

백워드 설계 모형을 적용한 과학 수업이 2015 개정 과학과 핵심역량, 과학적 탐구능력, 과학적 의사소통능력에 미치는 영향

이형석 · 유병길†

동양초등학교(교사) · †부산교육대학교(교수)

The Effects of The Science Lesson Applying the Backward Design Model on Science Core Competency of 2015 Revised Science, Science Process Skills, and Scientific Communication Ability

Hyeong-Seok LEE · Pyoung-Kil YOO†

Dongyang Elementary School(teacher) · †Busan National University of Education(professor)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of scientific inquiry ability, scientific communication ability, and core competencies presented in the 2015 revised science curriculum, namely, scientific thinking ability, scientific inquiry ability, scientific problem solving ability, scientific communication ability, scientific engagement and lifelong learning ability. The purpose of this study is to investigate the effects of the backward design instruction model in cultivating element. For this study, subject matter unit 'Objects and pace' in 5th grade science text book was chosen and was developed according to the process of backward design model. The subjects of the study were 78 students, 4 classes of 5th grade in D elementary school in Busan. The experimental group, 2 classes including 39 students, had science classes using developed contents of instruction, while the comparative group, 2 class including 39 students, took ordinary teacher - driven lesson using teacher's guide book. In conclusion, it was confirmed that the science lesson applying the backward instructional design had an effective meaning in the 2015 revised science, core competence, scientific inquiry ability, and scientific communication ability improvement.

Key word : Backward design model, 2015 science core competence, Science process skills, Scientific communication ability

I. 서론

저명한 미국의 미래 학자인 Alvin Toffler(1980)는 그 당시에 앞으로의 미래를 제3의 물결을 통해 예상 했다. 제1의 물결은 농업 혁명으로 인한 수렵, 채집, 이동 사회에서 정착 생활이 시작 된

사회 변화를 말한다. 제2의 물결은 산업 혁명으로 인한 농경 사회에서 산업 사회로의 사회 변화를 말한다. 이로 인하여 공장화 대량화가 가능해졌고 대가족의 사회에서 핵가족의 사회로 변화하였다. 또한 대량생산 대량분배가 가능해지며 그 많고 풍부한 자원을 관리하기 위하여 중앙화,

† Corresponding author : 051-500-7248, pkyoo@bnue.ac.kr

* 본 연구는 2019년도 부산교육대학교 학술연구과제로 지원을 받아 수행되었음.

표집화, 집중화와 엮이며 현대 사회의 특성중 하나인 관료주의 또한 나타나게 되었다.

마지막으로 제3의 물결은 정보혁명을 통한 산업사회에서 정보화 사회로의 사회 변화를 말한다. 1970년대부터 본격적으로 시작한 정보혁명을 계기로 기존의 공장 중심의 대량생산에 초점을 맞춘 사회에서 탈 대량화, 다양한, 지식 기반의 사회로 탈바꿈하기 시작하였으며 그 변화속도는 이전과 비교할 수 없을 정도로 가속화 되었다. 엘빈 토플러가 예측한 제3의 물결은 이제 끝이 났다. 그렇다면 앞으로 우리가 살아가게 될 정보화 사회 이후의 사회는 어떻게 될까? 이러한 물음에 많은 전문가들은 제 4차 산업혁명을 말하고 있다. 제 4차 산업혁명이란 고도의 과학 발달로 인하여 인공지능을 활용하여 가상세계와 현실세계의 연결 및 로봇이 스스로 행동할 수 있는 자동화 시스템이 구축된 사회를 말한다. 실제 우리는 가장 창의적인 스포츠인 바둑경기에서 알파고가 이세돌 구단을 상대로 승리한 것을 목격하였고 현재 발달된 인공지능의 수준에 전 세계 모든 사람들이 놀라움을 금치 못했다.

이처럼 하루가 다르게 발달하고 격변하는 제 4차산업 시대에 맞춰 우리는 학생들에게 어떻게 교육을 해야할까? 이러한 부분을 고려하여 2015 개정 과학과 교육과정에서는 모든 학생이 과학의 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르기 위한 교과라고 정의하고 동시에 과학 수업에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어져야 하며, 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등의 과학과 핵심역량을 함양하도록 강조하였다(Ministry of Education, 2015b). 2015 개정 과학과 교육과정에서 말하듯이 과학교과의 수업은 6가지의 과학과 핵심역량을 얻기 위하여 과학의 개념을 이해하고, 과학적 탐구 능력

과 태도를 함양하여 개인과 사회적 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기를수 있도록 구성해야 한다.

