

# DX 성공 전략의 재조명: 왜 'SW 인력'이 핵심인가?

Revisiting Strategies for DX Success:  
Why Is the Software Workforce the Key?

---

## EXECUTIVE SUMMARY

디지털 전환(DX)은 4차 산업혁명의 가속화, 글로벌 공급망 불안, 시장 불확실성 심화 속에서 기업 생존과 성장의 필수 전략으로 자리매김하였다. 이에 따라 기업들은 SW 투자 확대, AI·클라우드 등 SW 신기술 도입, 전문 SW 인력 확보에 집중하고 있으나, 단순한 자원 투입만으로 기대 성과를 달성하지 못하는 경우가 많다. 이는 DX 성과가 개별 요인의 효과뿐만 아니라, SW 투자, SW 신기술, SW 인력의 상호작용 속에서 확대됨을 시사한다.

「2024년 SW융합실태조사」를 활용해 국내 1,126개 기업을 대상으로 구조방정식모형(SEM)을 적용한 실증 분석 결과, DX 성과의 핵심 요인은 SW 투자, SW 신기술, SW 인력으로 확인되었다. 세 요인은 각각 독립적으로 DX 성과에 긍정적 영향을 미치면서 동시에 상호 보완적 관계를 형성하였다. 특히 SW 인력은 SW 투자와 SW 신기술의 효과를 DX 성과로 연결하는 매개변수로 검증되었는데, 총효과는 직접 효과 대비 약 1.4배 정도 확대되었다. 이는 SW 인력이 단순 개별 요인에 그치지 않고 나아가 자본과 기술을 실질적 성과로 전환하는 ‘가교’임을 보여준다.

더 나아가 기업의 인적 자원 구성, 특히 고급 R&D 인력(석·박사급) 비중은 자원의 효과성을 달리하는 조절 변수로 확인되었다. 다중집단분석 결과, 고급 R&D 인력이 상대적으로 많은 기업에서는 SW 투자의 효과가 강하게 발현되었고, 고급 R&D 인력이 상대적으로 적은 기업에서는 SW 신기술 도입 효과가 더 크게 나타났다. 이는 기업이 동일한 전략을 적용할 경우 효율성이 낮으며, 기업 특성과 인력 구조에 기반한 차별화된 인재 전략이 필수적임을 보여준다. 즉, R&D 중심 기업은 고급 인력 유지와 심층적 연구개발을 뒷받침하는 안정적 투자가, 기술 도입·활용 중심 기업은 최신 SW 신기술 도입을 통한 인재 유인과 역량 강화가 핵심 전략임이 도출되었다.

따라서 DX 성공은 곧 맞춤형 인재 전략 수립에서 출발한다. 기업은 자사의 비즈니스 모델과 인력 구조를 면밀히 진단한 후, 실무형 인재 역량 강화가 필요한지, 고급 인재 확보 및 유지가 중요한지를 구분하여 차별화된 전략을 추진해야 한다. 정부는 기업 유형별로 실무형 인재 공급 확대, 고급 인재 연구개발 지원, 세제 혜택 및 규제 완화 등 구체적이고 맞춤형 지원책을 설계해야 한다. 더 나아가 정부와 기업은 공동 R&D와 실전형 인재 양성을 양대 축으로 협력하여, 국가 차원의 SW 인재 선순환 생태계를 구축해야 한다. 이는 DX 성과를 지속적으로 확대하고, 산업 전반의 혁신과 글로벌 경쟁력 강화를 동시에 달성할 수 있는 핵심 기반이다.

---

Digital Transformation(DX) has emerged as an essential strategy for corporate survival and growth amid the acceleration of the Fourth Industrial Revolution, global supply chain instability, and heightened market uncertainties. In response, companies have expanded software (SW) investment, adopted emerging SW technologies such as AI and cloud, and sought to secure specialized SW talent. However, many firms fail to achieve expected outcomes through resource input alone, indicating that DX performance is shaped not only by individual factors but also amplified through the interaction of SW investment, SW new technologies, and SW workforce.

Based on the 2024 SW Convergence Survey of 1,126 firms, empirical analysis using Structural Equation Modeling(SEM) identified SW investment, SW new technologies, and SW workforce as the three core drivers of DX performance. Each contributes positively on its own while forming mutually complementary relationships. Among them, the SW workforce was empirically verified as a mediating factor that connects and amplifies the effects of SW investment and SW new technologies, with total effects expanding to about 1.4 times greater than direct effects. This shows that the SW workforce is not a mere standalone factor but rather a bridge that transforms capital and technology into tangible outcomes.

Furthermore, the composition of human resources—particularly the proportion of highly qualified R&D personnel (Master’s and PhD holders)—was confirmed as a moderating factor that alters the effectiveness of resource inputs. Multi-group analysis revealed that firms with relatively more advanced R&D personnel benefited more strongly from SW investment, while firms with relatively fewer advanced personnel derived greater impact from adopting new SW technologies. This demonstrates that applying a uniform strategy across firms is inefficient, and that differentiated talent strategies tailored to organizational characteristics and workforce structure are essential. Specifically, R&D-intensive firms should focus on stable investment to retain top-tier talent and support deep research activities, while technology-adoption-oriented firms should emphasize the introduction of cutting-edge SW technologies to attract and develop skilled professionals.

Therefore, successful DX begins with the establishment of customized talent strategies. Firms must thoroughly assess their business models and workforce composition to determine whether strengthening field-oriented talent or securing and retaining advanced R&D personnel should be prioritized. Governments, in turn, should design concrete and tailored support policies, such as expanding the supply of practical talent, promoting advanced R&D activities, and providing tax incentives and regulatory flexibility. Beyond this, joint initiatives between government and industry—focused on collaborative R&D and practice-oriented talent development—are essential to building a national virtuous cycle ecosystem for SW talent. Such an ecosystem will provide the foundation for sustaining DX performance, driving innovation across industries, and simultaneously enhancing global competitiveness.

I 연구 배경

○ 디지털 전환(DX)은 기업 생존과 성장을 위한 핵심 전략으로 자리매김

- 4차 산업혁명의 가속화, 글로벌 공급망 재편, 시장 불확실성 증대 등 급변하는 경영환경 속에서, DX는 기업 생존과 지속적 성장을 위한 필수 전략으로 인식(BCG, 2020; Westerman et al., 2014)
- 이에 따라 전 세계 기업들은 AI, 클라우드, 빅데이터, IoT 등 첨단 SW 신기술을 도입하고, 디지털 역량 강화를 위한 SW 투자와 전문 SW 인력 확보에 자원을 집중 투입(가트너, 2023)
- 특히 SW 인력은 투입된 기술과 자본을 실제 비즈니스 가치로 전환하는 실행 주체로서, DX 성과의 성패를 좌우하는 가장 핵심적인 동력으로 평가받음(Brynjolfsson & Hitt, 2000; Melville et al., 2004)

[표 1] SW 투자·인력·신기술 자원 투입을 통한 기업 DX 성과 제고 사례

기업	주요 환경 변화	SW 기반 대응 전략	주요 실행 조치	효과 및 성과
 Walmart	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이커머스 경쟁 심화</li> <li>• 오프라인 성장 한계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW 투자·AI·클라우드</li> <li>• 기반 유통 혁신</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jet(16)/Flipkart(18) 인수</li> <li>• MS Azure 협력</li> <li>• Walmart Global Tech 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온라인 매출 ↑</li> <li>• AI 재고 효율화</li> <li>• BOPIS<sup>1</sup> 확대</li> </ul>
 STARBUCKS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매장 성장 한계</li> <li>• 충성 고객 확보 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI·클라우드 기반 개인화 마케팅</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 추천(Deep Brew, '19)</li> <li>• MS Azure 협력</li> <li>• 모바일 앱 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 리워드 회원 7,500만 명, 모바일 주문 26%<sup>2</sup></li> <li>• 재방문율 ↑</li> </ul>
 Goldman Sachs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핀테크 부상</li> <li>• 기술 중심 조직 요구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대규모 SW 인력 확보</li> <li>• 자동화 전환</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 엔지니어 1.2만 명</li> <li>• 트레이딩 자동화</li> <li>• Marcus 플랫폼 출시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산성·비용 개선</li> <li>• 리테일 금융 신규 수익</li> </ul>
 JOHN DEERE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트농업 경쟁 심화</li> <li>• 농업 경기 침체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW 투자·인력 확보 통한 농기계 스마트화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blue River 인수(17)<sup>3</sup></li> <li>• 자율주행 트랙터</li> <li>• 사내 재교육·외부 영입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율 농기계 상용화</li> <li>• CES 수상(2023)</li> </ul>
 BOSCH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조 경쟁 심화</li> <li>• 스마트팩토리 전환 요구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW 신기술+인력 기반 DX 가속</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NEXEED 플랫폼(17)</li> <li>• AI 센터(BCAI<sup>4</sup>) 설립(17) 및 연간 수만 명 교육</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산성 및 유지비 절감</li> <li>• 자사 240여 개 공장 중 절반 이상에 IIoT 적용</li> </ul>

출처: 언론 보도 및 기업 보고서를 토대로 재정리

1 BOPIS(Buy Online, Pick Up In Store)는 고객이 온라인에서 상품을 주문하고 결제한 후, 오프라인 매장(점포)에서 직접 수령하는 방식을 의미함  
 2 2023년 4분기 기준  
 3 AI·머신러닝 기반 정밀농업 스타트업으로, 이미지 인식 소프트웨어를 활용해 잡초와 작물을 구분하는 기술을 개발  
 4 보쉬는 BCAI(Bosch Center for Artificial Intelligence)를 통해 산업별 맞춤형 AI 솔루션을 개발하고, 제조·자율주행·스마트센서 등 다양한 분야에서 생산성과 품질을 혁신하고 있음

## ○ 이처럼 DX 성과에 있어 SW 인력의 핵심적 역할이 부각됨에 따라, 해외 주요국들 또한 DX 인재 전략을 국가 경쟁력의 핵심 전략으로 추진

- EU는 「Digital Decade Policy Programme 2030」을 통해 '디지털 기술 역량 보유자 2천만 명 확보'를 목표로 삼고, 고급 ICT 전문가 양성과 중소기업 인력 재교육을 병행(European Commission, 2021)
- 미국은 「CHIPS and Science Act(2022)」를 통해 반도체 및 첨단기술 산업과 연계된 고급 R&D 인재 양성에 대규모 재정을 투입하고 있으며(McKinsey, 2022), 「National AI Research Resource」 구축을 통해 AI·SW 전문인력 훈련을 국가 전략 차원에서 지원(NSF, 2024)
- 일본은 「Society 5.0」 전략 아래 2026년까지 'DX 인재 230만 명'을 목표로, 산업계와 연계된 'Recurrent Education'을 강화(경제산업성, 2020)
- 이처럼 해외 주요국들은 DX 관련 투자 확대 및 기술 도입과 함께 DX 성과를 실현하는 핵심 매개 요인으로서 인재를 전략적 차원에서 육성

## ○ 그럼에도 불구하고 일부 연구는 개별 요인 분석에 집중하여 SW 인력의 역할 규명에는 한계

- 이러한 연구는 투자 확대(Aral & Weill, 2007), 신기술 도입(Brynjolfsson & McElheran, 2016), 전문인력 확보(Li et al., 2024) 등이 기업의 DX 성과를 높이는 주요 요인임을 강조
- 본 저자의 선행 연구(송지환, 2023) 또한 동일한 맥락에서 SW 관련 자원 투입과 DX 성과 간의 유의한 상관관계를 제시
- 그러나 해당 연구들은 개별 요인의 효과성을 입증하는 데에는 의미 있는 성과를 거두었으나, 요인 간의 구조적 관계, 특히 SW 인력이 매개 및 조절 변수로 작동하는 과정을 실증적으로 규명하는 데에는 한계 존재

## ○ 한편 SW 인력이 DX 성과의 핵심 역할임을 강조하는 연구도 다수 존재하지만, 대규모 실증 연구는 다소 미흡

- Oh et al.(2023)은 첨단 디지털 기술의 성과가 단순한 기술 도입만으로는 나타나지 않으며, 숙련 인력과 조직 역량을 갖춘 기업에서 성과가 유의하게 증폭됨을 실증적으로 보임
- Guo et al.(2023)은 IT 투자가 인력 역량 발휘의 기반이 되며, 반대로 인력 투자가 IT 효과를 극대화하는 상호 보완적 관계에 있음을 확인함
- 노용진 외(2022)는 고숙련 인력의 비중과 교육훈련 수준이 충분할수록 신기술 도입의 성과가 유의하게 증폭된다고 보고함
- 이처럼 국내외 연구 모두 SW 인력이 DX 성공의 핵심 요인임을 강조하지만, 대부분 제한된 표본이나 사례 기반 분석에 치중하고 있어, 대규모 실태조사 데이터를 활용한 실증 연구는 여전히 부족하다는 한계를 지님

## ○ 본 연구는 SW 인력의 매개 및 조절 효과를 대규모 실태조사 데이터 분석을 통해 실증적으로 규명

- 「2024년 SW융합실태조사」의 원자료(국내 1,126개 기업 응답)를 활용하여 SW 투자, SW 신기술, SW 인력 간의 구조적 관계를 분석
  - 첫째, SW 인력이 SW 투자 및 SW 신기술 도입 효과를 실제 DX 성과로 전환하는 매개 효과를 검증
  - 둘째, 기업의 인적 자원 수준(예: 고급 R&D 인력 비중)에 따라 이러한 경로의 영향력이 달라지는 조절 효과를 검증
- 이를 통해 본 연구는 개별 요인 수준의 분석을 넘어, SW 인력이 DX 성과 전환 경로를 어떻게 매개 및 조절하는지를 실증적으로 규명 → (기대효과) 기업 전략 및 정부 정책 설계에 중요한 실증적 근거를 제공

분석개요

◆ (분석 목적) 「2024년 SW융합실태조사」 데이터를 활용하여, 기업의 DX 성과에 영향을 미치는 세 가지 핵심 요인(SW 투자, SW 신기술, SW 인력)의 구조적 관계를 검증

- SW 인력이 SW 투자 및 SW 신기술을 DX 성과로 연결하는 매개변수로 작동함을 확인
- SW 인력이 고급 R&D 인력(석·박사급) 비중에 따라 경로의 강도를 변화시키는 조절 변수로 작동함을 확인



◆ (분석 대상) 「2024년 SW융합실태조사」 데이터 중, 13개 산업분류에 속하며 종사자 100인 이상<sup>5</sup>을 보유한 국내 1,126개 기업

(단위: 개)

산업분류	합계	100~299명	300~499명	500~999명	1,000명 이상
전체	1,126	623	214	145	144
농업·임업·어업	7	6	-	1	-
광업 및 제조업*	192	106	35	28	23
전기·가스·증기·공기 조절 공급업	31	21	4	4	2
수도·하수·폐기물 처리·원료 재생업	14	12	2	-	-
건설업	127	67	30	22	8
도매·소매업	78	62	5	3	8
운수·창고업	171	102	41	18	10
정보통신업(SW 공급 기업 제외)	57	37	13	3	4
금융·보험업	131	85	12	16	18
전문·과학·기술 서비스업	200	73	48	36	43
보건업·사회복지 서비스업	84	28	16	13	27
예술·스포츠 및 여가 관련 서비스업	34	24	8	1	1

\* 광업의 경우 모집단 크기가 작아 표본 배분 시 제조업과 통합하여 처리함

5 송지환(2023)에 따르면, 「종사자 규모별 디지털 전환 성과(수준) 분포」에서 100인 미만 기업은 대부분 DX 성과가 낮아 집단 간 변별력이 부족하여, 본 분석은 DX 성과에 따른 핵심 요인의 구조적 차이를 명확히 검증하기 위해 종사자 100인 이상 기업을 대상으로 수행함

◆ (변수 정의) 실태조사 문항(관측변수)을 토대로 SW 투자, SW 신기술, SW 인력, DX 성과 등의 잠재변수를 조작적으로 정의

잠재(개념)변수	관측변수 <sup>6</sup>	측정 방법
SW 투자	SW 투자액	• ln(1+SW 관련 투자금액)
	SW R&D 투자액	• ln(1+SW R&D 관련 투자금액)
SW 신기술	빅데이터 수준	• 각 기술별 도입 여부와 실행단계를 통해 수준 측정 - 0: 해당 기술 도입 안함 - 1: 해당 기술 초기 구축 실행단계 - 2: 해당 기술 부문별 실행단계 - 3: 해당 기술 전사적 실행단계
	클라우드 수준	
	AI 수준	
	IoT 수준	
SW 인력	블록체인 수준	
	SW 전문인력수	• ln(1+SW 관련 전문인력수)
	SW 전공자수	• ln(1+SW 관련 전문인력수×SW 관련 전공자 비중)
DX 성과	SW 신기술인력수	• ln(1+SW 관련 신기술 취급·활용인력수)
	전략·리더십	• DX 성과의 수준을 나타내는 잠재변수로 4개의 요인으로 정의 - DX 성과와 관련된 32개 설문 문항 <sup>7</sup> 에 대해 요인 분석(최대우도법, ProMAX 회전)을 실시 <sup>8</sup> 하여 4개 요인으로 축소한 후, 요인 점수(회귀방법)를 관측변수 값으로 사용
	기술·업무활용	
	비즈니스·고객	
문화·실행체계		

◆ (연구 가설) SW 투자·SW 신기술·SW 인력이 DX 성과에 미치는 직접적 영향( $H_{11} \sim H_{13}$ ), 이 과정에서 SW 인력이 자원의 효과를 성과로 연결하는 매개 역할( $H_{21} \sim H_{22}$ ), 고급 R&D 인력 비중에 따라 경로 강도가 달라지는 조절 효과( $H_3$ )를 검증

효과 구분	연구 가설	
직접 효과	$H_{11}$	SW 투자는 DX 성과에 유의한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
	$H_{12}$	SW 신기술은 DX 성과에 유의한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
	$H_{13}$	SW 인력은 DX 성과에 유의한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
매개 효과	$H_{21}$	SW 인력은 SW 투자와 DX 성과 간의 관계를 유의하게 매개할 것이다.
	$H_{22}$	SW 인력은 SW 신기술과 DX 성과 간의 관계를 유의하게 매개할 것이다.
조절 효과	$H_3$	기업 내 고급 R&D 인력(SW 관련 석·박사급 인력) 비중에 따라, SW 투자와 SW 신기술이 SW 인력에 미치는 영향력에 유의한 차이가 있을 것이다.

6 관측변수의 기술통계량 및 관측변수 간 상관계수는 부록1 참조

7 DX 성과 관련 관측변수 및 측정 문항은 부록2 참조

8 DX 성과 관련 요인 분석 결과는 부록3 참조

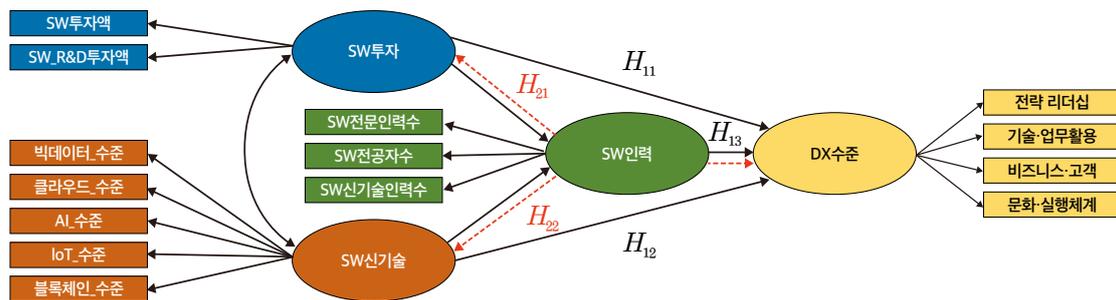
◆ (분석 기법) 구조방정식모형(SEM)을 활용하여 직접·매개·조절 효과를 동시에 검증

- (직접 효과) 독립변수(X)가 종속변수(Y)에 미치는 단일 경로의 효과로, 경로계수의 통계적 유의성을 통해 SW 투자·SW 신기술·SW 인력이 DX 성과 제고의 요인임을 검증
- (매개 효과) 독립변수(X)가 매개변수(M)를 거쳐 종속변수(Y)에 영향을 미치는 간접 효과로, Sobel 검정 및 Bootstrap 신뢰구간(CI)을 활용하여 SW 인력이 SW 투자·SW 신기술을 DX 성과로 연결하는 매개 역할 검증
- (조절 효과) 독립변수(X)가 종속변수(Y)에 미치는 효과가 제3의 변수(Z) 수준에 따라 달라지는 효과로, 고급 R&D 인력 비중(20%)을 기준으로 다중집단분석을 실시하여 경로계수 차이(조절 효과) 검증

구조방정식모형(Structural Equation Modeling, SEM)이란?

- 여러 변수 간의 관계를 한꺼번에 분석하는 통계 기법으로 '구조방정식'이라는 명칭은 원인과 결과를 연결하는 구조를 방정식 형태로 표현한다는 의미
- 즉, 단순히 한 변수끼리 비교하는 것이 아니라, 여러 변수들이 서로 영향을 주고받는 복잡한 구조를 하나의 모형으로 제시하는 방식
- 예를 들어, "SW 투자 → SW 인력 → DX 성과"처럼 직접 효과(SW 투자 → DX 성과로 바로 가는 경로)와 매개(간접) 효과 (SW 투자 → SW 인력 → DX 성과로 이어지는 경로)를 동시에 검증할 수 있음

◆ (모형 설정) SW 투자·SW 신기술을 독립변수로, SW 인력을 매개변수로, DX 성과를 종속변수로 설정하여 구조방정식모형(SEM)을 설계하였으며, 조절 효과 검증을 위해 본 모형을 기반으로 다중집단분석을 수행



◆ (모형 적합도) 제안된 모형의 적합성을 검증하기 위해 CMIN/DF(9.24,  $p < 0.000$ ), SRMR(0.04), RMSEA (0.05), NFI(0.88), CFI(0.90) 등 주요 적합도 지수를 산출한 결과, 대부분 권장 기준을 충족하여 본 연구 모형이 수집된 데이터를 설명하는 데 적합한 것으로 판단

## II DX 성과의 핵심 요인: SW 관련 투자·신기술·인력

### ○ 본 장은 DX 성과를 이끄는 핵심 요인들의 개별적 중요성을 실증적으로 검증

- 자원기반관점(Resource-Based View, RBV)<sup>9</sup>에 근거하여(Barney, 1991), DX의 핵심 요인(자원)을 'SW 투자'(재무적 자본), 'SW 신기술'(기술적 자산), 'SW 인력'(인적 자본)으로 정의하고, 각 요인이 DX 성과에 미치는 독립적인 영향력을 검증함
- 즉, DX 성과의 핵심 요인으로 정의한 변수를 본 장에서 실증 분석을 통해 타당성을 확인하고, 다음 장에서 이들 변수를 활용해 요인 간 구조 관계를 규명하고자 함

### ○ 실증 분석 결과[참고1], SW 투자·신기술·인력은 모두 DX 성과를 유의하게 향상시키는 독립적 동인임을 보여줌

- 「2024년 SW융합실태조사」 데이터를 활용한 구조방정식모형(SEM) 분석 결과, SW 신기술, SW 투자, SW 인력 모두 DX 성과에 통계적으로 유의한 정(+)의 직접 효과를 보였음
- 이는 기업이 SW 신기술을 적극 도입하고, SW 투자를 확대하며, 우수한 SW 인력을 확보할수록 DX 성과가 한층 제고됨을 시사함

### ○ 기존 연구 역시 SW 신기술과 SW 투자는 DX 성과 창출을 위한 혁신 기반과 실행 동력임을 확인

- SW 신기술의 도입은 기업이 혁신을 촉진하고 새로운 가치를 창출할 수 있는 혁신 기반을 마련함 (Westerman et al., 2014)
- SW 투자는 이러한 기술 도입을 실질적으로 실행하고 전략을 추진할 수 있는 실행 동력을 제공함 (Aral & Weill, 2007)

<sup>9</sup> 기업의 지속가능한 경쟁우위는 외부 환경(산업구조)보다 기업이 보유한 내부 자원(resource)에 의해 형성된다는 관점으로, 재무적 자본(투자금·자산·설비 등), 기술적 자산(특허·IT 인프라·신기술 등), 인적 자본(인력의 지식·기술·경험·조직문화 등)의 조합과 이를 효과적으로 활용하는 능력이 기업 성과의 차이를 결정한다는 이론

○ 한편, SW 인력은 투입된 기술과 자본을 실제 비즈니스 가치로 전환하는 '실행 주체'로서, DX 성공의 인적 토대를 구성하는 핵심적인 역할을 담당

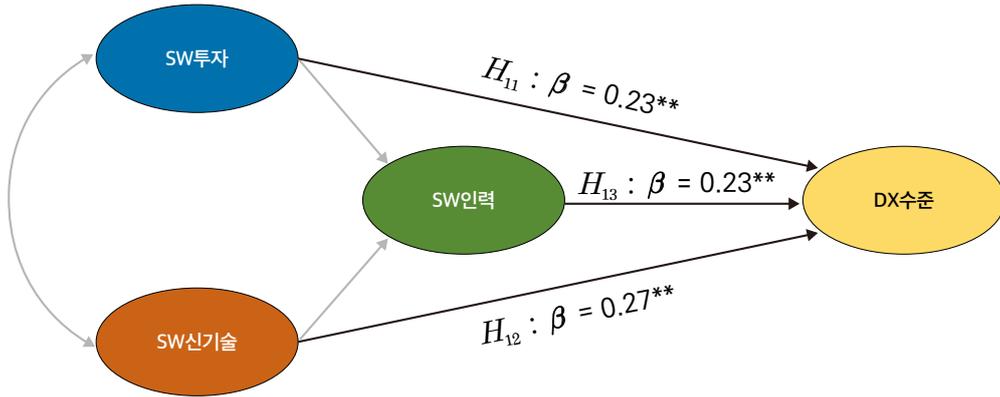
- DX의 궁극적인 성과는 도입된 기술 그 자체가 아니라, 이를 이해하고 비즈니스 문제 해결에 창의적으로 활용할 수 있는 인적 역량에 의해 결정됨(Brynjolfsson & Hitt, 2000)
- 즉, SW 투자와 신기술이 DX 성공을 위한 '기초 토대'라면, 이를 실제 성과로 실현시키는 SW 인력은 '핵심 촉매'라 할 수 있음

○ 결론적으로, 본 장의 직접 효과 분석은 SW 투자·신기술·인력이 각각 독립적으로 DX 성과에 기여함과 동시에, 이들 간 상호작용을 고려한 심층적 이해가 필요함을 보여줌

- SW 투자와 SW 신기술은 DX 성과에 긍정적 영향을 주지만, 그 효과는 SW 인력을 통해 실질적 성과로 구체화되는 경향을 보임
- 따라서 DX 성과의 전체 경로를 온전히 이해하기 위해서는, 다음 장에서 논의할 SW 인력의 매개 및 조절 역할에 대한 심층 분석이 요구됨

참고1 직접 효과 검증

◆ (결과 요약) 구조방정식모형(SEM) 분석 결과, 모든 직접 효과 경로가 통계적으로 유의하게 나타나 가설  $H_{11} \sim H_3$  채택



◆ (상세 해석) SW 투자( $\beta=0.23$ ), SW 신기술( $\beta=0.27$ ), SW 인력( $\beta=0.23$ )은 모두 DX 성과에 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인

- 이는 SW 투자, SW 신기술, SW 인력이 각각 독립적으로도 DX 성과를 향상시키는 핵심 요인임을 시사
- 세 변수의 표준화계수  $\beta$  10<sup>10</sup> 값이 유사하게 나타나, DX 성과에 미치는 영향력은 대체로 비슷한 수준임을 의미

경로(가설)	표준화계수 $\beta$	비표준화계수 B	S.E.	C.R.	p	결과
SW 투자 → DX 성과 ( $H_{11}$ )	0.23	0.092	0.023	3.945	<.001	채택
SW 신기술 → DX 성과 ( $H_{22}$ )	0.27	0.288	0.059	4.920	<.001	채택
SW 인력 → DX 성과 ( $H_{13}$ )	0.23	0.153	0.053	2.862	.004	채택

10 표준화계수( $\beta$ )는 독립변수가 1 표준편차 증가할 때 종속변수가 얼마나 변하는지를 나타내는 값으로, 경로의 상대적 영향력을 비교할 수 있게 해줌

### III SW 인력의 매개 효과 분석

#### ○ 앞 장의 직접 효과 분석 결과를 토대로, SW 인력의 매개 역할 검증이 필요

- 앞서 확인한 바와 같이 SW 투자·SW 신기술·SW 인력은 모두 DX 성과에 독립적으로 긍정적 영향을 미침
- 그러나 DX 성과는 단일 요인의 직접 효과만으로는 충분히 설명되지 않으며, 요인 간의 구조적 관계를 함께 고려할 필요가 있음
- 특히, SW 투자와 SW 신기술이 DX 성과로 전환되는 과정에서 SW 인력이 어떤 매개 경로를 통해 작동 하는지를 실증적으로 규명하는 것이 중요함

#### ○ 실증 분석 결과[참고2], SW 인력은 SW 투자와 SW 신기술을 DX 성과로 연결하는 핵심 매개 변수로 작동

- (SW 투자 → SW 인력 → DX 성과) SW 투자는 직접 효과( $\beta=0.23$ )와 간접 효과( $\beta=0.11$ )가 모두 유의하게 나타났으며, 총효과  $\beta=0.34$ 로 확인되어, SW 인력을 매개로 총효과가 약 47.8% 정도 증가했음을 의미함
- (SW 신기술 → SW 인력 → DX 성과) SW 신기술은 직접 효과( $\beta=0.27$ )와 간접 효과( $\beta=0.12$ )가 모두 유의하게 나타났으며, 총효과  $\beta=0.39$ 로 확인되어, SW 인력을 매개로 총효과가 약 44.4% 정도 증가했음을 보여줌
- 두 경로 모두에서 SW 인력이 SW 신기술과 SW 투자의 효과를 DX 성과로 연결하는 기능을 수행하며, 총효과는 직접효과만 고려했을 때보다 1.4배 정도 증가

### ○ 즉, SW 인력의 매개 효과는 투자·기술 중심에서 인력 중심으로의 DX 전략 패러다임 전환의 필요성을 시사

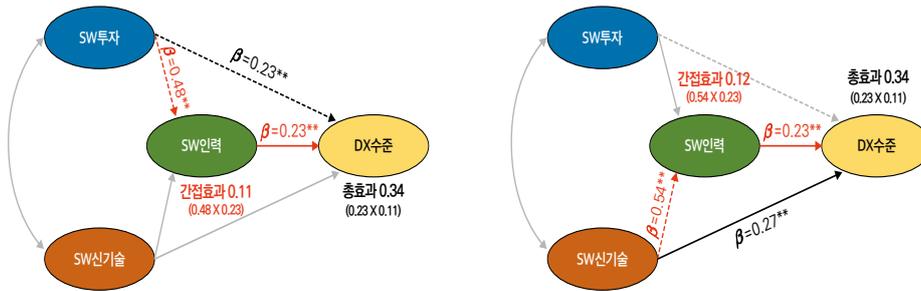
- SW 인력은 단순한 독립적 요인이 아니라, SW 투자와 SW 신기술을 DX 성과로 전환하는 '가교(Bridge)'임
- 이는 DX 성과의 성패가 자본·기술의 투입뿐만 아니라, 이를 실질적 가치로 전환하는 SW 인력의 역량 수준에 달려 있음을 실증적으로 확인한 것

### ○ 매개 효과 분석은 기업의 전략과 정부의 정책 설계 방향에 중요한 근거를 제공

- 이번 결과는 SW 투자와 SW 신기술의 효과가 SW 인력을 매개로 강화되는 경로가 존재함을 보여줌
- 기업 측면에서는 SW 인력의 확보 및 활용이 DX 성과 극대화의 핵심 연결고리임을 확인시켜 주며, 정부 측면에서도 단순한 지원을 넘어 SW 인력 중심의 정책 설계 필요성을 시사함
- 따라서 매개 효과 분석은 DX 성과를 지속적으로 확대하기 위한 실천적·정책적 함의를 제공함

참고2 매개 효과 검증

◆ (결과 요약) 구조방정식모형(SEM) 분석 결과, SW 투자와 SW 신기술이 DX 성과에 미치는 영향은 SW 인력을 매개로 한 간접 경로에서도 통계적으로 유의하게 확인되어, 가설  $H_{21}$ ,  $H_{22}$  모두 채택



◆ (상세 해석) SW 투자와 SW 신기술은 모두 직접적으로 DX 성과에 긍정적 영향을 미칠 뿐 아니라, SW 인력을 매개로 한 간접 효과 역시 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의하게 확인

- SW 투자에서 나타난 간접 효과( $\beta=0.11$ )는 직접 효과( $\beta=0.23$ )의 약 47.8% 수준으로, 총효과가 일정 부분 인력을 통해 강화됨을 의미
- SW 신기술에서 나타난 간접 효과( $\beta=0.12$ )는 직접 효과( $\beta=0.27$ )의 약 44.4% 가까운 수준으로, 총효과 역시 일정 부분 인력을 통해 증가됨을 의미
- 총효과 기준으로 보면, SW 투자( $\beta=0.34$ )와 SW 신기술( $\beta=0.39$ )은 모두 직접 효과만 고려했을 때보다 약 1.4배 이상 증가되어 나타남
- SW 인력은 자원 투입(SW 투자·SW 신기술)의 효과를 DX 성과로 이어지게 하는 핵심 매개변수임을 실증적으로 확인

경로(가설)	직접 효과	간접 효과	총효과( $\beta$ )	검정 방법 <sup>1)</sup>	p	결과
SW 투자 → SW 인력 → DX 성과( $H_{21}$ )	0.23	0.11 (=0.48×0.23)	0.34 (=0.23+0.11)	Sobel	.004	채택
				Bootstrap (95% CI)	.009	
SW 신기술 → SW 인력 → DX 성과( $H_{22}$ )	0.27	0.12 (=0.54×0.23)	0.39 (=0.27+0.12)	Sobel	.002	채택
				Bootstrap (95% CI)	.010	

1) Sobel 검정은 매개 효과의 유의성을 회귀계수와 표준오차로 계산하는 전통적 방법이고, Bootstrap(95% CI)은 반복 재표집으로 신뢰구간을 추정해 더 강건하게 매개 효과의 유의성을 검증함

## IV | SW 인력의 조절 효과 분석

### ○ 기업의 인적 자원 구성, 특히 고급 R&D 인력<sup>12</sup> 비중은 SW 투자 및 SW 신기술 효과를 달리하는 조절 요인으로 작용할 수 있음

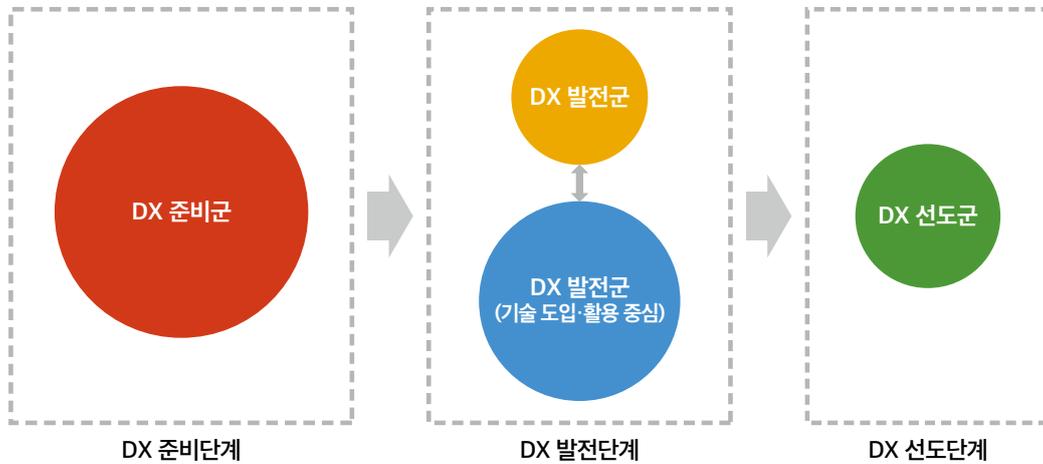
- 앞 장의 매개 효과 분석에서 SW 인력이 자원의 효과를 성과로 연결하는 핵심 변수임이 확인되었음
- 그러나 모든 기업이 동일한 수준에서 같은 효과를 누리는 것은 아니며, 기업 내부 인력 구성의 특성에 따라 자원 투입의 효과성은 달라질 수 있음
- 특히 고급 R&D 인력(석·박사급 SW 인력)의 비중은, SW 투자와 SW 신기술이 DX 성과로 이어지는 과정에서 경로의 강도를 달리하는 조절 변수로 작용할 가능성이 높음

### ○ 실증 분석 결과[참고3], 고급 R&D 인력 비중은 SW 투자와 SW 신기술이 SW 인력에 미치는 효과를 유의하게 달리함

- 다중집단분석 결과, 전체를 고급 R&D 인력 비중 20%를 기준으로 두 집단(20% 미만 vs. 20% 이상)으로 구분했을 때, SW 투자와 SW 신기술이 SW 인력에 미치는 경로에서 집단 간 유의한 차이가 확인됨
  - (SW 투자 → SW 인력 경로) 고급 인력 비중 20% 이상 집단( $\beta=0.81$ )이 20% 미만 집단( $\beta=0.31$ )보다 크게 나타나, SW 투자의 효과는 고급 인력이 상대적으로 많은 기업에서 더 강하게 발현됨
  - (SW 신기술 → SW 인력 경로) 반대로, 20% 미만 집단( $\beta=0.65$ )이 20% 이상 집단( $\beta=0.32$ )보다 높게 나타나, SW 신기술 도입 효과는 고급 인력이 상대적으로 적은 기업에서 크게 발현됨
- 이러한 결과는 고급 R&D 인력 비중이 SW 자원의 효과성을 좌우하는 핵심 조절 요인임을 실증적으로 보여줌

<sup>12</sup> SW 관련 석·박사급 인력으로 정의

[그림 1] DX 발전 단계 및 기업 유형



출처: 송지환(2024), "디지털 전환 발전 유형에 따른 맞춤형 기업 지원 방안 연구", 소프트웨어정책연구소, 이슈리포트 IS-181

### ○ 이러한 조절 효과는 DX 성과 제고를 위해 기업 특성과 인력 구조에 따른 차별화된 전략과 정책이 필요함을 시사함

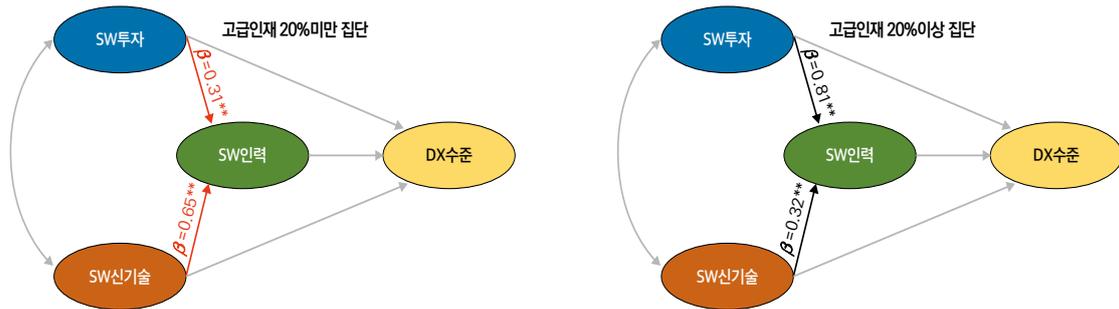
- 송지환(2024)에 따르면, 기업의 DX 발전 단계는 DX 준비군 → DX 발전군 → DX 선도군으로 발전하며, DX 발전군은 기업 특성에 따라 다시 R&D 중심 기업과 기술 도입·활용 중심 기업으로 구분됨(<그림 1> 참고)
  - (R&D 중심 기업) R&D 투자 중 SW R&D 비중이 높고, SW 관련 연구 및 개발 활동에 중점을 둠
  - (기술 도입·활용 중심 기업) SW 신기술을 적극 도입·활용하며, 최신 기술 트렌드를 빠르게 수용하는 특징을 보임
- 고급 인재가 많은 기업은 DX 발전군 중 'R&D 중심 기업'에 해당할 가능성이 높으며, 충분한 SW 투자를 통해 인력을 안정적으로 유지 및 몰입시켜야 성과를 극대화할 수 있음
- 반면, 고급 인재가 상대적으로 적은 기업은 DX 발전군 중 '기술 도입·활용 중심 기업'에 해당할 가능성이 높으며, SW 신기술을 적극 도입해 우수 인재 확보와 역량 강화를 추진해야 함
- 이는 곧 DX 발전군이 DX 선도군으로 도약하기 위해서는 고급 R&D 인력 비중을 포함한 기업 특성에 맞는 차별화된 인재 전략이 필요함을 의미

### ○ 따라서, 본 실증 분석 결과는 기업 및 정부의 맞춤형 인재 전략 설계에 중요한 근거를 제공함

- 기술 도입·활용 중심 기업(고급 R&D 인력 비중 낮음)에서는 SW 신기술 도입이 인재 확보의 핵심 유인책으로 작용함
  - 외부 기술을 적극 도입해 비즈니스 적용에 중점을 두는 기업군의 특성상, 실무 역량이 뛰어난 인재들은 최신 기술을 직접 다루고 경험할 수 있는 환경을 선호함
  - 과감한 신기술 도입은 우수 인재 유치와 역량 강화를 동시에 가능케 하는 전략적 수단임
- R&D 중심 기업(고급 R&D 인력 비중 높음)에서는 안정적이고 충분한 SW 투자가 인재 확보 및 유지의 결정적 요인으로 작동함
  - 자체 연구개발을 중시하는 기업군에서 최고 수준의 인재들은 신기술 도입보다는 안정적 연구 여건과 장기적 자원 투입을 더 중요한 동기로 인식함
  - 대규모의 지속적 투자는 연구개발에 대한 기업의 강력한 의지를 보여주는 신호로, 고급 인재의 몰입과 성과를 보장하는 핵심 메커니즘이 됨
- 따라서 조절 효과 분석은 기업의 특성과 고급 연구인력 규모를 종합적으로 고려한 전략적 인재 확보의 중요성을 뒷받침하는 실증적 근거를 제공함

참고3 조절 효과 검증

◆ (결과 요약) 다중집단분석<sup>13</sup> 결과, 고급 R&D 인력(SW 인력 중 석·박사급 비중(20%<sup>14</sup>)을 기준으로 집단을 구분했을 때, SW 투자와 SW 신기술이 SW 인력에 미치는 경로계수에서 집단 간 유의한 차이가 나타나, 가설 H<sub>3</sub> 채택



◆ (상세 해석) 전체 표본을 고급 R&D 인력 비중에 따라 ‘20% 미만 집단’(N=893)과 ‘20% 이상 집단’(N=233)으로 구분하여 경로계수를 비교한 결과, 유의수준 0.01에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의한 경로<sup>15</sup>가 나타남

- (SW 투자 → SW 인력) 경로는 고급 인력 비중 20% 이상 집단(β=0.81)이 20% 미만 집단(β=0.31)보다 크게 나타나, SW 투자 효과가 고급 인력이 충분한 기업에서 더 강하게 발현됨을 시사함
- 반대로, (SW 신기술 → SW 인력) 경로는 ‘20% 미만 집단’(β=0.65)에서 ‘20% 이상 집단’(β=0.32)보다 높게 나타나, SW 신기술 도입 효과는 고급 인력이 상대적으로 부족한 기업에서 더 크게 작동함을 보여줌
- 이러한 결과는 고급 인력 비중이 SW 자원(SW 투자·SW 신기술·SW 인력)의 효과성을 좌우하는 핵심 조절 요인임을 실증적으로 확인해 주며, 기업 특성에 따라 차별화된 SW 자원 전략이 필요함을 뒷받침함

경로(가설)		20% 미만 집단(β)	20% 이상 집단(β)	z	p	결과
SW 투자 → SW 인력	H <sub>3</sub>	0.31	0.81	5.236	< .001	채택 (집단 차 유의)
SW 신기술 → SW 인력		0.65	0.32	-4.12	< .001	

13 다중집단분석(Multi-Group Analysis, MGA)은 구조방정식모형(SEM)에서 자주 사용하는 방법으로, 동일한 모형을 여러 집단에 적용해 경로 계수가 집단 간에 통계적으로 차이가 있는지를 비교·검증하는 방법

14 본 연구에서는 과기정통부 「2023년 연구산업실태조사」(전체 연구산업 종사자의 26.3%가 석·박사급 인력)와 중기부 「2023년 중소기업기술 통계조사」(연구개발직 학력별 보유 비중 중 석·박사 인력이 전체 기업의 약 17.7% 차지) 결과를 고려하여 고급 R&D 인력 비중 ‘20%’를 경험적 기준값으로 설정하였으며, 향후 이론적·실증적 연구를 통해 해당 기준의 타당성을 검증하고 보완할 예정임

15 (SW 투자 → SW 인력) 및 (SW 신기술 → SW 인력) 경로를 제외한 다른 경로에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

## 5-1. 요약: DX 성과, '맞춤형 인재 전략'에서 시작

### ○ 국내 대규모 실증 데이터 분석을 통해 DX 성과의 핵심 요인과 구조적 관계 규명

- 「2024년 SW융합실태조사」 데이터를 기반으로 국내 1,126개 기업을 분석한 결과, DX 성과의 핵심 요인이 SW 투자·SW 신기술·SW 인력임을 재확인함
- 이 세 요인은 각각 독립적으로 DX 성과에 긍정적 영향을 주는 동시에 상호 보완적 관계를 형성함

### ○ 매개 및 조절 효과 분석을 통해 SW 인력의 구조적 중요성 검증

- (매개 효과) SW 인력은 SW 투자와 SW 신기술의 효과를 DX 성과로 연결하며, 총효과를 직접 효과 대비 약 1.4배 정도 확대시킴
- (조절 효과) 기업 내 고급 R&D 인력 비중은 자원 투입 효과의 강도를 달리하는 핵심 요인으로, 기업 특성에 따라 유효한 전략 경로가 달라짐

### ○ 따라서 DX 성공은 기업 및 정부의 '맞춤형 인재 전략' 수립에서 출발함

- (기업 측면) 기업은 인적 자원 구조와 DX 발전 단계에 따라 실무형 인재 역량 강화나 고급 R&D 인력 확보 및 유지 등 차별화된 전략을 수립해야 함
- (정부 측면) 정부는 기업 유형별 특성에 맞춰 실무형 인재 공급 확대와 고급 인재 연구개발 지원 등 맞춤형 정책을 설계해야 함

## 5-2. 정책적 시사점: 어떻게 DX를 위한 'SW 인재'를 확보할 것인가?

### ○ DX 성과의 핵심은 '사람', 문제 해결을 위한 기업과 정부의 유기적 노력 필요

- 성공적인 DX는 결국 '사람'의 문제로 귀결되며, 이는 기업과 정부, 나아가 사회 전체의 유기적 노력을 통해 해결 가능함
- 본 보고서는 이러한 분석 결과를 토대로, 기업과 정부 각각의 역할 및 양 주체 간 협력 방안에 대한 전략 방향을 제언함

### 5-2-1. 기업의 역할: 능동적인 SW 인재 경영 전략 수립

#### ○ 기업의 핵심 경쟁력(기술 도입·활용 효과 극대화 vs. R&D 기반 기술 개발)에 따라 '실무형 SW 인재 육성'과 '고급 SW 인재 확보'를 중심으로 차별화된 인재 경영 전략 추진

- (기술 도입·활용 중심 기업) '실무형 SW 인재'의 역량 강화에 집중
  - 현장 실무자를 대상으로 SW 신기술 'Re-skilling/Up-skilling' 교육 프로그램을 상시 운영 및 지원
  - 산학 연계를 통해 인턴십 및 현장 프로젝트 기반 학습 기회를 제공하여 실무형 인재의 현장 적응력과 활용 능력 강화
- (R&D 중심 기업) '고급 SW 인재'의 확보 및 유지를 최우선 과제로 설정
  - 파격적 보상과 자율적 연구 환경 보장해 최고 수준의 SW 인재가 연구에 몰입할 수 있는 환경 조성
  - 대규모 R&D 투자와 연구 인프라 확충을 통해 'SW 인재 친화적 R&D 생태계' 구축

## 5-2-2. 정부의 역할: 기업 맞춤형 SW 인재 정책 설계

### ○ 기업 유형별 특성을 고려해 '실무형 SW 인재 공급'과 '고급 SW 인재 R&D 활동 촉진'을 목표로 정교하고 차별화된 정책 지원 제공

- (기술 도입·활용 중심 기업 대상) 실무형 SW 인재의 원활한 공급 강화
  - 산업 현장 수요 기반의 SW 신기술 특화 교육 프로그램 및 아카데미 확대
  - 대학 및 훈련기관과 연계한 단기 맞춤형 재교육 및 역량 고도화 프로그램 지원
- (R&D 중심 기업 대상) 고급 SW 인재의 연구개발 활동 촉진
  - 석·박사급 고급 SW 인재의 장기 연구 프로젝트 참여 지원 및 연구 환경 개선
  - 우수 인재가 지속적으로 연구개발에 몰입할 수 있도록 연구인력 중심의 세제 혜택, 장학·펠로우십, 산학 공동 연구 인턴십 제도 확대

## 5-2-3. 정부와 기업의 협력: 'SW 인재 선순환' 생태계 공동 구축

### ○ 정부와 기업은 '산관(産官)협력 공동 R&D'와 '실전형 SW 인재 양성'을 두 축으로 협력하여 국가적 'SW 인재 선순환 생태계'를 공동 구축

- (공동 R&D 및 학습 인프라 구축) 연구개발 과정 자체를 인재 학습 및 성장 기회로 활용
  - 정부 예산과 기업 투자를 결합한 공동 펀드 및 컨소시엄을 통해 국가 핵심 SW 기술을 개발하는 동시에, 프로젝트 참여 인력에 최신 기술 역량을 습득할 수 있는 교육 및 훈련 기회를 제공
  - 개발 성과의 개방 및 공유와 산업계 인력 교류를 활성화하여, R&D 성과가 단순한 기술 혁신을 넘어 인재 역량 강화와 현장 학습 기회로 확산되도록 촉진
- (실전형 인재 양성 시스템 고도화) 산업 수요와 연계된 현장 중심 인재 양성
  - 기업은 실제 프로젝트 기반의 인턴십 및 현장실습 기회를 대폭 확대하여 차세대 SW 인재가 실무 경험을 통해 역량을 축적할 수 있도록 지원
  - 정부는 이를 산학 연계 학위 과정, 맞춤형 교육과정 등 고등교육 시스템과 연계하여, 이론과 실무 역량을 겸비한 인재 양성 체계를 구축

부록 1 관측변수 기술통계량 및 상관계수

기술통계량

관측변수	관측치(N)	평균	표준편차	최솟값	최댓값
SW 투자액(로그값)	1,126	2.417	2.821	.000	14.017
SW R&D 투자액(로그값)	1,126	1.583	2.970	.000	14.152
빅데이터 수준	1,126	.837	1.146	.000	3.000
클라우드 수준	1,126	1.280	1.265	.000	3.000
AI 수준	1,126	.591	1.067	.000	3.000
IoT 수준	1,126	.473	.979	.000	3.000
블록체인 수준	1,126	.320	.792	.000	3.000
SW 전문인력수(로그값)	1,126	2.145	1.354	.000	9.263
SW 전공자수(로그값)	1,126	.999	1.480	.000	8.011
SW 신기술인력수(로그값)	1,126	1.127	1.425	.000	8.318
전략·리더십	1,126	.000	.978	-2.044	2.636
기술·업무활용	1,126	.000	.972	-2.042	2.298
비즈니스·고객	1,126	.000	.968	-1.939	2.584
문화·실행체계	1,126	.000	.968	-1.896	2.854

상관계수

관측변수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. SW 투자액	1.000												
2. SW R&D 투자액	.531	1.000											
3. 빅데이터 수준	.380	.255	1.000										
4. 클라우드 수준	.248	.127	.579	1.000									
5. AI 수준	.290	.189	.684	.497	1.000								
6. IoT 수준	.208	.241	.392	.322	.454	1.000							
7. 블록체인 수준	.272	.178	.439	.339	.412	.389	1.000						
8. SW 전문인력수	.573	.490	.441	.330	.460	.385	.386	1.000					
9. SW 전공자수	.454	.384	.495	.404	.536	.413	.418	.772	1.000				
10. SW 신기술인력수	.556	.451	.565	.570	.569	.431	.489	.791	.752	1.000			
11. 전략·리더십	.338	.248	.325	.482	.297	.303	.278	.397	.432	.506	1.000		
12. 기술·업무활용	.396	.300	.475	.275	.422	.301	.242	.449	.447	.453	.626	1.000	
13. 비즈니스·고객	.387	.250	.344	.220	.267	.209	.309	.405	.373	.445	.667	.641	1.000
14. 문화·실행체계	.420	.256	.424	.365	.385	.275	.283	.459	.485	.526	.759	.781	.711

\* 주1: 상관관계가 0.01 수준에서 모두 유의(양측)

주2: 관측변수 간 상관계수는 모두 0.8 미만으로, 다중공선성의 우려는 크지 않은 것으로 판단됨

부록 2 DX 성과 관련 관측변수 및 측정 문항

관측변수	정의	문항 번호	측정 문항
전략·리더십	디지털 전환의 방향을 설정하고, 조직 전체를 통합적으로 이끌며 실행을 주도하는 리더십과 전략적 의사결정 역량	C1	(고객 이해) 디지털 전환 이해관계자를 식별하고 기대/요구 파악
		C2	(고객 경험) 고객 접점 및 구매부터 사용 과정 전반에서 디지털 경험 제공
		G1	(전략 수립) 전사 경영 전략에 부합하는 디지털 전환 전략 수립 또는 실행
		G2	(리더십) 디지털 전환 전문지식/경험/열정을 가진 경영진과 부서별 리더 확보
		C3	(고객 반응) 디지털 전환 과정/결과에 대한 내/외부 고객의 긍정적 평가
		O1	(직원 역량) 디지털 전환의 중요성을 이해하고 필요한 역량 확보
		O2	(파트너 역량) 협력업체가 충분한 디지털 전환 기술 또는 업무 역량 확보
		T2	(연결/통합) 프로세스 관리, 통신 기술로 상품과 업무 통합
		P4	(판매/전달) 제품(서비스) 판매나 유통에 디지털 기술 활용
		T5	(인프라/보안) 컴퓨터 HW/SW, 통신망, 클라우드 등 보호 체계 운영
기술·업무활용	디지털 기술과 자원을 다양한 업무에 효과적으로 적용해 운영 효율성과 혁신을 실현하는 실행 역량	P1	(R&D/기획) 기술 개발, 제품(서비스) 기획에 디지털 기술 활용
		P3	(생산/운영) 제품(서비스) 개발에 디지털 기술 활용
		P2	(구매/조달) 물적/인적/지적 자원(역량)의 구매/조달에 디지털 기술 활용
		P5	(사후 지원) 상품 판매 후 고객 지원 또는 유지보수에 디지털 기술 활용
		T6	(신기술) 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능 등 SW 신기술 도입 추진
		P6	(경영/지원) 경영 의사결정 및 현업 관리 또는 사무에 디지털 기술 활용
		T1	(아키텍처) 전사 차원 업무, 애플리케이션, 데이터, 기술 구조(로드맵) 확보
		T4	(데이터/분석) 다양한 데이터를 AI, 빅데이터 기술로 분석 또는 활용
비즈니스·고객	디지털 기술을 기반으로 고객 참여와 경험을 강화하고, 수익 모델과 자산을 통해 비즈니스 가치를 창출하는 경쟁 역량	V5	(부가가치 창출) 디지털 기술을 적용해 부가가치 창출을 위한 신사업 추진
		V4	(수익모델) 디지털 기술을 활용한 수익모델(예: 임대, 구독료, 수수료) 보유
		C4	(고객 참여) 디지털 상품/사업 개발부터 판매 과정에 고객이 참여
		V2	(디지털 자산) 디지털 상품에 투입할 디지털 자산(예: SW, 플랫폼(디지털화)) 보유
		V3	(부가 서비스) 고객에게 제공되는 디지털 부가 서비스 (예: 뉴스레터, SNS 채널 등) 보유
		V1	(디지털 상품) 매출 또는 긍정적 평판을 얻고 있는 디지털 제품(서비스) 보유
		G5	(예산/투자) 디지털 전환 추진을 위해 장/단기 예산 확보 및 균형 있는 투자
문화·실행체계	디지털 전환을 지속 가능하게 추진하기 위한 조직문화, 제도, 인프라 등 실행 기반을 체계적으로 운영하는 조직 역량	G4	(제도/절차) 디지털 전환 전략 수립 실행부터 실행에 필요한 제도 및 절차 공식화
		G6	(성과관리) 객관적인 성과지표로 전사 또는 사업별 성과관리 계획 수립 및 수행
		O4	(조직문화) 개방적/협력적 조직문화, '디지털 퍼스트' 분위기 조성
		O5	(교육) 디지털 전환을 위한 임직원 교육 실행
		O3	(조직구조) 단위 조직들이 '책임과 자율' 기조로 디지털 전환을 위해 긴밀하게 협업
		G3	(추진조직) 디지털 전환 전략을 수립·실행하고 현업부서를 연계하는 전담조직 운영
		T3	(지능/자동화) 지능형 SW, RPA, 로봇, 드론 등을 도입 또는 활용

부록 3 요인 분석 결과표

DX 성과 관련

항목	성 분				Cronbach's $\alpha$
	요인1 (전략·리더십)	요인2 (기술·업무활용)	요인3 (비즈니스·고객)	요인4 (문화·실행체계)	
C1	.875	.437	.625	.540	.944
C2	.873	.434	.693	.583	
G1	.816	.648	.444	.710	
G2	.815	.635	.565	.779	
C3	.815	.462	.763	.645	
O1	.803	.640	.506	.719	
O2	.786	.598	.540	.698	
T2	.757	.522	.467	.533	
P4	.718	.541	.500	.600	
T5	.632	.458	.315	.482	
P1	.562	.900	.505	.616	.942
P3	.619	.853	.639	.715	
P2	.581	.845	.580	.680	
P5	.618	.810	.617	.730	
T6	.542	.778	.604	.652	
P6	.444	.767	.505	.648	
T1	.588	.756	.639	.595	.933
T4	.548	.687	.647	.651	
V5	.543	.637	.845	.668	
V4	.515	.580	.844	.618	
C4	.647	.505	.830	.668	
V2	.603	.680	.814	.616	.953
V3	.541	.623	.812	.664	
V1	.531	.696	.774	.565	
G5	.656	.668	.679	.871	
G4	.730	.714	.640	.856	
G6	.653	.716	.647	.844	
O4	.690	.608	.703	.838	
O5	.613	.669	.663	.835	
O3	.794	.637	.650	.822	
G3	.745	.704	.640	.814	
T3	.589	.650	.721	.730	
고유값	19.268	2.022	1.536	1.020	
KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)					.976
Bartlett의 구형성 검정 (Bartlett's Test of Sphericity)					$\chi^2$ 38202.011
					df(p) 496(0.00)

\* 추출 방법: 최대우도  
회전 방법: 카이저 정규화가 있는 프로맥스

## SW 투자·SW 신기술·SW 인력 관련

항목	성분			Cronbach's $\alpha$
	요인1 (SW 신기술)	요인2 (SW 인력)	요인3 (SW 투자)	
빅데이터 수준	.842	.508	.430	.802
AI 수준	.793	.551	.327	
클라우드 수준	.689	.435	.284	
블록체인 수준	.536	.463	.308	
IoT 수준	.508	.456	.257	
SW 전문인력수	.539	.913	.696	.909
SW 신기술인력수	.719	.867	.660	
SW 전공자수	.622	.854	.546	
SW 투자액	.397	.545	.843	.693
SW R&D 투자액	.262	.475	.635	
고유값	5.026	1.319	.773	
KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)				.875
Bartlett의 구형성 검정 (Bartlett's Test of Sphericity)			$\chi^2$	6061.610
			df(p)	45(0.00)

\* 추출 방법: 최대우도

회전 방법: 카이저 정규화가 있는 프로맥스

## 참고문헌

## 1. 국내외 문헌

- 과학기술정보통신부·소프트웨어정책연구소(2024), 『SW융합실태조사』
- 노용진·노세리(2022), 『중소기업 내 스마트기술의 경영성과 효과』, 산업노동연구, 28(1), 135-168
- 송지환(2023), 『국내 기업의 디지털 전환 촉진을 위한 주요 요인 도출 및 실증 연구』, 소프트웨어정책연구소, 이슈리포트 IS-163
- 송지환(2024), 『디지털 전환 발전 유형에 따른 맞춤형 기업 지원 방안 연구』, 소프트웨어정책연구소, 이슈리포트 IS-181
- Aral, S., & Weill, P.(2007), IT assets, organizational capabilities, and firm performance: How resource allocations and organizational differences explain performance variation. *Organization Science*, 18(5), 763-780
- Barney, J.(1991), Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M.(2000), Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48
- Brynjolfsson, E., & McElheran, K.(2016), The rapid adoption of data-driven decision-making. *American Economic Review*, 106(5), 133-139

- Li, X., Feng, G., Shum, W. Y., & Chui, K. H.(2024), The impacts of digital transformation on labor income share: Evidence from China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 60(6), 1265-1280
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X.(2004), *Economic growth*(2nd ed.). MIT Press.
- Forth, P., Reichert, T., de Laubier, R., & Chakraborty, S.(2020), 『Flipping the Odds of Digital Transformation Success』. Boston Consulting Group
- Gartner.(2023), *Top strategic technology trends 2023*. Gartner Research
- Guo, F., Li, Y., Maruping, L. M., & Masli, A.(2023), Complementarity between investment in information technology(IT) and IT human resources: Implications for different types of firm innovation. *Information Systems Research*, 34(3), 1259-1275
- Melville, N., Kraemer, K., & Gurbaxani, V.(2004), Review: Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value. *MIS Quarterly*, 28(2), 283-322
- Oh, I., & Kim, J.(2023), Frontiers and laggards: Which firms benefit from adopting advanced digital technologies? *Managerial and Decision Economics*, 44(2), 753-766
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A.(2014), *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press

## 2. 보도 자료

- Consumer Technology Association(2023), 『CES 2023 innovation awards』
- eeNews Europe(2022.04.28.), “Bosch tops €4bn in Industry 4.0”
- Fortune(2025.07.14.), “Goldman Sachs doesn’t have to hire a \$180,000 software engineer—meet Devin, its new AI-powered worker”
- GeekWire(2021.04.28.), “More than a quarter of all Starbucks orders in the U.S. are now paid for with a smartphone”
- McKinsey & Company(2022.10.04.), “The CHIPS and Science Act: Here’s what’s in it”
- National Science Foundation (NSF)(2024.10.16.), “U.S. NAIRR pilot brings cutting-edge AI resources to researchers”
- Reuters(2016.01.16.), “Walmart merges tech teams in online push”, Reuters
- Starbucks(2023.11.02.), “What’s next? Starbucks unveils long-term growth strategy for a limitless future”
- Walmart(2016.08.08.), “Walmart agrees to acquire Jet.com, one of the fastest growing e-commerce companies in the U.S.”
- Walmart(2018.05.09.), “Walmart to invest in Flipkart Group, India’s innovative e-commerce company”
- Walmart(2018.07.17.), “Walmart establishes strategic partnership with Microsoft to further accelerate digital innovation in retail”