으며 이러한 차이는 유의수준 .001수준에서 통계적으로 유의미한 차이이다. 따라서 PBL 프로그램은 개인 내, 개인 간의 리더십을 모두 유의미하게 향상시켰다는 결론을 내릴 수 있다. 효과 크기 *cohen's d* 값을 구해본 결과 개인 내 특성 및 개인 간 특성 모두 0.8이상으로 큰 효과가 있음을 알 수 있다(Pace, 2013).

리더십의 2차 요인에 대한 사전과 사후의 평균, 표준편차, 대응표본 *t*-검정 결과 및 효과 크기 *cohen's d* 계수를 나타내면 <표 7>과 같다.

<표 7> PBL 프로그램이 리더십 2차 요인에 미치는 영향

리더십 요인	사전검사(N=19)		사후검사(N=19)		<i>t</i>	<i>cohen's d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
비전과 자신감	3.86	0.66	4.33	0.62	-4.16**	0.734
개 자기관리능력	3.14	0.56	3.73	0.54	-7.00***	1.073
인 도전정신	3.28	0.64	3.70	0.55	-4.47***	0.704
내 의사결정력	3.57	0.52	4.10	0.49	-5.23***	1.049
의로움	4.07	0.60	4.42	0.42	-3.57**	0.676
과제책임감	3.84	0.48	4.49	0.31	-6.27***	1.609
개 대인관계능력	3.52	0.74	3.88	0.60	-5.21***	0.534
인 조직관리능력	3.28	0.68	3.78	0.57	-6.53***	0.797
간 타인과 공동체 배려	3.93	0.52	4.51	0.31	-7.14***	1.355

\*\**p*<.01, \*\*\**p*<.001

분석 결과 비전과 자신감, 자기관리능력, 도전정신, 의사결정력, 의로움, 과제책임감, 대인관계능력, 조직관리능력, 타인과 공동체 배려 영역에서 통계적으로 유의미한 향상이 나타났다. 따라서 본 연구에서 실시한 PBL 프로그램은 리더십의 2차 요인에 긍정적인 영향을 미쳤다고 할 수 있다. 효과 크기 *cohen's d* 값을 구해본 결과 비전과 자신감, 도전정신, 의로움, 대인관계능력, 조직관리능력은 0.5이상 0.8미만으로 중간 정도의 효과 크기를 나타내었으며, 나머지 영역은 모두 0.8이상으로 큰 효과를 나타내었다(Pace, 2013).

PBL 학습 활동은 크게 팀학습과 개별학습으로 나뉜다. 팀학습 활동을 통해 PBL 프로그램은 인지적 측면뿐만 아니라 팀워크, 협동적 학습자로서의 능력, 팀 구성원으로서의 역할인 지 등의 효과를 얻는다고 한다. 즉 PBL이 주로 소집단 활동으로 진행되므로 학생들은 자연스럽게 문제를 분석하고, 자료를 수집하고, 아이디어를 교환하는 등의 활동을 통해 의사소통 능력과 대인관계능력 개인 간 특성관련 리더십을 자연스럽게 습득하게 된다. PBL을 통해 학습자는 미래시대가 요구하는 인재의 핵심역량인 대인관계역량, 협동적인 일이나 과업수행 능력, 의사소통능력 등을 기를 수 있다(Pfeiffer, 2001). 본 연구에서 개발한 PBL 프로그램에서는 개인학습을 통해 리더십 개인 내 특성인 과제책임감과 같은 리더십이 길러질 수 있으며, 개인 간 특성인 대인관계능력 등과 같은 리더십이 길러질 수 있다. 고등학교 교과에 PBL 수업을 적용한 결과 학습자의 상호 협조적 인간관계가 향상되었다는 연구 결과(강인애, 이민수, 김종화, 이인수, 1999; 전도근, 2001)도 PBL을 통한 리더십의 향상을 뒷받침한다.

PBL 프로그램을 마친 후 학생들이 제출한 사후 소감문에서도 리더십 측면에서의 긍정적인 변화를 찾아볼 수 있다.

