기본연구
2016. 30

기술변화에 따른 일자리 영향 연구

박 가 열
천 영 민
홍 성 민
손 양 수

발간사

최근 모바일 기기에서 산출되는 자료의 급증과 저장 능력 확대 및 컴퓨팅 능력의 발전은 빅데이터를 기반으로 한 인공지능의 급격한 발전을 초래하고 있습니다. 기존의 기계 조작과 같은 단순·반복적인 정형화된 일자리뿐만 아니라 인지 능력이 필요한 전문직으로까지 자동화 기술에 의해 일자리 대체 가능성이 높아지고 있습니다.

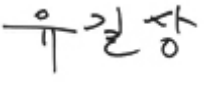
2016년 세계경제포럼에서 화두가 된 4차 산업혁명은 우리의 일하는 방식과 삶의 방식 자체를 혁신적으로 변화시킬 것으로 예상됩니다. 이전에는 각각의 영역에서 분절적으로 발전하던 인공 지능(AI), 기계학습, 로봇기술(Robotics), 나노기술, 3D 프린팅, 유전학 및 바이오기술이 융합하여 통합적으로 발전하고 있습니다. 이러한 기술혁신은 비즈니스와 노동시장뿐만 아니라 삶의 방식 자체를 근본적으로 바꿀 정도로 파괴적으로 영향을 끼칠 것입니다. 이처럼 급격히 발전하는 인공지능·로봇으로 대표되는 스마트기술은 조만간 일부 영역에서 인간의 직무수행능력을 넘어설 것으로 예상되고 있습니다.

'기술변화가 일자리에 미치는 영향'을 분석한 이 연구에서 연구자들은 인공지능·로봇기술과 같은 스마트기술에 의해 미래에 인간의 직업능력을 어느 정도 대체하고, 이를 통해 기술적으로 얼마나 일자리 대체가 가능한가를 탐색하였습니다. 이 연구 결과는 앞으로 청년층의 미래 지향적인 직업진로 선택과 재직자의 원활한 전직지원을 위한 정책 과제 개발에 기초 자료가 될 것으로 기대됩니다.

끝으로, 이 연구의 수행과정에서 연구와 사업 수행으로 바쁘신 중에도 불구하고 자문해주신 인공지능·로봇기술 분야 전문가들과 제한된 연구기간과 어려운 주제에도 불구하고 의미 있는 연구를 수행해 준 연구진들의 노고에 감사의 말씀을 전합니다.

2016년 10월

한국고용정보원 원장



[목 차]

제1장 서론 (박가열) ····· 1

제1절 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
제2절 연구 내용 ····· 3
제3절 연구 방법 ····· 4
제4절 연구 범위 및 제한점 ····· 4

제2장 선행연구 고찰 (박가열, 홍성민) ····· 6

제1절 기술혁신이 일자리에 미치는 영향 ····· 6
제2절 기술혁신의 고용영향에 대한 주요 연구 검토 ····· 11
제3절 소결 ····· 16

제3장 일자리 대체 민감 직종 분석 (박가열, 천영민) ····· 17

제1절 개요 ····· 17
제2절 직업능력 대체 수준 ····· 18
제3절 직업능력 대체 비율 ····· 20
제4절 집단별 특성 분석 ····· 31
제5절 소결 ····· 44

제4장 기술변화의 고용 영향 분석 (홍성민, 박가열) ····· 47

제1절 분석 개요 및 방법 ····· 47
제2절 분석 결과 ····· 50
제3절 소결 ····· 61

제5장 결론 및 제언 (박가열) ····· 63

제1절 요약 ····· 63
제2절 직업능력 대체 고비율 직종 전직 대안 ····· 69
제3절 기술혁신에 따른 전직지원 서비스 방안 ····· 71
제4절 제언 ····· 73

참고문헌 ····· 76

부 록 ····· 77

⟦ 표 목차 ⟧

〈표 2-1〉 스마트 기술에 의한 제조·서비스 분야 고용 대체가능성 ····· 13

〈표 3-1〉 인공지능 로봇 전문가 기관별 응답 현황 ····· 18
〈표 3-2〉 인공지능 로봇기술의 연대별 직업능력 대체 수준 ····· 19
〈표 3-3〉 능력대체비율(WARS) 높은 직업: 1표준편차 사용한 경우 ····· 24
〈표 3-4〉 능력대체비율(WARS) 높은 직업: 1표준편차 사용 안한 경우 ····· 24
〈표 3-5〉 능력대체비율(WARS) 낮은 직업: 1표준편차 사용 안한 경우 ····· 25
〈표 3-6〉 집단 1(저위험 저변화)에 속하는 직업 ····· 27
〈표 3-7〉 집단 2(저위험 고변화)에 속하는 직업 ····· 28
〈표 3-8〉 집단 3(고위험 저변화)에 속하는 직업 ····· 29
〈표 3-9〉 집단 4(고위험 고변화)에 속하는 직업 ····· 30
〈표 3-10〉 집단별 WARS 평균차이분석 ····· 33
〈표 3-11〉 집단별 KNOW 업무수행능력수준 평균비교 ····· 37
〈표 3-12〉 집단별 KNOW 업무수행능력 중요도 평균비교 ····· 38
〈표 3-13〉 요인분석 결과: 주성분 방법 ····· 39
〈표 3-14〉 집단별 요인점수에 대한 평균차이분석 ····· 40
〈표 3-15〉 집단별 업무, 기술 및 신체적 능력 특성 종합 ····· 43

〈표 4-1〉 직종대분류별 스마트 기술의 고용영향 ····· 51
〈표 4-2〉 직종 중분류별 스마트 기술의 고용영향 – 관리자/전문가/사무직 ··· 53
〈표 4-3〉 직종 중분류별 스마트 기술의 고용영향 – 서비스/판매/농림어업 숙련직 ····· 55
〈표 4-4〉 직종 중분류별 스마트 기술의 고용영향 – 기능원/기계조작 및 조립원/단순노무 ····· 57
〈표 4-5〉 전공별 인공지능 로봇기술의 고용영향 ····· 60

〈표 5-1〉 일자리 대체 민감 직종 전직 대안 직업(예시) ····· 70

[그림 목차]

[그림 2-1] 미국 내 정형 및 비정형 업무 투입 경향성 ····· 8
[그림 2-2] 자동화 대체확률 높은 직업 ····· 9
[그림 2-3] 자동화 대체확률 낮은 직업 ····· 10
[그림 2-4] 직종별 전산화 위험도 ····· 12
[그림 2-5] 우리나라 직종의 컴퓨터 대체확률별 고용인원 ····· 14
[그림 2-6] 미국에서의 자동화 가능성 분포 ····· 15

[그림 3-1] 연도별 WARS 추이 ····· 32
[그림 3-2] 집단별 KNOW 능력 차이 도표 ····· 34
[그림 3-3] 집단별 업무적능력과 기술적능력 요인점수 평균 비교 ····· 41
[그림 3-4] 집단별 업무적능력과 신체적능력 요인점수 평균 비교 ····· 42
[그림 3-5] 집단별 기술적능력과 신체적능력 요인점수 평균 비교 ····· 43

[부표 목차]

〈부표 1〉 2020년 WARS – 1표준편차 사용시 ····· 77
〈부표 2〉 2025년 WARS – 1표준편차 사용시 ····· 82
〈부표 3〉 2016년 WARS – 1표준편차 미사용시 ····· 87
〈부표 4〉 2020년 WARS – 1표준편차 미사용시 ····· 92
〈부표 5〉 2025년 WARS – 1표준편차 미사용시 ····· 97
〈부표 6〉 세부직종별 대체위험 인원 - 관리직 ····· 102
〈부표 7〉 세부직종별 대체위험 인원 - 전문가 및 관련 종사자 ····· 103
〈부표 8〉 세부직종별 대체위험 인원 - 사무종사자 ····· 108
〈부표 9〉 세부직종별 대체위험 인원 - 서비스종사자 ····· 109
〈부표 10〉 세부직종별 대체위험 인원 - 판매종사자 ····· 110
〈부표 11〉 세부직종별 대체위험 인원 - 농림어업 숙련 종사자 ····· 111
〈부표 12〉 세부직종별 대체위험 인원 - 기능원 및 관련 기능종사자 ····· 112
〈부표 13〉 세부직종별 대체위험 인원 - 장치, 기계조작 및 조립종사자 ··· 115
〈부표 14〉 세부직종별 대체위험 인원 - 단순노무종사자 ····· 118
〈부표 15〉 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 - 인문, 사회 계열 ····· 119
〈부표 16〉 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 - 교육, 공학 계열 ····· 120
〈부표 17〉 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 - 자연, 의약 계열 ····· 121
〈부표 18〉 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 - 예체능 계열, 전체 ··· 122

[부도 목차]

〈부도 1〉 인공지능 전문가 설문조사(예시) ····· 123

요 약

가. 선행연구 고찰

최근 들어 인공지능 로봇 기술을 필두로 혁신적인 기술변화가 고용에 미치는 영향에 대해서는 낙관론과 비관론의 입장이 양립하고 있다. 분석 단위를 직무의 군집인 직업으로 할 것인가, 개별 과업 단위로 할 것인가에 따라 자동화기술에 의한 대체 정도에 대해서 상반된 결과가 나타나고 있다. 각 직업에서 수행하는 개별 과업을 기준으로 분석할 경우 거의 대부분의 직업에서 컴퓨터로 대체될 가능성이 매우 낮은 반면, 개별 직업의 대표적인 과업을 중심으로 한 연구에서는 거의 반에 가까운 직업의 대체가능성이 높은 것으로 나타나고 있다.

특히 우리나라의 경우 그 차이는 극단적으로 다르게 나타나고 있다. 이는 우리나라 직업이나 학력구조가 갖는 차이가 두 연구에서 극명하게 다르게 반영되고 있기 때문이라고 판단된다. 대부분의 직업에서 종사하고 있는 재직자의 학력 수준이 상대적으로 높은 반면, 직업의 고용규모 자체에서는 전문직 비중이 매우 낮은 우리나라 직업구조가 이러한 극명한 차이를 만들고 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 우리나라 직업구조의 특성을 좀 더 명시적으로 반영하여 두 연구 사이의 격차를 줄이고 좀 더 현실적인 연구 결과를 제시하는 데 초점을 맞추기 위해 노력하였다. 이를 위해 한국직업정보시스템(KNOW)을 구축하기 위해 직업별 현직자에게 설문조사하는 업무수행능력의 수준을 활용하여 전문가들이 평정하는 인공지능 로봇 기술의 대체 수준과 비교·분석하여 기술의

일자리 대체 개연성을 경험적으로 추정하고자 하였다.

나. 기술변화에 의한 일자리 대체 민감 직종 분석

급격히 발전하고 있는 지능정보 기술의 발전으로 현재 직업을 갖고 있는 이들은 다가오는 미래세계에 대한 막연한 불안감을 가지고 있다. 어떤 형태로든 각 직업에 미치는 영향에 대해 인식하고 있지만 직업별 체감도는 다를 것이다. 그러나 해당 직업군에 속한 이들이 느끼는 체감도와 실제 기술변화 속도는 다를 수 있다. 이에 대한 대처는 엄밀하게 이야기하면 개인의 책임이라고 할 수 있지만, 국가인적자원관리와 사회적 통합 차원에서 직업 세계의 변화에 대해 국가가 적극적으로 개입해야 할 부분 역시 적지 않다. 변화에 대해 정확한 대처를 통해 해당 직업군에서 일하고 있는 이들을 위한 전직 지원 또는 대처 능력 확보도 필요하지만 신규 인력 양성 측면에서도 어떤 분야가 향후 더 많이 필요하고 어떤 분야가 더 많이 사라질지에 대해서도 예측과 전망이 필요하다.

이를 위해 본 연구는 각 직업별 업무수행능력을 현직에 종사하는 이들을 대상으로 조사한 자료를 기초로 하여, 전문가들이 현재 시점, 2020년, 2025년에 각각 기술에 의해 대체될 가능성에 대해 응답한 자료를 비교하여 각 직업 세분류별 업무능력대체비율(WARS)을 산출하였다. WARS는 현재 예상보다 갑작스럽게 다가올 것이라는 가정하에서 기술전문가들이 평정한 인공지능 로봇 대체 수준 평균을 임계값으로 현직자들이 평정한 각 업무수행능력별 평균값의 차이를 토대로 산출한 경우와 조금은 기술혁신에 따른 직업능력 대체 현상이 천천히 다가올 것이라는 가정하에서 기술전문가의 평정 값을 보수적으로 적용하기 위해 1표준편차 값을 뺀 임계값을 사용한 경우로 나누어 산출하였다.

이때, 각 직업별로 44개 능력에 대해 5점 척도로 응답한 중요도를 가중치로 적용하여 능력대체비율을 산출하였는데, 2025년 대체비율이 0.7을 넘을 경우 Frey & Osborne(2013)과 같이 위험하다고 판단하여 고위험 집단으로 분류하고 0.7보다 낮을 경우에는 저위험 집단으로 분류하였다. 또한 2016년부터 2025년까지 능력대체비율의 변화율을 이용하여 고변화 집단과 저변화 집단으로 나누었다. 이렇게 하여 전체 404개 직업은 44개 능력대체비율을 사용한 집

단 분류에 따라 4개 집단으로 나누어졌다.

집단1은 저위험 저변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율이 낮고 2025년 WARS가 0.7보다 낮은 집단, 집단2는 저위험 고변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율은 낮지만 2025년 WARS는 0.7 보다 높은 집단, 집단3은 고위험 저변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율은 높지만 2025년 WARS가 0.7보다 낮은 집단, 집단4는 고위험 고변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율이 높고 2025년 WARS도 0.7 보다 높은 집단이다. 각 집단별로 포함된 직업의 수는 집단1이 75개, 집단2가 173개, 집단3이 119개, 집단3이 37개였다. 이렇게 분류한 네 집단의 WARS를 비교한 결과, 집단 2는 모든 연도에서 WARS가 가장 낮은 반면, 집단 3은 가장 높았다. 중간 정도에 위치한 집단 1과 집단 4는 2016년에는 거의 비슷하지만 2025년에는 차이가 급격하게 벌어졌다.

한편, 요인추출방식으로 주성분방법을 이용하여 요인분석을 실시한 결과 3개의 요인이 도출되었는데, 설명력(총분산 설명값)은 80.357%였다. 도출된 제1요인은 모두 27개의 변수를 대신하여 업무적 능력, 제2요인은 11개의 변수를 대신하여 기술적 능력, 제3요인은 6개의 변수를 대신하여 신체적 능력이라고 명명하였다. 앞에서 분류한 네 집단 간에 특성분석을 실시한 결과를 집단별로 정리하면 다음과 같다.

집단 1은 신체를 이용하거나 상당한 기술적 능력을 요구하기보다는 업무와 관련된 능력을 상대적으로 요구하는 직업군으로 볼 수 있다. 따라서 본인들이 기술을 사용하는 편이 아니어서 기술발전에 따른 일자리 대체 가능성을 낮게 보고 있다고 오해할 수 있다. 왜냐하면 WARS 자체가 낮고 변화율도 낮기 때문인데, 집단 2와 비교하면 변화율은 낮지만 2016년, 2020년, 2025년의 WARS 자체가 집단 2보다 높은 수준이다. 또한 요인분석을 통해 도출한 업무적 능력값도 집단 2보다 낮은 수준이 요구되는 집단이다. 따라서 집단 1은 현재의 기술발전이 현장직에 종사하는 직업군으로만 대체가 이루어진다는 가정에서 벗어나야 할 것이다. 반복된 업무를 실시하는 직업군에 종사하는 경우를 중심으로부터 시작해서 인공지능의 발전으로 인간의 업무영역 상당수가 기술에 의해 대체가 촉발되는 시점에서 가장 위험한 직업군이 될 수도 있기 때문이다.

집단 2는 WARS 변화율은 높은 편이지만 2025년 위험도는 낮은 수준으로 예상되는 직업군으로 가장 많은 직업들이 포함되었다. 해당 직업들은 지적 능력과 기술적 능력이 모두 필요하기 때문에 향후 기술변화에 따라 다소 유동적인 직업으로 판단된다. 모든 연도의 WARS가 가장 낮을 뿐만 아니라 요인분석에서 업무적능력과 기술적능력은 가장 높았고 신체적능력도 높은 편이었다. 따라서 미시적인 관점에서는 대체가 가장 천천히 이루어지겠지만, 거시적으로 봤을 때는 직업에 따라 대체속도가 달라질 가능성이 높다. 즉, 다른 직업군에 비해 기술에 의한 인력 대체가 천천히 진행되기 때문에 이 직업군에 종사하는 인력의 기술변화에 대한 대응과 대처가 향후 어떤 방향으로 변화될 수 있는지에 대한 관심이 필요할 것으로 보인다.

집단 3은 변화율은 낮지만 고위험이 예상되는 직업군인데, 변화율이 낮은 이유가 이미 상당수 대체가 진행되고 있기 때문으로 봐야 할 것이다. 즉, 집단 3에 포함된 종사자들은 현재 직업에 대한 능력 수준이 낮음을 인지하고 있기 때문에 이미 상당히 기술변화에 대해 인지하고 있거나 대체 가능성을 인식하고 있는 것으로 이해할 수 있다. 실제적으로 요인분석에서 도출된 업무적능력, 기술적능력, 신체적능력이 모두 가장 낮은 수준이다. 따라서 집단 3은 현재 시점부터 이미 상당히 기술에 의한 인력 대체가 발생하고 있다고 판단되기 때문에 빠른 시기 안에 이들 직업군의 대응 마련을 위한 대책이 필요하다.

집단4는 현재 시점에서 WARS는 덜 높지만 변화율도 크고 2025년 전망도 위험하다고 판단하고 있는 직업군이다. 이 집단에 소속된 직업은 대부분 몸을 움직여 일을 하는 행동적 요소들이 많이 내포되어 있는데, 향후 기술에 의해 대체될 가능성은 농후하지만 아직은 기술의 발달에 의한 대체가 덜 진전된 직업으로 보아야 할 것이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 모든 직업은 향후 기술발전에 따른 일자리 대체로부터 자유로운 직업은 거의 없다고 봐도 무방할 것이다. 물론 기술이 아무리 발전해도 대체될 수 없는 일자리는 분명히 있겠지만, 정말 어떤 직업이 그 직업인지를 섣불리 예측할 수도 없다. 결국 기술은 인간의 두뇌를 통해 발전하지만 그 기술은 결국 인간이 해야 할 역할을 대신하는 것이다. 또한 대체에 대한 대처도 인간의 몫이다. 각 직업군별로 향후 어떤 시기쯤 본인의 일자리가 위협받을 것인지를 판단하고 준비해야 한다. 본 연구는 그런 시기를 명

확하게 제시할 수는 없지만 변화속도에 대해 제시하는 시사점이 있다. 향후 본 연구의 내용을 바탕으로 좀 더 정밀한 방식과 체계를 적용하여 그 시기를 예상해 보는 것도 의의가 있을 것이다.

다. 기술변화의 고용영향 분석

향후 10년에 걸쳐 나타날 수 있는 인공지능 로봇기술의 고용영향에 대해 분석해 본 결과, 기술전문가가 평정한 직무능력 수준 대체 평균값과 현직자의 능력 수준 평균값 차이를 바탕으로 대체되는 직무능력의 비율을 세부 직업별로 분석할 경우, 단지 기술적 차원에서만 분석했을 때 대체 가능한 직업능력 항목 비율이 높은 취업자의 비중이 상당히 높게 나타났다. 2025년 전체 평균 대체위험비율이 70.6%에 달하였고, 가장 대체위험비율이 높은 단순노무직은 무려 90.1%가 대체위험에 직면하였다. 인공지능 로봇기술의 고용영향이 가장 적은 관리직도 같은 기간이면 49.2%가 대체위험에 직면하고, 전문가 직종도 56.3%로 과반수가 대체위험에 직면하였다.

결국 직무 수준과 이를 대체할 기술발달의 수준을 직접 비교하여, 모든 직종에서 대체될 위험에 직면할 인원의 비율을 구할 경우 다른 연구에 비해 일자리를 잃을 위험에 직면할 가능성이 더 높게 나타난 것이다. 기술발전에 대한 전문가의 평가가 높은 이유도 있겠지만, 현재 우리나라의 직종 구조가 그만큼 필요한 직무역량 수준이 낮은 수준에 머무르고 있기 때문에 이러한 결과가 나타났을 가능성도 높다. 특히 주의를 기울여야 할 부분은 기술적 차원의 대체를 의미할 때 역사적 경험에서 시사하듯이, 현실세계에서의 실제적 대체는 경제적 효율과 사회적 합의에 의해 조정될 것이다.

향후 5년 이후 빠르게 고용대체의 위험에 직면할 가능성이 높은 단순노무직, 농림어업 숙련종사자, 장치, 기계조작 및 조립종사자 등에 대해서는 서둘러 고용대체위험을 완화할 제도적 보완과 직종 전환을 위한 지원 등의 적극적 대책 마련이 필요하다. 이들 직종 종사자들이 대부분 임금이나 소득 수준도 낮은 저소득층에 속할 가능성이 높으므로, 대응이 늦을 경우 생존 자체가 어려워지는 사회문제로 비화될 수 있기 때문이다. 복지나 사회보장에 대한 투자 증대 등 사회 전반에 걸친 안전망 확충과 더불어 사회적 부가가치를 높일 수

있는 부문으로의 이동을 촉진하는 세부 직종별 전환대책이 필요해지고 있다.

