

과학(영재) 교육에서 발명·특허교육 활성화 방안 연구

연구책임자 : 이봉우(단국대학교)
공동연구자 : 손정우(경상대학교)
박종석(경북대학교)
이기영(강원대학교)
조헌국(단국대학교)
손미현(무학중학교)
전화영(경북고등학교)
이윤조(한국발명진흥회)
이경표(한국발명진흥회)
박기문(한국발명진흥회)
김미희(한국발명진흥회)
연구보조원 : 임지은(단국대학교)

이 연구는 2014년도 특허청 정책 연구 과제로 수행되었으며, 이 연구에서 제시한 정책 대안이나 의견 등은 특허청의 공식 의견이 아니라 연구진의 견해를 밝혀 둡니다.

◆ 목 차 ◆

1. 서 론	6
가. 연구의 필요성	6
나. 연구의 목적	8
2. 연구의 방법 및 내용	9
3. 과학교육에서 발명·특허 관련 선행연구 분석	11
가. 개요	11
나. 연구 설계 및 방법	15
다. 과학교육에서의 발명에 대한 인식	18
라. 발명·특허교육의 교육적 효과 및 관련 요인	22
마. 과학교육에서의 발명·특허 교육 적용 방안	25
바. 요약 및 제언	28
4. 과학교과에서의 발명·특허 교육의 정의	34
가. 과학교육에서 정의되는 발명·특허교육의 개념	36
나. 과학교육에서의 발명·특허 요소 분석	50
5. 과학 영재교육과 발명·특허 교육	72
가. 초·중등학교 영재교육의 현황	72
나. 영재교육과정의 기본 개념	74
다. 과학영재학교 교육과정의 성격과 구성방침	76
라. 과학영재학교 교육과정의 목표	79
마. 과학영재학교 교육과정 편제 및 운영지침	81
바. 영재교육과정의 운영 지침 및 평가와 질 관리	86
사. 영재교육의 문제점과 주요요인	91
아. 초·중등학교 발명교육의 현황	92

6. 국외 과학 교육과정에 나타난 발명·특허 분석	95
가. 성격(목표)’ 수준에서 제시된 사례	96
나. ‘내용’ 수준에서 제시된 사례	103
다. ‘교수학습 방법 및 평가’ 수준에서 제시된 사례	111
7. 교육과정 관련 발명·특허 활성화 방안	115
가. 과학 교육과정의 ‘내용’에 발명·특허 포함 방안	115
나. ‘교수학습 방법 및 평가’에 제시 방법	116
다. 고등학교 선택 교과에 발명 및 특허 내용 포함	118
나. ‘교수학습 방법 및 평가’에 제시 방법	116
8. 교과서 관련 발명·특허 활성화 방안	121
가. 과학 교과서와 발명의 연계 방안	121
나. 과학 교과서에서 발명·특허 교육 연계 사례	127
9. 과학교육내 발명·특허 활성화를 위한 발전방안	147
가. 단기 발전 방안 과제	147
나. 중장기 발전 방안 과제	149
나. 발전방안에 대한 과제 제안서(안)	152
10. 결론	166
참고 문헌	168

◆ 표 차례 ◆

표 3-1. 발명·특허교육과 관련된 연구 논문의 연도별 빈도	17
표 3-2. 발명·특허교육 연구 논문이 수록된 학술지의 범주	18
표 3-3. 발명교육 내용요소의 분석 준거	27
표 3-4. 4, 5, 6 학년 과학 교과서의 발명 관련 내용 양적 분석	82
표 4-1. 영재, 과학기술영재의 특성 비교 분석에 기초한 발명영재의 특성	4
표 4-2. 2009년 개정 교육과정 교육목표	54
표 4-3. 지식 특성에 따른 소양의 의미 분류	46
표 4-4. 21세기 글로벌 과학적 소양의 정의	71
표 4-5. 초등학교 과학 교육과정의 발명·특허교육 관련 요소	53
표 4-6. 중학교 과학 교육과정의 발명·특허교육 관련 요소	54
표 4-7. 고등학교 과학 교육과정의 발명·특허교육 관련 요소	57
표 4-8. 2009 개정 교육과정과 과학적 소양에 기초한 발명·특허교육의 관계	59
표 4-9. 교과서 분석을 위한 발명·특허 내용요소 분석틀(박수진과 김용익, 2006) 6	
표 4-10. 중학교 및 고등학교 교과서에 나타난 발명·특허 내용요소	63
표 5-1 교과별 편제 및 학점 배당표	8
표 6-1. 국가별 교육과정에 포함된 발명·특허 교육	94

◆ 그림 차례 ◆

그림 2.1 연구의 내용 및 추진 방법	11
그림 3-1. 싱가포르 교육과정의 핵심 목표와 역량	13
그림 3-2. 싱가포르 초등학교 과학 교육과정에서 제시된 발명·특허교육의 예시 ..	14
그림 3-3. 발명에 대한 교수학습 주체별 인식	20
그림 3-4. 교과서 및 교육과정을 중심으로 한 발명에 대한 교사와 학생의 인식 분석	21
그림 3-5. 초등학교 교과서에 제시된 발명·특허교육과 관련된 요소의 빈도	22
그림 3-6. 과학교육에서의 발명·특허교육이 가지는 교육적 효과	24
그림 3-7. 고등학교 물리 교과서에 제시된 발명품의 예시	32
그림 3-8. 고등학교 물리 교과서에 제시된 운동량과 충격량 관련 제품의 예시	33
그림 3-9. 고등학교 물리 교과서에 제시된 태양전지의 활용 예시	34
그림 4-1. 영재성의 다차원 모형에 의한 발명영재(이윤조 외, 2013)	93
그림 4-2. 박수진과 김용익(2006)에서 제시된 과학 차시 비교	26
그림 4-3. 교과서에 제시된 초전도체의 변천사 (물리 1 교과서)	46
그림 4-4. 그래핀 제조 과정에서의 창의적 문제해결 예시	65
그림 4-5. 교과서에 제시된 과학 내적 발명의 예시	66
그림 4-6. 에너지 전환과 관련된 실험을 측정하기 위한 방법 예시	67
그림 4-7. 송전선에서의 전압과 전류로 인한 손실과 비용에 대한 계산 예시	69
그림 8-1. 들어가기 단계에서의 발명품 소개	122
그림 8-2. 개념 확장 단계에서 발명품 소개가 가능한 부분	122

1. 서론

가. 연구의 필요성

세계 경제 패러다임의 변화에 따라 21세기는 지식을 바탕으로 새로운 변화를 위한 창조성과 창의성(Creativity)을 중시하는 사회로 성장하였다. 미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 혁신적인 융복합 영역이 창출되는 사회이며, 이는 최고 수준의 과학적 문제 해결력과 창의성을 발휘하는 전문가 집단이 견인시킬 수 있는 사회이다.

창조적 인재에게는 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 능력이 필요하며, 이러한 능력은 교육을 통해서 이루어질 수 있다. 우리나라의 경우에는 교육과정을 중심으로 학교교육을 통해 다양한 인재의 양성이 이루어지고 있는데, 특히 과학 인재의 양성은 국가의 과학기술의 발전을 위한 필수 불가결한 핵심적인 요소이며, 이는 국가 차원에서 중요하게 접근할 필요가 있다. 새 정부 출범과 함께 창조적 행위로 경제적 가치를 창조하는 존재인 ‘인간’이 핵심이 되는 뉴 패러다임의 창조경제(The Creative Economy)시대가 도래하였다. 20세기의 노동집약 시대에서 21세기의 지식기반 사회의 과학기술 시대로의 변화가 이루어져왔는데, Hardware, Software 중심사회에서 Humanware 중심사회로, 단방향 정보전달 사회에서 유비쿼터스 네트워크 사회로, “근대” 과학기술 기반 사회에서 “첨단” 과학기술 응용 사회로, 통일성 획일화 사회에서 다양성 개별화 사회로, 학령기 학교교육 중심 사회에서 생애주기 평생교육 중심 사회로, 분야별 독립적 전문성 중심 사회에서 분야간 통합적 전문성 중심 사회로 변화하고 있다.

또한 발명교육을 통해서 부가가치 창출은 물론 창조경제에 밑거름을 줄 수 있다. 윤경국(2002)은 발명교육은 문학, 철학, 심리학, 법학, 경영학, 정치학, 물리학, 의학, 생물학, 화학, 기계공학, 건축학, 지리학, 체육학, 예술, 디자인학 등의 모든 분야가 총 망라되어 어떤 것을 창조하는 교육이라고 정의하였다. 또한 특허청(2005)은 자연 현상에 대한 기본적인 지식과 원리를 터득하고 창의적 문제해결 능력과 발명 능력을 향상시키기 위하여 학교의 정규교과를 통하여 발명과 이해, 발명과 사고, 발명과 과학, 발명과 기술, 발명과 특허, 발명과 경영 등의 탐구적, 체험적, 문제해결적인 교육방법을 활용하여 실시하는 교육이라고 정의하였다. 그

러나 발명교육은 기술 교과에서 일부 다루어지고 있거나 비교과 활동으로 이루어지고 있어 그 중요성과 효과성에는 긍정적으로 평가하기 어려운 실정이다. 따라서 교육 패러다임의 전환이 요구되고 있다.

그 전환의 과정에서 융합교육이 관심을 받고 있다. 교육선진국으로 이름 높은 핀란드를 비롯하여 미국, 영국 등 세계 주요 국가에서는 창의적인 과학기술 인재를 양성하기 위한 교육 정책으로 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics) 교과목에 대한 통합교육정책으로서 STEM 교육을 제시하며 매년 많은 예산을 지원하고 있다(백운수 외, 2011; 신영준·(→,) 한선관, 2011; 옥현주, 2011). 우리나라에서도 2011년 교육과학기술부에서 현대 사회에 필요한 융합적 과학기술 소양을 갖춘 인력 양성 기반 구축을 목적으로 하는 「과학기술·예술 융합(STEAM) 교육 활성화 방안」을 발표한 이후, 한국과학창의재단을 중심으로 융합인재교육(STEAM)에 대한 지원을 하고 있으며(한국과학창의재단, 2012), 융합인재교육의 성공적인 현장 정착을 위해서 다양한 분야에서 융합인재교육 관련 연구들이 활발하게 진행되고 있다(한혜숙, 이화정, 2012).

선진 국가들은 창조적 인재 육성을 위한 다양한 국가 정책을 수립·실천하여 국가경쟁력 강화를 위해 노력하며, 초·중등 교육과정에서 과학교육 및 발명교육을 강조하고 있다. 2013년 발표된 미국의 차세대 과학표준(NGSS, Next Generation Science Standards)은 핵심 아이디어(core ideas), 관통 개념(crosscutting concepts), 실천(practice)의 3차원으로 구성되며, 과학과 공학을 과학교육으로 통합하여 공학적 설계를 강조하고 있다. 영국은 졸업 이후의 학생들의 삶에 대한 준비도를 향상시키기 위하여 학력제고, 직업교육강화, 교육과정 운영 자율성 강화 등의 내용으로 교육과정을 개정(2013년)하였으며, 과학교과에서 과학적 개념과 함께 방법적 측면(The nature, processes and methods of science)을 강조하고 있다. 또한 1988년부터 필수 교과 중 하나로 '디자인과 기술(Design & Technology)'을 도입하고 그 속에서 발명교육을 강화하고 있다. 이스라엘에서는 1992년부터 과학 교과 대신 '과학/기술(Natural sciences/ technology)'를 개발하여 과학과 기술을 통합적으로 가르치고 있다.

이와 같이 과학교육에서의 융합교육, 발명교육 등을 통하여 창조경제 실현을 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 본 연구에서는 발명교육과 과학교육에 좁혀서 그 필요성을 논의해보고자 한다. 창조경제에 이바지할 수 있는 발명교육이 학

교 교육에서 보다 활성화되기 위해서는 많은 변화가 필요하다. 특히 교과 중심으로 이루어지는 우리나라 교육 현실을 고려하였을 때, 발명교육을 교과 내에서 이루어지도록 하는 노력이 필요하다.

특히 최근의 사회는 과학기술이 중심이 되는 사회로 과학적 원리를 이용한 발명에의 접근이 가장 중요하며, 따라서 과학 교과에서 발명과 관련된 교육이 이루어지도록 할 필요가 있다. 그러나 최근의 융합 교육의 활성화에도 불구하고 과학 교과는 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등의 분배적 시각을 가지고 있어 발명의 중요성과 발명과 과학과의 깊은 연관성에도 불구하고 과학 교과에서 발명을 포함시키는데 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 과학 교과에서 발명 특허 교육의 활성화 방안을 마련하여 학교 과학 교과에서 발명 교육과 특허교육이 같이 병행될 수 있는 기틀을 마련하고자 한다. 이를 통하여 과학교육 및 발명교육의 일관된 정책 수립 및 시행, 학교 교육에서의 발명교육의 정착이 이루어질 수 있기를 기대한다.

나. 연구의 목적

본 연구는 초중등학교에서 발명·특허 교육의 활성화를 위해 국가수준 과학과 교육과정 및 교과서에 발명·특허 교육을 포함하는 방안을 모색함을 목적으로 함

첫째, 국내 과학과 교육과정 및 교과서에서 ‘발명·특허 교육’ 관련 내용을 분석하여 우리나라 교육에 적용할 수 있는 기초적인 데이터를 구축한다.

둘째, 과학교육(교육과정, 교과서 등)에서 ‘발명·특허 교육’을 포함할 수 있는 구체적인 방안을 제시하여 향후 개발될 과학과 교육과정(2015년 예정)에 발명·특허가 포함될 수 있는 방안을 제시한다.

셋째, 학술대회, 전문가 포럼, 세미나 등을 통한 과학(영재)교육에서의 ‘발명·특허 교육’ 활성화 방안에 대한 공감대를 조성한다.

2. 연구의 방법 및 내용

본 연구에서는 과학과 교육과정 및 교과서 등에서 발명 특허 교육을 활성화하는 방안을 도출하기 위해 다음과 같은 연구를 진행하였다.

가. 선행 연구의 분석

- 국내·외 발명/발명교육과 과학 및 타 교과 교육의 관련성과 연관된 선행연구를 비교분석하고, 이에 대한 시사점을 도출하여 발명교육의 과학교육의 활용 가능성에 대한 기초적인 자료로 활용
- 현재 과학교육 및 영재교육에서 발명교육의 필요성 및 현황과 관련된 연구 및 자료 분석, 이를 통한 시사점 도출

나. 국내외 교육과정 분석

- 미국, 영국, 캐나다, 호주, 일본, 싱가포르, 이스라엘, 프랑스, 독일, 핀란드 등과 같이 과학교육 및 발명교육에 앞서 있는 선진국들의 과학 교육과정을 분석하여 발명교육 및 특허교육과 관련된 부분을 추출하여 내용분석 및 제시방법에 대한 분석
- 국내 과학영재교육 기관의 교육과정을 분석하여 과학관련 교수학습 속에 발명교육 및 특허교육의 포함 가능성 탐색

다. 과학과 교육과정 및 교과서에 발명특허 제안 방향 도출

- 2015 개정 과학과 교육과정에 발명·특허 교육이 포함될 수 있는 방안을 과학 교과 내용 및 교수학습 방법 측면에서 제안하고 이를 개정시안개발팀에 제시

라. 과학 영재교육에서 발명·특허 교육 연구

- 기존에 수행된 연구를 바탕으로 과학 영재교육에서 발명·특허교육이 어떻게 이루어져왔는지 검토

마. 과학 관련 발명 특허 활성화를 위한 발전방안 도출

- 연구진 세미나, 전문가 협의회 등을 통하여 과학 교과와 관련하여 발명·특허 교육을 활성화 할 수 있는 발전방안을 도출하고 이를 사업화 할 수 있는 방향을 제시함
- 과학교육 및 과학영재교육 전문가(과학 교육과정 개발자, 과학 교과서 개발자, 과학영재교육 프로그램 개발자 등)을 대상으로 전문가 협의회를 통해서 과학 교육과정 및 과학 교과서 내에 발명교육 및 특허교육의 포함 의미 및 방향에 대한 내용 산출
- 학교 교육과정 운영 차원에서 발명교육활동 활성화에 관한 의견을 수렴하고 활성화 방안 도출
- 연구를 통해 얻어진 결과는 ‘한국과학교육학회 학술대회’, ‘물리학회 학술대회’ 등에서 포럼 형태로 개최하여 과학교육 연구자들에게 과학교육에서 발명교육의 활성화 방안에 대한 의견 수렴 및 홍보

전체적인 연구의 내용 및 추진 방법을 정리하면 다음과 같다.

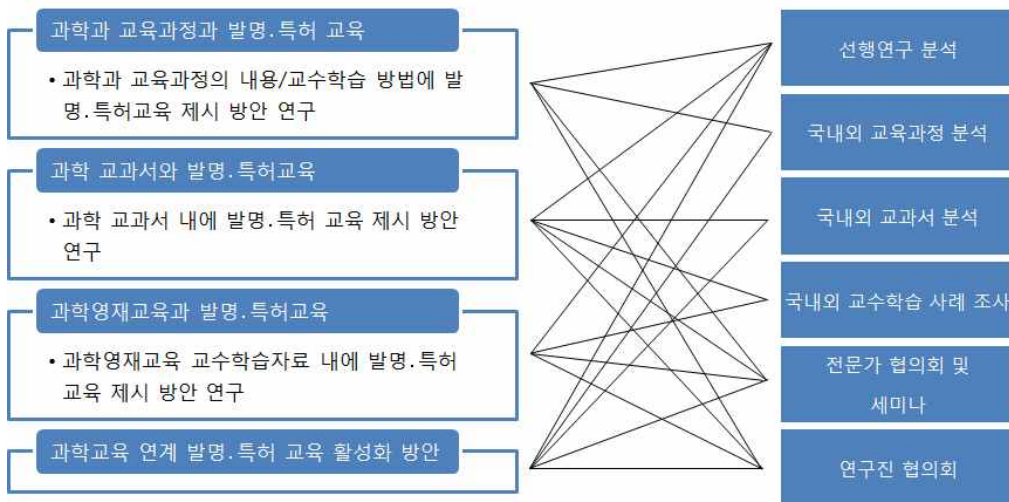


그림 2.1 연구의 내용 및 추진 방법

3. 과학교육에서 발명·특허 관련 선행연구 분석

가. 개요

현대 사회에서 과학기술은 경제적 가치 창출뿐만 아니라 사회, 문화 등 다양한 영역에서의 변화에 기여하고 있다. 과학기술에서의 발전은 새로운 제품의 출현에 그치지 않으며, 이와 관련된 방법과 기술에 관한 특허 등으로 더 포괄적인 부가 가치를 창출한다. 이를 통해 자국의 고용과 자본에 영향을 미침으로써 국가적 차원에서 주요 정책으로 부상하고 있다. 또한 과학기술은 단지 경제적 이익을 취하는데 그치지 않으며, 영화와 드라마, 삶의 양식 등에 영향을 미치기도 한다. 21세기 들어 나타난 여러 영화들은 과학적 원리와 이론에 기반하고 있다. 현실 세계와 가상 세계에 대한 인식을 다룬 매트릭스나 인셉션은 뇌과학에 기반하고 있으며, 우주에서의 활동과 시간 여행을 다룬 그래비티, 인터스텔라는 상대성이론에서의 시간 지연 효과와 쌍둥이 패러독스 등을 다루고 있다.

이같은 과학기술에 대한 중요성을 바탕으로 예전부터 발명·특허교육은 중요하게 다루어져 왔다. 1980년대 이후 초등교육을 중심으로 발명교실이 운영되어 왔으며, 발명공작교실, 창의력경진대회 등의 운영을 통해 학생들의 창의적 발명 능력을 향상시키고자 하였다. 최근에는 발명교육 외에도 지식 재산(intellectual property)에 대한 관심이 증대되고 있다. 국내 주요 공과대학을 중심으로 지식 재산과 관련된 교육과 강좌가 개설되고 있으며, KAIST 영재교육원에서는 IP영재를 육성하기 위한 프로그램을 운영하고 있다. 이러한 일련의 교육활동은 과거 산출물로서의 발명에서 아이디어, 방법, 기술로서의 발명으로 점차 확대되고 있음을 뜻한다.

그럼에도 불구하고 교육과정 내에서의 발명·특허교육에 대한 역사는 매우 짧다. 발명반이나 발명공작교실, 발명영재반 등은 대부분 방과 후 교실이나 동아리 등 교육과정과는 별도로 운영되어 왔으며, 초·중등 과학 교육과정에는 명시적으로 발명·특허교육에 관한 내용이 제시된 적이 없다. 최근 2007 개정 교육과정에서야 기술 교과에 “기술과 발명”이라는 단원이 신설되면서 전문계 교육과정에 이러한 내용이 강조되고 있다. 그리고 2009 개정 교육과정의 핵심 주제인 융합인재교육(STEAM)의 강조로 과학-기술-공학 등의 융합을 통한 실례로 발명을 다루

고 있으나, 과학교육에서는 발명·특허교육에 대한 관심이 상대적으로 적었던 것이 사실이다.

그러나 과학교육과 발명·특허교육의 관계는 매우 밀접하며 과학기술을 강조하는 여러 나라들의 과학 교육과정에서도 잘 드러난다. 그림 3-1에 나타난 것처럼 싱가포르의 경우, 초·중등 교육과정에서의 인재상을 자기주도적 학습자, 적극적 봉사자, 사려깊은 시민, 자신감있는 개인으로 설정하고 있다. 이를 달성하기 위한 역량으로 3가지 층위로 구분해 배려, 책임감, 통합, 배려, 조화 등의 기초 가치, 자기 조절과 통제, 관계 형성 등의 사회적이고 정서적인 역량, 비판적·발명적 사고를 강조한 새로운 시대의 역량을 강조하고 있다(Ministry of Education, 2012, 2014).

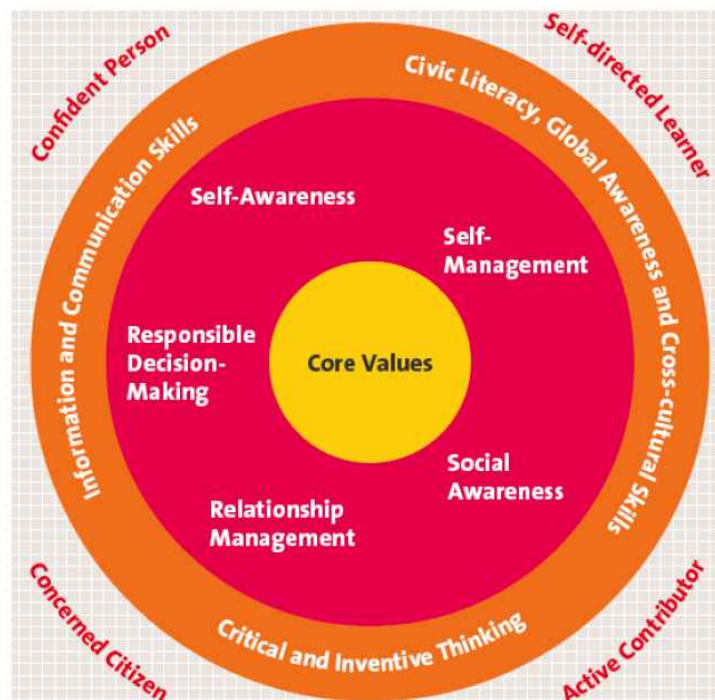


그림 3-1. 싱가포르 교육과정의 핵심 목표와 역량

싱가포르의 교육과정에서 나타나는 비판적·발명적 사고는 단순히 총론의 수준에서 그치지 않으며, 실제 과학 개념 또는 현상을 다룰 때 발명과 관련된 이야기나 과정 등을 다루도록 제시하고 있다. 그림 3-2를 살펴보면 생물학에서의 계(System)를 다루면서 세포를 예로 들고 있는데, 현미경을 통한 세포의 발견에 기

여한 안톤 레이우엔후크와 로버트 후크를 알 수 있다고 명시적으로 제시하고 있다. 관련되는 과학기술과 관련된 역사적 사실 등을 제시함으로써 이를 이해하도록 하고 있다.

 About Systems: A system is a whole consisting of parts that work together to perform a function(s). There are systems in nature as well as man-made systems. Examples of systems in nature are the digestive and respiratory systems. Examples of man-made systems are electrical systems. Understanding these systems allows Man to understand how they operate and how parts influence and interact with one another to perform a function. Note: * Lower Block ** Upper Block	Essential Takeaways: • A system is made of different parts. Each part has its own unique function. • Different parts/systems interact to perform function(s). Key Inquiry Questions: • What is a system? • How do parts/systems interact to perform function(s)?
Introducing the theme Systems:  The Cell Story: Students can find out more about scientists such as Anton Leewenhoek, Robert Hooke who have contributed to the discovery and study of cells.  Frightening Lightning: Using the story of how Benjamin Franklin invented the lightning rod, students can appreciate how Man comes to understand the world around him and protect themselves against lightning.	

발명의 역사와 스토리, 관련 개념 소개

그림 3-2. 싱가포르 초등학교 과학 교육과정에서 제시된 발명·특허교육의 예시

핀란드의 경우에는 과학의 본성(Nature of Science)이 가지는 여러 측면 중 하나로 창의성과 발명적 특성을 강조하고 있다. 물리의 경우, 물리 학습의 목적은 물리의응용 사례를 익히고 물리를 통한 제품 생산에서의 윤리적, 관리적 측면을 숙지하며, 기술적 응용의 효과를 이해하는 것으로 제시되어 있다(Finnish National Board of Education, 2003). 이 중 제품 생산에서의 윤리적, 관리적 측면은 과학 윤리로 볼 수도 있고 동시에 지식 재산에 관한 문제로도 해석될 수 있다. 또한 기술적 응용의 효과는 지식 재산의 중요성과 그 파급효과를 가르치는 것으로 볼 수 있다. 생물에서는 학습의 목적을 인간과 관련된 다양한 문제들에서의 생명공학의 중요성을 인식하는 것이며, 생명공학, 유전공학, 의학 등 다양한 응용 분야의 이해로 두고 있다. 이 중 복제약과 관련된 특허의 문제는 인간과 관련된 중요한 문제로 볼 수 있고 의학에서의 임상 실험이나 관련 특허의 문제들

은 생명공학의 응용과도 깊이 관련되어 있다. 특히 의무 교과 중 하나인 생명공학(Biotechnology)에서는 응용 사례를 익히고, 관련 기술의 문제점 등을 살펴 보는 것들이 포함되어 있다. 주요 꼭지(Core Contents)를 살펴보면 유전 공학에서의 윤리와 적법성(legislation)이 제시되어 있는데 이는 기술 응용에 관한 윤리적 문제 외에도 개발, 제조, 이용 등에 대한 적법성을 포괄하며, 이는 생명공학에서의 특허 문제도 포함된다고 볼 수 있다. 과학 교과는 아니지만 사회 과학에서도 발명·특허교육과 연계해 기업가 정신(Entrepreneurship)을 함양하는 것을 학습 목표로 제시하고 있으며 별도의 교과 간 주제(cross-curricular theme)으로도 제시되고 있다. 직업계 중등학교의 교육과정에서는 이를 매우 중요하게 다루고 있는데 학습 성과를 1~6으로 구분하고, 최고 수준인 Level 6의 하나로 기업가 정신의 함양을 제시하고 있다(Finnish Ministry of Education, 2009). 나아가 교육과정 전체의 목표로 제시된 요소(Component)로 책무성(Responsibility), 경영(Management), 기업가정신(Entrepreneurship)이 포함되어 있다.

캐나다의 경우, 퀘벡주와 온타리오주의 교육과정에서는 발명과 과학의 관계의 중요성을 서술하고 있으며, 호주 역시 과학의 본성의 측면에서 과학과 기술(발명)의 관계의 중요성을 진술하고 있다. 가까운 나라인 일본은 이를 명시적으로 발명·특허교육을 다루고 있지는 않으나 과학의 본성과 관련된 측면에서 이를 다룰 여지를 두고 있다. 일본의 문부성에서는 중학교 과학 교육과정의 목표로 기초적인 과학 개념과 원리의 이해, 그리고 탐구 능력 향상을 강조하고 있다. 이와 함께 과학의 본성을 이해하는 것을 주요 목표로 제시하고 있다. 직접적인 발명·특허교육에 대한 명시적 구절은 없으나 지식 재산의 문제는 결국 과학과 기술의 상호 연관성 측면에서 이해될 수 있다. 새롭게 제안된 과학적 이론이나 내용은 기술(특허)을 통해 실천되지만, 역으로 실천된 기술이 과학을 제한하거나 영향을 주기도 한다는 점에서 과학의 본성과 연결된다고 해석할 수 있을 것이다.

이와 같이 발명·특허교육이 오늘날 사회에 미치는 영향과 과학교육에서 차지하는 중요성에도 불구하고 우리나라의 과학교육에서 발명·특허교육을 어떻게 바라보고 접근해야 하는지 충분한 논의가 이루어지지 않았다. 국내에서 이뤄지고 있는 발명·특허교육의 대부분은 기술, 공업, 실과 등 과학교육이 아닌 분야에서 주로 이뤄져 왔으며 이는 국외의 과학교육 연구에서 유사하게 나타난다. 이에 점차 강조되는 발명·특허교육을 과학교육에서는 어떻게 바라보아야 하며, 이를 과

학교교육에 어떻게 접목시킬 수 있는지 구체적으로 논의할 필요가 있다. 발명·특허교육이 어떠한 과학교육적 효과가 있는지, 발명·특허교육에 미치는 심리적, 환경적 요인은 무엇이 있는지, 나아가 발명·특허교육을 포함한 과학교육의 모습은 어떠해야 하는지 정리할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 국내외 과학교육 연구에서 나타나는 발명·특허교육의 형태와 결과를 분석함으로써 이러한 점들에 대해 시사점을 제공하고자 한다. 즉, 본 장에서의 주요 질문은 다음과 같다. 첫째, 과학교육의 교수학습 주체는 발명·특허교육에 대해 어떻게 인식하고 있는가? 둘째, 발명·특허교육을 통해 얻을 수 있는 교육적 효과와 영향을 미치는 요인은 무엇이 있는가? 셋째, 과학교육에서 발명·특허교육을 적용하기 위한 방법이나 전략은 무엇이 있는가?

나. 연구 설계 및 방법

본 연구에서는 발명·특허교육에 대한 과학교육적 시사점을 찾기 위해 2014년 현재까지 수행된 발명·특허교육 연구 논문을 분석 대상으로 선정하였다. 특히, 과학교육적 시사점을 도출하기 위해 과학교육 분야의 학술지에 게재된 논문이거나 과학교육과 관련된 내용을 포함한 논문으로 한정하였다.

연구 논문에 대한 검색은 국내의 경우, 한국연구재단에서 인증하는 등재지 및 후보지를 대상으로 하였으며, 한국교육학술정보원이 제공하는 데이터베이스(RISS)를 활용해 ‘발명’, ‘특허’, ‘지식 재산’을 키워드 또는 제목으로 포함하는 논문을 검색하였다. 그 결과 약 400 여건의 논문이 추출되었으며, 이에 대한 초록을 검토함으로써 과학교육과 관련된 연구 논문만을 재분류하였다. 이에 총 30건의 국내 논문이 도출되었다. 국외 학술지의 경우, SCI, SSCI, SCIE, A&HCI의 지수를 관리하는 Thomson Reuters의 SSCI용 데이터베이스인 Web of Knowledge(WoK)를 활용하였다. WoK에서 invent, patent, intellectual property 등을 포함하면서 교육 분야로 분류되어 있는 SSCI급 국제 학술지를 분석 대상으로 선정하였다. 최종적으로는 19건의 논문이 과학교육에서의 발명·특허교육을 다루고 있는 논문으로 파악되었다. 이와 같이 추출된 49건의 연구 논문을 최종 분석 대상으로 선정하였다.

발명·특허교육에 대한 연구 논문의 문헌 조사의 방법으로는 내용 분석을 위주

로 실시하였다(Titscher et al., 2000). 기초적인 범주로는 저자, 발행연도, 학술지명(권, 호 포함), 연구 방법, 연구 대상, 발명에 대한 정의, 연구의 종류 등으로 구분하였다(Wu & Tsai, 2007).

표 3-1. 발명·특허교육과 관련된 연구 논문의 연도별 빈도

구분	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010~현재
국내	0	0	1	0	3	5	21
국외	1	0	0	2	2	3	11

문헌 조사에 대한 연구 결과를 개괄하면 총 49건의 논문은 1980년대 이후 출간되었으며 표 3-1과 같이 2010년 들어 그 숫자가 증가하고 있다. 1980년대부터 발명공학교실 등이 시작되었음에도 불구하고 1990년대까지는 거의 연구되지 않다가 2000년 이후 본격적으로 연구되기 시작하였고, 2010년 이후의 논문 출판 건수가 전체의 65.2%(32건)에 이르고 있다. 즉, 최근에 발명·특허교육에 대한 관심이 과학교육에서 증가함을 알 수 있다. 논문이 출판된 학술지를 중심으로 살펴보면 과학교육만을 다루는 학술지에 출판된 논문이 15건, 그 외의 학술분야에 출판된 논문이 34건이었다(표 3-2 참조). 발명·특허교육과 관련된 연구 논문이 가장 많이 수록된 학술지순으로 살펴보면 한국실과교육학회지가 9건으로 가장 많고 그 다음이 국제학술지인 Instructional Science(7건)으로 나타난다. 기술과 실과교육 학술지를 합치면 총 16건으로 전체의 32.7%를 차지한다. 이는 발명·특허교육과 관련된 연구가 기술, 실과영역의 연구자들을 중심으로 수행되어 왔음을 보여주는 예이다. 예를 들면 기술영역에서는 중등 과학·기술 교사의 발명에 대한 이미지를 조사하였는데 발명에 대한 이미지는 가치있고 신선한 것으로 기술 교사가 과학 교사보다 긍정적이나(조재주와 최유현, 2009), 발명의 중요성에 대해서는 공감하지만 기술에 보다 적합하다고 인식하는 경향이 있음을 보고하고 있다(진익남과 김용익, 2011). 이처럼 과학 이외의 분야에서 과학교사의 발명에 대한 인식이나 교육과정에 포함된 발명의 내용 등을 선제적으로 분석하고 있음을 알 수 있다.

표 3-2. 발명·특허교육 연구 논문이 수록된 학술지의 범주

구분	지역	빈도	학술지명(괄호 안 빈도)
과학교육 학술지	국내	5	- 과학영재교육(2) - 초등과학교육(2) - 한국지구과학교육학회지(1)
	국외	10	- Research in Science Education(2) - Science Education(2) - Science & Education(2) - Journal of Research in Science Teaching(1) - Journal of Science Education and Technology(1) - Journal of Learning Science(1) - Physical Review Special Topic - Physics Education Research(1)
비과학교 육 학술지	국내	25	- 한국실과교육학회지(9) - 한국기술교육학회지(3) - 실과교육연구(3) - 영재교육연구(2) - 창의력교육연구(2) - 유아교육연구(1) - 교양교육연구(1) - 교육과학연구(1) - 직업교육연구(1) - 역사와 역사교육(1) - 자연과학(1)
	국외	9	- Instructional Science(7) - Computer-Supportive Collaborative Learning(1) - International Journal of Educational Development(1)

연구 논문에서 다룬 대상을 학교급에 따라 분류하여 합산하였다. 그 결과, 초등학교 이전의 유아가 총 37명, 초등학생이 1,020명, 중학생 212명, 고등학생 1,194명, 대학생 또는 성인이 247명, 교사가 369명으로 나타났다. 국내의 발명·특허교육 프로그램이 주로 초등학생과 중학생에 집중되어 있음에도 불구하고 고등

학생이 1,194명으로 가장 많았던 점은 국외 연구에서는 주로 고등학생을 대상으로 한 연구에 집중되었기 때문이다. 국외 연구가 1,093명, 국내 연구가 101명으로 극명한 차이를 보이고 있다. 반면, 국내 연구에서는 초등학생 651명, 국외 연구가 369명의 초등학생을 대상으로 연구함으로써 차이를 보이고 있다.

다. 과학교육에서의 발명에 대한 인식

과학교육에서 수행된 발명·특허교육은 대체로 발명 및 발명 인재에 대한 정의를 명시적으로 제시하지 않고 수행되고 있다. 다만 일부 국내 연구는 발명을 다음과 같이 정의하고 있다.

“과학기술의 원리와 지식에 근거하여 만들어 낸 새롭고 가치 있는 물건이나 방법으로서, 수준이 높아 사회적으로 영향을 미치며 경제적 상품성이 있는 것(서혜애, 2002)“

이같은 정의에 따르면 발명은 과학기술을 통해 사회적 경제적 가치를 창출하는 행위로 볼 수 있다(김희필, 2012; Heller, 2002). 발명·특허교육이 추구하는 발명 인재 역시 명시적으로 정의하는 경우는 드물며 다만 과학교육을 넘어 포괄적으로 발명·특허교육 연구를 수행한 두 연구자의 연구 논문에서는 세 가지 능력을 제시하고 있다(서혜애, 2002; 최유현, 2008). 첫째, 과학 기술과 관련된 지적 능력으로 과학, 기술, 수학 등의 분야에서 평균 이상의 지적 능력을 갖추는 것을 말한다. 둘째, 과학 기술에 대한 창의성으로 문제발견력 및 문제해결력, 독창성, 유창성, 적용력 등의 창의적 요소를 의미한다. 셋째, 목표 지향성, 호기심, 지적 욕구 등의 과제집착력 또는 과제집중력을 말한다.

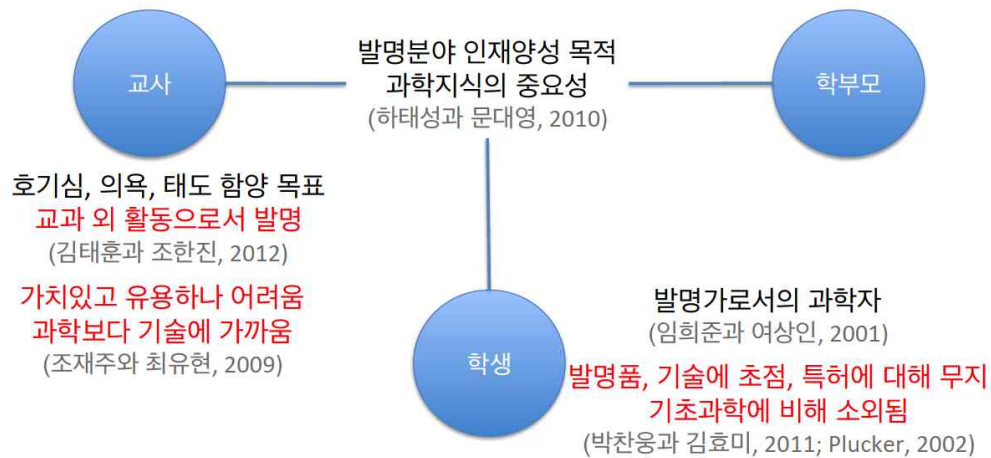


그림 3-3. 발명에 대한 교수학습 주체별 인식

과학교육에서의 발명에 대한 인식을 교수학습의 주체인 교사와 학생, 학부모로 나누어 조사하였다(그림 3-3 참조). 그 결과, 세 주체 모두 앞서 제시한 발명분야의 인재양성 목적에 대해 대체로 동의하였으며, 발명·특허교육에서 과학지식이 중요하다고 진술하였다(하태성과 문대영, 2010). 그러나 각 주체는 발명·특허교육의 활용과 이미지에 대해 차이를 보였다. 교사들의 경우, 발명·특허교육이 호기심이나 의욕, 태도를 고취하는 데에 도움이 된다고 응답하면서도 발명·특허교육을 교과 외 활동으로 인식하는 경향이 있었다(김태훈과 조한진, 2012). 또한 발명·특허교육이 가치있고 유용하지만 실제 수업하기에는 여러 어려움이 많고 까다롭다고 호소하였으며, 실제로 과학 교과보다는 기술 교과가 발명·특허교육에 적합하다고 인식하였다(조재주와 최유현, 2009).

반면 학생들은 과학자를 일종의 발명가로 인식하는 경향이 강했는데, 과학자에 대한 이미지를 조사한 연구에서 과학자가 하는 일로 발명이 47.3%를 차지하였고 직업으로서 발명가라고 응답한 경우가 28.6%로 가장 많은 응답을 차지하였다(임희준과 여상인, 2001). 과학교육에서 발명·특허교육이 직접적으로 다뤄지지 않음에도 불구하고 학생들은 발명과 같은 과학의 실천적 역할을 주요 활동으로 인식하고 있음을 의미한다. 이는 에디슨과 같은 발명가를 과학자로 종종 응답하는 것으로부터 유추할 수 있다. 그러나 실제 학생들은 과학 활동에서 발명과 관련된 이미지나 연상 작용, 응용에 대한 아이디어를 거의 떠올리지 않음을 알 수 있다. 박찬웅과 김효미(2011)가 학생들의 과학일기에 나타나는 주제 빈도를 분석한 결

과, 물리, 생물, 생활과학, 화학 등의 순으로 빈도를 차지하였으며 발명은 과학자와 함께 가장 적은 빈도수를 기록하였다. 또한 학생들은 발명에 대해 주로 산출물로 간주하는 한계를 보이고 있다. 발명에 해당하는 것으로 주로 발명품 또는 특정한 새로운 기술로 취급하며, 특허에 대해서는 선개념조차 가지지 않고 있었다. Plucker(2002)에 따르면 학생들은 발명에 대해 82%가 발명품을 떠올렸고, 산출물을 만드는 기술에만 초점을 두었다. 발명이 가지는 창의적 성격에 대해서는 거의 응답하지 않았고, 예술은 발명에 기여하는 바가 별로 없다고 인식하였다. 또한 특허 과정에 대해 응답조차 하지 않는 학생이 58%였으며, 응답한 경우에도 관련된 경험이나 지식이 거의 없는 것으로 나타났다. 이러한 상충되는 결과는 학생들이 발명·특허가 과학에 긴밀하게 연결된다고 하는 이미지를 가지면서도 실제 이와 관련된 활동이나 경험, 지식이 부족하기 때문에 나타난 것으로 추측할 수 있다.



그림 3-4. 교과서 및 교육과정을 중심으로 한 발명에 대한 교사와 학생의 인식 분석

이와 같은 교사와 학생의 발명에 대한 인식의 차이와 괴리는 교과서 및 교육과정에서 찾을 수 있다(그림 3-4 참조). 제7차 및 2007년 개정 교육과정에서의 과학 교과서를 분석한 결과, 발명·특허교육 요소들이 주로 발명품 위주로만 소개가 되어 있으며, 본문에 발명·특허교육을 제시한 사례가 거의 없고 발명·특허교육을

활용할만한 탐구 활동이 소개되고 있지 않았다(이철현, 2013). 따라서 교사들이 발명에 대해 중요하다고 인식하면서도 어려워하는 것은 이를 교육과정에 적용시켜서 실천할 방법이나 교육자료가 충분히 제공되지 않기 때문으로 추측된다. 또한 교육과정 및 교과서에서 제시된 발명·특허교육의 내용을 발명의 이해(발명의 역사, 발명의 특성), 발명적 사고(확산적 사고, 수렴적 사고, 문제해결력, 발명사고기법), 발명과 과학(과학적 지식, 발명품 제작), 발명과 기술(기술적 지식, 발명설계, 발명실습), 발명과 경영(발명마케팅) 등으로 구분해 살펴본 결과, 발명의 이해와 발명과 경영이 상대적으로 적은 비중을 차지하며 과학은 주로 발명실습과 과학적 지식이 위주이며, 사고기법이나 발명 이해, 역사는 적게 다루지는 것을 알 수 있었다(박수진과 김용익, 2006; 유영길, 2010).

