



2020.12.31

국회미래연구원 | 연구보고서 | 20-08호

# 디지털 전환에 따른 성장, 분배효과 분석 및 정책실험 연구

여영준, 이선화, 정성문



국회미래연구원  
NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE



# 디지털 전환에 따른 성장, 분배효과 분석 및 정책실험 연구

## 연구진

### 내부연구진

여영준 부연구위원(연구책임자)

이선화 연구위원

### 외부연구진

정성문 신라대학교 글로벌경제학과 교수

- ◆ 출처를 밝히지 않고 이 보고서를 무단 전재 또는 복제하는 것을 금합니다.
- ◆ 본 보고서의 내용은 국회미래연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝힙니다.

## 발 | 간 | 사

초지능화 기술의 확산은 생산현장, 기업 및 산업 간 관계, 노동시장, 가계소득 등에 다양한 경로를 통해 영향을 미침으로써, 경제사회 체제의 전환을 촉진할 것으로 예상됩니다. 4차 산업혁명으로 일컬어지는 디지털전환 기술발전이 미래 국가 경제사회 시스템에 미치는 영향에 대해, 낙관론적인 전망과 자동화로 인한 일자리 대체 위험과 사회적 불평등 확대 등을 경고하는 비관론적 예측이 서로 엇갈리고 있습니다. 하지만 지능형 자동화의 급속한 발전이 미래 경제사회에 미치는 영향은 사전적으로 정해져 있는 것이 아니라, 정책적 대응을 통해 어떻게 긍정적 영향을 부정적 영향보다 크게 만들 수 있느냐에 달려 있습니다.

미래 디지털전환 중심 기술진보가 가져다줄 기회와 위기 요인을 예측하고, 잠재적 문제 해소를 위한 정책개입 효과를 정량적으로 추산할 수 있는 데이터 및 모형 기반 실증연구는 매우 열악한 상황입니다. 이에 본 연구에서는 우리나라 경제사회 시스템의 주요 제도적 특성과 디지털전환 기술발전의 내재적 속성을 내재화한 거시 경제모형을 제안함으로써, 디지털전환 시대에 다양하게 전개될 시나리오별 중장기 파급효과를 전망하고자 합니다. 이를 통해 디지털전환 기술변화 양상에 따른 경제 성장, 노동시장, 산업활동 및 가계소득 분포 영향을 종합적으로 고찰하고자 합니다. 또한 연산일반균형(CGE) 모형 기반 정량분석을 바탕으로, 디지털전환 이행과정에서 발생 가능한 여러 도전 과제를 식별하고, 이를 해소하기 위한 정책대안의 효과를 동태적으로 고찰하고자 합니다. 이를 통해 미래 사회 구성원들의 불안감을 경감시키고 성공적인 디지털전환 이행을 뒷받침하는 정책수립에 기여하고자 합니다.

본 보고서의 연구는 국회미래연구원 여영준 부연구위원의 책임 아래, 내·외부 연구진의 공동작업으로 수행되었습니다. 내부 연구진으로 여영준 부연구위원, 이선화 연구위원이 참여하였으며, 외부 연구진으로는 정성문 교수(신라대학교) 등이 참여하였습니다. 일일이 호명하기는 어려우나, 분야별 전문가들과 심사위원들의 세심한 의견을 통해 보고서의 미진한 부분을 보완하고 완성도를 높일 수 있었습니다. 보고서 기획부터 발간에 이르기까지 직·간접적으로 도움을 준 모든 참여자에 이



자리를 빌려 깊은 감사의 뜻을 전하며, 연구의 결과물이 미래 우리 경제사회시스템의  
포용적 발전을 뒷받침하는 전략적 미래예측 연구에 작은 보탬이 되기를 기대합니다.

2020년 12월  
국회미래연구원장 **김 현 곤**



|   |           |
|---|-----------|
| <b>제1장 서론</b> .....                       | <b>1</b>  |
| 제1절 문제의식 및 연구 목적 .....                    | 3         |
| 제2절 연구 내용 및 연구 구성 .....                   | 6         |
| <b>제2장 국내외 선행연구 고찰</b> .....              | <b>11</b> |
| 제1절 기술혁신의 편향성과 경제사회 내 영향 .....            | 13        |
| 1. 기술혁신에 따른 고용수준 영향 분석 내용 고찰 .....        | 14        |
| 2. 기술진보의 편향성에 대한 개념적·실증적 고찰 .....         | 19        |
| 3. 주요 선행연구 접근 고찰 시사점 .....                | 25        |
| 제2절 디지털전환 시대 기술진보 편향성과 영향 .....           | 29        |
| 1. 정보통신 기술발전에 따른 노동시장 영향 분석 연구 .....      | 29        |
| 2. 디지털전환 시대 기술변화에 따른 파급효과 분석 연구 .....     | 35        |
| 3. 주요 선행연구 접근 고찰 시사점 및 본 연구의 기여 .....     | 45        |
| <b>제3장 디지털전환에 따른 경제사회 파급효과 정태분석</b> ..... | <b>53</b> |
| 제1절 디지털전환 특화 사회회계행렬 구성 .....              | 55        |
| 제2절 디지털전환에 따른 파급효과 정태분석 .....             | 73        |
| 1. 디지털전환 파급효과 분석 활용 방법론 .....             | 73        |
| 2. 디지털전환 파급효과 분석 시나리오 설계 .....            | 76        |
| 3. 디지털전환에 따른 정태적 파급효과 분석 .....            | 78        |
| 제3절 소결 및 시사점 .....                        | 86        |

# 목 차

|   |            |
|---|------------|
| <b>제4장 디지털전환 시나리오별 경제사회 파급효과 분석</b> ..... | <b>89</b>  |
| 제1절 디지털전환 특화 연산일반균형 모형 구축 .....           | 91         |
| 제2절 디지털전환 시나리오 설계 및 구성 .....              | 108        |
| 제3절 디지털전환 시나리오별 파급효과 분석 .....             | 111        |
| 1. 디지털전환 기술변화 시나리오별 파급효과 분석 .....         | 111        |
| 2. 디지털전환 시대 정책대안 실험 및 파급효과 분석 .....       | 143        |
| <b>제5장 결론 및 시사점</b> .....                 | <b>157</b> |
| <b>참고문헌</b> .....                         | <b>173</b> |
| 1. 국내 문헌 .....                            | 175        |
| 2. 국외 문헌 .....                            | 178        |
| <b>Abstract</b> .....                     | <b>187</b> |

|  |     |
|--|-----|
| [표 1-1] 본 연구의 주요 구성 및 목적 .....                               | 8   |
| [표 2-1] 혁신과 고용수준 간 관계에 대한 실증분석: 기업 단위 분석 .....               | 16  |
| [표 2-2] 혁신과 고용수준 간 관계에 대한 실증분석: 산업 단위 분석 .....               | 19  |
| [표 2-3] 기술혁신과 고용 간 관계 고찰 선행연구 접근의 한계점 및 본 연구 기여 .....        | 28  |
| [표 2-4] ICT 기술 활용에 따른 고용수준 변화 분석 실증연구 .....                  | 29  |
| [표 2-5] ICT 기술 활용에 따른 고용수준 및 구성변화 분석 실증연구 .....              | 31  |
| [표 2-6] 업무(task) 구분과 업무 부문별 디지털전환 영향 .....                   | 39  |
| [표 2-7] 디지털전환 기술변화 관련 정형화된 사실 및 주요 선행연구 한계점 정리 .....         | 47  |
| [표 3-1] 사회회계행렬의 기본 구조도 .....                                 | 56  |
| [표 3-2] 본 연구 사회회계행렬 내 산업분류 .....                             | 58  |
| [표 3-3] 사회회계행렬 내 디지털전환 자본재에 대한 고려 .....                      | 60  |
| [표 3-4] 산업별 자본 부가가치 투입구조 .....                               | 62  |
| [표 3-5] 사회회계행렬 내 노동시장 세분화를 위한 업무 기반 직종 분류 .....              | 64  |
| [표 3-6] 노동시장 세분화를 위한 업무-숙련-직업 연계표 .....                      | 65  |
| [표 3-7] 기준연도 SAM 내 부가가치 구성 측면 소득분위별 비중 .....                 | 67  |
| [표 3-8] 산업분류와 소비지출 항목 간 연계표 .....                            | 68  |
| [표 3-9] 본 연구 내 구축 사회회계행렬 구조도 .....                           | 72  |
| [표 3-10] 사회회계행렬 내 내생 및 외생 계정 부문 분류 .....                     | 74  |
| [표 3-11] 디지털전환 파급효과 분석을 위한 설계 시나리오 .....                     | 77  |
| [표 3-12] 디지털전환 확산 시나리오별 총산출 증대 효과 비교 .....                   | 78  |
| [표 3-13] 디지털전환 시나리오별 가계소득분배 효과 .....                         | 85  |
| [표 4-1] 모형 내 생산함수 내 대체 탄력성 가정 .....                          | 99  |
| [표 4-2] Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구 내 설계 시나리오(예시) ..... | 109 |
| [표 4-3] 본 연구 내 분석 시나리오 설계 .....                              | 110 |

## 표 목 차

|   |     |
|---|-----|
| [표 4-4] 정책시나리오별 경제성장률 .....                         | 114 |
| [표 4-5] BAU 대비 정책시나리오별 산업별 산출량 변화 .....             | 116 |
| [표 4-6] 2030년 BAU 대비 정책시나리오별 산업 집중도 지수 비교 .....     | 120 |
| [표 4-7] 정책시나리오별 디지털전환 HW 자본스톡 변화 .....              | 124 |
| [표 4-8] 정책시나리오별 디지털전환 SW 자본스톡 변화 .....              | 125 |
| [표 4-9] 정책시나리오별 총노동수요 변화 .....                      | 129 |
| [표 4-10] 2030년 기준 정책시나리오별 소득분배 효과 .....             | 140 |
| [표 4-11] BAU 대비 추가 정책시나리오별 산업별 산출량 변화 .....         | 146 |
| [표 4-12] 2030년 BAU 대비 추가 정책시나리오별 산업 집중도 지수 비교 ..... | 149 |
| [표 4-13] 2030년 기준 정책시나리오별 소득분배 효과 .....             | 154 |

|  |    |
|--|----|
| 〈그림 1-1〉 본 연구 내 세부연구 주요 내용 및 상호연계성 .....           | 9  |
| 〈그림 2-1〉 미국 경제체제 내 숙련도(최종학력 기준)별 임금수준 변화 .....     | 22 |
| 〈그림 2-2〉 세계 경제체제 내 노동소득 비중 추이 .....                | 23 |
| 〈그림 2-3〉 요소 편향적 기술진보에 따른 노동시장 영향 주요 파급경로(예시) ..... | 25 |
| 〈그림 2-4〉 요소 편향적 기술진보에 따른 거시경제적 파급경로(예시) .....      | 26 |
| 〈그림 2-5〉 기술혁신이 고용에 영향을 미치는 주요 파급경로 .....           | 27 |
| 〈그림 2-6〉 ICT 기술도입이 노동시장에 미치는 주요 파급경로 .....         | 33 |
| 〈그림 2-7〉 컴퓨터화에 따른 직업 대체 확률 .....                   | 37 |
| 〈그림 2-8〉 디지털전환 기술과 중숙련 노동 부가가치 간 관계 .....          | 40 |
| 〈그림 2-9〉 전 세계 주요 국가 고용구조 변화 .....                  | 40 |
| 〈그림 2-10〉 인공지능 확산에 의한 고용 관련 효과 .....               | 41 |
| 〈그림 2-11〉 인공지능 확산에 따른 국가별 성장 효과 차이 .....           | 42 |
| 〈그림 2-12〉 지역별·산업별 자동화에 의한 노동대체 확률(2030년) .....     | 43 |
| 〈그림 2-13〉 인공지능의 확산에 따른 경제성장 효과 .....               | 44 |
| 〈그림 2-14〉 지능형 로봇 발전 수준에 따른 경제의 변화 예시 .....         | 45 |
| 〈그림 2-15〉 디지털전환 기술발전에 따른 영향 주요 파급경로 .....          | 51 |
| 〈그림 3-1〉 디지털전환 따른 파급효과 정태분석 주요 연구 단계 .....         | 55 |
| 〈그림 3-2〉 사회회계행렬 내 디지털전환 자본 투자계정 세분화 .....          | 61 |
| 〈그림 3-3〉 산업별 업무 기반 직종 비중 .....                     | 66 |
| 〈그림 3-4〉 사회회계행렬 내 부가가치 계정 세분화 .....                | 66 |
| 〈그림 3-5〉 가계소득분위별 저축 비중 .....                       | 70 |
| 〈그림 3-6〉 디지털전환 확산 시나리오별 BASE 대비 생산 증대 효과 전망 .....  | 79 |
| 〈그림 3-7〉 디지털전환 생산 부문 성장에 따른 산업 내 파급경로 .....        | 80 |
| 〈그림 3-8〉 디지털전환 시나리오별 BASE 대비 부가가치 부문 변화 전망 .....   | 81 |

## 그림 목 차

|  |     |
|--|-----|
| 〈그림 3-9〉 기준연도 산업별 부가가치 내 디지털 자본 비중(x축) 대비 노동유형별 투입 비중(y축) 간 관계 ..... | 82  |
| 〈그림 3-10〉 디지털전환 시나리오별 BASE 대비 가계소득 및 분위별 소득비중 변화 .....               | 83  |
| 〈그림 3-11〉 기준연도 가계분위별 소득 형성 구조 .....                                  | 84  |
| 〈그림 3-12〉 디지털전환 따른 파급효과 정태분석 주요 시사점 정리 .....                         | 87  |
| 〈그림 4-1〉 본 연구 내 구축 및 활용 CGE 모형의 주요 특성 .....                          | 93  |
| 〈그림 4-2〉 수요 및 공급 측면으로 바라본 CGE 모형 구조 .....                            | 94  |
| 〈그림 4-3〉 모형 내 산업별 생산함수 구조 .....                                      | 98  |
| 〈그림 4-4〉 주요 국외 연구 내 생산함수 구조(예시) .....                                | 99  |
| 〈그림 4-6〉 모형 내 가계효용함수 구조 .....  | 105 |
| 〈그림 4-7〉 모형 내 정부 소득 및 지출 구조 .....                                    | 106 |
| 〈그림 4-8〉 BAU 시나리오 대비 시나리오별 GDP 수준 .....                              | 112 |
| 〈그림 4-9〉 BAU 대비 SCN_A 시나리오별 GDP 수준 .....                             | 113 |
| 〈그림 4-10〉 BAU 대비 SCN_B 시나리오별 GDP 수준 .....                            | 113 |
| 〈그림 4-11〉 BAU 시나리오 대비 시나리오별 총산업 산출 수준 비교 .....                       | 115 |
| 〈그림 4-12〉 2030년 BAU 대비 정책시나리오별 산업군별 산출액 변화 .....                     | 118 |
| 〈그림 4-13〉 2030년 BAU 대비 정책시나리오별 산업군별 생산성 변화 .....                     | 122 |
| 〈그림 4-14〉 BAU 대비 정책시나리오별 디지털전환 HW 자본 가격변화 .....                      | 125 |
| 〈그림 4-15〉 BAU 대비 정책시나리오별 디지털전환 SW 자본 가격변화 .....                      | 126 |
| 〈그림 4-16〉 BAU 대비 시나리오별 자본스톡 수준 변화 .....                              | 127 |
| 〈그림 4-17〉 BAU 대비 시나리오별 총자본스톡 중 자산 유형별 비중 변화 .....                    | 128 |
| 〈그림 4-18〉 BAU 대비 시나리오별 노동유형별 수요 변화 .....                             | 131 |
| 〈그림 4-19〉 BAU 대비 시나리오별 산업군 내 노동유형별 수요 변화 .....                       | 133 |
| 〈그림 4-20〉 BAU 대비 시나리오별 직종 유형별 상대적 임금 격차 변화 .....                     | 137 |
| 〈그림 4-21〉 BAU 대비 시나리오별 가계소득 증가 및 분위별 소득비중 변화 .....                   | 139 |
| 〈그림 4-22〉 BAU 시나리오 대비 추가 정책시나리오별 GDP 수준 .....                        | 144 |

|   |     |
|---|-----|
| 〈그림 4-23〉 BAU 시나리오 대비 추가 정책시나리오별 총산업 산출 수준 .....              | 145 |
| 〈그림 4-24〉 BAU 대비 추가 정책시나리오별 직종 유형별 임금수준 변화 .....              | 150 |
| 〈그림 4-25〉 BAU 대비 시나리오별 정형적 업무 대비 비정형 인지 업무과업<br>프리미엄 변화 ..... | 152 |
| 〈그림 4-26〉 BAU 대비 시나리오별 상위 10% 및 중위(40~60%) 소득분위 비중 변화 ..      | 153 |
| 〈그림 5-1〉 디지털전환 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과 전망 분석 주요 시사점 ..            | 162 |
| 〈그림 5-2〉 과업 공급 및 수요 간 상호작용을 고려한 혁신정책 비전 수립 방향 .....           | 164 |
| 〈그림 5-3〉 디지털전환 시대 국가 발전 경로 .....                              | 165 |
| 〈그림 5-4〉 미래 디지털전환 시대 혁신정책 비전 및 주요 정책과제 .....                  | 170 |



## 요 약

### 1 서론

#### □ 연구의 배경 및 필요성

- **국가 경제사회시스템 내 기회와 위기를 동반할 디지털전환 흐름**
  - 향후 더욱 가속화될 디지털전환 흐름은 새로운 성장동력 발굴, 새로운 형태 일자리 확산, 산업 전반 생산성 향상 등 경로를 바탕으로 경제 내 다양한 성장기회를 가져올 것으로 예상됨.
  - 하지만 급속한 디지털전환 기술변화 이면에 존재하는 잠재적 위험요소, 그리고 기술변화와 경제사회시스템 간 괴리로 파생될 잠재적 문제점에 주목해야 함.
  - 디지털전환 시대 지능형 기술의 침투 확대와 급속한 자동화에 따른 노동 시장 붕괴, 디지털 기술격차 확대에 따른 계층, 기업, 국가, 지역 간 불균형 심화 등 위기 요인들이 등장할 것으로 전망됨.
- **디지털전환 시대 적응을 위한 경제사회 전망과 정책대안 발굴 필요성 대두**
  - 이러한 배경하, 본 연구에서는 우리나라 경제사회시스템의 디지털전환 수용 과정에서 마주하게 될 가능성과 주요 도전 과제를 식별하고자 함.
  - 이에 디지털전환 기술변화 양상에 따른 경제성장, 노동시장, 산업활동 및 가계소득 분포 영향을 종합적으로 전망하고자 함.
  - 이를 통해 디지털전환 기술진보에 따른 잠재적 역기능 해소를 위한 정책 대안을 제안하고, 정책효과를 분석함으로써 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책과제를 도출하고자 함.
  - 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일, 인공지능과 로봇 기술 등 디지털전환 주요 핵심 기술의 급속한 발전이 미래 경제사회에 미치는 영향은 사전적으로 정해져 있는 것이 아니라, 정책적 대응을 통해 어떻게

긍정적 영향을 부정적 영향보다 크게 만들 수 있느냐에 달려 있음.

- 이러한 맥락에서 본 연구는 미래 디지털전환 시대에 야기될 주요 부정적 영향을 최소화하고, 디지털전환 중심 패러다임으로의 전환을 용이하게 하기 위한 정책 설계 및 수립의 과학화에 기여하고자 함.

## □ 연구의 주요 구성 및 목적

### ● 선행연구 고찰을 통한 디지털전환 기술변화 속성 및 파급경로 이해

- 본 연구에서는 첫 번째로 선행연구 고찰을 바탕으로, 디지털전환 기반 기술진보가 경제체제 내 어떠한 파급경로를 통해 영향을 끼치는지 파악함으로써, 디지털전환 기술변화의 내재적 속성을 이해하고자 함.
- 이를 통해 반복업무 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보로 일컬어지는 디지털전환 기술변화의 내재적 속성을 이해하고, 이 같은 기술변화의 편향성이 경제사회시스템에 어떠한 파급경로를 형성하는지 정형화된 사실을 추출하고자 함.

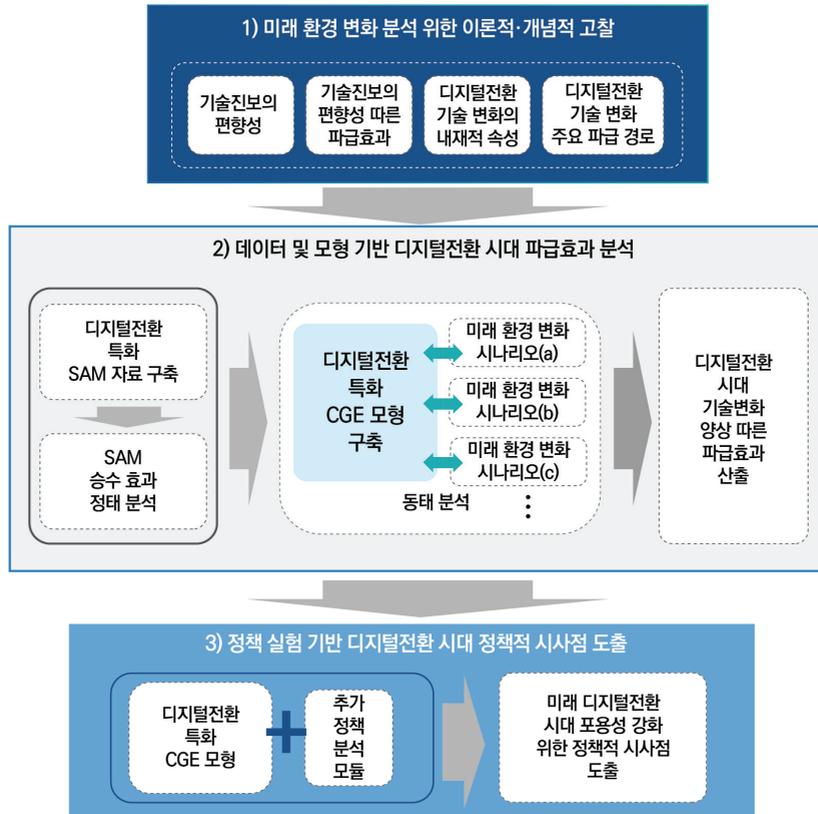
### ● 디지털전환 특화 사회회계행렬 승수효과 분석 기반 미래 경제사회 전망

- 두 번째로, 우리나라 경제사회시스템을 묘사하는 사회회계행렬을 구성하고, 승수효과 분석을 바탕으로 디지털전환 진전이 일으킬 파급효과를 정태적으로 분석하고자 함.
- 이를 통해 우리나라 경제체제에서 디지털전환 기술변화, 노동시장, 그리고 소득분배 간 관계를 파악함으로써 디지털전환 기술변화의 영향과 관련한 정형화된 사실이 우리나라에서도 발견되는지 살펴보고자 함.
- 이를 바탕으로 우리나라 경제사회시스템의 구조적 특성을 규명하고자 함.

### ● 디지털전환 특화 CGE 모형 기반 경제사회 전망 및 정책대안 효과 실험

- 세 번째로, 동태적인 관점으로 디지털전환 시대에 다양하게 전개될 미래 시나리오별 증장기 파급효과를 산출하기 위해 연산일반균형(CGЕ) 모형을 설계하고 활용하고자 함.
- 이를 위해 디지털전환 기술진보의 주요 특성을 모형 내 내재화하고, 선행연구 고찰로 확인한 디지털전환의 주요 파급경로를 모형 내 명시적으로 반영함.

- 미래 경제사회 전망을 위해, 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털 전환 기술과 노동 간 대체를 미래 디지털전환 시대 주요 동인으로 고려한 결합시나리오를 설계하고, 연산일반균형(CGE) 모형 기반 파급효과 분석을 수행하고자 함.
- 더불어 기술변화 측면 시나리오 설계에서 확장하여, 디지털전환 기술진보의 역기능을 해소하기 위한 정책대안의 파급효과를 실험하고자 함.
- 이를 바탕으로 미래 디지털전환 시대 경제체제의 주요 역기능 및 부작용을 해결하고 경제체제의 포용성 강화를 위한, 정책대안 설계에 시사점을 제공하고자 함.



[본 연구의 주요 구성체계]

## 2 국내외 선행연구 고찰

### □ 기술혁신 편향성에 따른 경제사회 영향 분석 선행연구 고찰

#### ● 숙련 편향적, 자본 편향적 기술진보에 따른 경제사회적 영향

- 기술혁신에 따른 고용수준 효과를 살펴본 접근에서 확장하여, 최근 많은 연구는 기술진보에 따른 노동시장 영향이 근로자에게 차별적으로 적용될 수 있음에 주목함.
- 이러한 측면에서 주요 선행연구는 기술진보의 내재적 속성으로서 요소 편향적, 비중립적 기술진보를 강조함. 첫 번째 주요 속성은 기술혁신이 숙련 편향적인 기술변화를 일으켜, 숙련 노동에 대한 상대적 수요를 증가시키고, 고숙련 노동자들의 상대적 임금을 상승시킬 수 있다는 것임.
- 숙련 편향적 기술진보에 따른 고숙련 노동자에 대한 상대적 수요 증가는, 이들에 대한 상대적 임금 증대 및 숙련 프리미엄 확대에 이어져 임금소득 불평등 확대의 주요 원인으로 지적됨.
- 두 번째로, 최근 기술혁신과 일자리에 관한 연구들은 기술진보가 숙련 편향적 기술변화뿐만 아니라, 자본 편향적 기술변화를 유도하여 생산현장 내 자본 침투현상 확대를 일으킬 수 있음을 강조함.
- 자본 편향적, 그리고 노동 절약형 기술진보로 요약되는 기술혁신의 편향성은 생산과정 내 자본의 영향력 증대와 경제체제 내 임금소득 감소를 촉진할 수 있는 가능성을 내재함.

#### ● 부분 균형적 접근에 기반한 기술혁신 편향성에 따른 영향 분석의 한계

- 지금까지 요소 편향적 기술진보에 따른 영향을 분석한 다수 연구는 기업 단위 미시적 분석에 기반해, 기술혁신에 따른 노동시장에 미치는 직접적 영향 분석에 초점을 맞춤.
- 하지만 요소 편향적 기술진보에 따른 노동대체(기술혁신의 노동시장에 대한 1차 효과)를 보상할 수 있는 시장 내 다양한 간접적 경로(예, 새로운 기계장비에 대한 수요 증대, 자본 대비 노동 상대적 가격 감소에 따른 제품 생산비용 감소 및 생산활동 확대, 생산성 증대에 따른 이윤 증대 및 제품(서비스)의 질적 제고, 수요유발 효과 증대 등 보상경로)들을 종합적

으로 고려함으로써, 기술혁신에 따른 경제체제 내 순 파급효과를 이해할 필요가 있음.

|                | 주요 선행연구의 접근                                    | 본 연구의 접근                                  |
|----------------|--|---|
| 주요 관점          | 부분 균형적<br>(partial equilibrium) 관점             | 일반 균형적<br>(general equilibrium) 관점        |
| 주요 관심사         | 요소 편향적<br>(숙련 편향적 및 자본 편향적)<br>기술진보에 따른 노동대체효과 | 1차적 노동대체효과 포함<br>기술혁신에 따른<br>다양한 보상경로 포함  |
| 주요<br>정책처방(예시) | 노동대체효과 최소화를 위한<br>단기적, (단일)지엽적 처방              | 노동대체효과 최소화 및<br>규모효과 증대를 위한<br>정책조합 형태 탐색 |

**[기술혁신과 고용 간 관계 고찰 주요 선행연구 접근의 한계점 및 본 연구 기여]**

- 기술진보의 편향성에 따른 직접적 영향에만 초점을 맞추게 되면, 기술혁신에 따른 주요 사회적 문제 및 부작용 해결을 위한 정책적 처방 역시도 단기적이고, 지엽적인 처방일 가능성이 큼.
- 이에 본 연구에서는 기존 기술진보의 편향성에 주목한 다양한 선행연구가 부분 균형적 관점에 깊이 의존하고 있음을 지적하고, 일반 균형적 관점에서 경제체제 내 기술혁신에 따른 노동시장 영향은 1차적 효과를 포함하여 다양한 간접적 파급경로를 고려해 이해해야 함을 강조함.

**□ 디지털전환 기술진보 편향성에 따른 영향 분석 선행연구 고찰**

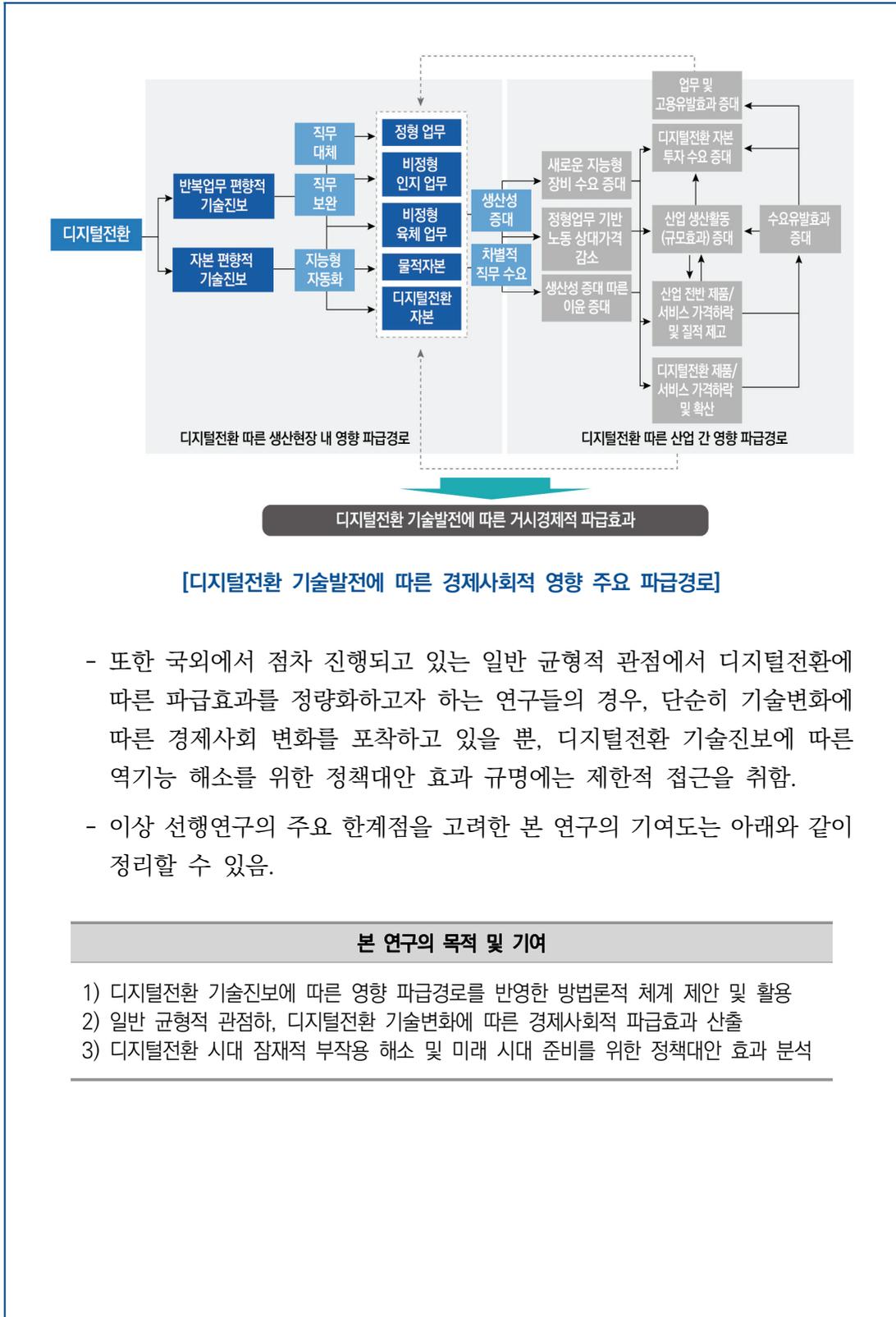
**● 반복업무 편향적 기술진보에 따른 경제사회적 영향**

- 과거 자동화에 의한 노동대체가 단순 반복 작업을 위주로 이루어졌다면, 디지털전환 시대에는 자가학습 능력이 있는 인공지능 기술의 등장으로 새로운 차원의 업무 자동화에 따른 영향이 발현될 수 있음.
- 이러한 측면에서 최근 연구들은 디지털전환에 따른 ‘반복업무 편향적 기술진보(routine-biased technological change)’라는 내재적 속성에 주목함.

- 반복업무 편향적 기술진보는 디지털 기술발전이 정형화된 업무, 즉 반복적이고 절차적이며 사전에 규정된 방식에 따라 수행되는 업무를 대체하는 방향으로 이루어짐을 의미함.
- 해당 개념은 감각적 능력, 창의성, 추상적 사고, 인지 능력 및 상호작용 역량이 인간 고유의 진화 산물로서 암묵적 성격이 강하며, 지능화된 기계가 손쉽게 모방할 수 있는 영역이 아님을 시사함.

● **디지털전환 따른 경제사회적 파급효과 전망 분석 연구의 한계**

- 선행연구 고찰을 바탕으로 디지털전환 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과 형성 경로는 1) 숙련 편향적 기술진보 및 반복업무 편향적 기술진보에 따른 노동시장 영향, 2) 자본 편향적 기술진보에 따른 생산요소 시장 영향, 3) 디지털전환 기술변화 확산에 따른 생산성 증대 등으로 요약 및 정리 할 수 있음.
- 즉, 디지털전환에 따른 반복업무 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보 등은 직무대체/보완관계 형성과 지능형 자동화 확대 등 파급경로를 바탕으로, 생산요소에 대한 상대적 수요 형성에 영향을 끼침과 동시에 생산현장 내 생산성 증대를 도모하게 됨.
- 그리고 이 같은 생산현장 내 파급효과는 경제체제 내 다양한 보상경로 (예, 새로운 지능형 장비 수요 증대, 생산성 증대에 따른 제품/서비스 가격 하락 및 질적 제고, 수요유발 효과 등) 형성에 영향을 끼치게 되며, 이러한 다양한 경로의 직·간접적 파급경로 형성을 바탕으로 디지털전환 기술변화는 경제체제 내 영향을 끼칠 것으로 전망됨.
- 하지만 지금까지 디지털전환에 따른 영향 분석 연구는 개별 부문에 대한 파급효과 산정에 머무르고 있어, 부분 균형적 접근에서 탈피하지 못하고 있는 상황임.
- 그리고 국외 연구들이 점차 일반 균형적 관점에서 디지털전환에 따른 파급효과를 정량화하고자 시도하지만, 국내 시도는 매우 제한적임.



### 3 디지털전환에 따른 경제사회 파급효과 정태분석

#### □ 디지털전환 특화 사회회계행렬 구성 및 승수효과 분석

##### ● 디지털전환 특화 사회회계행렬 구축

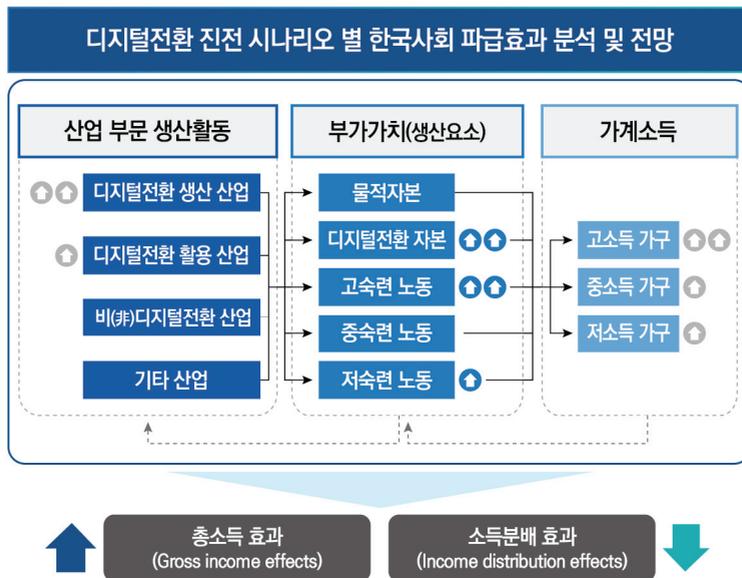
- 사회회계행렬(Social Accounting Matrix, SAM)은 특정 국가의 사회경제적 구조 및 제도 부문 간 관계에 대한 정보를 일관된 방법과 조직으로 정리하여 제시하기 때문에, 특정 기간 국가 경제의 생산, 소비, 축적 활동의 흐름을 보여 주는 자료체계임.
- 본 연구에서는 기준연도 2018년을 묘사하는 사회회계행렬(SAM) 구성을 위해, 한국은행의 산업연관표(연장표), 국민계정통계, 국세통계연보, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 연구개발활동조사, 통계청의 지역별 고용조사 및 가계동향조사 자료, 한국생산성본부 및 WORLD KLEMS의 생산성 통계자료 등을 활용함.
- 디지털전환 특화 자료체계 구성을 위해, 생산요소로서 디지털전환 자본을 명시적으로 고려하고 고정자본형성 계정 내 디지털전환 자본재에 대한 투자를 구체화하여 묘사함.
- 디지털전환 따른 노동시장 영향 분석 구체화를 위해 직종(업무) 기준 3가지 부문(정형 업무, 비정형 육체적 업무, 비정형 인지적 업무)으로 노동 계정을 세분화하고자 시도함.
- 더불어 본 연구에서는 생산요소인 자본 및 노동 계정 세분화와 함께 제도 부문 내 가계 계정 세분화를 위해, 가계 총소득을 기준으로 10개 소득분위로 가계를 구분하여 미시적 관점을 반영하고자 함.

##### ● 디지털전환 특화 SAM 승수효과 분석 기반 미래 경제사회 정태분석

- 사회회계행렬(SAM) 승수효과 분석을 바탕으로, 디지털 뉴딜 투자에 따른 디지털전환이 촉진할 생산유발, 소득유발 효과와 소득분배 효과를 실증적으로 파악하고자 시도함.
- 이를 바탕으로, 한국 경제사회시스템 내 디지털전환의 진전에 따른 생산 활동 및 부가가치 증대 효과를 통한 노동시장(고용구조) 및 가계소득 분포에 미치는 영향 등을 실증적으로 분석하고, 디지털전환이 초래할

경제사회 내 변화의 본질을 파악하고자 시도함.

- (경제성장 영향) 분석 결과, 디지털전환 가속화가 진전됨에 따라 디지털 자본 집약적 산업 부문 중심으로의 산업구조 변화를 촉진함으로써, 미래 한국 경제사회의 성장을 견인할 수 있을 것을 확인함.
- (부가가치 부문 영향) 부가가치 형성 측면에서 보았을 때, 디지털전환 기반 성장은 한국 경제사회에서 고숙련 노동 및 디지털전환 자본에 대한 수요를 상대적으로 높은 수준으로 형성함으로써, 생산요소 간 차별적 수요를 형성할 수 있음을 확인함.
- (노동시장 영향) 특히, 디지털전환 기술과 보완관계를 형성하는 비정형 업무가 저숙련 및 고숙련 근로자들에 집중되어 있어, 중간 수준 숙련도를 보유한 근로자들의 일자리(절차적이고 반복적 업무를 수행하는 정형적 업무 기반 직종) 및 경제적 이윤 배분 기회가 상대적으로 박탈될 가능성이 확대될 수 있음을 확인함.
- (가계소득 영향) 이를 바탕으로 가계소득 형성 및 분배 측면에서 바라 보았을 때, 디지털전환은 소득 불평등 추세를 악화시킬 수 있음을 확인함.



디지털 전환 시대 포용성 약화에 따른 잠재적 위기 전망

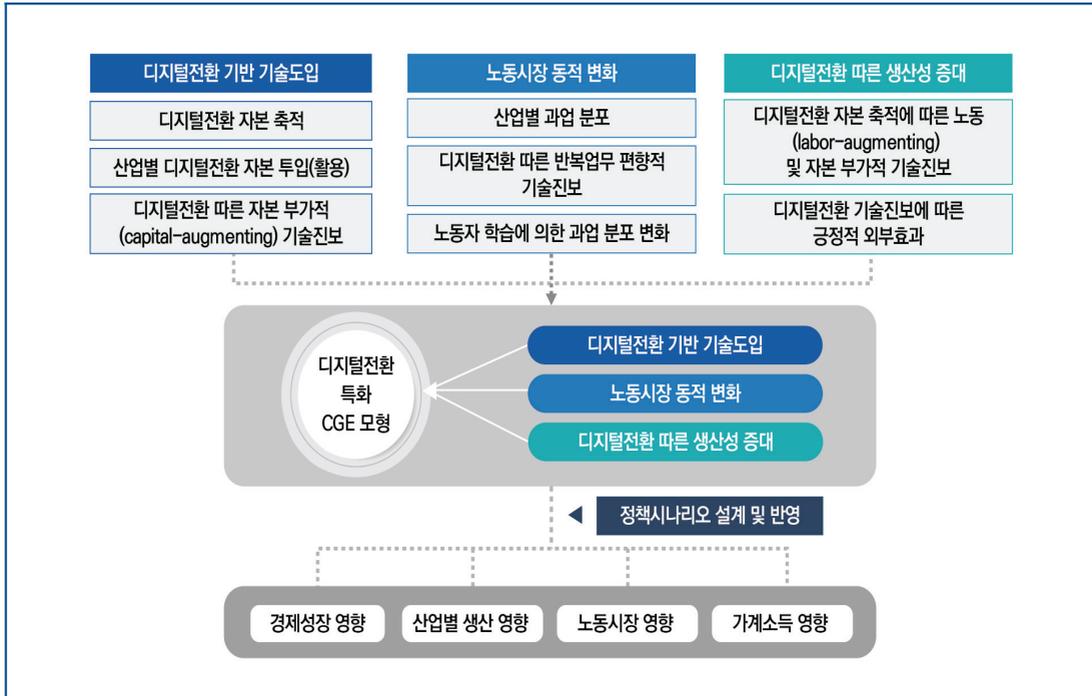
**[디지털전환 따른 파급효과 정태분석 주요 시사점 정리]**

## 4 디지털전환 시나리오별 경제사회 파급효과 분석

### □ 디지털전환 특화 연산일반균형 모형 설계 및 시나리오 분석

#### ● 디지털전환 특화 연산일반균형 모형 구축

- 연산일반균형(Computable General Equilibrium, CGE) 모형은 일관된 경제 이론 및 가정을 토대로, 특정 지역, 국가 혹은 국가 간 이루어지는 경제적 행위를 논리적으로 모형화하고 부문별 내생 변수들의 연관관계를 고려할 수 있다는 특징이 있음.
- 이에 외생 변수 변화에 따른 파급효과를 정량적으로 제시할 수 있다는 측면에서, 사전적으로 정책대안 도입 및 미래환경 변화에 따른 중장기적 파급효과를 분석할 수 있는 방법론으로서 장점이 있음.
- 본 연구에서는 디지털전환 특화 연산일반균형(CGЕ) 모형 설계를 위해, 첫 번째로 생산요소 부문에 디지털전환 자본을 추가적으로 고려하고, 디지털전환 자산에 대한 투자를 명시적으로 반영함으로써, 디지털전환 자산 축적과정을 내생화함.
- 두 번째로, 디지털전환 자산 축적에 따라 유발되는 기술진보로 인한 산업 부문 생산성 증대 효과를 내재화하여 모형 내 반영함.
- 세 번째로, 반복업무 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보로 일컬어지는 디지털전환 기술진보의 내재적 속성을 생산함수 내 반영함으로써, 디지털전환 기반 기술진보에 따른 생산현장 내 영향 분석상 현실 정합성을 증대하고자 함.
- 네 번째로, 경제체제 내 노동자들의 숙련도 향상 과정을 내생화하여 디지털전환 시대 노동자들의 학습활동을 묘사하고자 시도함.
- 이상 본 연구에서 설계 및 활용을 한 연산일반균형(CGЕ) 모형의 주요 구성 및 특성은 아래와 같이 정리할 수 있음.

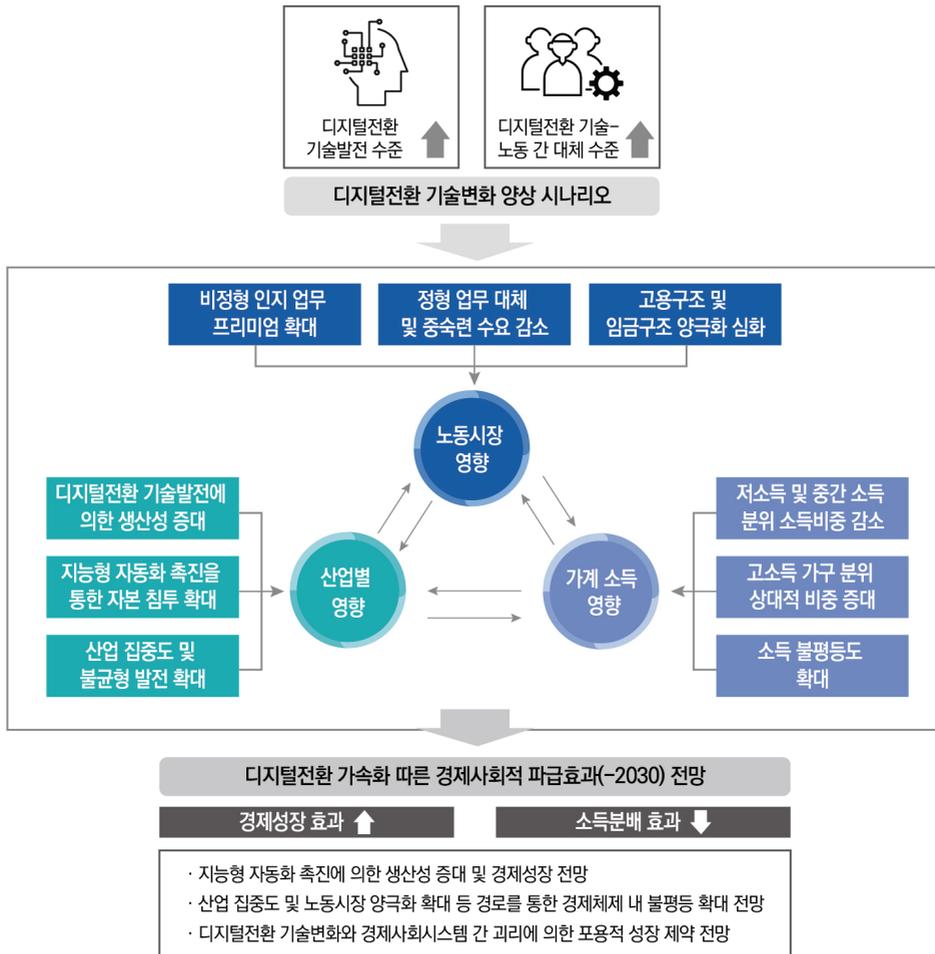


[본 연구 내 구축 및 활용을 한 CGE 모형 주요 특성]

• 디지털전환 기술변화 시나리오별 경제사회 영향 전망

- 본 연구에서는 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체를 미래 디지털전환 시대 주요 동인으로 고려해 결합시나리오를 설계하고, 연산일반균형(CGЕ) 모형 기반 파급효과 분석을 수행함.
- **(경제성장 영향)** 디지털전환 자본에 대한 투자집약도 증대를 통한 디지털전환 기술발전 가속화는, 디지털전환 생산 및 활용 산업군 부문을 중심으로 산업구조 변화를 촉진하여, 장기 경제성장을 도모할 수 있음을 확인함.
- 하지만 생산현장 내 지능형 기술이 체화된 자본재와 정형적 업무 기반 직종 간 대체현상이 확대될수록, 경제성장 촉진 효과는 위축될 수 있음을 확인함.
- **(산업 부문 영향)** 디지털전환 기술진보가 가속화될수록, 디지털전환 생산 제조업 부문과 디지털전환 생산 서비스업 부문의 성장에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 확인함.

- 산업 간 연관관계를 바탕으로, 디지털전환 생산 부문의 생산성 증대 및 규모효과 증대는 디지털전환 활용 산업 및 여타 산업으로 간접적 영향을 끼침으로써 산업 전반의 성장 효과를 도모함을 확인함.



### [디지털전환 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과 전망 분석 주요 시사점]

- 디지털전환 기술과 노동 간 대체현상이 심화될수록 경제체제 내 산업 집중도 및 불균형도는 더욱 확대될 수 있음을 확인함.
- (노동시장 영향) 디지털전환 기술발전 및 기술과 노동 간 대체에 따른 기술변화의 편향성 확대는 산업구조의 집중도 강화를 넘어, 노동시장의 양

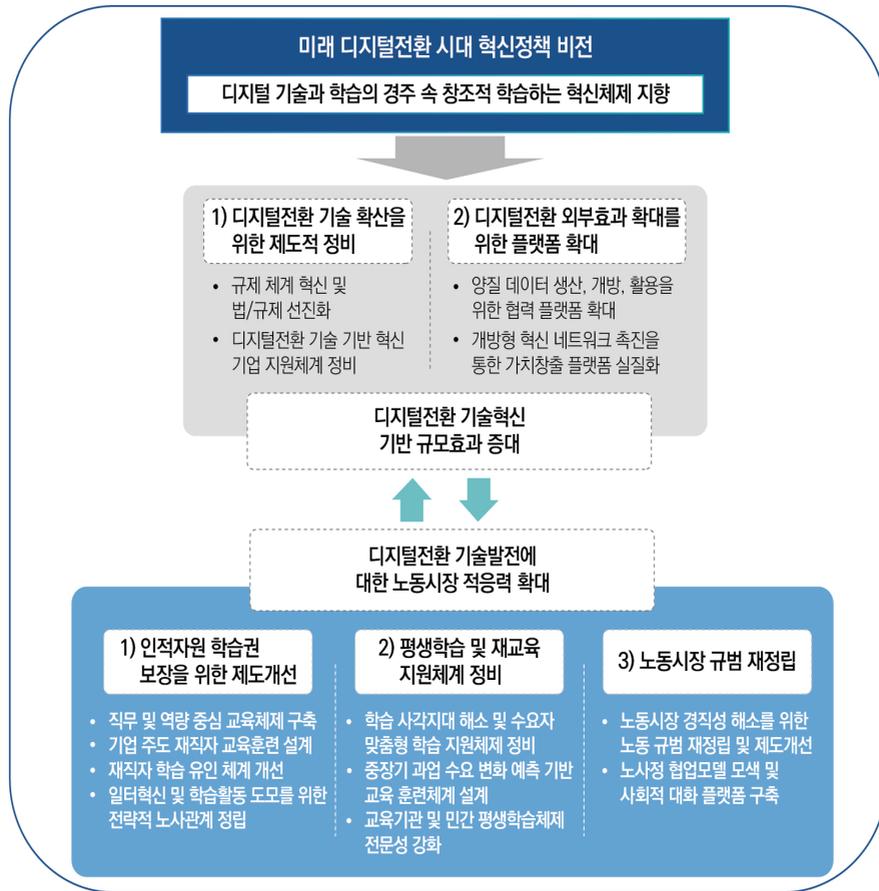
극화 현상을 더욱 강화하여, 노동시장 내 불균형도를 더욱 악화시킬 가능성이 있음을 확인함.

- 특히, 반복적이고 절차적인 업무를 주로 수행하는 중간 수준의 숙련도를 보유한 노동자들에게 배분되는 경제적 이득은 더욱 감소하여, 노동시장 내 양극화 현상이 확대될 수 있음을 확인함.
- (가계소득 영향) 디지털전환 기술변화의 편향성이 강화될수록, 경제체제 내 가계 총소득에서 저소득 및 중간 소득분위 가구들의 비중 감소가 나타나는 반면, 고소득 가구들의 소득 증가 및 상대적 비중이 더욱 증가할 수 있음을 확인함.
- 이처럼 미래 디지털전환 시대 기술변화가 진전됨에 따라, 분배 효과는 다소 악화되어 경제체제의 포용적 발전이 제약될 수 있음을 확인함.
- 이는 디지털전환 속도에 적절히 대응하지 못하는 경우, 기술변화와 경제 사회시스템 간 괴리에 의해 포용적 경제성장이 제한됨을 시사함.

#### ● 미래 디지털전환 시대 적응력 강화를 위한 정책대안 탐색 및 효과 분석

- 본 연구에서는 제도적, 정책적 환경이 기술변화 속도에 발맞춰 진화하지 않는다면, 디지털전환 시대 기술변화의 편향성에 의한 잠재적 부작용이 노동시장 양극화 및 소득 불평등 악화 등 형태로 확대될 수 있음을 확인함.
- 이에 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책대안으로 고려된 '근로자들의 학습활동'의 효과성을 살펴보고자 함.
- (경제성장 영향) 분석 결과, 디지털전환 중심 기술변화에 따라 형성되는 수요 측면 숙련도 및 과업 분포와 학습활동에 따라 변동하는 공급 측면의 숙련도 및 과업 분포 간 상호작용이 촉진될 때, 디지털전환 기술축적에 따른 외부성이 더욱 확대되어 더욱 높은 수준의 경제성장 균형점에 도달할 수 있음을 확인함.
- (노동시장 영향) 경제체제 내 근로자들의 학습권이 보장되어 직업훈련 및 평생학습체제가 효과적으로 마련될 때, 과업 및 숙련도 수요 변화와 학습활동에 따른 과업 및 숙련 공급 변화 간 불일치 완화를 바탕으로, 노동시장 내 분화 및 양극화 현상이 다소 완화될 수 있음을 확인함.

- (가계소득 영향) 가계소득분배 측면에서도 고소득 가구에 집중된 소득분포 양상이 다소 완화되어, 경제체제의 포용성을 강화시킬 수 있음을 확인할 수 있었음.



### [미래 디지털전환 시대 혁신정책 비전 및 주요 정책과제]

- 이를 통해 본 연구에서는 기술변화 편향성이 가속화될 미래 디지털전환 시대에 포용성 강화를 위한 정책대안으로, 다양한 형태의 학습활동을 위한 정책적 지원이 마련될 필요가 있음을 확인함.
- 그에 따라 본 연구 내 주요 분석 결과는 향후 디지털전환 중심 기술혁신이 유발하는 숙련도 수요 변화와 기술혁신에 대응할 수 있는 역량 축적

및 숙련도 공급 간 공진화를 촉진하도록 산업 및 혁신정책을 재구조화할 필요가 있음을 시사함.

- 이에 본 연구에서는 향후 디지털전환 시대 혁신정책 비전은 디지털 기술과 학습의 경주(race) 속 직무 및 숙련 공급과 수요 간 상호작용이 촉진되는 “창조적 학습하는(Creative learning)” 혁신체제를 지향할 필요가 있음을 강조함.
- 이를 바탕으로 디지털전환 기술과 보완적 관계를 형성하는 역량으로의 전환과 관련 학습경험을 축적한 인적자원이 다수 양성되고 디지털전환 핵심 산업으로 배분될 필요가 있음.
- 결국, 디지털전환을 통한 성공적 혁신시스템 대전환을 이행하려면 기업 문화, 노사관계, 교육체제와 산업 부문 간 관계 등이 역동적이고 창조적 학습경험 축적을 지향하는 방향으로 재설정될 필요가 있음.
- 이에 창조적 학습체제로의 전환을 성공적으로 이행하기 위한 주요 정책 과제를 다음과 같이 제안하고자 함.



# 제1장

## 서론

---

제1절 문제의식 및 연구 목적

제2절 연구 내용 및 연구 구성



## 제 1절 문제의식 및 연구 목적

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

디지털전환(digital transformation) 기술 주도 성장은 각국에게 기회(opportunities)이자 위기(challenges)로 작용할 것으로 전망된다. 특히, 디지털전환 기술 중심 연결성 극대화로 인해 제품-서비스의 융합, 하드웨어-소프트웨어의 연계 및 기술-현실 세계 간 통합에 바탕을 둔 새로운 비즈니스 모델 창출역량이 핵심역량으로 대두되고 있다. 이에 디지털전환 기술 기반 비즈니스 모델 창출에 기여하는 혁신활동이 기업 및 국가 경쟁력을 좌우할 것으로 예상된다. 더불어, 기술의 자동화 극대화는 기존 기업의 생산 및 경영 구조에 영향을 끼치고, 인공지능 및 지능형 로봇에 의한 업무 대체를 가속화하여 노동시장 구조를 재편할 것으로 예상된다. 또한, 포스트 코로나 시대, 산업 부문 변화를 예측하는 전문가들 다수는 최근 수년간 주요 산업의 비즈니스 모델과 산업구조 등을 재정의해 온 디지털전환 급속화와 언택트(비접촉) 경제 영역 확장을 전망하고 있다.

이처럼 향후 더욱 가속화될 디지털전환 흐름은 새로운 성장동력 발굴, 새로운 형태 일자리 확산, 산업 전반 생산성 향상 등 경로를 바탕으로 경제 내 다양한 성장기회를 가져올 것으로 예상된다. 하지만 급속한 디지털전환 기술변화 이면에 존재하는 잠재적 위험요소, 그리고 기술변화와 경제사회시스템 간 괴리에 의해 파생될 문제점에 주목해야 한다. 많은 전문가들은 디지털전환 시대 지능형 기술의 침투 확대와 급속한 자동화에 따른 노동시장 붕괴, 디지털 기술격차 확대에 따른 계층, 기업, 국가, 지역 간 불균형 심화 등 위기 요인들이 등장할 것으로 전망한다(여영준, 2020). 이처럼 디지털전환은 경제사회 전반에 큰 영향을 미쳐 기회와 위기를 동시에 가져올 것으로 전망된다. 특히, 최근 다양한 연구들은 미래 디지털전환 시대 잠재적 위기를 촉진하는 요소로 디지털전환 중심 기술혁신이 지니는 내재적 속성인 반복업무 편향적 기술진보와 노동 절약적 속성에 주목한다. 디지털전환 기술과 보완관계를 형성하는 비정형 업무가 저숙련 및 고숙련 근로자들에게 집중되어 있어, 중간 수준 숙련도를 보유한 근로자들의 일자리 및 경제적 이윤 배분 기회가 박탈될 가능성이 점차 확대될

수 있다는 것이다. 이 같은 노동시장 내 영향은 가계소득 분포에도 영향을 미침으로써, 경제체제 내 소득분배를 악화시킬 수 있다는 것이다.

하지만 디지털전환 기술변화가 국가 경제사회시스템 내 다양한 파급경로를 형성할 것으로 예상됨에도 불구하고, 구조적이고 종합적인 접근에서 디지털전환 기술진보의 파급효과를 정량적으로 추산한 연구는 지지부진한 상황이다. 특히, 우리나라 경제사회의 시스템적, 제도적 속성을 현실적으로 반영하여, 디지털전환의 경제사회적 파급효과를 파악하고자 한 시도는 매우 제한적으로 나타난다. 그리고 디지털전환 및 기술혁신에 따른 역기능에 주목한 선행연구들은 대체로 기술혁신에 따른 직접적 고용효과 혹은 소득효과만을 고려하는 한계를 지니고 있다. 또한, 디지털전환의 긍정적 효과에 주목한 연구들은 디지털전환 기술도입에 따른 생산성 증대 효과 등에 국한하여 부분 균형적 관점에서 기술도입 효과를 산출하는 데 그치고 있다. 이와 같은 접근법은 산업 간 연관관계, 경제 주체 및 제도 부문 간 상호작용 등을 고려한 디지털전환의 경제사회적 영향 파악에 한계를 지닌다. 즉, 기존 부분 균형적 접근에서 일반 균형적, 거시경제적 접근으로 확장하여 디지털전환 기술변화의 잠재적 영향을 이해해야 한다.

이에 디지털전환 기술변화가 경제체제에 미치는 잠재적 순기능과 역기능을 종합적으로 살펴보기 위한 우리나라에 특화된(country-specific) 거시경제모형 수립이 필요한 시점임을 이해할 수 있다. 지금까지 중장기적 관점에서 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과를 정량화하기 위한 거시경제모형 기반 분석 연구는 상대적으로 덜 활성화되어 왔다. 체계적인 모형이 정립되지 않은 상태에서 학술적인 제안이 몇몇 시도되고 있는 상황이다. 디지털전환 기술변화는 비가시적인 외부효과가 매우 큰 분야이며, 경제사회 시스템의 패러다임을 전환하는 촉진제로서 역할을 할 것이므로, 디지털전환의 실질적 효과를 계산하기 위해서는 중장기 기술변화 양상과 기술진보의 내재적 속성을 명시적으로 반영한 모형 개발이 필요하다고 볼 수 있다. 또한, 이 같은 방법론적 체계 정립은 디지털전환이 주요 성장동력으로 역할을 할 미래 경제사회시스템의 성공적 전환을 뒷받침하는 다양한 정책대안 효과 분석에 활용될 수 있다. 즉, 우리나라 경제체제에 초점을 맞춘 일반 균형 관점 분석 연구는, 디지털전환 시대 기술변화에 따른 미래예측을 넘어 디지털전환 시대에 초래될 다양한 잠재적 부작용을 해소하기 위한 정책대안 수립을 뒷받침하는 기반체제로 역할을 할 수 있을 것이다.

이러한 배경에서, 본 연구에서는 디지털전환 기술과 경제사회시스템 내 다양한 제도적 부문 간 상호관계가 고려된 거시경제모형 연산일반균형(Computable General Equilibrium, CGE) 모형 기반 정책 시뮬레이션 체계를 구축함으로써, 미래 디지털전환 시대 정책환경 변화에 따른 파급효과를 사전적으로 평가할 수 있는 방법론적 기반을 제시하고자 한다. 이에 본 연구는 디지털전환 기술변화와 거시경제 사이의 상호관계가 고려된 CGE 모형 기반 정책 실험 체계를 구축·확장함으로써, 디지털전환 시대 혁신 및 산업정책의 효과를 사전적으로 평가할 수 있는 방법론적 체계의 활용도를 제시하고자 한다. 특히, 디지털전환 시대 기술변화 양상을 다양한 형태로 모형 내 반영함으로써, 중장기 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과를 경제성장, 노동시장, 산업활동 및 가계소득 분포 등 다양한 측면으로 이해하고자 한다. 더불어, 디지털전환 기술변화에 따른 잠재적 부작용 해소를 위한 정책대안 효과를 동태적으로 분석함으로써, 미래 디지털전환 시대 준비를 위한 다양한 정책대안 수립 및 효과 분석 연구에 기여하고자 한다. 이를 통해 본 연구에서는 디지털전환 기술변화가 명시적으로 고려된 동태적 CGE 모형을 개발하고, 이를 바탕으로 혁신정책 실험 도구를 제안하고자 한다. 이에 향후 다양한 혁신정책 및 산업정책 효과를 사전적으로 분석할 수 있는 분석체계를 마련하고자 한다.

이 같은 접근은 거시 및 미시 경제, 정책 모형화 등 인문, 사회학적 지식과 컴퓨터 시뮬레이션 및 최적화 기법 등 공학적 지식을 융합한다는 점에서, 기존 연구와 뚜렷한 차별성을 지닌다고 볼 수 있다. 그리고 전략적 미래예측 연구는 ‘미래예측(foresight)’, ‘정책 설계(policy design)’ 및 ‘정책대안 효과 실험을 통한 전략적 계획(strategic planning)’이 포함될 필요가 있다(Popper, 2008). 이러한 측면에서 디지털전환 시대에 다양하게 전개될 시나리오 기반 미래예측을 넘어, 미래 정책환경 변화에 대응하기 위한 정책대안의 정책효과를 정량적으로 추산함으로써 전략적 미래예측(strategic foresight) 연구에 기여하고자 한다. 특히, 우리나라에 특화된 경제모형 기반 정책연구를 바탕으로, 향후 통합적 관점의 혁신정책 설계 및 수립의 과학화(science of innovation policy)에 기여하고자 한다. 미래 정책환경 변화에 따른 경제사회적 파급효과의 정량화를 뒷받침하는 견고한 연구 모델 및 분석 도구가 비교적 미흡한 우리나라의 현실을 미루어 보았을 때, 본 연구의 주요 내용 및 결과물은 향후 전략적 미래예측 연구 분야에서 활용할 수 있는 분석틀을 제안한다는 점에서 의의가 있다.

## 제2절 연구 내용 및 연구 구성

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

앞서 언급한 바와 같이, 4차 산업혁명으로 일컬어지는 미래 디지털전환 중심 기술진보가 가져다줄 기회와 위기를 예측하고, 위기 극복을 위한 정책개입 효과를 정량적으로 추산할 수 있는 데이터 및 모형 기반 실증연구는 매우 열악한 상황이다. 앞서 언급한 바와 같이, 전략적 미래예측 연구는 미래예측, 정책 설계, 정책대안 효과 실험을 통한 전략적 계획 등 단계가 포함되어야 할 것이다. 이러한 측면에서 보았을 때, '데이터 및 모형 기반' 미래 전략 연구는 전략적 계획 단계에서 객관적 의사결정 기준을 제시하는 데 기여할 것으로 예상된다. 더불어 Fealing et al.(2009)는 데이터 및 모형 기반 미래 전략 연구를 뒷받침하는 요소로 '정책환경 변화 분석을 위한 이론적 근거 고찰(defining the landscape)', '증거(데이터 및 지표 등) 기반 정책환경 변화 효과 분석(data-based policymaking)', '정책실험 결과 기반 의사결정 과학화(science as experiment)' 등을 강조한 바 있다. 이러한 측면에서 미래 전략 도출 연구는 미래예측을 바탕으로 한 미래환경 변화 이해, 바람직한 미래 선택 관련 대안 제시, 정량적 및 정성적 연구의 통합적 고려를 바탕으로 한 시스템적 관점 등을 요구한다고 볼 수 있다.

이러한 개념적 틀에서, 본 연구에서는 첫 번째로 선행연구 고찰을 바탕으로, 디지털전환 기반 기술진보가 경제체제 내 어떠한 파급경로로 영향을 끼치는지 파악함으로써, 디지털전환 기술변화의 내재적 속성을 이해하고자 한다. 특히, 여기에서는 디지털전환 기술변화가 편향성이 있어 노동시장에 차별적 영향을 끼쳐 고용구조 및 소득분배 측면에 변동을 가져온다는 사실에 주목한 관련 선행연구들을 고찰하고자 한다. 이를 통해 반복업무 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보로 일컬어지는 디지털전환 기술변화의 내재적 속성을 이해하고, 이 같은 기술변화의 편향성이 경제사회시스템에 어떠한 파급경로를 형성하는지 정형화된 사실(stylized facts)을 추출하고자 한다. 이에 선행연구 고찰을 바탕으로 하여 디지털전환 기술진보가 국가 경제사회시스템 전반에 미치는 긍정적, 부정적 파급효과를 종합적으로 이해할 수 있는 개념적 틀(conceptual framework)을 제시하고자 한다.

두 번째로, 디지털전환 시대 준비를 위한 현재 우리나라 경제사회시스템의 구조를 점검하고, 향후 디지털전환 진전이 일으킬 파급효과를 분석하기 위해, 사회회계행렬(Social Accounting Matrix, SAM) 승수효과 분석(multiplier analysis)을 수행하고자 한다. 사회회계행렬은 산업 간 거래 정보를 포함할 뿐만 아니라, 가계, 정부, 기업 및 해외 등 경제 주체들 간 거래 정보를 함께 포함하고 있는 자료체계라고 할 수 있다. 특정 국가의 사회경제적 구조 및 제도 부문 간 관계에 대한 정보를 일관된 방법과 조직으로 정리하여 제시하기 때문에, 특정 기간 국가 경제의 생산, 소비, 축적 활동의 흐름을 보여 주는 자료로 이해할 수 있다. 해당 자료체계는 승수효과 분석 방법론을 바탕으로, 외생적 경제환경의 변화가 국가 경제시스템에 미치는 효과를 분석하는 데 활용된다. 이에 본 연구에서는 2018년 기준연도 우리나라 경제사회시스템을 묘사하는 사회회계행렬을 구성하고, 이를 바탕으로 정태분석을 수행하고자 한다. 이를 통해 우리나라 경제체제에서 디지털전환 기술변화, 노동시장, 그리고 소득분배 간 관계를 파악함으로써 선행연구에서 제시하는 정형화된 사실을 확인하고자 한다. 이를 통해 우리나라 경제체제가 반복업무 편향적 기술진보가 발현되는 경제구조인지 파악하고, 정태적 관점에서 디지털전환에 따른 경제사회 파급효과를 이해하고자 한다.

