

## 좋은 과학적 질문의 핵심 요인: 교수자-학습자 인식을 중심으로\*

이 성 혜\*\*

KAIST

김 범 석\*\*\*

KAIST

함 은 혜\*\*\*\*

국립공주대학교

생성형 인공지능의 활용이 보편화되면서 질문을 잘하는 방법과 질문 역량 교육에 대한 관심이 높아지고 있는 상황에서, 본 연구는 기존 연구들이 질문의 '수준'에 초점을 두었던 것과 달리, 좋은 질문이 가지는 특성을 규명하고자 하였다. 과학 교육의 맥락에서 '좋은 과학적 질문의 핵심 요인'을 도출하기 위해, 우수한 학생의 질문을 선별하고 이공계 대학 교수자들의 동의 정도를 수집하여 좋은 질문의 특성 목록을 대표하는 핵심 요인을 도출하였다. 이를 위해 A 과학기술특성화대학에 재직 중인 교수 127명을 대상으로, 선행연구에서 도출된 26개 항목에 대한 동의 정도를 조사하는 설문조사를 실시하였다. 설문조사 데이터는 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 통해 분석되었으며, 전공계열별 평균 차이를 검증하기 위해 일원분산분석을 실시하였다. 또한, 온라인 과학프로그램에 참여한 초·중학생 187명을 대상으로 동일한 조사를 실시하여, 좋은 과학적 질문에 대한 교수자와 학습자의 인식을 비교하였다. 연구 결과, 좋은 과학적 질문의 특성은 네 가지 요인으로 요약되었다. 첫째, 과학적 탐구 기반의 질문은 과학적 탐구를 통해 해결할 수 있는 질문으로, 과학적 지식이나 경험을 바탕으로 한다. 둘째, 사고를 확장하고 융합하는 질문은 이해를 확장하고 창의적이며 깊이 있는 사고를 유도한다. 셋째, 사회적 유용성이 있는 질문은 실생활 문제를 기반으로 하고, 다른 사람의 관심과 참여를 유도한다. 넷째, 명확하고 구체적인 질문은 질문의 배경이나 대상이 명확하고 구체적이다. 이 네 가지 질문의 특성들은 상호의존적일 수 있으며, 중요도 인식에 있어 전공 분야별 차이는 나타나지 않았다. 본 연구는 좋은 질문의 특성을 명확히 하고, 다양한 질문 교육의 맥락에서 효과적인 질문 생성을 안내하기 위한 이론적, 실제적 기반을 마련하는 데 기여하고자 한다.

**주제어:** 질문 교육, 학습자 생성 질문, 과학적 질문, 좋은 질문 특성

### I. 서 론

최근 인공지능의 활용이 보편화되면서 질문을 잘하는 방법과 질문 역량 향상 등 질문 교육

\*이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A3A2A02095447).

\*\*제1저자: 이성혜, KAIST 과학영재교육연구원 연구부교수, [slee45@kaist.ac.kr](mailto:slee45@kaist.ac.kr)

\*\*\*공동저자: 김범석, KAIST 과학영재교육연구원 선임연구원, [kimbs84@kaist.ac.kr](mailto:kimbs84@kaist.ac.kr)

\*\*\*\*교신저자: 함은혜, 국립공주대학교 교육학과 부교수, [eham@kongju.ac.kr](mailto:eham@kongju.ac.kr)

에 대한 관심이 높아지고 있다. 인공지능과의 상호작용은 질문을 통해 이루어지며, 질문을 잘 할수록 더 정확하고 유용한 정보를 얻을 수 있기 때문이다. 이처럼 최근 질문의 중요성이 크게 주목받고 있지만, 학습자의 질문은 전통적으로 중요한 교수학습 방법의 하나였다. 학습자의 질문은 교수자의 질문과 구분하여, 질문의 주체가 학생임을 강조한다(Yu, 2009). 학생이 스스로 생성한 질문은 개념을 이해하고 기억하며 적용하는 과정을 자율적이고 능동적으로 이끌어, 학습 내용을 의미 있게 정교화하고 변환하도록 돕고, 학습자의 주도성과 책임감을 높인다(김은영, 2018; Bangert-Drowns, Hurley, & Wilkinson, 2004). 학습자 질문의 효과와 관련하여, 질문은 학생들이 사고를 확장하고 의미를 구성하며 새로운 아이디어를 기존 개념과 연결하는 등 다양한 인지적 활동을 촉진한다(King, 1994). 또한, 질문이 학습 내용에 대한 주의 집중, 이해도, 비판적 사고, 메타인지, 창의성 등을 향상시키는 데 기여한다는 경험적 증거도 지속적으로 제시되고 있다(문선모, 차시호, 2013; 박주영, 우정희, 2017; 방유경, 최혁준, 2016; Berkeley, 2007; Chin & Brown, 2002; Yu & Liu, 2008)

그러나 학습에 대한 높은 잠재력에도 불구하고, 학생들은 스스로 질문을 잘 하지 않으며, 질문을 하더라도 주로 사실이나 절차와 같은 단순한 정보를 요구하는 낮은 수준의 질문에 머무르는 경향이 있다는 점이 국내외 다수의 연구에서 보고되고 있다(신명렬, 서혜애, 2021; White & Gunstone, 1992). 학생들이 질문을 잘 하지 않거나 단순한 정보의 회상을 요구하는 낮은 수준의 질문에 그치는 이유는 지식과 표현력, 자신감과 흥미 부족, 질문을 장려하지 않는 교사나 수업 특성 등 다양한 학습자 특성 및 환경적 요인들 때문이다(김수란, 송인섭, 2014; Chin & Brown, 2002). 이로 인해 학생들은 질문 경험이 제한되고, 따라서 스스로 질문을 개발하고 정교화하는 기회가 적어질 수밖에 없다. 그러나 교육을 통해 학생 질문의 빈도와 수준이 향상될 수 있다는 점을 고려할 때(Kaberman & Dori, 2009), 학생들이 질문을 더 많이 연습하게 하고 질문하는 방법에 대한 체계적인 교육을 제공하는 것이 매우 중요하다.

질문 교육의 맥락에서 학생들이 어떤 질문을 하도록 안내할 것인가? 즉, 좋은 질문이 가지는 특성은 무엇인가? 그동안 좋은 질문에 대한 선행연구들은 질문의 내용과 형식에 따라 질문의 '수준'을 구분하는 데 초점을 두어, 공통적으로 고차적 사고를 촉진하는 질문을 좋은 질문으로 구분해왔다. 구체적으로, Bloom의 교육 목표나 그보다 확장된 다양한 분류 방식을 활용하여 질문에 대한 답을 찾는 과정에서 요구되는 인지 활동의 수준을 구분하고, 이에 따라 질문의 유형 또는 수준을 구분한다(King, 1994; Krathwohl, 2002). 인지 활동의 복잡성이나 수준에 따른 질문 구분에 따르면, 높은 수준의 질문에는 비교, 분석, 적용, 평가, 문제 해결을 요구하는 질문, 추가적인 개념이나 대안적 모델 탐색, 지식의 확장이나 통합을 요구하는 질문 등이 포함된다(김성근, 여상인, 우규환, 1999; 배진호, 김정아, 2008; 정득실, 유은정, 2017; Chin & Brown, 2002; Choi et al., 2016; Sadker & Cooper, 1974; White & Gunstone, 1992). 질문이 학생들의 인지과정을 드러내는 수단이라는 점에서 학생들의 질문은 고차적인 사고를 평가하는 방법으로 활용되기도 한다(Dori & Herscovitz, 1999; Offerdahl & Montplaisir, 2014). 또한, 과학 교육의 맥락에서는 과학 탐구를 촉진할 수 있는 과학적으로 의미 있는 질문의 중요성이 강조되어 왔다(Chin & Kayalvizhi, 2002; Cuccio-Schirripa & Steiner, 2000; Markula &

Aksela, 2022; Zhang & Chen, 2024). 앞서 질문이 요구하는 인지 활동의 수준에 따라 질문의 수준을 구분한 것처럼, 과학 교육에서도 기억의 단순 회상을 요구하는 질문은 낮은 수준의 질문으로 간주되며, 과학적 탐구 과정을 통해 답을 도출할 수 있는 질문은 높은 수준의 질문으로 평가되는 것이 일반적이다.

대체로 '좋은 질문'은 질문의 '수준'으로 분류하는 것이 일반적이다. 그러나 이러한 수준 높은 질문에 대한 기대와 기준은 학생들이 질문하기를 주저하는 수업 환경을 강화할 수 있다. 이에 따라 본 연구는 기존의 질문 수준에 따라 구분하려는 접근에서 벗어나, 질문 자체가 가지는 본질적 특성을 규명하고자 하였다. 특히, 과학적 질문을 중심으로 좋은 과학적 질문의 핵심 요인을 도출하는 것을 목적으로 하였다. 교수자와 학습자가 인식하는 좋은 질문의 특징에 대한 연구는 상대적으로 부족한 상황이다. 일부 연구(김영민, 최진수, 2022)에서는 대학생들의 인식을 기반으로 수업 상황에서 좋은 질문의 특성을 도출하였는데, 이들은 창의적이고 융합적이며 거시적이고 공감 가능한 질문을 좋은 질문으로 평가하였다. 또한, 수업과의 관련성이 높고 구체적이며 명확한 질문도 학습 상황에서 적합한 좋은 질문으로 제시되었다. 반면, 단순한 답변을 요구하거나 추상적인 질문은 좋은 질문으로 간주되지 않았다.

이성혜, 박소영, 김범석(2023)는 귀납적 접근을 통해 좋은 과학적 질문의 특성을 규명하고자 한 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 자연과학 분야 전문가들이 학생들의 질문을 평가하고, 우수 질문을 선정한 뒤 그 선정 이유를 기술하도록 하였다. 이후 델파이 조사를 통해 도출된 우수 질문 선정 이유에 대한 동의 정도를 바탕으로 좋은 질문의 특성을 제시하였다. 연구 결과, 과학적 탐구를 요구하는 질문, 이해를 확장할 수 있는 질문, 대상에 대한 깊은 이해를 바탕으로 작성된 질문, 확장성이 높은 질문, 창의적 사고를 요구하는 질문, 명료하면서도 구체적인 질문, 사회적 소통과 유용성이 있는 질문 등이 좋은 과학적 질문의 특징으로 나타났다. 해당 연구는 질문의 수준보다는 질문의 본질적 특성에 주목했다는 점에서 의의가 크다. 그러나 자연과학 분야의 소수 전문가를 대상으로 한 델파이 조사에 기반하고 있어, 그 결과를 일반화하는 데 한계가 있다.

따라서 본 연구는 이성혜 외(2023)의 연구에서 델파이 조사를 통해 도출된 좋은 질문의 특성 목록을 바탕으로 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 실시하여, 좋은 질문의 특성들이 어떻게 요약 분류되는지 확인하고, 이러한 차원들 간의 상호 관련성을 탐색하고자 하였다. 또한, 전공 계열별로 전문가들의 인식 차이를 검토하여 질문 교육의 내용과 방향을 분야에 따라 차별화할 필요가 있을지 확인하고자 하였다. 아울러, 좋은 질문에 대한 교수자와 학습자의 인식 차이를 분석하여, 각각의 집단이 좋은 질문을 어떻게 이해하고 있는지를 구체적으로 파악하고자 하였다. 이러한 접근을 통해 좋은 질문의 특성을 명확히 규명하고, 다양한 질문 교육의 맥락에서 효과적인 질문 생성을 지원하기 위한 이론적 및 실제적 시사점을 제공하고자 한다.

본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 좋은 질문의 특성들은 몇 개의 차원으로 요약 분류되는가?

둘째, 교수자의 전공계열에 따라 좋은 질문의 특성에 대한 인식에 차이가 있는가?

셋째, 좋은 질문에 대한 교수자의 인식은 학습자의 인식과 어떻게 다른가?

## II. 이론적 배경

### 1. 좋은 질문의 특성

어떤 질문이 좋은 질문인가? 선행연구에서는 이에 대한 답을 직접적으로 제시하지는 않지만 질문 수준과 유형을 구분하고자 한 연구를 통해 질문 교육에서 지향해야 할 좋은 질문의 특성을 도출할 수 있다. 질문의 수준과 유형은 일반적으로 질문에 대한 답을 하는데 요구되는 사고과정에 따라 구분됐으며, 사고과정에 따라 보다 높은 수준의 질문 또는 좋은 질문이 있다는 것을 가정한다. 이러한 구분은 대표적으로 Bloom(1956)의 교육 목표 분류 체계에 기초하여 질문의 수준을 구분하고자 하였는데, 지식을 회상하는 질문을 가장 낮은 수준의 질문으로 이해, 적용, 분석, 종합, 평가의 순으로 질문의 수준이 높아지는 것으로 보았다.

Krathwohl(2002)은 Bloom의 인지과정 분류에 지식의 특징을 고려한 질문 분류 체계를 제안하였다. 그는 지식을 사실적, 개념적, 절차적, 메타인지적 차원으로 구분하고, 인지 과정을 기억하기, 이해하기, 적용하기, 분석하기, 평가하기, 창조하기로 나누어 질문의 수준을 체계적으로 분류하였다.

최근의 질문 수준에 관한 연구들은 King(1994)의 질문 유형 구분을 변형하거나 확장한 연구들이 많은데, King은 질문을 지식 구성 수준에 따라 사실 질문과 사고 질문으로 나누었다. 사실 질문은 지식의 재진술을 요구하는 질문이며, 사고 질문은 이해를 재구성하고 통합을 요구하는 질문이다. 이에 따라 King의 질문 유형 구분은 사실 질문, 이해 질문, 통합 질문으로 나뉘는데, 많은 연구들이 King의 질문 유형 구분을 기초로 하여 Bloom과 Krathwohl의 인지과정에 따라 수준을 구분하고자 하였다. 예를 들어, Choi et al.(2016)의 연구에서는 학습 내용에 대한 이해가 이루어지지 않은 상태에서 학습한 내용에 대한 재설명을 요구하는 질문을 낮은 수준의 질문으로, 개념에 대한 구체적 적용, 사례, 상위 개념, 다른 개념과의 관계, 자신의 생각과의 불일치, 대안적 모델 등에 대한 질문을 높은 수준의 질문으로 구분하였다.

Sadker와 Cooper(1974) 역시 낮은 수준의 질문을 기억이나 회상에 의존하는 질문으로, 높은 수준의 질문을 사고 과정을 요구하는 질문으로 구분하였다. 높은 수준의 질문은 평가를 위한 질문, 대상을 비교하는 질문, 문제 해결을 위한 질문, 인과관계를 분석하는 질문 등이 포함된다. 이 외 White와 Gunstone(1992)은 질문 수준을 회상, 재구성, 적용, 확장으로 분류하기도 하였다. Chin과 Brown(2002)은 이를 기본 정보 질문(basic information question)과 호기심 질문(wonderment question)으로 구분하기도 하였는데, 기본적 정보 질문은 사실 및 절차 등의 정보나 설명을 요구하는 표면적 학습을 유도하는 질문으로 호기심 질문은 가설, 예측, 사고 실험 및 설명을 생성하도록 자극하는 심층적 학습을 유도하는 질문으로 보았다.

이후 많은 연구들이 위 연구를 기반으로 분류 체계를 재구성하여 질문 유형을 분류하고자 하였다. 배진호와 김정아(2008)의 연구에서는 사실적 질문, 절차적 질문, 이해 질문, 예측 질문, 변칙 발견 질문, 적용 질문, 확장 질문으로, 정득실과 유은정(2017)의 연구에서는 정보(사

실, 절차) 질문, 이해(인과, 귀납, 유추) 질문, 통합(평가, 확장, 전략) 질문으로 분류한 것이 그 예이다.

위에서 제시한 질문 분류 체계는 인지과정에 기반하여 질문의 수준과 유형을 구분하는 공통점이 있다. 즉, 질문에 대한 답을 해결하는 과정에서 얼마나 고차적인 혹은 복잡한 인지과정으로 요구하나에 따라 질문의 유형이나 수준을 나누었는데, 이에 따르면 고차적 사고를 요구하는 질문일수록 좋은 질문이라고 할 수 있다.

## 2. 과학 분야 좋은 질문의 특성

질문은 모든 분야에서 중요하지만, 과학에서는 특히 탐구 과정의 핵심 구성 요소로 여겨진다(Chin & Osborne, 2008). 과학 탐구와 연구는 의미 있는 질문을 제기하는 것에서 시작되며, 이러한 질문은 지식의 격차를 메우거나 새로운 지식을 탐구하기 위한 중요한 출발점이 된다(Shavelson & Towne, 2002). 또한, 과학 학습에서 기존의 개념을 이해하고 확장하기 위해 질문을 사용하는 것은 매우 효과적이다. 학습자들은 질문을 통해 일반적인 이해를 과학적 개념으로 전환할 수 있어 질문의 중요성이 더욱 강조된다(Donovan & Bransford, 2005).

이에 따라 과학 분야에서도 교수학습 상황에서 학생들이 제시한 질문의 유형과 수준을 분류하려는 연구들이 일부 이루어졌다. 과학적 질문의 맥락에서도 인지과정에 기반한 프레임워크는 학생들의 질문을 분류하는데 유용하게 활용되어 왔다. 예를 들어, 정득실과 유은정(2017), 안희정, 심재호, 양승원(2019) 등은 King(1994)의 정보-이해-통합 틀을 기초로 하여 질문을 구분하였다. 이 틀에서 정보는 사실과 절차에 관한 질문, 이해는 인과, 귀납, 유추에 관한 질문, 통합은 평가, 확장 전략 질문으로 구분된다. 이명숙, 조광희, 송진웅(2004)은 질문을 정보형 질문과 사고형 질문으로 나누고, 정보형은 사실과 절차 질문에 관한 것으로, 사고형은 이해, 변칙발견, 예측, 적용, 계획·방략 질문에 관한 것으로 구분하였다.

또 다른 연구자들은 과학적 탐구 가능성에 중점을 두어 질문의 유형을 구분하기도 하였다. 이들 역시 단순 기억이나 정보를 요구하는 질문을 낮은 수준의 질문으로 간주하지만, 높은 수준의 질문은 과학적 탐구 과정을 통해 답을 얻을 수 있는지를 핵심 특성으로 고려한다. 예를 들어, Markula 와 Aksela(2022), Zhang 과 Chen(2024)는 과학 분야에서 좋은 질문이란 과학적 탐구 절차를 통해 과학적 실천을 경험하고, 실험과 증거 기반의 논의를 통해 해결 과정을 경험할 수 있는 질문이라고 하였다. 또한, 좋은 질문은 구체적이고 명확해야 하며, 학습 목표와 관련이 있어야 하고, 학습 목표 달성에 도움이 되는 질문이어야 한다고 강조하였다. 보다 구체적으로 Cuccio-Schirripa와 Steiner(2000)는 과학 수업에서 학생들의 질문을 네 가지 수준으로 분류하였다. 1수준은 ‘예 또는 아니오’의 대답이나 단답형 대답을 요구하는 질문, 2수준은 묘사나 설명을 요구하는 질문, 3수준은 실험을 통해 답을 찾을 수 있는 질문, 4수준은 변인이 구체적이고 조작 가능하게 언급된 질문이다. 이들은 학생들이 연구 가능한 질문(researchable question)을 생성하도록 학습해야 하며, 연구 가능한 질문이란 과학적 지식이나 경험을 바탕으로 구성된, 과학 탐구를 가능하게 하는 과학적으로 의미 있는 질문이라고 하였다. Chin과

Kayalvizhi(2002)도 과학적 탐구를 통해 답을 얻을 수 있는지 여부를 기준으로 탐구 가능 질문(investigable question)과 탐구 불가능 질문(non-investigable question)으로 구분하였다. 이들은 책이나 인터넷 검색으로 해결할 수 있는 질문과 과학적 탐구를 통해 답을 찾을 수 없는 질문을 탐구 불가능 질문으로, 탐구를 설계하고 수행하여 답을 얻을 수 있는 비교, 인과관계, 예측, 문제 해결 등의 질문을 탐구 가능 질문으로 구분하였다. Lucas 외(2005)는 이러한 질문들을 답변 가능한 질문(answerable question)이라고 표현하였다. 이 외에 Watts, Gould 그리고 Alsop(1997)은 과학 학습에서 학생들의 질문을 통합, 탐구, 확장 질문의 세 가지 범주로 나누었는데, 통합 질문은 새로운 과학 아이디어에 대한 이해를 통합하고 확인하려는 질문, 탐구 질문은 지식을 확장하고 개념을 테스트하려는 질문, 확장 질문은 주장과 반론을 검토하고, 다른 개념을 통합하며, 갈등을 해결하고, 아이디어와 그 결과를 탐구하기 위한 질문이다. 이 분류 방식은 과학 개념에 대한 학생의 이해가 진행되는 단계를 반영한다. Habig과 Gupta(2021)는 과학 분야의 연구 질문은 명확하고 이해하기 쉬워야 하며, 너무 광범위하거나 모호한 질문보다는 구체적인 연구 질문이 좋은 질문이라고 하였다. 또한, 질문의 해결 과정이나 답이 정해져 있는 질문보다 다양한 해석이 가능해야 한다고 하였다.

이와 같이, 연구자들은 좋은 질문이란 답을 해결하는 과정에서 고차원적인 사고를 요구하는 질문이라는 데에 대체로 동의하고 있다. 특히 과학 분야에서는 의미 있는 과학 학습을 촉진하는 질문, 다시 말해 과학 탐구 과정을 통해 답을 찾을 수 있는 질문이 좋은 질문이라는 점을 공통적으로 강조하고 있다.

한편, 이성혜 외(2023)는 기존의 질문 분류 프레임워크를 적용하기보다 귀납적 접근을 통해 보다 본질적으로 좋은 과학적 질문의 특성을 도출하고자 하였다. 이 연구에서는 자연과학 분야 전문가를 대상으로 학생들의 질문을 평가하고 우수한 질문을 선정한 후, 왜 그렇게 선정했는지 기술하도록 하였다. 이후 도출된 우수 질문의 특징을 타당화하기 위해 델파이 조사를 실시하여 각 특징에 대한 동의 정도를 분석하여 과학 분야 좋은 질문의 특징을 도출하였다. 이 연구에서 좋은 질문의 특징은 과학적 탐구를 요구하는 질문, 이해를 확장할 수 있는 질문, 대상에 대한 깊은 이해를 바탕으로 작성된 질문, 확장성이 높은 질문, 창의적 사고를 요구하는 질문, 명료하면서도 구체적으로 작성된 질문, 사회적 소통과 유용성이 있는 질문으로 나타났으며, 이 중에서도 전문가들이 가장 중요도가 높게 생각한 특징은 과학적 탐구를 요구하는 질문으로 나타났다. 이 연구에서 도출된 좋은 질문의 특성은 선행연구에서 강조된 인지과정과 과학적 탐구 가능성을 포함하였으며, 그 외 의사소통과 관련된 특성, 사회적 유용성 등을 추가적으로 제시하였다. 그러나 이 연구는 델파이 조사를 활용하여 자연과학 분야 전문가를 대상으로 좋은 질문의 특성에 대한 합의를 도출하였지만, 도출된 특성을 보다 객관적으로 분석하고 요약하여 타당성과 신뢰도를 높이는 것이 필요하다.

### 3. 교수자(전문가)와 학습자의 좋은 질문에 관한 인식

학습자는 질문을 통해 지식을 습득하는 과정에서 당연하게 여겨온 것들에 대해 새로운 시

각에서 탐구할 수 있으며, 이를 통해 학습 내용을 효과적으로 이해하고 학습에 대한 주의와 집중을 높일 수 있다. 또한, 질문을 활용하여 자신이 학습 내용을 제대로 이해했는지 점검하고, 이를 중요한 인지 전략으로 활용한다(양미경, 1992). 더 나아가, 질문은 학습 상황에서 교수자와 학습자 간, 또는 학습자들 간의 상호작용을 매개하는 중요한 역할을 수행한다. 이러한 질문은 단순히 학습 내용을 이해하기 위한 도구로 활용될 뿐 아니라, 질문과 그 해결 과정을 통해 자신의 인지 과정을 학습 내용과 연결시키는 역할을 함으로써 학습 과정에서 중요한 위치를 차지한다(류지현, 조형정, 윤수정, 2007; Rosenshine, Meister & Chapman, 1996). 이처럼 질문은 다양한 교수·학습 상황에서 교수자(전문가)와 학습자 모두에게 중요한 역할을 하지만, 지금까지의 연구는 주로 학습자의 사고 과정이나 인지 과정을 바탕으로 질문의 수준과 좋은 질문의 특성을 분류하는 데 집중해왔다. 반면, 교수자와 학습자가 직접적으로 인식하는 좋은 질문의 특성에 대한 연구는 드물다. 이는 교수자와 학습자가 경험적 관점에서 좋은 질문을 어떻게 이해하고 평가하는지에 대한 연구가 부족함을 의미한다.

김영민과 최진수(2019)는 대학생의 인식을 바탕으로 수업 상황에서 좋은 질문의 특성을 조사한 결과, 창의적이고 융합적이며 거시적이고 공감 가능한 질문이 좋은 질문으로 평가되었으며, 수업과의 관련성이 높고 구체적이며 명확한 질문 역시 학습 상황에서 적합한 좋은 질문으로 제시되었다. 반면, 단순한 답변을 요구하거나 추상적인 질문은 좋은 질문으로 간주되지 않았다. 그러나 이 연구 역시 학습자의 관점에서만 좋은 질문의 특성을 도출했다는 한계를 가지고 있다. 정은이(2011)는 교수자와 학습자의 학습 상황 및 학습 전략에 대한 인식 차이를 조사한 연구에서, 수업 중 질문하기와 같은 학습 관리 전략에 대해 교수자와 학습자 간 가장 큰 인식 차이가 나타났음을 보고하였다. 특히, 교수자는 수업 중 질문의 중요성을 더 높게 인식하는 경향을 보였으나, 두 집단 간 질문의 특성에 대한 구체적인 비교 연구는 이루어지지 않았다. 최근, 이성혜 외(2023)는 자연과학 분야 전공 교수자를 대상으로 델파이 조사를 통해 교수자가 인식하는 좋은 질문의 특성을 분석하였다. 본 연구는 이를 토대로 해당 특성을 타당화하고, 교수자의 인식에 기반하여 도출된 좋은 질문의 특성에 대해 학습자들은 어떻게 인식하는지를 확인하고자 한다.

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 대상

본 연구는 전문가 델파이를 통해 도출한 과학 분야 좋은 질문의 특성 항목들을 요인분석을 통해 요약·축소하여 핵심적인 개념 요인을 밝혀내기 위해 수행되었다. 이를 위해 A 과학기술 특성화대학에 재직 중인 교수를 대상으로 선행연구에서 도출된 26개 항목에 대한 동의 정도를 조사하는 설문조사를 실시하였다. 설문 조사에는 총 127명이 참여하였으며, 전공계열별로는 공학계열 71명(55.9%), 자연과학계열 33명(26%), 인문사회계열 23명(18.1%)이었으며, 교

육경력은 최소 2년부터 최대 40년까지로 나타났다. 본 연구의 참여자로 자연과학 및 공학 뿐만 아니라 인문사회계열 교수자들이 포함되어 있는데, 이들은 인문학, 경영학 등 인문사회계열에 속하긴 하나 이공계 분야 내에서 융복합 연구를 수행한다는 점에서 좋은 과학적 질문에 대해 다양한 관점의 의견을 반영할 수 있다는 점에서 연구 대상에 포함되었다. 교육경력 ‘10년 이하’와 ‘21년 이상 30년 이하’ 전문가는 각각 28명(22%)이었으며, ‘11년 이상 20년 이하’가 62명(48.8%)로 가장 많은 것으로 나타났다.

