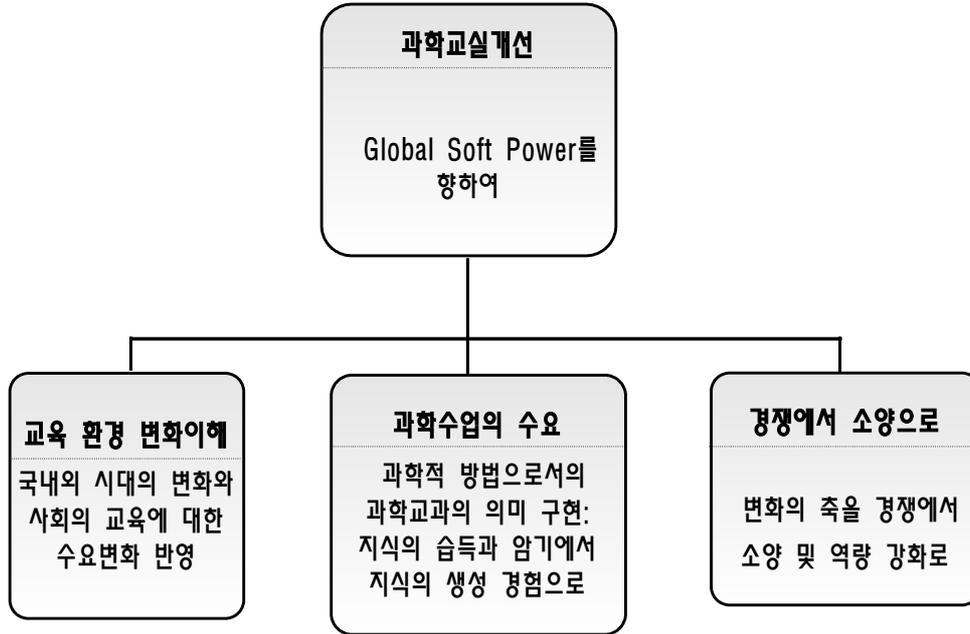


VI. 수업 개선을 위한 과학교육 내실화 지속

1. 과학교육의 지향점에 대한 제고의 필요성
2. 과학 교실 수업 변화를 둘러싼 환경의 변화
3. 국외 우수 수업 개선 사례의 고찰
4. 국외의 과학교실 변화의 축에 대한 논의:
국외교육정책동향분석
5. 국내 교실 여건의 변화: 스마트 교육 및 교실의 확대
6. 과학교실 개선에 대한 논거와 방향
7. 과학교육 내실화 정책

1. 과학교육의 지향점에 대한 제고의 필요성

과학 교실의 개선을 위해 살펴보아야 할 과학교육의 지향점은 다음과 같다.



가. 우리 과학교실의 현주소와 지향점 제고

우리 과학교실의 변화는 60-70년 전과 비교하여 어떻게 달라졌을까? 그 사이에 우리 사회가 겪었던 변화의 폭은 가히 비교불가능한 수준이다. 이러한 비약적인 발전의 발판에는 과학과 기술이 큰 몫을 하였다. 이에 대한 기반을 마련할 수 있었던 것은 훌륭한 과학인재의 양성이었을 것이다. 이러한 과학기술인력 양성에 과학교육의 기여가 컸다는 것을 부인하기는 어려울 것이다. 현재의 과학기술인력의 중견 역할을 하는 사람들이 70년대에서 80년대에 걸쳐 학교교육을 받았다는 것을 전제로 할 때, 최소한 우리나라의 과학교육의 20-30년 전은 성공적이라는 평가를 해도 무방할 것이다.

그러나 최근 이공계 기피라는 단어는 모든 사람들에게 회자될만한 단어가 되었다. 과학기술입국으로의 발돋움을 위해 다수의 우수 인력을 과학·기술계로 진출시키고자 독려했던 우리 사회는 과학기술 선진국의 이미지를 확보하면서 그 당위성을 잃은 듯하다. 우수 학생들을 이공계로 지원하도록 독려하는 것은 이미 시대착오적이라고 판단될 만큼

사회가 변화한 것이다. 현대로 오면서 개인이 가지고 다양한 방면의 흥미와 능력, 잠재력을 발굴하고 키워내는 일에 더 큰 의미를 부여하게 되었다. 국가의 발전을 위한 과학·기술 인재 양성이란 중요한 목적이 당면해 있다 하더라도, 다양한 개인의 능력과 재능을 과학이나 기술에 초점을 맞추게 하기는 매우 어렵다.

과학·기술 우수 인력 확보를 외치던 과학교육은 평준화 교육, 소양교육 중심으로 넘어가면서 기존의 방식을 버리고 새로운 지향점을 위한 변화를 꾀했어야 했다. 그러나 과학교육은 그 변화를 읽어 내지 못하고 과거의 과학교육과 유사한 행태로 과학교실을 운영하고 있다. 교육과정과 교과서 그리고 넘쳐나는 멀티미디어 활용 등으로 교실은 매우 화려해졌다. 60명의 학생을 한 반에서 운영하던 것이 현재 30명이하의 이상적인 학급으로 변화했다. 그러나 놀랍게도 교사와 학생이 소통하는 방식과 지식을 전달하는 과정에서 20-30년 전과 얼마나 다른지를 구별하기 어렵다. 여전히 지식전달을 중시하고, 전달의 방식은 교사에게서 학생으로 진행된다. 지식을 많이 습득하는 것을 과학교육의 유일한 목적이라 생각하고 평가에서도 지식의 양을 중요하게 다룬다. 지식의 질과 과학을 탐구하는 과정, 이를 통해 얻어가는 자신감과 자기 효능감, 과학적 태도와 사고의 함양은 여전히 결여되어 있다.

우수한 과학인재양성은 더 이상 과학수업의 유일한 목적이 아닐 것이다. 과학을 통해 얻어갈 수 있는 다양한 것이 있다. 과학적 지식과 과학적 방법 이 두 가지로 과학은 이해된다. 우리가 사용하는 과학이란 단어가 무게감을 가지고 의미있게 여겨지는 것은 바로 후자 때문이다. 바로 과학적 방법인 것이다. 세계 다수의 선진국은 일찌감치 과학교육의 대표적인 목적으로 과학적 소양인을 뽑고 있다. 과학적 소양인이 다수 확보되어야 진정한 우수 과학인재도 비례하여 나타날 것이다. 다짜고짜 우수 과학인재 양성을 과학교육의 목적으로 삼으면 과학교실은 경쟁만이 팽배하고, 소수의 우수 과학인재만을 위한 수업으로 전락할 것이다.

과학소양인은 과학적 방법을 경험한 사람들이다. 과학적 방법은 과학지식을 만들어 보는 경험과 맞닿아 있다. 놀랍게도 교육을 통해 전수하는 다양한 과목 중에서 거의 유일하게 지식을 만드는 경험을 제공할 수 있는 교과가 바로 과학이다. 과학은 다만 과학적 지식의 유용함으로 이해되지만은 않는다. 과학적 방법은 과학적 사고와 소통의 중요함을 일깨운다. 과학적 방법의 중요함이 논의되는 공간에서 정답이나 누가 더 잘하고 못하고 하는 식의 경쟁은 존재하기 어렵다. 누구나 자신의 답에 대한 당위성을 주장하고 누가 더 설득력을 확보하는가는 ‘증거기반의 주장’을 누가 잘 하고 있는가와 관련이 있다.

우리 과학교실이 과거 지나치게 우수 과학인재 양성 중심, 지식 전달 중심으로 지향

하여 오면서 본질적인 변화의 기회를 놓쳤다고 볼 수 있는 증거들이 속속들이 나타나고 있다. 다음은 이와 관련하여 2012년 12월에 난 기사의 일부이다.

‘지난해 세계 각국 초등학교 4학년생, 중학교 2학년생 60만명을 대상으로 실시한 ‘수학.과학 성취도 국제비교연구(TIMSS)’에서 우리 초등 4학년학생들은 50개국 중에서 수학 2위, 과학 1위를 차지했다. 중학 2학년생의 경우 수학은 42개국 중 1위, 과학은 26개국 중 3위의 우수한 성적을 거뒀다. 반면 초등 4학년생 가운데 수학 과목이 ‘자신 있다’고 대답한 비율은 11%(국제 평균 34%)에 불과해 50개국 가운데 49위, ‘좋아한다’고 대답한 비율은 23%(국제 평균 48%)로 50위 꼴찌였다. 과학에 대한 대한 자신감과 흥미도 50개국 가운데 각각 50과 48위였다. 중학 2학년 역시 수학과목의 자신감과 흥미도는 42개국 가운데 38과 41위였고, 과학 과목의 자신감. 흥미도는 26개국 가운데 24와 26위였다. 우리 청소년들의 수학과 과학 실력이 뛰어나다는 조사 결과는 전에도 자주 나왔다. 2009년 34개국의 만 15세 학생 47만명을 대상으로 한 ‘학업성취도 국제비교연구(PISA)’에서 한국은 수학 1위를 기록했다. 올 7월 아르헨티나에서 열린 국제수학올림피아드에서도 종합 1위를 했다. 아무리 초,중,고교 때 수학, 과학 성적이 좋게 나온다 해도 학생들이 그 과목 공부를 지긋지긋하게 생각하고 있다면 그 학생들이 수학,과학 연구를 인생의 목표로 삼을리 없다. 수학의 노벨상이라는 필즈 메달을 일본인 3명, 중국인 1명을 포함해 전 세계 50명이 수상했으나 한국인 수상자는 아직 나오고 있지 않다. 수학이나 과학에선 호기심을 갖게 돼 열심히 하는 것과 넌덜머리가 나지만 안할 수 없어 매달리는 것은 결과에서 상당한 차이가 난다.

수학,과학 과목은 아이들에게 논리적 사고력을 키워주고 수학,과학에 뛰어난 학생들이 나중에 국가 기술 발전을 선도해가는 인재로 크게 된다. 그러나 청소년의 장래 희망 조사에서 1981년 학생엔 과학자가 1위였던 것이 2010년에는 19위에 그쳤다. 요즘 학생들이 이공계를 기피하는 이유도 수학, 과학에 대한 두려움이 작용했을 것이다. 수학, 과학교사들은 자신들의 학창 시절처럼 수학과 과학을 지긋지긋한 과목으로 만들고 있는 건 아닌지 돌아봐야 한다. 자기 수업을 동영상으로 녹화해 들여다보면서 학생들이 어떻게 느끼는지 반성해보는 것도 방법이다.

(조선일보 2012년 12월 12일자 A35면 사설)

우리의 교육이 경쟁 지향으로 꾸준히 달려오면서 그리고 교실에서의 수업행태와 소통의 방식에서 과거와 같이 진행되어 오면서 현실로 나타난 문제들이 더욱더 가시화되는

것을 알 수 있다. 이 문제들을 하루아침에 하나의 정책으로 해결하려는 속단은 문제를 더욱 악화시킬 것이다. 이번에는 말로 좀더 본질적이고 상식적인 수준의 문제 파악과 해결의 방안 마련이 필요할 것이다.

나. 과학교실의 문제를 통해 본 중요한 시사점: 교사를 교실로

우리나라 교사들은 어쩌면 사교육과의 전쟁 중일 것이다. 그러나 본질을 잘 들여다보면, 우리 교사들과 학원의 강사의 중요한 차이점을 알 수 있다. 유명한 학원 강사는 전적으로 학생들을 어떻게 하면 흥미롭고 효과적으로 개념을 이해시킬까를 고민한다. 그들에게 행정업무나, 학교가 주도하는 프로젝트도, 교수법 개발도 그들의 몫은 아니다.

학교의 교사는 학원 강사와 달리 그 외에 과학교과의 과학 탐구, 과학적 태도, 사고력에 대한 고민을 해야 할 것이다. 현재 우리나라의 교사는 유능함을 이유로 너무나 많은 교실 밖의 일을 하고 있다. 교실 수업을 위한 것이라고는 하지만 교실 주변의 논의가 더 많다. 행정업무, 교실에서 일어나는 교과 외적인 업무들 그리고 프로젝트라는 이름으로 새로운 교육 사조가 나타날 때마다 교사가 주도적으로 새로운 교수법을 개발하고 기안하고, 적용하고, 결과를 정리해서 보고서를 쓴다. 때로 발표도 한다. 유능한 교사일수록 교실에 있는 시간이 적다.

교사 본연의 업무에 충실할 시간을 교육개혁이라는 이름으로 빼앗고 있다. 차라리 어떤 개혁도 하지 않는 게 나을 수 있다. 교육의 정상화 이것이 금번 교실 수업 개혁안의 핵심이다. 교사가 학생의 과학 교과와 관련된 경험을 가르치고, 나누는 일에 충실할 수 있도록 하자는 것이다.

학교 중심으로 개혁을 논할 때, ‘교사가 주도하는’이라는 말을 붙인다. 수요자 관점에서 교사가 자신의 수업을 기획하고, 가르치는 것은 옳다. 다만 그 과정에서 교사가 자신의 업무 이상의 과도한 연구 계획, 처치 및 결과정리까지 한다면 거의 대학의 연구원의 업무에 가르치는 일을 추가로 하는 셈이 된다. 모든 학교가 몇 가지의 프로젝트를 맡아서 이를 처리하느라 너무나 학생과 함께할 많은 시간을 빼앗기고 있다. 프로젝트들의 목적은 과학교육 개혁과 교실수업의 효과성을 증진하는 것이지만 이를 수행하면서 얼마나 불필요한 업무들이 학생과 교사의 나눔의 기회를 줄어든게 하고 결과적으로는 프로젝트 수행이 부정적인 교수학습 결과로 나타난다. 장학사 제도, 대학과의 연계 공동 연구와 같은 형태의 학교 교육을 보조하는 역할이 제대로 그 목적에 맞는 수행을 해주어야 한다. 교사에게 모든 것을 떠맡기는 현재와 같은 수퍼 교사로 우리의 미래 교육은 없을 것이다.

교수학습의 결과를 성취도 점수에 맞추는 것은 이미 시대착오적이고, 무의미하다. 학

생의 학습경험을 교실 수업을 기반으로 하는 것에 초점을 맞추어야하고 과학교육의 목적이 적어도 지식의 습득 혹은 암기 그 이상임을 상기하여 이 목적에 대한 본격적 논의가 필요하다. 당장 우리의 성취도 수준이 높아서 흥미도나 자신감이 매우 낮은 것을 고려할 필요가 없다고 하더라도 흥미도가 50개국 중의 꼴찌이고, 잘 하고 있음에도 스스로 자아 존중감(self-esteem)을 갖지 못하는 것은 학교 교육의 근본적인 목적을 거의 수행하지 않는 것으로도 볼 수 있다. 교육이 목적, 모든 사람이 스스로의 잠재력을 발견하고, 스스로를 가치롭게 생각할 수 있는 다양한 기회의 제공 바로 그것이다.

2. 과학 교실 수업 변화를 둘러싼 환경의 변화

가. 사회 변화와 미래 교육 환경 예측: 신자유주의를 통한 규제와 자유의 절묘한 조화

미래 사회는 현재와 여러 가지로 다른 특징적 모습을 보여 주게 될 것으로 예측되고 있다. 토플러는 ‘제3의 물결’에서 인류가 정보화 사회로 나갈 것이라고 예측하고, 제4의 물결에서는 우주 개발과 생명공학을 핵심기술로 발전해 나갈 것이라고 예측하고 있다. 이를 바탕으로 Toffler는 21세기에 대하여 다음과 같은 10대 예측을 내 놓았다⁵⁾.

1. 21세기의 본질은 지식과 정보 싸움이다. 디지털 기호로 구성된 지식과 정보가 자본을 대체한다.
2. 세계금융개편 투쟁이 절정에 달하면 권력 당국들이 쓰러질 수 있다.
3. 대통령제와 내각제, 관료제도가 무의미해지고, 미디어와 영상 정치가 권력투쟁의 새로운 원천이 된다.
4. 권위주의 정권이 힘을 잃고, 교육받은 중산층이 국가를 이끈다.
5. 미디어도 인터넷 등으로 특화되지 않으면 살아남기 어렵다.
6. 기술없는 인력의 대규모 실업이 발생할 수 있다.
7. 채택 근무자가 늘어나고, 가정의 역할이 더 중요해진다.
8. 유전공학발전으로 인류 전체가 충분히 먹을 수 있다.
9. 아시아가 제3의 물결을 타고 유럽을 타고 유럽을 휩쓸지도 모른다.
10. 인류의 다음 거주지는 우주다.

이러한 예측은 상당히 맞아떨어지고 있고, 이후 정리될 세계 과학교육 관련 정책에도 상당수 반영된 것을 알 수 있다. 이와 관련하여 현재 사회에 대한 가장 흔한 묘사어는 ‘글로벌 시대’ 일 것이다. 이러한 글로벌 시대에는 개인에게 우선권을 부여하는 신자유주의를 기틀삼아 이전 시대의 자유주의에서 한걸음 더 넘어가고 있다는 것을 기반으로 한다. 자유주의와 달리 공공의 선과 개인의 이익추구의 절묘한 조화를 이루어 내려는 교육을 둘러싼 정황들은 신자유주의가 표방하는 바이다. 즉, 신자유주의적 관점에서 중요한

5) Toffler, Alvin(1999). Previews and Premises: A Penetrating Conversation About Jobs, Identity, Sex Roles, the New Politics of the Information Age and the Hidden Forces Driving the Economy. South End Press: 230p.

것은 글로벌 교육에서 어떤 정책을 논의할 것인가에 대한 공립과 민간의 절묘한 조화를 통해 민영화된 교육기관이나 활동을 활성화하는 탈규제와 동시에 공공의 선이 더욱 깊숙이 민영화된 프로그램에 오히려 영향력을 미치는 규제화가 조화를 이루는 시대로 보고 있다. 더구나 지구 전체를 무대로 살아가는 신인류가 나타내는 trans-nationalism의 증대로 더욱 글로벌교육의 수요가 확실히 전개되고 있다. 이런 시대의 변화 속에서 글로벌 과학교육과정의 개발로 대표되는 글로벌 교육에 대한 국가차원의 이해를 심화시키는 것이 우선 과제일 것이다. 새 시대를 준비하는 수업개선을 통한 과학교육 내실화에 대해 논의할 필요가 있다.

‘과학과 기술은 글로벌하다 즉 세계 어디를 가도 동일하다’는 것에 이의를 제기하는 사람은 없다. 다만 국가마다 동일한 수준으로 과학과 기술이 실현되고 있지는 않다. 어느 국가가 먼저 첨단과학과 기술을 선점하는가가 국가의 흥망을 가늠하는 것처럼 보이며 이를 위한 국가 간의 보이지 않는 경쟁은 매우 치열하다. 그렇다면 그러한 과학과 기술을 가능하게 하는 과학교육은 어떠할까? 현재 우리가 가질 수 있는 최선의 답은 ‘과학과 같은 동일함을 기대할 수 없다’이다. 과학교육은 국가마다 사회적 문화적 여건 속에 다양한 방식으로 진행되어 왔다. 국가의 과학교육의 방향을 결정하는 기준 (Standards) 수준에서는 모든 국가가 대체로 비슷할 수 있다. 그러나 일주일에 몇 시간을 과학에 할애하고, 그 수업시간에 어떤 방식으로 어떤 내용이 나타나는가? 혹은 교사와 학생은 과학의 경험을 과학수업을 통해 어떻게 하는가 등은 매우 다를 수 있다. 즉 과학실행 수준에서는 국가마다 매우 다르다.

흥미롭게도 과학교육계에서 글로벌과학교육에 대해 구체적으로 논의한 바가 아직 없다. 어쩌면 그럴 필요에 대한 절박함이 없어서일 것이다. 그러나 과학언어가 이미 글로벌하게 인식되고 있는데 그 기저가 되는 과학교육이 글로벌을 생각한 적이 없다는 것이 오히려 이상하다. 글로벌 과학교육과정은 무슨 의미이고, 어떤 수요를 창출할 것이며 어떻게 만들어질 수 있고, 결국 어떻게 활용될 것인가에 대한 다양한 브레인스토밍 수준의 논의를 포함하는 것은 과학교육 내실화라는 측면에서는 신선한 주제가 될 것이다.

