

과학영재의 자유탐구를 안내하는 연구단계별 질문목록 개발

정 용 욱	김 은 해	정 민 석	이 재 구
경기과학고	경기과학고	경기과학고	경기과학고

자유탐구는 영재학습자를 위한 대표적인 교수학습 방법 중 하나이다. 그러나 자유탐구는 매우 복합적인 학습과정이기 때문에 이를 성공적으로 수행하기 위해 영재들은 다양한 영역에 걸친 복합적인 역량들을 개발해야 한다. 본 연구는 과학영재들이 자유탐구를 통해 보다 전문가 수준에 가까운 연구역량을 키우고, 차별화된 산출물을 내놓는 과정에서 비계로 활용할 수 있도록 연구단계별 질문목록을 개발하였다. 이를 위해 연구방법론, 학술적 글쓰기, 탐구와 관련된 학습 연구 등 자유탐구와 관련된 수 있는 다양한 분야의 문헌들을 검토하였다. 이를 바탕으로 자유탐구를 인지적, 초인지적, 사회문화적 과정으로 규정하여 질문목록의 개발방향을 설정하였다. 이어서 자유탐구의 목표를 상세화한 후에 연구의 단계를 범주화하는 모형을 개발하고, 각 연구단계별로 탐구의 성공적인 수행에 도움이 되는 주요 질문들을 개발하였다. 끝으로 본 질문목록을 활용하여 영재 학생의 자유탐구를 지도할 때 유의할 점들을 논의하였다.

주제어: 자유탐구, 과학영재, 연구단계, 질문목록, 초인지

I. 서 론

자유탐구는 주제 선정, 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표 등 탐구의 전 단계에서 학생이 주도적으로 수행하는 탐구를 말한다(교육과학기술부, 2008). 자유탐구는 학교에서 학생들이 접하는 전형적인 탐구와 비교할 때 학생들의 선택에 대한 개방성이 높다는 점에서 개방적 탐구(김희경, 송진웅, 2004; 박재용, 이기영, 2012), 실제 과학자들의 연구와 닮아 있다는 점에서 참탐구(authentic inquiry)(Chinn & Malhotra, 2002)라 불리기도 한다. 본 연구에서는 기본적으로 ‘자유탐구’라는 용어를 사용하되, 맥락에 따라 ‘탐구’를 대신하여 ‘연구’라는 용어를 사용하기도 할 것이다.

자유탐구는 영재학생들을 위한 프로그램에서 대표적인 수업전략 중 하나이다(Johnsen & Gorce, 2010). 이를테면 과학고와 영재고를 중심으로 활성화된 R&E 프로그램은 자유탐구의

한 유형으로 볼 수 있다(김경대, 심재영, 2008; 강성주 외, 2009). 또한 여러 영재원이 자유탐구를 프로그램에 포함하고 있으며, 자유탐구를 근간으로 한 프로그램의 효과도 보고되고 있다(최승언, 김은숙, 전미란, 윤희원, 2012). 또한 학생들의 자유탐구의 성과를 겨루는 전국과학전람회, 휴먼테크 논문대상 등의 다양한 학생대상 자유탐구대회가 개최되고 있다.

자유탐구는 과학자라는 전문가 집단의 고유한 문화적 행동 양식인 과학연구를 본받으려는 활동으로 볼 수 있다. 과학연구를 수행하는 전문 과학자는 주로 대학원 연구실이라는 제도적 환경 속에서 지도교수와 일종의 도제(apprenticeship) 관계를 형성하면서 양성된다(Collins, 2006). 과학자는 학위 습득 후에도 전문분야에 대한 지속적인 연구를 통해 연구 전문성을 키워나간다. 그런데 이러한 연구 전문성은 교사들에게 일반적으로 요구되는 전문성과 반드시 일치하지는 않는다. 따라서 영재학생의 자유탐구를 지도하는 교사들에게 효과적인 지도방안에 대한 안내가 필요하다.

자유탐구는 매우 복합적인 학습 과정이고 학생들은 자유탐구 과정에서 많은 어려움을 겪는다는 것이 알려져 있다(임성만 외, 2010; 정우경 외, 2011; 변선미, 김현주, 2011). 특히 박재용과 이기영(2012)은 탐구 동기, 탐구 계획, 탐구 전략, 탐구 환경, 탐구 참여 등의 요인을 구분하여 자유탐구에 참여하는 학생의 어려움과 지도교사의 지도방안을 논의하였다. 그런데 이러한 연구들은 대부분 영재학생을 대상으로 한 연구가 아니기 때문에 영재교육에 직접 적용하는 데 제한이 있다.

한편 영재들의 자유탐구 수행의 신장방안과 관련하여서는 전체 탐구 수행 과정 대신에 문제 발견, 가설 설정 등 탐구의 특정한 단계에 초점을 맞춘 연구들이 발표된 바 있다(김순옥 외, 2011; 이해정, 심규철, 2011). 정현철, 채유정, 김경대(2012)는 과학과와 영재고에서 R&E 프로그램의 효과적인 운영방안을 모색하기도 하였다. 또한 김효준과 송진웅(2012)은 자유탐구의 수행과정에 대한 교사와 학생의 인식차이를 조사하였다. 그런데 영재학생이 수행하는 자유탐구의 복잡성을 고려할 때 여전히 관련 연구는 충분하지 못하다고 할 수 있다. 특히 영재학생의 자유탐구 전반에 대한 체계적인 안내 방안에 대한 논의는 거의 없는 실정이다.

이상과 같은 현실인식과 문제의식에서 본 연구는 영재학생들의 자유탐구 수행과 교사의 탐구지도도를 모두 안내하는 방안으로서 연구단계별 질문목록을 개발하였다. 이를 위해 자유탐구의 성격을 검토하여 질문목록의 개발 방향을 설정하고 자유탐구의 목표를 규정하였다. 또한 자유탐구의 단계를 범주화하는 모형을 개발하고, 각 단계별로 자유탐구의 수행에 도움이 되는 질문목록을 개발하였다. 끝으로 질문목록을 활용하여 자유탐구를 수행하거나 지도할 때 유의할 점들을 정리하였다.

II. 연구방법

본 연구의 질문목록의 개발을 위해 자연과학, 혹은 과학교육을 전공한 박사 4명이 참여하였다. 이들은 모두 영재고등학교에서 전체 학생들의 자유탐구 수행을 적어도 2년 동안 지도, 운영, 평가, 관리한 경험을 갖고 있었다. 개발자 중 한 명은 생물학 박사학위를 소유한 생물



[그림 1] 연구단계별 질문목록의 개발 과정에 대한 도식적 요약

교사로 과학고와 영재고에서 10년을 재직하고 최근 3년 동안 영재고에서 학생의 자유 탐구를 총괄 운영하였다. 개발자 중 두 명은 각각 생물학과 수학 박사이고, 나머지 한 명은 물리학과 물리교육학 모두에서 박사학위를 취득하였다. 이들 세 명은 최근 2년 동안 영재고에서 학생의 탐구를 직접 지도하고, R&E 연구와 졸업연구 등 영재고에서 수행되는 대부분의 자유탐구를 관리하고 평가하는 경험을 쌓았다. 이러한 개발자들의 경험 및 이에 대한 반성적 사고가 기본적으로 본 연구의 방향설정에 큰 역할을 하였다.

