

## 공업계 고등학교 수학 교과와 전문 교과와의 수학적 연결성 분석 -전자계산기과 중심-

문철우 · 김영옥\*

**ABSTRACT.** It seems that it is critical to comprehend mathematics as a tool subject in order to understand a number of calculations in the professional subjects in the vocational high schools. This study is designed to determine "how much mathematics is connected to specialized subjects in terms of mathematical content at vocational high schools". To investigate the research questions, this study examined the connections between the mathematical topics included in professional subjects and those of mathematics subjects in the vocational high school. In the end, this study suggest that is should be necessary to make new mathematics textbook which reflects the reality and needs of the present vocational high school students.

### I. 서론

우리나라 고등학교 교육과정에 따르면, 전문계 고등학교의 일반적 교육 목표는 학생들에게 직업인으로서의 기본적 소양과 지식을 함양시키며, 직업 각 분야의 직무를 수행하는데 필요한 기초 기술을 습득하는 태도를 기르는데 있다. 또한 오늘날 직업 현장은 주어진 문제 상황에 대해 능동적으로 대처할 수 있는 인재를 요구하고 있어, 전문계 고등학교 교육도 그러한 직업 현장의 요구에 부응하는 인재를 길러내는 것을 교육 목표로 하고 있다.

이와 같은 전문계 고등학교의 교육 목표를 달성하기 위해서는 전문계 고등학생들이 배우고 있는 전문교과와 보통교과가 직업 현장에서 요구하는 지식과 기능들로 구성되어

---

2010년 1월 투고, 2010년 2월 심사 완료.

본 연구는 2010학년도 경남대학교 학술연구장려금 지원으로 이루어졌음.

Mathematics Subject Classification: 97D60

Key words: 전문계 고등학교, 전문교과, 수학교과, 수학적 연계성

\* 교신저자

야만 한다. 특히 전문교과 교육이 중심이 되어야 하는 전문계 고등학교에서는 보통교과가 전문교과 내용을 학습하는데 상승 학습 효과를 낼 수 있는 역할을 해야 한다. 따라서 전문계 고등학교에서는 보통교과의 역할이 궁극적으로는 학생들의 인지발달 단계에 맞는 기본적 소양과 지식 습득이겠지만, 좀 더 현실적으로는 전문교과 학습을 용이하도록 도와주는 역할도 해야 한다.

하지만 현재 우리나라 교육과정에 따르면, 전문계 고등학교에서 배우는 보통교과, 특히 수학교과는 인문계와 동일한 것을 사용하고 있을 뿐만 아니라, 더욱 심각한 문제는 전문계 고등학교가 본래 설립 목적을 벗어나 일반 인문계 고등학교와 별 다를 바 없이 교육과정을 운영하고 있다는 것이다. 교육과학기술부의 2009년 4월 통계(교육통계연구센터, 2009)에 의하면, 전국 697개 전문계 고등학교 진학 현황을 분석한 결과, 전문계 고등학교의 대학 진학률은 2005년 67.64%에서 2006년 68.64%, 2007년 71.51%, 2008년 72.85%, 2009년 73.5%로 계속 증가 추세를 보인 반면, 고등학교 졸업 후 대학을 진학하지 않고 취업한 경우를 조사한 취업률은 2005년 27.74%에서 2006년 25.92%, 2007년 20.21%, 2008년 18.96%로 계속 감소세를 보이고 있다. 이것은 전문계 고등학교 졸업생의 10명 중 7~8명이 졸업 후 취업 대신 진학을 선택하고 있다는 일선 현장의 목소리와도 부합되는 통계결과이다.

전문계 고등학교의 파행 운영은 이제 너무나 일반화된 사실들로 받아들여지고 있으며, 심지어 교육 전문가들조차 전문계 고등학교 파행 운영을 사실로 받아들이고, 오히려 현재 파행적으로 운영되고 있는 시스템에 맞추어서 교육과정을 편성하는 것이 바람직하다고 보는 현상도 일어나고 있다. 김기락과 최준섭(2002)은 전문계 고등학교 교육의 목표와 성격이 더 이상 순수 직업교육보다는 기초교육과 계속교육으로 변화되어야 함을 강조한 바 있다. 즉, 전문계 고등학교 교육이 어차피 순수 직업교육 중심이 아니라면, 이공계 대학에 진학을 준비하는 학생들을 위해서는 대학 전공과목과 연계되는 기초 학력을 고등학교에서 키우는 것이 타당하며, 취업을 위한 학생들을 위해서는 별도로 기술 교육이 진행되어야 한다고 보고 있다.

하지만 이는 현재 전문계 고등학교 현장에서 벌어지고 있는 불합리한 현상들을 시정하거나 바로 잡으려는 적극적인 태도가 아닌, 파행적으로 일어나는 현실 문제를 그대로 받아들여려는 수동적 태도로 보인다. 전문계 고등학교의 설립 목적과 교육 목표가 분명한 요구 분석 및 그 효과 검증 없이, 무조건 대학에 가야 한다는 시대적 조류에 휩쓸려 수정되는 것은 일관성 없는 교육정책이며, 학생들에게 더욱 혼란만 가져다 줄 뿐이다. 더구나 지금의 전문계 고등학교 교육과정의 파행은 순수하게 직업 기술을 일찍부터 습득하여 직업 현장에 진출하고자 하는 학생들에게는 그들이 받아야 하는 교육 서비스를 제대로 받지 못하고 있는 역차별이 될 수 있다.

