

## 과학 교과서 천문 단원의 탐구 활동 분석

김경미<sup>1,\*</sup> · 박영신<sup>2</sup> · 최승언<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 지구과학교육과, 151-748, 서울특별시 관악구 신림동 산 56-1

<sup>2</sup>서울대학교 BK21 미래사회 과학교육 연구 사업단, 151-748, 서울특별시 관악구 신림동 산 56-1

### Analysis of Scientific Inquiry Activities in the Astronomy Section of School Science Textbooks

Kyoung-Mi Kim<sup>1,\*</sup>, Young-Shin Park<sup>2</sup>, and Seung-Urn Choe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth Science Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

<sup>2</sup>BK 21 Science Education for the Next Society, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

**Abstract:** This study analyzed the inquiry activities appearing in the astronomy sections of elementary, middle and highschool level science textbooks according to the five essential features of inquiry in the classroom as proposed by the National Science Education Standards (NRC, 2000), and SAPA (Science-A Process Approach). On the basis of this analysis, it is clear that the science textbook inquiry activities released the limitation to meet the goal of science education, namely scientific literacy, as it has been laid out by the 7th Science Educational Curriculum. This study revealed that the features of scientific inquiry which are most frequently used in the astronomy sections of science textbooks are 'data collection' and 'form explanation', whereas the features of 'oriented-question', 'evaluate explanations' and 'communicate and justify' rarely appeared. The analysis of inquiry activities by SAPA showed that the basic inquiry skills of 'observing', 'communicating' and 'manipulating materials' were used with increasing frequency according to grade level, and the integrated skills of 'investigating', 'creating models', 'interpreting data' and 'experimenting' were more emphasized in the textbooks. Therefore, it is suggested that students be provided with more opportunities to experience all the features of scientific inquiry and scientific processes as envisioned by the 7th Science Educational Curriculum in order to achieve the stated goal of scientific literacy. Science educators should be required to develop new lesson modules which will allow students to experience authentic scientific inquiry. It is crucial for science teachers to reflect upon and develop their understanding and teaching strategies regarding scientific inquiry through professional development programs in teacher education.

**Keywords:** scientific inquiry, essential features for inquiry, SAPA, teacher professionals

**요약:** 본 연구는 초·중·고등학교 과학 교과서의 천문영역에 수록된 탐구활동을 NRC(2000)에서 제시하는 탐구기본요소 5가지와 SAPA에서 제시하는 기초 및 통합적인 탐구과정을 통해 분석하였다. 이를 토대로 과학 교과서의 탐구 활동이 과학교육의 목표인 과학적 소양을 실현하기에 제한점이 있음을 제시하고, 보완적인 방법에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 천문영역을 분석한 결과 초·중·고등학교 대부분의 교과서가 NRC(2000)의 탐구요소 5가지 중 탐구요소 2에 해당하는 증거 수집이 가장 많이 나타난 반면에 탐구요소 1의 문제제기와 탐구요소 5의 발표 및 정당화 부분이 거의 나타나지 않았다. 또한 위의 결과를 바탕으로 구체적인 탐구과정인 SAPA로 분석해 본 결과, 천문영역의 교과서 탐구 활동은 기초탐구과정에는 관찰, 의사사통, 조작, 시공간관계사용 과정 빈도수가 학년에 따라 증가하며, 통합과정에서는 조사, 모델설정, 데이터 해석, 그래프 작성, 실험과정이 늘어나는 경향을 보여주었다. 이에 개정 7차 교육과정에서 제시된 과학적 소양 함양을 위한 교과서에서는 제한적인 탐구활동을 확장하여, 천문영역에서도 전반적이고 다양한 탐구요소 및 탐구과정을 학생들이 경험할 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 탐구활동을 가르치는 교사들을 위한 수업모듈뿐만 아니라 이를 사용하는 교사들의 탐구에 대한 이해도 및 교수전략에 있어서도 전문성이 이뤄져야 할 것이다.

**주요어:** 과학탐구, 탐구요소, SAPA, 교사전문성

\*Corresponding author: suchoe@snu.ac.kr

Tel: 82-2-880-7781

Fax: 82-2-874-3289

## 서론

과학 교육에서 탐구의 중요성은 오랫동안 강조되어 왔다. 우리나라는 1973년 제 3차 교육과정부터 ‘과학과 교육목적표에 과학적 탐구 방법을 체득시켜 자연의 규칙성을 발견하는 능력과 태도를 기른다.’고 명시함으로써 과학 탐구 교육을 강조하기 시작하였다(문교부, 1973). 그 후 현행 제 7차 교육 과정에 이르기까지 탐구능력을 과학교육의 중요한 목표의 하나로 설정해 놓고 있다. 또한 제 7차 과학과 교육과정은 과학적 탐구 방법, 과학에 관한 기본 지식, 과학적 사고 능력, 문제 해결력 및 태도, 그리고 과학·기술·사회의 상호 관련성 등 과학의 성격을 균형 있게 다루고 있으며, 특히 탐구 활동을 강조하고 있다(양재영, 2002). 그러나 이처럼 제 7차 교육과정에서 과학적 탐구와 그 과정을 과거의 어느 교육과정에서보다 더 강조하였음에도 불구하고 그 내용 체계를 살펴보면 탐구의 중요성에 비해서 탐구에 대하여 자세하게 안내되어 있지 않다. 또한 과학적 탐구 및 그 과정과 활동의 의미는 물론이고 그 교수-학습 방법도 제시하지 않는다(조희형과 박승재, 1999).

과학교육의 목적은 과학적 소양을 함양하는 것이다(교육부, 1997; NRC, 1996, 2000). 과학적 소양이란 학생들이 자연 현상을 폭넓게 체험하여 과학적 탐구 능력과 과학의 기본 개념을 습득하고, 이를 활용하여 자연 현상과 일상생활의 문제를 해결할 수 있는 능력을 함양할 수 있도록 하는 것이다(교육부, 1997). 이러한 과학적 소양의 목적을 달성하기 위해서 학교에서는 학생들의 과학탐구 경험을 중요시하고 있다. 과학자들의 탐구 과정을 학생들이 경험하게 함으로써 과학적 지식 및 탐구의 본성을 경험하게 하자는 것이다(NRC, 2000; 박영신, 2006). 다시 말해 과학탐구 능력은 학생들이 어떤 문제에 부딪혔을 때 과학적 탐구 방법에 의해 스스로 문제를 해결하는 능력을

말한다(권재술 외, 1998).

또한 NRC(2000)에 의하면 과학탐구를 통해 학생들의 과학적 소양의 함양을 위해서는 우선 학생들에게 과학의 논증 기회를 주는 것이 진정한 과학탐구의 방법이며 이를 위해서는 학생들은 다음의 5가지의 탐구기본요소를 경험해야 한다고 진술하고 있다(Table 1). 즉, 학생들 스스로 동기부여가 되도록 문제제기를 할 수 있는 기회가 있어야 하며(탐구요소 1), 논증의 중요과정인 자신이 세운 가설을 뒷받침할 수 있는 증거 즉 자료수집의 단계 경험이 있어야 하며(탐구요소 2), 이 증거를 바탕으로 설명의 과정을 경험하는 즉 모델을 형성하거나 이론을 형성하는 논리적인 사고과정이 있어야 하며(탐구요소 3), 이러한 각자의 논리적인 설명아래 다른 상황에서의 적용이나 다른 동료와의 설명을 평가할 수 있는 비판적인 사고과정이 있어야 한다(탐구요소 4). 마지막으로 이 모든 것을 바탕으로 공개적으로 학생들이 전 과정을 발표할 수 있는 기회가 있어야 한다(탐구요소 5). 그렇다면 이러한 과학탐구요소의 경험은 어떠한 방법으로 일어나고 있는가? 학습자들은 과학수업을 통하여 이러한 탐구의 기회를 부여받고 있는가?

학습자가 새로운 과학적 개념을 주로 접하게 되는 통로인 과학교과서는 학습의 중심이 되는 도구이고, 학교에서도 대부분의 수업이 교과서를 중심으로 학생들의 학습을 이끌어가고 있다. 과학 교과서의 탐구활동에 관한 연구로 박원혁과 김은아(1999)는 공통과학 교과서의 탐구영역 중 탐구실험을 중심으로 과학탐구 평가표(SIEI)를 사용하여 탐구 활동을 분석하였고, 김윤희와 문성배(2000)는 중학교 과학 교과서 중 화학 분야의 탐구활동을 탐구내용, 탐구과정, 탐구상황의 3차원 분석틀을 사용하여 분석하였다. 최근에는 제 7차 교육과정에 대한 교과서 분석이 활발히 이루어지고 있는데 그 중에서 박광렬(2002)은 ‘제 7차 교육과정 초등학교 과학교과서 탐구 활동 및 삽화 분석’에

**Table 1.** Essential features of classroom inquiry (NRC, 2000)

Type	Meaning
1. Oriented-question	Learners are engaged by scientifically oriented <b>questions</b> .
2. Data collections	Learners give priority to <b>evidence</b> , which allows them to develop and evaluate explanations that address scientifically oriented questions.
3. Form explanations	Learners formulate <b>explanations</b> from evidence to address scientifically oriented questions.
4. Evaluate explanations	Learners <b>evaluate</b> their explanations in light of alternative explanations, particularly those reflecting scientific understanding.
5. Communicate and justify	Learners <b>communicate</b> and justify their proposed explanations.

서 탐구 활동에 제시된 13개의 탐구 과정 요소를 분석했으며, 김희령(2005)은 ‘제 7차 교육과정에 따른 초·중학교 과학교과서의 과학 탐구 과정과 학생들의 과학 탐구 능력 분석’에서 권재술과 김범기(1994)의 과학 탐구 능력 검사지(TSPS)를 사용하여 학생들의 탐구능력 실태를 조사하여 분석하였다. 이처럼 탐구 영역에 대한 연구는 그동안 많이 수행되어 왔지만(박효순과 조희형, 2003; 심규철 외, 2004; 최선영과 강호감, 2002), 주로 탐구활동의 빈도를 분석하는 것에 한정되어 있었다. 이러한 탐구활동에 대한 연구 결과, 교과서의 탐구활동에서 제시하는 실험활동이 학생들에게 의미 있는 학습을 제공하지 못하고 있다고 보고되었다.

