

탐구수업 지도자료

- 학 년 중학교 1학년
- 단 원 수학적 모델링
- 제 목 수학적 모델링의 예
- 대표 저자 조한혁(서울대학교)
 우정호(서울대학교)
- 공동 저자 진만영(서울대학교)
 한 혁(서울대학교)
 김재홍(서울대학교)
 이은경(서울대학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육연구 기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center

[과학교과에서의 수학적 모델링]

과학교과에서 모델사용은 새로운 내용은 아니다. 이미 행성의 운동에 관한 모델은 과학수업에서 많이 이용되고 있으며 물리의 여러 가지 이론을 설명하는 데 모델을 이용한 지도가 과거부터 이루어져 왔다. 그러나, 모델을 구성하고 활용하는 활동이 수업에서 구체적으로 구현되고 있지는 못하다. 모델과 모델링은 현대과학에서 중요한 위치에 있으므로 과학과 수학의 교육과정뿐만 아니라 실제 수업에서도 모델적 사고를 함양할 수 있는 지도가 강구되어야 한다.

과학교과에서의 수학적 모델링 활동은 크게 두 가지 단계로 나누어진다. 실험자료를 통한 수학적 모델의 구성, 구성된 수학적 모델을 이용한 설명 및 예측이 그것이다. 예를 들어 전류와 전압을 측정하여 그래프로 나타내보고 전류와 전압사이의 관계(옴의 법칙)을 $R = \frac{V}{I}$ 로 표현하는 활동은 수학적 모델을 구성하는 활동이다. 또한 옴의 법칙을 이용하여 저항이 직렬, 병렬로 연결되었을 때 각 저항과 전체저항 사이의 관계를 구하는 것은 구성된 수학적 모델을 이용한 설명이다. 여기서 옴의 법칙인 $R = \frac{V}{I}$ 는 수학적 모델인 것이다.

중학교 과학에서 수학적 모델을 이용한 경우는 드물지만 고등학교 과학에서는 매우 빈번히 사용되고 있다. 이는 과학교과가 저학년에서는 자연에 대한 관찰과 경험을 통하여 자연과 친숙하게 하고 고학년으로 갈수록 과학의 법칙 이해에 주안점을 두도록 하는 교육과정과 연관이 있을 것이다. 수학적 모델링 관점에서 교육과정을 살펴보았을 때 저학년에서는 실험 자료의 그래프 표현, 그래프 해석, 간단한 수치조작 등의 활동을 하고 있으며, 고학년으로 올라갈수록 법칙 등을 식으로 표현하고, 식을 이용하여 여러 가지의 관계를 파악하는 활동을 하고 있다. 그래프 표현, 그래프 해석, 수치조작 등은 수학적 모델을 구성하는 활동이며 식으로 표현하고, 식을 이용하여 여러 가지 관계를 파악하는 것은 구성된 수학적 모델을 이용한 설명 및 예측 활동이다. 이처럼 이미 수학적 모델이 과학 학습에 이용되고 있지만 몇 가지 문제점을 지니고 있다. 자료를 수집한 후 그 자료들을 조직하여 수학적 모델을 구성하는 과정에 대한 학생들의 경험이 부족하다는 것이다. 자연 현상을 관찰하고 실험하여 자료를 수집하는 학생들의 활동은 교과서에 비교적 잘 구현하고 있지만 자료들을 조직하여 수학적 모델을 구성하는 과정은 단순한 설명으로 대신하고 있는 경우가 많다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

[과학교과에서 수학적 모델링의 중요성]

수학적 모델은 과학교과 가운데 특히 물리분야에서 현저하게 사용되고 있다. 많은 수학적 개념은 물리적 현상에서 파생되고 물리적 문제의 해결과정에서 발생되어 왔다. 또한 이러한 수학적 개념은 다시 물리 현상을 설명하는데 이용되었고 이것은 수학적 모델이라는 형태로 구현되었다. 이처럼 수학과 물리는 발생 상태에서 불가분의 관계를 맺고 있어서 과학교육에서도 물리와 수학을 이어주는 수학적 모델링의 지도는 필수적이다. 한편, 화학, 생물, 지구과학에서도 물리에서보다 수학적 모델의 활용이 그리 활발하지는 않지만 그래프의 해석이나 등식의 변형과 같은 기본적인 수학 능력을 요구하고 있다. 그러나 이런 요구는 수학과 과학의 교과내용의 순서상의 문제 등으로 인한 학생들의 능력을 고려하지 못하는 경우가 있으며 이는 과학 학습의 어려움으로 작용한다. 또한 과학 교과에서 다루어지는 응용문제에서는 상당한 수학적 능력을 요구하기도 하며 이 또한 과학 학습의 어려움으로 작용한다.

많은 연구가 앞의 문제점을 해결하기 위해 수학과 과학의 지도 내용의 순서를 맞추어서 수학적 지식을 과학에 응용하도록 제안하고 있다. 그러나 네덜란드의 수학교육학자인 Freudenthal은 수학은 실제적인 문제상황으로부터 그 정리수단으로 출발하여 점진적 수산화 과정을 거쳐 구성된 실제적인 지식이며 수학적 관념이나 구조가 먼저 존재하고 이것을 현실에 적용하는 것이 아니라 그보다는 수학적 관념이나 구조로 정리될 필요가 있는 현실에서부터 출발하여 그 현실을 정리하는 수단으로 사용되면서 그 과정에서 수학적 관념이 발생하는 것이 진정한 응용이라고 하였다. 따라서 과학교과에 수학을 응용한다는 의미는 과학을 탐구하는 과정, 즉 어떤 현상에 대한 경험적 증거를 수집하고, 이것을 검토, 해석하여 구조화된 지식 체계로 발전시키는 과정에 수학이 현실적인 상황을 정리하는 본질적인 수단과 방법이 된다는 것을 의미하며, 이러한 전 과정이 수학적 모델링이라고 할 수 있다. 이러한 과정을 통해 학생들은 수학으로 인한 과학의 어려움을 극복할 뿐만 아니라 수학의 진정한 응용을 경험할 수 있다. 과학과의 연관성이 깊은 함수의 예를 들어보면, 어떤 변화 현상에 대한 경험적 자료에서 변인간의 관계를 함수의 그래프를 통해 시각적으로 표현하든지 아니면 변인간의 관계를 식으로 표현함으로써 주어진 변화 현상에 대한 수학적이고 과학적인 관계의 정확한 특성을 발견하게 되는 것이다. 따라서 과학수업에서 실험·실습 후 그 결과를 단순 제시할 것이 아니라 수학적 모델링 활동을 통하여 자료를 검토하고 해석하며 조직하는 능력을 함양해야 할 것이며, 이를 위해 과학교과에서의 수학적 모델링에 관한 다양한 소재를 개발해야 할 것이다.

수학적 모델링은 과학교육에 국한되는 것만은 아니다. 본 지도자료는 수학수업에서도 그 활용가치가 클 것으로 기대된다. 다만 각 교과의 목적에 따라 각색될 수 있으며, 각색될 때에는 과학과 수학 교과간의 내용상의 오류를 피하기 위해 과학교사와 수학교사의 긴밀한 협의가 필요할 것이다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소