전문가 직종에서는 기존에 취업이 용이했고 안정성이 높았던 의약이나 교육 분야의 취약성이 두드러지는 점이 부각되었다. 인공지능 로봇기술의 발전과 적용 가능성이 높은 산업 분야라는 특징이 산업사회의 고용 안정성과는 다른 결과를 빚어내고 있기 때문이다. 직업안정성을 추구하는 개인 입장에서는 향후 자신의 전문 분야 선택에 있어서 좀 더 신중해질 필요성을 보여준다. 대졸자의 전공계열별로 볼 때에도 졸업생 대비 대체위험 인원 비율이 높게 나타난 부문이 의약, 교육 순이었다는 점도 이러한 사실을 뒷받침한다.

어떤 직종에 종사하든지 개인의 역량개발 차원에서는 종합적인 분석과 판단, 의사결정과 의사소통 등의 역량이 확실히 인공지능 로봇기술에 의한 대체위험이 낮게 나타나는 점에 주목할 만하다. 직종 중분류 차원에서 파악해 보면, 대분류에서의 대체위험비율이 높거나 낮음에 관계없이 이러한 역량이 요구되는 직종에서 상대적으로 대체위험에 직면할 가능성이 낮게 나타났기 때문이다.

인공지능 로봇기술이 본격 발달한 미래에는 개인 차원에서의 대응보다 사회 차원에서의 대응이 더 중요해진다. 거의 모든 직종에서 심각한 대체위험비율을 겪을 경우, 노동을 판매하여 생계를 연명하는 노동자로 살아남을 가능성이 매우 낮아지기 때문이다. 결국 중요한 일은 각 개인이 어떤 직업을 갖거나 역량을 갖추느냐의 문제가 아니라, 사회 전반에서 인간의 역할이나 인간이 하는 일의 가치를 어떻게 평가할 것이냐의 문제가 될 가능성이 높다. 단순히 경제적 부가가치를 높이는 일에 대해서만 가치를 부여하고 임금을 지급하는 현재의 시스템이 아니라, 사회적으로 대가를 지급할 인간의 역할이나 일을 다양하게 규명하고 이에 대해 적절한, 사회적 존재로 살아가기에 충분한 대가를 지급하는 시스템 전환을 준비해야 할 시기가 급속히 다가오고 있다.

라. 결론 및 제언

기술혁신에 따른 직무 대체 위협에 놓인 근로자의 원활한 부문 간 이동(transition)을 지원하기 위해서는 기술대체 위협에 놓인 취약 근로자의 전직 가능한 대안 직종을 분석하여 제시하고, 심리적 안정 프로그램과 맞춤형 훈련 프로그램을 동시에 제공하는 패키지 형태의 정책 프로그램을 마련해야 할 것

이다. 또한 전직 이행 기간의 근로자의 소득 지원을 강화하여 생활안정 기반을 마련토록 해야 할 것이다. 이를 위해서는 근로자 및 시민사회, 사용자, 및 정부 관계 부처가 참여하는 포용적 협력체계를 구축하고 지속적인 상생의 노력을 대화를 통해 지속해야 할 것이다.

지능정보기술을 활용한 고용서비스를 활성화하기 위해서는 근로자들의 역량을 최적으로 활용할 수 있도록 빅데이터 분석과 스마트 모바일 기술을 활용한 정밀한 노동시장 정보를 제공하고, 구인자의 요구 수준과 구직자의 준비 정도를 반영한 매칭 기능을 향상시켜야 할 것이다. 또한 새롭게 부각되고 있는 신산업 분야, 디지털 기술 활용에 대한 인식을 높이고, 산업계의 요구에 부합되는 교육이 이뤄질 수 있도록 수요 맞춤형 교육과 기술 훈련이 이뤄져야 할 것이다. 이를 위해서는 학교와 직업 현장의 교류를 활성화하기 위한 체계를 구축해야 할 것이다. 이외에도 민간 부문의 온라인 고용서비스 기관과도 디지털 도구 및 기술을 활용하여 행정 효율을 높여야 하며, 디지털 도구를 활용하여 상호교류와 경험 전수를 통해 근로자 간 암묵 지식을 공유하는 네트워크 생태계를 구축하기 위한 노력을 경주해야 할 것이다.

향후 10년 이후 지능정보기술의 혁신적 발전은 상당수의 직업에서 기존 일자리를 대체하기 시작할 것이고, 플랫폼 경제의 확산으로 고용의 형태와 일하는 방식에서도 커다란 변화를 겪을 것으로 예상된다. 이러한 기술 혁신에 따른 근본적인 일자리 변화에 능동적으로 대처하고 일자리 위기 직종에 종사하는 근로자의 원활한 전직 지원을 활성화하기 위해서는 다음의 당면한 정책 과제에 대한 해결책을 찾기 위해 노력해야 할 것이다.

첫째, 기술 혁신에 따른 미래의 고용 및 일자리 창출 정책을 총괄하고 조정하는 기관이나 기구를 신설하거나 기존의 관련 부서를 확대하는 것을 고려할 수 있다. 이를 통해 현재 다양한 정부 부처, 지자체별로 산재한 미래 고용 및 일자리 정책 및 사업의 타당성을 검토하고 조정하는 역할을 담당하도록 할 수 있을 것이다. 나아기 한시적인 정권 차원의 문제를 넘어 국가의 장기적인 비전을 고려하여 미래 일자리 전략과 의제를 다루기 위한 기능을 부여할 수 있을 것이다.

둘째, 기술혁신에 직간접적으로 영향을 받는 직업구조의 변화에 선제적으로 대응하기 위해서는 기존의 정태적 고용 구조에 맞추어진 현행 인력 수급

전망을 개선하고 지능정보기술 대체 위협 직종에 관한 조기경보 체제 구축을 통한 원활한 경력이동을 지원해야 할 것이다. 이를 위해서는 고용 및 직업(무) 정보 수집, 분석, 및 전달체계 통합 및 빅데이터 분석 강화를 통한 일자리 위협 직종에 대한 조기경보 체제를 구축해야 할 것이다. 또한 현재 산재되어 있는 고용 및 직업 관련 통계 및 정보 연계성을 강화해야 할 것이다. 이를 위해서는 통계청 지역고용조사(RES), 고용보험 데이터베이스 정보 수집 세분화 및 주관 기관 통합을 통한 책임성을 높여야 할 것이다.

셋째, 기술혁신에 따른 직무대체 위협 근로자의 원활한 전직 지원을 위한 직업상담 서비스와 직업능력개발을 지원하기 위한 정책을 수립해야 할 것이며, 특히 플랫폼 기반 비정형근로가 확대됨에 따라 기존의 고용법제 체제로부터 사각지대가 발생하지 않도록 제도적으로 보완해야 할 것이다. 이를 위해서는 전직 지원 서비스 부문에 종사하는 고용서비스 인력들의 미래 직업세계 변화 인식, 전직 스트레스 관리와 관련된 전문 역량을 강화하기 위한 체제를 구축해야 할 것이다.

넷째, 플랫폼 경제가 확대되면서 기존의 법제에 해당되지 않는 비정형 근로자의 권리를 보호하기 위한 규범을 정하는 법안을 마련하여, 특수형태업무종사자와 즉석(On-demand) 노동에 참여하는 인력의 노동 관련 기본권을 보호하기 위해 노력해야 할 것이다.

기술혁신에 따른 일자리 영향에 대한 장기적인 정책과제는 고용과 노동을 둘러싼 연관된 부문인 교육 및 복지정책과 연계하여 해결책을 마련해야 할 것이다.

첫째, 기술혁신이 급격하게 전개될 향후 지능정보사회에서는 교육의 유효기한이 제한적일 수밖에 없고 평생 학습체제로 전환해야 할 것이다. 근로자들이 전 생애기간 지속가능한 고용능력을 보유하기 위해서는 사회와 학교의 연결고리를 보다 강화해야 할 것이다. 한편, 기술 대체 위협 대응 지속가능 지능정보 활용 능력 보유 여부를 진단하는 생애 전환기 고용능력 진단도 시범적으로 실시할 수 있을 것이다.

둘째, 근본적인 교육 체제의 개편이 필요하다. 현행 단순 지식의 암기나 답습보다는 창의성, 문제해결력, 상호작용 협업 능력을 길러주는 체험 중심의 교과과정 및 교육 방식을 전면적으로 도입해야 할 것이다. 또한 급변하는 노동시장 현실을 교육과정에 구조적으로 내재화시키기 위한 법제 및 정책 프로

그램을 마련해야 할 것이다. 사회가 분화되고 전문화되면서 교원 구성의 다양성 역시 고려해야 할 시점에 왔다고 판단된다.

셋째, 근로복지 연계의 큰 틀에서 기술혁신에 따른 생산성 향상의 사회적 과실을 재분배하기 위해 일정 부분의 기본소득과 인공지능 로봇기술에 대한 자본세를 미시적으로 결합하기 위한 세제정책도 고려해야 할 것이다. 이를 통해 자녀세대가 부모세대를 부양하던 전통을 이제는 인간이 창출한 신개념 자녀세대인 인공지능 로봇이 인간을 부양하는 미래시대를 구성하기 위해 준비해야 할 것이다.

제1장

서 론

제1절 연구의 필요성 및 목적

최근 정보통신(ICT) 분야에서 감지기술(sensing technologies)의 발전과 더불어 생활 전반에 자리 잡고 있는 모바일 기기에서 산출되는 자료가 급격하게 증가하고 저장 능력이 발전하고 있다. 이에 따라 대용량 자료, 이른바 빅데이터 확보가 가능해지고 있고 인공지능의 한 영역인 기계학습을 통한 분석능력이 강화되면서 기계조작과 같은 반복적인 정형화된 저숙련 일자리(routine jobs)뿐만 아니라 인지 능력이 필요한 전문직으로까지 일자리 대체 가능성이 확산되는 추세에 있다. 아이비엠(IBM)의 슈퍼컴퓨터 왓슨(WATSON)을 활용한 종양 진단, 로봇을 활용한 내러티브 사이언스의 기사 작성, 판례 검색프로그램 발전에 따른 법무 관련 종사 인력의 감소 등이 예상되고 있다. 특히 전문직 내에서도 종합적 판단능력이 요구되는 최고 수준의 숙련도를 요구하는 직무의 경우에는 인간이 계속해서 담당하게 될 것이고, 반면 단순한 정보의 검색이나 낮은 수준의 정보활용 직무의 경우 효율성이 높은 인공지능으로 대체될 것으로 예상되고 있다.

2016년 세계경제포럼(World Economic Forum)에서는 제조업과 정보통신기술(ICT)를 융합해 작업 경쟁력을 제고하는 4차 산업혁명이 화두가 되었다. 이전에는 인공지능(AI), 기계-학습, 로봇기술(Robotics), 나노기술, 3-D프린팅, 유전학 및 바이오기술과 같이 분절된 분야에서의 발전이 새로운 환경에서 성공하기 위해 요구되는 일련의 직능에서 예측되는 큰 폭의 변화와 더불어 비즈니스뿐만 아니라 노동시장에까지 광범위하게 파괴적인 영향을 미칠 것으로 예상되고 있는 것이다(WEF, 2016[1]).

얼마 전 인간을 대표한 이세돌이 구글의 알파고와의 바둑 대국에서 패한 사건은 사회 전반에 걸쳐 일자리 대체에 대한 공포감(phobia)을 유발할 정도로 과도한 우려를 자아내고 있다. 여러 역사의 교훈을 통해 혁신적 기술이 개발되어도 경제적 효용, 법적 제약, 사회적 합의가 전제되어야 사회에 적용될 수 있기 때문에 기술이 온전하게 사람을 대체하는 데는 시간이 소요됨을 알고 있다. 설사 기술 도입이 현실화된다 하더라도 노동자들은 바뀐 기술환경에 적응하므로 일자리 대체 폭은 제한적임에도 불구하고 눈앞에 펼쳐지고 있는 인공지능기술의 발전은 위협적으로 다가오고 있는 것이 현실이다.

이에 본 연구에서는 인공지능, 로봇기술로 대표되는 스마트 자동화의 기술변화에 따른 일자리 변동 분석을 통해 일자리 대체 가능성이 높은 직종을 제시함으로써 청년층의 미래 지향적인 합리적인 직업진로 선택을 지원하고 노동시장 이행 준비와 관련된 정책 시사점을 도출하고자 한다.

구체적으로 현직자들의 직업능력 수준에 대비하여 인공지능 로봇기술 전문가들이 예상하는 직업능력 기술 대체 수준을 비교하여 직업능력 대체 비율을 구하고 이를 바탕으로 향후 직업별 고용규모 및 관련 전공에 미치는 영향을 탐색하고자 한다. 또한, 향후 일자리 대체위험이 높은 직종에 근무하고 있는 근로자의 전직 가능 대안을 모색하고 기술혁신에 따른 고용서비스 관련 정책 시사점을 제언하고자 한다.

---

1) World Economic Forum(2016). The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fouth Industrial Revolution, Executive Summary.

제2절 연구 내용

스마트 자동화의 기술변화에 따른 일자리 변동 분석을 통해 일자리 대체 가능성이 높은 직종을 제시함으로써 청년층의 미래 지향적인 합리적인 직업진로 선택을 지원하고, 일자리 대체위험이 높은 직종에 근무하고 있는 중장년층의 전직 가능 대안을 모색하기 위한 정책 시사점을 도출하기 위한 본 연구에서 다루고자 하는 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 기술 혁신이 일자리에 미치는 영향에 관한 선행연구를 고찰하고자 한다. 지난 한 세대 동안 정보통신기술의 일자리 창출 대 대체 혹은 파괴의 논쟁이 있어왔으며, 이러한 기술진보가 일자리에 미치는 영향은 경제 경영계에서는 역사가 깊다. 이러한 논의를 고찰함으로써 기술혁신의 일자리 영향에 대한 분석에 있어 균형감을 갖고 중요하게 고려할 점을 도출하고자 한다.

둘째, 기술변화에 따른 일자리 대체 민감 직종을 분석하고자 한다. 이를 위해 일자리 변동에 영향을 미치는 스마트 자동화 관련 요인을 인공지능 관련 전공 전문가조사에 기초해 도출하고자 한다. 이를 바탕으로 직업별 전산화 대체 가능성을 통계적으로 모델링하고, 직업별 기술 대체 영향 수준을 분석하고자 한다.

셋째, 기술변화의 일자리에 미치는 영향을 고용통계 자료를 통해 분석하고자 한다. 본 연구에서는 우리나라 직업구조의 특성을 좀 더 명시적으로 반영하고자 한다. 전문직 직업 비중의 변화에 대한 향후 전망 결과와 개별 직업의 핵심 과업을 좀 더 포괄적으로 반영할 수 있는 직업능력평가 등의 다양한 국내 데이터를 반영하여 분석하고자 한다. 또한 대졸자의 노동시장 이동에 미치는 영향을 분석하기 위하여 진출 직업과 관련된 전공을 연계하여 분석하고자 한다.

넷째, 지능정보기술의 영향에 대비하는 고용서비스 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 핵심적인 직무 요구 역량의 유사성에 기초하여 스마트 자동화에 따른 일자리 대체 직종의 전직 가능 대안을 제시하고자 한다. 또한 기술혁신을 활용한 고용서비스 운영체제 및 서비스 모형의 개선을 위한 방안을 제시하고자 하였다.

제3절 연구 방법

기술변화에 따른 일자리 변동 분석을 통해 청년층의 미래 지향적인 합리적인 직업진로 선택을 지원하고, 일자리 대체위험이 높은 직종에 근무하고 있는 중장년층의 전직 가능 대안을 모색하기 위한 정책 시사점을 도출하기 위해 본 연구에서 활용한 주요한 연구방법은 다음과 같다.

첫째, 기술 혁신과 일자리의 관계를 고찰한 학술지, 전문기관 연구보고서, 언론기사, 단행본 등의 선행연구문헌을 검토하고자 한다. 이를 바탕으로 기술변화와 일자리의 관계성을 종합적으로 조망하고자 한다.

둘째, 스마트 자동화와 관련된 요인의 일자리 변동에 미치는 영향에 관하여 인공지능을 전공한 기술 관련 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 기술이 직업능력과 일자리에 미치는 영향력에 대한 타당성 검토를 수행하고자 한다. 기술전문가들로 하여금 인공지능기술이 각각의 업무수행능력의 대체 가능성을 평정하게 한 후, 직업별 핵심적인 업무수행능력의 대체 가능성 여부를 검증함으로써 민감 직종을 파악하고자 한다.

셋째, 스마트 자동화에 의한 직업별 대체 가능성을 통계적으로 모델링하고자 한다. 본 연구의 분석을 위해 활용되는 변수를 추가적으로 파악하여 모형의 정확도를 높이고자 하며, Frey & Osborne(2013)의 연구에서 Gaussian Process Classifier를 위해 적용한 로짓모형(logit model) 외에 추가적으로 부 로그 로그모형(Complementary log log model)의 적용을 통해 분석범위를 확장하고자 한다.

넷째, 일자리 위협 직종의 전직가능 대안 직종의 타당성을 검토하고, 기술혁신에 따른 고용서비스 전달체계의 효율적 방안을 구안하기 위한 전문가 자문협의회를 개최한다.

제4절 연구범위 및 제한점

본 연구는 기술변화에 따른 일자리 대체 취약 직종을 분석하고, 우리나라의 고용구조에서 변동성을 확인하고, 기술혁신에 따른 일자리 대체 위협 직종

의 전직 대안 직종 분석과 혁신기술을 토대로 한 고용서비스 운영체제 개선 방안에 연구의 초점을 맞추고자 한다.

본 연구에서 활용된 자료는 한국고용정보원의 직업정보시스템(KNOW))의 데이터베이스를 구축하기 위한 재직자조사에 기초한다. 이 조사는 2001년도에 시작되어 2015년까지 업무수행과 관련된 능력과 지식 등의 항목에 대해 현직에서 각 능력의 중요성과 요구되는 수준을 현직자가 자기기입 형태로 응답하므로 구조화되어 있다. 따라서 자료가 수집된 시점과 응답자의 주관성을 통제할 수 없다는 점에서 분석 결과의 한계가 있다.

한편, 본 연구에 참여한 연구진은 노동경제학, 통계학, 심리학의 이론과 실제에 기초해 학제적 접근을 통해 타당성과 실제 현실 적용성을 극대화시키는 방향에서 수행되었음을 밝히고자 한다.

제2장

선행연구 고찰

제1절 기술혁신이 일자리에 미치는 영향

기술에 의한 실업 및 일자리 변화는 단지 최근의 현상이 아니다. 역사를 거슬러 올라가보면 도구와 기술의 발전이 사회변화를 이끄는 것을 확인할 수 있다. 원시수렵사회에서는 창과 칼로, 농경사회에서는 농기구를 활용하여 인간의 노동력을 보완하여 생산성을 높였다. 16세기 영국에서 윌리엄 리(William Lee)는 스타킹을 직조하는 기계를 만들어 특허를 요청했는데, 당시 집권하고 있던 엘리자베스 1세 여왕이 이를 거부했다고 한다(Frey and Osborne, 2013). 이유인즉 스타킹을 직조하는 장인들이 일자리를 잃어 거리의 부랑자가 되면 통치에 어려움이 생길 것이라고 지레짐작했기 때문이다. 잘 알다시피 19세기 산업혁명 당시 러다이트(Luddite) 폭동 역시 당시 기모기(gig mill)의 사용을 제한하는 법안이 폐지됨에 따라 노동자들이 일자리를 잃게 될 것이라는 두려움에서 발생하게 된 것이다.

이러한 기술변화와 혁신에 따른 일자리 변화에 대한 낙관적인 기대로 1930년대 대표적인 경제학자인 케인스는 일주일에 15시간만 일해도 되는 시대가 올 것이라고 주장했다. 1960년대만 하더라도 미국에서는 적절히 계획하고

현명하게 활용한다면 자동화는 번영의 동반자가 될 것이라고 여겼다. 1960년대 들어 거대 자동차 회사인 GM사에서 산업로봇이 처음으로 등장했고 1970년대에 항공예약 셀프서비스가 도입되기 시작하였다. 정보기술이 본격적으로 발전하기 시작한 1990년대 이후 컴퓨터의 가격 하락과 소프트웨어 프로그램의 발전 및 기계 자동화의 속도가 빨라지게 되자 일자리를 위협하는 것으로 간주되기 시작했다. 바코드 스캐너를 활용하면서 상품의 가격과 정보를 빠르게 컴퓨터에 입력할 수 있게 되자 일일이 손으로 작성하던 재고정리가 한결 수월해졌다. 또한 현금자동입출금기(ATM: Automated Teller Machine)가 대중적으로 보급되면서 대출이나 금융상품투자 등의 특별한 목적이 없는 한 단순히 현금을 찾기 위해 은행에 갈 필요가 없어지게 되었다. 높은 빌딩을 짓기 위해 필요한 설계도 역시 이제는 제도사의 손을 빌리지 않고 컴퓨터 프로그램을 활용해 그려지고 있다. 이처럼 정형화되고 단순 반복적인 일들은 정보기술과 통신의 융합·발전에 따라 자동화된 기계나 컴퓨터 프로그램에 의해 대체되었다.

