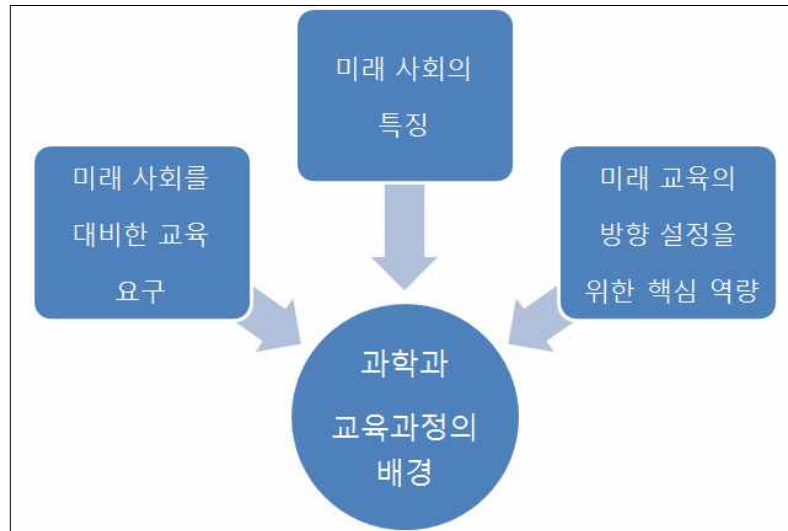


V. 과학과 교육과정 연구

1. 과학과 교육과정의 배경
2. 교육과정 유형의 다변화
3. 외국 과학과 교육과정의 동향
4. 과학교육의 현황 및 사회적 요구
5. 과학과 교육과정 정책 제안

1. 과학과 교육과정의 배경



가. 미래 사회의 변화

교육은 개인적·국가적 차원에서 이루어지는 미래 지향적 활동이다. 즉 교육은 예상하기 어렵거나 간과하기 쉬운 문제를 미리 예측하여 사전에 준비하고, 장기적인 발전 전략을 수립하여 미래 사회의 장기적인 변화에 대비하는 일이다(한만길, 2008). 따라서 미래 사회에 대한 신중한 통찰력은 변화하는 미래 사회를 대비하는 데 있어 가장 중요한 요소가 된다.

(1) 감성의 시대 도래

미래는 지식기반 사회가 진전됨에 따라 지식이 생산되고, 공유, 소통되는 과정과 지식의 특성을 더욱 강조하는 지식정보화 사회(이혜영 외, 2007)가 도래할 것으로 전망하고 있다. ‘지식기반’ 또는 ‘지식정보화’는 21세기의 사회를 특징짓는 용어이다. 1990년대 후반부터 사용된 ‘지식기반’이라는 용어는 지식이 노동, 자본과 함께 경제의 중요한 생산요소라는 의미를 포함한다. 지식기반 사회에서는 지식을 창조하고 응용하는 지식 활동이 사회 전반적으로 활발해지므로 개인이 가진 지식의 부가가치 창출 능력을 중요시한다. 즉 개인, 기업, 국가의 경쟁력은 무형자원의 개발 능력과 상품화할 수 있는 개인의 창조적 아이디어, 통찰력, 정보 등의 지식 기반에 의해 결정된다(송광용, 2001).

지식은 자료나 정보와는 차별화된다. 그동안 지식은 현존하는 사물이나 사실을 확인하는 사실적 지식(know-what)으로 충분하였지만, 지식기반 사회에서는 새로운 문제를 해결할 수 있는 방법적 지식(know-how), 문제 인식과 해결 방법을 논리적이고 비판적으로 판단하여 규명할 수 있는 논리적 지식(know-why), 새로운 문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 누가 가지고 있으며, 어디에 있는지에 대한 지식(know-where, know-who)까지도 필요하다(김영철, 2006a, 2006b). 지식이나 자료는 그 자체만을 가지고서는 아무 의미가 없으며, 해석을 거치고 난 후 비로소 의미를 가진 정보가 된다. 그런 의미에서 정보란 의미 있는 자료로서 축적된 자료를 기초로 하여 정보를 적절히 가공하여 자신의 것으로 만들었을 때 ‘지식’이 된다(강현석, 2000).

지식기반 사회에서는 단순히 지식을 습득하고 전달하는 것이 아니라, 지식을 창출하고 적용하여 활용함으로써 지식의 부가 가치를 높이는 지식 활동에 참여할 수 있는 능력을 갖춘 인간을 필요로 한다. 그러므로 교육 또한 개인, 조직, 국가의 경쟁력과 직결되는 창조적 지식 활동 능력을 갖춘 인재 양성을 위한 교육체제로의 전환이 필요하다. 지식기반 사회의 개인 및 국가 경쟁력의 지속적인 향상을 위해서 지식과 정보를 활용하고 창출할 수 있는 교육이 필요하다.

한편 지식기반 사회는 명확히 설명되고 표현되는 명시적 지식뿐만 아니라 개인에게 내재된 암묵적 지식과 그에 영향을 주는 감정까지 중요시된다. 암묵적 지식은 지식 활동 과정을 통해 명시적 지식으로 변화되는 과정을 겪으며, 또 다른 지식을 창출하는 경험을 하게 된다. 학자에 따라서는 이미 후기 지식기반 사회로서, 문화, 예술, 디자인 등의 중요성을 부각하는 감성의 시대에 접어들었다고 진단하고 있다(나병현, 2001, 2006). 이러한 미래 사회를 위한 새로운 교육체제는 명시적 지식을 중시하였던 교육과정의 재구조화와 지식 전달 및 습득 중심의 교육방법의 변화를 요구한다. 감성과 창의적 능력을 바탕으로 지식 활동을 수행할 수 있는 인간을 양성하기 위해 교육내용과 방법의 다양화가 이루어져야 할 것이다.

(2) 과학 및 정보기술 발달의 가속화

지식기반 사회에서 나노기술, 생명공학 기술, 정보기술, 인지과학의 발전과 상호융합·시너지화는 인류 문명의 대변혁을 초래할 수 있을 것으로 전망된다(과학기술부·한국과학기술기획평가원, 2005). 학자들은 과학 및 정보기술의 빠른 발전이 앞으로 언제, 어디서나 네트워크에 접속할 수 있는 유비쿼터스 시대를 이룰 것이라고 전망한다(강이철 외, 2007; 임진호, 김형주, 2006).

유비쿼터스 패러다임은 모든 사물에 컴퓨터와 네트워크 기술이 적용되어 도처에 존재

하는 컴퓨팅 인프라를 통해 사람과 컴퓨팅 기기 및 환경이 서로 상호작용하여 컴퓨터가 사람의 필요 사항을 알아서 처리하는 인간 중심의 컴퓨팅 환경을 지향하고 있다(오철호 외, 2004). 지식은 본래 개인이 소유하던 것으로서 개인에게 가치가 있는 것이었다. 그러나 유비쿼터스 패러다임은 서로 이질적인 물리 공간에 전자 공간을 연결해 물리공간과 전자 공간이 통합되고 함께 진화할 수 있는 4차 공간 혁명이다(오철호 외, 2004).

유비쿼터스 사회는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 구축되어 모든 사물이 지능화·네트워크화 됨으로써 개인의 삶의 질 향상, 기업의 생산성 증대 및 공공 서비스의 혁신이 이루어지고, 이를 통해 국가 전반의 경쟁력이 제고되는 사회이다(류영달, 2004a, 2004b). 유비쿼터스 사회는 교육 장소, 교육 및 학습 방법의 변화, 지식전달 체제의 전환, 다양한 학습 공동체를 출현시킬 것으로 전망된다(임진호, 김형주, 2006).

첫째, 교육 장소의 변화이다. 유비쿼터스 사회는 시간과 장소에 구애받지 않고 네트워크에 접속하여 정보와 지식을 수집·적용·창출하는 것을 가능하게 한다. 따라서 교육 활동 역시 시간과 공간에 구애받지 않고 언제, 어디서든지 이루어질 수 있게 될 것이다. 둘째, 교육 및 학습 방법의 변화이다. 학습자들은 일상생활에서 필요에 의해 자연스런 학습 방법을 선택할 수 있으며, 이에 따라 나만의 공간에서, 나만을 위한 개별화된 맞춤형 학습의 기회를 제공받을 수 있을 것이다. 셋째, 지식전달 체제의 질적인 전환이다. 교육에 이용되는 대량의 그래프, 데이터, 영상 교재의 멀티미디어 자료를 실시간으로 다양한 네트워크를 통해 자유롭게 송신하거나 수신하는 것이 가능해짐으로써 실시간의 현장감 높은 학습을 경험할 수 있을 것이다. 넷째, 다양한 학습 공동체의 출현이다. 학습 공간과 시간의 제약 없이 자유롭게 학습할 수 있게 됨에 따라 다양한 학습 공동체가 출현하게 될 것이다.

2015년 이후 우리나라는 유비쿼터스 사회의 성숙 단계로 접어들 것으로 전망하고 있다(임진호, 김형주, 2006). 그에 따라 다음과 같은 변화가 이루어질 것으로 전망되고 있다. 첫째, 개인과 컴퓨터 혹은 스마트기기간의 관계로 인하여, 타인과의 공유와 협력이 사이버공간에서 상대적으로 강화될 것이다. 둘째, 섬세함, 건강, 쾌적 등 여성적 특성이 강화되는 현상이 나타나게 될 것이다(유태열, 2004). 셋째, 시간과 장소에 구애됨이 없이 컴퓨터 혹은 스마트기기에 접속하여 작업하는 것이 가능해짐에 따라 끊임없이 이동하는 ‘신유목민’이 등장하게 될 것이다. 넷째, 자신의 기호에 따라 가감 없는 자유로운 의사결정을 하게 됨으로써 하나의 입장이나 가치에 집착하지 않는 다면성을 심화시키게 될 것이다.

이러한 사회의 변화를 교육에 적극 활용할 수 있는 교육체제 및 과정의 변화, 그리고 그로 인하여 발생할 수 있는 인간성 상실, 그리고 공동체성 및 협력을 위한 교육적인 노

력이 필요하다.

(3) 가치관과 생활양식의 변화

많은 미래학자들은 미래사회를 지배할 가치관으로 탈물질주의와 개인주의를 꼽고 있다(이혜영 외, 2007). 디지털 시대에서 성장한 N 세대들은 개인주의적 특성을 지니고 있으며, 합리성보다는 감성을, 구조보다는 개별성을 중시한다(김영화, 2001). 우리 삶의 방식 역시 매우 다양해질 것이며, 창의성 존중과 문화의 다양화가 중요한 추세가 될 것이다(김영철, 2006b).

탈물질주의는 경제적 풍요와 사회질서의 유지, 정치나 외교 안보 등 과거의 국가적 목표에서 더 나아가 시민의 참여와 자유로운 자아실현, 가치의 실현을 지향하는 의식을 의미한다(한준, 2007). 최근 우리 사회에서는 보다 빠른 경제적 성장과 성과보다는 개인의 삶의 질을 중시하고, 발전 일변도의 경제보다는 환경과의 조화를 선호하며, 위계적인 사회구조와 관료에 의해서 주도되는 정책 결정 과정에 저항하며 시민들의 직접적인 참여를 강조하는 새로운 가치 지향이 뚜렷이 부각되고 있다(마인섭, 장훈, 김재한, 1997).

물론 한국 사회에서 탈물질주의적 가치관은 서구 사회에 비해 그 비중이 낮으나 젊은 세대에서 탈물질주의 가치관이 우세하게 나타나고 있어 향후 탈물질주의 가치관이 확대될 것으로 예상된다(한만길, 2008). 탈물질주의가 우세한 사회로 변화할 경우 교육내용에서 물질주의적 가치를 반영하는 국가 및 시장의 지배적 위치는 약화될 것이며, 대신 시민사회의 다양한 경향에 대한 인식과 수용이 중요하게 됨에 따라 다양한 교육내용과 교육과정 개발에 대한 요구가 높아질 것이다(이혜영 외, 2007).

20세기 후반에 진행된 탈권위주의적 민주화와 신자유주의적 시장원리의 확대는 집단주의적 가치를 약화시키는 한편, 정보화와 온라인 활동의 증가, 지식정보화 사회에서 창의성에 대한 강조는 획일적이고 집단적인 의식과 규범에 대한 순응보다 다양한 개성의 추구를 강조하고 가치 있게 여기는 사고의 경향을 확산시키고 있다(한만길, 2008).

서구의 문화를 특징짓는 개인주의적 문화에서는 개인을 일관적이고, 안정되고, 자율적이고, 자유로운 실체로 보며, 독립성과 자율성 그리고 독특성을 중요시 한다(구자숙, 한준, 김명언, 1999). 이러한 개인주의 가치관은 과학 및 정보기술의 발달에 따라 일정한 장소와 일정한 시간에 학습을 해야 한다는 제약에서 벗어나 개별학습과 맞춤형학습으로 더욱 심화될 것으로 전망된다.

따라서 이러한 체제에 부응할 수 있는 교육체제의 개방화가 필요한 한편 개인의 인권과 가치관의 다양성이 중시되는 사회로 변화하는데 필요한 서로 다른 가치 및 정체성에 대한 관용의 교육이 필요할 것이다(이혜영 외, 2007). 즉 교육 전반에서 인성 교육, 공동

체 교육에 대한 강화가 이루어져야 할 것이다.

(4) 개방화와 세계화의 심화

개방화와 세계화의 심화는 미래사회를 전망할 때 중요하게 거론되는 요소이다. 개방화는 외국의 자본, 기술, 상품, 정보, 문화, 서비스 등이 제공자의 의사에 따라 서 자유로이 유입되어 수용되게 하는 내향적 개방과 자국의 자본, 기술, 서비스 등의 자유로운 해외 투자 및 진출을 촉진하는 외향적 개방을 함축한다(김영철, 2006a). 개방화와 관련된 속에서 세계화는 자본과 상품, 노동, 기술, 서비스, 정보 등이 국경을 넘어 교환되고 조정되는 현상으로 이해되지만, 경제적 영역에서 국가 간 이동을 막는 인위적 장벽을 제거하여 자유롭게 넘나들 수 있도록 하는 것 자체에서 세계화의 의미를 찾기도 한다(이혜영 외, 2007). 세계화는 여러 요인들에 의해 촉진되고 있는데, 정보통신과 교통수단의 급속한 발달로 인한 지구촌 시공간의 단축, 자본주의 활로 모색에 따른 시장경제의 세계적 확대, 동서 이념체제의 붕괴를 통한 새로운 경제 질서의 출범, 환경과 질병 및 핵 위기와 같은 인류 공동 문제의 대두 등은 세계화를 촉발하는 배경 요인이라 할 수 있다(김영철, 2006b).

세계화는 경제 부문에서 두드러지게 나타나고 있는데, 대표적으로 다국적 기업이 세계화의 심화에 견인차 역할을 하고 있고, 노동시장이 세계화되는 한편 국가 간, 국내 간, 계층 간 경제적 격차가 커지고 있다. 또한 다양한 국제기구가 출현하는 한편 국가 권력의 약화 현상이 나타나는 등 정치, 문화 측면에서도 그 현상이 나타나고 있다.

세계화 현상에 대해서는 긍정적인 평가와 부정적인 평가가 동시에 제기되고 있다. 김영철(2006a, 2006b)은 글로벌 시장경제의 출현, 국가주의의 성격 및 위상 변화, 민주주의 정치체제의 세계적 확산, 세계화 효과의 불균등 배분에 따른 사회적 단위 간 갈등의 증대 가능성, 문화 및 의식의 범지구촌화, 인류공동 문제의 대응과 진전 등으로 세계화의 미래를 전망하고 있다. 세계화에는 강대국 중심의 단일 문화 수렴이라는 부정적 측면과 다양성의 발견이라는 대안적 세계화의 가능성이 함께 존재한다(이혜영 외, 2007).

세계화가 진전됨에 따라 국가 간 인구이동이 활발해짐으로써 다민족·다문화 사회로의 변화를 촉진시킬 것이다. 2011년 통계에 의하면, 2010년 외국인 입국자는 770만명에 이르며, 내국인 출국자는 1,170만명에 달한다(법무부 출입국·외국인정책본부, 2011). 2004년에 이미 180개 국가에서 유입된 외국인이 거주하고 있다. 이처럼 다인종 다민족 사회로 전환될 것에 대비하여 그러한 복합 사회에서 나타날 수 있는 갈등 상황들을 해소하고 사회 통합을 이루기 위한 대책을 강구해야 할 것이다. 우리 국민을 오랫동안 지배해온 단일민족 의식으로 인해 타 인종이나 민족을 백안시 하고 배척하는 태도를 극복

하고 다른 민족, 다른 문화를 수용하고 이해하려는 개방적 의식과 태도를 함양하기 위한 교육을 강화할 필요가 있다.

나. 미래 사회를 대비한 교육 요구

미래 사회는 감성 시대의 도래, 과학 및 정보기술 발달의 가속화, 가치관과 생활양식의 변화, 개방화와 세계화의 심화로 변화하고 있다. 이러한 변화에서의 미래 사회 특징과 그에 따른 인재에 대하여 미래 학자들과 관련 연구소들은 다양한 견해를 제시하고 있다. 그러나 그중의 일관된 의견에 의하면, 미래 사회는 과학기술정보화가 더욱 가속화되며, ‘가상현실 사회’, ‘인공지능 사회’, ‘꿈과 감성의 사회’, ‘하이컨셉(high concept)’, ‘하이터치(high touch)’, ‘프로슈머(prosumer)’, ‘경제(economy)’가 주요 핵심어라는 것이다(한국정보화진흥원, 2010). 하이컨셉은 예술적 미와 감정의 아름다움을 창조하여 가치를 창출해내고, 관계가 없어 보이는 아이디어를 결합하여 새로운 것을 창조해내는 능력과 관련된다. 하이터치는 다른 사람과 공감하고, 긍정적인 인간관계를 유지하며, 자신과 다른 사람의 즐거움을 생산하고, 관계에서의 목적과 의미를 발견하는 능력과 관련된다. 이러한 미래 사회는 ‘경쟁 심화(무한 확장, 무한 경쟁)’, ‘개인화, 다원화 확산’, ‘가상공간의 가치 증대’, ‘디지털 휴머니즘 기술의 발달’, ‘사회적 자본으로서 신뢰의 강화’ 등이 특징이며, 이를 위한 준비로서 ‘창조적인 역량 증진’, ‘사회적 밸런싱의 유지’, ‘가상공간의 새로운 가치 창출’, ‘인간 중심의 기술 진화’, ‘사회 발전의 새로운 엔진으로 신뢰 구축’이 필요하다(<표 V-1>)(한국정보화진흥원, 2009).