교과	학년	차시	발명의 이해		발명과 사고				발명과 과학		발명과 기술			발명과 경영	합계
			발명의 역사	발명의 특성	확산적 사고	수렴적 사고	창의적 문제 해결	발명사고 기법	과학적 지식	발명품 제작	기술적 지식	발명설계	발명실습	발명마케팅	
과학	3	96	12	0	25	31	12	5	59	23	33	13	53	4	270
	4	96	1	1	32	38	10	6	72	8	41	7	52	4	272
	5	96	1	0	51	46	14	2	76	10	40	12	58	4	314
	6	96	3	0	44	44	10	1	75	18	43	6	51	4	299
	계	384	17	1	152	159	46	14	282	59	157	38	214	16	1155
실과	5	64	1	1	27	28	19	4	20	5	61	7	27	16	216
	6	64	2	2	21	22	10	6	9	1	66	11	30	7	187
	계	128	3	3	48	50	29	10	29	6	127	18	57	23	403
미술	3	64	2		14	10		7		3	4	10	12	2	64
	4	64	6	1	14	11		7		1	10	17	9	1	77
	5	64	6		18	15	5	9		2	7	15	11	1	89
	6	64	4		12	9	3	6	1	3	10	17	12	3	80
	계	256	18	1	58	45	8	29	1	9	31	59	44	7	310
합계		768	38	5	258	254	83	53	312	74	315	115	315	46	1868
			43		648				386		745			46	1868

그림 3-5. 초등학교 교과서에 제시된 발명·특허교육과 관련된 요소의 빈도

이는 학생들이 발명가로서의 과학자를 인식하면서도 발명을 발명품과 기술에만 초점을 두는 것과 연결시켜 이해할 수 있다. 교과서에 제시된 발명·특허의 내용이 주로 단편적인 발명품의 소개에 그치고 있어 발명과 관련된 창의적인 사고의 축진이 제대로 이루어지지 않기 때문에 이같은 인식을 가지게 된 것으로 추

측할 수 있다. 특히, Shiland(1998)는 미국국가과학교육기준(NSES: National Science Education Standards)가 이론의 발명에 대한 학생들의 능력을 과대평가하고 있으며, 이론의 발명을 위한 구체적인 교수·학습이 마련되어야 한다고 지적하였다.

이러한 발명에 관한 이중적인 인식을 개선하기 위해서는 과학교육에서의 발명·특허교육에 대한 재정의와 합의에 대한 논의가 필요하다. 새로운 제품을 고안하기 위한 공작과 설계에 초점을 두는 활동들은 이미 기술교과를 중심으로 오랫동안 이어져 온 것으로 과학교육에서 다루기에는 적절하지 않다. 발명·특허교육에 대한 의미를 발명품이나 기술에만 두지 말고, 발명에 필요한 새로운 아이디어를 창출, 추론하는 과정으로 확대한다면 이는 과학에서의 창의성 및 탐구적 기능과도 밀접하게 연결된다. 예를 들면, 발명을 위한 유창성이나 독창성은 창의성과도 직접 연결되며, 과학에서의 새로운 이론이나 설명 방법의 제안은 일종의 이론의 “발명”으로 볼 수도 있다. 뿐만 아니라 발명에서 나타나는 과학과 기술, 과학과 사회의 관계는 과학의 본성의 측면에서도 매우 중요하며 지식 재산과 관련된 윤리적, 법적 문제는 과학윤리학과도 귀결된다. 또한 소수의 발명인재 양성을 목적으로 한 발명·특허교육보다는 모두를 위한, 발명적 사고를 통한 과학적 소양의 함양으로 전환시킬 필요가 있다.

라. 발명·특허교육의 교육적 효과 및 관련 요인

문헌 연구를 통해 과학교육에서 제시된 발명·특허교육의 교육적 효과는 그림 3-6과 같이 크게 창의적 인성, 문제해결력, 태도, 흥미와 자신감, 과학의 본성의 다섯 가지로 구분할 수 있다.

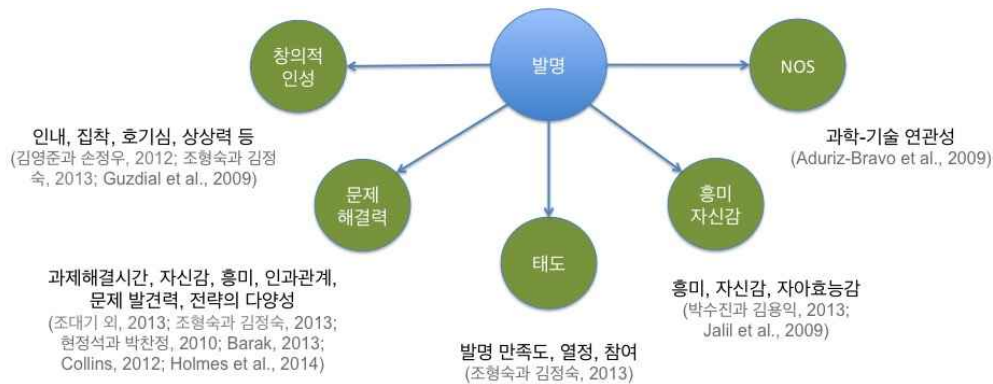


그림 3-6. 과학교육에서의 발명·특허교육이 가지는 교육적 효과

첫째, 창의적 인성의 측면에서는 인내심과 호기심, 상상력 등에 도움이 된다(김영준과 손정우, 2012; 조형숙과 김정숙, 2013; Guzdial et al., 2009). 김영준과 손정우(2012)는 김미숙 외(2004)에서 제시한 창의적 인성의 요소인 인내/집착, 자기확신, 유머, 호기심, 상상력, 개방성, 모험심, 독립심이 발명동아리의 학생들과 영재학생들이 어떤 차이가 있는지 살펴보았다. 그 결과, 발명활동 참여 전에는 전 영역에서 영재학생들이 우수한 것으로 나타났지만, 사후 검사에서는 발명동아리 학생들의 창의적 인성 점수가 영재학생과 유의미한 차이가 없었고, 사전에 비해 매우 두드러지게 향상되었음을 알 수 있었다. 조형숙과 김정숙(2013)의 연구에서도 마찬가지로 통제 집단에 비해 발명교육에 참여한 실험 집단이 창의성 검사(TTCT: Torrance Tests of Creative Thinking)에서 모두 유의미하게 높다고 나타났다. Guzdial et al.(2009) 역시 웹페이지를 활용한 공동 협력 프로그램이 창의성에 도움이 되는 것으로 조사되었다.

둘째, 발명·특허교육이 과제해결시간, 자신감, 흥미, 인과관계의 이해, 문제발견력과 문제해결전략의 다양성 등 문제해결력의 향상에 도움이 되었다(조대기 외, 2013; 조형숙과 김정숙, 2013; 한정석과 박찬정, 2010; Barak, 2013; Collins, 2012; Holmes et al., 2014). 조대기 외(2013)는 정현철 외(2005)가 개발한 문제발견능력 검사를 활용해 창의적 문제발 및 문제해결학습이 문제발견능력에 어떠한 효과를 가져오는지 조사하였다. 그 결과, 문제발견능력이 사전에 비해 유의미하게 상승하였음을 알 수 있다. 따라서 문제발견능력 향상을 위해 과학 발명교육과 사사교육(R&E: Research & Education) 등을 통해 창의력 배양이 중요함을 강조하였다. 한정석과 박찬정(2010)은 발명·특허교육에서 활용되는 TRIZ 기법을 통해 학생들

의 문제해결력이 향상되는지 연구하였다. 연구 결과, TRIZ의 활용이 과제해결시간 단축을 가져오며 학생들의 자신감과 흥미를 고취시키며, 현상과 이론 사이의 인과관계를 이해하는 데에도 도움이 된다고 나타났다. Barak(2013) 역시 발명적 문제해결 전략이 학생들의 문제해결능력 향상에 도움이 된다고 보고하였다.

셋째, 발명·특허교육은 과학에 대한 태도의 향상에도 기여한다. 조형숙과 김정숙(2013)은 생활발명활동이 호기심, 자진성과 적극성, 솔직성, 객관성, 개방성, 비판성, 판단유보, 협동성, 끈기성의 태도 향상에 도움이 되었으며, 생활발명활동에 참여하지 않은 학생보다 더 긍정적인 결과를 나타냈다.

넷째, 발명·특허교육은 흥미와 자신감 등 정의적 영역에서의 효과도 기대할 수 있다. 박수진과 김용익(2013)은 오감체험 중심 발명교육 프로그램을 개발해 초등학교 고학년을 대상으로 교육을 실시한 뒤, 설문 조사를 실시하였다. 설문 결과, 참여한 학생들의 만족도는 매우 높았고, 발명에 대한 관심과 자신감도 높아진 것을 알 수 있었다. Jalil et al.(2009) 역시 자율적 발명활동이 일반 수업보다 학생들의 자아효능감 향상에 도움이 된다고 보고하였다. 즉, 발명·특허교육 프로그램을 통한 조작적 활동을 통해 학생들의 흥미가 증가되고, 산출물 제작 등의 성취를 통해 학생들의 만족감과 자신감이 향상됨을 추측할 수 있다.

다섯째, 발명·특허교육은 과학과 기술의 상호 연관성 및 과학의 사회문화적 관련성을 통해 과학의 본성에 대한 이해의 증진에도 도움이 된다. Aduriz-Bravo & Izquiero-Aymerich(2009)는 예비교사를 대상으로 발명 과제를 수행한 결과 관련 주제 학습 및 토론을 통해 과학의 본성이 학습됨을 보여주었다. 또한 발명을 통해 나타난 산출물이 과학의 발전에 영향을 주고, 과학의 발전이 기술(발명)에 영향을 끼치는 점은 과학과 기술의 상호연관성으로도 이해할 수 있다. 그리고 발명·특허에서의 지식 재산과 관련된 분쟁과 중요성은 과학의 재현가능성 및 정직성, 과학윤리와의 밀접하게 연결되어 있어 과학의 본성의 이해에도 영향을 줄 수 있다.

요컨대, 발명·특허교육이 과학교육이 가져다 주는 효과는 그동안 과학교육에서 강조해 오던 여러 가지 목표를 이미 함유하고 있다. 창의적 인성의 발달은 과학적 창의성, 과학적 태도, 과학에 대한 태도와 밀접하게 연결되며(조현국, 2012), 문제발견 및 문제해결 능력은 탐구에서의 문제인식 및 문제해결과 일치한다. 또한 아이디어를 생성하고 정교화하는 등의 발명적 사고 기법은 탐구에서 강조되

어 오던 수렴적·발산적 사고, 유비와 귀추, 은유 등 여러 가지 논리적 사고와도 유사하다. 이러한 점에 기초해 과학교육의 발명의 의미와 발명을 통한 과학교육의 교수·학습 목표를 설정하는 것이 중요하다.

마. 과학교육에서의 발명·특허교육 적용 방안

앞선 절에서 제시된 바와 같이 과학교육의 여러 요소들은 발명·특허교육과 여러 공통점과 유사성을 가지고 있으며, 과학교육이 달성하고자 하는 목표에 맞게 발명의 의미를 재정의해 과학교육을 위한 유용한 수단으로 활용할 필요가 있다. 이에 선행되어야 할 작업이 과학교육에서의 발명·특허인재에 대한 개념적 정의와 이를 위한 역량을 정의하는 일이다. 선행 연구에서 교과서 및 교육과정에 나타난 과학자 또는 발명가의 역량을 크게 인지적, 정의적, 심동적 영역으로 범주화할 수 있다(정진현, 2010; 채동현과 김은정, 2014; 최유현, 2008). 인지적 영역으로는 과학·기술과 관련된 개념적 이해, 발명적 사고, 문제발견 및 해결력이 해당하며, 정의적 영역으로는 발명적(창의적) 태도와 발명적 성향(과학적 태도), 심동적 영역으로는 공간 지각 능력과 실기적 조작 능력이 요구된다. 이 외에도 권성호 외(2010), 문대영(2012)은 미래사회에 필요한 인재를 융복합 지식인, 자율학습자, 글로벌 과학리더로 지칭하고 이에 따른 역량으로 성취지향, 대인지향, 전문성, 창의성의 4가지 주요 역량이 발명과 관련된 역량으로 필요하다고 주장하였다. 특히, 권성호 외(2010)는 서울 지역 내 대학에서의 특허교육 프로그램을 세부적으로 다루었으며 발명·특허교육의 각 주체가 선발, 운영, 평가, 관리 등 일체의 자율적 권한이 부여되어야 함을 주장하였다.

그러나 발명·특허교육이 요구하는 역량이나 지적 능력 등이 충분히 정의되지 않았으며 이를 보다 명확하게 제시하여야 학습 목표와 성취 수준 등을 논의할 수 있다. 이러한 점들은 이미 김근성(1992)과 김희필(2012)의 연구에서도 지적하였으며 교과서에 지식재산 교육이 포함되어야 하며 이를 위한 교사 연수를 실시할 것을 주장하였다. 무엇보다도 이러한 발명·특허인재의 교육목표와 역량 등이 과학교육 내에서 시도된 것이 아니기 때문에 과학교육 공동체 내부에서 보다 진지하고 심도있는 논의가 이루어져야 한다.

표 3-3. 발명교육 내용요소의 분석 준거

대영역	발명의 이해	발명과 사고	발명 체험	발명과 특허
하위영역	발명의 역사	확산적 사고기법	발명 설계	지식재산권의 이해
	발명의 의미	수렴적 사고기법	발명품 제작	지식재산권의 종류
	발명의 중요성	발명 원리와 기법		특허 정보 검색
				특허 출원 절차

그렇다면 발명·특허교육을 위한 교육과정과 교과서는 어떻게 구성되어야 하는가? 현재까지의 연구를 살펴보면 발명·특허와 관련된 내용이 매우 적고 일부 분야에 편중되어 있음을 알 수 있다. 이철현(2013)은 표 3-3과 같이 발명교육 내용요소의 준거를 발명의 이해, 발명과 사고, 발명 체험, 발명과 특허로 구분하고 2007 개정 교육과정에 해당하는 초등학교 4~6학년의 과학, 실과, 미술, 사회의 교과서를 분석하였다. 표 3-4에 제시된 것처럼 6학년에 발명 관련 내용이 가장 많이 포함되어 있으며, 이어 4학년, 5학년 순으로 나타났다. 발명 관련 요소를 중심으로 살펴보면 주로 발명품 및 발명 관련 인물에 대한 정보가 가장 많은 반면, 발명교육 내용요소와 직업에 대한 소개는 매우 적었다. 따라서 교육과정 및 교과서에 발명에 관한 내용요소가 골고루 분포함으로써 발명에 대한 인식과 발명을 통한 과학적 사고의 접근에 도달할 수 있도록 해야 하며, 이를 통해 교사들이 쉽게 실행할 수 있도록 도와야 한다.

표 3-4. 4, 5, 6 학년 과학 교과서의 발명 관련 내용 양적 분석

발명 관련 내용	4학년		5학년		6학년		평균
	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
발명교육내용 요소	3 (15.8)	2 (15.4)	3 (16.7)	4 (40.0)	2 (8.7)	1 (6.2)	2.50 (13.5)
발명품	16 (84.2)	10 (76.9)	12 (66.6)	4 (40.0)	13 (56.5)	11 (68.8)	11.00 (59.5)
발명 관련 인물	0 (0)	0 (0)	3 (16.7)	1 (10.0)	8 (34.8)	4 (25)	2.67 (21.6)
발명 관련 직업	0 (0)	1 (7.7)	0 (0)	1 (10.0)	0 (0)	0 (0)	0.33 (5.4)
소계	19 (100)	13 (100)	18 (100)	10 (100)	23 (100)	16 (100)	16.5 (100)
계	32(100)		28(100)		39(100)		33(100)

서혜애와 이은아(2003)의 연구에서도 유사한 결과가 나타났다. 학생들의 만족도와 의지는 매우 높았지만, 초등발명공작교실에 참여하는 교사들의 응답 분석 결과, 중소도시를 중심으로 교육과정이 제대로 정립되지 않았으며, 수업을 위한 적절한 교구 부족이 어려움으로 나타났다. 이러한 어려움에 대해 대도시의 경우에는 수업교재의 자체제작과 학교 및 교육청의 행·재정적 지원을 통해 극복하는 반면, 중소도시에는 재정적 지원 부족과 전문성을 갖춘 인력 부족으로 인해 어려움이 심화되는 것으로 나타났다. 교사의 수업 만족도 역시 대도시의 교사가 중소도시에 비해 높은 것으로 나타났다. 실제 실행되는 활동의 측면에서도 아이디어를 창출하는 활동이 대도시에는 많은 반면, 중소도시에서는 기초공작 활동이 많아 지역별 광역권을 마련해 관련 교사의 연수가 필요함을 알 수 있었다.

뿐만 아니라 발명과 관련된 충분한 진로교육도 함께 이뤄질 필요가 있다(권기홍, 2002). 과학교육에서 발명적 사고의 촉진에 그치지 않고, 과학기술을 통한 진로의 개발과 안내를 통해 과학기술로의 진학과 인재 양성에 기여할 수 있을 것이다.

발명·특허교육과 관련된 교육과정 및 교과서의 개편 외에도 구체적인 교수 학습 방안이 마련되어야 한다. 선행 연구를 통해 나타난 교수 학습 방법을 살펴보면 사사교육(R&E), TRIZ와 같은 발명 기법의 수업 적용, 웹페이지를 활용한 공

동 협력 방식 제공, 성취도에 따른 이질적 모듈 구성, 과학자적 발명 과정에 대한 재연 등이 제시되었다(권기홍, 2002; 장세옥, 2008; 조대기 외, 2013; Böttcher & Meisert, 2013; Guzdial et al., 2009; Loibl & Rummel, 2014; Weidman et al., 2012). 특히, 문제해결 과정에서 학생들에게 직접 전략이나 해답을 알려주기 보다는 학생이 중심이 되어 교사가 적절한 안내를 하는 것이 학습효과가 더 큼을 알 수 있다(Böttcher & Meisert, 2013; Loibl & Rummel, 2014). 또한 학생이 문제해결 과정에서 정답에 이르지 못하더라도 실패 과정을 통해 발명적 사고의 증진이 이루어짐을 알 수 있다(Collins, 2012). 또한 과학자의 발견 과정을 역사적 상황에서 고찰하고, 과학자의 일생과 내면적 상황을 고려한 접근을 통해 재연을 통한 학습의 효과를 제안하였다(장세옥, 2008). 이러한 점들을 고려해 볼 때, 발명·특허 교육을 위해서는 적절한 안내가 포함된 전략이 마련되어야 하며, 기초적 조작 활동보다는 탐구와 아이디어 창출, 사고의 과정이 포함된 보다 고차원적인 학습 프로그램이 개발되어야 한다.

교수학습 자료의 개발과 함께 이뤄져야 하는 것은 담당 교사를 위한 연수와 이를 통한 전문성 강화이다(김태훈과 조한진, 2012; 서혜애와 이은아, 2003; 진의남과 김용익, 2011). 교사들의 발명에 대한 필요성에 대한 인식, 그리고 만족도는 연수 경험에 비례함을 알 수 있다. 즉, 발명·특허와 관련된 교원 연수를 통해 교사의 만족도와 인식을 제고할 수 있다. 교사들이 요구하는 연수로는 TRIZ, SCAMPER와 같은 발명 교수학습 전략과 아이디어 발상, 특허 검색과 출원, 발명 사고법 등 다양하게 나타났으며 무엇보다도 발명에 대한 주제를 설정하는 것을 제일 어려워해 발명 교수학습을 전개할 수 있는 방법에 대한 요구가 가장 높았다. 그러나 교사들의 연수에 대한 요구는 다소 편차가 있어 지역별 교사의 요구도를 파악해 지역에 맞는 맞춤형 연수가 이루어져야 한다.

바. 요약 및 제언

발명·특허교육은 과학보다는 기술이나 공학 교과와 관련되는 것으로 인식되어 왔으나, 최근 들어 융합인재교육과 STEM 등 교과 간 통합과 실천적 지식의 중요성이 강조되면서 발명·특허교육이 주목 받기 시작하였다. 발명·특허교육을 위해서는 과학과 기술과 관련된 지식과 이해가 필수적이므로 과학교육과는 필연적

으로 연계되며, 발명이 가지는 수렴적, 발산적 사고와 유창성, 독창성 등의 창의성, 문제해결을 위한 인내와 집착 등의 과제 집착력은 과학 탐구에서도 요구되는 능력들이다. 이에 오늘날 보고된 연구들을 살펴보더라도 과학교사와 학생, 학부모 모두 발명·특허교육이 호기심과 태도, 흥미와 자신감 등 다양한 측면에 있어서 도움이 되며 중요한 요소로 인식되고 있음을 알 수 있다. 그러나 발명에 대한 중요성에 대한 인식에도 불구하고 교사들은 여전히 발명·특허를 어렵고 까다로워 정규 교육과정에 편성하는 것에 대해 거리감을 나타내며, 학생들 역시 발명가로서의 과학자를 인식하면서도 발명을 주로 발명품에 국한해 생각하였다. 이러한 발명에 대한 이중적 인식은 주로 발명에 대한 의미를 매우 협의의 것으로 간주하면서 나타나는 것으로, 과학교육의 여러 요소가 발명·특허교육과 밀접하게 연결됨을 설명할 필요가 있다. 예를 들면, 갈릴레오의 망원경의 발명을 통해 목성과 달의 표면을 관찰하고 이를 통해 달의 표면이 울퉁불퉁하며, 목성의 위성의 공전으로 태양중심설을 제안하는 등 과학적 발견에 큰 기여를 할 수 있었다. 19세기 다윈은 윌러스와 함께 자연선택설을 제안하였으나, 다윈의 <종의 기원>의 출판이 다소 일러 그를 진화론의 시초로 여기게 되었으며, DNA의 구조 역시 나선 구조에 대한 핵심은 Rosalind Franklin이 먼저 가지고 있었지만 이를 정교화해 발표한 것은 왓슨과 크릭으로 결국 노벨생리학상의 수상은 이 두 사람에게 이루어졌다. 이 외에도 미적분의 발견이 누가 먼저 이루어졌느냐에 대한 뉴턴과 라이프니츠의 논쟁도 오랫동안 지속되었다. 과학에서의 이러한 이론의 제안과 현상의 명명에 대한 사례는 과학에서도 지식 재산이 매우 중요하며, 발명품 외에도 과학적 이론이나 아이디어 역시도 하나의 발명 과정과도 유사한 점이 많음을 보여준다. 따라서 과학의 역사적 발견 과정을 지식재산의 관점에서 조명하고, 과학의 본성의 측면에서 과학과 기술의 관계, 과학 윤리를 설명함으로써 올바른 과학적 태도의 함양에 도움을 줄 수 있다.

또한 발명·특허교육은 여러 가지 측면에서 과학교육에 도움이 된다. 창의적 인식의 함양과 문제해결력, 태도, 흥미와 자신감, 과학의 본성에 대한 이해 증진 등 다양한 측면에서의 효과를 가지고 있다. 이는 과학교육에서 오랫동안 강조해 온 과학적 창의성과 과학적 태도, 탐구 능력 등과 긴밀하게 연결되며 이러한 다양한 학습 목표를 달성할 수 있는 수단으로 발명·특허교육이 제안될 수 있다. 실험실 또는 제한된 상황에서만 이루어지는 실험과는 달리 발명·특허교육은 일상의 문

제를 다루고, 직접 적용될 수 있는 제품을 개발한다는 점에서 일상생활과 과학지식 간의 거리를 좁혀주며 인지적, 정의적, 심동적 영역의 종합적인 발달에도 도움이 된다.

이와 같은 발명·특허교육의 장점을 극대화하기 위해서는 과학교육에서 필요로 하는 발명·특허의 의미를 재정의하고 이에 따라 교육과정 및 교과서의 개선, 교수학습방법과 교사 연수 방안이 마련되어야 한다. 미래 사회의 가치와 변화를 고려할 때, 발명·특허교육은 융복합 지식인과 자율적인 학습자, 글로벌 과학리더를 양성하는 데에 기여해야 하며, 개인을 넘어선 집단적인 창의성과 역량이 강화될 수 있도록 해야 한다. 특히, Wenger(2006)가 제안한 실천 공동체의 관점에서 볼 때, 발명이라는 실천적 행위는 한 개인에 의한 것만이 아니라 공동체의 의미 형성과 관여, 조정, 상상 등을 거쳐 이뤄진 집단의 객체이다. 따라서 개인별 발명적 사고나 능력을 함양하는 데 그치지 않고 의사소통과 상호작용을 통한 모둠 또는 학급에서의 성과를 향상시키고 평가하는 데에 관심을 기울여야 한다. 발명·특허교육을 실천하기 위한 교육과정이 함께 마련되어야 하며, 단지 발명품이나 인물에만 초점을 두지 말고 발명의 의미와 역사, 발명과 관련된 기술, 경영, 특허 등 다양한 내용이 골고루 다뤄질 수 있어야 하며, 특히 교육과정이나 교과서에서 정규 과학교실에 실행 가능한 형태로 제공되어야 실제 효과를 거둘 수 있다. 또한 현대 사회에서의 발명을 통한 진로개발과 탐색의 안내를 통해 진로교육이 함께 이뤄져야 이공계의 진학 인력을 확보하는 데에도 도움을 줄 수 있을 것이다. 나아가 이를 바탕으로 교수학습 전략과 연수가 마련되어야 하는데, 발명적 과제에 대한 학습자의 자율적 탐색과 온라인을 통한 협동학습 등 교사가 주도하는 것이 아닌, 학생이 주도하면서 교사가 적절한 안내자가 되는 수업 전략이 필수적이다. 또한 적절한 발명 주제를 제안하고 이끌 수 있는 전개 방법과 구체적인 발명사고기법, 교수학습자료가 교사에게 제공되고 이같은 전문성을 강화할 수 있는 연수가 마련되어야 한다. 뿐만 아니라, 지역별, 경력별로 교사들의 요구 사항이 다르므로 각 교사에게 적절한 기회와 도움을 제공할 수 있는 맞춤형 연수 프로그램이 마련되어야 한다.



그림 3-7. 고등학교 물리 교과서에 제시된 발명품의 예시

이러한 제안을 바탕으로 발명·특허교육을 통한 과학교육의 가능성을 제안하고자 한다. 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 물리I 교과서(천재교육)을 살펴보면 시간의 측정과 표준을 다루고 있다. 이는 아인슈타인의 특수상대성이론으로 이어지며 교과서에서는 다양한 종류의 시계가 예로 제시되어 있다(그림 3-7 참조). 앙부일구와 혼천의 등 다양한 시계의 역사적 변천을 통해 시간의 측정을 설명하고 있다. 시계라는 발명품을 중심으로 발명의 역사와 함께 다양한 과학교육적 활동이 가능하다. 우선 시계의 발명의 역사에 대해 탐구하면서 기술(발명)이 과학에 미치는 영향을 이해할 수 있으며, 시간을 측정하기 위한 과학자들의 노력을 살펴봄으로써 시간에 대한 개념을 이해하는 데에 도움을 줄 수 있다. 나아가 특허청에서 근무했던 아인슈타인이 시계와 관련된 업무를 수행하면서 시간이란 절대적이고 독립적인 것이 아닌, 측정되는 것이라고 생각하면서 시공간의 얽힘과 시간의 흐름에 대한 상대적 변화를 제안할 수 있다는 점에서 발명의 중요성과 과학자의 발명 과정을 이해할 수 있게 된다. 나아가 시간을 정확하게 측정하기 위한 인간의 여러 가지 노력을 통해 학생들이 시간을 측정하는 새로운 방법을

제안하게 함으로써 보다 수준 높은 탐구, 발명이 이뤄질 수 있도록 할 수 있다.

미니 탐구

운동 기구와 충격 흡수

산악 자전거, 테니스 채, 골프 채에서 충격을 흡수하는 방법을 알아보자.



산악 자전거



테니스 채



골프 채

프레임

그립

샤프트

자전거에서 충격을 흡수하는 장치는 무엇인가?

테니스 채의 프레임과 골프 채의 샤프트는 탄소 섬유로 되어 있다. 탄소 섬유를 사용하면 좋은 점이 무엇인가?

현재 사용하는 스포츠 용품들의 재질을 조사해 보고, 그 이유가 무엇인지 알아보자.

그림 3-8. 고등학교 물리 교과서에 제시된 운동량과 충격량 관련 제품의 예시

이 외에도 물리에서의 운동량과 충격량도 다양한 발명·특허교육이 가능하다. 그림 3-8은 고등학교 물리 I 교과서에 제시된 탐구활동으로, 운동량과 관련된 여러 가지 도구들이 나타나 있다. 이러한 도구의 활용을 통해 운동량과 충격량의 개념 학습이 가능하면서 동시에 충격을 흡수하기 위한 구조나 장치를 고안하는 발명 과제를 학생들에게 제시할 수 있다.

4. 과학교과에서의 발명·특허 교육의 정의

오늘날 과학기술의 발전과 빠른 사회의 전환은 새로운 능력을 가진 인력을 요구하고 있다. 특히, 사회경제적 가치가 중요시 되면서 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 능력이 필요하며, 이는 발명·특허교육을 통해 가능하다. 발명교육은 문학, 철학, 심리학, 법학, 경영학, 정치학, 물리학, 의학, 생물학, 화학, 기계공학, 건축학, 지리학, 체육학, 예술, 디자인학 등의 모든 분야가 총 망라되어 어떤 것을 창조하는 교육, 또는 자연 현상에 대한 기본적인 지식과 원리를 터득하고 창의적 문제해결 능력과 발명 능력을 향상시키기 위하여 학교의 정규교과를 통하여 발명과 이해, 발명과 사고, 발명과 과학, 발명과 기술, 발명과 특허, 발명과 경영 등의 탐구적, 체험적, 문제해결적인 교육으로 정의되고 있다(윤경국, 2002; 특허청, 2005). 즉, 여러 분야의 지식과 경험을 통합하여 새로운 가치와 아이디어, 제품을 창출하는 능력을 말하며 오늘날 과학교육에서 강조되고 있는 융합인재교육(STEAM)과도 부합한다.

이와 같은 융합인재교육에 대한 중요성은 세계 여러 나라에서도 강조되고 있는데, 최근 발표된 미국의 차세대과학교육기준(Next Generation Science Standards; NGSS)에서는 기술과 공학 분야의 내용 및 실천이 구체적으로 결합되어 나타나며, 싱가포르의 초·중등교육과정에서는 발명적 사고와 활동을 강조하며, 우리나라의 2009 개정 교육과정에서도 첨단과학기술이 강조된 융합인재교육이 강조되었다(Ministry of Education, 2013; Ministry of Education, Science and Technology(MEST), 2011; National Research Council, 2012). 뿐만 아니라 오늘날 새로운 아이디어와 창의성을 통한 제품이나 기술의 탄생에 주목하면서 기존의 이종(異種)간의 협력과 통합, 학제 간 연구의 활성화가 가속화되고 있다. 공학 분야를 중심으로 서로 다른 응용 학문과의 결합뿐만 아니라 심리학, 사회학, 예술 등의 인문·사회·예술과의 통합으로 확대되고 있다. 과학교육의 경우, 아이디어와 창의성, 예술적 감수성 등을 위해 일반인 및 영재를 위한 창의성 교육과 과학 내의 통합 교육, 예술과 과학의 통합 교육 등이 시도되어 왔다(Kim, 2012; Na & Kwon, 2014). 이는 결국 일상의 문제와 관련된 과학 지식을 이해하고 이에 대한 비판적 사고와 문제 해결 능력을 강조하므로, 과학적 소양과도 일맥상통한다(American Association for the Advancement of Science(AAAS), 1989, 1993;

Hodson, 2008). 여러 교과와 학문 간의 통합에 대한 흐름은 오늘날에 갑자기 이루어진 것이 아니다. 1970년대 이후, 과학 기술과 관련된 사회 문제로 인한 관심이 증대되면서 STS(Science-Technology-Society), 과학 관련 사회적 쟁점(socio-scientific issue)이 대두되었고, 이공계 기술 인력의 확보와 창의적 인재 양성을 목적으로 STEM(Science-Technology-Engineering-Mathematics) 및 예술(Art)을 포함한 STEAM, 대주제(big idea)를 중심으로 한 통합과학교육 등이 주목받고 있다(Ahn & Kwon, 2012; Bang et al., 2013; Solomon & Aikenhead, 1994; Son et al., 2001; Yakman, 2007; Zeidler et al., 2005).

특히 최근 일어나고 있는 각국의 과학교육 공식 문서에서는 통합과 관련된 기능이 강조되고 있다. 우리나라 2009 개정 교육과정에서는 실생활의 문제해결과 탐구 능력을 강조함으로써 융합인재교육(STEAM)이 표제어로 제시되었으며(MEST, 2011), 2015년에는 문·이과 통합 교육과정이 구성 중에 있다. 미국의 경우, 차세대과학교육기준(NGSS)에서 통합을 강조한 교차개념(cross-cutting concepts)이 핵심적인 구분 요소로 제시되었다(National Research Council, 2012). 뿐만 아니라 호주나 싱가포르 등의 국가에서도 미래 사회가 요구하는 핵심 역량(competencies)을 중심으로 교육과정을 재편하고 있다(CSCNEPA, 2007; New Zealand Ministry of Education, 2007; OECD, 2001).

이러한 융복합적 사고를 강조하는 교육은 발명·특허교육을 통해 국내외에서 다양하게 시도되고 있다. 우리나라의 경우, 1994년 발명진흥법에 의거 한국발명진흥회를 발족하여 다양한 발명교육사업을 실시하는 계기를 마련하였다. 특히, 특허청 내 창의발명교육과 신설하여 학생발명 정책 업무를 계획적으로 진행하고 있다(이병욱 외, 2012). 더불어 제2차 영재교육진흥종합계획 수립에 따른 발명영재교육의 인프라 구축과 교육 여건 성숙 및 수요 확대하였다. 이 외에도 영재교육으로 잘 알려진 이스라엘은 1979년 우수 인재와 최고 대학 교수진이 함께 연구할 수 있는 Talpiot 프로그램을 마련하였는데, 이는 글로벌 벤처기업을 육성하기 위한 핵심 기술인력 양성 프로젝트로서 운영되고 있다(이병욱 외, 2009; 안승찬, 2011). 또한 일본은 1998년 물건 만들기 기반기술진흥법 공포에 따라, 각 교과에서 프로젝트 과제를 통한 교육으로 실천적이고 실용적인 교육을 강조하고 있으며, 일본발명협회와 각 지자체가 연계하여 ‘소년소녀 발명클럽’ 지원, 직업 고등학교의 정규 교육 시간에 지식재산 교육 포함·운영하고 있다. 영국 역시 국

가수준 정규 교육과정의 필수 교과로서 ‘디자인과 기술’을 도입하고 1988년부터 적용하여 발명교육을 확대하고 있다. 그러나 이러한 발명·특허교육은 주로 영재나 우수 학생 등 소수의 학생을 위한 교과 외 프로그램으로서 주로 운영되고 있으며, 보통의 학생을 위한 과학교육의 일환으로 간주되지 않는다. 이에 발명교육의 일관된 정책 수립·시행 및 학교교육과정 내 체계적인 발명교육의 실시를 위해 발명교육의 개념을 재정립을 하고, 초·중·고 발명교육 목표 및 내용체계 구축이 필요하다 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 과학교육에서 달성되어야 할 발명·특허교육에 대한 개념적 정의와 함께, 교육과정을 통해 나타나는 발명·특허교육의 요소를 분석함으로써 과학교육 내에서 발명·특허교육이 어떠한 목적과 위상을 가지고 실행되어야 하는지 논의하고자 한다.

가. 과학교육에서 정의되는 발명·특허교육의 개념

사전적 의미의 발명이란 과학과 기술을 발전시키는 한 요소로서 발견과 함께 쓰이는 말이지만, 물질적 창조라는 점에서 인식과 관련되는 발견과는 구분되는 개념이다(두산백과사전, 2013). 발명에 대한 국내 여러 연구자의 정의를 살펴보면 다음과 같다. 특허법(2013)에 제시된 발명에 대한 정의를 살펴보면 발명이란 자연법칙을 이용한 기술적 사상의 창작으로서 고도한 것을 의미하며, 특허청, 발명교육협회(2001)은 발명이란 지금까지 없었던 어떤 물건을 새로 만들어 내거나 새로운 생각과 발상과 신기술로서 인간생활을 이롭게 하는 창작 기술로 정의하고 있다. 윤경국(2002)은 발명은 자신이 갖고 있는 능력을 만물에 응용하여 새로운 것을 찾아내고 만들어 내는 것으로, 김용익(2002)은 일정한 목적 달성을 위한 수단으로서 산업 발전에 효과적으로 이용 가능한 인간의 두뇌적 창작 활동의 결과물로, 최유현(2005)은 발명은 인류의 생활을 이롭게 하기 위하여 이전에 존재하지 않거나 새롭게 창조되거나 혁신된 제품, 시스템, 방법으로 정의하였다. 서혜애(2006)는 발명은 과학과 기술의 원리와 지식에 근거하여 만들어 낸 새롭고 가치 있는 물건이나 방법으로서, 수준이 높아 사회적으로 영향을 미치며 경제적 상품성이 있는 것으로 보고 있다. 이와 같은 발명 개념을 범주화하면 목적어, 자원, 방법, 조건으로 살펴볼 수 있다. 목적어는 발명의 활동적 측면에서 인지적 활동 및 실제적 활동으로 구분되며, 발명의 결과적 측면에서 인지적 결과 및 실제적

결과로 구분된다. 따라서 발명의 목적어는 과정적 측면과 결과적 측면의 조합으로 인지적 활동, 실제적 활동, 인지적 결과물, 실제적 결과물 등 총 4개로 구분된다(이윤조 외, 2013).

과학에서 바라보는 발명의 개념을 발명영재교육의 측면에서 살펴보면 다음과 같이 정리될 수 있다(서혜애 외, 2006). 영재는 주로 여러 영역 중 특정 영역에서 뛰어난 능력을 발휘하는 사람으로 정의된다(Amabile, 1983; Csikszentmihalyi, 1988; Gruber, 1988; Sternberg & Lubart, 1995). 이를 근거로 발명영재를 정의하면 발명 영역에서 탁월한 능력을 발휘하거나 발위할 수 있는 가능성을 가진 사람으로 정의할 수 있다. 보다 구체적으로는 발명과 관련된 수학, 과학, 기술에서의 지적 능력을 평균 이상 보유하고 있으며, 과학기술적 창의성을 가지고 있고, 과제집착력을 보이는 것을 말한다(김희필, 2012; 서혜애와 이은아, 2003; 최유현, 2008). Heller(2002)는 영재성을 '특정영역에서 뛰어난 능력을 발휘할 수 있는 잠재력'으로 간주하고, 다양한 개인적·사회적 요소들의 영향을 받으면서 해당 영역에서 잠재력이 발현되는 과정을 분석하였다. 그는 영재성 다차원 모형에 통해서, 창의성을 포함하는 잠재력 및 지적능력에 성취동기, 지식에 대한 욕구 등의 개인적 성향과 사회적 환경조건이 작용하여 과학, 언어, 음악 등 특정 영역에서의 영재성이 발현된다고 제안하였다. 이 영재성 다차원 모형에 의거하여 발명영재의 영재성을 분석하면, 과학적, 기술적 및 실천적 지적능력 요소에 개인적 성향과 사회적 환경이 작용하여 발명 영역의 영재성이 발현될 수 있음을 유추할 수 있다(그림 4-1 참조).

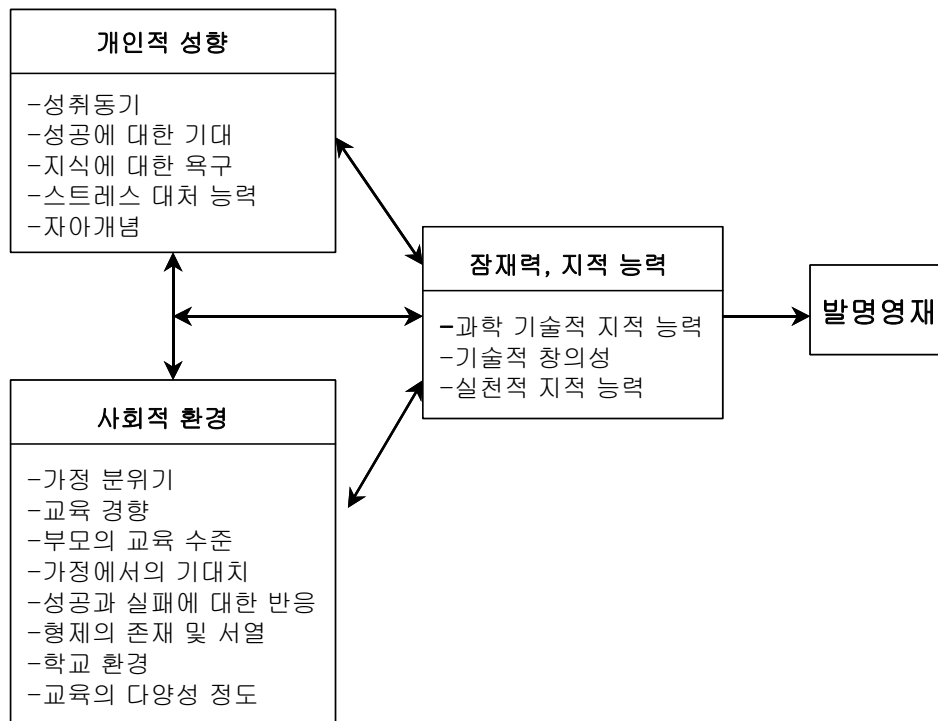


그림 4-1. 영재성의 다차원 모형에 의한 발명영재(이윤조 외, 2013)

영재성은 Renzulli의 세 고리 모형에 근거하여, 높은 수준의 지적능력, 과제집착력, 창의성의 세 가지 요소가 포함된다(Renzulli, 1977). 최근 연구동향에 따르면, 영재성의 가장 핵심적 요소는 창의성으로 제안되고 있다(Csikszentmihalyi & Wolfe, 2000; Sternberg & Lubart, 1999). 창의성에 대한 정의는 다양하다. Guilford, Newell 등은 창의성을 문제 해결력으로 정의하였다(Guilford, 1950; Newell, Shaw, & Simon, 1962). 이들의 견해는 여러 학자들의 연구로 이어졌는데, 창의성은 새롭고 문제 상황에 적절한 것을 만들어 낼 수 있는 능력(Sternberg, 1988), 주어진 문제나 감지된 문제로부터 통찰력을 동원하여 새롭고 신기하고 독창적이며 유용한 산출물을 만들어 내는 능력(Urban, 1995) 등으로 정의되었다. 여기에서 이들이 주장하는 것은, 창의성이 인지적 요소, 개인적 성향, 사회적 환경에 상호 복합적으로 작용하며, 문제 해결 능력에 영향을 미친다는 것이다. 따라서 창의성의 정의는 인지적 요소, 개인적 성향, 사회적 환경이 모두 복합적으로 작용하여 창의성이 발휘되는 문제해결 능력에 영향을 미친다는 통합적

접근이 가장 설득력을 가지고 있다(Sternberg & Lubart, 1999). 나아가 ‘사회·문화적 맥락에서 실현 가능하며, 독창적이며, 가치있는 산출물을 만들어 내는 문제 해결능력’으로 연결된다.

창의성이 문화적 맥락의 문제상황에서 실현 가능하며 가치 있다는 것은 어떤 특정 상황 또는 영역에서 영재성이 발현되는 범주를 규정짓는 것을 의미한다. 이와 같이 창의성에 관한 최근 연구들은 창의성을 특정 범주로 구분하는 영역 한정적 개념으로 간주하는 경향을 보인다. 영역 한정적 창의성은, 창의성을 개인적 차원에 국한하지 않고 사회적·문화적 맥락과의 상호작용의 결과로 나타나는 현상으로 보는 견해이다. 이는 한 영역에서 창의적인 사람은 다른 모든 영역에서도 창의적이어야 할 필요가 없다는 점을 의미한다. Gardner(1983)는 한 영역에서의 개인의 능력이 다른 영역에서의 능력을 증명해 줄 수 없다는 다중지능이론을 제안하였으며, 이 이론은 창의성의 영역 한정적 특징의 이론적 배경이 된다. 창의성의 영역 한정적 특성이 강조됨에 따라 특정 분야에서의 창의성을 보다 구체적이며 독립적으로 정의할 필요가 대두되었다. 즉, 발명영재를 정의함에 있어 발명에 관련된 창의성을 정의하고 규명할 필요가 있는 것이다.

Heller(2002)는 수학, 과학, 기술 영역에서의 창의성을 정의하면서, 과학과 기술 분야의 창의성의 요소로 ① 문제 발견력, ② 발명 창의성, ③ 아이디어의 유창성, ④ 사고의 유연성, ⑤ 문제 해결력과 산출물의 독창성을 포함시키고 있다. 여기서 발명 창의성은 과학과 기술 분야의 영재들에게 내재한 창의성의 중요한 한 요소가 됨을 볼 수 있다.

발명영재를 정의하는 요소 중 핵심은 창의성과 문제해결 능력이다. 창의성에 대해서는 단순히 유창성이나 독창성만 의미하는 것이 아닌 창의적 태도를 포함한다. 김영준과 손정우(2012)는 발명을 통해 길러지는 창의적 인성으로 인내와 집착, 자기확신과 유머, 호기심, 상상력, 개방성, 모험심, 독립심으로 정의하면서 기존의 과학적 태도로 분류되던 요소들을 창의적 인성으로 포함시키고 있다. 조형숙과 김정숙(2013) 역시 발명에서 갖추어야 할 태도로 호기심과 자진성, 적극성, 솔직성, 객관성, 개방성, 비판성, 판단유보, 협동성과 끈기성을 제시하였다.

발명·특허교육에서도 문제해결능력을 매우 중요하게 여기고 있다. 조형숙과 김정숙(2013)은 문제해결력으로 문제 발견 및 진술, 문제해결, 아이디어 제안 및 적용, 결론 도출로 정의하였고 생활발명 활동이 이와 같은 문제해결능력의 향상에

영향을 미치는지 조사하였다. 특히, 문제발견 역시 매우 중요하게 여겨지는데 정현철 외(2005) 문제발견력을 발명 및 영재교육에서의 중요한 요소라고 지적하였다.

이상에서 논의한 이론들을 종합하여 발명영재의 정의를 다음과 같이 제안하였다. 발명영재는 문제해결 관련 기술적 창의성 혹은 발명 창의성이 뛰어난 사람을 의미한다. 결론적으로, 발명명재는 ‘과학·기술 관련 지적능력 및 실천적 지적능력이 높고, 강한 성취동기, 호기심 등의 개인적 성향을 지니며, 발명영역에서 뛰어난 성과를 나타내거나 나타낼 잠재력이 있는 사람’으로 정의된다.

Renzulli의 세고리 모형에 기초한 영재의 특성, Heller의 개인적 성향 중심 접근방법에 기초한 과학·기술영재의 특성을 특허청에서 제안한 발명영재의 특성과 비교·분석하였다(표 4-1 참조). 세 가지 관점을 종합하여 발명영재의 특성을 정의할 수 있다. 발명영재는 첫째, 발명에 관련된 분야(과학, 기술, 수학 등)에서 평균 이상의 지적 능력을 보유하고 있다. 이러한 능력은 개념이나 기본 원리를 빠르게 이해하고, 필요한 것을 쉽고 빠르게 배우며, 예리한 관찰을 통해 사물들 간의 차이를 쉽게 파악하는 능력 등으로 나타난다. 둘째, 높은 기술적 창의성을 가진다. 이것은 문제를 발견하고 해결하는 능력이나, 독특한 아이디어의 창출, 기존 지식을 생활에 응용하는 능력, 그리고 하나의 문제에 대한 다양한 해결방법의 시도 등으로 나타난다. 셋째, 과제 집착력, 성취 동기, 목표의 지향 등 영재성 발현에 영향을 끼칠 개인적 성향 요소를 내재하고 있다. 결론적으로, 발명영재의 특성이란 영재의 일반적 특성 범주에 포함되면서, 발명의 특정영역의 특징을 포함한다.

표 4-1. 영재, 과학기술영재의 특성 비교 분석에 기초한 발명영재의 특성

Renzulli의 정의	Heller의 정의	특허청의 정의	발명영재 특성 도출
▪ 평균 이상의 지적 능력	▪ 과학 기술 분야에서의 뛰어난 성취	▪ 예리하고 날카로운 관찰력 ▪ 사물들간의 차이 파악 ▪ 빠른 습득능력 ▪ 개념에 대한 빠른 이해 ▪ 기본적 원리 파악	▪ 발명 관련 분야(과학, 기술, 수학 등)에서 평균 이상의 지적 능력. - 개념이나 기본 원리에 대한 빠른 이해 - 필요한 것을 쉽고 빠르게 학습 - 예리한 관찰을 통해 사물들간의 차이를 쉽게 파악하는 능력 등
▪ 창의성	▪ 문제 발견력 ▪ 발명 창의성(기술적 창의성) ▪ 아이디어의 유창성 ▪ 사고의 유연성 ▪ 문제해결, 산출물의 독창성 ▪ 애매성, 불확실성의 수용능력 ▪ 복잡성의 수용능력	▪ 영감과 호기심 ▪ 다양한 주제에의 흥미 ▪ 기존지식 생활에 적용 ▪ 문제 해결력 ▪ 독특한 아이디어 ▪ 여러 방법으로 문제 해결 ▪ 새로운 관점의 수용 ▪ 탐구 과제 발견 ▪ 새로운 것에 적응 ▪ 다양한 문제해결능력	▪ 기술적 창의성 - 문제를 발견하고 해결하는 능력 - 독특한 아이디어 창출 - 기존 지식을 생활에 응용하는 능력, 하나의 문제에 대한 다양한 해결방법의 시도 등
▪ 과제 집착력	▪ 과제 집착 ▪ 흥미 ▪ 내적 동기 ▪ 목표 지향성 ▪ 지적 호기심 ▪ 지적 욕구 ▪ 탐구 ▪ 끝없는 의문 제기	▪ 모험심과 결단성 ▪ 불굴의 끈기 ▪ 어려운 문제에의 도전 ▪ 목표 지향 ▪ 자신감 ▪ 주의 집중력 ▪ 과제 완성을 위한 노력	▪ 개인적 성향 - 과제 집착력 - 목표지향성 - 호기심 - 지적욕구 - 내적동기 등

그러나 이와 같은 발명영재에 기초한 발명·특허교육에 대한 정의는 발명과 관

련된 능력이 오직 소수의 특별한 능력을 가진 학생을 위한 것으로만 한정하는 한계를 가진다. 2009년 개정 교육과정을 살펴보면 교육과정이 추구하는 인간상으로 전인적 성장의 기반 위에 개성의 발달과 진로를 개척하는 사람, 기초 능력의 바탕 위에 새로운 발상과 도전으로 창의성을 발휘하는 사람, 문화적 소양과 다원적 가치에 대한 이해를 바탕으로 품격 있는 삶을 영위하는 사람, 세계와 소통하는 시민으로서 배려와 나눔의 정신으로 공동체 발전에 참여하는 사람을 제시하고 있다. 이 중 새로운 발상과 도전을 통한 창의성의 발휘는 모두에게 요구되는 능력으로서, 발명적 사고와 창의성과 긴밀하게 연결된다. 즉, 발명·특허교육은 소수의 해당 분야의 진로를 개발하거나, 능력을 가진 사람을 위한 특별한 것이 아닌, 일반인을 위한 보편적인 교육 목표를 지닌다는 점을 알 수 있다.

표 4-2와 같이 우리나라의 2009 개정 교육과정을 살펴보면 초·중등 교육과정 전반에 걸쳐 이러한 점들이 잘 나타나고 있다. 초등 교육과정에서는 “일상 생활의 문제를 인식하고 해결하는 기초 능력을 기르고, 자신의 생각과 느낌을 다양하게 표현하는 경험을 가진다.”고 강조함으로써 문제발견 및 문제해결력과 이에 따른 다양한 경험의 필요성을 역설하고 있다. 중학교 교육과정에서는 “학습과 생활에 필요한 기본 능력과 문제 해결력을 기르고, 자신의 생각과 느낌을 창의적으로 표현하는 경험을 가진다.”라고 강조함으로써 다양한 창의적 아이디어의 생성을 함께 제시하고 있다. 고등학교 교육과정에서는 “학문과 생활에 필요한 논리적, 비판적, 창의적 사고력과 태도를 익힌다.”고 하면서 보다 고차원적인 발명적 사고와 추론을 강조하고 있다. 즉, 학교급이 올라갈수록 일상의 문제에 대한 발견과 문제 해결을 위한 기초 능력 배양, 다양한 아이디어 생성의 훈련, 나아가 고차원적인 사고 과정으로 이어짐으로써 점차 외부적 관점에서 내부적인 관점의 전환, 경험에서 이론적 능력의 배양의 방향을 지닌다고 할 수 있다.

그러나 이와 같은 교육과정 상에서의 발명·특허 교육의 중요성과 위상은 여전히 부족한데, 이는 발명에 대한 내용은 강조되지만 특허와 관련된 부분은 등한시된다는 점이다. 특허와 관련된 과학교육을 단순히 발명품이 가지는 법적 권리와 절차로 보지 않고, 역사적으로 형성된 과학 지식 전반의 유산과 가치로 확장한다면 이는 보다 넓은 의미에서 이해될 수 있다. 특히 “모두를 위한 발명·특허교육”의 특성은 오늘날 대부분의 국가에서 추구하는 과학교육의 목표인 과학적 소양의 차원에서도 살펴볼 수 있다.

과학적 소양은 Hurd(1961)에 의해 처음 제시되었고 Snow(1962)의 <두 문화>에서 과학자들이 공유하는 일종의 문화 양식으로 설명하고 있다. Shen(1975)은 과학적 소양을 실제적인(practical), 시민의(civic), 문화적(cultural) 소양으로 분류하면서 이들은 목적, 대상, 내용, 형태, 공급 방법에서 차이가 있다고 주장하였다. 실제적인 과학적 소양은 생활의 실제 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 지식의 소유를 의미하는 것으로서 음식이나 주거처럼 인간의 기본적인 필요에 관련된 지식들이다. 또한 시민의 과학적 소양은 일반 대중 정책에 기초를 제공하는 것으로서 시민이 과학관련 대중의 문제를 알고 의사결정에참여할 수 있게 하는 데 목적이 있다. 한편, 문화적 과학적 소양은 과학이 인간의 주요한 성취라는 점을 인식하고 이를 알고자하는 지적 욕구에서 비롯된 것으로서 영향력있는 사회 주층에게 필요한 소양 의 종류라고 설명한다.

과학적 소양을 'science'와 'literacy'의 어원에 입각하여 그 의미를 연구한 Branscomb(1981)은 인간의 기본 지식은 읽고 쓸 수 있는 능력이며 과학적 소양도 이에 속한다고 정의하면서 방법론적 과학적 소양, 전문적 과학적 소양, 보편적(universal) 과학적 소양, 기술적 (technological) 과학적 소양, 취미성(amateur) 과학적 소양, 언론적 과학적 소양, 과학정책 소양, 대중 과학정책 소양으로 분류하였다. 또한, Project 2061의 일환으로 나온 연구물인 'Science for All Americans (1989)'는 과학적인 소양이 있는 자는 학교에서 과학 지식과 기능 그리고 태도를 통해 육성시켜야함을 주장하고 있다. 이러한 주장은 'Benchmarks for Science Literacy'와 'National Science Education Standards'를 통해 지속적으로 강조되면서 과학 관련 개인적 성취와 국가적 요구를 동시에 요구하는 미국 과학교육 개혁을 주도하였다. AAAS(1989)가 주장하는 이같은 과학적 소양은 전통적인 과학 교과와 내용을 이루는 지식에 한정하지 않고 수학, 기술, 사회 과학까지 아우르는 광범위한 영역에 이르고 있다.

표 4-2. 2009년 개정 교육과정 교육목표

학교급	교육목표
초등학교	초등학교의 교육은 학생의 학습과 일상 생활에 필요한 기초 능력 배양과 기본 생활 습관을 형성하는 데 중점을 둔다 가. 몸과 마음이 균형 있게 자랄 수 있는 다양한 경험을 가진다 나. 일상 생활의 문제를 인식하고 해결하는 기초 능력을 기르고, 자신의 생각과 느낌을 다양하게 표현하는 경험을 가진다 다. 우리의 전통과 문화를 이해하고 애호하는 태도를 가진다 라. 일상 생활에 필요한 기본 생활 습관을 기르고, 이웃과 나라를 사랑하는 마음씨를 가진다
중학교	중학교 교육은 초등학교 교육의 성과를 바탕으로, 학생의 학습과 일상 생활에 필요한 기본 능력과 민주 시민으로서의 자질을 함양하는 데 중점을 둔다. 가. 심신의 조화로운 발달을 추구하고, 자기 발견의 기회를 가진다. 나. 학습과 생활에 필요한 기본 능력과 문제 해결력을 기르고, 자신의 생각과 느낌을 창의적으로 표현하는 경험을 가진다. 다. 다양한 분야의 지식과 기능을 익혀 적극적으로 진로를 탐색하는 경험을 가진다. 라. 우리의 전통과 문화에 대한 자긍심을 지니고, 이에 발전시키려는 태도를 가진다. 마. 자유 민주주의의 기본적 가치와 원리를 이해하고, 민주적인 생활 방식을 익힌다.
고등학교	고등학교의 교육은 중학교 교육의 성과를 바탕으로, 학생의 적성과 소질에 맞는 진로 개척 능력과 세계 시민으로서의 자질을 함양하는 데 중점을 둔다. 가. 심신이 건강한 조화로운 인격을 형성하고, 성숙한 자아 의식을 가진다. 나. 학문과 생활에 필요한 논리적, 비판적, 창의적 사고력과 태도를 익힌다. 다. 다양한 분야의 지식과 기능을 익혀, 적성과 소질에 맞게 진로를 개척하는 능력을 기른다. 라. 우리의 전통과 문화를 세계 속에서 발전시키려는 태도를 가진다. 마. 국가 공동체의 형성과 발전을 위해 노력하며, 세계 시민으로서의 의식과 태도를 가진다.

최근 과학적 소양에 대한 여러 기준을 정리한 이명제(2014)의 연구에서는 과학적 소양을 학습과 역량, 사회적 기능의 세 가지로 분류하고 공통적으로 나타나는 특징들을 수준과 활용, 사회적 참여 수준 등으로 나눠 표로 제시하였다(표 4-3 참조). 이러한 정의를 발명·특허교육에 적용시켜 보면 발명과 관련된 지식을 습득하는 것을 학습의 수준, 이를 특정 맥락에 적용시키는 다양한 활동을 수행하는 것을 역량으로, 나아가 실제 상황에서의 문제를 인식하고 다양한 사회적 가치를 고려해 문제를 해결하는 것을 사회적 기능으로 정의할 수 있다.

표 4-3. 지식 특성에 따른 소양의 의미 분류

자식특성 \ 'literate'의 의미	학습됨 (learned)	능력있음 (competent)	사회에서 최소 기능을 할 수 있음 (able to function minimally in society)
수준	단지 학습이 이루어진 상태를 의미함	지적인 질 측면에서 숙달과 미숙의 중간 정도의 상태를 의미함	특정 사회에서 구성원의 역할에 필요한 지식이나 기능의 최소 수준임
사용 방법	지적 능력을 요구하지만 사용 목표가 분명하지 않고, 지적 가치에 중점을 둠	요구되는 지식이 적용되는 맥락이나 활동이 제한된 것으로 주로 수행하여야 할 주제나 분야가 관련됨	사회에서 특정 역할을 하도록 요구되는 경우(예 소비자, 시민)와 특정한 사회적 목적이 제시되는 경우에 해당함
상대성/절대성	절대성: 자연과학 기존 지식과 사고방식이 기준	절대성: 특정 과학지식 기준	상대성: 사회에 따라 다르며 효과적으로 기능하는 것이 기준
사회의 관여 수준	무관	적절한 의사소통을 위한 상호작용은 필요함	개인이 사회에서 기능 수행을 위해 과학을 사용할 것을 요구

최경희 외(2011)은 21세기에 필요한 과학적 소양을 정의하면서 크게 과학지식, 과학적 사고 습관, 과학에서의 가치관, 과학의 본성의 이해, 초인지 사고와 자기주도를 제시하였다. 이 중 과학지식과 과학적 사고습관은 문제발견 및 문제해결 능력을 강조하며, 이를 통해 발생하는 다양한 이해관계를 이해하는 것을 강조하였다.

표 4-4. 21세기 글로벌 과학적 소양의 정의

영역	정의	하위 영역
과학지식	과학과 관련된 사회적 쟁점(socio-scientific issues)을 이해하고 해결하기 위해 필요한 통합적, 맥락적 핵심 과학 개념	통합 과학 개념(big ideas)
과학적 사고 습관	개인적, 지역적, 사회적, 세계적 수준의 복잡한 문제 상황을 비판적이고 체계적으로 해결하기 위해 요구되는 사고능력	의사소통과 협력(communication & collaboration) 체계적 사고력(systematic thinking) 정보처리능력(information management)
과학에서의 가치관	개인이 인류의 삶을 존중하며 책임감 있는 행동을 할 수 있도록 하는 신념과 이러한 신념을 키우는 개인의 품성과 가치관	생태적 세계관(ecological worldview) 사회적 • 윤리적 공감(social and moral compassion) 사회적 책임감(socio-scientific accountability)
과학의 본성의 이해	과학지식, 과학과 사회, 과학의 본질, 과학자의 본성에 이해	과학 지식의 특성(characteristics of scientific knowledge) 과학과 사회의 관련성(science and society) 과학과 과학자의 특성(the spirit of science)
초인지 사고와 자기주도	개인의 인지능력을 넘어서는 반성적 사고능력 자기 조절을 통해 계획하고, 검토하고, 평가하는 능력	자기 주도적 계획(self-directed planning) 자기 주도적 검토(self-directed monitoring) 자기 주도적 평가(self-directed evaluating)

과학적 소양의 관점에서 발명·특허교육을 본다면 결국 일상생활의 문제를 과학의 관점에서 인식하고, 문제를 발견하며, 이를 과학, 기술, 수학 등 다양한 지식과 능력을 통해 해결하는 것에서만 그치지 않는다. 오늘날 과학·기술의 발전으로 인한 수많은 이익과 함께 다양한 문제가 발생하는 것은 과학기술을 통해 나타나는 산물이 가져다주는 위험과 피해에 대해 깊이 고민하지 않기 때문이다. 유전자조작 식품에 대한 유해성 논란이나 원자력 발전으로 인한 방사선의 공포, 지구온난화로 인한 환경 파괴, 휴대폰에서 발생하는 전자기파의 위험, 송전선 건설에 따른 각종 질병의 인과 관계 문제 등 수없이 다양한 문제들이 과학·기술에 의한 “발명”에 의해 초래되었다. 또한 이러한 문제는 단순히 한 사용자나 개인에 그치지 않고, 사회와 공동체 나아가 전세계적으로 영향을 주고받으며, 불확실성으로 인해 그 피해 요소 등을 예측하기 힘들다는 문제점을 가진다. 따라서 새로운 제품과 기술의 개발에는 반드시 그것이 가져올 미래에 대한 예측과 반성이 필요하다. 따라서 과학적 소양에 따른 발명·특허교육은 크게 4가지의 핵심 요소로 범주화할 수 있다. 첫째, 일상적 맥락에서의 발명의 필요성과 중요성에 대한 인식이다. 오늘날 과학기술로 인한 경제적 가치가 중요시되는 상황에서 단순히 지식을 습득하고 암기하는 것은 충분한 의미를 가지지 못한다. 새로운 아이디어를 낼 수 있는 능력이 요구되며, 이는 새로운 것을 만들어내야 할 필요성을 느끼는 것에서부터 출발한다.

둘째, 구체적인 맥락에서의 문제를 발견할 수 있는 능력이다. 최근 일어나고 있는 과학, 기술, 공학 사이에서의 빈번한 교류와 통합, 전공 간의 연계를 통한 융복합적 흐름은 과학이 단순히 자연을 수치화한 데이터나 자료에만 의존하지 않고, 일상에 문제에 보다 적극적으로 개입하려고 함을 뜻한다. 따라서 기존의 실험실에서만 이루어지는 탐구나 실험보다는 일상의 구체적인 맥락 속에서 탐구할 문제를 찾는 것이 필요하다. 특히, 발명·특허는 새로운 과학 이론의 발견과 마찬가지로 하나의 문제가 그 출발점이 된다. 어떤 문제를 해결해야 할 과제로 인식하느냐에 따라 접근방법과 활용 등이 크게 차이난다. 특히, 과학적 탐구에서도 오늘날 문제 해결의 일련의 과정 중 가장 중요한 단계로 문제 인식을 꼽고 있다. 따라서 주어진 맥락에서의 문제발견 능력은 문제해결만큼이나 중요하다.

셋째, 문제해결을 위한 과학적 태도와 지식의 수반이다. 문제를 해결하기 위해서는 과학, 기술, 수학, 공학 등 다양한 분야의 지식을 이해하고 문제를 해결할

수 있는 다양한 전략과 방법을 알고 있어야 한다. 과학에서는 발명·특허를 위해 기초적인 과학 원리를 아는 것이 중요하며, 이를 구체적으로 어떻게 적용하고 발전시킬지 결정할 수 있어야 한다. 또한 과학에서의 연역, 귀납, 귀추 등의 논리적 전개를 통해 구체적인 방법을 제시할 수 있어야 하며, 문제 해결을 위해 고려해야 할 변수의 나열과 통제, 결론 도출이 이루어지게 된다. 이는 발명적 사고로 불리우는 수렴적, 발산적 사고와도 밀접한 관련이 있으며, 새로운 제품이나 아이디어를 연결하는 유비추리(analogy), 창의적 문제해결 방법(TRIZ, SCAMPER 등)을 습득해 잘 활용하는 것이 필수적이다.

넷째, 최종적으로 제시된 해결책이나 산출물이 어떻게 활용될 수 있고 어떤 문제를 야기할 수 있는지 고려하는 반성적 사고가 필요하다. 이는 문제발견에서 해결에 이르는 과정 전반에 관여하며, 제품이 가지는 독창적 가치나 지식 재산의 문제 외에도 제품이 가져올 사회, 경제적 파장과 환경 오염의 위험, 사회적 불평 등의 요소 등을 모두 고려해야 함을 뜻한다. 예를 들면, 매우 혁신적인 통신 수단이 새롭게 발명된다 하여도 그 가격이 높아 소수의 사람만 이용할 수 있다면 결국 빈익빈 부익부를 낳게 되고 정보의 불평등으로 인한 사회·경제적 계층의 고착화를 낳을 수 있다. 따라서 보다 많은 이들이 이용할 수 있도록 보다 쉽고 저렴한 가격의 생산도 고민함으로써 보다 산업성을 가지는 기술이나 제품이 양산될 수 있게 된다. 또한 제안된 발명품이 어떻게 산업적으로 이용되며 가치를 창출할 수 있는지 고려하는 경영적 관점 등도 부차적인 요소로 고려될 수 있다.

그렇다면 과학에서의 발명은 무엇을 의미하는가? 경제적 부가가치를 가지는 제품의 생산은 과학이 본래적으로 추구하는 가치는 아니며, 이는 과학기술의 응용을 통해 얻어지는 부산물이다. 전통적으로 과학은 자연 현상의 관찰과 경험, 이성적 추론을 통해 그 원리와 법칙을 파악하고 설명하며 예측하는 것에 있다. 새로운 과학 이론이나 원리의 탐구 과정에서 나타나는 여러 가지 문제에 대한 고려는 과학의 사회적 책무성의 관점에서 필요하다. 예를 들면 동물 실험이 가져오는 생명 윤리, 핵물리학의 실험으로 인해 파생되는 방사선의 문제 등은 과학자가 과학적 행위를 함에 있어서 고려해야 한다. 그러나 과학기술을 활용한 새로운 제품이 가져오는 사회적 문제나 경제적 이익은 과학이 다루는 주요 영역이나 관점은 아니다. 이는 기술이나 공학의 시장의 문제이며, 자칫하면 과학이 실용적인 부분만을 다루고 경제적 가치가 없는 점을 등한시하는 문제를 낳을 수 있다. 그

렇다고 하더라도 과학이 일상적 맥락에서 일어나는 문제를 외면할 수 없으며, 오늘날 과학자들이 기술, 공학에서의 실험들을 수행한다는 점은 옳이 기술 및 공학의 문제로만 치부할 수 없다는 모순을 낳게 된다. 또한 과학교육의 목표가 새로운 제품의 발명이나 생산이 아니라는 점에서도 과학교육자와 과학자 간의 의견 충돌이 있을 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 발명 및 특허를 과학의 관점에서 재정의하고 과학적 활동에 도움이 되도록 호혜적 관계(reciprocal relationship)로 설정될 필요가 있다.

발명을 단순히 새로운 제품을 만들거나 새로운 기술을 양산하는 것, 또한 그것이 가능하게 하는 새로운 아이디어나 사고를 제안하는 것으로 정의한다면 과학에서의 발명은 크게 두 가지의 관점으로 분리할 수 있다. 하나는 과학 외적 맥락에서의 발명(이하 과학 외적 발명)이며, 다른 하나는 과학 내적 맥락에서의 발명(이하 과학 내적 발명)이다. 과학 외적 발명은 과학적 탐구 과정이나 활동이 아닌 맥락에서 쓰일 수 있는 발명을 말한다. 우리 생활 속에서 쓰이는 새로운 도구의 발명과 특허권, 디자인권, 상표권 등의 산업 재산권, 예술적 창작에 대한 저작권 인접권 등이 모두 해당된다. 과학 내적 발명은 과학적 탐구와 발견을 위해 이루어진 발명을 말한다. 예를 들면 갈릴레오는 망원경의 제작을 통해 목성의 위성들을 관찰하여 공전 주기를 관찰함으로써 태양중심설의 증거를 제안하게 되었다. 또한 달의 표면을 관찰함으로써 지구와 유사하게 산, 바다처럼 울퉁불퉁함을 주장하였다. 정전기력의 법칙을 제안한 쿨롱 역시 전기적 인력과 척력을 같이 짚 수 있게 하려고 뒤틀림 장치를 만들어 실험하였다. 또한 푸코는 진자를 통해 지구의 자전 여부를 실험하였으며, 레이우엔후크와 로버트 후크는 현미경을 통해 코르크 마개의 관찰을 통해 세포를 관찰하였다. 오늘날에는 주사 전자 현미경(STM)이 만들어짐으로써 원자의 표면 관찰로 이어졌고 오늘날 나노기술의 비약적 발전으로 이어졌다. 즉, 새로운 실험 도구나 관찰을 위한 도구의 창안 및 개선이 과학 내적 발명으로 정의될 수 있다. 과학 내적 발명은 구체적 도구의 생산만 의미하는 것은 아니다. 우리나라의 지적재산권에 대한 분류를 살펴보면 저작권과 산업재산권으로 구분된다. 산업재산권은 특허, 디자인, 상표 등 주로 실물과 관련된 것들이라면 저작권은 예술에서의 행위나 아이디어, 공연 등을 담은 저작물 및 일체의 권한을 뜻한다. 저작권을 과학의 영역에서 재해석하면 이론이나 법칙, 원리의 제안, 새로운 현상에 대한 명명도 해당된다고 볼 수 있다. 과학사에서

존재해 온 새로운 법칙의 제안자에 대한 논쟁들은 발명에서의 특허 분쟁과도 유사한 측면이 있다. 미적분에 대한 정립은 동시대에 존재했던 뉴턴과 라이프니츠에 의해 개별적으로 이루어졌으며, 누가 우선이었는가에 대한 논쟁은 오랫동안 이어졌고 현재 각자 독립적으로 이뤄진 것으로 결론 내려진 상태이다. 이 외에도 아인슈타인은 일방 상대성이론을 주창하면서 중력렌즈 효과를 통해 별빛이 휘어짐을 볼 수 있다고 주장하였다. 이는 1919년 에딩턴에 의해 일식 때 일어난 별빛의 촬영을 통해 전지구적인 관심을 이끌었으며, 이를 통해 상대성이론이 본격적으로 주목받게 되었다. 또한 오늘날 과학영역에서의 학술 성과에 대한 동료 평가와 독창성의 인정은 어떤 경제적 이익을 부여하지는 않지만 발견의 주체로서의 권위를 인정하는 요소로 자리잡고 있다. 이러한 새로운 이론의 창안과 발견에 대한 예측은 과학 영역에서만 일어나는 일종의 발명으로 볼 수 있다.

요컨대 과학에서의 발명은 과학 외적 발명보다는 과학 내적 발명으로 정의하는 것이 보다 적절해 보이며, 탐구나 실험을 위한 도구의 제안과 개선, 새로운 이론이나 법칙에 대한 창안과 새로운 현상에 대한 명명, 관찰 가능한 현상의 예측 등도 모두 포함된다고 볼 수 있다. 이는 기존에 강조되어 오던 과학적 탐구와 과학의 본성과도 일치한다. 또한 모든 이를 위한, 과학교육에서의 발명·특허교육은 과학적 소양에 근거한 것으로 발명·특허의 중요성 인식, 문제의 발견, 문제해결을 위한 기초 소양 습득, 발명·특허에 대한 비판적 사고로 요약된다.

나. 과학교육에서의 발명·특허 요소 분석

본 절에서는 과학과 교육과정, 교과서, 교수학습자료 등의 분석을 통해서 나타나는 과학교육 내에서의 발명·특허교육의 위상을 살펴보고 이를 오늘날 강조되는 융합인재교육(STEAM)과 어떻게 연결될 수 있는지 살펴보고자 한다.

우선 초·중등 교육과정 해설서를 중심으로 어떤 발명·특허 요소들이 제시되어 있으며 관련성이 있는지 살펴보고자 한다. 학교급별 목표를 보면 초등학교 교육과정에서는

학교급별 목표의 주요 특징을 살펴보면 초등학교 수준은 발명의 기초 학문의 주요 기본개념과 기본 기법을 익히고, 발명에 대한 긍정적인 태도 형성을 목표로 하고 있다. 중학교는 창의적인 문제 해결 기법을 학습하고 발명에 필요한 여러

분야의 지식을 통합하며, 발명품을 설계하고, 특히 출원에 대해 학습한다. 고등학교 수준에는 다양한 융합적 지식 및 창의적 문제해결방법을 활용하여 발명품을 제작하여 문제를 해결함을 내용으로 한다. 이를 구체적으로 살펴보자.

초등학교에서 고등학교 교육과정에 이르기까지 공통된 목표는 ‘과학’의 기본 개념을 학습자의 경험과 친근한 상황 속에서 지도하고, 학습한 지식과 탐구 방법으로 과학적 문제나 사회 문제를 적극적으로 해결하려는 태도를 길러 과학이 기술의 발달과 우리 사회에 영향을 미치며 이들이 상호 관련되어 있음을 인식할 수 있도록 한다. 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상 생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다고 제시되어 있다. 즉, 문제 해결을 위한 호기심과 흥미의 발현, 기본 개념 및 사고력을 통한 문제 해결, 나아가 구체적인 일상의 문제에 대한 관심과 참여로 제시되어 있다. 앞선 절에서 제시한 과학적 소양의 관점에서 본다면 비판적 사고를 제외한 세 가지 덕목을 함유하고 있다.

학교급별로 살펴보면 초등학교 교육과정에서는 과학 교과를 통해 추구하는 인간상의 4가지 덕목을 제시하고 있으며, 그 중 하나는 “기초 능력의 바탕 위에 새로운 발상과 도전으로 창의성을 발휘하는 사람”으로 정의하고 있다. 또한 교육목표로는 학습과 생활에서 문제를 인식하고 해결하는 기초 능력을 기르고, 이를 새롭게 경험할 수 있는 상상력을 키움을 제시하고 있다. 표 4-5를 살펴보면 교육과정 상의 구체적인 내용별 성취 기준에서도 발명과 관련된 요소나 나타난다. 예를 들면 3~4학년군의 기체와 액체 단원을 살펴보면 액체의 부피를 잴 수 있는 도구의 고안이 탐구 활동으로 제시되어 있으며, 5~6학년 군에서는 렌즈를 사용한 도구의 고안이 포함되어 있다. 이는 과학적 원리를 적용한 제품이나 도구를 만들거나 아이디어를 제공하는 것을 말하며, 기존의 발명교육에서 주장하는 발명활동이 이미 탐구활동에서 실현 가능함을 뜻한다. 성취기준의 측면에서도 3~4학년 자석의 이용에서 자석의 새로운 쓰임새를 찾거나, 5~학년 여러 가지 기체에서 다양한 기체의 이용 사례를 조사하는 것은 발명품의 제작이나 설계와 관련이 있어 보인다.

표 4-5. 초등학교 과학 교육과정의 발명·특허교육 관련 요소

학년군	단원	내용
3~4학년	기체와 액체	탐구활동 - 액체의 부피를 잴 수 있는 기구 고안하기
	소리와 성질	탐구활동 - 소리의 성질을 이용하여 간이 악기나 놀이 기구 만들기
	자석의 이용	성취기준 - 자석의 성질을 이용하여 놀이 기구를 만들 수 있다. 일상생활에서 자석이 사용되는 예를 찾고, 새로운 쓰임새를 고안한다.
5~6학년	전기의 작용	성취기준 - 전류가 흐를 때 전선 주위에 생긴 현상을 이용하여 전자석을 만들 수 있다.
	여러 가지 기체	성취수준 - 일상생활에서 기체가 이용되는 사례를 조사하고, 이를 기체의 성질과 관련지어 설명할 수 있다.
	렌즈의 이용	탐구활동 - 렌즈를 사용한 도구를 고안한다

중학교의 교육은 초등학교 교육의 성과를 바탕으로, 학생의 학습과 일상생활에 필요한 기본 능력을 배양하며, 다원적인 가치를 수용하고 존중하는 민주시민의 자질 함양에 중점을 두고 있다. 중학교 영역에서의 성취 목표 중 ‘과학과 인류 문명’ 영역에서는 과학의 발전이 인류에 미치는 영향과 과학 원리가 첨단 과학 기술에 응용된 사례를 알고, 과학과 과학 이외의 분야와의 관계를 이해한다고 진술하였다. 구체적인 내용별 성취기준과 탐구활동을 살펴보면 표 4-6과 같다.

표 4-6. 중학교 과학 교육과정의 발명·특허교육 관련 요소

학년군	단원	내용
1~3학년	과학이란	성취기준 - 관심과 흥미 있는 사례를 통하여 과학의 유용성을 이해한다. 과학이 우리 생활에 많은 영향을 미치고 있음을 안다.
	열과 우리 생활	탐구활동 - 효율적인 단열재 찾기
	빛과 파동	탐구활동 - 빛이나 파동 현상이 기술과 예술 등 다른 분야에서 활용되는 예를 찾아보기
	전기와 자기	탐구활동 - 직류모터를 이용하여 전동기와 발전기 원리 알아보기
	외권과 우주개발	성취기준 - 인공위성의 개발과 이용이 우리 생활에 미치는 영향에 대해 이해한다., 탐구 활동 - 우주 정거장을 설계하기

과학이란 단원에 진술된 목표를 살펴보면 관심과 흥미 있는 사례를 통해 과학의 유용성을 이해하고, 과학의 생활 속의 영향을 인지함을 제시하고 있다. 이는 과학의 본성의 측면을 강조하는 것으로 교수학습 방법과 지도 방법에서도 잘 나타난다.

- 과학의 잠정성, 과학적 방법의 다양성, 과학 윤리, 과학·기술·사회의 상호 관련성, 과학적 모델의 특성, 관찰과 추리의 차이 등 과학의 본성과 관련된 내용을 적절한 소재를 활용하여 지도한다.

- 학생의 구체적 조작 활동을 우선으로 하고, 컴퓨터를 활용한 실험과 인터넷과 멀티미디어 등을 적절히 활용한다.

- 학습 내용과 관련된 첨단 과학이나 기술을 다양한 형태의 자료로 제시함으로써 현대 생활에서 첨단 과학이 갖는 가치와 잠재력을 인식하도록 지도한다.

- 과학자 이야기, 과학사, 시사성 있는 과학 내용 등을 도입하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발한다.

- 학생의 창의성을 계발하고 인성과 감성을 함양하기 위하여 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.

과학의 잠정성과 다양한 과학적 방법 등 모두 과학의 본성과 긴밀하게 연결된다. 발명·특허교육의 측면에서 살펴보면 과학윤리는 발견 과정에서의 윤리적 측면의 고려와 정확하고 정직한 기록 등을 포함하며 이는 발명에서 지켜야 할 지식 재산의 침해의 문제와도 연결된다고 볼 수 있다.

초등학교 교육과정과 달리 중학교 교육과정에서 강조되는 것은 과학, 수학, 기술 등과의 관련성의 연결이다. 이는 앞선 교수학습 방법에 나타나듯이 학생의 창의성과 인성, 감성을 계발하기 위해서는 여러 교과와의 통합이 필요하다고 진술하고 있다. 발명에서도 과학, 기술, 수학 등의 다양한 분야의 통합과 이를 통한 아이디어 생성이 매우 중요하다. 이러한 통합적 능력은 학습 지도 계획에서도 잘 나타나며 “과학 교과 내용과 관련된 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련 지어 지도하도록 계획한다.”고 진술되어 있다. 이러한 통합적 성격은 2009 개정 교육과정의 주요 목표 중 하나이며, 융합인재교육(STEAM)으로 대변되고 있다. 일상생활의 문제를 발견하고 이를 창의적으로 해결하는 것을 추구하며 이는 발명·특허교육의 기초적 소양 함양에서도 필수적이다.

초등학교 교육과정과 중학교 교육과정의 또 다른 차이점은 구체적 평가 기준의 마련이다. 교육과정 해설서를 살펴보면 “과학의 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등을 균형 있게 평가하며, 특히 다음 사항에 주안점을 둔다. 기본 개념의 이해와 적용 능력을 평가한다. 탐구 활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다. 과학에 대한 흥미와 가치 인식, 과학 학습 참여의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다.”고 나와 있다. 즉, 초등학교 교육과정에서의 요소들이 주로 직접적인 도구와 교재의 만들기 활동인데 반해 중학교 교육과정에서는 기초적 지식의 함양과 창의성을 함양하는 것을 목표로 함을 뜻한다. 발명·특허교육 역시 초등학교에서는 발명적 요소와 관련된 활동을 통해 흥미와 호기심을 함양하며, 중학교에서는 구체적 문제 해결을 위한 기초지식의 함양, 창의성의 향상을 목표로 하고 있다.

고등학교 교육과정에서는 초등학교 및 중학교와 동일한 인간상, 목표를 기초로 하며 보다 심화된 사고 능력을 요구하고 있다. 목표를 살펴보면 “자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 기르고, 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하

려는 태도를 함양한다. 과학·기술·사회의 상호 작용을 이해하고, 과학 지식과 탐구 방법을 활용한 합리적 의사 결정 능력을 기른다.”고 제시되어 있다. 즉, 과학, 기술, 사회의 상호 연관성을 바탕으로 과학 지식, 탐구 능력을 바탕으로 구체적인 문제 해결을 추구하고 있다. 문·이과가 공통으로 학습하는 10학년 과학을 기준으로 내용별 성취기준, 탐구활동을 살펴보면 표 4-7과 같다. 융합과학의 목표가 첨단과학기술의 소개와 이를 통한 일상생활의 연계를 강조한 것과 달리 내용별 성취기준에 대한 연결성은 오히려 초등학교 및 중학교 과학 교육과정에 비해 다양성이 낮다. 정보통신과 신소재 단원에만 관련 내용이 집중되어 있다. 제시된 내용을 살펴보면 저장 매체나 광학 기기의 원리와 과정을 이해하고 활용방법을 이해하는 것을 목적으로 한다. 이전 학교급에 비해서는 보다 고차원의 지식과 활용방법 이해를 추구하기는 하나 자기주도적인 문제발견 및 문제해결을 명시적으로 나타내지는 않고 있다.

표 4-7. 고등학교 과학 교육과정의 발명·특허교육 관련 요소

학년군	단원	내용
과학	정보통신과 신소재	정보를 인식하는 여러 가지 센서의 기본 작동 원리를 과학적으로 이해하고 휴대전화, 광통신 등 첨단 정보 전달기기를 통하여 정보가 다른 형태로 변환되어 전달되는 과정을 이해한다. 하드디스크 등 여러 가지 디지털 정보 저장 장치의 원리와 구조를 이해하고, 자기 기록 카드 등의 전자 기적 원리와 활용 방법을 이해한다. 눈에서 색을 인식하는 세포의 특성과 빛의 3원색 사이의 관계를 이해하고, 이를 바탕으로 LCD 등 영상 표현 장치와 디지털 카메라 등 영상 저장 장치의 원리와 구조를 과학적으로 이해한다. 고체에 대한 에너지 띠구조를 바탕으로 도체, 부도체, 반도체의 차이를 이해하고, 초전도체와 액정 등 새로운 소재의 물리적 원리를 이해한다. 반도체의 도핑과 반도체 소자의 전기적 특성을 통해 다이오드와 트랜지스터, 고집적 메모리의 구조와 활용 방법을 이해한다. 고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활용 방법을 이해한다. 중요한 광물 자원의 생성 과정과 유형, 분포와 탐사 방법을 이해하고, 광물 자원의 여러 가지 활용 방법을 안다.

평가 영역의 측면에서는 “학생의 지적 호기심과 학습 동기를 유발할 수 있는 발문을 하고, 개방형 질문을 적극 활용한다. 탐구 활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다. 과학에 대한 흥미와 가치 인식, 과학 학습 참여의 적극성, 협동성, 과학적으로 문제를 해결하는 태도, 창의성 등을 평가한다.”고 제시되어 있지만 정보통신과 신소재에 제시된 과학적 내용들이 대부분 중학교에서 학습한 내용을 넘어서며, 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 2 이상

의 고급 수준 및 대학 학부 수준의 지식을 요구하고 있어서 실제적으로 개방형 질문을 통한 문제해결 능력을 함양하는 데에는 한계가 있다.

선택형 교과목 중 과학과 관련된 물리 1과 물리 2의 교육과정을 추가로 살펴보면 앞선 상황과는 달리 주로 탐구와 연계된 과학 내적 발명이 많이 나타남을 알 수 있다. 다음은 물리 1과 물리 2에서 나타나는 탐구활동의 예시들이다.

- 양부일구, 일성정시의 등 전통 천문시계를 만들어 시간 측정하기
- GPS 위성을 이용하여 시각과 위치에 대한 측정법을 탐구하기
- 골프채나 테니스 라켓의 충격 흡수 방법에 대해 탐구하기
- 불순물 첨가를 통한 PN접합의 원리와 반도체 소자인 다이오드, LED, 트랜지스터 등의 작동원리를 이해한다.
- 초전도체, 유전체, 액정 등 다양한 신소재의 기본 성질을 이해한다.
- 전력 수송과정에서 열로 소모되는 에너지를 구하고, 소모 전력을 줄이는 방법을 안다.
- 바람개비와 직류모터를 이용한 풍력발전기 만들기
- 유전체의 종류와 그 쓰임새 조사하기

천문시계 제작을 통한 시간 측정, GPS를 통한 시각과 위치의 측정 등 과학적 탐구와 직접적으로 연결된 도구와 방안의 제안이 포함되어 있으며 이는 초·중등 교육과정에서는 발견할 수 없던 것들이다. 나아가 새로운 도구의 제작이 강조되는데 주로 오늘날 문제가 되는 에너지 절약과 관련되는 방법들이 나타나고 있다. 탐구활동들은 주로 물리 1에 많이 나타나고 있으며, 유전체의 종류와 그 쓰임새를 조사하는 활동 외에는 모두 물리 1 영역에 속한 것들이다. 반면, 내용별 성취 수준에서는 거의 발명·특허교육이 강조되고 있지 않은데, 이는 선택형 과학교과가 과학지식의 활용보다는 과학지식이 가지고 있는 본래적 성격에 보다 집중함을 추측케 할 수 있다.

