

2022.10.30

정책연구보고서
(기본과제 22-01)

교육정보화 진단지표 개발 연구

고려대학교 행정전문대학원 강영철
고려대학교 공공정책연구소 조세희
고려대학교 공공정책연구소 김주리

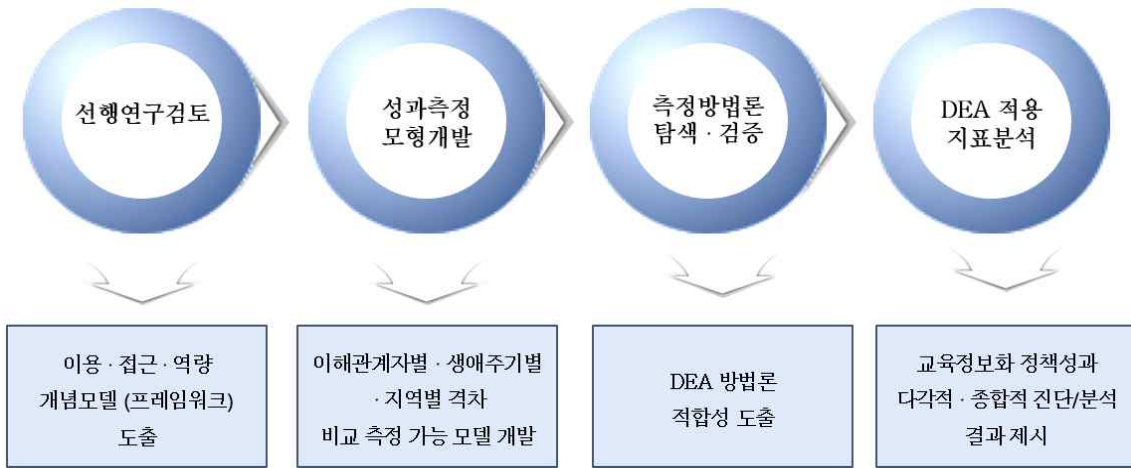


고려대학교 공공정책연구소

교육정보연구센터

Center for Educational Information & Technology

〈요약〉



〈연구수행과정〉

- **교육정보화 격차 진단 및 정책의 교육효과 측정방법론 개발 필요**
 - 팬데믹 이전, 교육현장에 ICT 활용 및 적용은 교육격차 해소 수단으로서 긍정적 측면 강조됨. 그러나 팬데믹 이후, 디지털 기반 교육의 보급과 적용이 보편화되면서 지역별, 기관별, 학생 개인별, 학급별 ICT 역량 차이가 교육격차를 유발하여 양극화를 심화시킨다는 사회적 우려 증가
 - 교육디지털화의 단순한 외적 성장에 집중하기보다, ICT 정책의 활용능력과 교육역량 간 상관관계와 정책적 자원 투입 대비 산출 효과를 진단하는 질적인 차원에서의 성과측정 단계로 나아갈 필요
 - 교육디지털화의 양면적인 교육효과를 고려할 때, ICT 역량과 교육효과 간 상관성 및 비용 구조의 효율성을 다각적이고 복합적 차원에서 비교/진단 가능한 성과지표 측정 개발 연구 필요

- **선행연구 검토 : 표준화된 맞춤형 진단지표 프레임워크 개발**
 - 정책지표는 논리적으로 검증된 안정성을 지향하면서 동시에 정책 적용 장소의 특수성을 반영해야 하는 모순적인 목표 지향
 - 두 가지 측면을 동시 충족하기 위해 주요 국제기구의 안정적인 표준화 지표체계 및 국내 선행지표 검토. 아울러, 교육부 현 성과지표 현황 검토 과

정 수행

- (국제표준화 개념모델 적용) 교육정보화의 국제사회 동향 반영 및 방향성을 제시하는 UNESCO, OECD, UN, ITU 등 국제기구의 공통된 개념모델을 도입하여 보편성 및 논리적 타당성 확보. 아울러, 국내 교육정보화 성과 측정을 위한 지표체계가 기능적인 측면에 경도된 문제를 보완하는 의미도 있음

> 국제표준화된 프레임워크(개념분류: 접근, 이용, 역량) 벤치마킹

- (국내 여건 반영) 그러나, 교육정보화 지표의 국제표준모델은 개발도상국의 정보화 수준 격차 완화 및 빈곤 감소를 위한 원조가 주된 목적으로, 국내 현안과 거리가 있고 실효성이 떨어질 수 있음
- 국내 정책적인 방향 및 개선안을 도출할 수 있는 실효성 높은 맞춤형 지표 모델 개발을 위해 국내 여건 고려 필요

> 국내 성과지표개발연구 및 성과지표 체계 등을 기반으로 도출한 국내 정책적 현안의 핵심 쟁점은 다음과 같음:

- ① 양적 성과와 질적 한계의 중첩
- ② 학제와 기능별 분절
- ③ 쌍방향 소통 및 맞춤형 서비스 결핍

○ 성과측정 모형개발

- 이용·접근·역량 영역으로 분류된 국제표준 개념모델 적용 및 국내 현안의 핵심 쟁점을 반영하여 이해관계자별·생애주기별·지역별 격차 비교 가능한 성과지표 측정 모형 개발

○ 측정방법론 탐색 및 적합성 검증

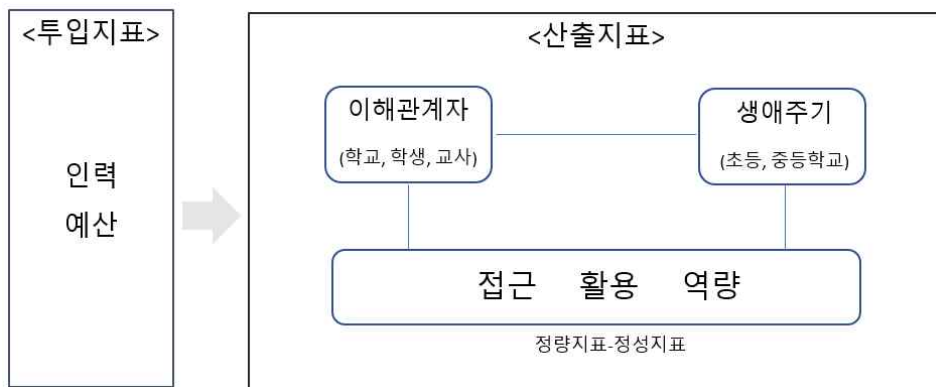
- (방법론 탐색) 세계적으로 교육과 기술 발전은 국가 경제 발전과 직결되는 중요한 문제로, 교육 수준과 과학 기술 생산성 향상을 위해 매년 예산 증액 추세임. 그러나 투자효율성의 문제가 끊임없이 제기되면서, 정책실행을 위한 예산 투입에 대한 산출 효율성 측정 수요 증가
- > 예산 투입 대비 성과를 측정하는 자료포락분석 (Data Envelopment

Analysis: 이하 DEA) 도출

- (DEA 적합성) DEA 연구물은 투입-산출 효율성 평가를 통해 자원 활용 정책을 수행할 때 요구되는 중요한 통찰력 제공. DEA를 적용한 측정 방식은 교육과 정보기술의 효율성을 무시하고 투입에만 집중된 현 문제에서 탈피하여, 실효성 높은 정책 설계를 위한 방향 설정 시 활용 가능

○ 분석모형

- DEA 기법을 적용한 교육정보화 지표 진단 분석 모형은 아래 그림에 제시
- 투입은 교육정보화 사업 관련 예산 및 인력지표
- 산출은 ICT에 대한 접근/활용/역량 영역별로 이해관계자, 생애주기를 고려한 정량·정성지표



- 분석 대상 지표는 아래 표에 제시

<요약표 1> 분석 대상 지표

	접근	활용	역량
정량 지표	-(학생, 교사)디지털기기 보급 대수(1인당 비율) -(학생)가정에서 컴퓨터, 노트북, 또는 태블릿 보유 수준	-정보(컴퓨터)교과 평균 수업 시수 -(학생)가정 등 학교 밖에서 주중에 학습 목적으로 디지털 기기를 사용하는 수준	-정보(컴퓨터) 관련 자격증 취득 비율 -정보(컴퓨터) 관련 자격증 소지 교사 비율
정성 지표	-(교사)'교실 내 무선 인터넷 속도 충분히 빠르고 끊김이 없다.' 동의 수준	-(교사) 원할 때, 그리고 원하는 시간만큼 디지털 기기를 수업에 활용하는 수준 -(학생) '디지털 기기를 더 많이 이용하고 싶다' 문항에 동의 수준	-(학생)학교 숙제를 하거나 알고 싶은 정보를 찾기 위해 인터넷 정보 검색하기 잘할 수 있는 정도 -(교사)'디지털 기기를 사용하는데 필요한 기술을 충분히 보유하고 있다'에 동의 수준

○ 분석결과

① 접근-활용-역량 영역별 비교

- 일부 도 지역의 경우 접근 영역의 성과가 가장 높으나, 지역 전반에서 활용영역의 성과가 높고, 역량 영역은 상대적으로 낮은 경향

② 정량-정성지표 비교

- 접근영역은 지표 간 성과에 큰 차이가 없음
- 활용영역은 시 지역에서 정량지표의 성과가 정성지표보다 높음
- 역량영역은 정성지표의 성과가 상대적으로 더 높게 나타남
- 정량지표는 접근-활용-역량 영역 간의 성과 차이가 확인되나, 정성지표는 영역 간 성과 차이 거의 없음

③ 초등-중등 비교

- 초등지표는 활용영역의 성과가 전반적으로 높게 나타남
- 중등지표는 시 지역에서 활용영역의 성과가 높으나, 도 지역에서는 접근 지표의 성과가 더 높게 나타나는 경향
- 정량지표는 초등학교보다 중등학교에서 영역별 성과 격차가 더 크고, 정성지표의 경우 초등학교에서 영역별 격차가 더욱 큼

○ 시사점

- 교육정보화 성과지표는 이해관계자와 생애주기를 고려하여 접근, 활용, 역량 영역에서 개발 및 측정 필요
- 접근-활용-역량 영역을 포괄하는 종합역량지수 개발 시도 필요
- 교육정보화 성과지표 관리에서 ‘효율성’ 관점 고려 필요
- 교육정보화의 효율성뿐만 아니라 ‘품질’도 중요하게 다룰 필요
- 성과지표의 신뢰성, 측정가능성, 접근성 제고 필요
- 교육정보화 사업별 성과지표의 설정 및 실적 자료 관리의 체계성 확보 필요
- 교육정보화 정책 추진 과정에 지역 균형발전의 시각 필요

CONTENTS

교육정보화 진단지표개발 연구

제1장	서론 -----	1
	제1절 연구의 목적과 필요성 -----	1
	제2절 연구의 범위와 방법 -----	4
제2장	선행연구 -----	7
	제1절 지표 유형 및 개발 체계 -----	7
	제2절 프레임워크 도출 -----	9
	제3절 지표 발굴 및 체계화 절차-----	18
제3장	교육정보화 진단지표 측정 방법론 -----	22
	제1절 측정 목적 및 대상-----	22
	제2절 분석지표 선정 -----	25
	제3절 분석모형 -----	34
	제4절 분석기법 -----	37
제4장	교육정보화 진단지표 측정 방법 시범 적용 결과 ---	47
	제1절 시·도 지역 단위 분석 -----	47
	제2절 교육정보화 실행과제 단위 분석 -----	68
제5장	결론 -----	74
	제1절 연구결과의 요약 및 의의 -----	74
	제2절 정책적 시사점 -----	76
	제3절 향후 추진 방향 -----	79
	참고문헌 -----	81
	<부록 1> 교육정보화 지표 현황 -----	85
	<부록 2> 교육부 정보화사업 지표목록 및 특성 -----	111

〈표목차〉

〈표 2.1〉 PISA 2021 ICT 평가 프레임워크	11
〈표 2.2〉 ‘ICT 접근’ 영역 : 의미와 핵심지표	19
〈표 2.3〉 ‘ICT 활용’ 영역 : 의미와 핵심지표	20
〈표 2.4〉 ‘ICT 역량’ 영역 : 의미와 핵심지표	21
〈표 3.1〉 접근영역 적용 가능 지표 목록	28
〈표 3.2〉 활용영역 적용 가능 지표 목록	30
〈표 3.3〉 역량영역 적용 가능 지표 목록	32
〈표 3.4〉 분석 대상 지표 요약	33
〈표 3.5〉 지표(변수) 설명 및 측정 방법	36
〈표 3.6〉 국내 교육분야 DEA 적용 연구 요약	46
〈표 4.1〉 DEA 접근 영역 정량-정성 지표	48
〈표 4.2〉 DEA 활용 영역 정량-정성 지표	50
〈표 4.3〉 DEA 역량 영역 정량-정성 지표	52
〈표 4.4〉 DEA 접근 영역 초등-중등 산출지표	57
〈표 4.5〉 활용 영역 초등-중등 산출지표	59
〈표 4.6〉 DEA 역량 영역 초등-중등 산출지표	61
〈표 4.7〉 교육정보화 시행계획 실행과제별 연속형 산출지표	69
〈표 4.8〉 교육정보화 사업 1분야 실행과제별 정량지표	70
〈표 4.9〉 교육정보화 사업 1분야 실행과제별 정성지표	71
〈표 A.1〉 ICT4E 핵심지표 (Core Indicators)	87
〈표 A.2〉 ICT4E 보조지표 (Annex Indicators)	90
〈표 A.3〉 OECD PISA: ICT 친숙도 주요 설문문항	91
〈표 A.4〉 PISA 2021 ICT 평가 프레임워크	92
〈표 A.5〉 ICL/CT 지표 (설문 목록)	98
〈표 A.6〉 ITU의 ICT 핵심지표 목록	103

<표 A.7> 교육에서의 ICT 세부지표 목록	103
<표 A.8> KERIS 성과지표개발연구 지표 목록	105
<표 A.9> 초중고 디지털전환 실태조사 지표 목록	108
<표 B.1> 지표 유형에 따른 교육정보화 지표 분포	114
<표 B.2> 지표 형태에 따른 교육정보화 지표 분포	114
<표 B.3> 재원 유형별 교육정보화 지표 분포	115
<표 B.4> 사업 형태별 교육정보화 지표 분포	116
<표 B.5> 지능정보기술 활용에 따른 교육정보화 지표 분포	116
<표 B.6> 정보화사업 유형별 교육정보화 지표 분포	117
<표 B.7> 2021년 목표대비 2021년 실적 달성 비중	118
<표 B.8> 2021년 실적대비 2022년 목표 설정	119
<표 B.9> 2021년 목표 달성여부에 따른 2022년 목표 설정	119
<표 B.10> 접근, 활용, 역량 영역별 교육정보화 지표 분포	120

〈그림목차〉

〈그림 2.1〉 지표 작성 및 활용 단계	9
〈그림 2.2〉 국제기구의 대표 프레임워크	10
〈그림 2.3〉 교육정보화의 양적 성과 vs. 질적 한계	13
〈그림 2.4〉 교육정보화 지표 프레임워크 : 생애주기별 ICT 역량 모형	16
〈그림 2.5〉 교육정보화 공급-수요 반응 모형	17
〈그림 3.1〉 교육정보화 지표 진단 분석모형	34
〈그림 4.1〉 접근 영역의 정량-정성지표 비교	49
〈그림 4.2〉 활용 영역의 정량-정성지표 비교	51
〈그림 4.3〉 역량 영역의 정량-정성지표 비교	53
〈그림 4.4〉 정량-정성지표 영역별 통합 비교	55
〈그림 4.5〉 접근 영역 초등-중등 비교	58
〈그림 4.6〉 활용 영역 초등-중등 비교	60
〈그림 4.7〉 역량 영역 초등-중등 비교	62
〈그림 4.8〉 초등-중등 영역별 통합 비교	63
〈그림 4.9〉 초등학교 정량-정성지표 비교	65
〈그림 4.10〉 중학교 정량-정성지표 비교	65
〈그림 4.11〉 접근/활용/역량 영역별 분석결과 종합	66
〈그림 4.12〉 교육정보화 실행과제별 정량지표-정성지표 성과 비교	72
〈그림 A.1〉 ICILS 2018 CIL 프레임워크	95
〈그림 A.2〉 ICILS 2018 CT 프레임워크	96
〈그림 A.3〉 ICILS 2018 CIL/CT 학습효과 흐름도	97
〈그림 A.4〉 맥락적 프레임워크의 변수 매핑 예시	97
〈그림 A.5〉 정보사회를 향한 진화의 3단계 모델	102
〈그림 A.6〉 제5차 교육정보화 기본계획 지표개발 프레임워크	104

제1장 서론

제1절 연구의 목적과 필요성

지식정보사회가 도래하면서, 우리나라는 정보통신기술(Information and Communication Technologies: ICT)을 교육현장에 도입하기 위해 정보화사업의 비중 및 예산을 늘리는 방향으로 각종 교육정책을 추진하였다(김혜숙·백순근, 2007:68; 백순근 외, 2008:2; 김혜숙, 2009:31, 교육인적자원부, 한국교육학술정보원, 2000). 한국정부는 국가단위 종합대책의 시초가 된 1996년 제1차 교육정보화 기본계획 수립을 시작으로, 2019년부터 2023년까지 적용되는 ‘제6차 기본계획’에 이르기까지 20년 이상 ICT 교육 인프라 구축, 플랫폼 및 콘텐츠 개발과 보급을 위한 사업을 활발하게 진행시켜왔다(한국교육학술정보원, 2020; 안성훈·이상현, 2020: 50; 이대균·김은영, 2002). 이런 흐름에서 삶의 전 영역에 충격을 주었던 코로나19가 확산되면서, 특히 교육환경에 가장 큰 변화가 일어났다. 팬데믹으로 대면수업은 일순간 제한되었고, 감염병상황이 장기화되면서 집단적·개별적 학습 중단이 빈번해졌다. 교육 현장에서는 학습공백의 장기화를 차단하기 위해 원격수업으로 전면 대체되었고, 그에 맞는 인프라 구축 및 정책적 대응이 시급히 요구되었다. 코로나로 인한 급격한 환경의 변화는 교육 디지털화로의 전환을 촉진하는 계기가 된 것이다.

1990년부터 교육정보화의 정책적인 기반을 다져 온 한국은 정보화 발전수준이 높은 국제사회의 모범국가로 분류되고 있다. 명성에 맞게 한국은 코로나로 인한 비상상황에서도 온라인 수업으로 신속히 전환하여 비교적 잘 빠르게 대응했다는 평가를 받았다(교육부, 한국교육학술정보원, 2020). 일찍이 교육정보화 정책의 성공사례로 한국을 벤치마킹하려는 국제적 니즈가 있어 왔다. 이러한 수요에 부응하여 2013년 유

네스코통계국(UNESCO Institute Statistics:이하 UIS)은 한국교육학술정보원(Korea Education & Research Information Service: 이하 KERIS)에 의뢰하였고, UIS와 KERIS는 ICT 교육의 범국제적 적용이 가능한 표준화된 교육정보화 지표체계 개발을 공동으로 수행하기도 하였다. 한국의 정보화 위상은 국제지표에서도 나타난다. 대표적으로 국가별 ICT 발전 수준을 비교하는 국제정보통신연합(International Telecommunication Union: 이하 ITU)의 ICT 발전지수(ICT Development Index: IDI)에서 한국은 2016년도에 176개 조사대상 국가 중 1위, 2017년도 2위로 상위권에 속하며 높은 정보화 수준을 보이고 있다.

그러나 정보화의 외형적 성장에 의한 교육적 효과에 대해서는 대내외적으로 의견이 분분하다. 팬데믹 상황 이전까지만 해도 교육현장에서 ICT 활용은 지역 및 소득수준, 계층 간 교육수준의 간극을 좁혀줄 수 있는 효과적인 수단으로써(안성훈·이상현, 2020:40; KERIS, 2013) 주로 고려되었다. 그러나 팬데믹 이후 디지털 기반 교육의 보급과 적용이 보편화되면서 교육 기관별, 지역별, 학생 개인별 ICT 접근·활용 등 전반적인 역량 차이가 오히려 교육격차를 심화시킨다는 사회적 우려가 증가하고 있다. 주요 국제기구에서도 단순히 원격학습 제공 및 기반 마련 등 디지털학습으로의 성공적인 전환이 학습결손 예방과 학업성취도에 긍정적인 효과를 미치는지에 대한 의문을 제기한다. 예컨대 다수의 국가에서 학교 폐쇄 기간 동안 4명 중 3명 이상이 취학 전 수준 이하의 원격 교육을 받았다고 보고하였고, OECD PISA 평가에서는 교실에서의 디지털 기술 활용 수준과 학업성취도 간에 지속적인 부적 관계를 보인다는 결론이 도출되기도 하였다(UNESCO, UNICEF, World Bank, & OECD, 2021: 5-6; ZHONGMING, Zhu, et al., 2021b: 2).¹⁾ 뿐만 아니라 최근 국내에서는 지역사회에서 학생들에게 학습용으로 보급한 스마트 기기의 오용사례로 인하여, 교육의 디지털화가 교육에

1) UNESCO, UNICEF, World Bank, & OECD. (2021). What's Next? Lessons on Education Recovery: Findings from a Survey of Ministries of Education amid the COVID-19 Pandemic.

부정적인 영향을 주는 위험요인으로 지적되기도 하였다²⁾.

장기화된 전염병 기간과 사회적 거리두기라는 비약물적 개입에 의해 발생한 학습결손은 사회경제적 취약집단에 보다 큰 영향을 미칠 수 있다. 여기에서 학교의 인프라 구축 및 정보화 시스템 수준, 교육 주체들의 디지털 활용 등 비상 상황에서 대처하고 실행할 수 있는 다차원적 측면의 역량 차이가 개인과 개별학교 및 관할 지역 간 교육 기회 격차를 증폭시켜 교육 불평등의 심화로 이어지는 일련의 과정을 면밀히 살펴볼 필요가 있다. OECD 및 주요 선진국에서는 ICT 관련 교과를 필수 과목으로 전환하고 소프트웨어 교육을 강화하면서 동시에 미래사회에서 요구하는 핵심역량으로써 학습자의 디지털 리터러시를 강조하고 있다. 이러한 추세는 교육정보화의 발전에서 비롯된 교육 불평등의 역설과 무관하지 않다.

디지털기반 원격수업의 보편화 등 각종 교육정책의 추진 수단으로 정보화사업의 비중이 증가되고 있으나, 인프라 구축을 위한 투입예산 대비 디지털 활용 및 역량적 요소의 성과 효율성을 측정하고 궁극적으로 교육적 효과를 진단하는 지표개발 연구는 거의 수행되지 않았다. 지속적으로 교육정보화 정책의 투입 부분이나 이해관계자들의 만족도 조사 등 정책의 부분적 측면에 치우친 사후평가 체계에 대한 문제점이 지적되고 있으나(김형주, 김영애, 2003; 임천순, 2004; 김혜숙·백순근, 2007), 성과평가 체계의 분절화와 교육적 효과성 평가의 제약은 고질적인 문제가 되고 있다. 단순하게 교육현장(학교 등)의 원격수업이 정보인프라와 SW작동의 복합적인 매커니즘의 서비스이며, 궁극적인 목적이 교육효과 제고임을 감안하더라도 종합적인 평가와 교육 효과성을 측정할 수 있는 지표의 프레임워크 개발 및 방법론에 대한 연구가 수행 될 필요가 있다.

교육정보화 성과지표는 디지털 시대로의 전환과 팬데믹 상황에서 교육전반에 나타나는 다양한 변화를 빠르고 정확하게 진단함으로써 현재

2) [팩트체크K] "교육청이 보급한 스마트 단말기는 게임 안 된다" 사실은?
<https://news.v.daum.net/v/20220518193633887?f=o> (최종검색일, 2022.6.17.일)

문제에 대응하고 미래변화를 예측하여 올바른 정책방향을 제시하는 중요한 이정표 역할을 한다. 이제 교육디지털화의 단순한 외적 성장이 아닌, 교육정보화의 활용 능력과 교육역량 간의 상관관계를 고려하는 질적인 차원에서의 성과측정 단계로 나아갈 필요가 있다. 교육디지털화의 양면적인 교육효과를 고려할 때, 교육정보화 격차 감소와 정보화 역량 수준 향상을 다각적이고 복합적인 차원에서 비교/진단할 수 있는 지표의 지수개발 연구는 중요한 의미를 갖는다. 즉, 교육정보화의 정책 성과는 정책의 개별 과제 단위에서 단편적이고 객관적인 수치를 산출하여 파악하기보다는 디지털 역량을 대변하는 다양한 영역의 정책지표들이 종합적으로 어떤 결과를 만들어내는지 효용성을 측정하여 해석하는 방향으로의 전환이 요구된다.

제2절 연구의 범위와 방법

전 세계적으로 각 분야에서 정보기술의 효율성이 국가발전에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 관심이 높아지고 있으며, 관련하여 많은 연구가 수행되고 있다(Cordero-Ferrera et al. 2008; Mu et al. 2010; Grosskopf et al. 2014). 정보화를 향한 국가의 집중적인 관심과 연구동향은 정보기술이 경제 발전에 큰 영향을 미치는 결과에서 기인한다. 대부분의 나라에서 국가경쟁우위의 핵심동력으로서 정보기술의 중요성을 인식하고 최근 몇 년간 해당 분야에 공공예산을 꾸준히 증액하고 있다(So 2011; XU, Huan; LIU, Fangtao., 2017). 특히 정부는 교육기관의 디지털정보화를 위해 집중 투자함으로써 경제 성장을 촉진하고, 개인 및 사회가 개발될 수 있도록 지원하며, 사회적 불평등 감소 등 다양한 목표를 성취하고자 한다. 교육과 기술의 발전은 글로벌 지식과 기술 수준을 향상시키고, 궁극적으로 국가경제 발전에 기여하는 핵심적인 요소가 되기 때문이다. 이에 부응하여 우리나라를 비롯하여 모든 국가에서 교육 수준과 과학 기술 생산성 향상을 위해 매년 관련 예산

의 비중을 늘리고 있다.

그러나 교육 및 기술의 중요성 인식과 국가적 차원에서의 지원 규모가 확장되는 한편, 동시에 투자 효율성이 낮다는 비판이 끊임없이 제기되고 있다(So 2011). 예컨대 린(Lin et al. 2010)은 예산 투입을 늘림으로써 산출되는 교육과 기술의 발전 수준이 국가별로 상당한 차이가 있다고 강조한다. 즉, 투입 대비 산출 효율성은 교육 및 정보기술 분야 모두에게 중요한 사안으로 고려될 수 있다(Wu, 2009). 국가 예산의 효율적인 배분과 정책적 효과를 극대화하기 위해 교육기관에 할당되는 예산 규모를 결정할 때 정부는 지출 증가에 대한 수요의 균형을 맞추는 것을 요구한다(OECD, 2020). 성과예산(performance funding)은 당국이 교육에 자원을 할당하는 데 사용하는 방법 중 하나로써, 일반적으로 정부는 기관의 성과를 판단하고 예산의 규모를 결정할 때 중요한 지표로 고려할 수 있다(Bridget, 2010). 기실, 예산 투입 대비 산출되는 성과의 순위가 정책의 효율성을 보증해 주는 중요한 의사결정 도구로 사용되고 있다(Wildavsky, 2010).

예산 투입 대비 성과를 측정하는 방법론으로 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: 이하 DEA)이 널리 활용된다. DEA는 의사결정 단위의 상대적 효율성을 측정하는 잘 알려진 비모수적 방법론으로 주로 비영리 조직에 사용된다. 표준 DEA는 다양한 투입 및 산출물이 있는 반면 시장 가격이 별도로 존재하지 않는 교육 부문에도 적합성이 높다. 교육 및 정보기술 개발 프로그램의 성과를 평가할 때 DEA 적용의 강점이 강조되는 이유이다(Lu and Hung 2011). 결론적으로 정부가 교육성과를 향상시키는 방안을 모색하고 나아가 교육 분야의 전망을 확인할 수 있는 비용 구조를 이해하는 것은 매우 중요한 사안이다. 교육 분야의 주요 정책문제를 해결하기 위해 비용구조에 대한 연구가 필요하다고 익히 알려졌음에도 불구하고, 예산활용 및 비용의 요소와 성과에 대해 활용 가능한 정보는 거의 부재한 상황이다.

이상의 필요에 따라 본 연구는 교육정보화 관련 정책들의 투입 대비

산출이라는 비용 구조를 연구하기 위해 DEA 방법을 사용한다. 방법론 활용을 위해 일차적으로 교육정보화 정책의 교육효과를 측정할 수 있는 시의적이고 타당한 지표 프레임워크를 제시하고, DEA 측정방법론을 적용하여 시범 분석결과와 함의점을 제안하고자 한다. 이를 위해 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 국제표준화된 지표와 교육정보화 기본계획에 근거하여 수행한 국내학술연구에서 제안하고 있는 지표들을 비교·검토한다. 이를 바탕으로 표준화되고 논리적으로 검증된 교육정보화 역량지수 프레임워크를 도출한다. 3장에서는 본 연구가 수행하고자 하는 교육정보화 진단지표 측정의 목적과 분석방법을 소개한다. 수집한 자료 및 지표에 대한 설명과 함께 DEA 방법론의 시의적 필요성과 장점을 논의하고, 교육정보화 진단지표 측정 모델을 제시한다. DEA 기법이 적용된 국내외 선행연구의 소개 및 검토 또한 이어진다. 4장에서는 선행연구 및 기존 지표체계 검토 결과로 도출한 역량지수 프레임워크를 바탕으로 이용 가능한 자료의 범위 내에서 국내 교육정보화 수준을 측정하고 분석결과를 제시한다. 마지막으로 결론과 향후 연구방향을 제안하고자 한다. DEA 모델을 활용하는 본 연구는 정책적인 차원에서 투입되는 예산이 가장 생산적인 규모(most productive scale size: MPSS)에 도달함으로써 얻을 수 있는 잠재적인 이득을 연구한다는데 궁극적인 함의가 있다.

제2장 선행 연구

제2장에서는 국내·해외 선행 지표연구를 통해 교육정보화 역량진단을 위한 지표의 프레임워크를 도출해 보고자 한다. 교육정보화 수준을 측정하는 기존의 성과지표는 UNESCO, OECD, IEA, ITU 등 주요 국제기구에서 산출한 국제표준화된 지표들이 주로 활용되고 있다. 국내의 대표적인 선행연구로는 한국교육학술정보원(KERIS)의 「제5차 기본계획 성과관리 지표개발 연구」와 「2020 초중고 디지털전환 실태조사 지표개발 연구」가 대표적이다. 기존 국내 및 해외의 주요 교육정보화 지표체계와 현안 검토를 통해 교육정보화 정책성과를 평가할 수 있는 보편타당하고 시의성 높은 측정 모델을 설계하려는데 목적이 있다.

제1절 지표 유형 및 개발 체계

일반적으로 지표는 측정 대상(지표 개념)을 명확히 규정한 후 대상의 상태, 수준, 변화를 정확하고 효율적인 통계 수치로 파악하는 개념 및 측정도구를 의미한다(변준석 외 2019). 특히, 정책지표란 “정책적 가치 및 소망성에 비추어 정책 문제를 정의하고 정책 대안을 선택하는 과정에서 활용” 되는 이정표로 볼 수 있다. 따라서 정책지표는 정책 선택과정의 각 단계(문제 정의-정책 선택-정책 결과의 점검-문제의 재정의)에서 활용될 수 있는 정책 지향성을 가져야 한다. 단계별로 지표의 기능을 설명해보면, 먼저 정책 문제 정의 차원에서 지표는 특정 현상이 정책의 대상이 되는 문제인가를 판단할 때 상태나 조건의 변화를 제시하는 근거자료로 활용될 수 있다. 또한 정책 집행과정에서 일어나는 변화를 감지하여 적극적으로 환류하기 위한 모니터링 도구로, 정책목표에 대한 달성수준을 제시하는 근거로도 활용된다. 그러므로 정책지표는 문제 진단, 목표 설정, 모니터링, 목표 달성을 판단하는 데 활용

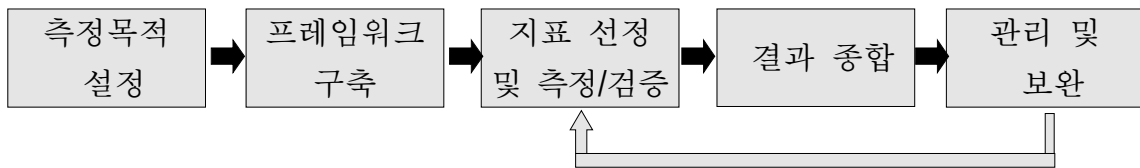
되며, 목표 설정 이후에는 투입-과정-산출-결과지표로 구성되는 성과 지표의 형태를 띠게 된다. 투입지표는 사업에 투입된 인력, 자원 등을 나타내며, 과정지표는 진척도·공정률 등 진행 과정에서 나타나는 목표의 달성수준과 정도를, 산출지표는 사업의 결과로 나타난 재화나 서비스를 측정한다. 결과지표는 사업의 궁극적인 혜택을 측정한다(박기백 외 2004).

효과적인 지표개발 절차에 따르면, 정책분류와 지표 발굴 및 점검, 체계화를 위해서는 우선적으로 측정 목표의 설정과 이론적 프레임워크의 구축이 선행되어야 한다(그림 1.1). 프레임워크란 측정 대상의 본질과 시간에 따른 변화양태를 반영할 수 있도록 이론적 근거를 마련하고 이를 토대로 하위 영역을 구성하여 측정 체계를 구축하는 것을 의미한다(변준석 외 2019). 즉, 교육정보화 정책 전반을 진단하기 위해서는 효과적인 성과측정의 기반이 되는 프레임워크 작성이 필요하다.

작성된 프레임워크를 기반으로 교육정보화 정책 진단을 위해서는 교육정보화 정책 분류에 맞는 국내외 지표를 발굴하는 한편, 기존 교육부에서 정책성과 평가로 활용되고 있는 지표에 대한 점검 절차가 필요하다. 측정 목표의 설정 및 이론적 프레임워크 구축을 통해 기존 성과지표의 체계를 검토하여 지속 관리 개발될 수 있는 지표 수집 체계를 제시해 본다. 그런 후 지표개발 절차를 종합적으로 거쳐 도출한 <표 1.1>과 같은 지표의 분류체계를 기반으로 적합한 성과측정 방법론을 개발하여 도입한다. 지표 진단 개발연구의 궁극적인 목적은 교육정보화 역량 수준에 따른 교육 격차 및 학업성취도의 영향력을 파악할 수 있는 측정 방법론을 제시하고, 정책적 함의를 도출해 보는데 있다. 연구 목적에 달성하기 위해 본 연구는 교육정보화 정책의 전반적인 효과를 측정하기 위한 ‘진단지표’를 개발에 1차적인 목표를 둔다. 본 연구에서는 신규 지표개발보다는, 공신력을 인정받거나 교육부에서 활용되고 있는 기존 성과지표를 체계화하고 다각적으로 분석하여 정책효과를 정확하게 진단할 수 있는 측정방법을 고안한다. 이를 통해 실효성

높은 현안 및 정책 개선안을 도출할 수 있는 근거자료를 제공하는데 중점을 둘 것이다. 지표 작성 및 활용 단계에서 요구되는 일련의 과정을 거쳐 개발한 측정 방법론은 교육정보화 정책의 상황을 진단하고 지역, 계층, 학교별 교육격차를 비교하여 교육효과를 파악하는 데 활용될 수 있다.

<그림 2.1> 지표 작성 및 활용 단계



제2절 프레임워크 도출

1. 교육정보화 프레임워크의 국제 표준화 모형

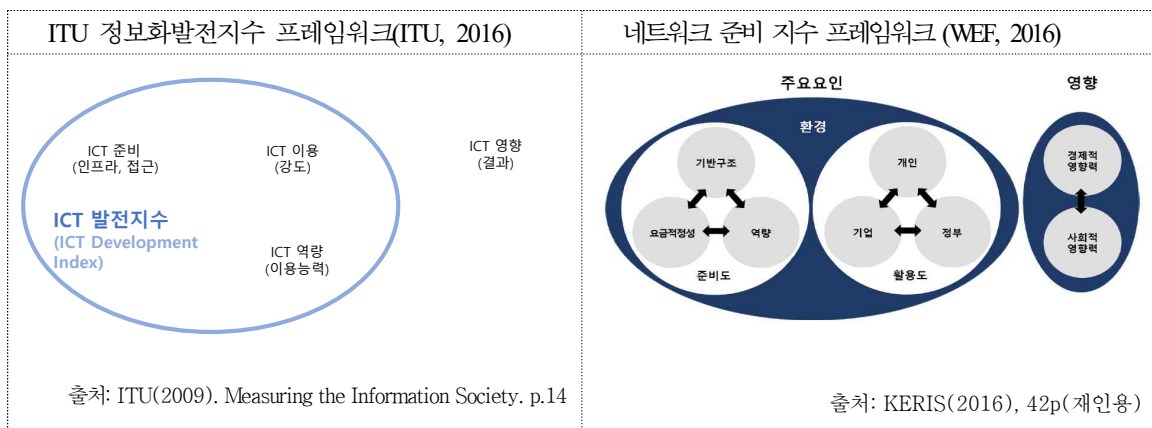
지표 프레임워크는 “측정의 목적, 방향, 가치를 담은 이론적인 틀로서, 측정의 전반적인 성격을 규정할 뿐 아니라 구체적인 지표 선택의 기준이 되는 가이드라인을 제시하는 역할”을 한다(변준석 외, 2019, p.8). 즉, 프레임워크 구축 작업의 핵심은 “이론적 배경을 찾고 그에 따라 측정 대상을 효과적으로 측정하기 위한 ‘개념지도’를 작성하는 것이다”(변준석 외, 2019, p.8).

국제표준화된 선행지표를 검토 한 결과, UNESCO, OECD, IEA, ITU 등 주요 국제기구의 표준화된 교육정보화 프레임워크는 정보화 ‘역량’이 교육효과뿐 아니라 사회적·경제적으로 어떤 영향을 미치는지 진단하는 개념틀로 구성되어 있다. 전형적인 국제표준화 모형을 제시하고 있는 국제통신연합(International Telecommunication Union)은 한 사회에서 ICT 영역이 어느 정도 발전해 왔는지를 추적하는 지표를 ICT 준비, ICT 활용, ICT 영향의 3단계 프레임워크에 기반하여 설정하고, ICT 발전수준을 토대로 국가별 정보화 수준을 비교한다. 이러한 ICT

발전지수(ICT Development Index, IDI)는 1단계, ICT 인프라 및 개인의 ICT 접근에 관한 지표(ICT 준비); 2단계, ICT의 실제 사용 및 사용 강도의 수준(ICT 활용); 3단계, ICT 스킬 또는 ICT를 효과적으로 사용하는데 필요한 능력(ICT 영향)으로 구성된다(그림 2.1: 左).

세계경제포럼(World Economic Forum)이 발표하는 정보화 평가지표인 ‘네트워크 준비지수’ (Networked Readiness Index)는 개인, 정부, 기업의 정보기술 발전도와 경쟁력을 종합적으로 측정하는 것을 목표로 한다. 환경, 준비, 활용, 영향이라는 네 가지 개념 간 관계를 프레임워크를 구성하고 이에 따른 ①ICT 환경 지수(정치 및 규제 환경, 기업 및 혁신 환경); ②준비도 지수(기반구조와 디지털콘텐츠, 요금적정성, 역량); ③활용도 지수(개인, 기업, 정부의 ICT 활용); ④영향력 지수(경제적, 사회적 영향력) 등 네 개의 하위지표를 산출하고 있다(그림 2.1: 右).

<그림 2.2> 국제기구의 대표 프레임워크



OECD의 국제 학생평가 프로그램(PISA)의 ICT 평가 프레임워크 역시 ①ICT 접근성(Access to ICT); ②ICT 활용(Use of ICT), ③ICT 역량(Students’ ICT Competencies)의 세 가지 영역으로 구성된 프레임워크를 기반으로, 학생, 교사, 학교를 대상으로 설문조사를 수행하여 ‘ICT 친숙도 지표’를 측정하고 국가별로 비교한다.

<표 2.1> PISA 2021 ICT 평가 프레임워크

영역	설명
ICT 접근 (Access to ICT)	ICT 자원의 가용성, 접근성 및 품질을 포함하며, 특히 학습을 지원할 수 있는 (연결된) 기술에 중점(예: 디지털 학습 자원, 학습 관리 시스템 등)
ICT 활용 (Use of ICT)	비공식적이고 감독되지 않는 환경에서 학생의 학습 및 여가, 교실에서 교사가 ICT를 사용하는 학습 상황의 강도와 유형을 다룸. 여기에는 교사가 학습지원을 위해 ICT를 대안적으로 사용하는 것도 포함
ICT 역량 (Students' ICT competencies)	기존의 평가 프레임워크에서 '디지털 리터러시' 로 정의된 핵심 역량 영역과 함께 학습 및 여가를 위한 ICT 활용에 대한 태도 및 성향을 포함. 학생의 ICT 역량 평가를 위해 자기효능감 측정 제안

출처: OECD(2018). PISA 2021 ICT Framework, p.5

KERIS 등 국내에서 수행한 선행연구의 경우, 지표체계는 국제 표준화된 영역에 포함되어 있는 지표내용들과 현재 우리나라에서 시행되고 있는 정책 과제에 맞춰 분류한 영역들이 혼재된 형식으로 구성되어 있다(#부록1 제2절 참조). KERIS의 교육정보화 지표내용은 현재 추진 중인 교육정보화 기본계획 및 세부 정책사업을 기반으로 하여 국내의 특수성을 반영하기 위한 해당 지표의 도입은 타당해 보인다. 그러나 지표를 선별하기 위해 일관되고 논리적인 개념으로 뒷받침된 분류체계가 정립되어야 한다. 이런 필요에 따라 국제표준화된 교육정보화 지표의 분류체계를 적용하여 효과적으로 성과측정이 가능한 ‘개념지도’인 프레임워크를 도출하는 것이 보다 합당하다. 국제표준화 기준을 적용하여, 본 연구의 ‘교육정보화 진단지표개발’의 진단 영역은 크게 ① 접근/인프라, ② 이용, ③ 활용능력 세 개의 ICT 역량 요소로 지표체계의 개념체계를 구성한다(#부록1 제1절 참조).

2. 교육정보화 국내 현안 및 특수성

주요 국제기구의 교육정보화 표준화 모형을 통해 도출한 개념의 세계 영역을 기반으로 우리나라 ICT 교육정보화 역량 수준을 진단하기 위해서는 ‘교육’ 과 ‘정보화’ 분야를 포괄하고 ‘교육정보화’ 및 ‘국내 교육 환경’ 의 특수성을 동시에 담아낼 수 있어야 한다. 또한, 시대 상황을 반영한 시의성 높은 프레임워크 구축을 위해 교육정보화 정책 현안에 대한 고찰과 현행화가 필요하다. 국내 현안은 다음 세 가지로 요약될 수 있다.

1) “양적 성과와 질적 한계의 중첩” : 교육부는 1차-5차(1996년-2008년)에 걸친 교육정보화 기본계획에 따라 높은 교육용 컴퓨터 보급률, 나이스(NEIS) 등 교육정보화 인프라 구축, 스마트 교육 도입, 디지털교과서 개발 및 보급 등 가시적 성과를 도출하였다. 그러나, 최근 조사결과에 따르면 그간 정책적 성과가 교육정보화 수준을 지속 향상시키는 결과를 이끌어내기 보다 양적인 성과와 질적인 한계가 중첩되는 한계를 보인다(그림 4.3). 교육부는 이러한 문제의식에서 “사람 중심의 미래지능형 교육환경 구현” 이라는 비전하에 ‘미래형’, ‘지속형’, ‘맞춤형’, ‘공유형’ 이라는 네 개의 교육정보화 목표를 설정하였다. 현재 「제6차 교육정보화 기본계획」(2019년-2023년)에서는 2조 8.242억원(국고 9.740억원, 지방비 1조 8.502억원)의 예산을 마련하여 미래형 ICT 교육환경을 조성할 계획이다. 이를 통해 AI·빅데이터·IoT 등 지능정보를 활용하여 생애주기를 아우르는 지속형, 맞춤형 교육서비스를 제공하는 한편, 나이스(NEIS) 등 교육정보시스템의 고도화, 디지털 인프라의 통합 등을 통해 교육정보화 정책의 현장안착 및 교육정보 활용을 촉진할 계획이다.

〈그림 2.3〉 교육정보화의 양적 성과 vs. 질적 한계

양적 성과	질적 한계	학교에서의 ICT 접근성 (OECD PISA, 2015년)												
1. 높은 교육용컴퓨터 보급률	1. ICT인프라에 대한 유지보수 및 신규투자정체	<input checked="" type="checkbox"/> 디지털기기 보급률-22위 / 30개국 <input checked="" type="checkbox"/> 무선 인터넷활용비율-26.5% / 55% <input checked="" type="checkbox"/> 학생수 대비 PC비율-32위 / 35개국 <input checked="" type="checkbox"/> 디지털기기 사용빈도 -30위 / 31개국 <input checked="" type="checkbox"/> 인터넷미사용학생비율-56% / 25%												
2. 교육정보화 인프라구축및 개선 (NEIS등)	2. 교육분야 공공데이터 이용을 저조	공공데이터포털이용 실적 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>보유목록</th> <th>개발건수</th> <th>이용건수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>전체</td> <td>25,184건</td> <td>약 300억건</td> <td>6,469,895건</td> </tr> <tr> <td>교육 분야</td> <td>122건 (0.48%)</td> <td>565건 (0.000002%)</td> <td>10,278건 (0.18%)</td> </tr> </tbody> </table>		보유목록	개발건수	이용건수	전체	25,184건	약 300억건	6,469,895건	교육 분야	122건 (0.48%)	565건 (0.000002%)	10,278건 (0.18%)
	보유목록		개발건수	이용건수										
전체	25,184건	약 300억건	6,469,895건											
교육 분야	122건 (0.48%)	565건 (0.000002%)	10,278건 (0.18%)											
3. 디지털교과서 개발 및 보급	3. 교육참여자의 디지털 기기 활용역량 부족													
4. 창의 인재 양성을 위한 SW교육	4. 지능정보기술(AI, Big Data, IoT) 반영 미흡													
5. 학술연구 정보의 공유/유통 활성화 (RISS / EDUNET / KOCW)	5. ICT활용수준/접근성 OECD 최하위권													
6. 온라인 평생학습 체제 구축 (늘배움 / K-MOOC)	6. 수요자맞춤형 서비스부족													

출처: 김규태 외(2019).

2) 학제와 기능별 분절

제6차 기본계획의 효과적인 실행을 위해서는 관련 제도의 정비와 정책을 마련하는 것이 필수적이다. 그러나 현재 교육정보화 정책은 학제와 기능별로 분절되고 정체되어 있다. 구체적으로 살펴보면, 교육부 및 산하기관의 24개 부서와 51개 기관이 교육정보화 사업을 담당하고 있으나, 사용자 서비스, 물적 인프라, 응용 소프트웨어를 개별적으로 운영함에 따라 예산 및 사업 내용에 대한 총괄적인 타당성 검토가 어렵고 정보시스템 현황 관리 및 후속 사업이 중복되면서 비효율적으로 추진되는 경향을 보인다. 특히, 대학정보화의 경우 2016년 국고지원 중단 이후 대학별 자체 여건에 따른 업무추진으로 정보화 수준이 천차만별인 실정이다. 또한, 교육부가 교육기관의 이러닝콘텐츠 개발 및 보급에 치중한 반면 범국가적 이러닝콘텐츠 표준화 등에 관한 법제도 정비에는 소홀히 하면서 비효율적 개발 및 운용의 문제(조현구 2000)가 고착화 되고 있다. 그 결과, 이러닝 플랫폼의 표준화가 지연되고 대학별 자체 사이버강좌(LMS) 운용으로 이중 삼중의 콘텐츠가 양산되고 있다.

3) 쌍방향 소통 및 맞춤형 서비스 결핍

해외 각국은 향후 일자리의 대부분이 디지털 스킬과 관련된다는 인

식하에 민간업체와의 협업으로 인공지능을 활용한 교습방법을 광범위하게 적용하고 있다(김규태 외, 2019). 뉴질랜드, 중국, 싱가포르, 아랍에미레이트 등지에서는 학생의 학습관련 데이터(수치, 텍스트, 음성, 영상)를 축적하여 학생과 시스템 간의 실시간 상호작용(학생의 학습에 따른 콘텐츠 제시, 학생과의 실시간 대화)을 통한 개인 맞춤형 교육이 다양하게 시도되고 있다(한국교육학술정보원 2018). 미국 교육부는 교육현장의 급속한 변화에 직면하여 2017년 교육정보화 마스터플랜(National Education Technology Plan)을 1년 만에 개정하였다. ‘기술을 활용하여 학습경험을 혁신하고 교육의 형평성과 접근성을 제고’ 한다는 기치 하에 학습(Learning), 교수(Teaching), 리더쉽(Leadership), 평가(Assessment), 인프라(Infrastructure)의 5개 영역에서 맞춤형 실시간 교습방식을 추진 중이다(한국교육학술정보원 2018). 특히, “지속적인 데이터 수집과 공유를 통해 학습 및 교수를 개선하는 평가 모델을 시행하는 동시에 프라이버시와 정보보호를 보장할 수 있도록 기존의 평가 방법과 정책, 규정을 개정” (한국교육학술정보원 2018)하는 방향으로 교육평가모델을 재정립하고 있다. 이와 같이 O2O(online to offline)로 대변되는 쌍방향 실시간 소통과 개인맞춤형 교육서비스의 제공은 정부에 의한 공세적인 투자, 민간업체와의 협업, 그리고 기존의 정책과 규정을 시대에 맞게 재편하는 과제를 동시에 요구하고 있다. 특히, 제도권 교육의 변화와 더불어 대체교육, 일·학습 병행, 평생, 직업, 자기개발 등 다양한 온라인 교육 수요가 눈에 띄게 증가했다. 그러나 한국 교육은 여전히 교과 중심 교육이 대부분을 차지하고 있으며, ICT 활용 학습자 중심의 개별화된 서비스와 생애주기별 교육서비스의 제공은 턱없이 부족한 실정이다. 국가적 온라인 학습시스템 K-MOOC 등이 운영되고 있으나, 지속적인 학습권 보장을 위한 콘텐츠 확보, 학습기기 지원, 사회관리 등 개인 맞춤형 교육을 제공하기 위한 체계적인 시스템 마련 역시 지연되고 있다.

3. 교육정보화 진단지표개발 프레임워크 도출

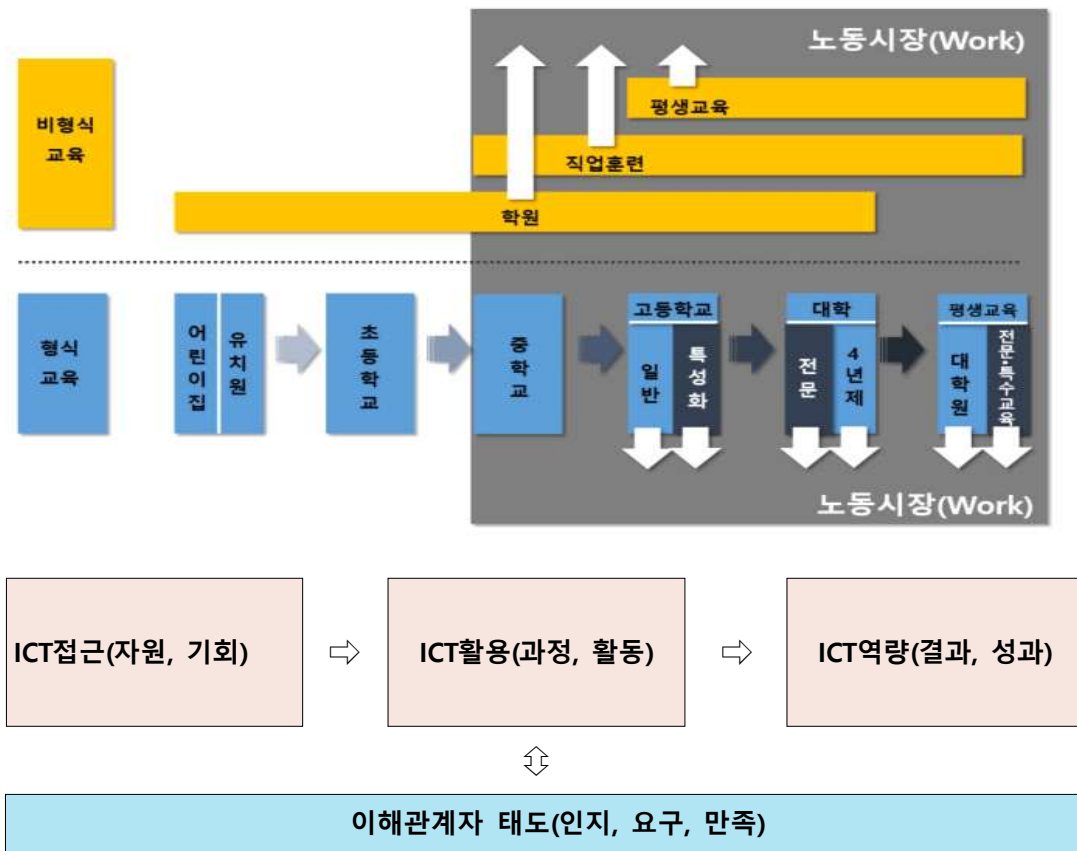
교육정보화 수준을 진단하기 위한 지표체계의 프레임워크는 교육정보화 정책이 달성해야 할 개념적인 목표 간의 논리적 관계를 개념지도(mapping)로 그려내는 것으로서 무엇이 어떻게 측정 및 분석되는지를 제시하는 것이다(한준 외 2017). 따라서 앞서 검토한 교육정보화 정책의 현안 및 제약점을 토대로 교육정보화 진단지표 프레임워크 개발 방향은 다음과 같다. 첫째, 교육정보화의 양적 성과를 측정하는 기능적인 측면 보다는 정보화 역량의 질적인 발전과 교육의 제고 효과를 평가할 수 있는 진단지표를 개발한다. 이를 위해 개인의 디지털 접근, 활용, 이용능력 등 역량 전반이 어떻게 구현되고 실행되는지 상태를 진단할 수 있는 명확한 개념 정립이 필요하다. 둘째, 공급자 관점과 수요자 관점을 포괄하는 통합적 접근(holistic approach)이 필요하다. 그간의 교육정보화 정책 및 관련 지표는 공급자 관점에서 개발되었으며, 공급자의 역할에 대한 모니터링 위주로 진행되었다. 이에 따라 교사, 학생, 학부모 등 현장의 수요가 상대적으로 부각되지 않는 문제가 있어 공급자와 수요자의 시각을 균형 있게 반영한 프레임워크와 지표체계 구축이 시급하다. 셋째, 생애주기적 관점의 교육정보화 지표가 필요하다. 교육지표 전반이 학제에 따라 유아, 초중등, 대학, 평생교육 지표로 구분됨에 따라 학제를 이어가는 연계적 관점의 디지털 역량에 대한 고려가 부족하였다. 본 연구는 국내 현안 검토를 통해 도출한 니즈를 토대로 앞서 살펴본 해외 사례(PISA 2021 ICT 평가 프레임워크)와 한준 외(2017) 연구에서 제시하고 있는 통합적 접근(생애주기 + 체제모형)을 결합한 교육정보화 지표 프레임워크의 기본 요소를 구성한다.

1) 생애주기별 ICT 역량 모형

교육정보화 생애모형은 시간의 흐름에 따라 개인이 디지털 교육에 참여하는 과정을 보이는 데 초점을 맞춘다. 즉, 교육정보화는 공식 교육과 비공식 교육을 포괄하며 각 개인이 교육을 통해 노동시장으로 이

행하는 과정을 반영한다. 각 단계의 디지털 교육은 체제 모형에 근거하여 ICT 접근(자원과 기회), ICT 활용(과정과 활동), ICT 역량(결과와 성과)으로 구분할 수 있을 것이다(그림 2.3). 지표개발 절차에 따라 도출한 본 프레임워크를 기반으로 교육정보화 지표를 통해 지역별, 학교별, 계층별 교육정보화 수준과 역량을 다각도로 측정 및 비교하고 정책적 시사점을 도출할 수 있을 것이다.

<그림 2.4> 교육정보화 지표 프레임워크 : 생애주기별 ICT 역량 모형



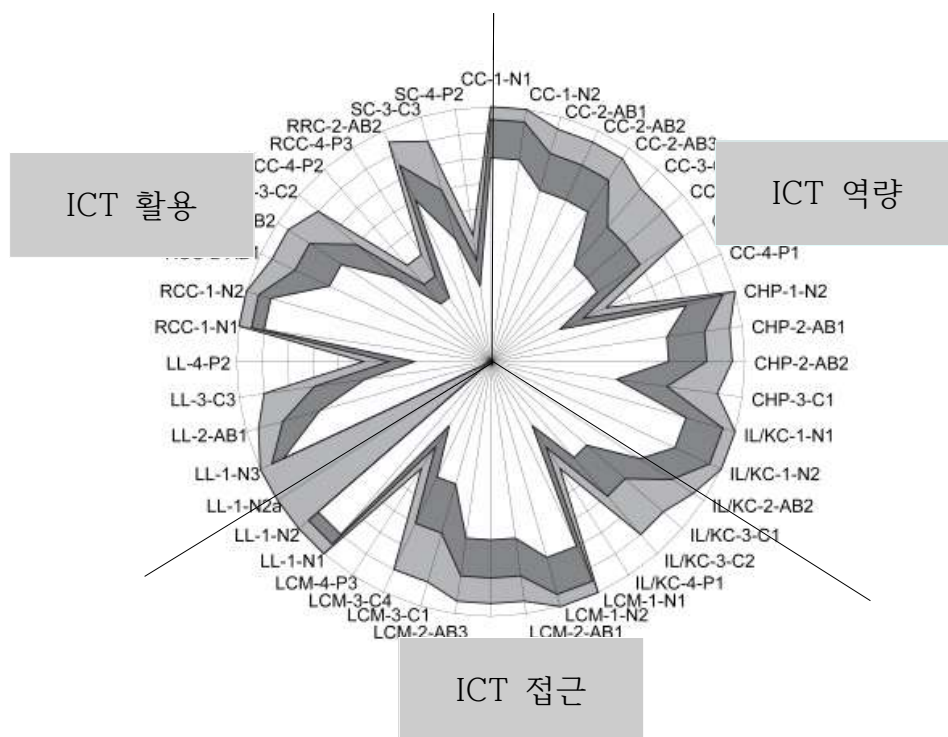
출처: 한준 외(2017) p.50 ‘교육 및 훈련 분야 프레임워크’ 수정

2) 이해관계자(공급-수요 반응) 측정 모형

ICT 접근, 활용, 역량과 관련된 기존 정량지표의 체계화와 함께 본 연구는 이해관계자 분석(performance stakeholders analysis)를 적용하여 교육 단위기관 (학교 등), 교육 제공자(교직원), 교육 수요자(학생 및 학

부모), 교육 관련자(지역수요자, 업무연관집단) 등에 대한 설문조사를 통한 정성지표를 추가한다. 이를 통해 교육정보화와 관련된 정량지표가 제시하는 교육정보화 서비스의 수준 및 내용에 대한 이해관계자의 인지도, 만족도, 요구도 등 정성적 판단을 결합하여 지역, 학교 등 교육 단위별로 정보화 여건을 종합적으로 진단한다.

<그림 2.5> 교육정보화 공급-수요 반응 모형



※ 정량지표(짙은 회색) - 인지도/활용도(얇은 회색) - 만족도/편의도(흰색)을 중첩적으로 분야 및 세부지표별 공급-수요 반응모형을 제시

출처: Baglia(2012) 내용 수정

지금까지 지표체계 관련한 국내연구와 정책성과 지표들은 ‘투입-과정-산출-결과’와 ‘학제별 분류’를 중심으로 구조화된 특징을 보이고 있다. 본 연구의 지표개발 모형에서 주요 국제기구의 표준화 모델에서 도출한 ‘디지털 역량’이라는 핵심개념을 도입·적용하였다. 국

제표준모델의 적용은 지표의 기능적인 측면으로 경도된 기존 국내 지표체계 모형에서 개념적인 보완과 보편 타당도를 높였다는 점에서 합의하는 바가 크다. 아울러 학제 간 분절 및 양적/질적 데이터의 불균형 문제, 정책 수요-공급자 간의 소통 단절 등 국내 현안을 반영하여 시의성과 효과적인 진단 및 측정을 위해 고안된 국내 맞춤형 표준 모델을 지향한다.

제3절 지표 선정 및 체계화 절차

앞서 국제표준지표 및 국내지표를 통한 현안 분석을 통해 도출한 접근, 이용, 역량이라는 세 개의 개념들을 기반으로 지표를 체계적으로 선정할 수 있다. 개념의 분류된 영역에 대한 설명은 다음과 같다.

① ICT 접근(자원과 기회)

디지털 교육에 필요한 ‘ICT 접근’은 ICT 자원과 기회의 보편성, 공정성, 보완성, 공적 책무성의 가치를 지향한다(한준 2017). 첫째, 보편성은 유치중등 교육에서 ICT를 활용한 교육의 기회가 모든 학생들에게 제공되고 있는지를 보여주는 지표를 의미하며, ICT 자원의 가용성, 접근성 및 품질을 포함한다(OECD 2021). 또한, 디지털 학습 자원, 학습 관리 시스템 등 학습을 지원할 수 있는 기술이 제공되고 있는지를 진단한다. 둘째, 공정성은 ICT를 활용한 다양한 교육의 기회가 지역과 학교에 상관없이 모든 학생들에게 형평성 있게 제공되고 있는지를 파악하는 지표이다. 보완성은 장애인 등 취약계층 학생을 위한 ICT 지원이 적절하게 마련되어 있는지, 취약계층의 ICT 활용에 장애요소는 무엇인지를 파악하기 위한 지표이다. 마지막으로 공적 책무성은 국가가 보편적이고 균등한 ICT 접근성을 제공하기 위해 얼마나 노력하고 있는지, 국가가 교육정보화 시스템의 안전과 개인의 보호를 위해 얼마나 노력하고 있는지 등을 살펴본다.

<표 2.2> 'ICT 접근'영역 : 의미와 핵심지표

영역	하위영역	의미와 지표	지표출처
ICT 접근 (자원과 기회)	기회의 보편성	· ICT 자원의 가용성(인터넷 속도 등)	교육부
		· ICT 자원의 품질(ICT 모델 사양 등)	ICT4E
		· 인지도, 만족도	
		· 요구사항	
	기회의 공정성	· 접근 장애요인	PISA
		· 사회경제적 요인에 따른 기회 제한	IEA, ITU
		· 인지도, 만족도	
		· 요구사항	
	기회의 보완성	· 장애학생 콘텐츠 개발건수	KERIS
		· 사회적 배려대상자 ICT 활용지원율	KERIS
		· 인지도, 만족도	
		· 요구사항	
	공적 책무성	· 사이버폭력 피해감소율	KERIS
· 나이스 보안사고율		KERIS	
· 요구사항			

※ 음영으로 표시된 지표는 정성지표임.

② ICT 활용(과정과 활동)

디지털 교육의 과정과 활동으로 구성되는 'ICT 활용' 영역은 첫째, ICT 교육과정과 프로그램의 빈도, 방식 및 수준을 측정한다. 둘째, 교육 여건과 환경은 LMS 보급률, 디지털 기기 활용 수업시수 등 양질의 ICT 교육에 필요한 여건과 환경을 포함한다. 셋째, 교사 등 교육제공자와 관련 ICT 활용역량을 갖춘 교사를 확보하고 있는지, ICT를 활용한 수업에 대한 교사의 효능감, 사기와 열의가 있는지를 평가해 볼 수 있다. 학생 등 학습자와 관련해서는 학생의 ICT 관련 교육경험이 어느 정도인지, 학교의 ICT 교육이 실제 가정 및 사교육에서 활용하는 ICT 기기 및 콘텐츠와 비교해서 어느 정도 수준인지 등을 파악하는 한편, ICT를 활용한 학교 교육이 어느 분야에서 효과적이며 만족감이 큰 지에 대한 정성적 판단을 살펴볼 수 있을 것이다. 특히, 'ICT 활용' 영역은 공식적인 수업뿐 아니라 비공식적이고 감독되지 않는 환경에서 학생의 학습 및 여가, 교사가 ICT를 사용하는 학습 상황의 강도와 유형을 다룬다는 점에서 설문 등을 통한 새로운 지표의 개발이 필요하다.

〈표 2.3〉 ‘ICT 활용’ 영역 : 의미와 핵심지표

영역	하위영역	의미와 지표	지표출처
ICT 활용 (과정과 활동)	교육과정 및 프로그램	· ICT 활용 수업시수	PISA
		· LMS 보급률, 매체 및 콘텐츠 보급율	교육부
		· 만족도	
		· 요구사항	
	여건 및 환경	· 교수 및 학습 ICT 활용 설명서	ICT4E
		· 학교내 디지털기기 사용빈도	PISA
		· 만족도	
		· 요구사항	
	교육제공자	· 교수자의 ICT 활용 능력	ICT4E
		· ICT 교육 교사 1인당 학생수	KERIS
		· 편의도 및 만족도	
		· 요구사항	
교육학습자	· 가정의 ICT 자원에 대한 학생보고	IEA	
	· ICT 기기 및 콘텐츠 사용 경험	IEA	
	· 만족도 및 요구사항		

※ 음영으로 표시된 지표는 정성지표임.

③ ICT 역량(결과와 성과)

국내외적으로 역량중심 교육과정이 도입됨에 따라 학력 중심의 객관적인 성과보다 학생들의 다면적인 핵심역량이 주요 교육성과로서 논의되고 있다. ‘ICT 역량’은 기존의 평가 프레임워크에서 ‘디지털 리터러시’로 정의된 핵심역량과 함께 학생의 자기효능감 등 ICT 활용에 대한 태도 및 성향을 포함한다. 첫째, 교육이수는 ICT 활용 교육을 학생들이 얼마나 이수하였는지를 살펴본다. 둘째, 교육결과는 ICT 활용 교육과 정보화교육 등을 통해 학생들의 ‘디지털 리터러시’ 수준을 파악하기 위한 지표이다. 이를 위해 ‘디지털 리터러시’ 수준 측정을 위한 기존 국제지표를 활용한다. 셋째, 교육이행은 디지털 교육이 특성화 고등학생, 전문대학 및 4년제 대학 졸업생의 교육과 노동시장 연계(school-to-work)에 도움을 주는지를 살펴보기 위한 지표로서 신규 지표의 생성이 필요한 영역이다. 마지막으로, 교육성과는 우리 학생들의 ‘디지털 리터러시’ 수준을 PISA, TIMSS, PIAAC과 같은 국제조사 결과와 비교하는 것이다.

<표 2.4> 'ICT 역량' 영역 : 의미와 핵심지표

영역	하위영역	의미와 지표	지표출처
ICT 역량 (결과와 성과)	이수	· ICT 활용 교육과정 이수율	
		· ICT 활용 교육과정 참여율	
		· 만족도	
		· 요구사항	
	결과	· ‘디지털 리터러시’ 수준 지표·	PISA 등
		· 만족도	
		· 요구사항	
	이행	· TBD	
		· TBD	
		· TBD	
		· TBD	
	성과	· ‘디지털 리터러시’ 수준 국제비교·	PISA 등
· 자기 효능감, 회복 탄력성			

※ 음영으로 표시된 지표는 정성지표임.

앞서 도출한 지표 프레임워크에서 개념적으로 분류한 세 개의 영역(접근, 활용, 역량)을 중심으로 현안에 적합성이 높고 국내외 선행연구를 통해 논리적 타당성이 검증되었는지 여부를 판단하여 정책지표를 선정하는 체계를 구성할 수 있다. 선정된 지표를 바탕으로 교육정보화의 정책전반의 성과측정이 가능하다.

제3장 교육정보화 진단지표 측정 방법론

이번 장은 4장에서 시도하는 교육정보화 진단지표 측정의 목적을 분명히 하고, 분석에 활용하기 위해 수집한 자료 설명 및 방법론을 소개하는 것을 목적으로 한다.

제1절 측정 목적 및 대상

1. 측정 방향 및 방법론적 적합성

분석의 목적 및 방향은 다음과 같다. 본 연구가 제안한 교육정보화 프레임워크는 정책의 교육적 효과를 진단할 수 있도록 설계되었다. 국제표준화 지표체계를 표방하는 교육정보화 접근/활용/역량 개념을 기반으로 이해관계자별, 생애주기별, 지역별 비교 가능한 분석기반을 갖추고 있다(그림 2.4). 이와 같은 개념 모형에 따라, 본 연구는 우리나라 교육정보화 지표 진단을 위해 다음 세 가지를 분석하고자 한다. 첫째, 접근/활용/역량 영역별로 교육정보화 지표를 진단하고자 한다. 이러한 영역별 구분은 국제표준모델을 지향하며 국내 교육정보화 지표체계에 결핍되어 있는 개념적인 차원을 보완하는 의미를 담고 있다. 아울러 영역별 분석에는 공식·비공식 교육을 포함하여 학교와 학교 밖(가정)의 교육정보화 수준이 모두 측정될 수 있도록 지표를 구성한다. 둘째, 교육정보화를 둘러싼 다양한 이해관계자로서 학교, 교사, 학생, 학부모를 고려한다. 이해관계자, 즉 수요자의 인지도와 만족도를 측정한 정성지표를 주요 지표로 포함하여 정량지표와 정성지표 간의 차이를 비교하고자 한다. 셋째, 생애주기를 고려한 분석을 위해 초등·중등 학교급별 비교분석을 시도한다.

아울러, 본 연구에서는 교육정보화 정책의 교육적 효과를 진단할 수

있도록 설계한 지표체계의 적합한 방법론으로 DEA 방식을 채택하였다. DEA를 적용한 많은 연구물들은 교육 및 정보기술 분야의 효율성 측정을 통해 정책적으로 의미 있는 통찰을 제시해준다. 예컨대 우는(Wu, 2009)는 교육과 기술 분야의 생산량이 증가하는 효율성이 국가 성장 격차의 주요 동인임을 입증했다. 교육과 정보기술의 효율성 평가를 통해 공공의 투입규모 뿐만 아니라 운영 효율성 및 정책 지속 가능성을 판단할 수 있는 중요한 근거를 마련해 주고 있다. 라바도와 카바나는(Lavado & Cabanda, 2009) DEA를 적용하여 ‘효율성’을 각 투입 수준에서 얻을 수 있는 최대 산출을 나타내는 경계선과의 편차로 정의하고, 예산 할당의 최적화 수준을 추정할 수 있도록 하였다(Lavado & Cabanda, 2009). 린(Lin et al., 2010)은 국가 간 기술의 상대적 효율성을 평가하기 위해 DEA 방법과 관련된 경쟁 우위 문제에 성과 프레임워크를 적용하여 벤치마킹할 수 있는 모범 기관의 모형을 제시하기도 하였다. 이와 같이 DEA 연구물은 투입-산출 효율성 평가를 통해 자원 활용 정책을 수행할 때 요구되는 중요한 통찰력을 제공한다. 또한 DEA를 적용한 측정 방식은 교육과 정보기술의 효율성을 무시하고 투입에만 집중하는 현 문제에서 탈피하여 실효성 높은 정책 방향을 설계하는데 큰 도움이 될 수 있다.

2. 측정대상 및 분석자료

교육정보화 정책의 전국적인 추진 현황을 파악하기 위해 17개 시·도 단위로 지표를 진단한다. 아울러 교육정보화 시행계획에서 추진되는 실행과제를 대상으로 지표의 측정 및 분석을 시도하였다. 분석을 위해 선별된 지표는 다음에 제시되는 네 개의 자료에서 추출하였다.

① 2020년 초·중등학교 디지털교육 전환 실태조사

분석에 활용한 첫 번째 데이터는 한국교육학술정보원의 ‘2020년 초·중등학교 디지털교육 전환 실태조사’에 포함되어 있는 디지털기

기 보급 현황 관련 문항의 원자료이다. 시·도 별로 학교 내 디지털기
기 보급 수준을 평균 비교 분석한 후 도출된 값을 지표분석에 활용하
였다. 디지털기 보급 현황 이외의 지표는 한국교육학술정보원이
2020년에 발간한 『초·중등학교 교육정보화 실태조사 결과』 보고서에
서 추출하였다

② 2021년 디지털리터러시 조사 원자료

두 번째 활용자료는 한국교육학술정보원에서 제공받은 ‘2021 디지
털리터러시 조사’의 원자료이다. 해당 조사는 초등학교와 중학교를
대상으로 학생과 교사에 대한 설문을 각각 수행하여, 초등학생, 중학
생, 초등학교 교사, 중학교 교사용으로 분리된 네 개의 데이터를 확보
하였다. 네 개의 원자료는 모두 분석을 위한 지표 추출로 활용되었다.
각각의 원자료에서 관심 문항/변수에 대한 기술통계 분석을 수행하여
관심 지표 값을 도출하였고, 이를 본 연구분석에 활용하였다.

③ 2021 디지털정보격차실태조사 원자료

세 번째로 한국지능정보사회진흥원에서 ‘2021 디지털정보격차실태조
사’의 원자료를 제공 받아 분석에 활용하였다. 해당 데이터는 형식-비
형식 교육, 평생교육을 포함하는 영역을 포괄하고 있다는 장점이 있다.
본 연구에서는 해당 자료에서 디지털기기 활용 및 역량과 관련한 개인
의 효용감과 인식 등 일부 조사 문항을 추출하여 분석에 활용하였다.
디지털정보격차 실태조사는 만7세 이상 일반국민을 조사하고 있으나,
초·중등 교육단계에 초점을 맞춘 다른 실태조사와의 유사한 표본 구성
을 위해 만19세 미만 연령만 선택하여 분석대상 지표 값을 도출하였다.

④ 교육정보화 내역사업별 성과지표 자료

마지막으로, 교육부에서 제공받은 교육정보화 시행계획의 내역사업별
성과지표와 2021년 목표치 및 실적치, 그리고 2022년 목표치를 수집하

여 분석에 활용하였다.

제2절 분석 지표 선정

1. 선정기준

교육정보화 지표 측정 및 분석은 투입-산출 접근에 따라 자료포락분석(DEA)이 적용되며, 분석기법이 요구하는 변수의 요건을 고려하여 지표선정이 이루어져야 한다(DEA에 대한 자세한 설명은 본 장의 4절 참조). DEA 분석은 기본적으로 투입과 산출 두 가지 유형으로 변수가 구성된다. 본 연구에서는 투입변수로 교육정보화 예산과 인력지표를 선정하였다. 투입지표에 대한 자세한 설명은 본 장의 제3절 ‘변수의 측정’에서 다루기로 하고, 여기에서는 산출지표를 선행하여 기술한다. 분석대상 지표를 선정한 과정은 다음과 같다. 먼저 분석 단위가 되는 시·도별 지표가 이용 가능한지를 검토한 후, 다음과 같은 세 가지 조건을 고려하여 분석대상 지표를 선정하였다.

- ① 선행지표 검토 결과 접근/활용/역량 영역별 정의에 부합하는 지표
- ② 영역별로 정량지표와 정성지표 모두 포함
- ③ 초·중등 학교급별 측정 가능한 지표 포함

이외에도 필수요건은 아니지만, 본 연구가 제안하는 교육정보화 프레임워크 개념에 포함된 비형식 교육(가정 내 학습) 지표를 포함할 수 있도록 구성하였다. 또한 교육정보화 정책을 둘러싼 다양한 이해관계자(학생, 교사, 학교 등)의 상황과 인식 등을 측정하는 지표가 고르게 분포되도록 하였다. 마지막으로, 본 장의 주된 분석 기법인 자료포락분석의 장점을 반영하여 영역별로 복수의 정량/정성지표를 선별하였다. 이때 17개 시·도단위 분석을 고려하여 분석용으로 총 지표수를 6개 이내로 추출하도록 설계하였다.³⁾

2020년 초중등학교 디지털전환 실태조사, 2021 디지털리터러시 조사, 2021 디지털정보격차 실태조사, 2021 교육정보화 시행계획 내역사업별 성과지표 자료를 검토하여 분석 가능한 지표를 검토하였고,⁴⁾ 이들 중 위의 세 조건을 모두 만족하는 지표를 선정하였다.⁵⁾ 2021 디지털리터러시 조사와 2021 디지털정보격차 실태조사는 학습 및 생활 일반 영역에 걸쳐 다양한 문항을 조사하고 있으나, 본 연구는 학습 또는 교육과 직접적으로 연관되는 문항과 지표에 집중하였다. 2021 교육정보화 시행계획의 내역사업별 성과지표 자료는 위의 분석조건에 대부분 부합하지 않아 가능한 자료의 범위 내에서 사업별 정량지표와 정성지표를 가공하여 분석에 제한적으로 활용하였다. 따라서 해당 성과지표 분석은 다른 두 자료를 활용한 분석보다 제한적인 결과를 보여준다는 점을 미리 밝혀둔다. 관련 내용은 4장 2절에서 자세하게 기술하도록 한다.

2. 영역별 지표 선정

여기서는 접근/활용/역량 영역별 분석을 수행하기 위해 검토한 지표 목록과 함께 분석 조건에 부합하는 지표 선정결과를 제시한다.

1) 접근 영역

앞서 2장에서 논의한 바와 같이, 접근 영역에는 ICT 자원과 기회의 보편성, 공정성, 보완성, 공적 책무성 등 다양한 가치를 담은 지표로 구성된다. 예컨대 ICT의 가용성, 접근성, 품질을 포함하여 모든 학생들에게 접근 기회가 공평하게 제공되는지, 취약계층의 장애요소는 무엇

3) 이는 DMU의 수(본 연구의 경우 17개 시·도)가 투입산출 요소수의 3배 이상이 되어야 한다는 주장 (Banker et al., 1984)과 투입요소와 산출요소를 곱한 것보다는 커야 한다는 연구결과(Boussofiance et al., 1991)를 고려한 것이다(박혜영, 2011, p.138에서 재인용).

4) 이외에도 전국 초중등 교원의 ICT 활용 인식 설문조사, COVID-19 확산 예방조치 온라인 개학에 따른 초중고 원격학습 현황 1차 조사, COVID-19 개학연기에 따른 초중고 원격학습 실태 사전조사도 검토하였으나 이들 자료는 데이터에 대한 접근성의 제약으로 인해 실제 분석에 활용되지 않았으므로 여기에서 따로 언급하지 않았다.

5) 2020년 초중등학교 디지털전환 실태조사와 2021 디지털리터러시 조사에서 우선적으로 지표를 선정하고 두 조사 항목에서 지표 선정이 어려운 경우 보조적으로 2021 디지털정보격차 실태조사의 지표를 활용하였다.

이며 국가가 접근성 제고를 위한 투입하는 내용을 담은 지표가 포함될 수 있다. 그러나 분석에 활용 가능한 지표를 제한적으로 확보하여 가용성과 품질에 주목하는 기회의 보편성 영역의 지표가 주로 선별되었다(표 3.1).

학교에서 제공하는 학생 1인당 디지털기기 보급대수, 교사 1인당 디지털기기 보급대수는 교육 현장에서 학생과 교사가 디지털기기에 얼마나 접근하기 용이한지를 나타내는 지표이다. 이해관계자인 학생과 교사에 관한 지표로 동일한 조건의 지표로 다를 수 있다는 장점이 있어 분석 대상 지표로 선정하였다. 다음으로 가정에 컴퓨터, 노트북 또는 태블릿이 있는 학생의 비율은 가정에서 온라인 학습을 할 때 디지털기기에 접근 가능성을 측정하기 위해 선정한 지표이다. ‘디지털기기 보급 대수 지표’가 학교 단위로 측정되어 공적인 교육기관에서의 접근을 의미한다면, ‘가정 내 디지털기기 보유 비율’은 비공식 교육 영역까지 접근성의 분석범위로 포괄할 수 있다는 장점이 있다. 두 개 지표 모두 정량지표로 분류된다.

정성지표는 인지도, 만족도, 요구사항을 반영한 지표를 의미하므로, 교육정보화와 관련한 이해관계자의 만족도, 선호, 인식이 조사된 지표를 집중 선별하였다. 먼저, 교사들이 학교 무선인터넷 품질에 대해 갖는 인식 지표가 포함되었다. 이 지표는 2021 디지털리터러시 조사에서 학교의 디지털 환경과 관련하여 ‘교실 내 무선 인터넷 속도는 충분히 빠르고 끊김이 없다’에 교사들이 동의하는 정도를 설문한 문항을 선별한 것이다.

이외의 지표는 시·도 수준에서 측정되지 않았거나, 초중등 학교급별 구분이 용이하지 않아 분석에 포함하지 않았다. 즉, 접근 영역에서 최종적으로 분석에 활용하기 위해 선정한 지표는 음영 표시된 1, 4, 5번 지표이다.

<표 3.1> 접근영역 적용 가능 지표 목록

	지표명	정량	정성	초중등	조사명
1	디지털기기 보급 대수(1인당) (학생용, 교사용)	✓		✓	2020 초중등학교 디지털전환 실태조사
2	컴퓨터/멀티미디어실 수	✓		✓	
3	(학생)수업시간에 개별적으로 사용할 수 있는 노트북이나 태블릿 보유 비율	✓		✓	2021 디지털리터러시 조사
4	(학생)가정에서 컴퓨터, 노트북, 또는 태블릿 보유 비율	✓		✓	
5	(교사)교실 내 무선 인터넷 속도는 충분히 빠르고 끊김이 없다.		✓	✓	
6	주로 이용하는 원격학습 유형 - 공공/민간 비중		✓		COVID-19 개학연기 에 따른 초중고 원격학 습 실태 사전조사
7	희망하는 원격수업형태		✓		
8	교사의 인식 ① - '우리 학교는 ICT 활용 교육을 진행할 수 있는 충분한 물적 자원을 갖추고 있다' 문항에 동의 수준		✓		전국 초중등 교원의 ICT 활용 인식 설문조 사
9	교사의 인식 ② - '우리 학교는 선생님들이 ICT 활용 교육을 수행하기 위한 유무선 인 터넷 인프라를 충분히 갖추고 있다'문항에 동의 수준		✓		
10	교사의 인식 ③ - '우리 학교는 선생님들이 ICT 활용 교육을 수행하기 위한 유무선 인 터넷 인프라를 충분히 갖추고 있다' 문항에 동의 수준		✓		
11	교사의 인식 ④ - '우리 학교는 선생님들이 ICT 활용 교육 또는 연수에 적극적으로 참 여할 수 있는 환경을 제공하고 있다' 문항에 동의 수준		✓		

자료: 저자 작성

2) 활용 영역

활용 영역의 지표는 교육과정과 프로그램의 빈도, 방식 및 수준을 측정하는 것에 초점을 둔다. 본 연구의 2장에서는 활용 영역의 정량지표로 ICT 활용 수업시수, LMS 보급률, 디지털기기 사용빈도, ICT 기기 및 콘텐츠 사용 경험 등이 제안되었다. 아울러 ICT 활용과 관련한 만족도·편의도·효능감·요구사항, 그리고 디지털기기 사용의 충분성 등이 정성지표로 측정될 필요가 있음을 제시하였다. 본 장의 분석을 위

한 지표의 수집과 선정 과정에서도 이러한 지표들을 우선적으로 고려하였고, <표 3.2>에서 음영 표시된 1, 5, 6, 7번 지표를 교육정보화 측정 및 분석을 위한 최종 변수로 선정하였다.

먼저 정량지표 중에서 ‘정보(컴퓨터)교과 평균 수업시수’는 학교의 ICT 활용 수업 제공 수준을 나타내는 지표로 중요하게 고려될 필요가 있다. 학생이 학교 밖에서 학습 목적으로 디지털기기를 사용하는 수준을 나타내는 지표 역시 활용 영역의 대표 지표로 선정하였다. 즉, 정량 지표는 학교안·밖의 ICT 활용 수준을 모두 측정할 수 있도록 구성하였다.

정성지표는 교사와 학생의 디지털기기 이용에 관한 인식을 측정할 수 있는 지표를 중심으로 선정하였다. 즉 교사의 경우 수업에서 원하는 만큼 충분히 디지털기기를 활용하고 있는지를 묻는 인지도 지표를 포함하였다. 학생의 경우, 디지털기기를 더 이용하고 싶은지 수요를 묻는 설문 문항을 분석지표로 포함시켰다.

<표 3.2> 활용영역 적용 가능 지표 목록

	지표명	정량	정성	초중등	조사명
1	정보(컴퓨터)교과 평균 수업 시수	✓		✓	2020 초중등학교 디지털전환 실태조사
2	정보컴퓨터 자격증 교사 수	✓			
3	(교사) 정보 교과 총 수업 시수	✓		✓	2021 디지털리터러 시 조사
4	(학생) 학교에서 학습 목적으로 디지털기기 사용하는 시간	✓		✓	
5	(학생) 가정 등 학교 밖에서 주중에 학습 목적으로 디지털기기 사용하는 시간	✓		✓	
6	(교사) '나는 내가 원할 때, 그리고 원하는 시간만큼 디지털기기를 수업에 활용한다' 문항에 동의 수준		✓	✓	
7	(학생) '디지털기기를 더 많이 이용하고 싶다' 문항에 동의 수준		✓	✓	2021 디지털정보격 차실태조사
8	(학생) 교육콘텐츠 이용 수준	✓		✓	
9	(학생) 최근 한 달 동안 디지털기기 이용 일수(PC, 스마트폰, 스마트패드)	✓		✓	
10	(학생) 온라인 학습 이용자 수				COVID-19 확산 예방을 위한 온라인 개학에 따른 초중고 원격학습 현황 1차 조사
11	교사가 온라인 수업에서 ICT 관련 기술적 도움을 얻는 경로		✓		
12	교사의 인지도- 'ICT 활용 수업에 사용되는 소프트웨어 종류와 특징을 알고 있다' 문항에 동의 수준		✓		전국 초중 등 교원의 ICT 활용 인 식 설문조사
13	교사의 활용 의지- '나의 수업에서 ICT를 활용할 의향이 있다' 문항에 동의 수준		✓		

자료: 저자 작성

3) 역량 영역

앞서 정의한 바와 같이, 역량 영역은 디지털리터러시와 ICT 활용에 대한 태도 및 성향을 나타내는 자기효능감, 교육과정 이수율, 교육과정 참여율 등이 포함된다. 그러나 지표 수집을 위해 검토한 실태조사 자료에서 디지털리터러시, 교육과정 이수율, 교육과정 참여율과 같은 정량지표는 수집에 어려움이 있었다. 분석에 제약이 따르긴 하나, ‘정보(컴퓨터) 자격증 취득 비율’과 ‘정보컴퓨터 자격증 소지 교사 비율’을 역량 영역의 정량지표로 선정하였다. 해당 지표는 초등-중등 학교급별로 지표를 따로 수집할 수 없고, 고등학교를 대상으로 조사되어 분석에 여러 제한점이 있으나, 지표탐색 범위 내에서 대안적인 역량 영역의 정량지표가 없다는 판단에 따라 분석에 포함하였다(표 3-3).

ICT 활용과 관련한 효능감을 측정한 정성지표는 수집이 비교적 용이하였다. 후보 지표들 중 초-중등 학교급별로 비교하기에 적절하면서 학생과 교사의 ICT 활용 능력 수준을 측정할 수 있는 지표를 선정하였다. 결과적으로 정성지표로는 ‘학생이 숙제나 정보를 찾기 위해 정보 검색을 잘 할 수 있는 정도’와 ‘교사들의 디지털기기 사용 능력의 충분도’를 묻는 문항을 선별하였다.

<표 3.3> 역량영역 적용 가능 지표 목록

	지표명	정량	정성	초중등	조사명
1	정보(컴퓨터) 관련 자격증 취득 비율(고등)	✓			2020 초중등학교 디지털전환 실태조사
2	정보컴퓨터 자격증 소지 교사 비율	✓			
3	(학생) 학교 숙제를 하거나 알고 싶은 정보를 찾기 위해 인터넷 정보 검색하기 잘할 수 있는 정도		✓	✓	2021 디지털리터러시 조사
4	(교사) 교사들은 디지털기기를 사용하는데 필요한 기술을 충분히 보유하고 있다		✓	✓	
5	(학생) 디지털기기 이용 효능감- '디지털기기를 활용하는데 자신이 있다' 문항에 동의 수준		✓	✓	2021 디지털정보 격차실태조사
6	PC 이용 능력- '나는 PC에서 문서(한글, 엑셀, 파워포인트 등) 등을 작성할 수 있다' 문항에 동의 수준		✓	✓	
7	교사의 인식- '수집된 정보를 수업에 사용할 수 있는 디지털 자료로 재가공할 수 있다' 문항에 동의 수준		✓		전국 초중등 교 원의 ICT 활용 인 식 설문조사

자료: 저자 작성

4) 최종 선정 지표

<표 3-4>는 위에서 논의한 결과를 토대로 교육정보화 지표 진단 및 분석을 위해 최종적으로 선정된 지표를 요약하여 목록화 한 것이다. 이를 통해 접근, 활용, 역량 영역별로 정량지표와 정성지표 유형을 구분하여 파악할 수 있다.

<표 3.4> 분석 대상 지표 요약

	접근	활용	역량
정량 지표	- (학생용, 교사용) 디지털 기기 보급 대수(1인당 비율) - (학생) 가정에서 컴퓨터, 노트북, 또는 태블릿 보유 수준	- 정보(컴퓨터) 교과 평균 수업 시수 - (학생) 가정 등 학교 밖에서 주중에 학습 목적으로 디지털 기기 사용 수준	- 정보(컴퓨터) 관련 자격증 취득 비율 - 정보(컴퓨터) 관련 자격증 소지 교사 비율
정성 지표	- (교사) '교실 내 무선 인터넷 속도 충분히 빠르고 끊김이 없다' 문항에 동의 수준	- (교사) '나는 내가 원할 때, 그리고 원하는 시간만큼 디지털 기기를 수업에 활용한다' 문항에 동의 수준 - (학생) '디지털 기기를 더 많이 이용하고 싶다' 문항에 동의 수준	- (학생) 학교 숙제를 하거나 알고 싶은 정보를 찾기 위해 인터넷 정보 검색하기 잘할 수 있는 정도 - (교사) '교사들은 디지털 기기를 사용하는데 필요한 기술을 충분히 보유하고 있다' 문항에 동의 수준

자료: 저자 작성

선정된 지표 결과가 시사하는 바는 다음과 같다. 먼저 접근 영역에서 정성지표로 가용한 변수가 적고, 역량 영역에서 정량지표로 활용 할 수 있는 가용변수가 제한적임을 확인할 수 있다. 특히 접근 영역의 정성지표로서 교사들의 인식을 측정할 지표는 다수 확인되고 있으나, 학생들의 디지털 기기 접근에 대한 인식 지표 수집에는 제약이 따랐다. 이는 학생들이 느끼는 ICT 인프라의 충분도 또는 결핍정도를 측정할 수 있는 지표개발이 필요함을 시사한다.

역량 수준을 측정하는 정성지표의 경우 학교급별, 학생, 교사별 수집이 비교적 용이하였다. 즉 개인이 ICT를 활용할 수 있는 능력에 대한 주관적 인식 수준을 측정할 수 있는 지표는 다수 개발되어 활용되고 있음을 의미한다. 그러나 역량 수준을 객관적으로 측정할 정량지표의 수집은 한계가 있었다. 정보관련 자격증 취득 비율 지표는 고등학교 현황만 파악할 수 있어 초등학교와 중학생을 대상으로 학생 및 교사의 역량을 비교·측정할 수 있는 정량지표의 활용은 제한된다. 이는 곧 교육정보화의 다양한 이해관계자(학생 및 교사), 학교급별 역량 수준을

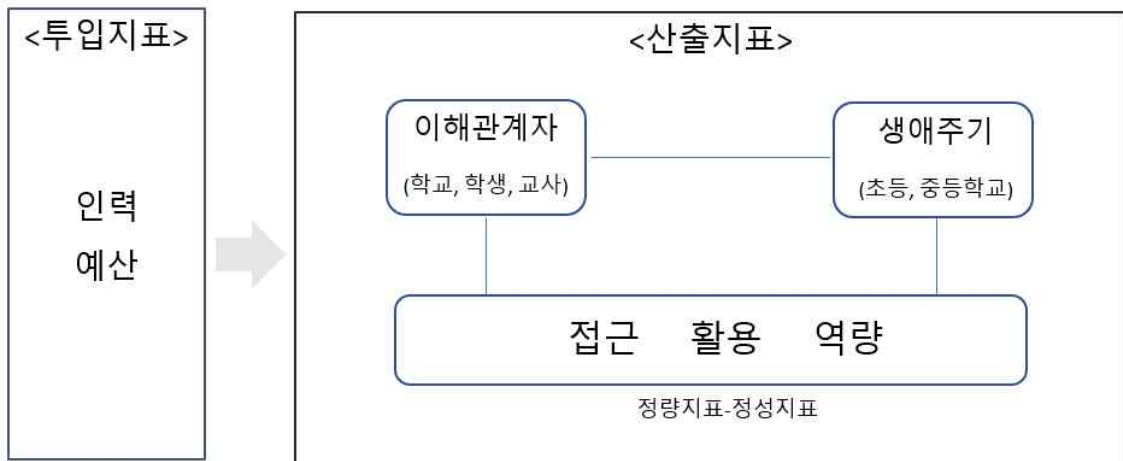
고려할 수 있는 정량지표의 개발 및 측정의 필요성을 시사한다.

제3절 분석모형

1) 분석모형 및 분석방법

본 연구의 교육정보화 지표 진단 분석 모형은 <그림 3.1>에 제시되었다. 이는 교육정보화 정책의 투입 대비 산출의 효율성을 분석하는 모형을 도식화한 것이다. 투입은 교육정보화 사업 추진에 예산 및 인력이 어느 정도 투입되었는지를 반영한다. 산출은 ICT 기술에 대한 접근/활용/역량 영역별로 이해관계자와 생애주기를 고려한 정량적·정성적 측면을 모두 반영한다.

<그림 3.1> 교육정보화 지표 진단 분석모형



자료: 저자 작성

본 연구는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)을 적용하여 시·도 단위로 교육정보화사업의 효율성을 진단한다. 앞 절의 논의에 따라 선정된 교육정보화 관련 지표가 분석의 변수로 활용되었다.

DEA는 임의적 가중치를 배제하고 객관적인 방법으로 가중치를 도출한다는 장점이 있다(박혜영, 2011; 이정미, 김민희, 2010). 또한 다수의 투입과 산출을 기초로 상대적 효율성을 계산할 수 있어 학교나 공공기관의 효율성 측정에 유용하게 활용될 수 있다(김무영, 서화정, 김병주, 2011). 이에 본 연구는 객관적인 투입과 산출지표에 근거하여 성과측정이 용이한 DEA 기법이 적합하다고 판단하였고, 상대적 효율성 관점에서 교육정보화 지표를 통해 정책성과 진단을 시도하였다(분석기법에 대한 자세한 설명은 본 장의 제4절 참조).⁶⁾ DEA 효율성 분석에는 StataSE 15를 사용하였으며, 지표값 도출을 위한 기술통계분석은 SPSS 20 프로그램을 활용하였다.

2) 변수설명 및 측정방법

① 투입지표

투입지표에는 교육정보화 정책 추진 위해 투입되는 예산과 인력지표가 활용되었다. 예산과 인력은 DEA를 적용한 교육정책 분야 연구에서 주로 활용되는 투입변수로, 본 연구에서는 학생 1인당 교육정보화 예산과 정보화교과 담당 교사 비율 두 개의 지표를 선별하여 활용하였다. 이 두 개의 투입지표는 본 연구의 모든 DEA 분석에 동일하게 적용하였다. 자세한 지표 측정 방법은 <표 3.5>에 제시되어 있다.

② 산출지표

앞 절에서 접근/활용/역량 영역별로 선정한 지표를 산출변수로 활용하였다. 자세한 지표 설명과 측정 방법은 <표 3.5>에 제시되어 있으며, 모든 변수는 17개 시·도 단위로 측정하여 분석에 활용하였다.

6) DEA 효율치는 규모수익불변(CRS)를 가정하여 CCR모형의 산출지향모형(output oriented model)을 적용하여 계산되었다.

<표 3.5> 지표(변수) 설명 및 측정 방법

구분	영역	지표명	측정	출처
투입	예산	학생 1인당 교육 정보화 예산	학생 1인당 교육정보화 예산(백만원)	KERIS(2020, p.17)
	인력	정보교과 교사 비율	전체교사 대비 정보·컴퓨터 교과 교사의 비율	KERIS(2020, p.9)
산출	접근	학생 디지털기기 보급 수준	(학생)1인당 디지털기기 보유 대수	2020 초중등학교 디지털전환 실태조사 원자료
		교사 디지털기기 보급 수준	(교사)1인당 디지털기기 보유 대수	2020 초중등학교 디지털전환 실태조사 원자료
		가정의 디지털기기 보급 수준	(학생)가정에서 컴퓨터, 노트북, 또는 태블릿 보유 비율을 질문한 문항에 '보유하고 있고 종종 사용함', '보유하고 있으나 거의 사용하지 않음'이라고 응답한 비율	2021 디지털리터러시 조사 원자료
		교사의 무선인터넷 품질 인식	(교사)'교실 내 무선 인터넷 속도는 충분히 빠르고 끊김이 없다.' 문항에 응답자가 동의하는 수준을 '그렇지 않다', '약간 그렇지 않다', '약간 그렇다', '그렇다' 순서로 1~4점 척도로 측정	2021 디지털리터러시 조사 원자료
	활용	수업 시수	(학교)정보교과 평균 수업 시수를 측정 -초등학교: 실과수업 시수 -중등학교: 정보(컴퓨터)교과 수업 시수 -전체: 초중등 전체 평균 수업시수 ⁷⁾	KERIS(2020, pp.111-113)
		학생이용수준	(학생) 가정 등 학교 밖에서 주중에 학습 목적으로 디지털 기기를 사용하는 시간이 하루 1시간 이상인 응답자의 비율	2021 디지털리터러시 조사 원자료
		교사이용수준	(교사)'나는 내가 원할 때, 그리고 원하는 시간만큼 디지털 기기를 수업에 활용한다.' 문항에 '그렇지 않다', '약간 그렇지 않다', '약간 그렇다', '그렇다' 순서로 1~4점 척도로 측정	2021 디지털리터러시 조사 원자료
		학생이용 수요도	(학생) '디지털기기를 더 많이 이용하고 싶다' 문항에 응답자가 동의하는 수준을 '매우 그렇지 않다' '별로 그렇지 않다' '그런 편이다' '매우 그렇다' 순서로 1~4점 척도로 측정	2021 디지털정보격차실태조사 원자료
	역량	학생자격증 취득수준	(학생) 정보(컴퓨터) 관련 자격증 취득 학생 비율	KERIS(2020, p.115)
		교사자격증 취득수준	(교사) 정보(컴퓨터) 관련 자격증 소지 교사 수 -학교당 평균 교사 수	KERIS(2020, p.15)
		학생역량인식	(학생) '나는 학교 숙제를 하거나 알고 싶은 정보를 찾기 위해 인터넷 정보 검색하기 잘할 수 있다' 문항에 1 '전혀 못함'에서 5 '매우잘함'까지 5점 척도로 측정	2021 디지털리터러시 조사 원자료
		교사역량인식	(교사) 교사들은 디지털기기를 사용하는데 필요한 기술을 충분히 보유하고 있다 문항에 동의하는 수준을 '그렇지 않다', '약간 그렇지 않다', '약간 그렇다', '그렇다' 순서로 1~4점 척도로 측정	2021 디지털리터러시 조사 원자료

자료: 저자 작성

7) ((초등 실과 수업시수×초등학교수)+(중등 정보교과 수업시수×학교)) / (초등학교 수+중등학교 수)

제4절 분석기법

1. DEA 기법

본 연구에서 사용하는 방법론은 DEA(Farrell, 1957; Charnes et al, 1978)로 교육기관이나 은행과 같은 의사결정 단위(DMU)의 상대적 효율성을 측정하기 위해 잘 알려진 선형 계획법(linear programming method)이다. 다시 말해, DEA 연구에서는 의사결정 단위(DMU)를 설정하고, 투입 및 산출의 객관적인 자료에 기초하여 의사결정 단위들 중에서 효율성이 가장 높은 최상실행단위(the best practice unit)를 지정하고 이들과 비교하여 다른 DMU들의 상대적 효율성을 측정하는 방식이다(강기춘. (n.d.); Thanassoulis, Emmanuel, et al., 2011). DEA 방법론의 두드러진 특징은 DMU 수를 추정하는 비모수적 방법으로, 모수적 방법과 달리 투입변수와 산출변수 간의 관계를 가정하지 않고 다중 투입과 산출을 통한 생산 효율성을 추정한다는 점이다. 생산 효율성 측정의 획기적인 개념은 1957년 페럴(Farrell)에 의해 도입되었다. 이후 칼네스(Charnes et al., 1978)(이하 Charnes Cooper and Rhodes(CCR) 모델이라고 함)는 CCR 모델이라고도 하는 선형 프로그래밍 del을 통해 다중 투입 및 산출이 있는 DMU의 효율성을 측정하는 방법론을 개발하였다. DEA 방법론은 투입(자원) 및 산출(제품 또는 서비스)의 수와 관련된 동종 개체(DMU) 집합의 상대적 효율성을 벤치마킹한다. 따라서 DEA는 교육 및 기술의 투입-산출 효율성을 측정하는 적절한 접근 방식이다. DEA는 효율성과 생산성을 측정하기 위해 채택되었고, 생산 경계 추정을 위한 운영 연구 및 경제학의 비모수적 방법으로 통용된다. DEA는 의사결정 단위(DMU)의 상대적 효율성을 측정하기 위한 선형 계획법 모델(Cooper et al. 1997)을 통해 각 DMU가 상대적 효율성을 최대화하는 최적의 투입 및 산출 가중치를 선택할 수 있다(Cherchye et al. 2007).

생산함수형태에 대한 가정이 불필요한 비모수적 방식인 DEA의 가장

큰 장점은 복수의 투입물과 복수의 산출물을 다룰 수 있으며, DMU 간에 직접비교가 가능하며, 투입물과 산출물의 측정단위가 상이해도 분석이 가능하다(강기춘. (n.d.); Thanassoulis, Emmanuel, et al., 2011). DEA의 또 다른 장점은 일부 또는 산출을 외부적 요인이 아닌 내생성(endogenous)으로 취급하여 추정이 무척 간단하며 유연하다는 점이다. 각 단위별로 목표(targets) 및 기준집단(benchmarks) 등에 대한 특정 정보를 차례로 산출할 수 있으며, 이는 교육정보화 섹터 내 정책 전체 또는 특정 사업 분야에서 비용 절감 또는 산출 증대 가능성을 판단하는 데 활용될 수 있다(Thanassoulis, Emmanuel, et al., 2011). 또한, 산출 환경이 규모 대비 일정하지 않은 수익을 허용하는 효율성 측정과는 다르게, DEA는 하나의 단위가 증가(increasing: IRS)하는지, 감소(decreasing: DRS)하는지, 또는 규모 대비 일정 수익(constant returns to scale :CRS)을 내는 것인지를 식별해 준다. 또한 하나의 의사결정 단위가 투입되는 예산 대비 가장 생산적인 규모로 작동하는 최대생산범위 MPSS(most productive scale size)를 식별할 수 있다. 일반적으로 특정 단위에서 규모에 대한 수익 유형을 식별하는 것뿐만 아니라 MPSS에서 얼마나 멀리 떨어져 있는지 확인하는 것이 중요하게 고려된다. 즉, DEA 방식은 일정(CRS:constant return scale) 및 가변 규모 수익(VRS:variable returns to scale) 모델 모두에서 효율성을 추정함으로써 단위의 규모 효율성을 결정할 수 있다. 개별 교육정책의 규모 효율성 점수는 VRS 모델에 대한 CRS 모델의 효율성 점수 비율로 간단히 계산할 수도 있다.

DEA(Data Envelopment Analysis) 방법은 효율성 평가에서 교육기관의 다양한 목적을 고려하면서 주관적인 평가 요소를 제거한다는 점에서 특히 유용하다(Yang et al., 2018). DEA는 투입물과 산출물이 주어지면 생산 경계선(frontiers)을 예측하고 경계선의 효율성을 평가한다(Yang et al., 2018). 칼네스 연구(Charnes et al. 연구, 1978)는 교육 분야에서 DEA 방법이 의사결정 단위(DMU)의 효율성을 평가할 수 있는 획기적

인 접근방식을 제공한다는 점을 강조한다. DEA의 두드러진 특징은 기 능적/모수적 생산 기법을 적용하지 못하는 경우 비모수적 가정으로 접근이 가능하다는 특성에 있다(Cherchye et al., 2017).

DEA는 유사한 기술 수준이 주어진 다른 DMU를 비교하는 데 사용되기 때문에(Cherchye et al., 2017), 교육기관별, 지자체 별 교육 정보화의 예산 투입 대비 효율성 수준을 비교 분석하는 것이 가능하다. 상대적인 비용(가격)에 대한 정보가 필요하지 않은 DEA 프레임워크에서는 여러 산출물을 쉽게 처리할 수 있으며 각 기간의 기술 및 규모 효율성 결과를 별도로 분리된 고유한 생산 부문으로 간주하여 추정이 가능하다(Cook and Seiford, 2009; Murillo-Zamorano, 2004). 또한 투입 대비 산출값을 통해 효율성을 점수화 하여 기관별로 비교하고, 결과값을 통해 벤치마킹할 수 있는 ‘모범사례’를 제시하는 DEA 방식은 모든 정책 입안자에게 중요한 정보를 제공해 줄 수 있다. 즉, 효율성 결과의 근간이 되는 요인을 파악하고 그로부터 정책적 시사점을 도출할 수 있다는 장점을 지닌다. 한편, DEA는 절대적 효율성이 아닌 상대적 효율성을 측정하고 있으며, 비모수적 방법이므로 통계적 검정이 어렵다는 한계가 있다. 특히 많은 하위 프로세스가 있는 시스템에서 DEA를 사용할 때 생산 모델을 초기 생산 단계에서 투입하는 ‘블랙박스’로 취급하여 모델이 각 하위 프로세스의 효율성을 설명하지 못한다. DMU가 늘어날수록 계산이 복잡해지고, 변수선정에 민감한 결과를 보일 수 있다는 점 역시 한계점으로 지적된다.

2. 교육 분야의 DEA 방법론 적용 사례

DEA 연구는 농업, 은행, 에너지, 건강 관리, 제조, 관광 및 운송과 같은 광범위한 분야에서 투입-산출 효율성 평가를 위해 활용되고 있으나(Liu et al. (2013), 특히 교육적 맥락에서 교육기관의 효율성을 측정하는 데 널리 활용되고 있다(Worthington, 2001; Johnes, 2004; 2021; De Witte & López-Torres, 2017). 국가 경제발전에 교육 및 정보·기술 분

야의 영향력이 점차 높아지면서 예산의 규모가 확대됨에 따라 투입 뿐 아니라 사용 효율성에 대한 중요성이 더욱 부각되었다. DEA 방법론은 관련 정책 사업의 효율성 평가는 물론이고 예산의 증가, 유지, 삭감 등의 의사결정을 할 수 있는 객관적인 증거를 제시한다는 점에서 연구 가치가 높다.

DEA는 교육 분야 중 특히 고등교육기관(Higher education institutions: HEI)의 비용구조에 따른 효율성을 측정하기 위해 폭넓게 활용되고 있으며, 미국(Cherchye et al., 2017; Colbert et al., 2000), 과 영국(Glass et al., 2002; Sarrico and Dyson, 2000)을 포함하여 러시아(Ivanov et al., 2016), 포르투갈(Santos, 2008), 오스트리아(Leitner et al., 2007), 터키(Günay 및 Dulupçu, 2019), 인도(Johnes et al., 2020), 대만 (Kuo and Ho, 2008) 및 베트남 (Nguyen et al., 2015; Tran, 2020; Tran et al., 2020a, b)등 세계 각국의 연구에 적용되고 있다. DEA의 두드러진 기여 중 하나는 HEI 관리 개선 방안을 마련할 수 있는 근거를 제시해 준다는 점이다(Nazarko 및 Saparauskas, 2014). DEA의 적용의 예로, Geva-May(2001)는 이스라엘 대학의 이스라엘 고등교육 정책 목표 달성의 정도와 성격을 결정하기 위해 일련의 효율성 지수를 제공했다. 또 다른 연구는 HEI의 효율성 분석을 통해 공립 대학과 사립 대학 간의 효율성을 비교한다((Hirao, 2012; Tochkov et al., 2012; Ahn et al. 1988; Cherchye et al., 2017). 또한 전체 교육 및 연구 관련 효율성 점수가 학문 분야의 규율 강도에 따라 차별적으로 나타나는 점을 발견 하였다 (Tochkov et al., 2012). 자율성 수준과 관련하여 니스카넨(Niskanen, 1971; 1975)은 공립 대학에서 재량 예산의 자율성에 따라 발생할 수 있는 과잉지출 및 비용 효율성 문제를 발견하기도 하였다.

물론 DEA를 적용한 교육 분야 연구에서 HEI 영역이 많은 비중을 차지하고 있지만, 그럼에도 DEA를 특정 교육 영역에 국한된 방법론으로 제약하기는 어렵다. 라바도와 카바다(Lavado & Cabanda, 2009)는 필리핀의 교육 효율성을 평가하기 위해 예산 투입 대비 중등교육 등록률을

지표로 선택하여 분석 결과를 제시하였다. 뷔르살리오그루와 세림(Bursalioglu & Selim, 2015)은 DEA를 활용하여 고등교육에 대한 공적 지출, 총인구 대비 고등교육 졸업자의 비율 등 효율성을 결정하는 요인을 도출하였고, 추가로 학업 및 연구 활동의 효율성 조사의 중요성을 도출하였다. 아리스토틀라와 오바디(Aristovnik & Obadi'c, 2014)은 DEA 방법을 사용하여 중등 및 고등 교육 부문에서 제공되는 교육 효율성을 연구했다. 라씨빌과 고메즈(Lassibille and Gómez, 2000) 및 그로코프(Grosskopf et al., 2014)는 학교 효율성과 국가 교육 시스템의 설명을 반영하기 위해 중등 학교 등록률을 지표로 추출하였다. 장(Chang et al., 2012)의 연구에서는 DEA를 사용하여 할당된 교육 자원을 평가했는데, 투입지표로는 교육에 대한 총 공공 지출(국내 총생산(GDP) 비율)과 1인당 교육에 대한 총 공공 지출을 주요 변수로, 중등 학교 등록 및 고등 교육 성취도를 주요 산출 지표로 활용하여 의미 있는 결과를 제시하였다(Mu et al. 2010). 전반적으로 DEA는 교육분야의 효율성을 평가하는 효과적인 방법으로 널리 활용되고 있다.

1) 국가비교 사례

후양과 팡타오(XU, Huan & LIU, Fangtao., 2022)는 DEA 방법론을 활용하여 국가 과학 및 교육 부서를 위한 교육 및 기술의 투입-결과(input-output) 효율성을 국가 비교하여 평가하였다. 먼저 교육 및 기술 분야의 효율성 공유 활동을 분석하고 이에 따라 투입 변수와 산출 변수를 분류하였다. 그런 후 53개국의 교육 및 기술 분야의 패널 데이터를 사용하여 교육 효율성과 기술 효율성이 크게 발전한 국가가 주로 동아시아 지역(특히 일본, 한국, 대만) 및 기타 개발도상국에 집중되어 있음을 발견하였다. 해당 연구는 교육 및 기술 효율성이 국가 경쟁력, 국가 균형 발전, 국가 에너지 효율성, 수출 및 고용에 미치는 영향을 평가하였다. 과학 기술의 효율성이 국가의 균형발전에 영향을 미치지 만 교육의 효율성은 역효과를 낸다는 사실도 함께 발견했다. 분석을

통해 교육 효율성은 큰 역할을 하는 반면, 국가의 교육 발전 측면에서 정책적인 보완 및 문제점을 밝히고 있다. 또한 패널 데이터 분석을 통해 2000년부터 2014년까지 교육 및 기술 효율성이 국가발전에 차별적으로 기여했다는 결과를 제시하면서, 국가의 경제 발전은 교육 및 기술 정책의 추진 성과에 따라 차별적이라는 점을 지적한다. 이 연구는 특별히 자원 배분 및 과정 평가를 위해 적절한 교육 및 기술 전략을 선택하는데 있어 교육 및 기술 정책 형태에 대한 의사결정근거를 제시해 준다.

2) 국가별 적용 사례

① 영국

최근 몇 년 동안 영국의 고등교육 학생 수가 증가함에 따라 비용 구조를 이해하는 것이 점점 더 중요해졌다. 이 연구는 비용 구조, 효율성 및 생산성을 평가하기 위해 영국의 고등 교육기관에 DEA(Data Envelopment Analysis)를 적용한다. DEA 방식을 적용하여, 학교 운영 및 규모 효율성을 향상시키는 방안으로 도출된 학생 구성을 조정함으로써 대학에 등록하는 학생 수가 20-27% 정도 증가할 수 있음을 도출하였다(Thanassoulis, Emmanuel, et al., 2011).

② 베트남 (Tran, Thien-Vu, et al., 2022)

(DEA) 접근을 통해 2012-2016년 기간 동안 베트남 172개 고등 교육(HE) 기관의 경제적 효율성을 조사하였다. 저자는 또한 공공 및 민간, 다학문 및 단일 학문, 비자율 및 자율, 국내 및 국제 고등기관의 효율성을 비교한다. 해당 연구에서는 2012-2016년 동안 베트남의 고등교육기관의 운영 효율성 감소 경향에 주목하고, DEA 방법을 사용하여 선택한 투입 및 산출에 따라 효율성 점수를 추정하였다. 분석 결과를 통해 공립대학은 시장 메커니즘 없이 운영되어 사립대학에 비해 효율성

이 떨어지는 경향을 보인다는 결과를 도출하였다. 또한 국제 프로그램을 포함하는 고등교육기관이 국제 프로그램이 없는 기관보다 효율성 점수가 더 높다는 것을 관찰했다.

베트남과 관련하여 니엡(Nguyen et al., 2015)은 2012-2013 학년도 동안 DEA를 사용하여 30개의 베트남 박사 학위 수여 대학의 성과를 측정했다. 그 결과 모든 대학의 효율성 점수는 약 0.5점으로 상대적으로 낮은 수준을 확인하였다. 트랑(Tran, 2020)의 연구 및 베트남 고등교육에 대한 다른 연구물에서는 수익 및 비용 효율성에 대해 2011/12-2013/14 동안 베트남의 82개 공립 대학을 분석하기 위해 DEA 기법을 분석에 적용하였다. 결과는 전체 고등교육 시스템에서 규모의 비경제성을 보여주는데, 공립 고등교육기관은 민간 기관보다 효율성이 떨어지고, 농촌 지역의 기관은 도시 기관보다 비효율적이라는 결론을 도출하였다. 또한 대학의 수익 효율성은 교육 및 연구 효율성보다 훨씬 높아 대학의 교육적 효과보다는 이익 창출 효과에 집중되고 있음을 확인하였다. 트랑(Tran et al., 2020b)은 또 다른 연구에서 61개 대학(공립 및 사립)의 교수 및 연구 효율성과 수익 효율성을 표시하는 방식으로 경쟁 맵을 개발하였다. 수익 효율성, 교육 및 연구 효율성에서 0.9 이상의 최고 점수를 받은 VNU HN, VNU-HCM, Hanoi University of Public Health 및 Phu Xuan University을 선정하여 벤치마크 모델을 제시하였다.

③ 칠레:Cossani, G., Codoceo, L., Cáceres, H., & Tabilo, J. (2022)

DEA 방법론에 dynamic approach로 network structure, carryover activities, shared inputs를 결합하는 방식으로 새로운 DEA 모델을 개발하였다. 이 모델을 칠레의 33개 대학에 적용하고 그 결과를 기존 대학의 순위 및 인증 상태와 비교했다. 결과는 4개 대학만이 ‘모범사례’ 수준에서 운영되는 것으로 확인하였다. 해당 결과는 특히 정책 입안자에게 중요한 통찰을 제공해 준다는 평가를 받는다. DEA 적용 결과를

통해 정책 입안자와 대학 관리자에게 공적 자금 배분, 재정 능력의 균형, 고등교육 예산 자금 조달 등에 대한 객관적인 근거를 제시할 수 있기 때문이다. 따라서 이 접근방식은 정부에 공공 자원의 적절한 사용을 보장하고 성과 개선을 위한 정책을 설계하는 데 실용적인 계획을 설립하도록 지원할 수 있다. 이 연구방법은 또한 대학 관리자가 비효율성의 원인을 식별하고, 효율성 목표와 개발 전략을 정의하고, 시간이 지남에 따라 해당 기관의 성과를 평가 및 개선하는 데 방안을 마련하도록 도움을 줄 수 있다.

④ 국내연구

국내 교육분야 연구에서도 DEA 기법은 널리 적용되고 있다. 국내연구들은 교육기관의 효율성 측정을 위한 방법으로 기존에 활용되었던 회귀분석과 비율분석법의 한계를 지적하며 대안 기법으로 DEA에 주목하였다(이정미 & 김민희, 2010; 김무영, 서화정, & 김병주, 2011; 박혜영, 2011).⁸⁾ 국외 연구들과 유사하게, DEA 기법을 적용한 국내연구도 고등교육기관의 효율성 분석에 집중한 경향이 있다(이황원, 2009; 이정미 & 김민희, 2010; 박혜영, 2011; 이상규 & 정우열, 2015; 이동우 & 오인하, 2020). 이들 연구는 인건비 또는 운영비와 같은 기관의 예산, 교원 인력, 수업시간 등을 투입변수로 고려하였다. 산출변수로는 학생의 취업률과 연구실적 등이 자주 사용되었다.

초기에는 대학교 대상 연구가 주로 수행되다가 최근에는 다양한 기관을 대상으로 하거나 사업 단위로 확대 적용되는 경향을 보인다. 먼저, 중등학교를 대상으로 수행한 연구가 있다. 이들은 DEA를 활용한 교육분야 연구가 주로 대학교를 중심으로 이루진 것을 비판하며, 중등교육기관의 효율성 분석의 필요성을 강조하였다(김무영, 서화정, & 김

8) 즉 전통적인 효율성 평가는 주관적인 방식으로 가중치가 부여되는 반면, DEA는 임의적인 가중치를 사용하지 않고, 어떤 함수형태를 가정하지 않아 장점이 있다(김무영, 서화정, & 김병주, 2011). 또한, 기존의 기법들은 대부분 단일 투입과 단일 산출만을 대상으로 하는 데 반하여 DEA는 다투입, 다산출을 기초로 측정 대상(DMU) 간의 상대적 효율성을 측정할 수 있다(이정미 & 김민희, 2010). 이러한 DEA의 유용성을 강조하며 교육정책의 성과진단 연구가 다수 수행되어 오고 있다.

병주, 2011; 이훈병, 2012). 먼저, 김무영 외(2011)의 연구는 특성화고 전체를 분석대상으로 하는 연구가 수행되지 않았음을 지적하며, 특성화고의 초과공급 현상을 효율성 측면에서 분석하였다. 이훈병(2012)은 교육 분야의 효율성이 교육정책의 방향을 결정짓는 중요한 변수임을 강조하며 중학교 운영의 효율성 측정을 시도하였다. 특히 그는 선행 연구가 주로 수도권 고등학교를 대상으로 진행됨에 따라 특정 지역 및 학교급에 편향된 문제를 지적하면서, 지역 단위로 중학교 교육의 효율성을 진단하고자 하였다. 다시 말해, 그는 지역단위 연구와 초등중학교 단위 연구의 축적으로 교육의 균형적인 발전을 도모할 수 있을 것으로 보았다. 중등학교를 대상으로 수행한 연구에서는 투입변수로 예산이나 교원에 집중하였고 산출은 학업성취도 수준을 주로 활용한 경향을 보인다. 이밖에도 송운경과 송연경(2017)은 공립유치원에 대한 수요 및 정책적 관심이 증가하는 시의성을 고려하여 서울시 유치원을 대상으로 효율성 분석을 시도하였다.

이상의 연구들은 투입시점과 산출시점의 단년도 자료를 기반으로 분석을 한 경우가 다수이다. 그러나 허정과 박성민(2021)은 다년도 분석을 시도하면서, 효율성을 결정하는 요소의 연도별 편차를 조정하기 위해 분석대상 기간(4년)의 투입 및 산출요소의 평균값을 변수로 사용하였다. 이들의 연구는 교육기관 단위가 아니라 BK21 사업단 단위로 분석을 수행하였다는 점에서 차별성도 보인다.

그러나 DEA를 적용한 기존 연구에서 교육정보화에 집중하여 초중등학교급 간의 효율성을 비교하거나 정량-정성 산출지표 간의 효율성 격차를 분석한 연구는 찾아보기 어렵다. 이는 본 연구가 4장에서 수행하고자 하는 DEA 분석의 주된 내용으로, 기존 연구와 차별적이며 선행 연구에서 수행하지 못한 연구의 한계를 보완했다는 데도 의미가 있다.

<표 3.6> 국내 교육분야 DEA 적용 연구 요약

연번	논문	분석대상	투입	산출
1	이황원 (2009)	56개 4년제 종합대학	- 시간강사 의존률 - 교수 주당수업시간 - 교수당 학생수 - 세입중 등록금비율 - 세출중 인건비비율	- 취업률 - 국제학술지 논문수 - 국내학술지 논문수
2	이정미 & 김민희 (2010)	193개 대학	- 인건비 - 운영비 - 학생1인당 교육비 - 장학금 - 연구비수혜액	- 취업률 - 충원율 - 연구실적
3	김무영 · 서화정 & 김병주 (2011)	특성화 고등학교 (전국 472개 전문계 고등학교)	- 학생 100명당 교원수 - 1급 정교사 비율 - 장학금 수혜율 - 학생당 방과후 학교 지원금 - 학생당 교육비	- 국어 성취도 - 영어 성취도 - 수학 성취도
4	박혜영 (2011)	교육역량강화 사업 지원 대상 87개 대학	- 인력(전임교원수+직원) - 예산(당해년도 예산) - 보유면적	- 졸업생수 - 졸업생 취업자수 - 연구비 수혜실적 - 국내외 논문실적+저역서
6	이훈병 (2012)	16개 시도 단위 중학교	- 재정(학생 1인당 교육비) - 인력(학생 100명당 교사수, 학생 100명당 사무직원수) - 시설(학생 1인당 교사대지 면적)	- 학부모 만족도 - 국어 성취도 - 사회 성취도 - 수학 성취도 - 과학 성취도 - 영어 성취도
6	우상규 & 정우열 (2015)	전국 75개 대학	- -전임교원 확보율 - -직원 1인당 재학생 수 - -교육비 환원율 - -장학금 지급률 - -전임교원 1인당 교내연구 비 - -교사확보율	- -취업률 - -정원 내 재학생 충원율 - -전임교원 1인당 논문 수 - -정원 내 신입생 충원율 - -전임교원 1인당 교외연구 비 수혜실적
7	송운경 & 송연경 (2017)	서울시 공립유치원 196개	- 교사 수 - 교사 면적 - 예산	- 유아 현원
8	이동우 & 오인하 (2020)	2018 대학기분역량진단 수행 전문대학 364개	- 교사시설 확보율 - 재학생 1인당 장학금 - 학생1인당 교육비 - 전임교원확보율	- 신입생 경쟁률 - 재학생 충원률 - 졸업생 취업률
9	허정 & 박성민 (2021)	과학기술분야 265개 BK21 플러스 사업단	- -국고지원금 - -참여인력	- 연구실적의 양 - 연구실적의 질

자료: 저자 작성

제4장 진단지표 측정 방법 시범 적용 결과

본 장은 3장에서 논의한 분석모형에 따라 교육정보화 지표를 시·도 지역 단위와 교육정보화 시행계획 과제 단위로 측정 및 분석하고, 이 결과를 토대로 정책적 함의를 도출하는 것을 목적으로 한다. 본 연구는 진단지표 측정을 위해 DEA 기법을 적용한 분석을 시도하였다. 분석기법의 논리에 따라 본 장의 지표 분석결과는 교육정보화 투입 대비 산출의 ‘효율성’ 또는 ‘성과’를 의미하게 된다. DEA 분석결과는 0~1 사이값으로 제시되며, 가장 효율적인 단위에 1의 값을 부여한다. 즉, 값이 1에 가까울수록 분석대상 중에서 효율성 또는 성과가 높은 것으로 쉽게 해석할 수 있다.

제1절 시·도 지역 단위 분석

시·도 지역 단위 분석은 교육정보화의 정책성과가 지역별로 균형적으로 추진되는지 비교하기 위해 시도되었다. 본 절에서는 시·도 지역 단위로 수집·측정된 지표를 활용하여 정량-정성지표 간 비교분석과 초등학교-중등학교의 학교급 간 비교분석 결과를 차례로 제시한다.⁹⁾ 분석은 접근·활용·역량 영역별로 각각 수행되었다.

1. 정량-정성 지표 비교 결과

1) 접근

<표 4.1>은 접근영역에서 정량-정성지표 간 비교분석을 위해 사용한

9) 분석대상 지표의 측정에 관한 자세한 사항은 <표 3-5>에 제시되어 있다.

지표의 시·도 지역별 평균값을 제시하고 있다. DEA는 ‘투입-정량산출지표 분석’ 과 ‘투입-정성산출지표 분석’ 으로 각각 수행되었다. 이때 투입지표는 예산과 인력의 동일한 지표가 사용되었다. 산출지표의 경우 학생 1인당 디지털기기 보급대수, 교사 1인당 디지털기기 보급대수, 가정의 디지털기기 보급비율이 정량지표 분석에 활용되었고, 정성지표 분석에는 교사의 무선인터넷 품질에 관한 인식 지표만 포함되었다.

<표 4.1> DEA 접근영역 정량-정성지표

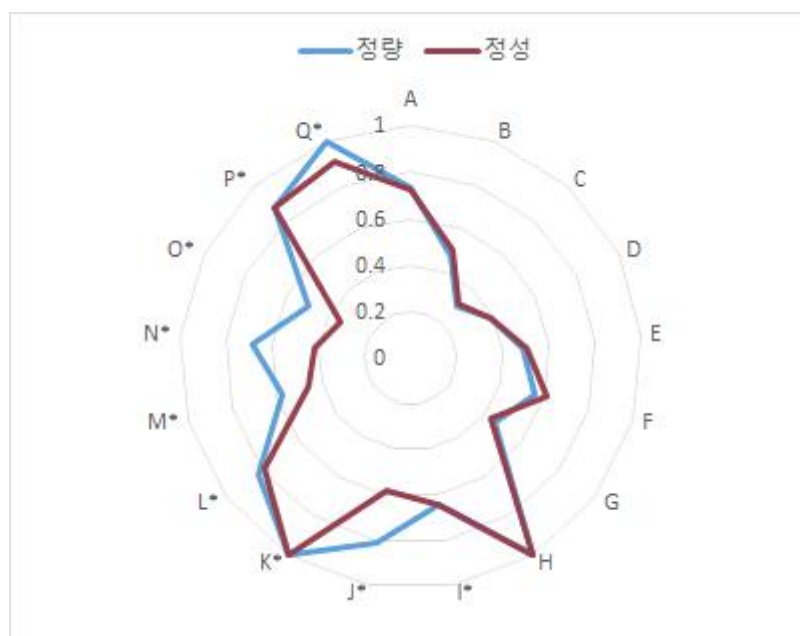
시·도	투입		산출(정량)			산출(정성)
	학생 1인당 교육정보화 예산(백만원)	정보교과 교사 비율(%)	학생 1인당 디지털기기 보급대수 (대)	교사 1인당 디지털기기 보급대수 (대)	가정의 디지털기기 보급 비율(%)	교사의 무선인터넷 품질 인식(점)
A시	0.12	0.35	0.18	1.50	98.75	3.30
B시	0.15	0.64	0.30	1.73	97.57	3.52
C시	0.24	0.88	0.39	1.38	97.95	3.45
D시	0.2	0.66	0.34	1.70	97.35	3.24
E시	0.19	0.52	0.21	1.73	98.40	3.43
F시	0.23	0.41	0.28	1.37	98.19	3.64
G시	0.19	0.55	0.32	1.56	96.87	3.11
H시	0.26	0.15	0.51	2.13	96.92	3.33
I도	0.11	0.75	0.26	1.31	97.71	3.31
J도	0.32	0.33	0.96	1.71	97.46	3.32
K도	0.07	0.26	0.70	1.81	96.82	3.27
L도	0.09	0.57	0.68	1.93	94.68	3.34
M도	0.25	0.48	0.83	2.01	96.32	3.16
N도	0.21	0.55	1.07	2.04	95.93	3.03
O도	0.41	0.63	0.78	2.76	96.36	3.21
P도	0.15	0.25	0.54	1.79	94.62	3.24
Q도	0.28	0.17	0.76	1.82	96.14	3.33

자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성

<그림 4.1>은 DEA 분석결과로 도출된 정량지표와 정성지표의 효율성 수치를 지역별로 제시하고 있다. 전반적으로 접근영역에서 정량지표와 정성지표 간의 효율성 차이는 크지 않은 것으로 보인다. 즉 지역별로 정량지표의 효율성이 높은 지역에서 정성지표의 효율성 또한 높게 나타나는 경향이 확인된다. 다만, 일부 지역에서 정량지표의 성과에 비해 정성지표의 성과가 다소 낮게 나타난 것이 눈에 띈다. 예컨대 J도, N도, Q도의 경우 정성지표의 성과가 정량지표의 성과에 못 미치고 있다.

접근영역의 분석결과를 통해 확인되는 또 다른 특징은, 전반적으로 시지역이 도지역에 비해 성과가 낮다는 점이다. 정성지표의 경우 시지역과 유사하게 낮은 수준을 보이는 도지역도 관찰되고 있으나 정량지표는 시지역의 효율성이 전반적으로 낮게 나타났다. 시지역에서 특히 C시는 정량지표와 정성지표 모두 0.4점 이하로 최저 수준을 보인다.

<그림 4.1> 접근영역의 정량-정성지표 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

2) 활용

<표 4.1>은 활용영역에서 정량-정성 지표 간 비교분석을 위해 사용된 지표의 시·도 지역별 평균값을 제시하고 있다. 정량지표와 정성지표에 대한 분석이 따로 실시되었으며, 각 분석에서 사용된 예산 및 인력의 투입지표는 동일하다. 산출지표로는 ‘초중등 전체 정보교과 평균 수업시수’와 ‘가정에서 학습목적으로 1시간 이상 디지털기기를 이용하는 학생의 비율’이 정량지표로 사용되었다. 정성지표 분석에는 ‘교사가 디지털기기를 수업에 이용하는 수준’과 ‘학생의 디지털기기 이용 수요도’ 지표를 포함하였다.

<표 4.2> DEA 활용영역 정량-정성지표

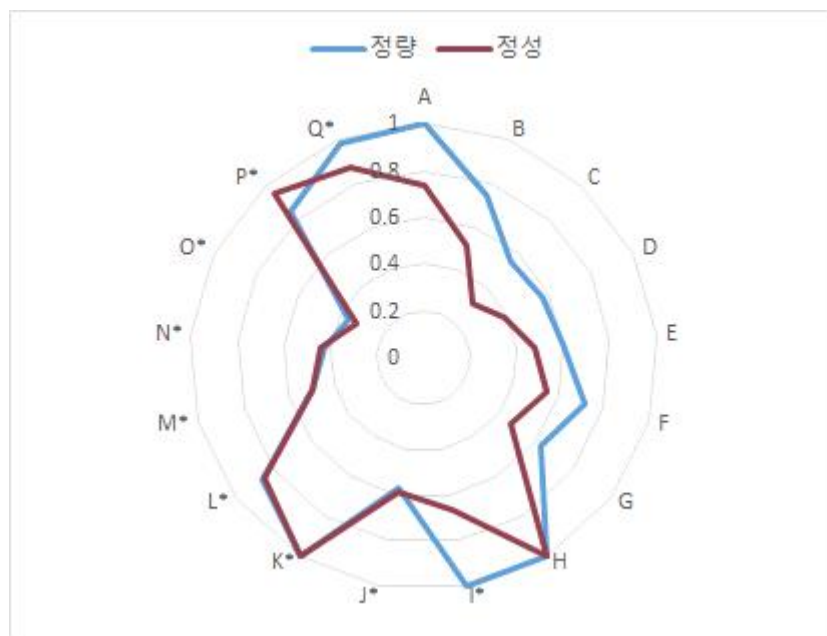
시·도	투입		산출(정량)		산출(정성)	
	학생 1인당 교육정보화 예산(백만원)	정보교과 교사 비율(%)	정보교과 평균 수업 시수(시간)	학생의 학습목적 디지털기기 이용률(%)	교사의 디지털기기 수업 이용수준(점)	학생의 디지털기기 이용 수요도(점)
A시	0.12	0.35	186.9	48.4	3.35	3.29
B시	0.15	0.64	174.7	41.3	3.52	3.75
C시	0.24	0.88	209.6	43.4	3.47	3.05
D시	0.2	0.66	177.1	43.4	3.29	3.35
E시	0.19	0.52	172.9	37.9	3.26	3.17
F시	0.23	0.41	153.4	43.7	3.28	3.07
G시	0.19	0.55	186.9	36.2	3.15	3.46
H시	0.26	0.15	255.7	31.1	3.33	3.22
I도	0.11	0.75	172.8	46.6	3.41	3.30
J도	0.32	0.33	87.8	31.9	3.27	3.29
K도	0.07	0.26	104.9	34.2	3.27	3.38
L도	0.09	0.57	122.3	33.2	3.58	3.07
M도	0.25	0.48	95.3	35.0	3.36	3.13
N도	0.21	0.55	84.3	33.1	3.27	3.19
O도	0.41	0.63	131.7	35.0	3.04	3.07
P도	0.15	0.25	135.6	32.1	3.13	3.53
Q도	0.28	0.17	134.5	34.0	3.22	2.94

자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성

활용영역의 정량지표와 정성지표에 대한 DEA 분석결과는 <그림 4.2>에 제시되었다. 가장 눈에 띄는 특징은 시지역을 중심으로 정량지표와 정성지표의 성과 차이가 확인된다는 점이다. I도와 Q도를 제외하고 대부분 도지역에서는 정량지표와 정성지표의 효율성 점수가 거의 유사한 수준을 보인다. 그러나, 그림에서 시계방향으로 서울, 부산에서 울산에 이르기까지 7개 시지역에서 정량지표의 성과가 정성지표의 성과보다 높게 나타났다.

아울러 7개 시지역에서 정량지표 효율성 점수는 0.6점 이상으로 도지역에 비해 전반적으로 높는데, 이는 접근영역에서 시지역의 성과가 도지역보다 낮게 나타난 것과 대비되는 결과이다. 다시 말해, 시지역에서는 활용영역(특히 정량지표)의 성과가 상대적으로 높고, 도지역은 접근영역에서 성과가 더 높은 것으로 해석할 수 있다.

<그림 4.2> 활용영역의 정량-정성지표 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

3) 역량

<표 4.3>은 역량 영역에서 정량-정성지표 간 비교분석을 위해 사용한 지표를 지역별 평균값으로 제시하고 있다. 정량지표의 DEA 분석에 활용된 산출지표는 ‘정보관련 자격증 취득 학생 비율’, ‘정보관련 자격증 소지 교사의 비율’ 을 정량지표로 사용하였다. 정성지표 분석에는 ‘교사가 디지털기기를 수업에 이용하는 수준’ 과 ‘학생의 디지털 기기 이용 수요도’ 지표가 포함되었다.

<표 4.3> DEA 역량영역 정량-정성지표

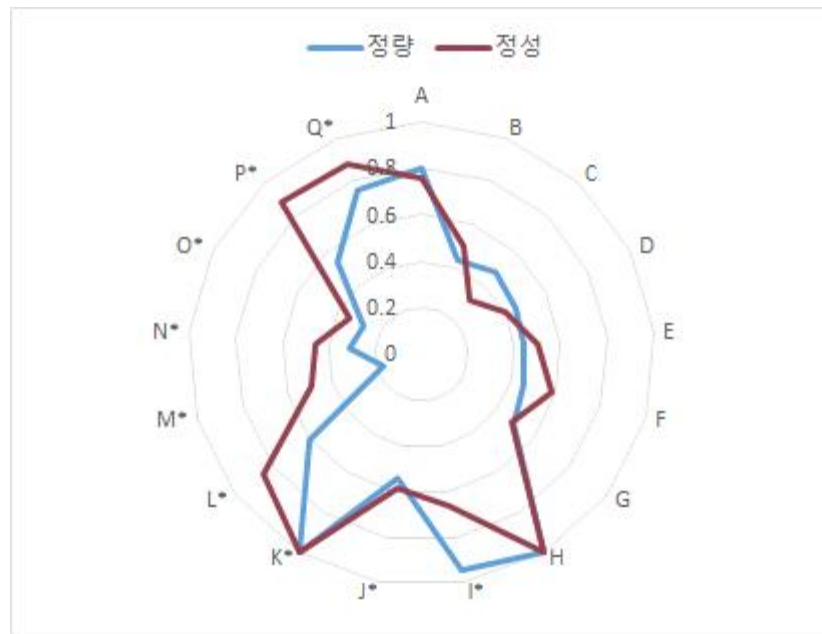
시·도	투입		산출(정량)		산출(정성)	
	학생 1인당 교육정보화 예산(백만원)	정보교과 교사 비율(%)	정보관련 자격증 취득 학생 비율(%)	정보관련 자격증 소지 교사 비율(%)	학생의 역량인식 (점)	교사의 역량인식 (점)
A시	0.12	0.35	0.34	0.33	4.14	3.35
B시	0.15	0.64	0.29	0.25	4.17	3.52
C시	0.24	0.88	0.17	0.44	4.10	3.47
D시	0.2	0.66	0.34	0.33	4.09	3.29
E시	0.19	0.52	0.12	0.28	4.08	3.26
F시	0.23	0.41	0.1	0.29	4.14	3.28
G시	0.19	0.55	0.1	0.32	4.11	3.15
H시	0.26	0.15	0.06	0.55	3.98	3.33
I도	0.11	0.75	0.23	0.4	4.07	3.41
J도	0.32	0.33	0.42	0.19	3.94	3.27
K도	0.07	0.26	0.62	0.27	3.89	3.27
L도	0.09	0.57	0.19	0.21	3.89	3.58
M도	0.25	0.48	0.07	0.12	3.96	3.36
N도	0.21	0.55	0.41	0.13	3.96	3.27
O도	0.41	0.63	0.4	0.2	3.90	3.04
P도	0.15	0.25	0.24	0.22	3.91	3.13
Q도	0.28	0.17	0.05	0.45	3.87	3.22

자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성

<그림 4.3>은 역량영역의 DEA 효율성 점수를 정량지표와 정성지표로 구분하여 지역별로 제시하고 있다. 일부 지역에서 반대의 경향이 관찰되긴 하나, 전반적으로 역량 영역에서는 정성지표가 정량지표의 성과보다 높게 나타나는 경향이 있다. A시, B시, D시, H시, K도에서는 두 지표의 성과 수준이 유사하나, C시와 I도 지역은 정량지표가 정성지표보다 눈에 띄게 높다. 이외 지역은 역량 수준과 관련하여 정성지표의 성과가 더 높은 것으로 확인된다.

역량 수준의 지역적 불균형 측면에서, 시지역이 도지역보다 성과가 다소 낮은 경향이 있고, 도지역 중에서는 M도, N도, O도가 상대적으로 성과가 낮다.

<그림 4.3> 역량영역의 정량-정성지표 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

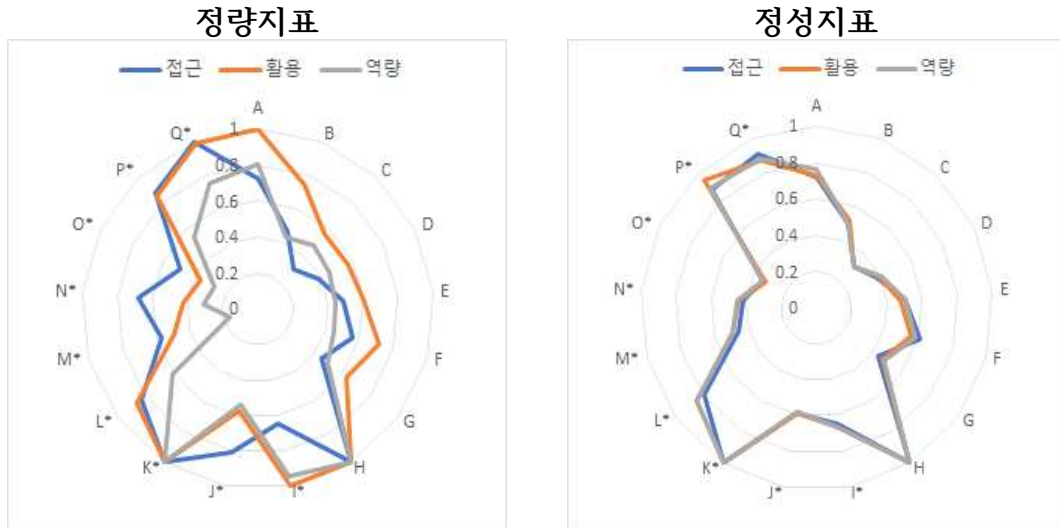
4) 정량-정성지표 결과 종합

위에서 제시한 결과를 통해 시·도 지역별로 접근/활용/역량 영역별로 정량지표와 정성지표 간 효율성 수치의 격차를 비교하는 것은 가능하였으나, 영역별 차이를 측정하는 것은 한계가 있었다. <그림 4.4>는 영역 간의 차이를 비교할 수 있도록 지표의 유형별로 결과를 통합하여 제시한 것이다.

먼저 정량지표의 영역별 통합 결과를 보면, 접근-활용-역량 영역 간에 효율성 점수에 차이가 두드러지게 나타난다. 특히 역량 영역의 효율성 점수를 나타내는 그래프가 다른 두 영역보다 안쪽에 위치해 있는데, 이는 역량 영역의 성과가 지역 전반에 걸쳐 가장 낮은 수준이라는 것을 의미한다. 물론 H시, K도와 같이 세 영역이 고르게 높은 지역도 있고, I도와 같이 접근 영역에 비해 활용과 역량 수준이 눈에 띄게 높은 곳도 있다.

정량지표의 통합 결과에서 눈여겨볼 만한 또 다른 특징은, 도 지역의 경우 전반적으로 접근>활용>역량 순서로 성과가 높게 나타나는 반면, 시지역은 접근과 역량은 대체로 유사한 수준이고 활용수준이 가장 높다는 점이다. <표 4.2>의 활용영역 기술통계 결과에서 보듯이 시지역에서 학교의 ICT 활용 교육시수와 학생의 학습목적 디지털기기 활용 수준이 높는데, 이러한 상황이 반영된 결과로 보인다.

<그림 4.4> 정량-정성지표 영역별 통합 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

정량지표의 결과와는 다르게, 정성지표에 대한 영역별 통합 그림을 보면 지역별로 세 영역의 효율성 수준이 거의 일치하고 있음을 알 수 있다(그림 4.4). 즉 지역별 편차는 있더라도 한 지역에서 접근, 활용, 역량 영역 간에 정성지표의 성과 차이는 크게 발생하지 않는다는 것을 의미한다.

정성지표에서 H시, K도, P도, Q도 지역의 성과가 접근, 활용, 역량 영역에서 모두 고르게 높은 반면, C시, O도, D시, G시, N도는 세 영역 모두 낮은 수준을 보인다.

2. 초-중등 학교급별 결과

지금부터는 교육정보화 지표 분석 내용으로 초등-중등 학교급별 비교를 중점적으로 다룬다. 분석에 포함된 지표는 주로 초등학교와 중학교를 대상으로 각각 수집되었으나, 일부 지표는 고등학교를 포함하여 측정되었거나, 학교급별로 수집되지 않은 지표도 있다. 지표에 대한 제약사항은 영역별 분석결과에서 자세히 다룬다.

DEA는 초등과 중등 학교급별로 따로 실시하였으나 비교가 쉽도록 함께 제시된다. 아울러 DEA 분석에는 투입과 산출지표가 모두 사용되었으나, 본 절의 모든 분석에는 예산과 인력을 의미하는 2개의 동일한 투입지표가 사용되었으며 산출지표의 기술통계만 제시하기로 한다. 투입지표의 측정 방법은 <표 3.5>에 제시되었고, 투입지표의 시·도별 기술통계는 <표 4.3>을 참조할 수 있다. 이어지는 분석 역시 접근, 활용, 역량 영역별로 실행되었으며, 각 영역별 초-중등 비교 분석결과를 순서대로 제시하고자 한다.

1) 접근

<표 4.4>는 접근영역의 분석 대상 지표들을 초등-중등 학교급에 따라 구분하여 시·도별 평균을 제시한 것이다. 초등학교와 중학교에 대하여 동일한 지표를 각각 수집하였고, 이들 지표를 활용하여 학교급별로 DEA를 각각 실행하였다.

<표 4.4> DEA 접근영역 초등-중등 산출지표

사·도	초등				중등			
	학생 1인당 디지털 기기 보급대수 (대)	교사 1인당 디지털 기기 보급대수 (대)	가정의 디지털기 기 보급 비율(%)	교사의 무선인터 넷 품질 인식(점) **	학생 1인당 디지털 기기 보급대수 (대)	교사 1인당 디지털 기기 보급대수 (대)	가정의 디지털기 기 보급 비율(%)	교사의 무선인터 넷 품질 인식(점) **
A시	0.19	1.35	98.2	3.41	0.17	1.74	99.2	3.10
B시	0.29	1.69	97.5	3.65	0.34	1.82	97.6	3.55
C시	0.42	1.27	96.9	3.58	0.32	1.58	98.7	2.89
D시	0.40	1.76	95.0	3.20	0.24	1.58	98.7	2.88
E시	0.24	1.78	98.1	3.50	0.16	1.64	98.6	3.82
F시	0.31	1.28	98.0	3.39	0.22	1.51	98.4	2.71
G시	0.38	1.62	97.1	3.38	0.19	1.43	96.7	2.79
H시	0.47	2.13	98.9	2.67	0.60	2.14	96.2	3.50
I도	0.29	1.35	97.0	3.32	0.18	1.22	98.2	3.18
J도	0.98	1.69	95.9	2.92	0.92	1.76	98.2	3.13
K도	0.75	1.86	94.4	3.67	0.58	1.70	98.5	3.42
L도	0.72	1.91	93.7	3.10	0.56	1.99	95.2	3.65
M도	0.82	1.97	95.8	3.42	0.86	2.10	96.6	3.38
N도	1.02	1.87	94.7	3.00	1.16	2.34	96.8	3.00
O도	0.79	2.78	94.6	3.12	0.78	2.71	97.8	3.18
P도	0.59	1.80	93.7	3.42	0.44	1.78	95.5	3.27
Q도	0.83	1.74	94.6	3.25	0.57	2.03	97.1	3.10

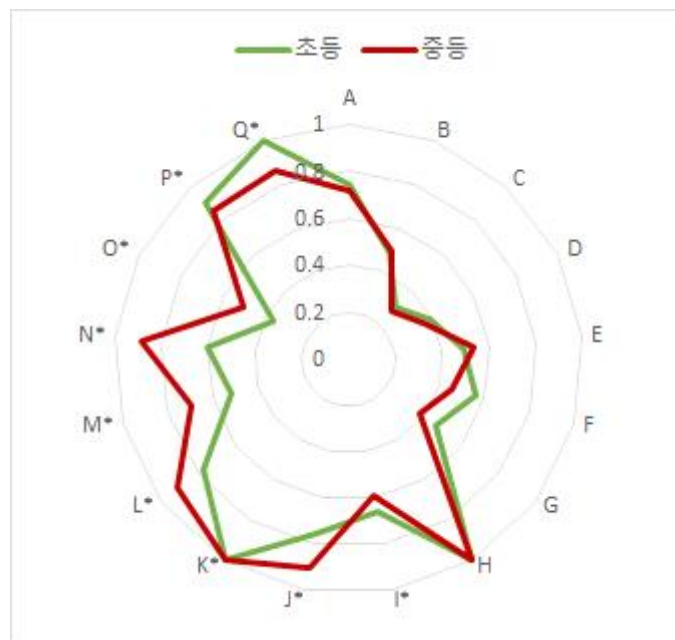
자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성

주: 정성지표는 별모양(**) 표기를 추가함

<그림 4.5>는 접근영역에서 계산된 DEA 효율성 점수를 학교급별로 비교하여 제시하고 있다. 먼저, 접근 지표에서 학교급별 눈에 띄는 차이를 보이는 지역들이 보고되었다. A시, F시, G시, I도, P도, Q도에서 초등학교의 성과가 더 높게 나타났고, 이들 가운데 학교급 간 차이가 가장 큰 곳은 Q지역으로 확인된다. 반면, J도, L도, M도, N도, O도 지역에서는 중등학교의 성과가 더 높은 것으로 나타났다. 이들 지역 중 N도에서 초등-중등학교 간의 성과 차이가 크게 두드러진다.

C지역에서는 초등학교와 중등학교 모두 접근영역의 성과가 가장 낮게 나타났다. 반면 H시, K도, P도, A시 지역은 접근영역에서 상대적으로 고르게 높은 성과를 보였다.

<그림 4.5> 접근영역 초등-중등 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

2) 활용

<표 4.5>는 활용영역의 분석대상 지표들을 초등-중등 학교급에 따라 구분하여 시·도별 평균을 제시한 것이다. 일부 지역에서 반대의 경향이 관찰되기도 하지만, 전반적으로 학생의 디지털기기 이용률은 중등 학교에서 더 높고, 교사가 수업에서 디지털기기를 이용하는 수준은 초등학교에서 더 높은 경향이 있다. 학생의 디지털기기 이용 수요도는 학교급별로 뚜렷한 경향이 확인되지 않는다. 정보교과 평균 수업시간은 학교급에 상관없이 시지역이 도지역에 비해 월등히 높다.

<표 4.5> 활용영역 초등-중등 산출지표

시·도	초등				중등			
	정보교과 평균 수업 시수(시간)	학생의 학습목적 디지털기기 이용률 (%)	교사의 디지털기기 수업 이용수준 (점)**	학생의 디지털기기 이용 수요도 (점)**	정보교과 평균 수업 시수(시간)	학생의 학습목적 디지털기기 이용률 (%)	교사의 디지털기기 수업 이용수준 (점)**	학생의 디지털기기 이용 수요도 (점)**
A시	274.9	49.1	3.36	3.29	115.9	47.9	3.33	3.29
B시	263.0	42.1	3.65	3.71	94.3	40.7	3.40	3.80
C시	208.3	45.1	3.62	3.13	210.9	42.0	3.33	3.00
D시	229.6	40.4	3.32	3.33	126.4	45.1	3.25	3.36
E시	264.1	38.2	3.25	2.88	86.0	37.7	3.27	3.40
F시	246.4	40.6	3.44	3.09	66.0	46.7	2.86	3.00
G시	257.3	37.3	3.38	3.50	119.2	35.3	3.05	3.44
H시	294.2	26.7	3.00	3.50	213.0	32.8	3.50	3.14
I도	172.3	46.2	3.38	3.64	173.4	46.9	3.45	3.17
J도	124.3	29.7	3.32	3.33	40.8	33.0	3.19	3.29
K도	134.6	28.0	3.05	3.60	69.2	38.6	3.67	3.00
L도	147.5	29.4	3.62	3.00	88.4	35.2	3.53	3.13
M도	136.4	31.9	3.67	3.00	45.9	36.9	3.08	3.21
N도	116.8	34.9	3.44	3.14	47.6	31.9	3.14	3.29
O도	180.8	31.5	3.12	3.00	77.9	37.9	2.95	3.12
P도	211.5	30.9	3.21	3.17	51.3	33.2	3.03	3.73
Q도	165.7	32.6	3.00	3.00	87.1	34.8	3.40	2.88

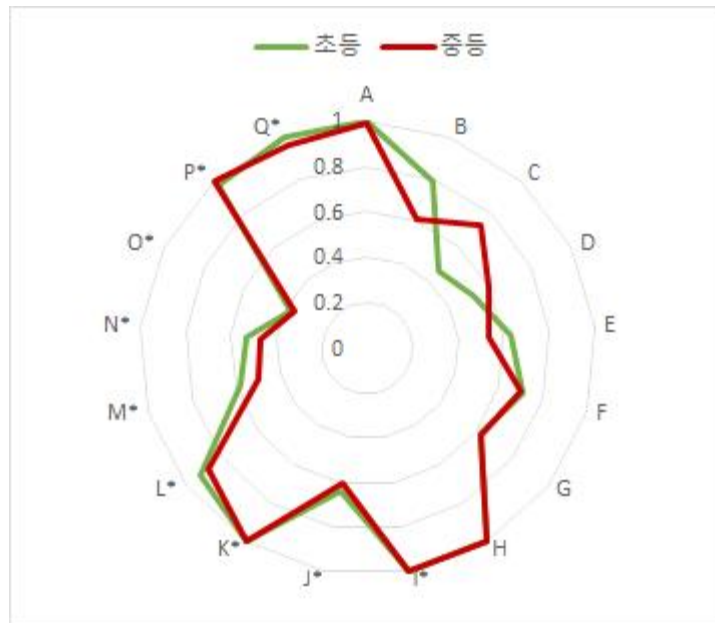
자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성

주: 정성지표는 별모양(**) 표기를 추가함

활용영역의 학교급별 DEA 분석결과는 <그림 4.6>에 제시되어 있다. 전반적으로 지역별로 초등학교와 중학교의 효율성 점수가 유사한 가운데 B시, C시, D시, E시에서 학교급 간 차이가 두드러지게 나타나고 있다. B시와 D시에서는 초등학교의 성과가 더 높게 나타났으나, C시와 D시에서는 중학교의 성과가 더 높게 나타나 서로 대조된다.

H시, I도, K도, L도, P도, Q도, A시는 다른 지역에 비해 상대적으로 활용영역의 성과가 높은 지역으로 확인된다. 반대로, O도는 초등학교와 중학교 모두 성과가 가장 낮게 나타났다.

<그림 4.6> 활용영역 초등-중등 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

3) 역량

본 연구는 역량영역의 정량지표로 ‘정보관련 자격증 취득학생 비율’ 과 ‘정보관련 자격증 소지 교사 비율’ 에 주목하였다. 그러나 해당 지표는 초등, 중등 지표를 따로 수집하는데 제약이 있었다. 가용 지표의 한계에 따라 역량 영역 분석에는 초등학교와 중등학교 모두 동일한 지표를 사용하였다. 이는 곧 역량지표의 DEA 분석결과로 나타나는 초등학교 중등학교의 차이는 주로 정성지표의 차이로부터 기인함을 의미한다.

<표 4.6> DEA 역량영역 초등-중등 산출지표

시·도	초등				중등			
	정보관련 자격증 취득 학생 비율(%)	정보관련 자격증 소지 교사 비율(%)	학생의 역량인식 (점)**	교사의 역량인식 (점)**	정보관련 자격증 취득 학생 비율(%)	정보관련 자격증 소지 교사 비율(%)	학생의 역량인식 (점)**	교사의 역량인식 (점)**
A시	0.34	0.33	3.85	3.38	0.34	0.33	4.38	3.33
B시	0.29	0.25	4.02	3.50	0.29	0.25	4.28	3.40
C시	0.17	0.44	3.88	3.73	0.17	0.44	4.28	3.33
D시	0.34	0.33	3.73	3.48	0.34	0.33	4.28	3.25
E시	0.12	0.28	3.78	3.50	0.12	0.28	4.25	3.27
F시	0.1	0.29	3.94	3.67	0.1	0.29	4.34	2.86
G시	0.1	0.32	3.82	3.38	0.1	0.32	4.33	3.05
H시	0.06	0.55	3.84	3.00	0.06	0.55	4.04	3.50
I도	0.23	0.4	3.79	3.39	0.23	0.4	4.25	3.45
J도	0.42	0.19	3.63	3.52	0.42	0.19	4.09	3.19
K도	0.62	0.27	3.54	3.33	0.62	0.27	4.14	3.67
L도	0.19	0.21	3.58	3.14	0.19	0.21	4.05	3.53
M도	0.07	0.12	3.68	3.08	0.07	0.12	4.14	3.08
N도	0.41	0.13	3.62	3.25	0.41	0.13	4.22	3.14
O도	0.4	0.2	3.62	3.24	0.4	0.2	4.13	2.95
P도	0.24	0.22	3.65	3.29	0.24	0.22	4.16	3.03
Q도	0.05	0.45	3.55	3.50	0.05	0.45	4.08	3.40

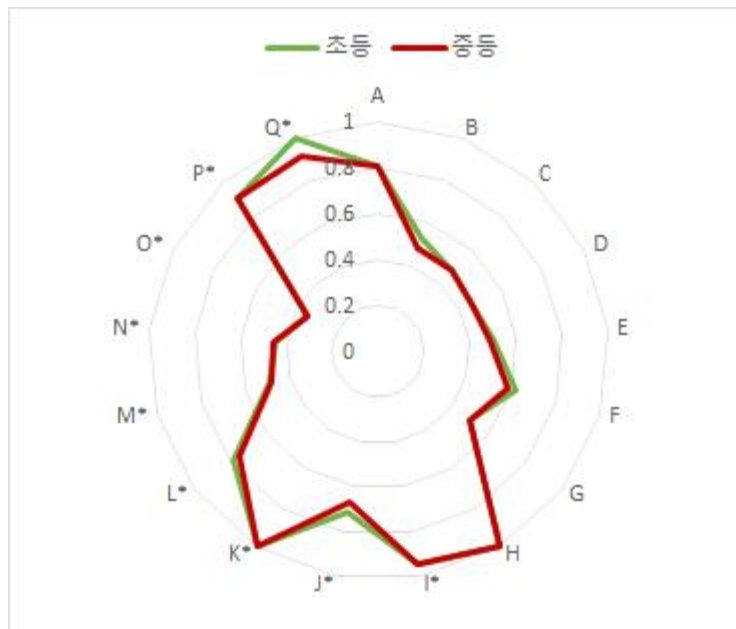
자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성

주: 정성지표는 별모양(**) 표기를 추가함

DEA 분석결과에 따른 역량영역의 효율성 점수는 <그림 4.7>에 제시되어 있다. 지역별로 역량영역에서 초등학교와 중학교의 성과 차이가 거의 나타나지 않은 가운데, Q도 지역의 역량지표에서 중등학교 대비 초등학교가 다소 높은 성과를 보였다.

H시, I도, K도, P도 Q도의 경우 다른 지역에 비해 초등학교와 중등학교 모두 역량지표의 성과가 높게 나타났다. 이에 반해 이에 반해 C시, G시, M도, N도, O도의 경우 초등-중등 모두 역량지표에서 다른 지역에 비해 낮은 수준의 성과를 보이는 것으로 나타났다.

<그림 4.7> 역량영역 초등-중등 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

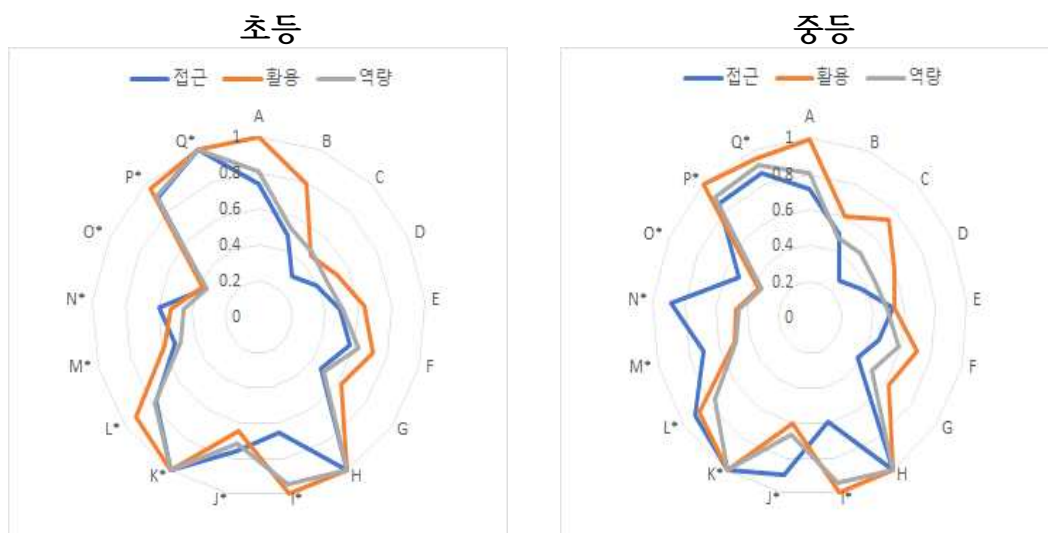
4) 학교급별 결과 종합

<그림 4.8>은 영역별로 따로 실시한 초등-중등 분석결과를 하나의 그림으로 통합하여 제시한 것이다. 영역을 통합하여 비교해 보면, 중등학교 지표에서 지역별 접근-활용-역량 간 차이가 더욱 두드러지는 것을 확인할 수 있다. 초등학교 지표의 경우 시지역을 중심으로 영역 간 격차가 두드러지는 반면, 중등학교 지표의 경우 H시, K도를 제외하고 거의 모든 지역에서 영역 간 차이가 드러난다.

초등지표는 전반적으로 활용영역의 성과가 가장 높게 나타난다. 중등지표는 전반적으로 시지역에서 활용영역의 성과가 높으나, J, M, N, O 지역 등 도지역에서는 접근 지표의 성과가 더 높게 나타나는 경향이 있다.

중등지표에서는 C시와 N도의 영역별 성과 차이가 큰 것이 눈에 띈다. 대구는 활용영역 성과에 비해 접근영역의 성과가 상당히 낮고, 반대로 전남은 접근영역의 성과에 비해 활용·역량 영역의 성과가 낮다. 경북은 초등-중등 지표 전반의 영역에서 성과가 낮다.

<그림 4.8> 초등-중등 영역별 통합 비교



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

다음으로, 학교급별로 정량지표와 정성지표의 비교를 시도하였고 결과는 초등학교, 중등학교 각각 <그림 4.9>, <그림 4.10>에 제시되었다. 이들 그림은 <표 4.4>, <표 4.5>, <표 4.6>에 제시된 정량지표와 정성지표를 구분하여 학교급별로 각각 DEA 효율성 점수를 계산하고 결과를 도식화한 것이다. 전반적으로 정량지표는 초등학교보다 중등학교에서 영역별 격차가 더 크고, 정성지표는 중등학교에 비해 초등학교에서 영역별 격차가 더욱 두드러진다.

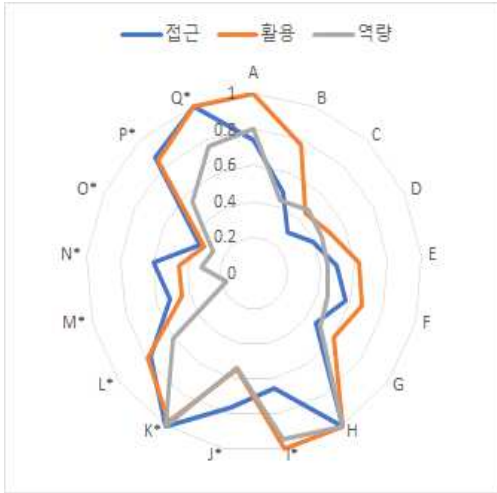
먼저 초등지표를 제시한 <그림 4.9>를 보면, 역량지표를 제외하고 접근·활용 영역에서 정량-정성 지표 간 차이는 크지 않아 보인다. 다만, N도에서 접근영역의 정량지표 성과가 정성지표보다 다소 높게 나타난 것은 주목할 만하다. 또한 J지역은 정량지표에서 접근영역의 성과가 가장 높으나, 정성지표에서는 접근영역의 성과가 가장 낮게 나타나고 있다.

<그림 4.10>의 중등지표 결과에서는, 정량지표의 경우 시지역을 중심으로 활용영역의 성과가 높고, 도지역을 중심으로 접근영역의 성과가 높은 경향이 드러난다. 정성지표는 지역별로 영역 간 큰 차이 없이 유사한 수준을 보이고 있다. C시·O도 지역에서 정성지표 전반의 성과가 낮은 것으로 확인된다.

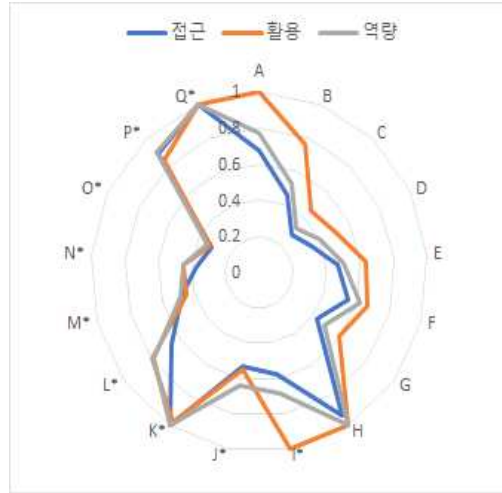
마지막으로 N지역의 중등학교 분석결과에서, 접근영역의 정량-정성 지표 간 격차가 상당히 큰 것을 눈여겨볼 필요가 있다. <그림 4.8>에서 N도의 중등학교 접근영역의 성과가 비교적 높게 나타났는데, 이는 주로 정량지표의 성과와 연관되었음을 짐작할 수 있도록 해준다. 더 나아가 비교적 성과가 높은 영역 내에서도 정성-정량지표 간 균형 있는 성과 달성을 위해 정책적인 보완이 필요함을 시사한다.

〈그림 4.9〉 초등학교 정량-정성지표 비교

정량지표



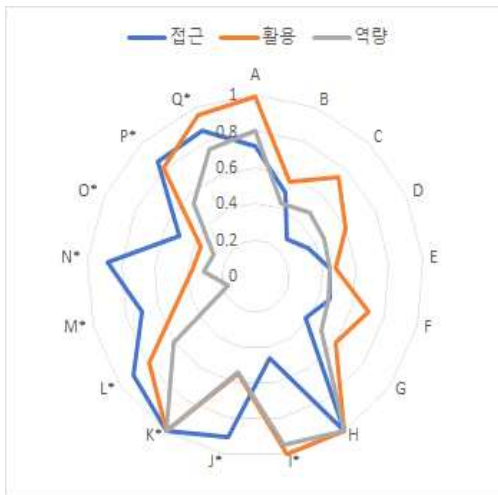
정성지표



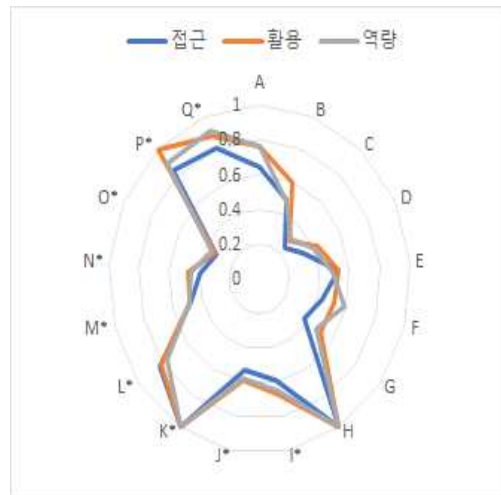
자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

〈그림 4.10〉 중학교 정량-정성지표 비교

정량지표



정성지표

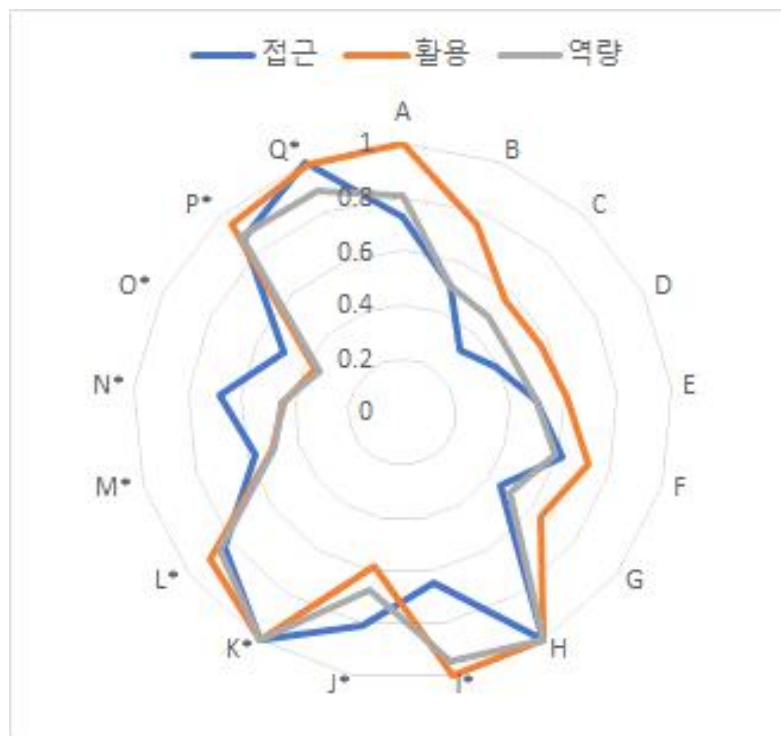


자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성
 주: '*' 표기는 도 지역을 의미함

3. 접근-활용-역량 영역별 지표 분석결과 종합

<그림 4.11>은 지표의 유형별(정량-정성), 학교급별(초등-중등) 구분 없이 지표의 영역 간의 차이를 비교·진단하기 위해 결과를 통합하여 제시한 것이다. 즉, 영역별로 전체 분석대상 지표를 활용하여 DEA를 실행하였고, 그 결과를 도식화한 것이다.¹⁰⁾

<그림 4.11> 접근/활용/역량 영역별 분석결과 종합



자료: <표 3.5>에 제시된 자료를 토대로 저자 작성

주: * 표기는 도 지역을 의미함

분석 결과, 첫 번째 특징은 대부분 지역에서 **활용영역**의 성과가 가장 높게 나타난다는 점이다. 다만, J도, M도, N도, O도는 다른 지역들과 다르게 접근영역의 성과가 가장 높고, 활용과 역량 영역의 성과가 비교적 낮은 수준을 보인다. 이외의 지역들은 접근과 역량의 성과가 대체로 유사한 경향을 보이거나, A시, C시, I도 지역은 접근영역에 비해 역

10) 구체적으로 <표 4.1>, <표 4.2>, <표 4.3>에 제시된 산출지표가 정성-정량 구분 없이 모두 분석에 포함된 결과이다.

량영역의 성과가 약간 높았다.

지역별로 성과가 가장 높은 영역은 차별적으로 나타난다는 결과와 함께, 접근-활용-역량 영역 간 성과의 격차 또한 분명하게 확인된다. 여기에서 격차는 영역별 그래프가 한 점에 모이지 않고 각각 떨어져 있는 정도를 의미한다. 예컨대 A시, B시에서 활용영역과 다른 두 영역 간의 성과 격차가 크고, N지역에서는 접근영역과 다른 두 영역 간의 격차가 크게 발생하고 있음을 알 수 있다. C와 I지역도 영역 간 성과 격차가 두드러진다. H시와 K도는 영역 간 격차가 보이지 않고, 모든 영역에서 고르게 높은 성과를 기록하고 있다. 반면 C시·O도 지역은 교육정보화 영역 전반에서 성과가 낮은 것으로 보인다.

요약하면, <그림 4.11>의 결과는 지역별로 교육정보화 정책 추진 과정에서 접근-활용-역량 간의 성과에 편차가 존재할 수 있음을 강조한다. 이러한 편차는 한 영역 내에서 발생하는 지역 간 편차를 의미하기도 하지만, 지역 내에서 발생하는 영역 간의 성과 차이를 의미하기도 한다. 따라서 교육정보화 정책은 영역별로 지역 간의 고른 성과 달성을 위한 모니터링과 함께 성과 부진 지역에 대한 적극적 독려 및 정책적인 보완을 수행할 필요가 있다. 더 나아가 지역 내에서 발생하는 접근-활용-역량지표 간의 성과 격차를 인지하고, 영역 간의 격차를 완화할 수 있는 지역별 전략이 마련될 필요가 있다.

제2절 교육정보화 실행과제 단위 분석

1. 분석 목적, 대상 및 방법

1) 분석 목적

본 절은 교육정보화 사업에서 설정한 성과지표를 진단하는 것을 목적으로 한다. 교육부가 제공한 교육정보화 시행계획 내역사업 목록 자료를 토대로 성과지표를 수집하여 분석자료로 활용하였다. 본 연구가 제안한 교육정보화 지표 진단 프레임워크는 이해관계자, 생애주기 관점에서 다양한 수요자의 의견과 학제별 차이 등을 고려한 성과진단 목적을 담고 있지만, 본 절에서는 자료의 한계로 제한적인 분석과 논의만 이루어짐을 밝힌다. 즉, 초·중등 학제별 분석이나 학교, 교사, 학생 등 이해관계자를 포함한 분석은 이용가능한 지표의 제약으로 인해 수행되지 못하였다. 다만, 분석자료가 사업에 대한 만족도 지표를 포함하고 있어, 제한적이지만 정성지표를 활용한 분석이 가능했다. 정성지표는 정책 수요자의 태도나 인식을 측정하는 것으로 정책의 공급자 측면에서 서비스 공급의 양을 주로 측정하는 정량지표와 비교될 수 있다. 이에 본 절에서는 교육정보화 사업 단위로 정량지표와 정성지표 간 비교를 시도하여 수요자와 공급자 측면에서 설정된 성과지표의 차이를 논하고자 한다. 분석에는 앞 절의 분석과 같이 DEA 기법이 적용되었다. 따라서 정량지표-정성지표 간 차이는 사업별 투입 대비 산출의 효율성 측면에서 논하게 된다.

2) 분석대상

분석대상은 2022년 교육정보화 시행계획의 내역사업별 성과지표이다. 분석은 내역사업별 성과지표를 실행과제 단위로 분류하여 사용하였다. 우선적으로 DEA가 요구하는 산출지표의 속성을 고려하여, 사업별 성과지표가 연속형 산출지표(예: 이용 건수)로 제시된 케이스만 추출하였

다. 교육부 제공 자료 기준으로, 해당 조건을 만족하는 실행과제는 전체 54개 중 17개에 불과했다(<표 4.6> 참조).

<표 4.7> 교육정보화 시행계획 실행과제별 연속형 산출지표

과제분류	실행과제	연속형 산출지표(정량지표)
1-1-1	디지털교과서 활용 활성화	디지털교과서 활용량(다운로드 건 수)
1-1-3	ICT 기반 교수·학습·평가 지원 시스템 구축·운영	국가수준 학업성취도 평가 CBT 이용자 수 (명)
1-1-5	교육정보·콘텐츠 공유·제공 서비스 강화	교육기부 포털사이트 이용자 수(방문자 세션 수, 명)
1-2-1	학술·연구 자원 DB 구축	한국사 연구,편찬 온라인 서비스 이용 건수(백만 건)
1-2-2	각종 분야 학술·연구 정보 서비스 개편	해외학술 원문 이용량(천 건)
1-2-3	학술정보 교육협력체계 강화	EDDS 신청 이용량(연간 신청 건수)
1-3-2	교원 원격연수 활성화	원격연수 콘텐츠 종합검색 시스템을 통한 콘텐츠 검색 건수
2-1-1	(초·중·등) 다양한 공공플랫폼을 통한 원격수업 지원	e학습터 사용량
2-1-3	(평생) 평생교육 지원을 위한 온라인 공개강좌 제공	(K-MOOC) 수강신청 누적 건수
2-2-1	대국민 평생교육 학습이력 관리	(평생학습계좌제) 학습이력 등록 건수(누적)
2-2-2	진로·직업교육 서비스 고도화 및 맞춤형 정보제공	진로체험 매칭 건수(건)
2-3-6	대학 행정정보서비스 제공	대학의평생교육체제지원사업 홈페이지 누적 이용자(방문객)
2-3-8	기타 교육행정시스템 운영	평생교육사 자격관리 홈페이지 이용자 수
3-1-2	평생교육 바우처 지원시스템 고도화	평생교육바우처 연간 수혜자(명)
3-2-1	효율적인 교육통계조사 시스템 운영	고등교육기관 졸업자 취업통계 이용 건수(건)
3-2-3	교육데이터 개방·활용 촉진	재정공시 공공 데이터 활용량(건)
4-1-2	학생학부모 맞춤형 교육정보 제공 확대	학부모온(On)누리 방문자 수(누적, 명)

자료: 교육부 제공 자료를 토대로 저자 작성

그러나 17개 실행과제 모두 분석대상으로 활용하는 데에도 제약이 따랐다. 이는 정성지표의 활용 가능성과 관련한 문제로, 정성지표가 가장 많이 적용되고 있는 분야1에 집중하여 DEA 분석을 수행하였다. 해당 분야는 ‘미래형 스마트 교육 환경 조성’ 과제를 핵심으로 다루고 있다.

교육정보화 실행과제 단위 분석에서 활용한 투입과 산출변수는 아래 표에 제시되어 있다. 정량지표와 정성지표에 대한 변수표가 각각 <표

4.7>, <표 4.8>에 제시되어 있으며, DEA 분석 역시 지표의 유형별로 구분하여 수행하였다. 투입변수는 사업별 예산 정보를 활용하였고, 산출변수는 사업별 성과지표에 대한 목표치, 실적치 변수를 가공하여 사용하였다. 내역사업별로 수집된 성과지표와 산출변수, 예산 정보를 실행과제 단위로 분류하였기 때문에, 같은 실행과제라도 정량/정성지표가 수집된 내역사업이 다른 경우 지표명과 예산 정보가 다를 수 있다.

먼저, 정량지표 분석에 활용한 산출변수는 교육부 성과지표의 2021년 목표치 대비 실적치를 가공한 것이다. 산출변수를 변형하여 적용한 이유는 성과지표의 측정값이 ‘이용 건수’, ‘신청 건수’, ‘수혜자 수’ 등 집계 수치의 절대량이 담고 있는 의미가 다르고 값의 편차가 큰 지표들로 혼재되어 있어 유사한 조건으로 조정하기 위함이다.

<표 4.8> 교육정보화 사업 1분야 실행과제별 정량지표

실행과제		투입 ('21 예산 백만원)	산출	
			지표명	2021년 목표 대비 실적(%)
1-1-1	디지털교과서 활용 활성화	85	디지털교과서 활용량	255.9
1-1-3	ICT 기반 교수·학습·평가 지원 시스템 구축·운영	4226	국가수준 학업성취도 평가 CBT 이용자 수	95.8
1-1-5	교육정보·콘텐츠 공유·제공 서비스 강화	150	교육기부 포털사이트 이용자 수	100.0
1-2-1	학술·연구 자원 DB 구축	743	한국사 연구·편찬 온라인 서비스 이용 건수	79.0
1-2-2	각종 분야 학술·연구 정보 서비스 개편	132	해외학술 원문 이용량	271.8
1-2-3	학술정보 교육협력체계 강화	128	EDDS 신청 이용량	117.5
1-3-2	교원 원격연수 활성화	150	원격연수 콘텐츠 종합검색 시스템을 통한 콘텐츠 검색 건수	160.0

자료: 교육부 제공 자료를 토대로 저자 작성

정성지표 분석에 활용된 변수는 <표 4.8>에 제시되어 있다. 성과지표로 서비스 만족도와 같은 정성지표를 설정한 내역사업이 다수 확인되었으나, 실제로 실적이 측정된 경우는 소수에 불과하였고 대체로 지표를 수정/변경하는 과정에서 2022년 목표치로 제시하는 경향이 있었다.

따라서 본 연구에서는 정성지표의 산출변수로 2022년 목표치를 사용하였다. 이에 따라 투입변수로 활용되는 예산 정보 역시 2022년도 기준치를 적용하였다. 가용한 정성지표가 부재한 경우는 결측값을 허용하지 않는 DEA 기법의 특성상 임의로 1의 값이 부여되었다.¹¹⁾ 정성지표와 관련하여 실제 산출물을 측정하지 못한 점은 분석의 한계임을 밝힌다. 다만, 2022년도 예산과 목표치를 활용한 정성지표의 분석결과는 실질적인 집행의 효율성 관점이 아니라 예산 투입으로 인해 기대되는 효율성의 관점으로 해석할 수 있는 여지가 있다.

<표 4.9> 교육정보화 사업 1분야 실행과제별 정성지표

실행과제	투입 ('22 예산 백만원)	산출	
		지표명	2022년 목표
1-1-1 디지털교과서 활용 활성화	3575	디지털교과서 서비스 만족도(점)	75
1-1-3 ICT 기반 교수·학습·평가 지원 시스템 구축·운영	4226	맞춤형 학업성취도 자율평가 참여교 만족도(점)	70
1-1-5 교육정보·콘텐츠 공유·제공 서비스 강화	300	교육정보 통합 지원 포털 사용자 만족도(점)	88.7
1-2-1 학술·연구 자원 DB 구축	743	한국사 연구·편찬 온라인 서비스 이용 만족도(점)	78.2
1-2-2 각종 분야 학술·연구 정보 서비스 개편	132	-	-
1-2-3 학술정보 교육협력체계 강화	128	-	-
1-3-2 교원 원격연수 활성화	372	전년도 개발 원격연수 콘텐츠 학습 내용 이해도(점)	90.9

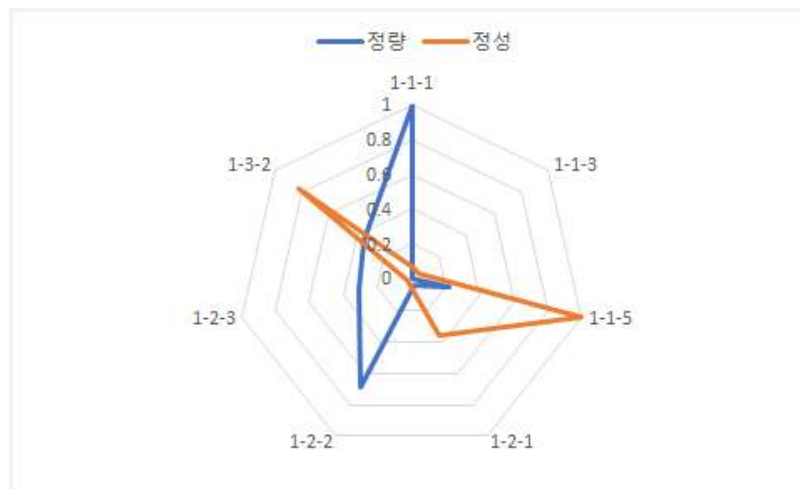
자료: 교육부 제공 자료를 토대로 저자 작성

11) 효율치가 0의 근사값으로 도출되므로, 사업의 성과가 가장 낮은 것으로 간주된다.

2. 분석결과

<그림 4.12>는 교육정보화 실행과제별로 정량지표와 정성지표의 효율성 점수를 비교하여 제시하고 있다. 그림을 통해 실행과제별로 정량지표와 정성지표의 효율성 차이를 분명하게 확인할 수 있다. 즉, 정량지표에서 성과가 높은 사업과, 정성지표에서 성과가 높은 사업들이 서로 다르다는 것이다. 분석에 많은 제약이 있어 실행과제별로 효율성 점수를 직접 비교할 수는 없지만, 하나의 과제 단위에서 정량지표 또는 정성지표 어느 한쪽으로 성과가 기울고 있다는 점은 강조할 수 있다.

<그림 4.12> 교육정보화 실행과제별
정량지표-정성지표 성과 비교



자료: 교육부 제공 자료를 토대로 저자 작성

교육정보화 성과지표에서 정량지표는 주로 이용자 수나 제공 건수 등과 같이 공급자 측면에서 제시되고, 정성지표는 이용자의 만족도를 주로 고려하고 있다. 본 연구의 교육정보화 개념모델에 따를 때, 교육정보화 정책의 성과는 공급자 또는 수요자 어느 한 측면에서 측정되는 것이 아니라, 두 영역을 모두 고려한 지표의 설정이 이루어져야 한다. 즉 정량지표와 정성지표를 모두 고려할 필요성을 의미한다.

그러나 본 절의 분석을 위한 지표 수집 결과를 살펴보면, 정성지표가 한 번도 측정된 적이 없거나 성과지표로 선정되지 않은 실행과제가 다수 발견된다. 이러한 경향은 그동안 교육정보화 성과지표가 정량지표 중심으로 관리되면서 비롯된 문제로 짐작된다. 2022년도의 사업별 성과 목표에 정성지표를 포함하고 있다는 점은 고무적이다. 후속 과제에서는 2022년도의 실적치를 토대로 정성지표에 대한 보다 정교한 분석이 이루어질 수 있을 것으로 기대한다.

결론적으로 <그림 4.12>를 통해 얻을 수 있는 함의는 교육정보화 사업의 성과지표는 정량지표와 정성지표를 균형 있게 선정하여 관리될 필요가 있다는 점이다. 공급자 측면에서 주로 측정되는 정량지표와 수요자 측면의 정성지표가 함께 개발되어 측정되고, 사업별로 두 지표 모두 목표에 달성할 수 있는 방향으로 성과지표를 선정하고 관리가 이루어져야 할 것이다.

제5장 결 론

제1절 연구 결과의 요약 및 의의

본 연구는 교육정보화 진단지표의 개념틀을 제안하고 이에 따라 지표를 진단·측정하는 것을 목적으로 수행되었다. 기존의 교육정보화 지표 관련 문헌연구 및 선행지표를 검토 및 수집하였고, 분석모형 설정과 지표의 시범적 성과측정 과정을 순차적으로 수행하였다. 교육정보화 지표 측정은 투입 대비 산출효과를 진단하는 DEA 기법이 적용되었다. 교육정보화 지표의 시범 측정은 접근-활용-역량 영역 간 비교, 정량-정성지표 유형 간 비교, 초-중등 학교급별 비교에 초점을 두고 수행되었으며, 주요 분석결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

먼저 분석결과를 통해 접근-활용-역량 영역별 정책성과의 차이가 보고되었다. 분석대상이 되는 17개 시·도 대부분 지역에서 활용 영역의 성과가 가장 높았고 접근과 역량영역은 상대적으로 낮은 경향을 보였다. 다만, J, M, N, O 지역 등 일부 도 지역에서는 접근영역의 성과가 가장 높고, 활용과 역량영역의 성과가 상대적으로 낮은 것을 확인할 수 있었다. 전반적으로 역량영역의 성과는 지역 전반에 걸쳐 가장 낮은 수준을 보였다.

다음으로 정량지표와 정성지표 간의 성과 차이도 확인하였다. 영역별로 구분하여 성과를 비교했을 때, 접근영역은 하위 지표들 간 성과에 큰 차이가 없었지만, 활용영역에서는 시 지역을 중심으로 정량지표의 성과가 정성지표보다 높게 나타났다. 역량영역에서는 정성지표의 성과가 상대적으로 더 높았다. 지표 유형별 통합 결과에서는 정량지표의 경우 접근-활용-역량 영역 간의 분명한 성과 차이가 나타났던 것에 비해 정성지표는 세 영역의 성과 수준이 유사한 경향을 보였다. 특히 정량지표에서 발견되는 영역 간 차이는 지역별 차이를 의미하기도 하였

다. 즉 도 지역은 전반적으로 접근>활용>역량 순서로 성과가 높았으나, 시 지역의 경우 접근과 역량은 대체로 유사한 수준이고 활용 수준이 가장 높게 나타나 서로 대조되었다.

마지막으로 교육정보화 진단지표 시범 측정을 통해 초등학교와 중등학교의 성과 차이를 확인하였다. 초등지표는 전반적으로 활용 영역의 성과가 가장 높게 나타났다. 중등지표는 전반적으로 시 지역에서 활용 영역의 성과가 높으나, 강원, 전북, 전남, 경북과 같은 도 단위의 지역에서는 접근 지표의 성과가 더 높은 경향을 보였다. 정량지표는 초등학교보다 중등학교에서 영역별 성과 격차가 더 크게 나타났으나, 정성지표의 경우 초등학교에서 영역별 격차가 더욱 크게 나타나 서로 대조되었다.

이상의 분석결과는 17개 시·도 지역 단위로 수집된 지표를 토대로 계산된 효율성 점수에 기초하고 있어, 시·도 지역별로 관심 지표의 성과가 어떻게 다른지도 함께 파악할 수 있었다. H와 K지역은 접근-활용-역량 세 영역에서 고르게 높은 성과를 기록하였다. 반면 C와 O지역은 교육정보화 영역 전반에서 가장 낮은 성과를 보였다. 아울러 시 지역을 중심으로 활용 영역의 성과가 가장 높았고, 도 지역에서는 접근 영역의 성과가 더 높았다. 지역별로 성과가 가장 높은 영역의 차이뿐 아니라 전반적인 지역별 성과의 격차를 확인할 수 있었다.

마지막으로, 본 연구의 분석결과는 교육정보화 사업 추진으로 인한 성과가 지표의 유형별로 서로 다르게 나타나고 있음을 확인시켜주었다. 즉 교육정보화 시행계획의 실행과제 단위 분석에서, 과제별 성과가 정량지표와 정성지표 모두 균형 있게 달성되고 있는 것이 아니라 어느 한쪽 영역의 성과에 치우친 불균형한 형태를 보이고 있다.

이상의 주요 연구 결과와 함께 본 연구는 다음과 같은 함의를 제공한다. 먼저 본 연구는 국제기구의 지표체계를 적용하고 동시에 국내 현안을 반영하여 표준화된 국내 맞춤형 프레임워크를 제공하였다는 데 의의가 있다. 더 나아가 이해관계자 및 생애주기 관점에서 접근, 활용,

역량 영역별로 구분한 교육정보화의 개념들을 토대로 국내 교육정보화 수준을 진단할 수 있는 지표를 탐색하고 측정 가능한 수준으로 구체화 시켰다. 특히 본 연구가 제안한 지표분석 모형은 교육정보화 추진으로 투입되는 예산과 인력 대비 최대 산출을 나타내는 효율성을 조명하고 있다는 점에서 정책의 성과지표 분석 및 성과관리에 많은 시사점을 제공한다. 마지막으로 본 연구는 기존의 교육정보화 관련 연구에서 시도하지 않았던 정량-정성 지표 간의 성과 비교와 초-중등 학교급 간의 성과를 비교하여 제시하면서 교육정보화 정책 연구의 대상과 범위를 확장시켰다는 데 의의가 있다.

제2절 정책적 시사점

본 연구 결과를 통해 교육정보화 정책에 대한 시사점을 다음과 같이 도출할 수 있다.

첫째, 교육정보화 성과지표는 이해관계자와 생애주기를 고려하여 접근, 활용, 역량 영역에서 측정될 필요가 있다. 이는 본 연구가 제안하는 지표의 개념들에 따른 것으로, 영역별로 학생과 교사, 학교급 간 측정이 모두 가능하도록 성과지표의 개발이 필요함을 시사한다. 앞서 지표 수집 과정에 대한 지적과 같이, 현재 이용가능한 지표목록에서 접근 영역과 역량 영역에서 지표의 측정 및 활용에 제약이 있었다. 특히 학생들의 디지털기기 접근에 대한 인식과 초등학생의 ICT 활용 능력을 객관적으로 측정한 지표가 제한적으로 수집되었다. 교육정보화의 발전 단계(접근-활용-역량), 이해관계자, 생애주기를 고려할 수 있도록 추후 지표 활용과 측정이 제약되었던 영역과 분야의 지표개발이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 교육정보화 성과지표를 접근-활용-역량 영역별로 구분하여 개발 및 측정하는 것을 넘어서 종합역량지수 개발이 시도될 필요가 있다. 이를 통해 접근, 이용 역량 부문을 종합한 하나의 역량지수로 교육

정보화 수준의 측정과 진단이 가능해진다. 역량지수를 도출함으로써 교육정보화 정책의 종합적 결과 및 추진 경과 파악이 용이할 수 있다.

셋째, 교육정보화 성과지표 관리에서 ‘효율성’ 관점을 중요하게 고려할 필요가 있다. 기존의 교육정보화 지표개발 연구에서 언급한 바와 같이, 10여 년 전부터 교육정보화 성과관리에 투입-과정-산출-결과지표가 적용되어오고 있다(KERIS, 2016). 이에 따라 교육정보화 사업에서 지표의 유형에 따른 성과관리는 비교적 잘 수행되고 있는 것으로 판단되나(부록 2 참조), 투입 대비 산출의 효율성 관점의 성과관리는 소홀하였던 것으로 보인다. 본 연구가 제안한 분석모형은 교육정보화 추진을 위해 투입된 예산과 인력 대비 산출물의 상대적 성과(효율성)에 기초하고 있다. 이러한 접근은 성과목표를 설정하고 달성여부에 초점을 두는 목표달성모형에서 벗어나 성과중심모형을 지향할 필요성을 강조한다.

넷째, 교육정보화의 효율성뿐만 아니라 ‘품질’도 중요하게 다룰 필요가 있다. 이는 정책이 높은 품질의 서비스를 제공할 때 생산성이 증가하고 정책 실패율이 낮아진다는 전제에서 출발하는 것으로, 성과 측정과 관련하여 수요자들의 인식과 의견을 고려하는 것을 말한다(김혜숙 & 백순근, 2007). 본 연구에서도 성과지표의 측정과 관련하여 교육정보화의 질적인 측면에 관심을 갖고 교사의 품질 인식과 학생의 ICT 활용 수요도 등을 반영하고자 하였다. 그러나, 접근-활용-역량 모든 영역에서 이해관계자의 품질에 대한 인식을 포함하는데 제약도 따랐음을 언급하지 않을 수 없다. 이는 각 영역에서 교육정보화의 품질을 측정할 수 있는 정성지표의 개발과 측정의 필요성을 시사한다.

다섯째, 지표의 신뢰성과 측정가능성, 접근성에 관한 고민이 필요하다. 이전에도 KERIS(2016)의 연구에서 제언한 바와 같이 성과지표는 가능한 각종 실태조사 원자료에서 추출되어 활용될 필요가 있다. 실태조사를 주기적으로 실시하여 지표의 신뢰성을 높이는 방안도 검토되어야 할 것이다. 아울러 교육정보화 관련 실태조사 원자료에 대한 접근성을

보장하여 정책 활용도를 높이는 것도 중요하다.

여섯째, 교육정보화 사업별로 성과지표의 설정 및 실적 자료 관리가 체계적으로 이루어지는 것이 중요하다. 교육정보화 사업별 성과지표를 분석한 이전의 연구에서도 유관기관에서 성과지표를 개발하고 지속적인 관리가 이루어져야 함을 강조한 바 있다(양재명, 2015). 본 연구에서는 특히 성과지표로서 정성지표의 설정과 관리의 필요성을 강조하고자 한다. 본 연구의 4장 제2절의 분석결과에서 논의한 바와 같이 교육정보화 사업별 성과지표는 정량지표 중심으로 설정·관리 되어온 경향이 있다. 공급자 관점에서 정량지표 중심으로 성과관리가 이루어지면 수요자의 품질에 대한 인식을 반영하는 데 한계가 따른다. 이는 교육정보화 사업의 성과지표는 정량지표와 정성지표를 함께 고려하여 설정하고 관리할 필요성을 강조하는 것이다. 정량지표와 정성지표가 함께 개발·측정되고, 사업별로 두 지표 간 성과의 균형을 달성할 수 있는 방향으로 성과관리가 이루어져야 할 것이다.

마지막으로, 교육정보화 정책 추진 과정에 지역 균형발전의 시각이 고려되어야 할 것이다. 본 연구의 분석결과는 지역별로 교육정보화 정책 추진 과정에서 접근-활용-역량 간 성과에 편차가 존재함을 강조하였다. 이러한 편차는 한 영역 내에서 발생하는 지역 간 편차와 지역 내에서 발생하는 영역 간의 성과 차이를 모두 의미한다. 따라서 교육정보화 정책은 영역별로 지역 간 성과의 균형을 달성할 수 있도록 지속적인 모니터링을 수행하고, 부진 지역에 대해서는 적극적 독려 및 컨설팅과 같은 지원 정책이 필요할 수 있다. 더 나아가 지역 내에서 발생하는 접근-활용-역량지표 간의 성과 차이를 인지하고, 영역 간의 격차를 완화할 수 있는 지역별 맞춤형 전략이 마련될 필요가 있다.

제3절 향후 추진 방향

본 절에서는 연구의 한계를 밝히고 이를 보완할 수 있는 후속 과제를 제시하며 연구를 마치고자 한다.

먼저 본 연구는 교육정보화 진단지표개발을 위한 기초연구로 수행되어 연구의 대상과 분석방법, 그리고 가용 자료의 제한으로 인한 몇 가지 한계가 있음을 밝힌다. 기존 연구에서는 교육정보화 지표개발 과정에서 지표 선정 기준으로 대표성, 예산규모, 보편성, 영향성, 실적수집의 용이성, 정부과제와의 연계성 등 다양한 차원이 제시되었다 (KERIS, 2006). 그러나 본 연구는 진단지표 시범 측정에 초점을 두면서 교육정보화 지표의 측정 가능성에 더욱 집중한 경향이 있다. 특히 지표의 검토와 선정 과정에서 이용 자료 및 지표의 제약에 따라 측정 가능성이 가장 중요한 요소로 고려되었음을 밝힌다.

다음으로 본 연구가 제안하는 교육정보화 진단지표 개념들의 타당성과 선정 지표의 대표성에 관한 문제가 제기될 수 있다. 본 연구의 진단지표 측정을 위한 개념들은 국제지표 및 선행연구 검토를 토대로 도출되었고, 이를 바탕으로 분석을 위한 지표가 선정되었다. 즉 문헌검토를 중심으로 도출되어 교육정보화 정책의 추진 주체와 전문가의 의견수렴이 이루어지지 않은 것은 한계일 수 있다. 따라서 사업담당자, 피평가자 등 관련자들을 대상으로 타당도와 적합도 검토가 이루어질 필요가 있다.

이러한 한계를 보완하기 위해 후속 과제에서는 초점집단인터뷰(Focus Group Interview: FGI) 또는 교육정보화 사업 관계자를 대상으로 설문조사가 수행되어야 한다. 이를 통해 접근-활용-역량 영역별, 정성-정량 지표, 학교급별, 이해관계자 등의 요소를 고려한 지표의 타당성 및 적절성 검토가 이루어질 필요가 있다. 교육부와 시·도 교육청 및 관련 기관들의 검토, 협의를 통해 지표의 추가, 삭제, 보완 과정을 거치며 정교화하는 작업이 요구된다. 이를 통해 타당한 지표를 도출하고 궁극적

으로 교육정보화 정책의 성과지표로 적극적으로 활용될 수 있기를 기대한다.

끝으로, 후속 과제에서는 ICT 분야의 새로운 추세를 반영한 지표개발이 이루어질 필요가 있다. ICT는 기술적 측면을 넘어서 교육, 복지, 불평등, 사회적 자본 등과 같은 여러 영역에 과급력이 발생하므로 이들이 성과지표에 반영될 필요가 있다(KERIS, 2006, p.49). 아울러 정보화의 확산과 진전으로 인한 사생활 침해와 인터넷 중독과 같은 부작용을 완화하기 위한 정책적 노력과 성과도 반영되어야 한다. 본 연구에서는 이와 같은 측면을 고려하지 못하였지만 후속 연구에서는 ICT의 영향력과 부작용 완화 측면이 반영될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- 김무영, 서화정, & 김병주. (2011). DEA 기법을 활용한 특성화 고등학교의 효율성 분석. *교육재정경제연구*, 20(4), 29-56.
- 김해동, 한성덕, 박병진, 최지희, 이상준, 김병우, & 김상호. (2001). 인적자원 개발지표 및 지수. 한국직업능력개발원
- 김혜숙. (2009). 초·중등학교의 교육정보화 수준에 대한 평가: AHP 지수 산출을 중심으로. *아시아교육연구 (Asian Journal of Education)*, 10.
- 김혜숙, & 백순근 (2007). 성과측정중심의 교육정책평가: ‘교육정보화’를 중심으로. *아시아교육연구*, 8(2), 67-89.
- 박상욱·김현경·상경아·전성균·최인선. (2019). 국제 컴퓨터·정보 소양 연구: ICILS 2018 결과 분석. 한국교육과정평가원연구보고 RRE 2019-9.
- 박혜영. (2011). 정보공시제를 활용한 대학의 효율성 평가: 자료포락분석 (DEA) 을 중심으로. *경영교육연구*, 26(5), 125-153.
- 송운경, & 송연경. (2017). 2 단계 자료포락분석 (Two-Stage DEA) 을 이용한 서울시 공립유치원의 운영효율성 분석. *교육재정경제연구*, 26(4), 187-213.
- 양재명. (2015). 교육정보화 기본계획 성과분석(Ⅰ). 한국교육학술정보원.
- 우상규, & 정우열. (2015). 자료포락분석 (DEA) 을 활용한 대학 운영의 효율성 평가: 대학평가정책의 효과성 진단을 중심으로. *한국행정논집*, 27(4), 1265-1285.
- 이광현. (2007). 교육격차지수 개발 연구: 방법론 검토를 중심으로. *교육행정학연구*, 25(1), 1-24.
- 이동우, & 오인하. (2020). 자료포락분석을 활용한 전문대학의 효율성 분석. *한국혁신학회지*, 15(1), 139-170.
- 이정미, & 김민희. (2010). 대학재정의 효율성 분석. *교육행정학연구*. 28(4), 163-186.
- 이황원. (2009). DEA를 활용한 대학의 상대적 효율성 평가. *경영교육연구*, 55(1), 25-52.
- 이훈병. (2012). DEA 기법을 적용한 중학교교육 운영 효율성 분석. *교육문화연구*, 18(4), 87-110.
- 조원겸·김영환. (2018). 개도국 교육정보화 정책의 동향: 우리나라 중점협력

- 국을 대상으로(2008~2018). *글로벌교육연구* 10(4): 89~118.
- 한국교육학술정보원(KERIS). (2016). 제5차 교육정보화 기본계획 성과관리 지표개발 연구. 한국교육학술정보원
- 한국교육학술정보원(KERIS). (2020). 2020년 초 · 중등학교 교육정보화 실태조사 분석. 대구. 한국교육학술정보원
- 한국교육학술정보원(KERIS). (2021). 「2020 초중고 디지털전환 실태조사 지표 타당성 검토」 한국교육학술정보원
- 한국교육학술정보원(KERIS). (2021). 「2020 초중고 디지털전환 실태조사 지표 개발 연구」 한국교육학술정보원
- 한상신, 이상돈, 오현석. (2003). 인적자원 지수 및 지표개발. *한국직업능력개발원*
- 허정, & 박성민. (2021). 고등교육정책의 효율성 분석에 관한 연구: 자료포락 분석(DEA) 기법을 활용한 BK21 플러스 사업을 중심으로. *미래교육학 연구*, 34, 27-52.
- Banker, R. D., Charnes A. and Cooper, W. W. 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Sciences*, 30(9): 1078-1092.
- Boussofiane, A., Dayson, R. G., and Thanassoulis, E. 1991. Applied Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, 52: 1-15.
- Bridget, T. L. (2010). Higher-Education Finance and Accountability. *Accountability in American Higher Education* (pp. 141-163). Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1057/9780230115309_5
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decisionmaking units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Cherchye, Laurens, Willem Moesen, Nicky Rogge, and Tom Van Puyenbroeck. 2007. An introduction to ‘benefit of the doubt’ composite indicators. *Social Indicators Research* 82: 111-45.
- Cherchye, L., De Rock, B. and Hennebel, V. (2017), “Coordination efficiency in multi-output settings: a DEA approach”, *Annals of Operations Research*, Springer US, Vol. 250 No. 1, pp. 205-233.
- Cook, W. D., and Seiford, L. M. (2009). *Data envelopment analysis (DEA)-*

- Thirty years on. *European journal of operational research*, 192(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>
- Cooper, William, Lawrence Seiford, and Abraham Charnes. 1997. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston: Kluwer Academic.
- Cordero-Ferrera, Jose Manuel, Francisco Pedraja-Chaparro, and Javier Salinas-Jimenez. 2008. Measuring efficiency in education: An analysis of different approaches for incorporating non-discretionary inputs. *Applied Economics* 40: 1323–39.
- Cossani, G., Codoceo, L., Cáceres, H., & Tabilo, J. (2022). Technical efficiency in Chile's higher education system: A comparison of rankings and accreditation. *Evaluation and Program Planning*, 92, 102058.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A ((General))*, 120(3), 253–281. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T. (2019). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018*. Amsterdam, The Netherlands: Internacional Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Lavado, Rouselle F., and Emilyn C. Cabanda. 2009. The efficiency of health and education expenditures in the Philippines. *Central European Journal of Operations Research* 17: 275–91.
- Lee, Boon L., and Jill Johnes. “Using network DEA to inform policy: The case of the teaching quality of higher education in England.” *Higher Education Quarterly* 76.2 (2022): 399–421.
- Lin, Chin-Huang, Ho-Li Yang, and Dian-Yan Liou. 2010. A cross-national comparative analysis of industrial policy and competitive advantage. *International Journal of Technology Management* 49: 93–106.
- Lu, Wen-Min, and Shiu-Wan Hung. 2011. Exploring the operating efficiency of Technology Development Programs by an intellectual capital perspective—A case study of Taiwan. *Technovation* 31: 374–83.
- Mu, Rongping, Zhongbao Ren, Hefa Song, and Fang Chen. 2010. Innovative development and innovation capacity-building in China. *International*

- Journal Technology Management 51: 427-52.
- Murillo-Zamorano, L. R. (2004). Economic efficiency and frontier techniques. *Journal of Economic surveys*, 18(1), 33-77. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2004.00215.x>
- OECD. (2018). PISA 2021 ICT Framework. PISA, OECD Publishing, Paris.
- _____, (2020). Education at a glance 2020. OECD Publishing, Paris. Country note: Chile (Issue Fig. 1)
- So, Soon-Hu. 2011. Efficiency Analysis of R&D Investment for Technology Development in Regional Strategic Industries using Non-Radial SBM Model. *Journal of Industrial Economics and Business* 24: 1169-88.
- Thanassoulis, Emmanuel, et al. "Costs and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis." *Journal of the operational research society* 62.7 (2011): 1282-1297.
- UNESCO, UNICEF, World Bank, & OECD. (2021). What's Next? Lessons on Education Recovery: Findings from a Survey of Ministries of Education amid the COVID-19 Pandemic.
- Vincent-Lancrin, S., C. Cobo Romani and F. Reimers (eds.) (2022), How Learning Continued during the COVID-19 Pandemic: Global Lessons from Initiatives to Support Learners and Teachers, OECD Publishing, Paris.
- Wu, Jiangxing. 2009. Technology, Efficiency, Capital Accumulation and Chinese Regional Development Disparity. *Quantitative & Technical Economics* 26: 28-38.
- XU, Huan; LIU, Fangtao. Measuring the efficiency of education and technology via DEA approach: Implications on national development. *Social Sciences*, 2017, 6.4: 136.
- Yang, G.-L., Fukuyama, H., & Song, Y.-Y. (2018). Measuring the inefficiency of Chinese research universities based on a two-stage network DEA model. *Journal of Informetrics*, 12, 10-30. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.11.002>
- Zhongming, Zhu, et al. (2021) OECD Digital Education Outlook 2021. OECD

<부록 1>. 교육정보화 지표 현황

제1절 국제표준지표 현황 및 검토

- ICT 발전에 따른 사회경제적 파급력이 높아지면서, 국가 ICT 발전 수준을 모니터링하고 벤치마킹할 수 있는 지표개발요구 증가
- ICT 성과의 국제비교를 통해 효과적인 ICT 발전 정책을 시행하고 국가경쟁력을 제고하려는 수요에 부응, 2003년 세계정보사회총회(World Summit for Information society: WSIS) 개최
- WSIS에서 회원국들은 ICT 발전 수준을 국제비교 할 수 있는 통계 지표의 필요를 논의하였고, 현실적인 성과평가와 모범국가 사례를 벤치마킹 할 수 있는 방안을 모색하였음
 - UN은 WSIS에서 유네스코 통계국(UNESCO Institute for Statistics: UIS)을 ICT 교육지표 전담 기구로 공식 지정
 - 또한 2013년, UIS는 KERIS와 공동으로 ICT교육의 국제지표 체계 및 개발 작업을 수행하여 교육정보화 지표(ICT4E) 산출
- 이와 같은 배경에서, 국제통신연합(ITU)은 국제비교가 가능한 통합 ICT 발전지수 및 지표개발에 착수하였고, 세계 주요국의 ICT 발전 수준을 측정하는 ICT발전지수(ICT Development Index: IDI)를 산출
- WSIS를 시작으로, 2015년 인천 세계교육포럼 인천선언문과 같은 해 교육정보화 국제회의(the International Conference on ICT in Education)의 칭다오 선언문에서 국제 개발에서의 교육정보화 중요성이 언급되었고, UN의 지속가능발전목표 (SDGs)의 목표 4.4에 교육 디지털화 및 기술변화와 관련한 내용이 채택되면서, 교육정보화는 2030년까지 전 세계인의 과제로 고려(UNESCO-UIS, 2016; 조원겸·김영환, 2018: 90)



(1) 유네스코 통계국(UNESCO Institute for Statistics: UIS)

- 2003년, 세계정보사회총회(W SIS)에서 유네스코통계국(UIS)이 ICT 교육지표 총괄·전담하는 공식 국제기구로 지정되었고, 이후 ICT교육 국제지표의 파일럿 적용을 추진하고 국제비교 통계를 산출
 - UIS는 UN의 지속가능발전목표4에 교육정보화 관련 주제를 담고 있는 목표 4.4.1의 핵심지표로 다음 2개 국제기구의 산출통계 선정, 각 국의 교육정보화 수준 측정에 활용:
 - ① OECD PISA의 ICT 친숙도 설문 주요 항목
 - ② IEA의 ICILS(국제컴퓨터소양연구)의 평가 항목
- 2013년, 한국교육학술정보원(KERIS)가 ICT 교육의 국제지표 체계 및 개발 작업 수행

□ UIS&KERIS, ICT 교육 국제지표(ICT4E)

□ 지표 산출 배경

- 유네스코통계국(UIS)은 교육국제지표 파일럿 데이터를 적용하여 추진중에 있으며, 특히 2013년에는 한국교육학술정보원(KERIS)과 워킹그룹회의(Regional Working Group Meeting on ICT4E Statistics) 등 협업을 통해 ICT교육의 국제지표 체계 및 개발 작업을 시도하였음
- 2012년부터 UIS-KERIS 두 기관은 업무협력협약(MEMO 및 LIO: Letter of Internet)를 체결하여, ICT교육 지표의 범국제적 적용을 위한 협력기반을 갖추고 표준화된 교육정보화 지표체계 개발 시도
- 이는 ODA사업이 확대되면서 개도국의 ICT 교육 데이터 수집의 필

요 및 1990년부터 교육정보화의 정책적인 기반을 다져 온 한국사례를 벤치마킹 하려는 국제적 니즈가 강하게 작용한 결과임

- 2012년~2013년까지 약 2년간 국가 수준의 ICT교육 데이터 수집 시도 하였고, 2015년 이후 UNESCO의 전체 196개 회원국을 대상으로 ICT교육지표의 적용 추진
- UIS의 지표와 KERIS에서 축적된 연구 결과를 통합하고, 국내외 전문가들의 의견을 반영하여 핵심(core) 및 부가(annex) 설문으로 구성된 국제지표 (ICT4E) 산출

□ 지표 구성

- UIS-KERIS 양측이 협의하여 산출한 국제지표(ICT4E)는 5개 영역; ① 정책 및 교육과정(Policy & Curriculum), ② 교육재정(Educational Expenditure), ③ ICT 인프라 및 컴퓨터(ICT Infrastructure & Computer), ④ 학습자(Enrollment), ⑤ 교사(Teachers)로 구분되며, 핵심지표 40개, 보조지표 8개, 총 48개 지표로 구성
- ICT4E의 5개 영역에 대한 하위 지표를 살펴보면, 정책 시행을 위한 초기 법제화 및 기본계획 시행 등 정책기반 수준 진단, ICT 예산 투입 및 기반시설을 갖추고 있는 지 등을 측정하는 ICT 접근성 파악, 학습자와 교사 등 정책 수혜자들의 ICT 이용능력 및 역량 수준 진단, 세 가지 영역으로 지표의 분류체계 구성

<표 A.1> ICT4E 핵심지표 (Core Indicators)

No	Section	지표명(En)	지표명(Kr)
<Core Indicators>			
1	A. Policy and Curriculum (정책 및 교육과정-9)	Existence of laws related to ICT in education	교육정보화의 기본법제화
2		Existence of policies related to ICT in education	교육정보화 관련 정책 (기본계획)
3		Presence of national ICT gender equality policy	국가 ICT 성평등정책

4		Presence of national ICT policy in favour of persons with low socio-economic status	사회-경제적 하위계층 집단 친화적인 국가 ICT 정책 현황
5		Presence of national ICT policy in favour of rural areas	지방 친화적인 ICT 정책 현황
6		Presence of national ICT policy in favour of persons with special needs	특정 수요자 친화적인 국가 ICT 정책 현황
7		Presence of national ICT policy in favour of minorities	소수자 친화적인 국가 ICT 정책 현황
8		Existence of national curriculum documents focusing on ICT use in education	교육에서 ICT 사용에 맞춰진 국가 커리큘럼 문서 유무
9		Description of ICT use in teaching and learning	교수 및 학습에서 ICT 사용 설명서
10	B. Educational Expenditures in ICT in Education (ICT교육재정-4)	Percentage of education budget to national total budget	국가 전체 예산에서 교육예산 비율
11		Education budget per student	학생당 교육예산
12		Allocation of Budget for ICT in education to nation education budget	국가 교육예산에서 ICT 교육에 배정된 예산
13		ICT in education budget per student	학생당 ICT 교육예산
14	C. ICT Infrastructure and Computers (인프라 및 컴퓨터-15)	Percentage of schools having computers	컴퓨터 보유학교 비율
15		Percentage of schools with electricity	전기보유학교비율
16		Percentage of schools with telephone communication facility	전화 통신 기기 보유하는 학교 비율
17		Percentage of schools with radio assisted instruction	라디오 보조 교육을 수행하는 학교비율
18		Specification of ICT based model of teaching and learning	교수 및 학습 모델의 ICT 기반 모델의 사양
19		Percentage of schools with television assisted instruction	TV 보조교육을 하는 학교비율
20		Percentage of schools with computer assisted instruction	컴퓨터보조교육을 하는 학교 비율
21		Existence of a local area network (LAN)	LAN(현지 네트워크)의 유무
22		Percentage of schools with a website	웹사이트 보유학교 비율
23		Percentage of schools with computers	컴퓨터 보유 학교비율
24		Learner to computer ratio in schools	학생당 학교 컴퓨터(대수)비율
25		Percentage of all computers available	학교전체 컴퓨터 중

		for pedagogical purposes	교습목적으로 이용가능한 컴퓨터 비율
26		Percentage of all computers available for administrative purposes	학교전체 컴퓨터 중 행정목적으로 이용가능한 컴퓨터 비율
27		Ratio of educators to computers in schools	교육자 대비 학교 컴퓨터 비율
28		Ratio of student to computer connected to Internet	학생당 인터넷으로 연결된 컴 퓨터 비율
29	D. Enrolment (학습자-7)	Education budget per student	학생당 교육 예산
30		ICT in education budget per student	학생당 ICT 교육예산
31		Learner to computer ratio in schools	학습자 당 교내 컴퓨터 비율
32		Ratio of student to computer connected to Internet	인터넷에 연결된 컴퓨터 대비 학생 비율
33		Ratio of learners to teachers of basic computer literacy	학습자 당 기초 컴퓨터 리터러시가 있는 선생님 수
34		Proportion of female and male learners who can access to ICT as pedagogical aids	교수법 보조로써 ICT에 접근할 수 있는 남/녀 학습자 비율
35		Proportion of learners enrolled in grades where computer skills are currently taught (for ISCED 1-3)	컴퓨터기술을 배우고 있는 현 재 학년에서 등록된 학습자 비 율
36	E. Teachers (교사-5)	Ratio of educators to computers in schools	교육자 대비 학교 컴퓨터 비율
37		Percentage of teachers trained to teach basic computer literacy	기초적인 컴퓨터 리터러시를 가르치기 위해 훈련된 선생님 비율
38		Percentage of teachers currently teaching any subject using ICT	현재 ICT를 활용하여 과목을 가르치는 교사 비율
39		Percentage of trained teachers using ICT facilities for teaching	수업을 위해 ICT 시설을 활용하는 숙련된 교사 비율
40		Proportion of female and male teachers who can teach learners about ICT literacy	ICT 리터러시에 대해 학습자를 가르칠 수 있는 남/녀 교사 비 율

(2) OECD

○ OECD 및 주요 선진국은 미래사회에서 요구하는 핵심역량으로 디지
털리터러시 강조. OECD의 교육정보화 관련 조사는 국제학생평가프

로그램(PISA)와 국제성인역량조사(PIAAC)이 있음

<표 A.2> ICT4E 보조지표 (Annex Indicators)

No	Section	지표명(En)	지표명(Kr)
<Annex Indicators>			
41	K.B.Educational Expenditures in ICT (ICT교육재정-1)	KA.2.4 ICT in education budget per student	학생당 교육예산에서 ICT 예산
42	K.C.Educational Institutions and ICT Infrastructure (교육기관 및 ICT 인프라-7)	KF.1.1 status of systematic development of digital educational resources	디지털 교육 자원의 체계적 발전상태
43		KF.1.2 Existence of official guideline for educational resource quality assurance	교육적인 자원의 품질 확인을 위한 공식적인 가이드라인의 유무
44		KB.3.4 Existence of online services provided by nationwide government level in the schools	학교에 국가수준에서 제공되는 온라인 서비스의 존재
45		KE.1.1 Existence of e-portal service	온라인 포털 서비스 유무
46		KE.1.4 Existence of ICT centers for community training purposes	공동체 훈련 목적을 위한 ICT 센터의 존재
47		KB.2.5 Percentage of schools with mobile device assisted instruction	교습보조 모바일 장치를 보유한 학교 비율
48		KC.2.1 Existence of ICT training program	ICT 훈련프로그램 유무

□ 국제학생평가프로그램 (PISA)

- 2018년도 OECD의 국제 학생 평가 프로그램(PISA)의 ICT 친숙도 설문 문항을 살펴보면, 먼저 대상별로 ① 학생, ② 교사, ③ 학교(기관)으로 구분되며, 각 대상별 항목은 주로 ① ICT 접근성, ② ICT 활용, ③ ICT 활용능력으로 구성 (표 A.3)

〈표 A.3〉 OECD PISA: ICT 친숙도 주요 설문문항

대상	항목	하위 항목
학생	디지털 접근성	1. 가정에서의 ICT 접근성 2. 학교에서의 ICT 접근성
	디지털기기 및 인터넷 최초 사용 나이	디지털기기(Device) 최초 사용 나이 인터넷 최초 사용 나이
	인터넷 사용 시간	주중 학교 내 인터넷 사용 시간 주중 학교 외 인터넷 사용 시간 주말 학교 외 인터넷 사용 시간
	교과 수업을 위한 디지털기기 사용 시간	수업시간 내 디지털기기 사용 시간 수업시간 외 디지털기기 사용 시간 수업시간 내 디지털기기 사용 주체
	디지털기기 사용 빈도	학교 외 인터넷·오락 목적 디지털기기 사용빈도 학교 외 학습 관련 디지털기기 사용 빈도 학교 내 디지털기기 사용 빈도
	디지털기기 사용에 대한 태도	디지털기기에 대한 흥미 디지털 역량에 대한 인식 디지털기기에 대한 자율성 사회적 상호작용을 위한 디지털기기 활용
	교사	디지털기기 사용 빈도
디지털도구 사용 빈도 및 정책		디지털도구(Tool) 사용 빈도 디지털기기(Device) 사용 정책 유무 ICT 전문성 개발 프로그램 유무
학교		디지털기기 환경 및 정책
	ICT 인프라	1. 학생 수 대비 PC 비율 2. 인터넷 연결 PC 비율

○ PISA 2021 ICT 평가 프레임워크는 다음 표에 제시된 바와 같이 접근, 활용, 역량의 세 개 차원으로 구성되어 있음 (표 A.4)

〈표 A.4〉 PISA 2021 ICT 평가 프레임워크

영역	설명
ICT 접근 (Access to ICT)	ICT 자원의 가용성, 접근성 및 품질을 포함하며, 특히 학습을 지원할 수 있는 (연결된)기술에 중점을 두고 있음(예: 디지털 학습 자원, 학습 관리 시스템 등)
ICT 활용 (Use of ICT)	비공식적이고 감독되지 않는 환경에서 학생의 학습 및 여가, 교실에서 교사가 ICT를 사용하는 학습 상황의 강도와 유형을 다룸. 여기에는 교사가 학습지원을 위해 ICT를 대안적으로 사용하는 것도 포함됨
ICT 역량 (Students' ICT competencies)	기존의 평가 프레임워크에서 '디지털리터러시' 로 정의된 핵심 역량 영역과 함께 학습 및 여가를 위한 ICT 활용에 대한 태도 및 성향을 포함. 학생의 ICT 역량 평가를 위해 자기효능감 측정이 제안됨.

자료: OECD(2018). PISA 2021 ICT Framework, p.5

㉔ 국제성인역량조사 (PIAAC)

- 국제성인역량조사(Programme for the International Assessment of Adult Competencies: PIAAC)는 ICT 관련 지수를 특화하여 개발 및 제안하는 것은 아니지만, 전통적인 리터러시 개념을 발전시켜 정보화 시대 리터러시로 확장한 ICT 역량 지표의 내용을 함의
- PIAAC 은 ‘정보화 시대의 역량’ 을 다음과 같이 정의함: ‘정보화 사회에 효과적으로 참여하기 위해 정보접근, 정보관리, 통합, 평가하고 새로운 지식을 구성해야 하며, 타인과 소통함에 있어 디지털 테크놀로지와 커뮤니케이션 도구를 포함한 사회·문화적 도구를 적절하게 활용하기 위한 개인의 흥미, 태도, 능력’ (이수영, 이영민, 2011, p.127). 이러한 개념을 반영하여 정보화 역량 측정을 위해 PIAAC 조사는 컴퓨터를 활용한 시스템(Computer Based Assessment: CBA)을 적용하고, 컴퓨터 활용 능력이 부족한 경우 지필 검사를 병행하고 있음
- PIAAC은 정보화 리터러시를 구성하는 프로세스를 6가지로 정의함

(이수영, 이영민, 2011)

- 접근: 정보를 수집하고 검색하는 방법을 아는 것
- 관리: 세분화된 주제로 정보를 조직하는 것
- 통합: 유사하거나 다른 형태의 표현을 활용함으로써 정보를 해석하고, 요약하고, 비교하고, 대조하는 것
- 평가: 정보의 효율성, 활용성, 타당성, 질적 수준에 대한 결정을 내리는 것
- 구조화: 정보의 개조, 분석, 설계, 발견, 표현 혹은 창출로써 새로운 정보나 지식으로 발전시키는 것
- 의사소통: 정보와 지식을 개인이나 그룹으로 전달하는 것
- PIAAC은 정보화 역량의 하위 요소로 문해력(Literacy), 수리력(Numeracy), 테크놀로지 기반 환경에서의 문제해결능력(Problem solving in technology rich environment) 분야 조사
- 역량 평가뿐만 아니라 가정과 직장에서 읽기, 쓰기, 수리, ICT 등 스킬을 어느 정도 활용하는지에 관한 조사 수행

(3) UN 지속가능발전목표4.4 (SDGs 4.4)

- 2015년 9월 UN총회에서 2030 지속가능발전목표(SDGs)를 채택한 세계 각국은 자국의 지속가능성을 높이고, 국제적 합의를 이행하기 위해 UN-SDGs 이행체계 구축
 - UN-SDGs가 17개 목표와 169개의 세부 목표를 설정하고, 한국 정부도 정책적으로 지표 및 통계를 구축하여 대응
 - 그러나, UN-SDGs를 한국상황에 일괄 적용하기 어려운 문제가 지속 제기되자, 2018년 관계 부처 및 민관학 합동 참여형 거버넌스를 갖추고 국내 실정에 적합한 K-SDGs 구축
- SDGs의 17개 목표에서 교육분야는 목표4에 담겨 있으며, 특히 차세대 정보화 사회에서 국가 경쟁력 제고 방안 마련을 위해, 디지털리터러시는 미래사회의 핵심역량으로 학습자 양성에 필수적인 정책의

제임. 관련한 세부 내용은 목표 4.4에서 다루고 있으며, 지표는 다음 3개를 선정;

- ① 4.4.1 기술형태 별, ICT 역량을 갖춘 성인 및 청소년 인구비율
- ② 4.4.2 디지털리터러시 기술에서 최소 수준의 역량을 성취하고 있는 청소년/성인 비율
- ③ 4.4.3 연령별/교육수준별 청소년/성인 교육 참여율

- ICT의 교육분야 적용 및 활용은 교육기회의 평등 구현 및 교육의 질 제고, 평생 학습하는 사회로 이끄는 핵심 기제로 고려. 특히 코로나19로 인한 대면학습 제한 및 학습결손에 의한 교육격차 심화로 온라인 학습 전환과 디지털 역량 강화가 교육분야의 가장 중요한 화두로 떠오르면서 국제사회가 주목하고 있음을 지적
- 이러한 배경에서 UN의 SDGs를 표방하는 K-SDGs 세부목표 4.4의 측정 지표로 ‘청소년 및 성인의 ICT 역량 수준’ 선정
- 관련 지표의 산출을 위해 ① 국제컴퓨터정보소양연구(International Computer and Information Literacy Study: ICILS), ② OECD 「PISA 2018」 ICT 친숙도 설문 문항, ③ 한국교육학술정보원(KERIS)의 「2020 초중고 디지털전환 실태조사 지표개발 연구」의 조사결과 활용이 제안됨(김석호 외, 2021)

(4) IEA 국제컴퓨터정보소양연구(ICILS)

□ IEA(International Association for the Evaluation of Educational Achievement)

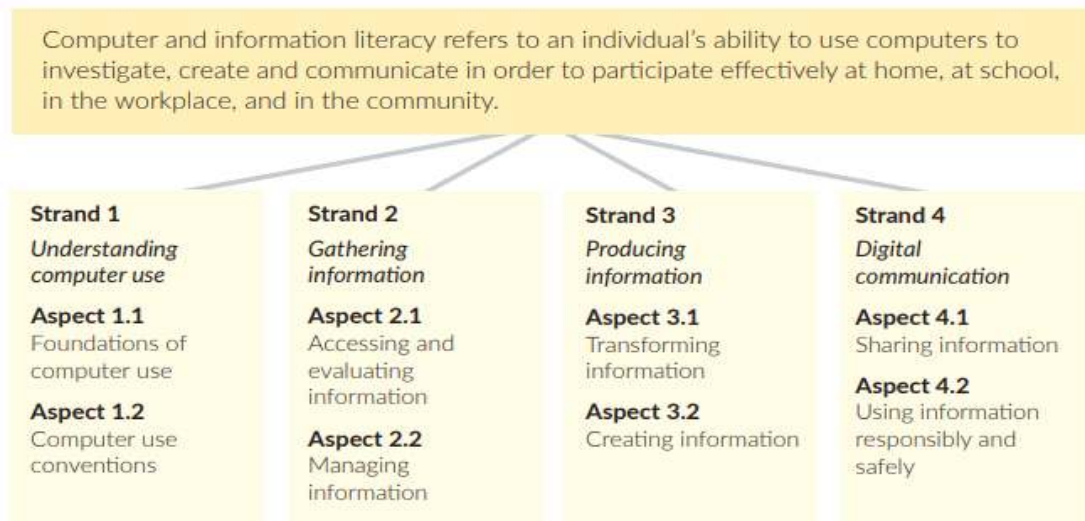
- IEA는 전 세계 교육을 연구, 이해 및 개선하기 위해 노력하는 국가 연구 기관, 정부 연구 기관, 학자 및 분석가의 국제 협동 조합임
- IEA 연구는 교육자, 정책 입안자 및 학부모에게 학생들의 성과 방식에 대한 통찰력을 제공하기 위해 전 세계 교육에 대한 고품질의 대규모 비교 연구 수행

- 창립 이래 보스턴 대학의 린치 교육 학교의 TIMSS & PIRLS 국제연구센터가 주관하고 있음. ICILS의 최신주기는 IEA에 의해 설정되며, ICCS 연구는 호주 교육 연구위원회(ACER)가 주관

☐ ICILS (International Computer and Information Literacy Study)

- ICILS는 제4차혁명 정보화 사회에 요구되는 핵심역량을 측정하기 위해 다음 두 개 변수 활용하여 국제 수준의 비교 연구 수행;
 - ① ‘컴퓨터·정보 소양’ (Computer and Information Literacy: CIL)
 - ② ‘컴퓨터 사고력’ (Computer Thinking: CT)
- (컴퓨터정보소양 정의): 집, 학교, 직장, 사회에 효율적으로 참여하기 위하여 조사하고, 창조하고, 의사소통하는데 컴퓨터를 사용하는 개인의 능력을 의미함(Fraillon et al., 2019: 18)
- 컴퓨터정보소양(CIL) 측정을 위한 프레임워크는 4개 영역(strands)으로 구분되어 있음; ① 컴퓨터 사용의 이해, ② 정보 수집 능력, ③ 정보 생성 및 재창조, ④ 디지털 소통 능력 (그림 A.1)

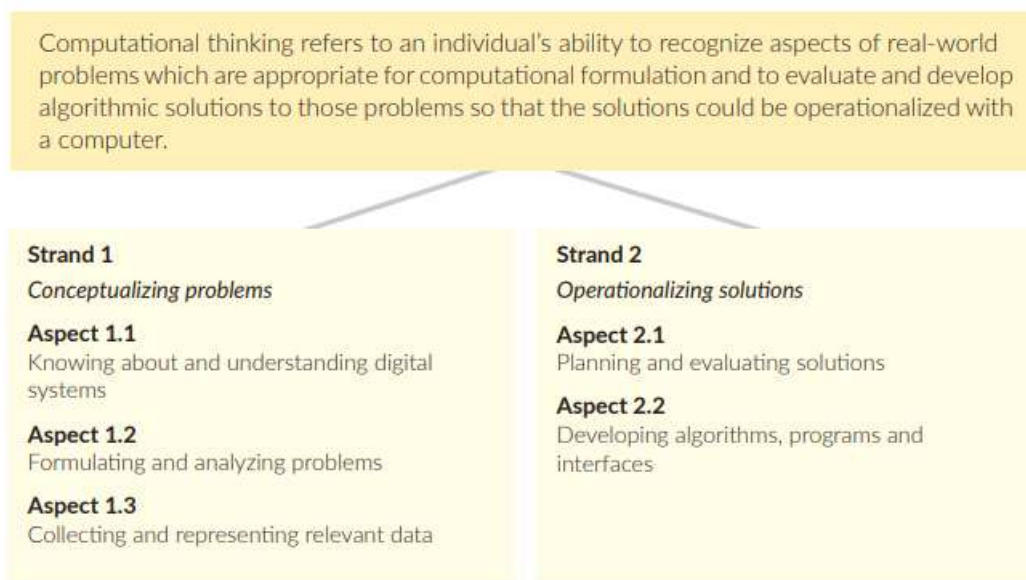
<그림 A.1> ICILS 2018 CIL 프레임워크¹²⁾



12) Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T. (2019). IEA international computer and information literacy study 2018 assessment framework (p. 74). Springer Nature.

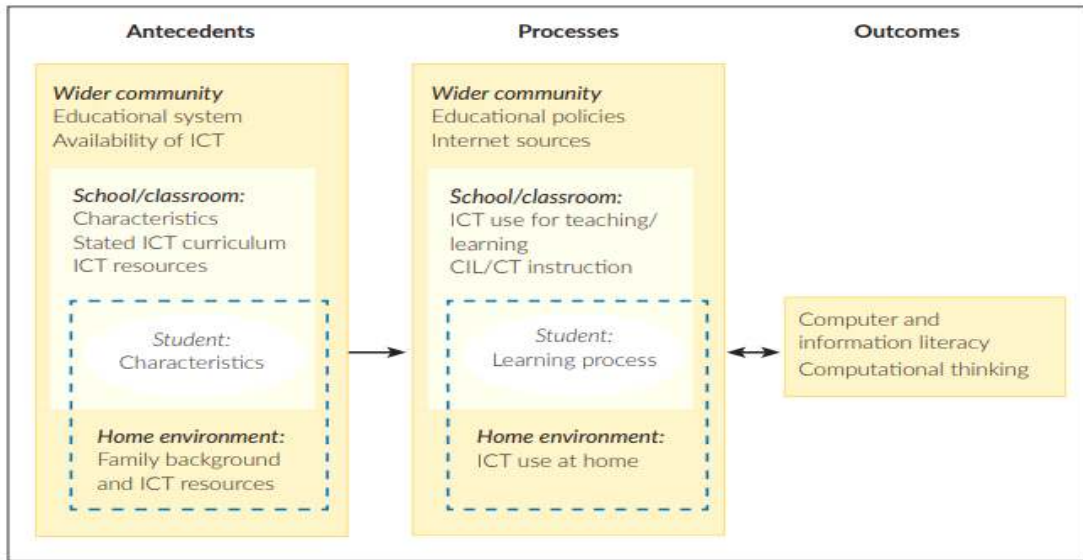
- (컴퓨터정보소양 정의): 집, 학교, 직장, 사회에 효율적으로 참여하기 위하여 조사하고, 창조하고, 의사소통하는데 컴퓨터를 사용하는 개인의 능력을 의미함(Fraillon et al., 2019: 18)
- 컴퓨터사고력(CT) 측정을 위한 프레임워크는 2개 영역(strands)으로 구분되어 있음; ① 문제의 개념화, ② 솔루션 운영 (그림 A.2)

<그림 A.2> ICILS 2018 CT 프레임워크



- 컴퓨터정보소양(CIL)과 컴퓨터사고력(CT) 제고에 따라 학습제고 효과가 나타날 수 있으며, 학습효과 흐름도는 1차적으로 ① 가정환경, ② 학생성향, ③ 학교/교실, ④ 지역으로 나누고, 2차적으로 ① 선행조건 -> ② 과정 -> ③ 학습효과 세 가지 단계로 구성(그림 A.3)
- ICILS의 전체 개념의 흐름 및 내용 구성을 종합하면, 지표의 주요 내용은 ① 디지털 접근, ② 디지털 이용, ③ 디지털 활용능력 세 개 영역을 포괄하고 있으며, 교육정책 및 제도의 성과진단은 ① 기반조건, ② 과정, ③ 결과로 구성되어 있음. 이는 다른 국제기구의 지표체계 및 프레임워크와 유사

〈그림 A.3〉 ICILS 2018 CIL/CT 학습효과 흐름도



Notes: The double arrow between process-related factors and outcomes emphasizes the possibility of a reciprocal association between learning processes and learning outcomes. The single-headed arrow between antecedents and processes indicates the assumption within the ICILS contextual framework of a unidirectional influence between these two types of contextual factors.

〈그림 A.4〉 맥락적 프레임워크의 변수 매핑 예시

Level of ...	Antecedents	Processes
<i>Wider community</i>	NCS & other sources: Structure of education Accessibility of ICT	NCS & other sources: Role of ICT in curriculum
<i>School/classroom</i>	PrQ, ICQ, & TQ: School characteristics ICT resources	PrQ, ICQ, TQ and StQ: ICT use in teaching and learning CIL/CT instruction
<i>Student</i>	StQ: Gender Age	StQ: ICT activities Use of ICT CIL/CT
<i>Home environment</i>	StQ: Parent socioeconomic status ICT resources	StQ: Learning about ICT at home

Notes: NCS = national contexts survey; PrQ = principal questionnaire; ICQ = ICT coordinator questionnaire; TQ = teacher questionnaire; StQ = student questionnaire.

출처: Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T.,(2019), p.35

○ ICILS 2018 산정방법

- 검사 모듈: 실제 컴퓨터 사용 환경과 유사한 인터페이스를 갖춘

검사프로그램을 이용하여 수행 과제를 해결하는 형태로 구성된 7종*의 평가모듈로 검사 수행. 각 모듈은 5~8개의 일반과제와 1개의 종합 과제로 구성됨(CIL 5종, CT 2종으로 구성되어 있고, 학생 개인별로 CIL 2종, CT 2종 할당)

- 설문조사: 학생, 학교, 교사, 학교(ICT 책임자)
- 우리나라 본검사: ICILS 2018 본검사는 2018년 9~10월 표집 학교의 학사 일정을 고려하여 실시됨. 150개 중학교 2학년 학생 2,875명과 교사 2,159명이 참여

<표 A.5> ICL/CT 지표 (설문 목록)

수준	세부지표	
학생	The student questionnaire is designed to provide the following indices regarding student and home background:	
	Students' age (in years)	학생 연령
	Students' gender	학생 성별
	Students' expected highest level of educational qualifications	교육의 질적 차원에서 학생들에게 기대되는 최상위 수준
	Students' immigrant background	학생들의 이주 배경
	Students' language use at home (test language or others)	가정에서 학생들의 언어 사용(시험언어 및 기타)
	Students' parents' highest occupational status	학생 부모의 최고 직업 상태
	Students' parents' highest level of education	학생 부모의 최고 교육 수준
	Student reports on home literacy (number of books at home)	가정 문해력에 대한 학생들의 보고(가정의 서적 수)
	Student reports on ICT resources at home	가정의 ICT 자원에 대한 학생 보고
	Students' experience with ICT	학생들의 ICT 경험
	The student questionnaire contains questions to generate data reflecting the following aspects of ICT use and attitudes related to ICT:	
	Students' experience in using ICT (frequency)	학생들의 ICT 사용 경험 (빈도)
	Students' use of ICT applications (frequency)	학생들의 ICT 기기 사용 (빈도)
	Students' use of ICT for social	사회적 소통을 위한 학생들의 ICT 사용

	communication (frequency)	(빈도)
	Students' use of ICT for exchanging information (frequency)	정보교환을 위한 학생들의 ICT 사용 (빈도)
	Students' use of ICT for accessing online content (frequency)	온라인 콘텐츠에 접근하는 학생들의 ICT 사용 (빈도)
	Students' use of ICT for recreational purposes (frequency)	여가를 위한 학생들의 ICT 사용 (빈도)
	Students' use of ICT for school-related purposes (frequency)	학업 관련 목적을 위한 학생들의 ICT 사용(빈도)
	Students' use of ICT in school subject lessons (frequency)	학교 과목 수업에서 학생들의 ICT 사용 (빈도)
	Students' use of ICT tools in class (frequency)	학생들이 수업에서 ICT 도구 사용 사용 (빈도)
	Student reports on learning of ICT tasks at school	학교에서의 ICT 과제 학습에 관한 학생 보고서
	Students' ICT self-efficacy	학생들의 ICT 자기 효능감
	Student reports on learning about responsible ICT use at school	학교에서의 책임있는 ICT 사용에 대한 학생들의 학습 보고서
	Students' perceptions about the impact of ICT for society	사회에서 ICT 영향에 관한 학생들의 인지도
	Students' expectations of future ICT use for work and study	공부 및 학습에 대한 학생들의 미래 ICT 사용의 기대
	Student reports on the extent of learning about approaches to computational thinking at school	학교에서 컴퓨터 사고력으로 접근하는 학습 확장에 대한 학생 보고서
교사	The teacher questionnaire is designed to generate data reflecting the following aspects of teacher perceptions regarding ICT and its use in education:	
	Teachers' CIL self-efficacy	교사들의 CIL(컴퓨터정보소양) 자기 효능감
	Teachers' use of ICT tools in class	교실에서 교사들의 ICT 기기 사용
	Teacher reports on student engagement in learning activities with ICT	ICT 학습 활동에서 학생 참여에 대한 교사 보고서
	Teacher reports on use of ICT in teaching and learning practices	교습 및 학업 수행에서 ICT 사용에 대한 교사 보고서
	Teachers' perceptions of the emphasis on ICT skills development in class	교실에서 ICT 활용능력 발전에 대한 교사 인지
	Teachers' positive views regarding the use of ICT in teaching and learning	교습과 학습에서 ICT 사용에 관한 교사의 긍정적인 견해

	Teachers' negative views regarding the use of ICT in teaching and learning	교습과 학습에서 ICT 사용에 관한 교사의 부정적인 견해
	Teachers' perceptions of adequacy of resources at their school	학교에서 자원의 적절성에 대한 교사의 인식
	Teachers' participation in ICT professional development	ICT 전문성 개발에 대한 교사의 참여
	Teachers' perceptions of collaboration for ICT use	ICT 사용을 위한 교사들의 협력 인지도
	Teachers' emphases on teaching approaches to computational thinking in class	수업에서 컴퓨터 사고력에 대한 접근 방식을 가르치는 교사의 강조
학교	Principal questionnaire	
	School principals' use of computers for school-related purposes (frequency)	학교 교장이 학교 관련 목적으로 컴퓨터를 사용하는 경우(빈도)
	School size (student enrollment)	학교 규모 (등록 학생)
	Student-teacher ratio	학생-교사 비율
	School structure and management	학교 구조 및 경영
	Economic background of students	학생의 경제적 배경
	School principals' perceptions of the importance of ICT use at school	학교에서 ICT 사용의 중요성의 학교 교장의 인지도
	School principal reports on their expectations of teachers' ICT skills	교사의 ICT 기술에 대한 기대치에 대한 교장의 보고
	School principal reports on ICT policies and procedures	ICT 정책 및 과정에 대한 교장의 보고
	School principal reports on teachers' professional development for ICT use	ICT 사용에 대한 교사의 전문성 발전에 대한 교장의 보고
	School principal reports on school priorities for ICT use in teaching and learning	교육 및 학습에서 ICT 사용을 위한 학교 우선 순위에 대한 학교 교장 보고서
	ICT coordinator questionnaire	
	School experience in using ICT	ICT 사용에 대한 학교 경험
	School policies towards the use of ICT at school	학교에서의 ICT 사용에 대한 학교 정책
	The computer-student ratio at school	학교에서의 컴퓨터 - 학생 비율
The quality of ICT resources at school	학교에서의 ICT 자원의 질	
Perceptions of hindrances to the use	학교에서 교습 및 학습에서 ICT 사용에	

of ICT in teaching and learning at school	서 장애가 있다는 인식
Perceptions of school emphasis on teaching activities to develop students' CT skills	학생들의 CT 기술 개발을 위한 교육 활동에 중점을 둔 학교의 인식

(5) 국제통신연합(International Telecommunication Union: ITU)

○ ICT의 확산과 사회경제적 영향 증가에 따라 ICT 발전에 관한 모니터링 및 벤치마킹의 국제적 수요 증가. 이에 따라 비교 가능한 통계 지표를 토대로 국가별 ICT 발전 수준을 비교하기 위해 ICT 발전 지수 (ICT Development Index: IDI) 개발

- ICT의 발전 및 보급과 함께 국제수준에서 디지털 격차의 증감 여부 및 개별 국가 단위에서의 디지털 격차 완화에 대한 개선 수준 등에 대한 질문이 제기됨
- ICT 사용이 사회·경제 발전에 미치는 잠재적 영향을 감안할 때 국가는 모든 사람들이 ICT 사용 혜택을 누릴 수 있도록 노력해야 함. 근거기반 정책을 위해서 측정 가능한 사실과 비교 가능한 지표가 필요함
- 개별 국가의 ICT 성과를 다른 국가의 성과와 비교함으로써 국가 수준의 경쟁력 향상 및 ICT 발전 정책 시행의 인센티브를 제공할 수 있음

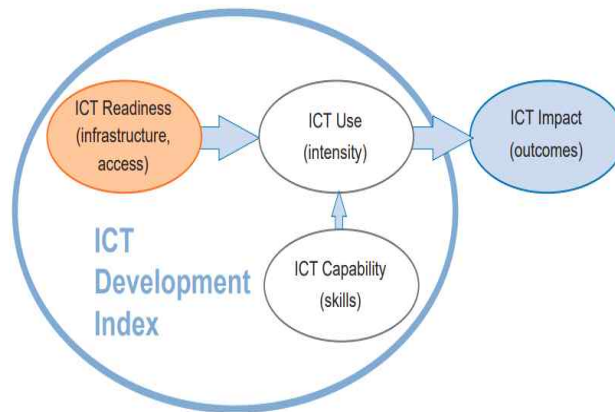
○ ITU IDI는 ICT가 적절하게 적용되고 활용되는 경우 사회발전을 도울 수 있다는 기본 가정에서 시작됨. 따라서 ICT 발전 지수는 한 사회에서 ICT 영역이 어느 정도 발전해 왔는지, 그리고 그 발전 양상을 추적할 수 있는 지표를 제공한다는 점을 강조

○ IDI는 정보사회로 진화하는 과정을 ICT 준비(인프라 및 접근) → 활용(이용 및 활용능력) → 영향(결과)의 3단계로 설명하는 개념적 모델을 따르고 있음(그림 A.5).

- 다른 국제기구에서도 이와 같은 3단계 모델을 정보사회를 측정하

기 위한 통계 지표의 정의에 폭넓게 적용하고 있음(예컨대, OECD Working Party on Indicators for the Information Society: WPIIS, UNCTAD)

<그림 A.5> 정보사회를 향한 진화의 3단계 모델



출처: ITU(2009). Measuring the Information Society. p.14

- IDI 통합지수는 정보사회의 3단계 발전 과정을 반영하기 위해 ICT 인프라 및 접근성, ICT 활용, ICT 영향을 구분하여 측정함. 즉, 3단계 모델에 따라 각 단계를 반영하는 하위지표를 포함하고 있음
 - ① 1단계: ICT 인프라와 접근성.
이용가능한 ICT 인프라 및 개인의 ICT 접근에 관한 지표를 포함
 - ② 2단계: ICT 활용 및 강도.
ICT 인프라 및 접근성을 토대로, ICT의 실제 사용 및 사용 강도의 수준을 제시해야 함
 - ③ 3단계: ICT를 효과적으로 사용하는데 필요한 능력.
이상적으로 ICT 스킬 수준을 파악하는 지표를 포함해야 하는데, 대부분 개발도상국에서 관련 지표가 수집되고 있지 않기 때문에 대리변수로 교육수준과 언어능력(literacy)을 고려할 수 있음
- ITU 핵심지표 목록 (Core list of ICT Indicators)

- ICT 지표 핵심목록은 다음 6개 영역의 61개 지표로 구성되어 있음

<표 A.6> ITU의 ICT 핵심지표 목록

영역		
1	ICT infrastructure and access	ICT 인프라 및 접근성(10개 지표)
2	ICT access and use by households and individuals	가구 및 개인의 ICT 접근 및 사용 (19개 지표)
3	ICT access and use by enterprises	기업의 ICT 접근 및 사용(12개 지표)
4	ICT sector and trade in ICT goods	ICT 섹터 및 ICT 상품무역(4개 지표)
5	ICT in education	교육에서의 ICT(9개 지표)
6	ICT in government	정부에서의 ICT(7개 지표)

○ 교육정보화(ICT in education) 지표

- 6개 ICT 핵심영역 중 하나인 교육정보화 영역에는 9개의 지표가 포함되어 있음

<표 A.7> 교육에서의 ICT 세부지표 목록

세부지표		
ED1	Proportion of schools with a radio used for educational purposes	교육 목적으로 사용되는 라디오 보유 학교 비율
ED2	Proportion of schools with a television used for educational purposes	교육 목적으로 사용되는 텔레비전 보유 학교 비율
ED3	Proportion of schools with a telephone communication facility	전화 통신 시설이 있는 학교 비율
ED4	Learners-to-computer ratio(LCR) in schools with computer-assisted instruction	컴퓨터 보조 수업이 있는 학교의 컴퓨터 대 학생 비율
ED5	Proportion of schools with Internet access by type of access	액세스 유형별 인터넷 액세스가 가능한 학교 비율
ED6	Proportion of learners who have access to the Internet at school	학교에서 인터넷에 접속할 수 있는 학습자 비율

ED7	Proportion of learners enrolled at the post-secondary level in ICT-related fields	고등 교육 수준에 ICT 관련 분야에 등록된 학습자 비율
ED8	Proportion of ICT-qualified teachers in schools	학교에서 ICT 자격을 갖춘 교사 비율
EDR1	Proportion of schools with electricity	전기가 공급되는 학교의 비율

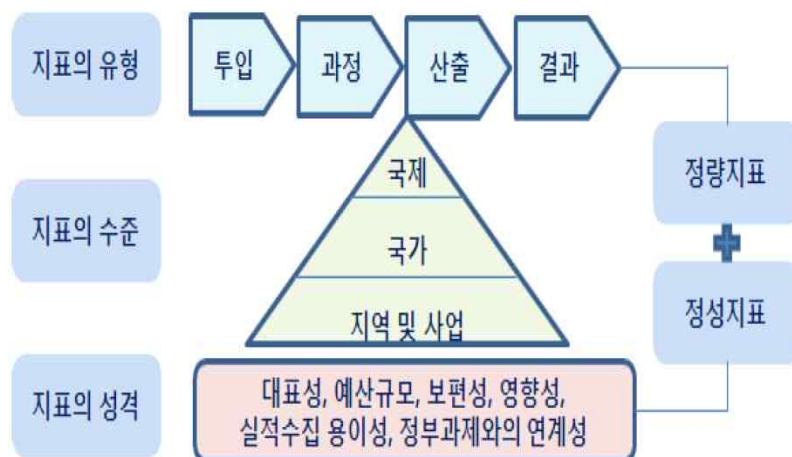
제2절 국내 지표 및 관련 연구

1) 한국교육학술정보원(KERIS) : 제5차 교육정보화 기본계획 성과지표 개발 연구

○ KERIS는 제5차 교육정보화 기본계획 성과관리의 실효성을 높일 수 있는 지표개발 시도

- 성과지표 선정의 준거로써 대표성, 예산규모, 보편성, 영향성, 실적수집 용이성, 정부과제와의 연계성 제시
- 지표의 수준은 지역 및 사업, 국가, 국제로 구분
- 지표 유형은 투입, 과정, 산출, 결과로 구성

<그림 A.6> 제5차 교육정보화 기본계획 지표개발 프레임워크



- 성과지표는 5개 단계를 거쳐 최종 48개 선정·개발됨
 - 1단계: 교육정보화 기본계획의 비전, 목표, 기존의 대표 성과지표 검토
 - 2단계: 성과지표 도출 준거 적용하여, 36개 성과지표와 후보 성과지표 3개 총 39개 성과지표 도출
 - 3단계: 시행기관 사업 담당자를 대상으로 파일럿 조사 및 의견수렴하여 추가 개발
 - 4단계: 24개 시행기관의 담당자 50명 대상으로 성과지표에 대한 타당도 검사 실시
 - 5단계: 설문조사의 기타 의견 및 연구진 의견 조율하여 최종 48개 성과지표개발
- 성과지표는 총 5개 영역으로 구성: ① 유·초·중등교육, ② 고등교육·학술연구, ③ 평생·직업교육, ④ 교육복지·특수교육, ⑤ 공공정보 활용 기반 및 건전한 사이버 문화 조성

〈표 A.8〉 KERIS 성과지표개발연구 지표목록

전략과제	성과지표(48개)	지표 유형
영역1. 맞춤형 학습 지원체제 구축을 위한 유·초·중등교육 (18개)		
1-1. 교육과정 기반의 교육정보 선순환 체제 조성	1-1. 교수학습 자료 개발 건 수	산출
	1-2. 교수학습 자료 확보 및 공유 건 수	산출
	2-1. 에듀넷 고객 만족도	결과
	2-2. 에듀넷 이용 빈도	결과
1-2. 창의적 교수·학습 활동 지원 체제 구축	3-1. 디지털교과서 참여·활용 학교 수	과정
	3-2. 디지털교과서 만족도	결과
	4-1. 수능강의 서비스 이용률	결과
	4-2. 수능강의 서비스 이용자 만족도	결과
1-3. 정규교과 온라인수업 내실화 및 활성화	5. 온라인 수업 운영학교 수	과정
1-4. 맞춤형 진로정보 유통 체계 구축	6. 진로 서비스 이용자 수	결과
	7. 원격 화상 진로 멘토링 참여학교 수	과정
1-5. 교원의 교수학습 역량 강화 지원	8-1. 원격 교원 연수 이수자 수	산출

	8-2. 교육정보화 직무연수 이수자 수	산출
	9. 학교 정보화 지원인력 수	투입
1-6. 언제 어디서나 학습할 수 있는 학습할 수 있는 학교 환경 조성	10. 무선 인터넷 구축 교실 비율	투입
	11. 컴퓨터 1대당 학생 수	투입
1-7. ICT 창의 인재 양성을 위한 정보교육 강화	12. 중고등학교 정보교과 선택 학교 비율	과정
	13. 정보영재교육 프로그램 이수학생 수	산출

영역2. 능력중심사회 구현을 위한 고등교육·학술연구(11개)

2-1. 학술정보 유통체계 고도화 및 글로벌 네트워크 체계 구축	14-1. 디지털유통체계 참여기관 수	과정
	14-2. RISS 고객 만족도	결과
	15. 해외학술 DB 확충 건 수	산출
	16. 국공립대학 도서관 지역 개방률	산출
2-2. 대학 연구·교육활동 지원 강화	17. 교수학습지원을 위한 기관 리포지토리 구축 대학 수	산출
	18. 교육전산망 회선 서비스 이용자 만족도	결과
	19. 대학이러닝지원센터 콘텐츠 학습자 만족도	결과
2-3. 대학 공개강의 활성화 지원	20. KMOOC 이용자 만족도	결과
	21. KOCW를 통한 대학강의 공개 강좌 수	산출
2-4. 대학 정보의 공개·공유·활용 확대	22-1. 대학정보공시 서비스 만족도	결과
	22-2. 대학정보공시 서비스 항목 수	산출

영역3. 학습과 일이 연계된 평생·직업교육(2개)

3-1. 학점은행제 정보 공시	23. 학점은행 정보공시 고객만족도	결과
3-3. 온라인 평생 학습 지원 체제 구축	24. 다모아 평생교육 정보망 이용 빈도	결과

영역4. 아우르고 배려하는 교육복지·특수교육(2개)

4-1. 특수교육 정보화의 내실화를 통한 장애인 교육 복지 기반 조성	25. 장애학생 콘텐츠 개발 건 수	산출
4-3. 사회적 배려 대상자에 대한 균등한 교육 기회 제공	26. 사회적 배려대상자 학생 ICT 활용 지원율	투입

영역5. 공공정보 활용 기반 및 건전한 사이버 문화 조성(15개)

5-1. 정보기반 교육행정 업무의 고도화	27. 나이스 고객 만족도	결과
5-2. 고객중심의 대국민 교육복지 서비스 확대	28-1. 학교 정보공시 이용 빈도	결과
	28-2. 학교 정보공시 이용자 만족도	결과

5-3. 교육재정 및 교육행정 업무 관리 체계 선진화	29. 에듀파인 고객 만족도	결과
5-4. 교육행재정 인프라 운영 고도화	30. 나이스 보안 사고율	결과
5-5. 유아교육 정보 시스템 구축, 운영	31. 유치원 정보공시 시스템 이용자 수	결과
5-6. 고등 교육 지원 정보시스템 운영	32. 국립대학 자원관리 시스템 이용자 만족도	결과
5-7. 교육정보 통계시스템(EDS, EDSS)을 활용한 빅데이터 운영	33. EDS 통계 데이터 제공률	산출
	34. EDSS 교육정보통계 자료 제공 건 수	산출
5-9. 안전하고 건전한 사이버 문화 조성	35. 사이버폭력 피해 감소율	결과
	36-1. 인터넷 중독율	결과
	36-2. 개인정보보호수준 진단 기관 수	산출
5-10. 한국형 교육정보화 모델 세계화	37. 정보보호 우수인재 양성 수	산출
	38. 교류협력국 이러닝 역량 강화 프로그램 참여자 수	과정
	39. 아세안사이버대학 이러닝 지원 콘텐츠 개발 건 수	산출

2) KERIS 2020 초중고 디지털전환 실태조사 지표개발 연구

○ 디지털전환 실태조사의 지표체계는 디지털교육 실태과약 가능성, 지표의 활용성, 데이터 정확성, 학교단위 조사 최소화를 고려하여 5개 지표영역, 13개 지표 항목, 31개 세부항목으로 구성

- 5개 지표영역은 ① 인적영역, ② 물적영역, ③ 활용영역, ④ 역량영역, ⑤ 정보영역으로 구성¹³⁾

○ 5개로 구성된 영역에 대하여 디지털 역량 지표 내용의 포함 여부를 검토한 결과

- ① 인적영역 및 ② 물적영역에 포함된 지표는 디지털접근 분야의

13) 각 4개의 영역에는 다음의 내용이 포함됨: 1) 인적영역은 학교장의 교육정보화 추진 노력(연수 실적, 정보화운영 계획 반영 등), 교원의 교육정보화 연수 현황, 교육정보화 업무 및 정보 교과 담당 교사 현황 등으로 구성되어있다. 2) 물적영역은 교육정보화 관련 예산, 데스크톱 PC/노트북 현황, 컴퓨터 실습실 현황, 무선/유선 인터넷 속도 등으로 구성되어있다. 3) 활용영역은 컴퓨터 실습실 활용 현황, 정보 관련 교육 현황, ICT 활용 교육 현황, SW 교육 도구 현황 등으로 구성되어있다. 4) 인식영역은 ICT 활용 수업에 대한 인식, ICT 활용 의도, ICT 활용 환경의 가치 및 환경 인식 등으로 구성되어있다.

지표와 내용이 대부분 일치하고, ③ 활용영역은 디지털 이용과 유사하며, ④ 역량영역 및 ⑤ 정보영역의 일부는 디지털 이용능력 항목의 하위 지표 내용들을 다수 포함하고 있음. 결과적으로 교육정보화 디지털 혁신 지표 영역으로 재구성 가능

〈표 A.9〉 초중고 디지털전환 실태조사 지표 목록

지표 항목		세부항목
인적 영역	학교 및 학교관리자의 교육정보화 관련 활동 및 계획	1. 교장의 교육정보화 관련 연수시간 2. 학교 운영계획에 교육정보화운영 계획 반영 여부
	교육정보화 관련 연수 현황	1. 과정 수 / 참여자 수/ 총 시간
	교육정보화 관련 업무담당 교원	1. 교육정보부장 임용 여부 2. 교육정보화 관련 담당 교사 수 3. 담당 교원 중 관련 전공 교사 수 4. 전산실무사(전산보조원 등) 수
	정보(컴퓨터) 교과담당교사 현황	1. 정보교과 담당 중 정보·컴퓨터 정교사 자격증 소 지 교사 수 2. 정보교과 담당 중 정보·컴퓨터 정교사 자격증 미 소지 교사 수 3. 정보교과 담당 이외 교사 중 정보·컴퓨터 정교사 자격증 소지 교사 수 4. 정보 교과 순회 교사 소속 여부
물적 영역	교육정보화 관련 예산	1. 학교 회계 총 예산 2. 정보화 예산(하드웨어/소프트웨어) 예산 3. 정보화 예산(하드웨어/소프트웨어) 지출액
	인프라 현황	1. 데스크톱 PC 총 대수(학생용/교사용/직원용) 2. 데스크톱 PC 구입 시기별 보유 현황(학생용/교사 용/직원용) 3. 노트북 총 대수(학생용/교사용/직원용) 4. 노트북 구입 시기별 보유 현황(학생용/교사용/직 원용) 5. 태블릿 PC 총 대수(학생용/교사용/직원용) 6. 태블릿 PC 구입 시기별 보유 현황(학생용/교사용/ 직원용)
	컴퓨터 실습실 현황	. 실습실 수 설치된 PC 총수
	무선 인터넷 활용가능 교실 현황	1. 무선인터넷 활용가능 AP수(일반/특별 교실/교실 외)
	교실용 영상장비 보유	1. 전자칠판 총 대수/구입시기

지표 항목		세부항목
활용 영역	현황	2. 프로젝터 총 대수/구입시기
	인터넷 속도현황/ 접속방법	1. 유선/무선
	컴퓨터 실습실 활용 현황	1. 정규 수업시간 (창의적 체험 활동 포함) 주당 평균 활용 시간
	정보 관련 교육 현황	1. 정규 수업 시 / 2. 창의적 체험활동 3. 방과 후 학교활동
인식 영역	ICT활용 교육 현황	1. 수업관련 (수업전/수업중/수업후) 2. 학급운영관련 (학생/학부모와의 의사소통)
	SW 교육 도구 활용 현황	1. SW 교육을 위한 교육용 언어(EPL) 사용 현황
	기본 조사 항목	1. 성별 / 2. 나이 / 3. 담당 학년 / 4. 담당 과목 / 5. 근속기간
	인지적 영역	1. ICT 활용 수업이라는 용어의 의미에 대해 알고 있다. / 2. ICT 활용 수업에 사용되는 소프트웨어의 종류와 특징을 알고 있다. / 3. 수업 또는 학생들과의 커뮤니케이션에 활용할 수 있는 소셜네트워크서비스(SNS)의 종류와 특징을 알고 있다.
인식 영역	정의적 영역	1. ICT를 활용한 수업이 전통적인 강의식 수업보다 효과적이라고 생각한다. / 2. ICT 활용에 필요한 지식이나 기술을 지속적으로 습득해야 한다고 생각한다. / 3. ICT 활용 관련 연수나 교육에 적극적으로 참여해야 한다고 생각한다. / 4. 교사들의 ICT 활용 능력은 점점 더 필요할 것이라고 생각한다.
	심동적 영역	1. 인터넷을 활용하여 수업에 필요한 정보를 검색할 수 있다. / 2. 수집된 정보를 수업에 사용할 수 있는 시청각 자료로 가공할 수 있다. / 3. 수업에 필요한 디지털 자료를 스스로 제작할 수 있다. / 4. 학생들과의 커뮤니케이션에 소셜네트워크서비스(SNS)를 잘 활용할 수 있다.
	활용 의도	1. 나의 수업에서 ICT를 활용할 의향이 있다. / 2. 나의 수업에서 ICT를 적극적으로 활용할 것이다. / 3. 나는 ICT 활용 수업에 필요한 장비 및 소프트웨어에 지속적인 관심을 가질 것이다. / 4. 나는 ICT 활용 수업의 숙련된 사용자가 될 것이다.
	가치 인식	1. 미래 학습 역량으로 ICT 활용 능력이 중요하다고

지표 항목	세부항목
	<p>생각한다(예: 문서 작업, 엑셀을 통한 계산, 이메일 사용 등). / 2. 학생들의 ICT를 활용한 자기주도적 학습 능력 향상이 중요하다고 생각한다. / 3. 학생들의 ICT를 활용한 협동학습 능력 향상이 중요하다고 생각한다. / 4. 학생들의 ICT를 활용한 정보접근 능력 향상이 중요하다고 생각한다. / 5. 모든 교과에서 ICT를 활용한 수업이 필요하다고 생각한다. / 6. 선생님들의 ICT 활용 수업의 역량 향상이 중요하다고 생각한다</p>
환경 인식	<p>1. 우리 학교는 선생님들이 ICT 활용 교육을 진행할 수 있는 충분한 물적 자원을 갖추고 있다고 생각한다(예: 데스크톱 PC, 노트북, 태블릿 PC 등). / 2. 우리 학교는 선생님들이 ICT 활용교육을 수행하기 위한 유무선 인터넷 인프라를 충분히 갖추고 있다고 생각한다. / 3. 우리 학교는 선생님들이 ICT 활용 교육 또는 연수에 적극적으로 참여할 수 있는 환경을 제공하고 있다고 생각한다.</p>

출처: 2019년 초·중등학교 교육정보화 실태조사 기술 통계 분석, KERIS(2020)

<부록 2>. 교육부 정보화사업 지표목록 및 특성

제1절 지표목록 필요성

- 교육정보화 정책사업 운영 현황을 총괄적으로 파악하여 정책성과 및 효과를 보다 체계적이고 정확하게 진단하기 위해, 교육정보화의 전체 지표 목록을 취합한 ‘지표 목록화’ 작업이 선행되어야 함
- 가장 최근 2022년도 시행계획 작성을 위해 각 세부사업을 담당하는 교육부 35개 부서 및 13개 기관이 제출한 사업목록과 보고서 검토
- 각 기관·부서의 시행계획 보고서에 포함되어 있는 세부내역사업별 성과지표를 취합하여 통합 지표목록 작성
- 세부사업 실행 기관·부서가 정책 과제 및 사업 평가를 위해 실제 채택하고 있는 성과지표를 살펴봄으로써, 각 부서의 현안 및 성과 지표에 대한 의견을 충분히 반영하고자 함
- 또한, 교육정보화의 전체 지표를 취합한 성과 지표목록의 통합본이 부재하여, 한눈에 정책 운영상황을 파악하는데 한계가 있었던 기존 문제를 해결 한다는 점에서 의미가 있음
- 마지막으로, 내역사업별로 제시되고 있는 성과지표들을 세부과제 단위를 넘어 교육정보화의 정책 비전 및 목표 차원라는 보다 거시적인 차원에서 검토하고, 아울러 교육부 전체 성과지표 체계, 나아가 경험적으로 안정화된 국제표준화 지표 및 기존 학술연구 제안 지표들과 비교해 본다는 점에서 의미가 있음
- 교육정보화의 통합지표목록 작성 후, 개별 지표 기준으로 1)지표 유형 및 형태, 2)재원 유형, 3)사업형태, 4)지능정보기술활용여부, 5)정보화사업유형 등에 따라 지표체계를 분석하고, 그 외에 2020-2021년 목표 변동량 및 목표달성 여부 등을 비교하는 등 다각도로 지표 체계 검토 및 상태 진단

제2절 지표목록 및 특성

- 기관 또는 부서별로 작성된 2022년 시행계획 보고서에서 내역사업 별로 제시된 성과목표 및 성과지표가 지표목록 분석의 대상임
- 분석 자료의 한계로 인해 세부사업 또는 내역사업 단위로 성과지표 분석에 제약이 있어 본 연구는 개별지표 기준으로 분석을 시도함
 - 교육부가 기관·부서의 사업목록을 취합하여 제공한 자료(exel)와 2022년 시행계획서에 제시된 교육정보화 추진사업의 세부사업명, 사업 수 불일치
 - 교육부 취합 사업목록과 기관/부서별 시행계획 보고서 간 내역사업명 불일치
 - 다수의 내역사업이 하나의 성과지표를 공유하는 경우 또는 하나의 내역사업이 두 개 이상의 성과지표를 설정하는 경우가 있어 내역사업 단위의 분석/수치 산출시 일관된 기준을 설정하는데 제약
- 교육부 제공 사업목록을 토대로 내역사업별 성과지표를 수집한 후 중복 입력된 내역사업을 찾아 제거하고 동일 지표를 삭제하는 등 데이터 클리닝 작업 수행
- 최종적으로 교육정보화 지표 170개가 분석 대상으로 선정됨
 - 교육정보화 사업 담당하는 48개 관할 부서·기관 중 44개 기관 성과지표 제출
 - 중복 입력된 사업을 제외하고 107개 세부사업의 성과지표를 수집한 결과, 세부사업 중에서 성과지표가 분명하게 제시된 비율은 81%(87개 세부사업해당)로 나타남. 나머지 19% 사업은 성과지표를 제시하지 않았거나 시행계획서에서 해당 사업의 성과지표를 확인하기 어려운 경우를 의미(세부사업 1개당 평균 1.6개 지표 확인)
 - 내역사업 기준으로는 237개 사업의 지표가 수집되었으며, 이 중 성과지표가 있는 사업은 153개(65%)로 나타남. 내역사업 1개당 평균 0.7개의 지표가 확인됨

- 마지막으로, 기관·부서별 시행계획 작성 수준 차이로 인한 성과 지표 설정 수준에 상당한 편차가 존재하고, 지표 산출 단위 및 수치 상 오류가 일부 확인되는 등 자료의 한계가 있음을 밝힘

1) 지표 유형별 지표분포

(1) 지표 유형

- 교육정보화 지표를 KPI 분류에 따라 투입, 과정, 산출, 결과 유형으로 분류하여 어느 유형의 지표 비중이 높은지 분석함
 - 투입지표: 예산, 인력 등 자원을 규모와 계획에 맞게 적절하게 집행했는지 평가
 - 과정지표: 목표한 성과를 달성하기 위해 수행한 절차의 효율성·생산성·품질·일관성을 측정
 - 산출지표: 사업 진행 과정을 통해 무엇을 생산했는지, 얼마나 많은 일을 했는지 측정
 - 결과지표: 최종적인 목표 달성도, 사업 활동을 통해 궁극적으로 이룬 성과나 그 성과가 조직에 미친 중요한 영향력을 평가(예: 인지도, 만족도 등)
- 분석 대상 교육정보화 지표 가운데 산출지표의 비중이 41%(69개)로 가장 높게 나타남
- 결과지표의 비중도 34%로 상당히 높게 나타났고, 다음으로 과정지표가 21%, 투입지표가 4% 순서로 나타남
- 과정-산출-결과지표가 비교적 고르게 분포하고 있는 것으로 판단됨
- 특히 교육정보화 사업을 통해 기대되는 산출 및 결과에 관한 지표가 70% 이상으로 다수를 차지한다는 점에서 성과 지향적인 지표 설정으로 타당성이 높다고 할 수 있음

〈표 B.1〉 지표 유형에 따른 교육정보화 지표 분포

지표 유형	교육정보화 지표	
	개수	비중
투입	7	4%
과정	36	21%
산출	69	41%
결과	58	34%
전체	170	100%

(2) 지표 형태

- 교육정보화 지표를 정성지표와 정량지표로 구분하여 형태별 분포를 살펴봄
 - 정량지표: 집계, 합계 또는 평균값 도출 등 방법으로 수치를 측정
 - 정성지표: 어떤 활동에 대한 의견, 속성 및 품질을 나타내는 지표.
본 연구에서 만족도는 정성지표로 분류함
- 분석 대상 지표 중 정량지표가 64%로 다수로 나타났고, 정성지표는 36%로 비교적 낮은 비중을 보임
 - 만족도 지표를 정성지표로 분류하였기 때문에, 이를 제외하면 실질적으로 사업에 대한 속성 및 품질을 측정하는 지표의 비중은 훨씬 더 낮을 것으로 예상됨(만족도지표 분석대상 지표의 27%)
 - 만족도 지표 이외에도 사업에 대한 의견, 속성 및 품질 등을 측정할 수 있는 여러 유형의 정성적 지표가 활용될 필요가 있음

〈표 B.2〉 지표 형태에 따른 교육정보화 지표 분포

	교육정보화 지표	
	개수	비중
정량	108	64%
정성	61	36%
혼합*	1	1%
전체	170	100%

* 정량지표와 정성지표 모두 활용하여 지수화를 시도한 지표를 혼합지표로 분류

2) 재원 유형별 지표분포

- 교육정보화 사업의 재원 유형별로 성과지표의 분포가 다른지 확인하기 위한 분석을 수행함
 - 국고, 지방비, 특별교부금, 기타로 분류된 재원유형별로 교육정보화 지표의 빈도를 파악함
 - 여러 유형의 재원이 동시에 투입되는 경우 복합재원으로 분류함 (예: 국고+지방비)
- 분석 대상 지표 중 국고지원 사업의 비중이 74%로 가장 높음
- 특별교부금 사업의 비중은 18%로 나타남

<표 B.3> 재원 유형별 교육정보화 지표 분포

	교육정보화 지표	
	개수	비중
국고	125	74%
지방비	6	4%
특별교부금	30	18%
복합	8	5%
기타	1	1%
전체	170	100%

3) 사업형태별 지표분포

- 교육정보화 사업의 신규, 확대, 내실화 형태에 따라 지표의 분포를 분석함(사업행태는 교육부 분류 기준에 따름)
- 사업형태별 교육정보화 지표의 빈도 분석 결과, 전체 170개 지표 중 내실화 사업에 해당하는 지표가 118개(69%)로 다수를 차지하는 것으로 나타남
- 확대 사업의 성과지표는 39개(23%)로 확인되며, 신규 사업의 성과지표는 11개(6%)로 소수에 불과함

<표 B.4> 사업형태별 교육정보화 지표 분포

	교육정보화 지표	
	개수	비중
계속(내실화)	118	69%
계속(확대)	39	23%
신규	11	6%
결측*	2	1%
전체	170	100%

4) 지능정보기술활용에 따른 지표 분포

- 교육정보화 사업의 지능정보기술활용 유형에 따라 지표의 분포를 분석함(사업행태는 교육부의 분류 기준에 따름)
- 지능정보기술을 활용하는 사업에서 제시된 지표의 비중이 38% 수준으로 나타난 반면, 해당 기술이 활용되지 않는 사업의 지표가 61%로 다수를 차지함
- 지능정보기술이 적용된 사업 중에서는 클라우드 관련 사업의 지표 빈도가 가장 많고(34개, 20%), 이어서 데이터(12개, 7%), 기타혁신기술(10개, 6%) 등의 순서로 나타남

<표 B.5> 지능정보기술활용에 따른 교육정보화 지표 분포

	교육정보화 지표	
	개수	비중
클라우드	34	20%
데이터	12	7%
사물인터넷	1	1%
인공지능	9	5%
기타 혁신기술	10	6%
해당없음	103	61%
결측*	1	1%
전체	170	100%

5) 정보화사업 유형별 지표 분포

- 정보화사업의 유형별로 교육정보화 지표의 분포를 분석함(정보화사업유형은 교육부의 분류 기준에 따름)
- 정보시스템 사업에서 제시된 지표의 비중이 132개(78%)로 압도적으로 높고, 정보화지원(22개, 13%), 기반정보화(14개, 8%)의 비중이 높으며, R&D 사업에서 확인되는 지표는 2개로 소수에 불과함

<표 B.6> 정보화사업유형별 교육정보화 지표 분포

	교육정보화 지표	
	개수	비중
정보시스템	132	78%
기반정보화	14	8%
정보화지원	22	13%
R & D	2	1%
전체	170	100%

6) 2021-2022년 목표 변동량 분석

(1) 2021년 목표대비 2021년 실적 달성

- 교육정보화 사업을 추진함에 있어 2021년 설정한 성과목표가 실제로 어느 정도 달성되었는지 분석을 시도함
 - 2021년 설정 목표치를 2021년 실적치가 초과한 경우 또는 목표와 실적치가 같은 경우 목표가 달성된 것으로 간주함
 - 2021년 목표 또는 2021년 실적 중 어느 하나라도 제시되지 않은 경우 목표달성 여부를 판단할 수 없으므로 ‘비해당’으로 분류함
- 분석 결과, 2021년에 설정한 성과지표가 달성된 비중은 전체 분석 대상의 53% 수준으로 나타나며, 2021년에 성과지표를 달성하지 못한 비율은 8% 수준으로 상당히 낮음
- 정보 부족으로 분석이 불가능한 66개 지표를 제외했을 때, 목표 달성 비율은 87% 정도로 상당히 높음

<표 B.7> 2021년 목표대비 2021년 실적 달성 비중

	교육정보화 지표	
	개수	비중
달성	90	53%
미달성	14	8%
비해당	66	39%
전체	170	100%

(2) 2021년 실적대비 2022년 목표 설정

- 교육정보화 사업 추진 실적과 성과지표의 관련성을 파악하기 위한 분석을 시도함
 - 전년도 실적을 그대로 유지하려는 경향이 있는지, 실적보다 더 높은 목표를 설정하는 경향이 있는지 파악하기 위해 2021년 실적과 2022년 목표를 비교하여 지표의 변화를 분석함
 - 2021년 실적보다 2022년 목표치가 더 높은 경우 목표가 ‘상향’ 조정된 것으로 분류하고, 반대로 전년도 실적보다 2022년 목표치가 더 낮은 경우 목표의 ‘하향’ 설정으로 분류
 - 전년도 실적과 동일하게 2022년 목표가 설정된 경우 목표 ‘유지’로 분류
 - 2021년 목표 또는 2021년 실적 둘 중 어느 하나의 값이라도 제시되지 않은 경우 목표 달성 여부를 판단할 수 없으므로 ‘비해당’으로 분류하였고, 일부 사업에서 지표가 변경된 것이 확인되어 ‘지표변경’ 범주도 추가
- ‘비해당’을 제외하면, 목표가 상향조정된 지표의 비중이 38%로 가장 높게 나타나 교육정보화 지표는 전년도 실적치보다 더 높은 성과목표를 제시하는 경향이 있음을 알 수 있음
- 전년도 실적치보다 목표가 하향조정된 비율은 7% 수준이며, 전년도 실적을 그대로 목표에 반영하는 경우도 11% 확인됨

<표 B.8> 2021년 실적대비 2022년 목표 설정

	교육정보화 지표	
	개수	비중
상향	64	38%
하향	12	7%
유지	19	11%
지표변경	2	1%
비해당	73	43%
전체	170	100

(3) 2021년 목표 달성여부에 따른 2022년 목표 변화

- 2021년 목표달성 여부에 따라 2022년 목표가 어떻게 달라지는지 분석하기 위해 이전 두 가지 분석 결과에 대한 교차분석표를 제시
 - 2021년 목표달성 여부에 따라 2022년 목표가 전년도 실적치 대비 상향/하향 설정 되었는지에 관한 정보를 제시함
- 먼저, 2021년 목표가 달성된 사업에서, 58%에 해당하는 52개 지표는 2022년 목표가 전년도 실적치보다 더 높게 설정되었고, 21%는 동일한 수준으로, 12%는 더 낮은 수준의 지표를 설정함
- 2021년 목표를 달성하지 못한 사업의 경우, 대부분 전년도 실적치보다 2022년 목표를 더 높게 설정하였으나, 목표를 더욱 낮추거나(1개, 7%), 지표를 변경한 사례(2개, 14%)도 확인됨

<표 B.9> 2021년 목표 달성여부에 따른 2022년 목표 설정

		비해당	상향	유지	지표변경	하향	전체
달성	빈도	8	52	19	0	11	90
	행%	9%	58%	21%	0%	12%	100%
	열%	11%	81%	100%	0%	92%	53%
미달성	빈도	1	10	0	2	1	14
	행%	7%	71%	0%	14%	7%	100%
	열%	1%	16%	0%	100%	8%	8%
비해당	빈도	64	2	0	0	0	66
	행%	97%	3%	0%	0%	0%	100%
	열%	88%	3%	0%	0%	0%	39%
전체	빈도	73	64	19	2	12	170
	행%	43%	38%	11%	1%	7%	100%
	열%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

7) 교육정보화 역량 분야별 분석 [Access-Use-Skill]

- 교육정보화 지표를 ICT 발전지수의 하위 지표인 ICT 접근(access), 활용(use), 역량(skill) 영역으로 분류
 - 접근(access): ICT 인프라에 대한 접근성을 측정(예: 인구 백명당 유선/무선 전화 가입자 수, 컴퓨터 보유 가구비율 등)
 - 활용(use): 실제로 ICT 활용 수준이 어떠한지 측정(예: 인구 백명당 인터넷 사용자 수 등)
 - 역량(skill): ICT를 활용할 수 있는 역량 수준을 측정(예: 성인 문맹률, 중등/고등 교육 등록률 등)
 - 만족도: 만족도 지표의 경우 인프라에 관한 품질 관리 차원의 조사라면 인프라/접근 지표로 볼 수 있으나 콘텐츠 활용에 관한 수준을 질문한 경우 활용 지표로 분류될 수 있음. 분명한 구분이 어려워 별도의 범주로 분류
- ICT 인프라에 대한 접근을 측정하는 지표가 44%로 다수를 차지한 가운데, 활용 지표도 28%로 비교적 높은 비중을 보이거나 역량 수준을 측정하는 지표는 2개로 소수에 불과함. 이러한 결과는 우리나라 교육정보화 지표가 접근-활용 중심으로 구성되어 있고 역량 지표에 대한 관심이 부족함을 시사함
- 접근, 활용, 역량 지표 이외에 별도로 분류한 만족도 지표의 적용 비율이 상당히 높은 것도 특징임
- 만족도를 조사할 때 서비스 이용에 따른 역량 향상에 관한 질문 등을 포함하여 역량지표로 활용될 수 있는 방안을 검토할 필요

<표 B.10> 접근, 활용, 역량 영역별 교육정보화 지표 분포

	교육정보화 지표	
	개수	비중
접근	74	44%
활용	48	28%
역량	2	1%
만족도	46	27%
전체	170	100%