금세기의 인류사회의 성공적인 발전은 ‘과학적 방법’을 통해 가능했던 것으로 합의하고 있다. 미래에는 이러한 ‘과학적 방법’의 폭과 깊이가 확대될 것에 대한 대다수의 공감대가 형성되고 있다. 국가의 미래를 교육에서 찾는다고 한다면, 미래시민을 위한 과학의 글로벌 역량을 갖추는 것은 중요하다. 글로벌 과학 역량은 선진국이나 국제 인증 교육과정에서 명백히 ‘과학적 방법’의 이해 및 습득으로 귀결된다. 이는 무엇으로 미래 시민들에게 담보할 것인가를 논의하는 차원에서 교육에서의 차세대 성장 동력으로 과학교육의 핵심이 된다.

현대 사회의 키워드는 ‘과학적 방법’에 대한 성공에 대한 확신이다. 즉, 우리가 21세기에 누리고 있는 문명과 문화는 ‘과학적 방법’을 통한 과학, 기술의 진보의 결과라는 것이다. ‘과학적 방법’을 통해 성공적으로 이루어진 지식의 생산과 사용은 미래 사회에도 필수적인 능력이라 할 수 있다.

과학적 방법은 과학 뿐 아니라 Science Technology Engineering Mathematics이나 Science Technology Engineering Art Mathematics 등의 융합형 교육의 모든 영역에 걸쳐있는 ‘교집합’이다. 과학이란 단어가 비단 과학적 지식에 국한되기보다 다양한 분야에 걸친 범학문적인 이유는 과학적 방법이 함의하는 ‘추론을 비롯한 사고능력(thinking skill)과 이를 통한 지식의 생성’으로 요약될 수 있다. 심지어 자연에 심미적 질문을 던지고 답하는 과정에서의 직관적인 사고가 과학에서의 인식론적 사고로 연결되는 것을 통해 예술에서도 과학적 방법의 소통이 가능함은 이미 논의된 바 있다.

미국, 캐나다 등 여러 국가들은 미래를 주도할 국가인재들이 글로벌 우수인재들과 소통하도록 지원하고 다른 국가의 우수인재들을 유입하는 데 노력을 기울이고 있다. 이러한 추세는 전 세계가 국가의 경계를 넘어서 우수인재를 선점하는 새로운 국면을 맞이하고 있음을 의미한다. 과학에 대한 국제 경쟁력을 갖춘 우리의 인재들이 글로벌역량까지 갖추게 되는 것은 매우 중요한 과제로 부상하였다.

나. 글로벌 수준에서의 과학 교실 수업 개선에 대한 의미

2012년 8월 ‘과학교육 내실화를 위한 글로벌 과학교육과정 개발’이라는 교육과학기술부의 정책 과제는 ‘글로벌’이란 단어가 이미 교육 내실화의 주요어임을 입증한다. 다수의 해외 교육 정책 및 고등 교육 수준에서 ‘글로벌’에 대한 고민과 배려가 명시된 것을 발견한다. 강력한 자본의 힘으로 과학교육연구에서도 그 맹위를 떨치는 나라인 미국의 경우 ‘상식적인’변화를 제안하고 있다. 미국이 1996년 제정한 국가과학교육과정규준안(National Science Education Standards)이 새롭게 만들어지고 있다. 7년 전부터 본격적으로 착수해서 다양한 계층의 수요와 전문가의 논의를 다 수용하여 몇 년째 꾸준한 논의를 이어오고 있다. 그 사이에 정권도 물론 바뀌었다. 한 국가의 과학교육의 큰 틀을 제정하는데 개인, 사회, 국가측면의 수요가 반영되어야하고, 현 시대에서 예측하는 미래 시민의 자질이 무엇일지 그에 따른 교육의 역할을 고민해야한다. 나아가 전문가 집단의 합의를 도출하는 데에도 오랜 시간이 걸린다. 이것이 우리가 아는 국가 과학교육과정규준안이라는 단어가 주는 상식적 묘사이다.

우리나라의 2009개정 과학교육과정이 올해부터 공표되었다. 과학교육자들에게도 생소한 Science Technology Engineering Art, Mathematics(STEAM)은 일선학교 교사가 모

두 아는 상식적인 단어가 되었다. 교사들은 의아해했다. 왜 과학교육전문가라는 사람들이 과학교육을 근간으로 하는 STEAM에 대해 잘 모르는 것처럼 보이는지. 이 모든 일들이 일어나는데 1년 이상 필요하지 않았다.

최근 외국의 과학교육동향에서 크게 나타나는 단어 중에 하나가 ‘소양교육(liberal education)’이다. 적어도 글로벌 시대에서의 인제는 1등 하려고 애쓰며 치열한 경쟁에서 생존한 인재를 키워내기 보다 자신이 가진 잠재력을 잘 일깨우고, 더 나갈 수 있는 자신의 본연의 소양을 키워내는 교육의 중요성을 공감하고 있다. 여백과 여유, 아름다움과 가치를 아는 우리에게 그들이 먼저 선수를 쳤다. 경쟁에서 서바이벌하는 교육의 풍토를 비판하고, 경쟁지양 및 자신의 내적 잠재력의 발굴에 초점을 맞춘 참교육으로의 지향을 이야기한다. 경쟁이 아니라 공존을, 지성과 인성을 겸비한 인재를, 답습과 암기가 아니라 창조력을 높이 평가하는 교육풍토가 미래시민의 소양교육의 기초가 됨을 역설하고 있다. 개인 하나하나가 지닌 가치를 모두 존중하고 최선을 다해 그들의 잠재력을 일깨워 주고 학교와 교사의 손을 잡고 타고난 잠재력보다 한걸음 더 뻗 수 있게 도와주라고 주문을 건다. 이런 문구는 교육학 책에서나 있는 글인 줄 알았다. 이 문장 바로 교육에 대한 조작성 정의였던 것이다. 나아가 한 사회의 성패가 구성원인 시민에 있고, 나아가 미래 사회를 잘 읽어내서 준비한 교육을 실천하는 것임을 역설하고 있다.

미국 대통령 오바마가 극찬한 우리의 과학기술인력은 우리 과학교육의 우수함을 기반으로 한다. 1970년대와 80년대 우리 교실은 비좁았다. 교사 1인이 60명에서 70명을 가르쳤다. 뭐가 우수했을까? 과학교육의 최신 연구자로 손꼽히는 미국 Wolff-Michael Roth는 cogenerative dialogue를 선보이면서 세계를 향해 과학을 싫어하고 못하는 부진아들에게 무엇보다 중요한 것은 그들에 대한 배려와 개인적 신뢰라고 주장했다. 매 주 몇 회 이상 교사와 학생은 함께 시간을 가지고 과학문제를 푸는 게 아니라 신상의 시시콜콜한 이야기를 나누고 살아가는 수다를 떠난다. 그렇게 해서 마음을 여는 것이 매우 중요하다고 말한다.

최신 과학교육자가 호들갑을 떨며 이야기한 놀라운 발견은 다시 우리나라의 70년대와 80년대 교실로 이어진다. 현재의 세계적으로 우수한 우리나라의 과학기술 인재들은 가정방문과 시시콜콜한 가정사마저도 공유하며 하던 우리의 선생님들의 모습과 겹쳐진다. 동서양이 서로 엇갈리긴 했지만 결국 모든 진리는 한 길로 통하는 것이며 이것이 글로벌의 해법일 수 있다.

외국의 석학들을 모여 2012년 11월 우리나라에서 ‘글로벌 과학교육과정’ 그게 뭘까 무슨 의미일까 서로 묻고 답하는 그런 공유의 시간을 심포지움을 통해 열었다. 동서양의 교육전문가들이 다른 듯 같은 이야기를 나누고 있었다. 글로벌 교육은 공존의 시대에 대

한 화두이고, 하나의 획일화된 교육의 지향점을 이야기하기보다 사회와 문화의 차이를 인정하고 그 가치를 찾아볼 수 있는 글로벌 소양을 지닌 시민의 양성을 의미하지 않겠냐고. 글로벌 과학교육과정 그게 단일화된 최신의 그리고 최상의 교육과정이 아닌 것이었다. 어쩌면 그런 것은 존재하지 않는지도 모른다.

미국과학교육과정과 우리나라 과학교육과정 변천사가 매우 동일하다. 대다수의 사람들에게 이것은 ‘글로벌화’의 가능성으로 보였을 것이다. 그러나 교육의 목적인 인간의 발달은 사회를 기반으로 한다. 교육을 둘러싼 세계의 서로 다른 문화, 사회적 맥락의 차이를 찾아내고 발굴하는 것은 자체로 가치롭다. 글로벌의 의미는 이렇듯 다름에 높은 가치를 부여하는 것으로부터 출발한다고 하였다. 화음이 아름다운 이유가 서로 다른 음을 내기 때문인 것과 같은 이치이다라고 풀어낸 캐나다 UBC의 P. Grimmett 교수의 말은 과학교육 내실화의 방향을 설정하는데 상당한 함의를 제공한다.

가장 우리스러운 것이 세계적인 것이라는 말이 그냥 넘겨들을 말이 아니다. 우리는 깨달음과 침묵 속의 교감과 사고의 가치를 이미 알고 있다. 과학은 과학적 지식이 아닌 과학적 방법을 통해 그 진가를 발휘하고 있다. 우리의 잠재된 문화 속에 과학적 방법을 담은 모습이 있어야 할 것이다. 우리의 내재된 과학교육 현장의 모습, 우리의 과학교육이 쌓아온 문화와 가치를 더 놓치지 전에 담아내도록 해서 우리 과학교육의 내실화의 방향타로 삼아야 할 것이다. 동양과 서양은 이미 소통하고 있다. 일방적인 소통의 방향이란 무의미하다. 과학교육을 통한 글로벌 인재양성의 의미를 고민하는 것이 미래를 준비하는 과학교육의 지향점이라면 현재 우리 과학수업의 냉철한 비평과 상식적 수준의 논의 과정과 정책적 지원이 필요할 것이다.

다. 과학기반 과학교실개선과 교실기반 과학교육개선: Global Soft Power

‘Global Soft Power’에 대한 관심이 2012년에 크게 대두되었다. 국제적 문화감각으로 우리나라의 이미지를 순식간에 바꾼 영화와 음악의 힘은 우리가 상상한 그 이상이었다. 세상이 끊임없이 바뀐다는 것은 첨단과학기술만의 몫은 아니다. 미래를 준비하는 교육은 더 빠르게 변화를 인지하고 대비해야 한다. 이런 측면에서 과학교육의 내실화를 위한 교실 수업의 질적 개선에 대한 논의는 교육 변화를 가로지르는 하나의 해법으로 제시될 필요가 있다. Global Soft Power를 잘 살펴보면 우리가 찾고자 하는 과학교육 내실화에 대한 함의를 찾아낼 것으로 기대된다.

이미 상당수의 선진국의 과학교육 측면에서는 같은 방향의 지향점을 가지고 어느 부분까지는 동질화되어 있다는 것을 발견할 수 있었다. 다만 국가 간에 과학교육의 중요도나 교과 운영에서 어떻게 구현되는가라는 점에서는 차이가 나고 있다. 특히 우리나라에

비해 싱가포르, 미국, 중국 등의 나라에서는 과학교육에 대한 중요도가 훨씬 높다는 것을 수업 시수 등을 통해서도 쉽게 알 수 있었다.

이런 맥락에서 국내 과학교육의 경쟁력은 인류가 쌓아온 지식의 습득에 있지 않고 지식을 만들어가는 방법의 습득에 있다. 기존의 과학수업이 주어진 질문에 정답을 이끌어내는 과학인재를 생각했다면 앞으로 새로운 수업개선의 핵심은 질문을 만들어내는 인재의 양성에 초점을 맞추는 것의 중요함을 강조하고자 한다.

최근 5-6년 동안 했던 과학교육의 발전과 관련한 연구들 중에서 과학교실의 내실화나 교실개선을 직접적으로 다룬 연구는 그리 많지 않다. 예를 들어 한국과학창의재단의 ‘과학교과활동에서의 창의 인성 수업모델 개발’(2010년)⁶⁾이 있다. 즉 교실의 현장에 대한 밀도있는 분석과 개선방안에 대한 것은 다소 지엽적인 문제였던 것으로도 해석할 수 있다.

교육현장을 둘러싼 교육과정 및 전반적인 교과에 총괄적 수준의 논의들이 주로 이루어졌다. 향후 과학교육 발전을 위해 초점을 맞추어야 할 곳은 이 보다는 좀더 현장을 기반한 연구여야 할 것이다.

두 개의 큰 축으로 살펴보면 우선 과학 기반 교실 수업의 개선과 확대, 교실 기반 과학 수업의 개선일 것이다. 크게 나뉜 과학 기반 교실 수업은 과학의 본질적인 속성에 대한 이해로부터 미래 시민이 어떻게 성장 발전하는가라는 근본적인 이슈를 다룬다. 과학 탐구에 대한 진지한 논의, 과학이 교육의 맥락에서 어떤 능력과 이점을 미래 시민 교육 차원에서 제공하는가에 대한 실질적인 논의라고 해석된다. 교실교육을 비형식과학교육이나 무형식과학교육으로 접목하려는 시도도 과감히 제안하며, 과학몰입과정에 대한 제안도 함께 살펴보려한다.

교실 기반 과학 수업의 개선은 현장에서 가장 큰 문제로 대두되는 교육의 질관리 문제이다. 현저하게 나타나는 학생들의 흥미도 하락과 자기 존중감 등의 저하, 학교에서의 과학이 가지고 있는 제한점들을 찾아내고 극복을 위한 방안을 찾아본다. 특히 앞서 교사를 교실로 되돌려 주자라는 주장과 미래 시민 교육의 증추적 역할을 공교육이 되찾기 위한 과학교육 정상화 방안 등을 살펴보고자 한다.

6) 한국과학창의재단 (2010). 과학교과활동에서의 창의 인성 수업 모델 개발.

3. 국외 우수 수업 개선 사례의 고찰

가. 수업현장의 개선에 초점을 맞춘 사례7): K-12 교실의 우수사례 조사

국내외 우수사례 조사 등을 참고로 우수사례를 참고하여 과학교실개선에 대한 정책적 비전을 제안해 본다.

(1) 유치원 및 초등학교 1, 2학년에서의 과학수업의 연계

미국 알링턴 초등학교에서 과학탐구를 적용하여 기존의 수업을 전환한 사례가 있다. 핵심적인 것은 자신이 스스로 질문에 대한 답을 얻을 수 있는 과정을 고안하는데 매우 흥미로워했다는 교사들의 진술이 있다. 이전에 했던 실험활동인 헨즈온 활동이 있긴 하지만, 이전의 활동이 이미 과정이 나온 것을 따라하는 것이라면 이번에는 스스로 질문을 만들고 실험과정을 결정하는 것에 대해 더욱 더 흥미를 느끼는 것으로 보고하고 있다.

유치원교육의 대중화로 실제 대부분의 유아들이 유치원과 초등학교 과학수업의 연계 선상에 있다. 또한 과학이란 교과는 초등학교 3학년에서 본격적으로 시작한다. 탐구와 체험 중심의 과학수업 연계에 대한 연구가 필요하다.

상당수의 유치원 수업에 이미 과학탐구활동이 포함되어 있다. 그러나 대부분의 과학 수업 교재들은 개념 중심의 상당한 난이도가 있는 실험인 경우를 보게 된다. 이는 과학 교육과정 및 탐구에 대한 이해가 부족해서 이미 제작된 키트의 형식으로 제공된 것을 그대로 활용하는 것이다. 대부분의 키트는 매우 어려운 개념을 포함하면서 과정은 단순 제작이다.

(2) 탐구 중심 과학으로의 방향 전환: 초등교육

탐구중심의 과학수업을 교과서에 있는 탐구 활동을 수업시간에 구현하는 것으로 이해하고 있다. 그러나 이런 방식의 탐구는 과학 교과 내용을 전달하는 하나의 수단이므로 탐구의 본질을 경험하는 것으로 보기 어렵다. 탐구라는 단어가 우리 교육과정과 교과서에 무수히 나온다. 그러나 실제 탐구라는 경험을 하는지에 대해서는 의문이다. 교과내용의 초점을 탐구에 맞추는 것에 대한 진지한 논의가 필요하다.

학생들이 자신의 지식과 경험을 바탕으로 교과내용에 적절한 탐구 질문으로 시작하는

7) Yager, R.E. and Enger, S.K. (eds) (2006) Exemplary science in grades pre K-4: standards-based success stories. NSTA press, 191p.

것이 필요하다. 탐구는 실험실 활동을 따라하는 것에 지나지 않는다고 말하는 과학교육자는 없을 것이다. 학생이 스스로 질문을 자신의 질문을 만들고 그리고 나서 그 질문에 대한 계획과 수행을 전개해나가는 과정은 자체로 의미있고 제한된 교과내용이 제공할 수 없는 무수한 경험과 교사와 학생 혹은 학생 간의 자연스러운 교감과 상호작용을 유도한다는 결과는 상당하다(Yager *et al.*, 2006)

유초등생에게서 나타나는 특징은 질문을 자유롭게 하는 것이다. 이를 가능하면 살려서 제안해 본다. 그러나 어떤 틀이나 묵직한 개념을 배제하고 말이다. 때로 이것은 그저 해보기에 지나지 않는 경우가 있다. 수많은 빈칸을 어린 아동들에게 채우게 하기 보다는 무엇을 궁금해 할까?라는 칸 하나를 남겨두는 새로운 교육방법에 대한 논의를 수업에 적극 수용하는 것이다.

(3) 교사의 과학수업을 위한 콜라보의 제안: 모니터링을 활용한

교사의 과학수업을 위한 협동연구(collaborative research)는 현장개선 연구의 형태를 띠며 교사는 자신의 수업을 모니터링하고, 전문가 집단과 연계해서 진행된다. 현대적인 의미의 과학교육 연구가 현장의 개선을 목적으로 하고 있다. 과학교육연구나 교사 대상의 전문성 교육은 모두 과학수업의 개선을 목표로 한다. 결국 변화의 대상이 교실이므로 이를 구현하기 위해서 교사와 학생이 주도하는 자발적이고, 자연스러운 인식의 전환과 방법의 적용이 점진적으로 일어나고, 이를 기반으로 교실수업이 개선되어 가는 것이다. 특징적으로 어떻게 변화해가는가의 결정적 열쇠는 교사와 학생의 몫이지 연구자나 행정가의 몫이 아니며, 현재의 문제를 공감할 수 있도록 하는 것이 개선의 시작점이다. 현장개선연구를 위해서는 다각적인 분야의 콜라보가 필요하며 가장 핵심적인 축은 교사와 학생이다. 향후 본 연구에서 제안하는 과학교실 개선은 현장개선연구형태의 협동과제로 진행될 것이다. 특히나 현장을 기반으로 하기 때문에 교사의 역할과 학생의 역할이 어떠한지 현재 시점에서 기술하고 이에 대한 문제진술이 가장 중요한 시작점이다. 과학현장 및 수업의 모니터링은 이를 위한 매우 중요한 작업인 셈이다.

(4) science workshop: 아동이 가장 잘하는 것을 하게 한다.

시카고 교육청에 속하는 K-3 학생 500명을 대상으로 실시한 사이언스 워크숍 활동은 탐구중심의 과학수업을 교과서에 있는 탐구 활동을 수업시간에 구현하는 것으로 실시하여 학생들의 높은 흥미를 이끌어 내었다. 기존 수업에서 학생들이 탐구를 진행하는 것을 포함하도록 하였다. 초등학생에게 암석에 대해 알고있는 것을 활용하여 흥미를 이끌어내

고, 관련되어 결과가 증명되는 시험가능한(testable) 질문을 중심으로 실험을 하게 하였다. 논리실증주의라는 사조를 들먹이지 않아도 과학에서의 증거확보, 문제의 구조화는 중요하다. 가장 기본적인 형태의 과학지식 형성의 시작은 Testing이다. 자신의 질문을 간단한 형태로라도 구성하고 스스로 방법과 해결을 유도하고 테스트의 시작점이던 질문에 대한 대답을 증거를 기반으로 자신의 주장으로 제안하는 것은 과학적 방법의 실행이라는 측면에서 핵심적이다.

