F1 in Schools 프로그램을 이용한 초등학생 대상 공학 기술 교육에 관한 연구[1)]

박소라*, 남현욱**
청주 원평초등학교*, 청주교육대학교 실과교육과**

Research on Engineering & Technology Education for Elementary School Student by using F1 in Schools Program

Sora Park*, HyunWook Nam**
Teacher, Wonpyeong Elementary School*,
Professor, Dept. of Technology Education, Cheongju National Univ. of Education**

Abstract

The purpose of this study is development of 'F1 in Schools Program' for elementary school student and validation of the program. Fifteen students were originally chosen from the W elementary school in Cheongju, Chungcheogbuk-Do. The children were tested on their understanding of science and 'F1 in Schools Program'. After developing the 'F1 in Schools Program', it was used in the classroom to evaluate applicability and to examine the responses from students, parents and schools. The program consists of 60 classes and the time of each class is 40 minutes. This study was conducted for 10 days from January 22nd, 2007 to February 2nd, 2007. CAD(Computer Aided Design), CFD(Computation Fluid Dynamics), CAM(Computer Aided manufacturing) and CNC Machine were used in this study and proved to be good materials for students in that they increased the students' participation and imagination. However, the children's cognitive and creative abilities as well as manuals written in English hampered the process. Most students, parents, schools seemed to be satisfied with use of the program. However, the schools showed that there was not enough understanding of the program as a whole. The processes with which students build and inspect using the CO_2Model Car not only improves the processing of the model but also enhanced the students scientific understanding related to the car speed.

Keywords: F1 in schools Program, CO_2Model Car, CAD(Computer Aided Design), CFD(Computation Fluid Dynamics), CAM(Computer Aided Manufacturing), CNC Machine , Technology Education

Ⅰ. 서론

21세기 국가경영의 선진화를 위해서 자주 사용되는 패러다임은 정보화 사회와 지식기반 경제이다. 정보화 사회와 지식기반경제 이행시 그 이행을 가장 순조롭게 하는 요소는 인적자원의 비교우위이다. 인적자원의 비교우위는 우리나라처럼 자본과 자원이 부족한 나라에서는 더욱 더 절실한 과제이다. 그러나 몇 년 전부터 우리나라는 청소년들의 이공계 기피 현상이 사회적으로도 큰 이슈로 떠오를 만큼 심화되고 있다.

이러한 상황을 극복하기 위해서는 초·중등학교에서의 기술 교육의 내실화가 가장 우선시 되어야 하며(강혜정, 2004), 생활교과이며 기능교과인 실과는 기술교육을 하기에 가장 적합한 교과이다. 제1차부

1) 이 연구는 2006년도 학술진흥재단의 고급지식확산과제 학술연구지원으로 이루어졌음.

터 제7차까지 교육과정에 이르기까지 실과의 공업기술 내용 영역으로 한번도 빠지지 않고 소개되었던 제재가 있었는데, 그것은 바로 목제품에 관한 것이었다.

공업기술 영역의 내실화는 곧 기술교육의 발전이라는 최대한의 교육적 효과를 거두기 위해서는 엄선된 교육내용, 교과내용의 짜임새 있는 구조화, 초등현장에서의 밀도 있는 수업, 유효적절한 실험실습 시설 및 기자재가 제공되어야 한다. 그러나 무엇보다 학생들의 흥미를 제고할 수 있는 목제품에 대한 재미있는 소재가 필요하다.

자동차는 남녀 구분 없이 공통적으로 어릴 적부터 친숙하게 가지고 놀던 장난감으로 초등학생의 흥미와 관심을 불러일으킬 학습 도구로 효과적이다. 미국의 교육과정에는 오래전부터 이러한 요구를 반영하여 자동차를 소재로 한 학습 프로그램을 진행하여 왔으나 우리나라는 아직 학생들이 접하기에는 너무 멀고 어려운 것으로 인식되고 있다. 이러한 점을 극복하기 위하여 우리의 현실에 맞는 다양하고 새로운 교육용 자동차 프로그램의 개발이 절실히 필요하다.

따라서, 이 연구에서는 빠른 자동차의 대명사인 F1 자동차를 교육에 접목시킨 'F1 in Schools Program'을 개발하여 보고, 실제 교수-학습 과정에 있는 학생들이 새로 개발된 교재로 학습했을 경우 교육내용에 대한 흥미도 및 학업성취도를 조사함으로써 앞으로 효율적인 프로그램 운영에 기초 자료를 제공하고자 한다.

Ⅱ. CO_2모형 자동차 Program의 이해

1. 다양한 CO_2모형 자동차 Program의 개발

우리나라처럼 자본과 자원이 부족한 나라에서는 고급 인력의 비교우위가 더욱 더 절실한 과제이다. 그러나 몇 년 전부터 우리나라는 청소년들의 이공계 기피 현상이 사회적으로 큰 이슈로 떠오를 만큼 심화되고 있다. 이공계 인재 이탈 현상이 갈수록 심화하면서 장기적인 고급 과학기술 인력 수급에 적신호가 켜지고 있다.

이러한 상황을 극복하기 위해서 세계 여러 나라에서는 초등학생 때부터 공학적 마인드와 제조에 있어서 구조 단계별 원리를 접하고 쉽게 이해할 수 있는 프로그램을 학교 현장에 적용하기위해 다양한 프로그램을 개발하고 있다. 영국의 경우 덴포드(Denford)사에서 개발한 프로그램은 F1 자동차 대회의 Process를 도입한 것으로써 학생들의 흥미와 수준에 맞게 체계적으로 발전시킨 프로그램으로 주목받고 있다. 이 프로그램은 1999년 영국에서 "JaguarF1 in schools"로 시험 운영된 것을 시작으로 2000년 영국 국내 대회 개시, 2002년 영국 10개 지역 대회 및 4개 국가 참여로 점차적으로 확대 되어 2006년 2nd World Championship 개최하여 호주 Stingers team이 우승을 하는 등 2007년 현재 24개국에서 실시하고 있는 상황이다.

2. CO_2모형 자동차 Program의 개관

영국의 덴포드(Denford)사에서 개발한 프로그램은 빠른 속도의 대명사인 F1 자동차 대회에서 아이디어를 얻어 모형 자동차를 만드는 과정 속에서 학습하는 프로그램이다. F1의 "F"는 "Formula=규격"을 의미하여, 경주에 참가하는 자동차의 규격을 말한다. 1974년 FIA(국제 자동차 연맹)에 의해서 규정지어 졌으며 세계 선수권의 타이틀을 걸고 행해지는 FIA Formula 1 World championship을 F1이라고 한다. 1950년 5월 13일, 영국 실버스톤에서 개최된 British GP가 최초의 FIA Formula 1 World championship이다.

이 프로그램은 학교 안에서 F1 자동차를 만들고 경주하는 포뮬러팀이 운영된다. 빠른 속도의 대명사인 F1 자동차를 만들기 위해 4-5명의 학생들이 팀을 구성하고 자동차의 속도와 관련된 다양한 과학적 원리를 고려한 토론을 함으로써 Process는 시작된다. 학생들은 팀만의 유일무이한 자동차를 만들어 내기 위해 팀원의 역할을 정하여 협동 학습으로 진행된다.

Design을 담당한 학생은 팀원이 제공한 아이디어를 종합하여 공기역학을 고려한 자동차 형태를 완성한 후 도면작업을 진행하고 CAD (Computer Aided Design) 작업을 집중적으로 하여 완성된 Design을 Manufacturing 담당자에게 전달한다.

Manufacturing을 담당한 학생은 CAM으로 CAD file을 기계가공 형태의 nc file로 변환하며, Analysis를 담당한 학생은 CAD를 이용하여 3D로 모델링한 자동차를 만들기 전에 미리 CFD(Computation Fluid Dynamics) 프로그램을 이용하여 가상화면을 통해 공기의 흐름에 대해 분석하고 문제점을 CAD Designer와 토론하여 수정한다.

수정된 CAD design은 다시 CAM에서 nc file로

변환하는 과정을 거쳐 Manufacturing을 담당한 학생에게 주어진다. Manufacturing 담당자는 nc file을 받아 CNC Machine으로 정확하고 편리하게 가공하는 작업을 한다. 나무 블록(Balsa wood)으로 모형 자동차를 제작한 후 Graphic Design을 담당한 학생은 최종적인 차량의 외형과 색상을 완성시키고 차량에 Painting 수행하는 역할을 한다.

완성된 모형 자동차는 Test를 담당한 학생에게 전달되어 계획대로 잘 만들어졌는지를 Wind Tunnel과 Smoke Tunnel로 테스트를 하는 과정을 거친다. Wind Tunnel은 공기흐름을 연구하고 파악하기 위해 만들어낸 풍동장치이며, Smoke Tunnel은 공기역학을 학습하기 위한 실험 장비로 공기의 층류와 난류의 흐름을 눈으로 직접 파악할 수 있다.

마지막 단계인 경주에는 Impulse System & Track이 필요한데 총 길이 24m인 Race전용 Track과 0.001 초까지의 정확한 자동차 속도를 측정해 내는 Impulse system으로 제작된 자동차의 객관적인 속도 데이터 값을 측정하는 장비이다. 팀의 계획대로 만들어진 자동차를 최종적으로 자동차 경주까지 실행하는 것으로 모든 Process는 끝난다.