전문가 집단과 학습자 집단 간의 좋은 과학적 질문 특성에 대한 차이를 조사하기 위해, 초등학교 5학년부터 중학교 3학년까지의 학생 185명이 참여하였다. 이들은 K대학에서 운영하는 온라인 교육 프로그램에 참가한 학생들 중 자발적으로 설문에 응답한 학생들로 초등학생 115명(62.1%), 중학생 70명(38.9%)였다.

〈표 1〉 응답자 정보

구분		빈도 (명)	비율 (%)
교수자		127	
전공계열	공학	71	55.9
	자연과학	33	26.0
	인문사회	23	18.1
교육경력	10년 이하	28	22.0
	11년~20년	62	48.8
	21년~30년	28	22.0
	30년 초과	9	7.1
학습자		185	
학년	초등학생	115	62.1
	중학생	70	38.9

2. 자료 수집

본 연구에서는 이성혜 외(2023)의 연구에서 도출된 자연과학 분야 전문가 대상 텔파이 조사 결과를 수정·보완하여 설문지를 구성하였다. 설문 문항은 연구 참여자 3인이 교차 검토하여 응답자들이 문항을 명확히 이해할 수 있도록 수정하였으며, 최종적으로 <표 2>에 제시된 26개의 문항을 포함하였다. 각 문항은 5점 Likert 척도(1=전혀 동의하지 않는다, 2=동의하지 않는다, 3=보통이다, 4=동의한다, 5=매우 동의한다)를 사용하여 동의 정도를 평가하도록 구성하였다. 설문 조사는 온라인으로 3주간 진행되었다.



〈표 2〉 설문 문항

문항 번호 및 내용	
V1	현상에 대한 관찰과 정보, 사실을 토대로 작성된 질문
V2	질문 대상에 대한 배경 지식이나 사전 조사가 포함된 질문
V3	대상에 대한 이해를 바탕으로 도출된 질문
V4	현상을 이해하기 위한 질문
V5	질문을 통해 이해를 확장할 수 있는 질문
V6	과학적 탐구절차(실험, 데이터 수집 등)를 통해 해결할 수 있는 질문
V7	변인이 구체적이고 조작 가능한 가설을 포함한 질문
V8	잠재적 결과, 변화 또는 영향을 예측하는 질문
V9	답이 다양하게 도출될 수 있는 질문
V10	독창적이고 창의적인 사고를 요구하는 질문
V11	다양한 방향에서 논의가 진행될 수 있는 질문
V12	다양한 추가 질문을 유도하는 질문
V13	깊이 있는 사고를 요구하는 질문
V14	실생활의 문제를 바탕으로 해결을 요구하는 질문
V15	현재 상태를 개선하거나 확장할 수 있는 질문
V16	특정 현상에 대한 이해를 바탕으로 다른 상황에 응용하는 질문
V17	각기 다른 개념이나 분야를 연결·융합하는 질문
V18	명료하게 진술된 질문
V19	질문하고자 하는 문제를 명확히 정의한 질문
V20	질문의 의도(목적)가 분명하게 제시된 질문
V21	특정한 문제나 주제를 대상으로 구체적으로 제시된 질문
V22	다른 사람의 이해와 공감을 유발하는 질문
V23	다른 사람의 관점, 경험, 동기를 이해하고자 하는 질문
V24	많은 사람들이 궁금해하는 질문
V25	질문에 대한 아이디어나 결과가 영향력을 가질 수 있는 질문
V26	도덕적이고 윤리적인 방법을 통해 답을 해결할 수 있는 질문

### 3. 자료분석

26개 문항 반응들의 내적 구조를 탐색하기 위하여 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 실시하였다. 탐색적 요인분석을 통해 문항 간 상관행렬의 고유값(eigenvalue)을 기준으로 적절한 요인 수를 결정하였으며, 직각회전 방법(Varimax) 및 사각회전 방법(Promax)을 활용한 회전 결과의 요인부하량을 검토하여 요인 간 변별이 가장 명확하게 관찰되는 요인구조를 탐색하였다. 탐색적 요인분석 결과를 바탕으로 확인적 요인분석을 실시하여, 문항 반응들이 가정된 요인구조에 적합한지 검토하였다(Raykov & Marcoulides, 2010).

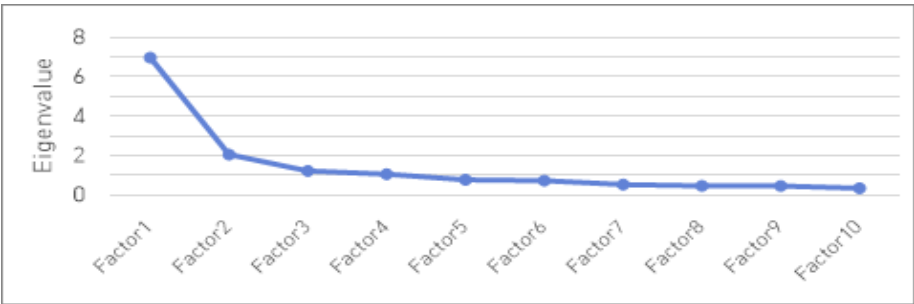
한편, 응답자 전공계열별로 좋은 질문에 대한 인식이 다른지를 확인하기 위하여 전공계열별 평균 점수 분포를 확인하고, 평균 차이를 검증하기 위하여 일원분산분석을 실시하였다. 또한, 전공계열별 사례 수 편차에 따른 통계적 검증의 민감도를 확인하기 위하여 비모수 기반의 일원분산분석 방법인 Kruskal-Wallis rank 검증(Kruskal & Wallis, 1952)을 실시하였다. 마지

막으로, 좋은 질문에 대한 교수자-학습자 간 인식 차이를 검증하기 위하여 독립표본 *t*-test를 실시하였다.

## IV. 연구 결과

### 1. 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 요인분석

요인의 수를 결정하기 위하여, 26개 문항 간 상관행렬의 고유값이 1개 요인부터 10개 요인까지의 요인 구조를 가정할 때 어떻게 변화하는지를 검토하였다(그림 1) 참고). 고유값 변화의 기울기가 완만해지는 시점은 3개 요인을 가정할 때였으나, 4개 요인을 가정할 때에도 고유값이 1 이상인 것으로 나타나, 최종적으로 4개 요인이 적합하다고 판단하였다.



[그림 1] 요인 개수에 따른 고유값 변화(스크리도표)

총 4개 요인을 가정하고 탐색적 요인분석을 실시한 결과, ‘현상을 이해하기 위한 질문(V4)’의 경우, 2개 요인 동시에 요인부하량이 .2-.3 수준으로 유사하게 나타났고, 문항의 내용상으로 의미가 모호하다고 판단하여 삭제하였다. 나머지 25개 문항으로 4개 요인을 가정하여 탐색적 요인분석을 실시하였으며, Varimax 및 Promax 회전 방법을 모두 적용하여 그 결과를 비교하였다. 회전 방법과 관계없이 요인구조는 동일하였으나, Promax 회전 결과에서 요인 간 변별 및 해석이 용이하게 나타났다. 최종적인 탐색적 요인분석 결과가 <표 3>에 제시되었다.

〈표 3〉 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 탐색적 요인분석 결과(Promax 회전)

문항 번호 및 내용	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Uniqueness
V5 질문을 통해 이해를 확장할 수 있는 질문	0.663	-0.009	-0.221	0.088	0.605
V9 답이 다양하게 도출될 수 있는 질문	0.466	0.350	-0.136	-0.092	0.597
V10 독창적이고 창의적인 사고를 요구하는 질문	0.524	0.240	-0.167	0.036	0.602
V11 다양한 방향에서 논의가 진행될 수 있는 질문	0.765	0.000	0.050	-0.054	0.406
V12 다양한 추가 질문을 유도하는 질문	0.594	0.196	-0.061	-0.042	0.546
V13 깊이 있는 사고를 요구하는 질문	0.487	-0.068	0.098	0.218	0.629
V16 특정 현상에 대한 이해를 바탕으로 다른 상황에 응용하는 질문	0.573	0.065	0.288	-0.100	0.462
V17 각기 다른 개념이나 분야를 연결·융합하는 질문	0.506	-0.022	0.235	-0.040	0.628
V14 실생활의 문제를 바탕으로 해결을 요구하는 질문	0.226	0.552	0.198	-0.221	0.484
V15 현재 상태를 개선하거나 확장할 수 있는 질문	0.348	0.471	0.060	0.015	0.453
V22 다른 사람의 이해와 공감을 유발하는 질문	0.004	0.709	0.109	0.015	0.421
V23 다른 사람의 관점, 경험, 동기를 이해하고자 하는 질문	0.091	0.714	0.050	-0.051	0.418
V24 많은 사람들이 궁금해하는 질문	-0.146	0.669	-0.027	0.040	0.616
V25 질문에 대한 아이디어나 결과가 영향력을 가질 수 있는 질문	0.132	0.452	-0.114	0.285	0.588
V26 도덕적이고 윤리적인 방법을 통해 답을 해결할 수 있는 질문	0.081	0.466	0.071	0.195	0.583
V1 현상에 대한 관찰과 정보, 사실을 토대로 작성된 질문	-0.177	0.191	0.708	-0.067	0.510
V2 질문 대상에 대한 배경 지식이나 사전 조사가 포함된 질문	-0.105	0.151	0.555	0.030	0.646
V3 대상에 대한 이해를 바탕으로 도출된 질문	0.077	0.067	0.378	0.190	0.685
V6 과학적 탐구절차(실험, 데이터 수집 등)를 통해 해결할 수 있는 질문	0.240	-0.103	0.595	0.062	0.491
V7 변인이 구체적이고 조작 가능한 가설을 포함한 질문	0.265	-0.194	0.388	0.108	0.710
V8 잠재적 결과, 변화 또는 영향을 예측하는 질문	0.139	0.062	0.332	-0.026	0.819
V18 명료하게 진술된 질문	0.056	-0.124	-0.012	0.825	0.361
V19 질문하고자 하는 문제를 명확히 정의한 질문	-0.060	-0.032	0.006	0.852	0.313
V20 질문의 의도(목적)가 분명하게 제시된 질문	-0.137	0.176	0.002	0.687	0.470
V21 특정한 문제나 주제를 대상으로 구체적으로 제시된 질문	0.017	0.103	0.373	0.406	0.484

첫 번째로 도출된 좋은 과학적 질문의 특성 요인(Factor 1)은 사고를 다양하게 확장할 수 있는 질문 혹은 다른 관점을 연결·융합함으로써 이해를 심화시키는 질문의 유형이었다. 주로 이성혜 외(2023)의 델파이 조사 연구에서 주로 ‘확장성이 높은 질문’, ‘창의적 사고를 요구하는 질문’, ‘다양한 사고와 논의를 통해 이해를 확장할 수 있는 질문’ 중 하나로 분류되었던 특성들이 포함되었으며, 이러한 질문의 특성을 ‘사고를 확장하고 융합하는 질문’으로 명명하였

다. 두 번째(Factor 2)로 도출된 좋은 질문의 특성 요인은 실제적인 문제의식을 바탕으로 한 질문, 사회적인 관심과 참여를 촉구하는 질문의 유형으로, 이러한 질문의 특성을 ‘사회적 유용성이 있는 질문’으로 명명하였다. 델파이 조사 연구에서는 대부분 ‘사회적 소통과 유용성이 있는 질문’으로 분류되었던 특성들이고, 일부 ‘다양한 사고와 논의를 통해 문제를 해결할 수 있는 질문’으로 분류된 특성들도 포함되었다. 세 번째(Factor 3)로 도출된 좋은 질문의 특성 요인은 질문 대상에 대한 사실이나 배경지식을 토대로 하는 질문, 인과관계 규명과 관련된 질문으로 과학적 탐구절차에서 강조되는 질문의 유형이었다. 델파이 조사 연구에서는 모두 ‘과학적 탐구를 요하는 질문’ 혹은 ‘대상에 대한 깊은 이해를 바탕으로 작성된 질문’으로 분류된 특성들에 해당한다. 이러한 질문을 ‘과학적 탐구 기반의 질문’이라고 명명하였다. 마지막으로 네 번째(Factor 4) 좋은 질문의 특성 요인은 질문의 배경이나 대상이 명확한 질문으로, 델파이 조사 연구에서 ‘명료하고 구체적으로 작성된 질문’으로 분류된 특성들이었으며, 요인명을 ‘명확하고 구체적인 질문’이라고 명명하였다.

위와 같은 요인구조를 반영하여 4개 요인 간 상관을 포함한 요인모형을 가정하여 확인적 요인분석을 실시하였다. 그 결과, 각 요인 내 문항들 간의 상관을 일부 허락한 후, 모형적합도 지수는 다음과 같이 양호하게 나타나, 4개 요인모형을 지지하였다:  $\chi^2=351.49$  ( $df=254$ ); CFI=.920; TLI=.906; SRMR=.067; RMSEA=.055(.040, .068).

다음으로, 각 요인별 점수 분포가 <표 4>에 제시되었다. 응답자들은 평균적으로 ‘F1 사고를 확장하고 융합하는 질문’을 가장 중요하게 인식한(평균 4.42점) 반면, ‘F2 사회적 유용성이 있는 질문’의 중요도(평균 3.78점)는 상대적으로 낮게 평가하였다. 요인 간 점수 상관을 살펴보면, ‘F1 사고를 확장하고 융합하는 질문’과 ‘F2 사회적 유용성이 있는 질문’의 상관이 .60으로 높게 나타나 ‘사고를 확장하고 융합하는 질문’이 중요하다고 생각할수록 ‘사회적 유용성이 있는 질문’을 중요하다고 인식하는 경향이 뚜렷하게 관찰되었다. 한편, ‘F1 사고를 확장하고 융합하는 질문’과 ‘F4 명확하고 구체적인 질문’ 간의 상관이 .30으로 가장 낮았다. 이와 같이 도출된 요인들 간 상관이 모두 보통 정도의 정적 상관을 보여, 좋은 과학적 질문의 특성들이 서로 독립적이기보다는 상호의존적인 특성임을 시사하였다.

〈표 4〉 좋은 과학적 질문의 특성 요인별 점수 분포(교수자)

요인명	평균	표준 편차	최소	최대	상관계수			
					F1	F2	F3	F4
F1 사고를 확장하고 융합하는 질문	4.42	0.52	2.50	5.00	1.00			
F2 사회적 유용성이 있는 질문	3.78	0.70	2.00	5.00	0.60	1.00		
F3 과학적 탐구 기반의 질문	3.98	0.60	2.00	5.00	0.44	0.45	1.00	
F4 명확하고 구체적인 질문	4.06	0.70	2.25	5.00	0.30	0.41	0.48	1.00

## 2. 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 교수자 학문계열별 인식 차이

교수자의 전공 계열(공학, 자연과학, 인문사회)에 따라 좋은 과학적 질문의 특성 요인에 대

한 평정이 다른지를 검토하였으며, 그 결과가 <표 5>에 제시되었다. 각 특성별 교수자 전체 평균 등 분포는 <표 4>에 제시된 바와 같다.

전체적으로 질문의 중요성에 대한 평정은 응답자의 전공계열과 관계없이 모두 4점 이상으로 높게 나타났다. ‘F1 사고를 확장하고 융합하는 질문’의 질문에 대해서는 전공계열과 관계없이 그 중요도가 가장 높게 평가되었다. ‘F2 사회적 유용성이 있는 질문’에 대한 중요도는 전반적으로 가장 낮게 평가되었다. 한편, ‘F4 명확하고 구체적인 질문’의 중요성은 자연과학 및 인문사회 분야 교수들과 비교하여 공학 분야 교수들에게서 상대적으로 높게 인식되었으나, 그 차이가 통계적으로 유의하지는 않았다. ‘F3 과학적 탐구 기반의 질문’에 대한 중요도에서도 전공분야에 따른 차이가 관찰되지 않았다.

<표 5> 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 학문계열별 인식 차이 검증(교수자)

요인명	평균 (표준편차)			ANOVA		Kruskal -Wallis	
	공학	자연 과학	인문 사회	F	p	$\chi^2$ (df)	p
F1 사고를 확장하고 융합하는 질문	4.41 (0.56)	4.45 (0.49)	4.42 (0.45)	0.06	0.94	0.17 (2)	0.92
F2 사회적 유용성이 있는 질문	3.74 (0.70)	3.89 (0.64)	3.76 (0.78)	0.53	0.59	0.94 (2)	0.62
F3 과학적 탐구 기반의 질문	3.98 (0.66)	3.92 (0.55)	4.04 (0.49)	0.24	0.79	0.71 (2)	0.70
F4 명확하고 구체적인 질문	4.16 (0.65)	3.91 (0.75)	4.00 (0.77)	1.56	0.21	2.78 (2)	0.25
전체	4.08 (0.48)	4.08 (0.49)	4.07 (0.48)	0.00	1.00	0.08 (2)	0.96

### 3. 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 교수자-학습자 인식 차이

좋은 과학적 질문의 특성에 대한 교수자들의 인식이 학습자들과 어떻게 다른지를 검토하였으며, 그 결과가 <표 6>에 제시되었다. 4개 모든 특성 요인과 25개 모든 문항에서 학습자들의 평균이 4점 이상으로 교수자보다 일관되게 높았다. 이는 전체적으로 학습자들이 질문의 특성에 관계없이 질문 자체에 대한 중요성이나 의미를 높게 평가한다는 것을 의미한다. 이는 교수자들이 ‘사고를 확장하고 융합하는 질문’과 ‘명확하고 구체적인 질문’의 중요성을 상대적으로 높게 평가한 것과는 차이가 있다.

먼저, ‘사고를 확장하고 융합하는 질문’에 대한 학습자들의 가치 인식은 교수자들과 차이가 없었으며, 문항별로 살펴보면 ‘답이 다양하게 도출될 수 있는 질문(V9)’을 제외하고는 차이가 없었다. 다만, ‘답이 다양하게 도출될 수 있는 질문’의 경우, 교수자들이 학습자보다 그 중요성을 평균적으로 낮게 평가하였다. 한편, ‘사회적 유용성이 있는 질문’과 ‘과학적 탐구 기반의

질문’, ‘명확하고 구체적인 질문’에 대해서 학습자들이 생각하는 중요도가 교수자들보다 일관되게 높았다.

〈표 6〉 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 교수자와 학습자 인식 차이 검증

요인명	교수자		학습자		t-검증	
	평균	표준편차	평균	표준편차	t값	p
F1 사고를 확장하고 융합하는 질문	4.42	0.52	4.43	0.69	0.05	.96
F2 사회적 유용성이 있는 질문	3.78	0.70	4.31	0.69	6.54	<.001
F3 과학적 탐구 기반의 질문	3.98	0.60	4.26	0.72	3.50	<.001
F4 명확하고 구체적인 질문	4.06	0.70	4.38	0.76	3.61	<.001

추가로, 학습자 학교급에 따라 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 인식이 다른지를 검토하였으며, 그 결과가 <표 7>에 제시되었다. 4개 모든 특성 요인에서 초등학생 평균이 중학생 평균보다 높은 경향을 보였으나, 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 초등학생과 중학생 모두 ‘사고를 확장하고 융합하는 질문’에 대한 중요성을 가장 높게 인식하였으나, 질문의 특성에 따른 차이가 크게 나타나지는 않았다.

〈표 7〉 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 학습자 학교급별 인식 차이 검증

요인명	초등학생		중학생		t-검증	
	평균	표준편차	평균	표준편차	t값	p
F1 사고를 확장하고 융합하는 질문	4.46	0.67	4.39	0.72	0.64	0.53
F2 사회적 유용성이 있는 질문	4.37	0.63	4.22	0.77	1.36	0.17
F3 과학적 탐구 기반의 질문	4.32	0.72	4.18	0.71	1.60	0.11
F4 명확하고 구체적인 질문	4.39	0.71	4.36	0.76	0.32	0.75

V. 결론 및 논의

본 연구는 좋은 과학적 질문의 특성에 대한 전문가들의 동의 정도를 바탕으로 좋은 과학적 질문의 핵심적인 요인을 도출하고, 도출된 특성 간 상호의존성을 탐색함으로써, 좋은 과학적 질문에 대한 개념모형을 개발하고자 하였다. 이를 위해 선행연구에서 도출된 질문의 특성에 대한 26개 항목을 요인분석을 통해 몇 가지 특성 요인들로 요약·축소하고, 도출된 요인들 간의 상관을 분석하였다. 또한 전공계열별 전문가 인식에 차이가 있는지 확인하였다. 이성혜 외 (2023)의 연구에서 좋은 질문의 특성은 과학적 탐구를 요구하는 질문, 이해를 확장할 수 있는 질문, 대상에 대한 깊은 이해를 바탕으로 작성된 질문, 확장성이 높은 질문, 창의적 사고를 요구하는 질문, 명료하면서도 구체적으로 작성된 질문, 사회적 소통과 유용성이 있는 질문 등 7가지로 나타났다. 이를 토대로 한 요인 분석 결과, 이러한 특성들이 네 가지로 요약되었으며, 각각 과학적 탐구 기반의 질문, 사고를 확장하고 융합하는 질문, 사회적 유용성이 있는 질문,

명확하고 구체적인 질문으로 명명되었다. 이를 각각 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 과학적 탐구 기반의 질문은 질문 대상에 대한 관찰이나 배경 지식을 토대로 한 질문, 탐구를 통해 해결할 수 있는 질문, 인과관계 규명과 관련된 질문 등으로, 과학 탐구에서 강조해 온 질문의 특징들이 포함되었다. 과학적 탐구 기반의 질문에는 이성혜 외(2023)의 텔파이 연구에서 분류한 과학적 탐구를 요구하는 질문과 대상에 대한 깊은 이해를 바탕으로 작성된 질문의 하위 특징들이 포함되었다. 과학적 탐구를 요구하는 질문은 선행연구에서도 전문가들이 좋은 질문의 특성으로 가장 동의한 특성으로, 과학 탐구를 강조하는 과학 교육의 맥락에서 특히 강조되어왔다. 연구자들은 이러한 질문을 연구 가능한 질문(researchable question), 탐구 가능한 질문(investigable question), 대답 가능한 질문(answerable question) 등으로 분류하였으며, 이러한 질문은 인과관계, 예측, 문제 해결 등 과학 탐구 또는 실험을 통해 답을 찾을 수 있는 질문, 변인이 구체적이고 조작할 수 있게 제시된 질문 등 탐구 과정을 통해 해결할 수 있는 질문을 의미한다(Chin & Kayalvizhi, 2002; Cuccio-Schirripa & Steiner, 2000; Lucas et al., 2005). 본 연구에서는 탐구 가능성에 더해 질문 대상에 대한 관찰, 사전 조사, 충분한 이해를 바탕으로 제시된 질문이 과학적 탐구 기반의 질문의 특성으로 포함되었다. Chin & Kayalvizhi(2002)는 책이나 인터넷을 통해 답을 얻을 수 있는 간단한 정보나 사실을 요구하는 질문을 탐구 불가능한 질문 또는 낮은 수준의 질문으로 구분하였다. 실제로 학생들은 잘 알지 못하는 내용에 대해서는 주로 확인 및 기본 지식에 관한 질문을 하고, 잘 아는 내용에 대해서는 보다 고차적인 질문을 하는 것으로 보고되고 있다(Scardamalia & Bereiter, 1992). 즉, 학생들이 좋은 질문을 하기 위해서는 해당 주제에 대한 충분한 이해가 수반되어야 한다는 것이다. 정리하면, 좋은 질문은 현상을 충분히 관찰, 조사하고도 해결되지 않는 질문으로, 현상에 대한 관찰과 정보, 지식 등을 토대로 과학적 탐구를 통해 해결할 수 있는 질문이라고 할 수 있다.

둘째, 사고를 확장하고 융합하는 질문은 이해를 확장하고, 창의적이며 깊이 있는 사고를 유도하며, 다양한 논의와 추가 질문을 촉진하고, 다른 관점을 연결하고 융합하는 유형의 질문이 포함된다. 이러한 질문은 기존 질문 분류의 프레임워크 안에서 상위 수준의 질문에 해당하며, 일반적으로 고차원적 사고를 요구하는 질문으로 볼 수 있다. 예를 들어, King(1994)의 연구에서는 지식의 통합을 요구하는 질문을 높은 수준의 질문으로 보았으며, Sadker와 Cooper(1974)는 평가, 비교, 문제 해결, 분석 질문을 높은 수준의 질문으로 간주하였다. 이 외에도 적용, 다른 개념과의 관계, 추가적인 개념 및 대안적 모델 탐색 등 사고의 확장이나 융합을 시도하는 질문이 높은 수준의 질문으로 분류된다(김성근 외, 1999; 배진호, 김정아, 2008; 정득실, 유은정, 2017; Choi et al., 2016). 사고를 확장하고 융합하는 질문 요인은 이러한 하위 특성들을 대부분 포괄하는 것으로 나타났다. 또한, Krawthwohl(2002)의 인지과정 수준에 따른 질문 수준 구분에서 '창조하기'와 관련된 질문을 가장 고수준의 질문으로 구분하였는데, 본 연구에서도 답이 다양하게 도출될 수 있는 질문, 독창적이고 창의적인 사고를 요구하는 질문과 같이 사고 과정과 사고 결과에서 창의성을 요구하는 질문의 특성이 포함되었다. Habig과 Gupta (2021)의 연구에서도 좋은 과학 분야의 질문의 특성으로 질문의 해결 과정이나 답이 정해져 있는 질문보다 다양한 해석이 가능한 질문을 좋은 질문이라고 강조하였다. 본 연구에 참여한 전문가들

은 전공 분야와 관계없이 사고를 확장하고 융합하는 질문을 가장 중요한 좋은 질문의 특성으로 인식하였다. 한편, Bilaoglu, Arnas 그리고 Yasar(2017)는 낮은 수준의 질문이라도 학습자의 회상(recall)을 자극하여, 질문을 하지 않는 것보다 학습자의 인지적 활동을 촉진할 수 있기 때문에 가치가 없는 것은 아니라고 주장한 바 있다.

셋째, 사회적 유용성이 있는 질문은 실생활의 문제를 기반으로 하여 제기된 질문과 다른 사람의 관심과 참여를 유도하는 질문을 포함한다. 도덕적, 윤리적으로 해결할 수 있는 질문도 이에 포함된다. 이러한 유형의 질문은 선행연구에서는 거의 언급되지 않았는데, 이는 대부분의 선행연구가 인지과정에 기초한 질문 분류를 사용했기 때문이다. 이러한 점에서 사회적 유용성이 있는 질문은 크게 두 가지 측면에서 좋은 질문의 특성에 대한 기존의 관점을 확장하고 있다. 먼저, ‘학습 내용 혹은 지식의 활용’을 고려한 질문이라는 점이다. ‘실생활의 문제’ 및 ‘현재 상태’와 관련된 질문들은 문제 해결 자체보다는 ‘문제 해결을 위한 지식의 활용’이나 ‘학습 내용을 실제적인 문제와 연결’하는 지향성을 내포한다. 또 하나는, ‘학습과 지식의 공동성’을 전제로 하는 질문이라는 점이다. 학습자 개인의 질문은 개인적인 궁금증과 이해를 넘어 ‘다른’, ‘많은’ 사람들의 것과 연결됨으로써 학습자 간 상호작용을 활성화할 수 있다. 이러한 관점에서 그룹 환경에서의 질문 생성은 질문을 개별적으로 생성하는 것보다 다양한 관점과 가능성에 대한 인식을 자극하고 비판적 사고력을 발달시켜 보다 높은 수준의 인지과정을 촉진한다고 보고되기도 하였다(Chin & Osborne, 2008). 다만, 사회적 유용성이 있는 질문에 포함된 특성들은 이성혜 외(2023)의 연구에서 전문가들의 동의가 상대적으로 낮았던 항목들로, 본 연구에서도 네 가지 질문 특성 요인 중 가장 중요도가 낮았다. 이는 전문가들이 과학적 사고와 고차원적 사고를 촉진하는 질문을 다른 특성들보다 더 중요하게 여긴다는 것을 시사한다.

넷째, 명확하고 구체적인 질문은 질문의 배경이나 대상이 명확한 질문을 의미한다. 이 역시 질문 수준 및 유형과 관련된 선행연구에서 거의 언급되지 않았지만, 이는 의사소통과 관련된 특성으로 볼 수 있다. 의사소통 능력은 모든 분야에서 필수적인 소양으로 강조되고 있으며, 과학 분야에서도 질문과 가설, 탐구 및 결과에 기반하여 다른 사람과 소통하는 것이 중요하기 때문에 의사소통 능력이 필수적이다(함은혜, 이윤희, 박소영, 박혜진, 이성혜, 2022; Chang et al., 2010; NRC, 2000). 본 연구에서 의사소통 능력 중에서도 특히 명료성과 구체성이 좋은 질문의 특성으로 포함되었는데, Habig과 Gupta (2021) 또한 좋은 과학 분야의 질문은 명확하고 이해하기 쉬워야 하며 너무 광범위하거나 모호한 질문 보다는 구체적인 질문이라고 한 바 있다.

이처럼 본 연구에서는 좋은 과학적 질문의 특성을 네 가지로 도출하였다. 중요도 인식을 살펴본 결과, ‘사고를 확장하고 융합하는 질문’이 가장 중요하게 인식되었으며, ‘명확하고 구체적인 질문’, ‘과학적 탐구 기반의 질문’, ‘사회적 유용성이 있는 질문’ 순으로 나타났다. 네 가지 질문의 특성들이 독립적이기보다는 상호의존적일 수 있음을 유념해야 한다. 전공 분야별 중요도 인식에는 차이가 나타나지 않았으며, 중요도 인식 순위도 전공 분야와 관계없이 유사했다. 다만, 본 연구에서 활용한 문항이 선행 연구에서 자연과학 전문가들로부터 도출된 목록이기 때문에 다른 분야에서 제시될 수 있는 추가적인 좋은 질문의 특성은 포함되지 않았을 수



있다. 그럼에도 불구하고, 자연계열뿐만 아니라 이공계열과 인문사회 계열 등 다양한 관점을 지닌 전문가들이 좋은 과학적 질문의 특성에 대체로 동의하고 있음을 확인한 점에서 본 연구는 의의를 가진다. 다만, 본 연구에 참여한 인문사회 계열 교수자들이 디지털 인문학, 기술경영학 등 이공계 대학의 맥락에서 융합 분야의 연구를 주로 수행한다는 점을 고려할 때, 일반적인 인문사회 계열의 교수자들이 질문에 대해 가지는 관점과는 차이가 있을 가능성이 있다. 따라서 이러한 점을 염두에 두고 연구 결과를 해석할 필요가 있다. 또한, 본 연구에서는 교수자들이 전공 분야에서 좋은 질문의 특성에 대해 응답했다기보다는 질문 교육의 맥락에서 좋은 질문의 특성에 대해 응답했음을 고려할 필요가 있다. 이는 전공 분야 간 차이가 나타나지 않은 결과를 설명하는 데 중요한 점으로, 교수자들이 학습자 질문의 특성을 학문적 맥락보다는 교수적(pedagogical) 가치에 초점을 맞추어 평가했을 가능성이 있음을 의미한다. 따라서 본 연구의 결과는 향후 학생들이 좋은 질문을 생성하도록 하는 교육 프로그램을 개발하고 적용하거나, 학생들의 질문을 분석하고 평가하는 데 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

한편, 학습자는 대체로 모든 요인과 문항에서 질문의 중요도를 높게 평가하는 경향을 보였다. 특히, ‘사고를 확장하고 융합하는 질문’은 교수자와 학습자 모두 공통적으로 가장 중요하게 인식한 요인으로, 이 요인에 대한 두 집단 간 인식 차이는 나타나지 않았다. ‘명확하고 구체적인 질문’, ‘과학적 탐구 기반의 질문’, ‘사회적 유용성이 있는 질문’과 같은 다른 요인들에서는 학습자들이 일관되게 교수자보다 유의미하게 중요도를 높게 인식했다. 이는 학습자들이 질문의 특성과 상관없이 질문 자체를 매우 중요하게 생각하며, 질문의 의미를 긍정적으로 평가하고 있음을 의미하는 것이다. 모든 특성에 대해 학습자가 교수자 보다 일관되게 중요도를 높게 인식한 것은 설문에 참여한 학생들이 온라인 교육 프로그램에 참여하면서 지속적으로 질문 활동이 장려되었기 때문일 수 있다. 학생들은 질문을 올리고 다른 학생들의 질문에 댓글을 다는 활동을 통해 질문의 중요성을 인식했으며, 이러한 결과가 전반적으로 모든 항목에 대해 긍정적으로 평정하는데 영향을 미쳤을 수 있다. 또한 본 연구에서는 교수자와 학습자가 동일한 설문에 참여하였는데, 교수자와 학생들이 문항을 동일한 방식으로 이해하지 않았을 가능성이 있다. 이 역시 학생들의 평정에 영향을 미쳤을 수 있으며, 후속 연구에서 심층 인터뷰를 통해 이를 확인하는 것이 필요하다.

한편, 학생들은 좋은 질문의 특성을 매우 중요하게 인식하고 있음에도 불구하고, 많은 선행 연구들이 보고하고 있듯이(김수란, 송인섭, 2014) 실제 질문 행동은 적극적으로 이루어지지 않는 상황이다. 이는 질문 교육에 있어 학생들이 질문을 주저하는 이유를 파악하고 질문을 촉진하기 위한 환경 및 전략을 지원하는 것이 중요함을 의미한다. 특히, 질문의 중요성에 대한 인식이 실제 질문 행동에 영향을 미치는 지를 살펴볼 수 있을 것이다. 서론에서 언급한 바와 같이 생성형 인공지능의 등장 등 점점 더 학생의 질문 역량이 강조되고 있는 상황에서 본 연구에서 도출된 좋은 질문의 특성뿐만 아니라 질문을 촉진할 수 있는 요인에 관한 다각적인 연구가 이루어져야 하며, 이러한 결과를 바탕으로 효과적인 교실 환경 조성 및 질문 교육 모델, 전략 등을 개발해야 할 것이다. 또한 학습자들이 생성하는 질문의 효과와 영향에 관해서는 비교적 최근에서야 연구가 이루어지고 있는데(김순근, 심승엽, 윤소영, 한기순, 2023), 이와 관련한

경험적 연구를 축적해나갈 필요가 있다.

이 연구에서는 이공계 중심 대학에 재직 중인 교수들의 응답에 기반하여 좋은 질문의 특성 요인을 도출하였으나, 그 요인 구조와 요인별 중요도는 초등학교 혹은 중·고등학교급 교수자들, 혹은 다른 대학의 계열이나 유형의 교수자들에게서 다르게 인식될 수 있다. 예를 들어, 아동·청소년기 학습자들은 인지와 사회성이 급격하게 발달하는 시기로, 대학 학습자와 비교하여 질문의 내용이나 형식이 다를 가능성이 높고, 질문의 가치 또한 교실 내에서 다르게 평가될 수 있다. 따라서 이 연구에서 도출된 좋은 질문의 특성에 대한 요인 구조가 다른 학교급이나 학교 유형에서도 동일한지 혹은 차별적인지를 검토할 필요가 있다.

또한, 이 연구에서 도출된 좋은 질문의 특성에 비추어, 실제 좋은 질문을 하는 학생들의 동기적, 인지적, 행동적 특성이 어떠한지에 대한 연구가 필요하다. 예를 들어, 좋은 질문을 많이 하는 학생들이 호기심이 높은지, 메타인지가 높은지, 분석적 사고가 우수한지 등에 대한 경험적 증거를 통해, 교수-학습의 맥락에서 질문하는 능력을 구성하는 동기적, 인지적, 행동적 요소를 구체화할 수 있을 것이다. 질문에 대한 학습자의 인식과 관련된 연구가 거의 없는 상황에서 본 연구에서 교수자와 학습자 간의 인식 차이에 대해 충분한 해석이 이루어지지 못한 한계가 있다. 이후 학습자의 관점에서 질문에 대한 다양한 연구를 통해 학생들의 질문 역량을 기르기 위한 교육적 시사점을 도출해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김성근, 여상인, 우규환 (1999). 과학 수업에서의 학생 질문에 대한 연구(II). **한국과학교육학회지**, 19(4), 560-569.
- 김수란, 송인섭 (2014). 대학 수업에서 학습자의 질문과정 및 질문저해요인과 문제해결력 간의 구조적 관계. **교육심리연구**, 28(2), 269-290.
- 김순근, 심승엽, 윤소영, 한기순 (2023). ChatGPT는 합의적 평정의 동료가 될 수 있는가?-질문 유형 분류에서 ChatGPT의 활용-. **영재교육연구**, 33(3), 273-290.
- 김영민, 최진수 (2022). 과학영재 대학생의 질문에 대한 인식 분석: KAIST 학부 재학생을 중심으로. **영재교육연구**, 32(3), 383-406.
- 김은영 (2018). 질문연습이 대학생의 내적 질문저해 요인과 학업성취에 미치는 영향. **교육방법연구**, 30(1), 55-72.
- 류지현, 조형정, 윤수정(2007). 학습자 질문 생성에 영향을 주는 요인탐색. **교육연구**, 30, 109-129.
- 문선도, 차시호 (2013). 질문생성교재·의미연결성·선행지식이 고등학생의 설명적 교재의 중심내용 이해에 미치는 효과. **교과교육학연구**, 17(4), 1033-1059.
- 박주영, 우정희 (2017). 학습자 질문중심 교수법의 효과: MOOC을 활용한 플립러닝 수업 기반. **학습자중심교과교육연구**, 17(11), 283-306.
- 방유경, 최혁준 (2016). 일반물리학 강좌에서 자기질문 전략이 대학생의 메타인지 능력에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구**, 16(12), 1047-1063.

- 배진호, 김정아 (2008). 고차적 질문 생성 전략이 초등 과학 수업에 미치는 효과. **생물교육**, 36(4), 555-565.
- 신명렬, 서혜애 (2021). 국립부산과학관 탐방학습에서 초등과학영재들이 선호하는 전시물과 질문 유형의 특징. **과학영재교육**, 13(3), 100-121.
- 안희정, 심재호, 양승원 (2019). 원자력 홍보관의 탐방체험 활동에서 중등 영재반 학생들이 생성한 질문 유형 분석. **교사교육연구**, 58(3), 363-374.
- 양미경 (1992). 질문에 대한 실증적 연구 방식의 비판. **교육학연구**, 30(1), 183-200.
- 이명숙, 조광희, 송진웅 (2004). 소집단 실험활동에서 나타난 중학생 질문-응답의 유형과 빈도. **한국과학교육학회지**, 24(2), 277-286.
- 이성혜, 박소영, 김범석 (2023). 과학 분야 좋은 질문의 특성에 관한 탐색적 연구. **영재교육연구**, 33(4), 477-501.
- 정득실, 유은정 (2017). 지구과학 천문 영역에서 과학영재들의 질문 유형 분석. **영재교육연구**, 27(2), 139-158.
- 정은이 (2011). 대학에서의 효과적인 학습 전략에 대한 교수와 학생의 인식 차이. **아시아교육연구**, 12(1), 1-19.
- 함은혜, 이유경, 박소영, 박혜진, 이성혜 (2022). 초등학교 과학 탐구과제 수행 특성 분석 및 채점기준 개발. **한국과학교육학회지**, 42(2), 239-252.
- Bangert-Drowns, R. L., Hurley, M. M., & Wilkinson, B. (2004). The effects of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: A meta-analysis. *Review of educational research*, 74(1), 29-58.
- Berkeley, S. (2007). *Reading comprehension strategy instruction and attribution retraining for secondary students with disabilities*. [Doctoral dissertation, George Mason University].
- Bilaloglu, R. G., Arnas, Y. A., & Yasar, M. (2017). Question types and wait-time during science related activities in Turkish preschools. *Teachers and Teaching*, 23(2), 211-226.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives*. NewYork, NY: David Mckay.
- Chang, H. P., Chen, C. C., Guo, G. J., Cheng, Y., Lin, C. Y., & Jen, T. H. (2011). The development of a competence scale for learning science: Inquiry and communication. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1213-1233.
- Chin, C., & Brown, D. C. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(2), 521-549.
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269-287.
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39.
- Choi, H., Lee, S., Chae, Y., & Park, H. (2016). Analysis of Differences in Academic Achievement based on the Level of Learner Questioning in an Online Inquiry Learning Environment.

- Educational Technology International*, 19(1), 93-122.
- Cuccio-Schirripa, S., & Steiner, H. E. (2000). Enhancement and analysis of science question level for middle school students. *Journal of Research in science Teaching*, 37(2), 210-224.
- Donovan, S., & Bransford, J. (2005). *How students learn*. Washington DC: National Academies Press.
- Dori, Y. J., & Herscovitz, O. (1999) Question-posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 411-430.
- Habig, B., & Gupta, P. (2021). Authentic STEM research, practices of science, and interest development in an informal science education program. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-18.
- Kaberman, Z., & Dori, Y. J. (2009). Metacognition in chemical education: Question posing in the case-based computerized learning environment. *Instructional Science*, 37(5), 403-436.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: Effects of teaching children How to question and how to explain. *American Educational Research Journal*, 31(2), 338-368.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's Taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583-621.
- Lucas, D., Broderick, N., Lehrer, R., & Bohanan, R. (2005). Making the grounds of scientific inquiry visible in the classroom. *Science Scope*, 29(3), 39-42.
- Markula, A., & Aksela, M. (2022). The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 2.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Offerdahl, E. G., & Montplaisir, L. (2014). Student-generated reading questions: Diagnosing student thinking with diverse formative assessments. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 42(1), 29-38.
- Raykov, T. & Marcoulides, G. (2010). *Introduction to Psychometric Theory*. NewYork, NY: Routledge.
- Rosenshine, B., Meister, C., & Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of the intervention studies. *Review of educational research*, 66(2), 181-221.
- Sadker, M., & Cooper, J. (1974). Increasing student high-order questions. *Elementary English*, 51, 502-507
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction*, 9(3), 177-199.
- Shavelson, R. J., & Towne, L. (2002). *Scientific research in education*. Washington DC: National Academy Press.

- Watts, M., Gould, G., & Alsop, S. (1997). Questions of understanding: Categorising pupils' questions inscience. *School Science Review*, 79(286), 57-63.
- White, R. T. & Gunstone R. F. (1992). *Probing understanding*. London, UK: Falmer
- Yu, F.Y. & Liu, Y.H. (2008). The comparative effects of student question-posing and question-answering strategies on promoting college students' academic achievement, cognitive and metacognitive strategies use. *Journal of Educational Psychology*, 31(3), 25-52.
- Yu, F. Y. (2009). Online student-generated questions: Learning process involved and its correlates with students' perceived value. In *American Educational Research Association (AERA)*.
- Zhang, Z., & Chen, X. (2024). An analysis of students' perceptions of teachers' questioning in secondary biology classrooms. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 6(1), 1-12.

= Abstract =

## Key Factors of Good Scientific Questions : Focusing on Instructor-Learner Perceptions

Sunghye Lee

*KAIST*

Beomseok Kim

*KAIST*

Eun Hye Ham

*Kongju National University*

As the use of generative artificial intelligence becomes more widespread, there is increasing interest in how to ask good questions and in teaching questioning skills, and this study sought to identify the characteristics of good questions, as opposed to previous studies that focused on the "level" of questions. In order to identify the 'key factors of good scientific questions' in the context of science education, we selected excellent student questions and collected the degree of agreement of science and technology university instructors to identify key factors that represent a list of characteristics of good questions. To this end, a survey was conducted among 127 professors at a university specializing in science and technology to investigate their level of agreement with 26 items derived from previous studies. The survey data were analyzed using exploratory and confirmatory factor analysis, and a one-way analysis of variance was conducted to test for differences in means across majors. The results of the study summarized the characteristics of good scientific questions into four factors. First, scientific inquiry-based questions are questions that can be solved through scientific inquiry and are based on scientific knowledge or experience. Second, questions that extend and converge thinking extend understanding and encourage creative and deeper thinking. Third, questions with social utility are based on real-world problems and engage others. Fourth, clarifying and specific questions are clear and specific about the context or target of the question. These four characteristics of questions may be interdependent, and no differences in perceived importance were found across disciplines. This study aims to contribute to clarifying the characteristics of good questions and to provide a theoretical and practical basis for guiding effective question generation in various questioning education contexts.

**Key Words:** Question Education, Learner-generated Questions, Scientific Questioning, Characteristics of Good Questions

1차 원고접수: 2024년 12월 04일

수정원고접수: 2024년 12월 28일

최종게재결정: 2024년 12월 29일