

## 개발 배경 Background of Development

- > 학생의 사전 경험은 학생의 지식을 구성을 지원함
  - 학생은 과학 지식을 구성하는 과정에서 지금까지 경험한 여러 현상들을 이용하므로, 사전 경험이 풍부한 학생일수록 과학 지식을 잘 구성해 낼 수 있으며 결과적으로 더 나은 과학 학습을 할 수 있다(Gilbert, & Justi, 2016).
  - 천문학 분야에서는 관련된 과학 지식을 구성할 만큼의 사전 경험을 갖기 위해 체계화된 반복된 천문 관측과 이를 도와주는 장비가 필요하므로 학생들이 이러한 경험을 가지고 있는 것이 쉽지 않다.
- > 천문학에 대한 충분한 사전 경험을 제공
  - 이러한 한계를 극복하기 위해 학생들의 경험을 지원할 천문관측실습 기반의 과학교육 프로그램을 개발하였다.

## 이론적 배경 Theoretical Background

### 모델링 Modeling

- > 과학에서의 모델은 자연 현상의 발생 원인을 찾아 내는 과정을 설명하고 예측하기 위한 체계로, 현상에 관한 이론, 개념, 내용, 과정 및 여러 요소와의 상호작용을 포괄한다(Gilbert, 1991). 모델은 과학적 탐구능력을 신장시키고, 과학지식을 생산, 확산 시키는 역할을 하며(Gilbert, 2004), 과학적 현상을 설명하거나 예측할 수 있게 한다(Van Driel et al., 1999)
- > 모델링 과정은 최선의 모델을 구성하기 위해 학습자의 적극적 상호작용이 필요하므로, 과학적 탐구 능력과 표현 능력 향상에 도움을 준다(Schwarz, & White, 2005).

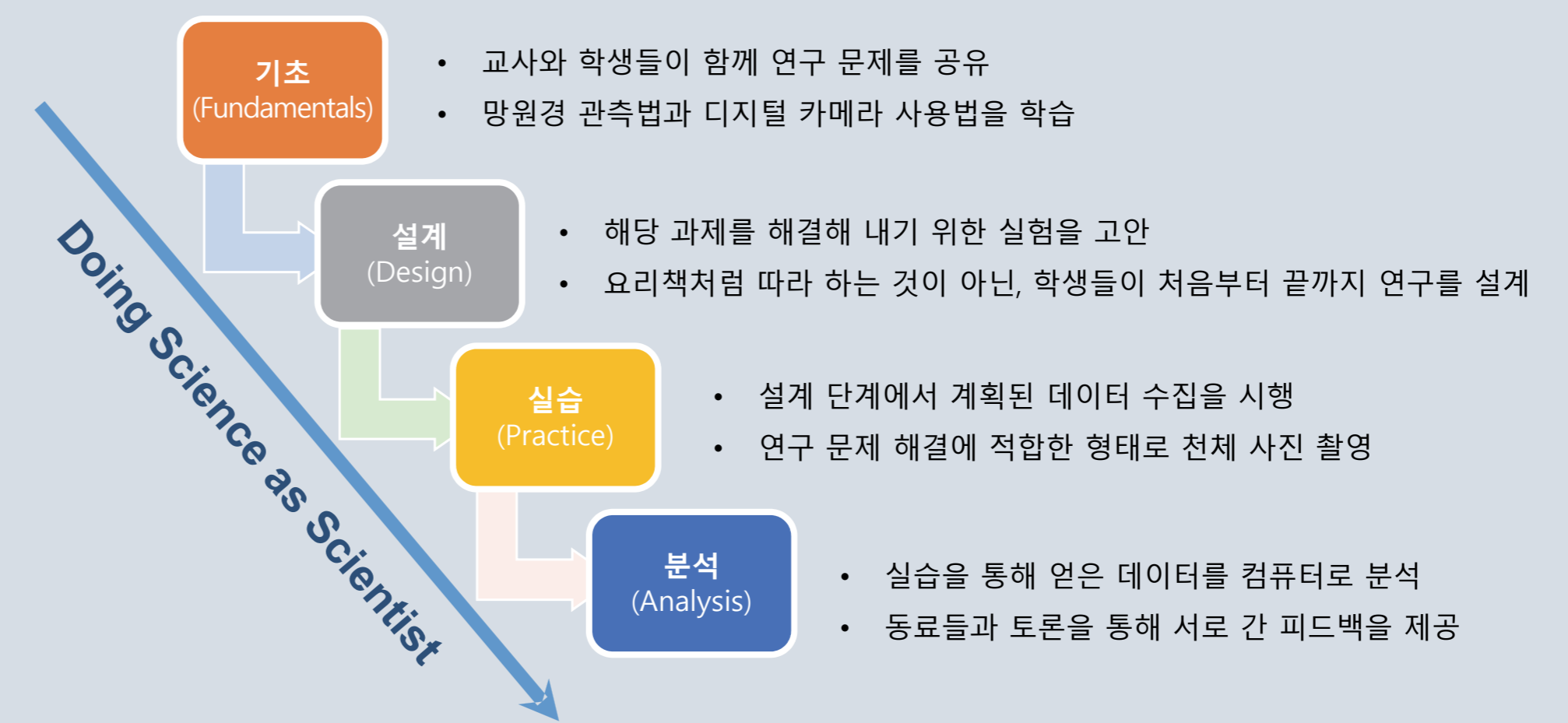
### 수학적 모델링 Mathematical Modeling

- > 어떤 현상의 특징을 지니고 있으면서, 함수 혹은 방정식처럼 수학적 개념을 활용하여 만들어진 수학적 구조를 수학적 모델이라 하며(Edward & Hamson, 1989), 이러한 수학적 모델을 만드는 과정을 수학적 모델링이라고 한다.
- > 수학적 모델링을 과학적 맥락에서 사용하는 것은 수학 교육과 과학 교육에 모두 도움이 된다.
  - 수학은 현실적이고 구체적인 문맥 내에서 지도되어야 한다(Kim, 2012).
  - 과학적 현상을 수학이라는 도구를 이용하여 정량적으로 표현할 경우 확장된 분석이 가능하다.
- > 천문학 현상들은 수학으로 표현하기에 적합한 사례가 많기에, 수학적 모델링을 이용한 수학/과학 교육에 적용하기 적절하다.

## 프로그램 목적 Purpose

- > **과학에 대한 관심 증진:** 한국의 학교 수업은 주로 국가 교과 과정에 맞춘 교과서 중심의 강의로 구성되어 있어 학생들이 가지고 있는 과학에 대한 흥미가 다른 나라보다 낮다(OECD, 2016). 과학 탐구에 참여하면 학생들의 과학에 대한 흥미가 증가되므로(Jocz, Zhai, & Tan, 2014), 한국 학생들의 과학에 대한 관심을 높이기 위해 탐구 기반의 과학 수업을 제공하고자 한다. 이 프로그램은 요리 책에 나오는 조리법처럼 단순한 따라하기 식의 활동이 아니다. 학생들은 자신의 연구를 설계하고 필요한 데이터를 수집하며 컴퓨터를 통해 분석하는 완벽한 형태의 "열린 탐구(open inquiry)"다(Banchi, & Bell, 2008). 즉, 연구의 모든 과정을 학생이 주도하게 된다. 교사는 지식 제공자가 아닌 조력자에 불과하다. 학생들의 어려움에 대해 도움만 제공하고 정답은 제공하지 않는다.
- > **데이터 수집 및 분석기술 학습:** 설계된 연구를 수행하기 위해서는 천체 망원경을 이용하여 데이터를 수집하고, 이를 컴퓨터를 이용하여 분석해야 한다. 하지만, 학교 교육과정에는 이에 필요한 기술이 포함되어 있지 않다. 이 수업에서 1일차에 망원경 사용 방법과 카메라 촬영 방법을 가르쳐주고, 4일차에 간단한 데이터 분석 프로그램인 Microsoft Excel의 간단한 활용방법에 대해 실습한다. 단순히 기술을 암기하는 것이 아니라, 현장에서 사용할 수 있도록 충분한 연습의 기회를 제공한다.
- > **과학의 본성에 대한 이해 증진:** 실제 과학자가 되어 연구를 설계하고 수행하는 것은 과학의 본성 대한 이해를 향상시킨다(Hodson, 2014). 학생들은 종종 과학자가 사회적 기술이 부족하고 홀로 실험을 수행하는 외로운 사람이라고 인식한다. 그러나 실제 과학은 그렇지 않다. 과학은 다양한 사람들과의 협력이 필요하고, 뛰어난 사회성을 필요로 하며, 동료들과 유창하게 상호 작용해야 한다. 학생들은 또한 과학이 매우 효율적인 학문이라고 인식하고 있다. 계획된 설계대로 연구를 수행하면 원하는 결과를 쉽게 얻을 수 있다고 생각한다. 그러나 실험이 아무리 잘 고안 되더라도 많은 시행착오와 반복이 필요하다. 실제 학생들은 직접 경험하는 과학 활동을 통해 진정한 과학이 무엇인지 학습하게 된다.
- > **천문학 개념의 이해 증진:** 지구과학 교과에서 학생들이 가장 어려워하는 단원은 천문학 관련 단원이다. 일상생활에서 천문학과 관련된 경험을 접하기는 어렵기 때문에, 학생들에게 천문학은 항상 생소하고 어려운 존재이다. 이 프로그램은 직접 과학을 하는 활동을 통해 학생들에게 다양한 천문학적 경험을 제공하고, 궁극적으로 과학 개념을 잘 학습할 수 있도록 돕는다(Lederman, Antink, & Bartos, 2014).

## 수업의 개요 Overview of Instruction



## 수업의 구성 Structure of Instruction

**STEP BY STEP으로 망원경 설치법과 사진 촬영법을 학습**

천체망원경의 구조

망원경 설치법

DSLR 카메라의 구조

직소점 촬영법

**지구에서 바라본 달의 사진, 지구에서 바라본 목성 위성의 사진으로 공전주기, 질량을 어떻게 구할 지 구상**

조별 연구 설계

예제 데이터 분석

수학적 모델링

$$M \approx \frac{4\pi^2 a^3}{G P^2}$$

귀납적 법칙 도출

**공전 주기를 구하기 위해 필요한 사진들을 실제로 촬영**

**촬영한 사진들을 컴퓨터 프로그램을 이용하여 분석 수행  
실험 과정에 대한 반성적 평가**

촬영 사진 분석(목성)

촬영 사진 분석(달)

컴퓨터를 활용한 분석

반성적 평가

		주제	내용
1 일차	1차시	기초 (천체 관측의 기초)	망원경 사용법
	2차시		사진 촬영법
	3차시		
2 일차	4차시	설계 (달과 목성의 공전주기)	사진을 통해 공전 주기를 구하는 방법을 고안(수학적 모형의 사회적 공동구상)
	5차시		달, 목성 위성의 공전 주기 구하기
	6차시		Kepler 제 3법칙을 이용해 지구와 목성의 질량 구하기
3 일차	7차시	실습 (천체 촬영)	달 촬영 (19:15, 20:15, 21:15, 22:15)
	8차시		목성 촬영 (20:00, 21:00, 22:00)
	9차시		
4 일차	10차시	분석 (데이터 분석)	촬영 사진을 이용하여 데이터 분석
	11차시		실험 과정에 대한 반성적 평가
	12차시		

## 후속연구 Follow-up Study

- > **파일럿:** 실제 학생들을 대상으로 파일럿 연구 진행 예정 (2017년 5월)
  - 프로그램 적용 후 학생들의 여러 반응을 파악하여 최종 개발될 프로그램에 반영
- > **교과지식 향상도:** 학교교육과정과 관련된 교과지식들이 향상되었는지 사전/사후 검사 수행
- > **NOS의 변화:** 과학자와 같이 천문학을 하는 교육 프로그램이 학생의 NOS에 어떠한 변화를 주었는지 확인하기 위해 사전/사후 검사 수행
  - 과학에 대한 생각, 과학자에 대한 생각, 과학 활동에 대한 생각 등 학생들의 NOS에 긍정적 영향을 주었는지 확인

## 참고문헌 Reference

Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26.

Edwards, D., & Hamson, M. (1990). Guide to Mathematical Modeling. BocaRaton, Florida, US. CRC Press, Inc.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.

Gilbert, S. W. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73-79.

Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>

Jocz, J. A., Zhai, J., & Tan, A. L. (2014). Inquiry learning in the Singaporean context: Factors affecting student interest in school science. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2596-2618.

Kim, I. K. (2012). Comparison and Analysis among Mathematical Modeling, Mathematization, and Problem Solving. *Journal for History of Mathematics*, 23(2), 71-95. Retrieved from [http://kiss.kstudy.com/search/detail\\_page.asp?key=50289791](http://kiss.kstudy.com/search/detail_page.asp?key=50289791)

Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285-302.

OECD. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.

Van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1999). Introducing dynamic equilibrium as an explanatory model. *J. Chem. Educ.*, 76(4), 559.