

과학 교사의 전문성 발달을 위한 기준 제안

박종원¹, 윤혜경^{2*}, 이인선³, 곽영순⁴, 김종희¹, 노현아¹, 박지영¹, 이기영⁵, 유난숙⁶, 정은영¹, 조한국⁷, 최재혁¹
¹전남대학교, ²춘천교육대학교, ³충북대학교, ⁴한국교원대학교, ⁵강원대학교, ⁶고려대학교, ⁷단국대학교

A Suggestion of Standard for Science Teacher Professional Development

Park, Jongwon¹ · Yoon, Hye-Gyoung^{2*} · Lee, Insun³ · Kwak, Youngsun⁴ · Kim, Jonghee¹ · Noh, Hyeonah¹ ·
Park, Jee-young¹ · Lee, Kiyong⁵ · Yu, Nan Sook⁶ · Jeong, Eunyoung¹ · Jho, Hunkoog⁷ · Choi, Jaehyeok¹

¹Chonnam National University · ²Chuncheon National University of Education · ³Chungbuk National University ·
⁴Korea National University of Education · ⁵Kangwon National University · ⁶Korea University · ⁷Dankook University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 May 2023
Received in revised form
24 May 2023
Accepted 2 June 2023

Keywords:

Delphi survey, literature review,
science teacher, teacher
education, teacher professional
development

ABSTRACT

Science education researchers have discussed more effective STPD(Science Teacher Professional Development) based on a variety of perspectives, pointing out the limitations of traditional STPD. In this study, we selected eight major issues for more efficient STPD based on the literature review, summarized the literature review contents for each issue, and proposed a draft STPD standard based on the literature review. Using the draft STPD standard, a questionnaire for the Delphi survey was developed and a two-phase Delphi survey was conducted. The questionnaire consisted of 25 statements describing the STPD standard, and respondents were asked to indicate the validity and importance of the statement on a Likert scale, followed by an explanation and suggestions for revision. Twenty-one science educators and science teachers participated in the Delphi survey, and the results of the second round of the survey showed high levels of agreement on the validity and importance of all statements describing the STPD standard. For the content validity ratio and coefficient of variation, all statements met the criteria, and for the convergence and consensus, all but two statements met the criteria. Two statements were revised to reflect comments from the Delphi survey and were included in the final STPD standard. As a result, we developed STPD standard consisting of 23 statements in eight categories, and we discussed the disadvantages and advantages of the developed STPD standard and how to utilize them, as well as suggestions for future improvement and research.

1. 서론

Guskey(2000, p. 3, kindle)는 교육혁신과 학교 개선을 위한 대부분의 제안에서 높은 수준의 교사 전문성 발달(Teacher Professional Development: 이하 TPD)을 강조하고 있다고 지적했다. 이처럼 TPD는 학교(수업)의 혁신과 발전, 나아가 학생의 성취를 위한 목적으로 많은 교육 관계자들이 강조해 왔다(Borko *et al.*, 2010).

교사 교육에 관한 연구들은 오랜 기간에 걸쳐 많은 연구자가 수행해 왔으나, 그동안의 교사 교육이 교사의 실행과 실천적 지식에 큰 변화를 주지 못해 비효과적이라는 지적이 있다(Korthagen, 2017). 예를 들어, Carlson(1999)은 교사 교육 프로그램이 이론과 연구를 먼저 도입하고, 그것을 교육실습 과정에 적용하는 경우가 많지만, 실제 수업 실행 현장에서는 이론과 실행이 연결되지 않는다고 비판하였고, King and Newmann(2000)도 기존의 TPD 노력이 구체적인 수업상황과 무관하고, 실행과 피드백이 이루어지지 않았으며, 동료 교사나 전문가와의 협업이 없다는 점에서 비효과적이었다고 비판하였다. Borko, *et al.*(2010)은 잘 짚 과정을 통해 분명하게 정의된 지식과 기능을 배우게 하는 교사 교육 프로그램도, 교실에서의 실제 실행과 밀접하게 연결 짓지 않고 일회성의 연수 과정이나 워크숍 등으로 운

영한다면 TPD에 크게 도움이 되지 못한다고 하였다.

교사들도 대학이나 연수 과정에서 배운 지식을 교실에서 효율적으로 활용하기 어렵다고 토로하였다(Beach *et al.*, 2014; Korthagen, 2007). 예를 들어 Park *et al.*(2016)은 과학 교사를 대상으로 그들이 알고 있는 과학 수업 이론과 지도전략의 실제 활용 정도를 조사했을 때, 활용 정도가 24%에 불과하다고 하였고, Gore & Gitlin(2004)은 교육 연구가 교육 실행에 잠재적이나마 영향을 줄 수 있다고 인식하는 교사들이 8%에 불과하다고 하였다.

이같이 이론적인 지식을 잘 이해하면, 그러한 이론적 지식이 교실에서 실제 지도에 잘 적용될 것이라고 기대하는 교사 교육 방식을 비판하면서(Carlone & Webb, 2006; Zeichner, 2010), Ball and Forzani(2009)는 교사가 '무엇을 알아야 하는가'에서 '무엇을 할 수 있어야 하는가'로 교사 교육이 변화되어야 한다고 하였다. 이와 같은 맥락에서 교실에서의 실제 학습상황과 교사의 실제 지도 실행(teaching practice)에 기초한 TPD가 강조되었다(Beach *et al.*, 2014; Biza *et al.*, 2015). 예를 들어, Biza *et al.*(2015)은 예비 교사 교육에서 교실 상황을 나타내는 가상의 과제를 이용한 지도 방법을 사용하였고, Burrige *et al.*(2016)은 예비교사들이 1년이라는 긴 기간에 걸쳐 매주 2일씩 학교 멘토 교사와 함께 수업에 직접 참여하는 방식으로 예비교

* 교신저자 : 윤혜경 (yoonhk@cnu.ac.kr)

이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A3A2A01095782).
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2023.43.3.277>

사 교육을 하였다.

교사가 가져야 할 지식의 기본 요소로 강조되고 있는 교수내용지식(Pedagogical Content Knowledge, 이하 PCK)의 경우에도 교사가 알아야 할 지식의 유형과 내용뿐 아니라, 알고 있는 지식의 실행 측면을 강조하고 있다. 예를 들어, Park & Oliver(2008)는 PCK 모형의 중앙에 ‘PCK understanding and enactment(PCK 이해와 행위 창출)’를 핵심 요소로 포함하였고, 2016년도에 2차로 열린 PCK 회의에서는 ‘enacted PCK’, 즉 ‘교사에 의해 실제로 활용되는 특정 지식과 기능’을 강조하였다(Carlson *et al.*, 2019, p. 129). 나아가 연구자들은 교실에서 교사들이 어떤 실행을 할 수 있어야 하는지에 대한 기준도 제시하였다(Darling-Hammond *et al.*, 2017; McDonald *et al.*, 2013). 예를 들어, Kloser(2014)는 과학 수업에서 교사가 수행해야 할 핵심 실행을 9개로 제시하였고, Park *et al.*(2014)은 과학 수업 관찰을 통해 과학 교사의 수업 개선을 위한 목적으로 4개 영역의 30개 항목으로 구성된 KTOP(Korean Teaching Observatory Protocol)을 개발하였다. 또 Kang *et al.*(2020)은 수업에서 실행으로 나타나야 할 과학 교사의 역할을 3개 영역의 54개 항목으로 제시하였고, Supovitz & Turner(2000)는 과학 수업에서 기대되는 실행을 두 가지 영역(탐구 중심의 지도와 학생 활동 중심의 지도)의 17개 항목으로 설정하고, 이러한 실행에 영향을 미치는 요인들이 무엇인지 조사하였다.

이처럼 교사 전문성 발달을 위해 실행 측면이 강조되고 있지만, 이것이 교사 교육은 이론에 기초할 필요가 없다는 것을 의미하는 것은 아니다. 실제로 실행을 강조하는 교사 교육과 함께, 이론에 기초한 교사 교육을 강조하는 연구들도 계속 진행되어왔다(Lee, Park, & Yoon, 2022; Afdal & Spernes, 2018). Androusou and Tsfaos(2018)는 전문적이고 높은 수준의 지도를 위해서는 교사가 강한 이론적 배경을 가지고 있어야 한다고 하였고, Hascher *et al.*(2004)도 좋은 교사가 되기 위해서는 실행뿐 아니라 확고한 이론적 지식이 필요하다고 강조하였다. Afdal and Spernes(2018)도 이론에 기반한 교사 교육 프로그램이 증가하고 있다고 하였다.

이러한 관점에서 TPD에서 중요한 것은 이론과 실행 간 연결이다(Lohmander, 2015; Ribaeus *et al.*, 2020; Zeichner, 2010). Cochran-Smith & Lytle(1999)은 실행을 위한 이론적 지식(knowledge for practice)과 실행에서 얻은 지식(knowledge in practice)뿐 아니라, 이론과 실행이 접목된 지식(knowledge of practice)의 중요성을 강조하였고, Lunenberg *et al.*(2007)은 이론은 실행이 필요하고 동시에 실행은 이론이 필요하다고 강조하였다. 그러나 이론과 실행이 서로 의미 있게 연결되는 것이 쉬운 일은 아니다(Broekkamp & van Hout-Wolters, 2007; Cheng *et al.*, 2010; De Corte, 2000; Korthagen, 2007; Ribaeus *et al.*, 2020). 예를 들어, 2014년 호주의 교육보고서는 대학과 초·중등학교 간 통합이 이루어지지 못하여 예비교사들이 전문성을 갖추는 데 한계가 있다고 비판하였고(Teacher Education Ministerial Advisory Group, 2014, p. 31), King & Newmann(2000)도 기존의 TPD가 효과적이지 않았던 이유 중의 하나는 교사가 동료 교사뿐 아니라 전문가와 협업하지 않았기 때문이라고 하였다.

이러한 배경하에 교사 교육자들은 효율적인 TPD를 위해 새로운 변화가 필요하다고 강조해 왔다. 이러한 변화에는 내용뿐 아니라 방법에서의 변화 등 다양한 측면에서의 변화들이 포함되어 있다. 예를 들어, Vangrieken *et al.*(2017)은 교사 교육에서 필요한 변화에는 교사

의 인식, 학생에 대한 이해, 교사로서의 태도와 정체성, 과목의 내용 지식, 교육학적 지식과 기능 등에서의 변화가 필요하다고 하였다. 그리고 초중등학교와 대학 간의 협력이 교사 전문성 발달과 학교의 혁신을 위해 중요하다는 제안과 함께(Bevins & Price, 2014; Carlone & Webb, 2006; Mason, 2013; Green *et al.*, 2020), 전문적 학습공동체(Professional Learning Community, 이하 PLC)에서 교실에서의 실행과 실행에 대한 성찰(reflection) 과정이 반복적으로 이루어져야 하며(Borko *et al.*, 2010), 이러한 반복적 실행과 실행에 대한 성찰을 통해 교사의 지식(PCK)이 체화(embodiment)되어야 한다는 제안(Park *et al.*, 2021)도 있었다. 또 학생의 학습지도를 위해 학생의 학습 과정에 대한 이해가 필요하듯이, 교사 교육을 위해서도 교사가 어떻게 학습하고 이해하는지에 대한 이해가 필요하다는 등(Lee, Park, & Yoon, 2022; Park *et al.*, 2023) 다양한 제안들이 제기되었다.

이에 본 연구에서는 효율적인 과학 교사 전문성 발달(Science Teacher Professional Development: 이하 STPD)을 위한 중요한 측면들에 대해 종합적인 정리를 하고자 하였다. 즉 문헌 조사를 통해 STPD를 위해 중요하다고 판단되는 주요 이슈들을 추출하고, 주요 이슈별로 선행 연구를 정리하여 이에 기초한 STPD 기준을 제안하고자 하였다. 그리고 문헌에 기초하여 개발한 STPD 기준에 대하여 교사 교육 전문가 및 현장 교사들의 의견을 수렴하여 STPD 기준을 완성하였다. 이러한 과정을 통해 제안된 STPD 기준은 이후 STPD를 위한 실천적 모델 개발과 실천에 활용될 것이다. 본 연구의 목적을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, 문헌 분석을 통해 효과적인 STPD를 위한 주요 이슈를 추출하고 이슈별로 선행 연구에서 제안된 내용을 정리한다.

둘째, 문헌 분석 내용을 기초로 STPD 기준 초안을 제안하고, 델파이 조사를 통해 STPD 기준을 마련한다.

II. 연구 과정

1. 문헌 조사

본 연구의 궁극적인 목적은 STPD 기준 개발이지만, 일반 교육 분야에서 TPD에 대한 연구들도 많이 있으므로, TPD에 대한 문헌도 분석 대상에 포함하였다. 그러나 TPD에 대한 논문이 매우 많으므로, 먼저 google scholar에서 키워드를 ‘new approach for teacher professional development’로 하고, 연도는 2010년 이후로 제한하여, 인용 횟수가 200회 이상의 논문만을 추출하였다. 이때, 특정 나라의 사례에 한정된 연구나, 특정 주제(예: 온라인, 비형식 교육, ICT, 유아 교육 관련 전문성 발달)로 한정된 연구는 제외하고, TPD를 위한 효과적인 또는 새로운 방안이나 조건을 포괄적으로 논의하거나 제안하는 논문으로 한정하였다. 여기에서 2010년 이후 논문으로 제한한 이유는 본 연구 주제와 관련된 논문이 너무 많기 때문이기도 하고, 서론에서 논의하였듯이 좀 더 새로운 교사 교육 관점들에 초점을 맞추기 위해 서였다. 물론 이와 같은 제한 조건에서 문헌 조사를 시작하였지만, 이들 논문이 참고한 논문 중 중요하게 관련되어 있다고 생각되는 2010년 이전 논문들까지 분석 대상으로 확장하는 과정을 포함하였다.

둘째, 과학 교육 분야에서의 STPD와 관련된 논문은 google scholar에서 연도나 인용 횟수에 대한 제한 없이 ‘teacher professional

Table 1. Examples of key elements for STPD extracted from the literature

문헌	(S)TPD를 위한 주요 요소
Stein <i>et al.</i> (1999)	과목 내용, 학생 사고와 발달, 학습이론, 실천적 지식, 오랜 시간, 반복, 협업, PLC, 리더십
Hargreaves(2000)	협업, 지속적 개선, 불확실성에 대한 대처, 위험감수
Borko <i>et al.</i> (2010)	실행 기반 내용, 교실 실행과 연결, 학생의 학습/추론/활동에 대한 이해, PLC, 지도전략의 모델링, 협업, 새로운 지도전략 시도, 성찰, 학교 변화, 오랜 시간, 실행과 성찰, 지속적
Kennedy(2016)	실제 어려움과 딜레마, 이론의 실행을 위한 전략/도움(특정 주제별 처방, 일반화된 전략, 통찰전략, 구조화된 지식체계)
... 생략	... 생략

Table 2. Categorization of key elements for STPD and literature by category

범주	문헌
협력, 협업	Bevins & Price(2014), Borko <i>et al.</i> (2010), Farley-Ripple <i>et al.</i> (2018), Green <i>et al.</i> (2020), Hargreaves(2000), Lumpe(2007), Stein <i>et al.</i> (1999)...
실천적/과정적 지식	Borko <i>et al.</i> (2010), Crippen <i>et al.</i> (2010), Stein <i>et al.</i> (1999), Stoll(2006), Vangrieken <i>et al.</i> (2017), ...
실행, 실행에서의 어려움	Borko <i>et al.</i> (2010), Kennedy(2016), Kloser(2014), Newman Jr, <i>et al.</i> (2004), Supovitz & Turner(2010), ...
... 생략	... 생략

development in science’로 추출하였고, 마찬가지로 STPD을 위한 새로운 또는 효과적인 방안이나 제안에 관련된 논문으로 한정하였다. 이 경우에도 인용된 주요 논문을 포함하는 방식으로 문헌 조사의 범위를 확장하였다.

2. STPD를 위한 주요 이슈 추출

문헌 조사를 통해 효과적인 STPD를 위한 주요 요소를 추출하였는데, Table 1과 같은 방식으로 문헌별로 주요 요소들을 추출하였다.

다음으로 Table 1과 같이 문헌으로부터 추출된 주요 요소들을 다시 유사한 내용끼리 모아 8개로 범주화하였다. Table 2는 각 범주에 해당하는 문헌을 정리한 예이다.

이러한 범주화 과정을 반복적으로 실행하여 STPD를 위한 주요 이슈를 다음과 같이 8개로 추출하였다: 협업, 전문적 학습공동체 (PLC: Professional Learning Community), 실행, 성찰, 실천적 지식, 상황과 교사 특성, 교과 내용, 과학탐구.

3. STPD 기준 초안 개발

STPD를 위해 추출한 8개 주요 이슈별로 선행 연구 내용을 정리하였다. 그리고 정리한 내용을 유사한 것끼리 모아 STPD를 위한 기준을 진술문 형태로 표현하였다. 진술문 형태로 나타낸 예는 다음과 같다.

- STPD(를 위한) 프로그램은 교육정책과 교육과정 또는 교육청/학교가 추구하는 방향을 반영한다(Wilson *et al.*, 2016; Garet *et al.*, 2001; Desimone, 2009; Caena, 2011; Desimone & Pak, 2017; Capps *et al.*, 2012).
- STPD 프로그램은 과학 수업 실행(비디오)에 대한 성찰/피드백/통찰/자기평가와 토의를 강조한다(Borko *et al.*, 2010; Kennedy, 2016; Wilson *et al.*, 2016; Avalos, 2011; Garet *et al.*, 2001; Desimone, 2009; Caena, 2011; Desimone & Pak, 2017; Capps *et al.*, 2012).

- STPD 프로그램은 동료 교사 또는 전문가와의 협업 및 코칭을 격려한다(Stein *et al.*, 1999; Hargreaves, 2000; Borko *et al.*, 2010; Avalos, 2011; Garet *et al.*, 2001; Desimone, 2009; Caena, 2011; Desimone & Pak, 2017).

위와 같이 정리된 진술문은 총 25개였고, 이를 다시 8개 영역으로 범주화하여 STPD 기준 초안을 개발하였다.

4. 델파이 조사 과정

위 과정을 통해 개발된 STPD 기준 초안을 이용하여 과학교육자와 과학 교사를 대상으로 델파이 조사를 하였다. 1단계 델파이 조사는 2023년 3월 3일에서 3월 9일 사이에 실시하였으며 24명에게 의뢰하여(교수 16명, 교사 8명) 21명이 응답하였다. 1단계 델파이에서는 STPD 프로그램이 고려해야 할 측면들을 25개의 진술문 형태로 제시하고, 각각의 진술문에 대해 타당성과 중요성을 5점 리커트 척도로 응답하도록 하였다. 그리고 타당하지 않거나 중요하지 않다고 응답한 경우는 그 이유와 가능한 대안을 제시하도록 하였다. 그리고 진술문에 대한 수정의견이 있거나 추가되어야 할 진술문이 있는지에 관해서도 응답하도록 하였다(Figure 1).

델파이 조사로부터 수집된 자료를 분석하기 위해 각 진술문에 대한 응답 평균과 표준편차뿐 아니라, 변이계수(Coefficient of variation), 내용타당도 비율(Content Validity Ratio: 이하 CVR), 합의도(Consensus), 그리고 수렴도(Convergence)를 산출하였다(Lawshe, 1975). 각 지표의 산출식 및 판단 기준은 Table 3과 같다.

1단계 델파이 조사 결과, 1단계 설문 전체 신뢰도를 나타내는 크론바흐 계수는 0.92로 높게 나타났고, 변이계수에 대해서도 모든 진술문이 기준을 만족하였다. 그러나 내용타당도 비율, 합의도, 수렴도 모두에서 문제가 있는 진술문이 2개, 수렴도와 합의도에서 문제가 있는 진술문은 5개, 그리고 내용타당도 비율에만 문제가 있는 진술문이 1개 있었다. 따라서 1단계 델파이 결과를 반영하여 진술문을 수정, 보완하였고 이 과정에서 전체 진술문의 수는 25개에서 23개로 줄었다.

2. STPD의 정합성(Coherency)

2-1. 다음은 ‘정합성(Coherency)’ 영역의 기준입니다. 다음에 제시한 각 기준이 이 영역의 기준으로 타당하다고 생각하는 정도, 중요하다고 생각하는 정도에 따라 해당하는 칸에 √ 표시해 주시기 바랍니다.

정합성 (STPD 프로그램은...)	구분	응답				
		전혀 타당하지 않다	타당하지 않다	보통이다	타당하다	매우 타당하다
Col: 교육과정 또는 학교가 추구하는 교육 방향을 반영한다.	타당성	①	②	③	④	⑤
	중요성	①	②	③	④	⑤
생략 ...		생략 ...				

2-2. ‘정합성’ 영역의 기준으로 타당하지 않거나 중요하지 않다는 의견을 제시한 경우(① 또는 ②에 응답한 경우), 그 이유를 적어 주시고 가능한 경우 대안을 적어 주시기 바랍니다.

2-3. ‘정합성’ 영역의 기준에서 수정이 필요하거나 추가되어야 할 것이 있다면 적어 주시기 바랍니다.

Figure 1. Example question for the first round of Delphi survey

수정된 진술문을 이용하여 1단계에서 응답한 21명(교수 16명, 교사 5명)을 대상으로 2단계 델파이 조사를 2023년 4월 4일에서 4월 10일 사이에 실시하였다. 2단계 델파이 조사 결과, 전체 설문에 대한 크론바하 계수는 0.96으로 1단계 델파이보다 더 높게 나타났다. 그리고 변이계수와 내용타당도 비율(CVR)에 대해서는 모든 진술문이 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 단, 2개 진술문의 경우에는 수렴도(0.75)와 합의도(0.63, 0.70)가 기준(수렴도는 0.50 이하 및 합의도는 0.75 이상)에 도달하지 못했지만, 기준치에 근사하였고, 응답 평균이 4.14~4.29로 높게 나타났으며, 이유 설명도 진술문의 내용 자체보다는 표현의 수정을 요구하는 정도여서, 어구 수정을 하는 것으로 하여 델파이 조사를 마쳤다.

III. 연구 결과

1. 과학 교사 전문성 발달(STPD)을 위한 8가지 주요 이슈

가. 협업을 통한 STPD

Stein et al.(1999)은 새로운 TPD 과정에서는 교과 내용 지식, 학생의 사고와 발달, 그리고 학습이론에 대한 일반화된 지식의 이해와

함께 즉각적인 실행을 위한 지식과 기능이 중요하다고 강조하였다. 따라서 다양한 장소와 실제 상황의 특성을 고려하여 실제 지도자료를 개발할 수 있도록 하고, 이러한 과정은 오랜 시간에 걸쳐 반복적으로, 전문가와의 협업을 통해 교사 전문성 그룹에서 이루어져야 하며, 이때 리더십을 기르는 것도 중요하다고 하였다. 그리고 Hargreaves(2000)도 TPD를 위해서 좀 더 강력한 전문적 협업과 지속적인 개선을 통해, 불확실성과 복잡함에 대처하고, 빠른 변화와 혁신, 그리고 위험 감수를 할 수 있는 교사 역량을 길러줄 수 있는 새로운 접근이 필요하다고 하였다.

여기에서 Stein et al.(1999)와 Hargreaves(2000)를 포함하여 많은 연구자가 TPD를 위해 공통으로 강조하고 있는 교사와 대학 연구자 간의 협업에 대해 먼저 살펴보고자 한다. 협업은 이론과 실행 간 연결을 통해 학교의 혁신과 변화를 이끄는 주요 요인으로 강조되어 왔다 (Bevins & Price, 2014; Carlone & Webb, 2006; Cordingley et al., 2003; Mason, 2013; Green et al., 2020). 예를 들어, Lumpe(2007)는 교사 개인에게 제공되는 일회성의 워크숍 형식보다는 교사들 간의 협력이 TPD에 효과적이라고 하였고, 미국의 국립 전문성 발달학교 협회(NAPDS: National Association for Professional Development Schools)에서도 TPD를 위한 9가지 요소에 협업을 포함하였다 (NAPDS, 2008, p. 4). Meirink et al.(2010)도 초·중등학교와 대학이

Table 3. Formulas and judgment criteria for analyzing the responses of Delphi survey

지표	산출 공식	판단 기준
변이계수 (coefficient of variation)	$\frac{s}{X}$ (s: 표준편차, X: 평균)	0.5 이하면 안정
내용 타당도 (CVR: content validity rate)	$\frac{N_e - N}{2}$ $\frac{N}{2}$ (N: 전체 패널수, N _e : 5점 척도에서 4, 5라고 응답한 응답자의 수)	패널 21명을 기준으로 하여 0.42 이상이면 내용 타당도가 있다고 판단함.
합의도 (consensus)	$1 - \frac{Q_3 - Q_1}{Mdn}$ (Q ₃ : 3사분위수, Q ₁ : 1사분위수, Mdn: 중위수)	0.75 이상이면 합의되었다고 판단함.
수렴도 (convergence)	$\frac{Q_3 - Q_1}{2}$ (Q ₃ : 3사분위수, Q ₁ : 1사분위수)	0.5 이하이면 수렴되었다고 판단함.

서로 책임과 권한을 공유하고 공통의 목적을 위해 함께 협력해야 한다고 강조하였다.

TPD를 위한 협업에는 여러 가지 유형이 있다. 먼저 예비교사 교육을 위한 대학과 일선 학교의 협업이 있다. Green *et al.*(2020)은 2012~2017년 동안 호주에서 예비교사 교육을 위해 시행된 협업 연구를 분석하였는데 다양한 협업의 방식을 보고하고 있다. 여기에는 대학의 강좌를 학교 현장에 기초하여 운영하는 경우(Burridge *et al.*, 2016), 예비교사가 대학 방학 중에는 학교에 매주 3일씩 2달간 참여하고, 대학 학기 중에는 매주 1일씩 학교에 가면서 학교에서 2년간의 교육 실습과 4주간의 인턴십을 운영한 경우(Hudson *et al.*, 2015), 학교와 대학 모두에 소속된 교원이 절반은 학교에서 교사로서 역할을 하고, 나머지는 대학에서 예비교사 교육에 참여하는 경우(McLean Davies *et al.*, 2015), 학교 교사가 대학에 와서 대학 강좌에 참여하는 경우(Allen *et al.*, 2010), 교사뿐 아니라 학부모도 함께 대학의 예비교사 교육 프로그램에 참여하는 경우(Watters *et al.*, 2013)와 같은 다양한 방식의 협업이 있었다.

두 번째 협업 유형은 대학과 현직교사가 협업하는 경우이다. 이 경우에는 특정한 학습전략을 교사와 교사 교육자가 함께 개발하여 적용하고 적용 결과에 대해 성찰하여 분석하는 경우(Butler *et al.*, 2004), 교사 교육자가 1년간 매주 3~5회 학교에 방문하여 초등 과학 수업 개선을 위해 수업의 계획과 수행 및 평가를 교사와 함께하는 경우(Abell, 2000) 등이 있었다. Bevins & Price(2014)는 학교와 대학이 함께 연구 주제를 설정하고, 계획하고, 데이터를 수집하여 분석하고, 결과를 공유하면서 함께 보고서를 작성하며, 이를 자료화하여 다른 사람들과 공유하는 방식으로 15년에 걸친 협업을 하였는데, 이러한 현장 연구 방식의 협업은 TPD에 특히 효과적이라는 보고들이 있다(Lopez-Paster *et al.*, 2011).

이처럼 협업을 TPD에서 중요하게 강조해 왔지만, 학교와 대학 간 협업이 쉬운 것은 아니다(Brookhart & Loadman, 1992; Labaree, 2003; Carlone & Webb, 2006). 예를 들어, Carlone and Webb(2006)은 과학 교육 분야에서 실시한 협업 과정에서 학교와 대학 간의 위계적 관계를 넘어서는 것이 힘들었다고 하였고, Farley-Ripple *et al.*(2018)은 교사와 대학 연구자가 기본적으로 서로 다른 문화 속에서 다른 가치와 동기 및 목적을 가지기 때문에 협업이 어렵다고 하였다. 또 Brookhart and Loadman(1992)은 학교와 대학이 서로 무언가를 공유하고 교류할 수 있는 시간 확보가 실질적으로 어렵기 때문에도 협업이 어렵다고 하였다. 이에 Park *et al.*(2023)은 학교와 대학 간의

성공적인 협업을 위한 요소들을 문헌 조사에 기초하여 10개 요소로 제시하였는데, 이를 요약해 보면 Table 4와 같다.

나. 전문적 학습공동체(PLC)를 통한 STPD

협업에는 앞서 언급한 학교와 대학 간의 협업, 즉 교사와 연구자와의 협업뿐 아니라, 교사 간 협업도 중요하다. 이러한 교사 간 협업과 협력을 위한 유용한 방법의 하나가 PLC이다.

Borko *et al.*(2010)은 6개의 주요 논문을 바탕으로 높은 수준의 TPD를 위해 필요한 측면을 두 가지로 논의하였는데, 하나는 PLC를 통한 능동적 학습활동이고, 다른 하나는 실행에 기초하고 실행을 위한 지식뿐 아니라, 학생의 학습에 초점을 맞추는 것이다. PLC에서는 동료 교사나 전문가 간에 상호존경과 신뢰를 바탕으로 도전적이면서 서로를 지원하는 방식으로 논의하고 능동적으로 참여하는 것이 중요하다. 이 과정에서 기존의 방식과는 다른 지도전략을 사용하도록 격려하고, 새로운 지도전략의 적용에 대한 성찰이 있어야 한다. 지도전략의 개발과 적용은 실제 수업 비디오나 학생 활동 등을 참고하여 다양한 실제 학교 상황에 기초하도록 한다. 그리고 오랜 시간에 걸쳐 이러한 실행과 성찰을 순환적으로 수행하여, TPD를 지속해서 진행할 수 있어야 한다(Borko *et al.*, 2010).

이처럼 TPD를 위해 강조되고 있는 PLC는 미국을 비롯한 서구에서의 고립된 개인주의, 개별 교사에게 책무성을 묻는 학교 문화, 그리고 하향식 장학 형태의 TPD에 대한 대안으로 제시된 것으로, 구조화된 협력을 통한 새로운 교사 교육 패러다임의 산물이라고 할 수 있다(Kwak *et al.*, 2021). 이러한 PLC의 효율적인 운영을 위해, Stoll(2006)은 5가지 특성을 제시하면서 이러한 특성이 잘 발현되도록 PLC를 운영할 필요가 있다고 하였다. 즉 PLC 참여자들은 서로의 가치와 비전을 공유하고, 집단적 책임감을 공유하고, 서로 협업하고, 성찰하는 과정을 통해, 개인뿐 아니라 집단적 학습이 이루어지도록 해야 한다고 하였다. 또 Vanrieken *et al.*(2017)은 PLC가 성공적인 효과를 내기 위한 조건으로 지원적 리더십, 그룹 역동성과 구성, 신뢰와 존경의 세 가지를 제시하였다. 효율적인 PLC 운영을 위해서는 다양한 유형의 활동이 필요하기도 하다. 예를 들어, Dogan *et al.*(2016)은 과학 교사들이 PLC에서 대학 연구자와의 협업, 멘토링, 아이디어 공유, 현장 연구(action research)의 계획과 실행, 읽고 비평하기, 성찰하기, 온라인에서 논의하고 지원하기 등(Crippen *et al.*, 2010)의 다양한

Table 4. Conditions for successful collaboration between schools and universities (summarized from Park *et al.*(2023))

협업 조건
- 학교(교사)와 대학(연구자) 간 상대 문화를 이해하고, 이를 바탕으로 서로의 관점과 역할이 변화되도록 한다.
- 학교와 대학 간 평등한 관계와 상호적 관계를 기반으로 서로의 의견과 정보를 공유하고 협상한다.
- 학교와 대학이 서로에 대해 공감하고 신뢰하며, 긍정적 마인드를 가지고 좋은 대인관계가 유지되도록 한다.
- 학교와 대학 간 협업 노력이 이론과 실행간 연결이 일어나도록 이론에 기초한 실행과 실행에 기초한 이론을 격려한다.
- 실행과 성찰을 통해 계속적 수정이 일어날 수 있도록, 열린 실행과 참여를 격려한다.
- 활발하고 열린 의사소통이 일어나도록 한다.
- 오랜 시간에 걸쳐 협업한다.
- 변화하는 다양한 교육적 상황에 따라 유연하게 적응한다.
- 리더나 코디네이터, 또는 후원자의 적극적인 지원을 활용한다.
- 원활한 협업을 위해 필요한 예산, 인프라 형성, 업무부담 감소 등을 지원한다.

활동을 하고 있다고 하였다.

한국의 과학 교사를 대상으로 한 PLC 연구에서는 구조적 조건 (structural condition), 사회·인적 자원(social human resource), 공동체(community) 형성과 유지를 PLC가 성공하기 위한 3가지 요소로 확인한 바 있다(Kwak *et al.*, 2021). 또 PLC가 구성원 간의 논의와 협의를 중심으로 진행되므로, 이를 돕기 위한 전략으로 프로토콜(protocol)을 개발하고 그 효과를 평가한 결과, 프로토콜이 PLC가 지향해야 할 목적과 내용을 제공해주는 장점이 있으며, PLC가 계속 유지될 수 있도록 하는 효과적인 도구가 될 수 있음을 확인한 연구도 있다(Lee, Jeong & Kwak., 2022).

Bolam *et al.*(2005, pp. 134-139)은 34개월에 걸쳐 393개 학교를 대상으로 한 설문조사와 사례연구, 워크숍, 문헌 조사 등을 통해 PLC의 8가지 특성을 제시하였는데 이를 요약하면 Table 5와 같다. 따라서 효과적인 PLC 운영을 위해서는 이러한 특성이 잘 발현되도록 할 필요가 있다.

다. 실행을 강조한 STPD

실행을 강조하는 STPD는 두 가지 측면에서 생각해 볼 수 있다. 하나는 ‘실행에 기초한’ STPD이고, 다른 하나는 ‘실행을 위한’ STPD이다. 첫 번째 관점과 관련지어, Kennedy(2016)는 교사들이 학교 현장에서 어떠한 요구를 받고, 어떠한 상황에서 어떠한 행동을 하거나 해야 하는지에 대한 이해가 먼저 필요하다고 강조하였다. 여기에는 실제적 지도 상황에서 교사들이 겪는 어려움이나 딜레마에 대한 이해도 포함된다(Newman Jr, *et al.*, 2004; Ball, 1993; Yoon, 2022). 예를 들어, Newman Jr, *et al.*(2004)은 과학탐구 지도에서 겪는 어려움은 학생들의 탐구 경험 부족, 교사의 탐구 지도 부족, 그리고 다양한 탐구의 의미에 대한 교사의 이해 부족 등에 그 원인이 있다고 분석하였다. Appleton(2003)은 내용 지식과 PCK의 부족으로 어려움을 가진 초임 초등교사들의 경우에는 과학 수업 지도를 피하거나 지나치게 활동 중심의 과학 수업을 하는 경향을 보인다고 하였다.

이보다 더 구체적인 측면에서 과학 교사가 학생을 지도하는 상황에서 겪는 어려움과 딜레마에 대한 보고도 있다. 예를 들어, 교과서에 제시된 실험이 실제 수업에서 잘 작동하지 않거나, 다른 결과를 종종 보일 때, 내용과 활동을 함께 강조하는 것이 주어진 시간 제약으로 어려울 때, 과학, 특히 물리 내용이 어렵다는 선입관을 가지고 과학학습을 기피 하는 학생이 있을 때, 수준 차이가 많은 학생이 한 교실에 함께 있을 때, 창의성이나 융합, 또는 최근의 AI와 같이 변화하는 교육적 이슈를 반영한 수업을 해야 할 때, 과학 교사들이 다양한 측면에서 어려움이나 딜레마를 겪는다는 보고들이 있다(e.g., Wallace *et al.*, 2002). 이러한 구체적인 어려움과 딜레마를 중심으로 교사 교육을 할 필요가 있다는 점에서, Yoon(2022)은 예비교사 교육과정에서 초등학교 탐구 실험 지도에서 실제로 있을 수 있는 딜레마 상황을 이용하였다.

실행을 강조한 STPD의 두 번째 측면인 ‘실행을 위한’ STPD는 교사들이 새롭게 배운 교수 학습 이론이나 전략들을 실제 실행으로 구현할 수 있어야 한다는 것을 의미한다. 이러한 측면을 강조하는 이유는, 교수 학습에 대한 교사들의 습관화된 방식들이 새로운 이론이나 전략의 제시로만은 쉽게 바뀌지 않기 때문이다. Kennedy(2016)는 실행을 위한 STPD 접근에 네 가지 방안이 있다고 하였다. 첫째 방안은, 고전적인 방식이지만, 교사에게 대학에서의 강의계획에 따른 내용과 유사하게, 일련의 구조화되고 일반화된 지식체계를 제공하는 것이다. 둘째는 통찰을 통해 실행할 수 있도록 하는 방안이다. 즉 교사들의 일상적이고 익숙한 학습지도 상황을 되돌아보면서 ‘아하’와 같은 새로운 통찰을 인식할 수 있도록 하는 것이다. 이때 교사는 학습지도 상황을 다르게 해석할 수 있고, 그에 따라 변화된 대응을 할 수 있어야 한다. 셋째, 학습 목표 달성을 위한 좀 더 일반화된 전략을 활용하는 것이다. 이를 위해서는 교사가 언제 어떠한 이유로 그러한 전략을 사용해야 하는지에 대한 안내가 필요하다. 넷째, 특정한 교육적 문제 상황에서 실제로 효과적이라고 생각되는 구체적인 처방전을 제시하는 것이다. 이 방안은 특정 문제에 대해 직접적인 효과를 보일 수 있지만, 하나의 문제가 해결되면서 다른 문제가 간과될 수 있다는

Table 5. Key characteristics of PLCs (summarized from Bolam *et al.*(2005))

특성	내용
가치와 비전의 공유	- 교육적 가치에 대해 공통된 핵심을 공유할 필요가 있다.
학생의 학습에 대한 집단적 책임감	- 학생의 학습을 위해 함께 책임감을 공유하고, 학생이 학습에 대한 확신을 느낄 수 있는 상황을 만든다. - 학생의 학습 목표를 개인별로 세우고, 학습과 진행 과정을 정기적으로 확인하고 조절한다.
학습에 초점을 맞춘 협업	- 전문가팀과 함께, 전문적인 경험과 성공사례를 공유한다.
개인적 또는 집단적 전문적 학습	- 동료와 함께 학습하고, 서로로부터 배우며, 자신의 학습에 대해 책임감을 느낀다. - 전문적 학습의 향상을 위해 질적 관리(또는 성과 관리) 방안을 사용한다.
반성적이고 전문적인 탐구	- 일상적인 데이터의 수집과 분석을 통해 자신의 실행을 보고한다. - 학생의 성취와 발달 데이터에 대한 보고서를 사용한다. - 교육 문제에 대해 지속적인 대화를 하고 교육과정 계획과 발달을 함께 한다.
개방적 네트워크와 파트너십	- PLC의 향상과 지속 및 확장을 위해 학교 밖 지원과 네트워크 및 파트너십을 추구한다. - 모든 교사가 리더 역할을 할 기회를 제공한다. - 외부 변화에 유연하게 대처하며, 필요하면 통제권을 가지고 외부와 연결되도록 한다.
포괄적 멤버십	- 교사 외에 학습지원 보조원(Learning support assistants: LSAs)도 함께 참여하여 학생의 학습에 대한 책임감을 공유하고, 전문적 학습에 참여하게 한다. - 이외에도 보육 간호사나 기술자 등도 참여할 수 있다. - 교육심리학자나 상위 교육기관에 속한 전문가 등도 참여할 수 있다.
상호 신뢰와 존경 및 지원	- 서로를 신뢰하고 존중하며 배려하고 지원하는 것이 중요하다. - 개방적이되 말을 아끼고 감정에 치우치지 않는다.

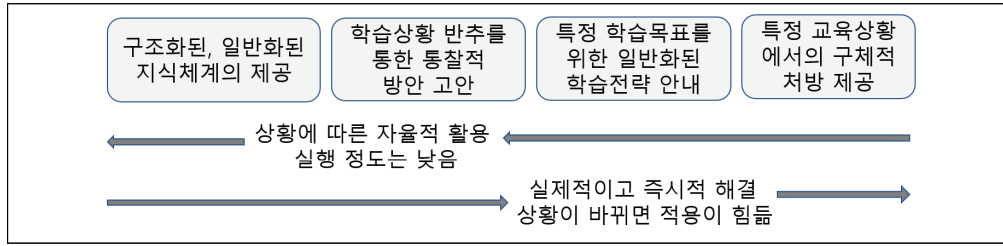


Figure 2. Diagrammatic representation of the ‘use of theory and strategies to support teachers’ teaching practice’ discussed by Kennedy(2016)

단점이 있다. Kennedy(2016)가 제시한 이러한 4가지 방안은 자율적인 활용 정도, 실제적이고 즉각적인 활용 정도, 그리고 실행 정도 등에 따라 차이가 있는데, 이를 도식적으로 재구성해 보면 Figure 2와 같다.

Figure 2의 네 가지 방안은 모두 실행을 위한 접근 방안이지만, 첫 번째 접근은 암묵적(implicit)이고 이론적인 접근이라고 할 수 있고, 네 번째 접근은 명시적(explicit)이고 실제적 접근이라는 점에서 차이가 있다.

‘실행을 위한’ STPD와 관련된 또 다른 접근에는 ‘core of teaching’에 대한 강조가 있다. 즉 교사가 교실에서 수업 지도를 위해 구체적으로 어떤 실행을 할 수 있어야 하며, 이러한 실행의 핵심들은 무엇이어야 하는가에 대한 논의이다. 이에 대한 예에는 서론에서 언급했던 핵심 실행 목록(Kloser, 2014), 과학 수업 관찰 및 개선을 위한 KTOP(Park et al., 2014), 과학 교사의 역량 리스트(Kang et al., 2020), 그리고 과학 수업에서 기대되는 실행 목록(Supovitz & Turner, 2010) 등이 있다. 이 외에도 효과적인 지도를 위한 틀(Danielson, 2007; Marzano, 2007)이나 Lemov(2010)가 개발한 “champion teachers”의 실행 목록들이 있다. 이들 중에서 Kloser(2014)가 문헌 조사와 델파이를 통해 추출한 과학 수업 실행 목록을 응답 순위별로 제시하면 Table 6과 같다.

그러나 여기에서 언급할 필요가 있는 점은, Table 6과 같은 실행 목록이 대부분 암묵적(implicit)이고 이론적인 제안에 가깝다는 점이다. 따라서 보다 실제적이고 명시적인 실행을 위해서는 학생의 학년이나 수준, 교과 내용에 따라 구체적인 실행내용이 항목별로 개발되고 제공될 필요가 있다. 그러나 아직 항목별로 이러한 실제적이고 명시적 접근을 한 연구는 보기 힘들어, 이에 관한 관심과 연구가 필요한 상황이다.

라. 성찰(reflection)을 통한 STPD

실행이 중요한 것은 사실이지만, 실행 자체가 효과적인 STPD를 보장해 주는 것은 아니므로(Johnston, 1994; Loughran, 2002), 실행과 함께 강조되는 것이 실행에 대한 성찰이다.

Adey(2004)는 STPD 과정을 이해하기 위해 3가지 관점을 강조하였는데, 그 하나가 실행에 대한 성찰이다(다른 하나는 STPD를 위해 개념과 인식에서의 변화가 함께 필요하다는 점이고, 다른 하나는 다음 절에서 논의할 교사의 실천적이고 직관적인 지식의 중요성에 대한 것이다). 교실에서 교사의 과학지도와 학생의 학습 현상에 대한 성찰은 STPD에 중요한 역할을 하는 것으로 오래전부터 강조되어 왔다(Baird et al., 1991; Lotter & Miller, 2017; Postholm, 2008). 예를 들어, Lotter & Miller(2017)는 과학 교사의 수업 실행에 대한 장점과 부족한 점, 그리고 다음 수업에서의 변화를 위한 성찰을 전문가와 교사들이 함께 협력적으로 실시한 결과, 참여 교사의 탐구 기반 수업 지도에 향상이 있었다고 하였다.

성찰은 그 대상과 범위가 반드시 수업 실행 자체에만 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, Baird et al.(1991)은 연구자와 과학 교사 간에 실시한 3년 동안의 협업에서, 실행에 대한 성찰뿐 아니라, 과학 학습과 지도의 본성에 대한 성찰이 교사의 지식과 인식, 그리고 교사의 수업 조정과 수업 실행 향상에 도움은 주었다고 하였다. 또 Lee, Park, & Yoon(2022)의 연구에서는 과학 교사가 전문가와의 협업을 통해 순환학습모형을 사용한 수업을 설계할 때, 주어진 수업 설계 자체뿐 아니라, 이와 관련된 이전의 다른 수업 지도 경험들도 떠올리면서 성찰하는 과정이 있었고, 그러한 성찰을 통해 학습이론이 수업 실행과 연결되는 것을 관찰하기도 하였다. 또 성찰은 반드시 전문가와의 협업을 통해서만 일어나는 것이 아니라, 교사의 자발적인 과정을 통해서도 일어난다(Lee, Park, & Yoon, 2022). 이때 체계적인 성찰

Table 6. The list of science teaching practices(Kloser, 2014)

순위	과학 수업 실행
1	학생이 탐구에 참여하도록 하고 학생의 개념과 연결된 활동을 촉진한다.
2	소규모 그룹 토의나 교실 논의를 통해 학생 간 또는 학생과 교사 간 담화와 증거에 기초한 논증을 촉진한다.
3	과학에 대한 학생의 생각을 드러내고 평가하며, 학생의 정신적 모델을 구명하고 수업에 활용한다.
4	학생의 이해와 실행에 대해 피드백을 제공한다. 이를 통해 학생에게 형성 평가적인 안내를 해 주고 학습 목표에 도달할 수 있도록 돕는다.
5	학생이 자연 현상을 설명하기 위한 모델을 구축, 해석, 검증, 수정하여 사용하는 기회를 제공한다.
6	학생이 핵심 개념과 활동을 과학사적, 일상적, STS 상황 등에 연결할 수 있도록 돕는다.
7	학생이 시범이나 실험 등의 활동을 통해 실제 현상에 참여함으로써, 과학을 현상과 연결하는 다양한 기회를 제공한다.
8	핵심 개념과 분야 간 연결개념, 그리고 활동을 통합하여 수업을 설계하고 실행한다.
9	공통의 학습 목표를 위해 규범에 따라 함께 활동하고 논의하면서 협력적인 학습이 일어나도록 한다.

을 위해 분석 틀을 사용하기도 하는데, Park *et al.*(2015)은 과학 수업을 관찰하고 개선하기 위한 도구인 KTOP(Korean Teaching Observation Protocol)을 이용하여 수업 실행을 성찰하도록 하여 수업 개선에 효과가 있음을 관찰한 바 있다.

성찰의 방법과 효과적인 성찰을 위한 조건에 대한 논의들도 많다. 먼저, 성찰을 위해서는 과거와 현재의 실행에 대해 논의할 시간이 필요하며, 이때 발표자에게 주는 피드백은 발표자가 성공하거나 실패했던 이유를 평가하거나, 개선을 위한 새로운 제안을 성급하게 하기 보다, 참가자들이 함께 그들의 경험과 관련된 느낌을 말로 표현하거나 논의하면서 서로에게 도움을 주고받도록 하는 것이 중요하다. 또 실행에 대해 성찰하는 것만으로는 실행의 변화가 쉽게 일어나지 않으므로, 이론에 기초한 관점의 변화도 함께 필요하다(Adey, 2004, Loc. 2264-2273).

또 성찰 과정은 비판적일 필요가 있다(e.g., Dinkelman, 2000). 비판적 성찰은 실행에 관련된 기본 가정들을 다시 생각해 보고, 넓게는 실행과 관련된 윤리적, 도덕적, 정치적 그리고 역사적 관점까지도 되돌아보기를 강조한다(Yost *et al.*, 2000). 즉 교사는 수업 실행을 실행 밖의 좀 더 넓은 관점으로 바라보며, 대안적인 생각과 변화를 고려해 보는 것이 필요하다. Loughran(2002)은 성찰을 위한 출발은 자신의 수업 실행에 문제가 있다는 것을 인식하는 것이라고 하였다. 즉 교사가 자신의 일상적 실행을 합리화하지 않고, 다른 방식으로 바라보는 것이 필요한데 이를 위해서는 동료 교사나 다른 사람의 관찰이 도움을 줄 수도 있다. 이때 인식된 문제는 가능하면 교사 수준에서 조정(control)이 가능한 것이어야 한다. 왜냐하면, 교육정책이나 실험기자재 부족과 같은 외부 요인들은 문제로 인식이 되더라도 교사 실행의 변화와 발달에 큰 영향을 주지 못하기 때문이다.

Korthagen and Vasalos(2005)는 체계적인 성찰 과정을 강조하였다. 체계적 성찰이란, 행동(A: Action)하고, 행동을 되돌아보고(L: Looking back on the action), 핵심적인 측면을 인식하고(A: Awareness of essential aspects), 행동에 대한 대안적 방법을 고안하여(C: Creating alternative methods of action), 그것을 시도해 보는(T: Trial) 과정이 순환적으로 일어나는 것을 의미한다(Korthagen & Kessels, 1999). 이때 초기에는 각 단계에서 동료나 전문가의 도움이 필요하다. 예를 들어, L 단계에서 전문가나 동료는 다음과 같은 질문들을 통해 교사의 성찰 과정을 도울 수 있다: “당신(교사)과 학생은 각각 무엇을 원했는가?”, “당신과 학생은 각각 무엇을 했는가?”, “당신과 학생은 각각 어떤 생각을 하고 무엇을 느꼈는가?” (Korthagen and Vasalos; 2005). Park *et al.*(2015)도 일회성의 성찰만으로는 실행에 실질적인 변화와 개선이 쉽지 않다고 보고, 동일 수업 내용을 교실을 바꿔가며 반복적으로 개선하면서 실행하여, 수업 실행의 의미 있는 변화를 관찰할 수 있었다.

마. 실천적/직관적 지식을 강조한 STPD

교육학자들은 실행에서의 성찰(reflection in practice)과 실행에 대한 성찰(reflection about practice)로부터 형성되는 실천적 지식(practical Knowledge)을 강조해 왔는데, 이러한 실천적 지식의 강조는 기존의 전형적인 과정-산출(process-product) 방식의 교육 연구에 대한 한계에서 시작되었다(Chaharbashloo *et al.*, 2020).

전형적인 과정-산출 방식의 교육 연구는 특정 상황에서 특별히 개발된 지도전략을 적용하여 특정 목적의 달성을 위해 수행된다(Gage & Needels, 1989). 그 결과 대부분 특정 지도전략이 특정 목적에 효과적이었다고 보고해 왔다. 예를 들어, 힘과 운동에 대한 삼단논법을 이용한 연역 과제를 개발·적용하여 학생의 오개념 변화에 긍정적인 효과가 있었다고 보고한 연구나(Lee & Park, 2013), 배운 내용과 관련된 학생의 관심과 질문에 기초하여 수업을 수행함으로써, 학생과 교사 간 사회적 상호작용과 학생의 자기 효능감, 그리고 배운 내용을 학생의 경험과 연결 짓는 측면에서 효과가 있었다고 보고한 연구(Hagay & Baram-Tsabari, 2015) 등이 이러한 연구에 속한다. 이러한 연구는 특정 상황에서는 명백하게 교육적 효과를 입증하였지만, 교사의 개인적 믿음과 목적, 그리고 실제 교실 상황에서 작용하는 복잡하고 다양한 변인들을 고려하지 않고 통제된 상황에서 수행되는 경우가 많으므로 지도(teaching)에 대한 탈 개인적이고(depersionalized) 상황에 무관한 기계론적 접근이라고 비판받기도 한다. 따라서 실제로 효과적이라고 보고된 특정 지도전략도 교사들은 자신의 수업에서 그것을 있는 그대로 사용하지 않는 경우가 많다. 교사들은 자신의 교육적 믿음이나 가치, 지도 목적과 교실 환경, 학생의 흥미나 수준 등을 고려하여 적절하게 수정하여 사용하기 마련이다(Park *et al.*, 2023).

이러한 측면에서 교사의 실천적 지식이 강조되었다. 왜냐하면, 실천적 지식은 다양한 실제 상황에서 그 상황에 맞추어 실행과 경험을 하고 그에 대해 성찰하면서 발달한 것으로 보기 때문이다(Fenstermacher, 1994, p. 12). 또한, 실천적 지식은 실제 교사의 실행을 안내해 주는 중요한 역할을 하는 것으로도 알려져 왔다(Black & Halliwell, 2000). 이러한 실천적 지식의 발달을 위해 van Driel *et al.*(2001)은 교사 개인보다는 협력적 과정을 제안하였다. 즉 교사들 간 네트워크를 형성하여 실제 사례를 이용한 동료 간 코칭과 협력적 실행 연구가 실천적 지식의 발달에 도움이 된다고 제안하였다. 하지만 실천적 지식은 암묵적 지식의 특성을 가지므로, 의식적으로 잘 드러나지 않는다(Wagner & Sternberg, 1985). 따라서 교사들의 실천적 지식을 공유하고 활용하기 위해서는 실천적 지식을 명시적으로 드러내는 것이 필요하다. 이를 위해 교사들의 구체적인 사례(cases), 내러티브(narratives), 그리고 이야기(stories) 형식이 추천된다(Connelly & Clandinin, 2000). 즉 교사의 실천적 지식은 다양한 상황 속에서 고정되어 있지 않은 생활 자체이고, 교사와 학생과 상호작용하는 구체적인 교실 상황 속에서 생겨난 이야기로 볼 수 있다. 또한, Meijer *et al.*(2002)은 교사의 실천적 지식을 추출하기 위해, 소리 내어 사고하기(thinking-aloud) 기법을 사용하여 교사가 자신의 수업 비디오를 보고 특정 수업 지도 상황에서 자신이 무슨 생각을 하였는지를 끌어내도록 하는 방법과 함께, 교사가 특정한 지도 주제에 대해 핵심 개념을 추출하여 그것을 개념도 형식으로 구조화하도록 하는 방법을 사용하였다.

이러한 실천적 지식의 중요한 특성에 대해 Adey(2004)의 논의를 참고할 필요가 있다. 그는 STPD 과정을 이해하기 위해 교사의 실천적 지식이 가지는 직관적 본성을 강조하였다. 여기에서 직관적이란, 복잡한 특정 상황에서도 분명한 인식 없이 자동적이고 즉시 작동하는 지식을 의미하는 것으로, 암묵적 지식의 특성을 의미하기도 한다(Smith, 2001). 이것은 교사의 지식을 합리적이고 의식적인 문제해결이나 의사결정과는 다르게, 직관적이고 자발적으로 전문화된 반응으

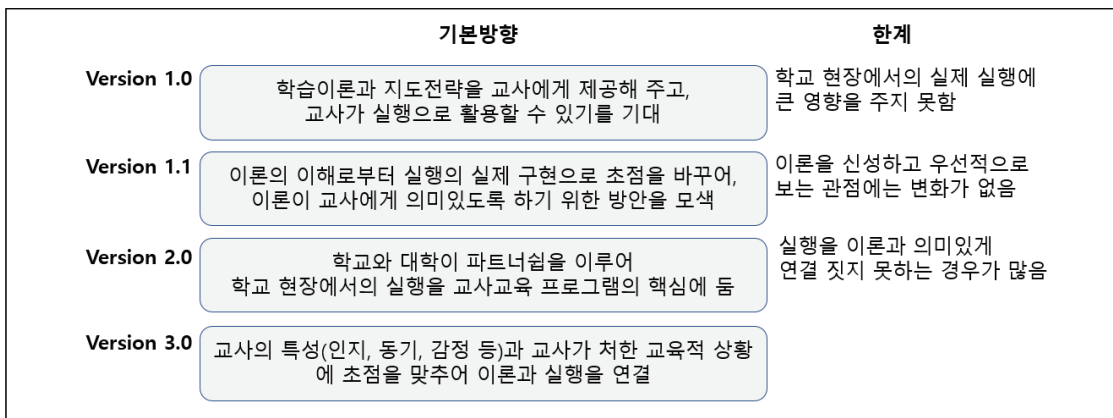


Figure 3. Diagrammatic representation of the ‘new direction for TPD’ suggested by Korthagen(2017)

로 보는 것으로 Park *et al.*(2021)이 제안한 체화된 지식(embodied knowledge)으로 이해할 수도 있다.

체화된 지식이란, 외부의 정보를 처리하고 지식을 생성하는 과정이 신체와 외부와의 역동적인 상호 작용으로 일어난다는 체화된 인지 이론에 기초한다(Han & Balck, 2011, Hall & Nemirovsky, 2012; Glenberg, 2010). 체화된 지식은 자전거 타기로 비유적으로 설명할 수 있다. 즉 자전거를 어떻게 타야 하는지에 대한 이론적 지식을 충분히 인식하고 있다고 해서 자전거를 잘 탈 수 없고, 실제로 자전거를 타면서 몸에 익히는 과정이 필요하다. 이러한 과정을 거쳐 지식이 체화되고 나면, 굳이 자전거 타는 방법에 대해 의식적으로 인식하지 않아도 자전거를 탈 수 있으며, 예상치 못한 상황에서 즉각적이고 자동으로 적절하게 대처하면서 자전거를 탈 수 있게 된다. 마찬가지로 교사가 학습지도를 위한 체화된 지식을 갖게 되면, 그 지식에 대한 기본적인 이해를 넘어서서, 다양한 교실 상황과 조건 속에서 즉각적이고 적절한, 그리고 효과적 지도 방법을 구현할 수 있게 된다. 이러한 체화된 지식을 갖기 위해 교사는 자신이 알고 있다고 생각하는 지식을 실제 교실 상황에 반복적으로 실행하면서, 원래의 지식을 점점 분명하고 정교하게 인식하면서, 다양하게 변화된 상황에 맞추어 지식을 적절하게 변형하는 과정이 필요하다. 그러면서 지식은 상황 특정적이고 교사 자신의 특성에 맞추어진 암묵적 지식의 형태로 발전하게 된다. 이와 같은 체화된 지식을 위해서는 실제 실행이 중요하데 여기에서 실행은 시행착오 방식으로 수행되는 것이 아니라, 이론에 기초하여 수행되는 것이 효과적일 수 있다.

바. 수업상황과 교사의 개인적 특성에 기초한 STPD

앞 절에서 STPD를 위해 교사의 실천적 지식이 중요하다고 강조하였듯이, 새로운 STPD를 위해서는 교사의 개인적 지식과 믿음, 가치관이나 실제적인 교실 상황을 잘 고려해야 한다(van Driel *et al.* 2001; Black & Halliwell, 2000). 예를 들어, Korthagen(2017)는 TPD를 위한 기존의 다양한 접근들(version 1.0~2.0)에 한계가 있다고 지적하면서, 새로운 TPD(version 3.0) 접근을 Figure 3과 같이 제안하면서 무의식적, 다차원적, 다수준적 측면의 3가지 본성을 논의하였다.

무의식적 측면이란, 교사의 학습에는 의식적인 과정뿐 아니라, 느낌이나 즐거움, 만족감이나 압박감 등을 포함한 무의식적 과정들이 포함된다는 것을 의미한다. 따라서 교사의 수업 실행도 게슈탈트(gestalt)로 전체적 이미지 인식을 통해서 일어나고, 그러한 실행은 종종 습관적인 패턴 행위로 나타나게 된다. 다차원적이란, TPD에는 교사의 합리적, 의식적, 그리고 인지적 측면뿐 아니라, 주어진 실제 상황에서 교사의 동기와 감정 등이 모두 상호 연결되어 있다는 것이다. 다수준적이란, 창의성이나 용기, 민감성, 자발성 등과 같은 교사의 개인적 특성을 바탕으로, 주어진 임무에 대해서 자신만의 정체성과 믿음을 가지고 특정 환경 속에서 교사의 역량이 발달하면서 그에 따른 수업 실행이 나타난다는 것이다. 따라서, TPD에는 이러한 여러 가지 측면들이 함께 정합적으로 변화·발달해야 한다는 것을 의미한다.

이러한 3가지 본성에 의해, Korthagen(2017)은 TPD가 상황과 개인에 무관한 일반화된 방식이어서는 안 되고, 실제 학습지도 상황에서 교사의 관심과 목적, 특성과 장점, 그리고 교사가 가치 있게 생각하는 것 등을 개별 교사별로 고려해야 한다고 강조하고 있다. 즉 TPD는 상황 의존적이고 개인 특성 의존적이어야 한다는 것이다.

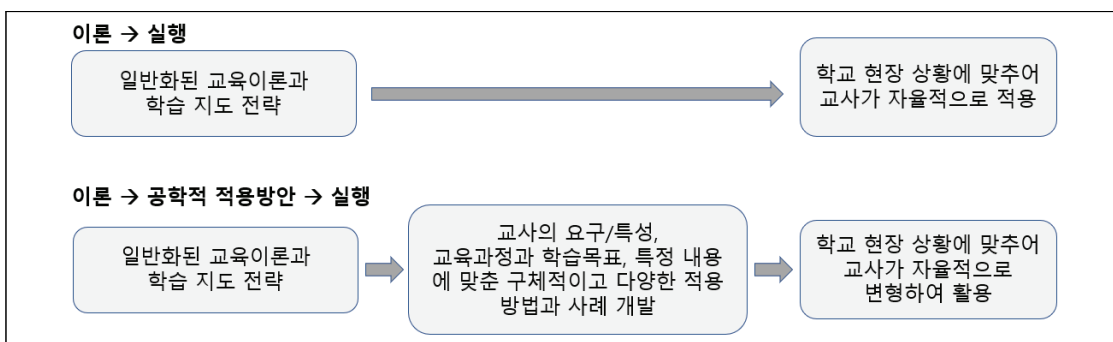


Figure 4. Engineering application process to bridge theory and practice

Table 7. Types and examples of upper level of science knowledge that science teachers need to know(Park et al., 2021)

교육과정 과학지식	필요한 상위 과학지식
현상의 기술(예: 반자성체)	현상의 설명 (예: 반자성체가 자석에 밀리는 이유)
정성적 설명(예: 시간지연)	정량적 설명 (예: 로렌츠 변환식) 대안적 설명 (예: 민코프스키 공간에서 좌표축의 회전)
추상적 개념(예: 전기장)	구체적 사례 (예: 고압전선 아래의 전기장 세기) 가정, 조건, 보조이론 (예: 자기장은 움직이는 전기장의 상대론적 현상이다)
핵심 개념/기본 원리(예: 자기장)	개념의 시작/발달/변화 과정 (예: 패러데이의 장의 개념 고안 과정) 개념의 형이상학적/인식론적 의미 (예: 발견이 아닌 고안으로의 과학 개념)
법칙/공식 (예: 역학적 에너지 보존법칙)	법칙/공식의 유도 과정 (예: 일과 에너지 관계로부터 역학적 에너지 보존법칙의 유도)

이것은 흔히 교사가 일반적인 이론과 학습전략을 학습하게 되면 개인별로 특수한 학교 상황에서 그것을 잘 적용하고 활용할 수 있다는 ‘일반화에서 특수성으로의 방향’에 대한 한계를 지적하는 것이라고 할 수 있다. 그러나, 이것은 일반화가 특정 상황들에 적용될 수 없다는 것을 의미하는 것이 아니라, 일반화를 학습하면 특정 상황에서의 적용이 자동으로 이루어지는 것은 아니라는 것을 의미한다. 즉 일반화가 다양한 특정 상황에 적용될 수 있도록 하는 명시적인 과정이 필요하다는 것을 의미한다. 비유적으로 말해보면, 태양전지의 일반적 원리가 밝혀진 다음, 일상적인 상황에서 싸고 안전하고 튼튼하게, 그리고 효율적으로 사용할 수 있는 태양전지의 개발을 위해 공학적 과정이 필요한 것과 같다. 즉 이론에 기초하되, 사용자 환경에서 요구되는 다양한 측면들을 고려한 다양한 제품의 전지가 개발되는 과정이 있듯이, 일반화된 교육 원리나 학습전략도 다양한 교사의 요구와 목표 및 특성 등에 맞게, 교육과정이나 학습목적에 맞게, 학생의 흥미를 고려하고 학생의 수준에 맞게, 학생이 쉽게 이해할 수 있도록, 또는 창의성 계발에도 도움이 되도록, 그리고 구체적인 내용지도에 활용될 수 있도록 다양한 교육 현실적 요구에 맞추어 개발·변형되는 과정이 있어야 한다는 것이다. 이러한 관점에서 공학적 적용과정을 활용한 STPD를 고려해 보는 것도 필요하다(Figure 4).

이때 일반화된 이론과 실행을 연결해 주는 기능을 하는 사람을 ‘research translator’나 ‘knowledge brokers’로 지칭하기도 한다. Hirschorn and Geelan(2008, p. 11)은 이론적인 내용을 교사들에게 이해할 수 있고 그럴듯하며 유용한 방식으로 해석하고 번역해 주는 사람을 ‘research translator’라고 하였고, Meyer(2010, p. 118)는 이론

적인 연구자와 다양한 독자(또는 지식 사용자)를 창의적으로 연결해주는 사람을 ‘knowledge broker’라고 하였다. 즉, 연구자나 교사 교육자는 이론에 주된 관심을 가지고, 교사는 수업 실행에 기본적인 관심이 있을 때, 이 둘을 연결해 주는 사람을 의미한다. 물론, 이러한 연결자는 제3의 사람일 수도 있지만, 교사 교육자나 교사 자신이 될 수도 있다. 중요한 것은 교육에서도 이러한 연결의 과정, 즉 이론의 공학적 적용방안을 개발하고 보급하는 과정이 별도로 필요하다는 것이다.

사. 내용을 강조하는 STPD

TPD를 위해 많은 연구자가 내용 지식을 강조해 왔다(Cooper et al., 2015; van Driel et al., 1998; Kind, 2019; Ball et al., 2008). 예를 들어, Wilson et al.(2016)은 STPD를 위해 ‘과학 및 공학 지식과 (탐구)실행 경험’을 강조하였고, 수학교육 분야에서 Ball et al.(2008)은 교사가 상위수준의 전문적인 내용 지식을 아는 것도 중요하다고 강조하였다.

그러나 STPD를 위해 과학지식을 많이 아는 것이 중요하지만, 어느 정도까지 교사가 알 필요가 있는지에 대한 논의도 필요하다. 왜냐하면, Abell(2007)은 교사의 교과 내용 지식이 학습지도에 주는 영향이 일관적이지 않다고 하였고, Rockoff et al.(2011)도 미국 수학 교사의 경우 대학원 학위 취득이 학생의 수학성취에 유의미한 영향을 주지 않는다고 하였고 때문이다. 이에 Park et al.(2021)은 과학 교사가 알아야 할 지식을 교육과정에 제시된 수준의 지식과 그 이상의 상위지식으로 나누고, 과학 교사가 알 필요가 있는 상위지식의 유형과 예를

Table 8. Aspects to consider for the STPD emphasizing inquiry(summarized from Capps et al.(2012)’s article)

요소	과학탐구를 강조하는 STPD 프로그램에서 고려해야 할 측면들
시간	- 탐구의 기본적인 이해만을 위한다면 1주 정도의 시간도 적절하지만, 다양한 목적을 위해서는 충분한 시간이 필요하다.
확대된 지원	- 프로그램이 끝난 후에도, 교사가 개발한 전략들을 적용하면서 전문가나 외부 교사들에게 질문하고 피드백을 받는 상호작용이 필요하다. - 이를 위해 온라인 또는 오프라인 방식의 PLC 운영이 필요하고, 프로그램을 오랜 기간에 걸쳐 운영할 필요도 있다.
참된 경험	- 과학자의 실제 활동과 같은 참 탐구의 다양한 측면(예: 탐구 문제 직접 발견하기 등)을 경험하도록 한다.
정합성	- 교육과정의 목표와 내용을 반영한다.
발전된 수업	- 전문가나 동료 교사와의 협업을 통해 다양한 새로운 탐구 기반 수업(예: 문제가 되는 수업을 탐구 기반 수업으로 개선하기)을 설계하고 개발하도록 한다.
탐구의 모형화	- 학습자 관점을 고려하고, 과학자의 활동에 기초하여, 탐구 기반 수업에 대해 논의하며, 확장된 탐구 경험을 바탕으로 탐구를 모형화하도록 돕는다.
성찰	- 근본적인 교사의 실행 변화를 위해서는 메타인지를 강조한 성찰 과정이 중요하다.
전이	- 프로그램 내용과 경험을 자신의 교실에 적용하기 위해 다양한 실제적이고 상황적인, 그리고 서로 다른 요인들을 고려한 논의와 활동이 중요하다.
내용 지식	- 과학지식뿐 아니라, 탐구와 NOS에 대한 교사의 이해를 고려한다.

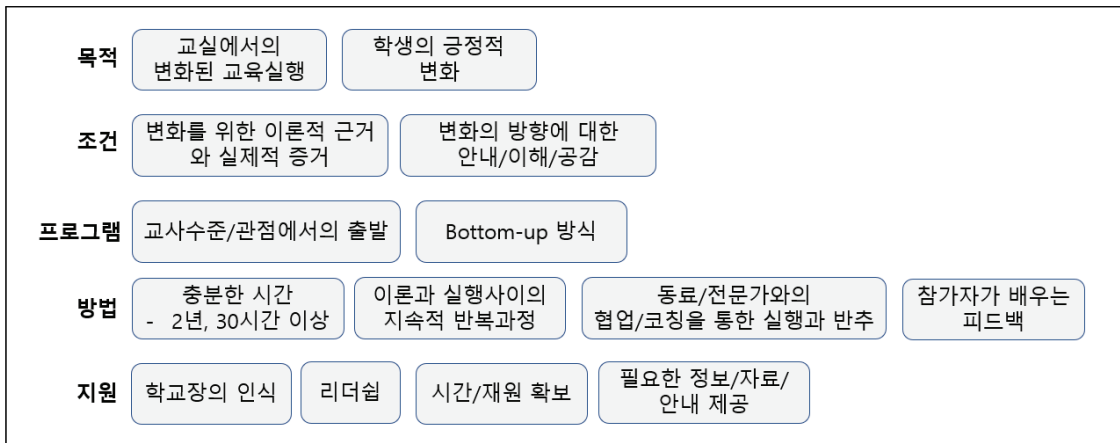


Figure 5. Diagrammatic representation of key elements extracted from Adey(2004)'s article

Table 7과 같이 제시한 바 있다.

그러나 아직 Table 7에 관한 경험적 연구가 수행된 것은 아니므로, 이에 대한 보다 다양하고 체계적인 연구가 필요한 상황이다. 예를 들어, Table 7에 기초하여 실제로 과학 교사에게 필요한 상위지식의 내용을 구체적으로 결정해 보는 작업이 필요할 수 있고, 그러한 작업이 실제 예비교사 교육과정에서의 내용학 과목 운영에 어떻게 실현될 수 있는지에 관한 연구도 필요하다. 나아가 궁극적으로 그러한 과학 교사의 상위 과학지식 습득이 실제 학생들의 지식 이해에 도움을 주는지에 관한 연구도 필요할 것이다.

아. 탐구를 강조하는 STPD

마지막으로 일반적인 TPD와 달리 과학 교육에서는 STPD를 위해 탐구 지도를 위한 전문성 발달을 강조하고 있다. 예를 들어, Capps *et al.* (2012)은 과학탐구 지도를 위해서는 상당한 전문성이 필요하다고 보고, 주요 관련 문헌에 기초하여(Darling-Hammond & McLaughlin, 1995; Loucks-Horsley *et al.*, 1998; Garet *et al.*, 2001; Penual *et al.*, 2007), 과학 교사의 과학탐구 관련 전문성 발달을 위한 프로그램 17개를 분석하였다. 그리고 분석을 통해, 탐구를 강조하는 STPD에서 고려해야 할 측면들을 논의하였는데, 이를 정리해 보면 Table 8과 같다.

2. 과학 교사 전문성 발달(STPD) 기준 설정을 위한 모델

앞선 논의에서는 8가지 주요 이슈별로 STPD의 주요 내용과 효율적인 STPD를 위한 조건들을 살펴보았다. 여기서는 STPD 기준을 설정하기 위한 종합적 모델을 제안하고 이와 관련된 연구를 추가해서 살펴보려고 한다. 먼저 Avalos(2011)는 2000~2010년 동안 'Teaching and Teacher Education'에서 발표된 TPD 관련 논문 111개를 분석하여, TPD에서 강조되고 있는 특성으로 성찰, 교사의 토의/수업 비디오 분석, 자기평가, 멘토링, 학교-대학 간 협업, 교사 간 네트워크/팀/학습공동체를 통한 협력/공유/피드백, 현장학습(workplace learning), 학교의 지원에 대해서 논의하였다. 과학 교육 분야에서 Adey(2004)는 STPD를 위한 주요 요인들을 논의하였는데, 그 요인들을 5개 범주로 재구성해 보면 Figure 5와 같다.

Figure 5에 의하면, STPD의 궁극적인 목적은 과학 교사의 변화된 교실 실행을 통한 학생의 긍정적인 변화이다. 이러한 목적을 위해서는 이론적인 근거와 실제적 증거가 필요하고, 이러한 목적 수행에 대한 교사의 이해와 공감에 필요하다. 이러한 조건에서 STPD를 위한 프로그램은 교사의 수준과 관점에서 출발하는 방향성(bottom-up) 방법으로 구성되어야 하며, 충분한 시간을 통해 지속해서 이론과 실행 사이를 반복하면서 동료 교사나 멘토 교사 또는 전문가와의 협업이나 코칭을 통해, 실행에 대해 성찰하고 피드백을 받으면서 수행되어야 한다. 그리고 이 모든 과정을 위한 지원으로는 학교장의 지원뿐 아니라 함께 수행하는 구성원 속에 있는 리더의 지원이 필요하다. 또 교사가 학습하고 활용할 수 있는 구체적인 정보나 자료와 함께, STPD를

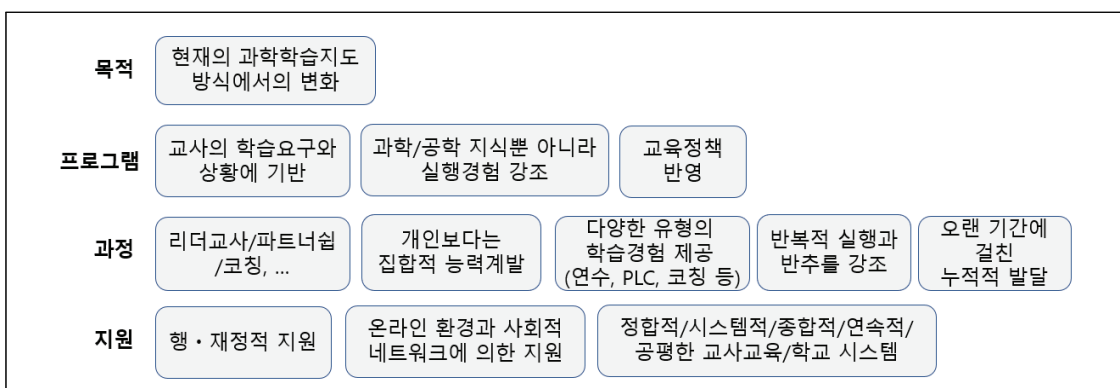


Figure 6. Diagrammatic representation of key elements extracted from Wilson *et al.*(2016)'s article

Table 9. Key factors affecting STPD(Garet *et al.*, 2001; Desimone, 2009; Desimone & Pak, 2017)

핵심요소	내용
내용 지식	- 내용 지식은 학생 성취에 미치는 주요 요소이다(효과 크기가 0.5~1.56). - 내용 지식에는 과목지식, 일반적인 교육학 이론이나 지도전략들, PCK, 학생의 학습 과정에 대한 이해, 특정 교육과정/교재/도구/지도전략 활용법, 학생의 다양한 역량/지식/기능 지도법 등이 포함된다.
능동적 학습	- 능동적 학습 참여는 TPD에 주요 영향을 주는 것으로 알려져 왔다. - 능동적 학습에는 실제 수업 관찰, 수업 공개, 피드백, 새로운 지도방안을 실제 수업에 적용하기 위한 계획 세우기, 학생 활동을 분석 조사하여 학생의 추론/해결전략/어려움 등을 이해하기 등에 대해 논의를 주도하기, 발표/보고서 작성하기 등이 포함된다.
정합성	- 교사의 사전지식/기능 및 믿음과 연결하고, 교사의 일상적 수업 및 목표와 연결하며, 교육과정/교육정책 및 역량 기준 등과 일치할 필요가 있다. - 이를 통해 명확한 방향설정이 가능하고, 새로운 지식과 기능을 수업 지도에 통합시킬 수 있다.
오랜 기간	- 활동 시간(예를 들어, 적어도 20시간이상) 뿐 아니라, 오랜 기간(예를 들어, 한 학기)에 걸친, 그리고 반복적인 추후 연결 활동이 TPD에 중요하다.
집합적 참여	- 집합적 참여는 생산적인 학습환경을 위해 중요하며, 비전, 기대, 믿음, 학생학습에 대한 책임감 등을 공유하게 되고, 상호 신뢰를 가지게 한다. - 같은 학교/학년/전공으로 구성된 교사집단의 모둠학습 또는 전문적 공동학습체는 공통주제를 지속해서 함께 공유하고 논의할 수 있게 한다.

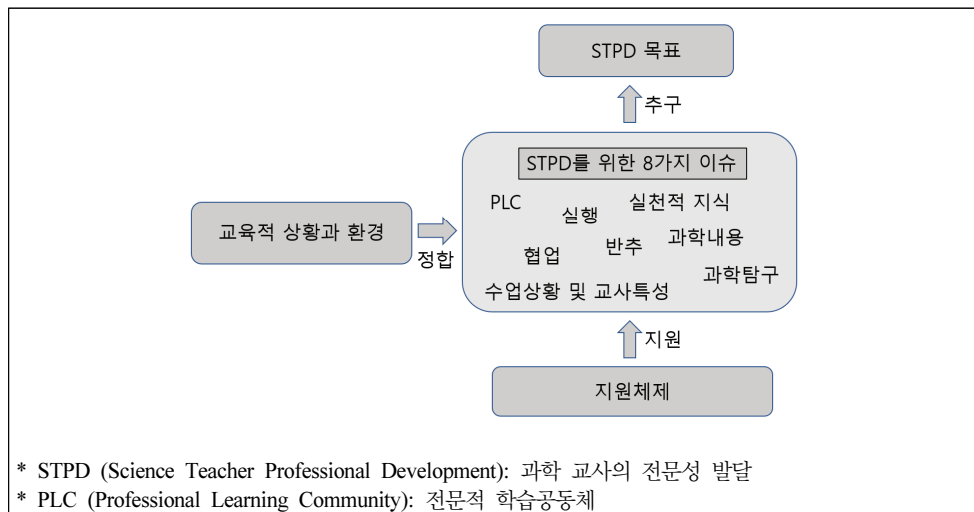
위한 시간과 재원의 확보도 필요하다.

또 미국의 Division of Behavioral and Social Sciences and Education of the National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 내에 있는 과학교육위원회는 the Merck Company의 지원을 받아 14명의 전문 위원회를 구성하여 초중등 과학 교사에게 어떻게 정합적인 지원을 할 것인지에 관해 종합적인 연구를 수행하였다 (Wilson *et al.*, 2016). 그 보고서에서는 STPD를 위한 13개의 결론을 제시하였는데, 그 결론을 크게 4개 범주로 재구성하여 주요 요소들을 추출해 보면 Figure 6과 같다.

Figure 6에 의하면, 먼저 STPD의 궁극적인 목적은 현재의 과학학습지도 방식의 변화와 개선을 위한 것임을 나타내고 있다. 둘째, STPD를 위한 프로그램은 기본적으로 교육 정책을 반영하지만, 교사의 학습 요구와 실제 학습상황에 기초해야 하며, 과학/공학적 내용 지식뿐 아니라, 탐구나 제작과 같은 실제 활동 경험도 강조한다. 셋째, STPD를 위한 방법은 먼저 개인보다는 집합적인 능력이 발달하도록 하며, 이를 위해 파트너십/코칭/리더교사의 역할을 강조할 필요가 있다. 그리고 일반적인 연수 형태뿐 아니라 PLC 등과 같은 다양한 유형의 학습경험을 제공할 수 있어야 하고, 이를 통해 교사는 반복적으로 실행하고 실행에 대한 성찰을 통해 오랜 기간에 걸쳐 누적해서 STPD

가 이루어지도록 한다. 넷째, STPD를 위해서는 다양한 형태의 실질적 지원이 필요하다. 예를 들어, 행·재정적 지원뿐 아니라, 온라인 환경에서의 네트워크도 필요할 수 있다. 그리고 STPD를 위한 지원은 학교 안과 밖에서 시스템적으로 종합적이고, 연속적이며, 정합적이고, 공평하게 이루어져야 한다.

이론적인 연구와 전문가의 의견을 종합한 연구 외에 교사를 대상으로 한 조사 연구들도 있다. Garet *et al.*(2001)은 1,027명의 수학 및 과학 교사를 대상으로 그들의 지식과 기능 향상, 그리고 교실에서의 실행 변화에 가장 크게 영향을 준 STPD 프로그램 요소가 무엇인지를 자기보고 형식으로 조사하였다. 그 결과, 내용 지식, 능동적 학습, 그리고 정합성의 3가지가 핵심 요소라고 하였다. 그리고 Desimone (2009)는 여기에 ‘지속된 기간’과 ‘집합적 참여’ 두 가치를 STPD에 영향을 주는 요소로 추가하였다(Table 9). Caena(2011)도 교사의 질과 학생 성취 간의 유의미한 양적 관계가 여러 연구를 통해 보고되고 있다고 강조하면서, STPD에 관련된 문헌 조사를 기반으로 다양한 관점에서의 STPD를 위한 특성과 조건들을 제시하면서, 이러한 5개 요소(Table 9)를 소개하였다. 이렇게 정리된 5가지 요소는 효과적인 STPD를 위한 이론적 기초로 사용되기도 하였다(Desimone & Pak, 2017).



* STPD (Science Teacher Professional Development): 과학 교사의 전문성 발달
* PLC (Professional Learning Community): 전문적 학습공동체

Figure 7. Key elements model for STPD

Table 10. A science teacher professional development(STPD) standard

범주	진술문
목표 (Goal)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... Go1: 과학 교수 학습에 대한 과학 교사의 이해 및 신념의 변화와 발달을 목표로 한다. Go2: 과학 교사의 수업 실행의 변화와 발달을 목표로 한다. Go3: 궁극적으로 학생의 성장과 발달을 목표로 한다.
정합성 (Coherency)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... Co1: 국가 교육과정과 학교가 추구하는 교육 방향을 반영한다. Co2: 과학교육 이론과 연구 결과를 바탕으로 한다. Co3: 과학기술의 변화와 과학기술이 사회, 환경, 개인에 미치는 영향을 고려한다.
전문적 학습공동체와 협업 (PLC & Collaboration)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... PI1: 과학 교사 상호 간 이해와 공감을 전제로 한다. PI2: 동료 과학 교사, 과학자, 과학교육 전문가 간 협업과 코칭을 활용한다. PI3: 과학 교사의 전문적 학습 공동체(PLC) 및 다양한 사회적 네트워크 구성과 운영을 활용한다.
실행 및 성찰 (Practice & Reflection)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... Pr1: 실제 과학 수업상황에 유용한 구체적 지도 방안을 포함한다. Pr2: 과학 수업 실행에 대한 성찰, 자기평가, 피드백을 포함한다. Pr3: 충분한 시간을 가지고 과학 수업의 실행과 성찰을 반복하여 지속적인 개선을 추구한다. Pr4: 과학 수업 실행의 개선과 변화를 위한 새로운 시도를 지원한다.
실천적 지식 (Practical Knowledge)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... Kn1: 과학 교사의 실행을 통해 형성되고 실행에 활용되는 실천적 지식의 발달을 추구한다. Kn2: 과학 교사의 실천적 지식을 구체적으로 드러내고 형식화하여 공유할 수 있도록 돕는다.
수업상황과 교사 특성 (Teaching Situation & Teacher Characteristics)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... Te1: 과학 수업 실행에서 겪는 과학 교사의 어려움을 반영한다. Te2: 과학 교사의 사전지식과 경험을 고려한다. Te3: 과학 교사의 정의적 특성과 관심을 고려한다.
과학 내용과 탐구 (Science Contents & Inquiry)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... Se1: 과학 교사의 내용 지식 이해와 적용을 촉진한다. Se2: 과학 교사의 과학에 관한 지식(과학의 본성, 과학사 등) 이해와 적용을 촉진한다. Se3: 탐구 지도 역량 함양을 위해 과학 교사가 직접 탐구를 수행하고 경험하는 기회를 제공한다.
지원 (Support)	과학 교사 전문성 발달을 위한 프로그램은 ... Su1: 다양한 학교 관계자(관리자, 행정가, 학부모 등)의 지지와 지원이 필요하다. Su2: 행·재정적 지원을 통해 필요한 시간, 장소, 자원 확보가 필요하다.

이상의 문헌 조사로부터 STPD를 위해 고려할 필요가 있는 8개 주요 이슈와 함께 ‘목표’와 ‘지원체제’, 그리고 ‘교육적 상황과 환경’의 3가지 요소를 추가하여 STPD를 위한 주요 요소의 모델을 이 연구에서는 Figure 7과 같이 설정하였다.

3. 과학 교사 전문성 발달(STPD) 기준

Figure 7에서 표현하고자 한 것은, STPD를 위한 프로그램은 효과적인 STPD와 관련된 8개 주요 이슈를 포함하여, 실제 교육적 상황과 환경을 고려해야 하고, 명확한 목표를 설정하여 추구해야 하며, 그에 관한 지원체제가 필요하다는 것이다.

이러한 요소들을 고려하여 개발한 STPD 기준 초안은 8개 영역의 25개 진술문으로 구성되었다. Figure 7에서 STPD를 위한 8가지 이슈는 5개 영역으로 축약되었다. ‘전문적 학습공동체와 협업’이 하나의 범주로, ‘실행 및 성찰’이 하나의 범주로, ‘과학 내용과 탐구’가 하나의 범주로 축약되었다. 연구자들은 8개 범주에 관하여 선행 연구의 주요한 제안이라고 생각되는 진술문을 제안하고 이를 반복적으로 상호 검토하는 과정을 거쳤다. 그리고 이러한 진술문 초안을 이용하여 1단계, 2단계 델파이 조사를 한 결과 8개 영역의 23개 진술문이 도출되었다(Table 10). 2단계 델파이에서 23개 진술문에 대한 응답 평균, 변이계수, 수렴도, 합의도, 그리고 내용타당도 비율(CVR)을 분석한 결과는 Table 11과 같다.

Table 11에 의하면, 23개 진술문에 대한 응답 평균은 타당성의 경우에는 4.24~4.76 (4=그렇다, 5=매우 그렇다), 그리고 중요성의 경우에는 4.14~4.86로 모두 ‘그렇다’ 이상의 동의를 하는 것으로 나타났다. 변이계수와 내용타당도 비율(CVR)에 대해서는 모든 진술문이 기준에 만족하였다. 2개의 진술문(Co2, Se1)은 수렴도와 합의도 기준에 부족한 결과가 나왔지만(수렴도=0.75, 합의도=0.63~0.70), 기준에 크게 벗어나지 않는다고 판단하였으며, 응답 평균도 각각 4.14와 4.29로 높은 편이고, 전문가의 이유 설명에서도 진술문의 내용 자체보다는 표현적인 수준에서의 의견이 많아, 문장 표현 수준에서의 수정하여 최종적으로 STPD 기준에 포함하였다.

본 연구에서 제안한 ‘STPD 기준’은 몇 가지 측면에서 장점과 함께 단점도 가지고 있다. 첫 번째 장점으로 STPD 기준이 이론적인 측면에서 체계적인 STPD 기반을 제공해 줄 수 있다는 점이다. 즉 이론에 기초한 STPD에 활용될 수 있다고 본다. Sebba(2000)는 교육적인 결정이 확고한 증거보다는 상식에 기초하는 경우가 많다고 비판하였고, Slavin(2008)도 교육 프로그램과 실행이 이데올로기나 일시적 유행, 또는 정치나 시장 논리에 의해 주도되어왔다고 비판하였다. 이에 교육적 실행이 증거와 이론에 기초해야 한다는 주장이 많았다(Hargreaves, 1999; Howard et al., 2003; Connolly, et al., 2018). STPD의 경우도 마찬가지일 것이다. STPD에 대한 이론적 논의나 STPD를 위한 프로그램의 효과성이 검증된 경우를 참조하여, 실제 STPD를 위한 계획과 실천이 이루어져야 하고, 이러한 이론과 증거에

Table 11. Result of the second round Delphi survey

범주 및 요소	내용	2단계 델파이 결과						
		평균	표준편차	변이계수 (0.5이하)	수렴도 (0.5이하)	합의도 (0.75이상)	CVR (0.42이상)	
목표 (Goal)	Go1	타당성	4.57	0.49	0.11	0.50	0.80	1.00
		중요성	4.52	0.66	0.15	0.50	0.80	0.81
	Go2	타당성	4.76	0.43	0.09	0.25	0.90	1.00
		중요성	4.71	0.45	0.10	0.50	0.80	1.00
	Go3	타당성	4.57	0.58	0.13	0.50	0.80	0.90
		중요성	4.67	0.56	0.12	0.50	0.80	0.90
정합성 (Coherency)	Co1	타당성	4.57	0.58	0.13	0.50	0.80	0.90
		중요성	4.43	0.73	0.16	0.50	0.80	0.71
	Co2	타당성	4.33	0.56	0.13	0.50	0.75	0.90
		중요성	4.14	0.77	0.19	0.75*	0.63*	0.52
	Co3	타당성	4.38	0.72	0.16	0.50	0.75	0.90
		중요성	4.48	0.66	0.15	0.50	0.80	0.81
전문적 학습공동체와 협업 (PLC & Collaboration)	Pl1	타당성	4.71	0.45	0.10	0.50	0.80	1.00
		중요성	4.76	0.43	0.09	0.25	0.90	1.00
	Pl2	타당성	4.57	0.58	0.13	0.50	0.80	0.90
		중요성	4.52	0.73	0.16	0.50	0.80	0.71
	Pl3	타당성	4.52	0.66	0.15	0.50	0.80	0.81
		중요성	4.57	0.58	0.13	0.50	0.80	0.81
	Pl4	타당성	4.71	0.45	0.10	0.50	0.80	0.90
		중요성	4.71	0.45	0.10	0.50	0.80	1.00
실행 및 성찰 (Practice & Reflection)	Pr1	타당성	4.76	0.43	0.09	0.25	0.90	1.00
		중요성	4.86	0.35	0.07	0.00	1.00	1.00
	Pr2	타당성	4.62	0.65	0.14	0.50	0.80	0.81
		중요성	4.76	0.53	0.11	0.00	1.00	0.90
	Pr3	타당성	4.48	0.73	0.16	0.50	0.80	0.71
		중요성	4.43	0.66	0.15	0.50	0.80	0.81
실천적 지식 (Practical Knowledge)	Kn1	타당성	4.62	0.58	0.12	0.50	0.80	0.90
		중요성	4.71	0.55	0.12	0.25	0.90	0.90
	Kn2	타당성	4.43	0.73	0.16	0.50	0.80	0.71
		중요성	4.57	0.66	0.14	0.50	0.80	0.81
수업상황과 교사 특성 (Teaching Situation & Teacher Characteristics)	Te1	타당성	4.67	0.47	0.10	0.50	0.80	0.90
		중요성	4.76	0.43	0.09	0.25	0.90	0.90
	Te2	타당성	4.48	0.66	0.15	0.50	0.80	0.71
		중요성	4.52	0.66	0.15	0.50	0.80	0.81
	Te3	타당성	4.24	0.81	0.19	0.50	0.75	0.71
		중요성	4.33	0.78	0.18	0.50	0.75	0.81
과학 내용과 탐구 (Science Contents & Inquiry)	Sc1	타당성	4.29	1.03	0.24	0.75*	0.70*	0.52
		중요성	4.48	0.85	0.19	0.50	0.80	0.71
	Sc2	타당성	4.38	0.90	0.21	0.50	0.80	0.62
		중요성	4.52	0.73	0.16	0.50	0.80	0.71
	Sc3	타당성	4.57	0.73	0.16	0.50	0.80	0.71
		중요성	4.62	0.72	0.16	0.25	0.90	0.71
지원 (Support)	Su1	타당성	4.45	0.67	0.15	0.50	0.80	0.75
		중요성	4.55	0.74	0.16	0.50	0.80	0.65
	Su2	타당성	4.60	0.58	0.13	0.50	0.80	0.85
		중요성	4.60	0.58	0.13	0.50	0.80	0.85

* 지표 기준에 미흡한 경우

기초한 STPD를 위해 ‘STPD 기준’이 활용될 수 있을 것이다.

둘째, STPD 기준은 실용적인 측면에서 STPD 프로그램을 분석하거나 평가하기 위한 도구로 사용될 수 있다. 예를 들어, Park *et al.*(2015, pp. 46-47)의 연구에서는 과학 교사가 자신의 일상적 과학 수업을 변화시키고 개선하기 위해(Go2), 4가지에 초점을 맞추었다. 첫째, 실제 수업상황을 고려한 상향식(bottom-up) 방법을 취하였고(Te1), 둘째, 전문가와 교사 간의 협업을 통해(PI2) 이론과 증거에 기반한(Co2) 수업 개선이 가능하도록 진행되었으며, 셋째, 실천적 지식을 강조하여(Kn1) 개선방안을 수업에 즉각적으로 적용하는 방식을 취했으며(Pr1), 넷째, 실행에 대해 성찰을 하고(Pr2) 다시 재실행하는 방식을 반복하여 순환적으로 활용하였다(Pr3). 이러한 점에서 보면, 이 연구는 ‘STPD 기준’에서 Go2, Co2, PI2, Pr1, Pr2, Kn1, Te1을 고려한 것으로 분석할 수 있다. 그리고 이 프로그램에서 부족한 점을 간단하게 평가해 보면, PLC를 통한 활동이 없고, 계속적 수행을 위한 지원체제에 대한 고려가 없는 점 등이라고 분석할 수 있다. 이러한 방식의 분석을 이용하면 STPD 기준은 새로운 STPD 프로그램 개발과 평가를 위한 점검표로도 활용될 수 있을 것이다.

셋째, 학술적인 측면에서 STPD에 관한 종합적인 논의를 계속 나아가게 할 수 있다. 예를 들어, PCK의 경우에도 Shulman(1986)이 처음 제안한 후, Tamir (1988), Grossman(1990), Magnusson *et al.*(1999), Park & Oliver(2008), Gess-Newsome(2015), Carlson *et al.*(2019) 등에 의해 계속 수정·보완되면서 발달되어왔다. 따라서 본 연구에서 제시된 STPD 기준도 앞으로 계속 여러 다른 연구자들에 의해 수정·보완되면서 발전할 수 있을 것이다.

STPD 기준의 첫 번째 단점은 23개 진술문이 모두 상호 배타적이고 할 수 없다는 점이다. 예를 들어, 수업상황에서 실행이 가능한 구체적인 지도방안(Pr1)을 포함할 때, 이론적 및 실제적 증거에 기반할 필요가 있으며(Co2), 수업 실행 상황에서 겪는 교사의 어려움을 고려할 필요(Te1)가 있을 것이다. 이러한 식으로 23개 진술문은 서로 긴밀하게 연결되어 있다. 따라서 8개 범주와 23개 진술문을 현재와 같이 나열식으로 제시하는 데는 제한점이 있다고 할 수 있다.

두 번째 단점은 각 범주와 항목들의 상대적 가중치가 표현되어 있지 않다는 것이다. 즉 8개 범주와 23개 진술문 중에서 상대적으로 더 중요한 범주와 진술문들이 있다. 이러한 상대적 중요성뿐 아니라, 실현 정도에 따라 실현하기 쉬운 범주와 진술문이 있는 반면에, 그렇지 않은 범주와 진술문도 있을 수 있다. 이처럼 범주와 진술문에 대한 가중치, 그리고 실현 가능성 등에 대한 실제적인 정보가 필요하다.

세 번째 단점은 각 진술문의 구체성이 부족하다는 것이다. 앞서 기존의 과학 교사 역량 리스트나 수업 관찰 틀의 경우에 각 진술문이 특정 학년의 학생이나 지도할 특정 내용에 따라 구체적으로 명시될 필요가 있다고 지적한 바 있다. 마찬가지로 본 연구에서 제안한 STPD의 각 진술문도 구체적으로 명시화하는 과정이 필요할 것이다. 예를 들어, 과학 교사의 요구와 실제적 어려움을 고려하기 위해서는(Te1), 학년별 그리고 단원이나 주요 개념별로 교사가 지도할 때 설명이나 지도자료의 활용 또는 탐구 활동 측면에서 구체적으로 어떠한 어려움이 있는지에 대한 정보가 먼저 필요할 것이다.

본 연구에서 제시한 범주와 진술문은 STPD를 위해 완벽한 것은 아니다. 즉 중요한 범주나 진술문이 누락 되었을 수 있다. 이에 대해서는 STPD에 대한 이론적 논의를 확장하고, 실제 STPD 프로그램 개발

과 적용과정에서 본 연구에서 제안한 STPD 기준을 활용하면서 그 장단점을 논의하는 과정 등을 통해 수정·보완될 필요가 있을 것이다.

IV. 결론

본 연구는 12명의 과학 교육 연구자들이 과학 교사의 전문성 발달(STPD)을 목표로 10년간 3단계에 걸쳐 수행할 계획으로 시작되었다. 본 논문은 3년에 걸친 1단계 연구를 마무리하면서 STPD를 위한 논의를 종합적으로 정리한 것이다. 이를 위해 과학 교사의 전문성 발달(STPD)을 위해 중요하다고 판단되는 8개 이슈에 대해 문헌 조사를 하였다. 나아가 STPD를 위한 이론적이고 실천적인 모델을 개발하기 위해 문헌 연구에 기초하여 STPD 기준 초안을 개발하고 델파이 조사를 통해 이를 수정, 보완하여 최종적으로 8개의 범주와 23개의 진술문으로 구성된 STPD 기준을 제안하였다. 이러한 STPD 기준은 몇 가지 제한점에도 불구하고 STPD를 위한 프로그램의 개발, 분석, 평가를 위한 실제적 기준을 제공해 줄 뿐 아니라, 이론에 기초한 STPD에도 기여할 수 있다.

그러나 본 연구에도 몇 가지 제한점들이 있다. 즉 본 연구에서 정리한 8개의 이슈는 사실 하나의 이슈만으로도 독립적인 논문이 될 수 있는 커다란 주제이다. 따라서 본 연구에서 이슈별로 정리한 내용이 결코 충분할 수 없을 것이다. 그러나 본 연구의 목적은 나무 하나하나의 구체적이고 자세한 특성을 알고자 하기보다는, 나무들로 이루어진 숲의 전반적인 특성을 파악하기 위해 수행된 것으로, 8개 이슈를 종합적으로 고려하여 STPD에 대한 전반적인 논의를 하였다는 점에서 의의를 찾을 수 있을 것이다.

또 한 가지 제한점은 STPD 기준으로 제시한 23개 진술문만으로는 STPD에 대한 이해를 쉽게 공유하기 어렵다는 점이다. 물론 본 논문의 본문에서 논의한 내용이 참고되겠지만, Table 10의 간단한 진술문 형태만으로는 각 진술문의 의미와 해석이 다른 연구자나 독자에 따라 달라질 수 있을 것이다. 따라서 각 진술문에 대한 조작적 정의나 구체적인 사례들을 포함한 설명자료의 개발이 필요할 것이다.

마지막 제한점은 본 연구에서 제시한 STPD 기준에 대한 실제적, 경험적 증거가 부족하다는 점이다. 본 연구에서는 21명의 과학 교육 전문가와 과학 교사를 대상으로 델파이를 수행하여 의견을 수렴하는 과정을 거쳤지만, STPD 기준에 관해 좀 더 폭넓게 과학 교사나 전문가들로부터 동의 정도를 분석하였거나, 각 항목을 수정·보완하기 위해 충분한 의견을 수렴했다고 보기는 힘들다. 따라서 STPD 기준의 완전성이나 타당도 및 신뢰성에 대한 증거가 아직 충분하지 않다. 그러나 이러한 점은 앞서 언급한 바와 같이 앞으로 다양한 관점을 가진 다양한 연구자들에 의한 후속 연구를 통해 보완될 수 있다.

국문요약

과학 교육 연구자들은 기존의 과학 교사 전문성 발달(STPD: Science Teacher Professional Development) 과정에서의 한계를 지적하면서 효율적인 STPD를 위한 다양한 관점을 논의해왔다. 이에 본 연구에서는 문헌 조사에 기초하여 효율적인 STPD를 위한 주요 이슈를 8개로 선정하고, 각 이슈에 대한 문헌 조사 내용을 정리하였다. 그리고 정리한 내용에 기초하여 STPD 기준 초안을 제안하였다. 제안

된 STPD 기준 초안을 이용하여 델파이 조사를 위한 질문지를 작성하였고, 2단계에 걸친 델파이 조사를 시행하였다. 델파이 조사에는 21명의 과학교육학자와 과학 교사가 참여하였고, 2단계 조사 결과 STPD 기준을 기술하는 모든 진술문의 타당성과 중요성에 대해서 높은 동의 정도를 얻을 수 있었다. 또한 변이계수와 내용타당도 비율에 대해서는 모든 진술문이 기준을 만족하였고, 수렴도와 합의도에 있어서는 2개 진술문을 제외한 모든 진술문이 기준을 만족하였다. 2개 진술문에 대해서는 델파이 조사에서 제안된 의견을 반영하여 수정하였고, 최종 STPD 기준에 포함하였다. 그 결과, 최종적으로 8개 영역에서 23개 진술문으로 구성된 STPD 기준을 개발하였고, 개발된 STPD 기준의 장단점과 활용방안 및 앞으로 필요한 개선방안, 그리고 후속 연구를 제안하였다.

주제어 : 과학 교사, 교사 교육, 델파이 조사, 문헌 연구, 교사 전문성 발달

References

- Abell, S. K. (2000). From professor to colleague: Creating a professional identity as collaborator in elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 548-562.
- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1150). Lawrence Erlbaum.
- Adey, P. (2004). *The professional development of teachers: Practice and theory*. Springer Science & Business Media.
- Afdal, H. W., & Spernes, K. (2018). Designing and redesigning research-based teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 74, 215-228.
- Allen, J. M., Butler-Mader, C., & Smith, R. A. (2010). A fundamental partnership: the experiences of practising teachers as lecturers in a pre-service teacher education programme. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 16(5), 615-632.
- Androusou, A., & Tsfaos, V. (2018). Aspects of the professional identity of preschool teachers in Greece: Investigating the role of teacher education and professional experience. *Teacher Development*, 22(4), 554-570. <http://doi.org/10.1080/13664530.2018.1438309>.
- Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, 33(1), 1-25.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27, 10-20.
- Baird, J. R., Fensham, P. J., Gunstone, R. F., & White, R. T. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(2), 163-182.
- Ball, D. L. (1993). With an eye on the mathematical horizon: Dilemmas of teaching elementary school mathematics. *The Elementary School Journal*, 93(4), 373-397.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Ball, L. D., & Forzani, F. M. (2009). The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of Teacher Education*, 60(5), 497-511.
- Beach, D., Bagley, C., Eriksson, A., & Player-Koro, C. (2014). Changing teacher education in Sweden: Using meta-ethnographic analysis to understand and describe policy making and educational changes. *Teaching and Teacher Education*, 44, 160-167.
- Bevins, S., & Price, G. (2014). Collaboration between academics and teachers: a complex relationship. *Educational Action Research*, 22(2), 270-284. DOI: 10.1080/09650792.2013.869181
- Biza, I., Nardi, E., & Joel, G. (2015). Balancing classroom management with mathematical learning: Using practice-based task design in mathematics teacher education. *Mathematics Teacher Education and Development*, 17(2), 182-198.
- Black, A. L., & Halliwell, G. (2000). Accessing practical knowledge: How? why? *Teaching and Teacher Education*, 16, 103-115.
- Bolam, R., McMahon, A., Stoll, L., Thomas, S., Wallace, M., Greenwood, A., ... & Smith, M. (2005). Creating and sustaining effective professional learning communities (Vol. 637). Research report RR637. University of Bristol.
- Borko H, Jacobs J and Koellner K (2010). Contemporary approaches to teacher professional development. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw, (Eds.), *International encyclopedia of education*. volume 7 (pp. 548-556). Elsevier.
- Broekkamp, H., & Van Hout-Wolters, B. (2007). The gap between educational research and practice: A literature review, symposium, and questionnaire. *Educational Research and Evaluation*, 13(3), 203-220.
- Brookhart, S. M., & Loadman, W. E. (1992). School-university collaboration: Across cultures. *Teaching Education*, 4(2), 53-68.
- Burridge, P., Hooley, N., & Neal, G. (2016). Creating frames of practice for teacher education. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 44(2), 156-171. doi: 10.1080/1359866X.2015.1041877.
- Butler, D. L., Lauscher, H. N., Jarvis-Selinger, S., & Beckingham, B. (2004). Collaboration and self-Regulation in teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 435-455.
- Caena, F. (2011). Literature review Quality in Teachers' continuing professional development. European Commission, 2, 20.
- Capps, D. K., Crawford, B. A., & Constan, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23(3), 291-318.
- Carlone, H. B., & Webb, S. M. (2006). On (not) overcoming our history of hierarchy: Complexities of university/school collaboration. *Science Education*, 90(3), 544-568.
- Carlson, H. L. (1999). From practice to theory: A social constructivist approach to teacher education. *Teachers and Teaching*, 5, 203-218.
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., ... & Wilson, C. D. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume *et al.* (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 118-141) [kindle version]. Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Chaharbashloo, H., Gholami, K., Aliasgari, M., Talebzadeh, H., & Mousapour, N. (2020). Analytical reflection on teachers' practical knowledge: A case study of exemplary teachers in an educational reform context. *Teaching and Teacher Education*, 87, 102931.
- Cheng, M. M., Cheng, A. Y., & Tang, S. Y. (2010). Closing the gap between the theory and practice of teaching: Implications for teacher education programmes in Hong Kong. *Journal of Research for Teaching*, 36(1), 91-104. <https://doi.org/10.1080/02607470903462222>
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, 24(1), 249-305.
- Connelly, F. M., & Clandinin, D. J. (2000). Narrative understandings of teacher knowledge. *Journal of Curriculum and Supervision*, 15(4), 315-331.
- Connolly, P., Keenan, C., & Urbanska, K. (2018). The trials of evidence-based practice in education: A systematic review of randomised controlled trials in education research 1980-2016. *Educational Research*, 60(3), 276-291.
- Cooper, R., Loughran, J., & Berry, A. (2015). Science teachers' PCK: Understanding sophisticated practice. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 60-73) [kindle version]. Routledge.
- Cordingley, P., Bell, M., Rundell, B., & Evans, D. (2003). The impact of collaborative CPD on classroom teaching and learning. Research evidence in education library. Version 1.1. EPPi Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.
- Crippen, K.J., Biesinger, K.D., & Ebert, E.K., (2010). Using professional development to achieve classroom reform and science proficiency: an urban success story from southern Nevada, USA. *Professional Development in Education*, 36(4), 637-661.
- Danielson, C. (2007). *Enhancing professional practice*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Darling-Hammond, L., & McLaughlin, M. W. (1995). Policies that support professional development in an era of reform. *Phi Delta Kappan*, 76(8), 597-604.
- Darling-Hammond, L., Hyster, M. E., Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute.
- De Corte, E. (2000). Marrying theory building and the improvement of school practice: A permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*, 10(3), 249-266. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(99\)00029-8](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(99)00029-8)
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38, 181-199.

- Desimone, L. M., & Pak, K. (2017). Instructional coaching as high-quality professional development. *Theory into Practice*, 56(1), 3-12.
- Dinkelmann, T. (2000). An inquiry into the development of critical reflection in secondary student teachers. *Teaching and Teacher Education* 16, 195-222.
- Dogan, S., Pringle, R., & Mesa, J. (2016). The impacts of professional learning communities on science teachers' knowledge, practice and student learning: A review. *Professional Development in Education*, 42(4), 569-588.
- Farley-Ripple, E., May, H., Karpyn, A., Tilley, K., & McDonough, K. (2018). Rethinking connections between research and practice in education: A conceptual framework. *Educational Researcher*, 47(4), 235-245.
- Fenstermacher, G. D. (1994). Chapter 1: The knower and the known: The nature of knowledge in research on teaching. *Review of Research in Education*, 20(1), 3-56.
- Gage, N. L., & Needels, M. C. (1989). Process-product research on teaching: A review of criticisms. *The Elementary School Journal*, 89(3), 253-300.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915-945.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). Routledge Press.
- Glenberg, A. M. (2010). Embodiment as a unifying perspective for psychology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(4), 586-596.
- Gore, J. M., & Gitlin, A. D. (2004). [RE]Visioning the academic-teacher divide: Power and knowledge in the educational community. *Teachers and Teaching*, 10(1), 35-58.
- Green, C. A., Tindall-Ford, S. K. & Eady, M. J. (2020). School-university partnerships in Australia: a systematic literature review. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 48(4), 403-435.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press.
- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating Professional Development*. Corwin.
- Hagay, G., & Baram-Tsabari, A. (2015). A strategy for incorporating students' interests into the high-school science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 949-978.
- Hall, R., & Nemirovsky, R. (2012). Introduction to the special issues: Modalities of body engagement in mathematical activity and learning. *Journal of the Learning Sciences*, 21(2), 207-215.
- Han, I., & Black, J. B. (2011). Incorporating haptic feedback in simulation for learning physics. *Computers & Education*, 57(4), 2281-2290.
- Hargreaves, A. (2000). Four ages of professionalism and professional learning. *Teachers and Teaching* 6(2), 151-182.
- Hargreaves, D. H. (1999). Revitalising educational research: lessons from the past and proposals for the future. *Cambridge Journal of Education*, 29(2), 239-249.
- Hascher, T., Cocard, Y., & Moser, P. (2004). Forget about theory-practice is all? Student teachers' learning in practicum. *Teachers and Teaching*, 10(6), 623-637. <https://doi.org/10.1080/1354060042000304800>.
- Hirschhorn, M., & Geelan, D. (2008). Bridging the research-practice gap: Research translation and/or research transformation. *Alberta Journal of Educational Research*, 54(1), 1-13. <https://doi.org/10.11575/ajer.v54i1.55207>
- Howard, M. O., McMillen, C. J., & Pollio, D. E. (2003). Teaching evidence-based practice: Toward a new paradigm for social work education. *Research on Social Work Practice*, 13(2), 234-259.
- Hudson, S., Hudson, P., & Adie, L. (2015). The school-community integrated learning pathway: Exploring a new way to prepare and induct final-year preservice teachers. *Improving Schools*, 18(3), 221-235. doi: 10.1177/1365480215596223.
- Johnston, S. (1994). Experience is the best teacher; or is it? An analysis of the role of experience in learning to teach. *Journal of Teacher Education*, 45(3), 199-208.
- Kang, N. H., Kang, H., Maeng, S., Park, J., & Jeong, E. (2020). Teacher competency in competency-focused science teaching in the South Korean context: Teacher self-assessment instrument development and application. *Asia-Pacific Science Education*, 6(2), 480-513.
- Kennedy, M. M. (2016). How does professional development improve teaching?. *Review of Educational Research*, 86(4), 945-980.
- Kind, V. (2019). Development of evidence-based, student-learning-oriented rubrics for pre-service science teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 911-943.
- King, B. M., & Newmann, F. M. (2000). Will teacher learning advance school goals? *Phi Delta Kappan*, 81, 576-580.
- Kloser, M. (2014). Identifying a core set of science teaching practices: A delphi expert panel approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1185-1217.
- Korthagen, F. A. J. & Kessels, J. P. A. M. (1999) Linking theory and practice: changing the pedagogy of teacher education. *Educational Researcher*, 28(4), 4-17.
- Korthagen, F. A. J. (2007). The gap between research and practice revisited. *Educational Research and Evaluation*, 13(3), 303-310.
- Korthagen, F. A. J. (2017). Inconvenient truths about teacher learning: Towards professional development 3.0. *Teachers and Teaching*, 23(4), 387-405.
- Korthagen, F. A. J., & Vasalos, A. (2005). Levels in reflection: Core reflection as a means to enhance professional growth. *Teachers and Teaching*, 11(1), 47-71.
- Kwak, Y., Lee, K., & Jeong, E. (2021). Qualitative inquiry into the characteristics of science teacher learning communities: Cases within and across schools. *Journal of Korean Association for Science Education*, 41(4), 297-310.
- Labaree, D. F. (2003). The peculiar problems of preparing educational researchers. *Educational Researcher*, 32(4), 13-22.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575.
- Lee, H. S., & Park, J. (2013). Deductive reasoning to teach Newton's law of motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 1391-1414.
- Lee, I., Park, J., & Yoon, H. G. (2022). Science teachers theory-based teaching: Connecting a learning cycle model to a lesson plan. *Journal of Baltic Science Education*, 21(3), 462-480.
- Lee, K., Jeong, E., & Kwak, Y. (2022). Exploring the applicability of PLC protocol for enhancing science teachers' teaching expertise on inquiry class. *Journal of Korean Association for Science Education*, 42(4), 439-448.
- Lemov, D. (2010). *Teach like a champion*. Jossey-Bass.
- Lohmander, K. M. (2015). Bridging 'the gap' -linking workplace-based and university-based learning in preschool teacher education in Sweden. *Early Years*, 35(2), 168-183. <https://doi.org/10.1080/09575146.2015.1025712>.
- Lopez-Pastor, V. M., Monjas, R., & Manrique, J. C. (2011). Fifteen years of action research as professional development: Seeking more collaborative, useful and democratic systems for teachers. *Educational Action Research* 19(2), 153-170.
- Lotter, C. R., & Miller, C. (2017). Improving inquiry teaching through reflection on practice. *Research in Science Education*, 47(4), 913-942. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9533-y>
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N., & Stiles, K. E. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Corwin Press.
- Loughran, J. J. (2002). Effective reflective practice. *Journal of Teacher Education*, 53(1), 33-43.
- Lumpe, A. T. (2007). Research-based professional development: Teachers engaged in professional learning communities. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 125-128. <http://dx.doi.org/10.1007/s10972-006-9018-3>.
- Lunenberg, M., Ponte, P., & Van De Ven, P. H. (2007). Why shouldn't teachers and teacher educators conduct research on their own practices? An epistemological exploration. *European Educational Research Journal*, 6(1), 13-24. <http://doi.org/10.2304/eej.2007.6.1.13>
- Magnusson, S. J., Borko, H., & Krajcik, J. S. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Kluwer Press.
- Marzano, R. (2007). *The art and science of teaching*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mason, K. O. (2013). Teacher involvement in pre-service teacher education. *Teachers and Teaching*, 19(5), 559-574. doi: 10.1080/13540602.2013.827366
- McDonald, M., E. Kazemi, and S. S. Kavanagh. (2013). Core practices and pedagogies of teacher education: A call for a common language and collective activity. *Journal of Teacher Education*, 64(5): 378-386. doi:10.1177/0022487113493807.
- McLean Davies, L., Dickson, B., Rickards, F., Dinham, S., Conroy, J., & Davis, R. (2015). Teaching as a clinical profession: Translational practices in initial teacher education -An international perspective. *Journal of Education for Teaching*, 41(5), 514-528. doi: 10.1080/02607476.2015.1105537.
- Meijer, P. C., Zanting, A., & Verloop, N. (2002). How can student teachers elicit experienced teachers' practical knowledge? Tools, suggestions,

and significance. *Journal of Teacher Education*, 53(5), 406-419.

Meirink, J. A., Imants, J., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2010). Teacher learning and collaboration in innovative teams. *Cambridge Journal of Education* 40(2), 161-181.

Meyer, M. (2010). The rise of the knowledge broker. *Science Communication*, 32(1), 118-127. <https://doi.org/10.1177/1075547009359797>

National Association for Professional Development Schools (NAPDS). (2008). What it means to be a professional development school. http://www.napds.org/nine_essen.html

Newman Jr, W. J., Abell, S. K., Hubbard, P. D., McDonald, J., Otaala, J., & Martini, M. (2004). Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), 257-279.

Park, J., Kim, H., Yang, Y., Jeong, E., Joeng, J. (2023). A report on the growth support and model development project for innovative schools of the future (미래형 빛고를 혁신학교 성장지원 및 모델개발 사업 최종 보고서). Chonnam National University, Center for the Future Education, Gwangju, Korea.

Park, J., Kim, Y., Jeong, J. -S., & Park, Y. -S. (2016). Korean science teachers' perceptions and actual usage of educational theories/teaching strategies in their teaching. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4), 411-423.

Park, J., Kim, Y., Park, Y. S., & Jeong, J. S. (2015). Development and application of the practical on-site cooperation model (pocom) for improving science teaching in secondary schools. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 45-63.

Park, J., Park, Y. S., Kim, Y., & Jeong, J. S. (2014). The development of the Korean teaching observation protocol (KTOP) for improving science teaching and learning. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 259-275.

Park, J., Yoon, H. -G., & Lee, I. (2021). Concepts of science teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge by considering the relationship between theory and practice. *Korean Journal of Teacher Education*, 37(3), 187-209.

Park, J., Yoon, H. G., & Lee, I. (2023). Research-based teaching: Analyzing science teachers' process of understanding and using academic papers to teach scientific creativity. *Journal of Baltic Science Education*, 22(1), 57-72.

Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in science Education*, 38, 261-284.

Penuel, W. R., Fishman, B. J., Yamaguchi, R., & Gallagher, L. P. (2007). What makes professional development effective? Strategies that foster curriculum implementation. *American Educational Research Journal*, 44(4), 921-958.

Postholm, M. B. (2008). Teachers developing practice: Reflection as key activity. *Teaching and Teacher Education*, 24(7), 1717-1728. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2008.02.024>

Ribaeus, K., Enochsson, A. -B., & Hultman, A. L. (2020). Student teachers' professional development: early practice and horizontal networks as ways to bridge the theory-practice gap. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/10901027.2020.1797956>.

Rockoff, J. E., Jacob, B. A., Kane, T. J., & Staiger, D. O. (2011). Can you recognize an effective teacher when you recruit one? *Education Finance and Policy*, 6(1), 43-74.

Sebba, J. (2000). Education: Using research evidence to reshape practice. *Public Money and Management*, Oct/Dec 20(4), 8-10.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(1), 4-14.

Slavin, R. E. (2008). Perspectives on evidence-based research in education-What works? Issues in synthesizing educational program evaluations. *Educational Researcher*, 37(1), 5-14.

Smith, E. A. (2001). The role of tacit and explicit knowledge in the workplace. *Journal of knowledge Management*, 5(4), 311-321.

Stein, M. K., Smith, M. S., and Silver, E. A. (1999). The development of professional developers: Learning to assist teachers in new settings in new ways. *Harvard Educational Review* 69(3), 237-269.

Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M., & Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, 7(4), 221-258.

Supovitz, J. A., & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 963-980.

Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4, 99-110.

Teacher Education Ministerial Advisory Group [TEMAG] (2014). Action now: Classroom ready teachers. Department of Education and Training.

van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.

van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.

Vangrieken, K., Meredith, C., Packer, T., & Kyndt, E. (2017). Teacher communities as a context for professional development: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 61, 47-59.

Wagner, R. K., & Sternberg, R. J. (1985). Practical intelligence in real-world pursuits: The role of tacit knowledge. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(2), 436-458. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.49.2.436>

Wallace, J., Wallace, J. W., & Louden, W. (2002). Dilemmas of science teaching: Perspectives on problems of practice. Psychology Press.

Watters, J. J., Hudson, S., & Hudson, P. (2013). Orienting preservice teachers towards gifted education: School-university partnerships. *Australasian Journal of Gifted Education*, 22(2), 32-44.

Wilson, S., Schweingruber, H., & Nielsen, N. (Eds.) (2016). Science teachers' learning: Enhancing opportunities, creating supportive contexts. The National Academies Press.

Yoon, H.-G. (2022). What do pre-service elementary teachers learn from inquiry into science class dilemmas?. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 41(2), 338-355.

Yost, D. S., Sentner, S. M., & Forlenza-Bailey, A. (2000). An examination of the construct of critical reflection: Implications for teacher education programming in the 21st century. *Journal of Teacher Education*, 51(1), 39-49.

Zeichner, K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college-and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 89-99.

저자정보

박종원(전남대학교 교수)
 윤혜경(춘천교육대학교 교수)
 이인선(충북대학교 조교수)
 광영순(교원대학교 교수)
 김종희(전남대학교 교수)
 노현아(전남대학교 박사후연구원)
 박지영(전남대학교 학술연구교수)
 이기영(강원대학교 교수)
 유난숙(고려대학교 교수)
 정은영(전남대학교 교수)
 조현국(단국대학교 교수)
 최재혁(전남대학교 교수)