**협동심과 배려와 의사소통능력이 중요하다고 생각한다.** 한 사람이 뛰어난다고 하더라도 팀이 의사소통이 되지 않는다면 좋은 결과가 나오지 않을 것이라고 생각한다.

-‘이○○’ 학생 소감문

모둠(팀)간의 토론이 가장 중요한 것 같다. **서로의 의견을 들어보면서 더 나은 의견을 고를 수 있었고, 효율적으로 일을 분배하여 할 수 있었던 것 같다.** 그리고 각자가 알고 있던 지식이나 정보를 공유하면서 새로운 의견을 제시할 수 있었던 것 같다.

-‘정○○’ 학생 소감문

나는 다른 삶과 토의하면서 문제를 해결하는 것을 해본 적이 없었다. 이번 프로그램을 통해서 내가 하지 못했던 좋은 생각들이 다른 사람에게서 **나와 서로 아이디어를 공유하며 의견을 조율하여 합의점을 찾아낼 수 있다는 것을 알게 되었다.** 처음 해보는 방식이었지만 이전의 실험만 하는 수업이나 이론만 배우는 수업보다 훨씬 재밌고 효과적이었다고 생각한다.

-‘김○○’ 학생 소감문

학생들이 제출한 소감문을 분석해보면, PBL 프로그램을 통해서 영재학생들은 개인, 소그룹, 전체의 활발한 의견교환과 특별히 소그룹 안에서 토의와 토론과 정보 공유, 협력, 역할 분담 등에 참여하였으며 이를 통해 그들의 대인관계 능력과 소그룹 공동체의 비전과 자신감, 과제에 대한 도전 정신, 타인과의 의사결정력 등이 향상되었고, 타인을 배려하고 존중하며, 개인보다 공동체를 배려해야 한다는 것을 배웠다는 것을 알 수 있다. 즉 PBL 프로그램이 고등학교 과학영재의 리더십을 향상시키는데 효과적인 교수-학습방법임을 시사하고 있다.



## IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학기반의 PBL 프로그램을 개발하여 고등학교 과학영재 학생들을 대상으로 적용하였을 때 과학영재의 과학적 태도, 과학 진로지향도, 리더십에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

PBL 프로그램은 전체적으로는 조연순(2006)의 PBL 전체 설계과정을 따랐으며, 교수-학습 단계의 실행에서는 최정임과 장경원(2010)이 설계한 ‘PBL로 수업하기’ 과정을 사용하였다. 수업 진행은 교사가 문제 상황을 제시하고 코치의 역할을 하였고, 모든 학습은 학생들이 중심이 되어 스스로 진행하면서 학습이 이루어졌다.

본 연구의 결과 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, PBL 프로그램을 적용한 결과 고등학교 과학영재의 과학적 태도가 유의미하게 향상되었다. 과학적 태도의 하위영역을 살펴보면 개방성을 제외한 6가지 영역에서 모두 유의미한 차이가 나타났다. 이는 PBL 프로그램이 과학영재의 과학적 태도에 상당한 개선을 보여주었다는 연구 결과(신명렬, 이용섭, 2011; 장성진 외, 2005; 조혜진 외, 2011)와 일치한다. 프로그램의 특성상 교사의 역할이 최소한으로 축소되어 진행자, 조연자, 촉진자, 코치의 역할만을 하고, 모든 활동은 학생들 스스로가 학습의 중심이 되어 기존의 지식과 새로 알아야 할 지식, 정보를 주도적으로 찾아보고 연결하면서 끈기성, 창의성, 자진성 등이 향상된 것으로 볼 수 있다. 본 연구에서 개발된 PBL 프로그램의 경우 비구조화된 문제를 해결하는 과정에서 다리모형을 창의적으로 설계하여 직접 과학탐구를 수행하는 과정을 포함하는 특징을 갖고 있다. 이와 같이 학생 주도적인 문제해결과정에서 과학탐구를 경험함으로써 과학영재의 과학적 태도가 긍정적으로 변화되었다.