(5) 수업모형을 과감히 탈피한 학생 및 교실 중심의 변화 방향의 제시: 교사가 주도하는 자유로운 변화 모색

외국의 사례를 진술한 기록과 보고를 보면 수업모형이나 과학교육 이론으로부터 제시되는 연구논문 형태를 띤 것이 거의 없다. 교사가 자신의 수업에서 무엇을 어떻게 적용했는지를 교사의 눈높이에서 자유롭게 기술하고 있다. 우리나라의 대부분의 교실변화에 대한 연구와 보고는 수업모형을 강조한다. 수업모형은 본래 교육 이론을 실제에 적용하기 위한 하나의 도구에 불과하다. 대다수가 연구자에 의해 만들어져서 이를 제작한 연구자도 교사가 필요에 따라 모든 과정을 다 따라하기도 혹은 거의 못할 수도 있음을 적극 수용한다. 수업모형에 따라 수업이 잘 진행되었는가가 수업평가의 척도가 되는 것은 본래 수업모형을 제안한 의도나 목적은 아닐 것이다.

수업모형은 이론으로부터 출발한 것이 대다수라 적용하는데 상당한 어려움이 있고, 이를 따르다보면 내 수업, 내 학생이 보이지 않을 것이다. 수업모형을 과감하게 탈피한 형태의 수업변화가 더욱 더 논의할 수 있는 여지가 많을 것이다.

(6) 교사 중심의 학습 포럼의 운영

DESERT 프로젝트는 District-wide Emphasis on Science Education Reform in Tucson(1998)의 약자로 아리조나 주에서 과학수업의 개혁을 위해 실시했던 교육청 주관의 프로젝트이다. 학생의 과학적 소양의 함양이라는 목적으로 시작된 이 프로젝트는 97개의 K-8 학년의 모든 교사를 중심으로 수업개선 및 교수법 변화를 위해 실시되었다. 실제 교실 수업의 변화와 이에 따른 학생의 긍정적 변화를 가져온 것으로 밝혀졌다. 기존의 hands-on 중심의 수업을 개념의 향상과 스스로 탐구하는 능력을 키우는 것으로 변화시키는 것이었다. 그 과정에서 동학년 모임과 방과후 모임을 통해 이를 꾸준히 모니터링하고, 주기적 포럼을 개최하였다.

(7) 과학을 탐구로

아이오와 주의 작은 초등학교에서 운동장 및 학교 주변의 다양한 동식물을 이용하여 탐구를 기획하고 실시한 예이다. 여기서도 핵심적인 내용은 스스로 질문을 만들고 궁금한 것을 파악한다는 것이다. 학생이 주도하는 형태의 탐구를 통해 이전의 따라하는 실험에서 보다 훨씬 더 높은 수준의 흥미도와 성취도를 보고하고 있다.

이와 유사한 형태의 교사 보고는 우리나라에서도 흔하다. 다만 우리나라의 경우가 단기적이고, 화려한 연구보고서를 통해 드러난다면, 외국의 사례는 매우 핵심적인 경험의 반주가 드러난다. 바로 학생이 주도하는 것이다. 또한 다양한 전략과 화려한 수업모형을 갖추기 보다는 허술하지만 학생이 어떤 내용을 궁금해 하고 그것이 어떻게 시험가능한 탐구질문으로 전환하는지 그 이후 학생들이 어떻게 실행하고 변화하는지를 관찰보고한 형태이다.

(8) 기존의 수업에서 탈피하는 교사의 노력이 드러날 수 있는 기회

교사가 주도하는 교실 변화의 외국 사례의 제목은 다음과 같다.

- ‘Little things’가 교수방법을 변화시킬 수 있다: 메릴랜드 주의 고등학교에서 284명의 여학생을 대상으로 ‘학생이 선수, 교사는 코치’라는 슬로건을 가지고 변화를 시작하였다. 과학은 과학탐구가 핵심 요소였고, 학생들은 스스로의 보고서를 제출하도록 하였다. 일회성 보고서가 아니라 연구 전에, 실험을 위한 설계, 자료(표와 그래프로 변환한 것을 포함), 수학적 분석을 순서대로 제출하고 교사는 이를 가지고 충분히 평가하고 피드백을 통해 교사가 일대일로 학생과 상호작용하는 간접적 기회를 적극 활용하였다. 모둠으로 진행된 이 프로젝트는 대상이 작은 생물이었다. 그래서 제목이 ‘little things’인 것이다.
- 기술과 협동학습: 7~9학년의 화학수업에서 일어난 수업개선에 대한 보고이다. 교육청 중심으로 기술과 화학실험을 연계하여 제안한 것으로 교육센터와 대학이 연계하여 지원하고 교사의 수업을 모니터링하고 함께 수업에 대해 논의하는 과정을 거쳐서 진행되었다.
- 과학고등학교에서의 학생 탐구: 일리노이 주의 과학고등학교에서 실시되는 과학 탐구에 대한 소개를 다루고 있다. 탐구 제안서, 탐구 조사활동(탐구 일지, 진행보고서), 탐구 발표, 구두발표 및 최종 보고서 제출의 순서로 진행된다. 이 과정에서 교사는 학생의 주장과 의견을 존중하고, 이에 대한 조력자의 역할을 수행한다.
- 상호작용적 강의를 위한 교사의 현장개선 연구 :메사추세츠 주의 고등학교에서 실

시된 이 보고는 상호작용을 증대하는 방향으로의 수업전환을 위한 교사의 노력과 전략이 담겨있다. 우선 반성적 대응은 상호작용적 강의에서 침묵하는 학생들의 궁금증을 유발하고 참여를 높이는 것이다. 학생이 스스로 주어진 강의 주제에 대해 생각해 볼 수 있는 질문을 만들어 보도록 한다. 학생은 제안을 하고 교사는 이를 지지하도록 한다. 그리고 Quick Check-Ins 전략은 주기적으로 주어진 강의와 관련한 질문을 써보고 제출하는데 이때 이름을 쓰지 않도록 한다. 학생이 평가에 반영이 되지 않는다고 생각해서 자신의 생각을 자유롭게 기술한다. Teacher letter 는 교사에게 보내는 편지 형식으로 그날의 수업내용에 대해 이해한 바를 적도록 한다.

‘선생님께, 오늘 수업에서 제가 이해한 MAIN IDEA 는: _____입니다. 이러한 main idea에 대해 배웠는데 _____이점은 제가 이해하기 어렵습니다.’ 라는 식으로 전개된다.

또한 No-count quizzes를 실시한다. 수업내용 중 이해가 어려웠다고 생각되는 것이 있으면 칠판에 질문을 쓰고 학생들이 답을 쓰도록 한다. 특이점은 학생들이 교실을 다니면서 다른 친구와 답을 상의할 수 있게 한다. 말하자면 컨닝을 허락하는 것이다. 이는 모든 학생이 올바른 답을 이해하는 과정으로 탁월했다는 교사의 진술이 있다. 이 보고에서는 이 수업의 효과를 수업관찰을 통한 변화로 측정했다. 학생의 응답을 5가지로 분류하고 1-3을 낮은 수준의 대응, 4-5를 높은 수준의 대응으로 분류하고 어떻게 향상되었는지를 알아보았고 매우 놀랄만한 향상이 나타남을 보고하였다.: 1. 한 단어로 된 대답을 하였다.; 2. 간단한 대답을 한다.; 3. 간단한 질문을 한다.; 4. 사려 깊은 대답을 한다.; 5. 사려 깊은 질문을 한다.

- 말하기를 멈추고 듣기 시작하라: 이 보고에서는 교사의 역할과 학생의 역할을 잘 구분하여 어떻게 변화했는지를 설명하고 있다. 학생들에게 강의를 하던 교사가 학생의 자리 배치를 모둠 대형으로 하고 주로 학생들이 수업의 내용을 진행하고 교사는 조력자의 역할로 모든 모둠에 다 참여하게 된다. 결국 교사와 학생 간의 상호작용 빈도가 높아지고, 교사는 기존의 강의에서 말하는 역할을 주로 하다가 듣는 역할을 맡아하는 변화를 보인다. 이 변화는 40주에 걸쳐 진행되었다. 처음 15주 동안 교사는 주로 목표를 제시하고, 강의를 하고 학생들의 탐구수업을 보조하였다. 열린 탐구 실험을 하고 학생들이 올바른 개념으로 이어지도록 안내하였다. 이 기간동안 학생들은 연구질문을 선정하고, 동료간에 서로의 질문에 대해 평가하고 모둠별로 하나를 결정한다. 그리고 실험을 설계하고 수행한다. 그리고 이어지는 20주 동안 교사는 단원의 목표를 제시하고, 각 단원에 대해 자료를 제공하고, 안내하고 실험이 실시된다. 1:1 혹은 소규모 그룹 과외를 한다. 영상을 통한 수업이 이어지고 학생이 실험을 하도록

보조한다. 기말 시험 일자를 공지하고 준비시킨다. 이때 실험에서 나온 다양한 결과를 정리하는 것으로 강의를 대신한다. 학생은 자신의 실험을 주도하고 주단위에서 보는 성취도 평가를 위한 준비를 하였다. 실험 동안에 동료 평가와 급우들의 실험을 보조하기도 하였다. 마지막 2~4주 동안은 교사가 주도하여 수업이 이루어진 단원 별로 핵심적 정리 수업을 하였다.

(9) 과학 수업의 경험에 대한 충실한 교사의 대응

학생들에게 잠재력 구현과 성장을 위해 ‘학교가 무엇을 하고 있는가?’ 혹은 ‘무엇을 할 수 있는가?’ 라는 질문은 매우 본질적이다. 특히 과학 수업의 경험에 대해 끊임없이 살펴보고 관찰하는 것은 중요하다. 실제로 상당수의 교사들은 석사학위를 마친 경우가 많다. 교사가 주도하는 석사학위논문들은 또한 자신의 교실 수업에 다양한 시도를 하고 이를 주도면밀하게 관찰하여 그 변화를 보고한다. 놀랍게도 거의 대부분의 연구에서 긍정적인 변화와 개선을 보여주고 있음을 알 수 있다. 특히 연구자인 교사는 스스로 학생들이 많이 변화했다고 한다. 무엇이 이것을 가능하게 하는가? 석사논문을 쓰는 동안 교사들이 무엇을 하는지 살펴볼 필요가 있다. 우선 교사는 학생들에게 더 많은 시간을 할애한다. 온전히 자신의 수업의 구성원인 학생들이 어떤 상태인지 다양한 검사지와 관찰을 한다. 그리고 학생들에게 맞는 적당한 처치를 고민하고 투입한다. 투입하는 동안에도 꾸준히 학생들의 결과물을 꼼꼼히 살피고 때로 상당한 피드백도 일어난다. 처치 후에도 연계활동을 이어가며 학생들이 어떠한 성취를 이루어 냈는지를 지식 뿐 아니라 다양한 영역에 걸쳐 평가한다. 사실 이 과정 자체가 교사가 학생들에게 해야 할 것들이다. 학생들이 학습 전 상태를 다각적으로 살피고 한 학생 한 학생을 모두 세심히 살피는 것, 그리고 학생들에게 가장 최적화된 프로그램을 제공하고 모니터하고 피드백을 주는 것이 교사의 업무이다.

자연스럽게 교실 수업의 정상화나 개선은 교사의 몫이다. 그러나 교사에게 본연의 업무를 충실하게 하는 데 방해가 될 만한 것을 계속 부담지우면서 이 업무가 뒤로 밀려난 것으로 분석된다. 교사의 업무와 역할에 대해 좀 더 명확하고 명시적인 기술이 필요하며 이를 충실히 수행할 수 있도록 제반 여건을 마련하여야 한다.

나. 다양한 교실 개선 노력의 사례⁸⁾

(1) 영국의 미래학교 건축 프로젝트

8) 천세영 외(2012). 미래형 과학교실 모델 개발 연구. 한국과학창의재단.

낙후되어 있는 학교환경을 미래지향적인 학습환경으로 조성하고자 한 것으로 영국 정부 주도 하에 대단위 예산을 투입하여 진행되고 있으며 프로젝트 목적은 미래학교 건축 프로젝트는 2020년까지 영국 내 모든 고등학교를 재건축하거나 지속가능하도록 새로 꾸밈으로써 모든 고등학교 학생들이 21세기적인 시설에서 배우는 것을 보장하도록 하는 것이다.

단위학교, 주정부, 중앙정부가 연계적으로 사업을 추진하며 시범학교를 선정하여 다양한 기술적, 환경적 디자인을 학교 건축에 활용하고 디자인 요소와 학습 성과와의 연관성을 연구하는 사업도 병행하여 추진하고 있다. 미래학교 건축 프로젝트는 프로젝트의 최초 실시를 통한 경험과 성과를 공유하는 선구자적인 역할을 해 줄 학교당국을 선별하는 것을 시작으로 실행되었다. 이 결과, 브래드퍼드(Bradford), 브리스톨(Bristol), 그리니치와 루이섬(Greenwich and Lewisham), 그리고 셰필드(Sheffield) 지역이 선정되어 2004년 2월부터 프로젝트가 도입되어 전체적으로는 85개 지역 당국이 미래학교 건축 프로젝트를 통해 학교를 새로 짓거나 시설을 정비하고 있는 중이다. 시범적 모델로 최초 시행된 이후 미래학교 건축 프로젝트는 6차례에 걸쳐 더 많은 지역에서 실시되었고, 2011년까지 영국 내 모든 지역 당국은 적어도 지역 내 수요가 큰 학교들에 대해 자금 조달을 받을 예정이라고 한다.

한편 Partnerships for Schools(PfS)는 미래학교 건축 프로젝트의 실행을 위해 지역 당국과 협력하는 단체)가 제공한 평가 결과와 지역 당국의 웹사이트를 통해 제공되는 정보를 통해, 1차에서 6차에 걸쳐(Waves 1~6) 진행된다. 현재 약 1,000개의 학교가 미래학교 건축 프로젝트에 참여하고 있음을 알 수 있다.

(2) 영국의 Beyond Current Horizons

○ 프로젝트 배경

- Beyond Current Horizons는 영국교육부(DCSF) Technology Futures Unit과 Futurelab이 교육에 대한 새로운 도전과 기회가 예상되는 향후 20년과 그 이상 미래에 사회·기술(socio-technical) 측면에서 어떠한 변화가 예측되는지 연구한 정책과제

○ 프로젝트 목적

- 영국교육시스템에 나타날 수요를 예측하기 위해 기술, 교육 그리고 사회 사이의 교차점을 초점으로 2025년 미래를 분석
- 2020년 이후 교육의 가장 두드러진 변화로 작용할 사회 기술과 교육에서의 최신 트

트렌드를 분석하고 이를 위해 영국과 세계의 과학 및 사회과학 분야의 증거를 면밀히 검토하는 것

- 사회 기술적 변화 상황 속에서 2025년 이후의 미래교육에 대한 일련의 장기간의 문제 시나리오를 만드는 것
- 미래 윤리적인 문제와 교육에 대한 수요를 확인하는 것
- 다양한 교육이해 관계자, 산업방송, 학부모, 학생, 교사, 교육지도자, 행정가가 함께 창의적이고 협력적인 도구를 사용해서 2025년의 교육의 잠재력 목적 본질, 교육기관에 대한 장기예측을 하도록 하는 것
- 현재에 대한 면밀한 계획을 수립하고, 사회기술적 트렌드를 미래사회 기술적 개발의 이해에 대한 비판적 불확실성을 도출해서 그러한 개발에 도전과 기회를 교육자들에게 제공하는 것

○ 프로젝트 내용

- 미래연구에 대한 방법은 시나리오 개발이 중심이 되며 추세분석을 위해서 ‘있을지한(probable) 미래’, ‘가능한(possible) 미래’ 그리고 ‘바람직한(preferable) 미래’라는 다른 시각에서 자료를 수집하여 이를 기초로 6가지의 다양한 시나리오가 도출

○ Beyond Current Horizons의 6가지 시나리오

- 향후 20년 내외 사회와 테크놀로지의 변화가 교육에 어떠한 영향을 주는지 예측한 결과로 6가지의 시나리오가 도출
- 미래연구 결과를 활용하여 각 교육기관에서 테크놀로지 기반 교육정책을 수립할 수 있도록 Vision Mapper 웹기반도구를 개발

(3) 인터넷으로 접근가능한 원격 실험실 (Remote Lab) 사례: iLab Network

- 1998년, MIT의 교수인 Jesus del Alamo에 의해 시작됨.
- MIT의 반도체 장치 학부 수업에 필요한 실험 장비가 없어 이론 내용만 다룰 수밖에 없었던 문제에서 비롯됨.
- Microsoft의 자금지원을 받아, MIT 대학원 실험실에 비치되어 있던 Agilent 장비를 웹으로 제어할 수 있는 Java applet을 작성했던 것이 시초.
- 1998년의 시도가 성공함에 따라, 1999년 말부터 MIT 학과들과 Microsoft간에 연구 파트너십이 체결되어, iCampus Project가 시작됨.
- 다양한 실험 장비를 온라인에서 웹을 통해 제어할 수 있도록 하는 것이 목표.

- 최초 2년간은 개발 및 테스트, 그리고 웹 기반에서의 서비스 구축을 하였으며, 이후에는 플랫폼/서비스 안정화 작업.
- 스웨덴, 영국, 그리스, 이태리, 이집트, 탄자니아, 대만, 중국, 우간다, 나이지리아 등에서 대학 정규 수업에 도입됨.
- 한정된 실험 장비를 최대한 효율적으로 사용할 수 있는 길을 열었으며, 위험한 실험일 경우에도 학생들이 장비와 시료를 직접 다룰 필요가 없음.
- 2001년부터 iLab Shared Architecture(ISA)가 개발됨.

(4) 교실 설계 사례: 공유공간 사례, Thurston Elementary School

- Thurston Elementary School은 미국 오레곤 주 스프링필드 전통적으로 목재산업이 발달한 시골에 위치
- 4개의 교실이 하나의 공간 (Breakout Space)을 공유하는 형태로 설계 건축
- 공유공간을 둘러싼 4개 혹은 6개의 교실이 하나의 클러스터를 이루어 배치됨
- 학년 수준의 전체 활동을 위한 공간(Commons) 별도 존재

4. 국외의 과학교실 변화의 축에 대한 논의: 국외교육정책 동향분석⁹⁾

가. 미국

- 글로벌 경쟁력 우위 지속을 위한 과학기술교육 강화 등 혁신 아젠다 제시
 - NII(National Innovation Initiative)는 경쟁력위원회(Council on Competitiveness)에 「Innovate America」 라는 보고서를 통해 경쟁력 강화를 위한 혁신정책을 제안 (2004년 12월)

Innovate America

- 수립배경

미국의 경쟁 우위에 대한 위협 요인의 증가에 따라 경쟁 우위 지속을 위해 미국이 지향할 방향을 제시하고 세계 경제의 흐름 속에서 미국의 역할 재정립을 위한 정책 제언을 목적으로 함

- 내용

첫째 국가 이노베이션 교육 전략과 노동환경 개선을 통한 인적자본 확보

둘째 첨단적이고 학제적인 연구활성화와 민간기업경제활성화 및 고리스크에 대한 장기 투자 활성화 등의 투자 확대

셋째 이노베이션 성장 전략에 대한 국가적 합의 형성 지적 재산 체제 구축 및 이노베이션 중점화 표준화 등을 통한 인프라정비

- 『No Child Left Behind』 법안의 개정을 통해 연방 정부의 국립평가위원회에서 수학·과학·독서에 대하여 엄밀한 기준을 마련 (2007년 3월)
- 『America COMPETES (Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science) Act』, H.R.2272를 발효 (2007년 8월)

나. 영국

- 기술전략위원회(TSB: Technology Strategy Board)를 설립 (2007년 7월)
 - 경제성장률을 높이고 삶의 질을 개선하기 위해 연구뿐만 아니라 과학 기술과 새로

9) 국내외 수학·과학 및 창의교육 정책동향 및 교육사례 조사 분석(2009) 창의인재기획실, 한국과학창의재단

- 운 사업 아이디어의 개발 및 활용을 지원하고 장려하는 역할을 담당
- 전략 및 운영 측면의 유연성 제고, 기술 혁신을 위한 정부의 지원 업무에 대한 일관성 및 긴밀성을 증대시킬 계획
- 무역산업부(DTI)
 - 「The Race to the TOP」이라는 보고서를 발간
 - 영국이 최고를 위한 경쟁에서 승리하기 위하여 기업이 지식집약적 고부가가치의 상품과 서비스를 생산하도록 경제 구조를 변화할 것을 요구
 - DTI의 과학기술혁신업무를 분리시켜 과학혁신대학부(DIUS: Dept. for Innovation, Universities and Skills)를 신설(2007년 10월)
 - DIUS는 「Implementing 'The Race to the TOP」이라는 보고서를 출판하였으며 해외 우수인력 및 최고과학자를 유치하기 위한 장학제도운영기금을 조성 운영(2008년 3월)

다. 일 본(삶의 질 개선을 위한 과학기술혁신 전략 수립)

- 아베총리는 'Innovation 2025'를 수립하고 제3기 과학기술기본계획(2006-2010)의 추진을 본격화(2007년 5월)
 - ◇ Innovation 2025 주요내용 ◇
 - 2025년 일본사회의 5대 목표 제시 ·평생 건강한 사회 ·안전하고 안심할 수 있는 사회 ·다양한 인생을 보낼 수 있는 사회 ·세계적 과제 해결에 공헌하는 사회 ·세계에 열린 사회
 - 기술혁신 전략 5대 목표를 실현하기 위한 8대 중점기술 분야(생명과학, 정보통신, 환경, 나노·재료, 에너지, 생산, 사회기반, 프런티어)별 기술 개발 로드맵을 작성하여 추진
- 일본 종합 과학 기술회의는 산업의 국제경쟁력강화, 건강한 사회 구축, 일본과 세계의 안전보장의 3대 목표에 따라, 제3기 과학기술 기본계획의 분야별 추진 전략을 바탕으로 혁신적 기술 14개 분야 23개 항목을 선정
- 지속적인 경제성장과 풍부한 사회의 실현을 가능케하는 세계 최고 수준의 기술seeds를 선정하여, 전략적으로 자원의 집중적인 투자와 연구개발 체제정비 등을 추진하며 이공계인력육성을 위한 '이공계실험교실프로젝트(06-)', '여중고생의 이공계 진로 선택 지원 사업(06-)' 등을 진행하고 있다.

라. 유럽(지식투자 확대 및 과학기술 행정체계 개편 등을 통한 성장 활로 모색)

- 지식 관련 투자 확대와 성과 창출을 통해 장기적인 경제 성장을 도모
 - 90년대 후반 이후 EU는 성장과 생산성 측면에서 미국과의 격차가 확대되는 한편, 아시아지역의 신흥경제국들의 추격에 직면
 - 2010년 GDP 대비 3% R&D 투자, 하이테크 산업 육성, 인적자원 투자 확대 등을 주요 내용으로 하는 신리스본 전략을 추진 중
- 제7차 프레임워크 프로그램(07~13) 개시
 - FP7의 총 예산은 FP6에 비해 63%의 증가를 보이고 있음
 - FP7은 협력(Cooperation), 창의(Idea), 인력(People), 역량(Capacities) 등의 프로그램으로 구성되어 있으며, 협력프로그램 중 ICT 기술 및 건강관련기술의 비중이 가장 높게 나타남

마. 유네스코 과학교육 개선 권고

- 개요
 - 유네스코는 '07.7월 호주퍼스(Perth)'에서 세계과학기술교육회의(World Conference on Science and Technology Education)를 개최
 - 과학기술교육의 발전을 위해 정책결정자들이 주목해야할 11가지 이슈를 제시하고 이와 관련한 정책권고를 채택
 - ※ 유네스코는 '99년 헝가리부다페스트에서 World Conference on Science를 개최하고 정책권고안을 발표한 바 있으며 이번 호주선언은 과학교육부문에서의 실행지침적 성격의 권고안을 제시한 것
 - 이를 기초로 '08년 3월 「Science Education Policy-Making: Eleven Emerging Issues」를 발표
- 이슈1. 학교 과학교육의 목적 명확화
- 이슈2. 과학교육에의 접근성과 평등성 제고
- 이슈3. 과학에 대한 흥미 제고
- 이슈4. 학교 교육에서의 과학과 기술의 관련성 제고
- 이슈5. 과학과 연구의 특성에 대한 이해
- 이슈6. 과학 리터러시(scientific literacy) 제고
- 이슈7. 과학교육에서의 배움의 질

- 이슈8. 과학교육에서의 정보통신기술의 활용
- 이슈9. 과학교육에 대한 효과적인 평가방법 개발
- 이슈10. 초등학교에서의 과학교육
- 이슈11. 과학교사들의 능력개발

● 과학교육발전을 위한 11개 이슈와 정책권고

<이슈1 학교과학교육의 목적 명확화>

- 교육대상·방법·평가 등을 구체화하기 위해서 교육단계별 명확한 교육 목적 제시
- 대상에 따른 중고등과정 과학교육커리큘럼 구분
- 상급학교에서 과학기술을 전공할 학생들과 일반시민으로서 필요한 수준의 과학기술 지식을 습득할 학생들을 구분하여 교육

<이슈2 과학교육에의 접근성과 평등성 제고>

- 여학생의 과학기술교육 참여를 제한하는 유무형의 요인제거를 통해 여성 과학 기술인의 양성 강화
- 과학 지식의 습득을 어렵게 하는 문화적 장애요인들을 극복할 수 있는 방안을 강구할 필요
- ※ 전통(예컨대 과학적 논리와 반대되는 종교적 믿음 등)을 포기하지 않으면서 새로운 과학지식을 받아들일 수 있도록 배려할 필요

<이슈3 과학에 대한 흥미 제고>

- 과학에 대해 개인적·사회적 흥미를 제고시킬 수 있는 다양한 방법 모색
- ※ 초등학생: 자연에 대한 호기심과 창의성을 북돋울 수 있는 방향
- ※ 중·고등학생: 일상생활에서 과학기술의 기여를 제대로 알게 함으로써 장차 과학 기술자를 희망하는 직업으로 선택할 수 있도록 유도
- 추상적인 과학교육에서 탈피해 실제 생활과의 관련성 속에서 과학의 중요성을 강조하는 선진적 교수방법 개발 필요

<이슈4 학교교육에서 과학과 기술의 관련성 제고>

- ‘과학’과 ‘기술’을 분리한 기존의 교육틀은 과학에 대한 이해도와 관심도를 저하시키는 문제점 초래
- 과학과 기술이 어떻게 접목되면서 실생활에 사용되고 있는가에 대한 구체적 사례 제시를 통해 과학적·기술적 원리와 효용성 등을 통합적으로 교육할 필요
- 기존 교사들의 통합적·실생활 맥락적 접근을 지원하기 위한 훈련 프로그램 필요

<이슈5 과학과 연구의 특성에 대한 이해>

- 과학이론과 연구방법에 대한 균형적 교육을 통해 과학 탐구의 본질적 모습에 대한

학생들의 인식도 제고

※ 대부분의 교사들이 실제과학연구를 본격적으로 수행해본 경험이 많지 않으므로 교사들의 과학 연구경험 프로그램 필요

<이슈6 과학 소양(science literacy) 제고>

○ 과학교육을 받는 모든 학생들이 자신들의 필요에 맞는 과학 소양을 확보할 수 있도록 커리큘럼 및 교수 방법개발

- 장래에 과학기술자가 되길 원하는 학생과 과학적 소양만을 갖추기 위해 과학을 배우려는 학생을 구분하여 이들에게 적합한 맞춤형커리큘럼을 제공할 필요가 있음

<이슈7 과학교육에서의 배움의 질>

○ 과학지식의 단순전달보다는 과학지식의 응용능력을 제고할 수 있도록 교육의 방향을 설정

- 이를 위해 학교에서 과학성취도평가를 할 때 과학지식의 활용 능력을 파악할 수 있는 평가방법을 도입할 필요

※ 대학에서의 기초 과학교육도 추상적인 거대담론에서 벗어나 과학의 원리들이 실제 세계에서 어떻게 응용되고 있는가를 강조해야 할 것

<이슈8 과학교육에서의 정보통신 기술의 활용>

○ 교육의 효과성과 평등성이라는 관점에서 정보통신기술을 과학교육에 적극 활용할 수 있는 시스템을 구축

○ 정보통신기술을 활용함으로써 다양한 지식 전달이 가능하고, 학생들의 이해도와 분석능력향상 제고 가능

※ 교사들의 능력 향상 프로그램에 정보통신기술을 과학교육에 접목한 교수법을 포함시킬 필요

<이슈9 과학교육에 대한 효과적인 평가 방법 개발>

○ 학교과학교육의 학업성취도를 정확하게 파악할 수 있는 다양한 평가 방법을 개발할 필요

○ 단순히 지식을 테스트하는 평가방법을 지양하고, 지식의 적용 능력을 측정할 수 있는 방법을 고안

※ 효과적인 평가방법의 적용은 교과 과정 설계자 교사들이 선진화된 교과 및 교수방법을 개발하도록 지속적인 모티브를 부여할 것

<이슈10 초등학교에서의 과학교육>

○ 초등학교에서의 과학교육은 현재의 커리큘럼과는 확연히 다른 프로그램이 도입될 필요

- 학생들이 자연현상을 더욱 많이 접하게 함으로써 자연에 대한 흥미를 지속적으로 유지
- 초등학교에서는 자연현상과 관련된 다양한 경험을 쌓도록 하고, 개념이나 가치중심의 교육은 중등학교 이상에서 실시하는 교육이 더욱 효과적
- ※ 예컨대 “지구는 둥글다” “지구는 돌고 있다” 등 실제로 느끼기 힘든 현상을 ‘사실’이라고 초등학교학생들에게 ‘가르치는’ 것은 과학교육에서 가장 피해야 할 사항 중의 하나

<이슈11 과학교사들의 능력 개발>

- 과학교사들의 능력 개발 프로그램을 활성화할 수 있는 정책을 마련
- 과학교사들에게 교수법이나 과학기술의 발전에 대한 새로운 지식을 흡수할 수 있는 교육기회를 부여
- 과학지식과 교수법 고도화를 위한 교사들의 지속적인 노력이 질 높은 과학교육의 선결조건이라는 공감대 필요

5. 국내 교실 여건의 변화: 스마트 교육 및 교실의 확대

가. 과학 교실 환경의 변화 양상

(1) 표준 설계 시대에서 교과 교실제까지

1962년에 처음으로 정부가 학교시설표준설계도 제정 (1980년까지 6차에 걸쳐 개정)하였고, 일본의 전통적인 4칸×5칸(7.2m×9.0m)의 교실형태를 그대로 답습하는 등 일본의 표준 설계도와 별로 차이가 없는 표준 설계도 제정하였다. 기본적으로는 북측에 북도를 두고 남측에 교실을 두는 편 북도형의 교사를 대지북측에 배치시키고 남쪽에는 운동장을 두는 배치계획 이러한 표준설계도에 따라 전국 어느 곳에서나 볼 수 있는 획일적이며 정형화된 학교의 모습 탄생하게 된다. 이러한 표준설계도 사용은 1990년 이후부터 그 모습을 감추게 되었고, 미래형 과학교실 구성 요소별 적용 기술 분석이 활용되기 시작한다.

현대화 시범학교 시대는 1990년부터 「현대화 시범학교」 정책을 전국적으로 시행하면서 시작된다. 교육인적자원부에서는 기존의 「학교시설 표준설계도」에 의한 학교건물이 아닌 좀 더 나은 교육환경 개선을 위한 시도의 일환으로 학교시설 표준설계도에 근거가 되는 학교시설 설비기준령이 1997년 9월에 폐지되고 대신에 고등학교이하 각급학교설립 운영규정안이 실시된다. 첫째, 교육환경의 변화 및 미래교육을 수용할 교육공간의 창출, 둘째 지역특성에 맞고 미적인 학교형태 개발, 셋째 교육환경 개선을 위한 학교시설의 현대화를 계획목표로 하였다.

이후 열린 학교 시대가 도래한다. 열린교육 시범학교 정책은 「인성교육 시범학교」와 「열린교육 시범학교」라는 정책과 같은 선상에서 시행되었다. 1996년부터 열린 교육을 위한 학교건축인 「열린학교」가 전국적으로 유행하였고, 교실과 북도의 벽을 허물어 열린교실로 건설하는 등 개방적인 학교 교실 설계를 하였다.

정보화 학교 시대는 그 이후에 정보화 시범학교 정책으로 시작된다. 정보화 시대에 걸맞게 학교시설 기능 가운데 정보화의기능과 가장 관련이 있는 도서실의 기능에 학교의 메인 기능 역할을 부여한 학교를 의미한다. 정보화 학교는 도서관을 일반적으로 정보센터라는 이름으로 학교의 중심적 위치에 배치하는 것이 특징이다. 이 정보센터는 학생들뿐 아니라 지역주민에 개방하는 것을 원칙으로 하며, 지역 정보센터로서의 역할도 함께 하도록 설계하였다.

최근의 교육시설을 특징짓는 것이 바로 민간투자의 시대이다. 교육시설 BTL(Build Transfer Lease) 정책으로도 불리우며 이는 교육환경 개선을 위하여 2005년부터 민간자

본을 이용하여 교육시설을 건설하려는 정책(이하, 교육시설 BTL(Build Transfer Lease) 사업)을 발표한 것으로 시작된다. BTL사업은 이미 도로, 항만, 철도 등의 사회기반시설 건설에서 정부 국책사업의 일환으로 진행되고 있는 사업이다. 2005년부터 2007년까지 13조 5,476억원 규모로 확정된 바 있다. 민간이 자금을 선투자하여 건설(Build)한 후 국가, 지자체로 소유권을 이전(Transfer)하고 국가, 지자체에게 시설을 임대(Lease)하여 투자비를 회수하는 사업방식에 따라, 교육시설이 수익성을 전제로 건설되어야 하는 조건을 갖게 된다.

마지막으로 교과교실제의 시대가 등장한다. 교과 교실제 정책은 공교육 내실화를 위한 학교 수업의 다양화를 목표로 하며, 수요자 중심의 맞춤형 교과교실 설치하는 것이 기본 골자이다. 이는 교과운영 방식의 전환을 통한 학교 경쟁력 강화를 목표로 하고 교과중심의 교무조직으로 변화, 학생중심의 탄력적 교육과정 운영, 체계적 교과교실 운영 시스템 구축, 교과특성별 교과교실 구축을 추진하는 것이다. 또한 교사의 교수학습지원 뿐만 아니라 학생 생활공간을 배려하여 교과교실체제 운영에 대한 논의가 부각되고 있다. 일반교실형의 학교운영방식이 학급 중심(학생), 행정중심교원이었다면, 교과교실제의 학교운영방식은 학생중심, 교과중심으로 볼 수 있다. 따라서 교사의 교과목별 교수학습 방법, 교재 및 수업 모형 개발, 교사협의 등을 지원할 수 있는 공간계획 이 필요하다. 또한, 학급 중심에서 개별 학생 중심으로 전환됨에 따라 학생들의 학교생활 터전이라 할 수 있는 학급교실이 없어지게 됨으로써 학생들의 생활공간인 충분한 면적의 홈페이지스 구축이 필요하다고 할 수 있다.

나. 스마트교육 정책 현황

(1) 스마트 및 온라인 교육 정책 추진

(가) 디지털 교과서 개발 및 적용

2007년부터 디지털 교과서 개발 시범사업 추진되어 지식기반사회가 요구하는 미래 인적 자원 양성 및 U-러닝 환경에 적합한 미래형 학습 교재 개발을 위해 '13년 이후 디지털 교과서 상용화 준비단계에 있다. 또한 '11년도 디지털 교과서 개발 시범사업 성과 분석('11.10.~'12.2.), 디지털 교과서 효과성 측정 연구 추진('11.10~'12.2), 디지털 교과서 연구학교 종합 평가회 개최('11.12.14~15), 디지털 교과서 추진 T/F 구성·운영('11.11.~'12.1.), 학교 현장, 출판사 및 업계, 학계 및 유관기관 관련 전문가(11명)로 구성된 디지털 교과서 추진팀에서 디지털 교과서 개발 및 적용 추진 중이다.

(나) 온라인 수업 · 평가 활성화

온라인 수업 활성화는 장기 치료로 인해 학습이 지체되거나 유급 위기에 있는 건강상 장애 학생에게 온라인 수업 제공이라는 목적하에 논의 중이다. 또한 UP(대학과목선 이수, University level program) 제도 활성화 즉 대학자율역량기반조성사업(대입제도과, 15억원)의 세부과제로 UP제도('11년, 4억원)를 도입하여 추진 중이다. 그 외에 IPTV를 활용한 교육서비스 지원으로 시·도교육청 사업의지 반영을 위해 매칭방식으로 전환하고, 활용도 높은 학교(총 6,051개)를 대상으로 지원하여 총 6,051개교 45,045개 학급 지원, 총 40억원(특교 20억원, 지방비 20억원)이 투자되었다.

국가수준 평가방식의 온라인 전환이 진행 중이다. 예를 들어 국가영어능력평가시험 IBT 중앙시스템 구축 즉, 국가영어능력평가시험 포털시스템, 시험평가시스템, 문제은행 시스템, IBT 지원 시스템, 인력풀 및 교육관리 시스템 구축('11.7~'12.4), 국가영어능력평가시험 IBT 시험장 구축, 16개 시·도에 500개 시험장 구축('11.8~12), 온라인 기초학력 진단·처방 체제 구축 및 기초학력 우수교육청 선정을 통한 온라인 기초학력 향상도 평가 체제 추진 기반 마련('11.10.12)이 그 예이다. 그 외에도 온라인 수행평가 체제가 구축 중이다. 2011년도 영어 평가방법 개선 연구학교 운영('11.3.~'12.2.)가 대표적인 예로, 총 16개교(중9, 고7), 단위학교 영어 말하기·쓰기 평가시스템을 활용 중이다. 영어 말하기·쓰기 수업 및 평가방법 원격 연수 운영('11.5~12)이 진행되고 있다. 실제로 EBS 원격연수원 개설 30차시 직무 연수, 영어교원 약 2만명 이수한 바 있다.

(다) 클라우드 및 스마트 교육 서비스 기반 조성

클라우드 교육서비스 기반 조성을 위한 기초자료 및 RFP 준비 중으로 워킹그룹(민·학·연 전문가 5명)과의 협의를 통한 기초자료 조사가 진행되고 있다. 이를 위해 5회 협의 실시('11.10.31~12.31), 스마트교육 환경 구축 제안요청서(초안) 작성이 진행 중이다. 스마트교육 운영과 관련하여 자문위원회 구성 및 운영 중이며(구성: 민·관·산·학·연 전문가 16명(위원장: 충남대 천세영 교수), 역할: 스마트교육 정책 및 관련 업무 자문, 운영: 스마트교육 추진전략 실행계획 및 '12년도 주요사업 추진계획), 심의·자문을 위한 위원회를 개최('11.9.20, 10.26, 12.26)하였다.

또한 스마트교육 전담 기구 및 부서 신설('11.10.31)이 스마트교육추진단(단장 제1차관, 위원 관련부서 국장 5명)과 스마트교육TF팀(스마트교육 업무 총괄·지원)으로 구성되었다. 또한 스마트교육시도협의회가 구성되고 협의회가 실시되었다. 스마트교육 우수성과 확산을 위한 보도자료 배포 및 브리핑, 인터뷰를 실시하였고, 정책수요자 대상 현장밀착

형 직접 홍보 측면에서의 시도교육청 권역별 설명회('11.11.16~12.7, 장학관 및 교감 등 2,700여명 참석), 포럼 2회 개최(아시아경제 주관 스마트러닝 포럼 '11.11.22, KERIS 주관 교육정보화심포지엄 '11.11.24), 지방자치단체 공무원 대상 스마트교육 추진전략 특강('11.11.23), 및 국내·외 언론사 대응 등 대외 홍보가 이루어 졌다. 그리고 디지털 교과서 연구학교(서울 구일초) 수업공개 및 인터뷰 등 취재('11.6.29, KBS, MBC, SBS, YTN 등 11개 매체), 한국의 스마트교육 추진에 대한 BBC 보도('11.10.19), OECD의 한국 스마트교육 취재를 통해 대내외적인 스마트 교육시대의 도래를 알리게 되었다.

앞으로도 스마트교육 정책은 꾸준히 진행되는 것으로 보고 있으며 2015년 스마트교육 정착을 목표로 2012년에는 교육내용 방법 환경 혁신을 위한 제도적 기반 조성 및 교원 역량 강화에 중점을 두고 있다. 이를 위해 교육저작물 이용관련 법·제도 정비(문화부 공동) 및 정보통신 윤리 교육 강화(인터넷 중독 예방·치유 중점)를 병행 추진 중이며, 학습자의 학습권 확대를 위한 온라인 수업 활성화 등 스마트교육의 변화를 유형화하고, 연구학교 적용을 통한 확산 기반 마련이 시급하다. 이를 위해 제안된 것은 i) 고교 미 개설 선택교과 수업 ii) 집중이수에 따른 전입생 미이수 교과 수업 iii) 수업 보충·심화를 위한 방과후 수업 iv) 학업중단 상황시 정규수업 대체 수업 등 4개 유형별 온라인 수업 활성화 추진 등이 있다.

6. 과학교실 개선에 대한 논거와 방향

○ 미래 시민에게 과학기술기반 사회, 과학·기술 소양은 선택이 아닌 필수라고 규정하고, 이를 지닌 창의·융합형 핵심인재 양성을 위해 학교교육의 근본적 지향으로 설정된 과학교육의 실행을 전제로 하는 글로벌 시대를 고려한 과학교육내실화 방안에 대한 정책을 제안할 수 있다.

○ 선진국에서의 우수 과학 수업 사례에 대하여 자료를 수집 및 분석할 것이다. 이를 통해 과학교육계에서의 자발적으로 논의되는 과학교실 개선 및 과학교육 내실화에 대한 다차원적인 특징, 수요 및 개발 방향 및 가능성에 대하여 서술하고자 한다.

▶ 과학교육 현황에 대한 이해

현재 진행 중인 2009 개정 과학과 교육과정은 전 세계적 과학기술 경쟁에서 우리 사회의 생존을 보장하고 과학기술과 관련된 심각한 복합적 사회 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖춘 인재 양성을 위하여, 융합형 교육을 통해 창의·인성 교육을 강화해야 한다는 시급한 사회적 요구를 기반으로 하고 있다. 이것이 교실 수업 개선에 어떤 의미를 가지고 있고, 실제로 교육과정의 변화와 수업 개선 및 변화사이의 상관관계에 대한 회의적 시각에 대해 언급한다.

▶ 글로벌 시민 교육에서의 과학교육 내실화

세계화란, 과학기술의 발달에 따라 세계의 모든 나라와 사람들이 긴밀한 상호의존 관계를 맺고 삶의 터전을 전 세계로 확대해가는 현상이라고 할 수 있으며, 세계화 시대의 도래는 시민성의 조건들을 변화시키고 있어 여러 차원에 걸쳐서 시민적 자질의 모습에 대한 탐색이 끊임없이 요구되고 있다(서태열, 2004). 이전까지의 시민성이 한 국가 내의 시민성에 관한 것이라면, 세계화와 정보화에 따라 등장한 글로벌 시민은 기존의 한 국가에 속한 시민과는 다른 새로운 자질, 즉 글로벌 시민의식이 요구되고 있다.

Cogan & Derricot(2000)은 글로벌 시민으로서 지녀야 할 특성을 다음과 같이 말하였다. 세계 사회의 한 구성원으로서 문제를 조망하고 접근할 수 있는 능력, 사회 내에서 협동적으로 다른 사람과 일하는 동시에 자신의 역할과 의무를 충실히 담당할 수 있는 능력, 문화적 차이를 이해하고 받아들이며 인정하며 관대히 다룰 수 있는 능력, 비판적이고 체계적으로 사고하는 능력, 사회 비폭력적인 방식으로 갈등을 해결하려는 의지, 환경을 보호하기 위하여 자신의 생활방식이나 소비 습관을 바꾸고자 하는 의지, 인권에 대한 감수성이 풍부하며 인권을 존중하는 능력, 지역적·국가적·국제적 차원에서 정치에 참

여하고자 하는 의지와 능력이 그것이다.

김연정(2001)은 선행연구를 종합하여 글로벌 시민을 다음과 같이 정의했다. 글로벌 시민이란 전 인류의 평화와 번영을 위한 지구적 의식을 가진 민주시민으로서, 첫째, 인간의 존엄성과 인권 존중에 대한 가치관과 신념을 가지고 이를 실천에 옮기며, 둘째, 세계 평화에 관심을 가지고 세계 차원의 평화 실현을 위한 활동에 적극적으로 참여하려는 자세를 가지고, 셋째, 문화적 상대성과 다양성을 존중할 줄 알며, 마지막으로 세계적으로 해결해야 할 문제의식에 참여 의식을 가지고 이를 관용과 타협을 통해 해결할 수 있는 능력을 갖춘 사람이라 할 수 있다(장주혜, 2008).

이처럼 글로벌 시민을 양성하기 위한 교육은 또한 다양하게 정의되는데, 김왕근(1999)은 글로벌 시민교육을 “세계적 관점을 함양하는 다학문적이고 다문화적인 교육과정”으로 규정하였다. 또, Diaz, Massialas 와 Xanthopoulous(1999)는 “글로벌 시대의 시민성교육은 학생들이 문화공동체와 국가에 관하여 사려깊고 명료한 정체성을 발전시키도록 지원해야만 하며, 그것은 또한 학생들이 글로벌 공동체 안에서 그들의 역할을 심도있게 이해하고 명료한 글로벌 정체성을 발전시키도록 도와주어야 한다”고 하였다. 같은 맥락으로, Osler와 Vincent(2002)는 “글로벌 교육은 학습자들이 지방과 지역, 세계 차원을 연계시켜 인식하고 불균형(inequality)에 대해 관심을 가지도록 하는 교육이며, 따라서 비판적 사고력과 책임있는 참여를 고취시켜 인권과 사회정의를 강조하게 되고, 민주주의, 다문화와 문화 간 교육을 포함한 개념”이라고 하였다(김용신, 2009).

우리나라 글로벌 시민교육의 목표는 다음과 같다(차경수, 2000).

- 세계 체제에 대한 인식을 높인다.
- 다양한 시각을 가지고 타문화를 이해한다.
- 세계 여러 문화의 공통점과 차이점을 인식한다.
- 지구 전체의 문제와 현황에 대한 이해를 높인다.
- 세계의 문화 발전에 기여하기 위하여 필요한 역할을 수행하고 문제 해결을 위한 지도력을 기른다.

▶ 과학교실을 둘러싼 글로벌 환경에 대한 인식의 동향

Grimmett(2012)는 글로벌 교사교육(Global Teacher Education)을 국가 간의 경계를 허무는 신자유주의적 시각으로 해석하고 있다. 실제로 미국과 캐나다의 경우 교사교육측면에서 국가가 장악하기 보다는 규제를 완화하며 교사교육전문위원회의 전문 정책에 더 의존하는 등 국가의 하위 기관의 역할로부터 국가 간으로 확대됨을 알 수 있다. 또한 이

런 현재의 정책들이 사회에서의 대학의 역할에 영향을 미쳤는가도 논의하고 있다. 신자유주의자들의 힘은 대학이 이전의 자유주의 하에서 담당했던 중요한 역할인 국가 수준 및 지위 발전을 꺾어먹고 있다. 국가의 지위나 위상은 규준화의 경계를 넘나드는 초국가적 존재에 의해 자리를 내어주는 형국으로 변화하고 있다. 대학이 사회에서의 역할은 경제발전과 글로벌 역량을 지원하는 것으로 가고 있다. 전문가가 포진된 집단으로서의 대표성을 띠는 권위를 기반으로 자율성을 구가했던 그리고 전문가적 책무와 자율성을 보장받는 대학이란 이미 400년 전의 이야기인 셈이다.

그러므로 교육이 현재 처해있는 정책맥락을 고려해보면서 글로벌 교육이 무엇이고 어떻게 이루어지는가를 논의해 볼 필요가 있다. 현재의 정책 맥락이란 세가지 측면에서 바라볼 수 있다. 하나는 고전적 자유주의적 지적 입장으로 급진적 자유주의적 국제 관계를 중시하여 국가주의를 거부한다. 두 번째는 세계주의(cosmopolitanism)로 국가주의의 허점을 비판하며 세계주의적 입장을 갖는 것이다. 이는 평등과 정의를 추구하며 국제법과 합의를 지향한다. 세계시민은 국가의 경계밖에서 일어나는 기후변화, 기아, 생태, 등과 같은 문제들을 다루어야한다고 주장한다. 세 번째관점은 postmodern trans-nationalism 이다. 이는 자유주의와 세계주의가 불완전한 일부에 지나지 않는 것으로 평가하고 세계주의의 탈맥락적 측면을 거부하면서 국가를 다민속적 속성을 지는 것으로 보는 후기식민주의적 관점을 제안하였다. 이러한 국제화에 대한 설명은 문화적, 정치적, 경제적 글로벌화(globalization)의 과정이 세계화(internationalization)을 경제적 역량과 개인의 수행의 형태로 바꾸어가는가에 초점을 맞추는 국가의 경계선 상에서의 근대주의적 노력 그 너머에 있는 것으로 본다. 그러한 경제적 합리주의적 왜곡은 파괴되어야하고 고전적 자유주의적 입장이나 세계화로 회귀하는 것을 제안하지 않는 것을 전제로 해체되고 비판되어야한다. 오히려 경제에 지나친 무게를 두는 신자유주의적 입장은 국제 교사교육에서 문화적 정치적 글로벌화가 주는 긍정적 효과를 거부하게 하는 결과로 이어질 수도 있음을 주의해야 한다.

글로벌 교육은 현재 매우 화제가 되고 있다. 특히 교사양성 기관의 교육자들은 세계의 딜레마나 사건들에 대한 깊이있는 수준의 이해를 증진시키는데 시간, 에너지, 경제적 지원을 구하고 걸맞는 구조와 활동을 만들어 내는데 어려움을 느끼고 있다. 국제화 교육과정의 심각성은 충분히 고려할만한 가치가 있다. 국제화 교사교육의 지속적인 성공은 관련 교수진의 비전에 달려있다.

▶ learning에서 study로: 과학수업 개선의 방향

우리 사회의 미래 시민 양성 및 총체적 인간의 완성이라는 취지에서의 의미있는 학습

은 teaching과 learning을 상정하는 우리의 관습으로부터 부정될 수 있다. 인간의 발달을 설명하는 것이 우리가 하고자 하는 교육이라면 이는 수동적 학습자로 인지되기 쉬운 teaching에 대비되는 단어로서의 learning을 사용하는 것은 옳지 않다. 미래의 보다 나은 인류의 존속을 위한 전제가 교육이고 양질의 교육에 대한 논의 선상에 글로벌 교육이 있다면 그 의미는 참의미의 교육으로 이어진다. 이에 대한 Grimmett 교수의 대안은 study이다. 스스로 깨치는 과정으로서의 교육이 가능하기 위해선 적어도 경쟁 지향의 교육풍토에서는 가능하지 않을 것이다. study로 제안한 것의 배경에는 교육이 자발적이고 자연스러우며 근본적으로 학습자의 내재적인 활동이지 학교 및 교사의 행위에 수반되는 것은 아니라는 것이다. 결국 세계가 논의하는 바 학문의 본질에 가까운 경험 및 지식을 만들어 가는 경험을 통한 학습은 본연의 타고난 바의 잠재력을 일깨우는 소양교육의 형태로 나타나게 될 것이다.

교사교육의 관점에서 볼 때 1960-80년대는 교사교육연구와 정책마련의 시기이고, 1980-2000은 교사교육이 정부 기관의 감독 하에 ‘가르치는 것을 학습하는’ 것으로 인식되던 시기였다. 1990-2010은 교사교육은 전문적 규제와 탈규제의 정부맥락에서의 정책으로 여겨졌다. 마지막 시기 직전에 교사교육이 학생이 학습에 변화를 가져왔는가라는 근본적인 질문이 쏟아졌고 이에 대한 반성과 회의로부터 교사교육을 정책 이슈로 보려는 움직임이 나타난다. 결과적으로 다수의 연구는 기존의 교사교육프로그램을 비판하면서 교사의 질과 대중의 책무성에 초점을 맞춘 교사교육을 제안한다. 관리는 탈규제를 강조한 정책들 속에서의 전문성있는 규제로 규정되어 진다. 이런 시대가 현대이며 신자유주의로 불리우는 시대이다. 이는 국가지위를 누그러뜨리는 경향이 있다. 이전의 자유주의시대 하에서는 개인은 자율성을 지닌 것으로 간주되어 자유를 만끽하였다. 정부의 역할은 개인이 자유를 지키는 것이었다. 대학들은 국가지위 개발에 중심적 역할을 하였다.

신자유주의는 자유주의에서 한걸음 더 나간 형태이다. 1990년에서 2010년에 극명하게 양상을 드러낸 신자유주의는 개인을 우선시하는 측면에서 더 발전된 형태이다. 다만 자유주의와 차이가 있다면 공공의 역할 및 기능이 더욱 강화된 점이다. 즉 민간이 운영하는 민영 기관이나 프로그램에 공공기관이 개입하여 효율성을 배가시키고자 한다는 것이다. 이는 공공의 규제가 완화되어 탈규제화로 이동한 것으로 나타난다. 그러나 동시에 공공의 역할이 민영의 차원에 개입하여 더 고도의 규제를 이루어 내는 셈이 될 수 있다. 이런 점에서 신자유주의가 탈규제와 규제를 동시에 이루어 낸다는 평가를 받는 것이다.

결국 변화하는 글로벌 시대의 신자유주의는 공공이 주도적으로 진행하기 보다는 주도권을 민간이 가지면서 공공기관이 이를 지원하고 효율성을 높여주는 행태로 나타난 것이다. 국가 기관이 글로벌 교육을 온전히 이끌고 주도하는 것 보다는 개인과 민간 차원

에서 자발적 수요에 걸맞도록 자생하도록 길을 열어주고 제도를 개선해 주는 역할을 하는 것으로도 해석될 수 있다.

또 하나의 글로벌 교육을 둘러싼 사회적 특징은 trans-nationalism의 대두이다. 하나의 국가에서 살아가던 시민들이 국가의 경계를 가볍게 넘나드는 글로벌 시민들의 나타나고 있고 그 숫자가 증폭하고 있다. 이러한 국가 경계에 제한받지 않는 사람들의 인식 변화는 SNS 및 네트워크의 증대로 동시대를 살아가는 그리고 세계 어느 곳에서도 공유하는 바가 증폭한 시대상과 맞물려있다. 우리나라의 해외여행객 수가 많아지고 해외파견 등이 많아지는 이유는 이러한 세계적 시대상과 유사하다.

교육이나 공공의 복지부분에서도 이러한 영향을 받게 되어 이에 대한 강점 및 약점에 대한 논의가 활발히 진행중이다. 그러나 이런 변화에서 대학의 입장은 오히려 모호하다. 기존의 상아탑이나 국가의 위상을 세우는 역할, 학문의 세계는 오래전부터 국가에 국한되지 않았으므로 국가 경쟁력과 위상을 담당하는 역할을 하기에 적합하였다. 그러나 글로벌의 시대를 맞으면서 그 역할에 변화가 생기기 시작하였다. 신자유주의는 '전문성 (professionalism)'에 위협을 가하기 시작했다. 자유주의가 'good life'를 표방했다면 신자유주의는 'goods life'를 표방한다. 즉 상품의 획득과 소비를 미덕으로 본다. 이는 전문가 기반의 중산층에 대한 수요가 더 이상 나타나지 않음을 의미한다. 전문성도 하나의 국가 차원의 대시민 서비스 관점에서 보여지게 된다. 대학에 대해서 미래 노동시장의 인력을 양성할 것을 주문하는 현대의 수요는 이를 매우 잘 나타내는 것이다.

이러한 맥락에서 글로벌 교육은 혹은 글로벌 교사 교육은 postmodern trans-nationalism의 관점에서 새롭게 이해될 필요가 있다. 앞서 언급한대로 trans-nationalism은 Bourne(1916)이 처음 언급하였다. 이에 대한 현대적 양상으로 최근에 늘어난 이민자들의 추이에 따라 새롭게 재조명 받게 된다. 이민이란 일반적으로 한 곳에서 다른 곳으로의 이주를 의미한다. 그러나 최근에 나타나는 것은 두 개나 혹은 그 이상의 공간 사이를 끊임없이 오가는 형태로 나타난다. 한 곳에서 다른 곳으로의 이주가 아니라 두세 곳을 공유하며 살아가는 행태인 셈이다.

현대주의적 trans-nationalism은 국가의 위상과 지위가 흔들린다는 점에서 세계주의와 매우 유사하다.

포스트모던의 도래와 함께, 이러한 trans-nationalist들은 국가주의와 세계주의 모두를 혼합된 형태 내지 미완성의 형태로 보고 있으며 국가를 무엇으로 보는가에 대한 다양한 형태를 사회적 다민족성의 형태를 근간으로 만들어내고 있다. 다민족성(poly-ethnicity)은 역사적 기준으로 이해되는 지경에 이르렀다. 즉 국가위상의 도래를 정면으로 거스르는 형태이다.

Marginson(2007)은 고등교육에 있어서 공공과 민간을 구분지어 이해하는 일상적인 틀을 비판하고 있다. 그러나 국가차원의 경쟁과 시장의 증대, 개인과 공공의 선에 대한 새로운 잠재성이 기존의 공공, 민간이라는 이분법적 사고에서는 취약할 것이다. 예를 들어 고등교육은 항상 대중의 선을 따라야하고 학생을 위한 개인적 수준의 선을 이끌어 내야 한다는 국가차원의 명목을 내세우거나, 글로벌 국가라는 개념은 없으므로 국가주의와 신자유주의 모두 글로벌 공공을 위한 잠재력을 무시해야한다는 즉 교육측면에서의 글로벌 공공의 선을 주장할 수 없다고 말하는 것은 문제가 된다. Marginson에 따르면 대중의 선과 개인의 선은 서로 배타적이지 않으며 상호 의존적일 수 밖에 없을 것이다. 한쪽의 긍정적 생산이 다른 쪽의 생산을 이끌어 낼 것이라는 것이다. 한 국가의 고등교육에서 다른 국가의 긍정적이고 부정적인 외부요인들을 창출해낼 가능성이 있다는 의미이다. 모든 고등교육시스템과 기관들이 집합적 시스템에 의해 상당한 이익을 볼 것이라고 해석이 된다.

앞서의 논의를 종합하면 글로벌 교육에 대한 이해와 요구는 시대적 명제가 된 셈이고, 단어가 주는 의미로만 해석할 수 있는 단순한 형태는 아니다. 최소한 글로벌 교육의 수요와 이에 대한 해법은 국가 및 공공 그리고 민간의 조화속에서 이루어져야하며 다민족성의 이해를 전제로 한다. 이는 공유와 공존의 의미이지 하나의 국가가 전세계로 확장되거나 세계가 하나의 틀과 시스템을 갖는다고 해석되지는 더더욱 않는다. 이런 점에서 우리의 글로벌 교육과정의 개발은 획일화 단일화 혹은 선진국의 교육과정을 들여온다는 방식은 최소한 아니며 우리가 가진 내재적 민족적 틀과 문화부터 이질적인 기존의 교육과정내에서 꼼꼼히 살펴보고 드러낼 필요가 있다.

▶ 21세기를 살아가기 위해 요구되는 능력은 무엇인가?¹⁰⁾

- 21세기의 과학은 그 어느 시기보다도 개인의 삶의 질, 지구 환경, 세계 경제에 많은 영향을 주고 있다. 과학이 과학자들의 전유물이던 시대도 있었지만 현대는 모든 사람들이 과학의 영향 아래 있다고 해도 과언이 아니다. 현대 사회는 정보화 사회 또는 지식 기반 사회 등으로 특징지어진다. 현대 과학기술의 급격한 발전과 정치·사회·문화 패러다임의 급속한 변화는 그에 따른 지식 기반의 내용과 중요성을 변화시키고 있다. 이런 시대적 상황은 학생은 물론이고 일반인까지 평생에 걸쳐 학습하지 않으면 우리는 급변하는 과학 기술 사회에 뒤처지게 되고 도처에 산재해 있는 현안 문제들을 해결하거나 판단할 수 있는 현명한 눈을 갖지 못하게

10) 남정희(2012) 글로벌 과학교육과정을 위한 제안, 과학교육 내실화를 위한 글로벌과학교육과정개발 방안 워크숍자료.

된다. 이런 상황에서 과학교육은 어떠한 방향으로 나아가야 할 것인지에 대한 심각한 고민이 필요한 시점이다. 이를 위해서는 무엇보다도 우리의 학생들이 살아갈 21세기를 위해 필요한 능력(21st century skills)은 무엇인지에 대한 고찰이 필요하다.

- 전 세계적으로 경제 위기가 닥치면서 세계 각국은 치열한 경쟁 속에서 경제적인 우위를 차지하기 위해서 무엇이 최우선적으로 해야 할 일인가에 대한 논의를 시작하였고, 결국은 인력양성에 중점을 두고 논의가 이루어져왔으며, 이는 21세기에 요구되는 인재에 대한 정의와 21세기를 살아가기 위해 갖추어야 하는 능력에 대한 논의로 이어졌다. 21세기를 위해 필요한 능력(21st century skills)에 대한 논의는 다양하게 이루어져왔는데, 교육 분야에서는 주로, 읽기, 쓰기, 수리 능력과 같은 기초학습 능력과 비판적 사고, 창의·혁신적 사고, 협동성, 문제해결력, 의사소통 능력 등과 같은 학습능력의 관점에서 논의가 이루어져왔다 (<http://www.21stcenturyskills.org>). 이러한 다양한 논의로 미국의 National Research Council에서는 다양한 분야의 전문가들로부터 21세기를 위해 필요한 능력(21st century skills)으로 적응력(adaptability), 의사소통능력(complex communication and social skill), 고차원적인 문제해결 능력(non-routine problem solving skills), 자기관리 능력(self management skill), 총체적 사고(system thinking) 등의 5개 능력으로 합의를 이끌어 내었다(Houston, 2007; National Research Council, 2008).
- 우리나라에서도 2010년 국가교육과학기술자문회의 보고에서 「세계중심 국가를 향한 인재육성방안」으로 창의력과 인성을 갖춘 인재를 양성해야하며, 이를 위해서 초·중등 교과교육과정의 개편을 제안하였다. 여기에서 제안한 초·중등 교과교육과정의 개편의 방향은 세계 시민의식 제고, 진로교육 확대 등 세계관, 국가관, 직업관의 확립과 인접 교과간, 문·이과간 장벽 제거를 통한 융합교육을 강화하고, 실용 탐구활동 중심 수학·과학교육(STEM)의 내실화, 글쓰기, 말하기 등 의사소통 능력 강화를 위한 언어교육(국어·영어) 개편을 주요 골자로 하고 있다. 비록 앞서 제시한 21세기 능력(21st century skills)에 대한 구체적인 언급은 없지만 실용 탐구 중심의 과학교육의 강조 및 의사소통능력의 강화를 통해서 21세기 능력의 일부를 포함하고 있다. 그러나 우리나라의 경우 글쓰기, 말하기 등 의사소통 능력을 국어와 영어 등의 언어교육을 통해서 강조하고 있다. 이러한 관점은 앞에서 제시한 서구 국가의 관점과는 사뭇 다르다고 볼 수 있다. 학문 간의 융합을 강조하고 통합을 강조하는 시대에 이러한 기초학습 능력이 단지 특정 교과를 통해서만 이루어진다고 보

는 것은 문제가 있다. 미국 등과 같은 나라에서는 현재 수학·과학교육(STEM)의 강화를 최우선의 교육목표로 정하고, 이러한 교육을 통해서 21세기 능력 및 학습능력의 신장을 도모하고 있다.

- 과학이라는 과목은 학문의 특성상 탐구를 기본과정으로 포함한다. 탐구는 학생들이 앞서 언급한 기초학습 능력과 다양한 고차원적인 학습능력을 함양시킬 수 있는 과정이다.

따라서 글로벌 과학교육과정은 과학교육을 통해서 학생들이 현대 과학기술의 급격한 발전과 정치·사회·문화 패러다임의 급속한 변화 속에서 살아가기 위해 필요한 21세기 능력(21st century skills)을 함양시킬 수 있는 방안을 모색해야한다고 생각한다.

▶ 과학의 변화된 모습과 과학과 과학수업 방향

과학수업의 방향 설정을 위해 우리가 현재 직면하고 있는 과학의 모습이 과거에 비해 어떠한지, 이러한 근대 과학의 내용이 교육과정에 포함되고 있는지를 살펴볼 필요가 있을 것이다. 오늘날의 과학은 과거 과학의 모습과는 차이가 있으며, 과학교육은 변화된 과학의 모습을 반영하고 시대의 요구에 따른 과학교육의 목표를 수립하고, 이에 부응하는 적합한 과학교수방법을 실천하도록 수립되어야 할 것이다. 과학교육과정은 이러한 측면에서 과학의 변화된 모습을 고려해야 한다. 이에 과학의 진화 단계를 살펴볼 수 있다. 지난 500여 년간 과학은 제도화(Institutionalization), 전문화(Professionalism), 사회화(Socialization)의 3단계를 거치면서 진화되어 왔다(Aikenhead, 1994). 첫째, 과학의 제도화 단계이다. 이 단계는 17세기 자연철학자들이 과학의 제도화를 만든다. 이들은 사회적 입장이나 성경에 근거하지 않고 관찰과 이성에 근거한 새로운 유형의 권위로 특징 지워지는 자연철학의 과학지식을 만들어내게 된다. 이 시기 유럽사회에서는 세계 탐험과 식민지를 구축하면서 신흥 중산층이 형성되었고, 자연철학자들은 유용한 실용적 지식을 가진 중산계층으로서 자신들의 서식지를 형성하게 된다. 즉 자연철학자들은 종교, 정치, 도덕에 대한 주관적, 비이성적 논의를 회피한다. 반면, 자연에 대한 직접적 관찰을 통해 얻은 객관적, 이성적 지식만을 논의하게 된다. 이로써 과학자들은 종교적 통제와 정치적 권위로부터 분리되고 사회에 대한 도덕적 책무감을 선택하지 않게 된다.

둘째, 과학의 전문화 단계이다. 이 단계는 18세기부터 19세기말까지에 나타나는 현상이다. 이 시기 자연철학자들은 과학지식을 발전시키면서 자연을 정복하게 되고, 자연을 정복하는 과학지식은 인간의 생산성을 높이고 산업혁명을 불러일으키며 기술을 만들어낸다. 자연철학자들은 실용적 측면을 강조한 응용과학의 기술을 인간의 순수한 지적 호기심에 중점을 둔 순수과학과 분리하면서 과학지식을 생물학, 화학, 지질학, 물리학의의

학문영역으로서 재편성하며, 이로서 자연철학은 전문화된 과학의 모습을 형성하게 된다. 이 시기에 고등학교 과학과 교육과정이 공교육 내 학교로 처음 도입된다. 고등학교 과학은 대학교 과학전공 관련학과의 행정적 단위로서 분리된 과학영역을 그대로 받아들인다. 이 생물학, 화학, 지질학, 물리학의 네 영역은 자연을 보는 유일한 유효한 방법으로 인식되고 대학에서 과학을 전공할 학생들이 선수과목으로 수강해야 하는 고등학교 과학과 교육으로 자리잡는다. 따라서 고등학교 과학은 대학교에서 과학을 전공할 수 있도록 준비시키는 데 목적을 두게 되며, 과학지식은 기술과 분리된 순수과학으로서 사회적 가치와의 연관성을 무시하게 된다.

셋째, 과학의 사회화 단계이다. 이 단계는 20세기부터 현재까지의 시기를 말한다. 이 시기에 일어난 제2차 세계대전은 국가 생존의 사활을 걸고 기술을 발전시키기 위해 과학과 기술이 결합하는 R&D의 단위를 형성함으로써, 과학을 재형성한다. 이 과학과 기술의 결합은 새로운 사회적 계약을 만들어낸다. 즉, 순수과학의 작은 과학에서 순수과학과 응용과학이 결합한 큰 과학으로 변모하면서, 대형 예산, 정보, 산업체와의 대규모 파트너십을 통해 순수과학과 응용과학의 거리를 좁혔다. 이로서 과학은 정치, 경제, 국가안보 차원에서 기술과 결합하며 사회화를 추구한다. 오늘날의 사회화된 과학은 기술, 경제, 정치, 법률, 도덕, 그리고 기타 사회의 다양한 국면과 상호작용하는 맥락에 놓여있다.

결론적으로 오늘날 과학에는 두 가지 사회적 맥락이 있다. 첫째, 과학이 기술, 경제, 정치, 법률, 도덕, 그리고 기타 사회의 다양한 국면과 상호작용하는 외면적 맥락과, 둘째, 역사적·사회적 역학이 과학지식의 생성을 중재하는 내면적 맥락이다. 과학은 여전히 자연에 대해 힘을 행사하고 자연을 정복하고자 노력한다. 그러나 과학은 기술, 가치, 사회적 책무감이 더욱 중요한 역할을 하는 R&D라는 새로운 맥락에 처해 있다. 과학과 사회 간의 사회적 계약은 자연의 대한 힘과 자연을 정복하려고 시도하는 한편, 인류의 삶의 질과 지구를 지키고 경제적 번영을 유지하려는 것 사이의 균형을 유지하려고 노력하고 있다는 점이다. 이렇게 변화된 과학을 학교에서는 과학교육의 목표를 어떻게 설정하고 어떤 내용으로 가르칠 것인가이다.

과학의 변화된 모습과 시대적 요구를 반영하면서 과학교육에서 가르쳐야 할 교육과정의 교육내용을 선정하는 방향을 논의하는 데는 '세이버 투스 교육과정'(Saber-Tooth Curriculum, Peddiwell, 1939)을 예시로 설명하는 것이 가장 적절할 수 있다. 이 책의 내용은 다음과 같다. 구석기 시대 최초로 설립된 학교의 교육과정은 '맨손으로 물고기 잡기', '몽둥이로 말 때려죽이기', '횃불로 검모양 이빨을 가진 호랑이 물리치기'의 세 교과를 포함한다. 구석기 시대 학교에서 가르친 세 교과의 교육내용은 성인이 의식주를 꾸려가는데 필수적 기술이었으므로 매우 바람직하였다.

그러다가 빙하기를 맞이하여 주변 환경이 변화하면서 의식주를 꾸려가는 상황은 달라졌다. 시냇물은 흙탕물로 변하여 맨손으로 물고기를 잡을 수 없게 되었다. 그래서 그물망을 만들어 물고기를 잡는 방법이 발명되었다. 말은 다 사라지고 염소들이 그 자리를 채웠다. 그래서 염소를 잡는 덫을 만들어 냈다. 호랑이는 결핵에 걸려 멸종하였고, 북쪽으로부터 이주한 큰 곰이 그 자리를 채웠다. 그래서 큰 구덩이를 파서 곰을 잡는 방법을 발명해 냈다. 변화된 환경에서 물고기 잡는 그물망 만들기, 염소를 잡는 덫놓기, 곰을 잡는 구덩이 파기가 생활의 필수적 기술이 되었다.

그러나 학교는 여전히 맨손으로 물고기 잡기, 몽둥이로 말 때려죽이기, 횃불로 호랑이 위협하기를 가르치고 있었다. 이유는 그 전부터 가르쳐 왔기 때문이었다. 일부 진보적인 사람들은 물고기 잡는 그물망 만들기, 염소를 잡는 덫놓기, 곰을 잡는 구덩이 파기를 가르치기를 원했으나, 반대에 부딪혔다. 보수적인 사람들은 과거부터 가르쳐온 기존 교과는 문화적 가치를 가지고 있다는 이유로 학교에서 새로운 교과를 가르치기 어렵다는 입장이다. 보수적인 사람들은 맨손으로 이제 존재하지 않는 물고기를 잡는 것을 가르치는 교과는 근육운동과 함께 민첩성을 키우는 데 본질을 두고는 교과이며, 이 교과와 같은 기본적으로 신성한 것들은 변화하지 않아야 한다고 주장하였다.

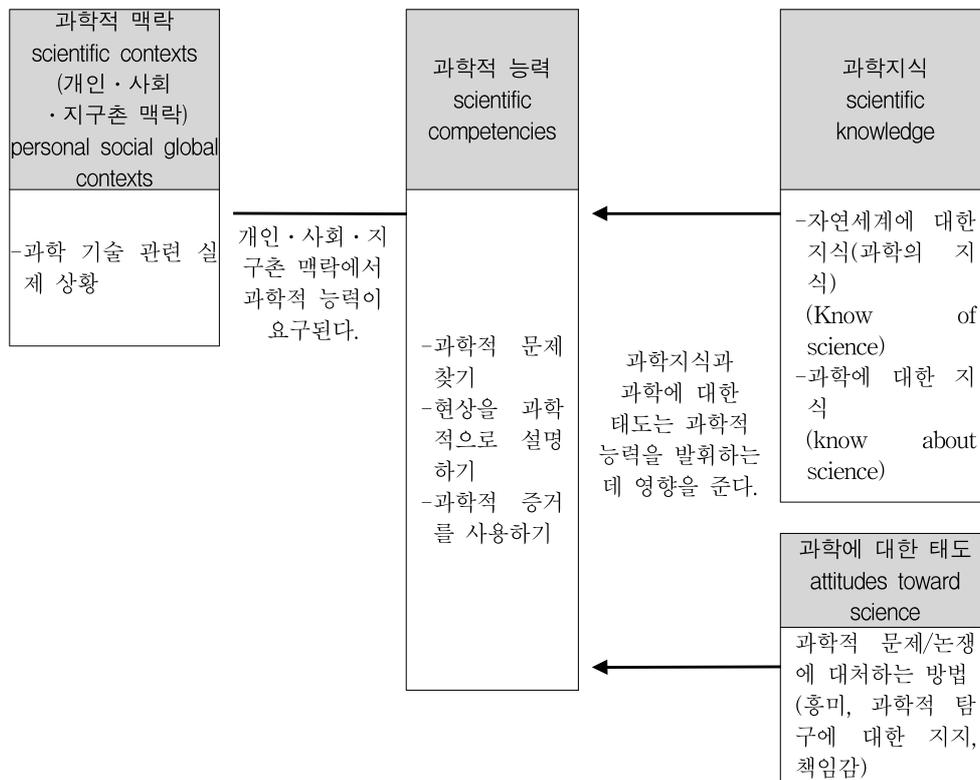
오늘날 과학은 17세기 자연철학으로서의 과학과는 전적으로 차이가 있다. 지난 50여 년 동안 미국을 포함한 많은 국가들은 학교 과학과 교육과정을 개혁하기 위해 많은 노력을 기울였다. 많은 과학교육 관계자들은 19세기 과학의 전문화 중심 교육과정에서 20세기 과학의 사회화를 반영하는 교육과정으로 변화시키려고 노력하였다. 그러나 한동안 그 시도는 성공적이지 못하였다. 세이버 투스 교육과정을 지지하는 소위 보수주의자들이 최근 내용을 반영하려는 진보주의자보다 정치적으로 더 큰 힘을 행사한 이유일 것이다. 하지만 최근 교육과정 개혁은 새로운 성과를 거두는 신호를 보이고 있으며, 곧 세이버 투스 교육과정을 멸종시킬 수도 있을 것이다. 최근 우리나라 과학교육과정의 내용은 학생들에게 친밀한 기술적 사회적 맥락에서 과학을 가르치려는 교육내용을 포함하고 있다. 이러한 교육과정의 특징은 2009 개정 과학과 교육과정의 융합과학에서 잘 드러내고 있다. 이제 더 나아가 융합인재교육으로 더욱 강화되고 있다.

▶ 성취도 비교연구에서 추구하는 과학적 소양에 대한 고찰¹¹⁾

한편 전 세계는 PISA를 중심으로 국제성취도 비교연구에서 논의하는 과학적 소양을 논의해 볼 필요가 있다. 과학적 소양은 전 세계적으로 대부분의 국가에서 과학교육의

11) 서혜애 (2012). 글로벌 과학교육과정 개발 방안 마련. 글로벌 과학교육과정 개발 워크숍 발표 자료 중.

목적으로 받아들여지면서, 2000년부터 OECD(Organisation for Economic Cooperation and Development: 경제협력개발기구)에서는 PISA(Programme for International Student Assessment)를 통해 고등학교 1학년을 대상으로 과학적 소양을 평가해오고 있다. 이 OECD PISA에서는 과학적 소양을 다음과 같이 정의하고 있다. 과학적 소양은 첫째, 과학지식을 이해하고, 이 과학지식을 활용하여 문제를 찾아내고, 새로운 과학지식을 획득하며, 과학적 현상을 설명하고, 과학 관련 논쟁거리에 대해 증거-기반 결론을 도출하는데 활용하는 것이다. 둘째, 과학적 소양은 인간이 지식을 생성하고 탐구하는 과정의 한 형태로 과학의 특징을 이해하는 것이다. 셋째, 과학적 소양은 과학기술이 우리 사회의 물질적·지적·문화적 환경을 어떻게 만들어가는 지를 인식하는 것이다. 넷째, 과학적 소양은 사려깊고 높은 관심을 가진 반성적인 시민으로서, 과학에 대한 아이디어를 가지고 과학 관련 논쟁거리에 기꺼이 참여하려는 태도이다. 여기에는 과학지식, 과학에 대한 태도, 과학적 능력, 그리고 개인-사회-지구촌 맥락의 4가지 구성요소가 포함되어 있다.



[그림 VI-1] OECD PISA에서 제시하는 과학적 소양의 4가지 구성요소

개인, 사회, 지구촌 단위의 과학적 맥락(scientific contexts)은 과학과 기술이 관련된 다양한 일상생활의 맥락을 의미한다. 예시로는 건강, 천연자원, 환경, 재해, 과학기술의 새로운 분야를 개인, 사회, 지구촌 차원에서 직면하는 상황을 의미한다.: 과학적 능력(scientific competencies)은 과학적 문제를 찾아내고, 현상을 과학적으로 설명하며, 과학적 증거를 사용하는 능력이다.

과학지식(scientific knowledge)은 자연세계에 대한 지식과 과학에 대한 지식을 포함한다.

과학에 대한 태도(attitudes toward science) 과학적 소양에서 중요한 역할을 하는데, 개인적 행위에 영향을 주는 태도, 신념, 동기를 의미한다.