표 4-8. 2009 개정 교육과정과 과학적 소양에 기초한 발명·특허교육의 관계

	발명·특허에 대한 인식	문제발견능력	문제해결 기초소양	비판적 사고
초등학교	√	√		
중학교	√	√	√	
고등학교			√	

지금까지 제시된 초·중·고등학교 과학 교육과정의 내용들을 과학적 소양에 따른 발명·특허교육의 범주에 따라 살펴보면 발명·특허교육의 중요성과 기초 지식 등의 소양 함양은 강조되고 있으나 문제발견 및 문제해결과정에서의 비판적 사고는 비중이 낮음을 알 수 있다. 초등학교 교육과정에서는 주어진 과학 현상과 연관된 사례를 조사하고 만들기를 통한 조작적 활동을 강조한다. 이는 구체적 관찰 및 경험을 통한 발명·특허에서의 흥미와 호기심을 이끄는 것을 의도하는 것처럼 보인다. 중학교 교육과정에서는 구체적인 조작 활동보다는 기초적인 과학 지식을 강조하고 과학과 기술, 사회, 수학 등 다양한 영역과의 연계성을 이해하는 데에 초점을 두고 있다. 고등학교 교육과정에서는 구체적인 과학적 맥락 하에서의 내용과 원리의 이해에 중점을 두고 있다. 예를 들면 전력 수송과정에서 발생하는 열에너지를 계산하고, 이를 개선하기 위한 방법을 전자기 단원에서 다루고 있다. 이에서 그치지 않고 송전선의 재료 단가와 건설비용에 따라 송전선의 저항을 줄이기 위해 굵기를 늘리는 것이 유리한지, 비용적 측면과 열에너지의 측면을 함께 고려하고 있다. 그러나 발명·특허로 인한 문제점에 대한 비판적 사고는 교육과정 내내 강조되지 않고 있다.

과학교육에서 발명·특허교육이 거의 직접적으로 다뤄지지 않았음에도 불구하고 발명·특허와 관련된 교육목표, 내용 성취 수준, 탐구 활동 등이 다양하게 포함되어 있음을 알 수 있다. 그러나 이는 교육과정 상에 제시된 것으로 실제 과학 교실에서 이루어지는 과학 수업은 교과서를 중심으로 이뤄진다. 따라서 교과서에서 어떠한 발명·특허 관련 요소들이 포함되어 있는지 살펴볼 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 중학교 1~3학년 과학 교과서와 고등학교 10학년 과학 교과서, 물리 1과 물리 2의 교과서를 중심으로 반영되어 있는 발명·특허교육에는 어떤 요소가 있으며, 이는 교육과정 해설서에 제시된 것과 얼마나 일치하는지 살펴보았

다.

교과서를 분석하기 전 구체적인 발명 요소에 대한 분류 기준을 선행 연구의 분석을 통해 살펴보고자 하였다. 발명·특허교육에 대한 발명 소양 내용 기준을 살펴보면 발명을 하는데 필요한 기초적 지식을 갖추고, 발명에 적극적인 발명의 기초(발명의 이해, 자연과 인간에 대한 기초 지식, 호기심 및 창조의욕의 고취와 태도 육성, 발명과 사고, 문제발견, 문제해결, 창조적 사고력과 정보처리 능력 신장 등), 발명의 실제(제작 및 조형 기능 육성 등), 발명과 활용(발명과 특허, 발명과 경영, 발명과 지식재산 등)으로 구분할 수 있다(이운조 외, 2013). 박수진과 김용익(2006)은 발명교육 내용을 분류하는 기준으로 총 12개의 기준을 제시하였다. 분석 준거를 크게 발명의 이해, 발명과 사고, 발명과 과학, 발명과 기술, 발명과 경영의 5가지로 분류하고 하위 영역으로 발명의 역사, 발명의 특성, 확산적 사고, 수렴적 사고, 창의적 문제해결, 발명사고 기법, 과학적 지식, 발명품 제작, 기술적 지식, 발명 설계, 발명 실습, 발명 마케팅 등 총 12개로 정리되었다. 이를 정리한 것이 표 4-9와 같다.

표 4-9. 교과서 분석을 위한 발명·특허 내용요소 분석틀(박수진과 김용익, 2006)

대분류	소분류	예시
발명의 이해	발명의 역사	발명의 역사적 발달과정, 발명과 자연의 관계, 사회 및 인간에 미친 영향에 관련된 내용
	발명의 특성	발명의 의미와 중요성, 성격 이해, 긍정적 태도 관련 내용
발명과 사고	확산적 사고	발명 아이디어 생성, 마인드맵, 브레인스토밍, 관련 체험
	수렴적 사고	아이디어 비교, 평가, 선택, 분류, 종합 등 관련 체험
	창의적 문제해결	문제 확인, 계획, 실천, 평가 등 체계적 문제해결 과정, TRIZ
	발명사고 기법	더하기·빼기 사고기법, 모양변경, 재료바꾸기 등 다양한 사고 기법 포함
발명과 과학	과학적 지식	물질, 운동과 에너지, 생명, 지구 등 기본 지식 습득
	발명품 제작	과학적 원리가 적용된 발명품 검색과 발명품 만들기

발명과 기술	기술적 지식	제조, 생명, 정보통신, 에너지 수송, 건설, 인터넷 등
	발명설계	아이디어 구상, 제도 규칙에 맞게 도면화, 스케치, 투상법 등
	발명실습	재료 및 공구 선정 후 사용법, 제품 제작 평가, 도구 활용제작, 실습 관련 내용
발명과 경영	발명마케팅	발명품에 이름 짓기, 홍보 전략, 판매, 발명품 마케팅

선행연구로 제시된 박수진과 김용익(2006)의 연구를 살펴보면 2007 개정 교육과정에서의 과학교과에 나타난 발명교육 내용은 학년별 차시인 96차시를 기준으로 제시하였다. 그림 4-2를 살펴보면 발명의 역사와 특성에 해당하는 발명의 이해, 발명과 경영은 상대적으로 적은 반면 발명과 사고, 발명과 과학, 발명과 기술은 강조되고 있다. 발명과 사고에서는 확산적, 수렴적 사고가 가장 높은 빈도를 차지하며, 발명과 과학에서의 과학적 지식, 발명과 기술에서의 기술적 지식, 발명실습이 많은 빈도를 차지하였다. 이는 3~6학년에 걸쳐 공동적으로 나타나는 현상이며 뿐만 아니라 실과와 미술 교과에서 나타난 요소의 비율과도 유사하게 나타난다. 앞선 교육과정에 대한 검토를 함께 고려한다면 발명과 기술에서 발명실습의 빈도가 높은 것은 발명과 관련된 실제적인 활동들이 많이 포함되어 있기 때문으로 이해할 수 있다. 흥미로운 점을 발명과 관련된 확산적, 수렴적 사고와 기술적 지식이 매우 강조되고 있다는 점이다. 이는 발명을 통해 과학에 대한 흥미를 높여 과학지식의 학습으로 연결하려는 목적이 포함되어 있음을 짐작할 수 있다. 즉, 발명·특허교육을 통한 조작적 활동이 흥미와 자신감을 높이고 관련된 과학지식의 습득의 보조적 역할을 할 수 있음을 시사한다.

교과	학 년	차 시	발명의 이해		발명과 사고				발명과 과학		발명과 기술			발명과 경영	합계
			발명 의 역사	발명 의 특성	확산 적 사고	수렴적 사고	창의적 문제 해결	발명사 고 기법	과학 적 지식	발명품 제작	기술 적 지식	발명 설계	발명 실습	발명 마케팅	
과 학	3	96	12	0	25	31	12	5	59	23	33	13	53	4	270
	4	96	1	1	32	38	10	6	72	8	41	7	52	4	272
	5	96	1	0	51	46	14	2	76	10	40	12	58	4	314
	6	96	3	0	44	44	10	1	75	18	43	6	51	4	299
	계	384	17	1	152	159	46	14	282	59	157	38	214	16	1155
실 과	5	64	1	1	27	28	19	4	20	5	61	7	27	16	216
	6	64	2	2	21	22	10	6	9	1	66	11	30	7	187
	계	128	3	3	48	50	29	10	29	6	127	18	57	23	403
미 술	3	64	2		14	10		7		3	4	10	12	2	64
	4	64	6	1	14	11		7		1	10	17	9	1	77
	5	64	6		18	15	5	9		2	7	15	11	1	89
	6	64	4		12	9	3	6	1	3	10	17	12	3	80
	계	256	18	1	58	45	8	29	1	9	31	59	44	7	310
합계		768	38	5	258	254	83	53	312	74	315	115	315	46	1868
			43		648				386		745			46	1868

그림 4-2. 박수진과 김용익(2006)에서 제시된 과학 차시 비교

본 연구에서는 중학교 1~3학년 과학 교과서 1종 및 고등학교 10학년 과학 교과서 1종, 물리 1과 물리 2 교과서 1종을 선택해 교과서에 제시된 발명·특허교육의 요소를 분석하고자 하였다. 학교급에 따른 구체적인 연관성을 함께 고려하고자 중학교 및 고등학교 교과서의 출판사는 모두 동일한 A사의 교과서를 채택하였다. 분석 기준은 박수진과 김용익(2006)이 제시한 것을 토대로 과학과 직접적인 관련이 없는 기술적 지식의 항목을 제외하고 특허와 관련된 내용을 보강하고자 지식재산권 이해, 지식재산권 종류, 특허정보검색, 특허출원절차를 기준에 추가하였다. 그 결과 특허와 관련된 내용 요소는 교과서 전체를 통틀어 한 건도 나타나지 않아 표 4-10에서는 제외하였다.

표 4-10. 중학교 및 고등학교 교과서에 나타난 발명·특허 내용요소

내용 요소 \ 학년	중학교			고등학교		
	1학년	2학년	3학년	과학	물리1	물리2
발명의 역사	24	8	6	7	30	15
발명의 특성					1	
확산적 사고						
수렴적 사고						
창의적 문제해결					2	
발명사고기법						
과학적 지식	4	3	1	3	15	3
발명 설계						
발명품 제작 및 실습				1	4	
계	28	11	7	11	52	18

교과서를 살펴본 결과, 중학교 및 고등학교 교과서에서 가장 강조되는 요소는 발명의 역사나 관련 내용을 소개하는 발명의 역사로 나타났다. 그 다음으로는 과학 지식이 이어졌으며, 나머지 내용 요소들은 거의 드러나지 않았다. 학교급으로는 고등학교 물리 1 교과서에 발명·특허교육 관련 내용 요소가 가장 많았으며, 다음으로는 물리 2, 중학교 1학년 등의 순이었다. 이는 현재 교과서에 제시된 발명·특허 내용요소가 주로 단편적인 발명품을 소개하는 데에 그치기 때문이다. 물리 1에서 신재생 에너지를 소개하거나, 여러 가지의 변속 장치, 최신의 저장 매체 등을 보여주고 있다. 그림 4-3은 초전도체의 발명과 현재까지의 변천 과정을 소개하고 있다.

4. 신소재

학습 목표

1. 초전도체의 성질과 이용에 대해 이해한다.
2. 유전체의 성질과 이용에 대해 이해한다.
3. 액정의 성질과 이용에 대해 이해한다.

오늘날 자기 부상 열차, 디지털 텔레비전, 태블릿 컴퓨터 및 각종 전자 제품에 사용되는 소재로는 초전도체, 유전체, 액정 등이 있다.

이러한 신소재의 기본 성질은 무엇일까? 그리고 어떻게 이용될까?



오너스(Onnes, H. K.;
1853~1926)

네덜란드의 물리학자. 저온 물리학의 개척자이다. 1908년 처음으로 헬륨의 액화에 성공하였으며, 1911년 수은의 온도가 4 K 이하로 내려갈 때 전기 저항이 갑자기 사라지는 초전도 현상을 발견하였다. 이러한 업적으로 1913년 노벨 물리학상을 받았다.

1. 초전도체

초전도체와 임계 온도

1911년 오너스는 수은의 온도를 낮추면 4 K에서 전기 저항이 갑자기 0이 되는 현상을 발견하였다. 4 K 이하에서는 수은에 전류가 한번 흐르기 시작하면 외부에서 전력을 공급하지 않아도 무한히 전류가 흐를 수 있다는 것이다. 그림 II-42는 수은의 저항이 4.2 K에서 0이 되는 것을 측정한 결과인데, 이를 초전도 전이라 하고 초전도 전이가 일어나는 온도를 임계 온도 혹은 전이 온도라 하며, T_c 로 나타낸다. 따라서 임계 온도보다 낮은 온도에서는 전기 저항이 0이 되는 것이다. 과학자들의 계속된 연구 결과 다른 금속도 온도를 충분히 낮추면 초전도 상태가 된다는 것을 알게 되었다. 나이오븀(Nb)이라는 금속은 임계 온도가 9.2 K로 순수한 물질 중에서는 가장 높은 임계 온도를 갖는다. 합금이 되면 이보다 더 높은 임계 온도를 가지기도 하는데, 나이오븀과 저마늄의 합금 임계 온도는 23 K이다.

1986년에는 금속의 산화물, 즉 세라믹이라고 하는 물질에서 초전도성을 갖는 새로운 화합물 초전도체가 발견되었다. 처음 발견된 세라믹 초전도체는 그 임계 온도가 28 K으로 금속의 합금 초전도체와 비슷한 정도의 임계 온도를 가졌다. 그러나 그 후 수많은 실험이 이루어지면서 1987년에는 그 임계 온도가 57 K에 이르는 세라믹 초전도체가 발견되었으며, 1988년에는 임계 온도가 100 K 이상인 초전도체가 발견되었다. 현재까지 150 K의 임계 온도를 갖는 물질이 보고되기도 하였다.

이처럼 초전도체의 임계 온도가 냉각제로 사용되는 액체 질소의 끓는점인 77 K 보다 높다는 것은 초전도체를 실용화하는 데 있어서 매우 중요한 의미를 갖는다. 왜냐하면 액체 질소는 액체 헬륨에 비해 값이 싸며 쉽게 얻을 수 있기 때문이다.

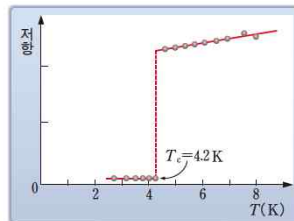


그림 II-42 수은 초전도체의 임계 온도

세라믹

사람이 인위적으로 열을 가해서 만든 비금속 무기 재료를 말한다. 재료는 유기 재료와 무기 재료로 나눌 수 있고, 무기 재료는 또 금속과 비금속으로 나뉘는데, Na, Mg, K, Ca 등 금속 양이온으로만 구성되어 있는 경우 금속 재료라고 부르며, 이런 금속 원소가 음이온과 결합하여 만들어진 물질을 비금속 무기 재료라고 한다.

그림 4-3. 교과서에 제시된 초전도체의 변천사 (물리 1 교과서)

흥미로운 점은 교과서에 그래핀과 같은 신소재 발견 과정에서 어떻게 창의적으로 문제를 해결했는지도 소개하고 있다는 것이다. 물리 1 교과서에서는 탄소로 이루어진 나노화합물들을 만들어 내기 위해 셀로판테이프를 이용해 떼는 단순한 방법으로 얇은 층상 구조를 얻을 수 있음을 소개하고 있다. 이는 고도의 과학기술이 아니어도 일상생활에서의 도구와 아이디어를 활용해 새로운 제조법을 제안할 수 있음을 보여주는 사례이다(그림 4-4 참조).

◆ 다음 글은 2010년도에 신물질 그래핀의 발견과 노벨 물리학상에 관한 글이다.

영국 맨체스터 대학에 재직 중인 안드레 가임과 콘스탄틴 노보셀로프 교수가 2010년 노벨 물리학상 수상자로 결정됐다. 스웨덴 왕립과학원 노벨상위원회는 가임과 노보셀로프 교수가 초박형 탄소 물질인 그래핀(graphene)에 대한 업적으로 물리학상 수상자로 결정됐다고 10월 5일 밝혔다. 두 사람은 2004년 흑연에서 셀로판테이프를 2차원 탄소 원자 층인 '그래핀'을 처음 분리하였다. 또 6각형 구조로 결합한 탄소 원자로 구성된 그래핀이 어떻게 작용하는지를 보여주었다. 그래핀은 두께가 고작 원자 한 층밖에 안 되는, 세상에서 가장 얇은 소재이다. 또한, 탄소공이라고 불리는 풀러렌(fullerene, 1985년)과 탄소 나노 튜브(1991년)에 이어 등장한 탄소 나노 소재이다. 탄소의 특성은 원자끼리 결합해 육각형 평면 구조가 되면 그래핀이 되고, 그래핀이 관 형태로 말리면 탄소 나노 튜브, 축구공 모양이 되면 풀러렌이 된다. 또 그래핀이 점으로 쌓이면 흑연이 되며, 흑연이 초고압 상태에 놓이면 다이아몬드가 된다. 그래핀은 가볍고 투명하며 강하고, 구리보다 100배 이상 전기가 잘 통할 정도로 물리적, 전기적 특성이 우수한 것으로 알려졌다. 두 과학자 중 노보셀로프 박사는 올해 36세로 지난 1973년 이후 수상자 가운데 최연소 기록도 세우게 됐다. 한편, 가임은 반자성 부상을 시연한 '공중 부상 개구리' 실험으로 지난 2000년 '괴짜 노벨상'으로 불리는 이그노벨상을 수상해 노벨상과 이그노벨상을 모두 수상한 첫 사례가 되기도 했다. 그래핀 연구에서도 가임 교수는 노보셀로프 박사와 함께 기발하고도 엉뚱한 아이디어를 발휘했다. 여기에는 신소재 개발의 도구라고 하기에 무색한 셀로판테이프가 동원되었다. 흑연에 붙였다 떼 셀로판테이프를 10번에서 20번 정도 셀로판테이프로 붙였다 떼다를 반복해서 얻어낸 것이었다. 연필심으로 쓰이는 흑연은 그래핀이 여러 장 쌓여 있는 구조이다. 이런 탄소 층상 구조 덕분에 우리가 조금만 힘을 주어도 글씨가 잘 써질 정도로 잘 떨어져 나간다.

하지만, 고작 하나의 탄소 층, 즉 그래핀을 얻는 일은 그동안 과학자들에게 쉬운 일이 아니었다. 최첨단 나노 기술을 활용해 그래핀을 만들어 보려는 노력이 있었지만 이번 노벨상 수상의 두 주인공이 나서기 전까지는 거의 불가능한 일처럼 여겨지기도 했다. 그런데 어느 날 갑자기 이 두 학자가 너무나도 간단한 방법으로 이 일을 해낸 것이었다. 그 두 사람은 흔히 구할 수 있는 흑연에 셀로판테이프를 붙여 일단 여러 층의 그래핀을 떼어냈다. 그런 다음 이 셀로판테이프에 새로운 셀로판테이프를 붙였다 떼어 내면서 좀더 얇은 그래핀 층들을 얻어낸 것이다.

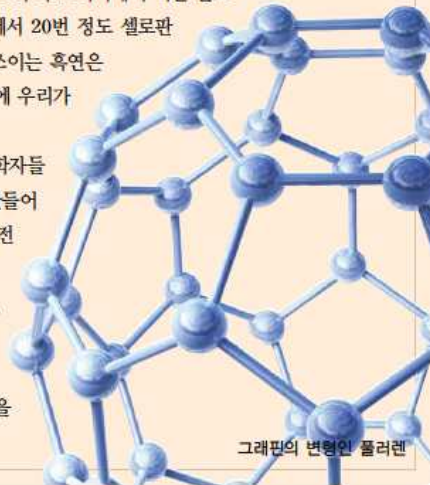


그림 4-4. 그래핀 제조 과정에서의 창의적 문제해결 예시

뿐만 아니라, 과학에서의 발명·특허는 단순히 새로운 제품이나 소재를 개발하고 만들어내는 데에 그치지 않는다. 쿨롱의 법칙을 소개하는 교과서의 내용을 살펴보면 쿨롱 역시 전자기력을 측정하는 방법을 캐번디시가 활용한 뒤틀립 저울을 활용한 것을 알 수 있다. 그러나 이 경우, 인력의 경우에는 역학적 평형이 유지되지 않는 점에 착안해 회전 운동에 대한 감쇠(damping)을 함께 고려한 장치로 수정해 실험했음을 보여주고 있다. 이는 발명이 단순히 생활 속에서 유용하고 가치를 창출할 수 있는 것에 그치지 않고 과학적 탐구 활동에서 측정이나 관찰, 조사를 위해 새로운 도구를 만들거나 개선하는 것도 포함될 수 있음을 의미한다. 이러한 과학에서의 발명 또는 특허는 일상적인 의미에서의 발명과는 구분되며 과학적 활동을 목적으로 한 아이디어 생산과 창조이므로, 과학 내적 발명이라 부를 수 있다.

과학사



쿨롱 법칙 실험 이야기

쿨롱은 프랑스의 물리학자로 금속선의 탄성과 비틀림을 연구하던 중에 정밀한 비틀림 저울을 고안하여 그의 실험에 사용하였다. 그는 전하를 띤 두 물체 사이에 작용하는 힘을 측정하여 쿨롱 법칙을 발견하였다.

측정 방법은 같은 종류의 전하인 경우에는 두 전하를 가까이하였을 때 척력으로 비틀림 저울의 금속선을 비틀게 되므로 금속선의 복원력과 전하 사이 거리의 관계를 조사하여 전하 사이의 척력이 거리의 제곱에 반비례한다는 것을 발견하였다. 그러나 서로 다른 종류의 전하인 경우에는 인력이 작용하므로 비틀림 저울의 정역학적 균형을 이용한 이 방법으로는 효과적으로 실험할 수 없었다. 그래서 인력으로 회전 운동을 일으키고 그 감쇠도(진동 지속 시간)에서 인력의 크기를 구하는 동역학적 방법을 사용하여 인력과 척력이 모두 거리의 제곱에 반비례함을 실험적으로 규명하는 데 성공하였다.



그림 4-5. 교과서에 제시된 과학 내적 발명의 예시

나아가 과학사의 여러 측면들을 발명과 연계해 이해할 수 있다. 예를 들면 그림 4-6에 제시된 것처럼 교과서에서 운동에너지의 변환을 측정하는 과학사의 내용을 소개하고 있다. 이러한 과학적 사례에서의 역사적 변천 과정에서 실험 도구는 점차 정교해지고, 새로운 이론을 반영하거나 그것에 도움을 주게 된다. 제시

된 사례는 에너지 보존 법칙을 실험하기 위한 여러 가지 실험을 글로 소개하고 있다. 학생들에게 이러한 과학적 사례를 중심으로 기존의 정해진 도구를 가지고 측정하도록 하는 수동적 방식인 아닌, 어떻게 운동에너지의 변환을 측정할 수 있는지 새롭게 제안하는 일종의 창의적 과제를 부여할 수 있다. 과학 내적 발명은 단순히 실용적 가치를 추구하는 것이 아니라, 과학적 탐구 활동을 위해 과학 이론을 증명하거나 또는 새롭게 제안할 수 있는 도구를 제안하는 목적으로 활용될 수 있다. 이러한 활동은 보통 수준의 학생들에게는 다소 힘들 수 있으나, 과학 관련 동아리나 탐구교실, 방과 후 과학교실, 중점학교를 중심으로 한 교과 외 활동으로 적극적으로 활용할 수 있을 것이다.

과학사



운동 에너지와 에너지의 전환

탈레스 시대의 철학자들은 모든 것은 보존된다고 하였다. 그러나 당시에는 이것을 오늘날 알고 있는 에너지 보존과 같은 것이라고 할 특별한 까닭은 없었다. 1638년에 갈릴레이는 여러 상황을 분석한 것을 발표했는데, 그중에는 널리 알려진 정지 전자를 포함하고 있었다. 그것은 퍼텐셜 에너지를 운동 에너지로, 또는 그 반대로 전환할 수 있는 장치이었다. 라이프 니츠는 1676~1689년 동안에 운동과 관련된 에너지를 수학 식으로 만들었다. 그는 물체의 질량이 m_i , 속도가 v_i 인 많은 역학계에서 $\Sigma m_i v_i^2$ 에 해당하는 양이 보존됨을 알았다. 그는 이것을 '활력', 즉 그 '계의 살아 있는 힘'이라 불렀다. 이 원리는 마찰이 없는 상황에서 운동 에너지의 대략적인 보존을 정확하게 나타낸 것이다.

존 플레이페어(John Playfair)는 운동 에너지는 보존되지 않는다고 하였다. 이것은 현대적 해석과 일치하나 18, 19세기에는 잃어버린 에너지가 어디에 있는지 잘 알지 못하였던 때였다. 사람들은 마찰이 있는 운동에서 발생하는 열이 다른 형태의 활력일 것이라고 의심하였다. 1783년에 라부아지에와 라플라스는 활력 이론과 열소(caloric) 이론이라는 두 상반된 이론을 공표하기도 하였다. 럼포드(Count Rumford)는 1798년에 역학적 운동이 열로 전환될 수 있음을 알았으며, 이것은 예측 가능성을 발표하였다. 활력은 오늘날 에너지로 알려져 있는데, 1807년에 영(Thomas Young)이 그 용어를 처음 사용하였다. 이후 코리올리(Gaspard—Gustave Coriolis)나 풍슬레(Jean Victor Poncelet) 같은 학자는 1819~1839년 시기에 $\frac{1}{2} \Sigma m_i v_i^2$ 이 운동 에너지에 대한 정확한 값이라는 것을 알게 되었고, 일로 전환하는 데 있어서 아주 중요한 양이라는 것도 알게 되었다.



그림 4-6. 에너지 전환과 관련된 실험을 측정하기 위한 방법 예시

뿐만 아니라 실제 상황에서의 경제적 가치를 과학적 지식을 기반으로 구할 수도 있다. 예를 들면 그림 4-7과 같이 송전선을 설치할 경우, 손실되는 에너지를 최대한 줄이려고 하며 이와 함께 운송 비용을 최소화하려고 할 것이다. 이 때, 전압 또는 전류의 변화로는 손실을 줄일 수 없으며 송전선의 단면적을 증가시켜 저항을 줄일 수 있게 된다. 그러나 이 경우, 송전선의 단가가 증가하고 무거워져 건설 비용이 증가하게 됨을 설명하고 있다. 이러한 계산은 단순히 고등학교 수준의 지식만으로도 유추할 수 있으며, 교과서에서는 구체적인 단가에 대한 계산 등은 제시하고 있지만 이를 확장시켜 추가적인 탐구 과제나 경진 대회 등으로도 연결할 수 있다. 뿐만 아니라 이러한 주제는 과학 외에도 관련되는 결과에 따른 수학적 해석, 송전선을 최소의 재료로 건축하기 위한 공학적 기술, 재료 비용에 따른 건축 비용의 산정과 같은 경제 등 다양한 분야의 지식을 통합해 문제를 접근하게 함으로써 융합인재교육의 주요 활용 예로도 사용될 수 있다.

교과서에 제시된 발명·특허 내용요소가 한쪽으로 편중된 것 외에도 나타나는 문제점은 여러 학교급의 교과서에 사용되는 발명·특허교육의 사례가 한정적이라는 점이다. 예를 들면 열에 관한 단원에서는 바이메탈 온도계나 여러 가지 온도계를 보여주고 있는데 이는 고등학교 과학, 물리 2 뿐만 아니라 중학교 2학년 교과서에까지 모두 동일하게 나타나고 있다. 즉, 하나의 사례가 서로 다른 학년에 동일하고 소개된다는 점이다. 이러한 점을 극복하기 위해서는 보다 다양한 발명·특허교육의 사례가 추가되어야 할 것이다.

여러 가지 케이블

송전탑 사이를 연결하는 송전용 케이블



지하 전력구에서 사용하는 345 kV급 초고압 케이블



바다 밑에 부설하는 전력용 해저 케이블



4. 전력 수송 과정에서의 에너지 손실

우리나라에 거미줄처럼 연결된 송배전 전선의 총 길이는 무려 지구 둘레의 34배에 해당하는 137만 km나 되므로 전선의 저항에 의해 손실되는 전기 에너지를 무시할 수 없을 정도로 큰 규모이다. 따라서 에너지의 효율적 활용이라는 측면에서 전기 에너지를 수송할 때 전선의 저항에 의한 손실을 될 수 있으면 줄여야 한다.

그러면 전력 수송 과정에서 전선의 저항에 의한 전기 에너지 소모는 어떻게 될까?

여기서는 전압과 전류가 시간에 따라 변하는 교류보다 표 IV-2와 같이 전압과 전류가 일정한 직류를 사례로 전력을 계산하는 것이 편리하다.

발전소에서 발전한 전력 P 가 직류 전압 V 와 직류 전류 I 로 수송된다고 하자. 같은 전력량을 수송할 때 전압을 낮추려면 전류를 증가시켜야 한다.

송배전선의 전체 저항 R 는 전압이나 전류에 관계없이 주어진 값이다. 따라서 저항에 의해 시간당 열로 사라지는 전기 에너지는 전압이 V 이고 전류가 I 일 때 I^2R 이지만, $2V$, $\frac{1}{2}I$ 일 때는 $\frac{I^2R}{4}$ 이 되고, $\frac{1}{2}V$, $2I$ 일 때는 $4I^2R$ 가 된다. 즉 전압을 n 배로 높이면 손실되는 에너지는 처음 손실되는 에너지보다 $\frac{1}{n^2}$ 배로 줄지만, 전류가 n 배가 되면 처음보다 n^2 배로 늘어난다.

만일 전압을 $\frac{1}{2}V$ 로 하고 전류를 $2I$ 로 할 때 전선의 저항을 $\frac{1}{4}$ 배로 줄일 수 있다면, 전류가 증가함으로써 발생하는 에너지 손실에는 변화가 없을 것이다. 그러나 도선의 전기 저항은 단면적에 반비례하기 때문에 저항을 줄이기 위해서는 송전선의 굵기를 증가시켜야 한다. 이는 곧 송전선의 무게를 증가시켜 송전선의 생산 비용이 늘어날 뿐 아니라 증가한 무게를 전달 수 있게 거대한 송전탑을 더욱 견고하게 만드는 비용까지 추가해야 한다. 따라서 손실되는 에너지의 변화없이 전류를 증가시키기 위해 더 굵은 송전선을 사용하는 것은 경제적이지 않다.

표 IV-2 전압과 전류에 따른 전력 손실의 변화

구분	전압 $2V$, 전류 $\frac{I}{2}$	전압 V , 전류 I	전압 $\frac{V}{2}$, 전류 $2I$
공급한 전력 P	$2V \cdot \frac{I}{2} = VI$	VI	$\frac{V}{2} \cdot 2I = VI$
송전선의 저항	R	R	R
저항에 의한 전압 강하	$V_R' = \frac{I}{2}R$	$V_R = IR$	$V_R'' = 2IR$
전압 강하에 의한 전력 손실 P_R	$V_R' \cdot \frac{I}{2} = \frac{I^2R}{4}$	$V_R I = I^2R$	$2IV_R'' = 4I^2R$
최종 전달된 전력 $P - P_R$	$VI - \frac{I^2R}{4}$	$VI - I^2R$	$VI - 4I^2R$

그림 4-7. 송전선에서의 전압과 전류로 인한 손실과 비용에 대한 계산 예시

요컨대 과학교육에서의 발명·특허교육은 과학교육이 추구해 온 여러 가치들과 많은 공통점들을 공유하고 있다. 과학적 탐구에서 추구해 온 문제해결 및 발견 능력, 과학적 창의성에서 요구해 온 과제집착력, 개방성, 독창성, 유창성 등의 여러 정의적 심동적 영역에서의 역량, 융합인재교육에서 추구하는 융복합적 사고와 교과 간 지식의 통합, 과학의 본성에서 강조하는 과학과 사회의 상호연관성, 과학과 기술의 관계, 과학 윤리, 과학적 소양에서의 일상적 문제에 대한 실천력 등 수많은 요소들과 깊은 관련을 맺고 있다. 또한 발명 교육은 이미 영재교육을 중심으로 집중적으로 활용되어 왔으나, 오늘날 교육과정에서는 모두를 위한 발명·특허적 사고를 추구하며, 기존의 발명·특허교육으로는 과학교육이 달성하고자 하는 목표와 내용 가치와 충돌이 있어 재정의가 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 발명의 정의를 크게 일상적 의미의 발명인 과학 외적 발명과 과학적 탐구 및 발견과정에 필요한 도구나 측정, 아이디어를 개선하는 과학 내적 발명으로 구분하였다. 또한 모두를 위한 발명의 목표로 과학적 소양에 근거하여 일련의 과정을 주요 요소로 범주화하였는데, 발명·특허에 대한 인식, 문제발견능력, 문제해결의 기초소양, 나아가 전반적 과정에 대한 반성적 사고를 중심으로 하고 있다.

이러한 기준에 따라 교육과정을 분석한 결과, 발명·특허교육의 중요성과 기초 지식 등의 소양 함양은 강조되고 있으나 문제발견 및 문제해결과정에서의 비판적 사고는 비중이 낮음을 알 수 있다. 초등학교 교육과정에서는 주어진 과학 현상과 연관된 사례를 조사하고 만들기를 통한 조작적 활동을 강조하며, 중학교 교육과정에서는 구체적인 조작 활동보다는 기초적인 과학 지식을 강조하고 과학과 기술, 사회, 수학 등 다양한 영역과의 연계성을 이해하는 데에 초점을 두고 있다. 고등학교 교육과정에서는 구체적인 과학적 맥락 하에서의 내용과 원리의 이해에 중심을 두고 있다. 그러나 발명·특허로 인한 문제점에 대한 비판적 사고는 교육과정 내내 강조되지 않고 있음을 알 수 있다. 따라서 일반 시민으로서의 합리적 의사결정을 높이고 과학의 사회적 책무성을 강조하기 위해서는 과학 외적, 내적 발명에 대한 비판적 검토가 수반되도록 해야 할 것이다.

이어 교육과정에 제시된 발명·특허 내용요소가 제대로 반영되었는지 살펴보고자 발명의 역사, 발명의 중요성, 확산적 사고, 수렴적 사고, 창의적 문제해결, 발명사고기법, 과학적 지식 등 선행 연구의 분석틀을 보완하여 교과서를 분석하였다. 그 결과, 발명·특허 내용요소는 주로 발명의 의미를 소개하거나 발명품의 원

리를 설명하는 데에 치우쳤으며 발명·특허 관련 요소가 오히려 중학교보다 고등학교에 더 많이 나타남을 알 수 있었다. 뿐만 아니라, 하나의 발명·특허 사례가 여러 학년에 동일하게 사용됨으로써 새로운 발명·특허의 인식과 아이디어를 제공하는 데에 한계가 있음을 나타내었다. 그럼에도 불구하고 교과서에 사용된 여러 가지 예시를 통해 과학교육에서의 발명·특허교육이 과학적 탐구를 향상시키기 위한 적절한 탐구 주제로 사용될 수 있는 가능성을 발견하였으며, 향후 이러한 탐구 주제를 향상시킬 수 있는 방안이 마련될 필요가 있다. 또한 발명·특허 내용요소를 반영함으로써 실제 학생들의 과학적 사고와 탐구 능력의 배양으로 이어질 수 있는지는 후속 연구가 필요하다고 여겨진다.

5. 과학 영재교육과 발명·특허 교육

가. 초·중등학교 영재교육의 현황

(1) 영재교육진흥법

영재교육진흥법이 공고되기 전부터 시·도 교육청 영재반, 대학부설과학영재교육센터 등에서는 나름대로 우수한 학생들을 선발하여 영재교육을 시켜왔다. 그러나 이러한 교육은 법적인 뒷받침이 없는 임의적인 것이었으며, 따라서 국가의 체계적인 계획 하에 영재교육 정책을 수립하여 영재교육을 수행해 갈 수 없었으며, 영재교육에 대한 행·재정적 지원을 효율적으로 마련할 수 없었고, 영재교육의 연속성 및 체계성 등에서 여러 가지 문제점을 수반하였다. 이러한 문제점을 인식하고 영재교육에 대한 법적, 제도적 뒷받침을 마련하기 위하여 정부는 영재교육진흥법을 만들었으며, 법안은 1999년 12월 국회를 통과하고, 2000년 1월 고시되었다. 영재교육진흥법은 2002년 3월부터 초, 중, 고등학교 교육에서 영재교육을 시행할 수 있도록 명시하였다.

영재교육을 수행하고, 정착하기 위한 영재교육진흥법의 주요 내용은 다음과 같다:

- 영재교육의 목적
- 영재의 정의
- 영재교육 진흥을 위한 국가의 임무
- 중앙 및 시·도 영재교육진흥위원회
- 영재교육 기관의 종류(영재학교, 영재학급, 영재교육원) 및 설립에 관한 사항
- 영재교육연구원의 설립
- 영재교육대상자의 선정 및 학력 이수인정
- 영재교육 담당교원의 임용 및 자질 향상
- 교육내용 및 교과용 도서

영재교육진흥법에서는 영재를 ‘재능이 뛰어난 사람으로서 타고난 잠재력을 계발하기 위하여 특별한 교육을 필요로 하는 자’로 정의하였다. 그리고 일반지능, 특수학문적성, 창의적 사고능력, 예술적 재능, 신체적 재능, 기타 특별한 재능의 영역에서 뛰어나거나 잠재력이 우수한 사람 중 영재판별기준에 의거 판별된 사람을 영재교육 대상자로 선정한다고 하였다. 이 중 창의적 사고 능력, 기타 (사회가 인정하는) 특별한 재능 영역이 발명 영재와 관련을 맺는다고 볼 수 있다. 2002년 4월에는 영재교육진흥법을 보다 구체화한 영재교육진흥법시행령이 제정, 고시되었다.

(2) 영재학급

영재학급은 단위학교가 설치 운영하는 경우와 인근의 몇 개 학교가 공동으로 설치 운영하는 두 가지 경우가 있다. 전자는 단위 학교에서 특정 분야의 영재를 선발한 다음, 지도하는 것이다. 후자는 가까운 위치에 있는 몇 개 학교가 협약하여 특정 분야의 영재를 선발한 다음, 그 중의 한 학교에 설치된 영재학급에서 지도를 하는 것이다. 영재학급은 정규 교과 수업 중에는 지도를 할 수 없으며, 방과 후나, 특별활동 시간, 재량활동 시간, 또는 방학 중에 수업을 할 수 있다. 보통 1주일에 2~4시간 정도 수업을 한다. 한 학급의 학생 수는 20명 이내이다. 영재학급은 전담 교사가 없고, 일반 교사가 별도로 지도를 하고 있기 때문에 교사의 수업 부담을 가중시킨다는 문제를 가지고 있다.

(3) 영재교육원

영재교육원은 교육청, 대학, 정부출연 연구기관, 기타 공익법인에서 설치·운영할 수 있다. 영재교육원에서는 방과 후, 특별활동이나 재량활동 시간, 주말, 방학 중에 지도를 할 수 있으며, 정규 교과 수업 시간 중에도 지도를 할 수 있다. 예를 들면, 영재교육원에 다니는 학생은 정규 수업이 이루어지는 만나절이나 하루를 할애 받아 지도를 받을 수 있다. 영재교육원에서는 대부분 학교 교사가 지도를 한다. 어떤 영재교육원에서는 교사를 파견 발령하여 전담 형식으로 지도를 하

고 있으며, 어떤 영재교육원에서는 과견발령을 내지 않고 학교에서 일반 수업을 한 다음에 영재 지도를 하고 있다. 교과당 연간 수업 시수는 교육청마다 매우 다양하며 70~140시간 정도로 그 폭이 매우 크다. 영재학급은 방학 중에 교육이 이루어지는 경우는 매우 드문데 반해, 영재교육원은 방학 중에도 집중적으로 교육을 많이 실시한다.

(4) 지역별 대학부설 과학영재교육원

대학부설 과학영재교육원은 21세기 과학기술 선진국 진입의 토대가 될 창조적 고급 과학 기술 인력의 확보를 위해 과학 영재를 조기 발굴하고 적합한 교육을 제공하기 위해서 정부의 지원을 받아 대학에서 설립·운영되고 있다. 1998년 9개 대학에서 여름 방학 이후부터 운영되기 시작하였으며, 2015년 현재 전국 27개 대학에서 운영되고 있다. 수학, 과학 영역에서 지도를 하고 있으며, 방과 후, 주말, 방학 등을 이용해서 연간 약 100시간의 교육을 실시하고 있다.

나. 영재교육과정의 기본 개념

(1) 영재교육과정의 개념

영재교육과정이란 한마디로 영재라는 특정 집단을 대상으로 한 교육과정이다. 영재란 뛰어난 능력을 지니고 있으며 그로 인하여 훌륭한 성취를 할 것이라고 전문가에 의하여 판별된 학생들이다. 영재들은 평균 이상의 지적 능력, 높은 과제 집착력, 높은 창의성이라는 세 가지 기본적인 특성의 상호작용에 의하여 나타나는 영재성을 보유하고 있거나 이 특성들이 발달될 가능성이 있는 학생들이다 (Renzulli, 1978). 이러한 영재의 특성에 비추어볼 때, 영재교육과정이란 다음과 같은 의미를 가지고 있다.

영재들의 특성을 고려한 차별화 된 교육과정이다. 차별화 된 교육과정은 일반 학생들과는 다른 영재들의 독특한 능력, 필요, 학습 스타일, 속도 등을 고려한 것으로 이러한 영재성에 보다 잘 부합되도록 구성한 개별화된 교육과정이다. 차별화 된 교육과정에서는 높은 성취 욕구를 가지고 있는 영재들의 왕성한 지적 호

기심을 채워주고 이를 격려할 수 있다.

영재교육과정은 잠재적 재능을 가시적 재능으로 전환시키는 것을 목표로 한다. 여기서 '잠재적'이라는 말은 성인 세계에서 사회적 표준에 의해 평가된 탁월한 수준의 산출물을 생산하기 전의 단계를 의미한다. 영재들의 재능은 아직 성인세계의 표준에 의해 비교 평가되지 않은 잠재적 재능이며, 이런 잠재적 재능은 '약속된' 재능이고, 가시적 재능은 '완성된' 재능이다(Tannenbaum, 1986). 영재교육과정이란 영재들의 잠재적 능력을 성인 세계의 표준에서 탁월한 수준으로 가시화되도록 돕는 교육과정이라고 할 수 있다.

(2) 영재교육과정의 교육 목표

영재들은 보통 학생들과 달리 학습에 대한 욕구가 강하고 학습 속도가 빠르다. 또, 학습에 대한 정서적·지적 반응 강도가 매우 높으며, 수준 높고 추상적이고 도전적이며 어려운 내용을 선호하는 등, 그 요구가 매우 독특하다(VanTassel-Baska, 1997). 따라서 이러한 개인적 성향이 충분히 고려되어 사회에서 필요한 올바른 인간으로 성장할 수 있도록 하는 제반 목표들이 설정되어야 한다. 영재교육과 관련된 여러 연구들(Davis & Rimm, 1994; VanTassel-Baska, 1997)에서 바람직한 영재교육과정의 목표들이 제시되고 있는데 그것을 지적, 정의적·사회적 영역으로 세분하여 제시하면 다음과 같다.

1) 지적 영역의 교육 목표

- ① 추상적이고 복잡한 개념과 원리 및 기능을 습득한다.
- ② 비판적 사고 기능을 계발한다.
- ③ 고등탐구기능을 계발하여 이를 활용하는 능력을 기른다.
- ④ 문제해결 전략과 기술을 습득한다.
- ⑤ 창의적인 지식이나 산출물을 생산한다.
- ⑥ 학문 간의 연계를 탐색한다.
- ⑦ 자기 주도적 학습능력과 자기평가 기능을 계발한다.
- ⑧ 자신의 의견과 생각을 정확하게 표현하고 의사소통하는 기능을 습득한다.

⑨ 효과적으로 학습하는 전략을 알고 활용한다.

2) 정의적·사회적 영역의 교육 목표

- ① 자신의 감정, 약점, 잠재력, 필요를 평가하고 긍정적인 자아개념을 형성한다.
- ② 지식을 학습하고 행하는 일을 사랑하는 마음을 기른다.
- ③ 위대한 업적을 남긴 인물들의 바람직한 태도와 가치를 평가하고 내면화한다.
- ④ 폭넓은 교양을 쌓는다.
- ⑤ 자신의 흥미와 능력에 맞는 직업세계를 탐색한다.
- ⑥ 공동 프로젝트에 참여하여 협동 작업에 필요한 기능과 태도를 습득한다.
- ⑦ 타인과 지역사회에 공헌하려는 마음을 갖는다.
- ⑧ 독자적으로 문제를 해결하고 책임을 지는 태도를 기른다.

이상과 같이 여러 연구에서 제시되고 있는 영재교육의 목표를 요약해 보면, 창의적인 문제해결력, 자율적 탐구 능력, 지도력의 계발을 바탕으로 한 개인의 자아실현과 사회에의 공헌으로 요약할 수 있다. 개인의 자아실현이란 자신이 가지고 있는 잠재력을 충분히 발휘하여 자신이 되고자 하는 인물이 되는 것이며, 사회에의 공헌은 한 국가 사회 더 나아가 인류 문명사회에의 공헌을 말한다.

다. 과학영재학교 교육과정의 성격과 구성방침

(1) 성격

- ① 미래의 창의적 과학자로서의 성장을 돕기 위해 수학 및 과학교과의 학습비중이 강화된 교육과정이다.
- ② 최소졸업학점제로 운영함으로써 교육과정 운영의 융통성과 학생선택의 자율성을 강조한 교육과정이다.
- ③ 학습자의 능력과 관심이 다양함을 고려하며 자율연구, 사사, 위탁교육 등 교육의 내용과 방법을 다양화 한 교육과정이다.
- ④ 단순한 지식의 습득보다는 비판적, 창의적 사고와 같은 고급사고기능을 강

조한 교육과정이다.

- ⑤ 지적영역 뿐만 아니라 정의적, 사회적 영역의 고른 발달을 강조한 전인교육 실시를 위한 교육과정이다.

(2) 교육과정의 구성 방침

- ① 심화된 내용의 학습과 간 학문적인 접근이 가능하도록 교육과정을 구성한다.

- 각 학문 영역 내에서의 심도 깊은 학습과 함께 여러 학문 영역들 사이의 연결을 강조한 간 학문적 접근이 충분히 이루어지도록 교육과정을 개발한다.
- 자신의 분야에서 뛰어난 업적을 이룬 뿐 아니라 인문 사회과목들도 최소학점을 통해 접하게 함으로서 간 학문적인 영역에서도 새로운 지식을 창출할 수 있는 가능성을 최대한으로 신장시킬 수 있도록 개발한다.

- ② 지적발달에만 치중하지 않는 전인교육이 실시되도록 구성한다.

다양한 클럽 활동, 소집단 모임, 스포츠 활동 등을 활성화시켜 학생들의 지적, 정의적, 신체적 영역의 고른 발달을 도모하는 전인교육이 되도록 구성한다.

- ③ 속진과 심화를 병행하되 심화를 보다 강조하여 구성한다.

- 지식의 습득과 기억보다 창의적 문제해결력, 비판적 사고 능력, 합리적 의사결정력 등의 고급 사고 능력을 증진시킬 수 있도록 개발한다.
- 적극적이고 창의적인 문제해결자가 되도록 하기 위해서 학생들이 문제를 인식하고 해결할 수 있는 기회를 제공할 수 있도록 개발한다.
- 교과목 개발에 있어서도 대학 수준의 내용을 그대로 도입하는 속진보다는 창의성과 사고력 계발에 보다 충실할 수 있도록 내용의 폭을 넓히고 접근 방법을 달리하는 심화 중심으로 개발한다.

- ④ 능력과 관심의 다양성을 고려하여 교육내용과 방법을 다양하게 구성한다.

- 획일화를 지양하고 각자의 특성과 개성을 존중하여 그에 적절한 학습 경험을 할 수 있는 개별화 교육과정이 되도록 한다.
- 학생들의 능력 수준과 흥미를 기반으로 하여 자신의 활동을 스스로 선택하고 결정하여 개별적인 학습을 할 수 있는 기회를 제공하도록 다양한 수준

의 활동과 프로그램을 개발한다.

⑤ 첨단과학 분야의 연구 및 자율적인 연구 활동을 강화한다.

- 영재일지라도 현재 이루어지고 있는 첨단과학 분야를 접한다는 것은 앞으로 연구할 분야의 학문적 시야를 확대할 수 있을 뿐만 아니라 장래 연구의 방향을 설정하는데 큰 도움이 되도록 한다.
- 자율 연구의 수행을 권장한다.
- 계절 학기를 이용한 집중적이고 다양한 경험을 제공할 수 있는 교과목을 개설한다.
- 능력이 뛰어난 학생이나 특정 분야의 심도 깊은 학습을 특별히 원하는 학생을 위하여 AP 코스나 사사제도를 활용한다. 이는 대학에의 위탁교육이나 외부 전문가 초빙 등의 방식으로도 진행이 가능하다.

⑥ 영재들이 사회의 지도자로서 일하게 될 가능성이 높은 집단임을 감안하여 그들이 사회 속에서의 자신의 역할을 인식하고, 사회적 책임감과 의식을 기를 수 있도록 교육과정을 개발한다.

- 뛰어난 한 개인의 잠재적 능력을 최대한 계발시킨다는 개인적 측면과 고도의 산업 사회에서 국가 경쟁력을 높인다는 사회적 측면의 요구를 고려하여 교육과정을 개발한다.
- 영재들의 현재 특성 뿐 아니라 미래 사회에서의 역할까지 고려하여 책임감 있고 의식 있는 전문가가 될 수 있도록 교육과정을 개발한다.
- 사회봉사 및 학교 봉사 활동 시간을 필수적으로 명시하여 이를 반드시 수행하도록 한다.

라. 과학영재학교 교육과정의 목표

과학영재학교 교육과정의 목표는 영재교육의 일반적인 필요성과 목표, 과학과의 특징을 기초로 하여 설정하였다. 진술 방식은 학습자 중심의 성취 기준으로 제시하여 교육과정의 결과로써 학생들이 도달해야 하는 특성을 제시하고자 하였다. 교육과정의 목표를 보다 구체적으로 진술하면 다음과 같다.

(1) 심신이 건강한 조화로운 인격을 형성하며, 긍정적이고 성숙한 자아의식을 가진다.

건강한 신체와 건전한 정신은 모든 개인에게 본인을 위해서나 국가 사회의 발전을 위해서 기본적으로 요구되는 조건으로, 이는 조화로운 심신과 인격을 형성하는 데 기본이 된다. 영재도 일반 학생들에게 요구되는 건전하고 조화로운 인격을 형성할 필요가 있다. 또한, 영재들은 자신들의 뛰어난 능력에 대하여 너무 자만하거나 우수한 학생들 사이에서 오히려 상대적인 위축감을 갖는 등 부정적인 자아 개념이 형성될 우려가 있다. 그러므로 영재들이 자신의 능력을 신뢰함과 동시에 겸손한 자세로 긍정적이고 성숙한 자아의식을 가지도록 한다.

(2) 적성과 능력이 있는 관심 분야에 대한 심도 깊은 전문적인 이해와 논리적·비판적·창의적 사고력과 태도를 통하여 창의적인 문제해결자, 창조적인 지식 생산자가 된다. 영재들에게 특히 두드러지는 특성은 뛰어난 지적 능력이다. 특히 고등학교 영재들은 이러한 지적 능력이 일반 학생들과는 현격하게 다르다. 영재들은 이해력이 빠르고 끝없는 호기심을 가지고 있다. 그리고 많은 양의 정보와 명석한 판단력, 독창적인 생각, 강한 지적 욕구 등을 가지고 있다. 이러한 영재의 지적 특성에 기초하여 일반 교육과 달리 영재교육이 추구하는 바는 내용 면에서는 복잡성과 추상성, 사고 기능 면에서는 상위 수준의 사고 능력, 산출물 면에서는 질 높은 산출물의 창출이다. 이러한 요소들이 종합적으로 달성될 때 영재교육의 올바른 목표를 달성할 수 있다. 혁신적이고 창의적인 시도를 즐기는 영재아들에게 요구되는 사고는 평범하고 일상적인 사고가 아니라 자신의 개성을 충분히 발휘하는 독특하고 창의적인 사고이다. 그들의 탁월한 지적 능력과 창의적인 사고를 통한 문제 해결과 창의적인 산출물의 생산은 영재교육이 지향하는 지적 영역의 궁극적인 목표라고 할 수 있다.

(3) 다양한 분야의 지식과 기능에 대한 통합적이고 간 학문적인 이해를 토대로 적극적으로 자신의 진로를 개척하고 새로운 지식을 창출하는 경험을 가진다. 영재교육과정은 이들의 전문화된 관심과 능력을 신장시키는 것을 목적으로 한다. 영재들은 지식의 발전에 지대한 기여를 할 가능성이 있는 학생들이라고 할 수 있는데, 지식의 혁명은 학문 영역들 사이에서 이루어진다고 한다. 따라서 특정 학문 영역뿐만 아니라 여러 학문 영역들의 통합 및 간 학문적인 접근을 통하여 영재들이 미래의 인류 발전에 유용한 지식을 창출할 수 있도록 한다.

(4) 학문 분야 및 사회 발전에 공헌할 수 있도록 올바른 사회의식과 도덕적·윤리적인 관점에서 의사결정을 할 수 있는 지도력과 책임감을 기른다. 영재들이 국가 사회의 중요한 자원임을 고려할 때, 그들이 지니게 될 사회적 지위나 사회적 영향력이 적지 않을 것을 예상할 수 있다. 이러한 가능성을 지닌 영재들이 차후에 국가 사회에 올바른 공헌을 할 수 있도록 하기 위해서는 올바른 사회의식과 사회에 대한 책임감을 가질 필요가 있으며, 올바른 지도력을 키울 필요가 있다.

(5) 국가 공동체의 형성과 발전을 위해 노력하며, 세계 시민으로서의 의식과 태도를 가진다. 영재들은 여러 가지 특성 면에서 일반 학생들과는 차별적이지만 이들도 사회의 한 일원으로써 보통 사람들과 함께 더불어 살아가야 하는 사람들이다. 더군다나 영재들은 그들의 탁월한 능력으로 인하여 국가 사회에서 핵심적인 역할을 할 가능성이 높다. 그들이 일반인으로 사회를 살아갈 때에는 물론이고 사회 발전의 방향에 영향을 미치는 핵심적인 인물로 자리매김을 하는 경우에는 더더욱 이들의 판단과 행동이 사회 전반에 많은 영향을 미칠 수 있다. 따라서 이들이 올바른 도덕관과 윤리관 위에서 올바른 가치 판단을 내리고 이에 따라 행동하도록 교육하는 것은 영재교육의 중요한 목표가 된다.

마. 과학영재학교 교육과정 편제 및 운영지침

(1) 교과별 편제 및 학점 배당표

① 편제

과학영재학교 교육과정은 교과, 자율연구, 위탁교육과 특별 활동으로 편성한다. 교과는 전인교육을 위한 일반교과와 관심과 능력 계발을 위한 전공교과로 구성되었다.

ㄱ. 일반 교과는 국어, 사회, 외국어, 예·체능으로 한다.

일반교과는 교육과정의 교과를 기준으로 하여 영재의 특성을 고려하여 설정하였다. 본 교육과정이 적용되는 과학영재들이라도 학문의 발전을 위해서 또는 전인 교육을 위해 반드시 필요한 최소한의 교양과 인문과목을 교육받을 필요가 있다. 또한 영재들은 지적활동에 주로 집중하는 경향이 있으므로 정서적 발달과 신체적 능력이 부족해질 우려가 있다. 그러므로 예·체능 영역이 간과되어서는 안 된다.

ㄴ. 전공 교과는 수학, 물리학, 화학, 생물학, 지구과학, 정보과학, 첨단과학에 관한 교과로 한다.

전공교과는 영재학생들의 특성과 적성이 두드러지게 나타나므로 일반 고등학교에서 다루는 정규교육과정과는 다른 교육을 통하여 영재들의 능력과 잠재력이 발현될 필요가 있는 교과이다. 전공교과의 분류는 교육과정에 따라 수학, 물리, 화학, 생물, 지구과학으로 분류하였으며 최근에 주목받고 있는 학문분야인 정보과학과 학생들에게 최선의 과학 분야를 접하게 할 목적으로 첨단과학의 분야가 포함되었다.

② 일반 교과와 전공 교과는 각각 필수교과와 선택교과로 구성한다.

ㄱ. 필수교과는 반드시 수강해야만 하는 과목으로 다른 과목의 학습이나 교과에 대한 일반적 이해에 도움이 되는 과목으로 설정하였다.

필수교과는 보다 심화된 선택과목들을 수강하기 위해 반드시 필요한 지식을

습득하기 위한 과목들로서 학생들의 학습선택의 자율권을 보장하기 위해 최소화하였다. 특히 고등학교 과정임을 감안하여 일찍부터 학생의 관심분야만을 편식하는 것을 방지하고 창의적 지식의 생산은 간 학문적 이해와 적용에서 이루어질 수 있으므로 전공분야의 모든 영역을 접하도록 하는 것은 중요하다. 또한 영재들의 특성을 고려하여 일반 고등학교와 변별적인 교육과정을 편성하였으나 영재들도 교육과정의 기본교과와 내용을 학습할 필요가 있다. 그러나 10학년 교과를 그대로 이수한다는 것은 영재에게 적합하지 않으므로 이와 같은 내용들이 영재교육과정에 개설되는 필수과목 내에 어떤 형태로든 포함되도록 구성하였다.

ㄴ. 선택교과는 기본선택교과와 심화선택교과로 나누고 필수교과보다 수준이 높고, 보다 전문적인 내용과 활동을 다루는 과목으로 구성한다.

선택교과는 영재의 관심에 따라 선택하여 수강할 수 있는 과목들이다. 선택교과는 크게 기본선택교과와 심화선택교과로 나누어진다. 기본선택은 수학, 과학, 정보과학, 첨단과학 분야의 심화선택에서 필요한 도구과목이나 일반적인 과학적 소양을 기르는 내용과 활동을 중심으로 구성된 과목들이다. 간 학문적 영역의 중요성을 반영하기 위하여 각 영역별로 최소한의 학점을 배당하여 학생들이 다양한 분야를 접할 수 있게 하였다. 심화선택과목은 영재의 특성을 반영하는 교과목들로 영재들이 관심 있는 분야를 집중적으로 탐구할 수 있도록 필수과목이나 기본선택과목 보다 심도 깊은 과목들로 구성되었다. 심화선택 과목은 모든 전공교과를 통합하여 학생들이 자신의 능력과 관심에 따라 자유롭게 선택할 수 있도록 한다.

ㄷ. 자율연구는 학생들이 자유롭게 선택한 주제에 대하여 자기 주도적으로 실시하는 심도 깊은 연구로 한다. 영재들은 교사와 함께 하는 교과뿐만 아니라 자기 스스로 계획하고 수행하는 자율연구가 필요하다. 이와 같은 자유로운 학습활동의 기회를 통하여 학생들은 창의적이고 심도 깊은 학습을 수행할 수 있다. 자율연구의 결과물은 논문형태로 제출하도록 하며 모든 학생이 졸업에 필요한 의무사항으로 한다. 또한 자율연구는 개인연구와 매주 1시간의 세미나를 포함한다. 세미나는 분야별로 이루어지며 각자의 연구를 매주 발표, 토의한다.

③ 위탁교육은 방학기간 동안 국·내외 대학 또는 연구소에서 행해지는 특별

교육을 말한다.

위탁교육은 여름방학과 겨울방학을 이용하여 이루어지는 집중교육으로서 학교에서는 접할 수 없는 실제 과학 현장에 대한 지식의 습득과 미래의 과학활동에 대한 첨단지식을 미리 접할 수 있게 한다. 위탁교육은 분야별로, 소그룹별로 진행되며 가능한 한 다양한 경험을 위해 다양한 곳에서 이루어져야 한다. 또한 교육 후 보고서를 통하여 교육 자료로 활용될 수도 있다.

④ 특별 활동은 자치 활동, 적응 활동, 클럽 활동, 계발 활동, 행사 활동, 봉사 활동으로 한다.

영재들도 일반 학생들과 마찬가지로 교과 외에 특별활동이 반드시 필요할 뿐만 아니라 오히려 더 강조될 필요가 있다. 특별활동을 통하여 학문영역을 더 심화시키거나 다양한 취미활동을 계발할 수 있으며 교과에서 다룰 수 없는 협동심, 지도력을 키울 수 있다. 특히 봉사활동은 더욱 강조되었다.

표 5-1 교과별 편제 및 학점 배당표

구분			교육과정(최소 졸업 이수 학점)								
			필수과목		선택과목					총계	
						소계	기본선택	이수학점	심화선택		
교 											

바. 영재교육과정의 운영 지침 및 평가와 질 관리

(1) 운영

과학영재학교 교육과정의 운영은 일반학교의 교육과정보다 융통성 있고 학생의 선택의 자율성을 보다 많이 확대하도록 운영하는 것을 기본 원칙으로 하였다.

① 과학영재학교와 일반학교 사이의 전·출입이 가능하도록 행정적·제도적 장치를 마련한다.

최선의 선발과정으로 학생들을 선발하여 교육을 실시하여도 학생 중에서 영재 학교에 적응하지 못한 학생들이 존재하게 마련이다. 이와 같이 적응하지 못하는 학생들을 계속 교육을 시킨다는 것은 개인이나 학교차원에서도 불행한 일이며 낭비일 것이다. 따라서 일반 학교로의 전학이 가능하도록 해야 한다. 또한, 영재 학교에 입학하지 못한 일반 학생 중에서도 그들의 능력이 차후에 영재로 재평가 되는 경우에는 영재 학교로 재입학할 수 있는 제도도 마련하여 학생들이 최대한 자신에게 적절한 교육을 받을 수 있는 여건을 마련해 주어야 한다.

② 교육과정은 3년을 기본으로 운영하되, 조기 졸업이 가능하도록 한다.

- 교육과정은 3년을 기본으로 구성하여 다양하고 깊이 있는 학습이 가능하도록 한다. 영재들은 학습능력이 뛰어나므로 빠른 시간에 많은 양의 지식을 습득할 수 있다. 학생들에게는 물론 더 높은 수준의 개념과 지식의 학습도 중요하지만 개념의 활용과 창의적인 문제 해결, 자기주도적인 연구를 통한 탐구 능력의 신장 등도 매우 중요하다. 따라서 지식위주의 교육과정을 압축하거나 속진 보다는 충분한 시간 속에서 폭넓고 깊은 사고와 다양한 탐구 및 도전을 수반한 심화 중심으로 교육과정을 운영하도록 한다.
- 연간 교육과정은 원칙적으로 2학기제로 운영하며, 계절 학기를 이용하여 학점 이수나 보충 학습의 기회를 제공하도록 한다. 영재교육과정에서는 다양한 교과목의 개설과 운영이 가능하도록 한다. 특히 현장 연구나 답사와 같이 정규 학기에는 이루어지기 힘들지만 학생들에게 중요한 경험을 제공할 수 있는 활동들로 구성된 교과목은 계절 학기를 이용하여 운영하도록 한다.
- 각 학기 당 이수 학점의 폭에 융통성을 부여하고 계절 학기 등을 활용하여 원하는 학생에 한하여 조기 졸업이 가능하도록 한다. 영재교육과정에서는 졸

업을 위한 최소 학점은 규정되어 있으나 학생마다 각 학기에 수강할 수 있는 학점은 자유롭게 선택할 수 있도록 하였다. 예를 들어, 본인이 이번 학기에는 자율 연구에 보다 집중하고자 한다면 다른 과목의 수를 줄여 그 학기에는 몇 학점만을 이수하고 자율 연구에 집중할 수 있도록 하였다. 이렇게 되더라도 최소 졸업 학점제로 운영되기 때문에 학생이 3년에 졸업하는 데에는 무리가 따르지 않는다.

③ 영재 학생들의 특성을 고려하여 이들의 관심과 능력을 최대한 발휘할 수 있는 다양한 교과목 및 프로그램을 개설하여 운영한다.

- 자율 연구를 통하여 학생들이 관심 분야에 대한 전문성과 창의성을 발휘할 수 있도록 한다. 자율 연구는 자신의 관심과 능력 분야에 대하여 자기 주도적이고 심층적인 접근을 하게 하므로 영재 학생들에게는 반드시 필요한 과정이다. 이러한 자율 연구를 통하여 학생들의 창의성과 전문성 발휘와 발달이 고무될 수 있을 것이다. 자율 연구의 구체적인 운영 지침에는 다음과 같은 것이 있다.

- a. 자율 연구는 학생의 관심에 따라 수행되며, 한 교과군 내 또는 여러 교과군 사이의 통합 연구가 가능하도록 한다.
- b. 자율연구는 전공교과와 관련된 내용으로 한 학기나 두 학기에 끝내며 연구 하나에 4학점 또는 8학점을 부여하는 것을 원칙으로 한다.
- c. 수행할 연구의 수준과 기간은 지도교사와 상의하여 연구를 수행한다.
- d. 수행한 연구의 보고서를 제출하여야 하며 3학년 학생은 영문보고서를 제출하고 졸업발표를 하여야 한다.
- e. 자율연구와 연계하여 분야별로 세미나를 시행하여 토론 및 발표능력을 향상시킨다.
- f. 능력이 뛰어난 학생(상위 10-20%)이나 특정 분야의 심도 깊은 학습을 특별히 원하는 학생을 위하여 연구소나 대학과 연계하여 사사연구를 적극적으로 활용하는 장치를 마련해야 한다.

- 위탁교육은 2학년과 3학년을 대상으로 실시하며 여름.겨울 방학 기간 중 각각 10일씩 대학 또는 연구소를 방문하여 실시하는 교육을 말한다. 위탁교육

은 분야별로 시행되며 가능한 한 다양한 곳으로 소규모로 보내는 것을 원칙으로 한다. 위탁교육의 성과를 보고서로 제출하도록 하여 교육자료로 활용할 수 있도록 한다.

④ 필수 및 선택 과목은 다양한 방식과 수준으로 구성하여 운영한다.

영재교육과정에서는 영재들의 특성에 맞게 다양한 방식과 수준으로 구성하여 영재들의 지적 능력을 심화시키고 동시에 다양하고 창의적인 경험을 갖도록 한다.

- 필수 및 선택 과목은 일반적인 과목 형태 이외에도 주제 중심의 프로젝트, 현장 연구 등 다양한 방식과 수준으로 구성하여 운영한다. 교과목은 일반적으로 고등학교나 대학에서 이루어지는 강의와 실험의 병합된 일반 과목 형태 이외에도 개인 연구와 탐구를 강조하는 주제 중심의 프로젝트나 직접 현장에서 탐구하는 현장 연구 등 다양한 방식으로 구성하고, 수준도 다양하게 운영한다.
- 필수과목 중 수학, 과학(물리학, 화학, 생물학, 지구과학) 및 영어는 배치고사(Placement test)를 통하여 면제받을 수 있게 한다. 면제받은 학생은 해당 분야의 선택과목을 바로 수강할 수 있도록 한다.
- 선택과목은 선수과목을 제시하여 학생들이 과목 선택 시 참조할 수 있게 한다.

⑤ 영재교육과정은 속진 과 심화를 병행하되 속진 보다는 심화를 중심으로 교육과정을 구성하여 운영한다.

- a. 단순히 지식의 습득과 기억보다 창의적 문제해결력, 비판적 사고 능력, 합리적 의사결정력 등의 고급 사고 능력을 증진시킬 수 있도록 한다.
- b. 적극적이고 창의적인 문제해결자가 되도록 하기 위해서 학생들이 문제를 인식하고 해결할 수 있는 기회를 제공할 수 있도록 한다.
- c. 대학 수준의 내용을 그대로 도입하여 속진으로 가르치는 방향보다는 창의성과 사고 계발에 보다 충실할 수 있도록 내용의 폭을 넓히고 접근 방법을 달리하는 방향으로 운영한다.
- d. 영재교육과정에서는 필요하다면 대학의 2학년 수준에 해당하는 내용 정도

를 포함하도록 운영한다.

- e. 속진 과목으로 AP 과목을 개설하고 AP 과목을 이수했을 경우 차후에 대학에서의 학점으로 인정받을 수 있는 제도적 장치를 마련하여 반복 수강을 하지 않도록 한다.
- f. 전공심화 선택과목의 경우 각 분야별 수업에서 첨단기기 사용을 적극 포함시킨다. 이를 위해 모든 학생들에게 입학초기에 첨단기기 사용과 실험실 안전 교육에 관한 오리엔테이션을 실시한다.

⑥ 영재들의 개인적 잠재력을 최대한 계발할 수 있는 다양한 교수.학습 방법을 제공한다.

- a. 고급 사고기능을 사용하여 학생들로 하여금 수준 높은 산출물을 생산해낼 수 있는 기회를 제공한다.
- b. 학습 효과를 높이기 위하여 교과용 도서 이외에 전자교재, 멀티미디어, 인터넷, 각종 학습 자료를 활용한 교육이 활성화되도록 한다.
- c. 영재들의 다양한 관심과 능력을 반영하여 최대한 개별화 학습이 이루어질 수 있는 체제를 마련한다.
- d. 영재교육과정이 운영되기 위한 각종 교수.학습 자료를 연구, 개발하여 보급하고, 교육시설, 설비, 자료 등의 장비 확충에 필요한 행.재정적인 지원을 한다.

⑦ 영재들의 잠재적 능력을 최대한 발휘시킬 수 있도록 교사의 교육 및 연구 등을 지원한다.

- 영재들의 잠재적 창의성을 최대한 발휘할 수 있도록 수업을 개선.발전시키기 위하여 교사들의 연구를 적극적으로 지원한다.
- 능력이 뛰어난 영재들을 효과적으로 지도하여 심화선택 과정이 정상적으로 운영될 수 있도록 교원 수급 및 지속적인 연수 계획을 수립, 시행한다.

⑧ 영재교육과정이 지적 발달에만 치중하지 않고 전인교육이 충실히 이루어질 수 있는 체제를 마련한다.

- a. 생활 지도 전담 교사제 및 상담교사제 등을 실시하여 영재들의 정서 발달

및 사회 발달을 돕고 지원한다.

- b. 지적으로 우수한 영재 학생들의 사회적 영역의 발달을 위하여 학교 차원 및 개인 차원의 사회봉사 활동을 의무화한다.
- c. 지, 덕, 체의 고른 발달을 위하여 정서 교육이나 신체 교육이 원활히 이루어 질 수 있도록 각종 시설 및 다양한 행사를 마련한다.

⑨ 학생들의 자유로운 학습 환경을 조성하기 위하여 각종 클럽 활동과 소집단 활동을 격려하고 이를 지원한다. 능력과 관심이 다양한 영재들은 기호와 요구가 맞는 학생들과의 소집단 활동을 통해서 보다 깊이 있게 자신의 관심사를 확장시킬 수 있다. 따라서 학교에서는 학생들이 자유롭게 자신의 가능성을 찾아나가고 발전시킬 수 있도록 각종 클럽 활동과 소모임을 활성화시키고 이를 지원할 필요가 있다.

(2) 영재교육과정의 평가와 질 관리

보다 나은 영재교육과정이 되기 위해서는 학교의 철학, 교육의 목표, 학생의 요구 등에 근거하여 적합하고 효과적인 다양한 평가 방법을 통하여 주기적으로 평가가 이루어져야 한다. 영재교육과정에서의 평가도 교육과정에서 제시한 평가 방법을 따르되, 영재들의 특성과 능력 수준이 보다 고려되도록 방향을 설정하였다.

- ① 영재교육과정의 질 관리를 위하여 국가 수준에서는 주기적으로 학생 학력 평가, 학교와 교육 기관 평가, 교육과정 편성·운영에 관한 평가를 실시한다.
- a. 주기적으로 학업 성취도를 평가하고, 평가 결과는 교육과정의 적절성 확보와 그 개선에 활용한다.
- b. 영재학교의 교육과정 편성·운영과 교육청의 교육 과정 지원 상황을 파악하기 위하여 학교에 대한 평가를 주기적으로 실시한다.
- c. 영재교육과정 편성·운영과 지원 체제의 적절성과 실효성을 평가하기 위한

연구를 수행한다. 다양한 절차를 거쳐 영재교육과정이 영재 학교 및 영재들에게 적절한지를 조사하여 평가한다. 영재교육과정 평가 연구를 영재교육과정의 편제, 시간 배당, 편성·운영 지침의 적절성과 그 적용 효과에 중점을 둔다.

- ② 국가 수준에서는 영재 학교에서 영재교육과정의 정신을 구현한 평가 활동이 원활히 이루어질 수 있도록 다양한 방법을 학교 현장에 제공해 주어야 한다.

사. 영재교육의 문제점과 주요요인

1999년 12월 영재교육진흥법의 제정으로 영재교육의 법적·제도적 장치가 확보되었으며, 2002년 영재교육진흥법 시행령이 발효되면서 영재교육의 필요성에 대한 사회적 공감대가 형성되고 있다고 볼 수 있다. 그러나 교육의 형평성에 대한 논쟁과 입시위주 교육의 난점으로 인하여 아직 활성화되지 못한 상태라 할 수 있다. 이에 대한 주요원인들을 다음과 같이 분석할 수 있다.

첫째, 평등 지향적 사회문화 및 입시위주 교육풍토로 영재교육 시행이 어려운 환경에서 원인을 찾을 수 있다. 특정분야 우수학생을 위해 영재교육이 필요한 점에 대한 공감대 형성의 초기 시점이다. 공감대의 저변 확대가 아직 형성되어 있지 않다고 볼 수 있다. 덧붙여, 영재학생의 영재성 계발을 위한 교육보다 입시에 도움이 되는 학교성적 위주 교육을 선호하는 점에서도 영재교육의 시행이 어렵다.

둘째, 영재교육진흥법 시행 이전의 임의적 영재교육 체제를 벗어나지 못하고 있는 현 실정이다. 초·중등학교 등에서 특기·적성교육 형태로 이루어져 영재교육 대상자 선발 및 프로그램 운영 등이 비체계적이다. 또한, 영재성 발굴보다 엄격한 선발을 강조함에 따라 잠재적 영재에 대한 관심이 소홀한 점도 문제의 일부이다. 대학단계에서 별도의 영재교육 프로그램이 없어 영재성 계발이 초·중·고 단계에서 종결되는 점이다. 또한, 대학입시에서 특별전형의 경우 수능 또는 내신성적이 상위 2~5%에 한하여 선발하는 경우가 대부분이며, 따라서, 일반계 고등학교는 대입전형으로 특정분야 영재의 특성 발휘에 제약이 뒤따른다.

셋째, 교원, 판별도구, 프로그램 등 지원체계가 취약한 점이다. 영재교육 초기

단계로 연수를 받은 교사가 부족한 점, 교원 전보제 및 교원자격증 소지자 중심 교원 인사구조로 전문 인력을 영재교육 담당 교원으로 양성·활용하기 어려운 실정인 점, 그동안 정책적 관심 부족으로 판별도와 교재 개발이 불충분한 점 등이 원인이다.

아. 초·중등학교 발명교육의 현황

(1) 발명공작교실

1) 발명공작교실의 설치 배경

1995년 최초의 발명공작교실이 특허청의 지원 하에 서울 동작교육청 소속 인현중학교에 설치되어 시범·운영되었다. 이 발명공작교실은 21세기 첨단 과학기술시대가 요구하는 창의적이며 탐구력이 높은 인재를 양성하고 지역사회 발명생활인의 저변 확대를 목적으로, 학생 및 지역주민에게 발명·공작활동의 기회를 제공하기 위하여 설치되었다.

2) 교육 프로그램의 종류

발명공작교실은 학생, 학부모, 교사를 대상으로 다양한 발명교육 프로그램을 제공하고 있다. 학생을 대상으로 제공되는 교육 프로그램은 지역별 특성에 따라 기초, 중급, 고급, 심화과정의 4단계로 구분하여 운영하고 있다. 기초과정은 단기 과정으로서 3~4일부터 3~6개월 과정까지 다양하게 운영되고 있다. 중급, 고급, 심화과정의 경우는 주 1회 2시간씩 1학기 또는 1년에 걸쳐 제공되는 것을 지침으로 권장하고 있다. 이밖에도 학생들은 발명캠프, 학생과학발명품경진대회, 전시회 등의 참여 지도 및 교내 발명품 전시회 등에 참여하게 된다.

발명공작교실에서는 교사를 대상으로 발명반 지도교사 연수를 제공하기도 하며, 지역청 내 소속 학교의 발명반을 담당하거나 지원하는 교사들을 중심으로 발명교육연구회를 구성하여 운영하기도 한다. 이외에도 학부모발명교실, 가족발명교실 등의 교육 프로그램을 제공한다.

(2) 발명반

① 발명반의 설치 배경

발명반은 초·중·고등학교에서 특별활동이나 재량활동 또는 방과후 활동 등의 다양한 형태로 운영되는 학생발명활동의 최소 단위를 말한다. 발명반 활동의 궁극적 목적은 발명의 생활화를 통한 발명인구의 저변확대와 발명교육을 통한 창의력과 탐구력 배양에 있다고 볼 수 있다. 발명반은 학교에서 실시할 수 있는 정규 수업 외의 여러 활동의 하나로서 구성, 운영되어 오다가, 1980년대 이후 특허청의 권장과 지원으로 그 수가 급증하기 시작하였다.

② 발명반의 운영 방침

초·중등학교 발명반의 운영은 학교에 따라 다양하게 이루어진다. 특별활동, CA활동, 재량활동, 방과후 활동, 방학중 활동 등 여러 형태로 운영되고 있으며, 운영 빈도도 주 1회, 격주 1회, 또는 월 1회 실시하는 경우 등 학교 실정에 따라 다양하다. 발명반은 정규수업 외 활동으로서, 운영 형태나 교육 내용에는 통일된 체계나 규정이 없다. 담당교사나 학교장의 의지에 따라 운영방침에는 차이가 많다. 따라서 발명반에 대한 학교 내의 지원 및 학생 참여도 또한 학교 실정에 따라 다르며, 명칭도 발명반, 과학발명반, 에디슨반, 장영실반 등 다양하게 지칭하고 있다.

③ 교육 프로그램의 종류

발명반 교육 프로그램은 창의성 계발 과제로부터 공작 활동에 이르기까지 다양하게 제공되나 담당 교사의 역량에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다. 한국학교 발명협회나 지역별 발명공작교실에서 발명반 활동을 위한 교육 프로그램을 개발·보급하고 있으며 주로 발명아이디어 발상 기법 등 발명의 기초에 관한 교육 내용과 다양한 공작활동을 포함하고 있다.

결론적으로, 발명반은 학교발명교육의 최소 단위로서 각 학교의 재량에 따라 다양한 형태로 운영되고 있으며, 발명교육의 기저 역할을 함에 그 중요성이 있다고 하겠다.

④ 발명교육의 개선 과제

첫째, 발명교육과정의 정립을 주요 개선

둘째, 교수-학습 자료의 개발과 제공, 시청각 자료를 비롯한 학습자료 및 교구의 확충. 발명교육을 과학교육과 병행하여 지도.

셋째, 프로그램 개발, 교재 개발 외에도 우수한 교구 및 재료 공급, 다양한 소재 제공 등. 넷째, 발명교육교사의 전문성 확보와 발명교육 담당교사 양성, 연수 기회의 확대, 무료연수 실시, 교사교육 실시 등.

다섯째, 행정적 지원으로는 교사업무 경감과 가산점 혜택 등 교사에 대한 지원과 대학입학특례, 우수 장학생 지원 등 학생에 대한 지원.

6. 국외 과학 교육과정에 나타난 발명·특허 분석

본 연구에서는 국외 과학과 교육과정에 나타난 발명·특허 관련 내용들을 추출하여 이를 우리나라 차기 교육과정에 반영할 수 있는 방안을 도출하고 한다. 이를 위하여 미국, 캐나다, 영국, 일본, 호주, 싱가포르, 뉴질랜드, 프랑스, 독일, 이스라엘, 핀란드, 중국, 일본 등 여러 나라의 과학과 교육과정에서 제시된 발명·특허 관련 내용을 정리하고자 한다.

교육과정은 각 나라마다 다른 형태로 구성되어 있다. 우리나라의 경우에는 ‘성격(목표)’, ‘내용’, ‘교수학습방법 및 평가’ 등의 세 영역으로 구성되어 있기 때문에 국외 교육과정에서 제시된 내용을 이에 맞추어 제시하고자 한다. 국가별 과학 교육과정에서 발명과 특허와 관련된 내용의 포함 유무는 다음과 같다.

표 6-1. 국가별 교육과정에 포함된 발명·특허 교육

국가		발명·특허 관련 내용 유무			
		성격 (목표)	내용	교수학습 방법 및 평가	기타 (암시적)
미국	NSES		○		
	Benchmarks for Science Literacy		○		
	Science for All Americans		○	○	
	NGSS(Next Generation Science Standards)		○		
캐나다	온타리오주	○			
	브리티시 콜롬비아		○		
	퀘벡	○		○	
호주		○	○		
뉴질랜드			○	○	
프랑스			○		
싱가포르		○	○		
핀란드		○	○		○
중국					
이스라엘		-	-	-	-
독일		-	-	-	-
영국		-	-	-	-
일본		-	-	-	-

가. ‘성격(목표)’ 수준에서 제시된 사례

우리나라의 교육과정에서는 과학과 교육과정의 성격을 대상, 교과목의 목적, 교과목의 범위, 교육과정의 특징, 교수학습 등의 관점에서 1쪽 정도로 제시하고 있으며, 목표는 과학적 개념 이해, 탐구 능력 신장, 과학적 태도 함양, STS 인식 등 4가지 측면에서 간략히 제시하고 있다. 국외 교육과정에서는 교육과정의 배경에 대한 다양한 서술 속에 과학 교육과정과 발명과의 관련성을 일부 포함하여 제시하고 있다. 그 중 몇 가지를 사례로 제시하면 다음과 같다.

캐나다 - 온타리오주

Science and Technology

Technology is also a way of knowing, and is also a process of exploration and experimentation. Technology is both a form of knowledge that uses concepts and skills from other disciplines (including science) and the application of this knowledge to meet an identified need or to solve a specific problem using materials, energy, and tools (including computers). Technological methods consist of **inventing** or modifying devices, structures, systems, and/or processes.

캐나다 온타리오 주에서는 ‘과학과 기술’ 교과에서 기술적 방법이 발명을 포함한다는 내용을 제시하고 있다.

캐나다 - 퀘벡주

COMPETENCY 2 • To MAKE THE MOST OF THE WORLD Focus of the Competency

MEANING OF THE COMPETENCY

To study the world around us, science uses many different techniques, instruments and procedures that consist of physical tools as well as mental representations. These range from the simplest (e.g. measuring a length with a ruler) to the most complex (e.g. calculating density), and from the most concrete (e.g. adjusting gears) to the most abstract (e.g. devising a model). For its part, technology

advances as a result of scientific knowledge, but also develops new tools or procedures, the possible uses of which cannot all be assessed beforehand. Technology is not simply the application of scientific discoveries, since the **invention** of technical objects often precedes the establishment of scientific theories, as the history of science and technology has shown. Moreover, objects, techniques or procedures initially designed to be used in certain ways and in certain situations may eventually be used in other ways and in other situations. Knowing about these tools and procedures, learning to use them, identifying different situations in which they can be used and evaluating their repercussions or effects on various spheres of human activity are important dimensions of scientific and technological culture.

오랜 과학 기술의 역사 속에서 어떤 것을 발명하는 것은 과학적인 이론에 바탕을 두어 왔기 때문에 기술은 단순히 과학적인 발견을 적용하는 것만이 아니라 그 이상에 가치를 두어야 한다는 내용을 제시하여 **발명과 과학의 관계(발명은 과학적인 이론에 바탕을 두고 이루어진다)**를 제시함.

Cultural References

In order to acquire the competencies to be developed in the science and technology program, the students need a particularly rich and stimulating environment containing many cultural references. These references help to enrich, personalize, qualify and integrate essential knowledges as well as keep them in perspective. The following is a partial list of proposals that reflect the underlying philosophy of the program.

Science, technology and the other areas of human activity: Science and technology have always developed symbiotically and in constant interaction with other areas of human activity. For example, many discoveries were closely related to the **invention** of measuring instruments (e.g. *clock, thermometer*) observational instruments (e.g. *magnifying glass, microscope, telescope*). Moreover, a wide variety of human activities (e.g. agriculture, animal husbandry, metallurgy or architecture) have made important contributions to the development of science and technology and, in turn, benefited from scientific and technological discoveries.

People: Scientific discoveries and technological **inventions** have always resulted from the work of people or groups of people influenced by the constraints of their time and their environment. Scientists like Galileo, Newton, Lavoisier, Pasteur, Darwin, Marie Curie and Einstein, to name but a few, used the work of their predecessors and their contemporaries to contribute to fundamental progress in science and technology. Closer to home, Québec and Canadian scientists, engineers and technologists have been recognized in their respective fields. Men and women from every country and culture work in scientific and technological fields. While most people are familiar with professionals such as biologists, meteorologists, chemists and engineers, there are other occupations that are less well known, but just as interesting and useful (e.g. geologist, cartographer, agricultural technologist and forestry technician).

과학과 기술은 서로 다른 다양한 영역들과 상호작용을 통해서 이루어져 왔고, 과학적인 발견이나 기술적인 발명은 항상 여러 사람들의 협업을 통해서 완성되었다는 것을 제시하고 있다.

[Science and Technology secondary cycle 2]

As integral parts of the societies they have played a major role in shaping, science and technology represent both an important aspect of our cultural heritage and a key factor in our development.

Scientific and Technological Literacy

As integral parts of the societies they have played a major role in shaping, science and technology represent both an important aspect of our cultural heritage and a key factor in our development. It is important to help students gradually develop their scientific and technological literacy and to understand the role that such a literacy plays in their ability to make informed decisions and in their discovery of the pleasures of science and technology.

Curiosity, imagination, the desire to explore and the pleasure of experimentation and discovery are just as much a part of scientific and technological activities as the need to acquire knowledge and understand, explain, create and act. In this regard, the field of science and technology is not the preserve of a small group of experts. We all have a certain degree of curiosity about the phenomena around us and a fascination with scientific and technological **invention** and innovation.

과학과 기술 소양에 대한 내용을 기술하면서 호기심, 과학 기술적발명과 혁신 등에 대한 내용을 제시함

[applied S&T]

In Cycle One, students learned to apply their scientific and technological knowledge by attempting to identify the consequences of science and technology and to understand natural phenomena and the inner workings of certain technical objects. In Cycle Two, they must learn to integrate theory and practice by examining the context of discoveries, **inventions** and innovations, as well as the materials involved and the underlying concepts. They are called upon to analyze various applications from different points of view, including future maintenance or repair needs of a technical object or technological system. Moreover, they are called upon to use previously acquired conceptual resources and to develop new ones in order to analyze the inner workings of technical objects or technological systems.

Cycle 2에서 학생들은 관련된 개념을 바탕으로 두고 발견, 발명, 혁신 등의 맥락을 연구함으로써 이론과 실천을 통합하는 것을 배워야 한다고 제시함

[physics]

Among other things, physics deals with the fundamental components of the universe and their interactions, and with forces and their effects. It attempts to explain various phenomena by establishing the laws that govern them. It develops formal models to describe and predict changes in systems.

Physics is also of major practical importance, making contributions to chemistry and engineering for instance. The **inventions** and innovations associated with physics reflect its vitality and the essential role it has played

Physics deals with the fundamental components of the universe and their interactions, and with forces and their effects.

in the development of society. Be it with regard to health care, sports and recreation, energy resources, transportation or telecommunications, it makes a significant contribution to everyday life.

Faced with the rapid emergence of large amounts of complex scientific knowledge and the proliferation of its applications,¹ people must acquire knowledge specifically

과학의 여러 교과들마다 각 교과가 갖는 특징들을 기술하면서 과학과 발명의 연관성을 제시하고 있다. 물리 교과에서는 물리학과 관련된 발명과 혁신이 사회의 발전에서 중요한 역할을 한다는 내용을 담고 있다.

Making Connections: Physics and the Other Di

In a variety of ways, the Physics program is related to the other dimensions of the Québec Education Program (i.e. the broad areas of learning, the cross-curricular competencies, the Mathematics program and the other subject areas, as well as the Integrative Project).

Connections With the Broad Areas of Learning

Because of the ways in which science affects human health and well-being, the environment and the economy, there is significant overlap between the various contexts associated with the broad areas of learning and the issues and challenges raised by discoveries and **inventions**.

과학(물리)과 다른 영역들과의 관련성을 제시하면서 발견, 발명 등의 내용을 제시하고 있다.

호주

- 과학의 본성과 발전(Nature and development of science) : 현재의 지식이 많은 사람들의 노력을 통해서 긴 시간을 거쳐 어떻게 발달되어 왔는지를 포함하여 과학의 독특한 본성과 과학적 지식의 이해를 다룬다.
- 과학의 사용과 영향(Use and influence of science) : 어떻게 과학적 지식과 적용이 인간의 삶에 영향을 주는지, 과학이 사회에 의해서 어떻게 영향을 받으며, 결정을 하고 행동을 하는데 어떻게 영향을 주는지를 다룬다.

호주의 과학 교육과정은 세 가지 영역으로 구성되는데, 과학의 이해(Science Understanding), 인간의 노력으로써의 과학(Science as a Human Endeavour), 과학 탐구 기능(Science Inquiry Skills)이다.

그 중에서 ‘인간의 노력으로써의 과학’의 내용은 ‘과학의 본성과 발전(Nature and development of science)’와 ‘과학의 사용과 영향(Use and influence of science)’이 본 연구에서 관심을 두고 있는 과학과 발명&특허와 연관성이 있다.

뉴질랜드

Designing a physics course

- [Focus statements for physics](#)
- [Physics at level 6](#)
- [Physics at levels 7 and 8](#)

Physics is in many ways, the science of **invention**. Teenagers are fascinated by how their world operates. Physics provides a pathway for students to understand the physical world and use this understanding to create new technologies.

물리는 발명의 과학이라는 표현을 통해서 물리를 통해 새로운 기술의 창조에 대한 내용을 제시하고 있다.

Science is both logical and creative

Scientific investigation makes use of multiple approaches, creative as well as logical. Creative scientists “think outside the box”, shift perspective as they view problems, and examine different views of the same problem. Through inspiration, careful observation, and critical thinking, scientists discover, **invent**, adapt, combine, and apply ideas. Knowledge gained from scientific research finds its way into countless practical applications/technologies that benefit humankind.

프랑스

기술적 성취 : 발명과 혁신, 개념, 구성, 발명품의 고안과 새로운 기술의 실현 등은 인간의 필요 - 영양 섭취, 건강, 주거, 이동, 통신 등 - 를 위해 사용된다. 새로운 발명품과 기술적 절차는 가격과 질을 고려한 계획에 의해 그리고 과학에 의한, 과학을 위해 축적되어온 지식을 활용하여 실행에 옮겨진다. 이러한 기술적 성취의 활용 사례는 일상생활에서부터 가장 경쟁력 있는 산업에까지 헤아릴 수 없이 많다.

과학을 통하여 얻어진 발명, 발명품 등의 중요성과 가치를 제시하고 있다.

싱가포르

Our framework for the 21st century competencies encapsulates values and competencies which we have identified as being particularly important for the development of every child. The framework incorporates:

- Core values (respect, responsibility, resilience, integrity, care, harmony);
- Social and emotional competencies (self-awareness, self-management, social awareness, relationship management, responsible decision-making); and
- Emerging competencies (critical and inventive thinking; communication, collaboration and information skills; civility, global awareness and cross-cultural skills).



21세기를 위한 주요 역량 중 하나로 발명적 사고를 강조함

중국

- 우리나라의 과학교육과정에 해당하는 중국의 과학교육과정은 「義務教育 初中科學教育標準」(2011년판, 중화인민공화국 교육부 제정, 북경사범대학출판집단 간행, 2012년 1월 발간)
- 전언(前言), 과정목표(課程目標), 과정내용(課程內容), 실시건의(實施建議), 부록(附錄)으로 구성되어 있음.
- 課程內容은 ‘과학탐구’ ‘생명과학’ ‘물질과학’ ‘지구와 우주’ ‘과학·기술·사회·환경’으로 나뉨.
- 전언에서는 ‘창신능력(創新能力, 새로운 것을 창조하는 능력)’, ‘창신정신(創新精神, 새로운 것을 창조하는 정신)’, ‘실천능력의 배양’ 등을 언급.
- 과정목표(課程目標)의 총목표(總目標, 전체목표)에서 ‘창신의식과 실천능력’ 언급.
- 탐구 영역에서 ‘창조적 사유’, ‘논리추리능력’, 태도·정감·가치관 영역에서 ‘탐구와 창신의 초보적 의식을 갖추’ 등을 언급.

나. ‘내용’ 수준에서 제시된 사례

과학과 교육과정에서 가장 중요한 것은 ‘내용’이다. 과학 교과에서 다루어야 할 내용체계와 각 내용체계별로 학습할 내용의 수준과 범위를 제시한 것으로 우리나라의 경우 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등의 내용으로 구성되어 있다. 국외 교육과정에서는 최근 핵심개념(Core idea)를 중심으로 구성되는 경향이 짙어지고 있다. 본 연구에서는 학습할 내용(과학 내용, 탐구)을 중심으로 ‘발명과 특허’와 연관된 부분을 찾아 정리하였다.

NSES(미국과학교육기준)

[내용 표준 K-4학년]

과학과 기술에 대한 이해

▶사람들은 언제나 문제를 가지고 있고, 이러한 문제를 해결하기 위해 도구와 기술을 발명하여 왔다. (People have always had problems and invented tools and techniques to solve problems)

[내용 표준 9-12학년]

과학과 기술에 대한 이해

▶창의력, 상상력, 좋은 지식 기반 모두가 과학과 공학의 활동에서 요구된다. (Creativity, imagination and a good knowledge base are all required in the work of science and engineering)

▶기술적 지식은 종종 특허 및 아이디어와 발명의 재정적인 잠재성 때문에 공적으로 되지 않는다. 과학적 지식은 학회에서의 발표와 과학 전문 학술지에의 출판을 통하여 공적인 것으로 된다. (Technological knowledge is often not made public because of patents and the financial potential of the idea or invention. Scientific knowledge is made public through presentations at professional meetings and publications in scientific journals)

미국과학교육기준은 최근 NGSS가 나오기 이전에 만들어진 미국의 과학교육과정이다. 학년군별로 제시된 내용표준 속에서 문제해결을 위하여 발명이 이루어져왔고, 기술적 지식이 특허와 발명에 의해서 이루어졌음을 학습하도록 제시되어 있다.

과학 소양을 위한 단계별 기준 (Benchmarks for Science Literacy)

제1장 과학의 본질

1C 과학산업

<유치원에서 초등학교 2학년까지>

▶ 모든 사람은 과학을 하고 사물과 생각을 **발명**할 수 있다.

<초등학교 6학년에서 중학교 2학년까지>

▶ 누가 과학과 수학을 하든지 혹은 어떤 것을 **발명**하든지, 혹은 어디서 하든지 간에, 결과적인 지식과 기술은 궁극적으로 세계의 모든 사람이 이용할 수 있게 되었다.

<중학교 3학년에서 고등학교 3학년까지>

학생이 과학과 수학을 공부함에 따라, 그들은 공부하고 있는 개념의 역사적 그리고 문화적 기원 중 몇 가지를 만나야 한다. 그들이 다른 시대, 문화, 사례의 역사를 공부함에 따라, 학생은 과학, 수학, **발명**이 종종 중심적 역할을 했다는 것을 발견해야 한다.

▶ 고대 이집트, 그리스, 중국, 인도, 아랍 문화는 많은 과학과 수학의 개념과 기술적 **발명**의 근원이다.

▶ 과학과 **발명**의 발전은 사회에서 다른 무엇이 일어나는지에 크게 의존하고, 역사는 종종 과학적 그리고 기술적 발전에 의존한다.

제3장 기술의 본질

3A 기술과 과학

<초등학교 3학년에서 5학년까지>

▶ 전 역사에 걸쳐, 모든 곳의 사람들은 도구를 **발명**하고 사용해 왔다.

3C 기술에서 쟁점들

<초등학교 3학년에서 5학년까지>

▶ 모든 **발명**은 다른 **발명**으로 이어질 가능성이 크다. **발명**이 존재하면, 처음에는 절대 상상하지도 못한 방식으로 사람들은 그것의 사용을 생각해낼 가능성이 크다.

▶ 도구와 과정을 **발명**하는 능력 때문에, 사람들은 다른 살아있는 것들의 삶에 지대한 영향을 미친다.

<중학교 3학년에서 고등학교 3학년까지>

▶ 인간의 창의성은 인간의 존재에 발전과 함께 새로운 위험을 가져왔다.

‘과학 소양을 위한 단계별 기준’은 미국에서 NGSS를 개발하기 이전에 미국 국민(학생)들의 과학적 소양을 증진시키기 위한 단계적인 연구과정에서 개발된 것으로 과학, 수학 그리고 발명이 중요한 역할을 한다는 것을 명시하고 있다.

모든 사람을 위한 과학
(Science for All Americans)

제2장 기술의 본질

기술에 대한 논쟁거리

<기술과 사회는 서로 밀접하게 영향을 미친다.>

- ▶개개인의 발명에 대한 재능은 기술 혁신의 핵심이다.
- ▶어떤 기술의 선택이 우세할 것인가에 대한 결정은 소비자의 호응, 특허법, 동원이 가능한 투자금, 예산 처리, 지방 또는 국가 규제, 대중매체의 관심, 경제적인 경쟁력, 세제혜택, 과학적 발견 등의 다양한 요인에 의해 좌우된다.

<사회 체제는 기술의 개방성에 제한을 가한다.>

- ▶특허법에서는 개인과 기업에게 그들이 개발한 신기술에 대해 통제할 수 있도록 하되, 기술의 경쟁을 장려하기 위해 제한된 시간동안만 통제할 수 있도록 함으로써 개방성을 고무하고 있다.

‘모든 사람을 위한 과학’은 프로젝트 2061이라는 과학기술적 변화를 위한 프로젝트를 수행하면서 미국인의 과학교육, 기술교육, 수학교육에 대한 교과과정 구성에 대한 방대한 권고를 제시하고 이를 과학적 소양으로 제시하고 있다. 이 과정에서 발명, 특허에 대한 내용을 포함하고 있다.

캐나다 - British Columbia

STUDENT ACHIEVEMENT • Grade 5

GRADE 5 PHYSICAL SCIENCE: FORCES AND SIMPLE MACHINES

Key Elements: Physical Science

Skills and Attitudes

- observe the effort used to change the direction and motion of objects (balanced and unbalanced forces)
- measure amount of effort force “saved” by using a simple machine
- demonstrate curiosity and show inventiveness
- design an investigation to test and compare simple machines
- ensure fair testing when conducting an experiment
- identify and control variables in an investigation
- communicate in various media to show how simple machines work
- use materials and tools safely

호주

Year 5

Use and influence of science	Elaborations
Scientific understandings, discoveries and inventions are used to solve problems that directly affect peoples' lives (ACSHE083) 	- investigating how the development of materials such as plastics and synthetic fabrics have led to the production of useful products - describing how technologies developed to aid space exploration have changed the way people live, work and communicate - exploring objects and devices that include parts that involve the reflection, absorption or refraction of light such as mirrors, sunglasses and prisms
Scientific knowledge is used to inform personal and community decisions (ACSHE217) 	- considering how best to ensure growth of plants - considering how decisions are made to grow particular plants and crops depending on environmental conditions - comparing the benefits of using solid, liquid or gaseous fuels to heat a home - describing the safety aspects of using gases

* 인간의 노력으로써의 과학(Science as a Human Endeavour)

- 과학의 이해, 발견, 발명이 인간의 삶에 직접적으로 영향을 주는 문제들을 해결하는데 사용된다.

Year 6

Science as a Human Endeavour	
Nature and development of science	Elaborations
Science involves testing predictions by gathering data and using evidence to develop explanations of events and phenomena (ACSHE098) 	- investigating how knowledge about the effects of using the Earth's resources has changed over time - describing how understanding of the causes and effects of major natural events has changed as new evidence has become available - investigating the use of electricity, including predicting the effects of changes to electric circuits - considering how gathering evidence helps scientists to predict the effect of major geological or climatic events
Scientific understandings, discoveries and inventions are used to solve problems that directly affect peoples' lives (ACSHE100) 	- researching the scientific work involved in global disaster alerts and communication, such as cyclone, earthquake and tsunami alerts - investigating how electrical energy is generated in Australia and around the world - researching the use of methane generators in Indonesia - considering how electricity and electrical appliances have changed the way some people live

* 인간의 노력으로써의 과학(Science as a Human Endeavour)

- 발명품(지진계)을 소개

- 과학의 이해, 발견, 발명이 인간의 삶에 직접적으로 영향을 주는 문제들을 해결하는데 사용된다.

Making Sense of the Nature of Science and its Relationship to Technology

Level 2

Possible Learning Experiences

Students *could* be learning by:

- testing students' ideas about how plants respond to light (L 2.4);
- sharing and exploring ideas about where the water goes when things dry (M 2.3);
- working in groups to come up with a report on the range of ideas about what causes day and night (E 2.3);
- discussing how and why we use eating utensils, such as forks, knives, and chopsticks (M 2.2);
- discussing and reporting on what life would be like without zips or velcro (M 2.2, P 2.4);
- dismantling a pencil sharpener and comparing it with others (P 2.4);
- listening to a story about the person who **invented** the telephone, to appreciate the role of people in such developments (P 2.4);
- visiting a museum to find out about inventions and how people have used them (P 2.4, M 2.4).

과학과 기술의 관계에 대한 내용을 제시하면서 전화를 발명한 사람에 대한 이야기를 듣고 그런 발전과정에서 사람이 하는 역할을 이해하도록 하는 내용을 담고 있다.

Understanding in science, participating and contributing

- Currently there is a debate about the positive and negative effects of cellphone use on people's health. Research both sides of the argument and use this information to discuss how it is possible for scientists reach different conclusions on this issue.

Discussion activities

- Discuss how and why electricity is transmitted over long distances, using AC not DC.

271 / 278

Science

- Discuss how large industrial factories work with electrical supply companies to ensure maximum efficiency.
- Discuss why Tesla's **invention** of an AC motor and the transformer were influential in the decision to accept AC as the best choice for the transmission of electricity.

Primary Science Curriculum

6 SYLLABUS CONTENT (P3 and P4)



About Diversity:

There is a great variety of living and non-living things in the world. Man seeks to organise this great variety of living and non-living things to better understand the world in which he lives. There are common threads that connect all living things and unifying factors in the diversity of non-living things that help him to classify them. This theme brings across the importance of maintaining diversity.

Note: * Lower Block
** Upper Block

Essential Takeaways:

- There is a great variety of living and non-living things around us.
- Man can classify living and non-living things based on their similarities and differences to better understand them.
- Maintaining the diversity of living things around us ensures their continual survival.

Key Inquiry Questions:

- What can we find around us?
- How can we classify the great variety of living and non-living things?
- Why is it important to maintain diversity?

Introducing the theme Diversity:



Things Around Us:

Based on the story of Carl Linnaeus and his classification as well as field trips to the school garden, students can observe and classify the diversity of living things and non-living things around them. Students can also be encouraged to give reasons and criteria for their groupings. Students can appreciate the importance of grouping when they are looking for a particular item in the supermarket or a certain resource in the library.



Idea from Mother Nature:

Based on the story of how George de Mestral and his dog's nature hike led to the invention of hook and loop fasteners, students can appreciate how careful observation and curiosity can lead to the invention of products, making use of properties of different materials.



Seizing the Opportunity:

Based on the invention of sticky note pads, students can appreciate how scientists have creatively turned weak adhesives into making useful paper products.



About Systems:

A system is a whole consisting of parts that work together to perform a function(s). There are systems in nature as well as man-made systems. Examples of systems in nature are the digestive and respiratory systems. Examples of man-made systems are electrical systems. Understanding these systems allows Man to understand how they operate and how parts influence and interact with one another to perform a function.

Note:
* Lower Block
** Upper Block

Essential Takeaways:

- A system is made of different parts. Each part has its own unique function.
- Different parts/systems interact to perform function(s).

Key Inquiry Questions:

- What is a system?
- How do parts/systems interact to perform function(s)?

Introducing the theme Systems:



The Cell Story:

Students can find out more about scientists such as Anton Leewenhoek, Robert Hooke who have contributed to the discovery and study of cells.



Frightening Lightning:

Using the story of how Benjamin Franklin invented the lightning rod, students can appreciate how Man comes to understand the world around him and protect themselves against lightning.

발명에 관한 여러 내용들이 Syllabus에 포함되어 있으며 그 중 일부를 예제로 보여주고 있음

중국

- 중국에서는 우리의 ‘특허(特許)’에 해당하는 개념을 ‘전리(專利)’라고 일컫는데, 초중과학교육표준에 이 용어는 전혀 등장하지 않으며, ‘특허’라는 표현도 전혀 없음.
- 이에 반해 ‘발명(發明)’은 몇 차례 언급되는데, 특히 과학·기술과 사회·환경의 관계를 주로 다루는 ‘과학·기술·사회·환경’에 집중적으로 나타남.

科学技术史能提供科学发现、技术发明的历史背景、探索历程和典型案例，这有助于：通过科学家获得成功与遭遇挫折和失败的案例，使学生体会到探索自然奥秘、作出技术创新的乐趣和艰辛，激发他们对科学的兴趣，引导他们正确看待学习过程中的困难，增强信心和勇气，培养为获得真知锲而不舍、百折不挠的探索精神和科学态度。…중략… 使学生了解到在科学探索的过程中，前人如何处理竞争、利益与合作之间的复杂关系，如何处理道德与伦理规范、价值因素、社会责任、继承与发扬、成果共享和荣誉分配等现实问题，树立正确的人生观与行为准则，提高综合素质。增进学生对科学、技术与社会相互关系的理解，揭示科学作为一种社会活动的发展规律及其推动人类历史发展的巨大杠杆作用，同时使学生了解到科学创新往往要打破当时被普遍接受的观念，可能遭遇来自传统观念和习惯势力等多方面的阻力，一些科学家为此牺牲了个人的幸福乃至生命，从而引导学生体会科学家追求真理的勇气和科学的人文内涵。

과학기술사는 **과학적 발견과 기술 발명**의 역사적 배경 및 그 역정 및 본보기를 탐색하는 사례로, 다음과 같은 데 도움이 된다.

과학자의 성공과 좌절 및 실패 사례를 통해 학생들로 하여금 자연의 비밀을 체험하고, 기술 창조의 즐거움과 어려움을 깨달으며, 과학에 대한 흥미를 일으키고, 학습과정의 어려움을 분명히 바라보며, 신념과 용기를 증가시키고 결코 포기하지 않고 좌절하지 않는 탐구정신과 과학적 태도를 배양하도록 한다. …중략… 학생들로 하여금 과학 탐구 과정에서 옛사람들이 경쟁과 이익, 합작 등의 복잡한 관계를 어떻게 처리하였으며, 도덕과 윤리규범, 가치와 사회적 책임, 계승과 발전, 성과의 공유와 영광의 분배 등 현실적 문제들을 어떻게 처리하였는지 깨달아 정확한 인생관과 행동준칙을 수립하며 종합적 소양을 제고하도록 한다. 학생들의 과학·기술과 사회 간의 상호관계에 대한 이해를 증진하고 과학이 일종의 사회활동의 발전규율이 되고, 인류 역사 발전에 공헌하는 작용을 하도록 하며, 동시에 학생들로 하여금 **과학적 창신**이 종종 당시 보편적으로 통용되던 개념을 타파하고자 하였으나 전통관념과 습관세력 등 다방면의 저지를 받고 개인적 행복과 심지어 생명까지 희생한 과학자가 있었음을 깨달도록 하고, 과학자들이 진리를 추구했던 용기와 과학의 인문정신을 마음 속에 함축할 수 있도록 인도한다.

作为学生的扩展性阅读材料，或作为科学技术活动素材，可引导学生查阅与课程内容相关的科学家及发现和发明的历史资料，…후략…

학생들의 지식을 심화할 수 있는 읽을거리나 과학기술활동 소재를 통해 학생들이 교육과정 내용과 상관있는 과학자 및 발견과 발명에 관한 역사적 자료들을 살필 수 있도록 인도하며, …후략…

‘과학기술사를 과학교육과정에 융화시켜 넣는 방안에 대한 몇 가지 제안(科学技术史融入科学课程的若干建议)’ 중에서

通过收集近现代工程技术史中的案例，讨论技术设计在技术发明和改进中的重要性

근현대 기술사 중의 사례를 통해 기술발명과 개혁에 있어서 기술설계의 중요성에 대하여 토론한다.

‘기술설계(技术设计)’ 중에서

다. ‘교수학습 방법 및 평가’ 수준에서 제시된 사례

교수학습 방법 및 평가에서는 어떻게 자료를 준비하고 교수학습을 진행하는지에 대한 내용이 담겨져 있다. 특히 교수학습 방법에서는 학습지도계획, 자료준비 및 활용, 학습 지도 방법, 실험 실습 지도, 과학교수학습 지도 지원 등으로 교수학습 방법에 대한 내용이 기술되어 있다. 교육과정의 ‘내용’에서 ‘무엇을 배울 것인가?’를 담고 있다면, ‘교수학습 방법 및 평가’에서는 ‘어떻게 배울 것인가?’에 대한 내용이 담겨져 있다. 따라서 방법적인 측면에서 외국 교육과정에서는 과학 교과에서 발명·특허가 어떻게 제시되어 있는지 살펴보고자 한다.

모든 사람을 위한 과학 (Science for All Americans)

제13장 효과적인 교수-학습

과학, 수학, 기술 가르치기

<과학교육은 과학적인 가치를 반영해야 한다.>

과학은 지식의 덩어리나 그 지식을 쌓아가고 정당화하는 것 이상이며, 어떤 가치를 반영하는 인간의 사회적 활동이다. 호기심, 창의력, 상상력, 아름다움을 존중하고, 독단주의에 회의적이며 혐오감을 보이는 것은 비단 과학, 수학, 기술에 국한되는 것은 아닐 것이다.

▶창의성에 대해 상을 준다. 과학자, 수학자, 공학자들은 상상력을 창의적으로 사용하는 데에 상을 준다. 과학 수업은-학문적인 우수성과는 다른 질적인 면에서-창의성과 발명이 인정받고 장려되는 곳이어야 한다. 물론, 교사들도 학생들이 창의력과 상상력을 발휘할 수 있는 활동을 새로이 개발하는 데에 자신들의 창의성을 나타낼 수 있다.

과학, 수학, 기술을 가르치는 방법적인 관점에서 과학교육은 과학적인 가치를 반영할 수 있어야 하고, 창의성과 발명이 과학 수업에서 강조되어 학습되어야 함을 지적하고 있다.

미국 - NGSS

[NGSS Connections to CCSS for English Language Arts and Mathematics]
Finally, from a global perspective, engineering offers opportunities for “innovation” and “creativity” at the K–12 level. Engineering is a field that is critical to innovation, and exposure to engineering activities (e.g., robotics and *invention* competitions) can spark interest in the study of STEM or future careers (National Science Foundation [NSF], 2010).

NGSS는 Next Generation Science Standards의 약자로 최근 새롭게 개발된 미국의 차세대 과학 교육과정이다. NGSS에서는 패턴, 척도/비율/양, 에너지와 물질, 안정성과 변화, 원인과 결과, 계, 구조와 기능 등의 관통개념(Cross Cutting Concepts)을 제시하여 통합적인 접근을 시도하였고, ‘과학과 기술공학의 실행’을 통하여 방법적인 측면을 제시하였다. 최근 많은 관심을 받고 있는 융합교육적인 측면을 포함하여 NGSS와 사회, 언어, 수학 등 다른 교과와의 연관성을 제시하는 과정에서 공학적인 활동에 대한 사례로 발명대회(invention competition)을 제시하고 있다.

호주

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6
Typically by the end of Foundation Year, students:	Typically by the end of Year 2, students:	Typically by the end of Year 4, students:	Typically by the end of Year 6, students:	Typically by the end of Year 8, students:	Typically by the end of Year 10, students:
Imagine possibilities and connect ideas					
use imagination to view or create things in new ways and connect two things that seem different	build on what they know to create ideas and possibilities in ways that are new to them	expand on known ideas to create new and imaginative combinations	combine ideas in a variety of ways and from a range of sources to create new possibilities	draw parallels between known and new ideas to create new ways of achieving goals	create and connect complex ideas using imagery, analogies and symbolism
Examples • changing the shape or colour of familiar objects	Examples • using a flow chart when plotting actions	Examples • exchanging or combining ideas using mind maps	Examples • by matching ideas from science and history	Examples • using patterns and trends in Mathematics to arrive at possible solutions in other learning areas	Examples • developing hypotheses based on known and invented models and theories

‘Critical and Creative Thinking Learning Continuum’에서 ‘아이디어, 가능성, 행동 생성(Generating ideas, possibilities and actions)’에서 Level 6(10학년 말엽)에 학생들이 형상화, 비유, 상징 등을 사용하여 복잡한 아이디어를 생성하고 연관지을 수 있게 한다. 예를 들면, 학생들이 발명된 모형과 이론에 근거한 가설을 세

울 수 있게 하도록 하는 내용을 담고 있다.

뉴질랜드

Assessment Examples

Teachers and students *could* assess the students':

- understanding of how light helps people see, when the students draw a diagram showing their ideas of how light travels from the sun to help a person see a tree;
- ability to work in a group, when they investigate and report on the effectiveness of group-made timing devices;
- ability to review their work, when the students explain and evaluate their group's attempt to make a package to slow the melting of an ice cube;
- ability to communicate, when individual students investigate and present a report on how a mechanical toy works;
- research skills, when the students find out details about the **inventor** and invention of an item of everyday technology, such as a telephone.

캐나다 - 퀘벡주

The Technological World

By becoming familiar with the world of technology, the students come to realize that technology is an integral part of the world around them. The study of engineering concepts is aimed at providing them with tools for designing and making the prototype of a technical object. By studying mechanisms in terms of forces, motion or energy transformations, the students can understand how certain technological systems work.

General Concepts	Orientations	Compulsory Concepts	Possible Cultural References
Engineering	Technology has always been a part of all human cultures. The first objects made were simple, yet ingeniously designed. Over time, their structure became more complex and involved a greater number of interacting parts. As a result, it became necessary to devise new methods of recording or representing the important elements in a design, manufacturing or analytical process. The discovery of new types of materials or new properties made it possible to design and make new technical objects in different fields of activity.	• Specifications • Design plan • Technical drawing • Manufacturing process sheet • Raw material • Material • Equipment	History • Evolution of building materials • Workplace automation • History of the evolution of machines and tools • Inventions • Denis Papin • Joseph-Armand Bombardier

참조가 가능한 관련 시설이나 자료로서 발명을 제시하고 있음

Grade 5 Physical Science: Forces and Simple Machines

Prescribed Learning Outcomes

It is expected that students will:

- design a compound machine

Suggested Achievement Indicators

The following set of indicators may be used to assess student achievement for each corresponding prescribed learning outcome. Students who have fully met the prescribed learning outcome are able to:

- ☐ identify the simple machine incorporated in the working parts of compound machines designed for a specific task (e.g., lifting, pulling, and carrying heavy loads)
- ☐ proficiently assemble a compound machine, illustrating in detail how it is constructed from a combination of simple machines

Planning for Assessment	Suggested Assessment Activities
• Have students examine items from around the school that they believe show a simple machine in operation. (e.g., can opener, scissors, paper cutter, playground slide, flat tongs for trash, dust pan, and flag pole rope) • Using the previous machines, compare these to another set of devices found around the school, which show combinations of simple machines. (e.g., spring-loaded door, drawers, door hinges, roller blind, stage rope/curtain/hooks, freight dolly, mop squeeze rinse, trash picker with trigger grip and a dusk bucket on a pole). • Have students prepare a compare and contrast sheet or a KWL using these items. • Discuss how these examples combine and work with levers, pulleys, ramps, screws, wedge, wheels, incline plane.	• When assessing students initial compare and contrast focus on early understanding only. In particular look for - alignment of matched items by similar function, (i.e., trash picker, dust bin) - correct naming of simple machine part (i.e., lever, pulley etc.) - ability to explain the machine's function and necessity. • After discussion, all students should be able to name the basic machine parts in the school examples: levers, pulleys, ramps, screws, wedge, wheel and axle, incline plane
• Have students use the following process to design an imaginary compound machine - start with an idea and provide a reason or necessity for the invention - the machine should move an object (load)	• When assessing students' compound machines, consider the extent to which students have - followed various steps of the design process - designed a machine that consists of more than one interconnected simple machine

평가 계획에 대한 예시로 발명의 필요성과 이유 등을 제시하도록 함.

7. 교육과정 관련 발명·특허 활성화 방안

가. 과학 교육과정의 ‘내용’에 발명·특허 포함 방안

2015 초중고 과학과 교육과정에서 통합과학을 지향할 계획이며, 이때 과학과 기술, 현대사회와의 관련성으로 발명·특허 내용을 포함할 수 있음

[예] 2009 개정 교육과정의 중학교 ‘과학’의 ‘과학과 인류문명’의 수정 예시

(22) 과학과 인류 문명

이 영역에서는 수많은 첨단 기술과 기기가 과학 원리를 응용한 것이며 인류에 지대한 영향을 끼쳐 온 과학이 다른 분야와도 밀접하게 관련되어 발전되어 왔음을 다룬다. 과학이 인류 문명에 미치는 영향과 첨단 기술에 응용됨을 아는 것과 과학 관련 사회적 쟁점에 대해 과학적인 방법으로 의견을 제시하는 것은 과학의 성격과 유용성, 과학적 방법을 이해하는 데 중요하다.

이 영역에서는 주로 조사와 토론의 방법으로 이러한 내용을 다룬다. 과학이 인류 문명에 끼쳐온 영향을 역사적 사실에 기초하여 이해하게 한다. 원리보다는 활용의 측면에서 첨단 과학 기술의 사례를 자유롭게 조사하여 과학이 일상생활에 미치는 영향을 알게 하고, 미래 생활에 영향을 줄 기술이 무엇인지 근거를 제시하여 예측하게 한다. 또 과학의 개념과 원리가 기술, 공학, 예술이나 수학 등 과학 외의 교과와 관련 있음을 사례를 통해 알게 한다. **과학 기술이 지적재산을 통해 현대 생활에 미치는 영향을 알게 한다** 또한 인류가 당면한 에너지나 환경 문제와 같은 과학 관련 사회적 쟁점이 있음을 알고, 이에 대한 자신의 의견을 과학적으로 제시하게 한다.

이 영역은 7~9학년군의 첫 영역인 ‘과학이란?’에서 과학과 일상생활의 밀접한 관련성과 과학의 유용성을 학습한 후, 7~9학년군 과학을 통합적으로 다루는 영역이다.

[학습 내용 성취 기준]

(가) 우리 생활에 이용되고 있는 첨단 과학의 예를 들 수 있다.

(나) 과학 개념과 원리가 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합된 사례를 조사한다.

(다) 과학의 발전 과정에 기초하여 미래 생활에 영향을 줄 기술이 무엇인지를 말하고 그 근거를 제시하며, **과학기술의 지적재산의 중요성을 인식한다.**

(라) 과학이 사회와 문화예술, 환경 등 우리 생활에 미치는 영향을 안다.

[탐구 활동]

(가) 첨단 과학과 관련된 기사 조사하여 토론하기

(나) 과학 기술 혁신이 인류 문명에 끼친 영향 토론하기

(다) 미래 생활에 영향을 줄 신기술 조사하여 발표하기

(라) 과학이 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합한 사례 조사하기

(마) 첨단 과학이 사회와 문화 예술, 환경에 미치는 영향 토론하기

(바) 과학기술에서 지적재산의 가치 및 중요성 토론하기

나. 자료 준비 및 활용

- (1) 지역에 따라 자료를 준비하기 어렵거나 탐구 활동이 어려운 내용은 교육과정의 목표에 부합하는 자료나 활동으로 대체할 수 있다.
- (2) 과학에 대한 흥미와 호기심을 높일 수 있도록 생활 주변 및 첨단 과학 소재를 학습 자료로 이용하고 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련된 자료를 활용한다.
- (3) 과학 글쓰기, 과학 토론 등의 활동을 위하여 첨단 과학, 과학자, 과학사 등에 관한 과학 도서를 준비하고 독서 지도를 한다.
- (4) 학생의 이해를 돕거나 흥미를 유발하기 위하여 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 인터넷 자료 등을 활용한다. 모형을 사용할 때에는 모형과 실제 자연 현상 사이에 차이가 있음을 이해시킨다.
- (5) 지속적인 관찰이 요구되는 내용을 지도할 때는 자료 준비, 관찰자, 관찰 내용 등에 관한 세부 계획을 미리 세운다.
- (6) 탐구 활동이 원활히 수행될 수 있도록 학교 수준에서 필요한 실험 기구 및 재료를 준비한다.
- (7) **과학과 관련된 발명 및 특허 등의 지적재산과 관련된 자료를 활용한다.**

[2009 개정 과학과 교육과정 중학교 '과학' 단위 교수학습방법-자료(안)]

나. '교수학습 방법 및 평가'에 제시 방법

다. 학습 지도 방법

- (1) 강의, 실험, 토의, 조사, 견학, 과제 연구 등의 다양한 교수·학습 방법을 적절히 활용하여 지도한다.
- (2) 학생들의 능력과 흥미 등 개인차를 고려하여 지도한다.
- (3) 기초 탐구 과정(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등)과 통합 탐구 과정(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등)을 학습 내용과 관련시켜 지도한다.
- (4) 탐구 수행의 모든 과정에서 의사소통이 원활하게 이루어지도록 하고, 탐구 결과를 발표하고 반박하거나, 설득하거나, 수용할 때에는 논리적인 근거에 바탕을 두도록 한다.
- (5) 탐구 활동을 모둠 학습으로 할 때에는 과학 탐구에서 상호 협력이 중요함을 인식시킨다.
- (6) 과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다.
- (7) 학생 중심의 활동이 이루어지도록 하며, 의사소통을 할 때에는 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 가지게 한다.
- (8) 학생의 지적 호기심과 학습 동기를 유발할 수 있는 발문을 하고, 개방형 질문을

적극 활용한다.

- (9) 과학의 잠정성, 과학적 방법의 다양성, 과학 윤리, 과학·기술·사회의 상호 관련성, 과학적 모델의 특성, 관찰과 추리의 차이 등 과학의 본성과 관련된 내용을 적절한 소재를 활용하여 지도한다.
- (10) 학생의 구체적 조작 활동을 우선으로 하고, 컴퓨터를 활용한 실험과 인터넷과 멀티미디어 등을 적절히 활용한다.
- (11) 학습 내용과 관련된 첨단 과학이나 기술을 다양한 형태의 자료로 제시함으로써 현대 생활에서 첨단 과학이 갖는 가치와 잠재력을 인식하도록 지도한다.
- (11) 학습 내용과 관련된 과학 관련 발명, 특허 등에 대한 내용을 제시함으로써 현대 생활에서 지적재산권의 가치를 인식하도록 지도한다.
- (12) 과학자 이야기, 과학사, 시사성 있는 과학 내용 등을 도입하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발한다.
- (13) 학생의 창의성을 계발하고 인성과 감성을 함양하기 위하여 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.
- (14) 자유 탐구는 주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 지도한다.

[2009 개정 과학과 교육과정 중학교 '과학' 단원 교수학습방법-학습지도방법(안)]

[참고]

‘초등학교 및 중학교 교육과정 개발 방향 설정 연구’에서 과학과 교육과정 속에 발명 및 특허와 관련된 내용을 포함할 수 있도록 다양한 방향을 제시함.

① 적정화 지침

적정화 요소		적정화 지침
적 절 성	개인 (학습자)	○ 학생 주변에서 찾을 수 있는 실생활 문제를 학습의 소재로 활용한다. ○ 학생의 흥미를 높일 수 있는 다양한 자료를 활용할 수 있도록 하여, 과학 학습에 대한 긍정적인 이미지를 갖도록 한다. ○ 자연에 대한 관찰과 경험을 통하여 과학에 친숙하게 하는 교과 내용을 많이 포함될 수 있도록 한다.
	사회	○ 과학과 기술, 사회와의 관련성을 고려하여 다양한 학습자료를 제시한다. ○ 지식재산의 중요성을 알고, 과학과 관련된 발명 및 특허에 대하여 관심을 갖도록 한다. ○ 지역에 따라 탐구활동의 가능 여부를 고려하여 공통적으로 학습할 수 있는 내용과 자료를 제시하도록 한다. ○ 첨단 과학이 현대 생활에 미치는 영향을 알고 바르게 사용할 수 있는 태도를 지니게 한다.
	학문	○ 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등의 내용이 분절적으로 제시하지 않고, 과학의 교과 체계를 이루는 핵심 개념을 중심으로 재조직화하여 교과 내용 체계가 융합적으로 만들어질 수 있도록 한다. ○ 과학적 탐구과정을 효과적으로 학습될 수 있도록 학년급별, 탐구과정(기능)별 성취 기준을 제시한다. ○ 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등 각 교과영역이 학생들이 학습하는 내용 속에서 기초적인 내용들이 포함될 수 있도록 필수 학습 요소를 선정하여 교과 내용 체계에 포함될 수 있도록 한다.
	목표	○ 설정된 학교 급별 및 학년(군) 별 교과 목표를 달성하는 데 적합한 내용이 선정되도록 한다.
	조직 (연계)	○ 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등 교과 영역의 분절이 아닌, 통합적인 접근이 많이 포함될 수 있도록 내용을 조직한다. ○ 과학 개념이 전체 교육과정 체제 속에서 체계적이고 위계적인 학습이 일어날 수 있도록 내용을 조직한다. ○ 과학에서 필요한 수학요소를 수학 교과의 학습 단계와 연계하여 내용을 구성한다.

② 현 교육과정의 ‘교수학습방법 및 평가’에 대한 비판

둘째, 평가의 구성이다. 제7차, 2007년 개정, 2009 개정 교육과정 모두 5가지의 평가에 대한 기준을 제시하고 있는데, 과학의 3가지 학습 요소인 기본 개념 이해, 탐구, 태도에 대한 평가에 대한 내용을 제외하면 일반적인 평가의 내용(평가방법 및 활용 등)만을 제시하고 있어 과학과 교육과정의 평가가 학교 현장의 평가에 미치는 영향은 극히 저조하다고 볼 수 있다.

셋째, 내용 진술의 부족이다. 교수학습방법이나 평가에 대한 내용이 대부분 2줄 내

외로 간략하게 진술되어 있는데, 2007년 개정 교육과정까지는 교육과정 해설서에서 그 세부 내용을 설명하여 교육과정에서 추구하는 교수학습방법 및 평가에 대한 취지가 설명될 수 있었지만, 2009 개정 교육과정에서는 해설서 없이 제시되어 교과서 개발자나 교사들이 이해하는데 어려움이 있다. 또한 과학 교과의 교수학습과 평가에 필요한 내용이 진술된 부분보다는 일반적인 학습에 대한 방법과 평가에 대한 내용으로 진술되어 있다는 문제점도 있다. 교수학습방법을 많이 제시하는 것에 대한 부담 때문에 과학 교과에서 필요한 내용들(예: 융합교육, 첨단과학 활용, 지식재산 활용 등)이 소극적으로 제시되거나 배제되었다는 비판도 있다.

8. 교과서 관련 발명·특허 활성화 방안

과학 교과서 지필 경험이 있는 현장 교사 저자들에게 과학 교과서 내에 발명 및 특허 교육 관련 내용이 포함될 수 있는 방안에 대해 의견을 물었으며, 이를 통해 현재 개발 중인 2015 통합형 과학 교육 과정에 의미 있는 시사점을 도출하고자 하였다.

가. 과학 교과서와 발명의 연계 방안

① 교과서 속에 발명 & 특허의 내용을 명시적으로 포함하는 방안

단원 도입이나 단원 마무리(전자기 관련 단원 학습 후) 활동으로 발명 사례를 소개하는 방식으로 자연스럽게 과학과 발명, 특허 관련 내용을 포함할 수 있다. 예를 들어, 고등학교 융합형 과학의 2부(4단원~6단원)은 현대 문명에 대한 소개이다. 현대 문명은 과학기술의 발명을 토대로 그 위에 세워졌는데, 커다란 발견들은 과학자들의 논문으로 그 성과를 인정받았고 이후 수많은 발견과 발명들이 같은 방식으로 인정받기에는 그 수도 많고 파급력도 차이가 커졌다. 특히 산업 전반에 미치는 영향이 눈에 띄게 증가하고 이것은 곧바로 부의 축적과도 연관되기에 과학기술의 발달이 명예에만 그치지 않고 이익과 직결되기 위해서 ‘특허’와 직접 연결이 되고 있다. 아무리 뛰어난 발견을 하더라도 기 부분을 간과하면 부를 얻을 수 없으며 (현대 과학의 특징인) 연구에 투입된 비용을 환수하기도 어려워진다. 그래서 연구 단계에서부터 ‘특허’를 함께 진행해 나가는데, 학생들에게 ‘특허’를 신청하기 위해 필요한 요소 및 과정을 설명하는 세션을 넣는 것이 필요하다. 특히 4단원 정보통신과 신소재 단원에서 별도로 2페이지 정도를 할애하여 ‘특허’ 관련 프로세스를 그래픽으로 설명하고, 4단원에서 6단원까지는 각 개념별로 중요한 ‘특허’ 관련 내용이 있었던 것들은 보조단원에 간략히 소개하는 방법이 가능할 것이다. 또한 일반적인 특허 관련 내용으로 하면 용어부터 너무 어렵기 때문에, 발명교육 관련된 자료를 참고하는 것이 좋을 것 같은데, 발명영재, 발명 동아리 등의 자료가 적절하다. 발명 특허 관련 내용은 교육과정에 들어가지 않는 이상 교과서에 더 포함하기는 어려울 것이다. 따라서 교과서에서 2페이지 이상으

로 할애가 가능하지 않을 거 같으므로 ‘예’를 넣기 보다는 핵심 개념을 넣는 게 현실적이다.

또 다른 사례로 위키백과에 나오는 PCR에 관한 내용 중 일부를 포함할 수 있을 것이다. 생명과학에서는 이와 같은 예들이 몇 개 있는데 이러한 예를 적절히 배분하면 좋을 것 같다.

PCR법에 대한 발상은 1983년에 캐리 멀리스(K. Mullis)에게서 처음 나왔다. 그는 초창기 생명공학 회사였던 시터스(Cetus)의 연구원이었으며 우연찮게 PCR법을 고안해서 발표하게 된다. 처음 멀리스는 여러 저명한 과학 저널에 PCR법을 투고했으나 채택되지 않았고 실제로 논문은 1987년에 처음 게재된다. 시터스사는 중합효소의 종류를 바꾸는 등, 해당 기술을 개량하고 발전시켜 큰 성공을 거두게 되지만 이후 PCR 기술 자체가 뒤퐁(DuPont)사나 로슈(Roche)사, 프로메가(Promega)사가 연관된 여러 특허 분쟁을 일으키게 된다. 현재는 1992년에 특허권을 획득한 제약 회사 로슈사에 PCR법의 특허가 있다. 개발자 멀리스는 PCR법을 고안한 공로로 1993년 노벨 화학상을 수상한다. 현재는 PCR법도 더욱 다양한 응용 기술이 개발되었다. 이러한 응용 기술로는 역전사 효소를 이용해서 RNA를 직접 증폭시키는 역전사-PCR이 대표적이며, 이외에도 형광 물질을 붙여서 PCR을 진행하며 관측되는 정량적인 변화를 이용하여 원래 DNA나 RNA의 양을 정확히 측정하는 정량적 PCR(qPCR) 또는 실시간 PCR(Real time PCR), 한에 수많은 PCR을 동시에 시행하는 대용량 PCR 같은 여러 방법이 있다.

새로 개정되고 있는 과학과 교육과정은 융합형 인재의 육성을 위해 수업을 통한 핵심역량의 증진을 강조하고 있다. 핵심역량을 증진시키기 위해 가학 교과서에 비판적 사고력 훈련이나 의사소통 훈련에 도움이 되는 내용을 담고자 노력하는 경향도 증가할 것으로 예상된다. 이러한 흐름에 의하여 교과서는 과학 지식의 응용사례가 많이 등장할 것이다. 과학 지식의 응용사례가 제시된 곳마다 창의성을 증진시키기 위해서 발명과 관련된 내용을 제시하는 경우도 많아질 것이다.

창의성 증진용 활동의 유형으로는 발명해보기, 발명 사례 알아보기, 창의적으로 생각해보기 등이 가능할 것이며 발명과 관련된 특허 상식 등이 자연스럽게 참고 자료로 포함될 수 있을 것이다. 고등학교 물리 I 교과서(천재교육 출판사)

의 체제를 예를 들자면 다음과 같다. 첫 번째로 ‘들어가기’ 단계에서 발명품에 대한 이야기를 소개할 수 있다.



그림 8-1. 들어가기 단계에서의 발명품 소개

또한 개념의 확장 단계에서 발명품에 대한 소개를 할 수 있다. 주로 최신 발명품이나 기발한 발명품에 대한 소개와 그 원리에 대하여 논의할 수 있다.

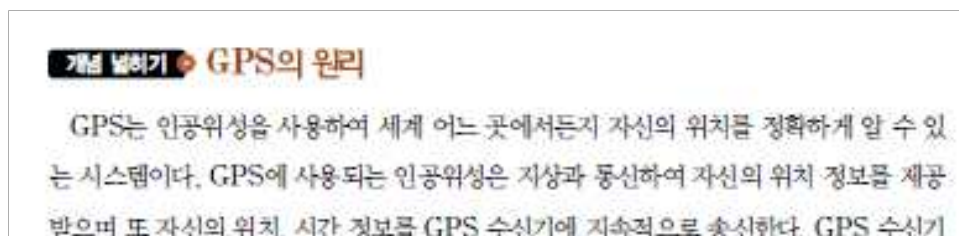


그림 8-2. 개념 확장 단계에서 발명품 소개가 가능한 부분

② 연계 교과형으로 자유탐구활동으로 활용하는 방법

지식의 축적보다는 기존 지식을 활용한 창의적인 사고, 창의적인 산출물이 강조되는 사회이다 보니 이제는 발명, 특히 교육이 상대적으로 높은 위상을 차지하고 있다. 그 동안 학교에서의 발명은 4월 과학의 달 행사에서 발명품 고안 제출,

기술가정 교과에서 발명이나 특허 관련 내용(있는지 확인해 보지 않음), 학교에서 발명 동아리 운영, 발명관련 영재학교 등의 제한적 활동이다. 물론 발명이 과학기술관련 교과라는 것으로 이해되긴 하지만, 이론적 지식에 기반한 것이라기보다는 기존 것들을 변형하거나 조합하거나 하는 새로운 아이디어에 기초한 ‘완성품’이란 측면에서 과학교과에서 다루기도 애매한 부분이 있다. 따라서 과학교과에서의 발명교육은 창체활동이나 학년말 시간적 여유가 있을 때 학생 활동으로 만드는 새로운 발명품 소개나 발명을 위한 브레인스토밍 아이디어 만들기가 가능할 것이다. 현재 교육과정에서 과학 교과시간에 자유탐구활동 시간이 연간 5~10시간 주어져 있다. 실생활과 관련되는 주제를 정하고 학생들을 지속적으로 지도하여 최종 결과물을 얻어내는 활동 시수이다. 주로 ‘놀이공원의 과학’이라든지 ‘스포츠 과학’이라든지 하는 주제를 정하고 한 분야를 깊이 있게 탐구하여 그 결과물을 보고서나 포스터로 발표, 전시 공유하는 시간이다. 발명이 탐구의 한 분야로 볼 때 발명의 과정을 주제로 정하고, 자유탐구 시간을 활용하여 발명품 발상에서 발명품 구안, 발명품 제작에서 평가 활동까지 학생 활동으로 5차시 정도의 활동을 구성할 수 있을 것이다.

③ 창의적 문제해결력과 연관된 활동

단순한 발명품의 소개 차원을 극복하고 창조적 문제 해결력을 길러주기 위해선 창의성이 요구되는 질문이나 과제를 제공하여 해결할 것을 요구하는 것이 적당할 것이다. 일반적으로 수업은 이론적 이해를 학습하기에도 시간이 부족한 편이므로 발명에 관한 구체적 요소를 배울 수 있는 활동은 대단원 마지막 부분에 제시하는 것이 좋겠다. 의미 있는 발명교육을 위해선 ‘기술적 문제 해결을 위한 사고과정 요소’와 확산적 사고 기법’ 등의 사고력 증진을 위한 방법들이 골고루 제시될 수 있도록 안배하는 것이 적절할 것이다.

더 성능 좋은 GPS를 개발하기 위한 토론을 해보자.

1. 어떤 지식이 필수인가?
2. 기존의 GPS의 단점은 무엇인가?
3. 단점을 극복할 수 있는 방안을 하나씩 제안해보자.
4. 제안 중에서 가장 실현 가능성이 큰 것을 선정하자.
5. 선정된 안을 실현하기 위해서 극복해야 할 어려움을 예상해보자.

④ 과학 교과서에서 발명 관련 마인드 확산하는 방안

오늘날 과학교육은 과학적 소양을 높이는데 있다. 사회에서 과학 기술의 가치와 이들이 서로 영향을 주고 받음을 인식하는 것이 중요하다. 따라서 과학 교과서도 과학과 기술의 결합, 사회에 미치는 영향까지 실어야 하는 상황에서 발명은 좋은 소재가 될 수 있다.

예를 들면 과학의 ‘일의 원리’단원에서는 빗면, 지레, 도르래와 같은 도구의 원리를 배운다. 그리고 대부분 일의 원리를 이용한 문제를 수식으로 해결하는 학습으로 끝나는 경우가 많다. 지레의 원리인 길이가 길수록 힘이 적게 든다면 이를 응용하여 간단한 발명품을 만들거나 고안할 수 있는 시간을 가질 수 있으면, 과학과 기술이 결합된 통합적인 수업을 만들어낼 수 있을 것이다. 물론 전자기와 같은 내용들 과학(특히 물리)의 내용 대부분이 이론적인 이해 다음에는 이를 이용한 발명품의 적용, 그리고 새로운 발명과 연결시킬 수 있다. 실제로 과학기술의 응용은 대부분이 발명품들이다.

또한 읽을거리나 교과내용과 관련된 과학자와 발명가를 더 많이 소개하는 방법도 있다. 특히 우리나라의 생활 속의 자료들에서 발명품, 그리고 우리나라 발명가에 대한 자료도 많이 반영되어 우리 생활 속에서 발명이 있음을 인식하도록 한다.

⑤ 자유학기제 ‘발명프로그램’ 자리잡기

최근 중학교 수준에서 자유학기제가 시행되고 있다. 창의적인 과학활동 프로그램으로 ‘발명특허’ 관련 프로그램들이 최대한 많이 만들어질 수 있도록 지원해야 한다. 성과위주의 발명품이 아니라 아이디어 나눔을 통해서 학생 개개인의 생각이 소중함을 알게 하고, 서로 존중하며 배려하는 문화 속에 더 새로운 아이디어들이 생성됨을 체험하도록 하는 프로그램이 되어 현장에서 발명의 소중함을 느낄 수 있도록 해야 한다. 따라서 정규교육과정에 들어가는 것도 중요하지만 자유학기제처럼 교사들이 ‘쉽게’ 그리고 ‘유용함’을 느낄 수 있도록 지원하는 발명특허 교육이 되도록 했으면 좋을 것이다.

⑥ 융합형 교과서에서 발명활동

융합형 인재의 양성을 목표로 과학교과서 속에서도 STEAM요소를 많이 반영하고 있다. 과학교과는 과학적 지식학습, 관련 융합적 요소로 사고 확장, 그리고 성취감을 맛볼 수 있는 활동으로 구성되어 있다. 교과서의 STEAM형 활동과제들은 주로 제작, 새로운 시도와 같은 발명과 관련된 활동들이 많다. 따라서 이 활동과제들을 체계적으로 구성할 수 있으면 발명에 대한 기초적인 지식이 필요하게 된다. 각 과제 활동에서 발명특허교육을 실시하는 것보다 ‘자유탐구시간’이나 ‘대단원 도입 활동’으로 발명에 대한 기초적인 학습이 될 수도 있다.

이상과 같이 교과서 저자들의 의견을 토대로 과학 교과서와 연계하여 발명·특허 교육을 포함할 수 있는 방안을 정리하면 다음과 같다.

(1안) 교과서 속에 발명 & 특허의 내용을 명시적으로 포함하는 방안

단원 도입이나 단원 마무리(전자기 관련 단원 학습 후) 활동으로 발명 사례를 소개하는 방식으로 자연스럽게 과학과 발명, 특허 관련 내용을 포함할 수 있다. 발명, 혹은 특허 분쟁 등과 관련된 교과 내용(분자 생물학, 유전학, 전자기 등)을 도입하여 토론 수업 자료로 활용할 수 있고, 개념 넓히기 부분에 최신 발명품이나 기발한 발명품에 관한 소개와 그 원리에 대하여 논의할 수 있다. 대단원 마지막 부분에 단원을 정리하면서 학습 개념을 중심으로 한 발명의 소재를 도입하면서 ‘기술적 문제 해결을 위한 사고과정 요소’와 확산적 사고 기법’ 등의 사고력

증진을 위한 방법들을 제안하도록 할 수 있다.

(2안) 교과서의 탐구 활동 속에 발명 요소를 포함하는 방안

기존의 활동을 하고, 그 속에서 과학 원리를 설명하고 개선할 수 있는 아이디어를 만들어내는 과정을 수행하면서 최종산출물에 대한 아이디어와 개선에서 발명관련 요소를 제시할 수 있을 것이다. 중학교의 경우 자유 탐구 프로그램의 일환으로 발명과 관련된 주제를 넣을 수 있다.

(3안) 과학자 소개하면서 '과학자와 발명'에 대한 내용을 포함하는 방안

기존 교과서에 나오는 과학자들 중 발명과 특허에 관련된 사람인 경우 관련된 내용을 추가하여 소개할 수 있다.

(4안) 다양한 읽기자료 속에서 발명과 특허 내용 포함하는 방안

읽을거리 부분에서 STS랑 관련지어서 '과학과 발명, 특허전쟁과 과학' 등에 대한 이야기를 넣을 수 있을 것이다.

나. 과학 교과서에서 발명.특허 교육 연계 사례

1안. 교과서 내 발명 관련 내용 도입

1) 발명 관련 소단원 도입

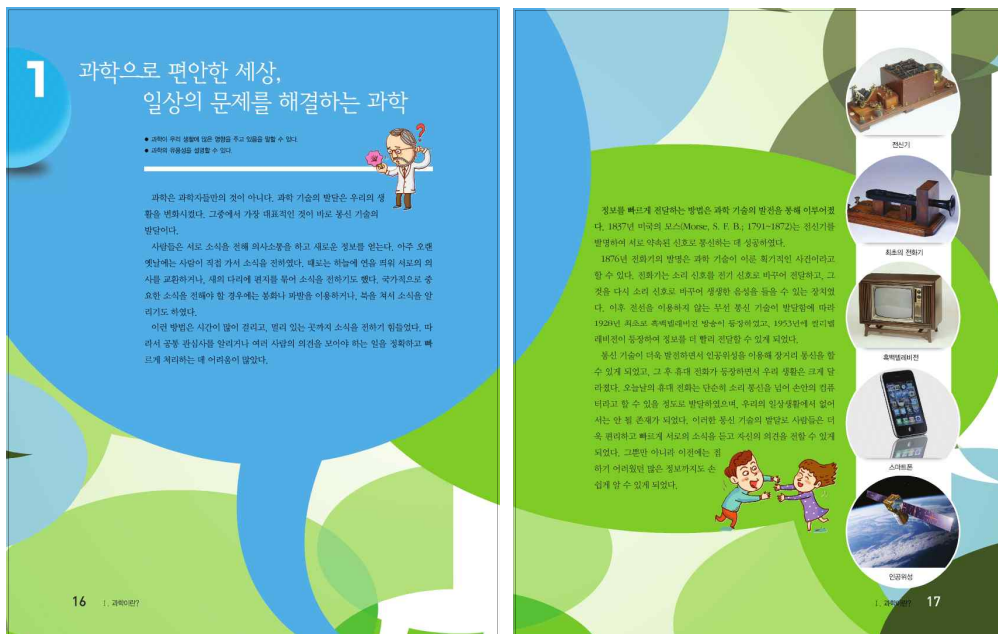
중학교 1학년 학생들이 가장 처음 배우는 [I. 과학이란?]의 단원과 중학교 3학년 학생들이 제일 마지막에 배우는 [VIII. 과학과 인류 문명]의 단원은 공통점이 있다. 그것은 바로 과학의 본성 및 과학이 실생활에 주는 여러 가지 이점을 다루고 있다는 것이다. 따라서 과학적인 원리를 제시하는 다른 단원과는 달리 과학 수업을 해야 하는 필요성 및 발달 과정 및 첨단 기술과의 연관성에 대해 이야기하며 학생들에게 과학의 본질에 대해 이야기하고 있다.

발명은 과학 기술의 발전에 하나의 큰 축을 이루고 있는 과정이다. 그러므로

과학의 본질 및 특성, 발달 과정에 관련된 내용을 다루는 이들 대단원 중 발명 요소를 하나의 소단원으로 구성하는 데는 별 무리가 없다.

[I. 과학이란?] 단원의 구성은 아래의 표와 같다. 중단원 [1. 과학으로 편안한 세상, 일사의 문제를 해결하는 과학]은 과학적 진보를 대표적으로 나타낼 수 있는 발명품들에 대한 설명으로 구성되어 있다. 이 설명들에 발명 요소를 추가하여 그 과정을 더욱 구체적으로 서술하는 방식으로 발명의 중요성과 발명의 과정을 학생들에게 알릴 수 있다.

대상 학년	중학교 1학년
대단원	1. 과학이란?
중단원	1. 과학으로 편안한 세상, 일사의 문제를 해결하는 과학 2. 과학 직업을 만나다.





3. 과학과 발명



학습 목표

1. 발명이 우리 생활에 많은 영향을 끼치고 있음을 안다.
2. 과학과 발명과의 관계를 알고 발명의 중요성을 깨닫

이카루스의 하늘을 날고 싶어하던 욕망은 모든 인간이 가지고 있는 소망이었다. 하늘을 날고 싶어하는 사람들의 필요로 인해 하늘의 새를 스케치하고 계산을 해서 날개달린 비행기를 만들게 되었다.

인류가 존재하는 순간부터 인류는 환경에 적응하며 살아남기 위해 도구를 만들고 기술을 발전시켰다. 그 과정에서 발명은 일상 생활의 불편함을 해소시켜줄 수 있는 인간의 삶에서 매우 중요한 그리고 인간을 인간답게 만들어 줄 수 있는 방안이었다. 그리고 이러한 발명은 우리가 생활하는 모든 분야와 대상에서 느끼는 불편함을 해소할 수 있으며 누구나 할 수 있는 보편적인 일이다.

우리가 사용하고 있는 도구, 물건, 시스템, 구조물 등에서 문제가 발생할 때 그것을 해결하거나 효율을 향상시키기 위해 우리는 항상 아이디어를 내고 생각을 한다. 이러한 생각이 발명의 발판이 되며 이렇게 생겨난 발명품은 과거부터 지금까지, 그리고 앞으로도 우리의 삶에 더욱 유익하게 활용될 것이다.

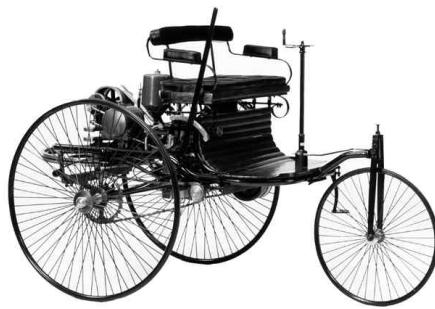
그렇다면 발명의 정의는 무엇일까? 발명은 ‘자연 법칙을 이용한 기술적 사상의 창작적으로 고도화한 것’으로 정의되고 있다. 발명은 새로운 것이고, 자연의 법칙을 이용한 것이며, 창작의 내용이 기술적이며 구체적이어야 한다는 것이다. 또한 발명은 기술적으로 보통 수준을 넘는 ‘고도화’된 것이라야 한다. 쉽게 이야기하면 발명은 사람들이 생활하는데 필요한 새로운 물건이나 기계를 만들어 내거나 제법, 용도 등과 같이 구체적인 형태는 없으나 이용하여 편리함을 얻기 위한 방법적

인 것이다.

우리 생활 속에서 날마다 사용하는 물건들은 모두 발명의 역사에서 가장 뛰어난 걸작들이다. 사람들이 매일같이 타는 자전거, 자동차와 기차, 보고 듣는 라디오와 텔레비전, 그리고 멀리 있는 사람과 말을 나누는 전화나 휴대전화 등은 역사적으로 가장 뛰어난 발명품이다. 이러한 발명품들은 본래의 기능 이외에 다양한 기능의 추가 및 효율성 개선이라는 추가된 다양한 기능을 가지고 우리가 주변에서 쉽게 볼 수 있는 형태로 진화하고 발전해왔으며 이러한 발전의 원동력은 과학 기술의 발달이다.



드레이지네라는 물건으로 자전거 발전에 지대한 영향을 끼침



최초의 자동차 벤츠(1885)



스마트 티비의 등장, 보기만 하는 텔레비전에서 벗어나 양방향 소통이 가능해짐



손안에 들고 다니는 작은 컴퓨터라 볼릴 만큼 더 이상 단순한 전화기가 아님

처음엔 열기구 비행체에서 시작한 하늘을 나는 꿈은 현재 우주로의 여행을 꿈꾸고 있으며 비행기의 속력 역시 매우 빨라졌다. 맨 처음 열기구를 발명한 뒤 과학

기술의 옷을 발명품이 입으면서 그 발전 속도는 눈이 부시게 빨라졌고 우리 생활의 편의성은 매우 높아졌다. 비행기 뿐 아니라 기차, 자동차 등 수송 기관 뿐 아니라 영화, 스마트 폰, 통신망 등 정보 통신 분야의 발명 등, 발명의 범위는 끝이 없으며 발전의 속도 역시 가속화되고 있다.



발명은 크게 과학 안에 포함된다. 물리, 화학, 생물, 지구과학과 같이 과학 지식의 한 분야는 아니지만 이러한 과학 지식을 바탕으로 다른 분야를 융합하여 실생활에 연계된 창작품을 만들기 때문에 그 근간은 과학에 있다. 그리고 발명이 발달할수록 과학 기술이 실생활에 더 많은 부분 적용되고 우리는 그로 인해 생활의 편의성을 높일 수 있어 효율성이 증대된다. 따라서 인간의 필요로 인한 발명품이 고도화될수록 우리의 과학 기술은 더욱 발전할 것이므로 발명에 대한 인식을 넓히고 발명에 대한 지속적인 관심이 필요하다.

2) 발명 내용 기존 본문 내 부분적 도입

발명에 관련된 내용으로 소단원을 구성할 수도 있으나 발명이 실생활과 밀접하게 연관되어 있고 매우 넓은 범위를 포괄할 수 있으므로 실생활 물품을 예로 드는 본문 내용 중간에 발명의 특징이나 발명품에 대한 설명이 가능하다. 한 단원으로 구성될 경우 일선 학교에서 내용지식을 전달하지 않는 경우 간단하게 축약하여 가르치거나 학기말이나 학기초인 경우 건너뛰고 가르칠 수 있다. 그러므로 본문 중간에 약간의 지식 재산 내용을 첨가하는 것이 오히려 발명이라는 것을 더욱 친숙하게 느끼게 할 수 있는 또 다른 대안이 될 수 있다.

다음은 천재교과서 중학교 1학년 2. 여러 가지 힘 단원에서 탄성력에 관련된 부분이다. 본문의 내용은 탄성력의 성질과 탄성력이 이용된 여러 가지 예시를 들고 있다.

고무줄이나 용수철을 당겼다가 놓으면 다시 원래의 모양으로 되돌아가지만, 계속 당겨 일정 범위를 넘어서면 다시 원래대로 되돌아가지 않는다. 이처럼 너무 큰 힘이 작용하면 탄성력이 나타나지 않는다. 탄성은 용수철뿐만 아니라 고무줄, 대나무, 강철 등과 같이 대부분의 물체에서 나타나며, 우리는 다양한 곳에서 탄성력을 이용하고 있다. 볼펜이나 샤프에는 용수철이 들어 있고, 자동차, 자전거 등에도 용수철이 이용된다. 또, 장대높이뛰기 선수는 장대의 탄성을 이용해 높이 뛰어오르고, 농구공이 바닥에 떨어지면 탄성에 의해 되튀어 오르는 등 운동 경기에서도 탄성력이 많이 이용되고 있다.



III-8 탄성의 한계를 벗어난 용수철

위의 본문 내용에 탄성력을 이용한 발명에 관련된 내용을 첨가하여 아래의 붉은 부분과 같이 제시할 수 있다.

■ 수정안

고무줄이나 용수철을 당겼다가 놓으면 다시 원래의 모양으로 되돌아가지만, 계속 당겨 일정 범위를 넘어서면 다시 원래대로 되돌아가지 않는다. 이처럼 너무 큰 힘이 작용하면 탄성력이 나타나지 않는다.

탄성은 용수철뿐만 아니라 고무줄, 대나무, 강철 등과 같이 대부분의 물체에서 나타나며, 우리는 다양한 곳에서 탄성력을 이용하고 있다.

볼펜이나 샤프에는 용수철이 들어 있고, 자동차, 자전거 등에도 용수철이 이용된다. 용수철은 탄성력을 이용한 대표적인 발명품으로 누가 발명했는지는 알 수 없으나 회중시계를 만들 때 처음 사용된 것으로 알려져 있다. 우리가 알고 있는 코일 형태 말고도 다양한 모양과 각기 다른 탄성력을 지닌 용수철이 발명되어 우리 주변의 물건에서 손쉽게 찾아볼 수 있다. 생활용품에 이용된 탄성력 말고도 우리는 운동경기에서도 찾아볼 수 있다. 장대 높이 뛰기 선수는 장대의 탄성을 이용해 높이 뛰어오르고, 농구공이 바닥에 떨어지면 탄성에 의해 되튀어 오른다.

2안. 교과서 내 탐구 활동에 발명 요소 도입

1) 실험 탐구에 도입

기존의 탐구는 <실험하기>, <정리하기>의 순서로 소단원의 주제에 맞는 실험을 수행하고 그것을 통해 원리를 파악하여 정리하는 형태로 이루어져 있으며 대체로 많은 탐구 활동의 주제들이 과학적 사실을 확인하기 위한 실험을 수행하고 현상을 관찰하여 결론짓는데 그치고 있다. 그러므로 학생들의 창의성을 키우기 위해서는 발산적, 확산적 사고를 할 수 있는 활동이 추가되어야 한다.

과학 교과서에서 다루는 여러 가지 실험 탐구 주제 중에는 발명 요소를 포함시켜 확산적 사고를 할 수 있도록 유도할 수 있는 몇 가지 주제들이 있는데 이는 대체로 실생활에 직접적으로 관련이 있으며 학생들이 직관적으로 쉽게 생각할 수 있는 탐구 결론을 갖고 있다. 이러한 주제를 다루는 탐구 활동에 발명

요소를 첨가할 수 있는 단계를 추가하여 그 부족한 부분을 보완할 수 있다.

교과서	천재 교과서	학년	중학교 2
대단원	Ⅱ. 빛과 파동		
중단원	1. 빛		
소단원	3. 다양한 색으로 가득한 세상		

2 다양한 색으로 가득한 세상

● 빛의 삼원색인 빨, 노, 청을 혼합할 수 있음을 알릴 수 있다.
● 모니터나 텔레비전에서 다양한 색이 만들어지는 과정을 설명할 수 있다.

실용하기1 컴퓨터 모니터나 텔레비전 화면에 나타나는 영상을 보면 실제로 보는 것과 같이 다양한 색이 표현된다. 컴퓨터 모니터나 텔레비전에서는 어떤 원리로 이렇게 많은 색을 만드는 것일까?

실험하기1 컴퓨터 모니터 확대해 보기

준비물 컴퓨터나 휴대 전화, 확대경(확대경)

- 컴퓨터 모니터나 휴대 전화 화면의 색상을 확대해 보면 어떤 색이 나오는지 알아 보자.
- 확대된 모습과 원래 모습의 차이를 알아보고, 확대된 모습을 다시 축소하면 왜 노란색으로 보이는지 토의해 보자.

70 빛과 파동

실험하기2 프로젝터를 이용해 빛의 합성 관찰하기

준비물 컴퓨터, 프로젝터, 거울 3장

- 컴퓨터의 그림판을 이용하여 빨간색, 초록색, 파란색의 직사각형을 만들고 프로젝터를 이용하여 이를 스크린에 비춘다.
- 학생 3명이 스크린에 비춘 3가지 색의 빛을 각각 거울로 교차된 창 또는 벽의 하단 부분에 반사시킨다.
- 다음 교와 같이 두 가지 색의 빛, 또는 세 가지 색의 빛을 한곳에 반사시켜 합쳐진 어떤 색이 나타나는지 관찰해 보자.

빛의 합성	빨간+초록	초록+파란	파란+빨간	빨간+초록+파란
합성 결과				

실험하기2 1 실험하기1에서 노란색 부분을 확대하면 노란색으로 나타내지 않았다. 그 이유를 실험하기2의 결과를 이용해 설명해 보자.
2 컴퓨터 모니터나 텔레비전 화면에서 다양한 색이 표현되는 원리는 무엇인지 토의해 보자.

71 빛과 파동

예시에 제시된 빛의 합성과 관련된 실험은 모든 교과서에 포함된 필수 실험으로 빛의 삼원색과 빛의 합성으로 인한 색 변화를 관찰하는 내용이 주를 이룬다. 여기서 몇몇 교과서는 추가적으로 이러한 빛의 합성을 실생활에서 응용한 예를 관찰하는 정도로 탐구 활동을 마무리 짓는다. 우리는 여기에 <창의성 키우기>라는 단계를 추가하여 학습한 내용을 바탕으로 실생활에서 응용할 수 있는 발명품을 구상해보는 단계를 제시하고자 한다. 또한 발명품을 구상할 때 학생들이 ‘발명’에 가장 접근하기 쉬운 형태인 ‘디자인을 그리기’ 활동으로 문항을 제시하며 발명품의 장점과 단점을 PMI 기법과 유사하게 진행될 수 있도록 단계별 문항을

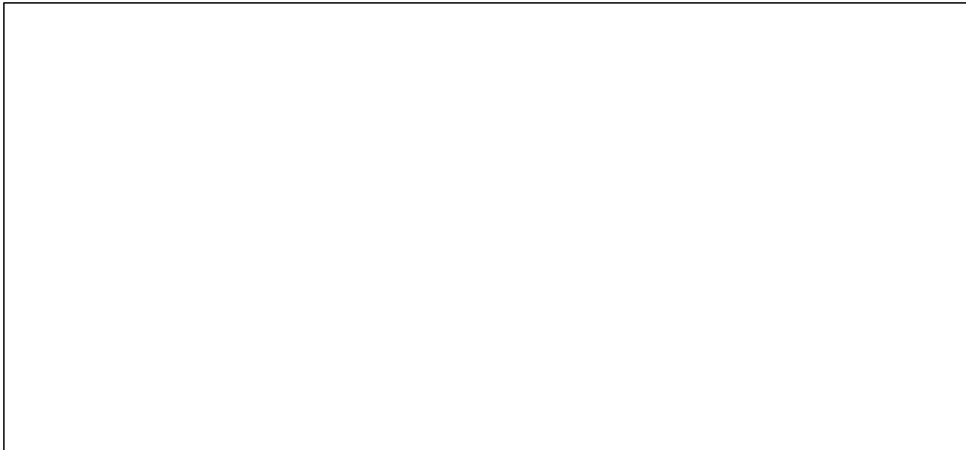
만든다.

■ 수정안

 창의성 키우기

① 빛의 합성을 이용해서 빛의 색을 바꿀 수 있는 새로운 조명 기구를 만들려고 한다.

② 만들고 싶은 조명기구를 그려보고 작동원리를 적어보자.



③ 새로운 조명 기구가 갖고 있는 장점과 단점을 적어보자.

장점	단점

④ 새로운 조명 기구가 갖고 있는 특징을 적어보자.

2) 사고 탐구에 도입

교과서에 제시된 탐구는 두 가지 형태가 있다. 실험을 통해 원리를 파악하는 탐구 형태와 자료를 해석하거나 자료를 기반으로 새로운 대안을 찾아내는 탐구 형태이다. 이중 두 번째 형태인 학습한 내용을 바탕으로 새로운 대안을 찾아내는 탐구의 경우 확장된 사고를 도와줄 수 있는 발명 기법을 이용하여 탐구 과정을 제시할 수 있다. 기존의 제시된 탐구는 주제가 확장된 형태가 많고 학생들이 새로운 대안을 찾아낼 수 있는 단계가 명확하지 않아 탐구 내용을 해결하는데 어려움을 겪을 수 있다. 그러므로 발명 기법 중 수렴적 사고 방식으로 대안을 찾도록 한다면 학생들은 조금 더 손쉽게 과학적으로 탐구 문제를 해결할 수 있을 것이다.

교과서	천재 교과서	학년	중학교 1
대단원	VII. 수권의 구성과 순환		
중단원	2. 해수의 순환과 해양자원		
소단원	3. 인류의 보물창고 무한한 바다		



우리 생활에서 해양 자원을 이용하는 예와 보존 방안 찾기

다음은 우리 생활에서 이용되고 있는 해양 자원의 예와 이를 이용하는 과정에서 나타나는 문제점을 나타낸 것이다.



대구잡이 어선

수백 년 동안 북대서양에서 가장 많이 잡히던 대구는 지난 50년 동안 너무 많이 잡아들여 대구 어장이 심각하게 고갈되었다. 어획량을 제한하고는 있지만 이미 대구 숫자는 회복이 불가능할 정도로 줄어들었다.



시화호 조력 발전소

조력 발전은 바다를 제방으로 막아서 바닷물을 가두어 두었다가 흘러보내면서 발전을 하는 방식이다. 화석 연료를 사용하지 않는 청정 에너지이지만 제방으로 바닷물을 가두므로 갯벌이 사라지고, 제방 안쪽의 바닷물이 오염되어 해양 생태계를 파괴할 수 있다는 문제점도 있다.



홍합

홍합은 몸에서 단백질을 분비하여 바위에 단단히 붙어 있다. 이 물질을 이용하여 의료용 접착제를 개발하였다. 이처럼 해양 생물에서 첨단 물질을 얻으려면 다양한 종류의 해양 생물이 있어야 한다. 그러나 최근의 해양 오염으로 많은 생물이 멸종 위기에 놓여 있다.

- ① 위의 글을 읽고 우리 생활에서 이용하는 해양 자원에는 무엇이 있는지 말해 보자.
- ② 해양 자원을 이용하는 과정에서 생기는 문제점에는 무엇이 있는가?
- ③ 해양 자원을 보존하며 지속적으로 해양 자원을 이용할 수 있는 방법에는 무엇이 있는지 조사해 보자.

기존에 제시된 사고 탐구의 형태는 자료를 제시하고 이 자료를 통해 알아낼 수 있는 사실을 열거하게 한 후 문제점을 파악하게 한다. 그리고 인터넷 조사등을 이용하여 해결할 수 있는 방안을 도출하게 하는 형태로 구성되어 있어 자료를 해석하고 필요한 자료를 조사하는 기능을 키울 수 있게 구성되어 있다. 그러나 이러한 구성 형태는 학생들의 창의적 사고를 촉진시키기 힘들 뿐 아니라 해결해야 하는 문제를 다양한 각도에서 접근할 수 있도록 구성되어 있지 않기 때문에 융합적 사고를 이끌어내지 못한다. 따라서 단순한 자료 조사 및 해석에서 벗어나 다양한 각도에서 문제를 바라보고 해결책을 강구할 수 있는 단계별 문항

이 필요하다. 그리고 이러한 단계별 문항은 문제 해결을 위한 다양한 발명 기법을 이용하여 작성할 수 있다.

■ 수정안

우리 생활에서 해양 자원을 보존할 수 있는 방안은?

 대구잡이 어선	수백 년 동안 북대서양에서 가장 많이 잡히던 대구는 지난 50년 동안 너무 많이 잡아들여 대구 어장이 심각하게 고갈되었다. 어획량을 제한하고는 있지만 이미 대구 숫자는 회복이 불가능할 정도로 줄어들었다.
 시화호 조력 발전소	조력 발전은 바다를 제방으로 막아서 바닷물을 가두어 두었다가 흘러보내면서 발전을 하는 방식이다. 화석 연료를 사용하지 않는 청정 에너지이지만 제방으로 바닷물을 가두므로 갯벌이 사라지고, 제방 안쪽의 바닷물이 오염되어 해양 생태계를 파괴할 수 있다는 문제점도 있다.
 홍합	홍합은 몸에서 단백질을 분비하여 바위에 단단히 붙어 있다. 이 물질을 이용하여 의료용 접착제를 개발하였다. 이처럼 해양 생물에서 첨단 물질을 얻으려면 다양한 종류의 해양 생물이 있어야 한다. 그러나 최근의 해양 오염으로 많은 생물이 멸종 위기에 놓여 있다.

① 위의 글을 읽고 각 상황의 문제점과 그 문제가 발생한 원인을 생각해 적어보자.

	문제점	원인
대구 어획량		
조력 발전		
해양생물		

② 모듈별로 위의 세 가지 문제 중 하나를 정해보자. 브레인 라이팅 기법으로 문제의 해결책을 생각해보자.

문제 :

해결책	
해결책의 문제점	
위의 문제를 해결할 방법	
위의 방법에 따른 문제	
위의 문제를 해결할 방법	

③ 우리 모듈이 최종적으로 제시한 해결책은 무엇인가?

--

④ 제시한 해결책의 장점, 단점, 독특한 점을 적어보자.

P(장점)	
M(단점)	
I(독특한 점)	

3안. 과학자 소개 자료를 통해 '과학자와 발명' 이야기하기

기존의 교과서에는 과학자 소개 자료가 많지 않으며, 그것도 과학자의 일생이나 학습 내용과 관련된 연구 업적 위주로 서술된 경우가 대부분이다. 하지만 이런 과학자 소개 자료는 학생들에게 있어 구체적으로 다가오지 않는데, 실제 전기 에너지의 사용을 두고 직류, 교류와 관련되어 에디슨과 테슬라가 벌였던 특허 분쟁 등과 같은 자료가 소개된다면 학생들에게 좋은 발명, 특허 관련 자료가 될 수 있다.

교과서	천재 교과서	학년	중학교 3
대단원	V. 전기		
중단원	4. 전류의 열작용과 안전하고 효율적인 전기 사용법		
소단원	2. 안전하고 효율적인 전기 사용법		

※ 볼타, 앙페르, 옴

고대 그리스 시대 탈레스(Thales; B.C. 624? ~ B.C. 546?)는 원리로 호박을 닮은 전자가 달라붙는 현상으로부터 전기를 처음으로 발견하였다. 1791년 이탈리아의 갈바니는 계구리를 해부하던 중에 팔로 발견에 의하여 계구리의 다리가 움직이는 현상에 주목하였다. 이것은 계구리 해체의 신경에 전류가 흘러서 나타나는 현상으로 전류를 발견한 순간이었다. 1799년 이탈리아의 볼타는 전지를 발명하여 그 결과로 전류를 연속적으로 흐르게 할 수 있게 되었다.

전압, 전류, 전기 저항의 단위로 이름을 남긴 과학자의 발자취를 따라가보자.

볼타(Volta, A.; 1745~1827)
이탈리아의 과학자. 알타는 두 개의 다른 금속을 묶은 황산 용액 내에서 접촉시킬 때 전류가 흐른다는 사실을 발견하였다. 이것은 최초의 실험 전지로 나중에 이 전지를 볼타의 이름으로부터 볼타 전지라고 하였다. 전압의 단위인 볼트(V)도 그의 이름을 기린 것이다.

앙페르(Ampere, A. M.; 1775~1836)
프랑스의 과학자. 앙페르는 전류의 세기와 두 도선 간의 거리 및 인력과 척력 사이의 관계를 수식으로 밝혀내었다. 그는 전류의 흐름에서 비롯되는 여러 가지 현상들을 정리하여 1823년에 전기와 자기에 관한 이론을 발표하였다. 앙페르의 위대한 공적을 기리고자 그가 세상을 떠난 지 60년 뒤에 전류의 단위를 암페어(A)라고 정하였다.

옴(Ohm, G. S.; 1789~1854)
독일의 과학자. 옴은 전류는 전압에 비례한다는 옴의 법칙을 정리하여 발표하였다. 또한, 전기 저항이 클수록 전류가 약해지고, 도선의 단면적이 넓어지면 전기 저항이 작아진다는 것도 밝혀내었다. 옴의 연구 결과는 당시에는 많은 공격을 받았지만, 후에 정밀한 실험에 의하여 인정받게 되었다. 전기 저항의 단위인 옴(Ω)은 그의 이름을 기린 것이다.

※ 과학자의 이름에서 유래한 단위를 조사해 보자.
① 자신은 전류, 전압, 전기 저항 중에서 하나를 발견한 과학자로 생각하고 단위를 새롭게 만들어 보자.

역사의 순간의 과학



▲ 볼타

▲ 앙페르

▲ 옴

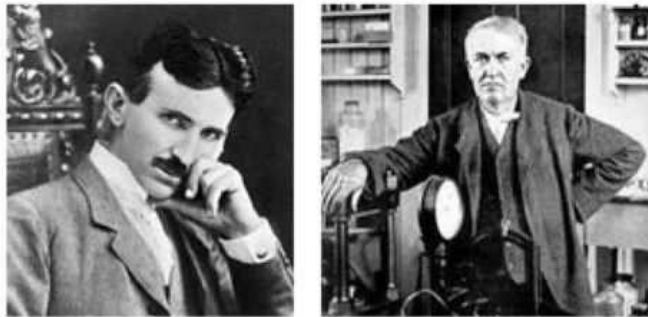
- 141 -

전기 단원에 제시된 과학자 관련 자료는 전류, 전압, 저항의 단위로 사용되고 있는 과학자들에 대해 간단하게 소개하고 있는데, 이는 학생들의 눈에 잘 띄히지도 않고 크게 피부에 와닿지도 않는 내용이다. 하지만 이 단원에서 가정용 전기가 직류가 아닌 교류로 선택이 되게 된 이유와 과정을 에디슨과 테슬라의 분쟁을 통해 소개한다면 훨씬 더 피부에 와닿고 여러 가지 생각해볼 거리를 제공할 수 있으며, 발명이나 특허와 관련되어서도 깊이 생각할 수 있는 도구가 될 수 있을 것이다.

■ 수정안

토머스 에디슨과 니콜라 테슬라의 전류 전쟁

1856년 크로아티아에서 태어난 테슬라는 28세 되던 해 미국으로 이주하여 잠시 에디슨과 함께 일했으나 직류와 교류방식에 대한 의견 차이로 에디슨과 헤어져 독자적으로 연구를 했다. 테슬라가 에디슨의 직류시스템의 문제점을 제기하며 교류시스템을 개발했으나 에디슨이 약속을 지키지 않았기 때문이었다.



▲ 니콜라 테슬라(좌)와 토머스 에디슨(우)

니콜라 테슬라(Nikola Tesla, 1856~1943)

테슬라의 교류시스템이 우수하다는 사실을 간파한 웨스팅하우스에서 테슬라의 특허를 사들였으며, 테슬라는 웨스팅하우스의 도움으로 교류발전기와 송배전 시스템을 발명했다. 이 발명은 1895년 웨스팅하우스사가 나이아가라 폭포에 교류발전기를 사용한 수력발전소를 만들면서 빛을 보게 되었다. 교류시스템의 상용화가 테슬라 한 사람만의 업적은 아니지만, 나이아가라 폭포 발전소 교류발전기에 필요한 13건의 특허 중 9개가 테슬라의 것이라는 사실만 봐도 그의 공이 어느 정도인지 가늠케 한다.

에디슨이 당시 직류 전류를 주장하고 있었고, 직류 전류는 쉽게 만들 수 있었으

나 전압을 높이기 어렵다는 단점 때문에 먼 곳에 전기를 전송하다보면 전력손실이 너무 컸다. 하지만 테슬라의 교류 전류는 쉽게 전압을 높일 수가 있어서 훨씬 먼 곳까지 큰 전력손실 없이 전기를 보낼 수 있었다. 이로 인해 더 효율이 좋은 교류전류 쪽으로 사람들의 관심이 쏠리게 되었고, 이를 공격하기 위해 에디슨은 안전성을 내세워 교류 전류를 공격하기 시작했다. 그는 교류 전류를 이용한 발명품 전기의자를 만들어 위험성을 과대 포장하였고 그 외에도 치열한 로비와 홍보전을 전개했지만 끝내 교류전류보다 직류전류가 더 효율적이라는 것을 증명하지 못했다. 결국 전력공급 방식의 표준으로 테슬라와 웨스팅하우스의 교류전류가 선택되어 현재 전 세계적으로 쓰이고 있다.

4안. 교과서 본문 내용에 포함된 읽기자료 형태

교과서에는 다양한 형태의 읽기자료가 존재한다. 중단원 마무리나 대단원 마무리에는 출판사별 특징을 담은 다양한 읽기자료가 제시되어 있다. 읽기 자료는 전체 교과서에서 통일된 주제를 가지고 서술되어 있어 교과서의 특징을 나타내기 쉽고 학생들에게 본문 내용에 포함시키지 못한 교과 외적인 과학 지식을 전달해 줄 수 있다. 이러한 읽기 자료는 보통 두 가지 형태로 교과서에 제시되어 있다. 대단원과 중단원 마무리용과 같이 1-2페이지를 할애한 읽기자료가 있으며, 편집 분량을 맞추기 위해 본문 중간에도 삽입되는 경우도 있다.

교과서	천재 교과서	학년	중학교 1
대단원	Ⅱ. 지구계와 지권의 변화		
중단원	1. 지구계와 지권의 물질		
소단원	2. 지구 내부는 어떻게 생겼을까?		

■ 수정안



 종이 클립이 100년 되었다구요?

우리가 학교에 과제를 낼 때 여러 장의 종이를 묶기 위해 사용하는 종이 클립은 1901년 이전에 발명되었고 현재까지 많은 특허가 출원되었지만 사람들의 사랑을 받지는 못하였다. 종이 클립은 탄성력을 이용한 발명품으로 틈을 벌려 종이를 끼워놓으면 클립이 원래대로 돌아가려는 탄성의 힘을 가지고 종이를 짊 죄게 된다. 그런데 어느 일정한 시

간이나 힘을 초과하면 이 탄성력이 사라지므로 사용할 수가 없다. 클립에 녹이 슬면 귀중한 문서를 오염시키기도 하고 클립을 빼내면서 종이가 찢겨지기도 한다. 또 클립을 끼워둔 서류들을 쌓아두면 클립을 끼워둔 부분들은 높이가 더 높아져 정리가 잘 되지 않을 수도 있다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 장치는 언제 누구에 의해 발명될 수 있을까?

9. 과학교육내 발명·특허 활성화를 위한 발전방안

학교 현장에서 과학교육은 다양한 프로그램으로 진행되고 있다. 교과 내 교육은 물론 최근 교과교실제, 과학중점학교 등 다양한 학교내 교육과정의 변화도 이루어지고 있으며, 창의적 체험활동 등을 통하여 과학 관련 프로그램들이 많이 활성화되고 있다. 교과는 물론 비교과 활동에서도 과학교육 내에 발명·특허 교육을 활성화하기 위한 발전방안을 과제 형태로 제안하고자 한다.

가. 단기 발전 방안 과제

단기적으로 과학교과와 관련하여 발명·특허 교육을 활성화 하는 방안으로는 학교 현장에서 사용할 수 있는 교수학습자료를 개발하고 이를 직접 적용하여 그 효과를 살펴보는 것이다. 이와 관련하여 몇 가지 과제에 대하여 개략적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

• 현 교육과정(교과서)에 적용 가능한 발명·특허 관련 활동 프로그램 개발

[배경]

- 과학 교과서에는 본문과 함께 STEAM탐구, 첨단 과학, 읽을거리, 과학탐방 등이 제시
- 과학과 교육과정에서 과학과의 목표 중 하나는 ‘과학, 기술, 사회의 관계 인식’이 포함되어 있어 발명·특허를 포함할 수 있는 방안이 있음
- 교과 본문 내에도 중학교 과학 교과서의 1학년의 ‘과학이란?’ 단원과 3학년의 ‘과학과 인류문명’ 단원에서 지식 재산 내용을 포함할 방안이 있으며, 특히 3학년의 ‘과학과 인류 문명’에서는 ‘과학의 발전이 인류에 미치는 영향과 과학 원리가 첨단 과학 기술에 응용된 사례를 알고, 과학과 과학 이외의 분야와의 관계를 이해한다.’를 중학교 성취 기준에서 정확하게 명시하고 있다.
- 또한 STEAM탐구, 첨단 과학 등에서 특허와 관련된 활동을 포함할 수 있

음

[추진 내용]

- 현재의 과학 교과서에 포함할 수 있는 발명.특허 관련 프로그램(활동 중심)을 개발
- 개발된 프로그램을 활용할 수 있는 과학 교사 대상 연수 실시 : 오프라인 연수 + 온라인 연수

• 2015년 과학 교육과정 교과서에 적용 가능한 발명.특허 Contents 개발

[배경]

- 과학에서 과학 기술 사회의 가치 인식이 매우 중요하게 다루어짐
- 과학의 본성 인식의 측면에서 발명.특허는 과학의 발전과 윤리성 등에서 적용 가능함
- 2015년에 새로운 교육과정이 개발되어 고시될 예정임
- 현재 과학과 교육과정은 이전의 물화생지의 틀을 일부만 유지한 채 융합형으로 제시되거나 핵심 개념으로 제시될 가능성이 높음
- 교육과정의 개정에 앞서 사전에 이와 관련된 연구를 수행하여 준비할 필요가 있음
- 예를 들어 한국과학창의재단에서는 교육과정 개정에 앞서 'NGSS형으로 과학과 교육과정 재설계 연구', '초·중·고 융합형 과학 교육과정 연구', '과학자적 발견 탐구실험 구현을 통한과학 교과서 개선 방안 연구', '수업 변화 유도를 위한 과학 교과서 개선 연구' 등을 준비하여 사전 대비를 하고 있음

[추진 내용]

- 과학 교과서에서 발명.특허 관련 내용을 포함할 수 있는 과학 교과서 속 내용(contents + 활동자료) 개발
- 교육과정 개정 과정을 모니터링함으로써 빠르게 발명.특허 관련 콘텐츠 개발 및 보급
- 교육과정 개정과 함께 교과서 개발에 이어지기 때문에 교과서 개발진 및 출판사에 보급

- 과학저작권(scientific authorship)의 역사 탐구
- 과학사에서 과학저작권과 관련된 사례 발굴
 - 물리, 화학, 생물, 지구과학 분야에서 역사적으로 의미있는 과학저작권 사례 발굴
- 발굴된 과학저작권 사례의 과학 교육에의 활용 방안 탐색
- 과학의 본성 교육 자료로의 활용가능성 탐색

나. 중장기 발전 방안 과제

단기적으로 과학교과와 관련하여 발명·특허 교육을 활성화 하는 방안으로는 과학 속에 발명·특허 교육의 포함과 관련된 효과성에 대한 연구와 차기 교육과정에 대비하여 다양한 학습자료를 개발하고 이를 직접 적용하여 그 효과를 살펴보는 것이다. 이와 관련하여 몇 가지 과제에 대하여 개략적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

• 발명·특허 교육을 위한 ‘Science Activity Kit for IP’ 개발

[배경]

- 학교에서 가장 활용하기 좋은 프로그램은 키트 형태로 제공되는 현물형태의 교수자료
- 약 10여년 전(2004년) 정보통신부의 지원을 통해서 한국교육과정평가원의 미래전파인력양성사업팀이 형성되어 전파학습지원센터를 세워 이곳에서 과학 심화학습용 프로그램을 개발하여 보급했던 전례가 있음
- 프로그램 개발 및 키트 개발을 수행하였고, 이를 제한된 범위이지만 학교에 무상으로 공급하여 전파학습에 효과성을 보였음

[추진 내용]

- ‘발명·특허과학센터’ 설립
- 발명·특허 교육을 위한 ‘Science Activity Kit’ 개발
- 직접 생산 및 학교 보급
- 교사 연수 등

• 2015 교육과정에 의한 교과서 개발

[배경]

- 교육과정 개정 과정에서 교육과정 내에 ‘발명.특허’의 내용을 포함시키려고 노력해도, 포함이 되지 않거나 혹은 포함이 되어도 출판사 혹은 저자들에게 지식재산의 본질을 이해시키기는 어려운 측면이 있음
- 교육과정 속에 ‘발명.특허’ 내용이 명시적으로 들어가지 않는 경우, 발명.특허의 내용이 포함되어 있는 교과서가 개발된다면 차기 교육과정 및 교과서 개발에 큰 힘을 받을 수 있음
- 교육과정 속에 ‘발명.특허’이 명시적으로 포함되지 않아도 과학기술사회 혹은 과학의 본성 측면에서 발명.특허는 암묵적으로 내재되어 있기 때문에 교과서 포함이 충분히 가능함

[추진 내용]

- 특허청 주도의 과학 교과서 개발 : 직접 개발, 출판사 연계하여 일부 참여
- 가능한 교과서
중학교 고등학교 과학 교과서
고등학교 선택 교과 교과서 : (예) 과학과 현대사회, 과학과 정보기술, 융복합 과학

• 발명.특허 선도 과학교사 / 연구회

[배경]

- 최근 과학교사 대상의 연구회에 지원을 통하여 많은 활동이 이루어지고 있음
- 교사에 대한 교육과 지원이 학교현장에서 교육활동과 밀접한 연관이 되기 때문에 교사연구회를 통하여 발명.특허교육 전파의 효과는 높을 것임

[추진 내용]

- 발명.특허를 선도할 과학교사 및 과학교사 연구회를 모집하여
- 관련된 교육 프로그램 개발 및 적용하고
- 우수교사 연구회에 대해 해외 기관 연수 등 기회 제공

- **과학 발명 R&E 프로젝트**

[배경]

- 최근 고등학교 수준에서 많이 이루어지는 활동이 학생들의 연구 활동을 장려하는 R&E가 활성화되어 있음
- 예전에는 교수주도의 R&E였으나, 최근에는 학교단위에서 이루어지고 있음
- 창의재단을 통해서 STEAM R&E가 좋은 평가를 얻고 있음

[추진 내용]

- 과학고, 영재고, 과학중점학교 등을 통하여 발명.특허 R&E 모집하여
- 학생들의 과학과 발명의 융합 연구 활동을 지원하고
- 최종적으로 과학 연구를 통한 특허출원까지 진행토록 하여 연구발표대회를 운영

다. 발전방안에 대한 과제 제안서(안)

과학 교과에 발명·특허 교육을 포함하기 위하여 실시할 수 있는 과제들을 실제 제안서 형태로 제공하여 효과적으로 지원이 이루어질 수 있도록 하고자 한다.

‘발명·특허’ 관련 탐구 활동 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구

I. 연구 과제명

- ‘발명·특허’ 관련 활동 탐구 활동 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구

II. 연구 배경 및 목적

- 기존 교과서의 과학 실험들이 개념 학습 후 개념을 확인하는 차원의 실험으로 구성되어 학습자의 창의적 사고력 신장이 부족하다는 한계를 지님
- 과학 학습을 통한 사회적 활용을 높이고, 창의력 사고력, 발산적 사고력 등을 높일 수 있는 창의적 아이디어 산출을 위한 활동이 부족하다는 한계를 지님
- 최근 선진국을 중심으로 과학 교육과정에 발명·특허와 연관되어 기술 공학적 접근을 강조하고 있음
- 이에 과학 교과서 속에 ‘발명·특허’의 창의적 아이디어를 포함할 수 있는 방안을 통하여 과학 교과서를 개선하는 방안 모색

III. 연구 내용 및 방법

□ 지원 분야

세부과제명	연구 기간	연구비
‘발명·특허’ 관련 탐구 활동 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구(초등학교)	2015.3~2015.8	50백만원 이내
‘발명·특허’ 관련 탐구 활동 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구(중학교)		50백만원 이내
‘발명·특허’ 관련 탐구 활동 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구(고등학교)		50백만원 이내

□ 연구 내용

○ 대상 및 교과

- (초등학교) 초등학교 과학 3/4/5/6 교과서 및 과학 교육과정
- (중학교) 과학 1/2/3 교과서 및 과학 교육과정
- (고등학교) 과학, 물·화·생·지 I, II 교과서 및 교육과정

○ 연구 내용 및 범위

- (탐구)실험활동과 ‘발명·특허’에 대한 선행 연구 등 관련 문헌 자료 조사·분석을 통한 이론적 토대 정립
 - 국내 과학 교육과정 및 국내외* 과학 교과서(교재), 탐구 활동과 ‘발명·특허’ 관련성에 대한 문헌 자료 등 선행 연구 조사·분석
 - 선행 연구 조사·분석 결과를 토대로 ‘발명·특허’를 활용한 과학 탐구 활동의 방향성 제시 및 교과서 내 구현 방안 도출
- 국내 과학 교과서 탐구실험을 ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동으로 구현
 - ‘발명·특허’ 탐구 활동으로 구현할 탐구주제는 2009 개정 과학과 교육과정 및 교과서 탐구 활동에서 적합한 것으로

선정하되, 필요시 다양한 탐구주제 선정 가능

- 창의적 사고력을 신장할 수 있는 ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동으로 구현 또는 확장·응용 가능한 창의적 활동으로 구현
- 새로운 실험 기구 또는 측정 방법 창안 등 과학적 탐구 과정이나 실험 맥락에서의 창안을 포함
- 탐구실험 주제는 학교급별 30개로 선정
 - ※ 예시) 고등학교는 과학 교과서 10개, 물·화·생·지(Ⅰ, Ⅱ 포함) 각 5개, 특허청과 협의하여 조정가능
- 본 연구과제 결과물의 중장기 적용 및 발전 방안 도출
 - 차기 과학 교과서(교육과정)에 활용 방안(내용, 방법 등) 도출
 - 본 연구의 한계점 및 후속 필요 연구 제안 등

□ 연구결과 활용방안

- 과학 교과에서 ‘발명·특허’ 교육의 활성화를 위한 정책 수립을 위한 참고 및 근거자료로 활용
- 본 연구결과를 교과서 개발 관계자(집필자, 발행사 등)에 공유·보급하여 차기 과학 교과서에서 ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동이 포함되도록 활용

□ 연구 방법

- 국내(외) 과학 교과서, 교육과정 탐구실험에 대한 양적·질적 분석 및 문헌연구
- 정기적 연구 진행 협의, 외부 의견수렴
 - 특허청과 추진방향을 공유하고, 연구 과정 및 성과를 지속적으로 전달·협의하여야 함

과학 관련 ‘발명·특허’ 콘텐츠 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구

I. 연구 과제명

- 과학 관련 ‘발명·특허’ 콘텐츠 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구

II. 연구 배경 및 목적

- 최근 과학 교과에서 STEAM 교육을 통해 과학과 기술, 공학과 의 관련성을 강조하고 있음
- 선진국들은 과학 교육과정의 개정을 통해 과학 교과에서 ‘발명·특허’와 관련된 내용을 강조하고 있음
- 우리나라의 과학 교과는 과학 개념 이해에 초점을 맞추고 있어 과학의 업적을 활용할 수 있는 방안이 제시되지 못함
- 이에 과학 교과서 속에 ‘발명·특허’의 창의적 아이디어를 포함할 수 있는 방안을 통하여 과학 교과서를 개선하는 방안을 모색

III. 연구 내용 및 방법

□ 지원 분야

세부과제명	연구 기간	연구비
과학 관련 ‘발명·특허’ 콘텐츠 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구(초등학교)	2015.3~ 2015.8	50백만 원 이내
과학 관련 ‘발명·특허’ 콘텐츠 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구(중학교)		50백만 원 이내
과학 관련 ‘발명·특허’ 콘텐츠 개발을 통한 과학 교과서 개선 방안 연구(고등학교)		50백만 원 이내

□ 연구 내용

○ 대상 및 교과

- (초등학교) 초등학교 과학 3/4/5/6 교과서 및 과학 교육과정
- (중학교) 과학 1/2/3 교과서 및 과학 교육과정
- (고등학교) 과학, 물·화·생·지 I, II 교과서 및 교육과정

○ 연구 내용 및 범위

- 과학 교과서와 '발명·특허'에 대한 선행 연구 등 관련 문헌 자료 조사·분석을 통한 이론적 토대 정립
 - 국내 과학 교육과정 및 국내외* 과학 교과서(교재)와 '발명·특허' 관련성에 대한 문헌 자료 등 선행 연구 조사·분석
 - 선행 연구 조사·분석 결과를 토대로 '발명·특허'를 활용한 과학 교과서 내용 구성의 방향성 제시 및 구현 방안 도출
- 국내 과학 교과서 내 '발명·특허' 콘텐츠 모델 개발(4개 이상)

※ 예시) 교과서 속에 발명&특허의 내용을 명시적으로 포함하는 방안, 교과서의 탐구 활동 속에 발명 요소를 포함하는 방안, 과학자 소개하면서 '과학자와 발명'에 대한 이야기하기, 과학의 원리로 발명이 이루어진 발명품 이야기 등

- '발명·특허' 탐구 활동으로 구현할 콘텐츠는 2009 개정 과학과 교육과정 의 교과서를 대상으로 함
- 개발할 콘텐츠는 학교급별로 50개 내외로 선정(양을 고려하여 가감할 수 있음)

※ 예시) 고등학교는 과학 교과서 10개, 물·화·생·지(I, II 포함) 각 5개, 특허청과 협의하여 조정가능

- 본 연구과제 결과물의 중장기 적용 및 발전 방안 도출

- 차기 과학 교과서(교육과정)에 활용 방안(내용, 방법 등) 도출
- 본 연구의 한계점 및 후속 필요 연구 제안 등

□ 연구결과 활용방안

- 과학 교과서에서 ‘발명·특허’ 교육의 활성화를 위한 정책 수립을 위한 참고 및 근거자료로 활용
- 본 연구결과를 교과서 개발 관계자(집필자, 발행사 등)에 공유·보급하여 차기 과학 교과서에서 ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동이 포함되도록 활용

□ 연구 방법

- 국내(외) 과학 교과서, 교육과정 탐구실험에 대한 양적·질적 분석 및 문헌연구
- 정기적 연구 진행 협의, 외부 의견수렴
 - 특허청과 추진방향을 공유하고, 연구 과정 및 성과를 지속적으로 전달·협의하여야 함

‘발명·특허’ 활용 과학 교과 연구를 위한 과학 교사 연구회

I. 연구 과제명

- ‘발명·특허’ 활용 과학 교과 연구를 위한 과학 교사 연구회

II. 연구 배경 및 목적

- 최근 과학 교과에서 STEAM 교육을 통해 과학과 기술, 공학과
의 관련성을 강조하고 있음
- 선진국들은 과학 교육과정의 개정을 통해 과학 교과에서 ‘발
명·특허’와 관련된 내용을 강조하고 있음
- 우리나라의 과학교과는 주로 과학적 개념이해에 초점을 두고
있어 과학 속 ‘발명·특허’ 교육을 통한 과학의 융합에 기여가
필요
- 따라서 과학 교과에서 ‘발명·특허’ 교육을 활성화하기 위한
방안으로 자료의 개발 및 학교 현장저용 및 후속 지원을 위한
교사연구회 운영을 통한 현장 교사 중심의 연구 활성화 및 교
사의 전문성 신장 도모

III. 연구 내용 및 방법

□ 지원 분야

세부과제명	연구 기간	연구비
‘발명·특허’ 활용 과학 교사 연구회 운영	2015.3~ 2015.12	100백만 원 이내

□ 연구 내용

- ‘발명·특허’ 활용 과학 수업의 현장적용에 따른 다양한 주제에 대한 교사연구회 운영 및 관리
- ‘발명·특허’ 활용 과학 교사 연구회 구성
 - 과학교육 전문직 및 중·고등학교에 재직 중인 현직 과학교사 5~10인 이내로 구성
 - 초등 교사연구회(3팀 내외), 중학교 교사연구회(4팀 내외), 고등학교 교사연구회(3팀 내외)
 - 지원 규모 : 연구회당 500만원
- 교사 연구회 교육 및 운영
 - 3회 이상 연수 실시 : 연구회 착수회의, 중간점검, 종합발표회
- 교사 연구회의 운영 분야에 대한 모델 개발 및 적용

(예)

지원 분야		내 용	지원규모
(1)	‘발명·특허’ 활용 ‘과학’ 수업 모니터링 및 분석	· ‘발명·특허’ 활용 과학 수업 실행에 따른 수업 모니터링 및 분석, 개선사항 도출	연구회별 5백만원 이내 지원
(2)	‘발명·특허’ 활용 과학 평가 모형 개발	· ‘발명·특허’ 활용 과학 교과의 수행평가를 위한 실험 및 수행 평가 프로그램 및 매뉴얼 개발	
(3)	‘발명·특허’ 활용 과학 탐구 프로그램 개발	· ‘발명·특허’ 활용 과학 탐구 프로그램 개발	
(4)	‘발명·특허’ 활용 과학 교수·학습자료 개발	· ‘발명·특허’ 활용 과학 교수학습자료의 현장적용 및 수정·보완, 추가적인 교수학습자료 개발	
(5)	‘발명·특허’ 활용 과학의 수업방안 연구	· ‘발명·특허’ 활용 과학 내용의 효과적 수업 방안 연구	

- 우수 교사연구회에 대한 후속 지원 및 확대 방안에 대한 모색

□ 연구결과 활용방안

- 과학 교과에서 ‘발명·특허’ 교육의 활성화를 위한 정책 수립을 위한 참고 및 근거자료로 활용

□ 연구 방법

- 교사 연구회 조직 및 운영, 성과 관리
- 정기적 연구 진행 협의, 외부 의견수렴
 - 특허청과 추진방향을 공유하고, 연구 과정 및 성과를 지속적으로 전달·협의하여야 함

과학 관련 ‘발명·특허’ 학생 연구(R&E) 지원사업

I. 연구 과제명

- 과학 관련 ‘발명·특허’ 학생 연구(R&E) 지원사업

II. 연구 배경 및 목적

- 과학 관련 ‘발명·특허’ 학생 연구(R&E)에 대한 체계적 지원체계 구축
- 과학 관련 ‘발명·특허’ 학생 연구(R&E) 프로그램의 교육 운영 실태와 산출물 분석 등 사업성과의 실증적 진단
- 과학 관련 ‘발명·특허’ 학생 연구(R&E) 발표대회를 통해 고등학생의 과학 발명활동을 전문적 연구 활동으로 발전

III. 연구 내용 및 방법

□ 지원 분야

세부과제명	연구 기간	연구비
과학 관련 ‘발명·특허’ 학생 연구(R&E) 지원 사업단 운영	2015.3~2015.12	100백만원 이내

□ 연구 내용

- ‘발명·특허’ 활용 과학 연구 활동을 체계적으로 지원할 “과학 영재 창의연구 지원단” 구성
 - ‘발명·특허’ 활용 과학 연구 활동을 지원할 전문가 풀 구축
 - 학생·교사의 연구 활동 개선을 위한 전문 컨설팅 제공

- ‘발명·특허’ 활용 과학 연구(R&E) 팀 선정 및 교육
 - 과학교사 및 중고등학교 학생 5명 내외로 구성
 - 연구팀당 300만원 내외 지원
 - 과학 연구를 바탕으로 한 발명품 개발 연구 진행
 - 3회 이상의 교육 및 성과 발표 실시 (교사교육, 중간발표, 최종발표)
- ‘발명·특허’ 활용 과학 연구(R&E) 팀 연구 결과에 대한 양적·질적 분석
 - R&E 활동의 정보 공유와 질 관리를 위한 논문·전시·발표·특허 등 산출물 생산 실적 조사
 - 최종 산출물 유형의 분류와 질적 수준의 평가 등
- ‘발명·특허’ 활용 과학 연구(R&E) 산출물 발표대회 운영
- ‘발명·특허’ 활용 과학 연구(R&E) 활동의 개선 및 발전 체계 모형 구축
 - R&E 지원 사업의 예산 및 산출물 성과 개선 방안 도출
 - R&E 연구 성과의 공유·확산을 위한 협의회·전시·발표·평가회 등 개선 방안 마련
 - 대학 및 연구소와의 R&E 협력 증진 및 국제 네트워크 구축 방안 마련

□ 연구결과 활용방안

- 과학 교과에서 ‘발명·특허’ 교육의 활성화를 위한 정책 수립

을 위한 참고 및 근거자료로 활용

□ 연구 방법

- 학생 R&E 조직 및 운영, 성과 관리
- 정기적 연구 진행 협의, 외부 의견수렴
 - 특허청과 추진방향을 공유하고, 연구 과정 및 성과를 지속적으로 전달·협의하여야 함

‘발명·특허’ 관련 탐구 활동의 교육적 효과 분석 연구

I. 연구 과제명

- ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동의 교육적 효과 분석 연구

II. 연구 배경 및 목적

- 최근 과학 교과에서 STEAM 교육을 통해 과학과 기술, 공학과
의 관련성을 강조하고 있음
- 선진국들은 과학 교육과정의 개정을 통해 과학 교과에서 ‘발
명·특허’와 관련된 내용을 강조하고 있음
- 최근 과학 교과에서 ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동이 영재 교육
및 동아리 등을 중심으로 개발, 활용되고 있음
- 이에 ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동을 통해 기대할 수 있는 교육
적 효과가 무엇인지 파악하고, 관련 교수·학습 과정에서의 가
이드라인 제공을 목표로 함

III. 연구 내용 및 방법

☐ 지원 분야

세부과제명	연구 기간	연구비
‘발명·특허’ 관련 탐구 활동의 교 육적 효과 분석	2015.3~2015.12	100백만원 이내

☐ 연구 내용

- 대상 및 교과

- (초등학교) 초등학교 과학 3/4/5/6 교과서 및 과학 교육과정
- (중학교) 과학 1/2/3 교과서 및 과학 교육과정
- (고등학교) 과학, 물·화·생·지 I, II 교과서 및 교육과정

○ 연구 내용 및 범위

- 과학 교과서와 ‘발명·특허’에 대한 선행 연구 등 관련 문헌 자료 조사·분석을 통한 이론적 토대 정립
 - 국내 과학 교육과정 및 국내외 과학 교과서(교재)와 ‘발명·특허’ 관련성에 대한 문헌 자료 등 선행 연구 조사·분석
 - 선행 연구 조사·분석 결과를 토대로 ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동에서의 기대되는 교육적 효과 분석
- ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동에서의 교육적 효과 분석
 - 탐구 활동으로 구현할 콘텐츠는 2009 개정 과학과 교육과정의 교과서를 대상으로 함
 - 선행 연구를 통해 분석된 교육적 효과의 검증을 위한 실제 교실 현장에서의 참여 관찰(최소한 초·중등 학급 각각 1개 이상 선정)
 - 현장 적용 사례 분석 및 선행 연구 결과를 토대로 한 교육적 효과의 검증
 - ‘발명·특허’ 관련 탐구 활동을 위한 교수 학습 모형 제안 및 실행을 위한 가이드라인 제공
- 본 연구과제 결과물의 중장기 적용 및 발전 방안 도출
 - 차기 과학 교과서(교육과정)에 활용 방안(내용, 방법 등) 도출
 - 본 연구의 한계점 및 후속 필요 연구 제안 등

□ 연구결과 활용방안

- 과학 교과서에서 ‘발명·특허’ 교육의 활성화를 위한 정책 수립을 위한 참고 및 근거자료로 활용

□ 연구 방법

- 국내(외) 과학 교과서, 교육과정 탐구실험에 대한 양적·질적 분석 및 문헌연구
- 정기적 연구 진행 협의, 외부 의견수렴
 - 특허청과 추진방향을 공유하고, 연구 과정 및 성과를 지속적으로 전달·협의하여야 함
- 탐구 활동 운영 수업에 대한 참관, 전사, 면담 등 현장 조사

10. 결론

국제사회는 무한 경쟁 속에서 경쟁력을 높이기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 특히 과학과 기술을 중심으로 하는 첨단 산업은 우리나라의 경제를 이끌어 나가는 초석으로 많은 사람들이 공감하고 있으며, 우수한 상품들이 많이 개발되고 있다. 과거와는 달리 최근의 개발품들은 과학 기술을 바탕으로 만들어지기 때문에 학교에서의 과학교육이 더 없이 중요하게 인식되고 있다.

최근 학교에서 학생들이 과학에 대한 기피 현상이 나타나고 있는데, 그 원인 중 하나가 학교에서 배우는 과학이 어떻게 일상생활이나 산업이 이용되는지를 인식하기 어렵기 때문이다. 진로 교육을 비롯한 많은 노력을 통해서 개선이 이루어지고 있지만, 산업과의 연계성은 아직도 많이 요구되고 있다. 이러한 측면은 발명·특허 교육과의 관계를 통해서 해결할 수 있는 가능성이 있다.

흔히 과학은 발견의 과정이라고 이야기한다. 자연에서 나타나는 여러 가지 현상 속에서 이를 설명할 수 있는 규칙성을 찾아 그것을 과학적 원리로 설명하는 것이다. 발명은 그 원리를 활용하여 새로운 제품을 만들어나가는 과정으로 비록 접근에서는 차이가 있지만 선후의 관계일 뿐 다른 것은 아니다. 그런 차원에서 과학교육에서 발명·특허의 교육적 관점을 포함하려는 것은 누구나 고개를 끄떡일 수 있는 당연한 결과라고 할 수 있다.

본 연구에서는 과학교육에서 발명·특허 교육을 포함할 수 있는 방안을 도출하기 위한 기초연구를 수행하였다. 과학교육과 관련하여 여러 선행연구로부터 발명과 특허에 관련된 내용을 찾아 정리하였고, 국가수준의 과학 교육과정에서 발명·특허 교육을 도입하기 위한 방안을 마련하기 위하여 여러 국가들의 과학 교육과정에서 발명과 특허 관련된 내용을 찾았다. 미국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드, 프랑스, 싱가포르, 중국 등의 교육과정에서 발명과 특허와 관련된 내용을 성격(목표), 내용, 교수학습방법 및 평가 등에 관련된 내용을 찾아 정리하였다. 특히 최근 교육과정 개정이 이루어진 국가에서는 과학의 적용과 확산의 차원에서 과학 교육과정 속에 발명과 연계된 내용들을 포함하고 있었다.

실제 학교에서 이루어지는 교육은 교과서를 중심으로 이루어진다. 따라서 교육과정의 개정과 함께 교과서에서 어떻게 발명과 특허의 내용을 포함할 수 있는지는 매우 중요하다. 본 연구에서는 교과서 내 발명관련 내용을 명시적으로 포함하

는 방안, 교과서의 탐구 활동 속에 발명 요소를 포함하는 방안 등 여러 가지 유형의 교과서 포함 방안을 제시하였다.

최근 우리나라에서도 교육과정의 개정이 이루어지고 있다. 문이과 통합형 교육 과정을 통해서 모든 학생들이 과학적 소양을 익힐 수 있도록 하는 것이 그 취지이다. 이를 위해서 핵심 개념을 추출하고 기존의 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등의 분과적 기술보다 통합적 관점에서 과학을 학습하도록 계획하고 있다. 과학의 원리가 사회에 어떻게 적용되는지는 발명 교육과 매우 밀접한 관련이 있다. 과학의 적용과 확산의 측면에서 과학과 교육과정 그리고 교과서에서 발명 및 특허를 포함하는 것이 긍정적인 개선방안이 될 수 있을 것으로 기대하며, 본 연구에서는 이전의 연구 결과를 바탕으로 2015 과학 교육과정 속에 발명·특허의 내용을 포함할 수 있는 다양한 방안을 도출하였다.

참고문헌

- 권기홍. (2002). 물리교육에서 TRIZ의 활용. 자연과학, 13(1), 25-31.
- 권성호, 최동석, 김명숙, 김영아, 강경희. (2010). 대학 단계의 과학영재 특화 교육 프로그램: 학생 선발 및 교육과정을 중심으로. 교양교육연구, 4(1), 237-254.
- 김근성. (1992). 국민학교 아동의 과학·기술 교육과 발명지도. 한국초등과학교육학회지, 11(2), 181-189.
- 김영준, 손정우. (2012). 골드버그 장치 수업 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 인성에 미치는 영향. 영재교육연구, 22(2), 451-465.
- 김태훈, 조한진. (2012). 발명·특허기초에 대한 발명 교육 참여 교사의 교원 연수 프로그램에 대한 교육요구도 분석. 직업교육연구, 31(2), 315-338.
- 김희필. (2012). 발명 영재 교육의 개념 고찰 및 기술 교과 교육에서의 활성화를 위한 실천 전략. 교육과학연구, 14(2), 45-62.
- 문대영. (2012). 발명영재의 개념 요소 고찰: 기술의 인식론적 관점에서. 한국실과교육학회지, 25(3), 133-153.
- 문대영. (2014). 발명 기반 STEAM 융합 교육 프로그램 모형 개발. 한국실과교육학회지, 27(2), 197-211.
- 박수진, 김용익. (2006). 초등학교 교과 내용에서의 발명교육 현황 및 발전방안 모색: 과학, 실과, 미술을 중심으로. 한국실과교육학회지, 19(1), 127-141.
- 박수진, 김용익. (2013). 오감체험 중심 초등학교 고학년 발명교육 프로그램 개발. 한국실과교육학회지, 26(4), 249-265.
- 박찬웅, 김효미. (2011). 초등과학영재가 작성한 과학일기의 유형 및 정보탐색 방법 분석. 과학영재교육, 3(3), 49-63.
- 서혜애, 이은아. (2003). 대도시와 중소도시에서 초등발명교육 현황 비교 및 개선방안 모색: 초등발명공작교실을 중심으로. 초등과학교육, 22(3), 260-271.
- 서혜애, 정현철, 손정우, 이봉우, 김주후, 맹희주. (2006). 발명영재교육프로그램 개발. CR 2006-59. 서울: 한국교육개발원.
- 유영길. (2010). 첨단발명과학기술분야 체험을 위한 프로그램의 개발 방향. 한

- 국실과교육학회지, 23(2), 117-136.
- 이경화, 최유현, 황선옥. (2011). 팀 프로젝트 중심 창의적 문제해결 프로그램 개발. 창의력교육연구, 11(2), 141-160.
- 이규녀, 이병옥, 박기문. (2013). 발명교육의 정체성 확립을 위한 유사학문과의 비교 분석 연구. 한국기술교육학회지, 13(2), 42-62.
- 이병옥, 이경표, 박기문 외(2012). 창의발명인재 육성 사업 추진 현황 및 중장기 발전 방안 연구. 충남대학교, 특허청.
- 이철현. (2013). 2007 개정 교육과정에 따른 초등학교 교과서의 발명 관련 내용 분석. 실과교육연구, 19(3), 23-43.
- 임희준, 여상인. (2001). 초등학교 영재 학생들의 과학자에 대한 인식 조사. 영재교육연구, 11(2), 39-58.
- 장세옥. (2008). 과학적 발명 발견의 사고 과정 학습을 위한 과학기술사 수업 설계: 추체험적 역사학습 이론에 근거하여. 역사와 역사교육, 15, 121-150.
- 정진형. (2010). 초등 발명영재 판별을 위한 관찰평가 기준 개발 연구. 한국실과교육학회지, 23(3), 199-219.
- 조대기, 김성연, 한기순. (2012). 창의적 문제발견·문제해결 순환 수업이 고등학생의 문제발견 능력에 미치는 효과. 창의력교육연구, 12(2), 65-85.
- 조재주, 최유현. (2009). 중등 과학, 기술 교사의 발명에 대한 이미지. 한국기술교육학회지, 9(2), 152-173.
- 조재주, 최유현, 김소연. (2011). 화학영역의 STEM 발명교육 프로그램 모형 개발. 실과교육연구, 17(1), 165-188.
- 조형숙, 김정숙. (2013). 생활발명 활동이 유아의 창의성과 과학적 문제해결력, 과학적 태도에 미치는 영향. 유아교육연구, 33(3), 401-422.
- 지현아, 문성환. (2009). 초등학교 발명영재 교육 대상자 선발을 위한 창의성 검사 도구 개발. 실과교육연구, 15(2), 157-180.
- 진의남, 김용익. (2011). 초등학교 예비교사들의 발명교육 내용에 대한 교육요구도 분석. 한국기술교육학회지, 11(2), 67-84.
- 채동현, 김은정. (2014). 내러티브 탐구를 통한 초등 교과서에 수록된 외국 발명가 5인의 창의성 요소, 가정환경, 부모 양육방식 분석. 한국지구과학교육학회지, 7(2), 234-252.
- 최유현. (2012). 지식재산 교육 모형의 이론 탐색과 실천 전략. 한국실과교육

- 학회지, 18(3), 77-93.
- 최유현, 이봉우, 이정균, 강경균, 정호근. (2009). 발명과 과학 영재교육 프로그램 개발과 그 적용 효과. 한국실과교육학회지, 22(1), 137-150.
- 특허청, 한국학교발명협회. (2001). 발명교육지도 자료: 발명교육(이론 실제).
- 하태성, 문대영. (2010). 발명영재교육에 대한 학부모와 교사의 인식 및 요구. 한국실과교육학회지, 23(2), 137-157.
- 현정석, 박찬정. (2010). 모순해결과 나비모형에 대한 교육이 청소년들의 문제 해결력에 미치는 영향. 과학영재교육, 2(3), 61-74.
- 홍성욱(1999). 과학과 기술의 상호작용. 문학과 지성사.
- Aduriz-Bravo, A., & Izquiero-Aymerich M. (2009). A research-informed instructional unit to teach the NOS to pre-service science teachers. Science & Education, 18, 1177-1192.
- Ahn, J., & Kwon, N. (2012). The analysis on domestic research trends for convergence and integrated science education. Journal of Korean Association for Science Education, 32(2), 265-278.
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity. New York: Springer Verlag.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). Science for all Americans: Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology. Washington, DC: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). Benchmarks for science literacy: a project 2061 report. New York: Oxford University Press.
- Bang, D., Park, E., Yoon, H., Kim, J., Lee, Y., Park, J., . . . Lee, H. (2013). The design of curricular framework for integrated science education based on big ideas. Journal of the Korean Association for Science Education, 33(5), 1041-1054.
- Barak, M. (2013). Impacts of learning inventive problem-solving principles: students' transition from systematic searching to

- heuristic problem solving. *Instructional Science*, 41, 657-679.
- Böttcher, F., & Meisert, A. (2013). Effects of direct and indirect instruction on fostering decision-making competence in socioscientific issues. *Research in Science Education*, 43, 479-506.
- Branscomb, A. W. (1981). Knowing how to know. *Science, Technology, & Human Values*, 6(36), 5-9.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim S-W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Collins, A. (2012). What is the most effective way to teach problem solving? A commentary on productive failure as a method of teaching. *Instructional Science*, 40, 731-735.
- Csikzentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A system view of creativity. R. J. Sternberg (Ed.). *The nature of creativity* (pp 325-339) New York: Cambridge University Press.
- Csikzentmihalyi, M., & Wolfe, R. (2000). New conceptions and research approaches to creativity: Implications of a systems perspective or creativity in education. In K. A. Heller, F. J. Monks, R. J. Sternberg & R. F. Subotnik (Eds.). *International handbook of giftedness and talent* (2nd ed., pp. 81-93). Amsterdam: Elsevier.
- Curriculum Standing Committee of National Education Professional Associations (CSCNEPA). (2007). Developing a 21st century school curriculum for all Australian students. Retrieved from http://www.acsa.edu.au/pages/images/CSCNEPA_paper_June087.pdf
- Davis, G. A., & Rimm, S. B. (1994). *Education of the gifted and talented* (2nd ed.), Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- de Corte, E. (1980). Processes of problem solving: comparison of an American and a European view. *Instructional Science*, 9,

1-13.

- Enyedy, N., Danish, J. A., Delacruz, G., & Kumar, M. (2012). Learning physics through play in an augmented reality environment. *Computre Supportive Collaborative Learning*, 7, 347-378.
- Finnish Ministry of Education. (2009). National framework for qualifications and other learning.
- Finnish National Board of Education. (2003). National core curriculum for upper secondary schools 2003. Reg. No. 33/011/2003.
- Gagne, F. (1993). Constructs and models pertaining to exceptional human abilities. In K. A. Heeler, F. J. Monks & A. H. Passow (Eds.). *International handbook of research and development of giftedness and talent* (pp. 69-87). Oxford: Pergamon
- Gagne, F. (2001). Gifted and talented individuals: Developmental and educational overview. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. vol. 9 (pp. 6218-6222).
- Gardner, H. (1983). *Frames of minds*. New York: Basic Books.
- Guzdial, M., Rick, J., & Kehoe, C. (2009). Beyond adoption to invention: teacher-created collaborative activities in higher education. *Journal of Learning Science*, 10(3), 265-279.
- Hany, E. A. (1994). The development of basic cognitive components of technical creativity: A longitudinal comparison of children and youth with high and average intelligence. In R. F. Subotnik & K. D. Arnold (Eds.) *Beyond Terman: Contemporary longitudinal studies of giftedness and talent* (pp. 115-154). Norwood, NJ: Ablex.
- Heller, K. A. (2002). Identifying and nurturing the gifted in math, science, and technology. Paper presented at the International Conference on Gifted Education in Science in Pusan, Korea.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to*

- the history, philosophy and sociology of science. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Holmes, N. G., Day, J., Park, A. H. K., Bonn, D., & Roll, I. (2014). Making the failure more productive: scaffolding the invention process to improve inquiry behaviors and outcomes in invention activities. *Instructional Science*, 42, 523-538.
- Jalil, P. A., Abu Sbeih, M. Z., Boujettif, M., & Barakat, M. (2009). Autonomy in science education: a practical approach in attitude shifting towards science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 476-486.
- Lin, T.-J., Deng, F., Chai, C. S., & Tsai, C.-C. (2013). High school students' scientific epistemological beliefs, motivation in learning science, and their relationships: a comparative study within Chinese culture. *International Journal of Educational Development*, 33, 37-47.
- Loibl, T., & Rummel, N. (2014). The impact of guidance during problem-solving prior to instruction on students' inventions and learning outcomes. *Instructional Science*, 42, 305-326.
- Ministry of Education. (2012). Science syllabus: lower secondary. Singapore: Curriculum Planning & Development Division.
- Ministry of Education. (2014). Primary school education: preparing your child for tomorrow. Singapore: MOE Communications and Engineering Group.
- Na, S., & Kwon, N. (2014). Exploring domestic and international elementary school convergence science education program: Korea, the U.S., and the U. K. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(2), 231-241.
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.
- Newell, A., Shaw, J., & Simon, H. (1962). The processes of creative thinking. In H. Gruber, G. Terrell, & M. Wertheimer (Eds.),

- Contemporary approaches to creative thinking (pp. 63-119). New York: Atherton.
- New Zealand Ministry of Education. (2007). The New Zealand curriculum. New Zealand: Ministry of Education.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2001). Definition and selection of competencies: theoretical and conceptual foundations (DeSeCo). Retrieved from <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41529556.pdf>
- OECD (2007). PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world. Volume I : Analysis. Paris: OECD.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. P. (2011). A philosophically informed teaching proposal on the topic of energy for students aged 11-14. *Science & Education*, 20, 961-979.
- Plucker, J. A. (2002). What's in a name? Young adolescents' implicit conceptions of invention. *Science Education*, 86, 149-160.
- Renzulli, J. S. (1977). Rating the behavioral characteristics of superior students. *G/C/T*, 30-35.
- Roll, I., Holmes, N. G., Day, J., & Bonn, D. (2012). Evaluating metacognitive scaffolding in guided invention activities. *Instructional Science*, 40, 691-710.
- Roth, W.-M., & Lucas, K. B. From "truth" to "invented reality": a discourse analysis of high school physics students' talk about scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 145-179.
- Russell, D. W., Lucas, K. B., & McRobbie, C. J. (2003). The role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in kinematics. *Research in Science Education*, 33, 217-243.
- Scherr, R. E., Close, H. G., Close, E. W., & Vokos, S. (2012). Representing energy II energy tracking representations. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*,

- 8(2), 020115-1-11.
- Shen, B. S. P. (1975). Science literacy and public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), *Communication of scientific information*. Basel, Switzerland: S. Karger AG.
- Shiland, T. W. (1998). The atheoretical nature of the national science education standards. *Science Education*, 82, 615-617.
- Simon, H. A (1983). Discovery, invention, and development: Human creative thinking, *Proc. NatL Acad. Sci. USA*, 80, 4569-4571.
- Snow, C. P. (1962). *Two cultures and the scientific revolution*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Solomon, J., & Aikenhead, G. S. (Eds.). (1994). *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Son, Y.-A., Pottenger III, F. M., King, A., Young, D. B., & Choi, D.-H. (2001). Theory and practice of curriculum design for integrated science education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(1), 231-254.
- Sternberg, R. J. (Ed.) (1988). *The nature of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Tannenbaum, A. J. (1986). Giftedness: A psychological approach. In R. J. Sternberg, & J.E. Davidson (eds.), *Conceptualization of giftedness* (pp. 53-92). NY: Cambridge University Press.
- Van Tassel-Baska, J. (1997). What matters in curriculum for gifted learners: Reflections on theory, research, and practice. In N. Colangelo, & G.A. Davis (eds.) *Handbook of gifted education* (pp. 126-135). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Weidman, M., Leach, R. C., Rummel, N., & Wiley, J. (2012). Does group composition affect learning by invention? *Instructional Science*, 40, 711-730.
- Yakman, G. (2007). STEAM education: an overview of creating a model of integrative education. Paper presented at the ITEEA

annual conference.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005).
Beyond STS: a research-based framework for socioscientific
issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.