최근 들어 스마트 자동화 기술혁신이 비약적으로 발전하면서 그동안 연구자들 사이에서 로봇이나 인공지능에 의해 대체되기 어렵다는 영역에서도 변화가 감지되고 있다. 자료에 기초한 계량화 알고리즘으로 필체 인식이 가능해지고 있고, 종양의사는 IBM사의 슈퍼컴퓨터인 왓슨(Watson)을 활용하여 진단하고 있다. 법률 분야에서도 핵심어와 알고리즘에 기초해 판례 검색을 지원하는 프로그램을 활용하면서 법률보조사무원과 계약 및 특허사무원 업무가 대체되고 있다.

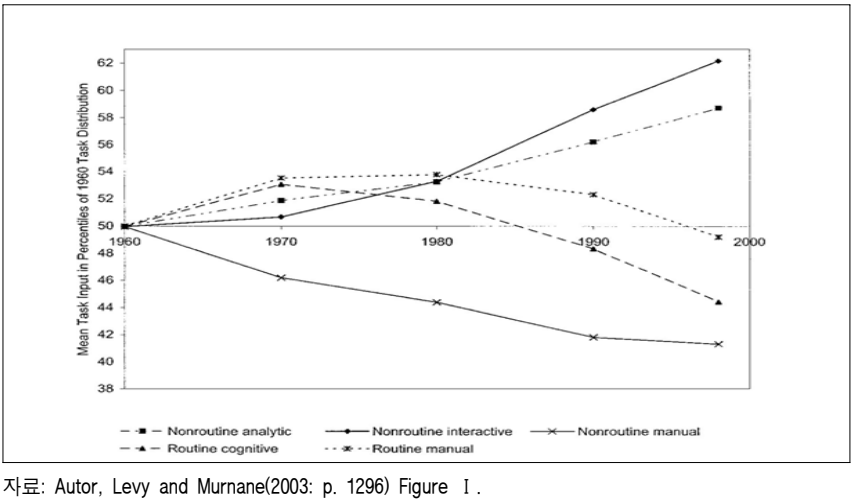
정보를 수집하는 인간의 감각기관에 견줄 수 있는 센싱(Sensing) 기술이 발전하면서 오류 및 이상탐지 알고리즘에 관한 기계학습을 통해 장비의 결함을 검사하는 폐쇄회로(CCTV) 조작원과 집중 치료가 필요한 환자를 점검하는 의료 보좌진 업무의 일부가 대체되고 있다. 금융이나 스포츠와 같이 수량화된 데이터를 입력하면 자동으로 스트레이트 기사를 작성하는 이른바 '내러티브사이언스'와 같은 로봇기자가 활동하기 시작한 것은 벌써 10년도 넘었다. 심지어 인공지능의 발전된 기술을 적용하면 소프트웨어 프로그램의 일부 오류(bugs)도 자동적으로 탐지하여 해결하고 있다. 이러한 혁신적 변화가 가능해진 이면에는 자료 생성에 기초가 되는 센싱 기술의 발전과 빅데이터 분석이 가능한 컴퓨터 처리 속도의 획기적 개선 및 기계학습을 비롯한 인공지능기술의 상호 보완적 발전이 자리하고 있다.

최근 들어 지능정보기술의 핵심을 이루는 인공지능이 전면에 등장하게 된 배경에는 컴퓨팅 능력의 비약적 향상과 저렴한 하드웨어 비용, 기계학습과 인공신경망에 기초한 딥 러닝(deep learning)에서의 알고리즘 개선, 클라우드 컴퓨팅과 빅데이터로 표현되는 저장공간의 무한 확대, 사물인터넷(IOT)으로 대변되는 인터넷과 모바일 환경의 발전에 따른 네트워크 확장, 인지적 컴퓨팅의 출현 등을 주요한 원인으로 꼽을 수 있다.

그렇다면 인공지능 로봇으로 직무 대체가 수월한 직업과 대체가 어려운 직업은 어떤 것이 있을까? 많은 연구자들과 일반인들의 관심이 집중되고 있는 주제이지만 앞에서도 언급했듯이 일자리의 생성과 소멸은 자연스런 과정으로 기술혁신뿐만 아니라 사회적 합의와 수요에 의해서 결정된다. 그리고 무엇보다도 특정 직업 자체가 완전히 소멸하기보다는 전체적인 직무수행 과정에서 일부 직무가 자동화 기술에 의해 민감하게 대체될 가능성이 높다는 점에 유의해야 할 것이다.

2000년 이후 기술변화 및 혁신에 따른 직업세계의 구조 변화에 관한 연구들이 관심을 모으기 시작했다. 이러한 연구에서 전반적으로 단순 반복적이고 정형화된 업무일수록 컴퓨터 프로그램이나 자동화된 기계에 영향을 받아 노동투입이 낮아지는 직무대체 효과가 있다는 결과를 얻었다([그림 2-1] 참조).

[그림 2-1] 미국 내 정형 및 비정형 업무 투입 경향성(1960~2000년)

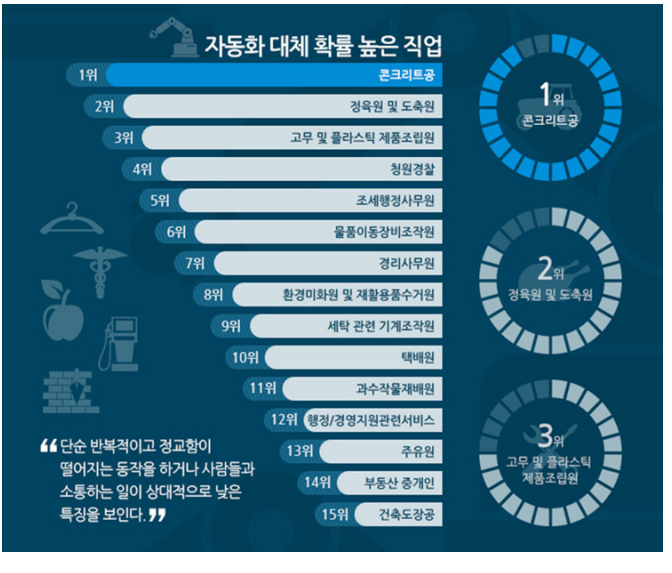


자료: Autor, Levy and Murnane(2003: p. 1296) Figure Ⅰ.

기록이나, 계산, 분류 및 반복 조립과 같은 단순 반복적인 직무가 컴퓨터로 대체되고, 직무 수준이 높은 전문직에서는 기술혁신을 활용하여 생산성이 높아지면서 중간층의 일자리 비중은 감소하고 양극단의 일자리가 증가하는 양극화가 증가할 것으로 예측되고 있다. 최근 들어 소프트웨어 기술의 혁신 및 발전과 자율주행자동차와 무인비행기의 발전에 의해 물류와 운송 분야의 노동력 잉여의 발생 가능성이 높아지고 있다.

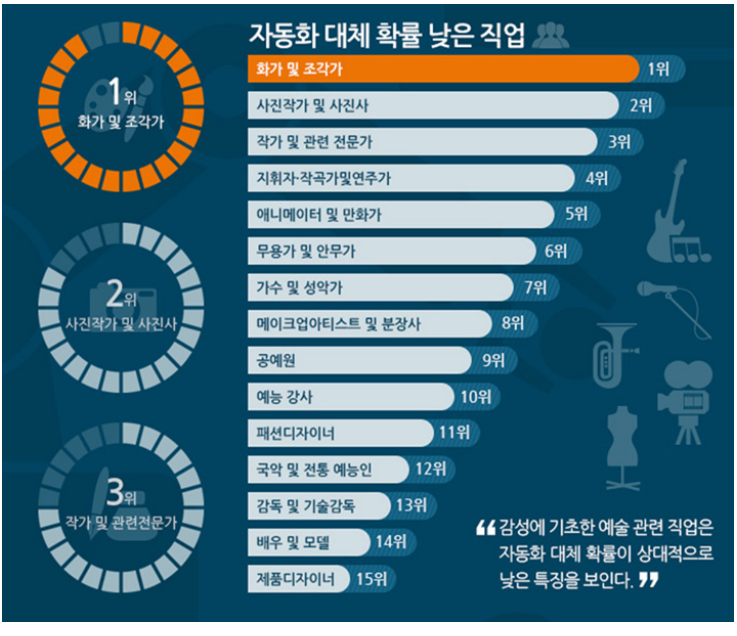
특히 2013년 영국 옥스퍼드대학의 프레이와 오스본 교수에 의해 수행된 '컴퓨터 자동화에 민감한 일자리에 관한 고용의 미래'연구는 직업별로 직무대체확률을 수치적으로 제시하였다는 점에서 전 세계 연구자들뿐만 아니라 언론의 지대한 관심을 불러일으켰다. 이들이 제안한 연구모형에 기초하여 최근에 우리나라의 현직자들을 대상으로 조사된 자료를 활용하여 자동화에 따른 직무대체 가능성을 분석한 결과, 직무대체확률이 가장 높은 직업은 콘크리트공, 정육원 및 도축원, 고무 및 플라스틱제품 조립원, 청원경찰, 조세행정사무원 등의 순으로 나타났다(한국고용정보원, 2016, [그림 2-2] 참조).

[그림 2-2] 자동화 대체확률 높은 직업



이들 직업은 업무를 수행하기 위해 단순 반복적이고 정교함이 떨어지는 동작을 하거나 사람들과 소통하는 일이 상대적으로 적은 특징을 보인다. 반면, 화가 및 조각가, 사진작가 및 사진사, 작가 및 관련 전문가, 지휘자·작곡가 및 연주자, 애니메이터 및 만화가 등 감성에 기초한 예술 관련 직업들은 자동화에 의한 대체확률이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다([그림 2-3] 참조).

[그림 2-3] 자동화 대체확률 낮은 직업



한편, 기존에 전문직으로 분류되어 온 손해사정인, 일반의사, 관제사가 자동화에 의한 직무대체확률이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 단순 반복적인 정형화된 낮은 수준의 업무뿐만 아니라, 정보처리와 관련하여 전문성이 요구되는 인지적 업무도 인공지능의 영향에서 벗어날 수 없으며, 특정 분야의 전문성을 향상시키기 위한 부단한 노력이 요구됨을 시사한다.

제2절 기술혁신의 고용영향에 대한 주요 연구 검토

기술혁신이 고용에 미치는 영향은 애덤스미스 이래로 낙관론과 비관론이 대립하여 왔다. 낙관론자들은 기술혁신으로 인한 숙련 고도화로 생산성이 향상됨으로써 고용증가에 기여한다고 주장하고, 반면 비관론자는 기술혁신으로 인한 자동화된 기계와 소프트웨어 프로그램이 인간의 노동을 대체함으로써 일할 기회를 박탈하여 실업으로 내몰고 결과적으로 소득 양극화를 초래한다는 입장이다. 지능정보기술이 2025년까지 일상생활의 광범위한 영역에 파고들 것이라는 데 전문가들은 의견을 같이하나, 경제 및 고용에 미치는 영향에 대해서는 낙관론과 비관론으로 갈리고 있다(Pew Research Center, 2014).

먼저, 기술진보가 일자리에 미치는 영향을 낙관적으로 조망한 내용을 살펴보면, 기술진보는 특정 유형의 일을 대체하지만, 역사적으로 보았을 때 일자리 파괴보다는 새로운 직무나 산업에서 일자리 창출자로 기능한다고 보고 있다.

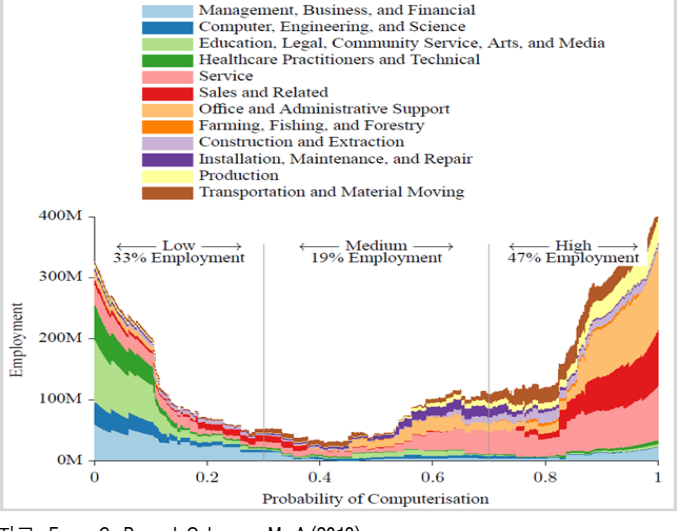
완전히 새로운 유형의 일을 고안하거나, 인간 특유의 능력을 활용함으로써 이러한 변화에 적응하고, 기술에 의해 일상의 지루하고 따분한 고역으로부터 자유로워지고, 보다 긍정적이고 사회적으로 유익한 방식으로 일과의 관계를 정립할 수 있다고 보았다. 이러한 입장은 궁극적으로 선택을 통해 자신의 운명을 통제할 수 있다는 인간의 자유의지(free will)를 강조하는 것으로 볼 수 있다.

이에 반해 기술진보가 일자리에 미치는 영향을 비관적으로 보는 견해의 주요 내용을 살펴보면, 자동화의 영향은 대부분 생산직(blue-collar) 고용에 영향을 미쳤지만, 다가올 기술 혁신의 물결은 마찬가지로 사무직(white-collar)을 파괴할 것으로 보고 있다. 특정 고-숙련 전문직은 새로운 환경에서 성공적으로 적응할 것이지만, 반면 훨씬 더 많은 이들은 기껏해야 저임금 서비스업으로 전직하거나, 최악의 경우 영구적인 실업 상태에 빠질 수 있다고 전제하고 있다. Brynjolfsson과 McAfee(2011)는 기술진보 양상이 지수 형태로 급격히 가속화되어 제2의 불연속 시대를 맞이하고 있고, 디지털화(digitization)로 활용 가능한 정보의 양이 폭발적으로 늘면서 기술진보가 더욱 가속화된다는 점을 지적하고 있다. 거기에 더해 기존에 이루어진 기술진보가 또 다른 기술혁신을 위한 재료가 되어 다양한 방식으로 재조합될 수 있기 때문에, 미래의 기술진보는 점점 더 늘어나는 재료를 기반으로 가속화될 수밖에 없다고 이들은 주장

한다(김세움, 2015).

기술변화가 향후 고용이나 일자리 변화에 영향을 미치는 정도에 대해 분석한 대표적인 연구는 Frey와 Osborne(2013)의 연구이다. 현재의 직업이 향후 컴퓨터에 대해 대체될 가능성을 평가한 이 연구는 미국에 존재하는 702개 직종에 대해 전산화(computerization)가 진행되는 속도와 직업에서 필요로 하는 역량 등을 종합 분석하여, 전산화될 가능성을 0~1 사이의 지수로 표시하였다. 그 결과 향후 20년 내에 컴퓨터로 대체될 가능성이 큰 고위험 직종이 전체의 47%나 되었다. 반면 위험도가 하위 1/3로 나타난 직종은 33% 정도에 불과하였다.

[그림 2-4] 직종별 전산화 위험도



자료: Frey, C. B. and Osborne, M. A.(2013)

이러한 직업별 전산화 위험도 측정 방식을 그대로 도입하여 우리나라 직업에 대해 적용한 대표적인 연구가 정지형 외(2014)와 김세움(2015)이다.

스마트 기술 발전에 따라 나타날 산업별 고용 대체가능성을 전문가조사를 이용해 정성적으로 분석한 정지형 외(2014)에서는 제조업보다 오히려 의료, 운수, 교육, 상담 등 서비스 분야 고용이 많이 대체될 수 있다는 결과를 제시하였다.

<표 2-1> 스마트 기술에 의한 제조·서비스 분야 고용 대체가능성

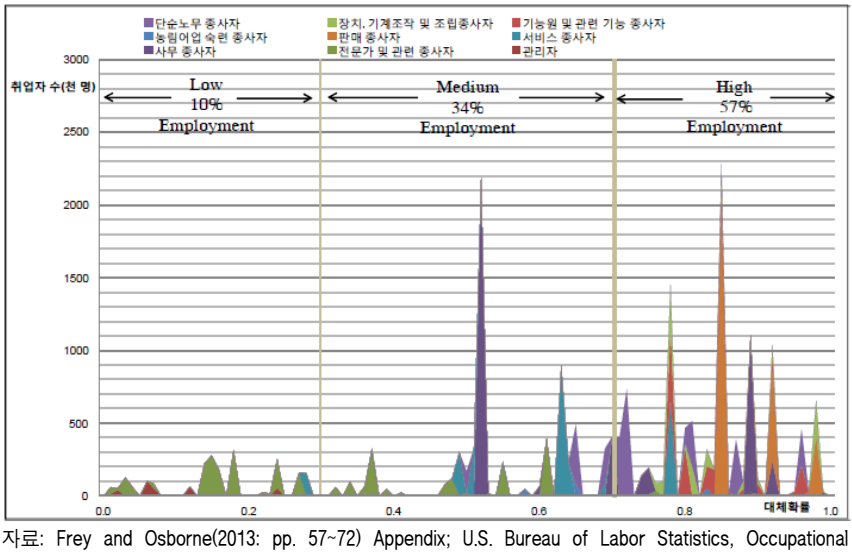
대분류 (기술群)	소분류 (세부기술)	스마트기술에 의한 고용 대체가능성								
		제조		서비스						합계
		조립 운반	공정 관리	의료	법률	운수	금융	교육	상담	
스마트 컴퓨팅	**빅데이터 분석**	1	3	3	3	2	3	3	3	**21**
	딥러닝	0	0	3	3	2	2	2	3	**15**
	감성컴퓨팅	1	0	2	0	2	1	3	3	12
	NLQA	1	1	3	3	2	3	3	3	**19**
	자동통역	1	1	3	1	3	1	3	2	**15**
스마트 머신	웨어러블디바이스	2	1	3	0	0	0	1	3	10
	개인비서로봇	1	1	2	2	0	0	2	3	11
	자율주행자동차	0	0	0	0	3	0	0	0	3
	학습적응형로봇	3	1	0	0	0	0	0	0	4
	물류자동화로봇	3	1	0	0	1	0	0	0	5
	무인택배머신	0	0	0	0	3	0	0	0	3
스마트 인프라	**클라우드컴퓨팅**	1	3	2	3	2	3	3	3	**20**
	사물인터넷(IoT)	1	3	1	1	2	1	3	1	13
	5세대이동통신	1	2	2	1	3	3	3	1	**16**
합계		16	17	**24**	17	**25**	17	**26**	**25**	167

자료: 정지형 외(2014)

김세움(2015)은 Frey과 Osborne(2013)의 연구에서 나온 직업별 영향도를 우리나라의 경우에도 동일할 것으로 가정하고 직접 적용해 우리나라의 직업별 전산화 가능성을 산출하였다. 그 결과 우리나라 전체 일자리의 55~57%는 컴퓨터의 대체될 확률이 높은 고위험군에 속한다고 나타나, 미국의 경우보다 그 위험도가 더 높게 파악된 것이 두드러진다.

좀 더 최근에는 직업별로 향후 전산화될 수 있는 확률을 계산해 고위험군에 해당하는 고용인원을 파악한 Frey와 Osborne(2013)의 연구에 대한 일종의 반론이 등장하였다. Arntz, Gregory 그리고 Zierahn(2016)은 각 직업에서 수행하여야 하는 과업(task)를 기준으로 전산화 가능성을 분석하여 OECD 국가 직업들의 전산화 가능성을 추정한 연구를 수행하였다. 이 연구결과는 앞의 연구와는 다르게 21개 OECD 국가 전체 평균으로는 9%의

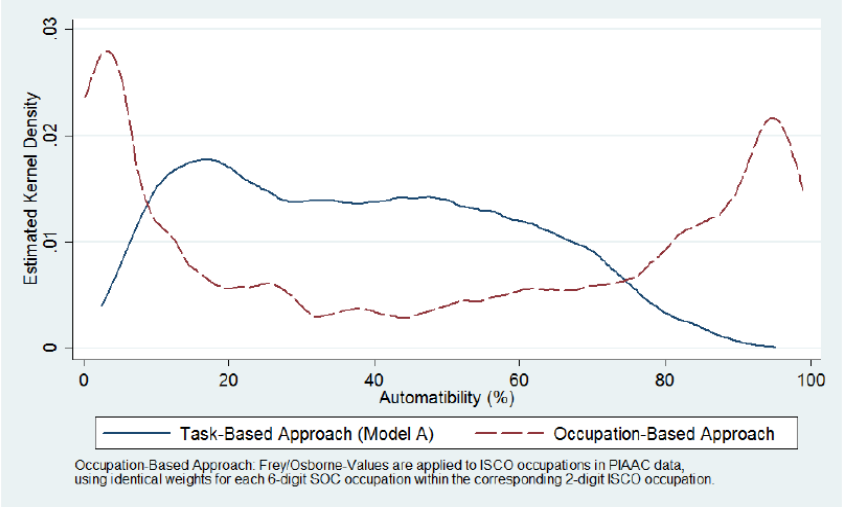
[그림 2-5] 우리나라 직종의 컴퓨터 대체확률별 고용인원(2014년 하반기)



자료: Frey and Osborne(2013: pp. 57~72) Appendix; U.S. Bureau of Labor Statistics, Occupational Outlook Handbook 및 Occupational Employment Statistics; 한국 고용정보원, 『2012 한국직업사전』; 통계청, 『지역별 고용조사』 2014년 하반기 자료.; 김세움(2015: p.12)에서 재인용

직업만이 자동화될 것이고, 특히 한국은 이러한 자동화 가능성이 가장 낮은 국가여서 대체될 직업이 6%에 불과하였다. 대체 가능성 자체가 Frey와 Osborne(2013)과는 반대의 경향을 보이는 것으로 나타난 이 연구의 가장 큰 특징은 컴퓨터에 의한 대체는 각 직업이 가진 수많은 과업 수준에서 이루어지므로 이를 바탕으로 기술변화의 영향을 추정해야 한다는 것이다. 이를 위해 성인역량평가(PIAAC: Programme for the International Assessmet of Adult Competencies) 결과와 Frey와 Osborne(2013)의 자동화 가능성을 중분류 직업코드를 이용해 매치시키고 분석하였다.

