

동아리 활동을 통한 학생들의 수학에 대한 인식 변화 연구

신비경 · 이종권[†]

동국대학교(박사수료) · [†]동국대학교(교수)

An Analysis of Students' Perception of Mathematics through Club Activities

Bee-Gyoung SHIN · Joong-Kwoen LEE[†]

Dongguk University(Ph. D. Candidate) · [†]Dongguk University(professor)

Abstract

To foster creative and convergent human resources required for the fourth industrial revolution, our school education needs to be changed. This study, therefore, adopted club activities rather than classes as a creative experiential activity that allows for free exploration with less burden of learning. Using club activities, this study aimed to examine how the students' how to increase their interest in mathematics, and how to improve their negative perception of mathematics. It was also explored whether club activities can help students enhance their learning ability by changing the perception of mathematics. To this end, students were offered an opportunity to engage, various types of activity-based classes and cooperative learning activities such as watching movies, special lectures, overnight camping, math festival, and a visit to the National Institute for Mathematical Sciences. As a result, students' interest in mathematics has improved and their perception of mathematics has changed that mathematics is not intended to produce a result, but a process of thinking. By seeing and experiencing mathematics is being used in diverse areas, students have also realized how useful mathematics is. Group activities were found to help students experienced the ability of cooperative learning and confirmed that the perception of mathematics has changed positively.

Key words : Creative experience activity, Club activity, Cooperative learning, Awareness of mathematics

I. 서론

4차 산업혁명 시기를 맞아 학생들은 다른 학문과의 융합이 가능할 수 있도록 학교 교육을 통해서 그 능력을 함양해야 한다. 하지만 논리 사고와 융합사고를 바탕으로 연역적 사고 능력을 길러주는 수학을 학교 현장에서는 창의적인 사고를 바탕으로 문제를 논하기보다 주어진 문제에 맞는 답을 정확하고 빨리 찾는 방법을 길러주는 방식으로 진행되고 있다. 교사가 가르쳐준 방법대로 문제를 풀고 답을 구하는 과정만을 반복해 높은

수학 점수를 득하는 것이 과연 창의·융합형 인재 양성을 목표로 하는 2015 개정 교육과정 취지에 적합한가에 대한 의문을 가지게 한다. Han et al. (2018)에 따르면 2015 개정 교과 교육과정에서 총론에 제시된 6개의 핵심역량인 자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량은 개별 교과 교육만을 통하여 길러지는 것이 아니라 교과 교육과 창의적 체험활동을 포함한 학교 교육 전 과정을 통하여 길러지는 것이라고 하였다. 학생들이 다양한 영역에서 수학의 유용성을 느낄 수 있도록 학교 밖의 실생활

[†] Corresponding author : 02-2260-3406, joonglee@dongguk.edu

속에서 수학을 체험을 할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다(Kim et al., 2010). 이에 본 연구자는 수학을 바탕으로 다른 영역과의 융합을 통해 수학의 중요성과 수학에 대한 사고의 영역을 확대해 주고자 하며, 수학 자체의 개념을 학생들과 함께 체험하는 활동을 통해 수학에 대한 흥미도를 높이고, 이를 통해 수학에 대한 인식 변화를 연구 분석하고자 한다. 상호작용의 기회를 제공하고, 다양한 영역의 지식과 정보를 처리하고 활용할 수 있는 역량을 길러주기 위해 창의적 체험 활동 중 동아리 활동 시간을 활용하여 학생들의 수학에 대한 인식 변화를 확인하고자 한다. 교사는 학생들이 수학을 창의적으로 학습할 수 있다는 신념을 지니고, 학생들도 학교 수학을 교과로서의 수학이 아닌 과정으로서의 수학으로 학습할 수 있다는 믿음을 가져야 한다. 그리고 교사는 다양한 기회를 학생들에게 제공해 주어야 한다(Kim, 2005). 교과로서의 수학이 아닌 과정으로서의 수학을, 교과서에 제시되어있는 수학만이 아닌 타 교과 및 타 영역과의 융합을 통해 수학의 다양한 활용을, 혼자 하는 수학이 아닌 함께 하는 수학을 동아리 활동을 통해 학생들에게 경험시켜주고자 한다. 이를 통해 학생들은 수학을 학습하는 분명한 이유를 인지할 수 있을 것이고, 나아가 자신의 학습에도 긍정적인 영향을 미칠 것이라 기대한다. 또한, 함께 하는 과정과 시간 속에서 혼자 하는 것 보다 함께하였을 때 얻을 수 있는 긍정적인 상호작용의 힘을 깨닫게 될 수 있을 것이다.

학교 수학에서의 창의성은 새로운 개념을 배우거나 문제를 해결하려고 할 때, 기존에 가진 개념을 연결·연합하여 새로운 개념을 쉽게 이해하거나 스스로 개념을 구성하는 능력으로 정의할 수 있다(Whang et al., 2006). 학습 내용과 관련된 수학사 또는 수학 관련 이야기의 도입은 수학의 다른 세계를 알게 하고 수학 속에 담긴 풍부한 아름다움을 느끼게 한다. 활동 중심의 협력학습은 자기 주도적으로 문제를 해결하여 수학학습에

자신감을 느끼게 하고 흥미를 유발하고 수학의 필요성과 실용성을 재인식하여 수학학습에 대한 정의적 특성이 긍정적으로 변하게 한다(Han and Park, 2004).

흥미와 관심이 비슷한 학생들로 구성된 동아리 활동을 통해 자발성, 창의성, 협동심, 사회성 등을 기를 수 있다. 학생들은 공통 목표와 관심사를 갖는 활동을 함으로써 경험의 공유, 감정의 이해와 협력으로 자기 주도적 학습 및 자발적인 참여의식을 하는 능력을 획득하게 된다(Lee, 2005). 동아리 지도교사인 본 연구자는 수학을 활용한 동아리 활동을 통해, 다양한 영역에서 활용되고 있는 수학을 학생들에게 경험할 수 있도록 해주고, 이러한 경험적 활동들이 학생들의 수학에 대한 인식변화에 어떠한 영향을 미쳤는지 살펴보고자 한다. 첫 번째로 수학에 대한 흥미도를 높이기 위해 외부강사의 강연과 토론을 통해 다양한 분야에 수학이 활용되고 있음을 경험하게 한다. 두 번째로 수학에 대한 긍정적인 인식변화를 위해 다양한 체험활동을 통한 수학의 유용성과 필요성을 알 수 있게 한다.

본 연구는 일반화된 개념만을 정리하는 연구가 아닌 여러 학생의 사례를 기반으로 하였으며, 학생들의 수학에 대한 태도 및 인식의 변화를 확인하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 미래사회의 인재가 갖추어야 할 능력 중 협동학습의 중요성

현 학교 교육과정에서는 중간고사, 기말고사, 수행평가 등 학생들을 여전히 점수로 서열화하고 있다. 성적에 민감한 고등학생들에게 협력과 협동을 요구하기는 어려운 현실이기도 하다. 하지만 4차 산업혁명 시대에 학생이나 교사가 다루어야 할 삶의 세계는 지금보다 훨씬 더 복잡화, 고도화될 것이다. 따라서 그러한 삶의 과제나 문제

는 어느 개인의 능력과 역량만으로는 해결하기 어려울 수밖에 없는데, 이러한 상황에 대응하기 위하여 구성원들 사이의 협력과 협동이 필수적으로 요구될 것이다(Lim et al., 2017). OECD는 1997년부터 DeSeCo(The Definition and Selection of Key Competencies) 프로젝트를 통해 미래사회에 대비하여 개인이 평생에 걸쳐 필수적으로 갖추어야 할 역량이 무엇인지에 대한 논의를 시작하였으며, 핵심역량(Key Competencies) 중 하나로 ‘협력하는 능력(The Ability to Cooperate)’이 선정하였다. 이후 미래사회에서 요구하는 필수 역량은 무엇이며, 해당 역량은 어떻게 기를 수 있는지 등에 대한 구체적이고 실제적인 논의를 통해 교육 개혁을 위한 기초를 마련하고자 수행된 Education 2030(Future of Education and Skills: The OECD Education 2030) 프로젝트에서도 ‘협력/협동’을 미래사회가 요구하는 필수 역량으로 선정하였다(Lee, 2019). Slavin (1981)은 학생들이 소집단으로 협동학습을 경험할 때 인지적 영역 및 정의적 영역에 효과가 있다고 하였으며, 이러한 협동학습을 가장 의미 있게 활용하는 방안은 진정한 학습 공동체를 만드는 것이고, 겉으로는 협동학습을 하는 것처럼 보이지만 지식에 대한 배움이 일어나지 않고 서로 배려하지 못한다면 그것은 진정한 협동학습이 이루어졌다고 볼 수 없다(Sriraman et al., 2011; Kim and Suh, 2016). Lee (2009)에 따르면 협동학습은 긍정적인 상호관계를 형성하게 하고, 상호교류를 증진시키며, 자기주도적인 학습 능력과 사회성 향상을 통하여 집단 활동을 실질적으로 구현할 수 있다고 하였다. 진정한 학습 공동체는 공통의 관심사가 기반이 된 적극적 활동이 가능할 때 만들어진다고 본다. 이를 위해 학교에서는 변화를 모색해야만 한다.

2. 동아리 활동을 통한 협동학습의 긍정적 효과

이에 창의적 체험 활동 중에서 동아리 활동 시

간을 활용하여 협동 능력을 돕는 방안을 제안하고자 한다. 2015 개정 교육과정에서 고등학교 동아리 활동의 목표를 살펴보면, 서로 같은 취미나 특기·적성을 가진 학생들이 모여 자신의 소질과 적성을 창의적으로 계발하고 발전시킴으로써 자아실현의 기초를 형성하고, 사회성과 협동심을 기르고 다양한 자기표현 능력을 신장시킨다고 한다. 체험 및 활동 중심 수업과 수학에 대한 흥미, 태도 등과 관련된 연구가 많이 이루어지고 있다. Choi(2013)에 따르면 동아리 활동은 교실이라는 한정된 공간에서 주입식 교육을 받아야 하는 학생들의 발산적 에너지를 풀어주고, 학교를 궁극적 공간으로 인식하는데 중요한 매개가 되어 학생들의 대인 관계성과 사고력 등을 외형적으로 확산시키는 중요한 역할을 한다. 또한, 동아리 활동은 교사 주도의 교과 활동과는 달리 학생의 자발적 참여와 공동의 노력으로 동아리 운영, 발표, 전시 등을 경험하기 때문에 성취감을 얻을 수 있고, 또래와의 활동을 통해 자신의 역할에 대한 이해를 키우며, 사회적 관계를 배워나갈 수 있다. 이러한 과정을 통해 사회, 학업 자아개념 영역에서 긍정적인 자아상을 발견하게 되는 것이다(Song et al., 2012). Gong (2012)에 따르면 고등학교 동아리 활동을 통해 학생들의 교과에 대한 태도가 전반적으로 긍정적인 방향으로 변화하였으며, 특히 말하기 효능감 및 의사소통 자신감의 측면에서 통계적으로 유의미한 결과가 나타났다. 이는 동아리 활동이 학생들의 교과에 대한 인식 변화에 긍정적인 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 동아리 활동을 통해 얻은 결과 및 재능을 바탕으로 나눔과 배려를 실천할 수 있고, 학생 개인의 입장에서는 진로 개발에 활용할 수 있다. Jeong (2013)에 따르면 체험활동 중심으로 진행된 수학 동아리 활동은 수학에 대한 흥미를 향상시켰으며, 수학의 가치에 대해 새롭게 인식하게 되었다고 한다. 2015 개정 교육과정에서는 핵심역량이라는 키워드를 사용하여 창의적 체험활동의 성격을 규정하고 있다. 창의적 체험활동의 성격 중

동아리 활동과 관련된 핵심역량으로는 “폭넓은 기초 지식과 기능을 활용하여 융합적으로 주제를 탐구하고 독창적으로 표현하는 창의적 사고 역량, 다양한 예술·체육·문화 활동의 경험을 바탕으로 심신을 조화롭게 발달시켜 공감적으로 이해하는 심미적 감성 역량, 다양한 단체 활동에 자발적으로 참여하여 공동의 문제를 합리적으로 해결하고 나눔과 배려를 실천하며 다른 사람과 조화롭게 살아가는 공동체 역량이 함양”을 들 수 있다(Ministry of Education, 2015).

이러한 선행 연구를 바탕으로 동아리 활동을 통한 협동학습이 학생들의 수학에 대한 긍정적인 인식 변화에 영향을 줄 것으로 생각한다. 이에 교사들은 수학에 관한 다양한 경험을 학생들에게 제공하여야 하며, 이러한 경험들은 학생들의 수학에 대한 인식을 긍정적으로 변화시킬 수 있는 계기가 될 것이다.

III. 연구 방법

Miles and Huberman(2000)에 의하면 질적 자료 분석은 자료 축약, 자료 배치, 결론 도출, 검증의 네 가지와 연관된 활동이다. 자료 축약은 현장 노트, 면접, 녹음, 기타 자료들을 확보한 후 필요한 추가 자료가 무엇인지 확인하고 자료를 압축하기 위해 자료를 요약, 부호화, 범주화, 주제 확인, 이야기 기술 등의 작업을 실시하는 것이다. 자료 배치는 결론을 뒷받침할 수 있는 형태로 자료를 체계적으로 배치하고 연결하는 분석 작업이다. 결론 도출과 검증 작업은 배치된 자료에서 의미를 도출하고 해석하는 작업이다.

질적연구 자료의 타당도를 증진하는 방법으로 네 가지의 트라이앵글레이션의 종류가 있다고 한다(Denzin, 2017). 첫째, 한 가지 연구방법을 사용하는 것보다 두 가지 이상의 연구방법을 사용할 때 연구 자료의 신빙성을 확보할 방법의 통합이다. 여기에는 면담과 참여관찰 방법의 통합, 문서

방법과 참여관찰 방법의 통합이 속한다. 둘째, 한 연구자가 현상을 분석하기보다는 두 사람 이상이 연구에 참여하고 수집한 자료들을 분석하고 이해할 때 보다 신뢰로운 자료의 해석이 가능하다는 연구자의 통합이다. 셋째, 어떤 현상을 해석하는데 있어 한 가지 이론을 가지고 바라보지 말고 두 가지 이상의 이론으로 현상을 해석하려고 할 때 해석의 폭과 정확성이 높아지는 이론의 통합이다. 넷째, 여러 가지 자료들을 통합하여 현상을 이해하는 것이 그렇지 않을 때 비하여 해석의 신빙성이 높아지는 자료의 통합이다. 이는 질문지 자료와 면담자료, 문서와 면담, 관찰 자료, 면담 자료와 관찰 자료들을 함께 사용하는 방법이다.

이를 바탕으로 본 질적연구는 Miles and Huberman(2000)의 질적 자료 분석법인 자료 축약, 자료 배치, 결론 도출, 검증의 네 가지 방법을 바탕으로 진행하였다. 그리고 결과의 타당도를 높이기 위하여 Denzin(2017)의 네 가지의 트라이앵글레이션 방법을 통해, 여러 동아리 활동을 종합하여 분석함으로써, 결과의 신빙성을 높이고자 하였다.

1. 연구 참여자

연구 대상으로는 동아리 학생 중 5명을 포커스 그룹으로 선정하여 개별 면담, 관찰일지, 감상문, 보고서로 자료를 수집하였다. 개별 면담은 각 활동이 끝나는 날 이루어졌으며, 관찰일지는 학생들의 행동 변화를 본 연구자가 활동 중 수시로 기록하였다. 학생들은 각 활동이 끝나면 활동에 대한 보고서를 작성하여 제출하였으며 학년말에 이를 활동집으로 만들어 내었다.

포커스 그룹 선정 방법은 다음과 같다. 학생의 협동학습 및 수학에 대한 인식 변화를 조사하기 위해서는 1학년 때 본 동아리에 있었던 학생을 대상으로 하기에는 유의미성이 떨어진다고 판단하였다. 따라서 18명의 동아리 학생 중 1학년 때 연구자와 교과 수업을 함께 한 학생 중에서 다른

동아리에서 활동하고, 2학년 때 본 동아리 활동을 하는 5명의 학생을 연구 대상으로 선정하였다. 선정된 학생들은 지난해 1년 동안 교과 시간을 통해 생활 태도 및 수학학습에 대한 자세를 관찰해온 대상자들이다. 본 동아리를 선택한 동기부터 1년간의 활동을 통해 변화된 모습들을 관찰하였다. <Table 1>에서 5명의 학생을 각각 학생 A, 학생 B, 학생 C, 학생 D, 학생 E라고 하겠다. 지난해 1학년 때의 수학 성적을 나타낸다.

2. 자료 수집

연구 방법으로는 P광역시 D여자고등학교 2학년 학생 18명을 대상으로 3월부터 12월까지 동아리 활동 시간을 통한 영화감상, 특강, 1박 2일 캠프, 수학 축전, 국가수리과학연구소 방문 등 다양한 수학 관련 활동을 기반으로 한 협동학습 능력 및 수학에 대한 인식의 변화를 살펴보았다.

<Table 1> Individual characteristics, motivation for application and last year's math grades of the focus group students

Target	Characteristics	Motivation of Application	Math Grade (1st/2nd semester)
Student A	Specialized in dancing until middle school. Joined an arts/physical club in the first year of high school. Not fully interested in studying.	Because math grades were about average in middle school even without studying hard	Math (5/4) Highest grades for math
Student B	B's top priority is study results. Has a strong sense of individualism. Entirely focused on entering a university and actively involved only for matters related to school grades. Uncooperative for matters not related to school grades.	Because B wishes to pursue an academic path of natural science and math is the foundation of the natural science.	Top of the school in all subjects
Student C	Likes to have fun and decorate the appearance. Has an extremely low concentration during class, finding it hard to sit for an hour and has to go to the toilet or chat. Class participation is also low due to a lack of understanding on the reason to study.	Because Student E wants to join the club and C wants to follow Student E.	Math (6/6) Grades 5-7 for other subjects
Student D	Has a clear goal to specialize in computer engineering. While excellent in self-directed learning, lacks the ability to learn collaboratively and deliver D's own opinions. Extremely shy of strangers and does not approach others in advance.	Because math will be helpful in pursuing D's academic path.	Math (2/1) Grades 1, 2 for other subjects
Student E	Wishes to become a math teacher. Introverted and unskilled in expressing opinions and emotions, but has a strong desire to be changed.	Because E wants to experience the usefulness of math and let E's friends know the fun of math.	Math (1/1) Grades 1, 2 for other subjects

학생들이 다양한 활동을 통해 교과서에 있는 수학이 종이와 연필로만 해결하는 것이 전부가 아님을 알게 하고자 하였다. 또한, 수학의 개념 및 원리를 학생들 간 상호작용을 통해 찾아보고 다양한 사람들의 수학에 대한 강연을 듣고 토론하는 경험을 통해 수학이 다양한 영역에서 필요로 하며 활용되는지를 알게 하였다. 그리고 체험 활동을 통해 알게 된 여러 내용을 다른 친구들에게 알려줌으로써 본인이 알고 있는 지식을 누군가와 공유할 때, 그 가치가 상승하며 수학이 흥미로운 과목임을 일깨워 주려 하였다. 수학을 통해 함께 자료를 찾고 조사하며 정리하는 활동, 다양한 체험, 강연, 토론 등을 통해 학생들의 태도 변화와 그 속에서 수학에 대한 인식의 변화를 연구 분석하였다.

<Table 2>와 같이 평균 한 달에 1회 외부 활동 및 체험의 기회를 제공해 주었다.

3월 둘째 주에 동아리가 결성되어 활동이 시작되었다. 이에 동아리 운영 방법 및 동아리 취지를 학생들에게 설명해주었다. 동아리 활동의 시작인 3~4월에는 쉽게 접할 수 있는 대중매체 중에 영화감상을 통해 대중매체 속 아무런 관련이 없어 보이는 곳에서도 수학이 역할을 하고 있음을 경험할 수 있게 도움을 주었다. 5월과 7월에는 외부특강, 12월에는 국가수리과학연구소를 방문해 여러 수학자의 강연을 듣고 그들과 소통하는 시간을 통해 수학에 대한 수학자들의 생각과 본인들의 생각을 서로 이야기하며 수학에 대한 열린 생각과 수학의 유용성을 알 기회를 제공하였다. 그리고 10월과 12월에는 각 지역의 수학 축제 참가를 바탕으로 협동하는 모습과 수학에 대한 인식의 변화를 연구 분석하였다. 마지막으로 1학기 기말고사 직후인 7월에는 학교 내에서 1박 2일로 수학 캠프를 개최하여 협동학습 능력 향상 및 수학의 개념, 원리를 직접 찾고 연구해 보며 창의적인 수학 작품(소논문 포함)을 완성하였다. 다양한 유형의 활동 중심 수업을 하기 위해 영화감상, 특강, 1박 2일 캠프, 수학 축제, 연

구소 방문 등의 활동을 진행하였다. 학생들은 각 활동에 대한 보고서를 작성하였으며 이를 모아 동아리 활동집을 만들었다.

<Table 2> Annual club activity programs

Month	Theme	Description
Mar.-Apr.	Movie days	The Professor's Beloved Equation, Ferma's Room, Cube 2
May	Saturday special lectures	Lectures and experiences
Jul.	Math camp	Lectures and math-related researches
Sep.	Jeju Math Festival festival	Booth activities and various math-related experiential tasks
Oct.	Intensive club presentation contest	Booth activities and various math-related experiential tasks
Oct.	Ulsan science & technology festival	Experiential tasks on convergence through math and science
Dec.	Field trip to the National Institute for Mathematical Sciences	Discussion with mathematicians, experiential tasks on math & science technologies
Dec.	School festival	Presentation of mathematical learnings from various activities to the students
Jul.-Dec.	Research essay	Writing a research essay on creative convergence related with mathematics
Dec.	Report on club activities	Report of impressions, looking back the 10-month journey of creative experiential activities.

활동집의 내용 및 학생들의 소감문을 바탕으로 조사, 분석하였으며 타당도를 높이기 위하여 학생들의 활동에 대한 보고서와 개별 면담자료, 활동 중 학생들의 행동을 관찰한 관찰 일지를 종합

분석하였다. 마지막으로 질적연구의 신뢰도를 높이기 위해 연구 대상자들의 1여 년간의 동아리 활동에 대해 연구자가 내린 결과를 제공하여 그 결과가 타당한지 연구 대상자들이 평가할 기회를 제공하였다.

3. 자료 분석

본 연구는 학생 각자의 생각을 정확히 알기 위하여 집단 면담이 아닌, 개별 면담의 방법을 선택하여 진행하였다. 개별 면담은 각각의 동아리 활동이 마무리되는 날 수학교과실에서 20분씩 이루어졌다. 관찰일지는 동아리 활동 일지에 교사가 학생들의 활동을 수시로, 연속적으로 메모하는 방식을 선택하였다. 학생들은 각 활동이 끝나면 해당 활동에 대한 보고서를 작성하여 제출하였으며 형식은 소감문, 보고서, 소논문 형식으로 하였다. 활동별 보고서를 학년말 동아리 활동집으로 만들어 내었다. 또한, 학생들이 제출한 활동 보고서와 감상문을 받아 분석하였다. Lincoln과 Guba (1985)가 제시한 신뢰성 준거를 참작하여 검증 작업을 실시하였다. 장기간 지속해서 관찰하였으며, 연구 참여자로부터 점검을 받고, 자기 반성과 반성의 글쓰기를 적용하였다.

이와 같은 방법들을 바탕으로, 5명의 학생이 동아리 활동을 통한 심도 있는 사례 중심 분석을 진행하였다.

먼저 가장 친밀하고 접근성이 높으며 흥미와 관심을 쉽게 유발하는 매체인 영화감상을 통해 (Whang 2013), 수학에 대한 학생들의 관심도를 높이고자 하였고, 이를 바탕으로 외부 강사의 특강을 통해 다양한 분야에 수학이 활용되고 있음을 통해 수학의 유용성을 전달하고자 하였다. 그리고 체험활동을 통해 수학의 다양한 활용성을 학생들이 직접 경험함으로써, 수학에 대한 인식 변화를 확인하고자 하였다.

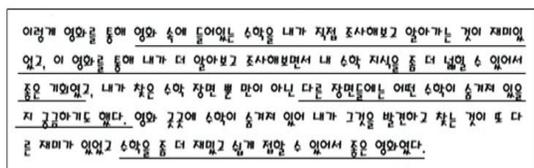
IV. 연구 결과

1. 수학에 대한 흥미도를 높이기 위한 활동 및 분석

3~4월 - 영화 속 숨은 수학

3~4월 ‘영화 속 숨은 수학’이라는 동아리 이름으로 수학에 관심이 있는 학생들과 활동을 시작하였다. 먼저 영화는 우리가 가장 쉽게 접하는 대중매체 영역 중 하나이므로 수학에 대한 접근을 영화감상으로 시작한다면 학생들이 수학을 어려워하거나 두려워하지 않을 것이기에, 동아리 활동의 시작을 영화감상으로 하였다. 수학은 우리가 인식하지 못할 만큼 우리 생활 깊숙이 다양한 곳에서 큰 역할을 하고 있다는 것을 학생들에게 전달하고자 함이 활동의 주된 목표 중 하나이다. 첫 번째 영화는 교사가 제공하였고 다음 영화는 학생이 준비해 시청한 후 그 속에 숨어 있는 수학을 찾아보게 하였다. ‘박사가 사랑한 수식’, ‘페르마의 밀실’, ‘큐브’ 총 3편의 영화감상을 통해 학생들은 영화 속 숨은 수학을 찾아가며 그 속에서의 수학에 관심을 보였다.

학생들은 수학을 찾는다는 것에 대한 부담감에 긴장된 자세로 동아리 활동에 임하였으나, 곧 페르마의 밀실에 나오는 문제들을 보면서 시간 내에 풀기 위해 애썼으며 동아리 친구들과 함께 문제를 해결하려 노력하였다. 또한, 영화 속 수학의 개념을 직접 조사해보고 알아가는 시간을 통해 수학 지식을 넓힐 기회를 얻게 되었으며, 본인이 놓친 다른 장면 속 수학을 찾고 싶다고 하였다.



[Fig. 1] Part of Student A's movie review on *Fermat's Room*.

[Fig. 1]에서 학생 A는 영화 속에 수학이 있다는 것을 처음에는 이해할 수 없었다고 했다. 하지만 영화감상 후 다양한 모습으로 수학이 존재

하고, 숨겨진 수학을 찾는 것이 재미있었다고 하였다. 쉽게 접할 기회 속에서 수학에 대한 관심을 생기기 시작한 것이다. 학습에 관심이 부족했던 학생이었지만 쉽게 접할 수 있는 영화라는 소재로 부담감 없이 수학에 흥미를 느낄 수 있게 된 것이다. 이후 영화를 준비하고, 이미테이션 게임을 찾아보고, 수학자 앨런 튜링에 대해 조사하는 등 활동에 적극성을 보여주기 시작하였다. 작은 관심과 흥미를 끌어낸 것에서 시작하여 이후 2편의 영화감상이 수학을 보는 관점을 넓힐 기회였다고 한다. 이는 수학에 대한 관심이 증가하였으며, 수학에 대한 긍정적인 인식 변화의 시작이라 할 수 있다.

영화감상이 마무리된 4월 말 학생들과 개별 면담 시간을 가졌다. 학생 A는 수학의 다양성을 경험하고 수학의 신기함을 체험하면서 수학이 재미있는 것 같다고 하였다. 시작은 다른 과목에 비해 성적이 좋아 선택한 동아리였지만 활동을 통해 점점 수학에 대해 알고자 하는 모습을 보여주기 시작하였다.

교사 : “영화감상 어땠어요?”

학생 A: “각 영화마다 느낌이 다른 것 같아요.”

교사 : “어떤 면이 다르죠?”

학생 A: “박사가 사랑한 수식은 여러 수학 단어들이, 페르마의 밀실은 수학 문제들이, 큐브2는 배경 자체가 수학을 보여주고 있어서 생각할 것들이 좀 있었어요.”

교사 : “학생A가 생각한 것들 중에서 하나만 말해 볼까요?”

학생 A: “우애수라는 게 신기했어요. 자기 자신을 제외한 약수들의 합이 상대 수가 되는 짝공 수. 수학이 알려고 하면 재미있는 것 같기도 해요.”

[Fig. 2]에서 학생 B는 ‘큐브2’영화 감상에서 문제 해결을 위해 스스로 몰입해 가며 문제 해결자의 모습을 보였다. 더욱이 문제 해결에서 필요한 생각의 전환이라는 문제 해결 전략을 스스로 터득하였다. 교과서와 문제집 문제를 푸는 것이 수학이라고 생각하고 수학이 과연 영화 속에 있

다면 얼마나 지루할까 생각했었지만, 영화를 감상한 후 생각의 변화를 보여주었다. 수학은 혼자 또는 답지를 보고 해결하는 것이 아닌 함께 고민을 나누고 알아가는 것임을 알게 되었고, 수학에 대한 관심도가 올랐음을 이야기하였다.

이 영화를 보면서 수학자들이 방 안에서 살아남기 위해 제한 시간 안에 문제를 풀 때 어니셔 나도 모르게 내가 영화 속에 사람이 된 것처럼 영화에 빠져들어 같이 문제를 풀고 있었다. 그렇게 어려운 문제들은 아니었지만 생각만큼 문제가 쉽게 풀리지는 않았었다. 약간 생각은 바깥에서 이 영화에 나온 문제들을 풀 수 있는 것 같았다. 이 문제를 영화에 나오는 수학자들
이렇게 풀이하면서 재미있게 문제도 풀 수 있었고 이 영화는 어려운 수학에 관련된 내용이 나오는 것이 아니라 내가 쉽게 이해 할 수 있는 수학을 재미있게 잘 만든 영화인 것 같다. 또 이 영화에서 4명의 수학자가 영웅되는 것을 딱히 이해 저장으로 먹는 장면이 없었다.

[Fig. 2] Part of Student B’s movie review on Cube 2.

학생 B는 개별 면담에서 수학이 교과서나 문제집에만 있는 것이 아니라 일상생활에 존재하는 것을 알았다고 하였다. 또한, 수학 문제가 협동을 통해 해결될 수 있다는 것을 깨닫게 되었다고 하였다. 성적을 잘 받아야 하는 하나의 교과목이었던 수학이 경험을 통해 일상생활 속에서 다양한 모습으로 존재함을 알게 된 학생 B는 수학의 본질에 접근하기 시작하였다. 혼자 해결하기에 급급했던 수학이 협동을 통해서도 해결할 수 있음을 경험을 통해 알 수 있었다. 이러한 경험들을 바탕으로 친구들과 수학으로 소통하는 모습을 보여주었고, 수학을 통한 소통과 협동의 가치를 알아가기 시작하였다.

교사 : “영화감상 어땠어요?”

학생 B: “지루할 줄 알았는데 재미있었어요.”

교사 : “어떤 면에서 재미를 느꼈어요?”

학생 B: “수학은 교과서나 문제집 문제를 푸는 것인데, 영화 보니까 수학이 꼭 그런 것만 존재하는 것은 아닌 것 같아요.”

교사 : “그러면 어떤 다른 면을 느꼈어요?”

학생 B: “문제를 풀 때는 혼자 해결하고, 모르면 답지나 쌤한테 질문했는데, 여기서는 서로 고민하고 의견 나누고 하니깐 수학이 혼자만 하는 과목은 아니라는 생각을 했어요.”

이러한 과정에서 학생들은 수학에 한 발짝 다가선 듯하다는 소감을 발표하였다. 1여 년간의 동아리 활동을 마무리하는 시간을 통해 각 활동에 대한 정리 중 우리 눈에 수학으로 보이지 않는 한 예를 설명해주면서 학생들의 호기심을 더욱 자극하였다. <캐리비언의 해적, 망자의 함>, <반지의 제왕3>- 컴퓨터 그래픽스 기술의 핵심에 수학이 필요하며, <7광구>에서는 나비어-스톡스 방정식을 이용해 유체 시뮬레이션을 통해 장면이 완성되었음을 영화의 한 장면을 보여주며 설명해주었다(Choi, 2014). 영화감상 후 개별 면담 시간을 통해 학생들은 수학의 활용 범위가 본인들의 생각보다 매우 넓다는 것을 알게 되면서 수학에 대한 관심과 흥미가 높아진 것을 확인하였다.

5월 - 토요 특강

5월에 토요 특강에서 학생들이 수학과 과학의 만남, 특강을 통해 수학의 유용성을 접하는 시간을 가졌다. 처음으로 외부 박사님의 강연을 들으면서 단순한 계산, 공식에 입각한 문제 풀이의 수학에서 공식이 어떻게 만들어지고, 다른 학문 및 영역에 활용되는지 경험하였다.

학생 B는 하고 싶지 않지만 해야만 하는 과목이 수학이었는데 원리를 알고 타 영역과의 연결성을 들으면서 수학의 유용성에 대한 생각을 다시 하게 된 계기가 되었다고 교사와의 면담을 통해 이야기하였다. 또한, 소감문에서 무조건 외웠던 공식이 어떤 원리에서 만들어졌고, 어떻게 활용되는지 알게 되었다고 한다. 수학 공식의 형성 과정에 대한 강연에서 감동하였다고 한다. 단순 문제 해결을 위한 공식 암기 위주의 공부를 하였던 이전의 모습에서 공식의 원리를 듣고, 그 과정을 알아가고, 활용되어지는 과정을 통해 수학 공부의 방향을 제대로 잡는 모습을 보여주었다.

교사 : “주말에 하는 거라 오기 싫었을 텐데 듣고 나니 어때요?”

학생 B: “엄마한테 끌려왔어요. 엄마 차타고 중간고사도 끝나서 놀고 싶었는데 듣고 나니 수학이 좀 다르게 보였어요.”

교사 : “어떤 점이 다르게 보였어요?”

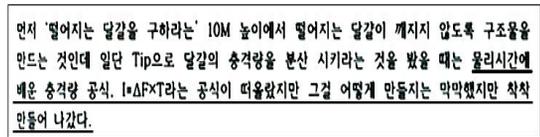
학생 B: “단순한 계산, 공식으로 풀었던 수학에서 그러한 공식이 어떻게 만들어지고, 활용되는지 조금 알 수 있었어요.”

교사 : “그 중 가장 기억에 남는 부분이 있나요?”

학생 B: “미적분의 원리 부분이예요.”

교사 : “왜 그 부분이 기억에 남죠?”

학생 B: “무조건 맞춰야 해서 원리는 생각도 하지 못했는데 듣고 나니 미분이 어떤 것인지 알 수 있었어요.”



[Fig. 3] Part of Student D's report of impressions after the Saturday special lecture.

학생 D는 컴퓨터공학을 전공하고 싶은 명확한 목표 의식을 지니고 있던 학생이다.

[Fig. 3]에서 ‘토요 특강’ 후 소감문에서 물리 시간에 배운 충격량 공식은 구조물을 만드는데 어떻게 적용해야 하는지를 체험을 통해 성공적으로 해나가는 모습을 보여주었다. 단순한 수학이 싫었던 학생 D는 디자인에도 수학이 활용되고 새로운 것을 고안하는 것이 혁신적인 디자인임을 알게 되어 수학의 활용성을 깨닫게 되었다고 한다. 또한, 수학의 유용성을 직접 경험함을 통해 본인이 하고 싶은 공부를 위해서는 수학이 기본이 된다는 사실에 본인이 학습할 이유에 확신을 가지게 되었다고 하였다. 이번 토요 특강을 통해 학생들은 수학과 과학의 융합과정을 직접적으로 보고 배움으로써, 수학의 중요성을 다시 한 번 느끼게 되고, 유용한 과목임을 확인하였다.

2. 수학에 대한 긍정적 인식변화를 위한 활동 및 분석

7월 - 수학캠프

7월 기말고사가 끝난 후 방학식 전 주말을 이

용하여 금요일 일과 후부터 다음날인 토요일에 걸친 1박 2일 수학캠프 시간을 가졌다. 지도교사의 수학 관련 특강과 소논문 작성법에 대한 설명을 시작으로 저녁 식사 후 모둠을 만들어 직접 책과 인터넷을 통해 자료 수집부터 소논문 작성까지 하는 작업이 시작되었다. 준비 과정은 수학 캠프 시작 2주 전 수학 성적 및 수학에 대한 관심도를 반영하여 이질집단으로 모둠을 구성, 학생들에게 알려주고 모둠별로 주제를 선정하도록 하였다. 학교에서 노트북 6대를 대여하였으며, 주제 관련 책, 메모지, 펜 등을 준비하였다. 그리고 언제든지 학생들이 질문 할 수 있게 모둠이 있는 교실 한쪽에 자리 잡고 있었다. 3명씩 총 6개 모둠을 만들어 모두 각자의 주어진 역할을 할 수 있도록 하였으며 발표 자료를 작성해 다음 날 점심때 발표를 시작하였다. 수학 캠프 활동이 끝난 후 학생과 면담을 하였으며, 학생들은 모두 끝남에 흥분하다는 반응과 함께 아쉬워하는 모습을 보여주었다.

학생들은 스스로 암호를 만들어 보고, 수학과 과학의 만남, 수학적 창의력 등 다양한 모습을 발견할 수 있었으며, 이번 활동을 통해 학생들은 단체 활동 속에서 다른 사람을 생각하고 배려함의 중요성을 깨닫고 변화하는 모습을 보여주었다. 각자 챙겨온 반찬들을 나눠 먹고, 과자꾸러미와 수박을 교사가 제공하였더니 잠시 연구를 멈추고 가운데로 테이블을 모아 큰 쟁반에 과자를 쏟아 붓고, 둥글게 앉아 이야기꽃을 피웠다. 다 먹은 후 일부는 책상 정리, 일부는 쓰레기 정리, 일부는 남은 음식 정리 등 누구에게 일을 미루지 않고 서로서로 도우며 정리하는 모습을 보여주었다. 여기서 학생들은 ‘내가 먼저’가 아닌 ‘우리 함께’라는 생각을 스스로 할 수 있는 기회가 되었다고 한다. 1박 2일의 단체 동아리 활동이라는 부담감에 지도교사인 본 연구자도 상당히 긴장한 2일이었지만 걱정보다 훨씬 큰 결과를 얻었다. 학생들은 ‘남이 해주겠지’의 본인만을 챙기는 모습이 아닌 ‘내가 먼저 해야겠다.’라는 자세로 서

로 배려하고 챙겨주는 모습을 보여주었다.

학생 E는 다른 학생들보다 행동 면에서 다소 느려 모둠 활동에서 본인이 모둠에 피해를 주고 있는 것은 아닌지 도움이 되지 못하는 것 같다고 이야기하였다. 모둠 활동 시작 때에는 다소 느린 학생 E로 인해 모둠원들이 짜증나는 말투로 각자가 찾아야 할 부분을 계속 언급하였으나, 활동 중반으로 접어들 때쯤 학생 E의 수학 지식에 힘입어 암호를 만들어 내고, 학생 E의 헌신하는 모습에 모둠원들의 변하는 모습이 보였다. 모둠에 있는 다른 학생들은 학생E가 술선수범하여 식사 준비를 하고 자료 정리를 해주며 본인들보다 많은 수학 지식을 갖추고 있어 모둠 활동 중반부터 수월하게 진행되어 고맙다고 하였다.

교사 : “수학 캠프를 해 본 소감은 어떤가요?”

학생 E: “소논문 작성을 한다고 해서 부담이 컸어요. 그런데 마치고 나니까 아쉬워요.”

교사 : “어떤 점이 아쉽나요?”

학생 E: “각자 자료를 찾고 소논문을 작성하는데 아는 게 없어 도움을 못 줘서요. 찾아달라는 자료를 찾는데 헉헉 했어요.”

교사 : “주제를 정하고 자료를 찾고 모으는 것이 시작인데 이 많은 것을 했는데 왜 도움을 못 준 듯 하다고 하는 걸까요?”

학생 E: “다른 친구들보다 속도가 느려서 그런 것 같아요.”

교사 : “친구들은 그렇게 생각하지 않던데요. 식사 준비부터 자료까지 고마웠어요.”

학생 E: “아닌 것 같아요. 같이 한 거예요. 저는 친구들과 잘 어울리지 못하고 해서 걱정이 많았는데요. 친구들이랑 1박 2일을 하다 보니 점점 편해졌어요.”

학생 D는 1박 2일간 친하지 않은 친구들과의 활동에 대해 강한 긴장감을 보여주었다. 늘 혼자 하는 수학에 익숙해 누군가와 함께 활동하는 것이 싫었지만, 본인이 좋아하는 컴퓨터를 이용하여 모둠에 필요한 자료를 빠른 속도로 찾아주었다. 본인이 먼저 말을 시작하지는 않지만, 모둠

원들이 말을 붙이고 다가오자 대답하는 모습을 보여주었다. 하지만 1박 2일이라는 짧은 시간으로 스스로 만족하기에는 부족한 제출된 소논문에 대해 아쉬움을 말하였다. 앞서 진행된 영화감상 및 특강 속에서 수학에 대한 인식의 변화를 보여주기 시작하였고, 소논문 작성에 애착을 보이며 집중하는 모습과 소통하는 모습을 보여주었다.

교사 : “수학 캠프를 해 본 소감은 어떤가요?”

학생 D: “아쉬워요. 다음에 또 하고 싶어요.”

교사 : “어떤 점이 아쉽고 왜 또 하고 싶은지 알려줄 수 있을까요?”

학생 D: “모둠이 아니었다면 못 했을 것 같아요. 맨날 혼자 수학 풀었는데, 누가 물어오면 조금 싫었는데 이번을 계기로 좀 변했어요. 시간이 더 있었으면 소논문을 잘 만들 수 있었을 것 같아요 아쉬움이 있어요.”

[Fig. 4]에서 학생 A와 학생 C는 암호가 단순히 알아보지 못하게 꼬여 있지만 한 것이라는 기준에 가졌던 암호에 대한 오개념을 짚 수 있었던 기회가 되었다고 한다. 중·고등학교 때 배운 원리들이 사용되었다는 것을 알게 되어 지금까지 학교에서 학습한 수학적 지식을 바탕으로 암호를 만들었다는 것에 매우 흥미로워하였다. 나아가 다양한 학습을 통해 기존의 암호에 도움을 받지 않고, 간단해 보이지만 해독이 어려운 암호를 만들고 싶다고 하였다.

$\lim_{x \rightarrow 2+1} x^2 - 5x - 2$

여기서 x에 3을 대입하면 -8이 나온다. -8의 암호를 가진 모음을 찾아보면 '1' 라는 것을 알 수 있다.

이러한 과정을 통해 모든 식을 풀어보면 '김밥'이라는 암호가 풀리는 것이다.

v. 결론 및 추후 연구계획

평소 실생활에서 접하지만 하지 이론적으로 암호가 무엇인지 자세하게 알지 못했던 우리가 암호에 대해 연구해보고 분석해보면서 폭넓은 암호를 좀 더 구체화시켜 정리해보게 되었다. 암호가 단순히 알아보지 못하게 꼬여 있지만 한 이론이 아니라 수리적인 절차를 밟아 나가며 발달한 이론이라는 것을 알게 되었다. 이 수학적 절차들이 우리가 모르는 수학이 아니라 중학교, 고등학교에서 배웠던 원리들이 사용되었다는 것을 알아가면서 우리도 암호를 만들어 볼 수 있다는 생각을 하여 암호를 만들어보게 되었다. 원문과 암호문을 평행이동 시켜 만든 시지암호와 수학1에서 배운 극한의 개념을 같이 혼합시켜 암호를 만들어나갔고 제시하는 식을 n차방정식, 분수방정식, 무리방정식 등으로 만들어갔다. 이 몇 개의 수학기능으로도 암호가 만들어지는데 우리가 아직 배워보지 못한 수학기능으로 암호를 만든다면 셀 수 없이 많은 숫자의 암호가 만들어질 것이라는 것을 알게 되었다. 다음에 한 번 더 암호에 접해보는 경험이 생긴다면 기존에 있는 암호의 도움을 받지 않고 스스로 여러 가지경우의 암호를 만들어 그 암호들을 혼합시키는 식으로 간단해보이지만 해독하기 어려운 암호를 만들고 싶다는 생각을 했다.

4. 다시 앞파벳으로 치환해 줌

원문 3 17 24 15 19 14 3 17 24 15 19 14 3 17 24 15 19
 + 키워드 22 7 0 19 0 13 8 2 4 3 0 24 19 14 3 0 24

25 24 24 8 19 1 11 19 2 18 19 12 22 5 1 15 17
 암호문 Z Y Y I T B L T C S T M W F B P R

A=0 / B=1 / C=2 / D=3 / E=4 / F=5 / G=6 / H=7 / I=8 / J=9 / K=10/
 L=11 / M=12 / N=13 / O=14 / P= 15 / Q=16 / R=17 / S=18 / T=19 / U=20
 V=21 / W=22 / X=23 / Y=24 / Z=25

5. 암호문을 다시 평문으로 바꾸고 싶을 때는 역순으로 하면 됨

숫자로 치환한 후 암호문 - 키워드
 (단, 음수가 나올 경우 26을 더한다)

<우리가 만든 암호>

ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅇ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㅌ	ㅍ	ㅎ
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4

ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅝ	ㅟ	ㅡ	ㅣ	ㅥ	ㅧ
-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-1	-2	

주어진 암호
 $x^2 + 2x^2 - 16$
 $x^2 - 4$

$x^2 - 5x - 2$

$2x + 1$

$\sqrt{3x^2 + 4x + 5}$

[Fig. 4] Part of Math Camp research essay written by Students A and C.

을 갖기 시작하였다. 그렇게 해서 우리조의 주제는 유클리드 호제법이 되었고, 모두 적극적으로 활동에 임하였다. 유클리드 호제법의 정의, 증명, 예, 역순에 대하여 조사해보며 정말 신기하기도 하고 다른 한편으로는 높은 발까지 조사하느라 피곤하기도 하였지만 조원들끼리 들어 가면서 작업을 하여 힘든 것을 덜 수 있었다. 유클리드 호제법은 흔히 사용하지 않는 방법이지만, 복잡한 수 일수록 더 간편하게 최대공약수를 구할 수 있는 법을 알게 되었다. 이렇게 밤 새 우리 조가 알게 된 것을 다른 조와 공유하는 발표시간도 가지게 되었는데, 발표를 준비 하면서 어떻게 하면 사람들이 더 잘 이해할 수 있을까 라는 고민도 하며 약간 떨리기도 했었다. 우리 주제에 대해 다들 호기심을 가졌던 맞인지, 발표를 한 후 상품도 받아 조원들의 사 이도 더 풀이되고 뿌듯한 기분도 들었다. 논문을 쓰고 발표하는 어려운 활동도 있었지만 발표 시간에는 서로 집에서 가져온 새로로 밥을 만들어 다른 조와 나눠먹고, 조원에게 간식도 챙겨주며 나만 챙기는 것이 아니라 다른 사람도 챙겨주는 행동을 잘 배운 것 같다. 또 이런 단체생활을 통하여 약속시간을 잘 지켜야 하는 자세를 배웠고 내가 하기 싫은 일을 남에게 미루는 '남이 해주겠지'라는 생각이 아닌 '내가 먼저 해야겠다'라는 생각을 가지게 되었다. 비록 1박2일이었지만 살아가면서 꼭 배워야 할 생각과 마음가짐, 또 유클리드 호제법이라는 흥미로운 주제에 대해 탐구활동을 하게 되어 잊지 못할 것 같고 내년에 내가 시간이 되고 할 수만

[Fig. 5] Part of Student E's Math Camp research essay.

[Fig. 5]에서 학생 E는 유클리드 호제법의 정의, 증명을 조사하며 밤을 새우는 과정이 피곤했지만, 모둠원들과 협력하여 작업하였기에 덜 힘들었다고 하였다. 간식을 나눠 먹고 나눠주는 활

동에서 다른 사람에 대한 배려를 경험하였고, 본인이 하기 싫은 일을 ‘남이 해주겠지’가 아닌 ‘내가 먼저 해야겠다’는 생각을 가지게 되었다고 하였다. 피곤함도 함께 하면 덜 수 있고, 상대를 위해 본인이 먼저 희생 하는 모습을 보여주며 협동하는 활동 속에서 긍정적인 변화가 나타났음을 확인할 수 있다. 자신이 알게 되고 이해한 것을 친구들에게 전달하기 위해 여러 방법을 찾아보고 조원들과 공유하는 모습을 보여주었다. 아는 것에서 그치지 않고, 성적과는 무관하지만, 더 알고자 노력하며, 스스로 알게 된 것을 상대가 이해할 수 있도록 다른 방법을 찾는 모습에서 상대방에 대한 배려를 볼 수 있었다. 활동 후 개별 면담에서 협동뿐만 아니라 수학에 대한 깊이 있는 활동이 가능한 캠프였다고 하였다.

우리 학교의 붕스에서 다른 사람들에게 가르쳐주는 활동뿐만 아니라 다른 학교들이 만든 붕서에도 체험을 하러 갔다. 붕서를 둘러 볼 때 내가 이제껏 집에 받지 못했던 붕서 막어들도 많이 있었고, 내가 평소엔 오히려 볼 것 같았는데 막아 놓은 것들도 많이 있었다. 다 재미있고 요만한 활동이었지만 재미 기억에 남는 체험은 '노면도 캐틀러도 몰랐던 김퍼즐에 숨겨진 수학'이었다. 붕서 조제가 일상 같고 어떤 체험을 할 지 모를 생각이 생겨 체험을 하게 되었는데 생각만큼 심지가 않았다. 이 체험에서 대표를 넣을 때 김3개에 하나를 올리는 것과 김3개에 하나를 올리는 것 중 무엇이 더 효율적일까? 하는 질문을 받았었는데 나는 4개에 1개를 올리는 것이 더 효율적이라고 답했지만 정답은 '두 가지 경우가 똑같다'였다. 그 두 가지 경우에 대안 즉 소모양을 볼 때 다른 모양이라고 생각했는데 한 가지 모양의 각도를 조금 더 늘리면 두 가지가 같은 모양이었다. 이렇게 다뤄다 생각했던 모양이 알고보니 같은 모양이었다는 사실을 알게 되었을 때 신선한 충격을 받았다. 내가 이 체험을 할 때 눈에 보이는 것만 보고 판단했는데 조금만 생각을 바꾼다면 답이 보일 수도 있다는 사실을 깨닫게 되었다.

[Fig. 6] Part of Math Camp research essay written by Students B and D.

[Fig. 6]에서 학생 B와 학생 D는 사이클로이드 곡선에 대한 연구를 통해 실생활 곳곳에 수학적 적용된 사례 및 유용성을 알게 되었고, 사이클로이드 곡선에 대한 연구가 계속되어야 함을 소논문에 작성하였다. 혼자만의 학습과 입시·성적을 위한 수학 공부에서 수학의 유용성을 연구를 통해 알게 되며, 이를 협업을 통해 소논문으로 작성하였다.

학생들은 타 영역과의 연결성 및 협동을 통한 동아리 활동이 수학에 대한 흥미를 유발할 뿐만

아니라, 수학의 중요성과 필요성에 대해 알아가는 계기가 되었다.

9월 - 제주수학축전

9월에 2박 3일간 제주도에서 진행된 제주수학축전의 부스 운영을 위해 금요일 오전 수업 후 학교장 승인을 받아 제주도에 도착해 부스 준비를 마치고, 숙소로 이동하여 부스 운영에 대한 방법은 학생들끼리 논의할 수 있도록 하였다. 학생들은 시간을 나누어 한 팀은 우리 부스에서 참관자들에게 준비한 수학 개념을 알려주고, 체험을 도와주었으며, 다른 한 팀은 다양한 부스 체험을 통해 많은 것을 보고 익히는 시간을 가졌다. 이에 학생들은 혼자 하는 수학보다 함께 하는 수학의 가치를 더 높게 생각하는 계기가 되었다고 하였다. 또한, 본인이 알게 된 개념, 사실을 이해하고 분석한 후 참관자들에게 체험으로 연결해 설명해주는 활동을 통해 개념이 더욱더 공고해졌다고 말하였다.

[Fig. 7]에서 학생 A는 앞선 활동들을 바탕으로 수학에 관한 다양한 경험을 하는 시간을 가졌다. 활동을 통해 눈에 보이는 것만으로 판단했던 생각을 전환해보면 보이지 않던 답이 보일 수 있다는 사실을 알게 되었고, 가르쳐주는 활동과 배우는 활동들을 통해 유익한 시간이었다고 하였다. 거듭되는 활동 속에서 함께하는 수학과 다양한 경험이 기반이 되어 수학에 대한 긍정적인 모습뿐만 아니라 학업에도 긍정적 변화를 보여주었다.

역학적 에너지 보존법칙에서

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgy, v = \sqrt{2gy}$$

라는 속도에 대한 식을 얻을 수 있다.

이동거리는 속도와 시간의 곱이므로

$$ds = v \cdot dt$$

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = dy \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)^2} = dy \sqrt{1 + x'^2}$$

를 얻고,

정리하면 $T = \int \frac{1}{v} ds = \int_0^y \frac{\sqrt{1+x'^2}}{\sqrt{2gy}} dy$ 의 꼴이다.

(여기서, T는 점 A에서 점 B까지 가는 데 걸리는 총 시간을 뜻한다.)

여기서 적분 값이 최소가 되려면 변분법에 의해 다음을 만족하면 된다.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\sqrt{1+x'^2}}{\sqrt{2gy}} \right) - \frac{d}{dy} \frac{\partial}{\partial x'} \left(\frac{\sqrt{1+x'^2}}{\sqrt{2gy}} \right) = 0$$

여기서 괄호 안의 값이 상수이어서 하므로 a라고 두면 다음과 같은 값을 얻는다.

$$\frac{x^2}{1+x^2} = a^2 y$$

$$\frac{dx}{dy} = \sqrt{\frac{a^2 y}{1-a^2 y}} = \sqrt{\frac{1}{1-a^2 y} - 1}$$

위의 식을 이용해 x 와 y 를 구하면
 $x = r(\theta - \sin\theta)$, $y = r(1 - \cos\theta)$ 를 얻을 수 있다.

또한, 이 공식을 좌표평면에서도 구할 수 있다.
 원점이 O 인 좌표평면에서 반지름의 길이가 r 인 원이 x 축의 양의 방향으로 회전하며 굴러갈 때, 원주 위의 한 점 P 가 원점에서부터 시작하여 움직일 때 점 P 가 그리는 곡선의 자취를 보자.

사이클로이드의 원의 중심을 C 라고 하고 점 C 에서 내린 직선이 x 축에 수직으로 만나는 점을 A 라고 하자.
 각 ACP 를 θ 로 놓고 점 P 의 좌표를 (x, y) 라 놓자.

$$\int y dx = \int a(1 - \cos\theta) \frac{dx}{d\theta} d\theta$$

$$= \int a^2(1 - \cos\theta)^2$$

$$= a^2 \int (1 - \cos\theta)^2 d\theta$$

$$= a^2 \int (1 - 2\cos\theta + \frac{1 + \cos(2\theta)}{2}) d\theta$$

$$= a^2 \left[\frac{3}{2}\theta - 2\sin\theta + \frac{\sin(2\theta)}{2} \right]$$

$$= 3a^2\pi$$

역시 위의 식으로 사이클로이드의 곡선의 넓이는 원의 넓이의 3배라는 것을 알 수 있다.

5. 결론

앞의 실험과 연구, 그리고 그 결과에 따르면 사이클로이드 곡선이 지구상에서 가장 빠른 곡선이라는 것과 사이클로이드 곡선이 어디에서나 같은 도착시간을 가진다는 사실 즉, 사이클로이드 곡선은 최단강하선과 등시곡선이라는 결론을 도출해 낼 수 있다. 우리는 이것을 사이클로이드 곡선을 이용한 미끄럼틀 실험으로써 증명했다. 그리고 이 곡선의 가장 두드러지는 특성인 최단강하선을 이용하여 우리 실생활 곳곳에 적용된 사례도 알게 되었다. 그것 뿐 만 아니라 사이클로이드 곡선의 여러 종류(하이포사이클로이드, 에피사이클로이드와 사이클로이드를 포함하는 트로코이드에 대한 특징도 알 수 있었으며 그것들의 원리도 알 수 있었다. 사이클로이드의 공식을 유도하는 방법도 알게 되었다. 하지만 사이클로이드의 종류별 실생활의 적용사례는 찾지 못했다. 사이클로이드가 우리 실생활 여러 곳에 유용하게 쓰이는 만큼 사이클로이드를 포함하는 트로코이드는 훨씬 더 적용할 수 있는 사례가 많을 것이다. 향후 이런 연구를 또 하게 된다면 이 사이클로이드의 여러 종류에 대한 더 자세한 연구가 필요할 것이다. 이 사이클로이드의 중요성은 여러 수학자들이 여러 번 언급한 것만 봐도 알 수 있듯이, 이것에 대한 연구는 꼭 계속되어야 한다고 본다.

[Fig. 7] Part of Student A's activity report on Jeju Math Festival.

<p>었다. 축전이 시작하기 한 달 전부터 학교에서 우리부스 활동을 준비하기 시작했는데 '육각별 만들기'가 주제였다. 정육각형, 정사각형을 이용하여 일체 육각별을 만드는 과정에서 풀이 손에 땀을 흘리지 않아 다른 사람들에게가 르쳐 줄 때 어려움이 있을 것 같아 미리 연습하고 어떠한 방법이 가장 쉬운지 우리가 직접 여러 번 만들어 보여 연습하고, 일체 육각별뿐만 아니라 종이접기를 통한 육각별도 만들어 보았다. 그렇게 한 달 뒤 재주대회 많은 준비를 하고 도착하였</p>	<p>한다는 것을 알게 되었다. 이러한 활동 이외에도 '대만 원주민의 전통 매듭에서 찾는 오일리법칙', '회전체를 이용한 3D입체모형 만들기', '뉴턴도 캐롤러도 몰랐던 공퍼춤에 숨겨진 수학', '여러 가지 무리수' 등 여러 가지 체험을 하며 다양한 수학적 원리를 배웠다. 이론으로만 접했던 정말 어려웠을 것인데 이렇게 몸소 체험하니 더 제대로 배운 것 같고 내가 알지 못했던 수학의 세계를 접한 것 같아서 새롭고 신선했다.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

[Fig. 8] Part of Student E's activity report on Jeju Math Festival.

[Fig. 8]에서 학생 E는 만드는 과정에서 손에 풀이 묻고 빨리 마르지 않아 다른 방법을 찾아보고, 종이 한 장으로 육각별을 만들어 보는 등 참관자들을 위해 노력하였다. 단순한 만들기만의 활동이 아닌 좀 더 나은 활동을 위해 연구하는 자세를 보여주었다. 또한, 다른 부스를 직접 체험함을 통해 좀 더 배운 것 같고, 본인이 그동안 알지 못했던 수학의 세계를 접할 수 있어 새롭고 신선한 경험이었다고 한다. 선행하는 과정에서의 불편한 점을 개선하기 위해 고민하는 모습, 체험을 원하는 친구들을 위해 연습하는 모습, 더 나은 방법을 찾는 모습을 보여주었다. 나만을 위한 활동이 아닌 함께하는 활동 속에서 배려심을 볼 수 있었고, 수학에는 관심 없지만 활동하는 수학을 통해 수학에 대한 두려움을 덜어내는 긍정적인 모습의 변화를 보여주었다.

10월 - 심화동아리 발표대회
 10월에 있었던 심화동아리 발표대회 및 울산 과학 기술 제전에서 제주수학축전에서 보고 느낀 점을 활용해 심화동아리 발표대회에서 부스 운영 및 체험활동에 대한 설명을 더욱 발전된 모습으로 진행하였다. 수학 골든벨 퀴즈 대회에서 책 '수학의 위대한 순간들'을 읽는 기회를 주어졌다. 성적에만 관심을 보였던 학생조차 시험기간과 겹치는 상황에서도 관심을 보이며 읽고 요약하였다. 울산 과학 기술 제전에서 과학을 통한 수학 체험 기회를 접하였다. 자연 과학에 기본이 되는 수학의 매력을 느끼며 어떻게 활용되고 있는지 체험하였다.

[Fig. 9]에서 학생 C는 잘 알지 못했던 개념을 사람들에게 설명해주고 만들어야 했기에 정보검색과 교사의 도움을 받아 알기 위해 노력하였다. 또한, 설명을 위해 여러 차례 연습해보고 계속된 설명으로 활동이 끝나고 보고서를 쓰는 시점까지 그 내용이 기억에 남는다고 하였다. 만드는 것을 힘들어하는 친구들 곁에서 도움을 주며 그들이 완성품을 가져갈 때 뿌듯함을 느꼈다고 한다. 학

습에 큰 관심이 없던 학생이 설명을 위해 스스로 자료를 찾고 질문하는 모습에서 활동을 통한 자발적 학습이 가능함을 확인하였다.

<p>하였다. 하지만 내가 직접 부스를 열어서 사람들에게 어떤 것인지 자세하게 설명해주고 만들어야 하기 때문에 신이 어떻게 되는지 어떤 모양을 하고 있는지 등 인터넷도 뒤져보고 선생님께 물어봐서 공부를 하였</p>	<p>약간 어린 친구들은 조금 오래 걸려서 힘들어하였지만 앞에서 같이 도와주어서 완성할 수 있었다. 친구들이 완성하여 가져갈 때마다 계속 앉아서 말하기는 힘들었지만 엄청나게 부듯하였다. 나도 다른 부스를 체험하기 위해 친구들과 교대하면서 활동을 하였다.</p>
<p>것을 만드는 것인지 보기 좋게 해두었다. 내가 만든 것도 전시하는 것을 보니까 부듯하였다. 사람들이 오기 전에 어떻게 설명할지도 몇 번이나 연습해보았다. 시각 시간이 되자 우리뜨레, 어른, 어린이들이 조금씩 모여들었다. 처음에 우리뜨레 아이에게 설명을 해주게 되었는데 긴장한 탓에 알도 바빴거겠지만 계속 말하다 보니 꽤 익숙해지고 아직까지도 일일생각권이 무엇인지 설명할 수 있을만큼 기억에 남았다. 친</p>	

[Fig. 9] Part of Student C's activity report on Advanced club presentation contest.

12월 - 국가수리과학연구소 견학과 학교 축제
 12월 국가수리과학연구소를 방문하여 학교에서 접하기 어려웠던 산업 수학을 경험하고, 수학의 가능성과 수학의 다양성을 경험할 수 있게 하였다. 학생들은 연구원들과의 토론 시간을 통해 수학을 대하는 연구원들의 진지함을 간접적으로 배우는 기회를 가졌다. 그리고 동아리 활동을 마무리하는 학교 축제 기간 다른 동아리 활동으로 다양한 수학 체험 및 강연 등을 같이 경험하지 못한 친구들을 위해 2개 부스를 운영하였다. 그동안의 경험을 바탕으로 다양한 수학 체험의 장을 열었으며, 체험 과정에서 많은 학생은 수학을 어렵게만 느꼈던 생각을 깰 기회였다고 하였다. 학교 축제에서 그동안의 동아리 활동을 보고하고 정리, 발표하는 시간을 가졌다. 동아리 구성원 자체가 자연계열 진학을 희망하는 학생들이었지만 동아리 활동을 통해 본인들의 진로에 대한 확실성을 가질 수 있게 되었다고 한다. 수학이 단순히 입시를 위한 과목만이 아닌 실생활 및 타 영역에서 얼마나 중요한 역할을 하는지 직·간접적인 경험을 통해 알 기회가 되었다고 한다.

[Fig. 10]에서 학생 D는 7월에 진행했던 1박 2일 수학캠프에서 먼저 다가가 대화를 이끌지 못

한 것을 아쉬워하지 않았던 학생이었다. 하지만 이번 활동에서 친구에게 고맙다는 말과 이야기를 많이 나누지 못해서 아쉽다고 한 부분에서 협동 학습의 중요성을 확인할 수 있었다.

<p>습을 보며 괜히 부듯했다. 반 친구가 등을 찍어서 패복에 올린 걸 보니까 정말 예뻐다. 아쉬운 점은 정신없이 하다보니 동아리 하기 전에 미술부 구경한 거 빼고는 다른 부스를 돌아다닐 여유가 없었다. 그 정만 빼고는 정말 11월에 있었던 것과 비교도 안되게 부듯했다. 나도 바빠서 내일 쪽은 거의 보지 않았지만 내일 쪽에도 친구들이 정말 많았다. 5명이라는 턱없이 부족한 인원으로도 인해 내일 쪽에는 우리 동아리는 아니지만 도와주는 친구들이 있었는데 준비부터 활동 그리고 정리까지 도와준 친구들이 있었는데 말 못 붙이는 성격으로 인해 제대로 고맙다고 그리고 이야기도 많이 못 나눴는 것도 아쉽다.</p>
<p>정리도 힘들었다. 세삼 깨닫지만 일을 벌이는 것보다 정리 마무리 끝내는 것이 더 힘들다. 책상 정리 엘리베이터로 끌어다 놓는 것이 처음과 다르게 더 힘들었다. 그렇게 내가 열정적으로 처음으로 열정적으로 준비했던 축제가 끝났다. 1학년때처럼 무미조하게 지나간 것이 아니라 직접 참여하니까 훨씬 재미있었다. 마지막은 그저 보는 사람으로 지난해 아니라 참여자로 지낸 것이 부듯했다. 거기다 우리 동아리가 전시에서 1등해서 더 좋았다.</p>

[Fig. 10] Part of Student D's activity report on Math Festival.

학생 A는 부스 활동의 시작인 7월 제주수학축전에서는 부스를 찾아온 참관자들에게 우리 부스 활동을 설명하고, 그들의 질문을 받는데 서투르고 떨리는 모습을 보여주었다. 하지만 거들된 활동으로 부스를 찾아온 교사들에게도 부스 활동 관련 수학 개념 및 만드는 과정을 열심히 설명하였으며 동아리 발표대회에서는 대중과 함께 주고받는 형식의 대화식 발표로 동아리의 1여 년간의 활동을 보고하였다.

교사 : “제주수학축전을 시작으로 울산, 부산, 학교축제까지 진행했는데 어떤가요?”

학생A: “축전은 처음인데 제주 때는 신기했었는데 점점 해 보니까 재미있기도 했지만 뭐가 부족하지 않게 돼서 준비 시간이 줄어들 줄 알았는데 훨씬 길어졌어요.”

교사 : “어떤 면이 신기하고 재미있었죠?”

학생A: “소통! 사람들이 재미있어하는 것도 그렇고 체험으로 수학을 설명할 수 있었던 것도 재미있었고, 친구들이랑 서먹했었는데 여러 활동을 해 보니까 준비하느라 서먹했던 것도 까 먹고 준비하다 보니까 친해진 것 같아요. 수업시간에는 하지 않았던 수학을 알 수도 있었고, 활동을 통해 개념을 더 이해할 수 있었던 것도요.”

이렇게 많은 준비를 했는데 우리 방스에 사람들이 많이 안오면 어떡하지? 하는 걱정을 했었다. 하지만 기대이상으로 친구들 뿐만이 아닌 선생님분들도 많이 와서 바빠게 방스활동을 하였다. 나는 주로 정상각영의 성질을 이용한 무도들 만들게 방스에서 활동했다. 이 방스에서 활동하면서 정상각영의 성질을 친구들에게 직접 설명해주면서 정이심체를 만드는 법도 함께 설명해주면서 열심히 방스활동을 하였다. 그리고 방스에서 활동만 한 것이 아닌 동아리 활동이 1년 동안 무슨 활동을 하며 보냈는지 전시에 우리 전시방스에 오는 사람들에게 우리의 활동을 하나하나 설명해주기도 했다.

또 동아리 발표대에서 우리 동아리와 활동을 직접 발표도 했다. 많은 사람들 앞에서 발표하는 것이라 많이 긴장도 되고 걱정이 되어서 동아리 발표대에 올라가기 전에 계속해서 발표 연습을 하면서 조금씩 긴장을 풀어갔다. 그리고 동아리 발표를 할 때 혼자만 말하면서 발표하는 것이 아닌 발표를 듣고 있는 친구들에게 질문도 하고 과제도 내면서 발표를 했다. 올라가기 전에는 긴장을 많이 했지만 막상 올라가서 발표를 하다보니깐 재밌기도 했다.

[Fig. 11] Part of Student A's activity report on Math Festival.

[Fig. 11]에서 학생 A는 축전의 경험이 거듭될수록 준비하는 자세와 설명하는 깊이가 달라짐을 보여주었다. 사람들과의 소통이 재미있었고, 다양한 활동으로 서먹했던 동아리 친구들과 친해질 수 있었던 소중한 시간이라고 하였다. 교과서 및 수업 시간을 통해서는 알지 못했을 다양한 수학에 관한 정보들을 배울 수 있어 수학이 얼마나 다양하게 존재하고 있는지 알게 된 값진 경험이라는 소감을 전하였다.

학생 C는 학습에 관심이 없어 적극적이지 못한 모습을 보여주었지만, 본인이 좋아하는 네일아트를 도입하자 관심도가 상승하여 활동에 적극적으로 참여하기 시작하였다. 자신과 같이 수학을 힘들어하는 학생들이 직접 체험할 수 있다면 수학을 어렵게만 느끼지는 않을 수 있을 것이며, 다양한 활동을 통해 수학에 대한 인식 전환뿐만 아니라 학습에도 긍정적인 영향을 받았다고 하였다.

교사 : “제주수학축전을 시작으로 울산, 부산, 학교 축제까지 진행했는데 어떨까요?”

학생 C: “수학이 진짜 어렵고 무서웠는데요. 해보니까

괜찮았어요. 조금 쉬었어요. (웃음)”

교사 : “쉽게 느껴지면서 이것이 학생C의 학습에도 혹시 영향을 주었을까요?”

학생 C: “네. 수학하면 겁부터 났었는데 이제는 좀.. 복습도 해요.”

교사 : “학습에도 좋은 영향을 주었다니 좋네요. 여러 축제를 마친 소감은 어떤가요?”

학생 C: “저처럼 수학에 겁먹은 친구들이 직접 해봤으면 해요. 친구들한테 설명하기 위해서 처음에는 무조건 모르고 외웠거든요. 그런데 체험하러 온 사람들이 원리를 알고 체험하는 것을 보고 신기하기도 하고 좋았어요.”

교사 : “고마워. 활동 중에 가장 기억에 남는 건 무엇이 있을까요?”

학생 C: “테셀레이션을 이용한 네일아트요. 수학은 싫었는데 네일아트는 좋아서요. 수학이랑 연결시켜서 사람들이랑 이야기하고 해주고 하는게 너무 좋았어요. 아, 그리고 저 이제 수학 문제도 풀어요. 쌤”

국가수리과학연구소 견학을 통해 수학이 타 영역과의 연관성을 확인하게 됨으로써, 학생들은 진로 선택에 확신을 갖게 되었고, 학교 축제를 통해 그동안 동아리 활동에서 익힌 다양한 수학을 활용하여 친구들에게 본인들이 알게 된 정보를 공유하였다. 학교 축제를 통해 협동의 중요성과 다양한 영역에서 수학이 활용되고 있음을 친구들에게 직접적으로 알려줌으로써, 친구들도 수학에 대한 인식이 긍정적으로 변할 수 있도록 노력하였다.

학생들의 1여 년간의 활동 모습을 통해 수학에 대한 인식 변화를 살펴보았다.

다음은 학생들의 활동 초기, 중기, 후기의 모습을 기록한 내용이다.

<student A>

Early period	<ul style="list-style-type: none"> - The student lacked engagement due to math grades lower than other members. - The student volunteered to take the role of the club head with too much ambition for club activities. - The student's role of the club head was limited to movie preparation, communication with the teacher and text messaging the club members.
Middle period	<ul style="list-style-type: none"> - The student lacks communication skills and the perception of math is hard to be discussed. - From July, the student started to collect books and information first and later offered them to the club members. - The student focused on acting as the club head and checked upon what are needed to the club members. - During the September activity, the student focused on sharing with others and provided explanations in a way that can be understood by visitors.
Latter period	<ul style="list-style-type: none"> - The student had no confidence in the future academic path before, but decided to become a math teacher. - While the initial motivation to join the club was because math grades were better than other subjects, the student gained experiences about math's usefulness and how to communicate with math. The student demonstrated a positive change in the perception of math.

<student B>

Early period	<ul style="list-style-type: none"> - The student feels uncomfortable with any elements that interrupt the study. - When a friend asks a question, the student gives an answer specific only to the question.
Middle period	<ul style="list-style-type: none"> - From continued special lectures and activities, the student demonstrated an attitude of finding answers through communication with friends and approached others who were struggling. - Changes were observed from learning to find answers to learning to understand the principles. - The student used to wait for beverages to come, but started to pour beverages into paper cups and hand them out.
Latter period	<ul style="list-style-type: none"> - The student looked for the principles and asked questions to the teacher for matters that the student doesn't understand or wants to understand. - The student demonstrated a change from self-understanding and self-resolving to sharing and thinking together in learning math. - During the December activity, the student collected all the garbage in the gym, threw it away and cleared up the place together with Student E.

<student C>

Early period	<ul style="list-style-type: none"> - The student cannot focus on studying and is afraid of math.
Middle period	<ul style="list-style-type: none"> - During the July activity, the student was worried about causing harm to other members due to the lack of math competency. The student started to look for things that the student can do including information search, setting an example of cleaning up the surroundings, etc. and gradually became actively involved. The student also got extremely excited from the sense of achievement gained from the process of thinking together in search of answers, which would have been impossible if attempted alone. - During the September activity, the student memorized the entire script which was to be presented to visitors. The student did not understand the script at first but was able to understand it thanks to the explanation (help) of the friends.
Latter period	<ul style="list-style-type: none"> - The student experienced that there is no need to be afraid of math. As a result, the student actively provided assistance to other friends so that they can experience and get to know the same. - There were further positive influences on the student's study.

<student D>

Early period	<ul style="list-style-type: none"> - The student treated math as a tool required to study the targeted major and was actively involved in learning math. While the student was excellent in self-directed learning, the ability to deliver the opinions was insufficient. - The student sat alone and participated in club activities without any conversation throughout March. - The student's only conversation was giving answers to the teacher's questions.
Middle period	<ul style="list-style-type: none"> - During the July activity, the student seemed extremely nervous about collective activities but soon got engaged by collecting information quickly using a computer because the student liked it much. - Through various activities and experiences from the earlier period, the student understood the existence of math in other areas and its usefulness and demonstrated changed view and attitude on math.
Latter period	<ul style="list-style-type: none"> - The student regretted not having approached the friends first during the December activity. - The student showed an attitude which had not been observed until July as the student tried to be considerate of others by asking them to experience the booth first and worked busily to help others to make progress with their activities.

<student E>

Early period	<ul style="list-style-type: none"> - Having an introverted personality, the student was in tears with frustration about being unskilled in expressing opinions and emotions. The student stays beside Student C and just listens to the members. - During the Movie days activity, the student explained in a small voice, sitting on the seat, the things others were curious about. The student prepared information materials for the second movie in advance and shared them with the friends.
Middle period	<ul style="list-style-type: none"> - The student was not sure what to do during the July activity, but soon found a way to develop the research essay based on the math knowledge and started the collective work by collecting materials. The student would clean up dirty trash without a word and showed an attitude of offering whatever the student owns in advance. - During the September activity, the student provided commentaries at the booth in a way that can be understood by visitors. When it was time for cleaning up the booth, the student ran to other booths and helped others after being finished with our booth.
Latter period	<ul style="list-style-type: none"> - In July, the student was dragged to the front to present in a shaky voice. During the December activity, the student explained the club activities so far to visitors and teachers and demonstrated an active attitude of leading the experience by sharing the concepts the student figured out as well as fun experiences. - After the festival was over and the place had to be cleaned up, the student said the booths are not separate and all of them are ours to stay to the end and clean up the garbage in the gym. Other students who were heading back home returned to clean up the place together.

V. 결론

현 고등학교 교육 현장은 입시 중심으로 흘러가고 있다. 그로 인해 학생들에게 있어 수학은 단순히 좋은 대학을 가기 위한 하나의 도구이자, 해야만 하는 과목이라는 인식이 크다. 하지만 수학은 선량한 시민이 되기 위한 소양과 다양한 분

야에서 수학과 수학적 사고를 할 수 있게 하는 것을 목적(Whang and Bae, 2015)으로 우리는 현 학교 수학에 대해 고민해 보아야 한다. 이에 우선시 되는 것은 교사와 학습자의 태도라고 생각한다. 교사는 가르치는 역할에서 이끌어주는 역할로, 학습자는 협동학습이 가능하도록 소통을 할 줄 알아야 하며, 다른 분야의 정보를 활용할

줄 알아야 한다. 또한, 수학적 경험을 통해 탐구하고, 조사·분석하여 해결하는 단계까지 유의미한 학습이 이루어지려면 우선 그 시작인 수학적 경험이 현실감 있고, 흥미로운 것이어야 한다(Kim, 2016). Park (1998)은 협동학습은 경쟁적인 학습보다 성공감이나 만족감을 쉽게 얻을 수 있고, 이로 인해 자신을 긍정적으로 평가하게 되어 자아존중감이 형성되고 또한 학습과제를 해결하는 학생태도에 있어서도 자신감과 적극적 자세를 형성하는 데 많은 영향을 미친다고 하였다. Kim (2018)는 수학에 대한 태도는 학업 성취나 진로 선택에 영향을 주는 수학교육의 주요 목표이나 수학에 대한 학생들의 흥미와 태도가 낮게 나타나 이를 높이기 위해 대중문화에 관심을 갖는 연구가 이루어지고 있다고 하였다. 이러한 선행연구들을 바탕으로 본 연구는 동아리 활동은 학생들이 접하기 가장 쉬운 대중매체인 영화를 감상하는 것으로 시작하였다.

동아리 활동을 하는 처음 시점에는 수학에 대한 본인들의 생각을 영화에 투영하여 ‘지루할 것 같다’는 마음으로 시작되었으나, 3~4월에 진행된 다양한 ‘영화감상’을 통해 학생들은 수학에 대한 호기심과 흥미를 갖기 시작하였으며, 이를 통해 수학에 대한 긍정적인 인식의 변화를 보여주었다. 5월 ‘특강’에서는 수학을 단지 진로를 위한 도구이자 해야만 하는 과목으로만 생각했던 학생들이 수학이라는 과목이 타 영역과의 연결성을 직접적으로 경험함으로써 수학에 대한 흥미를 높일 수 있었다. 7월, 9월, 10월에 시행된 ‘수학캠프’, ‘제주수학축전’, ‘학교 축제’를 통해 학생들은 협동학습의 중요성을 알게 되었다. 동아리 활동을 통해 수학에 대한 접근성을 높이며, 혼자 하는 수학이 아닌 함께하는 수학으로, 단순히 공식에 대입해 문제를 해결하는 방법이 아닌 풀이 과정을 함께 찾아 해결해 나가는 방법으로서의 변화가 수학에 대한 두려움을 벗어날 수 있게 해주었다. 그리고 수학이 다른 학문과 다른 영역에 필요함을 체험 및 강연을 통해 경험함으로써 수

학에 대한 관심과 인식의 변화를 보여주었다. 소통을 통해 문제를 해결해 나가고, 결과물을 만들어 나가는 과정을 통해 수학에 대한 긍정적인 모습뿐만 아니라 학업 전반에도 긍정적인 영향을 보였다. 다양한 동아리 활동은 수학의 유용성과 필요성을 알게 해줌으로써, 학생들의 수학에 대한 인식이 긍정적으로 변화할 수 있게 해주었다. 선행연구들을 살펴보면, 교사와 학생들과 함께한 연구이며, 28시간 수학 동아리 활동을 통한 연구(Jeong, 2013), 교내 수업시간을 활용하여 수학에 대한 긍정적인 인식으로 변화(Han and Park, 2004)등의 연구들이다. 본 연구는 장기간에 걸친 다양한 활동으로 교사와 학생이 함께하는 동아리 활동이다. 또한, 여러 영역에서 활동하고 있는 강사들의 강연과 다양한 외부체험을 통해 학생들에게 수학의 유용성을 알려 주고자 노력하였다. 이러한 다양한 활동들을 경험하고 함께 해결해 나가면서 학생들의 수학에 대한 인식변화를 시간의 흐름에 따라 확인할 수 있었다.

처음에는 자료를 찾고, 분석하고, 정리하는 모든 것이 서툴러 허둥지둥하였을 뿐만 아니라 혼자 해내려는 자세에서 동아리 친구들과의 소통을 통해 천천히 함께 해결하는 모습을 보여주었다. 이는 단순한 문제 풀이와 많은 문제를 해결하여 시험에서 좋은 성적을 거두는 것보다 더욱 중요한 일이라고 생각한다. 지식만을 전달하는 것이 아니라 학습 방법과 학습의 즐거움을 스스로 느낄 수 있게 기회를 제공해 주는 것이 수학교육 능력 향상에 더 도움이 될 것이다. 수학이 흥미로운 교과목이며 수학에 대한 두려움보다는 도전할 만한 가치가 있는 과목이라는 인식의 변화와 함께 연구해 볼 수 있는 재미있는 과목이라는 학생들의 인식 변화의 계기가 되었다. 이러한 활동 중심의 동아리 활동은 수학뿐만 아니라 다른 교과목에서도 학생들의 긍정적인 인식 변화를 끌어낼 수 있으리라 생각한다.

하지만 동아리 활동 시간을 통해 학생들의 협동학습 능력을 향상하고 수학에 대한 인식의 변

화를 끌어내기에는 시간이 모자랐다. 학교 교육 과정에 주어지고 있는 동아리 활동 시간은 고작 34~37시간이다. 이는 턱없이 부족한 시간임이 분명하다. 본 연구자는 외부 활동 등을 통해 3-4월에 4시간(영화 속 숨은 수학), 5월에 3시간(토요 특강), 7월에 24시간(수학캠프), 9월에 60시간(제주수학축전), 10월에 14시간(심화동아리 발표대회), 12월에 20시간(국가수리과학연구소 견학과 학교 축제), 총 125시간을 할애하였다. 학교의 협조, 교사의 의지(노력), 교사를 믿고 따르는 학생이 서로 맞았기에 가능한 활동이었다.

본 연구에서 수학의 활용성을 과학적인 분야에 접목하여 수학의 유용성을 학생들과 공유하였지만, 인문사회와 미술, 체육활동들에도 수학이 다양하게 접목되고 있음을 알려준다면 학생들이 수학을 조금 더 친근하게 느끼고, 수학에 대한 인식이 긍정적으로 변화하는데 더 많은 영향을 미치리라 생각한다.

References

- Choi EA(2013). A study on the activation of school club activities. Myongji University, Doctoral dissertation.
- Choi YJ(2014). [Life ICM 2014 joint planning Mathematics opening the future] Vivid picture quality competition, go ahead with math!. Mathematics Dong-A, 62~67.
- Denzin NK(2017). The research act: A theoretical introduction to sociological methods: Routledge.
- Gong JS(2012). Effects of English Drama Club on High School Students' Speaking and Listening Ability. Major in English Education Graduate School of Education Korea National University of Education Chung-Buk, Korea.
- Han HC, Lee JY, Kim KC and Chang KS(2018). A Study of Organizing the Elementary and Middle School Curriculum for Cultivating Key Competencies of the 2015 Revised Curriculum. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 18(16), 195~221.
- <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01984>
- Han MY and Park DW(2004). A Learning Model for Improvement in Learning Mathematics through Cooperative Group Activities in High School. The Korean School Mathematics Society, 7(1), 103~120.
- Huberman AM and Miles MB(2000). Data management and Analysis Methods. in Denzin, N. R, and Lincoln, Y. S. (ed). Handbook of Qualitative Research. 428~441. California: Sage.
- Jeong MJ(2013). A study on the improvement of affective characteristic toward math through high school math club activities. Korea National University, Master's thesis.
- Kim, CJ, Sin, MG, and Lee, SG(2010). Understanding of Non-Format Scientific Learning. Seoul:Bookshill
- Kim JM(2005). A Paper on the Pedagogy Focused in the Mathematical Thinking Mathematicians used. The Korean Society Mathematical Education, 44(1), 87~101
- Kim PS(2018). The Image of Mathematicians and Their Attribute in Movies. The Korean Society for Creative Information Culture, 4(2), 83~93. https://www.kci.go.kr/kciportal/landing/article.kci?arti_id=ART002383198
- Kim SL(2016). A study on the factor in a view of mathematical learning. Journal of the Korean Data And Information Science Society, 27(2), 295~304. <https://doi.org/10.7465/jkdi.2016.27.2.295>
- Kim YT and Suh BE(2016). Discussion and discussion in various cooperative learning classes. The Korean Society of Mathematical Education International Workshop on Mathematics Education, 2016(1), 182~185.
- Lee DY(2005). Actual Conditions and Activation Ways on Middle School Students' Club Participation. Physical education Graduate School of Education, Kook Min University Seoul, Korea, Master's thesis.
- Lee JK(2009). A Historical Study of Cooperative Learning for Mathematics. The Korean Society for History of Mathematics, 22(2), 55~74.
- Lee SY(2019). Korean Students' Attitudes towards Collaboration in PISA 2015 Results. Korea Association of Social Education, 58(1), 99~110. <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=>

- NODE08000991
- Lim JH, Ryu KH and Kim BC(2017). An Exploratory Study on the Direction of Education and Teacher Competencies in the Discussion and discussion in various cooperative learning classes4th Industrial Revolution. [KEDI] Korean Educational Development Institute, 44(02), 5~32.
- Lincoln YS and Guba EG(1985). Naturalistic inquiry. Beverly Hills. CA: Sage.
- Ministry of Education(2015). Mathematics and Curriculum. Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Separate Volume 8].
- Park MS(1999), The Effects of Learning Assignment in the House through the Cooperative Learning on Learning Attitude. Chungnam National University, Master's thesis.
- Slavin RE(1981). Synthesis of Research on Cooperative Learning. Educational Leadership, 39, 654~658.
- Song SJ, Kim JM and Namgung JY(2012), The Effects of Adolescents' Experience of Club Activities on Their Self-concept. Studies on Korean Youth, 23(1), 121~147.
- Sriraman B, Yaftian N and Lee KH(2011). Mathematical creativity and mathematics education: A derivative of existing research The elements of creativity and giftedness in mathematics 119-130: Brill Sense.
- Whang WH, Choe GH, Kim GM and Lee MH(2006). Mathematics Education and Mathematical Creativity. Paper presented at the Proceedings of the Korea Society of Mathematical Education Conference.
- Whang WH and Bae SC(2015). Changes in Students' Awareness of a Creativity-Personality Enriched Mathematics Program. Journal of Research in Curriculum Instruction, 19(1), 23~45.
- Whang YM(2013). A study on the method of teaching writing in college of science students using movies. Korea Journal of General Education, 7(4), 109~135.
-
- Received : 30 August, 2021
 - Revised : 15 October, 2021
 - Accepted : 21 October, 2021