<표 V-1> 미래 사회 5대 특징과 준비 과제(한국정보화진흥원, 2009)

미래 사회 특징	바람직한 미래 창출을 위한 준비 방향	미래 준비 과제
경쟁 심화 (무한 확장, 무한 경쟁)	창조적인 역량 증진	<ul style="list-style-type: none"> • 미래 지향적 사고, 유연성을 갖춘 창조적 인력 육성 • C & D(Connect & Development), 개방형 혁신으로의 전환 • 협력적 창조의 발전을 위한 창작과 활용권리의 선순환 구조 정립
개인화, 다원화 확산	사회적 밸런싱의 유지	<ul style="list-style-type: none"> • 분권화, 네트워크화, 국제화를 지향하는 뉴거버넌스 확립 • 수평적, 횡적인 '연관'의 새로운 사회 질서 수립 • 온라인 공청회 등 협력적 의사결정 체계 구축 • 새로운 취약 계층과 격차 해소를 위한 기회 확대
가상공간의 가치 증대	가상공간의 신가치 창출	<ul style="list-style-type: none"> • 버추얼 오션(Virtual Ocean)에 주목 • 사이버 국토 건설을 위한 국가 차원의 투자와 준비 • 사이버 영토와 사이버 라이프를 위한 법제도적 장치 마련
디지털과 휴머니즘의 결합	인간 중심으로 기술 진화	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털과 휴머니즘이 결합된 새 패러다임의 비전 제시 • 휴머니즘 실현을 위한 기술과 인간의 소통수단 마련 • 인간과 기술의 컨버전스에 대한 사회적 연구 확대
사회적 자본으로서 '신뢰'의 강화	사회 발전의 새로운 엔진, '신뢰' 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 사회적 자본으로서 신뢰 강화 • 경제 활성화를 위한 신뢰 기반 확립 • 새로운 경계에 따른 감시와 프라이버시 침해 분쟁 해결

한편 미래 사회의 변화에 관한 국·내외 연구들은 사회·문화, 기술, 경제·산업, 에너지·환경, 정치·행정 등 사회 전반의 변화를 전망하고 있다(<표 V-2>). 사회 분야는 여성 및 고령 인구가 새로운 주도 세력으로 부상하고, 기술 분야는 인지 능력 및 소통 능력이 확장되고, 경제 분야는 감성 중심 소비와 소비 패턴이 다양화되며, 환경 분야는 지속 가능한 에너지 체제(energy regime)를 이루며, 정치 분야는 권력의 집중과 분산 등과 같은 15 메가트렌드를 나타낸다(오현석, 2012). 이러한 변화 속에서 미래의 인재들이 갖추어야 할 가치로서 오피니언 리더들은 '행복', '지속가능성', '정의'와 '공정성', '창의력'과 '상상력'을 제시하였고, 시민이나 개인 주체는 '역량 강화'를, 정부는 '중재하고 링크하는 능력'을, 기업은 '착한 기업으로의 변모'를 언급하였다(한국정보화진흥원, 2011).

<표 V-2> 분야별 미래 사회 특징과 주목할 가치

분야	특징	미래의 주목할 가치
사회	인구구조 변화 수명의 증대 양극화	<ul style="list-style-type: none"> • 오피니언 리더: ‘행복’, ‘지속가능성’, ‘정의’와 ‘공정성’, ‘창의력’과 ‘상상력’ • 시민이나 개인 주체: ‘역량 강화’ • 정부: ‘중재하고 링크하는 능력’ • 기업: ‘착한 기업으로의 변모’
기술	네트워크 사회 구축 인공지능/로봇 시대 유전학의 발전	
경제	아시아 시장 감성/복지/건강 적극적 프로슈머 증가	
환경	기후변화 및 환경오염 에너지 위기 물에 대한 주목	
정치	세계화/다문화 권력이 개인으로 이동 안전에 대한 위협증대	

미래 지식의 원천은 ‘창의성(creativity)’, ‘전문성(expertise)’, ‘집단지성(collective intelligence)’, ‘증거자료(evidence)’로 정리될 수 있다(한국정보화진흥원, 2011).

과학기술정보 사회는 창의성 기반 사회이기 때문에 전문 지식과 더불어 창의성이 수반된 인재가 요구된다(서울경제신문, 2009.11.2). 창의적인 인재는 ‘경계를 넘나드는 사람’(Pink, 2006) 또는 ‘상상력과 감성이 뛰어난 사람’(김진숙, 2010)이다. OECD는 창의적 인재에 대하여 지적인 도구를 자유자재로 사용할 수 있는 능력이 있고, 이질적인 혼성 집단에서 소통할 수 있는 능력을 가지고 있으며, 자율적으로 행동할 수 있는 능력을 가진 사람으로 정의한다.

한편 미래학자 Pink(2006)는 미래 사회 인재의 6가지 요소로서 ‘설계(high concept 시대의 핵심 능력)’, ‘스토리(사실을 엮어서 문맥을 만들어 상대방을 움직이는 제3의 감성)’, ‘조화(조각들을 맞춰 결합시키고 새로운 유형을 만들어내는 경계를 넘나드는 창의성의 원천)’, ‘공감(다른 사람의 시선으로 보고 다른 사람의 심장으로 느낄 줄 아는)’, ‘놀이(호모 루덴스의 진화, 웃음과 유머, 게임, 기쁨을)’, ‘의미(우리를 살아있게 하는 원동력)’를 제시하였다. 즉 미래 사회의 인재는 다른 사람과 공감하며 조화롭게 즐길 줄 아는 삶을 영위하는 창의적 사람이라는 것이다.

Gardner(2009), 또한, 미래에는 전문분야의 훈련된 마음(disciplined mind), 종합하는 마음(synthesizing mind), 창조적 마음(creating mind), 존중하는 마음(respectful mind),

윤리적 마음(ethical mind)을 가진 인재가 필요하다고 하였다.

다. 미래 교육의 방향 설정을 위한 핵심 역량

미래 교육의 방향 설정을 위한 인재의 핵심역량과 관련 연구들(예, 이광우 외, 2008; 임언 외, 2008; 조대연, 김희규, 김한별, 2008)에 기초하여 핵심역량을 정리해 본 결과, 용어 선택이나 하위요소에 따라 다소의 차이는 있지만, ‘창의력’ ‘문제해결력’, ‘의사소통 능력’, ‘정보처리능력’, ‘대인관계능력’, ‘자기관리능력’ 등으로 정리된다(백운수 외, 2012) (<표 V-3>).

<표 V-3> 미래 교육의 방향 설정을 위한 핵심역량연구 비교

미래 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량 조대연, 김희규, 김한별 (2008)		미래 사회 한국인의 핵심 역량 이광우 외(2008)		미래 사회의 직업 세계에서 요구하는 핵심 역량 연구 임언 외(2008)		
역량	정의	역량	하위 요소/정의	역량	하위 요소	
창의력	다양성과 독창성 등의 인지적 능력과 고등정신기술을 활용할 수 있는 능력	창의력	창의적 사고 기능	유창성, 융통성, 독창성, 정교성, 유추성 등과 같은 인지적 능력	-	-
			창의적 사고 성향	민감성, 개방성, 독립성, 과제집중력, 자발성 등과 같은 정의적 특성		
문제 해결력	문제를 파악하고 가능한 다양한 자원과 상황을 고려한 최적의 해결 방안을 모색하고, 선택한 해결 방안을 실제에 맞게 실행하여 효과를 검증하는 능력	문제해결능력	문제인식	해결할 문제를 확인하고 명확하게 진술	문제해결능력	창의적 사고
			해결 방안의 탐색	문제 해결을 위한 다양한 아이디어를 산출하고, 최적의 해결 방안을 선택		분석적 사고
			해결 방안의 실행과 평가	최적의 해결 방안을 선택하여 실행하고 평가		문제해결실행
			논리적 사고력	연역적/귀납적 과정을 통한 사고		
			비판적 사고력	합리적 기준이나 근거를 갖고 현상을 분석하고 평가하는 능력		

미래 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량 조대연, 김희규, 김한별 (2008)		미래 사회 한국인의 핵심 역량 이광우 외(2008)			미래 사회의 직업 세계에서 요구하는 핵심 역량 연구 임연 외(2008)	
의사소통 능력	타인의 의견을 정확히 이해하며 자신의 지식과 의견을 타인에게 효과적으로 전달할 수 있는 능력	의사소통 능력	말하기	자신의 의사를 분명하고 정확 하게 말로 표현하는 능력	의사소 통능력	말하기
			듣기	타인의 말을 경청하고 공감하는 능력		듣기
			쓰기	상황과 맥락을 고려하여 정확하고 효과적으로 글을 쓰는 능력		문서 이해
			읽기	다양한 텍스트를 이해하고 해석하고 평가하는 능력		문서 작성
정보 처리 능력	다양한 지식과 정보를 탐색·분석·평가하여 자신의 것으로 내면화하고, 상황에 맞게 활용할 수 있으며 자신의 정보와 지식을 타인과 상호작용할 수 있는 능력	정보처 리능력	정보 수집	다양한 자료를 탐색하고 필요한 자료를 선별하는 능력	정보, 기술 및 자원의 상호적 활용 능력	영어 의사소통
			정보 분석	수집된 정보를 비교, 분류, 종합하여 그 가치를 평가하는 능력		수와 도표를 통한 의사소통
			정보 활용	다양한 정보를 효율적으로 처리하여 활용 및 생성하는 능력		정보의 수집, 분석 및 활용
			정보 윤리	정보에 대한 접근 및 활용에 요구되는 윤리의식		기술의 선택 및 적용
			매체활용능력	다양한 매체를 선택, 활용하는 능력		자원의 활용 및 관리
대인 관계 능력	인간관계를 안정적으로 유지하고, 타인과 공동의 문제를 해결하기 위해 역할을 조정하고 서로 도움을 주고받는 등 양적·질적 측면에서 인간관계를 점진적으로 성장 및 확대할 수 있는 능력	대인관 계능력	타인 이해 및 존중	타인의 입장을 이해하고 배려하는 관용적인 태도	대인관 계능력	리더십
			협동	공동의 목적을 위해 타인과 협력하는 태도		협동
			갈등 관리	갈등을 의미 있고 건설적으로 해결하는 태도		관계 형성
			관계형성	타인과의 바람직한 관계를 형성·유지하는 능력		갈등 조정
			리더십	타인을 선도하고 이끄는 능력		

미래 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량 조대연, 김희규, 김한별 (2008)		미래 사회 한국인의 핵심 역량 이광우 외(2008)			미래 사회의 직업 세계에서 요구하는 핵심 역량 연구 임연 외(2008)	
자기 관리 능력	안정적 삶에서 접하는 다양한 경험의 반성을 통해 자신의 능력을 확인하고 비전을 구축하며, 이를 실현하는데 필요한 건강 및 재산관리 등 다양한 활동을 계획, 실행, 평가, 조정하는 능력	자기관 리능력	자아정체성 확립	스스로의 적성과 특성을 발견하여 명확한 삶의 목표와 가치, 역할 의식을 발전시키는 태도	자기관 리능력	자기주도적 학습 능력
			여가 선용	여가 시간을 생산적으로 활용하여 유익하게 즐기는 능력		신체적·정신 적 건강 유지
			건강관리	생활에 필요한 체력을 보존하고 건강한 정신과 신체를 유지하기 위한 노력		경력 개발 및 관리
			합리적 경제생활	합리적인 소비 생활과 더불어 재정(돈)을 효과적으로 관리하는 능력		유연성과 도전 의식
			기본생활 습관	일상생활에서 요구되는 기본적인 생활 습관 및 태도를 형성하기		직업윤리 (정직, 성실, 사회적 책임감)
			자기주도적 학습능력	학습자 스스로 지속적으로 학습을 계획·관리·실현하는 능력		
시민 의식	사회의 성장과 비전을 바탕으로 공동체 의식을 갖고 자율성 및 권리를 적극적으로 행사하는 동시에 사회공익 및 생태환경의 유지를 추구하기 위해 자신의 사회적 책임을 다하려는 태도	시민의 의식	공동체의식	공동체의 가치를 인식하고 존중하며, 상호 신뢰를 바탕으로 사회적 역할과 책무를 수행하려는 태도	-	-
			준법정신	법이나 사회 규범을 존중하고 준수하려는 의식		
			환경의식	환경 보존을 위해 자신의 소비습관, 생활방식을 변화시키는 태도		
			윤리의식	옳고 그름을 분별하여, 옳음을 지향하려는 태도		
			봉사정신	사회 또는 남을 위해 헌신하는 태도		

미래 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량 조대연, 김희규, 김한별 (2008)		미래 사회 한국인의 핵심 역량 이광우 외(2008)			미래 사회의 직업 세계에서 요구하는 핵심 역량 연구 임연 외(2008)	
국제 감각	사회에 공존하고 있는 다양한 집단의 생활양식과 문화적 가치를 평등 정신에 기초하여 이해하고 존중하며 국제문제 및 쟁점을 인식하고 해결가능성을 국제적 수준에서 이해하려는 능력	국제사 회문화 이해	우리문화 이해	우리의 전통 및 현대 문화를 이해하고 계승·발전시키는 태도	조직과 문화에 대한 이해 능력	조직(기구, 국가, 사회, 기업) 이해
			다문화 이해	다양한 문화의 차이를 이해, 존중하는 태도		
			문화 향유 능력	문화 및 예술에 대한 이해를 넓히고 향유하는 태도		
			국제사회 이해	국제 사회의 여러 현상/문제들을 다양한 관점에서 이해하기		
			외국어 소양	국제화 사회의 상호 소통에 요구되는 외국어 문해 능력(읽기, 쓰기, 말하기, 듣기)		
직업 능력 개발력	생산 활동의 수행에 적합한 지식, 기술, 태도를 갖추므로써 경쟁적인 노동 시장에서 고용기회를 창출하고 고용상태를 지속할 수 있는 능력	진로개발능력	진로인식	진로 선택에 필요한 다양한 직업 세계를 이해하는 능력	-	-
			진로탐색	자신의 적성과 소질에 적합한 진로를 탐색 능력		
			진로설계	자신의 적성과 소질에 적합한 진로를 설정하고 이에 필요한 능력을 함양		
자기 주도 학습력	자신이 주도권을 갖고 학습요구를 파악하고 학습목표 및 실행계획을 수립하여 학습을 실행하고 결과를 평가하는 등의 학습과 관련된 일련의 과정을 적극적으로 실천할 수 있는 능력	-	-	-	-	

미래 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량 조대연, 김희규, 김한별 (2008)		미래 사회 한국인의 핵심 역량 이광우 외(2008)			미래 사회의 직업 세계에서 요구하는 핵심 역량 연구 임연 외(2008)	
기초 생활 문해력	읽기, 쓰기, 계산하기 등 사회생활과 사회적 관계를 지속하기 위해 필요한 기본 능력	기초 학습능력	기초적 읽기	글을 읽고 이해하는 기초 능력	-	-
			기초적 쓰기	생각이나 의견을 글로 표현하는 기초 능력		
			수리력	계산하기, 수와 도표를 읽고 이해하는 기초 수리력		
미디어 정보 문해력	각종 첨단 미디어를 통해 제공되는 정보들을 효과적으로 수용, 조직, 활용할 수 있도록 미디어의 특성을 이해하고 미디어를 다룰 수 있는 능력	-		-	-	-
예술 감상성	문화 예술품이나 일상적 생활에 내재되어 있는 미적 요소를 인식하고 느낄 수 있는 능력	-		-		

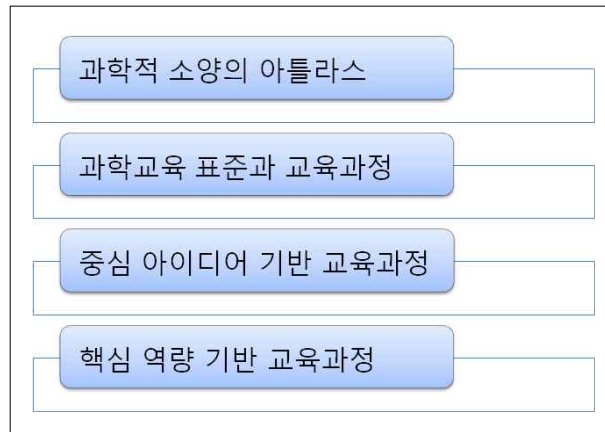
한편, 국내 주요 대학에서 추구하는 미래 인재의 핵심 역량의 빈도를 정리하면, ‘창의와 창조’, ‘글로벌 의식과 리더십, 책임’, ‘혁신’ ‘진리탐구, 지성, 지혜’ 등의 순서로 나타났다. 국외 주요 대학의 경우, ‘다양성, 혁신, 발견’, ‘리더십, 열정, 자주성’, ‘창의성, 지성, 연구, 정의’ 등의 빈도로 나타났다. 즉 미래 인재의 핵심 역량은 창의성과 전문성을 갖춘 리더로서의 능력을 함양하고, ‘다양성’ ‘리더십’ ‘열정’ ‘존중’ ‘정직’ ‘정의’ 등의 합리적 인성 및 감성을 강조하고 있다(<표 V-4>).

<표 V-4> 국내 주요 30개 대학과 국외 주요 50개 대학의
미래 인재 핵심 역량 빈도 순위 (오현석, 2012)

순위	국내대학	국외대학
1	창의, 창조	Diversity, Innovativeness, Discovery
2	글로벌 의식, 리더십, 책임감	Leadership, Passion, Independence
3	진리탐구, 지성, 지혜, 합리	Creativity, Intellect, Research, Justice
4	도전의식, 개척의식, 열정, 성실	Partnership, Relationship, Cooperation
5	소통, 융합, 인성, 지덕체, 존중	Role & Responsibility, Commitment, Contribute
기타	다양성, 윤리, 예술, 봉사/헌신	Respect, Serve, Sustainability, Honesty

다양한 분야에서 살펴본 미래 교육의 방향 설정의 관점에서는 ‘창의성’과 ‘전문성’과 더불어, ‘의사소통능력’과 ‘대인관계능력’ 등과 같이 사회와 타인과의 관계 및 관계 유지에 중요한 능력들이 강조된다. 미래 사회는 지식기반 사회의 강화, 과학 및 정보기술 발전의 가속화, 개방화와 세계화의 심화, 인구 구조의 변화, 가치관과 생활양식의 변화 등 다양한 차원에서 그 변화의 모습이 전망된다. 이러한 변화들은 교육 전반에 많은 영향을 미칠 뿐만 아니라 교육과정에 새로운 과제를 요구할 것이다.