[그림 2-6] 미국에서의 자동화 가능성 분포(과업 기반 vs. 직업 기반 접근법)



자료: Author's calculation based on the Survey of Adult Skills(PIAAC)(2012); Arntz, Gregory, 그리고 Zierahn(2016: p.15)에서 재인용

최근 스탠퍼드 대학에서 발표한「인공지능 발전이 가져올 2030년의 삶」에 따르면, 인공지능기술은 지난 60년간 굴곡을 겪으면서 발전하였고, 자율주행차, 진단 및 헬스 케어, 드론을 통한 물류 운송과 같이 우리들의 건강과 안전, 생산성 향상에 영향을 미치는 기술로 자리 잡고 있다(김은정, 2016).

이러한 인공지능기술은 현재 특정한 역할을 수행하는 데 한정되고 있고, 아직까지 인류를 위협할 만한 파괴력을 보유하고 있는 것은 아니며, 향후 전문화된 연구가 필요하다고 평가받고 있다. 그럼에도 불구하고 장기적으로 경제구조의 변화를 촉발하여 새로운 직업의 생성과 기존 직업의 소멸, 직업 내 역할 변화가 촉발될 것으로 보고 있다. 인공지능기술은 일자리를 어느 순간 일시적으로 소멸시키기보다는 장기적으로 점차 대체할 것으로 보이며, 상품 및 서비스 생산과정에서 비용을 절감시킬 것으로 예상된다. 모든 기술이 인간의 선택에 따라 쓰임새가 달라지듯이, 인공지능 역시 인간의 일자리를 보조하거나 대체하는 양날의 검의 기능을 내포하고 있다. 이러한 인공지능기술의 일자리 대체 현상에 능동적으로 대처하기 위해서는 단기적으로 지속적인 재교육을 통해 고용 가능성을 유지해야 하며, 장기적으로는 인공지능기술로 인한 경

제적 혜택의 사회적 분배와 기본소득과 같은 사회적 안정망 확충에 대한 논의가 필요한 것으로 제언되고 있다.

제3절 소결

기존 연구 검토에서 알 수 있듯이, 현재 기술변화가 고용에 미치는 영향에 대해서는 낙관론과 비관론의 입장이 존재하며 분석 단위를 직무의 군집인 직업으로 할 것인가 아니면 개별 과업 단위로 할 것인가에 따라 상반된 결과가 나타나고 있다. 각 직업에서 수행하는 개별 과업을 기준으로 분석할 경우 거의 대부분의 직업에서 컴퓨터로 대체될 가능성이 매우 낮게 나타난다. 하지만 개별 직업의 대표적인 과업을 중심으로 한 연구에서는 거의 절반에 가까운 직업의 대체가능성이 높은 것으로 나타나는 것이다.

특히 우리나라의 경우 그 차이는 극단적으로 다르게 나타나고 있다. 이는 우리나라 직업이나 학력구조가 갖는 차이가 두 연구에서 극명하게 다르게 반영되고 있기 때문이라고 판단된다. 대부분의 직업에서 종사하고 있는 재직자의 학력 수준이 상대적으로 높은 반면, 직업의 고용규모 자체에서는 전문직 비중이 매우 낮은 우리나라 직업구조가 이러한 극명한 차이를 만들고 있는 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 직업구조의 특성을 좀 더 명시적으로 반영하여 두 연구 사이의 격차를 줄이고 좀 더 현실적인 연구 결과를 제시하는 데 초점을 맞추기 위해 노력하였다. 이를 위해 전문직 직업 비중의 변화에 대한 향후 전망결과와 개별 직업의 핵심 과업을 좀 더 포괄적으로 반영할 수 있는 직업능력 평가 등의 다양한 국내 데이터를 반영할 필요성이 제기된다.

이에 본 연구에서는 한국직업정보시스템(KNOW)을 구축하기 위해 직업별 현직자에게 설문조사하는 업무수행능력의 수준을 활용하여 전문가들이 평정하는 인공지능 로봇기술의 대체 수준과 비교·분석하여 기술의 일자리 대체 개연성을 경험적으로 추정하고자 하였다.

제3장

일자리 대체 민감 직종 분석

제1절 개요

기술혁신이 일자리에 미치는 영향 중 일자리 대체 민감직종을 도출하기 위해 2016년 6월부터 9월까지 약 3개월 동안 인공지능 전공 기술 전문가를 대상으로 업무수행에서 요구되는 핵심 능력의 기술 대체 가능성을 설문조사하였다([부도 1] 참조). 조사과정을 구체적으로 기술하면, 먼저 참여자에게 본 조사의 의의를 설명하고, 다음으로 설문조사의 응답방법에 대해서 설명한 후 각 항목에 대하여 기술적 차원의 직업능력 수준을 시기별로 평정하게 하였다.

인공지능 로봇기술의 직업능력별 대체시기를 조사하기 위해 국내의 대표적인 인공지능 로봇기술 전문가를 설문조사하였다. 본 조사에 포함된 인공지능 전문가를 선정하는 기준으로는 언론에 관련 주제에 대해서 기고하거나, 제품을 출시한 경우 및 해당 분야의 전문가로 추천받은 경우로 엄격히 제한했다.

본 조사에 참여한 인공지능 관련 전문가는 대학교수 10명(47.7%), 산업체 CEO 및 CTO 2명(9.6%), 및 대표적인 연구기관인 전자통신연구원 인공지능 관련 부서 및 미래사회연구실 소속 9명(42.9%)으로 총 21명으로 구성되었다. 전

문가 선정 기준은 해당 분야 박사학위 소지자를 기준으로 선정했다. 실제로 설문조사 과정에 참여한 한국전자통신연구원(ETRI) 소속 박사과정생 1명과 서강대 석사과정생 2명은 분석에서 제외하였다. 참고적으로 응답자의 평균 나이는 42.7세였다.

<표 3-1> 인공지능 로봇 전문가 기관별 응답 현황

구분		빈도	퍼센트	유효 퍼센트
대학	KAIST	1	4.8	4.8
	UNIST	1	4.8	4.8
	서강대	4	19.0	19.0
	서울대	2	9.5	9.5
	성균관대	1	4.8	4.8
	연세대	1	4.8	4.8
	소계	10	47.7	47.7
산업체	㈜뷰노	1	4.8	4.8
	엑스브레인	1	4.8	4.8
연구기관	ETRI	9	42.9	42.9
합계		21	100.0	100.0

제2절 직업능력 대체 수준

통상적으로 예상 가능하듯이, 기술 전문가들이 응답한 인공지능 로봇의 직업능력 대체 수준은 연대가 증가함에 따라 대체 수준도 증가하는 우 상향 점수 분포 경향을 보인다. 전체 능력의 평균값은 2016년 현재 7점 만점에 2.76이고, 향후 10년 후인 2025년에 4.29로 중간값을 상회하는 것으로 나타났다. 또한 2030년경에 도달했을 때 직업능력 수준 평균값이 5에 근사(4.98)함으로써 본격적으로 직업능력의 대체가 이뤄지고, 향후 30년 후인 2045년경 평균값이 5.89로 대다수 직무능력의 기술 대체가 현실화될 것으로 예상된다.

<표 3-2> 인공지능 로봇기술의 연대별 직업능력 대체 수준(7점 만점)

구분	현재	20년	25년	30년	35년	45년
C1 읽고 이해하기	2.24	2.76	3.71	4.71	5.05	5.95
C2 듣고 이해하기	1.86	2.86	4.00	4.62	4.81	5.95
C3 글쓰기	2.00	2.95	3.81	5.14	5.57	6.10
C4 말하기	2.38	3.67	4.43	4.90	5.24	6.00
C5 수리력	2.86	4.00	5.00	5.43	5.67	6.43
C6 논리적 분석	2.81	3.19	4.05	4.81	5.52	6.10
C7 창의력	2.24	2.71	3.05	3.33	3.76	5.00
C8 범주화	2.90	4.57	5.29	5.62	5.71	5.90
C9 기억력	4.86	5.62	6.14	6.33	6.43	6.48
C10 공간 지각력	3.81	5.00	5.52	6.10	6.14	6.38
C11 추리력	2.86	4.05	4.48	5.24	5.71	6.10
C12 학습전략	2.05	2.71	3.43	4.29	4.52	5.33
C13 선택적 집중력	4.25	5.05	5.45	6.10	6.20	6.45
C14 모니터링	2.29	3.19	4.24	5.24	5.62	5.95
C15 사람 파악	2.15	2.85	3.65	4.05	4.70	5.50
C16 행동 조정	2.95	3.62	4.00	4.48	4.86	5.48
C17 설득	2.67	3.06	3.56	4.39	4.72	5.56
C18 협상	2.47	2.95	3.42	4.16	4.58	5.68
C19 가르치기	2.43	3.76	4.48	5.19	5.67	6.14
C20 서비스 지향	3.35	4.35	5.10	5.55	6.00	6.55
C21 문제해결	3.19	3.71	4.48	5.24	5.76	6.05
C22 판단과 의사결정	3.43	3.95	5.00	5.67	5.81	6.24
C23 시간관리	3.05	4.00	4.81	5.19	5.29	5.57
C24 재정관리	2.90	3.81	4.81	5.29	5.62	6.05
C25 물적자원 관리	2.52	3.43	4.10	4.62	5.14	5.62
C26 인적자원 관리	2.71	3.43	3.86	4.48	5.05	5.62
C27 기술분석	2.45	3.20	3.80	4.80	5.30	6.20
C28 기술설계	2.65	3.50	4.05	4.85	5.25	6.10
C29 장비선정	1.90	3.15	4.10	4.70	5.20	5.60
C30 설치	3.10	3.90	4.62	5.24	5.52	5.76
C31 전산	2.60	3.05	3.95	4.90	5.10	5.43
C32 품질관리 분석	2.57	3.14	3.71	4.38	4.95	5.62
C33 조작 및 통제	2.57	3.29	4.43	5.19	5.57	5.81
C34 장비의 유지	1.86	2.38	3.20	4.24	4.95	5.62
C35 고장의 발견·수리	1.52	1.95	2.95	4.10	4.90	5.76
C36 작동 점검	3.67	4.33	4.86	5.29	5.38	5.62
C37 조직체계의 분석 및 평가	3.05	3.50	4.00	4.70	5.05	5.35
C38 정교한 동작	2.14	2.52	3.29	4.19	4.62	5.57

구분	현재	20년	25년	30년	35년	45년
C39 움직임 통제	2.52	3.48	4.05	4.76	5.52	6.05
C40 반응시간과 속도	3.14	4.24	4.81	5.48	5.81	6.05
C41 신체적 강인성	3.10	4.14	5.14	5.86	6.14	6.19
C42 유연성 및 균형	1.90	2.52	3.24	4.48	5.19	5.71
C43 시력	4.29	5.24	5.76	6.14	6.29	6.33
C44 청력	3.38	4.48	5.00	5.57	5.90	6.33
종합	2.76	3.57	4.29	4.98	5.36	5.89

인공지능 로봇기술은 상황 특수적으로 적용할 수밖에 없는 기술이기 때문에 일반적인 작업환경에서 범용적으로 적용하는 데에는 한계를 지닌다. 따라서 통상 기억력과 수리력과 같은 항목의 경우 현재 수준에서도 대체 수준이 높을 것으로 예상되나 실제적으로 기대만큼 높지 않은 경우도 존재한다. 한편, 미래 시점에서 인공지능 로봇기술에 의한 직업능력 항목의 대체 가능성을 객관적으로 평정하기 위해서는 해당 영역의 전문가의 판단 이외에는 다른 방법을 찾을 수 없었다. 각각의 기술 전문가 역시 기술발전에 대한 판단 과정에서 주관적 차이가 존재할 수밖에 없기 때문에 본 연구 결과에서 도출된 값에 절대적 가치를 두기보다는 전체적인 직업능력 대체시기에 초점을 맞추는 것이 필요하다.

제3절 직업능력 대체 비율

한국직업정보시스템(KNOW)에서는 업무수행능력과 각 능력의 중요도를 묻고 있는데, 업무수행능력은 7점 척도, 중요도는 5점 척도로 조사하고 있다. 한편, 기술혁신 및 변화와 관련한 전문가 조사는 KNOW에서 묻고 있는 각 능력이 인공지능기술 변화에 의해 인간의 능력의 대체 정도를 7점 척도로 조사하였다. 총 44개 각 능력에 대한 전문가 21명의 평균점수와 KNOW에서 구한 각 능력 간의 비교를 통해 각 직업별 능력 대체 정도를 파악하고자 하였다.

국내 인공지능 로봇 전문가 전체 인원의 제약과 사회적 수요 폭증으로 접근이 곤란해서 본 연구수행을 위한 설문조사에는 21명의 소수 인원이 참여했다. 기술전문가 평정값이 소수로 구성되어 있어 평균과 중간값의 차이를 검토

하였고, 정상분포 가정을 벗어나는 경우가 거의 없어서 연구자들의 논의를 거쳐 평균값으로 비교값을 설정하였다. 특히 자료 비교를 위해 KNOW의 재직자 조사 평균값을 활용했기 때문에 부득이하게 기술전문가들이 평정한 평균값을 기준으로 설정했다.

이를 위해 KNOW에서 조사한 직업세분류별 44개 각 업무수행능력 수준을 $\boldsymbol{A}$, 직업세분류별 44개 각 능력의 중요도를 $\boldsymbol{B}$, 전문가조사를 통해 구한 44개 능력에 대한 기술변화의 대체 정도를 $\boldsymbol{D}$라 할 때, x_{ijk}는 각 직업(i)별 응답자(j)가 응답한 능력(k)에 대한 수준값, y_{ijk}는 각 직업(i)별 응답자(j)가 응답한 능력(k)에 대한 중요도 값이다. 단, $i=1,2,\cdots,l$로 직업세분류 수준을 의미하고, $j=1,2,\cdots,m$는 직업세분류 수준에서 각 직업에 속하는 응답자 개인을 의미하며, $k=1,2,\cdots,n$은 44개 각 능력 수준[2]을 의미한다.
각 직업당 조사한 응답자별로 구한 업무수행능력 수준을 각 직업 세분류 단위로 구한 자료는 다음과 같다.

$$\boldsymbol{A}=\begin{pmatrix} x_{1\cdot 1} & x_{1\cdot 2} & \cdots & x_{1\cdot n} \\ x_{2\cdot 1} & x_{2\cdot 1} & \cdots & x_{2\cdot n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{l\cdot 1} & x_{l\cdot 2} & \cdots & x_{l\cdot n} \end{pmatrix}$$

이때, $x_{i\cdot k}=\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}x_{ijk}$이다.

한편, 각 직업별 각 능력의 중요도는 다음과 같다.

$$\boldsymbol{B}=\begin{pmatrix} y_{1\cdot 1} & y_{1\cdot 2} & \cdots & y_{1\cdot n} \\ y_{2\cdot 1} & y_{2\cdot 1} & \cdots & y_{2\cdot n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{l\cdot 1} & y_{l\cdot 2} & \cdots & y_{l\cdot n} \end{pmatrix}$$

마지막으로 전문가 심층조사를 통해 전문가 각각의 개인(q)이 응답한 각 능력별 대체 정도는 다음과 같다.

---

2) KNOW는 2002년부터 2015년 사이에 총 11차례에 걸쳐, 각 직업능력 수준과 중요도를 묻고 있는데, 매 차수에 동일한 직업에 대해 조사가 이루어지는 것이 아니다. 본 연구에서는 가장 최근에 조사된 2012년과 2015년 자료에서 얻은 능력 수준에 대한 단순산술평균값을 사용한다.

$$D=\begin{pmatrix} x_{11}\, x_{12} \cdots x_{1n} \\ x_{21}\, x_{21} \cdots x_{2n} \\ \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ x_{p1}\, x_{p2} \cdots x_{pn} \end{pmatrix}$$

이 때, $q=1,2,\cdots,p$로 전문가를 의미한다.

이를 기초로 한 KNOW 44개 업무수행능력 자료에 대한 전처리과정(preprocessing process)은 다음과 같다.

KNOW 44개 업무수행능력 자료에 대한 전처리 과정(preprocessing process)

단계:

1. KNOW 전체 차수 자료 중에서 2012년과 2015년 자료에 대한 개인별 각 능력 수준과 중요도에 대한 평균을 산출한다.
2. 단계 1에서 구한 각 개인에 대한 값을 각 직업세분류별로 산술평균을 구한 자료 A와 B를 각각 생성한다.
3. 각 직업 세분류별로 구한 능력 수준 행렬 A에 대한 전치행렬(transpose matrix)을 구한다.

$$A^{'}=\begin{pmatrix} x_{1\cdot 1}\, x_{2\cdot 1} \cdots x_{l\cdot 1} \\ x_{1\cdot 2}\, x_{2\cdot 2} \cdots x_{l\cdot 2} \\ \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ x_{1\cdot n}\, x_{2\cdot n} \cdots x_{l\cdot n} \end{pmatrix}$$

1. 각 직업별로 44개 능력 수준을 의미하는 a_i를 각각 만든다.

$$a_i=(x_{i\cdot 1}, x_{i\cdot 2}, \cdots, x_{i\cdot l})$$

각 직업별로 어떤 능력들이 기술에 의해 대체될 것인지를 확인하기 위한 능력대체 비율 산출과정은 다음과 같다.

각 직업별 능력대체비율 산출 과정

단계:

1. 개인이 응답한 각 능력별 기술변화의 대체 정도($\boldsymbol{D}$)에 대한 평균값에서 표준편차값을 뺀 임계값 $\boldsymbol{d}$를 산출한다.[3)]

$$\boldsymbol{d}= (x_{1\cdot}, x_{2\cdot}, \cdots, x_{p\cdot})$$

단, $x_{q\cdot} = \bar{x}_{q\cdot} - S_x$이다.

이때, $\bar{x}_{q\cdot} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} x_{qk}$이며, $S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n}(x_{qk} - \bar{x}_{q\cdot})^2}$ 이다.

1. 각 직업별(i)로 모든 44개 능력(k)에 대해 step1에서 구한 임계값 보다 큰($a_i > \boldsymbol{d}$) 능력의 개수가 몇 개인지를 산출한다.
2. 전체 능력(k) 대비 임계값 이상인 경우를 통해 비가중치 부여 능력대체 비율(UWARS; Un-Weighted Ability Rate of Substitution)을 모든 직업별로 구한다.
3. 각 직업별(i)로 step3에서 구한 값에 모든 44개 능력(k)에 대한 중요도($\boldsymbol{B}$)를 가중값으로 곱하여 가중치 부여 능력대체 비율(WARS; Weighted Ability Rate of Substitution)을 구한다.

모든 직업에 대해 2020년과 2025년의 WARS를 산출한 값은 <부표1>과 <부표2>에 제시되어 있는데, 그중에서 2020년과 2025년도 기준으로 WARS가 높은 순으로 20위까지의 직업을 나타낸 것이 <표 3-3>이다.

3) 현직에 종사하는 이들을 대상으로 한 KNOW 자료의 평균을 전문가 심층인터뷰를 통해 조사한 임계값 평균과 직접 비교하는 경우는 표준편차를 빼지 않고 사용하는 방식을 사용하고, 좀 더 엄밀한 접근을 통해 분석할 경우에는 전문가 심층인터뷰 평균값에서 1표준편차값을 빼서 사용한다.

<표 3-3> 능력대체비율(WARS) 높은 직업: 1표준편차 사용한 경우

2020년 기준	2025년 기준
건설 및 광업 단순 종사원	주방보조원
청소원	청소원
주방보조원	건설 및 광업 단순 종사원
콘크리트공	육류어패류낙농품 가공,생산직
낙농업 관련 종사원	경량철골공
주유원	금속가공기계조작원
곡식작물재배원	주차관리원 및 안내원
금속가공기계조작원	미장공
매표원 및 복권판매원	낙농업 관련 종사원
간병인	콘크리트공
육류어패류낙농품 가공,생산직	펄프 및 종이생산직(기계조작)
화학물 가공 및 생산직(기계조작)	매표원 및 복권판매원
방문판매원	기타 생산직(기계조작)
홍보도우미 및 판촉원	곡물가공제품생산직(기계조작)
양식원	단열공
안마사	강구조물가공원 및 건립원
기타 자동차운전원	시멘트석회 및 콘크리트생산직
주차관리원 및 안내원	주조원
의복가죽 및 모피수선원	주유원
펄프 및 종이생산직(기계조작)	세탁원 및 다림질원

한편, 직업의 기술 대체가 급격하게 다가올 것이라는 가정하에서 1표준편차 값을 빼지 않은 방식으로 2016년, 2020년, 2025년의 WARS를 직업별로 산출한 값은 <부표3>에서 <부표5>까지 제시되어 있다. 이들 중에서 WARS가 높은 순으로 20위까지 나타낸 것이 <표 3-3>이고, 낮은 순으로 20위까지 나타낸 것이 <표 3-4>이다.