이러한 흐름 속에 P 광역시 교육청은 과정중심평가를 제시하며 평가의 중요성을 강조 하였고 새로운 교육적 효과를 기대하고 있다. 이러한 효과를 위한 과학 교과 수업을 구성하기 위한 방법 중 하나로써 Wiggins and McTighe(2005)가 제시한 백워드 설계모형을 말할 수 있다. 백워드 설계 모형이란 기존의 Tyler가 제시 했던 교육과정 수업 모형과는 다른 형태를 띤다. Tyler는 학습 목표- 수업 구성- 학습 평가 의 순으로 모형을 구성 하였고 대부분의 수업모형은 Tyler식을 따르고 있다. 하지만 제 4차산업 시대가 도래 하면서 단순한 결과물 보다 그 결과에 도달하는 과정의 가치가 높게 평가되었고 그로 인하여 과정을 평가하는 방법을 고려한 끝에 과정중심평가 방법 또한 나오게 되었다. 백워드 설계 모형은 학습 목표- 과정 및 평가 설정- 수업 구성의 순으로 목표 설정 후 바로 평가에 들어가면서 학생들의 학습 과정을 평가 할 수 있게 구성 하였고 이로 인하여 목표와 평가의 유기적인 흐름 및 학생들의 심화적인 이해를 더욱 도울 수 있게 되었다.

또한 2015 개정 과학과 교육과정의 핵심역량 중 과학적 탐구능력 및 과학적 의사소통능력은 이전과 마찬가지로 여전히 그 중요성을 가지고 있다. 과학적 탐구란 외부로부터 주어진 데이터 보다 자기 내면화를 통해 더욱 의미를 갖게 되는 개인의 지식능력을 말한다. 과학적 의사소통능력이란 Jeon(2013)은 과학적 지식과 소양을 기본으로 과학적 사실 및 주장을 다양한 형태로 변환, 전달등을 하는 능력으로 그 중요성을 강조 하였다. 따라서 본 연구에서는 과학적 탐구능력, 과학적 의사소통능력 및 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시하는 핵심역량인 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 5가지 요소를 함양하는데 있어 백워드 설계 모형이

어떠한 효과를 미치는지에 관하여 알아보고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 백워드 설계 모형

Wiggins and McTighe(2005)가 성취기준을 기본으로 제시한 백워드 설계 모형으로 Bruner의 내용모형을 기반으로 기존의 Tyler식의 학습 목표-수업 구성- 학습 평가 의 순으로 구성된 모형과 다르게 학습 목표- 과정 및 평가 설정- 수업 구성의 순으로 평가를 수업에 앞서 구성한 교육과정 모형을 말한다. 백워드 설계 모형을 적용한 수업은 기존의 포워드적 수업 설계보다 더 효율적으로 목표에 접근할 수 있다. 기존의 포워드적 수업 설계에서는 목표에 도달하기 위하여 몇 가지 단계에 도달해야 한다. 그 단계를 거치면서 하는 활동들을 하면서 본래 정했던 목표에 도달했을 때 오히려 집중감이 떨어지거나 목표의식이 흐릿해져 본래의 목표 도달에 있어서 어려움이 생길 수 있다. 나무를 보다가 결국 숲을 못 보는 경우가 생길 수 있다는 말이다. 이러한 관점에서 해석할 때 백워드 설계 모형은 이러한 단점을 최소화하기에 적합한 방법이라 할 수 있다.

2. 2015 개정 과학과 핵심역량

우리나라는 ‘창의 융합형 인재’를 앞으로의 인간상으로 제시하면 이러한 목표를 달성하기 위하여 창의 융합형 인재가 지녀야 할 총 6가지의 핵심역량을 제시했다.(Ministry of Education, 2015a). 또한 2015 개정 과학과 핵심역량 요소로써 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구능력’, ‘과학적 문제 해결력’, ‘과학적 의사소통능력’, ‘과학적 참여와 평생학습능력’을 말한다.(Ministry of Education, 2015b) 2015 개정 과학과 교육과정은 ‘과학’에서의 학습이 탐구 중심으로 이루어지도록 하며, 학생들이 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 5가지 과학과 핵심역량인 과학적 사고

력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력을 함양할 것을 말하고 있다(Ministry of Education, 2015b). 이러한 과학 교과 핵심역량에 관한 대다수의 선행연구는 다양한 교수학습법을 조작하여 핵심역량을 습득하는 방향으로 구성되어 있거나 개념을 해석하는 연구들이다. 전자의 대표적인 연구로 뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 교수학습이 과학과 핵심역량 및 과학창의성에 미치는 연구를 통하여 유의미한 효과를 검증하였으며(Shim, 2017), 초등학생의 핵심역량 향상을 위한 과학과 교수학습 프로그램의 개발이라는 연구를 통하여 학생들의 핵심역량이 향상되었다고 하였다(Kim, 2017). 그렇지만 Kim(2017)의 연구는 과학교과 핵심역량의 본질적인 내용에 대한 탐구라기보다는 한국교육개발원에서 만든 일반 핵심역량에 관한 연구라는 제한이 있다. Kim(2017)은 과학글쓰기를 통한 핵심역량의 성취도를 높일 수 있다고 하였다. 후자 측면의 대표적인 연구는 Chae(2017)의 과학핵심역량의 재구조화에 기반한 초등과학 수업 전략 개발 및 적용이라는 주제로 과학교과 핵심역량의 필수 요소를 다시 한번 해석하여 구조를 다시 만들고 프로젝트 교수방법을 활용하여 그 효능을 검증하였다.

3. 과학적 탐구능력

과학적 탐구는 문제 상황을 인지 하였을 때, 이 상황을 해결하기 위하여 실험적 자료를 바탕으로 하여 논리적, 비판적, 고차적 사고를 통하여 자연 환경 및 인문 환경의 문제점을 파악하고 그 원인을 분석하고 해결책을 찾아가는 과정을 말한다. 과학적 탐구능력이란 과학자들이 자신들이 연구를 실시 할 때 필요한 능력을 말한다. 자연 및 인문환경에서 주어진 문제상황을 분석, 해결하기 위해 관찰, 측정, 분류, 변인통제, 가설설정 등 다양한 요소로 데이터를 추출하여 자료를 해석하는 과정으로 볼 수있다. 따라서 과학적 탐구

능력이란 과학자들이 자신의 연구문제를 조사하고 해결할 때 필요한 능력으로 학생들에게 있어서는 어떠한 문제상황에 맞이하었을 때 자기 주도적으로 문제상황을 인지, 분석하여 해결책을 찾는 능력이라 볼 수 있다. 과학적 탐구능력은 미국과학진흥회의 교육과정위원회에서 개발한 SAPA프로그램에 따르면 과학적 탐구능력은 관찰, 수의 사용, 측정, 분류 등 8가지 능력으로 구성된 기초탐구과정과 가설설정, 변인통제 등 5가지 능력으로 구성된 통합탐구과정으로 나눌 수 있다. 기초탐구과정은 유치원생부터 초등학교 3학년까지 다루어야 하는 과정이고 통합탐구과정은 4학년부터 6학년까지 그 대상으로 범주화 하였다. 또한 Kwon and Kim(1994)은 APU(Assement of Performance Unit), NAEP(The National Assesment of Education Progress), SAPA, TAPS (Techniques for Assesing Process Skill in Practical Science)등의 자료를 기본으로 하여 우리나라의 초등학생 및 중학생들에게 적용 할 수 있는 알맞은 과학적 탐구능력요소들을 구성 하였다. 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 총 5가지 하위 요소로 구성되어진 기초탐구능력과 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화의 총5가지 요소로 이루어진 통합탐구능력이 있다. Kwon and Kim(1994)은 기초탐구능력 5가지, 통합탐구능력 5가지 총 10가지의 탐구요소를 통해 탐구능력을 측정 할 수 있는 TSPS(Test of Pross Skill) 검사도구를 개발하였다.

4. 과학적 의사소통능력

과학적 소양을 체득하고 과학적 지식을 바탕으로 어떠한 문제상황에 관하여 그 상황을 분석하여 문제원인, 과정, 해결방법등을 찾기 위하여 자신의 생각을 말하거나 타인과의 교류를 하며 이루어지는 정보의 교환을 과학적 의사소통이라 할 수 있다.

Garvey and Griffith(1972)는 과학에서 과학자들

의 아이디어와 발견을 알리기 위해서 의사소통이 필수적이며 과학적 소양은 과학 교육의 중요한 목표이기 때문에 과학자와 같이 그들의 지식을 발견을 의사소통하는 방법을 과학교육에서 가르쳐야 한다고 하였다(Jang, 2016). 현대 세계에 들어오면서 과학적 발전의 속도는 더욱 빨라지고 있다. 더욱 전문적이고 세분화되는 과학적 지식 및 발견에 따라 점점 더 과학의 각 분야의 전문성은 중요해지고 있다. 하지만 과학에서 자신이 알아낸 지식을 알리고 다른 전문가의 지식을 체화하는 활동은 필수적이다. 더욱더 전문화 세분화가 되는 미래시대에는 이러한 중요성은 더욱 커질 것이다. 따라서 자신의 아이디어를 표현하고 공유할 때 과학적 의사소통의 능력은 더욱 필요하다 볼 수 있다. Jeon(2013)은 과학에서의 의사소통은 과학이란 한 분야에서 전문가들간의 교류를 말할 뿐 아니라 과학 집단과 비과학적인 집단간의 교류, 과학자들과 일반인들과의 교류에 이르기까지 과학적 의사소통의 범위를 크게 범주화 하였다. 따라서 과학적 의사소통의 능력이 단순히 과학연구를 할 때뿐만 아니라 일상생활에서도 필요하게 되었고 효과적으로 의사소통을 하기 위해 과학적 의사소통의 기능에 관하여 알아 볼 필요가 있다. Jeon(2013)은 과학적 의사소통에 관여하는 요소를 과학과 관련된 지식과 소양, 전달하고자 하는 내용, 내용을 획득하는 방법, 의사소통의 목적, 전달형태, 의사소통 행위 유형의 여섯 가지로 나누어 제시하였다. 이러한 의사소통의 다양한 방법을 통해 과학적 탐구를 통하여 얻은 정보 및 데이터를 상대방과 공유하거나 정보 및 데이터를 설명, 혹은 자신의 생각을 논리적으로 펼치기 위한 방법으로 활용하게 된다. 더욱 효과적인 소통을 위하여 이러한 정보 및 데이터를 고차적, 비판적, 논리적 사고를 통해 언어, 제스 등 언어적, 반언어적, 비언어적 표현을 매개체로 상대방에게 의사표현을 할 수 있게 된다.

백워드 설계 모형을 적용한 과학 수업이 2015 개정 과학과 핵심역량, 과학적 탐구능력, 과학적 의사소통능력에 미치는 영향

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 B 광역시 소재 D초등학교 5년 4개 반 중 2개반 39명을 실험집단으로 나머지 2개반 39명을 비교집단으로 선정 하였다. 본 연구의 연구 참여자의 구성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Participants in this study

Group	Boys	Girls	Total
Comparative	20	19	39
Experimental	18	21	39
Total	38	40	78

2. 연구설계

본 연구의 설계는 <Table 2>와 같다. 5학년 2학기 3단원 ‘물체의 빠르기’ 단원을 백워드 수업 설계를 적용한 과학 학습을 실시한 집단을 실험 집단, 백워드 수업설계를 적용한 과학 학습을 실시하지 않고 교과서와 교사용 지도서를 기반으로 직접교수법을 실시한 집단을 비교집단으로 구분하여 실시하였다.

<Table 2> Study design

Group	Pre-test	Treatment	Post-test
Comparative	O_1	X_1	O_3
Experimental	O_2	X_2	O_4

O_1, O_2 : pre-test(2015 science core-competency, science process skills, scientific communication skills)

O_3, O_4 : post-test(2015 science core competency, science process skills, scientific communication skills)

X_1 : traditional class applying teachers manual
 X_2 : science classes applying backward design model

3. 검사도구

가. 2015 개정 과학과 핵심역량

2015 개정 과학과 교육과정에 기초한 과학과 핵심역량 조사 문항의 개발 및 적용(Ha et al., 2018)에 제시된 검사지를 활용하였다. 자세한 검사 신뢰도는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Core competency of 2015 science curriculum

subcategory	items	# of item	Cronbach's α
STA		1,2,3,4,5	.893
SIA		6,7,8,9,10	.898
SPA		11,12,13,14,15	.878
SCA		16,17,18,19,20	.894
SELA		21,22,23,24,25	.755
total		25	.966

STA: scientific thinking ability, SIA: scientific inquiry ability, SPA: scientific problem-solving ability, SCA: scientific communication ability, SELA: scientific engagement and life-long learning ability

나. 과학 탐구능력

Kwon and Kim(1994)이 개발한 TSPS(Test of Pross Skill)를 사용하였다. Cronbach's α 값은 .754로 나왔으며 검사지의 문항 구성은 <Table 4>와 같다

<Table 4> Science process skills

subcategory	constituent	#of item	items
basic	observation	1,4,7	3
	classification	2,5,8	3
	measurement	3,6,9	3
	inference	10,12,14	3
	prediction	11,13,15	3
integrated	data transformation	16,19,21	3
	data interpretation	17,18,20	3
	hypothesis establishment	25,27,29	3
	variable control	22,23,24	3
	generalization	26,28,30	3
total			30

다. 과학적 의사소통능력

Jeon(2013)가 개발한 ‘과학적 의사소통능력 검사지(SCST: Scientific Communication Skills Test)’를 사용하였다. 과학적 의사소통 능력은 총 24문항으로 구성되어 있으며, 과학적 설명형 12문항과 과학적 주장형 12문항으로 구성되어 있다. 과학적 설명형은 서술방법(8문항)과 설명방법(4문항)으로, 과학적 주장형은 근거방법(8문항)과 정당화 방법(4문항)으로 각각 구성되어 있다. 본 연구에서 Cronbach’s α 값은 .713이었다.

4. 자료처리 방법

본 연구는 백워드 수업설계를 적용한 과학 학습이 2015 과학과 핵심역량, 과학적 탐구능력, 과학적 의사소통능력에 미치는 효과를 알아보기 위한 것으로 실험집단과 비교집단을 검사하였다. 사전 검사와 사후 검사의 관계를 독립표본 t-검정을 통해 분석하였다. 2015 과학과 핵심역량, 과학적 탐구능력, 과학적 의사소통능력의 모든 자료의 통계처리는 SPSS Win 25.0 프로그램을 이용하였다.

IV. 결과 및 논의

1. 2015 개정 과학과 핵심역량

본 연구에서 실험집단에게는 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업을 실시하고 비교집단에게는 과학과 지도서를 활용한 수업을 실시한 후 두 집단의 2015 개정 과학과 핵심역량의 성취 수준을 알아보기 위하여 사전과 사후 검사를 실시하였다. 2015 개정 과학과 핵심역량에 대한 사전과 사후 t-검정의 결과는 <Table 5>, <Table 6>와 같다.

<Table 5>에서 보는 바와 같이 사전 t-검정에서 2015 교육과정 과학과 핵심역량 전체 및 하위요소에서 비교집단과 실험집단의 평균에서 통계적

<Table 5> pre t-test for science core competency

	EXP(N=39)		COM(N=39)		t	p
	M	SD	M	SD		
STA	3.30	.80	3.31	.94	.08	.938
SIA	3.23	.83	3.19	.97	.15	.880
SPA	3.37	.85	3.45	.84	.38	.707
SCA	3.34	.95	3.46	.81	.59	.557
SELA	3.50	.81	3.41	1.03	.47	.642
total	3.35	.79	3.36	.84	.08	.934

* .p<.05

<Table 6> post t-test for science core competency

	EXP(N=39)		COM(N=39)		t	p
	M	SD	M	SD		
STA	4.00	.59	3.38	.88	3.63	.001
SIA	4.01	.58	3.30	.94	4.02	.000
SPA	4.13	.57	3.50	.82	4.00	.000
SCA	4.09	.61	3.50	.78	3.71	.000
SELA	4.33	.50	3.61	.96	4.18	.000
total	4.11	.51	3.46	.80	4.31	.000

* p<.05

으로 유의한 차이가 나지 않았으므로 두 집단은 동질집단으로 판명되었다. 백워드 설계 모형을 적용한 과학수업이 2015 교육과정의 과학과 핵심역량에 미치는 영향을 알아보기 위해 사후 t-검정을 실시한 결과, <Table 6>과 같이 과학과 핵심역량 전체와 그 하위요소에서 실험집단의 평균이 비교집단의 평균에 비해 통계적으로 유의미하게 높은 것을 알 수 있다. 따라서 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 2015 개정 과학과 핵심역량 성취 향상에 있어서 효과가 있음이 검증되었다.

백워드 설계 모형을 적용한 과학수업은 기존의 포워드적 수업과 달리 수업의 목표를 설정하고 난 후 바로 평가영역을 설정하여 평가의 역할 및 중요성을 강조하고 그에 따라오는 과정을 중요하게 여기는 수업 설계이다. 이러한 백워드 설계

모형을 적용한 수업은 학생들에게 목표를 명확하게 주기 때문에 수업에 관한 집중감을 높이는 데 있어서 탁월하다고 볼 수 있다. 이러한 과정을 통해 학생들은 자신이 해결해야 할 과업을 명확히 설정하여 해결에 있어 흥미를 느끼고 이는 곧 과학수업의 내적동기 향상에 도움을 준다. 이는 곧 수업 과정을 경험하는 학생들이 2015 개정 과학과 핵심역량 성취 향상에 있어서 긍정적인 결과를 이끌어 내는 효과가 있다고 사료된다.

이러한 결과는 학습자가 능동적으로 참여하여 내적 동기가 향상된 과학 실천 기반 수업에서 학생은 과학 지식을 학습할 수 있을 뿐만 아니라 과학과 핵심역량 함양에 도움을 준다는 Choi(2019)의 연구결과와도 일치한다.

이상의 결과를 종합하면, 백워드 설계 모형을 적용한 과학수업이 2015 개정 과학과 핵심역량 함양에 있어 의미 있는 효과가 있다고 사료되어진다. 수업의 목표를 설정하고 난 후 바로 평가영역을 설정하여 평가의 역할 및 중요성을 강조하고 그에 따라오는 과정을 중요하게 여기는 백워드 설계 모형을 학생들에게 목표를 명확하게 주기 때문에 수업에 관한 집중을 높이는 데 도움을 주며 이러한 과정을 통해 학생들이 자신이 해결해야 할 과업을 명확히 설정하여 내적동기 향상에 의미있는 효과를 주고 이를 통해 2015 개정 과학과 핵심역량이 향상되었다고 사료된다.

2. 과학 탐구능력

백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 과학적 탐구능력의 변화를 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전검사와 사후검사를 실시하였다. 과학적 탐구능력의 대한 사전 및 사후 t-검정의 결과는 <Table 7>, <Table 8>과 같다.

<Table 7>에서 알 수 있듯이 사전검사에서 비교집단과 실험집단 간의 과학 탐구능력 전체와 그 하위요소의 평균에 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않아 두 집단은 동질집단임

을 알 수 있다.

<Table 7> pre t-test for science process skills

Division	EXP(N=39)		COM(N=39)		t	p
	M	SD	M	SD		
observation	2.13	.62	2.23	.74	.67	.508
classification	2.21	.89	2.00	.76	1.09	.279
measurement	2.15	.71	2.05	.65	.67	.506
inference	1.67	.93	1.64	.87	.13	.900
prediction	2.13	.70	1.90	.75	1.41	.164
basic	10.28	1.72	9.82	1.99	1.10	.275
data transformation	1.44	.91	1.49	.85	.26	.798
data interpretation	1.28	.76	1.21	.86	.42	.677
hypothesis establishment	1.31	.92	1.31	.77	.00	1.000
variable control	2.21	.92	2.28	.83	.39	.699
generalization	1.46	.88	1.23	.84	1.81	.241
integrated	7.69	2.39	7.51	2.56	.32	.750
total	17.97	3.12	17.33	3.84	.80	.211

* p<.05

<Table 8> post t-test for science process skills

Division	EXP(N=39)		COM(N=39)		t	p
	M	SD	M	SD		
observation	2.51	.60	2.23	.74	1.84	.069
classification	2.67	.53	2.08	.77	3.93	.000
measurement	2.46	.56	2.05	.65	3.01	.004
inference	2.18	.76	1.72	.92	2.43	.018
prediction	2.46	.60	1.90	.75	3.66	.000
basic	12.28	1.41	9.97	1.98	5.92	.000
data transformation	1.87	.92	1.51	.85	1.78	.079
data interpretation	1.82	.85	1.21	.86	3.16	.002
hypothesis establishment	1.82	1.00	1.41	.79	2.02	.047
variable control	2.41	.94	2.33	.81	.39	.699
generalization	2.00	.92	1.38	.82	3.13	.002
integrated	9.92	2.34	7.85	2.50	3.79	.000
total	22.20	2.83	17.82	3.76	5.80	.000

* p<.05

<Table 8>에 나타난 바와 같이 집단별로 과학 탐구능력의 변화를 알아보기 위해 실시한 사후검사에서 하위영역과 관찰과 데이터 변환 및 변인 통제를 제외한 하위요소 및 과학 탐구능력 전체에 걸친 평균이 비교집단에 비해 실험집단이 통계적으로 유의하게 높음을 알 수 있다. 따라서 백워드 설계 모형을 적용하였을 때 학생들의 과학 탐구능력이 향상되었다는 것을 알 수 있다.

백워드 설계 모형을 적용한 과학수업이 과학적 탐구능력에 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 것은 백워드 설계 모형을 적용한 과학수업이 목표, 평가, 교육과정을 일원화함으로써 학습자의 이해에 있어 긍정적인 역할을 해왔다고 할 수 있다. 그리고 수행과제를 미리 제시하여 학습 과정에 있어 자기주도적으로 탐구하고 문제를 해결하는 과정이 영속적 이해에 도움을 주었고 이는 영속적 이해에 도달한 학습자가 제시된 과제에 습득한 개념을 적용 하면서 전체적인 과학적 탐구능력이 향상 되었다는 Jung(2018)의 연구결과와 일치한다.

그리고 백워드 설계 모형을 적용한 과학수업은 목표-평가-활동의 연계성을 고려하며 학생들에게 수행과제를 제시하였고, 학생들이 학습 목표성취를 위한 수행과제를 해결하면서 인과를 분석하고 방법을 찾는 과정을 통해 과학적 탐구능력이 향상되었다고 사료된다. 이는 백워드 설계 모형이 수업목표-평가-수업활동의 연계성에 목표를 두고 설계된 모형이기 때문에 수업 흥미도, 수업목표 이해도, 평가에 대한 인식도 및 수업 참여도 증진에 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 특히 수업목표 이해도와 평가에 대한 인식의 변화에 높은 효과가 있다는 Yoon(2017)의 연구결과와 일치한다.

또한 목표 및 평가를 강조하는 백워드 설계 모형을 적용한 과학수업은 학생들에게 평가를 먼저 제시하면서 학생들이 학습 목표의 빅 아이디어에 접근성을 쉽게 할 수 있도록 도와주어 학생들이 수행과제의 해결에 있어서 가장 효율적인 탐구방

법에 관하여 다양한 생각을 이끌어 내도록 도와준다. 이러한 과정이 학생들의 과학적 탐구능력을 향상시키고 학업 성취도 향상에 도움을 준다고 사료된다. 이는 백워드 설계 모형에 따른 수업을 경험한 집단이 단원 학습이 끝난 후에도 학습목표를 인지하는 정도가 높았고, 학업 성취도 향상에 효과적이라는 Ham(2017)과 Koo(2017)의 연구결과와 일치한다.

이상의 결과를 종합하면, 백워드 설계 모형을 적용한 과학수업이 과학적 탐구능력향상에 있어 의미있는 효과가 있다고 사료되어진다.

3. 과학적 의사소통능력

백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 학생들의 과학적 의사소통 능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 비교집단과 실험집단에 대해 사전 및 사후 검사를 실시하였다. 과학적 의사소통능력에 대한 사전 및 사후 t-검정의 결과는 <Table 9>와 <Table 10>에 각각 나타내었다.

<Table 9> pre t-test for scientific communication skills

Division		EXP (N=39)		COM (N=39)		t	p
		M	SD	M	SD		
		scientific explanation	description	3.79	1.28		
	explanation	2.72	.79	2.49	1.00	1.13	.261
scientific argument	evidence	4.74	1.92	4.59	1.86	.36	.720
	justification	2.41	.94	2.74	1.09	1.45	.153
total		13.67	2.69	13.54	3.92	.17	.867

* p<.05

<Table 9>에 제시된 바와 같이 사전 t-검정에서 과학적 의사소통 능력 전체와 그 하위영역 및 하위요소의 평균에 있어서 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 두 집단은 동질집단임을 알 수 있다.

백워드 설계 모형이 과학적 의사소통 능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 사후 t-검정 결과,

과학적 주장형의 하위요소인 정당화를 제외한 모든 하위요소와 과학적 의사소통 능력 전체에 걸쳐 실험집단이 비교집단에 비해 평균점수가 통계적으로 유의하게 높다는 것을 <Table 10>에서 알 수 있다. 따라서 백워드 설계 모형을 적용한 과학 수업이 학생들의 과학적 의사소통 능력을 향상시킨다고 말할 수 있다.

<Table 10> post t-test for scientific communication skills

Division		EXP (N=39)		COM (N=39)		t	p
		M	SD	M	SD		
		scientific explanation	description	6.23	1.06		
	explanation	3.33	.58	2.62	.94	4.08	.000
scientific argument	evidence	6.51	1.25	4.72	1.73	5.24	.000
	justification	3.08	.77	2.87	.98	1.03	.308
total		19.15	1.91	14.23	3.57	7.60	.000

* p<.05

백워드 설계 모형을 적용한 과학수업이 과학적 의사소통능력에 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 것은 학생들 수행과제를 해결할 때 학생들 사이의 의견을 자유롭게 나누며 그 의미를 파악하고 문제 해결을 위하여 서로 소통하는 과정을 통해 향상되었다. 또한 의견이 차이가 생겼을 때 서로의 의견과 태도에 대해 비난하기 보다는 의사소통을 통해 조화롭게 해결할 수 있는 방법을 찾으며 수행과제에 집중하는 모습을 보였으며 이는 Park(2018)의 연구 결과와 일치한다. 그리고 실제 상황과 관련된 수행과제와 루브릭을 통해 학습에 자기주도적으로 참여하여 학습의 과정을 해결하는 과정에서 동료들의 조언을 듣고 해결하고 토의, 토론하는 과정이 반복되었고, 이러한 활동이 다양한 논쟁을 펼치게 함으로써 의사를 표현하고 결정해야 하는 기회를 늘려 의사소통능력이 향상 되었다는 Jang(2016)의 연구결과와 일치한다.

따라서 수행과제를 해결하기 위하여 서로의 의

견을 자유롭게 소통하고 문제 해결 및 목표 성취를 위해 다양한 논쟁을 펼치게 함으로써 의사를 표현하고 결정해야 하는 기회를 늘려 의사소통능력이 향상되었다고 사료된다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구의 결과와 논의를 바탕으로 결론을 밝히면 다음과 같다.

첫째, 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 2015 개정 과학과 핵심역량함양에 있어 유의미한 영향이 있다고 나타났다. 수업의 목표를 설정하고 난 후 바로 평가영역을 설정하여 평가의 역할 및 중요성을 강조하고 그에 따라오는 과정을 중요하게 여기는 백워드 수업 설계는 학생들에게 목표를 명확하게 주기 때문에 수업에 관한 집중감을 높이는데 있어서 도움을 주며 이러한 과정을 통해 학생들이 자신이 해결해야 할 과업을 명확히 설정하여 해결에 있어 흥미를 느끼며 과학수업의 내적동기 향상이 자연스럽게 향상되었기 때문이라고 사료된다.

둘째, 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 과학적 탐구능력함양에 있어 유의미한 영향이 있다고 나타났다. 이는 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 목표, 평가, 교육과정을 일원화하고 연계성을 강조하여 학습자의 영속적 이해에 도움을 주었다. 또한 이는 영속적 이해에 도달한 학습자가 제시된 과제에 습득한 개념을 적용 하는 과정을 통해 학습 목표성취를 위한 수행과제를 해결하면서 인과를 분석하고 방법을 찾는 과정의 기회를 주었고 동시에 학생들에게 평가를 먼저 제시하면서 학생들이 학습 목표의 빅 아이디어에 접근성을 쉽게 할 수 있도록 도와주어 학생들이 수행과제의 해결에 있어서 가장 효율적인 탐구방법에 관하여 다양한 생각을 이끌어 낼 수 있도록 하였기 때문이라고 생각된다.

셋째, 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 과학적 의사소통능력함양에 있어 유의미한 영향이 있다고 나타났다. 수행과제를 해결 하기 위하여 서로의 의견을 자유롭게 소통하고 문제 해결 및 목표 성취를 위해 다양한 논쟁을 펼치게 함으로써 의사를 표현하고 결정해야 하는 기회를 늘려 의사소통능력이 향상되었기 때문이라고 생각된다.

2. 제언

본 연구를 바탕으로 한 제언은 다음과 같다.

첫째, 연구를 실시한 집단의 크기가 제한적이며 특정단원으로 한정하여 수업을 진행 하였고, 동시에 학생들의 경험 및 학력 수준, 인문환경과 자연환경등 다른 학교와 비교할 경우 다양한 변수가 있으므로 본 연구의 연구 결과를 일반화하기가 쉽지 않다. 따라서 다양한 지역 및 학년, 그리고 단원을 고려하여 적합한 학습내용을 구상하고 더 나아가 다른 교과로 확대연구하며 이를 활용하는 수업을 하면서 그 효과 및 타당성에 관하여 논의 해 볼 필요가 있다.

둘째, 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 종합적인 과학적 탐구능력함양에 있어 유의미한 영향이 있다고 나타났으나, 하위요소를 살펴보면 기초탐구능력 중 ‘관찰’ 분야, 그리고 통합탐구능력 중 ‘자료 변환’, ‘변인 통제’ 분야에서는 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 확인된다. 따라서 기초탐구능력 중 ‘관찰’ 분야, 그리고 통합탐구능력 중 ‘자료 변환’, ‘변인 통제’ 분야와 연계된 백워드 수업 설계를 적용한 수업을 구상하여 과학적 탐구능력 모든 요소를 향상 시킬 수 있는 방안에 관한 후속 연구가 필요하다.

셋째, 백워드 수업 설계를 적용한 과학수업이 종합적인 과학적 의사소통능력 함양에 있어 유의미한 영향이 있다고 나타났으나, 하위요소를 살펴보면 과학적 주장형 중 ‘정당화’ 분야에서는 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 확인된다.

따라서 과학적 주장형 중 ‘정당화’ 분야와 연계된 백워드 수업 설계를 적용한 수업을 구상하여 과학적 의사소통능력의 모든 요소를 향상 시킬 수 있는 방안에 관한 후속 연구가 필요하다.

References

- Alvin Toffler(1980). *The Third Wave*, ISBN 0-517-32719-8
- Chae HI(2017). *A Development and Application of Elementary Science Teaching Strategy by Restructuring The Science core Competency*. A doctor's thesis, Gyeongin National University of Education.
- Choi JA(2019). *A Study on Effects of Class based on Science Practices on Cultivating Middle School Students' Science Core Competencies*. A master's thesis, Ewha Womans University.
- Garvey WD and Griffith BC(1972). *Communication and information processing within scientific disciplines: Empirical findings for psychology*, 8, 123~136.
[https://doi.org/10.1016/0020-0271\(72\)90041-1](https://doi.org/10.1016/0020-0271(72)90041-1)
- Ha MS, Park HJ, Kim YJ, Kang NH, Oh PS, Kim MJ, Min JS, Lee YH, Han HJ, Kim MG, Ko SW and Son MH(2018). *Developing and Applying the Questionnaire to Measure Science Core Competencies Based on the 2015 Revised National Science Curriculum*. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 495~504.
<http://10.14697/JKASE.2018.38.4.495>
- Ham JH(2017). *The effects of the application of Backward Course Design in elementary school science on 'Biological and environmental' section*. A master's thesis, Pusan National University.
- Jang DH(2016). *The Effects of SSI Program on Scientific Communication Skills and Science-Related Attitudes of Elementary School Students*. A master's thesis, Busan National University of Education.
- Jeon SS(2013). *Development of Scientific Communication Skills Test for Elementary School Students*. A doctor's thesis, Korea National University of Education.

- Jung HW(2018). Development and Application Scientific Inquiry Program for Elementary School Students based on Backward Design. A master's thesis, Gyeongin National University of Education.
- Kim EH(2017). The Application Effect of the Science Writing Activity based on the Core Capability Elements in the Elementary Science Class. A master's thesis, Gyeongin National University of Education.
- Kim YJ(2017). Development of the Teaching and Learning Program for Improving Elementary School Students' Core Competencies in Science. A master's thesis, Gwangju National University of Education.
- Koo NY(2017). Science Classes Applying Backward Design on Science Learning Motivation and Academic Achievement. A master's thesis, Busan National University of Education.
- Kwon JS and Kim BK(1994). The Development of an Instrument for the Measurement of Science Process Skills of the Korean Elementary and Middle School Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 14(3), 251-264.
- Ministry of Education(2015a). Elementary·Secondary Curriculum Standards. Announcement by Ministry of Education(2015-74), extra issue 1.
- Ministry of Education(2015b). Elementary·Secondary Curriculum Standards. Announcement by Ministry of Education(2015-74), extra issue 9.
- Park EH(2018). Reconstruction and Application of National Curriculum based on Backward Design for Improving Elementary School Students' Communication Competency. A doctor's thesis, Konkuk University.
- Shim JM(2017). The Effect of Scientific Teaching and Learning with the Brain-Based Evolutionary Approach on Science Core Competence and Scientific Creativity : Focusing on the 'Structures and Functions of Plants' Unit of Elementary 5th Grade. A master's thesis, Seoul National University of Education.
- Wiggins G and McTighe J(2005). *Understanding by design*. (Expanded 2nd.) Alexandria, VA: ASCD.
- Yoon SI(2017). A Backward Design-based Construction of an Elementary English Teaching Unit: Investigating its feasibility. A master's thesis, Seoul National University of Education.

-
- Received : 27 December, 2019
 - Revised : 06 January, 2020
 - Accepted : 20 January, 2020