

미국 미시간주의 기준 지향 과학 교육의 실제

임희준(미시간 주립대학 박사 후 과정)

장신호(미시간 주립대학 박사과정)

《요약》

본 연구에서는 미국의 주 수준에서 이루어지는 기준 지향 과학 교육의 실제에 대한 이해를 넓히기 위하여 미시간주의 과학 교육 기준과 벤치마크의 설정, 평가, 학습 자료의 선정에 대하여 살펴 보았다. 미시간주는 모든 학생의 과학적 소양 증진을 위하여 과학 지식을 실제 상황에서 활용할 수 있는 능력을 함양하는 것을 교육 목표로 삼고 있다. 미시간주의 과학 교육과정은 과학적 지식의 구성, 과학적 지식에 대한 반성, 생명과학, 물상과학, 지구과학 지식의 활용의 총 다섯 범주로 구성되어 있으며, 각 범주에 대하여 상세한 기준과 벤치마크를 제시하고 있다. 그리고 지역 학교구들이 기준과 벤치마크에 대하여 관심을 가지고 이를 따를 수 있게 하는 방안으로 기준에 부합되게 구성된 교육 평가 프로그램을 시행하고 주기적으로 성취도를 평가하고 있다. 또한 기준과 벤치마크에 부합되는 새로운 학습 자료를 개발하거나 기존 자료들에 대한 평가를 제공함으로써 교사들이 유용한 학습 자료를 선택하고 사용하는 데 도움을 주고 있다.

주제어 : 기준, 벤치마크, 과학 교육, 교육과정, 평가, 학습 자료

I. 서론

1. 연구의 배경

한 사회의 전반적인 교육 목표와 방향은 그 사회의 사회·정치·문화적 배경을 반영하는 것으로, 사회의 이해와 요구에 따라 지속적으로 변화하여 왔다(DeBohr, 1991). 미국의 경우, 1957년 소위 ‘스푸트니크 충격’을 기점으로 하여 과학/수학 교육의 수준을 높이는 데 관심이 집중되었고, 그러한 노력은 구 소련의 과학 수준을 능가하는 미국 과학자 및 공학자 인력을 확보하는 것으로 집중되었다. 이러한 노력이 부분적으로 성공을 거두기도 하였으나, 결과적으로는 오히려 전반적인 학업 성적의 부진 및 학생들 사이의 심각한 불평등을 초래함으로써

교사와 학생, 학부모들의 여러 가지 불만족을 불러일으켰다(DeBore, 1991). 이러한 배경 하에서 1983년 ‘위기의 국가(A Nation at Risk)’를 통하여 모든 학생들에 대한 보다 높은 수준의 학습 목표와 공평한 학습에 대한 요구가 제기되면서(National Commission on Excellence in Education, 1983), 미국의 과학 교육계에서는 미래를 위하여 과학적으로 소양을 갖춘 시민을 어떻게 준비시킬 것인가에 대하여 새롭게 사고하게 되었다. 이러한 요구에 부응하여 1980년대 중반부터 AAAS는 바람직한 학습 목표를 정립하기 위한 노력을 시작하였고, ‘모든 미국인을 위한 과학(Science for All Americans, AAAS, 1989)’을 통하여 모든 학생들이 알아야 할 공통의 핵심 과학 개념에 대한 과학 공동체의 일반적인 합의를 도출하였다. 이어 ‘과학적 소양을 위한 벤치마크(Benchmarks for Science Literacy, AAAS, 1993)’를 통하여 이러한 핵심 개념이 K-12 학교 과정 내에서 어떻게 도입되고 개발될 수 있는지를 기술하였다. 이러한 AAAS의 활동과 함께 여러 과학 개념들을 학년별로 어떻게 연계지를 것인가에 대한 NSTA의 ‘Scope, Sequence, and Coordination project’ 등을 기초로 ‘국가 과학 교육 기준(the National Science Education Standards)’을 산출하게 되었다(NRC, 1996).

이와 같은 일련의 변화 과정을 통해 정립된 현재 미국의 교육 목표는 한마디로 ‘모든 이를 위한 과학’으로 정의할 수 있고, 이 목표를 달성하기 위하여 모든 학생이 학교 교육을 통하여 습득하고 함양해야 할 내용과 기술에 대한 기준을 마련함으로써 소위 ‘기준 지향 교육(standard-based education)’을 도모하고 있다(AAAS, 1993; NRC, 1996). 미국에서 1980년대부터 국가 수준에서 개발되어 온 기준(standards)은 현재 미국 교육의 내용, 방법, 평가 등 교육의 다양한 측면에 본격적으로 영향을 미치고 있다(Weiss et al., 2001).

미국은 우리 나라와는 달리 기본적으로 지방 분권적인 교육 체제로 운영되어 교육과정이 주, 지역 학교구, 학교 등 다양한 수준으로 구성되기 때문에 ‘국가 과학 교육 기준’이 기본적인 영향력을 행사하지만 이것이 일률적으로 모든 학교, 모든 교실 수업에 적용되는 것은 아니다. 미국에서는 특히 각 주가 학교 교육에 대한 공식적인 책임을 지고 있기 때문에, 주 수준의 교육과정이 학교의 구체적인 학습에는 보다 많은 영향을 미친다고 할 수 있다(NCES, 2000). 이러한 교육 체제 하에서 1990년대에 미국의 여러 주들은 국가 과학 교육 기준에 기초하되 이를 자신들에게 적합한 다양한 방법과 내용으로 적용하기 위하여 부가적인 노력들을 해왔다. 따라서, 미국의 기준 지향 교육에 대한 이해를 넓히기 위해서는 국가 수준의 과학 교육 기준뿐만 아니라 주 차원의 교육 개혁 노력을 고찰할 필요가 있다.

