

대내외 구조적 변화의 한국경제 영향 연구

노동력 고령화에 대응한 디지털 전환 방향을 중심으로

이소라 · 김현석 · 이원복 · 민성환 · 김태훈 · 박성근 · 강성우 · 박나연
천가현 · 김정현 · 한정민 · 변창욱 · 홍성욱 · 전보경 · 이민주



대내외 구조적 변화의 한국경제 영향 연구

노동력 고령화에 대응한 디지털 전환 방향을 중심으로

이소라 · 김현석 · 이원복 · 민성환 · 김태훈 · 박성근 · 강성우 · 박나연 ·
천가현 · 김정현 · 한정민 · 변창욱 · 홍성욱 · 전보경 · 이민주

머리말

한국은 세계 수준의 기술경쟁력을 바탕으로 디지털 전환을 급격히 추진하고 있습니다. 그러나 동시에 노동력 고령화라는 도전에 직면해 있으며, 이는 미래 산업 구조와 경제 성장에 중요한 변수로 작용하고 있습니다. 노동력이 고령화됨에 따라 전통적인 산업은 물론, 디지털 기술을 수용하고 혁신하는 데에도 새로운 어려움을 맞이하고 있습니다. 이러한 상황에서 노동력 고령화와 디지털 전환 간의 상호작용을 이해하는 것은 국가 경쟁력 확보를 위해 필수적이며 사회적·경제적 준비가 필요합니다.

본 연구는 디지털 전환과 노동력 고령화라는 두 가지 큰 구조 변화 간의 상호작용을 분석하고, 산업별로 노동력 고령화가 디지털 전환에 어떠한 영향을 미치며 고령 근로자가 디지털 기술과 어떻게 상호작용하는지를 탐구하여 장기적 정책 방향을 제시하고자 합니다. 특히 기업 및 산업과 지역경제의 특성을 고려해 디지털 전환과 노동력 고령화 간의 관계를 조명함으로써, 디지털 혁신이 한국경제의 지속 가능한 성장 경로를 확보하는 데 기여할 수 있는 기초자료를 마련하고자 합니다.

본 보고서는 산업연구원의 2024년 중점 연구 과제로 수행되었으며 많은 분들의 수고와 도움이 있었습니다. 이소라 부연구위원의 책임하에 민성환 선임연구위원, 이원복 부연구위원, 박성근 연구위원, 김태훈 부연구위원, 김현석 부연구위원, 김정현 전문연구위원, 한정민 전문연구위원, 박나연 연구위원, 천가현 연구위원, 강성우 연구위원, 변창욱 선임연구위원, 홍성욱 선임연구위원, 전보경 연구위원, 이민주 연구위원이 공동으로 집필하였습니다. 본 보고서가 발간되기까지 원외 자문위원으로 건설적인 논평을 해주신 홍익대학교의 김지운 교수, 정보통신정책연구원의 최지은 연구

위원, 한국개발연구원의 김민정 연구위원, 경북대학교의 오종석 교수, 산업통상자원부 박석용 사무관님, 그리고 원내 자문위원으로 도움을 주신 이진면, 오영석, 오정현 박사님께 깊은 감사를 드립니다. 아무쪼록 본 보고서의 연구 결과가 정부, 학계, 업계 등 관계자 여러분에게 유익한 정보가 되기를 진심으로 바랍니다.

아울러 본 보고서의 내용은 연구진 개인의 견해로 산업연구원의 공식 입장이 아님을 밝힙니다.

2024년 12월

산업연구원장 권남훈

차례

머리말	3
요약	15
제1장 서론	31
1. 연구의 배경과 필요성	31
2. 연구의 개요	38
제2장 노동력 고령화 현상	40
1. 배경 및 현황	40
(1) 국제 비교	41
(2) 국내 산업별 현황	43
2. 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계 분석	54
(1) 연구 목적 및 선행연구	54
(2) 연구 방법 및 자료	59
(3) 실증분석 결과	64
3. 소결	71
제3장 디지털 전환 시대로의 진입	73
1. 한국의 디지털 전환 기술 현주소	73
(1) 국제사회에서 한국의 디지털 기술 수준	74
(2) 국내 산업별 디지털 기술 활용 현황	94
2. 디지털 전환의 정의	103
(1) 선행연구	104
(2) 디지털 전환의 정의	106

3. 디지털 전환의 기업별 성과 분석	112
(1) 분석 방법론과 분석 자료(기업활동조사)	114
(2) 분석 결과	121
(3) 결론	127
4. 소결	128

제4장 노동력 고령화와 디지털 전환 간 관계 조명

1. 디지털 전환 현황: 고령인력 기업	132
(1) 실태조사 목적 및 배경	132
(2) 디지털 전환 도입 및 기술별 수준	141
(3) 디지털 전환의 효과	145
(4) 소결	152
2. 노동력 고령화와 디지털 전환 기술 도입	153
(1) 연구 배경 및 선행연구	153
(2) 고령인력 기업의 디지털 전환 기술 도입 현황	155
(3) 디지털 전환 기술 도입 결정 요인 실증분석	158
(4) 소결	166
3. 디지털 자산과 고령 근로자 간의 대체성 분석	167
(1) 연구 배경 및 선행연구	168
(2) 데이터 구성	170
(3) 분석 방법론	177
(4) 분석 결과	179
(5) 소론	183
4. 지역의 노동력 변화와 지역경제의 디지털 전환	184
(1) 지역경제와 디지털 전환	185
(2) 지역의 노동력 추이와 소득 현황	186
(3) 제조업과 DX 관련 서비스업	194
(4) 지역의 DX 관련 서비스업 환경	200
(5) 소결 및 시사점	206

제5장 디지털 전환 인력 실태와 정책 리뷰	208
1. 디지털 전환 인력 및 교육·훈련 실태조사	209
(1) 디지털 전환 인력 현황과 인력 대체 경험	210
(2) 디지털 전환 교육·훈련	213
(3) 디지털 전환 전담 인력 및 직무 전환 교육·훈련	221
(4) 소결	230
2. 노동인구 구조 변화와 관련된 디지털 전환 정책 리뷰	233
(1) 디지털 전환 정책의 변천	234
(2) 노동력 고령화와 관련된 디지털 전환 정책의 운영 현황 및 한계	238
(3) 소결	253
 제6장 결론 및 정책 방향 제언	 257
1. 요약 및 시사점	257
(1) 연구 결과 요약	257
(2) 정책 시사점	262
2. 연구의 한계 및 향후 연구 방향	270
 참고문헌	 274
부록	283
Abstract	343

표 차례

〈표 1-1〉 한국판 뉴딜 정책	32
〈표 2-1〉 산업분류	44
〈표 2-2〉 제조업 연령대별 근로자 비중 추이	47
〈표 2-3〉 제조업 연령대별 고용보험 취득자 수 비중 추이	47
〈표 2-4〉 제조업 세부 산업 연령별 근로자 비중 추이	48
〈표 2-5〉 서비스업 연령대별 근로자 비중 추이	51
〈표 2-6〉 서비스업 연령대별 고용보험 취득자 수 비중 추이	52
〈표 2-7〉 서비스업 세부 산업 연령별 근로자 비중 추이	53
〈표 2-8〉 인구구조 변화가 노동생산성에 미치는 영향에 대한 선행연구	57
〈표 2-9〉 기초통계량	63
〈표 2-10〉 노동력 연령 분포(2007~2022년)	64
〈표 2-11〉 노동력 고령화가 노동생산성에 미치는 영향 및 경로	65
〈표 2-12〉 노동력 고령화와 노동생산성(제조업 대 서비스업)	68
〈표 2-13〉 노동력 고령화와 노동생산성(2015년 전후 비교)	70
〈표 3-1〉 CISCO 중소기업 디지털 성숙도 지수 평가 요소 및 분류 단계	79
〈표 3-2〉 CISCO 중소기업 디지털 성숙도 지수 주요 요소 비교	81
〈표 3-3〉 디지털 기술 평가 지표별 한국 순위	93
〈표 3-4〉 국내 디지털 기술 활용 실태조사	95
〈표 3-5〉 연도별 기업활동조사 분석 대상 기업 수	96
〈표 3-6〉 기업활동조사 4차 산업혁명 유형 및 기술	97
〈표 3-7〉 산업별 국내 디지털 기술 이용 현황(2022년)	99
〈표 3-8〉 디지털 전환의 정의에 대한 선행연구	105
〈표 3-9〉 주요 기관 및 국내외에서 바라보는 디지털 전환 핵심기술	110
〈표 3-10〉 디지털 전환의 예상 효과	114
〈표 3-11〉 분석 연도별 디지털 전환 기업 현황	116
〈표 3-12〉 업종별 디지털 전환 기업 현황	118

〈표 3-13〉 기업활동조사 내 4차 산업혁명 관련 기술 조사 문항(2022년 기준) …	118
〈표 3-14〉 연도별 디지털 전환 기업 기초통계량 ……………	119
〈표 3-15〉 연도별 디지털 미전환 기업 기초통계량 ……………	120
〈표 3-16〉 매칭 전후 기초통계량 비교(연도별 평균) ……………	122
〈표 3-17〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 제조업) ……………	124
〈표 3-18〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 서비스업) ……………	125
〈표 3-19〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 제조업) ……………	126
〈표 3-20〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 서비스업) ……………	126
〈표 4-1〉 디지털 전환 관련 실태조사 사례 ……………	134
〈표 4-2〉 조사 대상 산업 구분 및 응답 수 ……………	137
〈표 4-3〉 조사 개요 ……………	138
〈표 4-4〉 산업별 고령인력 기업 수 ……………	140
〈표 4-5〉 디지털 기술 첫 도입 시기 ……………	141
〈표 4-6〉 디지털 기술별 디지털 전환 활성화 수준 ……………	142
〈표 4-7〉 디지털 기술별 디지털 전환 활성화 수준(고령인력 기업) ……………	142
〈표 4-8〉 디지털 전환의 세부 효과 평가 및 목적(제조업) ……………	148
〈표 4-9〉 디지털 전환의 세부 효과 평가 및 목적(서비스업) ……………	149
〈표 4-10〉 고령인력 기업의 디지털 전환 세부 효과 평가 및 목적 ……………	151
〈표 4-11〉 시기별 주요 변수 관측치 및 비중 ……………	159
〈표 4-12〉 기초통계량 ……………	160
〈표 4-13〉 실증분석 사용 변수 ……………	163
〈표 4-14〉 디지털 전환 기술 도입 요인 분석(프로빗) ……………	164
〈표 4-15〉 디지털 전환 기술 도입 요인 분석(한계효과) ……………	165
〈표 4-16〉 산업별 자본 비중(2020년) ……………	175
〈표 4-17〉 산업별 노동 비중(2020년) ……………	176
〈표 4-18〉 비용함수 추정 결과 ……………	179
〈표 4-19〉 계수 추정 결과 ……………	180
〈표 4-20〉 대체탄력성 추정 결과 ……………	181
〈표 4-21〉 산업별 ICT 자본과 고령 근로자 간의 대체탄력성 ……………	183

〈표 4-22〉 국민계정 분류 DX 관련 서비스업 정의	197
〈표 4-23〉 표준산업분류 DX 연관 서비스업 정의	202
〈표 4-24〉 DX 연관 서비스업 권역별 분포	203
〈표 4-25〉 서비스업 주요 업종별 수도권과의 격차	203
〈표 4-26〉 DX 관련 서비스업의 수도권과의 격차	205
〈표 5-1〉 조사 개요	209
〈표 5-2〉 산업별 DX 인력의 연령 분포	212
〈표 5-3〉 연령대별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험	212
〈표 5-4〉 직무활동별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험	213
〈표 5-5〉 디지털 전환 교육·훈련의 수행 방식과 만족도	220
〈표 5-6〉 디지털 전환 교육·훈련의 애로사항	220
〈표 5-7〉 우리나라의 디지털 전환 정책 변천사	235
〈표 5-8〉 디지털 전환 정책 추진 전략별 예산 현황	240
〈표 5-9〉 우리나라 재직자 디지털 전환 역량 강화 정책 현황 및 평가	246
〈표 5-10〉 우리나라 디지털 격차 해소 정책 현황 및 평가	250
〈표 5-11〉 우리나라 지역 기반 디지털 전환 정책 현황 및 평가	252

그림 차례

〈그림 1-1〉 디지털 전환을 통한 혁신 과정 사례	33
〈그림 1-2〉 제조업 근로자 평균연령 및 연령별 근로자 비중(2011~2026)	34
〈그림 1-3〉 연령별 디지털 정보화 수준(2022년)	36
〈그림 1-4〉 본 연구 흐름도	39
〈그림 2-1〉 주요국 취업자 연령별 비중 추이	42
〈그림 2-2〉 주요국 취업자 50대 이상 비중 연평균 증가율 추이	42
〈그림 2-3〉 전 산업 근로자 평균연령 증가 및 연령대별 비중 추이	45
〈그림 2-4〉 제조업 근로자 평균연령 추이	46
〈그림 2-5〉 제조업 연령대별 근로자 비중 연평균 증가율 추이(2007~2023)	49
〈그림 2-6〉 서비스업 근로자 평균연령 추이	51
〈그림 2-7〉 서비스업 연령대별 근로자 비중 연평균 증가율 추이(2007~2023)	53
〈그림 2-8〉 인구성장률과 출산율(2007~2022년)	69
〈그림 3-1〉 국가별 디지털 경쟁력 순위	77
〈그림 3-2〉 한국의 IMD 국제경쟁력지수 평가 요소별 순위	78
〈그림 3-3〉 CISCO 중소기업 디지털 성숙도 지수 국가별 순위	80
〈그림 3-4〉 국가별 EIU 포용적 인터넷 지수 순위(한국)	84
〈그림 3-5〉 국가별 글로벌 AI 지수 순위(2023년)	87
〈그림 3-6〉 포틀란 연구소 네트워크 준비도 지수	89
〈그림 3-7〉 산업별 디지털 기술 활용 기업 비중 추이	101
〈그림 3-8〉 기업 규모별 디지털 기술 활용 기업 비중 추이	102
〈그림 3-9〉 기업의 디지털 전환 체계도	107
〈그림 3-10〉 디지털 전환을 위한 디지털 핵심기술 10가지	111
〈그림 3-11〉 PSM 전후 주요 변수 분포 변화	123
〈그림 4-1〉 제4장 연구 내용 구성	132
〈그림 4-2〉 50대 이상 근로자 비중에 대한 기업 분포도	140
〈그림 4-3〉 전체 투자 대비 DX 투자 비중(2023년 기준)	143

〈그림 4-4〉 디지털 전환 투자 주요 부문	144
〈그림 4-5〉 디지털 전환의 전반적 효과 평가	145
〈그림 4-6〉 고령인력 기업의 디지털 전환 효과 평가	146
〈그림 4-7〉 디지털 전환 도입 여부-50대 이상 종사자 비중	156
〈그림 4-8〉 고령인력 기업의 디지털 전환 도입 여부	157
〈그림 4-9〉 산업별 고령 근로자 비율과 ICT 자본 비용의 상관관계	177
〈그림 4-10〉 연령대별 지역별 노동인구 및 고령화 비율 추이(2010~2050년)	187
〈그림 4-11〉 수도권과의 소득 격차(실질 GRDP 기준)	188
〈그림 4-12〉 제조업 비중	190
〈그림 4-13〉 권역별 제조업 주요 산업 비중(2022년)	191
〈그림 4-14〉 권역 내 주요 산업의 비중 변화	193
〈그림 4-15〉 부문별 GDP 탄력성의 95% 신뢰구간	196
〈그림 4-16〉 제조업 내 중간투입 비중 추이	198
〈그림 4-17〉 제조업 부문별 최종수요 1단위 증가 시 받는 영향 추이	198
〈그림 4-18〉 제조업 업종별 DX 연관 서비스업 투입 비중	199
〈그림 4-19〉 DX 연관 서비스업과 서비스업의 제조업 생산유발계수	200
〈그림 4-20〉 DX 연관 서비스업과 서비스업의 제조업 부가가치유발계수	200
〈그림 5-1〉 전체 인력 중 DX 인력의 비중	210
〈그림 5-2〉 산업별 전체 인력 중 DX 인력의 비중	211
〈그림 5-3〉 디지털 전환 교육·훈련의 실시 비중(제조업과 서비스업)	214
〈그림 5-4〉 디지털 전환 교육·훈련의 미실시 이유	215
〈그림 5-5〉 디지털 전환 교육·훈련의 대상 연령	215
〈그림 5-6〉 디지털 전환 교육·훈련의 연령별 실시 요인	216
〈그림 5-7〉 디지털 전환 교육·훈련의 성과 달성도	218
〈그림 5-8〉 디지털 전환 교육·훈련의 성과 달성 요인	219
〈그림 5-9〉 현재 디지털 전환 직무 전환 교육 실시 여부	221
〈그림 5-10〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 견해(전체 기업)	222
〈그림 5-11〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 긍정적 이유(제조업)	223
〈그림 5-12〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 긍정적 이유(서비스업)	223

〈그림 5-13〉 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 선호하는 교육·훈련 과정	224
〈그림 5-14〉 선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(제조업)	224
〈그림 5-15〉 선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(서비스업)	225
〈그림 5-16〉 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 비선호하는 교육·훈련 과정	226
〈그림 5-17〉 비선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(제조업)	226
〈그림 5-18〉 비선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(서비스업)	227
〈그림 5-19〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 선호 순위	228
〈그림 5-20〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 선호 순위 기준	228
〈그림 5-21〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 비선호 순위(전체 기업)	229
〈그림 5-22〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 비선호 순위 기준(전체 기업) ..	229
〈그림 5-23〉 디지털 전환 정책으로의 패러다임 전환	236
〈그림 5-24〉 대한민국 디지털 전략과 AI·디지털 혁신성장 전략	237
〈그림 5-25〉 디지털 인재 양성 전략 주요 내용	241

요약



제1장 서론

팬데믹 이후 전 세계는 디지털 전환을 경제 성장과 산업의 핵심 동력으로 여기며 투자를 아끼지 않고 있으며, 한국도 디지털 뉴딜 정책을 통해 디지털 전환에 주력하고 있다. 이러한 과정에서 한국은 여타 국가와 다른 특징을 가지는데, 바로 고령화가 급속도로 심화되고 있다는 것이다. 이에 따라 근로자의 평균연령도 빠르게 상승하고 있는데, 이러한 ‘노동력 고령화’ 현상은 디지털 전환 과정에서 중요한 변수로 작용할 가능성이 높다. 특히 50세 이상의 고령 근로자는 높은 숙련도와 노하우를 지니고 있음에도 디지털 적응도가 낮아 디지털 전환이 그들의 생산성에 미치는 영향이 우려되는 상황이다.

이러한 배경을 바탕으로 본 연구는 노동력 고령화와 디지털 전환이 산업별 생산성에 미치는 영향을 분석하고 서로 간 상호작용을 조명하여 노동력 고령화를 고려한 디지털 전환 정책 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다. 먼저 한국 산업별로 노동력 고령화 현황과 이로 인한 노동생

산성의 변화를 살펴본 후 디지털 전환의 현황과 효과를 측정한다. 이후 상호관계를 기업, 산업, 지역 수준에서 검토하여 근로자 연령을 고려한 디지털 전환 정책의 시사점을 도출하고자 한다. 그리고 마지막으로 기업의 디지털 전환 인력 현황과 교육 실태를 살펴보고 현재 디지털 전환 정책을 검토함으로써 노동력 고령화를 반영한 디지털 전환 정책의 방향을 제시하고자 한다.

제2장 노동력 고령화 현상

우리나라의 생산가능인구는 2019년 정점을 찍은 후 감소 추세로 OECD 국가 중 고령화가 가장 빠른 속도로 진행 중이며, 진행 속도와 파급효과 등을 고려했을 때 인구구조 변화는 우리 경제가 직면한 중요한 과제라 할 수 있다. 인구구조 변화에 따른 노동력의 연령구조 변화는 산업 내 노동 요소에 영향을 미치는데, 이는 산업의 생산성 변화를 초래하는 등 경제·산업 전반에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 이에 제2장에서는 주요국의 노동력 고령화 추이와 국내 산업별 노동력 고령화 추이를 살펴보고, 산업 패널자료를 활용하여 산업별 연령구조의 변화가 노동생산성에 미치는 영향을 분석하였다.

주요국의 노동력 고령화 추이와 국내 산업별 노동력 고령화 추이를 살펴보면, 노동력의 고령화 현상은 세계적인 추세이며 특히 우리나라는 주요국 중에서도 노동력의 고령화가 빠르게 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 제조업과 서비스업 모두 50대 이상 근로자의 비중이 증가하여 평균연령이 꾸준히 상승하고 있으며, 평균연령의 상승 속도는 제조업보다 서비스업에서 더욱 빠른 것으로 나타났다. 특히 제조업을 4가지 산업

군으로 재분류하여 살펴보면(2007~2023년), ICT산업의 평균연령 상승 속도가 가장 빠른 한편 소재산업은 상대적으로 완만한 상승세를 보였고, 이들 산업 간 평균연령 증가율 격차는 지속적으로 확대되는 모습이다. 연령대별 근로자 비중 추이를 통해 제조업의 고령화를 살펴보면, 모든 제조업에서 30대 이하 근로자의 비중은 감소한 반면 50대 이상 비중은 큰 폭으로 증가하고 있다. 특히 기타 제조업, 그중에서도 의복·가죽·가방·신발산업의 50대 이상 비중이 가장 큰 폭으로 확대되었는데, 이는 기술 축적 등으로 장기간 근무할 수 있다는 점이 50대 이상 비중을 지속적으로 증가시켰을 가능성이 있다. 기계산업에서도 50대 이상 비중이 크게 증가하였는데 특히 자동차산업에서 50대 이상 비중이 큰 폭으로 증가하였으며, 이는 상대적으로 높은 고용 안정성의 영향으로 추측된다. 한편 ICT산업이 제조업 분류 중 평균연령이 가장 빠르게 상승하는 것은 해당 산업이 고위기술산업군에 속함에 따라 상대적으로 전문성이 요구되고 이로 인해 신규 인력보다 경력직 채용이 선호되는 현상으로 해석된다.

서비스업도 4가지 산업군으로 재분류하여 산업군별 평균연령 증가 추이를 살펴보면(2007~2023년), 근로자의 고령화 현상이 산업 전반에서 진행되고 있으며 특히 사회서비스업의 평균연령 증가 속도가 가장 빠른 것으로 확인된다. 서비스업 연령대별 근로자 비중 추이를 살펴보면, 개인서비스업을 제외한 모든 서비스업에서 30대 이하 근로자의 비중이 감소하고 40대와 50대 이상의 비중이 증가하는 추세이다. 연령대별 연평균 증가율을 살펴보면, 사회서비스업 근로자의 30대 이하가 -4.5%, 50대 이상이 8.8%로 증감 폭이 나머지 서비스업 분류보다 큰 것으로 나타난다. 사회서비스업 중 보건·사회복지서비스업에서 이러한 현상이 두드러지는데 이는 50대 이상 중장년층의 경우 재취업할 수 있는 가능성이

상대적으로 높은 영향으로 해석할 수 있다. 한편 근로자의 평균연령 상승이 가장 점진적으로 이뤄지고 있는 개인서비스업의 경우 30대 이하 비중 감소 폭이 다른 서비스업 분류 중 가장 작은 것으로 나타남과 동시에 40대 비중은 유일하게 감소하였는데(-10.4%포인트), 이는 상대적으로 진입장벽이 낮아 비교적 전문성이 낮은 30대 이하 근로자도 아르바이트 등의 형태로 해당 업종에 쉽게 진입할 수 있어 40대가 경쟁에서 불리한 위치에 놓이게 되었을 것으로 추측된다.

제2절에서는 인구구조 변화와 생산성의 관계성을 살펴보았다. 선행연구들을 살펴보면, 이 두 관계에 대해서 보편적으로 받아들여지는 개념이나 정형화된 사실은 없다. 생산인구의 고령화로 인한 산업현장 노동력 고령화 현상이 노동생산성에 미치는 영향은 시기, 국가, 산업구조 등에 따라 다양하게 나타난다.

본 연구에서 산업 패널자료를 활용하여 산업별 연령구조의 변화가 노동생산성에 미치는 영향을 분석한 결과, 노동력 고령화는 일반적으로 노동생산성에 부정적인 효과가 있는 모습을 보였다. 특히 40대 근로자 비중의 감소에 따른 노동력 고령화의 부정적 효과가 가장 큰 것으로 추정되었고, 그러한 효과는 40대 근로자와 50대 이상 근로자의 인적자본 축적의 차이와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 40대 대비 50대 이상 근로자 비중이 늘어날수록 평균적인 인적자본스톡이 줄어든다는 의미로 이는 출산율 감소가 노동력 연령 분포에 반영되어 40대 근로자 비중의 감소가 실현되면 노동생산성이 큰 폭으로 감소할 수 있음을 시사한다.

산업 간 차이를 고려한 경우 제조업에서의 효과가 서비스업보다 크게 나타났으며, 제조업에서는 인적자본뿐만 아니라 물적자본, 생산성 등 모든 경로가 중요한 역할을 하는 모습을 보였다. 이는 저출산, 고령화 등 인구구조 변화에 따른 노동력 고령화가 상대적으로 제조업에 더 부정적

인 영향을 줄 수 있으므로 그와 같은 부정적 영향을 최소화하기 위해 다양한 대응책을 마련할 필요가 있음을 의미한다.

마지막으로 노동력 고령화와 노동생산성이 2015년 이후에만 유의미하게 나타나는 모습을 통해, 2015년 이후에 인구구조 변화 외에 기업, 근로자 등의 행태나 환경에 주요한 영향을 끼친 변화 중 하나인 디지털 전환 역할의 가능성에 주목할 필요가 있다.

제3장 디지털 전환 시대로의 진입

코로나 팬데믹 시기에 각국 정부는 대면활동 기피로 얼어붙은 경제를 살려야 하는 문제에 봉착해 그 정답을 디지털 기술 활용을 통한 혁신인 디지털 전환에서 찾았으며, 각국에서는 무수히 많은 디지털 전환 정책을 발표하였다. 이에 제3장에서는 국제 비교를 통한 한국 디지털 전환의 현주소를 살펴보고, 국내 산업별 디지털 전환 현황을 검토하고 기업별 디지털 전환 성과 분석 결과를 제시하였다.

먼저 IMD의 '세계 디지털 경쟁력 순위', CISCO의 '중소기업 디지털 성숙도', EIU의 '포용적 인터넷 지수', 토터스 인텔리전스(Tortoise Intelligence)의 '글로벌 AI 지수', 포틀란 연구소의 '네트워크 준비도 지수' 등을 통해 세계 속에서 한국의 디지털 전환의 위치를 살펴보았다. 한국의 디지털 전환 수준은 다른 나라와 비교해서 상대적으로 높은 수준을 유지하고 있다.

하지만 국내 산업별 디지털 전환 현황을 살펴보면, 2022년 기준 디지털 기술을 활용하는 기업의 비중이 약 14% 정도에 머물러 민간의 디지털 전환은 더디게 일어나고 있음을 알 수 있었다. 산업별로는 ICT 제조업과 생산자서비스업에서 디지털 기술을 활용하는 기업의 비중이 높게

나타났으며, 기업 규모별로 살펴보았을 때는 규모가 큰 기업일수록 디지털 기술 활용 기업 비중이 높으며 시간이 갈수록 그 비중이 빠르게 증가함을 알 수 있었다.

국내외 비교를 통해 한국의 디지털 전환을 살펴보았을 때, 한국의 디지털 전환은 정부 주도성이 강하게 나타났으며 법·제도의 개선과 디지털 인재 확보가 필요한 것으로 나타났다. 이러한 부분들은 낮은 민간투자로 나타나며 기업의 투자를 장려하기 위해서는 기업의 특성에 맞는 디지털 전략 수립 지원을 강화할 필요가 있다.

3절에서는 디지털 전환의 기업 성과에 관한 실증분석을 DID 방식으로 수행하였다. 선행연구에서 선택편의로 인한 내생성이 강조된 바 있어 본 분석에서는 성향점수매칭을 우선적으로 수행하여 디지털 전환 기업과 유사한 대조군을 추리고, 이에 대해 Borusyak et al.(2024)의 DID 분석을 수행하였다. 이를 통해 서로 다른 시점의 처치효과에 대한 분석이 가능하였다. 분석을 위해 2017년부터 2022년까지의 기업활동조사를 이용하였다. 선행연구들과 본 분석의 차이점은 자료 구축과 관련하여 신규 디지털 전환 기업들을 정의하고 이들을 대상으로 매칭 및 분석해 보다 강건한 결과를 얻을 수 있었다는 점이다.

기업활동조사 자료를 이용한 디지털 전환 성과 분석 결과를 종합하면, 대부분의 산업에서 기업 매출이 상승하였으며 산업에 따라(일반기계와 생산서비스업) 디지털 전환의 고용 대체효과가 복원효과보다 큰 것으로 나타났다. 즉, 디지털 전환의 기업 성과에 대한 긍정적 영향이 확인되나 고용의 부정적인 영향이 존재하는 것으로 밝혀져 이에 대한 자세한 원인 분석과 정책 지원이 필요해 보인다.

제4장 노동력 고령화와 디지털 전환 간 관계 조명

제4장 1절에서는 기업 수준의 근로자 연령구조를 고려하여 국내 산업별 디지털 전환 실태를 파악하였다. 그리고 응답기업 중 50대 이상 근로자의 비중이 40% 이상인 기업을 ‘고령인력 기업’으로 정의하고 고령인력 기업이 디지털 전환과 관련된 특징이 있는지 별도로 살펴보았다.

기업들의 디지털 기술 첫 도입 시기는 대부분 2019년 이전인 가운데, 고령인력 기업들의 경우는 이 시기 외에 2023년 또한 2순위를 차지해 상대적으로 최근에도 디지털 기술 도입에 적극적인 것으로 나타났다. 그러나 디지털 기술 도입이 상당 기간 진행되었음에도 불구하고 기업들이 경영활동에 활용하고 있는 디지털 기술의 수준이 초기 구축 단계를 넘어 확산 구축·구축 완결·고도화 단계(활성화)에 이른 디지털 기술은 거의 ‘클라우드 컴퓨팅’에 집중되어 있어 다양성이 떨어지는 것으로 나타났다. 그나마 일부 세부 산업에서 디지털 기술 전환의 다양성을 보였는데, 제조업 중 기계산업군은 클라우드 컴퓨팅과 플랫폼 외에도 미미하지만 인공지능, 로봇틱스, IoT 등 여타 기술의 디지털 전환도 진전되는 모습이었다.

한편 기업들의 디지털 전환 투자는 전체 투자 중 3%대 초반을 차지하였는데 서비스업이 제조업보다 다소 높았고 산업별로는 차별화 양상을 보였다. 제조업 중에서는 앞서 디지털 기술 수요의 다양성을 보인 기계산업군에서 디지털 전환 투자가 상대적으로 높았으며, 서비스업 중에서는 개인서비스에서 디지털 전환 투자가 가장 높았다. 고령인력 기업들의 디지털 전환 투자 비중은 전체 기업들의 결과보다는 전반적으로 다소 높게 나타나, 최근에도 디지털 기술 도입에 적극적인 행보를 보이는 것과는 맥을 같이하고 있다.

디지털 전환의 효과에 관한 설문에서는 모든 산업에서 다소 긍정적으로 평가했고, 특히 제조업은 소재산업에서, 서비스업은 개인서비스에서 긍정적인 평가가 더 많았다. 고령인력 기업들 대상으로는 ICT산업과 유통서비스에서 디지털 전환의 효과를 대체로 낮게 평가하고 기계산업과 사회서비스에서 약간 더 긍정적으로 평가한 점이 차별적 특징으로 보인다. 디지털 전환의 세부 효과들과 관련해서 산업별 전체 기업들에서는 서비스업보다 제조업에서, 고령인력 기업들은 제조업보다 서비스업에서 다양한 효과를 거두고 있는 것으로 나타났다. 내부 업무 효율성과 조직경영·관리 효율화 등의 효과를 긍정적으로 평가한 점은 모든 조사 대상에서 공통적으로 나타나는 현상이다. 이와 함께 제조업 전체 기업들은 생산공정 최적화와 각종 비용 절감 등을, 서비스업의 고령인력 기업들은 각종 비용 절감과 노동생산성 향상 등 효과를 긍정적으로 평가하였다. 이를 디지털 전환 도입의 목적에 관한 응답 결과와 비교해 보면, 디지털 전환 도입의 목적 역시 이런 효과에 많이 응답하면서 기업들이 디지털 전환 도입의 우선순위 목적에 부합하는 성과를 충분히 거두고 있는 것으로 조사되었다. 다만 디지털 전환의 목적이나 효과가 소수 항목에 편중되어 있다는 점에서 디지털 전환 도입으로 가능한 여타 효과들에 관한 인식을 확산시키는 노력이 필요해 보인다.

제2절에서는 산업 내 인구 고령화가 기업의 디지털 전환 기술 도입에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다. 디지털 전환은 기업의 생산성과 효율성을 높일 수 있는 잠재력이 있다고 알려져 있으며, 이에 따라 고령화된 기업들이 디지털 기술을 어떻게 도입하는지 구체적으로 살펴보았다.

본 절에서는 실태조사 자료와 한국평가데이터(KoDATA)의 재무 데이터를 결합하여, 조건부 프로빗 모형을 활용해 디지털 전환 도입 여부를 종속변수로 설정하였다. 주요 설명변수로는 고령인력 기업 여부, 매출

액, 유형자산, 기업 규모 및 산업 구분(제조업·서비스업)을 포함하였으며, 분석 시기를 팬데믹 이전(2020년 이전), 팬데믹 기간(2020~2022년), 팬데믹 이후(2023년 이후)로 구분하여 각 시기의 차이를 분석하였다.

분석 결과 팬데믹 이전에는 매출액이 높고 대기업일수록 디지털 전환 도입 가능성이 높았으나, 고령인력 기업의 디지털 전환 도입 가능성은 상대적으로 낮은 경향을 보였다. 팬데믹 기간에는 매출액이 높은 기업에서 오히려 디지털 전환 도입 가능성이 감소하는 경향이 나타났으며, 고령인력 기업의 도입 가능성 역시 여전히 낮은 것으로 나타났다. 팬데믹 이후에도 이러한 패턴이 지속되었으며, 고령화 여부와 디지털 전환 도입 간의 부정적 상관관계는 통계적으로 유의미하게 유지되었다.

이러한 결과는 고령화된 기업들이 디지털 전환을 추진하는 데 보다 전략적인 접근이 필요하며 기업의 지속 가능한 성장을 위해 장기적 관점에서 체계적으로 디지털 전환을 계획하는 것이 중요함을 시사한다.

제3절에서는 디지털 전환을 위한 ICT 자본과 노동 간 보완성(Complementarity) 혹은 대체성(Substitutability) 여부를 검증하였다. 결합비용함수를 이용하여 네 가지 투입물(ICT 자본, 비ICT 자본, 고령 근로자, 비고령 근로자)의 교차탄력성을 추정하였다. 주요 분석 결과로 ICT 자본은 고령 근로자와 대체관계에 있으며 시간에 따라 대체성이 하락하고 있는 것으로 나타났다. 비고령 근로자와는 교차탄력성이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 추정되었다. 또한 비ICT 자본과 근로자의 관계는 보완관계에 있는 것으로 추정되었다. 산업 노동자 고령화와 디지털 전환에 관한 연구는 아직 초입 단계로 활발히 이루어지지 않고 있으며, 이 둘의 대체성을 분석하는 초기 연구라는 점에서 큰 의의가 있다. 본 연구의 결과는 디지털 전환이 산업별·연령별 노동에 미치는 영향을 추정함으로써 이를 통해 산업 고령화 해결을 위한 디지털 전환 지원 정책의 시사점을 도출할

것으로 기대한다.

제4절에서는 지역 고령화 현상과 디지털 전환의 관계를 살펴보았다. 한국의 지역경제는 인구구조 변화와 노동력 고령화로 인해 특히 비수도권에서 경제적 활력이 약화되고 있으며, 제조업 의존도가 높은 동남권과 호남권에서는 이러한 문제가 더욱 심각하다. 제조업의 디지털 전환이 필수적인 상황에서 디지털 전환 관련 서비스 기업들이 지방에 자리 잡지 못해 지방경제의 지속 가능성과 성장 잠재력이 제약받고 있다.

이를 해결하기 위해 지역 제조업의 특성에 맞춘 디지털 전환과 서비스화가 필수적이며, 특히 디지털 전환이 제조업의 혁신적 성장을 촉진하도록 DX 관련 서비스업체와의 협업 환경을 조성해야 한다. 또한 오랜 제조 경험과 기술을 보유한 고령 근로자들이 디지털 기술에 적응할 수 있도록 재교육과 지원이 필요하며, 이를 통해 디지털 전환과 전통 제조업 간의 협력을 강화하고 지역 제조업의 경쟁력을 높이는 정책적 노력이 요구된다.

제5장 디지털 전환 인력 실태와 정책 리뷰

제5장 1절에서는 디지털 전환 인력의 연령구조 및 디지털 전환 교육·훈련의 실시 여부, 대상 연령, 성과 및 견해와 그 이유 등에 대한 응답 결과를 분석하였다. 그 결과 응답기업 전체 인력 중 디지털 전환 인력이 차지하는 비중은 제조업 약 30%, 서비스업 약 22%로 나타났고, 제조업 DX 인력 중 50대 이상 근로자 비중은 약 22%, 서비스업은 약 19%로 나타났다. DX 인력의 연령 분포는 산업에 상관없이 30대와 40대 비중이 상대적으로 높게 나타났고, 50대 이상의 비중은 제조업이 서비스업보다 높

은 가운데 예외적으로 사회서비스업이 약 45%로 제조업 및 전체 평균보다 대략 2배 정도 높았다. 디지털 기술 도입에 따른 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험의 경우, 연령대별로는 30대 단축·대체 경험이 약 80%로 가장 높았고 40대 이상 단축·대체 경험이 그다음으로 높았다. 직무활동별로는 제조업, 서비스업 모두 회계/원가관리 업무, 인사/급여 관리 업무, 영업/마케팅 순으로 높았고 이외에 제조업은 생산·물류·품질·구매/자재관리 업무, 서비스업은 고객센터 업무 단축·대체 경험 비중이 상대적으로 높았다.

디지털 전환의 교육·훈련에 관한 설문에서는 디지털 교육·훈련을 실시하고 있는 기업들이 매우 미미(약 10%대 비중)하여 디지털 전환 교육·훈련의 필요성이나 중요성에 대하여 크게 인식하고 있지 않은 것으로 보인다. 디지털 전환 교육·훈련의 대상 연령으로는 30~40대 연령층에 집중되어 있고, 50대 이상의 고령층에 대해서는 매우 미흡한 것으로 조사되었다. 디지털 전환 교육·훈련의 연령별 성과 달성도와 관련해서는 제조업의 경우 모든 연령대에서 기대 대비 평균 50% 이상의 성과를 응답한 반면에, 서비스업은 30대를 제외한 대부분 연령대에서 50% 미만의 저조한 성과를 응답하였다. 제조업에서는 디지털 전환 교육·훈련의 성과가 충분히 있다는 점에서 디지털 전환 교육·훈련의 필요성을 더욱 인지시키도록 하고, 서비스업에서는 디지털 전환 교육·훈련의 성과가 상대적으로 저조하다는 점에서 디지털 전환 교육·훈련의 성과를 높일 수 있는 기반 마련이 필요해 보인다. 한편 제조업과 서비스업 모두에서 다양한 형태의 디지털 전환 교육·훈련을 수행하고 있지만, 많은 기업들이 디지털 전환 교육·훈련에 따른 실질적인 성과를 거둘 수 있는 프로그램 마련이나 인프라 기반 구축 등을 위한 노력이 필요하다.

기업들은 현재 약 95%가 디지털 전환 직무 전환 교육을 실시하지 못

하고 있지만, 비디지털 전환(DX) 인력에 대한 디지털 전환 직무 전환 교육의 필요성에 대해서는 압도적인 비율로 공감하고 있었다. 다만 50대 이상에 대한 교육 필요성은 제조업과 서비스업 모두 타 연령층 대비 상대적으로 낮았는데, 제조업에서 두드러져 부정적 견해가 43.4%나 차지하였다. 이렇듯 디지털 전환 직무 전환 교육에 대해 공감하는 이유는 높은 실무 적용성과 경력 부족 보완이 가능하기 때문이며, 선호하는 교육·훈련 과정은 제조업과 서비스업 모두 사내 교육·훈련을 꼽았다. 이는 사내 교육·훈련 과정이 접근의 용이성과 기업에서 요구하는 프로그램 제공 측면에서 선호도를 보였기 때문이다. 반면 비선호하는 교육·훈련 과정은 제조업과 서비스업 모두 사설 교육기관을 우선 꼽았는데, 그 이유로는 비용이 가장 컸으며 다음으로 접근의 용이성을 꼽아 선호 이유와는 반대였다. 이로 미루어 볼 때 기업들은 교육 내용이나 교육기관의 신뢰성보다 사외 교육 비용과 업무 시간에 영향을 덜 미치면서도 일·학습 병행이 가능한 선택지를 우선시하는 것으로 판단된다.

한편 디지털 전환 신규 전담 인력 채용에서는 대체로 전공, 연령, 경력을 재교육, 비용보다 중시하는 것으로 나타났다. 제조업과 서비스업 모두 20~30대의 전공·경력자를 가장 선호하였으며, 50대 이상의 경우는 전공·경력자라도 선호 비중이 극히 낮았다. 이는 비선호 순위에서도 나타나는데, 제조업과 서비스업 모두 50대 이상 비DX 인력이 가장 높고, 이어 50대 이상 DX 인력으로 나타나 연령이 가장 큰 변수인 것으로 보인다.

제2절에서는 디지털 전환 인력 정책을 검토하였다. 정부는 디지털 인프라와 생태계를 구축한 이후 디지털 역량 강화에 주력해 왔으며, 특히 코로나19 이후 초일류 경쟁우위 확보, 디지털 기술을 통한 체질 개선, 민간 주도의 참여 유도를 중심으로 정책 패러다임을 전환하였다. 이와 같

이 디지털 전환 정책은 저출산과 고령화의 환경 변화에 대응하여 전방위적인 혁신을 도모하는 수단으로 재설계되고 있다.

그러나 실제 정책 운영 현황을 분석한 결과, 이러한 정책 패러다임 변화가 충분히 반영되고 있다고 보기에는 어려운 측면이 있다. 디지털 인재 양성 정책이 학령인구 교육과 청년층 취업 중심으로 추진되고 있어 노동력 고령화 문제를 해소하기에는 한계가 있다. 따라서 디지털 전환 정책이 전 세대를 포괄하며 경제적·사회적 혁신을 촉진하려면 중·고령층을 대상으로 한 재직자 교육, 디지털 격차 해소, 지역 기반 정책을 보다 구체화해야 한다.

첫째, 중·고령층 재직자 대상 디지털 전환 교육과 관련해 이들이 실제로 참여할 수 있는 교육 환경을 조성하고 정책 실효성을 높여야 한다. 둘째, 디지털 격차 해소 정책은 사회적 약자 지원이 아니라 중·고령층 경제활동 참여를 확대할 수 있는 방향으로 포괄해야 한다. 셋째, 지역 기반 디지털 전환 정책은 노동력 고령화로 인해 애로를 겪는 전통산업을 지원하고 중·고령층의 창업, 프로젝트 참여 기회를 확대하는 방향으로 보완되어야 한다. 이처럼 노동력 고령화의 부작용을 해소하고 중·고령층이 디지털 전환 경제의 핵심적인 주체로 역할을 할 수 있도록 정책이 뒷받침되어야 한다.

제6장 결론 및 정책 방향 제언

본 연구는 한국이 직면한 두 가지 주요한 구조적 변화, 즉 디지털 전환과 노동력 고령화의 산업별 영향과 상호관계를 분석하여, 노동력 고령화를 고려한 디지털 전환의 정책 방향과 산업정책 설계에 필요한 기초자

료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 연구 결과 한국은 노동력 고령화가 가속화되고 있는 상황이며 이는 노동생산성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 반면 한국의 디지털 전환 수준은 국제적으로는 높지만 국내 산업별로는 아직 미진한 상태로 보인다. 디지털 전환에 따른 기업 성과 분석 결과 매출이 상승하는 효과를 보이나 산업에 따라서는 고용이 감소하는 효과를 동반하기도 한다.

다음으로 노동력 고령화와 디지털 전환 간의 상호작용을 살펴본 결과, 고령인력 기업의 디지털 기술 활용의 다양성이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 이를 뒷받침하듯이 고령인력 기업들의 디지털 기술 도입 확률이 비고령인력 기업에 비해 낮아 노동력 고령화가 디지털 전환에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 디지털 자산과 50대 이상 고령 근로자의 대체성이 높게 나타나 고령 근로자에 대한 정책이 필요함을 시사한다. 지역 분석에서도 비수도권의 고령화가 심화되고 디지털 전환 수준 역시 수도권에 비해 낮게 나타나 수도권과 비수도권의 지역 고령화 격차가 커지고 있음을 알 수 있었다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 본 연구에서는 네 가지의 정책 시사점을 제시하였다. 첫 번째는 디지털 전환 인재 정책의 대상 범위와 프로그램을 확대할 필요가 있다는 것이다. 현재 디지털 인재 양성 정책은 주로 젊은층을 대상으로 이루어지고 있으며, 중장년층을 위한 디지털 교육 정책은 기초 수준에 머무르고 있다. 재직자를 대상으로 한 디지털 전환 정책 역시 단기 경력자를 대상으로 하고 있어 상대적으로 고령 근로자의 디지털 전환 훈련이 부재한 상황이다. 그러나 빠르게 고령화 되어 가는 사회에서 중·고령 근로자를 배제하는 정책 범위는 장기적으로 생산성 하락을 가져올 수 있으므로 정책 대상 범위를 중·고령 근로자까지 확대할 필요가 있다.

두 번째로 기업은 자신이 속한 산업 및 기업 특성에 따라 디지털 전환 경로를 설정할 필요가 있고 여기에 정부 지원이 필요하다는 것이다. 산업별로 필요한 디지털 기술 수준은 상이하며 활용 수준 역시 다르다. 기업의 연령구조에 따른 특수성이 존재하며 기업 규모에 따라 가용 자원에 차이가 존재한다. 효율적인 디지털 전환 정책을 위해서 정부는 산업별 디지털 전환 요구와 기업의 특성을 반영하여 기업의 디지털 전환 경로를 설정하고 이에 따라 적절한 재정 및 인력 등을 지원할 필요가 있다.

세 번째로 기업의 근로자를 위한 디지털 전환 교육·훈련을 장려하는 정책이 필요하다. 정부가 설계하는 디지털 전환 교육은 한계가 존재한다. 산업 수준에 맞는 디지털 역량을 기르기 위해서 가장 효과적인 방법은 기업이 맞춤형 훈련을 제공하는 것이다. 기업은 잔여 근무 기간이 짧은 중·고령 근로자를 교육할 유인이 적다. 하지만 인구 고령화 지속이 전망되며 고령층의 경제활동 기간이 늘어나는 상황에서 국가적으로 중·고령 근로자들의 디지털 전환 역량 강화는 사회적 비용을 감소시킬 수 있는 이점이 있다. 이러한 기업의 장애 요인을 고려하여 기업이 중·고령 근로자를 교육 및 훈련시킬 수 있도록 충분한 인센티브를 제공할 필요가 있다.

마지막으로 중·고령 근로자가 디지털 취약계층이라는 인식을 개선할 필요가 있다. 이러한 인식은 기업과 정부로 하여금 중·고령 근로자를 디지털 환경에서 배제시키는 결과를 가져온다. 노동력 고령화가 심화되는 상황에서 중·고령층의 디지털 전환 가능성을 저평가하는 것은 디지털 전환 촉진에 도움이 되지 않는다. 오히려 중·고령 근로자의 디지털 잠재력을 재평가하고 참여를 유도하여 디지털 역량 강화에 힘써야 할 것이다.

제1장 서론



1. 연구의 배경과 필요성

한국의 경제와 산업은 팬데믹 이후 가속화된 대내외 구조적 변화에 직면하고 있으며, 그중 가장 중요한 흐름은 전 세계적인 디지털 전환이라고 할 수 있다. 비대면 문화의 확산을 초래한 코로나19 상황과 경험은 디지털 문화와 상품에 대한 사회적 수요를 자극하여 디지털 전환 등의 구조적 변화를 가속하는 역할을 하였다.

주요국은 코로나 팬데믹 이후 디지털 전환 정책을 강화하였으며, 앞다투어 디지털 전환 투자를 늘려 디지털 경제 성장을 이끌고 있다. 우리나라 역시 국가적 어젠다를 가지고 디지털 전환을 준비하고 있다. 2018년 이후 D.N.A(Data, network, AI) 투자를 기반으로 하는 성장 전략을 마련하였고, 코로나 시기를 지나며 2020년 뉴딜 정책의 한 축으로서 ‘한국판 뉴딜 종합계획’과 2021년 ‘디지털 뉴딜 2.0’ 정책을 발표하였다.¹⁾

1) 한국판 뉴딜 종합계획에서 디지털 뉴딜은 그린 뉴딜과 함께 중요한 혁신성장의 한 축을 담당하고 있으며, D.N.A를 중심으로 하는 데이터 경제 활성화와 개인 및 사회의 디지털 포용

〈표 1-1〉 한국판 뉴딜 정책

	한국판 뉴딜 1.0(2020년)	한국판 뉴딜 2.0(2021년)
주요 목표	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 인프라 확충 · 데이터 경제 활성화 · 디지털 포용 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 뉴딜 1.0의 확대 및 심화 · 신기술 및 초연결 신산업 육성 · 디지털 포용 사회 구현
중점 과제	<ul style="list-style-type: none"> · 데이터 댐 구축 · 5G 인프라 확대 · SI와 빅데이터 활용 	<ul style="list-style-type: none"> · 지능형 정부 · 비대면 인프라 고도화 · 디지털 혁신 인재 양성
혁신 분야	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 시티 · 스마트 공장 · 자율주행차 	<ul style="list-style-type: none"> · 전자정부 · 스마트 행정 서비스 · 디지털 의료 및 교육
추진 전략	<ul style="list-style-type: none"> · 공공 및 민간 데이터 활용 촉진 · 5G 기술 기반 산업 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · 정부 서비스 효율성 증대 · 혁신적인 교육 모델 개발 · 개인정보 보호 정책 강화

자료: 기획재정부(2021), 관계부처합동(2020).

주요국을 비롯해 한국이 디지털 전환에 투자하는 이유는 디지털(Digital)이 사회 혁신의 기반으로 여겨지기 때문이다. 한국은 디지털 전환을 둔화하고 있는 한국경제 성장의 새로운 동력원으로 기대하고 있다. 즉 한국 정부는 디지털 전환을 하나의 혁신 전략으로 사용하여 국가 전체의 효율성과 생산성의 획기적 향상을 기대하고 있다. 디지털은 일상의 단편적인 변화가 아니라 사회 전반에서 모든 혁신의 기본이 되는 시스템의 변화를 의미한다.²⁾ 디지털은 통신 네트워크, 컴퓨터, 소프트웨어 등 다양한 기술의 진화를 기반으로 정보 공유를 통해 프로세스의 생산성을 높이는 방향으로 발전한다. 예를 들면 디지털 전환을 적용한 기

력을 높이는 것을 목표로 한다. 2021년 발표된 한국판 뉴딜 2.0에서는 뉴딜 1.0에서 시작된 D.N.A. 생태계를 강화하고 데이터 활용을 사회·경제적으로 확대하려는 목적을 가지고 교육, 의료 분야 등에 디지털 기술을 적용하여 비대면 인프라를 고도화하는 시도를 하고 있다. 무엇보다 D.N.A. 확산을 통한 지능형 정부 및 스마트 행정 서비스 제공을 목표로 민간뿐 아니라 정부의 디지털 전환을 시도하는 것을 특징으로 한다.

2) 과학기술정보통신부(2022).

〈그림 1-1〉 디지털 전환을 통한 혁신 과정 사례



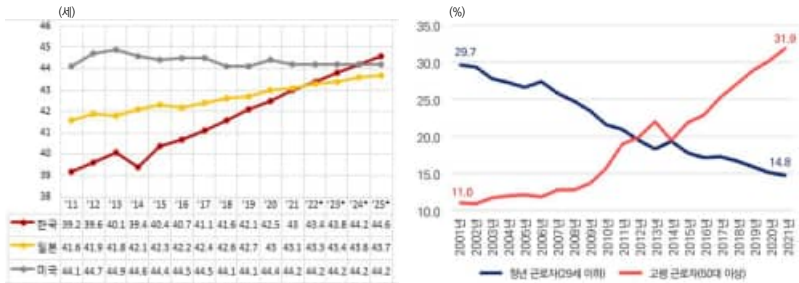
자료: Littlefield(2016).

업들은 자동화와 인공지능을 활용하여 프로세스를 간소화하고 비용을 절감할 수 있으며, 중소기업이라도 온라인 플랫폼과 물류를 통해 글로벌 시장에 접근이 가능해진다. 이뿐만 아니라 데이터를 수집, 저장, 분석하여 고객 및 시장 현황에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 이러한 정보를 바탕으로 혁신을 주도할 수 있게 된다.

전 세계가 디지털 전환 정책을 추진하고 있는 가운데, 한국은 다른 나라와 다른 특수한 상황에 놓여 있다. 바로 급속한 인구 고령화이다. 한국은 유례없이 빠른 고령화 속도를 경험하고 있다. 한국의 65세 이상 인구 비율은 2000년 7.2%에서 2022년 17.5%로 약 10.3%포인트 증가³⁾하였으며, 우리나라의 인구구조는 점차 ‘역(逆)피라미드형’으로 변화하고 있다. 인구 고령화는 사회, 경제, 문화 등 다양한 분야에 영향을 미친다. 그중

3) OECD data-explorer(접속일: 2024. 6. 18).

〈그림 1-2〉 제조업 근로자 평균연령 및 연령별 근로자 비중(2011~2026)



자료: 전국경제인연합회(2022), p. 3.

주: 2011~2021년은 실제값, 2022~2025년은 평균연령의 연평균 증가율에 근거한 추정치.

경제적인 측면을 살펴보면 고령인구의 증가는 복지 및 의료비 증가, 노동인구 감소, 소비패턴 변화 등 다양한 부문의 변화를 가져올 것으로 예상된다.

본 연구는 인구 고령화 중 노동 공급 측면에 초점을 맞춰 연구를 진행한다. 특히 취업자 혹은 근로자의 고령화(이하 '노동력 고령화')를 중점적으로 다룬다. 그 이유는 한국의 노동력 고령화 역시 빠르게 진행되고 있으며, 경제 성장에 중요한 요소이기 때문이다. 한국의 제조업 근로자 평균연령은 2021년 43.0세를 넘어섰으며, 그 상승 속도가 미국과 일본에 비해 현저히 빠르게 나타난다. 특히 50대 이상인 고령 근로자의 비중이 급격히 높아지고 있는 추세이며, 2012년에 이미 청년 근로자(29세 이하)의 비중을 넘어섰다(〈그림 1-2〉 참고). 이에 한국 사회에서는 노동력 고령화에 대한 우려의 목소리가 높아지고 있다.

사실 노동력 고령화에 대해서는 최근까지 일관된 시각이 확립되지 않고 있다. 우선 부정적 시각의 근거는 노동력 고령화가 노동생산성 하락의 가능성을 수반하면서도 고위직이나 경력직으로서 기업의 인건비를 빠르게 증가시킨다는 점이다. 석진홍·박우성(2014)은 기업 내 고령인

력 비중 상승이 생산성을 낮춘다고 언급하며 노동력 고령화의 부정적 영향에 대해 주장하였다. 양서영(2024) 역시 인력 고령화를 기업의 생산성 저하 요인으로 보고, 기업 내 중·고령자(40~50대)의 임금 상승 폭이 높아 향후 고령화 진행에 따라 기업들의 임금 부담이 가중될 것이라고 언급했다. 반면 고령 노동자의 경우 근속연수의 증가에 따른 높은 숙련도와 전문성을 가질 수 있기에 인적자본의 측면에서 긍정적인 요소로 해석되기도 한다. 김보민·박철성(2019)은 산업별 분석을 통하여 한국 50대 근로자의 노동생산성 향상에 대한 기여가 다른 연령대 근로자보다 높다고 주장하며 노동력 고령화에 따라 향후 노동생산성 하락 시점이 지연될 것이라고 주장하였다.⁴⁾

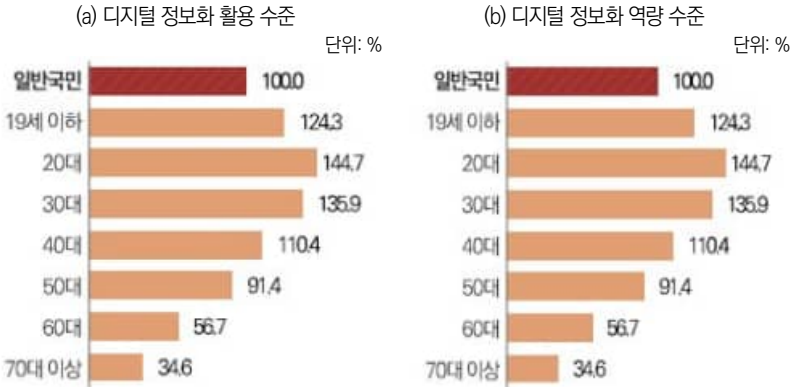
본 연구에서는 이러한 논의에 더해 디지털 전환을 함께 고려하여 노동력 고령화와의 상호작용에 대해서 살펴보고자 한다. 앞서 언급하였듯 50대 이상 고령 노동자는 노하우와 전문성을 가지고 있으며 네트워크가 넓고 숙련도가 높다는 장점이 있다. 하지만 디지털 기술에 대해 낮은 적응도 및 활용도를 지니고 있다는 통념이 자리 잡고 있다. 이성훈 외(2022)에서 조사한 연령별 디지털 정보화 수준을 살펴보면, 디지털 정보화의 활용 수준이나 역량 수준은 30대 이후 하락하기 시작하여 50대 이상이 되면 평균(일반국민)보다 낮은 수준에 그친다.

이는 디지털 전환으로 기업 내에 새로운 디지털 기술이 도입된다면 디지털 친숙도가 높지 않은 고령 근로자의 생산성이 변화할 수 있고 고령 근로자가 많은 기업에서 디지털 전환에 대한 효과가 작을 수 있음을 시사한다.

그렇다면 디지털 전환과 노동력 고령화의 상호관계를 살펴볼 필요가

4) 해당 논의에 대해서 본 연구에서는 산업별 취업자 연령 분포 자료를 활용하여, 연령에 따른 노동생산성의 관계를 분석하였다. 제2장 2절을 참고하십시오.

〈그림 1-3〉 연령별 디지털 정보화 수준(2022년)



자료: 이성훈 외(2022), p. 43, 45.⁵⁾

있다. 현재 한국은 인구 고령화에 대한 수많은 연구가 이루어짐에도 불구하고 노동력 고령화에 대한 연구는 제한적이며 특히 디지털 전환과의 관계를 분석한 연구는 거의 없다는 점에서 이 연구는 기존 연구와 차별성을 갖는다. 특히 본 연구는 생산자 측면에서 보는 디지털 전환과 노동력 고령화에 초점을 맞춘다.⁶⁾ 즉 디지털 전환으로 인한 생산성, 효율성 등 디지털 전환의 공급 측면을 주로 살펴보고 있으며, 노동시장의 수요 측면(기업 입장)에서 노동력 고령화의 영향, 교육·훈련 등에 대해 분석한다.

결국 본 연구는 우리나라가 직면한 노동력 고령화와 디지털 전환이라는 두 가지 큰 흐름이 산업별로 미치는 영향과 상호관계를 분석하여 장

5) 연령별 디지털 정보화 수준은 “모바일 기반 유무선 융합 디지털 환경”에서 연령별로 디지털 매체를 얼마나 다양하게 활용하는지, 그리고 디지털 이용 능력은 어느 정도인지 측정한다. ‘디지털 정보화 활용’은 유선 및 모바일 인터넷 이용 여부, 인터넷 서비스 이용의 다양성, 심화 활용 정도를 측정하며, ‘디지털 정보화 역량’은 PC와 모바일 기기 이용 능력을 측정한다.

6) 디지털 전환의 수요 측면과 노동시장의 공급 측면은 연구의 범위에서 벗어난다.

기적인 정책 방향과 적절한 산업정책 설계의 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 기업의 연령구조와 디지털 전환 실태 파악, 디지털 전환 결정에 대한 노동력 고령화의 영향, 고령 노동자의 디지털 자본과 대체성 등의 분석은 디지털 전환 관련 정책을 설계하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 한국에서 노동력 고령화와 밀접한 관계가 있는 부분은 지역의 고령화 현상이다. 우리나라는 지역마다 산업의 특성이 존재하며, 산업에 따라 디지털 전환의 정도와 필요 인력이 다르다. 본 연구에서는 노동력 고령화와 지역경제의 디지털 전환에 대해 살펴봄으로써 디지털 전환 관련 지역 정책에 시사점을 제공한다.

결국 기업의 디지털 전환을 촉진하기 위해서는 노동력 고령화라는 부분을 간과할 수 없다. 직관적으로 디지털 전환은 청년 근로자의 활용을 우선시한다. 디지털 리터러시가 높고 적응이 빠르다는 이유에서이다. 국내의 디지털 전환 정책에서 노동력 고령화를 주요하게 고려하고 있지 않은 것이 현실이다. 디지털 전환의 인재 정책은 주로 젊은 층을 대상으로 하고 있으며 고등교육과 연관된 정책들이 주를 이룬다. 고령층을 위한 디지털 전환 교육은 초기 수준에 그치고 있다. 본 연구에서는 인력과 관련된 디지털 전환 정책을 검토해 현 정책을 평가하고 시사점을 제시한다.

결론적으로 본 연구에서는 디지털 전환과 노동력 고령화라는 구조적 변화가 동시에 흘러가고 있는 상황에서 상호관계를 조명하여 한국의 경제 및 산업 발전에 효과적인 디지털 전환 방향과 실효성이 있는 정책 방향을 제시하고자 한다.

2. 연구의 개요

제2장에서는 한국의 특수성인 노동력 고령화 현상에 대한 산업별 현황을 제시해 산업별 이질성을 살펴보고, 노동력 고령화로 인한 노동생산성의 영향을 추정한다. 한편 제3장에서는 디지털 전환이라는 시대적 흐름 속에서 현재 국제사회에서 한국의 디지털 전환 위치를 살펴보고 국내 디지털 전환 현황을 제시한다. 또한 기업 수준의 디지털 전환 성과 분석을 통하여 디지털 전환의 효과를 측정한다.

제4장에서는 노동력 고령화와 디지털 전환 간 관계를 살펴보고자 한다. 첫째, 기업의 디지털 전환 수준과 디지털 전환 목적, 효과 등의 실태를 제시한다. 특히 상대적으로 근로자의 연령이 높은 기업(고령인력 기업)의 실태를 함께 비교하여 근로자 연령구조와 디지털 전환 간의 관계를 보고자 하는 데 목적이 있다. 둘째, 기업 수준의 분석으로 실태조사 자료를 바탕으로, 실제로 기업이 디지털 전환을 결정하는 데 근로자의 연령이 주요 요인인지를 실증연구를 통해 면밀히 분석한다. 셋째, 산업 수준에서 근로자 연령에 따른 디지털 자산과의 대체성을 살펴봄으로써, 연령에 따른 디지털 전환 정책의 시사점을 도출하였다. 마지막은 지역 수준의 분석으로 지역별 인구구조와 주요 산업을 살펴보고, 지역의 노동력 고령화가 디지털 전환에 어떠한 영향을 주고 있는지 그에 따른 시사점은 무엇인지를 살펴보고자 한다.

이어 제5장에서는 디지털 전환과 인력에 관한 부분에 초점을 맞추어, 기업의 디지털 전환 인력의 연령구조와 연령별 디지털 전환 교육 및 훈련의 실태, 그리고 그 효과 등을 제시하고, 노동력 고령화 등 인구 변화를 고려한 정책이 있는지를 살펴보고자 한다. 이를 통해 디지털 전환 인력 정책에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

〈그림 1-4〉 본 연구 흐름도



자료: 저자 작성.

마지막 제6장에서는 연구 전체를 요약하고 각 장의 결과에 기반하여, 노동력 고령화 현상을 고려한 디지털 전환의 정책 방향에 대해서 제시하는 것을 목적으로 한다. 그리고 더 정교한 정책의 기초자료로 활용하기 위한 이후 연구 방향 등을 제시한다.

제2장

노동력 고령화 현상



1. 배경 및 현황

우리나라의 인구구조는 평균수명 연장으로 고령화가 진행되는 가운데 저출산 문제까지 심화됨에 따라 더욱 빠르게 변화하고 있다. 고령인구의 비율이 빠르게 상승하고 있으며, 생산가능인구는 2019년 정점을 찍고 감소하는 추세이다. 이러한 변화는 OECD 국가 중 가장 빠른 속도로 진행 중이며, 진행 속도와 파급효과 등을 고려하면 인구구조 변화는 우리 경제가 직면한 중요한 과제라 할 수 있다.

인구구조가 변화하는 배경에서 노동력 고령화 현상에 집중할 필요가 있다. 노동력의 연령구조 변화는 산업 내 노동 요소에 영향을 미치고, 이는 산업의 생산성 변화를 초래하는 등 경제·산업 전반에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 산업의 특성에 따라 노동력의 연령구조 변화 양상 및 영향이 차별적으로 발생할 수 있으므로 산업별로 세부적인 현황 파악이 필요하다. 특히나 제조업과 서비스업뿐만 아니라, 제조업 혹은 서비스업 내의 하위 산업별로도 이러한 산업 인력의 연령구조 변화에 따

른 영향은 상이할 것으로 예상된다. 이에 본 절에서는 주요국의 노동력 고령화 추이와 더불어 국내 산업별 노동력 고령화 추이를 살펴보고자 한다.

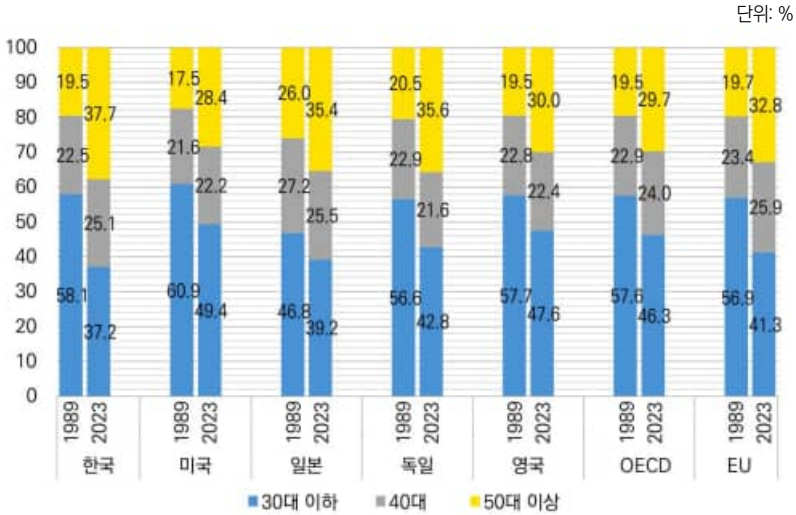
(1) 국제 비교

본 절에서는 국내 산업별 현황을 살펴보기 전에 주요국별 노동력 고령화 추이를 파악하고자 OECD 국가의 연령별 취업자 수 자료를 사용하였다. 분석 대상의 경우 국가별로 취업자의 연령대 구분이 상이하여 동일한 기준으로 구분이 가능한 연령대인 64세 이하 취업자만을 대상으로 하였다. 연령은 상대적으로 젊은 노동력인 30대 이하, 가장 활발한 경제 활동을 한다고 볼 수 있는 40대, 상대적으로 고령에 속하는 50대 이상인 세 가지 그룹으로 재분류하였다.

주요국 노동력(이하 취업자)의 연령별 비중을 살펴보면, 노동력의 고령화가 세계적인 추세임을 확인할 수 있다. 1989년 대비 2023년의 주요국별 취업자의 30대 이하 비중은 모두 큰 폭으로 감소한 반면, 50대 이상의 비중은 모두 증가한 것으로 나타났다. 한편 우리나라는 주요국 중에서도 노동력의 고령화가 빠르게 진행되고 있는 것으로 나타났다. 자세히 살펴보면 우리나라는 1989년 30대 이하 취업자 비중이 58.1%로 주요국 중 미국에 이어 두 번째로 컸으나, 2023년에는 그 비중이 37.2%로 크게 줄어 주요국 중 가장 작았다. 또한 우리나라 취업자의 50대 비중은 1989년 19.5%로 OECD 평균 수준이었으나, 2023년에는 37.7%로 크게 상승하여 OECD 평균인 29.7%를 크게 상회하는 것으로 나타났다.

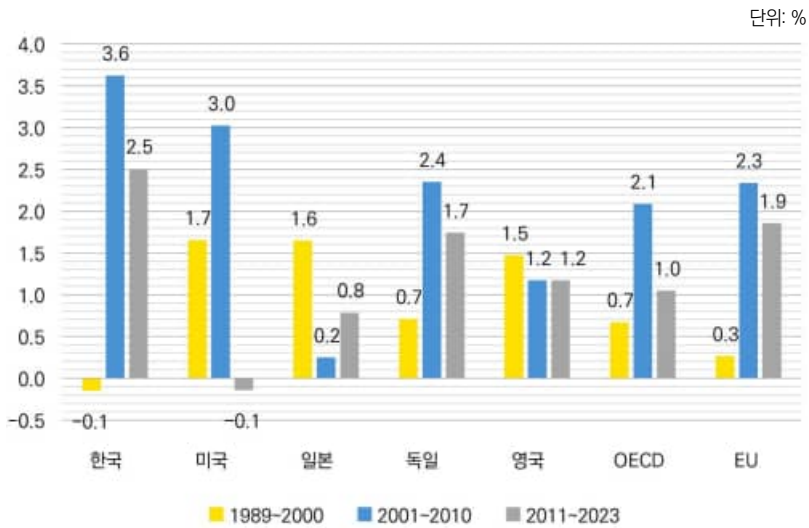
이러한 추세는 50대 이상 비중의 기간별 연평균 증가율 추이를 통해

〈그림 2-1〉 주요국 취업자 연령별 비중 추이



자료: OECD 통계.

〈그림 2-2〉 주요국 취업자 50대 이상 비중 연평균 증가율 추이



자료: OECD 통계.

서도 확인할 수 있는데, <그림 2-2>를 살펴보면 우리나라 취업자 중 50대 이상 비중의 1989~2000년 연평균 증가율은 주요국 중에서 유일하게 마이너스를 기록하였으나, 2000년 이후에는 우리나라의 증가율이 주요국 중 가장 높게 나타났다. 이처럼 우리나라의 연평균 증가율이 OECD와 EU 평균을 크게 상회한다는 점에서 국내 노동력의 고령화가 세계 주요국 중에서도 심각한 수준임을 알 수 있다.

(2) 국내 산업별 현황

본 절에서는 국내 산업별 노동력의 연령 분포를 살펴보고자 한국고용정보원 고용행정통계의 고용보험 가입자 데이터를 사용하였다. 한국고용정보원의 고용보험 피보험자 수 자료는 세부 산업별(중분류)로 구성되어 국내 산업별 현황을 보다 세밀하게 파악할 수 있다는 장점이 있으며, 고용보험 취득자 수 및 상실자 수 데이터를 통해 특정 산업으로의 근로자 연령별 유입과 유출 규모를 파악할 수 있어 산업별 근로자의 고령화 요인을 파악하기에 적합하다고 할 수 있다.⁷⁾

본 절에는 고용보험 가입자의 월평균값을 산출하여 사용하였으며, 분석 기간은 2007~2023년이고 연령대는 30대 이하, 40대, 50대 이상으로 분류하였다. 산업분류는 한국표준산업분류(KSIC) 10차를 기준으로 제조업은 중분류 수준, 서비스업은 대분류 수준에서 이루어졌으며, 이를 산업별 특성에 따라 제조업, 서비스업 각각 4개의 산업군으로 재분류하였다.

7) 취업자 및 근로자 자료는 고용노동부나 통계청 자료를 활용할 수 있으나 본문에서 언급한 것과 같은 이유로 본 연구에서는 한국고용정보원 피보험자 수 자료를 활용하였다.

〈표 2-1〉 산업분류

제조업		서비스업	
산업군	산업	산업군	산업
기계	자동차	유통	도매 및 소매업
	기타 기계장비		운수 및 창고업
	기타 운송장비	개인	숙박 및 음식점업
소재	비금속광물제품	생산자	정보통신업
	1차 금속		금융 및 보험업
	화학(의약품제외)		전문과학기술서비스업
	의료용 물질	사업시설관리사업지원임대업	
	섬유제품	사회	공공행정국방사회보장행정
	의료정밀광학시계		교육서비스업
ICT	전자컴퓨터통신장비		보건사회복지서비스업
	전기장비		
기타	식음료품		
	의복가죽가방신발		
	목재나무펠프종이		
	인쇄기록매체		
	고무플라스틱		
	금속가공		
	가구 및 기타 제조업		

자료: 저자 작성.

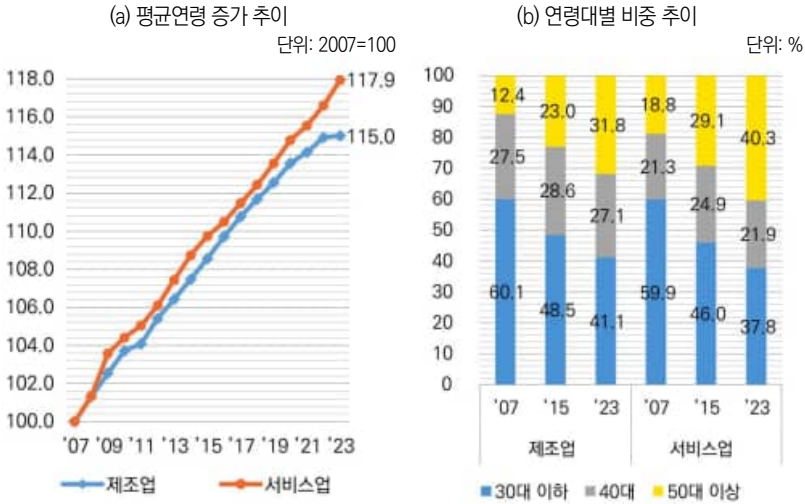
주: 1) 모든 산업은 K SIC10차를 기준으로 하였으며, 제조업의 담배제조업, 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업, 산업용 기계 및 장비 수리업은 분석에서 제외.

2) 서비스업은 ISTANS 기준에 따라 산업군 분류.

1) 전 산업

고용보험 피보험자 수 자료를 토대로 산업별 노동력(이하 근로자)의 평균연령 및 연령대별 비중 추이를 살펴보면, 제조업과 서비스업 모두 50대 이상 근로자의 비중이 증가하며 평균연령이 꾸준히 상승하고 있고

〈그림 2-3〉 전 산업 근로자 평균연령 증가 및 연령대별 비중 추이



자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

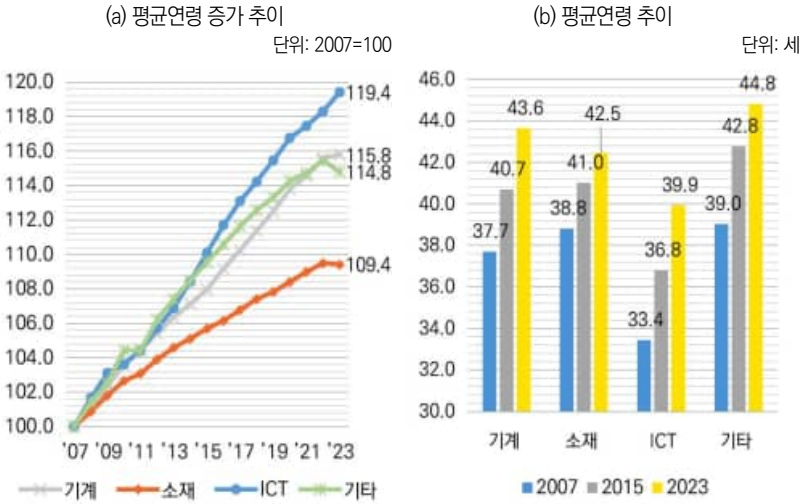
평균연령의 상승 속도는 제조업보다 서비스업에서 더욱 빠른 것으로 나타났다.

이를 평균연령 증가 추이를 통해 살펴보면, 2007년의 평균연령을 100으로 하였을 때 2023년 기준 제조업은 115.0, 서비스업은 117.9를 기록하였다. 연령대별 비중 추이를 살펴보면 제조업은 2007년 대비 2023년 30대 이하 근로자의 비중이 19.0%포인트 감소, 50대 이상 비중이 19.4%포인트 증가한 한편, 서비스업은 30대 이하 비중이 22.1%포인트 감소, 50대 이상 비중이 21.5%포인트 증가하였다. 이를 통해 서비스업 내에서 근로자의 연령구조가 더욱 크게 변화하고 있음을 알 수 있다.

2) 제조업

제조업을 4가지 산업군으로 분류하여 산업군별 평균연령 증가 추이를

〈그림 2-4〉 제조업 근로자 평균연령 추이



자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.
 주: 연령별 고용보험 피보험자 수를 토대로 산업별 평균연령 산출.

살펴보면, 제조업 전반에서 근로자의 평균연령이 꾸준히 상승하고 있음을 알 수 있다. 제조업 중에서 ICT산업의 평균연령 상승 속도가 가장 빠른 한편, 소재산업은 제조업 내에서 상대적으로 완만한 상승세를 보이고 있다.⁸⁾ 2007년을 기준으로 ICT산업은 2023년 19.4% 상승한 한편, 소재산업은 9.4% 상승을 기록하며, 두 산업 간 평균연령 증가율의 격차가 지속적으로 확대되고 있는 모습이다.

산업군별 평균연령 추이를 살펴보면 2007년에는 제조업 내 모든 산업군의 평균연령이 30대였으나 2023년 기준으로는 ICT산업을 제외한 나머지 제조업 내 산업군 전부 40대를 상회하는 것으로 나타났다. 유일하게 평균연령이 30대인 ICT산업 역시 빠른 고령화로 곧 40대로 진입이

8) 2007~2023년 평균연령의 연평균 증가율은 ICT(1.1%), 기계(0.92%) 기타(0.87%), 소재(0.6%) 순으로 나타났다.

〈표 2-2〉 제조업 연령대별 근로자 비중 추이

단위: %, %포인트

	30대 이하				40대				50대 이상			
	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A
기계	58.7	47.7	37.5	-21.2	29.9	29.7	28.9	-1.0	11.4	22.7	33.6	22.2
소재	55.0	47.3	44.3	-10.7	29.2	28.2	25.2	-4.0	15.9	28.0	30.6	14.7
ICT	75.3	63.6	50.1	-25.2	19.7	25.0	30.3	10.6	4.9	11.4	19.6	14.7
기타	53.5	39.7	36.2	-17.4	30.1	30.2	24.8	-5.2	16.4	30.0	39.0	22.6

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

〈표 2-3〉 제조업 연령대별 고용보험 취득자 수 비중 추이

단위: %, %포인트

	30대 이하				40대				50대 이상			
	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A
기계	71.2	62.6	54.8	-16.5	20.7	22.3	21.1	0.4	8.1	15.1	24.2	16.1
소재	65.8	58.2	60.4	-5.4	21.6	21.5	17.3	-4.4	12.5	20.4	22.3	9.8
ICT	80.8	69.8	64.7	-16.1	15.4	20.2	19.1	3.8	3.8	10.0	16.1	12.3
기타	63.5	50.6	53.0	-10.5	24.9	25.7	19.3	-5.7	11.6	23.7	27.7	16.1

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

주: 세부 산업 연령대별 고용보험 취득자 비중은 〈부표 2-1〉을 참고.

예상된다.

연령대별 근로자 비중 추이를 통해 제조업의 고령화를 보다 자세히 살펴보면, 모든 제조업 분류에서 30대 이하 근로자의 비중은 감소하는 한편 50대 이상 비중은 큰 폭으로 증가하고 있다. 특히 기타 제조업 근로자의 30대 이하 비중은 17.4%포인트 감소, 50대 이상 비중은 22.6%포인트 증가하여 50대 이상 비중이 제조업 중 가장 큰 폭으로 확대되는 모습을 보인다. 50대 이상 근로자의 비중 증가는 기타 제조업 내 50대 이상의 고용보험 취득자 수 비중이 2007년 11.6%에서 2023년 27.7%로 증

〈표 2-4〉 제조업 세부 산업 연령별 근로자 비중 추이

단위: %, %포인트

	30대 이하			40대			50대 이상			
	2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A	
제조업	60.1	41.1	-19.0	27.5	27.1	-0.4	12.4	31.8	19.4	
기계	자동차	58.5	35.6	-23.0	32.2	28.9	-3.3	9.2	35.5	26.3
	기타기계장비	61.1	40.5	-20.6	27.7	27.9	0.2	11.2	31.6	20.4
	기타운송장비	54.0	32.5	-21.5	28.8	32.5	3.7	17.2	35.0	17.8
소재	비금속광물제품	49.9	33.4	-16.5	30.2	25.0	-5.2	19.9	41.6	21.7
	1차금속	45.1	38.1	-7.0	33.8	26.7	-7.1	21.1	35.2	14.1
	화학(의약품제외)	58.4	47.4	-11.0	28.4	25.1	-3.4	13.2	27.5	14.3
	의료용 물질	76.8	63.2	-13.6	16.9	23.7	6.8	6.3	13.1	6.8
	섬유제품	45.3	28.4	-16.9	34.5	21.5	-13.0	20.2	50.0	29.9
	의료정밀광학시계	71.0	50.6	-20.4	22.1	28.2	6.1	6.9	21.1	14.2
ICT	전자컴퓨터통신장비	79.6	53.3	-26.3	17.1	31.5	14.4	3.3	15.2	11.9
	전기장비	61.0	43.1	-17.9	28.4	27.6	-0.9	10.6	29.3	18.7
기타	식음료품	52.0	38.2	-13.8	29.8	23.7	-6.1	18.2	38.1	19.9
	의복가죽가방신발	53.3	32.5	-20.8	29.6	19.4	-10.3	17.1	48.2	31.1
	목재나무벌프종이	47.8	34.0	-13.7	32.0	23.3	-8.6	20.3	42.6	22.4
	인쇄기록매체	60.8	32.9	-27.9	27.2	27.2	0.0	12.0	39.9	27.9
	고무플라스틱	55.4	37.5	-17.9	30.4	27.0	-3.4	14.2	35.5	21.3
	금속가공	53.5	34.8	-18.7	30.6	25.8	-4.7	16.0	39.4	23.4
	가구기타제조업	55.1	37.4	-17.7	29.6	24.5	-5.0	15.3	38.1	22.8

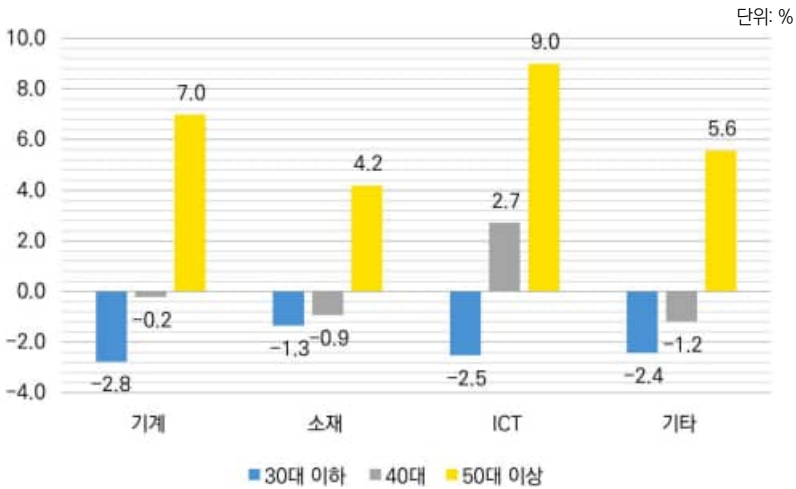
자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

주: 2007~2023년 세부 산업별 연령별 비중 추이는 〈부표 1-1〉~〈부표 1-6〉 참고.

가한 영향이다. 기타 제조업 중에서는 의복·가죽·가방·신발산업의 50대 이상 비중이 가장 크게 확대되었는데, 해당 산업은 기술 축적 등으로 인해 장기간 근무할 수 있다는 점이 50대 이상의 비중을 지속적으로 증가시켰을 가능성이 있다.

이어 기계산업에서는 2007년 대비 2023년 30대 이하 근로자의 비중이 21.2%포인트 감소한 반면, 50대 이상의 비중은 22.2%포인트 증가하

〈그림 2-5〉 제조업 연령대별 근로자 비중 연평균 증가율 추이(2007~2023)



자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

여, 기타 산업과 더불어 근로자의 연령구조가 크게 변화하였다. 이는 역시 기계산업 내 50대 이상의 고용보험 취득자 수 비중이 큰 폭으로 증가한 영향으로 볼 수 있다. 특히 기계산업 중 자동차산업에서 50대 이상 비중이 큰 폭으로 증가하였으며, 이는 자동차산업 내 상대적으로 높은 고용 안정성의 영향으로 추측할 수 있다.

제조업 분류 중 평균연령이 가장 빠르게 상승하고 있는 ICT산업의 경우, 30대 이하의 비중이 2007년 대비 2023년 25.2%포인트 감소(연평균 2.5% 감소), 50대 이상 비중이 14.7%포인트 증가(연평균 9.0% 증가)하는 것으로 나타났다. ICT산업 내에서는 전자·컴퓨터·통신장비산업에서 30대 이하의 비중이 26.3%포인트 감소, 40대 비중이 14.4%포인트 증가, 50대 이상 비중이 11.9%포인트 증가하였는데, 이는 해당 산업이 고위기술 산업군에 속함에 따라 상대적으로 전문성이 요구되고 이로 인해 신규 인력보다는 경력직 채용이 선호되는 현상으로 해석할 수 있다. 한편 40대의

비중이 ICT 제조업의 전자·컴퓨터·통신장비산업에서는 증가하였고, 그 외 대부분의 제조업에서는 감소하여 전자·컴퓨터·통신장비산업이 다른 제조업과는 다소 다른 양상을 보이고 있다.

