

과학적 의사소통 능력 향상을 위한 과정중심평가 개발 및 적용

전성수[†]

The Development and Application of Process-focused Assessment for Improving Scientific Communication Skills

Jeon, Seongsoo[†]

ABSTRACT

This study aimed to develop and apply the process-focused assessment, and verify the assessment's effectiveness for improving scientific communication skills in elementary science learning. To achieve the aims of this study, the unit "Action of Electricity" in elementary science text book for 5-6th students was selected, and then 13 process-focused assessments were developed to improve scientific communication skills. 119 elementary school students in 6th grade participated in this research. It was performed to compare between 60 students on the general assessment and 59 students on the process-focused assessment in the results of achievement levels on scientific concept and scientific communication skills. The results were as follows: First, this study showed that process-focused assessment had higher educational effectiveness in specific area of scientific communication skills than the general assessment. Second, the process-focused assessment can help to form students' scientific concepts as the general assessment. Furthermore, the process-focused assessment group was more effective at reducing the non-scientific concept than the general assessment.

Key words: process-focused assessment, scientific concept, scientific communication skills

I. 서 론

2016~2020 과학교육종합계획은 미래세대의 꿈과 행복을 위한 과학교육 실현하기 위하여 다양한 추진목표와 방향을 설정하고 있으며, 그 가운데 과학교육 평가 측면에서도 혁신적인 방안을 모색하고 있다(교육부, 2016). 탐구·참여 중심의 즐거운 과학교육환경을 조성하고, 미래사회가 요구하는 핵심 역량을 함양한 창의적 융합인재를 양성하기 위해 과학교육 평가의 새로운 일환으로써 과정중심평가가 제시되어 있다.

과정중심평가는 Scriven (1967)에 의해 소개된 형성평가를 시초로 Table 3과 같은 이론적 기초를 통해 형성되었다. Black (1986)은 평가를 교수·학습의 한 과정으로 간주하며, 학습을 위한 평가(assessment for learning)로서 형성적 기능을 강조하였다.

Black and Wiliam (1998)의 연구에 의해 확장된 의미를 갖게 된 형성평가의 위상은 김성숙 외(2015)에 의해 '학습을 극대화시키기 위해 교수 학습 장면에서 학생의 자료를 다각적으로 수집함으로써, 교사는 이를 근거하여 피드백하는 일련의 계획된 과정인 동시에 학생은 스스로 성찰할 수 있는 기회를 갖게 되는 교수, 학습, 평가의 통합된 활동'으로 재정의되었다(전경희, 2016). 교육부 외(2017)는 학교 현장에 수행평가 문항 자료집을 제공하면서 과정중심평가를 '교육과정의 성취기준에 기반을 둔 평가 계획에 따라 교수·학습 과정에서 학생의 변화와 성장에 대한 자료를 다각적으로 수집하여 적절한 피드백을 제공한 평가'로 정의하고 있다.

과정중심평가는 기존의 평가보다 교수·학습활동을 극대화하기 위하여 정보 수집을 위한 도구 및 과정으로서의 평가로서 학습전략 및 교수법 교정

과 더불어 교수·학습활동과 평가가 연계될 수 있는 순환적 구조를 가진다. 기존의 평가가 학습에 대한 평가로서 결과를 중시하였다면, 과정중심평가는 학습을 위한 평가, 학습으로서의 평가로 그 과정을 중요시 여긴다. 따라서 지필평가뿐만 아니라, 수행평가 등의 구조화된 방법과 비구조화된 방법을 혼용하여 주로 평가하며, 교사, 학습자, 동료 등의 다양한 주체로서의 평가도 가능하다. 과정중심평가는 단편적 지식과 기능보다는 통합적 지식과 기능, 핵심역량, 인지 정의적 특성에 대한 내용을 평가하며, 평가 내용을 즉각적으로 피드백이 가능한 특성을 가진다.

지금까지의 과학 교수·학습 활동에서의 평가는 학습자의 등급을 결정하는 기준 지향적 평가 위주로 시행되어 왔으므로, 목표하는 성취기준과 교수·학습활동과의 유기적인 관계를 유지하는 데는 미흡하다는 인식이 있어왔다(Black & Wiliam, 1998; 오현석과 이기영, 2006; 양일호 외, 2008; 최은주, 2011; 강정민 외, 2014). 따라서 학습에 도움을 주는 측면에서 수업과 연동된 평가 과정을 실행하고, 평가를 통해 얻어진 학습 결과가 수업 중의 학습자에게 직접 피드백될 수 있는 과정중심평가의 필요성이 대두되었다(이경화 외, 2016). 학습을 통한 결과는 교육과정, 교수법, 평가 등의 공동체적 협업을 통해 완성되므로, 매우 복잡하고 비선형적인 구조체로 간주되기 때문에(Daugherty et al., 2012), 학습을 통해 얻게 될 지식 및 개념 중심의 일방향적인 평가보다는 학습 과정상에서 피드백을 통해 바로 학습에 영향을 끼칠 수 있는 양방향적인 평가로의 전환이 필요하다. 2015 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정에서는 즐거운 탐구 방법 학습, 과학적 소양 함양, 과학과 사회의 올바른 상호 관계 인식, 바람직한 민주 시민으로의 성장을 목표로 과학 지식과 탐구 능력, 과학적 태도와 과학적 의사소통능력 등의 과학 역량에 함양하고, 이를 평가할 수 있는 교사의 역량이 강조되고 있다. 이를 위해서는 수업과 평가가 일체화되어 학습과정상에서 유연하고 즉각적인 피드백이 가능해야 하며, 향후 학습에도 유용한 정보를 제공할 수 있는 형태로 평가가 전환되어야 할 필요가 있다(Van den Heuvel-Panhuizen, 1994; Peressini & Webb, 1999; Moskal & Magone, 2000). 단순히 학습자가 습득한 지식이나 기능의 정도를 측정하는 학습의 '결과'에 대한 평가에서 벗

어나 학습자의 인지구조 변화나 이해수준을 진단하고 촉진하여 평가 그 자체가 유의미한 학습 경험이 되도록 '과정'에 보다 초점을 두는 평가 방식이 필요한 시점이다(전경희, 2016).

이러한 과정중심평가의 특징은 학습 개념뿐만 아니라, 교과의 역량을 신장시키고 평가하는데도 주효할 수 있다. 2015 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정에서는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 참여와 평생학습 능력과 함께 과학적 의사소통 능력이 교과 역량으로 설정하고 있다. 과학적 의사소통 능력이란 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력으로써, 말, 글, 그림, 기호 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학 기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증 활동을 하는 능력 등을 포함한다(교육부, 2015). 의사소통 능력을 측정하기 위해 사회과학 분야에서는 피험자의 의사소통 인식을 리커트척도로 수집하여 왔으나, 과학과 관련된 의사소통 능력은 Padilla et al. (1990)이 개발한 기초 탐구능력 검사도구와 SPA(Smith & Welliver, 1990)에서 처음 측정되었다. 전성수(2013)는 과학적 의사소통 능력을 과학적 지식과 소양을 바탕으로 사실, 현상, 원인 등에 대한 과학적 설명과 주장을 다양한 형태로 전달, 교환, 공유하는 능력으로 정의하였으며, 이를 평가하기 위해 의사소통을 크게 설명과 주장으로 구분하는 의사소통 유형과 글, 수, 표, 그림으로 구분하는 의사소통 형태로 분류하여 지필형식으로 피험자의 의사소통 수준을 측정하고 있다.

이러한 과학적 의사소통 능력의 특징에 비추어 볼 때 기준지향적인 평가방법보다는 학습과 평가를 일체시킨 과정중심의 평가에서 과학적 의사소통 능력이 보다 효과적으로 길러질 개연성이 크다고 할 수 있다. 따라서 과학 교과 역량과 교육과정의 내용성취기준을 근간으로 과정중심평가를 개발하면 과학교육이 추진하는 목표를 달성하기 위한 실제적 평가도구의 역할을 수행할 수 있을 것이다.