2. 연구 범위 및 내용

본 연구에서 구체적으로 살펴보고자 하는 미시간주는 1995년 TIMSS와 1999년 TIMMS-R 연구를 통해 실시된 과학 성취도 평가에서 많은 향상을 보이고 있으며, 특히 TIMMS-R 연구에 참여한 미국의 13개 주 중에서 가장 높은 성취도를 보였다(Martin et al., 2001). 미시간 교

육부 및 교육계에서는 이러한 고무적이고 성공적인 결과를 기준에 기초한 주 차원에서의 다양하고 지속적인 교육적 노력의 성과로 파악하고 있다. 즉, 미시간 주의 과학 교육 기준과 벤치마크로 구성된 교육 목표의 설정, 벤치마크 및 교육과정에 기초하고 현장 교수에 정보를 제공하는 평가, 기준 및 벤치마크에 부합되는 학습 자료의 개발 및 선정 등 일련의 서로 연계된 교육 개혁의 노력들을 성취도 향상의 주요 요인으로 평가하고 있다(Blakeslee, 2001).

본 연구에서는 이러한 미시간주의 과학 교육 개혁의 노력을 고찰함으로써, 미국의 주 차원에서 이루어지는 기준 지향 과학 교육의 실제에 대한 이해를 넓히고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 미시간 교육부에서 제시하는 교육 개혁의 중요한 요소이자 Tyler(1949)의 교육과정 기본 요소이기도 한 교육 목표-기준과 벤치마크, 교육 평가, 효과적인 학습 활동 및 자료의 선정을 중심으로 미시간 주의 과학 교육 개혁의 노력을 살펴보았다. 미시간주의 과학 교육 기준은 내용 뿐만 아니라 교수, 평가, 교사 연수 등에 대해서도 개발되었는데, 이중 내용 기준과 벤치마크는 학생들이 무엇을 알아야 하고, 할 수 있어야 하는지에 대한 자세한 내용을 제공하는 것으로 지역 학교구의 교육과정 개발에 매우 유용하기 때문에 가장 많은 주목을 받아왔다. 따라서 본 연구에서도 ‘기준’은 주로 ‘내용 기준’에 한정하여 고찰되었다. 이러한 주 차원의 교육을 고찰함으로써, 중앙집중적이고 획일적인 교육의 문제점을 극복하고 교육 자치를 실시하여 교육의 다양화를 도모하고자 하는 우리 나라의 교육과정 개혁 노력에 시사점을 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

II. 미시간 주의 과학 교육 목표, 평가 및 학습 자료

1. 미시간 주 과학 교육 목표: 기준과 벤치마크

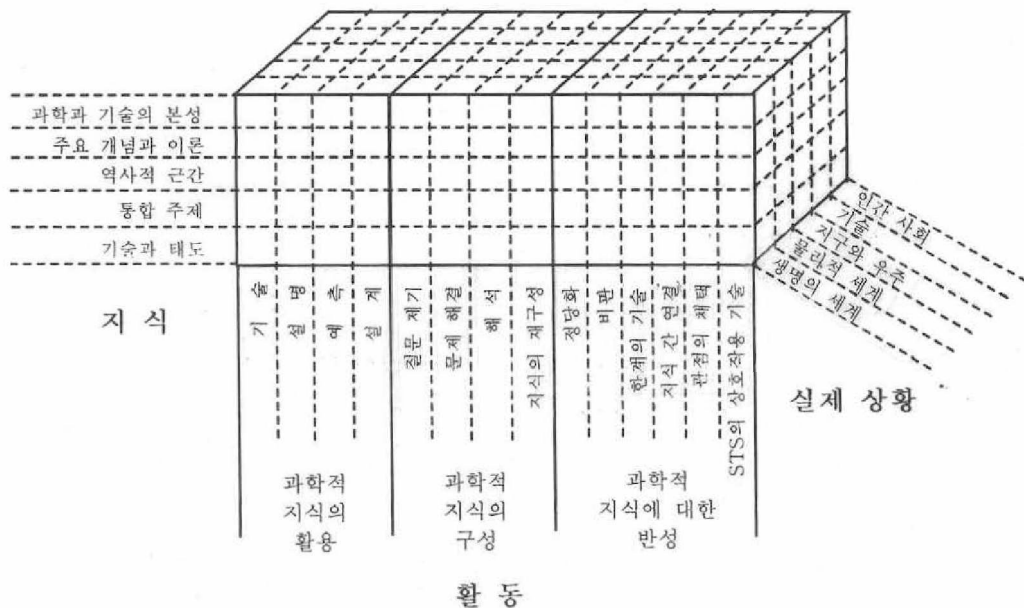
1989년에 ‘모든 미국인을 위한 과학’이 출판되고 교육부로부터 각 주의 기존 학습목표에 대한 수정이 요구됨에 따라, 미시간주는 ‘모든 미국인을 위한 과학’의 원리를 추구하며 과학적 소양의 증진을 목표로 한 새로운 교육과정 체제인 ‘미시간 과학 교육의 필수 목표(Michigan Essential Goals and Objectives for Science Education: MEGOSE, MDE, 1991)’을 개발하였다. 이후 9년에 걸쳐 지역 학교구의 교육과정을 계획하는 데 필수적으로 사용되어 온 MEGOSE는 ‘과학적 소양을 위한 벤치마크(AAAS, 1993)’와 ‘국가 과학 교육 기준(NRC, 1996)’이 정립되고 미국 전역에서 기준 지향 교육에 대한 요구가 높아짐에 따라 현행 교육과정인 ‘미시간 교육과정 체제: 과학 벤치마크(Michigan Curriculum Framework: Science Benchmark, MDE, 2000)’로 수정되었다. 국가 과학 교육 기준에 근거하여 MEGOSE에 있던 일부 벤치마크를 삭제하고 수정하였으

나, 이 현행 교육과정은 여전히 MEGOSE의 기본 틀과 개념에 상당한 바탕을 두고 있다.

미시간 과학 교육의 목표는 한마디로 학생들의 과학적 소양을 함양하는 것이다. 이 때 과학적 소양을 갖춘다는 것을 구체적으로 다음과 같은 능력을 갖춘다는 것을 의미한다.

- 과학의 주요 분야 생명과학, 물상과학, 지구과학-의 중요한 개념과 이론에 대한 지식을 갖는다.
- 실제 세계의 문제에 대한 의사 결정을 하기 위하여 과학적으로 사고하고, 과학적 지식을 활용할 수 있다.
- 연구, 읽기, 토의를 통하여 스스로 새로운 과학적 지식을 구성할 수 있다.
- 자연 세계에 대하여 친밀감을 가지며, 자연 세계의 통합성, 다양성, 민감성을 인식하고 이를 존중할 수 있다.
- 여러 진술과 논쟁에 대하여 과학적 기초와 정보에 근거한 평가를 내릴 수 있다.
- 인간 사회에서의 과학의 역할에 대하여 정보를 기초로 반성적으로 사고할 수 있다.

이러한 과학적 소양을 갖추기 위해서 학생들은 여러 가지 활동(activity)을 통하여 실제 상황(context)에서 과학 지식(knowledge)을 활용할 수 있어야 한다(MDE, 1991). 이와 같은 과학적 소양을 위한 미시간 교육과정의 개념적 틀은 다음의 [그림 1]과 같이 지식, 활동, 실제 상황의 3차원적 구조로 나타낼 수 있다.



(그림 1) 과학적 소양을 위한 미시간 교육과정의 개념적 틀

이 중 ‘활동(activity)’ 차원은 과학적 지식의 활용(using), 탐구를 통한 새로운 과학적 지식의 구성(constructing), 과학적 지식에 대한 반성(reflecting)의 3개 하위 범주로 세분된다. ‘미시간 교육과정 체제: 과학 벤치마크’는 이 ‘활동’ 영역을 중심으로 교육과정의 기준 및 벤치마크를 제시하고 있는데, 교육 현장에서의 편의를 위하여 ‘과학적 지식의 활용’ 영역을 주요 과학 영역인 생명과학, 물상과학, 지구과학으로 나누어 총 다섯 개의 범주에 대하여 학습 목표를 제시하고 있다. 이 다섯 범주 및 각 범주의 하위 범주는 다음의 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 미시간 교육과정 체제

범주 I. 과학적 지식의 구성(C)
범주 II. 과학적 지식에 대한 반성(R)
범주 III. 생명과학 지식의 활용
III.1 세포(LC)
III.2 생물의 구성(LO)
III.3 유전(LH)
III.4 진화(LE)
III.5 생태계(LEC)
범주 IV. 물상과학 지식의 활용
IV.1 물질과 에너지(PME)
IV.2 물질의 변화(PCM)
IV.3 물체의 운동(PMO)
IV.4 파동과 진동(PWV)
범주 V. 지구과학 지식의 활용
V.1 지각권(EG)
V.2 수권(EID)
V.3 대기와 날씨(EAW)
V.4 태양계, 은하, 우주(ES)

각 범주들의 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째 범주인 ‘과학적 지식의 구성’은 과학자를 포함한 개개인이 세계에 대하여 연구하고 배우는 방법과 관련된 것이다. 과학적 소양이 있는 학생은 과학 지식 및 과학 기술을 토대로 대답할 수 있는 질문들을 제기할 수 있으며, 그들이 직면하거나 스스로 제기한 질문에 대하여 해결책을 찾을 수 있다. 또한, 과학적 소양이 있는 학생은 해결책을 고안하는 과정에서 자신의 지식과 논리적 사고력을 사용하며, 다양한 자료로부터 보다 많은 지식들을 찾고 이를 토대로 실제 세계와 관련된 조사 및 연구에 참여할 수 있다. 학생들은 글, 그래프, 표, 그림, 기타 과학 지식의 표상들에 대한 해석을 통하여 학습하게 되며, 낱말의 세부 지식들을 기억하기보다는 핵심 내용을 기억하고 이를 여러 정보들을 분석하는 데 활용함으로써 학습한 지식을 스스로 재구성할

수 있다. 이러한 ‘과학적 지식의 구성’에는 다음의 기준들이 있다.

- 주변 세계에 대하여 배우는 데 도움이 되는 질문들을 제기할 수 있다.
- 적절한 방법론과 기술을 사용하여 연구를 설계하고 수행할 수 있다.
- 책과 기타 자료를 통해 학습할 수 있다.
- 적절한 기술을 사용하여 발견한 것을 전달하고 공유할 수 있다.
- 이전에 학습한 지식을 재구성할 수 있다.

두 번째 범주인 ‘과학적 지식에 대한 반성’은 과학적 성과의 본성 및 장점, 한계, 다른 지식의 방법과의 연계성에 대하여 인식하는 것과 관련된 것이다. 과학적 소양이 있는 학생들은 자신의 지식을 반성적으로 고찰하고 분석할 수 있다. 이론이나 경험에 기초한 논쟁을 사용하여 개인적 지식을 정당화하는 것은 지식을 분석하는 한가지 중요한 방법이다. 또한 과학적 소양이 있는 학생은 과학적 지식과 패턴, 그리고 다른 영역의 과학 지식들 사이의 연계성을 인식할 수 있다. 그리고 그들 자신의 지식뿐만 아니라 일반적인 과학 지식의 한계를 지각할 수 있다. ‘과학적 지식의 반성’에 대한 기준들은 다음과 같다.

- 과학적 주장들의 장점을 분석할 수 있고, 과학자들이 과학적 지식의 구성 요소를 어떻게 결정하는지를 설명할 수 있다.
- 과학이 다른 지식의 방법과 어떻게 관련되어 있는지를 설명할 수 있다.
- 과학과 기술이 우리 사회에 어떻게 영향을 미치는지를 설명할 수 있다.
- 다양한 문화의 사람들이 과학의 발전에 어떻게 기여하고 영향을 미치는지를 설명할 수 있다.