<표 VI-1> OECD PISA의 과학적 소양의 구성요소에서 과학적 맥락과 하위 내용

구분	개인 (자신, 가족, 동료집단)	사회 (지역사회)	지구촌
건강 health	건강유지, 사고대처, 영양관리	질병통제, 사회적 전염, 식품선택, 지역사회 건강	전염병, 전염성질환의 확산
천연자원 natural resources	개인적으로 물질, 에너지를 소비	인구크기 유지, 삶의 질, 안정, 식품생산 및 유통, 에너지 공급	재생용품, 비재생용품, 자연계, 인구성장, 종의 지속가능한 이용
환경 environment	환경 친화적 행위, 물질 사용 및 처리	인구분포, 폐기물 처리, 환경영향, 지역기후	생물체 다양성, 생태적 지속 가능성, 오염규제, 토양의 생성과 유실
재해 hazards	자연과 인간이 초래하는 재해 주체에 대한 결정	급격한 변화(지진, 악천후) 느린 변화(해안침식, 퇴적) 위험에 대한 평가	기후변화, 현대전쟁의 영향
과학기술 frontiers of sci/tech	자연현상을 과학적으로 설명하는 것에 대한 흥미, 과학에 기초한 취미, 운동, 여가, 음악, 개인적 기술	새로운 물질, 장치, 과정, 유전자 변형, 무기기술, 수송	멸종, 우주탐사, 우주의 기원과 구조

<표 VI-2> OECD PISA의 과학적 소양의 구성요소에서 과학적 능력과 하위 내용

구분	내용
과학적 문제 찾기 identifying scientific issues	-과학적 조사가 가능한 문제를 인식하기 -과학적 정보를 검색하기 위해 핵심어를 파악하기 -과학적 조사의 핵심적 특징을 인식하기
현상을 과학적으로 설명하기 explaining phenomena scientifically	-주어진 상황에 과학 지식을 적용하기 -현상을 과학적으로 설명/해석하고 변화를 예측하기 -적절한 묘사, 설명, 예측을 파악하기
과학적 증거 이용하기 using scientific evidence	-과학적 증거를 해석하고, 결론을 도출하며 이를 의사소통하기 -결론의 근거가 되는 가정, 증거, 논리를 인식하기 -과학기술의 발전이 가지는 사회적 의미를 반성적으로 고찰하기

<표 VI-3> OECD PISA의 과학적 소양의 구성요소에서 과학지식과 하위 내용

구분	내용	
자연 세계에 대한 지식 knowing of science	물상계 physical systems	-물질의 구조(입자 모델, 화학결합) -물질의 속성(상태변화, 열과 전기전도율) -물질의 화학적 변화(반응, E전환, 산성/염기성) -힘과 운동(속도, 마찰) -E와 그 전환(E 보존, 화학반응), -E와 물질의 상호작용(빛과전파, 음파와 지진파)
	생물계 living systems	-세포(구조와 기능, DNA, 식물과 동물) -생물권(생태계, 지속성) -인간(건강, 영양, 하부조직 소화, 순환, 배설 및 각 상호관계, 질병, 생식) -인구(중, 진화, 종의 다양성, 유전변이) -생태계(먹이사슬, 물질과 E의 흐름)
	지구 우주계 earth and space systems	-지구계의 구조(암석권, 대기권, 수권) -지구계의 E(자원, 지구 기후) -지구계의 변화(판 구조론, 지구과학적 주기, 건설적이면서 파괴적인 힘) -지구의 역사(화석, 기원과 진화) -우주 속의 지구(중력, 태양계)
	기술계 technology system	-과학에 기초한 기술의 역할(문제해결, 인간요구를 만족시키도록 도움, 조사 설계 및 시행) -과학과 기술의 관계(기술의 과학의 진보에 공헌) -개념(낙관주의, 무역, 비용, 위험, 이익) - 중요한 원칙(준거, 제한점, 혁신 발명, 문제해결)
과학에 대한 지식 knowing about science	과학적 탐구 scientific inquiry	-기원(호기심, 과학적 문제) - 목적(과학적 문제와 탐구를 안내하는 현행 개념/모델/이론에 답하는데 도움이 되는 증거를 산출하기 위해) -실험(서로 다른 문제는 서로 다른 과학적 조사와 설계를 의미한다.) -자료(양적 data(측정), 질적 data(관찰) - 측정(장치와 절차에서의 본질적 불확실성, 재실험 가능성, 변화량, 정확성/정밀성 등) -결과의 특징(경험적이고 임시적이며, 검증/반증가능하며, 자기수정 가능함)
	과학적 설명 scientific explanation	-유형(가설, 이론, 모형, 법칙) -형성(기존지식, 새로운 증거, 창의성과 상상력, 논리) -규칙(논리적으로 일관성있고 증거에 기초하며, 과거와 현행 지식에 근거) -결과(새로운 지식, 방법, 기술 개발, 새로운 문제와 조사를 이끔)

<표 VI-4> OECD PISA의 과학적 소양의 구성요소에서 과학적 태도와 하위 내용

구분	내용
과학에 대한 흥미 interest in science	-과학, 과학관련 문제와 노력에 대한 호기심을 보임 -여러 자료와 방법을 동원, 부가적 과학지식, 기술을 습득하려는 의지 보임 -과학관련 직업고려, 과학 정보 찾기, 과학에 대해 지속적 흥미 유지
과학탐구에 대한 지지 support for scientific enquiry	-다른 과학적 관점 및 주장을 고려하는 것의 중요성을 인식하기 -사실에 근거한 정보 및 합리적 설명을 이용하는 것을 지지하기 -결론 도출에 논리적이며 신중한 과정이 필요함을 표현하기
자원과 환경에 대한 책임감 responsibility towards resources and environments	-지속 가능한 환경을 유지하는데 개인적 책무감을 보이기 -개인적 행위로 인해 발생하는 환경적 결과를 인식하고 있음을 보이기 -천연자원을 유지하기 위한 행위를 기꺼이 실행하는 모습을 보이기

종합적으로, 과학교육의 목적은 과학지식의 획득, 과학의 과정과 과학적 방법의 획득, 그리고 개인의 삶과 사회문제의 해결에 과학을 적용하는 능력을 획득하는 것의 3가지 목적을 강조해 왔으며, 시대적 요구에 따라 비중을 달리하면서 변천하였다. 현재 학교 과학교육의 목적은 개인의 삶과 사회문제의 해결에 과학을 적용하는 능력으로서의 과학적 소양을 함양하는 것을 강조하고 있다. 이 목적은 모든 학생들을 위한 과학교육이며, 과학자·기술자를 양성하는 전문교육을 강조하고 있지는 않다. 많은 과학교육자들은 학교 과학교육이 과학적 소양을 성취하기 위해서는 지금까지의 과학수업을 근본적으로 변화시켜야 한다고 주장하고 있다.

우리나라 과학교육과정은 과학적 소양을 강조하는 방향을 변천해왔다. 그러나 학교 과학교육과 과학수업현장은 여전히 전형적인 학문중심의 과학내용과 시험대비의 수업이 주를 이루고 있다. 과학교육에서 과학적 소양을 성취하기 위해서는 과학과 교육과정의 과학의 정보와 지식을 중시하기보다 맥락 속에서의 과학의 개념을 강조해야 한다. 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 간의 학문적 경계를 축소시키고 과학 교과목들의 상호 연계성과 기술, 수학, 도덕, 사회와의 연관성을 강조해야 할 것이다. 나아가, 현재를 살아가는 시민은 사회의 맥락에서 과학과 기술을 통합된 부분으로 이해해야 한다. 이는 과학-기술-사회 접근방법으로서 환경오염, 천연자원의 이용, 인구증가 등과 같은 과학 관련 사회문제의 맥락에서 과학수업 내용이 구성되고 과학과 기술의 본성과 과학·기술의 역사적 발달의 내용이 포함되어야 할 것이다.

▶ 기존교육에 글로벌 역량(global competency)을 연계하기

글로벌 교육 개혁에 대한 가장 큰 저항은 문제 중심 프로젝트를 통해 지식의 적용과 글로벌 상황으로의 전개에 초점을 맞추으로써 기존의 전통적인 교과 중심의 내용지식의 위상이 위협받을 수 있다는 생각을 하는 사람들을 주도로 나타난다¹²⁾. 반면에 글로벌 역량을 주장하는 대다수의 사람들은 기존의 학습 기준이나 교육과정에 연계하여 보충적인 형태로 글로벌 능력들을 접목하기를 제안한다(Reimers, 2010; Mansilla & Gardner, 2007; Diaz, Massialas, & Xanthopoulos, 1999; Hayden, Thompson, & Walker, 2002; Levine, 2005; Stewart, 2007; American Council on Education, 1995; Friedman, 2007).

Michael Levine의 이와 관련된 생각을 정리하면 다음과 같다:

“아동들이 읽고, 쓰고, 계산하기를 배우면서 혹은 과학탐구의 기초적인 내용에 입문하면서 왜 이러한 프로젝트들의 국제적 차원에서의 배경 설명등이 포함되지 않는 이유가 딱히 제시되지 않는다. 기실 국제적 내용은 교실수업의 생생함, 폭, 적절성, 지적 자극을 이끌어 내는 새로운 방식이 될 것이다.” (Levine, 2005, 3).

이전에 글로벌 역량을 어떻게 기존 교육과정에 접목시키는가에 대한 논의는 형식적 학교 차원에서 충분히 평가되지 않았다고 판단된다.¹³⁾

▶ 과학교육내실화를 위한 또 하나의 기반으로 비형식(informal)과 무형식 교육(nonformal education)

학교교과 수업을 강화하는 기회는 무수히 많이 제공되고 있다. 그 위에 비형식 그리고 무형식 교육 기반에서의 기회도 함께 논의될 필요가 있다. Fernando Reimers(2010)는 ‘이러한 역량은 형식교육과정 하의 교수활동에서 키워질 수 있다. 그러나 방과후 프로젝트나 모둠 프로젝트, 방학과제 등을 통해서도 가능하다.¹⁴⁾ 같은 맥락에서 국제연구,

12) See Jim Stergios, A Step Backward: An Analysis of the 21st Century Skills Task Force Report (Boston: Pioneer Institute, 2005).

13) See Jay McTighe and Elliot Seif in “An Implementation Framework to Support 21st Century Skills”

(Bloomington: Solution Tree Press, 2010), as in: Framework (Partnership for 21st Century Skills online “MILE Guide,” 2009). This source provides some information, but lacks sound implementation cases to serve as a foundation for adoption without further analysis and testing.

14) One To World is the official enrichment program provider for visiting Fulbright students and scholars in the New York area. Through their “Global Classrooms” program, Fulbrighters from

활동, 국제자원봉사, 인턴쉽 경험은 학부나 대학원생을 위한 교육적 기회로 여겨져 왔다 (Bell-Rose & Desai, 2005; Commission on the Abraham Lincoln Study Abroad Fellowship, 2005). 이러한 경험의 초중등으로의 확대에 대해 논의할 필요가 있다. 일례로 뉴욕을 기반으로 한 Soliya 는 Connect Program을 제안하여 다문화가정의 학생들이 참여하도록 하였다. 별도의 대학이 주최하여 운영되는 이 프로그램은 참여자들이 화상회의 기술을 활용하여 참여 학생 각자가 자신의 소속 국가의 사람들과 이야기하고 소통하는 기회를 주는 것이다. 즉 다문화를 획일화된 한국문화에 맞추려고 하기보다 그들의 본질적인 다양함을 충분히 인정하고 키워주는 것이다.

▶ 교사전문성 신장: 현장개선연구를 통해 교실에서 교실로

현장개선연구의 형태로 교사가 자신의 수업을 통해 현장을 비판하고 분석하여 변화의 동기를 만들고, 연구의 핵심과 중심내용이 자신의 수업현장이 되도록 한다. 현장개선연구를 적극 장려하여 수업개선의 효과를 극대화한다.

around the world visit New York City public schools and run after-school workshops on a wide range of cultural and educational topics with the aim of broadening young people's perspectives on the world outside New York City. This program enriches both the public school students' educational experience as well as that of the Fulbright scholars and exemplifies the value of intercultural exchange.

7. 과학교육 내실화 정책

가. 과학교육 내실화 정책의 핵심: Global Soft Power를 향하여

글로벌 교육을 둘러싼 환경에 대처하는 글로벌 과학교육과정의 개발의 지향점이 우리의 과학교육내실화와 선진화일 것이다. Global Soft Power를 지향점으로 보고 국가가 제안할 수 있는 과학교육과정개발에 대한 논제는 다음과 같이 제안된다.

▶ 핵심 주요 역량(competence)을 가르치고 평가하기

초중등의 학교를 중심으로 기관 중심의 변화를 주도하는 상황이 되면 국제화 교육으로의 기획은 좌절되기 쉽다(Corrales, 2006). 그러나 과거 수십년간 고등교육수준에서의 국제화로의 움직임은 가히 주목할 만하다. 예컨대 국제학생이나 교환학생의 괄목할만한 증가나 글로벌 시민의식에 대한 대학수준의 비전과 미션 제시가 활발하게 나타나고 있다. 글로벌 이슈를 다룬 교과들이 앞 다투어 생기는 현상이 그 증거가 된다. 현재 나타나는 글로벌 과학교육과정을 둘러싼 제반 교수상황에 대한 본질적인 평가가 필요하다.

▶ 글로벌 교육을 위한 기반으로서의 비형식(informal)과 무형식 교육(nonformal education)

글로벌 역량 교육에 따른 학교교육과정을 강화하는 기회는 무수히 많이 제공되고 있다. 그 위에 비형식 그리고 무형식 교육 기반에서의 기회도 함께 논의될 필요가 있다. Fernando Reimers(2010)는 ‘이러한 역량은 형식교육과정 하의 교수활동에서 키워질 수 있다. 그러나 방과후 프로젝트나 모듈 프로젝트, 방학과제 등을 통해서도 가능하다’¹⁵⁾ 같은 맥락에서 국제연구, 활동, 국제자원봉사, 인턴쉽 경험은 학부나 대학원생을 위한 교육적 기회로 여겨져 왔다(Bell-Rose & Desai, 2005; Commission on the Abraham Lincoln Study Abroad Fellowship, 2005). 이러한 경험의 초중등으로의 확대에 대해 논의할 필요가 있다.

15) One To World is the official enrichment program provider for visiting Fulbright students and scholars in the New York area. Through their “Global Classrooms” program, Fulbrighters from around the world visit New York City public schools and run after-school workshops on a wide range of cultural and educational topics with the aim of broadening young people’s perspectives on the world outside New York City. This program enriches both the public school students’ educational experience as well as that of the Fulbright scholars and exemplifies the value of intercultural exchange.

▶ 교사전문성 신장

초중등의 학교를 중심으로 글로벌 교육과정을 실천하는데 교사의 역량은 더욱 중요하다. 현실적으로 글로벌 과학교육과정의 개발과 활용은 고등교육기관 차원에서의 필요에 의해 먼저 대두된다. 예를 들어 경인교육대학교 중심으로 실시되는 Global Teacher University 사업에서 해당국과의 교사 공동 양성 및 교류가 일어나기 위해서는 교수활동에 대한 사전 교육이 전제되어야한다. 이를 위해서는 양국의 교육과정에 대한 이해나 공유가 선결되는 것이 필요하다. 적어도 양국의 중요한 핵심 교육과정에 대한 공유나 이해가 절실하다. 교사 양성 교육차원에서의 교사전문성에서 주요 타겟은 글로벌 역량에 대한 이해를 가지고 있는 교사의 양성이다. inservice program(현직교사 대상)에서의 교사전문성도 본격적으로 진행될 필요가 있다. 이런 모든 활동과 논의에 글로벌 과학교육과정이 활용될 것이다.

현재의 글로벌 과학교육과정의 기반은 지식내용 중심의 이해가 핵심이다. 특히나 이 공계의 우수한 이해를 가지고 있는 우리나라의 과학, 수학 분야의 교사에 대한 세계의 관심은 매우 높다. 글로벌 역량에 대한 이해 이전에 우리나라의 수준 높은 학과 이해를 가지고 있는 예비 혹은 현직 교사에 대한 외국의 매력도는 이미 높다. 다만 우리나라의 글로벌 소양에 대한 이해, 글로벌 역량을 갖춘 시민의 양성이라는 취지에서 이에 안주하기는 위험하다는 것이 글로벌 과학교육과정의 개발에 즈음해서 공유해야 할 논제이다.

▶ 글로벌 역량 교육의 모델

전문가를 중심으로 개발된 성공적인 글로벌 역량 교수모델은 많을 것으로 추정된다. 1980년대 초에 잘 완성된 International Baccalaureate 교육과정이 단순한 축적된 지식의 습득에서 벗어나 ‘인류의 문제에 접근하는 국제적 감각을 갖는 인재 양성’을 목표로 담아낸 바 있다(Fox, 1998, 67). 맨하탄, 롱아일랜드, 스웨덴에 캠퍼스를 가진 Ross School¹⁶⁾은 글로벌 상호의존성이라는 새로운 시대를 위한 교육으로의 체계적 접근을 시도해왔다(Surez-Orozco & Sattin-Bajaj, 2010). 그러나 같은 기간 동안 각 교과학문을 중심으로 지식습득에서 탈피한 보다 본질적인 학문의 중심을 경험하는 것을 지향하는 연구가 활발하게 진행되었다. 글로벌 역량에 대한 이해와 모델의 설정은 IB 학교들이 탁월하였으나 그 이후 다양한 학문분야에서 글로벌 역량을 논할 수 있는 수준의 논제들이 활

16) See Marcelo Suárez-Orozco and Carolyn Sattin-Bajaj, eds., *Educating the Whole Child for the Whole World: The Ross School Model and Education for the Global Era* (New York: New York University Press, 2010). Because the Ross School may not be reaccredited and no outcomes-based research has been conducted, this model is slightly controversial and not yet proven effective.

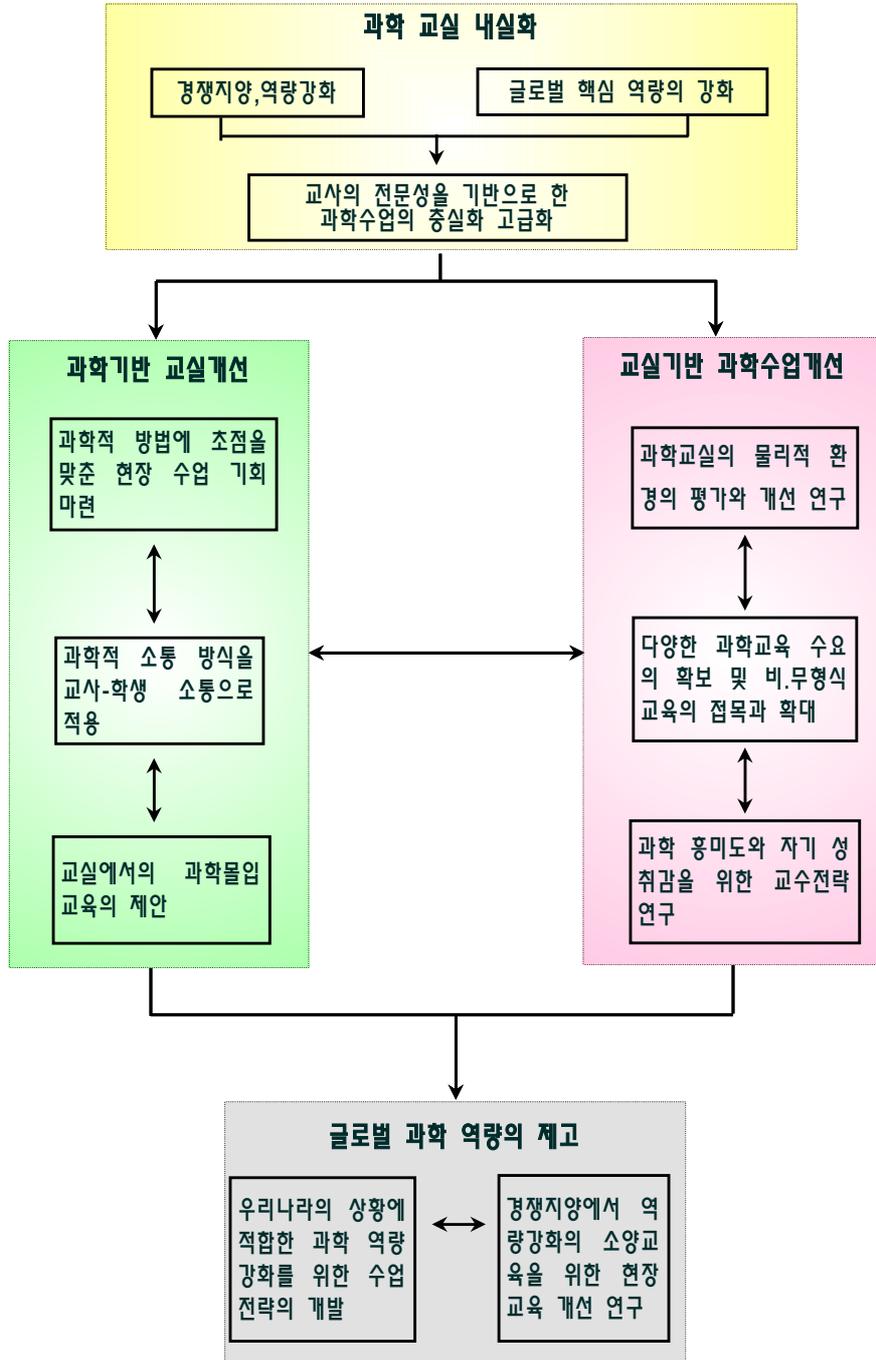
발히 제안되어왔다. 현재의 IB 학교들이 우수학생 지향 그리고 상대적으로 더욱 선수학습 지향의 지식습득 목적을 달성하려는 평가를 받는 것은 가르치는 전 교과를 대상으로 해당 학과의 연계 선상에서의 지속적 연구가 부족한 결과로 받아들여진다. 향후 다양한 적용가능한 모델이 과학분야의 예를 들면 과학교육의 연구 논의 선상에서 제안되어야한다.

▶ 글로벌 역량 과학수업에 대한 모범 사례를 만들어야한다.