따라서 이 연구는 과학과 교육과정이 실제 발현되는 과학교과 수업에서 사용될 평가로써, 과학적 의사소통 능력이 고려된 다양한 교수·학습 방법에 적용이 가능한 과정중심평가를 개발하고자 한

다. 그리고 개발된 과정중심평가가 일반적인 평가에 대비하여 과학개념과 과학적 의사소통 능력 함양에 어떤 효과성이 있는지 연구하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구주제

이 연구에서는 2009 개정 교육과정의 5~6학년군 ‘(10) 전기의 작용’ 영역을 주제로 과정중심평가를 개발하여 적용하였다. 이 영역은 2018년 현재 ‘전기의 작용’ 단원으로 6학년 2학기 과학과 교과용 도서에 제시되어 있으며, 국정 교과서 체제의 한국에서는 거의 모든 학생들이 이 단원을 공통적으로 학습한다고 볼 수 있다. ‘전기의 작용’ 단원은 3~4학년군 ‘(9) 자석의 이용’과 연계되어 전기회로, 전구와 전지의 연결방법, 전기에너지 절약, 자기장 등의 전기와 자기개념을 학습하도록 구성되어 있다. 이러한 전자기 개념들은 시각으로 관찰이 어렵고, 교육과정 내에서 처음 접하는 개념이기 때문에 오개념이 많이 발생하는 영역이다(Duit, 1993; Hammer, 1996; 최경희와 장현숙, 2003; 오영욱 외, 2009; Díaz *et al.*, 2013). 또, 2007 개정 교육과정의 ‘전기회로’와 ‘전자석’ 영역을 하나로 통합하여 학습량을 적정화하였음에도 불구하고, 학습 개념의 연결과 위계성 등의 특성으로 여전히 학습량이 많다고 여겨지는 영역이다. 이 연구에서는 과학적 의사소통 능력을 함양하기 위한 과정중심평가를 개발하기 위해 12차시로 구성된 기존의 ‘전기의 작용’ 단원을 10개의 수업 모듈로 재구성하였으며, 각각의 모듈별로 과정중심평가를 개발하고, 과정중심평가의 운영에 알맞은 교수·학습 과정안, 학생 활동지와 교수·학습자료를 개발하여 적용하였다.

2. 자료수집

개발된 과정중심평가의 개념 학습과 역량 함양에 대한 효과성을 검증하기 위해 ‘전기의 이용’ 영역에 대한 과학 개념은 체크리스트를 활용한 반구조화된 면담으로, 학습자의 과학적 의사소통 능력 정도는 검사도구를 통해 수집하였다. 과학 개념은 Table 1에서처럼 2009 개정 과학과 교육과정의 ‘전기의 이용’ 학습내용성취기준에 제시된 개념을 추출하여 목록화하고, 이를 평가 시행 전과 후에 각각의 연구대상을 개별 면담하여 자료를 수집하였다. 총 12개의 개방형 질문에 대한 학습자의 답변을 체크리스트에 기록하고, 면담 후에 이 자료를 과학적 개념과 비과학적 개념으로 분류하여 처리하였다.

과학적 의사소통 능력 정도는 Table 2에서처럼 과학적 의사소통 능력을 크게 의사소통의 유형과 형태로 구분하고, 24개의 지필 문항으로 구성된 과학적 의사소통 능력 검사도구(전성수, 2013)를 이용하여 자료를 수집하였다.

과학적 의사소통 유형은 Braaten and Windschitl (2011)이 설명 유형을 what, how, why로 구분을 바탕으로 what과 how에 해당하는 부분을 서술로, why에 해당하는 부분을 설명으로 분류하였다. 의사소통 형태는 과학적 의사소통을 교육과정에 반영하고 있는 10여 개의 나라와 주들의 교육과정에서 제시된 의사소통 형태를 크게 글, 수, 표, 그림으로 재분류하였으며, 각각의 하위 영역을 포함한 그 내용은 Table 3과 같다.

3. 연구과정

과정중심평가 적용을 통한 과학적 개념 획득 정도와 과학적 의사소통 능력 신장에 대한 효과성을

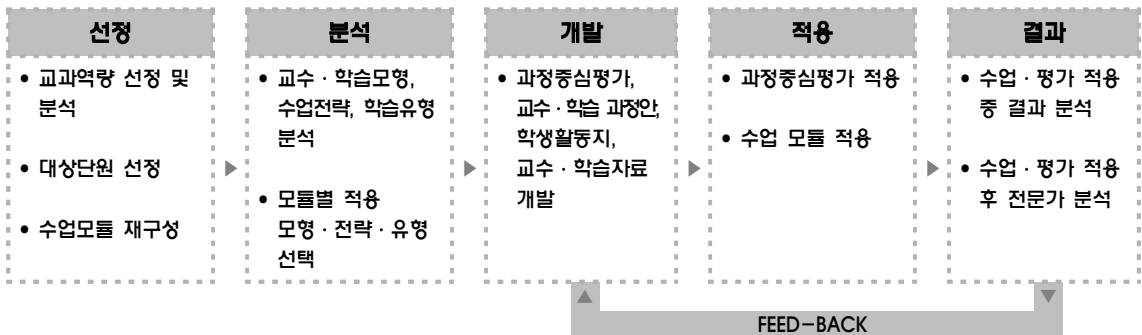


Fig. 1. Development process of process-focused assessment of unit ‘(10) Action of Electricity’ in 2009 revised curriculum.

Table 1. Science concepts of unit ‘(10) Action of Electricity’ in 2009 revised curriculum

항목	내용
자석 주위의 현상	자석 주위에서는 나침반 바늘이 움직인다.
전류가 흐르는 전선	전류가 흐르는 전선 주위에는 나침반 바늘이 움직인다. 전류가 바뀌면 전선 주위의 나침반 바늘의 방향도 바뀐다.
전자석과 전류의 관계	전자석은 전류가 흐를 때에만 자석의 성질을 가진다. 전자석에 전류가 흐르면 N극과 S극이 생긴다. 전류의 방향이 바뀌면 전자석의 극도 바뀐다.
전자석과 영구자석 비교	전자석은 전류가 흐를 때만 자석이 된다는 점이 영구자석과 다르다. 전자석은 전류의 방향이 바뀌면 극이 바뀐다는 점이 영구자석과 다르다.
전자석의 세기 변인	전자석은 전지의 수에 따라 그 세기를 바꿀 수 있다. 전자석은 전선을 감은 수에 따라 그 세기를 바꿀 수 있다.
전자석의 세기를 측정하는 방법	전자석의 세기는 나침반이 움직이는 각도로 측정할 수 있다. 전자석의 세기는 전자석에 붙는 클립이나 핀의 수로 측정할 수 있다.

Table 2. Test of scientific communication skills (Jeon, 2013)

구분	과학적 의사소통 유형			과학적 의사소통 형태												
상위	과학적 설명형	과학적 주장형	글	수	표	그림										
하위	서술	설명	근거	정당화	단어	문장	문단	수	수기호	식	표	도표	그래프	그림	도식	상징

Table 3. Types and forms of scientific communication skills

구분	내용	
서술	무엇이 일어났는지와 어떻게 일어났는지를 기술	자료에서 얻은 패턴이나 경향을 어떤 비판찰/이론적 요소와 연결 없이 기술, 묘사, 재진술
	자료에서의 패턴이나 경향성을 요약하는 기술	학생들은 관찰된 것을 단독적으로 수학적 개념에 연결
설명형	설명	왜 일어났는지를 설명 현상에 대한 인과를 기술 관찰되지 않은 것/이론적 요소인 모델을 사용
	설명	강력한 과학적 아이디어 사용 '왜'에 대한 수학적 모델이 현상에 대한 해석인지 설명 관찰과 통계나 다른 수학적 모델과 연결 관찰과 통계적/수학적 표현과의 연결을 설명
주장형	근거	주장을 지원하는 근거(자료, 보장, 보강)를 제시
	정당화	주장을 지원하는 근거와 동시에 근거의 정당화를 제시
글	단어	분리하여 자립적으로 쓸 수 있는 말이나 이에 준하는 말 또는 말의 뒤에 붙어서 문법적 기능을 나타내는 말
	문장	생각이나 감정을 말로 표현할 때 완결된 내용이 나타내는 최소의 단위
	문단	글에서 하나로 묶을 수 있는 짝막한 단위 두 개 이상의 문장 이상의 글
수	수	셀 수 있는 사물을 세어서 나타낸 말
	수기호	수와 연산 기호를 포함하여 나타낸 말
	식	숫자, 문자, 기호를 사용하여 이들 사이의 수학적 관계를 나타낸 것
형태	표	조사한 자료를 일정한 기준에 따라 행과 열로 직사각형 모양의 칸에 알아보기 쉽게 정리한 것
	도표	여러 가지 자료를 분석하여 그 관계를 일정한 양식의 그림으로 나타낸 표
	표	넓은 의미에서는 도표를 포함하지만 여기서는 서로 관계가 있는 두 개 또는 그 이상의 양의 상대값을 나타낸 도형 자료를 점, 직선, 곡선, 막대, 그림 등을 사용하여 나타낸 것
그림	그림	글의 내용을 그림으로 풀이한 것
	도식	사물의 구조, 관계, 변화 상태 따위를 일정한 양식으로 나타낸 그림 또는 양식
	상징	인간이나 사물 집단 등을 전달할 때 복잡한 개념을 단순화하여 매개적 작용을 하는 것을 통틀어 이르는 말

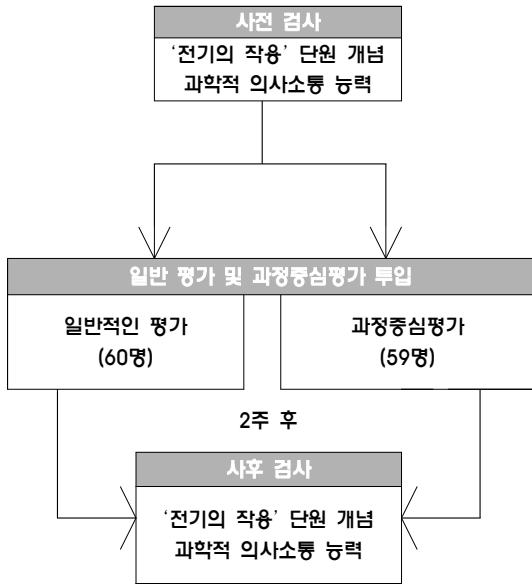


Fig. 2. Progression of pre-test and post-test on the scientific communication skill and concept acquisition of the process-focused assessment.

검증하기 위해 전기의 작용 단원을 학습하게 될 초등학교 6학년 119명을 연구대상으로 선정하였다. 119명 중 60명은 2009 개정 교육과정의 교과용 도서에서 제시된 수업과 평가를 최대한 수용적으로 실시하였으며, 나머지 59명은 본 연구에서 개발한 과정중심평가와 그에 따라 재구성된 수업을 적용하였다.

이 연구는 평가 수행을 기준으로 크게 사전 검사, 일반 평가 및 과정중심평가 투입, 사후 검사로 3단계로 이루어진다. 사전 검사 단계에서는 수업과 평가가 이루어지기 전에 ‘전기의 작용’ 영역의 개념들에 대한 학습자의 개념 이해 정도와 과학적 의사소통능력 정도를 미리 수집하였다. 그리고 수업과 평가를 처치하는 단계에서는 2개의 그룹으로 나누어 일반 평가 적용 집단과 과정중심평가를 적용하는 집단으로 구분하였다. 일반 평가 적용 집단은 교과용 도서에서 제시된 수업 과정과 평가를 재구성 없이 그대로 시행하고, 과정중심평가가 투입되는 그룹은 기존의 교육과정을 재구성한 10개의 수업 모듈과 본 연구에서 개발된 과정중심평가가 이루어졌다. 수업과 평가 처치가 완료된 2주 후에 사전 검사와 동일한 방식으로 사후 검사를 실시하여 자료를 수집하고, 그 결과를 사전 검사와 비교하였다.

III. 연구결과 및 논의

이 연구는 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정 중에서 초등학교 5~6학년군 과학 ‘(10) 전기의 작용’ 영역에 대한 과정중심평가를 개발하고 실제 과학 수업에 적용하여 개발된 평가도구의 개념 이해 및 역량 함양에 대한 효용성을 알아보는데 그 목적이 있다. 따라서 총 12차시로 이루어진 교과용 도서의 전기의 작용 단원을 10개의 수업 모듈로 재구성하여 각각의 과학적 의사소통 능력 함양을 위한 과정중심의 평가도구를 개발하고, 교과용 도서에서 제시한 일반적인 평가와 전자기 개념 이해와 과학적 의사소통 능력 측면에서의 성취도를 사전과 사후의 비교 결과를 통해 분석하였다.

1. 과정중심평가의 개발

이 연구에서는 과정중심평가의 특징과 수행평가, 형성평가에 대한 선행연구를 토대로 과정중심평가도구를 개발하기 기준을 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 과정중심평가는 수업에서 진행되는 평가로서 통합적인 능력과 지식의 적용 능력 수행에 기초한 비형식적인 방법으로 이루어져야 한다(Mc-Millan, 2011). 둘째, 학생이 자기 자신이나 동료 학생의 학습 활동을 직접 평가하도록 하여 학습 목표와 관련된 수행 활동 기준을 학생 스스로 의미 있게 의식하여 학습을 개선할 수 있도록 개발하여야 한다(LeMahieu & Reilly, 2004). 셋째, 과정중심평가를 통해 얻어진 결과는 학생들의 학습을 돕기 위해 즉각적이고 실제적인 피드백이 가능하도록 개발하여 평가 대상인 현재 학습상태의 학생에게 더 많은 혜택이 직접적으로 돌아갈 수 있도록 하여야 한다(Swaffield, 2011). 마지막으로 과정중심평가가 수업과 평가의 연계를 강조하여 학습과정에서의 결과가 교수·학습 활동에 영향을 주어 수업을 보다 구체화하고 입체화하는데 기여할 수 있도록 개발 기준을 선정하였다.

2009 개정 교육과정에 의거하여 개발된 교과용 도서의 ‘전기의 작용’ 단원은 총 12차시로 구성되어 있으며, 교육과정의 각각의 성취기준에 따른 수업 차시명은 Table 4와 같다.

이 연구에서는 과정중심평가의 적용이 현장 과학수업에서 쉽게 적용될 수 있도록 Table 6에서처럼 교과용도서의 구성과 각 차시별 학습목표는 그

Table 4. Subjects of science textbook in unit ‘(10) Action of Electricity’ based on 2009 revised curriculum achievement standards

학습내용 성취기준	차시	차시명
—	1	똑똑한 전기박사에 여러 가지 물체 연결해보기
(가) 전지, 전선, 전구를 연결하여 전구에 불을 켜고, 불이 켜지는 조건을 안다.	2	전지, 전구, 전선을 어떻게 연결하여야 전구에 불이 켜질까요?
(나) 전구의 연결 방법에 따른 밝기를 비교한다.	3	전지의 연결방법에 따라 전구의 밝기는 어떻게 달라질까요?
	4	전구의 연결방법에 따라 전구의 밝기는 어떻게 달라질까요?
(다) 전기를 절약하고 안전하게 사용하는 방법을 알고 실천한다.	9	전기와 우리 생활의 관계를 알아볼까요?
	5	전기회로에서 전류는 어떤 방향으로 흐를까요?
(라) 전류가 흐를 때 전선 주위에 생긴 현상을 이용하여 전자석을 만들 수 있다.	6	전류가 흐르는 전선 주위에서 나침반 바늘은 어떻게 될까요?
	7~8	전자석을 만들어 전자석의 성질을 알아볼까요?
	10~11	전자석을 이용한 발명품 고안하기
	12	전기의 작용을 정리해볼까?

대로 유지한 채로 교수·학습모형과 학습전략, 탐구활동 유형에 변화를 주어 과정중심평가를 개발하였다.

교수·학습모형은 경험학습, 발견학습, 순환학습, 개념변화학습, 탐구학습, STS와 같이 과학교육에서 일반적으로 사용하는 모형 이외에도 융합탐구모형, 공감중심모형 등과 같이 다양한 교수·학습모형을 적용하였다. 이는 국가수준의 교육과정 성취기준을 달성하기 위해 교사들이 다양한 교수·학습모형과 학습전략 및 탐구활동 유형 등을 재구성하여 활용하고 있다는 전제를 둔 것으로 10개의 수업 모듈에 모두 다른 교수·학습모형과 학습전략, 탐구활동 유형을 적용하여 과정중심평가를 개발하였다.

‘전기의 작용’ 단원의 차시별 주요 학습 개념과 활동, 교수·학습 모형, 탐구활동 유형과 그에 따른 과정중심평가를 Table 5에 나타내었다.

과학적 의사소통능력의 향상을 위해 개발된 과정중심평가의 주요 내용과 과학적 의사소통능력 영역과의 관련성을 Table 6에 나타내었다. 과학적 의사소통 능력의 경우, 하위 요소 간의 관련성이 높아 특정 요소만을 고려한 수업과 과정중심평가를 개발하기에는 어려움이 있다. 따라서 ‘전기의 작용’ 단원의 성취 기준을 토대로 차시별 수업 목표와 과정중심평가에 가장 관련성이 높은 과학적 의사소통능력을 유형과 형태를 Table 6에 표시하였다. 과정중심평가 개발에서는 학습목표와 활동뿐만

아니라, 학습자의 탐구활동 유형을 고려하여 개발하였다. 이는 과학적 의사소통 능력의 경우 학습자가 탐구하고 있는 활동유형과 밀접한 영향을 가지고 있기 때문이다. 예를 들면, 학습된 개념을 재차 확인하기 위해 시행되는 확인실험활동의 경우에는 수업에 참여한 모든 학생들이 동일한 실험주제를 같은 시간대에 진행하게 된다. 이러한 상황에서 한 명의 교사가 수업에 참여한 모든 학생들의 탐구과정을 평가하고, 피드백을 서로 교환하기에는 시공간적 제약이 큰 걸림돌이 된다. 따라서 이 연구에서는 이러한 제약을 극복할 수 있는 aTST(at The Same Time) 과정중심평가를 개발하여 동시다발적으로 학생참여를 통한 과정중심평가가 이루어지도록 하였다.

Fig. 3은 ‘전기의 작용’ 단원의 6차시 ‘전류가 흐르는 전선 주위에서 나침반 바늘은 어떻게 될까요?’에 대한 수업과 평가의 진행 도식이다. 이 차시의 과정중심평가는 과학적 의사소통의 ‘정당화’ 유형과 ‘글’ 형태 능력을 신장시키기 위해 개발되었으며, 개념변화 교수·학습모형과 과정개발실험 탐구활동 유형이 적용되었다. 개념변화학습모형은 개념표현, 개념재구성, 개념응용, 개념변화검토의 4단계로 학습이 진행된다. 교사는 학습자의 선개념을 발문으로 확인하고, 탐구실험을 통해 학습자의 인지갈등을 유발시킨다. 기존 개념에 대한 인지갈등을 경험한 학습자는 직접 학습문제를 개발하는 PBE (Problem-Based Evaluation) 활동을 통해 자신의 개

Table 5. Teaching-learning models and process-focused assessment lists based on main learning concepts and activities of unit ‘(10) Action of Electricity’

단계	차시	차시별 주요 학습 개념 및 활동	교수·학습 모형	탐구활동 유형	과정중심평가
재미있는 과학	1	[개념] 전기의 작용에 대한 흥미와 호기심 [활동] 전기박사를 제작하여 물체에 연결하기	경험학습	MAKER	3-IN-1
	2	[개념] 도체, 부도체, 전기회로, 전류 [활동] 전지, 전구, 전선을 연결하여 전구에 불켜기	발견학습	귀납적 실험	SNS사진 비주얼 커뮤니케이션 자기성찰 다이어그램
	3	[개념] 전지의 직렬연결, 전지의 병렬연결 [활동] 전지의 연결 방법에 따른 전구의 밝기 관찰하기	경험학습	귀납적 실험	전문가 동료
	4	[개념] 전구의 직렬연결, 전구의 병렬연결 [활동] 전구의 연결 방법에 따른 전구의 밝기 관찰하기	순환학습	기능개발실험	3E
과학 탐구	5	[개념] 전류의 방향 [활동] 발광다이오드를 사용하여 전기 회로에서 전류가 흐르는 방향 알아보기	경험학습	확인 실험	aTST
	6	[개념] 자석의 성질 [활동] 막대자석 주위의 나침반 바늘 움직임 관찰하기 [활동] 전선 주위에 나침반 바늘의 움직임 관찰하기	개념변화학습	과정개발실험	PBE
	7~8	[개념] 전자석 [활동] 전자석 만들기 [활동] 전자석 성질 알아보기	탐구학습	탐색 실험	만장일치
과학 더하기	9	[개념] 전기를 절약하는 방법, 전기의 안전한 사용 [활동] 전기의 절약과 안전한 사용하는 방법 조사하기	STS	역할놀이 과학도의	물렁페이퍼-공감 댓글
	10~11	[개념] 전자석의 이용 [활동] 전자석을 이용한 발명품 설계하기	융합탐구	STEAM	내재가치 유저스 코멘트
과학생각 모음	12	[개념] 전기의 작용의 모든 개념 [활동] 전기의 작용에 대하여 정리하기	공감중심	비주얼 씩킹	자기성찰적 글쓰기

념을 정교화하며, 나침반과 자석 및 전류와의 관계에 대한 개념을 구성한 학습자는 전류의 방향을 이용하여 나침반 바늘의 방향을 바뀌게 되는 성질을 이용하여 목적지를 찾아가는 보드 게임을 개발하

면서 스스로 개념을 응용하게 된다. 이 때 PBE 활동은 개념변화학습에서의 과정중심평가로서 개념 재구성과 개념응용 단계에서 학습자의 학습 정도를 수집할 수 있게 된다.

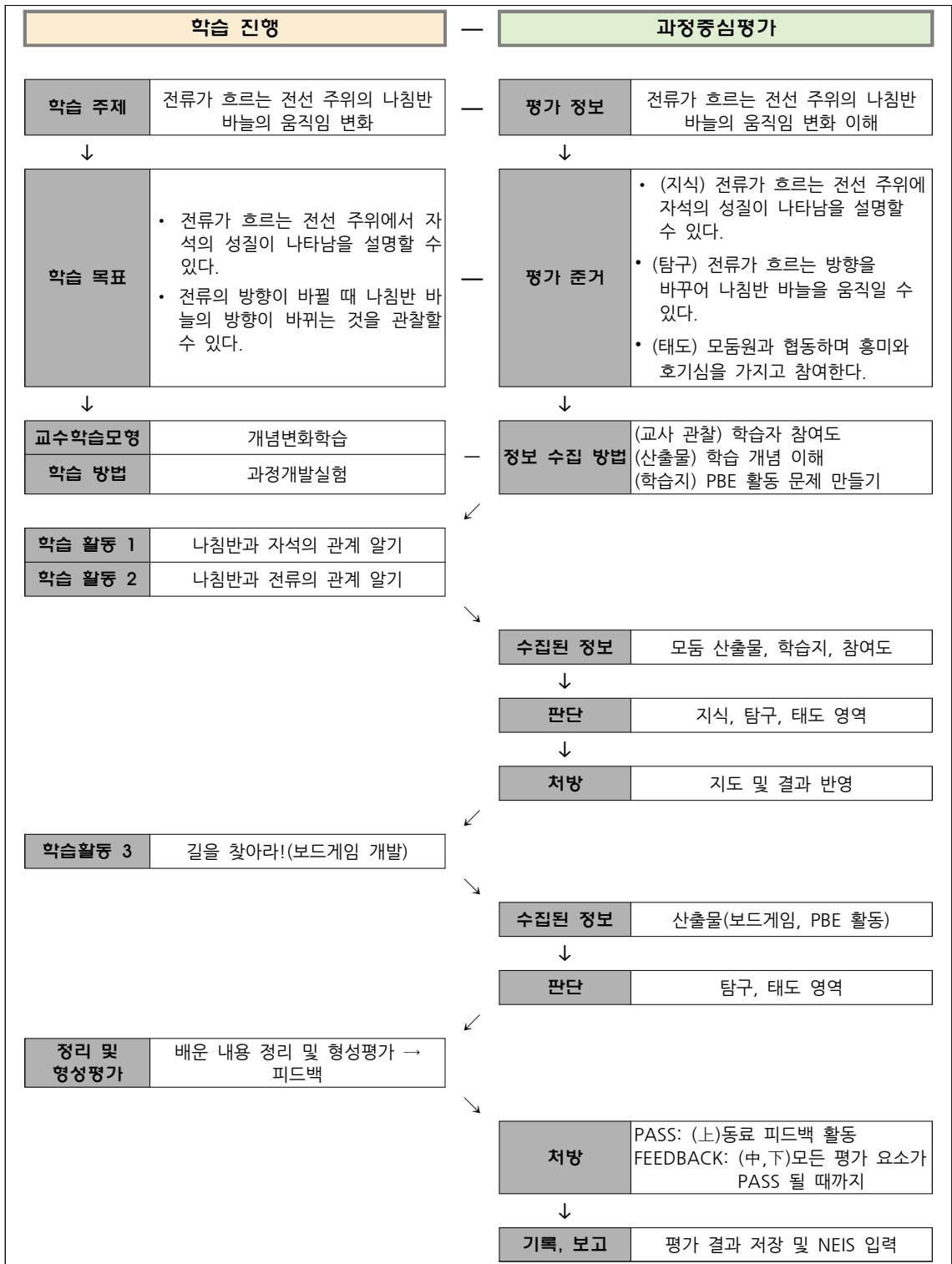
Table 6. Types and forms of scientific communication skills related to contents of process-focused assessment

과정중심평가	과정중심평가의 주요 내용	과학적 의사소통 능력	
		유형	형태
3-IN-1	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 3가지의 영역(과학지식, 과학탐구, 과학태도)을 한 번에 평가할 수 있도록 개발된 평가 도구 ▷ 평가지와 관찰 등의 다양한 방법으로 평가한 후 한 가지의 영역이라도 만족하지 못하면 PASS되지 못하고 FEEDBACK를 받음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 서술 ◦ 설명 ◦ 근거 ◦ 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 글 ◦ 수 ◦ 표 ◦ 그림
SNS사진	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 1인 교사가 다수 학생들의 학습과정을 면밀히 평가하기 어려운 점을 보완하기 위해 학생들이 학습과정을 SNS에 게시하여 교사가 수업 중이나 이후에 학생 개개인에게 맞춤형 피드백을 댓글로 처방하고 평가 ▷ 학생은 자신의 결과물에 대한 맞춤 학습 처방을 받을 수 있음 ▷ 교사는 학생의 수업 과정에 대한 심층적인 평가가 가능함 ▷ 학생들 사이에서 상대방의 결과물에 대한 피드백을 제공하며, 시공간을 극복한 평가가 가능함 ▷ 전문가 집단을 SNS에 초대하여 평가를 의뢰할 수 있는 장점이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 서술 ◦ 근거 ◦ 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 글 ◦ 수 ◦ 표 ◦ 그림

Table 6. Continued

과정중심평가	과정중심평가의 주요 내용	과학적 의사소통 능력	
		유형	형태
비주얼 커뮤니케이션	<ul style="list-style-type: none"> 시각적인 수단에 이용하여 학생들의 아이디어를 전달하려는 것으로 문자, 그림, 사진, 영상과 같은 다양한 시각적 소스를 활용한 평가 과학적 용어로 개념을 표현하는데 어려움을 겪는 학생들이 다양한 시각적 소스를 이용하여 인지된 개념을 표현할 수 있는 장점이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
자기성찰 다이어그램	<ul style="list-style-type: none"> 다이어그램이라는 시각 언어를 사용하여 학생들의 학습목표 성취 수준을 종합적이고 시각적으로 제시하는 평가방법 학생들이 자신의 평가결과를 글이나 표보다 다이어그램을 이용하여 파악함으로써 자신의 성취수준을 쉽게 파악하고, 보완이 필요한 부분에 대해서 복합적인 처방이 손쉬운 장점이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
전문가 동료	<ul style="list-style-type: none"> 모둠 내, 모둠 외에서 서로 평가하는 동료평가방법으로서, 과학 지식, 과학 탐구, 과학 태도의 세 가지 영역을 나누어 평가하여 그 결과를 취합하여 평정하는 방법 세 가지 영역을 한꺼번에 관찰하고 평가하기에는 부담이 크고 어렵다는 단점을 보완하기 위한 평가방법 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
3E (Encourage and Evaluate Each other)	<ul style="list-style-type: none"> 모둠 활동으로 구성된 수업에 적용 가능 평가기준을 인지한 학생들이 모둠 내에서의 자신의 평가점수를 확인하고, 모둠 활동의 결과물을 발표를 한 후, 다른 모둠이 평가한 모둠 점수를 합산하여 자신의 최종점수로 확정 학생들이 평가의 주체가 되기 때문에 수업에 대한 관심과 참여도가 높으며, 자신의 평가결과를 충분히 납득함 개인 평가와 함께 모둠 평가가 이루어져 자신의 역할을 충실히 하는 동시에 모둠원을 서로 격려하면서 수업에 참여하게 됨 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
aTST (at The Same Time)	<ul style="list-style-type: none"> 활동을 끝낸 후 모든 학생들을 동시에 평가하기 때문에 생기는 평가의 부정확함과 어려움 등의 문제를 줄이기 위해 고안된 평가 방법 한 명의 학생의 활동을 다른 모둠 학생들이 평가하는 방법 활동과 평가가 동시에 이루어지며, 시간을 최대한 효율적으로 활용하여 개별 활동과 개별 평가를 할 수 있다는 장점 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
PBE (Problem-Based Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> 학생들이 학습한 내용을 바탕으로 문제를 개발하고, 교사가 그 문제에 담긴 과학 지식이나 탐구 등을 평정하는 평가 방법 수동적 문제 해결 위주의 학생들이 학습내용을 보다 정확하게 이해하여 문제를 개발하는 수준까지 유도하는 평가 방법 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
만장일치	<ul style="list-style-type: none"> 모둠의 모든 학생이 주어진 평가를 통과해야 되도록 구성된 평가방법 모든 학생들을 학습 목표에 도달시키기 위하여, 학생들 사이의 협동적 교수활동을 응원하여 완전 학습을 이룰 수 있는 장점이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
롤링페이퍼-공감 댓글	<ul style="list-style-type: none"> 모둠 또는 개인이 완성한 결과물에 대한 평가를 학급 전체 학생이 모두 평가할 수 있는 방법 학생들이 교사에게 부여받은 평가 기준을 고려하여 공감 댓글을 작성하는 것으로 댓글의 개수에 따라 평가 수준을 평정하는 방법 공감 댓글을 통해 미진한 학습 부분을 신속히 파악하고, 교사의 경우는 롤링페이퍼를 통하여 수업과 발문 등에 참고자료로 활용 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
내재가치 (Intrinsic Value)	<ul style="list-style-type: none"> 실현되지 않은 아이디어에 대해 상대적인 매력도를 평가하는 방법 제시된 가치판단 기준을 근거로 최고의 내재가치를 정성적으로 평가하는 방법으로 각 영역별로 1표를 행사하는 설정으로 구성됨 아이디어가 실제 구현되는 과정에서 동료들의 의견이 피드백으로 반영되도록 구성됨 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
유저스 코멘트 (users' comments)	<ul style="list-style-type: none"> 아이디어가 구현된 결과물을 소비자의 입장에서 직접 사용해 보고, 등록된 SNS의 여러 사용 후기를 평가하는 방법 교사는 학생들이 작성하게 될 사용 후기에 필수로 포함되어야할 평가 항목을 제시함 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림
자기성찰적 글쓰기	<ul style="list-style-type: none"> 글쓰기를 통하여 과학 지식, 과학 탐구, 태도의 측면에서 자신을 종합적으로 평가하는 방법 단원을 학습하기 전에 자신의 수준에 알맞은 목표를 스스로 설정하고, 단원이 끝난 후 목표에 대한 자신의 학습 전반을 성찰적으로 평가함 자기주도적인 학습능력을 기르며, 목표달성을 위한 부족하거나 필요한 요구를 의사소통하는 능력을 향상시킬 수 있다는 장점이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 서술 설명 근거 정당화 	<ul style="list-style-type: none"> 글 수 표 그림

• :평가 목표와 관련된 역량 요소



↳ : 대응, ↘ : (진행)

Fig. 3. A schematic diagram of science lessons and process-focused assessments on ‘What happens to compass needles around current-carrying wires?’.

2. 과정중심평가의 과학적 의사소통 능력 결과

과학적 의사소통 능력에 대한 과정중심평가와 일반적인 평가를 적용한 집단의 사전·사후 변화 결과를 Table 7에 나타내었다. 과정중심평가 적용 집단은 과학적 설명형의 ‘서술’과 과학적 주장형의 ‘근거’ 능력에서 과정중심평가의 효과가 나타났다. 일반적인 평가를 실시한 집단의 경우에는 모든 과학적 의사소통 능력에서 통계적으로 유의미한 변화가 없었다. 과학적 의사소통 능력에서의 ‘서술’ 능력은 자료에서 얻은 패턴이나 경향을 어떤 비관찰과 이론적 요소와 연결 없이 기술하고 묘사하여 재진술한 것을 의미한다(Braaten & Windschitl, 2011). 본 연구에서 개발된 Fig. 4의 ‘만장일치’와 ‘내재가치’ 과정중심평가는 자신이 관찰한 사실이나 자신의 의견을 다른 친구들에게 표현하고 서로의 생각을 공유하거나 평가하는 과정을 거친다. 이를 통해 내용에 대한 재진술이 반복적으로 이루어지게 되기 때문에 ‘서술’ 능력의 향상했다는 결과가 나타난 것으로 보인다. Fig. 5와 같이 4개의 과정중심평가가 과학적 의사소통의 유형 중에서 ‘근거’ 능력

의 신장을 목표로 개발되었다. ‘근거’ 능력은 과학적 주장에 해당하는 논변요소로서 주장을 지원하는 근거인 자료, 보장, 보강 등을 제시하는 주장을 펼칠 수 있는 능력을 의미한다(Osborne *et al.*, 2004). ‘자기성찰 다이어그램’, ‘3E’, ‘aTST’, ‘글쓰기’ 과정중심평가는 사실과 현상을 설명하는 수준을 넘어, 학습자가 스스로 구성해낸 결과나 자신의 주장을 근거를 통해 다른 사람과 의사소통하는 구성을 가진다.

이 연구에서는 과정중심평가를 통한 과학적 의사소통의 ‘글’, ‘수’, ‘표’, ‘그림’의 형태적 능력 중에서 Table 8의 결과와 같이 ‘글’과 ‘그림’ 능력을 향상시켰다. 의사소통 능력 중에서 글은 의미를 독립적으로 나타내는 단어, 생각과 감정을 표현할 수 있는 최소 단위의 문장, 그리고 특별한 요지나 아이디어를 다루는 글쓰기에서 글의 내용상 끊어서 구분한 토막으로 하나 이상의 문장으로 이루어진 문단으로 구성되어 있다. ‘글’ 능력을 신장하기 개발한 과정중심평가는 3-IN-1, 전문가 동료, 3E, PBE, 롤링페이퍼-공감 댓글, 자기성찰적 글쓰기가

Table 7. The result of comparison between test types and types of scientific communication skills in *t*-test

과학적 의사소통 능력 유형	평가유형	N	검사시기	M	SD	평균차 (사후-사전)	<i>t</i>	
과학적 설명형	서술	60	사전	8.41	2.472	0.32	0.631	
			사후	8.73	2.587			
	과정중심	59	사전	8.68	2.362	0.83	1.931*	
			사후	9.51	2.833			
	설명	일반	60	사전	6.36	1.738	-0.03	-0.380
				사후	6.33	1.526		
과정중심		59	사전	6.14	1.342	0.07	0.525	
			사후	6.21	1.196			
과학적 주장형	근거	60	사전	9.92	2.947	0.09	0.513	
			사후	10.01	3.332			
	과정중심	59	사전	10.27	3.284	0.96	2.175*	
			사후	11.23	3.294			
	정당화	일반	60	사전	5.79	1.385	0.03	0.429
				사후	5.82	1.517		
과정중심		59	사전	5.49	1.482	-0.10	-0.947	
			사후	5.39	1.562			

* $p < 0.05$.

영역	탐구		태도	지식
	1	2	3	3
만장일치	Pass	전선에 전류가 흐를 때에 전선 주위에 생긴 현상을 이용하여 전자석을 만들 수 있다.	흥미와 호기심을 가지고 전자석 만들기를 한다.	전자석의 성질을 설명할 수 있다.
	Feed Back	전선에 전류가 흐를 때에 전선 주위에 생긴 현상을 이해하지 못해 전자석을 만들지 못한다.	전자석 만들기에 흥미와 호기심을 가지지 못한다.	전자석의 성질을 설명하기 어려워한다.

▶ 학습자 개인의 전자석 만들기 활동이 3가지 평가 영역측면에서 자신이 속한 모듈원들의 만장일치로 통과될 때까지 서로 협력하고 피드백하는 평가를 받는다.

과학지식부분 (원리●)					
모둠	전자석 사용 유무	전자석 원리	전자석의 성질	오류	계
가	5	5	4	5	19
나	5	4	5	3	17
다	5	2	5	5	17
라	0	0	4	2	6
마	5	5	5	1	16
바	5	3	4	5	17

▶ 아직 구현되지 않았거나 학생 수준에서 구현하기 힘든 산출물에 대해 구상이나 기획 단계에서의 아이디어 매력도(내재가치)를 평가하는 방법

위와 같이 평정하였을 경우 '가'모듈에 붙임딱지 붙여주기

Fig. 4. An example of process-focused assessment to develop 'Explanation' skills in scientific communication skills.

자기성찰 다이어그램

▲ 전기회로와 전류에 대한 개념소개서를 제작하고 학습 정도를 스스로 다이어그램으로 표현

3E

▲ 전기의 연결방법에 대해서 만일그래프를 활용한 토의활동을 통해 상호 평가를 받는다

aTST

▲ LED 전기회로의 전류를 추리하는 활동에 대해서 개인 탐구와 평가가 동시에 진행되는 평가

자기성찰적 글쓰기

▲ 평가목표를 학습자 스스로 설정하여 학습정도를 구체적인 증거를 들며 글로 표현하는 평가

Fig. 5. An example of process-focused assessment to develop 'Ground' skills in scientific communication skills.

있으며, 그 중 몇 가지 예를 Fig. 6에 나타내었다. '그림' 능력은 내용을 그려서 풀어낸 그림, 일정한 양식을 취하여 사물의 구조적인 관계와 변화를 나타낸 도식, 복잡한 개념을 단순화하여 알기 쉽게 표현한 상징으로 구분된다. SNS 사진, 비주얼 커뮤니케이션, aTST, 만장일치, 유저스 코멘트 과정중심평가는 과학적 의사소통 능력의 유형 중 '그림'에 중점을 두어 개발한 평가이다. 과학적 용어를 통해 개념을 획득하거나 설명하기보다는 시각적 소스를 통해 전자기 개념을 표현하고 평가받는 과정이 과학적 의사소통 능력을 신장시키는데 주요한 결과를 가져온 것으로 판단된다. 이처럼 '글'과

'그림' 형태에서의 의사소통 능력 신장은 '전기의 작용' 단원을 주제로 개발된 과정중심평가가 단위 학습목표와 탐구활동 유형을 고려하여 개발되었기 때문에 판단되며, 이는 초등학교 과학의 성취기준에서 제시된 전자기 개념의 특성상 '수'와 '표'를 이용한 정량적 관찰과 측정보다는 '글'과 '그림'을 활용한 과정중심평가에 보다 효과적인 결과를 가져온 것으로 보인다.

3. 과정중심평가의 과학적 개념과 비과학적 개념 획득 결과

이 연구는 2009 개정 교육과정의 '(10) 전기의 작

Table 8. The result of comparison between test types and forms of scientific communication skills in *t*-test

과학적 의사소통 능력 형태	평가유형	N	검사시기	M	SD	평균차 (사후-사전)	<i>t</i>
글	일반	60	사전	8.65	2.483	0.07	0.532
			사후	8.72	1.837		
	과정중심	59	사전	8.75	2.249	0.72	2.123*
			사후	9.47	1.891		
수	일반	60	사전	7.42	2.287	0.07	0.614
			사후	7.49	2.374		
	과정중심	59	사전	7.83	2.476	-0.17	-0.888
			사후	7.66	2.573		
표	일반	60	사전	7.11	2.195	0.13	0.778
			사후	7.24	1.912		
	과정중심	59	사전	7.37	2.016	-0.09	-0.632
			사후	7.28	1.946		
그림	일반	60	사전	7.31	2.568	0.12	0.769
			사후	7.43	2.467		
	과정중심	59	사전	7.27	2.097	1.12	3.587**
			사후	8.39	2.591		

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.


3-IN-1



▲ 재미있는 과학(전기박사 만들기)에서 지식, 탐구, 태도의 3가지 영역을 한번에 평가하면서 한 가지 영역이라도 Pass되지 않으면 Feedback 제공

전문가 동료

신나는 노래로 과학을 만나요!
과학승 만들기 ♪



▲ 전지의 연결방법 학습을 통해 미션 해결과 과학승 발표 장면에서 학습자들이 지식, 탐구, 태도의 각 영역에서 전문가 자격으로서 평가하는 방법

물렁페이지-공감 댓글

평가 기준 요소	
지식	전기 결합 방법과 전기 안전 수칙을 알고 있는가?
탐구	전기 결합 방법과 전기 안전 수칙 조사하고 필요할 수 있는가?
태도	역할놀이를 통해 전기를 절망하고 안전하게 사용하는 방법을 적극적으로 표현할 수 있는가?
평가 기준	
상	전체 학생의 40%이상 달성
중	전체 학생의 50%이상 80%이하 달성
하	전체 학생의 50% 미만 달성

▲ 동료의 전기안전 정지화면 언급에 대해 공감 댓글로 평가하는 방법으로 전체 학생 대비 받은 댓글 비율에 따라 언급활동을 평가받는 방법

Fig. 6. An example of process-focused assessment to develop ‘Letter’ skills in scientific communication skills.

SNS 사진



▲ 학생들이 학습과정을 SNS에 게시하여 교사가 수업 중이나 이후에 학생 개인에게 맞춤형 피드백을 댓글로 제공하고 평가

비주얼 커뮤니케이션



▲ 개념을 단어뿐만 아니라, 다양한 시각적 소스(문자, 그림, 사진, 영상 등)를 이용하여 인지된 개념을 표현하는 평가

유저스 코멘트

②③ 유익한 의견의 평가자

내가 만든 발명품에 대한 아이디어를 자세 소스를 포함하여 전달한 것이

- ▶ 지식 요소가 포함되어 있어 기호를 나타 내 발명품의 특성 자세히 설명하고 출처 표시했다.
- ① 발명품의 원리
- ② 발명품의 사용 방법
- ③ 발명품의 안전
- ④ 발명품의 사용에 대한 설명이 적지 않다
- ⑤ 발명품의 안전
- ⑥ 발명품의 원리
- ⑦ 발명품의 사용 방법
- ⑧ 발명품의 안전
- ⑨ 발명품의 원리
- ⑩ 발명품의 사용 방법
- ⑪ 발명품의 안전
- ⑫ 발명품의 원리
- ⑬ 발명품의 사용 방법
- ⑭ 발명품의 안전
- ⑮ 발명품의 원리
- ⑯ 발명품의 사용 방법
- ⑰ 발명품의 안전
- ⑱ 발명품의 원리
- ⑲ 발명품의 사용 방법
- ⑳ 발명품의 안전
- ㉑ 발명품의 원리
- ㉒ 발명품의 사용 방법
- ㉓ 발명품의 안전
- ㉔ 발명품의 원리
- ㉕ 발명품의 사용 방법
- ㉖ 발명품의 안전
- ㉗ 발명품의 원리
- ㉘ 발명품의 사용 방법
- ㉙ 발명품의 안전
- ㉚ 발명품의 원리
- ㉛ 발명품의 사용 방법
- ㉜ 발명품의 안전
- ㉝ 발명품의 원리
- ㉞ 발명품의 사용 방법
- ㉟ 발명품의 안전
- ㊱ 발명품의 원리
- ㊲ 발명품의 사용 방법
- ㊳ 발명품의 안전
- ㊴ 발명품의 원리
- ㊵ 발명품의 사용 방법
- ㊶ 발명품의 안전
- ㊷ 발명품의 원리
- ㊸ 발명품의 사용 방법
- ㊹ 발명품의 안전
- ㊺ 발명품의 원리
- ㊻ 발명품의 사용 방법
- ㊼ 발명품의 안전
- ㊽ 발명품의 원리
- ㊾ 발명품의 사용 방법
- ㊿ 발명품의 안전

▶ 위 요소 중 내가 지 유지하고 싶은 부분이 있다면 체크할 수 있습니다.

▲ 아이디어가 구현된 결과물을 소비자의 입장에서 직접 사용해보고 SNS의 사용 후기를 올려 평가하는 방법

Fig. 7. An example of process-focused assessment to develop ‘Figure’ skills in scientific communication skills.

용' 영역의 학습내용성취기준을 바탕으로 개발된 과정중심평가이다. 따라서 과정중심평가의 효과성을 검증하기 위해 교육과정의 학습내용성취기준에 따른 과학적 개념과 비과학적 개념의 획득 정도를 수집하였다. 과정중심평가와 일반평가를 투입하기 전과 투입 2주 후에 Table 1의 내용의 체크리스트를 바탕으로 상담자와 반구조화된 1:1 면담을 실시하였다. 과학적 개념은 정확하게 개념의 의미를 알고 답하는 경우는 2점, 개념의 의미는 알고 있지만 그 이해와 설명이 부족하다고 판단되면 1점, 전혀 개념을 모르는 경우는 0점으로 처리하였다. 비과학적 개념을 가진 경우에는 비과학적 차이를 구분하기 모호하여 비과학적 답변은 모두 1점으로 처리하였다.

연구대상의 개념획득 정도 변화를 사전과 사후 검사의 점수의 *t*-검정 방법으로 분석하였으며, 그 결과는 Table 9와 같다. 과정중심평가를 적용한 집단은 과학적 개념의 경우에서 평가 투입 이후에 보다 많은 과학적 개념을 획득하였으며, 비과학적 개념도 통계적으로 유의미하게 줄어들었음을 알 수 있다. 일반적인 평가를 적용한 집단의 경우에는 과학적 개념이 증가하였으나, 비과학적 개념의 획득 경우에도 다소 비과학적 개념이 줄어들기는 하였지만 통계적인 차이는 나타나지 않았다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학교 5~6학년군 과학 '(10) 전기의 작용' 단원을 대상으로 과학적 의사소통 능력

향상을 위한 과정중심평가를 개발·적용하고, 그 효과를 알아보는 데 목적이 있다. 과학적 의사소통 능력을 향상시키기 위한 과정중심평가를 적용한 수업과 일반적인 평가를 적용한 수업에 대해 과학적 의사소통 능력과 과학 및 비과학 개념의 획득 정도를 비교한 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 내린다.

첫째, 과정중심평가는 개념평가뿐만 아니라, 교과 역량을 신장하는데 도움이 되는 평가 방법으로서의 역할이 충분히 가능하다. 이 연구에서 개발된 과정중심평가는 과학적 의사소통능력의 설명형과 주장형 모두에게 긍정적인 영향을 주고 있었으며, 특히 과학적 설명형의 서술과 과학적 주장형의 근거 능력에 더욱 효과적인 것으로 나타났다. 연구결과에 따르면 과정중심평가를 시행한 후는 전과 비교하여 과학적 설명형의 서술 능력은 약 9.56%, 과학적 주장형의 근거 능력은 약 9.34% 향상되었다. 따라서 과정중심평가의 개발단계에서 과학적 의사소통능력의 수준과 영역을 구체적으로 설정하여 개발한다면 학습자의 특정 능력을 보완하거나 개선할 수 있는 맞춤형 과정중심평가도구로서의 개발이 가능할 것으로 보인다.

둘째, 수업이나 학습 과정 내에서 동시에 수행되는 과정중심평가는 학습 완료 후에 일반적으로 적용되는 평가에 비해 과학적 개념을 획득하는데에는 비효율적이라는 지적이 있었다. 하지만 과학적 개념의 획득 정도를 평가 처치의 사전과 사후를 비교한 결과에 따르면 과정중심평가는 17.18% 증가한 일반 평가와 마찬가지로 과학적 개념이 통

Table 9. The result of comparison between pre-test and pro-test in science concept acquisition based on test types in *t*-test

항목	평가유형	N	검사시기	M	SD	평균차 (사후-사전)	<i>t</i>
과학적 개념	일반	60	사전	9.49	8.72	1.63	2.819*
			사후	11.12	8.43		
	과정중심	59	사전	9.87	8.11	2.42	6.529*
			사후	12.29	7.84		
비과학적 개념	일반	60	사전	1.14	1.63	-0.17	-1.269
			사후	0.97	1.09		
	과정중심	59	사전	1.08	1.36	-0.49	-2.401*
			사후	0.59	1.28		

* $p < 0.001$.

계적으로 유의미하게 증가한 결과를 나타내었으며, 그 증가의 폭(24.52%)은 일반 평가보다 더욱 컸다. 주목할 점은 비과학적 개념은 일반평가 처치의 사전과 사후의 차이가 없었으나, 과정중심평가를 통해서 사전보다 사후에 36.03%의 비과학적 개념이 줄어드는 결과가 나타났다. 과정중심평가나 그에 해당하는 수업이 일반적인 과학 수업과 평가처럼 학습자들이 과학적 개념을 얻는데 큰 무리가 없었을 뿐만 아니라, 오히려 학습자들의 비과학적인 개념을 줄이는 데 더욱 효과적이라는 결론을 내릴 수 있다. 이는 학습자 참여중심의 과학수업에 맥락을 같이 하는 과정중심평가의 시행에 대한 근거로서 역할을 할 수 있다.

교육에서의 평가는 교육의 핵심적 구성요소이자 필수적 과정이지만 인식론적, 형이상학적, 방법론적 관점에서 다르게 해석되고 있다. 과학교육 평가의 의미도 이와 같이 평가관에 따라 서로 상이한 의미로 정의되고, 그 정의에 따라 평가의 목표와 방법, 그리고 평가도구 등도 달라진다(조희영 외, 2009). 지금의 시대적 요구와 흐름에 부응한 2015 개정 과학과 교육과정의 목표는 자연 현상과 사물에 대한 호기심과 흥미, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 내세우고 있다. 목표에서 제시된 호기심, 흥미, 탐구, 창의, 소양과 같은 성취 목표는 학습의 평가에 해당, 개념 위주의 양적 측정, 지필 평가, 일회적 평가, 교사가 주체인 평가 형태보다 학습을 위한 평가, 학습으로서의 평가, 다양한 평가 방법, 비형식적인 질적 평가, 교사와 학생이 주체가 되는 과정중심평가가 더욱 적합할 것으로 사료된다.

이 연구를 통해 얻은 몇 가지 제언을 더하고자 한다. 이 연구는 전기와 자기에 대한 초등학생들의 학습 수준으로 과정중심평가가 개발되었기 때문에, 이 연구의 결과가 과정중심평가의 일반적인 특징이라고 판단하기에는 이르다. 그리고 과정중심평가의 교육적 가치와 효용성을 제공할 충분한 근거를 확보하기 위해 과정중심평가와 일반적인 평가와의 과학적 개념과 과학적 의사소통능력 비교 이외에도 과학과 교과역량과 교육적 목표와 관련된 다양한 측면에서의 과정중심평가의 효과성 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

강정민, 심규철, 동효관, 김은화, 손정우, 광대오, 오경환, 김용진(2014). 고등학교 생명과학 수업의 진단평가 및 형성평가에서 교실응답시스템의 활용 효과. *한국과학교육학회지*, 34(3), 273-283.

김성숙, 김희경, 서민희, 성태제(2015). 교수 학습과 하나 되는 형성평가. 서울: 학지사.

교육부(2015). 2015 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정. 교육부.

교육부(2016). 과학교육종합계획. 교육부.

교육부, 부산광역시교육청, 한국교육과정평가원(2017). 학생의 성장을 돕는 과정 중심 평가: 수행평가 문항 자료집. 연구자료 ORM 2017-105-5.

양일호, 나종철, 임성만, 임재근, 최현동(2008). Klopfer의 교육 목표 분류 체계에 의한 초등학교 과학과 지필평가 문항 분석: 5학년 1학기를 중심으로. *초등과학교육*, 27(3), 221-232.

오영옥, 박종호, 박강은(2009). 초등학생들의 막대자석과 전자석에 대한 자기장 오개념 유형. *새물리*, 58(4), 409-418.

오현석, 이기영(2006). 현행 중등학교 과학 교과 지필평가 문항분석. *교육과정평가연구*, 9(1), 405-424.

이경화, 강현영, 고은성, 이동환, 신보미, 이환철, 김선희(2016). 과정 중심 평가의 실행을 위한 방향 탐색. *수학교육학연구*, 26(4), 819-834.

전경희(2016). 과정중심 수행평가의 방향과 과제. 이슈페이퍼 CP 2016-02-4, 한국교육개발원.

전성수(2013). 초등학생의 과학적 의사소통능력 검사도구 개발. 한국교원대학교 박사학위논문.

조희영, 김희경, 윤희숙, 이기영(2009). 과학교육의 이론과 실제. *교육과학사*.

최경희, 장현숙(2003). 중학생들의 자기 관련 오개념 조사. *새물리*, 47(4), 207-217.

최은주(2011). 중학교 과학과 서술형 평가에 대한 문항의 특성과 교사와 학생 인식 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.

Black, P. J. (1986). Assessment for learning. In D. L. Nuttall(Ed.), *Assessing educational achievement*. London: Falmer Press, 7-18.

Black, P. J. & Wiliam, D. (1988). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5, 7-74.

Braaten, M. & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Studies and Science Education*, Wiley Periodical, Inc.

Daugherty, R., Black, P., Ecclestone, K., James, M. & Newton, P. (2012). Alternative perspectives on learning

- outcomes: Challenges for assessment. In J. Gardner(ed.), *Assessment and learning*, 72-86.
- Díaz, M. R., Trujillo, L. A. G. & Rodríguez, M. (2013). Misconceptions of Mexican teachers in the solution of simple pendulum. *European Journal of Physics Education*, 4(3), 17-27.
- Duit, R. (1993). Research on students' conceptions-developments and trends. Proceedings of the third international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and its influence on physics teaching. *Research in Science and Technological Education*, 2(2), 215-225.
- LeMahieu, P. G. & Reilly, E. C. (2004). Systems of coherence and resonance: Assessment for education and assessment of education. In M. Wilson (Eds.), *Toward coherence between classroom assessment and accountability: 104th Yearbook of the National Society for the Study of Education*. Chicago: National Society for the Study of Education.
- McMillan, H. J. (2011). *Classroom assessment: Principles and practice for effective standards-based instruction*. Boston: Pearson.
- Moskal, B. M. & Magone, M. E. (2000). Making sense of what students know: Examining the referents, relationships and modes students displayed in response to a decimal task. *Educational Studies in Mathematics*, 43(4), 313-335.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in the school science. *International Journal of Science Education*, 41(10), 994-1020.
- Padilla, M. J., Coronin, L. L. & Twiest, M. (1985). The development and validation of a test of basic process skills. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, French Lick, Indiana.
- Peressini, D. & Webb, N. (1999). Analyzing mathematical reasoning in student' response across multiple performance tasks. In Lee V. Steff *ed.), *Developing mathematical reasoning in grade K-12*, NCTM yearbook, 156-174.
- Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. In R. W. Tyler, R. M. Gagné & M. Scriven (Eds.), *Perspectives of curriculum evaluation*, 39-83. Chicago, IL: Rand McNally.
- Smith, K. A. & Welliver, P. W. (1990). The development process assessment for fourth-grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 727-738.
- Swaffield, S. (2011). Getting to the heart of authentic assessment for Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(4), 433-449.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (1994). Improvement of (didactical) assessment by improvement of problem: An attempt with respect to percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 27(4), 341-372.

† 전성수, 회원초등학교 교사(Jeon, Seongsoo; Teacher, Hoewon Elementary School).