<표 3-4> 능력대체비율(WARS) 높은 직업: 1표준편차 사용 안한 경우(평균 기준)

2016년 기준	2020년 기준	2025년 기준
주방보조원	세탁원 및 다림질원	주방보조원
금속가공기계조작원	건설 및 광업 단순 종사원	세탁원 및 다림질원
건설 및 광업 단순종사원	금속가공기계조작원	건설 및 광업 단순종사원
세탁원 및 다림질원	청소원	금속가공기계조작원
청소원	주유원	청소원
낙농업 관련 종사원	펄프 및 종이생산직(기계조작)	주유원

2016년 기준	2020년 기준	2025년 기준
경량철골공	육류어패류낙농품 가공, 생산직	펄프 및 종이생산직(기계조작)
육류어패류낙농품 가공,생산직	낙농업 관련 종사원	육류어패류낙농품 가공,생산직
강구조물가공원 및 건립원	단열공	낙농업 관련 종사원
매표원 및 복권판매원	매표원 및 복권판매원	단열공
간병인	정육원 및 도축원	매표원 및 복권판매원
콘크리트공	기타 자동차운전원	정육원 및 도축원
주차관리원 및 안내원	택시운전원	기타 자동차운전원
곡식작물재배원	세탁 관련 기계조작원	택시운전원
기타 생산직(기계조작)	음식배달원	세탁 관련 기계조작원
펄프 및 종이생산직(기계조작)	콘크리트공	음식배달원
미장공	경량철골공	콘크리트공
주유원	곡물가공제품생산직(기계조작)	경량철골공
판매 관련 단순 종사원	간병인	곡물가공제품생산직(기계조작)
주조원	주차 관리원 및 안내원	간병인

<표 3-5> 능력대체비율(WARS) 낮은 직업: 1표준편차 사용 안한 경우(평균 기준)

2016년 기준	2020년 기준	2025년 기준
회계사	항공기조종사	항공기조종사
투자 및 신용분석가	투자 및 신용 분석가	투자 및 신용 분석가
판사 및 검사	변호사	변호사
변호사	자산운용가	자산운용가
통역사	회계사	회계사
번역가	컴퓨터시스템 및 네트워크 보안전문가	컴퓨터시스템 및 네트워크 보안전문가
증권 및 외환딜러	조사 전문가	조사전문가
대학교수	기계시험원	기계시험원
영관급 이상	변리사	변리사
기계시험원	전기·가스 및 수도 관련 관리자	전기·가스 및 수도 관련 관리자
촬영기사	간판 제작 및 설치원	간판제작 및 설치원
항공기조종사	영관급 이상	영관급 이상
미용사	보건위생 및 환경 검사원	보건위생 및 환경검사원
건설배관공	연구관리자	연구관리자
자산운용가	컴퓨터하드웨어 기술자 및 연구원	컴퓨터하드웨어 기술자 및 연구원
전기 및 전자부품 및 제품 조립원	대학교수	대학교수
경기감독 및 코치	발전 및 배전장치조작원	발전 및 배전 장치조작원
전문의사	판사 및 검사	판사 및 검사
큐레이터 및 문화재보존원	신용추심원	신용추심원
관제사	기업고위임원	기업고위임원

다음으로 <부표3>에서 <부표5>에 있는 각 직업별 능력대체비율(WARS)을 토대로 2016년과 2020년 사이의 변화율(Δ_1)과 2020년과 2025년 사이의 변화율(Δ_2)을 다음과 같이 구하였다.

$$\Delta_1 = \frac{WARS_{2020} - WARS_{2016}}{WARS_{2016}},\ \Delta_2 = \frac{WARS_{2025} - WARS_{2020}}{WARS_{2020}}$$

또한 평균 변화율을 구하기 위해 Δ_1과 Δ_2에 대한 기하평균(Δ_H)을 다음과 같이 활용하였다.

$$\Delta_H = \sqrt{\Delta_1 \cdot \Delta_2} \text{ for } all\ i$$

모든 직업에 대해 Δ_H를 구하여 평균을 기준으로 저변화(평균 변화율이 낮은) 집단과 고변화(평균 변화율이 높은) 집단으로 나누었다. 그리고 2025년 WARS를 Frey와 Osborne(2013)이 제시한 위험율 0.7을 기준으로 고위험군과 저위험군으로 나누어 총 4개의 집단(1: 저위험 저변화, 2: 저위험 고변화, 3: 고위험 저변화, 4: 고위험 고변화)으로 나누었다.

이때, 집단1을 저위험 저변화 집단이라고 한다면, 이 집단은 2016년부터 2025년까지 약 10년 동안 기술에 의한 능력이 대체되는 비율인 WARS의 변화 정도가 낮을 뿐만 아니라 2025년의 WARS가 0.7보다 낮아서 상대적으로 저위험으로 분류되는 직업으로 표현할 수 있는데, 이에 속하는 직업은 <표 3-6>과 같이 모두 75개이다.

<표 3-6> 집단 1(저위험 저변화)에 속하는 직업

집단 1에 속하는 직업명
예능강사, 총무사무원, 기타 여가 및 스포츠 관련 종사원, 보육교사, 건설 및 채굴기계운전원, 안내접수사무원 및 전화교환원, 식품가공 검사원 및 등급원, 기타 종교 관련 종사자, 상품대여원, 의지보조기기사, 여행상품개발자, 약사 및 한약사, 검표원, 결혼상담원 및 웨딩플래너, 사진 인화 및 현상기조작원, 인쇄기조작원, 제관원, 직업운동선수, 기타 예식 관련 서비스 종사원, 치과기공사, 섬유 및 염료시험원, 화가 및 조각가, 공업기계 설치 및 정비원, 간호사(조산사 포함), 컴퓨터강사(정보통신강사), 비서, 학습지 및 방문교사, 도장기조작원, 신발생산직(기계조작), 악기제조 수리 및 조율사, 치과위생사, 점토제품생산직(기계조작), 문리 및 어학 강사, 상품중개인 및 경매사, 아나운서 및 리포터, 기술 및 기능계 강사, 배우 및 모델, 초등학교교사, 생산 및 품질 관리사무원, 의무기록사, 행정 및 경영지원 관련 서비스 관리자, 사서 및 기록물관리사, 여행 및 관광통역안내원, 성직자, 연예인 및 스포츠 매니저, 자재관리사무원, 보조교사 및 기타 교사, 여행사무원, 기타 운송장비 조립 및 검사원, 웹마스터 및 웹개발자(웹프로그래머), 작가 및 관련 전문가, 정부 및 공공 행정 전문가, 관세행정사무원, 고객상담원(콜센터상담원), 마술사 등 기타 문화 및 예술 관련 종사자, 산업안전 및 위험물관리원, 기타 사무원, 전기공학기술자 및 연구원, 에너지시험원, 섬유공학기술자 및 연구원, 광고 및 홍보 전문가, 웹 및 멀티미디어 디자이너, 사회복지사, 텔레마케터, 관세사, 자연과학시험원, 환경시험원, 특수교육교사, 감사사무원, 교육관리자, 세무사, 식품공학기술자 및 연구원, 보험 및 금융상품개발자, 기업고위임원, 증권 및 외환딜러

다음으로, 저위험 고변화 집단은 2016년부터 2025년까지 약 10년 기간 동안 기술에 의한 능력의 대체 비율 WARS의 변화 정도는 높지만 2025년의 WARS가 0.7 보다 낮아서 상대적으로 10년 후에는 저위험으로 분류되는 직업이다. 이 직업은 기술에 의한 대체가 어느 정도 이루어지고 있지만 2025년까지는 아직 위험한 수준까지 도달하지 않았다고 볼 수 있는데, <표 3-7>에 있는 173개 직업이 여기에 포함된다.

<표 3-7> 집단 2(저위험 고변화)에 속하는 직업

집단 2에 속하는 직업명
제빵원 및 제과원, 한복제조원, 재활용 처리 및 소각로 조작원, 섀시 제작 및 시공원, 방송장비설치 및 수리원, 방수공, 목재가공원(기계조작), 승강기 설치 및 정비원, 기타 전기 및 전자기기설치 및 수리원, 자동차정비원, 기타 학원강사 및 방과후교사, 공예원, 사회복지 관련 관리자, 위생사, 조명기사 및 영사기사, 외선전공, PC 및 사무기기설치 및 수리원, 기타 운송장비정비원, 무인경비원, 운송관련 관리자, 보험심사원 및 보험사무원, 환경청소 및 경비 관련 관리자, 선박정비원, 영양사, 감독 및 기술감독, 철도 및 전동차기관사, 병무행정사무원, 선장항해사 및 도선사, 경호원, 기타 스포츠 및 레크리에이션 전문가, 생명과학시험원, 가수 및 성악가, 지휘자작곡가 및 연주가, 항공기객실승무원, 시스템소프트웨어개발자, 임상심리사 및 기타 치료사, 경기감독 및 코치, 철로설치 및 보수원, 손해사정인, 통신 및 관련 장비 설치 및 수리원, 기술영업원, 대학교육조교 및 연구보조원(RA), 소방공학기술자 및 연구원, 경기심판 및 경기기록원, 회계사무원, 기타 의료복지 관련 서비스종사원, 국가지방 및 공공 행정사무원, 시각디자이너, 사진작가 및 사진사, 설문 및 통계조사원, 영상녹화 및 편집기사, 비파괴검사원, 운송사무원, 캐드원, 패턴사, 가전영상기기전자음향장비설치 및 수리원, 자동차영업원, 소년보호관 및 교도관, 일반영업원, 영업 및 판매 관련 관리자, 물리 및 작업치료사, 일반의사, 인사교육 및 훈련 사무원, 통역사, 패션디자이너, 플라스틱제품생산직(기계조작), 조경기술자, 데이터베이스 설계구축 및 관리기술자, 애니메이터 및 만화가, 번역가, 건설 및 광업 관련 관리자, 청소년지도사 및 기타 상담전문가, 보험영업원, 조세행정사무원, 무역사무원(관세사무원 포함), 기타 식품가공 및 생산직, 중고등학교교사, 법무사 및 집행관, 촬영기사, 방사선사, 행사이벤트 및 전시기획자 및 전문가, 전자공학기술자 및 연구원, 제품디자이너, 환경공학기술자 및 연구원, 건설배관공, 건설 및 광업용 기계설치 및 정비원, 음식서비스 관련 관리자, 출판물기획전문가, 경찰관, 식품시험원, 정부행정 관리자, 항공기정비원, 간판제작 및 설치원, 임상병리사, 기자 및 논설위원, 화학공학시험원, 미용사, 법률 관련 사무원, 응급구조사, 전기 및 전자시험원, 제품생산 관련 관리자, 웹 및 멀티미디어 기획자, 기획 및 마케팅 사무원, 화학공학기술자 및 연구원, 기계공학기술자 및 연구원, 상하수도 처리장치조작원, 응용소프트웨어개발자(응용프로그래머), 측량 및 지리정보전문가, 경영지원관리자, 숙박여행오락 및 스포츠 관련 관리자, 디스플레이어디자이너, 관제사, 금융 관련 사무원, 치과의사, 목공학기술자, 대학시간강사, 국악 및 전통예능인, 통신공학기술자 및 연구원, 감정평가전문가, 기타 채굴 및 토목 관련 종사자, 위관급, 신용추심원, 인사 및 노사 관련 전문가, 해외 영업원, 금융 및 보험관리자, 금속재료공학기술자 및 연구원, 네트워크시스템 분석가 및 개발자, 문화예술디자인 및 영상 관련 관리자, 직업상담사 및 취업알선원, 한의사, 건설자재시험원, 법률·경찰·소방 및 교도관리자, 건축가 및 건축공학기술자, 의회의원 고위공무원 및 공공단체임원, 에너지공학기술자 및 연구원, 부동산 조사 인력알선 및 그외 전문서비스 관리자, 수의사, 도시 및 교통설계전문가, 발전 및 배전 장치조작원, 컴퓨터시스템 설계 및 분

석가, 장기 부사관 및 준위, 상품기획전문가, 전문의사, 장학관연구관 및 교재개발원, 생명과학연구원 및 농림어업연구원(기술자), 기타 공학 관련 기술자 및 시험원, 철도기관차 및 전동차정비원, 인문과학연구원, 정보시스템운영자, 연구관리자, 보건의료 관련 관리자, 정보통신 관련 관리자, 사회과학연구원, 경영 및 진단전문가, 판사 및 검사, 자연과학연구원, 기타 금융 및 보험 관련 전문가, 영관급 이상, 조사전문가, 큐레이터 및 문화재보존원, 전기·가스 및 수도 관련 관리자, 농림어업시험원, 대학교수, 기계시험원, 보건위생 및 환경검사원, 컴퓨터시스템 및 네트워크보안전문가, 컴퓨터 하드웨어 기술자 및 연구원, 변리사, 변호사, 자산운용가, 투자 및 신용분석가, 항공기조종사, 회계사

그리고, 고위험 저변화 집단은 2016년부터 2025년까지 약 10년 동안 기술에 의한 능력의 대체 비율 WARS의 변화 정도는 낮지만 2025년의 WARS가 0.7보다 높아서 상대적으로 10년 후에는 고위험으로 분류되는 직업이다. 이 직업은 이미 현재 시점부터 기술에 의한 대체가 활발하게 이루어지고 있기 때문에 시급한 대응이 필요한데, <표 3-8>에 있는 119개 직업이다.

<표 3-8> 집단 3(고위험 저변화)에 속하는 직업

집단 3에 속하는 직업명
청소원, 주방보조원, 매표원 및 복권판매원, 낙농업 관련 종사원, 주차관리원 및 안내원, 건설 및 광업 단순종사원, 금속가공기계조작원, 청원경찰, 경량철골공, 주유원, 펄프 및 종이생산직(기계조작), 세탁원 및 다림질원, 화학물 가공 및 생산직(기계조작), 곡식작물재배원, 건축도장공, 양식원, 콘크리트공, 패스트푸드원, 음식배달원, 가사도우미, 판매 관련 단순종사원, 기타 자동차운전원, 간병인, 과실 및 채소 가공원(기계조작), 육류어패류낙농품 가공,생산직, 철근공, 단열공, 정육원 및 도축원, 택시운전원, 일식조리사(주방장 포함), 강구조물가공원 및 건립원, 홍보도우미 및 판촉원, 시멘트석회 및 콘크리트생산직, 선박갑판원 및 관련 종사원, 채소 및 특용작물재배원, 미장공, 수금원, 곡물가공제품생산직(기계조작), 금형원, 세탁 관련 기계조작원, 매장계산원 및 요금정산원, 기타 생산직(기계조작), 조경식재원 및 식물관리원, 주조원, 화물차 및 특수차 운전원, 농림어업 관련 단순종사원, 전기부품 및 제품생산직(기계조작), 기타 의복 제조원, 단조원, 내선전공, 한식조리사(주방장 포함), 경비원, 방문판매원, 택배원, 전자부품 및 제품생산직(기계조작), 용광로용해로 및 금속가열로조작원, 바텐터(조주사), 공업배관공, 귀금속 및 보석세공원, 재봉사, 직조기 및 편직기조작원, 떡제조원, 판금원, 금속공작기계기능직, 고무 및 플라스틱 제품조립원, 건축석공, 혼례종사원, 노점 및 이동판매원, 시민단체활동가, 연근해원양어부 및 해녀, 육아

도우미(베이비시터), 환경미화원 및 재활용품수거원, 안마사, 일반기계조립원, 타이어 및 고무제품생산직(기계조작), 의복가죽 및 모피수선원, 자동차조립원, 물품이동장비 설치 및 정비원, 화학제품생산직(기계조작), 바닥재시공원, 재단사, 양식조리사(주방장 포함), 경리사무원, 애완동물미용사, 안경사, 웨이터 및 접객원, 간호조무사, 가구조립원, 전산자료입력원 및 사무보조원, 모피 및 가죽 가공 및 검사원(등급원), 기타 연극영화 및 영상 관련 종사자, 기타 사회복지 관련 종사원, 용접원, 우편물집배원, 가스수도전기계기검침원 및 안전점검원, 선박 및 열차 객실승무원, 자동차부분품조립원, 버스운전원, 기타 미용 관련 서비스 종사원, 기타 비금속제품 관련 생산직, 물품이동장비조작원, 김치 및 밑반찬제조종사원, 광석 및 석제품생산직(기계조작), 배관세정원 및 방역원, 법률관련 사무원, 섬유생산직(기계조작), 기타 주방장 및 조리사, 오락시설서비스원, 숙박시설서비스원, 도배공 및 유리부착원, 종이제품생산직(기계조작), 냉동냉장공조기 설치 및 정비원, 구두 미화원 및 수선원, 부동산 컨설턴트 및 중개인, 유치원교사, 양장 및 양복 제조원, 하역 및 적재 단순 종사원, 출납창구사무원, 음료생산직(기계조작)

마지막으로 고위험 고변화 집단은 2016년부터 2025년까지 약 10년 기간 동안 기술에 의한 능력의 대체비율 WARS의 변화 정도도 높고 2025년의 WARS 역시 0.7보다 높은 집단인데, <표 3-9>와 같이 모두 37개 직업이 여기에 속한다.

<표 3-9> 집단 4(고위험 고변화)에 속하는 직업

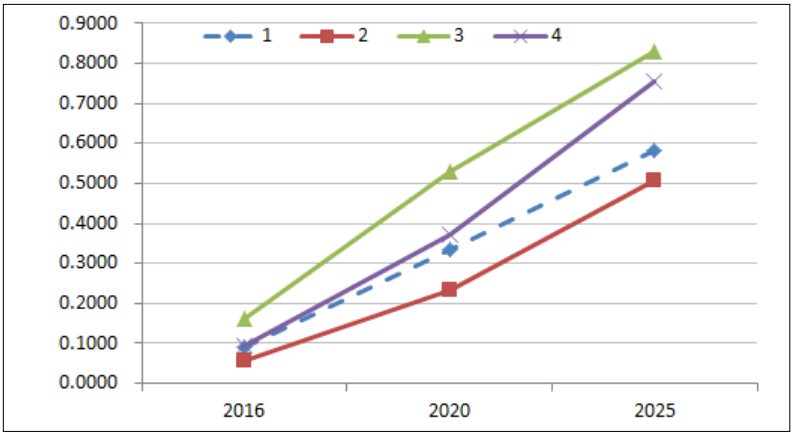
집단 4에 속하는 직업명
사육사 및 조련사, 통신 및 방송송출장비기사, 조림영림 및 벌목원, 원예작물재배원, 표백 및 염색원(기계조작), 상점판매원, 산업전공, 소방관, 제화원, 자동조립라인 및 산업용로봇 조작원, 전기 및 전자 설비조작원, 온라인쇼핑몰판매원(전자상거래), 음향 및 녹음 기사, 중식조리사(주방장 포함), 건축목공, 화물열차차장 및 관련 종사원, 가구 제조 및 수리원, 이용사, 유리 및 유리제품 생산직(기계조작), 광원채석원 및 석재절단원, 피부미용 및 체형 관리사, 통신서비스 및 이동통신기 판매원, 보일러 설치 및 정비원, 무용가 및 안무가, 장례상담원 및 장례지도사, 메이크업아티스트 및 분장사, 과수작물재배원, 도금기 및 금속분무기 조작원, 냉난방 관련 설비 조작원, 기타 음식서비스 종사원, 석유 및 천연가스 생산직(기계조작), 조적공 및 석재부설원, 스포츠 및 레크리에이션 강사, 전기 및 전자 부품 및 제품 조립원, 제분 및 도정 관련 기계조작원, 금속 및 재료 공학시험원, 통신방송 및 인터넷 케이블 설치 및 수리원

제4절 집단별 특성 분석

앞에서 분류한 4개의 집단에 대해 2016년, 2020년, 2025년의 WARS를 구하여 그림으로 도식화한 것이 [그림 3-1]이다. 집단 2는 모든 연도에서 가장 낮은 WARS를 갖는 반면, 집단 3은 가장 높은 WARS를 갖고 있다. 중간 정도에 위치한 집단 1과 집단 4는 2016년에는 거의 비슷한 값을 갖고 있다가 간격이 점차 벌어져 2025년에는 차이가 급격하게 벌어지는 것을 알 수 있다. 따라서 집단 3은 현재 시점부터 이미 상당한 기술에 의한 인력 대체가 발생하는 직업으로 판단되기 때문에 빠른 시기 안에 이들 직업군의 대응 마련을 위한 대책이 시급하다. 집단 2는 다른 직업군에 비해 기술에 의한 인력 대체가 천천히 진행되기 때문에 이 직업군에 종사하는 인력의 기술 변화에 대한 대응과 대처가 향후 어떤 방향으로 변화될 수 있는지에 대한 관심이 필요할 것으로 보인다.

각 연도의 WARS와 추이를 통해 특징을 파악하면, 2016년은 집단 간 차이가 거의 없거나 또는 2개의 군(집단 3 vs. 나머지)으로 대조되는 것으로 분석할 수 있고, 2020년은 3개의 군(집단 3 vs. 집단 1과 4 vs. 집단 2)으로 대조되는 것으로 분석할 수 있으며, 2025년은 4개의 서로 다른 군 또는 2개의 군(집단 3과 4 vs. 집단 1과 2)으로 대조되는 것으로 분석할 수 있다. 이런 추세와 값을 통해 주목해야 할 사실은 다음과 같다. 처음부터 높은 WARS를 지속적으로 보이는 집단 3이나 처음부터 낮은 WARS를 지속적으로 보이는 집단 2에 포함된 직업보다는 2020년까지 유사한 WARS를 보여주다가 2025년에 급격하게 간격이 벌어진 집단 1과 집단 4에 포함된 직업들 간에 어떤 요소가 원인이 되는지를 파악하는 것이 중요할 것이다. 따라서 이들 집단을 대상으로 평균차이분석을 실시하여 어떤 시점에 어떤 특정 집단들 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 검정해 보고자 한다.

[그림 3-1] 연도별 WARS 추이



2016년, 2020년, 2025년의 WARS와 2016년에서 2025년까지의 WARS 평균 변화율이 집단 간에 차이가 있는지를 알아보기 위해 일원배치 분산분석(One way ANOVA)을 실시하였다. 각 연도별 WARS는 집단 3, 집단 4, 집단 1, 집단 2의 순서대로 큰 것으로 나타났다. 통계적으로 유의수준 0.001에서 집단 간에 차이가 있는 것으로 파악되었는데, Scheffe 방법을 적용한 사후분석을 통해 세부 집단 간 차이분석을 실시한 결과, 2016년과 2020년에서 집단 1(저위험 저변화)과 집단 4(고위험 고변화) 사이에는 WARS가 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉 앞의 [그림 3-1]에서 추세를 통해 살펴본 바와 같이 두 집단 사이에는 2025년 이후에 기술변화에 따른 대체가 갑자기 다른 양상으로 나타날 가능성이 있는 것으로 예측된다.

한편 WARS 평균변화율은 집단 2, 집단 4, 집단 1, 집단 3의 순서대로 크게 나타났고, 사후분석을 통한 세부집단별 차이도 유의한 것으로 파악되었다. 따라서 증가율 자체만으로 비교할 때, 기술변화에 대한 대체비율 자체의 증가폭은 집단 2(저위험 고변화)가 가장 높은 수준이다. 즉, 단기간 동안에는 기술변화에 따른 인력의 대체 가능성이 낮은 수준이지만, 약 10년 정도의 중장기적으로는 기술변화에 대해 준비해야 한다. 이 집단에 포함된 직업이 모두 173개로 전체의 약 43% 정도나 포함된다.

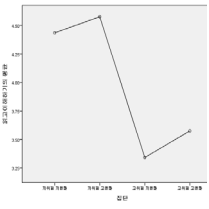
<표 3-10> 집단별 WARS 평균차이분석

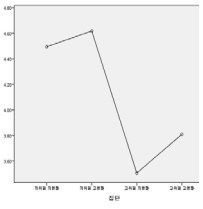
구분	집단	N	Mean	sd	F	Sig.	Post hoc[1)]
2016	1	75	0.0894	0.0304	134,09	<0.0001	b
	2	173	0.0583	0.0200			a
	3	119	0.1617	0.0710			c
	4	37	0.0924	0.0265			b
	합계	404	0.0977	0.0614			
2020	1	75	0.3346	0.0734	415.73	<0.0001	b
	2	173	0.2349	0.0523			a
	3	119	0.5306	0.0958			c
	4	37	0.3723	0.0327			b
	합계	404	0.3531	0.1426			
2025	1	75	0.5804	0.1055	365.89	<0.0001	b
	2	173	0.5069	0.0953			a
	3	119	0.8294	0.0660			d
	4	37	0.7561	0.0380			c
	합계	404	0.6384	0.1656			
평균 변화 율	1	75	0.7331	0.0678	263.97	<0.0001	b
	2	173	0.9365	0.0904			d
	3	119	0.6382	0.1160			a
	4	37	0.8794	0.0643			c
	합계	404	0.8056	0.1605			

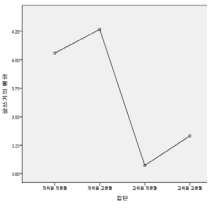
주: 1) : Scheffe 방법 적용

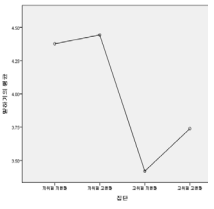
각 직업 세분류별로 구한 업무수행능력 수준인 행렬 A에서 4개 집단별 평균값을 구해 그림으로 나타내었다. 따라서 이 값은 현재 시점에서 현직 종사자들이 생각하는 집단별 각 업무수행능력 평균을 의미한다. 그림을 보면 대부분 집단 2의 능력이 가장 높고, 집단 3의 능력이 가장 낮은 수준인데, 신체적 강인성 능력은 집단 4가 가장 높고 집단 1이 가장 낮은 특징을 보여주고 있다. 저위험 고변화를 의미하는 집단 2에 포함된 직업종사자들은 본인의 직업에서 44개 능력에 대해 높은 수준의 능력을 가지고 있어야 한다고 생각하기 때문에 현재 본인 직업에 대한 안주 정도가 높을 수 있다. 반면 고위험 저변화를 의미하는 집단 3에 포함된 종사자들은 현재 직업에 대한 능력 수준이 낮음을 인지하고 있기 때문에 이미 상당히 기술변화에 대해 인지하고 있거나 대체 가능성을 인식하고 있는 것으로 이해할 수 있다.

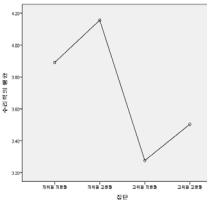
[그림 3-2] 집단별 KNOW 능력 차이 도표

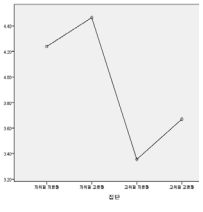

읽고 이해하기

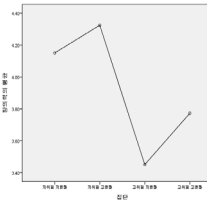

듣고 이해하기

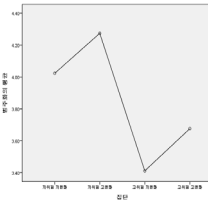

글쓰기

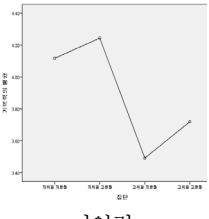

말하기

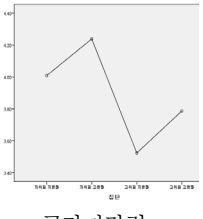

수리력

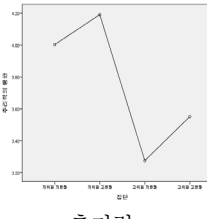

논리적분석

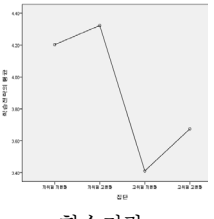

창의력

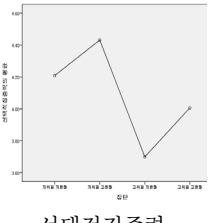

범주화

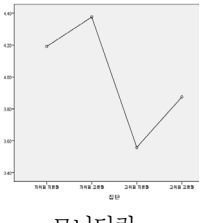

기억력

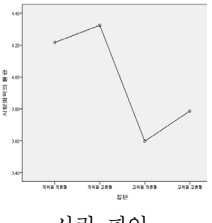

공간지각력

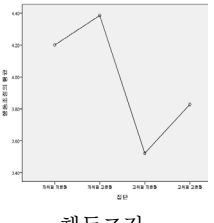

추리력

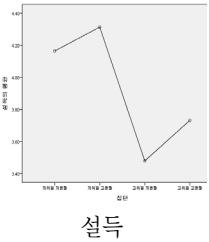

학습전략

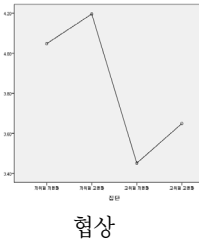

선택적집중력

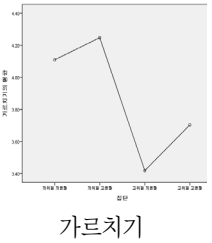

모니터링

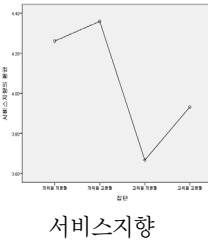

사람 파악


행동조정

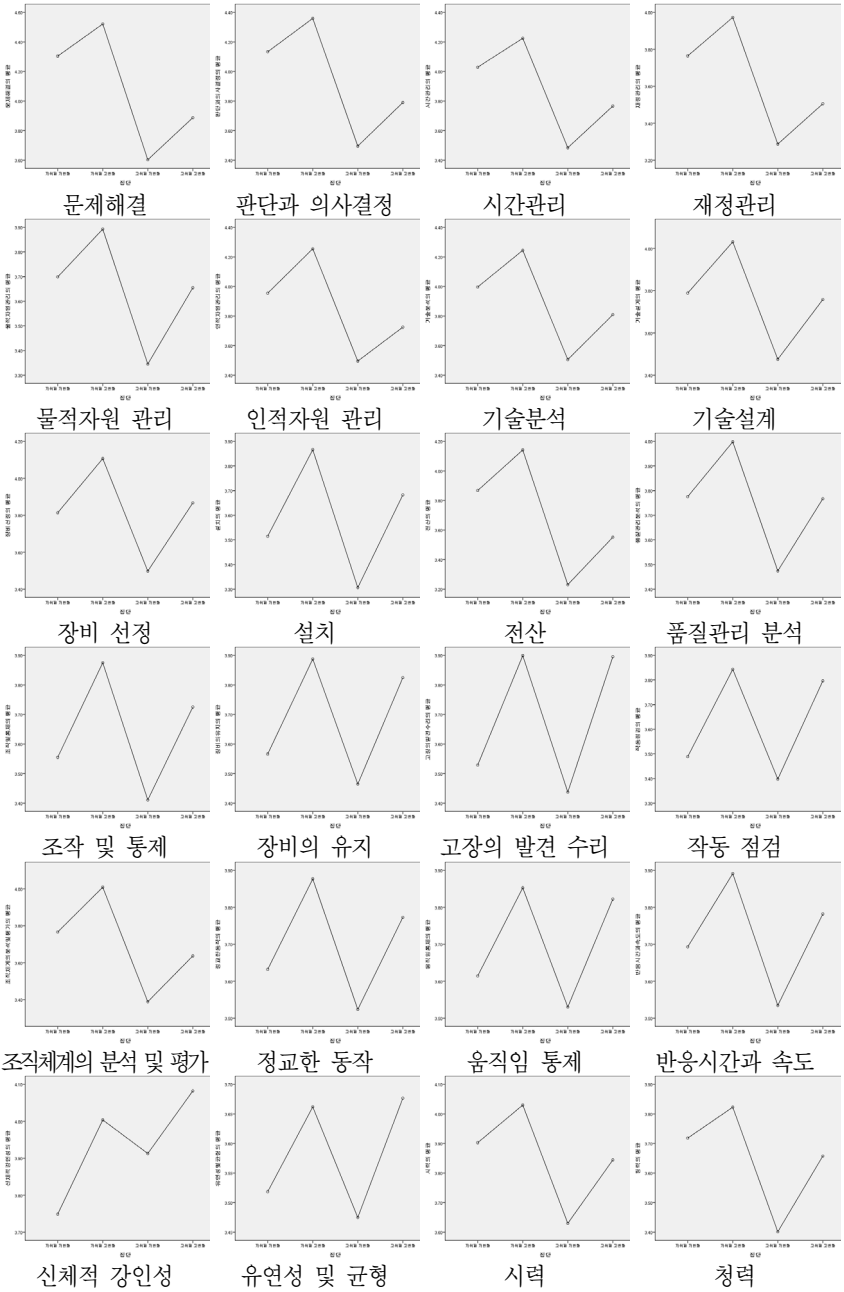

설득


협상


가르치기


서비스지향

[그림 3-2] 집단별 KNOW 능력 차이 도표(계속)



KNOW에서 조사하는 44개 업무수행능력에 대해 현재 시점에서 현직 종사자들이 생각하는 수준과 중요도를 네 개의 집단별 평균을 구한 것이 <표 3-11>과 <표 3-12>이다. 먼저 <표 3-11>에서 각 집단 내에서 어떤 능력의 수준이 높은지를 비교하면, 집단별 각 능력에 대한 수준 사이에 차이가 있음을 알 수 있다. 집단1(저위험 저변화)은 듣고 이해하기, 읽고 이해하기, 말하기 등 의사소통과 관련된 능력들이 높은 값을 보여주는 반면에 작동 점검, 설치, 유연성 및 균형, 고장의 발견 수리 등 현장에서 문제와 원인을 파악하고 해결하는 능력과 관련된 것들이 낮음을 알 수 있다. <표 3-6>의 직업들을 통해 확인할 수 있는 내용은 이 직업군은 지적 능력을 통해 일을 하는 경우가 많아서 향후 기술을 통해 대체될 가능성이 낮다고 판단되는 것으로 이해할 수 있을 것이다. 집단2(저위험 고변화)는 집단1에서 높았던 능력들과 낮았던 능력들이 거의 비슷하지마 낮았던 능력들의 수준 정도가 다소 높아졌고, 다른 몇 가지 능력들의 수준이 높게 형성되어 있는 것으로 나타났다. <표 3-7>의 직업들을 통해 확인할 수 있는 내용은 상당수의 직업이 이 집단에 포함되고 있으며, 각 직업들은 지적 능력과 기술적 능력이 모두 필요하기 때문에 기술변화에 있어 다소 유동적인 직업으로 판단된다. 집단3(고위험 저변화)은 대부분의 능력 수준이 다른 집단에 비해 낮은 편이다. 그러나 능력들 중에서 신체적 강인성, 선택적 집중력, 서비스 지향, 시력, 사람 파악, 문제해결 등이 상대적으로 높은 수준을 요구하고 있다. <표 3-8>의 직업들을 통해 확인할 수 있는 사실은 숙박시설서비스원은 이미 무인모텔이나 자동화장치 등을 통해 인력을 대체하고 있고, 매표원은 무인티켓발급기 또는 온라인예매, 부분품조립원은 로봇, 버스운전원은 무인모노레일이나 무인버스 등을 통해 이미 상당 부분 대체가 이미 이루어졌음을 알 수 있다. 이런 사실을 통해 현직 종사자들은 이 직업에 필요한 능력의 수준을 낮게 평가하는 것으로 풀이된다. 집단4(고위험 고변화)는 신체적 강인성, 고장의 발견 수리, 시력, 움직임 통제, 장비의 유지 등의 능력이 상대적으로 높기도 하지만 다른 능력들에 비해 다른 집단과 거의 비슷하거나 약간 높은 수준을 요구하고 있다. <표 3-9>의 직업들을 보면, 해당 직업은 몸을 움직여 일을 하는 행동적 요소들이 많이 내포되어 있는데, 향후 기술에 의해 대체될 가능성은 농후하지만 아직은 기술의 발달에 의한 대체가 덜 진전된 직업으로 보아야 할 것이다.

<표 3-11> 집단별 KNOW 업무수행능력수준 평균비교

	저위험 저변화		저위험 고변화		고위험 저변화		고위험 고변화		합계	
	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd
읽고 이해하기	4.44	.51	4.58	.56	3.34	.41	3.58	.29	4.10	.74
듣고 이해하기	4.49	.45	4.62	.48	3.51	.36	3.81	.21	4.19	.65
글쓰기	4.06	.60	4.27	.61	3.07	.38	3.33	.27	3.79	.74
말하기	4.38	.51	4.44	.48	3.42	.43	3.74	.32	4.07	.65
수리력	3.89	.45	4.16	.40	3.28	.30	3.50	.25	3.79	.53
논리적 분석	4.24	.45	4.46	.44	3.35	.35	3.67	.27	4.02	.63
창의력	4.15	.46	4.32	.43	3.45	.35	3.77	.35	3.98	.56
범주화	4.02	.35	4.27	.33	3.41	.30	3.68	.18	3.92	.49
기억력	4.12	.33	4.24	.31	3.49	.30	3.72	.23	3.95	.45
공간지각력	4.01	.27	4.24	.27	3.52	.34	3.79	.22	3.94	.42
추리력	4.00	.41	4.19	.37	3.28	.27	3.55	.22	3.83	.52
학습전략	4.20	.40	4.32	.35	3.41	.32	3.67	.22	3.97	.53
선택적 집중력	4.21	.28	4.43	.30	3.70	.34	4.01	.25	4.14	.43
모니터링	4.19	.38	4.38	.31	3.56	.29	3.87	.19	4.05	.47
사람 파악	4.22	.34	4.32	.33	3.60	.31	3.79	.28	4.04	.45
행동조정	4.20	.35	4.39	.31	3.52	.30	3.83	.19	4.05	.48
설득	4.16	.39	4.31	.39	3.48	.36	3.73	.26	3.99	.52
협상	4.05	.39	4.20	.36	3.45	.30	3.65	.22	3.90	.47
가르치기	4.11	.43	4.25	.34	3.42	.33	3.70	.23	3.93	.50
서비스 지향	4.26	.40	4.36	.36	3.67	.46	3.93	.35	4.10	.50
문제해결	4.30	.38	4.52	.31	3.60	.27	3.89	.14	4.15	.50
판단과 의사결정	4.13	.39	4.36	.35	3.50	.30	3.79	.14	4.01	.50
시간관리	4.03	.32	4.22	.31	3.48	.25	3.77	.22	3.93	.43
재정관리	3.76	.41	3.97	.34	3.29	.30	3.51	.29	3.69	.45
물적자원 관리	3.70	.35	3.89	.28	3.35	.31	3.65	.20	3.67	.37
인적자원 관리	3.95	.35	4.25	.32	3.50	.33	3.72	.18	3.93	.45
기술분석	4.00	.35	4.24	.34	3.51	.32	3.81	.21	3.94	.45
기술설계	3.79	.38	4.03	.37	3.48	.37	3.76	.25	3.80	.43
장비 선정	3.81	.40	4.11	.35	3.50	.35	3.87	.29	3.85	.44
설치	3.52	.37	3.87	.42	3.31	.37	3.68	.38	3.62	.46
전산	3.87	.52	4.14	.47	3.23	.38	3.55	.30	3.77	.59
품질관리 분석	3.78	.39	4.00	.33	3.47	.32	3.77	.26	3.78	.40
조작 및 통제	3.56	.45	3.87	.40	3.41	.36	3.73	.34	3.67	.44
장비의유지	3.57	.45	3.89	.44	3.46	.40	3.82	.37	3.70	.46
고장의 발견 수리	3.53	.54	3.90	.54	3.44	.43	3.90	.45	3.69	.55
작동 점검	3.49	.51	3.84	.50	3.40	.44	3.80	.45	3.64	.52
조직체계의 분석 및 평가	3.77	.36	4.01	.28	3.39	.29	3.64	.15	3.75	.39
정교한동작	3.63	.46	3.88	.47	3.52	.43	3.77	.36	3.72	.47
움직임통제	3.61	.42	3.85	.42	3.53	.37	3.82	.25	3.71	.42
반응시간과속도	3.69	.32	3.89	.34	3.53	.29	3.78	.24	3.74	.35
신체적강인성	3.75	.36	4.00	.41	3.91	.42	4.08	.36	3.94	.41
유연성및균형	3.52	.34	3.66	.34	3.47	.32	3.68	.41	3.58	.35
시력	3.90	.29	4.03	.31	3.63	.35	3.84	.28	3.87	.36
청력	3.72	.35	3.82	.35	3.40	.30	3.66	.29	3.66	.37

<표 3-12> 집단별 KNOW 업무수행능력 중요도 평균비교

	저위험	저변화	저위험	고변화	고위험	저변화	고위험	고변화	합계	
	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd
읽고 이해하기	3.46	.48	3.52	.49	2.55	.43	2.73	.34	3.15	.64
듣고 이해하기	3.59	.40	3.62	.40	2.89	.37	3.05	.33	3.35	.51
글쓰기	2.97	.56	3.09	.57	2.09	.40	2.25	.33	2.69	.68
말하기	3.49	.52	3.48	.45	2.76	.49	2.98	.44	3.22	.58
수리력	2.80	.47	2.97	.44	2.29	.36	2.48	.35	2.70	.51
논리적 분석	3.15	.43	3.32	.44	2.33	.35	2.59	.30	2.93	.59
창의력	2.93	.52	3.08	.47	2.24	.45	2.62	.45	2.76	.59
범주화	2.94	.30	3.14	.31	2.46	.30	2.65	.24	2.86	.42
기억력	3.33	.31	3.38	.32	2.81	.32	2.94	.26	3.16	.40
공간지각력	2.82	.34	2.99	.34	2.55	.36	2.71	.34	2.81	.39
추리력	2.84	.36	3.01	.37	2.20	.31	2.45	.30	2.69	.49
학습전략	3.05	.47	3.13	.36	2.30	.35	2.59	.23	2.82	.52
선택적 집중력	3.29	.29	3.41	.28	2.94	.31	3.15	.23	3.23	.35
모니터링	2.99	.41	3.14	.38	2.35	.34	2.64	.24	2.84	.50
사람파악	3.23	.50	3.28	.46	2.66	.51	2.80	.50	3.04	.56
행동조정	3.12	.37	3.21	.34	2.73	.33	2.92	.32	3.03	.40
설득	3.07	.53	3.16	.51	2.38	.50	2.60	.47	2.86	.61
협상	2.91	.47	3.05	.48	2.33	.43	2.55	.41	2.77	.55
가르치기	2.94	.59	3.02	.40	2.29	.40	2.56	.33	2.75	.54
서비스 지향	3.11	.49	3.17	.44	2.75	.58	2.90	.57	3.01	.54
문제해결	3.33	.35	3.52	.29	2.76	.33	3.02	.23	3.21	.45
판단과 의사결정	3.20	.36	3.39	.34	2.70	.34	2.95	.26	3.11	.45
시간관리	3.25	.36	3.38	.33	2.80	.34	2.94	.28	3.15	.42
재정관리	2.60	.46	2.76	.43	2.19	.43	2.43	.46	2.53	.50
물적자원 관리	2.57	.40	2.74	.33	2.33	.37	2.63	.38	2.58	.40
인적자원 관리	2.61	.41	2.92	.39	2.14	.35	2.44	.28	2.59	.50
기술분석	2.57	.48	2.93	.45	2.27	.36	2.65	.34	2.65	.50
기술설계	2.20	.48	2.52	.49	2.06	.35	2.39	.34	2.31	.48
장비 선정	2.43	.56	2.76	.56	2.48	.45	2.82	.42	2.62	.54
설치	2.15	.51	2.51	.58	2.22	.46	2.60	.54	2.36	.56
전산	2.78	.57	2.99	.52	1.96	.47	2.29	.45	2.59	.68
품질관리 분석	2.37	.54	2.65	.44	2.32	.42	2.61	.39	2.50	.48
조작 및 통제	2.40	.53	2.69	.50	2.39	.43	2.70	.47	2.55	.50
장비의유지	2.41	.63	2.72	.62	2.56	.46	2.91	.50	2.63	.59
고장의 발견 수리	2.37	.70	2.70	.71	2.55	.53	2.89	.59	2.61	.66
작동 점검	2.34	.66	2.68	.70	2.52	.54	2.86	.62	2.58	.66
조직체계의 분석 및 평가	2.43	.36	2.72	.30	2.09	.31	2.40	.26	2.45	.41
정교한 동작	2.42	.65	2.58	.59	2.61	.51	2.84	.43	2.58	.57
움직임 통제	2.33	.54	2.52	.55	2.66	.38	2.82	.32	2.55	.50
반응시간과 속도	2.48	.46	2.63	.50	2.69	.35	2.86	.32	2.64	.44
신체적 강인성	2.50	.45	2.67	.52	3.02	.43	3.06	.38	2.78	.51
유연성 및 균형	2.32	.45	2.42	.48	2.65	.37	2.84	.40	2.51	.47
시력	3.04	.36	3.05	.37	3.04	.32	3.12	.26	3.05	.35
청력	2.84	.41	2.83	.41	2.69	.31	2.85	.30	2.79	.38

총 44개 능력 수준에 대해 요인분석을 실시하였다. 추출방법은 주성분 분석방법을 사용하였으며, 배리맥스(varimax) 회전을 통해 총 3개의 주성분을 추출하였다. 요인분석에 대한 표준형성 적절성 측도인 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)는 0.971로 0.6 이상의 값을 보여주었고, Bartlet의 구형성 결과에 대한 유의확률은 0,001 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 요인분석을 통해 도출된 3개의 주성분 중에서 제 1요인은 모두 27개, 제 2요인은 11개, 제3요인은 6개의 변수로 구성되어 있는데, 3개의 요인 설명력(총분산 설명값)은 80,357%이다. 3개의 요인에 대해 1요인은 업무적 능력, 2요인은 기술적 능력, 3요인은 신체적 능력이라고 명명하였다. 각 변수별 해당되는 요인은 <표 3-13>과 같다.

<표 3-13> 요인분석 결과: 주성분 방법

	성분		
	1	2	3
듣고 이해하기	.949	.027	.024
말하기	.942	-.125	.082
읽고 이해하기	.940	.066	-.032
논리적 분석	.932	.185	-.055
글쓰기	.928	.043	-.101
행동조정	.923	.039	.195
설득	.921	.006	.052
기억력	.907	.062	.181
문제해결	.902	.294	.063
사람 파악	.899	-.133	.213
판단과 의사결정	.892	.257	.122
모니터링	.891	.234	.046
학습전략	.891	.157	.089
추리력	.891	.281	.042
시간관리	.885	.181	.190
협상	.877	.082	.043
수리력	.855	.297	-.091
가르치기	.850	.167	.146
범주화	.848	.355	.022
인적자원 관리	.835	.226	.115
서비스 지향	.820	-.169	.184
창의력	.810	.210	.027
재정관리	.794	.247	-.003
공간지각력	.764	.246	.341
전산	.758	.354	-.185
선택적 집중력	.749	.276	.378
물적자원 관리	.560	.515	.131
장비의 유지	-.023	.903	.288

	성분		
	1	2	3
조작 및 통제	.088	.893	.218
작동 점검	-.044	.892	.270
고장의 발견 수리	-.065	.891	.265
설치	.175	.879	.171
장비 선정	.302	.847	.238
기술설계	.329	.808	.088
품질관리 분석	.401	.777	-.041
기술분석	.565	.741	.066
조직체계의 분석 및 평가	.590	.640	.112
정교한 동작	.026	.610	.543
유연성 및 균형	-.008	.279	.787
반응시간과 속도	.203	.470	.751
신체적 강인성	-.230	.377	.671
움직임 통제	-.030	.635	.671
청력	.397	.071	.662
시력	.393	.234	.613

총 3개의 요인에 대한 요인점수를 구한 후, 총 4개의 집단에 따른 평균차이를 확인하기 위하여 일원배치분산분석을 실시하였다. 일원배치 분산분석 결과는 <표 3-14>에 제시되어 있는데, 검정 결과 모두 유의수준 0.001 수준에서 유의하였다.

<표 3-14> 집단별 요인점수에 대한 평균차이분석

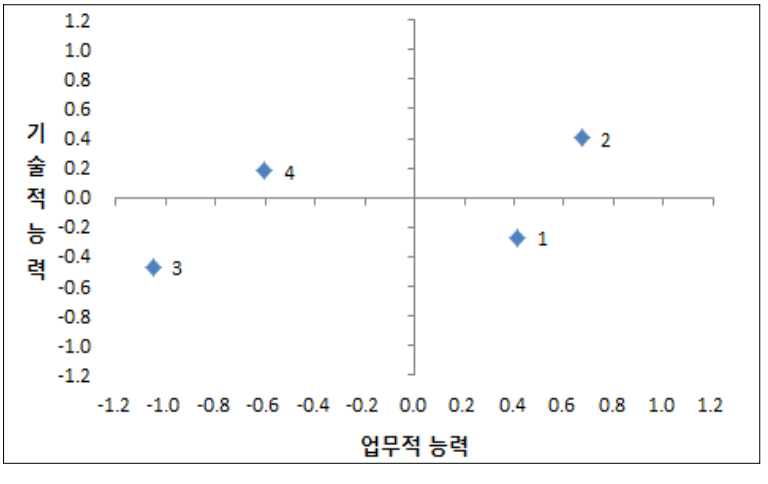
요인	집단	N	Mean	sd	F	Sig.	Post hoc[1)]
업무적 능력	1	75	0.413	0.712	187.72	<0.001	c
	2	173	0.672	0.711			c
	3	119	-1.050	0.573			a
	4	37	-0.604	0.338			b
	합계	404	0.000	1.000			
기술적 능력	1	75	-0.269	1.025	23.67	<0.001	a
	2	173	0.401	0.976			a
	3	119	-0.470	0.821			b
	4	37	0.181	0.764			b
	합계	404	0.000	1.000			
신체적 능력	1	75	-0.122	0.932	5.77	<0.001	a b
	2	173	0.178	1.108			a b
	3	119	-0.258	0.845			a
	4	37	0.244	0.858			b
	합계	404	0.000	1.000			

주: 1) : Scheffe 방법 적용

제1요인인 업무적 능력은 집단 3(고위험 저변화)이 가장 낮고, 그다음으로 집단 4(고위험 고변화), 집단 1(저위험 저변화), 집단 2(저위험 고변화) 순으로 큰 것으로 나타났다. 제2요인인 기술적 능력은 역시 집단 3(고위험 저변화)이 가장 낮고, 그다음으로 집단 1, 집단 4, 집단 2 순으로 큰 것으로 나타나서 가장 작은 집단과 가장 큰 집단만 동일하고 집단 1과 집단 4만 순위가 바뀐 것으로 나타났다. 제3요인인 신체적 능력은 역시 집단 3(고위험 저변화)이 가장 낮고, 그다음으로 집단 1, 집단 2, 집단 4 순으로 커지고 있는데, 집단 3이 가장 낮은 것은 그대로이지만 집단 4의 신체적 능력이 가장 큰 것으로 나타났다. 그러나 실제적으로 집단 3과 집단 4의 신체적 능력만이 통계적으로 유의할 뿐 다른 집단 간에는 유의미한 차이를 보이고 있지는 않다. 기술적 능력에서도 요인점수가 음의 값을 갖는 집단 1과 집단 3은 유의한 차이를 보이지 않고 있으며, 마찬가지로 양의 요인 점수값을 갖는 집단 2와 집단 4도 유의한 차이를 보이지 않고 있다.

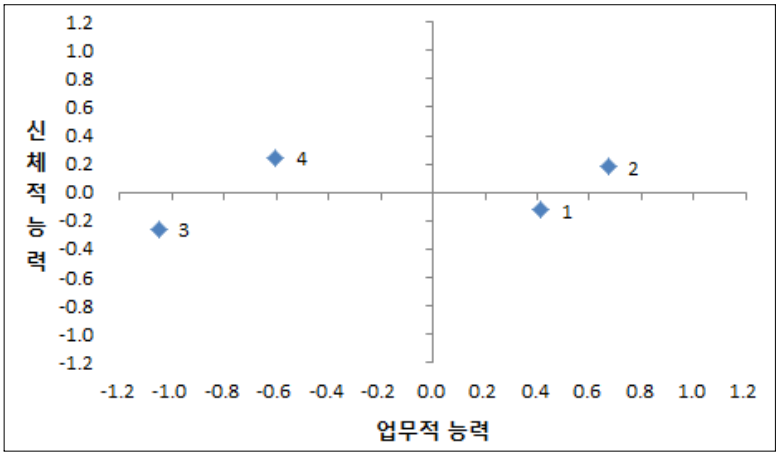
각 집단별 각 능력의 분포를 확인하기 위해 3개의 능력을 각각 두 차원으로 도식화하여 나타낸 것이 [그림 3-3]부터 [그림 3-5]이다. 각각의 그림을 통해 각 집단이 능력별로 어떤 위치에 있는지를 확인할 수 있다.

[그림 3-3] 집단별 업무적능력과 기술적능력 요인점수 평균 비교



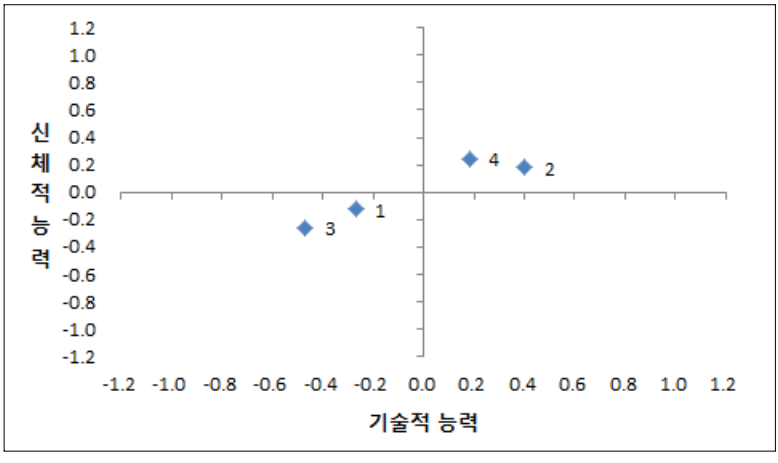
[그림 3-3]에서 제시된 집단별 능력의 특성을 살펴보면, 집단1은 업무적 능력은 높은 반면 기술적 능력은 낮고, 집단2는 업무적 능력과 기술적 능력이 모두 높은 것으로 나타났다. 반면, 집단3은 업무적 능력과 기술적 능력 모두 낮은 것으로 나타났고, 집단 4는 업무적 능력은 낮은 반면 기술적 능력이 높은 것으로 나타났다.

[그림 3-4] 집단별 업무적능력과 신체적능력 요인점수 평균 비교



[그림 3-4]에서 제시된 집단별 능력의 특성을 살펴보면, 집단1은 업무적 능력은 높은 반면 신체적 능력은 낮고, 집단2는 업무적 능력과 신체적 능력이 모두 높은 것으로 나타났다. 반면, 집단3은 업무적 능력과 신체적 능력 모두 낮은 것으로 나타났고, 집단 4는 업무적 능력은 낮은 반면 신체적 능력이 높은 것으로 나타났다.

[그림 3-5] 집단별 기술적능력과 신체적능력 요인점수 평균 비교



[그림3-5]에서 제시된 집단별 능력의 특성을 살펴보면, 집단1은 신체적 능력과 기술적 능력이 모두 낮고, 집단2는 신체적 능력과 기술적 능력이 모두 높은 것으로 나타났다. 집단3은 신체적 능력과 기술적 능력 모두 낮은 것으로 나타났고, 반면 집단4는 신체적 능력과 기술적 능력이 모두 높은 것으로 나타났다.

이상의 집단별 업무, 기술 및 신체적 능력의 높고 낮음을 종합하면 다음의 <표 3-15>와 같다.

<표 3-15> 집단별 업무, 기술 및 신체적 능력 특성 종합

구분	업무적 능력	기술적 능력	신체적 능력
집단1	고	저	저
집단2	고	고	고
집단3	저	저	저
집단4	저	고	고

제5절 소결

현재 직업을 갖고 있는 이들은 다가오는 미래세계에 대해 막연한 불안감을 갖고 있다. 어떤 형태로든 각 직업에 미치는 영향에 대해 인식하고 있지만 직업별 체감도는 다를 것이다. 그러나 해당 직업군에 속한 이들이 느끼는 체감도와 실제 기술변화 속도는 다를 수 있다. 이에 대한 대처는 엄밀하게 이야기하자면 개인의 책임이라고 할 수 있지만, 사실 각 직업의 변화에 대해 국가가 판단하고 개입해야 할 부분이 적지 않다. 변화에 대해 정확한 대처를 통해 해당 직업군에서 일하고 있는 이들을 위한 전직 지원 또는 대처 능력 확보도 필요하지만 신규인력 양성 측면에서도 어떤 분야가 향후 더 많이 필요하고 어떤 분야가 더 많이 사라질지에 대해서도 예측과 전망이 필요하다. 이를 위해 본 연구는 각 직업별 업무수행능력을 현직에 종사하는 이들을 대상으로 조사한 자료를 기초로 하여, 전문가들이 현재 시점, 2020년, 2025년에 각각 기술에 의해 대체될 가능성에 대해 응답한 자료를 비교하여 각 직업세분류별 업무능력대체비율(WARS)을 산출하였다. WARS는 현재 예상보다 갑작스럽게 다가올 것이라는 가정하에서 평균에서 1표준편차값을 빼지 않은 임계값을 기준으로 산출한 경우와 조금은 천천히 다가올 것이라는 가정하에서 1표준편차값을 뺀 임계값을 사용한 경우로 나누어 산출하였다. 이때, 각 직업별로 44개 능력에 대해 5점 척도로 응답한 중요도를 가중치로 적용하여 능력대체비율을 산출하였는데, 2025년 대체비율이 0.7을 넘을 경우 Frey와 Osborne(2013)과 같이 위험하다고 판단하여 고위험집단으로 분류하고 0.7보다 낮을 경우에는 저위험집단으로 분류하였다. 또한 2016년부터 2025년까지 능력대체비율의 변화율을 이용하여 고변화 집단과 저변화 집단으로 나누었다. 이렇게 하여 전체 404개 직업은 44개 능력대체비율을 사용한 집단 분류에 따라 4개 집단으로 나누어졌다. 집단1은 저위험 저변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율이 낮고 2025년 WARS가 0.7보다 낮은 집단, 집단2는 저위험 고변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율은 낮지만 2025년 WARS는 0.7보다 높은 집단, 집단3은 고위험 저변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율은 높지만 2025년 WARS가 0.7보다 낮은 집단, 집단4는 고위험 고변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율이 높고 2025년 WARS도 0.7

보다 높은 집단이다. 각 집단별로 포함된 직업의 수는 집단1이 75개, 집단2가 173개, 집단3이 119개, 집단3이 37개였다. 이렇게 분류한 네 집단의 WARS를 비교한 결과, 집단 2는 모든 연도에서 WARS가 가장 낮은 반면, 집단 3은 가장 높았다. 중간 정도에 위치한 집단 1과 집단 4는 2016년에는 거의 비슷하지만 2025년에는 차이가 급격하게 벌어졌다.

한편, 요인추출방식으로 주성분방법을 이용하여 요인분석을 실시한 결과 3개의 요인이 도출되었는데, 설명력(총분산 설명값)은 80.357%였다. 도출된 제1요인은 모두 27개의 변수를 대신하여 업무적 능력, 제2요인은 11개의 변수를 대신하여 기술적 능력, 제3요인은 6개의 변수를 대신하여 신체적 능력이라고 명명하였다.

앞에서 분류한 네 집단 간에 특성분석을 실시한 결과를 집단별로 정리하면 다음과 같다.

집단 1은 신체를 이용하거나 상당한 기술적 능력을 요구하기보다는 업무와 관련된 능력을 상대적으로 요구하는 직업군으로 볼 수 있다. 따라서 본인들이 기술을 사용하는 편이 아니어서 기술발전에 따른 일자리 대체 가능성을 낮게 보고 있다고 오해할 수 있다. 왜냐하면 WARS 자체가 낮고 변화율도 낮기 때문인데, 집단 2와 비교하면 변화율은 낮지만 2016년, 2020년, 2025년의 WARS 자체가 집단 2보다 높은 수준이다. 또한 요인분석을 통해 도출한 업무적능력 값도 집단 2보다 낮은 수준이 요구되는 집단이다. 따라서 집단 1은 현재의 기술발전이 현장직에 종사하는 직업군으로만 대체가 이루어진다는 가정에서 벗어나야 할 것이다. 반복된 업무를 실시하는 직업군에 종사하는 경우를 중심으로부터 시작해서 인공지능의 발전으로 인간의 업무영역 상당수가 기술에 의해 대체가 촉발되는 시점에서 가장 위험한 직업군이 될 수도 있기 때문이다.

집단 2는 WARS 변화율은 높은 편이지만 2025년 위험도는 낮은 수준으로 예상되는 직업군으로 가장 많은 직업들이 포함되었다. 해당 직업들은 지적 능력과 기술적 능력이 모두 필요하기 때문에 향후 기술변화에 따라 다소 유동적인 직업으로 판단된다. 모든 연도의 WARS가 가장 낮을 뿐만 아니라 요인분석에서 업무적 능력과 기술적 능력은 가장 높았고 신체적 능력도 높은 편이었다. 따라서 미시적인 관점에서는 대체가 가장 천천히 이루어지겠지만, 거시적

으로 봤을 때는 직업에 따라 대체속도가 달라질 가능성이 높다. 즉, 다른 직업군에 비해 기술에 의한 인력 대체가 천천히 진행되기 때문에 이 직업군에 종사하는 인력의 기술변화에 대한 대응과 대처가 향후 어떤 방향으로 변화될 수 있는지에 대한 관심이 필요할 것으로 보인다.

집단 3은 변화율은 낮지만 고위험이 예상되는 직업군인데, 변화율이 낮은 이유가 이미 상당수 대체가 진행되고 있기 때문으로 봐야 할 것이다. 즉, 집단 3에 포함된 종사자들은 현재 직업에 대한 능력 수준이 낮음을 인지하고 있기 때문에 이미 상당히 기술변화에 대해 인지하고 있거나 대체 가능성을 인식하고 있는 것으로 이해할 수 있다. 실제적으로 요인분석에서 도출된 업무적능력, 기술적능력, 신체적능력이 모두 가장 낮은 수준이다. 따라서 집단 3은 현재 시점부터 이미 상당히 기술에 의한 인력 대체가 발생하고 있다고 판단되기 때문에 빠른 시기 안에 이들 직업군의 대응 마련을 위한 대책이 필요하다.

