

수·과학 통합 교육 활동 적용 과정에서 나타나는  
 교사-유아 간 상호작용 분석을 통한 교사의  
 교수-학습 전략과 유아의 수·과학 관련 개념  
 통합 교육 활동 프로그램 모형 개발을 위한 3차 기초 연구\*

김숙자 · 박상신  
 (한국교원대학교)

Teacher's Teaching-Learning Strategies and Young  
 Children's Concepts Related to Mathematics and Science  
 through Analysis of Teacher-Children Interaction in Applied  
 Process of Integrated Mathematics and Science Education  
 Activities

Kim, Suk-Ja · Kwak, Sang-Sin  
 (Korea National University of Education)

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to analyze teacher's teaching-learning strategies and young children's concepts related to mathematics and science in integrated mathematics and science education activities. To achieve this purpose, actual class episodes were analyzed. The episodes were derived from 7 sessions of interaction between teacher and 4 kindergartners in integrated mathematics and science education activities. As a result of the study, children's concepts related to mathematics and science in integrated mathematics and science education activities occurred three factors: the relationship between weight, shape and movement, the relationship between weight and size, and the concept of measurement. In teacher's teaching-learning strategies, three factors were revealed: teacher's questioning, use of teaching materials, and children grouping.

**Key words:** integrated mathematics and science, teaching-learning strategy

**I. 서 론**

수학과 과학 교육에 대한 통합적 접근은 1905년 최

초의 문헌(Berlin, 1994)을 시작으로 하여 지금까지 수학과 과학 교육 관련 연구자들과 관련 단체들에 의해 교육적 효율성이 입증되어 오고 있다(Thomas,

\*2001.10.17(접수) 2002.2.5(최종 통과)

\*\*2000년도 학술진흥재단 선도자연구 지원에 의해 수행된 논문이고, 2001년 제54회 일본 보육학회 대회에서 구두 발표한 논문을 재구성한 것임

1997). 외국의 경우 특히 미국에서 초기 수학과 과학에 대한 통합적 접근은 현장 수업에서 자연발생적으로 이루어진 특징을 지닌 것들이었고(Berlin, 1991), 수업상황에서 이루어지는 수·과학 통합에 대한 관심은 NSF와 같은 국가적 단체의 후원 하에서 현장 교사들과 관련 연구자들간의 협력을 통한 체계적인 수·과학 통합 프로그램들의 개발로 연결되었다(<http://www.aimsedu.org/documents/history.html>).

한편 20년 동안 지속적으로 실시된 수·과학 통합 프로그램들의 효용성이 입증된 것(Thomas, 1997)과 더불어 NCTM(National Council of Teachers of Mathematics), NRC(National Research Council), AAAS(The American Association for the Advancement of Science)와 같은 대규모 단체들에서 이루어진 수학과 과학 교육의 방향에 대한 심도 있는 논의들은 교육 현장에서의 수·과학 통합 교육 실천의 필요성을 강조하는 되는 계기로 작용하였다(McBride & Silverman, 1991).

한국의 경우는 교육부 고시 유치원 교육과정과 같은 국가적 차원에서부터 통합 교육에 대한 당위성을 강조해 왔으며(권영례, 1997; 김숙자, 2001), 최근 들어서는 개인적 차원에서 이루어진 연구들에 의해 수·과학 통합 교육의 효과가 객관적 방법에 의해 입증되고 있다(권영례, 박영충, 1997; 김숙자, 2001; 김숙자, 홍희주, 2001; 마지순, 2000). 이 같은 선행 연구들에 의해 밝혀진 연구 결과들은 과거 전통적인 교수-학습 방법과 달리 학습자들의 문제 해결력의 증진, 관련 개념에 대한 이해 증가 등 수·과학 통합 교육의 효과를 입증하고 있으며, 실천적 측면에서의 수·과학 통합 교육의 필요성을 강력하게 뒷받침하고 있다.

그러나 국가적 차원에서의 통합 교육에 대한 강조가 있어왔고, 교육적 효과가 입증되고 있음에도 불구하고 그에 상응하는 교육적인 실천을 찾아보기 어려운 실정이다(김숙자, 2001). 수·과학 통합 교육 실천의 부재의 원인으로 선행연구들(권영례, 1997; 김숙자, 2001)에서는 관련 선행 연구의 부족과 통합적 운영을 위한 구체적인 방향 제시의 부재, 그리고 통합

에 대한 정확한 이해의 부족(김규수, 1998)을 지적하고 있으며, 이러한 우리의 현실은 형식적인 통합 교육에 그칠 우려가 있으며, 교육 활동 전반에서 통합 교육의 이행을 피하기 어려운 것으로 인식되고 있다.

외국의 경우, 현장에서 인식된 수·과학 통합 교육이 체계적인 프로그램으로 활성화되고, 다시 국가적 차원에서의 논의로 이어지는 과정을 거치면서 교육 현장에서의 수·과학 통합 교육 실천을 모색하고 있다. 비록 우리는 외국의 경우 같은 과정을 거쳐오지는 않았으나, 이들의 역사적 흐름에 비추어 볼 때, 수·과학 통합 교육 실천의 문제와 관련하여 의미되어지는 바는 통합 교육의 이론적 체계에 근거한 구체적인 체계적인 수·과학 통합 교육 활동 프로그램의 개발로 압축될 수 있다.

이에 본 연구에서는 우리의 교육 현장에 적합한 수·과학 통합 교육 활동 프로그램 모형을 개발하기 위한 선수 과제로써 현장 수업으로 적용된 수·과학 통합 교육 활동에서 나타나는 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 수·과학 관련 개념의 발달을 파악하는 것을 목적으로 하고 있다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 수·과학 통합 교육 활동 적용 과정에서 나타나는 교사의 교수-학습 전략은 어떠한가?

둘째, 수·과학 통합 교육 활동 적용 과정에서 나타나는 유아들의 수·과학 관련 개념은 어떠한가?

## II. 이론적 배경

수·과학 통합 교육 활동의 이행은 근본적으로 통합 교육을 위한 이론적 체계와 모형 안에서 수행되는 것이기 때문에 수·과학 통합 관련 선행 연구들(Berlin & White, 1994; Davidson *et al.*, 1995; Huntley, 1998; Lonning & DeFranco, 1997)에서 구성되고 있는 통합의 조작적 정의와 그에 따른 실천을 고찰하는 과정은 통합 관련 이론들을 현장 실천으로 연결하게 하는 시작점으로 간주될 수 있다고 본다. 비록 수·과학 통합 교육 실천을 위한 이론적 체계를 구성하는 과정에서 관련 문헌들의 수·과학 통합 교육을 위한 접근 방식과 그 구조의 다양성은 명

확하게 합의된 이론적 체계를 제시하는데 어려움(Cwerniak et al., 1999)으로 파악되고 있으나 이것은 통합 교육의 복잡성과 포괄성에서 기인한 것으로 보고, 관련 이론들의 다양성을 인정하면서 그 안에서 이루어지는 수·과학 통합 교육의 실천을 파악하려는 움직임(Davidson et al., 1995, Pang & Good, 2000)들이 있다. 본 고에서는 이 같은 선행 연구들의 입장에 터 하여 Huntley(1998)의 수·과학 연속체 모형과 Schwab(1969)와 Grundy(1987)의 수·과학 통합 패러다임(Davidson et al., 1995)을 통하여 수·과학 통합 교육에 대한 다양한 접근의 일면을 제시하고, 수·과학 통합 관련 프로그램들을 중심으로 수·과학 통합 교육을 위한 교수-학습 방법적 측면을 파악하고자 한다.

Huntley(1998)는 수과학 연속체(Mathematics/Science Continuum)에서 수·과학 통합적 접근의 실천을 위한 이론적 체계의 성격을 밝히고 있다. 수과학 연속체 모형은 학문 내적(intradisciplinary) 조직, 간학문적(interdisciplinary) 조직, 통합된(integrated) 조직으로 구분되는 세 가지 교육과정의 조직 형태에 기초하여 이루어진 것으로서 교사의 실제 교수과정에서 이루어지는 학문간 조합의 범위를 명확히 하고자 제시된 것이다. 세 가지 교육과정 조직 형태에 대하여 Huntley는 교수 과정에서 초점을 두는 학문 영역과 학문 영역들간에 관련성에 대한 명시화에 따라 각각의 성격을 구분 짓고 있다. 우선, 학문내 교육과정 조직과 간학문적인 교육과정 조직은 교수 단원 또는 과정 속에서 하나의 학문 영역에 대한 숙달에 초점을 두고 있어 학문 영역들 간의 관련성은 아동들 스스로 인식하도록 기대되는 특성을 보인다. 반면 통합된 교육과정 조직은 교수 과정의 초점이 하나 이상의 학문 영역에 거의 동일한 정도로 주어지며, 교사에 의해 여러 학문 영역의 개념들에 대한 동화가 명시화되어진다. 이 같은 성격을 지닌 교육과정의 조직 형태들은 다시 수/과학 연속체 속에서 각 지점에 해당하는 교수적 접근을 취하게 된다. 수과학 연속체의 양 끝 부분(Huntley, 1998)은 수학과 과학으로 각각 분리된 교수적 접근을 의미하고 있으며, 연속체의 중앙 부분으로 나아감에 따라 한 학문 영역이 다른 학문

영역의 교수와 학습으로 주입되어지는 형태로 설명된다. 따라서 연속체의 중앙 부분은 수학과 과학의 완전한 통합을 이룬 형태가 되며, 수학과 과학이 서로 상호작용하며 각 학문 영역을 지원하는 시너지적(synergical) 결합을 의미하는 것으로 해석이 된다.