따라서 전문계 고등학교는 대학 입시 준비를 위한 교육과정 운영이 주가 되어서는 안 되며, 본래 취지에 맞도록 전문 직업 교육을 충실하게 수행하여 장래에 사회에서 요구하

는 전문 기술 인력을 양성해 내는 데 초점을 두는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 교육 과정도 본래 교육 목적에 부합하도록 편성하고 운영되어야 한다. 무엇보다 인문계와 동일한 것을 사용하고 있는 보통교과를 전문계고에 적합한 교과서로 재구성하고 그에 맞는 교수-학습 자료도 개발되어야 한다(우영희, 2009). 특히, 보통교과에 속하는 수학 교과는 전문계 학생들이 자신의 선택에 의해 배우는 기술교육 관련 전문교과에서 다루어지는 수학적 내용을 더 잘 이해할 수 있도록 도와주는 방향으로 그 내용이 편성되는 것이 타당하다.

하지만 현재 전문계 고등학교 수학교과들은 전문교과 내 포함된 수학 내용들과 거의 연계성을 가지고 있지 않아, 전문계 학생들이 왜 수학교과를 전문계에서 배워야 하는지에 대한 필요성을 느끼지 못하고 있다. 심지어 제7차 개정 수학과 교육과정에서 '실용수학'이 '수학의 활용'으로 변경되면서 그 내용 체계가 바뀌었는데, 설상가상으로 이전 '실용수학' 내용보다도 더 전문교과 내 수학 내용들과의 연계성이 희박하다.

이에 본 연구는 전문계 고등학교의 전문교과와 보통교과인 수학교과 간의 내용 분석을 실시하여 이 두 교과 영역 간에 얼마나 수학적 연계성을 가지고 있는지 알아보고자 한다. 이 분석을 통해 전문계 고등학교 수학교과가 전문교과를 학습하는데 도움을 주기 위해서는 내용적 측면에서 어떤 방향으로 수정, 보완 되어야 할 것인가에 대한 제언을 하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수학적 연결성

수학적 연결성을 이야기함에 있어서 보통 개념적으로 '수학 내적 연결성'과 '수학 외적 연결성'으로 구분하여 정의하고 있다. 수학 내적 연결성은 수학적 구조를 통합된 전체로 보는 관점에서 정의되는 것으로, 예를 들어 수학의 개념적 지식과 절차적 지식 간의 연결, 수학적 주제들 간의 연결, 동일한 개념에 대해 다양한 표현 가능성 인식하기 등이 포함되며, 수학 외적 연결성은 수학이라는 교과를 다른 교육과정 영역들과 연결하는 것으로서, 예술, 음악, 심리학, 과학, 산업 등과 같은 분야에서 발생하는 문제들을 해결하기 위해 수학적 사고와 모델링 활동을 적용하는 것, 혹은 일상생활 활동 등에서 수학을 사용하는 것 등을 포함할 수 있다(이종희, 1999).

미국 NCTM(1989, 2000) 기준집에서도 수학적 연결성은 9-12학년까지의 교육과정 전체에 걸쳐서 강조되고 있다. NCTM(1989)에서는 수학적 연결성 기준을 모델링 연결과 관련된 수학 외적 연결성과 수학적 내용 연결과 관련된 수학 내적 연결성으로 구분하여 제시하고 있다. 첫째, 수학 외적 연결성(external connection)은 교실 밖의

세계나 다른 교과에서 제기되는 문제 상황과 그것의 수학적 표상 사이를 모델링으로 연결하는 것으로 수학적 지식이 어떤 분야에서 어떻게 응용되며, 실생활에서 나타날 수 있는 여러 복합적인 상황들을 수식화 할 수 있는지를 알게 된다면 학생들이 수학적 가치를 새롭게 인식하고 수학의 심미성과 유용성을 느낄 수 있을 것이라는 것이다. 둘째, 수학 내적 연결성(internal connection)은 동일한 문제 상황 또는 수학적 개념에 대한 서로 다른 표상 사이의 연결을 말한다. 이와 같이 수학적 개념을 연결하려는 시도는 수학 내에서의 유기적인 연결망을 이해할 수 있도록 하여 학생들이 보다 폭넓은 문제해결을 할 수 있도록 하며, 수학을 통합된 전체로 보아 수학적 개념의 기억 및 전이를 위한 잠재력을 증가시키고 수학의 아름다움을 느낄 수 있도록 하는 것이다.

NCTM(2000)에서는 1989년의 기준을 보완하여, 유치원부터 12학년까지의 학생들이 수학적 연결성과 관련하여 수학적 아이디어들 간의 연결성을 인식하고 사용할 수 있으며, 수학적 아이디어들이 어떻게 내적으로 연결되었는지를 이해하고, 이들을 토대로 수학을 통합된 전체로 볼 수 있어야 하며, 수학의 외적인 맥락에서의 수학의 활용을 인식하고 적용할 수 있어야 한다는 점을 강조하고 있다. 여기서 수학의 주제가 분절되어 제시된다 할지라도 이들을 하나의 학문으로 종합하여 볼 수 있어야 하며, 학생들은 수학과 다른 학문들 간의 관계를 인식함으로써 이를 통해 학습해나갈 때 보다 풍부한 학습이 가능하다고 보았다. 즉, 수학을 서로 연결성 없이 고립된 공식과 풀이 기술의 집합체가 아니라 하나의 통합된 전체로 보는 것은 학생들이 수학을 보다 넓은 견지에서 바라볼 수 있는 안목을 길러줄 수 있을 것이라고 보는 것이다. 특히 2000년 기준에서는 1989년에 소홀히 다루어졌던 교사의 역할을 강조하면서, 수학적 연결성을 학생이 스스로 탐구하고 설명할 수 있도록 교사가 적절한 안내와 설명을 제공해야 하며, 수학적 학생의 현실적 상황과 다른 교과들과 서로 연관되어 있음을 경험할 수 있도록 학습 환경을 제공할 필요가 있음을 간접적으로 제시하고 있다.

2007년 개정 고등학교 수학과 교육과정에서는 교육 내용의 적정화를 강조하는 가운데 학년 간, 학교급 간, 교과 간의 연계성을 강화하고 연관되는 내용은 밀접하게 관련지어 학습할 수 있도록 함으로써 학습 효과를 높일 수 있도록 하고 있다(교육과학기술부, 2008). 이것은 인문계 고등학교에서 배우는 수학 교과들 간의 수학적 연결성을 강조한 것으로, 전문교과와 보통교과와의 수학적 연결성, 즉 수학적 외적 연결성에 대해서는 언급되지 않았다. 하지만 제7차 교육과정이 기본적으로 통합교육과정을 강조하고 있는 만큼, 외적 연결성은 수학 교과뿐만 아니라 모든 교과 영역에 걸쳐서 강조되고 있다.

## 2. 수학과 타 교과와의 연결성

교과 영역들 간의 통합 교육 및 연계성 강조는 20세기 후반의 새로운 패러다임이라기보다는, 오래전부터 제안되었으나 그동안 활발히 실천되지 못한 것으로

보는 것이 타당할 것이다. 예를 들면, 1923년 초, 미국 수학적 요구에 관한 위원회에서는(The National Committee on Mathematical Requirements)는 기능성을 강조하는 통합 교육과정이 제안되었으며, 1940년에는 미국 진보교육협회 중등교육과정위원회(The Commission on the Secondary School Curriculum of the Progressive Education Association)가 중등교육에서 교과들간의 연결성을 고려한 교육과정을 강조하고 제안한 바 있다(김시년, 2000 재인용).

수학과 다른 교과와의 연결성 연구는 그동안 많은 국내 연구자들에 의해서도 진행되었다(김향숙, 2003; 조혜경, 2006; 기미란, 2004; 김영미, 2003; 신은주, 2005; 염규아, 2007). 특히, 신은주(2005)는 제7차 개정 수학과 교육과정과 외국의 통합교육 사례분석을 바탕으로 수학과 과학에서 공통이 되는 개념, 원리, 기능 등을 중심으로 연구하여 간교과형 통합교육 방법을 위한 교수-학습 자료를 개발한 후 사례연구를 실시하였다. 그리고 전문계 고등학교의 전문교과와 수학교과와의 수학적 연결성도 그동안 많은 연구자들에 의해 진행되어 왔다(박영인, 2005; 류승대, 2005; 이숙희, 2005; 공현경, 2006a, 2006b; 오춘영, 2004; 이종연, 박미제, 2004; 최영광, 2007). 이들 연구는 전문교과 내 수학적 주제들과 보통교과인 수학교과 내 주제들 간의 연계성을 고려한다는 측면에서 수학 내적 연결성을 조사한 연구로 볼 수 있겠지만, 수학교과가 전문교과와는 성격이 다른 교과 영역으로 분리되어 있다는 측면에서는 수학 외적 연결성을 조사한 연구들로 판단된다.

수학과 다른 교과목과의 연결은 수학이 그 교과목들과 어떻게 묶여져야 할 것인가를 논의하기보다는, 수학 수업에서 수학과 다른 학문 간의 연결이 어떻게 가능한가를 고려하여 수학 수업에 활용할 수 있는 방법을 모색하는 것이다. 우선 고려해야 할 것은 통합의 중심이 학습 내용일까? 아니면 메타 사고 과정을 중시하는 다중 지능일까 하는 점이다. 통합의 중심이 학습 내용인 경우, Fogarty(1991)는 간 학문적 통합의 방법으로 계열형, 공유형, 거미줄형, 실로 꿰어진 모형, 통합형을 제시하고 있다. 첫째, 계열형에서는 교과 주제 및 단원들이 서로 연관되기 위해 재배치되고 계열화된다. 개별적인 교과 영역들은 그대로 유지되고, 유사한 아이디어들이 계열적으로 가르쳐진다. 둘째, 공유형에서는 두 개의 교과에서 계획과 교수가 공유되고, 이때 중복되는 개념과 아이디어들이 교수 계획을 위한 주요 개념적 요소로 활용된다. 예를 들면, 수학과 과학 교사들이 팀 티칭이 될 수 있는 공유된 개념으로 자료수집, 차트, 그래픽 등을 사용한다. 셋째, 거미줄 형에서는 풍부한 소재들이 교육과정 내용과 교과로 조직된다. 교과는 소재를 활용하여 적절한 개념, 소주제, 아이디어들을 추출해낸다. 넷째, 실로 꿰어진 모형에서는 메타교육 과정적인 접근을 통하여 가능한데, 다양한 교과를 통해 사고기능, 사회적 기능, 다중지능, 기술공학, 학습 기능 등을 실로 꿰듯이 연결시킨다. 예를 들면, 교사들은 독서, 수학, 과학 실험 실습 등을 통해서 예측을

목표로 삼기도 하고, 사회과 교사들은 현재의 사건들에 대한 예측을 목표로 삼을 수 있다. 따라서 교과간에 예측 기능이 연결된다. 다섯째, 통합형에서는 간학문적인 팀티칭을 통해서 중복되는 개념과 소주제들을 교과간에 합치시킴으로서 충실한 통합모형을 이룬다. 예를 들면, 수학, 과학, 사회, 순수 예술, 문학, 응용 예술 등에서 교사들은 모형의 유형을 탐색하고, 이러한 유형들을 통해 내용에 접근한다(이종희, 1999, 재인용). 본 연구에서는 수학과 다른 과목의 공통 부분이 되는 것을 수학 수업에서 모두 다룬다는 점에서 Fogarty의 공유형 측면에서 연구를 진행한다.

### 3. 제 7차 공업계 고등학교 개정 교육과정

전문계 고등학교 개정 교육과정에서는 교과와 학생 선택과 필수 교과와 폐지로 선택의 폭이 넓어지고, 이수 단위의 학교장 결정으로 자율성이 크게 확대되었다. 개정 중점으로는 기초 지식과 기술을 중심으로 내용을 재구성하여 고등 직업 교육 기관과의 연계 및 차별화를 고려하고, 이론과 실습을 통합 조정하여 유사 과목을 통폐합하였다. 또 산업 현장과 상호 연계되는 교육과정 구성을 추구하며, 미래 산업 사회에 대응할 수 있는 과목을 신설하고 학습량을 감축하였다. 개정의 주요 내용은 [표 II-1]과 같다.

[표 II-1] 공업계 고등학교의 교육과정

구 분	현 행	개 정
목 표	총괄 목표 제시	총괄 목표 및 3개항의 하위 목표 제시
설치학과수	19개 학과	20개 학과(환경공업과 신설)
교과목 수	154과목	110과목
전문 교과 이수단위	전문 교과 82단위 이상 이수 실습 이수 단위 시도교육청이 결정	전문 교과 82단위 이상 이수 전문 교과 이수 단위는 시도교육감이 결정
전문 필수	공업입문, 제도, 전자계산일반	공업입문, 기초제도, 정보기술기초
신설 교과	금형 설계 외 8과목	정보기술기초 외 17과목
폐지 교과		차량 법규 외 4과목
통합 교과	96 교과목(제도·실습 포함)	52개 교과목
교과목 명칭 변경	기계 공작 외 14과목	기계 공작법

#### 1) 교육과정 편성 및 운영 기준

제 7차 전문계 고등학교 교육과정은 계열에 관계 없이 3년 동안 216단위를 이수하도록

록 되어 있고, 그 중 전문교과를 82단위 이상 이수하도록 되어 있다. 또한 설치학과는 전자과 등 총 20개 학과가 운영되고 있다. 교육과학기술부에 의하면, 전문계 고등학교 교육과정 편성·운영 기준은 학생의 진로특성과 요구를 반영하여 학과의 교육과정을 보통교과와 전문교과의 적절한 비율을 선택하여 편성·운영할 필요가 있다고 하여, 다음 세 가지 교육과정 중 적절한 과정을 선택하여 운영할 수 있도록 하였다.

가. 완성형 교육과정

대부분의 전문계 고등학교에서는 전문 직업 교육을 지향하는 완성형 교육과정으로 보통교과와 전문교과의 편성 비율을 44: 56으로 편성하고 있다. 이는 보통교과를 최소로 이수하고 전문교과를 최대로 이수하는 형태이다. 완성형 교육과정을 선택한 전문계 고등학교 교육과정 편성·운영 기준은 [표 II-2]와 같다.

[표 II-2] 완성형 교육과정에 따른 교육과정 편성·운영 기준

영역 단위	교과			재량활동 (전문 교과)	특별활동
	국민공통 기본교과	보통교과	전문 교과 공통필수    전문선택		
이수단위	56단위	26~40단위	96~110단위	12단위	12단위
총 이수단위 216단위					

나. 계속형 교육과정

기초 직업 교육을 지향하는 계속형 교육과정에서는 보통교과와 전문교과의 편성 비율은 50 : 50을 기준으로 하되, 재량 활동을 보통 교과로 편성하여 56%까지 그 비율을 높게 한다. 계속형 교육과정을 선택한 전문계 고등학교 교육과정 편성·운영 기준은 [표 II-3]과 같다.

[표 II-3] 계속형 교육과정에 따른 교육과정 편성·운영 기준

영역 단위	교과			재량활동 (전문 교과)	특별활동
	국민공통 기본교과	보통교과	전문 교과 공통필수    전문선택		
이수 단위	56단위	40~54단위	82~96단위	12단위	12단위
총 이수단위 216단위					

### 3) 절충형 교육과정

절충형 교육과정은 완성형 교육과정과 계속형 교육과정을 절충한 것이며, 교과 재량 활동을 전문교과로 편성하여 운영하지만, 계열과 학과의 특성에 따라 적절히 증감하여 편성할 수 있다. 절충형 교육과정을 선택한 전문계 고등학교 교육과정 편성·운영 기준은 [표 II-4]와 같다.

[표 II-4] 절충형 교육과정에 따른 교육과정 편성·운영 기준

영역 단위	교과				재량활동 (전문 교과)	특별활동
	국민공통 기본교과	보통교과	전문 교과			
			공통필수	전문선택		
이수단위	56단위	34~48단위	88~102단위		12단위	12단위
총 이수단위 216단위						

## III. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 전문계 고등학교 ‘전자계산기과’의 전문교과를 중심으로 수학교과와의 연계성을 조사·분석하는 것을 목적으로, 전문교과와 수학교과의 교육과정 검토 및 교과서 분석을 실시하였다. 전국에 있는 전문계 고등학교 중에서 전자계산기과가 존재하는 (부산: 1개교, 울산: 1개교, 경기: 4개교, 충북: 1개교, 전남: 3개교, 경북: 1개교, 경남: 4개교) 총 15개교 중에서 경상남도에 소재하는 C기계공업고등학교와 H전산여자고등학교 2개교를 선정하였다.

### 2. 연구대상 학교의 교육과정 편성

이 두 학교에서 공통으로 개설되는 전문교과로는 ‘기초제도’, ‘공업입문’, ‘디지털논리회로’, ‘프로그래밍’, ‘멀티미디어’, ‘정보기술기초’, ‘컴퓨터구조’, ‘전자·전산응용’이 있었고, C기계공업고등학교에서만 개설되는 교과목으로는 ‘전자회로’, ‘마이크로프로세서’, ‘전자기기’ 등이 있었으며, H여자고등학교에서는 ‘정보통신’을 따로 편성하고 있었다. 이 교과목들이 편성되는 학년과 학기, 그리고 주당 수업시수도 모두 다르게 나타났다.

연구대상 고등학교에 개설되는 수학교과는 개정된 고등학교 1학년 교과서가 출판되었음에도 불구하고, 아직 개정 전 수학 교과서를 사용하고 있었다. 본 연구에서는 ‘수학 10-가’와 ‘수학 10-나’의 내용체계가 개정된 고등학교 1학년 ‘수학’의 내용과 거의 동일하



므로, 이 변인이 연구 결과에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단하였다. 각 두 학교에서 수학교과를 편성하는 시기와 주당 수업시수를 아래 [표 III-1]와 [표 III-2]에 나타냈다. 그런데 특이한 것은 선택 수학 교과인 '실용수학'이 전문계 고등학교 학생들의 진로를 고려하여 개발되었음에도 불구하고, 두 학교 모두 실용수학을 실질적으로는 교육과정에 편성하지 않고 있었다. H전산여자고등학교의 경우, 교육과정 편성표에는 실용수학을 2학년에 편성하고 있으나, 실제로는 실용수학이 아닌 다른 수학교과 수업을 실시하고 있는 것으로 나타났다.

[표 III-1] C 기계공업고등학교 수학 교과 학습 시기

내용 \ 학습 시기	1학년		2학년		3학년		비고
	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
수학 10-가							주당 4시간
수학 10-나							주당 4시간
수학 I							2학년 주당 1시간 3학년 주당 2시간

[표 III-2] H여자고등학교 수학 교과 학습 시기

내용 \ 학습 시기	1학년		2학년		3학년		비고
	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
수학 10-가							주당 4시간
수학 10-나							주당 4시간
실용수학							주당 3시간
수학 I							주당 3시간

## 2. 분석대상 전문교과 교과서

전문계 고등학교 전문교과는 전공 필수인 '공업입문', '기초제도', '정보기술기초' 과목을 포함하여 총 110과목에 달한다. 이 중 연구대상 고등학교에서 개설하고 있으며, 전자계산기과에서 많이 채택하는 11과목을 선별한 후, 수학과 관련된 내용이 포함된 전문교과 7개 과목을 아래 [표 III-3]과 같이 선정해 보았다.

[표 III-3] 분석대상 전문교과목

전공 과목	발행인	저자	발행년도
1) 기초제도	대한교과서(주)	교육인적자원	2006
2) 정보기술기초	교육과학기술부	광운대학교 국정 도서 편찬 위원회	2008
3) 디지털논리회로	교육과학기술부	한국직업능력개발원	2009
4) 프로그래밍실무	(주)교학사	양철우	2009
5) 프로그래밍	한국교과서(주)	한국직업능력개발원	2009
6) 전자·진산응용	대한교과서(주)	교육인적자원	2006
7) 정보처리기능사	(주)영진	(주)영진	2009

### 3. 교과내용 비교 분석 틀

전문교과와 수학교과를 비교 분석하기 위한 틀을 아래 [표 III-4]와 같이 설정하였다. 우선 전문교과목 명을 중심으로 수학적 내용이 포함된 단원명과 그 내용을 기술하고, 그 내용이 수학교과목 중 어느 교과목, 어느 단원에 어떤 식으로 전개되는지를 조사, 분석하였다.

[표 III-4] 전문 교과목과 수학 교과목의 연계성 분석 틀

전문 교과목 명	단원	내용	관련 수학교과			비고
			교과명	단원명	내용	

## IV. 분석 결과

### 1) 기초제도 교과목과 수학 교과와의 연계성 분석

‘기초제도’ 교과목은 대부분 컴퓨터 소프트웨어 활용과 관련된 내용으로 구성되어 있으며, 특히 CAD 프로그램에 관한 것이 주를 이루고 있다. 수학 교과목들 중, CAD 프로그램 활용을 직접적으로 다루는 곳은 없지만, ‘실용수학’의 소프트웨어 활용 단원에서 순서도를 해석할 수 있는 수학적 논리력과 사고력을 향상시킬 경우, CAD 프로그래밍의 흐름을 잘 이해할 수 있다고 판단하여 ‘기초제도’ 교과목에 대한 분석표를 아래 [표 IV-1]과 같이 제시하였다.

[표 IV-1] ‘기초제도’ 과목과 수학 교과목과의 연계성 분석표

전문 교과명	단원명	내용	관련 수학교과 단원 및 내용			비고
			교과명	단원명	내용	
기초 제도	실제도면 그리기	기어모듈	수학 10-가	식의 계산	비례식	
	컴퓨터를 이용한 제도	상대좌표와 절대좌표	대학수학	미적분	상대좌표, 극좌표	공업계 수학교육과정 외
		CAD로 기본 도형그리기	실용수학 (순서도)	계산기와 컴퓨터	컴퓨터 소프트웨어	
		CAD로 정투상도그 리기	실용수학 (순서도)	계산기와 컴퓨터	컴퓨터 소프트웨어	
	도면의 검사와 관리	도면 관리	수학 I	수열	순서도	

2). 정보기술기초 교과목과 수학 교과와의 연계성 분석

‘정보기술기초’ 교과에 포함된 수학적 내용은 고등학교 수학 교과목들과 직접적으로 연계되는 단원이 없었으나, 대학 수준에서 다루어지는 ‘수의 체계’와 ‘부울 대수’ 내용들이 포함되어 있었다. 이 두 수학적 주제는 컴퓨터 논리와 관련된 아주 중요한 기본 지식으로 ‘정보기술기초’ 과목에서는 반드시 다루어져야 하는 내용들이다.

[표 IV-2] ‘정보기술기초’ 과목과 수학 교과목과의 연계성 분석표

전문 교과명	단원명	내용	관련 수학교과 단원 및 내용			비고
			교과명	단원명	내용	
정보기술 기초	컴퓨터의 원리	수의 체계와 진법	대학수학	대수학	8진수, 16진수	공업계 수학교육과정 외
		부울대수	대학수학	현대대수학	부울대수	공업계 수학교육과정 외

3) 디지털논리회로 교과목과 수학 교과와의 연계성 분석

‘디지털 논리회로’ 과목도 앞의 ‘정보기술기초’ 교과와 유사한 경우로서 ‘이진수의 연산’을 제외하면 고등학교 수준의 수학 내용과는 직접적으로 거의 연관성이 없었다. 대신 대학수학에서 본격적으로 다루어지는 ‘진수변환’ 이나 ‘부울 대수’ 내용이 포함되어 있었다.

[표 IV-3] 디지털논리회로 과목과 수학 교과목과의 연계성 분석표

전문 교과명	단원명	내용	관련 수학교과 단원 및 내용			비고
			교과명	단원명	내용	
디지털 논리회로	정보의 표현	진수변환	대학수학	대수	8진수, 16진수	공업계 수학교육과정 외
		2진수의 연산	수학 7-가	집합과 자연수	십진법과 이진법	수학 7단계
	부울 대수	부울대수	대학수학	현대대수	부울대수	공업계 수학교육과정 외

## 4) 프로그래밍 교과목들과 수학 교과와의 연계성 분석

수학 교과는 실생활의 여러 가지 문제를 논리적으로 사고하고 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기르는데 기초가 되는 과목이라고 할 수 있다. 즉, 지식의 기본 개념을 이해하고 기본 개념을 토대로 논리적인 사고력을 길러 문제를 해결해 가는 능력을 도야하는 수단으로 사용된다고도 볼 수 있다. 전문교과들 중에서 프로그래밍 관련 교과목들이 이런 수학 교과를 통한 학습 효과의 수혜를 받는 과목들이라고 판단할 수 있다. 그 이유는 프로그래밍 언어를 가지고 프로그래밍을 하는 순간에 요구되는 논리적 사고와 판단력 등이 수학의 논리적 사고 교육을 통해 육성되고 향상될 수 있기 때문이다.

프로그래밍을 하기 위해서는 문제에 대한 정확한 이해력과 문제를 풀기 위한 논리적인 사고력이 요구되는데, ‘수학 I’에서 다루게 되는 알고리즘과 순서도가 바로 프로그래밍의 문제해결을 위한 논리적인 사고력을 길러주는 단원이라 할 수 있다.

[표 IV-4] 프로그래밍 관련 교과목과 수학 교과목과의 연계성 분석표

전문 교과명	단원명	내용	관련 수학교과 단원 및 내용		
			교과명	단원명	내용
프로그래밍 / 프로그래밍 실무	자료형	변수	수학 10-가	수와 연산	실 수
	순서도	순서도	수학 I	알고리즘과 순서도	순서도
	배열의 활용	2차원 배열	수학 I	행렬	행렬과 그 연산

## 5) 전자·전산 응용 교과목과 수학 교과와의 연계성 분석

‘전자·전산 응용’ 교과목은 무리식의 계산부분도 나오긴 하였지만, 순서도와 관련하여 컴퓨터 소프트웨어를 활용하는 ‘실용수학’의 내용들과 더 많이 연관이 있는 것으로 분석된다. 특히 전자·전산 응용 교과목의 특성상 프로그램 언어의 알고리즘을 만들어내는 과정과 마이크로프로세서 동작 원리의 이론적 배경이 되는 16진수와 부울 대수 등 고등

학교 교육과정 외의 내용이 다수 있는 것으로 조사되었다. 그 밖에 ‘수학 10-가’의 식의 계산 및 ‘수학 I’의 수열 단원과도 연관성이 있는 것으로 나타났다.

[표 IV-5] 전자·전산 응용 교과목과 수학 교과목과의 연계성 분석표

전문 교과명	단원명	내용	관련 수학교과 단원 및 내용			비고
			교과명	단원명	내용	
전자·전산 응용	CAD	전자회로시뮬레이션	수학 10-가	식의 계산	무리식	
		회로도작성하기 시뮬레이션환경설정	실용수학	계산기와 컴퓨터	컴퓨터 소프트웨 어 활용	
		전자회로시뮬레이션	대학수학	집합론	진리표	공업계 수학교육과정 외
	마이크로 프로세서 의 기초	마이크로프로세서의 개요	수학 I	수열	알고리즘과 순서도	
		소프트웨어의 개요	대학수학	대수	2, 16진수	공업계 수학교육과정 외
	단일칩 마이크로 프로세서	8051 단일칩	대학수학	대수	부울대수	공업계 수학교육과정 외
		8051 어셈블리어			16진수	

6) 정보처리기능사 자격증 교과목과 수학 교과와의 연계성 분석

‘정보처리기능사’ 실기 문제에서 다루어지는 수학 내용으로는 ‘수학 I’의 알고리즘과 순서도가 있다. 그러나 기본적으로 수학교과에서 다루어지는 기본 수학적 개념에 대한 이해가 바탕이 되지 않으면 아무리 프로그램에서 다루는 알고리즘과 순서도를 논리적으로 이해하고 있다고 하더라도 정보처리 기능사 문제들을 풀 수 없다. 예를 들어, 피보나치 수열을 이용한 순서도 및 프로그래밍 문제를 풀기 위해서는 피보나치수열에 대해 배워야 하는데, 대부분의 학생들이 피보나치 수열에 대한 이해 없이 단순히 시험을 위한 순서도 작성 및 암기식 프로그래밍을 하고 있다. 그 이유는 지금 현재 전문교과 교육과정과 수학 교과 교육과정이 서로 연계성을 가지면서 통합적으로 운영되지 않기 때문에 정보처리기능사 문제를 풀기 위해 요구되는 선수 수학 지식들을 수학 교과에서 배우지 않고 정보처리기능사 교과를 이수하는 학생들이 많기 때문이다.

[표 IV-6] 정보처리기능사 자격증과 수학 교과목과의 연계성 분석표

전문 교과명	단원명	내용	관련 수학교과 단원 및 내용		
			교과명	단원명	내용
정보처리 기능사	알고리즘	정보처리 기능사 문제	수학 I	알고리즘과 순서도	수행평가

## V. 결론 및 논의

본 연구 결과에서도 나타나듯이, 전문계 고등학교 전자계산기과의 전문교과에는 수학적 개념이 요구되는 단원들이 매우 많이 분포되어 있는 것으로 조사되었다. 하지만 그 전문교과에서 다루어지는 수학적 내용들이 수학교과에서 배우는 내용들과는 거의 연계성을 가지지 못하고, 오히려 대학 수준에서 가르쳐지는 수학 내용들이 더 많이 언급되고 있었다. 특히, 부울 대수나 8진법과 16진법 같은 수학적 개념들이 전문교과에 많이 사용되고 있는 것으로 나타났다. 더구나 수학교과 내용과 연계성이 있는 것으로 판별된 전문교과 내 수학 내용들도 직접적으로 그것이 수학 교과에서 가르쳐지고 있는 내용이라기 보다는, 그 근본적인 개념적 구조를 따져 봤을 때 어떤 식으로든지 연관이 있다고 판단되어 본 연구에서는 연계가 있는 수학 교과로 분리된 것이 더 많다.

다시 말해, 전문교과 내 포함된 수학적 주제와 수학교과에 포함된 수학적 주제가 완전히 개념적으로 연속선 상에 있거나 일치해서 그 두 교과목이 연계 교과목으로 판정된 경우보다는 부분적으로 서로 어떤 식으로든지 연관이 있기에 연계 교과목으로 판정한 경우가 더 많았다.

본 연구의 결과만 보아도 지금 현재 우리나라 전문계 고등학교 교육과정에서는 전문교과와 수학교과 사이의 수학적 연결성이 거의 고려되지 않고 있다는 것을 알 수 있다. NCTM(1989)이 강조한 수학 외적 연결성(external connection)의 장점에 따르면, 학습자들이 수학 외 다른 교과에서 제기되는 문제 상황과 그것의 수학적 표상 사이를 수학적 모델링으로 연결함으로써, 수학적 지식이 어떤 분야에서 어떻게 응용되며, 실생활에서 나타날 수 있는 여러 복합적인 상황들을 수학적으로 해결할 수 있어, 학습자들이 수학적 가치를 새롭게 인식하고 수학의 심미성과 유용성을 느낄 수 있는 것이다. 그러나 전문교과와 수학교과의 연결성을 거의 고려하지 않는 현 전문계 교육과정은 수학교과에서 배우는 수학적 개념들이 전문교과에서 전혀 도움이 되지 않는 상황을 빚어내고 있어, 학생들이 수학적 유용성을 전혀 경험할 수 없는 실정이다.

전문교과와 수학교과 내용의 연계성을 어떻게 줄 것인가에 대해서는 부울 대수를 가지고 설명할 수 있다. 전문계 학생들은 전문교과에 빈번히 등장하는 부울 대수식을 간단히 정리하는 문제를 어려워한다. 사실 부울 대수의 기본 성질은 중학교 때부터 고등학교

1학년까지 걸쳐서 다루었던 집합과 명제 단원과 밀접하게 관련되어 있으므로 전문교과에 나오는 부울 대수 기본성질과 그 연산도 전혀 새로운 내용은 아니다. 그러나 전문계 학생들의 대부분이 중학교 때부터 수학에 대한 흥미를 잃고 수학적 기초 지식수준이 매우 낮은 경우가 대부분이다. 따라서 아무리 중학교 때부터 부울 대수와 관련된 수학적 개념들을 배워왔다고 하더라도, 그것을 전문교과에서 회상하고 활용할 능력은 매우 부족하다. 또한 전문교과에서 다루는 수학적 내용들 대부분이 친절한 개념적 설명보다는 알고리즘을 이용한 문제풀이 활동이 대부분이므로, 선수 지식이 없는 학생들이 이전에 배웠던 내용들을 다시 복습할 수 있는 기회는 수학교과 학습 외에는 없다.

따라서 전문교과들의 학습 효과 증대와 나아가서 전문적 지식을 갖춘 직업인을 양성하는 것을 목표로 하는 전문계 고등학교 교육의 재정립을 위해서는 수학교과 내용과 전문교과 내 수학적 내용들 간의 연결성을 고려한 전문계 고등학교 전용의 수학교과목들이 편성되어 운영되어야 한다. 이를 위해서는 먼저 전문교과부터 전공영역에서 반드시 필요로 하는 수학적 내용은 무엇인지 심각하게 토론하여 선별할 필요가 있으며, 그 판단 아래 수학교과도 전문교과 내 수학 내용 학습을 돕기 위해 어떤 주제들을 교과서에 탑재할 것인가에 대한 면밀한 검토가 있어야 한다.

2010년부터 전면적으로 적용되는 고등학교 수학과 선택과목들이 대입 준비를 목표로 하는 인문계 고등학교의 교육과정만을 생각한 나머지, 오히려 이전보다도 더 전문계 고등학교의 전문교과와 수학교과와의 연결성을 무시하고 있다. 이런 식의 잘못된 현상은 고등학교 수학 교육과정을 개발하고 운영하는 대부분의 연구자들과 교육행정가들이 대학 입시 중심의 인문계 고등학교 교육과정에 더 많이 취중하고, 전문 직업인을 양성하는 전문계 고등학교 교육과정 개발과 문제점 개선을 소홀히 하기 때문이다. 또한 교육과정 개발에 관여하는 연구자나 교육행정가들이 전문계 학교 운영 및 현실에 대한 풍부한 전문적 지식이 부족하여 전문계 고등학교 교육 목표에 맞지 않는 교육과정 개편을 하는 경향이 있다. 언젠가 부터 우리나라는 대학 입학만을 위한 고등학교 교육이 이루어지고 있으며, 일찍부터 전문기술을 습득하여 사회에서 자신의 꿈을 펼쳐 보이기 위해 준비하는 고등학생들에 대해서는 무관심하고 방치하는 실정이다. 이제부터라도 교육정책가들과 교육개발자들이 전문계 고등학교 교육에 대해 더욱 많은 관심과 애착을 가지고 우수한 직업인을 길러 낼 수 있는 교육 환경과 교육과정 개발에 힘써야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김기락, 최준섭(2002). 공업고등학교 기계과의 전문 교과와 수학 교과의 연관성 분석. 대한공업교육학회.
- [2] 김시년(2000). 수학적 연결성 강화 프로그램 개발 연구. 한국교원대학교 대학

- 원 석사학위논문.
- [3] 김영미(2003). 중학교 수학과 과학 교과 내용의 연관성 연구-제 7차 교육과정을 중심으로-. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [4] 김향숙 외 3인(2003). 소리와 음악을 통한 초월함수의 지도. 대한수학교육학회 2003년도 하계수학교육학연구발표대회 논문집, 611-637.
- [5] 공현경(2006a). 공업계 고등학교 정보 통신과의 전문교과와 수학교과의 연관성. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [6] \_\_\_\_\_(2006b). 부산광역시 공업계 고등학교 정보 통신과의 전문교과와 수학교과의 연관성. 대한공업교육학회지, 31(1), 46-62.
- [7] 교육과학기술부(2008). 고등학교 교육과정 해설서-전자계산기계열 전문교과. 서울: 대한교과서주식회사.
- [8] 교육과학기술부(2008). 고등학교 교육과정 해설서-수학. 서울: 대한교과서주식회사.
- [9] 교육과학기술부(2008). 고등학교 교육과정 해설서-총론. 서울: 대한교과서주식회사.
- [10] 교육인적자원부(2006). 기초제도 교과서, 서울: 대한교과서주식회사.
- [11] 교육인적자원부(2006). 전자·전산응용 교과서, 대한 교과서 주식회사.
- [12] 기미란(2004). 기술·가정 교과서 제도 단원에 나타난 수학과 작도 관련 소재의 분석·비교 및 학생·교사의 인식 조사. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [13] 박영인(2005). 공업계 고등학교 전자과의 수학과 관련된 수업내용 분석을 통한 수학 교과 수업 개선 방안 연구. 금오공과대학교 교육대학원 교육학석사학위논문.
- [14] 신은주(2005). 등속도 운동에서 일차함수 교수-학습 과정에 관한 사례연구: 수학과 과학의 통합교육 관점을 기반으로. 수학교육학연구, 15(4), 419-444.
- [15] 신현성 외 1명(2008). 수학 10-가 교과서. 서울:천재교육.
- [16] 신현성 외 1명(2008). 수학 10-나 교과서. 서울:천재교육.
- [17] 신현성 외 1명(2008). 수학 I 교과서. 서울:천재교육.
- [18] 이종연, 박미제(2004). 상업계 고등학교의 수학교과와 전문교과의 연계성에 관한 연구-경영정보과, 사무자동화과, 정보처리과를 중심으로-. 대한수학교육학회 수학교육학논총, 25, 49-70.
- [19] 이종희(1999). 수학적 연결성에 대한 연구. 이화여자대학교 교과교육연구소 교과교육학연구. 3(2), 147-160
- [20] 오춘영(2004). 상업계 고등학교 수학교과서의 재구성이 학습자에게 미치는 영향. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 43(1), 13-33.



- [21] 우영희(2009). 전문계고 컴퓨터그래픽과 학생들을 대상으로 수학적 연결성을 강조한 수학 교수·학습 자료의 개발. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [22] 양철우(2009), 프로그래밍 실무 교과서, 서울:교학사.
- [23] 염규아(2007). 중학교 수학/과학 통합 교육을 통한 중학교 일차함수 개념지도 방안. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [24] 조혜경(2006). 미술활동을 통한 수학 수업이 학업성취도와 학습 태도에 미치는 영향-초등학교 1학년 중심으로-. 국민대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [25] 최영광(2007). 공업계 고등학교 전문교과와 수학교과와의 연관성 분석 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- [26] 한국직업능력개발원(2009). 디지털 논리 회로 교과서. 교육과학기술부.
- [27] 한국직업능력개발원(2009). 프로그래밍 교과서. 서울:한국교과서(주)
- [28] National Council of Teachers of Mathematics (1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향[Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics]. 구광조, 오병승, 류희찬 공역. 서울:경문사. (원전은 1989에 출판).
- [29] National Council of Teachers of Mathematics(2007). 학교수학을 위한 원리와 기준[Principles and Standards for School Mathematics]. 류희찬 외 5인 공역. 서울: 경문사.(원전은 2000에 출판).
- [30] Forgary(1991). How to Integrate the Curricula. IRI/Skylight Publishing, Inc.

### 웹 페이지

- [1] 교육통계연구센터(2009). 통계간행물. <http://cesi.kedi.re.kr/index.jsp>

Moon, Chul-Woo

Graduate School of Education

Kyungnam University

Masan, 631-701, Korea

E-mail address: mcw9201@hanmail.net

Kim, Young Ok

Department of Mathematics Education

Kyungnam University

Masan, 631-701, Korea

E-mail address: youokim@kyungnam.ac.kr