2. 교육과정 유형의 다양화



가. 과학적 소양의 아틀라스(Atlas of Science Literacy)

아틀라스(Atlas)는 ‘지도책’ 또는 ‘계통도’를 의미한다. 미국과학진흥협회(AAAS)가 2001년에 발간한 과학적 소양의 아틀라스(Atlas of Science Literacy)는 학습자들의 인지 수준과 교과 수준, 그리고 타 교과간의 연계성을 고려한 통합 개념도로서, 과학의 다양한 분야, 수학, 기술의 개념과 기능들이 유치원부터 고등학교(K-12)까지 어떻게 연관되어 있는지를 보여준다. 과학적 소양 지도는 영역간 핵심 내용을 선정하고, 교과목간 또는 교과목내의 영역간 개념들이 어떻게 연관성이 있는지를 통합과 연계 구조도를 통해 제시하고 있다. 학습의 누적 효과(curriculum effect)를 촉진하기 위해서 개념이나 내용들의 계열성(sequence)이 올바르게 유지되기 위해서는 교과간 통합과 조정이 필요하다.

나. 과학교육 표준(Standards/Frameworks)과 교육과정

과학교육 표준은 모든 학생들의 과학적 소양 함양과 국가 경쟁력 향상이라는 과학교육의 이상을 달성하기 위하여 개발·제안된 것이다. 과학교육 표준은 학교와 지역, 국가 수준에서 어떤 특정한 활동이 과학교육의 이상에 도움이 되는가를 판단하는 준거를 제공하는 것이며, 특별한 하나의 교육과정을 요구하는 것이 아니다.

과학과 교육과정의 본질은 학교 과학에서 무엇을 가르칠 것인가에 대한 것이다. 과학의 핵심 내용을 선별하는 것은 학교급별로 무엇을 가르쳐야 하며, 또한 그것을 어떠한

수준에 도달하도록 할 것인가에 대한 설정을 의미한다. 이것은 표준(standard-based curriculum)에 근거한 교육과정의 방향이다.

1996년, 미국의 National Research Council(1996)는 국가과학교육기준(NSES)을 개발하여, 과학교육에 대한 ‘과학교육 내용표준’, ‘과학 교수표준’, ‘과학교사 전문성개발표준’, ‘과학교육 평가표준’, ‘과학교육 프로그램표준’, ‘과학교육 체제표준’의 6가지 표준을 제시하였다. 과학교수 표준은 과학교사가 과학교수를 위하여 무엇을 알아야 하고, 또 무엇을 해야 하는지에 대한 준거를 포함한다. 과학교사 전문성 개발 표준은 과학교사로서의 전문성을 위한 지식과 기능을 개발하기 위한 이상을 제시한다. 과학학습평가 표준은 수행된 평가의 질을 판단하기 위한 준거를 포함한다. 과학교육내용 표준은 K 수준에서 12학년까지의 과정을 통해, 자연 과학 분야에서 학생들이 무엇을 알아야 하고, 무엇을 이해해야 하며, 무엇을 할 수 있는지를 개괄적으로 제시하고 있다. 과학교육프로그램 표준은 수준 높은 학교 과학프로그램을 제공하기 위해 필요한 조건들을 기술한다. 과학교육체제 표준은 과학교육 체제 전반의 수행을 판단하는 준거들을 제시한다.

과학교육 내용표준은, 교육과정의 성격과 유사한 것으로, K에서 12학년까지의 과정 동안 과학교육을 통해 도달 또는 측정하고자 하는 최적의 목표로서, 자연 과학 분야에서 무엇을 알아야 하고, 무엇을 이해해야 하며, 무엇을 할 수 있어야 하는 지를 개괄적으로 나타낸 것이다. 즉, 과학교육 내용표준은 과학교육에 대한 기본 원리를 설계하여, 일정 교육 단계에서 학생들이 반드시 이수해야 할 개념, 탐구, 과학의 본성, 창의성 등과 관련된 핵심 내용을 포함한다.

과학교육 내용표준은 개인의 과학적 소양 함양과 국가경쟁력 향상이라는 목표를 추구하기 위하여 학년급별로 과학학습에서 도달해야 하는 성취 수준을 제시하여 주기 때문에, 과학 내용의 조직에서 핵심적인 것인 개념의 위계(hierarchy)와 연계성에 대한 아이디어를 제공해 준다. 또한 내용표준에는 물리, 화학, 생명과학, 지구과학의 내용지식 뿐 아니라 탐구를 중요한 내용 표준으로 제시하고 있다. 미국의 과학교육표준에는 탐구로서의 과학을 별도의 범주로 제시하고 있으며, 과학교육의 내용에서 탐구를 통한 과학적 탐구 방법을 익히는 것은 과학교육에서 중요한 내용영역으로 강조하여 명시하고 있다.

2011년 7월 19일, 미국의 National Research Council(2011)의 ‘Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards’는 과학교육표준의 개념틀(Framework)을 확정하여 발표하였다. 과학교육표준의 개념틀은 ‘과학-공학의 실행(Science-Engineering practice)’, ‘교차적 개념(Cross Cutting Concept)’, ‘핵심 내용지식(Disciplinary Core Ideas)’의 삼차원 구조로 제시된다. 과학과 공학의 실행은 실질적인 문제 상황에서 문제를 해결하는 일련의 과정으로 제시되었다. ① 문제를 발견하고 인식

하여(과학), 문제에 대한 정의(공학)를 내린다. ② 문제해결에 필요한 모델을 개발하여 사용한다. ③ 문제해결하기 조사에 대한 계획을 세우고 실행하여, 자료를 수집한다. ④ 자료를 분석하고 해석한다. ⑤ 수학적 적용과 수리적 사고(computational thinking)를 한다. ⑥ 설명을 구성하고(과학), 해결책을 설계한다(공학). ⑦ 증거에 근거하여 논쟁하고 토론한다. ⑧ 정보를 얻고 평가하는 과정 동안 의사소통을 한다.

한편 우리나라 한국과학창의재단은 이론적 연구 수준에서 ‘과학교육 내용표준 개발(박현주 외, 2012; 백운수 외, 2011a)’하여 지역, 학교, 학습자의 특성 등에 따라 탄력적이며 유연하고 다양한 교육적 접근을 위하여 교육과정의 설계를 위한 표준으로 제안하였다. 과학교육 내용표준은 상황, 구성요소, 성취의 세 부분으로 구분된다. 과학교육 내용표준의 구조 및 하위 요소는 과학의 본성, 과학적 탐구, 과학적 창의성, 과학 핵심 내용지식 등과 같은 과학교육 목표 및 본성을 충실하게 반영한 것이다. 첫째, 상황은 학생들에게 있어서 과학이 언제, 어디서, 어떻게 필요한가를 제공할 수 있는 학습상황이다. 둘째, 구성요소는 학생들이 학교 과학교육을 통해서 배워야 하는 과학의 본성, 과학적 창의성, 과학적 탐구, 핵심내용지식 등으로 이루어진다. 셋째, 성취는 과학교육을 통해 도달하고자 하는 것을 의미한다.

다. 중심 아이디어(big idea) 기반 교육과정

중심 아이디어(big idea)는 과학의 본성에 대한 이해와 창의성 및 탐구능력의 신장을 위한 과학 학습으로, 단순한 개념으로부터 융합적이고 총체적인 사고로의 확장이라는 관점을 포함한다(Hand et al., 2009). 과학교육은 과학 현상을 이해하기 위한 세부적인 배경 지식들을 커다란 융합적 생각으로 연결하여 확장하여, 미래 과학기술 사회의 변화를 선도할 수 있는 인간을 양성하고자 하는 것이다(Corcoran, Mosher, & Rogat, 2009).

중심 아이디어는 학문 내 및 학제 간을 총체적으로 관련지어 설명할 수 있는 능력(explanatory power), 세상에 대하여 생각하는 능력(powerful way of thinking), 상위 단계 학습을 위한 분야별 영역의 융합(building blocks for further learning), 과학과 기술에 대한 개인적, 사회적, 정치적 결정에 대한 지적 참여의 필요성(necessary for intellectual participation) 등을 포함한 커다란 융합적 사고를 의미한다(Hand et al., 2009; Corcoran, Mosher, & Rogat, 2009).

과학은 통합적 교과이므로, 과학과 교육과정을 개발할 때는 그러한 과학의 특성이 반영되어야 한다. 즉 과학 개념(concepts)은 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등과 같이 특정 교과에만 한정되지 않으며, 과학의 과정(process) 또한 모든 과학 교과에 공통적으로 적용된다. 중심 아이디어(big idea) 중심으로 과학과 교육과정의 내용을 재구조화하는 것

은 통합된 주제(unified themes)를 중심으로 교육과정을 구성해가는 것을 의미한다. 내용 지식과 아이디어를 관련하여 ‘결합시키지’ 못한다면, 학습자는 활용가치가 없는 단편적 사실만을 가지고 있을 것이다(Wiggins & Mctighe, 2005).

중심 아이디어는 과학의 다양한 분야를 서로 연결시켜주는 효과적인 방법이다. 이러한 중심 아이디어는 모든 분야에서 강조되고 서로를 통합해 준다. 여기에는 과학뿐 만 아니라 수학이나 다른 사회과학 관련 내용도 포함된다. AAAS(1993)에 의하면, 중심 아이디어는 하나의 특정한 영역이나 학문 내에서만 가능한 것이 아니라 다양한 분야에서 적용될 수 있는 지적인 특징을 가지고 있다. 예를 들면, 계(system), 규모(scale), 변화와 항상성, 모형 등의 개념은 수학이나 과학, 기술 뿐 만 아니라, 경제, 교육, 법, 정부, 정치 등 다른 영역에서도 적용될 수 있다. 이러한 공통된 아이디어는 실질적인 사고의 방식이다(AAAS, 1993).

중심 아이디어를 강조하는 것은 학습자들에게 과학과 그것의 사회적 역할에 관하여 통합적인 이해를 할 수 있도록 해준다. 이러한 아이디어를 응용하여 학습자들은 자연 세계와 인간 세계를 설명할 수 있는 통찰과 생산적인 방법을 학습할 수 있는 것이다(North Carolina Standard Course of Study, 2004). 중심 아이디어는 또한 학습자들에게 과학에 대한 자신의 생각을 서로 유기적으로 조직하는데 도움을 준다. 학생들은 중심 아이디어를 이해하고 사용하여 과학을 이해함으로써 모든 과학 분야에 내포된 일정한 패턴을 학습하게 될 것이다.

미국 과학교육표준에서는 각 학문적 특징과 각 내용들이 분석적인 것을 통합하는 방법으로서 계-질서-조직, 증거-모형-설명, 항상성-변화-측정, 진화-평형, 형태-기능의 5가지의 중심 아이디어와 과정의 통합을 제시하고 있다.

교육과정에서의 중심 아이디어는 어떤 학습에 초점을 맞추는 개념적인 인식의 눈을 제공하며, 이해의 핵심으로서 제공되는 많은 사실, 기능, 경험을 연결하고 조직하는 것에 따라 의미의 폭을 제공한다. 그리고 과학 교과에 전문적인 이해의 중심에서 아이디어를 제시하여, 교육과정과 학교 밖에서 ‘수평적이고’ ‘수직적’으로 활용하여 가치 있는 전이를 가능하게 해 준다(Wiggins & McTighe, 2005).

라. 핵심 역량 기반 교육과정(Core Competency-based Curriculum)

최근 들어 학교 교육과정과 관련하여 새롭게 주목을 받고 있는 것이 바로 핵심 역량(core competence)이라는 개념이다. OECD(2003)가 DeSeCo 보고서를 통해 현대 사회를 살아가는 학습자들에게 필요한 역량을 규명하고자 시도한 이후, 역량 담론의 교육과정적 시사를 탐구하려는 노력들이 이어져 왔다(소경희, 2007; 손민호, 2006; 유현숙 외, 2002a,

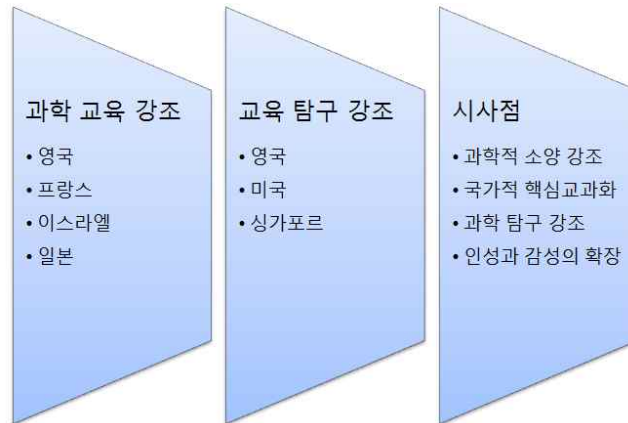
2002b).

OECD 보고서에 의하면, 핵심 역량이란 "개인의 성공적인 생활과 행복한 사회를 유지하기 위하여, 삶의 여러 영역에서 공통적으로 적용될 뿐 아니라, 모든 개인들 누구에게나 중요한 역량"을 의미한다(Rychen & Salganiki, 2003). 즉 핵심 역량이란 개인의 행복과 사회의 발전을 위하여 모든 사람들이 기본적으로 갖추어야 하며, 삶의 다양한 영역에서 중요하게 사용될 수 있는 역량에 해당하는 것이다.

핵심 역량 기반 교육과정은 미래 학습자들에게 필요한 핵심 역량을 기르기에 적합하도록 개발되거나 설계된 교육과정을 의미한다. Bruner의 이론은 핵심 역량과 교육과정의 관계에 대하여 중요한 시사점을 제공한다. 과학교육을 통해서 기르고자 하는 탐구력이나 문제해결력, 정보수집 및 처리능력 등은 과학을 가장 과학답게 가르칠 때, 자연스럽게 학습될 수 있기 때문이다. 즉 핵심 역량과 과학 지식은 서로 유기적으로 이루어지고, 과학 교과와 성격에 충실하게 가르칠 때 가능하다.

핵심 역량 기반 교육과정의 관점에 따르면, 어떤 내용을 가르쳐야 한다면, 그것은 학문적으로 가치가 있어서가 아니라 학습자의 역량 개발에 도움이 되기 때문이다. 이 교육과정은 교과 내용의 전달을 일차적 목적으로 하는 전통적인 의미의 학교 교육과정과 차별화된다. 즉, 역량 기반 교육과정은 교육과정을 개발하는 데 있어 과학 지식을 통한 핵심 역량의 개발이라는 관점에서 학습 내용을 선정하고 조직하는 것이다. 따라서 핵심 역량 기반 교육과정 설계에 있어서 지식과 핵심 역량은 상호 보완적인 관계이다.

3. 외국 과학과 교육과정의 동향



가. 과학교육의 강조

이 절에서는 영국, 미국의 켄터키 주, 프랑스, 이스라엘의 교육과정 편제를 살펴보았다. 영국, 프랑스, 이스라엘은 과학 강대국일 뿐만 아니라 국가 차원에서 과학교육을 강조하고 있는 나라이므로 비교 대상으로 선정하였다. 그리고 그 이외의 과학과 교육과정의 특징은 기타로 제시하였다.

(1) 영국

영국에서 국가 수준의 교육과정은 5~16세까지의 의무 교육 기간에 한하여 1988년에 처음 제정되었으며, 2000년에 개정되었다. 영국의 교육과정은 핵심 교과와 기초 교과로 나뉘는데, 초등학교와 중학교에서 영어, 수학, 과학을 핵심 교과로 지정하여 강조하고 있는 것이 특징이다. 2007년의 새로운 교육과정 개정 발표에서도 핵심 교과는 그대로 유지하고 있다. 영어, 수학, 과학이 핵심 교과로 지정된 이유는 언어, 수리, 과학적 방법에서의 능력이 다른 교과 공부뿐만 아니라 성인이 된 이후의 생활 측면에서도 기초가 된다고 보기 때문이다.

영국은 현재 2000년부터 개정된 교육과정을 적용하고 있는데, 교육과정은 핵심 교과와 기초 교과로 나뉘고 있다.

<표 V-5> 영국의 교육과정 편제

학교		핵심 교과	기초 교과	기타
의무 교육	초등학교 Key Stage 1~2	영어, 수학, 과학	디자인 및 기술, ICT 교육, 역사, 지리, 미술 및 디자인, 음악, 체육	종교교육
	중등학교 Key Stage 3~4	영어, 수학, 과학	디자인 및 기술, ICT, 역사, 지리, 미술 및 디자인, 음악, 체육, 시민교육	종교교육, 성교육, 진로교육
후기 중등학교		고등학교 및 직업 분야로 나가기 위해 진로에 따라 다양한 소수의 선택 과목 집중 이수		

(2) 프랑스

프랑스 교육과정을 보면, 저학년에서는 상대적으로 국어, 수학이 강조되지만 고학년으로 가면서 과학이 강조되고 있다. 고등학교 1학년의 경우, 교과별 시수인 ‘프랑스어 4’, ‘수학 3.5’, ‘제1외국어 3’, ‘사회(역사, 지리) 3’, ‘과학(생명 과학 및 지구과학, 물리와 화학) 5.5’로 과학이 가장 강조되고 있음을 알 수 있다.

(3) 이스라엘

이스라엘은 교육을 통한 과학 기술 인적 자원 개발을 통한 고 부가가치 산업 개발은 국가 경제 발전뿐만 아니라 국가 생존을 좌우한다. 그리하여 과학은 국가 경쟁력 제고 및 생존을 위한 국방 차원에서 매우 중요시된다. 이스라엘은 과학 기술이 차지하는 시수 비율이 16.2%로, 수학보다도 과학이 더욱 강조되고 있다(<표 V-6>).

