

역공학 교육방법을 활용한 발명영재교육 프로그램의 개발: RSP 프로그램의 개발 및 효과성을 중심으로

안 덕 근

가천대학교 대학원

박 경 빈

가천대학교

본 연구는 창조의 시대를 맞아 발명영재 학생의 창의력을 신장하기 위한 역공학 교육방법을 활용한 RSP 발명영재교육 프로그램을 개발하고, 이를 적용해 효과를 검증하는 것을 목적으로 하며, ‘RSP 발명영재교육 프로그램’을 발명교육 현장에 적용하여 본 프로그램이 발명영재 학생의 창의적 사고 기능 및 학업수행 자기효능감에 미치는 영향에 대해 알아봄으로써 RSP 발명영재교육 프로그램의 현장 적용 가능성을 밝히고자 하였다. 그 결과, 본 연구에서 개발한 발명영재 학생을 위한 RSP 발명영재교육 프로그램은 프로그램의 목적과 목표, 내용, 교수-학습 방법, 평가가 연계성 있게 구성되어 발명영재의 창의적 사고 기능 및 학업수행 자기효능감 증진에 효과적임을 알 수 있었다. 본 연구는 TRIZ의 발명원리를 기초로 역공학 교육방법을 활용한 RSP를 적용하여 프로그램을 개발하고 실제 현장에 적용하였으므로 향후 발명영재교육 프로그램 개발을 위한 기초자료로 활용 가치가 있을 것이며, 발명영재교육의 구체적인 실천 프로그램으로 현장에서의 활용성과 효율성이 높을 것으로 기대한다.

주제어: 발명, 발명영재, 발명영재교육, 역공학, RSP, 창의력, 자기효능감

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

21세기를 맞아 세계 각국은 창의적인 인적 자원을 더욱 높은 수준에서 효율적으로 개발하려는 의지를 표명하며 영재교육을 위한 이론적, 정책적 연구를 수행하거나 다양한 교육 프로그램을 운영할 수 있도록 집중적인 투자를 아끼지 않고 있다. 우수한 인적 자원의 발굴은 자국의 발전과 치열한 국제 사회의 경쟁에서 뒤처지지 않기 위한 수단이며, 이에 따른 우수 인재 양성을 위한 영재교육의 중요성 또한 대두되고 있다.

우리나라에서도 1995년 교육개혁위원회가 대통령에게 보고한 ‘영재교육 강화 제안’(1995.

5.31)을 시작으로 하여, 21세기의 시작과 함께 영재교육진흥법(2000)과 영재교육진흥법시행령(2002)이 공포되기에 이르렀다. 최근 우리 정부는 그간 구축되어 온 영재교육의 기반을 바탕으로 영재교육의 질적 수준을 높이는 데 주력한다는 기본 방침을 정하고 영재교육의 저변을 확대해 나가기로 하였다(국가과학기술위원회, 2007).

특히청에서는 2007년 12월에 발표된 제2차 영재교육진흥종합계획(2008~2012)을 수립하는 데 참여하여 혁신적 기술 창출에서 요구되는 고급 인적 자원 개발을 위한 발명영재 교육의 기반을 마련하였으며, 발명영재교육의 내실화를 이루고 지속성을 확보하기 위해 발명영재 인재육성을 위한 연구가 활발하게 이루어져야 함을 밝힌 바 있다.

국내 영재교육관련 연구는 2002년 영재교육진흥법이 선포된 이후 뚜렷한 증가세를 보이고 있으나, 연구 주제가 수·과학 분야 영재교육 프로그램의 개발 및 효과 검증에만 편중된 것으로 나타났으며(박경빈, 2012), 미래적 자원과 유기적으로 결합된 차별화된 발명영재교육이 체계적이고 지속적으로 이루어지기 위해서는 발명영재교육을 위한 실제적인 연구 활동이 활발하게 이루어져야 하지만, 아직 기초적인 연구가 간헐적으로 이루어질 뿐 발명영재교육의 질적 제고를 이끌어낼 만한 관련 연구들은 크게 부족한 실정이다(이재호, 2011; 이재호 외, 2012). 발명영재교육이 성공적으로 이루어지기 위해서는 교육을 받는 학생 수의 확대뿐만 아니라 이들에 대한 연구 활동이 반드시 수반되어야 하지만 아직 국내에서는 이러한 다양한 연구 방법을 통한 바람직한 발명영재 교육 방안을 제시하고 문제해결과정이나 효과를 검증하려는 시도의 연구 또한 부족한 것으로 나타났다(박경빈, 2012). 발명영재교육이 교육의 대상인 발명영재들의 특성은 물론 다양한 교육방법에 있어서 과학영재교육과 분명한 차별성을 갖고 있는 것으로 인식되고 있고, 발명영재교육의 고유한 영역이 있음에도 불구하고 발명영재 교육프로그램은 양적으로나 질적으로 타 영재교육과의 차별성이 부족한 실정여서 차별성 있는 연구가 요구된다.

21세기 지식기반사회 속 우리나라의 경쟁력은 각 영역에서 세계적 수준의 전문가와 핵심 리더를 육성하는 교육에 달려있으며, 궁극적으로 창의적 지식재산인력의 육성에 달려있다고 해도 과언이 아니다(이찬 외, 2009). 지식재산 인력양성을 위한 교육 중, 특히 발명 교육은 인간의 창의성을 이끌어 내는 데 효과적이며, 이를 통해 핵심 기술 경쟁력을 확보할 수 있는 인력을 양성할 수 있다는 점에서 중요하게 다루어져야 한다(최유현 외, 2008). 최근 연구동향에 따르면, 영재성의 가장 핵심적 요소는 창의성으로 제안되고 있다(Csikszentmihalyi & Wolfe, 2000; Sternberg & Lubart, 1999).

따라서 본 연구에서는 창조의 시대를 맞아 발명영재 학생의 창의력을 신장하기 위한 Reko(1985)의 역공학 교육방법을 활용한 RSP 발명영재교육 프로그램을 개발하여 이 프로그램이 발명영재 학생의 창의성 신장에 어떤 영향을 미치는지에 대해 분석하고, 이를 통해 발명영재 수업에서 학생들의 창의성 신장뿐만 아니라 학업수행 자기효능감 향상을 위해 실질적으로 적용 가능한 수업 모형을 제시하고자 한다.

2. 연구 문제

본 연구는 RSP 발명영재교육 프로그램을 개발하고 그 효과를 검증하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

[연구문제1] RSP 발명영재교육 프로그램이 발명영재 학생의 창의적 사고 기능 신장에 미치는 영향은 어떠한가?

[연구문제2] RSP 발명영재교육 프로그램이 발명영재 학생의 학업수행 자기효능감에 미치는 영향은 어떠한가?

II. RSP 발명영재교육 프로그램 구성체계

본 연구에서 개발한 RSP 발명영재교육 프로그램의 최종안은 프로그램 목적 및 목표, 내용, 교수-학습방법, 평가의 4단계로 구성하였으며 <표 1>과 같다.

<표 1> RSP 발명영재교육 프로그램의 최종안

목적 및 목표	RSP 발명영재교육 프로그램을 통해 발명영재 학생의 창의적 사고 기능 및 학업수행 자기효능감을 증진시키는 것을 목적으로 한다.			
내용	번	프로그램 제목	번	프로그램 제목
	1	빛을 이용한 창의적 RSP프로그램	11	칫솔을 이용한 창의적 RSP프로그램
	2	타이어를 이용한 창의적 RSP프로그램	12	센서를 이용한 창의적 RSP프로그램
	3	전기콘센트를 이용한 창의적 RSP프로그램	13	볼록렌즈를 이용한 창의적 RSP프로그램
	4	랜턴을 이용한 창의적 RSP프로그램	14	자가발전을 이용한 창의적 RSP프로그램
	5	레고를 이용한 창의적 RSP프로그램	15	카메라를 이용한 창의적 RSP프로그램
	6	평형주를 이용한 창의적 RSP프로그램	16	일회용컵을 이용한 창의적 RSP프로그램
	7	소화기를 이용한 창의적 RSP프로그램	17	LED를 이용한 창의적 RSP프로그램
	8	나사를 이용한 창의적 RSP프로그램	18	화분을 이용한 창의적 RSP프로그램
	9	침대를 이용한 창의적 RSP프로그램	19	프라이팬을 이용한 창의적 RSP프로그램
	10	화장실을 이용한 창의적 RSP프로그램	20	가방을 이용한 창의적 RSP프로그램
교수 학습 방법	체험영역 (동기부여) ⇨ 인지영역 (과학적 원리 이해) ⇨ 발명영역 (새로운 아이디어 창출)			
평가	• 학생 : 창의적 사고 기능 측정을 위한 TTCT 도형검사, 자기효능감 측정을 위한 학업수행 자기효능감 검사 • 프로그램 평가 : 학생 자기평가, 교사연구회를 통한 프로그램 평가			

발명교육 프로그램의 교수-학습 과정 분석을 통해 추출된 RSP 발명영재교육 프로그램의 구체적인 교수-학습 과정은 다음과 같다.

첫째, 체험 단계는 간접 경험을 통하여 동기를 부여하는 단계이다. 학생들은 이미 출시되어 있는 아이디어 제품을 직접 만들어 보고 체험해 보면서 TRIZ의 발명원리를 자연스럽게 터득하게 된다. 간단한 제품은 직접 만들어 보면서 흥미와 호기심을 갖게 되고 이는 자연스럽게 동기의 부여와 연결된다. 체험 단계는 모티브가 되는 짧은 간접경험을 통하여 궁금증을 유발하는 단계로 30~40분 정도에서 체험해 볼 수 있는 조립형 제품 선택이 매우 중요하다. 이 때 체험 영역이 너무 어렵거나 복잡하게 되면 체험이 주된 수업이 될 수 있으므로 적절한 제품을 찾는 것이 매우 중요하다(신재경 외, 2013).

둘째, 인지 단계는 체험 제품의 과학적 원리를 이해하는 단계이다. 현 교육체계는 대체로 관련 지식을 먼저 배우는 시스템을 가지고 있으나 RSP 발명영재교육 프로그램에서는 체험 단계로 동기를 부여한 후 과학적 원리를 인지하는 단계를 거쳐 학생들의 관심도 및 이해도를 높일 수 있도록 하였다. 인지 단계는 과학적, 수학적, 기타 관련 지식을 파악하여 이와 관련된 권위 있는 기술 문제를 풀어보게 함으로써 전공적인 이론 배경을 알게 하는 데 목적이 있다.

셋째, 발명 단계는 트리즈(TRIZ)적 문제해결(유동희, 2011)의 실마리를 제공하며 반복적으로 유사한 사례중심의 제품을 보여 줌으로써 새로운 아이디어를 창출하는 단계이다. 기초가 되는 지식을 바탕으로 새롭게 아이디어를 창출하는 발명적 사고 단계를 추가함으로써 기존 교육 모형과의 차별성을 두었다. 창출한 아이디어를 발표하고 토론하는 과정을 거치면서 아이디어 발현 능력 및 언어적 설득력을 함께 기르는 단계이다. 기존 발명품의 사진 및 동영상 짧게 보여 주고 기존 제품을 분석해 봄으로써, 학습자가 새로운 발명 아이디어 창출에 기여하는 단계로서 학습자의 창조성 향상을 위한 발명교육의 완성을 기할 수 있다(신재경 외, 2013).

III. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

RSP 발명영재교육 프로그램의 적용 효과에 관한 연구를 수행하기 위해 선정된 연구대상과 특징은 다음과 같다.

가. 학생

서울 M고등학교 발명교육센터 발명영재 중학생 40명과 서울 C중학교 발명영재반 학생 20명을 연구대상으로 선정하였다. 두 집단은 학생들의 발명에 대한 관심도가 비슷하며, 주1회 3시간씩 수업 시간이 동일한 비교적 동질 집단으로 구성하였다. 두 집단의 성별 및 학년별 구성비는 <표 2>, <표 3>와 같다.

<표 2> 실험집단의 성별 및 학년별 구성비

실험집단	서울 M고등학교 발명교육센터 발명영재 중학생			계
	1학년	2학년	3학년	
남	15	8	6	29
여	5	4	2	11
계	20	12	8	40

<표 3> 비교집단의 성별 및 학년별 구성비

비교집단	서울 C중학교 발명영재반 중학생			계
	1학년	2학년	3학년	
남	2	9	4	15
여	0	3	2	5
계	2	12	6	20

나. 교사

실험집단, 비교집단 교사 모두 교육경력 15년 이상, 발명교육 경력 10년 이상(실험집단 12년, 비교집단 10년)의 40대 남교사로 비교적 동질적인 특성을 갖추고 있다. 효과적인 프로그램 운영을 위해 본 연구에 참여한 실험집단 및 비교집단 교사를 대상으로 총 5차시의 교사 교육을 실시하였다.

<표 4> 교사교육 내용

차시	교육내용	대상	강사
1	TRIZ의 발명원리	실험집단 교사 비교집단 교사	연구자
2	RSP 발명영재교육 프로그램의 적용 발명교육 프로그램의 적용	실험집단 교사 비교집단 교사	연구자 및 전문가
3	청소년의 창의성 신장	실험집단 교사 비교집단 교사	연구자 및 전문가
4	TTCT 도형검사의 이해	실험집단 교사 비교집단 교사	연구자
5	학업수행 자기효능감 검사도구의 이해	실험집단 교사 비교집단 교사	연구자

2. 연구방법과 절차

가. 연구방법

RSP 발명영재교육 프로그램의 적용 효과를 검증하기 위해 서울 M고등학교 발명교육센터 발명영재 중학생 40명(실험집단)과 서울 C중학교 발명영재반 학생 20명(비교집단)을 대상으로

로 연구를 실시하였다. 프로그램의 효과 검증을 위해 사용할 검사 도구에 대한 예비검사를 실시한 후 검사방법 및 절차에 대해 보완하였고, 실험집단과 비교집단 학생들을 대상으로 창의성검사 및 학업수행 자기효능감 검사를 실시하였다. 이 후 1주 단위로 실험집단 학생들에게는 RSP 발명영재교육 프로그램을, 비교집단 학생들에게는 일반 발명교육 프로그램을 20주간 진행하였다. 프로그램 적용을 종료한 후 두 집단 학생들을 대상으로 사전 검사와 동일한 검사도구와 방법을 적용하여 사후 검사를 실시하였다.

나. 연구 도구

본 연구에서는 학생들의 창의적 사고 기능 및 자기효능감을 측정하기 위해 TTCT 도형검사(Torrance Tests of Creative Thinking) 및 학업수행 자기효능감 검사를 사용하였다. 검사도구의 구성 및 검사방법은 다음과 같다.

1) TTCT 도형검사

창의적 사고 기능을 측정하기 위해 우리나라에서 가장 널리 사용되고 있으며, 검사 실시 방법이 간단하고, 창의성을 측정하기에 타당하며 신뢰로운 검사도구로 여겨지는 검사가 TTCT 도형검사이다. 이 검사는 ‘개인의 창의적 정보 처리 과정이 어떻게 진행되는지를 말해주는, 높은 예언력을 가진 검사’라고 말할 수 있다. Torrance 창의력 검사는 언어검사와 도형검사로 구성되어 있으며 본 연구에서는 연령의 제한이 없고, 사회 문화적 배경의 영향을 덜 받는 것으로 알려진 도형검사 A형을 사용하였다. TTCT 창의성 검사 중 도형검사에 대한 신뢰도는 .34~.99로 알려져 있고 타당도는 .22~.76으로 알려져 있다(김승훈, 2004). 창의성 검사 도구 중에는 세계에서 가장 널리 사용되고 있으며(김영채, 2010; Davis, 2004) 우리나라에서도 가장 널리 사용되고 있다.

2) 학업수행 자기효능감 검사

Bandura(1986)는 자기효능감을 자신감, 자기조절감, 과업도전감이라는 3가지 개념으로 설명하였는데, 본 연구에서 사용한 학업수행 자기효능감 검사는 박병기·채선영(2005)이 개발하고 타당화한 것으로 정보처리 효능감, 자기학습 효능감, 수업참여 효능감의 세 개의 하위요인으로 구분되며 94개 문항으로 구성된 검사이다. 박병기·채선영이 개발한 이 검사의 구인 타당도는 적합도 지수가 NFI(NormedFix Index)=.954, CFI(ComparativeFix Index)=.964로 양호한 수준이었다.

척도의 응답 방법은 각 문항마다 ‘조금도 그렇지 않다’면 1을, ‘조금 그렇다’면 2를 ‘대체로 그렇다’면 3을 ‘상당히 그렇다’면 4를 ‘매우 그렇다’면 5를 별도의 답지에 기입하도록 하는 5단계 평정 척도로 구성되어 있다. 본 연구에서 학업수행 자기효능감 검사의 내적 일관성 신뢰도 (Cronbach의 α 계수)는 .96으로 높은 신뢰도를 나타내었다. 이 척도의 문항 구성과 신뢰도는 다음의 <표 5>와 같다.

<표 5> 학업수행 자기효능감 검사의 문항 구성과 신뢰도

영역	문항수	문항 번호	박병기·채선영 검사(2005)의 신뢰도	본 검사의 신뢰도
정보처리 효능감	36	2,5,12,18,19,25,26,31,32,34,37,38,40,44,50,52,53,55,5 6,58,59,61,62,64,65,68,70,71,74,76,77,84,86,88,89,94	.95	.94
자기학습 효능감	29	6,7,10,13,14,17,20,21,24,27,30,33,36,39,42,45,46,48,5 1,57,63,69,75,80,81,82,87,92,93	.90	.91
수업참여 효능감	29	1,3,4,8,9,11,15,16,22,23,28,29,35,41,43,47,49,54,60,6 6,67,72,73,78,79,83,85,90,91	.92	.83
학업수행 자기효능감	94	전체	.96	.96

다. 분석방법

RSP 발명영재교육 프로그램이 발명영재 학생의 창의적 사고 기능 신장 및 학업수행 자기 효능감에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 22.0 Windows용 프로그램을 이용하여 분석하였다. RSP 발명영재교육 프로그램 실시 전과 후에 발명영재 학생의 창의적 사고 기능과 학업수행 자기효능감에 있어 차이가 있는지 알아보기 위해 t-검증을 실시하였다.

IV. 연구결과 및 분석

1. TTCT 도형검사의 집단별 검증 결과

RSP 발명영재교육 프로그램이 발명영재 학생의 창의적 사고기능에 미치는 효과를 분석하고자 실험집단에는 RSP 발명영재교육 프로그램을, 비교집단에는 일반 발명교육 프로그램을 실험처치 하였다. 두 집단 간 사전-사후 TTCT 도형검사의 차이를 분석한 결과는 <표 6> 과 같다.

<표 6> TTCT 도형검사의 총점에 대한 두 독립표본 t-검정 결과

검사	실험집단(n=40)		비교집단(n=20)		t	p
	M	SD	M	SD		
사전	92.76	4.81	92.73	5.15	-0.019	.985
사후	119.64	5.00	103.52	4.21	-12.375	.000

RSP 발명영재교육 프로그램을 실시한 실험집단과 일반 발명교육 프로그램을 실시한 비교집단 간의 사전 검사 비교를 통해 사전점수 총점에 대한 t-검정을 실시한 결과 실험집단 (M=92.76, SD=4.81)과 비교집단(M=92.73, SD=5.15) 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나지 않아 동질집단인 것으로 나타났다(t=-.019, p>.05). 그러나 사후검사에서는 실험집단(M=

119.64, $SD=5.00$)과 비교집단($M=103.52, SD=4.21$) 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나($t=-12.375, p<.05$) RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 창의적 사고기능을 증진시키는 데 효과가 있음이 입증되었다.

2. TTCT 도형검사의 집단 간 하위영역별 검증 결과

가. 유창성에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 TTCT 도형검사의 하위영역인 유창성에 효과가 있는지 알아보기 위한 집단 간 사전-사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 유창성에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	97.35	3.44	-.719	.475
	비교집단	20	96.5	5.71		
사후	실험집단	40	116.25	8.83	-6.665	.000
	비교집단	20	101.6	6.04		

<표 7>과 같이 유창성의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=97.35, SD=3.44$)과 비교집단($M=96.5, SD=5.71$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=-.719, p>.05$). 그러나 유창성의 사후검사 점수에 있어서는 실험집단($M=116.25, SD=8.83$)과 비교집단($M=101.6, SD=6.04$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=-6.665, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 발명영재 학생의 유창성 발달에 효과가 있음을 의미한다. 유창성은 특정한 상황에서 가능한 많은 양의 아이디어를 산출해내는 아이디어의 풍부함과 관련된 양적인 능력이다.

RSP 발명영재교육 프로그램에서, TRIZ적 문제 해결 실마리를 제공하고 반복적으로 유사한 사례 중심의 제품을 보여 준 발명적 사고 단계의 과정이 일반 발명교육 프로그램보다 아이디어 산출 능력을 향상시킨 것으로 보인다.

나. 독창성에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 TTCT 도형검사의 하위영역인 독창성에 효과가 있는지 알아보기 위한 집단 간 사전-사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 독창성에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	94.60	9.17	.393	.696
	비교집단	20	95.55	8.08		
사후	실험집단	40	117.15	7.80	-8.057	.000
	비교집단	20	100.25	6.92		

<표 8>과 같이 독창성의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=94.60, SD=9.17$)과 비교집단($M=95.55, SD=8.08$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=.393, p>.05$). 그러나 독창성의 사후검사 점수에 있어서는 실험집단($M=117.15, SD=7.80$)과 비교집단($M=100.25, SD=6.92$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=-8.057, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 발명영재 학생의 독창성 발달에 효과가 있음을 의미한다. 독창성은 기존의 사고에서 탈피하여 희귀하고, 참신하며 독특한 아이디어나 해결책을 산출하는 능력으로 창의적 사고의 궁극적인 목표라고 할 수 있다.

RSP 발명영재교육 프로그램이 기존 발명품의 사진 및 동영상상을 보여주고 제품을 분석해 보면서 새로운 발명 아이디어를 창출하는 과정을 통해 참신하고 독특한 아이디어나 해결책을 산출하는 능력 향상에 효과가 있음을 의미한다.

다. 제목의 추상성에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 TTCT 도형검사의 하위영역인 제목의 추상성에 효과가 있는지 알아보기 위한 집단 간 사전·사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 9>와 같다.

<표 9> 제목의 추상성에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	83.90	14.50	.559	.578
	비교집단	20	86.15	15.12		
사후	실험집단	40	112.03	10.10	-5.576	.000
	비교집단	20	94.75	13.47		

<표 9>와 같이 제목의 추상성의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=83.90, SD=14.50$)과 비교집단($M=86.15, SD=15.12$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=.559, p>.05$). 그러나 제목의 추상성의 사후검사 점수에 있어서는 실험집단($M=112.03, SD=10.10$)과 비교집단($M=94.75, SD=13.47$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=-5.576, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 발명영재 학생의 제목의 추상성 발달에 효과가 있음을 의미한다. 제목의 추상성은 좋은 제목을 생산해 내는 능력으로 종합과 조직화라는 사고 과정을 포함한다.

RSP 발명영재교육 프로그램이 자신이 창출한 아이디어를 발표하고 토론하는 과정을 거치면서 창출한 아이디어의 본질을 포착하는 사고 능력을 길러준 것으로 보인다.

라. 정교성에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 TTCT 도형검사의 하위영역인 정교성에 효과가 있는지 알

아보기 위한 집단 간 사전·사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 10>과 같다.

<표 10> 정교성에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	106.68	7.70	-.210	.834
	비교집단	20	106.25	6.66		
사후	실험집단	40	133.38	18.21	-3.031	.004
	비교집단	20	120.25	9.08		

<표 10>과 같이 정교성의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=106.68, SD=7.70$)과 비교집단($M=106.25, SD=6.66$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=-.210, p>.05$). 그러나 정교성의 사후검사 점수에 있어서는 실험집단($M=133.38, SD=18.21$)과 비교집단($M=120.25, SD=9.08$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=-3.031, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 발명영재 학생의 정교성 발달에 효과가 있음을 의미한다. 정교성은 처음 제안된 아이디어를 다듬어 발전시켜 표현하는 능력으로 주어진 문제를 세부적으로 검토하거나 문제에 포함된 의미를 정확하게 파악하고, 문제에 결여된 부분을 찾아 보완하고, 정교하게 다듬는 사고능력을 뜻한다.

RSP 발명영재교육 프로그램의 체험 단계에서 간접 경험을 해보고 인지 단계에서 과학적 원리를 정확하게 이해하도록 한 것이 아이디어를 보다 치밀하고 정교하게 다듬는 능력을 향상시킨 것으로 보인다.

마. 성급한 종결에 대한 저항에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 TTCT 도형검사의 하위영역인 성급한 종결에 대한 저항에 효과가 있는지 알아보기 위한 집단 간 사전·사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 11>과 같다.

<표 11> 성급한 종결에 대한 저항에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	81.25	7.86	-.961	.341
	비교집단	20	79.20	7.65		
사후	실험집단	40	119.4	11.46	-6.313	.000
	비교집단	20	100.75	9.27		

<표 11>과 같이 성급한 종결에 대한 저항의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=81.25, SD=7.86$)과 비교집단($M=79.20, SD=7.65$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=-.961, p>.05$). 그러나 성급한 종결에 대한 저항의 사후검사 점수에 있어서

는 실험집단($M=119.4, SD=11.46$)과 비교집단($M=100.75, SD=9.27$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=-6.313, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 발명영재 학생의 성급한 종결에 대한 저항에 효과가 있음을 의미한다. 성급한 종결에 대한 저항은 성급하게 반응을 폐쇄하고 종결시키는 것을 지연시킬 줄 아는 능력을 뜻한다.

RSP 발명영재교육 프로그램이 체험-인지-발명의 3단계를 거치면서 학습자가 자신감과 여유를 가지고 마음을 열고 독창적인 아이디어를 얻을 수 있을 만큼 충분한 시간을 제공하여, 학습자들로 하여금 가용한 정보를 충분히 고려하여 성급한 종결을 하지 않도록 지연시킨 것으로 보인다.

3. 학업수행 자기효능감 검사의 집단별 검증 결과

RSP 발명영재교육 프로그램이 발명영재 학생의 학업수행 자기효능감에 미치는 효과를 분석하고자 실험집단에는 RSP 발명영재교육 프로그램을, 비교집단에는 일반 발명교육 프로그램을 실험처치 하였다. 두 집단 간 사전-사후학업수행 자기효능감 검사의 차이를 분석한 결과는 <표 12>와 같다.

<표 12> 학업수행 자기효능감 검사의 총점에 대한 독립표본 *t*-검정 결과

검사	실험집단($n=40$)		비교집단($n=20$)		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
사전	3.44	.18	3.37	.16	-1.488	.142
사후	4.11	.35	3.83	.34	-2.924	.005

RSP 발명영재교육 프로그램을 실시한 실험집단과 일반 발명교육 프로그램을 실시한 비교집단 간의 사전 검사 비교를 통해 사전점수 총점에 대한 *t*-검정을 실시한 결과 실험집단 ($M=3.44, SD=.18$)과 비교집단($M=3.37, SD=.16$) 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나지 않아 동질집단인 것으로 나타났다 ($t=-1.488, p>.05$). 그러나 사후검사에서는 실험집단($M=4.11, SD=.35$)과 비교집단($M=3.83, SD=.34$) 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나 ($t=-2.924, p<.05$) RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 학업수행 자기효능감을 증진시키는 데 효과가 있음이 입증되었다.

4. 학업수행 자기효능감 검사의 집단 간 하위영역별 검증 결과

가. 정보처리 효능감에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 학업수행 자기효능감 검사의 하위영역인 정보처리 효능감에 효과가 있는지 알아보기 위한 집단 간 사전-사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 13>과 같다.

<표 13> 정보처리 효능감에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	3.46	.47	-.472	.639
	비교집단	20	3.40	.54		
사후	실험집단	40	4.11	.39	-2.228	.030
	비교집단	20	3.87	.41		

<표 13>과 같이 정보처리 효능감의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=3.46, SD=.47$)과 비교집단($M=3.40, SD=.54$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($t=-.472, p>.05$). 그러나 정보처리 효능감의 사후검사 점수에 있어서는 실험집단($M=4.11, SD=.39$)과 비교집단($M=3.87, SD=.41$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($t=-2.228, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 정보처리 효능감 발달에 효과가 있음을 의미한다. RSP 발명영재교육 프로그램을 통해 과제해결을 위한 효과적인 방법을 찾아내고, 학습내용의 특징을 분석, 정리하여 활용하는 능력이 더욱 향상된 것을 알 수 있다.

나. 자기학습 효능감에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 학업수행 자기효능감 검사의 하위영역인 자기학습 효능감에 효과가 있는지 알아보기 위한 집단 간 사전-사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 14>와 같다.

<표 14> 자기학습 효능감에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	3.60	.33	-.489	.627
	비교집단	20	3.56	.38		
사후	실험집단	40	4.14	.38	-3.375	.001
	비교집단	20	3.80	.33		

<표 14>와 같이 자기학습 효능감의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=3.60, SD=.33$)과 비교집단($M=3.56, SD=.38$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($t=-.489, p>.05$). 그러나 자기학습 효능감의 사후검사 점수에 있어서는 실험집단($M=4.14, SD=.38$)과 비교집단($M=3.80, SD=.33$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($t=-3.375, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 자기학습 효능감 발달에 효과가 있음을 의미한다. RSP 발명영재교육 프로그램을 통해 명확하고 도전적인 목표를 설정하고, 계획적이고 체계적으로 실천하고, 다음 계획에까지 활용하는 능력이 향상되었음을 알 수 있다.

다. 수업참여 효능감에 대한 집단 간 비교

RSP 발명영재교육 프로그램이 학습수행 자기효능감 검사의 하위영역인 수업참여 효능감에 효과가 있는지 알아보기 위한 집단 간 사전-사후 검사 점수를 비교한 결과는 <표 15>와 같다.

<표 15> 수업참여 효능감에 대한 집단 간 사전-사후 검사

구분	집단	N	M	SD	t	p
사전	실험집단	40	3.37	.30	-1.972	.053
	비교집단	20	3.20	.35		
사후	실험집단	40	4.11	.42	-2.255	.028
	비교집단	20	3.83	.52		

<표 15>와 같이 수업참여 효능감의 사전검사 점수에 있어서는 실험집단($M=3.37, SD=.30$)과 비교집단($M=3.20, SD=.35$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($t=-1.972, p>.05$). 그러나 수업참여 효능감의 사후검사 점수에 있어서는 실험집단($M=4.11, SD=.42$)과 비교집단($M=3.83, SD=.52$) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($t=-2.255, p<.05$).

이와 같은 결과는 RSP 발명영재교육 프로그램이 일반 발명교육 프로그램보다 수업참여 효능감 발달에 효과가 있음을 의미한다. 주어진 과제를 포기하지 않고 끝까지 집중하여 침착하게 문제를 해결하고, 발표 및 토론에 적극 참여하는 능력이 향상된 것을 알 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 RSP 발명영재교육 프로그램을 개발하고, 실제 현장에 적용하였으므로 향후 발명교육 프로그램 개발을 위한 기초 자료로 활용 가치가 있을 것이며, 발명교육의 구체적인 실천적 프로그램으로 현장에서의 활용성과 실천력이 높을 것으로 기대한다. 앞에서 논의한 본 연구의 결과들을 종합하여 RSP 발명영재교육 프로그램의 효과에 대해 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, RSP 발명영재교육 프로그램은 RSP의 원리를 이용하여 프로그램을 개발하고, 적용했다는데 그 의미가 있다. 체험·인지·발명의 3단계 교수·학습방법을 통해 동기유발에서 아이디어 산출까지 구체적이고 실천적으로 구성되어 있으므로 본 프로그램은 현장에서 쉽게 활용될 수 있다.

둘째, RSP 발명영재교육 프로그램은 발명영재 학생의 창의적 사고 기능에 도움을 주는 것으로 나타났으며 유창성, 독창성, 정교성 등을 고루 증진시키는 것으로 나타났다. 체험 영역에서 간접 경험을 통하여 궁금증을 유발하고, 인지 영역에서 과학적, 수학적, 기타 관련 지식을 파악하여 이론적 배경을 알고, 발명 영역에서 기존 발명품의 사진 및 동영상을 보며 기존 제품을 분석하고 새로운 아이디어를 창출해 보면서 창의력이 향상된 것으로 해석된다.

학생들이 20주차에 걸친 RSP 발명영재교육 프로그램이 진행될수록 초기보다 많은 아이디어를 산출하고, 참신하고 독특한 아이디어를 산출하고, 아이디어의 폭을 넓히고, 산출된 아이디어를 보다 치밀하게 정교화하는 모습에서 학생들의 변화를 느낄 수 있다.

셋째, RSP 발명영재교육 프로그램은 발명영재 학생의 학업수행 자기효능감에 도움을 주는 것으로 나타났다. 학생들은 본 프로그램을 통해 동기 및 흥미가 유발되고, 이는 수업 태도의 긍정적인 변화를 가져와 학업수행 자기효능감을 향상시킬 수 있다.

넷째, 실제 교육현장에서 RSP 발명영재교육 프로그램을 적용한 수업을 받은 학생들의 산출물의 결과가 기존 발명교육 수업을 하고 있는 학생에 비해 월등하게 우수하다는 것을 알 수 있다. RSP 발명영재교육 프로그램을 적용한 수업을 받은 학생들의 각종 발명대회 수상실적과 특허 출원 및 지식재산권 출원실적에 있어 현격한 차이를 확인할 수 있었다. 2015년 4월까지 RSP 교육모형을 적용한 수업을 받은 학생들은 351개의 다양한 아이디어를 창출하였으며 이중 17개는 권위 있는 기관(특허청 또는 교과부 등)에서 주관하는 대회에서 입상한 것으로 조사 되었고, RSP 교육모형을 적용하지 않은 학생들은 52개의 발명아이디어를 도출 하였는데 이 중 1개만이 권위 있는 기관에서 입상 하였다.

이상과 같은 결론을 토대로 본 프로그램을 수행하면서 나타난 시사점에 대한 논의를 통해 후속 연구를 제안하면 다음과 같다.

첫째, 우리나라에서 발명교육 프로그램 개발은 아직 초기 단계이다. 발명교육 프로그램 개발에 대한 체계적인 연구를 통해 학문적 기반을 구축하고, 다양한 프로그램을 개발하여 그 효과를 검증할 필요가 있다. 발명교육은 과학 기술적 탐구를 넘어서 고부가가치를 창출하는 인재를 양성하기 위한 것이다. 이제는 융합인재 양성을 위한 발명교육 프로그램이 지속적으로 개발되어야 할 것이다. 향후 발명영재교육 프로그램 개발 및 발명영재 선발도구 개발에 참고 모델로 활용 가능할 것이다.

둘째, RSP 발명영재교육 프로그램을 시행하면서 학생 관찰과 여러 차례의 피드백을 통해 살펴본 결과, RSP 발명영재교육 프로그램은 현장 밀착형으로 이론과 실제를 병행하여 진행되는 수업으로 지금 당장이라도 현장에 도입 가능한 프로그램이라고 할 수 있다.

셋째, 본 연구는 RSP 발명영재교육 프로그램이 창의적 사고 기능 및 학업수행 자기효능감에 미치는 효과를 검증하였다. RSP 발명영재교육 프로그램은 교사가 원리를 가르치고 학생은 수동적으로 받아들이는 기존의 수업 방식에 비해 훨씬 더 탐구 학습에 대한 욕구를 높일 수 있는 효과적인 교수 방법이라고 생각한다. RSP 발명영재교육 프로그램은 발명 영재를 위한 교육 프로그램으로 개발되었지만 발명분야 뿐만 아니라 다른 교과 수업에도 적용이 가능하다. RSP 교육 모형을 적용한 범교과적인 프로그램 개발 및 후속 연구를 제안한다.

넷째, 본 연구의 RSP 발명영재교육프로그램은 중학교 발명영재 학생을 대상으로 시행하였다. 향후 초·중·고 교육과정과 연계 시킨 프로그램 개발 연구 및 차시별 수업지도안과 학습지도안의 후속 연구를 제안한다.

다섯째, 본 연구를 위해 개발된 RSP 발명영재교육 프로그램 40여개 중 20개의 프로그램

이 본 연구에 사용되었다. 본 연구에 사용되지 않은 프로그램들도 학생의 수준이나 교육적 여건에 따라 다양하게 활용이 가능하다. 교육 현장에서 RSP 발명영재교육 프로그램을 활용할 다양한 발명교육이 이루어지기를 기대한다.

여섯째, RSP 발명영재교육 프로그램의 효과적인 아이디어 산출을 위해서는 자유학기제의 블록타임 활용, 동아리 활동 시간 활용 등 수업시간의 탄력적 운영이 요구된다. 효과적인 수업을 위하여 수업 시간을 재구성하고 교육 여건을 효율적으로 조성할 필요가 있다.

마지막으로 본 연구의 제한점으로, 본 연구에서는 프로그램의 효과를 검증하는 데 있어 서울 M고등학교 발명지원센터 발명영재 중학생 40명을 대상으로 하여 20주 동안 실험처치를 실시하였다. 프로그램에 대한 효과를 일반화시키기 위해서 연구대상, 실험기간, 표집집단의 수를 확대한 후속 연구를 제안한다.

참 고 문 헌

- 국가과학기술위원회 (2007). 과학영재 발굴 육성 종합계획('08~'12)(안). 국무위원회 제 3호 과학영재. 2007. 8. 27.
- 김승훈 (2004). **중학생의 과학창의력 측정도구의 개발과 창의력 관련 변인간의 관계**. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 김영채 (2010). **창의력의 이론과 개발**. 경기: 교육과학사.2012, 1, 209-222.
- 박경빈 (2012). 한국 영재교육의 연구동향 분석. **영재교육연구**, 22(4), 823-840.
- 박병기, 채선영 (2005). 학업수행 자기효능감 척도의 개발 및 타당화. **교육심리연구**, 19(4), 1219-1240.
- 신재경, 배동윤, 김효상, 정승오 (2013). **특성화고에서 RESP 교육모형을 적용한 발명교육 프로그램 개발 및 적용 방안**. 창의발명교육 연합학술대회, 서울.
- 유동희 (2011). **TRIZ를 활용한 수업설계 개선 연구**. 경북대학교 대학원 박사학위논문.
- 이재호 (2011). **발명영재교육 체계화 방안: 발명영재교육의 현 주소 및 발명영재에 대한 다원적 지원 방안**. 제1회 지식재산기반 차세대영재기업인 콜로키움. 107-206.
- 이재호, 박경빈, 진석언, 류지영, 이상철, 안성훈, 진병욱 (2012). 발명영재상 수립을 위한 발명영재의 특성 이해. **영재교육연구**, 22(3), 551-573.
- 이찬, 서재홍, 금은정, 김미애, 이윤희 (2009). **발명영재 교육운영방안 연구**. 서울대학교, 한국발명진흥회.
- 최유현, 정호근, 김동하 (2008). 발명영재 교육 및 연구 인프라 구축 방안과 로드맵. **실과교육연구**, 14(1), 251-270.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Csikszentmihalyi, M., & Wolfe, R. (2000). New conceptions and research approaches to creativity: Implications of a systems perspective for creativity in education. In K. A.

- Heller, F. J. Monks, R. J. Sternberg, & R. Subotnik(Eds.), *International handbook of giftedness and talent* (81-93).
- Davis, G. A. (2004). *Creativity is forever*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Pub.
- Rekoff, M. G.(1985). On reverse engineering, IEEE Transactions on Software. *Man and Cybernetics*, 3(4), 244-252.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed), *Handbook of creativity*(pp3-15), NY: Cambridge University Press.

= Abstract =

Developing the Education Program for Invention Gifted Students by Reverse Engineering Teaching Methods (Focusing on the development and effectiveness of RSP program)

Duk Geun An

Gachon University Graduate School

Kyungbin Park

Gachon University

The purpose of this RSP program is to enhance the invention gifted students' creative thinking and self-efficacy in studying. This program has 20 subcategories and interesting activities attracting students' attentions which are based on TRIZ's 40 principles of invention. 3-Steps to learning, which are -experiencing, recognizing, and inventing are arranged as teaching methods of RSP program. In the first step, experiencing, students are motivated and get a glimpse of the principles of invention while experiencing innovative products. In the next step, recognizing, students grasp the related scientific principles from the products. In the last step, inventing, students are given keys to solutions for problematic situations and then they create new ideas after repetitive encounters with several products made by similar principles. RSP program is different from other programs in that it has this 'inventing' step, where students can create new ideas based on related basic knowledge. In conclusion, RSP program is systematically well organized with 4 steps(purpose, contents, teaching method and evaluation) and is shown to enhance invention gifted students' creativity and self efficacy in studying. Therefore, the RSP program is shown to be a reliable and useful program, and may be used in the classes for positive results.

Key Words: Invention, Invention gifted students, RSP, Creative thinking, Self-efficacy

1차 원고접수: 2015년 10월 13일
수정원고접수: 2015년 10월 28일
최종게재결정: 2015년 10월 28일