둘째, PBL 프로그램을 적용한 결과 고등학교 과학영재의 과학 진로지향도가 유의미하게 향상되었다. 과학 진로지향도의 하위영역을 살펴보면 4가지 영역에서 모두 유의미한 차이가 나타났다. 초등학교 영재학생들의 진로와 과학 선호도 연구(김수경, 유미현, 2012)와 중학교 영재학생들의 이공계열과 의학계열 직업 선호도 연구(신세인, 하민수, 이준기, 2016)에서 알 수 있듯이 과학 영재들의 과학 진로지향도는 일반학생에 비해 월등히 높다. 천장 효과에도 불구하고 과학 진로지향도의 향상이 나타난 이유는 실생활 관련 문제를 해결하는 과정에서 과학관련 직업을 경험한 것이 과학 진로지향도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각된다. 학생들은 ‘성수대교 붕괴원인 보도자료’를 만들어 직접 기자회견을 하는 활동을 하면서 서울시 도시설계 및 교량건축 관련 공무원의 입장이 되어 보았고 성수대교 재건축 사업 제안서를 제출하는 과정에서 다리 설계전문가, 건축공학자가 되어 보는 경험을 하였다. 이러한 과정 속에서 학생들은 과학관련 직업을 직간접적으로 경험하는 기회를 갖게 되었고, 향후 그러한 직업을 가졌을 때의 입장을 사실적으로 느끼게 됨으로써 과학관련 진로를 희망하는 정도가 향상된 것으로 볼 수 있다.

셋째, PBL 프로그램을 적용한 결과 고등학교 과학영재의 리더십 전체 점수가 유의미하게 향상되었다. 리더십의 1차 요인인 개인 내 특성과 개인 외 특성에서도 모두 유의미한 향상이

있었다. 리더십의 2차 요인 모든 항목에 대해서도 유의미한 향상이 나타났다. PBL 학습 활동은 크게 팀학습과 개인학습으로 나뉜다. 팀학습 활동을 통해 PBL 프로그램은 인지적 측면뿐만 아니라 팀워크, 협동적 학습자로서의 능력, 팀 구성원으로서의 역할인지 등의 효과를 얻는다고 한다(강인애, 정준환, 정득년, 2011). 이러한 PBL 학습이 가진 속성이 리더십의 1차 요인인 개인 내 특성 및 개인 간 특성을 향상시키는데 기여하였다고 볼 수 있다.

학생들이 프로그램 적용 후에 제출한 소감문에서 그 근거를 찾아볼 수 있다. 특별히 소그룹 활동을 통해 문제를 해결해가는 과정에서 대인관계능력, 타인과 공동체 배려, 과제 책임감, 비전과 자신감 등 2차 요인 전 영역이 고르게 향상되었다는 것을 알 수 있다. 따라서 PBL 프로그램은 과학영재의 리더십 향상에 매우 효과적이라는 결론을 내릴 수 있다.

본 연구자는 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 우리나라에서 영재교육 교수-학습모형으로 가장 널리 활용되고 있는 모형은 Renzulli의 3부 심화학습 모형이다. 이에 비해 PBL 수업 모형은 영재의 인지적, 정서적 특성에 부합되는 모형임에도 프로그램 개발 및 적용이 상대적으로 적게 이루어지고 있다. PBL 모형은 과학영재뿐 아니라 수학영재, 인문사회영재 등 다양한 영재 분야에 적용 가능하므로 추후 PBL 모형을 적용한 프로그램이 개발되어 널리 보급되어야 할 것이다.

둘째, 영재를 대상으로 PBL을 적용한 효과에 관한 연구는 일반학생에 PBL을 적용한 효과 연구에 비해 매우 적다. 또한 PBL 적용 효과 연구도 창의적 문제해결력, 흥미나 태도와 같은 정의적 특성에 치우쳐 이루어지고 있는 실정이다. PBL 프로그램이 영재들의 다양한 특성에 미치는 효과에 대한 연구들이 좀 더 활발히 이루어져야 할 것이다.

셋째, 최근 강조되고 있는 융합형 영재교육 프로그램의 목표는 과학과 인문사회 및 예술의 융합을 통해 통합, 소통(리더십), 창의적인 능력을 갖춘 통찰력 있는 리더의 육성이다. PBL 프로그램의 적용 결과 과학 진로지향도 및 리더십의 유의미한 향상이 있었으므로 PBL 프로그램은 미래를 이끌어갈 과학 분야 리더로서의 영재교육 프로그램으로 활용 가능할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강인애 (2003). **PBL의 이론과 실제**. 서울: 문음사.
- 강인애, 이민수, 김종화, 이인수 (1999). 웹기반 문제중심학습 (Problem- Based Learning)의 개발 사례: 초등, 고등, 대학교의 경우. **교육공학연구**, 15(1), 301-330.
- 강인애, 정준환, 정득년 (2011). **PBL의 실천적 이해**. 서울: 문음사.
- 고현덕 (2007). **중학교 영재학생의 Self-Leadership 함양을 위한 프로그램의 효과 분석**. 석사학위논문. 건국대학교.
- 김경희, 조연순 (2008). 문제중심학습(PBL)의 수업 단계별 학습활동의 특성과 교육적 의미 탐색: 초등 과학 수업을 중심으로. **초등교육연구**, 21(1), 269-296.
- 김미숙, 전미란 (2006). 영재의 리더십 구성요인에 대한 사회적 인식. **한국교육학회**, 44(1), 221-245.

- 김미숙, 박효정, 박춘성, 손은영, 전미란, 유효현 (2006). **영재의 리더십 육성을 위한 기초연구 및 프로그램 개발(II): 리더십 검사 도구의 타당성 및 신뢰성 분석**. 서울: 한국교육개발원.
- 김수겸, 유미현 (2012). 중학교 과학영재 학생과 일반학생의 직업가치관과 과학 진로지향도 비교. **한국과학교육학회지**, 32(7), 1222-1241.
- 김효남, 정완호, 정진우 (1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. **한국과학교육학회지**, 18(3), 357-369.
- 노현아, 최재혁 (2015). 대학부설 과학영재교육원 프로그램이 영재들의 과학진로지향에 주는 영향 분석. **영재교육연구**, 25(4), 493-509.
- 박성익 (2009). 영재 교수-학습 모형. 박성익, 조석희, 김홍원, 이지현, 윤여홍, 진석언, 한기순 (편). **영재교육학원론** (pp.181-214). 서울: 교육과학사.
- 신명렬, 이용섭 (2011). PBL기반 친체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. **대한지구과학교육학회지**, 4(1), 20-31.
- 신세인, 하민수, 이준기 (2016). 고등학생들을 위한 이공계 진로동기 검사도구 개발 및 타당화. **한국과학교육학회지**, 36(1), 75-86.
- 심재영, 박은영 (2003). 과학 영재의 진로의식 변화 연구: 1996년- 2003년. **영재교육연구**, 13(2), 95-112.
- 양규모, 김정섭 (2010). 초등 영재 리더십 교육 프로그램이 리더십 기술 향상에 미치는 효과. **영재교육연구**, 20(3), 743-765.
- 유미현 (2008). **과학영재의 사회·정의적 특성과 과학관련 인식 향상을 위한 ‘과학자 탐구 프로그램’의 개발 및 적용 효과**. 박사학위논문. 서울대학교.
- 윤원희 (2006). **문제중심학습(PBL) 프로그램이 초등 수학영재의 창의적 문제해결력에 미치는 효과**. 박사학위논문. 건국대학교.
- 윤진, 박승재 (2003). 과학 관련 진로 선택 과정의 구조 방정식 모형. **한국과학교육학회지**, 23(5), 517-530.
- 윤혜경, 김형석, 정형식, 김정연, 김명순 (2006). TV 프로그램을 활용한 중학교 과학 진로교육 자료 개발 및 적용. **한국과학교육학회지**, 26(4), 518-526.
- 이신동, 고운정 (2010). 영재교육의 최근 이슈에 대한 논의. **순천향 인문과학논총**, 25, 189-218.
- 이원경 (2012). **문제중심학습 과정에서 나타나는 학습자의 교과 통합양상의 분석-초등과학영재를 대상으로**. 석사학위논문. 이화여자대학교.
- 이종두 (2000). **초등학교 수학과 PBL(Problem-Based Learning) 수업 설계 및 적용 사례 : 지식 구성자로서의 아동과 그 과정에 나타난 수학적인 생각의 유형에 관한 연구**. 석사학위논문. 경희대학교.
- 이재호, 최승희 (2014). 초등정보과학영재와 일반학생의 진로발달 및 직업관 인식에 대한 조사 연구. **영재교육연구**, 24(4), 613-628.
- 이지애, 박수경, 김영민 (2012). 과학영재의 이공계 대학 진로선택에 영향을 미치는 교육적

- 요인. **한국과학교육학회지**, 32(1), 15-29.
- 장성진, 정미선, 박원혁 (2005). 과학영재교육을 위한 문제중심학습 적용 효과-생물의 특성을 주제로. **한국생물교육학회지**, 33(1), 1-12.
- 전도근 (2001). 웹기반 문제 중심 학습(PBL)을 통한 사고력 신장: 고등학교 일반사회(상) 사회 문제. **열린교육실행연구**, 4, 253-286.
- 전미란 (2008). **영재학생의 리더십 교육에 대한 실태조사 및 인식에 관한 고찰**. 석사학위논문. 경원대학교.
- 조석희 (2004). **영재교육 백서**. 서울 : 한국교육개발원.
- 조석희, 김홍원 (1999). **과학영재교육을 위한 교육과정 개발 연구**. 서울: 한국교육개발원.
- 조연순 (2006). **문제중심학습의 이론과 실제**. 서울: 학지사.
- 조연순, 우재경 (2003). 문제중심학습(PBL)의 이론적 기초. **교육학연구**, 41(3), 5-27.
- 조혜진, 김은진, 이형철 (2011). e-PBL을 활용한 과학 독서 논술 프로그램이 초등과학영재의 창의성 및 과학적 태도에 미치는 효과. **대한지구과학교육학회지**, 4(1), 74-82.
- 최병연 (2013). 창의성 신장 기법을 활용한 문제중심학습(PBL)에서 초등영재의 학습 경험에 관한 질적 연구. **영재와 영재교육**, 12(1), 163-188.
- 최은열, 문성환 (2010). 초등학생의 창의성 신장을 위한 PBL 기반 과학영재프로그램 개발. **교과교육연구**, 14(2), 411-431.
- 최정임, 장경원 (2010). **PBL로 수업하기**. 서울: 학지사.
- 하정문 (2008). **문제중심학습(PBL)의 학습효과에 대한 메타분석**. 석사학위논문. 부산대학교.
- Akinoglu, O., & Tandogan, R. O. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1),71-81.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481-486.
- Griggs, S. A., & Dunn, R. (1984). Selected case studies of the learning style preferences of gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 28(3), 115-119.
- Imafuku, R., Kataoka, R., Mayahara, M., Suzuki, H., & Saiki, T. (2014). Students' experiences in interdisciplinary problem-based learning: A discourse analysis of group interaction. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(2), 1-19.
- Horak, A. K. (2013). *The effect of using problem-based learning in middle school gifted science classes on student achievement and students' perceptions of classroom quality*. Ph. D Dissertation. George Mason University.
- Karnes, F. A., & Bean, S. M. (1996). Leadership and the gifted. *Focus on Exceptional Children*, 29(1), 1-12.
- Karens, S. A., & Stephens, K. R. (2008). *Achieving excellence education the gifted and talented*. Old Tappan, NJ: Pearson Education Inc.

- Pace, L. (2013). *Beginning R: An Introduction to Statistical Programming*. New York: Apress Publisher.
- Pfeiffer, S. (2001). Emotional intelligence: Popular but elusive construct. *Roeper Review*, 23(3), 138-143.
- Renzulli, J. S., Smith, L. H., & White, A. J. (1997). *Scales for rating the behavioral characteristics of superior students*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Center.
- Stepien, W., Gallagher, S. A., & Workman, D. (1993). Problem-based learning for traditional and interdisciplinary classrooms. *Journal for the Education of the Gifted*, 16(4), 5-17.
- Widyatiningtyas, R., Kusumah, Y. S., Sumarmo, U., & Sabandar, J. (2015). The impact of problem-based learning approach to senior high school students' mathematics critical thinking ability. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 6(2), 30-38.

= Abstract =

## The Effects of a Problem-Based Learning Program Titled 'Designing Safe and Strong Bridge' on the Scientific Attitudes, Science Career Orientation, and Leadership of Scientifically Gifted High School Students

**Dae-Hyun Kim**

*Chang-Hyun High School*

**Mi-Hyun Yoo**

*Ajou University*

**Heejin Woo**

*Ajou University*

This study was conducted in order to investigate how a Problem-Based Learning (PBL) program titled(called) 'Designing Safe and Strong Bridge' effects scientifically gifted students' scientific attitude, scientific career orientation and leadership. The participants were 19 scientifically gifted students in the second grade in C high school in Gyeonggi province; they were selected by participation in the tri-level gifted students identification step. Before and after 14 units of the program, the participants were asked to take tests about scientific attitude, scientific career orientation and leadership and to write a review about the PBL program at the end. The major results of this study are as follows. First, participants' scientific attitude was statistically significantly improved after the PBL program ( $p < .05$ ). In the sub-domain of this area, six parts excluding the part of openness were significantly developed. Second, the degree of scientific career orientation was statistically significantly improved after the PBL program ( $p < .05$ ). All 4 sub-domains in the degree of scientific career were significantly developed. Third, all of leadership scores were statistically significantly increased after the PBL program ( $p < .05$ ). In the first factor, the parts of inner and inter personal characteristics were significantly developed. According to their post-program opinions, participants developed in terms of all the secondary factors, such as ability of interpersonal relation, consideration for others and groups, responsibility for the task, confidence and vision, during the process of PBL problem-solving in the small group work.

**Key Words:** Scientifically gifted high school students, Problem-based learning(PBL), Scientific attitudes, Science career orientation, Leadership

1차 원고접수: 2016년 8월 10일
수정원고접수: 2016년 9월 11일
최종게재결정: 2016년 9월 28일

[부록] PBL 프로그램 예시

### 튼튼하고 안전한 다리 설계

우리 주변에는 다양한 구조물이 많다. 건축가들은 수많은 다리의 건물 붕괴의 위험을 줄이기 위해 각고의 노력을 기울이고 있으며, 특히 힘의 평형과 안정성을 추구하는 데에 가장 큰 비중을 둔다. 구조물들은 큰 힘과 진동을 견디지 못하면 무너지게 되며, 이것은 결국 우리의 소중한 생명과 재산에 막대한 피해를 준다. 이러한 건축가들의 노력은 무거운 물건을 담은 박스에도 담겨 있는데, 그 덕분에 박스의 구조는 내구성이 높아지는 방향으로 발전 해 왔다.

❶ 문제상황



철수는 어느날 TV를 시청하다가 과거 성수대교가 무너진 사건을 재조명하는 프로그램을 보았다. 내용은 다음과 같았다.