이에 과학교과서의 탐구활동이 과연 어떠한 탐구기회를 부여받는지를 분석하고, 그렇지 못함은 어떠한 식으로 해결책을 알아보는 것은 의미 있는 일이라 할 수 있다. 즉 교과서의 탐구 활동이 담고 있는 내용이나, 탐구 요소가 무엇인지를 알아보는 것은 과연 학습자가 과학시간을 통해서 어떠한 탐구요소를 주로 경험하게 되는지를 파악할 수 있는 하나의 근거가 될 수 있으며, 이들이 경험하지 못한 탐구요소에 대해서는 어떠한 차후 대책이 필요한지를 알아보는 것 또한 의미 있는 일이라 할 수 있다. 개정 7차 교육과정에서 제시하는 “자유탐구”는 이러한 점을 보완하기 위해서 나타난 해결책이다. 그렇다면 매학기 실시하게 되는 자유탐구는 과연 어떠한 탐구요소를 강조해서 개발하여야 하는 것일까? 학습자가 기본적으로 경험하는 과학교과서의 탐구요소를 파악하고 이를 바탕으로 부족한 탐구요소를 자유탐구에서 강조한다면 초중등과학교육에서 목표로 하는 과학적 소양을 좀 더 구체적으로 실현시킬 수 있을 것이다.

본 연구에 있어 교과서를 이러한 5가지 요소를 바탕으로 분석해 보는 것은 현 교실 내에서 교사들이 사용하는 교과서가 얼마나 학생들에게 실질적인 과학 탐구를 논증활동이라는 관점에서 그 기회를 부여하고 있는지 알아보는 것에 의미가 있다. 현재 학교에서 사용되는 과학교과서는 어떠한 탐구요소를 반영하고

있는지, 또한 적절하지 않는 탐구요소에 대해서는 어떠한 대책이 강구되어 있는지를 알아보고 제언하는 것이 이 연구의 목적이다.

위의 탐구요소 5가지 외에도 세부적인 탐구과정의 기술을 위해서 SAPA(Science-A Process Approach; Table 2)를 이용하여 자료 분석에 이용하여 각각 탐구요소가 어떠한 구체적인 탐구기능으로 이루어지게 되는지를 기술하였다. SAPA는 탐구의 12개의 기초 과정과 9개의 통합과정으로 나누어져 있다. SAPA에서는 기초적 탐구 과정 8가지와 통합적 탐구 과정 5가지를 합해 모두 13개의 탐구 과정이 제시되어 있다. 제6차 과학과 교육과정에서는 그 중에서 관찰, 분류, 측정, 의사소통, 예상, 추리, 변인통제, 가설 설정, 실험을 포함하고, 그 밖에 문제 해결에 필요한 자료 수집 및 처리, 실험 설계, 자료 해석의 탐구 과정을 명시하였다. 제7차 과학과 교육과정에서는 탐구 과정을 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제 인식, 가설설정, 변인통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등으로 그 수를 늘렸다(교육부, 1997).

위의 탐구에 관한 정의를 바탕으로 지구과학의 내용 중 학생들이 가장 어려워하고 또 기피하는 천문 단원의 분석을 통해 교과서 탐구활동 내용으로 학생들은 어떠한 탐구요소를 경험하게 되며 이에 부여되지 않는 탐구요소에 대해서 어떠한 해결책을 제언할 수 있는지, 또한 어떠한 탐구과정을 포함하고 있는지 빈도수를 분석하여 천문학에 있어서의 교과서의 탐구 성향을 기술할 것이다. 이에 연구 내용 및 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 초·중·고등학교 과학 교과서의 천문영역에서 나타나는 5가지 탐구기본요소 분석을 함으로써: 교과서의 과학 탐구활동에 포함된 탐구기본요소는 어떤 것이 있는가? 또한 이러한 탐구요소가 초중고를 거치면서 어떠한 양상의 변화를 나타내는가?
- 2) 초·중·고등학교 과학 교과서에 나오는 탐구과정 분석을 SAPA를 통하여: 천문영역에서는 어떠한 과학 탐구 과정과 문제 해결과정을 중점으로 다루고 있는가?

**Table 2.** Basic process skills and integrated process skill in SAPA

Type	Elements
Basic process skills	Observing, Classifying, Using space/time relationship, Using numbers, Communicating, Measuring, Estimating, Predicting, inferring*, Manipulation, materials*, Generalizing*, Replication*
Integrated process skills	Identifying and controlling variables, Defining operationally, Formulating hypothesis, Experimenting, Graphing*, Interpreting data, Creating models, Investigation*, Making decisions*

3) 교실현장에서 과학교과서 외에 실질적인 과학탐구 실현을 위해 보완할 수 있는 해결책은 어떠한 탐구요소 및 기능을 포함해야 하는가?

### 연구방법 및 절차

본 연구를 수행하기 위해 NRC(2000)에서 제시하는 탐구기본요소 5가지(Table 1)와 SAPA(Table 2)에서 제시하는 기초 및 통합적인 탐구과정을 이용해 분석하였다. 자료 분석의 타당성을 위해서 각각의 교과서 내용을 본 연구자가 분석한 후 과학교육의 전문가 4인에게 재검토를 요청해 타당성을 확보하였다. 서로 맞지 않는 의견에 대해서는 충분한 사전 토론을 거쳐 연구자가 충분히 탐구에 관한 분석에 대해 확신을 가진 후에 재차 자료 분석을 하였다.

#### 연구대상

본 연구에서는 학교현장에서 사용하고 있는 초등학교 과학 교과서와 9종의 중학교 과학 교과서, 11종의 고등학교 과학 교과서 천문 영역의 탐구활동을 분석하였다(Table 3, 4). 지구과학영역 중에서 천문내용만 연구대상에 포함시키는 이유는 연구자가 이 연구의 자료수집 및 분석에 있어서 도구로 사용되기 때문에(김영천, 2006) 연구자의 배경지식에 기인한다. 또한 초·중·고에 걸친 천문내용을 비교하는 것은 교과서 내용과 교과목표와의 연계성을 고려하여 초등학교에서 고등학교로 이어지면서 탐구 활동에 포함되어있는 탐구요소가 어떻게 변화되어 반영되는지 알아보는데 의의가 있다. 교육과정상 5학년에는 천문 단원이 없어, 초등학교에서는 3, 4, 6학년의 정부에서 출판되는 교과서와 중학교에서는 2001년에 출판된 9개의 다른 교과서(Table 3), 마지막으로 고등학교에서는 역시

**Table 3.** Middle school science textbooks analyzed for scientific inquiry

	Publisher	Author	Publishing year
A	Kyohak-sa	Kang et al.	2001
B	Kyohak-sa	Chung et al.	2001
C	Keumseong	Lee et al.	2001
D	Daeil doseo	Choe et al.	2001
E	Donghwa-sa	Park et al.	2001
F	Doosan	So et al.	2001
G	Didimdol	Kim et al.	2001
H	Blackbox	Kim et al.	2001
I	Jihak-sa	Lee et al.	2001

**Table 4.** High school science textbook analyzed for scientific inquiry

	Publisher	Author	Publishing year
A	Kyohak-sa	Kang et al.	2001
B	Kyohak-sa	Chung et al.	2001
C	Keumseong	Lee et al.	2001
D	Daehan	Lee et al.	2001
E	Didimdol	Kim et al.	2001
F	Munwonkak	Sung et al.	2001
G	Izenmedia	Lee et al.	2001
H	Joongang	Woo et al.	2001
I	Jihak-sa	Lee et al.	2001
J	Chonjae	Cha et al.	2001
K	Hongzin P&M	Song et al.	2001

2001년에 출판된 11개의 다른 교과서를 연구대상으로 하였다(Table 4). 연구 대상이 되었던 초·중·고등학교 과학 교과서의 탐구활동은 초등학교 교과서에는 18건, 중학교 교과서에는 263건, 고등학교 교과서에는 135건을 포함하고 있다.

#### 자료 수집 및 분석

각 교과과정에서의 천문내용에 해당하는 과학탐구 활동을 앞서 제시한 NRC(2000)의 어떤 과학탐구의 5가지의 요소가 반영되어 있는지 각각의 탐구요소의 빈도수를 체크하였다. 자료수집 및 분석의 타당성을 위하여 본 연구자 외에 다른 연구자가 같은 교과서의 탐구활동을 따로 탐구요소의 틀로 분석한 후 이견이 나는 항목에 대해서는 충분한 의견교환을 하여 내적타당성을 구축하였다(김영천, 2006). 학생들이 증거를 수집하는 일련적인 과정이라도 그 기회가 2가지라면 2번의 빈도수로 체크하였다.

탐구요소가 확인된 활동에 대해서는 SAPA의 틀로 각각의 탐구요소에 어떠한 세부적인 탐구기능과 과정이 있었는지를 기술하는데 목적이 있으며, 이를 위해서 SAPA의 기초적 및 통합적 탐구기능으로 역시 그 빈도수를 체크하였으며 이의 자료수집 및 분석의 타당성도 본 연구자 외에 다른 과학교육연구자와 크로스 체크로 내적타당성을 구축하였다. 위의 두 가지의 틀인, 탐구요소와 SAPA의 틀로 확인된 탐구활동지는 다음과 같은 결과를 보여주고 있다.

### 연구 결과 및 논의

이 연구는 (1) 탐구활동의 분석결과, (2) 세부적인

탐구과정을 알 수 있는 SAPA의 적용결과, (3) 위의 두 개의 틀로 분석된 초중고 학년별의 기초적 탐구과정 및 (4) 초중고의 통합적 탐구과정을 비교분석결과를 제시한다.

**과학 교과서 탐구활동 분석**

**NRC(2000)에서 제시한 탐구의 5가지 요소를 이용한 과학 교과서 탐구활동 분석**

NRC(2000)에서 제시하는 과학탐구의 5가지 기본요소는 Table 1에서 제시하였다. 이 항목을 바탕으로 과학 교과서의 천문 영역을 다루고 있는 단원을 선정하여 그 단원에 있는 탐구활동에 5가지 탐구요소가 얼마나 포함되어 있는지를 빈도수로 분석하였으며 각 학년별의 탐구활동지를 통한 탐구요소반영 결과는 다음과 같다.

Table 5, 6, 7, 8은 초·중·고등학교 과학 교과서의 천문분야 탐구활동을 NRC(2000)의 5가지 기본요소로 분석한 결과이다. 위의 결과에 의하면 대부분의 교과서 탐구활동은 탐구요소 2인 증거수집과 탐구요소 3인 설명형성에만 치중되어 있으며 탐구요소 1인 문제제기와 탐구요소 4인 설명평가, 그리고 탐구요소 5인 발표와 정당화는 상대적으로 거의 나타나지 않음을 볼 수 있다. 문제제기는 학생들에게 “왜” 그리고 “어떻게” 현상이 일어나는지 질문을 통해 학생의 지

적 호기심과 학습 동기를 유발하는 것인데 교과서의 탐구활동에서 전혀 나타나지 않고 있다. 이는 제 7차 교육 과정에 따른 교과서는 교육 과정 내용 요소가 종전의 약 70%로 감축되었으나 탐구 활동이 지나치게 많아 학습 내용이 오히려 과다해졌다는 결과와, 대부분의 탐구 활동 내용은 쉽게 예측할 정도로 단순하거나 개념을 적용하는 정도의 수준으로 높은 수준의 과학적인 사고 능력을 종합적으로 향상시키기에 부족하다는 결과를 뒷받침해주는 증거라 할 수 있다. 이를 도식화하면 다음과 같다. 빈도수를 전체의 100%로 환산하여 나온 빈도의 비율이다. 5개의 탐구요소에서 초등(Fig. 1a), 중등(Fig. 1b), 및 고등(Fig. 1c)학교 과학교과서에서의 천문영역의 탐구요소는 실험을 통한 자료수집 및 자료를 바탕으로 설명을 형성해가는 과정에 국한되어 있는 것을 알 수 있다.

이를 쉽게 비교하기 위해서 3등급(초등, 중등, 고등)의 과학교과서에서의 탐구요소를 제시하였다. 이처럼 Fig. 2의 결과는 교과서의 탐구활동이 제한적으로 제시되고 있음을 보여준다.

Fig. 2에서 나타난 것 같이 모든 학년에서 증거수집의 빈도가 가장 높고, 그 다음으로 설명형성의 빈도가 높게 나타나고 있지만, 문제제기는 전혀 나타나지 않음을 볼 수 있다. 이는 학교에서의 교과서를 통한 탐구활동은 간단한 관찰이나 실험 등을 통해 증

**Table 5.** Inquiry essentials in Elementary school textbooks

	Oriented-question	Data collections	Form explanations	Evaluate explanation	Communicate and justify
3rd grade	×	4	1	×	1
4th grade	×	5	1	×	×
6th grade	×	8	3	×	×
Total	0	17	5	0	0

**Table 6.** Inquiry essentials in 8th grade of middle school textbooks

	Oriented-question	Data collections	Form explanations	Evaluate explanation	Communicate and justify
A	×	9	5	1	×
B	×	11	8	2	×
C	×	12	5	×	2
D	×	12	9	1	×
E	×	13	8	×	×
F	×	8	4	×	4
G	×	12	7	1	1
H	×	8	2	×	1
I	×	9	1	×	3
Total	0	94	49	5	11

**Table 7.** Inquiry essentials in 9th grade of middle school textbooks

	Oriented-question	Data collections	Form explanations	Evaluate explanation	Communicate and justify
A	×	13	9	2	×
B	×	12	9	2	×
C	×	13	12	×	2
D	×	13	9	4	×
E	×	19	12	1	×
F	×	14	13	×	1
G	×	17	12	2	1
H	×	12	5	×	×
I	×	12	9	×	×
Total	0	125	90	11	4

**Table 8.** Inquiry essentials in 10th grade of high school textbooks

	Oriented-question	Data collections	Form explanations	Evaluate explanation	Communicate and justify
A	×	13	11	5	×
B	×	8	6	3	×
C	×	15	9	×	×
D	×	12	11	6	×
E	×	14	3	2	1
F	×	14	7	1	×
G	×	15	5	1	1
H	×	17	12	2	1
I	×	13	6	1	×
J	×	13	9	×	×
K	×	11	8	1	×
Total	0	145	87	21	3

거를 수집하고 실험에서 수집된 증거를 가지고 설명을 형성하는 활동은 빈도가 높아 과학적 사고를 요하는 논리적인 사고는 가능하나, 이러한 설명형성을 바탕으로 과학적 사고에 해당하는 비판적 사고를 경험할 수 있는(박영신, 2006; NRC, 2000) 다른 상황에 적용해 보는 설명평가는 초등학교에서는 전혀 나타나지 않았고, 중학교에서는 4.1%, 고등학교에서는 8.9%로 매우 낮게 나타났다. 탐구활동 후에 문제제기부터 결론도출까지 과정에서 설명이 어떻게 형성되고 정당화 될 수 있는지의 과정을 표현하는 탐구요소 5인 발표 및 정당화 역시 초등학교에서는 4.3%, 중학교에서는 3.9%, 고등학교에서는 1.3%로 학년이 높아지면서 오히려 빈도가 떨어지는 것을 알 수 있다.

**SAPA를 이용한 과학 교과서 탐구과정 분석**

초·중·고등학교 과학 교과서의 탐구활동을 분석한 결과 초등학교 교과서에는 18건, 중학교 교과서에는

263건, 고등학교 교과서에는 135건의 탐구활동이 제시되어 있었다. 초등에서는 기초탐구과정이 80.4%, 통합탐구과정이 19.6%로 나타났고, 중등에서는 기초탐구과정이 69.7%, 통합탐구과정이 30.3%로 나타났다. 고등에서는 기초탐구과정이 58.9%, 통합탐구과정이 41.1%로 나타나 학년이 높아질수록 기초탐구과정의 비율은 줄어들고 통합탐구과정의 비율이 증가함을 알 수 있다(Fig. 3). 이는 저학년일수록 기초적인 탐구기능을 습득하고 고학년이 될수록 이들의 인지 발달 과정에 맞추어 복잡한 통합과정의 탐구기능을 습득하는 목적이 교육과정에 잘 반영되어 있음을 알 수 있다(김찬중 외, 1999).

**SAPA의 기초탐구과정에 의한 과학교과서의 학년별 분석**

초등학교 과학교과서에서는 의사소통 11건(29.7%), 관찰이 10건(27.0%), 조작 6건(16.2%), 예상 5건(13.5%),

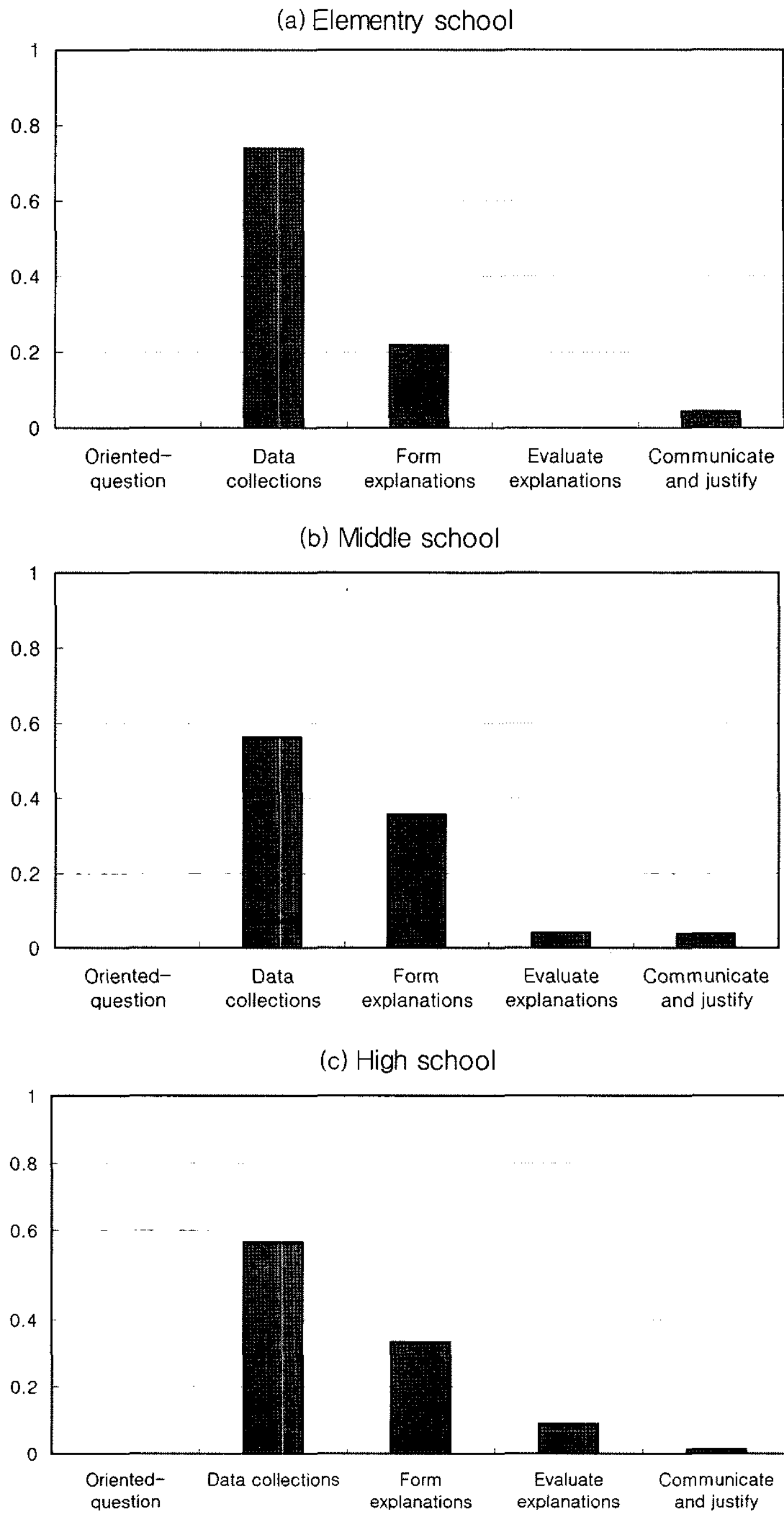


Fig. 1. Inquiry essentials in elementary, middle, and high school textbooks.

측정 4건(10.8%) 순으로 나타났다(Fig. 4). 분류, 수사용, 추정, 추리, 일반화, 재현은 나타나지 않고 있다. 이는 초등학생을 위한 천문단위의 학습은 주로 의사소통 및 관찰로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 이 외에도 조작이나, 예상, 그리고 측정으로 기본적인 탐구기

능을 발휘하며 천문개념을 습득한다고 할 수 있다.

중학교 과학교과서에서는 관찰이 160건(27.8%)으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 의사소통 130건(22.6%), 조작 84건(14.6%), 시공간관계사용 84건(14.6%) 순으로 나타났다(Fig. 5). 이는 중학교 과학

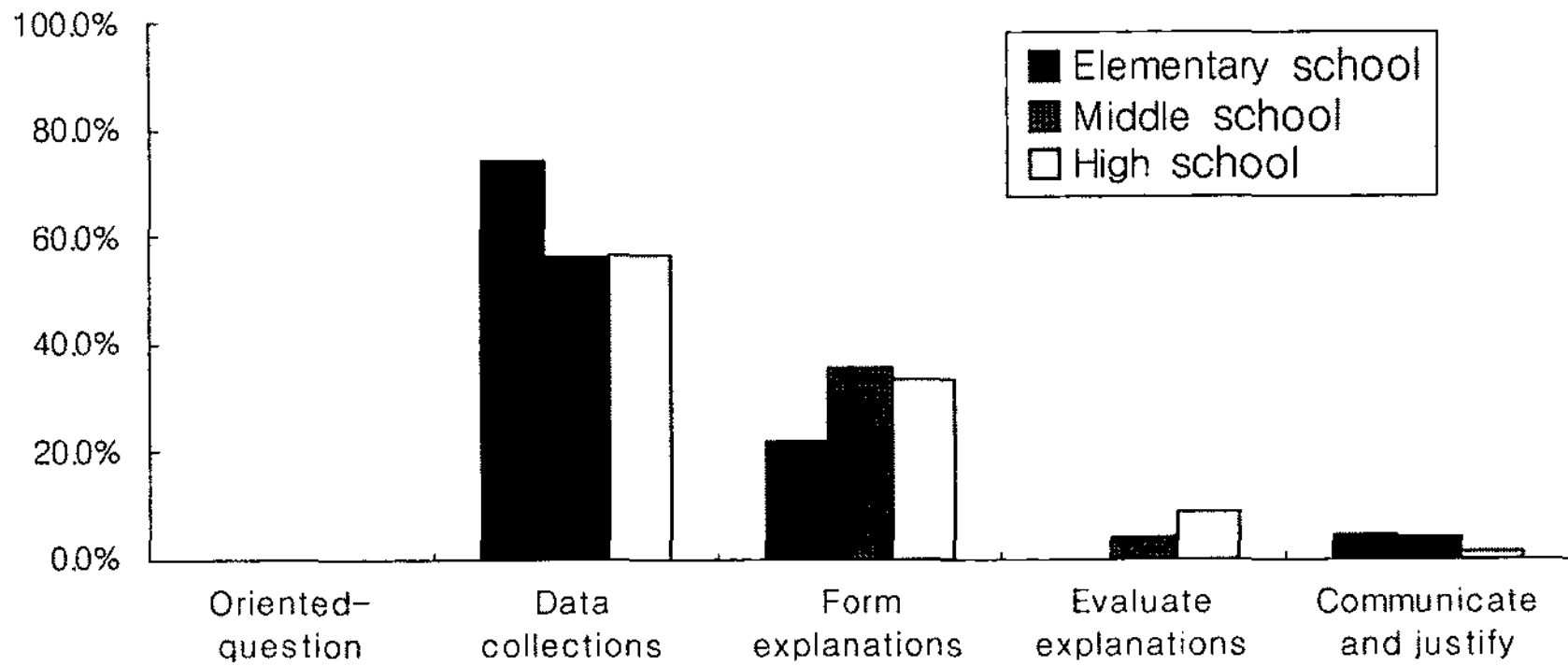


Fig. 2. Inquiry features in Astronomy unit of Elementary, Middle, and High schools.

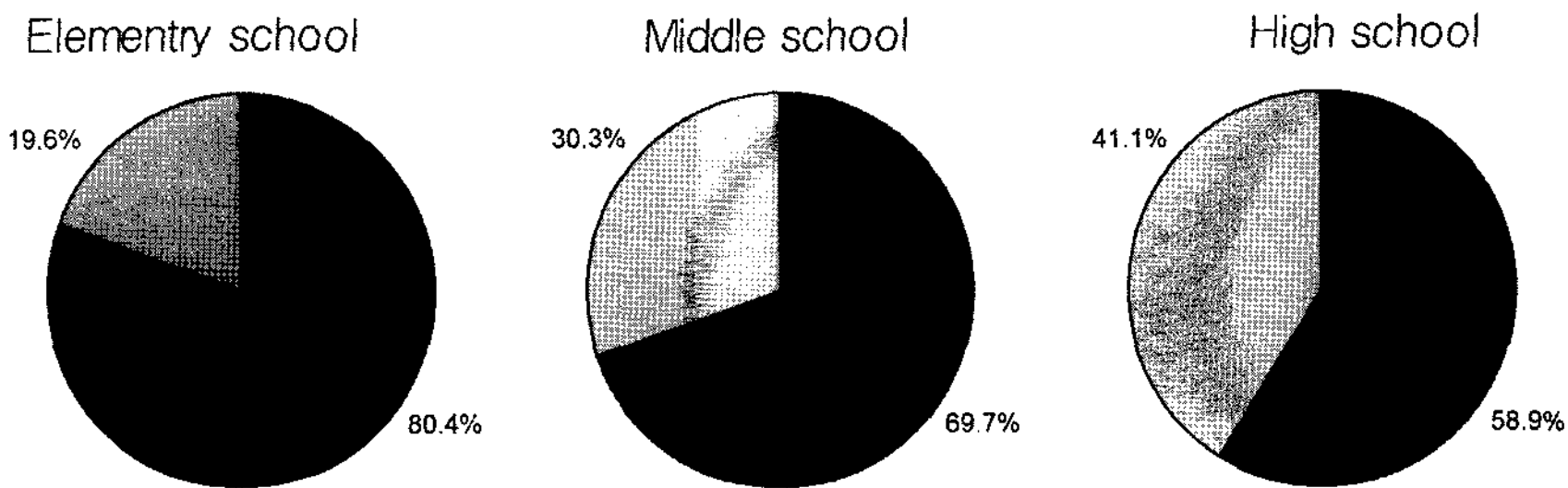


Fig. 3. Basic/integrated process skills appeared in science textbook (black color- basic process skills/ white color- integrated process skills).

교과서 천문 영역 탐구 활동의 대부분이 관찰을 통해 자료를 수집하고 그에 대해서 ‘토의’해 보거나 ‘이야기’해 보는 형식으로 의사소통이 이루어지는 것으로 초등학교에서의 천문개념 습득을 위한 기초탐구기능하고는 많은 차이를 보이지 않고 있다. 조작 역시 비교적 높은 빈도를 보였는데 이는 천문 영역의 특성상 망원경이나 쌍안경을 능숙하고 효과적으로 다루어야 하는 탐구 활동이 많기 때문으로 보인다. 반면에 분류, 수사용, 예상, 재현은 5% 미만으로 나타나고, 추정과 일반화는 하나도 나타나지 않고 있다.

고등학교 과학교과서 역시 관찰이 47건(23.4%)으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 의사소통(22.4%), 시공간관계사용 35건(17.4%), 분류 27건(13.4%) 순으로 나타났다(Fig. 6). 시·공간관계사용은 관찰과 의사소통 다음으로 높게 나타났는데 이는 행성과 항성의 공간적 배열이나 위치를 나타내기 위한 탐구 활동이 천문 영역에서 두드러지게 제시되고 있음을 나타낸다. 반면에 수사용, 예상, 추리, 재현은 5% 미만으로 나타났고, 추정과 일반화는 하나도 나타나지 않았다.

Fig. 7은 초·중·고등학교 과학 교과서 천문 단원의 탐구 활동에 포함된 기초탐구과정을 비교할 수

있도록 분석한 결과이다. 전반적으로 초중고에 걸쳐서 천문개념습득을 위해서는 공통적으로 빈번하게 사용되는 기초탐구과정은 관찰과 의사소통으로 나타났다. 이는 사진, 비디오, 또는 실질적인 천문관측으로부터 오는 관찰을 바탕으로 교사 및 학생들 간의 의사소통으로 탐구활동이 빈번하기 때문이라고 해석할 수 있다. 또한 초등부터 중등 및 고등학교로 이어지면서 조작의 기초탐구기능이 증가하는 것은 구체적인 망원경등의 조작이 빈번한 탐구활동을 통해 개념습득이 이루어지고 있음이며, 특히 고등학교에서는 외행성 및 내행성의 운동과 같은 시-공간 관계를 이용한 천문개념습득이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 각 학년별로 추정, 예상, 일반화, 재현은 5% 조차 나타나지 않음은 천문개념습득에 있어서 필요한 기초탐구기능의 특징이라고 할 수 있다.

**SAPA의 통합탐구과정에 의한 과학교과서의 학년별 분석**

다음은 초중고 과학교과서에서 천문영역의 탐구활동을 SAPA의 통합탐구과정을 분석한 결과이다. 초등학교 과학교과서에서의 탐구활동의 통합탐구과정을 전체



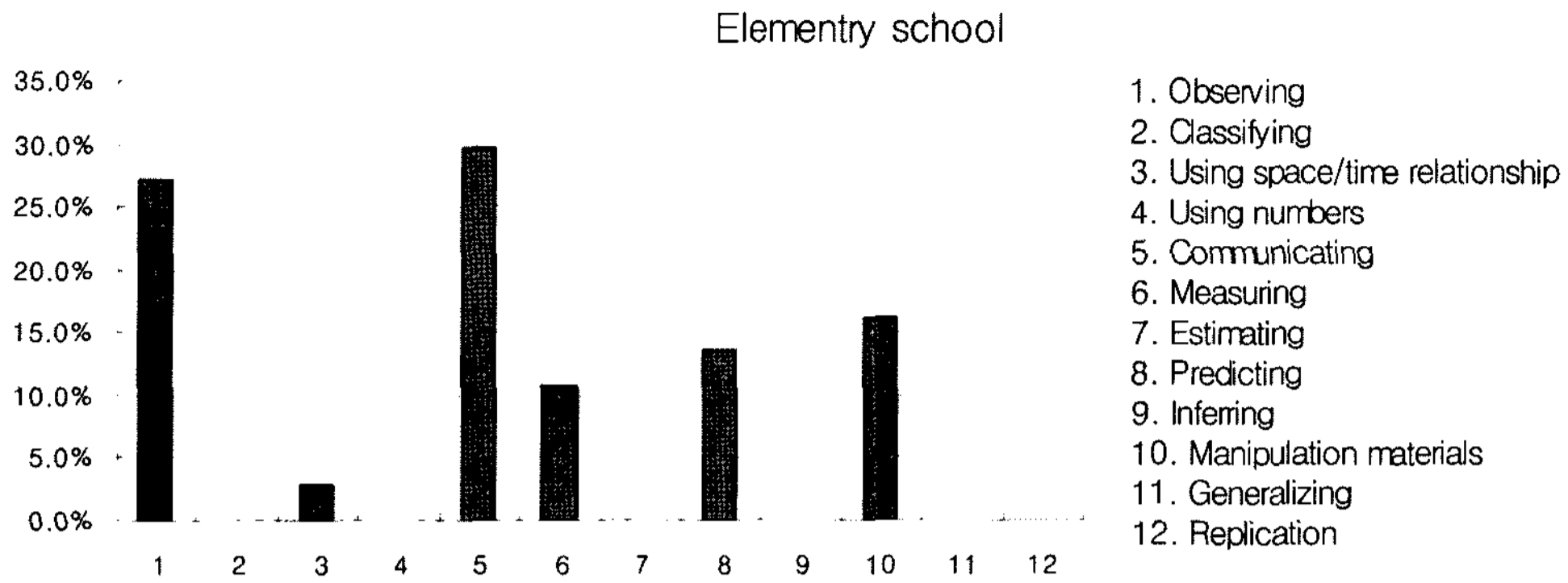


Fig. 4. Basic process skills of SAPA in Astronomy unit of Elementary school.

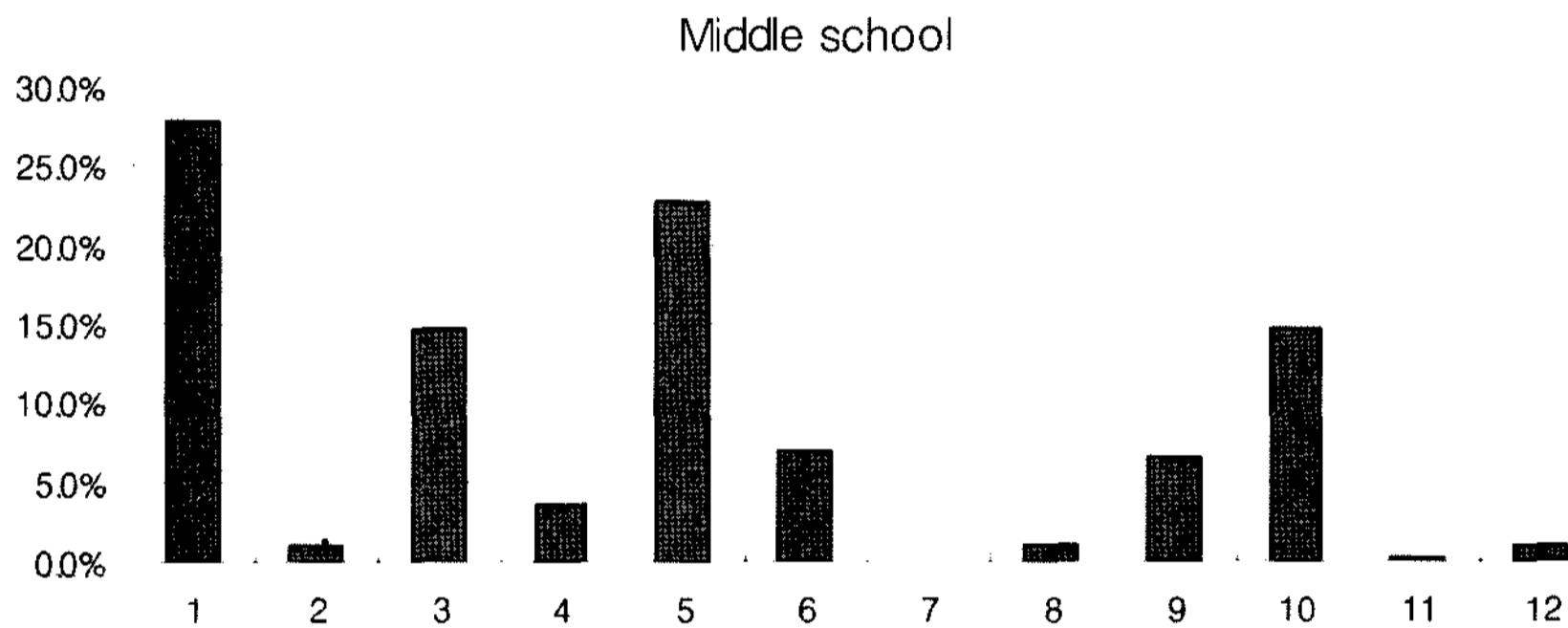


Fig. 5. Basic process skills of SAPA in Astronomy unit of Middle school (Refer numbers to items in Fig. 4).

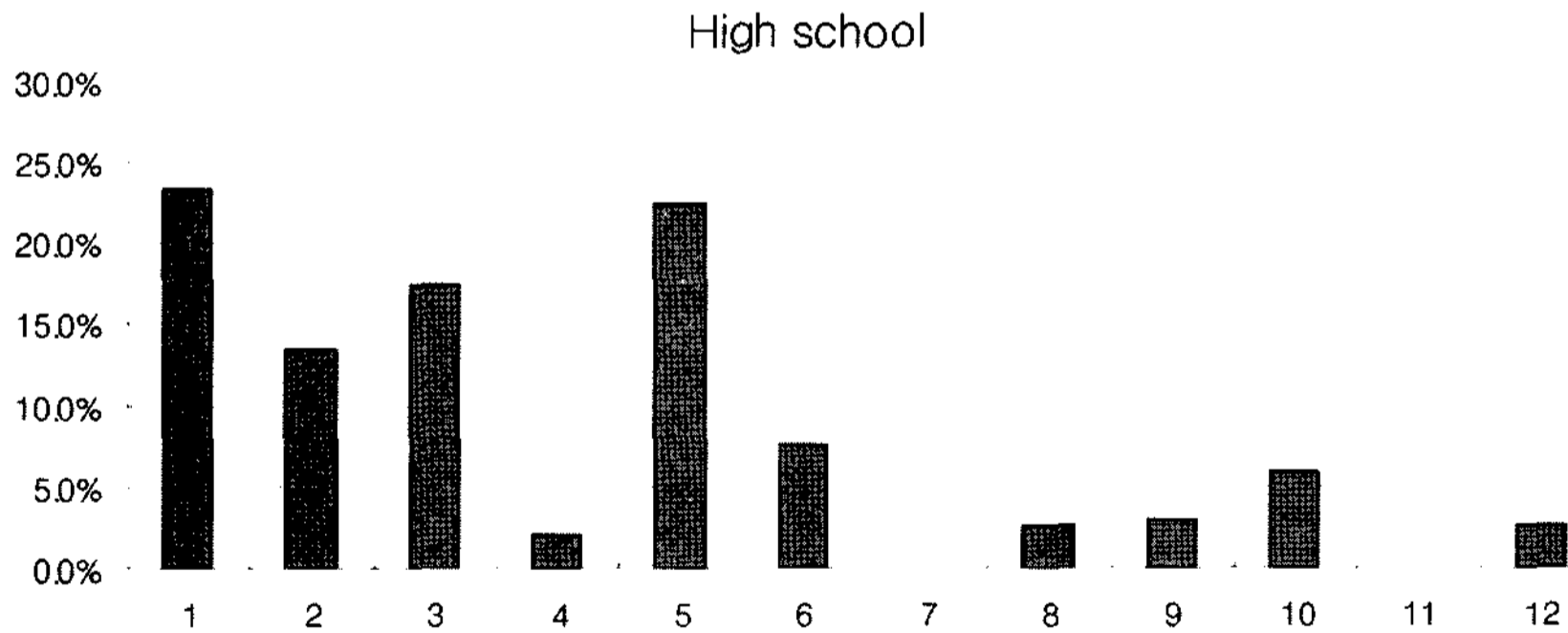


Fig. 6. Basic process skills suggested in Astronomy unit of High school (Refer numbers to items in Fig. 4).

로 기준하였을 때, 조사 3건(33.3%), 그래프 작성 3건(33.3%), 데이터 해석 2건(22.2%), 실험 1건(11.1%) 순으로 빈번하게 나타나는 반면(Fig. 8), 변인동정 및 통제, 조작적 정의, 가설설정, 모델설정, 의사결정은 나타나지 않는다. 이는 초등학생의 경우 실험을 통한 자료 수집이 있거나 또는 주어진 자료를 해석하기 위해서 자료전환의 단계가 있으며, 수집된 자료를 바탕으로 설명을 형성하는 조사의 단계가 이에 해당한다.

중학교 과학교과서에서는 모델설정 67건(26.8%), 조사 66건(26.4%), 실험 65건(26.0%), 데이터 해석

41건(16.4%) 순으로 제시되었다(Fig. 9). 가장 많이 나타난 통합탐구과정인 모델설정의 경우, 중학교 과학교과서 천문 영역의 특성상 직접 관찰할 수 없는 우주를 구체적인 모델로 설정하고 관찰하고 있음을 보여준다. 다음으로 많이 나타나는 조사의 경우, 신문이나 잡지 등의 문서매체뿐만 아니라 인터넷을 이용한 자료수집, 연구기관이나 천문대와 같이 현장 탐방을 통한 조사 활동이 제시되어 다양한 방법으로 탐구활동을 수행할 기회를 제공하고 있음을 보여주고 있다. 반면에 변인동정 및 통제, 조작적 정의, 가설설

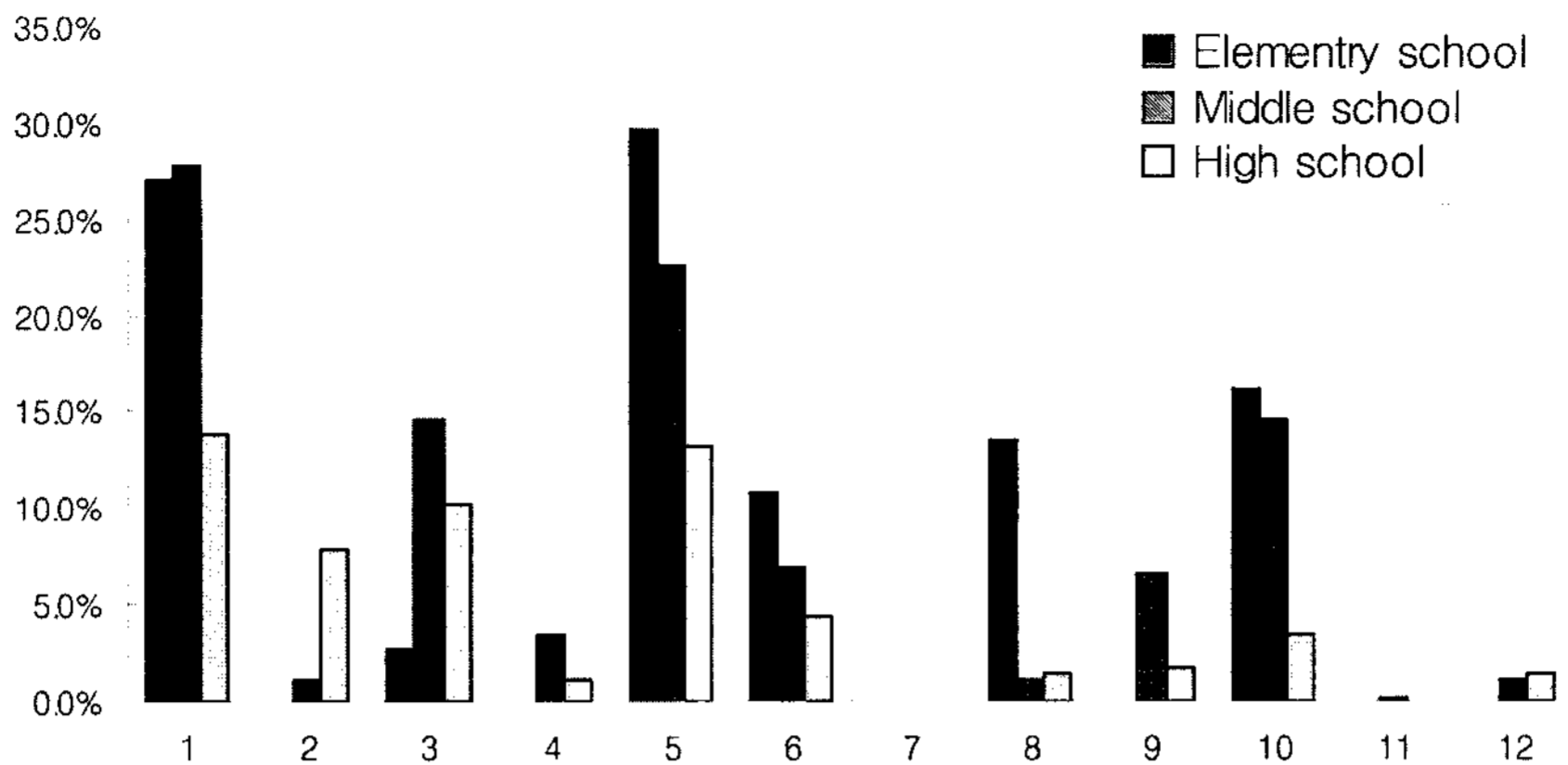


Fig. 7. Basic process skills suggested in Astronomy unit (Refer numbers to items in Fig. 4).

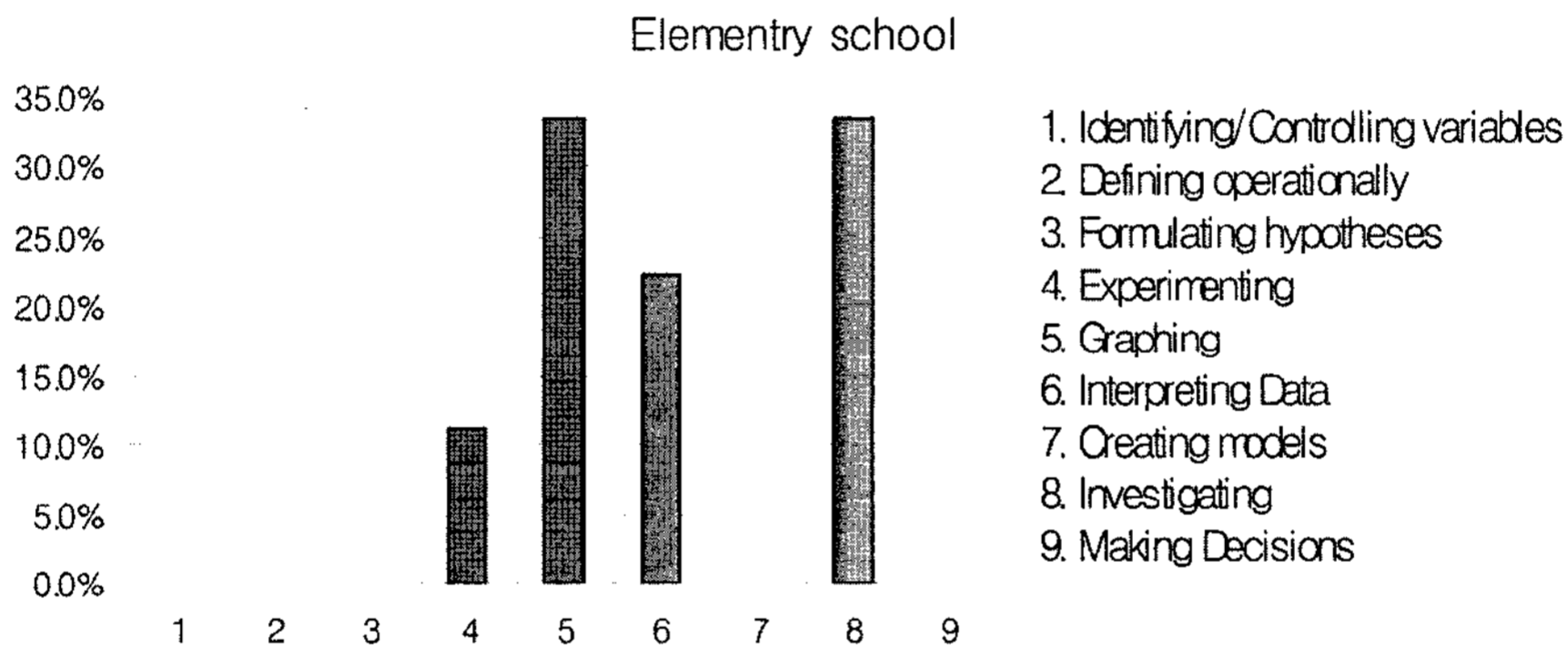


Fig. 8. Integrated process skills of SAPA in Astronomy unit of Elementary school.

정, 의사결정은 나타나지 않음은 중학교수준에서의 천문개념습득은 실험을 위한 탐구설계 등의 탐구과정은 포함되지 않음을 알 수 있다.

고등학교 과학교과서에서는 데이터 해석 37건 (26.4%), 조사 31건(22.1%), 실험 29건(20.7%), 모델 설정 16건(11.4%) 순으로 나타난다(Fig. 10). 데이터 해석이 초·중등보다 높게 나타나는 것으로 보아 측정된 데이터를 분석하여 해석하는 활동을 강조하고 있음을 알 수 있다. 반면에 변인동정 및 통제, 조작적 정의, 가설설정, 의사결정은 고등학교 과학교과서에서도 나타나지 않는다.

Fig. 11은 초·중·고등학교 과학 교과서 천문 단원의 탐구 활동에 포함된 통합탐구과정을 분석한 결과를 보여준다. 공통적으로 많이 포함되어 있는 통합탐구과정은 조사, 모델설정, 데이터 해석, 그래프 작성, 실험이다.

하지만 변인 통제나 조작적 정의와 같이 학생 스스로가 변인을 통제하고 조절하는 활동이 없어서 자

기 주도적인 학습이 일어나기 어려운 것은 천문개념을 습득하는 교수 및 학습방법의 특징으로 해석할 수 있다. 가설 설정 역시 제시되지 않고 있으며 앞에서 살펴보았던 것처럼 문제제기 역시 탐구 활동에 거의 제시되어 있지 않음은 학생이 탐구 활동을 수행하면서 문제를 인식하고 가설을 도출하는 탐구 과정이 실질적인 교실 안에서의 교과서를 통한 천문개념습득에 있어서 실행되지 못하는 탐구과정이라고 해석할 수 있다. 또, 대안을 확인하고 정당화시킬 수 있는 근거에 따라 대안들 중에서 자신의 행동을 선택하는 의사결정 역시 나타나지 않아서 학생들 스스로 판단하고 행동할 수 있는 기회가 주어지지 않음을 알 수 있다.

이처럼 변인 통제, 조작적 정의, 가설 설정, 의사결정과 같은 통합탐구과정이 다른 통합 탐구 기능에 비해 거의 나타나지 않는 것으로 볼 때, 통합탐구과정 역시 전반적으로 고르게 제시되지 않고 특정 기능을 중심으로 제시되고 있다.

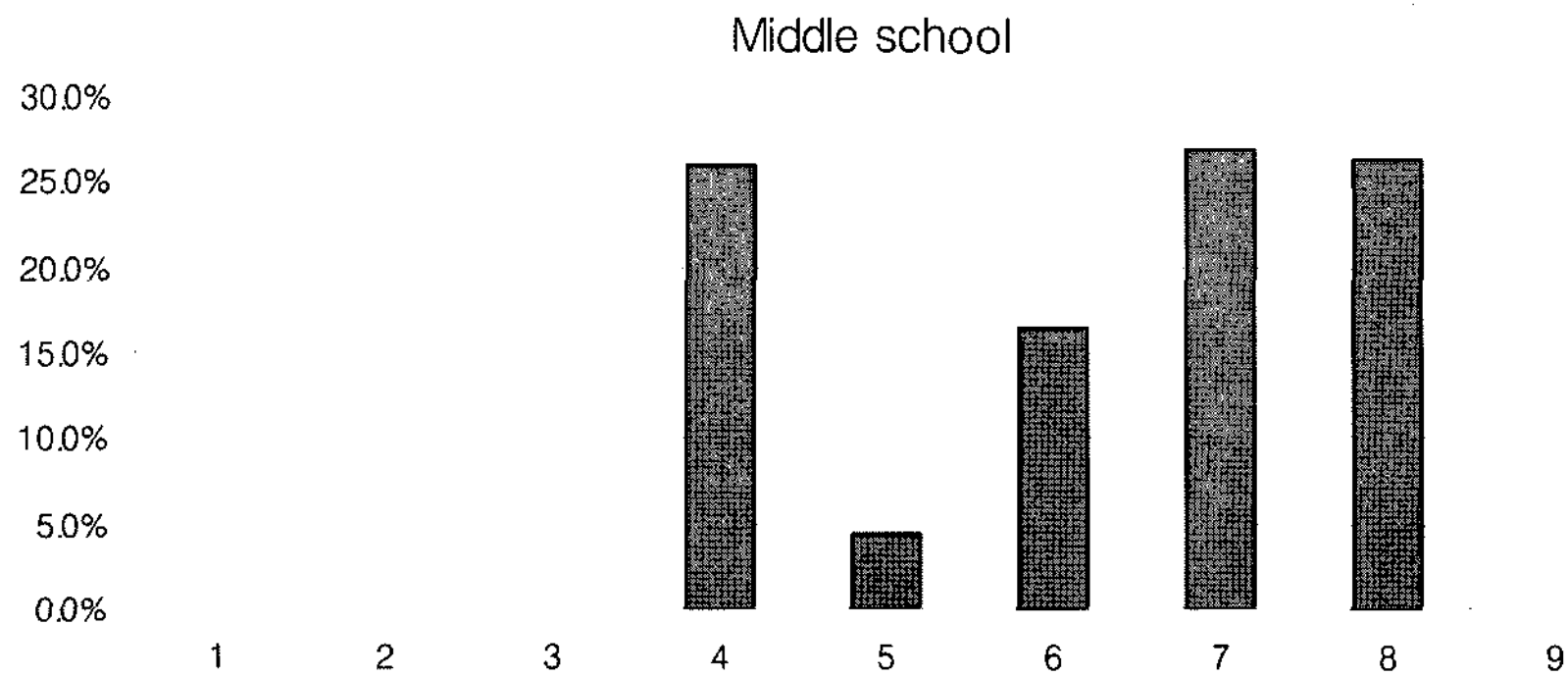


Fig. 9. Integrated process skills suggested in Astronomy unit of Middle school (Refer numbers to items in Fig. 8).

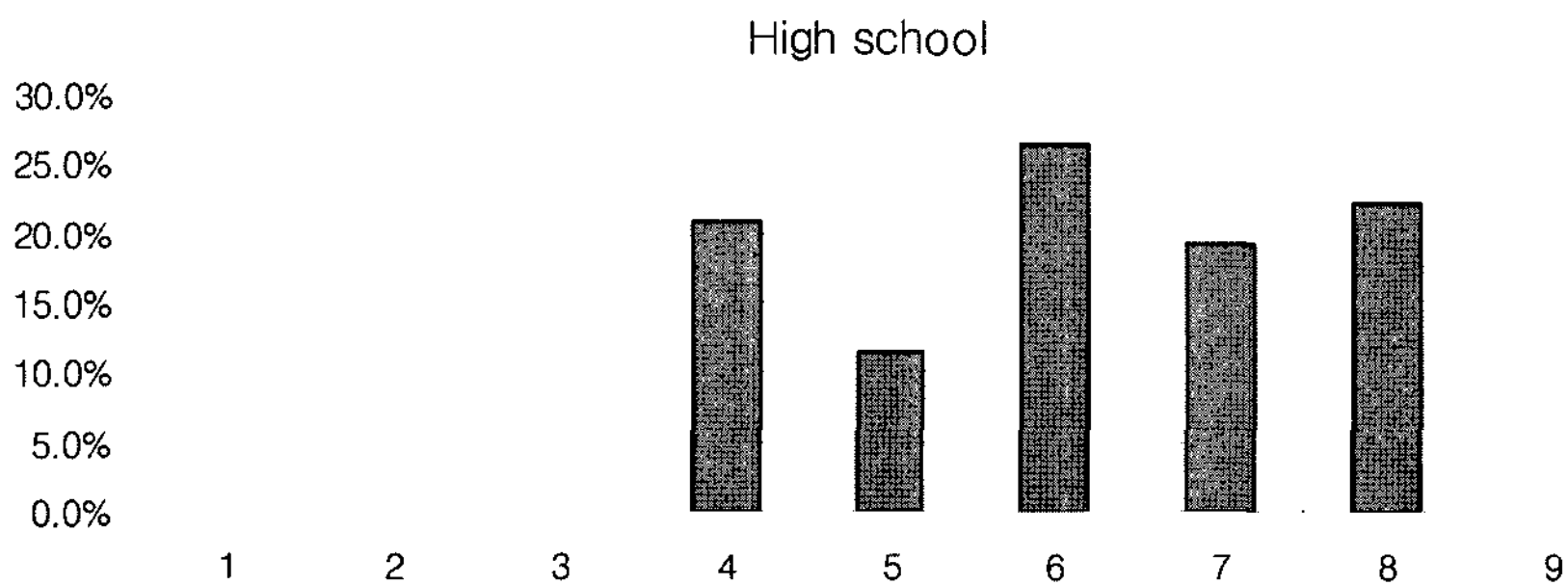


Fig. 10. Integrated process skills suggested in Astronomy unit of High school (Refer numbers to items in Fig. 8).

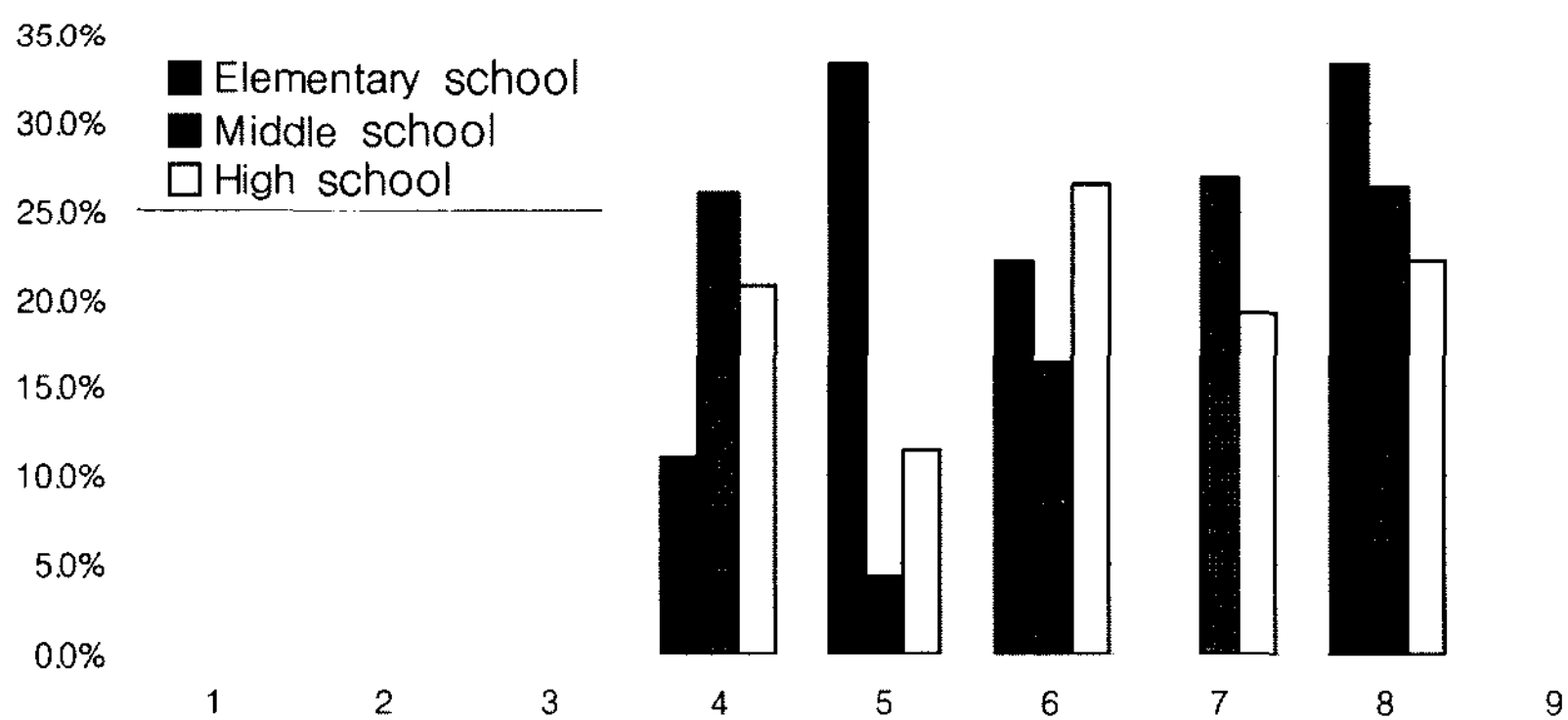


Fig. 11. Integrated process skills suggested in Astronomy unit (Refer numbers to items in Fig. 8).

결과적으로 NRC(2000)에서의 5가지 탐구요소를 바탕으로 초중고의 천문영역을 분석해 본 결과, 탐구요소 1인 문제제기, 탐구요소 4인 설명평가, 그리고 탐구요소 5인 정당화 및 발표는 다른 자료수집과 설명형성에 비해 거의 나타나지 않았다. 또한 이를 바탕으로 구체적인 탐구과정을 기술하기 위해 실시된 SAPA의 경우, 초중고 과학교육과정에서 기초탐구과정에서는 관찰과 의사소통이 주를 이루고 중학교 수준에서는 망원경조작으로 인한 조작 등의 탐구기능이, 고등학교로 이어져서는 시-공간관계를 이용한 천

문개념습득이 증가하는 경향을 보여주고 있다. 더불어 통합탐구과정에서는 초중고 천문영역에 걸쳐, 조사, 모델설정, 데이터 해석, 그래프 작성, 실험이 주를 이루어 천문개념습득이 이루어지고, 직접적인 실험으로 인해 실행되는 변인 통제, 조작적 정의, 가설 설정, 의사 결정은 나타나지 않고 있다. 이와 같이 몇 가지 탐구 과정에만 치중된 탐구 활동은 제 7차 교육 과정의 목표 중 하나인 자기 주도적 학습능력과 문제 해결능력을 전반적으로 향상시켜주는데 있어 제한점이 있는 것으로 해석할 수 있다.

## 결론 및 제언

본 연구는 교실 안에서의 학생들이 경험하는 과학 탐구활동을 수행하는 데 있어서 그들이 사용하는 과학 교과서의 비중이 크다는 전제하에 초·중·고등학교 과학 교과서 천문 단원의 탐구 활동을 NRC (2000)에서 제시하는 탐구기본요소 5가지와 세부적인 탐구기능을 기술하기 위하여 SAPA에서 제시하는 기초 및 통합적인 탐구과정을 통해 분석한 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 대부분의 과학 교과서 탐구활동은 문제제기와 설명평가, 그리고 발표 및 정당화보다는 증거수집과 설명형성에만 치중되어 있는데, 이는 교과서에서 제시하고 있는 탐구활동이 과학자들이 실행하는 전반적인 실질적 탐구에 비해 제한적일 수밖에 없음을 보여준다. 또한 모든 학년에서 증거수집의 빈도가 가장 높고, 그 다음으로 설명형성의 빈도가 높게 나타나고 있지만, 문제제기는 전혀 나타나지 않음을 볼 수 있다. 탐구활동을 통해 형성된 설명을 학급 동료들과 대화나 발표를 통해 확정시키는 발표 및 정당화 역시 학년이 높아지면서 오히려 빈도가 떨어지는 것을 알 수 있다. 이는 교과서에 제시된 탐구활동을 학습자가 주도적으로 학습하는 것에 한계가 있음을 보여준다. 개정 7차 교육과정에서 명시한 바, 모든 학생들이 학습하는 교과로서 과학의 기본 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 일상생활의 문제를 창의적이고 합리적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과로 발전하기 위해서는 교과서에서 부족한 탐구요소에 해당하는 문제제기, 설명평가, 및 정당화 및 발표에 좀 더 치중적인 탐구교과서를 개발하여 보완할 수 있을 것이다.

둘째, 이 연구에서는 천문영역에서의 개념습득을 위한 탐구활동에서 저학년에서는 기초탐구과정을 중시하며 학년이 높아질수록 기초탐구과정의 비율은 줄어들고 통합탐구과정의 비율이 증가하는 결과가 나타났다. 즉 초등학교 과학 교과서 천문 단원의 탐구 활동에 포함된 기초탐구과정 중 의사소통, 관찰, 조작, 예상, 측정이 두드러지게 나타나는데 이는 천문 영역 탐구 활동이 대부분 관찰을 통해 자료를 수집하고 그 결과에 대해서 토의하면서 의사소통이 이루어지기 때문으로 보인다. 중학교 탐구 활동에서는 관찰, 의사소통, 조작, 시공간관계사용이 점차 증가하기 시작하고, 고등학교 탐구 활동에서는 관찰, 의사소통, 사

공간관계사용, 분류가 주 탐구과정으로 나타난다. 탐구 설계에 관련된 조작과 시·공간관계 사용 역시 천문 영역의 특징상 망원경이나 쌍안경 등의 도구를 다루어야 하는 탐구 활동이 많고, 별들의 공간적 위치를 나타내기 위한 탐구 활동이 많기 때문으로 보인다. 하지만, 각 학년별로 추정, 예상, 일반화, 재현은 거의 나타나지 않음은 역시 제한적인 탐구요소, 즉 문제제기, 설명형성, 정당화 및 발표의 기회가 주어지지 않음에 연관시킬 수 있다. 따라서 나타나지 않는 기초탐구과정이나 통합탐구과정을 천문영역에 맞는 문제제기, 설명형성, 그리고 정당화 및 발표의 탐구요소 증대아래 적절한 탐구과정을 학생들이 경험할 수 있도록 교사의 재량에 따라 부차적인 다른 탐구기회가 주어지거나 수업 중의 탐구활동 속에 반영될 수 있도록 해야 할 것이다.

셋째, 초등학교 과학 교과서 천문 단원의 탐구 활동에는 통합탐구과정을 분석해 본 결과, 조사, 그래프 작성, 데이터 해석이 두드러지게 나타난다. 이는 신문이나 잡지, 인터넷을 이용한 검색뿐만 아니라 천문대나 연구소 탐방 등과 같은 다양한 방법으로 탐구활동을 수행할 수 있는 기회를 제공하고 있음을 보여준다. 중학교 탐구활동에서는 통합탐구과정이 모델설정, 조사, 실험, 데이터 해석 순으로 제시되고 있으며, 가장 많이 나타난 통합탐구기능인 모델설정의 경우, 천문 영역의 특성상 직접 관찰할 수 없는 우주를 구체적인 모델로 설정하고 관찰하고 있음을 보여준다. 고등학교 탐구활동에서는 데이터 해석, 조사, 실험, 모델설정 순으로 나타나는데 데이터 해석이 초·중등보다 높게 나타나는 것으로 보아 측정한 데이터를 분석하여 해석하는 활동을 강조하고 있음을 알 수 있다. 하지만 역시 대부분의 과학 교과서에 변인 통제나 조작적 정의와 같이 학생 스스로가 변인을 통제하고 조절하는 활동이 없어서 자기 주도적인 탐구활동이 일어나기에는 제한점이 있는 것으로 나타난다. 또, 의사결정 역시 거의 제시되지 않아서 학생들이 스스로 판단하고 행동할 수 있는 기회가 주어지지 않음을 알 수 있다. 이처럼 변인 통제, 조작적 정의, 가설 설정, 의사 결정과 같은 통합탐구과정이 다른 통합탐구과정에 비해 거의 나타나지 않는 것으로 보아 비록 지구과학의 영역에 한 부분을 차지하는 천문개념이긴 하지만, 전반적으로 최대한 통합탐구과정을 경험할 수 있는 기회를 학생들에게 부차적으로 제공되어야 할 것이다.

교실에서의 학생들에게 과학자들이 하는 실질적인 과학탐구를 경험하게 함으로써 부분적으로나마 교과서 활동에서 제외되어 있었던 문제제기, 설명형성, 또는 정당화과정을 거쳐 역시 교과서에서는 제한점으로 제시되는 다양한 기초 및 통합적 탐구기능을 경험해보는 것은 과학적 소양을 위한 목표달성에 있어서 의미 있는 일이라 할 수 있겠다. 하지만 개정 7차 교육과정에서 제시하는 학습지도 계획에서는 “각 학년에 제시된 ‘자유 탐구’ 주제는 예시이므로, 그 주제를 참고하여 학년 초에 적절한 주제를 설정하고 언제, 어떻게 지도할 것인지 계획한다.”라고 명시되어 있다. 또한 이를 위한 준비사항으로는 “자유 탐구가 원활히 수행될 수 있도록 학교 수준에서 필요한 자료를 준비한다.”고 명시되어 있다. 또한 학습지도방법으로는 “자유 탐구는 주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행할 수 있도록 지도한다. ‘자유 탐구’는 비교적 긴 기간 동안 이루어지므로 수행 과정 중 수시로 진행 상황을 점검하고 적절한 격려와 조언을 한다.”라고 명시되어 있다. 어떻게 교실에서의 학생들에게 자유탐구를 통해서 교과서에서 제외되어 있는 다른 탐구요소 및 다양한 탐구과정기능을 경험하게 할 수 있는지는 교사의 재량에 달려 있다.

그렇다면 과연 이러한 자유탐구를 통한 실질적인 탐구를 어떻게 학생들에게 그 기회를 부여할 수 있을까? 현 교사들은 이러한 새로이 개정된 교육과정에서 실시되는 ‘자유탐구’에 대해 막연히 불안한 생각을 하고 있다. 과학탐구에 대한 전반적인 이해가 구조적으로 정립되어야 이들이 학생들에게 실질적인 과학탐구의 기회를 부여할 수 있다. 대학에서의 예비교사를 위한 교육과정 및 초임 및 현 교사를 위한 교사연수는 이러한 교사들에게 과학탐구에 대한 이해도를 높이고 이에 맞는 교수 및 학습법을 배울 수 있는 기회여야 한다. 이에 전문화된 과학교사들은 교과서에서 제한적이었던 탐구요소를 확장된 자유탐구 등을 통해서 다양한 탐구요소 및 기초·통합탐구과정을 학생들에게 경험시킬 수 있으며, 과학교육의 목표인 과학적 소양을 달성하는 방법이라 할 수 있다.

이 연구를 바탕으로 과연 교실 안에서의 실질적인 과학탐구의 경험을 위해서 교사들은 어떠한 명시적인 교수법을 사용하는지, 또한 이에 대한 학생들의 반응은 어떤지에 대해 사례연구를 해보는 것은 후속연구 과제이다. 즉, 문제제기를 위해서 어떠한 명시적인

교수법이 있는지, 어떠한 기초 및 통합적 탐구과정이 있는지를 알아보는 등의 연구를 진행하고자 한다.

## 사 사

이 연구에 참여한 연구자는 2단계 BK21 미래사회 과학교육 사업단에서 일부 연구지원비를 받았음.

## 참고문헌

- 강호선, 김영수, 2003, 생물 교육 실습생의 자기 수업에 대한 반성을 통한 수업 기술 개선 연구: 비디오 촬영과 자기 분석을 중심으로. 한국생물교육학회지, 31, 72-86.
- 교육부, 1997, 과학과 교육과정(교육부 고시 제 1997-15호 별책 9). 대한교과서, 서울, 101 p.
- 권재술, 김범기, 우종욱, 정완호, 정진우, 최병순, 1998, 과학교육론. 교육과학사, 서울, 451 p.
- 권재술, 김범기, 1994, 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 과학교육논문집, 4, 301-314.
- 김영천, 2006, 질적연구방법론 I. 문음사, 서울, 685 p.
- 김정률, 김명숙, 박예리, 2005, 10학년 과학 교과서 지구 단원의 탐구 과제 분석. 한국지구과학회지, 26, 501-510.
- 김찬중, 채동현, 임채성, 1999, 과학교육학개론. 북스힐, 서울, 518 p.
- 김희령, 2005, 제7차 교육과정에 따른 초·중학교 과학교과서의 과학 탐구 과정과 학생들의 과학 탐구 능력 분석: 초등학교 5학년, 중학교 2학년 학생을 중심으로. 이화여대 교육대학원 석사학위논문, 92 p.
- 문교부, 1973, 중학교 교육과정(문교부령 제325호, 1973. 8. 31). 교학도서주식회사, 서울, 99 p.
- 김윤희, 문성배, 2000, 3차원 분석틀을 이용한 고등학교 공통과학(물질부분)교과서의 탐구 활동 분석. 한국과학교육학회, 20, 274-287.
- 박원혁, 김은아, 1999, 제 6차 교육과정에 따른 고등학교 공통과학 교과서의 탐구영역 분석. 한국과학교육학회지, 19, 528-541.
- 박광렬, 2002, 제 7차 교육과정 초등학교 과학교과서 탐구 활동 및 삽화 분석. 인천교육대학원 석사학위논문, 64 p.
- 박영신, 2006, 교실에서의 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증 기회에 대한 이론적 고찰. 한국지구과학회지, 27, 401-415.
- 박원혁, 김은아, 1999, 제 6차 교육과정에 따른 고등학교 공통과학 교과서의 탐구영역 분석. 한국과학교육학회지, 19, 528-541.
- 박효순, 조희형, 2003, 중학교 2학년 과학 교과서의 탐구 영역 분석. 한국과학교육학회지, 23, 239-245.
- 심규철, 안중임, 김현섭, 2004, 국민공통기본교육과정 과학과 생명영역 물질대사 관련 탐구활동 분석. 한국과학교육학회지, 24, 202-215.
- 양재영, 2002, 제7차 교육과정에 따른 고등학교 과학교과서

의 탐구활동의 평가도구에 의한 분석(물리영역). 인천대학교 교육대학원 석사학위논문, 104 p.

유모경, 조희형, 2003, 중학교 1학년 과학 교과서의 탐구 영역 분석. 한국과학교육학회지, 23, 494-504.

조희형, 박승재, 1999, 교수-학습 이론과 과학교육. 교육과학사, 서울, 406 p.

최선영, 강호감, 2002, 제 6차와 7차 초등학교 과학과 교과서에 제시된 탐구기능과 교수-학습 방법의 비교 분석. 한국과학교육학회지, 22, 706-716.

American Association for the Advancement of Science,

1990, Science-A Process Approach II (SAPA II). Delta education, Washington, D.C, USA, 345 p.

National Research Council, 1996, National Science Education Standards. National Academy Press, Washington, D.C., USA, 262 p.

National Research Council, 2000, Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. National Academy Press: Washington, DC, USA, 202 p.

---

2007년 11월 22일 접수  
 2008년 3월 11일 수정원고 접수  
 2008년 3월 26일 채택