세 번째부터 다섯 번째 범주인 ‘과학적 지식의 활용’은 학생들이 주변 세계를 이해하고 자신들의 행동을 안내하는 데 그들의 지식을 활용하는 것에 관한 것이다. 생명과학, 물상과학, 지구과학은 각각의 지식이 활용될 수 있는 실제 세계의 다른 상황들로써, 생명과학은 세포, 생명체, 생태계와 같은 계와 하부 계에, 물상과학은 운동, 전자기 상호작용, 물질에서의 물리적 화학적 원자핵적 변화와 같은 현상에, 지구 과학은 대기계, 지각계, 태양계, 은하와 같은 계와 하부계에 초점을 맞추고 있다.

다음의 <표 2>에서는 ‘과학적 지식의 구성’, ‘과학적 지식에 대한 반성’, ‘물상과학 지식의 활용’ 범주에서 기준과 벤치마크, 관련 개념 및 개념이 활용될 수 있는 실제 상황들로 구성된 미시간 교육과정의 일부 예를 제시하였다. 이 예들로부터 볼 수 있듯이 다섯 범주에 대해서 초등학교(K-5), 중학교(6-8), 고등학교(9-12)별로 일련의 기준과 그 아래의 벤치마크들이 제시되어 있다. 그리고 그와 관련된 지식(knowledge)이 각각의 벤치마크 내에서 개념, 용어, 도구 등으로 나누어 제시되어 있으며, 이러한 활동과 지식이 활용될 수 있는 실제 상황(context)의 여러 예들이 함께 나열되어 있다. 또한, 개념의 연계성을 고려하여 해당 범주에서의 주요 개념이 다른 영역 및 학년의 어떤 개념과 관련되어 있는지도 제시하고 있다.

〈표 2〉 ‘미시간 교육과정 체제: 과학 벤치마크’의 예

초등학교	중학교	고등학교
새로운 과학 지식의 구성		
CI. 적합한 방법론과 기술을 사용하여 연구를 고안하고 수행할 수 있다.		
주요 개념: 관찰, 조사를 통하여 문제에 대한 해결책을 개발한다.	과학적 조사를 고안하고 수행한다.	과학적 조사의 고안과 수행
주요 개념: (K-2) 정보 수집, 의문 제기, 생각하기; (3-5) 관찰, 예측, 자료 수집, 결론 내리기, 공정한 테스트 수행하기; 사실 지식	주요 개념: 과학적 조사의 과정-테스트, 공정한 테스트, 가설, 이론, 증거, 관찰, 측정, 자료, 결론. 자료를 기록하고 보고하기 위한 양식 표, 그래프, 저널, CI.1 M3 참조 (도구)	주요 개념: 과학적 지식의 형태-가설, 이론, 관찰, 결론, 법칙, 자료, 일반화. 현장 연구의 측면-가설, 실험, 관찰, 샘플, 분석, 결론. 실험 연구의 측면-가설, 설계, 변인, 실험 집단, 통제 집단, 예측, 분석, 결론. 조사는 자연 세계에 대한 질문에 기초한다 (CI.1 HI 참조)
실제 상황: 과학적 지식의 활용 범주에 있는 모든 단위	실제 상황: 과학적 지식의 활용에 있는 모든 색칠; 관찰과 추론 사이의 차이 인식; 일상생활 현상에 대한 관찰과 측정의 기록	실제 상황: 과학적 지식의 활용 범주에 있는 모든 단위
과학 지식에 대한 관심		
RI.2 과학이 다른 지식의 방법론과 어떻게 연관되어 있는지를 안다.		
과학 개념이 언어나 미술, 음악과 같은 창의적 표현을 통하여 표현될 수 있는지를 보인다.	과학, 수학, 기술의 공동 주제들이 실제 세계의 맥락에 어떻게 적용되는지를 보인다.	과학, 수학, 기술의 공동 주제들이 실제 세계의 맥락에 어떻게 적용되는지를 보인다.
주요 개념: 시, 표현 활동, 그림, 그림 그리기, 음악, 그래프, 차트	주요 개념: 계 하부계, 피드백 모델, 수학적 연관성, 척도, 보존, 구조, 기능, 적응	주요 개념: 계 하부계, 피드백 모델, 수학적 연관성, 척도, 보존, 구조, 기능, 적응
실제 상황: 그림을 그림으로써 간단한 실험을 설명하기; 자연 현상을 과학적, 시적으로 묘사하기	실제 상황: 과학적 지식의 활용 범주에 있는 모든 단위	실제 상황: 과학적 지식의 활용 범주에 있는 모든 단위
물리과학 지식의 활용		
PMI IV.1. 전기(와 자기: PMO 참조)가 물체와 어떻게 상호작용하는지를 설명할 수 있다.		
4. 간단한 회로, 유용한 전기 회로를 구성할 수 있다. (3-5)	5. 간단한 전기 회로를 구성하고, 전류 흐름의 관점에서 어떻게 그것이 작용하는지를 설명한다.	4. 회로와 연결 연결 회로에서 전류가 어떻게 통제되는지를 설명할 수 있다.
주요 개념과 도구: 전기 회로, 전지, 전구, 모터, 전선, 스위치 (PME IV.1 E2 참조, 전기를 통하는 물질)	주요 개념과 도구: 전기 회로, 짧은 회로, 전류, 도체, 부도체, 전지, 가정의 전류, 전구, 벨, 모터, 스위치	주요 개념: 경로, 스위치, 퓨즈, 전지, 가정 전류, 모터, 전구, 회로도
실제 상황: 플래쉬, 전지를 사용하는 장난감	실제 상황: 가정의 전선, 전기 전도성 검사, 전기 기구	실제 상황: 기본적인 가정 배선, 자동차 배선, 증전선, 전기 전도성 검사
5. 가정과 학교에서 전기로 인한 피해를 피할 수 있는 방법을 기술한다. (K-2)	6. 전기 제품들을 조사하여 사용 설명서를 어떻게 적용하는지를 조사한다.	5. 진전과 자석의 상호작용을 통해 전류가 어떻게 발생하는지를 기술하고, 이 원리를 적용하여 설명할 수 있다.
주요 개념: 전기쇼크, 콘센트, 피해: PME-IV.1.E3 (전기 에너지) 참조	주요 개념: 에너지나 정보 전이를 위한 전기 흐름. 전기 제품을 사용하기 위한 안전 지도, 절지, 장난감과 전기 제품들의 설명서-도전 그림, 설명서 (PCM IV.2.M3 참조, 에너지의 변형)	주요 개념: 전류 흐름과 방향, 자기장. PMO-IV.3. M4 참조
실제 상황: 전기 콘센트, 전선, 손상된 전선, 전기 세충, 밀개, 세면대와 욕조에서의 헤어 드라이어	실제 상황: 장난감, 라디오, 간단한 전기 제품들을 조립, 수리해야 할 상황. TV와 비디오 녹화기 연결, 컴퓨터 부품 연결	실제 상황: 발전기, 대체 전류, 직류

2. 미시간의 교육 평가 프로그램

주 수준에서 설정된 기준과 벤치마크에 대하여 지역 학교구들이 관심을 가지고 이를 따를 수 있게 하는 주요한 동력 중 하나는 미시간 주의 모든 5, 8, 11학년 학생을 대상으로 실시되는 미시간 교육 평가 프로그램(Michigan Educational Assessment Program: MEAP)이다(MDE, 2002). MEAP는 미시간주의 기준과 벤치마크에 기초한 지필 평가로써 교실 수업이 기준과 벤치마크에 따라 이루어지도록 하는 동인이 된다.

MEAP의 평가 문항들은 위에서 설명한 과학 교육과정의 범주에 따라 조직되며, 미시간 주의 기준과 벤치마크에 기초하여 구성된다. 다음의 <표 3>에는 MEAP의 내용 범주 및 범주별 점수 할당 비율을 초, 중, 고등학교별로 제시하였다.

<표 3> 평가의 내용 범주 및 점수 할당 비율

범 주	초등학교	중학교	고등학교
새로운 과학 지식의 구성	30%	25%	20%
과학 지식에 대한 반성	10%	15%	20%
생명 과학 지식의 활용	20%	20%	20%
물상 과학 지식의 활용	20%	20%	20%
지구과학 지식의 활용	20%	20%	20%

MEAP 문제의 형태는 한 시나리오 밑에 관련된 몇 개의 문항으로 구성된 ‘군집 문제(cluster problems)’와 개별적인 문항인 ‘개별 문제(individual questions)’로 크게 나눌 수 있다. 이 중 ‘군집 문제’는 다시 생명과학, 물상과학, 지구과학, 통합과학, 글 비평, 연구 문제로 세분된다. 이 중 ‘글 비평 문제’는 과학 기사들로부터 인용된 읽기 자료를 제시하고 그 글에 적용된 과학 지식에 대한 이해를 묻는 문항들로 구성된다. ‘연구 문제’는 과학적 연구 상황에 기초한 것으로, 5학년과 8학년의 경우에는 MEAP 이전에 학교 과학 수업에서 모든 학생들이 실제로 수행한 공통의 연구에 기초하여 문항들이 출제되며, 11학년의 경우에는 가상의 연구를 제안하고 그와 관련된 문제를 제시한다. <표 4>에는 이상의 문제 형태에 따른 문항 수 및 점수를 학교급별로 제시하였다. 초등학교의 경우, 통합과학 문제로 각각 4문항(객관식 3문항, 주관식 1문항)으로 구성된 2개의 상황이 제시되며, 중학교와 고등학교에서는 세 과학 영역과 통합과학 문제에서 각각 4개의 하위 문항으로 구성된 2개의 상황이 제시된다.

〈표 4〉 학교급별 문제 형태에 따른 문항수 및 점수

	초등학교		중학교		고등학교	
	객관식	주관식	객관식	주관식	객관식	주관식
군집 문제						
생명과학	3	1(3점)	6	2(6점)	6	2(6점)
물상과학	3	1(3점)	6	2(6점)	6	2(6점)
지구과학	3	1(3점)	6	2(6점)	6	2(6점)
통합과학	6	2(6점)	6	2(6점)	6	2(6점)
글 비평	3	1(4점)	3	1(4점)	3	1(4점)
연구	3	1(4점)	3	1(4점)	3	1(4점)
개별 객관식 문제	16		13		13	
계	37문항 (37점)	7문항 (23점)	43문항 (43점)	10문항 (32점)	43문항 (43점)	10문항 (32점)

미시간 교육부는 MEAP의 평가 문항들은 기준과 벤치마크에 따라 구성함으로써 학교 수업이 기준과 벤치마크에 기초하여 이루어지도록 권장할 뿐만 아니라, 다양한 배경의 교사들로 구성된 미시간 평가팀을 통하여 유용한 교실 평가를 개발하고 평가 소양을 개발하는 것을 지원하고 있다. 그리고 미시간 주의회는 이러한 MEAP의 실시를 통하여 학생들의 성취 수준을 주기적으로 평가함과 동시에, 이 결과를 공개하여 지역 학교구들을 전수를 비교함으로써 각 학교들이 학생들의 성취도 향상에 대하여 책임감을 지니도록 하고 있다. 따라서, 각 학교들은 성취도를 향상시키기 위하여 다양한 노력들을 하고 있다. 이러한 노력의 일환으로 학교 교육과정을 주 수준의 기준과 벤치마크에 맞춰 재구성하거나 또는 이전 해의 평가 문제 유형에 맞춰 재구성하는 것, 학교 평가를 MEAP과 같은 방법으로 실시함으로써 학생들을 MEAP에서 제시되는 질문의 형태에 준비시키는 것, 학생들이 평가 당일 최선을 다하도록 고무하는 것 등 다양한 방법이 시도되고 있다. 한편, 고등학생들에게는 이 시험에 대한 외적 동기를 부여하기 위하여 모든 과목을 통과한 학생들에게 주 차원에서 2500불씩의 대학 장학금을 수여하며, 최고 득점 학생과 가장 많이 점수가 향상된 학교에는 ‘골든 애플 상’을 수여하기도 한다.

그러나 실제적으로 교실 수업의 질을 향상시키려는 시도들은 평가와 관련된 주 차원의 다각적인 노력이나 기대만큼 충분히 이루어지지 않고 있다는 아쉬움이 있다(Blakeslee, 2001). 그리고 일부에서는 MEAP의 실시 및 성취도의 상대 비교로 인하여 교사들이 MEAP에 맞추어 자신들의 교수 활동을 제한하고, ‘평가에 대비하는 수업’을 진행함으로써 보다 창의적이고 활발한 수업을 하는 것이 저해된다는 비판을 하기도 한다(Pearson et al., 2001).

3. 기준에 부합되는 학습 자료의 개발 및 선정

다양한 지역 학교구의 교육과정이 주의 벤치마크에 기초하여 개발되었으나, 많은 학교 현장에서 실제로 수행되는 교육과정은 벤치마크와는 상당히 차이가 있다. 교사의 수업에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있겠으나 그 중 교사들이 사용되는 학습 자료는 무엇을 어떻게 가르치느냐에 영향을 미치는 매우 중요한 요소이다(Ball & Feiman-Nemser, 1988; National Educational Goals Panel, 1994; Roseman, 2003). 예를 들어, 어떤 교실에서는 시판되는 교과서에 전적으로 의존하고 있어서 주의 벤치마크가 무시되기도 하고, FOSS(Full Option Science System)나 FAST(Foundational Approach in Science Teaching), Insight Biology와 같은 새로운 학습 자료를 사용하는 경우조차도 그 학습 자료들이 지역 학교구의 교육과정과 다른 내용을 포함하고 있을 때에는 교사들이 벤치마크로부터 쉽게 이탈하도록 유도하고 있다.

이처럼 현재 교사들이 쉽게 이용할 수 있는 다양한 형태와 수준의 학습 자료들이 주 수준의 벤치마크에 기초하여 쓰여진 것이 아니고, 심지어 많은 경우에 과학적 소양이라는 일반 목표에도 적합하지 않기 때문에(c. g., Kesidou & Roseman, 2002), 미시간의 지역 학교구들은 주의 벤치마크에 따르며 과학적 소양이라는 목표에 적합한 학습 자료를 찾고 개발해야 하는 도전을 안고 있다.

이러한 문제점에 대한 대안 중 하나로 미시간 지역에서 주 수준의 기준과 벤치마크에 기초한 학습 자료로 개발된 대표적인 것은 The New Direction Unit과 Battle Creek Math and Science Center Unit이다. The New Direction Unit은 미시간 교육부가 주의 벤치마크에 기초하여 개발한 교수 단위 모델로써, Chemistry That Applies and Food와 Energy and Growth의 두 단원이 개발되었다. Battle Creek Math and Science Center Units은 미시간주 Battle Creek 지역의 수학 과학 센터가 초등학교 대상으로 개발한 교육과정으로, 전체 단원에 대하여 교재 및 학습 키트도 함께 개발하였다. 이 교재는 탐구 중심 학습을 통하여 과학 내용을 잘 전달하고 있으며 미시간의 벤치마크와 분명하게 연결되어 있기 때문에 현재 미시간에서 100개 이상의 학교구에서 활발히 사용되고 있다. 그리고 대다수의 미시간 지역 학교구들은 이들 자료를 포함하여 FOSS, Insight, BSCS T.R.A.K.S, STC, SCISIII, FAST 등을 조합하여 활용하고 있다.

이처럼 여러 학습 자료가 복합적으로 사용되는 상황에서 교사들의 학습 자료 선택에 도움을 주기 위하여 미시간 주 랜싱 지역 학교구에서는 지난 2001-2002년에 과학 과목의 학습 자료에 대한 현장 조사를 통하여 초등학교 과학의 각 단위별로 적합한 학습 자료들을 추천하였다. 이 현장 조사는 2000-2001년의 초등과학진흥위원회의 추천 및 랜싱 지역 학교구에 있는 초등 교사들의 교육과정 분석에 기초하여 선정된 다음의 10개 학습 자료에 대하여 각 단위별로 실시되었다.

- Battle Creek Area Mathematics and Science Center modules
- Building Elementary Science Units and Communities(BESU&C) on-line modules
- BSCS Science T.R.A.C.S. modules
- EDC Insights modules
- Full Option Science System(FOSS) modules
- Galaxy modules
- Houghton Mifflin's Discovery Works series
- McGraw-Hill's Science series
- Michigan Department of Education's 'The New Directions' modules
- National Science Resources Center's 'Science & Technology for Children' (NSCR STC) modules

학습 자료에 대한 평가는 이들 자료의 각 모듈별로 이루어졌으며, 이 지역 학교구의 기준 및 벤치마크에의 부합 정도와 교수 접근 방법이 평가되었다(Lansing School District, 2002). 현장 조사 결과 각 단위별로 가장 많은 점수를 받아 최종적으로 추천된 학습 자료와 해당 모듈들은 다음의 <표 5>와 같다. 랜싱 지역 학교구는 이들 단위별 자료들을 각 학교의 교사와 학생에게 보급하고 있다. <표 5>의 각 셀에는 해당 분기의 단위 주제를 함께 제시하였다. 예를 들어, 유치원 학년(K)의 1분기의 단위 주제는 '날씨'이며, 이 단원에 적합한 것으로 추천된 학습 자료는 Galaxy 교재의 'Air, weather, wind, and stars' 모듈이었다.

〈표 5〉 추천된 각 단위별 초등 과학 학습 자료

학년	1분기	2분기	3분기
K	날씨 Galaxy: Air, Weather, Wind, and Stars	물질의 분리 BESU&C: What Happens to Trash? Separating Mixtures	생물의 특징 Houghton Mifflin: Characteristics of Living Things
1	운동 EDC: Balls and Ramps	물질 BSCS: Testing Materials	식물 McGraw-Hill 2002: Plants Are Living Things

	1분기	2분기	3분기	4분기
2	날씨 BSCS: Investigating Weather	물 Battle Creek: Water Planet	소리 BSCS: Desinging Sound System	동물 BSCS: Investigating Animals and Their needs
3	지구 물질과 사용 McGraw-Hill 2002: Our Earth	그림자와 빛 Battle Creek: Light & Shadows	운동, 힘, 간단한 기계 Battle Creek: How Things Move with BESC&C Simple Machines	식물 Battle Creek: Flowring Plants
4	지구의 모양과 변화 BSCS: Investigating the Chnaging Earth	간단한 전기회로 BSCS: Investigating Electrical System	식물의 성장 NSRC: Plant Growth and Development	동물과 식물의 상호작용 BSCS: Investigating Ecosystems
5	천문 BSCS: Investigating Objects in the Sky	물질, 에너지와 변화 BSCS: Investigating Heat & Changes in Materials	날씨계 BSCS: Investigating Weather Systems	전기 EDC: Circuits and Pathways

이 결과를 통해 알 수 있듯이 어느 한 교재도 모든 학년, 모든 단원에 대하여 긍정적인 평가를 받고 있지는 않다. 특히 이러한 상황에서 교사들에게 기준과 벤치마크에 기초하고 수준 높은 자료들에 대한 유용한 정보를 제공하는 것은 교육 현장에서 기준 지향 교육이 실행되는 것을 실질적으로 돕고 있다. 그리고 미시간 교육부는 이러한 현장 조사 결과를 비롯하여 과학 교육 가이드북 및 단위 개발의 상세한 모형, 단원의 설계, 공유, 평가, 수정을 위한 온라인 단위 개발 환경 등을 제공함으로써 지역 학교구의 교육과정 개발을 돕고 있다.

III. 결론 및 시사점

본 연구에서는 기준과 벤치마크에 기초한 교육과정의 정립, 이에 부합되는 평가의 실시, 그리고 이를 효과적으로 수행하기 위한 학습 자료의 개발과 선정 등에 대한 미국 미시간주의 과학 교육 개혁의 실재를 고찰하였다. 미시간주에서는 과학적 소양의 증진이라는 미국 과학 교육의 목표와 국가 과학 교육 기준에 기초하여 미시간주의 구체적인 기준과 벤치마크를 설정하고, 이에 근거한 평가를 시행하며, 기준과 벤치마크에 합당하게 구성된 수준 높은

학습 자료들의 개발하고 선정하는 등 기준 지향 교육을 위한 환경을 조성하기 위하여 다각적인 노력을 하고 있다. 이러한 미시간주의 교육 개혁의 실제로부터 국가의 핵심 목표는 공유하되 각 지방과 지역 학교구의 자율성과 다양성을 도모하고자 하는 우리 나라의 교육과정 개발에도 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

전반적으로 볼 때, 기준과 벤치마크에 기초한 교육은 ‘모든 이를 위한 과학’을 핵심으로 하는 미국의 현 과학 교육 목표를 토대로 사회 경제 수준, 문화, 성별 등의 차이에 관계없이 모든 학생들이 반드시 배워야 할 핵심 과학 지식의 근간을 제시함으로써, 과학적 소양을 지닌 시민을 양성하고자 하는 미국 과학 교육의 목표와 방법에 중요한 준거를 제시하고 있다(Hirsch, 1996; National Educational Goals Panel, 1996, U.S. Department of Education, 1991; Weiss et al, 2001). 또한 기준과 벤치마크는 교사들에게 학습 자료 선정 및 사용, 과학 학습 평가에 대한 구체적인 지침을 제공함으로써 교수 활동에 실질적인 도움을 제공하고 있다(Berlak, 2002; Hardy, 2001).

그러나, 국가 및 주 수준의 기준 지향 교육에 대한 비판의 시각도 없지 않다. 즉, 기준과 벤치마크에 기초한 교육과정이 지방 학교 단체들의 자율적 참여와 합리적이고 효과적인 교육과정의 운영에 저해 요소로 작용할 수도 있다는 것이다(Ahlquist, 2003; Kozol, 1991). 이러한 비판과 아울러 기준 지향 교육과 관련하여 미시간주를 비롯한 미국 전체가 안고 있는 큰 문제점 중 하나는 교사들이 기준과 벤치마크의 중요성과 내용에 대하여 인식하고 있는 것과 교사의 실제 수업 사이에는 상당히 차이가 존재한다는 것이다. Cohen(1990)의 연구에서도 지적된 바와 같이, 다양한 교사 연수 프로그램을 통하여 교사들의 기준과 벤치마크에 대한 이해를 넓혀감에도 불구하고, 이러한 연수 프로그램에 참여한 교사들조차도 실제 자신들의 교실에서는 여전히 전통적인 자신의 고유한 방식으로 수업을 진행하는 경우가 많다. 미시간주의 경우에도 과학 벤치마크에 주요 개념 및 적용 상황 등이 상당히 구체적으로 기술되어 있음에도 불구하고, 많은 교사들이 어떤 벤치마크든 관계없이 그들의 전통적인 내용과 방법을 선호하고 의식적 또는 무의식적으로 벤치마크를 무시하는 경우가 많다는 것이 문제로 지적되고 있다(Blakeslee, 2001).

우리나라 역시 교육과정의 변천 때마다 새로운 교육과정과 이의 현장 적용 사이에서 발생하는 격차에 대한 문제점이 꾸준히 제기되어왔다. 목표와 내용들이 교육과정 문서상으로 써가 아니라 실제 교육 현장에서 실행되도록 하기 위해서는 이러한 문제점과 격차를 구체적으로 인식할 필요가 있다. 그리고 교사들이 바로 교육 개혁의 성패를 좌우하는 핵심적인 역할을 하고 있음을 고려하여, 교사들이 현장에서 새로운 교육과정을 효과적으로 수행할 수 있도록 교육인적자원부 및 대학, 그리고 교사들의 다각적인 보조와 협조의 노력이 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- AAAS(American Association for the Advancement of Science).(1989). Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology. Washington, DC: AAAS.
- AAAS(American Association for the Advancement of Science).(1993). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.
- Ahlquist, R.(2003). Challenges to academic freedom: California teacher educators mobilize to resist state-mandated control of the curriculum. *Teacher Education Quarterly*, 30(1), 57-64.
- Ball, D.L., & Feiman-Nemser, S.(1988). Using textbooks and teachers' guides: A dilemma for beginning teachers and teacher educators. *Curriculum Inquiry*, 18, 401-423.
- Berlak, A.(2002). Educating teacher in California. In *Radical Teacher*, 64, 9-13.
- Blakeslee, T.(2001). Michigan's science education reform efforts. unpublished manuscript.
- Cohen, D.(1990). A revolution in one classroom: The case of Mrs. Oublier. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 12(3), 311-329.
- DeBore, G.(1991). History of ideas in science education. New York: Teachers College Press.
- Hardy, T.(2001). Teaching teachers to teach: California, a massive effort is underway to overhaul credentialing programs. *Sacramento Bee News*, May 13.
- Hirsch, E.D.(1996). The schools we need and why we don't have them. New York: Anchor.
- Kesidou, S., & Roseman, E.(2002). How well middle school science programs measure up? Findings from project 1061's curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 522-549.
- Kozol, J.(1991). *Savage inequalities: Children in America's schools*. New York: Harper Perennial.
- Lansing School District(2002). Science curriculum modules recommendations. Lansing School District.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Gonzalez, E.J., O'Connor, K.M., Chrostowski, S.J., Gregory, K.D., Smith, T.A., & Garden, R.A.(2001). Science benchmarking report TIMSS 1999-Eight grade: Achievement for U.S. States and districts in an international context. Washington, D.C.: International Study Center.
- MDP (Michigan Department of Education).(1991). *Michigan Essential Goals and Objectives for Science Education (K-12): New directions for science education in Michigan*. East Lansing, MI: Michigan State Board of Education.

- MDE (Michigan Department of Education). (2000). Michigan curriculum framework science benchmarks. Lansing, MI: Michigan Department of Education.
- MDE (Michigan Department of Education).(2001). Michigan curriculum framework. Lansing, MI: Michigan Department of Education.
- MDE (Michigan Department of Education).(2002). Michigan Educational Assessment Program: Science assessment plan. Lansing, MI: Michigan Department of Education
- NCES (National Center for Education Statistics).(2000). The condition of education 2000. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- National Commission on Excellence in Education.(1983). A nation at risk: The imperative for educational reform. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- National Educational Goals Panel.(1996). National education goals report: Building a nation of learners. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- NRC (National Research Council).(1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Pearson, P.D., Vyas, S., Sensale, L.M., & Kim, Y.(2001). Making our way through the assessment and accountability maze where do we go now? The Clearing House, 74(4), 175-82.
- Tyler, R.W.(1949). Basic principles of curriculum and instruction. Chicago: University of Chicago Press.
- U.S. Department of Education.(1991). America 2000: An education strategy. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Weiss, I., Knapp, M. S., Hollweg, K. S., & Burrill, G. (Eds.).(2002). Investigating the influence of standards: A framework for research in mathematics, science, and technology education. Washington, DC: National Academy Press.
- [On-line]available http://www.michigan.gov/documents/MichiganCurriculumFramework_8172_7.pdf
- [On-line] available <http://www.meritaward.state.mi.us/mma/science/science02-part1.pdf>
- [On-line] available <http://web.lsd.k12.mi.us/elsci/ftsg/results/recommendations.htm>

• 논문접수 : 2003 년 10 월 15 일 / 수정본 접수 : 2003 년 11 월 22 일 / 게재 승인 : 2003 년 12 월 4 일

ABSTRACT

Standards-based science education in the State of Michigan

Hee-Jun Lim(Postdoc, Michigan State University)

Shin-Ho Jang(Ph. D. Candidate, Michigan State University)

The purpose of the study was to investigate the strenuous interactive ways of establishing standards and benchmarks, assessments, and curriculum materials in science education in the State of Michigan, and to better understand standards-based science education widely administrated in most States in US. The State of Michigan has established standards and benchmarks for science education as preparing for scientifically literate students who are able to use the scientific knowledge in the real world context. The Michigan science curriculum consists of five major strands: Constructing new scientific knowledge, reflecting on scientific knowledge, using life science, physical science, and earth science knowledge. Each strand suggests particular content standards and benchmarks respectively. The State has also administrated the mandated standards-based assessment by which school districts are able to make alignments to the standards and benchmarks. In order to support the classroom teachers' effective teaching practice in selecting and using the classroom materials based on standards and benchmarks, the development of new curriculum materials and thorough evaluation of the existing curriculum have been extensively performed.

Key Words : standards, benchmarks, science education, curriculum, assessment, curriculum materials