새로운 시도에 대해 우리는 늘 벤치마킹이라는 용어를 쓴다. 다른 나라에서 선행되었거나 이미 유사하게 성립된 예를 그대로 도입해보려는 시도를 주저하지 않고 한다. 그러나 글로벌 역량은 오히려 우리나라의 내재적 능력을 이끌어 내는 것으로 시작할 필요가 있다 즉 벤치메이킹(making)을 할 필요가 있는 것이다. 실질적으로 글로벌 역량은 국제사회에서 개인이 더 의미있게 사회에 상호작용하고 그에 대한 적절한 댓가를 받는 그야말로 잘사는 시민이 되기 위한 노력을 효과적으로 만드는 것이다. 글로벌 과학수업의 개발과 활용은 그에 대한 하나의 좋은 사례이다. 이를 위해 우리나라의 과학수업 전략을 개발할 필요가 있다. 탐구를 전담하는 교과의 부분에 대한 전략과 강의를 전담으로 하는 교과의 전략을 별도로 강화하는 수업의 구성을 찾아보는 것도 좋은 하나의 예이고, 이것이 글로벌 역량 과학수업의 일환이 될 수 있다.

나. 과학교육 내실화를 위한 환경 구축 지원

과학육의 내실화를 위해 앞으로 어떤 환경이 구축되어야하고, 이를 위한 어떤 지원이 가능할까를 간단히 도식화하면 다음과 같다.



[그림 VI-2] 과학교육 내실화를 위한 환경 구축 지원

과학교육의 내실화 방안은 환경의 역량을 강화하는 것으로 제시되어야한다. 예컨대 분산인지(distributed cognition)라는 과학교육의 새로운 논의의 제안에서도 주체인 학습자와 객체들 간의 상호작용의 매개에 의한 환경은 사회문화적 속성으로 이해되며 이에 대한 세심한 배려가 중요하다는 것을 기조로 하고 있다¹⁷⁾(Cole & Engestrom, 1993). 교실의 지원환경을 과학기반 교실개선 및 교실기반 과학수업개선을 두 축으로 다음과 같은 다양한 파트너쉽 활성화, 교수·학습 환경 현대화 사업, 행·재정적 지원이 필요하다.

과학기반 교실 개선이란 과학적 방법의 습득이라는 측면을 강화하는 방안으로서의 교실 개선을 의미하며 과학의 본질을 경험하도록 하는 것을 전제로 한다. 이에선 교사의 충실한 교육현장에의 전문성을 기반으로 한다. 교사가 학생과의 소통, 교수학습 전략에 대한 연구에 몰입할 수 있도록 하는 환경의 조성도 필요하다. 과학수업이 지식의 전달이 아닌 과학지식의 생성과정 경험이라는 목적을 달성하는 것이 큰 틀이다. 또 하나의 축인 교실기반 과학수업개선은 교실의 물리적 환경, 교육을 둘러싼 학부모와 학생의 수요를 충족시키는 방향의 개선을 의미하는 것으로 비형식, 무형식 과학교육과의 연계 등이 포함되며, 과학교실 개선과 스마트 교육의 제고 등이 포함된다.

(1) 미래형 과학교실 모델개발 연구

우리는 과학실하면 생각나는 것들이 있다. 칠판, 교탁, 실험대, 배수대가 있으며 그 주 위로는 실험도구를 넣어두는 보관장, 그 보관장 안에는 동·식물 표본들이 있다. 대부분의 학생들은 보관장에 있는 실험도구에 관심을 갖고 보기 보다는 실험대 위에 있는 실험도구에만 집중할 뿐이다. 이러한 과학 교실의 형태가 미래에도 이어져야 하는 것에 대한 반성이 필요하다.

현재 과학 교실의 배치 형태는 일편일률적인 형태로 설계되어 수업을 행하고 있다. 이러한 획일적인 과학실 형태에서 벗어난 미래형 과학교실의 모델에 대한 연구가 필요할 것이다. 그 공간은 학생 스스로가 관찰하고 탐구하도록 지원하는 공간이어야 한다. 그러므로 새로운 과학교실의 모델을 제시할 필요가 있다.

(2) 새로운 수업 모델 제시: 과학 관련 앱 개발과 스마트폰을 활용한 수업 모델 개발

현재 스마트폰에 한계를 느끼고 있는 실정이며 전자업계에는 다음 단계로 넘어갈 수 있도록 노력하고 있다. 교육에서도 스마트폰 활용 그 뿐만 아니라 새로운 단계에서도 활

17) Cole, M. and Engestrom, Y.(1993). A cultural-historical approach to distributed cognition, in the book of Distributed cognitions; psychological and educational considerations(ed by Salomon, G.), Cambridge University Press. 275p.

용할 수 있는 수업 모델 개발이 시도되고 있다. 현재 교총에서 스마트 활용 수업 연구 대회 개최하고 있기도 하다.

(3) 과학 보조교사의 역할에 대한 제고

대부분의 학교에서 과학 보조의 주된 역할은 과학 수업에 대한 실험 준비를 하는 것이다.

과학 보조교사는 단순히 과학 수업만을 위해 상주해야 하는 것에 대한 제고할 필요가 있다. 대부분의 학생들은 과학실은 과학수업을 하는 공간이라고만 생각한다. 수업이 끝나면 다음 수업이 있을 때까지 다시 출입하는 경우는 드물다.

과학실에 높은 문턱을 낮출 필요가 있다. 학생 스스로가 자유탐구를 할 수 있는 공간이 되도록 과학보조교사도 지원해 줄 필요가 있다.

(4) 과학교구 확보

실험교구 재료 구입비 학교운영비의 3% 이상 확보 권유하고 있으나 실험교구 재료 구입비는 학습준비물 및 일반교구 구입비도 포함되어 있어 순수한 실험교구 구입 및 실습비로 예산이 책정되어 있는 경우가 있다. 순수한 실험교구 구입 및 실험 실습비가 책정되어 노후화 실험도구를 교체할 수 있는 원활한 순환이 될 수 있어야 할 것이다.

전국과학올림피아드대회 과학실험대회에서도 미래형 과학기기의 도입을 하하므로 심화된 과학수업에서는 미래형 과학기기(MBL)를 활용할 수 있는 방안도 고려할 필요가 있다.

(5) 과학실 수 확보

대부분의 학교에서의 과학실 수는 1교실인 경우가 많다. 12학급당 1실이나 과학실 보유기준 만족하는 초등학교는 많지 않다. 게다가 제2 과학실이 제1 과학실과 같은 수준으로 설계되고 있는가에 대한 것은 의문이다. 즉, 과학실험과 탐구가 가능한 여유있는 과학 수업이 이루어지지 않고 있다고 판단할 수 있다.

(6) 지역사회와의 연계: 지역기반 학습공동체의 운영

학생들의 경험중심 교육과정이 구현되기 위해서는 융통성있는 수업운영의 환경을 마련할 필요가 있다. 이는 다각적 측면에서의 교육지원 시스템을 지연사회를 기반으로 구

축한다는 것을 의미한다. 학교현장을 중심으로 지역 교육지원 센터가 필요하며 이는 비형식 혹은 무형식 기관의 연계를 의미할 수도 있고 또는 교육청 산하의 교과 지원을 전담으로 하는 운영 기관의 마련일 수도 있다. 중요한 것은 이 부분에서 상당한 민간의 개입이 가능하며 절대적으로 국가 기관의 통제와 관리를 전제로 해야하는 것이다. 현재 교육현장의 교과기반 지원 센터는 오히려 사교육에 의존하는 것으로 파악된다. 사교육기관과 경쟁하기 위하여 동일한 형태의 교육을 학교에서 방과후로 운영하는 것은 오히려 교사의 업무과중과 비효율성을 가져온다. 사교육과 동일한 잣대로 경쟁력을 유지하려고 하는 것은 어쩌면 공교육 기관의 본질을 벗어나는 것이다. 공교육의 형태가 아니라 학교 별도의 기관에서 이를 운영하도록 하는 것이 바람직하다. 이것이 지역기반 학습 공동체를 마련하자는 취지의 핵심이다.

(7) 학습자의 자기 주도적 탐구 학습에 대한 접근성을 용이하게 해줄 지원 체제 구축: 몰입과학연구의 도입

학생이 스스로 자기 주도적 탐구를 수행하는 것은 여러 연구에서 이미 태도, 흥미, 성취도에서 이미 그 결과가 확인되었다. 다만 학교현장에서 과학교과안에서 교사가 주도해서 진행한다면 주도적 탐구의 의미가 무색해진다. 이를 위해 별도의 세밀한 지도가 필요하다. 몰입과학연구는 이런 의미에서 독자적인 교과목으로 수행되면서 적은 교과이수 시간이지만 학생이 주도하는 과학 탐구이다. 탐구의 목적을 Test(시험)으로 보고 시험가능한 질문을 구안하고, 이를 위한 방안을 간구하며, 그 수행 결과를 바탕으로 자신의 질문에 대한 답의 형태로서의 주장을 제안한다는 매우 간단한 논리구조를 갖는다. 국내외에서 이 수행과정은 매우 효과적인 것으로 검증된 바 있으며 이를 적극 수용하는 것이 필요하다. 이 몰입교육에서 교사가 제공할 기능은 변인을 확인하여 종속변인과 독립변인을 구분하고 통제할 변인을 찾는 정도의 훈련일 것이다. 외국의 경우 초등 수준에서 과학실험에 앞서 변인과 관련된 조작적 과정을 훈련시키는 것은 흔한 일이다.

(8) 학생들의 과학에 대한 흥미를 증진시키기 위한 정책 연구

학생의 과학 흥미도가 낮은 것에 대한 문제 인식이 필요하다. 우리나라의 성취도나 학업 능력이 우수하다고 해서 최저 수준의 과학 흥미도가 간과되어서는 안된다. 오히려 지금이 우리의 교육에 대한 변환기를 마련할 최적기이며 이시기를 놓친다면 우리의 과학, 기술 관련 미래는 그리 밝지 않을 수 있다. 과학, 기술에 대한 과학적 소양인의 증가는 우수 과학 인력의 저변 확대로 이어지며 흥미와 자발성을 기반으로 한 과학에 대한

긍정적 태도는 그 효과를 배가시킨다. 과학에 대한 흥미가 감소하는 것은 우리 과학교육이 뭔가 올바른 방향으로 가고 있지 않다는 것을 의미한다.

지나치게 우수 과학인력의 확보에만 치중한 과학교육 정책이 아니라 과학소양인을 위한 모두를 위한 과학에, 과학적 사고를 키우는 과학교육을 위한 과학수업에 초점을 맞추어야한다.

(9) 유명 회사와의 파트너십 구축

세계 시대의 변화에서 규제와 자유의 절묘한 조화에 대한 언급이 있었다. 즉 국민의 다양한 교육 수요를 맞추기 위해서는 공교육만으로는 턱없이 부족하다. 결국 국민의 교육 수요를 공교육이 모두 다 감당해야한다는 것은 그 시작부터 무리수인 셈이다. 그렇다면 오히려 민간의 투자를 통해 다양한 교육 수요를 충족하게 하는 것도 좋은 방법이다. 다만 교육을 관장하는 국가기관의 굳건한 방향 설정과 운영방침의 관철이 필요하다. 민간의 교육프로그램이 다소 교육의 본질을 벗어날 수도 있다. 이에 대한 규제와 통제는 반드시 필요하다. 다만 무조건적이거나 차별적인 금지는 오히려 다양한 수요의 충족을 저해하고 음성적 운영을 양산한다. 건전하고 올바른 교육이 실행되는가에 대한 계도를 통해 건전한 민간기업의 과학교육 투자를 양산할 필요가 있다. 예를 들어 국내 회사의 과학에 대한 관심을 갖게 하려는 광고 등은 좋은 예가 된다. 또한 과학 기술에 대한 관심이 많은 회사의 지원을 양산하는 것도 방안이다. 예를 들어 ‘인텔’은 “미래로 가는~” 프로그램으로 프로젝트 수업에 대한 교사 연수와 교사의 연계 연수를 지원하며 국내뿐만 아니라 외국에서도 함께 운영하고 있다.

(10) 과학관과의 연계 및 활동

각 시도 교육청마다 영어 마을을 운영하고 있다. 학교에서는 외부체험활동으로서 인정하고 있다. 과학관에서도 이러한 방법을 차용할 필요가 있다. 현재 과천 과학관에서는 규모는 작지만 숙박 공간을 마련하고 있다. 이러한 프로그램을 활성화할 필요가 있다. 학교와 과학관 등의 비형식 혹은 무형식 과학교육이 서로 연계나 소통없이 별도로 진행된다. 예를 들어 학교는 독자적으로 과학관 활용수업을 계획하고, 과학관은 교사나 인근 학교와의 연계없이 독자적으로 학생을 유치하여 프로그램을 운영하는 것을 기획하고 있다. 이는 상당한 낭비일 수 있다. 서로 공유하고 협력할 수 있는 제도와 기회를 공교육이 주도하여 마련하여야 한다.

(11) 과학 수업에 집중할 수 있는 교사의 업무 환경 조성

현재 교사 체제는 업무와 수업을 동시에 하고 있다. 수업에 집중하기 보다는 교육 집단이 유지하고 운영할 수 있는 업무에 집중되는 경우가 많아 수업 준비에 할애할 수 없는 환경이다. 더구나 교사의 과학 수업 준비는 더 부족하다. 교사가 과학 수업 준비를 할 수 있는 물리적 환경이 조성되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김연정(2001). 글로벌 시민의식 함양을 위한 웹 활용 세계 문제 수업 사례 연구. 서울 교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김왕근(1999). 세계화와 다중시민성 교육의 관계에 관한 연구. **시민교육연구**, 28(1), 45-68.
- 김용신(2009). 한국 글로벌교육 연구전통의 이해와 변환. **글로벌교육연구**, 창간호, 43-61.
- 남정희(2012) 글로벌 과학교육과정을 위한 제안. **과학교육 내실화를 위한 글로벌과학 교육과정개발 방안 워크숍자료**.
- 서태열(2004). 세계화, 국가정체성 그리고 지역정체성과 사회과교육. **사회과교육**, 43(4), 5-29.
- 서혜애(2012). 글로벌 과학교육과정 개발 방안 마련. **글로벌 과학교육과정 개발 워크숍 발표 자료집**, 경인교육대학교
- 장주혜(2008). 초등학생의 세계시민의식에 관한 연구. 경인교육대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 장진주, 서혜애, 송방호(2003). 우리나라와 이스라엘의 중학교 과학과 교육과정 비교 연구. **한국과학교육학회지**, 23(5), 443-457.
- 조선일보(2012) 2012년 12월 12일자 A35면 사설
- 차경수(2000). **21세기 사회과 교육과정과 지도법**. 서울: 학문사.
- 천세영, 임완철, 정선희, 정지훈, 이기명 (2012). **미래형 과학교실 모델 개발 연구**. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2010). **과학교과활동에서의 창의 인성 수업 모델 개발**.
- 한국과학창의재단(창의인재기획실) (2009). **국내외 수학,과학 및 창의교육 정책동향 및 교육사례 조사 분석**.
- American Association for the Advancement of Science(AAAS) (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford: Oxford University Press.
- American Council on Education. (1995). *Educating Americans for a world in flux: Ten ground rules for internationalizing higher education*. Washington, DC: ACE.
- Balistre, S. F., Giacomo, T. D., Noisette, I., & Ptak, T. (2012) Global education:

- connections, concepts, and careers. *College Board*, p. 33.
- Bourne, R. (1916). Trans-national America. *The Atlantic monthly*, 118(July), 86-97.
- Cogan, J. J., & Derricot, R. (2000). *The Challenge of Multidimensional Citizenship for the 21st Century: An International Perspective on Education*. London: Kogan Page.
- Cole, M., & Engestrom, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. In G. Salomon (Ed), *Distributed cognitions: psychological and educational considerations*. Cambridge University Press. p. 275.
- Commission on the Abraham Lincoln Study Abroad Fellowship Program. (2005). *Global competence & national needs*. Washington, DC: Commission on the Abraham Lincoln Study Abroad Fellowship Program.
- Corrales, J. (2006). Political obstacles to expanding and improving schooling in developing countries. In J. Cohen, D. Bloom, & B. Malin (Eds.), *Educating all children: A global agenda* (pp. 231 - 299). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Diaz, C. F., Massialas, B. G., & Xanthopoulos, J. A. (1999). *Global perspectives for educators. Needham Heights*. MA: Allyn & Bacon.
- Fox, E. (1998). The emergence of the international baccalaureate as an impetus for curriculum reform. In M. Hayden & J. Thompson (Eds.), *International Education* (pp. 65 - 76). London: Kogan Page.
- Friedman, T. (2007). *The world is flat*. New York: Picador.
- Gardner, H. (2010). Five minds for the future. In J. Bellanca and R. Brandt (Eds.), *21st century skills: Rethinking how students learn* (pp. 33 - 49). Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Grimmett, P. (2012). Nourishing and invisibly repairing the minds of global educators with curriculum theory. 과학교육 내실화를 위한 글로벌과학교육과정개발 방안 워킹자료 재인용
- Hayden, M., Thompson, J., & Walker, G. (2002). *International education in practice*. London: Kogan Page.
- Henry, A. D. (2000) Public perceptions of global warming. *Human Ecology Review*, 7(1), 25-30.
- Houston, J. (2007). Future Skill Demands, from a Corporate Consultant Perspective.

- Presentation at the Workshop on Research Evidence Related to Future Skill Demands, National Research Council. Available: http://www7.nationalacademies.org/cfe/Future_Skill_Demands_Presentations.html [March 2009].
- <http://www.21stcenturyskills.org>
- Levine, M. (2005). *Putting the world into our classrooms: A new vision for 21st century education*. Washington, DC: Progressive Policy Institute.
- Marginson, S. (2007). The public/private division in higher education: A global revision. *Higher Education*, 53, 307-333.
- Mansilla, V. B., & Gardner, H. (2007). From teaching globalization to nurturing global consciousness. In M. Suarez-Orozco (Ed.), *Learning in the global era* (pp.158-174). Berkeley, CA: University of California Press.
- National Research Council(NRC) (1996). *National science education standards*. Washington: National Academy Press.
- National Research Council(NRC) (2008). *Research on Future Skills Demands: A Workshop Summary*. M. Hilton, Rapporteur. Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Board(NSB) (2010). *Science and engineering indicators 2010. Arlington*. VA: National Science Foundation.
- Organization for Economic Co-operation and Development(OECD) (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. OECD Programme for international student assessment. Paris.
- Osler, A., & Vincent, K. (2002). *Citizenship and the Challenge of Global Education*. London. Trentham Books.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *The MILE Guide: Milestones for Improving Learning & Education*. Washington, DC: Partnership for 21st Century Skills. Retrieved from www.p21.org/documents/MILE_Guide_091101.pdf.
- Peddiwell, J. A. (1939). *The Saber-Tooth Curriculum*. McGraw-Hill Companies.
- Reimers, F. (2010). "Educating for Global Competency." In J. Cohen & M. Malin (Eds.), *International perspectives on the goals of universal basic and*

- secondary education* (pp.183-202). New York: Routledge Press.
- Stergios, J. (2005). *A Step Backward: An Analysis of the 21st Century Skills Task Force Report* (Boston: Pioneer Institute, 2005).
- Stewart, V. (2007). Becoming citizens of the world. *Educational Leadership*, 64(7), 8-14.
- Suarez-Orozco, M., & Sattin-Bajij, C. (2010). *Educating the whole child for the whole world: The Ross school model and education for the global era*. New York: New York University Press.
- Toffler, A. (1999). *Previews and Premises: A Penetrating Conversation About Jobs, Identity, Sex Roles, the New Politics of the Information Age and the Hidden Forces Driving the Economy*. South End Press: 230p.
- United Nations Development Programme (2007). *Fighting climate change: Human solidarity in a divided world. Human Development Report 2007/2008*. New York: UNDP.
- Walker, G., & King, D. (2008). *The hot topic: What we can do about global warming*. Harvest Books.
- Yager, R. E., & Enger, S. K. (eds) (2006) *Exemplary science in grades pre K-4: standards-based success stories*. NSTA press, 191p.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dimemmas. *Science Education*, 86, 343-367.
- 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.