

# 교사 참여형 교육프로그램(TPEP)을 경험한 초등교사의 과학 수업 전문성 변화 사례 - 시각적 주의를 중심으로 -

김장환 · 신원섭 · 신동훈<sup>†</sup>

## The Case Study of Elementary School Teachers Who Have Experienced Teacher Participation-oriented Education Program (TPEP) for Elementary School Teachers to Improve Class Expertise in Science Classes - Focusing on Visual Attention -

Kim, Jang-Hwan · Shin, Won-Sub · Shin, Dong-Hoon<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The purpose of this study is to identify the effect of Teacher Participation-oriented Education Program (TPEP) for Elementary School Teachers to Improve Class Expertise in Science Classes with a focus on visual attention. The participants were two elementary school teachers in Seoul and taught science subjects. The lesson topic applied to this study were ‘Structure and Function of Our Body’ in the second semester of fifth grade and ‘Volcano and Earthquake’ in the second semester of fourth grade. The mobile eye tracker SMI’s ETG 2w, which is a binocular tracking system was used in this study. In this study, the actual practice time, participant’s visual attention, visual intake time average, and visual intake time average were analyzed by class phase. The results of the study are as follows. First, as a result of analyzing the actual class execution time, the actual class execution time was almost in line with the lesson plan after the TPEP application. Second, visual attention in the areas related to teaching and learning activities was high after applying TPEP. Factors affecting the progress of the class and cognitive burdens were identified quantitatively and objectively through visual attention. Third, as a result of analyzing the visual intake time average of participants, there was a statistically significant difference in all classes. Fourth, as a result of analyzing the visual intake time average of participants, the results were statistically significant in the introduction(video), activity 1, activity 2, and activity 3 stages in the lecture type class. The Teacher Participation-oriented Education Program (TPEP) for Elementary School Teachers to Improve Class Expertise in Science Classes can extend elementary science class expertise such as self-class analysis, eye tracking, linguistic, gesture, and class design beyond traditional class analysis and consulting.

**Key words:** Teacher Participation-oriented Education Program (TPEP), science class expertise, class analysis, actual class execution time, visual attention

## I. 서 론

초등학교는 학교급의 특성상 교사가 여러 교과를 매일 가르쳐야 한다. 이는 특히 초보 초등 교사에게 큰 부담으로 작용하고 있으며, 교육과정과 학급 운영, 교수학습 지도 전략 수립과 운영의 측면에서 많은 고충을 느낀다(Adams & Krockover, 1997; Appleton & Kindt, 1999; Brickhouse & Bodner, 1992). 초보 초등 교사들은 과학 수업에 대해 긍정적인 생각이 부족하고, 실제 수업 중에 여러 가지 어려움과 갈등을 겪고 있다(Koh *et al.*, 2007; Kim & Shim, 2007; Lee *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2019). 또한 초등 교사는 중등 과학 교사에 비해 과학 교수효능감이 상대적으로 낮고, 과학 실험과 탐구의 교수곤란도가 높다. 초등 과학과 교육목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 초등교사의 과학수업전문성이 필요하지만, 여러 가지 현장 여건으로 인해 초등 교사들이 과학수업에서 많은 어려움을 겪고 있다(Lee *et al.*, 2007). 따라서 초임 초등교사의 과학수업 전문성을 신장시킬 수 있는 물리적, 심리적 환경을 제공하는 것이 필요하다.

초보 교사는 교육 현장의 체제와 문화에 길들여지지 않았기 때문에 효과적인 입문 프로그램을 통해 수업 전문성을 높이기 위한 노력이 필요하다(Lee *et al.*, 2007). 우리나라의 경우, 교원능력개발평가, 수석교사제, 성과급제 등을 도입하여 교사의 수업 전문성을 높이려는 정책을 실행하고 있다. 하지만 이러한 정책들은 외적 보상과 관련된 것으로 교사의 수업 전문성 발달에 초점을 맞추고 있지는 않다. 초보 교사의 수업 전문성을 신장하기 위해서는 그들의 수업에 대한 태도와 교수능력을 연마할 수 있는 교육프로그램이 제공되어야 한다.

초보 교사의 수업 전문성을 향상시키기 위한 교육프로그램은 교수내용지식(PCK)을 핵심 요인으로 하는 수업컨설팅이 주를 이루었다(Choe *et al.*, 2008; Choi & Noh, 2008; Kwak, 2008; Park & Noh, 2011). 대부분의 컨설팅 프로그램은 1) 초임교사들의 요구조사, 2) 초보 교사와 경력 교사의 수업 비교를 통한 PCK 측면 수업컨설팅 실행, 3) 수업컨설팅(안) 개발 등의 내용으로 구성되고(Choe *et al.*, 2008), 경력 교사의 멘토링을 통한 수업 분석 및 안내로 초보 교사의 수업 전문성을 신장시키고자 했다. 하지

만 Lee *et al.* (2012)은 멘토와 멘티의 수직적 상하관계, 초보 교사의 요구를 반영하지 못한 컨설팅, 의무적이고 강압적인 횡수 등의 이유로 초보 교사는 수업컨설팅에 대한 인식이 부정적이며, 수업컨설팅의 역량에 대한 합의를 통해 수업컨설팅트 양성 프로그램의 표준화가 필요하다고 하였다.

기존의 수업 전문성 향상을 위한 수업 컨설팅 프로그램은 초보 교사가 실제적으로 자신의 수업을 분석하여 문제점을 발견하고, 사후 수업에서 이를 보완·개선하는데 많은 제약이 있다. 또한 기존의 수업컨설팅에서는 수업 전문성이 높은 경력 교사가 복잡한 교실 상황에서 필요한 정보를 정확하고 빠르게 인식하고, 이에 적절한 판단과 교수행동을(Berliner, 2001; 2004) 확인하는데 제한적이었다. 그리고 초보 교사는 수업에서 자신의 시각적 주의에 대해 정확히 인식하지 못할 뿐만 아니라, 수업 준비와 내용의 이해도, 수업의 형태에 따라 학생, 교육 기자재, 교수 자료 등에 대한 시각적 주의가 경력 교사와 차이가 있었다(Shin *et al.*, 2017). Shin *et al.* (2017)은 이동형 시선추적기를 활용하여 초등교사의 과학 수업을 분석하였고, 시선 추적을 통해 수업 중에 교사의 시선이 집중되는 영역과 교사와 학생 간의 상호작용에서 나타나는 시선의 흐름과 시각적 점유도를 객관적으로 분석하였다. 선행연구들(Kim *et al.*, 2018; Shin, 2016; Shin & Shin, 2012; 2013a; 2016; 2018)에서 교사의 경력에 따른 시각적 주의를 분석하여 초보 교사와 경력 교사의 초등 과학수업에서 나타나는 평균응시시간, 평균도약속도, 평균동공크기의 차이를 밝혔다. Shin and Shin (2019)은 초보 교사의 과학수업 전문성을 향상하기 위해서 초등 과학수업의 다면적 분석을 중심으로 한 교사 참여형 교육프로그램을 개발하였다. 이 연구에서는 초보 초등 교사들의 과학수업 전문성을 향상하기 위해 교사 참여형 교육프로그램을 적용하였고, 그들의 과학 수업전문성이 어떻게 변화하는지를 시각적 주의를 중심으로 분석하였다.

이 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등 과학수업 전문성 향상을 위한 교사 참여형 교육프로그램은 초보 교사의 과학수업 실행시간에 어떤 영향을 미치는가?

둘째, 초등 과학수업 전문성 향상을 위한 교사 참여형 교육프로그램은 초보 교사의 시각적 주의에 어떤 영향을 미치는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

연구 참여자는 서울시 소재 초등학교에서 근무하는 교사 2명이고, 모두 직접 과학을 지도하였다. 연구 참여자들은 교사 참여형 교육프로그램(Teacher Participation-oriented Education Program; 이하 TPEP) 개발을 위해 시선추적 수업 시연에 2회 참가하였고, 연구 참여자들의 TPEP의 참여 전과 후의 교육 경력과 과학 교수경험은 Table 1과 같다.

연구 참여자 A는 TPEP 적용 전에 교육경력과 과학 교수경력은 10개월이었고, 프로그램 적용 후 교육경력과 과학 교수경력은 1년 8개월이었다. 연구 참여자 B는 TPEP 적용 전에 교육경력과 과학 교수경력은 각각 2년 4개월과 1년이었고, TPEP 적용 후 교육경력과 과학 교수경력은 각각 3년 2개월과 1년 10개월이었다. 연구 참여자들 모두 교육대학교 학사학위를 가지고 있고 여성이었다. 연구 참여자들은 안구병력이 없었고, 연구에 자발적으로 참여하였으며, 연구 참여에 따른 연구 활동비를 보상받았다. 이 연구와 연구 참여자들에 대해서는 서울교육대학교 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 사전에 득했고(2017-0004-02), 참여 연구원 모두 한국연구재단의 연구윤리 교육을 이수하였다.

### 2. 연구 절차

이 연구는 초등교사의 과학수업 전문성 향상을 위한 TPEP의 효과를 확인하기 위해 교육프로그램

적용 전과 후의 시각적 주의를 분석하였다. 교육프로그램 적용 전 적용한 단원은 초등과학 5학년 2학기 ‘우리 몸의 구조와 기능’ 단원이고, 교육프로그램 적용 후 적용한 단원은 초등과학 4학년 2학기 ‘화산과 지진’이었다. 각 단원별 강의형과 탐구형을 각각 1차시를 선정하여 총 4차시의 수업을 진행하였다. 우리 몸의 구조와 기능 단원의 강의형 차시는 ‘소화’이고, 탐구형 차시는 ‘뼈와 근육’이다. 화산과 지진 단원의 강의형 차시는 ‘화산의 정의’이고, 탐구형 차시는 ‘화산 분출물’이다. TPEP 적용 전과 후에 실시한 수업 단원과 차시는 Table 2와 같다.

이 연구에서는 수업내용과 교육 자료로 인한 간섭효과를 최소화하기 위해 연구 참여자들에게 수업지도안, 수업 PPT, 수업 자료 등을 사전에 제공하였고, 수업 실행에 대한 사전 협의를 하였다. 또한 수업이 이루어지는 장소를 연구 참여자들이 근무하는 학교의 과학실로 통제하였다. 초등학교 특성상 TPEP 적용 전과 후의 학년, 단원, 내용이 달라질 수 있기 때문에, 연구에 영향을 줄 수 있는 모든 변인을 적절하게 통제하기 위하여 연구자들과 연구 참여자들은 여러 차례의 협의를 통해 적용 단원과 차시를 결정하였다.

TPEP 적용 전 초보 교사와 숙련교사가 이동형 시선추적기를 장착하고 초등과학 수업을 실행하였고, 수업 분석을 통해 초보 교사의 수업 실태를 파악하였다(Kim *et al.*, 2018; Shin & Shin, 2018). 이 결과와 선행연구를 분석하여 초등과학 수업분석틀을 개발하였고, 이를 토대로 초보 교사의 초등과학 수업전문성 향상을 위한 TPEP를 개발하였다(Shin & Shin, 2019). 개발된 TPEP는 연구 참여자들을 대상으로 2018년 10월부터 매 교육시간 110분씩, 5주간 진행되었다. 교육프로그램 적용 후 2명의 연구 참여자들은 이동형 시선추적기를 장착하고, 초등과학 수업을 실행하였으며, 수업 직후 반구조화된 인터뷰를 진행하였다. 이 연구의 절차는 Fig. 1과 같다.

Table 1. Research participants

Participant	Education career		Science teaching experience		Degree	Gender
	Before	After	Before	After		
A	10m	1y 8m	10m	1y 8m	Bachelor	Female
B	2y 4m	3y 2m	1y	1y 10m	Bachelor	Female

Table 2. Lesson & topic

	Lesson	Topic	
Before applying the TPEP	5-2	Digestion (3rd)	Lecture
	Structure and function of our body	Bone and Muscle (2nd)	Inquiry
After applying the TPEP	4-2	Volcano Definition (2nd)	Lecture
	Volcano and earthquake	Volcanic Eruption (3rd)	Inquiry



Fig. 1. Research procedure.

Shin and Shin(2019)이 개발한 초등교사의 과학수업 전문성 향상을 위한 TPEP는 총 5단계로 구성되어 있다. 각 단계는 Table 3과 같다.

### 3. 연구 장비

이 연구에 사용한 이동형 시선추적기는 SMI사의 ETG 2w로 샘플링 속도는 60H이다. ETG 2w는 양안추적방식의 안경타입으로 간단히 착용할 수 있다. 시선추적 데이터 저장장치(스마트레코더)를 연구 참여자의 허리에 고정하여, 연구 참여자가 수업하는 동안 자유롭게 이동할 수 있게 하였다. 또한 교실 뒤쪽에 3대의 영상 카메라를 설치하여 수업 전체 모습을 녹화하였다. 수업이 진행된 과학실 환경과 연구 장비는 Fig. 2와 같다.

### 4. 안구운동 수집 및 분석

이동형 시선추적기를 착용한 수업은 장비 착용,

눈 이미지 확인, 시선 보정, 녹화 순으로 이루어졌다(Shin and Shin, 2013b; Shin *et al.*, 2017). 모든 연구 참여자들은 연구 장비를 착용한 채로 1시간의 예비 수업을 진행하여 교사와 학생이 연구 장비에 적응할 수 있도록 하였다. 본 실험에서는 10분 전 연구 장비를 착용하여 시선 보정단계를 거쳤고, 수업이 끝날 때까지 연구 장비를 만지지 않도록 지시하였다. 이 연구에서 연구 참여자의 시선추적 비율은 모두 92% 이상으로 안구운동 분석기준에 적합하였다.

수집한 안구운동 데이터는 SMI사의 BeGaze 3.7 프로그램을 이용해 분석하였다. 모든 안구운동 데이터는 연구 참여자들의 이동과 시선방향에 따라 시각범위가 달라짐을 고려하여 교실 전체 이미지에 맵핑하는 과정을 거쳤다(Shin *et al.*, 2017). 교수학습활동에 유의미한 영역을 관심영역으로 설정하였고, 도약과 응시시간의 데이터를 활용해 연구 참여

Table 3. Model of the TPEP (Shin & Shin, 2019)

Step	Explanation
1 IA (image analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steps to analyze the teacher's class</li> <li>The novice teacher analyzes the class video</li> <li>Comparison with expert class analysis</li> </ul>
2 VA (visual analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theoretical inquiry into gaze analysis</li> <li>Analyzing the class video added with the scan path</li> </ul>
3 LA (language analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>The research participants directly analyze the teacher's language behavior</li> <li>Comparison with expert class analysis</li> <li>LA Framework: Revise and supplement the framework developed by Shin <i>et al.</i> (2017)</li> </ul>
4 GA (gesture analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>The research participants directly analyze the teacher's gestures</li> <li>Comparison with expert class analysis</li> </ul>
5 CD (class development)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Class development stage</li> <li>Based on the results of the class analysis and the self-reflection of the research participants, they design their own science classes and revise and supplement them through consultation with science education experts.</li> </ul>

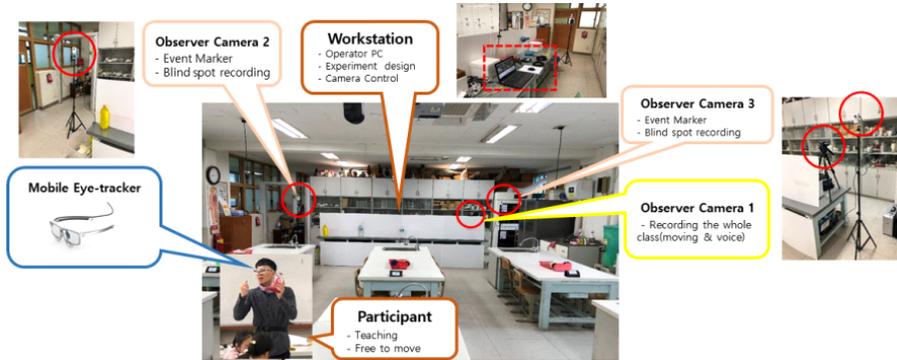


Fig. 2. Research equipment & environment.

자들의 시각주의를 분석하였다.

TPEP 적용 후의 연구 참여자들의 과학수업 전문성 향상을 확인하기 위해 선행연구들(Kim *et al.*, 2018; Shin & Shin, 2018)에서 밝힌 초보 교사와 경력 교사의 교수행동 및 시각적 주의 분석기준을 토대로 연구 참여자들의 시각적 주의를 분석하였다. 연구 참여자들의 교수행동은 실제 수업 실행 시간은 교수학습과 관련된 영역에서의 도약과 응시시간의 합으로 산출하였고, 시각적 주의를 교수 학습 관련 영역에 나타난 평균응시시간과 평균도약속도를 분석하였다. 또한 연구 참여자들은 TPEP 매 차시에 소감문을 작성하였고, TPEP 적용 후 실시한 과학수업 직후에는 반구조화된 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰 내용은 녹음하였고 전사하여 분석하였다. 연구 참여자들의 소감문과 인터뷰 내용 중 나타난 반성적 성찰은 과학교육전문가들과 협의를 통해 그 의미를 해석하였다.

### III. 연구결과 및 논의

#### 1. 실제 수업 실행 시간

Table 4. Lesson planning & actual practice time (lecture)

Step	TPEP before (min.sec)			TPEP after (min.sec)		
	Planning time	Actual practice time		Planning time	Actual practice time	
		A	B		A	B
Intro	3.00	1.40	1.50	4.00	4.39	5.16
Activity	32.00	17.04	12.53	26.30	29.48	27.12
Cleanup	5.00	5.50	3.09	9.30	5.27	3.26
Sum	40.00	24.44	17.52	40	39.54	35.54

#### 1) 강의형

강의형 수업에서 TPEP 적용 전과 후의 실제 수업시간은 Table 4와 같다. 초보 교사의 과학수업 전문성 향상을 위한 TPEP 적용 전과 후의 실제 수업시간을 비교해 본 결과, ‘연구 참여자 A(After) > 연구 참여자 B(After) > 연구 참여자 A(Before) > 연구 참여자 B(Before)’ 순으로 나타났다. 연구 참여자 A는 TPEP 적용 전에는 수업시간 40분 중 24분 정도의 시간만 활용한 반면, TPEP 적용 후에는 거의 40분 모두를 수업에 활용한 것으로 나타났다. TPEP 적용 전의 연구 참여자 A의 수업을 살펴보면 학생들과의 상호작용과 질의응답이 적었을 뿐만 아니라, 주어진 수업자료를 읽고, 보여주는 모습을 보였으나, TPEP 적용 후에는 학생들의 활동 시간을 충분히 주고, 교실을 순회하면서 학생들과 상호작용하는 모습을 많이 보였다. 이는 초등교사는 스스로 내용전문성이 부족하다고 느끼거나, 수업에 자신이 없을 경우 수업시간에 지도서와 교과서에 대한 의존도가 높지만 가르치는 교과에 대한 내용전문성이 있고 수업에 자신감이 있는 경우에는 주어진 학습 목표를 달성하기 위해 교사가 수업을 변형하게

나 수업에서 효과적인 교수행동이 증가한다는 것을 의미한다(Choc *et al.*, 2008).

동기유발은 수업 내용 관련 동영상을 활용하였다. TPEP 적용 전에 연구 참여자들은 영상을 보여주는 동안과 끝난 후에도 영상에 대한 별도의 설명을 하지 않았다. TPEP 적용 후에는 영상 재생 중에 학생들에게 수업 내용 관련한 질문을 하며 상호작용을 하는 모습을 보였고, 영상이 끝난 후에도 영상에서 확인한 내용과 수업과 관련 내용을 질의·응답하며 학생들의 수업에 대한 흥미를 이끌어내는 모습을 볼 수 있었다.

전개 단계에서는 TPEP 적용 전과 후의 차이가 극명하게 갈리는 것으로 나타났다. 초보 교사들은 TPEP 적용 전에는 수업 PPT를 보며 학생들에게 수업내용을 단순 전달하는 모습을 보였다. 학생들에게 질문을 한 상황에서도 학생들의 답을 기다리지 않고 바로 수업을 진행하는 모습을 보였다. 이로 인해 실제 수업 시간이 많이 남게 되었고, 수업을 마친 후에는 당황해 하였다. 전개 단계에서 연구 참여자 A는 TPEP 적용 전에는 32분의 활동 시간 중에서 약 17분 6초(53.4%)의 시간을 수업에 활용하였으나, TPEP 적용 후에는 26분 30초의 활동 시간 중 약 29분 8초의 시간을 실제 수업 시간에 활용한 것으로 확인되었다. 연구 참여자 B도 연구 참여자 A와 동일하고 전개 단계에서 실제 수업 시간이 증가하였다.

2) 탐구형

이 연구에 적용된 초등 과학수업 중 탐구형 수업은 5학년 2학기 우리 몸의 생김새 단원 중 ‘뼈와 근육’과 4학년 2학기 화산과 지진 단원의 ‘화산 분출물’이었다. 탐구형 수업에서 TPEP 적용 전과 후의 실제 수업시간은 Table 5와 같다.

TPEP 적용 전과 후의 실제 수업 시간을 비교해 보면, TPEP 적용 후에 계획된 수업 시간에 맞게 수업이 이루어진 것을 확인할 수 있다. 전개 단계에서 TPEP 적용 전에는 초보 교사의 시간 분배 미숙과 탐구활동에 대한 이해 부족으로 학생들의 모델 제작에 너무 많은 시간을 할애한 것을 알 수 있다. 연구 참여자 A, B 모두 뼈와 근육 모형 제작에 수업의 대부분의 시간을 사용하였기 때문에 실제 실험을 하고 결과를 확인하는 활동은 제대로 이루어지지 않았다. 하지만 TPEP 적용 후에는 모형 실험 활동을 사전에 계획하고 관련 내용을 잘 숙지하고 있었던 이유로 계획한 수업시간대로 수업이 진행되었다.

연구 참여자들은 TPEP에 참여하여 수업을 분석하고 계획한 후의 느낌과 실제 수업을 실행한 후에 소감은 다음과 같이 밝혔다.

A: 경력 교사의 수업을 보고 내 수업과 비교할 수 있었던 점이 좋았다. 같은 차시를 수업했기 때문에 내 수업과 어떻게 다른지 명확히 비교할 수 있었다. 이렇게 비교하니 내 수업에서 부족한 부분이 더 잘 보였고, 수업을 설계할 때 그 부분에 더 신경을 많이 썼다. 아직은 수업을 할 때 계획한 부분을 자연스럽게 하지는 못했지만 이전보다 나아진 모습에 더욱 노력해야겠다는 생각을 했다.

B: 무엇보다 수업 분석을 통해 내 수업을 반성적으로 성찰할 수 있는 기회가 됐다는 것이 좋았다. 수업 개선에 대한 고민은 항상 하고 있었지만 구체적 실현 방법을 몰랐다. 여러 측면에서 수업을 분석하고 비교한 활동이 부족한 부분을 확인하고 개선 방안을 찾는 데 도움이 되었다. 수업을 계획할 때 부족한 부분을 개선하려고 노력했고, 실제 수업에 좋은 결과를 얻게 된 것 같아 한층 성숙해진 느낌이다.

Table 5. Lesson planning & actual practice time (inquiry)

Step	TPEP before (min.sec)			TPEP after (min.sec)		
	Planning time	Actual practice time		Planning time	Actual practice time	
		A	B		A	B
Intro	3.00	3.51	1.38	5.10	5.21	9.16
Activity	32.00	48.04	58.31	28.50	30.47	30.11
Cleanup	5.00	4.16	1.50	6.00	4.41	3.38
Sum	40.00	56.11	61.59	40.00	40.49	43.05

## 2. 수업단계별 교수학습 관련 영역에 대한 시각적 주의

### 1) 도입 단계

강의형과 탐구형 과학수업의 도입 단계에서 활용한 동영상 시청 활동에서 연구 참여자들의 시각적 주의를 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다. 초등학교 과학실의 구조는 학생들이 시청하는 TV는 칠판 좌측에 위치해 있고, 교사가 사용하는 PC의 모니터 방향은 칠판을 학생들이 볼 수 없는 칠판을 향해 있다. TPEP 적용 전 연구 참여자 A, B의 시각적 주의를 교사용 PC 모니터에 집중되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 교사가 동영상이 재생되는 동안 학생과의 상호작용 없이 PC 모니터에 시선이 머물러 있었기 때문이다. 경력이 적은 교사는 특정 영역에 시선이 집중되고, 학생과의 상호작용이 이루어지지 않으며(Byeon et al., 2011; Shin et al., 2017), 초보 교사는 수업 준비와 수업 내용 파악이 부족하여 시청각 기기에 많은 시각적 주의를 보인다(Shin & Shin, 2018)는 선행연구들과 일치한다.

하지만 TPEP 적용 후에는 학생의 얼굴과 TV 등에 시각적 주위가 높아진 것으로 보아, 연구 참여자들은 도입 단계에 교수학습에 유의미한 영역으로의 시각적 주위가 전환되었다는 것을 알 수 있다. 이는 교육경력이 많을수록 학생들의 흥미와 이해도를 확인하기 위해 학생의 얼굴을 많이 보고, 학생들에게 영상이 잘 전달되고 있는지를 확인한다는 선행연구(Shin & Shin, 2018)의 결과와 일치하고, TPEP 적용이 연구 참여자들의 교수학습과 관련된 영역에서의 모니터링 능력을 향상시켰다고 할 수 있다.

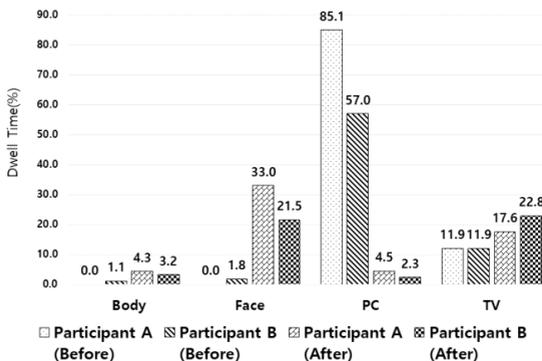


Fig. 3. Visual attention of intro (lecture).

### 2) 전개 단계

강의형 과학수업의 전개 단계에서 연구 참여자들의 시각적 주위는 Fig. 5와 같다.

강의형 과학수업의 전개단계에서 TPEP 적용 전 연구 참여자들은 TV와 PC 모니터에 높은 시각적 주위가 보였다. 이는 수업 중 준비된 수업 자료에 나와 있는 지문에 시선이 집중되어 있음을 말한다. 도입단계와 다르게 TV에 높은 시각적 주위가 나타난 것은 교사가 순회 수업을 하지만 실제 시선은 교육 내용이 제시된 TV에 집중되어 있었고, 이는 학생과의 상호작용이 적었다는 것을 의미한다. 하지만 TPEP 적용 후에 연구 참여자들 시각적 주위는 학생의 얼굴과 몸에 높은 시각적 주위가 나타난 것을 확인할 수 있다. 학생의 얼굴에 대한 높은 시각적 주위는 학생들과의 적극적인 상호작용과 높은 공감을 나타내는 것으로(Koh et al., 2017; Shin et al., 2017) 교사의 수업전문성이 발달할수록 높게 나타난다(Berliner, 2001). 따라서 TPEP 적용이 교사와 학생간의 상호작용을 활발하게 하였고, 초보 교사의 수업전문성 발달에 긍정적 영향을 준 것으로 판단된다.

탐구형 과학수업의 전개 단계에서 연구 참여자들의 시각적 주위는 Fig. 6과 같다.

TPEP 적용 후 연구 참여자들은 탐구형 과학수업의 전개 단계에서 실험기구에 높은 시각적 주위가 일어났다. 이는 연구 참여자들이 탐구수업에서 학생들의 자리로 순회지도하면서 학생들의 탐구과정을 일일이 확인하고 지도하는 시간이 증가했음을 말한다. 하지만 TPEP 적용 전, 후 모두에서 교사가 학생들의 실험도구를 직접 다루는 모습을 보였다. 초보 교사는 모둠에 방문하여 교사가 직접 실험도

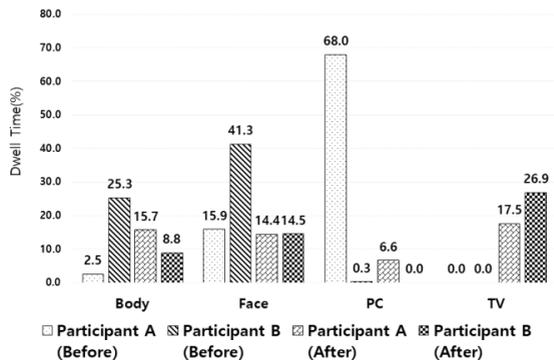


Fig. 4. Visual attention of intro (inquiry).

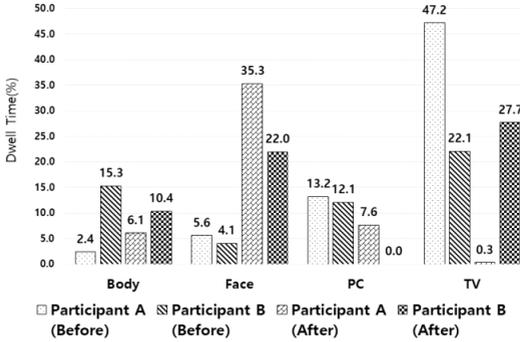


Fig. 5. Visual attention of activity (lecture).

구를 다루며 보여주는 방법을 이용하고, 경력 교사는 학생이 직접 조작해보고 실험결과를 관찰할 수 있도록 지도한다(Kim *et al.*, 2018)는 선행연구에서 알 수 있듯이 초보 교사에게는 학생 중심의 탐구를 도와주고 안내할 수 조력자로서의 역할을 안내할 필요가 있다.

연구 참여자 A가 전개 단계 수업 활동 중 느낀 점은 다음과 같다.

A: 수업 중 영두에 두었던 점은 시선을 여러 곳을 분산하고자 노력했다는 것이다. 학생 전체에게 시선을 분산하여 수업 중 발생할 수 있는 여러 돌발 상황을 미연에 방지하고자 노력하였다. 또한 순회 지도를 여러 차례 실시하여 학생들의 활동 상황을 수시로 확인하고자 노력했다.

### 3) 정리 단계

강의형과 탐구형 과학수업의 정리 단계에서 연구 참여자들의 시각적 주의를 Fig. 7 및 Fig. 8과 같다.

강의형과 탐구형 과학수업 모두 TPEP 적용 전에는 시청각자료를 활용하여 교사 위주의 정리활동

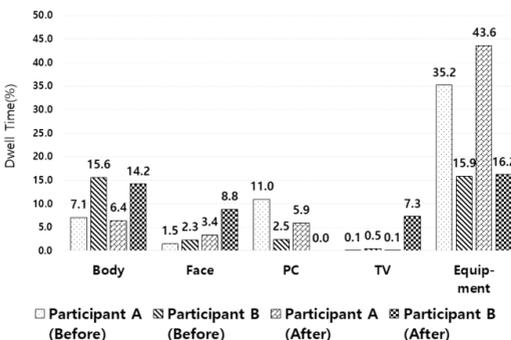


Fig. 6. Visual attention of activity (inquiry).

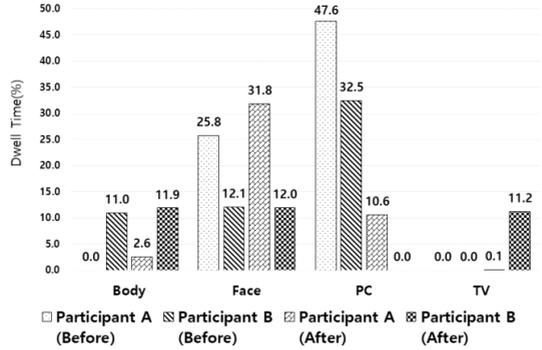


Fig. 7. Visual attention of cleanup (lecture).

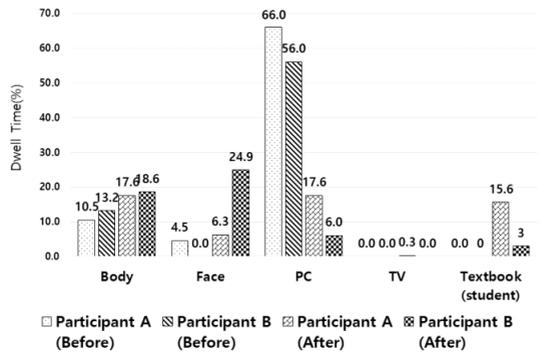


Fig. 8. Visual attention of cleanup (inquiry).

이 이루어졌다. 반면에 TPEP 적용 후에는 연구 참여자들의 시각적 주의를 학생들의 몸과 얼굴, 시청각 기기에 고르게 분포하는 것으로 보아, 학생들과 적극적으로 상호작용하면서 정리활동을 했다는 것을 확인할 수 있다. 연구 결과 1의 실제 수업 실행 시간에서 확인한 바대로 TPEP 적용 전에는 정해진 수업 시간을 맞추지 못해 평가와 정리 단계는 제대로 이루어지지 못하였다. 하지만 TPEP 적용 후에는 실제 수업 실행 시간이 계획한 대로 잘 이루어져 평가와 정리활동이 학생들과의 충분한 상호작용을 통해 이루어졌다. 특히, 탐구형 수업에서는 정리 활동 중에도 순회 지도를 하며 학생들이 활동 결과를 정리해 놓은 실험관찰을 살펴보는 모습도 나타났다. 정리 단계에 대한 연구 참여자 B의 수업 소감은 다음과 같다.

B: 수업을 마치고 되돌아보니 정리 활동을 할 때 자리에 앉아서 모니터만 봤던 내가 부끄러워졌다. 교사 참여형 교육프로그램에서 수업을 관찰하고 분석하는 활동을 통해 시선을 어디에 두어야 하는지, 아이들은

잘 정리하고 있는지 확인해 봐야 한다는 것을 알게 되어 내가 더 발전된 것 같다.

수업단계별 안구운동분석 결과를 종합하면, TPEP 적용 후에는 연구 참여자들이 교수학습과 관련된 영역에서 경력 교사와 유사한 시각적 주의를 보였다. 연구 참여자들은 시청각 기기에 집중되어 있던 모습에서 벗어나 학생들의 얼굴에 집중하며 학생들과 상호작용하였고, 교수학습과 관련된 영역에 고르게 시선이 분포했다는 점에서 TPEP가 초보 교사의 초등과학 수업전문성을 향상하는데 도움이 되었다고 할 수 있다.

### 3. 수업단계별 평균응시시간

평균응시시간(Visual Intake Time Average, ms)은 시각정보의 복잡성, 과제의 곤란도 등에 따라 달라진다(Duchowski, 2007; Shin & Shin, 2014). 평균응시시간이 높으면 과제에 대한 인지적 부담이 높음을 의미한다(Shin & Shin, 2018; Shin *et al.*, 2018). 교육경력이 많을수록 동일한 교육활동에서 평균응시시간의 변화량이 적고, 이는 경력 교사의 경우 수업에서 인지적 부담이 낮으며, 가장 적절한 방식으로 수업을 유연하게 실행한다는 것을 의미한다.

강의형과 탐구형 과학수업에서 연구 참여자들의 평균응시시간을 일변량 분석(One-way ANOVA)한 결과는 Table 6과 같다. TPEP 적용 후에 연구 참여자들은 수업 전 단계에서 평균응시시간의 변화량이 통계적으로 유의미하게 줄어들었다.

강의형 과학수업에 대한 사후검정 다중비교 결과에서 연구 참여자들의 평균응시시간은 A(before) 324.97ms > B(before) 298.19ms > A(after) 232.55ms > B(after) 159.37ms 순으로 나타났고, 탐구형 과학수업에 대한 사후검정 다중비교 결과에서 연구 참여자들의 평균응시시간은 A(before) 297.22ms > B(before) 276.77ms > A(after) 244.66ms > B(after) 202.96ms로 나타났다. TPEP 적용 후 연구 참여자들의 교수학습 관련 영역에서의 평균응시시간은 적용 전에 비해 통계적으로 유의하게 낮았다. 과학수업 전 단계에서의 평균응시시간과 평균응시시간의 변화율의 분석 결과를 종합하면 TPEP가 연구 참여자들에게 과학교수 곤란도를 줄여준 것으로 판단된다.

연구 참여자 A는 TPEP 적용 전과 후의 자신의 시선 경로 분석에 대해 다음과 같이 소감을 밝혔다.

Table 6. Visual intake time average one-way ANOVA

Stage	F	df	p
Lecture type			
Motivation	106.211	3	.000***
Issue	10.484	3	.000***
Activity1	191.735	3	.000***
Activity2	213.584	3	.000***
Activity3	59.669	3	.000***
Activity4	43.204	1	.000***
Cleanup	102.714	3	.000***
Inquiry type			
Motivation	137.295	3	.000***
Issue	27.945	3	.000***
Activity1	57.035	3	.000***
Activity2	69.520	3	.000***
Activity3	38.335	3	.000***
Cleanup	47.938	3	.000***

\*\*\*  $p < .001$

A: TPEP 교육프로그램에서 제 수업을 분석해 보고, 특히 시선추적을 통해 시선 이동경로를 확인해 보니 제 수업을 객관적으로 확인할 수 있었던 것 같아요. 교육프로그램에 참여하기 전에는 제 수업에 자신이 없어서 컴퓨터 모니터에 집중했어요. 그러다 보니 학생과의 상호작용 기회도 적었던 것 같아요. 그런데 교육프로그램 참여 후에는 수업 준비도 더 철저히 하게 되고 제가 수업 중 어디를 봐야 하는지 더 신경쓰다 보니 학생과의 상호작용 시간도 늘었어요. 또 수업을 반성할 수 있는 기회가 주어져 과학수업에 자신감이 생긴 것 같아요.

### 4. 수업단계별 평균도약속도

평균도약속도(Saccade Velocity Average, %)는 연구 참여자들의 시각범위를 나타내는 지표로, 시선 이동에 대한 빠르기를 통해 시각정보처리에 대해 확인할 수 있다. 즉, 평균도약속도가 크면 교실 상황에 대한 시각정보 처리가 빠르고 시각범위가 넓다는 것을 의미한다(Kim *et al.*, 2018; Shin & Shin, 2018). 교육경력이 많을수록 평균도약속도가 빠르며, 이는 경력 교사가 초보 교사보다 교실 상황에 대한 모니터링 능력이 높다는 것을 의미한다(Shin

& Shin, 2018).

강의형 과학수업에서 연구 참여자들의 평균도약 속도를 일변량 분석(One-way ANOVA)한 결과는 Table 7과 같다.

도입단계에서 일변량 분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었고( $F=6.410, df=3, p=.000$ ), 사후검정 다중비교 결과, TPEP 적용 후 연구 참여자 A의 평균도약속도( $103.6098/s$ )가 통계적으로 유의하게 빨랐다. 도입 단계에서는 TPEP 적용 전과 후의 평균도약속도에 차이가 있는 것으로 보아 TPEP 적용 후 연구 참여자의 수업을 관리하는 시각범위가 넓어졌다는 것을 알 수 있다. 이 연구에서 교수학습과 관련한 영역에 대한 시각적 주의에서 알 수 있듯이 연구 참여자들은 TPEP 적용 전에는 교사용 PC 모니터에 의존해 동영상상을 시청하였으나, TPEP 적용 후에는 학생들에게 영상과 관련된 질문과 설명을 하면서 학생의 태도를 살피는 모습을 확인할 수 있었다.

활동 1, 2, 3은 교사 중심으로 학습내용을 설명하는 단계로 일변량 분석 결과 TPEP 적용 전과 후의 평균도약속도가 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 다중비교 결과, 활동 1에서는 TPEP 적용 후 연구 참여자 B의 평균도약속도( $124.6571/s$ ), 활동 2에서는 TPEP 적용 후 연구 참여자 B의 평균도약속도( $125.7746/s$ ), 활동 3에서는 TPEP 적용 후 연구 참여자 A의 평균도약속도( $103.5234/s$ )가 통계적으로 유의하게 빨랐다. 결론적으로 활동 단계에서 TPEP 적용 후에는 연구 참여자들의 시각적 주의를 교수학습과 관련된 여러 영역에 빠르게 배분되었고, 학생과 모니터 등 교수학습 관련 영역에 끌고루 시선이동이 나타났다. 이를 통해 TPEP의 적용이 연구 참여자들의 평균도약속도에 긍정적인 영향을 주었고, 이는 시각범위의 확장과 빠른 시각 정보처리를 통해 교실 수업에서 초보 교사의 효과적인 분산적 주의를 향상시킬 수 있다는 것을 의

미한다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등 과학수업의 다면적 분석을 중심으로 한 교사 참여형 교육프로그램(TPEP)을 적용하여 초보 초등교사의 과학 수업전문성이 어떻게 변화하는지 실제 수업 실행시간과 시각적 주의의 분석을 통해 알아보았다. 이 연구의 결과를 토대로 얻은 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 수업 실행 시간을 분석한 결과, TPEP 적용으로 연구 참여자들의 실제 과학수업 실행 시간은 수업계획과의 일치도가 향상되었다. TPEP에서 경험한 수업 분석과 반성적 성찰이 초보 교사에게 수업계획과 실행의 차이를 줄여주었고, 초보 교사의 과학교수 불안과 어려움을 낮추는데 도움이 되었다. 특히 강의형과 탐구형 과학수업 모두에서 연구 참여자들의 교사와 학생 간 상호작용시간의 증가했다는 것은 TPEP가 초등 과학수업 전문성을 신장하는데 긍정적인 효과가 있었다는 것을 의미한다.

둘째, 교수학습활동과 관련된 영역에서 연구 참여자들의 시각적 주의를 TPEP 적용 후 높게 나타냈다. TPEP 적용 전 연구 참여자들의 수업 진행 미숙, 학생 지도 부담, 과학교수의 인지적 부담 등을 시각적 주의 분석을 통해 정량적이고 객관적으로 확인할 수 있었다. TPEP 적용 후 수업단계별 교수학습과 관련된 영역에서 유의미한 시각적 주의의 향상과 교수자료와 시청각 기자재에 대한 의존 감소는 TPEP가 초보 교사의 초등과학 수업전문성을 신장시키는데 효과적이었다고 할 수 있다.

셋째, 연구 참여자들의 평균응시시간을 분석한 결과, 모든 수업 단계에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. TPEP 적용 후 수업에서 나타난 연구 참여자들의 평균응시시간 변화율의 감소는 과학수업 전반에 대한 인지적 부담의 감소를 나타낸다. 연구 참여자들의 소감 분석에서 알 수 있듯이 TPEP의 다면적 수업 분석과정이 초보 교사의 과학수업을 개선하는데 효과적이었다는 것을 알 수 있다.

넷째, 연구 참여자들의 평균도약속도는 강의형 과학수업에서 도입과 활동 단계 모두에서 통계적으로 유의하게 빨라졌다. TPEP 적용 후 평균도약속도가 증가하였다는 것은 특정 영역에 의존한 시선 처리가 아니라, 시각범위가 넓어지고 시각정보처리

Table 7. Visual intake time average one-way ANOVA (lecture)

Stage	F	df	p
Motivation	6.410	3	.000***
Activity1	29.428	3	.000***
Activity2	24.537	3	.000***
Activity3	4.383	3	.004**

\*\*  $p<.005$ , \*\*\*  $p<.001$

가 빨라지는 등 수업에서 초보 교사의 분산적 주의가 향상되었다는 것을 의미한다. 즉 교실 상황에 대한 초보 교사의 모니터 능력이 향상되어 학생과의 상호작용이 증가하였고, 수업 상황에 적절히 대처할 수 여건이 마련된 것이다.

초보 교사의 수업전문성을 향상시키기 위한 기존의 교육프로그램은 수업컨설팅에 맞춰져 있고, 이는 멘토의 개별 능력에 많은 영향을 받을 뿐만 아니라, 초보 교사의 요구가 반영되기 힘든 구조였다. 이를 극복하기 위해서는 초보 교사가 자신의 수업을 직접 분석하는데 참여하고 분석한 결과를 토대로 자신의 수업을 개선해 나가는 초보 교사 중심의 능동적인 교육프로그램이 필요하다. 교사들의 수업을 객관적으로 분석하기 위한 연구와 초보 교사의 과학수업 전문성을 향상하기 위한 연구는 현재 다양하게 진행되고 있다. 이 연구에서 알 수 있듯이 수업 분석에 이동형 시선추적기를 활용하면 교사의 시각적 주의를 정량적으로 분석할 수 있고, 이를 통해 그들이 인지하지 못하는 교수행동에 대한 개선사항 또한 제안할 수 있다.

초등교사의 과학수업 전문성 향상을 위한 교사 참여형 교육프로그램(TPEP)은 기존의 수업 분석과 컨설팅의 제한점을 극복하기 위해서 수업영상 분석, 시선 분석, 언어 분석, 제스처 분석, 수업 개발 등 교사가 직접 자신의 수업을 다면적으로 분석하고, 이를 근거로 실제 수업을 개선하는 실천적 활동을 중심으로 하고 있다. 앞으로 신임교사나 초보 교사를 대상으로 한 수업컨설팅과 멘토링 활동이 경력 교사의 개별 교육경험에 의존하지 않고 수업 전문성에 대한 과학적 근거를 바탕으로 이루어지기를 기대한다. 또한 수업전문성은 과학 교과에 국한된 것이 아니기 때문에 이 연구에서 적용된 교사 참여형 교육프로그램이 다양한 교과목에 적용되어 초보 교사의 수업분석 능력과 그들의 수업전문성을 신장하는데 도움이 되기를 기대한다.

## 참고문헌

Adams, P. E. & Krockover, G. H. (1997). Concerns and perceptions of beginning secondary science and mathematics teachers. *Science Education*, 81(1), 29-50.

Appleton, K. & Kindt, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices.

*International Journal of Science Education Research*, 21(2), 155-168.

Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 463-482.

Berliner, D. C. (2004). Expert teachers: Their characteristics, development and accomplishments. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 24(3), 20-212.

Brickhouse, N. W. & Bodner, G. M. (1992). The beginning science teacher: Classroom narratives in convictions and constraints. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 471-485.

Byeon, J., Lee, I. & Kwon, Y. (2011). A study on consulting of teaching behavior patterns of gaze fixation by using eye tracker: The case study. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 1(4), 173-199.

Choe, S., Kang, D., Kwak, Y. & Chang, K. (2008). Research on pedagogical content knowledge (PCK) in social studies, mathematics, science and english with focus on instructional consulting for secondary beginning teachers. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation(KICE), RRI 2008-2.

Choi, S. & Noh, S. (2008). Survey on teachers' perception for the consulting in elementary science teaching. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(1), 23-30.

Duchowski, A. T. (2007). Eye tracking methodology. Theory and practice. New York: Springer-Verlag.

Kim, H. & Shim, K. (2007). Study on science teachers' perceptions of science teaching. *Biology Education*, 35(1), 52-60.

Kim, J. Shin, W., & Shin, D. (2018). Analysis of teaching behavior and visual attention according to teacher's career in elementary science inquire-based class on respiration. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(2), 206-218.

Koh, H., Choi, M. & Kang, S. (2007). A study on some background variables related to the science teaching efficacy beliefs of pre-service and in-service elementary school teachers. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(2), 192-200.

Kwak, Y. (2008). Secondary science pedagogical content knowledge(PCK) and training for beginning teachers class consulting. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation(KICE).

Lee, H., Kwon, J., Hong, S. & Sang, K. (2007). A study on developing support materials and suggestions for

- new teachers in primary schools. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation(KICE), RRI 2007-4-1.
- Lee, J., Kwon, T. & Kim, B. (1997). A study of perceptions about science teaching anxiety and attitudes toward science of elementary school teachers. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 16(2), 257, 275.
- Lee, S., Jhun, Y., Hong, J., Shin, Y., Choi, J. & Lee, I. (2007). Difficulties experienced by elementary school teachers in science classes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(1), 97-107.
- Lee, Y., Kang, J., Oh, Y. & Lee, S. (2012) The directions of instructional consultation based on teachers' perceptions and needs of instructional consultation. *Journal of Educational Technology*, 28(4), 729-755.
- Park, H., Kwon, S. & Shin, D. (2019). Analysis of verbal interaction according to the career of the elementary teachers - Focused on the 5th grade unit of the function and structure of our body -. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 38(3), 305-316.
- Park, J. & Noh, S. (2011). Application of instruction consulting to improve the elementary preservice teachers' professionalism for inquiry-based classes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(2), 152-161.
- Shin, W. (2016). A review of eye-tracking method in elementary science education research. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(3), 288-304.
- Shin, W., Kim, J. & Shin, D. (2017). Elementary teacher's science class analysis using mobile eye tracker. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(4), 303-315.
- Shin, W. & Shin, D. (2012). Eye movement analysis on elementary teachers' understanding process of science textbook graphs. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(3), 386-397.
- Shin, W. & Shin, D. (2013a). Analysis of eye movement by the science achievement level of the elementary students on observation test. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(2), 185-197.
- Shin, W. & Shin, D. (2013b). Development of the heuristic attention model based on analysis of eye movement of elementary school students on discrimination task. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(7), 1471-1485.
- Shin, W. & Shin, D. (2014). The development of intervention program for enhancing elementary science-poor students' basic science process skills - Focus on eye movement analysis -. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(8), 795- 806.
- Shin, W. & Shin, D. (2016). An analysis of elementary students' attention characteristics through attention test and the eye tracking on real science classes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 705-715.
- Shin, W. & Shin, D. (2018). Analysis of visual attention according to the career of the teachers in elementary science lecture-centered class - Focused on the 5th grade unit of the function and structure of our body -. *Biology Education*, 46(1), 154-165.
- Shin, W. & Shin, D. (2019). The effect of teacher participation-oriented education program centered on multifaceted analysis of elementary science classes on the class expertise of novice teacher. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 38(3), 406-425.

---

김장환, 서울온수초등학교 교사(Kim, Jang-Hwan; Teacher, Seoul Onsu Elementary School).

신원섭, 서울교육대학교 강사(Shin, Won-Sub; Instructor, Seoul National University of Education).

† 신동훈, 서울교육대학교 교수(Shin Dong-Hoon; Professor, Seoul National University of Education).