세 번째로, 동태적인 관점으로 디지털전환 시대에 다양하게 전개될 미래 시나리오별 증장기 파급효과를 산출하기 위해 CGE 모형을 설계하고 활용하고자 한다. CGE 모형은 미래환경 변화 및 정책대안의 사전적 효과를 정량화하는 데 적합한 방법론으로 역할을 한다. 하지만 지금까지 디지털전환 등을 포함한 기술변화와 관련한 정책효과를 분석하기 위한 CGE 모형 수립 및 활용 사례는 지지부진한 상황이다. 이 같은 방법론적 시도의 부재는 기술변화에 따른 국가 경제체제 내 증장기적 영향을 정량적으로 파악하고, 미래환경 변화에 대응하기 위한 혁신 및 산업정책의 효과를 사전적으로 분석하는 데 한계로 이어졌다. 이러한 배경에서 본 연구에서는 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체를 미래 디지털전환 시대 주요 동인으로 고려해 결합시나리오를 설계하고, CGE 모형 기반 파급효과 분석을 수행하고자 한다. 특히, 본 연구에서는 디지털전환 기술진보의 주요 특성을 모형 내 내재화함으로써, 시나리오 기반 분석 결과의 현실 정합성을 증대시키고자 한다. 특히, 선행연구 고찰로 확인한 주요 정형화된 사실과 디지털전환의 파급경로를 모형 내 명시적으로 반영하고자 한다. 더불어 기술변화 측면 시나리오 설계에서 확장하여, 디지털전환 기술진보의

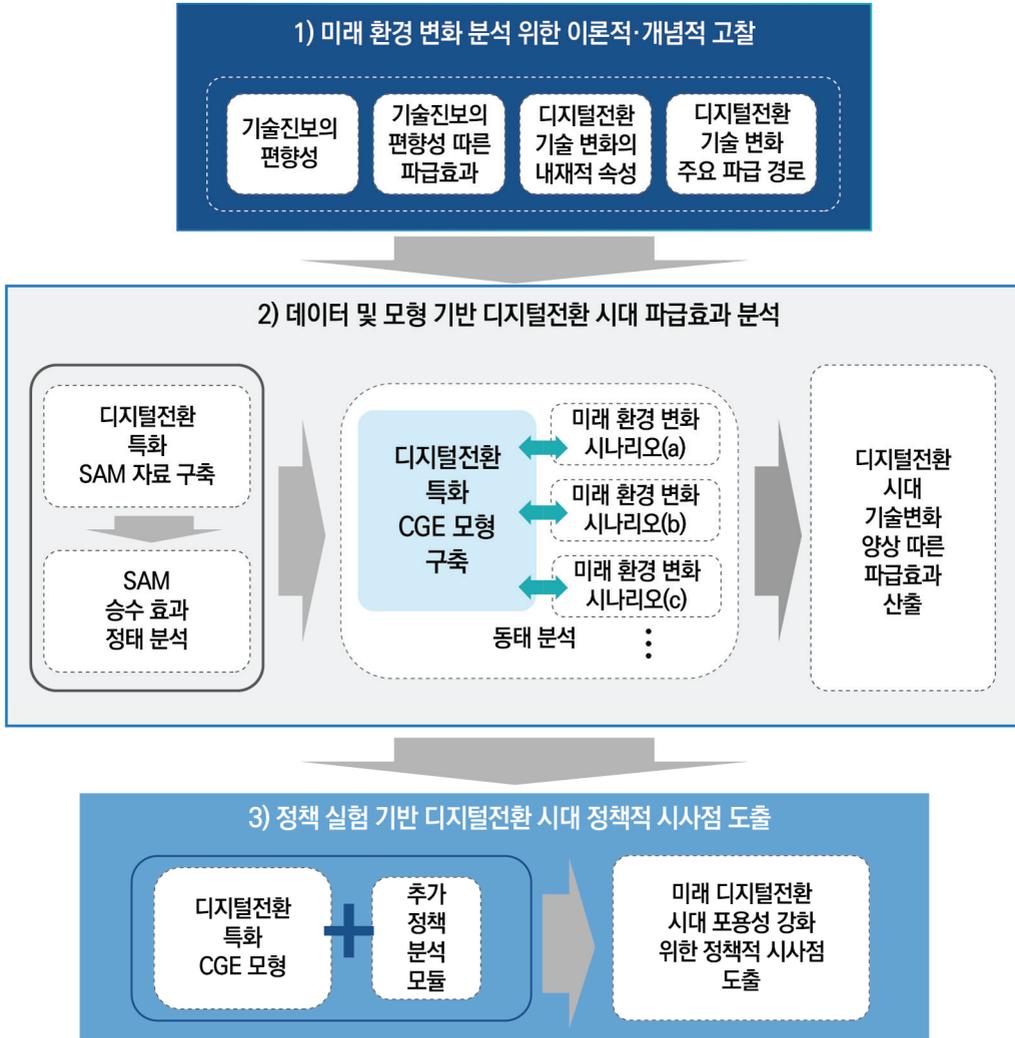
역기능을 해소하기 위한 정책대안의 파급효과를 실험하고자 한다. 이를 바탕으로, 미래 디지털전환 시대 경제체제의 주요 역기능 및 부작용을 해결하고 경제체제의 포용성 강화를 위한, 정책대안 설계에 시사점을 제공하고자 한다.

이와 같은 주요 단계를 포함한 연구수행을 바탕으로, 미래 디지털전환 중심 기술변화에 따른 성장 및 분배 효과를 이해하고, 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책대안의 잠재적 효과를 정량적으로 파악하고자 한다. 특히, 디지털전환 기술진보와 거시경제 사이의 상호관계를 고려한 모형 구축 및 정책실험 연구에서 정성적(선행연구 고찰), 정량적(SAM 승수효과 분석, CGE 모형 구축 및 정책실험) 접근의 결합을 통해, 궁극적으로 미래 국가전략 수립 및 이행의 과학화 및 체계화에 기여하고자 한다. 본 연구의 주요 구성 및 목적은 아래 [표 1-1]과 같이 정리할 수 있다. 더불어 본 연구 내 포함된 세부연구에서 다루는 주요 키워드 및 방법론과 세부연구 간 상호연계성은 <그림 1-1>과 같이 정리할 수 있다.

[표 1-1] 본 연구의 주요 구성 및 목적

|   |                      |
|---|----------------------|
| <p><b>1) 미래환경 변화 분석 위한 이론적·개념적 고찰</b></p> <p><b>디지털전환에 따른 다양한 파급 경로 이해</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 디지털전환 기술진보의 경제사회 내 주요 파급 경로 이해</li> <li>· 디지털전환 기술변화의 내재적 속성 이해 및 관련 정형화된 사실(stylized facts) 추출</li> </ul>                          | <p>제2장</p>           |
| <p><b>2) 데이터 및 모형 기반 디지털전환 시대 파급효과 분석</b></p> <p><b>정태적·동태적 모형 구축 통한 미래 경제사회 변화 전망</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· SAM 자료 체계 구축을 통한 디지털전환 파급효과 정태분석</li> <li>· 디지털전환 기술진보의 주요 특성을 내재화한 CGE 모형 수립 및 미래 기술변화 시나리오에 따른 동태적 파급효과 산출</li> </ul> | <p>제3장 &amp; 제4장</p> |
| <p><b>3) 정책실험 기반 디지털전환 시대 정책적 시사점 도출</b></p> <p><b>정책대안 실험 및 실험 기반 의사결정 과학화 지원</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책대안 파급효과 분석</li> <li>· 미래 디지털전환 시대 정책과제 및 정책적 시사점 도출</li> </ul>                                     | <p>제4장 &amp; 제5장</p> |

〈그림 1-1〉 본 연구 내 세부연구 주요 내용 및 상호연계성





## 제2장

### 국내외 선행연구 고찰

---

제1절 기술혁신의 편향성과 경제사회 내 영향

제2절 디지털전환 시대 기술진보 편향성과 영향



## 제 1절

# 기술혁신의 편향성과 경제사회 내 영향

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

전 세계적으로 다수의 국가가 1990년대와 2000년대 초반에 걸쳐 경제가 성장하는 가운데서도 고용이 늘지 않는 ‘고용 없는 성장(jobless growth)’을 경험하였다. 또한, 글로벌 금융위기 이후 많은 나라에서 경제가 회복하였음에도 불구하고 실업률은 감소하지 않고, 오히려 증가하는 경우도 발생하고 있다. 이처럼 고용 없는 성장이란, 국내 총생산(GDP) 증가에도 불구하고 일자리는 늘지 않는 현상을 말한다. 우리나라도 1970년대부터 경제성장률보다 고용증가율이 더 빨리 하락하는 고용 없는 성장 추세를 보이며, 이와 같은 현상은 장기화되고 있다. 2010년대 중후반 연평균 0.50 수준을 유지하던 우리나라 고용 탄성치 수치는 최근 5년간 큰 폭의 감소세를 보이며 2018년 0.13으로 떨어지는 추세를 보인다. 취업자 증가율 수치를 실질 GDP 증가율 수치로 나눠 계산하는 고용 탄성치 지표는 경제체제의 고용창출 능력을 대변하는 지표라고 볼 수 있다. 이러한 측면에서, 꾸준히 감소하는 추세를 보이는 고용 탄성치 수치는 ‘고용 없는 성장’이라는 늪에 빠진 우리나라 경제체제 상황을 시사한다고 볼 수 있다.

이러한 고용 없는 성장의 주요 원인에 대해 많은 주장이 제기되고 있는데, Brynjolfsson and McAfee(2014, 2012), Stiglitz(2014) 등 연구는 기술혁신이 고용 없는 성장의 주요 원인이라고 지적한다. 혁신을 통한 생산성 향상이 경제성장에는 도움이 되지만, 신기술에 의해 기계가 사람들의 일자리를 대체하면서 기술적 실업이 발생할 수 있다는 것이다. 이러한 관점에 기반을 둔 주요 선행연구들은 기술혁신의 중요성이 점차 증대되는 경제체제에서 경제성장과 고용 확대 간 탈동조화 현상이 경기 순환적 현상이기보다는 기술진보의 내재적 속성으로 인한 구조적 문제임을 강조한다 (Yeo and Lee, 2020; Jung et al., 2017).

이러한 맥락에서 진행된 최근 연구들은 기술혁신이 지니는 내재적 속성에 주목하여, 기술혁신과 일자리에 관한 정형화된 사실(stylized facts)을 도출하고자 한다 (Brynjolfsson and McAfee, 2014, 2012; Mallick and Sousa, 2017; Neiman

and Karabarounis, 2015; Goos, Manning, and Salomons, 2014; Autor and Dorn, 2013; Acemoglu and Autor, 2011). 이에 기술혁신에 따른 고용의 양적 측면 영향뿐만 아니라 질적인 측면에도 주목하고 있다. 본 절에서는 우선 기술혁신에 따른 노동시장 내 고용수준 영향을 규명하여, 기술혁신과 고용의 양적 변화 간 관계를 실증적으로 확인하려는 시도들을 확인하고자 한다. 이를 바탕으로, 기술혁신에 따른 노동시장 변화를 유도하는 기술변화의 내재적 속성에 대해 이해를 심화하고자 한다. 이러한 주요 선행연구 고찰 내용을 토대로, 향후 디지털전환 시대에 진전될 기술변화의 편향성에 따른 경제사회시스템 내 주요 영향의 파급경로에 대한 이해를 이뤄 내하고자 한다.

## 1 기술혁신에 따른 고용수준 영향 분석 내용 고찰

기술혁신이 고용수준에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 실증분석은 지금까지 활발하게 이루어져 왔다. 그러나 이에 대한 논쟁은 지금까지 지속되고 있는 상황이다. 이는 우선 기술혁신을 정량적으로 측정하기 어렵기 때문인데, 기술혁신을 대리하는 변수로 활용되는 연구개발 투자 규모나 논문, 특허 등 성과가 기술혁신의 일부분에 해당하기 때문이다. 또한, 기술혁신에 의한 고용수준 영향은 분석 범위, 분석 대상 국가, 산업, 기업에 따라 상이하게 나타나며, 고용수준에 영향을 미치는 요소들이 다양하기 때문이다. 이에 지금까지 기술혁신과 고용수준 간 관계에 대한 논쟁이 지속되고 있으며, 최근 4차 산업혁명 시대가 도래하면서 관련 논쟁이 더욱 확대되고 있는 상황이다. 우선 본 세부 절에서는 ‘4차 산업혁명’이라는 키워드가 등장하기 이전 주요 선행연구들을 살펴보고자 한다.

우선 기업 수준에서 분석한 선행연구들을 살펴보면([표 2-1] 참고), 혁신과 고용의 관계에 대해 직접적인 효과를 반영하여 결과를 도출한 경우가 대부분이다. 이에 기술혁신과 일자리 및 고용수준 변화 간 상관관계(양(+)) 혹은 음(-)의 관계)를 실증하고자 한 주요 선행연구들의 접근과 발견점을 살펴보고자 한다. 우선, 기술혁신과 고용수준 간 양(+))의 상관관계를 규명한 주요 연구들을 고찰하고자 한다. 그 예로, Blanchflower, Millward, and Oswald(1991)는 신기술도입과 고용증가율 간 관계를

추정한 결과, 양의 상관관계가 있음을 보였다. Doms, Dunne, and Roberts(1995) 연구 역시 미국 제조업체를 대상으로 분석하여, 신기술도입률과 고용수준 간 양의 상관관계가 존재함을 확인하였다. 그리고 Van Reenen(1997) 연구는 1976년부터 1982년까지의 영국 598개 제조업체 패널데이터를 활용해 분석한 결과, 기술혁신이 고용수준 증대에 기여함을 확인하였다. Smolny(1998) 및 Blanchflower and Burgess(1998) 연구 역시 독일, 영국 및 호주 기업 수준 데이터를 활용하여 분석한 결과, 기술혁신이 고용창출에 영향을 끼침을 확인하였다. 더불어 Piva, Santarelli, and Vivarelli(2005) 연구 역시 1992년부터 1997년까지 이탈리아 제조업체를 대상으로 분석하여, 연구개발(R&D) 투자를 많이 하는 기업일수록 고용증가율이 높음을 확인하였다.

또한, Coad and Rao(2011)는 1963년부터 2002년까지 미국 첨단기술 제조업을 대상으로 분석하였다. 분석 결과, 연구개발 투자 규모가 높고 특허가 많은 기업일수록 빠른 고용성장률을 보였다. 그리고 Bogliacino, Piva, and Vivarelli(2011)는 1990년부터 2008년까지 유럽 내 제조업체와 서비스업체를 대상으로 분석하여, 서비스업과 첨단기술 제조업에 속하는 기업들의 경우 연구개발 투자와 고용 간 양의 상관관계가 있음을 확인하였다. Zuniga and Crespi(2013)는 아르헨티나, 칠레, 그리고 우루과이 제조업체를 대상으로 분석하였는데, 직접 R&D를 수행하는 기업일수록 고용을 더욱 많이 하는 것으로 나타났다. 또한, 첨단기술 산업일수록 그 효과가 더 많이 나타나는 것으로 추정되었다. 그리고 우리나라의 사례를 바탕으로 한 연구인 이공래 외(2010)에서는 기술혁신 집약형 기업일수록 고용유발 효과가 더욱 큼을 확인하였다. 특히, 중소기업과 벤처기업이 대기업보다 더욱 높은 수준의 고용유발 효과를 형성하는 것으로 나타났다. 또한, 제품혁신과 공정혁신을 모두 수행하는 기업이 이 둘 중 하나만 수행하는 기업에 비해 더욱 높은 수준의 고용 확대를 보임을 확인하였다.

반면, 혁신이 고용수준 증대에 긍정적 효과를 형성한다는 실증연구만 존재하는 것은 아니다. 그 예로, Zimmermann(1991)은 독일 16개 산업 내 기업 수준 데이터를 활용하여 기술변화가 독일 경제체제 내 고용 감소의 중요한 요인이라고 주장하였다. Klette and Førrer(1998)는 1982년부터 1992년까지 노르웨이 제조업체를 대상으로 분석하였는데, 기업 매출액 대비 R&D 지출 비중이 1% 이상인 기업의 순 고용증가

효과가 1% 이하인 기업에 비해 상대적으로 낮음을 실증하였다.

이같이 기업 수준에서의 분석은 유럽과 미국을 중심으로 활발히 진행되었는데, 전반적으로 기술혁신이 고용수준 증대에 긍정적인 영향을 미치는 경우가 많음을 확인할 수 있다. 이러한 기업 수준에서의 실증분석 결과는 기업 수준 기술혁신 관련 데이터와 고용데이터를 활용하기 때문에 기술혁신에 따른 직접적 효과만을 고려할 수밖에 없다. 따라서 기업의 혁신활동이 고용에 긍정적 영향을 미치는 것으로 과대 추정될 확률이 높아진다(Pianta, 2005). 이는 혁신적인 기업일수록 시장점유율이 높아질 것이고, 그에 따라 고용도 많이 할 확률이 높기 때문이다. 또한, 초과이윤을 낸 기업이나 고성장하는 기업일수록 혁신활동을 많이 하게 되는데, 이러한 기업일수록 추가 고용을 하는 경우가 많다. 하지만 특정 기업의 혁신활동으로 경제체제 내 다른 기업 또는 다른 산업의 고용수준이 감소하거나, 혹은 고용수준이 전반적으로 증가할 수도 있다. 따라서 기술혁신과 고용수준 간 영향을 살펴보려면 경제체제 내 간접적인 효과도 함께 살펴보아야 한다. 이에 기업 수준에서의 분석에서 확장하여 산업 수준 분석도 활발하게 이루어지고 있는 상황이다.

[표 2-1] 혁신과 고용수준 간 관계에 대한 실증분석: 기업 단위 분석

| 연구                                       | 분석 국가  | 분석시기      | 주요 분석 결과                     |
|--|--------|-----------|------------------------------|
| Blanchflower, Millward, and Oswald(1991) | 영국     | 1984      | 신기술도입과 고용증가율 간 양의 상관관계       |
| Zimmermann(1991)                         | 독일     | 1980~1984 | 기술변화가 고용 감소의 원인              |
| Van Reenen (1997)                        | 영국     | 1976~1982 | 혁신과 고용 간 양의 상관관계             |
| Smolny(1998)                             | 독일     | 1980~1992 | 혁신과 고용 간 양의 상관관계             |
| Blanchflower and Burgess(1998)           | 영국, 호주 | 1990      | 혁신과 고용 간 양의 상관관계             |
| Klette and Førrre(1998)                  | 노르웨이   | 1982~1992 | R&D 집약도가 높은 기업일수록 순 고용증가가 낮음 |

| 연구                                     | 분석 국가 | 분석시기      | 주요 분석 결과   |
|--|-------|-----------|--|
| Piva, Santarelli, and Vivarelli (2005) | 이탈리아  | 1992~1997 | 혁신투자가 많은 기업일수록 높은 고용증가율을 보임                                    |
| Hall, Lotti, and Mairesse(2008)        | 이탈리아  | 1995~2003 | 제품혁신은 고용에 긍정적  |
| 이공래 외(2010)                            | 한국    | 2000~2009 | 연구개발 투자와 고용은 양의 상관관계, 벤처기업과 중소기업이 대기업보다 연구개발 투자에 따른 고용유발 효과가 큼 |
| Lachenmaier and Rottmann(2011)         | 독일    | 1982~2002 | 혁신과 고용 간 양의 상관관계   |
| Coad and Rao(2011)                     | 미국    | 1963~2002 | 연구개발과 특허가 많은 기업일수록 빠른 고용증가율                                    |
| Bogliacino, Piva, and Vivarelli (2011) | 유럽    | 1990~2008 | 서비스업과 첨단기술 제조업의 기업들은 연구개발 투자자와 고용 간 양의 상관관계, 나머지 전통산업은 음의 상관관계 |
| Zuniga and Crespi(2013)                | 남미    | 1998~2009 | 연구개발을 직접 수행하는 기업일수록 더 많은 고용                                    |

출처: Jung(2015), Pianta(2005), Vivarelli(2013) 연구 재인용

산업 수준에서 기술혁신과 고용수준 간 관계를 살펴본 실증연구를 살펴보면, 기술혁신과 고용수준 간 상관관계가 산업별 특성 및 혁신활동의 양상에 따라 상이하게 나타남을 확인할 수 있다. 그 예로, Meyer-Krahmer(1992)는 기술변화와 경제성장, 그리고 고용수준 변화 간 관계에 대해 거시모형을 활용하여 분석하였다. 투입산출분석을 통해 기술변화에 따른 직·간접적 효과를 살펴보았는데, 분석 결과 산업마다 기술혁신과 고용수준 간 관계는 상이하게 나타나지만 전반적으로 음의 관계가 있는 것으로 확인되었다. Antonucci and Pianta(2002)는 8개 유럽 국가(이탈리아, 프랑스, 독일, 덴마크, 네덜란드, 핀란드, 영국, 그리고 스웨덴)의 혁신조사 데이터를 활용하여 기술혁신과 고용수준 간 관계를 추정하였다. 추정 결과, 전반적으로 기술혁신이 고용수준 증대에 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 하지만 제품혁신의 경우 고용에 긍정적 효과를 형성하는 것으로 나타났다. Evangelista and Savona(2002) 연구는 1993년부터 1995년까지 이탈리아 혁신조사 데이터를 활용하여 서비스 산업 내 혁신이 고용에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 대기업과 자본 집약적 산업,

그리고 금융보험업 등 산업의 경우, 기술혁신과 고용수준 간 음(-)의 관계가 나타남을 확인하였다. 반면, 중소기업이나 과학기술 기반 산업의 경우 혁신이 고용에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

더불어 Bogliacino and Pianta(2010) 연구는 1994년부터 2004년까지 유럽 8개국(독일, 프랑스, 이탈리아, 노르웨이, 네덜란드, 포르투갈, 스페인, 영국)을 대상으로 산업 수준에서 혁신과 고용수준 간 관계를 분석하였다. 분석 결과, 새로운 상품이나 새로운 시장을 만들어 내는 제품혁신은 고용친화적인 반면, 공정혁신은 고용절약적인 것으로 나타났다. Bogliacino and Vivarelli(2012)는 1996년부터 2005년까지 유럽 15개국의 25개 제조업과 서비스 산업을 대상으로 분석한 결과, 제품혁신을 촉진하는 R&D 투자의 경우, 일자리를 창출하는 효과가 있음을 확인하였다. 국내 연구인 김배근(2012)은 기술혁신에 따른 생산성 증가가 경기변동 과정에서 고용 없는 성장의 원인이 되는지를 규명하고자 하였다. 분석 결과, 제조업 내 기술변화는 장기적으로 산업 내 고용수준을 감소시키고, 서비스업 부문의 경우 고용수준이 증가하는 등 고용구조 변화가 산업별로 이질적으로 나타남을 확인하였다.

이처럼 산업 수준에서의 기술혁신과 고용수준 간 관계에 대한 분석은 고용의 직접적인 효과와 더불어 간접적인 효과도 볼 수 있다는 장점을 지닌다. 즉, 혁신으로 인한 재화 및 서비스의 가격 하락 효과는 수요 형성에 영향을 미치게 되는데, 이를 통해 발생하는 간접적 고용유발 효과도 반영할 수 있게 되는 것이다. 또한, 새로운 제품이나 새로운 장비 도입으로 발생하는 간접적 고용유발 효과도 고려할 수 있게 된다(Pianta, 2005). 이에, 위에서 언급한 주요 실증연구들의 주요 내용을 종합해 볼 때, 산업 수준에서 기술혁신과 고용수준 간 관계를 살펴보면 제품혁신의 경우 고용증진에 도움을 주는 것으로 나타나는 반면, 공정혁신의 경우에는 고용수준 확대에 대체로 부정적인 것으로 확인된다. 그리고 산업별로 살펴보면 과학기술 기반의 연구개발 투자 규모가 높은 산업의 경우 고용증대 효과가 상대적으로 높은 반면, 전통산업의 경우에는 상대적으로 고용증대 효과가 낮은 경향이 있음을 확인할 수 있다.

[표 2-2] 혁신과 고용수준 간 관계에 대한 실증분석: 산업 단위 분석

| 연구                             | 분석 국가 | 분석시기      | 주요 분석 결과   |
|--------------------------------|-------|-----------|--|
| Meyer-Krahmer (1992)           | 독일    | 1980년대    | 산업마다 차이는 있으나 전반적으로 혁신과 고용 간 음의 효과 발견                   |
| Vivarelli et al. (1996)        | 이탈리아  | 1985      | 공정혁신은 고용절약적, 제품혁신은 고용친화적                               |
| Antonucci and Pianta(2002)     | 유럽    | 1994-1999 | 제품혁신은 고용친화적이거나 전반적으로 혁신은 고용에 부정적                       |
| Evangelista and Savona(2002)   | 이탈리아  | 1993-1995 | 자본 집약적 산업과 금융산업은 혁신이 고용에 부정적, 과학기술 기반의 산업은 혁신이 고용에 긍정적 |
| Bogliacino and Pianta(2010)    | 유럽    | 1994-2004 | 공정혁신은 고용절약적, 제품혁신은 고용친화적                               |
| Bogliacino and Vivarelli(2012) | 유럽    | 1996-2005 | 연구개발 투자가 일자리 창출에 긍정적인 영향                               |
| 김배근(2012)                      | 한국    | 1990-2011 | 기술진보에 따라 제조업 고용은 장기적으로 감소, 서비스업 고용은 증가                 |

출처: Jung(2015), Pianta(2005), Vivarelli(2013) 연구 재인용

## 2 기술진보의 편향성에 대한 개념적·실증적 고찰

이상 기술혁신이 고용수준에 어떠한 영향을 미치는지 실증분석한 주요 연구들을 살펴보았다. 기술혁신에 따른 고용수준 효과를 살펴본 접근에서 확장하여, 많은 연구는 기술진보에 따른 노동시장 영향이 근로자에게 차별적으로 적용될 수 있음에 주목한다. 이에 기술혁신에 따른 노동시장의 구조가 어떻게 변화하는지 살펴봄으로써 구성 효과를 이해하고자 한 시도들이 다양하게 진행되어 왔다. 이러한 접근에 기반한 주요 선행연구는 기술진보의 내재적 속성으로서 요소 편향적, 비중립적 기술진보를 강조한다. 첫 번째로, 기술혁신은 숙련 편향적인 기술변화를 일으켜, 숙련 노동에 대한 상대적 수요를 증가시키고, 고숙련 노동자들의 상대적 임금을 상승시킬 수 있다는 것이다(Yeo and Lee, 2020; Mallick and Sousa, 2017; Baccini and Cioni, 2010). 이는 신기술이 내재된 기계 등의 자본재와 상대적으로 높은 수준의 스킬(skill)을 지닌 노동자 간 상보적 관계에 따른 영향을 시사한다(Haskel and Heden, 1999).

두 번째로, 최근 기술혁신과 일자리에 관한 연구들은 기술진보가 숙련 편향적 기술변화뿐만 아니라, 자본 편향적 기술변화의 속성을 잠재적으로 지니고 있음을 강조한다. 이는 생산과정에서 자본 집약적인 로봇 등과 같은 자동화 기계가 인간의 노동 영역에 침투하여, 자본의 상대적 중요성이 더욱 증대됨을 의미한다(Yeo and Lee, 2020; Piketty, 2014; Karabarbounis and Neiman, 2013). 이처럼 요소 편향적 기술진보로 묘사되는 기술혁신의 내재적 속성은 경제체제 내 고숙련 노동자와 자본 소유자에게 돌아가는 수익을 늘려, 사회적 불평등과 양극화를 심화시킬 수 있는 가능성을 시사한다(Yeo and Lee, 2020; Jung et al., 2017; Piketty, 2014). 다시 말해, 기술혁신으로 인한 숙련 편향적, 자본 편향적 기술진보는 생산성을 증대시키고, 경제체제 내 산출량을 증가시키는 반면, 노동시장에서는 상대적으로 낮은 수준의 숙련도를 축적한 노동자에 대한 상대적 수요를 감소시킴으로써 고용 없는 성장, 양극화 및 소득 불평등의 확대 등 문제를 초래할 수 있다는 것이다. 이러한 측면에서 다양한 연구들은 기술혁신이 주요 성장동력으로 역할을 하는 지식기반 경제체제에서, 포용적 발전을 도모하기 위한 다양한 정책대안이 탐색되어야 함을 강조한다(Yeo and Lee, 2020).

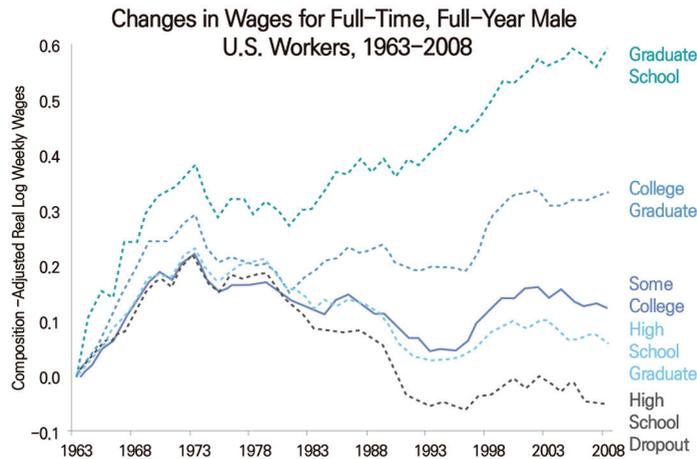
이러한 주요 논의를 확장하여 본 세부 절에서는 우선, 숙련 편향적 기술진보의 주요 개념을 고찰하고자 한다. 숙련 편향적 기술진보 개념은 기술혁신에 따른 생산현장 내 숙련된 근로자의 상대적 증가와 이에 따른 고용구조의 고도화를 일컫는 개념이다. 숙련 편향적 기술변화는 생산기술의 편향적인 이동을 야기한다. 기술혁신에 의한 신기술개발은 생산현장에서 관련 분야 전문지식을 보유한 근로자, 또는 새로운 생산방식을 습득하는데 필요한 기반 지식 및 숙련을 확보한 근로자의 한계생산성을 상승시키게 된다. 이는 고숙련 근로자들의 상대적 수요 증가로 이어지게 된다. 이처럼 숙련 편향적 기술진보로 유발되는 고용인력의 필요 숙련도 변화는 생산함수 형태에 의거하여, 비중립적 변동을 유발하게 된다. 이에 숙련 편향적 기술진보에 주목한 연구들은 노동자 간 이질성을 고려함으로써, 기술혁신에 따른 노동시장 및 소득분배 영향을 살펴보고자 시도한다. 이러한 관점에서, 다양한 연구들은 서로 다른 숙련도 및 지식을 보유한 노동자와 기술혁신 간 관계가 상호 보완일 뿐만 아니라, 대체관계 역시 형성될 수 있다는 기술진보의 편향성에 주목하고 있다(Ales, Kurnaz, and Sleet, 2015; Michaels, Natraj, and Van Reenen, 2014).

이러한 주장을 뒷받침하는 실증연구는 국내외에서 활발하게 진행되었다. 그 예로, Berman, Bound, and Griliches(1994)는 1980년대 미국 제조업을 대상으로 숙련인력에 대한 수요 변화 요인을 실증분석하였는데, 분석 결과 R&D 집약도와 첨단자본 비율이 높을수록 숙련인력에 대한 수요가 상대적으로 증가함을 확인하였다. 그리고 Doms et al.(1997)는 미국 제조업을 대상으로 하여, 새로운 기술을 많이 도입·활용하는 기업일수록 인적자본 축적 수준이 상대적으로 높은 노동자들을 더욱 많이 고용하는 것을 확인하였다. 이와 함께 Machin and Van Reenen(1998) 연구는 미국과 경제협력개발기구(OECD) 6개국(덴마크, 프랑스, 독일, 일본, 스웨덴, 영국)을 대상으로 하여 R&D 집약도와 숙련인력의 관계를 분석하였는데, 분석을 통해 R&D 집약도로 대표되는 기술혁신과 숙련인력 증가율 간 관계가 7개국 모두에서 양의 관계를 형성하는 것으로 확인하였다. Autor et al.(1998)는 미국에서의 교육수준을 기준으로 구분한 이질적 인적자본을 축적한 노동자에 대한 상대적 수요 변화와 임금 격차에 대해 실증분석을 시도하였다. 분석 결과, 대학 졸업자들의 상대적 수요가 시간이 지남에 따라 더욱 증가함을 확인하였으며, 정보통신 기술발전이 숙련 노동자들의 상대적 수요 증가에 크게 기여하였음을 규명하였다.

이와 유사한 접근으로 Falk and Seim(2001)은 1994년부터 1996년까지의 서비스 기업들을 대상으로 분석한 결과, 정보통신기술을 더 많이 활용하는 기업일수록 고학력자의 채용 비율이 높음을 확인하였다. 또한, Bresnahan, Brynjolfsson, and Hitt(2002) 연구 역시 미국 기업 데이터를 활용하여 분석한 결과, 정보통신기술의 활용이 경제체제 내 숙련 편향적 기술변화를 일으키는 핵심요인이라고 주장하였다. 또한, Mallick and Sousa(2017) 연구 역시 기술진보와 숙련·비숙련 노동의 상대적 수요 간 양의 상관관계 규명을 통해, 최근 디지털 기술 확산으로 인한 제조업 부문의 숙련 편향적 기술진보의 가속화를 확인하였다. 한편, 우리나라에서도 숙련 편향적 기술변화를 실증적으로 규명하고자 한 시도들이 진행되어 왔다. 그 예로, 신석하(2007) 연구는 숙련 편향적 기술변화가 경제위기 이후 미숙련 근로자의 상대적 고용에 영향을 주었다고 분석하면서, 이는 정보통신기술의 확산에 따른 영향임을 주장하였다. 또한, 최강식·조윤애(2013)는 미국과 한국의 노동시장 경험을 실증분석한 결과, 기술진보가 고학력 근로자들의 상대적 수요를 증가시키고 있다고 주장하면서, 이는 기술진보의 성격과 관련이 있다고 지적한 바 있다.

이상 언급한 주요 실증연구들은 숙련 편향적 기술진보에 따른 고숙련 노동자에 대한 상대적 수요 증가는, 이들에 대한 상대적 임금 증대 및 숙련 프리미엄 확대로 이어져 임금소득 불평등의 주요 원인임을 주장한다(Jung et al., 2017; Mallick and Sousa, 2017; Marouani and Nilsson, 2016; Rogerson et al., 2015; Brynjolfsson and McAfee, 2012). 그 예로, Juhn et al.(1993) 연구는 노동시장 내 임금 불평등 증가 추세는 노동자가 보유한 숙련도 및 인적자본에 대한 보상 수준 증대에 따른 영향임을 밝히기도 하였다. 그리고, Allen(2001)은 미국 산업자료를 이용하여 분석한 결과, R&D 및 기술집약적 자본재 활용도가 높은 산업일수록, 교육투자 수익률 및 노동자 간 임금 격차가 더욱 크게 벌어지는 경향이 있음을 밝히기도 하였다. 그리고 Rogerson et al.(2015) 연구는 1977년부터 2005년까지의 미국 경제에 대한 실증분석을 통해 미국 내 고학력 노동자들에 대한 숙련 프리미엄이 지속적으로 확대되어 왔으며, 이는 서로 다른 숙련도를 지닌 노동자 간 소득 양극화 확대를 가져오는 것으로 확인하였다.

〈그림 2-1〉 미국 경제체제 내 숙련도(최종학력 기준)별 임금수준 변화

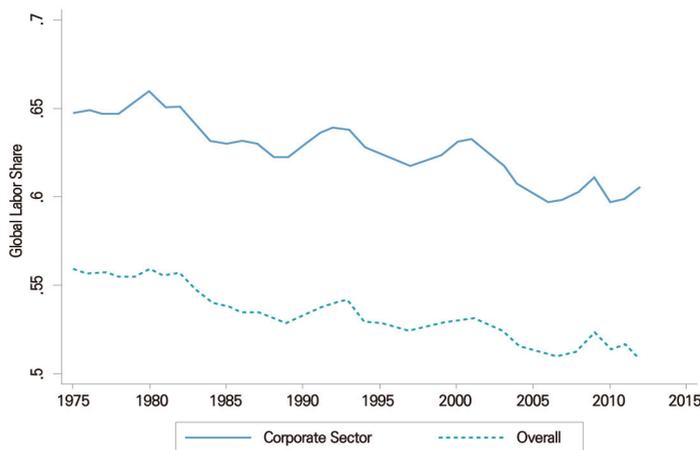


출처: Acemoglu and Autor(2011)

두 번째로, 최근 기술혁신의 편향성에 주목한 연구들은 기술진보가 숙련 편향적 기술변화뿐만 아니라, 자본 편향적 기술변화를 유도하는 비중립적 속성을 잠재적으로 지닐 수 있음을 강조한다. 해당 개념은 생산과정에서 자본 집약적 설비가 인간의 노동 영역에 침투하여, 자본의 상대적 중요성이 더욱 증대됨을 의미한다. 이는 자본이

노동을 대체하는, 노동 절약형 기술변화로 생산기술이 비중립적으로 변동됨을 시사한다 (Doraszelski and Jaumandreu, 2018; Bridgman, 2017; Brynjolfsson and McAfee, 2014). 이는 기술혁신에 따른 기술진보가 생산현장 내 자본 및 노동 등 생산요소의 한계생산성에 차별적으로 영향을 끼칠 수 있음을 시사한다(Yeo and Lee, 2020). 그 예로, Brynjolfsson and McAfee(2014)와 Karabarbounis and Neiman(2013) 등 연구에서는 최근 미국 등 선진국 경제의 국내 총생산에서 노동소득이 차지하는 비중인 노동소득분배율이 지속적으로 하락하는 현상을 지적하며, 정보통신기술 산업의 발전과 디지털 기술도입 확대로 자본재의 상대가격이 감소하면서, 노동을 대체하는 현상이 점차 확대될 수 있음을 경고하기도 한다. 이처럼 자본 편향적, 그리고 노동 절약형 기술진보로 요약되는 기술혁신의 편향성은 생산과정 내 자본의 영향력 증대와 경제체제 내 임금소득 감소를 촉진할 수 있는 가능성을 내재한다고 이해할 수 있다.

〈그림 2-2〉 세계 경제체제 내 노동소득 비중 추이



출처: Neiman and Karabarbounis(2015)

과거에는 GDP에서 임금소득이 차지하는 비율이 일정하게 유지되어 왔다. 하지만 최근 들어 노동분배율이 선진국을 중심으로 감소하고 있는 추세이다. 노동분배율 감소는 다양한 원인에 의해 나타날 수 있다. 김배근(2012)은 생산물시장의 불완전경쟁 정도를 나타내는 시장 집중도와 노동시장의 불완전경쟁 정도를 나타내는 노동조합의 교섭력이 노동분배율에 영향을 미친다고 보았다. 특히, 생산물시장의 불완전경쟁

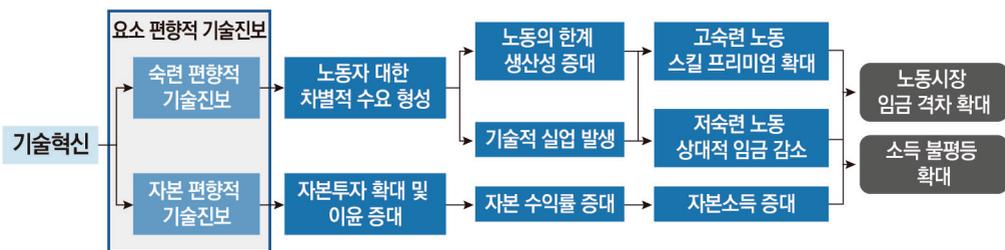
정도가 최근 들어 더욱 뚜렷하게 나타나는 것으로 확인되었다. 그리고 홍장표(2013)는 1991년부터 2009년까지 18개 제조업 산업의 패널 자료를 이용하여 한국 제조업의 노동분배율 변동요인을 분석하였다. 분석 결과, 무역의존도의 증가는 노동분배율을 높이고, 노동조합의 협상력 하락, 자본 편향적 기술진보, 그리고 생산의 세계화는 노동분배율을 하락시키는 것으로 나타났다. Bentolila and Saint-Paul(2003)은 1972년부터 1993년까지 12개의 OECD 국가 패널데이터를 활용하여 노동분배율에 영향을 미치는 요인을 살펴보았다. 그 결과 수입 재화의 가격, 자본 편향적 기술진보, 그리고 노동조합의 임금 협상력 등이 노동분배율에 영향을 미친다고 보았다. 더불어, Guerriero and Sen(2012)은 1970년부터 2009년까지의 89개 국가 데이터를 활용하여 노동분배율의 결정요인을 분석하였다. 분석 결과, 무역 자유화 정도와 기술진보는 노동분배율을 상승시킨다고 보았고, 해외직접투자는 노동분배율을 감소시킨다고 보았다. 또한, Karabarbounis and Neiman(2013)은 1980년대 초반부터 많은 국가와 산업에서 노동분배율이 감소하고 있다고 주장하였다. 이러한 노동분배율 감소는 정보통신 산업의 발전과 컴퓨터의 활용으로 자본재의 상대가격이 감소하면서 발생하였다고 주장하였다.

이렇듯, 기술혁신은 자본 편향적 기술변화를 일으켜 자본소득분배율 증가에 영향을 미칠 수 있음을 이해할 수 있다. 문제는 이러한 자본 편향적 기술변화가 소득의 양극화에도 영향을 미칠 수 있다는 점이다. Piketty(2014)는 다양한 국가와 시기의 데이터를 종합해 본 결과, 노동소득 상위 10%가 일반적으로 전체 노동소득의 25~30%를 획득하는 반면, 자본소득 상위 10%는 전체 부의 50% 이상을 소유하게 됨을 주장한 바 있다. 이는 경제체제 내 자본소득분배율 증가 추세가 소득 양극화 문제 심화를 더욱 촉진할 수 있음을 시사한다.

다시 말해, 위에서 언급한 연구들은 요소 편향적인 기술진보가 기술적 실업, 노동소득 감소 현상, 일자리의 양극화, 그리고 사회 내 소득 불평등 현상을 더욱 가속화시킬 수 있음을 강조한다. 이러한 현상을 경계하며 Brynjolfsson and McAfee(2014)는 앞으로 컴퓨터와 네트워크 기술혁신의 가속화로, 경제 전체의 부는 증가하지만 이러한 부가 몇몇 소수(고속런 노동자와 자본 소유자)에게만 혜택이 돌아가는 “슈퍼스타(superstar)” 경제체제가 도래할 것이며, 향후 지식기반 경제체제에서는

고용 없는 성장과 부의 불평등 문제해결을 위해 다각도의 정책적 접근이 필요함을 강조하기도 한다. 이같이 주요 연구들에서 언급하는 숙련 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보에 따른 고용수준 및 고용구성 변화와 관련한 주요 파급경로는 <그림 2-3>과 같이 정리하여 제시할 수 있다.

<그림 2-3> 요소 편향적 기술진보에 따른 노동시장 영향 주요 파급경로(예시)

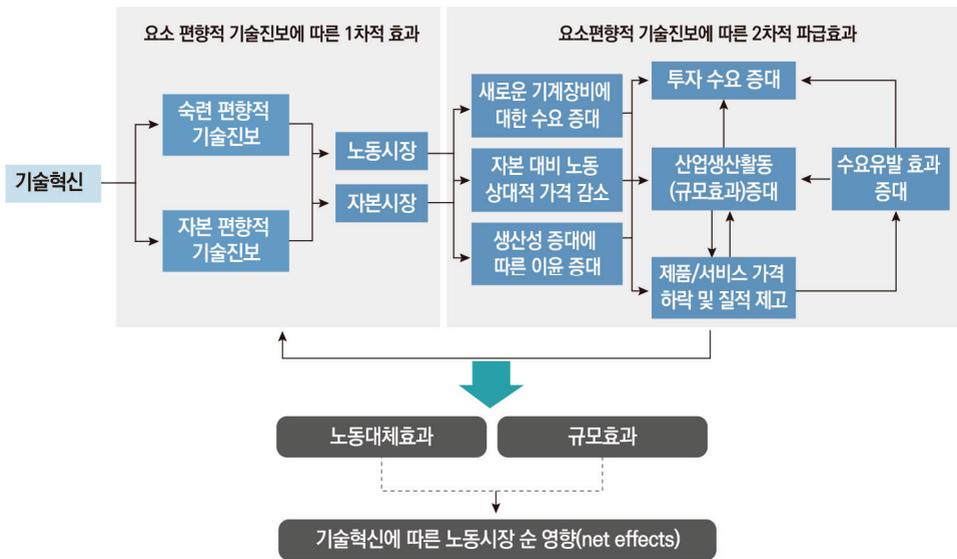


### 3 주요 선행연구 접근 고찰 시사점

앞서 <그림 2-3>에서 제시된 바와 같이, 숙련 편향적, 자본 편향적 기술진보는 노동의 상대적 수요에 영향을 끼치게 된다. 그리고 상대적 임금수준 및 총고용수준에 영향을 끼치게 된다. 이 같은 요소 편향적 기술진보에 따른 노동시장 내 영향 파급경로는 기술혁신에 따른 1차적 효과이다. 하지만 경제체제 내 기술혁신에 따른 노동시장 영향은 1차적 효과를 포함하여 다양한 간접적 파급경로를 고려하여 이해해야 한다. 그 예로 Yeo and Lee(2020), Jung et al.(2017) 및 Vivarelli(2014, 2013) 등 연구는 통합적 관점에서 기술혁신과 고용 간 관계를 이해하기 위해서는, 생산현장 내 영향(1차적 효과)뿐만 아니라, 거시경제체제 내 다양한 2차적 경로를 통한 파급효과를 살펴봐야 함을 강조한다. 그 예로, Jung et al.(2017) 및 Vivarelli(2014, 2013)는 지금까지 선행연구들이 기업 단위 미시적 분석에 기반하고 있어, 기술혁신에 따른 직접적 노동시장 영향에 초점을 맞추고 있음을 지적한다. 특히, 요소 편향적 기술진보에 따른 노동대체(기술혁신의 노동시장에 대한 1차 효과)를 보상할 수 있는 시장 내 다양한 간접적 경로(예, 새로운 기계장비에 대한 수요 증대, 자본 대비 노동 상대적 가격 감소에 따른 제품 생산비용 감소 및 생산활동 확대, 생산성 증대에 따른

이윤 증대 및 제품(서비스)의 질적 제고, 수요유발 효과 증대 등 보상경로)들이 존재하며, 이들을 종합적으로 고려함으로써 기술혁신에 따른 경제체제 내 순 고용효과를 이해해야 함을 주장한 바 있다.

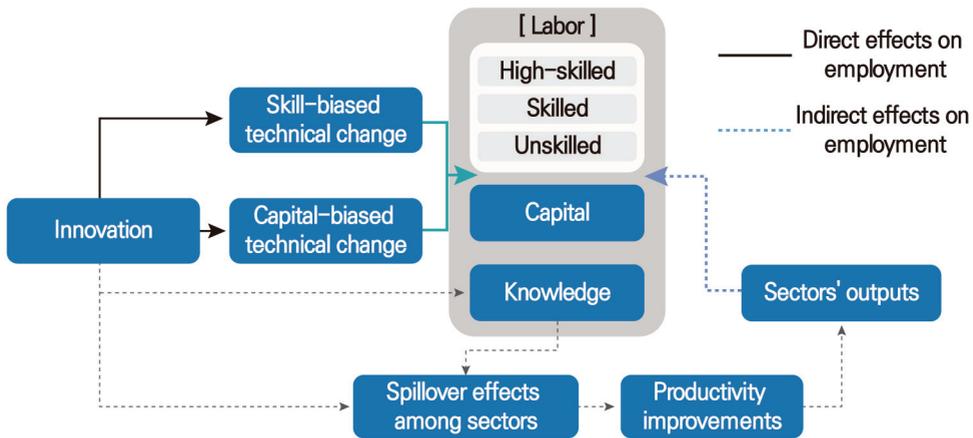
〈그림 2-4〉 요소 편향적 기술진보에 따른 거시경제적 파급경로(예시)



즉, 기술혁신에 따른 일부 노동대체현상은 기술혁신에 따른 원자재 가격 하락, 신규 투자 확대, 산업 산출량 확대, 가계소득 증대, 임금 감소 등 경로로 상쇄될 수 있다는 것이다. 앞서서도 살펴본 바와 같이 실제, 지금까지 기술혁신에 따른 노동시장 영향(고용수준, 고용구성 및 상대적 임금변화 등)에 주목한 실증연구들은 대체로 기술혁신의 1차적 노동시장 내 영향 및 파급경로에 주목하였다. 이 같은 접근은 기술진보의 편향성에 따른 거시경제적 파급효과를 이해하는 데 제한적인 정보를 제공한다. 즉, 요소 편향적 기술혁신에 따른 거시경제적 파급효과를 통합적으로 이해하려면 〈그림 2-4〉에서 제시된 바와 같이 기술진보에 따른 1차적 노동시장 내 영향과 기술혁신에 따른 규모효과 및 다양한 경로의 보상 메커니즘을 고려할 필요가 있다. 〈그림 2-4〉에서 제시된 바와 같이, 요소 편향적 기술혁신에 따른 거시경제적 파급효과는 기술진보의 편향성에 따른 노동수요 감소(대체효과)와 생산성 증대 및 보상경로에 따른 노동수요 증대(규모효과)의

합에 의해 결정될 수 있다. 그에 따라 요소 편향적 기술혁신에 따른 거시경제적 파급효과는 이론적으로 정량화하기 쉽지 않으며, 실증분석을 통해 파악할 필요가 있다. 실증분석의 기반 자료, 분석 단위 등에 따라 결과가 상이하게 나올 수 있기 때문이다.

〈그림 2-5〉 기술혁신이 고용에 영향을 미치는 주요 파급경로



출처: Jung et al.(2017)

이러한 문제의식하, 거시경제적 관점에서 기술혁신과 고용 간 관계를 분석하기 위해 거시 모델을 활용한 연구들도 있다. 대표적인 국내 연구로는 Jung et al.(2017)이 있다. Jung et al.(2017)은 연구개발 투자가 증가할 경우, 경제성장 및 생산요소 시장(부가가치) 부문에 어떠한 영향이 있는지 살펴보았다. 이를 위해 지식기반 CGE 모형을 활용하여 분석하였다. 분석 결과, 추가적인 연구개발 투자는 경제성장에 도움을 주며, 총노동수요도 증가시키는 것으로 나타났다. 다만 고숙련 노동의 수요가 가장 많이 증가하는 것으로 나타나, 숙련 편향적 기술변화가 발생하는 것으로 확인하였다. 그리고 산업별로는 연구개발 투자를 많이 하는 첨단기술 제조업에서 고용증가율이 가장 크게 나타남을 확인하였다. 더불어, 부가가치 부문에서는 자본과 고숙련 노동, 그리고 지식의 비중은 증가하는 반면, 비숙련 노동은 감소하는 것으로 나타났다. 이에 자본 편향적 기술변화와 숙련 편향적 기술변화로 인해 경제체제 내 소득분배에 악영향을 미쳐 소득 양극화 현상이 심화될 것으로 예측하였다.

기술진보의 편향성에 따른 직접적 영향에만 초점을 맞추게 되면, 기술혁신에 따른 주요 사회적 문제 및 부작용 해결을 위한 정책적 처방 역시도 단기적이고 지엽적인 처방일 가능성이 크다. 그 예로 요소 편향적 기술진보에 따른 구조적 실업 및 노동대체현상에만 매몰하게 되면, 고용의 양적 팽창만을 강조하는 정책 설계가 주를 이룰 수 있다. 단순히 일자리의 양적 팽창만을 위한 일자리 정책들로는 구조적 실업과 고용 없는 성장이라는 구조적 문제해결에 한계가 있다. 고용의 양적 팽창만을 강조하는 정부 주도의 정책은 기업과 산업의 혁신활동에 대한 비용, 부담 증대로 이어질 수 있으며, 이는 혁신활동, 산업발전, 일자리 창출 간 선순환 구조를 정착하는 데 장애물로 작용할 수 있다. 현재의 노동자에게만 주목하면 미래의 고용은 소외될 수 있는 것이다. 이에 이러한 부분 균형적 접근에서 확장하여 통합적인 관점에서 혁신활동, 산업발전 및 일자리 창출 간 선순환 구조 정착을 위한 정책 설계를 이뤄 낼 필요가 있다.

[표 2-3] 기술혁신과 고용 간 관계 고찰 선행연구 접근의 한계점 및 본 연구 기여

|             | 주요 선행연구의 접근                              | 본 연구의 접근                            |
|-------------|--|-------------------------------------|
| 주요 관점       | 부분 균형적 (partial equilibrium) 관점          | 일반 균형적 (general equilibrium) 관점     |
| 주요 관심사      | 요소 편향적 (숙련 편향적 및 자본 편향적) 기술진보에 따른 노동대체효과 | 1차적 노동대체효과 포함 기술혁신에 따른 다양한 보상경로 포함  |
| 주요 정책처방(예시) | 노동대체효과 최소화를 위한 단기적, (단일)지엽적 처방           | 노동대체효과 최소화 및 규모효과 증대를 위한 정책조합 형태 탐색 |

이처럼 국가 경제체제 내 기술혁신의 파급효과를 제대로 이해하려면 기술혁신에 따른 직접적인 영향뿐만 아니라, 다양한 시장 내 보상 기제 및 간접적 영향까지 고려할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 기존 기술진보의 편향성에 주목한 다양한 선행연구들이 부분 균형적 관점에 깊이 의존하고 있음을 지적하고, 일반 균형적 관점에서 경제체제 내 기술혁신에 따른 노동시장 영향은 1차적 효과를 포함하여 다양한 간접적 파급경로를 고려하여 이해할 필요가 있음을 강조하고자 한다. 그에 따라 기술혁신과 고용 간 관계를 고찰하고자 한 주요 선행연구 접근의 주요 한계점과 본 연구의 접근을 구분하여 정리하면 [표 2-3]과 같이 정리할 수 있다.

## 제2절

# 디지털전환 시대 기술진보 편향성과 영향

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

### 1 정보통신 기술발전에 따른 노동시장 영향 분석 연구

요소 편향적인 기술진보는 기술의 연결성 극대화, 정보통신기술(Information and Communication Technology, ICT)화된 제조업으로 묘사되는 4차 산업혁명과 같은 급속한 기술혁신 흐름 속에서 고용 없는 성장, 더 나아가 양극화 및 소득 불평등 확대 현상을 더욱 가속할 가능성을 지닌다. 실제로, 최근 WEF(2016)와 Frey and Osborne(2017) 등 연구들은 4차 산업혁명으로 일컬어지는 디지털전환으로 인해, 단순 사무종사자, 단순 생산직, 운반직 등을 포함한 상당수의 직업군이 컴퓨터로 대체되거나 직업 형태가 변화될 것이라는 예측을 하기도 하였다. ‘4차 산업혁명’ 관련 논의가 확대되기 이전에도 ICT 활용에 따른 노동시장 내 주요 영향에 주목한 실증연구들이 진행되었다. 컴퓨터 활용이 본격화된 1990년대 전후로 ICT 활용이 일자리에 어떠한 영향을 미치는지 분석한 많은 실증연구가 있었다. 관련 연구들의 주요 내용을 살펴보면 다음과 같은 세 가지 방향으로 정리할 수 있다. 첫째, ICT 기술발전에 따라 고용이 증가한다는 의견이다. 둘째는, 반대로 ICT 기술발전에 따라 고용이 감소한다는 의견이다. 마지막 세 번째는 ICT 기술발전이 고용량 자체보다는 인력의 구성을 변화한다는 입장이다(김현수, 2017).

**[표 2-4] ICT 기술 활용에 따른 고용수준 변화 분석 실증연구**

| 연구                  | 고용<br>수준<br>변화 | 특이사항   | 가능한<br>정책시사점      |
|---------------------|----------------|--|-------------------|
| Northcott<br>(1984) | (-)            | 영국, 독일, 프랑스를 대상으로 직접적인 고용효과를 측정:<br>낮은 수준에서의 고용 감소           | 대체인력흡수<br>지원 기반조성 |
| Kaplinsky(1985)     | (-)            | 정보통신 기술발전의 노동 절약적 효과를 검증: 신형기기<br>의 구형기기 대체과정에서 고용 감소 가능성 강조 |                   |

| 연구   | 고용<br>수준<br>변화 | 특이사항   | 가능한<br>정책시사점  |
|--|----------------|--|---|
| Osterman(1986)                                 | (-)            | 정보통신 기술발전의 노동 절약적 효과를 검증: 컴퓨터 성능의 향상을 통한 관리직·사무직 감소 가능성  | 일반적 IT 산업<br>기반조성 및<br>이와 연결될 수<br>있는 기술혁신·<br>ICT 도입투자<br>기반조성 |
| Dewan et al.<br>(1997)                         | (-)            | 기업 단위 분석을 통해 생산증가분에 비해 노동수요 증가분이 작음을 보임: 기업 IT의 노동력 대체 가능성 확인  |   |
| Leontief et al.<br>(1986)                      | (-)            | 투입산출분석을 이용하여 컴퓨터 기술 확산에 따라 고용이 감소함을 보임   |   |
| 박재민·전주용<br>(2008)                              | (-)            | - 국내 IT 제조업의 중간재 수입의존효과가 커서 고용증대효과보다 숙련 노동 편향적인 대체효과가 더 크게 나타남.<br>- 직접적인 고용효과만 고려하였음<br>(숙련 편향적 대체효과만 고려) |   |
| OECD<br>보고서(1982)                              | (+)            | 기술진보가 실업의 주요한 원인으로 작용하지 않았다고 봄: 고용대체효과를 초과하는 고용창출 효과를 확인   |   |
| Blanchflower,<br>Millward, and<br>Oswald(1991) | (+)            | 영국 기업을 대상으로 분석한 결과, 신기술을 도입한 기업들의 고용성장률이 높게 나타남을 확인  |   |
| Brouwer,<br>Kleinknecht, and<br>Reijnen(1993)  | (+)            | 네덜란드 기업을 대상으로 분석한 결과, IT 관련 R&D 투자가 높은 기업들의 고용성장률이 높게 나타남을 확인  |   |
| Doms, Dunne,<br>and<br>Roberts(1995)           | (+)            | 첨단 기술의 도입이 활발할수록 고용이 증가함 확인  |   |
| Martin(1998)                                   | (+)            | 지난 25년간 미국의 IT 인력은 기술발전에 따라 꾸준히 증가해 왔음: 대체효과가 있으나 고급인력의 수요가 크게 증가함을 확인                                     |   |
| Harrison et al.<br>(2005)                      | (+)            | IT 기술혁신에 따른 생산증가는 고용증가를 가져옴을 확인  |   |
| 고상원 외(2007)                                    | (+)            | 우리나라 IT 산업의 고용은 계속 증가해 왔으며, 향후 계속 증가할 것으로 전망함  |   |

출처: 성태윤·박찬희·박기영(2009) 재인용

먼저, ICT 기술발전이나 ICT 자본투자에 따라 고용이 감소할 수 있다는 주장은 ICT 기술이 인력을 대체하는 효과가 클 것이라는 점을 강조한다. 즉, 산업에 ICT 기술이 적용되면 인력당 효율이 개선되면서 고용은 감소한다는 것이다. 주로 해외에서 1980년대 연구들이 이러한 시사점을 도출하고 있다. 국내에도 비슷한 연구결과들이 있지만, 고용수준 감소 효과는 상대적으로 낮은 수준이었다. 관련 국내 연구로 박재민·전주용(2008) 연구가 있는데, 정보통신 산업 성장이 경제 전반의 일자리 창출로 연계되기보다는 노동생산성의 급속한 증대로 오히려 고용이 감소한다고 주장하였다. 이는 ICT 산업의 전체 성장이 가져온 규모 측면 고용 확대 효과를 숙련 편향적 기술진보에 의한 노동대체효과가 상쇄한다는 논리에 의한 것임을 확인할 수 있다.

반면, ICT 기술의 발전이나 ICT 투자에 따라 고용이 증가할 수 있다는 주장은 새로운 ICT 기술발전에 따른 수요유발 효과로 고용창출 효과가 클 것이라는 점을 강조한다 (성태윤·박찬희·박기영, 2009). 즉, 새로운 기술발전에 따른 수요유발 및 규모효과 증대가 신기술에 의해 대체되는 노동 절약 효과보다 크다는 것이다. 이러한 주장은 주로 1990년 이후 해외 연구들에서 많이 나타났으며, 간접적 고용효과를 함께 고려한 연구들에도 이 같은 결론이 많이 나타났다. 국내의 대표적인 연구로는 고상원 외(2007) 연구가 있는데, 해당 연구는 ICT 산업 취업자 수는 1993년에서 2005년까지 연평균 5.1% 증가하였고, 경제체제 내 전체 고용수준 증가의 약 11.6%를 기여함을 확인하였다.

[표 2-5] ICT 기술 활용에 따른 고용수준 및 구성변화 분석 실증연구

| 연구                              | 고용 수준 변화 | 특이사항   | 가능한 정책시사점                   |
|---------------------------------|----------|--|-----------------------------|
| Jorgenson, Ho, and Stiroh(2003) | (+)      | IT 장비 가격의 하락이 IT 투자를 늘리며 경제성장에 대한 긍정적 효과와 함께 고기능 노동력에 대한 수요를 유발함: IT 자본투자가 노동의 고기능화를 유발함 | IT 자본투자 기반조성과 결합된 대체인력 흡수지원 |
| 권남훈·김종일 (2002)                  | (+)      | 우리나라 산업별로 컴퓨터 관련 투자 비중이 높을수록 고숙련 노동의 비중이 증가함   |                             |
| 장창원 외(2004)                     | N/A      | IT 노동시장이 타 부문에 비해 저학력자와 고학력자 간 대체성이 매우 낮다고 분석함   |                             |
| 장창원(2005)                       | (+)      | IT 인력이 양적으로는 초과공급 상태이지만, 질적으로는 초과수요 상태임을 지적함   |                             |

출처: 성태윤·박찬희·박기영(2009) 재인용

한편, ICT 기술의 발전이나 ICT 투자가 전체적인 고용의 증감에는 영향을 미치지 못하지만, 노동력의 구성에 영향을 미친다는 주장도 있다. 이는 ICT 기술이 발전함에 따라 신기술에 대한 수요에 의해서 고용이 창출되는 효과도 있지만, 신기술이 인력을 대체하는 효과도 발생하기 때문에, 전체적으로는 고용의 증감에 크게 영향을 미치지 못할 수도 있다는 것이다(성태윤·박찬희·박기영, 2009). 그러나 이와 같은 현상은 노동력 구성을 변화를 가져올 수 있는데, 이른바 노동시장의 양극화 현상이다. 새로운 신기술을 개발하거나, 신기술에 접근이 용이한 고학력 ICT 전문인력에 대한 수요가 공급을 초과하는 반면에, 신기술에 의해 노동력이 대체되어 가고 있는 저숙련 노동자는 초과공급 상태에 놓이게 된다는 것이다(성태윤·박찬희·박기영, 2009). 이러한 관점에서 Jorgenson et al.(2003)은 정보기술(IT) 투자가 증가하면 고학력 IT 전문인력에 대한 수요가 증가한다고 보았다. 즉, IT 기술발전이 노동력의 숙련화 없이 자본투자 증대만으로는 어렵다고 본 것이다. 이와 같은 주장은 앞선 절에서 살펴본 기술혁신의 내재적 속성인 숙련 편향적 기술진보가 ICT 기술 분야에서도 적용될 수 있음을 시사한다.

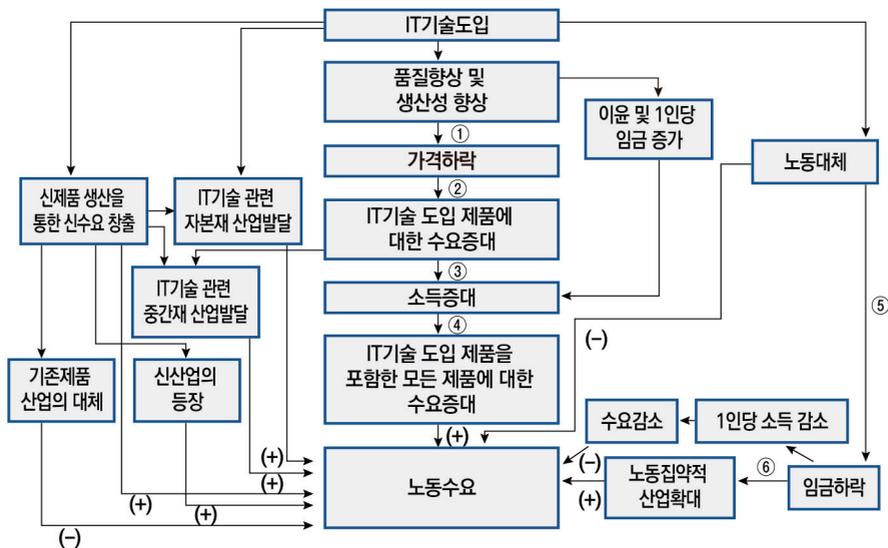
이렇듯 ICT 기술발전에 따른 노동시장 내 영향은 다면적이고 복잡하다. 이는 앞에서 살펴본 바와 같이 ICT 기술변화에 의한 노동시장 내 직접적인 영향뿐만 아니라, 경제체제 내 다양한 제도적 부문의 상호작용에 따른 간접적 영향도 존재하기 때문이다. 그래서 분석 대상 국가별로 다양한 연구결과가 나타나고 있다(고상원 외, 2010). 일반적으로 ICT 기술도입을 통한 공정혁신의 경우, 생산비용 절감 효과가 있고, 제품혁신의 경우에는 새로운 수요를 창출한다. ICT 기술도입에 따라 공정혁신이 촉진되면, 기술의 노동 절약적 특징 때문에 산출량이 일정하다면 고용은 줄어드는 효과가 발생한다. 이때 고용수준이 줄어드는 정도, 즉 노동대체효과는 ICT 기술변화의 노동 절약적 성격이 얼마나 강하냐에 따라 달라지며, 또한 생산요소 간 대체 탄력성 정도에 따라 달라진다. 보통의 기업의 경우, 노동 및 생산비용 절감이 생산하는 재화 및 서비스의 가격 하락으로 이어지며, 가격 하락으로 초과수요 창출이 충분한 경우에는 규모효과가 증가하게 된다. 이로 인해 공정혁신이 무조건 고용수준을 줄인다고 볼 수도 없다.

한편, 새로운 제품이나 질적 수준이 향상된 제품을 창출하는 데 기여하는 제품혁신의 경우, 고용수준을 확대하는 효과가 있다. 제품혁신은 해당 제품 및 서비스에 대한 수요 증가를 가져오고, 이는 생산량 증가로 이어져 고용유발 효과를 확대하게 된다(고상원

외, 2010). 그러나 ICT 기술변화가 고용에 미치는 영향은 제품혁신을 이룬 특정 기업에 대해서만 분석하게 된다면 ICT 기술진보에 따른 파급효과를 산출하는 데 제한적일 수 있다. 이는 특정 기업 또는 특정 산업의 고용증가가 타 기업 또는 타 산업에 고용을 증가시킬 수도 있고, 감소시킬 수도 있기 때문이다. 이에 고상원 외(2010)는 <그림 2-6>과 같이 다양한 파급경로를 고려한, ICT 기술도입에 따른 노동시장에 미치는 효과를 살펴보고자 하였다.

해당 연구에서는 총 7가지 요인이 ICT 기술도입에 따라 고용수준에 영향을 미친다고 보았다. 그 7가지 요인은 다음과 같다; 1) 제품혁신이나 공정혁신이 도입되고 확산되는 정도, 2) 제품혁신의 경우 노동생산성의 증대 정도, 3) 공정혁신의 경우 노동생산성의 증대 정도, 4) 노동생산성 증대로 인한 산출물 가격 하락 정도, 5) 가격 하락에 따른 국내외 수요의 증대 정도, 6) 산업 간 연관관계에 따른 산업 전반 규모효과 증대 정도, 7) 기술변화에 따른 임금변화 효과 등. 이처럼 고상원 외(2010) 연구에서 제시하는 ICT 기술도입의 주요 파급경로는 기술혁신에 따른 다양한 보상경로를 고려한 일반 균형적 시각이 투영된 접근에 기반함을 이해할 수 있다.

