

A Study on the Difficulties in Teaching Demonstrations of Pre-service Informatics Teachers

Jeongwon Choi*

*Visiting Professor, Dept. of Education, Ewha Womans University, Seoul, Korea

[Abstract]

This study analyzed observation-based feedback documents from pre-service informatics teachers' teaching demonstrations using grounded theory coding procedures, identifying 5 major categories and 23 subcategories of instructional difficulties. Teacher-student interaction and lesson content organization showed the highest frequencies. Co-occurrence analysis revealed that these difficulties form an interconnected structure rather than isolated deficits across specific domains. Informatics-specific difficulties - particularly insufficient concretization of AI and algorithm concepts and inappropriate use of examples for unsupervised learning - were found to reflect an absence of subject-specific PCK. The findings provide implications for strengthening subject-specific PCK competencies in pre-service informatics teacher education programs.

▶ **Key words:** Pre-service teacher, Teaching demonstration, Teaching competency, Informatics education, analysis of teaching difficulties

[요 약]

본 연구에서는 정보 교과 예비 교사의 수업 실연 관찰 피드백을 근거이론 방법으로 분석하여 수업 실연 어려움을 5개 대범주, 23개 하위 범주로 범주화하였다. 분석 결과 학생과의 상호작용, 수업 내용 구성 및 설명, 언어적 표현 및 전달력에서 높은 출현 빈도를 보였다. 공출현 분석에서 언어적 표현-학생 상호작용, 학생 상호작용-수업 내용 구성 및 설명이 매우 높게 나타났으며, 5개 범주전체가 동시에 출현한 경우도 절반 이상에 달해 어려움이 상호 연계된 복합 구조임을 확인하였다. 특히 인공지능, 알고리즘 등 추상적 개념의 구체화 부족과 비지도 학습·회귀 모델 등에 대한 부적절한 예시 선정은 정보 교과 특유의 PCK 부재에서 비롯된 어려움으로 분석되었다. 본 연구의 결과는 예비 교사 양성 과정에서 교과 특화형 PCK 역량 강화에 시사점을 제공한다.

▶ **주제어:** 예비 교사, 수업 실연, 교수 역량, 정보 교육, 수업의 어려움 분석

I. Introduction

교사의 수업 전문성은 학습자의 학습 성과에 직접적인 영향을 미치는 핵심 역량이다[1]. 특히 예비 교사의 수업 실연은 교사로서의 역량을 검증받는 중요한 평가 도구이자 실제 교실 현장을 경험하기 전 교수 기술을 연습하고 발전시킬 수 있는 귀중한 기회이다[2].

최근 디지털 전환의 가속화로 인공지능을 포함하는 정보 교육의 중요성이 날로 강조되고 있다. 2022 개정 교육과정에서는 정보 교과와 시수 확대, 과목 확대와 함께 인공지능 내용이 새롭게 도입·추가되었으며, 이에 따라 정보 교과를 담당할 예비 교사의 양성이 중요한 과제로 대두되고 있다[3, 4].

그러나 예비 교사들은 수업 실연 과정에서 다양한 어려움에 직면한다. 이론적 지식을 실제 수업 상황에 적용하는 것, 학생들과의 효과적인 상호작용, 적절한 언어적·비언어적 표현 등 복합적인 역량이 요구되기 때문이다[5]. 특히 정보 교과는 알고리즘, 데이터, 인공지능 등 추상성이 높고 변화가 빠른 정보 교과와 특성을 고려할 때, 교과 공통적인 수업 역량에 대한 논의만으로는 예비 교사가 실제 수업 실연에서 경험하는 어려움의 본질을 충분히 설명하기 어렵다.

선행 이론의 틀에 의존하지 않고 수업 실연 현장 자료로부터 귀납적으로 범주를 도출하는 접근은 정보 교과 교육의 어려움을 그대로 포착하는데 적합하며, 나아가 도출된 범주를 PCK 이론의 관점에서 해석함으로써 예비 교사 양성 과정 개선을 위한 실질적인 시사점을 제공할 수 있다.

이에 본 연구에서는 다음의 연구 문제를 설정하였다.

연구 문제 1. 정보 교과 예비 교사의 수업 실연에서 나타나는 어려움은 어떻게 범주화되는가?

연구 문제 2. 각 범주에서 나타나는 어려움의 특성은 무엇인가?

본 연구에서는 정보 교과 예비 교사들의 수업 실연을 직접 관찰하면서 피드백을 위해 기록한 자료를 분석하여 수업 실연에서 나타나는 어려움을 범주화하고, 각 범주별 특성 간 관계를 심층적으로 분석하여 예비 교사 양성 과정 개선에 대한 방안을 제안하였다.

II. Related works

1. Teaching competency for pre-service teachers

수업 역량은 교사가 효과적인 수업을 계획, 실행, 평가 하는데 필요한 종합적인 능력을 의미한다[6]. Shulman은 교사의 전문적 지식을 내용 지식(content knowledge), 교육학적 지식(pedagogical knowledge), 교수 내용 지식(pedagogical content knowledge, PCK)으로 구분하였다. 특히 PCK는 특정 내용을 학생들이 이해하기 쉽게 구성하여 교육하는 능력으로 수업 실연에서 핵심적으로 요구되는 역량이다[7, 8].

예비 교사의 수업 역량 발달은 단계적으로 이루어진다. Berliner에 따르면 교사는 초보자에서 전문가로 발전하는 과정에서 수업 기술, 교실 관리, 학생 이해 등 다양한 영역에서 성장한다. 예비 교사는 이 발달 단계의 초기에 위치하며 수업 실연은 이들의 역량 발달 수준을 진단하고 성장을 촉진하는 중요한 도구가 된다[9, 10].

국내에서도 예비 교사의 수업 역량에 대한 다양한 논의가 이루어져 왔다. 예비 교사의 수업 역량을 윤리의식과 열정, 교과 전문성, 수업 설계 및 자료 개발, 수업 실행, 평가 및 결과 활용, 상담 및 생활지도, 학급 운영 및 행정의 7개 역량으로 구분하고 이를 진단하는 도구가 개발되었다[11]. 교사의 전문성 논의를 수업 전문성 중심으로 확대하고 연구 능력, 반성 능력과 같은 이해의 관점이 수업 전문성에서 강조되어야 함이 강조되면서 예비 교사에게도 이러한 연습이 필요함을 인식시켰다[12].

2. Teaching demonstration

수업 실연은 예비 교사가 가상의 학습자를 대상으로 실제 수업 상황을 재현하여 수업을 진행하는 것을 말한다[2]. 예비 교사들은 교원임용시험 1차에서 학습자가 갖추어야 할 내용 지식을 평가받은 후, 2차에서 수업 실연을 통해 교수 역량을 종합적으로 평가받는다. 그만큼 수업 실연은 교사의 역량을 판단하는데 핵심 요소라 할 수 있다.

마이크로티칭은 수업 실연의 대표적인 형태로 1960년대 스탠포드 대학에서 개발되었다[13]. 짧은 시간 동안 특정 교수 기술을 연습하고 피드백을 받는 방식으로, 예비 교사 교육에서 널리 활용되고 있다[14, 15].

수업 실연을 통한 수업 전문성을 함양하기 위하여 자신의 수업 실연에 대한 반성적 성찰을 체계적으로 진행하기 위한 자기점검표를 개발하여 제공하거나 반성적 성찰을 통한 역량 강화를 위한 다양한 연구가 진행되었다. 예비 교사들은 자기 성찰을 통해 수업 지도안 작성, 학습자 중

심 수업 설계, 학습 모형 활용의 효과성, 평가 계획 등에서 크고 작은 어려움을 겪으며, 특히 이론 지식을 숙지하고 있으나 이를 실제 수업에 활용하는 것을 어렵다고 판단하였다[16]. 수업 실연이 수업의 실제에 대한 안목을 길러주고 좋은 수업을 위한 계획의 중요성을 깨닫는 등 수업 전문성 신장 요인을 내면화한다고 판단한 것이다[17].

예비 교사의 수업 실연 분석을 통해 특정 부분의 개선점을 제안하기도 한다. 학습자의 이해와 사고를 촉진시키는 발문 수준이 인지·기억적 발문과 수렴적 발문에 집중되어 있어 연습을 통한 개선이 필요함을 강조하였다[18]. 수업 실연에서 언어나 행동 평가 기준을 마련해야 함을 강조하기도 한다[19]. 예비 교사의 수업 전문성을 함양하기 위해서는 수업 실연에 대한 충분하고 경험이 풍부한 전문가로부터 실질적인 피드백 과정을 지속함으로써 실제 전문성을 함양하는 방안을 찾아야 함을 강조하기도 한다[20].

이처럼 수업 실연을 통해 수업 전문성이나 인식이 향상된 결과를 보였거나 수업 실연에서 나타나는 행동 분석, 발문 분석 등 특정 영역에 분석이 한정됨으로써 실질적이고 체계적인 진단을 통한 효과적인 처방을 하기에는 한계를 보인다. 본 연구에서는 근거이론적 접근을 통해 이러한 한계를 극복하고, 수업 실연 어려움 전반을 귀납적으로 범주화하였다.

3. Informatics education

정보 교과는 다른 교과와 구별되는 몇 가지 특성을 갖는다[21]. 첫째, 기술의 빠른 발전으로 교과 내용이 지속적으로 변화한다. 둘째, 알고리즘, 데이터, 기계학습과 같은 추상적인 개념을 구체적으로 설명해야 하는 어려움이 있다. 셋째, 실습 중심의 교수-학습 활동이 요구된다. 이러한 특성은 국어, 수학 등 전통적 교과와 질적으로 다른 PCK를 필요로 한다.

2022 개정 교육과정에서는 중학교 정보 및 고등학교 정보 과목의 내용 체계가 '컴퓨팅 시스템', '데이터', '알고리즘과 프로그래밍', '인공지능', '디지털 문화'의 5개 영역으로 구성되었다[22]. 특히 인공지능 교육이 새롭게 강조되면서 인공지능의 개념, 원리, 사회적 영향, 인공지능 문제 해결 실습 등을 다루게 되었다. 인공지능 기초 또한 2015에 비해 조금 더 심화된 내용으로 확장하였으며, 데이터 과학까지 데이터와 인공지능을 체계적으로 다루고 있다. 이에 따라 예비 교사들에게는 인공지능이라는 새로운 내용 영역에 대한 충분한 이해와 함께 이를 학생 수준에 맞게 변환하여 전달하는 역량이 요구된다.

중등 정보 교육의 효과를 높이기 위해서는 교육의 목적

전달, 핵심 개념, 학생의 어려움과 오개념 파악, 교수학습 전략 수립이 필요하다[23]. 또한 효과적인 정보 교육을 위해서는 교사의 전문성을 교육과정, 표현, 내용, 평가, 교수법에 대한 5가지 지식으로 구성하고 체계적으로 측정할 수 있는 도구가 개발되기도 하였다[24]. 이러한 선행 연구들은 정보 교과에서 PCK가 특히 중요하게 적용됨을 보여주며, 본 연구의 분석 결과를 해석하는데 중요한 이론적 기반이 된다.

III. Methodology

본 연구에서는 교육대학원에서 정보 교육을 전공하는 예비 교사 39명의 데이터 분석과 인공지능에 대한 수업 실연을 교수자와 현장 교사가 직접 관찰하면서 피드백을 위해 기록한 자료를 활용하였다. 기록 자료는 수업 실연 현장에서 발화와 행동을 직접 인용하고 수업 흐름 순서에 따라 작성되었으며, 관찰 직후 즉각적인 피드백을 위하여 개선 제안을 포함했다는 점에서 현장 관찰 기록으로서의 성격을 갖는다. 본 연구에서 분석하는 어려움은 예비 교사의 주관적 인식은 아니며, 수업 실연을 관찰한 평가자가 기록한 관찰 기반 진술에서 도출한 것으로, 관찰된 어려움을 의미한다.

Strauss와 Corbin이 제시한 근거이론(Grounded Theory) 방법론의 코딩 절차를 활용하여 피드백 문서를 분석하였다[25]. 근거이론은 수집된 자료로부터 귀납적으로 이론을 도출하는 질적 연구 방법으로, 체계적인 코딩 절차를 통해 현상에 대한 범주와 관계를 도출한다[26].

본 연구에서 근거이론을 채택한 것은 정보 교과 예비 교사의 수업 실연 어려움을 선행 이론의 틀로 분류하기보다, 자료로부터 귀납적으로 범주를 도출하기 위함이다. 다만 코딩 과정에서 Shulman의 PCK 개념과 Berliner의 교사 발달 단계 모형을 바탕으로 자료의 해석 방향을 제시하였다[7, 9].

Strauss와 Corbin이 제시한 개방 코딩, 축 코딩, 선택 코딩의 3단계 분석 절차는 다음과 같다[25].

첫째, 개방 코딩(open coding) 단계에서는 피드백 자료를 반복적으로 읽으며 예비 교사의 어려움과 관련된 진술을 추출하고, 이를 개념화하여 초기 코드를 생성하였다. 예를 들어, "목소리가 작다", "톤이 일정하다", "말이 빠르다" 등의 진술을 각각 개별 코드로 추출하였다. 이 단계에서는 자료에 충실하게 가능한 많은 코드를 생성하였다.

분석의 신뢰성 확보를 위해 다음의 절차를 적용하였다. 먼저 두 명의 수업 실연 평가자가 독립적으로 개방 코딩

(평가자A: 77개, 평가자B: 65개)을 수행하였다. 두 평가자의 코드를 의미적으로 비교한 결과 평가자 A와 B의 코드가 일치하는 것 44개, 부분 일치하는 것 30개, 평가자 A만 제시한 코드 3개(제스처, 발문 후 시간, 무임승차), 평가자 B만 제시한 코드 10개(수업 실연 조건 미준수, 기초 지식 과잉, 핵심 개념 오해, 전처리 표현 등)였다. 특히 부분적으로 일치하는 것은 합의를 통해 정리하여 총 87개의 초기 코드로 완성하였다.

둘째, 축 코딩(axial coding) 단계에서는 개방 코딩에서 도출된 코드들 간의 관계를 파악하고 유사한 코드들을 묶어 하위 범주를 형성하였다. 예를 들어, "목소리가 작다", "톤이 일정하다"는 목소리 크기 및 톤 조절, "말이 빠르다"는 말하기 속도로 수렴되었다. 86개의 초기 코드는 이 과정을 통해 23개의 하위 범주로 통합되었으며, 범주 간 관계와 속성을 분석하여 범주 체계를 정교화하였다.

축 코딩의 과정에서 불일치 항목은 주로 범주의 경계가 모호한 경우에 발생하였으며, 이에 대해 원자료를 재검토하며 충분한 협의를 거쳐 최종 코드를 확정하였다. 예를 들어 일방적 설명이 단순한 상호작용 부족인지, 수업 내용 구성 문제인지 불일치 하는 경우 피드백 자료의 앞뒤 맥락을 따지거나 수업 실연 녹화본을 분석하면서 협의를 거쳐 최종 코드를 확정하였다.

셋째, 선택 코딩(selective coding) 단계에서는 모든 범주를 통합하는 핵심 범주를 선정하고, 범주들 간의 관계를 분석하였다. 본 연구에서는 "예비 교사의 수업 실연 어려움"을 핵심 현상으로 설정하고, 5개 대범주가 어떻게 연결되는지 분석하였다.

이 과정에서 정보 교육 전문가 2인의 검토를 통해 범주 체계의 적절성을 추가로 확인하였으며, 개방 코딩 예시 및 범주 통합 과정은 Table 1과 같다.

또한 한 예비 교사의 피드백 문서 내에서 대범주들이 함께 나타나는 양상을 분석하여 범주 간 영향 관계를 파악하

였다. 다만 본 연구는 관찰 기록 기반의 탐색적 범주화 연구로서 Strauss와 Corbin의 패러다임 모형을 완전한 형태로 적용하기 보다는 핵심 현상을 중심으로 범주 간 연계 구조를 도출하는데 초점을 두었다[25].

IV. Results

1. Categorization of difficulties in teaching demonstrations

분석 결과 예비 교사의 수업 실연 어려움은 A.언어적 표현 및 전달력, B.학생과의 상호작용, C.수업 내용 구성 및 설명, D.수업 운영 및 관리, E.비언어적 요소의 5가지 대범주, 23개의 하위 범주로 범주화되었다. 이 범주 체계는 Shulman이 제시한 PCK의 개념과 Berliner의 교사 발달 단계 모형과 연결될 수 있다[7, 9].

범주화 과정에서 전문가 검토 과정에서 다음의 내용을 B2.학생 응답에 대한 피드백 부족과 B3.오답/무응답 상황 대처 미흡의 경우 둘 다 상호작용에 대한 요소이나, 교육 방법과 개선 전략(주의를 기울이는 습관과 즉각적 대응력, 교정적 피드백)이 다르기 때문에 분리하여 실질적인 시사점을 제공하고자 하였다. 또한 B4.일방적 강의식 진행과 B5.학생 참여 유도 부족의 경우에도 강의식 진행은 수업 형태의 문제이고, B5.학생 참여 유도 부족은 학습 동기 촉진에 대한 역량 문제이므로 분리하여 제시하였다.

1.1 Frequency of occurrence by category

범주 간 관계를 살펴보면 'A.언어적 표현 및 전달력'은 교사의 기본적 표현 역량에 해당하며 39명 중 37명(94.9%)에서 나타났다. 'B.학생과의 상호작용'은 교실 상황 대처 역량의 미숙함을 반영하는데 39명(100.0%), PCK와 직접 관련되는 'C.수업 내용 구성 및 설명'은 교과 내용

Table 1. Examples of Open Coding and Category Integration

Raw data statement	Initial code	Subcategory	Major category
"Voice is too quiet", "Tone is monotone"	Voice volume and tone issues	A1. Voice Projection and Tone Control	A. Verbal Expression and Instructional Delivery
"Speech pace becomes too fast"	Fast speaking rate	A2. Speaking Rate	
"Feels like reading from a script"	Script-dependent speech	A4. Script-Dependent Speech	
"Teacher answers most questions instead of students"	Low-level questioning	B1. Weak Question Design	B. Teacher-Student Interaction
"Repeated pattern of responding with 'That's right' or 'Correct' "	Lack of specific feedback	B2. Insufficient Feedback on Student Responses	

지식과 교수법의 통합 실패를 담고 있으며 36명(92.3%), 'D.수업 운영 및 관리'는 수업 관리 역량의 초기 발달 단계 특성을 보이게 되며 28명(71.8%), 'E.비언어적 요소'는 교사의 기본적 표현 역량으로 31명(79.5%)으로부터 어려움이 있었다.

이는 수업 실연이 실제 학생이 부재한 1인 연기 형태로 진행된다는 상황적 특수성, 그리고 정보 교과 특유의 추상적 개념 다루기라는 내용적 특수성이 복합적으로 작용한 결과로 해석된다. 다만 빈도는 피드백 문서에서의 출현 횟수를 의미하며, 어려움의 심각성이나 영향력을 의미하는 것은 아니다.

Table 2. Frequency of occurrence by major category

Major category	Frequency(%)
A. Verbal Expression and Instructional Delivery	37(94.9)
B. Teacher-Student Interaction	39(100.0)
C. Lesson Content Organization and Explanation	36(92.3)
D. Lesson Implementation and Classroom Management	28(71.8)
E. Non-verbal Communication	31(79.5)

39명의 수업 실연에서 나타난 하위 범주별 빈도는 Table 3과 같다. 전체 하위 범주 중 가장 높은 빈도를 보인 것은 B1.발문 구성의 미흡으로 35명(89.7%)에게서 나타났으며, 거의 모든 수업 실연에서 발문의 어려움이 관찰되었다. 다음으로 B2.불충분한 피드백이 32명(82.1%)으로 높은 빈도를 보였으며, B3.피드백 부재도 20명(51.3%)으로 나타나 절반 이상의 수업 실연에서 피드백이 제대로 제공되지 못했음을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 학생과의 상호작용이 예비교사의 수업 실연에서 가장 광범위하게 나타나는 어려움의 영역임을 시사한다.

언어적 표현 및 전달력에서는 A1.목소리 크기 및 톤 조절이 미흡한 경우가 28명(71.8%)으로 가장 높은 빈도를 보였으며, A2.말하기 속도 조절이 미흡한 경우 22명(56.4%), A4.대본 읽기식 발화가 18명(46.2%)으로 뒤를 이었다. 반면 A5.군더더기 표현은 8명(20.5%)으로 해당 범주에서 가장 낮은 빈도를 보였다.

수업 내용 구성 및 설명 범주에서는 C1.개념 설명의 추상성이 28명(71.8%)으로 가장 높게 났으며, C5.학생 수준 고려 부족이 20명(51.3%), C2.예시의 부적절성이 22명(56.4%)에게서 나타났다. C6.전문 용어 설명 미흡은 12명(30.8%)으로 해당 범주 내에서 상대적으로 낮은 빈도를 보였다.

Table 3. Category of difficulties (n=39)

Major category	Subcategory	Frequency
A. Verbal Expression and Instructional Delivery	A1. Voice Projection and Tone Control	28
	A2. Speaking Rate	22
	A3. Inappropriate Use of Honorific Language	15
	A4. Script-Dependent Speech	18
	A5. Excessive Use of Filler Expressions (e.g., "uh," "um")	8
B. Teacher-Student Interaction	B1. Weak Question Design	35
	B2. Insufficient Feedback	32
	B3. Inadequate Handling of Incorrect or No Responses	20
	B4. Predominantly Teacher-Centered Instruction	25
	B5. Limited Facilitation of Student Participation	18
C. Lesson Content Organization and Explanation	C1. Overly Abstract Conceptual Explanations	28
	C2. Inappropriate or Ineffective Use of Examples	22
	C3. Weak Alignment with Learning Objectives	15
	C4. Insufficient Synthesis of Key Content	18
	C5. Limited Consideration of Students' Proficiency Levels	20
	C6. Inadequate Explanation of Technical Terminology	12
D. Lesson Implementation and Classroom Management	D1. Ineffective Time Management	15
	D2. Weak Transitions Between Lesson Phases	12
	D3. Ambiguous Instructions for Learning Activities	10
	D4. Lack of Circulating Monitoring and Individualized Guidance	8
E. Non-verbal Communication	E1. Ineffective Eye Contact	25
	E2. Inappropriate Gestures or Posture	15
	E3. Limited Facial Expressiveness	10

수업 운영 및 관리 범주는 전반적으로 낮은 빈도를 보였다. 그 하위 범주 중 D1.시간 배분의 문제가 15명(38.5%)으로 가장 높았으며, D4.순회 지도 미실시는 8명(20.5%)으로 전체 하위범주 중 가장 낮은 빈도를 보였다.

비언어적 요소 범주에서는 E1.시선 처리 미숙이 25명(64.1%)으로 높은 빈도를 보였다. 이는 예비 교사들이 학생과의 시선 접촉에 어려움을 경험하고 있음을 나타낼 수 있으나 예비 교사들끼리 대면하는 자리에서의 수업 실연으로 시선 처리에 따른 부담이 작용했을 수 있다.

1.2 Co-occurrence analysis by category

범주 간 공출현 분석 결과, 공출현 빈도가 가장 높은 쌍은 A.언어적 표현 및 전달력-B.학생과의 상호작용으로 37명(94.9%)에게서 함께 나타났고, B.학생과의 상호작용

-C.수업 내용 구성 및 설명은 36명(92.3%), A.언어적 표현 및 전달력-C.수업 내용 구성 및 설명은 34명(87.2%)로 그 뒤를 이었다.

조건부 공출현을 통해 방향성을 분석한 결과, A→B의 경우 $P(B|A) = 100\%$ 로 A.언어적 표현 및 전달력 범주가 나타나는 모든 회차에서 B.학생과의 상호작용 범주가 동반된 반면, B 범주가 나타난 회차 중 A 범주가 함께 나타난 비율도 94.9%로 매우 높게 나타났다. 마찬가지로 C →B 방향에서 $P(B|C) = 100\%$ 를 기록하였고, A↔C로 두 방향 간의 차이가 2.6%(A→C 87.2%, C→A 84.6%)에 그쳐 양방향 강한 결합 관계를 보였다.

E범주와 D범주는 다른 범주와의 관계에서 특징적인 패턴을 보였다. E범주에 어려움을 가진 31명에게서 A와 B 범주가 모두 동반되었으며, C범주 또한 93.5%에 달했다. 이는 비언어적 어려움이 독립적으로 발생했다기보다 언어적 표현 및 전달력, 학생과의 상호작용, 수업 내용 구성 및 설명 어려움이 복합적으로 나타나는 맥락에서 관찰된다는 것을 의미한다. D범주 또한 B범주(100.0%), A범주(96.4%), C범주(92.9%)가 높은 비율로 동반되어 유사한 복합 구조를 보였다.

복수 범주의 동시 출현을 분석한 결과 A, B, C 세 범주가 동시에 나타나는 경우는 34명(87.2%)로 가장 빈번했으며, A, B, C, E 4개의 범주가 동시에 등장하는 경우도 29

명(74.4%), 5개 범주 전체가 동시에 등장하는 경우도 21명(53.8%)로 절반 이상을 차지하였다.

이러한 결과는 예비 교사의 수업 실연 어려움이 특정 영역에 국한된 분절적 결함이라기보다 언어적 표현 및 전달력, 학생과의 상호작용, 수업 내용 구성 및 설명을 핵심 축으로 삼아 상호 연계되는 복합적인 구조임을 시사한다.

2. In-depth analysis by category

2.1 Verbal expression and instructional delivery

언어적 표현 및 전달력 범주는 예비 교사가 음성을 통해 수업 내용을 전달하는 과정에서 나타나는 어려움을 포함하며 91건의 빈도가 관찰되었다. 이 범주는 인지적 교수 역량보다는 기본적인 표현 역량에 해당하므로 반복적 연습을 통해 개선될 가능성이 상대적으로 높다.

가장 높은 빈도를 보인 A1.목소리 크기 및 톤 조절(28명)의 경우, 많은 예비 교사들이 목소리가 작거나 일정한 톤을 유지하여 학생들의 집중력을 저하시킬 가능성이 있는 어려움을 보였다. 반면, 목소리 톤이 전달력 있고 자신감이 느껴지는 예비 교사에 대해서는 긍정적인 평가가 이루어졌다.

“일정한 톤으로 강의가 지속되면 학생들의 집중력이 떨어질 수 있습니다.”

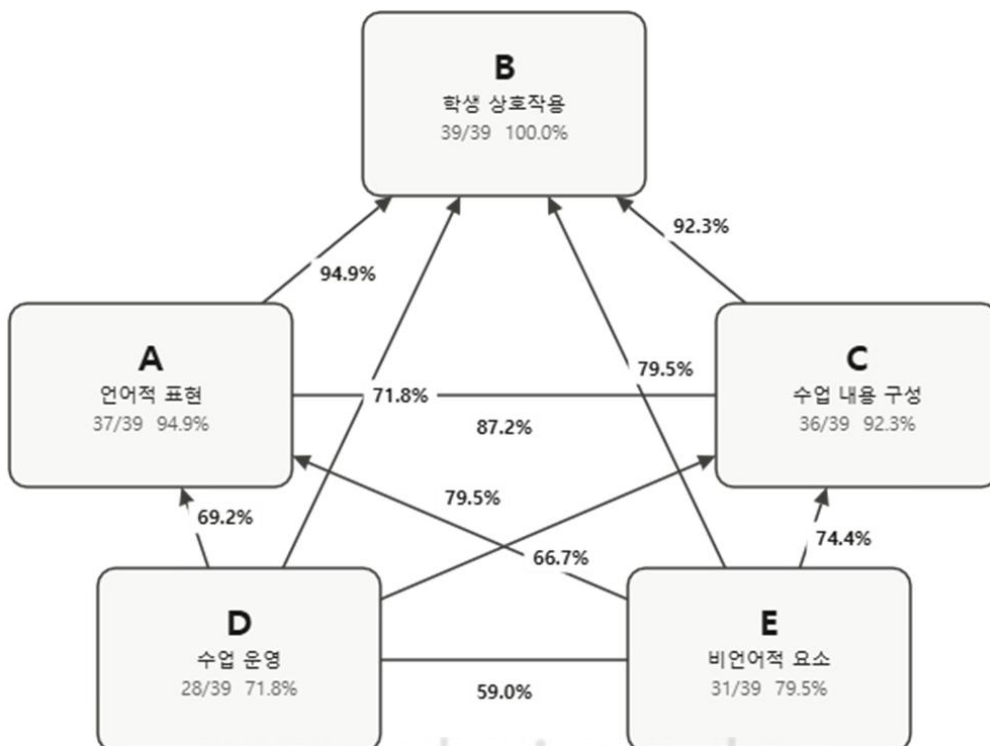


Fig. 1. Co-occurrence network of major categories

“목소리 톤이 전달력 있고, 권위가 느껴집니다.”

말하기 속도가 너무 빠르거나 느린 경우(22명) 학생들의 이해를 방해할 수 있다. 특히 긴장한 상태에서 말이 빨라지는 경향이 관찰되었다.

“조금 천천히 말씀하셔도 좋습니다.”

“실수하면 말이 빨라지는 게 아쉽습니다.”

학생에게 과도한 존칭을 사용하는 것(15명)은 교사-학생 관계의 특성을 고려할 때 부적절하며 교사의 권위나 수업의 신뢰에 영향을 미칠 수 있다.

“지나친 존칭 사용(예. 재난 알림 문자 사용해 보셨죠?)은 지양하면 좋을 것 같아요.”

“전체 대상으로 반말을 하지 않는다고 해서 극존칭을 할 필요는 없습니다.”

대본 의존적 발화는 자연스러운 수업 진행과 학습자의 몰입을 저해할 수 있다.

“살짝 책 읽는 듯한 느낌이 있어서 톤을 높여도 좋을 듯 합니다.”

“학습지 문장을 그대로 읽으시는 것은 수업 실연에서는 장점이 되지 못합니다.”

군더더기 표현은 교사 설명의 이해를 방해하거나 집중할 수 없게 만들어 학습 효과를 떨어뜨릴 수 있다[29].

“여러분, 어, 자~ 이런 표현이 빈번하게 따라다닙니다.”

2.2 Teacher-student interaction

학생과의 상호작용 범주는 수업 실연에서 가장 빈번하게 지적(130명)되는 어려움의 영역으로 나타났다. 1인 연기 형태의 수업 실연이라는 특수한 상황에서 가상의 학생과 자연스럽게 상호작용 하는 것은 예비 교사에게 큰 도전이 된다[30]. 가장 빈번하게 지적된 발문 구성 미흡(35명)은 학생들의 사고를 촉진하는 심층적 발문의 부재로 나타났다[31]. 효과적인 발문은 학생들의 사고를 촉진하고 수업 참여를 유도하는 핵심 기술로, 최근 들어 깊은 이해를 촉진하는 발문의 수준을 높이기 위한 교수학습 전략이 더욱 강조된다[31].

“대부분의 질문에 대한 답을 교사가 하거나, 질문이 가능한 부분도 일방적인 설명으로 전달하는 경우가 많습니다. 사고를 촉진하는 좋은 질문을 만드는 연습을 하면 좋을 듯 합니다.”

피드백은 학습자의 사고나 행동을 수정하여 학습을 개선하기 위해 전달되는 정보이다[32]. 효과적인 피드백은 서술적이고 건설적이며, 구체적이고 학습 목표를 지향하며 지지적이고 시의적절한 방식으로 전달되고 학생들이 이해할 수 있는 방식으로 전달되어야 한다[33].

학생 응답에 대한 피드백 부족(32명)에서는 예비 교사가 구체적인 피드백 대신 단순한 확인 표현만을 제공하는 경향이 확인되었다.

“학생 답변을 ‘맞아요’, ‘그렇죠’라고 설명하는 패턴이 지속적으로 반복됩니다.”

“영희가 잘 설명해줬어요.. 영희의 답변이 아주 정확한 표현이에요.라는 정답 대신 왜 그런 답변일 수 밖에 없는지, 어떤 점에서 정답인지 등으로 피드백하면 더 좋을 듯합니다.”

“OO이가 ~라고 대답해주었어요.로 끝맺는 대신 왜 그렇게 생각했어? 등의 추가 질문으로 생각을 이끌어 낼 수 있어야 합니다.”

오답이나 무응답 상태에서의 피드백 부재(20명)는 잘못된 예측이 지속되어 오개념이 생기거나 잘못된 강화를 하게 된다. 예비 교사들은 학생으로부터 오류가 발생하면 피드백 없이 응답자를 바꾸는 경우가 많은데, 이는 오류를 다루지 않아 오류로부터 배울 수 있는 중요한 잠재력을 놓치게 된다[34].

“학습자들이 대답을 잘못된 상황에서 어떤 피드백을 해야 도움이 될지 보여주는 상황도 고려할 필요가 있습니다.”

“수업 현장에서 오답을 말하거나 대답을 전혀 하지 않는 경우도 종종 발생하므로 수업 진행에서 고려하고 피드백 전략을 고민해 보기 바랍니다.”

일방적 강의식 수업(25명)은 교사가 학습 내용을 구조화하여 연속적으로 제시할 수 있어 학습자가 아직 스키마를 충분히 갖추지 못한 상황에서 인지적 부담을 줄이고 핵심 개념을 빠르게 전달할 수 있다. 반면 성취, 개념 이해, 학습의 지속성을 고려할 때 낙제나 중도 탈락의 위험이 더 높고 수동적인 참여로 머물게 한다[35, 36]. 예비 교사들은 일방적으로 내용을 설명하고 학생들의 참여가 제한되는 강의식 수업 형태가 많이 나타났다.

“데이터 분석 결과를 해석하는 작업을 교사가 전부 해주고 있는데, 학생들이 스스로 찾게끔 발문을 지속적으로 던져 주시면 좋습니다.”

“데이터 속성을 이해시킬 때, 교사가 전부 설명하기 보다 무엇인지 학생들에게 물어보는 것도 좋을 듯합니다.”

학생의 능동적인 수업 참여(18명)는 수업 분위기가 좋아 지기만 하는 것이 아니라 사고를 촉진하여 학업 성취를 향상시키고 학습 동기를 지속시킬 수 있는 동력이 되기 때문이다[37, 38]. 예비 교사들은 능동적으로 수업에 참여시키도록 유도하는 기술이 부족한 것으로 나타났다.

“이번 시간에 OO을 배웠습니다와 같은 형태로 수업을 정리하는 대신 오늘 배운 것 기억나는 것 말해봅시다. 맞아요. 이 개념은 XX이죠? 이번 시간의 가장 핵심이 되는 내용이니 반복해서 말해 볼까요?와 같이 학생들을 이끌어가 고 참여시키는 수업으로 구성하는 게 좋습니다.”

2.3 Lesson content organization and explanation

수업 내용 구성 및 설명 범주(115명)는 두 번째로 높은 빈도를 보이며, 교과 내용을 학생 수준에 맞게 변환하여 효과적으로 전달하는 PCK와 밀접하게 관련된다. 이 범주는 정보 교과 교유의 교수학습 상황에서 특히 두드러지게 나타나는 어려움을 포함한다.

개념 설명의 추상성(28명)은 정보 교과 특유의 어려움으로, 알고리즘, 기계학습, 데이터, 인공지능 등의 추상적 개념을 학생이 직관적으로 이해할 수 있도록 구체적 사례로 변환하는 PCK가 부족한 경우에 해당한다. 초보 학습자의 인지적 부담을 줄이고 오개념이 고착되지 않도록 하기 위해서는 추상적 개념의 구체화가 필수적이다[37].

“속성을 가지고 어떤 값을 살펴 본다는 표현보다는 실제 사례를 통해 속성으로 어떤 정보를 알 수 있는지 설명하고, 대명사보다 구체적이고 명확한 용어로 제시하여 설명하면 좋을 듯합니다.”

또한 예시의 부적절성(22명)은 정보 교과 교유의 어려움이 더욱 명확하게 드러나는 항목이다. 특히 인공지능 교육에서 비지도 학습이나 지도 학습의 원리를 설명할 때, 부적절한 예시 선정이 빈번하게 나타났다.

“음성을 구분하는 인공지능의 학습을 위한 사례에서 한글 이해, 표준어, 방언, 지역, 시대적 흐름 등 너무 많은 요소가 개입된 사례 대신 단순하면서 명확한 이해를 돕는 사례를 활용할 필요가 있습니다.”

“비지도 학습을 이해시킬 때, 이미 정답을 파악할 수 있는 사례는 지도학습의 분류와 혼동하기 쉽습니다. 따라서 정답을 파악하기 어려운 사례를 이용할 필요가 있습니다.”

이는 단순한 예시 선택 오류가 아니라 기계학습 알고리즘의 작동 원리에 대한 PCK가 아직 형성되지 않은 상태에서 비롯된 문제로 해석된다. 국어, 사회 등 전통 교과에서는 예시 선정 오류가 상대적으로 개념 왜곡을 초래하기 어렵지만, 정보 교과의 개념에서는 하나의 잘못된 예시가 핵심 개념에 대한 오개념을 직접적으로 형성하게 된다는 점에서 교과 특수성이 두드러진다. 예를 들어, 비지도 학습의 예시로 정답이 이미 파악 가능한 사례를 제시하는 것은 비지도 학습과 지도 학습의 핵심 구분 기준인 레이블 유무에 대한 이해가 교수법적 수준으로 내면화되지 않았음을 보여준다.

학습 목표는 수업의 시작 시 읽는 문장이 아니라 수업 설계, 실행, 평가, 피드백을 한 축으로 엮는 기준점이며, 수업의 방향성을 제시한다[38]. 예비 교사의 수업 실연에서 수업 내용이 학습 목표와 명확하게 연계되지 않는 경우가 있었다.

“학습 목표에는 데이터 속성과 역할, 필요성이 핵심으로 제시되었는데 수업 내용은 시각화의 역할과 필요성으로 제시되었습니다.”

학생의 인지 수준이나 선행 지식을 고려하지 않거나 이해 수준을 고려하지 않는 설명(20명)이 제공되는 경우가 있었다.

“위도, 경도 데이터의 차이를 보면 거리 차이가 얼마 안된다는 표현은 아이들에게 와닿지 않으므로 1도가 몇 킬로미터 정도 떨어져 있는 거리인지 가능하게 설명해 줄 필요가 있습니다.”

“회귀 모델, 훈련 데이터와 평가 데이터 7:3 비율 등은 고등학교에서 다루는 내용이라 선행에 해당합니다. 용어 자체를 가르치기보다 중학교 수준을 맞춰 풀어서 설명하는 방식을 취하는 것이 필요합니다.”

어려운 용어를 학생 수준에 맞게 풀어서 설명하지 못하는 경우도 있었다.

“편향 용어를 설명하는 조금 더 쉬운 방법을 찾아보면 좋겠습니다.”

“독립 변수와 종속 변수를 설명 없이 사용하는 대신, 독립 변수와 종속 변수가 무엇인지, 왜 독립과 종속이라는 표현

을 썼는지 등을 풀어서 설명함으로써 용어에 대한 어려움이 없도록 하면 좋겠습니다.”

정보 교과와 특수성은 수업 내용 구성 범주에서 가장 두드러졌으나, 코드 실습 중 오류 상황 대처, 실습 시간 배분 실패, 실습 활동 시 순회 지도 부재에서도 실습 중심 교과로서의 고유한 어려움이 나타났다.

2.4 Lesson implementation and classroom management

수업 운영 및 관리 범주(45명)는 수업의 전체적인 흐름과 시간, 활동 관리 측면의 어려움을 포함한다. 예비 교사들은 수업 시간을 적절히 배분하지 못하여 동기유발에 과도한 시간을 사용하거나 수업을 마무리하지 못하는 경우(15명)가 있었다.

“동기유발에 너무 많은 시간을 할애한 것 같아서 조금 더 짧게 구성해도 좋겠습니다.”

“시간이 다 되어서 마무리 하겠다는 수업 시간을 관리하지 못했다는 것을 의미합니다. 시간 배정도 고려해 보시기 바랍니다.”

수업의 도입-전개-정리의 각 단계가 유기적으로 연결되지 않는 경우(12명)가 있었다. 이는 수업 내용 구성 및 설명 범주와 연계될 수 있는데, 내용 구성이 명확하지 않을수록 수업 흐름의 일관성도 약화되는 경향이 있었다.

“도입 활동에서 던졌던 질문이 수업의 주요 내용인데, 중간에 사례와 설명이 바뀌고 수업 마지막까지 초기 질문에 대한 답변 정리가 되지 않아 연결성, 일관성이 끊어져 보입니다.”

“지난 시간에 배웠던 내용을 언급한다면 왜 언급하는지가 명확하게 이해가 되어야 합니다.”

학생들에게 학습 활동을 지시할 때 어떤 활동을 해야 하는지 명확하지 않은 경우(10명)도 있었다.

“초기 학습 단계에서는 무작정 축구 선수 데이터를 수집하라고 하면 활동 목적이 명확하지 않아 무엇을 해야 할지 혼란스러울 수 있습니다. 축구 선수의 어떤 내용을 파악하기 위해 데이터를 수집할 것인지 목적을 밝혀 필요한 데이터를 수집하도록 할 필요가 있습니다.”

수업 중 순회 지도는 학습 상태를 실시간으로 파악하고, 그에 맞게 수업을 조정하는 중요한 교수 행동이다. 특히 실습이나 활동 중심 수업에서 학생들이 서로 다른 오류나

오개념을 경험하므로 순회 지도가 학습 성과를 결정하는데 많은 영향을 미친다[37]. 예비 교사들은 한 자리에 머무르며 모둠 활동이나 개별 활동 시 순회 지도를 실시하지 않는 경우(10명)들이 있었다.

2.5 Non-verbal elements

비언어적 요소 범주(50명)는 시선, 동작, 표정 등 음성 언어 외의 표현에 대한 어려움을 포함한다. 부적절한 시선 처리(25명)가 가장 높게 나타났다. 시선 처리는 단순한 눈 마주침이 아니라 수업 중 교사가 교실 상황을 파악하고 학생과 상호작용의 시기를 만들어 학습과 행동을 동시에 조절하는 중요한 기술이다[38]. 예비 교사들은 여러 학생들과 눈을 맞추는 활동 대신 교탁, 칠판, 지도안 등을 보는 경우가 많았다.

“지도안만 보지 마시고, 앞에도 봐주세요.”

“생각할 때 천장, 아래 살펴보는 대신 학생들을 둘러보는 연습이 필요합니다.”

수업에서 자세는 비언어적 신호를 통해 교실을 점유하고 학생의 참여나 수업 흐름, 교실의 효율적 관리에 직접적인 영향을 준다. 교사의 자세는 수업이 안정적으로 통제되는지, 교사가 얼마나 학생들에게 관심있게 대하는지 등을 나타낸다[39]. 예비 교사들에게는 서성이거나 교탁에 기대는 등 부적절한 동작과 자세(15명)가 관찰되었다.

“서성거림 대신 순회 지도를 해주세요.”

“교탁에 기대지 않아야 합니다.”

“옆면이나 칠판보다 정면이나 학생들을 보며 눈을 마주치는 연습이 필요합니다.”

학습자가 언어 전달 뿐 아니라 교사의 표정으로부터 신뢰를 쌓고 학습을 한다는 점을 고려하면 긴장으로 인해 표정이 굳거나 자연스럽지 못한 경우는 개선이 필요하다.

3. Informatics-specific difficulties

PCK의 관점에서 볼 때, 예비 교사의 수업 실연의 어려움은 교과와 특성과 밀접한 관련을 보인다. 국어나 사회 등 전통 교과에서 교과 내용은 상대적으로 변화가 적고 안정적이기 때문에 학습자의 일상 경험과 연결되는 사례를 구성하기 용이하다. 수학 교과와 경우 추상 개념 지도에서 어려움을 보이거나 수학적 개념은 형식 체계 내에서 정의가 고정되어 있기 때문에 증명 과정에서 논리적 비약, 추상적 수식의 이해를 위한 설명에 어려움을 주로 겪기 때문에 범

위가 상대적으로 제한적이다[41, 42]. 과학 교과는 실험 관찰 수업이라는 특수성이 있어 실험 도구 사용의 안전 문제, 뿌리 깊은 오개념을 교정하는 것에 집중되어 있으며 핵심 개념의 변화 속도가 완만하다[43].

정보 교과는 이와 구분되는 특수성이 있다. 첫째, 개념의 추상성이 높은 동시에 내용 자체가 급속히 변화하고 교육에 도입된 기간이 짧다는 점이다. 본 연구에서 C.수업 내용 구성 및 설명은 39명의 수업 실연자 중 36명(92.3%)에서 어려움이 관찰되었으며, C1.개념 설명의 추상성은 28명(71.8%), C2.예시의 부적절성은 22명(56.4%)에서 나타났다.

“지도학습과 비지도학습의 차이를 개념 정의 수준에서만 설명하여 학생이 실제 맥락을 이해하기 어렵습니다.”
 “강화학습을 보상과 처벌로만 설명하여 자율주행 상황과의 연결이 모호합니다”

와 같은 지적이 반복적으로 등장하였다. 이는 기계학습 유형, 데이터 전처리, 알고리즘의 편향성 등 정보 교과 핵심 개념들이 일상적 경험과의 접점이 제한적이어서 적절한 비유와 사례를 구성하는 것 자체가 고도의 PCK를 요구함을 보여준다.

둘째, 내용 지식의 오류가 수업 실연의 어려움으로 직접 발현되는 경향이 두드러진다. 본 연구의 피드백 원문에서 내용 지식 자체의 오류나 불안정한 이해가 수업 실연의 어려움으로 이어지는 사례가 반복적으로 확인되었다. 정보 교과에서는 하나의 잘못된 예시나 용어 혼용이 기계학습 알고리즘의 구조에 대한 오개념을 직접 형성할 위험이 크다는 점에서 타 교과와 구분된다.

물론 잘못된 예시에 따른 오개념을 형성하는 것은 어느 교과에서나 발생할 수 있다. 그러나 정보 교과, 특히 인공지능·기계학습 영역에서는 잘못된 예시와 오개념 형성이 겹쳐 문제가 더욱 구조적으로 작동한다. 지도학습과 비지도학습의 차이, 독립변수와 종속변수의 역할은 학생이 일상에서 직접 접촉하면서 오개념을 수정할 수 있는 성격의 지식이 아니다. 이로 인해 수업 실연 과정에서 형성된 잘못된 개념적 틀이 지속될 가능성이 높다.

또한 개념 간 위계적 의존성이 강하여 오개념이 후속 개념 전체의 이해에 연쇄적으로 영향을 미칠 수 있다. 전처리 개념을 결측치 처리로만 한정하거나 독립변수와 종속변수를 혼동하는 경우, 이후 모델 학습 과정 전반에 대한 이해가 왜곡될 수 있다. 이러한 점은 PCK 연구에서 강조해 온 내용 지식과 교수 지식의 통합이 정보 교과에서는

더욱 긴밀하게 요구되며, 나아가 빠르게 변화하는 내용 자체를 교수 가능한 형태로 재구성하는 역량의 개발이 예비 교사 양성 과정에서의 핵심 과제로 다루어져야 함을 시사한다.

V. Conclusions

본 연구는 정보 교과의 임용시험을 준비하는 예비 교사 수업 실연 피드백 자료를 근거이론 방법으로 분석하여 수업 실연에서 나타나는 어려움을 5개 대범주, 23개 하위 범주로 범주화하였다.

첫째, 언어적 표현 및 전달력과 비언어적 요소 범주에서는 목소리, 말하기 속도, 시선 처리, 동작 등에 관한 어려움이 나타났다. 이러한 표현적 요소는 반복적인 연습과 피드백을 통해 개선될 수 있는 영역으로 예비 교사 양성 과정에서 수업 실연 경험의 확대가 필요함을 시사한다.

둘째, 학생과의 상호작용 범주에서 가장 많은 어려움이 확인되었다. 특히 발문 구성의 미흡과 학생 응답에 대한 피드백 부족이 빈번하게 지적되었다. 수업 실연이 실제 학생이 부재한 1인 연기 형태로 진행된다는 점 때문이기도 하지만, 학생들과의 상호작용을 자연스럽게 연습하는 것이 예비 교사에게 큰 도전이자 과제임을 시사한다.

셋째, 수업 내용 구성 및 설명 범주에서는 추상적 개념의 구체화, 적절한 예시 선정, 학생 수준 고려 등의 어려움이 나타났다. 이는 Shulman이 강조한 PCK의 중요성을 재확인 해준다. 특히 인공지능, 데이터, 알고리즘, 비지도 학습, 회귀 모델 등 정보 교과 특유의 개념에서 PCK 부재가 두드러졌으며, 수업 내용 구성 및 설명의 어려움은 타 교과와 구별되는 정보 교과 고유의 성격을 갖는다[7].

넷째, 수업 운영 및 관리 범주에서는 시간 배분의 문제, 수업 단계 간 연결 부족 등의 어려움이 나타났다. 이는 수업 구성 경험 부족에 따른 것으로 이에 대한 체계적인 교육이 필요함을 보여준다.

본 연구 결과를 바탕으로 예비 교사 양성 과정에 대한 다음의 시사점을 제안한다.

첫째, 수업 실연 및 수업 구성의 반복 연습 기회가 필요하다. 언어·비언어적 표현 역량, 수업 운영 및 관리 역량은 반복적인 연습과 피드백을 통해 향상될 수 있다. 짧은 시간 동안 특정 기술을 집중적으로 연습하는 마이크로티칭과 전문가 피드백을 활용한 반복 연습의 기회를 확대할 필요가 있다.

둘째, 발문 및 피드백 역량 강화 프로그램이 필요하다.

학생과의 상호작용 역량은 수업의 질을 결정하는 핵심 요소이다. 예비 교사 양성 과정에서 효과적인 발문 구성 방법, 학생 응답에 대한 다양한 피드백 전략, 오답이나 무응답 상황 대처 방법 등을 실제 사례를 바탕으로 학습할 기회를 제공하고, 수업 실연 과정에서 가상 학습자 반응을 시뮬레이션하여 대응하는 방법을 익히도록 체계적인 교육이 필요하다.

셋째, 정보 교과의 특성을 반영한 PCK 교육이 강화되어야 한다. 추상적 개념을 구체화하는 방법, 개념별 적절한 예시와 비유 목록을 구축하는 교과 특화형 모듈의 개발, 코드 실습 지도 전략 등 정보 교과 특유의 교수법을 체계적으로 교육해야 한다.

넷째, 다양한 수업 상황에 대처하는 능력을 키워야 한다. 학생이 오답을 말하거나 응답하지 않는 상황, 예상치 못한 질문이 나오는 상황 등 다양한 수업 상황을 시뮬레이션하고 대처 전략을 학습할 수 있는 기획의 제공이 필요하다.

본 연구는 특정 교육대학원의 39명 피드백 자료에 국한되어 있어 결과의 일반화에 한계가 있다. 또한 활용 자료가 관찰 기록에 기반하므로 예비 교사 본인의 주관적 인식의 차이가 있을 수 있으며, 이는 연구 결과의 해석 범위를 제한하는 요인이 된다. 후속 연구에서는 여러 교육대학원의 예비 교사를 대상으로 연구를 확대하고, 예비 교사 면담을 통해 어려움에 대한 자기 인식을 심층적으로 파악할 필요가 있다. 또한 본 연구에서 제안한 교과 특화형 마이크로티칭 모듈을 실제 교육과정에 적용하고 그 효과를 검증하는 연구가 이루어져야 한다. 아울러 정보 교과 특수성을 반영한 내용을 집중 분석하고 타 교과 예비 교사와 비교 연구를 통해 교과 특수성을 보다 체계적으로 검증할 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] J. Hattie, "Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement," Routledge, pp. 108-128, 2009.
- [2] D. W. Allen, and K. Ryan, "Microteaching," Addison-Wesley, pp. 1-14, 1969.
- [3] Ministry of Education, "Key Points of the 2022 Revised Curriculum General Guidelines," Ministry of Education, Republic of Korea, November 2021.
- [4] Ministry of Education, "Announcement of AI Talent Cultivation Plan for All [Press Release]," Ministry of Education, Republic of Korea, November 10, 2025.
- [5] F. A. Korthagen, "Situated Learning Theory and the Pedagogy of Teacher Education: Towards an Integrative View of Teacher Behavior and Teacher Learning," Teaching and Teacher Education, Vol. 26, No. 1, pp. 98-106, January 2010. DOI: 10.1016/j.tate.2009.05.001
- [6] C. B. Lim, H. J. Yi, S. H. Choi, E. S. Oh, K. E. Lee, S. J. Lee, E. H. Ro, and S. D. Kwon, "A Study on the Development of Teaching Evaluation Standards (Research Report RRI 2006-3)," Korea Institute of Curriculum & Evaluation, 2006.
- [7] L. S. Shulman, "Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform," Harvard Educational Review, Vol. 57, No. 1, pp. 1-22, February 1987. DOI: 10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411
- [8] P. L. Grossman, "The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education," Teachers College Press, pp. 1-46, 1990.
- [9] D. C. Berliner, "The Development of Expertise in Pedagogy," Charles W. Hunt Memorial Lecture, pp. 1-35, New Orleans, LA, USA, February 1988.
- [10] S. Feiman-Nemser, "From Preparation to Practice: Designing a Continuum to Strengthen and Sustain Teaching," Teachers College Record, Vol. 103, No. 6, pp. 1013-1055, December 2001. DOI: 10.1111/0161-4681.00141
- [11] M. Jo, H. Y. Lee, and H. W. Lee, "Teaching Competencies of Students in College of Education: Focused on S University," Korean Journal of Teacher Education, Vol. 30, No. 3, pp. 239-261, August 2014. DOI: 10.14333/KJTE.2014.30.3.239
- [12] S. N. Son, "Teacher Education & Evaluation in Terms of Teacher's Instructional Expertise," The Journal of Korean Teacher Education, Vol. 22, No. 1, pp. 89-108, April 2005.
- [13] D. W. Allen, and A. W. Eve, "Microteaching," Theory into Practice, Vol. 7, No. 5, pp. 181-185, December 1968. DOI: 10.1080/00405846809542153
- [14] H. Kim, "The Inquiry of Efficient Teaching-Learning Methods for Microteaching: Based on Experience of Class Critic," Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, Vol. 17, No. 3, pp. 53-81, February 2017. DOI: 10.22251/jlcci.2017.17.3.53
- [15] K. Kang, "Relationship between Pre-service Science Teachers' Self-assessment Accuracy and Science Teaching Efficacy in Microteaching," Teacher Education Research, Vol. 52, No. 3, pp. 336-350, December 2013.
- [16] S. A. Bae, and J. H. An, "Analyzing on Preservice Teachers' Difficulties and Meanings from Microteaching Experience Using Preservice Teachers' Journal Writing," The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, Vol. 14, No. 11, pp. 393-417, November 2014.
- [17] J. S. Ham, "Exploring the Factors that Increase Class Expertise through the Experience of Teaching Demonstration of Pre-service PE Teachers," The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, Vol. 17, No. 16, pp. 151-172, August 2017.
- [18] Y. S. Jhun, "An Analysis of Types and Characteristics of Pre-service Elementary School Teachers' Questioning in

- Demonstrative Science Lessons," *The Journal of Korea Elementary Education*, Vol. 32, No. 2, pp. 223-238, June 2021. DOI: 10.20972/Kjee.32.2.202106.223
- [19] H. C. Shin, "The Basic Research for Making Criterion Proposal to Public Rehearsal of Teaching Verbal & Behavior in Korean Subject," *The Sociolinguistic Journal of Korea*, Vol. 22, No. 1, pp. 141-160, March 2014.
- [20] J. Y. Lee, "Analyzing on Microteaching Experience: Based on Peer Supervision," *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 19, No. 3, pp. 455-475, February 2019. DOI: 10.22251/jlcci.2019.19.3.455
- [21] J. Kim, and W. Lee, "Changes in the High School Informatics Curriculum Appearing in the Document System of the General Guidelines of the National Curriculum," *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 19, No. 5, pp. 27-40, September 2016.
- [22] Ministry of Education, "*The 2022 Revised Curriculum for Practical Arts (Technology and Home Economics)/Informatics (MOE Notice No. 2022-33, Appendix 10)*," Ministry of Education, Republic of Korea, 2022.
- [23] M. Saeli, J. Perrenet, W. M. G. Jochems, and B. Zwaneveld, "Teaching Programming in Secondary School: A Pedagogical Content Knowledge Perspective," *Informatics in Education*, Vol. 10, No. 1, pp. 73-88, April 2011. DOI: 10.15388/infedu.2011.06
- [24] J. M. Kim, I. K. Yoon, and W. G. Lee, "Development and Validation of Items for the PCK Assessment about Informatics Subject," *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 13, No. 6, pp. 23-34, November 2010.
- [25] A. Strauss, and J. Corbin, "*Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory (2nd ed.)*," Sage Publications, pp. 101-161, 1998.
- [26] B. G. Glaser, and A. L. Strauss, "*The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*," Aldine Publishing, pp. 1-43, 1967.
- [27] S. Park, and J. S. Oliver, "Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge: PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals," *Research in Science Education*, Vol. 38, No. 3, pp. 261-284, 2008. DOI: 10.1007/s11165-007-9049-6
- [28] J. Sweller, "Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning," *Cognitive Science*, Vol. 12, No. 2, pp. 257-285, 1988. DOI: 10.1207/s15516709cog1202_4
- [29] D. R. Seals, and M. E. Coppock, "We, um, have, like, a problem: Excessive Use of Fillers in Scientific Speech," *Advances in Physiology Education*, Vol. 46, No. 4, pp. 615-620, December 2022. DOI: 10.1152/advan.00110.2022
- [30] D. R. Cruickshank, and K. K. Metcalf, "Improving Preservice Teacher Assessment through On-campus Laboratory Experiences," *Theory into Practice*, Vol. 32, No. 2, pp. 86-92, March 1993. DOI: 10.1080/00405849309543580
- [31] S. Y. Kim, and Y. T. Shim, "A Research on Questions of Teacher and Responses of Students in the Elementary School," *The Journal of Korean Arts Education Research*, Vol. 15, pp. 149-176, 2008.
- [32] V. J. Shute, "Focus on Formative Feedback," *Review of Educational Research*, Vol. 78, No. 1, pp. 153-189, March 2008. DOI: 10.3102/0034654307313795
- [33] A. M. Lipnevich, and H. L. Andrade, "The Next Black Box of Formative Assessment: A Model of the Internal Mechanisms of Feedback Processing," *Frontiers in Education*, Vol. 7, Article 751548, pp. 1-16, February 2022. DOI: 10.3389/educ.2022.751548
- [34] P. Köpfer, "Teachers' Perspectives on Dealing with Students' Errors," *Frontiers in Education*, Vol. 7, Article 868729, pp. 1-13, July 2022. DOI: 10.3389/educ.2022.868729
- [35] S. Freeman, S. L. Eddy, M. McDonough, M. K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt, and M. P. Wenderoth, "Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 111, No. 23, pp. 8410-8415, June 2014. DOI: 10.1073/pnas.1319030111
- [36] M. T. H. Chi, and R. Wylie, "The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes," *Educational Psychologist*, Vol. 49, No. 4, pp. 219-243, October 2014. DOI: 10.1080/00461520.2014.965823
- [37] T. van Gog, L. Kester, and F. Paas, "Effects of Worked Examples, Example-problem, and Problem-example Pairs on Novices' Learning," *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 36, No. 3, pp. 212-218, July 2011. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2010.10.004
- [38] J. Hattie, and H. Timperley, "The Power of Feedback," *Review of Educational Research*, Vol. 77, No. 1, pp. 81-112, March 2007. DOI: 10.3102/003465430298487
- [39] P. Black, and D. Wiliam, "Assessment and Classroom Learning," *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, Vol. 5, No. 1, pp. 7-74, March 1998. DOI: 10.1080/0969595980050102
- [40] E. Haataja, M. Toivanen, A. Laine, and M. S. Hannula, "Teacher-student Eye Contact during Scaffolding Collaborative Mathematical Problem-solving," *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, Vol. 7, No. 2, pp. 9-26, August 2019. DOI: 10.31129/LUMAT.7.2.350
- [41] W. Liu, "Does Teacher Immediacy Affect Students? A Systematic Review of the Association Between Teacher Verbal and Non-verbal Immediacy and Student Motivation," *Frontiers in Psychology*, Vol. 12, Article 713978, pp. 1-17, July 2021. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.713978
- [42] F. Depaepe, L. Verschaffel, and G. Kelchtermans, "Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded matematic educational research," *Teaching and Teacher Education*, Vol. 34, pp. 12-25, 2013. DOI:

10.1016/j.tate.2013.03.001

- [43] S. R. Kwon, S. K. Kim, and H. B. Choi, "An analysis on mathematical errors in pre-service mathematics teachers' teaching simulation," *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics: School Mathematics*, Vol. 13, pp. 539-557, 2011. DOI: 10.15684/jksesm.2011.13.4.539
- [44] J. S. Park, and J. A. Lee, "Professional difficulties of beginning secondary science teachers in science teaching," *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 30, pp. 231-242, 2010. DOI: 10.15267/keses.2010.30.2.231

Authors



Jeongwon Choi received the B.S. degree in Computer Science from Chungbuk University in 2003, the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science Education from Korea National University of Education, South

Korea, in 2012 and 2015, respectively. Dr. Choi is an informatics teacher at a middle school and currently serves as a visiting professor in the Department of Education at Ewha Womans University, South Korea. She is interested in AI convergence education, AI education, informatics education, and learning science.