3) 서비스업

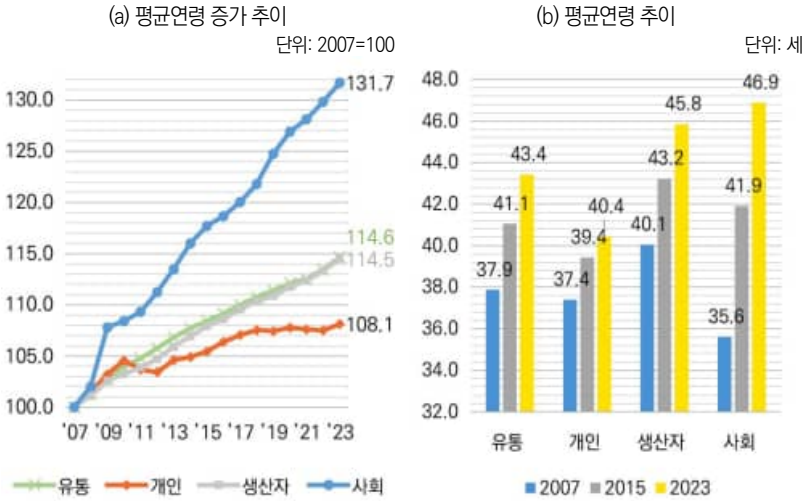
서비스업 역시 4가지 산업군으로 분류하여 산업군별 평균연령 증가 추이를 살펴보았다. 서비스업에서도 근로자의 고령화 현상이 전반적으로 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 서비스업 중에서는 사회서비스업의 평균연령 증가 속도가 가장 빠른 것으로 나타났는데⁹⁾, 2007년을 기준으로 2023년 사회서비스업은 31.7% 상승한 반면 개인서비스업은 8.1% 상승하는 데 그쳤다. 사회서비스업과 개인서비스업의 평균연령 증가율의 격차는 꾸준히 확대되고 있으며, 나머지 생산자서비스업과 유통서비스업의 평균연령 상승은 사회서비스업보다는 더디나 개인서비스업보다는 빠른 속도로 진행되고 있는 것으로 나타났다.

서비스업 산업군별 평균연령을 살펴보면, 2007년에는 생산자서비스업을 제외한 모든 서비스업의 평균연령이 30대인 반면, 2023년에는 모든 서비스업이 40세를 크게 상회하며 고령화 현상이 뚜렷한 모습이다. 특히 사회서비스업의 평균연령은 2007년 35.6세에서 2023년 46.9세로 11.3세 상승하며 나머지 서비스업 분류보다 고령화가 급속히 진행되고 있다.

서비스업 연령대별 근로자 비중 추이를 살펴보면, 개인서비스업을 제외한 모든 서비스업에서 30대 이하 근로자 비중은 감소하고 40대와 50대

9) 평균연령의 2007~2023년 연평균 증가율은 사회(1.7%), 유통(0.9%) 생산자(0.8%), 개인(0.5%) 순으로 나타났다.

〈그림 2-6〉 서비스업 근로자 평균연령 추이



자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.
주: 연령별 고용보험 피보험자 수를 토대로 산업별 평균연령 산출.

〈표 2-5〉 서비스업 연령대별 근로자 비중 추이

단위: %, %포인트

	30대 이하				40대				50대 이상			
	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A
유동	60.3	47.3	40.7	-19.6	24.1	27.8	25.0	0.9	15.5	24.9	34.2	18.7
개인	57.6	50.7	51.5	-6.1	24.8	20.6	14.4	-10.4	17.6	28.7	34.0	16.4
생산자	55.9	44.9	37.6	-18.3	19.1	22.6	21.7	2.6	25.0	32.5	40.7	15.8
사회	67.7	45.2	32.3	-35.4	20.4	26.0	21.6	1.2	11.9	28.8	46.1	34.2

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

이상의 비중은 증가하는 추세이다. 특히 서비스업 분류 중 평균연령이 가장 빠른 속도로 상승하고 있는 사회서비스의 경우, 2007년 대비 2023년 30대 이하 비중은 35.4%포인트 크게 감소한 반면, 50대 이상 비중은

〈표 2-6〉 서비스업 연령대별 고용보험 취득자 수 비중 추이

단위: %, %포인트

	30대 이하				40대				50대 이상			
	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2015	2023 (B)	B-A
유통	70.9	60.2	55.8	-15.0	18.3	21.0	18.4	0.0	10.8	18.9	25.8	15.0
개인	67.6	63.7	66.3	-1.3	20.5	15.9	10.8	-9.7	11.9	20.4	22.9	11.0
생산자	60.6	51.7	44.5	-16.0	13.1	15.2	14.5	1.4	26.3	33.1	40.9	14.6
사회	69.5	43.2	30.9	-38.6	16.3	22.1	16.8	0.5	14.2	34.7	52.4	38.2

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

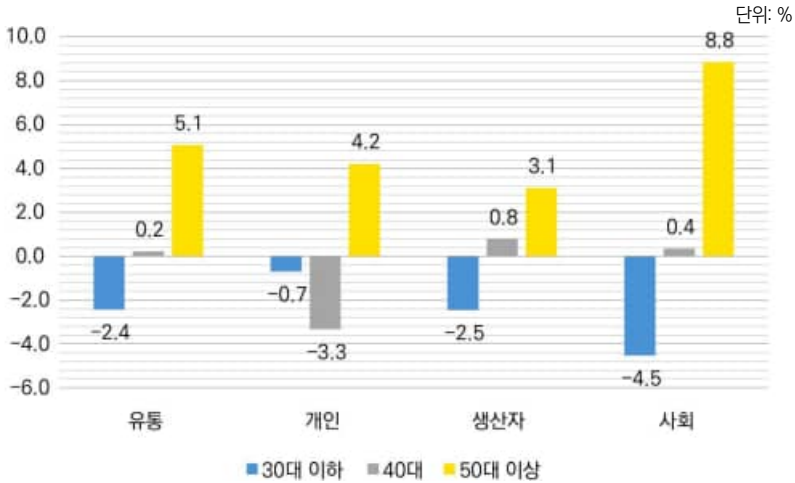
주: 세부산업 연령대별 고용보험 취득자 비중은 〈부표 2-2〉 참고.

34.2%포인트 증가하여 근로자 연령 분포가 크게 변화한 것을 확인할 수 있다. 50대 이상 근로자의 비중 증가는 사회서비스업 내 50대 이상의 고용보험 취득자 수 비중이 2007년 14.2%에서 2023년 52.4%로 크게 확대된 영향이다.

연령대별 연평균 증가율의 경우, 사회서비스업 근로자의 30대 이하가 -4.5%, 50대 이상이 8.8%로 각각 나머지 서비스업 분류보다 증감 폭이 큰 것으로 나타났다. 사회서비스업 중에서는 보건·사회복지서비스업에서 이러한 현상이 두드러지는데, 30대 이하 비중은 43.5%포인트 감소, 50대 이상 비중은 38.9%포인트 증가하였다. 이는 30대 이하의 경우 보건·사회복지서비스업이 주로 높은 강도의 업무가 동반되어 해당 산업을 기피할 수 있으며, 50대 이상 중장년층의 경우 해당 산업에 재취업할 수 있는 가능성이 상대적으로 높은 영향으로 해석할 수 있다.

한편 근로자의 평균연령 상승이 가장 점진적으로 이뤄지고 있는 개인 서비스업의 30대 이하 비중 감소 폭은 다른 서비스업 분류 중 가장 작은 것으로 나타났는데, 이와 동시에 40대 비중은 서비스업군 중 유일하게 감소(-10.4%포인트)하였다. 이러한 현상은 숙박 및 음식점업으로 분류

〈그림 2-7〉 서비스업 연령대별 근로자 비중 연평균 증가율 추이(2007~2023)



자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

〈표 2-7〉 서비스업 세부 산업 연령별 근로자 비중 추이

단위: %, %포인트

		30대 이하			40대			50대 이상		
		2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A
	서비스업	59.9	37.8	-22.2	21.3	21.9	0.7	18.8	40.3	21.5
유통	도매 및 소매업	72.2	45.8	-26.5	19.4	26.2	6.8	8.4	28.0	19.7
	운수 및 창고업	39.5	28.1	-11.4	32.4	22.1	-10.3	28.1	49.8	21.7
개인	숙박 및 음식점업	57.6	51.5	-6.1	24.8	14.4	-10.4	17.6	34.0	16.4
생산자	정보통신업	68.7	51.8	-16.9	22.3	27.6	5.3	9.0	20.6	11.6
	금융 및 보험업	68.9	44.9	-24.0	23.9	32.0	8.0	7.2	23.1	15.9
	전문과학기술서비스업	70.4	50.0	-20.4	18.3	22.9	4.6	11.4	27.1	15.8
	사업시설관리사업지원임대업	39.7	25.4	-14.3	16.6	16.7	0.1	43.7	57.9	14.3
사회	공공행정국방사회보장행정	46.2	26.5	-19.7	28.6	22.3	-6.3	25.2	51.2	26.0
	교육서비스업	65.1	36.9	-28.2	24.9	25.7	0.9	10.0	37.4	27.3
	보건사회복지서비스업	75.7	32.2	-43.5	15.9	20.4	4.5	8.5	47.4	38.9

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 사용하여 저자 작성.

주: 2007~2023년 세부 산업별 연령별 비중 추이는 〈부표 1-7〉~〈부표 1-9〉 참고.

되는 개인서비스업이 다른 서비스업에 비해 상대적으로 진입장벽이 낮아 비교적 전문성이 낮은 30대 이하의 근로자도 아르바이트 등의 형태로 해당 산업에 쉽게 진입할 수 있기 때문에 40대가 경쟁에서 불리한 위치에 놓이게 되었을 것으로 추측할 수 있다. 유통서비스업의 운수 및 창고업에서도 30대 이하 근로자 비중의 감소 폭이 나머지 서비스업보다 비교적 작고 40대의 비중이 감소하였는데 이 역시 개인서비스업과 유사한 현상으로 추정된다.

2. 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계 분석¹⁰⁾

(1) 연구 목적 및 선행연구

본 절에서는 노동력 고령화가 노동생산성에 어떤 영향을 미칠 수 있을지에 대해서 분석하고자 한다. 최근 저출산, 고령화 등에서 시작된 인구구조 변화로 인하여 인구의 감소와 생산인구의 고령화 등과 같은 사회문제가 제기되어 경제에 부정적인 영향을 우려하는 목소리가 커지고 있는 상황이다. 하지만 지금까지 학계에서 논의되고 있는 연구들의 결과를 살펴보면, 인구구조 변화와 생산성의 관계성에 대하여 보편적으로 받아들여지는 개념이나 정형화된 사실은 없다. 실질적으로 생산인구의 고령화로 인한 산업현장의 노동력 고령화 현상이 노동생산성에 미치는 영향은 시기, 국가, 산업구조 등에 따라 긍정적일 수도 있고 부정적일 수도 있다. <표 2-8>에서 볼 수 있듯이 동일한 국가를 대상으로 살펴본 경

10) 노동력 연령 분포(workforce demographics), 노동생산성(labor productivity)을 의미한다.

우에도 인구 감소, 인구 고령화 등과 같은 인구구조 변화가 노동생산성에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 여전히 합의점을 찾지 못하고 있다.

이와 같은 이유로 본 장에서는 산업 패널자료를 활용하여 산업별 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계를 분석하여 노동력 고령화가 노동생산성에 미치는 영향에 대한 실증적 근거를 제공하는 것을 목적으로 한다.

노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계를 살펴본 대표적인 연구 중 하나인 Feyrer(2007)는 40대 근로자가 노동생산성에 가장 크게 기여한다는 점을 보여주면서 경험이 많은 중년 근로자의 역할을 강조하였다. 본 연구는 방법론적인 측면에서 Feyrer(2007)와 가장 유사하지만, Feyrer(2007)는 국가 패널자료를 사용하여 국가 간 차이를 살펴본 반면, 본 연구는 국내 산업·연령별 피보험자 수 자료를 활용해 산업 패널자료를 구축하여 노동력 연령 분포의 변화가 노동생산성에 미친 영향을 살펴보았다는 점에서 차이가 있다.

대부분의 국내 연구는 Feyrer(2007)와 마찬가지로 인구 고령화가 생산성에 부정적인 영향을 준다고 주장했다. 신관호·황운재(2005)는 실질 임금을 활용하여 집계노동생산성(aggregate labor productivity)을 추정 한 후 저출산, 고령화 등과 관련된 인구분포의 변화가 실질임금 및 노동생산성을 감소시킬 수 있다고 보여주었다. 안선영·김동현(2014)은 한국의 분기별 자료를 활용하여 55세 이상 근로자 비중이 증가하면 노동생산성 증가율이 감소할 것이라는 분석 결과를 제시했다. 본 연구와 같이 산업별 효과를 분석한 국내 연구로는 김주영 외(2019), 강종구(2024) 등이 있다. 김주영 외(2019)는 고령인구 비중이 물적자본스톡, 종사자 수, 총요소생산성, 그리고 부가가치 등의 증가율과 음의 상관관계가 있

음을 보여주었으며, 고령인구 비중이 늘수록 제조업 비중이 줄고 서비스업 비중이 증가할 것으로 예측하였다. 강종구(2024)는 OECD 국가의 패널자료를 사용하여 고령인구 비중과 생산성 간 역U자형 관계가 있음을 보여주었으며, 제조업보다 서비스업의 생산성이 조기에 하락할 수 있다고 주장했다.

반면 Cutler et al.(1990), Scarth(2002), Van Dalen et al.(2010) 등은 인구 감소, 인구 고령화 등의 인구구조 변화가 노동생산성과 양의 상관관계가 있음을 보여주었다. 특히 Scarth(2002)는 경제활동인구가 줄어들면 노동의 희소성이 증가하고, 이에 따라 교육과 훈련에 대한 투자가 증가하는 등의 효과로 인해 노동생산성이 향상될 수 있다는 증거를 제시했다. 국내 연구 중에서 방하남 외(2005)는 노동력의 감소가 물적자본 비중의 증가, 노동 절약적인 기술진보 촉진, 인적자원에 대한 투자 증가 등을 통해 노동의 질을 향상시킬 수 있다고 주장했다. 김보민·박철성(2019)은 산업별 노동인구 연령 분포를 사용하여 연령대별 근로자의 비중과 노동생산성의 관계를 분석하였는데, 50대 근로자의 비중이 노동생산성에 가장 큰 영향을 주는 것을 발견했다. 김보민·박철성(2019)은 산업별 노동인구 연령 분포의 변화를 고려했다는 점에서 유사점을 가지나, 본 연구는 1인당 자본뿐만 아니라 인적자본의 축적까지 고려했다.¹¹⁾ 이는 인구 감소, 인구 고령화 등이 노동생산성에 긍정적인 영향을 미치므로 인적자본에 대한 투자가 중요함을 제시한다는 점에서 국내 선행연구와 구별되는 주요한 차이점 중 하나라고 할 수 있다.

11) 김보민·박철성(2019)은 제조업을 세분화하지 못했지만, 본 연구는 제조업 중분류를 기준으로 산업을 분류하여 분석하였다.

〈표 2-8〉 인구구조 변화가 노동생산성에 미치는 영향에 대한 선행연구

분류	연구	대상 국가	표본 기간	분석 방법
긍정적 효과	Cutler et al.(1990)	미국	1960~2060	<ul style="list-style-type: none"> • Non-OPEC 중 1960년 1인당 소득이 미국의 30% 이상인 29개국 자료를 이용 • 생산성이 저하되는 시점인 1973년 전후로 나누어 패널 OLS로 분석 • 인구증가율을 도구변수로 이용하여 패널 IV 추정
	Scarth(2002)	캐나다	1960~2040	<ul style="list-style-type: none"> • OLG 모형(Overlapping Generations Model)을 이용하여 인구 고령화가 임금, 자본 축적, 세금, 정부 지출 등에 미치는 영향을 분석 • 정부 부채, 인적자본 투자, 그리고 정책 대응의 영향력을 고려한 다양한 시나리오 분석
	Van Dalen et al. (2010)	네덜란드	2005년, 2007년	<ul style="list-style-type: none"> • 2005년 고용주, 2007년 근로자 대상 설문 조사 데이터 사용 • 고령 근로자와 젊은 근로자에 대한 생산성 평가가 고용주와 직원들 사이에서 어떻게 다르게 나타나는지를 분석
	방하남 외(2005)	한국	1970~2070	<ul style="list-style-type: none"> • 생산가능인구의 규모와 평균연령을 설명 변수로 노동생산성을 추정
	김보민 · 박철성(2019)	한국, 일본	1993~2016	<ul style="list-style-type: none"> • 12개 산업별 자료를 사용하여 패널모형을 이용하여 분석
부정적 효과	Feyrer(2007)	87개 국가 및 OECD 19개 국가	1960~1990	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 국가 패널자료를 토대로 고정효과 모형(Fixed Effect Model)을 사용하여 분석 • 각 연령대가 전체 경제에서 차지하는 비율이 변화함에 따라 국가의 총생산성(TFP)이 어떻게 변하는지 분석 • 10대, 20대, 30대, 40대, 50대, 60대 근로자의 비중과 국가 더미 및 기간 더미를 설명변수로 활용하여 생산성에 대해 회귀 분석 • 엄밀한 추정을 위해 설명변수에 연령 비중과 국가 및 기간 더미 외 여타 변수를 추가로 포함하지 않음
	Lindh and Malmberg(1999)	OECD 국가	1950~1990	<ul style="list-style-type: none"> • OECD 국가 패널자료를 사용하여 연령 구조가 경제 성장에 미치는 영향을 회귀 분석 • 각국의 경제적 요인과 연령별 인구구조 간 상관관계를 분석

(계속)

분류	연구	대상 국가	표본 기간	분석 방법
부정적 효과	Liu and Westelius (2016)	일본	1990~2007	• 일본의 현 단위 패널자료를 사용하여 Feyrer (2007)의 분석 방법을 사용하여 실증분석
	Tang and MacLeod(2006)	캐나다	1981~2001	• 캐나다 10개 주별 자료를 이용하여 성장회계접근법과 유사한 생산함수를 기반으로 분석 • 투입요소의 경제적 효과는 미지모수(unknown parameter)로 설정하고 각 모수 값을 추정하여 분석
	강종구(2024)	OECD	1990~2018	• OECD 국가 패널자료를 사용하여 인구 고령화의 노동생산성에 대한 영향을 산업별로 분석 • 회귀분석의 추정계수와 통계청의 인구추계를 활용하여 장래 인구 고령화에 따른 업종별 생산성의 변동을 산출
	김주영 외(2019)	한국	1999~2017	• 생산함수에 기초하여 고령화가 순자본소득, 노동, 총요소생산성 증가율에 미치는 효과를 추정하고 산업별 부가가치 및 노동비중의 변화를 분석
	신관호 · 황윤재 (2005)	한국	1970~2002	• 시계열 자료를 이용하여 준모수적(semi-parametric) 모형으로 분석 • 실질임금결정 방식에 인구분포를 새로운 설명변수로 추가함으로써 인구구조의 변화가 노동생산성에 미치는 효과를 분석 • 장기적으로 실질임금과 같이진다는 점에 착안하여 경험적 분석에서는 실질임금을 사용하여 노동생산성을 간접적으로 추정하도록 모형화
	안선영 · 김동현 (2014)	한국	1980~2013	• Tang and MacLeod(2006)의 분석 방법을 사용하되, Feyrer(2007)가 지적한 내생성 문제를 고려하여 도구변수를 활용하는 GMM 추정 방법을 이용 • 도구변수로는 대졸 노동자 비중 및 고령 노동자 비중 증가율의 과거값을 이용

자료: 저자 작성.

(2) 연구 방법 및 자료

1) 분석 모형

산업 j 의 t 기 노동생산성을 $LP_{j,t}$ 라고 했을 때 이는 식 (1)과 같이 시간 불변(time-invariant)의 산업 고정효과(industry fixed-effects) μ_j , 모든 산업에 공통으로 영향을 주는 연도 고정효과(time fixed-effects) τ_t , 그리고 그 외의 관심 설명변수 벡터 $X_{j,t}$ 의 함수로 생각해 볼 수 있다.

$$\ln LP_{j,t} = \mu_j + \tau_t + \beta X_{j,t} + u_{j,t} \quad \text{식 (1)}$$

여기서 본 연구의 목적이 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계를 살펴보는 것이므로, 관심 설명변수 $X_{j,t}$ 는 산업별 20~30대 근로자 비중 $S_{j,t}^{230}$ 과 40대 근로자 비중 $S_{j,t}^{40}$ 로 정의하였다.¹²⁾ 이때 $S_{j,t}^{230}(S_{j,t}^{40})$ 의 계수 β_1 (β_2)는 제외된 50~60대 연령그룹의 비중이 증가(감소)하여 20~30대 혹은 40대 연령그룹의 비중이 감소(증가)했을 때 노동생산성이 어떻게 변하는지를 알려준다. 예를 들어 20~30대 근로자 비중의 계수 β_1 이 양의 값을 가진다면, 50~60대 근로자 비중이 증가하고 20~30대 근로자 비중이 감소했을 때 노동생산성이 감소한다는 것을 의미한다.

노동력 연령 분포가 노동생산성에 미치는 영향 경로를 파악하기 위해 Feyrer(2007)와 Hall and Jones(1999)를 따라서 부가가치를 물적자본과 인적자본, 그리고 총요소생산성으로 분해한 후, 노동력 고령화가 노동생

12) 20~30대, 40대, 그리고 50~60대 연령그룹의 합이 1이므로, 다중공선성(multicollinearity)을 피하기 위해 고령 근로자 그룹, 즉 50~60대 근로자를 포함시키지 않았다.

산성의 구성 요소인 자본축적, 총요소생산성 등에 미치는 효과의 크기를 정량적으로 측정하였다. 산업 j 의 부가가치 $Y_{j,t}$ 가 다음과 같은 콥-더글라스 생산함수를 따른다고 가정하자.

$$Y_{j,t} = K_{j,t}^{\alpha_j} (A_{j,t} H_{j,t})^{1-\alpha_j} \quad \text{식 (2)}$$

여기서 $K_{j,t}$ 는 물적자본스톡, $H_{j,t}$ 는 인적자본스톡, 그리고 $A_{j,t}$ 는 노동 부가형(labor-augmenting) 생산성을 의미한다. $A_{j,t}$ 는 부가가치, 인적자본스톡, 물적자본스톡, 그리고 산업별 자본분배율 α_j 을 활용하여 솔로우 잔차(Solow residual) 생산성으로 계산하였다.

인적자본스톡의 경우, Mulligan and Sala-i-Martin(1997)을 따라 산업별 임금에 기반하여(labor income-based) 다음과 같이 인적자본스톡을 측정하였다.

$$H_{j,t} = \frac{\int_0^{\infty} w_{j,t}(s) L_{j,t}(s) ds}{w_{j,t}(0)} = \frac{WAGE_{j,t}}{w_{j,t}(0)} \quad \text{식 (3)}$$

여기서 $WAGE_{j,t}$ 는 산업 j 의 총급여, 즉 국민계정의 피용자보수를, $w_{j,t}(0)$ 는 산업 j 에 속한 중졸 이하의 학력을 가진 근로자의 임금을 의미한다.¹³⁾¹⁴⁾

13) Feyrer(2007)는 인적자본의 생산함수를 가정한 후, 국가별 임금 및 교육 수준 등과 같은 정보를 활용하여 국가별 인적자본스톡의 양을 추정했는데, 본 연구에서는 산업별 교육 수준에 대한 정보를 사용할 수 없으므로 그와 같은 접근법을 사용할 수 없다.

14) 인적자본스톡의 측정과 관련된 구체적인 내용은 Mulligan and Sala-i-Martin(1997)과 Boarini et al.(2012)을 참고하길 바란다.

식 (1)의 양변을 노동투입 $L_{j,t}$ 로 나눈 후에 자연로그를 취하면, 노동생산성 $\ln LP_{j,t}$ 을 다음과 같이 물적자본-부가가치 비율(이후 물적자본 비중), 솔로우 잔차 생산성, 그리고 평균 노동투입 1단위당 인적자본스톡(이후 평균 인적자본 $h_{j,t} \equiv \frac{H_{j,t}}{L_{j,t}}$)으로 분해할 수 있다.

$$\ln LP_{j,t} = \frac{\alpha_j}{1-\alpha_j} \ln\left(\frac{K_{j,t}}{Y_{j,t}}\right) + \ln A_{j,t} + \ln h_{j,t} \quad \text{식 (4)}$$

이를 기반으로 우변의 각 항을 동일한 회귀변수(regressor)를 사용하여 추정한 회귀분석 계수들의 합은 노동생산성을 종속변수로 하여 추정한 회귀분석 계수와 같은 값을 가진다.¹⁵⁾ 즉, 다음과 같은 회귀방정식들을 고려해 보자.

$$\ln LP_{j,t} = \mu_j + \tau_t + \beta_1 S_{j,t}^{230} + \beta_2 S_{j,t}^{40} + u_{j,t} \quad \text{식 (5)}$$

$$\frac{\alpha_j}{1-\alpha_j} \ln\left(\frac{K_{j,t}}{Y_{j,t}}\right) = \mu_j + \tau_t + \beta_1^{K/Y} S_{j,t}^{230} + \beta_2^{K/Y} S_{j,t}^{40} + u_{j,t} \quad \text{식 (6)}$$

$$\ln A_{j,t} = \mu_j + \tau_t + \beta_1^A S_{j,t}^{230} + \beta_2^A S_{j,t}^{40} + u_{j,t} \quad \text{식 (7)}$$

$$\ln h_{j,t} = \mu_j + \tau_t + \beta_1^h S_{j,t}^{230} + \beta_2^h S_{j,t}^{40} + u_{j,t} \quad \text{식 (8)}$$

식 (5)에서 추정된 $\hat{\beta}_1$ 은 식 (6)~(8)에서 추정된 계수들의 합($\hat{\beta}_1 =$

15) Wong, W. K.(2001).

$\widehat{\beta}_1^{KY} + \widehat{\beta}_1^A + \widehat{\beta}_1^H$)이며, 각 계수들의 상대적인 크기는 노동력 고령화가 노동 생산성에 미치는 영향에서 어떠한 채널이 더 중요한지를 파악할 수 있게 해줄 것이다. 따라서 본 연구에서는 산업 패널자료를 활용하여 식 (5)~(8)을 통해 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계를 살펴보고 그 구체적인 경로의 중요성을 파악하는 것을 목적으로 한다.

2) 연구 자료

본 연구는 한국은행의 국민계정, 고용노동부의 사업체노동력조사, 사업체노동실태현황, 고용형태별근로실태조사, 고용보험DB 등을 기초로 하여 분석에 필요한 산업패널데이터를 구축하였다. 구체적으로 산업별 부가가치액 $Y_{j,t}$ 는 국민계정의 국민소득통계(2020년 기준)에서 경제활동별 GDP 및 GNI(원계열, 실질, 연간), 물적자본스톡 $K_{j,t}$ 는 국민계정 국민대차대조표(2020년 기준)의 경제활동별 생산자본스톡(실질, 연말 기준), 노동투입 $L_{j,t}$ 는 사업체노동력조사의 전국 산업별, 규모별, 사업체 수 및 종사자 수에서 전 규모 사업체의 총조사자 수와 사업체노동력조사에서 5인 이상 사업체의 연평균 근로시간의 곱으로 사용하였다. 인적자본스톡 $H_{j,t}$ 의 측정에 필요한 변수인 산업별 총급여 $WAGE_{j,t}$ 는 국민계정의 경제활동별 국내총부가가치와 요소소득(명목, 연간)에서 피용자 보수를, $w_{j,t}(0)$ 는 고용형태별근로실태조사에서 산업별 중졸 이하 근로자의 월급여총액을 활용하였다.¹⁶⁾ 마지막으로 본 연구의 주요 변수 중 하나인 산업별 노동력 연령 분포는 고용보험DB에서 제공하는 산업·연

16) 산업별 중졸 이하 근로자의 월급여총액의 경우 자료의 한계로 인해 제조업 내에서 최저 학력 근로자의 급여는 동일하다고 가정한다.

〈표 2-9〉 기초통계량

수준	평균	중위값	최솟값	최댓값	표준편차	관측치
LP	0.59	0.51	0.17	2.00	0.27	320
$\frac{K}{Y}$	2.77	2.49	0.88	8.59	1.61	320
A	0.24	0.22	0.01	0.60	0.14	320
h	1.11	1.00	0.33	3.35	0.52	320

증감률(%)	평균	중위값	최솟값	최댓값	표준편차	관측치
ΔLP	1.32	0.99	-20.53	22.53	5.90	300
$\Delta(\frac{K}{Y})$	1.46	1.62	-14.34	22.21	5.59	300
ΔA	-0.34	-0.67	-61.93	40.93	13.80	300
Δh	0.59	0.18	-42.70	57.44	10.70	300

자료: 한국은행 경제통계시스템(접속일: 2024. 5. 23); 고용노동부 고용노동통계(접속일: 2024. 5. 23).

령별 피보험자 수를 기반으로 전 연령대 피보험자 수 대비 39세 이하 피보험자의 비중을 $S_{j,t}^{230}$ 로, 40대 피보험자의 비중을 $S_{j,t}^{40}$ 로 계산하였다.

산업·연령별 피보험자 수의 시계열이 2007년부터 관측할 수 있으므로 분석 기간은 2007~2022년으로 하였으며, 산업분류는 표준산업분류 중분류를 원칙으로 하고 국민계정을 기준으로 다시 정리하여 최종적으로 제조업 12개, 서비스업 8개 등 총 20개의 산업을 분석 대상으로 한다. 즉, 제조업은 1) 음식료품 제조업, 2) 섬유 및 가죽제품 제조업, 3) 목재, 종이, 인쇄 및 복제업, 4) 화학물질 및 화학제품 제조업, 5) 비금속광물제품 제조업, 6) 1차 금속 제조업, 7) 금속가공제품 제조업, 8) 전기장비 제조업, 9) 컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업, 10) 기계 및 장비 제조업, 11) 운송장비 제조업, 12) 기타 제조업 및 산업용 장비 수리업을, 서비스업은 13) 도소매업, 14) 운수업, 15) 숙박 및 음식점업, 16) 정보통신업, 17)

〈표 2-10〉 노동력 연령 분포(2007~2022년)

연도	50~60대 근로자 비중	40대 근로자 비중	20~30대 근로자 비중
2007	0.146	0.234	0.619
2008	0.161	0.240	0.600
2009	0.174	0.248	0.578
2010	0.190	0.251	0.559
2011	0.202	0.252	0.545
2012	0.216	0.254	0.529
2013	0.232	0.256	0.512
2014	0.245	0.259	0.496
2015	0.258	0.259	0.483
2016	0.270	0.257	0.473
2017	0.283	0.254	0.462
2018	0.298	0.249	0.454
2019	0.314	0.241	0.445
2020	0.326	0.242	0.431
2021	0.338	0.237	0.425
2022	0.352	0.233	0.415

자료: 고용노동부 고용노동통계(접속일: 2024. 5. 23).

사업서비스업, 18) 교육서비스업, 19) 의료, 보건업 및 사회복지서비스업, 20) 문화 및 기타 서비스업을 포함한다.

(3) 실증분석 결과

1) 전 산업

〈표 2-11〉은 제조업과 서비스업 전체를 대상으로 노동력 연령 분포가 노동생산성에 미치는 효과 및 그 경로의 중요성을 양적으로 추정된 결

〈표 2-11〉 노동력 고령화가 노동생산성에 미치는 영향 및 경로

	(1) $Log(LP)$	(2) $Log(A)$	(3) $\frac{\alpha}{1-\alpha} Log(\frac{K}{Y})$	(4) $Log(h)$
20~30대 비중 $\beta_1 : S_{j,t}^{20}$	0.314 (0.248)	-1.374*** (0.470)	1.114*** (0.278)	0.575** (0.268)
40대 비중 $\beta_2 : S_{j,t}^{40}$	1.402*** (0.279)	-0.0835 (0.530)	0.0120 (0.313)	1.474*** (0.302)
산업효과	YES	YES	YES	YES
연도효과	YES	YES	YES	YES
Observations	320	320	320	320
R-squared	0.963	0.964	0.991	0.946

자료: 저자 작성.

주: 1) () 안의 숫자는 표준편차를 의미.

2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

과이다. 먼저 열 (1)에서 β_1 과 β_2 의 추정치는 모두 양의 값을 가지는 것으로 나왔는데, 이 중에서 β_2 만 통계적으로 유의한 값을 보이고 있다. 특히 β_2 의 추정치에 따르면 40대 근로자와 50~60대 근로자의 상대적 비중의 변화는 경제학적으로도 노동생산성에 유의미한 영향을 주는 모습이다. 예를 들어 40대 근로자가 50~60대 근로자로 5%포인트 이동하면 노동생산성은 약 7% 감소하게 된다는 것이다.¹⁷⁾

이러한 결과는 Feyrer(2007)와 일부 일치하는 모습으로, Feyrer (2007)와 본 연구 모두 40대 근로자의 비중이 노동생산성에 가장 긍정적인 기여를 한다고 보여주고 있다. 하지만 Feyrer(2007)는 39세 이하 근로자 비중이 50세 이상 고령 근로자의 비중보다 노동생산성에 더 큰 부정적인 영향을 미친다고 보여준 반면, 본 연구에서는 20~30대 근로자 비중과 노동생산성의 관계가 50세 이상 근로자와의 관계와 통계적으로 큰 차이를 보이지는 않은 모습이다.¹⁸⁾

17) 즉, $\Delta LP_{j,t} = \hat{\beta}_2 \Delta S_{j,t}^{40} = 1.4 \times (-0.05) = -0.07$.

이러한 결과는 2007~2022년 기간 동안 50~60대 근로자의 비중 증가가 20~30대 근로자 비중의 감소에 따른다는 점을 고려해 보면, 아직 노동력 고령화에 따른 노동생산성 감소 효과가 크지는 않을 수 있다는 것과, 향후 저출산의 영향이 본격화되어 40대 근로자 비중 감소가 시작되면 노동생산성이 큰 폭으로 감소할 수 있음을 시사한다.

다음으로 열 (2)~(4)는 노동력 연령 분포가 노동생산성에 어떠한 경로를 통해 영향을 미치는지를 추정한 결과이다. 먼저 20~30대 근로자 비중의 결과 β_2 를 살펴보면, 비록 노동생산성과의 관계는 통계적으로 유의하지 않지만, 이는 20~30대 근로자 비중이 그 구성 요소인 솔로우 잔차 생산성과 물적자본 및 인적자본 축적의 효과가 상쇄되기 때문으로 나타났다. 이와 달리 노동생산성에 유의한 영향을 주는 40대 근로자 비중 β_3 의 경우에는 평균 인적자본 축적이 가장 중요한 역할을 하고 있다. 즉, 40대 근로자와 50~60대 근로자는 솔로우 잔차 생산성과 물적자본의 축적에서는 유의한 차이를 보이지 않지만, 40대 근로자가 50~60대 근로자보다 평균적으로 인적자본을 더 많이 축적한다고 볼 수 있다. 향후 40대 근로자의 비중 감소에 따른 노동력 고령화가 예상된다고 했을 때, 50~60대 근로자의 인적자본 투자가 적극적으로 활성화되고 그러한 투자의 수익률을 개선할 방안을 마련하는 것이 노동생산성 향상에 중요한 과제가 될 것이다.

2) 제조업 대 서비스업

다음으로 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계에서 산업 간 차이가

18) 단, Feyrer(2007)는 분석 대상과 기간의 차이가 있을 뿐만 아니라, 국가 고정효과를 포함하지 않은 최소자승법 단순선형모형(OLS)의 결과라는 점에서 본 연구의 분석과 방법론적인 측면에서 차이가 있다.

있는지 살펴보기 위해, 제조업 더미변수를 활용하여 다음과 같이 노동력 연령 분포가 노동생산성에 미치는 영향과 그 경로의 중요성에 대하여 분석해 보았다.

$$\begin{aligned}
 \text{Var}_{j,t} &= \beta_1 S_{j,t}^{230} + \beta_{11} S_{j,t}^{230} \times I[\text{제조업} = 1] \\
 &+ \beta_2 S_{j,t}^{40} + \beta_{22} S_{j,t}^{40} \times I[\text{제조업} = 1] + u_{j,t} \qquad \text{식 (9)} \\
 \text{Var}_{j,t} &\in \left\{ \ln LP_{j,t}, \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln \frac{K}{Y}_{j,t}, \ln A_{j,t}, \ln h_{j,t} \right\}
 \end{aligned}$$

흥미롭게도 <표 2-12>는 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계에서 제조업과 서비스업의 차이를 분명하게 보여주고 있다. 먼저 열 (1)에 따르면 서비스업에서는 연령대별로 노동생산성에 미치는 영향에 유의미한 차이가 없지만, 제조업에서는 노동생산성에 대한 노동력 연령 분포의 효과가 통계적으로 유의미한 모습이다. 구체적으로 β_{11} 의 추정치가 음의 값(-0.946)을 보이고 있는데, 이는 Feyrer(2007)와 마찬가지로 20~30대 근로자가 생산성에 가장 작게 기여함을 의미한다.

또한 β_{22} 추정치의 크기는 40대 근로자의 상대적 비중이 경제학적으로 노동생산성에 상당히 유의미한 영향을 줄 수 있음을 보여주고 있다. 예를 들어 40대 근로자 중 5%가 50~60대 근로자로 이동하면(즉, 40대 근로자 비중이 5%포인트 감소하고 50~60대 근로자 비중이 5%포인트 증가), 노동생산성은 약 18% 감소한다는 것이다.¹⁹⁾ 이는 향후 저출산, 고령화에 따른 인구구조의 변화가 서비스업보다는 제조업의 노동생산성에 상대적으로 더 크게 부정적 영향을 미칠 수 있음을 암시한다.

다음으로 열 (2)~(4)는 40대 근로자의 상대적 비중과 노동생산성의 관

19) $\Delta LP_{j,t} = \hat{\beta}_{22} \Delta S_{j,t}^{40} = 3.53 \times (-0.05) = -0.18$.

〈표 2-12〉 노동력 고령화와 노동생산성(제조업 대 서비스업)

	(1) <i>Log(LP)</i>	(2) <i>Log(A)</i>	(3) $\frac{\alpha}{1-\alpha} \text{Log}(\frac{K}{Y})$	(4) <i>Log(h)</i>
20~30대 비중 $\beta_1 : S_{j,t}^{20}$	0.314 (0.204)	-1.254*** (0.471)	1.106*** (0.280)	0.461* (0.273)
20~30대 비중×제조업 더미 $\beta_{11} : S_{j,t}^{20} \times I[\text{제조업} = 1]$	-0.946*** (0.135)	-0.923*** (0.312)	-0.333* (0.185)	0.310* (0.181)
40대 비중 $\beta_2 : S_{j,t}^{40}$	-0.232 (0.301)	-0.734 (0.693)	-0.617 (0.411)	1.120*** (0.402)
40대 비중×제조업 더미 $\beta_{22} : S_{j,t}^{40} \times I[\text{제조업} = 1]$	3.527*** (0.362)	1.677** (0.834)	1.342*** (0.495)	0.508 (0.483)
산업효과	YES	YES	YES	YES
연도효과	YES	YES	YES	YES
Observations	320	320	320	320
R-squared	0.976	0.966	0.991	0.947

자료: 저자 작성.

주: 1) () 안의 숫자는 표준편차를 의미.

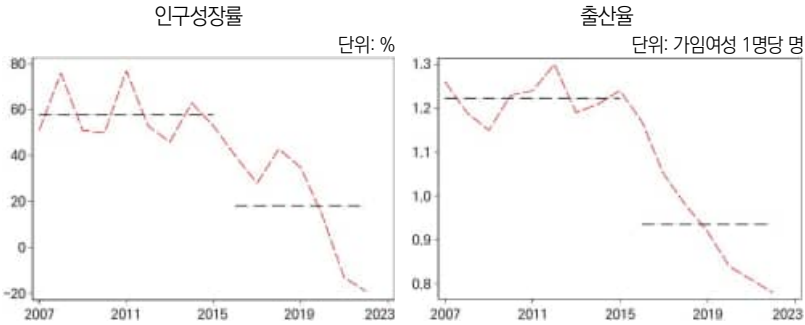
2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

계에서 인적자본의 축적뿐만 아니라 물적자본 축적과 솔로우 잔차 생산성 경로도 중요할 수 있음을 보여주고 있다. 특히 제조업의 경우를 살펴보면 40대 대비 50~60대 근로자 비중의 5%포인트 증가는 솔로우 잔차 생산성(물적자본의 축적)을 약 8%(약 7%) 유의미하게 감소시키는 효과를 가진다. 이는 노동력 고령화에 따른 제조업의 노동생산성 감소에서 인적자본의 축적뿐만 아니라 총요소생산성과 물적자본 축적의 중요성도 함께 고려해야 함을 시사한다.

3) 기간별 효과: 인구성장률의 급감 이전과 이후

〈그림 2-8〉은 2007~2022년 기간 인구성장률과 출산율의 추이를 보여

〈그림 2-8〉 인구성장률과 출산율(2007~2022년)



자료: 통계청, 인구총조사, 인구동향조사.

주고 있다. 앞 절에서 본 바와 같이 노동력 고령화, 즉 50~60대 근로자 비중의 증가 속도는 느린 반면, 인구성장률과 출산율은 2015년을 기점으로 급격히 감소하는 모습을 확인할 수 있다.²⁰⁾

인구성장률과 출산율의 변화 자체가 노동력 연령 분포에 즉각적으로 영향을 미치지 않는겠지만, 그러한 변화가 기업 혹은 근로자의 행태나 환경, 정부의 정책 등에 영향을 미칠 수 있으므로 다음과 같이 2015년 전후로 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계에 대해 분석해 보았다.²¹⁾

$$Var_{j,t} = \beta_1 S_{j,t}^{<50} + \beta_2 S_{j,t}^{>50} \times I[YEAR \geq 2015] + u_{j,t} \quad \text{식 (10)}$$

$$Var_{j,t} \in \left\{ \ln LP_{j,t}, \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln \frac{K}{Y}_{j,t}, \ln A_{j,t}, \ln h_{j,t} \right\}$$

〈표 2-13〉은 식 (10)에 따라서 2015년 이전과 이후 50세 이상 근로자

20) 인구성장률은 2007~2015년 동안 연평균 0.58%에서 2016~2022년 0.18%로 하락했고, 출산율은 1.22명에서 0.94명으로 감소했다.

21) 50~60대 근로자의 비중 변화가 주된 관심이므로 해석의 편의를 위해 연령그룹을 50세 미만과 이상으로 나누었다.

〈표 2-13〉 노동력 고령화와 노동생산성(2015년 전후 비교)

	(1) $Log(LP)$	(2) $Log(A)$	(3) $\frac{\alpha}{1-\alpha} Log(\frac{K}{Y})$	(4) $Log(h)$
50세 미만 $\beta_1 : S_{jt}^{<50}$	0.0974 (0.286)	-0.780 (0.545)	0.593* (0.326)	0.285 (0.306)
50세 미만×기간 더미 $\beta_2 : S_{jt}^{<50} \times I[YEAR \geq 2015]$	0.515*** (0.140)	-0.106 (0.266)	0.102 (0.159)	0.519*** (0.149)
산업효과	YES	YES	YES	YES
연도효과	YES	YES	YES	YES
Observations	320	320	320	320
R-squared	0.962	0.963	0.990	0.946

자료: 저자 작성.

주: 1) () 안의 숫자는 표준편차를 의미.

2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

의 상대적 비중 변화와 노동생산성, 그리고 그 구성 요소 간 관계를 추정 한 결과를 보여주고 있다. 추정 결과 계수 값 β_1 와 β_2 모두 양의 값을 나타내긴 했지만, β_2 만이 유의미하게 추정되었다. 즉, 2015년 이전에는 50세 이상 근로자의 상대적인 비중이 노동생산성에 유의하게 영향을 주지 않았으나, 2015년 이후 결과에서는 50~60대 근로자 비중의 5%포인트 증가는 노동생산성을 약 2.6% 감소시키는 효과를 가지며, 인적자본 축적에도 마찬가지로 정도의 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 이전 기간에는 영향이 미미하였지만 2015년부터는 노동력 고령화가 노동생산성 둔화와 밀접한 관련이 있을 수 있음을 시사하고 있다. 따라서 이어지는 장에서는 여기서 살펴본 노동력 고령화가 노동생산성의 감소에 미치는 영향을 더욱 면밀히 이해하기 위해 2015년 국내 기업 혹은 근로자의 행태나 환경에 영향을 준 중요한 변화 중 하나인 디지털 전환의 역할에 대하여 살펴볼 것이다.

3. 소결

본 장에서는 노동력 고령화 현황을 살펴보기 위하여 국제 비교와 국내 산업별로 근로자 연령별 현황을 제시하였다. 그 결과 노동력의 고령화 현상은 세계적인 추세이며, 특히 우리나라는 고령화 속도에서 OECD 평균을 훨씬 웃돌며 주요국 중에서도 노동력의 고령화가 빠르게 진행되고 있음을 확인할 수 있었다.

국내 산업별 노동력의 경우 제조업보다 서비스업에서 평균연령 상승이 훨씬 빠른 속도로 이뤄지고 있는 것으로 나타났다. 제조업 중에서는 전자·컴퓨터·통신장비 및 전기장비로 구성된 ICT산업의 평균연령 상승 속도가 가장 빠르기는 하나, 아직까지 다른 제조업 산업군에 비해 가장 낮은 수준의 평균연령을 유지하고 있는 것으로 확인하였다.

서비스업 중에서는 보건·사회복지 및 교육 서비스업 등으로 구성된 사회서비스업에서 50대 이상의 비중이 가장 큰 폭으로 증가함에 따라 평균연령이 가장 빠르게 상승하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 국내 노동력 고령화가 심각한 수준이며, 산업별로 고령화 속도가 차별적임에 따라 산업별 특성을 고려한 정책 마련이 필요함을 시사한다.

또한 본 장에서는 산업별 노동력 연령 분포 자료를 활용하여, 산업의 노동력 고령화가 노동생산성에 어떠한 경로로 영향을 미치는지를 살펴 보았다. 분석 결과 노동력 고령화는 일반적으로 노동생산성에 부정적인 효과가 있는 모습을 보였는데, 특히 40대 근로자 비중의 감소에 따른 노동력 고령화의 효과가 가장 큰 것으로 추정되었다. 또한 그러한 효과는 40대 근로자와 50~60대 근로자의 인적자본 축적의 차이와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 즉, 40대 대비 50~60대 근로자의 비중이 늘어날수록 평균적인 인적자본스톡이 줄어든다는 것이다. 이는 출산율 감소

가 노동력 연령 분포에 반영되어 40대 근로자 비중의 감소가 실현되면 노동생산성이 큰 폭으로 감소할 수 있음을 암시한다.

이러한 부정적인 효과를 최소화하기 위해서는 두 가지 접근 방법이 필요할 것으로 보인다. 첫 번째는 40대 근로자 비중을 보존하는 방향으로, 출산을 제고, 외국인 인력 유치, 이민 장려 등과 같은 정책 방안을 생각해 볼 수 있다. 다음으로 노동력 고령화가 노동생산성에 영향을 미치는 주요 경로가 인적자본 축적과 밀접한 관련이 있다는 점을 고려해 50~60대 근로자의 인적자본 투자 수익률 개선 방안을 마련하는 것이다. 본 연구의 이어지는 장에서는 두 번째 접근 방안에 집중해 50~60대 근로자의 인적자본 투자 수익률 개선과 관련이 있을 것으로 예상되는 디지털 전환의 역할에 초점을 맞추어 살펴볼 것이다.

산업 간 차이를 고려한 경우 제조업에서의 효과가 서비스업보다 크게 나타났으며, 제조업에서는 인적자본뿐만 아니라 물적자본, 슬로우 잔차 생산성 등 모든 경로가 중요한 역할을 하는 모습을 보였다. 이러한 결과는 저출산, 고령화 등의 인구구조 변화에 따른 노동력 고령화가 상대적으로 제조업에 더 부정적인 영향을 줄 수 있으므로 그와 같은 부정적 효과를 최소화하기 위해 다양한 측면에서 대응책을 마련할 필요가 있음을 의미한다. 즉, 인적자본에 대한 투자뿐만 아니라 물적자본에 대한 투자, 그리고 총요소생산성 향상을 통해 제조업 인력 고령화에 따른 부정적 영향을 줄이려는 방안을 마련해야 할 것이다. 마지막으로 노동력 고령화와 노동생산성이 2015년 이후에만 유의미하게 나타나는 모습을 통해, 본 연구에서 2015년 이후에 인구구조 변화 외에 기업, 근로자 등의 행태나 환경에 주요한 영향을 끼친 변화 중 하나인 디지털 전환의 역할의 가능성에 주목할 필요가 있다.



본 장에서는 전 세계적인 디지털 전환의 흐름 속에서 한국의 디지털 전환 수준을 가늠해 보고, 본 연구에서 수행할 디지털 전환을 정의하고자 한다. 또한 디지털 전환이 기업의 생산성이나 효율성 등에 어떠한 영향을 주는지 기업 수준 분석을 통해 측정 가능한 성과지표들의 변화를 중심으로 디지털 전환 효과를 추정하고자 한다.²²⁾

1. 한국의 디지털 전환 기술 현주소

2020년 코로나 팬데믹 발생으로 인해 포스트 코로나 뉴 노멀 시대로 접어들면서, 디지털 기술이 중요한 이슈로 부상하였다. 코로나 팬데믹에 따른 대면활동의 제한은 사회적 거리두기, 온라인 교육, 재택근무 등과

22) 본 장의 1절 한국의 디지털 전환 기술 현주소 및 3절 소결의 일부 내용을 이소라·강성우 (2024), “한국의 디지털 전환 현주소와 정책 방향”, 「월간 KIET 산업경제」, 2024년 9월호, 산업연구원에 게재하였다.

같은 비대면 방식의 일상과 경제활동을 새로운 기준으로 삼는 계기가 되었다. 비대면 경제 활성화는 디지털 기술 접근성을 높이는 촉진제가 되었으며, 최근에는 로봇 및 인공지능(AI)의 필요성이 강조되면서 현재 우리 사회는 디지털 시대로 이행하는 과도기에 있다고 할 수 있다.

이에 따라 주요국 정부와 글로벌 기업들은 경제회복과 경쟁력 강화를 위해 디지털 전환 전략을 채택함으로써 새로운 국가 경제 질서 수립을 도모하고 있다. 이미 미국에서는 2009년부터 ICT를 핵심기술로 선정하여 첨단제조업을 위한 국가 전략계획을 추진하고 있으며, 일본과 독일 역시 디지털 전환을 효과적으로 지원하기 위해 다양한 정책을 수행 중이다. 한국에서도 디지털 전환 촉진을 위한 '산업디지털전환촉진법'이 제정되어 시행되는 등 적극적인 지원 체계를 마련함으로써 디지털 전환이라는 시대적 흐름에 동참하고 있다.

본 절에서는 디지털 시대로 변화하는 이러한 흐름 속에서 국내 디지털 기술 도입 수준의 현주소를 알아보려고 하였으며, 한국의 디지털 기술 발전 수준에 대해 국가 간 비교를 수행하고 국내 디지털 기술 현황에 대해서 알아보았다.

(1) 국제사회에서 한국의 디지털 기술 수준

디지털 기술에 대한 중요도가 높아지면서 디지털 기술 발전 수준이나 성숙도를 진단하고 측정하는 지표 연구와 국가별 디지털 이행 수준에 대한 비교 연구가 활발히 진행되고 있다.

디지털 전환을 평가하는 대표적인 지표는 크게 종합지표와 기술별 지표로 구분할 수 있다. 종합지표로는 IMD의 '세계 디지털 경쟁력 순위'와 CISCO의 '중소기업 디지털 성숙도 지수'가 있으며, 기술별 지표로는

EIU의 '포용적 인터넷 지수', 토터스 인텔리전스(Tortoise Intelligence)의 '글로벌 AI 지수', 포틀란연구소의 '네트워크 준비도 지수' 등이 있다. 위의 지표를 통해 국제사회에서 한국 디지털 기술의 현주소를 파악하고자 한다.

1) 디지털 시대로의 이행 수준

가. IMD, 세계 디지털 경쟁력 순위

IMD 세계 디지털 경쟁력 순위(World Digital Competitive Rank)는 IMD 세계 경쟁력 센터에서 주관하는 지표로 64개 국가를 대상으로 디지털 기술을 도입하고 활용할 수 있는 능력과 준비 상태를 평가한다. 세계 디지털 경쟁력 순위는 지식(Knowledge), 기술(Technology), 미래 대응 역량(Future readiness) 등 크게 세 가지 지표로 평가하고 있다.

지식은 새로운 기술의 발견, 이해, 구축에 필요한 노하우를 평가하는 지표로서 인재(Talent), 교육·훈련(Training & Education), 과학집중도(Scientific Concentration) 등으로 평가된다. 인재는 디지털 기술을 능숙히 사용할 수 있는 인력을 평가하고, 트레이닝 및 교육은 디지털 기술을 활용할 수 있는 충분한 교육 정도를 지표로 산출하며, 과학집중도는 R&D 수준을 평가한다.

기술은 디지털 기술의 발전을 가능하게 하는 전반적인 환경을 평가하는 지표로 규제 체계(Regulatory Framework), 자본(Capital), 기술 체계(Technological Framework) 등이 하위 요소에 포함된다. 규제 체계는 디지털 기술을 원활히 수행할 수 있는 법적 환경을 토대로 지표를 산출하고, 자본은 사업을 원만하게 수행하는 데 필요한 금융 지원 수준을 평

가하는 지표이며, 기술 체계는 디지털 기반 사업을 수행하는 데 필요한 기술적 환경 수준을 바탕으로 지표를 산정하고 있다.

미래 대응 역량은 디지털 전환을 활용하기 위한 국가의 준비 수준을 의미하며, 기술 적용에 대한 의지(Adaptive Attitudes), 시장 변화에 대한 신속한 대응(Business Agility), IT 통합(IT Integration) 등으로 평가한다. 기술 적용 의지는 온라인 서비스를 이용하는 정도와 이를 위한 디지털 기기 사용 정도를 측정하여 지표를 산출하고, 신속한 대응의 경우 디지털 기술을 활용한 신속한 의사결정과 도전적인 사업 추진 능력으로 평가하며, IT 통합은 IT 보안에 관련된 데이터로 순위를 산출한다.²³⁾²⁴⁾

국가별로 살펴보면 미국과 싱가포르가 2015년 이래로 디지털 경쟁력이 꾸준히 높은 수준으로 나타나고, 2023년 네덜란드가 우수한 평가를 받으며 2위까지 상승하였다. 한국은 모든 디지털 경쟁력 요소에서 높은 성과를 거두면서 2023년에 6위를 차지하였다.

한국의 경우 모든 상위 지표가 2022년 대비 상승한 수준을 보였으며, 미래 대응 역량이 1위, 지식 10위, 기술이 12위 순으로 나타났다. 지식의 하위 요소인 인재(31위), 트레이닝 및 교육(6위), 과학집중도(2위)는 2022년 대비 모두 상승하였으나, 디지털 기술을 사용하는 고급인력 수준은 타 국가에 비해 여전히 미진한 수준으로 나타났다. 특히 국제적 경험을 갖춘 고위 관리직 채용(51위), 디지털 기술 사용 정도(48위), 여성 연구자(55위) 등이 미흡한 수준으로 평가되었으나, R&D 지출액 비중(2위)이 타 국가 대비 높은 것을 확인할 수 있다.

한편 기술 부문 하위 평가 요소인 규제 체계(26위), 자본(24위), 기술 체계(8위)는 2022년 대비 하락한 수준을 보이면서, 기술 개발을 위한 법

23) 세부 평가 구성 요소는 <부표 3-1> 참고.

24) 평가 구성 요소 정의는 IMD(2023), pp. 40-41의 내용을 요약·발췌하였다.

〈그림 3-1〉 국가별 디지털 경쟁력 순위



자료: IMD(2023)의 자료에 근거해 2015년, 2020년, 2023년 순위를 조합하여 저자 작성.

적·금융적·기술환경적 인프라가 타 국가에 비해 상대적으로 미흡한 상황으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면 기술 개발에 대한 법률 지원(52위)이 부진하고 금융 지원(50위) 역시 부족한 실정이나, 완료된 계약 건수(2위)는 높은 평가를 받았다.

미래 대응 역량에서는 기술 적용 의지(1위), 신속한 대응(3위), IT 통합(12위)으로 64개국 중 디지털 기술을 수용하고자 하는 정부나 민간의 노력이 높음을 알 수 있다. 특히 인터넷 소매업(2위)이 매우 발달한 모습을 보이고 있으며, 디지털 관련 사업에 대한 도전적인 의식(2위)도 높은 것으로 나타나 디지털 기술을 통한 사업 확장에 대한 진입장벽이 낮은 것으로 확인되었다.

〈그림 3-2〉 한국의 IMD 국제경쟁력지수 평가 요소별 순위



자료: IMD(2023), p. 118.

주: △: 작년 대비 순위 상승 / ▽: 작년 대비 순위 하락.

나. CISCO, 중소기업 디지털 성숙도 지수

CISCO의 중소기업 디지털 성숙도 지수(Small Business Digital Maturity Index)는 아시아·태평양 지역 국가의 중소기업의 디지털화²⁵⁾ 정도를 파악하기 위한 지표로 4가지 지표를 조사하여 산출하고 총 4단계로 분류한다.

디지털 성숙도 지수는 전략과 조직(Strategy & Organization), 프로세스와 거버넌스(Process & Governance), 인재와 역량(People & Skills), 기술(Technology) 등 4가지 지표로 산출된다. 전략과 조직에서는 기업의 디지털화 접근 방식, 디지털 전략, 디지털 기술을 실행할 준비 등을 평가하고 프로세스와 거버넌스는 자동화, 표준화, 프로세스 혁신 수준을 평가해 자동화가 가장 잘 되어 있는 프로세스를 파악한다.

25) CISCO의 중소기업 디지털 성숙도 지수에서는 디지털 혁신(DX)을 디지털 기술을 통한 사내 운영 혁신으로 정의한다.

〈표 3-1〉 CISCO 중소기업 디지털 성숙도 지수 평가 요소 및 분류 단계

평가 요소			
전략 · 조직	프로세스 · 거버넌스	인재 · 역량	기술
접근 방식 전략 준비	프로세스 혁신 수준 자동화 수준	인재채용에 대한 회사 역량	디지털 기술 활용 정도

분류단계			
1단계: 디지털 무관심	2단계: 디지털 관찰자	3단계: 디지털 챌린저	4단계: 디지털 네이티브
<ul style="list-style-type: none"> · 시장 변화 대응 · 디지털 전환 노력 부재 · 프로세스 수동 진행 · 디지털 기술 미사용 · 클라우드 리소스 미사용 	<ul style="list-style-type: none"> · 시작은 되었으나 여전히 전략 단계 · 이니셔티브 규모가 작음 · 자동화에 집중하여 효율성 달성 · 기술 투자에 대한 소통 부재 · 전략 조율 미흡 · 클라우드 리소스 일부 사용 	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 기술 사용 전략 보유 · 적응력과 신속한 대응성에 초점 · 핵심 프로세스 자동화 · 능동적인 사후 대응 · 디지털화 및 하이브리드 클라우드 지원을 위한 기술 투자 로드맵 · 인적자원 투자 	<ul style="list-style-type: none"> · 통합 디지털화 전략 · 지속적인 혁신 추진 집중 · 분석 및 모든 프로세스를 자동화로 지원하고 데이터를 기반으로 시장 진출 · 클라우드 선도 기업이며 디지털 기술이 비즈니스에 내재 · 디지털 기술을 활용한 시장에서의 규모 · 입지 경쟁력 확대

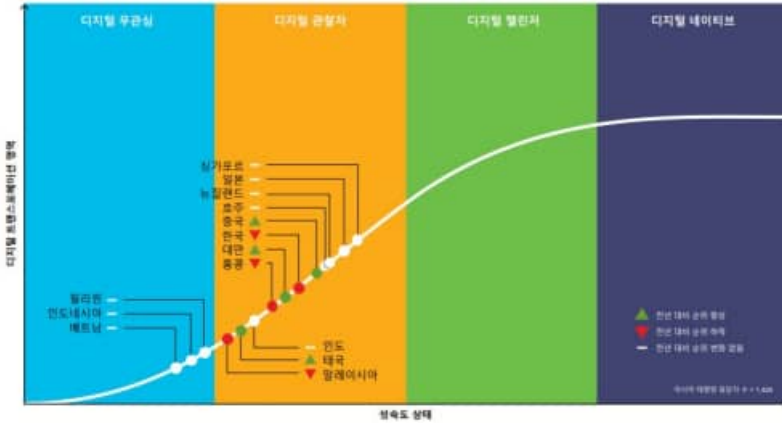
자료: CISCO(2020), pp. 4-5.

인재와 역량에서는 회사가 인적자원을 관리하는 데 적합한 역량을 가지고 있는지, 적합한 인재를 채용하는지에 대한 여부를 조사하고, 기술은 기업의 경쟁력 강화를 위해 도입한 주요 디지털 기술의 활용 정도에 대해 평가한다.

지표로 산출된 점수를 토대로 디지털 무관심, 디지털 옵저버, 디지털 챌린저, 디지털 네이티브 등 총 4단계 분류로 구분하게 된다.

디지털 무관심 단계는 시장 변화에 대응하는 단계이며, 디지털 전환에 대한 노력이 전혀 없고 디지털 기술을 사용하지 않아서 모든 프로세스가 수동으로 진행되는 기업을 의미한다. 디지털 관찰자 단계는 디지털화를 시작한 하였으나 아직은 전략 수준에 그친 단계이며, 자동화에

〈그림 3-3〉 CISCO 중소기업 디지털 성숙도 지수 국가별 순위



자료: CISCO(2020), p. 8.

집중하여 효율성은 달성하였으나 전략 조율이 미흡하고 기술 투자에 대한 사내 소통이 부재한 경우 해당 단계에 위치하게 된다. 디지털 챌린저 단계는 디지털 기술을 활용한 사업 전략을 보유하고 있는 단계로 디지털 기술의 도입과 신속한 대응에 초점을 맞추고 핵심 프로세스 자동화를 도모하며 디지털 기술 문제 발생 시 능동적으로 사후 대응을 하는 기업으로 분류한다. 디지털 네이티브는 전사적인 디지털화 전략을 진행하는 단계로 지속적으로 혁신을 도모하고 분석과 프로세스를 모두 자동화로 지원하며, 이렇게 산출된 데이터를 기반으로 시장에 진출하는 등 디지털 기술을 활용하여 시장에서 규모와 입지 그리고 경쟁력을 확대하는 기업이 이 단계에 해당한다.

디지털 성숙도 지수에 따르면 아시아·태평양 지역 국가의 중소기업들은 2019년 대비 디지털화 속도에 박차를 가하고 있는 것으로 나타났으며, 디지털 무관심 기업 비중이 줄어들고 디지털 관찰자, 디지털 챌린저, 디지털 네이티브 기업의 비중이 증가한 것으로 확인되었다.

〈표 3-2〉 CISCO 중소기업 디지털 성숙도 지수 주요 요소 비교

단위: %

	주요 조사항목	한국(6위)	싱가포르(1위)
투자 (2020)	보안	11	11
	클라우드	16	25
	IT 및 하드웨어	12	-
	IT 및 소프트웨어	-	18
어려움 (2020)	인력 부족	18	26
	변화에 대한 문화적 저항	18	-
	디지털 사고방식의 결여	14	-
	실현 기술 부족	-	14
	실현 적극성 부족	-	12
정부 지원에 대한 인식 (2019)	높은 인식 & 지원 수혜 중	14.0	41.4
	인식은 하고 있으나 수혜를 받지 않음	60.0	52.9
	낮은 인식 수준	26.0	5.7

자료: CISCO(2020), pp. 32-33; CISCO(2019), pp. 36-37 재가공.

디지털 무관심 기업 비중은 2019년 39%에서 2020년 31%로 감소하고 디지털 옴저버 기업 비중은 50%에서 53%로 확대되었으나, 여전히 대부분 중소기업이 디지털화를 진행하는 데 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 국가별로는 인도네시아와 베트남이 높은 성장세를 보였으며, 싱가포르, 일본, 뉴질랜드는 여전히 디지털 관찰자 선두를 차지하는 것으로 확인되었다.

한국은 종합 6위를 차지하였으나, 이는 중국에 밀려 2019년에 비해 순위가 하락한 수준으로 최근 타국에 비해 성숙도 지수가 낮게 평가되고 있다. 한국의 경우 클라우드에 투자하는 비중이 16%로 가장 높은 것으로 나타났으며, IT 하드웨어 업그레이드 투자 비용이 12%, 보안이 11% 순을 보였다. 아시아·태평양 지역에서 12%가 소프트웨어 업그레이드에 투자하는 것과 비교하였을 때 하드웨어 투자가 더 활발하다는 것이

한국 디지털 성숙도 수준의 특징임을 알 수 있다. 한편 아시아·태평양 지역의 경우 기술이 부족하거나 실행을 위한 적극적인 태도가 부족한 데 반해, 한국은 고착화된 가치관이 디지털 네이티브로 가는 장애 요인으로 작용하고 있는 것이 특징이다. 한국 중소기업이 디지털화로 이행하는 데 문제가 되는 장애 요소로는 변화에 대한 문화적 저항²⁶⁾(18%), 디지털 기술 역량을 보유한 인력 부족(18%), 디지털적 사고방식 결여(14%) 등으로 나타났다.

2) 디지털 세부 기술의 발전 수준

가. EIU, 포용적 인터넷 지수

EIU의 포용적 인터넷 지수(Inclusive Internet Index)²⁷⁾는 100개 국가의 인터넷 사용 정도를 포괄적으로 측정한 지수로 접근성, 경제성, 관련성, 준비성 등 4가지 구체적인 항목을 통해 국가별 인터넷 수준을 평가한다.

접근성(Availability)은 사용할 수 있는 인터넷의 품질과 범위를 평가하며, 인터넷 사용 수준(Usage), 품질(Quality), 인프라(Infrastructure), 전력 사용(Electricity) 등을 기준으로 산출한다. 인터넷 사용 수준은 인터넷 및 휴대폰 사용자 수 및 성별 격차 정도를 평가하고, 품질은 인터넷 속도 및 범위를 인프라는 개방도 정도를 반영하며, 전력 사용은 전기 사용 비율로 지수를 산정하게 된다.

경제성(Affordability)은 비용(Price), 네트워크 사업자의 경쟁 환경

26) 여기서 문화적 저항이란 한국이 새로운 디지털 기술을 받아들이고 적용하려고 하지 않는 성향을 의미한다.

27) EIU The Inclusive Internet Index(접속일: 2024. 6. 21).

(Competitive Environment) 등으로 평가한다. 휴대폰 및 통신요금에 대한 평가 정도를 비용으로 정의하고, 무선통신 시장 및 광대역 통신 시장 점유율을 경쟁환경으로 정의하게 된다.

관련성(Relevance)은 현지 콘텐츠(Local Content)와 관련 콘텐츠(Relevant Content)로 점수를 산출한다. 현지 콘텐츠는 현지 언어로 된 서비스 제공 여부와 국가 도메인 활용 정도를 나타내며, 전자금융 및 전자상거래, 인터넷을 활용한 다양한 복지 정도를 관련 콘텐츠 지표로 산정하고 있다.

준비성(Readiness)은 인터넷 사용자들이 온라인을 활용할 수 있는 능력을 측정하는 지표로, 디지털 기술 사용 기본 능력(Literacy), 안전한 연결과 문화적 수용도 수준(Trust & Safety), 정책(Policy) 등으로 평가한다. 인터넷을 사용할 수 있는 기초 능력 여부, 개인정보 보호 및 사이트에 대한 보안성, 인터넷 소외 계층을 위한 정부 지원 등으로 지수를 산정하게 된다.

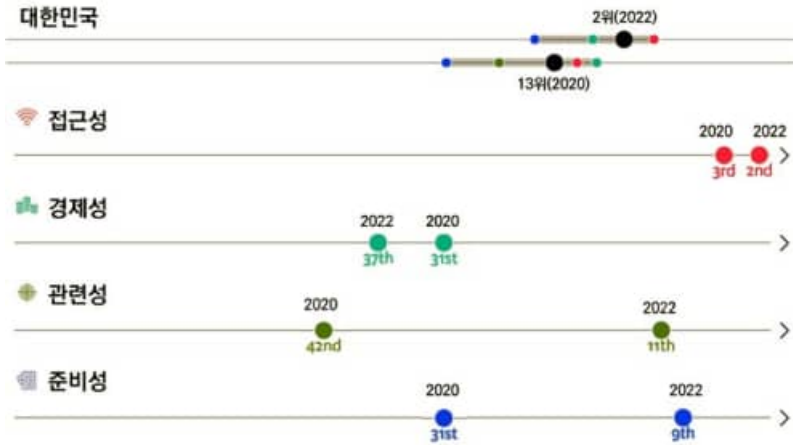
각 평가 요소는 서로 다른 가중치를 할당하는데, 접근성에 가장 높은 가중치(40%)를 부여하고, 경제성(30%), 관련성(20%), 준비성(10%) 순으로 가중치를 부여함으로써 인터넷 품질과 범위를 평가의 중심에 둔 것으로 보인다.²⁸⁾

2022년 포용적 인터넷 지수의 1위를 차지한 싱가포르는 접근성·경제성에서 우수한 성적을 기록하였으며, 3위는 미국으로 관련성 부문에서 강세를 보이고 있다.

한국은 종합지수에서 2위를 기록하여 2020년 대비 높은 수준으로 성장하였으며, 관련성 부문에서 2020년 42위에서 11위까지 성장하였다.

28) 세부 평가 구성 요소는 <부표 3-2>를 참고하십시오.

(그림 3-4) 국가별 EIU 포용적 인터넷 지수 순위(한국)



자료: EIU The Inclusive Internet Index의 2020년 결과와 2022년 결과를 편집하여 재구성(접속일: 2024. 6. 21).

한국의 경우 접근성의 하위 요소인 인터넷 사용 수준, 품질, 인프라는 2020년 대비 상승한 모습을 보여주고 있으며, 품질 수준이 매우 높은 평가를 받은 것으로 나타났다. 특히 광대역, 모바일 업로드 다운로드 속도가 높은 성과를 거두어 인터넷 품질이 대폭 개선된 모습을 보였으며, 프로비저닝 역시 높은 평가를 받은 것으로 나타나 IT 인프라도 상당히 개선된 것을 확인할 수 있다.

한편 경제성 부문은 다른 평가 요소에 비해 한참 못 미치는 37위의 성적을 기록하여 비용과 경쟁환경 부문이 취약한 것으로 나타났다. 선불 휴대폰 요금과 무선통신 시장 점유율 점수는 소폭 개선되었으나 스마트폰 비용, 요금 등이 취약한 수준으로 나타났다. 특히 경쟁환경 부문에서 무선통신 사업자의 사용자당 평균수익 점수가 큰 폭으로 감소하여 수익성이 저하된 것으로 확인되었다. 이는 5G 가입자 증가세가 시장 예측에 비해 둔화된 상황에서 고객 유치를 위해 통신사들이 증저가 5G 요금제

를 출시한 영향으로 판단된다.

관련성 부문에서는 현지 콘텐츠와 관련 콘텐츠 모두 2020년 대비 두 자릿수 증가세를 보이며 높은 성과를 기록하였다. 특히 국가 단위 웹사이트 집중도가 매우 높은 평가를 받았으며 현지 언어로 된 인터넷 강의 수준도 높게 책정되어, 콘텐츠 수요를 충족하는 인기 웹사이트의 수가 다양해지고 인터넷 교육 수준도 강세를 보이고 있다.

준비성에서는 기본 사용 능력과 정책에서 우수한 평가를 받았으나, 보안 측면에서는 다소 미흡한 수준을 보이고 있다. 정부에서 장애인을 위한 웹사이트 개발을 충실히 시행하고 5G 확장을 위해 노력하는 것으로 평가되었으나, 소셜미디어 정보에 대한 신뢰도에서 낮은 평가를 받아 사용자가 판단하기에 국내 소셜미디어의 모든 정보를 완벽하게 신뢰하지 않음을 알 수 있었다.

나. 토터스 인텔리전스, 글로벌 AI 지수

글로벌 AI 지수(Global AI Index)²⁹⁾는 영국 데이터 분석 미디어인 토터스 인텔리전스(Tortoise Intelligence)에서 2019년 처음 발표하였으며, 국가별 인공지능 역량을 실행, 혁신, 투자 부문으로 측정하여 지수 및 순위를 산출하고 있다.

실행은 기업, 정부, 커뮤니티 실무자들의 인공지능 운영 방식에 대한 평가를 통해 점수를 산출하며, 인재(Talent), 인프라(Infrastructure), 운영 환경(Operating Environment) 등을 포함하고 있다. 인재는 AI 기술을 사용할 수 있는 인력에 대한 정보를 점수로 환산하며, 인프라는 AI 기술

29) Tortoise Global AI Index(접속일: 2024. 6. 21).

활용에 필요한 주변 기초 환경 수준으로 정의하고, 운영환경은 AI 기술을 활용하기 위한 법적·제도적 지원 여부 등으로 산정된다.

혁신은 기술 혁신을 위한 연구 수준과 특히 개수 등으로 평가하며, 연구(Research)와 개발(Development)을 세부 지표로 활용하여 측정한다. 연구는 AI 연구자 수, 연구 발간물, 정부의 투자 규모 등 연구에 관련된 전반적인 사항을 포함하고, 개발은 AI 관련 특허 정보로 점수를 환산한다.

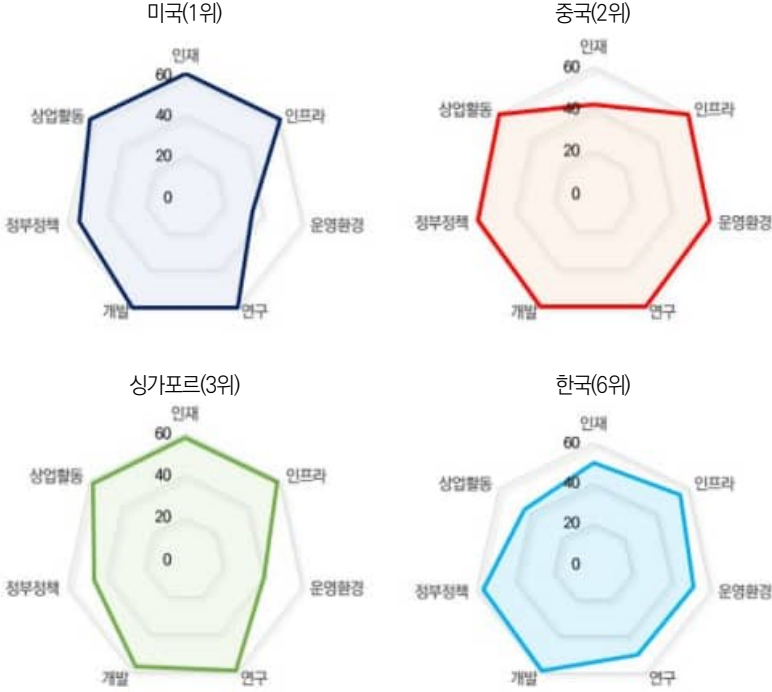
투자의 경우 인공지능에 대한 정부와 민간의 재정적·절차적 지원을 반영하며 민간투자(Commercial ventures)와 정부정책(Government strategy) 등을 통해 지수로 산정된다. 정부정책은 AI와 관련해 국가의 지원 및 규제 등을 평가한 지표이며, 민간투자의 경우 AI 기업 수와 민간투자 규모 등으로 평가한다.

한 국가의 총점은 7대 하위 항목에 속해 있는 모든 지표의 가중치 합계로 구성되며 각 하위 항목별 가중치는 상이하게 부여된다. 인재 15%, 인프라 11%, 운영환경 6%, 연구 26%, 개발 14%, 정부정책 4%, 상업적 벤처활동 24%로 연구와 상업적 벤처활동에 높은 가중치를 부여하는 것을 알 수 있다.³⁰⁾

한국은 62개국 중 6위를 기록하였으며, 미국 1위, 중국 2위로 두 국가의 인공지능 기술에 대한 평가가 높게 나타났다. 실행 부문에서 한국은 인재 12위, 인프라 7위, 운영환경 11위로 인재와 운영환경에서 상대적으로 미흡한 모습을 보이고 있다. 특히 'STEM(과학·기술·공학·수학) 학과 졸업생 수' 및 'IT 학과 졸업생 수'에서는 각각 9위와 8위를 차지하였으나, 인재 점수가 100점 만점에 35.1점 수준으로 AI 인재가 상위 국가에 비해 부족한 수준으로 나타났다.

30) 세부 평가 구성 요소는 <부표 3-3>을 참고하시오.

〈그림 3-5〉 국가별 글로벌 AI 지수 순위(2023년)



자료: Tortoise Global AI Index의 2023년 자료 결과를 저자가 편집하여 재구성(접속일: 2024. 6. 21).

주: 4위 영국, 5위 캐나다, 7위 이스라엘, 8위 독일, 9위 스위스, 10위 핀란드.

인프라는 74.4점으로 비교 대상국 대비 우수한 수준으로 확인되었으나, 슈퍼컴퓨터 수에서 주요국과 상당한 격차가 벌어져 있다. 운영환경은 91.4점을 기록하여 점수가 높게 책정되었으나, 순위로는 11위를 기록하여 타 국가에 비해 운영환경 개선이 필요한 것으로 나타났다. 특히 AI에 대한 대중의 신뢰도가 17위로 타국에 비해 국내 AI 기술에 대한 믿음이 부족한 것으로 나타났다.

혁신 부문에서 한국은 연구 12위, 개발 3위로 기술 특허에 대해 적극적인 태도를 보이지만 연구 수준은 뒤처지는 모습으로 확인되었다. 연

구는 24.3점으로 12위를 기록하였으나 상위 10개국 평균인 42.3점에 한참 못 미치는 수준이고, R&D 투입 비중은 상위권에 속하지만 출판물 수에서 낮은 순위를 기록하여 재정 투입 대비 산출물이 미약한 것으로 나타났다. 개발은 60.9점으로 미국, 중국에 이어 3위를 기록하며 특허에 강한 모습을 보이고 있으며, 특히 AI 관련 특허 수 역시 3위를 기록하여 특허활동을 활발히 진행하는 것으로 확인되었다.

투자 부문에서는 정부정책 6위, 민간투자 18위로 정부정책은 뒷받침되고 있지만 민간투자가 부진한 상황으로 나타났다. 정부정책은 91.9점으로 높은 평가를 받았다. 특히 AI 공공투자액과 GDP 대비 AI 공공투자액 비중이 높은 순위를 기록하였으며, 정부의 투자 지속성 역시 우수한 편으로 평가되었다. 반면 민간투자는 8.3점으로 18위를 차지하여 하위 평가 요소 7개 중 최하위를 기록하였으며, AI 상장기업 수도 적고 AI 기업당 평균 투자 규모 역시 타 국가에 비해 상대적으로 미흡한 수준으로 나타나 민간의 적극적인 투자가 요구되고 있다.

다. 포틀란 연구소, 네트워크 준비도 지수

포틀란 연구소에서는 세계 각국의 네트워크 관련 역량을 기술(Technology), 주체(People), 거버넌스(Governance), 영향력(Impact) 등 4대 요인으로 평가하여 네트워크 준비도 지수(Network Readiness Index, NRI) 보고서를 발간하고 있다.

기술은 NRI의 기본 구성 요소로서 한 국가가 글로벌경제에 참여하는데 중요한 요인 중 하나인 기술 인프라를 평가하는 지표이며, 접근성(Access), 콘텐츠(Content), 미래기술(Future Technology) 등 세 가지 세부 요인으로 평가한다. 접근성은 통신 인프라 및 비용 효율성 등을 조사

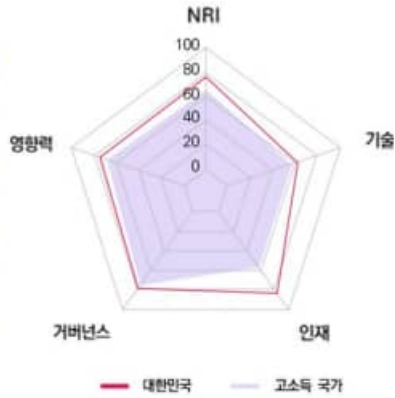
〈그림 3-6〉 포틀란 연구소 네트워크 준비도 지수

단위: 점수

순위	2020년					순위	2023년				
	국가	기술	주체	거버넌스	영향력		국가	기술	주체	거버넌스	영향력
14	한국	3	31	42	31	7	한국	60.1	84.1	80.4	73.3

대한민국(2023)

Network Readiness Index	순위 (134개국 중)	점수
평가요소/하위평가요소	순위	점수
A. 기술	17	60.10
첫번째 하위평가 요소: 접근성	23	75.76
두번째 하위평가 요소: 콘텐츠	30	40.42
세번째 하위평가 요소: 미래기술	8	64.12
B. 주체	1	84.11
첫번째 하위평가 요소: 개인	1	79.88
두번째 하위평가 요소: 기업	1	82.85
세번째 하위평가 요소: 공공	1	88.59
C. 거버넌스	18	80.44
첫번째 하위평가 요소: 신뢰	10	85.10
두번째 하위평가 요소: 규제	41	75.26
세번째 하위평가 요소: 포용성	17	80.96
D. 영향력	11	73.27
첫번째 하위평가 요소: 경제	3	65.35
두번째 하위평가 요소: 삶의 질	40	75.23
세번째 하위평가 요소: 지속가능발전(SDG) 공헌도	26	79.22



자료: Portulans Institute(2023), p. 149.

하여 국가별 개인의 기본적인 ICT 접근성 수준을 조사하고, 콘텐츠는 국가 내에서 생성되는 디지털 기술의 특성과 현지에서 배포할 수 있는 콘텐츠·앱을 평가한다. 마지막으로 미래기술은 도래하는 네트워크 경제의 트렌드와 새로운 패러다임에 대한 국가의 준비도를 지표로 산정하게 된다.

주체는 개인(Individual), 기업(Business), 공공(Government) 부문에 걸쳐 한 국가 또는 개인이 기술 활용하는 데 필요한 숙련도, 포용성과 네트워크 경제에 참여할 수 있는 역량 등을 측정하여 산정한다. 한편 거버넌스는 네트워크 강화체제를 통한 사용자의 안전 보장도 포함하고 있으며, 신뢰(Trust), 규제(Regulation), 디지털 격차 완화(Inclusion: 포용성)

등으로 평가한다. 신뢰는 네트워크 경제 내에서 개인과 기업의 보안환경을 평가하고, 규제는 네트워크 경제 참여를 촉진하는 데 정부의 역할을 조사하며, 포용성은 성별, 장애, 경제적 배경에서 비롯된 격차를 완화할 수 있는지 국가 내 디지털 격차를 파악하여 산출한다.

영향력은 네트워크 경제 참여로 인해 발생하는 다양한 파급효과를 측정하며, 경제(Economy), 삶의 질(Quality of Life), 지속가능발전 공헌도(SDG Contribution)로 평가하게 된다.³¹⁾³²⁾

2023년 NRI에서 한국은 주체 부문에서 높은 성과를 보이면서 2020년 14위에 이어 7단계 높아진 7위를 달성하였다. 평가 요소별로는 주체가 1위로 가장 강세를 보였으며 영향력 11위, 기술 17위, 거버넌스 18위 순을 보였다.

주체에서 하위 항목인 개인, 정부 기관의 순위가 모두 1위를 달성하였으며 이는 디지털 기술을 활용하여 경제 성장을 촉진하고 사회를 발전시키기 위한 개인, 기업, 정부기관의 적극적인 참여와 개입의 결과로 해석할 수 있다. 특히 AI 분야 인재에 집중(1위)되어 있고 기업의 연구개발 총지출(GERD)이 전 세계에서 가장 높은 수준으로 나타났으며, 연구개발 지출 증가와 교육 증진 역시 크게 개선된 것으로 확인되었다.

영향력 부문에서는 경제(3위)는 우수한 평가를 받았으나 삶의 질(40위), 지속가능발전 기여도(26위) 등은 미흡한 수준으로 나타났다. 특히 출원 건수(2위), 건강한 삶에 대한 기대(3위) 등은 세계적으로 높은 수준으로 확인되었으나, 자유에 대한 선택(100위), 깨끗한 에너지(101위) 등은 한국이 향후 개선해야 할 숙제로 평가되었다.

기술 부문에서는 접근성(23위), 콘텐츠(30위) 분야가 다소 약세를 보

31) 세부 평가 구성 요소는 <부표 3-4>를 참고하시오.

32) 평가 구성 요소 정의는 Portulans Institute(2023), pp. 224-239의 내용을 요약·발췌하였다.

였으나 미래기술 지표에서 8위를 거두어 종합 17위를 기록하였다. 접근성에서는 학교의 인터넷 접속 가능 정도는 세계 1위를 차지하였으나, 모바일 요금제는 71위 수준을 보여 타 국가에 비해 약세인 것으로 확인되었다. 이는 국내 소수 통신사에 의한 통신요금 책정에 따른 결과로 보이며 통신요금에 대한 개선이 필요한 것으로 판단된다. 미래기술에서는 로봇 밀집도가 세계 최고 수준(1위)으로 평가받았으며, 컴퓨터 소프트웨어 소비 지출에는 개선이 필요한 것으로 확인되었다.

거버넌스 부문은 규제(41위)에서 약세를 보였으며, 신뢰(10위), 포용성(17위) 역시 10위 이내에 진입하지 못하여 거버넌스가 타 국가에 비해 경쟁력이 부족한 것으로 나타났다. 신뢰 부문에서는 인터넷 쇼핑이 강세를 보였고 규제에서는 종합적인 ICT 규제가 타국에 비해서 상대적으로 부진하였으나, 전자상거래 법적 지원이 타국에 비해 좋은 평가를 받은 것으로 나타나 인터넷 쇼핑, 전자상거래 쪽은 법적 제도나 인프라가 상대적으로 높게 평가받고 있는 것으로 확인되었다.

3) 한국의 디지털 수준 진단

앞서 살펴본 지표들을 종합하여 한국의 디지털 기술 수준이 얼마나 진행되어 있는지 검토하고, 한국 디지털 기술 환경의 강점과 약점을 살펴보고자 한다.

종합지표를 살펴보면 한국은 6위 정도의 순위에 위치하여 타국에 비해 비교적 높은 수준의 디지털 기술력을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 인프라 측면에서 살펴보면 디지털 기술의 기반이라고 할 수 있는 인터넷 구축이 잘 되어 있으며, 로봇을 통한 산업 자동화 수준도 비교국들에 비해 우수하게 평가되고 있다. 그러나 활발한 기술 활용도에 비해 범·

제도적 측면에서 기술 개발 및 개인정보 보호에 대한 지원이 부족한 것으로 나타났다. 또한 정부의 R&D 투자 지원은 활발하지만 민간의 투자가 타국에 비해 낮은 수준을 보이고 있는데, 현재 국내 디지털 기술 도입이 대부분 정부 주도의 사업으로 진행되고 민관 협력이 부족하다는 점은 개선해야 할 부분으로 남아 있다.

한편 디지털 기술 활용 인력 측면에서는 두 지표 모두 낮은 수준을 보여 디지털 인력 인적자원 관리에 대한 개선이 요구된다. 특히 디지털 기술 숙련도 자체가 매우 낮은 수준으로 나타났으며, 국제적 경험을 가진 외국인, 여성 연구자 수도 타국에 비해 부족한 수준으로 평가되고 있다. CISCO 조사에 따르면 한국의 디지털 인력 부족은 디지털 기술을 받아들이고자 하는 의지가 없는 것이 가장 큰 원인이므로 인식의 개선과 함께 교육에 대한 지원이 강화되어야 할 것으로 판단된다.

기술별 지표를 살펴보면 인터넷 활용 수준은 높으나 AI와 ICT 기술력에서는 상대적으로 낮은 수준으로 평가받고 있다. 인터넷 활용을 위한 광대역 구축 상태, 인터넷 품질, 개인별 스마트폰 사용 등 인프라 수준이 높은 것으로 나타났으며, 인터넷 교육, 콘텐츠 수요 등도 높게 나타나 활용성 측면에서도 우수한 평가를 받았다. 그러나 소수의 통신사가 인터넷을 제공하는 관계로 사용요금이 타 국가에 비해 상대적으로 높게 책정된 점과 5G의 약세는 개선해야 할 부분으로 남아 있다. 더불어 인터넷 활용도가 높은 데 반해 사이트에 대한 국민의 신뢰도가 낮고 개인정보 보호를 위한 제도적 장치가 미흡한 점도 주목할 만한 사항이다.

국내 AI 기술은 미·중 다음으로 특히 수가 가장 많은 것으로 나타나 특허에 전력을 기울이는 것으로 확인되었으나, 개발·운영할 수 있는 인재 양성 및 투자 활성화가 과제로 남아 아직 시작 단계인 것으로 판단된다. 특히 AI 인재가 상위에 위치한 국가에 비해 상당히 적은 수준이므로

〈표 3-3〉 디지털 기술 평가 지표별 한국 순위

	지수명	평가 요소	한국순위
종합지표	디지털 경쟁력 지수(2023) (IMD)	종합	6위
		지식	10위
		기술	12위
		미래 대응 역량	1위
	중소기업 디지털 성숙도 지수(2020) (CISCO)	종합	6위
	전략 · 조직 / 프로세스 · 거버넌스 / 인재 · 역량 / 기술	순위 없음	
기술별 지표	포용적 인터넷 지수(2022) (EIU)	종합	2위
		접근성	2위
		경제성	37위
		관련성	11위
		준비성	9위
	글로벌 AI 지수(2023) (Tortoise)	종합	6위
		실행	10위
		혁신	7위
		투자	7위
	네트워크 준비도 지수(2023) (포틀란 연구소)	종합	7위
		기술	17위
		인재	1위
		거버넌스	18위
영향력		11위	

자료: 각 기관 자료를 활용하여 저자 작성.

주: 글로벌 AI 지수 평가 요소 순위는 하위 평가 요소의 순위를 평균한 값.

교육 지원을 통한 인재 양성이 요구되며, 정부뿐만 아니라 민간 영역에서도 투자 활성화를 유도하여 AI 기술을 활용하기 위한 인프라도 구축해야 할 필요가 있다.

한편 ICT 기술 활용도는 민간 · 기업 · 정부의 활용성 측면에서 강세를 보이는 것으로 확인되었으며, 경제안보를 위한 기술 특히 활동도 활발

히 진행되고 있는 것으로 확인되어 기술 활용에서는 강점을 보이고 있다. 그러나 보안 및 ICT 규제 환경이 제대로 갖추어져 있지 않고, 개인이 법적 보호를 받을 수 있는 제도도 충분히 마련되지 않아 보안 측면에 관한 관심이 요구된다.

(2) 국내 산업별 디지털 기술 활용 현황

2016년 세계경제포럼(WEF)에서 4차 산업혁명이라는 단어를 처음 사용하면서 디지털 기술에 관한 관심이 높아졌으며, 이에 따라 국내 여러 기관에서 한국의 디지털 기술 활용 현주소를 파악하기 위해 다양한 실태조사를 수행하였다.

소프트웨어정책연구소에서 수행하는 SW융합실태조사에서는 SW융합 활동이 있는 기업을 13개 산업으로 분류하여 디지털 전환 추진 여부에 대해 2019년부터 현재까지 조사하고 있다. 다른 조사들이 일시적인 실태조사를 수행하는 반면에 이 조사는 기업의 디지털 전환 정도에 대한 동향을 파악하기 용이하다는 장점이 있다.

산업연구원(2019)에서는 시스템산업에 종사하는 제조기업을 대상으로 디지털 전환 준비도 조사를 수행한 바 있다. 조사 대상으로 소재, 부품, 공정(뿌리) 등 세 가지로 구분하여 400개 응답기업을 대상으로 조사를 수행하였다. 또한 산업연구원(2021)에서는 한국기업데이터 DB에서 각 산업의 KSIC에 속한 기업 702개를 제조업(ICT, 비ICT), 서비스업(ICT, 비ICT) 등 4가지 산업군으로 구분하여 디지털 전환 수준, 인식, 추진 현황, 성과와 전망 등을 조사하였다. 하지만 중소기업의 경우 벤치인증을 보유한 기업을 우선적으로 조사하여 대상이 한정적이다.

한국중견기업연합회(2021)에서 수행한 중견기업 디지털 전환 실태조

〈표 3-4〉 국내 디지털 기술 활용 실태조사

조사명	조사 내용	특징	시계열
기업활동조사 (통계청)	4차 산업혁명 기술 활용	· 모집단: 전국사업체조사를 기초로 구성된 기업 체 모집단 · 제공 범위: 산업 중분류까지 제공 · RAW데이터 제공	2017~ 2022
SW융합실태조사 (소프트웨어정책연구소)	디지털 전환 추진 여부	· 모집단: 한국표준산업분류 10차 개정(KSIC Rev.10)에 의한 전체 업종 중 SW융합 활동 이 있는 566개의 세세분류로 선별하였고, 13개의 산업으로 각각 분류 · 제공 범위: 산업 대분류까지 제공	2019~ 2023
디지털 전환에 대응한 국내 제조혁신역량 분석과 정책과제 (산업연구원)	디지털 전환 준비도 실태조사	· 응답기업 400개(제조업 대상) · SIRI(Smart Industry Readiness Index)를 적용한 디지털 전환 준비도 실태조사	2019
디지털 전환 가속화에 따른 ICT산업의 신성장전략 (산업연구원)	디지털 전환 현황과 도입 수준, 기업의 DX 추진과 성과에 미치는 영향을 조사	· 조사 대상은 한국기업데이터 DB에서 각 산 업의 KSIC에 속한 기업 · 제조업(ICT/비ICT), 서비스업(ICT/비ICT) 등 4개 산업군으로 구분하여 조사 · 중소기업의 경우 벤처 인증을 받은 기업을 우선으로 조사	2021
중견기업 디지털 전환 실태조사 (한국중견기업연합회)	중견기업의 디지털 전환 성숙도 조사	· 국내 중견기업 5,007개 대상 · 디지털 집약도에 따른 설문 결과 제시 · 산업을 제조업과 서비스업으로 구분하여 결과 제공	2021
기술혁신형 중소기업의 디지털 전환 실태와 시사점 (과학기술정책연구원)	디지털 전환 실태조사	· 모집단 KSIC 중분류 기준과 중업원 수로 구축 · 기술혁신형 중소기업으로 이노비즈 인증 기 업을 대상	2022
기업의 디지털 전환 추진 현황 및 실태조사 (한국산업기술진흥협회)	디지털 전환 추진 현황 및 성과	· 기업연구소 및 전담 부서 보유 기업 570개사 · 별도의 테이블 및 데이터 제공 없음	2023
보험산업 디지털 전환 설문조사 (보험연구원)	보험산업군 내 디지털 전환 실태조사	· 보험산업 내 기업을 대상으로 디지털 전환 현황 및 실태조사	2023

자료: 통계청(2020); 소프트웨어정책연구소(2023); 이상현 외(2019); 김종기 외(2021); 한국중견기업연합회(2021); 정미애 · 홍정임(2022); 한국산업기술진흥협회(2023); 황인창 · 손재희(2023) 등 자료 재가공.

사는 중견기업 5,007개를 대상으로 조사를 진행하였으며, 정미애 · 홍정임(2022)에서는 기술혁신형 중소기업이면서 이노비즈 인증 기업을 대상으로 디지털 전환 추진 현황을 파악하였다. 황인창 · 손재희(2023) 역시

〈표 3-5〉 연도별 기업활동조사 분석 대상 기업 수

단위: 개

산업 \ 연도	2017	2018	2019	2020	2021	2022
전 산업	11,142	11,635	11,691	11,852	11,828	12,166
제조업	6,075	6,248	6,286	6,108	6,107	6,197
기계	1,619	1,684	1,654	1,630	1,643	1,661
소재	1,604	1,665	1,674	1,625	1,615	1,665
ICT	1,043	1,040	1,060	1,035	1,084	1,086
기타	1,809	1,859	1,898	1,818	1,765	1,785
서비스업	5,067	5,387	5,405	5,744	5,721	5,969
유통	2,112	2,252	2,227	2,313	2,287	2,404
개인	323	349	346	359	345	344
생산자	2,522	2,664	2,710	2,949	2,960	3,091
사회	110	122	122	123	129	130

자료: 통계청 MDIS(접속일: 2024. 9. 20).

- 주: 1) 모든 산업은 K SIC10차를 기준으로 하였으며, 제조업에서 담배제조업, 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업, 산업용 기계 및 장비 수리업은 분석에서 제외.
 2) 서비스업은 ISTANS 기준에 따라 산업군 분류.

보험산업 내 기업을 대상으로 디지털 전환 실태조사를 수행하였으며, 한국산업기술진흥협회(2023)는 기업연구소 및 전담 부서가 있는 기업을 대상으로 디지털 전환 정도를 조사하였다.

이렇듯 디지털 전환에 대한 다양한 실태조사가 존재하지만, 대부분의 실태조사가 표본 수가 적으며 산업에 대한 구분이 구체적이지 않고 대상을 특정하여 조사를 진행하였기 때문에 전 산업을 대표하기에 무리가 있다는 단점이 있다. 더불어 SW융합실태조사를 제외하면 실태조사가 일시적인 경우가 대부분이어서 동향을 파악하기 어려운 측면이 있다.

그러나 통계청에서 매년 수행하는 기업활동조사는 전국사업체조사 결과로 구성된 모집단에서³³⁾ 조사 대상³⁴⁾을 선정하여 편향되지 않은(Unbiased) 데이터를 제공하므로 신뢰성이 보장된다. 또한 한국표준산

〈표 3-6〉 기업활동조사 4차 산업혁명 유형 및 기술

	정의
사물인터넷(IoT)	인터넷을 기반으로 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물 간의 정보를 상호 소통하는 지능형 기술 및 서비스
클라우드(Cloud)	데이터센터에 구축되어 있는 대규모 컴퓨팅 자원을 네트워크를 통해 제공받은 후 이를 토대로 애플리케이션이나 서비스를 개발하는 것을 말함
빅데이터(Big Data)	디지털 환경에서 생성되는 데이터로 그 규모가 방대하고 생성 주기가 짧고 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터
모바일(5G)	4G 이동통신보다 1천 배 이상 빠른 차세대 이동통신 기술 및 서비스
인공지능(AI)	인간의 학습 능력과 추론 능력, 지각 능력, 자연언어의 이해 능력 등을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술
블록체인(Block Chain)	공공 거래 장부라고도 부르며, 가상화폐로 거래할 때 발생할 수 있는 해킹을 막는 기술
3D프린팅(3D printing)	3차원 모델링 파일을 출력소스로 활용하고 플라스틱을 비롯한 경화성 소재를 사용해 프린터로 물체를 뽑아내는 기술
로봇공학(Robotics)	로봇에 관한 기술인 로봇의 설계, 구조, 제어, 지능, 운용 등에 대한 기술을 연구하는 공학의 한 분야로서 기계공학·전기전자공학·컴퓨터공학 외에도 생체공학 등 여러 공학 분야가 융합되어 있는 종합적인 학문 분야
가상·증강현실(VR, AR)	가상현실(VR): 자신(객체)과 배경·환경 모두 현실이 아닌 가상의 이미지를 사용하는 기술 증강현실(AR): 현실의 이미지나 배경에 3차원 가상이미지를 겹쳐서 하나의 영상으로 보여주는 기술

자료: 통계청(2024), p. 6.

업분류(10차) 중분류까지 조사하였기 때문에 세부 산업별 디지털 기술 활용도를 측정할 수 있으며, 2017년부터 4차 산업혁명 기술에 대한 조사를 시작하여 다른 조사에 비해 시계열이 길게 구축되어 동향을 살펴보기에 용이하다.

이러한 이유를 바탕으로 본 연구에서 통계청에서 발표하는 ‘기업활동

- 33) 기업활동조사의 모집단은 전국사업체조사 결과로 구성된 기업모집단으로 정의한다. 단, 한국표준산업분류(10차) 중 18개 산업 대분류의 회사법인 중 산업 대분류 O(공공 행정, 국방 및 사회보장행정), T(가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가 소비), U(국제 및 외국기관), 산업 중분류 94(S: 기타 개인서비스업)는 제외한다.
- 34) 기업활동조사의 조사 대상으로는 조사 기준일 국내에서 산업활동을 수행하고 있는 회사법인 중 상용근로자 50인 이상, 자본금 3억 원 이상인 기업체를 선정한다.

조사를 활용하여 국내 디지털 기술 현황에 대해 살펴보고자 한다. 본 장에서는 2장과 마찬가지로 한국표준산업분류(KSIC) 10차를 기준으로 제조업은 중분류 수준, 서비스업은 대분류 수준에서 이루어졌으며, 이를 산업별 특성에 따라 제조업, 서비스업 각각 4개의 산업군으로 재분류하여 분석 대상 기업을 설정하였다.

기업활동조사에서는 2017년부터 ‘4차 산업혁명 관련 기술 개발 활용’ 항목을 추가하여 기업의 기술 현황을 조사하고 있다. 산업연구원 등 전문가의 의견을 바탕으로, ① 사물인터넷, ② 클라우드, ③ 빅데이터, ④ 모바일, ⑤ 인공지능, ⑥ 블록체인, ⑦ 3D프린팅, ⑧ 로봇공학, ⑨ 가상·증강현실 등 4차 산업혁명과 관련된 9가지 기술 분야를 선정하고 각 기술의 활용 범위도 조사하고 있다.

1) 산업별 · 기술별 현황

2022년 기업활동조사를 통해 최근 국내 디지털 기술 이용 현황을 살펴보면, 디지털 기술을 활용하는 기업은 약 14%로 나타났으며 이 중 클라우드 기술을 사용하는 기업이 가장 많은 것으로 확인되었다.

산업별로 살펴보면 서비스업의 디지털 기술 활용 기업 비중이 제조업에 비해 약 6%포인트 높게 나타나 서비스업의 디지털 전환 기업 비중이 높은 것으로 나타났다. 기술별로는 제조업은 IoT와 클라우드의 활용도가 높은 것으로 나타났으나, 서비스업의 경우에는 클라우드, 빅데이터, AI 기술의 사용 비중이 높게 나타났다.

세부 산업별로는 ICT산업이 제조업 내에서 디지털 기술 활용도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 특히 IoT 기술 사용이 두드러졌다. 기계산업도 제조업 내에서 높은 기술 활용 수준을 보여주고 있는데 다른 산업

〈표 3-7〉 산업별 국내 디지털 기술 이용 현황(2022년)

단위: %

기술 산업	총계	IoT	클라우드	빅데이터	모바일	AI	블록체인	3D 프린팅	로봇	AR, VR
전 산업	14.3	3.4	6.4	5.3	2.4	4.5	1.0	1.2	1.8	1.3
제조업	11.1	3.6	3.6	2.8	1.5	2.5	0.1	1.8	2.7	0.8
기계	11.6	3.6	3.5	2.4	0.7	2.6	0.1	2.6	4.5	0.8
소재	10.4	2.9	4.3	3.4	1.2	2.5	0.2	1.6	1.9	0.7
ICT	17.7	7.6	3.6	3.8	4.2	4.8	0.2	1.7	3.0	1.2
기타	7.1	2.0	3.1	2.1	0.8	1.0	0.1	1.2	1.7	0.5
서비스업	17.7	3.2	9.3	7.8	3.2	6.6	2.0	0.5	0.9	1.9
유통	9.2	1.9	5.0	3.4	1.7	2.0	0.5	0.5	0.7	1.0
개인	5.8	0.9	3.5	1.7	1.2	1.2	0.3	0.0	2.0	0.3
생산자	25.6	4.6	13.5	12.1	4.6	10.7	3.4	0.5	0.9	2.8
사회	16.2	3.1	4.6	6.2	5.4	8.5	0.8	0.8	1.5	3.1

자료: 통계청 MDIS(접속일: 2024. 9. 20) 자료에 근거하여 저자 작성.

주: 1) 모든 산업은 K SIC10차를 기준으로 하였으며, 제조업에서 담배제조업, 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업, 산업용 기계 및 장비 수리업은 분석에서 제외.

2) 서비스업은 ISTANS 기준에 따라 산업군 분류.

에 비해 로봇기술 활용도가 높게 나타나 기계산업의 특징을 잘 보여주고 있다. 서비스업에서는 방송·정보통신, 금융·보험, 전문·과학 기술업 등이 포함된 생산자서비스업에서 4분의 1 이상이 디지털 기술을 활용하고 있는 것으로 나타났으며, 이들 기업이 클라우드, 빅데이터, AI 등의 기술을 많이 활용하고 있는 것을 알 수 있었다. 교육, 의료·보건업 등이 포함된 사회서비스업에서는 비대면 서비스를 위한 AI, 빅데이터, 모바일 등에 기술 활용도가 집중되어 있었고, 숙박·음식업이 포함되어 있는 개인서비스업은 서빙과 배달, 예약 등을 처리하기 위한 클라우드, 로봇 기술의 활용도가 높은 것으로 나타났다.

2) 디지털 기술 활용 추이

2017~2022년의 디지털 기술 활용 기업 비중 추이(〈그림 3-7〉)를 살펴 보면, 2017~ 2019년 기간 동안 기업의 디지털 기술 활용 비중의 증가 폭이 2020~2022년보다 높은 것으로 나타나 2019년 이전에 기업들이 디지털 전환에 박차를 가한 것으로 판단된다. 산업별로는 서비스업의 디지털 기술 활용 비중과 전환 속도가 제조업에 비해 높고 빠른 것으로 확인되었다.

세부 산업별로 살펴보면 제조업 중 ICT산업의 디지털 기술 사용 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 2019년 이전의 디지털 전환 속도도 타 산업에 비해 가장 높은 수준을 보였다. 기계산업과 소재산업의 디지털 기술 사용 비중은 2017년에는 비슷하였으나, 시간이 지날수록 기계산업의 디지털 기술 활용 비중이 소재산업을 앞서는 것으로 나타났다. 하지만 2020년 이후부터는 소재산업의 디지털 전환 속도가 타 산업에 비해 높은 수준을 보여 최근 소재산업의 디지털 전환 속도가 빨라지고 있음을 알 수 있다.

한편 서비스업에서는 생산자서비스업의 디지털 기술 활용 비중이 가장 높은 것으로 확인되었으며, 2019년 이전에는 전환 속도 역시 다른 서비스업에 비해 높은 수준을 보였다. 2017년에는 생산자서비스를 제외한 개인·유통·사회서비스업은 디지털 기술 사용 기업 비중이 비슷하였으나, 사회서비스업과 유통서비스업의 디지털 기술 활용 비중은 점차 높아진 반면, 개인서비스업의 경우 2017년과 유사한 수준을 보이는 것으로 확인되었다.

2017년부터 2022년까지 기업 규모에 따른 디지털 기술 활용 동향을 분석한 결과(〈그림 3-8〉)를 보면, 종사자 수에 따라 100인 미만, 100~300인 미만, 300인 이상으로 분류된 기업 간에 디지털 기술 활용 비중에 차이가

〈그림 3-7〉 산업별 디지털 기술 활용 기업 비중 추이

산업별 비중 추이

디지털 활용 기업 비중 증감(평균)

(a) 전 산업

단위: %

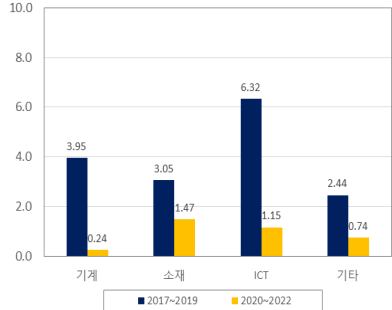
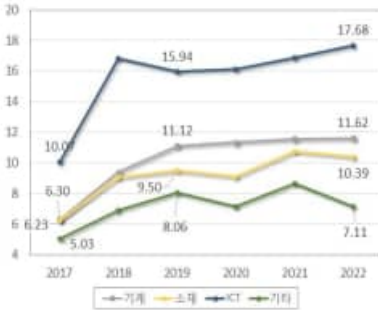
단위: %포인트



(b) 제조업

단위: %

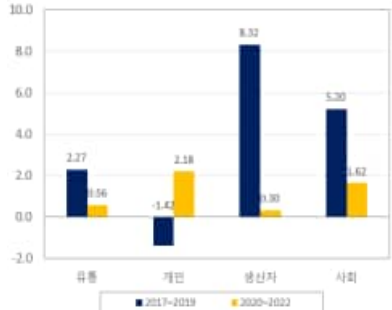
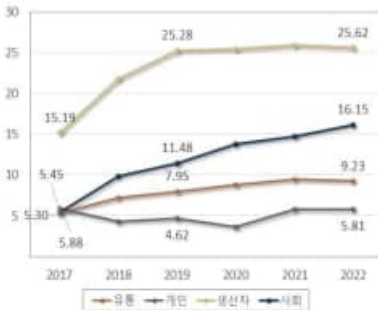
단위: %포인트



(c) 서비스업

단위: %

단위: %포인트



자료: 통계청 MDIS, 기업활동조사를 정리하여 작성.

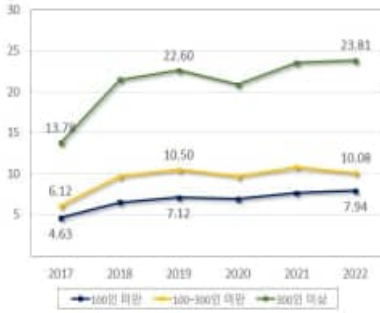
〈그림 3-8〉 기업 규모별 디지털 기술 활용 기업 비중 추이

기업 규모별 비중 추이

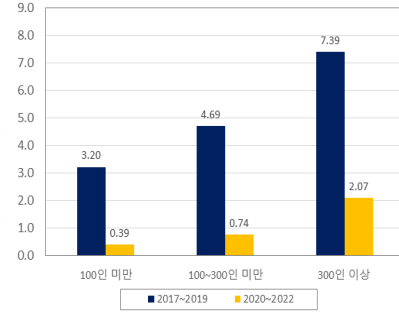
디지털 활용 기업 비중 증감(평균)

(a) 전 산업

단위: %



단위: %포인트

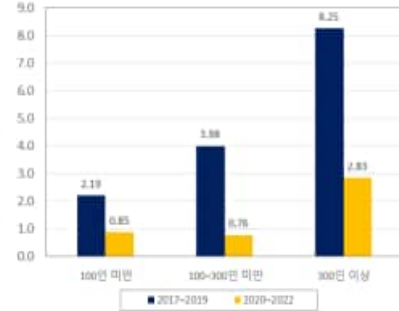


(b) 제조업

단위: %



단위: %포인트

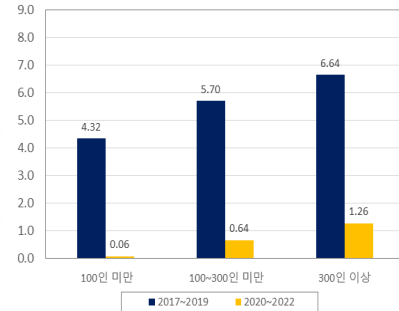


(c) 서비스업

단위: %



단위: %포인트



자료: 통계청 MDIS, 기업활동조사를 정리하여 작성.

있는 것을 확인할 수 있다. 제조업과 서비스업 모두에서 기업 규모가 클수록 디지털 기술을 더 많이 활용하는 경향이 나타났는데, 이는 자금 조달의 용이성과 디지털 기술 인력 확보 능력이 규모가 큰 기업에서 더욱 수월하기 때문으로 판단된다. 따라서 기업 규모는 디지털 전환의 중요한 요인 중 하나로 볼 수 있다.

하지만 제조업과 서비스업을 비교했을 때, 서비스업에서는 특히 300인 이상 기업이 300인 미만 기업에 비해 디지털 기술을 훨씬 더 많이 활용하고 있어 서비스업에서 기업 규모의 중요성이 더욱 부각되고 있음을 알 수 있다.

또한 디지털 기술을 활용하는 기업 비중의 변화 추이를 살펴보면, 2019년 이전까지는 모든 규모의 기업에서 디지털 전환 속도가 빠르게 증가한 반면, 2020년 이후에는 그 증가 속도가 다소 둔화되었다. 특히 300인 이상 대기업에서는 기간과 상관없이 디지털 기술을 도입하는 비율이 가장 빠르게 상승했으며, 이는 규모가 큰 기업일수록 디지털 전환을 빠르게 시행하고 있다는 점을 시사한다.

2. 디지털 전환의 정의

지금까지는 국제사회에서 우리나라의 디지털 전환 수준과 디지털 기술 도입 현황을 살펴보았다. 본 절에서는 앞으로 분석할 디지털 전환이 무엇인지 그 정의에 대해서 논의하고자 한다. 앞으로 논의될 제3장 3절의 디지털 전환 성과 분석과 제4장의 디지털 전환 관련 실태조사 및 분석은 본 장에서 논의한 디지털 전환의 정의를 따른다.

(1) 선행연구

2010년 후반 제4차 산업혁명이 도래하면서 새로운 혁신 기술을 활용한 지능화 세계로의 전환이 시작되었으며, 코로나19로 인한 비대면 생활은 디지털 전환 현상을 가속하는 계기가 되었다.

일반적으로 디지털 전환은 디지털화를 촉진하는 활동을 넘어서 디지털 기술을 기반으로 산업 및 비즈니스 모델의 모든 영역에 적용하여 새로운 가치를 창출하는 과정을 의미한다. 그러나 디지털 전환의 용어와 범위에 대한 정의는 연구별로 차이가 존재하며, 전산화(digitization), 디지털화(digitalization), 디지털 전환(digital transformation) 등 유사 개념이 혼재되어 있어 명확한 정의가 부재한 상황이다.³⁵⁾ 일반적으로 통용되는 개념을 살펴보면, 전산화는 연속된 실수로 표현된 아날로그 자료와 정보를 이진법 언어로 표현된 자료와 정보로 변환하는 과정을 의미하며, 디지털화는 디지털 기술을 활용하여 사회에 구현하는 단계로 전산화보다는 한 수준 높은 과정을 지칭한다. 마지막으로 디지털 전환은 디지털화에 따른 새로운 가치를 창출하는 단계로 4차 산업혁명의 궁극적인 목표라고 할 수 있다.

디지털 전환에 대한 국내외 다양한 선행연구들이 존재하며 연구마다 디지털 전환에 대한 정의를 언급하고 있지만 디지털 전환에 대한 정의와 범위에 다소 차이가 존재한다.

국내에서는 2017년 이후부터 디지털 전환과 관련된 연구가 활발히 진행되고 있으며 디지털 전환에 대한 정의가 일관성을 보인다. 국내 문헌에서 정의하는 디지털 전환은 디지털 기술을 이용하거나 기존의 디지털 기술의

35) 전산화, 디지털화, 디지털 전환의 정의에 대해서는 송영근·박안선·심진보(2022)의 내용을 요약·발췌하였다.

〈표 3-8〉 디지털 전환의 정의에 대한 선행연구

출처	디지털 전환의 정의
장윤종 · 김석관(2017)	· 디지털 기술 적용 확대를 통해 생산성 향상, 새로운 비즈니스 창출, 소비자 소비 증진을 포함
김준연 외(2017)	· 디지털 기술 고도화 및 적용 범위 확장을 통해 사회구조 변화
이서영(2018)	· 디지털 기술로 인해 발생하는 다양한 변화에 대응하기 위해 사회적 시스템을 디지털 기반으로 변화
이장균(2018)	· 정보통신기술을 활용한 새로운 솔루션 창출, 경쟁력을 높여서 신성장을 추구하는 활동
임희종 외(2021)	· 새로운 디지털 기술을 활용하여 고객지향 가치를 창출하고 이를 통해 새로운 비즈니스 모델을 구축하여 성장동력으로 활용
이석준 외(2021)	· 사람이 수행하는 여러 활동이 디지털 기술을 통해 변화하고 혁신되는 과정
한국정보화진흥원 (2019)	· 디지털 기술 기반 비즈니스 모델을 중심으로 산업구조를 재편
한국무역협회(2019)	· 디지털 기술을 기반으로 경영활동의 모든 과정을 변화시키는 경영 전략
한국전력공사(2020)	· 새로운 디지털 기술을 통해 고객 또는 시장에 대응하고 새로운 가치를 창출 할 수 있는 기업으로 변환하는 과정
Bounforu(2015)	· 디지털 기술을 활용한 정보 및 데이터 저장 방법의 전환
Nwankpa & Roumani (2016)	· 빅데이터 분석 클라우드, 모바일, 소셜미디어 플랫폼으로의 조직적 전환
Dalenogare et al. (2018)	· 생산현장에 디지털 기술을 적용하여 시장질서와 산업구조를 재편
PwC(2013)	· 인터넷 기반 신기술 확립을 통해 사회와 비즈니스 세계의 근본적 전환
IDC(2015)	· 새로운 비즈니스 모델, 제품 · 서비스를 창출하기 위해 디지털 역량을 활용 하여 고객 및 시장에 파괴적인 변화를 적용하거나 추진하는 과정
A.T.Kearny(2016)	· 디지털 신기술로 변화한 경영환경에 선제적으로 대응하고 비즈니스 경쟁력 을 높이고 새로운 비즈니스를 통해 성장을 추구
Forbes(2016)	· 디지털 기술을 생산현장에 적용하는 것을 넘어서 디지털 기술을 활용하여 혁신을 도모하고 소비자에게 차별화된 경험과 가치를 제공
World Economic Forum(2017)	· 디지털 신기술 발전과 확산으로 발현되는 환경 변화에 대응한 경영활동 · 디지털 기술 활용 성과를 향상할 수 있는 비즈니스 모델 창출

자료: 송영근 · 박안선 · 심진보(2022), pp. 5-7.

적용 범위 확장을 통해 새로운 시스템을 창출하는 활동으로 규정한다는 공통점을 가지고 있으며, 전산화와 디지털화에 대한 구분이 명확하다.

해외에서는 국내보다 비교적 먼저 디지털 전환과 관련된 연구가 진행되었다. 초기에는 기업 또는 컨설팅업체에서 주로 다루는 개념이었으며, 전산화·디지털화·디지털 전환 등 용어의 구분이 분명하지 않고 혼재되어 사용되었다. 이후 학계에서도 디지털 전환에 관한 연구가 활발히 진행되면서 데이터 저장 방법의 전환, 플랫폼의 조직적 전환, 정보를 분석하는 능력 등으로 전산화 또는 디지털화에 가까운 개념으로 디지털 전환을 정의하다가 최근에는 일반적으로 통용되는 정의로 발전하여 디지털 기술을 이용하여 조직 또는 사회의 혁신과 성장을 추구하는 활동을 지칭하고 있다.

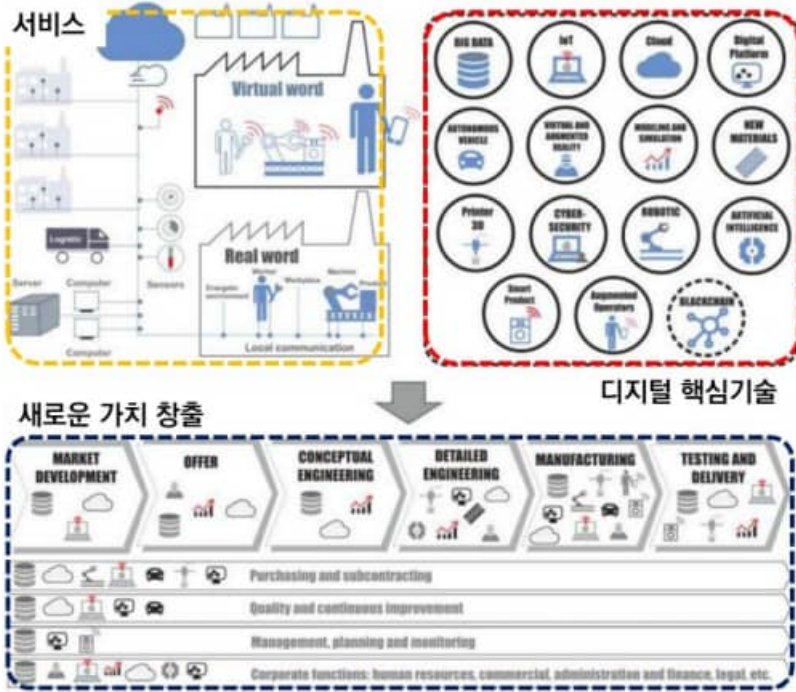
(2) 디지털 전환의 정의

기존의 여러 연구는 디지털 전환의 정의에 혁신이나 새로운 가치 창출 등의 의미를 포함하고 있다. 물론 디지털 전환을 측정하는 데 이러한 부분은 중요하게 다뤄져야 할 것이다. 그러나 이러한 부분들은 디지털 전환의 결과론적인 논의에 가깝다. 본 연구에서는 디지털 전환을 ‘결과’보다는 ‘과정(혹은 투자)’의 개념으로 접근하고자 한다.

〈표 3-8〉을 살펴보면 대부분의 선행연구에서 디지털 전환을 정의할 때 디지털 기술의 활용을 전제로 한다. 이 말의 의미는 디지털 전환을 위해서는 디지털 기술에 대한 투자가 선행되어야 한다는 것이다.

〈그림 3-9〉는 실제 기업에서 일어나는 디지털 전환 과정을 보여주는 도해로, 기업의 디지털 전환을 가능하게 만드는 데 가장 필수적인 요소가 디지털 핵심기술(key enabling technologies)을 보유하는 것임을 알 수 있다. 다시 말해서 디지털 핵심기술에 대해 투자하고 디지털 기술을 활용하는 것이 디지털 전환의 과정 중에 있다는 것을 의미한다. 이러한

〈그림 3-9〉 기업의 디지털 전환 체계도



자료: Avila-Gutiérrez et al.(2020), Figure 4, p. 11.

점을 고려하여 본 연구에서는 디지털 전환을 디지털 기술을 중심으로 정의하고자 한다. 이에 다양한 디지털 기술 중 어떠한 기술이 디지털 전환으로 이행하기 위한 핵심기술인지 구분할 필요가 있다.

많은 연구기관과 주요 연구들이 제시하는 디지털 핵심기술로는 IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일, 인공지능(AI), 가상·증강현실(VR·AR) 등이 있다.³⁶⁾ IDC(2015)에서는 모바일, 클라우드, 빅데이터, 소셜비즈니스 등으로 구성된 ICT 환경을 제3의 플랫폼으로 정의하고 이를 구현하기

36) 연구기관 및 주요 연구에서 제시하는 디지털 핵심기술은 송영근·박안선·심진보(2022)의 일부 내용을 요약·발췌하였다.

위한 핵심기술로 로봇, IoT, 3D프린팅, 차세대 안보, 내추럴 인터페이스(Natural User Interface), 인지 시스템(Cognitive System)을 제시하였으며, 기술 분야 컨설팅 업체인 FDM 그룹³⁷⁾은 2023년 디지털 전환 기술 트렌드로 Low Code, No Code 플랫폼, 클라우드, 로봇을 통한 자동화, 인공지능과 머신러닝, 블록체인 등을 언급하였다.

해외의 주요 연구를 살펴보면, Avila-Gutiérrez et al.(2020)은 가치사슬(Value Chain)의 디지털 전환을 위한 핵심기술로 로봇, 블록체인, 사이버안보, 3D프린팅, 모델링·시뮬레이션 시스템, 디지털 플랫폼, 증강현실, 스마트 기기, 자율주행차, 신소재 등을 제안하였으며, Abdallah et al.(2021)에서는 디지털 전환을 실현하기 위한 기술로 AI, IoT, 사이버안보, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 분석, 디지털 트윈(가상·증강), 로봇 자동화, 전사적 자원 관리(ERP) 등을 명시하였다.

국가 단위에서 정책적으로 지원하는 디지털 전환으로 이행하기 위한 핵심기술로는 IoT, AI, 3D프린팅, 로봇 등이 있으며³⁸⁾, 특히 개인정보보안 및 경제안보 등의 차원에서 블록체인 기술 역시 중요한 기술로 인식되고 있다.

미국은 오래전부터 ICT를 경제 성장의 핵심 동력으로 지정하였으며, 혁신경쟁법(Endless Frontier Act, 2021. 6)에서 ① 인공지능, 머신러닝, ② 고성능 컴퓨팅, 반도체, ③ 양자 컴퓨팅, ④ 로봇, 자동화 및 첨단제조, ⑤ 자연 및 변화된 생태 재해 예방 또는 완화, ⑥ 첨단통신기술, ⑦ 생명공학, ⑧ 사이버보안, 데이터 스토리지·관리, ⑨ 첨단에너지, 배터리 및 산업 효율, ⑩ 첨단재료·탐사 기술 등을 10대 첨단기술 연구로 지정하여 지원하고 있다. 독일의 경우 인더스트리 5.0을 통해 인간 중심, 지속

37) FDM Group(접속일: 2024. 6. 21).

38) 김중훈(2022).

가능성, 탄력성의 중요성을 강조하였으며, 이를 실현하기 위한 기술로 로봇, AI, 3D프린팅, 빅데이터 등을 제시³⁹⁾하였다. 일본은 자국 내 제조업의 디지털 전환을 도모하기 위하여 스마트 팩토리 전략인 ‘모노즈쿠리 스마트화 로드맵’을 발표하였으며, AI, IoT, 로봇, 네트워크 구축에 적극적인 투자를 진행하고 있다. 중국은 산업의 디지털 전환에 대해 정부 정책으로 제14차 5개년 계획(2021~2025)을 발표하면서, 7대 ICT 기술로 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 사물인터넷, 산업용 인터넷, 블록체인, 인공지능, 가상 및 증강현실 등을 제시하고⁴⁰⁾, 디지털 기술에 대한 구체적인 정책을 공표함으로써 디지털 전환에 대한 강한 의지를 보여주고 있다.

한편 국내에서는 4차 산업혁명에 기반이 되는 핵심기술의 성과를 정기적으로 측정하고 있으며, 주로 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, AI, IoT, 5G 네트워크, 블록체인(보안), 로봇, VR·AR 등이 이에 해당한다.

과학기술정보통신부는 4차 산업혁명의 기반을 데이터(D), 네트워크(N), 인공지능(A)으로 정의하였으며, 이들 기술에 대한 인프라 구축 성과를 측정하고 디지털 전환을 통한 생태계 조정, 디지털 혁신 성과 확산 등을 평가하여 발표하고 있다. 특히 디지털 혁신 생태계를 측정하기 위한 기술로 클라우드, 블록체인, 가상·증강현실(메타버스), 정보 보호, 사물인터넷, 의료, 제조/로봇, 이동체(자율주행, 드론), 금융(핀테크), 농수산업(스마트팜), 시티/교통(ITS: 디지털 도로망), 교육(디지털 교과서) 등 구체적인 기술을 명시하여 디지털 전환을 도모하고 있다.

통계청에서 발표하는 기업활동조사에서는 2017년부터 기업의 경영방향 조사에서 4차 산업혁명 기술 개발 및 활용에 대한 조사를 수행하고 있으며, 4차 산업 혁명 관련 기술로 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 모

39) Müller, J.(2020).

40) 양희인(2022).

〈표 3-9〉 주요 기관 및 국내외에서 바라보는 디지털 전환 핵심기술

		클라우드	빅데이터	AI	3D 프린팅	IoT	네트워크 (5G)	플랫폼	보안 ¹⁾	로봇	VR AR	자율주행	웨어러블
기관 국내외	IDC			○ ²⁾	○	○			○	○			○ ³⁾
	FDM	○		○				○ ⁴⁾	○	○			
	Abdallah et al.				○	○		○	○	○	○	○	
	Schallmo et al.	○	○	○		○			○	○	○		
해외	미국	○	○	○	○		○		○		○		
	독일		○	○	○								
	일본			○		○	○			○			
	중국		○	○		○	○		○		○		
국내	4차 산업혁명 핵심지표 ⁵⁾	○	○	○		○	○		○	○	○	○	
	기업활동조사	○	○	○	○	○	○		○	○	○		

자료: 저자 작성.

주: 1) 블록체인, 사이버안보 등을 포함.

2) 인지 시스템(Cognitive System): 사람 인지를 모방하기 위한 AI 기술.

3) 내추럴 인터페이스(Natural User Interface): 정보기기를 조작하기 위한 별도의 학습 없이 일상 행동에서 정보기기를 조작하는 방식.

4) Low Code, No Code 플랫폼: 코드가 거의 없는 방식의 플랫폼.

5) ITSTAT 2022 4차 산업혁명 지표 인포그래픽(접속일: 2024. 6. 21).

바일 5G, 인공지능, 블록체인, 3D프린팅, 로봇공학, 가상·증강현실 등을 제시하고 있다.⁴¹⁾

주요 기관과 국내외에서 제시하는 디지털 전환 핵심기술을 토대로 본 연구에서는 디지털 전환을 위한 핵심기술을 정보기술, 연결기술, 거래기술, 운영기술로 구분하고 해당 기술을 사용하는 기업을 디지털 전환을 수행하고 있는 기업으로 정의하였다.

정보기술은 인공지능(AI), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅과 같이 데이터를 활용하여 부가 가치를 창출하는 기술로 구분하였으며, 연결기술은 사

41) 통계청(2020), p. 19.

〈그림 3-10〉 디지털 전환을 위한 디지털 핵심기술 10가지



자료: 저자 작성.

물인터넷(IoT), 네트워크(5G)와 같은 인터넷망을 활용한 정보 공유를 지원하는 기술로 분류한다. 거래기술은 플랫폼, 블록체인(보안) 등 상품의 매매 혹은 화폐의 교환 등을 지원하는 디지털 기술을 포함하고 있으며, 운영기술은 로봇기술(로보틱스), 가상·증강현실, 적층제조(3D프린팅)와 같이 상품 및 서비스 생산과 관련된 기술로 그룹화하였다.

이러한 논의를 바탕으로 본 연구에서 ‘디지털 전환’은 기업의 구조 개선이나 비용 절감 등을 위하여 디지털 핵심기술을 도입·활용하고 있는 지로 정의하며, 해당 기술을 도입한 기업을 ‘디지털 전환 기업’으로 정의한다.

3. 디지털 전환의 기업별 성과 분석

디지털 전환의 성과에 대한 연구는 비교적 최근에 이루어지고 있다. 디지털 전환의 개념이 비교적 최근에 정립되었기 때문에 많은 선행연구에서 디지털화와 관련된 실증분석이 이루어져 왔다. 반면 디지털 전환과 연관된 실증분석은 많지 않은 실정이다. 디지털 전환과 기업 산출 간 관계에 관한 연구 결과는 Acemoglu and Restrepo(2019, 2020)에서 잘 드러난다. 이들은 디지털 전환의 노동 대체효과와 복원효과⁴²⁾, 생산성 향상효과가 종합되어 고용에 미치는 영향이 결정됨을 주장하였다. 복원효과와 생산성 향상효과는 그 자체로 디지털 전환이 기업 산출에 미치는 영향이 정(+)⁴³⁾의 방향임을 내포한다. 대체효과 역시 동일 산출 수준에서 비용을 최소화하면서 고용을 대체함을 의미하므로 생산 요소를 통제한다면 기업 산출에 미치는 영향은 정(+)⁴⁴⁾의 방향임을 의미한다.

한편 Acemoglu and Restrepo(2019, 2020)에서 지적한 바와 같이 디지털 전환과 고용 간 관계는 대체효과와 복원 및 생산성 효과의 상대적 크기에 따라 달라질 수 있으며, 실증분석 결과 역시 일치된 결론을 보이지 않고 있는 실정이다. 디지털 전환이 고용에 미치는 영향은 연구 범위에 따라 디지털 전환 효과의 국제 비교와 미시자료를 이용한 산업 및 기업별 연구로 나누어 볼 수 있다.

먼저 디지털 전환에 따른 고용 성과와 관련된 연구는 다음과 같다. Graetz and Michaels(2018)에서는 OECD 17개국에서 로봇 도입에 따라 노동생산성이 증가한 반면 고용은 증가하지 않았다. Aly(2020)는 AI 적용이 개발도상국에서 생산성 향상과 경제 규모 확대, 고용 증가 영향이

42) 디지털 전환의 '노동 대체효과'는 디지털 전환으로 인한 고용 감소를 의미하며, '복원효과'는 디지털 전환으로 새로운 직무들이 창출되어 고용이 증가하는 것을 의미한다.

있었음을 보였다. 박지원 외(2023)에서는 디지털 전환을 고용당 ICT 장비 및 소프트웨어로 나누어 정의하여 산업 수준에서 비교하였는데, 국가별로 그 효과는 다르게 나타났다. 한국에서는 ICT 장비로 정의한 디지털 전환이 고용과 부(-)의 상관관계를 보인 반면, ICT 소프트웨어로 정의하면 그 효과가 정(+)의 관계를 보였다.

기업 및 산업 단위 생산성 등 성과의 실증분석 결과는 다음과 같다. Borowiecki et al.(2021)에서는 무형자산의 증가가 기업 생산성 향상에 기여하였다. 이 효과는 서비스업일수록, 업력이 낮을수록 큰 것으로 나타났다. 디지털 기술과 관련된 고용 역시 증가하였으며, 이러한 효과들은 기업들의 추격효과(catch-up effect)로 귀결된다. Sorbe et al.(2019)에서는 디지털화가 생산성 증가와 연관되며, 특히 제조업일수록, 단순 작업일수록 생산성 증가 효과가 큼을 보였다. 양오석·김창근(2023)에서는 기업 가치와 디지털 전환 간 상관관계를 분석한 결과, 디지털 전환에서 시스템 품질과 서비스 품질이 일부 기업 가치에 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 오윤환·강태원(2023)은 스마트 생산(생산공정) 목적의 제조기업에 국한하여 각 기술별 전이확률행렬을 계산한 결과, 기술 활용의 지속성은 기술별로 다르고 대체로 높지 않음을 보였다.

상기 선행연구들을 종합하여 본 절에서는 국내 기업에 대해 매출, 생산성, 비용, 노동 및 무형자산 등 디지털 전환이 기업 성과에 미치는 영향을 추정하고자 하였다. 선행연구를 종합하면 매출과 비용은 디지털 전환과 직접적으로 연관이 있을 것으로 판단되는데, 디지털 전환을 통해 생산성이 증가한 결과로 매출은 증가하는 한편 비용은 감소가 예상된다. 디지털 전환은 디지털 기술과 노동 간 대체성 측면에서는 노동과 부(-)의 상관관계가 예상되지만, 그 과정에서 신규 기술인력의 고용과 기존 인력의 재교육에 신규 노동이 투입될 수 있어 전체 효과는 그 상대적

〈표 3-10〉 디지털 전환의 예상 효과

성과지표 구분	디지털 전환의 예상 효과
매출	(+)
생산성	(+)
비용	(-)
노동	(+), (-)

자료: 저자 작성.

크기에 따라 결정될 수 있다.

(1) 분석 방법론과 분석 자료(기업활동조사)

1) 분석 방법론

디지털 전환이 기업 성과에 미치는 영향을 분석하기 위해 본 분석에서는 성향점수매칭(Propensity Score Matching, 이하 PSM)과 이중차분모형(Difference-in-Difference model, 이하 DID)을 통한 분석을 수행하였다.

PSM은 서로 이질적인 관측치 사이에서 발생할 수 있는 선택편의 문제를 제거하기 위한 방법으로, 처치그룹과 비교군(대조그룹) 사이의 이질성을 최소화하기 위해 고안되었다. 디지털 전환에서 선택편의의 문제는 조정환(2022), 문영만(2023)에서와 같이 내생성 통제의 필요성이 강조되었다. 김성환·도연우(2019), 이준영·김영민(2024)에서는 PSM을 통해 디지털 전환을 통한 고용효과를 분석하였다. 이들 연구에서는 PSM 이후 회귀분석을 수행하여 산업 및 지역별 고용효과를 추정하였다.

조정환(2022)에서는 DID 분석을 수행하여 디지털 전환을 통한 고용증대효과는 크지 않거나 오히려 고용이 감소함을 보였다. 그러나 이준

영·김영민(2024)에서 지적한 바와 같이 이중차분모형 적용 이전에 선택편의로 인한 내생성 문제가 발생할 수 있다는 단점을 보였다.

본 분석에서는 선행연구들을 검토하여 PSM과 DID를 모두 활용한 분석을 수행하고자 한다. 선택편의를 제거하기 위해 PSM을 수행하였으며 이를 바탕으로 DID분석을 수행하였다. 각 분석 기간 t 및 산업 s 에 대하여 프로빗 모형 추정을 산업별로 반복하였으며, 여기서 매칭된 처치그룹 및 비교군 관측치 이외 잔여 관측치는 모두 분석에서 제외하였다. 성향점수를 구하기 위한 프로빗 모형은 다음과 같이 구성하였다.

$$p(X) = P(T=1|X)$$

여기서 T 는 각 기간 t 및 산업 s 별 처치변수, 즉 신규 디지털 전환 여부를 의미하며, X_t 는 해당 기에 성향점수매칭을 위한 설명변수집합을 의미한다. 이때 성향점수 $p(X)$ 는 다음 프로빗 모형을 통해 추정한다.

$$p(X) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 \ln(\text{총자산}) + \beta_2 \ln(\text{유형자산}) + \beta_3 \ln(\text{무형자산}) + \beta_4 \ln(\text{인건비}))$$

본 분석의 방법론상 선행연구와의 차이점은 각 기업의 디지털 전환 현황을 고려하여 전통적인 DID 분석 대신 Borusyak et al.(2024)의 방법론을 사용하였다는 점이다. 전통적인 DID 분석에서 처치군의 처치 시점은 모든 처치군에서 일시에 발생하는 것으로 간주되며, 이후에도 해당 처치효과는 지속하여 발생하는 것으로 가정한다. 그러나 디지털 전환의 경우 정책적 처치 시점이 존재하지 않으며, 각 기업별로 그 도입 시기 역시 다르게 조사될 수 있다. 따라서 디지털 전환의 각 기업별 효과를 분석하기 위해 전통적인 DID 분석은 적절하지 않다. Borusyak et al.(2024)에

서는 이러한 개별 기업의 처치 시점 분산 문제를 해결하기 위해 다음과 같이 접근하였다. 먼저 대조군의 잠재적 성과를 구하고, 이 잠재 성과를 처치군에 포함하여 성과의 차이를 각 기업별로 계산한다. 마지막으로 해당 성과의 평균을 처치효과로 간주한다.⁴³⁾ 본 분석은 PSM 및 Borusyak et al.(2024)의 방법론을 활용함으로써 국내 개별 기업에 대해 이질성을 최대한 통제하고 처치 시점의 동일성 가정을 완화하여 분석을 수행하였다는 점에서 의의를 갖는다.

2) 분석 자료

본 연구에서는 2017년부터 2022년까지의 기업활동조사 자료를 활용하였으며, PSM의 적용에 앞서 분석 시기에 전부 존재한 기업들을 대상으로 균형패널을 구성하였다. 균형패널 구성 결과 연도별로 7,932개의 기업들이 잔존하였다.

〈표 3-11〉 분석 연도별 디지털 전환 기업 현황

단위: 개사, %

연도	디지털 전환 총기업수	전체 기업수 대비 비중	신규 디지털 전환 기업수	전체 기업수 대비 비중
2017	692	8.72	692	8.72
2018	1,189	14.99	497	6.27
2019	1,627	20.51	438	5.52
2020	1,865	23.51	238	3.00
2021	2,114	26.65	249	3.14
2022	2,283	28.78	169	2.13

자료: 통계청 기업활동조사(MDIS)를 활용하여 저자 계산.

43) 자세한 분석 방법은 Borusyak et al.(2024)를 참고하십시오.

다음으로 본 연구에서는 디지털 전환 기업을 식별하기 위해 2절에서 정의한 디지털 전환 기업의 정의를 사용하였다. 기업활동조사 중에는 4차 산업혁명 기술과 관련된 설문조사 결과가 있는데, 이 기술들은 앞서 정의한 디지털 전환의 핵심기술과 일치한다. 설문조사 내용은 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 모바일, 인공지능, 블록체인, 3D프린팅, 로봇공학, 가상·증강현실 등 총 9개 기술의 활용 및 개발 현황으로 요약된다.

본 연구에서 디지털 전환 기업은 9개 디지털 핵심기술 가운데 적어도 한 가지 기술을 어느 분야에서든지 활용하고 있는 기업으로 정의하였으며, 최초 활용 연도부터 지속적으로 해당 기업의 디지털 전환이 진행되는 것으로 간주하였다. 본 연구에서는 서비스업을 포함한 전 기업에 걸쳐 분석이 이루어지는 점, 제품 개발과 생산공정, 마케팅 전략 및 조직관리 등 전 영역에 걸쳐 디지털 전환의 활용 여부를 포괄하는 점을 고려하여 디지털 전환이 비가역적임을 가정하였다. 즉, 디지털 전환 기업들의 디지털 전환 경험이 장기적으로 기업 성과와 연관됨을 가정하였다.

디지털 전환 기업 식별 결과, 연도별 디지털 전환 기업 비중은 2017년 8.7%에서 2022년 28.8%까지 증가하였으나, 신규 디지털 전환 기업 비중은 점차 감소하는 추세를 보였다. 신규 디지털 전환 기업 비중은 2017년 8.7%에서 2022년 2.1%로 그 비중이 지속적으로 감소하였다. 한편 산업별 디지털 전환 현황을 살펴보면, 전반적인 산업별 디지털 전환율은 5% 내외 수준으로 나타났다. 제조업의 경우 전체 디지털 전환 기업의 51.6%를 차지하고 있으며 전환율은 4.6%, 서비스업은 48.4%의 비중을 차지하는 가운데 전환율은 5.0%를 기록하였다. 제조업과 서비스업 모두 ICT 제조업 및 서비스업에서 전환율이 각각 5.9%, 7.2%로 평균보다 높았다. 사회서비스 기업의 경우 총기업 수 및 디지털 전환 기업 수가 적어 PSM 및 DID 분석에서 제외하였다.

〈표 3-12〉 업종별 디지털 전환 기업 현황

단위: 개사, %

		기업 수	디지털 전환 기업 수	디지털 전환율	디지털 전환기업 비중
제조업	ICT	710.8	41.8	5.9	11.0
	소재	1,132.3	48.5	4.3	12.7
	일반기계	1,205.2	59.2	4.9	15.5
	기타	1,204.7	47.0	3.9	12.4
	계	4253.0	196.5	4.6	51.6
서비스업	ICT서비스	610.3	43.7	7.2	11.5
	생산자서비스	1,038.8	65.2	6.3	17.1
	유통서비스	1,541.8	55.5	3.6	14.6
	개인서비스	428.8	15.3	3.6	4.0
	사회서비스	59.2	4.3	7.3	1.1
	계	3679.0	184.0	5.0	48.4

자료: 통계청 기업활동조사(MDIS)를 활용하여 저자 계산.

〈표 3-13〉 기업활동조사 내 4차 산업혁명 관련 기술 조사 문항(2022년 기준)

□ 전체 해당없음	활용 분야 (택1)					
	해당 없음	제품(서비스) 개발	생산공정	판매 목적	마케팅 전략	조직관리
사물인터넷(IoT)	①	②	③	④	⑤	⑥
클라우드(Cloud)	①	②	③	④	⑤	⑥
빅데이터(Big Data)	①	②	③	④	⑤	⑥
모바일(5G)	①	②	③	④	⑤	⑥
인공지능(A.I.)	①	②	③	④	⑤	⑥
블록체인(Block Chain)	①	②	③	④	⑤	⑥
3D프린팅(3D Printing)	①	②	③	④	⑤	⑥
로봇공학(Robotics)	①	②	③	④	⑤	⑥
가상·증강현실(VR, AR)	①	②	③	④	⑤	⑥

자료: 기업활동조사 조사표, 통계청 기업활동조사(MDIS)의 2022년도 기업활동조사표 제18-2번 문항 일부 발췌.

〈표 3-14〉 연도별 디지털 전환 기업 기초통계량

단위: 백만 원, 명

연도	디지털 전환 기업(692개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
2017년	매출	759,958	6,855,712	560	171,106,922
	유형자산	315,560	2,843,523	5	66,383,080
	재료비	346,068	3,392,667	0	82,561,126
	자산	949,722	8,515,111	481	209,495,522
	고용	834	4,448	8	99,063
	2018년	디지털 전환 기업(1,189개)			
평균		표준편차	최솟값	최댓값	
매출		679,115	5,754,541	419	178,176,841
유형자산		291,387	2,643,343	1	73,832,557
재료비		298,250	2,674,073	0	80,876,809
자산		855,933	7,563,502	532	229,041,584
2019년	디지털 전환 기업(1,627개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	587,846	4,494,909	488	153,653,851
	유형자산	280,766	2,399,043	1	73,554,602
	재료비	271,120	2,421,872	0	79,639,321
	자산	795,509	6,474,972	592	214,617,933
2020년	디지털 전환 기업(1,865개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	543,217	4,437,096	620	165,358,228
	유형자산	266,276	2,461,903	2	85,673,188
	재료비	246,377	2,272,386	0	81,123,510
	자산	770,276	6,422,221	553	228,348,449
2021년	디지털 전환 기업(2,114개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	614,856	5,171,488	157	204,486,644
	유형자산	269,333	2,740,062	2	106,128,080
	재료비	272,183	2,564,626	0	96,540,665
	자산	808,311	6,839,321	657	257,073,587
2022년	디지털 전환 기업(2,283개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	662,963	5,477,966	23	223,420,617
	유형자산	281,207	3,142,028	1	129,988,735
	재료비	334,695	2,947,866	0	114,796,744
	자산	831,199	6,992,777	699	274,266,117
고용	672	3,499	8	120,827	

자료: 통계청 기업활동조사(MDIS)를 활용하여 저자 계산.

〈표 3-15〉 연도별 디지털 미전환 기업 기초통계량

단위: 백만 원, 명

연도	디지털 미전환 기업(7,240개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
2017년	매출	176,088	1,096,127	202	43,966,777
	유형자산	67,568	584,412	1	23,475,233
	재료비	79,140	614,002	0	27,314,111
	자산	187,659	1,481,788	242	74,111,968
	고용	322	1,323	7	65,941
	2018년	디지털 미전환 기업(6,743개)			
평균		표준편차	최솟값	최댓값	
매출		152,654	868,350	617	45,134,683
유형자산		56,622	422,399	1	23,952,849
재료비		70,371	569,350	0	30,365,376
자산		158,895	1,126,464	150	72,933,229
2019년	디지털 미전환 기업(6,305개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	127,987	554,496	293	23,507,001
	유형자산	46,867	225,986	1	9,633,016
	재료비	55,906	356,124	0	21,072,165
	자산	130,362	513,399	172	17,737,949
2020년	디지털 미전환 기업(6,067개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	119,997	520,378	13	19,622,030
	유형자산	45,891	210,861	1	8,802,479
	재료비	51,647	315,324	0	17,734,440
	자산	129,776	495,047	359	15,898,931
2021년	디지털 미전환 기업(5,818개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	136,516	663,017	143	31,668,503
	유형자산	47,596	224,555	1	8,619,235
	재료비	62,477	473,145	0	29,812,988
	자산	141,431	573,361	400	19,857,078
2022년	디지털 미전환 기업(5,649개)				
	평균	표준편차	최솟값	최댓값	
	매출	158,013	811,556	48	34,029,657
	유형자산	49,973	230,991	1	8,514,853
	재료비	92,513	621,968	0	31,521,163
	자산	150,352	591,701	371	21,034,421
고용	255	737	6	23,844	

자료: 통계청 기업활동조사(MDIS)를 활용하여 저자 계산.

기초통계를 살펴보면 디지털 전환 기업은 매출과 유형자산, 종업원 수 등 주요 변수가 디지털 미전환 기업에 비해 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 기초통계는 디지털 전환 기업과 미전환 기업을 단순 비교할 때 디지털 전환 기업의 성과가 더 높게 측정될 가능성을 시사하지만, 디지털 전환 기업과 기업 규모 등 기업 특성 간 역인과관계를 고려해야 함을 동시에 역설한다. 따라서 선택편의를 고려하지 않는 경우 디지털 전환 기업의 성과는 과대 측정될 가능성이 있다.

(2) 분석 결과⁴⁴⁾

성향점수매칭 결과 매칭 이전에 비해 두 집단 간 격차가 줄어들었음을 확인할 수 있다. 매출의 경우 매칭 이전 평균값은 디지털 전환 기업이 디지털 미전환 기업에 비해 48.97% 높았으나, 매칭 이후 이 차이는 21.46%로 감소하였다. 유형자산의 경우 역시 43.07%에서 21.03%로, 총자산의 경우 60.07%에서 27.13%, 고용의 경우 33.6%에서 15.4%로 그 격차가 절반 이하로 줄었다. 이는 각 변수들의 커널 분포에서도 나타난다.

〈표 3-17〉~〈표 3-20〉는 DID 분석을 통한 각 산업별 처치효과를 나타낸다. 모형에서 각 패널별 고정효과를 포함하고 있기 때문에 관측치 문제로 통제변수를 최소화하고자 하였다. 기업규모효과, 생산기술, 코로나 19 효과 및 임금구조를 고려하여 무형자산과 유형자산 비중, 인건비, 2020년 연도터미를 통제변수로 설정하였다.

분석 결과 ICT 제조업에서는 생산성, 비용, 고용에서 정(+)의 효과를 보였지만 유의하지 않았다. 반면 매출의 경우 디지털 전환 기업의 디지

44) 디지털 전환 성과 추정 결과의 자세한 내용은 〈부록 4〉를 참고하십시오.

〈표 3-16〉 매칭 전후 기초통계량 비교(연도별 평균)

단위: 백만 원, 명

	디지털 전환 기업(매칭 이전, 2,283개)			
	평균	표준편차	최솟값	최댓값
로그(매출)	11.2546	1.6244	4.0994	19.0151
로그(유형자산)	9.5429	2.2842	0.0519	18.2785
로그(총자산)	11.3708	1.6405	6.4423	19.2725
로그(고용)	5.3254	1.2006	2.2706	11.5893
	디지털 미전환 기업(매칭 이전, 7,240개)			
	평균	표준편차	최솟값	최댓값
로그(매출)	10.7650	1.3607	5.3101	17.6121
로그(유형자산)	9.1122	2.1250	0.1222	16.9815
로그(총자산)	10.7639	1.4240	5.9024	18.1131
로그(고용)	4.9895	1.0047	2.1336	11.0991
	디지털 전환 기업(매칭 이후, 1,861개)			
	평균	표준편차	최솟값	최댓값
로그(매출)	11.3694	1.6593	4.0994	19.0151
로그(유형자산)	9.7045	2.2783	0.7267	18.2785
로그(총자산)	11.5060	1.6676	7.6447	19.2725
로그(고용)	5.4226	1.2199	2.2706	11.5893
	디지털 미전환 기업(매칭 이후, 2,584개)			
	평균	표준편차	최솟값	최댓값
로그(매출)	11.1548	1.5044	5.3101	17.6121
로그(유형자산)	9.4942	2.2095	1.5056	16.9815
로그(총자산)	11.2347	1.5268	6.0513	18.1131
로그(고용)	5.2686	1.1239	2.1952	11.0991

자료: 통계청 기업활동조사(MDIS)를 활용하여 저자 계산.

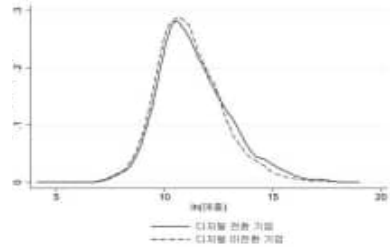
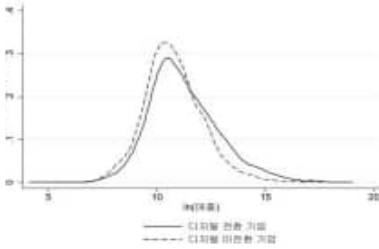
털 전환에 따른 매출 상승이 5.62%로 나타났다. 비용효과가 유의하지 않았기 때문에 매출 인상은 이윤 인상과 연관된다. 소재 제조업의 경우에도 생산성과 고용효과는 유의하지 않았다. 한편 비용과 매출 효과는 디

〈그림 3-11〉 PSM 전후 주요 변수 분포 변화

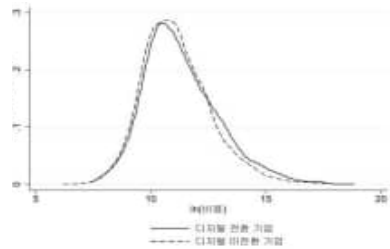
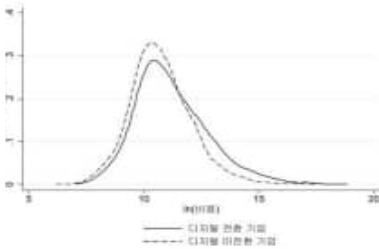
매칭 이전

매칭 이후

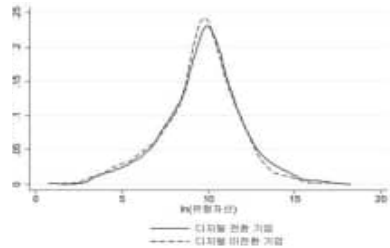
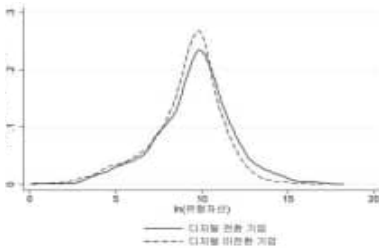
매출



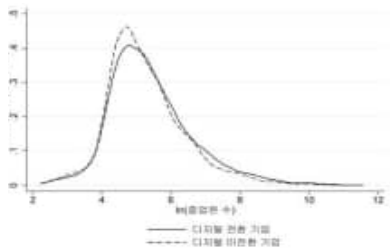
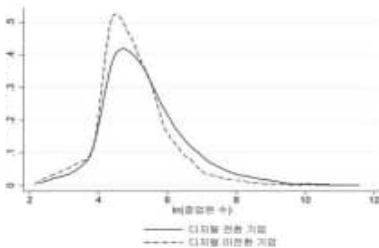
비용



유형자산



종업원 수



자료: 통계청 기업활동조사(MDIS)를 활용하여 저자 계산.

〈표 3-17〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 제조업)

τ (저치효과)	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
ICT 제조	0.0562* (0.0904)	0.0093 (0.7368)	0.0246 (0.2831)	0.0004 (0.9819)
소재	0.1349*** (0.0000)	0.0111 (0.3922)	0.0569*** (0.0004)	-0.0073 (0.5301)
일반기계	0.0232 (0.2026)	0.0247* (0.0832)	0.0128 (0.3894)	-0.0242* (0.0642)
기타	0.0649*** (0.0013)	0.0148 (0.1275)	0.0192 (0.1648)	-0.0202 (0.1981)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

디지털 전환 기업에서 각각 5.69%, 13.49% 증가하는 것으로 나타났는데, 비용에 비해 매출 효과가 더 컸기 때문에 소재 제조업에서도 이윤은 정(+)의 상관관계를 보였을 것으로 판단된다. 일반기계 제조업의 경우 디지털 전환 기업에서 고용이 2.42% 감소한 반면, 총요소생산성은 2.47% 증가하였다. 이에 따라 생산 요소(고용) 감소에도 불구하고 매출이 감소하지는 않았다. 한편 고용의 경우 인건비를 통제한 결과로 동일 인건비 하에서 고용이 감소함을 의미한다. 이는 일반기계 종사자의 평균 인건비 인상을 의미하며, 디지털 전환에 따라 노동의 양에 비해 질적 개선이 이루어짐을 의미한다. 기타 제조업 역시 생산성, 비용, 고용의 변화 없이 매출이 6.49% 증가한 것으로 나타났다.

서비스업 역시 제조업과 유사하게 디지털 전환의 성과는 주로 매출에 집중된 것으로 나타났다. ICT 서비스업, 생산자서비스업 및 유통서비스업에서 매출 증가 효과는 각각 16.01%, 22.21%, 14.58%로 제조업에 비해 더 크게 나타났다. 생산자서비스업은 고용과 생산성이 각각 7.84%, 3.27% 감소한 반면 비용은 7.15% 증가하였다. 그러나 매출 증가 효과가

〈표 3-18〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 서비스업)

τ (저치효과)	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
ICT 서비스	0.1601*** (0.0000)	0.0140 (0.6521)	0.0097 (0.5953)	-0.0184 (0.3834)
생산자	0.2221*** (0.0000)	-0.0327* (0.0660)	0.0715*** (0.0002)	-0.0784*** (0.0003)
유통	0.1458*** (0.0000)	-0.0145 (0.4234)	0.0346* (0.0710)	-0.0114 (0.6990)
개인	-0.0287 (0.8336)	0.0147 (0.6551)	-0.0138 (0.8129)	-0.0366 (0.4433)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

더 커 생산자서비스업에서도 디지털 전환 기업의 이윤은 증가하였을 것으로 판단된다. 개인서비스업의 디지털 전환 기업 성과지표는 유의하지 않았다.

한편 본 분석에서 활용한 기업활동조사는 2017년부터 디지털 전환 관련 기술에 관한 조사를 수행하고 있다. 이때 2017년 이전에 디지털 전환을 한 기업들도 마치 2017년에 전환한 것처럼 응답되는 착시효과가 존재한다. 이는 설문조사상의 한계로, 디지털 전환 성과가 장단기별로 차이를 보인다면 그 효과가 과대 또는 과소 식별될 가능성이 존재한다. 이에 본 분석에서는 디지털 전환 효과의 강건성 검정을 위해 2017년 관측치를 제외하고 2018년부터 2022년간의 관측치를 대상으로 디지털 전환 효과를 재추정하였다.

강건성 검정 결과 ICT 제조업, 소재 제조업, ICT 서비스업, 개인서비스업의 경우 유의도 및 추정 방향이 유사하게 나타났다. 반면 일반기계 제조업은 전 기간 추정에서 유의하지 않았던 매출 및 비용 역시 유의하게 나타났는데, 매출효과가 더 큰 것으로 나타났다. 기타 제조업 역시 비

〈표 3-19〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 제조업)

τ (처치효과)	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
ICT 제조	0.0782*** (0.0091)	0.0406 (0.1096)	0.0252 (0.2751)	-0.0219 (0.2184)
소재	0.1213*** (0.0000)	0.0099 (0.5957)	0.0592*** (0.0003)	-0.0191 (0.1341)
일반기계	0.0603*** (0.0023)	0.0472** (0.0473)	0.0341** (0.0198)	-0.0266** (0.0284)
기타	0.0745*** (0.0055)	0.0104 (0.4143)	0.0344** (0.0294)	-0.0333** (0.0494)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈표 3-20〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 서비스업)

τ (처치효과)	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
ICT 서비스	0.1362*** (0.0003)	0.0141 (0.6101)	0.0034 (0.8642)	-0.0236 (0.2801)
생산자	0.1338*** (0.0014)	-0.0249 (0.3115)	0.0458 (0.1033)	-0.0986*** (0.0012)
유통	0.1429*** (0.0000)	0.0042 (0.8276)	0.0059 (0.8260)	-0.0378 (0.2961)
개인	-0.0994 (0.5689)	0.0385 (0.3666)	-0.0247 (0.7027)	-0.0289 (0.5058)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

용 및 고용효과가 유의해졌는데, 매출효과가 비용효과보다 큰 한편 고용 감소효과를 시사하였다. 생산자서비스업은 생산성 및 비용효과가 전 기간 추정에서 유의하였으나, 2017년을 제외하는 경우 유의하지 않게 나타난 반면, 매출과 고용효과는 유의하였고 부호 역시 일치하였다. 유통서비스업은 2017년을 제외하는 경우 비용효과가 유의하지 않았다.

강건성 검정 결과를 요약해 보면 각 산업별로 차이는 존재하지만 매출효과는 전 구간 추정 결과와 마찬가지로 증가 또는 유의하지 않았고 생산성 효과는 대체로 유의하지 않았다. 비용효과의 경우 일부 산업에서 인상되었으나 매출효과에 비해 그 크기는 작은 것으로 나타났다. 고용효과의 경우 여전히 유의하지 않거나 감소효과가 추정되었다.

(3) 결론

기업활동조사 자료를 이용한 디지털 전환 성과 분석 결과를 종합하면, Acemoglu and Restrepo(2019)의 연구에서의 대체효과와 복원효과의 크기가 일부 산업을 제외하고는 유사하였다. 일반기계와 생산서비스업에서는 디지털 전환의 대체효과가 복원효과보다 큰 것으로 나타났다. 본 분석 결과는 김성환·도연우(2019), 문영만(2023), 이준영·김영민(2024)에서 디지털 전환 기업의 고용 창출 효과가 나타난 것과 달리 대부분의 산업에서 유의하지 않거나 부(-)의 영향을 보인 점에서 차이를 보인다. 이 결과는 2017년의 디지털 전환 쏠림 현상을 제외한 강건성 검정 결과에서도 유의하였다. 추정치의 차이는 기본적으로 디지털 효과의 추정 방식에서 차이를 보였기 때문으로 판단된다. 김성환·도연우(2019), 문영만(2023), 이준영·김영민(2024)은 모두 회귀분석을 기반으로 디지털 전환 효과를 추계하였다. 회귀분석을 기반으로 디지털 전환을 추정하는 경우, 알려진 바와 같이 반사실적 관측치(counterfactual observation)를 관측하지 못하는 데서 발생하는 편의가 존재한다. 이준영·김영민(2024)에서는 이를 통제하기 위해 사전적으로 PSM을 활용하였으나, 일반적으로 활용되는 PSM 이후 DID 분석을 연계하지 못한 데서 본 분석이 보다 정교한 결과로 판단된다.

선행연구들과 본 분석의 또 다른 차이점은 자료 구축과 관련하여 신규 디지털 전환 기업들을 정의하고 이들을 대상으로 매칭 및 분석한 결과보다 강건한 결과를 얻을 수 있었다는 점이다. 본 분석에서는 2017년의 관측치를 제외함으로써 2017년 이전 디지털 전환 기업의 효과를 분석에서 제거하고, 신규 디지털 전환 기업들을 대상으로 한 효과를 분석할 수 있었다는 데서 의의를 갖는다.

4. 소결

전 세계적으로 디지털 전환에 대한 투자를 늘리고 있는 이 시점에서 본고에서는 국제 비교와 국내 산업별 현황을 통해 한국의 디지털 전환 수준을 알아보고 국내에서 시행한 디지털 전환 기업들의 성과를 측정해 보고자 하였다.

먼저 디지털 전환 성과를 분석한 결과를 살펴보면, 디지털 기술을 도입한 기업들은 디지털 전환으로 일정 부분 긍정적인 효과를 누리는 것으로 확인되었다. 일반기계와 개인서비스업을 제외하고 대부분 산업에서 디지털 기술 도입은 매출(생산)에 긍정적인 효과를 가져왔다. 이는 디지털 전환을 추진하는 기업 입장에서는 매우 중요한 의미를 가진다. 물론 산업에 따라서 디지털 기술 도입은 비용을 상승시키기도 하지만, 그 효과가 생산 증가에 비해 작은 수준으로 나타나 이익(Profit) 측면에서는 기업에 도움이 되는 것으로 나타났다. 산업에 따라서 고용이 감소하는 효과도 나타났으나, 이는 디지털 기술의 특성으로 고용 대체효과가 크게 나타난 것으로 보인다.

그럼에도 불구하고 국내 디지털 전환이 초기 단계에 있음을 알 수 있

다. 물론 디지털 기술을 사용하고 있는 기업의 비중이 점차 높아지고 있으나, 2022년 기준 디지털 전환 기술을 사용하는 기업의 비중은 14%(전 산업 기준) 수준이다. 제조업은 ICT산업의 경우 디지털 기술의 필요성이 높다는 특성상 디지털 전환 기업 비중이 상대적으로 높게 나타나지만 그 비중이 17%이며, 기계와 소재산업의 디지털 기술 활용 기업 비중은 약 10% 수준에 머물고 있다. 서비스업의 경우 제조업보다 디지털 활용 기업 비중이 높은 편이지만, 기업 수가 가장 많은 개인서비스업은 6% 수준에도 도달하지 못하고 있다.

이는 사실 국제사회에서 한국의 디지털 전환 수준과 비교하였을 때 상이한 모습이다. 국제 비교하에서 한국의 디지털 전환 수준은 상대적으로 높게 평가되고 있다. 우리나라의 디지털 전환은 정부 주도로 진행 된다는 특징을 가지고 있으며, 국제사회의 높은 순위도 정부의 노력이 크게 기여한 것으로 보인다. 한국은 네트워크나 인터넷 구축과 같이 디지털 기술을 활용하기 위한 인프라가 잘 갖춰져 있는 것으로 평가된다. 또한 디지털 전환 정책의 일환인 스마트 팜, 스마트 공장, 로봇을 통한 산업 자동화도 다른 나라에 비해 우수하게 평가된다. 정부 주도의 높은 디지털 인프라 구축 수준, 디지털 R&D 투자에 대한 정부 지원, 그리고 디지털 정부, 스마트 행정 등 공공기관의 높은 디지털 전환 수준 등이 국가적 디지털 수준을 향상시키는 데 기여한 것으로 보인다.

그럼에도 인력 부분이나 기업의 의지, 디지털 보완 및 규제 등 국제 비교에서 상대적으로 미흡한 부분들이 존재한다. 한국에서 가장 미진한 부문이 바로 디지털 인력에 대한 인적자원 관리 측면이라 할 수 있다. 한국의 디지털 기술 숙련도는 다른 나라에 비해 매우 낮은 수준으로 나타났다. 디지털 인력의 다양성 측면도 부족하게 나타났다. AI 기술도 특히 미국과 중국 다음으로 많이 보유하고 있으나 이를 개발·운영할 수

있는 인력은 부족한 것으로 나타났다. 디지털 전환은 전 분야의 프로세스를 변화시키는 것으로, 다양한 부문에서 적절한 디지털 인력이 필요하다. 그러나 한국의 경우 소수의 인력만 존재한다는 어려움이 있다. 디지털 인재 부족은 디지털 전환의 속도를 저해할 수 있으므로 다양한 인재 양성 프로그램 및 교육에 대한 신속한 지원이 필요할 것으로 보인다.

결국 이러한 문제들은 디지털 전환에 대한 민간 부문의 투자 저하로 나타난다. 특히 디지털 인재 부족은 기업이 디지털 기술을 개발하고 활용하는 데 큰 제약 요건으로 작용한다. 규모별 기업들의 디지털 기술 활용 현황을 살펴보면 규모가 클수록 디지털 기술을 사용하는 기업이 많을 뿐 아니라 디지털 기술 적용 기업이 빠르게 늘어나는 것을 확인할 수 있다. 기업 규모가 크다는 것은 자금 조달이 용이하며 인력의 풀(Pool)이 넓다는 것을 의미한다. 디지털 전환을 위한 기술을 활용하기 위해서는 기업 내 시스템의 변화와 함께 디지털 인재를 충분히 확보하는 것이 중요하다. 결국 규모가 작은 기업들은 디지털 전환 비용이나 디지털 인력 확보에서 어려움을 겪을 가능성이 높다.

또한 중소기업에서 상대적으로 중·고령 노동자 비중이 높다는 사실은 디지털 전환 인력을 양성하는 데 노동력 고령화 역시 고려해야 한다는 것을 의미한다. 노동력 고령화의 심화 역시 디지털 전환 속도에 영향을 끼치는 주요한 요소가 될 수 있기 때문이다. 이러한 측면을 고려하여 제4장에서는 디지털 전환과 노동력 고령화의 상호관계에 대해서 살펴보고자 한다.

제4장

노동력 고령화와 디지털 전환 간 관계 조명

본 장에서는 앞서 살펴본 노동력 고령화 현상과 디지털 전환 간 관계를 여러 층위에서 살펴봄으로써 디지털 전환의 방향성에 대한 다양한 관점을 제시하는 것을 목적으로 한다. 제1절에서는 실태조사를 통해 국내 기업의 디지털 전환과 노동력 고령화의 현황을 제시한다. 특히 국내 주요 기업을 대상으로 디지털 전환과 노동력 고령화에 대한 실태조사를 실시하여 근로자 연령구조에 따른 디지털 전환 도입 여부와 도입 효과 등을 살펴보려고 한다.

그리고 총 세 가지 층위에서 디지털 전환과 노동력 고령화를 살펴보고자 하였다. 제2절에서는 기업 단위 분석으로 실태조사 자료를 기반으로 기업의 디지털 전환 여부가 근로자 연령에 영향을 받는지를 살펴본다. 제3절 산업 단위 분석에서는 산업별로 디지털 전환을 위한 디지털 자산이 근로자의 연령대에 따라 얼마나 대체성을 가지고 있는지를 확인한다. 마지막 제4절 지역 단위 분석에서는 인구 고령화가 지방에서 더 빠르게 발생하고 있는 상황에서 지역의 디지털 전환 수준을 살펴보고 고령화된 지역의 디지털 전환 활성화를 위한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다.

〈그림 4-1〉 제4장 연구 내용 구성



자료: 저자 작성.

1. 디지털 전환 현황: 고령인력 기업

(1) 실태조사 목적 및 배경

1) 실태조사 목적

본 절에서는 산업별 인구구조나 디지털 전환의 현황을 각각 보여주는 데이터나 실태조사를 확장하여 기업을 대상으로 근로자 연령구조와 디지털 전환에 대한 복합적인 실태조사를 통해 통합적인 현황을 제공하고자 한다. 그렇기에 이 실태조사는 ① 산업별 디지털 전환 현황, ② 근로자 연령구조를 함께 살펴본다는 것에 의의가 있다.

디지털 전환에 대한 관심이 높아지면서 이전에도 디지털 전환에 대한 실태조사는 다수 시행되었다. 이상현 외(2019)는 제조업을 3개의 산업(소재, 부품, 뿌리)으로 분류하고 13개의 세부 산업을 선정하여 산업별 디지털 전환 수준에 대해 조사하였다. 특히 디지털 전환 이행 수준을 공

정(process), 기술(technology), 조직(organization) 부문으로 나누어 더욱 세밀화된 디지털 전환 수준을 조사하였다. 이를 통해 전반적으로 국내 제조업의 디지털 전환 단계가 낮은 수준에 있음을 보였다. 김종기 외(2021)는 제조업(IT 제조, 비IT 제조), 서비스업(IT 서비스, 비IT 서비스)으로 산업을 분류하고, 그 산업 내 15개 세부 산업에 속하는 기업을 대상으로 디지털 전환에 대한 인식, 도입 목적과 계획, 추진 현황, 성과 등을 파악하기 위한 설문조사를 실시하였다. 그 결과 디지털 전환 단계는 초기 구축 단계에 주로 머물고 있으며, IT 서비스의 경우에는 확산 초기 단계로 나타났다.

이후 한국생산성본부(2022)에서는 10개 주요 산업에 대하여 디지털 전환에 대한 인식, 데이터를 사용할 수 있는 역량 및 디지털 전환 역량, 정책 수요 등을 조사하였고, 이에 대한 결과를 기업 규모, 매출액, 종업원 수, 지역 등 주요 기업 특징에 따라 살펴보았다. 이 실태조사는 디지털 기술 도입률, 디지털 R&D 수행 여부, 디지털 전환 계획 및 추진 현황, 인력 양성 계획 등 광범위한 조사가 특징적이다.

이외에도 송지환·안미소·남현숙(2023)은 소프트웨어 융합활동이 있는 556개 세부 산업⁴⁵⁾을 선정하고 이를 13개 산업으로 분류하여 산업별 디지털 전환 도입 및 수준 현황을 살펴보았다. 이 연구 역시 디지털 전환 수준부터 데이터 분석 및 활용 역량, 디지털 전환 관련 조직 문화 등 다양한 측면을 살펴보고 있다.

본 연구 역시 디지털 전환 현황에 대한 실태조사를 제공하고 있다. 본 실태조사는 디지털 전환 현황과 근로자의 연령구조 및 연령별 디지털 전환 인력(인적자원) 부문도 포함하고 있다는 점에서 앞에서 언급한

45) 한국표준산업분류 10차 세세분류 수준에서 SW융합활동이 있는 세세분류 산업을 선별하고 13개(대분류) 산업으로 각각 분류하였다.

〈표 4-1〉 디지털 전환 관련 실태조사 사례

과제명	목적	대상	주요 조사 내용 (디지털 전환 및 인력(인적자원))
디지털 전환에 대응한 국내 제조혁신역량 분석과 정책과제 (이상현 외, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 전환에 대응한 국내 제조혁신 역량 분석 및 정책과제 도출에 필요한 기초자료 확보 · 국내 제조기업을 대상으로 SIRI(Smart Industry Readiness Index)를 적용한 디지털 전환 준비도 실태조사 	<ul style="list-style-type: none"> ① 소재 섬유, 금속, 화학 ② 부품 전기, 전자, 기계, 자동차 ③ 뿌리 금형, 주조, 소성가공, 용접, 표면처리, 열처리 	<ul style="list-style-type: none"> · ① 조사 대상 제조기업의 핵심성과지표(Key Performance Index, KPI)의 우선순위와 주관적으로 평가한 제조혁신 역량, ② 공정(process), 기술, 조직 부문의 디지털 전환 수준, ③ 제조혁신 관련 정부지원 사업에 대한 조사 · ① 연구개발인력, ② 인적자원의 효율성(중요도 평가), ③ 인적자원 역량의 준비도
디지털 전환 가속화에 따른 ICT산업의 신성장전략 (김종기 외, 2021)	<ul style="list-style-type: none"> · 우리나라 ICT산업을 비롯한 주요 산업의 디지털 전환 추진 현황과 도입 수준, 디지털 전환을 위한 핵심수단인 디지털 기술이 주요 산업 또는 기업의 디지털 전환 추진과 성과에 미치는 영향 파악 	<ul style="list-style-type: none"> ① IT 제조 가전, 정보통신기기, 반도체 ② 비IT 제조 자동차, 조선, 의약·의료기기, 특수목적기계, 철강, 화학 ③ IT 서비스 방송·통신, 정보, 소프트웨어 ④ 비IT 서비스 물류·운송, 금융, 의료·보건 	<ul style="list-style-type: none"> · ① 기업의 디지털 전환 인식과 디지털 기술 수준, ② 디지털 전환 추진 현황과 성과, ③ 디지털 전환의 애로 요인과 정책 수요 · ① 디지털 전환 분야의 인력 현황, ② 디지털 전환 준비도(인력 보유 여부)
산업 디지털 전환 실태조사 (한국생산성본부, 2022)	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 전환에 대한 국내 기업의 현황 파악 및 역량 수준 진단 · 정부의 디지털 전환 정책 개발을 위한 기초자료로 활용 	<p>10개 주요 산업</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 자동차 ② 가전전자 ③ 헬스케어 ④ 조선 ⑤ 유통물류 ⑥ 철강 ⑦ 섬유 ⑧ 화학 ⑨ 에너지 ⑩ 소재부리 	<ul style="list-style-type: none"> · ① 디지털 전환 인식, ② 산업 데이터 역량(데이터의 활용 기반/수집/분석·활용, 협력·거래), ③ 디지털 기반 프로세스 혁신(혁신활동 및 성과), ④ 디지털 신기회 창출(BM 혁신활동, 디지털 제품 및 서비스 창출), ⑤ 디지털 전환 역량, ⑥ 디지털 전환 애로사항 및 정책 수요 · ① 데이터 관련 전문 인력 수, 전문 인력 충족률, ② 자동화를 통한 인력 재배치 경험 유무, ③ 디지털 전환 전담 조직 인력, ④ 디지털 전환 추진을 위한 인력 양성 및 외부 충원 계획, ⑤ 디지털 전환 추진을 위한 인력 유형
SW융합 실태조사 (송지환·인미소·남현숙, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 전환 수준을 진단할 수 있는 SW 융합 활동 현황, 기초통계 생산 및 정책 지원을 위한 기초자료로 활용 	<ul style="list-style-type: none"> · 소프트웨어 융합활동이 있는 556개 세부 업종을 선정하고 이를 한국표준산업분류대분류 13개 산업⁴⁶⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> · ① SW 기술 도입 형태, ② SW 인력 현황, ③ SW 신기술 도입 현황, ④ SW 투자, ⑤ 디지털 전환 추진 여부

자료: 각 실태조사 및 보고서를 참고해 저자 작성.

46) ① 농업, 임업 및 어업, ② 광업, ③ 제조업, ④ 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업,

보고서들과 차이가 있다. 기업의 근로자 연령구조와 디지털 전환 현황을 함께 살펴보는 것은 매우 의미 있는 일이다. 앞서 살펴보았듯이 한국의 인구 고령화 진행 속도가 증가함에 따라 근로자의 평균연령도 빠르게 증가하고 있기 때문이다. 하지만 이러한 변화에 기업들은 어떻게 적응하고 있는지, 어떤 결정을 내리고 있는지에 대한 현황 조사는 아직 이루어져 있지 않다. 물론 기존 실태조사에서도 디지털 인력이나 디지털 교육에 대한 조사는 이루어지고 있으나, 인력의 연령구조, 연령별 교육 현황을 알기가 어렵다는 한계가 있다. 하지만 기업 입장에서는 근로자 연령구조에 따라 디지털 전환 계획 및 추진, 인력 활용, 교육 등에서 차이가 있을 수 있으므로 본 연구에서는 이와 같은 부분을 포함하여 실태 조사를 진행하였다. 이를 통해 산업별 근로자의 연령 구성과 그 차이가 디지털 전환을 추진하고 있는 기업들의 고용 및 행태와 어떤 관계가 있는지를 상대적으로 고령화된 기업들을 중심으로 살펴보고자 한다.

2) 실태조사 개요⁴⁷⁾

본 연구에서는 기업들의 디지털 전환 도입과 수준, 근로자 연령구조와 디지털 전환 직무 훈련 등 디지털 역량 파악을 위해 외감기업을 대상으로 실태조사를 실시하였다.

국내 산업별 디지털 전환 및 인력 관련 실태를 파악하기 위해서 제조업을 우리나라 12대 주요 산업 및 기타로 분류하고 서비스업은 중분류 수준 10개 산업으로 분류하여 조사하였다.⁴⁸⁾ 그리고 이 23개 산업을 제

⑤ 수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업, ⑥ 건설업, ⑦ 도매 및 소매업, ⑧ 운수 및 창고업, ⑨ 정보통신업(SW 제외), ⑩ 금융 및 보험업, ⑪ 전문, 과학 및 기술서비스업, ⑫ 보건업 및 사회복지 서비스업, ⑬ 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업.

47) 디지털 전환(DX) 추진 및 고용 실태조사 조사표는 <부록 5>를 참고하십시오.

조업 4개 산업군(기계, 소재, ICT, 기타)과 서비스업 5개 산업군(유통, 개인, 생산자, 사회, 기타)으로 재분류하였다.

본 실태조사는 본 절(4장 1절)에서 살펴볼 디지털 전환 현황뿐 아니라 4장 2절의 노동력 고령화와 디지털 전환 결정 요인 분석에서도 조사 결과를 활용할 수 있도록 실태조사를 구성하였다. 실태조사 진행 시 기업의 디지털 전환 여부를 확인하여 디지털 전환 기업의 표본을 503개 확보하였으며, 4장 2절에서 데이터 활용을 위하여 디지털 전환 미도입 기업(527개)에 대한 기업 정보 역시 확보하였다.⁴⁹⁾

본 절에서는 디지털 전환 기업의 현황에 대해서 살펴보는 것이 목적이므로 디지털 전환 기업인 503개 기업에 대한 실태조사 결과를 제시하고자 한다. 실태조사는 ① 디지털 전환 도입 여부, ② 도입한 디지털 기술 및 수준, ③ 디지털 전환 추진 목적 및 효과, ④ 디지털 전환 인력과 ⑤ 교육·훈련, ⑥ 직무 전환 등 크게 6개 부문으로 구성되어 있다.

먼저 본 연구의 목적은 산업별 디지털 전환에 대해서 살펴보는 것이므로 조사에서 가장 중요한 부분 중 하나는 ‘디지털 전환 기업’ 여부에 대한 판단이다. 이를 위해 실태조사에서는 3장의 디지털 전환 정의에 기반하여 디지털 전환을 디지털 핵심기술에 투자하는 과정으로 보고 3장 1절에서 제시한 디지털 핵심기술⁵⁰⁾을 도입한 기업을 ‘디지털 전환 기업’으로 판단하였다.

48) 서비스업 증분류 중 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정’은 외감기업이 없어 조사에서 제외하였다.

49) 제4장 2절에서 디지털 전환 기업과 디지털 미전환 기업 간 차이를 살펴보기 위하여 디지털 미전환 기업이라 응답한 527개의 기업에 대한 정보를 확보하였으며, 기업들의 재무제표와 연결하기 위하여 외감기업을 대상으로 설문조사를 설계하였다.

50) 여기서 언급하는 디지털 핵심기술은 제3장 1절 <그림 3-10>의 디지털 핵심기술인 인공지능, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷(IoT), 네트워크(5G), 플랫폼, 블록체인, 로봇기술, 가상·증강현실, 적층제조(3D프린팅)를 의미한다.

〈표 4-2〉 조사 대상 산업 구분 및 응답 수

	산업명	업종명	응답 수
제조업	기계	자동차	86
		조선	
		일반기계	
	소재	철강	84
		석유화학	
		섬유	
		바이오헬스	
	ICT	정보통신기기	56
		가전	
		반도체	
		디스플레이	
		이차전지	
	기타	제조 기타	24
제조 합계			250
서비스업	유통	도매 및 소매업	106
		운수 및 창고업	
	개인	숙박 및 음식점업	40
	생산자	정보통신업	54
		금융 및 보험업	
		전문, 과학 및 기술 서비스업	
		사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	
	사회	교육 서비스업	19
		보건업 및 사회복지 서비스업	
	기타	서비스 기타	34
서비스 합계			253
전체 합계			503

자료: 저자 작성.

그리고 6개의 부문 중에서 ① 디지털 전환 수준, ② 디지털 전환 도입 기술별 수준 및 투자 현황 ③ 디지털 전환의 추진 목적 및 효과에 대한 질문은 기업의 디지털 전환 현황에 대한 조사이며, ④ 디지털 전환 인력과

⑤ 교육·훈련 및 ⑥ 직무 전환은 기업의 디지털 전환 인력에 관한 조사라고 할 수 있다(〈표 4-3〉 참고). 본 절에서는 산업별 디지털 전환 현황을 보여주는 것을 목적으로 하므로 상위 3개 부문의 결과를 제시할 것이다.⁵¹⁾ 또한 기업의 디지털 전환 추진과 기업의 연령구조는 밀접한 관련이

〈표 4-3〉 조사 개요

조사표 체계		내용	보고서 부분
조사 대상	기업체	· 회계법인으로부터 의무적으로 회계감사를 받아야 하는 외감기업	
	산업	· 한국표준산업분류 기준 제조업 14개, 서비스업 9개 등 총 23개 산업	
조사 표본	표본 수	· 총표본 수 1,030개: 디지털 전환 기업 503개, 디지털 전환하지 않은 기업 527개	
내용	디지털 전환 도입 여부 및 전사적 수준 진단	· 디지털 전환 도입 여부 · 전사적 차원의 디지털 전환 수준 단계	제4장 1절 내용
	디지털 전환 도입 기술별 수준, 투자 현황	· 디지털 기술 처음 도입 시기 · 디지털 기술별 디지털 전환 수준 단계 · 전체 투자액 대비 디지털 전환 투자액 비중, 디지털 전환 투자액 대비 디지털 전환 교육비 비중	
	디지털 전환의 추진 목적 및 효과	· 디지털 전환의 전반적인 효과 및 항목별 효과 · 디지털 전환 추진 목적	
	디지털 전환 인력	· 연령대별 DX 관련 인력 수, DX 전담 인력 수 · 현재 및 향후 DX 전담 인력의 주된 충원 방법	제5장 1절 내용
	디지털 전환 인력에 대한 교육·훈련	· 현재 디지털 전환 관련 교육·훈련 실시 여부 · 교육 대상 연령대, 연령대별 디지털 전환 관련 교육·훈련 실시 주된 요인, 기대성과 달성 정도 · 향후 디지털 전환 교육·훈련 계획 시 교육 대상 연령대 및 주된 목적	
	디지털 전환 전담 인력 및 직무 전환 교육·훈련	· 디지털 전환 직무 전환 교육 실시 여부 · 비디지털 전환 인력의 디지털 전환 직무 전환 교육 대상 연령대 및 연령대별 교육에 대한 견해 · 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 선호 교육·훈련 과정 및 이유 · 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 우선순위	

자료: 저자 작성.

51) 하위 3개 부문은 디지털 인력 현황에 대한 부분으로 제5장 1절에서 기업들의 연령별 디지털 인력 상황과 디지털 인력에 대한 교육·훈련, 직무 전환 현황을 제시할 예정이다.

있을 것으로 생각된다. 디지털 기술을 도입하는 것도 중요하지만 이를 활용하는 것도 중요하기에 디지털 전환을 결정하기 전엔 디지털 기술 사용 가능 인력이 있는지를 고려할 것이고, 도입하기 시작하면 기술을 잘 활용할 수 있는 인력을 고용하려고 할 것이다. 이러한 점에서 디지털 전환의 수준과 활용 능력은 근로자 연령구조와 상호 연관성이 있을 것으로 생각된다.

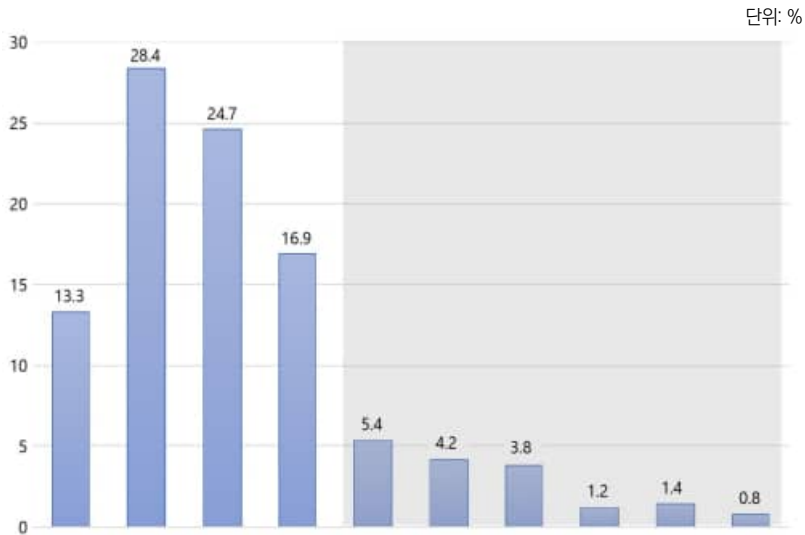
본 연구는 이러한 면을 더욱 상세히 살펴보기 위해서 실태조사 응답 기업 중 상대적으로 고령 근로자가 많은 기업을 ‘고령인력 기업’으로 분류하고 이러한 기업이 디지털 전환과 관련된 특징이 있는지를 살펴보고자 한다.

고령인력 기업은 한 기업에서 50대 이상 근로자의 비중이 40% 이상인 기업으로 정의된다.⁵²⁾ 실태조사에서 고령인력 기업은 전체 기업의 16.8%를 차지하는 것으로 나타났다(〈그림 4-2〉 참고). 산업별로 살펴보면 제조업 중에서는 소재산업(21.4%)과 기계산업(17.4%)에서 고령인력 기업 비중이 높았으며, 서비스업에서는 개인, 생산자, 사회 서비스업의 고령인력 기업 비중이 20%를 넘는 것으로 나타났다.

앞으로 살펴볼 실태조사 결과에서는 산업별 현황과 더불어 고령인력 기업의 현황도 함께 제시될 것이다.

52) 2023년 통계청의 산업별·연령별 취업자 수를 살펴보면, 취업자 중 50대 이상의 비중이 제조업과 서비스업에서 각각 37.9%와 38.9%로 나타났다. 이에 기반하여 본 연구에서는 ‘고령인력 기업’을 50대 이상 근로자의 비중이 적어도 40% 이상인 기업으로 설정하였다. 이 정의에 따르면 사실 본 연구에서 ‘고령인력 기업’이라고 명명된 기업들은 우리나라에서 평균적인 근로자 연령구조를 가진 기업이라고 할 수 있다. 그러나 본 실태조사는 디지털 전환 기업을 대상으로 하고 있어, ‘고령인력 기업’의 정의에 적합한 기업들의 비중이 현저히 낮게 나타났다. 이는 디지털 전환과 기업의 연령구조가 연관이 있다는 것을 시사한다. 그럼에도 본 연구에서 ‘고령인력 기업’을 살펴보는 이유는 조사 대상이라는 측면에서 상대적으로 고령화되어 있는 기업이기도 하지만, 한국의 평균적인 고령화 속도에 맞춰진 기업들의 행태를 살펴본다는 의미가 있다.

〈그림 4-2〉 50대 이상 근로자 비중에 대한 기업 분포도



자료: 저자 작성.

〈표 4-4〉 산업별 고령인력 기업 수

	산업명	응답기업 수	고령인력 기업 수	고령인력 기업 비중(%)
제조업	기계	86	15	17.4
	소재	84	18	21.4
	ICT	56	6	10.7
	기타	24	3	12.5
제조 합계		250	42	16.8
서비스업	유통	106	14	13.2
	개인	40	9	22.5
	생산자	54	11	20.4
	사회	19	4	21.1
	기타	34	4	11.8
서비스 합계		253	42	16.6
전체 합계		503	84	16.7

자료: 저자 작성.

(2) 디지털 전환 도입 및 기술별 수준

기업들이 디지털 기술을 처음 도입한 시기는 대부분 2019년 이전(75.5%)이었으며, 그 비중은 제조업(79.6%)이 서비스업(71.5%)보다 높았다. 이를 고령인력 기업들로만 한정해서 보면, 2019년 이전(71.4%)이 여전히 가장 높았으나 전체 기업들로 봤을 때보다는 비중이 다소 낮았다. 특징적으로 2023년(9.5%)이 2순위를 차지하여 고령인력 기업들이 최근에 비로소 디지털 기술을 처음 도입한 경우도 적지 않았다. 특히 제조업과 서비스업의 경우 2019년 이전 비중은 전체 기업들의 비중과 다르게 서비스업(73.8%)이 제조업(69.0%)보다 높은 가운데, 제조업은 최근인 2023년(14.3%) 비중이 상대적으로 높았다. 전반적으로 고령인력 기업은 디지털 기술의 첫 도입 시점이 제조업보다는 서비스업에서 더 빨랐던 것으로 판단된다.

기업들의 경영활동에 활용되고 있는 디지털 기술의 ‘전환 수준’이 ‘초기 구축’ 단계를 넘어 ‘확산 구축·구축 완결·고도화’ 단계(활성화)에 이른 디지털 기술은 ‘클라우드 컴퓨팅’에 집중되어 다양성은 극히 제한적이었다.

〈표 4-5〉 디지털 기술 첫 도입 시기

단위: %

	2024년	2023년	2022년	2021년	2020년	2019년	2019년 이전
전체	0.2	3.6	3.0	7.0	4.8	6.0	75.5
제조업	0.0	4.8	3.2	4.4	4.0	4.0	79.6
서비스업	0.4	2.4	2.8	9.5	5.5	7.9	71.5
고령인력 기업	0.0	9.5	3.6	4.8	4.8	6.0	71.4
제조업	0.0	14.3	4.8	2.4	7.1	2.4	69.0
서비스업	0.0	4.8	2.4	7.1	2.4	9.5	73.8

자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

〈표 4-6〉 디지털 기술별 디지털 전환 활성화 수준

단위: %

	클라우드 컴퓨팅	플랫폼	로보틱스	인공지능 (AI)	IoT	빅데이터	5G	블록체인
제조업	87.2	10.8	4.8	4.4	3.6	1.6	1.2	0.4
ICT	92.7	5.7	0.9	0.9	1.7	-	-	-
기계	79.7	7.1	9.1	10.7	6.5	3.0	3.0	1.1
소재	91.8	11.9	-	-	1.5	3.6	-	-
서비스업	85.0	24.1	-	1.6	-	0.4	2.8	0.8
유통서비스	76.9	10.6	-	1.4	-	1.5	3.0	-
개인서비스	80.0	72.5	-	-	-	-	-	2.5
생산자서비스	91.4	12.9	-	-	-	-	-	-
사회서비스	90.0	35.0	-	-	-	-	17.9	-

자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

주: 수치는 디지털 전환 수준 6단계에서 '추진 전·기반 조성(준비 중)·초기 구축' 수준을 제외한 '확산 구축(적용 분야 확대)·구축 완결(정착)·고도화(응용)'에 해당하는 비중의 합.

〈표 4-7〉 디지털 기술별 디지털 전환 활성화 수준(고령인력 기업)

단위: %

	클라우드 컴퓨팅	플랫폼	로보틱스	인공지능 (AI)	IoT	빅데이터	5G	블록체인
제조업	81.0	14.3	0.0	2.4	7.1	0.0	0.0	0.0
서비스업	83.3	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0

자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

주: 수치는 디지털 전환 수준 6단계에서 '추진 전·기반 조성(준비 중)·초기 구축' 수준을 제외한 '확산 구축(적용 분야 확대)·구축 완결(정착)·고도화(응용)'에 해당하는 비중의 합.

본 실태조사에서 디지털 기술의 전환 수준은 ① 추진 전, ②기반 조성(준비 중), ③ 초기 구축, ④ 확산 구축(적용 분야 확대), ⑤ 구축 완결(정착), ⑥ 고도화(응용)의 6단계로 나누고, ④~⑥단계 합을 '활성화'로 판단하였다. 이 기준에 따라 전체 기업들을 대상으로 보면, 제조업과 서비스업 모두 클라우드 컴퓨팅(각각 87.2%, 85.0%)에서 디지털 전환 수준이

〈그림 4-3〉 전체 투자 대비 DX 투자 비중(2023년 기준)



자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.
 주: 비중은 가중평균값.

가장 높았고, 이어서 플랫폼(각각 10.8%, 24.1%) 정도가 확산 추세였으며 여타 디지털 기술은 미미한 수준을 나타냈다.

반면 세부 산업별로는 다소나마 디지털 기술 전환의 다양성과 차별성을 보이고 있다. 제조업 중 기계산업군에서 클라우드 컴퓨팅과 플랫폼 외에도 미약하지만 여타 기술(인공지능, 로봇틱스, IoT)의 디지털 전환이 진전되고 있었다. 하지만 서비스업에서는 여전히 클라우드 컴퓨팅과 플랫폼이 주를 이루었으며, 사회서비스 부문에서만 5G의 디지털 전환이 활성화되는 정도였다.

이를 고령인력 기업으로 한정하여 살펴보면, 전체 기업들의 결과와 유사하게 클라우드 컴퓨팅의 디지털 전환 수준이 가장 높은 가운데, 제조업은 플랫폼과 IoT, 그리고 서비스업은 플랫폼 정도만이 디지털 전환이 진전된 모습을 보였다.⁵³⁾

53) 세부 산업별로는 응답 빈도수가 작아 별도로 기술하지 않았다.

기업들의 전체 투자 대비 디지털 전환 투자 비중은 평균 3.30%로 서비스업(3.34%)이 제조업(3.27%)보다 다소 높은 가운데, 산업별로는 차별화 양상을 보였다. 제조업 중에서는 디지털 기술 수요의 다양성을 보인 기계산업군(3.43%)의 디지털 전환 투자가 상대적으로 높은 가운데, ICT 및 소재산업군은 제조업 평균을 하회하였다. 서비스업 중에서는 개인서비스(3.83%)의 디지털 전환 투자가 가장 높은 가운데, 유통서비스를 제외하고는 모두 서비스업 평균을 상회하는 투자 실적을 나타냈다.

고령인력 기업들의 경우 제조업의 디지털 전환 투자 비중은 3.58%, 서비스업은 3.63%로 전체 기업들의 결과보다는 전반적으로 다소 높게 나타났다.⁵⁴⁾

디지털 전환 투자는 제조업과 서비스업 모두 디지털 전환 기기의 유지·보수 비용에 가장 크게 쓰였고, 관련 서비스 활용 비용, 소프트웨어

〈그림 4-4〉 디지털 전환 투자 주요 부문



자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

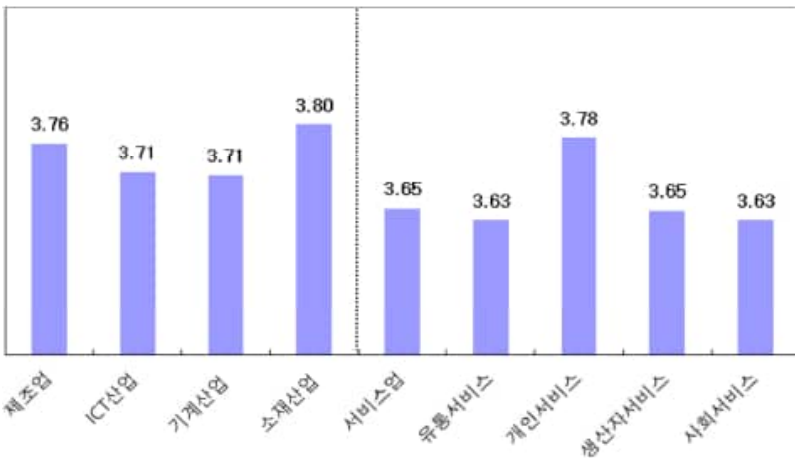
54) 세부 산업별로는 응답 빈도수가 적어 별도로 기술하지 않았다.

구입 등이 뒤를 이었다. 이를 반영하듯이 디지털 전환 도입 이후 활용 및 유지·보수, 고도화 등 사후 활동은 제조업과 서비스업 모두 95% 이상이 잘 실행된다고 응답했으며, 미미하지만 그렇지 않은 경우는 디지털 전환 전문 인력 부족과 내부 운영 기술력 부족 등을 그 이유로 꼽았다.

(3) 디지털 전환의 효과

디지털 전환의 전반적인 효과⁵⁵⁾로는 제조업(3.76)과 서비스업(3.65)에서 모두 보통 수준(3.00)을 상회함에 따라 긍정적 평가가 약간 더 우세하고, 제조업이 서비스업보다는 약간 더 높아 제조업에서 디지털 전환

〈그림 4-5〉 디지털 전환의 전반적 효과 평가



자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

주: 5점 척도 기준, 3.00은 보통 수준을 의미.

55) 본 절에서 제시하는 디지털 전환의 효과 및 세부 효과들은 응답자들이 5점 척도 기준에서 평가한 항목들(① 매우 낮음, ② 낮음, ③ 보통, ④ 높음, ⑤ 매우 높음)에 대하여 가중치를 부여하고, 각각의 가중치에 응답 비중을 가중 합산하여 산출된 결과치를 토대로 분석하였다.

〈그림 4-6〉 고령인력 기업의 디지털 전환 효과 평가



자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

주: 5점 척도 기준, 3.00은 보통 수준을 의미.

으로 인한 긍정적 효과를 약간 더 체감하는 것으로 나타났다(그림 4-5). 산업군별로는 제조업에서 소재산업(3.80)이 ICT산업(3.71)과 기계산업(3.71)보다는 약간 더 높아 디지털 전환의 효과를 상대적으로 더 체감하였고, 서비스업은 개인서비스(3.78)가 여타 업종보다 디지털 전환에 따른 긍정적 효과를 더 체감하는 것으로 조사되었다.

이는 산업별 고령인력 기업들로 제한해 보더라도 제조업(3.79)과 서비스업(3.64)에서 모두 보통 수준(3.00)을 상회하고, 서비스업보다는 제조업에서 평가 수준이 더 높아 앞서 산업별 전체 기업을 대상으로 살펴본 결과와 동일하게 제조업이 디지털 전환에 따른 긍정적 효과를 더 체감하는 것으로 나타났다(그림 4-6). 다만 제조업의 ICT산업(3.17)과 서비스업의 유통서비스(3.43)가 디지털 전환의 효과를 상대적으로 낮게 평가한 것은 앞서 살펴본 산업별 전체 기업을 대상으로 한 조사 결과와 다른

점이다. 이는 ICT산업과 유통서비스에서 고령인력 기업들이 많지 않은 데 기인하는 것으로 보인다. 아울러 제조업 내 기계산업(3.93)과 서비스업 내 사회서비스(3.75)의 고령인력 기업들이 디지털 전환에 따른 효과를 해당 산업별 전체 기업들이 평가한 수준(기계산업 3.71, 사회서비스 3.63)보다 더 높게 평가한 점 역시 주목해 볼 만하다.

디지털 전환의 효과와 관련된 세부 항목별 평가 결과를 살펴보면 우선 제조업에서는 디지털 전환의 효과로 내부 업무 효율성(3.76)과 조직경영·관리 효율화(3.71) 등의 효과를 비교적 높게 평가하고, 이어서 생산공정 최적화(3.12), 각종 비용 절감(3.04) 등의 효과가 일부 있는 것으로 평가하였다. 이에 반해 신규 비즈니스 모델 발굴(2.49)이나 공급망 혁신(2.68), 매출 증대(2.59) 등의 효과는 상대적으로 낮게 평가하였다. 세부 산업별로는 모든 산업(ICT·기계·소재)에서 내부 업무 효율성과 조직경영·관리 효율화 등의 효과를 가장 높게 평가한 가운데 ICT산업의 경우 생산공정 최적화(3.29)를, 그리고 소재산업에서는 제품·서비스 혁신(3.26)과 생산공정 최적화(3.12) 등의 효과를 비교적 높게 평가하였다. 또한 ICT산업은 노동생산성 향상(3.04), 기계산업은 생산공정 최적화(3.02)와 비용 절감(3.09) 등이 보통 수준(3.00)을 약간 웃돌면서 디지털 전환에 따라 일부 효과가 있는 것으로 응답하였다.

이를 디지털 전환의 목적에 관한 제조업 기업들의 응답 결과와 비교해 보면, 조직경영·관리 효율화나 내부 업무 효율성을 디지털 전환의 목적 1순위와 1·2·3순위 기준 모두 가장 많이 응답하면서 제조업 기업들이 디지털 전환의 최우선 목적에 부합하는 효과를 충분히 거두고 있는 것으로 보인다(표 4-8). 이외 생산공정 최적화(7.6%)나 비용 절감(7.6%), 인력 감축(7.4%) 등의 목적도 1·2·3순위 기준에서 일부 기업들이 응답하였으며, 이를 제외한 나머지 효과들은 크지 않은 것으로 나타

〈표 4-8〉 디지털 전환의 세부 효과 평가 및 목적(제조업)

		디지털 전환의 효과 평가				디지털 전환의 목적 (%, 응답 비중)	
		제조업	ICT 제조	기계산업	소재산업	1순위 기준	1·2·3 순위 기준
조직	조직경영·관리 효율화	3.71	3.68	3.65	3.76	32.0	33.0
	내부 업무 효율성 증대	3.76	3.77	3.73	3.77	52.0	34.7
제품·서비스	제품 및 서비스 혁신	2.94	2.76	2.82	3.26	-	1.2
프로세스	신규 비즈니스 모델 발굴	2.49	2.23	2.44	2.80	0.4	0.2
	생산공정·단계 최적화	3.12	3.29	3.02	3.12	5.6	7.6
	공급망 혁신	2.68	2.82	2.61	2.52	-	1.5
수익·비용	각종 비용 절감	3.04	2.90	3.09	3.05	5.2	7.6
	매출액 증대	2.59	2.38	2.67	2.54	-	1.2
기술	기술경쟁력 향상	2.72	2.50	2.85	2.64	0.4	1.7
고용	인력 감축	2.62	2.38	2.78	2.64	1.2	7.4
	노동생산성 향상	2.89	3.04	2.78	2.82	3.2	4.1

자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

주: 5점 척도 기준, 3.00은 보통 수준. 음영은 보통 수준(3.00) 이상임을 의미.

났다. 제품·서비스 혁신(1.2%)을 목적으로 디지털 전환을 도입한 기업들이 매우 적었지만, 소재산업 기업들이 그에 따른 효과가 어느 정도 있는 것으로 평가(3.26)한 점이 특징적이다.

서비스업에서도 디지털 전환에 따른 내부 업무 효율성(3.69)과 조직경영·관리 효율화(3.62)의 효과를 상대적으로 높게 평가하지만, 이외 나머지 효과들은 모두 보통 수준(3.00)에 못 미치면서 디지털 전환에 따른 효과를 상대적으로 낮게 평가하였다(〈표 4-9〉). 이는 앞서 살펴본 제조업의 조사 결과보다도 저조한 평가이나 세부 산업별로는 약간 다른 결과를 보이고 있다.

조직경영·관리 효율화나 내부 업무 효율성 등의 효과는 제조업과 마

〈표 4-9〉 디지털 전환의 세부 효과 평가 및 목적(서비스업)

		디지털 전환 효과 평가					디지털 전환 목적 (%, 응답 비중)	
		서비스업	유통 서비스	개인 서비스	생산자 서비스	사회 서비스	1순위 기준	1·2·3 순위 기준
조직	조직경영·관리 효율화	3.62	3.64	3.66	3.44	3.68	39.1	36.6
	내부 업무 효율성 증대	3.69	3.76	3.69	3.71	3.68	47.8	40.4
제품·서비스	제품 및 서비스 혁신	2.80	2.64	3.09	2.50	3.00	0.8	1.6
	신규 비즈니스 모델 발굴	2.52	2.53	2.50	2.50	-	-	-
프로세스	생산공정·단계 최적화	2.88	2.77	3.00	3.50	-	-	0.2
	공급망 혁신	2.45	2.21	3.00	3.33	3.50	-	0.4
수익·비용	각종 비용 절감	2.82	2.98	2.41	2.55	3.33	4.0	6.6
	매출액 증대	2.64	2.39	3.30	2.08	3.00	4.0	3.6
기술	기술경쟁력 향상	2.60	2.50	3.00	2.60	4.00	0.8	1.1
고용	인력 감축	2.76	2.61	2.47	2.88	3.57	2.8	6.6
	노동생산성 향상	2.88	2.88	2.86	2.50	4.00	0.8	3.0

자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

주: 5점 척도 기준, 3.00은 보통 수준. 음영은 보통 수준(3.00) 이상임을 의미.

참가지로 서비스업 내 모든 세부 산업(유통·개인·생산자·사회)에서도 비교적 높게 평가한 가운데 유통서비스에서는 이외에 별다른 효과가 없는 것으로 평가하였다. 개인서비스에서는 매출 증대(3.30)와 서비스 혁신(3.09) 등의 효과가, 생산자서비스에서는 생산공정 최적화(3.50)와 공급망 혁신(3.33) 등의 효과도 일부 있는 것으로 평가하였다. 그리고 사회서비스에서는 기술경쟁력 제고(4.00)와 노동생산성 향상(4.00), 인력 감축(3.57) 및 공급망 혁신(3.50), 각종 비용 절감(3.33) 등 다양한 효과들에 대하여 비교적 높게 평가한 점이 특징적이다.

이상의 조사 결과를 디지털 전환의 목적에 관한 서비스업 기업들의 응답 결과와 비교해 보면, 조직경영·관리 효율화와 내부 업무 효율성

등을 도입 목적 1순위와 1·2·3순위 기준 모두에서 가장 많이 응답하여 서비스업 기업들도 제조업 기업들과 마찬가지로 디지털 전환 도입의 최우선 목적에 부합하는 효과를 거두고 있는 것으로 보인다. 이외 1·2·3순위 기준에서 각종 비용 절감(6.6%)이나 인력 감축(6.6%) 등의 목적을 응답한 기업들도 일부 있었으나, 사회서비스를 제외하고는 이들 목적에 부합하는 효과를 거두고 있는 산업은 없는 것으로 나타났다. 다만 생산 공정 최적화(0.2%)와 공급망 혁신(0.4%), 매출 증대(3.6%) 등을 목적으로 디지털 전환을 도입한 기업들이 적었으나, 생산자서비스와 개인서비스 등 산업에서 이들 목적에 부합하는 효과를 일부 거두고 있는 것으로 응답하였다.

산업별 고령인력 기업으로 국한해서 살펴보면, 제조업과 서비스업 모두에서 내부 업무 효율성과 조직경영·관리 효율화 등에 따른 효과를 비교적 높이 평가하여 앞서 살펴본 조사 결과들과 동일하게 나타나고 있다. 이는 디지털 전환 도입의 목적 1순위 및 1·2·3순위 기준 최다 응답 결과와도 일치하여 디지털 전환 도입의 최우선 목적에 부합하는 효과를 충분히 거두고 있는 것으로 보인다. 다만 제조업에서 1·2·3순위 기준으로 노동생산성 향상(8.7%), 생산공정 최적화(6.8%), 비용 절감(6.8%), 인력 감축(6.8%) 등을 도입 목적으로 하는 기업들이 일부 있었으나, 제조업 내 대부분 산업에서 이에 부합하는 효과는 낮은 것으로 조사되었다.

서비스업에서는 각종 비용 절감(1·2·3순위 기준 11.2%)과 인력 감축(6.7%) 등을 위한 디지털 전환 기업들도 일부 있는 것으로 나타났는데, 비용 절감은 생산자서비스(3.20)와 사회서비스(4.00) 등의 산업에서 효과를 거둔 반면에, 인력 감축은 사회서비스(4.00)를 제외한 대부분 세부 산업에서 그 효과가 낮은 것으로 평가하였다. 이외에 노동생산성 향상(2.2%)을 디지털 전환 도입의 목적으로 응답한 기업들이 매우 적었지

〈표 4-10〉 고령인력 기업의 디지털 전환 세부 효과 평가 및 목적

		디지털 전환 효과 평가				디지털 전환 목적 (%, 응답 비중)		
(a) 제조업		제조업	ICT산업	기계산업	소재산업	1순위 기준	1·2·3 순위 기준	
조직	조직경영·관리 효율화	3.66	3.00	3.86	3.72	23.8	31.1	
	내부 업무 효율성 증대	3.70	3.33	4.00	3.61	57.1	36.9	
제품·서비스	제품 및 서비스 혁신	2.31	-	2.33	2.33	-	1.0	
	신규 비즈니스 모델 발굴	1.83	-	1.67	2.00	-	-	
프로세스	생산공정·단계 최적화	2.38	2.50	2.17	2.42	4.8	6.8	
	공급망 혁신	1.86	1.00	2.25	1.75	-	1.0	
수익·비용	각종 비용 절감	2.92	2.00	2.91	3.10	7.1	6.8	
	매출액 증대	2.17	1.00	2.00	2.43	-	-	
기술	기술경쟁력 향상	2.10	1.00	2.00	2.33	-	1.0	
고용	인력 감축	2.17	1.00	2.36	2.09	2.4	6.8	
	노동생산성 향상	2.90	3.00	2.75	2.78	4.8	8.7	
(b) 서비스업		서비스업	유통 서비스	개인 서비스	생산자 서비스	사회 서비스	1순위 기준	1·2·3 순위 기준
조직	조직경영·관리 효율화	3.58	3.31	3.78	3.33	4.00	31.0	36.0
	내부 업무 효율성 증대	3.77	3.69	3.89	3.67	4.00	52.4	41.6
제품·서비스	제품 및 서비스 혁신	2.25	2.67	1.00	-	-	-	-
	신규 비즈니스 모델 발굴	2.50	2.67	2.00	-	-	-	-
프로세스	생산공정·단계 최적화	2.67	2.67	-	-	-	-	-
	공급망 혁신	3.00	3.00	-	-	-	-	-
수익·비용	각종 비용 절감	3.15	3.00	2.50	3.20	4.00	11.9	11.2
	매출액 증대	2.33	2.20	2.20	-	4.00	-	2.2
기술	기술경쟁력 향상	3.00	2.67	-	-	4.00	-	-
고용	인력 감축	2.84	3.00	2.33	2.80	4.00	4.8	6.7
	노동생산성 향상	3.22	3.20	2.50	-	4.00	-	2.2

자료: 산업연구원 실태조사 결과를 토대로 저자 작성.

주: 5점 척도 기준, 3.00은 보통 수준. 음영은 보통 수준(3.00) 이상임을 의미.

만, 유통서비스(3.20)와 사회서비스(4.00) 등의 산업에서는 그 효과가 있는 것으로 평가한 점이 특징적이다.

(4) 소결

국내 기업들의 디지털 전환 실태를 살펴보면 세부 산업별로 디지털 기술 전환의 다양성이 다르게 나타났다. 기계산업군에서 여러 디지털 기술이 활용되고 있었으며, 제조업 전반에 걸쳐 다양한 디지털 기술 도입이 두드러지게 나타났다. 반면 서비스업에서는 클라우드 컴퓨팅과 플랫폼이 주를 이루는 모습을 볼 수 있었다. 특히 고령인력 기업들의 기술 도입 다양성이 현저하게 떨어지는 모습을 보여, 고령인력 기업의 디지털 전환 도입을 장려하기 위한 컨설팅이나 인력 등의 지원이 필요한 것으로 보인다.

디지털 전환의 전반적인 효과에 관한 설문에서는 모든 산업에서 보통 수준 이상으로 평가했다. 특히 제조업에서는 소재산업이, 서비스업에서는 개인서비스가 상대적으로 더 높게 나타났다. 그러나 고령인력 기업들로 국한해 보면, ICT산업과 유통서비스의 고령인력 기업들이 산업별 전체 기업들보다도 디지털 전환의 효과를 상대적으로 낮게 평가하고, 기계산업과 사회서비스의 고령인력 기업들이 약간 더 높게 평가한 점은 차별적인 특징으로 보인다.

디지털 전환의 세부적인 효과들에 대한 설문에서는 전체 기업의 경우 서비스업보다는 제조업에서, 그리고 고령인력 기업은 제조업보다 서비스업에서 좀 더 다양한 효과들을 거두고 있는 것으로 나타났다. 보다 구체적으로는 제조업과 서비스업, 그리고 고령인력 기업 등 모든 대상에서 '내부 업무 효율성'과 '조직경영·관리 효율화' 등의 효과들에 대하여 보통 수준 이상으로 평가한 점은 공통적으로 나타나는 현상이다. 이에

추가적으로 제조업 전체 기업은 ‘생산공정 최적화’와 ‘각종 비용 절감’ 등의 효과를, 서비스업 고령인력 기업들은 ‘각종 비용 절감’과 ‘노동생산성 향상’ 등의 효과에 대하여 보통 수준 이상으로 평가하였다. 그리고 이러한 조사 결과를 디지털 전환 도입의 목적에 관한 응답 결과와 비교해보면, 디지털 전환 도입의 목적 역시 이들 효과에 상대적으로 많이 응답하면서 국내 기업들이 디지털 전환 도입의 우선순위 목적에 부합하는 성과를 거두고 있는 것으로 나타났다. 다만 디지털 전환 도입의 목적이나 효과가 소수 항목에 편중되어 있어 디지털 전환 도입으로 가능한 여타 효과들에 관한 인식을 확산시켜 디지털 전환 도입의 긍정적 효과가 산업 전반에 확산되도록 하는 노력이 필요해 보인다.

2. 노동력 고령화와 디지털 전환 기술 도입

앞 절에서는 실태조사를 통하여 산업별 디지털 전환의 현황에 대해서 살펴보았다. 특히 ‘고령인력 기업’을 정의하여, 상대적으로 노동력이 고령화된 기업의 디지털 전환 기술의 활용, 목적, 효과 등을 살펴보았다. 본 절에서는 앞선 실태조사 자료를 활용하여 노동력 고령화와 디지털 전환 기술 도입 간 관계가 있는지를 면밀히 살펴보려고 한다.

(1) 연구 배경 및 선행연구

2010년대부터 본격적으로 진행된 기업의 디지털 전환은 글로벌 트렌드로 자리 잡으며 관련 연구와 분석이 활발히 이루어지고 있다. Gal et al.(2019)은 산업별 디지털 기술 도입 및 업무의 정형화 정도 등의 자료

를 기업 성과 자료와 연계하여 디지털 전환의 성과를 분석하였다. 분석 결과 디지털 전환은 기업의 생산 및 유통 효율성을 개선해 생산성 향상에 긍정적인 영향을 미치며 제조업에서의 효과가 서비스업에 비해 더 두드러진 것으로 나타났다.

한편 박지원 외(2023)는 산업별 디지털 전환이 노동시장에 미치는 영향을 분석하여 ICT 장비 자본과 한국의 고용 사이에 음의 상관관계가 있음을 밝혔고, ICT 소프트웨어의 경우 고용과 양의 상관관계를, 로봇 집중도 또한 고용과 양의 상관관계가 있음을 분석하였다. 이준영·김영민(2024)은 성향점수매칭 분석과 다중회귀모형을 통해 디지털 전환 기술 도입의 지역 및 산업별 기업 효과를 분석하였으며, 디지털 전환 기술의 활용이 전반적으로 기업의 경영 성과 제고에 기여한다는 결과를 도출하였다. 특히 비제조업에서 경영 성과 제고 효과가 제조업에 비해 더 높은 것으로 분석되었다. 이처럼 디지털 전환에 대한 투자가 지속적으로 확대되고 그에 따른 수익 실현이 기대되는 상황에서 최근의 연구들은 성과 분석에 주로 집중되고 있다.

한편 디지털 전환 결정 요인을 분석한 연구는 상대적으로 많지 않다. 정호진·황운중(2024)은 기업활동조사에서 4차 산업혁명 관련 기술 개발 및 활용 여부에 대한 응답 자료를 활용해 기업의 디지털 전환 기술 도입 결정 요인을 분석하였다. 그 결과 기업 규모가 클수록 디지털 기술을 도입하고 활용하는 경향이 있으며, 업력이 높을수록 새로운 기술 도입 확률이 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 송지환·안미소·남현숙(2023)은 통계 분석과 머신러닝 방법을 통해 디지털 전환을 촉진하는 주요 요인을 분석하였으며, 소프트웨어 신기술 도입 및 활용이 디지털 전환의 가장 중요한 요소이자 핵심 원동력인 것으로 분석하였다.

본 절에서는 디지털 전환 기술 도입 결정 요인을 분석하여 디지털 전

환을 적극적으로 추진하는 기업의 특성을 식별하고, 특히 기업의 노동력 고령화가 디지털 전환 기술 도입에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 노동력 고령화는 전 세계적인 트렌드로 우리나라에서도 지난 10년간 더욱 심화되고 있다. 강소랑 외(2019)의 분석에 따르면 서울 장노년층의 디지털 정보화 수준은 다른 지역에 비해 높은 편이지만, 디지털 매체를 일상생활의 필수 매체로 인식하는 50대 이상 인구는 23%를 하회하는 등 장노년층은 새로운 기술을 받아들이는 데 소극적인 경향을 보인다. 따라서 노동력 고령화 역시 기업이 디지털 전환 기술을 도입하는 데 영향을 줄 수 있다는 점을 고려하여 실태조사의 기업별 종사자 연령 분포 자료를 활용하여 분석하였다. 또한 디지털 전환 기술 도입의 산업 이질성을 파악하기 위해 제조업과 서비스업으로 나누어 분석하였으며, 분석 결과를 이용하여 기업들이 디지털 경쟁력을 확보하고 지속 가능한 성장을 이루는 데 중요한 전략적 방향을 제시하고자 한다.

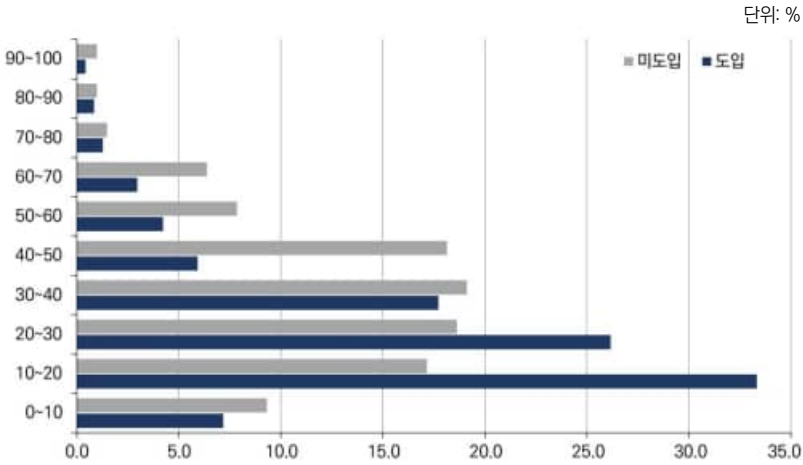
(2) 고령인력 기업의 디지털 전환 기술 도입 현황

디지털 전환 기술 도입에 대한 노동력 고령화의 영향을 분석하기에 앞서 실태조사 자료를 활용하여 고령인력 기업과 디지털 전환 기술 도입 간 관계를 파악하고자 한다.

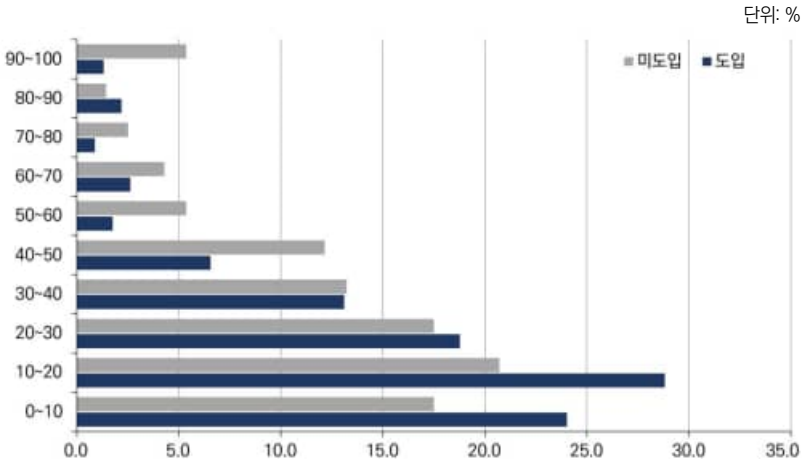
먼저 제조업의 경우 실태조사 결과에 따르면 디지털 전환 기술을 도입한 기업은 그렇지 않은 기업보다 고령인력 기업의 비율이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. <그림 4-7>은 디지털 전환 기술 도입 여부에 따른 고령인력 기업의 비중 분포를 나타내며 종축은 각 기업에서 50대 이상 종사자 비중을, 횡축은 종축의 각 비율을 가진 기업이 전체 기업에서 차지하는 비중을 의미한다. 예를 들어 디지털 전환 기술을 도입한 기업 중

〈그림 4-7〉 디지털 전환 도입 여부-50대 이상 종사자 비중

(a) 제조업



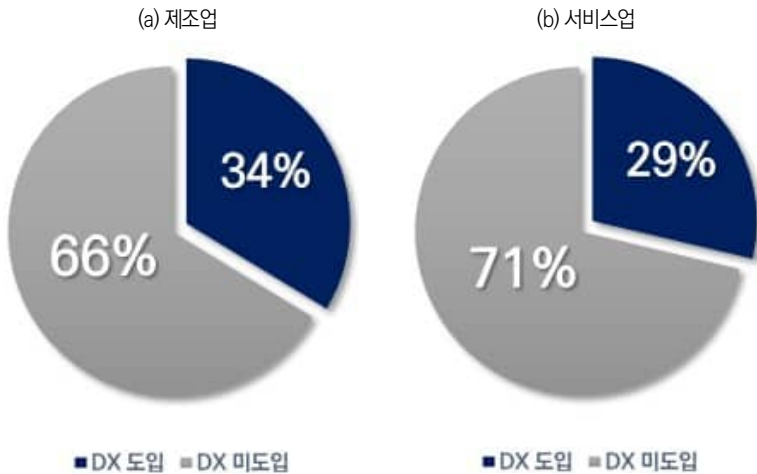
(b) 서비스업



자료: 저자 작성.

50대 이상 종사자 비중이 40%대인 기업은 약 5.9%를 차지하며, 디지털 전환 기술을 도입하지 않은 기업 중에서는 약 18.1%를 차지한다. 그래프에서 나타나는 바와 같이 50대 이상 종사자 비중이 30% 이하의 경우 디

〈그림 4-8〉 고령인력 기업의 디지털 전환 도입 여부



자료: 저자 작성.

디지털 전환 기술을 도입한 기업의 비율이 훨씬 더 높은 반면, 50대 이상 종사자 비중 30%대부터는 디지털 전환 기술을 도입하지 않은 기업의 비율이 더 높다. 특히 50대 이상 종사자 비중이 40%대에서 디지털 전환 기술 도입과 미도입 기업의 비율 차이가 가장 두드러진다.

디지털 전환 기술 도입을 기준으로 보았을 때, 디지털 전환 기술을 도입한 기업 중 고령인력 기업이 차지하는 비중은 15.6%인 반면, 디지털 전환 기술을 도입하지 않은 기업 중 고령인력 기업이 차지하는 비중은 35.8%에 달한다. 또한 고령인력 기업을 기준으로 보았을 때 고령인력 기업의 약 66%가 디지털 전환을 도입하지 않았다고 나타났다(〈그림 4-8〉). 이를 통해 상대적으로 고령화되지 않은 기업이 디지털 전환 기술을 더 많이 도입하는 것을 알 수 있다.

서비스업 또한 제조업과 유사한 결과를 보였는데, 〈그림 4-7〉에 따르면 50대 이상 종사자 비중이 30% 이하의 경우 디지털 전환 기술을 도입

한 기업의 비율이 더 높은 반면, 30%대부터는 디지털 전환 기술을 도입하지 않은 기업의 비율이 더 높다. 또한 고령인력 기업을 기준으로 보았을 때 고령인력 기업의 약 71%가 디지털 전환을 도입하지 않은 것(〈그림 4-8〉)으로 나타났으며 이는 제조업과 마찬가지로 상대적으로 고령화된 기업이 디지털 전환을 더 적게 도입한 것으로 볼 수 있다.

(3) 디지털 전환 기술 도입 결정 요인 실증분석

1) 자료 및 분석 모형

본 연구는 제1절에서 수행한 실태조사 자료와 한국평가데이터(KoDATA)의 기업 재무정보 자료를 사업자등록번호를 기준으로 연계하여 분석을 진행하였다. 실태조사에서 수집한 데이터는 1절에서 설명한 바와 같이, 기업의 디지털 전환 기술 도입 여부와 도입 시기, 종사자의 나이와 관련된 응답 자료를 포함하고 있다.

한국평가데이터(KoDATA)는 국내 기업의 신용평가 및 재무정보를 제공하는 대표적인 데이터베이스로, 신용평가사와 금융권에서 신뢰할 수 있는 기업 데이터를 제공한다. 본 연구에서는 KoDATA에서 제공하는 기업별 매출액, 유형자산, 기업 규모 및 산업 구분에 대한 재무정보를 활용하여 디지털 전환 기술 도입 결정에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였다.

디지털 전환 기술 도입 시기별 주요 변수의 관측치 및 비중은 〈표 4-11〉과 같다. 먼저 디지털 전환 기술 도입 여부를 살펴보면 2020년 이전 시기에는 355개 기업(42.21%)이 디지털 전환 기술을 도입한 것으로 나타났다. 이는 팬데믹 이전부터 다수의 기업들이 디지털 전환을 준비하고

〈표 4-11〉 시기별 주요 변수 관측치 및 비중

변수명	시기	관측치	비중(%)
디지털 전환 기술 도입 여부	2020년 이전	355	42.21
	2020~2022년	44	9.05
	2023~2024년	15	3.39
고령인력 기업	2020년 이전	360	42.81
	2020~2022년	304	62.55
	2023~2024년	297	67.19
대기업	2020년 이전	22	2.62
	2020~2022년	5	1.03
	2023~2024년	5	1.13

자료: 한국평가데이터(KoDATA), 산업연구원 실태조사 자료에 근거하여 저자 작성.

주: 기업 규모는 한국평가데이터(KoDATA) 자료를 사용하였으며 실태조사 응답기업 자료와 연계.

실행했음을 보여준다. 반면 팬데믹 기간인 2020~2022년에는 디지털 전환 기술을 새롭게 도입한 기업이 44개(9.05%)로 크게 감소했다. 이는 팬데믹의 불확실성이 기업들의 투자 결정을 제한했을 가능성을 시사하지만, 일부 기업은 변화된 환경에 대응해 디지털 전환을 추진한 것으로 보인다. 2023년 이후에는 추가적으로 디지털 전환을 도입한 기업이 15개(3.39%)에 그쳤다.

고령인력 기업 여부를 보면 시기별로 고령인력 기업의 디지털 전환 비중은 지속적으로 높았다. 2020년 이전에는 360개(42.81%), 팬데믹 기간에는 304개(62.55%), 2023년 이후에는 297개(67.19%)로 나타나 시간이 지남에 따라 고령인력 기업의 비중이 점차 증가하고 있음을 확인할 수 있다.

한편 대기업의 경우 대부분 팬데믹 이전에 이미 디지털 전환을 완료했으며, 팬데믹 시기부터는 추가적인 도입이 거의 이루어지지 않은 것으로 나타났다.

〈표 4-12〉 기초통계량

단위: 억 원

변수명	구분	평균	표준편차
매출액	디지털 전환 기술 도입	53.57	292.71
	디지털 전환 기술 미도입	24.53	44.99
	고령인력 기업	26.67	61.73
	비고령인력 기업	42.22	233.20
	대기업	346.65	1228.68
	중견·중소기업	31.04	77.53
유형자산	디지털 전환 기술 도입	25.30	87.57
	디지털 전환 기술 미도입	12.69	24.32
	고령인력 기업	11.88	27.00
	비고령인력 기업	20.84	70.98
	대기업	100.58	241.17
	중견·중소기업	16.94	51.77

자료: 한국평가데이터(KoDATA), 산업연구원 실태조사 자료에 근거하여 저자 작성.

주: 1) 기업 규모는 한국평가데이터(KoDATA) 자료를 사용하였으며 실태조사 응답기업 자료와 연계.

2) 중견·중견기업에는 한국평가데이터(KoDATA) 자료의 기업 규모 변수 중 중기업, 소기업, 한시성중소기업, 중견기업, 보호대상중견기업이 포함됨.

〈표 4-12〉는 디지털 전환 기술 도입 여부와 기업 특성에 따른 기초통계량을 정리하였다. 이 표는 매출액과 유형자산을 기준으로 각 변수별 평균과 표준편차를 제시하고 있다.

먼저 매출액을 기준으로 보면 디지털 전환 기술을 도입한 기업의 평균 매출액은 53억 5,700만 원으로, 도입하지 않은 기업의 평균 매출액인 24억 5,300만 원에 비해 약 2배 이상 높은 것으로 나타났다. 이는 디지털 전환 기술을 도입한 기업들이 상대적으로 규모가 크거나 더 높은 매출을 기록하는 경향이 있음을 시사한다. 또한 고령인력 기업의 평균 매출액은 26억 6,700만 원, 비고령인력 기업의 평균 매출액은 42억 2,200만 원으로, 비고령인력 기업이 고령인력 기업보다 더 높은 매출을 기록

하고 있음을 알 수 있다. 대기업의 경우 평균 매출액이 346억 6,500만 원으로 이는 다른 기업 유형에 비해 매우 높은 수치를 나타내며, 중견·중소기업의 평균 매출액은 31억 400만 원으로 상대적으로 낮았다.

유형자산 측면에서도 디지털 전환 기술을 도입한 기업의 평균 유형자산은 25억 3,000만 원으로, 도입하지 않은 기업의 평균 유형자산인 12억 6,900만 원보다 높았다. 고령인력 기업과 비고령인력 기업의 평균 유형자산은 각각 11억 8,800만 원과 20억 8,400만 원으로, 비고령인력 기업이 고령인력 기업에 비해 더 많은 유형자산을 보유하고 있음을 보여준다. 대기업의 평균 유형자산은 100억 5,800만 원으로 매우 높은 수치를 기록했으며, 중견·중소기업은 16억 9,400만 원으로 나타났다.

전반적으로 디지털 전환 기술 도입 여부와 기업의 특성에 따라 매출액과 유형자산에서 큰 차이가 나타났으며, 특히 대기업과 비고령인력 기업이 상대적으로 높은 수치를 기록한 점이 주목할 만하다.

본 연구에서는 Wooldridge(2010)의 조건부 프로빗(probit) 모형을 활용하여 디지털 전환 기술 도입의 결정 요인을 분석하고 시기별 도입 확률을 추정하였다. 프로빗 모형은 종속변수가 이진형(0 또는 1)일 때 특정 사건이 발생할 확률을 추정하는 데 사용되는 확률 모형이며 이를 통해 각 시점에서 기업이 디지털 전환 기술을 도입할 확률을 추정할 수 있다. 모형은 다음과 같다.

$$\text{Pr}(Y_t = 1 | X_{t-1}, Y_{t-1} = 0) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 X_{t-1}), \quad t = 1, 2, 3$$

위의 모형은 시점 t 에서의 디지털 전환 기술 도입 확률을 나타낸다. 여기서 Φ 는 표준정규분포의 누적분포함수를 나타내며, Y_t 는 시점 t 에서 기업이 디지털 전환 기술을 도입했는지 여부를 나타내는 이진형 변수이

다. x_{t-1} 은 시점 $t-1$ 에서의 독립변수(고령인력 기업 여부, 매출액, 유형자산, 기업 규모 등)를 포함한다. 이 모형은 디지털 전환 기술을 도입하지 않은 기업을 표본으로 포함하여 시점별 도입 확률을 분석하며, 한 번 도입한 기업은 이후 분석에서 제외된다.

본 연구에서는 디지털 전환 기술 도입 시기를 팬데믹 이전(2020년 이전), 팬데믹 기간(2020~2022년), 그리고 팬데믹 이후(2023년 이후)로 구분하여 분석을 진행하였다.

독립변수로는 기업의 고령화 여부, 매출액, 유형자산, 기업 규모 등의 변수를 사용⁵⁶⁾하였으며, 산업별로 요구되는 디지털 기술과 우선순위가 다르다는 점을 고려하여 제조업과 서비스업으로 구분하여 분석했다.⁵⁷⁾

한편 디지털 전환 기술 도입은 비용을 수반하는 장기적인 투자 결정이므로 특정 연도의 재무지표만으로는 그 영향을 정확히 분석하기 어렵다. 특히 직전 연도 재무지표는 일시적인 외부 요인에 의해 왜곡될 가능성이 있을 뿐 아니라, 기업의 재무 상태가 디지털 전환 기술 도입에 실질적으로 영향을 미치기까지는 시간이 필요할 수 있다. 예를 들어 재무 성과가 몇 년간 부진하다가 직전 연도에 흑자로 전환되더라도, 디지털 전환 기술 도입과 같은 전략적 의사결정이 즉각적으로 이루어지기 어렵다. 이러한 점을 고려하여 도입 전 3개년 평균치를 사용함으로써 기업의 재무 상태를 보다 안정적이고 신뢰성 있게 반영하고자 했다. 3개년 평균치는 단기적인 변동성을 완화하고 기업의 중장기적인 재무 성과를 나타

56) 선행연구에서는 디지털 전환 기술 도입 결정 요인 실증분석을 위해 기업의 종사자 수, 자산 총액(Asset), 영업수익(Sales), 기업의 업력 그리고 해외 모기업 보유 여부를 독립변수로 사용하였다(정호진·황운중, 2024). 본 연구에서는 노동력 고령화가 미치는 영향을 알아보기 위해 고령인력 기업 여부 변수를 추가로 사용하였다.

57) 구체적으로 제조업은 생산공정의 효율화와 자동화 기술 도입에 중점을 두는 반면, 서비스업은 고객 경험 개선과 데이터 기반 의사결정에 초점을 맞춘다.

〈표 4-13〉 실증분석 사용 변수

변수명	변수 정보	변수 설명
Y	디지털 전환 기술 도입 여부	디지털 전환 기술을 도입하였으면 1, 아니면 0으로 변환
X1	고령인력 기업 여부	종사자 중 50대 이상 근로자의 비중이 40%를 넘으면 1, 아니면 0으로 변환
X2	ln(매출액)	기업 재무정보 변수
X3	ln(유형자산)	기업 재무정보 변수
X4	대기업	대기업이면 1, 아니면 0으로 변환
X5	제조업 여부	해당 기업이 제조업이면 1, 아니면 0으로 변환

자료: 저자 작성.

내기 때문에 디지털 전환 기술 도입에 미치는 영향을 더 정교하게 분석할 수 있다.

2) 분석 결과

분석에 따르면 디지털 전환 기술 도입 결정 요인은 시기별로 상이한 결과를 보였다. 팬데믹 이전 시기(2020년 이전)에는 매출액과 대기업 여부가 디지털 전환 기술 도입에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 기업들의 디지털 기술 도입 이전 시기($t-1$)의 매출액, 정확히는 도입 전 3개년 매출액의 평균치가 1% 증가할 때 디지털 전환 기술 도입 확률이 약 2.8% 증가하는 것으로 분석되었다. 이는 매출액의 크기가 팬데믹 이전 시기 기업의 디지털 기술 도입 결정에 중요한 요소임을 시사한다. 또한 대기업의 디지털 전환 기술 도입 확률이 중소기업에 비해 높게 나타나 기업 규모 역시 디지털 전환 기술 도입 결정 요인임을 알 수 있다. 이 결과는 앞서 3장 1절의 국내 디지털 전환 현황과 동일한 결과로, 대기업은 상대적으로 디지털 인프라 구축, 인재에 대한 투자 등을 할

〈표 4-14〉 디지털 전환 기술 도입 요인 분석(프로빗)

도입 시기	설명변수	회귀계수
팬데믹 이전 (2020년 이전)	ln(매출액)	0.722***
	ln(유형자산)	0.180
	대기업	0.975***
	고령인력 기업	-1.233***
	제조업	0.078
팬데믹 (2020년부터 2022년)	ln(매출액)	-0.016***
	ln(유형자산)	-0.024
	고령인력 기업	-1.511***
	제조업	-0.267
팬데믹 이후 (2023년, 2024년)	ln(매출액)	-0.288***
	ln(유형자산)	0.040
	고령인력 기업	-1.155***
	제조업	0.243

자료: 저자 작성.

주: 분석에 사용된 표본의 대기업은 디지털 전환 기술을 대부분 팬데믹 이전에만 도입하였으며, t2(팬데믹)시
기부터는 표본 크기가 작고 모든 대기업이 도입하지 않았다고 응답하여 분석에서 제외됨.

수 있는 재정적·기술적 자원이 풍부하기 때문인 것으로 해석된다. 반면 고령인력 기업의 디지털 전환 기술 도입 확률은 그렇지 않은 기업에 비해 약 6.8% 낮은 것으로 분석되었으며, 이는 고령인력 기업이 디지털 전환 기술 도입 과정에서 기존 운영의 안정성을 우선시하는 경향과 관련이 있을 수 있다.

팬데믹 기간(2020~2022년) 동안 고령인력 기업의 디지털 전환 기술 도입 확률은 그렇지 않은 기업에 비해 약 6.2% 낮은 것으로 나타났다. 이는 고령인력 기업이 팬데믹 시기에 디지털 기술 도입을 추진하는 데 비고령인력 기업보다 변화에 신중하게 접근했을 가능성을 시사한다. 한편 매출액이 높은 기업일수록 디지털 전환 기술 도입에 다소 소극적인

〈표 4-15〉 디지털 전환 기술 도입 요인 분석(한계효과)

도입 시기	설명변수	한계효과
팬데믹 이전 (2020년 이전)	ln(매출액)	0.028
	대기업	0.001
	고령인력 기업	-0.068
팬데믹 (2020년부터 2022년)	ln(매출액)	-0.019
	고령인력 기업	-0.062
팬데믹 이후 (2023년, 2024년)	ln(매출액)	-0.024
	고령인력 기업	-0.044

자료: 저자 작성.

주: 1) 고령인력 기업과 대기업의 한계효과는 더미변수 값이 1일 때와 0일 때의 확률 차이를 각 기업별로 계산한 후 그 평균값을 사용.

2) ln(매출액)변수의 한계효과는 매출액의 증위값을 사용하여 자연로그로 변환 후 도출.

태도를 보였는데, 매출액이 1% 증가할 때 디지털 전환 기술 도입 확률이 약 1.9% 감소하는 경향을 보였다. 이는 팬데믹과 같은 불확실성이 높은 환경에서 기업들이 비용 효율성과 투자 우선순위를 면밀히 검토했을 가능성과 관련이 있다. 특히 대기업의 경우 디지털 기술 도입이 장기적으로 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 인지하면서도 단기적으로는 팬데믹의 영향을 최소화하기 위한 전략적 판단을 내렸을 수 있다.

팬데믹 이후 시기(2023~2024년)에도 고령인력 기업 여부가 디지털 전환 기술 도입에 여전히 중요한 변수로 작용하였으나, 그 영향력은 팬데믹 기간에 비해 다소 줄어들었다. 고령인력 기업의 디지털 전환 기술 도입 확률은 그렇지 않은 기업에 비해 약 4.4% 낮은 것으로 나타나 점차 그 격차가 완화되는 추세를 보였다. 매출액의 경우 팬데믹 시기와 유사하게 디지털 전환 기술 도입에 부정적인 영향을 미쳤으며, 매출액이 1% 증가할 때 디지털 전환 기술 도입 확률은 약 2.4% 감소하는 것으로 분석되었다. 이는 팬데믹 이전에는 매출액이 높은 기업들이 경쟁우위를 위

해 디지털 전환 기술을 적극적으로 도입했으나, 팬데믹과 그 이후에는 비용 절감과 불확실성 등의 요인으로 인해 디지털 전환 기술 도입에 소극적이었던 것으로 해석할 수 있다. 반면 매출액이 작은 기업들은 생존을 위해 디지털 전환을 더 적극적으로 시도했을 가능성이 있다.

(4) 소결

본 연구는 노동력 고령화가 디지털 전환 기술 도입에 미치는 영향을 실증적으로 분석하여 한국 기업들이 직면한 과제를 이해하는 데 목적을 두고 있다. 노동력 고령화는 전 세계적인 추세이며 한국 또한 이러한 변화에서 자유롭지 않다. 한편 한국의 디지털 전환 기술 도입 수준은 OECD 평균에 미치지 못하고 있어, 디지털 전환 성과뿐만 아니라 그 도입 과정에 대한 심층적인 연구가 더욱 중요해지고 있다(박지원 외, 2023). 이러한 배경에서 본 연구는 고령화와 디지털 전환 간의 관계를 구체적으로 분석함으로써 관련 논의에 기여하고자 하였다.

연구 결과 고령화된 기업들은 디지털 전환 기술 도입 확률이 낮은 경향을 보였으며, 이는 제조업과 서비스업 모두에서 공통적으로 나타나는 현상이었다. 특히 고령인력 기업과 디지털 전환 기술 도입 간에는 통계적으로 유의미한 음의 상관관계가 확인되었다. 이는 단순히 새로운 기술을 습득하는 데 드는 비용이나 변화에 대한 부담감에서 비롯된 것만은 아니며, 여러 요인이 복합적으로 작용했을 가능성을 시사한다. 예를 들어 고령인력 기업은 기존의 조직 구조와 업무 프로세스를 유지하려는 경향이 강하거나, 디지털 전환에 필요한 전문 인력의 부족으로 인해 기술 도입이 지연되었을 수 있다. 또한 고령 근로자 비중이 높은 경우 디지털 기술을 익히는 데 시간이 더 오래 걸릴 수 있어 도입 효과를 실현하기가

지의 불확실성 때문에 보다 신중한 접근을 택했을 가능성도 있다.

팬데믹 이후에는 고령인력 기업의 디지털 전환 기술 도입 확률이 이전에 비해 다소 개선된 것으로 나타났다. 이는 고령인력 기업이 변화의 필요성을 점차 인식하고 디지털 전환의 중요성을 수용하려는 움직임을 보이기 시작했음을 시사한다. 그러나 여전히 고령인력 기업의 디지털 전환 기술 도입 확률은 그렇지 않은 기업에 비해 낮은 수준에 머물러 있다. 이는 디지털 전환 기술 도입 과정에서 고령인력 기업이 직면하는 구조적·조직적 제약이 완전히 해소되지 않았음을 보여주며, 이러한 경향이 향후 한국 기업의 경쟁력 강화와 디지털 경제로의 전환에 어떤 영향을 미칠지에 대한 추가적인 논의와 연구가 필요함을 시사한다.

3. 디지털 자산과 고령 근로자 간의 대체성 분석

제4장에서는 디지털 전환과 노동력 고령화의 상호작용에 대해서 살펴보고 있다. 본 절에서는 디지털 전환으로 인한 노동력 대체성을 산업별로 살펴보고자 한다. 디지털 전환이 진행됨에 따라 디지털 자산의 축적이 늘어나고 있는 상황이다. 이로 인해 노동력이 디지털 자산⁵⁸⁾에 의해 어느정도 대체되는지, 또한 어떤 연령대의 대체성이 높은지는 디지털 전환과 노동력 고령화에 대한 중요한 논의이다. 이에 따라 본 절에서는 디지털 자산과 고령 근로자, 비고령 근로자의 대체성을 살펴보고, 이를 통한 시사점을 살펴보고자 한다.

58) 본 연구에서 다루는 디지털 자산은 디지털 전환을 위한 유·무형 자산을 의미한다.

(1) 연구 배경 및 선행연구

2022년 기준 우리나라의 65세 이상 고령인구 비중은 17.4%로 초고령 사회 진입이 다가오고 있으며, 2026년에는 20.8%로 초고령사회로 진입할 것으로 전망하고 있다.⁵⁹⁾ 2020년부터 1955~1963년 사이 출생한 베이비붐 세대가 65세 이상 고령인구로 진입함에 따라 생산가능인구가 매년 30만 명 이상씩 급감할 것으로 예상된다. 이에 따라 전 산업에 걸쳐 종사자의 평균연령이 증가하여 산업 노동력 고령화로 이어지며, 산업별로는 세대 간 종사자 대체율에 따라서 특정 산업의 고령화가 가속화되고 대체율이 낮은 산업은 장기적으로 생산성 감소로 이어질 수 있다(김기민, 2018).

생산성 제고를 위한 방법으로는 투입요소별 생산성을 올리거나 기술 측면에서 생산성 제고를 기대할 수 있다. 디지털 전환은 투입요소 및 기술 측면에서의 생산성 제고를 모두 기대하는 방법의 하나로서 생산, 유통 등 경제활동 전반에 혁신을 초래하여 생산성 제고 효과로 긍정적인 평가의 경향이 크다. 하지만 이와 동시에 디지털 전환으로 인한 고용감소와 산업 내·산업 간 양극화 등으로 부정적인 측면 또한 존재하고 있다(한국은행, 2021). 디지털 전환으로 인한 자동화 영역 확장은 저숙련·반복 직종뿐 아니라 중숙련 직종에서도 기술이 노동을 대체하는 대체효과가 발생할 수 있다. 하지만 장기적으로는 생산성 제고 효과로 인한 부가가치 상승, 고용 확대 등으로 이어지고, 신규 시장 창출효과 및 디지털 노동 플랫폼 발달로 비경제활동인구도 노동시장 참여가 수월해지며 총

59) 기획재정부 시사경제용어사전(접속일: 2024. 10. 6)의 '인구 고령화' 내용에 따르면 국제연합(UN)의 기준은 전체 인구에서 65세 이상이 차지하는 비율인 고령자 인구 비율이 7% 이상이면 고령화사회, 14% 이상이면 고령사회, 20% 이상이면 초고령사회로 구분한다고 설명하고 있다.

고용이 증대될 수 있다.

본 절에서는 디지털 전환을 위한 디지털 자산과 노동 간 보완성(Complementarity) 혹은 대체성(Substitutability) 여부를 검증한다. 디지털 자산과 노동 간 관계는 노동 특성에 따라 대체 혹은 보완관계를 가질 것으로 기대된다. 노동력 고령화는 장기적으로 노동생산성에 부정적인 영향을 주게 되어 생산성 제고를 위한 디지털 전환 가속화의 유인이 될 수 있으며, 이에 따라 디지털 자산과 노동 간 대체성이 높아질 수 있다. 하지만 50대 이상 고령 근로자의 경우 생산성이 높아 평균연령이 높은 기업 또는 산업의 경우 디지털 전환의 유인 및 효과가 미미할 수 있어 디지털 자산과 노동 간 대체효과가 떨어질 수 있다. 반면 비교적 디지털 자산 활용이 쉬울 것으로 기대되는 비고령 노동자들은 디지털 전환을 통한 생산성 증대를 기대할 수 있어 디지털 자산과 노동 간 높은 보완성을 기대할 수 있다. 하지만 동시에 비고령 근로자는 고령 근로자와 비교하면 저숙련일 가능성이 커 생산성이 낮고 이에 따라 디지털 자산으로 인한 대체성이 높아질 수 있게 된다. 결과적으로 디지털 전환을 위한 디지털 자산은 노동의 특성인 노동자의 연령, 숙련도 등에 따라서 대체 혹은 보완으로 나타날 수 있다.

본 연구에서는 결합비용함수(Multi-product joint cost function)를 이용하여 연령에 따른 노동과 디지털 자산의 보완성·대체성 여부를 검증한다. 결합비용함수 분석은 다양한 함수 형태의 가정이 가능하여 유연성의 장점이 있으며, 투입요소 간 관계를 교호항을 통해 상호작용 효과를 총비용 기반으로 측정하여 교차탄력성을 보다 현실적인 결과로 제시한다는 장점이 존재한다. 하지만 정확한 추정을 위해서는 생산 및 상세한 비용, 자본 데이터가 요구된다. 본 연구에서 투입요소별 산업별 디지털 자산(이하 ICT 자본)⁶⁰⁾을 국민계정분류(산업연관표)의 대분류(한국표준

산업분류상 중분류) 수준에서 측정하고 노동을 연령에 따라 저연령·고연령 노동자로 구분하여 데이터를 구축하고 디지털 자산과 연령에 따른 노동의 관계를 분석한다. 산업 노동력 고령화와 디지털 전환에 관한 연구는 아직 초입 단계로 활발히 이루어지지 않고 있으며, 이 둘의 대체성은 위에 언급한 내용처럼 연령별로 다르게 나타날 것으로 예상된다. 본 연구의 결과로 디지털 전환이 산업별·연령별 노동에 미치는 영향을 추정함으로써 이를 통해 산업 고령화 해결을 위한 디지털 전환 지원 정책에 대한 시사점을 도출할 것으로 기대한다.

(2) 데이터 구성

결합비용함수 추정을 위한 데이터 구성은 허재준·이영수·서환주(2003)의 방법과 유사하게 산출물(Y)과 투입물 자본(Capital), 노동(Labor) 등 세 가지로 구성된다. 자본과 노동은 각각 ICT 자본(DX), 비ICT 자본(NDX)과 고령 근로자(OW), 비고령 근로자(YW)로 구분하여 구성하였다. 본 분석에서 ICT 자본은 디지털 자산을 의미하는 변수이며, 비ICT 자본은 디지털 자산을 제외한 유형자산을 의미한다. 그리고 고령 및 비고령 근로자는 50대를 기준으로 50대 이상 근로자를 고령 근로자로 정의한다. 산출물과 자본 데이터는 국민계정의 산업연관표(Input-Output Table)와 국민대차대조표(National balance sheet)를 이용하여 구축하였고, 노동 데이터는 고용행정통계 자료와 고용형태별근로실태조사 데이터를 이용하여 구축하였다. 데이터의 산업분류는 국민계정의 대분류 수준을 기준

60) 본 연구에서는 ICT 자산과 ICT 서비스를 모두 포함하는 ICT 자본을 디지털 자산의 proxy로 사용한다. IMF(2018)는 기존 ICT 섹터와 콘텐츠 미디어 섹터는 구글, 페이스북 같은 온라인 플랫폼을 포함하지 못하는 점을 지적하며 최근 성장한 데이터 기업, 온라인 및 공유 플랫폼 등의 신산업을 디지털 관련 섹터로 포함하여 정의하고 있다.

으로 구축하였고, 데이터별 산업 연계를 위해 <부표 6-1>, <부표 6-2>와 같이 국민계정의 산업분류와 한국표준산업분류(KSIC)를 연계하였다. 산업별 연계 및 통일성을 위하여 2015년부터 2020년까지의 데이터를 활용하여 구성하였다.⁶¹⁾

첫 번째로 산출물(Y)의 구성은 기존 문헌과 유사하게 산업별 부가가치로 측정하였다.⁶²⁾ 산업별 부가가치의 측정은 투입산출표(생산자가격) 총거래표상의 부가가치 계정을 통해 측정하였다. 그리고 산업별 생산자물가지수를 이용하여 부가가치를 실질화하여 산출물 데이터를 구축하였다.

두 번째로 자본(Capital)의 구성은 한국은행의 국민대차대조표 내 경제활동별 순자본스톡 데이터와 산업연관표를 이용하여 구성하였다. 경제활동별 순자본스톡을 이용하여 산업별 총자본스톡을 구성하고 산업연관표를 이용하여 ICT 자본(DX)을 스톡화하여 총자본스톡에서 차감함으로써 비ICT 자본(NDX)스톡을 측정하였다.

ICT 자본스톡 추계는 산업연관표의 민간 및 정부의 고정자본형성 탭을 이용하였다. 산업연관표의 가로 항목은 산출물의 배분을 나타내는 구조인데, 각 산업에서 생산된 재화가 중간재 수요, 개인 및 정부 소비지출, 민간고정자본형성, 정부고정자본형성, 재고증감 등으로 분배되게 된다. 이러한 산업연관표의 특성을 이용하여 ICT 자본(DX)과 연관된 산출물의 민간 및 정부 고정자본형성을 측정하여 ICT 자본 투자를 산출한다. 이때 ICT 자본과 연관된 물품의 구분은 산업연관표 구분의 소분류 수준에서 <부표 6-3>과 같이 ICT 자본 관련 품목을 구분하였다. ICT 자본의

61) 각 데이터 구성을 위한 자료들의 산업 통일성을 위해 가장 많은 산업이 일치하는 국민계정분류의 2015년 부분분류와 제10차 한국표준산업분류를 연계하였다.

62) 허재준·이영수·서환주(2003)는 제조업을 대상으로만 분석하여 부가가치를 통계청(KOSIS)의 광제조업 조사를 이용하여 추정하였지만, 본 연구에서는 서비스업도 추가해 산업연관표의 부가가치 계정을 이용하였다.

대부분은 ICT 자산 및 서비스 관련 제품들로 구성되어 있다. 디지털 관련 재화에 대한 정의는 최근 활발히 논의되는 주제로 다양한 정의 방법이 존재한다. 본 연구에서는 IMF(2018)의 디지털 섹터(sector)의 정의를 따라 ICT 자본 관련 제품을 정의하였다.⁶³⁾ 이렇게 구성된 투자 데이터를 이용하여 영구제고법을 통해 ICT 자본스톡을 추계하였다. 우선 산업별 초기값 설정을 위해 데이터 기간 내 실질ICT 투자의 평균증가율($g_{i,t}$)을 정의하고 ICT 자본스톡의 감가상각률(δ)을 31.24%로 정의하였다.⁶⁴⁾ 이를 이용하여 다음과 같이 산업별 초기 ICT 자본스톡을 추정한다.

$$DX_{i,t-1} = \frac{DXI_{i,t}}{g_{i,t} + \delta}$$

$DX_{i,t}$ 와 $DXI_{i,t}$ 는 각각 i 산업 t 기의 ICT 자본스톡과 자본투자를 나타낸다. 산업별 초기값을 이용하여 다음 식을 통해 산업의 연도별 실질 ICT 자본스톡을 구성하였다.

$$DX_{i,t} = DXI_{i,t} + DX_{i,t-1}(1 - \delta)$$

다음으로 구성된 산업별 자본스톡과 감가상각률, 회사채수익률을 이용하여 ICT 자본스톡의 실질사용 비용을 측정하였다. 기존 ICT 자본스톡에 대해서는 잔존가액에 대해 감가상각률을 적용하고, 새로운 ICT 자본투자에는 기회비용을 고려하여 감가상각률과 회사채수익률을 더한

63) 산업분류 연계의 경우 KISDI ITSTAT의 '산업 및 연계표(KSIC)'를 참고하였다. 정보통신 정책연구원 ITSTAT 산업 및 연계표(KSIC-SNA)(접속일: 2024. 10. 7).

64) 전산장비의 감가상각 기간인 8년을 가정하고 잔여가치를 5%로 가정하여 정률상각을 감안한 감가상각률이다(허재준·이영수·서환주, 2003).

비율로 실질사용비용을 측정하였다.⁶⁵⁾ 이렇게 측정된 산업별 ICT 실질 사용비용을 ICT 자본스톡으로 나누어 ICT 자본가격(W_{DX})을 도출한다. 다음으로 비ICT 자본스톡은 국민대차대조표 내 경제활동별 순자본스톡 데이터를 통해 구축한 총자본스톡을 실질화해 ICT 자본스톡을 차감하여 추정하였다. 비ICT 자본스톡의 실질사용비용을 측정하기 위해 ICT 자본스톡 실질사용비용과 마찬가지로 감가상각률과 회사채수익률을 활용하였다. 비ICT 자본스톡의 감가상각률은 순자본스톡 데이터의 건설, 설비, 지식 자본스톡의 비중과 각 자본스톡의 감가상각률을 이용하여 비ICT 자본스톡의 감가상각률을 추정하였다.⁶⁶⁾ 추정된 비ICT 자본스톡 실질사용비용을 비ICT 자본스톡으로 나누어 비ICT 자본의 가격(W_{NDX})을 추정하였다.

세 번째로 노동(Labor)의 구성은 한국고용정보원의 고용행정통계 자료와 통계청의 고용형태별근로실태조사 데이터를 이용하여 구성하였다. 제2장 분석에서 이용한 고용행정통계에는 산업별 고용보험 적용 근로자의 연령과 근속연수를 제공하고 있다. 또한 고용형태별근로실태조사 데이터에는 산업별 근속연수에 따른 평균임금을 제공하고 있는데, 이 두 개의 데이터를 연계하여 산업별·연령별 총임금과 1인 평균임금을 추정할 수 있다.⁶⁷⁾ 우선 기준에 따라 고령 근로자(OW)와 비고령 근로자(YW)를 구분하고 근속연수에 따른 총근로자 수와 평균임금을 곱하여 각 근로자 그룹의 총임금을 추정한다.⁶⁸⁾ 그리고 물가지수를 이용하

65) ICT 자본스톡 실질사용 비용 측정에 대한 자세한 내용은 허재준·이영수·서환주(2003) 참고하십시오.

66) 건설, 설비, 지식 자본 각각 잔존가치 10%, 5%, 1%로 정의하였으며, 수명은 30년, 10년, 5년으로 가정하여 정률상각을 감안하여 감가상각률을 추정하였다.

67) 고용형태별근로실태조사 데이터의 임금의 근속연수 분류는 총 5가지로(1년 미만, 1~3년, 3~5년, 5~10년, 10년 이상) 되어 있고, 고용행정통계의 경우 9단계(1년 미만, 1~3년, 3~5년, 5~10년, 이후 5년 단위와 30년 이상으로 이루어짐)로 이루어져 있다.

여 실질화를 하고 다시 각 근로자 그룹의 총근로자 수로 나누어 산업별 고령 근로자의 1인당 임금(w_{ow})과 비고령 근로자의 1인당 임금(w_{yw})을 추정한다. 모든 데이터 구성을 위한 자료 출처는 <부표 6-4>에 정리하였다.

다음 표들과 그래프는 위에서 구성된 데이터의 특성을 나타내는 표이다. <표 4-16>은 2020년 기준 ICT 자본과 비ICT 자본의 산업별 비중과 총비용 내 각 투입요소의 비용이 차지하는 비중을 보여준다. ICT 자본스톡의 비중이 큰 산업은 정보통신 및 방송서비스(J, 3.74%), 기타 제조업 제품(C13, 2.09%), 전문, 과학 및 기술서비스(M, 2.07%) 순으로 높게 나타나고 있으며, 비용 측면에서는 정보통신 및 방송서비스(J, 20.24%), 전기장비(C10, 14.60%), 기타 제조업 제품(C13, 14.57%) 순으로 높게 나타나고 있다. ICT 자본스톡의 경우 비ICT 자본스톡에 비해 매우 낮은 수준에 있는 것으로 나타나고 있으며, 비용 측면에서도 몇몇 산업을 제외하고는 대부분 5% 미만의 비중을 가지고 있는 것으로 나타나고 있다. <표 4-17>은 2020년 기준 고령 근로자와 비고령 근로자의 산업별 비중과 총비용 내 각 근로자의 총임금이 차지하는 비중을 보여준다. 컴퓨터, 전자 및 광학기기(C09)와 정보통신 및 방송서비스(J) 같은 몇몇 산업을 제외하고 산업 대부분에서 고령 근로자의 비중이 높은 것으로 나타나고 있으며, 비용 비중 또한 산업 대부분에서 고령 근로자의 비용이 비고령 근로자보다 높게 나타나고 있다. <그림 4-9>는 2020년 비중을 토대로 각 산업별 ICT 자본 비용 비중과 고령 근로자 비중을 보여주는 분포도이다. 데이터가 보여주는 흥미로운 점은 두 비중이 서로 음의 상관관계를 가진다는 점이며, 이는 고령 근로자 비중이 높은 산업에서 ICT 자본 비용이

(68) 고용행정통계 데이터상의 근속연수는 연령에 비해 높게 측정되어 있는 경우가 존재하여 이상치를 제거하였다(예: 20~24세 이하 근로자의 근속연수가 10~15년 등).

〈표 4-16〉 산업별 자본 비중(2020년)

단위: %

코드	산업명	자본스톡 비중		총비용 내 비중	
		DX	NDX	DX	NDX
C01	음식료품	0.10	99.90	0.65	57.20
C02	섬유 및 가죽제품	0.06	99.94	0.54	55.65
C03	목재 및 종이, 인쇄	0.41	99.59	1.15	37.78
C05	화학제품	0.15	99.85	1.15	73.06
C06	비금속광물제품	0.77	99.23	6.00	62.37
C07	1차 금속제품	0.22	99.78	2.01	81.21
C08	금속가공제품	0.46	99.54	2.12	52.40
C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기	0.87	99.13	7.75	68.40
C10	전기장비	1.71	98.29	14.60	56.42
C11	기계 및 장비	1.20	98.80	7.63	49.79
C12	운송장비	0.99	99.01	8.62	57.43
C13	기타 제조업 제품	2.09	97.91	14.57	42.53
G	도소매 및 상품중개서비스	0.52	99.48	1.85	39.94
H	운송서비스	0.32	99.68	1.27	39.07
I	음식점 및 숙박서비스	0.05	99.95	0.24	86.65
J	정보통신 및 방송서비스	3.74	96.26	20.24	30.57
K	금융 및 보험서비스	0.02	99.98	0.26	93.37
L	부동산서비스	0.10	99.90	0.77	81.14
M	전문, 과학 및 기술서비스	2.07	97.93	8.68	35.03
N	사업지원서비스	0.85	99.15	0.85	19.31
O	공공행정, 국방 및 사회보장	0.04	99.96	0.36	94.64
P	교육서비스	0.25	99.75	2.10	75.13
Q	보건 및 사회복지서비스	0.81	99.19	2.75	34.34
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	0.59	99.41	3.94	75.95
S	기타 서비스	0.52	99.48	3.00	57.34

자료: 분석 자료를 이용하여 저자 작성, 분석 자료 출처는 〈부표 6-4〉 참고.

〈표 4-17〉 산업별 노동 비중(2020년)

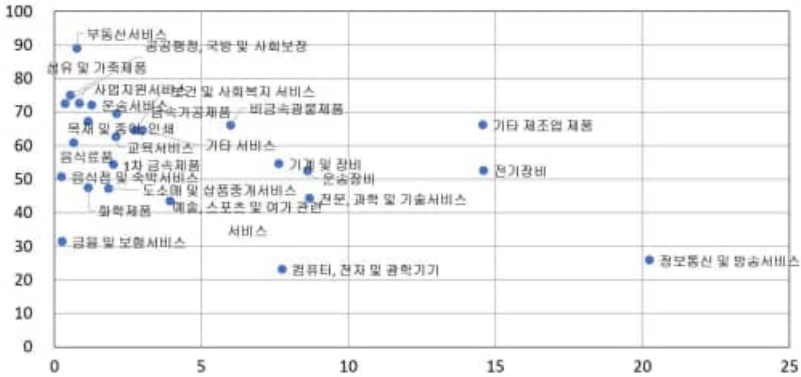
단위: %

코드	산업명	노동 비중		총비용 내 비중	
		OW	YW	OW	YW
C01	음식료품	60.84	39.16	24.82	17.33
C02	섬유 및 가죽제품	75.00	25.00	32.49	11.31
C03	목재 및 종이, 인쇄	67.20	32.80	40.49	20.59
C05	화학제품	47.46	52.54	12.00	13.80
C06	비금속광물제품	66.09	33.91	20.21	11.42
C07	1차 금속제품	54.37	45.63	9.06	7.72
C08	금속가공제품	69.53	30.47	30.93	14.54
C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기	23.18	76.82	5.19	18.67
C10	전기장비	52.58	47.42	15.20	13.78
C11	기계 및 장비	54.59	45.41	23.03	19.55
C12	운송장비	52.44	47.56	17.63	16.32
C13	기타 제조업 제품	66.22	33.78	28.61	14.29
G	도소매 및 상품중개서비스	47.22	52.78	27.79	30.42
H	운송서비스	72.06	27.94	39.94	19.73
I	음식점 및 숙박서비스	50.71	49.29	6.83	6.29
J	정보통신 및 방송서비스	25.90	74.10	14.51	34.68
K	금융 및 보험서비스	31.46	68.54	2.01	4.36
L	부동산서비스	88.98	11.02	15.70	2.40
M	전문, 과학 및 기술서비스	44.34	55.66	25.31	30.98
N	사업지원서비스	72.59	27.41	57.59	22.26
O	공공행정, 국방 및 사회보장	72.51	27.49	3.46	1.53
P	교육서비스	62.61	37.39	14.62	8.15
Q	보건 및 사회복지서비스	64.55	35.45	35.29	27.63
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	43.49	56.51	8.85	11.26
S	기타 서비스	64.58	35.42	24.85	14.81

자료: 분석 자료를 이용하여 저자 작성, 분석 자료 출처는 〈부표 6-4〉 참고.

〈그림 4-9〉 산업별 고령 근로자 비율과 ICT 자본 비용의 상관관계

단위: %



자료: 분석 자료를 이용하여 저자 작성, 분석 자료 출처는 〈부표 6-4〉 참고.

주: 가로축과 세로축은 각각 산업별 총비용 내 ICT 자본 비용 비중과 고령 근로자 비중을 나타냄.

총비용에서 차지하는 비중이 작다는 의미이다. 이는 앞서 기업 분석에서 보았듯 고령인력 기업이 디지털 전환 확률이 떨어진다는 점에서 고령 근로자 비중이 높은 산업의 ICT 자본 활용이 적다는 점으로 해석할 수 있다.

(3) 분석 방법론

본 연구에서 각 자본과 노동 간의 대체탄력성(Elasticity of Substitution) 추정을 위해 결합비용함수를 단일산출물 결합비용함수로 다음과 같이 가정하고 추정하였다.⁶⁹⁾

$$C = f(W_{DX}, W_{NDX}, W_{OW}, W_{YW}, Y)$$

69) 본 연구에서는 투입요소 간 교차탄력성 분석을 위해 간단한 형태의 결합비용함수를 가정하였다. 추후 연구에서는 다양한 생산함수 가정 등을 통해 생산성 분석 등을 보완하려 한다.

위 식에서 W_{DX} , W_{NDX} , W_{OW} , W_{YW} 는 ICT 자본, 비ICT 자본, 고령 근로자, 비고령 근로자의 가격(임금)을 나타내며 Y 는 산출물, C 는 총비용을 나타낸다. 그리고 이러한 비용함수를 다음 식과 같은 초월대수 비용함수(Translog cost function)로 근사시킨다고 가정한다(Christensen et al., 1973; 허재준 외, 2003).

$$\ln C = a_0 + a_1 \ln Y + \sum_{i \in K} b_i W_i + \frac{1}{2} a_{11} (\ln Y)^2 + \frac{1}{2} \sum_{i \in K} \sum_{j \in K} b_{ij} \ln W_i \ln W_j + \sum_{i \in K} c_i \ln Y \ln W_i + \epsilon$$

$$K = \{DX, NDX, OW, YW\}$$

그리고 위 비용함수는 1차 동차성제약과 대칭성제약을 충족한다고 가정하며 이러한 제약은 다음과 같이 나타난다.

$$\text{(대칭성)} \quad b_{ij} = b_{ji}, \forall i, j$$

$$\text{(1차 동차성)} \quad \sum_i b_i = 1, \sum_i b_{ij} \text{ (for } j \in K), \sum_i c_i = 0$$

비용함수의 i 투입물의 가격으로 미분한 값($\frac{dC}{dW_i}$)과 투입물의 조건부 수요와 같다는 셰파드정리(Shephard's Lemma)를 이용하여 투입물의 비용비중함수(Share equation) S_i 를 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$S_i = b_i + \sum_j b_{ij} \ln W_j + c_i \ln Y$$

그리고 비용함수로부터 추정된 계수와 비용비중함수를 이용하여 투

입물 i, j의 대체탄력성(σ_{ij})을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji} = \frac{b_{ij}}{S_i S_j} + 1$$

이렇게 추정된 대체탄력성이 양수인 경우에 두 투입물의 관계는 대체 관계, 음수인 경우에는 보완관계에 있음을 의미하게 된다.

(4) 분석 결과

분석 모형의 추정은 위에서 구축한 전체 비용(C), 투입요소(DX, NDX, OW, YW)의 가격, 산출물(부가가치, Y) 데이터를 이용하여 비용함수, 세 가지 투입물(DX, OW, YW)에 대한 비용비중함수를 추정한다. 계수 추정은 기존의 연구와는 다르게 산업별 효과를 고려하고, 대칭성제약과 동차성제약을 부과하여 ISURE(Iterated Seemingly Unrelated Regression Estimation)모형으로 추정하였다. <표 4-18>은 함수 추정 결과를 정리한 표이다.

〈표 4-18〉 비용함수 추정 결과

	표본 수	추정계수	RMSE	R^2	χ^2
비용함수	150	46	0.034	0.999	181408.130***
DX 비용비중함수	150	31	0.004	0.992	19676.780***
OW 비용비중함수	150	31	0.008	0.991	16587.890***
YW 비용비중함수	150	31	0.007	0.996	36826.420***

자료: 분석 자료를 이용하여 저자 추정, 분석 자료 출처는 <부표 6-4> 참고.

주: 산업효과를 고려하여 추정. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1을 의미.

〈표 4-19〉 계수 추정 결과

계수	값	계수	값	계수	값
Constant	36.835***	$b_{DX,NDX}$	-0.264***	$b_{OW,YW}$	0.010
	(3.049)		(0.014)		(0.025)
lnY	-2.241***	$b_{DX,OW}$	0.024*	$b_{YW,YW}$	0.071***
	(0.320)		(0.015)		(0.026)
b_{DX}	-0.412***	$b_{DX,YW}$	0.006	c_{DX}	0.006
	(0.095)		(0.014)		(0.005)
b_{NDX}	2.007***	$b_{NDX,NDX}$	0.448***	c_{NDX}	-0.010
	(0.219)		(0.027)		(0.011)
b_{OW}	-0.407**	$b_{NDX,OW}$	-0.097***	c_{OW}	0.010
	(0.173)		(0.021)		(0.008)
b_{YW}	-0.188	$b_{NDX,YW}$	-0.087***	c_{YW}	-0.005
	(0.174)		(0.019)		(0.009)
$b_{DX,DX}$	0.233***	$b_{OW,OW}$	0.063**	$(\ln Y)^2$	0.137
	(0.015)		(0.031)		(0.018)

자료: 분석 자료를 이용하여 저자 추정, 분석 자료 출처는 〈부표 6-4〉 참고.

주: 1) 산업효과를 고려하여 추정. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1을 의미.

2) 괄호는 표준편차를 나타냄.

2015년부터 2020년까지 6개년의 25개 산업 데이터를 활용하여 추정하였고, 대칭성을 고려해 사전에 데이터를 조정하여 계수 추정 시 제외하였다. 1차 동차성과 비용비중함수에 대한 제약을 고려한 총추정계수의 수는 산업더미(Dummy)변수를 제외한 21개로 비용함수 및 비용비중함수의 R^2 값은 0.99 수준으로 매우 높게 추정되었다. 〈표 4-19〉는 추정된 계수를 정리한 표이다.

교차탄력성 추정을 위한 투입물 가격의 결합항 추정계수($b_{i,j}$)는 대부분 통계적으로 유의하게 추정되었다. 추정된 계수를 이용하여 전 산업에 대한 연도별 투입물 간의 대체탄력성을 추정하면 〈표 4-20〉과 같다.

〈표 4-20〉 대체탄력성 추정 결과

연도	DX/NDX	DX/OW	DX/YW	NDX/OW	NDX/YW	OW/YW
2015	-20.010***	19.799*	4.470	-0.486***	-0.011***	2.070
2016	-16.742***	15.983*	4.003	-0.418***	-0.047***	2.046
2017	-14.658***	13.644*	3.723	-0.366***	-0.084***	2.036
2018	-13.121***	11.899*	3.493	-0.320***	-0.112***	2.016
2019	-11.944***	10.217*	3.274	-0.245***	-0.131***	1.953
2020	-10.828***	9.091*	3.145	-0.205***	-0.176***	1.952

자료: 분석 자료를 이용하여 저자 추정. 분석 자료 출처는 〈부표 6-4〉 참고.

주: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1을 의미.

교차탄력성(σ_{ij})은 추정된 결합항의 계수에 각 투입물의 총비용 비중을 나누어서 추정한다. 이때 ICT 자본의 비중은 다른 투입물에 비해 산업별로 매우 작은 비중을 차지하고 있는 문제가 존재한다. 그러므로 본 연구에서는 교차탄력성의 값 자체에 대한 해석보다는 부호와 투입물 간의 상대적 크기 비교 중심으로 내용을 해석한다.⁷⁰⁾

추정된 결과에서 가장 특징적인 점은 ICT 자본(DX)과 고령 근로자 간(OW)의 자본 간 교차탄력성이 ICT 자본(DX)과 비고령 근로자(YW) 사이의 교차탄력성보다 높고 오직 이 두 투입물만이 대체성을 띤다는 점이다.⁷¹⁾ 다음으로 ICT 자본(DX)과 비ICT 자본(NDX), 비ICT 자본(NDX)과 모든 근로자 간의 관계는 서로 보완성을 가지는 것으로 나타났다. ICT 자본(DX)과 비ICT 자본(NDX)의 교차탄력성은 2020년 기준 -10.828로 투입물 간 가장 강한 보완성을 가지는 것으로 나타났다. 반면 고령 근로자(OW)와 비고령 근로자(YW) 간의 대체탄력성은 통계적으로 유의하지

70) 허재준·이영수·서환주(2003)의 추정에서도 상대적으로 작은 비중으로 인하여 교차탄력성 값에 대한 해석 대신 투입물 간 비교분석을 하였다.

71) 비고령 근로자와 ICT 자본의 결합항 추정계수는 통계적으로 유의하지 않아 사실상 교차탄력성은 1이라 볼 수 있다.

않게 추정되었는데, 이는 연령별 근로자들 간의 대체성이 떨어진다는 기존 문헌의 결과들과 유사한 결과로 보인다(Kalwij et al., 2010; 지은정, 2012).

ICT 자본(DX)과 고령 근로자(OW), 비고령 근로자(YW) 간의 대체탄력성을 살펴보면 2020년 기준 각각 9.091과 3.145로 고령 근로자(OW)에 대한 대체탄력성이 더 높게 추정되었다. 이는 ICT 자본(DX) 가격 변화에 대한 고령 근로자의 변화가 더 민감하다는 것을 의미하며, 장기적으로 ICT 자본 가격 하락에 대해서 고령 근로자가 비고령 근로자보다 더 감소할 수 있음을 시사한다(Acemoglu and Restrepo, 2020).

이러한 관계는 비ICT 자본과 노동자본의 대체탄력성에서는 반대로 나타나고 있다. 2020년 기준 비ICT 자본과 노동자본 간의 대체탄력성을 살펴보면 고령 근로자의 경우 -0.205 , 비고령 근로자의 경우 -0.176 으로 비ICT 자본은 근로자 모두와 보완관계로 나타나고 있으며 고령 근로자의 보완성이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과가 나오는 이유는 고령 근로자의 경우 숙련 근로자일 가능성이 높기 때문으로 보인다. 숙련 근로자일수록 경험과 지식의 보완적 역할로 인해 특정 작업에서는 자본과 보완적인 관계를 가질 수 있다는 점에서 고령 근로자와 비ICT 자본의 관계는 저령 근로자보다 더 높은 보완성을 가질 수 있다(Autor et al., 2003; Feyrer, 2007). 비고령 노동자의 경우 고령 노동자보다 저숙련일 가능성이 높고 신체적 강점 또한 자본으로 대체될 수 있다는 점에서 비ICT 자본과의 보완성이 고령 근로자에 비해 낮은 것으로 해석된다.

〈표 4-21〉은 25개의 제조업과 서비스업을 각각 기계, 소재, ICT, 기타 제조업, 유통서비스, 개인서비스, 생산자서비스, 사회서비스로 나누어 ICT 자본과 고령 근로자 간 대체탄력성을 추정한 결과이다.⁷²⁾

〈표 4-21〉 산업별 ICT 자본과 고령 근로자 간의 대체탄력성

연도	제조업					서비스업				
	전체	기계	소재	ICT	기타	전체	유통	개인	생산자	사회
2015	6.953	4.141	29.657	5.698	9.841	36.915	11.359	749.364	76.994	96.469
2016	5.821	3.582	23.776	4.868	8.038	29.304	9.432	535.196	61.131	73.356
2017	5.184	3.242	19.338	4.523	6.787	24.465	7.984	409.498	52.015	56.945
2018	4.754	2.970	16.438	4.158	5.833	20.763	6.954	319.738	44.292	46.004
2019	4.298	2.713	14.073	3.776	5.142	17.284	6.080	243.927	37.468	35.603
2020	4.025	2.557	12.682	3.505	4.656	14.853	5.329	199.133	32.241	29.169

자료: 분석 자료를 이용하여 저자 추정, 분석 자료 출처는 〈부표 6-4〉 참고.

산업별 대체탄력성 또한 전체와 마찬가지로 시간에 따라 감소하는 특징을 보이고 있다.⁷³⁾ 산업별로는 제조업이 서비스업보다 대체탄력성이 낮게 나타나고 있으며 특히 개인서비스와 생산자 서비스업에서 대체탄력성이 다른 산업들에 비해 월등히 높게 나타나고 있다. 제조업 내에서는 기계, ICT, 기타, 소재 순으로 대체탄력성이 낮게 나타나고 있다. 이는 서비스업의 경우 제조업에 비해 고령 근로자의 비중이 높지만 ICT 자본의 비중이 낮아 대체탄력성이 높게 추정된 것으로 보인다.

(5) 소론

본 연구는 디지털 전환을 위한 디지털 자산과 노동 간 대체탄력성을 추정한 연구로서 디지털 자산과 고령 근로자는 대체성에 가깝고, 비고령 근로자와의 관계는 통계적으로 유의하지 않아 1에 가깝다라는 실증적 분석 결과를 도출하였다. 이는 디지털 자산 활용이 쉬울 것으로 기대

72) 산업별 비ICT 자본과 근로자 간 대체탄력성 추정 결과는 〈부표 6-5〉와 〈부표 6-6〉 참조.

73) 이는 대부분 산업에서 시간에 따라 ICT 자본의 비중이 증가하여 생기는 현상으로 해석된다.

되는 비고령 근로자와 디지털 자산의 보완성이라는 통념적 사실과는 반대되는 결과로, 이와 관련하여 추가 연구가 필요할 것으로 기대된다. 또한 본 연구의 주요 결과 중 하나인 디지털 자산과 고령 근로자의 대체탄력성은 디지털 자산의 비중이 증가함에 따라 감소하고는 있지만 전 기간에 다른 투입물에 비해 비교적 높은 대체관계가 있음을 실증분석을 통해 도출하였다. 이는 생산성 제고를 위한 디지털 전환이 자칫 고령 근로자를 대체한다고 해석될 수 있다. 하지만 오히려 시간이 지남에 따라서 감소하는 대체성은 점차 고령 근로자들이 디지털에 익숙해지면서 서로 보완하는 관계가 되어감을 의미하며 디지털 교육 같은 정책을 통해 보완성 증가를 가속시킬 수 있을 것으로 기대된다.

4. 지역의 노동력 변화와 지역경제의 디지털 전환

많은 국가들은 인구구조 변화로 인한 인구 감소와 고령화, 그리고 지역경제 위축 등으로 인해 지방 소멸 위기에 직면하고 있다. 이를 해결하기 위해 각국은 다양한 정책을 추진하고 있으며, 주요 목표는 지역 주민의 생활 인프라 개선, 지역 내 일자리 창출과 소득 증대, 그리고 청년인구의 유출 방지에 초점이 맞춰져 있다. 최근에는 디지털 기술을 활용한 정책들이 이러한 목표를 달성하는 데 주목받고 있다.

디지털 전환 정책은 지역사회의 활력을 회복하고 경제적·사회적 균형을 이루는 데 중요한 수단으로 자리 잡고 있다. 주요 국가들의 사례를 살펴보면, 유럽연합(EU)은 ‘스마트 빌리지(Smart Village)’ 정책을 통해 인구 감소 지역의 경제 활성화와 지역 서비스 개선을 추진하고 있다. 일본 또한 수도권 인구 집중과 지방 인구 감소 문제를 해결하기 위해 디지

털 기술을 활용한 지방 발전 전략을 전개하며, 지역 과제 해결과 지역 매력도 제고에 힘쓰고 있다(박미경·이홍재·차홍진, 2023).

한국 역시 지방 소멸 문제에 대응하기 위해 다양한 디지털 전환 정책을 추진하고 있다.⁷⁴⁾ 디지털 전환의 가속화는 인구 감소 문제 해결을 위한 핵심 도구로 인식되고 있으며, 지역사회의 디지털 인프라 구축과 활용 방안에 대한 연구의 중요성도 점차 부각되고 있다.

본 절에서는 한국의 지역적·산업적 특성을 검토하고 이를 바탕으로 지역 제조업의 디지털 전환 필요성을 강조하고자 한다. 구체적으로 권역별 인구구조 변화와 산업구조를 분석하고, 지역 제조업의 높은 의존도를 기반으로 제조업의 서비스화, 특히 디지털화와 관련된 내용을 산업연관분석을 통해 제시한다. 또한 지역 제조업과 연계된 서비스업의 분포와 현황을 검토하여 향후 대응 방안을 모색한다.

(1) 지역경제와 디지털 전환

디지털 전환은 지역균형발전과 지역의 산업·경제 발전을 위한 중요한 도구로 자리 잡고 있다. 국내 연구들을 통해 디지털 전환이 지역경제 문제 해결에 어떻게 기여할 수 있는지를 살펴볼 수 있다.

배진원 외(2022)는 디지털 전환이 산업 입지에 미치는 영향을 논의하면서, 정보통신기술과 디지털 경제의 발달이 공간적 제약을 줄여 산업의 공간적 분산을 가능하게 한다고 주장했다. 그러나 동시에 제조업의 서비스화 및 기술·산업 간 융복합이 중요해지면서 도시로의 집중 현상 또한 나타날 수 있다고 강조했다. 이는 디지털 전환이 지역경제의 연결

74) 관련한 정부의 정책들은 5장의 <표 5-11> 우리나라 지역 기반 디지털 전환 정책 현황 및 평가에 소개되어 있다.

성을 강화함과 동시에 지역별로 디지털 기술의 선택과 활용이 해당 지역의 산업구조 및 특성에 따라 차별적으로 나타날 수 있다는 것을 시사한다.

박미경·이홍재·차홍진(2023)은 인구 감소와 지방 소멸 문제 해결을 위해 디지털 기술 활용이 필요하다고 제안했다. 이 연구는 경제, 산업, 일자리 영역이 인구 감소 대응 정책에서 가장 우선시되어야 하며, 디지털 전환이 이들 영역의 활성화에 기여할 수 있는 잠재력을 지니고 있다고 주장한다.

이준영·김영민(2024)은 수도권과 비수도권의 디지털 전환 효과를 분석했다. 분석 결과 수도권은 비제조업 부문에서, 비수도권은 제조업 부문에서 디지털 전환이 기업들에 미치는 긍정적 효과가 크다는 결론을 도출했다. 이는 각 지역의 산업 특성에 맞춘 디지털 전환 정책이 필요하고 지역 특성 맞춤형 디지털 전환이 지역경제 활성화의 중요한 열쇠임을 보여준다.

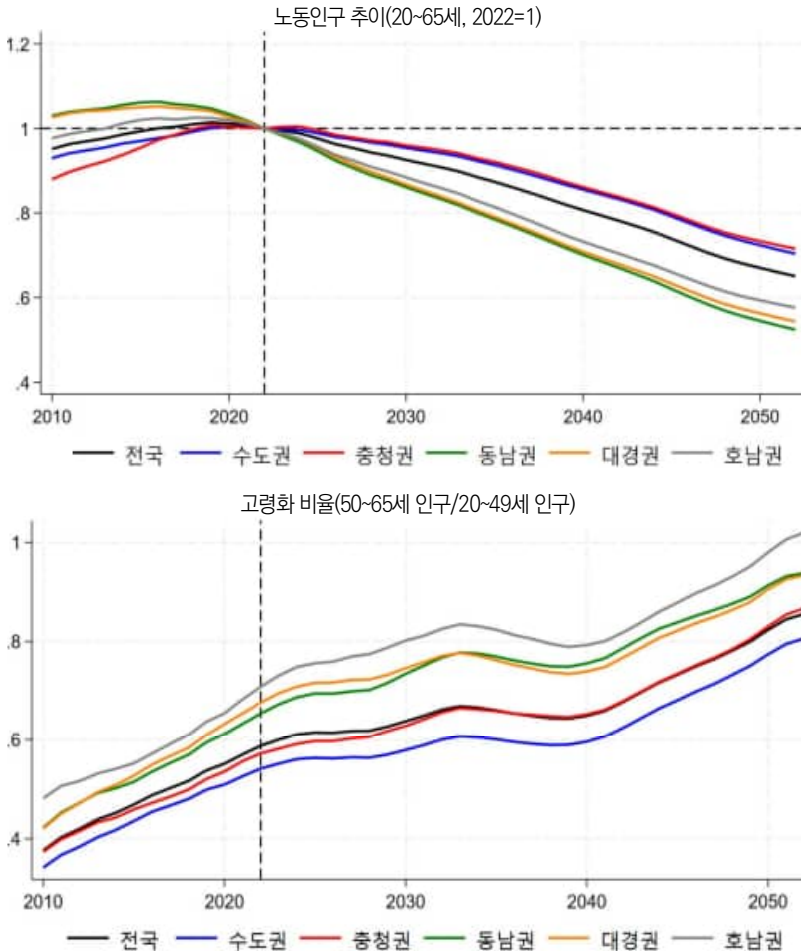
이러한 연구들은 지역균형발전을 위한 디지털 전환 정책이 각 지역의 산업구조와 특성에 맞춰 설계되어야 한다는 점을 뒷받침한다. 디지털 전환은 지역의 경제 연결성 강화와 기업 역량 제고를 통해 지역경제 문제 해결의 핵심 요소로 작용할 수 있다.

(2) 지역의 노동력 추이와 소득 현황

〈그림 4-10〉은 2050년까지의 노동인구와 고령화 비율 추이를 보여준다. 2022년 노동인구를 1로 설정했을 때, 수도권과 충청권은 2050년에도 각각 0.70, 0.72로 비교적 완만한 하락세를 보이는 반면, 동남권, 대경권, 호남권은 각각 0.52, 0.54, 0.58로 큰 폭의 하락이 예상된다.

또한 노동력의 고령화를 나타내는 지표인 고령화 비율(50~65세 인구/20~49세 인구)을 보면, 전반적으로 2030년까지 높아지다가 2040년경까지 하락하는 모습을 보인 이후에는 다시 급격히 상승하는 것으로 나타난다. 권역별로 동남권, 대경권, 호남권의 고령화 비율이 수도권과 충청

〈그림 4-10〉 연령대별 지역별 노동인구 및 고령화 비율 추이(2010~2050년)

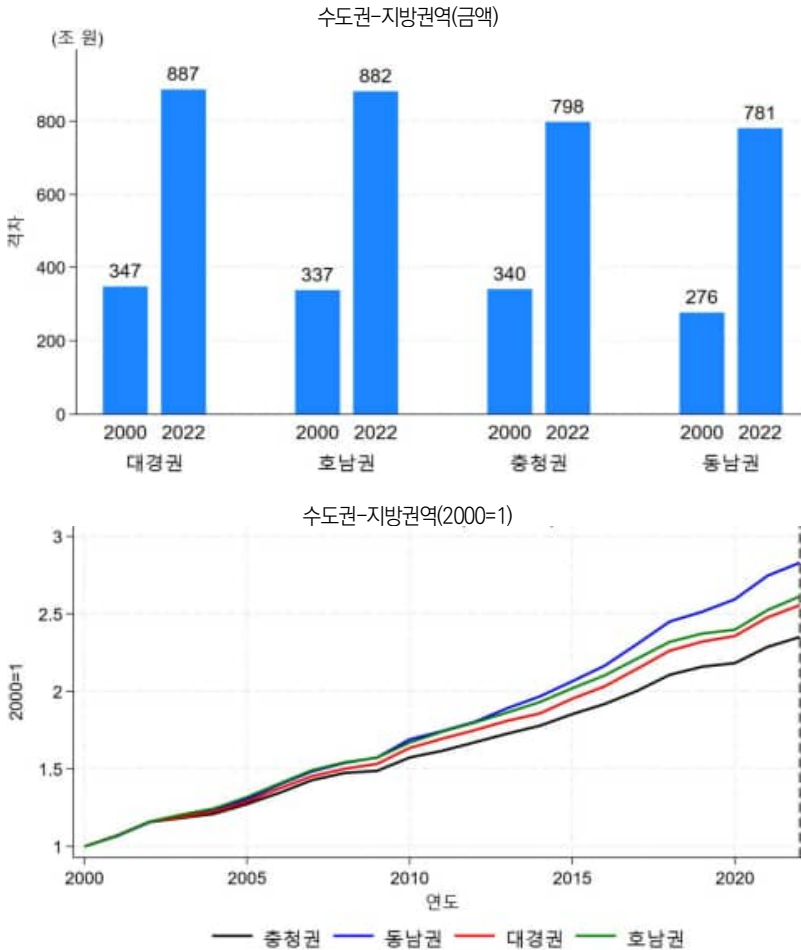


자료: 통계청 장래인구추적, 2022년 분석 자료를 이용하여 저자 작성, 분석 자료 출처는 〈부표 6-4〉 참고.

권에 비해 현저히 높은 수준을 유지하는 것을 확인할 수 있다.

요컨대 <그림 4-10>에서 확인할 수 있는 지역 간 차이는 향후 30년 동안 지방, 특히 남부권을 중심으로 노동력 감소와 고령화가 가속화되면서 해당 지역의 경제적 활력이 크게 위축될 위험이 크다는 점을 시사한다.

<그림 4-11> 수도권과의 소득 격차(실질 GRDP 기준)



자료: 통계청 지역소득 연도별 · 지역별 자료를 활용하여 저자 작성.

예정된 노동인구 감소와 지역의 고령화는 지역경제의 성장 잠재력을 약화시키고, 다양한 사회적 비용의 증가를 초래할 가능성이 매우 높다고 할 수 있다.

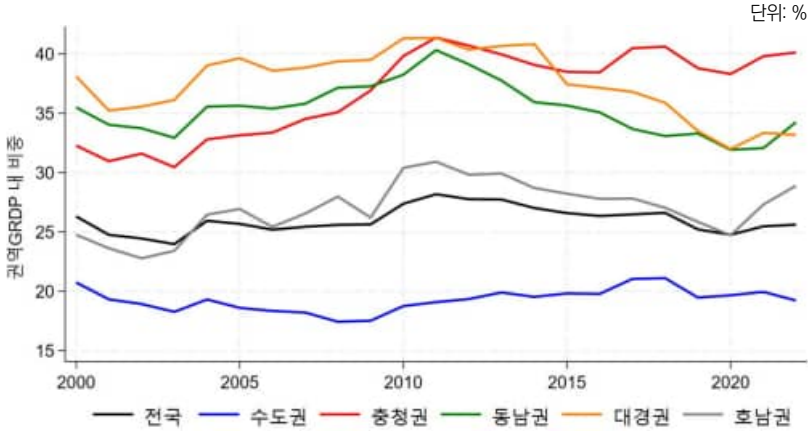
〈그림 4-11〉은 지역별로 수도권과의 실질 GRDP 기준 소득 격차를 보여준다. 대경권의 소득 격차는 2000년 347조 원에서 2022년 887조 원으로 증가했고, 호남권은 같은 기간 337조 원에서 882조 원으로 약 2.6배 확대되었다. 동남권은 276조 원에서 781조 원으로 2.8배 이상 증가하여 가장 큰 폭으로 증가했다. 반면 충청권은 2.4배에 그쳐 다른 지역에 비해 상대적으로 수도권과의 격차가 작은 것으로 나타났다.

지난 20년간 지역별 소득 격차는 동남권에서 가장 빠르게 확대되었으며 그 뒤를 호남권, 대경권, 충청권이 이었다. 이러한 격차 확대는 2010년 이후, 특히 2015년부터 더욱 두드러졌는데, 이는 동남권과 호남권이 전통 제조업에 대한 의존도가 높고 중국의 조선, 철강, 화학 등 전통 제조업의 세계 시장 점유율 확대에 따른 결과로 해석된다. 중국과의 경쟁이 심화되면서 동남권과 호남권의 제조업 소득이 상대적으로 크게 감소해 수도권과의 격차가 더욱 벌어진 것이다.

인구구조 변화로 인한 지역경제의 위축은 이미 진행 중이며, 앞으로 노동인구 감소와 고령화가 가속화됨에 따라 수도권과 비수도권 간 경제적 불균형은 더욱 심화될 가능성이 크다.

〈그림 4-12〉, 〈그림 4-13〉, 〈그림 4-14〉를 통해 수도권과 비수도권 간 소득 격차의 원인을 산업구조 측면에서 살펴볼 수 있다. 먼저 〈그림 4-12〉에서 제조업 비중의 추이를 살펴보면, 충청권은 2000년대 초반 약 30% 초반에서 최근 40%까지 증가했다. 반면 동남권과 대경권은 2010년까지 약 40%의 높은 비중을 유지하다 이후 점진적으로 감소해 2022년에는 30% 초반까지 하락했다. 호남권은 2010년부터 2020년까지 제조업 비중

〈그림 4-12〉 제조업 비중



자료: 통계청 지역소득(명목 기준) 연도별·지역별 자료를 활용하여 저자 작성.

이 하락해 약 25%를 기록했으나 2022년에는 다시 30%로 상승했다.⁷⁵⁾

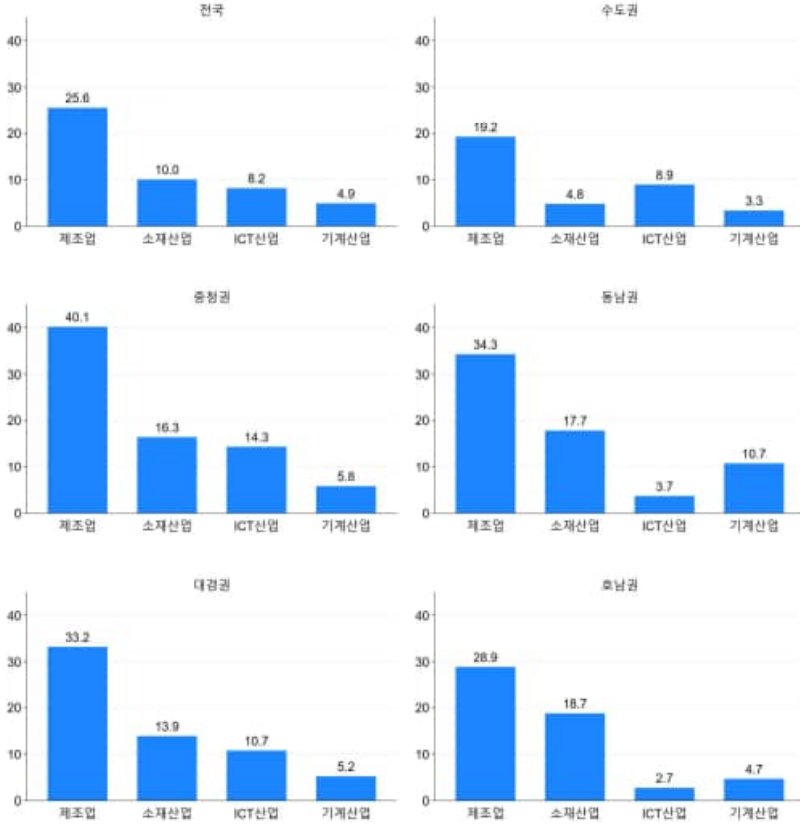
제조업 비중의 추이를 살펴보면, 2010년을 기점으로 수도권은 소폭 상승한 반면, 충청권은 40%에 가까운 높은 수준을 유지하고 있다. 그러나 동남권, 대경권, 호남권 등 다른 지역들은 전반적으로 제조업 비중이 하락하는 추세를 보이고 있다.

〈그림 4-13〉은 권역별 제조업 비중과 주요 산업 구성을 보여준다. 충청권은 제조업 비중이 40.1%로 높은 편에 속하며, 소재산업(16.3%), ICT 산업(14.3%), 기계산업(5.8%) 순으로 비중이 높은 편이다. 동남권은 제조업 비중이 34.3%로, 그중 소재산업이 17.7%로 절반 이상을 차지하고 기계산업도 10.7%로 높은 비중을 보인다. 대경권은 제조업 비중이 30%를

75) 특히 호남권에서 2021년과 2022년 제조업 비중이 상승한 주요 요인 중 하나는 2019년 광주에 설립된 현대자동차와 광주시의 합작 공장인 광주글로벌모터스가 2021년부터 본격적으로 캐스퍼 생산을 시작한 영향으로 보인다. (참고) 광주시 부가가치 금액 증가율(광업제조업조사, 제조업/자동차및트레일러): 2021년 13.4%/24.0% → 2022년 16.7%/19.7%.

〈그림 4-13〉 권역별 제조업 주요 산업 비중(2022년)

단위: %



자료: 통계청 지역소득(명목 기준), 2022년 업종별 자료를 활용하여 저자 작성.

주: 1) 소재산업: 석탄 및 석유 화학제품 제조업, 비금속광물 및 금속제품 제조업.

2) ICT산업: 전기 전자 및 정밀기기 제조업.

3) 기계산업: 기계 운송장비 및 기타 제품 제조업.

넘으며, 주요 산업은 소재산업(13.9%)과 ICT산업(10.7%)이다. 호남권 역시 제조업 비중이 높은 편으로, 소재산업이 18.7%, 기계산업이 4.7%를 차지하지만 ICT산업 비중은 2.7%로 상대적으로 낮다.

지역별 산업 특성을 요약하면 비수도권 지역은 전반적으로 제조업 비

중이 높다. 특히 동남권과 호남권은 제조업 내에서도 소재산업의 비중이 높은 반면, 충청권과 대경권은 소재산업과 함께 ICT산업의 비중이 상대적으로 높다는 점에서 차별화된 산업구조를 보인다.

〈그림 4-14〉는 제조업 중 고부가가치 산업으로 분류되는 산업들이 각 지역의 경제에서 차지하는 비중을 보여준다. 반도체와 디스플레이를 포함하는 ICT산업은 수도권과 충청권에서 비중이 확대되고 있는 반면, 대경권에서는 2015년 이후 급격히 감소한 것으로 나타난다.⁷⁶⁾ 한편 동남권의 ICT산업 비중은 2000년대 초반 6%를 넘었으나 최근에는 약 4% 수준을 유지하고 있으며, 호남권 역시 ICT산업 비중이 5%를 넘지 못하는 모습이다.

전자(C26), 의료정밀기기(C27), 바이오(C21)로 정의된 첨단기술산업⁷⁷⁾의 비중 또한 유사한 양상을 보인다. 다만 충청권의 첨단기술산업 비중은 2010년 이후 감소하는 추세를 보이는데, 이는 충청권 제조업의 성장 속도에 비해 첨단기술산업의 성장세가 뒤처지고 있기 때문으로 해석된다. 대경권의 첨단기술산업 비중은 2010년 이후 하락하고 있으며, 동남권과 호남권은 5%대의 낮은 비중을 유지하고 있다.

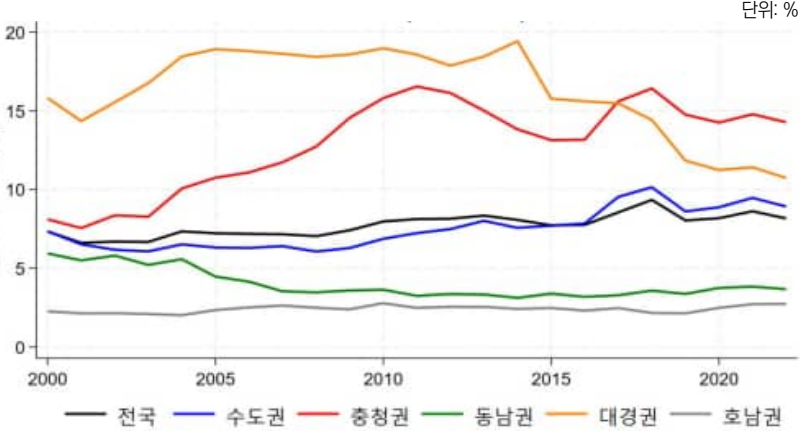
이상의 지역별 산업구조 분석 결과를 요약하면, 수도권의 제조업 비중은 소폭 상승하고 있으며 특히 ICT 첨단산업과 첨단기술산업의 비중이 증가하고 있다. 충청권은 ICT산업과 첨단기술산업의 비중이 상대적으로 높은 편으로 일정 수준을 유지하거나 상승하는 모습을 보인다. 반면 다른 지역들의 첨단산업 비중은 낮은 수준(동남권, 호남권)에 머물거

76) 이는 주로 전자 부품 제조를 담당하던 구미공단의 중소 전자산업 업체들이 대기업의 부품 조달처가 중국으로 이전되면서 지역을 이탈한 데 기인한다. 또한 이 시기에 국내 생산 기지가 중국과 베트남으로 활발히 이전된 점도 영향을 미쳤다.

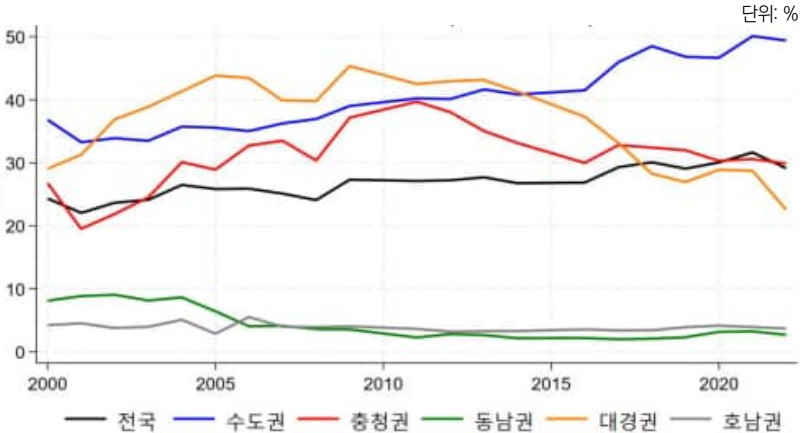
77) 첨단기술산업의 정의는 임태경(2021)을 참조하였으며, 해당 연구에서는 첨단산업을 전자(C26), 의료정밀기기(C27), 바이오(C21), 항공(C313)으로 분류하고 있다. 다만 KOSIS에서 조회되는 항공(C313)은 결측이 많아 분석에 포함하지 않았다.

〈그림 4-14〉 권역 내 주요 산업의 비중 변화

ICT 비중(전체=100)



첨단기술산업 비중(제조업=100)



자료: ICT 비중은 통계청 지역소득, 첨단기술산업 비중은 통계청 광업제조업조사 부가가치액.

주: ICT산업은 전기 전자 및 정밀기기 제조업, 첨단기술산업은 C26 전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업, C27 의류, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업, C21 의약품 물질 및 의약품 제조업.

나 하락하는 추세(대경권)를 나타내고 있다.

이를 앞서 살펴본 수도권과의 격차와 연결해 보면, 수도권과 충청권은 고성장을 보이는 첨단산업 기업들이 유치되면서 성장세가 가속화되

고 있는 반면, 다른 지역들에서는 첨단산업 유치가 상대적으로 부족했고 이에 따라 수도권과의 격차는 더욱 커진 것으로 해석할 수 있다.

따라서 우리가 얻을 수 있는 가장 명확한 시사점은 다른 지역들 또한 첨단산업을 적극적으로 유치해야 한다는 점이다. 실제로 정부 차원에서 첨단산업 유치를 위한 정책이 적극적으로 추진되고 있다.⁷⁸⁾

한편 남부지방을 중심으로 한 지역에서는 자동차, 철강, 조선, 화학 등 전통 장치산업의 비중이 여전히 높다는 점을 감안할 때, 첨단산업 유치를 위한 노력과 더불어 지역의 전통 장치산업의 경쟁력을 강화하는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 최근 이러한 전통 제조업은 중국과의 경쟁 심화로 쇠퇴하며 지역경제를 위축시키는 주요 요인으로 작용하고 있다. 그러나 이들 산업은 국가적으로 중요한 기반산업이므로 이들의 쇠퇴를 방지할 수는 없는 상황이다.

(3) 제조업과 DX 관련 서비스업

지역경제가 제조업에 크게 의존하고 있는 상황에서 노동력 감소와 고령화에 대응하려면 지역 기반 제조업의 경쟁력을 강화하는 것이 필수적이다. 이러한 관점에서 최근 제조업의 서비스화와 디지털 전환의 중요성이 부각되고 있고 관련 연구와 문헌도 활발히 발표되고 있다.

한국은행(2024)은 제조업에서 AI, 빅데이터 등 기술 발전을 기반으로 한 디지털화와 IT 서비스의 중요성을 강조하며, 제조업 공정에서 서비스적 요소의 역할이 점점 커지고 있음을 언급했다. 또한 김주훈 외(2020)는 IT 서비스를 중심으로 제조업의 디지털화를 지원하는 제조지원서비

78) 산업통상자원부(2023).

스가 앞으로 경제 성장의 중요한 동력이 될 것이라고 주장했다. 심혜정 (2020)도 AI, IoT, 3D프린팅, 로봇, 클라우드 등 ICT 기술이 제조업에 적용되면서 디지털화와 서비스화가 촉진되고 있음을 설명하고 있다.

이처럼 제조업의 서비스화는 디지털 전환을 핵심으로 하고 있으며, 이는 제조업의 경쟁력을 강화하고 새로운 성장 동력을 마련하는 중요한 전략적 요소로 볼 수 있다. 이에 본 절에서는 제조업과 디지털 전환 관련 서비스업 간의 관계를 구체적으로 살펴보고, 디지털 전환이 제조업에 미치는 영향을 분석해 그 중요성을 강조하고자 한다.

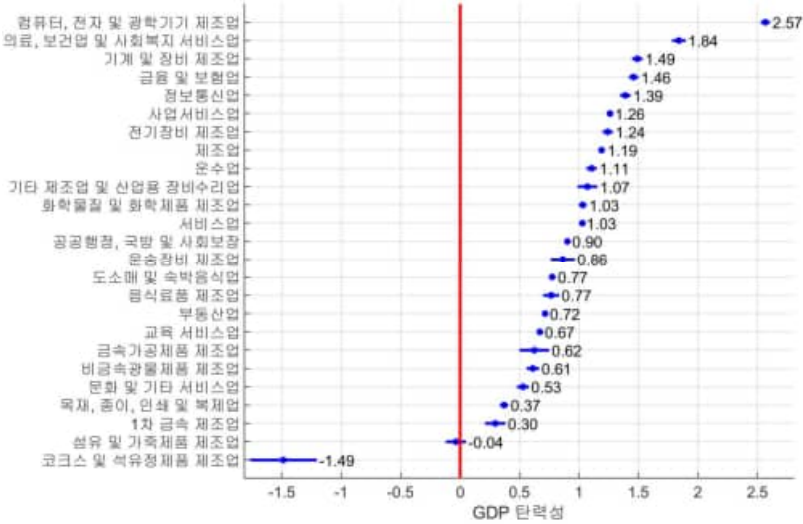
먼저 부문별 GDP 탄력성을 간단히 살펴보자. <그림 4-15>는 종속변수를 부문별 GDP로, 설명변수를 전체 GDP로 설정한 회귀모형에서 추정된 계수를 보여준다. 이 회귀모형은 로그를 취한 단순회귀모형으로, 추정된 기울기 계수는 GDP에 대한 탄력성으로 해석할 수 있다.

우리 경제에서 GDP 탄력성이 가장 높은 산업은 컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업으로 탄력성이 2.57로 추정되었다. 그다음으로는 의료, 보건업 및 사회복지 서비스업이 1.84, 기계 및 장비 제조업이 1.49, 금융 및 보험업이 1.46을 기록했다. 특히 제조업의 디지털 전환과 밀접한 연관이 있는 정보통신업(1.39)과 사업서비스업(1.26)도 비교적 높은 탄력성을 나타냈다.

ICT 제품, 의료, 금융, 장비 관련 산업들이 높은 탄력성을 보이는 것은 경제 성장과 밀접하게 연관되어 있는 만큼 예상 가능한 결과다. 여기서 정보통신업과 사업서비스업의 탄력성이 이들 산업과 대등하게 높게 나타난 것은 우리 경제의 디지털 전환과 긴밀한 연관성을 시사한다고 볼 수 있다. 디지털 전환의 중요성이 점차 커짐에 따라 이 두 산업의 탄력성은 앞으로 더욱 확대될 가능성이 높다.

서비스업 중에서 제조업의 디지털 전환과 관련된 서비스를 구체적으

〈그림 4-15〉 부문별 GDP 탄력성의 95% 신뢰구간



자료: 한국은행 경제통계시스템, 경제활동 GDP(계절조정, 실질, 분기) 자료를 활용해 저자 작성.

- 주: 1) 모형: $\log(Y_t) = \alpha + \beta \log(X_t) + \varepsilon_t$, 여기서 Y_t 는 산업 부가치, X_t 는 GDP, 그림은 β 추정치의 95% 신뢰구간.
- 2) 자료 기간은 2000년 1분기~2024년 2분기.

로 정의하고 분석해 보자. 한국은행은⁷⁹⁾ 제조업의 서비스화와 그중 디지털 전환과 관련된 서비스업에 대해 상세히 설명하고 있다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 제조업의 디지털 전환 관련 서비스업(이하 DX 관련 서비스업)을 〈표 4-22〉와 같이 정의하였다.

국민계정상 서비스업은 G(도매 및 소매업)부터 U(국제 및 외국 기관)까지의 산업을 포함하는데, 이중 DX 관련 서비스업은 정보통신업과 전문, 과학 및 기술 서비스업을 중심으로 정의할 수 있다. 정보통신업에서는 무선 및 위성 통신서비스, 정보 서비스, 소프트웨어 공급, 기타 IT 서비스가 포함되며 디지털 전환에 필수적인 기반을 제공하는 역할을 한다.

79) 한국은행 블로그, “제조업의 서비스화, 제조업의 신성장 동력”(접속일: 2024. 5. 29).

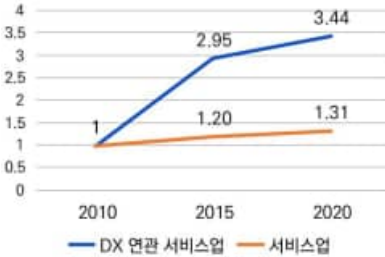
〈표 4-22〉 국민계정 분류 DX 관련 서비스업 정의

대분류	중분류	소분류	세분류	DX 관련 서비스업	
J 정보통신 및 방송 서비스	통신 서비스	유무선 및 위성 통신 서비스	유선통신 서비스		
			무선 및 위성 통신 서비스	○	
		기타 전기통신 서비스	통신 재판매 및 중개 서비스		
				기타 전기통신 서비스	
	방송 서비스	방송 서비스	지상파 방송 서비스		
			유선, 위성 및 기타 방송 서비스		
	정보서비스	정보 서비스	정보제공 서비스	○	
	소프트웨어 개발 공급 및 기타 IT 서비스	소프트웨어 개발 공급	게임소프트웨어 출판	○	
			소프트웨어 개발 공급	○	
		기타 IT 서비스	기타 IT 서비스	○	
	신문 및 출판 서비스	신문 및 출판 서비스	신문 및 출판		
영상·오디오품 제작 배급	영상·오디오품 제작 및 배급	영상·오디오품 제작 배급			
		영화상영			
M 전문, 과학 및 기술 서비스	연구개발	연구개발	연구개발(국공립)		
			연구개발(비영리)		
			연구개발(산업)	○	
			기업 내 연구개발	○	
	사업 관련 전문 서비스	법무 및 경영지원 서비스	법무 및 회계 서비스		
			시장조사 및 경영지원 서비스	○	
		광고	광고		
과학기술 및 기타 전문 서비스	건축·토목 관련 서비스	건축·토목 관련 서비스			
		공학 관련 서비스	○		
	기타 과학기술 및 전문 서비스				

자료: 저자 작성.

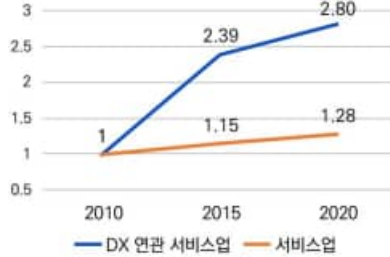
전문, 과학 및 기술 서비스업에서는 연구개발업, 특히 산업 분야와 기업 내 연구개발, 시장조사 및 경영지원 서비스 등이 포함된다. 이는 제조업과의 디지털 연계성을 강화하며 제조업의 디지털 전환을 지원하는 핵심 서비스로 볼 수 있다. 이와 같은 정의는 제조업과의 디지털 연결을 강조

〈그림 4-16〉 제조업 내 중간투입 비중 추이



자료: 한국은행 경제통계시스템, 산업연관표.
 주: 1) 기본 부문 산업연관표를 34개(DX 연관산업), 7개(서비스업) 산업연관표로 재구성한 후 계산.
 2) 2010=1

〈그림 4-17〉 제조업 부문별 최종수요 1단위 증가 시 받는 영향 추이



자료: 한국은행 경제통계시스템, 산업연관표.
 주: 1) 기본 부문 산업연관표를 34개(DX 연관산업), 7개(서비스업) 산업연관표로 재구성한 후 계산.
 2) 2010=1

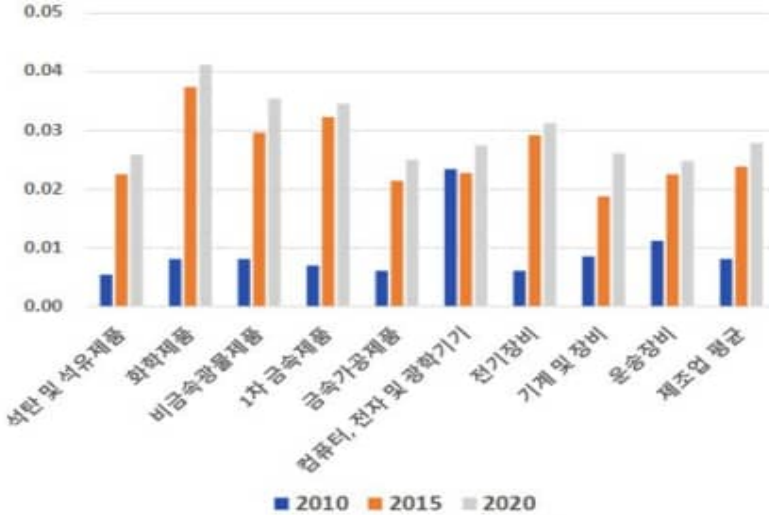
하며, DX 관련 서비스업의 범위를 명확히 해준다.

〈그림 4-16〉은 제조업 내 DX 관련 서비스업과 전체 서비스업의 중간투입 비중 변화를 보여준다. DX 관련 서비스업의 중간투입 비중은 2010년 대비 2015년에 2.95배, 2020년에는 3.44배로 크게 확대되었으며, 반면 서비스업은 2015년에 1.20배, 2020년에 1.31배로 증가하여 DX 관련 서비스업의 확장 속도가 훨씬 빠름을 알 수 있다.

또한 제조업 부문별 최종수요가 1단위 증가할 때 유발되는 DX 관련 서비스업의 영향은 2010년 대비 2015년에 2.39배, 2020년에는 2.80배로 확대되었으며, 이는 서비스업의 2015년 1.15배, 2020년 1.28배를 크게 상회한다. 이러한 결과는 DX 관련 서비스업이 제조업 내에서 차지하는 중간투입 비중과 전방효과가 전체 서비스업보다 월등히 크다는 점을 보여준다.

산업별로 살펴보면 중간투입 비중은 2010년에서 2015년 사이에 대부분 크게 증가하였다. 특히 ICT 제조업인 컴퓨터, 전자 및 광학기기는 2010년부터 이미 2%대의 중간투입 비중을 보이며 다른 산업에 비해 높

〈그림 4-18〉 제조업 업종별 DX 연관 서비스업 투입 비중



자료: 한국은행 경제통계시스템, 산업연관표.

- 주: 1) 기본 부문 산업연관표를 34개(DX 연관산업), 7개(서비스업) 산업연관표로 재구성한 후 계산.
- 2) 전체합=1

은 수준을 유지했다. 대부분의 제조업 산업에서는 2010년에서 2015년 사이에 중간투입 비중이 급격히 증가했으며, 2015년에서 2020년 사이에는 소폭 증가하는 모습을 보였다. 제조업 전체 평균으로 보면 DX 관련 산업의 중간투입 비중은 2010년에는 1% 미만이었으나 2015년에는 2.5%, 2020년에는 2.8%로 크게 증가했다.

〈그림 4-19〉와 〈그림 4-20〉은 DX 관련 산업의 생산 및 부가가치유발 효과를 연도별로 보여준다. DX 관련 서비스업의 생산유발효과는 2010년 0.228에서 2015년 0.222로 소폭 감소했으나 2020년에는 0.233으로 증가하며 2015년에서 2020년 사이의 증가 폭은 전체 서비스업의 증가 폭을 크게 상회했다.

부가가치유발효과를 살펴보면 서비스업 전체는 2010년 0.065, 2015년

〈그림 4-19〉 DX 연관 서비스업과 서비스업의 제조업 생산유발계수



자료: 한국은행 경제통계시스템, 산업연관표.
 주: 기본 부문 산업연관표를 34개(DX 연관 산업), 7개(서비스업) 산업연관표로 재구성한 후 생산유발계수 행렬로 계산.

〈그림 4-20〉 DX 연관 서비스업과 서비스업의 제조업 부가가치유발계수



자료: 한국은행 경제통계시스템, 산업연관표.
 주: 기본 부문 산업연관표를 34개(DX 연관 산업), 7개(서비스업) 산업연관표로 재구성한 후 부가가치유발계수 행렬로 계산.

0.068, 2020년 0.069로 증가했다. DX 관련 산업은 2010년 0.056에서 2015년 0.067, 2020년 0.071로 증가해 2010년에는 서비스업 전체보다 낮았지만 2020년에는 이를 상회했다.

결론적으로 제조업에 대한 DX 관련 산업의 전후방 연관효과는 크게 확대되고 있으며, 이는 제조업의 경쟁력 강화를 위해 디지털 전환을 기반으로 한 서비스화가 중요한 요소임을 확인시켜준 것으로 볼 수 있다. 앞으로 빅데이터의 활용과 AI 기술의 확산에 따라 DX 서비스업의 발전은 제조업의 생산성 향상과 부가가치 창출에서 더욱 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

(4) 지역의 DX 관련 서비스업 환경

지역의 디지털 전환 기반은 비수도권, 특히 동남권과 호남권에서 열악한 것으로 평가된다. 이는 이들 지역이 인구구조 측면에서 노동인구 감소와 더불어 고령화 수준도 높기 때문이다. 일반적으로 고령화는 디

지털 전환을 어렵게 만드는 주요 요인으로 지목된다.

앞서 4장 2절 ‘노동력 고령화와 디지털 전환 기술 도입’에서 디지털 전환을 도입한 기업과 그렇지 않은 기업의 특징을 비교한 결과, 디지털 전환을 도입한 기업은 상대적으로 연령대가 낮은 경향을 보였다. 또한 실증분석 결과, 고령화 비율이 높을수록 기업이 디지털 전환을 도입할 확률이 낮아지는 것으로 나타났다. 더 나아가 지방에서는 서비스업 인프라 부족으로 소프트웨어 엔지니어의 유입이 어렵고 이는 수도권과 비수도권 간 디지털 전환 격차를 심화시키는 주요 요인 중 하나로 보인다. 이러한 상황을 보다 구체적으로 이해하기 위해 표준산업분류를 기반으로 DX 관련 서비스업을 <표 4-23>과 같이 정의하고, 지역별 디지털 연관 서비스업의 분포와 특성을 살펴보고자 한다.

<표 4-24>로 DX 관련 서비스업에 속하는 사업체들의 분포를 사업체 수, 매출액, 종사자 수 기준으로 살펴보면, 수도권 집중 현상이 매우 심각함을 알 수 있다. 2022년 기준으로 종사자 수는 수도권이 전체의 약 80.7%를 차지해, 수도권 인구 비중인 50.4%(2022년, e-나라지표 기준)보다 약 30%포인트 높다.⁸⁰⁾ 매출액 기준으로는 약 85%, 사업체 수 기준으로는 약 75%가 수도권에 집중되어 있다. 반면 대경권과 호남권에는 종사자 수 비중이 각각 3.3%와 3.2%에 불과해 지역 간 격차가 매우 심각함을 보여준다.

이와 같은 불균등한 분포는 DX 연관 산업의 종사자당 매출액, 급여, 그리고 인건비의 차이에서 비롯된 것으로 볼 수 있다. <표 4-25>는 주요 서비스산업의 수도권과 비수도권 간 격차를 보여준다. 수도권과의 격차는 급여 기준으로 DX 관련 서비스업은 J(정보통신방송서비스업)에 이어 두 번째로 큰 것을 확인할 수 있다.

80) e-나라지표, “지역별 인구 및 인구밀도”(접속일: 2024. 6. 21).

〈표 4-23〉 표준산업분류 DX 연관 서비스업 정의

대분류	중분류	소분류	DX 관련 서비스업
J. 정보통신업 (58-63)	58 출판업	581 서적, 잡지 및 기타 인쇄물 출판업	.
		582 소프트웨어 개발 및 공급업	○
	59 영상·오디오 기록물 제작 및 배급업	591 영화, 비디오물, 방송 프로그램 제작 및 배급업	.
		592 오디오물 출판 및 원판 녹음업	.
	60 방송업	601 라디오 방송업	.
		602 텔레비전 방송업	.
	61 우편 및 통신업	611 공영 우편업	.
		612 전기 통신업	○
	62 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	620 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	○
	63 정보 서비스업	631 자료 처리, 호스팅, 포털 및 기타 인터넷 정보 매개 서비스업	○
		639 기타 정보 서비스업	○
	M. 전문, 과학 및 기술 서비스업 (70-73)	70 연구개발업	701 자연과학 및 공학 연구개발업
702 인문 및 사회과학 연구개발업			○
71 전문 서비스업		711 법무 관련 서비스업	.
		712 회계 및 세무 관련 서비스업	.
		713 광고업	.
		714 시장조사 및 여론조사업	.
		715 회사 본부 및 경영 컨설팅 서비스업	○
		716 기타 전문 서비스업	○
72 건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업		721 건축 기술, 엔지니어링 및 관련 기술 서비스업	.
		729 기타 과학기술 서비스업	○
73 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업		731 수의업	.
		732 전문 디자인업	.
		733 사진 촬영 및 처리업	.
		739 그 외 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	○

자료: 저자 작성.

〈표 4-24〉 DX 연관 서비스업 권역별 분포

권역	사업체 수		매출액		종사자 수	
	개	비중(%)	조 원	비중(%)	만 명	비중(%)
전국	144,486	100.0	269.7	100.0	104.4	100.0
수도권	108,270	74.9	230.4	85.4	84.3	80.7
충청권	9,511	6.6	10.2	3.8	5.6	5.4
동남권	11,269	7.8	11.5	4.3	6.1	5.8
대경권	6,109	4.2	8.9	3.3	3.4	3.3
호남권	6,292	4.4	5.6	2.1	3.4	3.2

자료: 통계청 2022년 서비스업조사의 지역별 자료를 활용하여 저자 작성.

〈표 4-25〉 서비스업 주요 업종별 수도권과의 격차

단위: 백만 원

산업	수도권			비수도권			격차		
	인당 매출액 (A)	인당 급여 (B)	인당 인건비 (C)	인당 매출액 (A')	인당 급여 (B')	인당 인건비 (C')	매출액 (A-A')	급여 (B-B')	인건비 (C-C')
J 정보통신 및 방송 서비스*	265.3	45.6	56.4	157.2	29.6	35.7	108.1	15.9	20.6
DX 관련 서비스업	273.3	45.8	55.8	195.3	33.9	40.7	78.0	11.9	15.0
G 도소매 및 상품중개 서비스	583.0	27.8	34.2	366.1	16.1	19.7	216.9	11.7	14.5
M 전문, 과학 및 기술 서비스*	210.1	42.2	50.6	150.6	32.2	38.4	59.5	10.0	12.2
Q 보건 및 사회복지 서비스	89.7	30.9	36.1	73.9	27.7	31.9	15.8	3.2	4.2
I 음식점 및 숙박서비스	97.4	12.9	14.7	78.1	9.8	11.0	19.2	3.1	3.7
R 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	139.3	18.1	21.4	108.0	15.9	18.8	31.3	2.2	2.6
S 기타 서비스	81.5	12.7	14.7	62.2	10.7	12.2	19.3	2.1	2.5
L 부동산 서비스	332.8	20.4	26.3	256.4	19.0	23.0	76.4	1.4	3.3
P 교육 서비스	70.4	13.6	16.0	58.4	12.3	14.5	11.9	1.3	1.5
N 사업지원 서비스	91.6	24.7	29.7	88.1	24.5	29.5	3.5	0.2	0.2

자료: 통계청 2022년 서비스업조사의 지역별·산업별 자료를 활용하여 저자 작성.

주: * 산업의 일부 하위 산업들은 DX 관련 서비스업에 포함.

DX 관련 서비스업의 경우 종사자당 매출액 차이는 약 7,800만 원, 급여 차이는 1,190만 원, 인건비 차이는 약 1,500만 원으로 나타난다. 수도권과 비수도권 간 급여와 인건비 차이는 1,200만~1,500만 원 정도인 반면, 종사자당 매출액 차이는 7,800만 원에 달해, 수도권의 종사자당 매출액이 비수도권보다 월등히 높음에도 불구하고 급여 차이는 상대적으로 크지 않다는 것을 알 수 있다.

이는 DX 관련 서비스업 회사들이 지역에 회사를 설립할 유인이 낮은 점을 시사한다. 또한 노동자들도 상대적으로 급여가 낮은 지역에서 DX 관련 산업에 취업하려 하지 않을 가능성이 크다. 이 두 가지 요인이 맞물리면서 DX 관련 기업과 인력이 수도권에 집중될 수밖에 없는 구조가 만들어지고 있다고 평가할 수 있다.

〈표 4-26〉으로 권역별로 급여, 인건비, 그리고 종사자당 매출액의 격차를 구체적으로 살펴보면, 대부분의 권역에서 이러한 격차가 최근 들어 확대되는 경향을 보인다. 그러나 충청권에서는 2021년에서 2022년 사이에 급여와 인건비 격차가 크게 축소된 것이 특징적이다. 이는 충청북도(천안, 청주 등)에 바이오 및 반도체 등 첨단산업 관련 제조업체들이 위치하면서, DX 관련 서비스업체의 급여와 인건비 수준이 상승한 결과로 해석된다.

반면 대경권의 종사자당 매출액, 급여, 인건비 격차는 다른 권역에 비해 상대적으로 낮다. 이는 대경권의 포항에 위치한 포스코ICT 본사, 포스텍, 그리고 포스코와 지사체가 주도하는 벤처 생태계가 구축된 영향으로 파악된다.⁸¹⁾

81) 포항에서는 포스코가 2조 원을 투자해 만든 포스텍과 가속기, RIST의 산학연 협력 인프라를 기반으로 연구 결과를 상용화하는 벤처 생태계를 구축하고 있다. 2021년 7월에 체인지업그라운드를 개관하고 1년 2개월 만에 100개가 넘는 기업들이 입주하여 입주율이 100%에 달했다. 뿐만 아니라 개관 이후 지금까지 24개의 수도권 기업이 포항으로 내려왔

〈표 4-26〉 DX 관련 서비스업의 수도권과의 격차

단위: 백만 원

권역	연도	종사자당 매출액	종사자당 급여	종사자당 인건비
총청권	2020	75.4	8.4	11.2
	2021	90.4	14.0	18.2
	2022	92.2	12.6	15.5
동남권	2020	41.7	6.1	8.3
	2021	76.6	11.9	15.5
	2022	83.8	11.8	14.8
대경권	2020	29.2	3.8	5.7
	2021	16.5	5.2	7.2
	2022	12.5	9.3	11.9
호남권	2020	92.1	7.5	10.6
	2021	74.4	6.7	10.5
	2022	109.6	13.6	17.7

자료: 통계청 서비스업조사의 연도별·지역별 자료를 활용하여 저자 작성.

이처럼 지역은 기업 입장에서는 생산성이 낮고 노동자 입장에서는 보수가 상대적으로 적기 때문에 DX 관련 기업을 설립하려는 기업인이나 관련 산업에 종사하려는 인력들이 모두 지방에 머무를 유인이 거의 없다. 게다가 교육 및 문화시설 등 정주 여건까지 고려하면 기업이나 인력이 지방에 머무를 유인은 더욱 적다. 이러한 요인들은 지방의 디지털 전환 기반을 약화시키고 수도권과 지방 간 격차를 더욱 심화시키는 주요 원인으로 작용하고 있다.

다. 12개 회사는 본사를 포항으로 옮겼고, 7개 회사가 포항에 공장을 건설하였다. 24개의 수도권 기업으로 인해 포항에 약 200개의 양질의 일자리가 창출되었다. 우리나라에서 이러한 사례는 포항이 최초이다. 포스텍지속가능연구소(접속일: 2024. 8. 4).

(5) 소결 및 시사점

한국의 지역경제는 인구구조 변화와 노동력 고령화로 인해 특히 비수도권에서 경제적 활력이 약화되고 있으며, 지역 간 소득 격차와 더불어 지역 소멸까지 우려되는 상황이다. 특히 동남권과 호남권 등 제조업 의존도가 높은 지역에서는 이러한 경제적 불균형이 더욱 심각해지고 있다.

지역은 제조업을 중심으로 한 경제구조를 갖추고 있다. 제조업의 미래가 디지털 전환에 달려 있다고 평가되는 상황에서 DX 관련 서비스 기업들이 지방에 인프라를 구축할 유인이 전혀 없다는 점은 큰 문제이다. 이는 지방경제의 지속 가능성과 성장 잠재력에 심각한 제약을 초래할 수 있다.

이에 대응하기 위해 지역경제의 특성에 맞춘 디지털 전환과 제조업의 서비스화는 지역경제의 지속 가능성을 높이는 데 중요한 역할을 할 것이다. 특히 제조업의 혁신적 성장을 위해서는 DX 관련 서비스업체들이 지역에 함께 자리 잡아야 하며 이를 통해 제조업의 서비스화와 디지털 전환이 시너지 효과를 발휘할 수 있다. 그러나 DX 연관 산업 기업들이 지역에서 활동하지 못한다면 지역의 전통 제조업 기반의 지역경제가 성장에 한계를 보일 가능성이 높다.

이에 정부는 다양한 지역 디지털 전환 정책을 추진하고 있다. 디지털 혁신지구 조성으로 비수도권 지역에 디지털 기업과 인재를 위한 거점을 마련하여 지역경제 활성화를 도모하며, 부산 센텀시티와 대구 수성알파 시티가 시범 지역으로 선정되어 초기 기반을 구축 중이다. 또한 각 지역의 주력 산업에 맞춘 디지털 서비스를 개발하여 제조업, 농업 등 다양한 분야에서 디지털 전환을 촉진하고 있다. 예를 들어 강원권의 디지털 의료, 영남권의 제조 인공지능 융합, 호남권의 스마트 농업 등이 대표적인

다. 마지막으로 디지털 인재 양성을 위한 프로그램을 통해 지역 대학과 연계하여 디지털 전문 인재를 키우고 이들이 지역에 정착하도록 지원하여 지역의 디지털 역량을 강화하고 지속 가능한 생태계를 구축하고 있다.⁸²⁾⁸³⁾

현재 추진 중인 정책들에 더해 지역 제조업에서 오랜 기간 근무하며 체화된 노하우를 보유한 고령 근로자들에 대한 새로운 접근이 필요하다. 이들은 디지털화에 익숙하지 않은 경우가 많지만, 전통 제조업에서 성공적인 디지털 전환을 위해서는 오랜 시간 쌓아온 이들의 제조 기술과 경험이 반드시 필요하다. 특히 디지털 전환에 다소 취약하더라도 특정 제조공정에 대한 깊은 이해와 풍부한 노하우를 가진 인력들을 재교육하여 디지털 기술에 적응하도록 돕는 것이 중요하다. 동시에 이러한 인력들이 디지털 전환 공급기업(예: DX 관련 서비스업 기업)과 활발히 교류하고 협력할 수 있는 환경을 조성하여 시너지를 창출해야 한다.

이를 위해 디지털 전환과 전통 제조업 간의 협업을 지원하는 다양한 정부 정책이 필요하다. 이러한 정책은 고령 근로자들의 역량을 디지털 기술과 결합시키는 동시에 지역 제조업의 경쟁력을 강화하는 데 기여할 수 있을 것이다.

82) 관계부처 합동(2023).

83) 과학기술정보통신부(2024).

제5장

디지털 전환 인력 실태와 정책 리뷰

한국의 노동력 고령화는 더욱 심화하고 있으며 그 속도가 빨라진다는 특징을 보인다. 동시에 우리나라는 디지털 전환에 관심을 가지고 디지털 인프라를 확장하고 디지털 R&D 투자, 디지털 인재 육성 등에 대한 정책을 펼치고 있다. 여기서 고려해야 할 점은 디지털 전환과 노동력 고령화의 관계이다. 앞서 살펴보았듯이 상대적으로 고령화된 기업의 디지털 전환 도입률은 낮게 나타난다. 물론 기업의 규모나 매출, 산업 특성에 따라 다르지만, 디지털 전환을 결정하고 추진할 때 근로자의 연령을 고려해야 한다. 노동력 고령화라는 구조적 변화 속에서는 디지털 전환 정책 역시 노동력 고령화를 고려할 필요가 있다는 것이다. 이와 관련하여 본 장에서는 기업들이 디지털 전환 인력 배치나 교육·훈련을 연령에 따라 어떻게 진행하고 있는지 그 현황을 제시하고 정부의 디지털 전환 정책 중 인력과 관련된 부분을 검토하여 노동력 고령화를 고려한 디지털 전환에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

1. 디지털 전환 인력 및 교육·훈련 실태조사⁸⁴⁾

본 절에서는 제4장 1절에서 제시한 실태조사를 통해 기업의 디지털 전환 인력의 연령구조를 살펴보고 기업이 연령대별로 실시하는 디지털

〈표 5-1〉 조사 개요

조사표 체계		내용	보고서 부분
조사 대상	기업체	· 회계법인으로부터 의무적으로 회계감사를 받아야 하는 외감기업	
	산업	· 한국표준산업분류 기준 제조업 14개, 서비스업 9개 등 총 23개 산업	
조사 표본	표본 수	· 총표본 수 1,030개: 디지털 전환 기업 503개, 디지털 전환하지 않은 기업 527개	
	디지털 전환 도입 여부 및 전사적 수준 진단	· 디지털 전환 도입 여부 · 전사적 차원의 디지털 전환 수준 단계	제4장 1절 내용
	디지털 전환 도입 기술별 수준, 투자 현황	· 디지털 기술 처음 도입 시기 · 디지털 기술별 디지털 전환 수준 단계 · 전체 투자액 대비 디지털 전환 투자액 비중, 디지털 전환 투자액 대비 디지털 전환 교육비 비중	
	디지털 전환의 추진 목적 및 효과	· 디지털 전환의 전반적인 효과 및 항목별 효과 · 디지털 전환 추진 목적	
문항	디지털 전환 인력	· 연령대별 DX 관련 인력 수, DX 전담 인력 수 · 현재 및 향후 DX 전담 인력의 주된 채용 방법	제5장 1절 내용
	디지털 전환 인력에 대한 교육·훈련	· 현재 디지털 전환 관련 교육·훈련 실시 여부 · 교육 대상 연령대, 연령대별 디지털 전환 관련 교육·훈련 실시 주된 요인, 기대성과 달성 정도 · 향후 디지털 전환 교육·훈련 계획 시 교육 대상 연령대 및 주된 목적	
	디지털 전환 전담 인력 및 직무 전환 교육·훈련	· 디지털 전환 직무 전환 교육 실시 여부 · 디지털 미전환 인력의 디지털 전환 직무 전환 교육 대상 연령대 및 연령대별 교육에 대한 견해 · 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 선호 교육·훈련 과정 및 이유 · 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 우선순위	

자료: 저자 작성.

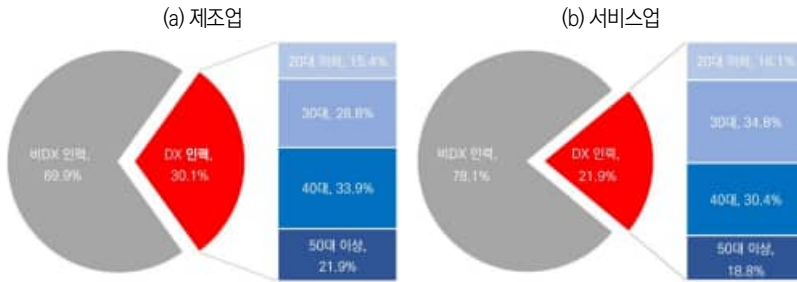
84) 이 부분의 '고령인력 기업'의 조사 현황은 〈부록 7〉 디지털 전환 인력 실태조사: 고령인력 기업에 수록되어 있다.

교육·훈련 및 성과 정도, 디지털 직무 전환에 대한 견해 등 디지털 전환 인력 실태를 파악하고자 한다. 특히 디지털 전환 관련 인력이 어느 연령대인지, 혹은 어떠한 활동이 디지털로 인해 대체되고 있는지 등 인력에 관한 실태를 제시한다. 또한 연령별 디지털 전환 교육·훈련과 디지털 인력의 채용 방식 등을 조사하여 기업의 연령 분포별 디지털 전환 인력 관리 및 교육에 대해 살펴보는 것을 목적으로 한다.⁸⁵⁾

(1) 디지털 전환 인력 현황과 인력 대체 경험

2023년 말 기준 응답기업 전체 인력 중 디지털 전환 인력(이하 DX 인력)⁸⁶⁾이 차지하는 비중은 제조업 약 30%, 서비스업 약 22%로 나타나 제조업에서 디지털 전환 인력 비중이 더 높은 것으로 나타났다.

〈그림 5-1〉 전체 인력 중 DX 인력의 비중



자료: 저자 작성.

85) 이 실태조사에 대한 자세한 설명은 제4장 1절의 조사 개요를 참고하시오.

86) 디지털 전환 인력은 디지털 전환 전담 인력을 포함하여 도입한 디지털 기술을 단순히 사용·활용하는 인력까지 모두 포함한 개념으로 자세한 내용은 〈부록 5〉 디지털 전환 추진 및 고용 실태조사 조사표를 참고하시오.

〈그림 5-2〉 산업별 전체 인력 중 DX 인력의 비중

단위: %



자료: 저자 작성.

주: 표의 수치는 세부 산업별 각 연령대의 DX 인력 수를 해당 산업의 전체 인력 수(DX 인력+비DX 인력)로 나눈 값으로 해당 산업 전체 인력 중 각 연령대 DX 인력이 차지하는 비중을 나타낸다.

산업별로 전체 인력 중 DX 인력이 차지하는 비중을 살펴보면(〈그림 5-2〉), 제조업에서는 소재산업의 DX 인력 비중이 약 41%로 가장 높고 그다음 ICT산업이 약 34%, 기계산업이 약 23% 순으로 산업군 간 편차가 크게 나타났다. 서비스업에서는 사회서비스의 DX 인력 비중이 약 25%로 가장 높게 나타났으며, 생산자서비스가 약 24%, 유통서비스가 약 21%, 개인서비스가 약 19% 순으로 높게 나타나 산업군 간 편차가 상대적으로 작았다.

DX 인력의 연령대별 구성(〈표 5-2〉)을 살펴보면, 산업에 상관없이 30대와 40대의 비중이 상대적으로 높게 나타났으며, 이는 우리나라 근로자 연령구조를 반영하고 있음을 보여준다. 한편 제조업은 50대 이상의 비중이 20대 이하보다 높다는 특징을 보였다.

〈표 5-2〉 산업별 DX 인력의 연령 분포

단위: %

	평균	제조업			서비스업				
		기계	소재	ICT	유통	개인	생산자	사회	
전체 기업	20대 이하	16.8	14.7	15.9	15.5	14.7	22.1	18.6	13.0
	30대	31.3	26.4	29.0	29.8	35.7	40.0	39.0	20.5
	40대	32.1	38.0	28.8	37.5	36.9	27.2	27.1	21.6
	50대 이상	24.8	20.9	26.3	17.2	12.7	10.7	15.3	44.9

자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

주: 표의 수치는 세부 산업 내 DX 인력 중 각 연령별 DX 인력의 비중을 나타낸다.

〈표 5-3〉 연령대별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험

단위: %

전체	20대 이하	30대	40대	50대 이상
제조	36.8	79.6	78.8	57.6
서비스	39.9	83.8	68.4	31.6

자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

주: 각 연령별 비중(%)은 전체 기업에서 각 연령 중 업무시간의 단축 또는 인력 대체 경험이 있다고 응답한 기업의 비율을 의미.

또한 대부분의 세부 산업에서 제조업이 서비스업보다 50대 이상의 비중이 높았으나, 사회서비스업은 DX 인력 중 50대 이상의 비중이 약 45%로 제조업보다 높았고 전체 평균보다도 약 20%포인트나 높게 나타났다. 구체적으로 DX 인력 중 50대 이상의 비중을 살펴보면, 제조업에서는 소재산업이 가장 높았고 그다음 기계산업, ICT산업 순으로 조사되었다. 서비스업에서는 사회서비스가 타 산업 대비 압도적인 격차로 가장 높게 나타났다.

연령대별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험을 보면, 제조업 전체 기업 중 30대의 업무를 단축·대체한 경험이 있다고 응답한 기업의 비중이 약 80%에 달해 가장 높았고, 50대 이상의 단축·대체 비중도 반

〈표 5-4〉 직무활동별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험

단위: %

전체	연구개발/설계	구매/자재관리	생산관리	품질관리	물류관리	회계/원가관리	인사/급여관리	영업/마케팅	고객서비스
제조	10.0	23.2	32.0	21.6	24.0	86.8	73.6	34.0	1.6
서비스	3.6	5.9	2.0	0.8	13.8	87.0	68.8	33.6	15.4

자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

주: 비중(%)은 전체 기업에서 업무시간의 단축 또는 인력 대체한 경험이 있다고 응답한 기업의 비율.

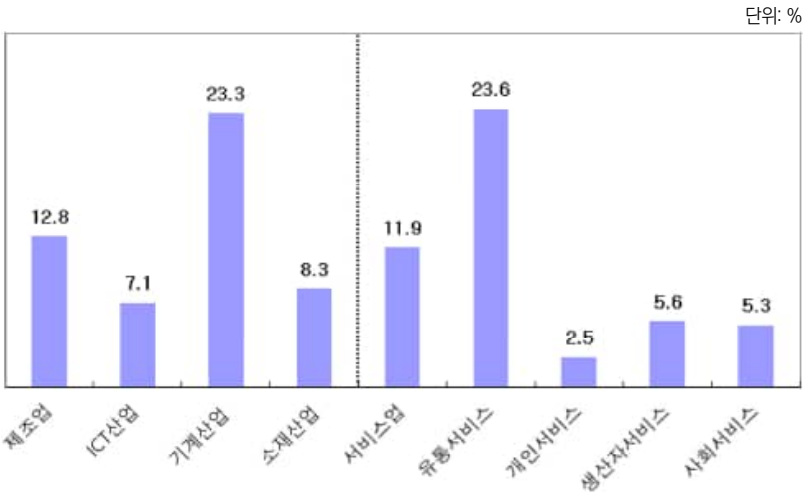
이상(57.6%)으로 나타났다. 서비스업의 경우 30대의 업무 대체 비중이 약 84%로 나타나 다른 연령대 대비 현저한 차이로 가장 높았고, 50대 이상의 비중은 31.6%로 가장 낮았다.

직무활동별 업무시간 단축 또는 인력 대체 경험을 보면, 제조업과 서비스업 모두 회계/원가관리 업무의 근로자를 단축·대체했다고 응답한 비중이 약 87%로 가장 높았고, 인사/급여관리가 제조업, 서비스업 70% 내외를 기록하며 두 번째로 높았다. 영업/마케팅의 경우는 제조업과 서비스업 모두 약 34% 수준으로 나타났다. 한편 대체로 제조업에서는 생산, 물류, 품질, 구매/자재관리 및 연구개발/설계 업무가 단축·대체되었다고 응답하였고, 서비스업에서는 고객서비스 업무가 단축·대체된 경향이 있다고 응답한 기업의 비중이 제조업에 비해 상대적으로 높았다.

(2) 디지털 전환 교육·훈련

디지털 전환 교육·훈련의 실시 여부와 관련해서는 제조업과 서비스업 모두 약 10%대 비중의 기업들만이 디지털 전환 교육을 실시하고 있는 것으로 응답하였다(제조업 12.8%, 서비스업 11.9%). 산업군별로는 제조업에서 기계산업(23.3%)이, 서비스업에서는 유통서비스(23.6%)가 다

〈그림 5-3〉 디지털 전환 교육·훈련의 실시 비중(제조업과 서비스업)



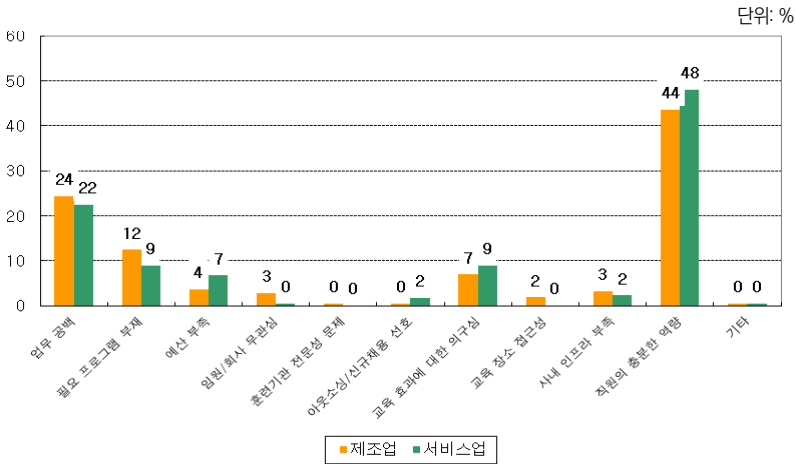
자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

디지털 전환 교육·훈련을 실시하고 있다는 응답이 상대적으로 많았다(〈그림 5-3〉). 이를 제외한 나머지 산업들은 모두 한 자릿수의 매우 미미한 응답률을 기록하면서 이미 디지털 전환을 도입했어도 디지털 전환 교육·훈련을 실시하고 있는 기업이 극소수임을 시사하였다.

한편 디지털 전환 교육·훈련을 현재 실시하고 있지 않은 이유와 관련해서는 제조업과 서비스업 모두에서 ‘직원들의 충분한 역량’을 가장 많이 응답(제조업 44%, 서비스업 48%)했다. 이어서 ‘업무 공백 우려’와 ‘필요한 교육 프로그램의 부재’, ‘교육 효과에 대한 의구심’ 등의 순서로 많이 응답하였다(〈그림 5-4〉).

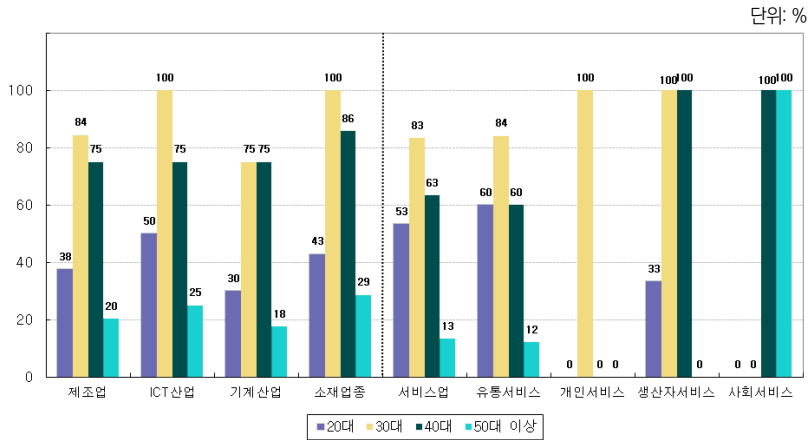
디지털 전환 교육·훈련의 대상 연령으로는 제조업과 서비스업 모두 30대를 가장 많이 응답했고, 이어서 40대, 20대, 그리고 50대 이상 등의 순서로 나타났다(〈그림 5-5〉). 제조업의 경우에는 ICT산업과 소재산업이 모든 연령에 걸쳐서 디지털 전환 교육·훈련을 더 많이 하고 있다고

〈그림 5-4〉 디지털 전환 교육·훈련의 미실시 이유



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-5〉 디지털 전환 교육·훈련의 대상 연령



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

응답하였다. 서비스업은 유통서비스와 개인서비스, 생산자서비스 등 다수 산업에서 특히 50대 미만의 연령층에 대한 디지털 전환 교육·훈련

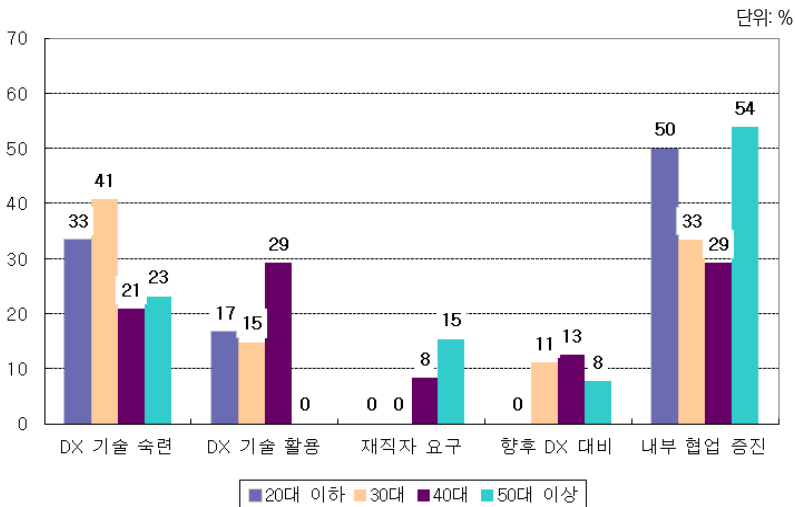
을 더 많이 하는 데 반해, 사회서비스에서는 40대 이상의 연령층에 대한 디지털 전환 교육·훈련을 더 많이 하는 것으로 나타났다.

이처럼 30대와 40대가 디지털 전환 교육·훈련의 대상으로 많은 이유로 제조업의 경우 DX 기술 숙련(30대 41%)과 DX 기술 활용(40대 29%), 내부 협업 증진(30대 33%, 40대 29%) 등을 많이 응답했다. 서비스업 역시 DX 기술 숙련(30대 24%, 40대 21%)과 DX 기술 활용(30대 36%, 40대 21%), 내부 협업 증진(30대 28%, 40대 42%) 등을 많이 응답하였다(그림 5-6). 50대 이상의 고령층에 대한 디지털 전환 교육·훈련의 이유로는 제조업에서 내부 협업 증진(54%)을 가장 많이 응답한 데 반해, 서비스업에서는 DX 기술 숙련(50%)을 각각 많이 응답한 것으로 나타났다.

한 가지 주목할 만한 점은 제조업과 서비스업에서 디지털 전환 교육·훈련의 이유로 '재직자 요구'를 가장 많이 응답한 연령이 모두 50대 이

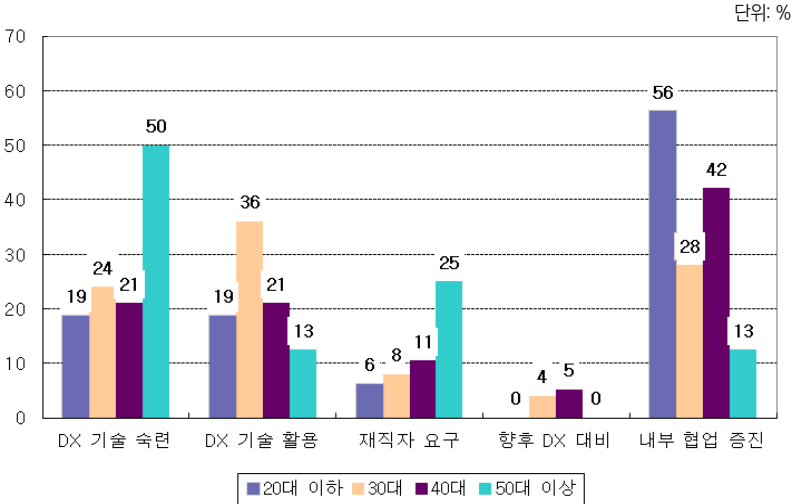
〈그림 5-6〉 디지털 전환 교육·훈련의 연령별 실시 요인

(a) 제조업



(계속)

(b) 서비스업

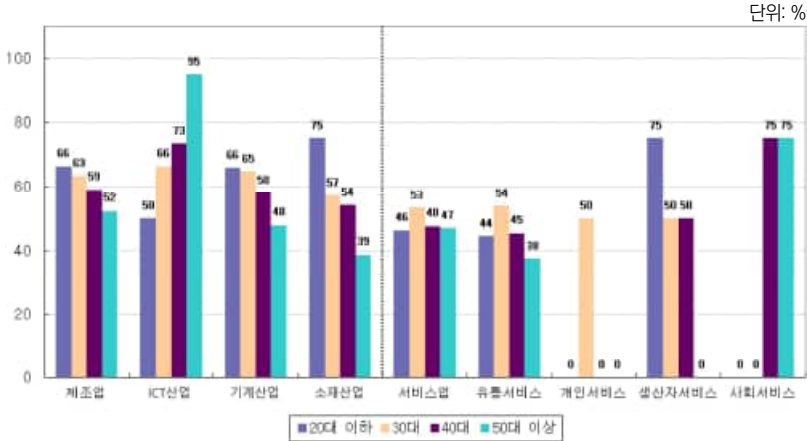


자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

상의 고령층이라는 것이다. 다른 연령대의 경우에는 재직자 요구 응답이 상대적으로 매우 낮지만, 특히 서비스업의 경우 재직자 요구 응답이 DX 기술 숙련 다음으로 가장 많은 비중을 차지하면서 50대 이상 고령층의 디지털 전환 교육에 관한 수요가 상대적으로 높음을 확인할 수 있다.

디지털 전환 교육·훈련의 성과 달성도(기대 대비 % 평가)를 연령대 별로 조사한 결과 제조업에서는 모든 연령대에 걸쳐서 50%를 웃도는 것으로 나타난 반면에, 서비스업에서는 30대를 제외한 대부분 연령대에서 50%를 밑도는 것으로 조사되었다(그림 5-7)). 제조업의 경우 모든 연령대에서 디지털 전환 교육·훈련의 성과가 당초 기대의 50% 이상을 거둔 것으로 평가한 반면에, 서비스업에서는 30대를 제외하고는 디지털 전환 교육·훈련의 성과가 기대의 50%에도 못 미치면서 다소 미흡하게 평가한 것이다. 세부 산업별로 살펴보면, 제조업에서는 ICT산업이 특히 50대 이상의 고령층을 비롯한 모든 연령대에서 50% 이상의 성과를 거둔 것으

〈그림 5-7〉 디지털 전환 교육·훈련의 성과 달성도



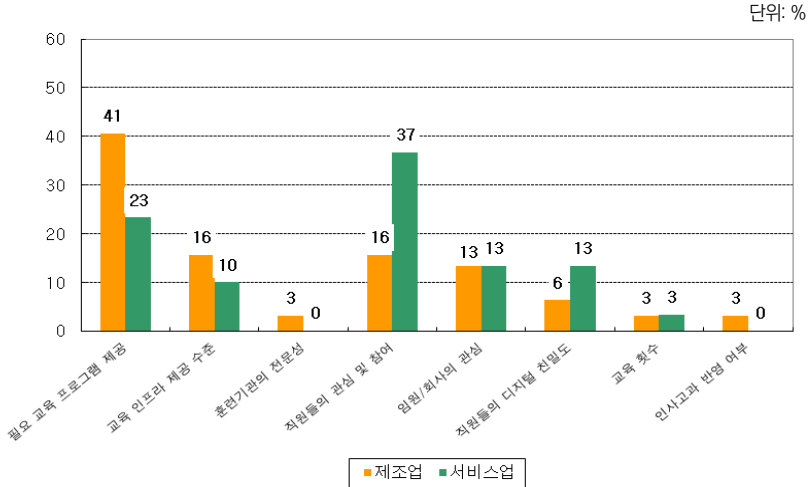
자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.
 주: 성과 기대 대비 비율.

로 평가했다. 기계산업과 소재산업 역시 40대 이하 연령층의 경우에 50% 이상의 성과를 거둔 것으로 평가한 반면에, 50대 이상의 고령층에서는 다소 낮은 성과를 거둔 것으로 평가하였다. 서비스업의 경우 유통서비스는 30대를 제외한 대부분 연령층에서 50% 이하의 저조한 성과로 평가했고, 생산자서비스는 20대 이하, 그리고 사회서비스는 40대 이상의 연령층에서 각각 50% 이상의 성과를 거둔 것으로 평가하였다.

디지털 전환 교육·훈련의 성과 달성에 영향을 미친 요인을 묻는 설문에서는 제조업의 경우 필요한 교육 프로그램의 제공 여부(41%)를, 서비스업에서는 직원들의 관심도 및 참여도(37%)를 가장 많이 응답한 것으로 조사되었다(〈그림 5-8〉). 이어서 교육 인프라의 제공 수준이나 임원/회사의 관심도 등을 제조업과 서비스업 모두에서 공통적으로 많이 응답하였다.

디지털 전환 교육·훈련의 구체적인 수행 방식으로 제조업과 서비스업

〈그림 5-8〉 디지털 전환 교육·훈련의 성과 달성 요인



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

모두에서 사내 교육·훈련을 가장 많이 응답(제조업 87.5%, 서비스업 73.3%) 했고, 현장 직무 훈련(OJT)도 비교적 많이 응답(제조업 62.5%, 서비스업 50.0%)하였다(〈표 5-5〉). 또한 제조업의 경우 사설 교육기관 활용(28.1%)과 e-러닝(28.1%), 그리고 서비스업에서는 e-러닝(33.3%)과 공공 교육기관 활용(30.0%) 등을 상대적으로 많이 응답하였다. 이들 교육·훈련에 대한 만족도를 살펴보면, 제조업에서는 대학교육 지원(3.00)이나 e-러닝(3.00)을 제외한 다양한 형태의 교육·훈련에 대하여 보통 수준(3.00) 이상의 만족도를 평가한 데 반해, 서비스업에서는 사내 교육·훈련(3.14)을 제외한 대다수 교육·훈련에 대하여 보통 수준 이하로 평가하여 만족도가 크지 않은 것으로 조사되었다.

디지털 전환 관련 교육·훈련의 애로사항으로는 제조업과 서비스업 모두에서 업무 공백 우려를 1순위로 가장 많이 응답했고, 적절한 프로그램 부재와 예산 부족 등의 순서로 많이 응답하였다(〈표 5-6〉).

〈표 5-5〉 디지털 전환 교육·훈련의 수행 방식과 만족도

	제조업		서비스업	
	실시 여부 (%, 응답 비중)	만족도 (5점 척도)	실시 여부 (%, 응답 비중)	만족도 (5점 척도)
사내 교육·훈련	87.5	3.57	73.3	3.14
현장 직무 훈련(OJT)	62.5	3.50	50.0	3.00
대학교육 지원	6.3	3.00	13.3	2.00
공공 교육기관 교육	21.9	3.57	30.0	2.78
사설 교육기관 교육	28.1	3.11	23.3	2.29
e-러닝 교육	28.1	3.00	33.3	2.60
기타(세미나/컨퍼런스 등)	21.2	3.57	23.3	2.43

자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

주: 3.00은 보통 수준을 의미.

〈표 5-6〉 디지털 전환 교육·훈련의 애로사항

단위: %

	전체 기업	
	제조업	서비스업
업무 공백 우려	44.8	36.4
적절한 프로그램 부재	19.6	25.3
예산 부족	6.0	11.1
임원/회사의 무관심	2.4	0.4
교육 프로그램 정보 부족	9.2	5.9
교육 효과에 대한 의구심	6.8	5.1
직원들 참여의지 부족	1.6	4.0
교육 인프라 부족	4.8	4.0
직원들 이직 우려	1.2	1.6
직원 간 디지털 수준 차이	3.6	4.7
기타	-	1.6

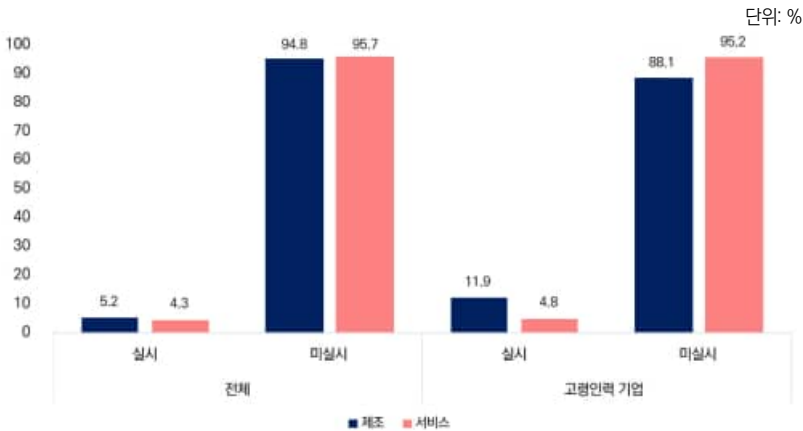
자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

(3) 디지털 전환 전담 인력 및 직무 전환 교육·훈련

기업들은 현재 디지털 전환 직무 전환 교육⁸⁷⁾을 거의 실시하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 산업 전체로는 제조업과 서비스업 모두 약 95% 전후가 미실시로 응답한 가운데, 고령인력 기업만을 보면 크게 차이는 없었으나 제조업에서 실시 비중이 다소 상승하였다.

그러나 이러한 현실과는 달리 비디지털 전환 인력⁸⁸⁾에 대한 디지털 전환 직무 전환 교육의 필요성에 대해서는 긍정적 견해가 압도적이었다. 다만 50대 이상에서는 타 연령대 대비 상대적으로 긍정적 견해가 낮았다. 먼저 전체 기업들의 결과를 살펴보면, 제조업이 서비스업 대비 전반적으로 긍정적 견해 비중이 높았으나 50대 이상에서는 오히려 낮았다.

〈그림 5-9〉 현재 디지털 전환 직무 전환 교육 실시 여부



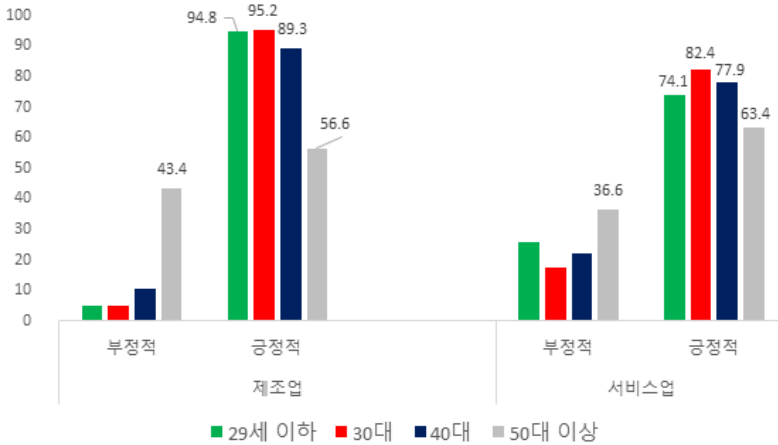
자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

87) 디지털 전환 직무 전환 교육은 IT 비전공자에게 디지털 전환(DX) 전담 업무를 원활히 수행할 수 있도록 제공하는 교육 프로그램을 의미한다.

88) 비디지털 전환 인력은 DX 관련 업무를 하는 IT 비전공자를 의미한다.

〈그림 5-10〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 견해(전체 기업)

단위: %



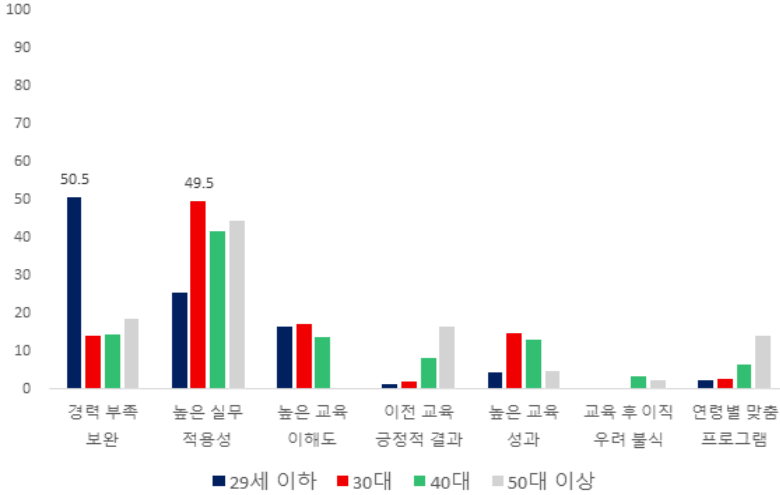
자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 긍정적 평가 이유(〈그림 5-11〉, 〈그림 5-12〉)로 전체 기업들의 제조업과 서비스업 모두 높은 실무 적용성과 경력 부족 보완을 주로 꼽았다. 전자는 30대 이상 연령층에서 모두 높은 반면 후자는 주로 20대 이하에서 두드러졌다. 50대 이상을 기준을 살펴보았을 때, 제조업과 서비스업에서 모두 높은 실무 적용성을 디지털 전환 직무 전환 교육의 긍정적 이유로 응답한 비중이 높게 나타났다. 또한 제조업에서는 이전 교육의 긍정적인 결과라는 응답이 다른 연령대에 비해 높게 나타난 것이 특징이다.

디지털 전환 직무 전환 교육 시 선호하는 교육·훈련 과정은 제조업(41.2%)과 서비스업(49.4%) 모두 사내 교육·훈련이 가장 높았다(〈그림 5-13〉~〈그림 5-15〉). 이어서 제조업은 현장 직무 훈련(25.6%), e-러닝(19.2%) 순이었고, 서비스업은 e-러닝(21.3%), 현장 직무 훈련(15.0%)의 순이었다.

〈그림 5-11〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 긍정적 이유(제조업)

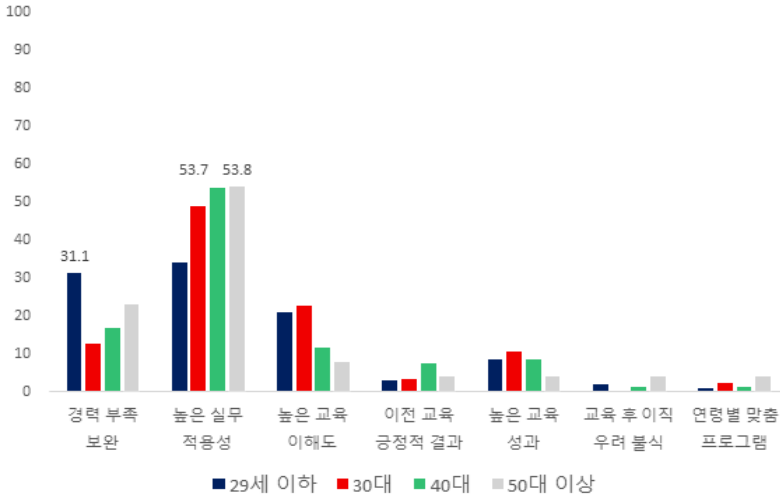
단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-12〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 긍정적 이유(서비스업)

단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-13〉 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 선호하는 교육·훈련 과정

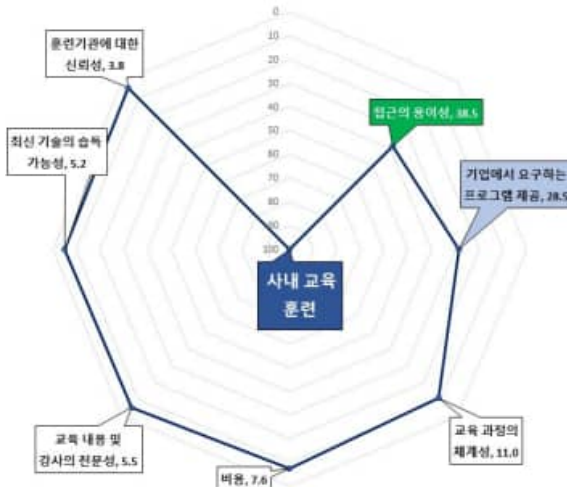
단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-14〉 선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(제조업)

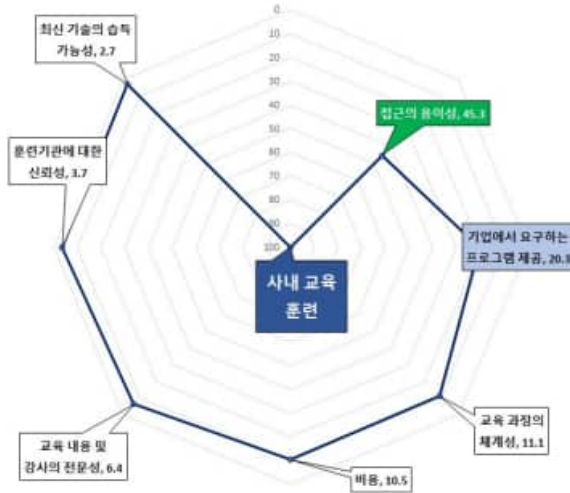
단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-15〉 선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(서비스업)

단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

이렇듯 사내 교육·훈련 과정을 가장 선호하는 이유로는 제조업(38.5%)과 서비스업(45.3%) 모두 접근의 용이성을 꼽았고, 다음으로는 제조업과 서비스업 모두 기업에서 요구하는 프로그램 제공(각각 28.5%, 20.3%)이 차지했다.

반면 디지털 전환 직무 전환 교육 시 비선호하는 교육·훈련 과정(〈그림 5-16〉~〈그림 5-18〉)은 전체 기업의 제조업(46.8%)과 서비스업(30.8%) 모두 사설 교육기관을 우선 꼽았다. 이어서 제조업은 대학교육 지원(18.0%)과 세미나/컨퍼런스(14.0%) 순이었고, 서비스업은 세미나/컨퍼런스(25.3%)와 대학교육 지원(16.6%)의 순이었다.

제조업과 서비스업이 비선호하는 교육·훈련 과정의 1~3순위는 공통되었는데 그 이유는 비용이 가장 컸으며 다음으로 접근의 용이성을 꼽았다. 이는 교육 내용이나 교육기관의 신뢰성보다 사외 교육의 비용과 일·학습

〈그림 5-16〉 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 비선호하는 교육·훈련 과정

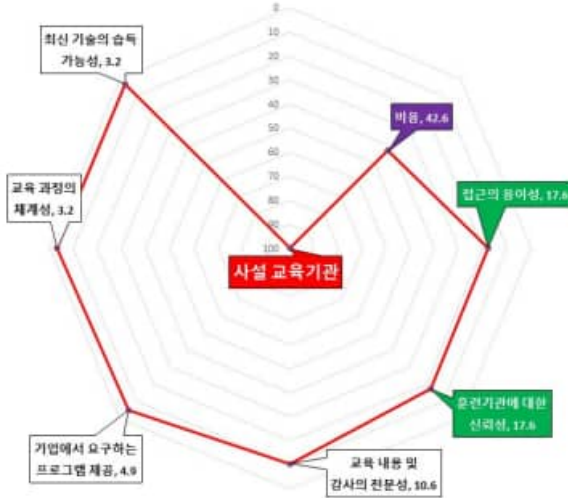
단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-17〉 비선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(제조업)

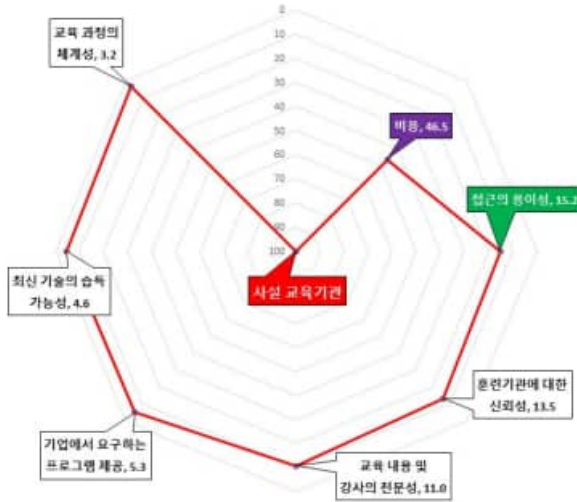
단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-18〉 비선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(서비스업)

단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

병행의 가능성 여부가 상대적으로 큰 영향을 미치기 때문으로 판단된다.

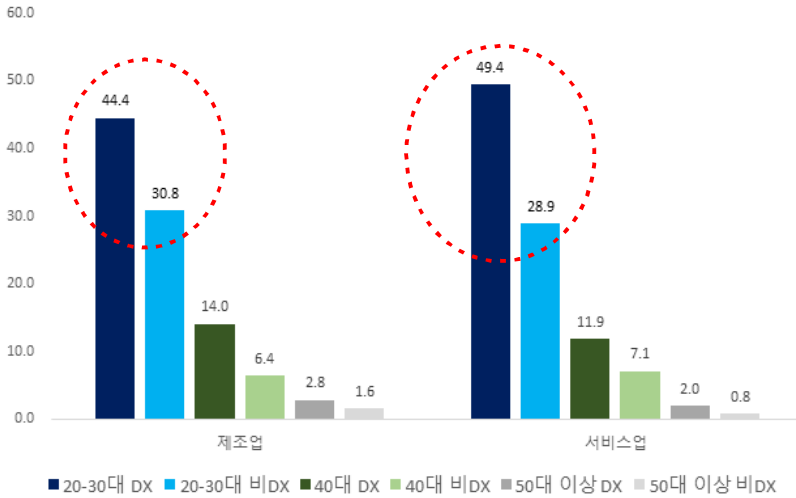
디지털 전환 신규 전담 인력 채용은 대체로 전공, 연령, 경력을 재교육이나 비용보다 중시하는 것으로 나타났다. 전체 기업 결과를 보면 제조업과 서비스업 모두 20~30대의 전공·경력자를 가장 선호하였으며, 50대 이상의 경우는 전공·경력자라도 선호 비중이 극히 낮았다.

구체적으로 보면 기업들은 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 시 주로 전공, 연령, 경력의 순으로 세 가지를 중시하되 복합적으로 고려하는 것으로 보인다. 이를 보여주듯 제조업과 서비스업 모두 동일 기준을 우선하는 것으로 나타났다.

한편 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 비선호 순위는 제조업, 서비스업 모두 50대 이상 비DX 인력이 가장 높았고 이어 50대 이상 DX 인력으로 나타나 연령이 가장 크게 중시된 것으로 보인다.

〈그림 5-19〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 선호 순위

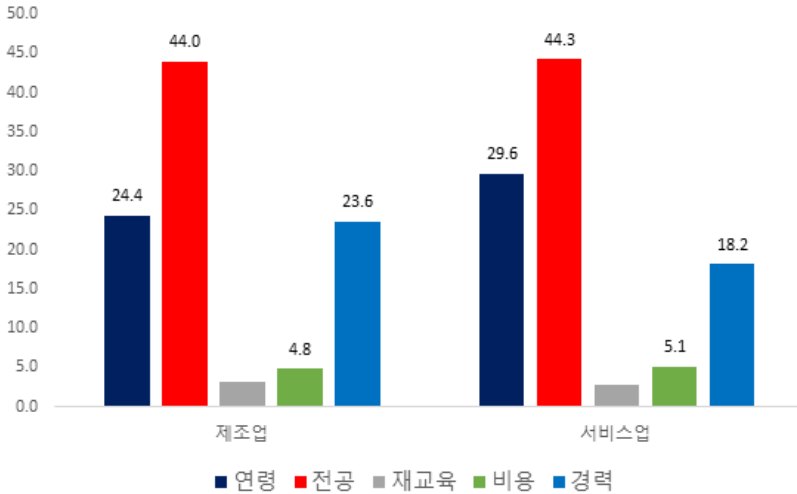
단위: %



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

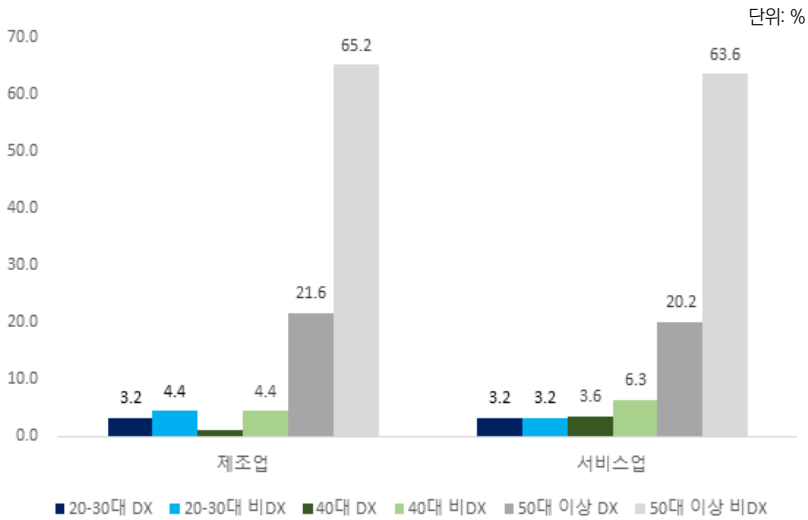
〈그림 5-20〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 선호 순위 기준

단위: %



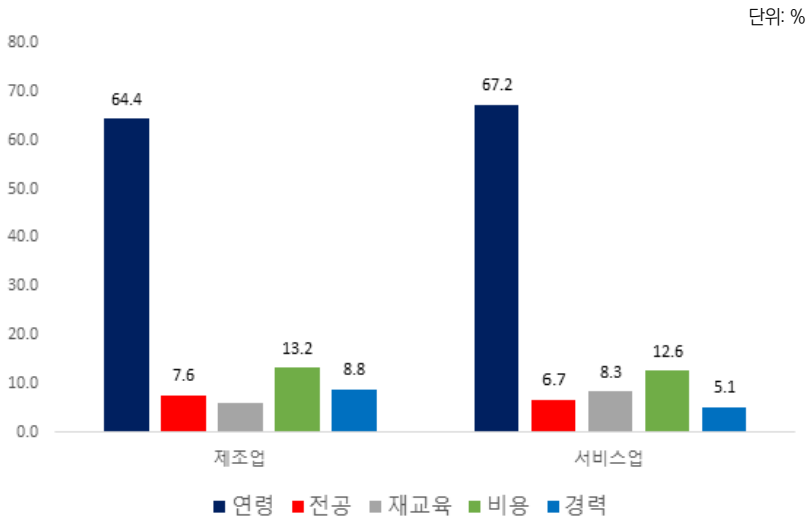
자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-21〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 비선호 순위(전체 기업)



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

〈그림 5-22〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 비선호 순위 기준(전체 기업)



자료: 산업연구원 실태조사 자료를 사용하여 저자 작성.

(4) 소결

최근 기업들이 디지털 환경 변화에 맞춰 경영 전략 및 방향을 새롭게 설정함에 따라 관련 인력의 수급과 전문성 강화의 중요성이 커지고 있다. 통상적으로 기업은 적합한 인력을 채용해 왔지만 최근에는 경기침체가 지속됨에 따라 채용 시장이 어려워지면서 내부 인력을 육성하는 방식으로 선회하고 있다. 또한 현재의 사업구조와 환경 변화를 경험하고 있는 직원들을 육성하고 교육하는 것이 더 효과적이라 판단했기 때문일 것이다. 무엇보다 디지털 전환과 같이 빠르게 변화하는 IT 환경에 따라 기존에 수행하던 직무를 전환해야 하는 경우가 많아져 내부 인력 교육을 더 선호하게 되었을 것이다.

디지털 전환의 교육·훈련에 관한 설문조사에서 각 산업별 전체 기업 가운데 약 10%대 비중의 기업들만이 디지털 교육·훈련을 실시하고 있는 것으로 응답하여 기업들이 디지털 전환 교육·훈련의 필요성이나 중요성에 공감하면서도 실천하지는 못하고 있는 것으로 보인다. 디지털 전환 교육·훈련의 대상 연령으로는 30대와 40대, 20대, 50대 이상 등의 순서로 많이 응답하면서 주로 30~40대 연령층에 집중되어 있는 데 반해, 50대 이상의 고령층에 대한 디지털 전환 교육·훈련은 상대적으로 많이 미흡한 것으로 나타났다.

디지털 전환 교육·훈련의 각 연령별 성과 달성도에 대한 설문에서는 제조업의 경우 모든 연령대에서 기대 대비 평균 50% 이상의 성과를 거두고 있는 것으로 응답한 반면에, 서비스업은 30대 연령층을 제외한 대부분 연령대에서 50% 미만의 저조한 성과에 그치고 있는 것으로 응답하였다. 이처럼 제조업에서는 디지털 전환 교육·훈련의 성과가 어느 정도 있는 만큼 디지털 전환 교육·훈련의 필요성을 더욱 인지시킬 필요가 있

고, 서비스업에서는 성과가 상대적으로 저조한 만큼 디지털 전환 교육·훈련의 성과를 높일 수 있는 기반이나 여건 마련이 필요하다. 디지털 전환 교육·훈련의 성과 제고를 위해서는 ‘필요한 프로그램의 제공’이나 ‘직원들의 관심 및 참여 제고’ 등의 노력을 강화해 나갈 필요가 있다. 또 제조업과 서비스업 모두 현재 다양한 형태의 디지털 전환 교육·훈련을 수행하고 있는데, 제조업에서는 상대적으로 만족도가 높은 반면에 서비스업의 경우 상대적으로 만족도가 낮은 점을 감안하여 다수 기업들이 디지털 전환 교육·훈련에 따른 실질적 성과를 거둘 수 있는 프로그램 마련이나 인프라 기반 구축 등에 나서야 할 것으로 보인다.

또한 ‘디지털 전환 직무 전환 교육’의 필요성은 크게 공감하나 관련 교육은 거의 실시하지 못하는 것으로 조사되었다. 이는 기업들의 디지털 전환 투자 대상에서도 볼 수 있는데, 관련 투자 중 ‘디지털 전환 관련 교육’은 1% 전후로 상당히 미미하였다.

디지털 전환에 따른 업무 환경 변화는 거의 모든 산업에서 나타나고 있는 가운데 특히 제조업과 서비스업 일부에서는 큰 변화를 겪고 있다. 제조업은 생산 품목부터 생산 방식, 유통 방식 등 거의 모든 영역에서 나타나고 있으며, 서비스업은 오프라인에서 온라인으로의 전환이 강화되어 업무 구조 재편이 요구되고 있다. 이를 반영하듯 실태조사에서도 서비스업보다 제조업에서 디지털 전환 직무 전환 교육의 필요성이 더 높았다. 이는 연령대별로도 차이를 보이는데 20~30대 젊은 층에 대해서는 ‘경력 부족 보완’이 두드러졌고, 전 연령층에서는 ‘높은 실무 적용성’을 이유로 들었다. 그렇다면 어떠한 교육·훈련 과정을 선호하고 그 이유는 무엇일까? 이에 대해 제조업, 서비스업 기업 모두 ‘사내 교육 훈련’을 최우선으로 지목했으며, 이어서 제조업은 ‘현장 직무 훈련’을, 서비스업은 ‘e-러닝’을 선호하였다. 선호 이유는 제조업, 서비스업 모두 ‘접근의 용

이성'이 가장 큰 비중을 차지한 가운데, 두 번째 이유로 제조업과 서비스업은 '기업에서 요구하는 프로그램 제공'을 꼽았다. 여기서 주목할 사항은 '교육 내용'이나 '교육 과정', '최신 기술의 습득 가능성' 등은 상대적으로 매우 낮았다는 점이다. 작금의 디지털 전환에 기업들이 적응하려면 교육·훈련 과정의 내용을 중시해야 하지만 실상은 그렇지 않았다. 이는 기업들이 직원들의 디지털 전환 교육·훈련을 업무와 환경 변화에 연계해 실전 경험을 쌓는 비즈니스 성장 전략이 아니라 단기적인 성과를 목적으로 형식적인 과정이나 단순한 체험으로 인식하고 있음을 보여준다고 판단된다. 이는 전술한 바와 같이 필요성 대비 투자가 거의 전무한 것과 맥을 같이한다. 산업별·기업 규모별로 차이는 있겠지만 대체로 직원 교육을 투자가 아닌 복지 차원으로 인식하는 데 따른 것으로 판단된다. 효과적인 '사내 교육 훈련'이 되려면 학습자 맞춤형 교육으로 언제 어디서나 학습 환경에 접속해 각 기업이 당면한 업무에 필요한 내용을 학습할 수 있도록 해서 외부 교육기관을 통한 교육의 한계를 극복해야 한다. 그래야지만 실태조사에서 기업들이 응답한 교육·훈련 과정의 비선호 이유인 '비용'과 '접근의 용이성'을 현실적으로 보완할 수 있고 실질적인 역량을 내재화할 수 있을 것이다.

디지털 전환 신규 전담 인력 채용과 관련해서는 제조업, 서비스업 간 비중 차이는 있으나 전반적인 견해는 유사하였다. 20~30대 젊은 층에 대해서는 '연령' 외에도 '전공'과 '경력'을 복합적으로 판단하는 반면, 40대나 50대 이상, 특히 50대 이상은 압도적으로 '연령'을 중시하는 경향을 보였다. 즉, 이들의 '경력'을 고려하더라도 디지털 전환이라는 신기술에 대한 '재교육'의 부담 외에도 고령자들의 '전공'과 '경력'은 젊은 층과 달리 비용으로 판단하는 측면이 있는 것으로 판단된다. 어찌 보면 이는 기업들의 현실일 수 있다. 디지털 전환의 특성상 기업의 디지털 전환에 대

한 필요성 대비 투자 성과와 만족도가 즉각적이지 않고 높지 않을 수 있기 때문이다.

하지만 이제는 노동력 고령화가 불가피한 상황에서 고령층에 연상되는 디지털 전환 기술의 상대적 미성숙이나 고숙련 노동자의 비용 관점이 아니라, 개인 역량에 초점을 맞춰 언제든 효과적인 방향으로 전환하고 확장할 수 있는 유연함을 가질 필요가 있다. 기업도 연령대별로 서로 다른 수준의 디지털 리터러시를 동등한 수준으로 맞추는 교육·훈련의 내실을 강화해야 한다.

기업의 디지털 전환은 어느 때보다 중요하고 더 이상 미룰 수 없는 체질 개선이기도 하다. 기업은 디지털 전환 직무 전환 교육과 디지털 전환 신규 전담 인력 채용이 ‘접근성’, ‘비용’, ‘연령’ 등에 매몰되는 형식적인 복지를 넘어 기업에의 적합성, 직원들의 직무 교육 수용성 등을 고려한 현실적인 방안이 되도록 힘써야 할 것이다.

2. 노동인구 구조 변화와 관련된 디지털 전환 정책 리뷰

최근 우리 정부는 저성장 시대에 저출산과 고령화 등의 환경 변화를 인식하고 경쟁력 강화를 위해 디지털 전환 정책을 적극 추진하고 있다. 그러나 구체적인 사업 내용과 운영 측면에서 노동력 고령화 문제가 충분히 고려되지 못하는 것으로 보인다. 이에 본 절에서는 노동력 고령화라는 문제를 고려하여 디지털 전환 정책의 운영 현황과 한계점을 분석함으로써, 노동인구 구조 변화에 대응하는 정책 지원 체계 마련에 기여하고자 한다.

(1) 디지털 전환 정책의 변천

디지털 전환 정책은 기존의 디지털 정책과 밀접하게 연결되며 발전을 거듭해 왔다. 전산화-디지털화-디지털 전환이 서로 연결되어 발전된 개념인 것처럼, 정보화·인터넷 시기를 거쳐 모바일·방송통신 융합 시기에 이르기까지 전산화와 디지털화 정책이 시행되었고 이를 바탕으로 디지털 심화 시기에 디지털 전환 정책으로 발전된 것이다.

1990년대부터 2000년대 초까지의 정보화·인터넷 시기에는 정부가 '산업화는 늦었지만 정보화는 앞서가자'라는 목표로 국가 정보화를 추진하였다. 이 시기에는 CDMA 상용화를 통해 세계 최초로 이동통신 기술을 선도하는 국가가 되었으며, 초고속 정보통신망 구축을 통해 인터넷 접근성이 대폭 향상되었다. 이러한 디지털 인프라 구축을 통해 ICT 강국의 기반이 마련되었다고 할 수 있다.

2000년대 중반부터 2010년대 중반까지는 모바일·방송통신 융합 시기로, 스마트폰 확산을 계기로 정부는 본격적으로 ICT 융합을 추진하였다. IPTV 도입을 통해 방송과 인터넷의 융합을 촉진하였고, DTV 도입으로 방송과 디지털 기술의 융합을 달성하였다. 동시에 유망 산업 육성과 새로운 서비스 창출을 목표로 하여 포털, SNS, O2O 서비스 등 디지털 생태계의 성장을 촉진하였다.

이와 같은 디지털 인프라 구축과 디지털 생태계 형성을 기반으로 디지털 심화기를 맞아 2015년부터 디지털 전환 정책이 본격화되기 시작하였다. 정부는 4차 산업혁명에 대응하여 디지털 인프라를 고도화하고 국가의 디지털 역량을 강화하는 데 주력하였다. 세계 최초로 5G 서비스를 상용화하고 기가인터넷을 보급하였으며, 데이터댐을 구축하여 AI와 데이터 중심의 디지털 인프라 고도화를 달성하였다. 또한 디지털 인력을

〈표 5-7〉 우리나라의 디지털 전환 정책 변천사

디지털 단계	전산화	디지털화	디지털 전환
시기	정보화 · 인터넷 시기 (1990년대~2000년대 초)	모바일 · 방송통신 융합 시기 (2000년대 중반~2010년대 중반)	디지털 심화 시기 (2015년~현재)
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> · CDMA 상용화(1996) · 초고속 정보통신망 구축(2000) · 전자정부 11대 중점 추진 계획(2001) 	<ul style="list-style-type: none"> · 방송과 인터넷 융합(PTV, 2007) · 방송과 디지털 융합(DTV, 2012) · 포털 및 SNS 서비스 등 생태계 조성 	<ul style="list-style-type: none"> · 세계 최초 5G 상용화(2019) · AI · 데이터 중심의 디지털 인프라 고도화 · 디지털 역량 강화 · 비대면 산업 육성, 기업 디지털 전환 지원

자료: 관계부처 합동(2022a), p. 12 참고해 저자 정리.

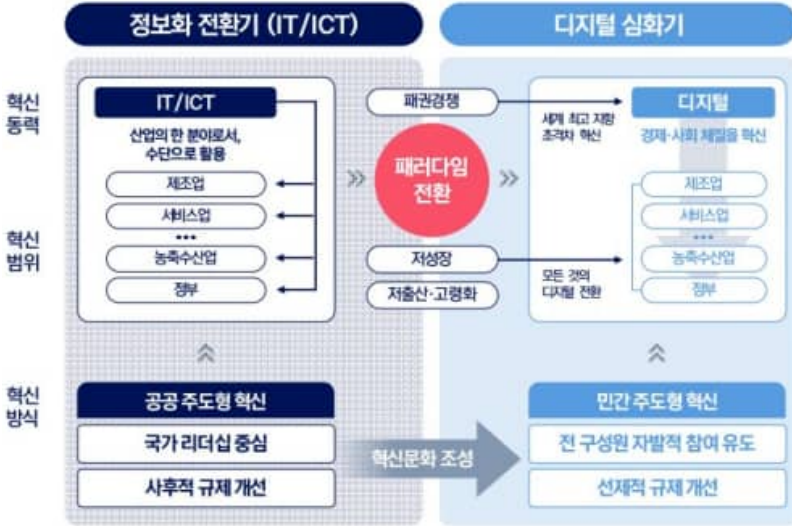
육성하는 정책을 전방위적으로 추진하였고, 비대면 산업의 육성과 기업의 디지털 전환 지원을 통해 산업에서도 전환을 촉진하였다.⁸⁹⁾

특히 코로나19 팬데믹 이후 글로벌 디지털 패권 경쟁이 심화되면서 정부는 경제 회복과 경쟁력 강화를 위해 더욱 발전된 디지털 전환 정책을 추진하였다. 2022년 발표된 “대한민국 디지털 전략”을 통해 “다시 도약하고, 함께 잘 사는 디지털 경제 · 사회”의 목표하에 디지털 혁신의 동력과 범위, 방식을 재설계하며 새로운 정책 패러다임을 제시하였다. 기존의 정책이 디지털 기초체력 강화에 중점을 두어 생태계 조성에 주력했다면, 글로벌 패권경쟁 속 새로운 패러다임에서는 세계 최고를 지향하는 초일류 경쟁우위 확보를 혁신 동력으로 삼았다.

기존에는 디지털 기술을 선택적으로 사용하는 요소로 인식했다면, 저성장과 저출산 · 고령화라는 환경 변화 속에서는 디지털 기술을 경제와 사회의 근본적인 체질을 바꾸는 필수 요소로 인식하고 혁신 범위를 일상으로까지 확대하였다. 또한 기존에는 공공 주도의 리더십을 강조하며 국가 계획형으로 디지털 혁신을 추진했던 반면, 새로운 패러다임에서는

89) 관계부처 합동(2022a).

〈그림 5-23〉 디지털 전환 정책으로의 패러다임 전환



자료: 관계부처 합동(2022a), p. ii.

민간 주도의 리더십과 자발적 참여를 유도하는 혁신 방식으로 변화하였다.⁹⁰⁾

이후 2024년 4월에는 ‘AI·디지털 혁신성장 전략’이 ‘대한민국 디지털 전략’의 후속 정책으로 발표되었다. 생성형 AI의 등장과 함께 광범위한 디지털 혁신이 급속하게 전개되면서 AI를 중심으로 한 대전환이 주요 디지털 전환 정책 방향으로 제시되기 시작했다. 정부는 이 전략을 통해 생성형 AI가 가져오는 새로운 산업 및 경제적 기회를 적극적으로 활용하고 관련 프로젝트를 발굴하는 데 주력하였다. 세부 과제를 살펴보면 대형 R&D 프로젝트를 추진하고 고급 인재 양성을 강화하며, 산업별 맞춤형 AI 도입·확산 방안을 마련하고 보육·교육·주거 등 일상 분야에 AI 도

90) 관계부처 합동(2022a).

〈그림 5-24〉 대한민국 디지털 전략과 AI·디지털 혁신성장 전략



자료: 관계부처 합동(2024), p. 9.

입을 지원하며 디지털 포용 문화를 개선하고자 하였다.⁹¹⁾

91) 관계부처 합동(2024).

이처럼 디지털 전환 정책은 전산화와 디지털화를 기반으로 발전해 왔으며, 최근 디지털 전환의 가속화에 따라 전략이 지속적으로 수정·보완되고 있다. 특히 최근 디지털 전환 정책이 저출산과 고령화 등의 환경 변화 속에서 전방위적인 체질 개선을 도모하는 수단으로 설계되고 있는 점은 주목할 만하다.

(2) 노동력 고령화와 관련된 디지털 전환 정책의 운영 현황 및 한계

앞서 최근 정책 패러다임이 변화하면서 저출산과 고령화 등의 환경 변화를 중요하게 인식하고 이를 정책 설계에 반영하고 있음을 확인하였다. 그러나 정책 추진에서 노동력 고령화 문제에 대한 대응이 충분히 이루어지고 있는지를 확인하기 위해서는 실제 운영 현황을 면밀히 검토할 필요가 있다.

1) 최근 디지털 전환 정책의 주요 초점

우선 정부가 현재 중점적으로 추진하고 있는 디지털 전환 정책 과제를 살펴보겠다. 2024년에 발표된 AI·디지털 혁신성장 전략은 기존의 대한민국 디지털 전략에서 파생된 정책이다. 이에 2022년에 발표된 대한민국 디지털 전략의 추진 과제와 세부 과제를 중심으로 분석하고자 한다. 정부는 5대 추진 과제로 ① 세계 최고의 디지털 역량, ② 확장하는 디지털 경제, ③ 포용하는 디지털 사회, ④ 함께하는 디지털 플랫폼 정부, ⑤ 혁신하는 디지털 문화를 설정하였으며, 이를 19개의 세부 과제로 구체화하였다.

디지털 전략의 사업 규모를 보면, 정부가 디지털 역량 강화를 통해 국

가 경쟁력을 강화하려는 의지가 엿보인다. 2023년 기준으로 디지털 전략 관련 재정 사업의 총예산 규모는 5조 8,209억 원이었으며, 이 중 디지털 역량 강화에 할당된 예산은 2조 9,678억 원으로 전체 예산의 51%를 차지하였다. 디지털 역량 강화 과제는 ① 기술패권에 대응하여 ‘6대 디지털 혁신기술’ 확보, ② 디지털 자원 충분히 확보, ③ 더 빠르고 더 안전한 네트워크 구축, ④ 디지털 인재 부국 달성, ⑤ 경계를 넘는 디지털 플랫폼 산업 육성, ⑥ 글로벌 시장을 주도하는 K-디지털의 실현 등 6개의 세부 과제로 구성된다.

특히 디지털 인재 양성 과제에 1조 45억 원이 배정되어 있으며, 이는 세부 과제 중 가장 큰 비중을 차지하는 예산 규모로 전체 예산의 17.3%를 차지한다.⁹²⁾ 이는 디지털 역량을 최우선 과제로 설정하고 인재 양성에 집중적으로 투자해 지속 가능한 디지털 경제 사회를 구축하려는 정부의 전략을 보여준다. 이는 대내외 구조 변화 속에서도 디지털 경제 사회를 지속 가능하게 운영하려는 방향성을 반영한 것이다.

그러나 디지털 인력 양성 정책은 주로 교육부를 중심으로 초·중등 및 고등교육에 중점을 두어 왔으며, 평생교육의 법적·제도적 기반은 상대적으로 미흡하다. 특히 중장년 및 고령층에 대한 디지털 전략은 디지털 격차 해소를 위한 기초소양 교육 수준에 머무르고 있다. 또한 직업훈련 역시 대학생과 취업 준비생을 주 대상으로 하고 있어, 실제 산업 및 기업 현장에서 필요로 하는 재직자 맞춤형 교육과 실습은 제한적으로 제공되고 있다.

이러한 내용은 정책 패러다임의 변화 방향과 부합하지 않는 것으로 보인다. 앞서 언급했듯이 디지털 전환 정책의 궁극적인 목표는 초일류

92) 국회예산정책처(2023).

〈표 5-8〉 디지털 전환 정책 추진 전략별 예산 현황

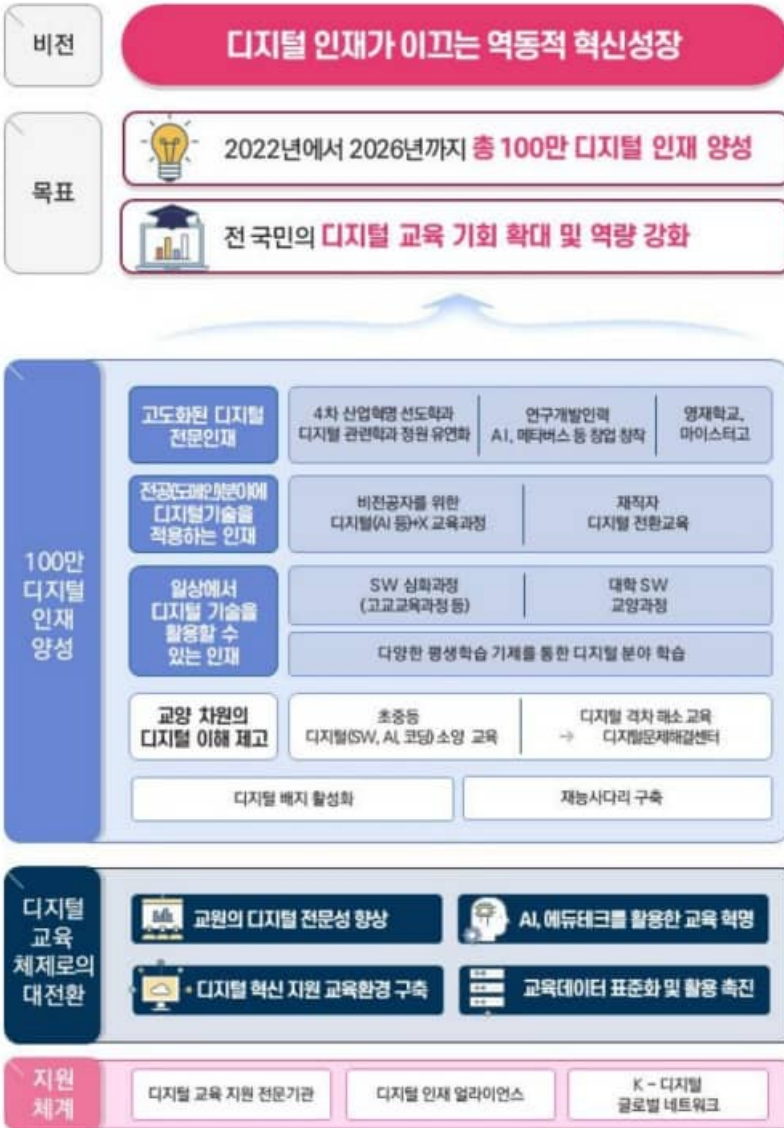
단위: 억 원, %

추진 전략	세부 전략	2023년	
		예산	비중
디지털 역량	1. 기술패권에 대응한 '6대 디지털 혁신기술' 확보	1,693	2.9
	2. 충분한 디지털 자원 확보	8,646	14.9
	3. 더 빠르고 더 안전한 네트워크 구축	1,885	3.2
	4. 100만 인재 양성으로 디지털 인재 부국 달성	10,045	17.3
	5. 경계를 뛰어넘는 디지털 플랫폼 산업 육성	5,984	10.3
	6. 글로벌 시장을 주도하는 K-디지털 실현	2,165	3.7
	소계	29,678	51.0
디지털 경제	7. 서비스업 경쟁력 강화	3,028	5.2
	8. 미래형 제조업으로 선진화	4,356	7.5
	9. 농·축·수산업의 신성장 동력화	1,623	2.8
	소계	9,067	15.6
디지털 사회	10. 더 안전하고 쾌적한 실외 터전 조성	7,838	13.5
	11. 국민 누구나 디지털 혜택 보장	3,116	5.4
	12. 디지털로 재탄생하는 지역사회 구현	91	0.2
	소계	10,873	18.7
디지털 플랫폼 정부	13. 혁신 인프라 구현 및 데이터 전면 개발·활용 촉진	5,852	10.1
	14. AI·데이터 기술 기반 정부의 일하는 방식 혁신	1,204	2.1
	15. 안전하고 신뢰할 수 있는 이용 환경 보장	581	1.0
	소계	8,488	14.6
디지털 문화	16. 민간이 주도하는 디지털 혁신문화 정착	48	0.1
	17. 혁신을 저해하는 규제 혁신 및 갈등 조정	0	0.0
	18. 디지털 경제·사회 기본 법제 마련	56	0.1
	19. 디지털 혁신의 글로벌 확산	0	0.1
	소계	104	0.2
	총계	58,209	100.0

자료: 국회예산정책처(2023), p.10 참고해 저자 정리.

주: 추진 과제 및 세부 과제 비중은 모두 전체 대비.

〈그림 5-25〉 디지털 인재 양성 전략 주요 내용



자료: 관계부처 합동(2022b), p. 6.

경쟁우위 확보이며, 혁신 범위는 일상 전반에 걸친 혁신을 포함하고 혁신 방식은 민간 주도의 참여를 기반으로 한다. 그러나 노동력 고령화가 산업과 기업에서 심각한 위기로 작용할 수 있는 상황에서 학령인구를 대상으로 장기적 효과를 기대하는 인재 양성 정책은 초일류 디지털 경쟁우위 확보를 어렵게 할 수 있다. 또한 중장년층과 고령층을 대상으로 한 디지털 교육이 교양 수준에 머무르는 것은 디지털 혁신보다는 단순한 디지털화에 그치는 것으로 디지털 전환의 범위를 일상으로 확대했다고 보기에 부족하다. 더불어 기업이 필요로 하는 재직자 맞춤형 교육과 지역 기반의 네트워크형 정책 운영도 제한적으로 이루어지고 있어 민간 주도의 혁신을 촉진하는 데에는 한계가 있다.

따라서 중장년층과 고령층의 디지털 역량을 강화하고 이들을 디지털 경제의 핵심 인력으로 활용할 수 있도록 보다 맞춤형의 포괄적 정책이 필요하다. 이를 통해 디지털 전환 정책이 모든 세대를 포괄하며 혁신의 동력을 강화하는 데 실질적으로 기여할 수 있어야 한다.

2) 노동력 고령화 관련 디지털 전환 정책 검토⁹³⁾

앞서 살펴본 바와 같이 실제 기업 현장에서 필요로 하는 디지털 전환 정책은 다소 미진한 측면이 있다. 그중 비교적 노동력 고령화로 인한 문제를 해결할 수 있는 대안으로는 재직자 디지털 전환 역량 강화, 디지털 격차 해소, 그리고 지역 기반 디지털 전환 정책이 있다. 이 중 앞의 두 정책은 세부 사업별로 지역 기반으로 이행되는 경우도 있어 세 번째 정책

93) 관계부처 합동(2022a), 국회예산정책처(2023), 관계부처 합동(2022b)을 참고해 요약·정리하였으며, 추진 현황의 교육자, 기업, 학교 수 등은 주로 국회예산정책처(2023), pp. 129-130 표의 추진 실적을 참조.

과 일부 중복되기도 한다. 이제 이러한 각 정책의 운영 현황과 그 한계를 살펴보겠다.

가. 재직자 디지털 전환 역량 강화

기업의 재직자를 대상으로 한 디지털 전환 역량 강화 정책은 재직자의 축적된 경험과 디지털 기술을 결합해 시너지 효과를 창출함으로써 노동력 고령화로 유발되는 문제를 해소하는 데 기여할 수 있다. 그러나 현재까지의 정책 운영은 이러한 목표에 미치지 못하고 있으며 다양한 한계가 존재한다.

각 부처에서는 다양한 프로그램으로 재직자의 디지털 전환 역량 강화를 추진하고 있다. 과학기술정보통신부는 디지털 마인더스 사업을 통해 디지털 전환 전문가를 육성하고 디지털 전환 기업을 대상으로 컨설팅 및 교육 등의 DX 바우처를 제공하고 있다. 추진 현황으로는 2023년 디지털 전환 전문가를 10명 양성하고 46개 기업을 대상으로 493명을 교육할 예정으로 진행되었다. 그러나 고경력 은퇴자 등을 대상으로 추진 계획을 세웠던 것과 달리, 실제로는 해당 분야에서 5년 이상 경력을 가진 이들을 대상으로 진행되었으며⁹⁴⁾ 전문가 육성 인원도 매우 제한적이었다.

다음으로 각 부처별로 산업인력 디지털 융합 역량 강화를 위한 다양한 정책이 운영되고 있다. 먼저 과학기술정보통신부는 산업인력 디지털 융합 역량 강화 사업을 통해 전통·기반산업 재직자를 대상으로 데이터 및 AI 활용 교육을 시행하고, 지역의 중소기업 재직자를 대상으로 지능화 연계 석박사 과정을 확대하였다. 추진 현황으로는 2022년 주요 산업의 데이터·AI 활용 분야에서 6,268명, 지역 지능화 혁신인재 양성 과정

94) 한국정보통신진흥협회(2023).

에서 391명을 양성하였다. 전통산업과 신산업 모두에서 실무형 전문가 양성에 초점을 두고는 있으나, 중장년층과 고령층에 특화된 교육은 여전히 미흡하며 주 대상은 임직원 전체와 중소기업 재직자들이다.

산업통상자원부는 주력 제조업 구직자·재직자를 대상으로 산업별 산업 디지털 융합 아카데미를 운영하고, 지역별로 산업 DX 협업 지원센터를 구축하고 있다. 또한 AI융합형 산업현장 기술인력 혁신 역량 강화 사업을 진행하고 있다. 추진 현황으로는 2023년 산업 DX 협업 지원센터를 5개 구축해 운영하였으며, AI융합형 산업현장 기술인력으로는 2021년 1,266명, 2022년 2,510명을 양성하였다. 이 정책은 산업현장의 기술 역량을 반영한 효율적인 사업으로 평가할 수 있지만, AI융합 혁신역량 강화 사업은 3년 이상을 대상으로 하고 있어 중장년 및 고령층을 우대하는 것은 아니다. 기존에는 경력 5년 이상을 대상으로 하였으나, 중소기업에서 해당 경력 실무진의 교육 참여가 실질적으로 어려워 대상 완화를 요청하면서 3년 이상 대상으로 변경하였다.⁹⁵⁾

중소벤처기업부는 스마트 공장 도입·공급기업을 대상으로 디지털 선도인력을 양성하고, 지역 중소기업을 대상으로 수요자 맞춤형 직무교육을 제공하고 있다. 2023년 6월 말 기준 스마트 제조인력은 8,880명, 맞춤형 현장인력은 1만 4,428명 양성하였다. 그러나 이 사업 역시 중장년 및 고령층을 타기팅한 것이 아니며, 주로 스마트 공장 관련 중소기업 재직자를 대상으로 특화된 정책이다.⁹⁶⁾

고용노동부는 디지털 기초역량 훈련 차원에서 K디지털기초역량훈련을 운영하고, 전통산업 재직자 대상으로 SW·AI 등 디지털 역량 강화 훈련을 시행하고 있다. 추진 현황으로 2024년에 K디지털기초역량훈련 이

95) 산업통상자원부(2022).

96) 이투데이(2024).

수자 8만 3,400명을 목표로 양성하고 있다.⁹⁷⁾ 그러나 해당 사업은 기초 교육 비중이 높고 디지털 전환에 특화된 제도라기보다는 디지털 분야 교육에 해당된다고 볼 수 있다.

교육부는 매치업 사업을 통해 기업과 교육기관이 협업하여 온라인 기반의 디지털 신산업·신기술 분야의 단기 교육과정을 개발·운영하고, 매치업 운영 및 이수자의 취업 연계를 활성화하고 있다. 추진 현황으로는 2022년에 매치업 교육을 2만 6,428명이 이수하였다. 이 프로그램은 전 국민을 대상으로 신산업 분야의 다양한 교육을 제공하지만 디지털 전환보다는 디지털 분야 교육에 초점이 맞춰져 있다.

교육부는 평생직업교육 거점 육성의 차원에서 우수 전문대학을 직업 전환 교육기관으로 지정하여 신증장년과 지역 산업체 재직자의 직종 전환 및 경력 재설계를 지원하고 있다. 추진 현황으로는 2023년 전문대·광역 지자체 컨소시엄 5개를 지정하여 운영 중이다.⁹⁸⁾ 이 프로그램은 신증장년층 취업 희망자를 대상으로 DX아카데미를 운영하는 측면에서 노동력 고령화 문제를 일부 해소할 수 있지만, 취업 희망자로 한정된다는 점에서는 제한적이다.

교육부는 일터-대학 순환의 촉진을 위해 디지털 신기술 분야의 재직자 교육과정을 운영하고 있으며, 재직자를 대상으로 한 학위과정 모듈화 및 이수 결과 인증을 통해 일터-대학 연계 과정을 제공하고 있다. 추진 현황을 보면 재직자 등 성인 전담 학위과정을 2022년 30개교에서 2023년 50개교로 확대하였다. 그러나 이 과정은 주로 신기술 분야에 종사하는 재직자를 대상으로 하고 있어 증장년층과 고령층을 우대하거나 특화한 프로그램은 아니다.

97) 고용노동부(2024).

98) 교육부(2023).

〈표 5-9〉 우리나라 재직자 디지털 전환 역량 강화 정책 현황 및 평가

프로그램	담당부처	추진 내용	추진 현황	평가
디지털 마이더스	과기부	<ul style="list-style-type: none"> · DX 전문가 육성 - 고경력 은퇴자 및 경력 단절 여성대상 · DX 기업 대상 DX 바우처 - 컨설팅, 교육 	<ul style="list-style-type: none"> · DX 전문가 육성 10명 예정(2023) · DX 바우처 46개 기업 493명 예정(2023) 	<ul style="list-style-type: none"> · 5년 이상 경력자 대상 · 이므로 중장년 및 고령층 우대는 아니며 교육인원도 미미한 수준
산업인력 디지털 융합 역량 강화	과기부	<ul style="list-style-type: none"> · 데이터·AI 활용 교육 - 전통·기반산업 12개 재직자 대상 · 지능화 연계 석박사 과정 확대 - 지역 중소기업 재직자 대상 · 실무형 전문가 양성 - 메타버스 수요기업 재직자 대상 	<ul style="list-style-type: none"> · 데이터·AI 활용 교육 6,268명(2022) · 지역 지능화 혁신인재과정 12개 391명(2022) · 메타버스 전문가 874명 	<ul style="list-style-type: none"> · (+) 산업실무 인재에 초점 · 산업 또는 임직원 전체, 중기 대상이라 중장년 및 고령층 특화는 아님
	산업부	<ul style="list-style-type: none"> · 산업별 산업 디지털 융합 아카데미 - 주력 제조업 구직자·재직자 대상 - 산업 DX 협업 지원센터 활용 · 산업현장 재(퇴)직 기술인력에 수준별·분야별 AI 기술 융합 교육 - 시용합형 산업현장 기술인력 혁신역량 강화 사업 	<ul style="list-style-type: none"> · 산업 DX 협업 지원센터 5개(2023) - 한국산업지능화협회'중견기업 디지털 혁신 웨비나', '중견기업 디지털 퍼실리테이터 양성과정' · 시용합형 산업현장 기술인력 혁신 역량 강화 인재 3,776명(2021~2022) 	<ul style="list-style-type: none"> · (+) 비교적 산업현장 기술 반영 · 신규 센터는 교육 미운영 · 산업/임직원 전체 대상 · 3년 이상 경력자 대상이므로 중장년 및 고령층 우대는 아님
	중기부	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 공장 도입·공급기업 재직자 대상 디지털 선도인력 양성 · 지역 중소기업 재직자 대상 수요자 맞춤형 직무교육 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 제조인력 8,880명, 맞춤형 현장인력 1만 4,428명(2023. 6) 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 공장 도입 및 중소기업 대상
	고용부	<ul style="list-style-type: none"> · K디지털기초역량훈련 운영 · 전통산업 재직자 대상 SW·AI 등 디지털 역량 강화 훈련 확대 · 집체훈련 참여 어려운 재직자 대상 디지털 분야 원격훈련 확대 	<ul style="list-style-type: none"> · K-디지털 기초역량훈련 8만 3,400명 예정(2024) 	<ul style="list-style-type: none"> · 기초교육 비중이 높고 DX특화는 아님
매치업	교육부	<ul style="list-style-type: none"> · 온라인 기반의 디지털 신산업·신기술 분야의 단기 교육과정 개발 운영 · 매치업 과정 운영 및 이수자 취업 연계 활성화(대학생, 구직자, 재직자) 	<ul style="list-style-type: none"> · 매치업 교육 2만 6,428명(2022) 	<ul style="list-style-type: none"> · 전 국민 대상 · 신산업 분야의 다양한 교육을 제공하나 DX특화는 아님
평생직업 교육거점 육성	교육부	<ul style="list-style-type: none"> · 우수 전문대학 직업 전환 교육기관(DX-academy) 지정 · 기초단위 전문대학 고등직업교육 거점지구 육성 - 신중장년/지역 산업체 재직자 대상 - 직종 전환 및 경력 재설계 교육 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · 전문대-광역 지자체 컨소시엄 5개(2023) 	<ul style="list-style-type: none"> · (+) 신중장년층 취업 희망자 대상

(계속)

프로그램	담당부처	추진 내용	추진 현황	평가
일터-대학 순환	교육부	· 학위과정 모듈화, 이수 결과 인증, 평생교육 바우처 연계 - 디지털 신기술 분야 재직자 대상	· 재직자 등 성인전담 학위과정 운영 확대(2022, 30개교)2023, 50개교)	· 신기술 분야 재직자 대상
디지털 리더십 강화	산업부	· 기업 리더 DX 역량 강화 교육 - DX 추진 고민 중인 기업 리더(국내 중소기업 임원급 대상 · 권역별 중소·중견 재직자 디지털 변화 인재 양성 - 도메인 전문가(차세대 리더) 대상	· 산업 DX 변화 추진자 과정 226명(2021~2022)	· 기업 리더 대상 · 교육 인원 미미한 수준

자료: 관계부처 합동(2022a); 국회예산정책처(2023), pp. 129-130 표의 추진 실적; 관계부처 합동(2022b); 고용노동부(2024); 교육부(2023); 산업통상자원부(2022); 한국정보통신진흥협회(2023); 이투데이(2024).

산업통상자원부는 디지털 리더십 강화를 위해 기업 리더를 대상으로 디지털 전환 역량 강화 교육을 제공하며, 국내 중소·중견기업 임원급과 차세대 리더를 대상으로 수행하고 있다. 추진 현황으로는 2021년에 106명, 2022년에 120명이 해당 프로그램을 이수하였다. 그러나 소규모 프로그램이고 교육 대상이 기업 리더에 한정되며 역시 중장년층이나 고령층에 대한 별도의 지원은 이루어지지 않았다.

재직자의 디지털 전환 역량 강화 정책의 운영 현황과 한계를 살펴본 결과 다음의 개선이 필요하다. 첫째, 현재 정책은 주로 양적 수치에 의존하여 목표와 성과를 측정하고 있는데, 여기에 질적 요소를 강화할 필요가 있다. 현재의 디지털 전환 역량 관련 정책은 주로 교육 인원 규모와 같은 양적 수치에 의존하여 목표를 설정하고 성과를 측정하고 있다. 그러나 초일류 경쟁우위 확보라는 본연의 목표를 달성하기 위해서는 교육의 질과 산업현장에서 실질적인 활용도를 높이는 방향으로 정책 목표를 구체화해야 한다. 이를 위해 교육 프로그램의 내용과 방법론이 기업 실무에서 어떻게 활용되고 있는지를 검토하고 정책 성과가 산업 혁신에 실질적으로 기여하는 방향으로 재정비할 필요가 있다.

둘째, 현 정책은 단기 경력자를 대상으로 하는 경우가 많아 고령층과 중장년층의 실질적인 디지털 전환 참여를 유도하기에는 부족하므로 이를 포괄할 수 있도록 정책 대상 범위와 내용을 보완할 필요가 있다. 실제로 고경력자를 대상으로 한 교육이 3~5년 경력자를 중심으로 진행되고 있었으며 디지털 기초소양 수준에 머무는 경우가 많았다. 따라서 중장년층 및 고령층에 대한 대상 기준을 명확히 하고, 교육 내용 역시 디지털 기초소양을 넘어 디지털 전환 기술과 창의적 기획 능력, 재직자 간 협업 및 리더십 교육, 멘토링 등으로 강화할 필요가 있다. 이를 통해 고경력자들이 디지털 환경에서 생산성을 제고하고 더 중요한 역할을 할 수 있도록 지원해야 한다.

셋째, 현재 디지털 전환의 속도와 필요성에 맞는 맞춤형 지원이 부족하므로 민간의 적극적인 참여를 촉진할 수 있는 산업별 맞춤형 디지털 전환 제도를 마련해야 한다. 예를 들어 제조업에서는 휴먼 로봇 기술이 발전하고 관련 비용이 축소되는 가운데 디지털 전환이 실질적으로 적용될 수 있는 분야에서 관련 인프라 구축 및 이를 제어할 수 있는 기술 역량을 강화하는 정책이 필요하다. 산업별로 현실에 적합한 디지털 전환 기술을 도입하고 그에 맞춘 교육 프로그램을 마련함으로써, 기업이 생산성 향상과 경영환경 개선을 달성할 수 있도록 구체적인 방안을 수립해야 한다.

넷째, 디지털 전환 역량 강화와 관련된 정책이 여러 부처에서 유사하게 추진되고 있으므로 부처 간 중복된 정책과 사업을 조정하고 협력 체계를 강화할 필요가 있다. 부처별로 유사한 정책 추진은 자원의 비효율적 분배를 유발할 수 있으므로 부처 간 역할과 책임은 차별화하되 긴밀한 협력을 통해 정책을 조정해야 한다. 부처 간 긴밀한 협력은 시너지 효과를 창출할 수 있으며 일관된 정책 추진은 정책효과를 제고할 수 있다.

나. 디지털 격차 해소

디지털 격차 해소 정책은 사회적 약자에 대한 포용 정책의 일환이다. 노동력 고령화와 직접적인 연관성은 높지 않지만 고령층을 취약계층으로 인식하고 지원함으로써 간접적으로 경제적·사회적 불평등을 완화하는 데 기여할 수 있다.

과학기술정보통신부는 디지털 배움터를 운영하여 전 국민을 대상으로 디지털 역량 강화 교육을 제공하고 있다. 추진 현황으로는 전국 17개 시도 226개 기초지자체에 디지털 배움터 1,000개를 운영하고, 고령층, 농어업인, 장애인, 다문화 등 디지털 취약계층을 위한 맞춤형 프로그램을 제공하고 있다. 이러한 프로그램은 고령층을 대상으로 하고 있지만, 교육 내용이 대부분 디지털 기초소양 수준에 그치고 있어 고령층이 경제활동에 실질적으로 기여할 수 있는 수준까지 역량을 강화하는 데에는 한계가 있다.

과학기술정보통신부는 취약계층 취업연계형 디지털 교육 사업을 통해 장애인, 고령층, 경력 단절 여성 구직자를 대상으로 실무 중심의 디지털 분야 직업훈련을 제공하고 있다. 그러나 이 사업은 디지털 취약계층 중에서도 취업을 희망하는 디지털 취약계층에 한정되어 있다.

중소벤처기업부는 중소기업·소상공인을 대상으로 온·오프라인 교육과 상생협력 기금을 통한 지원을 제공하고 있다. 또한 중장년 소상공인 디지털 전환 사업을 통해 만 40세 이상 65세 미만의 소상공인을 대상으로 컨설팅 및 솔루션 등을 제공하고 있다.⁹⁹⁾ 이는 고령층 취약계층을 대상으로 하고 있지만 심화된 교육 프로그램이라고 보기는 어렵다.

99) 서울특별시(2024).

〈표 5-10〉 우리나라 디지털 격차 해소 정책 현황 및 평가

프로그램	담당부처	추진 내용	추진 현황	평가
디지털 배움터	과기부	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 역량 강화 교육 - 실생활 중심 체험형 교육, 디지털 소양 교육 등 - 고령층, 농어업인, 장애인, 다문화 등 디지털 취약계층 맞춤 프로그램을 최소 20% 이상 개설 	<ul style="list-style-type: none"> · 전국 17개 시도 226개 기초지자체에 디지털 배움터 1,000개 운영 	<ul style="list-style-type: none"> · (+) 고령층 대상 · 기초소양 수준
취약계층 취업연계형 디지털 교육	과기부	<ul style="list-style-type: none"> · 취약계층(장애인·고령층·경력 단절 여성) 구직자를 고용수요가 있는 민간기업·협회·기관·단체 등과 매칭하여 실무 중심의 디지털 분야 직업훈련 진행 	-	<ul style="list-style-type: none"> · (+) 고령층 대상 · 구직자 대상
증장년 소상공인 디지털 전환 지원	중기부	<ul style="list-style-type: none"> · 온·오프라인 교육, 상생협력 기금을 통한 지원 - 디지털 취약계층/산업 만 40세 이상 65세 미만, 디지털 취약 산업 숙박음식점업/제조업/기타 서비스업 대상 · 소상공인 대상 DX 역량 강화 교육 및 컨설팅, 비용 지원 	-	<ul style="list-style-type: none"> · (+) 고령층 대상 · 기초소양 수준

자료: 관계부처 합동(2022a); 국회예산정책처(2023); 관계부처 합동(2022b); 서울특별시(2024).

디지털 격차 해소 정책의 운영 현황을 살펴본 결과 다음의 개선이 필요하다. 현재 증장년 및 고령층을 위한 디지털 정책은 사회적 약자를 지원하는 역할로 한정되고 기초적인 소양 증진 수준의 지원이므로 보다 다양한 접근을 통한 추가적인 시도가 필요하다. 물론 이러한 정책이 포용 정책의 일환으로 사회적 약자에게 기초적인 디지털 접근성을 제공하는 데 중요한 역할을 하고 있지만, 현재의 노동력 고령화로 일어날 수 있는 다양한 문제를 해결하는 데에는 한계가 있다. 노동인구 구조에서 고령층과 증장년층의 비중이 빠르게 증가하는 상황을 고려할 때, 이들의 경제활동 참여를 촉진하고 디지털 역량을 강화할 수 있는 추가적인 정책 마련이 시급하다. 단순한 기초교육을 넘어 이들이 디지털 경제에서 생산적으로 활동할 수 있도록 실무 중심의 심화 교육과 기술 활용 능력

배양을 위한 프로그램이 필요하다. 이러한 방향으로 정책이 보완된다면 노동력 고령화로 인한 사회적·경제적 위기에 보다 효과적으로 대응할 수 있을 것이다.

다. 지역 기반 디지털 전환¹⁰⁰⁾

지역 기반 디지털 전환 정책은 주로 청년층의 유입과 양성을 목표로 하여 지방 생태계 구축에 중점을 두고 있으므로 지방 전통산업을 중심으로 한 노동력 고령화 문제에 대한 해결책으로는 한계가 있다. 정부는 디지털 기업 1,000개 이상이 집적된 ‘국가 디지털 혁신지구’를 조성하여 기업과 인재 수요에 맞는 디지털 생태계 육성에 집중하고 있으며, 지방 대학과의 연계를 통해 디지털 인재 양성 체계를 강화하고 있다.

노동력 고령화 문제를 해결하기 위한 실질적인 대안은 오히려 재직자 디지털 전환 역량 강화와 디지털 격차 해소 정책의 지역 기반 확장에서 찾을 수 있다. 두 정책 모두 지역 맞춤형 실행 방안을 포함하고 있으며, 특히 지방 기업의 현장형 디지털 인재 확충을 위해 권역별 아카데미 구축과 산업인력 디지털 융합 역량 강화 사업이 진행되고 있다.

과학기술정보통신부는 전통·기반산업 재직자를 대상으로 교육을 제공하고, 산업통상자원부는 주력 제조업 재직자와 구직자를 대상으로 산업별 산업 디지털 융합 아카데미를 운영하며 지역별 산업 DX 협업 지원 센터를 구축하고 있다. 중소벤처기업부는 지역 중소기업을 대상으로 수요자 맞춤형 직무교육을 제공하고 있다. 그러나 이러한 정책들도 실제 사업 추진에서는 단기 경력 재직자를 대상으로 진행되며, 중장년층과

100) 관계부처 합동(2023)을 참고해 요약·정리하였다.

〈표 5-11〉 우리나라 지역 기반 디지털 전환 정책 현황 및 평가

프로그램	담당부처	추진 내용	추진 현황	평가
산업인력 디지털 융합 역량 강화	과기부	<ul style="list-style-type: none"> · 데이터·AI 활용 교육 - 전통·기반산업 12개 재직자 대상 · 지능화 연계 석박사과정 확대 - 지역 중소기업 재직자 대상 · 실무형 전문가 양성 	<ul style="list-style-type: none"> · 데이터·AI 활용 교육 6,268명 (2022) · 지역 지능화 혁신 인재과정 12개 391명(2022) 	· 중장년·고령층 특화하는 아님
	산업부	<ul style="list-style-type: none"> · 업종별 산업 디지털 융합 아카데미 - 주력 제조업 구직자·재직자 대상 · 산업 DX 협업 지원센터 활용 · 산업현장 재(퇴)직 기술인력에 수준별·분야별 AI 기술 융합 교육 - 시용합형 산업현장 기술인력 혁신 역량 강화 사업 	<ul style="list-style-type: none"> · 산업 DX 협업 지원센터 5개 (2023) - 한국산업지능화협회 '중견기업 디지털 혁신 웨비나', '중견기업 디지털 퍼실리테이터 양성 과정' · 시용합형 산업현장 기술인력 혁신 역량 강화 인제 3,776명(2021~2022) 	
	중기부	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트공장 도입·공급기업 재직자 대상 디지털 선도인력 양성 · 지역중소기업 재직자 대상 수요자 맞춤형 직무교육 	· 스마트 제조인력 8,880명, 맞춤형 현장인력 1만 4,428명(2023. 6)	
	고용부	<ul style="list-style-type: none"> · K디지털기초역량훈련 운영 · 전통산업 재직자 대상 SW·AI 등 디지털 역량 강화 훈련 확대 · 집체훈련 참여 어려운 재직자 대상 디지털 분야 원격훈련 확대 	· K-디지털 기초역량훈련 8만 3,400명 예정(2024)	
디지털 배움터	과기부	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 역량 강화 교육 - 실생활 중심 체험형 교육, 디지털 소양 교육 등 - 고령층, 농어업인, 장애인, 다문화 등 디지털 취약계층 맞춤형 프로그램을 최소 20% 이상 개설 	· 전국 17개 시도 226개 기초지자체에 디지털 배움터 1,000개 운영	<ul style="list-style-type: none"> · (+) 고령층 대상 · 기초소양 수준

자료: 관계부처 합동(2022a); 국회예산정책처(2023); 관계부처 합동(2022b); 고용노동부(2024); 산업통상자원부(2022); 이투데이(2024).

고령층의 디지털 역량 강화에 실질적으로 역할을 하는 데에는 제한적이다.

디지털 격차 해소 정책 측면에서 과학기술정보통신부는 디지털 배움터를 통해 전국 17개 시도 226개 기초지자체에서 고령층, 농어업인, 장애인, 다문화 계층 등 디지털 취약계층을 위한 맞춤형 프로그램을 제공

하고 있다. 정부는 이러한 교육 프로그램을 확대하여 2027년까지 농어촌 주민의 디지털 활용 능력을 일반 국민의 83% 수준으로 향상시키려는 목표를 가지고 있다. 그러나 이 교육 역시 기초소양 수준에 머물러 있어 고령층의 디지털 전환 역량 강화를 위한 실질적인 해결책으로는 부족하다.

지역 기반 디지털 전환 정책의 운영 현황을 살펴본 결과 다음의 개선이 필요하다. 현재 지방 디지털 혁신 생태계 조성 정책은 지방 소멸 문제를 해결하기 위한 청년층 유입과 양성에 주로 초점을 맞추고 있어, 중장년 및 고령층의 역할을 강화하는 방향으로 정책의 범위를 확장할 필요가 있다. 이들이 지역 산업에서 기여할 수 있는 방안을 마련하는 것이 필수적이다.

또한 지역의 재직자 디지털 전환 역량 강화 정책과 디지털 격차 해소 정책은 중장년 및 고령층을 충분히 포괄하지 못하거나, 교육 수준이 제한적이었다. 지역 기반 정책이 실질적인 성과를 내기 위해서는 이러한 정책들이 중장년 및 고령층으로 하여금 지역 산업에서 디지털 전환 심화 기술을 활용할 수 있도록 보완되고 확대되어야 한다. 이를 위해 지역 지원센터를 통해 지역 기업들의 수요를 적극 반영하고 맞춤형 직무 교육을 제공할 필요가 있다. 이러한 지역 기반 정책을 통해 중장년 및 고령층이 산업과 기업 성장에 더 적극적으로 기여할 수 있도록 지원해야 한다.

(3) 소결

본 장의 제2절에서는 먼저 디지털 전환 정책을 검토하였다. 디지털 전환 정책의 발전 과정에서 정부는 정보화·인터넷 시기를 거쳐 모바일·방송통신 융합 시기에 이르기까지 디지털 인프라를 구축하고 디지털 생

태계 기반을 형성해 왔다. 이러한 기반 위에서 디지털 심화기에 접어들면서 디지털 역량 강화 정책을 본격적으로 추진하고 있다. 특히 코로나 19 팬데믹 이후 정부는 새로운 정책 패러다임을 제시하며 디지털 혁신의 동력과 범위, 방식을 재설계하였다. 혁신 동력으로는 초일류 경쟁우위 확보를 설정하고 디지털 기술을 경제와 사회의 근본적인 체질을 바꾸는 필수 요소로 보고 혁신 범위를 일상으로까지 확대하였으며, 민간 주도의 자발적 참여를 유도하는 방식으로 정책 운영 방식을 전환하였다. 이후 AI를 도입한 보다 혁신적인 디지털 전략을 추가로 제시하면서 관련 전략을 지속적으로 보완해 나가고 있다. 이처럼 최근 디지털 전환 정책은 저출산과 고령화 등의 환경 변화 속에 전방위적인 혁신을 도모하는 수단으로 재설계되고 있다.

다음으로 실제 정책 운영이 이러한 정책 패러다임 변화의 방향과 부합하는지 살펴보았다. 현재 디지털 전환 정책은 디지털 역량 강화에 초점을 맞추고 있으며 그중에서도 정부는 100만 인재 양성으로 디지털 인재 부국을 달성하고자 하는 강력한 의지를 보이고 있다. 그러나 이러한 디지털 인력 양성 정책은 초·중등 및 고등교육과 청년층 취업에 중점을 두고 있어, 중·고령층¹⁰¹⁾의 디지털 역량 강화와 이들의 경제적 참여를 촉진하는 데에는 여전히 제한적이다.

노동력 고령화 문제를 해결하기 위해 활용 가능한 대안으로는 재직자 디지털 전환 역량 강화, 디지털 격차 해소, 지역 기반 디지털 전환 정책 등이 있으나, 현 정책 운영에는 여전히 개선해야 할 부분이 많이 있다.

첫째, 중·고령층 재직자 대상 디지털 전환 교육의 실효성 제고가 필요하다. 중·고령층이 실제로 참여할 수 있는 교육 환경을 조성하고 이

101) 여기서 중·고령층 근로자는 50대 이상 근로자를 의미한다.

들의 특성과 요구를 반영한 맞춤형 교육과정을 설계해야 한다. 현재 일부 교육이 단순히 교육 인원을 충족하기 위한 형식적인 운영에 그치고 있어 이를 개선해야 한다. 중·고령층이 산업현장에서 디지털 전환에 적응할 수 있도록 구체적이고 체계적인 운영 방안을 마련해야 한다. 또한 교육 내용 측면에서도 디지털 기초소양을 넘어 디지털 전환 기술, 창의적 기획 능력, 재직자 간 협업 및 리더십 교육, 멘토링 등 실제 현장에서 요구되는 다양한 내용을 포함해야 한다. 이를 통해 중·고령층이 디지털 환경에서 생산성과 경쟁력을 강화하고 조직 내의 역할을 강화할 수 있도록 지원해야 한다.

둘째, 현재 중·고령층을 대상으로 한 정책은 사회적 약자를 지원하는 역할에 한정되는 경우가 많아 보다 다양한 접근 방식의 시도가 필요하다. 사회적 약자 포용 정책은 기초적인 디지털 접근성을 강화한다는 점에서 의미가 있지만, 노동력 고령화로 인해 발생하는 다양한 문제를 해결하기에는 부족하다. 중·고령층의 경제활동 참여를 촉진하고 이들의 디지털 역량을 강화할 수 있도록 실질적이고 포괄적인 정책을 마련해야 한다. 이를 위해 디지털 기술 활용 교육, 실무 중심의 맞춤형 프로그램, 창업 지원 및 멘토링 체계 구축 등의 방안이 도움이 될 수 있다.

셋째, 지역 기반 디지털 전환 정책의 보완과 확대가 필요하다. 현 지역 정책은 청년층 중심의 지방 생태계 구축에 초점을 맞추고 있어 지역 전통산업의 노동력 고령화로 인한 애로사항의 해결책으로는 한계가 있다. 디지털 기술을 활용해 지역사회의 문제를 해결하거나 중장년층에 대한 창업 및 프로젝트 참여 기회를 확대해야 한다. 이를 위해 지역 지원 센터를 중심으로 지역 기업의 수요를 반영하고 맞춤형 직무 교육을 제공할 필요가 있다.

결론적으로 디지털 전환 정책이 전 세대를 포괄하며 경제적·사회적

혁신을 촉진하기 위해서는 재직자의 디지털 역량 강화, 디지털 격차 해소, 지역 기반 디지털 전환 정책이 중·고령층에 맞게 보다 실질적이고 포괄적으로 강화되어야 한다. 이를 위해 정책의 이행 과정에서 면밀한 점검 체계를 구축하고 성과 평가 시 질적 요소를 반영해 운영 상황을 지속적으로 보완해야 한다. 이를 통해 중·고령층이 디지털 경제의 핵심 인력으로 자리 잡아 노동력 고령화로 인한 문제를 해결하고 지역 및 산업 기반의 생산성과 지속 가능성을 높이는 데 기여할 수 있도록 해야 한다.



1. 요약 및 시사점

(1) 연구 결과 요약

한국의 고령화는 전례 없이 빠른 속도로 진행되고 있으며, 이는 산업의 생산성과 효율성에 중대한 영향을 미친다. 디지털 전환은 국가의 혁신 역량을 높이기 위한 수단으로 여겨진다. 본 연구는 한국이 직면한 두 가지 주요한 구조적 변화, 즉 디지털 전환과 노동력 고령화의 산업별 영향과 상호관계를 분석하여 노동력 고령화를 고려한 디지털 전환의 정책 방향과 산업정책 설계에 필요한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

먼저 한국의 노동력 고령화는 국제사회의 흐름에서도 두드러지게 가속화되고 있다. 시기별로 살펴보면 2000년 이후 한국의 50대 이상 근로자(취업자)의 비중이 주요국에 비해 급격히 증가하고 있음을 알 수 있다. 국내 산업별로 살펴보면, 제조업보다 서비스업의 고령화가 더욱 심화되

었으며 서비스업의 50대 이상 근로자의 비중이 높게 나타난다. 제조업 중에서는 ICT산업의 평균연령이 가장 낮으나 가장 빠르게 고령화되고 있다는 점이 눈에 띈다. 서비스업 중에서는 보건·사회복지서비스산업이 포함되어 있는 사회서비스업의 평균연령이 약 47세에 육박하며 가장 고령화가 심화된 산업으로 나타났다. 이는 50대 이상 중·고령층의 재취업 가능성이 높기 때문으로 보인다.

이러한 노동력 고령화가 노동생산성에는 어떠한 영향을 줄 것인가에 대한 의문이 제기된다. 본 연구에서는 산업·연령별 패널자료를 구축하고 Feyrer(2007)의 방법론을 활용하여 노동력 연령 분포와 노동생산성의 관계를 살펴보았다. 그 결과 노동력 고령화로 40대 근로자가 50대로 이동할 경우 노동생산성이 감소하는 것으로 나타났으며 제조업에서의 영향이 유의미하게 나타났다. 기간별로 살펴보면 2015년 이후 50대 이상 근로자의 비중 증가가 노동생산성을 통계적으로 유의하게 감소시키는 것으로 나타났으며, 이것은 디지털 전환을 비롯한 다양한 환경 변화의 영향으로 해석된다.¹⁰²⁾

한편 한국의 디지털 전환 수준에 대해 살펴보면, 해외 여러 기관에서 평가한 한국의 디지털 전환은 비교적 높은 수준을 나타내고 있다. 우리나라는 정부 주도의 디지털 전환이 특징적이어서 공공기관의 디지털 수준이 높게 나타난다. 따라서 전국적으로 디지털 인프라 구축이 잘되어 있으며, 디지털 기술 개발에 대한 정부의 R&D 지원을 통해 다른 국가들에 비해 상대적으로 많은 기술 특허를 보유하고 있다는 장점이 있다. 하

102) 2016년 세계 경제 포럼(World Economic Forum)에서 '4차 산업혁명'이라는 개념이 발 표된 이후 디지털 기술에 대한 투자가 중요한 요소로 자리 잡았으며, 한국 역시 디지털 기술 관련 투자를 꾸준히 늘려 왔다. 2015년 이후 IMD에서 발표하는 디지털 경쟁력 지 수의 한국 순위를 살펴보면, 2015년 18위에서 2023년 6위까지 꾸준히 상승한 모습을 볼 수 있다.

지만 한국은 상대적으로 디지털 인력이 부족하며 새로운 기술을 받아들여 활용하고자 하는 의지가 적은 것으로 나타났다. 특히 인력 측면에서 교육 수준이 높음에도 불구하고 디지털 인력의 다양성이 부족할 뿐만 아니라 소수 인력에 의지하고 있다는 점이 지적되었다.

이어서 국내 산업별 디지털 전환 현황을 살펴보면, 2022년 기준 디지털 기술을 활용하고 있는 기업의 비중은 전체의 약 14% 수준으로 나타났다. 시간이 지남에 따라 그 비중이 상승하는 패턴을 보이며 디지털 전환 추진 기업이 지속해서 늘어나고 있는 상황이다. 기업 규모로 살펴본 것은 300인 이상 대기업의 디지털 기술 활용 비중이 높았으며, 디지털 기술 도입 비율 역시 빠르게 상승했다. 이는 규모가 큰 기업일수록 디지털 전환 속도가 빠르다는 것을 시사한다.

디지털 전환이 기업 성과에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 본 연구에서는 기업활동조사의 디지털 핵심기술 사용 여부¹⁰³⁾ 자료를 활용하여 기업 성과(매출, 생산성, 비용 및 고용)에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과 기업의 디지털 전환으로 대부분 산업에서 매출 상승 효과가 나타났으나 산업에 따라서는 고용에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 디지털 전환으로 인한 고용의 복원효과보다 대체효과가 높게 나타남을 시사한다.

이러한 디지털 전환의 성과에는 다양한 요인과의 상호작용이 있겠지만, 본 연구에서는 노동력 고령화 관점에서 보고자 한다. 즉 디지털 전환으로 대체되는 연령대는 무엇이며 노동력 고령화가 디지털 전환에 어떠한 영향을 주는지에 대한 질문에 답하기 위해 디지털 전환과 노동력 고령화의 상호작용을 살펴보았다.

103) 본 연구의 디지털 전환은 10개의 디지털 핵심기술을 활용하는지에 대한 여부로 정의된다(3장 2절 참고).

먼저 실태조사를 통하여 현재 디지털 전환 기업 중 50대 이상 근로자의 비중이 높은 고령인력 기업¹⁰⁴⁾의 디지털 전환 특징을 살펴보았다. 고령인력 기업은 비고령인력 기업에 비해 다양한 디지털 기술을 활용하지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 주목할 만한 부분은 고령인력 기업의 디지털 전환 효과에 대한 평가이다. ICT산업을 제외한 대부분의 산업에서 디지털 전환 효과에 대해 비고령인력 기업의 평균에 비해 높거나 비슷하다고 응답하였다. 이것은 고령인력 기업의 디지털 전환 효과가 낮을 것이라는 일반적인 통념과 반대되는 결과이다.

그러나 디지털 전환 도입 결정에서는 노동력 고령화가 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고령인력 기업은 비고령인력 기업에 비해 디지털 전환 기술을 도입하는 확률이 낮게 나타났다. 게다가 고령 근로자는 비고령 근로자에 비해 디지털 자본 대체성이 높게 나타나 장기적으로 디지털 자본의 가격이 하락한다면 고령 근로자가 상대적으로 쉽게 대체되는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 노동력 고령화가 디지털 전환 도입에 부정적 요인일 뿐 아니라, 반대로 디지털 전환 역시 고령 노동자에게 긍정적인 방향으로 작용하지 않음을 시사한다.

지역의 고령화 속도와 디지털 전환을 살펴보더라도 수도권에 비해 고령화 속도가 빠른 비수도권 지역의 디지털 전환 관련 서비스업의 유치 및 성과가 현저히 낮은 수준으로 나타났으며, 이는 다시 지역 성장 측면에서 수도권과 비수도권의 격차를 늘리는 효과를 가져오는 것으로 분석되었다. 디지털 전환은 지역발전의 핵심 요인임에도 불구하고 비수도권의 디지털 전환 관련 인프라 구축 및 인력 유인이 적은 것이다.

이러한 실태조사를 바탕으로 본 연구에서는 노동력 고령화가 진행되

104) 기업의 근로자 중 50대 이상 근로자의 비중이 40% 이상인 기업으로 정의된다(4장 1절 (1)의 2) 실태조사 개요 부분을 참고).

는 상황에서 디지털 전환 정책이 나아가야 할 방향을 제시하고자 한다. 정책을 살펴보기에 앞서 현재 기업들의 디지털 전환(이하 DX) 인력¹⁰⁵⁾ 운용 현황과 고령화 시대에 대응한 고령 근로자에 대한 DX 교육·훈련 현황을 살펴보았다. 소재산업과 사회서비스업의 50대 이상 DX 인력 비중이 전체 근로자 중 10% 내외를 보이며 높은 수준을 보였으나, 그 외 산업군에서 고령 근로자의 DX 인력 비중은 2~6% 사이로 낮게 나타났다. 또한 대부분 산업군에서 DX 교육·훈련을 시행한다고 응답한 기업의 비중이 10% 이내로 나타났으며, 특히 50대 이상 근로자를 교육·훈련한다는 응답이 타 연령대에 비해 현저히 낮게 나타났다. 교육·훈련을 시행하지 않는 기업들은 주로 교육으로 인한 업무 공백을 우려하였으며, 적절한 프로그램이 부재하다고 응답하였다. 또한 기업들은 DX 인력 채용 시 50대 이상 근로자에 대한 비선호가 뚜렷하게 나타나 전공이나 경력보다 연령을 우선 고려한다는 것을 알 수 있었다. 즉, 기업은 디지털 전환 인력으로 50대 이상 중·고령 근로자에 대한 선호가 낮으며 이는 낮은 디지털 전환 교육·훈련 참여로 나타난다.

다음으로 우리나라의 디지털 전환 정책이 노동력 고령화를 충분히 고려하고 있는지 살펴보았다. 현재 중·고령층 근로자를 대상으로 하는 정책은 크게 세 가지이다. 우선 재직자의 디지털 전환 역량 강화를 목표로 하는 정책이며 현재 각 부처에서 이를 위한 다양한 교육 프로그램을 운영하고 있다. 그러나 주로 단기 경력자를 중심으로 설계되어 실제 50대 이상의 고령 근로자는 정책 대상과 거리가 있으며, 교육 내용이 디지털 기초소양 수준에 머물러 있어 실무에 활용할 수 있는 실질적인 디지털

105) 디지털 전환 인력이란 디지털 기술 전문가를 포함하여 기업의 디지털 기술 도입으로 그 기술을 단순 이용·활용하는 인력까지 포함한다. 5장 1절 (1) 디지털 전환 인력 현황 참고.

역량을 배양하는 데에는 부족함이 있다.

이러한 문제는 디지털 격차 해소를 위한 정책에서도 동일하게 나타난다. 이 정책은 고령층을 디지털 취약계층으로 정의하고 맞춤형 프로그램을 제공하고 있으나 역시 기초교육에 중점을 두고 있어 산업현장에서 활용 가능한 실무 능력을 제고하는 데에는 한계가 있다. 디지털 기술 습득이 중·고령 근로자의 생산성 향상이나 직무 적응으로 이어지기 위해서는 보다 심화된 내용의 교육이 필요할 것으로 보인다.

마지막은 지역 기반 디지털 전환 정책이다. 이 정책은 지역 전통산업을 중심으로 디지털 생태계를 육성하는 것을 목적으로 하고 있으며 지역 소멸을 우려하여 청년층의 지역 유입과 청년 인재 양성을 목표로 하고 있다. 이를 위해 전통산업 재직자를 대상으로 디지털 전환 교육을 제공하고 지역별 산업 DX 협업 지원센터 등을 운영하고 있으나, 이러한 정책 역시 주로 단기 경력자를 대상으로 설계·집행되고 있어 중·고령 근로자의 디지털 역량 강화라는 목표를 달성하기에는 한계가 있다고 할 수 있다.

(2) 정책 시사점

본 연구에서는 디지털 전환과 노동력 고령화의 산업별 영향과 상호관계를 다양한 관점에서 분석하였다. 분석 결과 노동력 고령화는 디지털 전환과의 상호작용에서 여러 부정적인 면이 있는 것으로 나타났다. 물론 디지털 전환을 가속화하기 위해 노동력 고령화 문제를 해결하는 것이 하나의 대안이 될 수 있으나, 이는 우리나라 인구 고령화에서 기인한 구조적 문제여서 단기적으로 해결하기 어려운 과제이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 장기적인 관점에서 국가 차원의 종합적이

고 체계적인 대책이 필요하다. 본 연구는 이러한 장기적 해결 방안이 마련되기까지의 과도기에 초점을 맞춰, 디지털 전환 과정에서 노동력 고령화로 인한 부정적 영향을 최소화하고 중·고령 근로자가 디지털 전환에 적극적으로 기여할 수 있는 정책 방향을 제시하고자 한다.

1) 디지털 전환 인재 정책의 대상 범위와 프로그램 확대

중·고령층 근로자의 디지털 역량 강화를 위해서는 디지털 전환 인재 정책의 대상 범위와 프로그램을 보다 포괄적으로 확대할 필요가 있다. 현재의 디지털 인력 양성 정책은 주로 고등교육 및 청년층 대상 취업 지원에 초점을 맞추고 있다. 지역 단위의 디지털 전환 정책 역시 지역 소멸을 방지하기 위한 청년 인재 유입에 중점을 두고 있다. 이러한 정책 방향은 디지털 기술에 친숙하고 활용 역량이 높은 젊은 세대를 지원함으로써 디지털 인재를 효과적으로 양성하려는 전략적 접근으로 해석할 수 있다.

본 연구의 분석 결과에서도 상대적으로 비고령 근로자의 비율이 높은 기업의 디지털 기술 도입 확률이 높은 것으로 나타났다. 또한 디지털 자산은 50대 이상의 고령 근로자와 대체관계에 있는 것으로 나타났다. 이는 디지털 전환이 가속화되고 디지털 자산의 비용이 하락할 경우 고령층 근로자가 대체될 가능성이 높음을 시사한다. 반면 50대 미만의 비고령 근로자는 디지털 자산과의 대체관계에서 통계적으로 유의미한 연관성을 보이지 않았다. 이러한 결과만으로 볼 때 디지털 인재 양성의 초점을 젊은 근로자에 맞추는 것이 타당해 보일 수 있다.

그러나 현재 한국 사회는 노동력의 고령화가 빠르게 진행되고 있으며 중·고령 근로자의 비중이 지속적으로 증가하는 추세다. 이러한 상황에

서 중·고령층 근로자를 디지털 환경에서 배제하는 방식은 한계가 있다. 오히려 중·고령 근로자의 디지털 역량을 강화함으로써 디지털 자산의 보완성을 높이고 이를 통해 생산성을 제고하는 전략이 장기적으로 더 효과적이고 지속 가능할 것이다.

더불어 중·고령층 근로자를 대상으로 체계적인 디지털 교육을 통해 이들의 디지털 역량을 향상시킨다면 기업이 디지털 전환을 더욱 적극적으로 추진할 가능성이 높아진다. 이는 디지털 전환에 따른 생산성 향상 효과를 극대화하는 데에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 중·고령층은 현재 디지털 인재 정책의 중심 대상은 아니다. 현행 재직자 대상 디지털 전환 정책조차 경력이 3~5년 정도인 재직자를 주요 대상으로 하여 중·고령 근로자를 포괄하지 못하는 한계가 있다. 또한 연령별로 제공되는 교육 프로그램의 수준에도 차이가 있어 고등 교육기관을 통한 전문 교육은 주로 젊은 층에 국한되는 반면, 중·고령층에게 제공되는 디지털 교육은 기초 수준에 머무는 경우가 많다.

그렇기에 디지털 기술의 실질적 활용과 이를 통한 생산성 증대를 위해서는 재직자를 대상으로 한 보다 전문적이고 심화된 디지털 교육 프로그램이 필요하다. 현재 젊은 세대를 위한 디지털 교육은 산·학·연 연계를 통해 실무 중심의 인재 양성을 목표로 설계되고 있다. 마찬가지로 중·고령 근로자를 대상으로 한 디지털 교육 역시 체계적이고 단계적인 접근을 통해 실질적인 성과를 낼 수 있도록 설계되어야 한다. 중·고령층을 위한 디지털 훈련 프로그램은 산업현장의 실질적 요구를 반영하고 이들의 생산성 향상을 도모할 수 있는 전문적이고 세부적인 계획 아래 시행될 필요가 있다. 이러한 정책 변화는 디지털 전환을 촉진하는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

2) 산업 및 기업 특성에 따른 디지털 전환 경로 설계 지원

정부는 기업이 산업 및 기업의 특성에 맞춘 디지털 전환 수준을 설정할 수 있도록 지원할 필요가 있다. 산업별·기업별로 요구되는 디지털 전환의 수준과 방향이 상이하기 때문에, 이를 체계적으로 지원하는 정책이 효과적으로 디지털 전환을 촉진할 수 있을 것으로 보인다.

산업 특성에 따라 필요한 디지털 기술과 그 활용 수준은 크게 다르다. 반도체, 정보통신기기 등 ICT산업은 디지털 기술의 연구·개발을 위한 고도의 역량을 요구하지만, 음식·숙박업과 같은 개인서비스업은 이미 개발된 기술을 활용하는 수준에서도 생산성 향상을 도모할 수 있다.

실태조사에 따르면 제조업에서는 클라우드 컴퓨팅 외에도 플랫폼, 로보틱스, IoT 등의 다양한 기술이 활용되는 반면, 서비스업에서는 클라우드 컴퓨팅과 플랫폼 기술이 집중적으로 도입되었다. 세부적으로는 기계 제조업에서 AI 기술의 도입이 활발했으며, 교육 및 사회복지서비스업에서는 5G 기술의 도입이 두드러졌다. 이처럼 산업별로 필요한 기술과 활용 수준이 다르다는 점이 정책 설계 시 고려되어야 한다.

또한 기업의 특성 역시 정책 설계에서 중요한 요소이다. 앞서 언급했듯 기업의 근로자 연령구조는 디지털 전환 수준에 영향을 미친다. 중·고령 근로자 비중이 높은 기업은 다양한 디지털 기술 활용도가 낮은 경향을 보였는데, 이는 중·고령 근로자의 디지털 활용 역량에 기인한 것으로 해석된다. 그러나 이러한 기업들의 디지털 전환 효과에 대한 만족도는 전체 평균과 유사하거나 더 높게 나타났다. 이는 중·고령 근로자가 많은 기업도 디지털 기술 도입에 대한 유인이 충분하나 근로자 연령구조로 인해 기술 다양화에 제약을 받는 상황을 반영한다.

기업 규모 또한 디지털 전환의 속도와 접근 방식에 중요한 영향을 미

친다. 대기업은 자원과 인재 활용 측면에서 우위를 가져 디지털 전환 비중이 높으며 전환 속도도 빠르게 상승하는 추세를 보였다. 이는 디지털 인프라 구축, 전문 인재 채용 및 교육에 필요한 초기 투자와 자원의 가용성이 크기 때문이다. 특히 대기업은 젊은 근로자가 상대적으로 많고 연령구조가 다양하여 디지털 기술 적용에 유리한 환경을 갖추고 있다. 반면 중소기업은 자원과 인프라가 제한적이고 노동력 고령화가 더욱 빠르게 진행되고 있어 디지털 전환에서 상대적으로 어려움을 겪는다. 특히 디지털 전문 인력 부족과 초기 투자 여건의 제약으로 인해 디지털 기술 도입과 활용이 제한적인 상황이다.

이러한 점들을 고려했을 때 정부는 산업별 디지털 전환 요구와 기업 특성을 반영하여 차별화된 지원 정책을 마련해야 한다. 무엇보다 각 산업과 기업 특성에 맞는 디지털 전환 경로 설정을 지원하는 일이 중요하다. 개별 기업은 디지털 전환에 어떻게 접근해야 하는지에 대해 어려움을 겪을 수 있다. 필요하지 않은 기술 도입으로 비용만 늘어날 수도 있고 준비되지 않은 상황에서 무리한 기술 도입으로 인한 생산성 하락을 경험할 수도 있다. 이러한 디지털 전환 도입 실패를 막기 위해서는 산업별로 필요한 디지털 기술과 활용 수준을 파악해 기업 특성에 맞는 디지털 기술을 도입 및 활용할 수 있도록 디지털 기술 컨설팅과 같은 지원이 필요하다. 기업에 따라 디지털 전환 경로 설정이 선행된 후 맞춤형 재정 지원 및 인력 지원 등이 행해진다면 더욱 효과적으로 디지털 전환을 촉진시킬 수 있을 것이다.

3) 기업의 재직자를 위한 디지털 전환 교육·훈련 지원

근로자 고령화로 인해 중장년층 근로자의 비중이 증가하는 상황에서

디지털 교육 및 훈련의 핵심 목적은 이들이 디지털 기술을 효과적으로 활용하여 실질적으로 생산성을 향상시킬 수 있도록 역량을 강화하는 데 있다. 그러나 산업별로 필요한 디지털 기술의 종류와 활용 수준이 상이하기 때문에 범용적인 디지털 전환 프로그램만으로는 각 산업의 특화된 기술을 습득하기에 한계가 있다.

젊은 세대는 고등교육을 통해 자신의 분야에서 요구되는 디지털 기술을 체계적으로 습득하는 반면, 현재 산업현장에서 근무 중인 재직자들은 변화하는 디지털 기술에 대한 별도의 학습과 훈련이 필요한 상황이다. 이를 고려할 때 가장 효과적인 접근법은 각 기업이 자신들이 활용 중인 디지털 기술에 대해 재직자를 대상으로 맞춤형 훈련을 제공하는 것이다.

그러나 실태조사에 따르면 디지털 전환 관련 교육 및 훈련을 시행 중인 기업은 전체의 약 12% 내외에 불과하며, 특히 50대 이상 중·고령 근로자를 대상으로 한 교육 시행 비중은 다른 연령대에 비해 현저히 낮은 수준이었다. 기업 입장에서는 50대 이상 근로자에 대한 교육 및 훈련에 투자할 유인이 상대적으로 부족하다. 이는 30대와 40대의 경우 잔여 근무 기간이 길고 경제활동의 핵심 시기에 있어 디지털 기술 교육을 통해 업무 생산성을 향상시키려는 동기와 필요성이 크지만, 50대 이상의 근로자는 잔여 근무 기간이 짧아 디지털 교육의 투자 대비 효과에 대한 회의감이 작용하기 때문이다.

그러나 현재 상황을 국가적 관점에서 살펴볼 필요가 있다. 한국은 인구 고령화가 지속되는 가운데 은퇴 연령이 점차 상승하면서 고령층의 경제활동 기간은 계속해서 늘어날 것으로 전망된다. 디지털 전환이 가속화되는 환경에서 중·고령층 근로자가 디지털 취약계층으로 남을 경우 이로 인한 사회적 비용은 상당할 것이다. 기업은 이익의 극대화를 목표로 하기 때문에 이러한 사회적 비용을 내재화하지 않으며, 결과적으로

중·고령 근로자 대상 디지털 교육에 대한 유인은 매우 제한적이다.

따라서 정부는 중·고령 근로자의 디지털 역량 강화를 위해 기업에 실질적이고 충분한 인센티브를 제공할 필요가 있다. 이를 위해서는 단순한 재정 지원을 넘어 기업이 직면한 어려움을 종합적으로 진단하고 이를 해결할 수 있는 맞춤형 정책을 설계하는 방향으로 나아가야 한다.

본 연구에 따르면 기업들은 재직자 디지털 전환 훈련과 관련해 업무 공백을 가장 큰 우려 요인으로 지적하였다. 또한 적절한 훈련 프로그램의 부재와 관련 정보 부족이 주요 장애 요인으로 언급되었다. 이러한 현실을 고려할 때, 기업의 디지털 전환 훈련을 촉진하기 위해서는 기업의 세제 혜택이나 훈련비 보조금과 같은 재정 지원뿐만 아니라 대체인력 지원, 훈련 시간의 유연한 조율, 산업 간 협력을 통한 훈련 프로그램 등 기업의 장애 요인에 대응할 필요가 있다.

이러한 종합적인 지원은 기업의 중·고령 근로자를 대상으로 하는 디지털 교육 및 훈련을 확대하는 데 도움이 될 것이며, 결과적으로 기업의 생산성을 높일 것이다. 나아가 디지털 기술을 갖춘 고령층의 경제활동이 활발해짐에 따라 디지털 전환 과정에서 중·고령층이 제한 요인으로 작용하는 문제를 해소하고 국가적으로 지속 가능한 경제 성장을 지원할 수 있을 것이다.

4) 디지털 전환 관련 중·고령층에 대한 인식 개선

연구 결과에 따르면 기업들은 중·고령 근로자의 디지털 기술 활용에 대한 부정적인 시각을 가지고 있는 것으로 나타났다. 연령대별 디지털 전환 교육 및 훈련 실시 여부를 살펴보면, 50대 이상 고령층 근로자를 대상으로 디지털 전환 교육을 한다는 응답은 다른 연령대에 비해 현저

히 낮았다. 더욱이 디지털 전환 전담 인력 채용 과정에서 비선호 기준으로 가장 중요한 요소는 전공, 비용, 경력보다도 연령이었다. IT 전공자인 50대 이상 근로자는 직무 전환 교육을 받은 IT 비전공자인 40대보다 낮은 선호도를 보인다는 점이 확인된다.

이러한 인식은 비단 기업에만 국한된 것은 아니다. 한국의 디지털 전환 인재 정책을 분석해 보면, 정부 역시 디지털 인재 양성의 초점을 주로 젊은 세대에 맞추고 있음을 알 수 있다. 젊은 세대들은 디지털 전환 시대 요구에 부응하기 위해 다양한 수준과 고도화된 기술에 대한 교육을 제공받으며 디지털 기술 활용 역량을 체계적으로 발전시키고 있다. 반면 중·고령층에 대해서는 기초 수준의 디지털 교육이 주를 이루고 있다. 이는 중·고령층의 디지털 적응도가 낮다는 인식에 기인한 것으로 보인다.

물론 중·고령층의 디지털 친밀도가 일반적으로 청년층에 비해 낮은 것은 사실이다. 그러나 이를 근거로 중·고령 근로자의 디지털 인재로서의 잠재력을 과소평가해서는 안 된다. 실제로 실태조사에서 ICT 제조업의 디지털 전환 교육 및 훈련 성과에 대한 응답 결과 50대 이상 근로자들이 가장 높은 훈련 성과를 보였다. 이러한 결과는 ICT 제조업과 같이 디지털 기술 의존도가 높은 산업에서 50대 이상 근로자가 다른 산업의 동일 연령대에 비해 상대적으로 높은 디지털 역량을 보유하고 있고 그로 인해 교육 성과가 높았을 것으로 해석된다. 이것은 중·고령 근로자들이 디지털 전환 시대에 경쟁력 있는 인재로 성장할 수 있는 잠재력을 가지고 있음을 시사한다.

중·고령층의 디지털 전환 가능성을 저평가하는 기업과 정부의 인식은 노동력 고령화가 심화되는 상황에서 디지털 전환 촉진을 저해하는 요인으로 작용할 수 있다. 이러한 인식 아래 중·고령층 근로자가 디지털 교육 및 훈련에서 배제되거나 디지털 관련 업무에서 대체된다면 중·고

령층의 디지털 역량을 강화하기는 점점 더 어려워질 것이다. 이는 단순히 중·고령층 근로자의 경쟁력을 약화시키는 데 그치지 않고, 전체 노동시장에서 숙련된 인력이 점차 감소하는 결과를 초래할 수 있다.

결론적으로 기업과 정부는 중·고령층이 디지털 전환 시대에 기여할 수 있도록 그 잠재력을 다시 재평가할 필요가 있으며, 중·고령 근로자의 성공 사례를 발굴하고 확산하여 디지털 전환이 특정 세대에 국한되지 않는다는 인식을 확산시킬 필요가 있다. 노동력 고령화 시대의 디지털 전환은 중·고령층의 배제가 아니라 이들의 참여를 통해 더욱 성공적으로 이루어질 수 있다. 따라서 기업과 정부는 이들의 디지털 역량을 강화하고 활용하기 위한 노력을 확대해야 한다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구는 고령화와 디지털 전환이라는 두 가지 중요한 구조적 변화를 살펴보고, 그 상호작용 분석을 통해 노동력 고령화를 고려한 디지털 전환 정책 방향을 제시하기 위한 기초자료를 제시한다. 본 연구는 특히 디지털 전환과 노동력 고령화에 대한 다층적 분석을 시행하고, 그 결과를 바탕으로 노동력 고령화를 고려한 디지털 전환 정책 방향을 제시한다는 점에서 기여점이 있다. 그럼에도 불구하고 여러 한계점이 존재함을 밝힌다.

먼저 본 연구는 노동력 연령 분포가 노동생산성에 미치는 영향의 경로를 파악하기 위해 부가가치를 물적자본과 인적자본, 그리고 총요소생산성으로 분해한 후, 노동력 고령화가 노동생산성의 구성 요소인 자본축적, 총요소생산성 등에 미치는 효과의 크기를 정량적으로 측정하였

다. 이를 통해 노동력 고령화가 노동생산성에 미치는 영향에서 구체적인 경로의 중요성을 파악할 수 있다는 데에서 다른 연구와 차별점을 가진다. 다만 실증분석에 사용한 산업별 연령구조 자료가 고용보험에 가입한 근로자만을 포함하여 대표성에 한계를 가지며, 인구구조의 변화가 노동력 연령 분포에 반영되려면 상당한 시간이 걸린다는 점을 고려하면 비교적 시계열이 짧다는 점도 아쉬운 부분이다. 또한 분석에서 외생적인 변수로 고려한 산업별 노동력 연령 분포가 상당 부분 내생적일 수 있어 이를 엄밀하게 통제하고 외생적인 인구구조의 변화와 노동력 고령화의 경제적 영향을 살펴보는 것은 향후 연구 과제로 남긴다.

디지털 전환의 기업 성과 연구 부분에서 Borusyak et al.(2024)의 방법을 이용하여 기존 DID 분석의 한계를 개선한 점은 연구의 기여라고 할 수 있다. 하지만 관측치의 부족으로 디지털 전환의 장기적 효과를 분석하지 못한 점은 연구의 한계로 남는다. 추후 충분한 관측치가 확보된다면 디지털 전환 시점과 이력에 따른 효과를 기업군별로 나누거나 별도로 추정하여 비교할 수 있을 것이다. 이때 현재의 평균적인 수준의 차이(상수항의 차이)로 추정되는 DID하에서의 추정에서 나아가 디지털 전환이 기울기에 미치는 영향에 대해서도 분석을 시도할 수 있을 것으로 판단된다.

더불어 본 연구는 산업 노동자 고령화와 디지털 전환에 관한 초입 단계의 연구로서 둘의 대체성을 분석한다는 점에서 그 의의가 있지만 여러 한계점도 존재한다. 첫 번째로 본 연구는 비용 측면에서 측정한 교차 탄력성으로서 생산에 관한 해석이 부재하다. 근로자의 숙련도 혹은 디지털 자본 도입으로 인한 생산성 증가 등의 효과가 본 연구에서는 고려되지 못했다. 추후 좀 더 기술 및 생산성 측면을 반영한 생산함수 가정을 통해 이러한 부분을 고려한다면 좀 더 의미 있는 결과가 도출될 수 있을 것이다.

더불어 균형 모형이 아니라는 점에서 디지털 전환이나 산업인력 고령화의 외부효과가 고려되지 못한 점 또한 연구의 한계로 볼 수 있다. 본 연구에서는 디지털 전환의 고용효과에서 기존 노동자가 대체되는 효과를 중심으로 분석했다. 하지만 Acemoglu and Restrepo(2019)에서 말하는 재배치 효과(reinstatement effect)처럼 디지털 전환으로 인하여 새로운 분야가 생기게 되고 이 분야에서 노동이 다시 경쟁우위를 갖게 되면 노동 수요가 증가하는 측면도 생길 수 있다. 이러한 점이 고려되지 않았다는 점에서 본 연구는 한계가 존재하며 앞으로 균형 모형 등의 좀 더 다양한 시장효과를 고려해야 할 것으로 보인다.

데이터의 정합성 문제도 있다. 결합비용함수 추정은 데이터의 구축 수준에 따라 더욱 현실과 가까운 교차탄력성 추정이 가능하다. 본 연구에서 사용된 데이터는 산업연관표, 국민대차대조표, 고용행정통계, 고용형태별근로실태조사 등 많은 출처의 데이터를 연계하여 사용하고 있다. 이 과정에서 데이터의 오염이 일어날 수 있고, 서로 다른 출처 데이터 간의 정합성 문제가 발생할 수 있다. 따라서 앞으로의 연구에서는 데이터의 정합성을 높이는 방안에 대해서 심도 있는 고민이 필요할 것으로 생각된다.

마지막으로 노동력 고령화와 관련된 보다 세부적이고 정밀한 연구를 위해서는 기존의 노동 및 고용 관련 통계들의 개선이 필요해 보인다. 노동력 고령화 관련 연구를 위해서는 사업체 또는 기업체 단위 근로자의 연령구조를 파악할 수 있어야 하는데, 기존의 조사 통계들로는 근로자의 연령구조와 관련된 정보가 미흡하다. 산업별 근로자의 연령구조 또는 평균연령을 파악할 수 있는 조사 통계로 인구총조사(5년 단위, 가계 대상), 지역별 고용조사(반기 단위, 가계 대상), 고용형태별근로실태조사(연간 단위, 사업체 대상) 등이 있으나, 산업별 모집단의 특성이나 세부

산업별 정보를 파악하는 데에는 한계가 있다. 또 행정통계인 고용보험 통계를 활용할 수도 있으나, 고용보험 가입자로 한정된 제한적 범위의 정보여서 모집단의 정보를 대표하는 것으로 보기 어렵다. 물론 사업체 또는 기업체 단위에서 파악한 노동(고용) 관련 정보가 과소평가되었을 가능성도 있어 산업연관표의 부속표인 고용표에서 기업체 단위의 통계 보다는 가구 단위의 통계를 활용하고 있는 실정이다. 그러나 고령화 추세가 뚜렷해지고 있으므로 산업 단위에서 노동력 관련 연구를 정밀하게 수행하기 위해서는 사업체 또는 기업체 단위의 연령구조와 관련된 모집단의 정보를 파악할 수 있어야 할 것이다. 이를 위해 기존의 조사 통계에서 기업체 또는 사업체 단위의 종사자 연령 정보를 수집할 수 있도록 하고, 경제총조사와 같은 대규모 조사 통계에서도 이와 관련된 조사 항목을 추가하는 것에 대해 적극 검토할 필요가 있다.

참고문헌

- 강소량 외(2019), 「장노년층 디지털역량 실태와 정보화 교육과정 운영방향」, 서울시50플러스재단.
- 강종구(2024), “인구 고령화가 산업별 노동 생산성에 미치는 영향-비선형적 영향을 감안한 분석”, 「노동경제논집」, 47(1), pp. 25-50.
- 고용노동부(2024), “디지털 훈련의 첫걸음 ‘K-디지털 기초역량훈련’으로 시작하세요”, 보도자료, 4월 26일.
- 과학기술정보통신부(2022), “대한민국 디지털 전략 발표”, 보도자료, 9월 27일.
- _____(2024), “지방 디지털 혁신에 '24년 총 5,770억원 투자”, 보도자료, 1월 18일.
- 관계부처 합동(2020), “「한국판 뉴딜」 종합계획 -선도국가로 도약하는 대한민국으로 대전환”, 보도자료, 7월 14일.
- _____(2022a), “대한민국 디지털 전략”, 보도자료, 9월 28일.
- _____(2022b), “디지털 인재양성 종합방안”, 보도자료, 8월 22일.
- _____(2023), “디지털로 재탄생하는 지방시대를 위한 지방 디지털 경쟁력 강화 방안 - 디지털 중심의 지방발전체계(DREAM) 구축”, 보도자료, 10월 23일.
- _____(2024), “AI G3 도약을 위한 AI· 디지털 혁신성장 전략-대한민국 디지털 전략 2.0”, 보도자료, 4월 4일.
- 교육부(2023), “2023년 직업전환교육기관(DX-Academy) 지정· 운영 시범사업 선정결과 발표”, 보도자료, 6월 26일.
- 국회예산정책처(2023), 「2022회계연도 결산 주요 사업 분석 (3) 디지털 전환 정책 및 주요 사업 분석」, 7월.
- 기획재정부(2021), “정부 합동 「한국판 뉴딜 2.0 추진계획」 발표”, 보도자료, 7월 15일.
- 김기민 (2018), “사업체 근로자의 연령구성이 생산성과 인건비에 미치는 영향”, 「경영과 정보연구」, 37(1), 대한경영정보학회, pp. 123-138.
- 김보민· 박철성(2019), “한국의 인구고령화와 노동생산성에 관한 연구 - 일본의 경험을 바탕으로”, 「동북아경제연구」, 31(1), 한국동북아경제학회, pp.

41-75.

- 김성환·도연우(2019), “한국 기업에서 4차 산업혁명 기술 도입이 고용에 미치는 영향 분석”, 「경영경제연구」, 41(3), pp. 167-188.
- 김종기 외(2021), 「디지털 전환 가속화에 따른 ICT산업의 신성장전략」, 산업연구원.
- 김종훈(2022), 「디지털 전환의 국내외 추진현황 및 정책적 시사점」, 한국산업기술진흥협회.
- 김주영 외(2019), 「인구구조 변화에 따른 산업구조와 노동시장 변화 분석 및 정책과제」, 연구보고서 2019-925, 산업연구원.
- 김주훈 외(2020), 「4차 산업혁명과 제조지원서비스의 발전: 제조업과 ICT의 융합」, 서비스경제연구시리즈 2020-03, 한국개발연구원.
- 김현호·이재현·김도형(2021), “국가위기 대응을 위한 지방소멸 방지전략의 개발”, 연구보고서 2021-08, 한국지방행정연구원.
- 문영만(2023), “4차 산업혁명 기술의 활용 실태 및 고용효과-기업규모와 지역(수도권/비수도권)을 중심으로”, 「지역사회연구」, 31(2), pp. 93-114.
- 박미경·이홍재·차용진(2023), “인구감소 대응 디지털 정책의 우선순위 분석과 함의”, 「정책분석평가학회보」, 33(1), pp. 1-25.
- 박지원 외(2023), 「주요국의 산업별 디지털 전환이 노동시장에 미치는 영향」, 대외경제정책연구원.
- 방하남 외(2005), 「인구 고령화와 노동시장 변화 및 노동정책과제」, 정책연구보고서 2005-08, 한국노동연구원.
- 배진원 외(2022), 「디지털 전환 시대의 새로운 산업입지 전략 연구」, 연구보고서 2022-27, 산업연구원.
- 산업통상자원부(2022), “2022년 「AI 융합형 산업현장기술인력 혁신역량강화」 사업 시행계획”, 1월.
- _____(2023), “첨단산업 생태계 구축을 위한 15개 국가첨단산업단지 조성”, 보도자료, 3월 15일.
- 석진홍·박우성(2014), “인력 고령화가 기업의 생산성과 인건비에 미치는 영향”, 「노동정책연구」, 14(3), 한국노동연구원, pp. 79-104.

- 송영근 · 박안선 · 심진보(2022), 「디지털 전환의 개념과 디지털 전환 R&D의 범위」, 한국전자통신연구원.
- 송지환 · 안미소 · 남현숙(2023), 「SW융합 실태조사」, 소프트웨어정책연구소.
- 신관호 · 황윤재(2005), “인구구조의 변화가 총노동생산성에 미치는 영향”, 「경제분석」, 11(2), 한국은행, pp. 1-34.
- 심혜정(2020), “한국 제조업의 서비스화 현황과 해외 진출 사례”, 「TRADE BRIEF」, No. 6, 한국무역협회.
- 안선영 · 김동현(2014), “노동력의 고령화는 노동생산성을 저하시키는가?: 한국 사례에 대한 실증분석”, 「한국경제연구」, 32(4), pp. 157-181.
- 양오석 · 김창근(2023), “기업의 디지털 전환이 기업성과에 미치는 영향: 고객 가치의 매개효과를 중심으로”, 「경영권설팅연구」, 23(5), pp. 113-133.
- 양서영(2024), “기업인력 고령화의 영향 및 시사점”, 「산은조사월보」, 제825호, KDB산업은행 미래전략연구소.
- 양희인(2022), 「포스트코로나 시대 디지털 대전환과 사회변화 전망」, 한국지능정보사회진흥원.
- 오윤환 · 강태원(2023), “제조기업의 신기술 도입 전략 분석: 국내 스마트생산 사례를 중심으로”, 「한국혁신학회지」, 18(1), pp. 97-117.
- 이상현 외(2019), 「디지털 전환에 대응한 국내 제조혁신역량 분석과 정책과제」, 산업연구원.
- 이성훈 외(2022), 「2022 디지털 정보격차 실태조사」. 과학기술정보통신부.
- 이소라 · 강성우(2024), “한국의 디지털 전환 현주소와 정책 방향”, 「월간 KIET 산업경제」, 9월, Vol.312, 산업연구원
- 이준영 · 김영민(2024), 「디지털 전환 기술 도입의 지역 · 산업별 기업 효과」, 산업연구원.
- 전국경제인연합회(2022), “제조업 근로자 고령화”, 보도자료, 10월 26일.
- 정대회(2015), 「자본과 노동 간 대체탄력성의 추정: 노동소득분배에 대한 함의를 중심으로」. 한국개발연구원.
- 정미애 · 홍정임(2022), 「기술혁신형 중소기업의 디지털전환 실태와 시사점」, 과학기술정책연구원.

- 정호진 · 황운중(2024), “디지털 전환 기술 도입 및 활용이 기업의 성과에 미친 영향”, 「기업과혁신연구」, 47(1), 조선대학교 지식경영연구원, pp. 21-35.
- 조정환(2022), “이중차분법(Difference in Difference)을 활용한 4차 산업혁명의 고용 영향 연구”, 「산업경제연구」, 35(5), pp. 913-930.
- 지은정(2012), “OECD 15 개국 청년고용과 중고령자 고용의 대체관계”, 「Korean Journal of Social Welfare」, 64(4), 한국사회복지학, pp. 233-259.
- 통계청(2020), 「기업활동조사 통계정보보고서」.
- _____(2024), 「2022년 기준 기업활동조사 보고서」.
- 한국은행(2021), 「디지털 전환이 생산성 및 고용에 미치는 영향」.
- 한국산업기술진흥협회(2023), 「기업의 디지털전환 추진현황 및 실태조사」.
- 한국생산성본부(2022), 「산업 디지털 전환(DX) 실태조사」.
- 한국중견기업연합회(2021), 「중견기업 디지털 전환 실태조사」, 산업통상자원부.
- 허재준 · 이영수 · 서환주(2003), 「정보통신기술과 숙련노동」. 한국노동연구원.
- 황인창 · 손재희(2023), 「보험산업 디지털전환 설문조사」, 보험연구원.

- Abdallah, Y. O., E. Shehab, and A. Al-Ashaab(2021), “Understanding digital transformation in the manufacturing industry: A systematic literature review and future trends”, *Product Management & Development*, 19(1), pp. 1-12.
- Acemoglu, D. and P. Restrepo(2019), “Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor”, *Journal of economic perspectives*, 33(2), American Economic Association, pp. 3-30.
- _____(2020), “Robots and jobs: Evidence from US labor markets”, *Journal of political economy*, 128(6), The University of Chicago Press, pp. 2188-2244.
- Aly, H.(2020), “Digital transformation, development and productivity in developing countries: is artificial intelligence a curse or a blessing?”, *Review of Economics and Political Science*, 7(4), pp. 238-256.
- Autor, D. H., F. Levy, and R. J. Murnane(2003), “The skill content of recent

- technological change: An empirical exploration”, *The Quarterly Journal of economics*, 118(4), pp. 1279-1333.
- Avila-Gutiérrez, M. J. et al.(2020), “Eco-Holonic 4.0 Circular Business Model to Conceptualize Sustainable Value Chain towards Digital Transition”, *Sustainability*, 12(5), pp. 18-89.
 - Bernanke, B. S. and R. S. Gürkaynak(2001), “Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil Seriously”, *NBER Macroeconomics Annual*, 16, pp. 11-57.
 - Bhattacharya, M. and R. Smyth(2001), “Aging and Productivity Among Judges: Some Empirical Evidence from the High Court of Australia”, *Australian Economic Papers*, 40(2), pp. 199-212.
 - Boarini, R., M. Mira d’Ercole, and G. Liu(2012), “Approaches to Measuring the Stock of Human Capital”, OECD Statistics Working Papers 2012/04.
 - Borowiecki, M. et al.(2021), *The impact of digitalisation on productivity: Firm-level evidence from the Netherlands*, OECD Economics Department Working Papers No.1680, OECD.
 - Borusyak, K., X. Jaravel, and J. Spiess(2024), “Revisiting event-study designs: robust and efficient estimation”, *Review of Economic Studies*, 91(6), pp. 3253-3285.
 - Christensen, L. R., D. W. Jorgenson, and L. J. Lau(1973), “Transcendental Logarithmic Production Frontiers”, *Review of Economics and Statistics*, 55(1), pp. 28-45.
 - CISCO(2019), *APAC SMB Digital Maturity Index*.
 - _____(2020), *APAC SMB Digital Maturity Index*.
 - Cutler, D. M. et al.(1990), *An Aging Society: Opportunity or Challenge*, Brookings Papers on Economic Activity, 1990(1), pp. 1-73.
 - Diamond, A.(1986), “The Life-cycle Research Productivity of Mathematicians and Scientists”, *Journal of Gerontology*, 41(4), pp. 520-525.
 - EIU(2022), *The Inclusive Internet Index 2022 Methodology Report*, Economist

Intelligence Unit.

- Fair, R.(1994), “How Fast Do Old Men Slow Down?”, *The Review of Economics and Statistics*, 76(1), pp.103-118.
- Feyrer, J.(2007), “Demographics and productivity”, *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), MIT Press Direct, pp. 100-109.
- Gal, P. et al.(2019), “Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries”, OECD Economics Department Working Papers, No.1533, OECD.
- Graetz, G. and G. Michaels(2018), “Robots at work”, *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), pp. 753-768.
- Hall, R. E. and C. I. Jones(1999), “Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others?”, *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), pp. 83-116.
- IDC(2015), *IDC Predictions 2015 - Accelerating Innovation and Growth on the 3rd Platform*, International Data Corporation.
- IMD(2023), *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2023*, International institute for Management Development.
- IMF(2018), *Measuring the digital economy*, IMF policy paper.
- Kalwij, A., A. Kapteyn, and K. De Vos(2010), “Retirement of older workers and employment of the young”, *De Economist*, 158, pp. 341-359.
- Lindh, T. and B. Malmberg(1999), “Age Structure Effects and Growth in the OECD, 1950-1990”, *Journal of Population Economics*, 12(3), pp. 431-449.
- Littlefield, M.(2016), “Making Digital Transformation a Reality: Connecting CEO Vision with Technology Innovation”, *LNS Research*, July 25.
- Liu, Y. and N. Westelius(2016), “The Impact of Demographics on Productivity and Inflation in Japan”, IMF Working Paper WP/16/237.
- Mulligan, C. B. and X. Sala-i-Martin(1997), “A labor income-based measure of the value of human capital: An application to the states of the United States”, *Japan and the World Economy*, 9(2), pp. 159-191.

- Müller, J.(2020), “Enabling Technologies for Industry 5.0”, European Commission, pp. 8-10.
- Portulans Institute(2023), *Network Readiness Index 2023*.
- Scarth, W.(2002), “Population Aging, Productivity, and Living Standards”, Banting, K., A. Sharpe, and F. St-Hilaire ed., in *The Review of Economic Performance and Social Progress: Towards a Social Understanding of Productivity*, Kingston and Montreal: McGill-Queen’s University Press.
- Sorbe, S. et al.(2019), *Digital dividend: Policies to harness the productivity potential of digital technologies*, OECD.
- Tang, J. and C. MacLeod(2006), “Labour force ageing and productivity performance in Canada”, *Canadian Journal of Economics*, 39(2), pp. 582-603.
- Tortoise(2023), *The Global AI Index: Methodology Report*, Tortoise Intelligence.
- Van Dalen, H. P., K. Henkens, and J. Schippers(2010), “Productivity of Older Workers: Perceptions of Employers and Employees”, *Population and Development Review*, 36(2), pp. 309-330.
- Wong, W. K.(2001), “Economic Growth: A Channel Decomposition Exercise”, National University of Singapore Working Paper No. 0101.
- Wooldridge, J. M.(2010), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press.

- 고용노동부 고용노동통계, <http://laborstat.moel.go.kr/>(접속일: 2024. 5. 23).
- 기획재정부 시사경제용어사전. <https://www.moef.go.kr/sisa/dictionary/detail?idx=2047>(접속일: 2024. 10. 6).
- 서울특별시(2024), “2024년 중장년 소상공인 디지털 전환 지원사업, 지금 신청하세요!”, 3월 15일, <https://news.seoul.go.kr/economy/archives/549793> (접속일: 2024. 6. 17).
- 이투데이(2024), “중진공, ‘스마트공장 재직자 장기심화과정’ 교육생 350명 모집”, 4월 24일, <https://www.etoday.co.kr/news/view/2353477>(접속일:

2024. 6. 17).

- 정보통신정책연구원 ITSTAT 산업 및 연계표(KSIC-SNA), <https://www.itstat.go.kr/itstat/kor/brmp/BrmpList.html#>(접속일: 2024. 10. 7).
- 통계청 국가통계포털, <https://kosis.kr/index/index.do>(접속일: 2024. 4. 20).
- 통계청 서비스업조사, <https://kosis.kr/index/index.do>(접속일: 2024. 7. 11).
- 통계청 인구총조사, <https://kosis.kr/index/index.do>(접속일: 2024. 7. 11).
- 통계청 인구동향조사, <https://kosis.kr/index/index.do>(접속일: 2024. 7. 11).
- 통계청 지역소득, <https://kosis.kr/index/index.do>(접속일: 2024. 9. 23).
- 통계청 MDIS 기업활동조사, <https://mdis.kostat.go.kr/>(접속일: 2024. 9. 20).
- 포스트지속가능연구소, “지방 소멸과 벤처플랫폼을 통한 지역균형발전 방안”, <https://isr.postech.ac.kr/index.php/archives/13195>(접속일: 2024. 8. 4).
- 한국고용정보원 고용행정통계, <https://eis.work.go.kr/eisps/main/index.do>
(접속일: 2024. 5. 23).
- 한국은행 경제통계시스템, <https://ecos.bok.or.kr/>(접속일: 2024. 5. 23).
- 한국은행 블로그, “제조업의 서비스화, 제조업의 신성장 동력”, <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/B0000347/view.do?nttId=10084383&menuNo=201106&pageIndex=1>(접속일: 2024. 5. 29).
- 한국정보통신진흥협회(2023), “디지털 마이더스 양성 교육 교육생 모집”, <https://www.allforyoung.com/posts/31053>(접속일: 2024. 6. 17).
- 한국평가데이터(KoDATA)(접속일: 2024. 9. 10).
- e-나라지표, “지역별 인구 및 인구밀도”, https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1007(접속일: 2024. 6. 21).
- EIU The Inclusive Internet Index, <https://impact.economist.com/projects/inclusive-internet-index>(접속일: 2024. 6. 21).
- FDM Group, “TOP5 Digital Transformation Trends for 2023”, <https://www.fdmgroup.com/news-insights/digital-transformation-trends/>(접속일: 2024. 6. 21).
- ITSTAT 2022 4차 산업혁명 지표 인포그래픽, <https://www.itstat.go.kr/itstat/kor/board/BoardDetail.html>(접속일: 2024. 6. 21).

- OECD data-explorer, <https://data-explorer.oecd.org>(접속일: 2024. 6. 18).
- OECD 통계 <https://www.oecd-ilibrary.org/statistics>(접속일: 2024. 4. 20).
- Tortoise Global AI Index, <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai>(접속일: 2024. 6. 21).

부 록

1. 산업별 연령대 비중 추이(2007~2023)
2. 산업별 고용보험 취득·상실자 수 비중 추이
3. 국제기관 평가지표 세부 평가 구성 요소
4. 디지털 전환 성과 추정 결과
5. 디지털 전환 추진 및 고용 실태조사 조사표
6. ICT 자본과 고령 근로자 간의 대체성 분석 부록표
7. 디지털 전환 인력 실태조사: 고령인력 기업



부록 1. 산업별 연령대 비중 추이(2007~2023)

〈부표 1-1〉 제조업(기계, 소재) 연령별 비중 추이(30대 이하)

단위: %

산업군	기계			소재					
	자동차	기타 기계 장비	기타 운송 장비	비금속 광물 제품	1차 금속	화학 (의약품 제외)	의료용 물질	섬유 제품	의료정밀 광학시계
2007	58.5	61.1	54.0	49.9	45.1	58.4	76.8	45.3	71.0
2008	55.8	59.4	55.9	48.2	44.2	57.2	76.3	41.9	69.4
2009	52.3	57.6	56.2	46.4	43.2	55.3	75.3	38.9	67.5
2010	50.1	56.3	54.2	44.9	43.1	53.3	74.6	36.5	66.6
2011	48.5	55.3	52.6	43.8	43.3	54.4	73.6	34.1	65.6
2012	47.1	54.0	51.9	42.6	43.6	52.8	72.2	31.6	64.2
2013	45.8	52.3	51.4	41.0	43.4	52.4	71.4	29.5	62.5
2014	44.7	51.2	50.5	39.3	42.9	52.2	70.7	27.6	61.3
2015	44.0	50.0	50.0	38.0	42.7	51.9	69.5	26.8	60.1
2016	42.7	48.7	48.3	37.1	42.3	51.8	68.9	26.1	59.1
2017	41.3	48.0	45.4	35.9	41.4	51.3	68.2	25.4	58.3
2018	39.6	47.3	42.6	34.1	40.6	50.8	67.4	24.9	57.6
2019	38.1	45.8	40.5	33.5	39.8	50.5	66.7	24.7	56.5
2020	35.9	44.0	38.1	32.4	38.7	49.3	65.7	25.5	54.9
2021	35.4	42.7	35.5	31.8	37.9	47.9	64.9	26.4	53.8
2022	34.7	41.0	32.6	31.4	37.5	47.3	63.9	26.2	52.0
2023	35.6	40.5	32.5	33.4	38.1	47.4	63.2	28.4	50.6

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-2〉 제조업(ICT, 기타) 연령별 비중 추이(30대 이하)

단위: %

산업군	ICT		기타						
	전자 컴퓨터 통신장비	전기 장비	식품료품	의복, 가죽, 가방 및 신발	목재나무, 펠프 및 종이	인쇄 기록매체	고무 및 플라스틱	금속 가공	가구 및 기타 제조업
2007	79.6	61.0	52.0	53.3	47.8	60.8	55.4	53.5	55.1
2008	78.5	59.4	49.9	50.5	45.6	58.6	53.2	51.8	53.0
2009	77.1	58.2	48.3	48.4	43.3	56.6	51.4	50.1	50.8
2010	76.1	57.3	45.0	43.5	39.8	51.8	49.6	48.3	48.7
2011	75.0	54.7	46.7	46.3	41.5	54.5	47.6	46.4	46.4
2012	73.8	52.5	43.3	40.9	38.4	49.1	46.1	44.9	44.6
2013	72.6	50.7	41.9	38.6	36.6	46.5	44.9	43.3	42.9
2014	71.0	49.4	40.5	36.8	35.0	43.6	43.7	41.6	41.9
2015	69.2	48.1	39.4	36.1	34.2	41.9	42.4	40.2	40.6
2016	67.3	47.5	38.9	35.1	33.6	40.7	41.4	38.7	39.7
2017	65.3	46.3	38.3	34.3	33.1	39.3	40.3	37.5	38.6
2018	63.6	45.6	38.3	33.6	32.4	38.1	39.0	36.3	37.9
2019	61.5	45.1	38.6	33.4	31.8	37.1	38.1	34.9	37.4
2020	59.0	44.1	38.1	33.3	30.9	35.3	36.8	33.2	36.2
2021	57.1	44.3	38.1	33.2	31.3	34.1	36.5	32.4	36.2
2022	55.3	43.3	37.6	32.2	31.3	32.9	35.8	31.7	35.8
2023	53.3	43.1	38.2	32.5	34.0	32.9	37.5	34.8	37.4

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-3〉 제조업(기계, 소재) 연령별 비중 추이(40대)

단위: %

산업군	기계			소재					
	자동차	기타 기계 장비	기타 운송 장비	비금속 광물 제품	1차 금속	화학 (의약품 제외)	의료용 물질	섬유 제품	의료정밀 광학시계
2007	32.2	27.7	28.8	30.2	33.8	28.4	16.9	34.5	22.1
2008	33.9	28.3	26.6	30.3	33.7	28.9	17.0	35.9	23.1
2009	36.0	28.8	25.6	30.8	33.9	29.9	17.4	36.9	24.0
2010	36.2	28.5	26.1	30.5	32.7	29.6	17.7	36.6	24.1
2011	35.7	27.9	26.3	29.9	31.0	29.8	18.3	36.2	24.4
2012	35.2	27.7	26.6	29.7	29.7	29.1	19.2	36.0	25.0
2013	34.4	27.9	26.7	29.7	28.9	28.5	19.6	35.5	26.0
2014	33.8	28.0	27.1	30.0	28.5	28.1	20.2	35.3	26.4
2015	32.7	28.0	27.2	29.8	28.0	27.5	21.0	34.0	26.7
2016	31.9	27.9	27.9	29.5	27.2	26.9	21.4	32.7	26.8
2017	31.3	27.5	29.4	29.0	26.5	26.5	21.8	30.9	26.7
2018	30.9	27.2	30.5	28.3	25.6	26.0	22.2	29.4	26.4
2019	30.4	27.2	31.2	27.4	25.0	25.4	22.3	27.6	26.6
2020	30.5	27.8	32.0	27.2	25.5	25.6	22.7	26.5	27.2
2021	30.0	28.0	32.9	26.7	25.9	25.6	23.2	24.8	27.4
2022	29.6	28.2	33.3	26.2	26.4	25.4	23.5	23.3	27.9
2023	28.9	27.9	32.5	25.0	26.7	25.1	23.7	21.5	28.2

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-4〉 제조업(ICT, 기타) 연령별 비중 추이(40대)

단위: %

산업군	ICT		기타						
	전자 컴퓨터 통신장비	전기 장비	식음료품	의복, 가죽, 가방 및 신발	목재나무, 펠프 및 종이	인쇄 기록매체	고무 및 플라스틱	금속 가공	가구 및 기타 제조업
2007	17.1	28.4	29.8	29.6	32.0	27.2	30.4	30.6	29.6
2008	17.8	28.8	30.4	30.6	32.6	28.4	31.4	31.0	30.3
2009	18.7	29.1	30.8	30.8	33.3	29.5	32.2	31.3	30.9
2010	19.1	28.9	30.0	30.3	32.5	31.0	32.5	31.1	31.2
2011	19.4	29.4	30.6	30.5	33.0	30.3	32.5	30.8	31.3
2012	20.0	29.9	29.8	30.2	32.2	31.7	32.3	30.5	31.5
2013	20.6	30.1	29.4	29.7	31.9	32.4	32.0	30.1	31.8
2014	21.8	30.7	29.5	29.2	31.7	33.3	31.9	30.2	31.7
2015	23.0	30.4	29.1	27.9	31.0	33.2	31.7	29.9	31.2
2016	24.3	30.1	28.5	26.7	30.2	32.5	31.2	29.5	30.5
2017	25.6	29.9	27.7	25.7	29.4	32.2	30.5	29.0	29.8
2018	26.5	29.2	26.7	24.5	28.5	31.4	29.8	28.6	28.9
2019	27.5	28.5	25.9	23.0	27.6	30.7	29.1	28.2	27.9
2020	29.1	28.5	25.6	21.9	27.2	30.4	29.2	28.3	27.5
2021	29.8	27.9	24.8	20.8	26.0	29.4	28.6	27.8	26.5
2022	30.7	27.9	24.3	19.9	24.9	28.4	28.2	27.5	25.8
2023	31.5	27.6	23.7	19.4	23.3	27.2	27.0	25.8	24.5

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-5〉 제조업(기계, 소재) 연령별 비중 추이(50대 이상)

단위: %

산업군	기계			소재					
	자동차	기타 기계 장비	기타 운송 장비	비금속 광물 제품	1차 금속	화학 (의약품 제외)	의료용 물질	섬유 제품	의료정밀 광학시계
2007	9.2	11.2	17.2	19.9	21.1	13.2	6.3	20.2	6.9
2008	10.4	12.3	17.5	21.5	22.0	13.9	6.8	22.2	7.5
2009	11.7	13.6	18.2	22.8	22.8	14.8	7.3	24.2	8.5
2010	13.7	15.2	19.7	24.6	24.2	17.1	7.7	26.8	9.2
2011	15.8	16.9	21.1	26.3	25.7	15.8	8.1	29.7	10.0
2012	17.7	18.3	21.5	27.7	26.7	18.1	8.6	32.5	10.9
2013	19.8	19.8	21.8	29.4	27.7	19.2	9.0	35.1	11.6
2014	21.5	20.7	22.4	30.8	28.6	19.8	9.2	37.1	12.3
2015	23.3	22.1	22.8	32.2	29.3	20.7	9.5	39.2	13.3
2016	25.4	23.4	23.8	33.4	30.4	21.4	9.7	41.3	14.1
2017	27.4	24.5	25.2	35.2	32.0	22.2	10.0	43.6	15.1
2018	29.4	25.5	26.9	37.6	33.7	23.2	10.4	45.7	16.0
2019	31.5	26.9	28.3	39.1	35.2	24.1	11.0	47.7	16.9
2020	33.5	28.2	29.9	40.4	35.8	25.1	11.5	48.0	17.9
2021	34.7	29.4	31.6	41.5	36.2	26.6	11.9	48.8	18.8
2022	35.6	30.8	34.1	42.4	36.0	27.3	12.6	50.5	20.1
2023	35.5	31.6	35.0	41.6	35.2	27.5	13.1	50.0	21.1

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-6〉 제조업(ICT, 기타) 연령별 비중 추이(50대 이상)

단위: %

산업군	ICT		기타						
	전자 컴퓨터 통신장비	전기 장비	식품료품	의복, 가죽, 가방 및 신발	목재나무, 펄프 및 종이	인쇄 기록매체	고무 및 플라스틱	금속 가공	가구 및 기타 제조업
2007	3.3	10.6	18.2	17.1	20.3	12.0	14.2	16.0	15.3
2008	3.7	11.8	19.6	18.9	21.8	13.0	15.5	17.3	16.8
2009	4.2	12.8	20.9	20.8	23.4	13.9	16.4	18.5	18.3
2010	4.9	13.8	25.0	26.3	27.7	17.2	17.9	20.6	20.1
2011	5.6	15.9	22.8	23.3	25.5	15.2	20.0	22.8	22.3
2012	6.2	17.6	26.9	29.0	29.4	19.2	21.7	24.6	23.9
2013	6.8	19.2	28.6	31.8	31.5	21.1	23.1	26.7	25.3
2014	7.2	19.9	30.1	34.0	33.3	23.1	24.3	28.2	26.4
2015	7.8	21.4	31.5	36.0	34.7	24.9	25.9	29.9	28.3
2016	8.4	22.4	32.6	38.2	36.2	26.8	27.4	31.8	29.8
2017	9.2	23.8	34.0	39.9	37.5	28.5	29.3	33.5	31.6
2018	9.9	25.2	34.9	41.8	39.1	30.4	31.2	35.1	33.2
2019	10.9	26.4	35.5	43.6	40.6	32.3	32.8	36.9	34.7
2020	11.9	27.4	36.3	44.8	41.9	34.3	34.0	38.5	36.3
2021	13.0	27.8	37.0	46.0	42.7	36.5	34.9	39.8	37.3
2022	14.0	28.7	38.0	47.9	43.8	38.6	36.0	40.8	38.4
2023	15.2	29.3	38.1	48.2	42.6	39.9	35.5	39.4	38.1

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-7〉 서비스업 연령별 비중 추이(30대 이하)

단위: %

산업군	유통서비스		개인 서비스	생산자서비스				사회서비스		
	도매 및 소매업	운수 및 창고업	숙박 및 음식점업	정보 통신업	금융 및 보험업	전문, 과학 및 기술 서비스업	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	교육 서비스업	보건업 및 사회복지 서비스업
2007	72.2	39.5	57.6	68.7	68.9	70.4	39.7	46.2	65.1	75.7
2008	70.2	37.8	55.8	67.6	67.8	69.1	38.7	44.6	62.5	72.1
2009	67.7	35.6	53.6	66.0	65.9	66.8	37.3	36.5	60.9	67.0
2010	65.4	33.9	52.1	66.8	63.9	65.2	37.0	37.4	59.1	62.7
2011	63.3	32.3	52.7	65.0	62.0	63.8	36.6	38.0	56.5	59.6
2012	61.2	31.1	52.5	62.7	60.4	62.3	35.9	34.7	55.2	56.6
2013	58.9	29.8	51.2	61.2	58.5	60.8	34.8	31.4	52.9	53.6
2014	57.1	28.5	51.1	61.5	56.4	58.8	34.6	29.3	50.4	50.1
2015	55.5	28.2	50.7	61.0	55.2	57.2	33.9	28.2	48.3	47.9
2016	54.2	28.1	50.0	59.6	54.1	56.1	33.3	27.9	46.9	46.2
2017	53.0	27.8	50.0	57.8	52.6	55.1	32.3	28.1	45.6	44.4
2018	52.0	27.9	50.0	56.4	51.4	54.4	31.5	28.9	43.6	42.6
2019	51.2	27.8	50.7	55.5	50.2	53.9	30.6	28.2	41.7	39.6
2020	49.9	28.0	50.8	54.3	48.8	52.8	29.2	27.4	40.5	37.3
2021	48.9	28.1	51.3	54.0	47.5	52.3	27.9	28.0	39.5	35.5
2022	47.4	28.1	51.8	53.1	46.2	51.1	26.7	27.5	37.8	33.7
2023	45.8	28.1	51.5	51.8	44.9	50.0	25.4	26.5	36.9	32.2

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-8〉 서비스업 연령별 비중 추이(40대)

단위: %

산업군	유통서비스		개인 서비스	생산자서비스				사회서비스		
	도매 및 소매업	운수 및 창고업	숙박 및 음식점업	정보 통신업	금융 및 보험업	전문, 과학 및 기술 서비스업	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	교육 서비스업	보건업 및 사회복지 서비스업
2007	19.4	32.4	24.8	22.3	23.9	18.3	16.6	28.6	24.9	15.9
2008	20.6	32.1	25.0	22.4	24.5	18.7	16.9	29.0	26.2	18.0
2009	22.2	32.0	25.4	23.0	25.8	19.4	17.2	23.9	27.0	20.5
2010	23.4	31.5	24.8	23.2	27.0	20.2	17.3	25.3	27.6	21.9
2011	24.4	30.5	23.3	24.0	28.1	21.2	17.3	27.9	28.7	22.6
2012	25.5	29.8	22.4	25.3	29.2	22.0	17.5	27.9	28.6	23.4
2013	26.4	29.2	22.0	26.2	30.1	22.8	17.7	26.9	29.0	24.1
2014	27.3	28.9	21.3	27.7	31.1	23.8	18.2	26.9	29.5	24.6
2015	27.7	28.1	20.6	28.3	31.3	24.3	18.3	26.6	29.5	24.8
2016	27.7	27.2	19.9	28.9	31.7	24.5	18.3	26.0	29.5	25.2
2017	27.6	26.2	18.7	29.5	32.2	24.5	18.3	25.5	29.1	25.0
2018	27.2	25.2	17.7	29.6	32.3	24.4	18.1	25.0	28.0	24.4
2019	26.7	24.2	16.4	29.1	32.1	24.1	17.8	23.6	26.4	23.3
2020	26.6	23.8	15.9	28.8	32.1	23.9	17.7	22.4	26.4	22.7
2021	26.3	23.2	15.4	28.1	31.9	23.4	17.5	22.8	26.2	21.8
2022	26.2	22.6	14.7	27.6	31.9	23.1	17.1	22.9	26.1	21.1
2023	26.2	22.1	14.4	27.6	32.0	22.9	16.7	22.3	25.7	20.4

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 1-9〉 서비스업 연령별 비중 추이(50대 이상)

단위: %

산업군	유통서비스		개인 서비스	생산자서비스				사회서비스		
	도매 및 소매업	운수 및 창고업	숙박 및 음식점업	정보 통신업	금융 및 보험업	전문, 과학 및 기술 서비스업	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	교육 서비스업	보건업 및 사회복지 서비스업
2007	8.4	28.1	17.6	9.0	7.2	11.4	43.7	25.2	10.0	8.5
2008	9.1	30.2	19.2	10.0	7.7	12.3	44.4	26.4	11.3	9.9
2009	10.1	32.4	21.0	10.9	8.3	13.8	45.4	39.7	12.1	12.5
2010	11.2	34.7	23.0	10.0	9.1	14.6	45.7	37.2	13.3	15.4
2011	12.3	37.2	24.0	11.0	9.9	15.0	46.2	34.0	14.8	17.8
2012	13.4	39.0	25.0	12.0	10.5	15.6	46.6	37.4	16.2	20.0
2013	14.7	41.0	26.9	12.6	11.4	16.4	47.5	41.7	18.1	22.3
2014	15.6	42.6	27.6	10.8	12.5	17.4	47.1	43.7	20.1	25.3
2015	16.8	43.7	28.7	10.7	13.4	18.5	47.8	45.2	22.2	27.3
2016	18.1	44.7	30.1	11.5	14.2	19.5	48.4	46.1	23.6	28.5
2017	19.4	45.9	31.3	12.6	15.2	20.4	49.5	46.4	25.3	30.5
2018	20.8	46.9	32.3	14.0	16.4	21.2	50.3	46.0	28.4	33.0
2019	22.1	48.0	32.9	15.4	17.7	22.0	51.5	48.1	31.8	37.1
2020	23.5	48.2	33.3	16.8	19.1	23.3	53.1	50.2	33.1	40.0
2021	24.8	48.7	33.3	18.0	20.6	24.4	54.6	49.3	34.3	42.7
2022	26.4	49.3	33.5	19.2	21.9	25.8	56.2	49.6	36.1	45.2
2023	28.0	49.8	34.0	20.6	23.1	27.1	57.9	51.2	37.4	47.4

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

부록 2. 산업별 고용보험 취득·상실자 수 비중 추이

〈부표 2-1〉 제조업 세부 산업 연령대별 고용보험 취득자 수 비중 추이

단위: %, %포인트

	30대 이하			40대			50대 이상			
	2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A	
제조업	69.5	56.5	-13.0	21.3	19.4	-1.9	9.2	24.1	14.9	
기계	자동차	73.1	62.2	-11.0	19.9	17.5	-2.4	7.0	20.4	13.4
	기타 기계장비	70.0	54.0	-16.0	21.6	21.3	-0.3	8.4	24.7	16.3
	기타 운송장비	71.2	44.6	-26.6	20.1	26.4	6.3	8.7	29.0	20.3
소재	비금속광물제품	58.0	53.4	-4.6	24.4	16.4	-7.9	17.6	30.1	12.6
	1차금속	62.2	61.5	-0.7	21.6	16.0	-5.6	16.1	22.5	6.4
	화학(의약품제외)	68.8	62.2	-6.6	20.0	17.3	-2.7	11.2	20.5	9.2
	의료용 물질	88.0	77.9	-10.2	8.3	13.1	4.8	3.7	9.0	5.3
	섬유제품	54.6	47.4	-7.1	30.0	17.6	-12.4	15.5	35.0	19.5
	의료정밀광학시계	80.2	64.3	-15.9	15.4	21.0	5.7	4.5	14.6	10.2
ICT	전자컴퓨터통신장비	83.5	71.1	-12.4	13.8	17.5	3.7	2.7	11.4	8.7
	전기장비	73.4	57.5	-15.9	19.7	21.0	1.3	6.9	21.5	14.6
기타	식품료품	60.2	50.8	-9.4	26.2	19.2	-7.0	13.6	30.0	16.4
	의복가죽가방신발	63.1	45.5	-17.6	24.9	14.8	-10.1	12.0	39.6	27.6
	목재나무펠프종이	57.4	53.2	-4.2	26.6	17.1	-9.5	16.0	29.7	13.7
	인쇄기록매체	72.1	50.7	-21.4	20.5	21.0	0.5	7.3	28.3	21.0
	고무플라스틱	66.3	58.8	-7.5	24.5	20.5	-4.1	9.2	20.8	11.6
	금속가공	63.5	53.1	-10.4	25.2	19.8	-5.4	11.3	27.1	15.8
	가구 기타 제조업	65.2	55.5	-9.7	23.8	18.7	-5.1	11.0	25.8	14.8

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

〈부표 2-2〉 서비스업 세부 산업 연령대별 고용보험 취득자 수 비중 추이

단위: %, %포인트

		30대 이하			40대			50대 이상		
		2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A	2007 (A)	2023 (B)	B-A
서비스업		66.1	44.8	-21.2	15.8	15.6	-0.2	18.1	39.5	21.4
유통	도매 및 소매업	78.9	61.7	-17.3	14.9	18.3	3.4	6.2	20.1	13.9
	운수 및 창고업	48.9	37.7	-11.2	27.8	18.7	-9.1	23.3	43.6	20.3
개인	숙박 및 음식점업	67.6	66.3	-1.3	20.5	10.8	-9.7	11.9	22.9	11.0
생산자	정보통신업	84.4	70.0	-14.4	8.9	18.2	9.3	6.8	11.9	5.1
	금융 및 보험업	86.5	69.1	-17.4	9.9	15.6	5.7	3.6	15.3	11.7
	전문과학기술서비스업	78.3	64.0	-14.4	12.1	15.1	2.9	9.5	21.0	11.4
	사업시설관리사업지원 임대업	48.2	32.6	-15.6	14.4	13.9	-0.5	37.4	53.5	16.1
사회	공공행정국방사회보장 행정	46.0	23.6	-22.4	21.1	12.4	-8.7	32.9	64.1	31.2
	교육서비스업	74.9	44.5	-30.4	16.0	24.1	8.1	9.2	31.5	22.3
	보건사회복지서비스업	77.7	28.9	-48.7	14.3	15.9	1.6	8.0	55.2	47.2

자료: 한국고용정보원, 고용행정통계를 활용하여 저자 작성.

부록 3. 국제기관 평가지표 세부 평가 구성 요소

〈부표 3-1〉 IMD 디지털 경쟁력 순위 세부 평가 구성 요소

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
지식	인재	<ul style="list-style-type: none"> • OECD의 국제 학생 평가 프로그램(PISA) • 외국인 고급인력 수 • 도시관리 • 디지털 기술 사용 정도 • 유학생 순유입 현황
	트레이닝 및 교육	<ul style="list-style-type: none"> • 직원 교육 • 교육에 대한 공공지출 • 고등교육 성취도 • 학생 대 교사 비율 • 이공계 졸업생 수 • 학위 소지 여성
	과학집중도	<ul style="list-style-type: none"> • R&D 총지출액 비중 • 1인당 R&D 인력 • 여성 연구원 수 • R&D 지출 대비 과학 논문 수 • 과학기술 인력 고용 비중 • 첨단기술 특허 보조금 • 교육 및 R&D 분야에 사용되는 로봇 수
기술	규제 체계	<ul style="list-style-type: none"> • 시작된 사업 수 • 완료된 계약 수 • 외국인 노동자 고용 규제(이민법) • 기술 개발에 대한 법적 지원 • 과학 연구와 관련된 법률 제정 • 지식재산권
	자본	<ul style="list-style-type: none"> • IT & 미디어 주식 시가총액 비중 • 기술 개발을 위한 자금 지원 • 사업 수행을 위한 은행 및 금융 서비스 • 국가 신용 등급 • 벤처캐피탈을 쉽게 이용할 수 있는 사업 수 • 통신에 대한 투자 비중
	기술 체계	<ul style="list-style-type: none"> • 사업을 원활히 수행할 수 있는 통신기술 • 4G · 5G 가입자 수 • 100명당 무선 광대역 보급률 • 인구 1,000명당 인터넷 사용자 수 • 인터넷 대역폭 평균 속도 • 하이테크 수출 비중

(계속)

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
미래 대응 역량	기술 적용 의지	<ul style="list-style-type: none"> · 민간과 정부의 상호작용을 촉진하는 온라인 서비스 사용 정도 · 인터넷 소매업 수 · 태블릿 소지 가구 수 · 스마트폰 소지 가구 수 · 세계화에 대한 긍정도
	신속한 대응	<ul style="list-style-type: none"> · 기회와 위협에 신속하게 대응하는 기업 수 · 로봇 점유율 · 빅데이터 분석을 활용한 의사결정 여부 · 산학연계 · 실패에 대한 두려움으로 사업을 시작하지 못하는 응답 비율
	IT 통합	<ul style="list-style-type: none"> · 시민의 접근성을 증진하기 위한 온라인 정부 서비스 제공 정도 · 공공·민간 부문 벤처 기술 개발 지원 · 기업의 사이버보안 대응 정도 · 불법 소프트웨어 설치 비율 · 사이버보안 위협으로부터 피해를 완화하기 위한 정부 역량 · 인터넷 사용자의 개인정보를 보호하기 위한 법적 체제 범위

자료: IMD(2023), pp. 182-193.

〈부표 3-2〉 EIU 포용적 인터넷 지수 세부 평가 구성 요소

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
접근성	인터넷 사용 수준	<ul style="list-style-type: none"> · 인터넷 사용자 수 · 인구 100명당 유선 광대역 가입자 수 · 인구 100명당 휴대폰 가입자 수 · 인터넷 접속에 대한 성별 격차 · 휴대폰 사용에 대한 성별 격차
	품질	<ul style="list-style-type: none"> · 고정 광대역 업로드 속도 · 고정 광대역 다운로드 속도 · 고정 광대역 지연 시간 · 모바일 업로드 속도 · 모바일 다운로드 속도 · 모바일 지연 시간 · 대역폭 용량
	인프라	<ul style="list-style-type: none"> · 2G 네트워크 범위 · 3G 네트워크 범위 · 4G 네트워크 범위 · 5G 배포 · 공공 Wi-Fi 제공 여부 및 과금 여부 · 민간 Wi-Fi 제공 여부 및 과금 여부 · 스펙트럼 프로비저닝 개방성 평가 · 인터넷 교환 지점(IXP) 수 측정

(계속)

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
	전력 사용	<ul style="list-style-type: none"> · 도시 인구의 전기 사용 비율 · 농촌 인구의 전기 사용 비율
경제성	비용	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트폰 소비자 가격 · 휴대폰 요금(선불) · 휴대폰 요금(후불) · 유선 광대역 요금
	경쟁환경	<ul style="list-style-type: none"> · 무선 사업자의 사용자당 평균수익 · 무선 사업자의 시장 점유율 · 광대역 사업자의 시장 점유율
관련성	현지 콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> · 현지 언어로 된 현지 뉴스 제공 여부 · 국가 수준 도메인을 사용하는 웹사이트 집중도 · 현지 언어로 된 전자정부 서비스 제공 여부
	관련 콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> · 전자금융 콘텐츠 · 전자금융에 대한 사용자 인식 · 정부의 e-헬스 콘텐츠 제공 여부 · e-헬스에 대한 사용자 인식 · e-엔터테인먼트 사용도 · 전자상거래 콘텐츠 접근성 · 전자상거래에 대한 사용자 인식 · 공공기관의 오픈데이터 제공 여부 · e-교육에 대한 사용자 인식 · 현지 언어로 된 e-교육
준비성	사용 기본능력	<ul style="list-style-type: none"> · 국가 내 문해력 수준 · 학력 · 정부의 디지털 기술 교육 지원 · W3C 가이드라인 통과 여부(장애인 웹사이트 액세스 여부)
	안전한 연결 및 수용도	<ul style="list-style-type: none"> · 개인정보 보호 규정 · 온라인 개인정보 보호에 대한 신뢰도 · 정부 웹사이트 및 앱에 대한 신뢰도 · 비정부 웹사이트 및 앱에 대한 신뢰도 · 소셜미디어 정보에 대한 신뢰 · 전자상거래의 안정성 정도
	정책	<ul style="list-style-type: none"> · 전국 여성 인터넷 접근 장려 정책 여부 · 여성을 위한 e-포용 전략 존재 여부 · 여성 디지털 기술 교육 계획 여부 · 여성 STEM 교육 계획 여부 · 정부의 인터넷 소외계층을 위한 e-포용 전략 존재 여부 · 국가 광대역 전략 · 광대역 구축을 위한 자금 지원 · 스펙트럼 사용을 위한 기술 중립 정책 · 국가 디지털 신분증 시스템 · 5G 지원 노력 · 온라인 폭력 발생률 측정 여부

자료: EIU(2022), pp. 18-27.

〈부표 3-3〉 Tortoise Intelligence 글로벌 AI 지수 세부 평가 구성 요소

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
실행	인재	<ul style="list-style-type: none"> · 코세라 데이터 과학점수 · AI 관련 스택 오버플로 질문 (+1인당) · AI 관련 스택 오버플로 답변 (+1인당) · Git-Hub 커밋 (+1인당) · IT 졸업생 수 (+1인당) · STEM 졸업생 수 · 기존 데이터 과학자 및 엔지니어 수 (+1인당) · 기존 AI 전문가 수 (+1인당)
	인프라	<ul style="list-style-type: none"> · 슈퍼컴퓨터 수 (+1인당) · 슈퍼컴퓨터 총플롭 수 (+1인당) · 직접회로 총수입액 · GDP 대비 직접회로 수입 비중 · 직접회로 총수출액 · GDP 대비 직접회로 수출 비중 · 월평균 다운로드 속도 · 인터넷 사용 인구 비중 · 전체 인구 중 전기 이용 가능 인구 비율 · 100명당 모바일폰 보급률
	운영환경	<ul style="list-style-type: none"> · AI를 신뢰하는 인구 비율 · 향후 AI 도움 여부 긍정 응답 비율 · 고속권 기술 근로자를 위한 빠른 출입국 비자 발급 비용 · 이공계 졸업생의 성별 · IT 졸업생의 성별 · 데이터 보호 규정 수준 · 인공지능을 사용하여 내린 결정에 대해 설명할 권리 규정 동의 여부 · 오픈데이터 현장에 서명한 G20 국가 여부 · 카스퍼스키 보안회사의 데이터를 기반으로 한 사이버보안 점수 · ISO AI 전담 표준위원회 참여 여부
혁신	연구	<ul style="list-style-type: none"> · 연구원 수 (+1인당) · H-index의 최대 순위 · R&D 지출 비중 · 총R&D 지출 총액 · 주요 머신러닝 시스템 수 (+1인당) · 주요 머신러닝 시스템 총저자 수 (+1인당) · 논문 인용 횟수 (+1인당) · 상위저널(Computer Science Academic) AI 논문 게재 수 (+1인당) · AI 컨퍼런스 제출 건수 (+1인당) · AI 관련 논문 수 (+1인당) · AI 관련 논문 인용 횟수 (+1인당) · 타임스 고등교육 컴퓨터 과학 분야 상위 100위 대학 수 (+1인당)

(계속)

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
혁신	개발	<ul style="list-style-type: none"> · 인기 높은 오픈소스 AI 패키지의 총커밋 수 (+1인당) · 출원인이 출원한 AI 특허 수 (+1인당) · 발명가가 출원한 AI 특허 수 (+1인당) · 출원인별 AI 특허 승인 건수 (+1인당) · 발명자별 AI 특허 승인 건수 (+1인당)
투자	정부정책	<ul style="list-style-type: none"> · 정부의 인공지능 투자액 · GDP 대비 정부의 인공지능 투자 비중 · AI 전용 예산 지출 기간 · AI 국가 전략의 총기간 · 정부의 AI 전담 전략 시행 여부 · AI 전담 장관급 책임자 여부 · AI 전담 정부기관 · AI 역량 강화를 위한 특정 자금 투입 여부 · AI 전략 발전을 위한 목표 설정 여부 · AI 전략을 추적할 수 있는 메커니즘 보유 여부 · AI 개발을 위해 외부 전문가의 자문 여부 · AI 국가 전략을 위한 대중 교육 언급 여부 · AI 투자에 대한 국가 원수급 고위 관리자 승인 여부
	민간투자	<ul style="list-style-type: none"> · AI를 사용하는 사업체 비율 · AI 기업의 총자금 조달액 · GDP 대비 AI 기업의 총자금 조달액 비중 · AI 기업 수 (+1인당) · AI 기업의 평균 펀딩 금액 · 상장된 AI 기업 수 · 국내 증권거래소에 상장된 AI 기업 수 · AI 스타트업에 대한 총자금 지원 · GDP 대비 AI 스타트업에 대한 총자금 규모 비중 · AI 스타트업 수 (+1인당) · 평균 스타트업 펀딩 금액 · AI 유니콘 수

자료: Tortoise(2023), pp. 10-15.

〈부표 3-4〉 포틀란 연구소 네트워크 준비도 지수 세부 평가 구성 요소

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
기술	접근성	<ul style="list-style-type: none"> · 모바일 요금 · 단말기 가격 · FTTH/빌딩 인터넷 구축 · 3G 모바일 네트워크가 적용되는 인구 비율 · 국제 인터넷 대역폭 총사용량 · 학교 내 인터넷 액세스 비율
	콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> · GitHub 커밋 · 국가 코드 최상위 도메인 수 · 모바일앱 다운로드 · SI 출판물 수
	미래기술	<ul style="list-style-type: none"> · 네트워크 사회를 대비한 기업의 신기술 도입 여부 · 신기술에 투자하는 정도 · 로봇 밀집도 · 컴퓨터 소프트웨어 지출 비중
주체	개인	<ul style="list-style-type: none"> · 국내 모바일 광대역 인터넷 트래픽 · 교육 인력의 ICT 기술 수준 · 소셜미디어 활성 사용자 수 · 고등교육 총등록률 · 성인 문해율 · SI 인재 집중도
	기업	<ul style="list-style-type: none"> · 웹사이트가 있는 기업 비중 · 기업별 자금 조달 비중 · 지식 집약적 서비스 분야 고용 비중 · 통신 서비스에 대한 연간 투자 · 기업별 자금 조달 수행 실적
	공공	<ul style="list-style-type: none"> · 정부 온라인 서비스 지수 · 오픈데이터 게시 및 사용 · 정부의 신기술 투자 촉진 정도 · 정부의 고등교육기관 R&D 지출액
거버넌스	신뢰	<ul style="list-style-type: none"> · 인터넷 서버 보안 · 사이버보안 지수 · 금융계좌에 대한 온라인 접속자 수 · 인터넷 쇼핑 이용자 수
	규제	<ul style="list-style-type: none"> · 규제 품질 지표 · ICT 규제 추적 종합 지표 · 신기술 규제 정도 · 전자상거래 법률 · 법률 내용에 따른 개인정보 보호

(계속)

평가 요소	하위 평가 요소	산정지표
거버넌스	포용성	<ul style="list-style-type: none"> · 전자 참여지 수 · 디지털 결제 사용의 사회경제적 격차 · 로컬 온라인 콘텐츠 가용성 · 인터넷 사용의 성별 격차 · 디지털 결제 사용의 지역 간 격차
영향력	경제	<ul style="list-style-type: none"> · 첨단기술 및 중고위 첨단기술 제조업 생산량 · 첨단기술 수출 · PCT 특허출원 건수 · 국내 시장 규모 · 온라인 킷 이코노미의 확산 정도 · ICT 서비스 수출
	삶의 질	<ul style="list-style-type: none"> · 행복 지수 · 삶의 선택의 자유 점수 · 소득불평등(지니계수) · 건강한 삶에 대한 기대
	지속가능발전 공헌도	<ul style="list-style-type: none"> · 보편적 건강보험 · 양질의 교육(PISA 점수) · 여성의 경제적 기회 · 저렴하고 깨끗한 에너지 · 지속 가능한 도시와 커뮤니티

자료: Portulans Institute(2023), pp. 225-239.

부록 4. 디지털 전환 성과 추정 결과

〈부표 4-1〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, ICT 제조업)

ICT 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	1,679	1,659	1,679	1,679
τ (처치효과)	0.0562* (0.0904)	0.0093 (0.7368)	0.0246 (0.2831)	0.0004 (0.9819)
유형자산 비중	-0.8976*** (0.0006)	-0.1164 (0.2819)	-0.7181*** (0.0000)	0.2167* (0.0881)
무형자산	0.0269* (0.0625)	-0.0154*** (0.0065)	0.0039 (0.6968)	0.0137 (0.1503)
연도더미(2020)	-0.0598*** (0.0035)	-0.0196* (0.0832)	-0.0373** (0.0120)	0.0372** (0.0277)
인건비			0.7689*** (0.0000)	0.4496*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-2〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 소재 제조업)

소재 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	2,168	2,158	2,168	2,168
τ (처치효과)	0.1349*** (0.0000)	0.0111 (0.3922)	0.0569*** (0.0004)	-0.0073 (0.5301)
유형자산 비중	-0.8136*** (0.0030)	-0.3178* (0.0705)	-0.3927*** (0.0000)	0.0811 (0.3586)
무형자산	0.0196** (0.0112)	0.0031 (0.6707)	0.0120** (0.0234)	0.0169*** (0.0015)
연도더미(2020)	-0.1208*** (0.0000)	-0.0111 (0.2766)	-0.0870*** (0.0000)	0.0662*** (0.0000)
인건비			0.7217*** (0.0000)	0.3878*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-3〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 일반기계 제조업)

일반기계 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	1,775	1,771	1,775	1,775
τ (처치효과)	0.0232 (0.2026)	0.0247* (0.0832)	0.0128 (0.3894)	-0.0242* (0.0642)
유형자산 비중	-0.6559*** (0.0000)	-0.0522 (0.6275)	-0.3302*** (0.0077)	0.1678 (0.1290)
무형자산	0.0089 (0.4044)	-0.0040 (0.6542)	0.0040 (0.6164)	0.0140** (0.0152)
연도더미(2020)	-0.1007*** (0.0000)	-0.0088 (0.2673)	-0.0530*** (0.0000)	0.0521*** (0.0031)
인건비			0.7140*** (0.0000)	0.4495*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-4〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 기타 제조업)

기타 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	2,092	2,084	2,092	2,092
τ (처치효과)	0.0649*** (0.0013)	0.0148 (0.1275)	0.0192 (0.1648)	-0.0202 (0.1981)
유형자산 비중	-0.3637** (0.0469)	0.1399** (0.0158)	-0.1656* (0.0885)	0.1147 (0.2741)
무형자산	-0.0011 (0.9279)	0.0076 (0.1950)	-0.0067 (0.3083)	0.0006 (0.9466)
연도더미(2020)	-0.1123*** (0.0000)	0.0006 (0.8890)	-0.0640*** (0.0000)	0.0636*** (0.0006)
인건비			0.8627*** (0.0000)	0.5084*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-5〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, ICT서비스업)

ICT서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	1,575	621	1,575	1,575
τ (처치효과)	0.1601*** (0.0000)	0.0140 (0.6521)	0.0097 (0.5953)	-0.0184 (0.3834)
유형자산 비중	0.0095 (0.9668)	0.3173** (0.0292)	-0.0883 (0.5210)	-0.2005 (0.1932)
무형자산	0.0375 (0.1198)	0.0115 (0.3764)	0.0090 (0.4103)	0.0360*** (0.0032)
연도더미(2020)	0.0544** (0.0197)	0.0157 (0.3840)	0.0149 (0.2312)	0.0168 (0.5094)
인건비			0.7785*** (0.0000)	0.4454*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-6〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 생산자서비스업)

생산자서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	2,213	951	2,213	2,213
τ (처치효과)	0.2221*** (0.0000)	-0.0327* (0.0660)	0.0715*** (0.0002)	-0.0784*** (0.0003)
유형자산 비중	0.0489 (0.7789)	-0.2509 (0.3782)	0.0786 (0.5005)	-0.0366 (0.8036)
무형자산	0.0348 (0.1048)	-0.0302* (0.0957)	0.0116 (0.3973)	0.0350*** (0.0044)
연도더미(2020)	-0.0631** (0.0337)	-0.0106 (0.7289)	-0.0745*** (0.0002)	-0.0182 (0.5560)
인건비			0.7026*** (0.0000)	0.5105*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-7〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 유통서비스업)

유통서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	2,051	901	2,050	2,050
τ (처치효과)	0.1458*** (0.0000)	-0.0145 (0.4234)	0.0346* (0.0710)	-0.0114 (0.6990)
유형자산 비중	0.0597 (0.8758)	-0.0124 (0.9525)	-0.0858 (0.5713)	0.3865* (0.0521)
무형자산	0.0261* (0.0968)	-0.0024 (0.8950)	-0.0112 (0.1584)	0.0100 (0.3342)
연도더미(2020)	-0.0782*** (0.0002)	-0.0013 (0.9422)	-0.0482*** (0.0001)	-0.0025 (0.9109)
인건비			0.7474*** (0.0000)	0.5609*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-8〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 개인서비스업)

개인서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	600	419	600	600
τ (처치효과)	-0.0287 (0.8336)	0.0147 (0.6551)	-0.0138 (0.8129)	-0.0366 (0.4433)
유형자산 비중	-0.5090 (0.1560)	-0.6128 (0.2136)	-0.4255** (0.0178)	-0.1307 (0.7675)
무형자산	0.0147 (0.4811)	0.0188 (0.4847)	0.0211** (0.0266)	0.0164 (0.3583)
연도더미(2020)	-0.1945*** (0.0001)	-0.0920 (0.1327)	-0.0846*** (0.0000)	0.0383 (0.4176)
인건비			0.5663*** (0.0000)	0.4859*** (0.0004)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-9〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, ICT 제조업)

ICT 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	1,134	1,124	1,134	1,134
τ (처치효과)	0.0782*** (0.0091)	0.0406 (0.1096)	0.0252 (0.2751)	-0.0219 (0.2184)
유형자산 비중	-0.9631*** (0.0006)	-0.0835 (0.4724)	-0.6640*** (0.0002)	0.1626 (0.2219)
무형자산	0.0210 (0.1763)	-0.0158*** (0.0062)	-0.0007 (0.9467)	0.0072 (0.5223)
연도더미(2020)	-0.0685*** (0.0001)	-0.0221** (0.0303)	-0.0342** (0.0122)	0.0427** (0.0121)
인건비			0.8542*** (0.0000)	0.4465*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-10〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 소재 제조업)

소재 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	1,597	1,589	1,597	1,597
τ (처치효과)	0.1213*** (0.0000)	0.0099 (0.5957)	0.0592*** (0.0003)	-0.0191 (0.1341)
유형자산 비중	-0.9624*** (0.0005)	-0.2823 (0.1060)	-0.3526*** (0.0011)	0.1711* (0.0914)
무형자산	0.0249*** (0.0076)	0.0062 (0.3022)	0.0149** (0.0248)	0.0145*** (0.0058)
연도더미(2020)	-0.1368*** (0.0000)	-0.0078 (0.4005)	-0.0964*** (0.0000)	0.0639*** (0.0000)
인건비			0.7229*** (0.0000)	0.3583*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-11〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 일반기계 제조업)

일반기계 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	1,775	1,771	1,775	1,775
τ (처치효과)	0.0603*** (0.0023)	0.0472** (0.0473)	0.0341** (0.0198)	-0.0266** (0.0284)
유형자산 비중	-0.6716*** (0.0008)	-0.0934 (0.2606)	-0.2557** (0.0360)	0.1197 (0.4160)
무형자산	0.0137 (0.2314)	-0.0017 (0.8841)	0.0024 (0.7783)	0.0091 (0.1476)
연도더미(2020)	-0.0998*** (0.0000)	-0.0035 (0.5561)	-0.0468*** (0.0000)	0.0558*** (0.0016)
인건비			0.7417*** (0.0000)	0.4156*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-12〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 기타 제조업)

기타 제조업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
관측치 수	1,497	1,493	1,497	1,497
τ (처치효과)	0.0745*** (0.0055)	0.0104 (0.4143)	0.0344** (0.0294)	-0.0333** (0.0494)
유형자산 비중	-0.4277** (0.0214)	0.1242** (0.0289)	-0.1352 (0.1393)	0.2259** (0.0395)
무형자산	-0.0121 (0.2800)	0.0012 (0.8630)	-0.0019 (0.7868)	0.0143* (0.0791)
연도더미(2020)	-0.1164*** (0.0000)	-0.0038 (0.3316)	-0.0604*** (0.0000)	0.0682*** (0.0001)
인건비			0.8638*** (0.0000)	0.5121*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-13〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, ICT서비스업)

ICT서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	1,055	400	1,055	1,055
τ (처치효과)	0.1362*** (0.0003)	0.0141 (0.6101)	0.0034 (0.8642)	-0.0236 (0.2801)
유형자산 비중	0.2084 (0.4719)	0.1024 (0.5835)	-0.1756 (0.4021)	-0.3156 (0.1954)
무형자산	0.0301 (0.2807)	0.0047 (0.8056)	0.0133 (0.2568)	0.0427*** (0.0039)
연도더미(2020)	0.0254 (0.2591)	0.0154 (0.3641)	0.0124 (0.3548)	0.0157 (0.5430)
인건비			0.8629*** (0.0000)	0.4891*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-14〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 생산자서비스업)

생산자서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	1,437	616	1,437	1,437
τ (처치효과)	0.1338*** (0.0014)	-0.0249 (0.3115)	0.0458 (0.1033)	-0.0986*** (0.0012)
유형자산 비중	-0.0009 (0.9965)	-0.0956 (0.7537)	-0.0348 (0.8080)	-0.0644 (0.6555)
무형자산	0.0386* (0.0892)	-0.0265* (0.0942)	0.0202 (0.1567)	0.0279** (0.0393)
연도더미(2020)	-0.0751*** (0.0093)	-0.0162 (0.5212)	-0.0766*** (0.0002)	-0.0019 (0.9511)
인건비			0.7159*** (0.0000)	0.5121*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-15〉 디지털 전환 성과 추정 결과(2017년 제외, 유통서비스업)

유통서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	1,528	692	1,527	1,527
τ (처치효과)	0.1429*** (0.0000)	0.0042 (0.8276)	0.0059 (0.8260)	-0.0378 (0.2961)
유형자산 비중	-0.0307 (0.9444)	0.0284 (0.9106)	-0.1392 (0.2780)	0.4612** (0.0282)
무형자산	0.0295 (0.1154)	-0.0014 (0.9420)	-0.0108 (0.2172)	-0.0011 (0.9232)
연도더미(2020)	-0.1001*** (0.0000)	-0.0040 (0.7527)	-0.0499*** (0.0000)	0.0104 (0.6507)
인건비			0.8418*** (0.0000)	0.5892*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

〈부표 4-16〉 디지털 전환 성과 추정 결과(전 기간, 개인서비스업)

개인서비스업	(1) 매출	(2) 생산성	(3) 비용	(4) 고용
· 관측치 수	470	333	470	470
τ (처치효과)	-0.0994 (0.5689)	0.0385 (0.3666)	-0.0247 (0.7027)	-0.0289 (0.5058)
유형자산 비중	-0.7214** (0.0274)	-0.5911 (0.3276)	-0.6140*** (0.0026)	-0.3503 (0.4650)
무형자산	0.0356 (0.1592)	0.0131 (0.7295)	0.0281*** (0.0047)	0.0226 (0.3472)
연도더미(2020)	-0.2161*** (0.0000)	-0.0871 (0.1720)	-0.0848*** (0.0000)	0.0489 (0.2634)
인건비			0.5959*** (0.0000)	0.5733*** (0.0000)

자료: 저자 작성.

주: 1) 괄호 안은 각 계수의 p-value를 의미.

2) ***: 1% 유의수준에서 유의, **: 5% 유의수준에서 유의, *: 10% 유의수준에서 유의.

부록 5. 디지털 전환 추진 및 고용 실태조사 조사표

디지털 전환(DX) 추진 및 고용 실태 조사	ID		
---------------------------------	-----------	--	--

안녕하십니까? 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

국무총리실 산하 정부출연 정책연구기관인 산업연구원은 현재 수행 중인 '대내외 구조적 변화와 한국경제 영향 연구: 인구구조 변화와 디지털 전환을 중심으로' 연구의 일환으로 본 조사를 실시하고 있습니다.

본 설문은 최근 더욱 촉진되고 있는 디지털 전환과 관련하여 기업들의 디지털 전환 도입 및 활용, 그와 관련된 근로자들의 디지털 전환 직무 숙련과 고용 부문에서의 변화 등을 조사하여 향후 정책 수립의 기초자료로 활용할 예정입니다.

귀하의 응답은 「통계법」 제33조에 따라 응답의 익명성이 보장되며, 응답의 내용은 연구 목적 이외의 용도로 사용되지 않습니다.

다양하실 줄 아으나 향후 디지털 전환 관련 정책대안이 마련될 수 있도록 적극적인 협조를 부탁드립니다.

2024년 4월

통계법 제33조(비밀의 보호 등)

① 통계의 작성과정에서 알려진 사항으로서 개인이나 법인 또는 단체 등의 비밀에 속하는 사항은 보호되어야 한다.
 ② 통계의 작성을 위하여 수집된 개인이나 법인 또는 단체 등의 비밀에 속하는 자료는 통계작성 외의 목적으로 사용되어서는 아니 된다.

☞ 기업 기본사항 (2023년 12월 말 기준으로 응답)

기업명						설립 연도	_____년 (4자리)	
							* 외자기업은 한국법인 설립 연도 기준	
사업자등록번호	_____	-	_____	-	_____	_____	_____	_____
인력 현황*	29세 이하	30대	40대	50대	60대 이상	합계		
	명	명	명	명	명	명	명	명

* 인력: 정규직, 비정규직, 사내 협력 직원 등 모든 종사자 포함

디지털 전환(Digital transformation: DX)의 정의

○ 각종 **디지털(ICT) 기술**을 도입 활용하여 기업의 업무 방식과 조직구조를 개선하거나, 제품·서비스를 개선(혁신)하는 기업활동으로, 비용 절감, 수익개선, 새로운 수요 창출, 데이터 처리 분석 능력 향상 등의 성과를 거두었거나 거둘 것으로 기대되는 경우

* 디지털 기술	
정보 기술	인공지능(AI) 빅데이터
연결 기술	클라우드 컴퓨팅 사물인터넷(IoT)
거래 기술	네트워크(5G)
유형 기술	블록체인 블록체인(보안)
운영 기술	로봇기술(로보틱스) 가상증강현실(AR·VR) 적층제조(3D프린팅)

• 디지털 기술 응용사례

	기술	설명	응용 사례
정보 기술	AI	- 사람처럼 학습하고 추론하는 지능을 가진 컴퓨터 시스템을 만드는 기술	로봇 공장 자동화(FAW) 소프트웨어, 시스템 간 데이터 전송, 조회, 계산 및 기록 관리, AI 기반 예측 유지보수(PDM), 팻셔(스캐닝, A/S 센터, 물류정보 캡처)
	Big data	- 일반적 데이터 관리 및 처리 소프트웨어에서 다루기 어려울 정도로 개량되고 복잡한 데이터의 집합	데이터를 머신러닝이나 AI 기술 사용한 내비게이션 , 재무, 트래킹, 자율주행차 , 구매 취향 분석
	클라우드 컴퓨팅	- 클라우드 서비스 공급자가 관리하는 원격 데이터 센터에서 컴퓨팅 리소스(애플리케이션, 서버, 데이터 스토리지, 개발툴, 네트워크) 기능 등을 인터넷을 통해 온디맨드 방식으로 사용하는 것 - 짧은 구현이나 사용량에 따라 요금 청구	google G suite , ERP(전자적 자원 관리) , 마이크로소프트(마사주) AZURE, Office 365의 공유서비스 이용, naver Works Mobile 서비스, 아마존AWS , Zoom 등 화상회의
연결 기술	사물인터넷 (IoT)	- 데이터를 수집하고 공유할 수 있는 센서, 소프트웨어 및 네트워크 연결이 내장된 물리적 장치, 차량, 가전제품 및 기타 물리적 객체의 네트워크	웨어블 디바이스 , 스마트팜, 스마트 물류 센터 , 스마트 세고 관리 시스템 , 예치지 모니터링 시스템, 사전 예방적 정비 및 정비
	네트워크 (5G)	- 무선 통신과 모바일 기기를 통해 음성, 데이터, 영상 등의 정보를 전송하는 기술	클라우드 기반 영상, 개인 디바이스를 사용하여 데이터와 시스템 서로 연결 , 엣지컴퓨팅 , 엔터프라이즈모바일관리(EMM) 솔루션, NFV(Network function virtualization), NFC(Near Field Communication): 비접촉식 근거리 통신
가계 기술	플랫폼	- 공급자와 수요자 등 복수 그룹이 참여하여 각 그룹이 일고자 하는 목표를 위해 교호할 수 있도록 구축된 온라인 환경	엔도어 , 아베이 , 아마존 , 카카오 , 인스타그램 , 배달의 민족 등
	블록체인	- 변경이나 조작이 불가능한 네트워크에서 정보(거래기록 등)를 공유하는 고급 데이터베이스 패러다임 - 거래와 소유권에 대한 변경할 수 없는 실시간 기록	Bank (Blockchain-as-a-service) 네트워크, 스마트 계약, HR(중성서 검증), 재무(은행 없이 대금 지급), 공급망 협력(재정)을 제조 및 유통과정 추적,
운영 기술	로봇기술	- 자동제어에 의한 조작, 이동 가능한 있고 다양한 작업을 수행하는 기계설비	물류, 조립, 검사, 이송, 청소, 헬스케어, 의료 보조, 병간호, 친두, 복원물 처리, 검사 등
	가상 증강현실 (AR 등)	- 컴퓨터 등을 사용한 인공적인 기술로 만든 실제와 유사한 가상의 환경	MR 부터 수술 등의 의료 훈련, AR 기기 정보 스크린 손쉬운 확인, 복합한 크기 상자 새로운 구매 공간 이용 , 대형이나 소형 경량 관망시 마킹 제어 , 안테나 다방향 전송 신속 대용량 및 무선
	적층제조 (3D프린팅)	- 3D프린팅 기술을 이용해 원자재, 부품, 제품을 생산하는 것	자동차 부품, 의료보형물, 로켓엔진, 건설 등

II. 디지털 전환(DX) 도입 및 기술별 수준, 투자현황

문2. 귀사가 디지털 기술을 처음으로 도입한 시기는 언제입니까?

	2023년	2022년	2021년	2020년	2019년	2019년 이전
디지털 기술 첫 도입 시점	①	②	③	④	⑤	⑥

문3. 귀사의 경영활동에 있어서 아래의 각 디지털 기술별 디지털 전환(DX) 수준은 어느 단계입니까?

디지털 기술	디지털 기술	디지털 전환(DX) 수준					
		추진 전 (계획 미정 포함)	기반 조성 (준비 중) (예산, 인력, 장비 등)	초기 구축 (도입 시작)	확산 구축 (적용 분야 확대)	구축 완료 (정착)	고도화 (융용)
정보 기술	인공지능(AI)	①	②	③	④	⑤	⑥
	빅데이터	①	②	③	④	⑤	⑥
연결 기술	클라우드 컴퓨팅	①	②	③	④	⑤	⑥
	사물인터넷(IoT)	①	②	③	④	⑤	⑥
거래 기술	네트워크(5G)	①	②	③	④	⑤	⑥
	블록체인	①	②	③	④	⑤	⑥
프로그래밍 기술	블록체인(보안)	①	②	③	④	⑤	⑥
	로봇기술(로보틱스)	①	②	③	④	⑤	⑥
프로그래밍 기술	가상증강현실(AR/VR)	①	②	③	④	⑤	⑥
	적층제조(3D프린팅)	①	②	③	④	⑤	⑥

문4. (2023년 기준) 귀사의 전체 투자액에서 디지털 전환(DX) 투자가 차지하는 비중, 디지털 전환(DX) 투자액에서 교육비가 차지하는 비중은 어느 정도입니까?

구분	안 함	5% 이하	6-10%	11-20%	21% 이상
전체 투자 대비 디지털 전환(DX) 투자액	①	②	③	④	⑤
디지털 전환(DX) 투자액 대비 디지털 전환(DX) 교육비	①	②	③	④	⑤

문4-1. 귀사의 디지털 전환(DX) 투자 주요 부분은 무엇입니까? 1순위(), 2순위()

- ① 디지털 전환(DX) 하드웨어(인프라) 구축, ICT 장비 구입
- ② 디지털 전환(DX) 소프트웨어 구입
- ③ 디지털 전환(DX) 관련 교육
- ④ 디지털 전환(DX) 기기 유지·보수 비용
- ⑤ 디지털 전환(DX) 관련 R&D 비용
- ⑥ 디지털 전환(DX) 관련 서비스 활용 비용
- ⑦ 기타 ()

문5. 귀사의 디지털 전환(DX) 도입 이후, 활용 및 유지·보수, 고도화 등 도입 사후 활동이 잘 실행되고 있습니까?

- ① 그렇다 (문6으로)
- ② 아니다 (문5-1로)

문5-1. 활용 및 유지·보수, 고도화 등 시후 활동이 잘 실행되지 않는 이유는 무엇입니까? 1순위(), 2순위()

- ① 디지털 전환(DX) 전문 인력의 부족
- ② 직원의 디지털 전환(DX) 기술 활용 능력 부족(전문인력 제외)
- ③ 사후 관리 프로세스의 미흡
- ④ 투자 대비 효과를 거두지 못할
- ⑤ 유지 비용에 대한 부담
- ⑥ 도입 목적이 불분명한 무리한 도입
- ⑦ 내부 운영 기술력 부족
- ⑧ 기타 ()

III. 디지털 전환(DX)의 추진 목적 및 효과

문6. 귀사가 추진했거나 추진 중인 디지털 전환(DX)의 전반적인 효과는 어떠합니까?

항목	정도				
	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
전반적인 효과	①	②	③	④	⑤

문7. 귀사가 추진했거나 추진 중인 디지털 전환(DX) 효과는 각 항목별로 어떠합니까?

항목		정도					
		매우 없음	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
조직	1 조직경영 및 관리 효율화	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
	2 내부 업무 효율 증대(업무 소요 시간 단축 등)	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
제품·서비스	3 제품 및 서비스 혁신	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
	4 신규 비즈니스모델 발굴	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
프로세스	5 생산공정 및 프로세스 최적화	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
	6 공급망(서플라이체인) 혁신	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
수익·비용	7 비용 절감	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
	8 매출 증대	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
기술	9 기술경쟁력 향상	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
	10 인력 감축	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤
고용	11 노동생산성 향상	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤

문8. 귀사가 디지털 전환(DX)를 도입한 목적은 무엇입니까? 1순위(), 2순위(), 3순위()

- ① 조직경영 및 관리 효율화
- ② 내부 업무 효율 증대
- ③ 제품 및 서비스 혁신
- ④ 신규 비즈니스모델 발굴
- ⑤ 생산공정 및 프로세스 최적화
- ⑥ 공급망(서플라이체인) 혁신
- ⑦ 비용 절감
- ⑧ 매출 증대
- ⑨ 기술경쟁력 향상
- ⑩ 인력 감축
- ⑪ 노동생산성 향상
- ⑫ 기타(_____)

문8-1. 귀사가 문8의 1순위 목적에 부응하는 효과가 나타났거나 나타날 것으로 예측되는 시점은 언제입니까?

성과 실현 시기 (디지털 기술 도입 시점 기준)	단기			중기	장기
	1년 이내	2년 이내	3년 이내	5년 이내	10년 이내
	①	②	③	④	⑤

IV. 디지털 전환(DX) 인력

- ① DX 전문 인력: 회사 내 도입한 디지털 전환(DX)을 주 업무로 담당하는 인력을 의미
- ② DX 관련 인력: ① + 도입한 디지털 기술을 단순히 사용·활용하는 인력까지 모두 포함

문9. 귀사의 2023년 말 기준 DX 관련 인력 및 DX 전담 인력에 대해서 연령대별 인력 수를 응답하여 주세요.

구분	29세 이하	30대	40대	50대	60대 이상	합계
DX 관련 인력	명	명	명	명	명	명
DX 전담 인력 (DX 관련 인력 중)	명	명	명	명	명	명

- 인력: 정규직, 비정규직, 사내 협력 직원 등 모든 종사자 포함
- DX 관련 인력이 DX 전담 인력 수와 같거나 많아야 함

문9-1. 문9에서 응답한 인력이 근무하는 직무 부서는 어디입니까? (복수응답 가능)

구분	직무 부서(복수응답 가능)									
	인사/총무	재무/회계	전략/기획	홍보/이케팅/영업	연구/개발	생산/품질	유통/물류	경영/관리	디지털 전환(DX) 전담 부서	기타
① DX 전문 인력	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩()
② DX 관련 인력	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩()

- DX 전담 인력은 문 9의 DX 전담 인력 수가 1명 이상인 응답자만 응답

③만 응답 시, 문10.로 이동

④ 및 ⑤ 응답 시, 문9-2.로 이동

문9-2. 현재 귀사의 DX 전담 인력의 주된 출원 방법은 무엇입니까? (복수응답 가능)

- ① 신입 채용
- ② 경력 채용 (문9-3으로)
- ③ 단순 내부 인력 활용 (기업의 교육비용 발생 없음)
- ④ 직무 전환 교육을 통한 내부 인력 활용 (기업의 교육비용 발생)
- ⑤ 외부 전문업체의 아웃소싱을 통한 인력 출원
- ⑥ 기타 ()

문9-3. (문9-2의 ② 응답자만) 경력직 채용의 경우, 경력은 얼마나 됩니까?

* 다수의 경력직을 채용하는 경우, 평균적인 경력으로 응답해주시시오.

- ① 1~3년 ② 4~9년 ③ 10~19년 ④ 20년 이상

문10. 향후 디지털 전환(DX)의 운용 및 확산 과정에서 필요한 DX 관련 인력의 주된 충원 방법은 무엇입니까?
(복수응답 가능)

- ① 신입 채용
 ② 경력 채용
 ③ 단순 내부 인력 활용 (기업의 교육비용 발생 없음)
 ④ 직무 전환 교육을 통한 내부 인력 활용 (기업의 교육비용 발생)
 ⑤ 외부 전문업체의 아웃소싱을 통한 인력 충원
 ⑥ 기타 ()

문11. 디지털 기술 도입 이후, 다음의 업무 프로세스에서 업무시간 단축 또는 기존인력을 대체할 경험이 있습니까?
 있다면 어느 연령대이며 직업분류(중-영 중 선택)는 어디에 해당합니까?

업무 프로세스	디지털 기술 도입 후 업무시간 단축· 기존인력 대체 경험	연령대 및 직업분류(복수 응답 가능)									
		29세 이하	직업 분류	30~39 대	직업 분류	40대	직업 분류	50대	직업 분류	60대 이상	직업 분류
예시 연구개발, 설계	<input checked="" type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
1 연구개발, 설계	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
2 구매/자산관리	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
3 생산관리	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
4 품질관리	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
5 자산/설비관리	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
6 물류관리	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
7 회계, 원가관리	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
8 인사 및 급여관리	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
9 영업/마케팅	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
10 고객 서비스	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
11 기타()	<input type="checkbox"/>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
직업분류	㉠ 관리자 ㉡ 전문가 및 관련 종사자 ㉢ 사무 종사자 ㉣ 서비스 종사자	㉤ 판매 종사자 ㉥ 기능원 및 관련 기능 종사자 ㉦ 장치, 기계 조작 및 조립 종사자 ㉧ 단순노무 종사자									

문 16. (문 12의 ② 응답자만) 귀사가 현재 디지털 전환(DX) 관련 교육/훈련을 실시하고 있지 않은 이유는 무엇입니까? 1순위(), 2순위()

- | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| ① 업무 공백 우려(조업 차질) | ② 필요한 교육프로그램 부재(미흡) | ③ 교육 훈련 예산 부족 |
| ④ 임원/회사의 무관심 | ⑤ 훈련기관 전문성 문제 | ⑥ 아웃소싱이나 신규 채용을 선호 |
| ⑦ 교육 훈련 효과에 대한 의구심 | ⑧ 교육 장소 접근성 | ⑨ 사내 교육 인프라 부족 |
| ⑩ 직원의 충분한 역량 | ⑪ 기타() | |

문 17. 향후 귀사에서 디지털 전환(DX) 관련 교육/훈련을 계획하는 데 있어서, 교육 대상(연령대)은 누구이며, 교육/훈련을 계획한 주된 요인은 무엇입니까? (해당 연령대 모두 선택)

교육 대상(연령대)	교육/훈련을 계획한 주된 요인 (우선순위로 백기)
<input type="checkbox"/> 29세 이하	1순위(), 2순위()
<input type="checkbox"/> 30대	1순위(), 2순위()
<input type="checkbox"/> 40대	1순위(), 2순위()
<input type="checkbox"/> 50대	1순위(), 2순위()
<input type="checkbox"/> 60대 이상	1순위(), 2순위()
요인	① 현재 도입한 디지털 전환(DX) 기술 숙련도 향상 ② 현재 도입한 디지털 전환(DX) 기술 활용(재용)개발/경쟁력 향상 ③ 재직자들의 요구 ④ 향후 도입할 디지털 전환(DX) 기술 대비 ⑤ 부서 간, 근로자 간 협업 증진 ⑥ 기타()

문 18. 귀사에서 디지털 전환(DX) 관련 교육/훈련을 계획하는 데 있어 애로사항은 무엇입니까? 1순위(), 2순위()

- | | | |
|-------------------|---------------------|-------------------|
| ① 업무공백(조업 차질) 우려 | ② 적절한 교육프로그램 부재 | ③ 교육훈련 예산 부족 |
| ④ 임원/회사의 무관심 | ⑤ 교육 프로그램에 대한 정보 부족 | ⑥ 교육훈련 효과에 대한 의구심 |
| ⑦ 직원들의 참여 의지 부족 | ⑧ 교육 인프라 부족 | ⑨ 직원들의 이직 우려 |
| ⑩ 직원들 간 디지털 수준 차이 | ⑪ 기타() | |

문21. 현재 및 향후 디지털 전환(DX) 직무 전환 교육 시 선호 및 비선호하는 교육/훈련 과정과 그 이유는 무엇입니까?

	교육과정 (① ~ ⑩ 중 선택)	이유 (양 ~ 음 중 복수 선택 가능)
	선호 순위	1순위 () 2순위 ()
비선호 순위	1순위 () 2순위 ()	
	① 사내 교육 훈련(이론 강의/직장 동료로부터의 훈련) ② 현장 직무훈련(OJT) ③ 대학 교육 지원(전공/학위과정) ④ 공공 교육기관 교육 ⑤ 사설 교육기관 교육 ⑥ 이력님 교육 ⑦ 세미나/컨퍼런스 ⑧ 기타()	양 교육 과정의 체계성 양 기업에서 요구하는 프로그램 제공 여부 양 교육 내용 및 강사의 전문성 여부 양 비용 양 훈련기관에 대한 신뢰성 여부 양 접근의 용이성 여부 양 최신 기술의 습득 가능성 여부 양 기타()

문22. 귀사의 디지털 전환(DX) 신규 전담 인력 채용과 관련하여 문22-1년부터 22-4번까지 질문에 응답해 주세요.

디지털 전환(DX) 신규 전담 인력 채용 우선순위 및 기준	디지털 전환(DX) 신규 전담 인력 채용 비우선순위 및 기준
문22-1. 채용 우선순위 3개 (아래 인력유형 ①~⑩ 중 선택) 1순위(), 2순위(), 3순위()	문22-3. 채용 비우선순위 3개 (아래 인력유형 ①~⑩ 중 선택) 1순위(), 2순위(), 3순위()
문22-2. 채용 우선순위 최우선 판단 기준 (택1) 양연령 양전공 양재교육 양비용 양경력	문22-4. 채용 비우선순위 최우선 판단 기준 (택1) 양연령 양전공 양재교육 양비용 양경력

인력 유형	연령대	전공자 및 비전공자의 관련 교육 이수 여부
	①	20~30대
②		비디지털 전환(DX) 인력 (직무 전환 교육 이수)
③	40대	디지털 전환(DX) 인력
④		비디지털 전환(DX) 인력 (직무 전환 교육 이수)
⑤	50대	디지털 전환(DX) 인력
⑥		비디지털 전환(DX) 인력 (직무 전환 교육 이수)
⑦	60대	디지털 전환(DX) 인력
⑧		비디지털 전환(DX) 인력 (직무 전환 교육 이수)

- * 연령/전공/재교육/학력에 따른 인건비(비용) 및 경력 기간 차이는 응답자가 주관적으로 판단
- * 디지털 전환(DX) 인력: DX 관련 직무를 적극적으로 원활하게 수행할 수 있는 IT전공자 및 IT분야 경력자
- * 비디지털 전환(DX) 인력: DX 관련 IT 비전공자
- * 비디지털 전환(DX) 인력(직무 전환 교육 이수): IT 비전공자이나, 사후적으로 직무 전환 교육을 받은 자

◆ 끝까지 응답해 주셔서 감사합니다. ◆

부록 6. ICT 자본과 고령 근로자 간의 대체성 분석 부록표

〈부표 6-1〉 한국표준산업분류(KSIC)-국민계정(SNA) 연계표(제조업)

KSIC		SNA	
코드	산업명	코드	산업명
10	식료품 제조업	C01	음식료품 제조업
11	음료 제조업	C01	음식료품 제조업
13	섬유제품 제조업;의복제외	C02	섬유 및 가죽제품 제조업
14	의복,의복액세서리 및 모피제품 제조업	C02	섬유 및 가죽제품 제조업
15	가죽,가방 및 신발 제조업	C02	섬유 및 가죽제품 제조업
16	목재 및 나무제품 제조업;가구 제외	C03	목재, 종이, 인쇄 및 복제업
17	펄프,종이 및 종이제품 제조업	C03	목재, 종이, 인쇄 및 복제업
18	인쇄 및 기록매체 복제업	C03	목재, 종이, 인쇄 및 복제업
20	화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외	C05	화학물질 및 화학제품 제조업
21	의약품물질 및 의약품 제조업	C05	화학물질 및 화학제품 제조업
22	고무 및 플라스틱제품 제조업	C05	화학물질 및 화학제품 제조업
23	비금속광물제품 제조업	C06	비금속광물제품 제조업
24	1차금속 제조업	C07	1차금속 제조업
25	금속가공제품 제조업;기계 및 가구 제외	C08	금속가공제품 제조업
26	전자부품,컴퓨터,영상,음향 및 통신장비 제조업	C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업
27	의료,정밀,광학기기 및 시계 제조업	C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업
28	전기장비 제조업	C10	전기장비 제조업
29	기타 기계 및 장비 제조업	C11	기계 및 장비 제조업
30	자동차 및 트레일러 제조업	C12	운송장비 제조업
31	기타 운송장비 제조업	C12	운송장비 제조업
32	가구 제조업	C13	기타 제조업 및 산업용 장비수리업
33	기타 제품 제조업	C13	기타 제조업 및 산업용 장비수리업
34	산업용기계 및 장비수리업	C13	기타 제조업 및 산업용 장비수리업

자료: 한국은행 ECOS에서 제공하는 연계표를 이용하여 저자 작성.

〈부표 6-2〉 한국표준산업분류(KSIC)-국민계정(SNA) 연계표(서비스업)

KSIC		SNA	
코드	산업명	코드	산업명
45	자동차 및 부품판매업	G	도소매업
46	도매 및 상품중개업	G	도소매업
47	소매업:자동차 제외	G	도소매업
49	육상운송 및 파이프라인운송업	H	운수업
50	수상운송업	H	운수업
51	항공운송업	H	운수업
52	창고 및 운송 관련 서비스업	H	운수업
55	숙박업	I	숙박 및 음식점업
56	음식점 및 주점업	I	숙박 및 음식점업
58	출판업	J	정보통신업
59	영상·오디오기록물 제작 및 배급업	J	정보통신업
60	방송업	J	정보통신업
61	우편 및 통신업	J	정보통신업
62	컴퓨터프로그래밍, 시스템통합 및 관리업	J	정보통신업
63	정보 서비스업	J	정보통신업
64	금융업	K	금융 및 보험업
65	보험 및 연금업	K	금융 및 보험업
66	금융 및 보험 관련 서비스업	K	금융 및 보험업
68	부동산업	L	부동산업
70	연구개발업	M	전문, 과학 및 기술 관련 서비스업
71	전문 서비스업	M	전문, 과학 및 기술 관련 서비스업
72	건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	M	전문, 과학 및 기술 관련 서비스업
73	기타전문, 과학 및 기술 서비스업	M	전문, 과학 및 기술 관련 서비스업
74	사업시설관리 및 조경 서비스업	N	사업지원 서비스업
75	사업지원 서비스업	N	사업지원 서비스업
76	임대업: 부동산 제외	N	사업지원 서비스업
84	공공행정, 국방 및 사회보장행정	O	공공행정, 국방 및 사회보장
85	교육 서비스업	P	교육 서비스업
86	보건업	Q	의료, 보건업 및 사회복지 서비스업
87	사회복지 서비스업	Q	의료, 보건업 및 사회복지 서비스업
90	창작, 예술 및 여가 관련 서비스업	R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업
91	스포츠 및 오락 관련 서비스업	R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업
94	협회 및 단체	S	기타 서비스업

(계속)

KSIC		SNA	
코드	산업명	코드	산업명
95	개인 및 소비용품수리업	S	기타 서비스업
96	기타 개인서비스업	S	기타 서비스업
97	가구 내 고용활동	S	기타 서비스업
98	달리 분류되지 않은 자가소비를 위한 가구의 재화 및 서비스생산활동	S	기타 서비스업
99	국제 및 외국기관	S	기타 서비스업

자료: 한국은행 ECOS에서 제공하는 연계표를 이용하여 저자 작성.

〈부표 6-3〉 ICT 자본 관련 품목 구분

SNA(소분류)	산업명
310	반도체
320	전자표시장치
331	인쇄회로기판
339	기타 전자부품
340	컴퓨터 및 주변기기
351	통신 및 방송장비
352	영상 및 음향기기
361	의료 및 측정기기
369	기타 정밀기기
371	발전기 및 전동기
372	전기변환·공급제어장치
373	전지
374	전선 및 케이블
379	기타 전기장비
591	유·무선 및 위성 통신 서비스
599	기타 전기통신 서비스
600	방송 서비스
610	정보 서비스
621	소프트웨어 개발 공급
629	기타 IT 서비스
640	영상·오디오물 제작 배급
730	장비·용품 및 지식재산권 임대

자료: 정보통신정책연구원 ITSTAT의 산업분류를 이용하여 저자 작성.

〈부표 6-4〉 데이터별 출처

산출데이터	데이터명	데이터 설명	출처
공통	산업별 생산자물가	산출물(Y) 및 자본 데이터 실질화	한국은행(ECOS)
산출물(Y)	투입산출표(생산자가격, 대분류)	국민계정 내 생산자가격 산업연관표 내 투입산출표	한국은행(ECOS)
	국민대차대조표	경제활동별 순자본소득(실질)	한국은행(ECOS)
자본	투입산출표(생산자가격, 소분류)	국민계정 내 생산자가격 산업연관표 내 투입산출표	한국은행(ECOS)
	회사채	회사채 3년물 (AA-)	한국은행(ECOS)
노동	고용행정통계	고용보험 가입 근로자의 연령별, 근속연수별 근로자 수	한국고용정보원
	고용형태별근로실태조사	근속연수별 평균 임금액	통계청(KOSIS)
	소비자물가	노동 데이터 실질화	한국은행(ECOS)

자료: 저자 작성.

〈부표 6-5〉 산업별 비ICT 자본과 고령 근로자 대체탄력성

연도	제조업					서비스업				
	전체	기계	소재	ICT	기타	전체	유통	개인	생산자	사회
2015	-0.210	-0.031	-0.371	-1.361	0.295	-0.673	0.186	-2.522	-0.906	-1.303
2016	-0.166	-0.006	-0.313	-1.285	0.318	-0.584	0.207	-2.053	-0.815	-1.135
2017	-0.136	0.008	-0.228	-1.240	0.339	-0.515	0.229	-1.787	-0.793	-0.962
2018	-0.122	0.024	-0.182	-1.124	0.355	-0.445	0.247	-1.524	-0.729	-0.819
2019	-0.089	0.060	-0.137	-1.032	0.368	-0.341	0.266	-1.218	-0.645	-0.588
2020	-0.090	0.068	-0.146	-0.973	0.374	-0.272	0.286	-1.171	-0.579	-0.452

자료: 정보통신정책연구원 ITSTAT의 산업분류를 이용하여 저자 작성.

〈부표 6-6〉 산업별 비ICT 자본과 비고령 근로자 대체탄력성

연도	제조업					서비스업				
	전체	기계	소재	ICT	기타	전체	유통	개인	생산자	사회
2015	0.289	0.304	0.056	0.433	0.092	-0.253	0.309	-2.980	-0.498	-0.769
2016	0.245	0.266	0.051	0.388	0.052	-0.272	0.286	-2.810	-0.485	-0.869
2017	0.201	0.233	0.036	0.347	-0.001	-0.294	0.259	-2.652	-0.547	-0.867
2018	0.171	0.184	-0.004	0.324	-0.055	-0.317	0.232	-2.412	-0.565	-0.883
2019	0.138	0.129	-0.031	0.300	-0.097	-0.318	0.198	-2.157	-0.570	-0.854
2020	0.092	0.052	-0.056	0.263	-0.130	-0.352	0.158	-2.025	-0.615	-0.875

자료: 정보통신정책연구원 ITSTAT의 산업분류를 이용하여 저자 작성.

부록 7. 디지털 전환 인력 실태조사: 고령인력 기업

(1) 디지털 전환 인력 현황과 인력 대체 경험

고령인력 기업의 경우 전체 인력 중 DX 인력이 차지하는 비중은 제조업 약 15%, 서비스업 약 18%로 서비스업의 DX 인력 비중이 약 3%포인트 높게 나타났다. 고령인력 기업의 DX 인력 연령 분포를 보면, 연령대가 높을수록 비중이 커지고, 50대 이상이 차지하는 비중은 제조업 약 37%, 서비스업 약 58%로 서비스업에 종사하는 50대 이상의 비중이 약 21%포인트나 높았다. 또한 고령인력 기업의 DX 인력 비중이 제조업과 서비스업 모두 응답기업 전체에 비해 낮은 것으로 나타나 디지털 전환의 속도가 상대적으로 더딜 수 있다.

고령인력 기업의 경우 제조업에서는 ICT의 DX 인력 비중이 기계나 소재산업보다 약 2배 이상 높았고 서비스업에서는 사회서비스의 DX 인력 비중이 다른 산업보다 최소 2배에서 최대 7배 가까이 높게 나타나 제조업과 서비스업 모두 하위산업 간 편차가 현저히 컸다. 고령인력 기업의 DX 인력 중 50대 이상의 비중을 보면, 제조업에서는 ICT가 가장 높게 나타나 전체 기업의 경우와 대조적이었으나 서비스업은 전체 기업의 경우와 같이 사회서비스가 50대 이상 DX 인력 비중이 압도적으로 높았다.

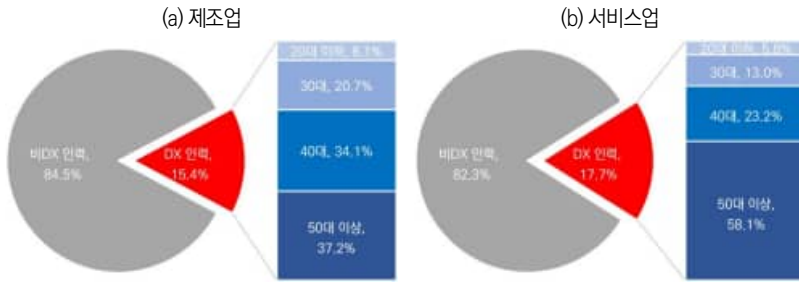
〈부표 7-1〉 DX 인력 비중 및 연령대별 구성

단위: %

		비DX 인력	DX 인력				
			전체	20대 이하	30대	40대	50대 이상
고령	제조	84.5	15.4	8.1	20.7	34.1	37.2
	서비스	82.3	17.7	5.8	13.0	23.2	58.1

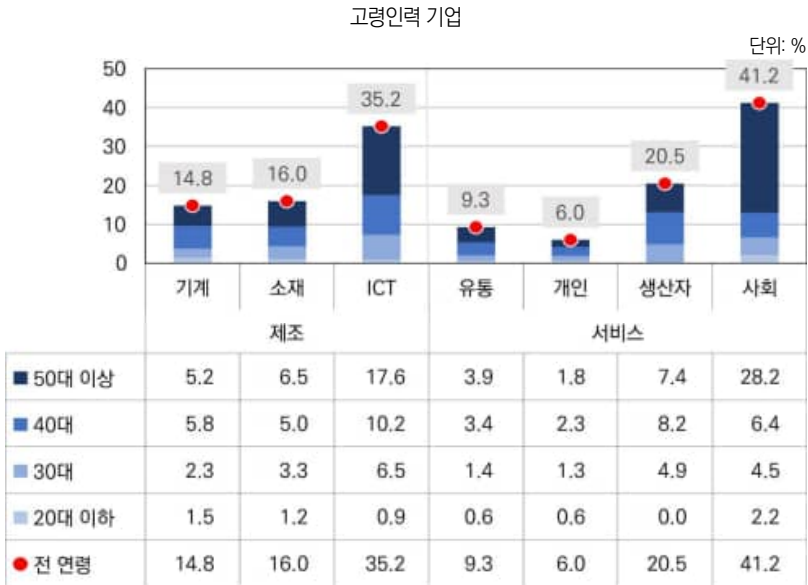
자료: 저자 작성.

〈부도 7-1〉 고령인력 기업 전체 인력 중 DX 인력의 비중



자료: 저자 작성.

〈부도 7-2〉 산업별 전체 인력 중 DX 인력의 비중



자료: 저자 작성.

주: 표의 수치는 하위산업별 각 연령대의 DX 인력 수를 해당 산업의 전체 인력 수(DX 인력+비DX 인력)로 나눈 값으로 해당 산업 전체 인력 중 각 연령대 DX 인력이 차지하는 비중을 나타낸다.

고령인력 기업의 경우 제조업과 서비스업 모두 하위산업 간 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험의 분포 패턴이 연령대별로 크게 상이한

가운데 대체로 제조업이 서비스업보다 단축·대체 경험이 있는 직무 활동이 가장 다양하게 나타난 점이 특징적이다.

고령인력 기업의 연령대별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험을 보면, 제조업에서는 50대 이상의 비중이 약 76%로 가장 높았고 20대 이하가 약 29%로 가장 낮은 가운데 연령대가 높을수록 단축·대체율이 증가하는 것으로 나타났다. 한편 서비스업에서는 40대의 비중이 약 57%로 가장 높았고 20대 이하의 비중이 약 24%로 가장 낮은 가운데 연령대별 편차가 제조업에 비해 작게 나타났다.

직무활동별 고령인력 기업의 업무시간 단축 또는 인력 대체 경험을 보면, 제조업과 서비스업 모두 회계/원가관리의 비중이 가장 높고 인사/급여가 두 번째로 높게 나타나 전체 기업의 경우와 같았다. 한편, 제조업을 영위하는 고령인력 기업에서 회계/원가관리 단축·대체 비중이 약 90%로 나타나 서비스업을 영위하는 고령인력 기업의 경우보다 상당한 차이를 보이는 점이 특징적이다. 3순위부터는 제조업은 생산관리, 영업/마케팅, 구매/자재관리 순으로 비중이 높고 서비스업에서는 영업/마케팅이 3순위로 높았고 그 외에 물류관리와 고객서비스가 미미한 비중을 차지한 가운데 나머지 직무활동에서는 단축·대체 경험이 없는 것으로 나타났다.

〈부표 7-2〉 고령인력 기업의 연령대별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험

단위: %

전체	20대 이하	30대	40대	50대 이상
제조	28.6	61.9	71.4	76.2
서비스	23.8	54.8	57.1	42.9

자료: 저자 작성.

〈부표 7-3〉 고령인력 기업의 직무활동별 업무시간 단축 또는 기존 인력 대체 경험

단위: %

전체	연구개발 / 설계	구매/자재 관리	생산관리	품질관리	물류관리	회계/원가 관리	인사/급여 관리	영업/마케팅	고객 서비스
제조	4.8	16.7	28.6	14.3	9.5	90.5	76.2	23.8	0.0
서비스	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	78.6	66.7	26.2	4.8

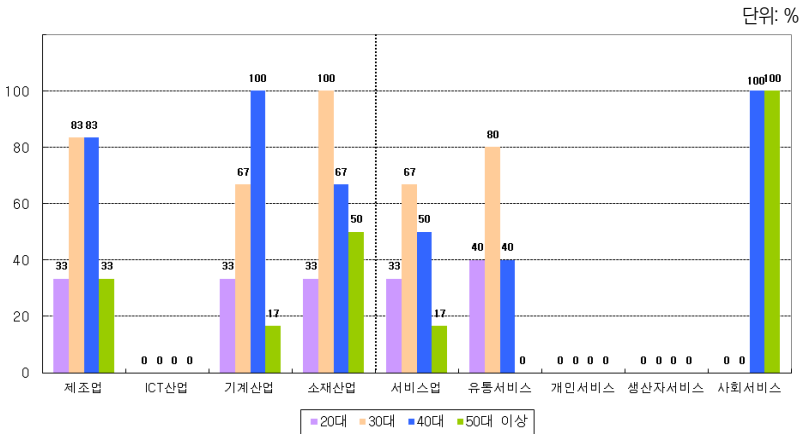
자료: 저자 작성.

(2) 디지털 전환 교육·훈련

디지털 전환 교육·훈련을 현재 실시하고 있는 고령인력 기업들은 제조업(14.3%)과 서비스업(14.3%)에서 약 10%대 응답 비중에 그치는 것으로 나타났다. 산업별로는 제조업에서는 기계산업(20.0%)과 소재산업(16.7%)만이, 그리고 서비스업에서는 유통서비스(35.7%)와 사회서비스(25.0%)의 기업들만이 현재 디지털 전환 교육·훈련을 실시하고 있으며, 나머지 산업에서는 디지털 전환 교육·훈련을 실시하고 있지 않다고 응답하였다. 즉, 고령인력 기업들도 디지털 전환 교육·훈련을 실시하고 있는 산업이 극소수임을 시사하고 있는 대목이다.

고령인력 기업들만을 대상으로 살펴보면, 제조업과 서비스업 모두에서 30대를 가장 많이 응답한 점은 앞서의 조사 결과와 동일하지만, 제조업의 고령인력 기업들은 40대 연령층도 특히 기계산업을 중심으로, 그리고 50대 이상의 고령층은 소재산업을 중심으로 디지털 전환 교육·훈련을 상대적으로 더 많이 실시하고 있는 점이 특징적이다. 50대 이상 고령층의 디지털 전환 교육·훈련은 앞서 살펴본 조사 결과와 비교해서 약간 더 많아진 것으로 보이니(제조업 20% → 33%, 서비스업 13% → 17%), 여전히 다른 연령층과 비교해서 그 비중이 현저히 낮게 나타나고 있다.

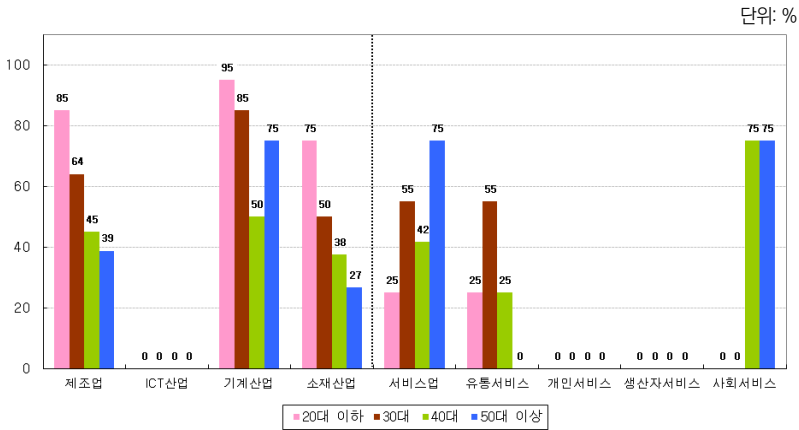
〈부도 7-3〉 고령인력 기업들의 디지털 전환 교육·훈련의 미실시 이유



자료: 저자 작성.

고령인력 기업들의 성과 달성도 조사 결과를 살펴보면, 제조업에서 30대 이하의 연령층(20대 이하와 30대), 그리고 서비스업에서는 30대와 50대 이상의 연령층에서 50% 이상의 성과를 거둔 것으로 평가하여 앞서 살펴본 조사 결과와 약간 다른 양상을 보였다. 또 제조업의 경우 40대 이상의 연령층(40대와 50대 이상)이, 그리고 서비스업에서는 20대와 40대 연령층이 각각 기대의 50% 성과에도 못 미친 것으로 나타나 이들 연령층에 대한 디지털 교육·훈련의 성과는 기대에 다소 부합하지 못한 것으로 조사되었다. 궁극적으로 50대 이상의 고령층에 대한 디지털 전환 교육·훈련의 성과는 제조업 내 고령인력 기업들이 다소 미흡하게 평가한 반면에, 서비스업 내 고령인력 기업들은 기대 이상의 성과를 평가한 점이 앞서의 결과와 차별적인 특징으로 볼 수 있다. 주요 산업별로는 제조업에서 기계산업이, 서비스업의 경우 사회서비스에서 50대 이상의 고령층에 대하여 50% 이상의 성과를 거둔 것으로 평가한 점이 주목할 만하다.

〈부도 7-4〉 고령인력 기업들의 디지털 전환 교육·훈련 성과 달성도



자료: 저자 작성.

주: 성과 기대 대비 비율.

디지털 전환 교육·훈련 유형과 만족도를 보면, 고령인력 기업들의 경우에는 제조업에서 사내 교육·훈련(100.0%)을 모두 응답한 데 반해, 서비스업에서는 공공 교육기관 활용(50.0%)과 사내 교육·훈련(33.3%), 현장 직무 훈련(OJT)(33.3%), e-러닝(33.3%) 등 다양한 형태를 수행하고 있는 것으로 응답하였다. 디지털 전환 교육·훈련의 만족도와 관련해서는 제조업이나 서비스업 모두에서 대체로 보통 수준(3.00) 이상을 평가한 것으로 나타나고 있으나, 서비스업의 경우에는 다양한 형태의 교육·훈련을 수행하는 것에 비해서 만족도가 높지는 않은 것으로 나타났다.

디지털 전환 관련 교육·훈련의 애로사항으로는 고령인력 기업들을 대상으로 조사한 결과에서도 업무 공백 우려와 적절한 프로그램 부재를 상대적으로 많이 응답하였으나, 제조업의 경우 교육 프로그램 정보 부족도 많이 응답하면서 이와 관련된 문제점을 해소하기 위한 노력이 필요한 것으로 보인다.

〈부표 7-4〉 고령인력 기업들의 디지털 전환 교육·훈련 유형과 만족도

	제조업		서비스업	
	실시 여부 (%, 응답 비중)	만족도 (5점 척도)	실시 여부 (%, 응답 비중)	만족도 (5점 척도)
사내 교육·훈련	100.0	3.50	33.3	3.50
현장 직무 훈련(OJT)	33.3	3.50	33.3	3.50
대학교육 지원	16.7	3.00	16.7	2.00
공공 교육기관 교육	-	-	50.0	3.33
사설 교육기관 교육	-	-	16.7	1.00
e-러닝 교육	-	-	33.3	2.50
기타(세미나/컨퍼런스 등)	-	-	16.7	2.00

자료: 저자 작성.

주: 3.00은 보통 수준을 의미.

〈부표 7-5〉 고령인력 기업들의 디지털 전환 교육·훈련의 애로사항

단위: %

	고령인력 기업	
	제조업	서비스업
업무 공백 우려	38.1	38.1
적절한 프로그램 부재	23.8	16.7
예산 부족	-	11.9
임원/회사의 무관심	2.4	2.4
교육 프로그램 정보 부족	23.8	7.1
교육 효과에 대한 의구심	-	4.8
직원들 참여의지 부족	7.1	2.4
교육 인프라 부족	2.4	4.8
직원들 이직 우려	-	7.1
직원 간 디지털 수준 차이	2.4	2.4
기타	-	2.4

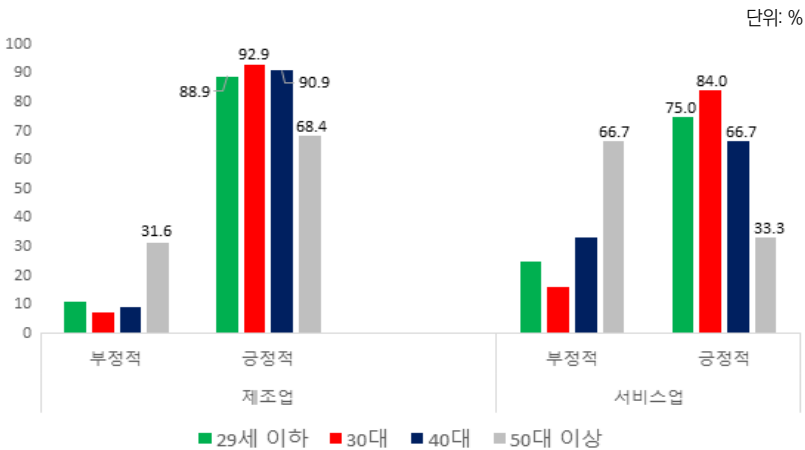
자료: 저자 작성.

(3) 디지털 전환 전담 인력 및 직무 전환 교육·훈련

고령인력 기업들의 경우는 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 견해가 전체 기업 결과와 유사했으며, 역시 상대적으로 50대 이상 고령층에서는 다소 낮은 가운데 제조업에서는 비중이 상승한 반면 서비스업에서는 크게 하락하였다.

직무 전환 교육의 긍정적 이유를 살펴보면, 전체 기업 결과와 마찬가지로 높은 실무 적용성과 경력 부족 보완을 주로 꼽았으나, 세부적으로는 전체 기업 결과와 다소 차이를 보였다. 특히 전자는 제조업과 서비스업 모두 50대 이상 고령층에서 가장 높았으며, 후자는 29세 이하에서 가장 높았는데 제조업에서 상당히 두드러졌다. 특징을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 제조업에서는 29세 이하의 경력 부족 보완(62.5%)이 가장 큰 이유였으나, 서비스업은 50대 이상 고령층의 높은 실무 적용성(60.0%)이 상대적으로 가장 큰 이유였다. 둘째, 경력 부족 보완은 제조업(62.5%)

〈부도 7-5〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 견해(고령인력 기업)

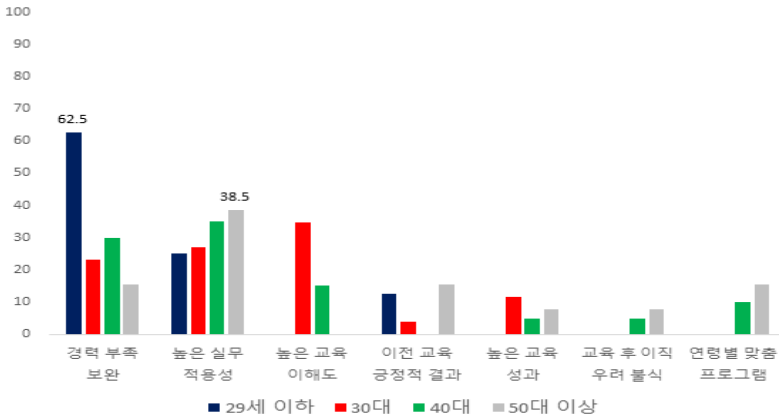


자료: 저자 작성.

과 서비스업(41.7%) 모두 29세 이하에서 상대적으로 가장 높았으며, 높은 실무 적용성은 제조업(38.5%)과 서비스업(60.0%) 모두 50대 이상의 고령층에서 가장 높게 나타났다.

〈부도 7-6〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 긍정적 이유(고령인력 기업, 제조업)

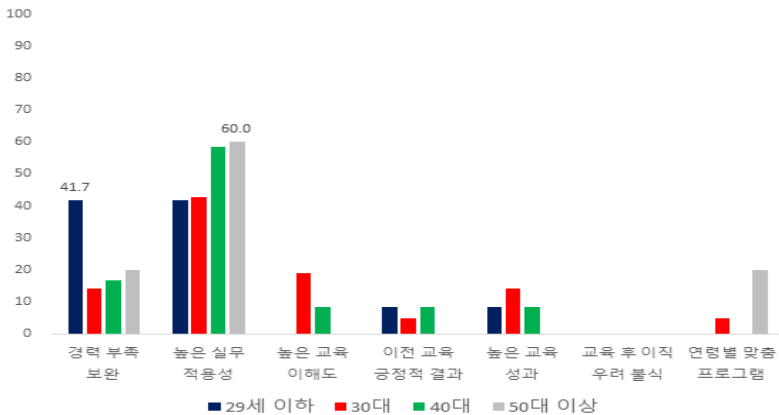
단위: %



자료: 저자 작성.

〈부도 7-7〉 디지털 전환 직무 전환 교육에 대한 긍정적 이유(고령인력 기업, 서비스업)

단위: %



자료: 저자 작성.

〈부도 7-8〉 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 선호하는 교육·훈련 과정(고령인력 기업)

단위: %



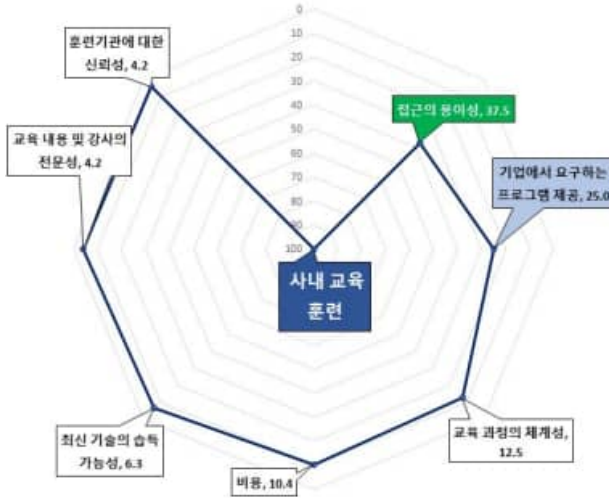
자료: 저자 작성.

디지털 전환 직무 전환 교육 시 선호하는 교육·훈련 과정을 고령인력 기업으로 한정해서 보면, 전체 기업 결과와 마찬가지로 제조업(45.2%)과 서비스업(38.1%) 모두 사내 교육·훈련이 가장 높았다. 이어서 제조업은 현장 직무 훈련(23.8%), e-러닝(19.0%)이, 서비스업은 e-러닝(28.6%), 공공 교육기관(14.3%)의 순이었다.

이렇듯 사내 교육·훈련 과정을 가장 선호하는 이유는 전체 기업 결과와 같이 제조업(37.5%)과 서비스업(40.4%) 모두 접근의 용이성을 꼽았고, 다음으로 제조업은 기업에서 요구하는 프로그램 제공(25.0%), 서비스업은 비용(17.0%)이었다.

〈부도 7-9〉 선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(고령인력 기업, 제조업)

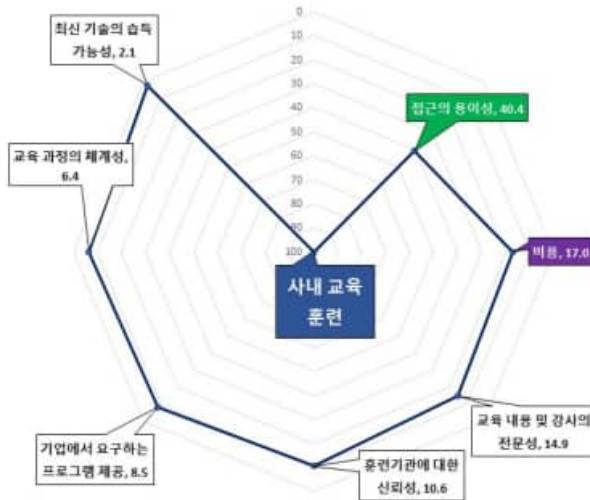
단위: %



자료: 저자 작성.

〈부도 7-10〉 선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(고령인력 기업, 서비스업)

단위: %



자료: 저자 작성.

〈부도 7-11〉 현재 및 향후 디지털 전환 직무 전환 교육 시 비선호하는 교육·훈련 과정(고령인력 기업)

단위: %



자료: 저자 작성.

한편 디지털 전환 직무 전환 교육 시 비선호하는 교육·훈련 과정을 살펴보면, 전체 기업 결과와 유사하고 다소의 순위 차이만 있었다.

제조업과 서비스업이 비선호하는 교육·훈련 과정의 1순위는 달랐지만 그 이유는 1~3순위가 공통되었는데, ‘비용’이 가장 컸으며 다음으로 ‘접근의 용이성’을 꼽아 역시 선호 이유와 반대로 나타났다.

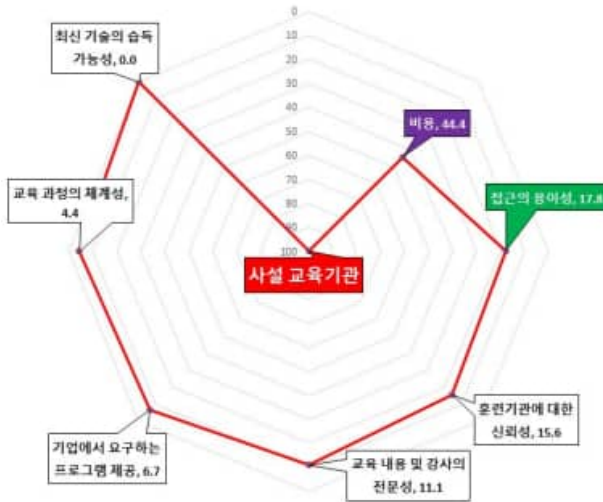
고령인력 기업들의 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 선호를 보면, 연령, 전공, 경력을 재교육, 비용보다 중시하는 면은 유사했으나, 전체 기업 결과와는 달리 제조업과 서비스업은 몇몇 특징과 다소의 차별점을 보였다.

첫째, 제조업(33.3%), 서비스업(38.1%) 모두 20~30대 젊은 층의 DX 인력(106)을 가장 선호하여 연령·전공·경력을 판단 기준으로 하되 연령

106) DX 관련 직무를 즉각적으로 원활하게 수행할 수 있는 IT 전공자 및 IT 분야 경력자.

〈부도 7-12〉 비선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(고령인력 기업, 제조업)

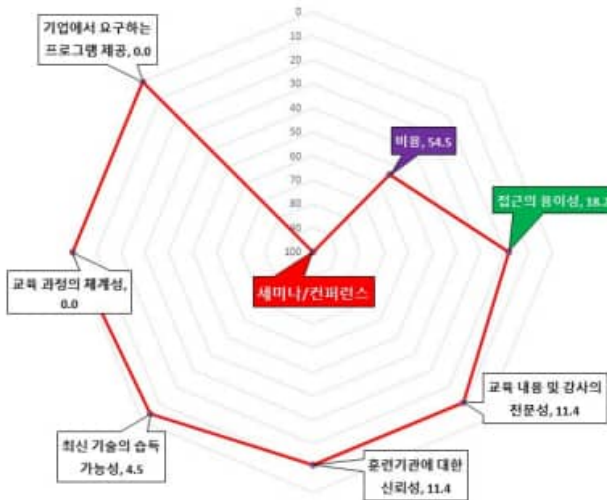
단위: %



자료: 저자 작성.

〈부도 7-13〉 비선호하는 교육·훈련 과정 선택 이유(고령인력 기업, 서비스업)

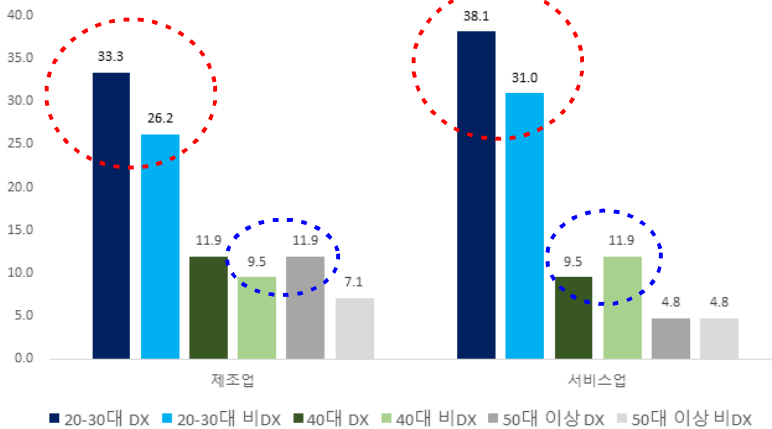
단위: %



자료: 저자 작성.

〈부도 7-14〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 선호 순위(고령인력 기업)

단위: %



자료: 저자 작성.

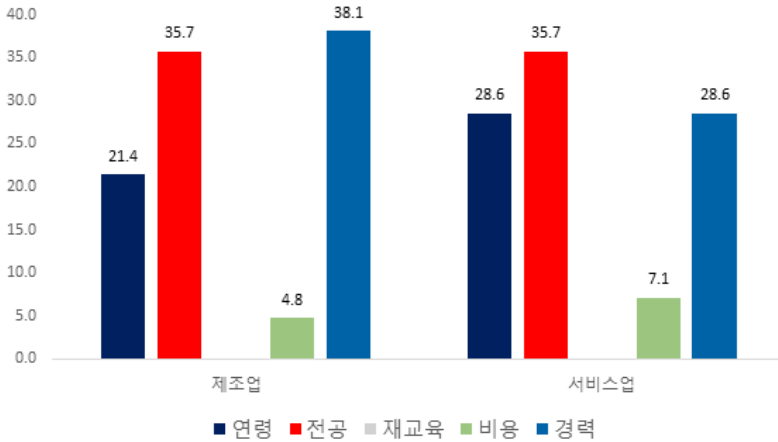
보다는 전공·경력을 더 중시하였고 이는 서비스업에서 더 두드러졌다. 둘째, 제조업, 서비스업 모두 2순위로 40대, 50대 이상의 DX 인력보다 20~30대 젊은 층의 비DX 인력¹⁰⁷⁾을 선호하였다. 즉, IT 비전공자이나 사후적으로 직무 전환 교육을 이수했다면 전공·경력자보다 연령을 중시한 것으로 보인다.

셋째, 그러나 이 같은 현상은 중·고령층으로 갈수록, 그리고 제조업과 서비스업 간에 다소 다른 양상을 보였다. 먼저 제조업의 40대, 50대 이상을 보면, 동일 연령대에서는 DX 인력을 비DX 인력보다 선호했으나, 다른 연령대 간 즉 40대의 비DX 인력(9.5%)보다는 50대 이상의 DX 인력(11.9%)을 선호하여 연령보다 경력을 중시하는 것으로 보인다. 반면 서비스업에서는 40대에서 비DX 인력(11.9%)을 DX 인력(9.5%)보다 선호

107) DX 관련 IT 비전공자이나, 사후적으로 직무 전환 교육을 받은 자.

〈부도 7-15〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 선호 순위 기준(고령인력 기업)

단위: %



자료: 저자 작성.

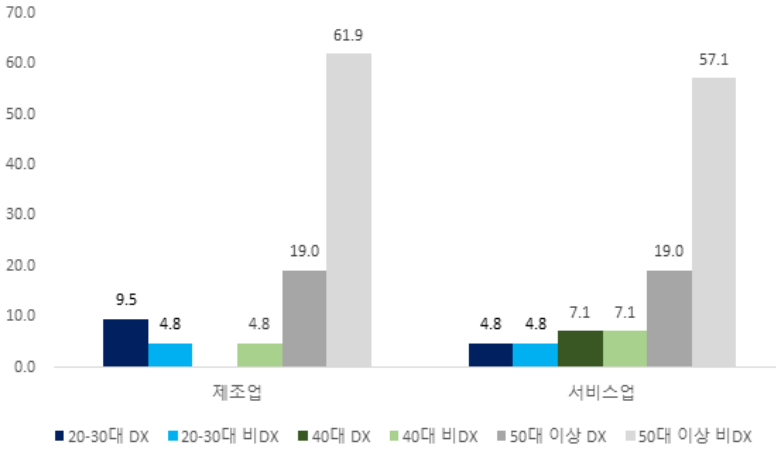
하고 있어 인건비(비용)를 고려하는 것으로 판단된다.

이같이 기업들은 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 시 주로 경력·전공·연령 세 가지를 중시하되 최우선 판단 기준을 달리하면서 복합적으로 고려하는 것으로 보인다. 이를 보여주듯 제조업에서는 경력(38.1%), 전공(35.7%), 연령(21.4%) 순으로, 서비스업은 전공(35.7%), 연령·경력(28.6%) 순으로 우선순위를 나타냈다.

고령인력 기업만을 따로 보더라도 전체 기업 결과와 크게 다르지 않아 비선호의 이유로 연령이 절대적으로 가장 큰 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다.

〈부도 7-16〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 비선호 순위(고령인력 기업)

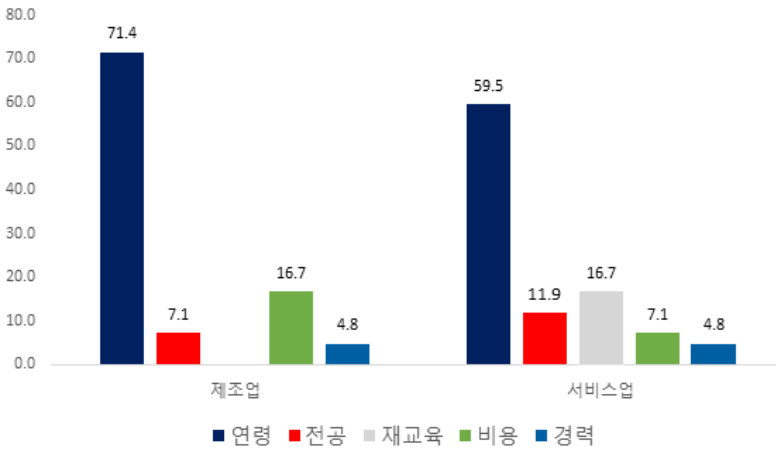
단위: %



자료: 저자 작성.

〈부도 7-17〉 디지털 전환 신규 전담 인력 채용 비선호 순위 기준(고령인력 기업)

단위: %



자료: 저자 작성.



Abstract

A Study on the Impact of Domestic and External Structural Changes on the Korean Economy: Focusing on Digital Transformation Directions in Response to Labor Force Aging

Lee sora* et al.

South Korea is experiencing rapid population aging, which significantly impacts industrial productivity and efficiency. Digital transformation, seen as a critical factor in enhancing national innovation capabilities, interacts with this aging workforce in complex ways. This study aims to analyze how digital transformation and labor force aging interact across different industries and provide policy recommendations based on these insights.

The proportion of workers aged 50 and above in South Korea has increased sharply since 2000, with aging particularly pronounced in the service sector. The ICT manufacturing industry is undergoing rapid aging, and the social services sector has the highest average age at

* sora.lee@kiet.re.kr

around 47 years. The impact of labor force aging on labor productivity is significant; the increase in the proportion of workers aged 50 and above has been found to lead to a decline in productivity. Also, the study finds that the increasing share of workers aged 50 and above leads to a meaningful decline in productivity since 2015.

Meanwhile, digital transformation has become a key driver in enhancing South Korea's industrial competitiveness. Since 2015, South Korea's digital competitiveness ranking has improved, with government-led digital transformation being a key feature. However, the shortage of digital talent and the lack of willingness to adopt and utilize new technologies have been identified as critical challenges. Companies face difficulties in pushing forward with digital transformation due to this lack of workforce.

Looking at the status of digital transformation across industries within Korea, only 14% of firms were using digital technologies as of 2022. However, the proportion of firms undergoing digital transformation continues to rise. Especially, large enterprises are rapidly adopting digital transformation. Analyzing the impact of digital transformation on firms' performance, revenue in most industries grows significantly. Conversely, the impact of digital transformation on employment varies by industry and often has a negative effect on job creation.

When examining the interaction between digital transformation and labor force aging, it is found that firms with older workers are less likely to adopt digital transformation technologies. Older workers also have a higher substitutability with digital capital, suggesting that, in the long term, digital capital's price decrease could facilitate their replacement. This indicates that digital transformation is not positively

impacting older workers.

Regionally, areas outside the capital region, which are aging more rapidly, are lagging behind in digital transformation outcomes, widening the gap with the capital region in terms of regional growth. This issue is exacerbated by the lack of digital infrastructure and workforce incentives in non-capital regions.

Policies addressing aging in the workforce are primarily focused on incumbent workers and those with short-term careers, while policies targeting older workers are limited. Most digital literacy training for middle-aged and older adults remains at a basic level, limiting its effectiveness in improving practical capabilities. Efforts to bridge the digital divide have also focused on basic education for older generations, but there is a lack of training to improve practical skills needed in the workforce.

Digital transformation policies in regional areas focus mainly on traditional industries, yet they are primarily designed for younger workers, leaving gaps in digital skills development for older workers. Tailored educational programs and policies are needed to address these gaps.

This study analyzes the relationship between digital transformation and labor force aging and provides policy recommendations to address the challenges. The findings suggest that labor force aging negatively impacts digital transformation, and to mitigate this, efforts to enhance the digital competencies of mid-to-late career workers are essential. Current digital talent development policies are largely focused on younger generations, so specialized and systematic digital education programs for older workers are needed.

To maximize the effects of digital transformation, support must be

tailored to the characteristics of different industries and businesses. As digital technology requirements differ across industries and firm sizes, supporting policies should help each firm adopt and utilize the necessary digital technologies. In particular, small and medium-sized enterprises (SMEs), which lack resources and infrastructure, face difficulties in digital transformation, and the government must provide more targeted support for these businesses.

Finally, it is important to improve the negative perceptions of older workers and encourage their active participation in digital transformation. Research shows that older workers in ICT manufacturing sector have demonstrated excellent performance in digital transformation training, suggesting they can become competitive assets in the digital transformation era. Therefore, both businesses and the government must focus on enhancing the digital competencies of older workers and support their meaningful role in the digital transformation process.

연구진

연구책임자	이소라	산업연구원 동향분석실 부연구위원
참여연구진	김현석	산업연구원 동향분석실 부연구위원
	이원복	산업연구원 동향분석실 부연구위원
	민성환	산업연구원 동향분석실 선임연구위원
	김태훈	산업연구원 동향분석실 부연구위원
	박성근	산업연구원 동향분석실 연구위원
	강성우	산업연구원 동향분석실 연구원
	박나연	산업연구원 동향·통계분석본부 연구원
	천가현	산업연구원 동향·통계분석본부 연구원
	김정현	산업연구원 동향·통계분석본부 전문연구위원
	한정민	산업연구원 동향분석실 전문연구위원
	변창욱	산업연구원 동향·통계분석본부 선임연구위원
	홍성욱	산업연구원 동향분석실 선임연구위원
	전보경	산업연구원 동향·통계분석본부 연구원
	이민주	산업연구원 동향·통계분석본부 연구원

기타 기여자

심의위원	김지운	홍익대학교 경제학부 조교수
	오종석	경북대학교 경제통상학부 조교수
	박석용	산업통상자원부 산업정책과 사무관
자문위원	최지은	정보통신정책연구원 연구위원
	김민정	한국개발연구원 연구위원
	이진면	산업연구원 글로벌산업실 선임연구위원
	오정현	산업연구원 중소벤처기업연구본부 부연구위원
	오영석	산업연구원 동향·통계분석본부 선임연구위원
설문조사	비바컴퍼니	

연구보고서 2024-04

대내외 구조적 변화의 한국경제 영향 연구

노동력 고령화에 대응한 디지털 전환 방향을 중심으로

발행일 2024년 12월 31일

발행인 권남훈

발행처 산업연구원

등록 1983년 7월 7일 제2015-000024호

주소 30147 세종특별자치시 시청대로 370

세종국책연구단지 경제정책동

전화 044-287-3114

팩스 044-287-3333

문의 044-287-3146

인쇄처 (주)유성사

값 14,000원

ISBN 979-11-93768-76-1 93320

내용의 무단 복제와 전재 및 역재를 금합니다.