성수대교는 1977년 4월 확공되어 1979년 10월 10일에 준공식을 시행한 교량이다. 성수대교는 건설될 당시 프랑스식 다리로 건설되었으며 설계하중은 32.4톤이었다. 1994년 10월20일 밤 10시경, 서울시는 성수대교 상판 이송에 간결을 지연시키기 위해 1.3m x 2m 크기의 철판을 펼침식 조차로 설치했다. 그 철판은 21일 오전 0시 20분, 오전 2시 30분경에 성수대교를 지나던 2명의 운전자들이 발견해 붕괴 후 언론사에 제보했다. 오전 8시, 성수대교를 지나던 한 운전자가 교량을 지날 때 빌어진 틀 때문에 충격이 너무 크다며 신고했지만 여객인 서울시는 교량통제 등의 조치를 취하지 않고 그냥 방치하다시피 했다. 결국 오전 7시 48분, 10-11번 교각 사이 48미터 프랑스식 붕괴되면서 승합차 1대, 승용차 4대, 버스 1대 등 8대가 강바닥으로 추락하였고, 총 49명의 탑승자가 추락했다. 승용차 2대의 승합차 한 대는 프랑스가 무너질 때 같이 떨어졌고, 나머지 2대는 교각에 걸려 있다가 결국 강바닥으로 추락했다. 특히 18번 버스 역시 붕괴 당시 상부 교각에서 버티고 있었으나 결국 300도로 회전하며 추락해 인타깝게도 필라리아 버티지 못하고 쪼그라졌다. 49명이 추락해 17명이 부상당하고, 32명이 사망했으며, 사망자는 종교하던 학생들과 직장인들이 대부분이었다.

문제 1. 여러분은 다리 건축 설계전문가입니다. 성수대교 붕괴 사고 원인을 모르면 성수대교의 사건과 기사를 바탕으로 다양한 각도에서 성수대교가 붕괴된 원인을 분석해보게요. 그리고 언론에 배포될 보도자료를 작성하여 발표해보세요. 단, 보도가 포함된 공무원이 기자들에게 제공하여, 일반인들에게 쉽게 내용을 전달하는 자료를 의미합니다.

**보도내용(6하 원칙을 이용하여 핵심적으로 작성)**

문제 2. 여러분은 서울에서 주최한 튼튼하고 안전한 다리 공모전에 참가하고자 합니다. 공모전은 과학적 원리에 기반한 튼튼하고 안전한 다리를 설계도를 포함한 제안서를 제출하는 것입니다. 제안서에는 여러분들이 설계한 다리의 미니 모형물을 만들고 설계도 어느 정도의 무게를 버틸 수 있는지 예비 실험을 실시하고 그 실험 결과를 제안서에 첨부하도록 합니다.

### 튼튼하고 안전한 다리 설계 제안서

❶ 제안명 :

	제안자	
	소속	
	소속장	(인)
	년 월 일	요일

❷ 현재의 문제점 :

❸ 개선의 구체적인 내용 :

❹ 기대할 수 있는 효과 :

❺ 실시에 있어서의 문제점 :

❻ 관련 부서에 대한 의뢰사항 :

Ⓜ 준비물과 비용

재료	규격	비용	비고
발사대	90cm, 1개	900원	
골루먼 스틱	1개	150원	
고무찰흙	1개	45원	
실	1m	5원	
하드보드지	2절 1장	1300원	
투명테이프	1롤	880원	

도구

칼, 가위, 거, 각도기, 펌퍼스, 줄이 같은 책 4권, 그 외 필요한 것, 자울, 추(5g, 10g, 20g, 50g, 100g, 250, 500g)
--------------------------------------------------------------------------------------

☐ 활동 내용

- 각 조별로 서로 다른 다리를 생각해 위의 재료로 다리를 만들어보고 그 위해 추를 최대로 올려보고 측정해본다.
- 조별로 만든 다리를 분석하고 발표한다.

❸ 주의사항

- 조별로 의논해서 종류의 다리를 결정하세요.
- 다리의 크기는 길이 50cm, 폭 10cm를 기준으로 자유롭게 만들어주세요.
- 다리가 좌우로 쓰러지지 않고 양쪽을 책 위에 올려놓은 상태에서 견딜 수 있도록 설계하세요.

사용한 재료와 장비	비용	비고
총비용		원