



한국의 과학교육 종합 지표 개발 연구

홍옥수¹, 김도경¹, 고수영¹, 강다연^{2*}
¹한국과학창의재단, ²서울대학교

The Development of 'Korea's Science Education Indicators'

Oksu Hong¹, Dokyeong Kim¹, Sooyung Koh¹, Da Yeon Kang^{2*}

¹Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity, ²Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 22 November 2021

Received in revised form

7 December 2021

Accepted 13 December 2021

Keywords:

science education, indicator development, elementary and secondary education, education policy, policy monitoring

ABSTRACT

The importance of science education for cultivating the competencies required by an intelligent information society is gradually being strengthened. The government's roles and responsibilities for science education are stipulated by laws and policies in Korea. In order to systematically support science education, continuous monitoring of related policies is essential. This study aims to develop indicators that can be used to systematically and continuously monitor the national policies on science education in Korea. To achieve this goal, we first derive the framework for the indicators that has two dimensions (learner and science education context) and three categories (input, process, and outcome) from literature reviews. In order to derive the components and subcomponents of the indicators, the contents of science education-related indicators developed in Korea or abroad were reviewed. In order to verify the suitability and validity of the framework and components of the initial indicators, a two-round Delphi method was conducted with 25 expert participants with five different professions in science education. Finally, three components of the 'input' category (student characteristics, teacher characteristics, and educational infrastructure), three components of the 'process' category (science curriculum implementation, science educational contents and programs implementation, and teacher professional development program implementation), and five components of the 'outcome' category (science competency, participation and action, affective achievement, cognitive achievement, and satisfaction) were derived. An instrument to collect data from students, teachers, and institutions was developed based on the components and subcomponents, and content validity and internal consistency of the instrument were analyzed. Korea's Science Education Indicators developed in this study can comprehensively measure the current status of science education and is expected to contribute to a more efficient and effective science education policy planning and implementation.

1. 서론

4차 산업혁명 시대는 지능정보기술을 기반으로 매우 빠르게 변화하는 사회로 분석적 사고, 능동학습, 복잡한 문제해결력, 비판적 사고, 창의성과 같은 역량의 중요성이 강조되고 있으며(WEF, 2020), 과학적 사고와 이해에 대한 요구가 커지면서 모두를 위한 과학교육이 강화되어야 한다는 주장이 제기되고 있다(NASEM, 2021). 우리나라는 「교육기본법」 제22조¹⁾ 및 2018년부터 시행된 「과학·수학·정보 교육 진흥법」에서 과학교육에 대한 국가의 역할 및 책무성을 강조하고 있으며, 이를 위해 과학교육 종합계획을 수립 및 추진하여 국가 수준에서 과학교육 진흥을 위해 노력하고 있다. 교육부가 2020년에 발표한 '제 4차 과학교육 종합계획('20~'24)'은 지능정보사회의 소양을 갖추고 세계를 선도하는 인재 양성을 위하여 '기초를 다지고, 첨단을 누리고, 미래를 이끄는 과학교육'을 목표로 제시하였으며, 이를 달성하기 위해 학생의 배움이 신나는 과학교육 강화, 과학교사의 성장과 도전 지원, 지능형 과학교육 환경 조성, 첨단과학기술 활용 과학수업 강화, 과학교육 협력체계 구축 및 공감과 소통의 과학문화 형성을

위한 다양한 정책을 추진 중에 있다(KOFAC, 2021; MOE, 2020).

미래 인재를 양성하기 위해 과학교육을 체계적이고 효율적으로 지원하기 위해서는 관련 정책에 대한 지속적인 모니터링이 중요하며(NASEM, 2021; UNESCO, 2005), 이를 위해 과학교육의 현황을 종합적으로 진단·점검하기 위한 지표 개발이 필요하다. 교육 지표는 교육 체제의 결과를 평가하거나 교육 체제의 핵심적인 양상을 기술해 주며, 교육 정책 결정을 위한 유용한 정보를 제공해주고, 일반인의 교육 체제에 대한 이해를 도와주는 하나의 통계치라 할 수 있다(Kang *et al.*, 1988). 또한 교육 지표는 국가가 지향하는 교육의 지향점이 어느 상태에 도달했는지를 평가하고, 교육이 실현되는 학교교육체제의 결과와 투입 및 과정의 실상을 보여주어, 교육의 현 주소 및 향후 나아갈 방향에 관한 정확한 정보를 제공하는 표식의 역할을 하기도 한다(Lee & Jung, 2006). 교육 지표를 통해 교육의 현황과 지향점을 종합적으로 이해하기 위해서는 투입, 과정, 결과의 전 과정을 거시적으로 파악하는 것이 필요하며, 학습자와 맥락을 고려하여 지표의 체계를 개발하여야 한다(Godin & Gingras, 2000; UNESCO, 2005).

국내에서 개발된 많은 교육 지표들은 피교육자를 포함한 인적·물

본 논문은 2020~2021년 교육부의 재원으로 한국과학창의재단이 수행한 '과학교육 종합 지표 개발 연구'(Hong *et al.*, 2021)에서 발췌 정리하였음

* 교신저자 : 강다연 (dayeon.kang.9@gmail.com)

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2021.41.6.471

적 투입이 교육체제의 과정을 통하여 교육의 결과인 유형·무형의 산출을 낳는다는 관점의 체제분석적 접근 모형에 따라 개발되었다. 대표적으로 ‘배경-투입-과정-산출’ 모형으로 개발된 청소년개발지표(Kim et al., 2004)와 ‘배경-투입-산출’ 모형으로 개발된 특수교육지표(Kim et al., 2002)가 있으며, ‘투입-과정-산출’의 체제분석적 접근 모형에 따라 개인 수준, 학교수준, 교육청 수준으로 구별하여 개발된 진로교육지표(Lee & Jung, 2006)도 있다.

한편, 우리나라 과학교육의 현황과 수준을 분석하기 위해 다양한 도구들이 개발되어 활용되고 있다. 대표적으로 한국과학창의재단은 과학 긍정경험 지표(Shin et al., 2016), 과학과 교육과정 현장적용 실태조사(Kwak et al., 2019), 미래세대 과학교육표준 현장점검 지표(Song et al., 2019) 등을 개발하여 활용하고 있으며, 한국교육과정평가원은 국가 수준 학업성취도 평가를 매년 실시한다(Koo et al., 2021). 또한 국제학업성취도 평가라 할 수 있는 PISA와 TIMSS의 결과를 활용하면 우리나라 학습자의 과학소양 및 성취도와 태도의 특징을 이해할 수 있다(OECD, 2019; Sang et al., 2020; Shin et al., 2016). 그러나 각각의 조사가 개별적으로 실시되고 있어 우리나라 과학교육의 현황 및 성과 등을 종합적으로 파악하기에는 한계가 있다. 또한 성취 수준, 만족도, 역량 등 학습자 개인 차원에 초점이 맞춰져 있어 교육 체제의 전 과정을 거시적으로 파악하기는 어렵다.

이에 본 연구는 우리나라 과학교육의 현황을 매년 종합적으로 진단·점검하고 분석하는 데 활용하기 위한 ‘과학교육 종합 지표(Korea’s Science Education Indicators)’를 개발하여 과학교육 정책의 성과를 지속적이고 체계적으로 모니터링 할 수 있는 기반을 조성하고자 하였다. 이때, 과학교육의 현황과 지향점을 종합적으로 이해하기 위해 투입, 과정, 결과를 종합적으로 분석할 수 있는 체제분석적 접근 모형을 채택하였으며, ‘학습자’와 ‘과학교육 맥락’을 종합적으로 반영하여 지표를 개발하고자 하였다.

II. 연구의 방법

‘과학교육 종합 지표’ 개발을 위한 연구의 과정이 Figure 1에 제시되어 있다. 먼저 국내외 과학교육 관련 지표의 영역, 내용, 문항 등을 검토·분석하여 과학교육 종합 지표 체제의 초안을 구성하였다. 이후 내용타당도 분석을 위해 과학교육 전문가, 초·중·고 현장 과학교사, 시도교육청 담당자, 유관기관 및 과학기술계 전문가를 대상으로 2차례의 델파이 조사를 실시하였다. 이를 통해 과학교육 종합 지표의 체제를 확정하였으며, 조사도구를 개발하여 학생 및 교사를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사를 통해 수집한 데이터를 분석하여 내용타당도와 신뢰도 검증을 통해 조사도구를 확정하였으며, ‘과학교육 종합 지표’ 활용방안에 대해 제안하였다.

1. 문헌연구

과학교육 종합 지표에 적합한 범주와 내용을 도출하기 위해 그간 목적과 용도에 따라 다양하게 개발되어 온 과학교육 관련 지표들을 Table 1과 같이 수집하여 분석하였다. 각 지표의 영역과 내용을 참고

1) 제22조(과학·기술교육) 국가와 지방자치단체는 과학·기술교육을 진흥하기 위하여 필요한 시책을 수립·실시하여야 한다.

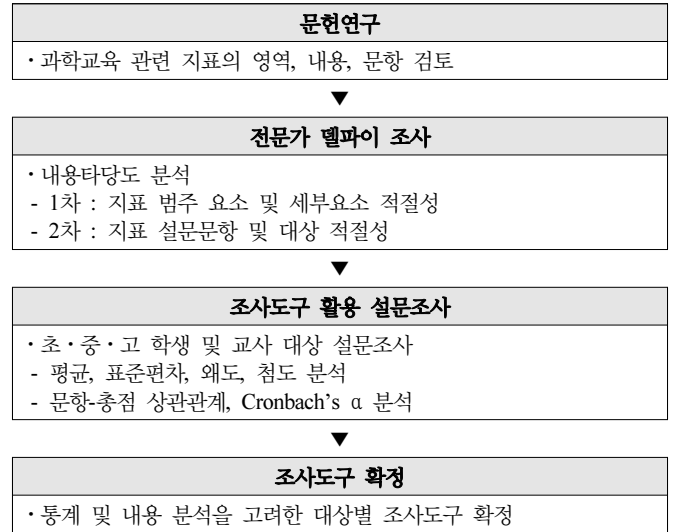


Figure 1. Process of developing the ‘Korea’s Science Education Indicators’

하여 ‘투입’(학생 특성, 교사 특성, 교육 인프라), ‘과정’(과학 교육과정 운영, 과학 콘텐츠 보급 및 프로그램 운영, 교사 전문성 신장 프로그램 운영), ‘결과’(과학 역량, 참여와 실천, 정의적 성취, 인지적 성취, 만족도)의 범주로 구성된 과학교육 종합 지표의 체제 초안을 도출하였다.

2. 전문가 델파이 조사

문헌연구를 바탕으로 도출한 과학교육 종합 지표 체제의 적합성과 타당성을 검증하기 위해 과학교육 연구, 초·중등 현장교육, 과학교육정책, 교육과정, 과학기술 분야에서 5년 이상 경력이 있는 전문가 25인을 대상으로 총 2회에 걸친 델파이 조사를 실시하였다. 1차 조사에서는 지표의 범주별 요소 및 세부 요소의 타당도를 Likert 5점 척도(1점: 매우 부적합, 5점: 매우 적합)를 이용하여 조사하였으며, 평균(Mean), 표준편차(Standard Deviation: SD), 내용타당도 비율(Content Validity Ratio: CVR)을 중심으로 분석하였다. 또한 추가하거나 수정해야 하는 요소에 대한 개방형 설문도 실시하였다. 2차 조사에서는 1차 조사 결과를 반영한 수정된 지표 체제에 대해 세부요소별 설문문항의 타당도를 Likert 5점 척도(1점: 매우 부적합, 5점: 매우 적합)를 이용하여 조사하였으며, 평균(Mean), 표준편차(SD), 내용타당도 비율(CVR)을 중심으로 분석하였다. 또한 설문조사를 실시하기에 적합한 대상 및 설문 주기에 대한 조사를 실시하였으며, 추가하거나 수정해야 하는 문항에 대한 개방형 설문도 실시하였다. 최종 산출된 CVR 값에 대해서는 Ayre & Scally(2014)가 제안한 정확 이항 확률표를 참고하였으며, 응답한 전문가의 수 25인을 기준으로 최소 18인의 전문가가 적합하다고 동의한 지표 중 CVR 임계값이 0.44 이상인 경우 적합한 것으로 판단하였다.

3. 조사도구 활용 설문조사

전문가 델파이 조사를 통해 도출한 과학교육 종합 지표 설문의 문항양호도 및 신뢰도를 검증하기 위해 학생 및 교사를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 2020년 12월, 전국 초·중·고

Table 1. Characteristics of extant indicators related to science education

| 지표명 (조사기관) | 목적 | 영역 | 내용 | 대상 | 주기 |
|--------------------------------------|--|---------------------------|---|----------------------------|----|
| 과학 긍정경험 지표 (KOFAC) | · 과학 및 과학학습에 관련된 학생들의 정 의적 영역에 긍정적인 영향을 미치는 경 험 조사 | 정의적 성취 | 과학적 탐구력, 과학적 사고력 의사소통과 협업 능력 과학관련 진로포부, 과학관련 태도 | 학생 (초, 중, 고) | 매년 |
| 과학과 교육과정 현장적용 실태조사 (KOFAC) | · 2015 개정 과학과 교육과정의 운영 실태 및 효과를 분석하는 조사 | 인식 배경 변인 | 과학 수업에 대한 인식, 과학과 교육과정에 대한 인식, 수업 방법 및 평가에 대한 영향 통합단원 관련 인식 교사공동체 관련 인식 희망진로, 전공, 경력 | 학생, 교사 | 매년 |
| 미래세대 과학교육표준 현장점검 지표 (KOFAC) | · 미래세대 과학교육표준에서 제시된 ‘역 량’, ‘참여와 실천’ 차원과 ‘교육환경’에 대한 진단·점검 | 역량 인식 참여와 실천 인식 | 과학적 탐구력, 과학적 사고력, 의사소통 과 협업 능력, 정보처리와 의사결정 능력, 초연결사회 대응과 평생학습 능력 과학 공동체 활동, 과학리더십 발휘, 안전사회 기여, 과학문화 향유, 지속가능사회 기여 | 학생 (초4, 중2, 고1), 교사 | 매년 |
| 국가수준 학업성취도 평가 (KICE) | · 국가에서 정한 교육과정에 근거해 학생들 의 교육목표 달성 정도를 평가 | 성취수준 관련 변인 | 학업 성취도 가정환경 및 일상생활, 학교생활, 진로 성숙도, IT 활동, 학습전략 교과기반 정의적 영역, 원격수업 | 학생 (중3, 고2) | 매년 |
| PISA (OECD) | · 국가별 과학소양 추이 파악, 교육맥락변 인의 특성 및 영향력 분석 | 인지적 영역 비인지적 영역 | 맥락, 지식, 역량, 인지적 요구, 태도 과학에 대한 자기효능감, 과학 학습에 대 한 동기 | 학생(만 15세), 교사, 학교 | 3년 |
| TIMSS (IAEEA) | · 국가별 성취도, 학생의 과학에 대한 참여 및 태도, 교육환경 등 측정 | 성취수준 태도 | 내용영역, 인지영역 교과에 대한 자신감, 교과 학습에 대한 흥미, 교과에 대한 가치 인식 | 학생(초4, 중2), 학부모(초4), 교사 | 4년 |

Table 2. Distribution of participants in the survey using the 'Korea's Science Education Indicators'

| 구분 | 조사내용 | 구분 | 응답자 통계 | | | | | | |
|----|------|----|------------|-----------|------------|-----------|------------------|-----------|-------|
| | | | 남 | | 여 | | 전체 ²⁾ | | |
| | | | 응답자 (명) | 비율 (%) | 응답자 (명) | 비율 (%) | 응답자 (명) | 비율 (%) | |
| 학생 | 조사대상 | 학생 | 초등학교 | 87 | 15.5 | 103 | 18.4 | 190 | 33.9 |
| | 표집방법 | | 중학교 | 81 | 14.4 | 94 | 16.8 | 175 | 31.2 |
| | 조사기간 | | 고등학교 | 86 | 15.3 | 110 | 19.6 | 196 | 34.9 |
| | 조사방법 | | 계 | 254 | 45.3 | 307 | 54.7 | 561 | 100.0 |
| 교사 | 조사대상 | 교사 | 초등학교 | 9 | 11.3 | 20 | 25.0 | 29 | 36.3 |
| | 표집방법 | | 중학교 | 5 | 6.3 | 20 | 25.0 | 25 | 31.3 |
| | 조사기간 | | 고등학교 | 9 | 11.3 | 17 | 21.3 | 26 | 32.5 |
| | 조사방법 | | 계 | 23 | 28.8 | 57 | 71.3 | 80 | 100.0 |

학교교육 선도학교 20개교를 대상으로 실시하였으며, 학생 561명, 교사 80명이 참여하였다(Table 2). 수집된 설문 결과는 IBM SPSS Statistics 25.0을 사용하여 분석을 실시하였다. 문항양호도를 검증하기 위해 평균, 표준편차, 왜도, 첨도를 분석하였으며, 신뢰도를 검증하기 위해 측정 항목들 간 내적일관성(Cronbach's α) 과 문항-총점 간 상관관을 분석하였다. 이후 통계분석 적용 및 해석의 적절성을 검토·보완하기 위해 교육 측정통계 및 교육공학 전문가 2명에게 대면 및 서면 자문을 실시하였으며, 분석 결과를 토대로 조사도구를 확정하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 과학교육 종합 지표의 체제와 내용

본 연구에서 개발된 '과학교육 종합 지표'의 체제는 '학습자'와 '과학교육 맥락'이라는 2개의 차원과, '투입', '과정', '결과'의 3개 범주로 구성된다(Figure 2). 과학교육 종합 지표를 구성함에 있어, 학습자

2) 각 비율의 합계는 반올림으로 인해 100.0과 다를 수 있음



Figure 2. A framework for the 'Korea's Science Education Indicators'

와 그를 둘러싼 과학교육 맥락을 중심으로 초기 상태(‘투입’)와 한 해 동안 운영되는 다양한 형태의 교육관련 활동(‘과정’) 및 한 해 동안 학습자가 성취하는 바(‘결과’)를 고려하였다.

‘투입’ 범주는 ‘학생 특성’, ‘교사 특성’, ‘교육 인프라’의 3개 요소와 7개의 세부요소로 구성되었다. 학습자가 과학과 관련하여 기본적으로 지닌 학습배경 및 경험과 관련된 특성과 과학교육과 관련하여 이미 구축된 맥락으로서의 교사 특성 및 교육 인프라가 이에 해당된다. ‘과정’ 범주는 ‘과학 교육과정 운영’, ‘과학 콘텐츠 보급 및 프로그램 운영’, ‘교사 전문성 신장 프로그램 운영’의 3개 요소와 9개의 세부요소로 구성되었다. 이는 학습자가 한 해 동안 경험하는 과학 교육과정과 학교안팎에서 운영되는 과학교육 프로그램·연구 활동 등을 포괄한다. 마지막으로 ‘결과’ 범주는 ‘과학 역량’, ‘참여와 실천’, ‘정의적 성취’, ‘인지적 성취’, ‘만족도’의 5개 요소와 21개의 세부요소로 구성되었다. ‘결과’ 범주는 과학교육을 통해 달성하고자 하는 목표와 직결되기 때문에 학습자와 관련된 요소들이 주를 이룬다.

Table 3은 과학교육 종합 지표 체제를 도출하기 위하여 수행된 델파이 조사의 결과로서 최종적으로 확정된 요소와 세부요소의 타당도 분석 결과를 보여준다. 요소별 분석 결과를 살펴보면 다음과 같다.

‘학생 특성’은 ‘과학 학습배경’, ‘과학 학습경험’의 2개 세부요소로 구성되었다. 초기에 포함되었던 ‘과학 학습 인프라’ 및 ‘수업 방법 선호도’는 CVR 값이 임계값 0.44에 미치지 못했을 뿐 아니라, 투입 범주에 적절하지 않다는 전문가들의 의견을 고려하여 최종요소에서 제외하였다. 또한 전문가들의 의견을 참고하여 지표에서 측정하고자 하는 바를 명확히 드러낼 수 있는 방향으로 세부요소들의 명칭을 변경하였다.

‘교사 특성’은 ‘과학 교수전문성 증진 경험’, ‘과학교육 환경에 대한 인식’의 2개 세부요소로 구성되었다. 과학 교사 수와 예비 교원 양성 현황의 경우 CVR 값은 임계값을 상회하였으나, 교사 개인의 특성이 아니라 국가 수준의 특성에 해당한다는 전문가 의견을 반영하

여 최종요소에서 제외하고 ‘교육 인프라’ 범주 요소로 재편성하였다. 또한 전문가들의 의견을 참고하여 각 세부요소들의 명칭을 변경하였다.

‘교육 인프라’는 ‘선도학교 지원’, ‘교원 양성 및 지원’, ‘과학 탐구 및 실험 지원’의 3개 세부요소로 구성되었다. 초기 세부요소였던 ‘선도학교 현황 및 예산’의 경우 CVR 값이 임계값에 미치지 못했으나, 과학교육의 정책적 효과를 점검하는 것이 중요하다는 연구진의 판단 하에 유지하였다. 다만, 델파이 조사 참여 전문가들을 대상으로 의도를 설명하고 추가 의견을 구하는 등 몇 차례의 조정 과정을 거쳤으며, ‘선도학교 지원’으로 최종 명칭을 정하였다.

‘과학 교육과정 운영’은 ‘교수학습방법’, ‘평가방법’, ‘과목 이수 현황(고교)’의 3개 세부요소로 구성되었다. 과학 교육과정 운영 요소를 구성하는 초기 세부요소 모두 CVR 임계값을 상회하여, 최종요소에 그대로 유지되었다. 그 과정에서, 델파이 조사 참여 전문가들은 과학 교육과정 운영이 매우 넓은 개념을 포괄한다는 점을 강조하며 다양한 의견을 제시하였으며, 이는 지표 조사도구 개발에 반영되었다.

‘과학 콘텐츠 보급 및 프로그램 운영’은 ‘과학 콘텐츠 보급 및 활용 현황’, ‘학교 내 과학 프로그램 현황’, ‘학교 밖 과학 프로그램 현황’의 3개 세부요소로 구성되었다. 해당 요소를 구성하는 초기 세부요소 모두 CVR 임계값을 상회하여, 최종요소에 그대로 유지되었다. 그러나 초기 세부요소 중 ‘과학 콘텐츠 개발·보급 현황’ 및 ‘학생 프로그램 현황’의 경우 과정 범주의 특성을 보다 명확히 드러내야 한다는 전문가들의 검토의견을 반영하여 ‘과학 콘텐츠 보급 및 활용 현황’과 ‘학교 내 과학 프로그램 현황’으로 명칭을 변경하였다.

‘교사 전문성 신장 프로그램 운영’은 ‘과학 직무 연수 현황’, ‘교사 공동체 현황’, ‘국내외 교류 현황’의 3개 세부요소로 구성되었다. 초기 세부요소였던 ‘국제 교류 현황’의 경우 CVR 값이 임계값에 미치지 못했으며, 전문가들은 교사들의 해외 활동 뿐 아니라 국내 활동을 통한 전문성 증진 경험을 포괄해야 한다고 제안하였다. 따라서 ‘국내외 교류 현황’으로 최종요소를 확정하고 조사도구 개발 과정에서 다

양한 교류 활동을 포괄할 수 있도록 반영하였다.

‘과학 역량’은 ‘과학적 탐구력’, ‘과학적 사고력’, ‘의사소통과 협업 능력’, ‘정보처리와 의사결정 능력’, ‘초연결사회 대응과 평생학습 능력’의 5개 세부요소로 구성되었으며, 이는 미래세대 과학교육표준(Song *et al.*, 2019)에서 제시한 역량의 5가지 요소와 일치한다. 초기 세부요소에는 ‘과학적 탐구력’과 ‘과학적 사고력’이 빠져있었으나, 전

문기들의 검토의견을 반영하여 추가하였다.

‘참여와 실천’은 ‘과학 공동체 활동’, ‘과학리더십 발휘’, ‘안전사회 기여’, ‘과학문화 향유’, ‘지속가능사회 기여’의 5개 세부요소로 구성되었으며, 미래세대 과학교육표준(Song *et al.*, 2019)에서 제시한 참여와 실천의 5가지 요소와 일치한다. ‘안전사회 기여’의 경우, CVR 값이 임계값 0.44로 다소 낮았으나, 과학교육 종합계획의 중장기 목표

Table 3. Summary of descriptive statistics and CVR of components and subcomponents of the ‘Korea’s Science Education Indicators’

| 범주 | 요소 | Mean | SD | CVR | 세부요소 | Mean | SD | CVR | 최종요소 |
|---------------------|--------|------|------|-------------------|---------------|------|------|------|---|
| 투입 | 학생 특성 | 4.60 | 0.76 | 0.84 | 인구통계학적 정보 | 4.20 | 0.82 | 0.52 | · 과학 학습배경 · 과학 학습경험 · 과학 교수전문성 증진 경험 · 과학교육 환경에 대한 인식 · 선도학교 지원 · 교원 양성 및 지원 · 과학 탐구 및 실험 지원 · 교수학습방법 · 평가방법 · 과목 이수 현황(고교) · 과학 콘텐츠 보급 및 활용 현황 · 학교 내 과학 프로그램 현황 · 학교 밖 과학 프로그램 현황 · 과학 직무 연수 현황 · 교사공동체 현황 · 국내외 교류 현황 · 과학적 탐구력 · 과학적 사고력 · 의사소통과 협업 능력 · 정보처리와 의사결정 능력 · 초연결사회 대응과 평생학습 능력 · 과학 공동체 활동 · 과학리더십 발휘 · 안전사회기여 · 과학문화 향유 · 지속가능사회 기여 · 과학학습정서 · 과학학습동기 · 과학관련 자아개념 · 과학관련 진로포부 · 과학관련 태도 · 과학 성취 수준 · 과학 소양 · 과학 성취도 · 과학 수업 만족도 · 과학 교사 직무 만족도 · 과학교육 정책 만족도 |
| | | | | | 부모의 과학에 대한 태도 | 3.84 | 0.85 | 0.44 | |
| | | | | | 과학 학습 인프라 | 3.72 | 1.21 | 0.20 | |
| | | | | | 과학기술분야 진로 설정 | 4.24 | 0.93 | 0.68 | |
| | | | | | 수업 방법 선호도 | 3.80 | 1.15 | 0.28 | |
| | 교사 특성 | 4.44 | 0.92 | 0.76 | 과학 교사 수 | 4.64 | 0.49 | 1.00 | |
| | | | | | 최종 학력 | 3.96 | 0.73 | 0.76 | |
| | | | | | 과학교사 전문성 | 4.60 | 0.76 | 0.84 | |
| | | | | | 예비 교원 양성 현황 | 3.96 | 0.73 | 0.60 | |
| | 교육 인프라 | 4.64 | 0.57 | 0.92 | 선도학교 현황 및 예산 | 3.83 | 0.92 | 0.33 | |
| 과학탐구·실험을 위한 지원 및 예산 | | | | | 4.79 | 0.51 | 0.92 | | |
| 과학교육 환경에 대한 교사의 인식 | | | | | 4.00 | 1.10 | 0.50 | | |
| 과학 교육과정 운영 | 4.76 | 0.44 | 1.00 | 교수학습방법 | 4.80 | 0.41 | 1.00 | | |
| | | | | 평가방법 | 4.76 | 0.44 | 1.00 | | |
| | | | | 과목 이수 현황(고교) | 4.64 | 0.49 | 1.00 | | |
| 과학 콘텐츠 보급 및 프로그램 운영 | 4.68 | 0.48 | 1.00 | 과학 콘텐츠 개발, 보급 현황 | 4.44 | 0.77 | 0.84 | | |
| | | | | 학생 프로그램 현황 | 4.32 | 0.90 | 0.76 | | |
| | | | | 학교 밖 과학 프로그램 현황 | 4.48 | 0.59 | 0.92 | | |
| 교사 전문성 신장 프로그램 운영 | 4.72 | 0.54 | 0.92 | 과학 직무 연수 현황 | 4.80 | 0.41 | 1.00 | | |
| | | | | 교사연구회 지원 현황 | 4.60 | 0.71 | 0.92 | | |
| | | | | 국제 교류현황 | 3.84 | 1.07 | 0.20 | | |
| 과학 역량 | 4.60 | 0.65 | 0.84 | 의사소통과 협업 능력 | 4.64 | 0.70 | 0.76 | | |
| | | | | 정보처리와 의사결정 능력 | 4.52 | 0.96 | 0.68 | | |
| | | | | 초연결사회 대응과 평생학습 능력 | 4.28 | 0.89 | 0.60 | | |
| | | | | 과학 공동체 활동 | 4.72 | 0.46 | 1.00 | | |
| 참여와 실천 | 4.52 | 0.59 | 0.92 | 과학리더십 발휘 | 4.28 | 0.94 | 0.68 | | |
| | | | | 안전사회기여 | 4.16 | 1.03 | 0.44 | | |
| | | | | 과학문화 향유 | 4.56 | 0.65 | 0.84 | | |
| | | | | 지속가능사회 기여 | 4.68 | 0.56 | 0.92 | | |
| | | | | 과학학습정서 | 4.40 | 0.76 | 0.68 | | |
| 정의적 성취 | 4.76 | 0.44 | 1.00 | 과학학습동기 | 4.84 | 0.37 | 1.00 | | |
| | | | | 과학관련 자아개념 | 4.52 | 0.71 | 0.76 | | |
| | | | | 과학관련 진로포부 | 4.76 | 0.44 | 1.00 | | |
| | | | | 과학관련 태도 | 4.72 | 0.46 | 1.00 | | |
| 인지적 성취 | 4.76 | 0.44 | 1.00 | 과학 성취 수준 | 4.84 | 0.37 | 1.00 | | |
| | | | | 과학 소양 | 4.72 | 0.46 | 1.00 | | |
| | | | | 과학 성취도 | 4.64 | 0.57 | 0.92 | | |
| 만족도 | 4.56 | 0.65 | 0.84 | 과학 수업 만족도 | 4.64 | 0.81 | 0.76 | | |
| | | | | 과학 교사 직무 만족도 | 4.36 | 0.76 | 0.68 | | |
| | | | | 과학교육 정책 만족도 | 4.40 | 0.65 | 0.84 | | |

중 하나인 점을 고려하여 그대로 유지하는 것으로 결정하였다. ‘정의적 성취’는 ‘과학학습정서’, ‘과학학습동기’, ‘과학관련 자아 개념’, ‘과학관련 진로포부’, ‘과학관련 태도’의 5개 세부요소로 구성되었으며, 과학긍정경험지수(Shin *et al.*, 2016)에서 제시한 항목들과 일치한다. 초기 세부요소의 CVR 값이 전체적으로 임계값을 상회하여

최중요소로 확정되었다. ‘인지적 성취’는 ‘과학 성취 수준’, ‘과학 소양’, ‘과학 성취도’의 3개 세부요소로 구성되었다. 해당 요소들은 국가수준 학업성취도 평가, TIMSS, PISA 등 외부조사에 대응하여 구성된 것으로 모두 CVR 값이 높게 나타났다. 다만 델파이 조사 참여 전문가들은 조사 결과를

Table 4. Representative items for students of the ‘Korea’s Science Education Indicators’

| 범주 | 요소 | 세부요소 | 문항 수 | | | 설문문항 예시 |
|-------------------|------------|-------------------|------|-----|---|---|
| | | | 초 | 중 | 고 | |
| 투입 | 학생 특성 | 기본정보 | 6 | | | 성별/학년/학교 구분/학교소재지/소속교육청/학교명 |
| | | 과학 학습배경 | 9 | | | 나의 부모님은 내가 과학과 관련된 직업을 갖기를 원한다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학 학습경험 | 3 | | | 올해 일상생활에서 과학 관련 활동을 한 것을 모두 고르세요. *복수 선택 가능 ① 과학 관련 콘텐츠(TV, 유튜브 등) 보기 ② 인터넷에서 과학 관련 정보 검색하기 ③ 과학도서나 잡지 읽기 ④ 과학 관련 실험이나 체험하기 ⑤ 과학 문제 풀기 ⑥ 야외활동(천체관측 등) ⑦ 기타 () |
| 과정 | 과학 교육과정 운영 | 교수학습방법 (경험) | 24 | 24 | 24 | 올해 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 과학 선생님은 다음 수업방법을 얼마나 자주 사용하시나요? - 학생 중심 탐구 실험 ① 사용하지 않음(학기당 0회) ② 가끔(학기당 1회) ③ 보통(학기당 2-3회) ④ 자주(월 1-2회) ⑤ 매우 자주(주 1-2회 이상) |
| | | 평가방법 (경험) | 10 | 11 | 11 | 올해 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 과학 수업의 평가에 대해 어떻게 생각하시나요? - 선생님께서는 우리가 수업시간에 배운 내용을 위주로 평가하십니다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과목 이수 현황 (고교) | - | - | 4 | 배우고 있는 탐구 과목/선택하고 싶은 탐구 과목 *복수 선택 |
| 과학 역량 | 과학적 역량 | 과학적 탐구력 | 8 | 9 | 9 | 나는 흥미와 호기심을 가지고 다양한 물체나 현상을 관찰할 수 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학적 사고력 | 3 | 5 | 6 | 나는 주어진 상황들 속에서 공통된 원리를 찾을 수 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 의사소통과 협업 능력 | 5 | 5 | 5 | 나는 질문, 발표, 토론 등을 할 때 나의 생각을 다양한 방법으로 표현할 수 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 정보처리와 의사결정 능력 | 4 | 5 | 7 | 나는 문제해결에 필요한 정보를 찾을 수 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 초연결사회 대응과 평생학습 능력 | 7 | 6 | 5 | 나는 과학기술을 평생 동안 배워야 한다고 생각한다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학 공동체 활동 | 3 | 4 | 5 | 나는 학교에서 친구들과 협력하는 탐구 활동을 한다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| 결과 | 참여와 실천 | 과학리더십 발휘 | 3 | 6 | 5 | 나는 과학과 관련된 문제를 해결하기 위해 주도적으로 친구들과 협력한다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 안전사회 기여 | 8 | 8 | 9 | 나는 과학 실험실 활동과 관련된 위험에 대처하는 방법을 알고, 이를 실천한다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학문화 향유 | 7 | 6 | 7 | 나는 과학기술 관련 대중문화를 즐긴다. (과학 쇼, 과학 영화드라마, 과학연극, 과학기술 전시회 등) ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 지속가능사회 기여 | 3 | 2 | 4 | 나는 환경보전을 위해 과학기술이 쓰인다는 것을 알고 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학학습정서 | 6 | | | 나는 과학 수업이 재미있었다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| 정의적 성취 | 과학관련 자아개념 | 과학학습동기 | 10 | | | 나는 과학 수업 시간에 적극적으로 참여한다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학관련 태도 | 8 | | | 나는 과학 수업 시간에 선생님과 친구들로부터 인정받고 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학관련 진로포부 | 5 | | | 과학관련 진로 및 직업에 흥미를 가지게 되었다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 과학관련 태도 | 8 | | | 과학은 학교를 졸업한 후에도 쓸모가 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| 만족도 | 과학 수업 만족도 | 1 | | | 올해를 돌이켜 볼 때, 학교 과학 수업에 대해 얼마나 만족하시나요? ① 매우 불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족 | |
| 문항 수 합계 (기본정보 제외) | | | 133 | 139 | 149 | |

활용할 때, 각 세부요소가 중복되지 않도록 주의가 필요하다는 의견을 제시하였다.

‘만족도’는 ‘과학 수업 만족도’, ‘과학 교사 직무 만족도’, ‘과학교육 정책 만족도’의 3개 세부요소로 구성되었다. 초기 세부요소 모두 해당 요소를 구성하기에 적합하다는 CVR 분석 결과에 따라 최종요소에 그대로 반영하였다.

2. 과학교육 종합 지표 조사도구의 개발

과학교육 종합 지표는 우리나라 과학교육 현황 전반을 다루고 있기 때문에, 학습자와 그를 둘러싼 과학교육 맥락 전반에 대해 조사하는 것이 필요하다. 전문가 델파이 조사를 통해 지표의 각 요소 및 세부요소를 조사하기에 적절한 대상을 선정한 결과, 학생과 교사, 전국 시도 교육청 및 기관(한국과학창의재단 등)으로 정리되었다. 학생의 경우 초등학교 5학년, 중학교 2학년, 고등학교 2학년을 대상으로 조사하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 교사의 경우 응답한 학생들에게 과학을 가르치는 교사를 대상으로 설문을 실시하는 것으로 정해졌다. 과학교육 종합 지표 조사도구를 활용할 설문은 연 1회 실시하는 것이 적절하다는 응답이 가장 많았다. 델파이 조사 결과에 따라 대상별로 최종 확정된 조사도구는 다음과 같다.

가. 학생 대상 조사도구

학생 대상 조사도구는 6개 요소 및 21개 세부요소(기본정보 제외)에 대하여 구성되었다. 학생 대상 조사의 경우, 문해력 및 성취 수준을 고려하여 문항을 구성하였기 때문에 학교급별 설문문항의 수와 내용이 상이하였다. 특히 ‘결과’ 범주의 ‘과학 역량’과 ‘참여와 실천’의 경우 선행연구 결과를 참고하여 세부요소가 동일하더라도 수행기대를 반영하여 학교급별 문항을 다르게 구성하였다(Song et al., 2019). 최종적으로 정리된 조사도구의 문항 수는 기본정보를 제외하고 초등학교 133개, 중학교 139개, 고등학교 149개였다. 조사도구의 세부요소별 문항 예시를 Table 4에 제시하였다.

나. 교사 대상 조사도구

교사 대상 조사도구는 5개 요소 및 8개 세부요소(기본정보 제외)에 대하여 구성되었다. 교사 대상 조사의 경우, 초·중·고 특성에 관한 2개 문항(담당 과목 및 세부전공)을 제외하고는 학교급과 무관한 문항으로 구성되었다. 전문가 델파이 조사를 통해 최종 확정된 교사 대상 조사도구의 문항 수는 기본정보를 제외하고 58개였다. 조사도구의 세부요소별 문항 예시를 Table 5에 제시하였다.

Table 5. Representative items for teachers of the 'Korea's Science Education Indicators'

| 범주 | 요소 | 세부요소 | 문항 수 | | | 설문문항 예시 |
|-------------------|---------------|----------------------|------|---|---|---|
| | | | 초 | 중 | 고 | |
| 투입 | 교사 특성 | 기본정보 | 6 | 6 | 7 | 성별/학교 구분/학교소재지/교직경력/담당과목 등 |
| | | 과학 교수전문성 증진 경험 | 5 | | | 올해 이수한 과학 관련 연수시간 * 수업 개선 관련 연수 및 원격 연수 포함 ① 15시간 미만 ② 15시간-30시간 미만 ③ 30시간-60시간 미만 ④ 60시간 이상 |
| | | 과학교육 환경에 대한 인식 | 8 | | | 선생님께서선 선생님이 근무하시는 학교의 과학교육 환경에 대해 어떻게 생각하십니까? - 실험을 포함한 과학 탐구 활동을 지원하는 교구(실험 장치), 기자재, 설비 등을 구비하고 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| | | 교수학습방법 (실행) | 20 | | | 올해 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 선생님의 과학 수업 준비·운영에 관련된 다음의 내용에 얼마나 동의하십니까? - 나는 학습 주제와 목표에 적절한 학생 중심의 수업을 잘 설계할 수 있다. ① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다 |
| 과정 | 과학 교육과정 운영 | 평가방법 (실행) | 17 | | | 올해 과학 수업을 돌이켜 볼 때, 선생님께서선 다음 과학 평가방법을 어느 정도 활용하십니까? - 보고서 평가(실험보고서, 조사보고서 등) ① 사용하지 않음(학기당 0회) ② 가끔(학기당 1회) ③ 보통(학기당 2-3회) ④ 자주(월 1-2회) ⑤ 매우 자주(주 1-2회 이상) |
| | | 학교 내 과학 프로그램 현황 | 1 | | | 선생님께서선 근무하시는 학교에서는 올해 어떤 과학관련 활동을 운영하였습니까? ① 방과후학교 ② 영재학급 ③ 동아리 ④ 학교도서관(과학관련 공부나 책 읽기) ⑤ 기타 |
| 결과 | 만족도 | 교사 전문성 신장 프로그램 운영 | 5 | | | 올해를 돌이켜 볼 때, 근무하시는 학교의 과학관련 교사공동체는 다음 활동을 얼마나 자주 하십니까? * 각 항목별 응답 - 교수학습 자료 개발 및 수업 방법 공유 ① 사용하지 않음(학기당 0회) ② 가끔(학기당 1회) ③ 보통(학기당 2-3회) ④ 자주(월 1-2회) ⑤ 매우 자주(주 1-2회 이상) |
| | | 과학 교사 직무 만족도 | 1 | | | 올해를 돌이켜 볼 때, 선생님께서선 과학 교사 직무에 대해 얼마나 만족하십니까? ① 매우 불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족 |
| | | 과학교육 정책 만족도 | 1 | | | 올해를 돌이켜 볼 때, 선생님께서선 과학교육 정책에 대해 얼마나 만족하십니까? ① 매우 불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족 |
| 문항 수 합계 (기본정보 제외) | | | 58 | | | |

다. 교육청/기관 대상 조사도구

교육청 및 기관 대상 조사도구는 3개 요소 및 9개 세부요소에 대하여 구성되었다. 과학교육 중장기 계획인 ‘과학교육 종합계획’을 바탕으로 조사항목을 선정하였으며, 전문가 델파이 조사와 시·도 교육청 장학사 자문을 통해 각 세부요소별 적합성을 검토하였다. 최종 확정된 조사도구의 항목 수는 총 20개였으며, 매년 과학교육 정책 및 사업 추진 현황을 반영하여 조정될 수 있다. 조사도구의 세부요소별 문항 예시를 Table 6에 제시하였다.

3. 과학교육 종합 지표 조사도구의 적용

개발된 과학교육 종합 지표 조사도구의 문항양호도 및 신뢰도를 검증하기 위해 학생 및 교사 대상 설문을 실시하여 기술 통계치와 내적 합치도를 검토하였다. 과학교육 종합 지표가 학습자 및 과학교육 맥락 차원의 다양한 구인들을 다루고 있다는 점을 고려하여, 각 요소 및 세부요소별 척도 문항을 중심으로 분석을 진행하였다. 조사도구의 기술 통계치 결과에 대하여, Likert 5단계 척도 사용 시 평균 4.5 이상 또는 1.5 이하인 문항, 정상분포를 기준으로 왜도 및 첨도가 절대값 2 이상인 문항은 변별성이 없기 때문에 삭제해야 한다는 기준을 적용하였다(Tak, 2007). 분석 결과, 학생 및 교사 대상 조사도구 모든 문항의 평균, 표준편차, 왜도, 첨도의 수치가 해당 기준에 적합한 것으로 나타나, 신뢰도 계수(Cronbach’s α) 분석 및 문항-총점 상관 분석을 실시하였다. 대부분의 문항에 대해 문항-총점 상관 계수가 .30 이상으로 높게 나타났으며, 문항-총점 상관 계수가 .30 이하이면서 문항 삭제 시 신뢰도 계수가 상승하는 문항은 검토를 통해 삭제하였다. 구체적으로 ‘정의적 성취-과학학습정서’에 대한 문항 중 “나는 과학 수업 시간에 불안하거나 초조하였다”와 ‘정의적 성취-과학학습 동기’에 대한 문항 중 “나는 과학 수업 시간에 종종 수업과 관련이

없는 판 생각을 한다”가 여기에 해당한다.

본 연구에서 제안한 세부요소별 설문 문항들의 일관성을 파악하기 위해 세부요소별 신뢰도(Cronbach’s α)를 분석한 결과는 Table 7과 같다. 척도 문항으로 구성된 세부요소 20개에 대해서만 분석을 진행하였으며, 세부요소별 설문 문항이 학교급에 따라 다른 경우 학교급을 나누어 내적 합치도를 산출하였다. 분석 결과, 세부요소별 내적 합치도는 .738에서 .945 범위의 값으로 산출되었다. 대부분의 경우 .800 이상으로 높은 신뢰도를 보여 주었으며, ‘과학적 사고력(초등)’이 .738, ‘과학 공동체 활동(초등)’이 .778의 내적 합치도를 보였지만 충분히 수용할만한 신뢰도로 평가되었다(George & Mallery, 2003).

본 연구에서 개발한 과학교육 종합 지표의 세부요소별 조사방법을 Table 8에 제시하였다. 대부분의 세부요소에 대해 학생, 교사, 교육청/기관을 대상으로 연 1회 조사를 실시하여 데이터를 수집하는 것이 권장된다. ‘학생’은 투입, 과정, 결과 범주를 아우르는 과학교육의 주체이므로 학생이 지니는 기본적인 특성, 학생이 과학교육과 관련하여 경험한 과정, 학생이 과학교육 활동에 참여하여 얻은 결과를 종합적으로 분석함으로써 우리나라 과학교육의 현황을 진단할 수 있다. 조사를 실시할 때는 학교의 규모와 소속 지역 등을 고려하여 시도교육청별로 조사대상을 균형 있게 표집해야 한다. ‘교사’는 학교 과학교육의 실행 주체이므로 교사가 지니는 특성, 교사가 학교 내 과학 교육과정과 프로그램 등을 운영하며 경험한 과정, 과학교사로서 직무와 정책에 대한 평가를 종합적으로 분석할 필요가 있다. 델파이 조사 결과를 반영하여 조사대상으로 선정된 학생들에게 과학을 가르치는 교사로부터 자료를 수집하는 것이 권장된다. ‘교육청/기관’은 과학교육의 정책과 사업을 기획하고 추진하는 주체이므로 과학교육의 투입과 과정 전반에 대한 자료를 수집하는 것이 필요하다. 과학교육 종합 지표의 ‘결과’ 범주 중 ‘인지적 성취’ 요소에 대한 자료는 별도의 조사를 실시하기보다는 외부기관에서 조사하는 자료(국가학업성취도평가, TIMSS, PISA)를 활용하여 분석하는 것을 제안한다.

Table 6. Representative items for school districts/educational institutions of the ‘Korea’s Science Education Indicators’

| 범주 | 요소 | 세부요소 | 항목 수 | 조사항목 예시 |
|-------------------|---------------------|-------------------|---|--|
| 투입 | 교육 인프라 | 선도학교 지원 | 2 | 과학중점학교 및 과학관련 특성화 학교 운영 현황 - 과학중점학교 수 및 예산(교육부/교육청) - 과학관련 특성화 학교 수 및 예산 |
| | | 교원 양성 및 지원 | 3 | 중등 과학교사 현황 - 전공별 인원 |
| | | 과학 탐구 및 실험 지원 | 3 | 지능형(창의융합형) 과학실 구축 현황 - 학교 수 및 예산 |
| 과정 | 과학 콘텐츠 보급 및 프로그램 운영 | 과학 콘텐츠 보급 및 활용 현황 | 1 | 과학 및 STEAM, 진로 교육 자료 개발 보급 - 과학관련 자료 수 - STEAM 교육 자료 수 - 진로 교육 자료 수 |
| | | 학교 내 과학 프로그램 현황 | 5 | 학생 과학관련 동아리 운영 현황 - 동아리 수 - 지원 동아리 수 및 예산 |
| | | 학교 밖 과학 프로그램 현황 | 2 | 학생과학탐구활동 개최 현황 - 과학탐구활동 참가 인원 및 예산 ① 과학 전담회 ② 학생 과학 발명품 ③ 청소년 과학탐구 ④ 학생 과학 탐구 ⑤ 기타 - 과학축전 현황(횟수 및 예산) |
| 교사 전문성 신장 프로그램 운영 | 과학 직무 연수 현황 | 1 | 시도교육청 주관 과학관련 직무 연수 현황 - 운영 횟수 및 이수 인원 - 관련 예산 | |
| | 교사공동체 현황 | 1 | 과학관련 교사 동아리 및 연구회 지원 현황 - 과학관련 교사 동아리(연구회) 수 - 지원 예산 | |
| | 국내외 교류 현황 | 2 | 과학담당교원 국내연수 지원 현황 - 국내연수 인원 및 예산 | |
| 항목 수 합계 | | | 20 | |

Table 7. Summary of reliability coefficients of the 'Korea's Science Education Indicators'

| 범주 | 요소 | 세부요소 | Cronbach's α |
|-------------|-----------------|-------------------|---------------------------|
| 투입 | (학생) 학생 특성 | 과학 학습배경 | .910 |
| | | (교사) 교사 특성 | 과학교육 환경에 대한 인식 |
| 과정 | (학생) 과학 교육과정 운영 | 평가방법(경험) | .868(초), .890(중, 고) |
| | | 교수학습방법(실행) | .907 |
| | (교사) 과학 교육과정 운영 | 평가방법(실행) | .902 |
| | | 과학적 탐구력 | .908(초), .945(중), .920(고) |
| 결과 | (학생) 과학 역량 | 과학적 사고력 | .738(초), .878(중), .856(고) |
| | | 의사소통과 협업 능력 | .829(초), .914(중), .885(고) |
| | | 정보처리와 의사결정 능력 | .877(초), .927(중), .903(고) |
| | | 초연결사회 대응과 평생학습 능력 | .858(초), .911(중), .865(고) |
| | | 과학 공동체 활동 | .778(초), .874(중), .843(고) |
| | (학생) 참여와 실천 | 과학리더십 발휘 | .868(초), .919(중), .883(고) |
| | | 안전사회 기여 | .911(초), .893(중), .871(고) |
| | | 과학문화 향유 | .923(초), .918(중), .862(고) |
| | | 지속가능사회 기여 | .802(초), .838(중), .895(고) |
| | | 과학학습정서 | .915 |
| (학생) 정의적 성취 | 과학학습동기 | .900 | |
| | 과학관련 자아개념 | .895 | |
| | 과학관련 진로포부 | .901 | |
| | 과학관련 태도 | .905 | |

Table 8. Data collection method for each component of the 'Korea's Science Education Indicators'

| 범주 | 요소 | 세부요소 | 조사대상 | | | | |
|-------------------|---------------------|-----------------|-------------|----|--------|----------|--|
| | | | 연구기관 조사 | | | 외부 자료 활용 | |
| | | | 학생 | 교사 | 교육청/기관 | | |
| 투입 | 학생 특성 | 기본정보 | ○ | | | | |
| | | 과학 학습배경 | ○ | | | | |
| | | 과학 학습경험 | ○ | | | | |
| | 교사 특성 | 기본정보 | | ○ | | | |
| | | 과학 교수전문성 증진 경험 | | ○ | | | |
| | | 과학교육 환경에 대한 인식 | | ○ | | | |
| | 교육 인프라 | 선도학교 지원 | | | ○ | | |
| | | 교원 양성 및 지원 | | | ○ | | |
| | | 과학 탐구 및 실험 지원 | | | ○ | | |
| 과정 | 과학 교육과정 운영 | 교수학습방법 | ○ | ○ | | | |
| | | 평가방법 | ○ | ○ | | | |
| | | 과목 이수 현황(고교) | ○ | | | | |
| | 과학 콘텐츠 보급 및 프로그램 운영 | 과학 콘텐츠 보급/활용 현황 | | | ○ | | |
| | | 학교 내 과학 프로그램 현황 | | ○ | ○ | | |
| | | 학교 밖 과학 프로그램 현황 | | | ○ | | |
| | 교사 전문성 신장 프로그램 운영 | 과학 직무 연수 현황 | | | ○ | | |
| | | 교사공동체 현황 | | ○ | ○ | | |
| | | 국내외 교류 현황 | | | ○ | | |
| | 결과 | 과학 역량 | 과학적 탐구력 | ○ | | | |
| | | | 과학적 사고력 | ○ | | | |
| | | | 의사소통과 협업 능력 | ○ | | | |
| 정보처리와 의사결정 능력 | | | ○ | | | | |
| 초연결사회 대응과 평생학습 능력 | | | ○ | | | | |
| 과학 공동체 활동 | | | ○ | | | | |
| 참여와 실천 | | 과학리더십 발휘 | ○ | | | | |
| | | 안전사회 기여 | ○ | | | | |
| | | 과학문화 향유 | ○ | | | | |
| | | 지속가능사회 기여 | ○ | | | | |
| 정의적 성취 | | 과학학습정서 | ○ | | | | |
| | | 과학학습동기 | ○ | | | | |
| | | 과학관련 자아개념 | ○ | | | | |
| | | 과학관련 진로포부 | ○ | | | | |
| 인지적 성취 | | 과학 성취 수준 | | | | ○ | |
| | 과학 소양 | | | | ○ | | |
| | 과학 성취도 | | | | ○ | | |
| 만족도 | 과학 수업 만족도 | ○ | | | | | |
| | 과학 교사 직무 만족도 | | ○ | | | | |
| | 과학교육 정책 만족도 | | ○ | | | | |

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 우리나라의 과학교육 수준을 종합적으로 진단·점검함으로써 과학교육 정책의 성과를 지속적이고 체계적으로 모니터링할 수 있는 지표를 개발하였다. 본 연구에서 개발한 과학교육 종합 지표의 가치는 이론적, 방법론적, 실제적 측면에서 다음과 같이 논의할 수 있다.

먼저 이론적 측면에서 본 연구는 투입, 과정, 결과를 종합적으로 분석할 수 있는 체제분석적 접근 모형을 채택하여 지표를 개발하였으며, ‘학습자’와 ‘과학교육 맥락’을 종합적으로 반영하여 요소와 세부 요소를 도출하였다. 이를 통해 우리나라 과학교육의 현황과 지향점을 종합적으로 이해할 수 있는 지표의 체제를 제안하였다. 특히 과학교육 정책의 결과로서 학생의 ‘과학 역량’, ‘참여와 실천’, ‘정의적 성취’, ‘인지적 성취’를 제안함으로써 과학교육이 지향해야 하는 바를 명시적으로 제시했다는 데 의의가 있다.

방법론적 측면에서 본 연구는 우리나라에서 개별적으로 조사되어 오던 과학교육 관련 지표들을 통합적으로 분석하여 지표의 체제를 도출하고, 델파이 조사를 통해 지표를 구성하는 요소, 세부요소, 조사 도구 설문문항 등을 도출하였다. 델파이 조사 기법은 선택된 전문가 패널로부터 체계적이고 반복적으로 데이터를 수집하여 합의를 도출하는 데 매우 적합한 연구방법이며(Hsu & Sandford, 2007), 본 연구는 과학교육 관련 연구, 현장, 정책 전문가 등으로 구성된 전문가 패널의 합의를 통해 현장 적합성이 높은 지표의 체제와 조사도구를 개발했다는 데 의의가 있다. 또한 선행연구에서 체계적으로 개발하여 타당화하고 활용해오던 문항을 반영함으로써 과학교육의 현황 분석을 위한 조사의 지속성을 확보하였다.

실제적 측면에서 본 연구는 데이터에 기반한 과학교육 정책의 성과 점검 및 평가를 위한 조사도구를 개발하였으며, 체계적인 데이터 수집 방안에 대해 제안하였다. 최근 증거 기반의 정책 관리를 위해 데이터를 기반으로 정책을 분석하고 평가하는 것의 중요성이 강조되고 있으며, 정책효과를 과학적으로 분석하기 위한 데이터의 가치가 주목받고 있음을 고려할 때(You, 2020), 본 연구에서 개발한 과학교육 종합 지표의 체제와 조사도구는 과학교육 정책 관리를 위해 유용하게 활용될 것이다. 이를 위해서는 본 연구에서 제안한 것처럼 매년 지속적인 데이터 수집 및 분석이 실시되어야 하며, 교육부, 시도교육청, 유관기관 등의 협업이 필요하다. 또한 지표의 분석 결과에 대한 정책 환류 및 소통 강화가 이루어져야 한다.

본 연구의 몇 가지 제한점을 기술함과 동시에 후속연구를 제안하고자 한다. 첫째, 본 연구에서 조사도구를 적용하여 학생, 교사로부터 데이터를 수집한 2020년 12월은 ‘코로나바이러스감염증-19’의 영향으로 등교수업이 제한된 상황이었으며, 이로 인해 충분한 데이터를 확보하는 데 한계가 있었다. 따라서 국가 수준의 대규모 조사와 병행하여 문항의 타당도에 대한 재검증이 이루어질 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서 개발된 조사도구는 주로 선다형 문항으로 구성되었다. 선다형 문항을 통해 수집한 데이터는 정책 고객으로부터 행동, 경험, 만족도 등의 결과물에 대한 정보를 얻는 데 유용한 방법이지만 하나(Park, 2017), 다각적인 정책 성과 분석 및 관리를 위해 정책 관계자 대상 심층면담 등의 방안이 마련될 필요가 있다.

본 연구에서 개발한 ‘과학교육 종합 지표’는 우리나라 과학교육의

여건, 성과, 인식 등을 종합적으로 측정할 수 있는 지표로서 과학교육 정책을 모니터링하는 데 지속적으로 활용될 수 있다. 구체적으로는 ‘투입’ 및 ‘과정’에 대한 분석 결과를 토대로 정책적으로 지원해야 하는 요소를 판단할 수 있으며, ‘결과’에 대한 분석 결과를 토대로 우리나라 과학교육의 강점과 약점에 대한 진단이 가능하다. 이를 종합적으로 고려하여 과학교육 정책 기획 및 실행이 이루어진다면 미래 세대를 위한 과학교육 진흥에 기여할 것이다.

국문요약

지능정보사회가 요구하는 역량 함양을 위해 과학교육의 중요성은 점차 강화되고 있으며, 과학교육에 대한 국가의 역할 및 책무성은 법으로 명시되어 있다. 과학교육을 효과적이고 효율적으로 지원하기 위해서는 관련 정책에 대한 지속적인 모니터링이 필수적이며, 이를 위해 과학교육의 현황을 종합적으로 분석하기 위한 지표 개발이 필요하다. 본 연구에서는 우리나라 과학교육 정책의 성과를 지속적이고 체계적으로 진단·점검할 수 있는 종합 지표를 개발하고자 하였다. 이를 위해 문헌연구를 토대로 ‘학습자’와 ‘과학교육 맥락’의 2개 차원과, ‘투입’, ‘과정’, ‘결과’의 3개 범주로 구성된 과학교육 종합 지표 체제를 도출하였으며, 국내외에서 개발된 과학교육 관련 지표의 내용을 검토하여 지표의 요소와 세부요소를 도출하였다. 이후 과학교육 연구, 초·중등 현장교육, 과학교육정책, 교육과정, 과학기술 분야의 전문가 25인을 대상으로 총 2회에 걸친 델파이 조사를 실시하여 지표의 체제와 요소의 적합성과 타당성을 검증하였으며, 과학교육 종합 지표의 조사대상 및 조사도구를 확정하였다. 연구 결과, ‘투입’ 범주에 대해서는 ‘학생 특성’, ‘교사 특성’, ‘교육 인프라’의 3개 요소가 도출되었으며, ‘과정’ 범주에 대해서는 ‘과학 교육과정 운영’, ‘과학 콘텐츠 보급 및 프로그램 운영’, ‘교사 전문성 성장 프로그램 운영’의 3개 요소가 도출되었고, ‘결과’ 범주에 대해서는 ‘과학 역량’, ‘참여와 실천’, ‘정의적 성취’, ‘인지적 성취’, ‘만족도’의 5개 요소가 도출되었다. 또한 학생, 교사, 교육청/기관으로부터 데이터를 수집할 수 있는 조사도구를 개발하였으며, 문항양호도 및 신뢰도를 검증하였다. 본 연구에서 개발한 ‘과학교육 종합 지표’는 우리나라 과학교육의 여건, 성과, 인식 등을 종합적으로 측정할 수 있는 지표로서 보다 효율적이고 효과적인 과학교육 정책 수립 및 추진에 기여할 것으로 기대된다.

주제어 : 과학교육, 지표개발, 초중등교육, 교육정책, 정책모니터링

References

Ayre, C., & Scally, A. J. (2014). Critical values for Lawshe’s content validity ratio: revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 47(1), 79-86. <https://doi.org/10.1177/0748175613513808>

George, D., & Mallery, M. (2003). *Using SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston, MA: Allyn & Bacon.

Godin, B. & Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9, 43-58.

Hong, O., Kim, D., Koh, S., & Kang, D. Y. (2021). Development of a comprehensive index for Korean science education. Seoul: KOFAC.

Hsu, C., & Sandford, B. (2007). The delphi technique: making sense of consensus. *practical assessment, research, and evaluation*, 12(10), 1-8. <https://doi.org/10.7275/pdz9-th90>

- Kang, M., Lee, H., & Lee, C. (1988). A study on the systematization of educational indicators. Seoul: KEDI.
- Kim, G., Jung, D., Jung, H., & An, S. (2002). Special education indicators in Korea. Ansan: National Institute of Special Education
- Kim, J., Kim, K., Han, S., Im, S., & Park, J. (2004). A Study on the development of youth development indicators. Seoul: National Youth Policy Institute.
- Koo, N., Kim, M., Lee, S., Kwak, M., Kim, J., & Jung, T. (2021). 2020 National assessment of educational achievement: middle school. Jincheon: KICE.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC). (2021). 2020 KOFAC science education data book. Seoul: KOFAC.
- Kwak, Y., Lee, H., Yoo, S., Shin, Y., Lee, I., Ha, J., Baek, J., & Son, H. (2019). Monitoring study on the implementation of the 2015 national science curriculum in elementary and secondary schools. Seoul: KOFAC.
- Lee, J., & Jung, Y. (2006). Operation of career information center(2006): Development of career education indicators. Seoul: KRIVET.
- Ministry of Education (MOE). (2020). The master plan for science education (2020-2024). Sejong: Ministry of Education.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). (2021). Call to action for science education: building opportunity for the future. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). PISA 2018 assessment and analytical framework. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
- Park, H. (2017). Challenges for program evaluation based on quality data. Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation, 27(2), 169-199. <http://dx.doi.org/10.23036/kapae>
- Sang, K., Kim, K., Park, S., Jun, S., Park, M., & Lee, J. (2020). Trends in International Mathematics and Science Study: Analysis of the results of TIMSS 2019. Jincheon: KICE.
- Shin, Y., Kang, H., Kim, H., Nam, K., Lee, S., & Lee, S. (2016). Research on index of students' positive experiences about science (PES). Seoul: KOFAC.
- Song, J., Kang, S., Kwak, Y., Kim, D., Na, J., Do, J., Park, S., Son, Y., Son, J., Oh, P., Lee, J., Lee, H., Lhm, H., Jeong, D., & Joung, Y. (2019). Developing performance expectations, school implementation strategies, evaluation indicators of the Korean Science Education Standards (KSES) for the next generation. Seoul: KOFAC.
- Tak, J. (2007). Psychological testing: understanding the psychological test development and evaluation methods. 2nd ed. Seoul: Hakjisa.
- United Nations' Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2005). EFA global monitoring report 2005: education for All - the quality imperative. Retrieved from Right to Education website: <https://www.right-to-education.org/resource/efa-global-monitoring-report-2005-education-all-%E2%80%93-quality-imperative>.
- World Economic Forum (WEF) (2020). The future of jobs report. Retrieved from WEF website: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf.
- You, J., Cheon, B., Shin, K., Lee, D., & Choi, S. (2020). Using administrative data for evidence-based policy research. Korea Social Policy Review, 27(1), 5-37.

저자정보

홍옥수(한국과학창의재단 과학교육팀장)

김도경(한국과학창의재단 연구원)

고수영(한국과학창의재단 연구원)

강다연(서울대학교 박사과정, 前 한국과학창의재단 연구원)