<그림 2-6> ICT 기술도입이 노동시장에 미치는 주요 파급경로



출처: 고상원 외(2010)

한편, ICT 기술이 노동시장에 미치는 효과를 분석한 실증연구들은 기업 수준, 산업 수준, 거시적 수준의 연구로 나누어 볼 수 있다. 우선, 기업 수준에서의 ICT와 고용창출 간 상관관계를 살펴본 선행연구들은 생산공정의 수준, 혹은 특정 공장 및 기업 수준에서 기술변화에 따른 직접적인 고용 감소 및 고용창출 효과를 분석하였다(고상원 외, 2010). 대표적인 연구로는 Brouwer, Kleinknecht, and Reijnen(1993), Dorms et al.(1995), Harrison et al.(2014) 등이 있다. 그 예로, Brouwer, Kleinknecht, and Reijnen(1993)은 네덜란드 기업을 대상으로 1983년부터 1988년까지 연구개발집약도(연구개발지출액/매출액) 증가율과 고용증가율의 상관관계를 분석하였다. 분석 결과, 연구개발집약도 증가율이 높은 기업은 고용증가율이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 하지만 ICT 관련 기술개발 투자가 높은 기업에서는 고용증가율이 다소 높게 나타남을 확인하였다. Doms et al.(1995)은 로봇, 컴퓨터, 네트워크 등의 생산기술도입 여부에 따라 기업 수준 고용에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 추정 결과, 첨단생산기술의 도입이 많을수록 기업 내 고용수준이 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 Harrison et al.(2014)은 영국, 독일, 스페인, 프랑스의 기업혁신조사를 바탕으로 기업의 혁신활동과 고용수준 간 관계를 추정하였다. 추정 결과, 제품혁신에 의한 생산증가가 고용의 증가로 이어진다고 주장하였다. 또한, 재화 및 서비스의 가격 하락에 따른 생산증가 효과를 고려한 공정혁신의 경우 고용 감소 효과가 높지 않은 것으로 나타났다.

그러나 이런 미시적 수준의 연구들은 경제체제 전반의 종합적인 파급효과를 파악하는 데 한계를 지닌다. 이는 미시적 연구들은 직접적인 효과만 분석하기 때문에 간접효과를 반영하지 못한다는 한계가 있기 때문이다. 이에 산업 수준에서 분석을 시도한 연구들이 점차 등장하게 되었다. 대표적인 연구는 Blazejczak(1991), Greenan and Guellec(2000) 등이 있다. Blazejczak(1991)는 독일을 대상으로 기술변화 전망에 따른 고용구조를 예측하였다. 추정 결과 제조기기, 사무기기, 보험, 통신 산업에서는 고용이 증대되는 것으로 나타났고, 반면 화학, 자동차, 플라스틱, 섬유 산업에서는 고용이 감소할 것으로 예상하였다. 이에 ICT 관련 직업에 대한 수요가 증가할 것으로 예측하였다. 그리고 Greenan and Guellec(2000)은 프랑스 기업 자료와 기술혁신조사 자료를 바탕으로 산업과 기업 수준에서 실증분석을 시도하였다. 분석 결과, 기술혁신을 수행하는 기업 비율이 높은 산업일수록 고용이 많이 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 제품혁신은 고용친화적인 것으로 나타났고, ICT 기술 기반

공정혁신은 고용증가와 유의한 관계가 있지 않은 것으로 나타났다. 또한, 산업 단위 연구에서는 ICT 산업 자체뿐만 아니라 ICT 관련 산업의 고용수요가 빠르게 증가할 것이라고 주장하였다.

한편, 미시적 수준 및 산업별 연구에서 가장 문제가 되는 점은 기술변화에 따른 직접적인 영향만을 고려할 뿐, 경제 전체의 상호작용에 따른 간접적인 파급경로 및 영향을 간과하는 데 있다(고상원 외, 2010). 이를 보완한 연구가 거시적 수준에서의 분석이다. 거시적 수준의 연구는 산업 간 관계와 경제 전체의 운영원리 및 경제 내 다양한 제도 부문 간 상호작용을 포함한 거시적 모형을 활용하여, 기술변화, 생산성 변화 및 노동시장 영향 간 관계를 포괄적으로 검토하고자 시도한다. 대표적인 연구로는 Leontief et al.(1986)가 있다. Leontief et al.(1986)은 컴퓨터 기술이 고용에 미치는 영향을 투입산출분석으로 추정하였다. 해당 연구에서는 로봇 기술, 컴퓨터, 사무자동화, 네트워크 등을 포함한 ICT 기술이 경제 전체에 어떠한 고용창출 효과를 가져오는지 분석하였다. 분석 결과, ICT 기술 확산이 대략 8%에서 12%의 고용 감소 효과를 가져올 것이라고 주장하였다.

## 2 디지털전환 시대 기술변화에 따른 파급효과 분석 연구

이처럼 ICT 기술발전 및 기술혁신에 따른 경제사회 내 파급효과를 파악하려면 부분 균형적 접근을 넘어, 일반 균형적 관점에서 실증분석을 수행해야 한다. 향후 전개될 4차 산업혁명 및 디지털전환 흐름은 경제사회의 패러다임 전환을 유발하는 높은 파급력을 지닌 기술적 요소로 이해되고 있다. 신기윤·여영준·이정동(2020) 연구는 인공지능(Artificial Intelligence, AI), 빅데이터, 사물인터넷 등 디지털전환을 촉진하는 기반 기술의 경제사회 내 도입 및 적용으로 인해 생산 부문 영향을 넘어, 소득, 소비 및 고용 등 다양한 경제 부문에 파급효과가 클 것임을 강조한다. 특히, 특정 기업 및 산업 부문의 기술변화를 넘어, 경제사회 전반에 적용될 수 있다는 점에서 범용기술이자 패러다임 전환 기술로 '디지털전환'을 바라보아야 함을 강조하고 있다. 이처럼, 앞으로 가속화될 디지털전환 및 4차 산업혁명 등 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과 분석은 산업 간, 경제 주체 및 제도 간 연관관계 및 상호작용을 고려하여, 거시경제적 관점에서

이뤄 낼 필요가 있다. 하지만 디지털전환에 대해 높아지는 정책적 관심사와는 다르게, 디지털전환에 따른 중장기적 경제사회 파급효과 분석 연구들은 풍부하지 않은 상황이다. 대다수 연구는 4차 산업혁명 및 디지털전환 기술도입 및 활용에 따른 생산현장 및 기업의 생산성 변화, 그리고 기술도입에 따른 노동시장 내 영향을 살펴보는 등 부분 균형적 접근에 초점을 맞추고 있는 상황이다(신기윤·여영준·이정동, 2020).

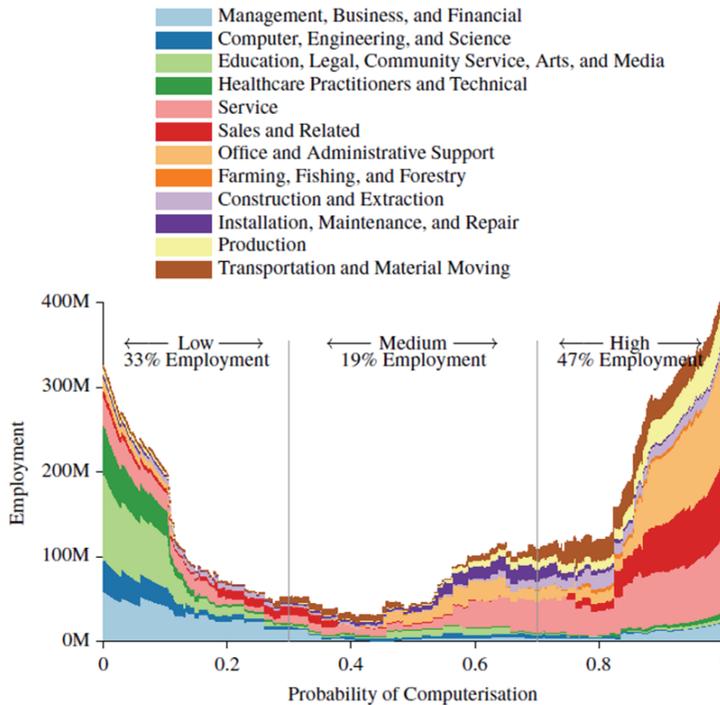
이에 본 세부 절에서는 디지털전환 기술변화에 따른 주요 부문(예, 노동시장, 생산 부문 및 경제사회시스템 등)의 파급효과를 분석하고자 시도한 연구들을 정리하고, 본 연구의 기여도를 제시하고자 한다. 우선, 디지털전환에 따른 고용 및 노동시장 변화에 초점을 맞춘 대표적인 연구를 살펴보고자 한다. Chui, Manyika, and Miremadi (2015)는 미국 직업에 대한 직무분석 및 자동화에 의한 대체 가능성을 조사하였는데, 직업의 2,000개 직무 가운데 45%가 자동화가 가능한 것으로 확인하였다. 그리고 Brzeski and Burk(2015)는 독일 경제 내 자동화에 의해 대체 위험이 높은 일자리가 약 60%에 달함을 경고하기도 하였다. 이와 함께 MGI(2017)은 디지털전환 중심 기술발전으로 세계 인구 15~30%(4억~8억명)이 일자리를 잃을 것으로 전망하기도 하였다. 그리고 Gillham et al.(2018)은 2030년 인공지능 기술발전에 따라 위험에 직면할 일자리 비중이 30%임을 경고하기도 하였으며, WEF(2016)는 디지털전환으로 인해, 총 710만개의 일자리가 사라지게 될 것으로 전망한 바 있다. 이처럼 비대면 및 무인 서비스 확산, 기업 내 AI 기술도입 확대, 생산현장 내 로봇 도입 확산 등 디지털전환 확산으로 일자리가 소멸할 것이라는 우려가 전 세계적으로 확산되고 있다.

이같이 디지털전환에 따른 중장기적 고용수준 및 일자리 수 변화를 분석하고자 한 시도를 넘어 Frey and Osborne(2017) 등 연구는 고용구조 및 숙련구성의 변화가 어떻게 변화하는지 초점을 맞추고 있다. 그 예로, Frey and Osborne(2017) 연구는 최근 기계학습 및 빅데이터 등 지능형 기술의 활용성이 높아짐에 따라, 기계에 의한 대체가 어려울 것이라고 인식되었던 비반복적 매뉴얼 업무(non-routine manual tasks) 및 비반복적 인지 업무(non-routine cognitive tasks) 역시 대체 위험성이 있음을 지적하였다. 또한, 향후 디지털전환 기술발전에 따라 기술에 의해 쉽게 대체되기 어려운 업무 유형으로 지각 및 조작 업무, 창의 지능 업무 및 사회적 지능 업무 등을 꼽았다.

구체적으로, 해당 연구에서는 컴퓨터화에 의한 직업의 대체 확률을 파악하기 위해

미국 노동부에서 제공하는 O\*NET 데이터를 활용하여 702개 직업을 업무의 특성에 따라 구분한 후, 속성이 명확히 구분되는 70개 직업을 대상으로 분석을 수행하였다 (<그림 2-7> 참고). 특히, O\*NET 데이터에 있는 다양한 변수 중 앞서 언급한 지각 및 조작, 창의 지능, 사회적 지능에 해당하는 9가지 속성을 파악하여 직업별로 컴퓨터화에 의한 대체 확률을 계산하는 데 활용하였다. 분석 결과, 컴퓨터화에 의해 대체될 확률이 70%가 넘는 고위험군에 해당하는 직업이 미국 전체 일자리의 47%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 고위험군에 속하는 직업은 단순 서비스(판매), 건설 등이 꼽혔다. 또한, 컴퓨터화에 의해 대체되기 어려운 업무로 지적된 지각 및 조작 업무의 경우, 향후 10~20년 내 추가적인 기술혁신에 의해 대체가 시작될 것으로 분석하였다. 마지막으로 임금 및 교육수준과 컴퓨터화 확률 간의 관계에 대한 분석을 수행하였으며, 임금 및 교육수준이 컴퓨터화 확률과 음의 관계가 있어 컴퓨터화가 진행됨에 따라 직업 간 임금 격차 및 요구 교육수준의 양극화가 심해질 것을 언급하였다.

<그림 2-7> 컴퓨터화에 따른 직업 대체 확률



출처: Frey and Osborne(2017)

이처럼 Frey and Osborne(2017) 연구는 디지털전환으로 야기될 미래환경 변화의 핵심은 일자리 절대 수 감소보다는 기존 일자리와 새로 창출되는 일자리의 ‘직무와 업무방식’이 변화한다는 점을 강조하고 있음을 파악할 수 있다. 이와 유사하게 Arntz, Gregory, and Zierahn(2016) 경우, 기술혁신에 따른 노동시장 영향을 분석하는 데 있어, 기존 직업 및 일자리에 기반한 접근(occupation-based approach)을 넘어, 직무 기반 접근법(task-based approach)이 중요함을 강조한 바 있다. 이러한 관점을 주지하며, OECD(2018) 역시 경제체제 내 직무 구성 및 분포에 따라 디지털전환에 따른 노동시장 영향이 국가별로 상이하게 나타날 수 있음을 주장한다. 이는 중장기적인 관점에서 바라보았을 때, 디지털전환에 따라 특정 일자리(job)의 직무(업무) 일부가 대체되더라도, 디지털 기술과 보완관계에 있는 직무의 생산성이 증가하면 해당 일자리는 대체되지 않고 오히려 그 수요가 늘어날 수 있음을 시사한다. 그에 따라 해당 연구는 노동시장 내 ‘직무 구성’에 대한 이해가 선제되어야 함을 강조한다. 세부적으로 OECD(2018)는 국가 간 자동화에 따른 일자리 대체효과 차이는 산업구조에 의해 약 30% 설명이 되지만 나머지 상당수가 국가 간 직무 구성 차이에 기인함을 언급하기도 하였다.

그에 따라 최근 연구들은 디지털전환에 따른 ‘반복업무 편향적 기술진보(routine-biased technological change)’라는 내재적 속성에 주목하고 있다. 반복업무 편향적 기술진보는 디지털 기술발전이 정형화된 업무, 즉 반복적이고 절차적이며 사전에 규정된 방식에 따라 수행되는 업무를 대체하는 방향으로 이루어짐을 의미한다(여영준, 2020; 김남주, 2015). 이에 관련 연구들은 디지털 기술에 의해 대체 가능한 정형화된 업무와 보완관계에 있는 비정형 업무로 구분하여, 디지털 기술발전에 따른 노동시장 영향을 세밀하게 파악하고자 시도하고 있다. 그에 따라 제조현장 내 자동화, 무인 및 비대면 서비스 확대에 따라 반복적 업무 집약도가 높은 조립공, 가게 점원, 은행원 등이 일자리 대체효과가 높은 직업군임을 밝히고 있다. 이에 반해, 디지털 기술과 보완관계에 있는 업무는 비정형 업무로서, 해당 업무는 추상적 사고, 창의성, 문제해결 능력, 그리고 탁월한 의사소통 능력이 요구되며 관련 직업군은 경영직, 디자이너, 엔지니어 및 IT 전문가 등이 있음을 밝히고 있다(표 2-6) 참고).

이 같은 디지털전환 기술변화가 지니는 내재적 속성인 ‘반복업무 편향적 기술진보’와

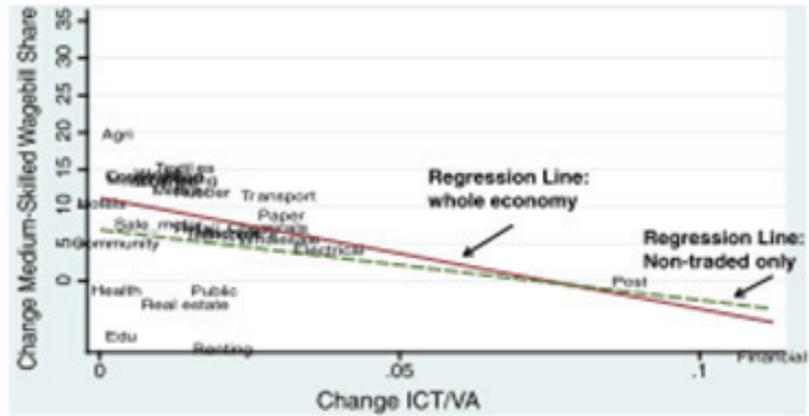
‘노동 절약적’ 속성은 경제체제 내 기술적 실업 증가, 일자리 구조 양극화, 노동소득 감소 등의 부작용을 가져올 가능성이 있다(여영준, 2020). 다시 말해, 디지털전환 기술과 보완관계를 형성하는 비정형 업무가 저숙련 및 고숙련 근로자들에게 집중되어 있어, 중간 수준 숙련도를 보유한 근로자들의 일자리 및 경제적 이윤 배분 기회가 박탈될 가능성이 점차 확대됨을 시사한다. 이와 같은 노동시장의 영향은 가계소득 분포에도 영향을 미치게 된다. 즉, 디지털전환 가속화에 따라 디지털 자본재를 보유한 경제 주체와 비정형 업무를 수행하는 고숙련 근로자들에게 배분되는 경제적 이윤을 더욱 확대시킴으로써, 소득 불평등 추세가 더욱 강화될 수 있다는 것이다. 이와 같은 접근을 바탕으로 하여, Bessen(2016) 및 Goos, Manning, and Salomons(2014) 등 연구는 디지털전환 기술도입 등으로 고임금 일자리의 수는 늘어나지만, 중숙련 및 반복적 업무 기반 일자리는 기술로 대체되는 현상이 더욱 확대됨을 강조한다(〈그림 2-8〉 및 〈그림 2-9〉 참고).

[표 2-6] 업무(task) 구분과 업무 부문별 디지털전환 영향

| 업무 구분                         |                          | 업무 속성   | 직업 예시                                | 디지털 기술 영향                    |
|-------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------|
| 정형 업무<br>(routine tasks)      | 육체적<br>(physical)<br>업무  | <ul style="list-style-type: none"> <li>반복적이고(repetitive), 절차적이며(procedural), 사전에 규정된 방식 (manual)에 따라 수행되는 업무</li> <li>저숙련 및 중숙련 집약</li> </ul> | 공장 조립공, 생산직 등                        | 대체효과<br>(노동 수요 감소)           |
|                               | 인지적<br>(cognitive)<br>업무 |   | 단순 사무직, 텔레마케터, 계산원, 단순 영업 판매직, 은행원 등 |                              |
| 비정형 업무<br>(non-routine tasks) | 육체적<br>(physical)<br>업무  | <ul style="list-style-type: none"> <li>상황 적응, 언어 및 시각적 인식 및 사회적 상호작용 요구</li> <li>저숙련 집약</li> </ul>  | 청소원, 경비원, 농부, 광부, 건설 노동자 등           | 중립적<br>(노동 수요 증가 및 감소 효과 미미) |
|                               | 인지적<br>(cognitive)<br>업무 | <ul style="list-style-type: none"> <li>추상적 사고(abstract thinking), 창의성, 문제해결 능력, 탁월한 의사소통 능력 요구 업무</li> <li>고숙련 집약</li> </ul>                  | 경영직, 디자이너, 엔지니어, IT 전문가 등            | 보완효과<br>(노동 수요 증가)           |

출처: 여영준(2020)

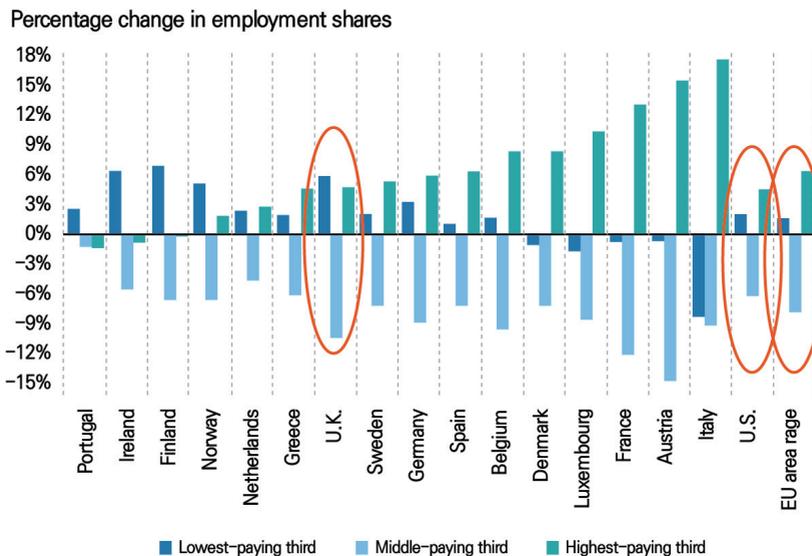
〈그림 2-8〉 디지털전환 기술과 중숙련 노동 부가가치 간 관계



Note: Figure plots the growth from 1980 to 2004 of medium-skilled wage bill shares against the growth of ICT intensity (ICT/VA), by industry, averaged across countries. Lines show fitted values from regressions weighted by the cross-country average of each industry's share in 1980 employment (solid line for entire economy, dashed line for non-trade industry only).

출처: Bessen(2016)

〈그림 2-9〉 전 세계 주요 국가 고용구조 변화



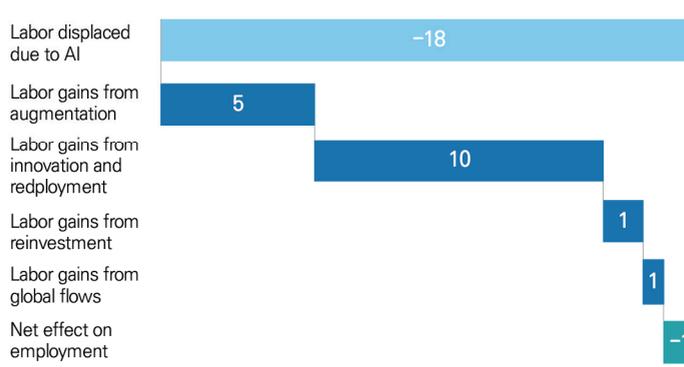
출처: Goos, Manning, and Salomons(2014)

앞서 살펴본 주요 선행연구 고찰 내용과 디지털전환 시대 기술변화에 따른 노동시장 내 주요 영향을 살펴보고자 시도한 연구 고찰을 바탕으로, 디지털전환 기술에 따른 경제체제 내 주요 파급효과 형성 경로에서 1) 숙련 편향적 기술변화, 혹은 반복업무 편향적 기술변화와 2) 자본 편향적 기술변화가 필수적으로 고려해야 할 요소임을 이해할 수 있다.

노동시장에 대한 영향을 넘어, 디지털전환 기반 기술변화는 범용기술로 활용되어, 산업 및 경제체제 전반에 파급효과를 형성할 것으로 전망된다(Ceccobelli, Gitto, and Mancuso, 2012). 이에 거시경제적 관점으로 디지털전환에 따른 경제사회적 파급효과를 해석하고자 한 실증분석들을 살펴보면, MGI(2018) 연구는 인공지능 기술에 초점을 맞추어 인공지능의 확산에 따른 거시경제적 효과를 정책실험 분석을 통해 제시하였다. 해당 연구에서는 선행연구를 검토하여 향후 2030년까지 전 세계 70%를 상회하는 기업들이 인공지능 응용 기술 중 하나 이상을 활용할 것으로 예상하고, 이에 따른 글로벌 GDP 등 거시경제적 파급효과를 정량화하고자 시도하였다. 생산요소 중 노동 부문과 관련하여서는 인공지능으로 노동이 대체될 수 있음을 지적함과 동시에, 노동대체로 발생하는 부정적 외부효과, 인공지능 관련 지식 및 숙련을 재교육시키기 위한 비용 등을 종합적으로 고려하여 파급효과를 정량화하였다.

〈그림 2-10〉 인공지능 확산에 의한 고용 관련 효과

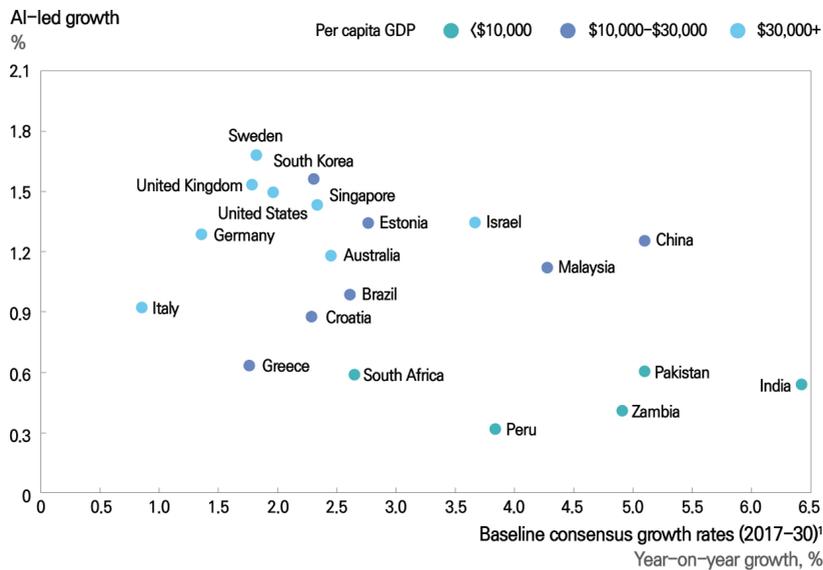
Impact on employment by 2030, cumulative  
% change, FTEs



출처: MGI(2018)

분석 결과, 인공지능에 의한 노동대체효과가 크나, 인공지능 활용에 의한 새로운 일자리의 형성, 혁신 및 고용 재배치에 의한 효과, 재투자에 의한 이익, 글로벌 경제 내 노동이동 등을 고려할 때 인공지능에 의한 노동대체효과가 대부분 상쇄됨을 지적하였다. 한편, 인공지능의 거시경제적 효과에서는 기업들의 인공지능 기술 활용이 확대될 경우 2030년 기준 약 13조달러의 추가적인 글로벌 GDP 증가가 기대됨을 언급하였다. 인공지능 확산에 따른 경제사회적 효과와 관련하여 해당 연구에서는 요소투입 증가, 요소 대체, 제품 및 서비스 혁신 및 확장, 글로벌 경제 활성화, 부의 창출 및 재투자, 전환 비용 및 인공지능 시행 비용, 기타 부정적 외부효과 등 7개의 파급효과를 계산하고, 이들을 더하여 글로벌 GDP 효과를 분석하였다. 특히, 해당 연구에서는 추가적인 분석을 통해 국가별로 인공지능의 확산에 의한 영향이 다르게 나타나며, 이는 현재 국가별 성장격차를 더욱 확대하는 기제로 작용할 수도 있음을 지적하였다(〈그림 2-11〉 참고). 이처럼 해당 연구는 디지털전환에 따른 기술혁신이 경제체제에 미치는 긍정적 순기능(예, 생산성 증대 및 규모효과 창출에 의한 성장)과 역기능(예, 노동대체에 따른 사회적 비용 증가)을 종합적으로 살펴보기 위해 구조적 접근을 취하고 있음을 확인할 수 있다.

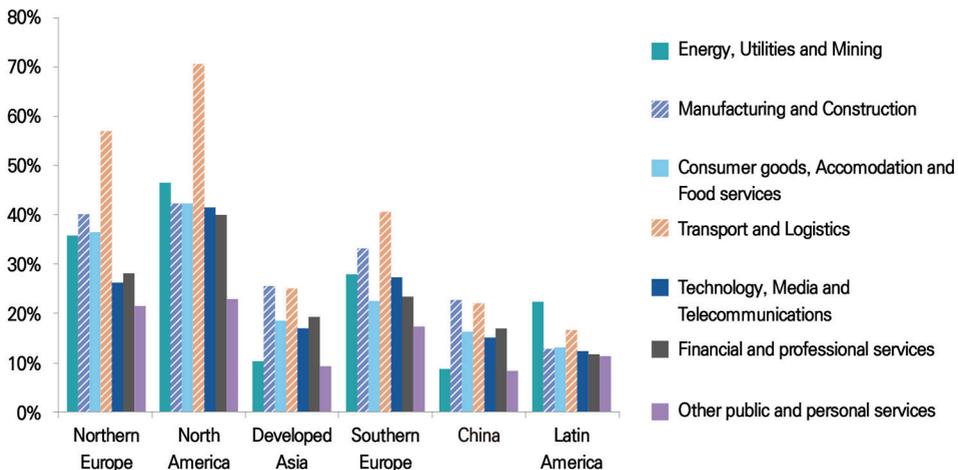
〈그림 2-11〉 인공지능 확산에 따른 국가별 성장 효과 차이



출처: MGI(2018)

또한, PwC(2018) 연구 역시 인공지능의 거시경제적 효과를 살펴보고자 한 대표적인 사례이다. 특히 이 연구의 경우 인공지능의 효과를 생산성의 향상, 고용구조의 변화, 소비의 변화 등 3가지로 제시하고, 각각의 효과를 정량적으로 추계한 후 CGE 모형에 적용하여 일반 균형적 관점에서 인공지능의 거시경제적 효과를 분석하고자 한 것이 특징이다. 고용구조 변화와 관련하여 해당 연구는 인공지능에 의한 직업의 대체 측면에 초점을 맞추고 있다. Arntz et al.(2015) 연구를 기반으로 하여, PIAAC(Programme for the International Assessment of Adult Competencies) 데이터를 주요하게 사용하였으나, 업무에 따른 구분을 보다 면밀히 고려하기 위해 Frey and Osborne (2017)에서 사용한 O\*NET 데이터를 보완적으로 사용하였다. 분석은 북미(미국), 북유럽(영국, 독일), 남유럽(스페인, 이탈리아), 아시아(일본, 한국), 중국, 라틴아메리카(칠레), 기타 등 7개 주요 지역을 대상으로 하고자 하였다.

〈그림 2-12〉 지역별·산업별 자동화에 의한 노동대체 확률(2030년)

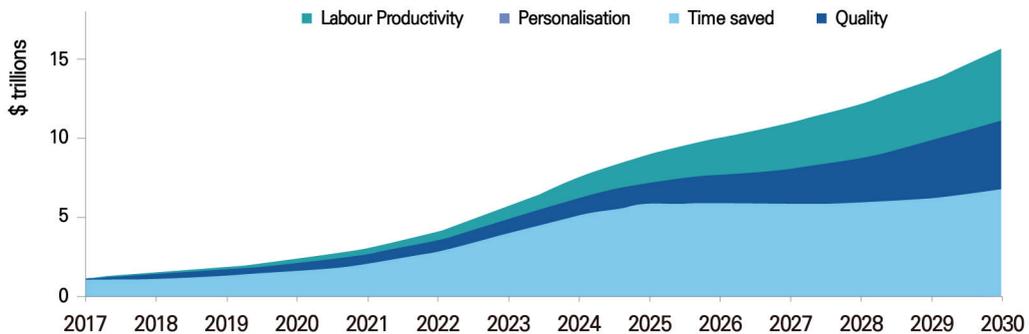


출처: PwC(2018)

분석 결과, 북미 및 유럽 지역의 경우 자동화에 의한 대체 위험도가 높은 일자리의 수가 많은 반면, 아시아 지역의 경우 그 잠재성이 높지 않은 것으로 나타났다. 산업별로는 운송 및 물류와 같은 반복적 업무를 수행하거나 단순 제조 업무 등 간단한

계산이 요구되는 부문에서 자동화의 잠재력이 높고, 이에 따라 노동의 대체 가능성이 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 반면, 의료, 연구개발, 금융 서비스, 교육 등 고등교육을 받은 사람들을 필요로 하는 서비스 부문의 경우, 자동화 가능성이 상대적으로 낮고 기계에 의한 노동대체의 위험성이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다(〈그림 2-12〉 참고). 한편, 해당 연구에서는 인공지능 확산에 의한 새로운 일자리 탄생 가능성도 언급하였으며, 특히 인공지능 교육자, 해석가, 유지보수 담당자 등의 직업이 필요하게 될 것임을 지적하였다. 이와 함께, 인공지능 확산에 따른 성장 효과 측면에서 해당 연구는 2030년까지 인공지능이 전 세계적으로 확산될 경우 글로벌 GDP가 약 14% 정도 높아질 것으로 분석하였다(〈그림 2-13〉 참고).

〈그림 2-13〉 인공지능의 확산에 따른 경제성장 효과



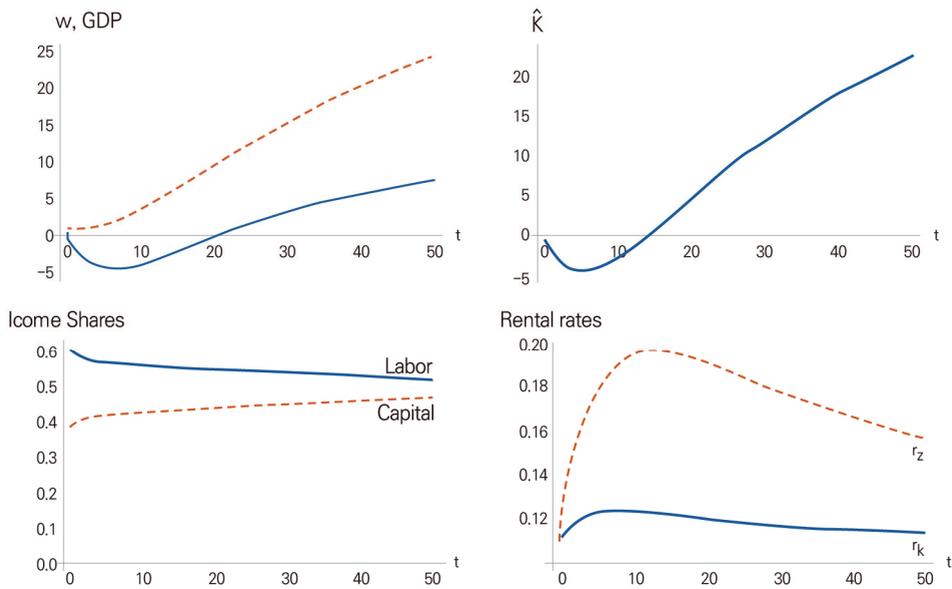
출처: PwC(2018)

끝으로, Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구는 로봇 기술을 중심으로 지능형 로봇 발전에 따른 거시경제적 변화를 일반 균형적 관점에서 수학적으로 모형화하여 분석하였다. 해당 연구에서는 로봇을 기존의 물적자본과 구분되는 로봇 자본으로 이해하고, 로봇 자본이 노동을 대체할 수 있음을 지적하였다. 다만, 이 과정에서 아직 로봇에 의한 노동의 대체 정도가 명확히 규명되지 않은 점에 착안하여, 상호 간 대체 탄력성을 다양하게 가정하고, 각 경우에서 로봇의 발전에 따른 경제구조의 변화를 제시하였다.

로봇과 노동의 대체 탄력성 및 노동의 구분 여부에 따라 일부 차이는 있지만, 대부분 경우에서 로봇 자본의 확산이 경제성장에는 장기적으로 긍정적인 영향이 있지만,

소득분배 측면에서는 부정적인 영향을 끼침을 확인하였다. 이는 단기적으로 로봇이 도입됨에 따라 실질 임금의 부정적인 영향이 있을 수 있고, 장기적으로 전체 소득 중 노동소득이 차지하는 비중은 줄어들기 때문으로 해석된다.

〈그림 2-14〉 지능형 로봇 발전 수준에 따른 경제의 변화 예시



Notes : Transition path when  $\sigma_2 = 2.5$  and  $b$  increases from 0.5 to 1.5 in the long run. In the top two panels, the paths for the real wage  $w$  (solid line), GDP (dashed), and the non-robot capital stock  $\hat{K}$  show the percentage deviations from initial values.

출처: Berg, Buffie, and Zanna(2018)

### 3 주요 선행연구 접근 고찰 시사점 및 본 연구의 기여

이상 제시한 선행연구 고찰 내용을 바탕으로, 디지털전환에 따른 기술변화가 경제체제에 미치는 긍정적 순기능과 역기능을 종합적으로 살펴보기 위한 시도가 국외 연구를 중심으로 점차 진행되고 있음을 이해할 수 있다. 특히, 디지털전환 중심 기술혁신에 따른 잠재적 부작용으로서, 반복업무 편향적 기술진보 및 요소 편향적

기술진보에 따른 노동대체 및 고용구조 불평등 심화 등을 지적하고 있다. 앞서 언급한 주요 선행연구들의 발견점을 토대로 정리해 보았을 때, 디지털전환 중심 기술변화는 숙련 편향적 기술진보를 바탕으로, 중숙련 노동자에 대한 상대적 수요 감소 및 상대적 임금 감소 현상을 촉진할 수 있음을 이해할 수 있다. 또한, 노동자가 수행하는 업무를 기준으로 살펴보았을 때, 반복업무 편향적 기술진보를 추동하여, 절차적이고 반복적 업무는 고용이 감소하는 반면, 인지적 비반복업무는 고용이 증가할 수 있음을 강조한다. 이에 디지털전환 기술변화의 편향성을 강조하고 있다. 또한, 디지털전환 기술변화의 가속화로 인한 자동화 진전은 노동시장 내 고용과 임금의 양극화 현상을 확대할 수 있음을 지적하고 있다. 또한, 디지털전환 기술변화는 자본 편향적 기술진보를 추동하여, 생산현장 내 디지털전환 자본을 보완하는 물적자본의 침투현상을 촉진할 수 있음을 강조하고 있다. 이처럼 숙련 편향적, 반복업무 편향적 및 자본 편향적 기술진보로 일컬어지는 디지털전환 중심 기술변화는 직접적으로 노동시장 및 생산요소 시장에 영향을 끼치게 될 것으로 추론할 수 있다.

그리고 다양한 선행연구들은 디지털전환 기술변화가 산업 부문의 생산성 증대, 생산성 증대에 따른 외부효과, 수요 창출 효과 및 자본재 가격 하락에 따른 산업 전반 규모효과 증대 등 다양한 간접적 파급경로 및 환류효과를 통해 경제체제 내 긍정적 기여를 할 것으로 예상한다.<sup>1)</sup> 이처럼 앞서 강조한 바와 같이 디지털전환 기술변화에 따른 경제사회시스템 내 파급효과는 산업 간 연관관계, 경제 주체 및 제도 부문 간 상호작용 등을 고려하여 분석할 필요가 있다. 하지만 지금까지 디지털전환 및 기술혁신에 따른 역기능에 주목한 연구들은 대체로 기술혁신에 따른 직접적 고용효과 혹은 소득효과만을 고려하는 한계가 있었다. 또한, 개별 부문에 대한 파급효과 산정에 머무르고 있어, 부분 균형적 접근에서 탈피하지 못하고 있는 상황이다. 이와 같은 접근법은 디지털전환 시대 기술변화에 따라 나타나는 규모효과를 포함하여 다양한 환류효과를 고려한 경제체제 내 파급효과를 이해하는 데 한계가 있다.

더불어, 앞서 살펴본 디지털전환에 따른 경제사회적 영향을 복합적으로 고려하여

1) 그 예로, Khaliti et al.(2014) 연구는 6개 주요 국가의 총요소생산성과 ICT 기여도, 실질 GDP 간의 중장기 상관관계를 패널 데이터를 통해 분석한 결과, 장기적으로 ICT가 총요소생산성과 실질 GDP에 긍정적인 영향을 주는 것으로 확인하였으며, 2000년대 디지털 기술의 성장기여도가 1990년대보다 높음을 확인하였다. 더불어, Cetté, Mairesse, and Kocoglu(2005)는 ICT 기술 확산의 효과를 단기적 효과와 장기적 효과로 구분하여 살펴보았으며, 단기적 효과는 생산성의 임금 반영의 시차 효과를 통한 비용 절감 효과로 확인함과 동시에, 장기적 효과로서 자본 심화 및 총요소생산성 증대 효과를 확인하였다.

파급효과를 산출하고자 시도한 연구들은 우리나라 경제의 시스템적, 제도적 속성을 현실적으로 반영하지 못하고 있다. 이에 디지털전환에 따른 기술혁신이 경제체제에 미치는 파급효과를 종합적으로 살펴보기 위한 우리나라에 특화된 거시경제모형 수립이 필요한 시점임을 이해할 수 있다. 우리나라 경제체제에 초점을 맞춘 분석 연구는, 디지털전환 시대 기술변화에 따른 미래예측을 넘어 디지털전환 시대에 초래될 다양한 잠재적 부작용을 해소하기 위한 정책대안 수립을 뒷받침하는 기반체계로 역할을 할 수 있다. 또한, 국외에서 점차 진행되고 있는, 일반 균형적 관점에서 디지털전환에 따른 파급효과를 정량화하고자 하는 연구들의 경우 단순히 기술변화에 따른 경제사회 변화를 포착하고 있을 뿐, 디지털전환 기술진보에 따른 역기능 해소를 위한 정책대안 효과 규명에는 제한적 접근을 취하고 있는 상황이다. 이에 주요 선행연구 고찰을 바탕으로 도출한, 디지털전환 기술변화의 경제사회시스템 내 주요 영향에 관한 정형화된 사실은 아래 [표 2-7]과 같이 정리할 수 있다. 또한, 디지털전환 기술변화에 따른 경제사회 파급효과 분석에 초점을 맞춘 주요 선행연구들의 한계점 역시 [표 2-7]에서 확인할 수 있다.

[표 2-7] 디지털전환 기술변화 관련 정형화된 사실 및 주요 선행연구 한계점 정리

| 디지털전환 기술변화 관련<br>주요 정형화된 사실   | 디지털전환 기술변화에 따른 경제사회 파급효과<br>분석 선행연구 한계점  |
|---|--|
| <p><b>1) 숙련 편향적 기술진보에 따른 노동시장 영향</b><br/>: 디지털전환 기술과 보완관계를 형성하는 고숙련 노동에 대한 상대적 수요 증가</p>            | <p><b>1) 개별 부문(시장)에 대한 영향 분석에 국한</b><br/>: 부분 균형적 관점하 디지털전환 영향 분석에 국한되어 종합적 파급효과 이해 한계</p>                               |
| <p><b>2) 반복업무 편향적 기술진보에 따른 노동시장 영향</b><br/>: 절차적, 반복적 업무는 고용이 감소하는 반면, 인지적 비반복업무는 고용이 증가할 수 있음.</p> | <p><b>2) 국내 경제사회시스템 특성을 고려한 시스템적 접근의 부재</b><br/>: 국외 연구들이 점차 일반 균형적 관점에서 디지털전환에 따른 파급효과를 정량화하고자 시도하지만, 국내 시도는 매우 제한적</p> |
| <p><b>3) 자본 편향적 기술진보에 따른 생산요소 시장 영향</b><br/>: 디지털전환 기술 및 자본 침투 확대에 따른 노동 절약형 기술진보 추동</p>            | <p><b>3) 디지털전환 기술변화에 따른 역기능 해소를 위한 정책대안 발굴 및 효과 실험 한계</b><br/>: 디지털전환 기술진보에 따른 파급효과 분석에만 머물고 있는 국외 연구의 주요 접근</p>         |

**4) 디지털전환 기술변화 확산에 따른 생산성 증대**  
: 생산성 증대, 생산성 증대에 따른 외부효과, 수요 창출 효과 및 자본재 가격 하락에 따른 산업 전반 규모효과 증대 등 환류효과 형성

**4) 디지털전환 시대 준비를 위한 미래 전략 수립의 과학적 접근 한계**  
: 일반 균형적(시스템적) 접근 부재 및 우리나라에 특화된 모형 수립 한계에 따른 미래 국가 전략 수립의 과학적 접근 한계

### 본 연구의 목적 및 기여

- 1) 디지털전환 기술진보에 따른 영향 파급경로를 반영한 방법론적 체계 제안 및 활용
- 2) 일반 균형적 관점하, 디지털전환 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과 산출
- 3) 디지털전환 시대 잠재적 부작용 해소 및 미래 시대 준비를 위한 정책대안 효과 분석

이에 본 연구에서는 거시경제적 관점에서 디지털전환 기술진보가 국민경제 전반에 미치는 주요 파급경로에 대한 이해를 바탕으로, 디지털전환 기술변화의 내재적 속성을 반영한 일국(one-nation) 거시경제모형인 CGE 모형을 제안하고자 한다.<sup>2)</sup> 세부적으로, 디지털전환 기술변화에 따른 경제체제 내 산업별 파급효과 및 성장 효과와 함께 이질적 노동자별, 소득계층별 파급효과 분석을 용이하게 할 수 있는 모형 설계를 통해, 디지털전환에 따른 성장 및 분배 효과를 동시에 측정할 수 있는 방법론적 기반을 제시하고자 한다. 그에 따라 본 연구에서는 선행연구 및 관련 실증연구 고찰을 통해 파악한, 4차 산업혁명으로 일컬어지는 디지털전환 기술진보와 거시경제 사이의 상호관계 및 디지털전환의 주요 파급경로를 모형 내 명시적으로 반영하고자 한다. 이에 본 연구 내 모형 설계에 기반이 되는, 디지털전환 기술진보의 주요 파급경로는 <그림 2-15>와 같이 정리할 수 있다.

최근 연구들은 향후 전개될 디지털전환이 과거 진행된 공장자동화 및 사무자동화와 다른 방식으로 진행될 것임을 강조한다. 4차 산업혁명으로 일컬어지는 디지털전환의 주요 요소기술인 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일, 인공지능과 로봇 기술의 발달로, 지능화된 자동화가 노동력을 대체하는 것을 넘어, 지능화된 자동화가

2) CGE 모형은 경제의 직·간접적인 효과를 동시에 분석할 수 있기에 기술혁신에 따른 산업 간 파급효과 및 지식의 외부성에 따른 생산성 증대 효과, 기술혁신 및 인적자본 간 동적 상호작용에 따른(노동시장 및 소득 구조에 대한) 파급효과 등을 종합적으로 고려하여 성장 및 분배 문제를 바라보는 데 있어 적합한 방법론이라고 할 수 있다(Yeo and Lee, 2020).

인간과 상호작용을 하면서, 새로운 혁신수단을 창출할 것으로 예상된다. 그리고, 박성원(2016) 연구는 과거 자동화에 의한 노동대체가 단순 반복 작업을 위주로 이루어졌다면, 디지털전환 시대에서는 자가학습(self-learning) 능력이 있는 인공지능 기술의 등장으로 새로운 차원의 업무 자동화에 따른 영향이 발현될 수 있음을 언급한다. 특히, 복잡한 작업 방식을 스스로 익히고, 새로운 데이터 및 정보를 유연하게 재조합할 수 있으면서 인간과 협업할 수 있는 로봇이 출현하면서, 자동화에 따른 노동대체효과가 다양한 업무 영역에서 발현됨을 강조한다. 이와 함께, 지능형 자동화시스템에 의한 자본(capital-) 및 노동 부가적(labor-augementing) 기술진보에 의한 일자리 창출 효과를 복합적으로 살펴볼 필요가 있음을 강조한다. 이러한 측면에서, 허재준(2019)은 지능형 자동화(intelligent automation)에 따른 직무대체 및 직무 보완효과를 바탕으로 기존 생산물 생산 효율화에 따른 고용 감소 효과와 새로운 생산물 생산에 따른 고용증가 효과를 모두 종합적으로 살펴볼 필요가 있음을 언급한다. 이러한 측면에서, Acemoglu and Restrepo(2019)는 최근 진행되는 자동화가 일자리 대체효과가 규모효과에 의한 일자리 창출 효과를 초과하는 수준으로 진행되고 있음을 규명하였다. 이를 바탕으로, 해당 연구는 이전 3차 산업혁명 이후 자동화와 비교하였을 때, 최근 4차 산업혁명 등 디지털전환 물질이 다양한 영역의 직무 및 업무에 대한 대체효과를 유도하고 있음을 강조하였다.

하지만 허재준(2019) 등 연구는 과거 사람이 했던 일을 지능화된 자동화가 온전히 대체하기에는 상당한 시일이 소요될 것으로 전망한다. 감각적 능력, 창의성 및 추상적 사고는 인간 고유의 진화 산물로서 지능화된 기계가 손쉽게 모방할 수 있는 영역이 아니라는 것이다. 또한, 육아, 간호 등 육체적 노동을 필요로 하는 업무의 경우 물리적 능력, 언어적 인지 능력과 상호작용 등을 필요로 한다. 이와 같은 역량은 암묵적 성격이 강하기 때문에, 지능형 기술에 의한 학습이 여전히 제한적임을 해당 연구는 강조한다. 다시 말해, 비정형적 업무(비정형 인지 업무 및 비정형 육체 업무 등)를 수행하는 데 필요한 주요 역량이 코드화할 수 없는 암묵지에 깊이 의존하기 때문에, 지능화 기술에 의한 해당 업무 대체효과는 다소 제한적일 수 있다는 점이다. 다만, Purdy and Daugherty(2017)는 비정형적 업무의 경우, 지능화된 기술과 상호 보완적 관계를 바탕으로 업무 생산성을 증대시킬 수 있는 가능성이 큼을 강조한다. 이에 디지털전환 기술진보가 진전될수록 농업과 제조업, 서비스업 등 전 산업 분야에 걸쳐, 디지털전환

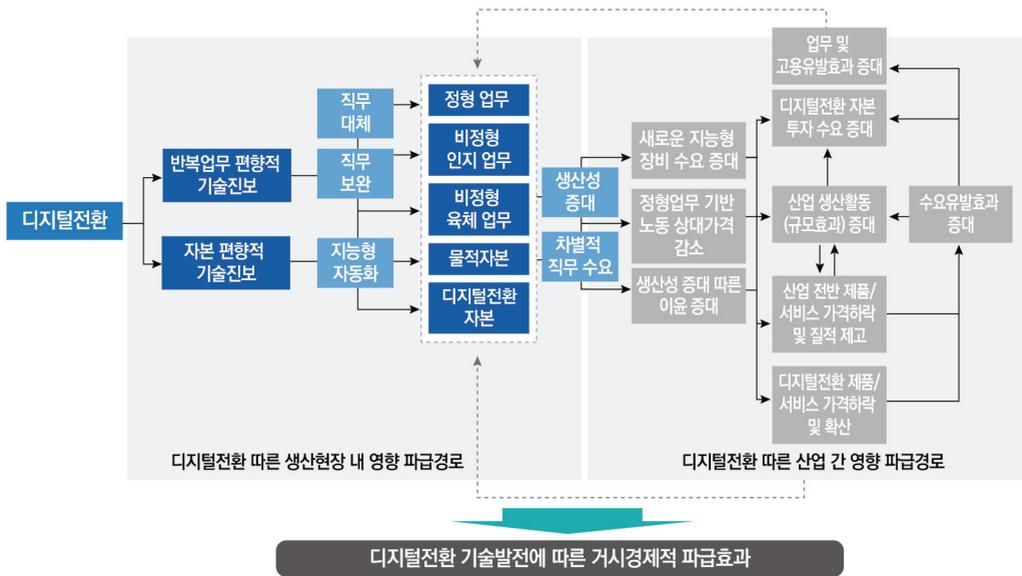
자본재와 보완적 관계를 형성하는 물적자본과 비정형 업무의 한계생산성이 더욱 증대할 것임을 전망하고 있다. 특히, 자가학습 능력이 있는 인공지능 기술발전으로 이 같은 자본 및 반복업무 편향적 기술진보 추세가 강화될 수 있음을 강조한다.

이처럼 <그림 2-15>에 제시된 바와 같이 디지털전환은 컴퓨터와 인터넷 발전에 따른 자동화(육체적 노동력 대체)가 특징인 3차 산업혁명과 대비하였을 때 더욱 영향 범위가 크며, 새로운 차원의 업무 자동화에 따른 영향이 도래할 것으로 전망할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 반복업무 편향적 기술진보를 바탕으로 디지털전환은 정형적 업무에 대한 대체효과를 가져오는 데 반해, 비정형 인지적 업무와 비정형 매뉴얼 업무에 대해서는 어느 정도 직무 보완효과를 형성할 수 있음을 이해할 수 있다. 그리고 지능형 자동화 흐름에 따라 물적자본과 디지털전환 자본은 상호 보완적인 관계를 형성할 것임을 이해할 수 있다. 실제로, 디지털전환의 핵심 융합 기술인 인공지능, 사물인터넷, 클라우드 및 빅데이터 등 융합 기술은 전통적 생산현장의 기계장비에 결합되어 지능화된 자동화를 급속하게 진전하고 있다. 특히, 지능화 기술이 탑재된 기계장비 간 상호연결성 확대를 생산 설비 효율성을 높이고 생산공정 진단 등을 통한 생산 예측 가능성 및 생산성 제고를 한 사례(예, 스마트 공장, 스마트 물류 등)가 다양하게 등장하고 있다. 이에 디지털전환에 따른 자본 편향적 기술진보 및 지능형 자동화 확대를 바탕으로 물적자본과 디지털전환 자본에 대한 상대적 수요가 생산현장 내 변화하게 됨을 이해할 수 있다. 이같이 디지털전환에 따른 반복업무 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보 등은 직무대체/보완관계 형성과 지능형 자동화 등 파급경로를 바탕으로, 생산요소에 대한 상대적 수요 형성에 영향을 끼침과 동시에 생산현장 내 생산성 증대를 도모하게 된다.

그리고 이와 같은 생산현장 내 파급효과는 경제체제 내 다양한 보상경로(예, 새로운 지능형 장비 수요 증대, 생산성 증대에 따른 제품/서비스 가격 하락 및 질적 제고, 수요유발 효과 등) 형성에 영향을 끼치게 된다. 그리고 보상경로를 포함한 디지털전환에 따른 2차적 영향은 산업 간 연관관계와 제도 부문 간 상호작용을 통해, 생산요소에 대한 상대적 수요 형성에 다시 간접적으로 영향을 끼치게 된다. 특히, 다양한 보상 메커니즘은 지능형 자동화에 따른 직무대체효과를 상쇄하는 방향으로 새로운 과업 및 직무를 창출함으로써 노동수요 창출 효과를 견인할 수 있게 된다. 이를 바탕으로,

디지털 전환에 따른 고용수준과 직무 구성 등이 결정되며,<sup>3)</sup> 노동시장에 대한 영향은 산업별 영향과 가계소득 형성 영향 등을 종합하여 경제체제 내 성장 및 분배 효과를 결정짓게 된다. 이처럼 다양한 경로의 직·간접적 파급경로 형성을 바탕으로 디지털 전환 기술변화는 경제체제 내 영향을 끼칠 것으로 전망된다.

〈그림 2-15〉 디지털 전환 기술발전에 따른 영향 주요 파급경로



이에 본 연구에서는 선행연구 고찰을 바탕으로 도출한, 〈그림 2-15〉 내 주요 파급경로에 대한 이해를 바탕으로 디지털 전환 기술변화의 내재적 속성을 명시적으로 반영한 CGE 모형을 제안하고자 한다. 또한, 우리나라 경제체제에 특화된 CGE 모형 기반 정책 실험을 통해, 디지털 전환 시대에 전개될 다양한 시나리오에 따른 미래 경제사회 변화 양상을 정량적으로 분석하고자 한다. 이를 통해, 우리나라 경제사회시스템의 디지털 전환 수용 과정에서 마주하게 될 가능성과 주요 도전 과제를 식별하고자 한다.

3) Acemoglu and Restrepo(2019)는 인공지능 등 지능형 기술발전이 한편으로는 자동화를 촉진하면서도, 동시에 새로운 과업을 창출하는 양면적 속성을 지닌 혁신이라는 점에 주목한다. 이들은 디지털 전환의 가속화에 따른 향후 일자리에 미치는 영향은 자동화를 통한 노동대체효과와 생산성 향상 및 새로운 과업 생성을 통한 노동수요 창출 효과 중 어느 쪽이 강하게 나타나는지에 달려 있음을 강조한다.

특히, 디지털전환에 따른 노동시장 영향(고용 및 임금구조 등)과 소득분포 영향 등에 초점을 맞추고자 한다. 이에 시나리오별 기술변화의 편향성에 따른 잠재적 역기능을 해소하기 위한 정책대안을 제안하고, 정책효과를 분석함으로써 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책과제를 도출하고자 한다. Acemolou and Restrepo(2019)는 인공지능 등 지능형 기술의 급속한 발전이 미래 경제사회에 미치는 영향은 사전적으로 정해져 있는 것이 아니라, 정책적 대응으로 어떻게 긍정적 영향을 부정적 영향보다 크게 만들 수 있느냐에 달려 있음을 강조한 바 있다. 이러한 맥락에서, 본 연구는 미래 디지털전환 시대에 야기될 주요 부정적 영향을 최소화하고, 디지털전환 중심 패러다임으로의 전환을 용이하게 하기 위한 정책 설계 및 수립의 과학화에 기여하고자 한다.

이에 다음 장에서는 CGE 모형의 기반이 되는 자료체계인 SAM 자료체계를 구성하는 방법에 대한 설명을 제공하고자 한다. 또한, 본 연구에서 활용한 SAM 자료체계를 바탕으로 SAM 승수효과 분석을 통해, 우리나라 경제체제에서 디지털전환 기술변화, 노동시장, 그리고 소득분배 간 관계를 파악함으로써 선행연구에서 제시하는 정형화된 사실을 확인하고자 한다. 이를 통해, 우리나라 경제체제가 반복업무 편향적 기술진보가 발현되는 경제구조인지 파악하고, 정태적 관점에서 디지털전환에 따른 경제사회 파급효과를 이해하고자 한다.

## 제3장

### 디지털전환에 따른 경제사회 파급효과 정태분석

---

제1절 디지털전환 특화 사회회계행렬 구성

제2절 디지털전환에 따른 파급효과 정태분석

제3절 소결 및 시사점



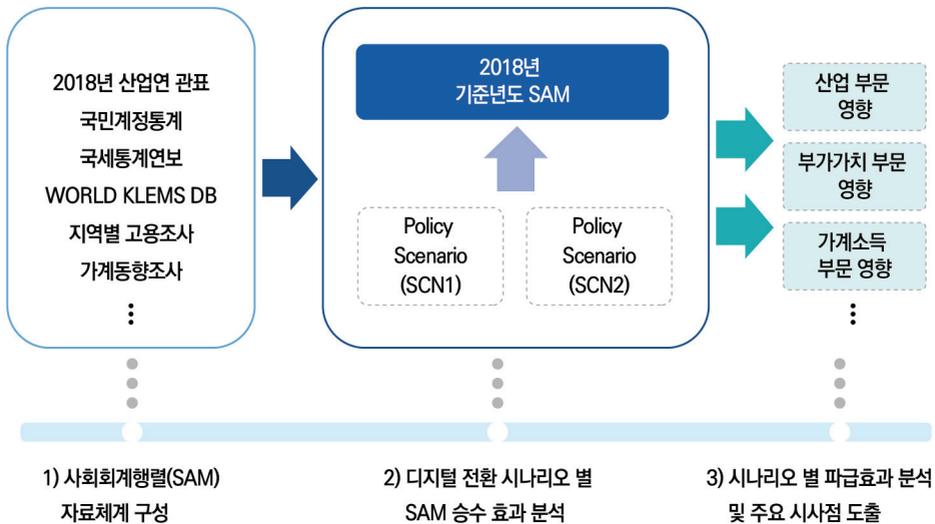
## 제 1절

# 디지털전환 특화 사회회계행렬 구성

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

본 장에서는 디지털전환 시대 준비를 위한 현재 우리나라 경제사회시스템의 구조를 점검하고, 향후 디지털전환 진전이 일으킬 파급효과를 분석하기 위해 사회회계행렬(SAM) 승수효과 분석을 수행하고자 한다. SAM은 산업 간 거래 정보를 포함할 뿐만 아니라, 가계, 정부, 기업 및 해외 등 경제 주체 간 거래 정보를 함께 포함하고 있는 자료체계라고 할 수 있다. 특정 국가의 사회경제적 구조 및 제도 부문 간 관계에 대한 정보를 일관된 방법과 조직으로 정리하여 제시하기 때문에, 특정 기간 국가 경제의 생산, 소비, 축적 활동의 흐름을 보여 주는 자료로 이해할 수 있다. 해당 자료체계는 승수효과 분석 방법론을 바탕으로, 외생적 경제환경의 변화가 국가 경제시스템에 미치는 효과를 분석하는 데 활용된다.

〈그림 3-1〉 디지털전환 따른 파급효과 정태분석 주요 연구 단계



이에 본 연구에서는 2018년 기준연도 우리나라 경제사회시스템을 묘사하는 SAM을 구성하고, 이를 바탕으로 SAM 승수효과 분석을 활용하고자 한다. 이에 본 장에 포함된 세부연구의 주요 단계는 <그림 3-1>과 같이 정리할 수 있다. 그에 따라, 본 절에서는 본 세부연구에서 구축한 디지털전환 특화 사회회계행렬의 구축 방법에 대한 설명을 제공하고자 한다.

[표 3-1] 사회회계행렬의 기본 구조도

| 구 분      | 생산활동           |           | 생산요소     |          | 제도       |          |          | 투자<br>고정<br>자본<br>형성 | 세금  |     |     | 해외        |     | 총<br>계 |
|----------|----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|-----|-----|-----|-----------|-----|--------|
|          | 국내<br>재화       | 수입<br>재화  | 노동       | 자본       | 가계       | 기업       | 정부       |                      | 간접세 | 법인세 | 소득세 | 수출        | 수입  |        |
| 생산<br>활동 | 국내<br>재화       | 국내<br>중간재 |          |          | 민간<br>소비 |          | 정부<br>소비 | 물적<br>자본<br>투자       |     |     |     | 국내재<br>수출 |     | S1     |
|          | 수입<br>재화       | 수입<br>중간재 |          |          | 민간<br>소비 |          | 정부<br>소비 | 물적<br>자본<br>투자       |     |     |     |           |     | S2     |
| 생산<br>요소 | 노동             | 피용자<br>보수 |          |          |          |          |          |                      |     |     |     |           |     | S3     |
|          | 자본             | 자본<br>수익  |          |          |          |          |          |                      |     |     |     |           |     | S4     |
| 제도       | 가계             |           | 임금<br>소득 | 자본<br>소득 |          |          |          |                      |     |     |     |           |     | S5     |
|          | 기업             |           |          | 자본<br>소득 |          |          |          |                      |     |     |     |           |     | S6     |
|          | 정부             |           |          |          |          | 경상<br>이전 |          | 정부<br>부채             | 생산세 | 법인세 | 소득세 |           |     | S7     |
| 투자       | 고정<br>자본<br>형성 |           |          |          | 가계<br>저축 | 기업<br>저축 | 정부<br>저축 |                      |     |     |     |           |     | S8     |
| 세금       | 간접세            | 생산세       |          |          |          |          |          |                      |     |     |     |           |     | S9     |
|          | 법인세            |           |          |          |          | 법인세      |          |                      |     |     |     |           |     | S10    |
|          | 소득세            |           |          |          | 소득세      |          |          |                      |     |     |     |           |     | S11    |
| 해외       | 수출             |           |          |          |          |          |          |                      |     |     |     |           | 수출  | S12    |
|          | 수입             |           | 순수입      |          |          |          |          | 무역<br>수지             |     |     |     |           |     | S13    |
| 총계       |                | S1        | S2       | S3       | S4       | S5       | S6       | S7                   | S8  | S9  | S10 | S11       | S12 | S13    |

출처: 심동녘 외(2019)

SAM은 산업 간 거래내역 정보를 제공하는 산업연관표를 포함할 뿐만 아니라, 국민소득계정 및 국제통계연보 등 자료를 연계하여, 경제체제 내 제도 부문 및 주체 간 거래관계에도 중점을 둔다.<sup>4)</sup> 이에 투입-산출계정 및 산업연관표와 국민소득계정 등을 일관되게 연결하는 자료체계라고 이해할 수 있다. 이처럼 복수의 자료체계를 결합하여 구성하는 SAM은 국가 경제체제 내 소득 및 지출의 순환적 흐름을 묘사한다고 볼 수 있다.<sup>5)</sup> 또한, 이와 같은 SAM 자료체계는 경제체제 내 생산 및 제도 부문의 소득 형성 및 지출 관련 항등식이 도출되는 기반 자료로 역할을 하며, 기준연도 균형경제를 묘사하게 된다. 이에 CGE 모형을 구성하는 주요 방정식 체계는 기준연도 SAM 자료체계 내 주요 정보에 바탕을 뒀 도출된다고 볼 수 있다. 기본적인 형태의 사회회계행렬 구조도는 [표 3-1]과 같이 정리할 수 있다.

[표 3-1]에 제시된 사회회계행렬의 기본 구조도에서 파악할 수 있듯이, 사회회계행렬에서는 산업연관표를 기초로 하되, 기본축상에 생산요소와 경제 주체들을 명시한다. 기본적인 형태는 [표 3-1]과 같이 생산활동, 생산요소, 제도 부문,<sup>6)</sup> 자본형성(투자), 세금 및 해외 부문을 포함하여 6개 항목으로 구성된다.<sup>7)</sup> 그리고 사회회계행렬은 정방행렬(square matrix) 형태의 구조로 되어 있는데, 가로축(행)으로 읽으면 해당 부문의 수입을, 세로축(열)으로 읽으면 해당 부문의 지출을 의미하며, 가로축 합과 세로축 합은 일치하도록 금액이 기입되어야 한다. 다시 말해, SAM 자료체계 내 행(row) 정보는 해당 계정의 경제적 이득 수취 정보를 나타내 소득 흐름을 묘사한다. 그리고 열(column) 정보는 해당 계정 부문의 지출(expenditure) 정보를 나타낸다고 볼 수 있다. 이같이 정방행렬 형태의 구조인 사회회계행렬에서 개별 계정 부문의 소득과 지출이 같으면, 전체 경제체제 내 소득 및 지출 정보 역시 일치하게 되므로, 왈라스 법칙이 성립하게 된다. 그에 따라 [표 3-1]에서는 SAM 내 주요 계정의 의미를 함께

4) 산업연관표 내 포함된 정보는 대부분 사회회계행렬 작성에 반영이 되나, 사회회계행렬을 작성하려면 산업연관표 이외의 다른 자료들도 추가적으로 필요하다. 왜냐하면 SAM 작성을 위해 필요한 세금, 저축, 제도 부문별 소득 원천 등에 관련한 상세 자료는 산업연관표에서 구할 수 없기 때문이다.

5) 산업연관표를 이용해 투입-산출분석을 함으로써 다른 경제 부문에 변화가 없다는 가정하에서(부분 균형 분석) 수요 변동에 따른 산출량 변화를 추정할 수 있었다. 그러나 생산과 소비 이외에 저축, 투자와 같은 돈의 흐름이 기업 이외에 가계, 정부, 해외 부문에 어떻게 흘러갔는지에 대한 경제 전체적인 문제를 다루기 위해서는 산업연관표를 포괄하는 보다 확장된 회계 체계(accounting system)가 필요하다. 사회회계행렬은 이에 대한 대안으로 제시된 방법이다.

6) 제도 부문은 경제 기관(economic institution) 또는 경제 주체를 의미한다.

7) 연구 목적에 따라 SAM의 계정은 다양하게 변화시킬 수 있으며 세분화될 수도 있다.

확인할 수 있다. SAM 자료체계를 구성하는 주요 원리 및 사회회계행렬 계정 간 거래 정보를 기입하는 방법에 대한 자세한 설명은 Yeo and Lee(2020), Hwang et al.(2020), Jung et al.(2017), Hong et al.(2014) 및 양희원·정성문·이정동(2012) 등 연구에서 확인할 수 있다.

이에 본 연구에서는 기준연도 2018년을 묘사하는 SAM 구성을 위해, 한국은행의 산업연관표(연장표), 국민계정통계, 국세통계연보, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 연구개발활동조사, 통계청의 지역별 고용조사 및 가계동향조사 자료, 한국생산성본부 및 WORLD KLEMS의 생산성 통계자료 등을 활용하였다. 먼저, SAM 내 총 31개 산업을 고려하여 세분화하였다. 그리고 기준연도로 설정한 2018년도 산업연관표(연장표)를 활용함으로써, 31개 산업분류를 이뤄 냈다. 본 연구에서 고려한 산업분류 체계는 [표 3-2]에서 확인할 수 있다. 2015년 기준연도 산업연관표 실측표부터는 상품분류 기준을 바탕으로 기본부문 381개와 소분류 16개 및 중분류 83개 기준 정보를 제공하고 있다. 이에 본 연구에서는 한국은행의 2018년 산업연관표(연장표) 기준 산업분류 총 381개를 대상으로, 심동녘 외(2019) 연구의 접근을 참고하여 SAM 내 산업분류를 이뤄 냈다.

**[표 3-2] 본 연구 사회회계행렬 내 산업분류**

| SAM 자료체계 내 산업분류 |                        |                |
|-----------------|------------------------|----------------|
| 구분              | 산업명                    | 비고             |
| SS01            | 1. 농업, 임업 및 어업         |                |
| SS02            | 2. 광업                  |                |
| SS03            | 3. 음식료품 및 담배 제조업       |                |
| SS04            | 4. 섬유 및 가죽제품 제조업       |                |
| SS05            | 5. 목재, 종이, 인쇄 및 복제업    |                |
| SS06            | 6. 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업 |                |
| SS07            | 7. 화학물질, 화학제품 및 의약품    |                |
| SS08            | 8. 비금속광물제품 제조업         |                |
| SS09            | 9. 1차금속 및 금속제품 제조업     |                |
| SS10            | 10. 전자부품 제조업           | 디지털전환 기반 제조업   |
| SS11            | 11. 컴퓨팅장비(IT) 제조업      | 디지털전환 HW 자본 생산 |

| SAM 자료체계 내 산업분류 |                         |                |
|-----------------|-------------------------|----------------|
| 구분              | 산업명                     | 비고             |
| SS12            | 12. 통신장비(CT) 제조업        | 디지털전환 HW 자본 생산 |
| SS13            | 13. 의료, 정밀, 광학기기 제조업    |                |
| SS14            | 14. 기계 및 전기장비 제조업       |                |
| SS15            | 15. 운송장비 제조업            |                |
| SS16            | 16. 기타 제조업              |                |
| SS17            | 17. 전기, 가스, 수도 공급업      |                |
| SS18            | 18. 건설업                 |                |
| SS19            | 19. 도매 및 소매업            |                |
| SS20            | 20. 운수 및 보관업            |                |
| SS21            | 21. 숙박 및 음식점            |                |
| SS22            | 22. 소프트웨어(SW) 산업        | 디지털전환 SW 자본 생산 |
| SS23            | 23. ICT 서비스업            | 디지털전환 기반 서비스업  |
| SS24            | 24. 금융 및 보험업            |                |
| SS25            | 25. 부동산 및 임대업           |                |
| SS26            | 26. 전문과학 및 기술/사업지원 서비스업 |                |
| SS27            | 27. R&D 산업              |                |
| SS28            | 28. 공공행정, 국방 및 사회보장행정   |                |
| SS29            | 29. 교육 서비스업             |                |
| SS30            | 30. 보건 및 사회복지 서비스업      |                |
| SS31            | 31. 문화 및 기타 서비스업        |                |

특히, 본 연구에서는 심동녘 외(2019) 연구를 참고하여, 디지털전환 관련 자산을 생산하는 산업으로서 ‘컴퓨팅장비(IT) 제조업’, ‘통신장비(CT) 제조업’ 및 ‘소프트웨어(SW) 산업’을 별도로 고려하였다. 생산요소로서 디지털전환 자본을 고려하고 투자계정 내 디지털전환 자본을 명시적으로 고려하기 위해서, 본 연구에서는 디지털전환 하드웨어(HW) 자본과 디지털전환 소프트웨어(SW) 자본을 생산하는 산업을 별도로 고려하였다. 이에 디지털전환 HW 자본을 생산하는 산업 부문 중 하나인 컴퓨팅장비(IT) 제조업 부문은 381개 기본부문 기준 산업연관표 내 ‘컴퓨터’, ‘컴퓨터 기억장치’, ‘컴퓨터 주변기기’ 산업을 포함하여 고려하였다. 그리고 통신장비(CT) 제조업 부문의

경우에는 381개 기본부문 기준 산업연관표에서 ‘유선통신기기’, ‘이동전화기’, ‘기타 무선통신장비 및 방송장비’ 산업을 포함하여 고려하였다. 더불어, 디지털전환 SW 자산을 생산하는 산업으로 고려한 22번째 산업인 소프트웨어(SW) 산업의 경우에는 ‘정보제공서비스’, ‘게임소프트웨어 출판’, ‘소프트웨어 개발 공급’ 및 ‘기타 IT 서비스’ 부문을 포함하여 고려하였다. 그리고 디지털전환 자산(디지털전환 HW 및 SW 자산)을 직접 생산하는 산업 이외에, 디지털전환 기반 중간재(재화 및 서비스)를 생산하는 산업으로서 ‘10. 전자부품 제조업’과 ‘23. ICT 서비스업’을 별도로 구분하였다.

**[표 3-3] 사회회계행렬 내 디지털전환 자본재에 대한 고려**

| 시나리오명       | 개념적 정의  |
|-------------|---|
| 디지털전환 HW 자산 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 디지털전환 인프라 형성에 중추적 기여를 하는 주요 하드웨어 자산(자본)</li> <li>◆ 컴퓨팅장비, 통신장비, 분석장비 등 포함</li> </ul>           |
| 디지털전환 SW 자산 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 디지털전환 인프라 형성에 중추적 기여를 하는 주요 소프트웨어 자산(자본)</li> <li>◆ 소프트웨어, 정보제공서비스 및 관련 개발 콘텐츠 등 포함</li> </ul> |

그리고 사회회계행렬 내 2008 국민계정체계(Systems of National Accounts, SNA)<sup>8)</sup> 지침에 따라, 디지털전환 유무형 자산을 생산하는 산업 부문(‘11. 컴퓨팅장비(IT) 제조업’, ‘12. 통신장비(CT) 제조업’ 및 ‘22. 소프트웨어(SW) 산업’)의 고정자산에 대한 투자를 디지털전환 자산에 대한 자본적 지출로 고려하였다. 이에 산업연관표 및 기존 사회회계행렬 내 나타난 총고정자본형성 계정에 대한 세분화를 통해, 디지털전환 자본에 대한 자본적 지출로서 ‘디지털전환 자본투자’ 부문을 추가로 묘사하였다. 이에 본 연구에서는 디지털전환 자본형성을 위한 주된 생산활동을 하는 산업으로서 ‘11. 컴퓨팅장비(IT) 제조업’, ‘12. 통신장비(CT) 제조업’ 및 ‘22. 소프트웨어(SW) 산업’을 고려하였다. 이에 ‘11. 컴퓨팅장비(IT) 제조업’, ‘12. 통신장비(CT) 제조업’ 및 ‘22. 소프트웨어(SW) 산업’의 투자계정 내 수치는 디지털전환

8) 국민계정의 국제작성기준인 국민계정체계(System of National Accounts, SNA)는 1953년 국제연합(United Nations, UN)에 의해 처음 제정되었다. 이후 경제환경 변화, 통계편제 능력 발전, 기초자료 확보 여건 진전 등을 반영하여 1968년과 1993년, 그리고 2008년에 개정되어 해당 지침에 따라 우리나라를 포함한 개별 국가들은 국민계정통계를 작성하고 있으며, 우리나라의 경우 2010년 실측표 이후부터 2008 SNA를 따르기로 결정하여 이에 바탕을 두어 주요 국민계정통계를 작성 및 발행하고 있다.

HW 자본 및 SW 자본에 대한 투자액임을 간주하였다. 다시 말해, 심동녘 외(2019)에서 언급하였듯이, 2010년 이후 산업연관표에서는 기존 ‘활용 주체 기준’에서 ‘소유 주체 기준’으로 산업별 자산을 처리하는 방법이 권장되었다. 그에 따라, 본 연구에서는 SAM 자료체계 내 디지털전환 자산을 직접적으로 생산하는 산업에서 자본적 지출이 발생함을 가정하였음을 밝힌다.

이에 본 연구에서 SAM 자료체계 내 디지털전환 HW 및 SW 자산에 대한 투자계정을 세분화하는 방법은 <그림 3-2>와 같이 정리할 수 있다. <그림 3-2>에서 제시된 바와 같이, 디지털전환 HW 자본인 IT 자본을 생산하는 ‘11. 컴퓨팅장비(IT) 제조업’의 고정자본형성 계정 내 수치는 디지털전환 자본형성 계정으로 반영하고, 해당 지출액에 대한 중복계상을 방지하기 위해 해당 액수만큼을 기존 고정자본형성 계정 내 수치에서 차감하도록 하였다. 그리고 디지털전환 HW 자본인 CT 자본 및 디지털전환 SW 자본을 생산하는 ‘12. 통신장비(CT) 제조업’ 및 ‘22. 소프트웨어(SW) 산업’의 고정자본형성 계정 내 수치는 디지털전환 자본형성 계정으로 반영하고, 기존 고정자본형성 계정 내 지출액 수치는 차감함으로써, 디지털전환 자산을 생산하는 산업 및 해당 산업의 자본적 지출 정보를 세분화하여 명시화하고자 하였다.

<그림 3-2> 사회회계행렬 내 디지털전환 자본 투자계정 세분화

| 구분       |             | 생산활동    |     |          | 투자         |                 |
|----------|-------------|---------|-----|----------|------------|-----------------|
|          |             | 국내 재화   |     |          | 고정자<br>본형성 | R&D<br>자본<br>형성 |
|          |             | 산업<br>1 | ... | 산업<br>31 |            |                 |
| 생산<br>활동 | 산업<br>11    |         |     |          | FINV<br>11 |                 |
|          | 산업<br>12    |         |     |          | FINV<br>12 |                 |
|          | ·<br>·<br>· |         |     |          |            |                 |
|          | 산업<br>22    |         |     |          | FINV<br>22 |                 |
|          |             |         |     |          |            |                 |

<처리 전>

| 구분       |             | 생산활동    |     |          | 투자         |               |
|----------|-------------|---------|-----|----------|------------|---------------|
|          |             | 국내 재화   |     |          | 고정자<br>본형성 | 디지털전환<br>자본형성 |
|          |             | 산업<br>1 | ... | 산업<br>31 |            |               |
| 생산활<br>동 | 산업<br>11    |         |     |          | 0          | IT            |
|          | 산업<br>12    |         |     |          | 0          | CT            |
|          | ·<br>·<br>· |         |     |          |            |               |
|          | 산업<br>22    |         |     |          | 0          | SW            |
|          |             |         |     |          |            |               |

<처리 후>

또한, SAM 자료체계 내 디지털전환 자본형성액(투자재원)은 경제체제 내 제도 부문의 저축으로 마련됨을 가정하였다. 이에 본 연구에서는 디지털전환 자산에 대한 투자재원으로서 저축 정보를 제도 부문(가계, 기업 및 정부)에 배분하기 위해 보완적 자료로서 정보통신기술진흥센터(2017)의 ICT R&D 통계분석 자료를 활용하였다. 이를 바탕으로, 디지털전환 자산에 대한 투자재원 비중을 민간 부문(가계 및 기업) 및 공공 부문으로 구분하여 파악하고자 시도하였다. 구체적으로 정보통신기술진흥센터(2017)의 ICT R&D 통계분석 자료를 활용하여, 기준연도 2018년 기준 디지털전환 HW 및 SW 부문 R&D 투자재원 정보를 대리변수로 고려해, 디지털전환 자본에 대한 투자재원을 세분화하고자 하였다.

그리고 SAM 자료체계 내 생산요소로서 디지털전환 자본을 별도로 구분하기 위해, Hwang et al.(2020) 연구를 참고하여 SAM 자료체계 내 부가가치 계정 내 디지털전환 자본을 명시적으로 고려하고자 시도하였다. 특히, 여기에서는 2017년 기준연도 산업별 부가가치 구성상 디지털전환 자본 비중을 도출하여, 기존 단일계정으로 물적자본 계정 부문에 포함된 부가가치액 중 디지털전환 자본 투입에 따른 부가가치액을 세분화하고자 시도하였다. 그에 따라 WORLD KLEMS 자료 및 한국생산성본부의 산업별 자본스톡 데이터 외삽 자료를 활용하여, 2017년 기준연도 산업별 자본스톡 비중(디지털전환 HW 자본 비중: HW\_SHR<sub>i</sub>, 디지털전환 SW 자본 비중: SW\_SHR<sub>i</sub>, R&D 자본 비중: RD\_SHR<sub>i</sub> 및 물적자본 비중: CAP\_SHR<sub>i</sub>)을 세분화하여 도출하고자 하였다(표 3-4) 참고). 2017년 기준연도 산업별 자본스톡 비중 수치를 활용한 이유는, 직전 연도의 자본스톡 축적 수준에 따라 발생한 이윤 발생액에 따라 다음 연도 부가가치가 형성된다는 접근에 기반한 것임을 밝힌다.

[표 3-4] 산업별 자본 부가가치 투입구조

| 구분   | 산업명              | 물적<br>자본 | 디지털전환<br>HW<br>자본 | 디지털전환<br>SW<br>자본 | R&D<br>자본 |
|------|------------------|----------|-------------------|-------------------|-----------|
| SS01 | 1. 농업, 임업 및 어업   | 99.22%   | 0.45%             | 0.00%             | 0.33%     |
| SS02 | 2. 광업            | 89.60%   | 1.41%             | 0.07%             | 8.92%     |
| SS03 | 3. 음식료품 및 담배 제조업 | 84.75%   | 5.42%             | 4.80%             | 5.03%     |

| 구분   | 산업명                     | 물적<br>자본 | 디지털전환<br>HW<br>자본 | 디지털전환<br>SW<br>자본 | R&D<br>자본 |
|------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|-----------|
| SS04 | 4. 섬유 및 가죽제품 제조업        | 85.72%   | 7.41%             | 2.31%             | 4.56%     |
| SS05 | 5. 목재, 종이, 인쇄 및 복제업     | 84.16%   | 12.16%            | 2.24%             | 1.44%     |
| SS06 | 6. 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업  | 86.68%   | 4.23%             | 3.12%             | 5.98%     |
| SS07 | 7. 화학물질, 화학제품 및 의약품     | 77.81%   | 9.09%             | 2.67%             | 10.43%    |
| SS08 | 8. 비금속광물제품 제조업          | 90.99%   | 5.58%             | 0.44%             | 2.99%     |
| SS09 | 9. 1차금속 및 금속제품 제조업      | 90.38%   | 5.77%             | 1.05%             | 2.80%     |
| SS10 | 10. 전자부품 제조업            | 72.05%   | 11.16%            | 1.85%             | 14.94%    |
| SS11 | 11. 컴퓨팅장비(IT) 제조업       | 40.41%   | 40.75%            | 3.90%             | 14.94%    |
| SS12 | 12. 통신장비(CT) 제조업        | 63.78%   | 17.53%            | 3.75%             | 14.94%    |
| SS13 | 13. 의료, 정밀, 광학기기 제조업    | 74.84%   | 6.54%             | 3.68%             | 14.94%    |
| SS14 | 14. 기계 및 전기장비 제조업       | 73.46%   | 10.00%            | 5.41%             | 11.12%    |
| SS15 | 15. 운송장비 제조업            | 71.69%   | 11.86%            | 1.62%             | 14.83%    |
| SS16 | 16. 기타 제조업              | 79.33%   | 11.39%            | 2.74%             | 6.54%     |
| SS17 | 17. 전기, 가스, 수도 공급업      | 97.15%   | 0.43%             | 0.20%             | 2.22%     |
| SS18 | 18. 건설업                 | 89.78%   | 2.64%             | 2.90%             | 4.68%     |
| SS19 | 19. 도매 및 소매업            | 87.60%   | 8.03%             | 3.21%             | 1.16%     |
| SS20 | 20. 운수 및 보관업            | 99.63%   | 0.17%             | 0.04%             | 0.15%     |
| SS21 | 21. 숙박 및 음식점            | 94.91%   | 3.87%             | 0.07%             | 1.16%     |
| SS22 | 22. 소프트웨어(SW) 산업        | 64.57%   | 27.40%            | 7.99%             | 0.04%     |
| SS23 | 23. ICT 서비스업            | 75.86%   | 22.96%            | 1.14%             | 0.04%     |
| SS24 | 24. 금융 및 보험업            | 46.70%   | 35.35%            | 17.91%            | 0.03%     |
| SS25 | 25. 부동산 및 임대업           | 86.97%   | 3.30%             | 2.12%             | 7.62%     |
| SS26 | 26. 전문과학 및 기술/사업지원 서비스업 | 58.45%   | 23.38%            | 6.84%             | 11.32%    |
| SS27 | 27. R&D 산업              | 66.49%   | 25.92%            | 7.59%             | 0.00%     |
| SS28 | 28. 공공행정, 국방 및 사회보장행정   | 86.60%   | 8.71%             | 0.64%             | 4.05%     |
| SS29 | 29. 교육 서비스업             | 65.97%   | 21.77%            | 7.48%             | 4.78%     |
| SS30 | 30. 보건 및 사회복지 서비스업      | 79.37%   | 7.37%             | 4.29%             | 8.97%     |
| SS31 | 31. 문화 및 기타 서비스업        | 79.67%   | 18.93%            | 1.34%             | 0.06%     |

그리고 본 연구에서는 디지털전환에 따른 노동시장 내 파급효과 분석의 구체화를 위해 김남주(2015) 및 Autor and Dorn(2013) 등 연구를 참고해, 종사하는 직종(업무) 기준 3가지 부문으로 노동 계정을 세분화하고자 시도하였다.<sup>9)</sup> 이를 위해, 직업이 근로자가 수행하는 업무의 집합인 점을 감안하여, 근로자가 수행하는 업무를 기반으로 숙련 그룹별 일자리를 세분화하고자 시도하였다(아래 [표 3-5] 참고). 그에 따라, 통계청의 2018년 기준연도 지역별 고용조사 데이터<sup>10)</sup>를 활용하여, 산업별 수행 업무 기반 직종 구분을 바탕으로 노동 계정을 세분화하고자 시도하였다. 이에 직업별 수행 업무 구분은 김남주(2015)의 연구를 참고하였으며, [표 3-6]에 제시된 업무-숙련-직업 연계표를 활용하여 산업별 노동 계정 세분화 작업을 진행하였다. 또한, 지역별 고용조사 데이터 내 한국표준산업분류와 본 연구에서 구분하는 산업분류 간 연계 작업 역시도 진행하였다.

[표 3-5] 사회회계행렬 내 노동시장 세분화를 위한 업무 기반 직종 분류

| 업무 구분                        |                          | 업무 속성  | 숙련도 수준                | 직업 예시  |
|------------------------------|--------------------------|--|-----------------------|--|
| 정형 업무<br>(routine task)      |                          | ◆ 반복적, 절차적이고 사전에 규정된 방식 (manual)에 따라 수행되는 업무 | 중숙련<br>(middle skill) | 생산공, 수리공, 조작공, 기능공, 단순노무자, 사무행정원, 단순 영업 판매직, 은행원 등 |
| 비정형 업무<br>(non-routine task) | 육체적<br>(manual)<br>업무    | ◆ 상황 적응, 언어 및 시각적 인식 및 사회적 상호작용 요구           | 저숙련<br>(low skill)    | 청소원, 경비원, 농부, 광부, 건설 노동자 등                         |
|                              | 인지적<br>(cognitive)<br>업무 | ◆ 추상적 사고, 창의성, 문제해결 능력, 탁월한 의사소통 능력 요구 업무    | 고숙련<br>(high skill)   | 관리자, 전문가, 엔지니어 등                                   |

9) 디지털전환으로 야기될 미래환경 변화의 핵심은 일자리 절대 수 감소보다는 기존 일자리와 새로 창출되는 일자리의 “직무와 업무방식”이 변화한다는 점이다(권현지 외, 2017). 그 예로, Arntz, Gregory, and Zierahn(2016)은 기술혁신에 따른 노동시장 영향을 분석하는 데 있어, 직무 기반 접근법(task-based approach)이 중요함을 강조한다.

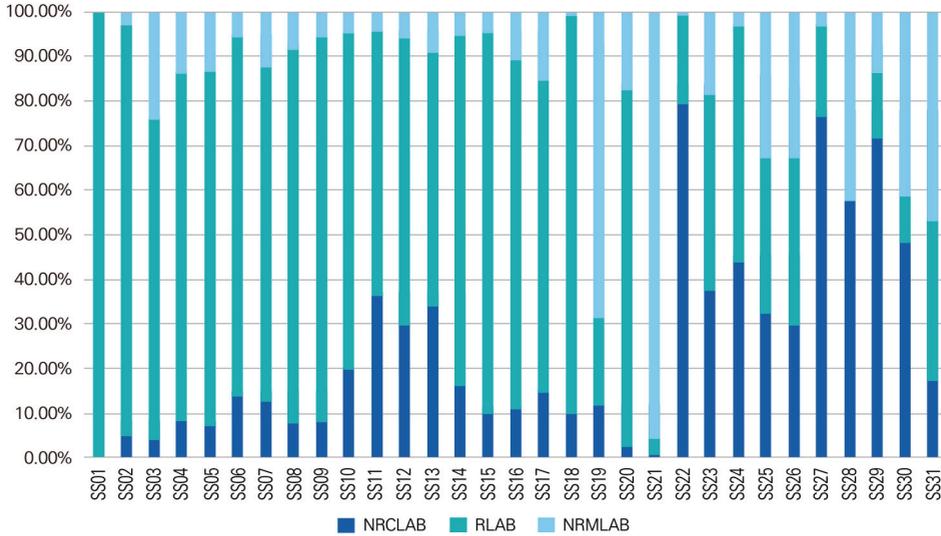
10) 통계청의 ‘지역별 고용조사’ 데이터는 우리나라 내 시군별 고용현황을 파악하여 관련 기반 정보를 제공하는 자료체계로서, 직업 및 산업 분류 수준에서 조사 결과를 제공하고 있다.

이와 같은 접근을 바탕으로, 산업별 정형 업무 기반 직종(routine task, RLAB), 비정형 육체적 업무 기반 직종(non-routine manual tasks, NRMLAB) 및 비정형 인지적 업무 기반 직종(non-routine cognitive tasks, NRCLAB)의 비중은 아래 <그림 3-3>과 같이 파악할 수 있었다. 이에 개별 산업별 업무 기반 직종의 비중을 각각  $shrR_i, shrNRM_i, shrNRC_i$ 이라고 하였을 때, 기존 사회회계행렬 내 단일계정으로 고려된 노동 부가가치 계정 부문을 <그림 3-4>와 같은 방법으로 세분화하고자 시도하였다. 해당 접근법은 Yeo and Lee(2020) 및 Jung et al.(2017) 연구를 참고한 접근임을 밝힌다. <그림 3-4>에서 제시된 바와 같이, 기존 단일계정으로 고려된 산업별 노동 부가가치액을  $LAB_i$ 라고 할 때  $shrR_i, shrNRM_i, shrNRC_i$ 를 곱함으로써 각 직종의 부가가치액 수치를 세분화할 수 있게 된다. 여기에서는 기준연도 균형경제 상태에서는 모든 직종의 상대적 임금은 동일하다는 가정에 기반하여, 직종 간 임금 차이는 고려하지 않고 단순히 산업별 업무 기반 직종의 상대적 비중으로 노동 부가가치액을 세분화하였음을 밝힌다. 또한, <그림 3-4>에서는 앞서 언급한 자본 투입에 따른 부가가치액 형성 구조를 세분화한 방법 역시 확인할 수 있다.

[표 3-6] 노동시장 세분화를 위한 업무-숙련-직업 연계표

| 업무 구분                        |                       | 숙련도 수준                | 지역별 고용조사 내 한국표준직업분류 코드  |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| 정형 업무<br>(routine task)      |                       | 중숙련<br>(middle skill) | 31, 32, 39, 61, 62, 63, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 991   |
| 비정형 업무<br>(non-routine task) | 육체적<br>(manual) 업무    | 저숙련<br>(low skill)    | 41, 42, 43, 44, 52, 53, 92, 93, 94, 95, 992, 999  |
|                              | 인지적<br>(cognitive) 업무 | 고숙련<br>(high skill)   | 111, 112, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 139, 141, 149, 151, 152, 153, 159, 211, 212, 213, 221, 222, 223, 224, 225, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 251, 252, 253, 254, 259, 261, 262, 271, 273, 274, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 330, 510 |

〈그림 3-3〉 산업별 업무 기반 직종 비중



〈그림 3-4〉 사회회계행렬 내 부가가치 계정 세분화

| 구분            |       | 생산활동<br>국내 재화 |     |       |       |
|---------------|-------|---------------|-----|-------|-------|
|               |       | 산업 1          | ... | 산업 30 | 산업 31 |
| 생산활동<br>비생산활동 | 산업01  |               |     |       |       |
|               | ...   |               | ... |       |       |
|               | 산업30  |               |     |       |       |
|               | 산업31  |               |     |       |       |
| 생산요소          | 물적 자본 | K1            | ... | K30   | K31   |
|               | 노동    | L1            | ... | L30   | L31   |

〈처리 전〉

| 구분                 |                    | 생산활동<br>국내 재화   |                  |                   |                   |
|--------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                    |                    | 산업 1            | ...              | 산업 30             | 산업 31             |
| 생산활동<br>비생산활동      | 산업01               |                 |                  |                   |                   |
|                    | ...                |                 | ...              |                   |                   |
|                    | 산업30               |                 |                  |                   |                   |
|                    | 산업31               |                 |                  |                   |                   |
| 생산요소               | 물적 자본              | CAP_SHR1<br>*K1 | ...              | CAP_SHR30<br>*K30 | CAP_SHR31<br>*K31 |
|                    | 디지털전환<br>HW 자본     | HW_SHR1<br>*K1  | ...              | HW_SHR30<br>*K30  | HW_SHR31<br>*K31  |
|                    | 디지털전환<br>SW 자본     | SW_SHR1<br>*K1  | ...              | SW_SHR30<br>*K30  | SW_SHR31<br>*K31  |
|                    | R&D 자본             | RD_SHR1<br>*K1  | ...              | RD_SHR30<br>*K30  | RD_SHR31<br>*K31  |
|                    | 정형 업무<br>직종        | shrR1*L1        | ...              | shrR30*L30        | shrR31*L31        |
|                    | 비정형<br>육체 업무<br>직종 | shrNRM1*<br>L1  | ...              | shrNRM30*<br>L30  | shrNRM31*<br>L31  |
| 비정형<br>인지 업무<br>직종 | shrNRC1*L<br>1     | ...             | shrNRC30*<br>L30 | shrNRC31*<br>L31  |                   |

〈처리 후〉

더불어, 본 연구에서는 생산요소인 자본 및 노동 계정 세분화와 함께 제도 부문 내 가계 계정 세분화를 위해, 가계 총소득을 기준으로 10개 소득분위로 가계를 구분하여 미시적 관점을 반영하고자 하였다. 이에 2018년 가계동향조사 자료(소득자료, 지출자료) 및 가계금융복지조사를 활용하여, 가계분위별 소득, 지출 및 저축 정보를 세분화하고자 시도하였다. 먼저, 소득 정보(가구별 경상소득, 근로소득, 사업소득, 재산소득, 이전소득, 비경상소득, 기타수입으로 구성) 중 사업소득과 재산소득의 합으로 식별한, 가계분위별 자본소득 비중을 파악함으로써, SAM 내 단일계정으로 고려된 가계 자본소득에 곱함으로써, 가계분위별 자본소득 수취액을 식별할 수 있었다. 또한, 가계동향조사 내 가구주의 종사 직종을 기준으로 하여, [표 3-5]를 참고해 가계분위별 노동소득의 세분화를 이뤄 내하고자 시도하였다. 이와 같은 접근으로 도출한 가계분위별 소득 형성 구조는 아래 [표 3-7]과 같이 정리할 수 있다. 제시된 [표 3-7]은 전체 가계소득에서 각 소득분위가 차지하는 자본소득 및 노동소득 비중을 나타내고 있다.

[표 3-7] 기준연도 SAM 내 부가가치 구성 측면 소득분위별 비중

| 가계 구분  | 자본소득    | 비정형 육체 업무 직종 | 정형 업무 직종 | 비정형 인지 업무 직종 |
|--------|---------|--------------|----------|--------------|
| 소득분위1  | 0.26%   | 3.92%        | 0.71%    | 0.77%        |
| 소득분위2  | 1.00%   | 9.14%        | 1.34%    | 1.21%        |
| 소득분위3  | 2.37%   | 13.10%       | 3.68%    | 3.22%        |
| 소득분위4  | 5.11%   | 14.82%       | 7.68%    | 5.74%        |
| 소득분위5  | 7.16%   | 14.01%       | 10.63%   | 7.21%        |
| 소득분위6  | 10.10%  | 11.90%       | 12.89%   | 11.00%       |
| 소득분위7  | 12.74%  | 9.93%        | 15.18%   | 10.94%       |
| 소득분위8  | 15.24%  | 9.32%        | 16.24%   | 13.91%       |
| 소득분위9  | 16.83%  | 7.64%        | 16.53%   | 18.21%       |
| 소득분위10 | 29.18%  | 6.21%        | 15.11%   | 27.78%       |
| 총합     | 100.00% | 100.00%      | 100.00%  | 100.00%      |

가계분위별 총소득 및 소득구성과 관련한 수치를 식별한 후, 본 연구에서는 가계분위별 소비지출 구조를 반영하기 위해, 소득분위별 각 산업 재화에 대한 소비지출 비중을 도출하고자 하였다. 이에 가계분위별 각 산업의 재화에 대한 소비지출 비중을 구하기 위해서 가계동향조사 지출자료 내 항목과 본 연구에서 고려하는 SAM 내 31개 산업분류 간 대응 작업 역시 진행하였다(표 3-8) 참고). 그리고 산업분류와 소비지출 항목 간 연결이 어려운 산업 부문은 가계분위별 소득비중을 바탕으로, 산업별 가계분위별 지출 비중을 도출하였다. 이에, 기존에 단일계정으로 고려된 가계 소비지출액에 가계소득분위별 지출 비중을 곱함으로써, 가계분위별 소비지출 구조의 이질성을 반영하고자 하였다. 또한, 가계분위별 저축 정보 세분화를 위해 가계금융복지조사 자료 내 가계분위별 저축 비중 수치를 파악하였다(〈그림 3-5〉 참고). 이를 토대로, 기존 단일 가계의 고정자본형성을 위한 저축액 수치에 가계분위별 저축 비중 수치를 곱하여 가계분위별 저축액 정보를 도출하였다. 이상 언급한 주요 접근을 바탕으로, 본 연구에서는 가계를 10개 분위로 세분화하고, 노동 부문을 수행하는 업무 기반 직종 기준으로 3개 부문으로 세분화함으로써, 사회회계행렬을 완성할 수 있게 된다.

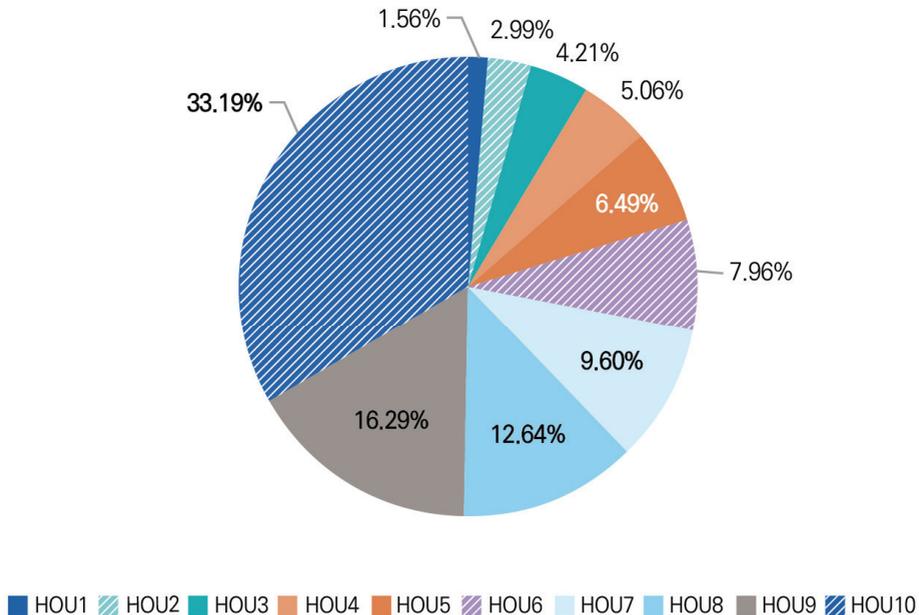
**[표 3-8] 산업분류와 소비지출 항목 간 연계표**

| 산업분류 |                        | 소비지출 항목  |
|------|------------------------|--|
| 구분   | 산업명                    |  |
| SS01 | 1. 농업, 임업 및 어업         | 곡물, 육류, 신선수산물, 염건수산물, 과일 및 과일 가공품, 채소 및 채소가공품, 해조 및 해조가공품                                    |
| SS02 | 2. 광업                  | -  |
| SS03 | 3. 음식료품 및 담배 제조업       | 곡물가공품, 빵 및 떡류, 육류가공품, 기타수산물가공, 유제품 및 알, 유지류, 당류 및 과자류, 조미식품, 기타식품, 커피 및 차, 주스 및 기타음료, 주류, 담배 |
| SS04 | 4. 섬유 및 가죽제품 제조업       | 직물 및 외의, 내의, 기타의복, 신발, 실내장식, 가정용 섬유  |
| SS05 | 5. 목재, 종이, 인쇄 및 복제업    | 서적, 기타인쇄물  |
| SS06 | 6. 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업 | 연료비, 운송기구 연료비  |
| SS07 | 7. 화학물질, 화학제품 및 의약품    | 가사소모품, 의약품, 의료용 소모품, 보건의료용품 및 기구, 위생 및 이미용품  |
| SS08 | 8. 비금속광물제품 제조업         | 주방용품, 주택유지 및 수선, 가정용공구 및 기타  |

| 산업분류 |                         | 소비지출 항목  |
|------|-------------------------|--|
| 구분   | 산업명                     |  |
| SS09 | 9. 1차금속 및 금속제품 제조업      | 주택유지 및 수선, 주방용품, 가정용공구 및 기타  |
| SS10 | 10. 전자부품 제조업            | 정보처리장치, 기록매체, 통신장비, 영상음향기기   |
| SS11 | 11. 컴퓨팅장비(IT) 제조업       | 정보처리장치, 기록매체   |
| SS12 | 12. 통신장비(CT) 제조업        | 통신장비, 영상음향기기   |
| SS13 | 13. 의료, 정밀, 광학기기 제조업    | 사진광학장비, 보건의료용품 및 기구, 시계 및 장신구  |
| SS14 | 14. 기계 및 전기장비 제조업       | 가전 및 가정용기기, 가정용공구 및 기타, 가구 및 조명  |
| SS15 | 15. 운송장비 제조업            | 자동차구입, 기타운송기구구입, 운송기구유지 및 수리   |
| SS16 | 16. 기타 제조업              | 가구 및 조명, 오락문화 내구재, 악기기구, 장난감 및 취미용품, 캠핑 및 운동 관련 용품, 화훼 관련 용품, 애완동물 관련 물품, 기타개인용품, 이미용 기기       |
| SS17 | 17. 전기, 가스, 수도 공급업      | 상하수도 및 폐기물처리, 연료비  |
| SS18 | 18. 건설업                 | -  |
| SS19 | 19. 도매 및 소매업            | -  |
| SS20 | 20. 운수 및 보관업            | 기타개인교통서비스, 철도운송, 육상운송, 기타운송, 기타교통 관련 서비스   |
| SS21 | 21. 숙박 및 음식점            | 외식비, 단체제공식, 패스트푸드, 주점·커피숍, 숙박비, 호텔, 여관, 콘도, 기타숙박시설, 기타주거시설                                     |
| SS22 | 22. 소프트웨어(SW) 산업        | 콘텐츠, 방송수신료, 우편서비스, 통신서비스, 영상음향 및 정보기기수리, 영상 및 정보처리서비스  |
| SS23 | 23. ICT 서비스업            | 방송수신료, 우편서비스, 통신서비스  |
| SS24 | 24. 금융 및 보험업            | 보험, 기타금융   |
| SS25 | 25. 부동산 및 임대업           | 부동산수수료, 실제거주비, 기타주거 관련 서비스   |
| SS26 | 26. 전문과학 및 기술/사업지원 서비스업 | 일반수수료, 법무행정수수료, 혼례 및 장제례비  |
| SS27 | 27. R&D 산업              | -  |
| SS28 | 28. 공공행정, 국방 및 사회보장행정   | -  |
| SS29 | 29. 교육 서비스업             | 정규교육, 초등교육, 중등교육, 고등교육, 학원 및 보습교육, 성인학원교육, 기타교육  |
| SS30 | 30. 보건 및 사회복지 서비스업      | 사회복지, 산후조리원, 보육료, 기타사회복지, 외래의료서비스, 일반병원의외래비, 한방병원의외래비, 치과서비스, 치과외래비, 기타의료서비스, 기타보건의료서비스, 입원서비스 |

| 산업분류 |                  | 소비지출 항목   |
|------|------------------|---|
| 구분   | 산업명              |   |
| SS31 | 31. 문화 및 기타 서비스업 | 가사서비스, 이미용서비스, 의복 관련 서비스, 신발서비스, 설비·수리 서비스, 실내장식 관련 서비스, 가정용섬유 관련 서비스, 가정용기기 및 가전서비스, 오락문화내구재 유지 및 수리, 오락문화내구재서비스, 화훼 및 애완동물서비스, 애완동물물 관련 서비스, 운동 및 오락서비스, 문화서비스, 복권, 단체여행비 |

〈그림 3-5〉 가계소득분위별 저축 비중



이와 같은 단계를 거쳐, 본 연구에서는 구축한 SAM 자료체계 내 생산 부문과 제도 부문으로 가계, 기업 및 정부를 고려하였다. 개별 산업 부문은 상품(재화) 생산을 위해 수입 재화 및 국내 재화를 중간재로 활용하고, 자본(물적자본, R&D 자본, 디지털전환 HW 및 SW 자본) 및 노동(정형적 업무 기반 직종, 비정형적 육체 업무 기반 직종, 비정형적 인지 업무 기반 직종)을 부가가치로 투입함을 가정하였다. 그리고 개별 산업은

정부에 간접세를 납부하게 되며, 생산된 재화는 경제체제 내 민간 및 정부 소비, 투자 활동 및 수출 등에 배분된다. 제도 부문 중 가계는 소득분위별로 산업 생산활동 부문에 투입되는 노동(정형적 업무 기반 직종, 비정형적 육체 업무 기반 직종, 비정형적 인지 업무 기반 직종)과 물적자본을 포함한 생산요소를 제공함으로써, 분위별 소득을 형성하게 된다. 그리고 가계는 수취한 소득 중 일부를 정부에 소득세로 납부하고, 나머지를 소비지출과 저축 활동에 활용함을 가정하였다. 여기에서 가계는 물적자본에 대한 투자재원 형성에 기여하는 저축 활동을 함을 가정하였다. 그리고 기업의 경우, 물적자본, R&D 자본, 디지털전환 HW 및 SW 자본 투입에 따른 자본요소 소득을 획득하고, 소득 중 일부를 법인세 형태로 정부에 납부하게 된다. 또한, 법인세를 납부한 나머지 소득을 기업 저축 재원으로 활용하여 물적자본, R&D 자본, HW 및 SW 자본 축적에 기여하는 저축 활동을 하게 됨을 가정하였다. 더불어, 정부는 정부 부채를 포함하여, 산업, 가계 및 기업에서 수취한 세금을 바탕으로 소득을 형성하게 된다. 그리고 세수입 등으로 형성된 정부 예산(정부 소득)을 정부 소비지출과 저축 활동에 활용하게 된다. 더불어, 정부의 경우 기업과 마찬가지로, 물적자본, R&D 자본, HW 및 SW 자본 축적에 기여하는 저축 활동을 하게 됨을 가정하였다.

이상 언급한 주요 방법을 바탕으로, 본 연구에서는 기준연도 2018년을 묘사하는 SAM 구성을 위해, 한국은행의 산업연관표(연장표), 국민계정통계, 국세통계연보, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 연구개발활동조사, 통계청의 지역별 고용조사 및 가계동향조사 자료, 한국생산성본부 및 WORLD KLEMS의 생산성 통계자료 등을 활용하여, 디지털전환 특화 사회회계행렬을 구축할 수 있었다. 특히, 본 연구에서는 앞서 언급한 바와 같이 이질적 업무를 수행하는 노동 계정과 이질적 소득 구조를 지닌 가계 계정 세분화를 통해 미시적 관점이 함께 반영된 SAM 자료체계 구축을 이뤄내고자 하였다. 이를 통해, 실증분석에서 경제체제 내 노동시장 및 가계소득의 구성변화에 따른 노동자 간 상대적 임금 및 가계 간 소득분배 변화 등 다양한 측면의 결과 분석이 가능하도록 하고자 하였다. 이처럼 본 연구에서 구축 및 활용을 한 사회회계행렬의 전체적인 구조는 [표 3-9]와 같이 정리할 수 있다.

[표 3-9] 본 연구 내 구축 사회회계행렬 구조도

| 구분   | 생산활동        |                |        |         |          | 생산요소  |          |                 |                 | 제도        |              |              | 투자     |                 |                 |           | 세금  |     |     | 해외  |     | 총계     |     |     |
|------|-------------|----------------|--------|---------|----------|-------|----------|-----------------|-----------------|-----------|--------------|--------------|--------|-----------------|-----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|
|      | 국내재화        | 수입재화           | 정형업무노동 | 비정형업무노동 | 비정형인업무노동 | 물적자본  | DT HW 자본 | DT SW 자본        | R&D 자본          | 가계        | 기업           | 정부           | 고정자본형성 | IDT HW 자본형성     | DT SW 자본형성      | R&D 자본형성  | 간접세 | 법인세 | 소득세 | 수출  | 수입  |        |     |     |
| 생산활동 | 국내재화        | 국내 중간재         |        |         |          |       |          |                 |                 | 민간 소비     |              | 정부 소비        | 물자투자   | 디지털 전환 HW 자본 투자 | 디지털 전환 SW 자본 투자 | R&D 자본 투자 |     |     |     |     |     | 국내 재수출 | S1  |     |
|      | 수입재화        | 수입 중간재         |        |         |          |       |          |                 |                 | 민간 소비     |              | 정부 소비        | 물자투자   | 디지털 전환 HW 자본 투자 | 디지털 전환 SW 자본 투자 | R&D 자본 투자 |     |     |     |     |     |        | S2  |     |
| 생산요소 | 정형업무노동      | 피용자 보수         |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S3  |     |
|      | 비정형업무노동     | 피용자 보수         |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S4  |     |
|      | 비정형인업무노동    | 피용자 보수         |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S5  |     |
|      | 물적자본        | 자본 수익          |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S6  |     |
|      | DT HW 자본    | 디지털 전환 HW 자본수익 |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S7  |     |
|      | DT SW 자본    | 디지털 전환 SW 자본수익 |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S8  |     |
|      | R&D 자본      | 지식 자본수익        |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S9  |     |
|      | 가계          |                |        | 임금 소득   | 임금 소득    | 임금 소득 | 자본 소득    |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        |     | S10 |
|      | 기업          |                |        |         |          |       | 자본 소득    | 디지털 전환 HW 자본 소득 | 디지털 전환 SW 자본 소득 | R&D 자본 소득 |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        |     | S11 |
| 정부   |             |                |        |         |          |       |          |                 |                 | 경상 이전     |              | 정부 부채        |        |                 |                 |           | 간접세 | 법인세 | 소득세 |     |     |        | S12 |     |
| 투자   | 고정자본형성      |                |        |         |          |       |          |                 |                 | 가계 저축     | 기업 저축        | 정부 저축        |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S13 |     |
|      | IDT HW 자본형성 |                |        |         |          |       |          |                 |                 |           | 디지털 전환 HW 투자 | 디지털 전환 HW 투자 | 재원     |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S14 |     |
|      | DT SW 자본형성  |                |        |         |          |       |          |                 |                 |           | 디지털 전환 SW 투자 | 디지털 전환 SW 투자 | 재원     |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S15 |     |
|      | R&D 자본형성    |                |        |         |          |       |          |                 |                 |           | R&D 투자       | R&D 투자       | 재원     |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S16 |     |
| 세금   | 간접세         | 생산세            |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S17 |     |
|      | 법인세         |                |        |         |          |       |          |                 |                 |           | 법인세          |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S18 |     |
|      | 소득세         |                |        |         |          |       |          |                 |                 | 소득세       |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S19 |     |
| 해외   | 수출          |                |        |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              |        |                 |                 |           |     |     |     |     |     | 수출     | S20 |     |
|      | 수입          |                | 순수입    |         |          |       |          |                 |                 |           |              |              | 무역수지   |                 |                 |           |     |     |     |     |     |        | S21 |     |
| 총계   | S1          | S2             | S3     | S4      | S5       | S6    | S7       | S8              | S9              | S10       | S11          | S12          | S13    | S14             | S15             | S16       | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 |        |     |     |

## 제2절

# 디지털전환에 따른 파급효과 정태분석

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

### 1 디지털전환 파급효과 분석 활용 방법론<sup>11)</sup>

본 장의 세부연구에서는 앞에서 설명한 주요 단계를 통해 구축한 SAM 자료체계를 바탕으로, SAM 승수효과 분석을 수행하고자 한다. 세부적으로, 우리나라 경제체제에서 디지털전환 기술변화, 노동시장, 그리고 소득분배 간 관계를 파악함으로써 선행연구에서 제시하는 정형화된 사실을 확인하고자 한다. 이를 통해, 우리나라 경제체제가 반복업무 편향적 기술진보가 발현되는 경제구조인지 파악하고, 정태적 관점에서 디지털전환에 따른 경제사회 파급효과를 이해하고자 한다. 사회회계행렬의 승수효과 분석은 외생 계정 부문의 변화에 따른 내생 계정 변화를 정량적으로 계산한다는 점에서 투입-산출분석과 유사하다. 그러나 생산활동 부문뿐만 아니라, SAM 자료체계 내 다른 계정 부문들도 내생화시킴으로써, 분석 대상을 확장할 수 있다는 점에서 단순한 투입-산출분석보다는 한 단계 발전된 분석 방법이라고 할 수 있다(여영준·정성문, 2019; Miller and Blair, 2009).

그에 따라 SAM 승수효과 분석을 통해, 외생 부문으로 고려한, SAM 자료체계 내 디지털전환 자본재에 대한 투자 증대에 따른 내생 부문(산업의 중간투입, 소득, 소비, 부가가치 등)에 미치는 파급효과를 정량화하고자 한다. 특히, 기술혁신에 따른 경제체제 내 직접적 효과와 소득의 순환과정을 거쳐 발생하는 간접효과를 종합적으로 고려하여, 디지털전환 기술진보와 노동시장 간 관계, 그리고 디지털전환 기술진보와 성장 및 분배 간 관계에 대한 정형화된 사실을 우리나라 경제체제에 적용하여 확인하고자 한다.

SAM 승수효과 분석을 하려면 외생 계정 변화에 따른 내생 계정 변화를 포착할 수 있는 선형모형을 설정해야 한다. 그에 따라 본 연구에서는 SAM 승수효과 분석을 위해,

11) 본 세부 절에 제시된 방법론에 대한 설명은 여영준·정성문(2019) 연구에 기반하여 작성되었음을 밝힌다.

경제 주체별 소득 형성 및 소득분배 과정을 보여 주는 SAM을 활용함으로써, 생산 부문의 산출량 및 부가가치 소득 결정과 가계소득분배 및 소비행태를 내생화하고자 한다. 더불어, SAM 계정 내 소득과 지출 간 선형구조를 이용하여 외생 부문인 디지털전환 자본에 대한 투자 확대로 생산활동 부문 및 가계 부문 등 내생 계정의 상대소득이 어떻게 변화하는지를 관찰함으로써, 산출물 증대 및 소득분배의 구조적 특징을 밝히고자 한다. 이를 위해 앞서도 언급하였듯이, 가계 부문은 10분위 소득계층별로 구분하여 투자 부문의 외생적 충격에 대한 가계계층별 소득재분배 반응을 분석하는 한편, 가계 간 소득 증가 측면 파급효과를 분석하고자 한다.

SAM 승수효과 분석을 위해서는 사회회계행렬의 계정들을 내생 부문과 외생 부문으로 분류해야 한다. 계정을 내생과 외생으로 분류하는 표준적인 구분 기준은 없지만, 일반적으로 내생 계정은 생산활동, 생산요소, 제도 부문을 포함하고, 외생 계정은 투자와 세금, 그리고 해외 부문을 포함시킨다. 그에 따라 본 연구에서도 이와 같은 통상적 분류 기준을 적용하였다. 아래 [표 3-10]은 내생 계정과 외생 계정이 분리되어 표시된 사회회계행렬을 행렬분할의 형태로 표현한 것이다.

[표 3-10] 사회회계행렬 내 내생 및 외생 계정 부문 분류

| 구 분  |      | 생산활동     | 생산요소 | 제도 | 투자       | 세금 | 해외 | 총합    |
|------|------|----------|------|----|----------|----|----|-------|
|      |      | 내생 계정    |      |    | 외생 계정    |    |    |       |
| 생산활동 | 내생계정 | $S_{11}$ |      |    | $S_{12}$ |    |    | $Y_1$ |
| 생산요소 |      |          |      |    |          |    |    |       |
| 투자   | 외생계정 | $S_{21}$ |      |    | $S_{22}$ |    |    | $Y_2$ |
| 세금   |      |          |      |    |          |    |    |       |
| 해외   |      |          |      |    |          |    |    |       |
| 총합   |      | $Y_1$    |      |    | $Y_2$    |    |    |       |

이처럼 지식기반 SAM을 활용하여, SAM 승수효과 분석의 비교 정태분석을 하기 위해 기준연도 사회회계행렬의 각 열들을 그 열의 합으로 나누면, 사회회계행렬은 열의 합이 1인 열확률 행렬(column-stochastic matrix) H가 된다. SAM 승수효과 분석에서는 열확률 행렬 내 계수행렬의 계수들은 고정되어 있다고 가정하는데, 이는 곧

각 계정들의 지출구성은 외생적 충격에 의해 변화하지 않는다는 것을 의미한다. 그에 따라 [표 3-10]에서 제시된 사회회계행렬의 각 열을 해당 열의 합(column sum)으로 나누어 준, 열확률 행렬 H는 다음과 같이 표현할 수 있다(식 (3.1) 참고). 여기에서 행렬 H의 특징은 열의 합이 1이고, 반양부호행렬(semi-positive matrix)이라는 것 외에, 기준연도 열의 합 벡터  $Y' = (Y_1, Y_2)'$ 을 곱하면, Y가 되는 성격이 있다(아래 식 (3.2) 참고). 또한, 열확률 행렬 H에서 내생 계정을 제외한 계정들은 외생적인 것으로 가정하도록 하면, 식 (3.2)에서 나타난 항등식으로부터 식 (3.3)과 같은 관계식을 얻을 수 있다(식 (3.3)에서 I는 항등행렬(identity matrix)을 의미한다).

$$H = \begin{bmatrix} \frac{S11}{Y_1} & \frac{S12}{Y_2} \\ \frac{S21}{Y_1} & \frac{S22}{Y_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \quad \dots \text{식(3.1)}$$

$$Y = H \cdot Y = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{S11}{Y_1} & \frac{S12}{Y_2} \\ \frac{S21}{Y_1} & \frac{S22}{Y_2} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S11 + S12 \\ S21 + S22 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix} \quad \dots \text{식(3.2)}$$

$$Y_1 = h_{11}Y_1 + h_{12}Y_2 = (I - h_{11})^{-1}h_{12}Y_2 \quad \dots \text{식(3.3)}$$

$$dY_1 = (I - h_{11})^{-1} dx_2 \quad \dots \text{식(3.4)}$$

그리고 위에서 제시된 식 (3.3)에서  $(I - h_{11})^{-1}$ 는 고정되어 있으므로, 결국 방정식 체계의 해인  $Y_1$ 는  $h_{12}Y_2$ 의 함수가 된다. 여기에서  $(I - h_{11})^{-1}$ 는 사회회계행렬의 승수행렬(SAM multiplier)이라고 하며,  $h_{12}Y_2$ 는 외생적 주입 벡터라고 할 수 있다. 그에 따라,  $x_2 = h_{12}Y_2$ 으로 놓고,  $dY_1$ 을 내생 계정의 변동,  $dx_2$ 를 외생 계정의 변동이라고 한다면, 외생 계정 변동은 식 (3.4)에서 제시된 바와 같은 승수를 통하여 내생 계정들의 값을 변동시키게 된다. 이를 통해, 외생 계정의 변화에 따른 내생 계정의

변화를 파악할 수 있다. 식 (3.3) 및 식 (3.4)의 결과에 따라 외생 계정 변화에 따라 새롭게 구성된 내생 계정의 합계 열을 구할 수 있으며, 새롭게 구한 내생 계정의 합계 열을 전치하여, 내생 계정의 합계 행으로 두고, 식 (3.2)를 이용하여 새로운 내생 계정을 구할 수가 있다. 이와 같은 방법으로 진행되는 SAM 승수효과 분석은 왈라스의 법칙에 준수한 분석법이라고 할 수 있다. 이처럼 SAM 승수효과 분석에서는 외생 계정 변화로 발생하는 경제적 영향의 크기가 다양한 전파경로를 통해 내생 계정 부문에 미치는 영향을 포괄적으로 고려할 수 있다. 이에 본 세부연구에서는 디지털전환에 따른 파급효과를 정태적 관점으로 파악하고자 한다.

## 2 디지털전환 파급효과 분석 시나리오 설계

이상 본 연구에서는 앞서 설명한 주요 데이터 및 분석 방법론을 기반으로 하여, 디지털 뉴딜 부문 투자에 따른 디지털전환이 촉진할 우리나라 경제사회 내 주요 산출 증대 및 소득분배 효과를 살펴보고자 한다. 디지털전환에 따른 사회경제적 파급효과를 정태적 관점에서 살펴봄으로써, 향후 디지털전환 시대 산업 및 혁신정책 방향성 정립에 바탕이 되는 정량적 근거를 제시하고자 한다. 본 연구에서 SAM 승수효과 분석을 위해 고려한 시나리오는 아래 [표 3-11]과 같이 정리할 수 있다. 정부는 최근, 2020년 추가경정예산(추경)부터 2022년까지 총 23.4조원(국비 18.6조원), 2025년까지 58.2조원(국비 44.8조원)을 투자함으로써, 양질의 일자리를 창출하고 디지털 대전환을 선도하겠다는 디지털 뉴딜 관련 재정투입 계획을 발표하였다.

그에 따라 본 연구에서는 해당 디지털 뉴딜 계획 내 정부 예산이 디지털전환에 중추적인 역할을 하는 디지털전환 자본(디지털전환 HW 및 SW 자본)에 대한 투자임을 가정하였다.<sup>12)</sup> 이에 기간별 국비 예산편성 규모 차이를 반영하여 정책시나리오를 [표

12) 디지털 뉴딜 부문 예산안 편성 내용 내 세부 과제들을 살펴보면, 'D.N.A. 생태계 강화', '교육 인프라 디지털전환', '비대면 산업 육성', 'SOC 디지털화'로 요약할 수 있다. 해당 과제들의 주요 내용들을 검토한 결과, 산업 전반의 디지털전환을 촉진하는 데 기반이 되는 대규모 데이터 및 지능형 기술(예, 데이터 멤, 5G, AI 기술 등) 인프라 구축, 활용 및 융합 확산을 목표로 한 내용들이 상당수 담겨 있음을 확인하였다. 이를 바탕으로, 본 연구에서는 디지털 뉴딜에 대한 국비 투자액 규모가 디지털전환 자본에 대한 투자임을 가정함으로써, SAM 승수효과 분석을 진행하였음을 밝힌다. 그에 따라, 시나리오 1의 경우, '20~'22년 계획 예산 중 국비 18.6조원 규모가 디지털 자본에 투자되는 경우로 가정하였으며, 시나리오 2의 경우 '20~'25년 계획 예산 중 국비 44.8조원 규모가 디지털 자본에 투자되는 경우로 가정하였다.

3-11]과 같이 설계하였다. 이를 통해, 디지털전환 HW 및 SW 자본재에 대한 투자로 대리되는 경제체제 내 디지털전환 확산 정도가 경제체제 내 직·간접적 경로를 통해 산업별 산출량, 부가가치 구성, 그리고 소득 구조에 어떠한 영향을 끼치는지 파악하고자 한다. 그에 따라 본 연구에서는 디지털 뉴딜 부문 국비 예산 44.8조원이 집행되는 경우(SCN2 시나리오)를 디지털전환 기술발전이 고도화되어 산업 전반의 디지털전환이 가속화되는 상황으로 간주하였다. 그에 반해, 국비 예산이 18.6조원이 집행되는 경우인 SCN1 시나리오는 관련 기반시설이 점차 확산되어, 디지털전환이 점차 전개 및 확산이 되는 경우로 가정하였다. 이처럼 본 연구에서는 정부의 디지털 뉴딜에 대한 투자 규모가 디지털전환 기술변화 수준을 대리한다는 접근에 기반하고 있어 다소 한계가 있을 수 있다. 또한, 디지털전환이 전개되는 경우를 가정한 SCN1과 디지털전환이 가속화되는 경우를 가정한 SCN2가 상호배타적이지 않다는 한계점도 내재하고 있다. 하지만 이 같은 시나리오 설계는 앞선 장에서 살펴본 디지털전환 기술변화의 영향과 관련한 정형화된 사실이 우리나라에서도 발견되는지 살펴봄으로써, 우리나라 경제사회시스템의 구조적 특성을 규명하는 데 초점을 맞춘 방법론적 설정임을 밝힌다. 이를 바탕으로, 디지털전환 자본에 대한 투자 규모 확대(단기 투자 및 장기 투자에 따른 기술수준 변화)에 따른 경제사회 내 파급효과가 어떤 방향 및 추세로 형성되는지 정태적인 관점에서 이해하고자 한다.

**[표 3-11] 디지털전환 파급효과 분석을 위한 설계 시나리오**

| 시나리오명               | 시나리오 설명  | 분석 내 가정                          |
|---------------------|--|----------------------------------|
| 기준 시나리오<br>(BASE)   | 기준연도(2018년) SAM<br>(정책 충격이 없는 상태)              | -                                |
| 디지털전환 전개<br>(SCN1)  | 디지털 뉴딜 부문 2020~2022년 계획<br>예산(안) 투자(국비 18.6조원) | 디지털전환<br>기술발전 수준<br>중간(Moderate) |
| 디지털전환 가속화<br>(SCN2) | 디지털 뉴딜 부문 2020~2025년 계획<br>예산(안) 투자(국비 44.8조원) | 디지털전환<br>기술발전 수준<br>높음(High)     |

### 3 디지털전환에 따른 정태적 파급효과 분석

분석을 통해 도출한, 시나리오별 외생 부문 변화(디지털전환 자본투자 증액)에 따른 내생 부문 변화량 및 계정별 절대적 수준 값은 [표 3-12]에서 확인할 수 있다. 해당 표에서 확인할 수 있듯이, 분석 결과 디지털 뉴딜 부문에 대한 투자를 바탕으로 디지털전환이 진전될수록, 경제체제 규모가 BASE 시나리오 대비 더욱 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그 예로, 디지털 자본에 대한 정부 투자 규모가 약 44.8조원이 집행된 경우(SCN2 시나리오), 경제체제 내 총산출 증대 효과는 BASE 시나리오 대비 약 236.4조원 높은 수준으로 나타날 것으로 전망된다. 이는 디지털 자본에 대한 정부 투자 규모가 약 18.6조원이 집행된 경우인 SCN1 시나리오에 비해 약 138.3조원 높은 수준으로 나타난다. 세부적으로 시나리오별 내생 계정의 산출 증대 효과를 비교하였을 때에도, 디지털전환 가속화가 진전됨에 따라 경제체제 내 규모증대 효과가 더욱 크게 나타날 것임을 확인할 수 있다.

[표 3-12] 디지털전환 확산 시나리오별 총산출 증대 효과 비교

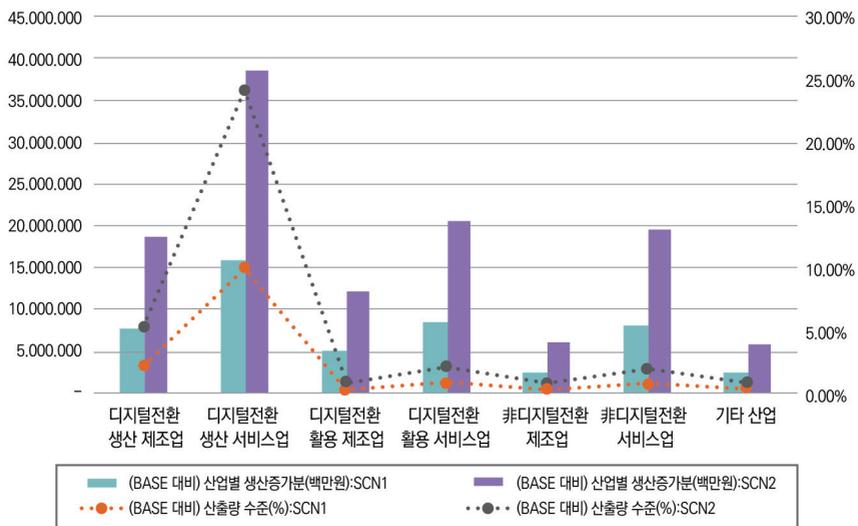
|                | BASE<br>(정책 충격이 없는 경우) | 디지털전환 전개<br>시나리오(SCN1)          | 디지털전환 가속화<br>시나리오(SCN2)         |
|----------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                | 산출액<br>(단위: 백만원)       | 산출액<br>(단위: 백만원)                | 산출액<br>(단위: 백만원)                |
| 산업 생산<br>활동 부문 | 5,074,467,979          | 5,124,850,303<br>(+50,382,324)  | 5,195,818,952<br>(+121,350,973) |
| 부가가치<br>부문     | 1,079,679,569          | 1,895,595,476<br>(+815,915,907) | 1,926,739,961<br>(+847,060,392) |
| 제도<br>부문       | 가계                     | 1,134,681,038                   | 1,147,050,249<br>(+12,369,211)  |
|                | 정부                     | 459,663,307                     | 463,208,345<br>(+3,545,038)     |
|                | 기업                     | 738,804,231                     | 748,545,227<br>(+9,740,996)     |
| 총합             | 9,281,101,824          | 9,379,249,599<br>(+98,147,775)  | 9,517,500,766<br>(+236,398,942) |

주: 1) ( ) 안의 숫자는 BASE 대비 시나리오별 절대 증가분(단위: 백만원)을 의미함.

한편, 앞서 살펴본 설계된 정책시나리오별 상이하게 나타나는 총산출 증대 효과 형성의 주요 파급경로를 파악하기 위해, 시나리오별 산업 부문 내 생산활동 변화 측면의 디지털전환 영향을 살펴보고자 한다.<sup>13)</sup> <그림 3-6>에서 확인할 수 있듯이, 경제체제 내 디지털전환 진전에 따라, 일차적인 직접적 효과로서 디지털전환 기반 기술 및 관련 재화(자본재)를 직접 생산하는 디지털전환 생산 제조업(전자부품 제조업, 컴퓨팅장비(IT) 제조업 및 통신장비(CT) 제조업 포함) 및 서비스업(소프트웨어(SW) 산업 및 ICT 서비스업 포함)의 산출량 증대 효과가 가장 두드러질 것으로 전망할 수 있다. 이를 통해, 디지털전환 기술발전이 고도화될수록 직접적인 효과로 디지털전환 생산 제조업 및 서비스업 부문 성장을 견인할 수 있을 것으로 이해할 수 있다. 또한, <그림 3-7> 결과치를 통해 디지털전환 생산 부문 성장을 통한 산출량 증대 효과는 산업 간 연관관계를 바탕으로, 디지털전환 기술을 활용하는 산업 부문에도 긍정적 파급효과를 전달할 수 있음을 확인할 수 있다.

**<그림 3-6> 디지털전환 확산 시나리오별 BASE 대비 생산 증대 효과 전망**

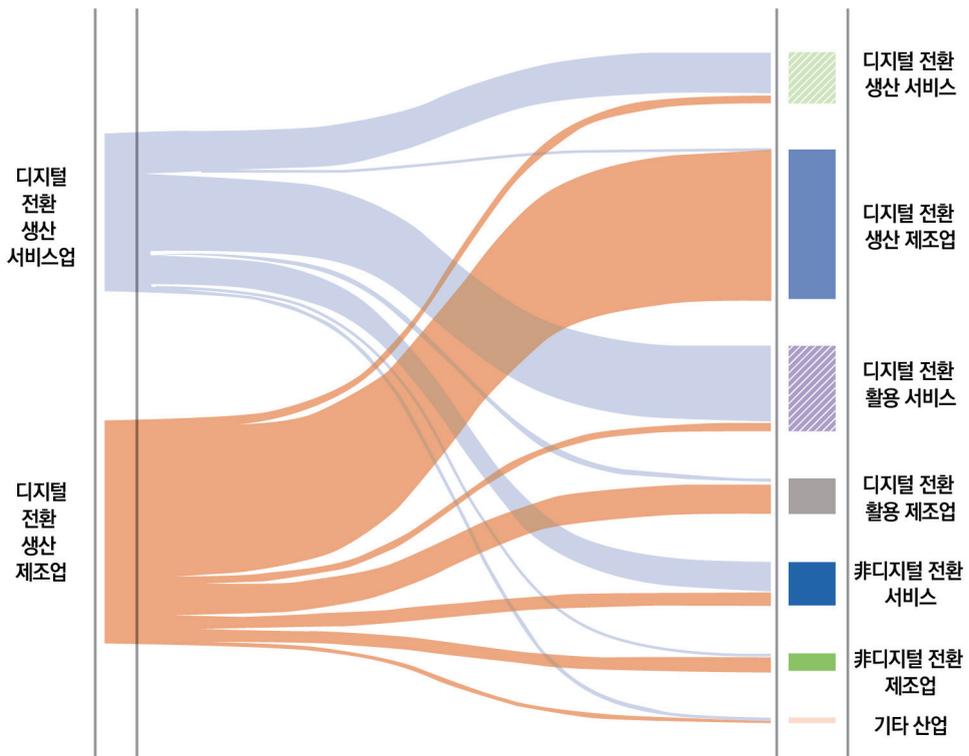
(좌축 단위: 백만원; 우축 단위: %)



13) 본 연구에서는 결과 분석의 용이성을 위해 작성한 기준연도 SAM 자료체계 내 산업별 생산활동에서, 투입구조 내 생산요소인 디지털전환 HW 및 SW 자본 집약도를 바탕으로 재분류하였다. 개별 산업별 디지털전환 자본 투입 비중이 산업군(제조업 및 서비스업) 평균치보다 높은 산업들의 경우는 디지털전환 활용 제조업 및 서비스업으로 간주하였다. 그리고 디지털전환 자본재를 생산하는 산업들의 경우, 디지털전환 생산 제조업 및 디지털전환 생산 서비스업으로 고려하였다. 이 외 제조업 및 서비스업 산업들은 각각 통합하여, 비(非)디지털전환 제조업 및 서비스업으로 간주하였다.

〈그림 3-7〉은 기준연도 2018년 우리나라 산업 간 거래내역을 바탕으로, 디지털전환 생산 부문 제품 및 서비스가 타 산업 부문의 중간재로 활용된 규모를 정리한 것이다. 해당 그림에서 파악할 수 있듯이, 디지털전환 가속화에 따른 디지털전환 생산 부문들의 규모 확대(1차적 효과)는 디지털전환 활용 산업군을 포함한 타 산업 부문으로 파급효과를 전파함을 이해할 수 있다. 이를 통해, 산업 전반의 규모 확대(2차 및 3차 효과)를 촉진할 수 있음을 이해할 수 있다. 이 같은 결과들은 디지털전환을 견인하기 위한 정부 투자 확대는, 산업연관관계를 바탕으로 디지털 자본 집약적 산업 부문 중심으로의 산업구조 변화를 촉진함으로써, 미래 한국 경제사회의 성장을 견인할 수 있을 것임을 시사한다.

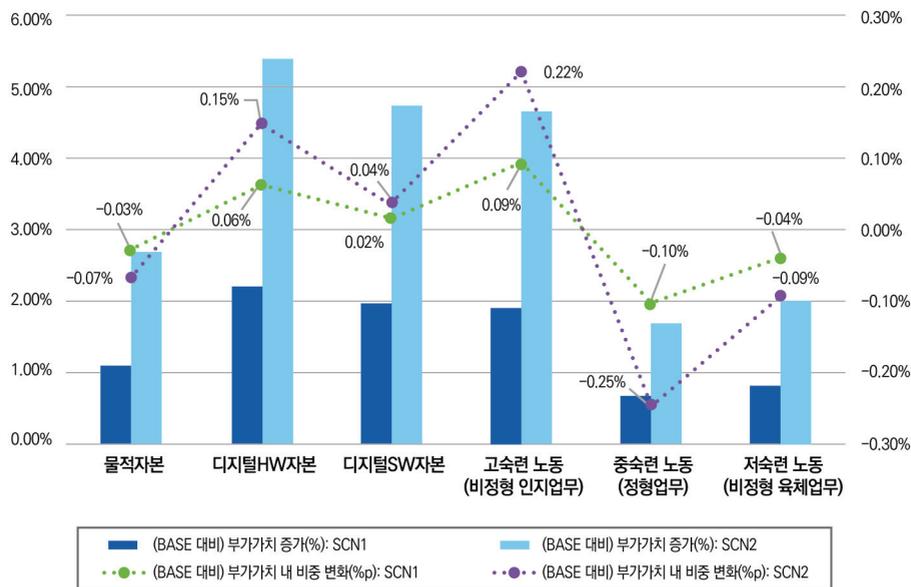
〈그림 3-7〉 디지털전환 생산 부문 성장에 따른 산업 내 파급경로



디지털전환 확산과 관련한 시나리오별 부가가치 부문 변화를 살펴보면, 아래 <그림 3-8>에서 제시된 바와 같이 생산요소 중 디지털전환 자본 투입에 따른 소득 증대 효과가 두드러질 것임을 파악할 수 있다. 이는 앞서 언급한, 디지털전환 중심 제조업 및 서비스업 부문 성장에 따른 부가가치 유발 효과임을 이해할 수 있다. 그리고 디지털전환 가속화에 따른 노동 부문 부가가치 증대 효과는 (추상적 사고, 창의성 및 문제해결 능력 등을 요구하는) 비정형 인지 업무 수행 고숙련 노동이 주도할 것으로 전망된다.

<그림 3-8> 디지털전환 시나리오별 BASE 대비 부가가치 부문 변화 전망

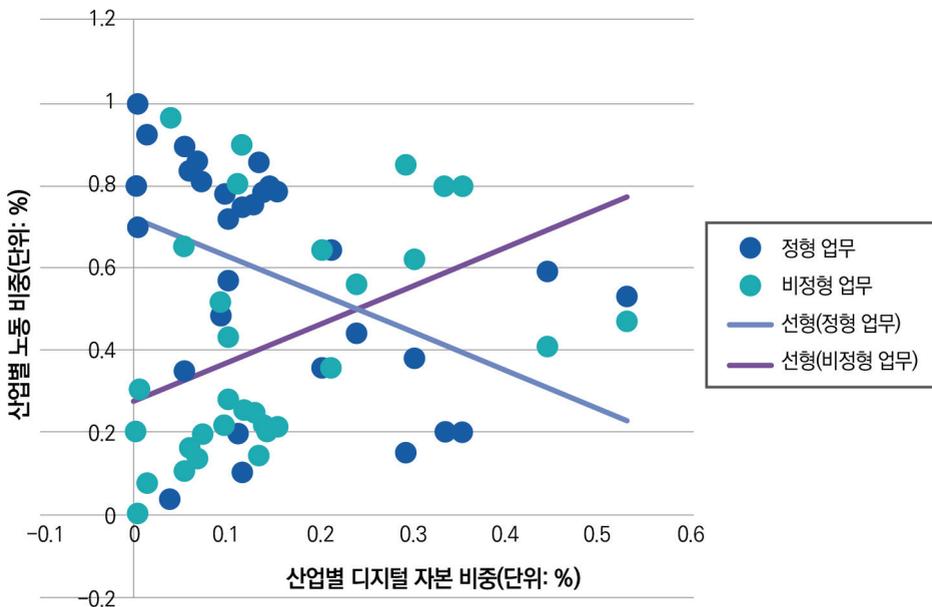
(좌축 단위: %; 우축 단위: %포인트)



그 예로 <그림 3-8>에서 제시된 바와 같이, 디지털전환이 전개되는 경우로 가정한 SCN1에서 부가가치 내 고숙련 노동 부문 비중은 BASE 대비 약 0.09%포인트 증가하는 것으로 나타난다. 이에 반해, 디지털전환이 더욱 진전된 경우인 SCN2에서는 해당 수치가 BASE 대비 약 0.22%포인트 증가하는 것으로 나타난다. 하지만 반복적이고 절차적인 업무(매뉴얼 기반 업무)를 주로 수행하는 중숙련 노동의 경우,

상대적 수요가 가장 낮은 수준으로 유발될 수 있음을 확인할 수 있다. 이 같은 추세는 디지털전환 자본에 대한 투자 지출수준이 증가한 SCN2에서 더욱 뚜렷하게 나타남을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로, 디지털전환 전개(SCN1)로부터 디지털전환 가속화(SCN2) 시나리오로 갈수록 유발되는 부가가치 증대는 고숙련 노동 및 디지털 자본 투입에 따른 소득 형성이 주도할 것임을 이해할 수 있다.

〈그림 3-9〉 기준연도 산업별 부가가치 내 디지털 자본 비중<sup>14)</sup>(x축)  
대비 노동유형별 투입 비중<sup>15)</sup>(y축) 간 관계



해당 분석 결과들은 우리나라 경제사회 내 디지털전환 기반 성장이 고숙련 노동 및 디지털전환 자본에 대한 수요를 상대적으로 높은 수준으로 형성함으로써, 생산요소 간 차별적 수요를 형성할 수 있음을 시사한다. 특히, 디지털전환이 진전될수록 고용구조 및 노동시장에서 양극화 현상이 더욱 가속화될 수 있음을 이해할 수 있다. 세부적으로

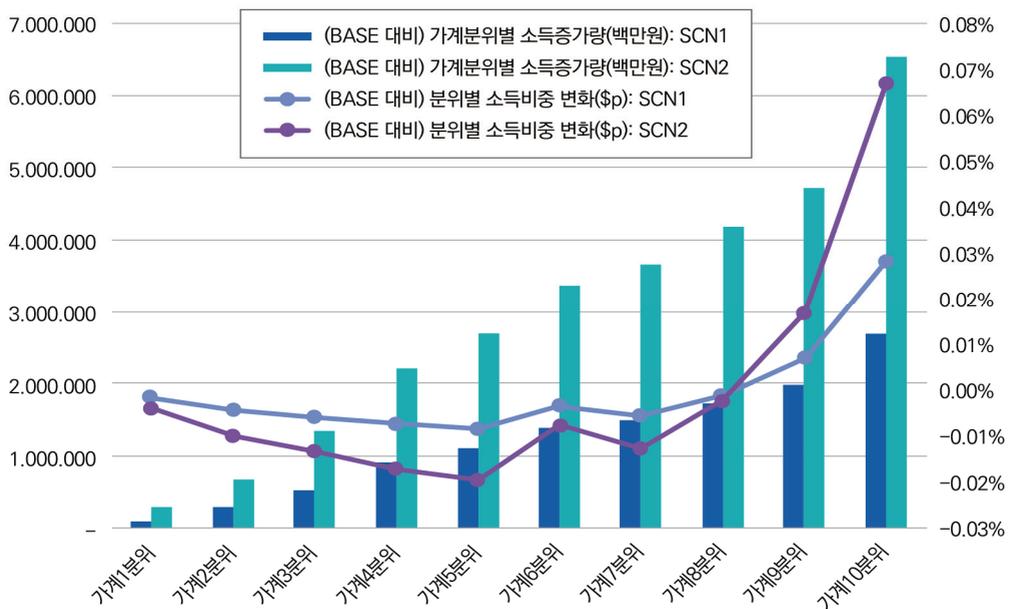
14) 산업별 총자본 부가가치 중 디지털전환 HW 및 SW 자본 투입에 따른 부가가치 비중으로 계산하였다.

15) 산업별 총노동 부가가치 중 노동유형(정형 업무: 정형적 업무 기반 직종(중숙련 노동); 비정형 업무: 비정형적 인지 업무 기반 직종(고숙련 노동) 및 비정형적 육체 업무 기반 직종(저숙련 노동))별 부가가치 비중으로 계산하였다.

살펴보면, 우리나라 경제체제 내 디지털전환 자본과 비정형 업무 기반 직종 간 상호 보완성은 산업 내 디지털 자본의 집약도가 높을수록 더욱 강하게 나타남을 확인할 수 있다(〈그림 3-9〉 참고). 이에 반해, 디지털전환 자본 집약도와 정형적 업무 기반 직종인 중숙련 노동 비중 간 관계는 음(-)의 관계를 형성하고 있음을 이해할 수 있다. 이를 바탕으로, 향후 우리나라 경제체제 내 디지털전환 기반 기술발전이 반복업무 편향적 기술진보를 더욱 추동할 가능성이 있음을 확인할 수 있다. 즉, 디지털전환 기술과 보완관계를 형성하는 비정형 업무가 저숙련 및 고숙련 근로자들에게 집중되어 있어, 중간 수준 숙련도를 보유한 근로자들의 일자리 및 경제적 이윤 배분 기회가 상대적으로 박탈될 가능성이 점차 확대될 수 있음을 추론할 수 있다.

〈그림 3-10〉 디지털전환 시나리오별 BASE 대비 가계소득 및 분위별 소득비중 변화

(좌축 단위: 백만원; 우축 단위: %포인트)

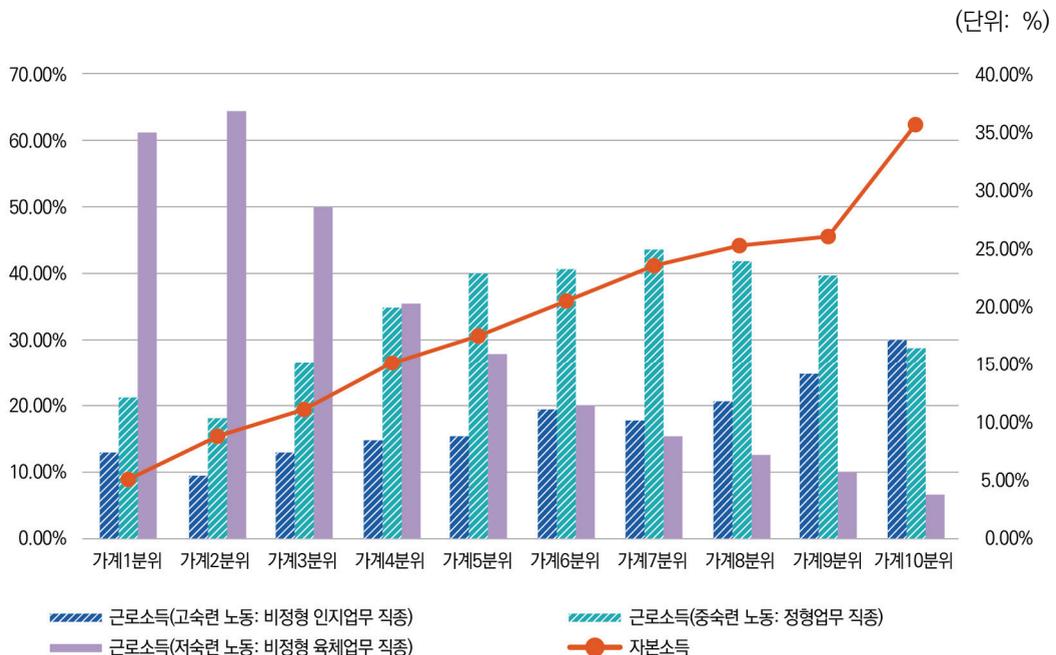


이 같은 디지털전환에 따른 노동시장(고용구조) 영향은 경제체제 내 가계소득 분포에도 영향을 미치게 된다. 그에 따라, 소득분위별 가구소득 증대 효과를 분석함으로써, 디지털전환 진전도에 따른 향후 우리나라 경제사회 내 가계소득 증대

효과 및 소득분배 효과를 전망하고자 한다. <그림 3-10>에서 확인할 수 있듯이, 디지털 뉴딜 부문에 대한 투자를 바탕으로 디지털전환이 가속화될수록, 경제체제 내 가계 총소득에서 저소득 및 중간 소득분위 가구들의 비중 감소가 나타나는 반면, 고소득 가구들의 소득 증가 및 전체 가계소득 내 비중이 상대적으로 더욱 증가할 것을 전망할 수 있다. 해당 결과치는 디지털전환 진전이 확대됨에 따라 부가가치 계정 내 소득 증대 효과가 가장 크게 나타나는 계정이 디지털전환(HW 및 SW) 자본 및 고숙련 노동인데, 해당 생산요소에서 소득을 형성하는 가구가 고소득 가계분위에 집중되기 때문으로 해석이 가능하다.

<그림 3-11>에서 제시된 바와 같이, (기준연도 2018년 기준) 우리 경제사회 내에서 고소득 가구일수록 자본소득 및 고숙련 노동투입에 따른 근로소득 형성 부문이 총소득에서 차지하는 비중이 높음을 이해할 수 있다. 그에 반해, 저소득 및 중소득 가구의 경우에는 정형화된 업무를 주로 수행하는 직종(중숙련 노동) 및 저숙련 노동투입에 따른 근로소득 형성 비중이 상대적으로 높음을 이해할 수 있다.

<그림 3-11> 기준연도 가계분위별 소득 형성 구조



더 나아가, 시나리오별 가계소득 분포 및 분배 효과를 정량화하기 위해 지니계수 및 십분위분배율을 계산함으로써 디지털전환이 진전될수록 어떠한 변화가 초래되는지 살펴보았다. 분석 결과, 아래 [표 3-13]에 제시된 바와 같이 우리나라 경제사회 내 디지털전환이 더욱 확대될수록 지니계수가 증대(SCN1: 0.36664; SCN2: 0.36712) 및 십분위분배율이 감소(SCN1: 0.49562; SCN2: 0.49421) 할 것으로 전망된다. 이를 바탕으로, 디지털전환이 우리나라 경제사회에서 확대될수록 향후 디지털전환 기반 산업들의 성장을 바탕으로 한 경제성장 효과를 도모할 수 있지만, 소득분포 측면에서는 소득 불평등 추세가 강화될 수 있음을 전망할 수 있다. 이는 디지털전환 가속화에 따라, 디지털전환 자본재를 보유한 경제 주체와 비정형 업무를 수행하는 고숙련 근로자들에게 배분되는 경제적 이윤을 더욱 확대시키기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

[표 3-13] 디지털전환 시나리오별 가계소득분배 효과<sup>16)</sup>

|        | BASE<br>(정책 충격이 없는 경우) | 디지털전환 전개<br>시나리오<br>(SCN1) | 디지털전환 가속화<br>시나리오<br>(SCN2) |
|--------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 지니계수   | 0.36629                | 0.36664                    | 0.36712                     |
| 십분위분배율 | 0.49666                | 0.49562                    | 0.49421                     |

16) 지니계수가 0일 경우 완전균등분배로서 소득 불평등이 존재하지 않는 경우를 의미하며, 1일 경우에는 완전불균등분배를 의미한다. 또한, 십분위분배율은 상위 20% 소득에 대한 하위 40% 계층의 소득비율을 계산한 지수로서, 해당 지수의 값이 클수록 소득분배가 개선됨을 의미한다.

### 제3절 소결 및 시사점

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

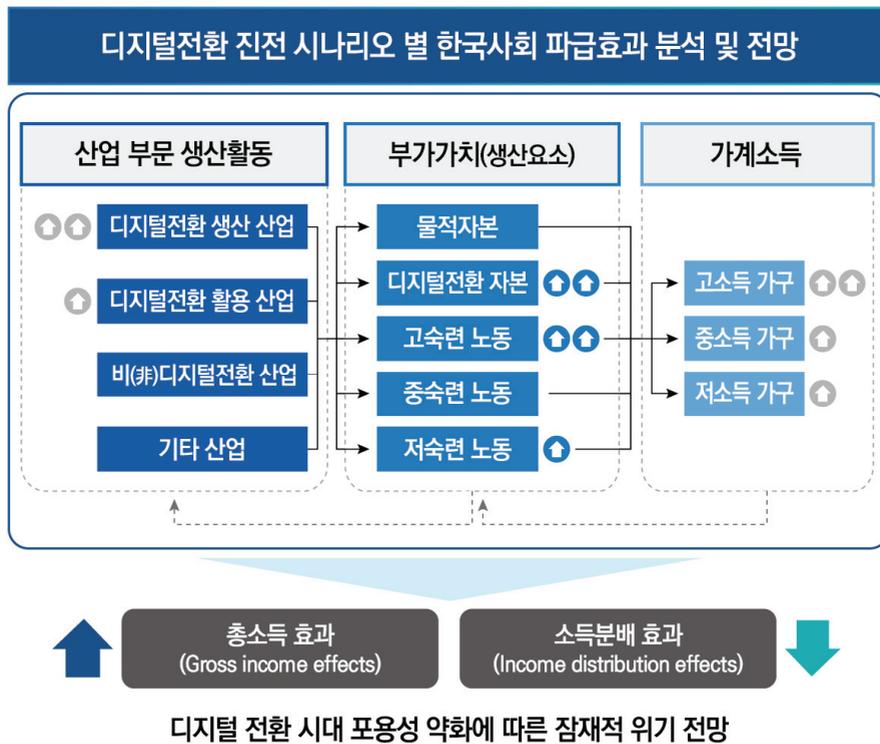
이상 본 연구에서는 산업연관표, 국민계정통계, 국세통계연보, 연구개발활동조사보고서, 지역별 고용조사, 가계동향조사 등 통계자료를 일관적으로 연계한, 사회회계행렬 자료체계를 구축하여 디지털전환이 우리나라 경제사회시스템에 미치는 영향을 전망 및 분석 하고자 하였다. 구체적으로 SAM 승수효과 분석을 바탕으로 디지털 뉴딜 투자에 따른 디지털전환이 촉진할 생산유발, 소득유발 효과와 소득분배 효과를 실증적으로 파악하고자 하였다. 이를 바탕으로, 한국 경제사회시스템 내 디지털전환의 진전에 따른 생산활동 및 부가가치 증대 효과를 통한 노동시장(고용구조) 및 가계소득 분포에 미치는 영향 등을 실증적으로 분석하고자 하였다. 이를 통해, 디지털전환이 초래할 경제사회 내 변화의 본질을 파악하고자 시도하였다. 본 연구는 우리나라의 특수한 경제구조 및 제도 부문 간 연관관계를 고려하여, 디지털전환에 따른 파급효과를 다각도로 전망하고자 하였다는 점에서 학술적, 정책적 의의가 있다.

분석 결과, 디지털전환 가속화가 진전됨에 따라 경제체제 내 규모증대 및 경제성장 효과가 더욱 크게 나타날 것을 전망할 수 있었다. 특히, 디지털전환을 견인하기 위한 정부 투자 확대는 산업연관관계를 바탕으로 디지털 자본 집약적 산업 부문 중심으로의 산업구조 변화를 촉진함으로써 미래 한국 경제사회의 성장을 견인할 수 있을 것을 확인하였다. 그리고 부가가치 형성 측면에서 보았을 때, 디지털전환 기반 성장은 한국 경제사회에서 고숙련 노동 및 디지털전환 자본에 대한 수요를 상대적으로 높은 수준으로 형성함으로써, 생산요소 간 차별적 수요를 형성할 수 있음을 확인할 수 있었다.

특히, 디지털전환 기술과 보완관계를 형성하는 비정형 업무가 저숙련 및 고숙련 근로자들에 집중되어 있어, 중간 수준 숙련도를 보유한 근로자들의 일자리(절차적이고 반복적 업무를 수행하는 정형적 업무 기반 직종) 및 경제적 이윤 배분 기회가 상대적으로 박탈될 가능성이 확대될 수 있음을 추론할 수 있었다. 이는 향후 우리나라

경제사회시스템 내에서 디지털전환이 진전될수록 고용구조 및 노동시장에서 양극화 현상이 더욱 가속화될 수 있음을 시사한다. 더불어, 가계소득 형성 및 분배 측면에서 바라보았을 때, 디지털전환은 소득 불평등 추세를 악화시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 디지털전환 가속화에 따라, 디지털전환 자본재를 보유한 경제 주체와 비정형 업무를 수행하는 고숙련 근로자들에게 배분되는 경제적 이윤을 더욱 확대하기 때문으로 해석할 수 있었다.

〈그림 3-12〉 디지털전환 따른 파급효과 정태분석 주요 시사점 정리



이상 본 연구에서는 우리나라 산업구조, 산업 간 연관관계 및 제도 부문 간 관계를 고려한 시스템적 관점에서, 디지털전환에 따른 우리나라 경제사회 내 파급효과를 정태적으로 분석할 수 있었다. 이를 바탕으로, 디지털전환이 우리나라 경제사회에서 확대될수록 향후 디지털전환 기반 산업들의 성장을 바탕으로 한 경제성장 효과를

도모할 수 있지만, 소득분포 측면에서는 소득 불평등 추세가 강화될 수 있음을 전망할 수 있었다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. SAM 승수효과 분석 시, 경제 주체들의 행태를 선형으로 가정함으로써 비선형인 현실경제를 제대로 반영한다고 볼 수 없으며, 동적인 과정을 통한 경제체제 내 경제 주체들의 내생적 비선형적 행동 변화 등을 포착하지 못한다는 단점이 있다. 그에 따라, 다음 장에서는 SAM 승수효과 분석의 한계를 극복하고자 CGE 모형을 활용함으로써, 디지털전환에 따른 미래 한국 경제사회시스템의 파급효과를 동태적인 관점으로 살펴보고자 한다. 특히, 우리나라 경제체제에 특화된 CGE 모형 기반 정책 실험분석을 통해, 디지털전환 시대에 전개될 다양한 시나리오에 따른 미래 경제사회 변화 양상을 정량적으로 분석하고자 한다. 또한, 시나리오별 기술변화의 편향성에 따른 역기능을 해소하기 위한 정책대안을 제안하고, 정책효과를 분석함으로써 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책과제를 도출하고자 한다.

## 제4장

### 디지털전환 시나리오별 경제사회 파급효과 분석

---

제1절 디지털전환 특화 연산일반균형 모형 구축

제2절 디지털전환 시나리오 설계 및 구성

제3절 디지털전환 시나리오별 파급효과 분석



## 제 1 절

# 디지털전환 특화 연산일반균형 모형 구축

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

본 절에서는 동태적인 관점으로 디지털전환 시대에 다양하게 전개될 미래 시나리오별 중장기 파급효과를 산출하기 위해 활용한 CGE 모형의 주요 구성에 대한 설명을 제시하고자 한다. CGE 모형은 미래환경 변화 및 정책대안의 사전적 효과를 정량화하는데 적합한 방법론으로 역할을 한다(Yeo and Lee, 2020). CGE 모형은 균형 상태에 있는 경제는 외생적 충격이 발생하지 않는 한 현재의 경제 상태가 유지되며, 외생적 충격이 발생하더라도 곧 새로운 균형점으로 수렴한다는 접근에 기반한다. 이러한 원리를 이용하여, 경제체제에 의도적인 변화(예, 정책적 충격 및 외생적 환경변수 변화 등)가 가해진 경우, 새로운 균형점에서의 경제 상황을 들여다볼 수가 있게 된다. 이에 경제체제 내 산업 부문의 생산활동, 소비자 선호관계, 생산요소 시장, 제도 부문의 행동 양식 등을 묘사한 모형에서 분석 대상 정책변수나 환경변수가 외생적인 항목으로 고려되어 있다면, 해당 변수값의 변동에 따른 새로운 균형해 계산이 가능하게 된다. 이를 초기 균형점과 비교함으로써 정책변화 및 미래환경 변화에 따른 파급효과를 파악할 수 있다. 일관된 경제 이론 및 가정을 토대로, 특정 지역, 국가 혹은 국가 간 이루어지는 경제적 행위를 논리적으로 모형화하고 부문별 내생 변수들의 연관관계를 고려할 수 있다는 특징이 있다. 이에 외생 변수 변화에 따른 파급효과를 정량적으로 제시할 수 있다는 측면에서, CGE 모형은 사전적으로, 정책대안 도입 및 미래환경 변화에 따른 중장기적 파급효과를 분석할 수 있는 방법론으로서 장점이 있다.

하지만 지금까지 디지털전환 등을 포함한 기술변화와 관련한 정책효과를 분석하기 위한 CGE 모형 수립 및 활용 사례는 지지부진한 상황이다. 이 같은 방법론적 시도의 부재는 기술변화에 따른 국가 경제체제 내 중장기적 영향을 정량적으로 파악하고, 미래환경 변화에 대응하기 위한 혁신 및 산업정책의 효과를 사전적으로 분석하는 데 한계로 이어졌다. 특히, '디지털전환'이라는 기술변화가 향후 우리나라 경제사회시스템 내 다양한 부문에 큰 파급효과를 형성할 것임에도 불구하고, 디지털전환 중심 기술진보가 경제체제 내 어떠한 파급효과를 형성할지에 대한 심화된 분석 연구는 찾아보기 힘든

상황이다(신기윤·여영준·이정동, 2020). 이에 본 연구에서는 동태적이고 종합적인 관점에서, 디지털전환 중심 기술변화의 다양한 양상에 따른 우리나라 경제사회시스템 내 파급효과 분석을 위해 CGE 모형을 수립하고 활용하고자 시도하였다.

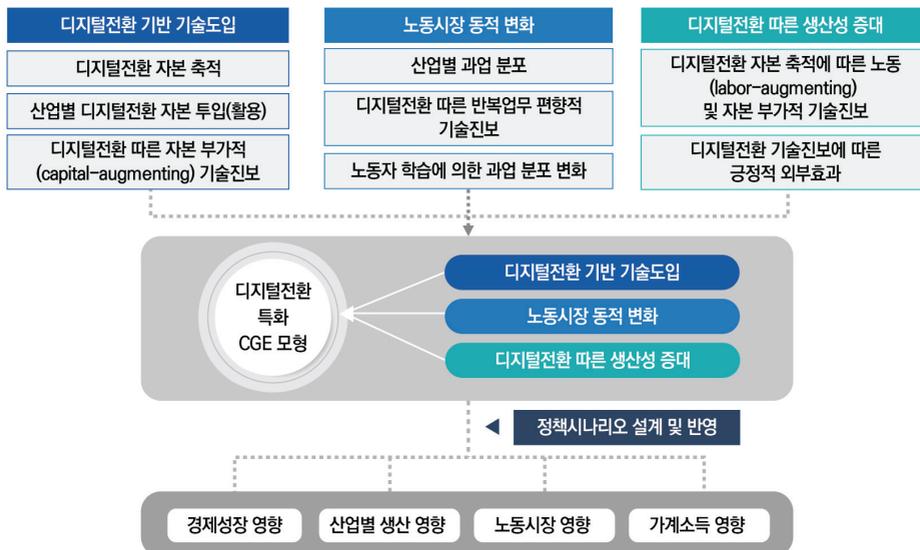
앞선 장에서 살펴본 과정을 통해 기준연도 2018년도 디지털전환 특화 사회회계행렬이 작성되면, 해당 자료체계 내 제시된 정보를 바탕으로 하여 CGE 모형 내 방정식 체계를 설정할 필요가 있다. 일반적으로, 모형을 구성하는 산업 부문 생산함수와 제도 부문 효용함수는 잘 알려진 CES(Constant Elasticity of Substitution) 함수나 LES(Linear Expenditure System) 함수 등을 이용하게 된다. 이에 산업, 가계 및 정부의 경제활동을 각각 방정식으로 기술하여 가계와 기업은 각각 효용 극대화 및 이윤 극대화를 추구하며, 정부 또한 효용 극대화를 추구하는 것으로 가정하면, 부문별 일련의 방정식을 구성할 수 있다. 또한, CGE 모형을 설계하는 데 있어, 부문별 작성한 세부 모듈을 연결하려면 추가로 방정식이 필요하다. 우선, 수요와 공급이 일치한다는 시장 청산(market clearing) 조건을 방정식으로 나타낼 수 있다. 수요 공급 일치에는 생산량뿐 아니라 요소투입도 포함한다. 더불어, 방정식에 저축과 투자 요소가 들어갔을 때, 총저축과 총투자가 같아야 한다는 거시 마감에 대한 처리가 요구된다. 이때는 저축과 투자 중 어느 한쪽을 외생화함으로써 균형 상태를 기술하게 된다.

여기에 기타 제약 조건들을 추가하면 전체 방정식 체계가 완성된다. 이같이 방정식 체계를 결정한 뒤에는 프로그램 코드의 작성이 필요한데, 부문별 세부 모듈을 구성하는 방정식은 많게는 수십 개에 이르며, 각 모듈을 연결하는 방정식을 포함하면 수백 개 단위의 방정식들을 얻게 된다. 이렇게 복잡한 연립 방정식을 직접 풀기는 어렵기 때문에, 따라서 CGE 연구에서는 컴퓨터를 이용하여 연립 방정식의 해를 구하게 된다. CGE 모형의 해를 구하는 데 사용할 수 있는 편리한 소프트웨어 패키지로는 GAMS(General Algebraic Modeling System)와 GEMPACK(General Equilibrium Modeling Package)이 대표적이다. 이 외에도 GAUSS나 MATLAB 등이 사용되는데, 본 연구에서는 결과물의 범용성을 높이기 위해 가장 일반적으로 사용되는 GAMS를 통해 모형체계의 최적해를 구하고자 하였다.

CGE 모형 활용의 장점은 여러 시장으로 구성된 거시경제를 대상으로 특정 경제 정책이 미치는 파급효과를 포괄적으로 분석할 수 있다는 점에 있다. 물론 이때 어떤

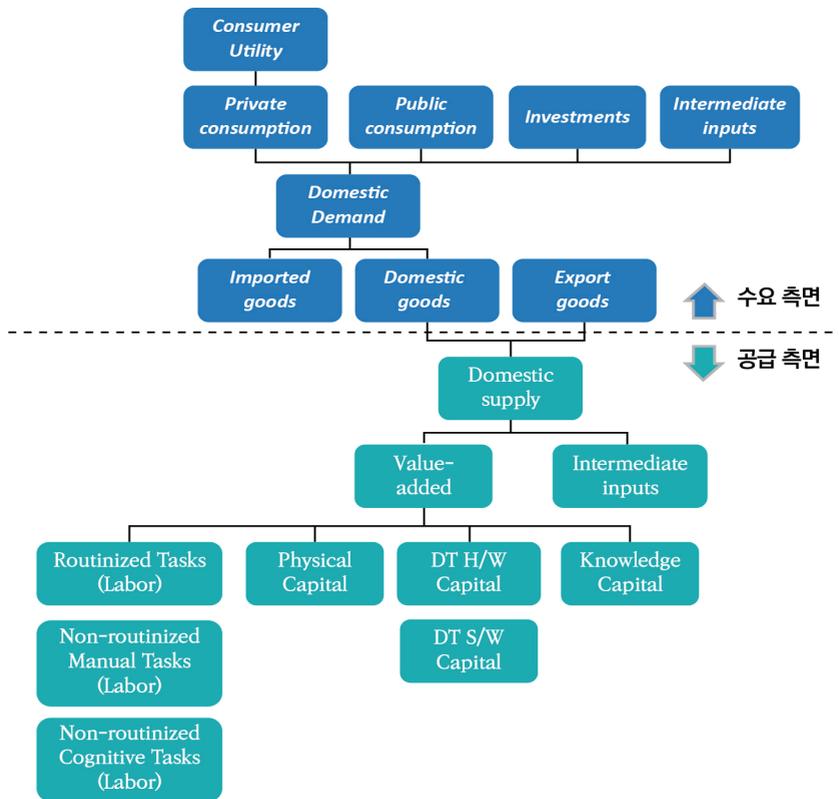
정책을 분석의 목적으로 하느냐에 따라 경제의 모형화는 매우 가변적이다. 본 연구에서 설계한 디지털전환 특화 CGE 모형의 주요 특성은 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째는 생산요소 부문에 디지털전환 HW 및 SW 자본을 추가적으로 고려하였다는 점과 디지털전환 자산에 대한 투자가 포함되어, 디지털전환 자산의 축적과정을 내생화시켰다는 점이다. 두 번째는, 디지털전환 자산 축적에 따라 유발되는 기술진보로 인한 산업 부문의 생산성 증대 효과를 내재화하여 모형 내 반영하였다는 점이다. 이는 긍정적 외부효과를 발휘하는 디지털전환 기반 기술진보의 본원적 속성과 관련이 깊다. 세 번째는, 반복업무 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보로 일컬어지는 디지털전환 기술진보의 내재적 속성을 생산함수 내 반영하여, 디지털전환 기반 기술진보에 따른 생산현장 내 영향 분석상 현실 적합성을 증대하고자 시도하였다는 점이다. 네 번째는, 경제체제 내 노동자들의 숙련도 향상 과정을 내생화하여 디지털전환 시대 노동자들의 학습활동을 묘사하고자 시도하였다는 점이다. 다섯 번째 특성은 경제체제 내 노동을 수행하는 업무 기준으로 구분하고, 소득수준에 따라 가계를 10개 분위로 분류함으로써, 디지털전환 시대 환경 변화와 관련한 시나리오별 파급효과를 분배 측면에서도 분석할 수 있도록 설계하였다는 점이다.

〈그림 4-1〉 본 연구 내 구축 및 활용 CGE 모형의 주요 특성



이처럼 본 연구 내 구축 및 활용을 한 CGE 모형의 주요 특성은 <그림 4-1>과 같이 정리할 수 있다. <그림 4-1>에서 제시된 바와 같이, 본 연구에서 구축한 디지털전환 특화 CGE 모형의 경우, 디지털전환 기반 기술도입, 노동시장의 동적 변화 및 디지털전환에 따른 생산성 증대 효과를 모형 내 명시적으로 반영하였다는 점이 주요 특징이라고 볼 수 있다. 이와 같은 특성을 반영한 CGE 모형을 바탕으로, 본 연구에서는 디지털전환 기술변화와 정책대안의 파급효과를 거시경제적 관점에서 이해하고자 한다.

<그림 4-2> 수요 및 공급 측면으로 바라본 CGE 모형 구조



그리고 위에서 언급한 주요 특성들이 반영된, 본 연구에서 개발한 지식기반 CGE 모형의 기본 구성 및 주요 부문별 관계(경제적 거래관계)는 <그림 4-2>와 같이 표현할 수 있다. <그림 4-2>에 제시된 바와 같이, 본 연구에서 설계한 모형은 수요 부문과 공급 부문으로 구분하여 이해할 수 있다. 공급 부문을 살펴보면 국내 재화(domestic

supply)의 경우, 부가가치 복합재(value-added)와 중간재(intermediate inputs)를 상호 복합하여 생산하게 된다. 그리고 부가가치 복합재는 정형적 업무(routine tasks)를 수행하는 직종의 노동자, 비정형적 매뉴얼 기반 업무(non-routine manual tasks)를 수행하는 직종의 노동자, 비정형적 인지적 업무(non-routine cognitive tasks)를 수행하는 직종의 노동자, 물적자본, 디지털전환 HW 자본(DT H/W), 디지털전환 SW 자본(DT S/W) 및 지식자본(R&D 자본)이 단계별로 복합되어 생산되는 구조이다. 한편, 수요 측면에서 모형의 주요 구성을 살펴보면 생산된 국내 재화는 해외에 수출(export goods)되거나, 국내 수요(domestic demand)를 형성하게 된다. 여기에서 국내 수요는 가계 및 정부를 포함한 제도 부문의 최종소비지출과 투자 및 중간재 부문에 배분되어 소비된다. 이같이 구성한 CGE 모형의 주요 구조를 바탕으로, 경제체제 내 생산 부문(산업), 가계, 정부 및 기업 등 제도 부문의 행동 양식을 묘사하고자 하였다. 그리고 개별 부문이 생산요소 시장 및 재화 시장 등과 상호작용하는 방식을 관계 방정식으로 구체화함으로써 CGE 모형의 구성을 체계화하고자 시도하였다.

우선, 본 연구에서는 설계한 CGE 모형 내 31개 산업([표 3-2] 참고)을 고려하여 묘사하였다. 개별 산업은 완전경쟁시장 상황에서 하나의 재화를 생산하며, 이윤 극대화를 하는 주체임을 가정하였다. 개별 산업은 재화 및 서비스를 생산하기 위해 부품이나 원료로 사용하는 중간재를 필요로 하게 된다. 그리고 노동 및 자본과 같은 본원적 생산요소를 투입하여, 타 산업에서 획득한 중간재와 복합하여 최종재화를 생산하게 된다. 이에 본 연구에서는  $i$  산업의 최종재화  $Z_i$ 는 부가가치 복합재  $VA_i$ 와 타 산업에서의 중간재 복합재화  $XIM_i$ 를 복합하여 생산됨을 가정하였다(식 (4.1) 참고). 여기에서 중간재  $XIM_i$ 는  $i$  산업에 중간재로 활용되는 타 산업에서 생산된 중간재화들이 레온티에프(Leontief) 방식으로 복합된 재화를 의미한다. 그리고 식 (4.1)에서  $\gamma^z$ 는 개별 산업의 생산함수상 효율성을 나타내는 규모 모수를 의미하며,  $\theta^z$ 는 생산함수 내 중간재 복합재화의 상대적 비중을 나타내는 모수이다. 또한, 생산함수 내  $\rho^x$ 는 대체 탄력성( $\sigma^x = 1/(1 + \rho^x)$ ) 관련 모수임을 이해할 수 있다.

그리고 부가가치 복합재화  $VA_i$ 는 다단계의 중첩된 CES 함수를 거쳐 생산됨을 가정하였다(<그림 4-3> 참고). 우선, 부가가치 복합재화  $VA_i$ 의 다단계 복합단계 내 첫 번째 단계에서는 디지털전환 HW 자본( $DTHW_i$ )과 SW 자본( $DTSW_i$ )이 복합된

디지털전환 자본 복합재화( $DTCAP_i$ )가 생산된다. 여기에서 디지털전환 HW 자본과 SW 자본의 복합단계에서는 코브-더글러스(Cobb-Douglas) 형태로 복합되어 생산됨을 가정하였다. 그리고 디지털전환 HW 자본의 경우에는 산업별 IT 자본과 CT 자본이 CES 함수 형태로 복합되어 생산됨을 가정하고, 해당 복합단계 내 대체 탄력성 수치는 심동녕 외(2019) 연구에서 활용한 수치를 차용하였다. 그리고 첫 번째 단계에서 생산된 디지털전환 자본 복합재화  $DTCAP_i$ 는 상위 단계에서 물적자본  $K_i$ 과 CES 함수 형태로 복합되어 지능형 자본 복합재화인  $KC_i$ 를 생산하게 됨을 반영하였다.

이와 같은 접근은 선행연구의 주요 접근에 바탕을 둔 것인데, 그 예로 Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구의 경우 전통적인 물적자본과 구별된 로봇 자본(robot capital)을 명시적으로 고려하고, 물적자본과 전통적 물적자본이 상호 복합되어 최종재화가 생산되는 생산포섭구조를 제안한 바 있다. 또한, Sachs and Kotlikoff(2012) 연구 역시, 물적자본에 지능형 기술이 탑재된 ‘스마트 머신’ 개념을 도입하여, 해당 자본과 경제체제 내 노동이 복합되어 최종재화가 생산되는 생산구조를 제안한 바 있다. 이에 본 연구에서도 Berg, Buffie, and Zanna(2018) 및 Sachs and Kotlikoff(2012) 연구의 접근을 참고하고, 디지털전환 중심 기술진보가 자본 편향적 기술진보를 촉진할 수 있음에 주목하였다. 이에 디지털전환 자본 복합재화  $DTCAP_i$ 가 전통적인 물적자본인  $CAP_i$ 와 CES 함수 형태로 복합되어 지능형 자본 복합재화인  $KC_i$ 를 생산하게 됨을 가정하였다(식 (4.3) 참고). 그에 따라, Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구를 참고하여  $DTCAP_i$ 와  $K_i$ 는 생산함수 내 상호 보완적인 관계로 가정하였다( $\sigma_{KC} = 0.5$ ).

그리고 이와 같은 과정을 통해 생산된 지능형 자본 복합재화인  $KC_i$ 는 상위 단계에서 정형적 업무 기반 직종에 종사하는 노동( $RL_i$ )과 CES 함수 형태로 복합되어 가상의 복합재화  $KCR_i$ 를 생산함을 가정하였다(식 (4.4) 참고). 그리고  $KCR_i$  복합재화는 상위 단계에서 비정형적 매뉴얼 기반 직종에 종사하는 노동  $NRM_i$ 와 CES 함수 형태로 복합되어 가상의 복합재화  $KCRM_i$ 를 생산함을 반영하였다(식 (4.5) 참고). 그리고 이와 같은 과정에서 생산된 산업별  $KCRM_i$ 는 비정형적 인지적 업무 기반 직종에 종사하는 노동  $NRC_i$ 와 복합됨으로써 가상의  $KCRM_i$  재화를 생산하고(식 (4.6) 참고), 해당  $KCRM_i$ 는 R&D 자본( $R_i$ )과 함께 복합됨으로써 부가가치 복합재화  $VA_i$ 를 최종 생산함을 가정하였다(식 (4.7) 참고).

이상 언급한 개별 산업별 생산함수 내 최종재화 생산을 위한 주요 복합단계는 <그림 4-3>에서도 확인할 수 있다. 산업별 생산함수 내 복합단계에서의 대체 탄력성 수치는 기본적으로 Hwang et al.(2020) 및 심동녕 외(2019) 연구 내 수치를 차용하였다. 하지만 본 연구에서는 선행연구들과 다르게, 디지털전환 기반 기술변화의 편향성을 생산함수 내 내재화하고자 시도하였다. 이에 디지털전환 자본 복합재화  $DTCAP_i$ 와 전통적인 물적자본  $K_i$ 와 복합된 지능형 자본 복합재화인  $KC_i$ 와  $RL_i$ (정형적 업무 기반 직종에 종사하는 노동),  $NRM_i$ (비정형적 매뉴얼 기반 직종에 종사하는 노동), 그리고  $NRC_i$ (비정형적 인지적 업무 기반 직종에 종사하는 노동) 간 복합단계에서 대체 탄력성을 차별적으로 적용하여 모형 내 반영하였다.

$$Z_{i,t} = \gamma_i^Z \left( \theta_i^{XIM_i} XIM_{i,t}^{-\rho_i^Z} + (1 - \theta_i^{XIM_i}) VA_{i,t}^{-\rho_i^Z} \right)^{-1/\rho_i^Z} \quad \dots \text{식(4.1)}$$

$$DTCAP_{i,t} = \gamma_i^{DTCAP} \left( \theta_i^{DTHW} DTHW_{i,t}^{-\rho_i^{DTCAP}} + (1 - \theta_i^{DTHW}) DTSW_{i,t}^{-\rho_i^{DTCAP}} \right)^{-1/\rho_i^{DTCAP}} \quad \dots \text{식(4.2)}$$

$$KC_{i,t} = \gamma_i^{KC} \left( \theta_i^{DTCAP} DTCAP_{i,t}^{-\rho_i^{KC}} + (1 - \theta_i^{DTCAP}) CAP_{i,t}^{-\rho_i^{KC}} \right)^{-1/\rho_i^{KC}} \quad \dots \text{식(4.3)}$$

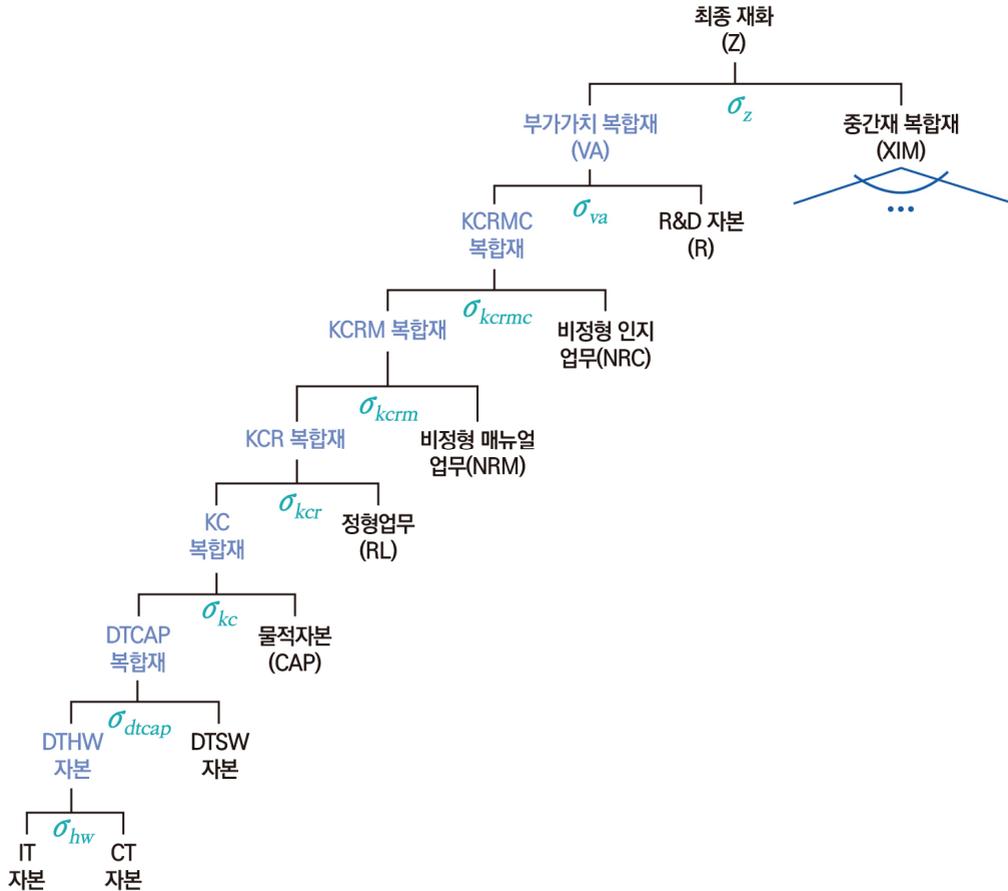
$$KCR_{i,t} = \gamma_i^{KCR} \left( \theta_i^{KC} KC_{i,t}^{-\rho_i^{KCR}} + (1 - \theta_i^{KC}) RL_{i,t}^{-\rho_i^{KCR}} \right)^{-1/\rho_i^{KCR}} \quad \dots \text{식(4.4)}$$

$$KCRM_{i,t} = \gamma_i^{KCRM} \left( \theta_i^{KCR} KCR_{i,t}^{-\rho_i^{KCRM}} + (1 - \theta_i^{KCR}) NRM_{i,t}^{-\rho_i^{KCRM}} \right)^{-1/\rho_i^{KCRM}} \quad \dots \text{식(4.5)}$$

$$KCRMC_{i,t} = \gamma_i^{KCRMC} \left( \theta_i^{KCRM} KCRM_{i,t}^{-\rho_i^{KCRMC}} + (1 - \theta_i^{KCRM}) NRC_{i,t}^{-\rho_i^{KCRMC}} \right)^{-1/\rho_i^{KCRMC}} \quad \dots \text{식(4.6)}$$

$$VA_{i,t} = \gamma_i^{VA} \left( \theta_i^{KCRMC} KCRMC_{i,t}^{-\rho_i^{VA}} + (1 - \theta_i^{KCRMC}) R_{i,t}^{-\rho_i^{VA}} \right)^{-1/\rho_i^{VA}} \quad \dots \text{식(4.7)}$$

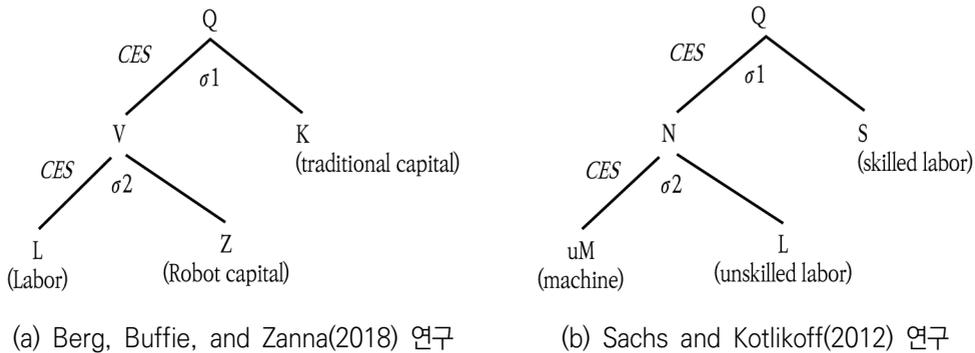
〈그림 4-3〉 모형 내 산업별 생산함수 구조



우선, 생산함수 내 지능형 자본 복합재화인  $KC_i$ 는 상위 단계에서 정형적 업무 기반 직종에 종사하는 노동( $RL_i$ )이 상호 복합되는 단계를 설정한 이유는 선행연구(Berg, Buffie, and Zanna, 2018; Jung et al., 2017; DeCanio, 2016; Michaels, Natraj, and Van Reenen, 2014; Sachs and Kotlikoff, 2012)에서 규명한 지능형 기술 적용 자본재의 생산현장 침투 확대에 따른 반복업무 수행 노동자들의 대체현상을 반영하기 위함이다. 또한, 앞선 제3장의 SAM 승수효과 분석을 통해 디지털전환 자본에 대한 투자가 증대하는 경우, 반복적이고 절차적 업무를 수행하는 직종이 가장 낮은 수준의 부가가치 증대 효과가 발생함을 확인할 수 있었다. 이에 선행연구 고찰 내용과 앞서 살펴본 정태분석의 주요 결과를 바탕으로 하여, 본 연구에서는  $KC_i$ 와  $RL_i$ 가 상호

복합되는 관계로 생산함수 내 반영하였음을 밝힌다. 그리고 기본적으로 모형 내  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 복합단계에서 상호 간 대체 탄력성 수치는 Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구 내 파라미터 수치를 차용하여  $\sigma_{KCR}$  값을 2.5로 반영하였다.

〈그림 4-4〉 주요 국외 연구 내 생산함수 구조(예시)



〈표 4-1〉 모형 내 생산함수 내 대체 탄력성 가정

|           | $\sigma_i^{DTCAP}$ | $\sigma_i^{KC}$ | $\sigma_i^{KCR}$ | $\sigma_i^{KCRM}$ | $\sigma_i^{KCRMC}$ | $\sigma_i^{VA}$ |
|-----------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| 대체 탄력성 수치 | 1.00               | 0.50            | 2.50             | 0.97              | 0.23               | 0.90            |

그리고 이와 같은 복합단계를 거쳐 생산된  $KCR_i$  복합재화는 다음 단계에서 비정형적 매뉴얼 기반 직종에 종사하는 노동  $NRM_i$ 와 CES 함수 형태로 복합되어 가상의 복합재화  $KCRM_i$ 를 생산하게 된다. 또한, 산업별  $KCRM_i$ 는 비정형적 인지적 업무 기반 직종에 종사하는 노동  $NRC_i$ 와 복합됨으로써 가상의  $KCRMC_i$  재화를 생산함을 가정하였다. 비정형적 업무 기반 노동 중 인지적 업무 기반 노동  $NRC_i$ 와 매뉴얼 업무 기반 노동  $NRM_i$ 가 서로 다른 단계에서 복합단계를 가지는 이유는, 디지털전환 기반 기술변화 확대에 따라, 비정형적 업무 기반 노동 중 인지적 업무 기반 노동에 대한 상대적 수요가 더욱 크게 유발된다는 선행연구(Eden and Gaggale, 2018; Michaels, Natraj, and Van Reenen, 2014)와 앞서 살펴본 SAM 승수효과 분석 결과를

참고하였기 때문이다. 이에 본 연구에서는 Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구와 Sachs and Kotlikoff(2012) 연구를 참고해,  $\sigma_{KCRM} = 0.97$  및  $\sigma_{KCRMC} = 0.23$  값으로 반영하였다. 이에 본 연구에서 산업별 생산함수 묘사를 위해 반영한 대체 탄력성 수치는 [표 4-1]에서 확인할 수 있다.

이처럼 본 연구에서는 산업별 생산구조 내 대체 탄력성 수치의 차별적 반응을 통해, 디지털전환 자본 축적에 따른 반복업무 편향적, 자본 편향적 기술진보를 명시적으로 묘사하고자 하였다. 더불어, 본 연구에서는 경제체제 내 디지털전환 자본 축적에 따른 외부효과로서, 디지털전환 기술을 활용하는 산업 전반의 생산성 증대 효과를 모형 내 반영하고자 시도하였다. 이를 위해, Hwang et al.(2020) 및 심동녘 외(2019)의 주요 모형 구성을 참고하여, 디지털전환 자본 축적에 따른 외부효과 발생과정을 모형 내 묘사하고자 하였다. 디지털전환 자산을 포함한 경제체제 내 다양한 자본 축적에 따른 외부효과를 반영하기 위해, 본 연구에서는 아래 식 (4.8)과 같이 개별 산업의 생산성 증대 효과를 모형 내 반영하고자 하였다.

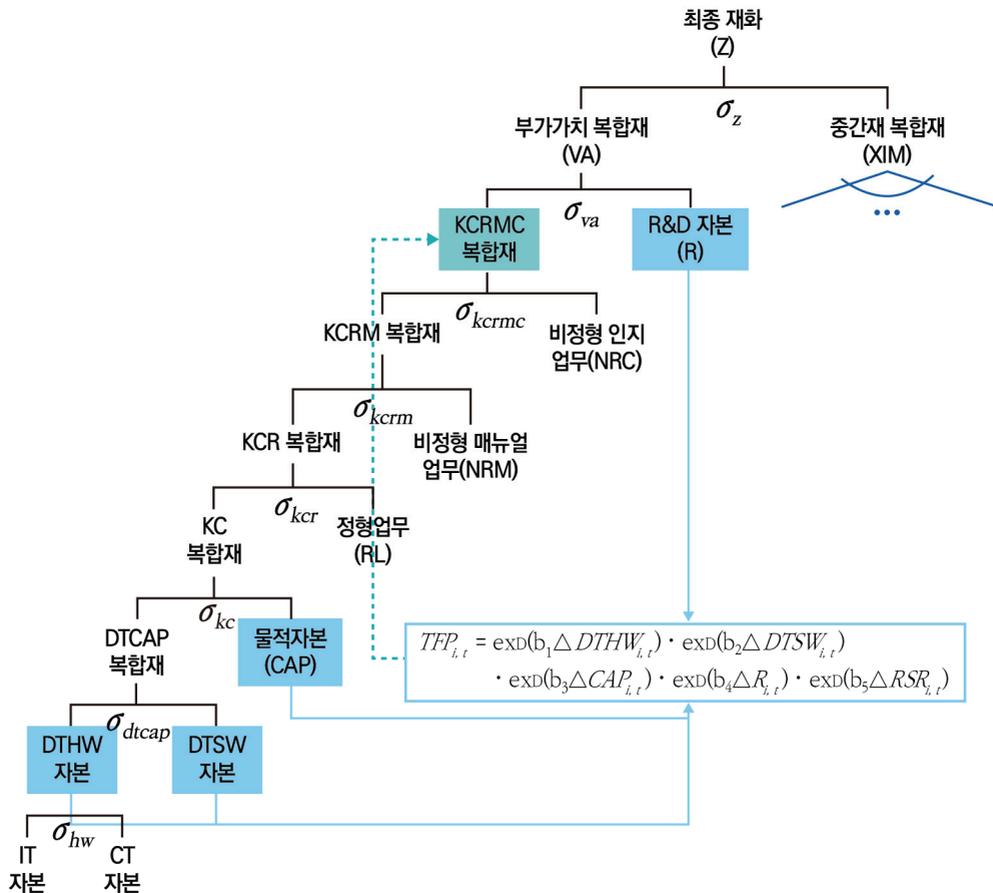
$$TFP_{i,t} = \exp(b_1 \Delta DTHW_{i,t}) \cdot \exp(b_2 \Delta DTSW_{i,t}) \cdot \exp(b_3 \Delta CAP_{i,t}) \cdot \exp(b_4 \Delta R_{i,t}) \cdot \exp(b_5 \Delta RSR_{i,t}) \quad \dots \text{식(4.8)}$$

$$KCRMC_{i,t} = TFP_{i,t} \cdot KCRMC_{i,t} \quad \dots \text{식(4.9)}$$

해당 (4.8) 식에서  $\Delta DTHW_{i,t}$ ,  $\Delta DTSW_{i,t}$ ,  $\Delta CAP_{i,t}$ ,  $\Delta R_{i,t}$ 은 각각 시점 t에서의 개별 산업의 총자본스톡 내 디지털전환 HW 자본, 디지털전환 SW 자본, 물적자본, R&D 자본 비중 변화를 의미한다. 그리고  $\Delta RSR_{i,t}$ 은 개별 산업의 총자본스톡 내 타 산업의 R&D 자본스톡 비중 변화를 의미한다. 또한,  $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ 는 각각 개별 산업의 생산성 증대에 대한  $\Delta DTHW_{i,t}$ ,  $\Delta DTSW_{i,t}$ ,  $\Delta CAP_{i,t}$ ,  $\Delta R_{i,t}$ 의 탄력성을 의미하는 파라미터이다. 이에 본 연구에서는 Hwang et al.(2020) 및 심동녘 외(2019) 내 파라미터 수치를 차용하여, 모형 내 반영하였다. 이를 바탕으로 하여 디지털전환 자본 축적에 따른 생산성 변화를 식 (4.9)와 같이 반영하였다. 즉, 식 (4.6)에 제시된  $KCRMC_i$  복합재화 생성 부분에서 생산성 증대 효과가 발현됨을 가정하여 반영하였다.

그리고 본 연구에서는 개별 산업의 자본스톡(디지털전환 HW 자본, SW 자본, 물적자본 및 R&D 자본)은 영구제고법을 통해 축적됨을 가정하였으며, 각 자본스톡의 감가상각률은 각각 WORLD KLEMS 데이터를 통해 계산한 수치를 반영하였다. 그에 따라 경제체제 내 물적자본, 디지털전환 HW 자본, 디지털전환 SW 자본 및 R&D 자본스톡은 아래 식 (4.10), 식 (4.11), 식 (4.12) 및 식 (4.13)을 바탕으로 축적됨을 모형 내 반영하였다.

〈그림 4-5〉 모형 내 산업별 생산함수 내 생산성 증대 효과



$$KS_t = (1 - \delta_{cap})KS_{t-1} + INVK_t \quad \dots \text{식(4.10)}$$

$$DTHWS_t = (1 - \delta_{DTHW})DTHWS_{t-1} + INV DTHW_t \quad \dots \text{식(4.11)}$$

$$DTSWS_t = (1 - \delta_{DTSW})DTSWS_{t-1} + INV DTSW_t \quad \dots \text{식(4.12)}$$

$$RS_t = (1 - \delta_{rnd})RS_{t-1} + INVR_t \quad \dots \text{식(4.13)}$$

더불어, 본 연구에서는 설계하는 CGE 모형 내 노동자들의 학습에 의한 숙련 향상이 내생적으로 결정되는 과정을 반영하였다. 이에 Yeo and Lee(2020), Ojha, et al.Pradhan, and Ghosh(2013) 및 Jung and Thorbecke(2003) 연구의 주요 접근을 차용하여, 노동자들의 숙련도 향상은 상대적 임금과 학습을 위한 제도적 환경에 의해 내생적으로 결정됨을 가정하였다. 이에 민간 및 공공 부문의 교육투자 지출수준  $EDU_t$ 와 함께 노동자의 상대임금이 노동자들의 숙련도 향상을 통한 노동공급 변화에 영향을 끼침을 가정하였다. 이 같은 방법론적 특성은 숙련 향상을 이뤄 냈을 경우 획득하게 되는 소득 증가(상대임금의 증가) 등 기대 수익을 바탕으로, 노동자들의 숙련도 향상을 위한 학습 의사결정이 이행됨을 시사한다(Yeo and Lee, 2020). 그리고 민간 및 공공 부문의 교육투자 지출수준  $EDU_t$ 는 학습을 위한 제도적 환경(availability of education facility) 수준을 의미한다고 보았다.

이에 본 연구에서는 노동자들의 숙련도 향상과 그에 따른 상위 숙련 노동자로의 전환은 경제체제 내 교육투자 지출수준과 노동자들의 이전 숙련도와 상위 숙련도 간 임금 차이(상대적 임금)에 의해 결정되도록 모형 내 반영하였다. 이에 아래 식 (4.14)에서 표현되듯이, 정형적 업무 기반 직종으로부터 비정형적 인지적 업무 기반 직종으로의 숙련도 향상을 달성하는 노동자 규모  $LS_{r,t}$ 는 경제체제 내 교육투자 지출수준인  $EDU_t$ 과 이전 기 정형적 업무 기반 노동자들의 임금( $PLS_{RL_{t-1}}$ ) 대비 비정형적 인지 업무 기반 노동자들의 임금( $PLS_{NRCL_{t-1}}$ )에 의해 내생적으로 결정됨을 모형 내 반영하였다. 그리고 경제체제 내 교육투자 지출수준은 공공 및 민간 부문의 교육산업에 대한 지출 규모로 파악하였다. 또한, 식 (4.15)에서 표현되듯이, 비정형적 매뉴얼 업무 기반 직종으로부터 비정형적 인지적 업무 기반 직종으로의 숙련도 향상을

달성하는 노동자 규모  $LS_{nrm,t}$ 는 경제체제 내 교육투자 지출수준인  $EDU_t$ 과 이전 기 비정형적 매뉴얼 업무 기반 노동자들의 임금( $PLS_{NRML_{t-1}}$ ) 대비 비정형적 인지 업무 기반 노동자들의 임금( $PLS_{NRCL_{t-1}}$ )에 의해 내생적으로 결정됨을 모형 내 반영하였다. 아래 식 (4.14)와 (4.15)에서  $g_t$ 는 해당 t 시점의 (t-1) 시점 대비 경제성장률이며,  $ir$ 은 이자율을 의미한다. 또한,  $\rho E$  파라미터는 교육투자 지출에 대한 숙련도 향상을 통한 노동공급 탄력성으로서 Yeo and Lee(2020) 및 Jung and Thorbecke(2003)의 연구를 참고하여 파라미터 수치를 반영하였다. 그에 따라, 분석을 위해 구축한 CGE 모형 내 경제체제 내 교육에 대한 투자 지출과 경제체제 내 노동자들의 숙련도 향상 및 공급 숙련도의 변화 간 관계를 명시적으로 반영하고자 했다.<sup>17)</sup>

$$LS_{r,t} = \varnothing_1 \cdot EDU_t^{\rho E} + \varnothing_2 \cdot \left( \frac{PLS_{NRCL_{t-1}}}{PLS_{RL_{t-1}}} \right) \cdot \left[ \frac{1 + g_t}{1 + ir} \right] \quad \dots \text{식(4.14)}$$

$$LS_{nrm,t} = \varnothing_1 \cdot EDU_t^{\rho E} + \varnothing_2 \cdot \left( \frac{PLS_{NRCL_{t-1}}}{PLS_{NRML_{t-1}}} \right) \cdot \left[ \frac{1 + g_t}{1 + ir} \right] \quad \dots \text{식(4.15)}$$

이를 토대로, 본 연구에서는 정형적 업무 기반 직종의 노동자와 비정형적 업무 기반 직종의 노동자를 모두 포함한 전체 노동스톡  $LS_t$ 는 외생적으로 반영한 인구성장률  $g_t$ 를 토대로 변화함을 모형 내 반영하였다. 외생적으로 반영한 인구성장률 수치는 통계청의 생산가능인구 전망치를 활용하여 반영하였다(식 (4.16) 참고). 그리고 앞서 제시한 식 (4.14)를 통해 결정된, 정형적 업무 기반 직종으로부터 비정형적 인지적 업무 기반 직종으로 전환한 노동 규모  $LS_{r,t}$ 는 기존 비정형적 인지적 업무 기반 직종 노동스톡  $LS_{NRCL_t}$ 에 더해지게 된다(식 (4.17) 참고). 또한, 숙련도 향상을 통해

17) 본 연구에서는 비정형적 인지 업무 기반 직종의 임금과 여타 직종의 임금 격차 확대가 인적자본에 대한 투자를 촉진할 수 있다는 접근으로 모형 내 반영하였다. 이는 노동자 간 임금 격차가 인적자본 축적 의사결정에 영향을 끼친다는 Kaufman et al.(2001)의 연구, 그리고 교육투자 지출수준에 따라 형성되는 제도적 환경이 인적자본 축적에 영향을 미친다는 Jung and Thorbecke(2003)와 Ojha, Pradhan, and Ghosh(2013) 등 연구들의 관점을 토대로, 경제 주체의 인적자본 축적과 관련한 내생적 의사결정에 대한 묘사에서 교육투자에 따른 수익에 초점을 맞추었다. 그에 따라, 교육투자에 따라 수반되는 추가적 교육투자에 따른 비효용(예, 등록금 및 제반 직접 교육비, 노동시장 이탈 등으로 인한 기회비용, 학업의 고통 등과 같은 심리적 비용 등)을 포함한 경제적 비용을 모형 내 고려하지 않아, 교육투자에 따른 인적자본 축적 효과가 다소 과대 추정될 수 있음을 밝힌다.

비정형적 매뉴얼 업무 기반 직종으로부터 비정형적 인지적 업무 기반 직종으로 전환한 노동 규모  $LS_{nrm,t}$  역시 기존 비정형적 인지적 업무 기반 직종 노동스톡  $LSNRCL_t$ 에 더해지게 된다(식 (4.17) 참고). 그리고  $LS_{r,t}$ 와  $LS_{nrm,t}$  값은 기존 정형적 업무 기반 직종 노동스톡  $LSRL_t$ 과 비정형적 매뉴얼 업무 기반 직종 노동스톡  $LSNRML_t$ 로부터 차감되도록 하여, 숙련도 향상에 따른 노동스톡 구성변화를 모형 내 내생화하고자 하였다(식 (4.18) 및 식 (4.19) 참고).

$$LS_t = (1 + gl_t) \cdot LS_{t-1} \quad \dots \text{식(4.16)}$$

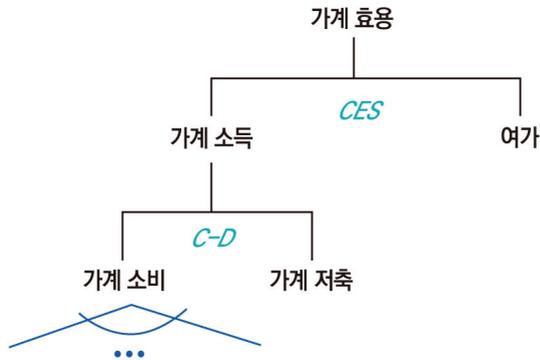
$$LSNRCL_t = (1 - lapdep) \cdot LSNRCL_{t-1} + LS_{r,t} + LS_{nrm,t} \quad \dots \text{식(4.17)}$$

$$LSRL_t = (1 - lapdep) \cdot LSRL_{t-1} - LS_{r,t} \quad \dots \text{식(4.18)}$$

$$LSNRML_t = (1 - lapdep) \cdot LSNRML_{t-1} - LS_{nrm,t} \quad \dots \text{식(4.19)}$$

또한, 노동스톡이 매기 결정되는 과정에서 본 연구에서는 인적자본의 진부화율 수치를 반영하였으며 반가운(2017) 연구에서 추정한 우리나라의 인적자본 진부화율 수치를 모형 내 반영하였다. 인적자본의 진부화율은 내적 진부화와 외적 진부화로 구분할 수 있다. 전자의 경우, 개인 스스로에 기인하는 인적자본의 진부화로 육체적 능력 및 정신적 역량의 손실을 들 수 있다. 후자의 경우, 외부 환경 변화에 의한 것으로, 정규교육 및 현장교육에서 배운 지식 및 스킬이 서서히 진부화되는 것으로 빈티지 효과라고 할 수 있다(Neuman and Weiss, 1995; De Grip and van Loo, 2002). 이처럼 본 연구에서는 모형 내 노동자들의 노동시장 진입 후 학습을 통한 숙련도 향상 과정을 내생화시켰으며, 이를 통해 경제체제 내 교육투자와 노동자의 상대적 임금변화에 따른 경제체제 내 인적자본 구성의 동적 변화과정을 포착하고자 하였다.

〈그림 4-6〉 모형 내 가계효용함수 구조

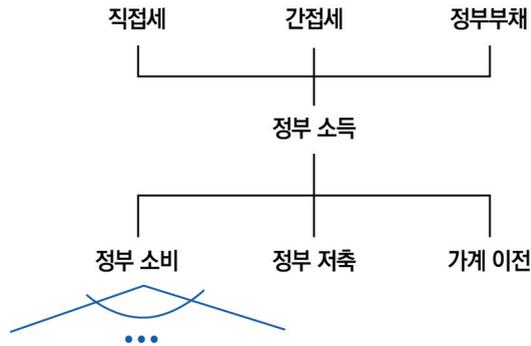


더불어, 본 연구에서는 모형 내 제도 부문인 가계 및 정부에 대한 구체적 묘사를 함께 이뤄 냈다. 가계의 경우, 산업별 생산활동에 투입되는 본원적 생산요소로 노동(비정형적 인지 업무 기반 직종, 비정형적 매뉴얼 업무 기반 직종 및 정형적 업무 기반 직종)과 자본을 공급하게 된다. 그리고 이를 통해 소득을 형성하게 되며, 소득 일부를 소비지출에 할당하고 나머지는 저축 활동에 활용하게 됨을 모형에 가정하였다. 그리고 가계의 효용을 결정하는 주요 요소로서 가계소득과 여가를 고려하여 〈그림 4-6〉과 같이 효용함수 구조를 모형 내 반영하였다. 이를 통해, 가계는 효용을 극대화하기 위한 행동 방식을 따름을 가정하여 모형 내 반영하였다. 또한, 앞서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 가계소득을 기준으로 10개 소득분위로 가계를 구분하였다. 이에 가계 10개 분위는 서로 다른 소득 구조 및 지출 구조를 형성함을 가정하여 모형 내 반영하였다.

더불어, 정부는 정부 부채를 포함하여, 산업, 가계 및 기업에서 수취한 세금을 바탕으로 소득을 형성하게 됨을 가정하였다. 그리고 세수입 등으로 형성된 정부 예산(정부 소득)을 정부 소비지출과 저축 활동에 활용하게 된다. 더불어, 정부의 경우 기업과 마찬가지로, 물적자본, R&D 자본, HW 및 SW 자본 축적에 기여하는 저축 활동을 하게 됨을 가정하였다. 또한, 정부도 가계와 마찬가지로 효용을 극대화하기 위한 행동 방식을 따르게 되며, 효용 극대화를 위해 정부 소득을 소비지출, 저축 활동 및 가계 이전에 활용함을 가정하여 모형 내 반영하였다. 이에 모형 내 묘사한 정부의

소득 및 지출 구조는 <그림 4-7>과 같이 정리할 수 있다.

<그림 4-7> 모형 내 정부 소득 및 지출 구조



또한, 본 모형에서는 소규모 개방경제(small open economy)를 가정하였다. 소규모 개방경제를 가정한다는 것은 대상국의 경제가 매우 작아서, 한 나라의 경제활동이 해외 국가에 어떠한 영향도 주지 않는 것을 의미한다. 이러한 가정은 해외 국가가 수출하는 재화의 가격이나 수입하는 재화의 가격이 모형 내에서 외생적으로 부여되는 것으로 구현된다. 다시 말해, 모형 내 해외 부문은 명시적으로 의사결정은 하지 않는 것으로 가정하고, 세계시장 가격(수입 재화 및 수출 재화 가격)은 외생 변수로 설정하게 된다. 이에 본 세부연구에서는 CGE 모형 내 외생적으로 적용한 환율에 의해 국내 재화의 수출 가격 및 수입 재화 수입 가격이 결정되게끔 설정하였다. 이에 반해, 국내 생산 최종재화 등의 가격은 내생적으로 결정되도록 가정 및 설정을 하였다. 이를 통해, 분석 대상 우리나라 경제체제의 변화가 다른 해외 국가 경제들의 균형에 영향을 미치지 않음을 가정하였다. 그리고 모형 내 아밍턴 가정(Armington's assumption)을 통해서 국내재와 수입재 간 불완전 대체관계를 명시적으로 반영하였다. 한편, 국내에서 생산된 재화는 국내에서 소비되거나 일부는 해외로 수출된다. 생산활동을 하는 개별 산업은 국내 판매 가격과 수출 가격에 따라서, 생산된 재화를 국내 시장과 해외 시장에 판매할 재화로 변환시킨다. 이에 본 모형에서는 기존의 CGE 모형의 접근처럼 불변변환탄력성(Constant Elasticity of Transformation) 함수를 도입하였다.

이와 같은 주요 구성이 있는 CGE 모형은 매기 재화 및 생산요소 시장을 대상으로 시장 청산 조건을 부과함으로써, 일반 균형의 분석틀을 유지하게 된다. 수입 재화 및 국내 재화로 구성된 아밍턴 복합재화 공급은 중간재 수요 합, 가계 및 정부 소비지출, 자본투자 등을 충족시키게 된다. 또한, 생산요소 시장에서도 공급과 수요는 일치하게 된다. 이처럼 주요 구성요소를 가진 디지털전환 특화 CGE 모형 설계를 바탕으로 하여, 본 연구에서는 디지털전환 시대에 전개될 다양한 시나리오에 따른 미래 경제사회 변화 양상을 정량적으로 분석하고자 한다. 또한, 시나리오별 기술변화의 편향성에 따른 역기능을 해소하기 위한 정책대안을 제안하고, 정책효과를 분석함으로써 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책과제를 도출하고자 한다. 이에 다음 절에서는 분석을 위해 설계한 주요 시나리오에 대한 설명을 제시하고자 한다.

## 제2절

### 디지털전환 시나리오 설계 및 구성

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

앞선 절에서 언급한 방법론적 요소들을 갖춘 CGE 모형은 우리나라 경제 상황에 대한 외부 전망치를 바탕으로, 분석 목표연도(target year)인 2030년까지 우리나라 경제 상황을 묘사하게 된다. 이같이 기준연도인 2018년부터 2030년까지의 외부 정책 충격이 없는 상황을 가정한 시나리오를 기준안(Business As Usual, BAU) 시나리오라 칭한다. CGE 모형에서 BAU 시나리오는 정책 충격이 모형 내 도입되지 않았을 경우, 즉 기준연도 경제 상황이 지속적으로 유지되었을 경우를 의미한다. 이는 설계된 정책시나리오와 비교해 정책의 효과를 판별할 수 있게 된다. 이에 BAU 시나리오 구성을 위해 외생적으로 통계청의 우리나라 생산가능인구 예측값을 사용하여, 노동스톡 증가율을 반영하여 경제 상황을 묘사하고자 하였다. 더불어, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 2018년부터 2030년까지 유지된다고 가정하여 BAU 시나리오를 설계하였다.

그리고 본 연구는 디지털전환 시대에 도래할 미래환경 변화를 디지털전환 기술발전 수준, 디지털전환 기술에 따른 노동대체수준 측면으로 살펴보고자 한다. 이와 같은 접근은 Berg, Buffie, and Zanna(2018)의 분석틀에 기반한다. Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구는 로봇 기술을 중심으로 지능형 로봇 발전에 따른, 거시경제적 변화를 일반 균형적 관점에서 수학적으로 모형화하여 분석하였다. 해당 연구에서는 지능형 로봇에 의한 노동대체 정도가 명확히 규명되지 않은 점에 착안하여, 지능형 로봇과 노동 간 대체 탄력성을 다양하게 가정하고, 각 경우에서 로봇의 발전에 따른 경제구조 변화를 제시하였다. 또한, 이와 함께 로봇 기술발전 수준에 따른 생산성 증대를 시나리오 내 다르게 적용함으로써, 지능형 로봇 기술발전과 기술발전에 따른 노동 및 로봇 간 대체수준에 의해 다양하게 전개될 미래환경 변화에 따른, 거시경제적 파급효과를 수리적으로 계산하여 제시하였다([표 4-2] 참고). 이에 본 연구에서도 Berg, Buffie, and Zanna(2018)의 연구를 바탕으로 하여, 디지털전환 기술발전 수준, 디지털전환 기술에 따른 노동대체수준을 함께 고려하여 아래 [표 4-3]과 같이 시나리오를 설계하였다.

[표 4-2] Berg, Buffie, and Zanna(2018) 연구 내 설계 시나리오(예시)

|        | 노동과 로봇 간 대체현상                        | 로봇 기술발전 수준    |
|--------|--------------------------------------|---------------|
| 시나리오 1 | 로봇과 노동 간 대체로 낮은(moderately low) 대체현상 | 로봇 생산성의 낮은 증대 |
| 시나리오 2 | 로봇과 노동 간 높은 대체현상 (기술적 특이점 도래)        | 로봇 생산성의 높은 증대 |

[표 4-3]에서 제시된 바와 같이, 본 연구에서는 CGE 기반 분석을 위해 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체를 미래 디지털전환 시대 주요 동인으로 고려하였다. 이에 해당 동인들의 결합을 통해 2x2 시나리오를 구성하였다. 해당 접근은 김유빈 외(2018)에서 제안한, 경제사회 내 주요 미래변화 동인 간 결합시나리오 설계 및 구성 방법에 기반을 둔다. 이에 본 연구에서는 첫 번째 동인으로 고려한 디지털전환 기술발전 수준의 경우, 디지털전환 자본에 대한 투자집약도(GDP 대비 디지털전환 자본에 대한 투자 규모)를 대리변수로 고려하여, 해당 수치를 변화시켜 디지털전환 기술발전에 따른 생산성 증대수준을 다르게 적용하였다. 그에 따라, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 BAU 시나리오 대비 1%포인트 증대하는 경우를 디지털전환 기술발전에 적당한 진전이 있는 경우로 보았다(SCN\_A 시나리오). 그리고 BAU 시나리오 대비 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 BAU 대비 2%포인트 증대하는 경우를 디지털전환 기술발전이 가속화되는 경우로 보았다(SCN\_B 시나리오).

그리고 디지털전환 기술과 노동 간 대체수준을 차별화하여 시나리오에 반영하고자 디지털전환 기술과 정형적 업무 기반 직종 노동의 대체수준이 대체로 낮은 수준으로서 모형 내  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 대체 탄력성 수치를  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로 반영하였다(SCN\_A1 및 SCN\_B1 시나리오). 이에 반해, 디지털전환 기술과 노동 간 대체 정도가 증가하는 경우를 가정하여  $\sigma_{KCR} = 5.0$ (SCN\_A2 및 SCN\_B2 시나리오)으로 각각 반영하여 시나리오 내 반영하였다. 이에 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체를 주요 동인으로 고려한 결합시나리오를 [표 4-3]과 같이 설계하였다.

[표 4-3] 본 연구 내 분석 시나리오 설계

|                                    |                                 | 디지털전환 기술진보 수준                                    |  |
|------------------------------------|---------------------------------|--|--|
|                                    |                                 | Moderate Advances<br>(디지털전환 전개, A)               | High Advances<br>(디지털전환 가속화, B)                  |
| 디지털<br>전환<br>기술-<br>노동<br>대체<br>수준 | Moderately Low<br>(대체로 낮음)      | SCN_A1<br>( $\sigma_{KCR} = 2.5$ )               | SCN_B1<br>( $\sigma_{KCR} = 2.5$ )               |
|                                    | High<br>Substitution<br>(높은 대체) | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ )               | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ )               |
|                                    |                                 | SCN_A2L<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ )<br>(학습활동 반영) | SCN_B2L<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ )<br>(학습활동 반영) |

이상 [표 4-3]에 제시된 분석을 위해 설계된 시나리오들은 디지털전환 기술변화의 양상을 고려한 구성이라고 볼 수 있다. 이같이 기술변화 측면 디지털전환 시대에 전개될 다양한 미래환경 변화에 대한 고려에서 확장하여, 본 연구에서는 지능형 기술발전에 따라 기술과 노동 간 대체현상이 심화되는 경우인 SCN\_A2와 SCN\_B2 시나리오에서 노동시장 내 근로자들의 학습활동이 활발하게 전개되는 경우를 가정한 시나리오를 별도로 고려하고자 한다. 이에 경제체제 내 교육투자에 따른 노동자의 숙련도 향상과 이들의 노동시장 유입이 원활하게 일어나는 상황을 반영하여 추가적인 시나리오(SCN\_A2L 및 SCN\_B2L)를 고려하여 모형 내 반영하였다([표 4-3] 참고). 이같이 추가 시나리오를 설계한 이유는 디지털전환 가속화에 따라 형성되는 수요 측면 숙련도 분포와 노동시장 내 평생학습에 따라 형성되는 공급 측면 숙련도 분포 간 불일치 정도를 완화시키는 것이 미래 경제사회시스템의 포용성을 강화하는 데 있어 중요할 것으로 여겨지기 때문이다(Yeo and Lee, 2020; Goldin and Katz, 2008). 해당 접근과 유사하게 이호영·김희연(2017)은 미래 디지털전환 시대 고용환경 변화 시나리오로 인공지능 기술의 발전 정도와 인간역량 개발 정도를 함께 복합하여 고려해 제안하기도 하였다. 이를 통해, 본 연구에서는 미래 디지털전환 시대 경제체제의 주요 역기능 및 부작용을 해결하고 경제체제의 포용성 강화를 위한 정책대안 설계에 시사점을 제공하고자 한다. 이같이 설계된 정책시나리오를 바탕으로, 미래 디지털전환 시대 환경 변화에 따른 파급효과를 통합적인 관점에서 산출함으로써, 미래 혁신 및 산업정책 설계 및 이행의 과학화에 기여하고자 한다.

## 제3절

# 디지털전환 시나리오별 파급효과 분석

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

### 1 디지털전환 기술변화 시나리오별 파급효과 분석

우선 [표 4-3]에서 제시된 바와 같이 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체를 복합적으로 고려하여, 디지털전환 기술변화 양상을 가정한 시나리오(SCN\_A1 및 SCN\_B1 시나리오; SCN\_A2 및 SCN\_B2 시나리오)별 파급효과를 분석하고자 한다. 이에 설계된 정책시나리오별 경제성장 효과, 산업별 효과, 노동시장 및 소득분배 측면 효과를 비교·분석하고자 한다. 이를 바탕으로, 디지털전환 기술변화의 양상에 따른 우리나라 경제체제 내 주요 파급효과 및 파급경로를 다각도로 살펴보고 이해하고자 한다.

#### 가. 정책시나리오별 경제성장 효과 분석

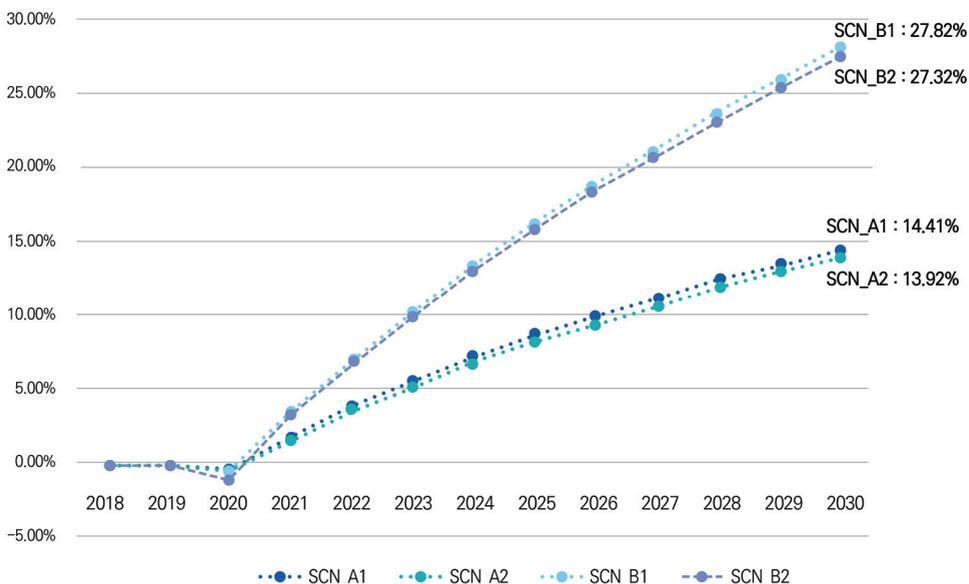
우선 설계된 정책시나리오별 경제성장 관련 지표 비교를 통해 결과 분석을 진행하고자 한다. 아래 <그림 4-8>에서 제시된 바와 같이 CGE 기반 모의실험 결과, BAU 시나리오 대비 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 BAU 대비 2%포인트 증대하는 경우로 디지털전환 기술발전이 가속화(high advances)되는 상황(SCN\_B 시나리오)에서, SCN\_A 시나리오(BAU 대비 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 1%포인트 증대하는 경우) 대비 더욱 높은 수준의 경제성장이 달성됨을 확인할 수 있었다. 그리고 SCN\_B 시나리오에서 지능형 디지털전환 자본 복합재( $KC_i$ )와 정형적 업무 기반 직종( $RL_i$ ) 간 대체 탄력성 수치를  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로 반영하여, 디지털전환 기술과 정형적 업무 기반 직종 노동 간 대체수준이 기준연도 수준을 유지하는 경우(SCN\_B1), 가장 높은 수준의 경제성장 효과가 나타남을 확인할 수 있었다(2030년 기준 BAU 대비 약

27.82% 높은 GDP 수준). 그리고 [표 4-4]에서 나타난 바와 같이, SCN\_A1 시나리오의 경우, 기준연도 2018년부터 2030년까지 GDP 수준이 19.81% 성장하는 것으로 나타나며, 연평균 성장률이 1.52%인 것으로 파악된다. 이에 반해, SCN\_B1 시나리오의 경우 GDP 수준이 약 33.85% 증가하며, 연평균 GDP 성장률이 약 2.46%인 것으로 나타났다. 이에 SCN\_A 시나리오와 SCN\_B 시나리오를 비교해 보았을 때, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도를 증대하여, 디지털전환 기술발전에 따른 생산성 증대수준이 높을수록 더욱 높은 수준의 GDP를 달성할 수 있음을 확인할 수 있었다.

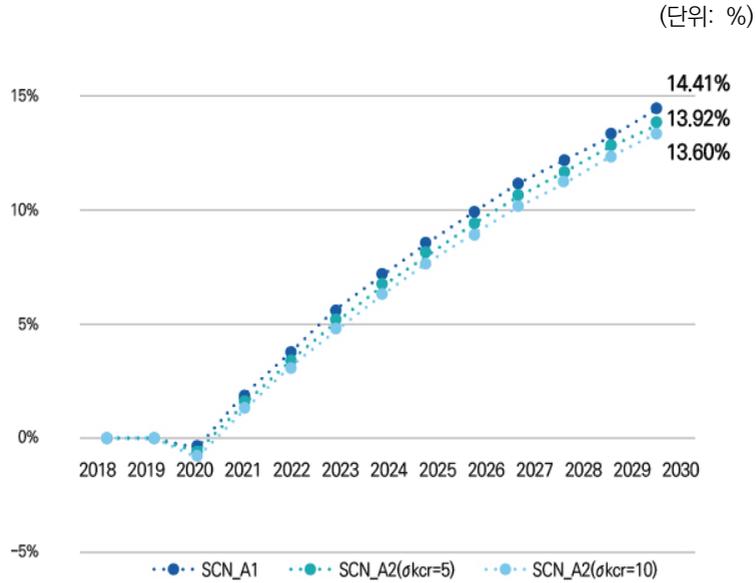
해당 결과치는 우리나라 경제체제 내 추가적인 디지털전환 자본재에 대한 투자가 경제성장을 더욱 촉진할 수 있음을 시사한다. 이에 디지털전환 자본재에 대한 투자 확대가 디지털전환 기반 기술진보를 추동하여, 경제체제 전반의 생산성 증대를 촉진함으로써 규모효과 증대를 이끌게 됨을 이해할 수 있다. 따라서 디지털전환 기반 기술진보 주도 경제성장을 도모하려면 지속적으로 해당 부문에 대한 투자를 증대시킬 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

〈그림 4-8〉 BAU 시나리오 대비 시나리오별 GDP 수준

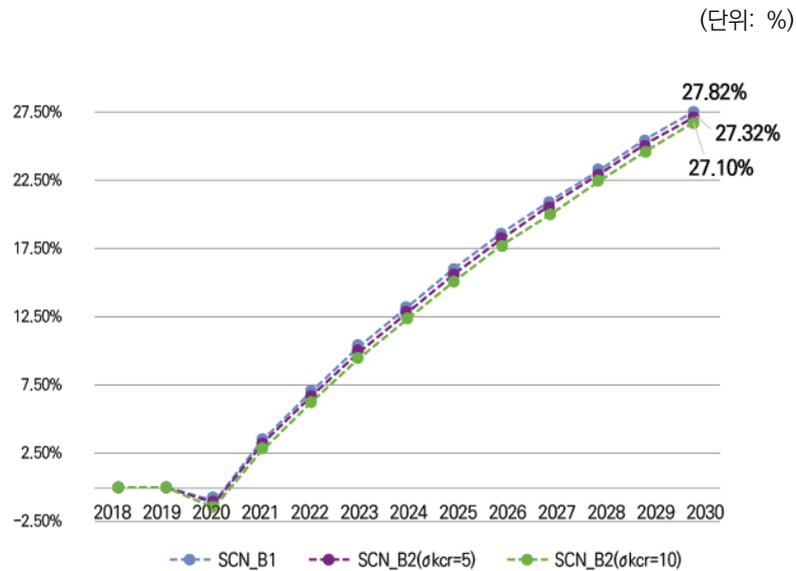
(단위: %)



〈그림 4-9〉 BAU 대비 SCN\_A 시나리오별 GDP 수준



〈그림 4-10〉 BAU 대비 SCN\_B 시나리오별 GDP 수준



그리고 시나리오별 GDP 수준 효과를 비교·분석하였을 때, 디지털전환 기술과 노동 간 대체 정도가 증가할수록, 경제성장 효과는 상대적으로 위축됨을 확인할 수 있었다. 그 예로, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 BAU 대비 1%포인트 증대하는 SCN\_A 시나리오에서  $\sigma_{KCR} = 5.0$ 으로 가정한 경우, 2030년 기준 BAU 대비 약 13.92% 높은 GDP 수준을 달성하는 것으로 나타나는 반면,  $\sigma_{KCR} = 10.0$ 으로 가정한 경우에는 이보다 상대적으로 낮은 수준인 2030년 기준 BAU 대비 약 13.60% 높은 GDP 수준이 달성됨을 파악할 수 있었다(〈그림 4-9〉 참고). 그리고 SCN\_B 시나리오에서  $\sigma_{KCR} = 5.0$ 으로 가정한 경우, 2030년 기준 BAU 대비 약 27.32% 높은 GDP 수준을 달성하는 것으로 나타난다. 그리고 SCN\_B2 시나리오에서  $\sigma_{KCR} = 10.0$ 으로 가정한 경우, 2030년 기준 BAU 대비 약 27.10% 높은 GDP 수준을 달성하는 것으로 파악되었다(〈그림 4-10〉 참고).

이 같은 결과는, 생산현장 내 지능형 기술이 체화된 자본재와 정형적 업무 기반 직종 간 대체현상이 확대될수록, 경제성장 촉진 효과는 위축될 수 있음을 시사한다. 즉, 경제체제 내 지능형 자본재 침투현상이 증대함에 따라, 정형화된 업무 기반 직종의 일자리 획득 기회가 상대적으로 감소하는 노동대체효과가 디지털전환 기반 기술진보에 따른 규모효과 증대 효과를 일정 부분 상쇄할 수 있다는 것이다. 이와 같은 주요 결과를 바탕으로, 본 연구에서는 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도를 BAU 대비 2%포인트 증대하며, 디지털전환 기술과 정형적 업무 기반 직종 노동 간 대체수준이 기준연도 수준을 유지하는 경우(SCN\_B1), 가장 높은 경제성장 효과가 나타남을 확인할 수 있었다.

[표 4-4] 정책시나리오별 경제성장률

(단위: %)

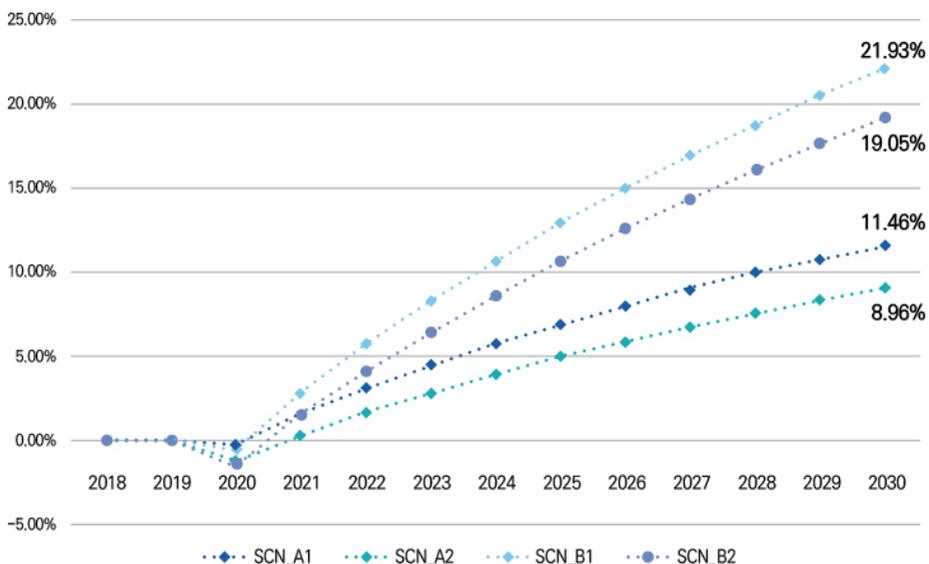
| 시나리오   | GDP 성장률<br>('18년~'30년) | 연평균 GDP<br>성장률 |
|--------|------------------------|----------------|
| BAU    | 4.72%                  | 0.38%          |
| SCN_A1 | 19.81%                 | 1.52%          |
| SCN_A2 | 19.30%                 | 1.48%          |
| SCN_B1 | 33.85%                 | 2.46%          |
| SCN_B2 | 33.33%                 | 2.43%          |

## 나. 정책시나리오별 산업별 효과 분석

그리고 앞서 살펴본 설계한 시나리오별로 상이하게 나타나는 경제성장 효과의 기저 요인을 파악하기 위해, 우선 산업별 산출량 및 산업구조 변화 등을 살펴보고자 한다. 아래 제시된 <그림 4-11>은 BAU 대비 정책시나리오별 전체 산업의 총산출량 변화를 제시한 것이다. 그리고 [표 4-5]는 BAU 대비 정책시나리오별 산업별 산출량 변화를 제시한 것이다. <그림 4-11>에 제시된 바와 같이, 산업 산출량 증대 효과의 경우에도 앞서 GDP 수준 비교·분석에서 살펴본 바와 같이, 디지털전환 기술발전이 가속화되는 상황을 가정한 SCN\_B 시나리오에서, SCN\_A 시나리오(BAU 대비 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 1%포인트 증대하는 경우) 대비 더욱 높은 수준의 산업 산출량 증대 효과가 도모됨을 확인할 수 있다(예, SCN\_A1 시나리오: 2030년 BAU 대비 약 11.46% 높은 수준; SCN\_B1 시나리오: 2030년 BAU 대비 약 21.93% 높은 수준). 그리고 SCN\_B1, SCN\_B2, SCN\_A1, SCN\_A2 순으로 산업 산출량 증대 효과가 높은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다.

<그림 4-11> BAU 시나리오 대비 시나리오별 총산업 산출 수준 비교

(단위: %)



그리고 산업 부문별 산출량 변화를 구체적으로 살펴보면, 아래 [표 4-5]와 같이 정리할 수 있다. 앞선 SAM 분석에서 기반한 접근과 동일하게 결과 분석의 용이성을 위해 작성한 기준연도 SAM 자료체계 내 산업별 생산활동에서, 투입구조 내 생산요소인 디지털전환 HW 및 SW 자본 집약도를 바탕으로 재분류하였다. 개별 산업별 디지털전환 자본 투입 비중이 산업군(제조업 및 서비스업) 평균치보다 높은 산업들의 경우는 디지털전환 활용 제조업 및 서비스업으로 간주하였다. 그리고 디지털전환 자본재를 생산하는 산업들의 경우, 디지털전환 생산 제조업 및 디지털전환 생산 서비스업으로 고려하였다. 이 외 제조업 및 서비스업 산업들은 각각 통합하여, 비(非)디지털전환 제조업 및 서비스업으로 간주하였다. 이에 본 연구에서 구분한 산업분류를 1) 디지털전환 생산 제조업, 2) 디지털전환 생산 서비스업, 3) 디지털전환 활용 제조업, 4) 디지털전환 활용 서비스업, 5) 비(非)디지털전환 제조업, 6) 비(非)디지털전환 서비스업, 그리고 7) 기타 산업으로 재구분하였다.

[표 4-5] BAU 대비 정책시나리오별 산업별 산출량 변화

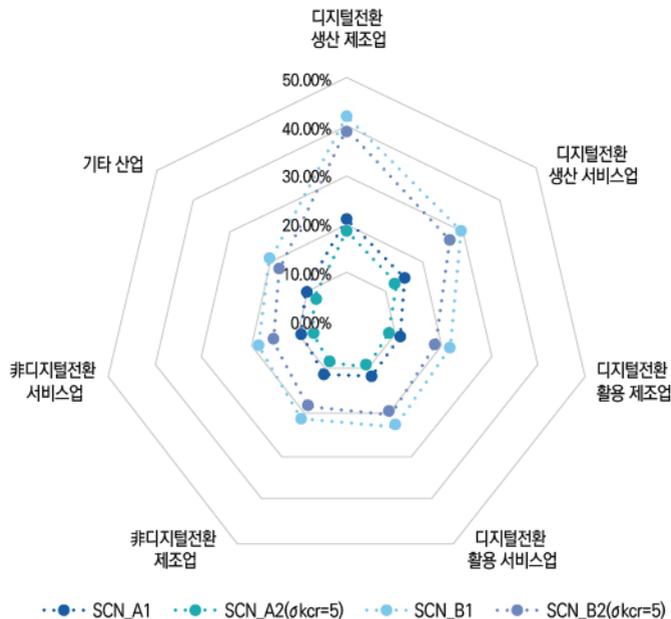
(단위: %)

|                  |                                    | 2020   | 2025   | 2030   |
|------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|
| 전체 산업            | SCN_A1                             | -0.30% | 6.82%  | 11.46% |
|                  | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.31% | 4.84%  | 8.96%  |
|                  | SCN_B1                             | -0.61% | 12.79% | 21.93% |
|                  | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.60% | 10.55% | 19.05% |
| 디지털전환 생산<br>제조업  | SCN_A1                             | 6.44%  | 15.32% | 21.38% |
|                  | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 5.66%  | 13.50% | 18.97% |
|                  | SCN_B1                             | 12.78% | 29.99% | 42.26% |
|                  | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 12.18% | 27.90% | 39.34% |
| 디지털전환 생산<br>서비스업 | SCN_A1                             | 1.99%  | 9.95%  | 15.11% |
|                  | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 1.21%  | 8.19%  | 12.84% |

|                     |   | 2020   | 2025   | 2030   |
|---------------------|---|--------|--------|--------|
|                     | <i>SCN_B1</i>                             | 3.94%  | 19.30% | 29.85% |
|                     | <i>SCN_B2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 3.19%  | 17.25% | 27.14% |
| 디지털전환<br>활용<br>제조업  | <i>SCN_A1</i>                             | -0.44% | 6.67%  | 11.30% |
|                     | <i>SCN_A2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.45% | 4.68%  | 8.79%  |
|                     | <i>SCN_B1</i>                             | -0.87% | 12.44% | 21.51% |
|                     | <i>SCN_B2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.88% | 10.19% | 18.61% |
| 디지털전환<br>활용<br>서비스업 | <i>SCN_A1</i>                             | -0.56% | 7.06%  | 12.05% |
|                     | <i>SCN_A2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.57% | 5.16%  | 9.69%  |
|                     | <i>SCN_B1</i>                             | -1.12% | 13.24% | 23.18% |
|                     | <i>SCN_B2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -2.13% | 11.10% | 20.47% |
| 비(非)디지털전환<br>제조업    | <i>SCN_A1</i>                             | -0.37% | 6.70%  | 11.30% |
|                     | <i>SCN_A2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.36% | 4.67%  | 8.71%  |
|                     | <i>SCN_B1</i>                             | -0.71% | 12.54% | 21.54% |
|                     | <i>SCN_B2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.72% | 10.22% | 18.54% |
| 비(非)디지털전환<br>서비스업   | <i>SCN_A1</i>                             | -0.91% | 5.65%  | 9.83%  |
|                     | <i>SCN_A2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -2.24% | 3.34%  | 7.01%  |
|                     | <i>SCN_B1</i>                             | -1.83% | 10.41% | 18.60% |
|                     | <i>SCN_B2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -3.14% | 7.85%  | 15.42% |
| 기타 산업               | <i>SCN_A1</i>                             | -0.61% | 6.16%  | 10.57% |
|                     | <i>SCN_A2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.03% | 4.71%  | 8.52%  |
|                     | <i>SCN_B1</i>                             | -1.19% | 11.48% | 20.13% |
|                     | <i>SCN_B2</i><br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.63% | 9.75%  | 17.65% |

이같이 재분류한 산업 구분을 바탕으로, BAU 대비 정책시나리오별 산업 산출량 변화를 살펴보면, 디지털전환 자본재에 대한 투자 확대는 디지털전환 기반 구축 및 관련 기술발전에 중추적 기여를 하는 주요 하드웨어 자산(컴퓨팅장비, 통신장비, 분석장비 등 포함)을 직접 생산하는 산업군인 디지털전환 생산 제조업 부문과 디지털전환 기반 형성에 중추적 기여를 하는 주요 소프트웨어 자산(소프트웨어, 정보제공서비스 및 관련 개발 콘텐츠 등 포함)을 직접 생산하는 디지털전환 생산 서비스업 부문의 성장에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 확인할 수 있었다. 특히, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 BAU 대비 2%포인트 증대하는 경우로 디지털전환 기술발전이 가속화되는 SCN\_B1 시나리오를 살펴보면, 2030년 기준 디지털전환 생산 제조업의 경우, BAU 대비 약 42.26% 높은 생산활동이 촉진됨을 확인할 수 있다. 그리고 해당 시나리오하, 2030년 기준 디지털전환 생산 서비스업의 경우, BAU 대비 약 29.85% 높은 산출량 증대 효과가 나타남을 확인할 수 있다. 이는 외생적인 정책 충격으로 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 증가하는 경우, 투자수요를 충족시키기 위해 관련 재화를 직접 생산하는 산업군의 산출량 증대가 (직접적인) 일차적 효과로서 경제체제 내 파급경로를 형성함을 시사한다.

〈그림 4-12〉 2030년 BAU 대비 정책시나리오별 산업군별 산출액 변화 (단위: %)



이를 통해 디지털전환 자본재에 투자가 확대되는 경우, 직접적인 효과로서 디지털전환 하드웨어 및 소프트웨어 자산을 직접 생산하는 산업군의 생산활동이 더욱 촉진되고, 이들 산업의 성장을 견인할 수 있음을 파악할 수 있다. 그리고 [표 4-5] 및 <그림 4-12>의 결과치를 통해, 디지털전환 생산 제조업 및 서비스업 부문을 포함한 디지털전환 생산 부문 성장은 디지털전환 활용 제조업 및 서비스업에도 긍정적 파급효과를 전달할 수 있음을 확인하였다. 디지털전환 자본재에 대한 투자 확대는 2차적 파급효과로 디지털전환 기반 기술진보가 체화된 중간재 활용을 더욱 촉진하게 되고, 이를 통해 디지털전환 자본재를 활용하는 산업군의 생산활동을 더욱 촉진하게 되는 것이다. 이에 [표 4-5]에서 확인할 수 있듯이, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도를 2%포인트 증대시키고,  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 대체 탄력성 수치를  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로 유지하는 경우인 SCN\_B1 시나리오에서 디지털전환 제조업 및 서비스업 다음으로, 디지털전환 활용 제조업 및 서비스업 부문의 산출량 증대 효과가 크게 나타남을 확인할 수 있었다. 이 같은 경향은 SCN\_A1 시나리오에서도 동일하게 나타난다. 즉, 해당 결과치들은 디지털전환 자본재에 대한 투자가 확대되었을 때, 디지털전환 기반 생산성 증대 및 기술진보 효과가 더욱 증가함으로써, 디지털전환 기술이 체화된 재화 및 서비스를 중간재로 활용하는 산업 부문의 생산활동 확대에 긍정적 파급효과를 미치게 됨을 시사한다.

그리고 보다 구체적으로 시나리오별 산업별 산출량 증대 효과가 산업구조 형성에 어떠한 영향을 끼쳤는지 살펴보고자 ‘National Average Index(NAI)’ 및 ‘Entropy Index(EI)’ 등 지수를 활용하여, 산업별 산출량에서 분포도를 측정하고자 하였다. NAI 접근법은 지역 경제의 산업의 다양성 및 집중도를 측정하는 데 사용되는 지표로서, 국가 경제를 기준으로 한, 산업 전반의 생산활동 분포를 요약하여 산업 구성도를 나타내는 지표라고 할 수 있다(Hwang et al., 2020; Yeo and Lee, 2020; Oh et al., 2015). 그에 따라 본 연구에서는 산출량 측면 산업 집중도를 정량화하기 위해 NAI 지수를 계상하는 데 있어, 정책시나리오별로 도출된, 전체 산업 산출량 중 각 생산 부문의 산출량 비중  $P_i$ (분석연도 2030년 기준)를 우선 파악하였다. 그리고 기준 시나리오인 BAU 시나리오하에서 도출한 분석연도 2030년의 전체 산업 산출액 중 각 생산 부문의 산출액 비중을  $M_i$ 라고 할 때, NAI 지수는  $NAI = \sum_i \left[ \frac{(P_i - M_i)^2}{M_i} \right]$ 으로

계산할 수 있게 된다. 이에 해당 NAI 지수가 0에 가까울수록 산업 집중도 및 불균형도는 완화되었음을 의미한다(Yeo and Lee, 2020). 그리고 EI의 경우에도 산업 집중도를 계산하기 위해 활용되는 지수이다. 본 연구에서는 Yeo and Lee(2020)의 연구를 참고하여, 시나리오별 EI값을 계산하기 위해, 분석연도 2030년 산출량 측면 개별 산업의 상대적 비중인  $S_i$ 를 도출하여,  $EI = \sum_i S_i \cdot \log S_i$  계산식에 따라 값을 도출하였다. 이에 EI값이 높을수록 산업의 집중도가 높음을 의미한다.

[표 4-6] 2030년 BAU 대비 정책시나리오별 산업 집중도 지수 비교

|        | National Average Index(NAI) | Entropy Index(EI) |
|--------|-----------------------------|-------------------|
| BAU    | -                           | 0.758815          |
| SCN_A1 | 0.03810                     | 0.762138          |
| SCN_A2 | 0.04327                     | 0.762454          |
| SCN_B1 | 0.13543                     | 0.764987          |
| SCN_B2 | 0.14602                     | 0.765283          |

이와 같은 접근을 바탕으로, 본 연구에서 설계한 정책시나리오별 NAI 및 EI 값은 위 [표 4-6]과 같이 정리할 수 있다. [표 4-6]에서 확인할 수 있듯이, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 증대하여 디지털전환 기술진보가 가속화될수록 산업 집중도가 더욱 증가하는 추세를 확인할 수 있다. 그 예로, SCN\_A1과 SCN\_B1 시나리오의 NAI값을 비교해 보면, SCN\_A1의 경우 0.03810의 값을 보이는 반면, SCN\_B1의 경우 0.13543의 값으로 확인된다. 이를 통해, 디지털전환 자본에 대한 투자집약도 증대 형태의 정책적 개입은 디지털전환 생산 부문 및 디지털전환 활용 부문 등 디지털전환 집약적 산업군 중심의 성장을 바탕으로, 해당 산업군 집중도를 크게 증가시키며 경제성장을 도모함을 이해할 수 있다. 그리고 산업별 생산함수 내 지능형 자본재 침투현상에 따라 지능형 자본 복합재와 정형적 업무 기반 노동의 대체현상이 강화될수록, 산업 불균형도는 더욱 증가함을 확인할 수 있다. 그 예로, BAU 대비 디지털전환 자본 투자집약도가 1%포인트 확대하는 SCN\_A 시나리오에서  $KC_i$ 와  $RL_i$

간 대체 탄력성 수치가  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로부터  $\sigma_{KCR} = 5.0$ 으로 증가할수록(SCN\_A2 시나리오), NAI 및 EI 값이 더욱 증가하는 추세를 확인할 수 있다. 이 같은 추세는 SCN\_B 시나리오에서도 동일하게 확인할 수 있다. 이를 통해, 1) 디지털전환 기술발전 수준이 높을수록(SCN\_A와 SCN\_B 시나리오 비교), 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체현상이 강화될수록(SCN\_A1과 SCN\_A2, SCN\_B1과 SCN\_B2 비교), 산업 내 집중도가 증가하여 산업 전반의 불균형적 성장을 도모할 수 있음을 확인할 수 있다. 이는 디지털전환 집약적 산업을 중심으로 집중도가 높아지기 때문임을 이해할 수 있다(표 4-6 및 <그림 4-12> 참고).

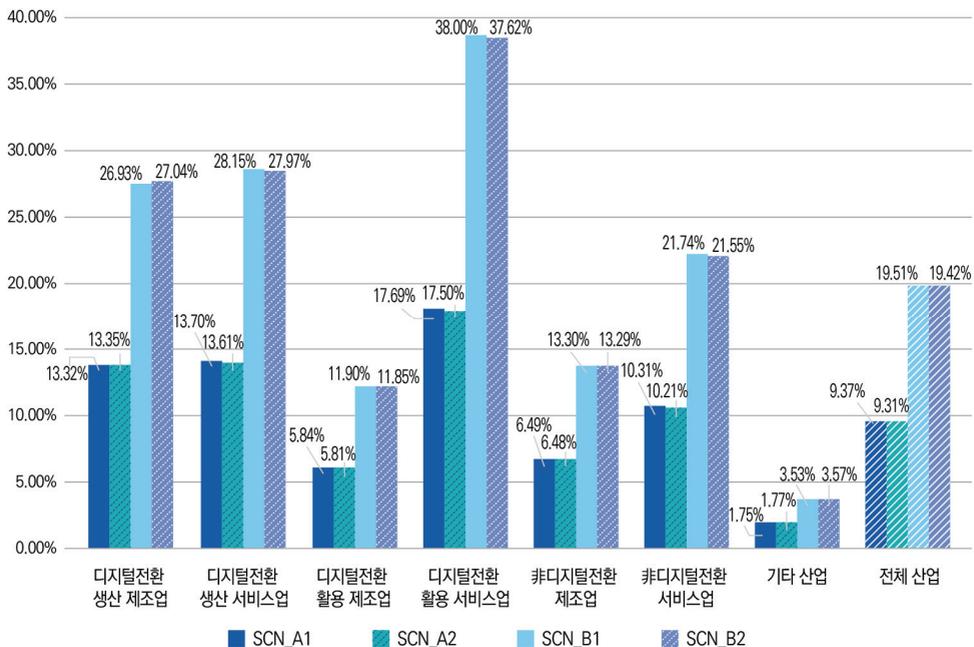
더불어, 산업별 생산성 변화를 살펴보면 아래 <그림 4-13>과 같이 정리하여 제시할 수 있다. 해당 그림에서 제시된 바와 같이, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 증가하여 디지털전환 기술발전 수준이 증대할수록(SCN\_A와 SCN\_B 비교), 전체 산업의 생산성 증대수준이 더욱 증가함을 확인할 수 있다. 그 예로, BAU 대비 디지털전환 자본 투자집약도가 1%포인트 증가하는 경우인 SCN\_A에서는 BAU 대비 약 9.31~9.37% 높은 수준의 생산성 증대 효과가 나타남을 확인할 수 있다. 이에 반해, 디지털전환 기술변화가 더욱 가속화되는 경우를 가정한 SCN\_B 시나리오에서는 BAU 대비 약 19.42~19.51% 높은 수준의 생산성 증대 효과가 나타남을 확인할 수 있다. 이는 디지털전환 기반 기술변화가 더욱 가속화될수록 디지털전환 자본 축적에 따른 외부효과가 더욱 증대하여, 산업 전반에 생산성 증대를 일으킴을 시사한다. 그리고 생산성 증대 효과가 두드러지는 산업군은 디지털전환 기술이 체화된 재화 및 서비스를 다수 활용하는 디지털전환 활용 서비스업, 그리고 디지털전환 생산 제조업 및 서비스업 부문인 것으로 확인된다.

이를 바탕으로 본 연구에서는 디지털전환 자본재에 대한 투자가 증대하는 경우, 디지털전환 집약적 산업군 중심의 생산성 증대 효과를 바탕으로, 경제체제 내 산업구조 변화를 촉진하여 장기 경제성장을 도모함을 이해할 수 있었다. 더불어, 정책 모의실험을 통해 경제체제 내 정형화된 노동과 디지털전환 집약적 자본재 간 대체현상이 증대할수록 산업별 생산성 증대 효과는 다소 감소함을 확인할 수 있었다. 디지털전환 생산 제조업 및 기타 산업을 제외한 산업군 전반에서  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 대체 탄력성 수치가  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로부터  $\sigma_{KCR} = 5.0$ 으로 증가할수록 생산성 증대 효과가

다소 감소함을 확인할 수 있었다. 이는 다수 산업군에서 생산현장 내 디지털전환 집약 자본재 침투 확대에 따라, 정형화된 업무를 수행하는 노동의 대체현상이 규모효과에 창출을 다소 제약하기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 하지만 디지털전환 제조업 및 기타 산업군의 경우에는 노동대체현상 효과보다 규모효과 및 투자유발 효과에 따른 산업 내 자본스톡 축적 효과가 더욱 크게 나타나므로,  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 대체 탄력성 수치가  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로부터  $\sigma_{KCR} = 5.0$ 으로 증가할수록(SCN\_A1과 SCN\_A2 비교; SCN\_B1과 SCN\_B2 비교) 생산성 증대 효과가 다소 증가하는 추세를 보임을 이해할 수 있었다.

〈그림 4-13〉 2030년 BAU 대비 정책시나리오별 산업군별 생산성 변화

(단위: %)



이처럼 설계한 정책시나리오별 산업 내 파급효과를 살펴보았을 때, 디지털전환 자본에 대한 투자집약도 증대를 통한 정책적 개입은, 디지털전환 생산 및 활용 산업군 부문을 중심으로 산업구조 변화를 촉진하여 장기 경제성장을 도모할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 산업 집중도가 증가하고, 산업 성장의 불균형도가 다소 증가할 수 있음을 확인할 수 있었다. 더불어, 생산현장 내 디지털전환 기술이 내재된 자본 침투가 증대하여, 정형화된 노동 간 대체현상이 심화될수록 산업 내 생산성 증대 및 규모효과는 다소 제약될 수 있음을 확인할 수 있었다. 더불어, 노동대체현상이 심화될수록 경제체제 내 산업 집중도 및 불균형도는 더욱 확대될 수 있음을 확인할 수 있었다.

#### 다. 정책시나리오별 노동시장 및 부가가치 부문 효과 분석

그리고 설계된 정책시나리오별 노동시장 및 부가가치 부문에서 어떠한 변화가 포착되었는지에 대한 관련 결과치를 제시하고자 한다. 우선, 설계된 정책시나리오별 BAU 대비 디지털전환 자본스톡의 증가분을 정리하면, 아래 [표 4-7], [표 4-8]과 같이 정리할 수 있다. [표 4-7]은 BAU 대비 정책시나리오별 디지털전환 HW 자본스톡 증가분(단위: 백억원) 및 연평균 증가율을 나타낸 것이며, [표 4-8]은 디지털전환 SW 자본스톡 증가분 및 증가율을 정리한 것이다. 해당 그림에서 확인할 수 있듯이 디지털전환 자본스톡 추이는 GDP 성장 추이와 비슷한 경향을 보이는데, BAU 대비 디지털전환 기술발전이 가속화되는 상황(SCN\_B 시나리오)에서, SCN\_A 시나리오(BAU 대비 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 1%포인트 증대하는 경우) 대비 더욱 높은 수준의 디지털전환 자본스톡이 축적됨을 확인할 수 있다. 또한, 지능형 디지털전환 자본 복합재( $KC_t$ )와 정형적 업무 기반 직종( $RL_t$ ) 간 대체 탄력성 수치가 증가할수록 자본스톡 증가분은 상대적으로 감소하는 추세를 확인할 수 있다. 이는 앞서 <그림 4-13>에서 살펴본, 노동대체현상이 심화될수록 산업 내 규모효과 및 투자유발 효과에 따른 산업 내 자본스톡 축적 효과가 제약된다는 분석 내용을 뒷받침한다.

이처럼 디지털전환 자본 축적 확대를 바탕으로 한, 경제체제 내 디지털전환 가속화는 산업 전반에 디지털전환 중심 기술 활용을 확산시켜, 경제체제 규모 확대에 기여하게

됨을 확인할 수 있다. 이는 다음 <그림 4-14>와 <그림 4-15>에 제시된, BAU 시나리오 대비 정책시나리오별 디지털전환 자산 가격 추이에서 확인할 수 있다. 해당 그림에서 확인할 수 있듯이, 디지털전환이 가속화됨에 따라 관련 자본재의 가격이 감소하는 것을 파악할 수 있다. 그 예로, 디지털전환 기술변화가 가속화되고  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 대체 탄력성 수치가 BAU 수준인  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로 유지되는 SCN\_B1하에서, 디지털전환 HW 및 SW 자본재 가격이 전반적으로 BAU 대비 크게 감소하는 것을 확인할 수 있다. 2030년 기준, 디지털전환 HW 자본의 가격은 BAU 대비 약 71.10% 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 디지털전환 SW 자본의 경우 BAU 대비 약 49.17% 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이는 설계된 정책시나리오 중 가장 낮은 가격 하락 수준이라고 볼 수 있다.

**[표 4-7] 정책시나리오별 디지털전환 HW 자본스톡 변화**

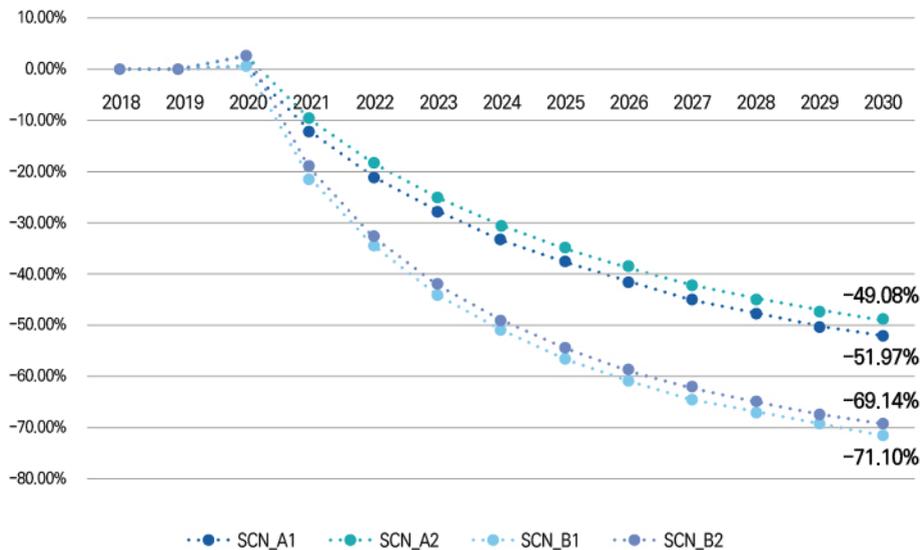
|        | 2018년 자본<br>스톡<br>(A)<br>(백억원) | 2030년<br>목표연도            |                            | B-A<br>(백억원) |
|--------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|
|        |                                | 자본<br>스톡<br>(B)<br>(백억원) | 2018~2030<br>연평균<br>증가율(%) |              |
| BAU    | 5,037.4                        | 6,254.6                  | 1.82%                      | 1,217.2      |
| SCN_A1 | 5,037.4                        | 11,153.8                 | 6.85%                      | 6,116.4      |
| SCN_A2 | 5,037.4                        | 11,042.9                 | 6.76%                      | 6,005.5      |
| SCN_B1 | 5,037.4                        | 16,308.0                 | 10.28%                     | 11,270.6     |
| SCN_B2 | 5,037.4                        | 16,106.7                 | 10.17%                     | 11,069.3     |

[표 4-8] 정책시나리오별 디지털전환 SW 자본스톡 변화

|        | 2018년 자본<br>스톡<br>(A)<br>(백억원) | 2030년<br>목표연도            |                            | B-A<br>(백억원) |
|--------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|
|        |                                | 자본<br>스톡<br>(B)<br>(백억원) | 2018~2030<br>연평균<br>증가율(%) |              |
| BAU    | 6,518.1                        | 6,981.1                  | 0.57%                      | 463.0        |
| SCN_A1 | 6,518.1                        | 9,063.9                  | 2.79%                      | 2,545.9      |
| SCN_A2 | 6,518.1                        | 9,013.5                  | 2.74%                      | 2,495.5      |
| SCN_B1 | 6,518.1                        | 9,008.2                  | 4.63%                      | 4,701.0      |
| SCN_B2 | 6,518.1                        | 11,219.1                 | 4.56%                      | 4,610.5      |

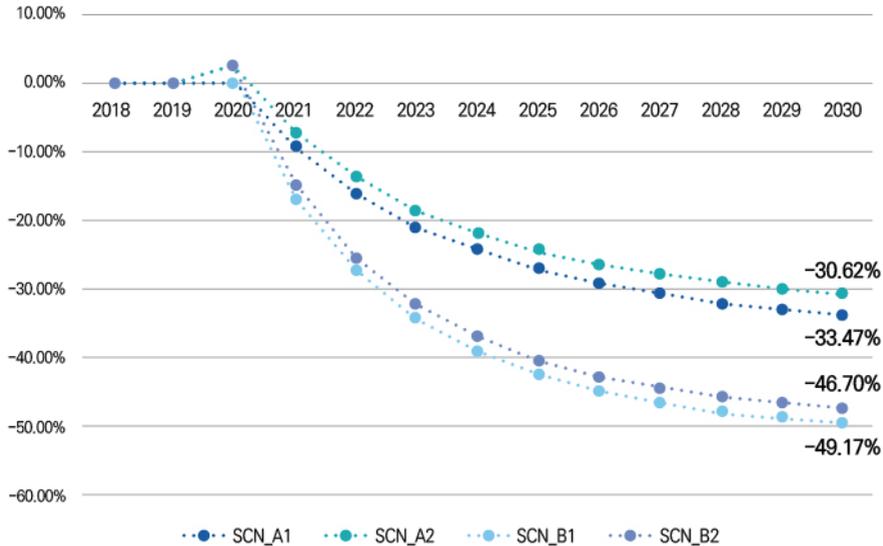
<그림 4-14> BAU 대비 정책시나리오별 디지털전환 HW 자본 가격변화

(단위: %)



〈그림 4-15〉 BAU 대비 정책시나리오별 디지털전환 SW 자본 가격변화

(단위: %)

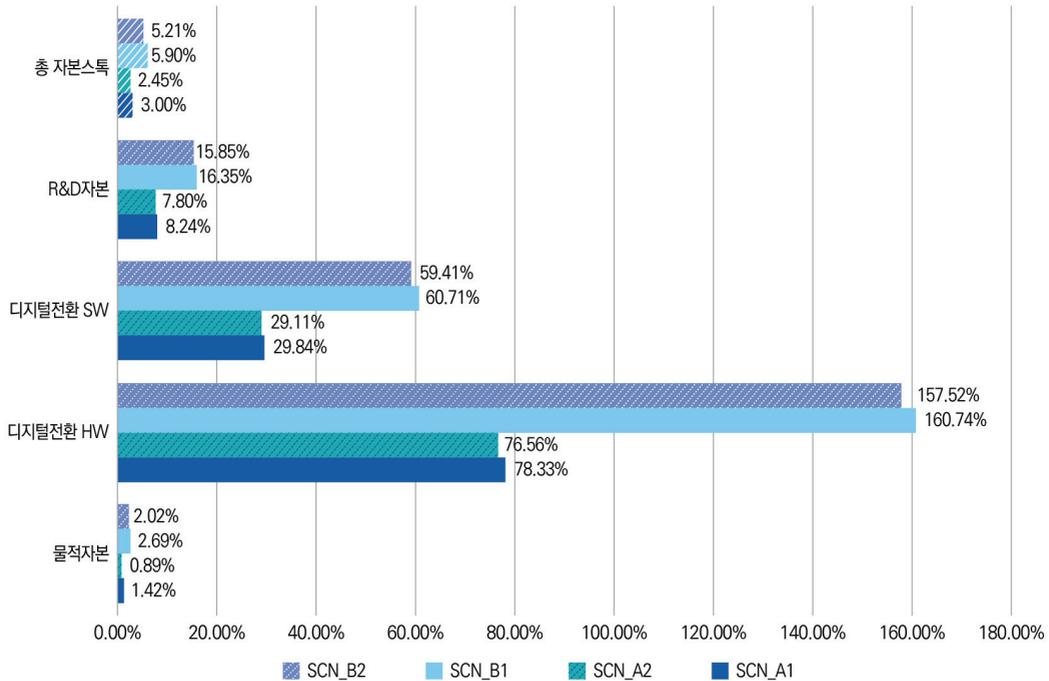


이와 같은 디지털전환 중심 자본재 및 기술의 가격 하락은 산업 전반의 디지털전환 자본 축적 및 기술 활용을 확산 및 촉진함으로써, 경제체제 전반의 생산성 증대 및 외부효과 증대를 촉진하게 된다. 그리고 디지털전환 기술과 정형화된 업무 간 대체 탄력성이 증가할 때, 디지털전환 기술 및 자본재 가격 하락 수준은 다소 위축됨을 확인할 수 있다. 이에 디지털전환 기술발전이 진전되고(BAU 대비 디지털전환 투자집약도 1%포인트 증대), 디지털전환 기술과 노동 간 대체현상이 확대되는 SCN\_A2 시나리오에서 디지털전환 자산의 가격 하락 효과가 가장 낮은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있었다(디지털전환 HW 자본: 2030년 기준 BAU 대비 약 49.08% 하락; 디지털전환 SW 자본: 2030년 기준 BAU 대비 약 30.62% 하락).

또한, 경제체제 내 부가가치 구성 측면의 변화를 살펴보면, 우선 BAU 시나리오 대비 자산 유형별 스톡 수준 변화를 정리하면 〈그림 4-16〉과 같이 정리할 수 있다. 그리고 BAU 대비 시나리오별 경제체제 내 총자본스톡 증 물적자본, 디지털전환 HW 자본, 디지털전환 SW 자본 및 R&D 자본의 개별 비중 변화는 〈그림 4-17〉과 같이 정리할 수 있다.

〈그림 4-16〉 BAU 대비 시나리오별 자본스톡 수준 변화

(단위: %)

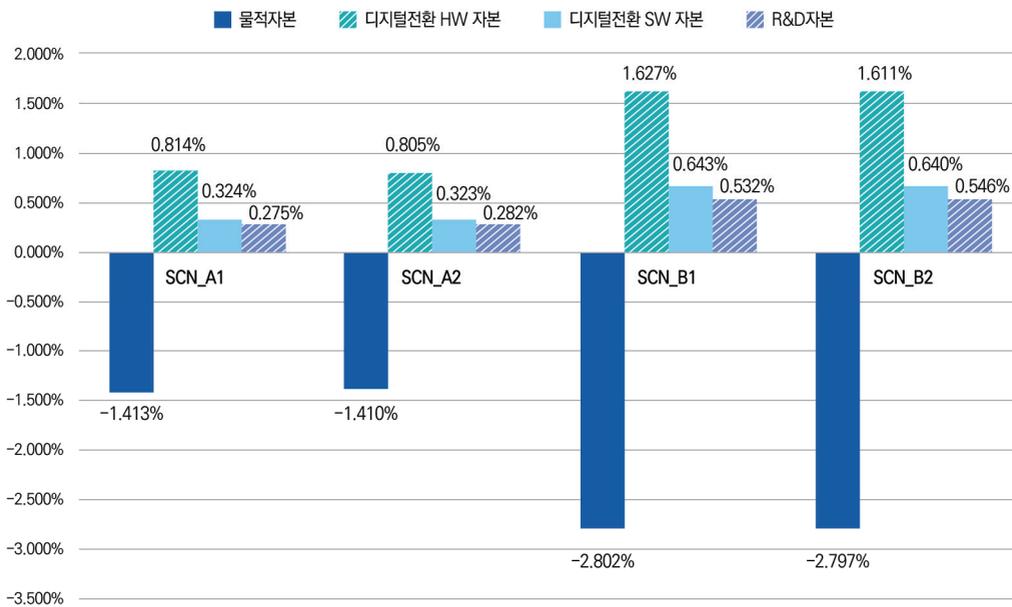


해당 그림에서 확인할 수 있듯이, 디지털전환 자본 투자집약도가 증가할수록 디지털전환 HW 및 SW 자본스톡 변화가 민감하게 변동(증가)함을 확인할 수 있다. 이에 설계된 시나리오 중 자본스톡 증대수준이 가장 높은 시나리오는 SCN\_B 시나리오인 것으로 확인된다. 그리고 디지털전환 기술과 노동 간 대체수준이 상대적으로 낮을수록 디지털전환 자본스톡 축적이 더욱 축적되어, 중장기적으로 디지털전환 중심 기술변화를 더욱 촉진할 수 있음을 확인할 수 있다. 그리고 〈그림 4-17〉에서 확인할 수 있듯이, 디지털전환 자본 투자집약도 증대 형태의 정책적 개입은 경제체제 내 디지털전환 자본과 R&D 자본의 상대적 비중을 확대함으로써, 디지털전환 및 지식(혁신) 집약적 경제체제로의 전환을 촉진할 수 있음을 확인할 수 있다. 이에 반해, 전통적 물적자본의 경우, 상대적 비중은 감소하는 것을 확인할 수 있다(SCN\_A1: BAU 대비 물적자본 비중 -1.413%포인트, 디지털전환 HW 자본 비중 0.814%포인트, 디지털전환 SW 자본 비중 0.324%포인트, R&D 자본 비중 0.275%포인트 변화;

SCN\_B1: BAU 대비 물적자본 비중 -2.802%포인트, 디지털전환 HW 자본 비중 1.627%포인트, 디지털전환 SW 자본 비중 0.643%포인트, R&D 자본 비중 0.532%포인트 변화). 하지만 노동과 디지털전환 기술 간 대체현상이 확대될수록 (SCN\_A2 및 SCN\_B2 시나리오) 디지털전환 자본스톡 수준 및 상대적 비중은 감소하여, 디지털전환 중심 기술변화 촉진을 다소 제약할 수 있음을 확인할 수 있었다.

〈그림 4-17〉 BAU 대비 시나리오별 총자본스톡 중 자산 유형별 비중 변화

(단위: %포인트)



그리고 경제체제 내 고용구조 변화를 살펴보고자 한다. 이에 설계된 정책시나리오에 따라, 총고용수준과 수행 업무 기준 직종 유형별(비정형 인지적 업무 기반 직종, 정형적 업무 기반 직종, 비정형적 매뉴얼 기반 직종) 고용수준이 어떻게 변화하는지 살펴보고자 한다. 우선, 정책시나리오별 총고용수준 증가율을 살펴보고자 한다(표 4-9) 참고). 우선 BAU 시나리오의 경우, 중장기적으로 인구성장률이 감소추세이며, 경제체제 내 디지털전환 기술과 정형적 업무 기반 직종 간 대체현상에 따라, 2018년 대비 2030년의 총노동수요가 약 4.18% 감소하는 것으로 나타난다. 그리고 설계된 정책시나리오 중

SCN\_B1하에서 고용창출 효과가 가장 높음을 확인할 수 있다(2018~2030년 총노동수요 변화: 2018년 대비 12.81% 증가, BAU 대비 2030년 총노동수요: 17.73% 높은 수준).

[표 4-9] 정책시나리오별 총노동수요 변화

(단위: %)

| 시나리오   | 총노동수요 변화<br>(‘18년~’30년) | BAU 대비 총<br>노동수요 수준 |
|--------|-------------------------|---------------------|
| BAU    | -4.18%                  | -                   |
| SCN_A1 | 4.55%                   | 9.11%               |
| SCN_A2 | -5.45%                  | -1.33%              |
| SCN_B1 | 12.81%                  | 17.73%              |
| SCN_B2 | 0.98%                   | 5.38%               |

그리고 디지털전환 기술집약적 자본재와 정형화된 노동 간 대체관계가 BAU 수준을 그대로 유지하며, 디지털전환 자본에 대한 투자집약도가 증대하는 경우인 SCN\_A1하에서는 2030년 총노동수요가 2018년 대비 약 4.55% 높은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다. 이는 중장기적으로 우리나라 경제체제 내 노동수요 감소 및 일자리 창출역량 감소세를 전환하기 위해서는 디지털전환 기술에 대한 투자를 확대할 필요가 있음을 시사한다. 이에 반해, 노동대체현상이 BAU 대비 심화되는 경우인 SCN\_A2 시나리오하에서는 SCN\_A1과 비교하였을 때 총노동수요가 상대적으로 낮은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다. 특히, SCN\_A2 시나리오에서는 BAU 대비 약 1.33% 낮은 수준의 고용창출 효과를 확인할 수 있다. 이는 경제체제 내 디지털전환 기술변화가 진전된다 하더라도, 디지털전환 기술과 정형적 업무 기반 직종 간 대체관계가 강화된다면 고용창출 효과가 저하될 수 있음을 시사하고 있다.

이에 반해, 경제체제 내 디지털전환 자본에 대한 투자집약도가 BAU 대비 약 2.0%포인트 증대되는 경우(SCN\_B1 및 SCN\_B2 시나리오)에는, 반복업무 편향적 기술진보 및 요소 편향적 기술진보에 따른 노동대체현상을 상쇄하는 수준으로, 산업의 생산활동이 확대(규모효과 증대)되어 더욱 높은 수준의 고용을 창출(총노동수요 증가

유발)하고, 국가 경제체제 내 총고용수준을 확대할 수 있음을 확인할 수 있다. 이에 SCN\_A 시나리오와 비교하였을 때, SCN\_B 시나리오에서 전반적으로 높은 수준의 고용창출 효과가 나타남을 확인할 수 있다. 하지만 SCN\_B 시나리오군에서도 BAU 대비 반복업무 편향적 기술진보가 가속화되는 상황인 SCN\_B2 시나리오에서 총고용창출 효과가 SCN\_B1 대비 낮은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다.

그리고 수행 업무 기준 직종 유형별(비정형 인지적 업무 기반 직종, 정형적 업무 기반 직종, 비정형적 매뉴얼 기반 직종) 고용수준 변화를 시나리오별로 살펴보고자 한다 (<그림 4-18> 참고). <그림 4-18>은 BAU 대비 시나리오별 노동유형별 수요 변화를 정리하여 제시한 것이다. 해당 그림에서 확인할 수 있듯이, 경제체제 내 디지털전환 자본 투자집약도가 증대할수록, 비정형적 업무 기반 직종에 대한 수요가 더욱 높은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다. 이에 SCN\_B 시나리오군에서 SCN\_A 시나리오군에 비해, 비정형적 인지 업무 기반 직종에 대한 수요가 더욱 높은 수준으로 형성됨을 파악할 수 있다(예, SCN\_A1하, 비정형 인지 업무 기반 직종 고용수준: BAU 대비 약 14.43% 증가, 정형적 업무 기반 직종 고용수준: BAU 대비 약 1.76% 증가, 비정형적 육체 업무 기반 직종 고용수준: BAU 대비 약 10.73% 증가; SCN\_B1 시나리오하, 비정형 인지 업무 기반 직종 고용수준: BAU 대비 약 27.20% 증가, 정형적 업무 기반 직종 고용수준: BAU 대비 약 4.50% 증가, 비정형적 육체 업무 기반 직종 고용수준: BAU 대비 약 20.76% 증가).

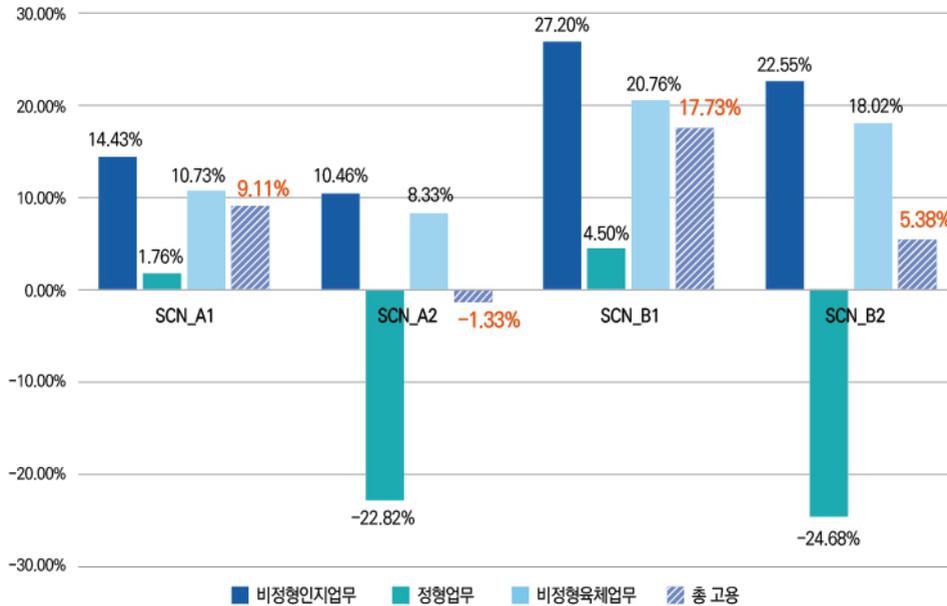
특히, 비정형적 인지 업무 기반 직종의 경우, 다른 유형의 직종에 비해 디지털전환 자본 투자집약도가 증가할수록 더욱 민감하게 고용유발 효과를 확대해 나감을 확인할 수 있다. 이는 디지털전환 자본에 대한 투자 증대에 따른 반복업무 편향적 기술진보가 차별적 노동수요를 형성하였기 때문으로 이해할 수 있다. 이에 디지털전환 가속화에 따른 노동 부문 부가가치 증대 효과는 (추상적 사고, 창의성 및 문제해결 능력 등을 요구하는) 비정형 인지 업무 수행 고숙련 노동이 주도할 것으로 전망할 수 있다.

이에 반해, 디지털전환 기반 기술변화가 진전될수록 반복적이고 절차적인 업무를 주로 수행하는 중숙련 노동의 경우, 상대적 수요가 가장 낮은 수준으로 유발될 수 있음을 확인할 수 있다. 이 같은 추세는 디지털전환 자본에 대한 투자 지출수준이 더욱 증가한 SCN\_B 시나리오군에서 더욱 뚜렷하게 나타남을 확인할 수 있다. 그리고

디지털전환 집약적 자본재의 생산현장 내 침투가 증가하여, 노동 절약형, 반복업무 편향적 기술진보가 더욱 확대될 때, 정형적 업무 수행 직종 노동자들의 일자리 획득 기회는 BAU 대비 감소할 수 있음을 확인할 수 있다. 그 예로, BAU 대비 디지털전환 자본 복합재( $KC_i$ )와 정형적 업무 기반 직종( $RL_i$ ) 간 대체관계가 확대되는 SCN\_A2 시나리오에서, 정형적 업무 기반 직종의 노동자에 대한 수요는 BAU 대비 약 22.82% 감소하는 것을 확인할 수 있다.

〈그림 4-18〉 BAU 대비 시나리오별 노동유형별 수요 변화

(단위: %)



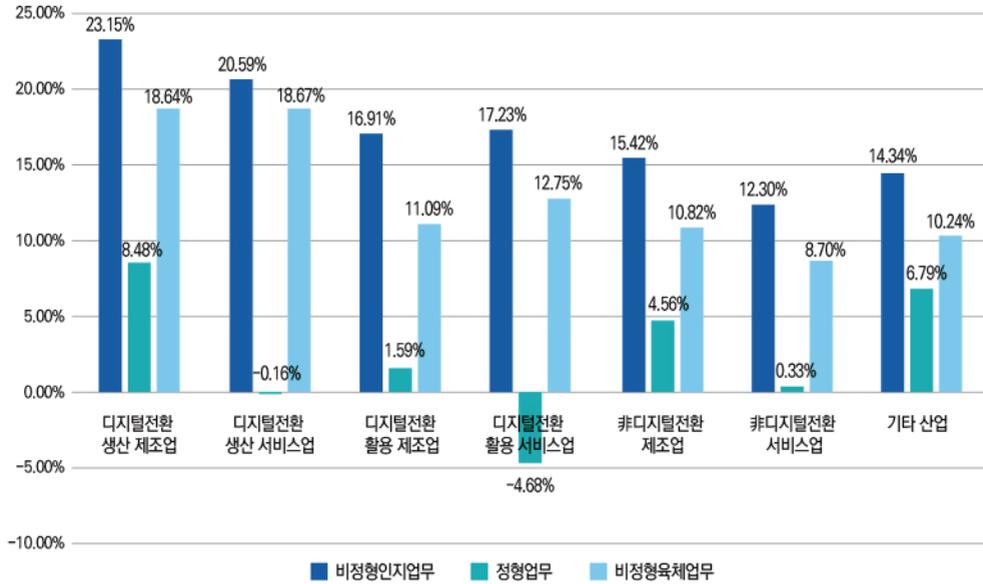
이에 SCN\_A2에서 나타나는 BAU 대비 총고용창출 효과 저하(BAU 대비 약 1.33% 감소) 현상은, 정형적 업무 기반 직종 노동자에 대한 수요가 크게 감소하였기 때문으로 해석할 수 있다. 그리고 SCN\_B2 시나리오에서는 반복적이고 절차적인 업무(매뉴얼 기반 업무)를 주로 수행하는 중숙련 노동의 일자리 기회 박탈 현상이 강화되어, 해당 노동유형에 대한 수요가 BAU 대비 약 24.68% 감소함을 확인할 수 있다. 하지만 해당

SCN\_B2에서는 규모효과 증대에 따른 비정형 업무 기반 직종에 대한 수요유발 효과가 중숙련 노동에 대한 노동대체효과를 초과하는 수준으로 형성되기 때문에, BAU 대비 총고용수준이 높은 수준(BAU 대비 약 5.38% 높은 수준)으로 형성됨을 이해할 수 있다. 이를 바탕으로 디지털전환 시대 경제체제 내 고용창출을 위해서는, 반복업무 편향적 기술진보에 따른 노동대체효과와 디지털전환 자본 축적에 따른 규모효과 간 균형 및 상호관계를 심도 있게 고민해야 함을 이해할 수 있다.

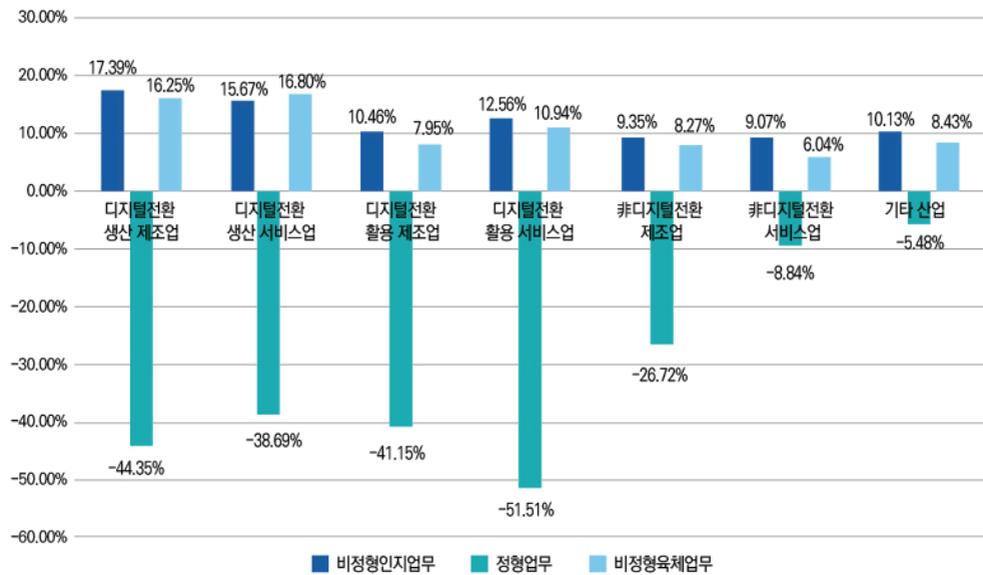
그리고 위에서 제시한 주요 결과치는 디지털전환 자본에 대한 투자수준이 증가할수록 고용시장에서 양극화 현상이 가속화될 수 있음을 시사한다. 앞서 언급한 바와 같이, 경제체제 내 디지털전환 자본재에 대한 투자수준이 높아질수록 규모효과가 증대되어, 디지털전환 기술에 의한 노동대체현상을 상쇄하는 수준으로 총고용수준을 확대할 가능성이 있다. 하지만 이 같은 총고용수준 증대는 차별적 노동수요 형성에 따른 고용시장의 양극화를 동반할 수 있다. 비정형적 업무 기반 직종에 대한 상대적 수요를 더욱 크게 유발함과 동시에, 중간 수준 숙련도를 보유한 정형적 업무 기반 직종에 대한 상대적 수요는 상대적으로 낮게 형성됨으로써, 디지털전환 시대 경제성장은 고용구조에서 양극화 현상을 가속화시킬 가능성을 내재하고 있음을 파악할 수 있다. 또한, 앞서서도 언급하였듯이 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 높을수록, 이와 같은 노동시장 양극화 현상은 더욱 두드러질 것이라 판단할 수 있다. 또한, 이 같은 차별적 노동수요에 의한 고용구조 양극화 현상은 아래 <그림 4-19>에서 나타난 바와 같이, 디지털전환 기술집약적인 산업에서 더욱 두드러지게 나타남을 확인할 수 있다.

〈그림 4-19〉 BAU 대비 시나리오별 산업군 내 노동유형별 수요 변화

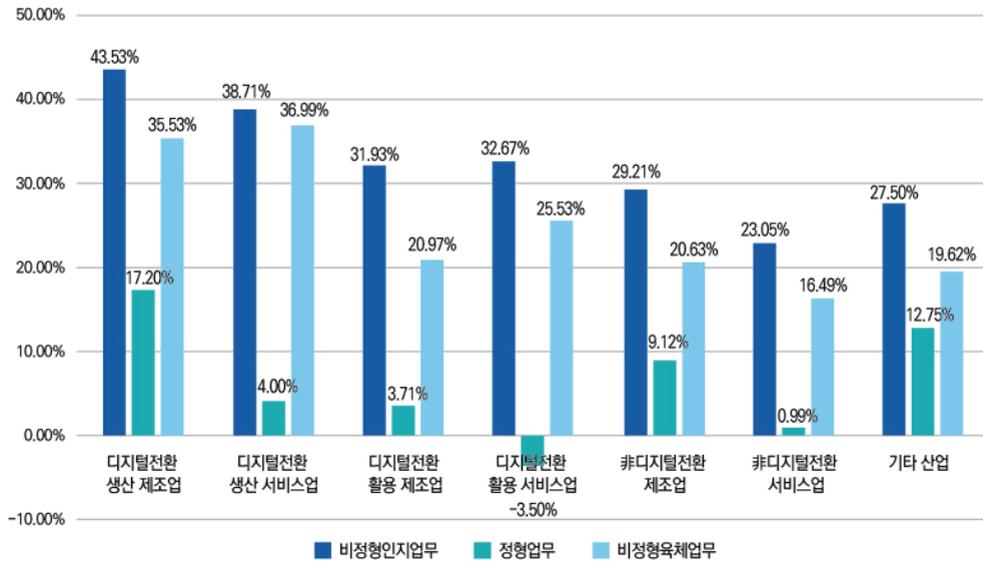
(단위: %)



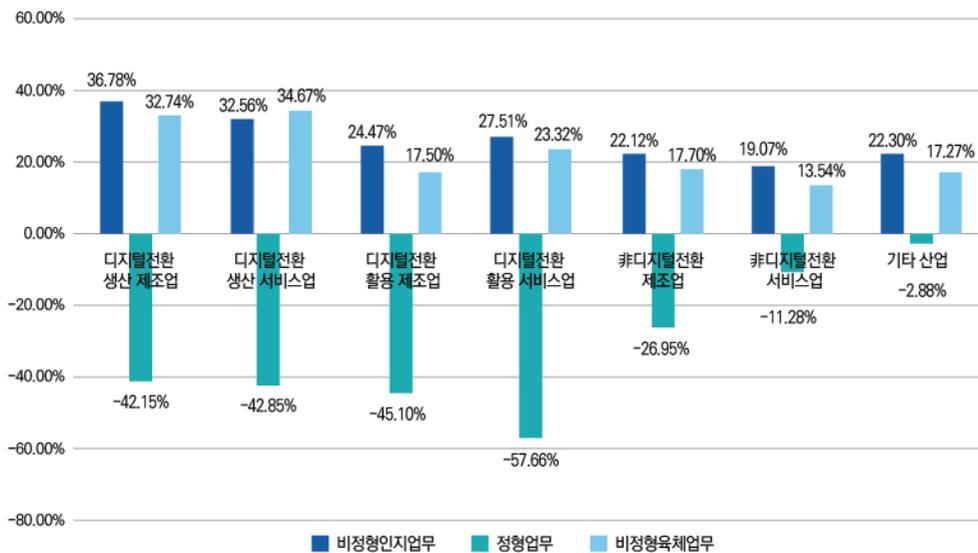
(a) SCN\_A1 시나리오



(b) SCN\_A2 시나리오



(c) SCN\_B1 시나리오



(d) SCN\_B2 시나리오

제시된 <그림 4-19>에 나타나듯이, SCN\_A1, SCN\_B1 및 SCN\_B2 시나리오하에서 나타나는 BAU 대비 높은 수준의 고용유발 효과는 디지털전환 기술집약적 산업이 주도하는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해, 디지털전환 기술집약적 산업일수록 외생적

정책 충격인 디지털전환 자본 투자집약도 변화에 더욱 민감하게 반응해 더욱 높은 수준의 노동수요를 형성함으로써, 경제체제의 규모효과 증대를 주도함을 이해할 수 있다. 또한, 이 같은 디지털전환 생산 부문 및 활용 부문의 상대적 성장은 경제체제 내 반복업무 편향적 기술진보 및 기술변화의 편향성을 더욱 가속화시켜, 노동시장의 양극화를 촉진할 수 있는 가능성을 내재함을 이해할 수 있다. 이에 반해, SCN\_A2 시나리오에서는 디지털전환 집약적 산업군에서, 반복적이고 절차적인 업무(매뉴얼 기반 업무)를 주로 수행하는 중숙련 노동의 대체효과가 두드러져, 총고용수준이 BAU 대비 낮은 수준으로 형성됨을 이해할 수 있다. 이상, 주요 결과 분석을 바탕으로 디지털전환 전개(SCN\_A)로부터 디지털전환 가속화(SCN\_B) 시나리오로 갈수록, 유발되는 부가가치 증대 효과는 비정형적 업무 기반 직종 노동과 디지털전환 자본 투입에 따른 소득 형성이 주도할 것임을 이해할 수 있다. 이에 반해, 디지털전환 기술과 노동 간 대체현상이 확대되는 경우(SCN\_A1과 SCN\_A2 비교; SCN\_B1과 SCN\_B2 비교) 노동시장의 양극화 현상은 더욱 두드러지게 나타나, 정형적 업무를 수행하는 직종의 일자리 획득 기회를 박탈하여 고용시장의 건전성을 더욱 훼손시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

경제체제 내 차별적 노동수요 형성은 노동자들의 임금 격차에도 영향을 미친다. 이에 앞서 살펴본 직종 유형별(비정형 인지적 업무 기반 직종, 정형적 업무 기반 직종, 비정형적 매뉴얼 기반 직종) 수요 변화에 대한 결과 분석에서 더 나아가, 정책시나리오별 노동자 간 임금 격차가 어떻게 변화하는지를 살펴보고자 한다. 아래 제시된 <그림 4-20>은 시나리오별로 도출한 비정형 육체 업무 기반 직종의 임금(PLNM) 대비 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금(PLNC)으로 산정되는 숙련(과업) 프리미엄(skill premium, 혹은 task premium), 그리고 정형화된 업무 기반 직종의 임금(PLR) 대비 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금(PLNC)으로 산정되는 숙련(과업) 프리미엄을 BAU 시나리오에서 도출한 수치와 비교하여 제시한 것이다. 아래 <그림 4-20>에서 확인할 수 있듯이, 비정형 육체 업무 기반 직종의 임금(PLNM) 대비 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금(PLNC)으로 산정되는 숙련(과업) 프리미엄은 SCN\_B1(2030년 기준 BAU 대비 0.79% 높은 수준), SCN\_A1(2030년 기준 BAU 대비 0.54% 높은 수준), SCN\_B2(2030년 기준 BAU 대비 0.47% 높은 수준), 그리고 SCN\_A2(2030년 기준 BAU 대비 0.24% 높은 수준) 순으로 높게 형성됨을 확인할 수

있다. 더불어, 정형화된 업무 기반 직종의 임금(PLR) 대비 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금(PLNC)으로 산정되는 숙련(과업) 프리미엄의 경우, SCN\_B2(2030년 기준 BAU 대비 6.29% 높은 수준), SCN\_A2(2030년 기준 BAU 대비 5.02% 높은 수준), SCN\_B1(2030년 기준 BAU 대비 2.72% 높은 수준), 그리고, SCN\_A1(2030년 기준 BAU 대비 1.74% 높은 수준) 순으로 높게 형성됨을 확인할 수 있다.

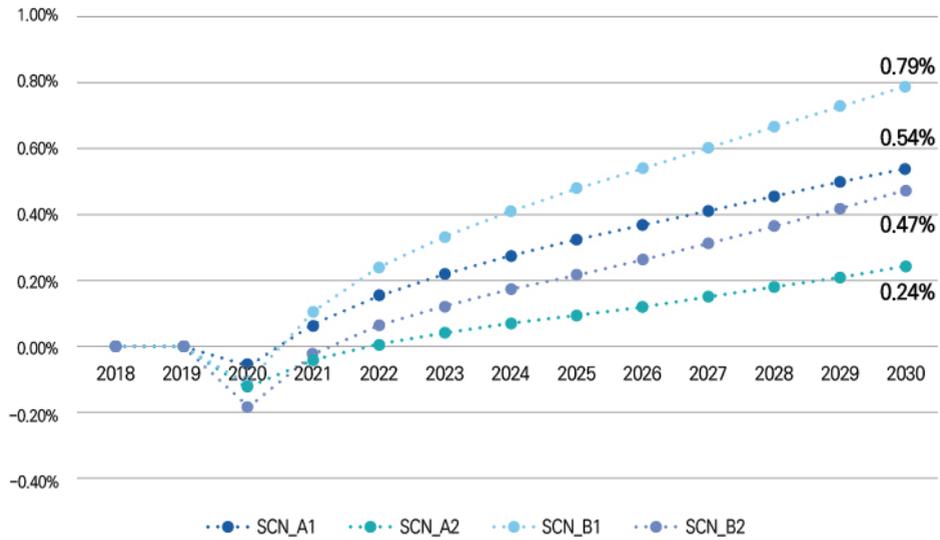
특히, 여기에서는 비정형 매뉴얼 기반 업무 대비 비정형 인지 업무의 숙련 프리미엄이 높게 형성되는 상위 시나리오가 SCN\_B1(2030년 기준 BAU 대비 0.79% 높은 수준)과 SCN\_A1(2030년 기준 BAU 대비 0.54% 높은 수준)인 것으로 나타난다. 해당 시나리오들은 BAU 수준과 동일하게 디지털전환 기술과 정형화된 업무 기반 직종 간 대체 탄력성을 적용한 경우이다. 이에 반해,  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 대체 탄력성 수치가  $\sigma_{KCR} = 2.5$ 로부터  $\sigma_{KCR} = 5.0$ 으로 증가할 때(SCN\_B2 및 SCN\_A2), 비정형 육체 업무 대비 비정형 인지 업무의 숙련 프리미엄은, SCN\_B1과 SCN\_A1에 비해 상대적으로 낮게 형성됨을 확인할 수 있다. 이는 디지털전환 기술집약적 자본재와 노동 간 대체현상이 심화됨에 따라 규모효과 증대에 제약이 있어, 비정형 인지 업무 직종에 대한 수요유발 효과 확대에 한계가 있기 때문으로 해석할 수 있다. 이에 반해, SCN\_B2, SCN\_A2와 비교하였을 때, 상대적으로 노동대체현상이 완화된 SCN\_B1과 SCN\_A1에서는 (추상적 사고, 창의성 및 문제해결 능력 등을 요구하는) 비정형 인지 업무 수행 고숙련 노동에 대한 수요유발 효과가 상대적으로 높게 형성되어, 해당 유형 노동의 상대적 임금이 더욱 높은 수준으로 형성되기 때문임을 이해할 수 있다.

그리고 정형적 업무 대비 비정형 인지적 업무의 숙련 프리미엄이 높게 형성되는 상위 시나리오는 SCN\_B2(2030년 기준 BAU 대비 6.29% 높은 수준), SCN\_A2(2030년 기준 BAU 대비 5.02% 높은 수준)인 것으로 나타난다. 해당 시나리오들은  $KC_i$ 와  $RL_i$  간 대체 탄력성 수치를  $\sigma_{KCR} = 5.0$ 으로 적용한 경우이다. 이는 디지털전환 집약적 자본재와 노동 간 대체현상이 강화됨에 따라 중숙련 노동(정형적 업무 기반 직종)의 상대적 수요가 더욱 감소하여, 이들의 상대적 임금이 더욱 낮은 수준으로 형성되기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 더불어, 디지털전환 자본재에 대한 투자집약도가 증가할수록 비정형 인지적 업무 기반 직종의 상대적 임금은 높게 형성되는 반면, 정형적 업무 기반 직종의 상대적 임금은 더욱 감소하여 상호 간 임금 격차가 더욱

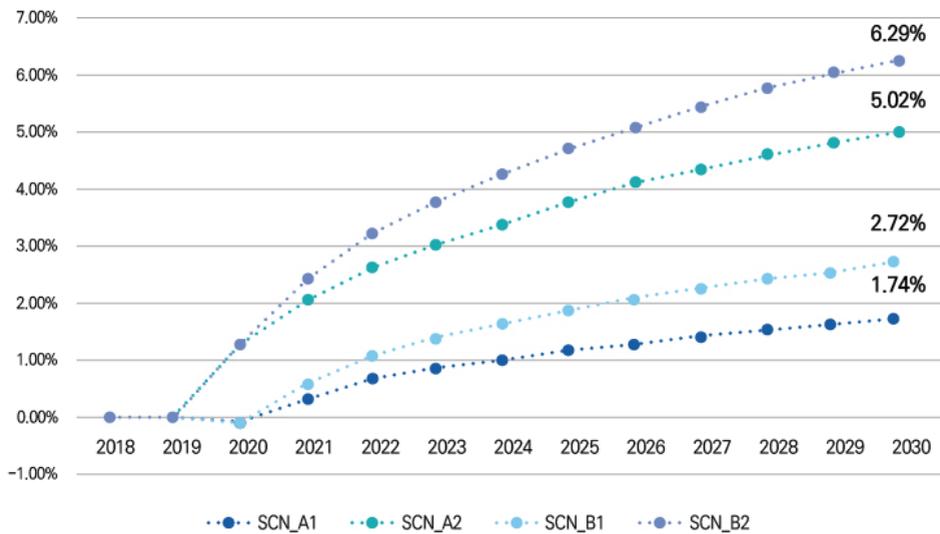
확대됨을 이해할 수 있다. 이를 통해 <그림 4-20>에 제시된 주요 임금 격차 결과를 이해할 수 있다.

<그림 4-20> BAU 대비 시나리오별 직종 유형별 상대적 임금 격차 변화

(단위: %)



(a) (비정형 매뉴얼 업무 대비 비정형 인지 업무) 숙련 프리미엄



(b) (정형 업무 대비 비정형 인지 업무) 숙련 프리미엄

그리고 <그림 4-20>에 나타나듯이, 정형적 업무 기반 직종 대비 비정형적 인지 업무 기반 직종의 숙련 프리미엄이 비정형적 육체(매뉴얼) 업무 기반 직종 대비 비정형적 인지 업무 기반 직종의 숙련 프리미엄보다 더욱 높은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다. 그 예로 시나리오별 정형적 업무 대비 비정형적 인지 업무의 숙련 프리미엄을 살펴보면, BAU 대비 약 1.74~6.29% 높은 수준으로 나타남을 확인할 수 있다. 이에 반해, 비정형적 매뉴얼 기반 업무 대비 비정형적 인지 업무의 숙련 프리미엄은 BAU 대비 약 0.24~0.79% 높은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 1) 디지털전환 투자집약도 증가에 따라 디지털전환 기술발전 수준이 증가하고, 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체수준이 증가할수록 추상적 사고와 창의성 및 문제해결 능력에 특화된 비정형 인지 업무에 배분되는 경제적 이윤을 확대시킴을 이해할 수 있다. 이에 반해, 반복적이고 절차적인 업무를 주로 수행하는 중간 수준의 숙련도를 보유한 노동자들에게 배분되는 경제적 이득은 더욱 감소하여, 노동시장 내 양극화 현상이 매우 강화될 수 있음을 이해할 수 있다.

이와 같은 결과 분석을 바탕으로, 디지털전환 시대 반복업무 편향적 기술진보의 가속화는 노동시장의 분화 및 양극화 현상을 확대함으로써, 산업 전반의 성장잠재력을 약화시키고 경제체제의 기반을 약화시킬 수 있는 잠재적 문제를 안고 있음을 이해할 수 있다. 특히, 앞서 살펴본 산업별 파급효과 분석에서도 확인하였듯이, 디지털전환 시대 반복업무 편향적 기술진보의 가속화는 산업구조 측면에서도 집중도를 강화시키고, 산업 전반의 불균형적 성장구조를 확대함으로써, 기술변화의 편향성을 더욱 확대시킬 수 있음을 추론할 수 있다.

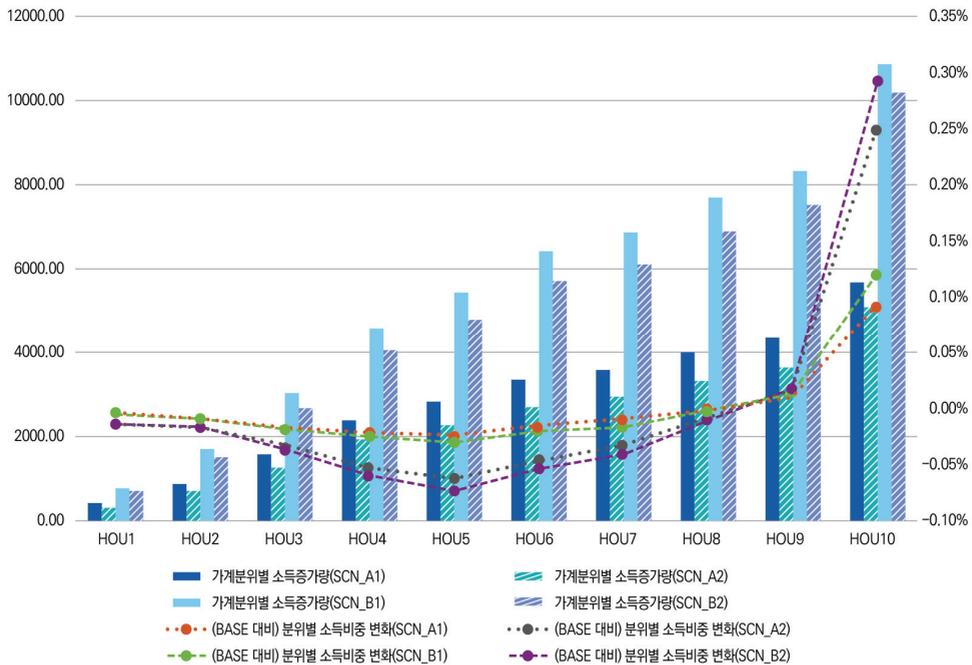
## 라. 정책시나리오별 소득분배 효과 분석

그리고 설계된 정책시나리오별 소득분배 관련 지표 비교를 하여 결과 분석을 진행하고자 한다. 반복업무 편향적 기술진보 및 요소 편향적 기술진보는 기술적 실업, 임금구조의 양극화(분화), 그리고 사회 내 소득 불평등 현상을 가속화시킬 수 있는 가능성을 내재하고 있다. 특히, 요소 편향적 기술진보로 묘사되는 기술혁신의 내재적 속성은 경제체제 내 고숙련 노동자와 자본 소유자에게 배분되는 경제적 수익을

확대하여, 사회적 불평등과 양극화를 심화시킬 수 있는 가능성을 지닌다. 따라서 미래 디지털전환 시대 기술변화의 편향성에 따른 사회경제적 파급효과 분석을 위해서는 소득분배와 관련한 주요 지표를 분석하는 것이 의미가 있다. 이에 본 연구에서는 정책시나리오별 각 소득분위 비중이 BAU 시나리오와 비교하였을 때 어느 정도의 변화가 나타나는지 살펴보고자 하였다. 이에 아래 제시된 <그림 4-21>은 2030년 BAU 시나리오 대비 정책시나리오별 가계분위 비중 변화를 나타낸 것이다.

<그림 4-21> BAU 대비 시나리오별 가계소득 증가 및 분위별 소득비중 변화

(좌축 단위: 백억원; 우축 단위: %포인트)



제시된 <그림 4-21>에서 확인할 수 있듯이, 디지털전환 기술발전 수준이 증대할수록 (SCN\_A1과 SCN\_B1 비교) 경제체제 내 가계 총소득에서 저소득 및 중간 소득분위 가구들의 비중 감소가 나타나는 반면, 고소득 가구들의 소득 증가 및 전체 가계소득 내 비중이 상대적으로 더욱 증가하는 것을 확인할 수 있다. 해당 결과치는 디지털전환 진전이 확대됨에 따라 부가가치 계정 내 소득 증대 효과가 가장 크게 나타나는 계정이

디지털전환(HW 및 SW) 자본 및 고숙련 노동(비정형 인지 업무 기반 직종)인데, 해당 생산요소로부터 소득을 형성하는 가구가 고소득 가계분위에 집중되기 때문으로 해석이 가능하다. 그리고 이 같은 추세는 경제체제 내 디지털전환 집약적 자본재와 노동 간 대체현상이 강화될수록(SCN\_A1과 SCN\_A2 비교; SCN\_B1과 SCN\_B2 비교) 더욱 강화되는 것을 확인할 수 있다. 이는 디지털전환 기술변화의 편향성에 따라 노동대체현상이 심화될수록 경제체제 내 규모효과 증대가 위축되고, 정형적 업무를 수행하는 직종의 일자리 박탈 현상이 강화되어, 해당 직종에 종사하는 주요 저소득 및 중간 소득분위 가구들의 소득 형성을 제약하기 때문으로 해석할 수 있다.

**[표 4-10] 2030년 기준 정책시나리오별 소득분배 효과**

| 시나리오   | 지니계수    | 십분위분배율  |
|--------|---------|---------|
| BAU    | 0.37377 | 0.53980 |
| SCN_A1 | 0.37466 | 0.53662 |
| SCN_A2 | 0.37593 | 0.53230 |
| SCN_B1 | 0.37486 | 0.53597 |
| SCN_B2 | 0.37624 | 0.53126 |

더 나아가, 설계한 정책시나리오별 가계소득 분포 및 분배 효과를 정량화하고자 지니계수 및 십분위분배율 등을 계산함으로써, 디지털전환 기술변화 양상에 따라 소득분배 측면에서 어떠한 변화가 초래되는지 살펴보았다. 이에 시나리오별 2030년 기준 지니계수 및 십분위분배율을 계산하였다. 지니계수가 0일 경우 완전균등분배로서 소득 불평등이 존재하지 않는 경우를 의미하며, 1일 경우에는 완전불균등분배를 의미한다. 또한, 십분위분배율은 상위 20% 소득에 대한 하위 40% 계층의 소득비율을 계산한 지수로, 해당 지수의 값이 클수록 소득분배가 개선됨을 의미한다. 분석 결과, [표 4-10]에 제시된 바와 같이 우리나라 경제사회 내 디지털전환 기술발전 수준이 증대할수록(SCN\_A1: 지니계수 0.37466과 SCN\_B1: 0.37486 비교), 그리고 디지털전환 기술과 노동 간 대체관계가 강화될수록(SCN\_A1: 지니계수 0.37466과 SCN\_A2: 0.37593 비교; SCN\_B1: 0.37486과 SCN\_B2: 0.37624 비교) 지니계수가 증대하고, 십분위분배율이 감소함을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로, 디지털전환 기술혁신에 따른 반복업무 편향적 기술진보 및 요소 편향적 기술진보가 우리나라

경제사회에서 확대될수록, 소득분포 측면에서는 불평등 추세가 강화될 수 있음을 이해할 수 있었다. 이는 디지털전환 가속화에 따라, 디지털전환 자본재를 보유한 경제 주체와 비정형 업무를 수행하는 고숙련 근로자들에게 배분되는 경제적 이윤을 더욱 확대하기 때문으로 해석할 수 있다. 즉, 앞서 부가가치 부문의 파급효과 분석에서 파악하였듯이, 디지털전환 가속화는 우리나라 경제체제 내 디지털전환 자본과 비정형 인력 업무 간 보완성을 더욱 강화할 수 있음을 확인하였다. 이와 같은 부가가치 부문의 파급효과는 가계소득 분포에도 영향을 끼쳐, 소득분포 측면에서도 집중도를 강화할 수 있음을 이해할 수 있었다.

이상 본 연구에서는 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체를 복합적으로 고려하여, 디지털전환 기술변화 양상을 가정한 시나리오(SCN\_A1 및 SCN\_B1 시나리오; SCN\_A2 및 SCN\_B2 시나리오)별 파급효과를 분석하고자 하였다. 분석을 위해 디지털전환 특화 CGE 모형을 구축·활용하였다. 이에 설계된 정책시나리오별 경제성장 효과, 산업별 효과, 노동시장 및 소득분배 측면 효과를 비교·분석하고자 하였다. 이를 바탕으로, 디지털전환 기술변화의 양상에 따른 우리나라 경제체제 내 주요 파급효과 및 파급경로를 다각도로 살펴보고 이해하고자 하였다. 주요 분석 결과를 바탕으로 본 연구에서는 첫 번째로, 우리나라 경제체제 내 추가적인 디지털전환 자본재에 대한 투자가 경제성장을 더욱 촉진할 수 있음을 확인하였다. 이에 디지털전환 자본재에 대한 투자 확대가 디지털전환 기반 기술진보를 추동하여, 경제체제 전반의 생산성 증대를 촉진함으로써 규모효과 증대를 이끌게 됨을 이해할 수 있었다. 따라서 디지털전환 기반 기술진보 주도 경제성장을 도모하려면 지속적으로 해당 부문에 대한 투자를 증대시켜야 함을 확인할 수 있었다.

두 번째로, 생산현장 내 지능형 기술이 체화된 자본재와 정형적 업무 기반 직종 간 대체현상이 확대될수록, 경제성장 촉진 효과(growth-enhancing effects)는 위축될 수 있음을 확인하였다. 즉, 경제체제 내 지능형 자본재 침투현상이 증대함에 따라, 정형화된 업무 기반 직종의 일자리 획득 기회가 상대적으로 감소하는 노동대체효과(labor substitution effects)가 디지털전환 기반 기술진보에 따른 규모효과(scale effects) 증대 효과를 일정 부분 상쇄(offset)할 수 있음을 확인하였다.

세 번째로, 디지털전환 자본에 대한 투자집약도 증대를 통한 정책적 개입은 디지털전환

생산 및 활용 산업군 부문을 중심으로 산업구조 변화를 촉진하여, 장기 경제성장을 도모할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 산업 집중도가 증가하고, 산업 성장의 불균형도가 다소 증가할 수 있음을 확인할 수 있었다. 네 번째로, 생산현장 내 디지털전환 기술이 내재된 자본 침투가 증대하여, 정형화된 노동 간 대체현상이 심화될수록 산업 내 생산성 증대 및 규모효과는 다소 제약될 수 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 디지털전환 기술과 노동 간 대체현상이 심화될수록 경제체제 내 산업 집중도 및 불균형도는 더욱 확대될 수 있음을 확인할 수 있었다.

다섯 번째로, 디지털전환 기술발전 및 기술과 노동 간 대체에 따른 기술변화의 편향성 확대는 산업구조의 집중도 강화를 넘어 노동시장의 양극화 현상을 더욱 강화하여, 노동시장 내 불균형도를 더욱 악화시킬 가능성이 있음을 확인하였다. 특히, 1) 디지털전환 투자집약도 증가에 따라 디지털전환 기술발전 수준이 증가하고, 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체수준이 증가할수록 추상적 사고와 창의성 및 문제해결 능력에 특화된 비정형 인지 업무에 배분되는 경제적 이윤을 확대시킴을 이해할 수 있었다. 이에 반해, 반복적이고 절차적인 업무를 주로 수행하는 중간 수준의 숙련도를 보유한 노동자들에게 배분되는 경제적 이득은 더욱 감소하여, 노동시장 내 양극화 현상이 매우 강화될 수 있음을 확인할 수 있었다.

여섯 번째로, 디지털전환 기술변화의 편향성이 강화될수록, 경제체제 내 가계 총소득에서 저소득 및 중간 소득분위 가구들의 비중 감소가 나타나는 반면, 고소득 가구들의 소득 증가 및 전체 가계소득 내 비중이 상대적으로 더욱 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 소득분포 측면에서도 고소득 가구에 경제적 이윤이 집중되어 불균형도가 악화될 수 있음을 전망할 수 있었다. 이와 같은 결과 분석을 바탕으로, 디지털전환 시대 반복업무 편향적 기술진보의 가속화는 산업 집중도 강화, 노동시장 양극화 및 소득 집중도 강화 등 추세를 확대함으로써, 중장기적으로 우리나라 경제체제의 포용적 발전(성장)을 저해할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 디지털전환 속도에 적절히 대응하지 못하는 경우, 기술변화와 경제사회시스템 간 괴리에 의해 포용적 경제성장이 제한됨을 시사한다. 이에 다음 세부 절에서는 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책대안으로 고려된 ‘근로자들의 학습활동’의 효과성을 살펴보기 위한 관련 정책실험 내용 및 분석 결과를 간략히 제시하고자 한다.

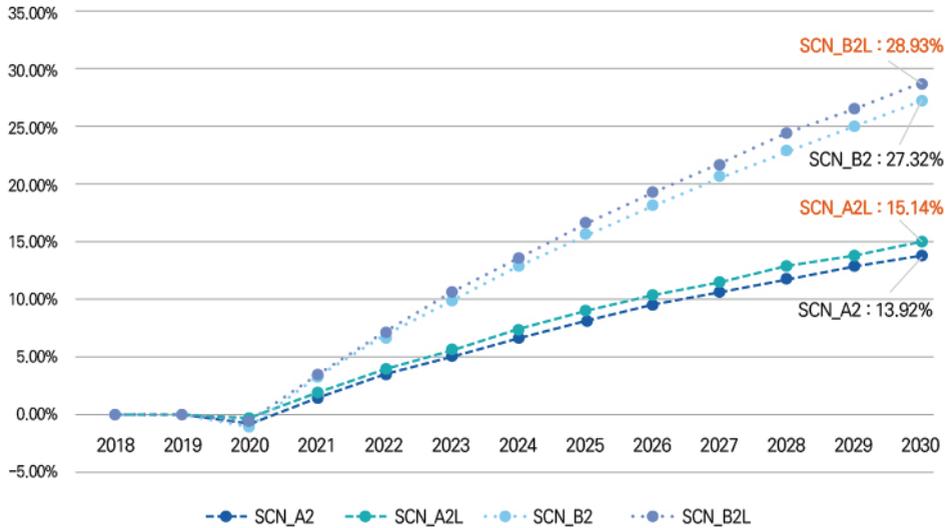
## 2 디지털전환 시대 정책대안 실험 및 파급효과 분석

이상 앞선 세부 절에서 분석한 주요 설계 시나리오들은 디지털전환 기술변화 양상을 고려한 구성이라고 볼 수 있다. 이같이 기술변화 측면 디지털전환 시대에 전개될 다양한 미래환경 변화에 대한 고려에서 확장하여, 본 세부 절에서는 지능형 기술발전에 따라 기술과 노동 간 대체현상이 심화되는 경우인 SCN\_A2와 SCN\_B2 시나리오에서 노동시장 내 근로자들의 학습활동이 활발하게 전개되는 경우를 추가로 가정한 시나리오를 고려하고자 한다. 이에 경제체제 내 교육투자에 따른 노동자의 숙련도 향상과 이들의 노동시장 유입이 원활하게 일어나는 상황을 반영하여 추가적인 시나리오(SCN\_A2L 및 SCN\_B2L)를 설계하여 모형 내 반영하였다(표 4-3) 참고). 이에 추가로 고려한 시나리오들에 대한 분석 결과를 제시함으로써, 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책대안의 역할을 이해하고자 한다.

이에 추가된 정책시나리오인 SCN\_A2L과 SCN\_B2L 시나리오의 주요 결과치들을 앞서 살펴본 정책시나리오(SCN\_A2 및 SCN\_B2) 주요 결과치와 비교하여, 디지털전환 시대 경제성장의 잠재적 문제 및 부작용을 해소하기 위한 보완적 정책으로서 재직자들의 원활한 평생학습의 역할을 확인하고자 한다. 우선 경제성장 측면에서 결과 분석을 진행하고자 한다. <그림 4-22>는 추가 설계한 시나리오를 포함한 정책시나리오의 BAU 대비 GDP 수준을 분석 기간에 대해 정리한 것이다. 해당 그림에서 확인할 수 있듯이, 분석연도 2030년, SCN\_B2L과 SCN\_A2L 시나리오의 경우, SCN\_B2 시나리오 및 SCN\_A2 시나리오에 비해 상대적으로 높은 수준의 GDP 성장 효과를 견인함을 파악할 수 있다. <그림 4-22>에서도 나타나듯이 2030년의 경우, SCN\_B2L 시나리오는 BAU 시나리오 대비 약 28.93% 높은 수준의 경제성장을 달성하는 것을 확인하였고, SCN\_A2L 시나리오의 경우에는 BAU 시나리오 대비 약 15.14% 높은 수준의 GDP 수준을 달성함을 확인하였다. 이에 반해, SCN\_B2 및 SCN\_A2 시나리오의 경우에는 앞서 언급한 바와 같이 2030년 기준 BAU 대비 약 27.32% 및 13.92% 높은 수준의 GDP를 달성함을 확인할 수 있었다.

〈그림 4-22〉 BAU 시나리오 대비 추가 정책시나리오별 GDP 수준

(단위: %)

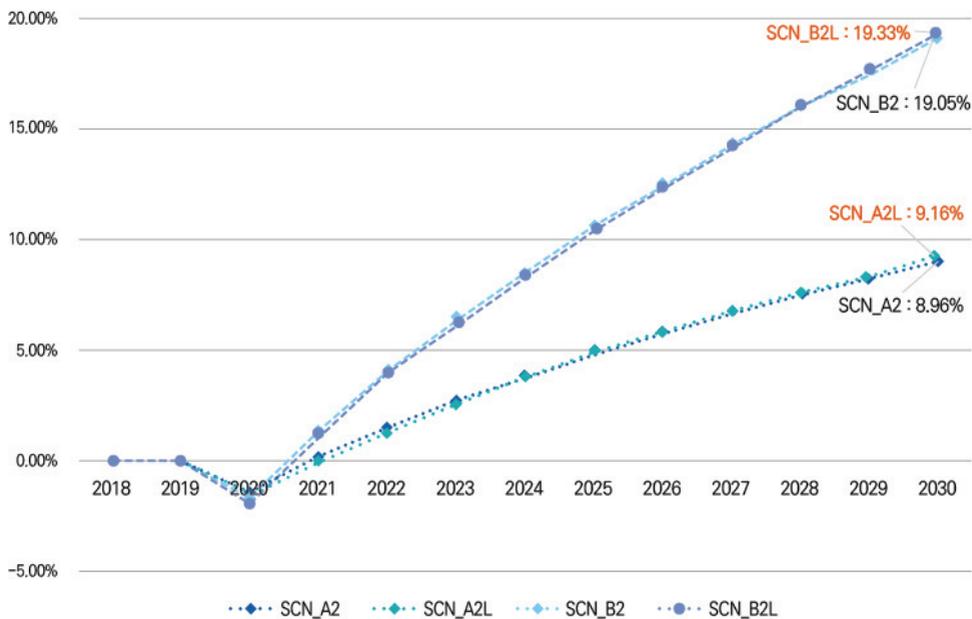


이를 통해, 디지털전환 시대 디지털전환 기술개발을 위한 투자와 병행하여 노동시장 내 근로자들의 학습을 뒷받침하는 제도적 환경이 마련되는 경우, 기술변화의 편향성이 가속화되는 디지털전환 시대 경제성장 효과를 더욱 촉진할 수 있음을 파악할 수 있다. 특히, 재직자들의 직업훈련 및 평생학습을 통한 숙련도 향상 및 과업 고도화 등을 바탕으로, 비정형 인지 업무를 수행하는 노동의 공급이 더욱 원활하게 이루어져, 디지털전환 기술투자 증대에 따라 창출되는 비정형 인지 업무 기반 노동과 디지털전환 기술 간 보완관계가 더욱 강화됨으로써, 경제체제 내 규모효과 증대가 더욱 크게 나타남을 해석할 수 있다. 즉, 디지털전환 자본투자 증대에 따라 발생하는 디지털전환 자본 심화현상 및 반복업무 편향적 기술진보에 따른 고숙련 노동에 대한 수요 증가 효과가 노동자들의 숙련도 향상 및 고숙련 노동의 공급 증가와 함께 맞물려, 더욱 높은 수준의 경제성장 효과를 도모할 수 있게 되는 것이다. 이에 SCN\_B2L과 SCN\_A2L 시나리오에서 나타난 SCN\_B2 시나리오 및 SCN\_A2 대비 높은 장기 경제성장 효과는, 기술혁신에 따라 형성되는 수요 측면의 숙련도 및 과업 분포와 학습활동에 따라 변동하는 공급 측면의 숙련도 및 과업 분포 간 상호작용이 촉진될 때, 디지털전환 기술축적에 따른 외부성을 더욱 확대하여 더욱 높은 수준의 경제성장 균형점에 도달할

수 있음을 이해할 수 있다. 이는 학습활동을 바탕으로 한, 노동자들의 과업 고도화 및 숙련도 향상과 디지털전환 자본투자를 통한 기술혁신 간 보완성 강화가 우리나라 경제체제의 장기 성장잠재력을 확보할 수 있도록 하는 주요 성장동력으로 역할을 할 수 있음을 시사한다.

〈그림 4-23〉 BAU 시나리오 대비 추가 정책시나리오별 총산업 산출 수준

(단위: %)



그리고 추가된 SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 시나리오를 포함하여, 시나리오별 경제체제 내 산업별 산출량 변화 및 산업구조 변화를 살펴보고자 한다. 제시된 〈그림 4-23〉은 SCN\_A2, SCN\_A2L, SCN\_B2 및 SCN\_B2L 시나리오의 BAU 대비 총산업 산출량 변화를 정리하여 제시한 것이다. 해당 그래프에서 확인할 수 있듯이, 경제체제 내 재직자들의 학습활동이 원활하게 이뤄지는 경우, 산업 산출량 측면에서도 규모효과 증대를 이끌게 됨을 확인할 수 있었다. 그 예로 SCN\_B2 시나리오의 경우, 2030년 기준 BAU 대비 약 19.05% 높은 수준의 산출량 증대를 견인하는 것으로 나타났는데, 경제체제 내 경제 주체들의 숙련도 향상 노력이 원활하게 이뤄지는 경우인

SCN\_B2L에서는 이보다 약 0.28%포인트 높은 규모효과 증대가 추동됨을 확인할 수 있다.

그리고 아래 제시된 [표 4-11]은 추가된 SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 포함 시나리오별 산업군별 산출량 변화를 시기별로 정리하여 제시한 것이다. 앞선 디지털전환 기술변화 양상을 고려한 정책시나리오별 산업 파급효과 분석에서 디지털전환 자본에 대한 투자집약도 증대를 통한 정책적 개입은, 디지털전환 생산 및 활용 산업군 부문을 중심으로 산업구조 변화를 촉진하여 장기 경제성장을 도모할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 산업 집중도가 증가하고, 산업 성장의 불균형도가 다소 증가할 수 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 생산현장 내 디지털전환 기술이 내재된 자본 침투가 증대하여, 정형화된 노동 간 대체현상이 심화될수록 산업 내 생산성 증대 및 규모효과는 다소 제약될 수 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 디지털전환 기술과 노동 간 대체현상이 심화될수록 경제체제 내 산업 집중도 및 불균형도는 더욱 확대될 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 본 세부 절에서도 추가 시나리오별 산업 집중도 변화 및 생산성 변화 측면으로 주요 분석 결과를 제시하고자 한다.

[표 4-11] BAU 대비 추가 정책시나리오별 산업별 산출량 변화

(단위: %)

|       |                                    | 2020   | 2025   | 2030   |
|-------|------------------------------------|--------|--------|--------|
| 전체 산업 | SCN_A1                             | -0.30% | 6.82%  | 11.46% |
|       | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.31% | 4.84%  | 8.96%  |
|       | SCN_A2L                            | -1.62% | 4.96%  | 9.16%  |
|       | SCN_B1                             | -0.61% | 12.79% | 21.93% |
|       | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.60% | 10.55% | 19.05% |
|       | SCN_B2L                            | -1.92% | 10.68% | 19.33% |

|                     |                                    | 2020   | 2025   | 2030   |
|---------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|
| 디지털전환 생산<br>제조업     | SCN_A1                             | 6.44%  | 15.32% | 21.38% |
|                     | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 5.66%  | 13.50% | 18.97% |
|                     | SCN_A2L                            | 5.27%  | 13.36% | 18.87% |
|                     | SCN_B1                             | 12.78% | 29.99% | 42.26% |
|                     | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 12.18% | 27.90% | 39.34% |
|                     | SCN_B2L                            | 11.80% | 27.80% | 39.32% |
| 디지털전환 생산<br>서비스업    | SCN_A1                             | 1.99%  | 9.95%  | 15.11% |
|                     | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 1.21%  | 8.19%  | 12.84% |
|                     | SCN_A2L                            | 1.12%  | 8.62%  | 13.40% |
|                     | SCN_B1                             | 3.94%  | 19.30% | 29.85% |
|                     | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | 3.19%  | 17.25% | 27.14% |
|                     | SCN_B2L                            | 3.10%  | 17.75% | 27.89% |
| 디지털전환<br>활용<br>제조업  | SCN_A1                             | -0.44% | 6.67%  | 11.30% |
|                     | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.45% | 4.68%  | 8.79%  |
|                     | SCN_A2L                            | -1.66% | 4.98%  | 9.23%  |
|                     | SCN_B1                             | -0.87% | 12.44% | 21.51% |
|                     | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.88% | 10.19% | 18.61% |
|                     | SCN_B2L                            | -2.10% | 10.54% | 19.22% |
| 디지털전환<br>활용<br>서비스업 | SCN_A1                             | -0.56% | 7.06%  | 12.05% |
|                     | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.57% | 5.16%  | 9.69%  |
|                     | SCN_A2L                            | -1.72% | 5.51%  | 10.19% |
|                     | SCN_B1                             | -1.12% | 13.24% | 23.18% |
|                     | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -2.13% | 11.10% | 20.47% |
|                     | SCN_B2L                            | -2.28% | 11.50% | 21.12% |

|                   |                                    | 2020   | 2025   | 2030   |
|-------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|
| 비(非)디지털전환<br>제조업  | SCN_A1                             | -0.37% | 6.70%  | 11.30% |
|                   | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.36% | 4.67%  | 8.71%  |
|                   | SCN_A2L                            | -1.62% | 4.93%  | 9.11%  |
|                   | SCN_B1                             | -0.71% | 12.54% | 21.54% |
|                   | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.72% | 10.22% | 18.54% |
|                   | SCN_B2L                            | -1.98% | 10.52% | 19.08% |
| 비(非)디지털전환<br>서비스업 | SCN_A1                             | -0.91% | 5.65%  | 9.83%  |
|                   | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -2.24% | 3.34%  | 7.01%  |
|                   | SCN_A2L                            | -2.93% | 2.88%  | 6.50%  |
|                   | SCN_B1                             | -1.83% | 10.41% | 18.60% |
|                   | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -3.14% | 7.85%  | 15.42% |
|                   | SCN_B2L                            | -3.83% | 7.32%  | 14.78% |
| 기타 산업             | SCN_A1                             | -0.61% | 6.16%  | 10.57% |
|                   | SCN_A2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.03% | 4.71%  | 8.52%  |
|                   | SCN_A2L                            | -1.06% | 5.18%  | 9.14%  |
|                   | SCN_B1                             | -1.19% | 11.48% | 20.13% |
|                   | SCN_B2<br>( $\sigma_{KCR} = 5.0$ ) | -1.63% | 9.75%  | 17.65% |
|                   | SCN_B2L                            | -1.67% | 10.28% | 18.46% |

아래 제시된 [표 4-12]는 추가 정책시나리오(SCN\_A2L 및 SCN\_B2L)를 포함하여, 산업 집중도 지수를 정량화한 NAI 및 EI 값을 정리하여 제시한 것이다. 해당 결과치에서 확인할 수 있듯이, 경제체제 내 비인지적 업무 중심으로의 전략적 업무 다각화와 재직자들의 숙련도 향상을 뒷받침하는 학습활동이 원활하게 이행되는 경우, 산업 집중도는 더욱 증가함을 확인할 수 있다. 그 예로 SCN\_A2의 경우, NAI 및 EI 값이 각각 0.04327, 0.762454로 나타나는데, SCN\_A2L의 경우, 해당 지수의 값이 각각 0.05035, 0.762792로 나타난다. 이에 SCN\_A2L의 경우, SCN\_A2 시나리오

대비 산업구조 측면 집중도가 강화됨을 이해할 수 있다. 이 같은 경향은 SCN\_B2 및 SCN\_B2L 시나리오 비교에서도 확인할 수 있다. 이는 학습활동에 따라 비정형 인지 업무 기반 직종을 수행하는 노동의 공급이 확대됨에 따라, 디지털전환 시대 경제체제 내 디지털전환 집약적 기술과 비정형 업무 간 보완관계가 강화되어, 디지털전환 기술집약적 산업군의 성장세가 더욱 강화되기 때문인 것으로 해석할 수 있다(표 4-11) 참고). 이에 미래 디지털전환 시대의 경우, 산업 불균형적 성장 문제를 해소하기 위한 다양한 정책대안 발굴 및 이행이 이뤄질 필요가 있음을 이해할 수 있었다.

[표 4-12] 2030년 BAU 대비 추가 정책시나리오별 산업 집중도 지수 비교

|         | National Average Index(NAI) | Entropy Index(EI) |
|---------|-----------------------------|-------------------|
| BAU     | -                           | 0.758815          |
| SCN_A1  | 0.03810                     | 0.762138          |
| SCN_A2  | 0.04327                     | 0.762454          |
| SCN_A2L | 0.05035                     | 0.762792          |
| SCN_B1  | 0.13543                     | 0.764987          |
| SCN_B2  | 0.14602                     | 0.765283          |
| SCN_B2L | 0.15894                     | 0.765681          |

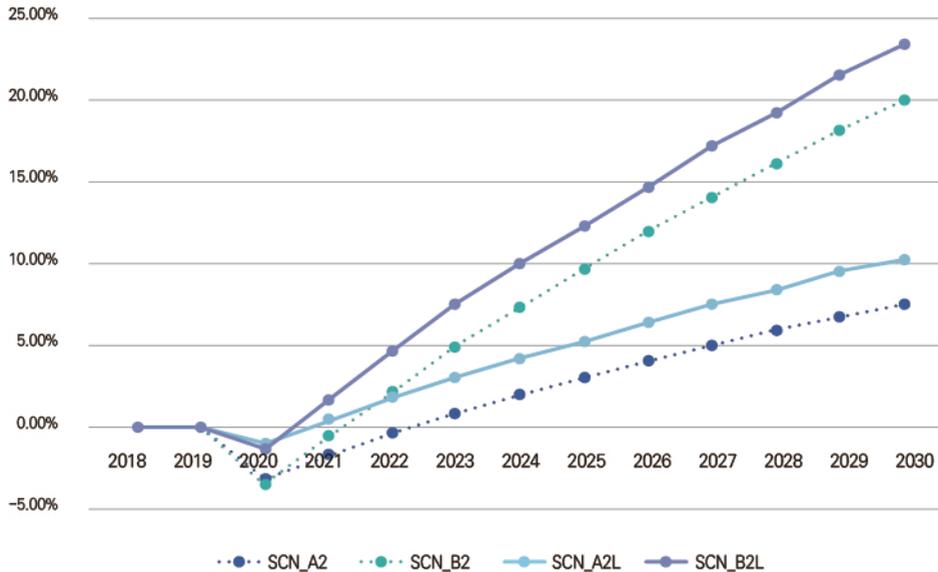
그리고 노동시장에서 어떠한 변화가 포착되었는지를 살펴보고자 하였다. 이에 추가로 설계한 SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 시나리오를 포함하여, 노동유형별 임금수준 차이가 어떻게 변화하는지를 살펴보고자 한다. 이에 아래 <그림 4-24>는 BAU 시나리오 대비 정책시나리오별 직종 유형별 임금수준 변화를 나타낸 것이다. 앞선 디지털전환 기술변화 양상을 고려한 정책시나리오별 산업 파급효과 분석에서, 디지털전환 기술변화의 가속화 및 편향성 강화는 다른 유형 직종 대비 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금 상승 폭이 상대적으로 큰 것을 확인할 수 있었다. 하지만 추가 설계 정책시나리오인 SCN\_A2L과 SCN\_B2L 시나리오의 경우, 각각 SCN\_A2 및 SCN\_B2 시나리오와 비교하였을 때 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금 상승률이 낮은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다. 이는 경제체제 내 학습활동 증대에 따라, 해당 유형 직종의 노동공급이 더욱 높은 수준으로 형성되기 때문인 것으로 이해할 수 있다. 이에 반해,

SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 시나리오에서 정형적 업무 기반 직종과 비정형적 육체 업무 기반 직종의 경제체제 내 상대적 공급수준은 감소하여, 해당 유형 직종의 임금수준이 SCN\_A2 및 SCN\_B2 시나리오 대비 높은 수준으로 형성됨을 확인할 수 있다.

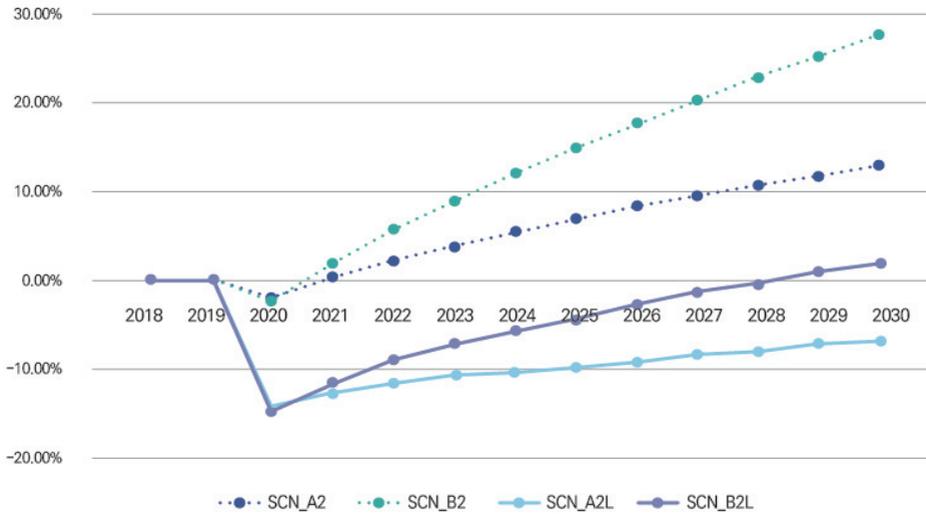
이와 같은 주요 분석 결과를 바탕으로, 본 연구에서는 추가로 설계한 정책시나리오 SCN\_A2L과 SCN\_B2L을 포함하여, 분석 기간 내 상대적 임금 격차 변화율을 비교·분석하고자 하였다. 이에 앞선 세부 절의 접근과 동일하게, 시나리오별로 도출한 비정형 육체 업무 기반 직종의 임금(PLNM) 대비 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금(PLNC)으로 산정되는 숙련(과업) 프리미엄, 그리고 정형화된 업무 기반 직종의 임금(PLR) 대비 비정형 인지 업무 기반 직종의 임금(PLNC)으로 산정되는 숙련(과업) 프리미엄을 BAU 시나리오에서 도출한 수치와 비교하고자 하였다.

〈그림 4-24〉 BAU 대비 추가 정책시나리오별 직종 유형별 임금수준 변화

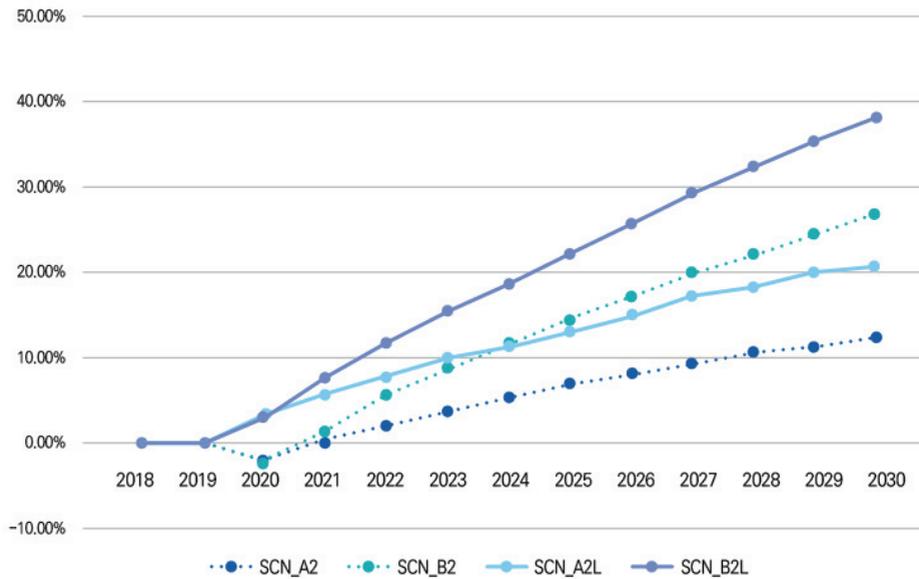
(단위: %)



(a) 정형적 업무 기반 직종



(b) 비정형 인지 업무 기반 직종

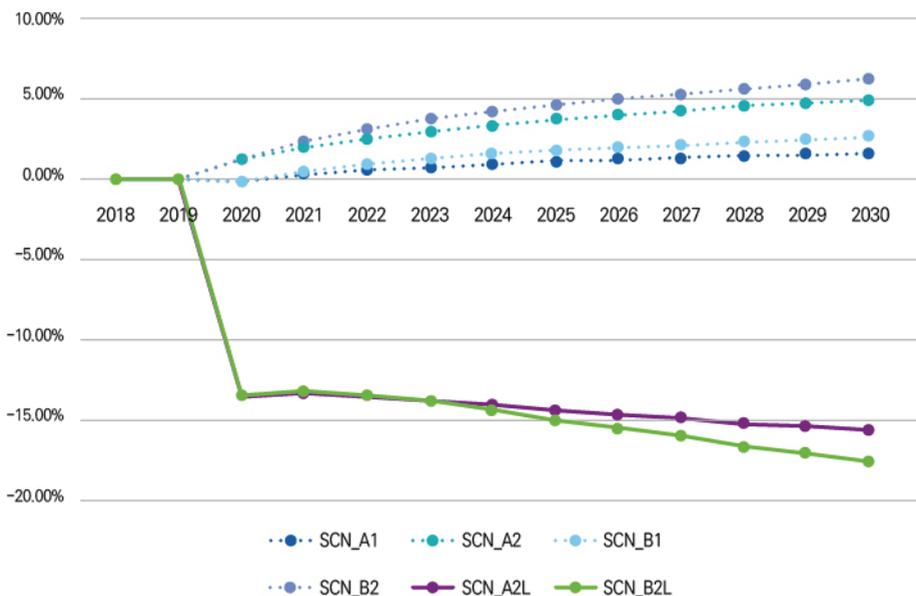


(c) 비정형 육체 업무 기반 직종

이에 아래 제시된 <그림 4-25>는 시나리오별 BAU 대비 정형화된 업무 대비 비정형 인지 업무 직종의 과업 프리미엄 변화를 정리한 것이다. 제시된 <그림 4-25>에서 확인할 수 있듯이, 경제체제 내 재직자들의 평생학습활동이 보장되고, 관련 제도적 환경이 조성될 때, 비정형 인지 업무 기반 직종이 획득할 프리미엄을 감소시켜, 직종 유형 간 상대적 임금 격차 확대를 완화할 수 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 앞선 분석에서 확인한 정형적 업무 기반 직종 대비 비정형적 인지 업무 기반 직종의 과업 프리미엄이 높은 수준으로 형성되어, 노동시장의 양극화 현상이 확대될 잠재적 문제점이 SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 시나리오에서는 해소될 수 있음을 확인할 수 있었다.

<그림 4-25> BAU 대비 시나리오별 정형적 업무 대비 비정형 인지 업무과업 프리미엄 변화

(단위: %)

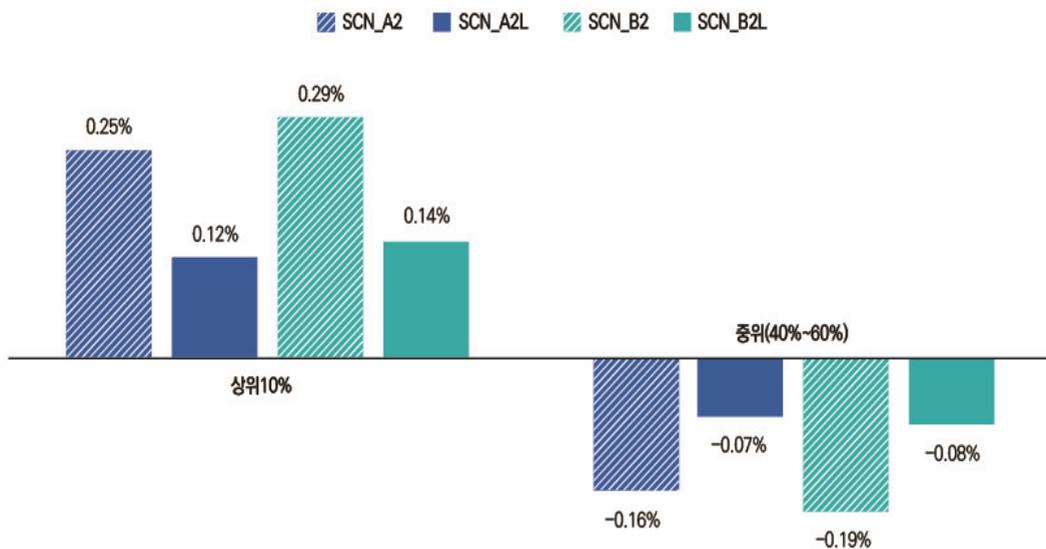


이상, 추가 설계 시나리오에 대한 정책 모의실험을 바탕으로, 본 세부연구에서는 SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 시나리오에서 디지털전환 자본 및 기술에 대한 투자에 따른 과업 및 숙련도 수요 변화와 학습활동에 따른 과업 및 숙련 공급 변화 간 불일치 완화를 바탕으로 노동시장 내 분화 및 양극화 현상이 다소 완화될 수 있음을 확인할 수

있었다. 또한, SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 시나리오에서는 반복업무 편향적 기술진보에 따라 비정형적 인지 업무 기반 직종에 대한 수요가 증대함과 동시에, 학습활동 진작에 따라 해당 직종의 공급이 함께 증가함에 따라 비정형 인지 업무의 과업 프리미엄이 분석 기간 내 감소하는 추세를 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 디지털전환 기술개발과 학습활동을 지원하는 정책 지원이 조합의 형태로 시행되는 경우, 미래 디지털전환 시대 노동시장의 양극화 및 분화 현상을 완화하며, 고용구조의 건전성을 개선해 나갈 수 있음을 확인할 수 있었다.

〈그림 4-26〉 BAU 대비 시나리오별 상위 10% 및 중위(40~60%) 소득분위 비중 변화

(단위: %포인트)



더불어, 추가된 SCN\_A2L 및 SCN\_B2L 시나리오를 포함하여, 시나리오별 경제체제 내 소득분포 측면에서 어떠한 변화가 포착되는지 살펴보고자 한다. 위에 제시된 〈그림 4-26〉은 시나리오별 BAU 대비 상위 10% 가구의 소득비중 변화와 중위(40~60%) 소득비중 변화를 나타내고 있다. 해당 그림에서 확인할 수 있듯이, SCN\_A2 시나리오에서는 상위 10%의 소득분위 비중이 BAU 대비 약 0.25%포인트 증가하는 것으로 확인되었다. 그리고 SCN\_B2에서는 해당 소득분위 비중이 약 0.29%포인트

증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 반해, SCN\_A2L 시나리오에서는 SCN\_A2 대비 상위 10% 소득분위 비중이 약 0.13%포인트 감소함을 확인할 수 있었다. 더불어, SCN\_B2L에서는 SCN\_B2 대비 상위 10% 소득분위 비중이 약 0.15%포인트 감소함을 확인할 수 있었다. 이에 반해, 중위 소득분위 가구의 소득비중은 SCN\_A2와 SCN\_B2 시나리오에서 각각 BAU 대비 약 0.16%포인트 및 0.19%포인트 감소하는 것을 확인하였다. 하지만 SCN\_A2L과 SCN\_B2L 시나리오에서는 SCN\_A2 및 SCN\_B2 대비 중위 소득분위 비중 감소폭이 완화됨을 확인할 수 있었다. 이에 디지털전환 기술개발과 학습활동을 지원하는 정책 지원이 조합의 형태가 시행되는 경우, 미래 디지털전환 시대의 소득분포 측면에서의 양극화 현상을 일정 부분 완화시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 더불어, 앞선 분석에서와 동일하게 지니계수 및 십분위분배율 수치를 계산하여 SCN\_A2L과 SCN\_B2L의 결과를 확인하고자 하였다([표 4-13] 참고). 해당 주요 결과치에서 확인할 수 있듯이, SCN\_A2L과 SCN\_B2L의 경우, SCN\_A2 및 SCN\_B2 대비 가계소득 측면에서 소득 불평등도를 완화시킬 수 있음을 이해할 수 있다. 그 예로 십분위분배율 수치를 살펴보면, SCN\_A2의 경우 2030년 기준 약 0.53230으로 나타나는 반면, SCN\_A2L의 경우 0.53914로 소득 불평등도가 완화됨을 확인할 수 있다. 그리고 지니계수 수치를 살펴보면, SCN\_B2 시나리오의 경우 2030년 기준 약 0.37624로 나타나는 반면, SCN\_B2L의 경우 0.37417로 나타나 소득 집중도 현상이 완화됨을 이해할 수 있다.

[표 4-13] 2030년 기준 정책시나리오별 소득분배 효과

| 시나리오    | 지니계수    | 십분위분배율  |
|---------|---------|---------|
| BAU     | 0.37377 | 0.53980 |
| SCN_A1  | 0.37466 | 0.53662 |
| SCN_A2  | 0.37593 | 0.53230 |
| SCN_A2L | 0.37415 | 0.53914 |
| SCN_B1  | 0.37486 | 0.53597 |
| SCN_B2  | 0.37624 | 0.53126 |
| SCN_B2L | 0.37417 | 0.53920 |

이에 본 연구에서는 디지털전환 기술 및 자본에 대한 투자와 함께 경제체제 내 재직자들의 숙련 향상 및 과업 고도화를 지원하는 평생학습 지원체제가 효과적으로 마련되는 경우, 더욱 높은 경제성장 효과를 도모하고, 경제체제 내 소득분포에서도 긍정적인 영향을 끼칠 수 있음을 확인할 수 있었다. 그에 따라, 기술변화의 편향성이 가속화될 미래 디지털전환 시대에 포용성 강화를 위한 정책대안으로, 다양한 형태의 학습활동 진작을 위한 정책적 지원이 마련될 필요가 있음을 확인할 수 있었다.



# 제5장

## 결론 및 시사점

---



디지털전환은 경제사회 전반에 큰 영향을 미쳐 기회와 위기를 동시에 가져올 것으로 전망된다. 디지털전환 기술변화가 국가 경제사회시스템 내 다양한 파급경로를 형성할 것으로 예상됨에도 불구하고, 구조적이고 종합적인 접근에서 디지털전환 기술진보의 파급효과를 정량적으로 추산한 연구는 지지부진한 상황이다. 특히, 우리나라 경제사회의 시스템적, 제도적 속성을 현실적으로 반영하여, 디지털전환의 경제사회적 파급효과를 파악하고자 한 시도는 매우 제한적이다. 그리고 디지털전환 및 기술혁신에 따른 역기능에 주목한 선행연구들은 대체로 기술혁신에 따른 직접적 고용효과 혹은 소득효과만을 고려하는 한계가 있다. 또한, 디지털전환의 긍정적 효과에 주목한 연구들은 디지털전환 기술도입에 따른 생산성 증대 효과 등에 국한하여 부분 균형적 관점에서 기술도입 효과를 산출하는 데 그치고 있다. 이와 같은 접근법은 산업 간 연관관계, 경제 주체 및 제도 부문 간 상호작용 등을 고려한 디지털전환의 경제사회적 영향 파악에 한계를 지닌다.

이러한 배경에서, 본 연구는 디지털전환 기술과 경제사회시스템 내 다양한 제도적 부문 간 상호관계가 고려된 CGE 모형 기반 정책 실험 체계를 구축함으로써, 디지털전환 시대 정책환경 변화에 따른 파급효과를 사전적으로 평가할 수 있는 방법론적 체계를 제시하고자 하였다. 이에 첫 번째로 선행연구 고찰을 바탕으로 하여 디지털전환 기술진보가 국가 경제사회시스템 전반에 미치는 긍정적, 부정적 파급효과를 종합적으로 이해할 수 있는 개념적 틀을 제시하고자 하였다. 그리고 두 번째로, 디지털전환 시대 준비를 위한 현재 우리나라 경제사회시스템의 구조를 점검하고자 하였다. 이에 SAM 승수효과 분석을 바탕으로, 우리나라 경제체제가 반복업무 편향적 기술진보가 발현되는 경제구조인지 파악하고, 정태적 관점에서 디지털전환에 따른 경제사회 파급효과를 이해하고자 시도하였다.

그리고 세 번째로, 동태적인 관점으로 디지털전환 시대에 다양하게 전개될 미래 시나리오별 중장기 파급효과를 산출하고자 하였다. 이에 CGE 모형을 설계하고 활용하고자 하였다. 그리고 1) 디지털전환 기술발전 수준과 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체를 미래 디지털전환 시대 주요 동인으로 고려해 결합시나리오를 설계하고, CGE 모형 기반 파급효과 분석을 수행하였다. 더불어, 기술변화 측면 시나리오 설계에서 확장하여, 디지털전환 기술진보의 역기능을 해소하기 위한 정책대안의 파급효과를

실험하고자 시도하였다. 이를 바탕으로, 미래 디지털전환 시대 경제체제의 주요 역기능 및 부작용을 해결하고 경제체제의 포용성 강화를 위한 정책대안 설계에 시사점을 제공하고자 하였다.

본 연구의 주요 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 우선, SAM 승수효과 분석 결과, 디지털전환 가속화가 진전됨에 따라 경제체제 내 규모증대 및 경제성장 효과가 더욱 크게 나타날 것을 전망할 수 있었다. 특히, 디지털전환을 견인하기 위한 투자 확대는 산업연관관계를 바탕으로 디지털전환 자본 집약적 산업 부문 중심으로의 구조전환을 촉진함으로써 미래 한국 경제사회의 성장을 견인할 수 있음을 확인하였다. 그리고 부가가치 형성 측면에서 보았을 때, 디지털전환 기반 성장은 고속련 노동 및 디지털전환 자본에 대한 수요를 상대적으로 높은 수준으로 형성함으로써, 생산요소 간 차별적 수요를 형성할 수 있음을 확인하였다. 특히, 디지털전환 기술과 보완관계를 형성하는 비정형 업무가 저숙련 및 고속련 근로자들에 집중되어 있어, 중간 수준 숙련도를 보유한 근로자들의 일자리(절차적이고 반복적 업무를 수행하는 정형적 업무 기반 직종) 및 경제적 이윤 배분 기회가 상대적으로 박탈될 수 있음을 추론할 수 있었다. 이는 우리나라 경제사회시스템 내 디지털전환이 진전될수록 고용구조 및 노동시장에 양극화 현상이 더욱 가속화될 수 있음을 시사한다. 더불어, 가계소득 형성 및 분배 측면에서 바라보았을 때, 디지털전환은 소득 불평등 추세를 악화시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 디지털전환 가속화에 따라, 디지털전환 자본재를 보유한 경제 주체와 비정형 업무를 수행하는 고속련 근로자들에게 배분되는 경제적 이윤을 더욱 확대하기 때문으로 해석할 수 있었다.

더불어, CGE 기반 모형 분석을 바탕으로, 동태적 관점에서 디지털전환 기술변화 양상에 따른 파급효과를 중장기적으로 전망하고자 시도하였다. 이에 디지털전환 기술변화의 주요 내재적 속성을 명시적으로 반영한 거시경제모형 CGE 모형을 제안하였다. 더불어, CGE 기반 정책실험을 위해 디지털전환 기술변화 양상을 가정한 시나리오(SCN\_A1 및 SCN\_B1 시나리오; SCN\_A2 및 SCN\_B2 시나리오)별 파급효과를 분석하고자 하였다. 이에 설계된 정책시나리오별 경제성장 효과, 산업별 효과, 노동시장 및 소득분배 측면 효과를 비교·분석하고자 하였다. 주요 분석 결과를 바탕으로, 본 연구에서는 우리나라 경제체제 내 추가적인 디지털전환 자본재에 대한

투자가 경제성장을 더욱 촉진할 수 있음을 확인하였다. 이에 디지털전환 자본재에 대한 투자 확대가 디지털전환 기반 기술진보를 추동하여, 경제체제 전반의 생산성 증대를 촉진함으로써 규모효과 증대를 이끌게 됨을 이해할 수 있었다. 따라서 디지털전환 기반 기술진보 주도 경제성장을 도모하려면 지속적으로 해당 부문에 대한 투자를 증대시킬 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

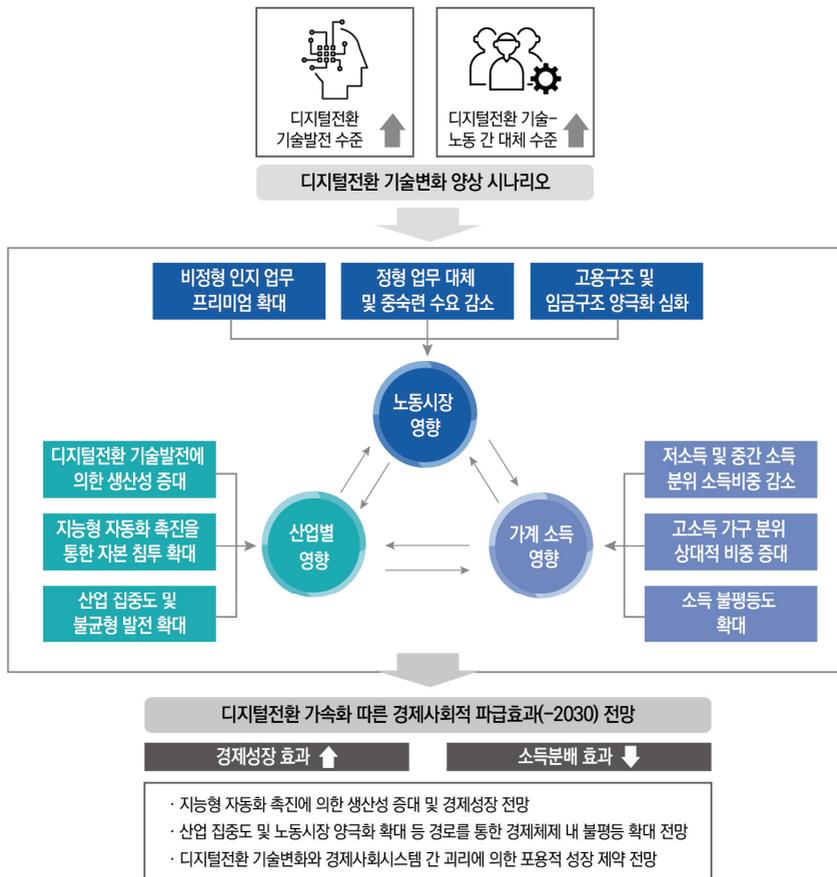
그리고 생산현장 내 지능형 기술이 체화된 자본재와 정형적 업무 기반 직종 간 대체현상이 확대될수록, 경제성장 촉진 효과는 위축될 수 있음을 확인하였다. 즉, 경제체제 내 지능형 자본재 침투현상이 증대함에 따라, 정형화된 업무 기반 직종의 일자리 획득 기회가 상대적으로 감소하는 노동대체효과가 디지털전환 기반 기술진보에 따른 규모효과 증대 효과를 일정 부분 상쇄할 수 있음을 확인하였다. 또한, 디지털전환 자본에 대한 투자집약도 증대를 통한 정책적 개입은, 디지털전환 생산 및 활용 산업군 부문을 중심으로 산업구조 변화를 촉진하여, 장기 경제성장을 도모할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 산업 집중도가 증가하고, 산업 성장의 불균형도가 다소 증가할 수 있음을 확인할 수 있었다. 더불어, 생산현장 내 디지털전환 기술이 내재된 자본 침투가 확대되어, 정형화된 노동 간 대체현상이 심화될수록 산업 내 생산성 증대 및 규모효과는 다소 제약될 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 반해, 디지털전환 기술과 노동 간 대체현상이 심화될수록 경제체제 내 산업 집중도 및 불균형도는 더욱 확대될 수 있음을 확인할 수 있었다.

이와 함께, 디지털전환 기술발전 및 기술과 노동 간 대체에 따른 기술변화의 편향성 확대는 산업구조의 집중도 강화를 넘어 노동시장의 양극화 현상을 더욱 강화하여, 노동시장 내 불균형도를 더욱 악화시킬 가능성이 있음을 확인하였다. 특히, 1) 디지털전환 투자집약도 증가에 따라 디지털전환 기술발전 수준이 증가하고, 2) 디지털전환 기술과 노동 간 대체수준이 증가할수록 추상적 사고와 창의성 및 문제해결 능력에 특화된 비정형 인지 업무에 배분되는 경제적 이윤을 확대함을 이해할 수 있었다. 이에 반해, 반복적이고 절차적인 업무를 주로 수행하는 중간 수준의 숙련도를 보유한 노동자들에게 배분되는 경제적 이득은 더욱 감소하여, 노동시장 내 양극화 현상이 확대될 수 있음을 확인할 수 있었다.

마지막으로, 디지털전환 기술변화의 편향성이 강화될수록 경제체제 내 가계 총소득에서

저소득 및 중간 소득분위 가구들의 비중 감소가 나타나는 반면, 고소득 가구들의 소득 증가 및 상대적 비중이 더욱 증가할 수 있음을 확인하였다. 이에 고소득 가구에 경제적 이윤이 집중되어 소득 불균형도가 악화될 수 있음을 전망할 수 있었다. 이와 같은 분석 결과를 바탕으로, 디지털전환 시대 반복업무 편향적 기술진보의 가속화는 산업 집중도 강화, 노동시장 양극화 및 소득 집중도 강화 등 추세를 확대함으로써, 중장기적으로 우리나라 경제체제의 포용적 발전(성장)을 저해할 수 있음을 확인할 수 있었다. 그에 따라 SAM 정태분석 및 GGE 모형 분석을 바탕으로 전망한, 디지털전환 기술변화 양상에 따른 우리나라의 경제사회적 파급효과 및 파급경로는 아래 <그림 5-1>과 같이 정리할 수 있다.

<그림 5-1> 디지털전환 기술변화에 따른 경제사회적 파급효과 전망 분석 주요 시사점

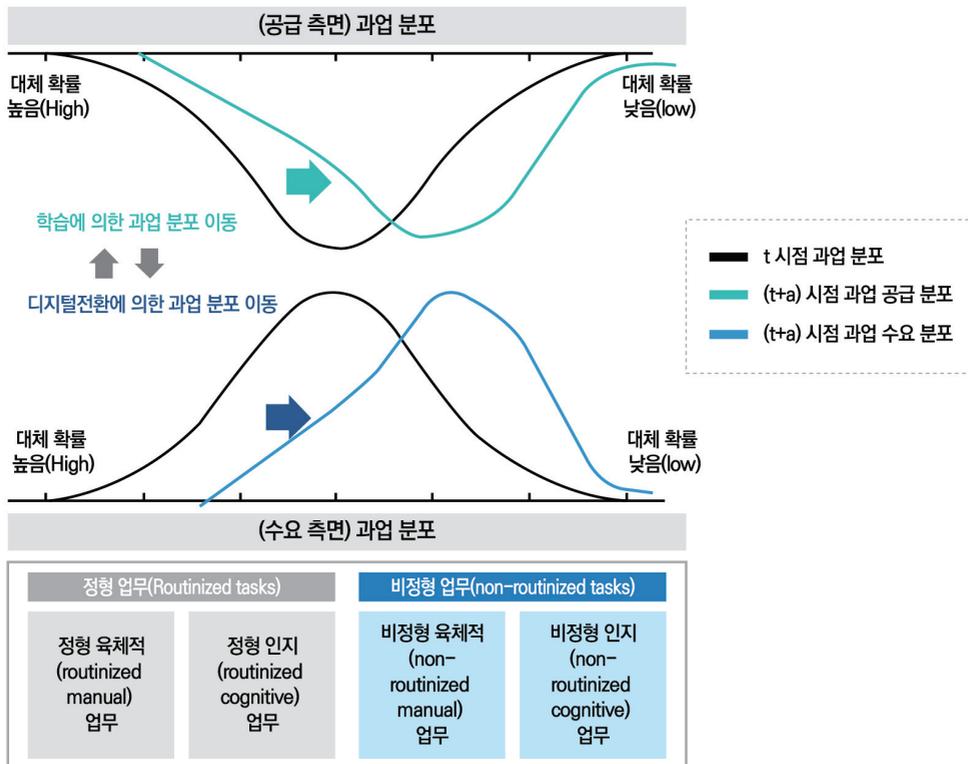


이처럼 미래 디지털전환 시대 기술변화가 진전됨에 따라, 분배 효과는 다소 악화되어 경제체제의 포용적 발전이 제약될 수 있음을 확인하였다. 이는 디지털전환 속도에 적절히 대응하지 못하는 경우, 기술변화와 경제사회시스템 간 괴리에 의해 포용적 경제성장이 제한됨을 시사한다. 즉, 제도적, 정책적 환경이 기술변화 속도에 발맞춰 진화하지 않는다면, 디지털전환 시대 기술변화의 편향성에 의한 잠재적 부작용이 노동시장 양극화 및 소득 불평등 악화 등 형태로 확대될 수 있음을 시사한다. 이에 미래 디지털전환 시대 포용성 강화를 위한 정책대안으로 고려된 '근로자들의 학습활동'의 효과성을 살펴보고자 하였다. 분석 결과, 디지털전환 중심 기술변화에 따라 형성되는 수요 측면 숙련도 및 과업 분포와 학습활동에 따라 변동하는 공급 측면의 숙련도 및 과업 분포 간 상호작용이 촉진될 때, 디지털전환 기술축적에 따른 외부성이 더욱 확대되어 더욱 높은 수준의 경제성장 균형점에 도달할 수 있음을 이해할 수 있었다. 이는 학습활동을 바탕으로 한, 노동자들의 과업 고도화 및 숙련도 향상과 디지털전환 자본투자를 통한 기술혁신 간 보완성 강화가 우리나라 경제체제의 장기 성장잠재력을 확보할 수 있도록 하는 주요 성장동력으로 역할을 할 수 있음을 의미한다.

그리고 경제체제 내 근로자들의 학습권이 보장되어 직업훈련 및 평생학습체제가 효과적으로 마련될 때, 과업 및 숙련도 수요 변화와 학습활동에 따른 과업 및 숙련 공급 변화 간 불일치 완화를 바탕으로, 노동시장 내 분화 및 양극화 현상이 다소 완화될 수 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 반복업무 편향적 기술진보에 따라 비정형적 인지 업무 기반 직종에 대한 수요가 증대함과 동시에, 학습활동 진작에 따라 해당 직종의 공급이 함께 증가함에 따라 비정형 인지 업무의 과업 프리미엄이 분석 기간 내 감소하는 추세를 확인할 수 있었다. 이를 통해, 디지털전환 기술개발과 학습활동을 지원하는 정책 지원이 조합의 형태로 시행되는 경우, 미래 디지털전환 시대 노동시장의 양극화 및 분화 현상을 완화하며, 고용구조의 건전성을 개선해 나갈 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 가계소득분배 측면에서도 고소득 가구에 집중된 소득분포 양상이 다소 완화되어, 경제체제의 포용성을 강화시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 산업 집중도 측면에서는 여전히 불균형적 발전 추세는 강화될 수 있음을 확인하였다. 이는 디지털전환 집약적 기술과 비정형 업무 간 보완관계가 강화되기 때문인 것으로 파악되었다. 이에 미래 디지털전환 시대의 경우, 산업 불균형적 성장 문제를 해소하기 위한 다양한 정책대안 발굴 및 이행이 이뤄질 필요가 있음을 이해할 수 있었다.

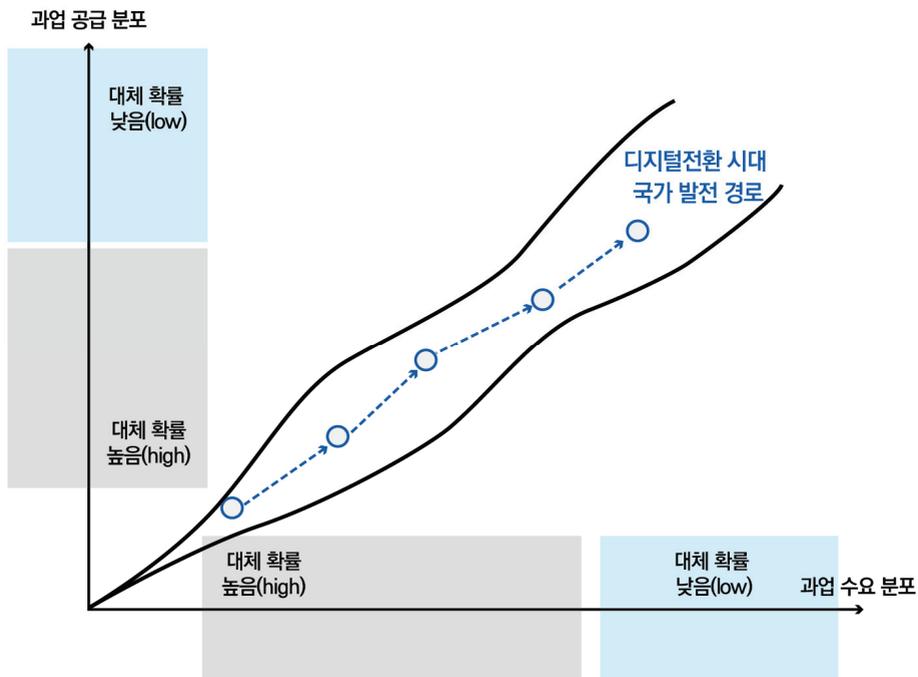
이상, CGE 기반 정책실험 주요 분석 결과를 바탕으로, 본 연구에서는 디지털전환 기술 및 자본에 대한 투자와 함께 경제체제 내 재직자들의 숙련 향상 및 과업 고도화를 지원하는 평생학습 지원체제가 효과적으로 마련되는 경우, 더욱 높은 경제성장 효과를 도모하고 경제체제 내 소득분포에서도 긍정적인 영향을 끼칠 수 있음을 확인할 수 있었다. 그에 따라 기술변화 편향성이 가속화될 미래 디지털전환 시대에 포용성 강화를 위한 정책대안으로, 다양한 형태의 학습활동 진작을 위한 정책적 지원이 마련될 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

〈그림 5-2〉 과업 공급 및 수요 간 상호작용을 고려한 혁신정책 비전 수립 방향



이처럼 본 연구의 주요 분석 결과는 향후 디지털전환 기술이 성장동력으로 작용할 우리나라 경제사회시스템 내 어떤 형태의 정책 설계 및 이행을 바탕으로 하여, 포용성을 강화시켜 나갈 것인지에 대한 고민을 심화시킬 필요가 있음을 시사한다. 성장과 분배 문제가 경제사회시스템 내 다수의 경제 주체 및 제도 부문 간 상호작용에 따른 복합적 결과라는 측면에서, 향후 디지털전환 시대의 혁신정책 설계는 구조적이고 종합적 관점에서 이뤄질 필요가 있다. 그에 따라, 본 연구 내 주요 분석 결과는 향후 디지털전환 중심 기술혁신이 유발하는 숙련도 수요 변화와 기술혁신에 대응할 수 있는 역량 축적 및 숙련도 공급 간 공진화를 촉진하도록 산업 및 혁신정책을 재구조화할 필요가 있음을 시사한다(〈그림 5-2〉 참고).

〈그림 5-3〉 디지털전환 시대 국가 발전 경로



출처: 여영준(2020) 재정리

Yeo and Lee(2020) 연구는 기술변화로 인해 유발하는 노동시장 내 숙련도 수요 변화와 기술변화에 대응할 수 있는 역량 축적(학습) 및 숙련 공급 간 불일치 완화를 바탕으로 한 경제체제의 포용성 강화를 강조한 바 있다. 그에 따라, 향후 디지털전환 시대 혁신정책 비전은 디지털 기술과 학습의 경주(race) 속 직무 및 숙련 공급과 수요 간 상호작용이 촉진되는 “창조적 학습하는(Creative learning) 혁신체제”를 지향할 필요가 있다. Yeo and Lee(2020) 및 Goldin and Katz(2008) 연구는 “기술과 교육 사이의 경주” 속에서 적절한 힘의 균형이 존재할 때, 기술변화에 따른 노동시장 내 부작용(예, 노동시장 양극화, 기술적 실업)과 사회적 불평등 문제가 해소될 수 있음을 강조한 바 있다. 이에 <그림 5-2>에서 제시된 바와 같이, 디지털전환에 의한 과업 수요 분포의 변화에 대응한 학습에 의한 과업 공급 분포의 변화를 도모하기 위한, 경제체제 내 다양한 학습활동이 촉진될 필요가 있다. 다시 말해, 디지털전환 기술에 의한 직무 및 숙련 수요 변화와 학습에 의한 숙련 공급 변화 사이의 정교한 균형 상태를 유지하면서 국가 발전 경로를 개척해 나가야 한다는 것이다(<그림 5-3> 참고).

그에 따라, 본 연구의 주요 분석 결과를 바탕으로 미래 디지털전환 시대 준비를 위한 주요 정책과제를 제안하고자 한다. 지능형 기술 등 디지털전환의 급속한 진전이 미래 경제사회에 미치는 영향은 사전적으로 정해져 있는 것이 아니라, 정책적 대응을 통해 어떻게 긍정적 영향을 부정적 영향보다 크게 만들 수 있느냐에 달려 있다(이호영·김희연, 2017). Acemolou and Restrepo(2019)가 언급한 바와 같이, 지능형 자동화는 노동자가 수행하는 업무를 전적으로 대체해 일자리를 잃게도 하고, 보완하여 생산성을 높이기도 함과 동시에, 규모효과 확대를 바탕으로 새로운 업무 수요를 창출할 수도 있다. 본 연구 내 CGE 모형 기반 분석에서도 디지털전환 기술진보 수준이 증가할수록 디지털전환 자본재 및 기술의 가격 하락에 따른 확산 확대, 디지털전환 기술축적에 따른 산업 전반의 생산성 증대 효과 등 경로를 바탕으로 경제성장을 촉진함을 확인할 수 있었다. 그리고 규모효과 증대 효과가 디지털전환 기술에 의한 정형적 업무 대체효과를 상쇄하는 수준으로 형성됨으로써, 경제체제 내 순 고용창출 효과는 확대되는 것을 파악할 수 있었다.

해당 분석 결과는 디지털전환 기술진보에 따른 규모효과 증대를 바탕으로, 생산성 향상 및 새로운 업무 수요 창출을 지속적으로 도모할 필요가 있음을 시사한다. 이를

바탕으로, 자동화에 따른 업무 대체현상 및 부정적 충격을 상쇄할 필요가 있음을 이해할 수 있다. 이에 미래 디지털전환 시대 규모효과 창출 증대를 도모하기 위해서는 디지털전환의 핵심적 요소기술이 다양한 산업 영역 및 비즈니스 모델에 적용될 수 있도록 제도적 기반을 정비할 필요가 있다. 그 예로 핀테크와 스마트 헬스케어 산업 등 사례의 경우, 기존 금융규제와 개인정보 관리 및 활용 관련 규제 등으로 발전이 더딘 상황이다. 그러므로 디지털전환 기술이 접목된 새로운 비즈니스 모델이 시장에 단계적으로 도입될 수 있도록 규제체계 혁신 및 규제 합리화가 이뤄질 필요가 있다. 더불어, 지능형 기술 기반 연결성 극대화를 바탕으로 한, 디지털전환의 긍정적 외부효과 창출을 지속적으로 견인하기 위해 혁신 주체 간 유기적 연계를 도모하는 플랫폼 지원이 실질화될 필요가 있다. 그에 따라 디지털전환 핵심 기술 및 데이터의 체계적 공유를 통해, 다양한 지능형 시스템이 기존 산업과 연계되어 가치창출로 이어질 수 있도록 도모해야 한다. 이를 바탕으로, 정부는 개방형 혁신 네트워크 형성을 촉진함으로써 민간-공공 간 협업, 기업 간 협업, 산학연 협업 등을 지원할 필요가 있겠다. 더불어, 디지털전환을 주도할 스타트업 및 기업들에 대한 맞춤형 지원체계를 정비하고, 이를 바탕으로 다양한 혁신 주체들이 새로운 디지털전환 기반 비즈니스 모델을 지속적으로 창출할 수 있는 저변을 구축할 필요가 있다.

더불어, 미래 디지털전환 기술진보에 따른 노동대체 및 노동시장 양극화 문제 해소를 위해 다양한 정책대안을 수립해야 한다. 특히, 디지털전환 시대 불확실성이 더욱 증대할 노동시장의 민첩한 대응역량 강화를 위해, 비정형 업무 기반 직종에 종사하는 인적자원들의 업스킬링(up-skilling)과 리스킬링(re-skilling)을 위한 학습권이 보장될 수 있도록 제도 개선을 이뤄 낼 필요가 있다. 또한, 디지털전환 중심 기술축적과 함께, 해당 기술과 보완적 관계를 형성하는 직무를 중심으로 인적자원의 질적 향상 및 창조적 학습활동 진작이 이뤄질 필요가 있겠다. 디지털전환 시대의 경우, 앞서 제시한 주요 정량분석에서 살펴본 바와 같이 추상적 사고, 창의성, 문제해결 능력 등 비정형적이며 인지적 업무에 대한 상대적 수요가 더욱 증대될 것으로 전망된다. 그러므로 혁신시스템 전반에 창의적이고 도전적인 학습 문화가 정착되어야 한다.

이를 위해, 근로자들의 학습권이 보장될 수 있는 조직 및 작업환경 개선이 이뤄질 필요가 있다. 우리나라 근로자들은 급변하는 기술변화 흐름에 적절히 대응할 수 있는

기회를 누리지 못하고 있는 상황이다(여영준 외, 2018). 그에 따라 산업 및 기업 부문은 학습을 중시하는 조직으로의 일터혁신을 강조하며, 재직자들의 학습 수요를 적절히 반영할 수 있는 직무 및 역량 중심 교육체계 구축을 이뤄 낼 필요가 있다. 또한, 디지털전환 기술도입 및 활용에 따라 새롭게 요구되는 기업 내 직무역량을 명확히 식별하고, 기업 수요에 부합하는 기업주도 재직자 교육·학습체계를 설계함으로써, 기업과 근로자의 학습활동 참여를 유도해야 한다. 그리고 재직자의 직무역량 개발 환경 조성을 위해 유급휴가 훈련제도나 학습휴가제도 등 유인체계를 활성화함으로써, 재직자들의 학습역량 강화를 위한 고용 및 근로조건을 개선해 나갈 필요가 있다. 그리고 개인은 수행하는 업무를 상수로 여길 것이 아니라, 전략적으로 다각화하는 자세로 전환할 필요가 있다. 지능형 기술과 보완적 관계를 형성하는 새로운 직무로의 전환에 민첩하게 대응할 수 있는 역량 강화에 힘쓸 필요가 있으며, 재교육 및 평생학습의 핵심 주체가 될 필요가 있다. 이를 바탕으로, 일터혁신 및 창의적 학습활동을 도모하기 위한 전략적 파트너십에 기반을 둔 노사관계를 새롭게 정립해야 한다.

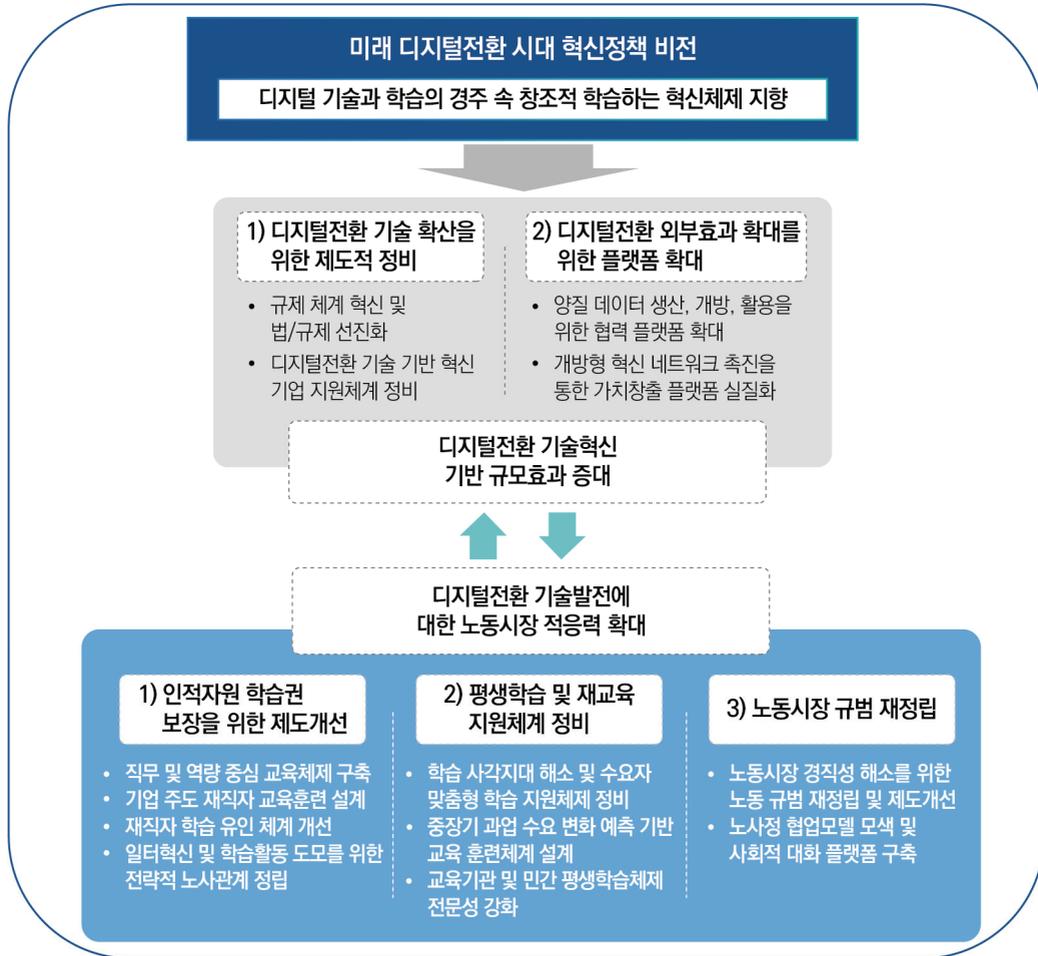
그리고 정부는 평생학습 및 재교육 프로그램 참여 기회가 제한되어 있거나, 현행 정책의 사각지대에 있는 중소기업 근로자, 비정규 근로자, 자영업자 등에 대한 학습활동 지원 및 인적자원개발 투자 확대를 이뤄 낼 필요가 있다. 특히, 평생학습 기회 확충은 근로자의 생애단계별, 대상자별 직면하는 노동시장의 불확실성 및 위험 등에 대비한 적응력을 높이는 방향으로 재구축되어야 한다. 이를 위해 기술변화 추세 및 인력 수요 예측과 함께, 이에 따라 요구되는 핵심역량을 선제적으로 파악함으로써, 학습 사각지대를 해소하고 생애주기별 맞춤형 학습 지원체제를 정비할 필요가 있다. 그리고 평생교육 및 직업능력개발 인프라 부문의 전문성 강화를 실질화할 필요가 있다. 이에 역량 있는 민간훈련기관 육성을 바탕으로 신기술 분야 학습체계 확산 및 기업주도 교육훈련시스템 확산을 이뤄 낼 필요가 있겠다. 더불어, 산학연 연계를 바탕으로 디지털전환 기술변화 흐름에 적합한 인력양성을 위한 산업 부문과 교육 부문의 연계 및 융합을 강화할 필요가 있다. 이에 교육기관에 자율성을 보장하여, 미래 기술변화에 대응한 전문성을 강화할 수 있도록 제도적 환경을 마련해야 한다. 이와 더불어, 정부는 통합적 관점에서 노동시장 경직성 해소를 위해 노동시장을 규율하는 주요 규범 정립 방식을 새롭게 모색하고, 노사정 협업 창구를 보다 확대하여 실질화할 필요가 있다.

이를 바탕으로, 디지털전환에 따른 산업 및 노동시장 변화에 대응하기 위한 주요 혁신 주체 간 다양한 형태의 협업모델 모색을 지원해야 한다. 노동시장의 유연성을 확대함으로써, 디지털전환에 의한 노동시장 양극화 및 기술적 실업 등에 대응한 학습활동, 이직 및 전직 등 노동이동의 원활화도 이뤄 낼 필요가 있다. 이를 바탕으로, 미래 디지털전환 시대 적응력 강화를 위한 일과 학습의 선순환 체제를 강화해야 한다.

이를 바탕으로, 디지털전환 기술과 보완적 관계를 형성하는 역량으로의 전환과 관련 학습경험을 축적한 인적자원이 다수 양성되고 디지털전환 핵심 산업으로 배분될 필요가 있다. 결국, 디지털전환을 통한 성공적 혁신시스템의 대전환을 이행하려면 기업문화, 노사관계, 교육체제와 산업 부문 간 관계 등이 역동적이고 창조적 학습경험 축적을 지향하는 방향으로 재설정되어야 한다. 이와 같은 국가의 창조적 학습역량은 다른 산업 분야로의 파급효과를 통해 특정 산업과 기술혁신을 촉진하여, 긍정적인 파급효과를 일으키게 될 것이다. 또한, 경제사회시스템의 포용성을 강화시킴으로써, 장기적으로 국가의 성장잠재력이 더욱 확충될 것이다. 그에 따라 본 연구의 주요 분석 결과를 바탕으로, 향후 디지털전환 시대 혁신정책 목적과 비전은 창조적 학습과 창조적 학습의 파급효과를 촉진하는 환경 구축에 있음을 강조하고자 한다. 이에 본 연구의 주요 분석 결과를 바탕으로 도출한 미래 디지털전환 시대 준비를 위한 산업·혁신정책 비전 설정 방향과 주요 정책과제는 아래 <그림 5-4>와 같이 정리할 수 있다.

이상, 본 연구에서는 우리나라의 경제사회의 특성과 산업 부문 간 연관관계 및 제도 부문 간 상호연계성을 복합적으로 고려한, 표준적인 SAM 및 CGE 모형 분석 기법을 활용함으로써 표준적 거시정책 분석 모형을 구축하고자 시도하였다. 특히, 본 연구에서 제안한 CGE 모형에서는 디지털전환 기술변화의 내재적 속성을 현실적으로 반영할 수 있도록 모형을 설계하는 데 주력하였다. 이를 위해 생산요소 부문에 디지털전환 자본을 추가적으로 고려하고, 디지털전환 자본 축적에 따른 생산성 증대 효과를 내재화하여 모형 내 반영하고자 시도하였다. 더불어, 반복업무 편향적 기술진보 및 자본 편향적 기술진보로 일컬어지는 디지털전환 기술진보의 내재적 속성을 생산함수 내 반영하여, 디지털전환 기반 기술진보에 따른 생산현장 내 영향 분석상 현실 적합성을 증대하고자 시도하였다.

〈그림 5-4〉 미래 디지털전환 시대 혁신정책 비전 및 주요 정책과제



하지만 본 연구에서 설계 및 제안을 한 CGE 모형 내 기반하는 주요 가정 및 제약 조건에 따른 한계점을 극복하기 위해, 후속 연구가 다양한 형태로 이뤄질 필요가 있다. 그 예로, 본 연구에서는 경제체제 내 산업 전 부문은 완전고용 상태에 있음을 가정하였다. 해당 가정은 모형 실험 작업을 용이하게 하는 측면이 있으나, 추정 결과가 현실과 괴리되는 결과를 초래할 수 있으며, 디지털전환에 따른 기술적 실업 문제를 현실적으로 묘사하는 데 한계점이 있다. 경제체제가 완전고용 상태에 있는 경우와 노동시장 내 실업률을 고려한 경우, 정책적 충격에 따른 효과는 다소 다르게 나타날 수

있다. 그에 따라, 향후 연구에서는 CGE 모형 내 이와 같은 완전고용 가정을 완화시켜, 실업률을 모형 내 내생화시킴으로써, 모형 실험 결과의 현실 적합성을 증대시키는 방안을 심도 있게 고민할 필요가 있다고 여겨진다.

더불어, 본 연구에서 디지털전환 기술진보의 편향성을 묘사하기 위해, 다단계의 중첩된 CES 생산함수 내 생산요소 간 차별적인 대체 탄력성 수치를 설정하였다. 이에 Berg, Buffie, and Zanna(2018) 및 Sachs and Kotlikoff(2012) 연구에서 설정한 주요 파라미터 수치들을 차용하였다. CGE 모형에서 시장 상황 변화 및 생산요소 가격변화에 따른 상대적 수요에 영향을 끼치는 주요한 파라미터는 대체 탄력성 수치라고 볼 수 있다. 하지만 본 연구에서 기반한 생산함수 내 대체 탄력성 수치들의 경우, 대체로 국외 연구의 주요 추정치를 차용하고 있다. 그에 따라 우리나라 산업의 생산현장 내 주요 생산요소 간 대체 및 보완관계를 묘사하는 데 한계점이 있다고 볼 수 있다. 후속 연구에서는 생산요소 간 대체 탄력성 수치를 국내 산업 수준 데이터를 바탕으로 추정한 값으로 반영할 필요가 있다고 여겨진다.

더불어, 연구에서 설계한 CGE 모형 내 노동자들의 내생적 숙련도 향상과 관련한 의사결정을 묘사하는 데 있어서 한계점 역시 존재한다. 앞서서도 언급하였듯이, 본 연구에서는 CGE 모형 내 경제 주체의 숙련도 향상과 관련한 내생적 의사결정에 대한 묘사에서 학습 투자에 따른 '수익'에 초점을 맞추었다. 그에 따라, 학습 투자에 따라 수반되는 추가적 교육투자에 따른 비효용(예, 등록금 및 제반 직접 교육비, 노동시장 이탈 등으로 인한 기회비용, 학업의 고통 등과 같은 심리적 비용 등)을 포함한 경제적 비용을 모형 내 고려하지 않아, 교육투자에 따른 인적자본 축적 효과가 다소 과대 추정될 수 있음을 밝힌다.

그리고 본 연구에서는 디지털전환 기술진보 수준을 대리하는 정책변수로서 디지털전환 자본재에 대한 투자 규모를 고려하였다. 이는 디지털전환 자본재에 대한 투자가 기술변화로 이어진다는 선형적 접근에 기반한 것이다. 하지만 이 같은 단순화된 접근은 SAM 정태분석 및 CGE 기반 동태 분석상 디지털전환 기술변화에 따른 파급효과를 과대 추정할 수 있다는 한계점을 내재한다. 이에 후속 연구에서는 디지털전환 기술진보를 보다 현실적으로 묘사할 수 있는 다양한 방안에 대해 심도 있는 고민이 필요하다. 더불어, 본 연구 내 구축 및 활용을 한 CGE 모형은 소규모 개방경제

가정에 기반하는데, 해당 접근은 분석 대상인 우리나라 경제의 변화가 다른 경제들의 균형에 영향을 주지 않음을 가정한다. 하지만 후속 연구에서는 글로벌 교역시장 변화 등 다양한 정책환경 변화에 따른 파급효과 산정의 현실 적합성 증대를 위해, 소규모 개방경제 가정을 다소 완화하여, 다국가·다부문 CGE 모형으로 확장을 고려해 볼 수 있겠다. 이상 언급한 주요 개선 사항을 추가로 고려하여, 후속 연구에서는 본 연구에서 제안한 주요 방법론의 활용성을 더욱 증대시키고자 한다.

## 참고문헌

1. 국내 문헌
2. 국외 문헌



## 참 고 문 헌

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

### 1 국내 문헌

- 고상원·박재민·정현준·임순옥(2010), 「산업 전체 영역의 IT활용 확대가 일자리 창출에 미치는 영향 분석」, 정보통신정책연구원, 정책연구 10-05.
- 고상원(2007), 「IT와 고용창출」, 정보통신정책연구원, 수탁연구 07-06.
- 권남훈·김종일(2002), 「최근 한국의 고용구조 변화의 특징과 정보화의 역할」, 『한국경제연구』, 8, 한국경제연구학회, pp. 61-89.
- 권현지·강이수·권혜원·김서경·김석호·박명규·박명준·박종식·양종민·이병훈·이정희·허재준(2017), 「21세기 디지털 기술변동과 고용관계: 이론과 현실」, 한국노동연구원.
- 김남주(2015), 「중숙련(middle-skill) 일자리의 감소가 고용 없는 경기회복에 미치는 영향에 관한 연구」, 『한국노동경제논집』, 38(3), 한국노동경제학회, pp. 53~95.
- 김배근(2012), 「기술혁신은 고용없는 성장을 야기하는가?」, 『경제학연구』, 60(3), 한국경제학회, pp. 5~54.
- 김영민·양주영·조재한(2017), 「노동시장 분석을 위한 반복업무지수 구축 방안 연구」, 산업연구원.
- 김유빈 외(2018), 「미래영향 환경변수 및 시나리오 도출 연구」, 국회미래연구원.
- 김현수(2017), 「ICT를 활용한 서비스산업 일자리창출 전략」, 한국서비스산업연구원.
- 박성원(2016), 「인공지능(AI)과 사회 변화, 그리고 당신이 바라는 미래」, 『동향과 전망』, 2016년 여름 호(통권 97호).
- 박재민·전주용(2009), 「투입산출 구조분해분석을 바탕으로 본 우리나라 정보통신산업의 고용구조 변화」, 『응용경제』, 10(1), 한국응용경제학회, pp. 5~29.

- 반가운(2017), 「인적자본 감가상각률 측정과 스킬활용」, 『한국국정관리학회 학술대회 논문집』, 2017, pp. 1~39.
- 성태윤·박찬희·박기영(2009), 「IT를 통한 고용창출」, 『정보화정책연구』, 16(2), pp. 27~46.
- 신기윤·여영준·이정동(2020), 「디지털 전환에 따른 경제 및 노동시장 파급효과: 산업연관 및 사회계정행렬 분석을 중심으로」, 『한국혁신학회지』, 15(3), 한국혁신학회, pp. 1~28.
- 신석하(2007), 「경제위기 이후 기술변화가 미숙련 근로자의 고용상황에 미친 영향」, 한국개발연구원.
- 심동녘 외(2019), 「ICT와 R&D투자의 경제효과 분석을 위한 연산일반균형(CGE) 모형 개발」, 정보통신정책연구원.
- 양희원·정성문·이정동(2012), 「지식기반 사회회계행렬 작성 방안 연구」, 『생산성논집(구 생산성연구)』, 26(3), 한국생산성학회, pp. 257~285.
- 여영준(2020), 「포스트 코로나 시대 기술변화와 혁신정책 방향성 재정립: 창조적 학습 사회 전환을 중심으로」, 『기술혁신연구』, 28(4), 기술경영경제학회, pp. 153~165.
- 여영준·김세준·정성문·이정동(2018), 「연산일반균형모형을 활용한 인적자본 투자 수익률 추정」, 『생산성논집(구 생산성연구)』, 32(2), 한국생산성학회, pp. 57-95.
- 여영준·정성문(2019), 「승수효과분석으로 살펴 본 연구개발(R&D) 투자의 명과 암」, 『한국혁신학회지』, 14(2), 한국혁신학회, pp. 233~267.
- 이공래 외(2010), 「기술혁신과 일자리 창출 고용확대를 위한 기술혁신 지원정책」, 『STEPI』, 정책연구 2010-02.
- 이학기·이경남(2017), 「ICT가 고용구조에 미치는 영향 분석」, 정보통신정책연구원, 기본연구 17-02.
- 이호영·김희연(2017), 「디지털전환 시대의 고용환경 변화에 대한 수용 태도 연구」, 정보통신정책연구원, 기본연구 18-03.

- 장창원(2005), 「한국의 IT분야 신규 전문 인력의 노동이동 저해 분석: IT 신규 졸업자의 실업원인 규명을 위하여」, 『한국인구학』, 28(2), 한국인구학회, pp. 131~164.
- 정혁(2017), 「4차 산업혁명과 일자리」, 『KISDI Premium Report』, 17(9), 정보통신정책연구원.
- 정현준 외(2018), 「산업별 생산성 계정 구축 및 ICT와 무형자산의 성장기여 분석」, 정보통신정책연구원.
- 정현준 외(2016), 「ICT와 과학기술의 역할 분석을 위한 생산성 계정 구축 및 ICT와 과학기술 활용도 분석」, 정보통신정책연구원.
- 조우제·정운혁·김상순(2020), 「ICT 발전과 소득불평등 간의 관계 분석」, 『벤처창업연구』, 15(1), 한국벤처창업학회, pp. 237~245.
- 최강식·조운애(2013), 「숙련편향적 기술진보와 고용」, 산업연구원, Issue Paper 2013-318.
- 허재준(2019), 「인공지능과 노동의 미래: 우려와 이론과 사실」, 『한국경제포럼』, 12(3), 한국경제학회, pp. 59~92.
- 홍장표(2013), 「한국 제조업의 이윤율 추이와 변동요인」, 『마르크스주의 연구』, 10(4), 경상대학교사회과학연구원, pp. 10~44.

## 2 국외 문헌

- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011), *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*, Amsterdam: Elsevier.
- Acemoglu, D. and Restrepo, P.(2019), “Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor”, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), pp. 3-30.
- Ales, L., Kurnaz, M. and Sleet, C.(2015), “Technical change, wage inequality, and taxes”, *American Economic Review*, 105(10), pp. 3061-3101.
- Allen, S. G.(2001), “Technology and the wage structure”, *Journal of Labor Economics*, 19(2), pp. 440-483.
- Antonucci, T. and Pianta, M.(2002), “Employment effects of product and process innovation in Europe”, *International Review of Applied Economics*, 16(3), pp. 295-307.
- Arntz, M., Gregory, T. and Zierahn, U.(2016), “The risk of automation for jobs in OECD Countries: A comparative analysis” (no. 189), Paris: OECD Publishing.
- Autor, D. and Dorn, D.(2013), “The growth of low skill service jobs and the polarization of the US labor market”, *Am. Econ. Rev.*, 103(5), pp. 1553-1597.
- Autor, D. H., Katz, L. F., and Krueger, A. B.(1998), “Computing inequality: have computers changed the labor market?”, *The Quarterly journal of economics*, 113(4), pp. 1169-1213.
- Baccini, A. and Cioni, M.(2010), “Is technological change really skill-biased? Evidence from the introduction of ICT on the Italian textile industry(1980-2000)”, *New Technology, Work and Employment*, 25(1), pp. 80-93.
- Bentolila, S. and Saint-Paul, G.(2003), “Explaining movements in the labor

- share”, *The BE Journal of Macroeconomics*, 3(1).
- Berg, A., Buffie, E. F. and Zanna, L. F.(2018), “Should we fear the robot revolution?(The correct answer is yes)”, *Journal of Monetary Economics*, 97, pp. 117-148.
- Berman, E., Bound, J. and Griliches, Z.(1994), “Changes in the demand for skilled labor within US manufacturing: evidence from the annual survey of manufactures”, *The Quarterly Journal of Economics*, 109(2), pp. 367-397.
- Bessen, J. E.(2016), “How computer automation affects occupations: Technology, jobs, and skills”, *Boston Univ. school of law, law and economics research paper*, 15(49), pp. 15-49.
- Blanchflower, D. G. and Burgess, S. M.(1998), “New Technology And Jobs: Comparative Evidence From A Two Country Study”, *Economics of Innovation and New Technology*, 5(2-4), pp. 109-138.
- Blanchflower, D. G., Millward, N. and Oswald, A. J.(1991), “Unionism and employment behaviour”, *The Economic Journal*, 101(407), pp. 815-834.
- Blazejczak, J.(1991), “Evaluation of the long-term effects of technological trends on the structure of employment”, *Futures*, 23(6), pp. 594-604.
- Bogliacino, F. and Pianta, M.(2010), “Innovation and employment: a reinvestigation using revised Pavitt classes”, *Research Policy*, 39(6), pp. 799-809.
- Bogliacino, F., Piva, M. and Vivarelli, M.(2011), “R&D and employment: Some evidence from European microdata”, *IZA discussion paper*, 5908.
- Bogliacino, F. and Vivarelli, M.(2012), “The job creation effect of R&D expenditures”, *Australian Economic Papers*, 51(2), pp. 96-113.
- Brouwer, E., Kleinknecht, A. and Reijnen, J. O.(1993), “Employment growth and innovation at the firm level”, *Journal of Evolutionary Economics*, 3(2), pp. 153-159.

- Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E. and Hitt, L. M.(2002), “Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firm-level evidence”, *The quarterly journal of economics*, 117(1), pp. 339-376.
- Bridgman, B.(2014), *Is Labor’s Loss Capital’s Gain? Gross versus Net Labor Shares*, Washington: Bureau of Economic Analysis.
- Brynjolfsson, E. and Hitt, L. M.(2014), “Information technology as a factor of production: The role of differences among firms”, *Economics of innovation and new technology*, 3(3-4), pp. 183-200.
- Brynjolfsson, E. and McAfee, A.(2014), *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, New York: WW Norton & Company.
- Brynjolfsson, E. and McAfee, A.(2012), *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*, Boston: Digital Frontier Press.
- Brzeski, C. and Burk, I.(2015), *The robots come. consequences of automation for the german labour market*. ING DiBa Economic Research.
- Ceccobelli, M., Gitto, S. and Mancuso, P.(2012), “ICT capital and labour productivity growth: A non-parametric analysis of 14 OECD countries”, *Telecommunications Policy*, 36(4), pp. 282-292.
- Cette, G., Mairesse, J. and Kocoglu, Y.(2005), “ICT diffusion and potential output growth”, *Economics Letters*, 87(2), pp. 231-234.
- Chui, M., Manyika, J. and Miremadi, M.(2015), “Four fundamentals of workplace automation”, *McKinsey Quarterly*, 29(3), pp. 1-9.
- Coad, A. and Rao, R.(2011), “The firm-level employment effects of innovations in high-tech US manufacturing industries”, *Journal of*

- Evolutionary Economics*, 21(2), pp. 255-283.
- DeCanio, S. J.(2016), “Robots and humans-complements or substitutes?”, *Journal of Macroeconomics*, 49, pp. 280-291.
- De Grip, A. and Van Loo, J.(2002), *The economics of skills obsolescence: a review*, Emerald Group Publishing Limited.
- Dewan, S. and Min, C. K.(1997), “The substitution of information technology for other factors of production: A firm level analysis”, *Management science*, 43(12), pp. 1660-1675.
- Doraszelski, U. and Jaumandreu, J.(2018), “Measuring the bias of technological change”, *Journal of Political Economy*, 126(3), pp. 1027-1084.
- Doms, M., Dunne, T. and Roberts, M. J.(1995), “The role of technology use in the survival and growth of manufacturing plants”, *International journal of industrial organization*, 13(4), pp. 523-542.
- Doms, M., Dunne, T. and Troske, K. R.(1997), “Workers, wages, and technology”, *The Quarterly Journal of Economics*, 112(1), pp. 253-290.
- De Palo, C., Karagiannis, S. and Raab, R.(2018), “Innovation and inequality in the EU: for better or for worse?”, Publications Office of the European Union.
- Eden, M. and Gaggi, P.(2018), “On the welfare implications of automation”, *Review of Economic Dynamics*, 29, pp. 15-43.
- Evangelista, R. and Savona, M.(2002), “The impact of innovation on employment in services: Evidence from Italy”, *International Review of Applied Economics*, 16(3), pp. 309-318.
- Falk, M. and Seim, K.(2001), “The impact of information Technology on high-skilled labor in services: Evidence from firm-level panel data”, *Economics of Innovation and New Technology*, 10(4), pp. 289-323.
- Frey, C. B. and M. A. Osborne(2017), “The future of employment: How

- susceptible are jobs to computerisation?”, *Technological Forecasting & Social Change*, 114, pp. 254-280.
- Goldin, C. and Katz, L.(2008), *The race between technology and education*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Goos, M., Manning, A. and Salomons, A.(2014), “Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring”, *American Economic Review*, 104(8), pp. 2509-2526.
- Greenan, N. and Guellec, D.(2000), “Technological innovation and employment reallocation”, *Labour*, 14(4), pp. 547-590.
- Guerriero, M. and Sen, K.(2012), “What determines the share of labour in national income? A cross-country analysis”, *IZA Discussion Paper*, 6643.
- Hall, B. H., Lotti, F. and Mairesse, J.(2008), “Employment, innovation, and productivity: evidence from Italian microdata”, *Industrial and Corporate Change*, 17(4), pp. 813-839.
- Harrison, R. et al.(2014), “Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries”, *International Journal of Industrial Organization*, 35, pp. 29-43.
- Harrison, T. P., Lee, H. L., and Neale, J. J.(2005), *The practice of supply chain management: where theory and application converge*, Springer Science & Business Media.
- Haskel, J. and Heden, Y.(1999), “Computers and the demand for skilled labour: industry and establishment-level panel evidence for the UK”, *The Economic Journal*, 109(454), pp. 68-79.
- Hawksworth, J., Berriman, R. and Goel, S.(2018), “Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation”, PricewaterhouseCoopers, <http://pwc.co.uk/economics>, access, 13.

- Hong, C. et al.(2014), “Validation of an R&D-based computable general equilibrium model”, *Economic modelling*, 42, pp. 454-463.
- Hwang, W. S. et al.(2020), “CGE analysis of R&D investment policy considering trade-offs between economic growth and stability”, *Science and Public Policy*.
- Jorgenson, D., M. Ho and K. Stiroh(2003), “Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education”, *Economic Systems Research*, 15, pp. 279-325.
- Jorgenson, D., M. Ho and K. Stiroh(2003), “Lessons from the US growth resurgence”, *Journal of Policy Modeling*, 25(5), pp. 453-470.
- Juhn, C., Murphy, K. M. and Pierce, B.(1993), “Wage inequality and the rise in returns to skill”, *Journal of political Economy*, 101(3), pp. 410-442.
- Jung, S. et al.(2017), “Growth versus equity: A CGE analysis for effects of factor-biased technical progress on economic growth and employment”, *Economic Modelling*, 60, pp. 424-438.
- Jung, H. S. and Thorbecke, E.(2003), “The impact of public education expenditure on human capital, growth, and poverty in Tanzania and Zambia: a general equilibrium approach”, *Journal of Policy Modeling*, 25(8), pp. 701-725.
- Kaplinsky, R.(1985), “Electronics-based automation technologies and the onset of systemofacture: Implications for Third World industrialization”, *World Development*, 13(3), pp. 423-439.
- Karabarounis, L. and Neiman, B.(2013), “The global decline of the labor share”, *National Bureau of Economic Research*, 19136.
- Klette, J. and Førre, S. E.(1998), “Innovation And Job Creation In A Smallopen Economy-Evidence From Norwegian Manufacturing Plants 1982-92”, *Economics of Innovation and New Technology*, 5(2-4), pp. 247-272.

- Leontief, W. et al.(1986), *The future impact of automation on workers*, New York: Oxford University Press.
- Machin, S. and Van Reenen, J.(1998), “Technology and changes in skill structure: evidence from seven OECD countries”, *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), pp. 1215-1244.
- Mallick, S. K. and Sousa, R. M.(2017), “The skill premium effect of technological change: New evidence from United States manufacturing”, *International Labour Review*, 156(1), pp. 113-131.
- Marouani, M. A. and Nilsson, B.(2016), “The labor market effects of skill-biased technological change in Malaysia”, *Economic Modelling*, 57, pp. 55-75.
- Martin, S. B.(1998), “Information technology, employment, and the information sector: Trends in information employment 1970-1995”, *Journal of the American Society for information Science*, 49 (12), pp. 1053-1069.
- Manyika, J. et al.(2017), “What the future of work will mean for jobs, skills, and wages”, McKinsey Global Institute.
- Meyer-Krahmer, F.(1992), “The effects of new technologies on employment”, *Economics of Innovation and New Technology*, 2(2), pp. 131-149.
- Michaels, G., Natraj, A. and Van Reenen, J.(2014), “Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over twenty-five years”, *Review of Economics and Statistics*, 96(1), pp. 60-77.
- Miller, R. E. and Blair, P. D.(2009), *Input-output analysis: foundations and extensions*, Cambridge university press.
- Neiman, B. and Karabarbounis, L.(2015), “Capital Depreciation and Labor Shares Around the World: Measurement and Implications”, In 2015 Meeting Papers (No. 357), Society for Economic Dynamics.

- Neuman, S. and Weiss, A.(1995), “Theory and evidence”, *European economic review*, 39, pp. 943-955.
- Northcott, H. C.(1984), “The interprovincial migration of Canada's elderly: 1956-61 and 1971-76”, *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 3(1), pp. 3-22.
- OECD(2016), “Automation and Independent Work in a Digital Economy”, Paris: OECD Publishing.
- OECD(2018), “Automation, Skills use and Training”, Paris: OECD Publishing.
- Oh, I., Yeo, Y. and Lee, J. D.(2015), “Efficiency versus equality: Comparing design options for indirect emissions accounting in the Korean emissions trading scheme”, *Sustainability*, 7(11), pp. 14982-15002.
- Ojha, V. P., Pradhan, B. K. and Ghosh, J.(2013), “Growth, inequality and innovation: A CGE analysis of India”, *Journal of Policy Modeling*, 35(6), pp. 909-927.
- Osterman, P.(1986), “The impact of computers on the employment of clerks and managers”, *ILR Review*, 39(2), pp. 175-186.
- Pianta, M.(2005), *Innovation and employment*, Oxford: Oxford University Press.
- Piketty, T.(2014), *Capital in the 21st Century*, Cambridge: Harvard University.
- Piva, M., Santarelli, E. and Vivarelli, M.(2005), “The skill bias effect of technological and organisational change: Evidence and policy implications”, *Research Policy*, 34(2), pp. 141-157.
- Popper, R.(2008), “Foresight methodology”, *The handbook of technology foresight*, pp. 44-88.
- Purdy, M. and Daugherty, P.(2017), “How AI boosts industry profits and innovation”, Accenture Ltd.

- Sachs, J. D. and Kotlikoff, L. J.(2012), “Smart machines and long-term misery” (No. w18629), National Bureau of economic research.
- Smolny, W.(1998), “Innovations, prices and employment: A theoretical model and an empirical application for West German manufacturing firms”, *The Journal of Industrial Economics*, 46(3), pp. 359-381.
- Stiglitz, J. E.(2014), “Unemployment and innovation”, *NBER Working Paper*, 20670.
- Van Reenen, J.(1997), “Employment and technological innovation: evidence from UK manufacturing firms”, *Journal of labor economics*, 15(2), pp. 255-284.
- Vivarelli, M.(2014), “Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature”, *Journal of Economic Issues*, 48(1), pp. 123-154.
- Vivarelli, M.(2013), “Technology, employment and skills: an interpretative framework”, *Eurasian Business Review*, 3(1), pp. 66-89.
- World Economic Forum.(2016), “The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution”, Global Challenge Insight Report.
- Yeo, Y. and Lee, J. D.(2020), “Revitalizing the race between technology and education: Investigating the growth strategy for the knowledge-based economy based on a CGE analysis”, *Technology in Society*, 62, 101295.
- Zimmermann, K. F.(1991), “The employment consequences of technological advance, demand and labor costs in 16 German industries”, *Empirical Economics*, 16(2), pp. 253-266.
- Zuniga, P. and Crespi, G.(2013), “Innovation strategies and employment in Latin American firms”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 24, pp. 1-17.

# Abstract

---



## Digital Transformation and its Implications for Growth and Income Distribution: Policy Implications for Reshaping the Innovation Policies

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

There have been few studies that quantitatively investigate the opportunities and risk factors driven by digital transformation. In addition, there has been a lack of quantitative research that estimates the impacts of policy interventions to resolve potential problems in the future digital transformation era. Against this background, this study attempts to explore the intrinsic characteristics of digital transformation-led technological changes. In addition, this study explores the long-run impacts of digital transformation on the socioeconomic system in terms of economic growth, employment, and distribution, using a computable general equilibrium (CGE) model.

The results show that digital transformation has the potential to accelerate routine-biased and capital-biased technological changes. In this regard, we have found that economic growth driven by digital transformation disproportionately increases relative demand for capital and non-routinized cognitive tasks over routinized tasks. This shift in the value-added composition is found to have the potential to deepen income inequality, as higher income groups benefit from greater tasks premiums and capital earnings. Furthermore, the quantitative findings suggest that the promotion of the dynamic interaction between digital transformation-led technological change and lifelong learning may alleviate the potential risks induced by technological changes. Based on these findings, this study attempts to redefine the role of innovation policy in making a successful transition to the digital transformation era.



## 디지털 전환에 따른 성장, 분배효과 분석 및 정책실험 연구

**인 쇄** 2020년 12월 27일  
**발 행** 2020년 12월 31일  
**발 행 인** 김현곤  
**발 행 처** 국회미래연구원  
**주 소** 서울시 영등포구 의사당대로 1  
국회의원회관 2층 222호  
**전 화** 02)786-2190  
**팩 스** 02)786-3977  
**홈페이지** [www.nafi.re.kr](http://www.nafi.re.kr)  
**인 쇄 처** (사)아름다운사람들복지회  
02)6948-9650

---

©2020 국회미래연구원

ISBN 979-11-90858-22-9 (93300)

내일을 여는 국민의 국회



국회미래연구원  
NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE