http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2016.16.04.179

재구성 교재를 활용한 수학과 교수·학습 결과 분석 -특성화 고등학교를 중심으로-

Analysis of Teaching and Learning Results in Mathematics using Reconstructed Textbook -Focusing on Vocational High School-

소재홍*, 전영주**
전북대학교 대학원*, 전북대학교 수학교육과**

Jae Hong So(sosanta@hanmail.net)*, Young Ju Jeon(jyj@jbnu.ac.kr)**

요약

본 연구의 목적은 특성화 고등학교 학생들에게 적합하게 교과서를 재구성하여 수업에 활용하는 것이 학생들의 학업성취도와 정의적 영역에 어떤 영향을 미치는지를 알아보는 것이다. 연구를 위해 실험집단 학급에 재구성 교재를 활용한 수업을 실시하였고, 비교집단 학급에서는 교과서를 활용한 수업을 실시하였다. 그 결과, 첫째, 사후 학업성취도 검사결과, 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 그러나 사전 검사에서는 비교집단의 평균이 실험집단의 평균보다 0.44점 높았지만, 사후 검사에서는 실험집단의 평균이 비교집단의 평균보다 1.96점 높게 나타났다. 둘째, 사후 정의적 영역 검사결과, 유의수준 .05에서 두 집단 간에 유의미한 차이가 발생하지 않았고, 세부 5개 영역 모두에서도 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 하지만 실험집단의 각 영역 및 영역 전체 점수가 비교집단의 각 영역 및 영역 전체 점수보다 높고, 그 향상 정도가 실험집단이 비교집단보다 컸다. 즉, 특성화 고등학교 수학과 수업에서 재구성 교재를 장기적으로 활용한다면 그 효과를 기대할 수 있음을 알 수 있다.

■ 중심어 : | 특성화 고등학교 | 재구성 교재 |

Abstract

The purpose of this study is to find out how the reconstructed textbook for vocational high school students influences on students' scholastic achievement and affective domain when it is used in the class of vocational high school. To tackle the study problems, the researcher chose two classes of the first grade in G commercial high school and gave lessons to each of the two classes; one class, as an experimental group, was taught with the reconstructed textbook and the other, as a comparative group, was taught with the original textbook. The following results are derived from the study.

First, it turned out in the post academic achievement test result, there is no significant difference between the experimental group and the comparison group, by significant level; .05. However, the prior academic achievement test result shows that the average of the comparison group is 0.44 points higher than the average of the experimental group, while the post test result shows that the average of the experimental group is 1.96 points higher than the average of the comparison group. Second, it turned out by the post affective domain test result, there is no significant difference between the experimental group and the comparison group, by significant level; .05, and any significant difference did not occur in all five areas. However, the whole point of the affective domain and the points of each area of experimental group are higher than those of the comparison group, and the degree of improvement in experimental group is also greater than that of the comparison group. In conclusion, the effectiveness of utilizing a reconstructed textbook in vocational high school math class can be expected in the long term.

■ keyword : | Vocational High School | Reconstructed Textbook |

* 본 연구는 2015년 전북대학교 석사학위 논문의 일부분을 수정한 것임.

접수일자 : 2015년 12월 01일
수정일자 : 2015년 12월 29일
심사완료일 : 2015년 12월 29일
교신저자 : 전영주, e-mail : jyj@jbnu.ac.kr

I. 서 론

수학 교사들이 특성화 고등학교에서 겪는 어려움은 수학교과에 대한 학생들의 낮은 성취 수준과 수학교과에 대한 부정적인 심지어 적대적인 인식이다. 그것은 특성화 고등학교 상당 수의 학생들이 선수학습 부족과 수학교과에 대한 관심, 흥미 결여에 기인한다는 사실은 익히 잘 알려져 있다. 하지만 이러한 이유로만 치부하기에는 문제가 있다. 왜냐하면 예전부터 특성화 고등학교의 교사와 학생들로부터 수학 수업 개선에 대한 목소리가 지속적으로 강조되어 왔기 때문이다. 이는 수많은 선행연구에서 지적한 바와 같이 특성화 고등학교에서 일반계 고등학교와 같은 교과서를 사용하는 것에서도 그 원인을 찾을 수 있다[8][16][17][31].

현재 2009 개정 교육과정에서의 편제와 단위 배당 기준을 살펴보면, '일반 고등학교'와 '특성화 고등학교'를 구분하여 제시하고 있다[4][5]. 여기서 필수 이수 단위 및 단위학교 실제 이수 단위가 일반 고등학교와 특성화 고등학교 사이에 있어서 현격하게 다름을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 특성화 고등학교 학생들을 위한 별도의 교과서 개발은 되어 있지 않다. 물론 중학교 수학 내용을 이해하지 못한 특성화 고등학교 학생들의 일반 수학교과목 이수를 돕기 위해 기본 과목인「기초 수학」을 신설하여 수학적 개념, 원리, 법칙을 체계적으로 이해할 수 있도록 배려하였다. 하지만 그 내면을 들여다보면「기초 수학」은 중학교 수학 내용으로만 구성되어 있고[4][5], 수학 시수 편성은 1학년은 주당 3시간, 2학년은 2~3시간, 특히 3학년의 경우에는 수학 과목이 개설되지 않은 경우도 많다. 이러한 상황을 고려하면 특성화 고등학교에서「기초 수학」을 이수한 후, 다른 수학 선택과목을 충분히 학습한다는 것은 불가능에 가깝다고 할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 하나의 방안으로 학생들에게 중학교 내용을 사전 준비학습으로 안내하고, 본시 학습에서는 학생들의 수준을 고려한 재구성 교재로 학습토록 하는 이원화된 교육과정 운영이 필요하다고 판단된다.

이러한 맥락에서 정연욱(2004)의「실업계 고등학교 수학 교재 재구성의 효과에 관한 연구」, 김선혜(2005)의「수학교재 재구성이 학업성취 및 태도에 미치는 영향」, 신경효(2006)의「수학 교과서 재구성의 필요성」, 송현선(2009)의「특성과 고등학교에서 수학 교재 재구성이 미치는 효과에 관한 연구」등의 선행 연구[8][16][17][31]를 살펴보는 것은 의미가 있다. 그러나 정연욱(2004)의 연구는 교재 재구성의 초점이 내용 정선에 맞추어 있고, 김선혜(2005)의 연구에서는 선수학습 내용 확인 및 연습할 수 있는 문제 및 풀이가 부족하고, 신경효(2006)의 연구에서 제시한 교재 재구성은 적은 양의 문제와 학생들이 흥미와 관심을 가질만한 자료의 부족, 그리고 송현선(2009)의 연구에서는 학생들이 본시 학습에 적극적으로 참여하기 위한 선수학습 내용 부족과 학생들의 자기주도적 학습을 유인하기 위한 문제 풀이가 적절하게 삽입되어 있지 않은 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 적절한 양의 선수학습 내용 삽입, 학생들의 수준을 고려한 교수·학습 내용의 난이도 적정화, 흥미와 관심을 유도할 수 있는 그림이나 만화 제시, 실생활 관련 예시 제시, 문제풀이에 대한 성공의 경험과 도전의식을 줄 수 있는 다양한 문제를 활용한 수업자료로 교과서를 재구성하고, 이렇게 재구성된 교재를 수업에 활용하였을 때 특성화 고등학교 학생들의 학업성취도와 수학교과에 대한 정의적 영역에 어떤 영향을 끼치는지를 알아보고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 교육과정 재구성

선행연구들을 분석한 결과, 교육과정 재구성의 의미는 연구자들의 관점과 필요에 의하여 다양하게 정의되고 있다[12][14][24][25][35]. 하지만 공통적으로 연구자들의 교육과정 재구성의 의미는 다음과 같은 구조적인 접근이 가능함을 알 수 있다. 첫째, 교사가 교육과정 재구성의 주체이다. 대부분의 정의에서 재구성의 주체가 교사임을 명시하고 있고, 그렇지 않은 경우에는 주체가 교사임을 암시하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 둘째, 교육과정 재구성에 있어서 재구성 요소로 교수요목, 교육과정, 교육계획, 교과 및 교육과정의 내용이나 교과서 등 교수·학습 자료의 내용을 제시하고 있다. 이에 따

라 교육과정 재구성의 각 주체가 지닌 교육관, 교육 경험, 교수・학습 환경이 반영되어 재구성 대상 및 방법이 상이하게 나타날 수 있다. 즉, 여러 가지 재구성의 유형이 발생할 수 있다. 셋째, 교육과정 재구성시 고려해야 할 것으로 학생들의 필요와 특성, 교육현장의 상황, 시・도 교육청의 교육과정 편성・운영 지침 등을 언급하고 있다. 특히 이 중에서도 학생들의 필요와 특성이 가장 많이 언급되고 있고, 교육과정 재구성의 최대 수혜자가 학생들임을 고려할 때, 교육과정 재구성에 있어서 그 무엇을 고려하든 학생들의 필요와 특성 파악이 전제가 되어야 한다.

일찍이 Walter와 Herriott(1928)는 교육과정 재구성의 동향을 다음과 같이 언급하였다. 교육과정에 포함되는 과목의 수가 늘어남으로써 교육과정이 확장되고, 실질적인 확장의 폭은 더욱 크다. 그리고 junior-high-school에서는 전통적인 과목인 수학, 영어, 과학, 사회와 같은 교과목의 구분이 없어지면서 상대적으로 일반적이고 통합된 과정으로 조직된다. 한편 senior-high-school에서는 직업기준에 따라서 상업산수, 비즈니스 영어, 가계화학과 같은 과목에서 교수・학습 자료가 차별화되면서 차별화된 교육과정이 수반된다. 교수・학습 자료는 개별적 차이를 장려하기 위해서도 수정되고 재조직되는 것이다[41].

Walter와 Herriott(1928)는 이어서 교육과정 재구성의 미래동향으로 다음과 같은 내용을 제시하였다. 개별적 차이에 관한 차별화와 특정하게 조절된 학습목표에 관심이 집중될 것이다. 인정된 학습목표는 교수・학습 자료의 선정과 조직을 위한 기준으로서 중요하게 발전할 것이다. 수학, 영어, 과학, 사회와 같은 전통적인 교과목에서의 교수・학습 자료의 재조직은 계속될 것이고, 의심할 여지없이 새로운 교과목에도 이러한 양상이 생길 것이다. 이와 같은 과정을 맞이하고 확장하는 것은 교육적이면서 직업에 도움이 되는 본보기로서 발전할 것이다[41].

방기용(2012, 재인용)은 교육과정 재구성의 효과를 다음과 같이 제시하였다[14]. 첫째, 교육과정의 중앙집중성을 탈피할 수 있다. 중앙집권적 교육과정 아래서는 시・도 및 각 학교는 교육과정에 관한 선택, 결정의 재량이 거의 없어 학부모의 요구와 학생의 개성을 무시한 교육이 이루어지고 만다. 따라서 교육과정의 중앙집권성을 탈피하지 못하면 학생들의 개성 신장은 어려울 수 밖에 없다. 둘째, 교육과정 구조의 획일성을 극복할 수 있다. 학교에는 아주 다양한 경험과 지식의 배경을 가진 학생들이 모여든다. 이들의 적성이나 능력 및 진로 등도 각각 다르다. 교육과정이 중앙에서 주어진다면 지역의 특성, 학교의 실정, 학생의 요구 등을 교육과정에서 반영하기 어렵고 각 지역별로 교원, 학부모, 관계 전문가가 교육내용의 선정과 편성에 참여하기 어렵다. 그러나 국가에서 주어진 교육과정을 학교에서 재구성하게 된다면 이러한 문제는 해결할 수 있다. 셋째, 교육과정 내용의 적합성을 확보할 수 있다. 학교 수준에서 재구성이 이루어진다면, 변화로 인한 영향이 그 학교 내에서만 미치기 때문에 쉽게 대처할 수 있다. 교육과정에 학교 학생들의 문제를 반영할 수 있어서 학생들의 학습에 대한 의욕을 증강시킬 수 있고 학생들에게 필요한 내용을 그들의 수준에 맞게 재구성함으로써 교육과정 내용의 적합성을 확보할 수 있다. 넷째, 교육과정에 대한 교사들의 관심을 유도할 수 있다. 교육과정이 학교 수준에서 재구성되어야 한다면 교사들은 교육의 목표, 내용, 방법, 평가를 다시 한 번 생각해야 하고, 이런 과정에서 교육 자료와의 교류가 일어날 수 있어 창의적인 교육과정을 구성할 수 있다. 교육과정에 대한 교사들의 관심이 증대될수록 학생들에 대한 관심 또한 자연히 높아짐으로써 그로 인하여 좋은 수업을 설계할 수 있게 된다.

따라서 국가 수준의 교육과정을 교사가 그대로 적용할 수 없는 것이 현실이며 교사가 지역 사회의 상황, 학부모의 요구, 학생의 실태 등을 반영하여 학생의 개성을 살리고 전인적 발달에 필요한 내용으로 교육과정을 재구성하는 전문성을 발휘해야 한다.

앞서 제시한 바와 같이 교육과정 중앙집중성 탈피, 교육과정 구조의 획일성 극복, 교육과정 내용의 적합성 확보, 교육과정에 대한 교사들의 관심 유도를 위해서 교육과정 재구성이 필요하다. 이러한 필요성에 따라 교육과정의 재구성은 모든 교사들에게 주어진 사명과도 같은 것이라고 생각된다. 모든 학생들이 각자의 필요와

특성을 지니고 있으며, 모든 단위학교들의 교육 여건과 환경이 상이함은 누구나 알고 있는 사실이다. 하지만 특히, 특성화 고등학교 학생들을 배려한 교육과정의 개발이 미비한 상황에서 특성화 고등학교 학생들의 필요와 특성, 특성화 고등학교의 교육 여건과 환경 등을 고려하여 교육과정을 재구성하는 일은 필수적이라 하겠다.

2. 교과서 재구성

이제 교과서 재구성에 있어서 실제적으로 어떤 방향성을 가지고 교과서를 재구성해야 할지, 교과서 재구성의 방법은 구체적으로 무엇이 있는지, 그리고 수학 교과서 재구성에 있어서의 유의점에 대해서 선행연구를 통해 논의하고자 한다.

신경효(2006)는 교과서 재구성 방향으로 다음의 다섯 가지를 제시하였다[17]. 첫째, 교과서를 재구성할 때에는 재구성 관점을 명료하게 드러낼 수 있어야 한다. 둘째, 교과서를 재구성할 때에는 교육과정 목표와 내용에 적합한가를 고려하여야 한다. 셋째, 교과서를 재구성할 때에는 재구성하는 근거를 반영하여야 한다. 넷째, 효율성을 고려한 재구성이 이루어져야 한다. 다섯째, 재구성한 자료는 학습자의 흥미를 충족시킬 수 있어야 한다.

여기서 신경효(2006)는 교과서 재구성의 방법으로 크게 전체 재구성안과 부분 재구성안의 두 가지 방법을 제시하였다[17]. 첫째, 전체 재구성안은 교과서 한 차시 또는 한 소단원 또는 한 대단원 전체의 학습 내용을 재구성하는 것으로 이에 대한 유형으로는 두 가지가 있는데, 우선 '한 개 차시 단위나 소단원 2~3개 차시만을 재구성' 유형이 있다. 이 유형은 차시 학습 전체의 내용이 학습자의 수준에 적합하지 않다고 판단될 경우나 교과서를 부분적으로 재구성해서는 다른 부분과의 조화가 어렵겠다고 판단할 때 적용해 볼 수 있다. 또 다른 유형은 '소단원 또는 대단원 전체를 재구성' 유형이다. 이 유형은 한 차시 전체를 재구성하였을 경우, 그것으로 다른 차시와의 연계가 부족할 때 적용해 볼 수 있다. 전체 재구성안을 실현하는 방법은 '교과서 내용의 재편성'과 '교과서 내용의 배열을 재조직' 두 가지를 제시하고 있다. 둘째, 부분 재구성안은 단원 내 학습 내용의 일부분을 재구성하는 것으로 이에 대한 방법으로는 '추가 재구성', '생략 재구성', '대체 재구성', '차시 내 재구조' 의 네 가지로 구분하고 있다.

Janine T. Remillard(1999)는 교실에서의 교사의 수학과 교육과정의 구성이나 교사의 교육과정 개발 활동을 위한 모형을 제공하였다. 이 모형의 고찰을 통해 Janine T. Remillard는 다음과 같이 주장하였다. 학생들이 새로운 교육과정에 직면하게 되는 것은 교사의 다양한 결정에 기인한다. 이 때, 교사의 결정은 교사 개인의 교과서에 대한 이해와 학생들의 학습능력, 그리고 수학과 교수·학습에 대한 교사의 신념 사이의 복합적인 상호작용에 의해 내려진다. 이에 따라 수학과 교육과정 및 교육의 개선에 전념하는 교육과정 개발자들과 그 외 관계자들은 교육과정 개발 분야의 독특한 특성 및 교사의 결정에 영향을 미치는 요인에 대한 지식을 갖추어야 한다[42].

Janine T. Remillard의 입장에 따라 수학 교과서 재구성에 있어서의 유의점을 다음과 같이 제시한다. 첫째, 교사는 자신의 결정으로 학생들이 새로운 교육과정에 직면하게 된다는 점을 명심해야 한다. 둘째, 교사는 자신의 결정에 영향을 미치는 요인인 교과서에 대한 교사의 개성적인 이해, 학생들의 학습능력, 그리고 교수·학습에 대한 교사의 신념에 대해 꾸준하게 반성적 태도를 견지해야 한다. 셋째, 교사는 이러한 요인들의 특성에 대한 해박한 지식을 쌓기 위해 관련 도서를 섭렵하고 관련 연수에 적극적으로 참여해야 할 것이다.

이러한 연구 결과를 통해 다음과 같은 두 가지 시사점을 얻었다. 하나는 특성화 고등학교에 적합한 수학과 교육과정 재구성은 국가 수준의 교육과정과 시·도교육청에서 제시하는 교육과정 편성·운영 지침, 단위학교의 교육 여건과 환경 등을 고려한 교육과정에서 시작하여 궁극적으로는 학생들의 필요와 특성, 교과서 내용·구성 등에 초점을 두어야 한다는 것이다. 다른 하나는 2009 개정 교육과정의 목표와 내용에 적합하고, 기존 교과서보다 효율적이고, 학생들의 흥미를 충족시키는 방향으로 교재를 재구성해야 한다는 것이다. 예를 들어, 선수학습 내용을 추가하고, 학생들의 수준에 비해 과도하게 난도가 높은 문제들은 과감하게 생략하거나 문제 수정을 통해 난이도를 조정하는 것이다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 중소도시 G상업고등학교의 1학년 남학생 2개 반 각 27명씩 총 54명의 학생들이다. 연구대상을 선정하는 과정에서는 사전 학업성취도 검사를 하여 [표 1]과 같이 조사되었다. 이를 분석한 결과 B반과 E반은 동질집단이나 A, C, D반은 서로 각각 이질집단이고 이 3개 반과 B, E반이 각각 이질집단이기에 최종적으로 A, C, D반은 연구대상에서 제외하여 연구대상을 B반과 E반으로 확정하였다. B반을 실험집단, E반을 비교집단으로 선정하였다.

표 1. A, B, C, D, E반 사전 학업성취도 검사 결과

	A반	B반	C반	D반	E반
평균 (점)	22.84	32	34.38	26.54	32.44

이러한 일련의 연구 대상 선정 과정에서 운동부 학생과 특수교육대상자 학생은 제외하여 분석하였다. 그리고 수업을 진행하는 과정에서 기타 여러 가지 사유로 수업에 종종 참여하지 못한 학생들 역시 연구 대상에서 제외하였다.

2. 연구방법

본 연구는 교과서에서 '다항식의 연산' 단원을 재구성한 교재를 사용한 후 학업성취도와 수학교과에 대한 정의적 영역에 끼치는 영향을 알아보기 위하여 2014년 8월 18일~2015년 4월 30일 동안 준비와 진행을 병행하였다. 이 기간 중 학생들과의 실제 수업은 2015년 3월 4일~4월 17일 동안 실시되었다. 실험집단은 재구성 교재를 활용하였고, 비교집단과는 교과서를 활용하여 수업을 진행하였다.

본 연구의 구체적인 실험설계는 [표 2]와 같다.

표 2. 실험설계

실험집단	O_1	P_1	X_1	O_2	P_2
비교집단	O_1	P_1	X_2	O_2	P_2

O_1 : 사전 학업성취도 검사
P_1 : 사전 정의적 영역 검사
X_1 : 재구성 교재를 활용한 수업
X_2 : 교과서를 활용한 수업
O_2 : 사후 학업성취도 검사
P_2 : 사후 정의적 영역 검사

3. 재구성 교재 및 검사도구

3.1 재구성 교재

교과서는 선수학습 내용을 담고 있으나, 교과서 여백에 간단히 제시만 해놓거나 선수학습이 본 학습과 어떻게 연관이 있는지에 대한 설명이 부족하다. 따라서 재구성 교재를 제작함에 있어서 선수학습 내용을 적절하고 충분하게 다루는 것이 교수·학습에 필요하다고 판단하여 선수학습 내용을 포함하였다. 또한 학생들이 학습에의 흥미와 동기를 가질 수 있도록 대단원·중단원·소단원이 시작되는 부분 또는 끝나는 부분에 실생활 연관 읽기 자료나 삽화를 삽입하고 교수·학습 내용이 실생활에서 어떻게 쓰이는지 알게 하여 학생들이 교수·학습에 집중할 수 있도록 9종의 교과서와 1종의 교사용 지도서를 참고하여 제작하였다[2][9][10][18][21][22][26][30][38][39]. 연구 기간 동안 제작한 재구성 교재에서 세 차시 분량의 부분을 [부록]에 제시하였다.

3.2 검사도구

사전 학업성취도 검사도구 제작을 위해 2014년 국가수준 학업성취도 평가지와 2015학년도 고입선발고사지를 참고[34]하여 각 문항을 분석하였으며 그 결과를 정리하면 [표 3]과 같다.

표 3. 문항의 내용 영역별 문항 수

내용 영역	평가	중학교 1~3학년 군			소계	
수와 연산	학업성취도 평가	5	1	1	7	13
	고입선발고사	2	1	1	4	
문자와 식	학업성취도 평가	2	5	2	9	15
	고입선발고사	1	4	1	6	
함수	학업성취도 평가	1	3	0	4	8
	고입선발고사	2	0	2	4	
확률과 통계	학업성취도 평가	2	2	0	4	7
	고입선발고사	1	1	1	3	
기하	학업성취도 평가	7	2	0	9	18
	고입선발고사	5	3	1	9	
소계		27	23	9	59	

이 결과를 바탕으로 사전 학업성취도 검사도구를 제작하였다. 사전 학업성취도 검사는 모두 24문항으로 5지선다형 선택형 문제로 구성되었으며, 검사도구의 내적타당도는 전문가의 검토를 받았고, 신뢰도는 Cronbach $\alpha=0.830$으로 분석되었다. 검사 문항 수는 다음 [표 4]와 같다. 사전 학업성취도 검사는 고사 분위기 속에서 50분 동안 실시하였다.

표 4. 사전 학업성취도 검사 문항 수

내용 영역	문항 수
수와 연산	4문항
문자와 식	8문항
함수	4문항
확률과 통계	4문항
기하	4문항
합계	24문항

사후 학업성취도 검사지는 5지선다형 18개 문항과 서답형 1개 문항, 총 19개 문항으로 구성하였다. 사전 학업성취도 검사와 마찬가지로 고사 분위기 속에서 50분 동안 실시하였다. 이 검사도구의 내적타당도는 전문가의 검토를 받았고, 신뢰도는 Cronbach $\alpha=0.893$으로 분석되었다.

정의적 영역 검사도구는 신경효(2006)가 사용한 관심도 검사지, 박윤주(2010)가 사용한 한국교육개발원의 '수학적 성향 검사지'와 '수학적 태도 검사지', 구태영(2012)이 사용한 수학에 대한 태도 검사지를 전문가의 의견을 바탕으로 일부를 수정한 것이며 사전, 사후 검사지는 동일 검사지이다[6][11][17]. 채점방식은 5점 척도법을 사용하였고 수학교과에 대한 정의적 영역 검사 내용 및 사전-사후 정의적 영역 검사결과를 토대로 분석한 5개 영역 신뢰도는 [표 5]와 같다. 사전 정의적 영역 검사 신뢰도는 Cronbach $\alpha=0.960$으로 분석되었고, 사후 정의적 영역 검사 신뢰도는 Cronbach $\alpha=0.972$로 분석되었다. 구체적인 분석은 Microsoft Office Excel 2007과 IBM SPSS Statistics 22를 이용하였다[15].

표 5. 수학교과에 대한 정의적 영역 검사 내용 및 각 영역별 신뢰도

항목	문항수	문항번호 및 내용	Cronbach α
수학 학습에 대한 자신감	4	1. 나는 수학 문제를 풀면 신난다. 8. 나는 수학을 재미있다고 생각한다. 14. 나는 수학에 대해 좋은 느낌을 갖고 있다. 20. 나는 수학문제를 풀 때 항상 자신감을 가지고 있다.	[사전].857 [사후].870
수학에 대한 흥미	5	2. 나는 중요한 수학적 개념이나 새로운 아이디어를 배우고 싶다. 9. 숫자를 가지고 공부하는 것은 나를 즐겁게 만든다. 15. 나는 수를 다루고 있는 것을 좋아한다. 21. 나는 수학을 잘하는 친구를 좋아한다. 26. 나는 수학 공부 시간이 즐겁다.	[사전].830 [사후].887
수학의 유용성	4	3. 나는 장래의 직업 때문에 수학이 필요하다고 생각한다. 10. 수학은 공부할 만한 가치가 있고, 나에게 필요한 과목이다. 16. 나는 수학을 사용할 수 있는 직장에서 일하고 싶다. 22. 나는 성인이 되었을 때, 많은 면에서 수학지식을 이용할 것이다.	[사전].815 [사후].827
수학에 대한 자아개념	6	4. 나는 수학 시간에 발표하는 것을 좋아한다. 5. 나는 수학 공부가 쉽다. 11. 나는 수학에 소질이 있는 것 같다. 17. 나는 수학을 잘해서 칭찬을 받을 수 있다. 23. 나는 수학 시험에서 좋은 점수를 얻을 수 있다. 29. 나는 수학 공부 내용을 빨리 배운다.	[사전].895 [사후].915
수학 학습에 대한 태도	11	6. 나는 수학시간이 기다려진다. 12. 나는 수학시간이 좀 많았으면 좋겠다. 18. 나는 수학에 대해서 더 많이 배우고 싶다. 24. 나는 수학 시간에 배운 것을 응용해 보고 싶다. 27. 나는 수학 시험을 본 후 점수를 빨리 알고 싶다. 30. 나는 다른 학생보다 수학 공부를 더 잘 하고 싶다. 7. 나는 수학 공부를 잘하기 위하여 계획을 세우고 노력한다. 13. 나는 수업 시간에 충실히 그 수업에 임한다. 19. 나는 수학 시간에 모르는 것이 있으면 질문한다. 25. 나는 수학시간에 수업한 내용을 어느 정도 이해하고 있다. 28. 나는 평소에 수학교과에 대하여 예습복습을 한다.	[사전].865 [사후].917

Ⅳ. 연구결과 및 분석

1. 학업성취도 검사

실험처치 후 재구성 교재를 활용한 집단과 교과서를 활용한 집단 간에 학업성취도에 차이가 있는지를 알아보기 위한 것으로 사전 학업성취도 검사, 사후 학업성취도 검사의 결과를 독립표본에 의한 t-검정(양측검정) 하였다.

사전 학업성취도 검사결과는 [표 6]에서와 같이 실험집단의 평균은 32, 표준편차는 19.53이며, 비교집단의 평균은 32.44, 표준편차는 20.53이다. 두 집단 간에 학업성취도에 차이가 있는지에 대한 t-통계량은 -.0815, 유의확률은 .935로서 유의수준 .05에서 실험집단과 비교집단 간에 학업성취도에 있어서 유의미한 차이가 없었다. 비교집단의 평균이 실험집단의 평균보다 0.44점 높았다.

표 6. 사전 학업성취도 검사 결과에 대한 t-검정

집단	관측 수	평균	표준편차	t-통계량	유의확률
실험집단	27	32	19.53	-.0815	.935
비교집단	27	32.44	20.53		

사후 학업성취도 검사 결과는 [표 7]에서 알 수 있듯이 실험집단의 평균은 54.39이고 표준편차는 22.24이며, 비교집단의 평균은 52.43이고 표준편차는 32.30이다. 두 집단 간에 학업성취도에 차이가 있는지에 대한 t-통계량은 -.261, 유의확률은 .795로서 유의수준 .05에서 비교집단과 실험집단 간에 유의미한 차이가 없었다. 하지만 실험집단의 평균이 비교집단의 평균보다 1.96점 높았다.

표 7. 사후 학업성취도 검사결과에 대한 t-검정

집단	관측 수	평균	표준편차	t-통계량	유의확률
실험집단	27	54.39	22.24	-.261	.795
비교집단	27	52.43	32.30		

2. 정의적 영역 검사

재구성 교재를 활용한 수업을 통하여 수학교과에 대한 정의적 영역에서 유의미한 차이를 보였는지를 알아보기 위해 실험집단, 비교집단 모두 대응표본에 의한 t-검정(양측검정)하였다. 그리고 실험처치 후에는 재구성 교재를 활용한 집단과 교과서를 활용한 집단 간에 정의적 영역에서 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 사전-사후 정의적 영역 검사결과를 독립표본에 의한 t-검정(양측검정)하였다.

우선 실험집단이 정의적 영역에 있어서 실험처치에 대해 어떠한 변화를 보이는지를 알아보기 위하여 사전, 사후 정의적 영역 검사지를 동일 검사지로 구성하였고, 수학 학습에 대한 자신감, 수학에 대한 흥미, 수학의 유용성, 수학에 대한 자아개념, 수학 학습에 대한 태도로 5개 항목 총 30문항으로 구성하였다. 각 문항에 대한 점수의 총합을 개인의 점수로 설정하였다. 검사 결과는 [표 8]과 같다.

사전 정의적 영역의 평균은 72.30이고 표준편차는 20.68이며, 사후 정의적 영역의 평균은 89.15이고 표준편차는 19.18이다. 사전 정의적 영역과 사후 정의적 영역에 차이가 있는지에 대한 t-통계량은 -5.802, 유의확률은 .000로서 유의수준 .05에서 정의적 영역에서 유의미한 차이가 발생하였다. 세부영역별로는 수학의 유용성 영역에서만 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 발생하지 않았다.

표 8. 실험집단 사전-사후 정의적 영역 검사결과 분석

검사	관측 수	평균	표준편차	t-통계량	유의확률
사전 검사	27	72.30	20.68	-5.802	.000
사후 검사	27	89.15	19.18		

비교집단이 정의적 영역에 있어서 실험처치에 대해 어떠한 변화를 보이는지를 알아보기 위하여 실험집단과 동일 검사지를 사용하였다. 사전-사후 정의적 영역 검사 분석 결과는 [표 9]와 같다.

사전 정의적 영역의 평균은 68.07이고 표준편차는 20.68이며, 사후 정의적 영역의 평균은 80.93이고 표준편차는 25.78이다. 사전 정의적 영역과 사후 정의적 영역에 차이가 있는지에 대한 t-통계량은 -3.409, 유의확률은 .002로서 유의수준 .05에서 정의적 영역에서 유의미한 차이가 발생하였다. 세부영역별로는 수학에 대한

흥미, 수학의 유용성 영역에서는 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 발생하지 않았다.

표 9. 비교집단 사전-사후 정의적 영역 검사결과 분석

검사	관측 수	평균	표준편차	t-통계량	유의확률
사전 검사	27	68.07	20.68	-3.409	.002
사후 검사	27	80.93	25.78		

실험집단과 비교집단의 사전 정의적 영역 검사결과는[표 10]에서 알 수 있듯이 실험집단의 평균은 72.56이고 표준편차는 20.76이며, 비교집단의 평균은 68.30이고 표준편차는 20.91이다. 두 집단 간에 정의적 영역에 차이가 있는지에 대한 t-통계량은 .751, 유의확률은 .456로서 유의수준 .05에서 실험집단과 비교집단 간에 정의적 영역에 유의미한 차이가 없었다. 세부영역별로는 모든 영역에서 유의수준 .05에서 실험집단과 비교집단 간에 정의적 영역에 유의미한 차이가 없었다.

표 10. 사전 정의적 영역 검사결과에 대한 t-검정

집단	관측 수	평균	표준편차	t-통계량	유의확률
실험집단	27	72.56	20.76	.751	.456
비교집단	27	68.30	20.91		

실험집단과 비교집단의 사후 정의적 영역 검사결과는 [표 11]에서와 같이 실험집단의 평균은 89.15이고 표준편차는 19.18이며, 비교집단의 평균은 80.93이고 표준편차는 25.78이다. 두 집단 간에 정의적 영역에 차이가 있는지에 대한 t-통계량은 1.330, 유의확률은 .189로서 유의수준 .05에서 실험집단과 비교집단 간에 정의적 영역에 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 세부영역별로는 모든 영역에서 유의수준 .05에서 실험집단과 비교집단 간에 정의적 영역에 유의미한 차이가 없었다.

표 11. 사후 정의적 영역 검사결과에 대한 t-검정

집단	관측 수	평균	표준편차	t-통계량	유의확률
실험집단	27	89.15	19.18	1.330	.189
비교집단	27	80.93	25.78		

사후 정의적 영역 검사에서 각 영역 및 전체 영역에서 실험집단과 비교집단 간에 유의미한 차이가 발생하지는 않았지만, [표 12]와 같이 각 영역 및 영역 전체에 대한 점수를 비교해보면 실험집단의 각 영역 및 영역 전체에서의 점수가 비교집단의 각 영역 및 영역 전체에서의 점수보다 높고, 그 향상폭 또한 실험집단이 비교집단보다 크다는 것을 알 수 있다.

표 12. 정의적 영역별 및 영역 전체 평균 점수 비교

집단	영역	사전 검사	사후 검사	변화량
실험 집단	수학에 대한 자신감	9.44	12.59	+3.15
	수학에 대한 흥미	12.19	14.63	+2.44
	수학의 유용성	10.22	11.33	+1.11
	수학에 대한 자아개념	12.78	16.78	+4
	수학 학습에 대한 태도	27.67	33.81	+6.14
	정의적 영역 총합	72.56	89.15	+16.59
비교 집단	수학에 대한 자신감	8.74	11.04	+2.30
	수학에 대한 흥미	11.44	13.07	+1.63
	수학의 유용성	10.41	10.96	+0.55
	수학에 대한 자아개념	12.11	14.89	+2.78
	수학 학습에 대한 태도	25.37	30.96	+5.59
	정의적 영역 총합	68.30	80.93	+12.63

위의 연구결과 분석 내용들을 종합하면 다음과 같다.

사전 학업성취도 검사결과에서 동질 집단임이 밝혀진 실험집단과 비교집단의 사후 학업성취도 검사결과, 유의확률은 .795로서 유의수준 .05에서 학업성취도에 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 하지만 사전 학업성취도 검사결과 비교집단의 평균이 실험집단의 평균보다 0.44점 높았지만, 사후 학업성취도 검사결과에서는 실험집단의 평균이 비교집단의 평균보다 1.96점 높았다는 것을 알 수 있다.

재구성 교재를 활용하여 수업을 진행한 실험집단의 사전-사후 정의적 영역검사 결과, 유의확률은 .000로서 유의수준 .05에서 정의적 영역에 유의미한 차이가 발생하였다. 세부영역별로는 수학 학습에 대한 자신감, 수학에 대한 흥미, 수학에 대한 자아개념, 수학 학습에 대한 태도 4개 영역에서 유의미한 차이가 발생하였으나, 수학의 유용성 영역에서는 유의미한 차이가 발생하지 않았다.

교과서를 활용하여 수업을 진행한 비교집단의 사전-사후 정의적 영역검사 결과, 유의확률은 .002로서 유의

수준 .05에서 정의적 영역에 유의미한 차이가 발생하였다. 세부영역별로는 수학 학습에 대한 자신감, 수학에 대한 자아개념, 수학 학습에 대한 태도 3개 영역에서 유의미한 차이가 발생하였으나, 수학에 대한 흥미, 수학의 유용성 2개 영역에서는 유의미한 차이가 발생하지 않았다.

사전 정의적 영역 검사결과에서 실험집단과 비교집단은 유의확률 .456로서 유의수준 .05에서 동질집단이고, 세부영역별로도 유의미한 차이를 보이지 않았다. 사후 정의적 영역 검사결과를 분석한 결과, 유의확률 .189로서 유의수준 .05에서 두 집단 간에 유의미한 차이가 발생하지 않았고, 세부영역별로도 5개 영역 모두에서 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 하지만 사전-사후 정의적 영역 검사결과 각 영역별 및 영역 전체 평균 점수를 비교를 비교한 결과, 실험집단의 각 영역 및 영역 전체에서의 점수가 비교집단의 각 영역 및 영역 전체에서의 점수보다 높고, 그 향상 폭 또한 실험집단이 비교집단보다 크다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 재구성 교재를 활용하여 수업을 한 실험집단과 교과서를 활용하여 수업을 한 비교집단 간에 학업성취도 면에서는 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 즉, 본 연구에서 재구성 교재를 활용한 수업이 교과서를 활용한 수업보다 학업성취도에 더 효과적임이 밝혀지지는 않았다. 그러나 실험집단의 평균점수가 비교집단의 평균점수보다 높아졌고 그 상승폭 또한 커졌다는 점을 고려하면 장기간에 걸쳐 연구가 이루어진다면 발전적인 결과가 도출되리라 기대할 수 있다.

둘째, 실험집단은 정의적 영역 전체적으로는 긍정적인 변화가 나타났으나, 세부적으로는 수학의 유용성 영역에서 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 비교집단은 역시 정의적 영역 전체적으로는 긍정적인 변화가 나타났으나, 세부적으로는 수학에 대한 흥미와 수학의 유용성의 2개 영역에서 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 이에 따라 재구성 교재를 활용한 수업이나 교과서를 활용한 수업 모두 학생들의 수학교과에 대한 정의적 영역에 긍정적인 변화를 줄 수 있으며, 두 수업 모두 수학의 유용성을 학생들에게 알리고 학생들이 깨닫게 하는 데에는 부족함을 알 수 있다. 또한 교과서를 활용한 수업의 경우 학생들의 수학에 대한 흥미를 유발시키기에는 부족함을 알 수 있다. 한편 두 수업을 비교하였을 때는 실험집단과 비교집단 간에 정의적 영역 면에서 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 이는 수학교과에 대한 정의적 영역에 있어서 특성화 고등학교 학생들과 재구성 교재를 활용한 수업을 하는 것이 교과서를 활용하여 수업을 하는 것보다 효과적이라고 할 수 없음을 의미한다. 하지만 사전-사후 정의적 영역 검사결과 각 영역별 및 영역 전체 평균 점수에 대하여 실험집단의 각 영역 및 영역 전체에서의 점수가 비교집단의 각 영역 및 영역 전체에서의 점수보다 높고, 그 향상 정도 역시 실험집단이 비교집단보다 크다는 점을 볼 때, 역시 장기적인 안목으로 연구를 수행한다면 발전적인 결과가 도출되리라고 기대할 수 있다.

또한 본 연구의 검사결과와 관련하여 연구자가 제작한 재구성 교재와 연구자가 수행한 학생들과의 수업과정에서 나타난 시사점에 대해서 논의하고자 한다.

첫째, 본시학습에 대한 선수학습 내용으로 추가한 중학교 내용이 많아 제2의 본시학습이 되어 오히려 학생들에게 학습에 대한 부담을 주었다. 수업을 진행하는 중에 이러한 점을 깨달아 이어지는 교수・학습에서는 재구성 교재에 추가한 중학교 문제의 양을 감축하였으나, 이미 학생들이 갖게 된 중학교 내용 학습에 대한 부담을 완전히 제거하기에는 역부족이었다. 따라서 재구성 교재를 제작함에 있어서 추가 재구성을 하는 부분에서는 양적 측면이 신중하게 고려되어야 한다.

둘째, 재구성 교재에 실린 본시학습과 관련된 실생활 연관 읽기 자료가 학생들의 수준에 비해 어려워 학생들이 친숙하게 느끼기에는 다소 무리가 있었다. ‘로봇공학’과 ‘디지털 전파’ 등의 읽기자료를 학생들의 수준과 흥미를 고려하여 수정본을 교재에 실었지만 내용 자체가 친숙하지 않아 학생들에게 수학의 유용성을 알리기

에는 부족하였다. 그러므로 재구성 교재를 제작함에 있어서 좀 더 학생들의 생활과 관심에 부합하는 실생활 연관 읽기 자료 발굴이 필요하다.

셋째, 재구성 교재가 수업에서 효과적으로 활용될 수 있도록 하는 교수·학습 방법의 계획 및 실행이 미흡하였다. 재구성 교재가 아무리 교과서보다 학업성취도 면에서나, 수학교과에 대한 정의적 영역면에서 더 효과적이라고 할지라도 정작 배우는 학생들이 그 재구성 교재를 사용하지 않고 관심을 두지 않는다면 재구성 교재 제작의 취지는 퇴색되며 그에 대한 효과 역시 기대할 수 없게 된다. 본 연구를 위해 수업을 함에 있어서 전통적인 강의식 수업, 짝활동을 통한 수업의 형태로만 국한되어 수업이 진행되었다. 이는 학생들의 수업에의 흥미와 관심을 끌어올리는 데에 효과를 발휘하지 못했고, 재구성 교재가 효율적이고 적절하게 수업에 활용되는 일에 도움을 주지 못했다. 특성화 고등학교 학생들이 수학교과에 대한 흥미도와 관심도를 높여 재구성 교재의 활용도 역시 높일 수 있도록 다양하고 적절한 교수·학습 방법이 구안되어야 한다.

지금까지 논의한 내용을 바탕으로 특성화 고등학교에서의 수학 교수·학습에 대한 후속연구를 위해 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 특성화 고등학교 학생들을 위한 재구성 교재를 제작함에 있어서 교육과정과 교과서, 학교와 학생들의 특성을 면밀히 분석하여 그에 대한 결과를 재구성 교재에 적합하게 반영해야 한다. 이를 위해서는 동학교 수학교사들의 교과협의회나 특성화 고등학교 수학교사들의 연구회 등이 구성되어 활발하고 의미 있게 활동을 진행해야 할 것이다. 교과협의회나 연구회를 통해서 서로의 경험과 다양한 자료, 그리고 전문성을 갖춘 의견이 공유되어 함께 재구성 교재를 제작한다면 구성면에서의 완성도, 내용면에서의 적합도, 활용면에서의 실용도가 모두 높은 수준으로 갖춰진 재구성 교재가 개발될 것으로 기대된다. 또한 지속적인 수정 및 보완을 통해 교육과정의 개정, 학교와 학생들의 특성 변화에 유기적으로 대응할 수 있도록 해야 할 것이다.

둘째, 특성화 고등학교 학생들을 대상으로 하는 수학 수업에서는 다양한 교수·학습 방법, 도구, 자료 등을 활용하여 학생들이 수학교과에 흥미를 가지고 학생 개개인의 학습에의 동기부여를 유도하여야 한다. 이와 관련한 선행연구들을 살펴보면, 학습지를 활용한 동료 피드백을 통한 수업(김도원 2009), 도형의 방정식 단원을 중심으로 수학화 이론을 적용한 수업(여욱동, 2010), 오픈 북 테스트를 활용한 수업(최해란, 2011), 구조 중심 협동학습 중 2인 1조의 짝활동(홍순창, 2012), 동료 멘토링을 활용한 학습(장화영, 2014), 교사와 학생간의 의사소통을 강조한 학습지 활용 수업(정향숙, 2015), 기하 교수·학습에서 GSP 활용(곽효정, 2003), 통계단원에서 엑셀 활용(강은주, 2008), 함수 단원에서 Mathematica를 활용한 수학실험수업(우연희, 2008), 함수 지도에 그래픽 계산기 활용(장애정, 2008), 함수의 그래프 지도에 GrafEq 활용(황정순, 2009), 웹앱을 이용한 수학수업(허미영, 2015), 대수타일을 이용한 인수분해 수업(박지혜, 2011), 체험수학을 활용한 수업(이혁, 2014), 이야기식 학습자료의 활용(이민희, 2004) 등이 있다[1][3][7][13][19][20][23][27-29][32][33][36][37][40]. 이처럼 특성화 고등학교 학생들과 함께 수업을 함에 있어서 학생들이 좀 더 재미있고 흥미롭게 수학을 공부할 수 있도록 하는 교사들의 꾸준한 연구와 그에 대한 반성이 교사들의 전문성을 높이는 한편, 궁극적으로는 특성화 고등학교 학생들이 수학교과에 대해 가지고 있는 좋지 않은 선입견을 긍정적으로 변화시키고, 수학학습에서의 어려움을 해소할 수 있도록 돕는 일에 이바지할 것임은 자명하다.

참 고 문 헌

[1] 강은주, *전문계 고등학교에서 엑셀을 활용한 통계 단원의 효율적 지도 방안,* 상지대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2008.

[2] 고호경 외, *중학교 수학 ①, ② 교과서,* (주)교학사, 2014.

[3] 곽효정, *실업계 고등학교에서의 GSP를 활용한 기하 교수-학습 방안 연구 -수학 10단계 도형을 중심으로-* , 여수대학교 교육대학원, 석사학위논

문, 2003.

[4] 교육과학기술부, 수학과 교육과정(교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책 8]), 교육과학기술부, 2011.

[5] 교육과학기술부, 수학과 교육과정(교육과학기술부 고시 제2012-31호), 교육과학기술부, 2012.

[6] 구태영, *특성화 고등학교에서 교재 재구성의 효과에 관한 연구,* 한국교원대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2012.

[7] 김도원, *학습지를 활용한 동료피드백이 공업고등학교 수학 학업성취도에 미치는 영향,* 국민대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2009.

[8] 김선혜, *수학교재 재구성이 학업성취 및 태도에 미치는 영향 -실업계 고등학교 '문자와 식' 영역의 내용을 중심으로- ,* 조선대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2005.

[9] 김원경 외, *고등학교 수학 I 교과서,* 비상교육, 2014.

[10] 김창동 외, *고등학교 수학 I 교과서,* ㈜교학사, 2014.

[11] 박윤주, *수학에 대한 도구적 동기 유발이 정의적 영역에 미치는 영향 : 중학교 2학년 1학기 과정을 중심으로,* 전남대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2010.

[12] 박은영, *교사의 교육과정 재구성에 관한 사례연구,* 한국교원대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2012.

[13] 박지혜, *대수타일이 전문계 고등학생들의 인수분해 학습에 미치는 영향,* 건국대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2011.

[14] 방기용, *교사의 교육과정 재구성 저해 요인 분석 : 근거이론 적용,* 경북대학교 교육대학원, 박사학위논문, 2012.

[15] 손충기 외, *내가 하는 통계분석 SPSS,* (주)학지사, 2011.

[16] 송현선, *특성화 고등학교에서 수학 교재 재구성이 미치는 효과에 관한 연구,* 고려대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2009.

[17] 신경효, *수학 교과서 재구성의 필요성 -제주도내 실업계 고등학교를 중심으로- ,* 제주대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2006.

[18] 신항균 외, *고등학교 수학 I 교과서,* (주)지학, 2014.

[19] 여욱동, *전문계 고등학교 적용한 수학화 이론이 수학적 태도에 미치는 영향(도형의 방정식 단원을 중심으로),* 경북대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2010.

[20] 우연희, *실업계 고등학교 함수단원에서 Mathematica를 활용한 수학실험수업의 효과,* 이화여자대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2008.

[21] 우정호 외, *고등학교 수학 I 교과서,* 두산동아, 2014.

[22] 이강섭 외, *고등학교 수학 I 교과서,* (주)미래엔, 2014.

[23] 이민희, *이야기식 학습자료의 개발·적용이 실업계 고등학생의 수학 학습 태도에 미치는 영향 : 농어촌 공업계 고등학교를 중심으로,* 공주대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2004.

[24] 이영선, *교육과정 재구성에 관한 쟁점 및 과제 고찰,* 한국교원대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2015.

[25] 이자연, *교사의 교육과정 재구성 방식과 특징에 대한 사례연구,* 이화여자대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2008.

[26] 이준열 외, *고등학교 수학 I 교과서,* 천재교육, 2014.

[27] 이혁, *체험수학이 수학교과와 전문교과의 연계성에 대한 특성화 고등학교 학생들의 인식에 미치는 영향,* 고려대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2014.

[28] 장애정, *전문계 고등학생들의 그래픽 계산기를 활용한 함수 이해과정 탐구,* 순천대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2008.

[29] 장화영, *특성화 고등학교에서 동료 멘토링 학습이 수학 학업 성취도와 학습태도에 미치는 영향,* 목포대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2014.

[30] 정상권 외, *고등학교 수학 I 교과서,* ㈜금성출판사, 2014.

[31] 정연욱, *실업계 고등학교 수학 교재 재구성의 효과에 관한 연구 -'수와 연산' 영역을 중심으로-* , 고려대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2004.

[32] 정향숙, *교사와 학생간의 의사소통을 강조한 학습지 활용 수업이 특성화고등학교 학생들의 수학 학업성취도와 태도에 미치는 영향,* 강원대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2015.

[33] 최해란, *특성화고등학교에서 오픈 북 테스트를 활용한 수학수업,* 고려대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2011.

[34] 한국교육과정평가원, 2014년 국가수준 학업성취도 평가·2015학년도 고입선발고사, 2014, http://www.kice.re.kr/index.do

[35] 한신영, *교육과정 재구성 실천을 통한 교사의 전문성 신장,* 이화여자대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2014.

[36] 허미영, *웹앱을 활용한 수학수업이 전문계 고등학생의 수학 학업성취도 및 수학태도에 미치는 영향,* 강원대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2015.

[37] 홍순창, *전문계고등학교 1학년 학생의 짝활동 협동학습이 수학과 학업성취도에 미치는 영향,* 국민대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2012.

[38] 황선욱 외, *고등학교 수학 I 교과서,* 좋은책신사고, 2014.

[39] 황선욱 외, *고등학교 수학 I 교사용 지도서,* 좋은책신사고, 2014.

[40] 황정순, *GrafEq를 활용한 수업디자인 -전문계 고등학교 1학년 수학을 중심으로-* , 부산대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2009.

[41] Walter S. Monroe and M. E. Herriott, *Reconstruction of the secondary-school curriculum : Its meaning and trends,* The University of Illinois, Urbana, 1928.

[42] Janine T. Remillard, "Curriculum Materials in Mathematics Education Reform: A Framework for Examining Teachers' Curriculum Development," Curriculum Inquiry, Vol.29, No.3, pp.315-342, 1999.

저 자 소 개

소 재 홍(Jae-Hong So) 정회원

▪ 2012년 ~ 현재 : 군산상업고등학교 교사
▪ 2015년 : 전북대학교 교육대학원 교육학과 수학교육전공(교육학석사)
▪ 2016년 ~ 현재 : 전북대학교 일반대학원 수학교육과 박사과정

<관심분야> : 교육용 콘텐츠

전 영 주(Young-Ju Jeon) 정회원

▪ 2010년 : 한국교육과정평가원 연구위원
▪ 2013년 : 전북대학교 수학교육과 교수

<관심분야> : 수학교육, 수학교육 콘텐츠

[부록] 재구성 교재

Ⅰ. 다항식

대단원 열기 : 로봇 공학과 인수분해

로봇 공학은 기계 공학, 전자 공학, 전기 공학, 전산 과학 및 인문학 등 다양한 분야의 학문이 결합된 종합 학문이다. 로봇이 잘 작동하도록 하기 위해서는 '제어'라는 과정이 필요한데, 이 제어의 기본이 되는 학문이 수학이다.

로봇이 안정적으로 직립 보행할 수 있도록 제어하기 위해서는 로봇의 움직임을 잘 설명할 수 있는 수학적인 모델을 먼저 설계하게 되는데, 이를 다음과 같은 s에 대한 다항식의 나눗셈으로 표현할 수 있다.

$$\frac{b_1s^m+b_2s^{m-1}+\cdots+b_{m+1}}{s^n+a_1s^{n-1}+\cdots+a_n}$$

이 식의 분자, 분모가 각각 일차식들의 곱으로 인수분해되면 이 식은 다음과 같은 형태로 표현된다.

$$k\frac{(s-z_1)(s-z_2)\cdots(s-z_m)}{(s-p_1)(s-p_2)\cdots(s-p_n)}$$

여기서 $p_1, p_2, \cdots, p_n$은 분모를 0이 되게 하는 값이며 $z_1, z_2, \cdots, z_m$은 분자를 0이 되게 하는 값이다. 분모를 0이 되게 하는 값 $p_1, p_2, \cdots, p_n$은 로봇의 실제 특성을 나타내는 대표적인 값으로 보통 고유치(eigenvalue)라고 한다. 이러한 고유치는 로봇의 특징, 예를 들어 응답 속도, 안정성 등을 나타내는 중요한 지표가 된다.

이렇게 인수분해 과정을 통해서 구한 고유치를 활용하여 로봇의 특성을 이해할 수 있으며, 이를 기반으로 원하는 움직임을 가질 수 있도록 제어가 가능하게 된다.

이처럼 로봇은 공학 이전에 수학의 기본 원리 중의 하나인 인수분해를 바탕으로 설계가 되므로, 수학 없이는 고 정밀도의 인간형 로봇, "HUBO"의 제어는 불가능하다.

[글쓴이] 오준호

HUBO_ 2004년에 한국 과학기술원 연구팀이 개발한 한국 최초의 인간형 로봇이다. 이후 지속적인 연구 개발로 2009년에는 시속 3.6 km로 뛸 수 있는 HUBO 2를 개발하였고, 최근에는 HUBO 기술을 응용한 우주물체 추적 장비를 개발하는 등, 천문 우주 분야와 국방 과학 분야로 연구 범위를 확대하고 있다.

1. 다항식의 연산

중단원 열기 : 다항식이 디지털 전파를 지킨다.

디지털 전파는 0과 1의 두 숫자로 변환되어 전송된다. 이때 한 자리라도 숫자가 변형되면 처음 의도와는 전혀 다른 전파가 될 수 있는데, 이러한 전파의 오류 유무를 검사하기 위한 기법에 다항식이 사용된다.

예를 들어, 10011로 전송된 전파는 다항식

$1\times x^4+0\times x^3+0\times x^2+1\times x+1\times 1=x^4+x+1$

로 바꾼 후, 오류 유무 검사에 사용되는 다항식으로 나누어 그 나머지를 구해 보면, 전파에 오류가 있는지 알 수 있게 된다.

§1. 다항식의 덧셈과 뺄셈

학습 목표 1. 다항식의 ＿＿＿을 할 수 있다.
2. 다항식의 ＿＿＿을 할 수 있다.

［준비학습 : 중학교 내용 복습하기］

문자를 사용한 식 간단히 나타내기

곱셈 기호의 생략

❶ 수와 문자 사이의 곱에서는 곱셈 기호 ×를 생략하고 수는 문자 앞에 쓴다.

$$a \times 2 = 2 \times a = 2a$$

❷ 문자와 문자의 곱에서는 곱셈 기호 ×를 생략하고 각 문자는 보통 알파벳 순서로 쓴다.

$$b \times a \times c = abc$$

❸ 같은 문자의 곱에서는 곱셈 기호 ×를 생략하고 거듭제곱을 사용하여 나타낸다.

$$a \times a \times a = a^3$$

문제 1 다음 식을 곱셈 기호를 생략하여 나타내시오.

(1) $(x+y) \times 3$　　(2) $1 \times x \times x \times y$

(3) $3 \times a + (-2) \times b$

나눗셈 기호의 생략

나눗셈 기호 ÷를 생략할 때에는 분수의 꼴로 나타낸다.

$$x \div 2 = \frac{x}{2},\ a \div b = \frac{a}{b}(b \neq 0)$$

문제 2 다음 식을 나눗셈 기호를 생략하여 나타내시오.

(1) $x \div (-2)$　　(2) $a \div 2 + b \div 3$

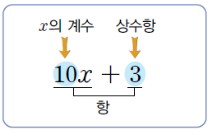
(3) $(a+b) \div c$

문제 3 다음 식을 곱셈 기호, 나눗셈 기호를 생략하여 나타내시오.

(1) $x \times 5 \div y$　　(2) $a \div b \times c$

(3) $a \div 3 \times (a+b)$

배웠던 '용어' 떠올리기



[1] 식 $10x+3$에 대해서 수 또는 문자의 곱으로 이루어진 $10x$, 3을 식 $10x+3$의 ____ 이라고 한다. 특히 3과 같이 수만으로 이루어진 항을 ________이라고 한다.

또한 $10x+3$과 같이 하나 이상의 항의 합으로 이루어진 식을 ________이라 하고, 특히 하나의 항으로만 이루어진 식을 ________이라고 한다.

한편 $10x$와 같이 수 10과 문자 x의 곱으로 이루어진 항에서 수 10을 x의 ____라고 한다.

보기 (1) 다항식 $2x-3y+4$에서 항은 $2x$, $-3y$, 4이고 상수항은 4이다. 또 x의 계수는 2이고 y의 계수는 -3이다.

(2) $3a$, $-2b$, 5는 각각 단항식이다.

[2] $3x^2$은 $3 \times x \times x$이므로 곱해진 문자 x가 두 개이고, x^3은 $x \times x \times x$이므로 곱해진 문자 x가 세 개이다. 이와 같이 문자가 있는 항에서 문자가 곱해진 개수를 그 문자에 대한 항의 ________라고 한다. 예를 들어 $3x^2$의 차수는 2이고, x^3의 차수는 3이다.

다항식에서 차수가 가장 큰 항의 차수를 그 다항식의 ________라 하고, 특히 $2x+3$과 같이 차수가 1인 다항식을 ________이라고 한다. x^2+x와 같이 차수가 2인 다항식을 ________이라고 한다.

다항식의 정리 방법

생각 열기

다항식 $2x+x^3+5+3x^2$을 x의 차수에 따라 정리하려고 한다.

탐구 ❶ 이 다항식을 x의 차수가 높은 항부터 낮은 항의 순서로 나타내어 보자.

탐구 ❷ 이 다항식을 x의 차수가 낮은 항부터 높은 항의 순서로 나타내어 보자.

생각 펼치기

학생들이 키 순서대로 서 있으면 키가 가장 큰 학생을 쉽게 찾을 수 있는 것처럼 다항식이 차수가 높은 항부터 낮은 항의 순서로 정리되어 있으면 다항식의 차수를 구하기 쉽다.

다항식을 한 문자에 대하여 차수가 높은 항부터 낮은 항의 순서로 나타내는 것을 그 문자에 대하여 ______으로 정리한다고 하고, 차수가 낮은 항부터 높은 항의 순서로 나타내는 것을 그 문자에 대하여 ______으로 정리한다고 한다.

보기 ❶ 다항식 $3x^2-5x-x^3$을

내림차순으로 정리하면 $-x^3+3x^2-5x$,

오름차순으로 정리하면 $-5x+3x^2-x^3$

❷ 다항식 $2xy^2+3-x^2y+y^3$을 x에 대하여 내림차순으로 정리하면 $-x^2y+2xy^2+y^3+3$, y에 대하여 내림차순으로 정리하면 $y^3+2xy^2-x^2y+3$

문제 1 다항식 $x^3y+5xy-2x^2y^2-3y^2-xy^2+y$에 대하여 다음에 답하시오.

(1) x에 대하여 내림차순으로 정리하시오.

(2) x에 대하여 오름차순으로 정리하시오.

다항식의 덧셈과 뺄셈

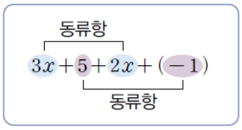
[준비학습 : 중학교 내용 복습하기]

일차식의 덧셈과 뺄셈

식 $2x+3x$에서 $2x$, $3x$와 같이 곱해진 문자와 차수가 같은 항들을 그 문자에 대한 ________이라고 한다. 특히 상수항은 모두 동류항이다.

일차식의 덧셈은 먼저 괄호를 푼 다음 동류항끼리 모아서 간단히 계산한다. 또 일차식의 뺄셈은 수에서의 연산과 같이 빼는 식의 각 항의 부호를 바꾸어 더한다.

보기 $3x+5+2x-1$에서 $3x$와 $2x$는 x에 대한 동류항, 5와 -1은 상수항인 동류항이다.



문제 1 다음을 계산하시오.

(1) $-x+4x$ (2) $8a-12a$

(3) $-2x-6x+7x$

문제 2 다음을 계산하시오.

(1) $(x+4)+(3x-5)$ (2) $(-6x+2)+(x-5)$

(3) $(4x-1)-(2x+1)$ (4) $(x+8)-(7x-3)$

문제 3 다음을 계산하시오.

(1) $(a-2b)+(-3a+5b)$

(2) $(-3x+4y)-(2x-3y)$

(3) $(-2a+b-5)+(4a-3b+2)$

(4) $(4x-3y+1)-(-5x+y-6)$

이차식의 덧셈과 뺄셈

이차식의 덧셈, 뺄셈도 일차식의 덧셈, 뺄셈과 같이 먼저 괄호를 풀고 동류항끼리 모아서 간단히 한다.

문제 1 다음을 계산하시오.

(1) $(5a^2-4a+2)+(2a^2+3a-5)$

(2) $(3x^2-2x)-(5x^2-3x+4)$

(3) $(4a^2-5a+2)+(a^2+3a-4)$

(4) $(-2a^2-3a+6)-(3a^2-7a-2)$

문제 2 다음 두 다항식 A, B에 대하여 $A+B$와 $A-B$를 계산하시오.

(1) $A=2x^3+3x^2-7x+4$, $B=3x^2+5x+2$

풀이 (1)

$$\begin{aligned}A+B&=(2x^3+3x^2-7x+4)+(3x^2+5x+2)\\&=2x^3+3x^2-7x+4+3x^2+5x+2\\&=2x^3+(3+3)x^2+(-7+5)x+(4+2)\\&=2x^3+6x^2-2x+6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A-B&=(2x^3+3x^2-7x+4)-(3x^2+5x+2)\\&=2x^3+3x^2-7x+4-3x^2-5x-2\\&=2x^3+(3-3)x^2+(-7-5)x+(4-2)\\&=2x^3-12x+2\end{aligned}$$

(2) $A=4x^3-6x^2+2$, $B=2x^3+3x^2-5x-6$

예제 1 두 다항식 $A=2x^2+3xy+y^2$, $B=x^2-xy+3y^2$ 에 대하여 다음을 계산하시오.

(1) $A+B$ (2) $A-B$

풀이 (1)
$$\begin{aligned}A+B&=(2x^2+3xy+y^2)+(x^2-xy+3y^2)\\&=2x^2+3xy+y^2+x^2-xy+3y^2\\&=(2+1)x^2+(3-1)xy+(1+3)y^2\\&=3x^2+2xy+4y^2\end{aligned}$$

(2)
$$\begin{aligned}A-B&=(2x^2+3xy+y^2)-(x^2-xy+3y^2)\\&=2x^2+3xy+y^2-x^2+xy-3y^2\\&=(2-1)x^2+(3+1)xy+(1-3)y^2\\&=x^2+4xy-2y^2\end{aligned}$$

문제 3 두 다항식 $A=x^2-4xy+2y^2$, $B=2x^2+xy-6y^2$ 에 대하여 다음을 계산하시오.

(1) $A+B$ (2) $A-B$

다항식의 덧셈에 대한 성질을 알아보기 위하여 다음 보기를 해결해보자.

보기 (1) ① $2x+3x=$ ② $3x+2x=$

(2) ① $(x+2x)+3x=$ ② $x+(2x+3x)=$

다항식의 덧셈에서도 수의 덧셈에서와 같이 다음 성질이 성립한다.

다항식의 덧셈에 대한 성질

세 다항식 A, B, C에 대하여

❶ **교환법칙** $A+B=B+A$

❷ **결합법칙** $(A+B)+C=A+(B+C)$

문제 4 세 다항식 $A=x^3+2x^2-x+4$, $B=-2x^2+3x-5$, $C=x^2-6x+7$에 대하여 다음을 계산하시오.

(1) $A+(B+C)$

(2) $2C+A-(B+2C)$

(3) $(A-2B)-(C+2A)$