한편, 수·과학 통합에 대한 또 다른 이론적 접근은 통합의 두 가지 패러다임을 기술하고 있는 Davidson과 Miller 그리고 Metheny(1995)의 연구에서 찾아볼 수 있다. 이들은 Schwab(1969)과 Grundy(1987)의 연구를 적용하여 통합에 대한 패러다임을 기술적인 패러다임(technical paradigm)과 실천적인 패러다임(practical paradigm)으로 구분하였다. 기술적인 패러다임에서 통합은 교과 관련 교육 내용에서 보이는 결과물, 즉 학습자의 성취를 중시하기 때문에 교과 관련 내용의 숙달에 초점을 두고 있으며, 학습자의 수동적인 역할을 전제로 한다. 반면 실천적인 패러다임은 탐구와 발견을 촉진하는 과정으로 교수-학습 과정이 고안된다. 아동들은 교수-학습 과정에서 이루어지는 의사결정 과정에 참여를 장려 받게 되고, 교사는 촉진자, 안내자로 인식된다. 이 같은 실천적 패러다임은 특히 아동들의 새로운 이해를 구성해 가는 과정을 중시한다는 측면에서 구성주의 교수-학습 모델과 같은 입장을 지니는 것으로 파악된다.

이 같은 수·과학 통합 교육에 대한 다양한 이론들은 여러 수·과학 통합 교육 프로그램들에서 구체적인 수·과학 통합 교육 활동 전개를 위한 교수-학습 전략들로 구성되고 있다. 여기서는 유아를 위한 수·과학 통합 활동을 포함하고 있는 AIMS 프로그램, GEMS 프로그램, 수학·과학 직접 활동 프로그램, 활동시리즈와 활동 센터 그리고 프로젝트 접근을 중심으로 수·과학 통합 교육 활동을 위한 교수-학습 방법을 탐색하고자 한다.

AIMS프로그램(<http://www.aimsedu.org/documents/history.html>)은 아동들에게 주변 환경에 대한 정확한 이해와 수학과 과학의 상호 관련성 인식하게 돕는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 물리, 지구과학, 생물, 화학의 과학적 개념들과 관찰하기, 추론하기, 비교하기, 일반화하기 등과 같은 과학적 과정들은 아동들에게 의미 있는 상황 속에서 이

루어지는 조작적인 조사 활동을 통하여 수세기, 연산, 기하, 패턴 등의 수학적 내용과 통합된 구조화된 활동으로 구성된다. GEMS 프로그램의 경우는 안내되어진 발견 학습에 기초한 수·과학 통합 활동을 구성하고 있으며, 아동들에게 제공되는 활동의 전개는 3-7개 session을 중심으로 하여 단계적으로 제시된다 (<http://www.lhs.berkeley.edu/gems/aboutgems.html>). 이러한 활동들에서 교사는 문제 해결 과정에서 보이는 아동들간의 협동과 비판적 사고 기술의 형성을 촉진하며, 궁극적으로는 아동들로 하여금 과학과 수학에 대한 긍정적인 태도를 형성하도록 돕는 것이다.

활동시리즈와 활동 센터(Rillero, 1997)에서는 능동적인 학습 경험과 자기 지시적 활동을 통하여 유아들의 개념 발달을 돕기 위한 계열화된 활동 중심 교수-학습 전략을 제시하고 있다. 활동을 계열화하는 것은 활동을 진행하는 동안 학습자로 하여금 '왜', '무엇을' 하는 것에 대한 인식 과정을 발생하게 함으로써 유아들로 하여금 목적적인 활동을 하게 하며, 자기 지시적 활동을 가능하게 하려는 데 있음을 Rillero (1997)는 명확히 하고 있다. 이 같이 구조성을 띤 계열화된 활동들은 학습자에 의한 자기 지시적 활동이 이루어지는 학습 환경으로서의 활동 센터 안에서 전개되는 방식을 취한다. 이 때 교사는 유아들의 활동을 지속적으로 관찰하고, 유아들의 아이디어를 이해하고 유아들의 개념 발달을 촉진하는 발문을 통하여 유아들의 개념 발달을 돕는 역할을 수행하게 된다. 때문에 활동 시리즈와 활동 센터에서 교사-유아, 유아-유아 사이에 이루어지는 토의는 유아들의 내재적 지식을 외현적 지식으로 변환시키는 인지적 과정을 돕고, 유아들의 조작적 활동에 대한 반성적 사고를 촉진하기 위한 교사의 주요한 교수-학습 전략의 하나가 되는 것이다.

프로젝트 접근은 아동의 흥미에 기초하여 아동 스스로 구성한 토의에 대한 아동들의 자발적인 탐구를 중심으로 이루어진다. 특히, 프로젝트 접근에서 토의는 아동들의 탐구를 이끌어 가게 하는데 가장 핵심적인 요소가 되는 것으로써 아동의 흥미, 교육적 잠재성, 개념의 생성성, 생활 경험과의 관련성 등을 고려

한 토의 선정이 요구된다(Allison, 1997). 또한 프로젝트 접근은 교육 내용과 교수 방법의 구성에 있어서 아동들로 하여금 자신의 능력과 경험 정도에 따라 스스로 구성할 수 있게 하는 아동 중심의 접근 방식을 따르고 있다. 그러하기 때문에 프로젝트 접근에서 교수-학습 전략은 개별 아동들 또는 학습의 특성에 따라 다양한 형태를 지니게 된다. 그러나 교수-학습 전략에서의 다양성은 시작 단계, 중심 단계, 마무리 단계로 이루어지는 프로젝트 전개 과정에서의 구조성과 상호 보완적 관계를 형성하고 있으며, 각 단계마다 토의하기, 기록하기, 개념에 집중하기와 같은 교수 방법이 이루어진다.

한편 수학·과학 직접 활동 프로그램(권영례, 1997)에서는 실생활과 관련된 수·과학 개념에 초점을 두어 선택된 14개의 주제들이 수학 또는 과학적 개념과 관련된 「이야기」를 중심으로 전개되어지는 가운데 수학과 과학이 사용되어야 할 상황을 설정하는 매개체로 작용한다. 14개의 주제 속에는 공식 적용하기, 수세기, 등식화하기, 추정하기, 측정하기, 패턴화 하기, 자료 수집 등의 수학적 기능과 적용하기와 일반화하기, 관찰하기, 변인 통제하기 등과 같은 과학적 과정이 통합된다. 이 때 교수 방법은 유아들이 아이디어와 해결 방법을 찾기 위해 전체 학습 활동과 개별 또는 집단 활동이 있으나 유아 스스로 대안적으로 선택하여 균형 있게 전개해 나간다. 기대되는 교사의 역할은 유아들 스스로 문제를 제기하도록 자극을 주고, 언어적 반응과 자료를 제공하며, 유아가 설정한 가설을 검증하기 위해 필요한 사회적 상호작용을 격려하는 것이다.

이상에서 기술된 다양한 수·과학 통합 교육 활동 프로그램들의 교수-학습 전략 구성에서의 기본 입장은 수·과학 통합 교육의 접근 방법에서 보여지는 다양성과 복잡성만큼 다양한 교수-학습 이론들을 수용하게 되는 절충적인 입장에 더 한 것으로 파악된다. 그와 같은 기본 입장을 따르면서 선행연구들의 수·과학 통합 교육을 위한 접근 방식과 각 프로그램들에서 공통적으로 파악되는 교수-학습 전략을 중심으로 수·과학 통합 교육 활동 이행을 위한 교수-학습 전략 준거를 구성하면 다음과 같다.

첫째는 수·과학 통합 활동은 일련의 계열성과 구조성을 지닌 방식으로 조직된다. 그러나 활동의 구조성은 고정된 단계의 형식을 따르는 것은 아니며, 개별 유아 또는 학급의 특성에 따라 다양성을 지닌 교수-학습 전략으로 구성된다.

둘째, 수·과학 통합 활동의 전개는 아동 중심, 흥미 중심, 조작 중심의 안내되어진 발견학습 형태를 따른다. 따라서 아동들의 학습은 원리나 개념 이전에 직접적이고 조작적인 조사 활동에서 자료를 수집하고, 기록하고, 해석함으로써 실세계에 대해 경험적으로 학습하고 상호 작용하는 것을 강조하는 특성을 지니게 된다.

셋째, 개별 유아 활동과 소집단 활동의 균형성 있는 전개 방식을 지닌다. 수·과학 통합 활동은 문제 해결과정에서 보이는 유아들간의 협력이나 사회적 상호

작용의 격려, 토의를 통해 유아들 간의 의사소통을 촉진하는 소집단 활동과 개별 유아들의 조작적인 탐구 활동을 모두 포함한다.

넷째, 자료에 기초한 의사 소통을 위하여 차트 또는 그래프의 이용, 그림을 이용한 표상, 기록화 작업 과정들은 유아들에게 심화된 학습 경험을 제공한다.

다섯째, 기대되는 교사의 역할은 유아들의 아이디어를 이해하고 유아들의 사고 과정을 촉진하기 위한 발문을 통하여 유아들의 학습을 촉진하는 것에 있다. 수·과학 통합 활동에서 학습의 주도자는 유아가 되며, 교사는 유아들에게 의미 있는 상황을 제공하고, 유아들의 개념 발달을 촉진하기 위한 언어적 반응을 제공한다.

이상의 내용은 Fig. 1에 제시된 바와 같다.

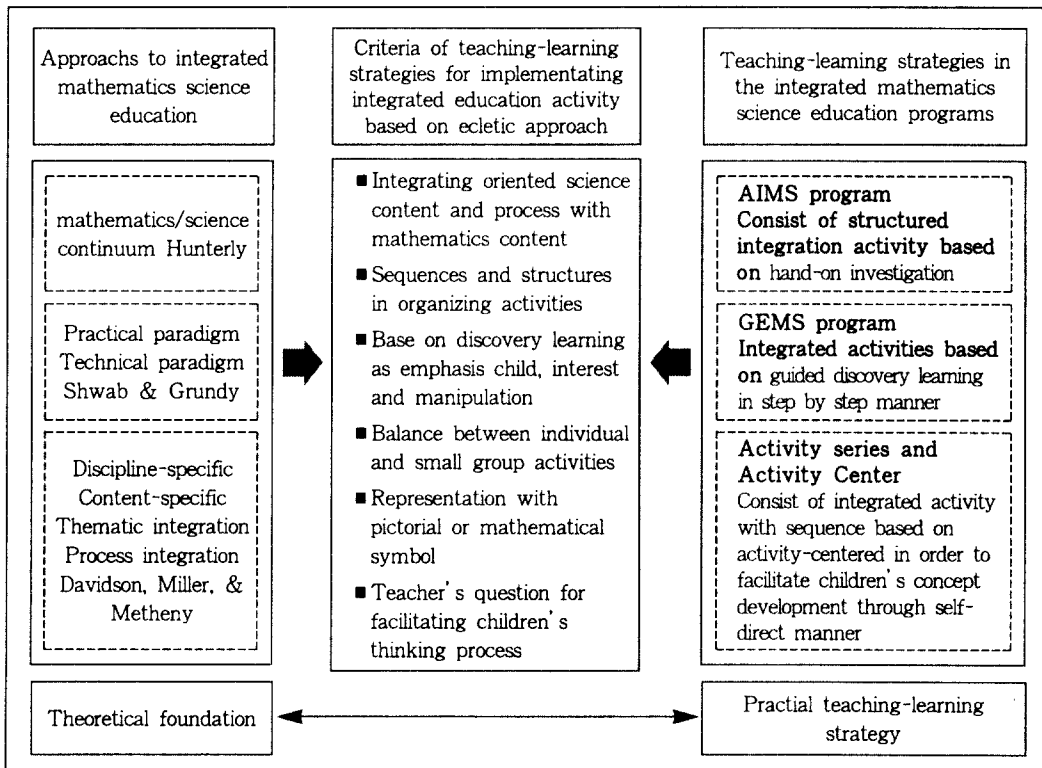


Fig. 1. Construction about teaching-learning strategy for implementing integrative activity based on eclectic approach

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 청주시 소재 K초등학교 병설 유치원에 재원하고 있는 만 5세 유아 4명(남2명, 여2명)을 대상으로 총 7회에 걸쳐 실시한 수·과학 통합 교육 활동에서 얻어진 수업 사례들이다.

#### 2. 연구 방법 및 절차

본 연구에서는 수·과학 통합 교육 활동에서 나타난 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 수·과학 관련 개념 발달을 분석하기 위해 수집된 수업 사례에 대한 질적 분석을 실시하였다. 구체적인 연구 절차와 방법은 예비 연구와 본 연구로 구분하여 기술하면 다음과 같다.

##### 1) 예비 연구에서의 연구 절차와 방법

예비 연구의 1단계로는 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안을 구성하기 위하여 국내외 수·과학 통합 교육 관련 문헌에 대한 고찰을 실시하였다. 문헌 고찰은 수·과학 통합 관련 문헌들에서 정의하고 있는 수·과학 통합 교육에 대한 접근 방식과 구조, 교육 내용, 교수-학습 방법, 교수 매체 등에 대한 분석을 중심으로 수행되었다.

2단계로는 충북지역에서 임의 표집한 W초등학교 병설 유치원 만 4세와 만 5세 유아 학급의 자유 선택 활동 시간 동안 이루어진 수학과 과학 활동에 대한 비구조적인 관찰을 실시하고, 그 결과를 분석하였다. 이 관찰은 현장 수업에서 이행되고 있는 수학과 과학 활동 실태를 파악하기 위한 목적에서 이루어진 것이며, 2000년 9월 25일~10월 26일 까지 총 8회에 걸쳐 실시하였다. 결과 분석은 수·과학 활동에서 나타나는 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 반응을 중심으로 질적 분석을 실시하였다. 분석 결과, 수학과 과학 활동은 수·조작 영역과 과학 영역에서 각각 실시되고 있었으며, 유아들의 탐색 활동을 위주로 하여 이루어지는 것으로 나타났다.

3단계로는 문헌 고찰에서 분석된 내용과 현장에서 이루어진 수학과 과학 활동에 대한 비구조적 관찰 결과를 토대로 유아 교육 현장에 적용 가능한 9개의 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안을 구성하였다. 구성된 9개의 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안에 대한 유아교육 전문가 2인의 검토 과정을 거쳤으며, 그 과정에서 도출된 문제점에 대한 수정·보완 과정을 거쳐 최종적으로 9개의 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안을 구안하였다.

4단계로는 구안된 9개의 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안에 따른 예비 적용 수업을 실시하고 그 결과를 분석하였다. 예비 적용 수업은 충북지역의 W유치원에 재원중인 만 4세 유아 5명을 대상으로 본 연구자들에 의해 별도의 유희실에서 실시되었다. 2000년 11월 16일~12월 10일까지 3주 동안 주 3회씩 총 9회 실시하였으며, 1회 평균 활동 시간은 약 40분 정도였다. 수·과학 통합 교육 활동이 전개되는 동안 비구조적인 관찰과 활동 과정에 대한 비디오 녹화를 병행하였다. 예비 적용 수업 결과 분석은 수·과학 통합 교육 활동에서 나타나는 교사의 교수-학습 전략과 유아 반응을 중심으로 한 질적 분석으로 이루어졌다. 예비 적용 수업에 대한 분석을 실시한 결과, 구안된 9개의 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안에 따른 현장 수업 전개에는 무리가 없는 것으로 파악되었다.

##### 2) 본 연구에서의 연구 절차와 방법

본 연구의 1단계는 연구 대상 표집과 수·과학 통합 교육 활동 선정으로 이루어졌다. 연구 대상 표집은 청주 지역에서 임의 표집된 K초등학교 병설 유치원의 학급 담임에 의해 이루어졌고, 수·과학 통합 교육 활동은 예비 연구에서 실시한 9개의 활동 중에서 유아들의 흥미와 참여가 가장 높았던 ‘빨대로 붙어 물건 움직이기’ 활동으로 선정하였다. 이 같은 수·과학 통합 교육 활동의 선정은 수·과학 통합 활동에서 나타나는 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 수·과학 관련 개념의 발달을 파악하기 위해서는 하나의 활동을 심화·확장시키는 방법으로 전개하는 것이 적절한 것으로 파악된 예비 연구 결과에 터하여 이루어진 것이다.

2단계에서는 선정된 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안에 따른 총 7개의 일일 교육 계획안을 구성하였다. 수·과학 통합 교육 활동을 위한 교수-학습안 구성의 특징은 다음과 같고, 그 일례는 부록에 제시하였다.

첫째는 과학적 개념과 과정을 중심으로 한 조작적 조사 활동 속에 수학적 내용을 통합하는 활동으로 구성하였고, 둘째로 활동의 전개 과정은 개별 탐색 활동, 소집단 토의, 소집단 조사 활동의 순환적인 형태를 따르고, 셋째는 수·과학 관련 개념들간의 상호관계성과 과제 수행에서 요구되는 유아들의 능력을 고려하여 계열성과 반복성을 지닌 활동으로 구성하였고, 넷째로 유아들 스스로 조작하기 용이한 특성을 지닌 활동 매체를 활용하되 교육 내용 요소를 추출할

수 있는 특성을 지니고 있다.

Table 1에 제시된 일일 교육 계획안은 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안에 따른 7개의 일일 교육 계획안 중 하나이고, 일일 교육 계획안은 교수-학습안에 더하여 구성된 활동을 일일 수업의 형태로 전개하기 위한 교사-유아간 상호작용으로 구성하였으며, 일일 교육 계획안 구성의 특징은 교육 내용의 확장에 따라 순차적으로 전개되는 성격을 지니고 있다.

3단계에서는 구안된 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안과 일일 교육 계획안에 더 하여 수·과학 통합 교육 활동을 실시하였다. 수·과학 통합 교육 활동은 K초등학교 병설 유치원의 유아 4명을 대상으로 2001년 6월 11일~ 6월 30일까지 3주 동안 총 7회에 걸쳐 별도의 유희실에서 연구자들에 의해 실시되

**Table 1.** Example of daily plan for integrated mathematics and science education activity

Activity objectives	<ul style="list-style-type: none"> <li>· To enable the child to compare weight of objects on a balance</li> <li>· To enable the child to describe relationships between weight and size of objects</li> <li>· To enable the child to describe relationships between weight and movement of objects</li> </ul>	
Teaching -learning process		Teaching materials
<ol style="list-style-type: none"> <li>① Each child classify given objects according to the level of movement difficulty in blowing on objects with straw as prior activity.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teacher ask children what objects moved more easy/more difficult when blow on objects with straw.</li> <li>- Teacher ask each child to make order according to move more easy or more difficult.</li> <li>- Teacher ask child how they can tell what the reason is about moved more easy or difficult most of all.</li> </ul> </li> <li>② Children discuss ways and means to know weight of objects with teacher.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teacher ask children how they can tell what is the heaviest one.</li> <li>- When children show difficulty , teacher suggest to using a balance.</li> </ul> </li> <li>③ Teacher ask each child predict result of measuring weight of objects on a balance.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teacher record each child's prediction.</li> </ul> </li> <li>④ Each Child measure weight of objects on a balance, and then record their data.</li> <li>⑤ Children discuss similarities and differences between each child's data with teacher                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Each child show and tell their own data to others.</li> <li>- Each child compare their own prediction with result of measuring weight of objects on a balance.</li> <li>- Children compare similarities and differences between each child's result with teacher</li> <li>- Teacher ask children what they think causes difference between each child's result and compare one's idea with another's</li> </ul> </li> <li>⑥ Children investigate weight of objects showed differences of each child on a balance in small group.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teacher record agreed results by children in discussion.</li> <li>- Teacher ask children to suggest alternative solution in case of occurring disagreed idea among children.</li> </ul> </li> </ol>		Object with different size, shape and weight(iron bead, glass bead, tennis ball, rubber ball, clay ball, paper-made ball, paper-made cube, paper-made triangle, wood block), balance

었다. 1회당 평균 활동 시간은 약 40분이었으며, 활동이 전개되는 동안 비구조적 수업 관찰과 활동 과정에 대한 비디오 녹화를 병행하였다.

3단계는 수·과학 통합 교육 활동 적용 결과에 대한 분석으로 이루어졌다. 수집된 7회의 수업 내용 전사 자료와 관찰 기록에 대한 연구자들간의 상호 확인 과정을 거쳐 수·과학 관련 개념 학습에 대한 교사-유아 상호작용을 보여 주는 수업 사례를 추출해 내고, 추출된 수업 사례에서 나타나는 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 수·과학 관련 개념에 대한 연구자들의 분석과 해석을 실시하였다.

#### IV. 결과 및 해석

##### 1. 물체의 모양과 움직임 사이의 관련성에 대한 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 개념

물체의 움직임과 모양 사이의 관련성에 대한 유아들의 개념 발달은 1회, 2회에서 나타난 사례에서 분석되었다.

〈사례 1〉

교사 : 어떤 것이 빨대로 붙면 움직일 것 같애?

유아1: (손을 공모양으로 만들면서) 동그란 것.

유아2: (화장지 속과 마분지로 된 정육면체를 고른다.)

교사 : 왜 이런 것들이 움직일 거라고 생각했어?

유아2: 너무 넓어서.

유아3: 동그래서요.

유아4: 동그라니까 (1회)

위의 〈사례 1〉은 빨대로 붙어 움직이는 물체를 예견하는 활동에서 전개된 교사-유아 상호작용이다. 유아들의 예견은 빨대를 대고 붙었을 때 물체가 움직이게 되는 요인으로 물체의 모양을 인식하는 것으로 나타났다. 여기서 교사는 유아들로 하여금 결과를 예견하고, 나름대로의 인과관계를 구성하고 언어적으로 표현해 보게 하는 전략을 사용하는 것으로 나타났다. 이 같은 유아들의 예견 활동은 유아들에게 일상 생활 속에서 자신들이 경험하였던 것에 기초하여 논리적

관계를 추론하는 사고 과정을 촉진하고, 교사로 하여금 개별 유아들이 지니고 있는 사전 경험의 정도와 유아들간에 발달적 차이를 파악하게 하는 진단 활동의 기회를 제공하는 것으로 파악되었다.

〈사례 2〉

교사 : (유아2 예제) ○○가 고른 것은... 화장지 속이 움직일 거라고 했는데, 해 보니까 어땀어요?

유아2: 움직였어요.

유아4: 난 안 움직였어.

교사 : 자, 여기에 표시해 놓을게(유아들의 예견 내용을 적어 놓았던 종이에 ○와 ×를 표시한다). (1회)

위의 〈사례 2〉는 각 유아들의 예견에 기초한 개별 탐색 활동이 끝나고 이루어진 소집단 토의에서 전개된 교사-유아 상호작용이다. 교사는 유아들의 예견 내용을 기록한 종이를 보이면서 개별 탐색 결과에 대한 토의를 전개함으로써 유아들로 하여금 자신들이 예견하였던 것과 실제 행위간에 차이를 발견하게 하였고, 유아들간의 의사소통을 통해 서로의 결과를 비교해 볼 수 있는 기회를 제공하였다. 또한 토의 내용을 기록하고, 기록된 자료를 활용하여 문제를 제기하고 토의를 전개하는 교사의 교수 방법은 유아들에게 누적적인 경험의 결과를 이해할 수 있게 하였으며, 행위에 대한 반성적 사고를 촉진하는 것으로 분석되었다.

〈사례 3〉

교사 : 그럼, 이것(테니스 공)은?

유아3: 안 움직여요.

교사 : 왜? 둥근 모양인데.

유아3: 무거워서요.

유아2: 안 움직여요.

유아2: 너무 크고, 무거워서요.

유아1: 안 움직여요.

유아1: 너무 무거워서요. (2회)



위의 <사례 3>에서 유아들은 이전 활동에서 얻은 '둥근 모양을 지닌 물체가 모두 움직이는 것은 아니다'라는 결과에 따라 빨대로 붙여 물체를 움직이게 하는데 작용하는 또 다른 변인으로 물체의 무게를 인식하는 개념의 확장을 나타냈다. 이러한 유아들의 개념 변화 과정에서 파악된 교사의 교수 전략은 관련 변인을 포함한 매체의 활용인 것으로 분석되었다. 즉, 둥근 모양이면서 무게가 다른 여러 가지 물체들을 제시하면서 붙여 보았을 때 예상되는 결과와 그 이유를 설명해 보도록 하여 유아들로 하여금 물체의 무게를 인식할 수 있게 하는 방법을 활용하는 것으로 나타났다.

## 2. 물체의 무게와 움직임 사이의 관련성에 대한 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 개념

물체의 무게와 움직임간의 관계성에 대한 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 개념은 2회와 5회에서 나타난 사례에서 분석되었다.

### <사례 4>

유아 3: (고무공을 선택한다)  
교사 : 그러면 이거는 왜 움직일 것 같은데?  
유아 3: 동그라서  
교사 : (바구니에 들어 있는 지름 2cm정도의 쇠구슬을 유아 3에게 제시하면서) 쇠구슬도 동그란데 왜 고르지 않았어?  
유아 3: 무겁잖아요.  
교사 : (고무공을 유아에게 제시하면서) 그럼, 고무공은 왜 움직일거라고 생각했어?  
유아 3: 가벼워서. (2회)

위의 <사례 4>는 유아들이 움직일 것으로 예견한 물체를 제외한 나머지 물체들에 대한 예견 활동에서 나타난 교사-유아 상호작용이다. 유아 3은 바구니에 있는 다양한 무게의 물체들을 들어 보는 과정에서 물체의 새로운 속성으로 무게를 인식하게 되었다. 둥근 모양이지만 무게가 다른 사물(쇠구슬, 찰흙으로 만든 구, 나무로 된 구슬, 스티로폼 공, 마분지로 만든 구)

들은 2회 활동에서 더하여진 것들로 이러한 매체의 추가는 유아들로 하여금 물체의 무게와 움직임과의 관련성을 인식하게 하려는 교사의 의도에서 이루어진 것으로 파악된다. 한편, 교사는 '쇠구슬도 동그란데 왜 고르지 않았어?'와 같이 유아가 제시한 예견에 기초하여 관련 개념을 심화시켜 가는 발문 전략을 사용하는 것으로 나타났다. 이러한 교사의 교수 전략은 유아 스스로 자신의 구체적 경험으로부터 추상적 개념을 구성하게 하는 것으로 분석되었다.

### <사례 5>

유아2: 안 움직여요.  
교사 : 왜, 안 움직여?  
유아2: 너무 크고, 무거워서요.  
교사 : 친구들은 다 움직이지 않을 것 같다고 하는데 ○○생각은 어때?  
유아4: 움직일 것 같아요.  
교사 : 왜?  
유아4: 무겁지만요…… 무지 세계 부니까요. (2회)

위의 <사례 5>는 테니스 공에 대한 유아들의 예견 활동에서 나타난 교사-유아 상호작용이다. 유아 4는 테니스 공의 모양이 둥글기 때문에 움직일 것이라고 예견한 반면 나머지 유아 3명은 무겁기 때문에 움직이지 않을 것이라고 하여 유아들간에 인식 차이를 나타냈다. 교사는 유아들에게 서로의 생각을 교환할 수 있는 의사소통의 기회를 제공한 뒤, 다시 유아 4에게 질문함으로써 유아 4로 하여금 자신의 아이디어를 수정·보완할 수 있는 기회를 제공하는 방법을 사용하는 것으로 분석되었다. 이러한 교사의 교수 전략은 결과적으로 유아 4에게 세계 부는 것이라는 새로운 대안을 형성하게 하였으며, 물체의 무게와 입김의 세기 그리고 물체의 움직임 사이에 형성되는 관련성을 스스로 추론해 내도록 하였다.

### <사례 6>

교사 : ○○는 여기 고른 것이 왜 더 잘 움직일 거라고 생각하니?  
유아3: 스티로폼공은 가볍고요, 나무로 된 것도 가

벼워요.

교사 : 나무로 된 것은 가볍다고 했는데, 이것도(세모 모양의 나무 블럭) 나무로 되어 있는데 왜 고르지 않았니?

유아3: 이걸 동그랗고 이걸 세모잖아요.

교사 : 왜 이런 것을 골랐니?

유아4: 모두 동그라니까요.

교사 : 동그란 것은 다 쉽게 움직이니? 그런데 아까 쇠구슬은 잘 안 움직였잖아?

유아4: 그것은 무겁잖아요.

교사 : 속에 흙이 든 깡통하고 주사위는 왜 세계 불어야 될 것 같애?

유아2: 주사위는 동그랗지 않고요, 속에 든 깡통은 무거워요. (5회)

위의 <사례 6>에서 나타난 교사-유아의 상호작용 내에서 볼 때, 유아들은 입김으로 불어 물체를 움직이려면 물체의 모양과 무게를 동시에 고려해야 한다는 개념을 형성하게 되었음을 알 수 있다. 한편, 교사는 유아들에게 '더 잘 움직이는 것', '더 쉽게 움직이는 것', '더 세계 불어야 하는 것'과 같이 물체들 간의 비교를 요구하는 내용의 발문을 함으로써 유아들이 경험한 내용에 기초하여 유아들 스스로 물체의 모양과 무게 그리고 물체를 움직이게 하는 것 사이에 논리적인 관계성을 형성해 볼 수 있는 경험을 제공하고 있는 것으로 분석되었다.

### 3. 물체의 무게와 크기 사이의 관계성에 대한 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 개념

물체의 무게와 크기 사이의 관계성에 대한 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 개념은 4회에 나타난 사례에서 분석되었다.

<사례 7>

교사 : 여기 있는 탁구공하고 나무 구슬을 올려놓으면 어느 쪽이 내려 갈까?

유아들: 탁구공이요.

교사 : 왜 탁구공이 무거울거라고 생각했어?

유아4: 탁구공이 더 커서요.

유아3: 저도요.

(저울이 이용한 측정 활동이 전개되고 난 후)

교사 : 종이상자는 큰데?

유아3: 아니에요.

교사 : 너희들이 아까 크니까 무겁다고 했잖아?

유아3: 작은 것도 무거운 것이 있어요. (4회)

위의 <사례 7>은 양팔 접시 저울을 이용한 개별 탐색 활동이 끝난 후, 소집단으로 이루어진 측정 활동에서 나타난 교사-유아의 상호작용 내용이다. 물체의 무게와 크기에 대한 유아 3의 인식은 크기가 큰 물체가 더 무거운 것이라는 것에서 물체의 크기가 무게를 결정하는 것은 아니라는 개념으로의 변화를 나타냈다. 교사는 유아들에게 크지만 가벼운 물체와 크기는 작으나 무거운 물체들을 비교해 보는 조작적 경험을 반복적으로 제공함으로써 유아들로 하여금 물체의 크기와 무게 사이의 관계성에 대한 개념을 심화시켜나갈 수 있도록 하는 것으로 나타났다. 이와 더불어 측정 활동의 결과를 예견하게 하고, 유아가 인식한 관계성을 언어적으로 설명해 보게 함으로써 조작적 경험에 대한 반성적 사고를 촉진하는 것으로 나타났다.

<사례 8>

교사 : 그럼, 여기 있는 것들을 가벼운 순서대로 한번 적어볼 수 있겠니?

유아4: 탁구공, 고무공, 화장지대, 나무공, 큰 네모 스티로폼, 플라스틱 네모 상자, 깡통

유아3: 네모난 스티로폼, 고무공, 플라스틱 네모 상자, 화장지대

유아2: 탁구공, 스티로폼 공, 화장지대

교사 : 우리가 가벼운 순서대로 알아봤는데 이번엔 어떤 순서대로 알아 볼 수 있을까?

유아3: 무거운 순서.

유아3: 모래가 들어 있는 깡통, 쇠구슬, 주사위공, 나무공

유아2: 흙 들은 깡통, 쇠구슬, 플라스틱 네모 상자

유아4: 모래 든 깡통, 쇠구슬, 플라스틱 네모 상자 (4회)

위의 〈사례 8〉은 개별 측정 활동에 따른 물체의 무게 순서 짓기에서 이루어진 유아들의 활동 결과이다. 무게에 기초한 사물의 순서 짓기에서 나타난 유아들의 결과는 비록 완전한 형태의 무게 순서라고 보기 어려운 부분도 있으나, 초기 측정 활동에서 나타났던 크기와 무게 사이의 관계성에 대한 유아들의 개념과 비교하여 보면 상당한 진전을 보이는 것으로 해석된다. 이 때 교사의 교수 전략은 순서 짓기의 기준(가벼운 순서대로 물체를 나열해 보기)을 먼저 제시하고, 제시된 기준에 따라 물체를 나열해 보도록 한 후, 유아들 스스로 기준을 설정하게 하는 방법을 활용하는 것으로 나타났다.

#### 4. 물체가 움직인 거리의 측정에 관련된 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 개념

물체가 움직인 거리 측정에 관련된 교사의 교수-학습 전략과 유아들의 개념은 6회와 7회 활동에서 나타난 사례에서 분석되었다.

##### 〈사례 9〉

교사 : 탁구공이 얼마만큼 움직였는지 알아보려면 어떻게 하면 될까?

유아들: (대답이 없다)

교사 : 여기 선생님이 가져 온 걸 가지고 얼마만큼 움직였는지 알아 볼 수 있을까?

유아4: 테이프를 찍 붙여.

(교사는 각 물체가 움직인 시작 지점에서 끝 지점까지 준비한 마스킹 테이프를 붙인다. 이것을 본 유아3과 4는 자를 가지고 교사가 붙인 마스킹 테이프의 길이를 재어본다) (6회)

위의 〈사례 9〉는 물체의 움직인 거리에 대한 유아들의 측정 활동에서 나타난 교사-유아의 상호작용이다. 이 활동에서 유아들은 물체가 움직인 거리에 대한 개념 이해에 어려움을 지닌 것으로 나타났다. 이에 임의의 단위를 이용한 측정 활동을 전개하기 이전에 교사는 시작점에서부터 도착점까지 마스킹 테이프를 붙여 봄으로써 유아들로 하여금 '물체가 움직인 거리'에

대한 개념의 이해를 유도하고 있는 것으로 나타났다.

##### 〈사례 10〉

교사 : ○○는 스펀지이고 ○○ 열들이야? 똑같이 손뼉으로 쳤는데 다르게 나왔네.

(유아1과 2는 다시 재어본다.)

유아1: (손뼉으로 쳤다) 스무번.

유아2: (손뼉으로 쳤다) 열여덟.

교사 : 또 다르게 나왔네. 이번엔 선생님이 한번 재 볼까?

교사 : (손뼉으로 쳤다) 열넷. 열 네 번이네. 이상하다. 왜 자꾸만 다르게 나오지?

유아4: (옆에서 지켜보고 있다가) 선생님은 손이 크니까 그렇죠.

교사 : 아, 손이 큰 사람하고 작은 사람은 똑같이 손뼉으로 재도 다르게 나오는 거구나. (7회)

위의 〈사례 10〉은 손뼉을 이용한 측정활동에서 이루어진 교사-유아의 상호작용 내용이다. 이 활동에서 나타난 유아들의 반응은 동일한 측정 단위의 사용에 대한 이해가 형성되어 있지 않은 것으로 나타났다. 이 활동에서 교사는 유아들로 하여금 손뼉의 크기가 측정치를 다르게 한 요인이라는 것을 인식하도록 유도하는 발문을 사용하고 있으며, 유아들의 활동에 직접 참여함으로써 활동을 심화시키려는 전략을 사용하는 것으로 나타났다.

##### 〈사례 11〉

교사 : ○○하고 ○○하고 똑같이 나무막대로 쳤는데 다르게 나왔네.

유아3: 삐뚤어서 그래요.

(유아 1과 유아 3은 나무 막대가 겹쳐지거나 비뚤게 놓여진 부분을 다시 놓아 본 후 나무 막대의 수를 세어 본다.)

교사 : 나무 막대로 재어보니까 어느 것이 더 멀리 움직였니?

유아3: 화장지 속이여 (7회)

위의 〈사례 10〉은 임의의 단위를 이용하여 물체들이

움직인 거리를 측정해 보는 활동에서 나타난 교사-유아의 상호작용이다. 이 사례에서 나타난 유아들의 반응은 측정 방법에서의 정확성과 임의의 단위를 이용하여 얻은 측정치를 통한 거리의 비교가 가능한 정도의 개념을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 여기서 교사는 측정 방법에서의 정확성을 인식하도록 유도하는 내용의 발문을 사용하고 있으며, 임의의 단위를 이용하여 얻은 측정치를 활용하여 물체가 움직인 거리를 비교하게 함으로써 측정치가 의미하는 바를 유아 스스로 인식하게 하고 있음을 알 수 있다.

## V. 논의 및 결론

수·과학 통합 활동 적용 수업 사례 분석에서 이루어지는 본 연구의 논의는 교사의 교수-학습 전략과 유아의 수·과학 관련 개념으로 구분하여 기술된다.

### 1. 교사의 교수-학습 전략을 중심으로 한 논의

교사의 교수-학습 전략에 대한 논의는 수업 사례 분석에서 나타난 교사의 발문, 매체 활용, 집단 구성의 세 가지 측면을 중심으로 하여 이루어진다.

논의의 첫째는 교사의 발문에서 분석되는 교사의 교수-학습 전략에서 이루어진다. 수·과학 통합 활동에서 나타난 교사의 발문은 개방형의 질문 유형을 사용하는 것으로 나타났으며, 발문의 내용은 유아들의 경험에 기초한 인과 관계 추론을 유도하는 것으로 이루어졌다. 인과 관계 추론을 위한 개방형의 교사 발문은 사례 5와 6의 교사-유아간 상호작용과 같이 유아들의 반성적 사고 과정을 촉진함으로써 조작적 경험과 추상적 사고와의 연결 형성을 돕는 것으로 나타났다. 이 같은 분석 결과는 수·과학 통합 활동에서 교사가 개방적인 발문을 활용하는 것으로 나타난 김숙자(2001)의 연구 결과와 유사성을 지니고 있으며, 수학과 과학 관련 활동에서 개방적 질문이 유아들의 개념 발달에 긍정적인 효과가 있다는 선행 연구들(권영례, 1992; 김애옥, 1995; 이미진, 1996, 최정열, 2000)의 결과와도 일맥상통하는 것으로 볼 수 있다.

이 같은 교사의 발문은 유아들의 사고 과정을 수반

하는 자발적인 탐구와 능동적 학습 경험의 제공을 위한 수·과학 통합 교육 활동 교수-학습 전략 구성 측면에서 논의의 필요성을 지닌다. 유아들의 자발적인 탐구를 가능하게 하는 조작적(hands-on)활동은 구체적인 활동을 기초로 추상적 개념에 대한 이해를 촉진하려는 의도를 지닌 것으로써 조작적 활동과 더불어 정신적 과정(minds-on)을 수반하게 특성을 지니고 있다(이경우 외, 1999; Rillero, 1997; Tobin, 1990). 그러하기 때문에 단순히 행위만으로 이루어지는 조작적 활동에서는 유아들의 수·과학 관련 개념의 심화와 확장을 기대하기 어렵게 되는 것이다. 유아들은 자신의 활동에서 '왜'와 '무엇을' 인식함으로써 자기 지시적이고 능동적인 학습 경험을 갖게 되므로(Rillero, 1997) 수·과학 통합 활동 이행에서 교사는 유아들의 행위에 대한 반성적인 사고를 촉진하는 발문 또는 언어적 반응이 요구된다.

한편 유아들의 반성적 사고를 촉진하는 교사의 발문과 더불어 사례 9와 10에서 나타난 교사의 직접적인 모델링 제시는 수·과학 통합 활동 이행을 위한 교사의 교수-학습 전략의 다양성을 시사하고 있다. 사례 9와 10에서 유아들의 활동이 더 이상 심화되지 못 할 때, 교사는 유아의 활동에 놀이자로 참여하여 모델링을 제공함으로써 활동의 심화를 가져온 것으로 분석되었다. 이 같이 놀이자로 참여하여 모델링을 제공하는 교사의 교수-학습 전략은 최정열(2000)과 김숙자(2001)의 연구 결과와도 유사한 경향을 지닌 것으로써 수·과학 통합 교육 프로그램들의 교수-학습 전략 구성에서 파악된 절충적인 입장과도 일맥상통하는 것으로 볼 수 있다.

둘째는 교수 매체 활용에서 분석된 교사의 교수-학습 전략에서 이루어진다. 수·과학 통합 활동에서 교사는 유아들의 조작이 용이한 매체를 사용하는 것으로 나타났으며, 교육 내용 요소를 추출할 수 있는 교수 매체의 단계적인 첨가를 통하여 유아들의 수·과학 관련 개념의 심화·확장을 유도하는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 유아들에게는 직접적으로 행위를 가하고 그 반응을 관찰할 수 있는 매체가 적절하며, 매체와 이루어지는 유아들의 자발적인 탐구 과정을 통해 개념에 대한 이해가 심화되어갈 수 있다

는 선행 연구들(Kamii & DeVries, 1978; NCTM, 1998; NRC, 1996; Rillero, 1997; 이경우, 조부경, 김정준, 1999)의 입장과 같은 맥락을 지니고 있다.

이 같은 조작적 매체의 활용과 더불어 사례 4에서와 같이 관련 개념의 심화를 위해 단계적으로 교수 매체를 첨가하는 교사의 교수-학습 전략은 관련 매체를 이용한 탐구 과정을 통해 유아 스스로 교육 내용 요소를 인식할 수 있게 한다. 이는 각 session마다 새로운 교수 매체를 첨가함으로써 단계적인 활동을 전개해 나가는 GEMS 프로그램에서의 수·과학 통합 활동과 유사성을 지닌 것으로 파악된다.

교수 매체의 활용에서 분석된 교사의 교수-학습 전략은 수·과학 교육 내용에 대한 교사의 충분한 이해와 그에 기초한 교수 계획에서의 구조성을 논하게 한다. 활동의 계열성을 지닌 활동 시리즈의 활동 계획(Foster, 1997; FoulksBoyd, Dickman & Sickle, 1997)과 AIMS, GEMS 프로그램들에서 구조성을 지닌 교수-학습 계획(Thomas, 1997)은 효과적인 수·과학 통합 교육 활동 실천을 위한 교사의 교수-학습 계획의 요소들을 제시하고 있는 일례들로 볼 수 있다. 이들 활동 계획들은 각 session마다 관련 내용의 심화·확장에 따라 변화되어야 할 교사-유아 상호작용, 교수 매체, 환경 구성 등을 포함한 형태로 구성되고 있다. 물론 실제 유아들과의 활동에서는 유아들의 흥미, 사전 경험, 발달 상태 등에 따른 운영의 융통성을 전제로 한 활동 계획이다. 이러한 교수-학습 계획에서의 구조성은 유아들의 자발적 탐구 과정에서 스스로 관련 교육 내용 요소를 인식하게 하고, 자기 지시적 학습을 이끌어 나가게 한다는 점(Rillero, 1997)에서 아동 주도적인 학습을 위한 요소의 하나로 파악될 수 있다.

이상의 논의에서 볼 때, 교사 대 유아의 비율이 높고, 교수 활동 이외의 잡무들이 교사의 충분한 사전 계획에 제약적 요소로 작용될 우려가 있는 우리의 구조적 현실을 고려하면 구체적인 수·과학 통합 교육 활동 이행의 방향을 제시해 줄 수 있는 교수-학습 계획안 형태의 자료 개발이 대안적인 과제로 요구된다 고 하겠다.

셋째는 집단 구성에서 분석된 교사의 교수-학습 전

략에서 이루어진다. 수·과학 통합 활동에서 교사는 개별 유아 집단과 소집단 형태의 활동을 전개하였으며, 각각의 집단 형태로 이루어진 활동 내용에서는 차이를 지니는 것으로 나타났다. 개별 유아 집단의 경우는 유아들의 개별 탐색 활동과 조사 활동으로 이루어졌으며, 소집단 형태는 교사-유아, 유아-유아간의 토의와 유아 상호간의 관찰을 위한 조사 활동으로 이루어졌다. 이 같이 집단 구성에 따라 차이를 지니는 교사의 교수-학습 전략은 수·과학 활동에서 개별 유아 집단과 소집단 형태의 균형성을 지적하고 있는 선행 연구(권영례, 1997; Belin & White, 1994; Rillero, 1997)의 입장과 맥을 같이 하고 있다.

특히, 소집단 형태에서 이루어진 활동 내용은 또래와의 상호작용 통한 협력적인 수·과학 통합 교육 활동이라는 측면에서 논의의 필요성을 지적할 수 있다. 소집단 토의와 조사 활동은 유아들간의 아이디어 교환과 의사 소통의 기회를 제공하며, 다른 유아의 활동을 관찰할 수 있게 함으로써 Vygotsky에 의해 제시된 근접발달지대에서 이루어지는 더 나은 또래와의 상호작용을 가능하게 한다. 교사에 의한 과학적 설명은 유아들의 관찰을 제한하는 특성을 지니기 때문에 소집단 활동을 중심으로 한 탐색과 안내되어진 토의가 유아들의 추상적 개념발달에 보다 유용하다는 지적(Thomas, 1997)도 수·과학 통합 활동에서 소집단 활동이 지닌 긍정적 측면을 제시하고 있다. 그러나 소집단 활동이 지닌 교육적 유용성을 최대화하기 위해서는 유아들의 충분한 개별 탐구 활동이 선행되어야 하고, 유아들의 관심에 적합한 교사의 발문과 충분한 교수 매체의 준비가 이루어질 때 가능할 수 있다.

## 2. 유아들의 수·과학 관련 개념을 중심으로 한 논의

수·과학 통합 활동 수업 사례에서 분석된 유아들의 수·과학 관련 개념은 물체의 모양과 무게 그리고 움직임 간의 관련성, 물체의 크기와 무게와의 관련성, 그리고 물체가 움직인 거리 측정의 세 가지 측면에서 이루어졌다.

첫째, 물체의 모양, 무게 그리고 움직임간의 관련성에 대한 유아들의 개념은 사례 1과 사례 4에서 분석된 바와 같이 물체의 모양에만 초점을 두어 물체의 움직임을 파악하는 것에서 물체의 모양과 무게를 동시에 고려해야 한다는 개념의 변화를 나타냈다.

둘째, 물체의 크기와 무게와의 관련성에 대한 유아들의 개념은 사례 7과 8에서 분석된 바와 같이 초기에는 지각적으로 파악되는 물체의 크기나 부피에 비례하여 물체의 무게를 파악하려 하였으나 무게 측정 활동을 경험한 이후에 물체의 무게는 물체의 크기와 반드시 비례하는 것은 아니라는 개념의 변화를 나타냈다.

셋째, 물체가 움직인 거리 측정에서 나타난 유아들의 개념은 사례 9와 10에서 분석된 바와 같이 초기에는 거리와 측정 활동에 대한 개념의 부족을 나타냈으나 임의의 단위를 이용한 측정 활동을 경험한 이후에 유아들은 측정 단위의 동일성과 측정에서의 정확성에 대한 개념의 변화를 나타냈다.

이 같은 수·과학 통합 교육 활동 적용 과정에서 나타난 유아들의 세 가지 수·과학 관련 개념들은 실제 교수-학습 과정에서 서로 엄밀하게 구분되어 이루어지기보다는 다른 개념의 심화를 유도하거나 활동의 확장을 가져오게 하는 것으로 파악되었다. 이 같이 유아들의 수·과학 통합 활동에서 이루어진 수학과 과학 관련 개념들간의 상호 호혜적 관계 형성은 김숙자(2001)의 연구 결과와 일치하고 있으며, 수학과 과학은 상호 관련성에 의하여 각각 분리되어 교수되어 지는 것보다 통합적인 교수-학습 방법으로 이루어져야 한다는 수·과학 통합 관련 선행 연구들(권영례, 1997; AIMS Foundation, 1996; Berlin & White, 1994; Thomas, 1997)의 주장과도 일맥상통하는 것으로 보인다.

수·과학 관련 개념들 간의 상호 호혜적 관계는 NCTM(1998)과 Rillero(1997)의 지적과 관련지어 볼 때, 수·과학 통합 교육 활동 실천을 위한 과제 설정의 토대가 된다. 기술된 선행연구(NCTM, 1998; Rillero, 1997)의 견해를 요약적으로 제시하면, 학습자들의 수·과학 관련 개념의 심화를 돕기 위한 교육 내용 조직은 적은 수의 주요 개념에 초점을 두고, 학

년간에 반복되는 경험을 제공할 수 있도록 구성되어야 한다는 것이다. 이것은 많은 수의 개념들을 나열식으로 다루는 것보다 적은 수의 수·과학 개념들을 다루면서 개념들 간의 상호 관련성에 초점을 두는 수·과학 통합 활동에서 의미 있는 학습이 가능한 것으로 보는 견해인 것이다.

이와 같은 선행 연구의 견해에 터 하여 볼 때, 개인적 차원이나 개론서 성격의 연구에서 충분히 이루어진 수·과학 교육 내용에 대한 논의들을 토대로 하여 각 학년간의 연계성과 반복성을 가능하게 하는 수·과학 교육 내용을 선정하고 구성하는 노력이 요구된다고 볼 수 있다.

## 적 요

본 연구의 목적은 수·과학 통합 교육 활동 프로그램 모형 개발을 위한 기초 연구로서 수·과학 통합 교육 활동에서 나타난 유아 수·과학 관련 개념 발달과 교사의 교수-학습 전략을 분석하는 것이다. 연구 대상은 청주시의 K 초등학교 병설 유치원에 재원 중인 원아 4명을 대상으로 3주간 실시하여 얻어진 총 7회의 수업사례이다. 결과 분석은 수집된 7개의 수업 사례에서 나타나는 유아들의 수·과학 관련 개념의 발달과 교사의 교수-학습 전략을 질적으로 분석하였으며, 분석 결과, 유아들은 물체의 무게와 모양 그리고 움직임 간의 관련성, 물체의 크기와 무게와의 관련성, 물체의 거리 측정에 대한 세 가지 측면에서의 개념 발달을 나타냈다. 유아들의 수·과학 개념 발달을 돕기 위한 교사의 교수-학습 전략은 발문 내용, 자료와 매체의 활용, 집단 구성의 측면에서 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

권영례(1992). 유치원 아동의 과학 행동에 미치는 교사의 언어형태와 학습 주제 선정방법의 효과. 중앙대학교 박사학위 논문.  
권영례(1997). 수·과학 통합 직접 활동 프로그램 개발에 관한 연구. 한국방송대학교 논문집, 23.

- 349-364.
- 권영래, 박영충(1997). 수·과학 통합활동이 창의적 사고에 미치는 영향. 열린유아교육 연구, 2(1), 121-136.
- 김규수(1998). 유아교육에서의 통합의 의미와 원리에 관한 연구. 열린유아교육연구, 3(2), 145-170.
- 김숙자(2001). 수·과학 통합 활동이 유아의 수학과 과학 탐구 능력에 미치는 영향. 미래유아교육학 회지, 8(1), 173-203.
- 김숙자, 홍희주(2001). 수·과학 통합 교육 활동안에서 분석되는 교수-학습 방법과 유아 수·과학 탐구 능력과의 관계. 교수논총, 17(1), 19-42.
- 김애옥(1995). 교사의 언어형태가 유아의 과학적 행동 유형 및 문제 해결력에 미치는 영향. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 마지순(2000). 수·과학 통합활동이 유아의 수학적취와 과학 문제 해결력에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이경우, 조부경, 김정준(1999). 구성주의 이론에 기초한 유아 과학 교육. 양서원: 서울.
- 이미진(1996). 교사의 확산적 질문과 수렴적 질문이 과학활동시 유아의 예측하기에 미치는 영향. 중앙대학교 석사학위논문.
- 최정열(2000). 물질의 변화에 대한 과학활동에서 나타난 유아의 과학적 사고과정. 한국교원대학교 석사학위논문.
- AIMS Educationla Foundation(1996). *AIMS programs and product catalog*. Fresno, CA: Auther.
- Berlin, D. F.(1994). The integration of science and mathematics education: Highlights from the NSF/SSMA Wingspread conference plenary papers. *Science and Mathematics*, 94(1), 32-35.
- Berlin, D. F., & White, A. L.(1994). The Berlin-White integrated science and mathematics model. *School Science and Mathematics*, 94(1), 2-4.
- Center for Mathematics, Science, and Technology(1998). *IMaST at a glance: Integrated mathematics, science, and technology*. Eric Document Service ED422 184.
- Cwerniak, C. M., Weber, W. S., & Alexa Ahern, J.(1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science & Mathematics*, 99(8), 421-430.
- Davison ,D. M., Miller, K. W., & Metheny, D. L.(1995). What does Integration of science and mathematics really mean? *School Science and Mathematics*, 95(5), 226-230.
- FoulksBoyd, B., Dickman, C. B., & Sickie, M. V.(1997). Weather activity sequences for conceptual development. In Rillero, P. & Allison, J.(1997). *Creative childhood experiences in mathematics and science*. pp. 67-97. Eric Document Service ED411 154.
- Grundy, S.(1987). *Curriculum: Product or Praxis?*. New York: Falmer Press.
- Huntley, M. A.(1998). Design and implementation of a framework for defining integrated mathematics and science education. *School Science and Mathematics*, 98(6), 320-327.
- Kamii, C., & DeVries, R.(1978). *Physical knowledge in preschool education*. 이 경우, 문미옥(역). 물리적 지식 활동. 서울: 창지사.
- Lonning, R. A., & DeFranco, T. C.(1997). Integration of science and mathematics: A theoretical model. *School Science and Mathematics*, 97(4), 212-215.
- McBride, J. W., & Silverman, F. L.(1991). Integrating elementary/middle school science and mathematics. *School Science and Mathematics*, 91(7), 285-292.
- NCTM(National Council of Teachers of Mathematics)(1998). *Principles and standards for school mathematics: Discussion draft*. Reston, VA: Author.

- NRC(National Research Council)(1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pang, J. S., & Good, R.(2000). A review of the integration of science and mathematics: Implication for further research. *School Science and Mathematics*, 100(2), 73-82.
- Rillero, P.(1997). Activity series and activity centers: Path to learning. In Rillero, P. & Allison, J.(1997). *Creative childhood experiences in mathematics and science*. pp. 47-54. Eric Document Service ED411 154.
- Schwab, J. J.(1969). The practical: A Language curriculum. *School Review*, 78, 1-23.
- Thomas, J.(1997). Making learning meaningful. In Rillero, P., & Allison, J.(Eds.), *Creative childhood experiences in mathematics and science*. 11-23. Eric Document Service ED411 154.
- Tobin, K.(1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- <http://www.aimsedu.org/documents/history.html>  
<http://www.lhs.berkeley.edu/gems/aboutgems.html>



## 부 록

<b>수·과학 통합 교육 활동 교수-학습안- '빨대로 붙어 물체 움직이기 활동'</b>	
활동명	빨대로 붙어 물체 움직이기
관련 내용	과학 관련 내용- 여러 가지 물체의 움직임을 관찰하고 비교해 보기 수학 관련 내용- 기초적인 측정 경험하기(길이와 무게), 분류하기와 순서 짓기
교수-학습과정	
	교수매체
<p>〈기초 활동〉</p> <p>① 바구니 하나 안에 여러 가지 물체를 같이 담아 둔다. - 물체는 무게는 같으나 모양이 둥근 것과 네모난 것, 크기는 같아 보이나 무게는 다른 것(예: 솜을 뭉쳐서 테이프로 둥글게 만든 것, 지점토로 둥글게 만든 구슬, 마분지로 만든 정육면체, 구, 삼각형, 플라스틱이나 아크릴판으로 만든 정육면체, 구, 삼각형 입체 등)</p> <p>② 빨대를 대고 붙었을 때 움직일 것인가를 예측하여 각각의 물체들을 '예'와 '아니오' 바구니에 담아 보도록 한다. - 이 때 유아들에게 물체가 움직일 것이라고 생각한 이유를 설명하도록 하고 교사는 이를 기록한다.</p> <p>③ 유아들 각자의 예견에 기초하여 활동을 실시한 후, 유아들의 개별 활동에서 얻어진 결과를 이야기 해 보고, 예측한 것과 결과가 다를 경우 왜 그런지 이야기 해 본다.</p> <p>⑤ 유아들의 예측과 다른 결과를 나타낸 물체를 중심으로 소집단 조사 활동을 실시한다.</p>	<p>빨대, 스티로폼 공, 탁구공, 나무구슬, 솜을 뭉쳐 만든 구, 지점토로 만든 구, 마분지로 만든 구, 나무로 된 정육면체, 나무로 된 삼각형 입체, 플라스틱으로 된 정육면체(속이 찬 것과 속이 빈 것), 플라스틱으로 된 삼각형 입체(속이 찬 것과 속이 빈 것)</p>
<p>〈심화 활동 1〉</p> <p>① 다양한 물체들을 빨대로 붙어 보았을 때, 잘 움직이는 것과 잘 움직이지 않은 것으로 구분해 본다. - 잘 움직이는 것과 잘 움직이지 않는 것에 대해 그 이유를 설명해 보게 한다. - 잘 움직이지 않는 순서대로 또는 잘 움직이는 순서대로 물체를 나열해 보게 한다.</p> <p>② 크기와 무게가 다양한 여러 가지 물체들을 저울에 놓아 무게를 측정하고 비교해 본다.</p> <p>③ 유아들의 개별 활동에서 얻어진 결과를 이야기 해 본다. - 유아들이 인식한 관련성(물체의 무게와 움직임/물체의 크기와 무게)을 설명해 보게 한다.</p>	<p>다양한 모양, 크기, 무게를 가진 물체들 양팔저울</p>
<p>〈심화 활동 2〉</p> <p>① 여러 가지 모양, 크기, 무게를 지닌 물체들을 제시하고, 빨대를 대고 한번만 붙여서 물체가 움직이게 될 거리를 예견하고 그 이유를 설명해 본다.</p> <p>② 유아들 각자 선택한 물체를 빨대로 붙여 실제로 움직인 거리를 측정해 본다. - 이 때 비표준화된 도구 또는 표준화된 도구를 사용하여 길이를 측정하여 기록해 본다. (리본 테이프, 마스킹 테이프, 스티커, 나무젓가락 등을 이용한다)</p> <p>③ 유아들의 개별 활동에서 얻어진 측정 결과를 이야기 해 본다. - 어떤 도구를 사용하여 측정하였는지 이야기해 본다. - 가장 많이 움직인 물체와 가장 적게 움직인 물체는 무엇이었는지 이야기 해 본다. - 물체가 움직인 거리의 차이는 왜 발생되었다고 생각하는지 그 이유를 설명해 본다.</p>	<p>다양한 모양, 크기, 무게를 가진 물체들 마스킹 테이프, 자, 리본테이프, 스티커, 나무젓가락</p>