<표 V-6> 이스라엘의 중학교 주요 과목 시수 비교(장진주, 서혜애, 송방호, 2003)

과목	이스라엘		한국 대비 이스라엘 비율
	총시수	%	
히브리어	360	10.8	81.4
영어	330	9.9	97.1
수학	420	12.6	112.3
자연과학/기술	540	16.2	144.4
총계	3,330	99.9	116.6

(4) 일본

아베총리는 Innovation 2025를 수립하고 제3기 과학기술기본계획(2006~2010)의 추진을 2007년 5월에 본격화하였다. 지속적인 경제성장과 풍부한 사회의 실현을 가능케하는 세계 최고 수준의 기술 시드(seeds)를 선정하여, 전략적으로 자원의 집중적인 투자와 연구개발체제 정비 등을 추진하며 이공계 인력 육성을 위한 ‘이공계 실험교실 프로젝트’, ‘여중고생의 이공계 진로선택 지원 사업’ 등을 진행하고 있다.

일본은 2006년 10월 역대노벨상 수상자 등 각계의 교육 관련 전문가 17명으로 구성된 교육 개혁 추진 정부 기관으로 ‘교육재생(再生)회의’를 출범하고 수학과 과학(이과)을 필수 과목으로 강화하는 방침을 세웠다.

2008년에는 ‘탈유토리 학습 지도 요령 개정’을 발표하였는데, 이것은 과학과의 수업 시수를 증가하는 내용으로 초등학교는 2011년, 중학교는 2012년부터 전면 실시되고 있다. 예를 들면, 과학과 수업 시수를 초등학교는 16% 증가시키고, 중학교는 33%를 증가시키고 있는데, 중학교 3년 동안 총 321시간을 학습하게 된다(일본 중학교 과학의 총 수업 시수는 385차시, 1차시는 50분). 또한, 과학 수업에 ‘관찰, 실험 등을 충실히 하는 시간을 확보’하도록 규정하고 있다.

일본은 새로운 교육과정이 전면 실시하기 이전에 ‘학습 지도 요령 개정’에 따른 이행 조치의 개요’를 발표하였는데, 2008년 중 철저히 내용 주지, 2009년부터 가능한 것은 선행하여 실시하도록 하고 있다. 초등학교는 총 수업 시수를 각 학년 주 당 1차시를 증가하도록 하고 있다.

(5) 기타

(가) 미국의 켄터키 주

미국의 경우는 국가 수준의 교육과정이 없고, 국가과학표준 (National Science Education Standards)이 있다. 국가과학표준이 국가 수준의 교육과정의 성격을 가지고 있다고 볼 수도 있으나 법적인 구속력이 없을 뿐만 아니라 편제와 관련해서는 아무런 정보도 제시하지 않고 있다. 따라서 보다 편제에 대한 정보를 제공하고 있는 켄터키 주의 교육과정을 살펴보았다. 켄터키 주에서 고등학교 졸업을 위해 요구하는 학기당 필수 과목 학점을 나타낸 것이다(신동희, 권호남, 김희백, 2004). 과학이 3학점으로 미국사를 포함한 사회 및 수학과 학점과 같다.

(나) 유네스코 과학교육 개선 권고

유네스코는 07년 7월 호주 퍼스(Perth)에서 세계과학기술교육회의(World Conference on Science and Technology Education)를 개최하여 과학기술교육의 발전을 위해 정책결정자들이 주목해야 할 11가지 이슈를 제시하고 이와 관련한 정책 권고를 채택하였다. 이를 기초로 08년 3월 ‘Science Education Policy-Making: Eleven Emerging Issues’를 발표하였다(<표 V-7>).

<표 V-7> 영국의 교육과정 편제

이슈	정책 권고
학교 과학교육의 목적 명확화	<ul style="list-style-type: none"> 교육대상, 방법, 평가 등을 구체화하기 위해서 교육단계별 명확한 교육목적 제시 대상에 따른 중등과정 과학교육 교육과정을 구분 상급학교에서 과학기술을 전공할 학생들과 일반시민으로서 필요한 수준의 과학기술 지식을 습득할 학생들을 구분하여 교육
과학교육에서의 접근성과 평등성 제고	<ul style="list-style-type: none"> 여학생의 과학기술 교육 참여를 제한하는 유무형의 요인을 제거하여 여성 과학기술인의 양성 강화 과학지식의 습득을 어렵게 하는 문화적 장애요인들을 극복할 수 있는 방안을 강구 과학적 논리와 반대되는 종교적 믿음 등의 전통을 존중하면서 새로운 과학지식을 받아들일 수 있도록 배려
과학에 대한 흥미 제고	<ul style="list-style-type: none"> 과학에 대해 개인적 사회적 흥미를 제고시킬 수 있는 다양한 방법 모색 추상적인 과학교육에서 탈피해서 실제 생활과의 관련성 속에서 과학의 중요성을 강조하는 선진적 교수방법 개발
학교 교육에서의 과학과 기술의 관련성 제고	<ul style="list-style-type: none"> 과학과 기술을 분리한 기존의 교육틀은 과학에 대한 이해도와 관심도를 저하시키는 문제점 도래 과학과 기술이 어떻게 접목되면서 실생활에 사용되고 있는가에 대한 구체적 사례 제시를 통해 과학적·기술적 원리와 효용성 등을 통합적으로 교육
과학과 연구의 특성에 대한 이해	<ul style="list-style-type: none"> 과학이론과 연구방법에 대한 균형적 교육을 통해 과학탐구의 본질적 모습에 대한 학생들의 인식도 제고
과학적 소양(Scientific literacy) 제고	<ul style="list-style-type: none"> 과학교육을 받는 모든 학생들이 자신들의 필요에 맞는 과학적 소양을 확보할 수 있도록 교육과정 및 교수방법 개발 장래에 과학기술자가 되길 원하는 학생과 민주 시민의 과학적 소양만을 갖추기 위해 과학을 배우려는 학생들을 구분하여 각각에 적합한 맞춤형 교육과정을 제공 과학적 소양은 ‘과학 지식에 대한 이해와 이를 활용할 수 있는 능력’을 의미하며, 과학지식, 과학이해도, 과학지식의 활용능력 등으로 다양하게 번역
과학교육에서의 배움의 질	<ul style="list-style-type: none"> 과학지식의 단순 전달보다는 과학지식의 응용 능력을 제고할 수 있도록 교육의 방향 설정
과학교육에서의 정보통신기술의 활용	<ul style="list-style-type: none"> 교육의 효과성과 평등성이라는 관점에서 정보통신기술을 과학교육에 적극 활용할 수 있는 시스템 구축 정보통신기술을 활용함으로써 다양한 지식 전달이 가능하고, 학생들의 이해도와 분석 능력 향상 제고

이슈	정책 권고
과학교육에 대한 효과적인 평가방법 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 학교 과학교육의 학업성취도를 정확하게 파악할 수 있는 다양한 방법의 개발 • 단순히 지식을 테스트하는 평가방법을 지양하고, 지식의 적용능력을 측정할 수 있는 방법 고안
초등학교에서의 과학교육	<ul style="list-style-type: none"> • 초등학교의 과학교육은 현재의 교육과정과는 확연히 다른 프로그램이 도입 • 학생들이 자연현상을 더욱 많이 접하게 함으로써 자연에 대한 흥미를 지속적으로 유지 • 초등학교에서는 자연현상과 관련된 다양한 경험을 쌓도록 하고, 개념이나 가치 중심의 교육은 중등학교 이상에서 실시하는 교육이 더욱 효과적
과학교사들의 능력개발	<ul style="list-style-type: none"> • 과학교사들의 능력개발 프로그램을 활성화할 수 있는 정책 마련

나. 과학 탐구의 강조

(1) 영국

영국의 국가 과학교육과정은 ‘학습프로그램(Programme of Study)’와 ‘성취 목표(Attainment target)’로 나누어 구성된다. ‘학습프로그램’에서는 ‘지식, 기능과 이해(Knowledge, Skills and Understanding)’라는 제목으로 과학 내용을 과학 탐구, 생명 활동 과정과 생물, 물질과 그 성질, 물리적 과정의 네 개의 영역으로 나눈 후, 각 영역에서 가르쳐야 할 내용을 주요 단계(Key Stage)별로 구분하여 제시하고 있다. 과학탐구 영역의 성취 목표는 ‘수준1’에서 ‘수준8’로 세분화 되어 있다(Qualifications and Curriculum Authority, 2007a; 2007b; 2008).

<표 IV-8> 영국의 과학과 교육과정 구성 체제

1. 학습 프로그램
 가. 지식, 기능과 이해
 -과학 탐구
 -생명 활동 과정과 생물
 -물질과 그 성질
 -물리적 과정
 나. 학습의 폭
 -STS 맥락, IC 활용, 의사소통, 건강과 안전 등 강조
 2. 성취 목표수준: 수준1~수준8, 탁월한 수준

수준	성취 목표
수준1	- 직접 관찰하는 간단한 형태의 물체, 생물, 사건에 대해 적절하게 기술하거나 반응한다.
수준2	- 무엇인가를 발견하는 방법에 대한 제안에 도움을 받으면서 반응하고, 문제에 답하기 위하여 데이터를 수집하는 방법을 스스로 제안한다. - 정보를 찾기 위해 도움을 받으면서 지정 도서를 이용한다. - 제공된 간단한 장치를 사용하고, 과제와 관련된 관찰을 한다. (이하 중략)
탁월한 수준	(생략)

(2) 미국

과학 탐구는 NRC(1996, 2011)의 ‘과학교육 내용표준(Content Standards)’의 8개 범주 중 하나이다. 과학 탐구는 과학의 통합 개념과 과정, 탐구로서의 과학, 물상 과학, 생명 과학, 지구 및 우주과학, 과학과 기술, 개인과 사회적 견지에서의 과학, 과학의 역사와 본성 등이 포함되어 있다. 또한 ‘과학 탐구지도를 위한 종합 해설서’에 해당하는 ‘Inquiry and the National Science Education Standard(Olson & Loucks-Horsley, 2000)’를 별도로 개발하였다. ‘학습 프로그램’은 구체적인 학습 내용을 기술한 것으로 ‘지식, 기능과 이해(Knowledge, Skills and Understanding)’와 학습 내용을 어떠한 맥락에서 가르쳐야 하는지를 나타내는 ‘학습의 폭(Breath of Study)’으로 구분되고, ‘지식, 기능과 이해’의 네 영역 중 한 영역으로 ‘과학 탐구’를 강조하고 있다. ‘내용 표준’에서 학년군별로 각 내용표준의 영역에 해당되는 목표를 구체적으로 제시하고 있다. 특히 특징적인 것은 과학 탐구의 구체적인 목표들과 수업 활동을 예시를 통해 상세히 설명하고 있다(<표 V-9>).

<표 V-9> 미국 교육과정에서 과학탐구영역(예시)

구분	K~4	5~8	9~12
과학의 통합 개념과 과정	<ul style="list-style-type: none"> 과학적 탐구 수행에 필요한 능력 과학적 탐구에 대한 이해 (아래 상세 예시 참조*) 	<ul style="list-style-type: none"> 과학적 탐구 수행에 필요한 능력, 과학적 탐구에 대한 이해, 	<ul style="list-style-type: none"> 과학적 탐구 수행에 필요한 능력 과학적 탐구에 대한 이해
탐구로서의 과학			
물상과학			
생명과학			
지구 및 우주과학			
과학과 기술			
개인과 사회적 견지에서의 과학			
과학의 역사와 본성			

(K-4학년의 '탐구로서의 과학' 수업 활동 예)

<p>▷내용기준 A: K~4 학년의 학습 활동을 통해 모든 학생들은 다음과 같은 능력과 이해를 발달시켜야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 과학적 탐구 수행에 필요한 능력 <ul style="list-style-type: none"> - 주변 환경내의 물체, 생물, 사건에 관한 문제 제기: 여기에서는 학생들이 과학 지식과 자신들의 관찰을 결합하여 답할 수 있는 문제를 제기하는 것을 강조한다. 학생들은 믿을만한 과학 정보원이나 자신들의 관찰과 탐구를 통하여 얻은 정보를 이용해 제기한 문제에 답할 수 있어야 한다. - 간단한 탐구의 설계와 수행: (생략) - 자료를 수집하고 감각을 확장하기 위한 간단한 장비와 기구의 사용: (생략) - 자료를 이용한 합리적인 설명의 구성: (생략) - 탐구와 설명에 관한 의사소통: (생략) • 과학적 탐구에 대한 이해 <ul style="list-style-type: none"> - 과학적 탐구는 문제를 제기하고, 해답을 찾고, 그 해답을 과학자들이 이 세계에 대해 이미 알고 있는 내용과 비교하는 활동을 포함한다. <p>(생략)</p>

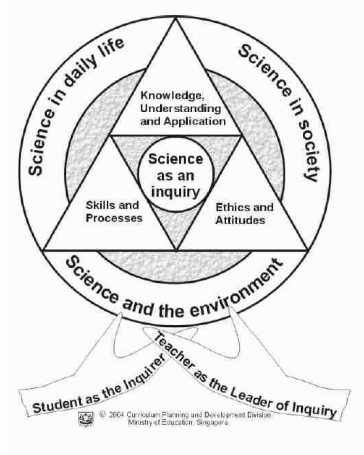
(3) 싱가포르

싱가포르의 교육과정은 주제 중심으로 내용을 제시하고 있으며, 각 주제에 대한 세부적인 설명을 학습결과물(Learning Outcomes)과 비고(Remarks)의 형태로 제시하고 있다 (Ministry of Education Singapore, 2008a, 2008b, 2008c).

싱가포르의 교육과정은 과학 탐구를 별도의 독립된 내용으로 분리하고 있다. 2007 개

정 초등 교육과정에서는 전체적인 과학교육과정의 틀을 모형으로 제시하고 있으며 그 핵심으로 과학 탐구를 강조하고 있다(Ministry of Education Singapore, 2008a, 2008b). 과학 탐구는 ‘지식, 이해, 적용’, ‘기능과 과정’, ‘윤리와 태도’가 통합되는 영역에서 수행되며, 전체 교육과정 모형에서 ‘탐구자로서의 학생’, ‘탐구지도자로서의 교사’를 강조하고 있다. 상황적으로는 ‘일상생활 속에서의 과학’, ‘사회 속에서의 과학’, ‘과학과 환경’으로 연결되도록 하고 있다.

<표 V-10> 싱가포르 교육과정의 과학 탐구

과학 탐구	지식, 이해, 적용	기능과 과정	윤리와 태도
	<ul style="list-style-type: none"> · 과학적 현상, 사실, 개념과 원리 · 과학적 어휘, 용어, 기호 · 과학적 기구와 장치, 기술과 안전의 측면 포함 · 과학적, 기술적 적용 	<ul style="list-style-type: none"> - 기능 <ul style="list-style-type: none"> · 관찰 · 비교 · 분류 · 기구와 장치 사용 · 의사소통 · 추론 · 가설설정 · 예측 · 분석 · 가능성 생성 · 평가 - 과정 <ul style="list-style-type: none"> · 창의적 문제해결 · 의사결정 · 탐구 	<ul style="list-style-type: none"> · 호기심 · 창의성 · 통합성 · 객관성 · 개방성 · 인내심 · 책임감

과학 탐구 해설서를 바탕으로 ‘탐구를 통한 교수학습’이라는 절에서 탐구의 정의 및 탐구를 통한 교수학습의 특징, 탐구의 수준, 탐구 학습에 대한 오해 등을 자세히 기술하고 있다. 과학과 교육과정은 각 주제에 대해서 주요 탐구 질문(Key Inquiry Questions)을 제시하고 주제마다 세 영역 ‘지식, 이해와 응용’, ‘기능과 절차’, ‘윤리와 태도’로 구분하고, 각각에 해당하는 성취 목표를 제시하고 있다(Ministry of Education Singapore, 2008a, 2008b, 2008c). 예로 ‘순환’에 해당하는 내용과 그에 대한 성취 목표를 자세히 기술하고 있다.

<표 V-11> 싱가포르 교육과정에서 과학 탐구영역의 성취 목표(예시)

순환: 자연에는 반복되는 변화 규칙이 존재한다. 이러한 순환의 예는 생물의 일생 그리고 물의 순환이 있다. (...) * 초등학교 3, 4학년 ** 초등학교 5, 6학년			순환에서의 핵심 탐구 문제: <ul style="list-style-type: none"> ● 일상생활 속의 순환에는 무엇이 있는가? ● 어떻게 삶에서 순환이 중요한가? 		
학습결과					
지식, 이해, 응용	기능과 절차	윤리와 태도			
(식물과 동물의 순환)					
* 다른 물체는 다른 일생을 가지고 있음을 이해했음을 보여라. <ul style="list-style-type: none"> - 식물 - 동물 ** 생물체는 개체종을 연속시키기 위해 번식하고, 부모에서 자식으로 양도된다는 것을 이해했음을 보여라.	* 시간이 지남에 따라서 씨에서 시작되어 자라는 식물의 순환을 관찰하고 비교하여라. * 시간이 지남에 따라서 동물의 순환을 관찰하고 비교하여라. ** 식물이 번식하는 다양한 방법을 조사하고 발견한 것을 토의하라.	* 식물과 동물 주변을 조사하는 호기심을 보여라. 그리고 자신이 발견한 것에 의심을 보여라. * 자신의 애완동물처럼 식물과 동물에 대해 책임을 가진 관심을 보여라. * 개별 학습과 집단 학습에 가치를 가져라. ** 식물과 동물 주변을 조사하는 호기심을 보여라. 그리고 자신이 발견한 것에 의심을 보여라.			

다. 시사점

세계 주요국의 과학과 교육과정 동향에서 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같이 정리된다.

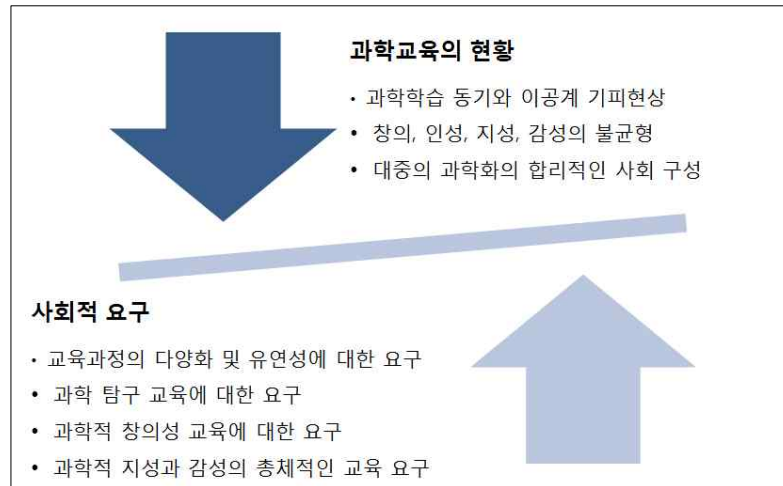
첫째, 과학교육을 개인이 민주 시민으로서의 삶을 살아가는데 필수적 지식과 과학적 소양으로서 강조하고 있다. 특히 일본의 경우, 2008 개정 교육과정의 모토를 “살아가는 힘”에 초점을 맞추어 과학교육을 강조하고 있다.

둘째, 과학교육을 국가 경쟁력의 근간임을 강조하고, 국가 주도적으로 과학교육 정책 수립을 시행하고 있다. 분권화, 개방화를 교육에 기본 방향으로 추진하던 국가들도 과학교육의 중요성을 국가 경쟁력의 핵심 인자로 인식하고 범국가적 차원에서 과학교육의 중요성을 강조하고 있다.

셋째, 과학의 탐구를 구체적이며 적극적으로 과학교육과정에 포함시켜 학생들이 살아가는데 필요한 기술을 효과적으로 가르치고자 노력하고 있다.

넷째, 과학교육의 영역을 개인과 사회적 견지에서 과학, 과학의 역사와 본성, 뿐만 아니라 윤리와 태도, 건강과 안전, 의사소통 등의 인성 및 감정 부분으로 확장하고 있다.

4. 과학교육의 현황 및 사회적 요구



가. 과학교육의 현황

(1) 과학학습 동기(Motivational constructs)와 이공계 기피 현상

지난 10년 동안 우리나라의 과학기술교육 관련 학계에서는 학생들의 과학학습에 서의 낮은 정의적 성취와 이공계 기피 현상을 해결하고자 다양한 시도를 하였지만 커다란 실효를 거두지 못한 것으로 나타났다. 과학교육의 경우, 국제학업성취지표에 나타난 과학 학습과 정서의 불균형은 심각하다. 통계결과에 의하면, PISA(국제학업성취도 평가)에서 우리나라 학생들은 OECD 회원국 중 읽기 1~2위, 수학 1~2위, 과학 2~4위이고, TIMSS(국제수학·과학성취도평가연구)에서 우리나라 중학생의 수학 성취도는 2/50위였고, 과학 성취도는 5/50이었다(2007). 그러나 학습자 개인이 가지고 있는 교육의 내적 요소는 이러한 최상위권의 학업성취도 결과와는 대조적으로 나타났다. PISA 2006 지표 중, 우리나라 학생들의 과학에 대한 흥미 55/57위, 즐거움 51/57위, 과학에 대한 외적 동기 53/57위, 자아효능감 56/57위로 조사되었다(이미경, 손원숙, 노언경, 2007). 특히 PISA 2009 지표 중 ‘통제전략’(자기학습 관리능력)은 최하위권인 58/58위로 조사되었다. TIMSS 2007도 유사한 결과를 보였다. 우리나라 중학교 2학년 학생들이 가진 수학·과학학습에 대한 자신감, 즐거움, 가치인식 지수는 국제 평균보다 낮게 나타났다. 그리고 ‘자신감’은 수학 43/50위, 과학 27/50위, ‘즐거움’은 수학 43/50위, 과학 29/50위이며, ‘가치인식’ 지수가 높은 학생의 비율은 수학 45/50위, 과학 26/50위로 나타났다(김경희 외,

2008).

이러한 수학과 과학에 대한 자신감, 즐거움, 가치인식 등과 같은 정의적 영역의 저조는 과학기술분양의 진로 기피 등으로 나타나게 되어 우수한 과학기술인력의 양성 및 공급에 상당한 차질을 초래할 수 있다. 대학수학능력시험 총 응시자 중 자연계 지원율은 1998년 42.4%, 2000년 34.8%, 2002년 26.9%, 2005년 28.9%, 2008년 24.2%와 같이 지속적으로 감소하고 있다. 4년제 대학 입학시험 지원율의 경우, 1995년 자연계 지원율이 41.7%로 인문계(39.7%)에 비해서 높았던 반면 2001년에는 자연계 지원율이 40.8%로 인문계(41.4%)보다 낮았다(교육통계서비스, <http://cesi.kedi.re.kr/index.jsp>). 이러한 현상이 지속된다면, 우리나라는 향후 5년에서 15년 사이 국가 과학기술 경쟁력의 저하가 예상된다(백운수 외, 2011b). 따라서 학생들의 과학기술에 대한 흥미 유발과 지속을 위한 접근이 필요하다.

(2) 창의·인성, 지성과 감성의 불균형

2012년 APEC 교육장관회의에서 이주호 교육과학기술부장은 현재 학교폭력의 근본 원인을 인성 및 정서 교육의 부재와 학력만 중시하는 성적 중심의 서열화 풍토라고 하였다(사이언스타임즈, 2012. 05. 23). 교육의 본질은 인간을 인간답게 기른다는 근본 목표를 위하여, 지적, 사회적, 정서적, 신체적, 영적·도덕적 등 총체적인 인간성의 교육을 위한 전인교육이다. 그러나 과학기술산업 사회가 진행됨에 따라 직업인, 기능인 양성을 위한 경쟁교육에 치중하였다. 그 결과, 수단적인 가치를 가진 지식을 중요시하여 교과 위주의 지적 능력 개발에 편중되고, 본질적인 가치를 가진 사회·정서적 교육이 무시되고 있다. 이로 인하여 사회 속의 관계에서 필요한 도덕성과 가치관의 결여, 황금만능주의, 비인간화에 대한 문제가 발생하고 있다.

인류학자 Margaret Mead가 말한 ‘세상을 바꾼 사람은 사려 깊은 사람들’이라는 것과 같이, 21세기는 타인과 정서적 공감대를 이끌어내는 사람이 중심이 되는 창조지식인의 사회로 진화한다(백운수 외, 2011b; Pink, 2006). 아동과 청소년기에 형성된 사회·정서적 능력은 성인기의 사회생활에 적응하는데 직접적인 영향을 주기 때문에 이를 위한 실질적인 교육이 시급하다(Coie *et al.*, 1992, 1995). 성격이나 인성의 기본이 형성되는 시기에 학습 쪽의 자극만 주다보면 정서나 대인관계 등에 어려움을 호소하는 경우가 많다. 행복한 사람들의 예를 살펴보면, 긍정적인 성향을 가지고, 자신의 감정과 타인의 감정을 잘 이해하며 공감하는 능력을 구비함으로써 다른 사람들과 원만한 인간관계를 형성하고 있다(문용린 외, 2010). 특히 무엇보다도 자기 자신에 대한 긍정적인 생각을 가지고 있기 때문에 세상을 긍정적으로 보고 웬만한 좌절에도 굴하지 않고 오뎅이처럼 다시 일어날

수 있는 특성을 지닌다.

최근 발표된 교육관련 지표나 사회적 상황을 살펴보면, 현재 우리나라 교육 및 과학 교육에 대한 전면적인 검토가 필요함을 보여준다. 전국 초·중·고등학교의 자체 심의결과, 학교의 폭력 심의 건수가 2010년 7,823건에 이른다(관계부처합동, 2012월 2월 6일 보도 자료). 한국직업능력개발원이 2001년부터 2010년까지 중학교 3학년 학생 12만7493명과 고등학교 2학년 학생 4만7675명의 자료를 분석한 결과, 중등학생들의 수리·논리력은 향상되었지만, 자연친화력, 창의력, 자기성찰력, 의사소통력 등과 같은 전인적인 부분은 퇴보하였다(뉴시스, 2012년 5월 15일). 또한 ‘2012년 어린이·청소년 주관적 행복지수 국제 비교’의 결과에 의하면, OECD 국가 중 ‘최하위(69.29/100점)’로 4년 연속 꼴찌를 하였고, 22위인 헝가리(84.82)와도 15점 이상 차이가 나타났다(세계일보, 2012년 5월 4일). 교육과학기술부와 16개 시도교육청이 파악한 결과에 따르면 2006~2010년 5년간 자살한 학생은 총 735명으로, 이들은 가정불화, 염세비관, 성적불량, 이성 관계, 신체결함의 등을 이유로 자살을 한 것으로 나타났고(연합뉴스, 2011년 12월 26일), 초등학생 10명 중 1명은 자살 충동을 느낀다는 것이다(세계일보, 2012년 5월 4일).

요약하면, 우리나라 학생들은 학교 폭력에 노출되어 있으며, 전인적 능력 발달의 부족과 행복하지 않다고 느끼면서 삶을 살고 있다. 긍정적 사고와 행복을 느끼는 것은 능력이며 교육 받고 연습해야 하는 습관이다(경향신문, 2012년 5월 9일). 정서적 만족이 없는 청소년들은 낮은 주의집중, 과민함, 대인갈등, 사회적 고립, 학업수행의 실패를 경험할 수도 있고, 이로 인하여 학업실패, 중퇴, 빈곤, 대인관계 갈등, 때로는 자살까지 초래할 수도 있다(Micheal & Crowley, 2002). 실제로 현대 사회에서는 발병하고 있는 정신장애를 치료하고, 이로 인한 사회적 문제가 발생하고 생산성의 손실이 발생하고 있다. 즉 개인들의 사회정서의 건강 문제로 인하여 사회적, 정서적, 경제적 대가를 치르고 있는 것이다(Coie *et al.*, 1993).

과학교육은 자연, 인간, 문명에 대한 현대 과학적 이해를 토대로 창의적이고 합리적으로 문제를 해석하고 해결하며, 과학과 관련된 다양한 사회 문제를 비판적으로 판단할 수 있는 기본적인 능력을 함양하고자 한다. 그러나 광우병, 핵폐기장, 소각장 설립 등과 같은 사회 및 과학사회 이슈의 경우, 과학적 증거나 합리성만으로는 타인을 설득할 수 없다는 것을 보여준다. 즉 과학적 사고와 의사소통, 토론, 과학적 증거주의적 접근과 더불어 사회정서능력의 교육이 필요하다는 것이다. 과학교육은 과학 지식과 윤리 의식을 갖추게 하는 수준뿐만 아니라, 원활한 소통을 토대로 적극적으로 타인을 이해하고 배려할 줄 아는 인성 또한 함양해야 한다(김영식, 2007, 2009; 스노우, 2001; 호프만, 1996). 즉 과학교육은 학생들의 창의·인성, 지성과 정서를 균형 있게 발달시킬 수 있는 방향으로

교육의 방향이 전화되어야 함을 의미한다. 이러한 교육은 또한 개인의 창의성 발현 및 국가 경쟁력의 발달에 토대를 마련해 줄 것이다.

(3) '대중의 과학화'의 합리적인 사회 구성

대중의 과학화는 개인의 과학적 소양(literacy)에 의존한다. 현대 대중문화에서의 과학의 위치, 현대 사회에서의 과학자의 역할은 교실에서 과학지식을 어떻게 가르치는가에 따라 좌우된다. 일반 사람들은 연구자나 첨단기술자의 소수 집단에 비하여 커다란 힘을 지닌 소리 없는 대중이다. 일반 시민들의 과학적 소양이 낮다는 점은 국내 기관의 조사 결과에서 우리나라 국민은 과학기술에 대한 상대적 관심도와 분야별 이해도가 다른 국가에 비해 낮은 것으로 나타났다(조숙경, 2004).

그동안의 과학 문화 활동은 주로 가시적 과학 활동을 보여줌으로써 일반인에게 과학이 즐겁고 흥미롭다는 인식을 갖도록 하는데 기여하였다. 그러나 과학의 대중화는 과학이 일반인에게 보다 가깝게 다가도록 했다는 장점을 가지고 있으나, 일반인이 삶에서 과학, 과학적 태도, 논리적이며 합리적 사고, 탐구능력, 문제해결 능력 등을 이용하여 추구하도록 하는 과학적 소양의 함양에는 기여하지 못하였다.

한편 현재 한국 사회는 다문화 가정이 증가하면서 사회 구성원도 점차 다양화 되어가고 있다. 사회가 발전함에 따라 사회 구성원의 다양화 현상은 더욱 가속될 것이다. 따라서 우리 사회는 합리적이고 다양성을 인정하는 문화를 형성할 필요가 있으며 이는 교육을 통해서 이루어질 수 있다.

과학교육은 모든 사람들이 자연과 이로부터 생성된 과학기술 지식을 단순히 이해하는 수준을 넘어서 자연, 인간, 문명에 대해서 현대 과학적 이해를 토대로 창의적이고 합리적으로 문제를 해석하고 해결하며, 과학과 관련된 다양한 사회 문제를 비판적으로 판단할 수 있는 기본적인 능력을 갖추도록 하는 데 기여해야 한다. 게다가 과학기술교육은 단순히 과학기술과 관련된 윤리 의식을 갖추게 하는 수준뿐만 아니라, 원활한 소통을 토대로 적극적으로 타인을 이해하고 배려할 줄 아는 인성 또한 함양할 수 있도록 해야 한다(김영식, 2007, 2009; 스노우, 2001; 호프만, 1996). 이러한 과학적 소양을 강조한 과학교육은 개인의 창의성 발현 및 국가 경쟁력의 발달에 토대를 마련해 줄 수 있다.

나. 사회적 요구

(1) 교육과정의 다양화 및 유연성에 대한 요구

전 세계 과학기술정보 및 학교 교육을 둘러싼 국내외 환경이 급변하는 오늘날, 학교

과학교육이 이러한 변화에 탄력적으로 대응해야 한다는 요구가 과거 어느 때보다도 하는 강하게 제기되고 있다. 현대의 과학기술정보사회에 있어서, 국가적으로는 국가 경쟁력의 원동력을 교육을 통해 키우고자 하는 것이고, 학생과 학부모의 입장에서는 개인의 진학, 진로를 위한 경쟁력을 키우기 위한 것이다(김진숙 외, 2010).

21세기의 창조와 문화의 시대는 개인 및 사회의 다양성으로 특징지어진다. 미래 사회는 창의적인 사고, 상상력, 다양성의 수용, 과정적 지식, 감성적 기능이 더 중요해지므로 과거와는 다른 교육시스템이 요구된다. 교육과정 또한 다양하고 유연하게 제공되어야 할 것이다. 과거에는 사회나 교실이 유사한 집단 또한 동일한 집단의 성향이 강했기 때문에 동일한 교육과정을 가지고 모든 학교에서 그 교육적 효과를 기대할 수 있었다. 그러나 현재는 사회와 개인이 다양해지고 요구가 많아짐으로써, 학교 유형도 다양하게 변화하고 있다. 따라서 한 개의 교육과정으로 다양한 유형의 학교 교육을 수행하기에는 제한적이며 심지어는 불가능하다.

(2) 과학 탐구 교육에 대한 요구

1950년대 미국을 중심으로 한 탐구중심 교육과정 개혁 이래로, 과학 탐구의 중요성은 지속적으로 강조되고 있다. 과학탐구는 자연세계에 대한 과학자들의 연구방법 및 활동을 이해하고 과학 지식과 이해를 증진시키기 위한 학생들의 활동을 의미한다. 모든 학년의 학생들은 어느 과학 영역에서나 과학적 탐구를 수행할 기회를 가져야하며 문제 제기, 탐구의 설계와 수행, 자료 수집을 위한 적절한 도구와 방법의 사용, 증거와 설명의 관계에 대한 비판적이고 논리적인 사고, 대안적인 설명의 구성과 분석, 그리고 과학적인 주장과 같은 탐구와 관련된 사고와 행동 능력을 계발해야 한다(NRC, 1996). 탐구로서의 과학은 과학교육의 기초이며, 학생들의 활동을 선택하고 조직하는 궁극적인 원리이다.

탐구 수업을 비교적 많이 실시하는 다른 나라의 과학과 교육과정을 살펴보면, 과학 탐구를 내용 영역과 같은 수준에서 별도의 독립된 내용으로 제시함으로써 과학적 탐구가 과학에서 중요함을 명확히 드러낸다(이미경 외, 2004; 윤현진 외, 2009).

우리나라의 과학과 교육과정에서도 과학적 지식과 함께 탐구를 중요한 학습목표로 제시하고 있다. 그러나 많은 경우에 교육과정이 지식만으로 구성된 것으로 인식하고 있는 경향이 있고, 일선 학교 현장에서도 탐구를 과학교육의 중요한 목표로 인식하지 못하는 경우가 많다. 이것은 과학교육과정에서 다루는 주요 내용이 개념 중심이고, 탐구에 대한 내용은 암시적으로만 제시되는 경향이 있기 때문이다. 예를 들면, 교육과정에서는 내용 체계를 지식 영역과 탐구 영역으로 구분하여 제시하고 있다. 그러나 학습 내용에 따라 관련된 탐구활동을 나열하거나 또는 개념을 이해하기 위한 수단으로 탐구를 활용하는

수준이므로 이 역시 독립적인 내용 체계로 보기에 어려움이 있다(이미경 외, 2004). 또한 2007 개정 교육과정 및 2009 개정 교육과정에서는 내용 체계에 탐구를 구분하여 제시하지도 않고 있어, 이전의 교육과정보다 탐구에 대한 체계적인 안내가 부족한 것으로 나타났다.

(3) 과학적 창의성 교육에 대한 요구

창의성은 과학교육의 중요한 영역이다. 창의성은 호기심과 문제 제기, 관찰과 실험, 자료 수집 및 분석, 문제 해결이라는 과학적 탐구 과정에서 반드시 필요한 능력이다. 창의성은 내용 의존적이며 과학적 창의성은 구체적인 과학 탐구 활동 속에서 발현될 수 있다. 과학적 창의성 모델에는 과학적 탐구 기능들(scientific inquiry skills)이 포함되어야 한다(박종원, 2004).

하지만, 우리나라 과학과 교육과정에서는 창의성을 교육과정의 목표에 강조하였으나, 이에 대한 교육 방안에 대한 서술이 부족한 것으로 조사되었다. 과학적 창의성에 대한 교육과정은 다음과 같은 문제점을 갖는다. 첫째, 과학탐구를 위한 수업 시간이 부족하여, 문제해결과 탐구 활동을 수행하기 위한 수업 시간 확보가 필요하다. 둘째, 창의적 문제해결과 탐구 활동이라는 교육 목적에 부합하는 과학 교과 내용이 부족하다. 셋째, 과학 과목 내에서도 물리1, 화학1, 생물1, 지구과학1의 교과 내용이 분리된 채 개발되어, 동일한 내용이 중복되거나 유사 개념들이 서로 연계되지 않은 채 학습되고 있다.

(4) 과학적 지성과 감성의 총체적인 교육에 대한 요구

과학교육은 현대 과학적 이해를 토대로 창의적이고 합리적으로 문제를 해석하고 해결하며, 과학과 관련된 다양한 사회 문제를 비판적으로 판단할 수 있는 민주 시민으로서의 과학적 소양의 함양을 목표로 한다. 그러나 현대 사회의 과학사회 이슈는 과학적 증거나 합리성만으로는 타인을 설득할 수 없다는 것을 보여준다. 인류학자 M. Mead의 ‘세상을 바꾼 사람은 사려 깊은 사람들’이라는 것과 같이, 21세기는 타인과 정서적 공감대를 이끌어내는 사람이 중심이 되는 창조지식인의 사회이다. 즉 스마트(smart people)한 사람이 아니라 공감을 불러일으킬 수 있는 사람(sweet people)이 중심이 되는 사회가 도래할 것이라는 것이다.

아동과 청소년기에 형성된 감성은 성인기의 사회생활에 적응하는데 직접적인 영향을 주기 때문에 이를 위한 실질적인 과학의 본성이 포함된 과학교육이 시급하다. 과학교육은 과학 지식과 윤리 의식을 갖추게 하는 수준뿐만 아니라, 적극적으로 타인을 이해하고

배려할 줄 아는 인성 또한 함양해야 한다. 즉 과학교육은 학생들의 창의·인성, 지성과 정서를 균형 있게 발달시킬 수 있는 방향으로 교육의 방향이 전환되어야 함을 의미한다.

다. 과학과 교육과정 연구 방향

전 세계 과학기술정보 및 학교 교육을 둘러싼 국내외 환경이 급변하는 오늘날, 학교 과학교육이 이러한 변화에 탄력적으로 대응해야 한다는 요구가 과거 어느 때보다도 하는 강하게 제기되고 있다. 현대의 과학기술정보사회에 있어서, 국가적으로는 국가 경쟁력의 원동력을 교육을 통해 키우고자 하는 것이고, 학생과 학부모의 입장에서는 개인의 진학, 진로를 위한 경쟁력을 키우기 위한 것이다(김진숙 외, 2010). 학교 과학교육은 국가 과학과 교육과정을 기준으로 하고, 국가 과학과 교육과정은 학교 과학교육의 성공과 직접적인 관계가 있다. 따라서 국가 과학과 교육과정에 대한 지속적인 점검과 더불어 지속적인 연구와 개발의 노력이 필요하다. 즉 현행 과학과 교육과정의 적용 현황 및 실태 조사를 통한 실질적인 처방과 처치를 위한 연구를 통하여 학교 현장에서 과학과 교육과정의 방향을 잘 구현하고 있는지 등을 조사하여 문제점을 파악하고, 교육과정이 원활하게 진행될 수 있도록 안내하며 도와주는 연구들이 필요하다. 또한 미래지향적이며 거시적인 안목에서 과학과 교육과정에 대한 체계적이고 장기적인 논의 및 연구가 필요하다.

(1) 과학과 교육과정의 적용 현황과 문제점 분석

현행 과학과 교육과정을 학교 현장에 적용했을 때 나타나는 문제점 등을 총체적인 진단을 하여 과학과 교육과정이 추구하는 바를 위하여 올바르게 진행될 수 있도록 안내하며 도와주는 실질적인 처방과 처치를 위한 연구이다.

현행 과학과 교육과정이 학교 현장에서 효율적으로 실행되고 있는지와 같은 운영 실태 및 요구 등에 대한 실증적 조사가 필요하다. 2009 개정 교육과정과 과학과 교육과정의 경우, 과학과 교육과정 개정에 대한 기초 연구 및 시간의 부족으로 인하여 그 당시의 교육과정 개정의 쟁점사항을 제대로 파악하지 못하고, 그에 대한 논의도 제한적으로만 이루어졌다. 또한 교육과정 개발 단계에서 과학과 지도 및 평가의 관점을 적절히 고려하지 못해 교육과정의 실효성이 낮아질 가능성이 있다(노태희 외, 2011).

한편 2009 고등학교 과학과 교육과정 해설서는 “학생의 선택권을 강화하여 다양한 교육을 추구하려던 ‘제7차 교육과정’과 그 교육철학을 이어받은 ‘2007 개정 교육과정’은 현실적 어려움을 극복하지 못하고, 과도한 과목 분할에 의한 학력저하, 이공계 기피의 심화, 교수학습의 부담증가 등의 문제를 야기 시켰다는 비판이 있었다(한국과학기술한림

원, 2008).”는 것을 개정의 배경으로 제시하고 있다(교육과학기술부, 2010). 그리고 이를 해결하기 위하여, “2009년 7월 대통령 직속 교육과학기술자문회의가 국민공통기본 교육 과정을 9학년까지로 조정하고, 고등학교의 과도한 선택 과목을 정비하고, 모든 학생이 적어도 15단위 또는 20단위 이상의 과학을 반드시 이수하도록 하고 대학교육선수이수과정(UP)을 정규 교육과정으로 편성할 수 있도록 하는 ‘미래형 2009 교육과정’을 발표하였다”(교육과학기술부, 2010).

그러나 학생들이 과학을 어려워하여 학습을 기피하고 대학입학전형에서 과학 II 이수자가 우대받지 못하는 교육 현장에서 내용이 어려워지고 실제적인 시간은 늘리지 못한 2009 과학과 교육과정은 현실적 어려움을 극복하는 데 한계가 있을 것으로 예상된다.

따라서 과학과 교육과정의 실행의 현황 및 실태조사를 위하여 초중등 학교급별, 과학, 물리, 화학, 생명과학, 지구과학의 교과목별로 학교 현장의 적용 효과와 만족도, 그리고 문제점을 분석하는 연구가 필요하다.

(2) 교육과정 편성과 운영에 대한 점검

대학의 이공계, 인문사회계, 교육계의 교수진과 연구소 연구원, 기업 CEO 등을 대상으로 한 설문조사 연구에서 과학기술진흥의 장기적인 효과를 내기 위해 우선적으로 필요한 것으로, 연구 개발 지원에 이어 초중고 과학교육의 강화를 들고 있다(박영신, 김찬중, 2008).

<표 V-12> 과학기술진흥의 효과를 위해 해결해야 할 문제

연구개발 지원	초중고과학 교육강화	과학문화 확산	산학협력 력지원	이공계할 당제	이공계장 학금지원	국제협력 지원	합계
49 (33.3)	41 (27.9)	27 (18.4)	12 (8.2)	11 (7.5)	6 (4.1)	1 (0.7)	147 (100%)

여러 가지 문제들을 교육과정의 측면에서 해결하려고 할 때 가장 필수적인 것이 과학 수업의 시수이다(심재호, 신명경, 박선화, 2009). 교육과정의 편성 및 운영의 자율권을 확대하려고 개정된 제7차 교육과정(1997-2007)이 결과적으로 학생들에게 과학 학습의 기회를 제한하고, 과학 과목의 이수 수를 감소시킨 것은 과학교육의 경쟁력을 낮춘 된 원인으로 볼 수 있다(심재호, 신명경, 박선화, 2009).

학기당 이수 과목을 축소하여 학생들의 학습 부담을 경감시키고 과도한 선택 과목 분할로 인한 편중된 교육을 바로 잡으려는 취지에는 바람직하다. 그러나 국가 과학기술공

학의 경쟁력의 관점에서, 과학교육의 중요성 및 과학기술인력 양성을 고려할 때 기본적인 수준으로의 과학 교과목 이수 는 필수적이다(이우영 외, 2010).

한편, 과학을 중시하는 국가의 경우에는 과학을 핵심 교과로 지정하거나 과학 과목의 시수가 많은 것으로 조사되었다. 예를 들면, 영국과 이스라엘의 교육과정은 과학이 영어와 수학과 함께 핵심 교과로 지정되어 있다(이범홍 외, 2005b). 그리고 프랑스의 고등학교 1학년이나 이스라엘 중학교에서는 수학보다 과학의 시수가 많다. 따라서 현행 과학과 교육과정의 편성 및 운영에 대한 점검, 그리고 실질적인 교육의 효과 등을 조사하여 세계 여러 나라의 과학교육과정의 편성 및 운영과 비교분석할 필요가 있다.

(3) 과학과 교육과정 개발 체제 및 시스템 분석 연구

교육과정 개발은 사전 준비와 개발, 그리고 적용의 단계로 이루어진다. 사전 준비단계는 교육과정 개발에 필요한 이론 연구(개발의 철학 및 방향 탐색, 기존 교육과정에 대한 연구 결과의 분석), 교육과정과 관련된 여러 집단의 요구 조사 및 분석, 학교 과학과 교육과정에 대한 국가 사회의 요구, 학습자의 특성, 교육과정의 국제적 동향, 과학의 개념 체계 등과 관련된 충분한 사전 조사가 필요하다.

교육과정 개발 단계와 적용 단계는 실제 교육과정의 개발과 공청회를 통해 개발된 교육과정의 적용 가능성 탐색 등의 절차 등의 과정을 통해 이루어진다.

교육과정 개발의 사전 준비단계는 현행 과학과 교육과정에 대한 분석과 평가 및 교육과정의 국제 비교 연구와 학생, 교사, 학부모의 요구 및 의견에 대한 조사 등과 같은 기초 연구가 포함된다. 이러한 기초 연구의 결과에 근거하여 교육과정 총론의 개정 시안이 개발되며, 과학과의 교육 목표가 설정되고 과학과의 교육 내용의 선정되고 조직되기 때문에 교육과정 개발을 위한 기초 연구는 매우 중요하다(송희성 외, 2005).

그러나 우리나라 교육과정 개발의 경우, 지속적인 기초 연구와 개발의 전문성에 대한 심도 있는 고민보다는 개발의 필요가 더욱 중요한 요소가 되기도 한다. 특히 2009 개정 교육과정과 과학과 교육과정의 경우, 기초 연구를 통하여 교육과정 개정을 위한 정보와 시사점을 얻어내기에는 시간적으로나 인력적인 면에서 충분하지 않았다(노태희 외, 2011).

또한 개발 및 적용 과정에 있어서도, 교육과정의 총론 연구팀과 과학과 연구팀이 기초 연구 결과에 대하여 협의할 시간이 부족하여, 과학교육이 동향과 현재의 위치, 그리고 개발 내용의 타당성과 적용 가능성에 대해 제한적으로만 조사했을 가능성이 많다. 또한 이러한 과정은 교육에서 과학과가 분담해야 할 역할에 대하여 충분히 고민하지 못한 채로 과학과 교육과정이 개발되었을 수 있다.

따라서 교육과정 개발의 전문성과 독립성, 그리고 개발 및 실행과 평가의 일관성 있는 시스템 구축의 시사점 도출을 위한 기초 연구가 필요하다.

(4) 국내외 연구결과에 기초한 과학과 교육과정의 방향 설정

미래사회에 대비한 과학교육을 위하여, 보다 체계적인 국내외의 연구결과에 기초한 교육과정의 점검 및 개정에 대한 노력이 필요하다. 즉 최근 국내외 과학교육 연구 결과를 바탕으로 교육과정 개정을 정당화하고, 연구결과를 교육과정 문서에 적극 반영하는 노력이 필요하다. 그리고 과학교육 및 과학과 교육과정의 국제적 동향을 폭넓게 파악하고, 우리나라 과학과 교육과정에의 시사점을 추출하는 것 또한 중요하다.

과학과 교육과정의 내용을 선정할 때 TIMSS, PISA 등 국제 비교 연구에 사용되는 개념틀이나 연구 결과를 이용할 필요가 있다. 예를 들어, 수학과학성취도 국제 비교 반복연구(TIMSS-R)에서 물리 분야의 세부 영역 구성과 각각의 비율은 과학교육과정 국제비교연구(국립교육평가원, 1997)에 근거하므로, 우리나라의 과학과 교육과정과 TIMSS-R의 평가틀을 비교하는 것은 교육과정 구성에 있어서 또 하나의 시사점을 줄 수 있다(유준희, 2001). TIMSS-R과 같은 국제적 수준의 성취도 검사에서 교육과정에서 다루는 분량에 비해 성취도가 저조하거나 높게 나타나는 세부내용 영역을 파악하여 그 원인을 규명하기 위한 연구를 진행하고, 그 결과를 교육과정 내용 구성에 반영할 수 있다.

이와 같은 맥락에서 국제비교연구 결과를 통해 과학과 교육과정에 도입할 영역별 내용과 그 시기를 고려하는 것도 필요하다. 예를 들면, TIMSS 2003에서 우리나라 중학생들의 화학 영역의 성취도가 낮게 나타났고 생물 영역에서 생태계에 대한 이해가 상대적으로 부족한 것으로 나타났는데, 그 원인 중 하나로 과학과 교육과정에서 아예 다루지 않거나 아직 학습이 이루어지지 못한 내용이 다소 포함되어 있었던 점이 지적되었다(홍미영 외, 2006).

한편 교육 현장에서 탐구 수업을 비교적 많이 실시하는 것으로 나타난 다른 나라의 과학과 교육과정을 살펴보면, 과학 탐구를 내용 영역과 같은 수준에서 별도의 독립된 내용으로 제시함으로써 과학적 탐구가 과학에서 중요함을 명확히 드러낸다(이미경 외, 2004; 윤현진 외, 2009). 미국 국가과학교육 표준(NSSES)에서는 ‘탐구로서 과학’을 별도의 내용 영역으로 제시하고 있으며, 특히 캘리포니아 주에서는 ‘탐구와 실험’을 물리, 화학, 생물, 지구과학과 동일한 비중으로 제시한다.

그러나 우리나라의 교육과정에서 탐구는 별도의 독립된 내용 영역으로 다루어지지 않고 있다. 제6, 7차 교육과정에서는 내용 체계를 지식 영역과 탐구 영역으로 구분하여 제

시하였으나, 학습 내용에 따라 관련된 탐구활동을 나열하거나 개념을 이해하기 위한 수단으로 탐구를 활용하는 수준이므로 그 역시 독립적인 내용 체계로 보기에 어려움이 있다(이미경 외, 2004). 2007 개정 교육과정 및 2009 개정 교육과정에서는 내용 체계에 탐구를 구분하여 제시하지도 않고 있어, 이전의 교육과정보다 탐구에 대한 체계적인 안내가 부족하다.

미국, 영국, 싱가포르 등과 같이 탐구를 내용체계에 독립된 범주로 제시한 나라들의 경우에는 성취해야 할 탐구능력에 대한 기준을 구체적으로 명시하고 있다(이봉우, 2005; 윤현진 외, 2009). 또한 학생들의 인지적 단계에 따라서 갖추어야 할 세부적인 탐구능력의 성취 수준을 정하여 탐구요소들 간에 위계를 두어 제시하고 있다. 탐구 영역에서도 학년별 성취 기준을 설정하여 위계를 갖는 것이 필요하다.

(5) 미래 사회에 대비한 과학교육의 목표 점검

필요한 지식을 시간과 장소의 제한 없이 구할 수 있는 지식이 공유되는 지식 기반 사회에서는 새로운 지식을 창출하기 위한 교육이 강조된다. 즉 지식 기반 사회에서는 새로운 지식을 창출하는 능력, 정보를 찾아서 활용하는 능력, 주위 사람들과 원활히 의사를 소통하는 능력, 협동심이 교육의 중요한 목표가 된다(조난심, 2000, 조난심 외, 2001). 이러한 지식 기반 사회에서 추구해야 할 과학교육의 목표에 대한 체계적이면 총체적인 연구가 필요하다.

그동안 과학과 교육과정에서 강조한 목표들의 핵심은 학문지식(고전 중심 교육과정), 생활 관련 지식(생활중심 교육과정), 학문지식과 탐구력(학문중심교육과정), STS에 대한 지식(과학지식, 과학에 대한 지식, STS 관계에 대한 지식)과 의사결정능력이라고 할 수 있다.

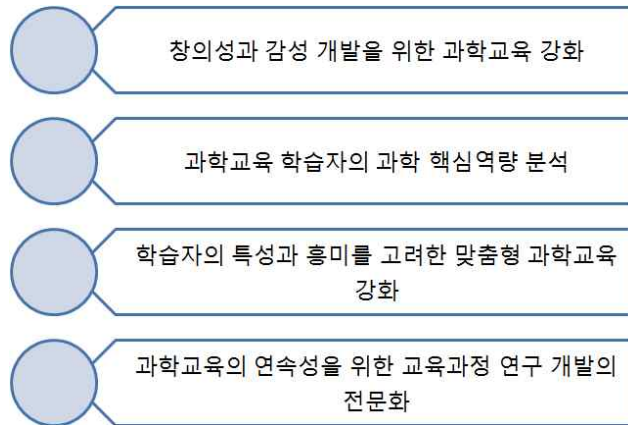
1980년대 이후의 과학교육의 궁극적인 목적이 과학적 소양 함양이라고 할 때, 2009 개정 교육과정에서야 핵심적인 목표들을 비로소 모두 포괄하였다. 그러나 시대사회적 변화에 따른 ‘과학적 소양’의 개념 정립과 이러한 목표들이 현대 사회에서 중시하고 총론에서 지향하는 교육의 목표를 모두 포함하고 있는지에 대한 숙고가 필요하다.

세계 각국의 교육과정에서는 정보의 수집, 관리, 활용 능력을 강조하고 있다. 교육과정 목표에서 핵심적인 창의력과 문제해결력에서도 지식과 정보의 수집 및 활용 능력이 중요하게 활용되므로, 정보의 수집, 축적, 공유, 활용을 교육과정에서 보다 강조할 필요가 있다. 특히 과학교육은 정보의 수집, 저장, 유통, 생산을 체험하기에 적합한 교과이므로(김주훈, 이미경, 2003), ‘정보를 수집하고 축적하고 유통할 수 있는 능력’을 기를 수 있도록 과학과 교육과정에서 정보의 수집, 축적, 공유, 활용을 포함하여 교육을 하는 것도

검토해 보아야 한다. 예를 들면, 미국의 경우, 1957년 Bruner의 과학교육과정부터 도서관/정보 교육을 명시적으로 강조하고 있다.

또한 제7차 과학과 교육과정과 2007 개정 과학과 교육과정에서 목표를 교과목별로 제시하고 있다. 그러나 초등학교 3학년에서 고등학교 1학년까지의 동일한 목표가 8년의 연령차에 관계없이 모두에게 의미가 있고 바람직한 지 검토해 볼 필요가 있다(이범홍 외, 2005b).

5. 과학과 교육과정 정책 제안



가. 창의성과 인성, 그리고 감성 개발을 위한 과학교육 강화

(1) 목표

창의성과 인성, 그리고 감성을 총체적으로 추구하는 과학교육과정을 개발한다. 과학교육에서의 인성과 감성은 합리성을 중시하는 과학적 태도, 자연을 탐구하는 정직성과 인내력, 과학자 공동체에서 과학 이론을 함께 만드는 과정에서 필요한 타인에 대한 존중과 배려와 협동 정신 등과 같은 과학의 본성에 기초한다.

(2) 배경 및 필요성

미래의 감성 기반 지식시대에 대비한 과학교육과정 개발의 지향점은 Global Soft Power로, 과학적인 창의성, 인성, 지성, 그리고 감성의 균형 잡힌 교육을 실시해야 한다. 왜냐하면 디지털 시대에서 성장한 N 세대들은 개인주의적 특성을 지니고 있으며, 합리성보다는 감성을, 구조보다는 개별성을 중시하기 때문이다. 개인, 기업, 국가의 경쟁력은 물질적 자산보다는 무형자원의 개발 능력과 상품화할 수 있는 개인의 창조적 아이디어, 타인의 공감을 불러일으킬 수 있는 감성, 통찰력, 정보 등의 지식 기반에 의해 결정된다. 따라서 미래 사회는 과학적 지식을 창출하고 적용하여 타인들과 공유하고 활용함으로써 지식의 부가 가치를 높일 수 있는, 과학적 지식 문화 및 창조 활동에 참여할 수 있는 능력을 갖춘 인간을 필요로 한다.

과학교육은 자연, 인간, 문명에 대한 현대 과학적 이해를 토대로 창의적이고 합리적으로 문제를 해석하고 해결하며, 과학과 관련된 다양한 사회 문제를 비판적으로 판단할 수 있는 기본적인 능력을 함양하고자 한다. 그러나 광우병, 핵 폐기장, 소각장 설립 등과 같은 사회 및 과학사회 이슈의 경우, 과학적 증거나 합리성만으로는 타인을 설득할 수 없다는 것을 보여준다. 즉 과학적 사고와 의사소통, 토론, 과학적 증거주의적 접근과 더불어 감성 교육이 필요하다.

인류학자 Margaret Mead가 말한 ‘세상을 바꾼 사람은 사려 깊은 사람들’이라는 것과 같이, 21세기는 타인과 정서적 공감대를 이끌어내는 사람이 중심이 되는 창조지식인의 사회로 진화한다. 따라서 아동과 청소년기에 형성된 감성은 성인기의 사회생활에 적응하는데 직접적인 영향을 주기 때문에 이를 위한 실질적인 과학의 본성이 포함한 과학교육이 시급하다. 과학교육은 과학 지식과 윤리 의식을 갖추게 하는 수준뿐만 아니라, 원활한 소통을 토대로 적극적으로 타인을 이해하고 배려할 줄 아는 인성 또한 함양해야 한다. 즉 과학교육은 학생들의 창의·인성, 지식과 정서를 균형 있게 발달시킬 수 있는 방향으로 교육의 방향이 전화되어야 함을 의미한다. 이러한 교육은 또한 개인의 창의성 발현 및 국가 경쟁력의 발달에 토대를 마련해 줄 것이다.

(3) 국외 현황

감성 교육은 미국을 중심으로 영국과 유럽, 호주 등에서 적극적으로 교육되고 있다. 감성 교육의 시작은 고대 그리스 Plato가 주장한 ‘좋은 성품의 시민을 양성하기(produce citizens of good character)’를 위해 학교에서 교육하는 시스템을 갖추어야 한다는 이야기에서 찾을 수 있다. 또한 근래의 많은 연구에서 감성의 발달이 교과학습수행에 긍정적인 효과가 있음을 증명하였다.

영국의 국가 과학교육과정의 ‘학습프로그램(Programme of Study)’은 ‘의사소통’과 ‘건강과 안전’ 등을 학습하도록 명시되어 있다. 미국은 과학 탐구를 학습하는데, ‘개인과 사회적 견지에서의 과학’, ‘과학의 역사와 본성’ 등이 포함되어 있다. 싱가포르의 2007 개정 초등 교육과정에서는 전체적인 과학교육과정의 틀을 모형으로 제시하고 있으며 그 핵심으로 과학 탐구를 강조하고, 과학 탐구는 ‘지식, 이해, 적용’, ‘기능과 과정’, ‘윤리와 태도’가 통합되는 영역에서 수행된다. 예를 들면, ‘순환’의 ‘윤리와 태도’에서 애완동물처럼 식물과 동물에 대해 책임과 관심을 가지도록 해야 하며, 개별 학습과 집단 학습에 가치를 갖도록 한다 등의 감성과 관련된 성취 목표를 명시적으로 기술하고 있다.

위에서 살펴본 것과 같이, 과학교육의 영역을 개인과 사회적 견지에서의 과학, 과학의 역사와 본성, 뿐만 아니라 윤리와 태도, 건강과 안전, 의사소통 등의 인성 및 감성 부분

으로 확장하고 있다.

나. 과학교육 학습자의 과학 핵심역량 분석

(1) 목표

학습자에게 적용한 과학 핵심역량의 적절성 여부를 분석하여 사회적 변화에 적극적으로 반영할 수 있는 방향으로 교육과정을 발전시킨다.

(2) 배경 및 필요성

핵심 역량 기반 교육과정의 관점에 따르면, 어떤 내용을 가르쳐야 한다면, 그것은 학문적으로 가치가 있어서가 아니라 학습자의 역량 개발에 도움이 되기 때문이다. 이 교육과정은 교과 내용의 전달을 일차적 목적으로 하는 전통적인 의미의 학교 교육과정과 차별화된다. 즉, 역량 기반 교육과정은 교육과정을 개발하는 데 있어 과학 지식을 통한 핵심 역량의 개발이라는 관점에서 학습 내용을 선정하고 조직하는 것이다.

핵심 역량 기반 교육과정은 미래 학습자들에게 필요한 핵심 역량을 기르기에 적합하도록 개발되거나 설계된 교육과정을 의미한다. Bruner의 이론은 핵심 역량과 교육과정의 관계에 대하여 중요한 시사점을 제공한다. 과학교육을 통해서 기르고자 하는 탐구력이나 문제해결력, 정보수집 및 처리능력 등은 과학을 가장 과학답게 가르칠 때, 자연스럽게 학습될 수 있기 때문이다. 즉 핵심 역량과 과학 지식은 서로 유기적으로 이루어지고, 과학 교과에 성격을 충실하게 가르칠 때 가능하다.

(3) 국외 현황

UNESCO 세계교육위원회는 21세기에 추구해야 할 교육의 방향을 ‘앎을 위한 교육’ ‘행동하기 위한 교육’ ‘함께 하기 위한 교육’ ‘존재하기 위한 교육’으로 설정하고, 교육의 원리를 다음과 같이 제시하였다.

<표 V-13> UNESCO 교육원리와 지향

교육원리	지향
앎을 위한 교육(learning to know)	통합적 사고력과 문제해결력을 기르는 교육
실천을 위한 교육(learning to do)	환경에 대한 창조적 대응력을 기르는 체험의 교육
더불어 살기 위한 교육 (learning to live together)	타인과 함께하는 참여와 협력의 교육
자아실현을 위한 교육 (learning to be)	자율성과 판단력, 책임감을 가지고 자아를 실현하며 살아갈 수 있도록 인격을 완성해주는 교육

OECD의 PISA 2004 보고서에 나타난 3대 핵심역량은 다음과 같다.

- 첫째, 도구를 상호교류하여 사용하는 능력(의사소통력)
- 둘째, 이질 집단에서 상호 교류하는 능력(협력 능력, 사회성)
- 셋째, 자율적으로 행동하는 능력(자기주도학습능력 또는 자기규제능력)

PISA와 OECD(2004)의 DeSECo project에서 학생들이 미래 사회의 구성원으로 갖추어야 할 자질을 교육을 통해 함양시키기 위한 수준에 따른 핵심 역량을 강조하였다.

<표 IV-14> UNESCO 교육범주와 핵심역량

범주	핵심 역량	
범주1	도구의 상호작용적 이용	언어나 상징, 텍스트를 상호작용적으로 사용할 수 있는 능력
		지식과 정보를 상호작용적으로 사용할 수 있는 능력
		기술을 상호작용적으로 이용할 수 있는 능력
범주2	이질적인 집단내에서의 상호작용	다른 사람들과의 좋은 관계를 맺는 능력
		협동할 수 있는 능력
		갈등을 관리하고 해결하는 능력
범주3	자율적으로 행동하는 능력	큰 그림(big picture)안에서 행동할 수 있는 능력
		생애계획과 개인적 프로젝트를 만들고 수행할 수 있는 능력
		권리와 gdal, 한계와 필요성을 주장할 수 있는 능력

핀란드를 포함한 몇몇 나라에서 OECD가 제시한 3대 핵심역량 증진을 위한 방향의 교육개혁으로 교육경쟁력을 세워가고 있다.

다. 학습자의 특성과 흥미를 고려한 맞춤형 과학교육 강화

(1) 목표

참신하고 재미있는 교육과정 및 내용을 개발하여 학생들의 과학에 대한 흥미 및 태도를 증진하고, 학습자의 특성에 고려하여 탐구 과학교육의 다양화 및 강화를 도모한다.

(2) 배경 및 필요성

우리나라의 학생들의 과학 성취도가 국제적으로 최고 수준을 나타내고 있음에도 불구하고 초·중·고등학생의 과학 학습에 대한 선호도, 흥미도가 세계 최하 수준인 것으로 조사되었다. TIMSS 2011와 PISA 2006 결과에 따르면 수학·과학에서 모두 성취도에 비하여 자신감이나 흥미가 지나치게 낮은 수준으로 나타났다. 성취도가 높은 우리나라의 학생들이 상대적으로 성취도가 낮은 국가(예, 미국 등)의 학생들보다 과학에 대한 자신감, 즐거움 등이 더 낮은 역설적 상황을 보여준다.

초·중·고등학생들의 과학 과목에 대한 성취도와 흥미도가 완전히 상반된 결과를 나타내고 있다는 점에서 과학학습에 대한 기피 현상은 분명히 존재하며, 과학 과목에 대한 흥미도를 개선하기 위한 노력이 절대적으로 필요하다.

정의적 영역이 인지적 성취나 학생의 진로 선택 등에 미치는 영향과 학생 시절에 가졌던 과학에 대한 인식이 성인이 된 이후에도 쉽게 바뀌지 않는다는 점 등을 고려하면, 국가사회적으로 볼 때 정의적 영역 전반에 만연한 과학에 대한 부정적 인식은 성취도 하락보다 더욱 중요한 문제이다. 따라서 반드시 과학교육과정의 개선 필요하다.

한편 교육 현장에서 탐구 수업을 비교적 많이 실시하는 것으로 나타난 다른 나라의 경우, 학생들의 과학 흥미도가 높은 것으로 조사되었다. 그들의 과학과 교육과정을 살펴보면, 과학 탐구를 내용 영역과 같은 수준에서 별도의 독립된 내용으로 제시함으로써 과학적 탐구를 중요하게 다루고 있다(이미경 외, 2004; 윤현진 외, 2009). 예를 들면, 미국, 영국, 싱가포르 등과 같이 탐구를 내용체계에 독립된 범주로 제시한 나라들의 경우에는 성취해야 할 탐구능력에 대한 기준을 구체적으로 명시하고 있다(이봉우, 2005; 윤현진 외, 2009). 학생들의 인지적 단계에 따라서 갖추어야 할 세부적인 탐구능력의 성취 수준을 정하여 탐구요소들 간에 위계를 두어 제시하고 있다.

그러나 우리나라의 교육과정에서 탐구는 별도의 독립된 내용 영역으로 다루어지지 않

고 있다. 제6, 7차 교육과정에서는 내용 체계를 지식 영역과 탐구 영역으로 구분하여 제시하였으나, 학습 내용에 따라 관련된 탐구활동을 나열하거나 개념을 이해하기 위한 수단으로 탐구를 활용하는 수준이므로 그 역시 독립적인 내용 체계로 보기에 어려움이 있다(이미경 외, 2004). 2007 개정 교육과정 및 2009 개정 교육과정에서는 내용 체계에 탐구를 구분하여 제시하지도 않고 있어, 이전의 교육과정보다 탐구에 대한 체계적인 안내가 부족한 실정이다.

(3) 국외 현황

우리나라 초·중·고등학교 학생들의 과학기술 분야에 대한 관심도를 조사 결과, ‘새로운 과학적 발견’과 ‘새로운 발명과 기술의 사용’ 등에 관한 관심도는 2004년에 비해 2006년도에 약간 낮아진 수준으로 나타났다. ‘새로운 과학적 발견’과 ‘새로운 발명과 기술의 사용’ 중 한 분야 이상에서 관심이 “별로 없다”라고 응답한 응답자들의 이유는 ‘재미없어서(44.4%)’, ‘어려워서(34.4%)’, ‘필요가 없어서(12.6%)’, ‘시간이 없어서(7.0%)’, 무응답(2.0%) 순으로 조사되었다.

ROSE 프로젝트 등을 이용한 과학교육의 흥미와 태도에 대한 국제적 조사를 실시하였다. ROSE는 ‘The Relevance of Science Education’의 약어로 과학과 기술 학습의 정의적 측면에 대한 국제조사 비교 프로젝트이다. 노르웨이를 중심으로 세계 40 개국이 참여하여 2001년~2004년에 조사가 이루어졌다. ROSE는 태도나 동기에 대한 조사로, 성취도를 조사하는 TIMSS나 PISA에 대한 보완적 성격에 해당한다.

세계의 각 나라에 학습자들의 특성과 흥미를 고려한 맞춤형 교육을 시도하고 있다. 대표적인 예로서, 대부분의 나라에서 영재와 부진아를 위한 특별 교육을 실시하고 있다. 영국은 성취 부진 문제를 제거하는 지원 체제를 마련하고, 프랑스는 학습 곤란을 겪는 아동을 위한, 개인별 교육 성공 프로그램(보충수업, 소그룹별 지도 및 자습 지도, 지역사회가 제공하는 독서 교실이나 숙제 도우미 프로그램 등), 개별화된 도우미 프로그램, 개인별 학습 방법 지도 정책을 실시하고 있다. 독일은 능력이 뒤지는 학생들을 위해 촉진 학습과 방과후 학교를 운영한다. 일본은 학년 향상 프린티어 사업(개별 지도)을 실시하고 있다. 호주는 소외 계층이나 기초 학력 부진 학생을 위한 맞춤형 교육, 우수 학생을 위한 확장 프로그램, 학습 장애 학생을 위한 학습 보조 프로그램을 운영한다.

이스라엘은 월반과 유급 제도를 활성화하고 영재 아동과 부진 아동을 위한 특별 프로그램 운영하고, 핀란드는 학습 부진 학생과 학습 장애를 가진 학생들의 학습 결손이 누적, 심화 되는 것을 막기 위하여 보정교육(remedial teaching)을 널리 활용하고 있다. 특히, 핀란드는 LUMA 프로그램의 10대 과제 중의 하나로, ‘특별 지원 조치: 영재 교육,

부진아 교육'을 제시하였다.

또한 국제적으로 여학생의 수학·과학교육 장려를 위한 다각적 노력이 추진되고 있다. UNESCO '2008 과학교육정책 개선을 위한 11가지 권고' 중의 하나로 여학생에 대한 장려 방안을 권고하고, 핀란드 LUMA 프로그램의 목표 중의 하나로 남녀 학생 평등을 제시하고 있다.

라. 과학교육의 연속성을 위한 교육과정 연구 개발의 전문화

(1) 목표

전문성을 갖춘 과학과 교육과정 연구 개발 기구 또는 과학교육센터를 설치하여 과학 교육과정의 목표 및 지향, 내용을 독립적이고 상시적으로 연구하고, 학교 수준의 교육과정을 개발하고 실행할 때 실질적이고 구체적인 도움을 줄 수 있도록 한다.

(2) 배경 및 필요성

교육과정 개발은 사전 준비와 개발, 그리고 적용의 단계로 이루어진다. 사전 준비단계는 교육과정 개발에 필요한 이론 연구(개발의 철학 및 방향 탐색, 기존 교육과정에 대한 연구 결과의 분석), 교육과정과 관련된 여러 집단의 요구 조사 및 분석, 학교 과학과 교육과정에 대한 국가 사회의 요구, 학습자의 특성, 교육과정의 국제적 동향, 과학의 개념 체계 등과 관련된 충분한 사전 조사가 필요하다. 사전 준비단계는 현행 과학과 교육과정에 대한 분석과 평가 및 교육과정의 국제 비교 연구와 학생, 교사, 학부모의 요구 및 의견에 대한 조사 등과 같은 기초 연구가 포함된다. 이러한 기초 연구의 결과에 근거하여 교육과정 총론의 개정 시안이 개발되며, 과학과의 교육 목표가 설정되고 과학과의 교육 내용의 선정되고 조직되기 때문에 교육과정 개발을 위한 기초 연구는 매우 중요하다.

또한 교육과정 개발 단계와 적용 단계는 교육과정의 총론 연구팀과 과학과 연구팀이 기초 연구 결과에 대하여 협의하며, 과학교육의 동향과 현재의 위치, 개발 내용의 타당성과 적용가능성 탐색 등의 절차 등의 과정으로 이루어진다.

그러나 우리나라 교육과정 개발의 경우, 교육과정 개정을 위한 지속적인 기초 연구와 개정연구진의 전문성에 대한 심도 있는 고려보다는 '개발의 필요성'이 더욱 중요한 개정 요소가 되기도 한다. 따라서 교육과정 개발의 전문성과 독립성, 그리고 개발 및 실행과 평가의 일관성 있는 시스템 구축을 위한 과학교육과정 연구 개발 기구의 설립이 필요하다.

한편 현대 사회는 교육과정 다양화에 대한 국가 사회 및 개인의 요구가 있다. 과거에

는 사회나 교실이 유사한 집단 또한 동일한 집단의 성향이 강하였다. 그리하여 동일한 교육과정을 가지고 모든 학교에서 그 교육적 효과를 기대할 수 있었다. 그러나 현재는 사회와 개인이 다양화되고 요구가 많아짐으로써, 학교 유형도 다양하게 변화하고 있다. 이제는 한 개의 교육과정으로는 다양한 유형의 학교 교육이 제한적 또는 불가능하다. 2009 교육과정에서도 학교 수준의 교육과정을 개발하여 실행하도록 하고 있다. 따라서 학교 수준의 교육과정을 개발하고 실행할 때 실질적이고 구체적인 도움을 줄 수 있는 과학과 교육과정에 대한 지원 체제(예를 들면, Science Education Center 등)가 필요하다.

(3) 국외 현황

과학교육의 선진국은 과학교육 전문 연구기구 또는 센터가 설립되어 운영되고 있다.

미국의 과학교육 전문 연구는 Center for Curriculum Materials in Science(CCMS)에서 진행되고 있으며, 여기에서 초중등과정의 과학/수학/기술교육을 위하여 국가적 인프라 구조를 구성하고 있다. 또한 American Association for the Advancement of Science는 미시간주립 대학, 노스웨스턴 대학, 미시간 대학을 중심으로 과학교육의 발전을 위해 STEM 교육 자료를 분석, 설계, 활용하는 것을 목적으로 운영되고 있는데, 과학재단(NSF)에서 지원을 하고 있다.

호주의 Curtin University of Technology에 소재한 Science and Mathematics Education Centre(SMEC)는 과학 수학 기술교육 분야의 400명의 학생, 300명의 박사가 상시 연구하는 세계적 규모의 센터이다(<http://www.smec.curtin.edu.au>).

영국의 King's College London에 소재한 Science & Technology Education Group은 과학교육의 국제적 센터로 영국 과학교육의 세계적인 선두화를 목적으로 설립되었다(<http://clearingatking.org/schools/sspp/education/research/groups/steg/>).

싱가포르의 National Institute of Education의 Learning Sciences and Technologies Academic Group은 학습 환경과 기술을 설계하기 위한 목적을 가지고 사회-문화적 맥락에서 학습을 이해하는 학문적 단체로 교사들이 교수학습의 설계를 하도록 하고 교사 모임의 연구자가 되도록 도와주는 것이 목적이다 (<http://eduweb.nie.edu.sg/LST/aboutus/default.asp>).

일본의 Center for Research on International Cooperation in Educational Development는 국제적 교육, 수학과과학교육, 특별지원이 요구되는 교육 등의 3가지 분야의 연구를 주로 담당하고 있다(<http://www.criced.tsukuba.ac.jp/en/index.htm>).

캐나다 토론토 대학의 Ontario Institute for Studies in Education(OISE) 산하의 The

Centre for Science Mathematics & Technology(SMT)는 1999년에 설립되어 과학, 수학, 기술 분야에서 다른 나라에 비해 앞서 나가기 위한 기관으로 학생, 학교, 교육자들을 위한 다양한 기회를 제공하고 있다 (<http://smt.oise.utoronto.ca>)

참 고 문 헌

- 교육과학기술부(2010). **2011년 업무보고 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한**
민국. 교육과학기술부.
- 강이철, 김희수, 엄우용, 최현중, 김성욱, 박혜진, 고범석(2007). **유비쿼터스 기반의 학**
교모델 개발 연구. 한국교육학술정보원.
- 강현석(2000). 지식기반사회'가 추구하는 지식 개념의 비판적 검토. **교육과정연구** .
18(1), 135-161.
- 경향신문(2012). 아이를 살리는 7가지 약속. 2012년 5월 9일
- 과학기술부·한국과학기술기획평가원(2005). **과학기술예측조사 Future 2030**.
- 관계부처합동(2012). **학교폭력근절종합대책**. 2012년 2월 6일 자료.
- 김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송(2008). **수학·과학 성취도 추이**
변화 국제비교 연구: TIMSS 2007 결과보고서. 한국교육과정평가원 연구보고
서 RRE 2008-3-3,
- 김영식(2007). **과학, 인문학, 그리고 대학: 과학과 인문학을 아우르는 학문 이야기**.
서울: 생각의 나무.
- 김영식(2009). **교육의 틀을 바꿔야 대한민국이 산다**. 매일경제신문사.
- 김영철(2006a). 학제 개편의 필요성 및 주요 쟁점. 미래사회 변화 전망과 학제. 제1회
학제 연구 정책토론회.
- 김영철(2006b). **한국교육 비전 2020: 세기의 대전환**. 한국교육개발원.
- 김영화(2001). 공교육 이념과 기능의 시대적 적합성. **교육사회학연구**, **11(2)**, 53-75.
- 김영화(2001). 공교육 이념과 기능의 효용성 및 시대적 적합성에 대한 고찰. **교육사회**
학연구, **11(2)**, 53-75.
- 김주훈, 이미경(2003). **과학과 교육 목표 및 내용 체계 연구 (I)**. 한국교육과정평가원
연구보고서 RRE 2003-4.
- 김진숙(2010a). **창의·인성교육의 현장 적용성 제고 방안**. 한국교육과정평가원 연구
보고서 CRO 2010-2,
- 김진숙(2010b). 왜 창의인재인가: 창의성 교육의 실효성 강화 방안. **2010년 제1차 미**
래교육공동체포럼. 교육과학기술부·한국직업능력개발원 진로정보센터.
- 나병현(2001). 학교 교육의 위기와 공교육 이념의 재검토. **아시아교육연구**, **2(2)**,

139-159.

- 나병현(2006). **미래사회의 교육양식과 평가체제 연구**. 교육인적자원부.
- 노태희, 노석구, 유준희, 오필석(2011). **현행 과학교육과정 실행의 실태 분석 및 차기 교육과정 개정의 방향 제안**. 한국과학창의재단보고서.
- 뉴시스(2012). 한국 학생들, 창의력·언어능력 등 떨어져. 수리력만 향상. 2012년 5월 15일.
- 류영달(2004a). **유비쿼터스 사회의 발전 단계와 특성**. CIO Report. 04-16호.
- 류영달(2004b). **유비쿼터스 사회의 발전단계와 특성**. 정보화 이슈 분석 보고서.
- 마인섭, 장훈, 김재한 (1997). 한국에서의 탈물질주의적 가치관의 등장과 사회적 균열 구조의 변화, **한국과국제정치(KWP)**, 13(3), 29-53.
- 마인섭, 장훈, 김재한(1997). 한국에서의 탈 물질주의적 가치관의 등장과 사회적 균열 구조의 변화. **한국과 국제정치**, 27(1), 29-52.
- 문용린, 최인수, 곽윤정, 이현주(2010). **창의·인성교육 활성화 방안 연구**. 한국과학창의재단 정책연구 2009-019.
- 박영신, 김찬중(2008). 초중등 과학교육혁신방안 연구: 과학 교과목 시수의 적정성. **국제과학영재학회지**, 2(1), 23-36.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안. **한국과학교육학회지**, 24(2), 375-386.
- 박현주, 김영민, 노석구, 정진수, 이은아, 유은정, 이동욱, 박종원, 백운수(2012). 과학교육 내용표준 개발, **한국과학교육학회지**, 32(4), 729-750.
- 백운수, 김영민, 노석구, 박현주, 정진수, 유은정, 이은아, 이동욱(2011a). **과학교육 내용표준 개발연구**. 한국과학창의재단 연구보고 2010.
- 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종원, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011b). 우리나라 STEAM 교육의 방향. **학습자중심교과교육연구**, 11(4), 149-171.
- 법무부 출입국·외국인정책본부(2011). **2010 출입국·외국인정책 통계연보**. 발간등록번호: 11-1270000-000465-10.
- 사이언스타임즈(2012), 세계의 미래를 알려면 교육을 보라: 제 5차 APEC 교육장관회의. 2012. 05. 23.
- 서울경제신문 (2009.11.2.). 과학적 창의인재가 나라의 미래를 바꾼다. 2009년 11월 2일 (<http://economy.hankooki.com/ArticleView/ArticleView.php?url=industry/200911/e2009110217505970260.htm&ver=v002>)

- 세계일보(2012). 한국 어린이·청소년 ‘행복지수’ OECD 꼴찌. 2012년 5월 4일.
- 소경희(2007). 학교교육의 맥락에서 본 ‘역량’(competency)의 의미와 교육과정적 함의. **교육과정연구**, 25(3), 1-21.
- 손민호(2006). 교육과정 이론과 실제의 발전: 국제 비교, 간학문적 담론, 그리고 연구와 현장의 교류 : 주제지정 발표 분과편 ; 교육과정 연구 방법론 : ‘Practicalness’에 대한 재고(再考): 공적 행위로서의 실천적 지식과 제도적 범주로서의 교육과정. **2006 한국교육과정학회 춘계 학술대회 및 국제 심포지엄 발표 자료집**
- 송광용(2001). 지식기반사회에 부응하는 초등교육체제의 구상. **교육행정학회연구**, 19(2), 45-64.
- 송희성, 문광순, 박승재, 이규석, 유준희, 정선양, 정완호, 한효순(2005). **초·중·고등학교과학교과 교육과정개선방안**. 한국과학기술한림원보고서
- 스노우(2001). **두 문화: 과학과 인문학의 조화로운 만남을 위하여**. 오용석 역, 서울: 사이언스북스.
- 신동희, 권호남, 김희백(2004). TIMSS 2003 과학 공개 문항 내용 분석에서 나타난 성별 문항 응답 특성. **한국과학교육학회지**, 26(6), 732-742.
- 심재호, 신명경, 박선화(2009). **학교교육 경쟁력 강화를 위한 교육과정 실행방안 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고서 RRC 2009-4-2.
- 심재호, 신명경, 이선경(2010). 2007년 개정 과학과 교육과정의 주요 내용의 실행에 관한 과학 교사의 인식. **한국과학교육학회지**, 30(1), 140-156.
- 연합뉴스(2012). 최근 초중고생 자살 및 교내폭력 현황. 2011년 12월 26일
- 오철호, 정진우, 김종무, 김진희, 이환성, 배인수(2004). **유비쿼터스 시대의 생활·교육·문화 서비스 발전 방안 연구**. 한국전산원.
- 오현석(2012). **미래 인재의 조건과 고등교육방향**. 교육과학기술부 간담회
- 유준희(2001). 제3차 수학, 과학 학업 성취도 국제 비교 반복 연구 (TIMSS-R) 결과 중 물리 영역 성취도 분석을 통한 교육과정 개선 연구 과제의 추출. **한국과학교육학회지**, 21(4), 757-772.
- 유태열(2004). Ubiquitous 환경하에서의 통신사업자 대응 방향. **한국정보사회학회 (2004.12)**
- 윤현진, 이재봉, 김용진, 백성혜, 이기영(2009). **과학과 교육 내용 개선 방안 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고서 RRC 2009-3-4.

- 이광우, 전제철, 허경철, 홍원표, 김문숙(2008). **미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구: 핵심 역량 영역별 하위 요소 설정을 중심으로**. 한국교육과정평가원 연구보고.
- 이미경, 곽영순, 민경석, 채선희, 최성연, 최미숙, 나귀수(2004). **PISA 2003 결과 분석 연구:수학적 소양, 읽기 소양, 과학적 소양 수준 및 배경변인 분석 -2004년도 OECD 학업성취도 국제 비교 연구 - PISA 2003 평가 결과 분석 연구**. 한국교육과정평가원.
- 이미경, 손원숙, 노연경(2007). **PISA 2006 결과 분석 연구: 과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경 변인 분석**. 한국교육과정평가원 연구보고서 RRE 2007-1.
- 이범홍, 김주훈, 이양락, 홍미영, 이미경, 이창훈, 신일용, 심재호, 곽영순, 노태희, 최승연, 김현수, 윤석주(2005a). **과학과 교육과정 개정 (시안) 연구 개발**. 한국교육과정평가원 연구보고서 CRC 2005-10.
- 이범홍, 김주훈, 이양락, 홍미영, 이미경, 이창훈, 신일용, 심재호, 곽영순, 전영석, 김동영, 장재현(2005b). **과학과 교육과정 개선 방안 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고서 CRC 2005-7.
- 이봉우(2005). 외국 과학교육과정의 탐구기준 비교 분석. **한국과학교육학회지**, 25(7), 873-884.
- 이우영, 김은경, 김승연, 이은팔, 한은영(2010). **현행 과학교육과정 실행의 실태 분석 및 차기 교육과정 개정의 방향 제안(공학계)**. 한국과학창의재단 보고서.
- 이혜영, 강영혜, 박재윤, 김태은, 한준(2007). **교육비전 중장기 계획 연구**. 한국교육개발원.
- 임언, 정윤경, 최동선, 김나라, 장명희, 정연순, 장석민(2008). **교육과정과 연계된 진로 교육 운영 모델 구축**. 한국직업능력개발원.
- 임진호, 김형주(2006). **유비쿼터스 시대의 학제 개편 방향 및 시사점 연구**. 서울: 한국교육학술정보원.
- 장진주, 서혜애, 송방호 (2003). 우리나라와 이스라엘의 중학교 과학과 교육과정 비교 연구. **한국과학교육학회지**, 23(5), 443-457.
- 조난심(2000). **포스트모더니즘과 21세기 도덕교육의 방향, 21세기 교육적 인간상과 교육의 과제**. 2000년 교육철학회 연차학술대회 발표 논문집. 131-145.

- 조난심, 양종모, 유정애, 정미경, 장연자, 김수천, 김희란(2001). **학교교육 내실화 방안 연구**. 한국교육과정평가원.
- 조숙경(2004). 국가차원의 과학문화지수 필요하다. **과학과 기술**, 2004년 8월호
- 조대연, 김희규, 김한별(2008). **미래의 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고서 RRC 2008-7-3.
- 한국과학기술한림원(2008). 제50회 원탁토론회, 우리나라 수학 및 과학교육의 문제점과 개선 방향. 우리의 과학기술, 무엇이 문제인가?
- 한국정보화진흥원 (2009). **IT& futures strategy: 트렌드로 보는 미래사회의 5대 특징과 준비 과제**, 제8호(10.20).
- 한국정보화진흥원(2010). **미래사회의 새로운 가능성과 ICT의 역할**.
- 한국정보화진흥원(2011). **미래연구백서: 데이터로 보는 미래 사회 전망**(04.13).
- 한만길(2008). 2020/2050 미래전망토론회. **한국교육의 미래 전망과 발전전략**. 미래기획위원회 · KDI.
- 한만길, 박삼철, 이차영, 김병찬, 김용(2006). **미래 교육에 적합한 교원 및 행정지원 체제 연구**. 교육인적자원부.
- 한준(2007). **한국인의 국가정체성과 한국정치**. 동아시아연구원.
- 호프만(1996). **새로운 인문주의자는 경계를 넘어라**. 황상익 외 역(2005). 고즈윈, 재인용.
- 홍미영, 김주훈, 정은영, 심재호, 신일용, 동효관, 최원호, 김희백, 노태희, 남현우(2006). **과학과 선택과목 (화학, 생물) 교육과정 개정 시안 연구 개발**. 한국교육과정평가원 보고서 CRC 2006-23.
- Ministry of Education Singapore (2008a). Science (Lower Secondary, Normal (Technical) Syllabus. *Curriculum Planning & Development Division*.
- Ministry of Education Singapore (2008b). Science (Lower Secondary Express/Normal (Academic)) Syllabus. *Curriculum Planning & Development Division*.
- Ministry of Education Singapore (2008c). Science (Primary) Syllabus. *Curriculum Planning & Development Division*.
- American Association for the Advancement of Science(AAAS) (1993). *Benchmarks for Science Literacy. Project 2061*. OUP: New York.
- Brian, H, Norton-Meier, L., Staker, J., & Bintz, J. (2009). *Negotiating Science: The*

- critical role of argument in student inquiry*. Heinemann: Portsmouth NH.
- Coie, J. D., Lochman, J. E., Terry, R., & Hyman, C. (1992). Predicting early adolescent disorder from childhood aggression and peer rejection. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 60*, 783-792.
- Coie, J. D., Terry, R., Zakriski, A., & Lochman, J. (1995). Early adolescent social influences on delinquent behavior. In J. McCord (Ed.), *Coercion and punishment in long-term perspectives* (pp. 229 - 244). New York: Cambridge University Press.
- Coie, J. D., Watt, N. F., West. S. G, Hawkins, J. D., Asarnow, J. R., Markman, H. J., Ramey, S. L., Shure, M. B., & Long, B.(1993). The science of prevention: A conceptual framework and some directions for a national research program. *American Psychologist, 48*, 1013-1022.
- Corcoran, T., Mosher, F. A., & Rogat, A. (2009). *Learning progressions in science: An evidence based approach to reform*. NY: Center on Continuous Instructional Improvement, Teachers College—Columbia University.
- Gardner, H. (2009). *Five Minds for the Future*. Harvard Business School Press.
- Michael, K. D., & Crowley, S. L. (2002). How effective are treatments for child and adolescent depression? A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review, 22*, 247-269.
- National Research Council(NRC) (1996). *National science education standards*. Washington: National Academy Press.
- National Research Council(NRC) (2011). *A framework for k-12 science education: practices, cross cutting concepts, and core ideas*. National Academics Press.
- North Carolina Standard Course of Study (2004), Science Standard Course of Study (<http://www.ncpublicschools.org/curriculum/science/scos/>)
- OECD (2003). *Australia's Qualifications System and Lifelong Learning*.
- OECD (2004). *Definition and Selection of Competencies. DeSeCo Report*.
- Olson, S. & Loucks-Horsley, S. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standard*, The National Academies Press.
- Pink, D. (2006). *A Whole New Mind: Why Right-Brainers Will Rule the Future*,

Riverhead Books. Pittsburgh Post-Gazette

- Qualifications and Curriculum Authority (2007a). *The key skills qualification standards and guidance*.
- Qualifications and Curriculum Authority (2007b). *The key skills qualifications standards and guidance, communication, application of number and information and communication technology*.
- Qualifications and Curriculum Authority (2008). *Functional skills guidance: amplification of the standards*
- Rychen, D. S. & Salganik, L. H. (2000). *Definition and Selection of Key Competencies*. (A contribution of the OECD Program Definition and Selection of Competencies: theoretical and Conceptual Foundations).
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). A holistic model of competence. In D. S. Rychen and L. H. Salganik (Eds.), *Key competencies for a successful life and a well functioning society*. (pp. 41-62). Cambridge, MA: Hogrefe & Huber Publisher.
- Wiggins, G. & McTighe, J. (1998). *Understanding by design*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA.