

탐구형 초등과학수업 ‘호흡’ 차시에서 교사의 경력에 따른 교수행동 및 시각적 주의 분석

김장환¹ · 신원섭² · 신동훈^{3*}

¹(서울온수초등학교) · ²(서울동일초등학교) · ³(서울교육대학교)

Analysis of Teaching Behavior and Visual Attention according to Teacher's Career in Elementary Science Inquire-based Class on Respiration

Kim, Jang-Hwan¹ · Shin, Won-Sub² · Shin, Dong-Hoon^{3*}

¹(Seoul Onsu Elementary School) · ²(Seoul Dongil Elementary School) · ³(Seoul National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the teaching behaviors and visual attention according to teacher's career in Elementary Science Inquire-based Class. Participants were four elementary school teachers in Seoul. They were all in grade 5 and taught science. According to the experience of elementary science education, two novice teachers and two expert teachers were identified. Participants taught Respiration in the 'Structure and Function of our Body' in the elementary science fifth grade. The mobile eye tracker used in this study is SMI's ETG 2w, which is a binocular tracking system. In addition, a video camera was installed behind the classroom to record the entire class. We recorded all the contents of the recorded video and analyzed the results. In this study, the actual practice time, participant's visual attention, and decentralized attention ability were analyzed by class phase. The results of the study are as follows. First, there was a difference between planned class time and actual practice time. The novice teachers were having difficulty in reconstructing the contents of education, and the expert teachers were reconstructing the curriculum and interacting with the students with high understanding and application of the curriculum. There were many differences between the novice teachers and the expert teachers in the tour guidance to confirm student activities. Second, if we look at the visual attention on the area related to teaching and learning by class phase, the novice teacher concentrates all the steps in a specific area, expert teachers showed an equal visual attention to meaningful areas of teaching and learning activities. Third, there was a statistically significant difference in activities 1-1, 1-2, 2-1, and 2-2 when the participants' decentralized attention ability. Expert teachers frequently checked students' understanding and interests. There was a lot of interaction with students. It is also shown through the decentralized attention ability that the novice teachers concentrate on a specific area, and the expert teachers have a high degree of decentralized attention ability and visual attention evenly.

Key words: teaching behavior, visual attention, eye-tracking, elementary school science, respiration

I. 서 론

2015 개정 과학과 교육과정은 자연 현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심

이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2016S1A5A2A03927919).

2018.4.24(접수), 2018.5.10(1심통과), 2018.5.22(2심통과), 2018.5.23(최종통과)

E-mail: dhshin@snu.ac.kr(신동훈)

개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 것을 목표로 한다(Ministry of Education, 2015). 이러한 목표를 효과적으로 달성하기 위한 방법 중 하나는 실험이 추가되는 탐구형 수업을 들 수 있다. 이러한 탐구형 수업은 개인적으로 또는 학생 상호활동을 통해 주어진 과제를 해결하는 방법을 찾아감으로써 과학의 개념과 탐구 능력을 키울 수 있다. 초등학생들이 과학 수업을 하면 가장 먼저 떠올리는 것이 실험이고, 또한 과학을 좋아하는 학생과 싫어하는 학생 모두 실험을 이유로 들고 있고, 초등 예비교사와 초등교사 역시 같은 이유를 들고 있다(Yoon, 2004; Lee *et al.*, 2007). 이러한 상황에서 초등과학교과를 가르치는 초보교사들의 가장 큰 어려움은 '과학내용지식을 어떻게 오류 없이 정확하게 다루고, 효과적으로 가르칠 것인가'일 것이다(Yu *et al.*, 2006). 교과내용지식과 교수법적 지식의 결합을 의미(Loughran *et al.*, 2004)하는 PCK는 교사 수업 전문성을 확인할 수 있는 척도이며, 좋은 과학수업을 이루기 위한 필수요소라 할 것이다. 따라서 교육 현장에서 초보 과학교사들이 탐구형 과학 수업에 도움을 주기 위해서 수업 전문성 측정을 위한 기준 수립이 필요하며, 이 기준은 초등과학 전문성이 있는 경력 교사와 초보교사의 수업과정을 비교 분석하여 수립할 수 있을 것이다. 이 기준을 활용하면 초보 과학교사의 수업 전문성 신장에 도움을 줄 수 있다.

과학 수업의 문제점과 원인을 분석한 연구는 지속적으로 이뤄지고 있으나(Lee *et al.*, 2007; Jeon *et al.*, 2009; Nam & Kim, 2012), 초보교사와 경력교사의 사고과정을 비교하며 수업 전문성을 정량적이고 과학적으로 측정하는 연구는 최근에 들어서야 조금씩 이뤄지고 있다(Ko *et al.*, 2017; Shin *et al.*, 2017; Shin & Shin, 2018). 초등 과학 수업에 있어서 교사의 역할은 필수적이기 때문에(Schroeder *et al.*, 2007), 교사가 지닌 경험, 지식, 인식을 바탕으로 어떤 전략을 선택하여 수업을 하느냐에 따라서 과학 수업의 양상은 달라질 수 있다. 특히 탐구형 과학 수업에서 학습 보조자, 촉진자 역할을 수행해야 하는 교사의 시선이나 자세 등은 교사의 감정 상태와 학생에 대한 태도, 친숙함과 같은 정보를 제공하므로(Teven *et al.*, 1997) 교사의 수업 중 실제 시선의 움직임을 파악하고 분석하는 것은 매우 중요하다.

최근 Shin and Shin(2018)은 강의형 초등과학수업에서 교사의 경력에 따른 시각적 주의를 분석하여 초보 과학교사의 전문성을 높일 수 있는 방법을 연구하는 연구를 수행하였다. 그러나 Shin and Shin(2018)의 연구는 일반교실에서 강의형태의 과학수업을 측정한 것이어서 실험실에서 이루어지는 탐구형 수업에 적용하기에는 적절하지 않다. 특히 탐구형 수업인 실험 수업은 학생들의 과학적 개념지식과 절차적 지식을 향상시킬 수 있으며, 과학의 본성에 대한 이해를 증진시키고, 과학에 대한 흥미유발, 동기 부여 등의 과학적 태도에 긍정적인 영향을 줄 수 있기 때문에(Kim & Yang, 2005), 초등 과학 수업에서 탐구형 수업에 대한 분석은 매우 필요하다.

따라서 이 연구의 목적은 탐구형 초등과학수업에서 초보교사와 경력교사의 교수행동과 시각적 주의를 수업 영상 분석 및 이동형 시선추적기를 활용하여 분석하는 것이다. 이 연구 결과를 바탕으로 초등 교사의 경력에 따른 교수행동과 시각적 주의 분포 양상을 분석하고, 초등과학교사의 수업 전문성 향상에 대한 멘토링 필요성에 대해 논의하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

연구 참여자는 서울시 소재 ○○초등학교 교사 4명으로 모두 5학년 담임을 맡고 있으며, 과학 과목을 지도하였다. 연구 참여자들은 모두 자발적으로 참여하였고, 연구 참여에 따른 연구비를 지급하였다. 연구자에 따라 초보교사와 경력교사로 나누는 기준은 약간씩 차이가 있으나(Berliner, 2004; Donaldson, 2005; Eros, 2011; Maskit 2011; Tsui, 2009), 대부분 공통적으로 초보교사는 3년 미만의 교육경력이고, 경력교사는 5년 이상의 교육경력을 갖는 교사를 의미한다. 이 연구에서는 초등과학 수업에서의 초보교사와 경력교사의 차이를 비교, 분석하는 것이므로 초등 과학교육 경력에 따라 초보교사, 경력교사를 구분하였다. 여기에 경력교사는 과학 관련 학위 소지 조건을 포함하였다. 따라서 연구 참여자를 교육경력과 과학 과목 지도 경력을 종합적으로 판단, 구분하여 교사 A와 B는 초보교사, 교사 C와 D는 경력교사로 구분하였다. 연구 참여자들의 교육경력과 과학 과목 지도 경력은 Table 1에 정리하였다. 이 연구와 연구 참여자에 대해서

Table 1. Research participants

Participant	EC	STE	Degree	Gender
A	10m	10m	Bachelor	Female
B	4y 1m	2y	Bachelor	Male
C	13y 4m	7y	Master	Male
D	10y 4m	9y	Master	Female

* EC: total education career, STE: science teaching experience.

는 서울교육대학교 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 사전에 득했고(2017-0004-02), 연구자들은 한국연구재단의 연구윤리 교육을 모두 이수하였다.

2. 적용 단위

이 연구에 적용한 단원은 초등 과학 5학년 2학기 ‘우리 몸의 구조와 기능’ 단원의 5차시 ‘호흡’ 관련 차시였다. 이 차시는 학생들이 실험기구를 활용하여 호흡의 원리를 확인해 보는 탐구형 수업으로 구성되어 있다. 연구 참여자 모두 각각 수업 지도안과 동기유발 자료, PPT 등을 제작하였으며, 수업 차시에 대한 협의 과정을 거쳤다. 그러나 초보교사와 경력교사의 수업 계획 및 준비와 수업 실행의 차이

를 확인하기 위해서 수업에 대한 별다른 조연은 하지 않았다.

3. 연구 장비

이 연구에 사용한 이동형 시선추적기는 SMI사의 ETG 2w로 양안추적방식이고, 샘플링 속도는 60Hz이다. ETG 2w는 안경타입으로 간단히 착용할 수 있고, 데이터를 저장하는 스마트 레코더를 연구 참여자의 허리에 착용하기 때문에 연구 참여자가 이동형 시선추적기를 착용한 후 모듈별로 학생들을 순회 지도하는데 문제가 없었다(Fig. 1).

이와 더불어 교실 뒤쪽에 비디오카메라를 설치하여 수업 전체 모습을 녹화하였다(Fig. 2)

4. 데이터 수집 및 분석

교수행동 데이터 수집을 위해 관찰노트 및 기록지, 비디오카메라를 이용하였다. 수업의 전 과정을 촬영하고 기록하였으며, 이동형 시선추적기의 녹음 기능과 비디오카메라의 기능을 사용하여 수업 내용을 녹음하였다. 비디오카메라는 2대를 설치하여 교사의 이동 시에도 사각지대가 발생하지 않도록 조치하였고, 연구자는 비디오카메라와 연결된 노트

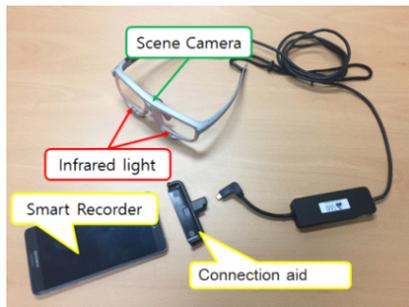


Fig. 1. Eye tracking glasses & wearing the device.

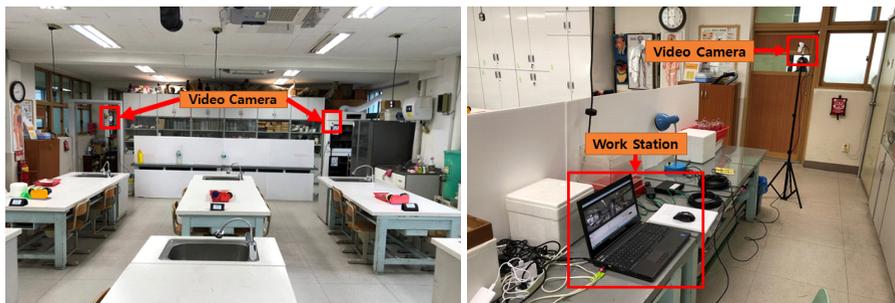


Fig. 2. Recording environment.

복을 통해 실시간 모니터링하며 특징적인 상황을 기록하였다. 이후 녹화된 수업 동영상에 대해 모든 내용을 전사하고, 그 결과를 분석하였다. 이 연구의 분석 대상 수업은 학생의 조작 실험이 포함된 탐구형 수업으로 진행되었으며, 초등 과학 수업에 대한 교수 행동 분석을 위해 Shin and Shin(2018)이 활용한 실제 수업 실행 시간과 수업 단계별 특징을 중심으로 분석하였다. 이 과정은 과학교육전문가 2인, 초등과학교육 박사과정 2인의 내용타당도 검증을 거쳤다.

안구운동 데이터를 수집하기 위해서 장비착용, 눈 이미지 확인, 시선 보정, 녹화 순으로 실험이 이루어졌으며(Shin, 2016), 자세한 실험과정과 절차는 Fig. 3에 제시하였다.

모든 연구 참여자는 연구 장비를 착용한 채로 1시간의 예비 수업을 진행하였고, 이 과정을 통해 연구 장비에 대한 교사와 학생의 간섭효과를 최소화 하였다. 본 실험은 수업 시작 10분 전에 연구 장비 착용과 시선 보정을 마쳤고, 수업 중 연구 장비를 만지지 않도록 안내하였다. 또한 시선을 옮길 때에는 눈동자만을 움직이는 대신 고개를 돌려 연구 참여자의 시선이 항상 정면을 향할 수 있도록 지시하였다. 이는 연구 참여자의 눈동자를 이동형 시선추적기의 적외선 센서 범위 안에 두어 정확한 데이터가 수집될 수 있도록 한 조치이다.

수집한 안구운동 데이터는 SMI사의 BeGaze 3.7.42 프로그램을 이용해 분석하였다. 연구 참여자의 수업 중 시선처리는 얼굴 방향과 몸의 움직임에 따라 광범위하게 나타나고, 이를 교수학습활동에 유의미한 영역으로 표현하는데 제약이 있기 때문에 모든 안구운동 데이터는 교실 전체 이미지에 Semantic Gaze Mapping 과정을 거쳐 입력하였다(Shin et al., 2017; Shin & Shin, 2018). 도약은 응시

와 응시 사이에 일어나는 탐색적 안구운동이고, 응시는 한 영역에 고정하여 나타나는 인지적 안구운동이다(Shin & Shin, 2016, 2018; Shin et al., 2017). 따라서 교수학습활동에 유의미한 영역은 관심영역(AOI)으로 설정하고, 연구 참여자들의 관심영역에서 발생한 도약시간과 응시시간의 합으로 시각적 주의를 분석하였다. 마지막으로 교수학습 단계에 따라 도약속도를 바탕으로 분산적 주의 능력을 분석하였다. 이 연구에서 연구 참여자의 시선추적 비율은 모두 96% 이상으로 안구운동 분석기준에 적합하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 실제 수업 실행 시간 및 수업 단계별 교수 행동 분석

연구 참여자들이 계획한 호흡기관 수업 시간은 서로 차이가 있었으며, 각 연구 참여자가 계획하고 실제 실행한 수업 시간은 Table 2와 같다.

1) 수업 계획안 및 실제 수업 실행 시간

각 연구 참여자들이 작성한 수업 계획안을 살펴보면 모두 교사용 지도서에서 제시한 순서에 따라 작성된 것으로 학습 단계와 학습 흐름에서는 큰 차이가 없었으나, 활동 순서나 동영상 시청 유무에서 약간의 차이를 보였다. 초보교사인 A와 B의 수업 계획안을 살펴보았을 때, 거의 교사용 지도서와 다르지 않았음을 볼 수 있었고, 이는 초보교사는 가르쳐야 할 현재 단원과 차시의 내용 파악에 급급하여 교과 내용 재구성의 어려움을 겪는다고 한 선행연구(Ji & Park, 2016)와 일치한다. 특히 교사 B의 경우 ‘우리 몸의 구조와 기능’ 단원 전차시에서 공통으로 포함되어 있는 ‘붙임 딱지’ 붙이기를 수업 계획 단계부터 생략한 것으로 보아, 단원 전체의 흐름을 정확히 파악하지 못하고 있는 것으로 보인다.

각 연구 참여자별 실제 수업 실행시간을 살펴보면 $A < B < C < D$ 순으로, 초보교사보다 경력교사가 실제 수업 실행시간이 많았다. 이는 교육경력이 많을수록 실제 교수시간이 많았다는 선행연구(Shin & Shin, 2018)와 일치한다.

좋은 수업이란 전달, 구성, 관계, 결과를 고려하는 수업이고(Seo, 2004), 학생의 수준과 상황에 맞게 내용을 재구성해서 다양한 수업전략 및 방법을

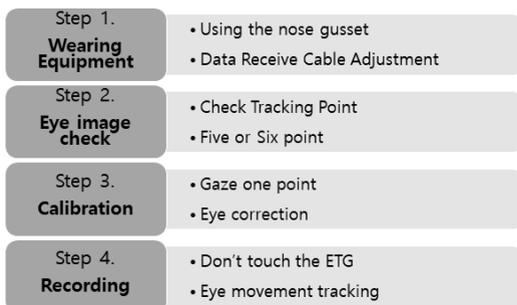


Fig. 3. Experiment procedure.

Table 2. Lesson planning & actual practice time

Stage	A		B		C		D		
	PT	AT	PT	AT	PT	AT	PT	AT	
Intro	1. Motivation	4	1.20	3	2.35	5	8.45	3	3.55
	2. Issue	1	0.30	1	1.10	1	0.34	1	1.52
Activity	1. Mean, structure, function	5	9.58	10	7.37	9	11.09	6	15.00
	2. Principal	5	2.14		3.27		1.46	21	3.09
	2-1. Using equipment	18	4.01	20	11.01	20	8.05		5.26
	2-2. Process		3.36		4.01		1.38	5	1.15
Warp up	1. Sticker	5	2.32	-	-	3	-	4	1.57
	2. Animation		3.20	-	-	-	-		-
	3. Evaluation		0.45	5	1.04	2	-		0.57
	4. Notice	2	0.03	1	0.09		0.08		0.12
Sum	40	26.59	40	30.24	40	30.85	40	31.83	

* PT: planning time(min), AT: actual practice time (min.sec).

활용하고, 지적이며 도덕적인 수업 분위기 속에서 평가 결과를 수업 개선에 반영하는 것이다(Kwak & Kim, 2003). 수업 계획안과 실제 수업 실행 시간을 분석한다면 초등 과학 교사의 교육과정 재구성 능력과 수업 전략 등 실제 수업에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 초등 과학 수업에서의 좋은 수업에 대한 기준을 세울 수 있다는 것을 시사한다.

2) 도입 단계에서의 교수행동

도입 단계를 살펴보면 초보교사 A와 경력교사 D는 도입 단계에서 동영상 활용하였고, 초보교사 B와 경력교사 C는 ‘숨참기’ 게임을 활용하였다. 교사 A의 경우, 한글 자막이 있는 영어 동영상을 활용하였고, 교사 D는 국내 개그 프로그램을 활용하였다. 교사 A반 학생들은 신기한 장면에서는 집중하는 모습을 보이는 듯 했으나, 잠시 후 옆 친구와 이야기하거나, 이전 차시에 제작한 모형을 갖고 노는 등의 모습을 보였다. 교사 A는 학생들이 동영상을 시청하는 동안 계속해서 교사용 PC 모니터를 통해 동영상을 시청하는 모습을 보였다. 교사 D반 학생들은 친숙한 개그 프로그램을 활용한 도입 활동으로 처음부터 끝까지 집중하여 시청하였고, 교사는 학생들의 활동 상태를 살펴며 웃음을 짓는 등 활발한 의사소통을 하는 모습을 보였다. 교사 D처

럼 활동에 적절한 수업 자료의 선택은 선행연구(Kwak & Kim, 2003; Park, 2011)에서 밝힌 바와 같이 학생 수준과 교실 상황을 고려한 교육과정에 대한 높은 이해도와 적용, 그리고 적절한 학습자와의 상호작용을 유지하는 수업 잘하는 경력교사의 특징을 잘 나타내 주고 있다. 초보교사 B는 ‘숨참기’ 게임을 활용하면서 손가락으로 시간을 재면서 학생들의 주의를 끌었으나, 게임 후 설명이나 질의응답 없이 스크린에 차시 제목을 계속 띄워놓고 학습 목표까지 한 번에 설명하는 모습을 보였다. 교사 C 역시 동기유발로 ‘숨참기’ 게임을 활용하였는데, 숨을 참았을 때의 변화를 질문을 통해 의문을 갖도록 하고, 그 의문에 대한 답을 종이에 써서 의견을 수렴하는 활동을 했다. 학생들이 자신의 의견을 적는 동안 교사는 학생들 사이를 돌아다니며 격려, 칭찬을 했고, 작성한 내용을 확인하는 모습을 보였다. 모뎀원끼리 발표할 때에도 교사는 각 모뎀을 순회하며 지도하는 모습을 보였다. 동기 유발하는 활동이 계획한 시간보다 길어지기는 했으나, 학생들이 생각한 답안을 확인하는 활동은 학생들이 호기심에 대해 더욱 궁금해 하는 모습이 나타나게 하였다. 교사 B와 C가 보여주는 차이는 경력교사는 학생에게 적절한 피드백을 제공하고, 학생들과 원활한 의사소통을 하는 특징을 보인다는 선행연구 결

과(Philipp & Sowder, 2002)와도 일치한다.

3) 활동 단계에서의 교수행동

활동단계에서 초보교사 A와 B는 교과서 순서대로 수업을 진행한 반면, 경력교사 C와 D는 계획한 수업의 흐름에 맞춰 교과서와 실험관찰 순서를 조정하여 수업을 진행하였다. 교사는 교과서의 내용을 그대로 가르치기보다는 자신의 지식과 안목에 비추어 교육과정을 재구성해야 하나(Choo, 2014), 초보교사들은 그렇지 못하다는 선행연구(Ji & Park, 2016)와 일치한다. 또한 교사 C, D는 수업 중 나오는 어려운 단어를 먼저 쉽게 풀어서 설명하여 학생의 이해를 돕기 위한 노력을 하였다. 학생 활동 중 교사의 순회지도를 살펴보면 강의형 수업과 마찬가지로 교육경력이 적을수록 교실 뒤쪽에 있는 수업에 참여하지 않는 학생들에 대한 관리가 제대로 이뤄지지 않았다(Shin & Shin, 2018). 교사 A, B는 전체 모듈 중 2~3개 모듈만 확인하고 자리로 돌아가는 경우가 많았고, 작성한 내용에 대한 피드백이 없었다. 하지만 교사 C, D의 경우에는 순회지도 시 모든 모듈을 골고루 다니며 학생들의 진행과정을 살폈고, 모든 모듈이 활동이 종료될 때까지 기다렸다가 수업을 진행하였다. 교육경력에 따라 학생들을 관리하는 능력에 차이가 있었고(van den Bogert et al., 2014; Wolff et al., 2016), 교사가 순회지도를 하며 적절한 피드백과 지도가 필요하다는 것을 알 수 있다. 실험장치를 이용한 활동에서도 교사 A, B는 적은 수의 모듈에 방문하여 교사가 직접 보여주는 방법을 이용했으나, 교사 C, D는 모든 모듈을 방문하여 학생이 직접 조작해보고 실험결과를 관찰할 수 있도록 지도하였다. 4명의 교사는 실물 모형을 활용하는 방법에도 차이가 있었다. 교사 A는 실물모형을 교사 테이블 위에 올려놓고 설명하여 뒤쪽 학생들은 잘 볼 수 없었으며, 이는 학생들이 집중하지 못하고 딴 짓을 하게 만드는 원인이 되었다. 교사 B는 실물 모형을 준비하였으나 TV 화면이 더 크고 선명하게 보인다고 하며, 실제로는 실물 모형을 활용하지 않았다. 교사 C의 경우, 실물 모형과 교과서의 그림을 동시에 살펴보며 구체적인 비교를 통해 설명하였고, 교사 D는 학교에서 보유하고 있는 실물 모형 2개를 모두 준비하여 학생들이 직접 만지고 관찰할 수 있도록 하였고, 구체적인 설명 전에 자유롭게 관찰할 수 있도록 충분한

시간을 제공하였다.

수업 중 학생의 질문에 대해서는 교사 A는 학생들의 질문과 불평을 대부분 무시하는 모습을 보였다. 그러나 교사가 원하는 대담에 대해서는 반복하여 동의하는 모습을 보였다. 교사 B는 학생의 질문은 들어주었으나, 단순 동의에 그칠 뿐 그에 대한 피드백은 없었다. 반면, 교사 C, D는 틀린 답을 대담하거나 장난스러운 대담에도 모두 반응을 보여주며 수업을 진행하였고, 차시 내용과 직접적인 관련이 없는 질문도 대담해주고, 차시 내용과 연관시켜 설명했다. 초보교사 A, B는 수업자료로 준비한 프레젠테이션 프로그램 슬라이드에 나오는 지문을 그대로 읽으면서 수업을 진행하였다. 또한 프로그램의 조작 미숙으로 슬라이드가 여러 장 넘어가 다시 찾는 경우도 있었다. 특히 교사 B는 슬라이드의 내용을 잘 숙지하고 있지 않아 앞뒤로 다시 넘기는 모습도 보였다. 교사 C, D는 준비한 슬라이드는 학생 참고용, 수업 진행 보조용으로 이용하고 수업 내용은 풀어서 설명하였다.

교과서에서는 지도하지 않는 횡경막에 대한 지도에 대해 초보교사 B와 경력교사 C는 큰 차이를 나타냈다. 교사 B의 경우, 수업시간이 여유있다는 말과 함께 학생들에게 횡경막에 대해 말로 설명하는 과정에서 과학적 오개념을 가지고 있음이 확인됐다. 교사 C는 횡경막이 교과서에는 나오지 않으나 호흡과정을 이해하기 위해 필요하다고 판단하여 준비한 슬라이드에 내용을 추가하여 학생들에게 설명하였고, 올바른 과학적 개념을 갖고 있었다. 학습자는 교사의 오개념을 큰 저항 없이 받아들이고, 이는 결국 학습자에게 과학적 개념에 대한 혼동을 유발시키는 원인이 된다(Noh et al., 2011). 이러한 수업은 좋은 수업이나 유의미한 수업이 되기 어렵고(Kwak, 2011), 교사의 전문성 신장에도 부정적인 영향을 끼치기 때문에 주의해야 한다.

4) 정리 단계에서의 교수행동

정리단계에서 모든 교사는 정해진 40분 안에 수업을 마치지 못하였다. 실제 수업 실행 시간이 30분 정도임을 감안하면 수업 중 불필요한 행동이 있었을 것으로 판단된다. 따라서 수업에 불필요한 행동을 파악하고 처치할 수 있는 방안에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다.

교사 A는 우리말로 더빙된 외국 영상을 보여주었다. 돼지의 폐를 보여주는 다소 자극적인 영상으

로 학생들은 집중해서 보았으나 부정적인 반응을 보인 학생도 적지 않았다. 또한 교사 A가 학생보다 정면의 TV 화면을 더 주시하고 있어 학생들의 반응을 살피지 못했다. 학생 수준을 고려하고 교육과정 에 대한 높은 이해도를 바탕으로 한 교육 자료의 선정 및 활용은 수업의 원활한 진행과 학생의 이해를 돕기 위해 필수적이다. 하지만 교사 A는 이러한 면을 고려하지 못했다. 교사 B, C, D는 정리 활동 중 수업을 마치는 종이 올려 급하게 수업을 진행하거나 계획한 활동을 생략하기도 하였다.

수업단계별 교수행동의 분석을 통해 초보교사와 경력교사는 탐구형 과학 수업에서 차이가 있음을 확인하였다. 이러한 차이는 초등 과학 교사의 수업 전문성을 신장시킬 수 있는 명확한 기준이 필요하고, 수업 전문성 신장을 위한 효과적인 방법으로 멘토링 제도가 필요함을 보여준다(Go et al., 2009; Jeon et al., 2009; Shin, 2010).

2. 수업단계별 교수학습 관련영역에 대한 시각적 주의

1) 도입 단계

수업 도입 단계에서의 연구 참여자들의 시각주의는 Fig. 4와 같다. 교사 A, D는 동기유발 활동으로 동영상 자료를 활용하였고, 교사 B, C는 ‘숨참기’ 게임을 동기유발 활동으로 선택하였다.

동기유발 활동에서 교사 A는 교사용 PC 66.8%, TV 0%, 학생 얼굴 15.1%, 학생 몸 2.3%로 거의 PC에 의존하고, TV에는 전혀 주의를 기울이지 않는다는 것을 알 수 있다. 선행연구(Shin et al., 2017; Shin & Shin, 2018)에 따르면 이동형 시선추적기를 이용

하면 교사의 시각주의를 확인할 수 있고, 교실 환경과 교육 기자재 등은 교사의 시각주의에 영향을 준다. 이는 교사 A가 동기유발 활동에서 동영상 재생하는 도중 학생들이 시청해야 할 TV가 제대로 작동하는지, 또 학생들은 흥미를 갖고 시청하고 있는지에 대한 주의가 없거나 적다는 것을 의미한다. 교사 D는 교사용 PC 15.2%, TV 7.4%, 학생 얼굴 11.2%, 학생 몸 3.2%로 나타났다. 학생 몸에 대한 주의를 적지만 교사용 PC, TV, 학생 얼굴이 고르게 나타난 것으로 보아 교사 D는 동영상의 재생 상태와 내용을 파악하면서 학생들의 얼굴도 같이 살피는 것으로 나타났다. 이는 저경력교사는 특정한 영역에 집중하고(Byeon et al., 2011; Shin et al., 2017), 경력교사는 수업 중 학생의 이해 정도와 관심 정도를 자주 확인한다는 선행연구결과(Park, 2011; Angell et al., 2005; Diamond et al., 2013)와 일치한다.

교사 B는 학생 얼굴 39.4%, 학생 몸 18.6%, 교사용 PC 5.5%, TV 1.6%로 나타났고, 교사 C는 학생 얼굴 31.1%, 학생 몸 13.2%, 교사용 PC 5.4%, TV 0.5%로 나타났다. 교사 B, C가 활용한 동기유발 방법은 학생들과 의사소통을 하면서 학생의 상태를 쉽게 파악할 수 있는 방법이다. 교사는 학생의 시선을 통한 공감의 대상으로 생각하므로(Ko et al., 2017), 시선 추적 방법으로 통해 학생과의 원활한 의사소통을 위한 올바른 수업 자료 선택에 대한 기초를 마련할 수 있을 것이다.

2) 활동 단계

활동 단계 수업 활동은 호흡기관과 위치 알아보기, 호흡의 원리, 호흡 실험장치, 실험장치와 몸의 관계, 호흡과정 알아보기 활동으로 구성되었다.

활동 1은 호흡의 의미와 호흡기관, 호흡기관의 위치를 확인하는 활동으로, 이 활동에 참여한 교사들의 시각적 주의를 Fig. 5와 같다. 활동 1에서의 교사용 PC에 대한 시각적 주의를 교사 D(3.7%) < B(24.8%) < C(26.5%) < A(54.6%)로 나타났다. 교사 A는 도입 단계와 마찬가지로 교사용 PC에 대한 시각적 주의를 가장 높았고, 설명이 필요한 모든 활동에서 교사용 PC에 대한 시각적 주의를 높게 나타났다. 수업 중 거의 대부분을 교사용 PC 앞에서 있거나 앉아서 수업을 진행하는 모습을 보인 교사 A는 준비한 프레젠테이션 슬라이드에 의존한 수업을 진행하였는데, 초보교사는 한정된 수업 시간에

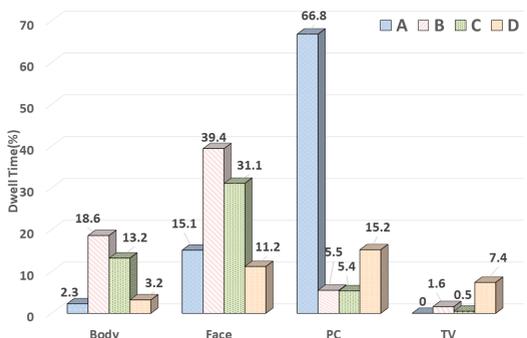


Fig. 4. Visual attention of intro.

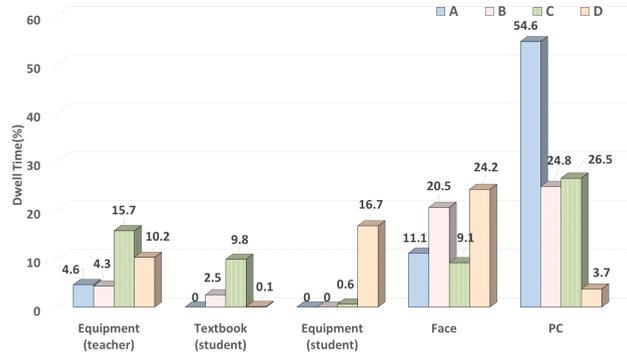


Fig. 5. Visual attention of activity 1.

종속되어 도식적인 순서와 전개에 따라 수업을 진행하는 특성을 보이기 때문이다(Ji & Park, 2016). 0.2%의 짧은 시간이지만 수업 중 수업계획안을 살펴 본 것도 마찬가지 이유이다. 교사 B와 C가 교사용 PC에 대해 비슷한 수준의 시각적 주의를 보인 것과 다르게 교사 D는 매우 낮은 시각적 주의를 보였다. 대신 학생용 실험도구(16.7%)의 시각적 주의를 다른 교사에 비해 매우 높게 나타냈다. 교사 D는 실험 모형을 학생들에게 제공하고, 교과서의 그림과 비교하며 관찰하는 활동을 했다. 이는 다른 연구 참여교사의 수업에는 없는 활동이고, 교사 D는 학생들이 TV모니터를 통해 호흡기관을 확인하는 것보다 모형이지만 실험물을 만지고, 보며 관찰하는 것이 학생들의 이해와 흥미에 더욱 도움이 된다고 생각하여 수업을 계획했다고 인터뷰를 통해 밝혔다.

활동 1에 나타난 학생 얼굴에 대한 시각적 주의를 C(9.1%) < A(11.1%) < B(20.5%) < D(24.2%)로 나타났다. 학생들과의 적극적인 상호작용을 보여주는 학생 얼굴에 대한 시각적 주의를 경력교사가 높게 나타났고, 초보교사는 낮게 나타났다. 교사 C의 경우에는 학생 얼굴에 대한 시각적 주의를 낮게 나왔으나, 수업 촬영 영상과 이동형 시선추적기의 영상을 확인한 결과 교사 C는 교사용 실험모형(15.7%)을 들고 각 모뎀을 다니며 학생 교과서(9.8%)와 비교 설명하며 학생들과 많은 이야기를 나누다보니 시각적 주위가 분산된 것을 확인할 수 있었다. 경력교사는 교실 전체의 학생들과 고른 상호작용을 하며, 주변 상황을 다각적으로 파악하고 있다는 선행연구(Kim & Yang, 2016; Shin *et al.*, 2017; Shin & Shin, 2018; Wolff *et al.*, 2016)와 일치한다.

호흡의 원리를 확인하는 활동 2-1의 교사 시각적 주위는 Fig. 6과 같다. 학생의 얼굴에 대한 시각적 주위는 D(19.8%) < C(31%) < B(34.5%) < A(38%)로 나타났다. 초보교사는 학생의 흥미와 이해 정도를 파악하기 위해 학생의 얼굴 중심의 시선을 통한 공감을 주로 한 것으로 나타난 선행연구결과(Ko *et al.*, 2017; Shin & Shin, 2018)와 일치한다. 교사용 PC에 대한 시각적 주위는 B(10%) < A(14.3%) < D(21.7%) < C(25.3%)로 경력교사의 시각적 주위가 초보교사보다 높게 나타났다. 각 교사들의 프레젠테이션 슬라이드를 분석한 결과, 교사 A, B가 교육부에서 제공해 준 프레젠테이션 슬라이드를 이용한 것과 달리 교사 C, D는 교사가 자체 제작한 슬라이드로 호흡과정에 애니메이션 기능을 추가해 학생들의 흥미와 이해를 돕기 위해 교사용 PC를 활용한 것으로 보인다.

실험 장치를 이용한 활동 2-2에 대한 교사의 시각적 주위는 Fig. 7과 같다. 강의형 수업의 경우 학습 내용을 슬라이드를 통해 전달해야 하는 특징이 있기 때문에 PC와 TV에 교사들의 시각적 주위가 높은 반면(Shin & Shin, 2018), 탐구형 수업은 학생들의 실험활동을 순회하며 지도해야 하는 특징이 있어서 학생의 얼굴과 몸 그리고 교구 등에 끌고루

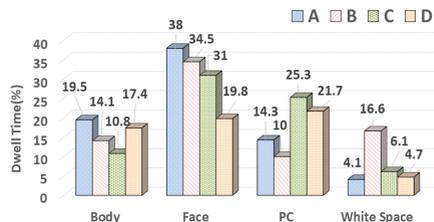


Fig. 6. Visual attention of activity 2-1.

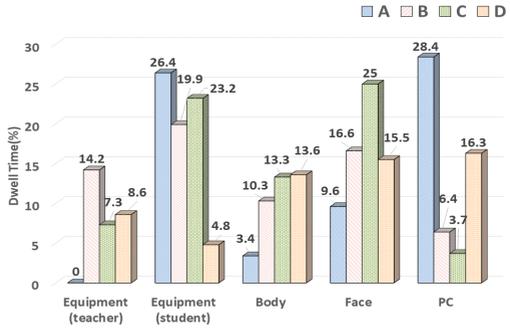


Fig. 7. Visual attention of activity 2-2.

시각적 주의가 나타난다. 학생 교구에 대한 각 교사의 시각적 주의를 D(4.8%) < B(19.9%) < C(23.2%) < A(26.4%)로 나타났다. 저경력교사는 학생과 학습 도구에 대한 인지적 처리를 통해 학생에 대한 공감을 나타낸다(Ko et al., 2017)는 선행연구와 다른 결과이지만 학생 실험기구를 다루는 주체를 확인해 보면 위와 같이 나타난 시각적 주의의 특성을 설명할 수 있다. 연구에 참여한 모든 교사가 학생들이 실험장치를 이용한 활동을 할 때 순회지도를 했다. 이때 교사 A, B는 각 모둠을 방문해 학생 실험장치를 교사가 직접 실험장치를 사용하며 이용법을 가르쳐 주면서 실험장치에 시각적 주의를 높게 나타냈고, 교사 C, D는 학생이 직접 실험장치 사용하고 관찰해 보도록 옆에서 안내하는 역할을 하였다. 이는 교사 C, D의 학생 몸에 대한 시각적 주의를 통해서도 확인할 수 있으며, 경력교사의 경우 학생의 실험 행동과 과정을 중요시하기 때문에 학생의 몸에 시선이 자주 방문하는 특성을 보인다(Ko et al., 2017)는 선행연구의 결과와도 일치한다.

교사 A는 학생 활동 위주인 실험장치를 이용한 활동을 진행하는 중에도 교사용 PC에 대한 시각적 주의를 매우 높게 나타냈다. 학생들의 실험장치를 이용한 활동 시간은 1분 1초로 너무 짧은 시간이었고, 활동 결과를 정리할 때 교사용 PC를 활용했기 때문에 보인다. 초보교사의 PC 의존도를 낮추고 학생과의 원활한 의사소통을 늘리기 위한 방법의 고안이 필요하다.

3) 정리 단계

호흡 개념과 호흡기관을 정리하고 형성평가로 계획된 정리 단계는 교사 D가 시간 부족으로 생략하여 3명의 교사만 비교 분석하였다. 정리 단계에

대한 교사의 시각적 주의를 Fig. 8과 같다.

TV에 대한 교사의 시각적 주의를 B(0.8%) < C(2%) < A(32.6%)로 나타났다. 결과에서 알 수 있듯이 교사 A는 TV에 대한 시각적 주의가 다른 교사에 비해 월등히 높다. 그 이유는 앞선 교수행동 특징에서도 밝혔듯이 교사 A는 정리 활동으로 동영상으로 선택하였는데, 학생과 같이 TV를 주시하는 모습이 나타났고, 이동형 시선추적기를 활용해 시각적 주의를 측정된 결과로 나타남을 확인했다. 교사 B의 경우에는 슬라이드를 이용해 문제를 제시하고 확인하는 활동으로 수업 내용을 정리하였다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이, 초보교사는 PC, TV 등 멀티미디어에 의존한 정리활동을 하고, 경력교사는 정리하는 단계에서 학생들의 얼굴을 바라보며, 학생의 이해와 흥미를 확인하는 정리활동을 전개하였다.

3. 수업단계별 평균도약속도

도약은 시선 이동에 대한 빠르기로, 연구 참여자의 주위에 의해 시선을 이동하는 탐색적 안구운동으로 응시와 응시사이에 일어난다(Snowden et al., 2012; Shin & Shin 2013, 2014). 활동 1-1과 1-2에서 초보교사와 경력교사의 평균도약속도에 대한 t-test 결과는 Fig. 9와 같다. 초보교사와 경력교사의 평균도약속도는 활동 1-1에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($t = -3.129, df = 2,598, ** p < 0.01$). 활동 1-1은 호흡기관과 위치, 호흡의 의미를 알아보는 활동이다. 이 활동 중에는 초보교사에 비해 경력교사의 교사용 PC에 대한 시각적 주의를 적게 나타내고, 교수학습활동에 유의미한 여러 영역에 시각적 주의를 나타내는 것으로 보아 경력교사의 시선이 다양한 영역에 빠르게 전달되고, 전체적인 수업 분위기와 학생의 상태를 확인하는 분산적 주의 능력이

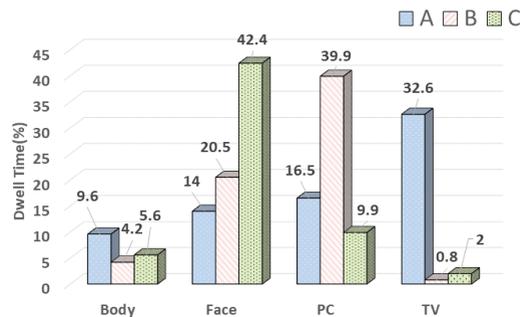


Fig. 8. Visual attention of wrap up.

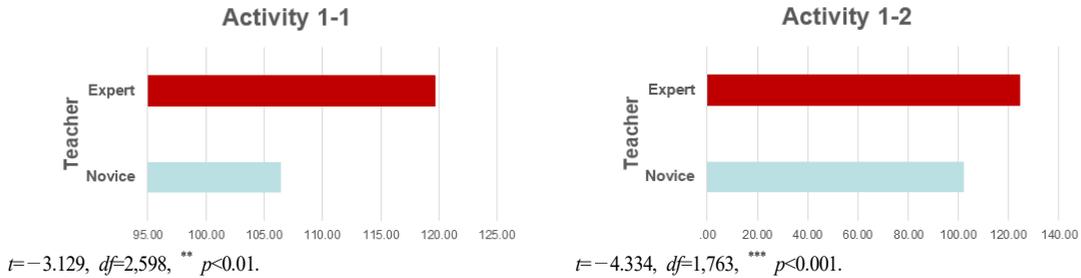


Fig. 9. Saccade velocity average(°/s) of activity 1-1, 1-2.

높다고 할 수 있다(Shin & Shin, 2018).

활동 1-2에서도 초보교사와 경력교사의 평균도약속도는 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

활동 1-2는 학생들이 실험관찰을 작성하는 활동으로 초보교사의 경우 모둠별 학생이 이야기를 하거나 큰 소리의 하품, 수업과 관련이 없는 행동을 하는데도 제지하는 모습을 보여주지 못했다. 하지만 통계적으로 유의한 결과를 토대로 경력교사의 Scan Path를 분석해 본 결과, 경력교사들은 순회지도할 때에도 그 모둠에 시선이 머무르지 않고 계속해서 주변의 상황을 살피고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 교육경력에 많음에 따라 학생들의 이해 정도와 관심 정도를 자주 확인하며, 학생들과의 상호작용 정도가 초보교사에 비해 높았다는 선행 연구결과(Park, 2011; Wolff *et al.*, 2016)와 일치한다.

활동 2-1과 2-2에서 초보교사와 경력교사의 평균도약속도에 대한 *t*-test 결과는 Fig. 10과 같고, 활동 1과 마찬가지로 모두 통계적으로 유의한 결과가 나타났다.

활동 2-1은 학생들이 호흡기관 실험장치를 이용해 활동을 하는 시간으로 교사 A는 학생들 실험장치에 많은 시각적 주의를 보였으나, 전체 수업 중 상당부분이 교사용 PC에 시각적 주위가 있었고, 이번 활동 역시 학생들의 실험 시간은 매우 짧고 교

사용 PC를 보고 있는 시간은 많음을 확인할 수 있었다. 경력교사의 경우 교수학습활동에 유의미한 영역에 골고루 시각적 주위가 분포하는 것(교사 C : 학생 얼굴 25%, 학생 몸 13.3%, 학생 실험장치 23.2%, 교사 실험장치 7.3%, PC 3.7%; 교사 D : 학생 얼굴 15.5%, 학생 몸 13.6%, 학생 실험장치 4.8%, 교사 실험장치 8.6%, PC 16.3%)으로 보아 경력교사는 학생을 중심으로 인지적 처리를 수행하면서, 학생, 학습도구, 교수도구에 대한 정보를 처리하는 것(Ko *et al.*, 2017)에 대해 분산적 주의 능력이 뛰어나다고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등 과학 탐구형 수업에서 교사의 경력에 따른 교수행동 및 시각주의를 분석하기 위해 이동형 시선추적기와 디지털 비디오카메라를 활용하였다. 총 4명의 연구 참여자는 초보교사 2명과 경력교사 2명으로 구분하여 이동형 시선추적기를 착용한 후 5학년 2학기 ‘우리 몸의 구조와 기능’ 5차시 호흡 관련 내용을 수업하였다. 디지털 비디오카메라를 활용하여 녹화한 수업 영상을 분석하여 각 수업 단계에서 나타나는 초보교사와 경력교

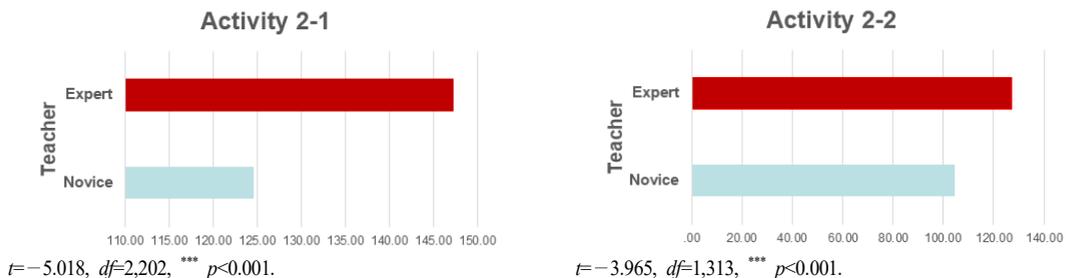


Fig. 10. Saccade velocity average(°/s) of activity 2-1, 2-2.

사의 특징을 분석하였고, 이동형 시선추적기로 얻은 안구운동 데이터와 영상을 분석하여 교수학습 활동에 유의미한 영역에서 초보교사와 경력교사의 시각적 주의와 교수학습 단계에 따른 분산적 주의 능력을 확인하였다. 이 연구결과를 토대로 얻은 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 초보교사와 경력교사는 실제 수업 실행 시간, 교육과정 재구성, 순회지도 시 학생활동 점검, 학생 질문에 대한 태도, 수업 자료 활용, 과학적 개념 등에 대해 많은 차이를 보였다. 좋은 수업을 이루기 위해서는 반드시 교사의 수업 전문성이 필요하며, 이 연구를 통해 초보교사와 경력교사의 탐구형 수업에 대한 차이를 확인하였으며, 교사의 수업 전문성을 신장시킬 수 있는 효과적인 방법으로써 멘토링 제도가 필요함을 확인하였다.

둘째, 수업단계별 교수학습 관련영역에 대한 시각적 주의에 대해서도 초보교사와 경력교사는 차이를 나타냈다. 초보 교사들이 보인 시각적 주의를 모든 단계에서 교수학습활동에 유의미한 영역에 고르게 나타나지 않고, 교사용 PC, TV 등 수업 보조 도구 등 특정 영역에 나타났다. 특히 학생이 스스로 탐구하는 실험 활동 단계에서 적절한 학생과의 상호작용이 나타나지 않은 것으로 보아 탐구형 수업 전반에 대한 컨설팅이 요구되는 것을 확인했다.

셋째, 이 연구를 통해 초보교사와 경력교사는 평균도약속도에서 유의한 차이가 나타났다. 경력교사는 시각적 주의가 골고루 분포하며 분산적 주의 능력이 뛰어난 반면에, 초보교사는 특정 영역에 많은 집중을 하고 있다. 이는 초보교사가 학생과의 상호작용이 부족하다는 것을 나타낸다.

연구 참여자 수가 적고, 탐구형 수업에 국한되지만, 이 연구의 결과를 토대로 다음과 같이 제언할 수 있다. 초보교사와 경력교사의 초등 과학 수업에서 과학적인 교수행동 분석과 안구운동 데이터의 축적이 이루어진다면 객관적이며 과학적인 수업 전문성 측정 도구의 개발이 가능할 것이다. 또한 더 많은 과목과 차시, 수업 유형 등의 초보교사와 경력교사의 교수행동 및 시각적 주의 분석이 이루어진다면 초보교사의 수업 전문성 향상을 위한 객관적인 멘토링 기준 설정이 가능할 것이다.

참고문헌

Angell, C., Ryder, J. & Scott, P. (2005). Becoming an

expert teacher: Novice physics teachers' development of conceptual and pedagogical knowledge. *Paper presented at European Science Education Research Association*, Barcelona, Spain, 2005.

Berliner, D. C. (2004). Expert teachers: Their characteristics, development and accomplishments. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 24(3), 200-212.

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*, 11(4), 173-199.

Choo, K. (2014). Narrative inquiry on curriculum reconstruction of new elementary school teachers. *Journal of Curriculum Integration*, 8(2), 70-97.

Diamond, B. S., Maerten-Rivera, J., Rohrer, R. & Lee, O. (2013). Elementary teachers' science content knowledge: Relationships among multiple measures. *Florida Journal of Educational Research*, 51, 1-20.

Donaldson, M. L. (2005). On barren ground: How urban high schools fail to support and retain newly tenured teachers. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Montreal, Quebec, Canada.

Eros, J. (2011). The career cycle and the second stage of teaching: Implications for policy and professional development. *Arts Education Policy Review*, 112, 65-70.

Go, M., Lee, S., Choi, J. & Nam, J. (2009). The effect of cooperative mentoring on beginning science teachers' reflective practice. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(5), 564-579.

Jeon, H., Yoo, M, Hong, H. & Park, E. (2009). Study on teaching anxiety and effects for professional development of beginning secondary science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(1), 68-78.

Ji, S. M. & Park, J. K. (2016). The beginning elementary school teachers' difficulties to suffer in the science classes from the perspective of content knowledge and teaching method. *Journal of Science Education*, 40(2), 116-130.

Kim, S. & Yang, I. (2016). A case study of the novice and expert teachers' eye movement in elementary science classes. *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 16(12), 1149-1163.

Kim, Y. & Yang, I. (2005). The factor analysis of affecting elementary students' science attitude change. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(3), 292-300.

Ko, K., Kim, D., Lee, Y., Kwon, S. & Kwon, Y. (2017). A study on the characteristics of empathy through the gaze

- of expert teachers and pre-service teachers in science experiment class. *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 17(8), 1-19.
- Kwak, Y. (2011). A study on actual conditions and ways to improve primary school science teaching. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 32(4), 422-434.
- Kwak, Y. & Kim J. (2003). Qualitative research on common features of best practices in the secondary school science classroom. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 23(2), 144-154.
- 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.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004). Research of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Maskit, D. (2011). Teachers' attitudes toward pedagogical changes during various stages of professional development. *Teaching and Teacher Education*, 27(5), 851-860.
- Ministry of Education (2015). Science curriculum, Separate Volume 9 (Notice 2015-74).
- Nam, Y. & Kim, H. (2012). An analysis of newly-appointed elementary teacher's anxiety state in science class. *Journal of Research in Elementary Curriculum Instruction*, 15, 1-17.
- Noh, T., Kim, Y., Yang, C. & Kang, H. (2011). A case study on beginning teachers' teaching professionalism based on pedagogical content knowledge in science-gifted education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(8), 1214-1228.
- Park, J. (2011). A case study on elementary science classes from the viewpoint of good teaching - Focused on teaching case in the field of life -. *Biology Education*, 39(2), 277-287.
- Park, K. (2011). A comparative analysis on the science experiment lesson thinking process between elementary school beginning teachers and experienced teachers. *The Journal of Elementary Education*, 24(3), 273-296.
- Philipp, R. A. & Sowder, J. T. (2002). Using eye-tracking technology to determine the best use of video with prospective and practicing teachers. In *Proceedings of the 26th annual meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 233-240.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T. Y. & Lee, Y. H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460.
- Seo, K. (2004). The perspectives and conceptions about good instructional practice: An interview study of teachers and students. *The Journal of Curriculum Studies*, 22(4), 165-187.
- Shin, B. (2010). The relationship between school organizational culture, beginning teacher mentoring and their adaptation to teaching profession. *The Journal of Korean Teacher Education*, 27(1), 277-300.
- 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. (2013). 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. (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 Research in 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 Research in 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.
- Snowden, R., Thompson, P. & Troscianko, T. (2012). Basic vision: An introduction to visual perception. New York: Oxford University Press.
- Teven, J. J. & McCroskey, J. C. (1997). The relationship of perceived teacher caring with student learning and teacher evaluation. *Communication Education*, 46(1), 1-9.
- Tsui, A. B. (2009). Distinctive qualities of expert teachers. *Teachers and teaching: Theory and Practice*, 15(4), 421-439.
- van den Bogert, N., van Bruggen, J., Kostons, D. & Jochems, W. (2014). First steps into understanding teachers' visual perception of classroom events. *Teaching & Te-*

cher Education, 37, 208-216.

Wolff, C. E., Jarodzka, H., van den Bogert, N. & Boshuizen, H. P. (2016). Teacher vision: Expert and novice teachers' perception of problematic classroom management scenes. *Instructional Science*, 44(3), 243-265.

Yoon, H. (2004). Pre-service elementary teachers' difficulties

in science lessons. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(1), 74-84.

Yu, E., Ko, Y., Lee, S. & Kim, C. (2006). Analysis of classroom discourse and narrative characteristics in science teaching. *The Journal of Korean Teacher Education*, 23(2), 101-127.