본 연구의 질문목록 개발 과정을 도식적으로 요약하면 [그림 1]과 같다. 우선 개발자들의 자유탐구에 대한 지도 및 평가 경험에 대한 반추와 학습자의 자유탐구 수행에 대한 선행연구 조사를 통하여 학생들이 자유탐구를 수행하면서 겪는 여러 어려움과 수행상의 문제점을 파악하였다(임성만 외, 2010; 정우경 외, 2011; 변선미, 김현주, 2011; 박재용, 이기영, 2012; 정현철 외, 2012; 김효준, 송진웅, 2012). 이러한 어려움을 해결하기 위한 기초 작업으로 자유탐구, 나아가 자유탐구의 모델이 되는 전문적 과학연구의 본질에 대한 여러 논의들을 조사하였다. 이 과정에서 자유탐구에 필요한 탐구 기능, 혹은 인지 기능에 대한 선행연구가 우선적으로 조사되었다(김미경, 오희균, 박종원, 1996; 우종옥, 김범기, 한안진, 허명, 1998; Kung, 2005; Etkina et al., 2006). 관련 선행연구에 대한 반성적 검토 과정에서 자유탐구의 효과적인 지도를 위해 연구의 사회문화적 관점, 초인지에 대한 숙고의 필요성이 부각되었고 인지적 도제, 초인지와 관련된 문헌들을 조사하였다(Collins, 2006; Sadler, Burgin, McKinney, & Ponjuan, 2010; Schraw, 1998; Schraw, Criooen, & Hartley, 2006). 이러한 일련의 문헌검토를 통해 자유탐구를 인지적, 초인지적, 사회문화적 과정으로 규정하고 질문목록의 개발 방향을 설정하였다. 그리고 자유탐구의 목표와 효과에 대한 선행연구를 검토하여 자유탐구의 목표를 규정하였다(Chinn & Malhotra, 2002; 김경대, 심재영, 2008; 정현철 외, 2012). 본격적인 질문목록 개발에 앞서 질문목록을 유목화할 연구단계를 구분하는 범주들을 개발하였다. 이 과정에서 연구의 단계 혹은 요소와 관련된 선행연구들에 대한 비판적 검토 후에 연구단계에 대한 모형을 개발하였다(우종옥 외, 1998; Etkina et al., 2006; 박재용, 이기영, 2012). 끝으로 개발자들의 연구지도 및 평가 경험과 문헌검토를 통하여 각 연구단계에 해당하는 질문들을 개발한 후 타당성 검토를 통해 최종 질문목록을 확정하였다(김미경 외, 1996; 신광문, 강영창, 이성복, 이재봉, 2011; 신형기 외, 2006; 우종옥 외, 1998; Booth, Colomb, & Williams, 2012; Etkina et al., 2006; Moriarty, 2008; Williams & Colomb, 2008).

질문목록의 개발과정이 [그림 1]의 도식에서 제시된 것과 같이 완전히 선형적인 과정은 아니었으며, 도식의 각 단계는 필요에 따라 다시 고려되기도 하였다. 이를테면 질문들을 개

발하면서, 자유탐구의 성격에 대해 다시 검토하거나 연구단계를 나누는 범주들을 수정하기도 하였으며, 이에 따라 질문의 수정 및 재배치가 이루어지기도 하였다.

개발자들은 질문목록의 타당성을 높이기 위해 다음의 과정을 거쳤다. 우선 개발과정에서 각 연구단계별로 질문들이 충분히 모이면 질문들을 나열한 후 중복된 내용을 묻는 질문이 없게 질문의 내용을 비교하고 수정하였다. 또한 보다 세밀한 질문들이 다른 질문의 하위 질문이 될 수 있는 경우에 질문을 위계화하였다. 이렇게 개발된 질문들을 최종 후보로 놓고 개발자들은 협의를 통해 개별 질문들이 영재학생의 자유탐구 수행에서 중요한 질문인지, 그리고 개별 질문이 적절한 상위범주에 속해 있는지를 판단함으로써 질문목록의 안면 타당도를 평가하였다. 네 명의 개발자의 협의 과정에서 특정 질문에 대해 한 명 이상에게 의의가 제기 되면, 추가 논의를 통해 질문의 표현을 수정하거나 목록에서 삭제함으로써 최종 질문목록을 확정하였다.

III. 연구결과

1. 자유탐구의 성격 규명 및 질문목록 개발 방향

타당성 높은 질문목록 개발을 위해 본 연구는 우선 문헌조사를 통해 자유탐구의 성격을 규명하고자 하였다. 이 과정에서 자유탐구를 인지적, 초인지적, 사회문화적 과정으로 규정하였고, 이를 바탕으로 질문목록의 개발 방향을 설정하였다.

가. 자유탐구의 성격 규명

전통적으로 과학교육계에서는 탐구를 일종의 인지적 과정으로 여기는 경향이 강하다. 이를테면 여러 연구가 탐구를 가능하게 하는 하위 인지 기능, 혹은 하위 인지요소를 분석하여 제시하였다 (김미경 외, 1996; 우종욱 외, 1998; Kung, 2005; Etkina et al., 2006). 이러한 하위 요소 구분은 탐구를 인지적 과정으로 보는 관점에 바탕을 둔 분석이라고 할 수 있다. 탐구의 하위요소에 대한 선행 학습은 자유탐구의 성공을 위한 전제조건이므로, 이러한 연구들은 자유탐구의 지도과정에서 큰 도움이 될 수 있다.

그러나 자유탐구를 인지적 과정으로 제한하는 것은 자유탐구의 지도과정에서 문제를 야기할 수 있다. 이를테면 탐구단계를 문제 인식/가설 설정/탐구 설계/탐구 수행/자료 해석/결론 도출로 나누는 도식을 교과서 등에서 쉽게 찾아볼 수 있는데, 탐구를 인지적 과정으로 제한하는 이러한 도식은 자유탐구과정에서 산출된 연구결과의 가치 판단이라는 자유탐구의 중요한 측면을 거의 고려하지 못한다는 제한점을 갖는다. 이러한 문제로 인해 자유탐구를 일종의 사회문화적 과정으로 볼 필요성이 제기된다.

과학자들의 전문적인 연구역량은 교과목의 형식적 학습보다는 상황학습(situated learning)을 통해 길러진다(Collins, 2006; Sadler et al., 2010). 초보과학자인 대학원 학생은 대학원 연구실이라는 제도적 환경 속에서 지도교수와 일종의 도제(apprenticeship) 관계를 형성함으로써 전문성을 갖춘 과학자로 양성되게 된다. 이 과정에서 초보과학자는 전문과학자의 방법론,

규준, 가치 등을 배우며 과학자로서의 정체성을 갖추게 된다. 한편으로 자유탐구의 매우 중요한 측면들인 연구의 가치평가, 연구의 보고, 연구 윤리, 동료학생 및 지도교사와의 협력적 관계 유지는 모두 사회문화적 성격을 갖는다. 이런 점에서 자유탐구를 사회문화적인 과정으로 보는 관점이 자유탐구의 효과적인 지도를 위해 필수적이라 할 수 있다.

한편으로 자유탐구의 성공적인 수행을 위해 영재학생은 자신의 현재의 수행을 검토하고 추후활동을 적절히 계획하고 진행해야 한다. 이런 점에서 자유탐구에서 자신의 활동에 대한 초인지(metacognition), 특히 계획, 관찰, 평가와 관련된 자기조절(self-regulation)은 매우 중요하다 (Schraw, 1998; Schraw et al., 2006). 이를테면 계획 단계에서 ‘나의 목표는 무엇인가?’, 관찰(monitring) 단계에서 ‘내 목표에 도달하고 있는가?’ 등의 질문은 자유탐구의 성공을 위해 매우 중요한 역할을 할 수 있다. 따라서 자유탐구를 일종의 초인지 과정으로 보는 관점도 효과적인 자유탐구의 지도를 위해 중요한 통찰을 제공할 수 있다.

나. 질문목록 개발의 방향

앞에서 논의한 바와 같이 자유탐구를 인지적, 초인지적, 사회문화적 과정으로 보는 각각의 관점들은 모두 자유탐구의 효과적인 지도를 위한 중요한 통찰을 제공할 수 있다. 자유탐구에 대한 이러한 성격 규정을 기반으로 하여 연구자들이 선정한 본 연구의 질문목록의 개발 방향은 다음과 같다.

첫째로, 질문목록은 학생들이 자유탐구에서 실제로 겪는 어려움을 반영하여 개발하여야 한다. 본 연구는 관련된 선행연구들뿐만 아니라 저자들이 학생들을 지도하면서 인식한 학생의 어려움도 반영하였다. 이를테면 연구보고과정의 어려움은 여러 선행연구에서 학생이 겪는 어려움 중 하나로 단순히 취급된 면이 없지 않다. 반면 본 연구에서는 연구보고과정이 학생이 어려움을 겪는 주요 과정 중 하나로 보고 질문목록을 개발하였다.

둘째로, 질문목록에서 질문을 단순히 나열하는 대신에 전체 질문들을 위계화하여 학생들의 질문목록에 대한 내면화를 돕도록 하였다. 이를 위해 질문뿐만 아니라 질문들을 묶는 범주들도 함께 개발하였다. 범주들을 개발할 때 연구의 보고를 염두에 두고 연구의 단계를 나누어서 학생들이 수행한 연구를 보고하는 과정에서 참고하기 쉽도록 하였다. 한편 학생들이 다양한 방식으로 빈번하게 범하는 실수와 관련된 중요 질문들에 대해서는 기본 질문에 하위 질문들을 추가하는 방식으로 질문들을 위계화하기도 하였다.

셋째로, 학생이 자유탐구를 위한 기능 요소를 이해했다는 전제 하에 주요 하위 기능 요소들을 자유탐구 과정에서 적절히 활용하는 데 도움이 되도록 질문목록을 개발하였다. 이를테면, 연구 설계 단계에서 변인통제와 같은 탐구의 하위 기능과 관련된 질문을 목록에 포함하였다. 이와 같이 학생들이 필요한 단계에서 적절한 탐구의 하위 요소를 고려할 수 있도록 질문들을 개발하였다.

넷째로, 질문목록은 학생들이 연구의 계획, 수행, 평가 과정에서 목표와 현재 상태 사이의 차이를 인식하게 하는 방식으로 학생의 초인지를 활성화하여 자율적 연구수행을 돕는 역할을 해야 한다. 초인지를 활용한 대부분의 선행연구에서 학습을 위해 활용되는 초인지 질문

들은 “나의 목표가 무엇인가?”와 같이 특정한 상황이 아닌 일반적 상황에 적용할 수 있는 질문들이다. 그런데 본 질문목록에서는 이러한 일반적 초인지 질문에 추가하여 특정한 연구단계에서만 사용할 수 있는 질문들을 다수 포함하였다. 이를테면 “제한된 시간과 여건에서 연구결과를 산출할 수 있는가?”와 같이 연구주제의 선정이라는 특정한 연구단계에서만 중요한 질문도 질문목록에 포함하였다.

다섯째로, 질문목록의 목적은 자유탐구를 진행하는 영재학생이 전문적인 과학연구라는 전문가 집단의 독특한 문화양식을 받아들일 수 있도록 돕는 것이다. 따라서 질문목록은 과학자 집단이 전문적인 연구 활동을 평가할 때 활용되는 질문들을 포함할 수 있다. 결과적으로 인지적 과정으로서의 연구에 대한 질문뿐 아니라 사회적 과정으로서의 연구와 관련된 질문들도 개발하였다. 이를테면 연구윤리와 관련하여 “연구발표에서 선행연구의 성과를 정당하게 존중하였는가?”와 같은 질문도 개발하였다.

여섯째로, 질문목록은 학생의 연구에서 비계(scaffolding)의 역할을 해야 한다. 자유탐구를 시작하는 초기 단계의 학생은 질문목록의 질문을 직접 보거나 혹은 교사의 질문을 받고 연구 진행 상황에 적용하여 연구를 진전시킬 수 있다. 연구가 진행되면서 학생의 연구 역량이 향상된다면, 학생은 질문목록의 질문들을 내면화하여 목록을 직접 확인하지 않고도 필요한 질문들을 자율적으로 활성화시키고 그것에 대한 답을 찾으면서 연구를 진행할 수 있게 된다. 또한 학생의 연구 역량이 향상될수록, 목록에 포함된 질문들 중에 더 많은 질문들에 대답할 수 있는 연구를 산출할 수 있게 된다.

일곱째로, 질문목록이 연구방법의 문제뿐 아니라, 연구 관리, 연구 보고 등 자유탐구의 전 과정에서 필요한 중요 질문들을 포함하도록 하였다. 저자들은 학생들이 산출한 다양한 연구 결과들을 평가하면서 학생들의 어려움이 연구 방법보다 연구의 보고와 관련된 것일 수도 있다는 것을 인식하게 되었다. 이를테면 학생은 대개는 포스터 발표 혹은 20분 미만의 구두발표를 통해 자신이 장기간 수행한 연구를 평가받아야 한다. 이런 상황에서 학생들이 무엇을 발표에 포함하거나 제외해야 하는지, 무엇을 강조해야 하는지를 결정하고, 전달하고자 하는 의도를 효과적으로 표현하는 것은 매우 어려운 과업이다. 이러한 문제는 연구방법과 별도로 다룰 필요가 충분하므로 본 질문목록에서는 연구의 보고와 관련된 질문들을 다수 포함하였다. 한편으로 영재학생이 자유탐구의 수행을 위해 가용할 수 있는 시간은 전문적인 연구자에 비해 매우 제한적이다. 이러한 상황에서 영재학생들이 효과적으로 연구의 진행을 관리할 수 있도록 돕는 질문들을 개발하였다.

2. 자유탐구의 목표 설정

질문목록은 자유탐구가 가져올 잠재적 효과를 달성하기 위한 일종의 수단이 될 수 있다. 따라서 질문목록이 효과적이라면, 목록의 개발에 앞서 자유탐구의 목표를 명확하게 규정할 필요가 있다. 이를 위해 자유탐구와 관련된 선행연구에서 규정된 자유탐구의 목표를 조사하였다. 선행 연구 중에서 정현철 외(2012), 김경대 외(2008)의 연구에서 특히 자유탐구의 목표에 대한 상세한 규정을 찾을 수 있었다. 먼저 정현철 외(2012)는 과학고 및 영재고의 R&E

<표 1> 영재학생이 수행하는 자유탐구의 목표

영재학생이 수행하는 자유탐구의 목표
1. 창의적 사고력의 증진
2. 과학적 탐구 능력의 증진
3. 연구 발표 역량의 증진
4. 자율적 연구 역량의 증진
5. 협력적 연구 역량의 증진
6. 연구 주제에 대한 전문 지식 습득
7. 연구 분야와 연구 활동에 대한 흥미 증진
8. 전문 과학 분야에 대한 연구 경험
9. 연구 활동의 본질에 대한 이해
10. 높은 수준의 연구 성과물 산출

운영 실태를 조사한 연구에서 R&E의 지도목표로 연구 설계과정의 교육, 자기주도적인 연구의 수행, 실제 연구자와 함께 하는 연구, 최신 이론 및 연구의 경험, 연구 능력의 숙달, 심화 지식의 습득, 가치 있는 연구 결과의 획득을 들었다. 한편으로 김경대와 심재영(2008)도 R&E 프로그램에 대한 연구에서 자유탐구의 목표로 전문적 과학지식 습득, 과학적 탐구방법 향상, 창의적 사고력 향상, 과학에 대한 흥미 증진, 과학자의 생활 자세 습득, 연구 활동에서 협력의 중요함에 대한 인식, 자기주도적 학습을 가정하였다. 이러한 선행연구의 논의들과 자유탐구에 대한 여러 관점에 대한 선행연구 검토, 그리고 연구자들의 자유탐구 지도경험을 토대로 본 연구에서는 자유탐구의 목표로 <표 1>의 10가지 항목을 설정하였다. 이러한 목표의 달성을 염두에 두고 개발된 것이 본 연구의 질문목록이다.

3. 자유탐구 단계를 구분하는 모형의 개발

질문목록이 학생들이 내면화할 수 있는 연구지침이 되려면, 목록이 단순한 질문들의 나열을 넘어서 연구의 과정을 적절히 담아내는 위계성을 가져야 한다. 따라서 질문들의 개발에 앞서 질문들을 묶을 수 있는 적절한 상위범주를 개발할 필요가 있다. 이미 여러 선행연구에서 자유탐구의 수행과 관련한 학생의 어려움을 범주화하여 제시하였다. 이들 선행연구를 종합하여 박재용과 이기영(2012)은 자유탐구에서 학생이 겪는 어려움을 탐구 동기, 탐구 계획, 탐구 수행 전략, 탐구 환경, 탐구 참여 등의 요인과 관련된 것으로 구분하였다. 그들은 각 요인별로 학생들이 어떤 어려움을 겪으며, 어떤 지도를 바라라는지도 정리하였다. 이러한 연구는 기본적으로 탐구를 구성하는 요인을 구분하는 것에서 출발한다. 그런데 실제 자유탐구의 수행에 도움을 주기 위해서는 이론적인 요인구분보다는 연구단계의 구분에 맞추어 질문목록을 작성하는 것이 효과적일 수 있다. 이러한 판단 하에 본 연구에서는 연구단계를 <표 2>와 같은 범주로 구분하는 모형을 개발하였다.

자유탐구 상황에서 학생이 고려해야 할 문제 중에는 연구를 진행하는 전 과정과 관련된 것들도 있는데 이러한 질문들이 속하는 대범주가 <표 2>의 ‘연구 관리’ 범주이다. 이 범주는

< 표 2 > 연구단계를 구분하는 모형

대범주	중범주
1. 연구 관리	1. 목표 설정 2. 시간 관리 3. 연구 기록 4. 효과적 협동 5. 연구 윤리
2. 연구 주제 선정	1. 연구의 진행가능성과 잠정적 가치평가 2. 참고문헌 검토
3. 연구 설계	1. 배경지식의 이해 2. 실험 설계
4. 자료의 획득, 분석 및 결론 도출	1. 실험 수행 및 기록 2. 실험 결과의 분석 3. 연구의 결론 도출
5. 연구 보고	1. 연구 계획서 작성 2. 연구 결과 보고서(학술 논문) 작성 3. 현장 발표(구두 및 포스터 발표) 4. 연구 보고의 수정

‘목표 설정’, ‘시간 관리’, ‘연구 기록’, ‘효과적 협동’, ‘연구 윤리’를 하위 범주로 갖는다. ‘목표 설정’ 범주는 자유탐구에서 학생이 설정하게 되는 목표와 목표에 도달하는 과정에 대한 질문들을 포함한다. 한편으로 자유탐구는 비교적 긴 기간 동안 이루어지므로 이 과정에서 시간을 적절히 관리하여 연구 수행에 반영하여야 한다. 이와 관련된 질문들이 ‘시간 관리’ 범주에 속한다. 한편 자유탐구 기간 동안 학생들은 일부 시간에만 연구를 진행하게 되므로 원활한 연구 진행을 위해 연구과정과 결과를 적절히 기록하여 이후의 연구에 활용할 수 있어야 한다. 이와 관련된 질문들은 ‘연구 기록’ 범주에 속한다. 한편으로 현대의 과학연구는 공동연구인 경우가 대부분이고, 자유탐구도 주로 공동연구의 형태로 진행되므로 다른 연구 참여 학생들 및 지도교사와의 효과적 협력과 관련된 ‘효과적 협동’이란 범주도 포함하였다. 한편 자유탐구에서 ‘연구윤리’와 관련된 다양한 문제들이 발생할 수 있다는 것이 저자들의 지도경험이므로, ‘연구윤리’를 범주에 포함하였다.

한편으로 연구 과정에서 고려해야 할 어떤 문제들은 특정한 연구단계에서만 중요하다. 따라서 질문목록의 개발 전에 연구과정에 대한 단계적 모형 개발이 필요하였다. 연구의 단계에 대한 전형적인 도식 중 하나는 문제 발견, 가설 설정, 자료의 수집, 자료의 평가로 연구를 구분하는 것이다. 한편으로 우종욱 외(1998)는 문제인식 및 가설설정, 탐구의 설계, 탐구의 수행, 자료의 해석, 결론 도출 및 평가로 연구를 구분하였다. 이러한 구분은 모두 인지적 과정으로서의 연구에 초점을 맞추기 때문에 연구 활동의 복잡성을 충분히 담아내지 못하며, 특히 연구의 보고 및 가치 평가라는 중요한 측면이 간과되는 면이 없지 않다는 문제가 있다. 이러한 문제 인식 하에 본 연구는 연구의 사회문화적 측면도 고려하여 연구의 단계를 구분하여 <표 2>와 같은 연구단계 구분 모형을 개발하였다. 우선 연구단계를 ‘연구 주제 선정’, ‘연구 설계’, ‘자료의 획득, 분석 및 결론 도출’, ‘연구 보고’로 나누고 각 단계를 다시 하위

범주로 나누었다. ‘연구 주제 선정’은 ‘연구의 진행가능성과 잠정적 가치 평가’와 ‘참고문헌 검토’를 하위 범주로 갖는다. 두 범주 모두 연구를 인지적 과정으로 보는 기존의 도식에는 포함되지 않는 새로운 범주이다. 한편 ‘연구 설계’ 범주는 연구를 위한 배경 지식의 학습과 관련되는 ‘배경지식의 이해’와 자료를 획득하는 방법을 구상하는 ‘실험설계’를 하위 범주로 갖는다. 한편 ‘자료의 획득, 분석, 및 결론 도출’ 범주는 ‘실험의 수행 및 기록’, ‘실험결과의 분석’, ‘연구의 결론 도출’을 하위 범주로 갖는다. 끝으로 ‘연구 보고’ 범주는 보고의 형식에 따라 ‘연구 계획서 작성’, ‘결과 보고서(학술 논문) 작성’, ‘현장발표(구두 및 포스터 발표)’를 하위범주로 갖는다. 한편 결과 보고 과정에서 받은 의견과 질문을 바탕으로 연구를 개선하는 것이 자유탐구의 교육적 효과를 높이는 데 중요하다는 판단에서 본 연구자들은 ‘연구보고의 수정’도 ‘연구 보고’의 하위 범주에 포함시켰다.

4. 연구단계별 질문목록의 개발

앞에서 제시한 연구단계의 각 중범주 별로 학생이 자유탐구 중에 연구 과정을 관리하는데 도움이 되는 질문들을 개발하였으며, 전체 질문목록은 부록에 제시하였다. 개발 과정에서 연구방법론과 학술적 글쓰기에 대한 문헌들을 주로 참고하였다(김미경 외, 1996; 신�광문 외, 2011; 신형기 외, 2006; 우종욱 외, 1998; Booth et al., 2012; Etkina et al., 2006; Moriarty, 2008; Williams & Colomb, 2008). 또한 자유탐구를 수행하며 겪는 학생의 어려움에 대한 선행연구와 저자들의 평가 경험에서 학생들이 연구보고 과정에서 빈번하게 저지르는 오류도 질문 개발과정에서 고려하였다.

질문을 세밀한 수준으로 구성하면 목록에 포함된 전체 질문의 수가 매우 많아질 수 있다. 이를테면 신�광문 외(2011)는 대학생들의 물리실험에서 측정 및 분석과 관련된 약 50여 개의 항목을 제시한 바 있다. 자유탐구의 전 과정에서 이들이 제시한 것과 같은 정도로 세밀한 질문들을 개발하게 되면 문항의 수가 지나치게 많아지는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 목록에 포함된 질문의 세밀함을 적당한 수준에서 조정하였다.

한편으로 학생들이 다양한 방식으로 빈번하게 실수하는 중요한 문제에 대해서는 보다 세밀한 질문이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 학생의 오류가 다양한 유형으로 빈번하게 발생하는 문제에 대해서는 하위 질문들을 포함하는 질문들을 개발하였다. 이를테면 ‘실험결과의 분석’과 관련하여 “변환된 자료에서 어떤 패턴을 찾을 수 있는가?”라는 질문이 목록에 포함되었다. 그런데 학생들이 얻은 자료의 질을 판단하기 위한 불확실도가 연구보고에서 제시되지 않은 경우가 많아서 평가자의 입장에서 연구의 타당성을 의심하게 되는 경우가 많다는 연구자의 경험을 반영하여 “측정오차 등의 불확실도를 고려한 후에도 패턴이 분명한가?”라는 하위질문도 목록에 포함하였다. 한편으로 많은 학생들이 자신의 연구 결과에서 중요한 패턴을 강조하지 못하고 연구에서 얻은 모든 결과를 보고서에서 나열하는 오류를 범한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 “특히 관심을 끄는 중요한 패턴은 무엇인가?”라는 하위질문도 목록에 포함하였다.

IV. 결론 및 논의

본 연구는 영재학생들이 자유탐구를 성공적으로 수행하고 자율적 연구역량을 키워나가는 과정에서 안내를 제공하기 위해 연구단계별 질문목록을 개발하였다. 이를 위해 우선 자유탐구를 인지적, 초인지적, 사회문화적 과정으로 규정하고, 자유탐구의 목표도 명료하게 제시하였다. 이어서 연구의 단계에 대한 구분모형을 제시한 후에 각 범주에 해당하는 질문목록을 개발하였다.

본 연구의 질문목록을 활용하여 자유탐구를 지도할 때 다음과 같은 점들에 주의할 필요가 있다. 첫째 자유탐구 과정에서 학생이 연구 관리, 연구방법론, 연구 보고 등 연구 전반에 대해 명시적인 지도를 받을 필요가 있다. 초보 자유탐구자에게 질문목록은 탐구 전반에 대한 일종의 낯선 지침서일 수 있다. 따라서 탐구의 본질, 연구 관리의 중요성, 연구의 각 단계의 목적과 학생연구자의 과업 등에 대해 학생이 충분한 안내를 제공받아야 질문목록이라는 지침서를 효과적으로 활용할 수 있다. 학생이 탐구 전반에 대해 적절한 이론적 이해를 성취한 후에 실제로 탐구를 수행할 때 일종의 실습지침서의 역할을 하는 것이 질문목록이다.

둘째 자유탐구를 수행하는 학생이 탐구과정에서 활용 가능성이 높은 기초탐구기능을 이해하는 것은 자유탐구가 성공할 수 있는 전제 조건이다. 질문목록은 기초탐구 기능을 숙지하고 있는 학생이 사용하도록 개발된 것이다. 그런데 학생이 자유탐구의 초기 단계에서 중요한 기초탐구기능을 모두 이해하고 있다는 보장이 없다. 따라서 자유탐구의 성공을 위해서는 최소한 초기단계에서 학생의 기초탐구기능에 대한 진단평가를 실시하여 그 결과를 이후의 연구지도에 반영할 필요가 있다.

셋째, 교사는 학생의 준비 정도에 따라 질문목록의 질문들을 선택하여 지도에 활용할 필요가 있다. 질문목록은 중요한 질문들을 포괄적으로 모아놓은 것으로 과학자의 전문 연구조차도 목록의 전체 질문에 근거 있게 대답하기 힘들다는 것이 개발자의 판단이다. 따라서 학생의 역량과 준비도가 부족할 때에는 질문목록 중에서 학생의 수준에 맞는 질문들을 위주로 지도에 활용할 필요가 있다. 이를테면 목록에서 ‘선행연구와 비교할 때 연구문제가 새롭고 참신한 것인가?’와 같은 선행연구와 관련된 질문에 대해 긍정적으로 대답할 수 있는 학생연구는 소수라는 것이 영재학교에서 학생의 자유탐구를 지도한 저자들의 경험이다. 그렇지만 과학전담회같은 전국단위 학생탐구 대회나 R&E 프로그램에서 좋은 연구로 평가받을 수 있는 수준의 연구를 이끌어내려면 이러한 질문에 대답할 수 있어야 한다는 판단에서 저자들은 선행연구 관련 질문을 목록에 포함시켰다. 그렇지만 선행연구와 관련된 질문, 혹은 학생의 수준을 넘어서는 다른 질문들은 학생의 자유탐구를 얼어붙게 할 수도 있기 때문에 지도교사는 학생의 준비도에 따라 개별 질문들을 지도과정에서 활용할지를 결정할 필요가 있다.

넷째 자유탐구는 학생의 입장에서 매우 복잡한 과업으로, 학생이 자신의 탐구를 스스로 점검하면서 탐구를 진행하는 것은 매우 힘들 수 있다. 이런 면에서 질문목록을 단순히 영재 학생에게 제시하여 자율적으로 탐구 진행에 활용하게 하는 것은 효과적이지 않을 수 있다. 대신에 지도교사가 직접 목록에 들어있는 중요한 질문들을 바탕으로 학생의 탐구를 점검하

여 지도에 반영하는 것이 보다 현실적인 지도방안이라 판단된다.

다섯째, 본 질문목록은 영재고등학교에서 1년이라는 비교적 긴 기간에 걸쳐 수행되는 학생의 자유탐구를 지도하는 맥락에서 개발된 것이다. 따라서 이와 다른 자유탐구의 맥락, 이를테면 보다 짧은 탐구기간, 혹은 중학생 영재들의 자유탐구에서 본 질문목록을 활용할 때에는 탐구의 상황에 맞는 주요 질문들을 목록에서 선별하여 활용할 필요가 있다. 더 나아가 다른 지도상황에 맞는 특화된 질문목록의 개발도 의미 있는 연구가 될 것이다.

참 고 문 헌

- 강성주, 김현주, 이길재, 권영식, 김명희, 김연숙, 김윤희, 신호심, 임희영, 하지희 (2009). R&E 프로그램에 대한 과학영재고등학생들의 인식 연구. **한국과학교육학회지**, 29(6), 626-638.
- 교육과학기술부 (2008). **중학교 교육과정 해설**. 교육과학기술부.
- 김경대, 심재영 (2008). R&E 프로그램을 체험한 과학영재들의 사사교육 프로그램 효과에 대한 인식: KAIST 신입생을 중심으로. **한국과학교육학회지**, 28(4), 282-290.
- 김미경, 오희균, 박종원 (1996). 물리 탐구 실험의 평가를 위한 도구의 개발과 분석. **한국과학교육학회지**, 16(1), 51-60.
- 김순옥, 김봉선, 서혜애, 김영민, 박종석 (2011). 문제발견 및 가설설정 능력 신장 과학영재 교육프로그램 개발: 멘텔의 과학적 사고과정 적용. **영재교육연구**, 21(4), 1033-1053.
- 김효준, 송진웅 (2012). 개방형 과학 탐구를 위한 효과적인 지도 전략의 탐색: 과학고등학교의 KYPT 문제 해결 사례를 중심으로. **한국과학교육학회지**, 32(10), 1489-1501.
- 김희경, 송진웅 (2004). 학생의 논변활동을 강조한 개방적 과학탐구활동 모형의 탐색. **한국과학교육학회지**, 24(6), 1216-1234.
- 박재용, 이기영 (2012). 요인 분석을 통한 개방적 탐구의 스캐폴딩 요소 및 기능 탐색. **한국과학교육학회지**, 32(7), 1204-1221.
- 변선미, 김현주 (2011). 자유 탐구 활동에 대한 중학생들의 인식 및 자유 탐구 활동이 중학생들의 과학 탐구능력에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 31(2), 210-224.
- 신광문, 강영창, 이성묵, 이재봉 (2011). 대학생들의 물리실험에서 측정 활동 분석틀 개발 및 적용. **한국과학교육학회지**, 31(1), 115-127.
- 신형기, 정희모, 이재성, 김성수, 박권수, 유현재, 한경희, 박진영, 김현주 (2006). **(모든 사람을 위한) 과학 글쓰기**. 서울: 사이언스 북스.
- 우종옥, 김범기, 한안진, 허명 (1998). 국가 수준의 과학탐구능력 평가체제 개발. **한국과학교육학회지**, 18(4), 617-626.
- 이혜정, 심규철 (2011). 중학교 과학 영재 학생들의 과학적 가설에 대한 이해. **영재교육연구** 21(1), 193-207.
- 임성만, 양일호, 김순미, 홍은주, 임재근 (2010). 초등 예비교사들이 자유 탐구 활동 중에

- 겪은 어려움 조사. **한국과학교육학회지**, 30(2), 291-313.
- 정우경, 이준기, 오상욱 (2011). 중학교 학생들의 자율 탐구활동 중 주제선정단계에서 나타난 어려움 조사. **한국과학교육학회지**, 31(8), 1199-1213.
- 정현철, 채유정, 김경대 (2012). 과학고 및 영재고 Research and Education(R&E) 운영 현황 및 실태 분석. **영재교육연구**, 22(3), 597-617.
- 최승언, 김은숙, 전미란, 유희원 (2012). 자율학습자 모형에 기반한 영재교육 프로그램에 대한 과학영재 학생들의 인식 연구. **영재교육연구**, 22(3), 575-596.
- Booth, W., Colomb, G., & Williams, J. (2012). 학술논문 작성법 [양기석, 신순옥, 역]. 서울: 나남. (원본출간년도: 2008).
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: a theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Collins, A. (2006). Cognitive Apprenticeship. In R. K. Sawyer (Eds.), *The Cambridge handbook of the learning science* (pp. 47-60). New York: Cambridge University Press.
- Etkina, E., Heuvelen, A. V., White-Brahmia, S., Brookes, D. T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., & Warren, A. (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2, 020103.
- Johnsen, S. K., & Goree, K. (2010). 영재학습자의 자율 연구 [전미란, 역]. 서울: 아카데미 프레스. (원본출간년도: 2005).
- Kung, R. L. (2005). Teaching the concepts of measurement: An example of a concept-based laboratory course. *American Journal of Physics*, 73(8), 771-777.
- Moriarty, M. F. (2008). 비판적 사고와 과학 글쓰기 [정희모, 김성수, 이재성, 역] 서울: 연세대학교 출판부. (원본출간년도: 1997).
- Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L., & Ponjuan, L. (2010). Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235-256.
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26, 113-125.
- Schraw, G., Criooen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in scieince education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111-139.
- Williams, J., & Colomb, G. (2008). 논증의 탄생 [윤영삼, 역] 서울: 홍문관. (원본출간년도: 2006).

= Abstract =

Development of a Question List in Accordance with Stage of Research, Which Guides Open Inquiry of Gifted Students in Science

Yong Wook Cheong

Gyeonggi Science High School for the Gifted

Eunhae Kim

Gyeonggi Science High School for the Gifted

Minseok Jung

Gyeonggi Science High School for the Gifted

Jaikoo Lee

Gyeonggi Science High School for the Gifted

The open inquiry is one of the representative learning approaches for gifted students. However, a gifted student should develop various complicated competencies to succeed in the open inquiry because of its complexity. This study develops a question list in accordance with each stage of inquiry so that the list could provide scaffolding in the process of open inquiry and students develop near-professional competencies and produce distinguished outcomes. For the purpose, we have reviewed various literatures related to research methodologies, academic writings, and learning of inquiry. Based on the review, we identified the open inquiry as cognitive, metacognitive, and sociocultural processes and set up the direction of the development of the question list. We also have elaborated the goals of the open inquiry, provided a model of the stage of inquiry, and developed the guiding question list belonging to each stage. As a discussion, we provided several noteworthy issues in the situation of when the list is used in the teaching of the open inquiry for the gifted.

Key Words: Open inquiry, Gifted student in science, Stage of Inquiry, Question List, Metacognition

1차 원고접수: 2014년 1월 16일
수정원고접수: 2014년 2월 24일
최종게재결정: 2014년 2월 24일

<부록> 연구단계별 질문목록

	<p>1. 어떤 연구가 좋은 연구인가? 2. 연구를 하면서 달성하고자 하는 목표가 무엇인가? 2.1. 목표가 달성 가능한 현실적인 목표인가? 3. 목표를 이루는 과정에서 나는 지금 어디쯤에 있는가? 4. 목표를 달성하기 위해 어떤 노력이 필요한가?</p>
연구 관리	<p>1. 현재 연구진행에서 제일 시급한 과제는 무엇인가? 2. 현재 연구진행에서 제일 중요한 과제는 무엇인가? 3. 시간제한을 염두에 두고 전체 연구를 진행하고 있는가? 3.1. 연구와 관련된 주요 마감일은 언제인가? 3.2. 연구의 단계별로 어느 정도의 시간이 필요한가? 3.3. (재료 구입이나 실험의뢰 등의 문제로) 어느 정도의 준비기간을 거쳐야 실험을 수행할 수 있는가? 3.4. (반복측정도 고려하여) 설계된 실험의 수행을 위해 얼마만큼의 직접적 시간투자가 필요한가? 3.5. 자료의 변환 및 분석을 위해 어느 정도의 시간이 필요한가? 3.6. 재실험 등 예상하지 못한 문제가 발생하였을 때 여분의 시간을 얼마나 확보할 수 있는가? 3.7. 연구계획서를 작성하기 위해 어느 정도의 시간이 필요한가? 3.8. 연구보고서를 작성하기 위해 어느 정도의 시간이 필요한가? 3.9. 포스터 혹은 구두 발표를 준비하기 위해 어느 정도의 시간이 필요한가? 4. 연구 참여자의 역할을 합리적으로 분담하여 연구의 효율을 높이고 있는가?</p>
연구 관리	<p>1. 지난 연구의 진행 경과를 알기 쉽도록 체계적으로 연구를 기록하는가? 1.1. 연구 주제 선정, 연구 설계, 실험 수행, 자료 분석 과정을 체계적으로 기록하여 정리하는가? 1.2. 연구의 보고와 관련된 기록을 체계적으로 정리하는가? 2. 연구와 관련된 참고자료를 체계적으로 정리하는가?</p>
효과적 협동	<p>1. 연구와 관련하여 구성원들과 의견을 활발하게 교환하는가? 1.1. 의견 교환과정에서 다른 연구자의 의견을 존중하는가? 1.2. 다른 의견에 대해 합리적으로 비판하는가? 2. 연구의 공동참여자로서 합리적으로 역할을 분담하였는가? 3. 연구에서 자신이 맡은 역할을 성실히 수행하였는가? 4. 다른 연구 참여자의 역할 수행에 도움을 주려고 노력하는가? 5. 연구의 공동참여자로서 연구의 진행 및 발표의 전 과정에서 충실히 참여하였는가?</p>
연구 윤리	<p>1. 연구자로서 정직하게 연구를 발표하였는가? 1.1. 자료를 조작하거나 왜곡하여 제시하지 않았는가? 1.2. 기존의 자료를 표현이나 내용을 왜곡하여 인용하지 않았는가? 2. 연구발표에서 선행연구의 성과를 정당하게 존중하였는가? 2.1. 선행연구의 아이디어를 인용할 때 출처를 밝히고 인용표시를 바르게 하였는가? 2.2. 선행연구를 충분히 조사한 후에 본인의 연구의 가치를 규정했는가? 3. 연구 발표과정에서 연구에 정당하게 기여한 참여자를 있는 그대로 밝혔는가? 3.1. 정당한 기여 없이 발표자에 포함된 사람이 있는가? 3.2. 연구에 기여한 참여자의 이름이 누락되지 않았는가?</p>

연구 주제 선정	연구의 진행 가능성과 잠정적 가치 평가	<p>(진행가능성)</p> <ol style="list-style-type: none"> 연구 주제가 연구자에게 흥미로운 것인가? 제한된 시간과 여건에서 본인들의 힘으로 연구결과를 산출할 수 있는가? <ol style="list-style-type: none"> 외부의 어떤 정당한 도움이 필요한가? 연구가 의도한 대로 진행되지 않을 때 연구 방향을 부분적으로 수정하는 것이 가능한가? <p>(잠정적 가치평가)</p> <ol style="list-style-type: none"> 연구문제를 구체적으로 정리할 수 있는가? 연구문제가 평가자(청중)의 관심을 모을 수 있는 것인가? <ol style="list-style-type: none"> 예상 연구결과가 어떤 응용가능성을 갖는가? 선행연구와 비교할 때 연구문제가 새롭고 참신한 것인가?
	참고문헌 검토	<ol style="list-style-type: none"> 참고문헌을 충분히 검색하였는가? <ol style="list-style-type: none"> 검색을 위해 가능한 모든 방법을 사용하였는가? 별도의 노력과 비용을 들여서 구하고 싶은 참고문헌이 있는가? 필요한 참고문헌들을 충분히 검토했는가? <ol style="list-style-type: none"> 연구와 관련이 깊은 중요한 문헌들을 상세히 검토했는가? 관련된 주요 선행연구의 결과는 무엇인가? 관련된 주요 선행연구의 의의와 가치는 무엇인가? 관련된 주요 선행연구의 한계나 제한점은 무엇인가? 본인들의 연구는 선행연구와 어떻게 다른가? 영어 논문과 자료도 충분히 검토했는가?
연구 설계	배경지식의 이해	<ol style="list-style-type: none"> 연구와 관련된 배경지식을 학습하기 위해 어떤 참고문헌들을 검토해야 하는가? 연구와 관련된 주요 이론적 개념을 충분히 이해하였는가? <ol style="list-style-type: none"> 연구와 관련된 주요 이론적 개념 중 고려하지 않은 것은 없는가? 주요 이론적 개념을 연구 진행이 가능한 수준으로 이해하고 있는가?
	실험 설계	<ol style="list-style-type: none"> 연구와 관련된 변인들은 무엇인가? <ol style="list-style-type: none"> 연구와 관련되는 주요 변인들을 모두 고려하였는가? 관련 변인들 중 독립변인과 종속변인은 각각 무엇인가? 배경 이론과 관련하여 어떤 변인을 측정해야 하는가? 변인들의 측정에 필요한 장비 및 프로그램들은 무엇인가? <ol style="list-style-type: none"> 계획한 장비를 사용하는 것이 현실적으로 가능한가? 실험을 할 때 주의할 점이 무엇인가? <ol style="list-style-type: none"> 변인 통제를 어떻게 할 것인가? 몇 번의 반복측정이 필요한가? 주의해서 기록해야 할 실험 조건은 무엇인가? 측정 자료의 분석을 위해 어떤 프로그램을 사용할 것인가? 연구 문제에 대한 답을 얻는데 적합하도록 실험이 설계되었는가?
자료의 획득, 분석 및 결론 도출	실험 수행 및 기록	<ol style="list-style-type: none"> 실험을 언제 수행하는 것이 적합한가? <ol style="list-style-type: none"> 실험을 위해 어떤 준비가 필요한가? 전체 실험 수행에 얼마의 시간이 필요한가? 사용하는 장비 및 프로그램의 사용법을 충분히 익힌 후 실험을 진행하였는가? 안전한 실험을 위해 어떤 조치가 필요한가? 실험 결과는 어떻게 기록하여 정리할 것인가? 주의할 점을 염두에 두고 실험을 진행하였나? (실험 설계 관련 질문 참고) 실험 중에 예상하지 못한 문제가 발생하였을 때 어떻게 해결하고 기록하였는가?

자료의 획득, 분석 및 결론 도출	실험 결과의 분석	<ol style="list-style-type: none"> 1. 자료를 어떤 방식으로 변환할 것인가? 2. 변환된 자료에서 어떤 패턴을 찾을 수 있는가? <ol style="list-style-type: none"> 2.1. 측정오차 등의 불확실도를 고려한 후에도 패턴이 분명한가? 2.2. 특히 관심을 끄는 중요한 패턴은 무엇인가? 3. 주요 실험 결과를 설명하는 타당한 해석 혹은 이론적 설명을 제시할 수 있는가? <ol style="list-style-type: none"> 3.1. 제시한 해석(설명)이 실험 결과를 설득력 있게 설명하는가? 3.2. 제시한 해석(설명)이 자료의 어떤 패턴을 얼마나 잘 설명하는가? 3.3. 제시한 해석으로 설명되지 않는 주요 실험결과는 없는가? 3.4. 제시한 해석이 관련된 다른 연구의 주장과 불일치하는 부분은 없는가? 3.5. 실험결과에 대한 다른 방식의 해석의 가능성이 없는가? 3.6. 다른 방식의 해석과 비교할 때 자료의 어떤 패턴이 제시한 해석을 지지하는가? 3.7. 다른 방식의 해석도 가능하다면, 어떤 추가연구로 제시한 해석의 타당성을 확인할 수 있는가? 3.8. (질문 3.7과 관련하여) 추가연구를 주어진 여건에서 수행할 수 있는가? 4. 제시한 해석(설명)의 예측과 실제 실험결과의 차이를 유발하는 요인들은 무엇인가? <ol style="list-style-type: none"> 4.1. 어떤 요인이 얼마만큼의 차이를 유발하는가?
	연구의 결론 도출	<ol style="list-style-type: none"> 1. 몇 문장 이내로 요약된 연구결과는 무엇인가? 2. 연구결과는 향후에 어떻게 응용될 수 있는가? 3. 수행한 연구의 제한점이나 한계는 무엇인가? 4. 수행한 연구와 관련하여 앞으로 어떤 추가 연구가 필요한가? 5. 연구문제, 연구방법, 연구결과를 종합할 때, 진행한 연구가 어떤 의의와 가치를 갖는가? <ol style="list-style-type: none"> 5.1. 진행한 연구가 선행연구와 어떻게 다른가?
연구 보고	연구계획서 작성	<p>목표 설정, 시간 관리, 효과적 협동, 연구의 진행가능성과 잠정적 가치평가, 참고문헌 검토, 배경지식의 이해, 실험 설계에 대한 질문목록을 참고하여 작성함.</p>
	연구결과 보고서 (학술 논문) 작성	<p>목표 설정, 시간 관리, 효과적 협동, 연구의 진행가능성과 잠정적 가치평가, 참고문헌 검토, 배경지식의 이해, 실험 설계, 실험 수행 및 기록, 실험 결과의 분석, 연구의 결론 도출에 대한 질문목록과 함께 다음 질문들을 추가로 참고함.</p> <p>(연구 보고서의 전체 구조)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구보고서가 형식에 맞게 작성되었는가? 2. 실험결과와 이에 대한 해석(혹은 추론)을 구분하여 논의를 전개했는가? 3. 연구보고서에서 연구문제에 대한 대답이 분명하게 제시되었는가? <p>(제목 및 초록)</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. 선정된 연구 제목이 연구의 내용과 의의를 가장 잘 대표하는가? <ol style="list-style-type: none"> 4.1. 제목이 연구의 내용에 비해 거창하지 않은가? 5. 초록이 연구의 목표, 방법, 결과, 의의를 잘 담아내고 있는가? 6. 제목과 초록이 연구의 주요 키워드를 적절히 포함하고 있는가? <p>(서론)</p> <p>연구의 진행가능성과 잠정적 가치평가, 참고문헌 검토, 배경지식의 이해와 관련한 질문목록 참고.</p>

<p style="text-align: center;">연구결과 보고서 (학술 논문) 작성</p> <p style="text-align: center;">연구 보고</p>	<p>7. 연구 현황이 적절히 조사되어 제시됐는가?</p> <p>8. 연구의 필요성(학문적, 사회적, 교육적)이 잘 제시되어 있는가?</p> <p>9. 연구목적이 잘 규정되었는가?</p> <p>10. 연구문제가 구체적이고 분명하게 제시되어 있는가?</p> <p style="padding-left: 20px;">10.1. 자신의 연구가 선행연구와 비교할 때 어떻게 다르며, 어떤 의미를 지니는지를 잘 설명했는가?</p> <p>11. 연구를 이해하기 위해 필요한 배경지식이 적절하게 서술되었는가?</p> <p>(재료 및 방법) 실험 설계, 실험 수행 및 기록과 관련한 질문목록 참고.</p> <p>12. 연구방법에서 연구에서 조사한 독립, 종속 변인들이 제시되고, 이러한 변인이 조사된 이유를 설명하였는가?</p> <p>13. 연구 재료의 선정 및 실험 준비과정이 적절히 기술되었는가?</p> <p>14. 실험 과정이 주의 깊게 제시되었는가?</p> <p style="padding-left: 20px;">14.1. 다른 연구자가 실험을 재현할 수 있을 정도로 실험과정이 상세히 제시되었는가?</p> <p style="padding-left: 20px;">14.2. 사용한 실험 장비, 실험과정에서 주의를 요하는 점, 실험 조건이 주의 깊게 제시되었는가?</p> <p>15. 자료의 기록 및 분석에 사용한 프로그램이 제시되었는가?</p> <p>16. (필요한 경우) 실험의 수행과 관련된 윤리문제를 언급하였는가?</p> <p>(연구 결과) 실험 결과의 분석 관련 질문목록 참고</p> <p>17. 자료를 적절히 제시하였는가?</p> <p style="padding-left: 20px;">17.1. 자료들의 유효숫자와 단위를 적절히 기입하였는가?</p> <p>18. 표와 그래프 등의 시각자료를 적절히 활용하였는가?</p> <p style="padding-left: 20px;">18.1. 표나 그래프를 통한 실험결과의 보고가 필요한가?</p> <p style="padding-left: 20px;">18.2. 어떤 형태의 표나 그래프를 선택하여 자료를 제시할 것인가?</p> <p style="padding-left: 20px;">18.3. 표와 그래프의 위치와 제목이 적절한가?</p> <p style="padding-left: 20px;">18.4. 표와 그래프에서 자료의 단위가 적절히 표현되었는가?</p> <p style="padding-left: 20px;">18.5. 그래프의 축이 무엇을 의미하는지를 표시하였는가?</p> <p style="padding-left: 20px;">18.6. 표와 그래프의 주요결과에 대해 본문에서 문장으로 진술하였는가?</p> <p>(결론 및 토의) 연구의 결론 도출과 관련한 질문목록 참고.</p> <p>(참고문헌)</p> <p>19. 중요한 참고문헌을 모두 제시했는가?</p> <p>20. 보고서가 요구하는 형식에 맞게 참고문헌을 제시했는가?</p>
	<p style="text-align: center;">현장 발표 -구두 및 포스터 발표</p>

연구 보고	현장 발표 -구두 및 포스터 발표	<p>5. 발표에서 연구의 어떤 점이 강조되어야 하는가?</p> <p>(발표자료 작성 및 검토 단계)</p> <p>7. 발표를 통해 제시하려는 정보의 양이 적절한가? 7.1. 슬라이드의 수는 적절한가? 7.2. 한 슬라이드에 담긴 정보의 양이 적절한가?</p> <p>8. 슬라이드(포스터)가 알아보기 쉽게 작성되었는가?</p> <p>9. 발표 자료에서 연구의 필요성, 연구문제, 연구방법, 연구결과가 유기적으로 조직되어 있는가?</p> <p>10. 중요 정보가 슬라이드(포스터)에서 강조되어 있는가?</p> <p>11. 적절한 시각자료를 활용하였는가? 11.1. 그림, 표, 애니메이션 등을 적절히 활용되었는가?</p> <p>12. 참고문헌이 적절히 소개되었는가?</p> <p>(발표진행 관련)</p> <p>13. 발표 자료를 만든 후에 시나리오를 만들고 발표연습을 하였는가? 13.1. 제한된 시간에 발표를 끝마칠 수 있는가? 13.2. 슬라이드를 넘길 때 매끄럽게 전환할 수 있는가? 13.3. (포스터 발표의 경우) 연구에 대한 간단한 요약설명을 준비하였는가?</p> <p>14. 예상되는 반응과 질문은 무엇인가? 14.1. 예상 질문들에 대한 대답이 준비되었는가? 14.2. 청중의 다양한 질문이나 조언에 어떻게 대응해야 하는가? (적절한 지적, 오해에서 비롯한 지적, 의미를 파악하기 힘든 지적 등에 대해 각각 어떻게 대응해야 하는가?)</p> <p>15. 청중의 질문과 조언을 기록하여 이후의 연구 보완에 이용할 방법을 마련하였는가?</p> <p>16. 연구와 관련하여 어떤 추가 자료를 배부할 것인가?</p>
	연구 보고의 수정	<p>1. 연구발표과정에서 연구에 대해 어떤 지적이나 질문을 받았는가?</p> <p>2. 평가자의 지적과 질문 중에 연구의 보완을 위해 특히 중요한 것은 무엇인가?</p> <p>3. 제기된 문제에 대해 어떤 방향으로 해결할 것인가? 3.1. (심사 후에 수정이 필요할 때) 심사에 대한 답변에서 제기된 주요 문제점에 대한 연구의 수정사항을 분명하게 제시하였는가?</p>