이 프로그램은 전 과정이 협동 학습으로 진행되며 자동차 제작과 디자인에 필요한 장비와 재료 및 시간을 준비하고 원활한 조달이 이루어지도록 팀의 전체 일정 및 구성원간의 관계는 유기적이어야 하며, 각 Part와 긴밀한 협조가 요구된다.

Ⅲ. 연구의 방법

1. 연구방법

구성주의 학습이론에 바탕을 두고 학생들의 인지발달 수준을 고려하여 자동차의 속도와 관련된 지식을 묻는 과학적 개념 인지 검사지와 프로그램에 대한 흥미도 및 만족도를 묻는 설문지, 그리고 아동의 언어적 표현력과 이해력의 수준을 고려한 개별 면접을 병행 실시하는 연구방법, 즉 트라이앵귤레이션(triangulation) 방법을 채택하였다.

예비조사단계에서 충청북도 청주시 W 초등학교 5학년 15명(남 9명, 여 6명)을 대상으로 'F1 in Schools Program'이라는 제목의 과학적 개념 인지 검사지를 실시하였다. 검사지 속에 포함되어 있는 학생들의 자동차의 속도와 관련된 지식과 흥미와 관련된 요소들을 추출하여 프로그램의 효과성에 관한 설문지 및 면접지의 문항을 구성하였다.

본 조사단계에서 프로그램의 각 영역 학습을 마칠 때마다 영역별 흥미도를 알아볼 수 있는 설문지를 실시하고, 프로그램이 끝나는 시점에서 과학적 개념 향상에 미치는 효과를 검증할 수 있도록 예비조사단계에서와 동일한 과학적 개념 인지 검사지를 실시하였다. 더불어 개방형으로 반응하는 질문지 및 개별 면접을 학생과 수업을 진행한 교사를 대상으로 실시하여 프로그램 영역에 따른 학생들의 학습 활동을 탐색 한 후 반응을 수집하여 내용분석하고, 학부모와 학교를 대상으로 프로그램에 대한 흥미도 설문지를 실시하여 'F1 in Schools Program'의 현장 적용 가능성 및 효과성을 평가하였다.

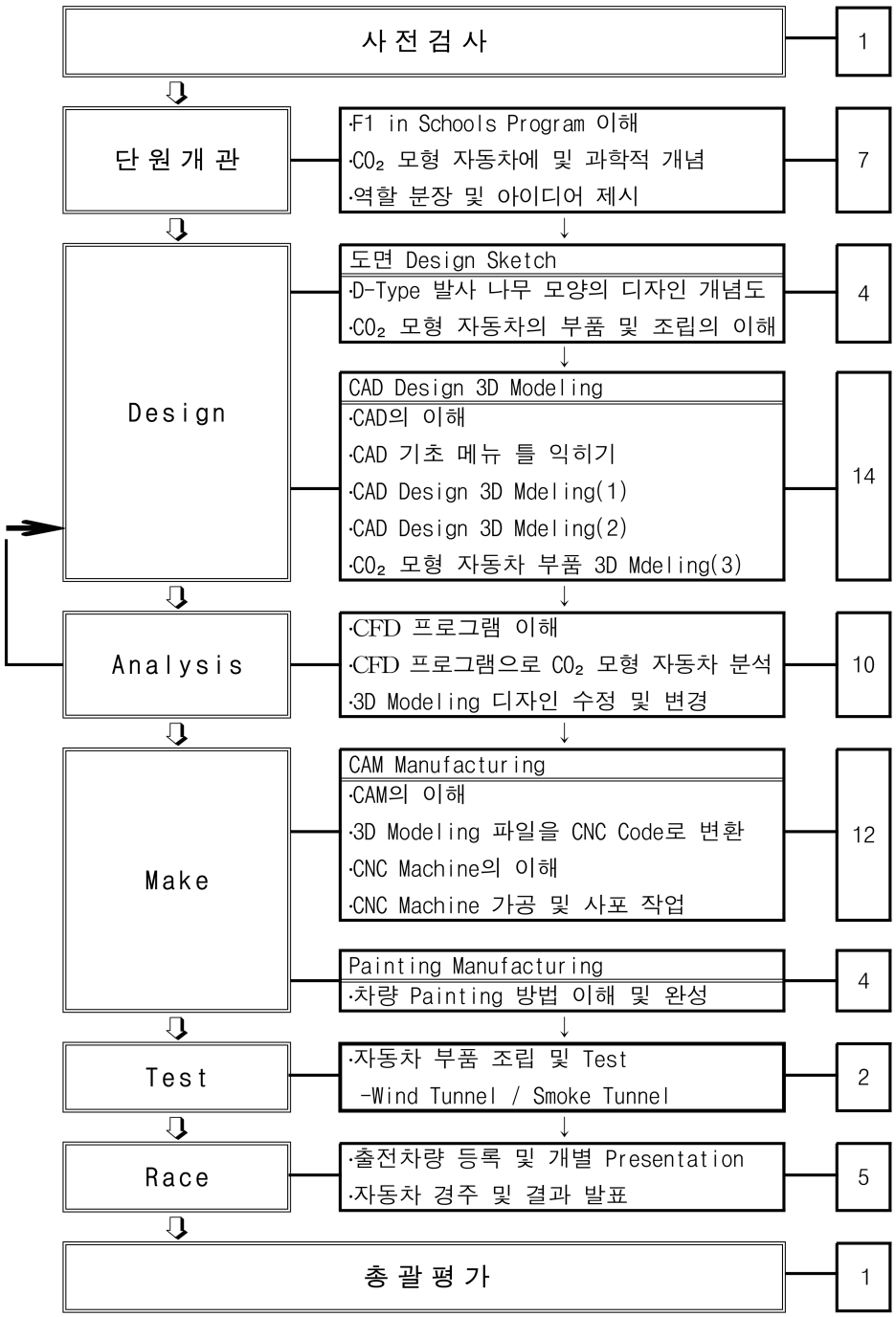
Ⅳ. 연구의 결과

1. F1 in Schools Program의 개발 및 적용

가. F1 in Schools Program의 내용 구성 및 소요 시간

'F1 in Schools Program'(초등학교 학생용 워크북) 교재는 각 영역별로 수업을 진행하는 교사가 프로젝트 형식으로 개발하였으며, 프로그램 운영의 효율성을 고려하여 프로그램 영역 별로 활용될 수 있다. 프로그램은 6개의 대주제 영역으로 구분하였다. 6개의 대주제 영역은 단원 개관(7차시), Design(18), Analyse(10), Make(16), Test(2), Race(5)로 과학적 개념 향상 정도를 평가하기 위한 사전, 사후 검사 2차시를 포함하여 총 60차시로 구성하였다. 이론과 실기로 이루어진 단순 체험의 기존의 교육내용과는 달리 Process의 기본 원리, 기능, 탐구 활동을 포괄하는 전 과정을 다루고 있으며, 초등학교 교과서를 분석하여 내용적 연계를 고려하였다. 'F1 in Schools Program'의 내용 구성 및 소요 시간은 [그림 1]과 같다.

'F1 in Schools Program'은 JigsawⅡ 협동학습 전략을 응용하여 진행된다. 교사는 수업의 절차 및 학생의 역할에 대해 안내한다. 빠른 CO_2 모형 자동차를 만드는 과제 아래 모집단의 학생들은 6개의 대주제 영역 별로 자신의 역할을 맡는다. 모든 학생이 제조 Process 전체를 이해하여 전체적인 맥락 안에서 자신의 역할을 수행한다. 자신이 맡은 역할 별로 다른 팀 구성원과 합류하여 소위 전문가 집단에서 그 주제에 대한 학습을 하고 부족한 점을 보완하여,



[그림 1] F1 in Schools Program의 내용 구성 및 소요 시간
[Fig. 1] Contents and Time of F1 in Schools Program

학습이 끝나면 자기 팀으로 돌아와 팀 동료들에게 전문가 집단에서 학습한 내용을 가르치고 결과물을 전달한다. 모집단의 동료들은 전문가에게 전달 받은 지식과 기능을 바탕으로 학생들 평가는 개인별로 받게 되고 개인 점수는 팀 점수에 영향을 미쳐 보상을 받게 된다.

'F1 in Schools Program'을 위한 역할분장은 5 Part로 나뉜다. Team manager는 팀의 전체 일정

관리 및 구성원간의 유기적인 업무 조절하는 역할을 한다. Resource Manager는 자동차 제작과 디자인에 필요한 장비 및 재료, 시간을 준비, 조달하는 역할로 각 Part와 긴밀한 협조가 요구된다. Design Engineer는 팀원이 제공한 아이디어를 종합하여 공기역학을 고려한 자동차 형태를 완성하고 도면작업 진행 및 CAD (Computer Aided Design) 작업을 집중적으로 학습하여 그 분야의 전문가로서 다른 학생을 가르칠 책임을 진다. Manufacturing Engineer는 기계를 이용하여 디자인된 자동차를 제작하고, Designer와 토론을 통하여 제작상의 문제점 해결하는 역할을 한다. Graphic Designer는 최종적인 차량의 외형과 색상을 완성시키고 차량에 Painting 수행하는 역할을 한다.

학습 기회를 다양하게 제공하기 위한 취지로 역할 분장을 토대로 팀원 구성상 한사람이 두 가지 이상의 역할을 맡아 프로그램에 적극적으로 참여하도록 유도하였다. 더 나아가 학생들의 관심과 흥미를 고려하여 다른 사람의 역할도 체험할 수 있는 기회를 제공하였다. 자신의 역할에 방해 받지 않는 범위 내에서 모든 학생이 프로그램의 전반적인 과정을 실습해 봄으로써 'F1 in Schools Program'에 대한 이해를 높이고 다양한 경험을 할 수 있도록 고려하였다.

팀을 구성하고 역할을 정하는데 소요된 시간은 30분 정도이며, 학생들 스스로 자신이 희망하는 역할을 맡을 수 있도록 안내하였다. 집단 간의 차이를 두지 않기 위해 교사는 참가 어린이 4-5명을 임의대로 구성하여 총 4팀이 프로그램에 참가하였다.

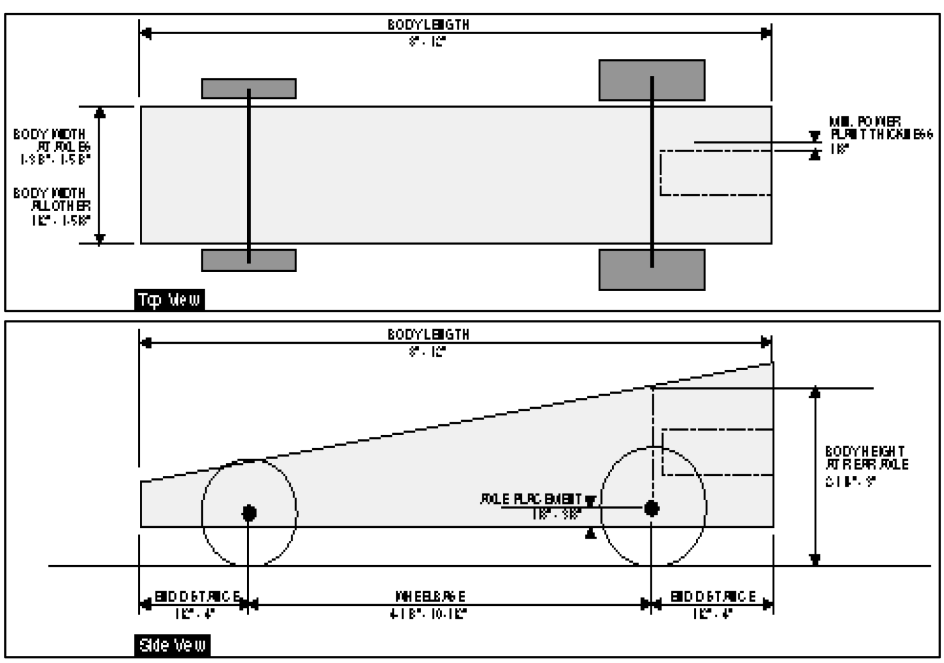
나. F1 in Schools Program의 개발 내용

1) 단원 개관

학생들에게 'F1 in Schools Program'의 이론적 배경이 되고 있는 F1 자동차 및 CO_2 모형 자동차에 관한 동영상 정보를 제공하고, 자동차와 관련된 과학 원리에 대해 학습한 것을 바탕으로 다양한 CO_2 모형 자동차의 특징을 탐색하는 토론 수업을 진행하였다. 학생들은 다양한 질문을 하고 수업에 집중하는 모습을 보여 프로그램에 대한 호기심과 적극성을 나타냈다. 자동차 움직임의 과학 원리인 관성의 법칙과 작용 반작용 법칙 등 과학 지식에 초점을 맞추어 수업을 하였는데, 이것은 검사 도구가 과학 지식 위주로 되어 있기 때문에 강의식 수업 방식이 적합하다고 판단하였기 때문이다.

2) Design 단계

Design 단계는 크게 도면 작업과 CAD (Computer Aided Design) 작업 두 단계로 구분된다. 도면 Design을 담당한 학생은 팀원이 제공한 아이디어를



[그림 2] D-Type 발사 나무 모양의 디자인 개념도

[Fig. 2] Design Schematic of D-Type Balsa Wood

종합하여 공기역학을 고려한 자동차 형태를 완성한 후 도면작업을 진행하고 결과물을 CAD(Computer Aided Design) Design담당자에게 전달한다. 한 사람이 두 가지 역할을 맡아도 무방하다.

가) 도면 Design

팀원들이 모여 한 명 당 20가지 정도 간단한 스케치를 해본 후 토의 과정을 거쳐 2개 정도의 디자인 스케치를 선정한다. 자동차는 아무리 예술적, 기술적으로 뛰어난 디자인이라 하더라도 실현 가능성이 없으면 아무 소용이 없다. 학생들의 아이디어를 구현할 수 있도록 도면을 기준으로 표준화해야 함을 이해시킨 후 정면도, 평면도, 측면도 그리는 방법을 설명한다. D-Type 발사 나무 모양의 디자인 개념도는 [그림 2]와 같다.

본 수업에서 사용할 D-Type 발사 나무 모양의 1:1 축적 디자인 개념도 예시안을 보여주어 도면 그리기에 대한 감각적 인지가 이루어진 후 학생들이 구상한 아이디어 중 2점을 팀이 선정하여 교사가 준비한 1:1 축적 도면에 옮겨 스케치 한다. 여러 개의 스케치를 해보고 그 중에서 실현 가능한 것을 선택하여 보다 구체화시켜 다양한 모양의 창의적인 자동차를 만든다.

나) CAD (Computer Aided Design) 디자인 단계

CAD란 Computer Aided Design의 약어로 컴퓨터를 이용하여 아이디어를 3차원 모델링으로 설계하는 소프트웨어이다. 즉, 실제 또는 가상의 물체를 설계하는데 있어서 여러 가지 도구로 그린 그림 대신 마우스나 키보드 등의 입력 장치를 이용하여 모니터에 표현하는 모든 창작활동이다. 일반적으로 사용하고 있는 모든 제품들은 모두 CAD (Computer Aided Design)를 사용하여 제작하고 있다. CAD (Computer Aided Design)는 정확성, 기능성, 규격화 및 도면의 보관과 분류의 편리성이라는 장점을 갖고 있어 실무현장에서 유용하게 사용되고 있다. 학교 교육에 CAD (Computer Aided Design)를 도입한다면 작업을 통해 학생들은 표현 방법이 다양해지고, 입체적으로 표현할 수 있으며, 짧은 시간에 많은 아이디어를 낼 수 있어 이러한 과정을 바탕으로 후속 학습에 디딤돌이 되어 효과적일 것이라 기대된다.

요즘 학교에서는 컴퓨터를 활용한 다양한 학습이 이루어지고 있지만 CAD (Computer Aided Design)는 3D 입체물을 다루는 프로그램으로 컴퓨터 활용

<표 1> CAD (Computer Aided Design) 수업 내용
<Table 1> Contents of CAD(Computer Aided Design) lesson

교육내용	세부내용	시간
CAD의 이해	-캐드 프로그램의 이해 -프로그램 화면구성 익히기 -기초 메뉴틀 익히기	(2차시)
CAD 기초 메뉴틀 익히기	-윈도우 뷰 익히기 -스케치 도구 익히기 -스케치 도구 편집 익히기 -구속조건 배우기	(4차시)
CAD Design 3D Modeling	-3D 음영처리 익히기 -3D 환경도구 배우기 -저장하기 -자동차 디자인하기 -자동차에 바퀴 축 만들기	(8차시)

학습에 탁월한 소재가 된다. 학생들의 흥미를 끌기에 좋은 소재이지만 생소하고 복잡한 프로그램이라 수업으로 접근하기 어렵다. 특히 메뉴가 영어로 되어있어 기능을 익히는데 시간 소요가 많았으며, 컴퓨터 조작이 느린 학생은 수업 진행 속도를 따라오지 못해 CAD (Computer Aided Design)영역 성취에서 개인차를 가장 크게 보이고 있었다. 따라서 교사는 학습에 불편함이 없도록 자동차를 만드는데 필요 충분 메뉴를 선정하여 가이드북을 제공하고 메뉴의 아이콘에 대한 설명을 한다. 본 수업에서는 3D CAD (Computer Aided Design) 소프트웨어를 사용하여 스케치 디자인을 CAD 데이터화 한다. 수업의 내용은 <표 1>과 같다.

3) Analysis 단계

Analysis를 담당한 학생은 CAD를 이용하여 3D로 모델링한 자동차를 실물로 제작하기 전에 미리 CFD (Computation Fluid Dynamics) 프로그램을 이용하여 가상화면을 통해 공기의 흐름에 대해 분석한다.

CFD(Computation Fluid Dynamics) 소프트웨어는 CAD (Computer Aided Design) 파일의 공기역학을 분석한다. 교사 입장에서도 CFD(Computation Fluid Dynamics) 프로그램은 생소하고 다루기 어려운 프로그램으로 CO_2 모형 자동차 1대를 분석하는데 1시간 정도의 시간이 소요되었다. 분석 결과 와류가 발생하는 부분은 CAD Designer와 토론하여 수정한다.

4) Make 단계

Make 단계는 크게 CAM 작업과 Painting 작업 두 단계로 구분된다. Manufacturing을 담당한 학생은 CAM으로 CAD file을 기계가공 형태의 nc file로 변환하며, CNC 기계를 이용해 나무 블록(Balsa wood)으로 CO_2 모형 자동차를 제작한 후 Graphic Design을 담당한 학생에게 전달하여 최종적인 차량의 외형과 색상을 완성시키고 차량에 Painting 작업을 수행한다. 한 사람이 두 가지 역할을 맡아도 무방하다.

가) CAM Manufacturing 단계

Manufacturing을 담당한 학생은 CAD 디자인을 CAM 데이터로 변환한다. CAM 데이터는 CNC 기계로 제작 할 수 있게 한다. CNC 기계가 발사나무를 깎아가는 모습은 무척 신기하다. CAM 시뮬레이션을 실행하면 가공할 시에 실제처럼 깎이는 모습까지 볼 수 있어 매우 흥미롭다.

CNC 기계는 온도와 충격에 민감하여 잦은 고장으로 수업이 중단되는 상황이 발생하였다. 기계 가격도 학습 자료로 구입하기에 비싼 실정이다. 따라서 CNC 기계를 이용해 나무를 깎는 것을 대신할 방법을 모색하였다.

발사나무의 특성상 사포질로 모양을 만드는 것이 가능하다는 점에 착안하여 손으로 공작해 보았다. D-Type 발사 나무에 CAD (Computer Aided Design) 디자인을 오려서 정면, 평면, 측면에 풀로 붙인다. 대략적인 모양을 톱으로 도려낸 후 사포로 세부적인 모양을 마무리 한 다음 드릴로 자동차 바퀴 축을 뚫는다.

나) Painting Manufacturing 단계

이 단계에서는 Painting 기술을 별로도 배우기보다는 자동차를 완성해가는 과정에서 체득할 수 있도록 구성하였다. 제공된 수채 도구를 이용하여 자유롭게 Painting하고 광택제 바르기가 끝난 후에는 바퀴를 비롯한 부품을 조립하여 자동차를 완성한다.

5) Test 단계

페인팅 작업이 끝난 후 학생들은 자신의 팀이 최종적으로 완성한 자동차를 Smoke Tunnel과 Wind Tunnel을 사용하여 최종 Test를 한다. Smoke Tunnel과 Wind Tunnel은 공기의 흐름을 눈으로 확인할 수 있게 하는 장치이다. 학생들이 판단한 결과와 Smoke Tunnel과 Wind Tunnel 시험 결과를 서로 비교, 관찰하는 시간을 가지도록 하여 과학적 원리가 실제로 어떻게 적용되는지 탐색하였다. Smoke Tunnel과 Wind Tunnel은 'F1 in Schools Program'의 보조 단계로 장비 설치가 어려울 경우 생략하여도 무방하다.

6) Race 단계

마지막 Race 단계에는 Impulse System & Track이 필요한데 총 길이 24m인 Race전용 Track과 0.001 초까지의 정확한 자동차 속도를 측정해 내는 Impulse system으로 제작된 자동차의 객관적인 속도 데이터 값을 측정하는 장비이다. 자동차 아랫면의 가운데 부분에 2개의 스크류를 고정시켜 레일 가운데를 낚시줄에 엮어 이탈하지 않도록 한다. 레일 위에 놓인 자동차는 CO_2 봄베를 삽입하여 출발장치에 연결한 후 자동출발과 수동출발 두 가지 경주를 실행하는 것으로 모든 Process는 끝난다.

다. F1 in Schools Program의 적용 내용

1) 단원 개관

도입부에 제시된 자동차 경주에 대한 내용은 전체 프로그램 과정 중에서 흥미도가 가장 높게 나타나 단원 개관의 시간은 "F1 in Schools Program"을 진행하는데 있어서 동기유발에 좋은 효과를 가지는 것으로 7차시가 소요되었다. 단원개관 영역에서 학생들이 보인 반응은 다음과 같다.

"자동차 대회 동영상을 보니 무척 스릴 있고 박진감 넘쳐요. 사람들이 자동차 대회에 열광하는 이유가 길거리에서는 속도를 맘껏 내지 못하는데, 자동차 경주를 통해 스피드를 대신 경험할 수 있어서겠지요?"

"자동차를 더 빨리 가게 하는 법을 자세히 배우고 싶어요."

"자동차의 구조가 궁금해요."

"CAD 하는 방법, CO_2의 생김새, CO_2 모형 자동차의 부속품을 알고 싶어요."

"CO_2 모형 자동차가 뒤로도 갈까요?"

2) Design 단계

Design 단계는 크게 도면 작업 4차시와 CAD (Computer Aided Design) 작업 14차시로 진행된다. 도면 Design을 담당한 학생은 학교 교육과정에서 구상하기 단계 학습 경험이 있음에도 자신의 생각을 그림으로 나타내는데 어려움을 나타내 집중적

훈련이 필요함을 의미한다. CAD(Computer Aided Design) Design에 임하는 학생들은 적극적이고 다양한 반응을 보였다.

가) 도면 Design

아이디어를 구안하는 단계에서 학생들은 빠른 자동차의 원리에 대해 호기심을 가지게 되어 앞으로 진행 될 수업에 대한 동기유발의 효과가 있었다. 아이디어 구상 작업을 한 학생들의 반응들을 종합하여 보면 다수의 학생들이 'F1 in Schools Program'의 이해 활동을 통하여 여러 가지 과학적 사실을 인지하게 되었고 그러한 사실의 속성을 지칭하는 개념을 획득하였으며 아이디어를 구상할 때 과학적 원리를 적용하려 하고 있음을 알 수 있다. 따라서 크지는 않지만 분명히 과학 지식 영역의 성취도가 향상 되었을 것으로 판단된다. 학생들의 반응은 다음과 같다.

"그동안 학교에서 배운 것들은 재미없었어요. 자동차에 대해 관심이 많았는데 이번 기회에 여러 가지를 배울 수 있어서 좋아요. 경주가 끝나고 자동차를 내가 보관하고 싶어요. 좋은 추억이 될 것 같아요."
"정말 빠른 자동차를 만들고 싶지만 어떤 디자인이 바람의 저항을 적게 받는지 잘 모르겠어요. 창의적으로 모양을 그리는 것이 어려워요."
"그리고 싶은 자동차는 많은데 생각대로 잘 그려지지 않아요."

이 단계 학습을 통해 학생들은 자신의 생각을 설명할 수 있으나 그림으로 나타내는데 어려움을 겪는다는 사실을 알 수 있다. 아이디어 구상이 끝난 후 Design을 담당한 학생들은 도면 작업을 진행하고 다음과 같은 반응을 보였다.

"그림의 크기와 실제 모형 자동차의 크기가 같아서 그림을 이해하기 쉬워요."
"처음엔 그리기 어려웠는데 2-3번 그리고 나니 내 생각대로 표현할 수 있을 것 같아요."
"하나의 자동차를 위에서 본 모양, 옆에서 본 모양, 뒤에서 본 모양으로 그리는 것이 쉽지는 않지만 입체적으로 이해하는 데 도움이 돼요. 저희 팀 디자인 경우 CO_2 bomb가 들어갈 자리에 바퀴 축이 위치해 서로 간섭하는 현상이 되었어요. 자동차가 완성 되었을 때 실제로 부품이 서로 맞지 않는 경우가 발생할 수 있었는데 정면도와 평면도를 그리면서 수정할 수 있었어요."

초등학생들이 제도의 구체적인 내용까지는 배우지 않더라도 자기가 만들고 싶은 목제품을 떠오른 대로 스케치하는 과정이 필요하다. 제작도 그리기 학습은 아이들이 사물을 입체적으로 해석하고, 공간 지각 능력을 키우는 데 효과적이라 보고되고 있다. 그러나 학교 교육과정에서 목제품을 제작할 때 스케치 과정은 강조되고 있는데도 학생들은 어려움을 나타낸다. 간단한 정면도, 평면도, 측면도를 그리는 것은 입체적으로 표현하기 위한 기초가 되며, 여러 번 반복하는 것이 습득에 효과적임을 알 수 있다. 이것은 수업을 진행하면서 구상하기 단계를 지도할 때 그리기 과정의 집중적인 훈련이 필요함을 의미한다.

나) CAD (Computer Aided Design) 디자인 단계

수업을 진행하기 어려울 것이라 우려했지만 학생들은 아이콘을 보고 명령어를 이해하고, 각종 오류 상황에서도 교사의 설명을 듣고 문제를 해결하거나 교재를 보고 스스로 탐색하여 수정하기도 하였다.

"CAD를 들어본 적은 있지만 처음 배우는 것이라 매우 새로워요."
"물건을 입체적으로 만들 수 있어서 재미있고 실감나요."
"용어가 어렵고 메뉴가 복잡했지만 아이콘 모양을 짐작할 수 있어요."
"선생님, 발사나무의 비스듬한 면을 부드럽게 하고 싶은데 어떻게 하나요?"
"자동차의 가운데를 컷 아웃 하기 위해서는 곡선을 사용할 수도 있나요? 자를 수는 있는데 튀어 나오게 할 수가 없어요. 어떤 명령을 써야하나요?"

본 수업의 목표가 CAD (Computer Aided Design)를 이용하여 자동차를 Design하는 것이기 때문에 교사는 Design에 필요한 기본 기능만을 가르치고 실습의 과정에서 안내가 필요한 부분은 보조교사가 가르치는 것이 효율적이다. 수업은 CAD (Computer Aided Design)의 이해를 돕기 위한 이론을 전체 학생들에게 가르친 후 팀별로 컴퓨터를 조작하고 기능을 탐색하는 실습 활동으로 진행하였다. 이때에 2개조마다 보조교사를 투입하여 학습의 뒤처짐을 보완하였는데, 보조교사의 활동은 짧은 교육시간에도 불구하고 CAD (Computer Aided Design) Design의 수업 목표를 달성하는데 도움이 되었다.

실제로 수업을 진행해보니, CAD (Computer Aided Design)를 처음 접하는 학생들이 자신의 스케치를

디자인하는데 고난이도의 명령은 필요하지 않았다. 기본적인 명령으로도 충분히 자신의 생각을 표현하는 것을 볼 수 있었다. 'F1 in Schools Program'에서 CAD (Computer Aided Design) 작업은 학생들의 아이디어 입력과 결과물 산출을 이어주는 중간 매개 요인이므로 프로그램의 성공을 위해서는 난이도와 흥미도를 고려한 교재 개발 및 수업 연구가 요구된다.

3) Analysis 단계

Analysis 단계는 CFD(Computation Fluid Dynamics) 분석 후 속도를 감소시키는 부분을 CAD Designer와 토론하여 수정하는 것으로 10차시로 진행된다.

교사 입장에서도 CFD(Computation Fluid Dynamics) 프로그램은 생소하고 다루기 어려운 프로그램이다. 메뉴가 영어로 되어있고, 좌표값을 해석해야 하며, 함수 관계를 이해할 수 있어야 하기 때문에 학생 스스로 사용하기는 어려울 것으로 보인다.

자동차 모양에 따라 CDy값, CDz값과 CDx값의 상관관계 및 변화추이를 관찰하도록 하였을 때 여학생들은 대체적으로 CDx값의 의미를 해석하기만 하였으나 남학생들의 경우는 교사가 질문하는 것을 계속적으로 관찰하고 다시 교사에게 질문하는 등 끈기성과 판단유보의 징후를 보였다.

"CFD 프로그램이 뭐예요? 선생님 도움 없이는 못할 것 같아요. 어려워요."

"우리 팀의 CDx이 제일 낮게 나왔어요. 우리 자동차가 제일 빠르겠어요. 다른 팀의 CDx 값을 낮추려면 바퀴 부분에 생기는 와류를 없애야 해요."

공기 역학을 분석하는 활동 자체가 새로운 시도이기는 하나 CFD(Computation Fluid Dynamics) 프로그램을 조작하기에 초등학생의 인지 발달 수준이 미치지 못하고 있음을 확인할 수 있었다. 'F1 in Schools Program'의 단계를 학습하면서 대부분의 학생들은 압력과 속도의 관계에 대해 이해하고 결과를 해석할 수 있다. 결과를 해석하면서 압력과 속도, 바람의 저항과 같은 과학적 개념을 더 쉽게 받아들인다.

4) Make 단계

Make 단계는 크게 CAM 작업 12차시와 Painting 작업 4차시로 진행된다. CNC 기계는 온도와 충격에 민감하여 잦은 고장으로 수업이 중단되는 상황이 발생하였다. 기계 가격도 학습 자료로 구입하기에 비싼 실정이다. 따라서 CNC 기계를 이용해 나무를 깎는 것을 대신해 사포 작업으로 공작해 보았다. Graphic Design을 담당한 학생은 적극적이고 흥미로운 반응을 나타내었다.

가) CAM Manufacturing 단계

CAM Manufacturing을 담당한 학생은 CAD 디자인을 CAM 데이터로 변환한다. CAM 소프트웨어 메뉴가 영어로 되어있고 복잡해서 학생들이 어려움을 느끼기 때문에 교사의 안내가 필요하다. CNC 기계를 이용해 CO_2 모형 자동차를 가공하는 것은 편리하고 흥미로운 작업이나 기계를 구입하는 것이 현실적으로 어려운 실정이다. 따라서 CNC 기계를 이용해 나무를 깎는 것을 대신할 방법을 모색하였다.

발사나무는 나이테가 보이지 않고 옹골지지 않아서 깎고 다듬기 좋은 소재이다. 이러한 특성상 사포질로 모양을 만드는 것이 가능하다는 점에 착안하여 손으로 공작해 보았다. D-Type 발사 나무에 CAD (Computer Aided Design) 디자인을 오려서 정면, 평면, 측면에 풀로 붙인다. 대략적인 모양을 톱으로 도려낸 후 사포로 세부적인 모양을 마무리 한 다음 드릴로 자동차 바퀴 축을 뚫는다. 학생들은 사포질에 적극적으로 참여하고 재미있어 하였다.

CO_2 bomb와 자동차 바퀴 축의 간섭현상을 고려하고, 와류가 발생한 곳을 수정한 흔적들이 발견되어 한번 습득된 개념이 수업시간에 반복적으로 나타나고 있음을 알 수 있었다. 이는 구성주의교육이 학생들의 경험과 밀접한 연관이 있다는 것을 보여주는 것으로 해석할 수 있었다. 또한 자동차를 유선형으로 매끈하게 다듬어 'CO_2 모형 자동차의 이해'에서 배운 원리가 적용됨을 알 수 있었다.

마지막으로 학생들은 자신이 만든 자동차와 CNC 기계를 이용해 만든 자동차를 비교하는 과정을 통해 학생들은 자신이 만든 결과를 객관적으로 관찰하고 평가하는 시간을 갖게 되었고 친밀하게 교실 수업에 접근할 수 있었다.

"CNC 기계가 발사나무를 깎아가는 모습이 무척 신기했어요."

"기계가 고장 나서 아쉬웠지만 손으로 직접 만든 자동차를 보면 뿌듯해요."

"선생님, 저희 팀 자동차 모양이 어떤가요? 몸통을 안으로 파내서 돌출 효과를 주었어요. 사포질 할

때 가루가 날려서 불편했지만 제일 기억에 남는 활동이었어요."

나) Painting Manufacturing 단계

자동차의 디자인은 모양도 중요하지만 어떻게 페인팅을 했느냐에 따라 특징이 달라진다. 학생들은 페인팅을 하는 동안에도 자신의 자동차가 가장 빠르기를 기대한다. 페인팅 작업은 자신의 개성을 표현하는 과정이며, 궁극적으로 어떻게 하면 자동차가 빨리 달릴 수 있는지 생각을 정리하는 시간이 된다.

페인팅하고 광택제 바르기가 끝난 후에는 바퀴를 비롯한 부품을 조립하여 자동차를 완성한 후 교실 한쪽 테이블 위에 전시하여 서로의 모형을 비교 및 감상하는 시간을 가졌다. 학생들은 자동차의 모양, 페인팅, 차체의 높이 및 바퀴의 위치를 관찰하고 이 과정에서 객관성 및 비판성의 징후를 보였다.

"가속도가 많이 붙어 불이 붙은 현상을 생각해서 불꽃모양으로 색칠했어요."

"쉽고 재미있는 작업이에요."

5) Test 단계

Test 단계는 완성된 CO_2 모형 자동차를 Smoke Tunnel과 Wind Tunnel을 이용하여 최종 테스트를 하는 것으로 총 2차시가 소요된다. 학생들은 Smoke Tunnel과 Wind Tunnel을 통해 공기의 흐름을 눈으로 확인하고 자동차의 속력을 예상하고 Design의 문제점을 설명할 수 있었다. 학생들의 반응은 다음과 같다.

"공기의 저항을 줄이기 위해 뒷부분을 각지게 만들고, 차체를 낮게 디자인했는데 테스트 해보니 그곳에 와류 현상이 일어나요. 뒷부분을 둥글게 만들어야 공기의 흐름이 빨라질까요?"

"와류를 눈으로 확인하다니 참 신기하네요."

6) Race 단계

출전차량 등록 및 개별 Presentation를 한 후 CO_2 Gas를 이용한 Race 단계에 5시간이 소요되었다. 자동차 속도에 미치는 외적 요인들로 인해 예상하지 못한 결과를 내기도 하였지만 'F1 in Schools Program'을 진행하면서 학생들이 가장 흥미 있다는 반응을 나타내었다. CNC machine으로 제작한 것과 사포 작업으로 제작한 것을 자동, 수동 한 번씩 하고 레일을 바꿔서 다시 자동, 수동으로 경주를 하였다.

결과를 보면 CNC machine으로 제작한 자동차가 사포질로 제작한 자동차보다 빠른 것을 확인할 수 있다. 그러나 속도의 차이는 의미가 없다. 수동 출발에서 반칙으로 인한 실격은 제일 낮은 속도를 부여하였고, 다크 이글은 너무 낮은 무게로 인해 압정 8개를 박아서 50g이 넘도록 하였다. 자동차 경주에 참여한 학생들의 반응은 다음과 같다.

"경주할 때 너무 재미있어요. 특히 수동출발이 재미있었어요."

"출발의 순간이 너무 긴장되고 스릴 있어요."

"우리 팀의 자동차가 이길 수 있었는데 출발이 늦었어요."

"즐거운 시간이었어요. 기념으로 자동차 가져가고 싶어요."

학생들이 경주를 좋아하는 것은 과제를 수행하고 난 후에 완성된 결과물을 보는 뿌듯함 때문일 것이다. 따라서 이 과정은 학생들이 직접 만든 자동차를 레일 위에서 겨룬다는데 의미가 있다. 자동차 추진 장치를 설치하지 않고, 경주대를 기울여 발생한 역학에너지를 이용하여 자동차를 움직이게 할 수도 있다. 'F1 in Schools Program'을 진행하는데 예산 지원은 중요한 요인이다. 위의 장비를 모두 활용하면 좋겠지만 너무나 비싼 비용이 문제이다. 따라서 학교 실정에 맞게 프로그램을 재구성할 필요성을 느꼈다.

2. F1 in Schools Program의 효과성 분석

가. F1 in Schools Program의 영역별 흥미도

'F1 in Schools Program'에 대한 학생들의 영역별 흥미도는 어떠한가를 분석한 결과는 <표 2>와 같았다.

전체 평균이 3.84로 프로그램 전반적으로 흥미를 느끼는 것으로 나타났다. 경주 영역에 대한 평균은 4.47점, 표준편차 .5164로 전 영역 중에서 가장 고르게 높은 점수를 나타낸다. 경주 영역은 'F1 in Schools Program'의 마지막 단계임에도 학생들이 가장 좋아하는 시간이 되어 마지막까지 수업 참여의 동기 유발 역할을 하고 있는 반면 CFD(Computation Fluid Dynamics)분석 단계에 대한 평균은 3.4점으로 가장 낮은 점수를 나타내 학생들이 CFD (Computation Fluid Dynamics)분석 프로그램에 대해 어렵고 재미없는 것으로 인식하고 있음을 알 수

<표 2> 학생들의 F1 in Schools Program 영역별 흥미도 분석 (N=15)
<Table 2> Student's Interest analysis of F1 in Schools Program

영역별 교육내용에 대한 흥미도			평 균	표준편차
단원 개관	F1 in Schools Program 이해		4.00	.6546
	CO_2 모형 자동차에 및 과학적 개념		3.47	.5164
	역할 분장 및 아이디어 제시		3.47	.7037
Design	도면 Design	D-Type 발사 나무 모양의 디자인 개념도	3.60	1.1212
	CAD Design	CAD 기초 메뉴 틀 익히기-윈도우 뷰/스케치 도구/구속조건	4.13	.7432
		CAD Design 3D Mdeling(1)-3D 음영처리/3D 환경도구/저장	3.53	.5164
		CAD Design 3D Mdeling(2)-CO_2 모형 자동차 디자인	4.00	.7559
		CO_2 모형 자동차 부품 3D Mdeling(3)-앞바퀴, 뒷바퀴, 축, 와서	3.47	.6399
Analysis	CFD 프로그램으로 CO_2 모형 자동차 분석 및 수정		3.40	.7367
Make	Manufacturing	CAM 프로그램 이해	3.80	.6761
		CNC Machine 가공	4.07	.7988
		사포 작업	4.13	.6399
	Painting	차량 Painting 방법 이해 및 완성	4.27	.4577
Test	부품 조립 및 Wind Tunnel / Smoke Tunnel Test		3.80	.6761
Race	출전차량 등록 및 개별 Presentation		4.47	.5164
전체평균			3.84	

<표 3>가장 좋았던 영역을 묻는 문항 분석(복수 응답 허용)
<Table 3> Analysis of inquiry of the best area

영 역		좋았던 이유
단원 개관		CAD 하는 방법, CO_2 의 생김새, CO_2 모형 자동차의 부속품을 알고 싶다.(2)
Design	도면 Design	입체적으로 이해하기 쉬웠다 자동차를 디자인하는 것이 재미있다(3)
	CAD Design	어려웠지만 선생님께서 자세히 설명해주셨다 입체적으로 표현할 수 있다는 것이 신기했다(3) 돌출과 제거가 재미있었다 3D로 나타나 실제처럼 멋있게 보였다(2) 새로운 것을 배워서 좋았다
Analysis		공기의 흐름을 볼 수 있어서 신기하다(2) 새로운 것을 배워서 좋았다(3)
Make	Manufacturing	친구들과 함께 작업하는 것이 즐거웠다 CNC 기계로 자동차를 깎는 것이 신기하다(2) 내가 꼭 기술자가 된 기분이다 사포질로 내가 원하는 모양을 깎아 낼 수 있다(3)
	Painting	내 자동차가 가장 빠르게 보이도록 칠했다 나만의 개성을 나타낼 수 있다(6) 쉽고 즐거운 작업이다(2)
Test		와류를 눈으로 확인하다니 신기하다(8)
Race		출발의 순간이 너무 긴장되고 스릴있다(6) 우리 팀의 자동차가 이겼으면 좋겠다(5) 나만의 자동차를 갖고 싶다(9)

있다.

Manufacturing 단계에서 CNC Machine 가공을 통한 자동차 제작에 대한 평균은 4.07점, 사포작업을 통한 자동차 제작에 대한 평균은 4.13점으로 두

과정 모두 전체 평균보다 높게 나타났다. 이 단계는 학생들이 직접 해보는 활동이므로 매우 흥미로워 했으며, 사포 작업을 통한 자동차 제작 과정에 더 높은 흥미를 보여 CNC Machine 구입 및 관리에 부담을 느끼는 경우 대안 활동으로 효과적임을 알 수 있다.

CAD Design 영역별 흥미도 값을 보면 앞바퀴, 뒷바퀴, 축, 와서 등 CO_2 모형 자동차 부품 3D Mdeling 교육내용에 대한 평균이 3.47점으로 가장 낮게 나타나 초등학생 지적 수준에 비해 프로그램 난이도가 높아 어려움을 느끼는 것으로 보인다. 윈도우 뷰, 스케치 도구, 구속조건 등 CAD 프로그램의 간단한 기능을 익히는 내용에 대해서는 평균이 4.13점으로 가장 높은 점수를 보이는 반면 비슷한 내용의 심화 학습인 돌출, 제거, 모따기 하는 CAD Design 작업에 대해서는 평균이 3.53점, 표준편차 .5164로 비교적 고르게 낮은 점수를 나타낸 것으로 보아 CAD 프로그램이 흥미있는 소재이나 적절한 수준으로 개발하는 것이 중요함을 시사한다.

나. 가장 좋았던 영역 분석

학생들의 적극적인 실습이 요구되는 'F1 in Schools Program'의 각 영역 중에서 가장 좋았던 영역은 무엇이고, 그 이유는 무엇인가를 묻는 개방형 문항에 대한 응답 결과는 <표 3>과 같이 정리할 수 있다. 복수 응답을 허용하여 선택하고, 각각의 이유를 제시하였으며 괄호 안의 숫자는 중복 응답한 학생의 수를 의미한다.

학생들은 프로그램 전반적으로 전 영역에서 흥미롭다는 반응을 보이며, CAD Design 단계에 대한 응답이 제일 많은 것으로 보아 학생들에는 새롭고 어려운 영역이었지만 흥미를 끌기에 좋은 소재가 되고 있음을 알 수 있다. 이 프로그램이 효과적으로 운영되기 위해서는 CAD Design시 꼭 필요한 기능을 위주로 한 적절한 수준의 CAD 교육 프로그램 개발이 요구된다.

학생들은 경주 영역의 실습을 가장 좋아했으며, 팀플레이를 넘어서 개인적으로 경주에 참여하고 자신만의 자동차를 만들기를 원한다는 반응을 보여 마지막까지 'F1 in Schools Program'에 대한 동기유발이 되고 있음을 알 수 있다.

다. 가장 좋지 않았던 영역 분석

'F1 in Schools Program'의 각 영역 중에서 가장 좋지 않았던 영역은 무엇이고, 그 이유는 무엇인가를 묻는 개방형 문항에 대한 응답 결과는 <표 4>와 같다. 복수 응답을 허용하여 선택하고, 각각의 이유를 제시하였으며 괄호 안의 숫자는 중복 응답한 학생의 수를 의미한다.

가장 좋지 않았던 영역을 묻는 문항에서는 Design 단계, Analysis 단계, Make 단계가 제시되었다. 목제품 만들기 과정에서 그리기의 과정은 가장 강조되어야 하는데 스케치 단계에서 어려움을 느끼는 학생이 많은 것으로 보아 이 단계를 재미있게 재구성하여 가르쳐야 할 필요성을 느꼈다. CAD Design 단계와 Analysis 단계의 영역들은 'F1 in Schools Program'에 참여하면서 처음으로 접하는 프로그램이라 이해가 안되고 용어와 메뉴가 영어로 되어 있어 교사의 안내 없이는 실습하기 어려운 내용이었으며, 실습 활동이 충분히 이루어지지 않았다는 공통점을 갖는다는 점에서 초등학생을 대상으로 한 'F1

<표 4>가장 좋지 않았던 영역을 묻는 문항 분석(복수 응답 허용)

<Table 4> Analysis of inquiry of the worst area

제작 과정	영역	좋지 않았던 이유
Design	도면 Design	어떤 모양의 자동차가 바람의 저항을 적게 받는지 모르겠다 그리고 싶은 자동차는 많은데 생각대로 잘 그려지지 않는다(2) 입체적으로 그리는 것이 어렵다
	CAD Design	용어와 메뉴가 영어라서 어렵다(2) 컴퓨터를 잘 못한다 처음하는 것이라 그런지 너무 복잡하고 시간이 부족하다
Analysis		프로그램이 어렵고 이해가 안된다(3) CFD 프로그램으로 분석하는 시간이 너무 오래 걸린다 선생님의 도움 없이는 할 수 없을 것이다(2) 왜 하는지 모르겠다
Make	Manufacturing	CNC 기계가 깎는 동안 기다리기 지루하다 CNC 기계가 고장이 나서 할 수 없었다

<표 5>'F1 in Schools Program'의 추천 여부를 묻는 문항 분석
<Table 5> Analysis of inquiry of recommend reason

추천 여부	이 유
추천하고 싶다	자동차의 속도와 바람의 압력을 이해하는데 도움이 된다 내용이 흥미 있고 재미있다(4) 선생님들이 재미있게 가르쳐주셨다 선생님의 도움으로 친구들과 함께 자동차를 만들 수 있다 유익한 내용이 많았다 유일무이한 나만의 자동차를 만들 수 있다(3) 프로그램이 다양하다
추천하고 싶지 않다	학교 공부와 상관이 없는것 같다 내용이 어렵고 시간이 지나면 기억나질 않는다 시간이 오래 걸린다

in Schools Program' 개발에 시사하는 바가 크다.

라. F1 in Schools Program 추천 여부 분석

'F1 in Schools Program'을 다른 친구들에게 추천하고 싶은가, 그 이유는 무엇인가를 묻는 개방형 문항에 대한 응답 결과는 <표 5>와 같이 정리할 수 있다.

12명의 학생이 추천하고 싶다고 응답하였고, 그 이유로 프로그램의 유용성 및 흥미성에 대한 다양한 의견을 제시하였다. 반면, 3명의 학생은 추천하고 싶지 않다고 응답하였다. 그 이유를 보면 프로그램이 어렵고, 학교 공부와 상관이 없는 것으로 인식하고 있음을 알 수 있다.

3. F1 in Schools Program이 과학적 개념 향상에 미치는 효과

검사지의 내용은 'F1 in Schools Program'의 이해, 빠른 자동차의 요건, CO_2 모형 자동차의 과학적 법칙, CO_2 모형 자동차의 특징 이해 등 모두 4영역으로 20개의 하위요소를 포함하도록 하여 개발하였

F1 in Schools Program의 이해	빠른 자동차의 요건	
1. CAD(Computer Aided Design) 2. CAM(Computer Aided Manufacturing) 3. CFD(Computation Fluid Dynamics)	4. 속도 5. 부피 6. 압력(CO_2 가스) 7. 온도	8. 질량 9. 공기저항 10. 유선형
CO_2 모형 자동차의 과학적 법칙	**CO_2 모형 자동차의 특징 이해**	
11. 보일의 법칙 12. 관성의 법칙 13. 가속도의 법칙 14. 작용과 반작용의 법칙 15. 공기역학	16. Shell 자동차 17. Normal 자동차 18. Transportation modeling 자동차 19. Show 자동차 20. Rail 자동차	

[그림 3] 과학적 개념
[Fig. 3] Scientific Concept

<표 6> 사전-사후 과학적 개념 향상 정도
<Table 6> Improvement of Scientific Concept

대응	N	M	SD	t	P
하위 요소별 사전-사후	20	-1.927	.830	-10.386	.000
개인별 사전-사후	15	-1.927	.066	-29.199	.005

다. [그림 3]은 과학적 개념의 하위요소들이다.

과학적 개념의 향상을 알아보기 위해 사전, 사후 검사를 실시하여 얻어진 결과는 대응표본 T-검증을 통하여 차이를 검증하고 각각의 하위요인별, 개인별 검증한 결과는 <표 6>과 같았다. 프로그램 실시 전과 실시 후에 과학 개념의 하위 요소에 따른 과학적 개념은 통계적으로 유의미한 것으로 나타나($t=-10.386$, $p<.05$) 향상되었다고 볼 수 있다. 프로그램 실시 전과 실시 후에 초등학생 개인 간에 따른 과학적 개념 역시 통계적으로 유의미한 것으로 나타나($t=-29.199$, $p<.05$) 향상되었다고 볼 수 있다.

'F1 in Schools Program'을 실시한 전후로 초등학생의 과학적 개념의 하위 요소 별로 어떤 차이가 있는지를 파악하기 위해 학생들의 사전, 사후 과학적 개념검사 평균 점수를 비교한 결과에서 모든 문항에서 프로그램 실시전보다 실시 후에 점수가 향상된 것으로 나타났고, 세부적으로 살펴보면 1,2,3번 문항으로 구성된 프로그램의 이해의 영역에서 프로그램 실시 전($M=1.38$)보다 프로그램 실시 후($M=4.02$)에 큰 폭으로 향상되었다. 특히, CO_2 모형 자동차의 특징을 이해하는 하위요소(16~20)의 경우 큰 폭으로 향상되었다.

'F1 in Schools Program'을 실시한 전후로 초등학생의 과학적 개념검사에서 개인 간에 어떤 차이가 있는지를 파악하기 위해 학생들의 사전, 사후 과학적 개념검사 평균 점수를 비교한 결과에서는 프로그램에 참여한 모든 학생들은 참여 전보다 높은 과학적 개념을 형성하였다. 따라서 'F1 in Schools Program'을 참여한 학생들에 있어서 F1 in Schools Program의 이해, 빠른 자동차의 요건, CO_2 모형 자동차의 과학적 법칙, CO_2 모형 자동차의 특성 영역 아래 20개의 과학적 개념을 향상시키는데 효과가 있다고 볼 수 있다.

요약하면 'F1 in Schools Program'을 실시한 후에 자동차의 속력과 관계된 초등학생의 과학적 개념이 골고루 향상된 것으로 나타났다. 특히 남학생의 경우는 CO_2 모형 자동차 특성 영역의 과학적 개념이 향상되었고 여학생의 경우에는 CO_2 모형 자동차의 과학적 법칙 영역의 과학적 개념이 향상된 것으로 나타났다.

4. F1 in Schools Program에 대한 학생, 학부모, 학교의 만족도 조사

가. F1 in Schools Program에 대한 학생의 만족도 분석

Race 영역의 만족도를 묻는 문항에 가장 높은 평균을 보이고, 교재에 대한 적절성을 묻는 문항의 표준편차가 1.06010으로 가장 크다. 대부분 문항에서는 평균이 3.67점 이상으로 프로그램의 유용성, 내용 적절성, 흥미성, 이해도 등에 대해서는 만족하였음을 알 수 있다. 반면, '나는 F1 in Schools Program 중 Analysis 교육 내용이 적절했다고 생각한다'에 대해서는 평균이 3.40점으로 분석 프로그램을 적용하는데 비교적 어려움을 나타났으며, '나는 F1 in Schools Program에서 사용된 용어들을 쉽게 이해하였다'에 대해서는 3.00점으로 비교적 낮은 점수를 보여 평소에 접하지 않았던 초등학생 수준에 어려운 용어들을 짧은 시간동안 습득하기에는 어려움이 있음을 알 수 있다.

또한, '나는 F1 in Schools Program 활동에 참여하는데 시간이 충분하였다'에 대해서는 평균이 2.67점으로 가장 낮은 점수를 보여 학생들이 프로그램을 수행하는데 시간이 부족했음을 가장 큰 문제로 제시하고 있다는 것을 알 수 있으며, '나는 F1 in Schools Program 교재를 읽고 기록하기가 편했다'에 대해서는 평균이 2.87점으로 이 역시 초등학생 수준에 어려운 용어가 제시되어 이해하지 못하는 것에서 비롯됨을 알 수 있다.

나. F1 in Schools Program에 대한 학부모의 만족도 분석

교사에 대한 만족도를 묻는 문항에 가장 높은 평균을 보이며, 홈페이지에 접속한 경험을 묻는 문항의 표준편차가 1.40746으로 가장 크다. 학부모들은 프로그램의 유용성, 내용 적절성, 흥미성, 시간의 충분성 등에 대해서는 만족하였음을 알 수 있다. 반면, 'F1 in Schools Program에 대해서 들어 본 적이 있다'에 대해서는 평균이 1.33점으로 가장 낮은 평균을 나타내 이해도가 부족한 것으로 나타났으나 '다음에도 이와 같은 교육프로그램에 우리 아이를 참여하게 하고 싶다'에 대해서는 평균이 4.13점, '학생들이 실제로 시행하는 레이싱에 참석해서 관람하고 싶다'에 대해서는 평균이 4.60점으로 나타나 비정규 교육과정에 대한 학부모의 인식에 대한 우려에도 불구하고 'F1 in Schools Program'에 대해 긍정적으로 평가하였음을 알 수 있다.

그러나 'F1 in Schools Program 관련 홈페이지에 접속해 본 적이 있다'에 대해서는 1.53점으로 낮은 점수를 보여 'F1 in Schools Program'에 대한 적극적인 홍보 및 부모 이해 교육이 필요한 것으로 보인다.

다. F1 in Schools Program에 대한 학교의 만족도 분석

각 문항의 평균 점수는 1.00점에서 4.50점으로 나타났으며, 전체 문항의 평균은 3.53점으로 비교적 높게 나왔다. '학생들은 'F1 in Schools Program'의 수업을 흥미 있어 하고 과제를 열심히 수행한다'에 대해서는 평균이 4.5점으로 프로그램의 유용성, 내용 적절성, 흥미성, 시간의 충분성 등에 대해서는 만족하였음을 알 수 있다. 그러나 'F1 in Schools Program에 대해서 들어본 적이 있다'에 대해서는 평균 1.00점, 'F1 in Schools Program 관련 홈페이지에 접속해 본 적이 있다'에 대해서도 역시 평균 1.00점으로 가장 낮은 점수를 보여 프로그램에 대한 이해가 부족함을 알 수 있다.

개방형 문항으로 '학교에서 F1 in Schools Program을 교육하는데 가장 부담되는 것은 무엇인가'에 대한 응답으로 학생 안전문제와 자금문제라고 답하였고, '차후F1 in Schools Program을 교육하는데 유료로 운영될 경우 학생 1인당 교육비와 학교 부담금은 얼마라고 생각하는가'에 대한 질문에 대해 학생 1인당 2만원, 학교부담금 0원으로 응답해 프로그램 운영을 위해서는 무엇보다 학교 및 관련 기관의 재정적 지원이 우선되어야 함을 시사한다. 즉, 정규 교육과정을 운영하는 학교에서 'F1 in Schools Program'과 같은 교육 활동의 기회가 주어지기 위해서는 학교의 비정규 교육과정에 대한 인식 변화 및 관련 기관의 예산 지원이 요구됨을 알 수 있다.

라. 교사가 생각하는 F1 in Schools Program 성공 요인 분석

'F1 in Schools Program'의 성공에 가장 중요한 요인을 조사하기 위해서 프로그램을 개발하고 현장 적용한 교사 3인을 대상으로 설문조사를 하였다. 교사들은 모두 프로그램의 난이도와 흥미도가 프로그램 성공에 가장 중요한 요인이라 대답하였다. 그밖에 해당 기관의 예산 지원, 교육 프로그램의 질적 수준, 프로그램 운영을 위한 학교의 협조 분위기라 응답하였다.

마. 교사가 생각하는 F1 in Schools Program 방해 요인 분석

교사들은 예산 문제를 가장 큰 요인으로 꼽았다. 좋은 프로그램이지만 비용이 많이 들어 학교에서 진행하기는 어려울 것으로 보인다. 외국의 경우는 산학협동을 통해 교육프로그램의 효과를 입증하고 체계적인 교육이 진행되고 있는데, 국내에서도 학교와 기업이 연계하여 우수한 교육프로그램의 개발과 보급이 진행되어야 할 것으로 보인다.

Ⅴ. 결론 및 제언

이상의 결과를 볼 때 본 프로그램은 학생들이 직접 해볼 수 있는 참여와 신기성과 같은 특성으로 흥미를 끌기에 좋은 소재가 되고 있음을 알 수 있다. 그러나 프로그램을 조작하기에 초등학생의 인지 발달 수준 및 공작 능력이 미치지 못하고, 메뉴얼이 영어로 되어있어 기능을 익히는데 어려움을 겪으며, 성취에서 개인차를 크게 보이고 있어 초등학생의 수준에 적합한 난이도의 프로그램 및 학습 보조 자료 개발이 요구됨을 의미한다.

학생들에게 CO_2 모형 자동차를 활용하여 직접 제작하고 탐구하는 Process는 CO_2 모형 자동차를 제작하는 과정뿐만 아니라 많은 오류 수정의 기회와 실행 과정의 반복을 통하여 프로그램 실시 전보다 실시 후에 자동차의 속력과 관계된 과학적 개념이 향상되었으며 특히, CO_2 모형 자동차의 특성이나 새로운 소프트웨어 기능 학습에 효과적인 것으로 나타났다.

프로그램에 대한 만족도는 학생, 학부모, 학교 모두 전반적으로 높게 나타났다. 그러나 학생의 경우 시간의 충분성에 가장 낮은 점수를 보여 프로그램의 난이도에 어려움을 느끼고 있었고, 학부모의 경우 이해도가 부족한 것으로 나타나 'F1 in Schools Program'에 대한 적극적인 홍보 및 부모 이해 교육이 요구된다. 학교 역시 프로그램에 대한 이해가 부족하다 응답하였고, 학생 안전문제와 자금문제에 가장 부담을 느끼고 있어 'F1 in Schools Program'과 같은 교육 활동의 기회가 주어지기 위해서는 학교의 비정규 교육과정에 대한 인식 변화 및 관련 기관의 예산 지원이 요구됨을 알 수 있다.

국문요약

이 연구의 목적은 초등학교 학생들을 대상으로 한 'F1 in Schools Program'을 개발하여 적용하여 보고 학생, 학부모, 학교의 반응을 조사하여 현장 적용

가능성을 평가하고자 하는데 있다. 충청북도 청주시 소재의 W 초등학교 5학년 15명의 어린이를 대상으로 'F1 in Schools Program'(초등학교 학생용 워크북)을 개발한 후 현장 적용 가능성을 평가하기 위해 2007년 1월 22일부터 2월 2일까지 총 60차시에 걸쳐 수업을 진행하고 학생, 학부모, 학교의 반응을 조사하였다.

본 프로그램에서 활용하고 있는 CAD(Computer Aided Design), CFD(Computation Fluid Dynamics), CAM(Computer Aided Manufacturing), CNC Machine의 프로그램은 학생들이 직접 해볼 수 있는 참여와 신기성과 같은 특성으로 흥미를 끌기에 좋은 소재가 되고 있으나 프로그램을 조작하기에 초등학생의 인지 발달 수준 및 공작 능력이 미치지 못하는 것으로 나타났다. 학생, 학부모, 학교의 프로그램에 대한 만족도는 비교적 높았으나 학생의 경우 시간이 부족하다 응답하였고, 학부모와 학교의 경우 프로그램에 대한 이해가 부족함을 알 수 있었다. 학생들은 프로그램 실시 전보다 실시 후에 자동차의 속력과 관계된 과학적 개념이 향상되는 결과를 얻었다.

주제어: F1 in schools 프로그램, CO_2 모형 자동차, CAD(Computer Aided Design), CFD(Computation Fluid Dynamics), CAM(Computer Aided Manufacturing), CNC Machine ,공학기술교육

Ⅵ. 참고문헌

강혜정 (2004). 이공계 기피 현상에 대한 실태와 원인 및 그 대처 방안. 숙명여자대학교 대학원 교육학 석사학위논문.

대전과학교육연구원. (2002). JigsawⅡ 학습 모형의 수업 절차.

박성익 (1997). 교수-학습 방법의 이론과 실제 (Ⅰ). 교육과학사.

박성익 (1997). 교수-학습 방법의 이론과 실제 (Ⅱ). 교육과학사.

박승재, 강호감, 김희준, 송진웅, 유준희, 윤혜경, 장경애 (2000). 청소년 학교밖 과학활동 진흥방안 연구. 과학기술부 정책연구, 2000-75. 과학기술부.

변영계, 김광휘 (1999). 협동 학습의 이론과 실제. 학지사.

이상봉 (2001b). 기술교육론 수업자료집. 한국교원대학교.

장경애, 윤혜경 (2005). 비정규 과학교육 활동에 대한 초등학생들의 인식 : "주니어 공학기술 교실"사례를 중심으로. 초등과학교육, 24(4) : 329-336.

조완원 (1999). 실과 목제품 만들기 단원에서 협동학습이 학업 성취도에 미치는 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

Custer, R. L. (1995). Examining the Dimensions of Technology. *International Journal of Technology and Design Education. 5*(3). 219-244.

Jenkins, E. W. & Swinnerton, B. J. (1998). Junior School Science Education in England and Walea Since 1900. London : Wobum Press.

Joneson, D. W. & Joneson, R. T.(1994). Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning. Needham Heights, Massachusetts.

Slavin. (1987). Cooperative learning : where behavioral and humanistic approaches to classroom motivation meet. Elementary School Journal. 88. 9-337.

교신저자: 남현욱