집단4는 현재 시점에서 WARS는 덜 높지만 변화율도 크고 2025년 전망도 위험하다고 판단하고 있는 직업군이다. 이 집단에 소속된 직업은 대부분 몸을 움직여 일을 하는 행동적 요소들이 많이 내포되어 있는데, 향후 기술에 의해 대체될 가능성은 농후하지만 아직은 기술의 발달에 의한 대체가 덜 진전된 직업으로 보아야 할 것이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 모든 직업은 향후 기술발전에 따른 일자리 대체로부터 자유로운 직업은 거의 없다고 봐도 무방할 것이다. 물론 기술이 아무리 발전해도 대체될 수 없는 일자리는 분명히 있겠지만, 정말 어떤 직업이 그 직업인지를 섣불리 예측할 수 없다. 결국 기술은 인간의 두뇌를 통해 발전하지만 그 기술은 결국 인간이 해야 할 역할을 대신하는 것이다. 또한 대체에 대한 대처도 인간의 몫이다. 각 직업군별로 향후 어떤 시기쯤 본인의 일자리가 위협받을 것인지를 판단하고 준비해야 한다. 본 연구는 그런 시기를 명확하게 제시할 수는 없지만 변화속도에 대해 제시하는 시사점이 있다. 향후 본 연구의 내용을 바탕으로 좀 더 정밀한 방식과 체계를 적용하여 그 시기를 예상해 보는 것도 의의가 있을 것이다.

제4장

기술변화의 고용영향 분석

제1절 분석 개요 및 방법

가. 분석 개요

일자리 대체 민감직종을 분석한 앞 장의 결론을 활용해 여기서는 우리나라에서 스마트 기술에 의해 대체될 위험성이 높은 일자리가 얼마나 되는지 추정해 보고자 한다. 앞에서 구한 직종 세분류별 민감확률이 각 직종에서 파악되는 직무역량 수준 및 중요도와 그 역량이 스마트 기술에 의해 대체될 수준을 모두 감안하여 도출한 결과이므로, 그 자체로 각 직종별 일자리 대체위험 확률이 될 수 있다. 다시 말해 해당 일자리에 취업한 사람들 가운데 민감확률에 해당하는 사람들만큼은 기술발전에 따라 일자리가 대체될 가능성이 있다고 볼 수 있다. 물론 2025년의 특정 직종의 기술 민감확률이 50%라고 해서 그 직종에 취업하고 있는 사람의 절반은 기술에 의해 대체된다고 확정할 수는 없다. 오히려 전반적인 기술 발전에 따른 고용의 영향도를 파악할 때 민감확률을 대체될 가능성 정도로 해석하는 것이 바람직하다. 즉, 경제 전반에서 혹은

대분류 정도의 큰 규모로 볼 때 민감확률은 기술발전에 따라 나타날 전반적인 일자리 대체위험도로 파악할 수 있다고 본다. 각 직종에서 중요하게 여겨지는 직무역량 수준과 이것이 스마트 기술로 대체될 가능성이 시기별로 진단되었기 때문에, 경제 전반이나 직종대분류 수준에서는 그 자체가 직종별 대체위험확률을 보여주는 대리지표로 판단한 것이다.

직종 중분류 이하로 세분화하여 민감확률을 해석할 때에 그 전체를 대체확률로 확정하기에는 소위 주변 상황의 변화 가능성이 너무 많다.

먼저 인공지능 등으로 대표되는 기술의 발전 정도가 예상만큼 달성될 지도 의문이다. 뿐만 아니라 소위 상용화 가능성으로 얘기되는 기술의 경제성 혹은 실제 기업에서 채택이 될 수 있을 정도로 낮은 가격으로 제시할 수 있는가 여부도 실제 노동 대체가 이루어질 수 있는가를 결정할 수 있는 중요한 요인이다. 더 나아가 기업 등 공급자가 경제적으로 해당 기술을 채택할 수 있다고 하더라도 소비자, 즉 상품 혹은 서비스의 최종 선택결정자가 거리낌 없이 해당 기술을 받아들일 수 있는지 등의 사회적 수용 가능성까지 확보되어야 실제 일자리 대체가 발생한다. 현재 기술의 발전 정도를 고려해보면 제도적인 제약 사항까지 포함한 사회의 수용 가능성이 아마도 실제 기술에 의한 노동대체가 발생하기 어렵게 하는 가장 큰 제약 요인으로 등장할 가능성도 있다. 끝으로, 기술에 대한 인간의 학습과 훈련을 통한 적응 역시 일자리 대체를 제약한다는 사실을 그동안의 인류 발전사를 통해 확인해왔다.

결국 각 세부 직종의 일자리 대체 가능성을 언급할 때에는 Frey와 Osborne(2013)의 연구에서처럼 대체확률의 수준에 따라 그 확률이 70% 이상인 고위험군을 구분하고 이 직종에 해당하는 인원 수 전체를 위험군으로 판단하는 것이 좀 더 합리적이다. 따라서 본 연구에서도 세부 직종별로 일자리 대체위험을 얘기할 때는 민감확률이 70%를 넘어서는 세부직종을 먼저 선별한 다음 이들 직종에 취업하고 있거나 현재의 경제 상황과 기술환경이 유지된다는 전제에서 취업하고 있을 것으로 전망되는 인력이 일자리를 잃을 위험에 노출된다고 파악해 보고자 한다.

마지막으로 대학 전공별로 겪게 될 스마트 기술의 고용 영향 정도는 각 전공별 졸업자들이 사회에 진출하여 겪게 될 스마트 기술의 영향 정도를 추정해 보고자 하였다. 즉, 크게 7가지 전공 대분류 졸업자들이 각 년도에 취업을

하고자 할 때 겪게 될 어려움 정도를 현재의 취업정보에 근거하여 스마트 기술에 대한 각 시기별 민감확률로 파악해 보았다.

나. 분석방법 및 자료

좀 더 자세하게 분석방법과 분석에 이용한 자료를 밝히면 다음과 같다.

첫째, 가장 기초가 되는 직종 세분류별 기술대체위험 일자리 수는 각 직종별 인원 수에 민감확률을 곱해 구하였다. 스마트 기술에 대한 민감확률은 2016년 현재와 2020년 및 2025년에 대해 구해져있다. 이 계산을 위해 가장 바람직한 취업자 수는 2015년도, 2019년도 및 2024년도의 각 직종별 취업자이다. 스마트 기술에 대한 민감확률이 적용되는 전해의 취업자가 해당 연도에 접어들면서 대체된다고 파악하는 것이 논리적이기 때문이다. 한국고용정보원에서 수행하는 직종 세분류별 전망 자료는 2016년도에 수행한 2020년 및 2025년 기준 수급전망 자료가 가장 최신이다. 이에 따라 본 연구에서는 직종별로 2015년 실제 취업자 수와 2020년 및 2025년 취업자 수 전망치를 활용해 직종별 민감확률에 노출된 취업자 수 규모로 파악하였다.

둘째, 직종 대분류별로 스마트 기술에 의해 위험해지는 일자리 비중은 직종 세분류 자료의 합을 통해 단순히 계산하였다. 여기서 이루어진 고용 영향 분석의 초점은 대분류의 위험도라고 할 수 있다. 본 연구의 가정에 따라 직종 세분류 수준에서 파악되는 위험한 일자리 수 비중은 민감확률과 동일하기 때문이다. 한 가지 주의해야 할 점은 데이터의 한계로 세부직종별 인력 수급 전망 자체가 모든 직종에 대해 이루어진 것이 아니기 때문에 일부 직종은 아예 민감확률 계산에서 제외된 경우가 있다는 사실이다. 이에 따라 일자리 대체위험도를 파악할 때의 전체 취업자는 실제 전체 취업자 수나 전망치가 아니라 민감확률과 일자리 전망치가 모두 있는 세부 직종 전망치의 합이라는 점이다. 이는 각 대분류나 중분류 수준에서 일자리 대체위험도를 파악할 때에도 마찬가지이다.

셋째, 직종대분류별로 취합하여 비교할 때에는 사회 전체의 변화 추세를 분석하는 데 초점을 맞추었고, 직종중분별로 분석할 때에는 각 직종대분류 내에서 어떤 직종에서 민감확률이 70%를 넘는지, 이 직종에 취업하고 있거나 있을 것으로 예상되는 인원은 몇 명인지 등 고위험군의 비율을 파악하고 계산하

는 데 초점을 맞추었다.

마지막으로 전공별로 스마트 기술의 발달에 따라 맞이하게 될 위험도는 졸업 직후 취업 시기에 겪게 되는 위험도로 파악하였다. 이를 계산하기 위해 2015년도 대졸자직업이동경로조사(GOMS)에서 나오는 전공별 대졸자의 취업 직종자료를 활용하였다. 즉, 졸업 후 1년 반 정도 이후에 어떤 직업에 취업하고 있는지 직업 세분류별로 파악하는 취업자 수에 각 직종별로 민감확률을 곱해 대체위험 일자리 수를 도출하였다. 이를 전공 대분류별로 합친 수가 각 전공별로 도출한 스마트 기술 위험도이다. 2016년 위험도는 이런 방식으로 명확히 구할 수 있지만, 아쉽게도 2020년 및 2025년의 스마트 기술 대체위험도는 전공별과 직업 세분류별로 연계된 고용전망 결과가 존재하지 않기 때문에, 현재의 대졸자 취업구조가 앞으로도 지속될 것으로 가정하고 도출하였다.

제2절 분석 결과

가. 직종별 분석 결과

직종별 취업자 전망에 기초해 분석한 스마트 기술의 고용영향 정도, 다시 말해 해당하는 직종에 종사하는 사람들의 업무수행능력의 대체비율이 2015년 현재의 12.7%에서 2020년 41.7%, 2025년 71.0%로 급격히 상승하고 있다. 현재 기술발전의 속도와 범위에 대한 전문가 예상을 그대로 적용할 경우, 2020년에는 1/3 이상의 취업자가, 그리고 2025년에는 2/3 이상의 취업자가 스마트 기술로 인한 직무능력 대체에 따른 고용 위험에 직면하게 될 정도이다.

직종대분류별로 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같은 특징이 나타난다.

첫째, 2025년을 기준으로 가장 직무능력 대체위험비율이 높은 직종은 단순노무종사자로 업무수행능력의 91.1%가 대체위험에 직면할 전망이다. 그다음은 농림어업 숙련종사자 86.4%, 장치, 기계조작 및 조립종사자 79.1% 순으로 대체비율이 높은 것으로 나타났다. 이외에도 70% 이상의 높은 대체위험비율을 기록한 직종으로는 서비스종사자(76.5%), 판매종사자(74.7%), 기능원 및 관련 기능 종사자(74.5%)가 있었다. 결국 2025년이면 직무에서 요구되는 능력이 단순

하고 요구 수준이 낮은 거의 모든 직종에서 70% 이상의 대체위험에 직면하게 될 가능성이 있다.

둘째, 2025년 기준으로 가장 낮은 대체위험을 기록한 직종은 관리직이지만, 그 대체비율은 50.0%로 절반에 달한다. 그 다음 전문가 및 관련 종사자의 대체비율은 56.9%를 기록했고, 세 번째인 사무 종사자의 대체비율은 61.4%로 나타났다. 다시 말해 어떤 직종에서도 스마트 기술에 의한 고용 대체위험에서 안전하다고 판단하기 어려웠다.

셋째, 5년 후인 2020년을 기준으로 할 때, 업무수행능력의 과반수 이상 대체위험에 직면할 직종은 단순노무종사자(65.3%), 농림어업 숙련종사자(54.1%), 장치, 기계조작 및 조립종사자(50.3%)의 3개 직종이다. 이 3개 직종의 경우 스마트 기술에 의한 고용 대체에 대한 제도적인 제약이 없을 경우 빠른 시간 내에 상당한 일자리 상실 위험에 직면하게 될 것이다.

<표 4-1> 직종대분류별 스마트 기술의 고용영향

(단위: 천명)

	현재			2020년			2025년		
	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율
전체	23,233	2,957	12.7%	24,068	10,045	41.7%	24,581	17,448	71.0%
	*25,936	/		*27,162	/		*27,979	/	
관리자	284	21	7.2%	278	64	23.1%	277	139	50.0%
	[1.2]	[0.7]	5.5%p	[1.2]	[0.6]	18.7%p	[1.1]	[0.8]	21.0%p
	*353	/		*350	/		*352	/	
전문가 및 관련 종사자	4,744	375	7.9%	5,068	1,541	30.4%	5,283	3,004	56.9%
	[20.4]	[12.7]	4.8%p	[21.1]	[15.3]	11.3%p	[21.5]	[17.2]	14.1%p
	*5,203	/		*5,624	/		*5,905	/	
사무 종사자	4,355	444	10.2%	4,565	1,474	32.3%	4,757	2,919	61.4%
	[18.7]	[15.0]	2.5%p	[19.0]	[14.7]	9.4%p	[19.4]	[16.7]	9.6%p
	*4,400	/		*4,616	/		*4,819	/	
서비스종사자	2,205	310	14.1%	2,338	1,068	45.7%	2,399	1,835	76.5%
	[9.5]	[10.5]	-1.3%p	[9.7]	[10.6]	-3.9%p	[9.8]	[10.5]	-5.5%p
	*2,737	/		*2,953	/		*3,062	/	
판매종사자	3,094	368	11.9%	3,168	1,258	39.7%	3,181	2,377	74.7%
	[13.3]	[12.5]	0.8%p	[13.2]	[12.5]	2.0%p	[12.9]	[13.6]	-3.7%p
	*3,094	/		*3,207	/		*3,259	/	
농림어업 숙련 종사자	1,234	218	17.7%	1,086	588	54.1%	973	841	86.4%
	[5.3]	[7.4]	-5.0%p	[4.5]	[5.9]	-12.4%p	[4.0]	[4.8]	-15.4%p
	*1,251	/		*1,101	/		*987	/	

	현재			2020년			2025년		
	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율
기능원 및 관련 기능 종사자	1,949	214	11.0%	1,945	831	42.7%	1,946	1,450	74.5%
	[8.4]	[7.2]	1.7%p	[8.1]	[8.3]	-1.0%p	[7.9]	[8.3]	-3.6%p
	*2,334	/		*2,348	/		*2,378	/	
장치, 기계조작 및 조립종사자	2,876	339	11.8%	2,994	1,507	50.3%	3,070	2,427	79.1%
	[12.4]	[11.5]	0.9%p	[12.4]	[15.0]	-8.6%p	[12.5]	[13.9]	-8.1%p
	*3,142	/		*3,316	/		*3,447	/	
단순노무종사자	2,492	667	26.8%	2,627	1,715	65.3%	2,695	2,456	91.1%
	[10.7]	[22.6]	-14.1%p	[10.9]	[17.1]	-23.5%p	[11.0]	[14.1]	-20.1%p
	*3,424	/		*3,646	/		*3,769	/	

주: 1) [ ] 안은 항목별 전체 인원 대비 KSCO 대분류별 인원의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임
2) %p는 전체를 대상으로 한 평균 대체율과 KSCO 대분류별 평균 대체율과의 차이를 나타냄
3) (+)%p는 전체 평균보다 상대적 심각도가 덜한 것이고, (-)%p는 전체 평균보다 상대적 심각도가 더 한 것을 나타냄
4) *은 직종 대분류별 전체 취업자 수 및 전망치로, 세부 직종별로 민감확률과 인력수급 전망데이터 매칭이 불가능한 직종들이 제외되었기 때문임
자료: 한국고용정보원, 중장기인력수급전망(2015~2025) 데이터에서 인용 및 계산

다음으로 직종 중분류별로 스마트 기술의 고용영향 정도가 70%이상이 되는 고위험군에 대해 분석한 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 상대적으로 고용영향 정도가 낮은 관리자와 전문가의 경우 어떤 중분류에서도 2025년까지 고위험 직군은 하나도 나타나지 않고 있다. 전반적으로 스마트 기술의 고용영향 정도가 높아지는 2025년에는 관리자 및 전문가 직종의 중분류 전체가 33% 이상의 중위험군에 속하지만, 어떤 중분류 직종도 고위험군까지 도달하진 않는다.

다만, 2025년 기준으로 관리자 직종 중 전체 평균 이상의 업무수행능력 대체비율을 기록한 상대적 고위험군으로는 건설, 전기 및 생산 관련 관리직(51.3%), 판매 및 고객서비스 관리직(54.0%)이 있었다. 관리자 직종이라도 종합적인 의사결정이나 판단이 상대적으로 덜 필요한 직무에 종사하면 스마트 기술에 의해 더 큰 영향을 받을 가능성을 보여주는 결과이다.

마찬가지로 2025년 기준으로 전문가 직종 가운데 전체 평균 이상의 업무수행능력 대체 비율을 기록한, 상대적으로 위험도가 높은 중분류 직종으로는 보건사회복지 및 종교 관련직(63.0%), 교육전문가 및 관련직(59.5%), 문화예술 스포츠전문가 및 관련직(57.4%) 등이 있었다.

<표 4-2> 직종 중분류별 스마트 기술의 고용영향 – 관리자/전문가/사무직

[단위: 천명]

	현재			2020년			2025년		
	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율
관리자(대분류)	284 (1.2)	21 (0.7)	7.2% .	278 (1.2)	64 (0.6)	23.1% .	277 (1.1)	139 (0.8)	50.0% .
공공및기업 고위직	0 [0.0]	0 [0.0]	. .	0 [0.0]	0 [0.0]	. .	0 [0.0]	0 [0.0]	. .
행정및경영 지원관리직	31 [11.0]	2 [11.6]	7.8% .	33 [11.9]	7 [11.0]	21.3% .	34 [12.2]	16 [11.6]	47.7% .
전문서비스 관리직	76 [26.6]	5 [24.1]	6.7% .	74 [26.7]	17 [26.1]	22.5% .	76 [27.3]	35 [25.3]	46.4% .
건설전기및 생산관련관리직	124 [43.8]	9 [41.1]	6.9% .	118 [42.6]	28 [43.9]	23.7% .	116 [42.0]	60 [42.9]	51.3% .
판매및고객 서비스관리직	53 [18.6]	4 [20.9]	8.3% .	52 [18.7]	12 [19.2]	23.6% .	51 [18.6]	28 [20.0]	54.0% .
전문가 및 관련 종사자(대분류)	4,744 (20.4)	375 (12.7)	7.9% .	5,068 (21.1)	1,541 (15.3)	30.4% .	5,283 (21.5)	3,004 (17.2)	56.9% .
과학전문가및 관련직	67 [1.4]	3 [0.8]	4.8% .	73 [1.4]	15 [0.9]	20.0% .	77 [1.5]	31 [1.0]	40.3% .
정보통신전문 가및기술직	400 [8.4]	24 [6.3]	5.9% .	451 [8.9]	101 [6.5]	22.3% .	483 [9.1]	232 [7.7]	48.0% .
공학전문가및 기술직	707 [14.9]	44 [11.7]	6.2% .	747 [14.7]	180 [11.7]	24.1% .	758 [14.4]	379 [12.6]	50.0% .
보건사회복지 및종교관련직	1,162 [24.5]	116 [30.8]	9.9% .	1,337 [26.4]	484 [31.4]	36.2% .	1,463 [27.7]	922 [30.7]	63.0% .
교육전문가및 관련직	1,273 [26.8]	104 [27.7]	8.2% .	1,257 [24.8]	409 [26.5]	32.5% .	1,253 [23.7]	745 [24.8]	59.5% .
법률및행정 전문직	45 [1.0]	3 [0.7]	6.2% .	53 [1.0]	12 [0.8]	22.8% .	55 [1.0]	25 [0.8]	45.1% .
경영금융전문가 및관련직	581 [12.2]	47 [12.5]	8.1% .	600 [11.8]	183 [11.9]	30.5% .	612 [11.6]	337 [11.2]	55.1% .
문화예술스포츠 전문가및관련직	509 [10.7]	34 [9.2]	6.8% .	550 [10.9]	158 [10.3]	28.8% .	582 [11.0]	334 [11.1]	57.4% .
사무 종사자 (대분류)	4,355 (18.7)	444 (15.0)	10.2% .	4,565 (19.0)	1,474 (14.7)	32.3% .	4,757 (19.4)	2,919 (16.7)	61.4% .
경영및회계 관련사무직	3,613 [83.0]	375 [84.5]	10.4% .	3,798 [83.2]	1,241 [84.2]	32.7% .	3,956 [83.2]	2,468 [84.5]	62.4% .
금융및보험 사무직	340 [7.8]	31 [7.0]	9.2% .	338 [7.4]	90 [6.1]	26.5% .	349 [7.3]	193 [6.6]	55.4% .

	현재			2020년			2025년		
	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율
법률및감사 사무직	74 [1.7]	5 [1.2]	7.4% .	77 [1.7]	18 [1.2]	22.9% .	80 [1.7]	38 [1.3]	47.8% .
상담통계안내 및기타사무직	328 [7.5]	32 [7.2]	9.7% .	352 [7.7]	126 [8.6]	36.0% .	372 [7.8]	220 [7.5]	59.1% .

주: 1) ( ) 안은 항목별 전체 인원 대비 KSCO 대분류별 인원의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임
2) [ ] 안은 KSCO 대분류별 인원 대비 KSCO 중분류별 인원의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

자료: 한국고용정보원, 중장기인력수급전망(2015~2025) 데이터에서 인용 및 계산

둘째, 관리자나 전문가 직종보다는 스마트 기술의 직무능력 대체비율이 높고 상대적으로 전문성이 낮은 사무종사자도 2025년까지 어떤 중분류 직군에서도 70%이상의 고위험에 직면하는 경우는 없다. 다만, 상대적으로 경영 및 회계 관련 사무직의 2025년 고용 영향 비율이 62.4%로 가장 높게 나타나 대분류 전체 평균을 상회하는 수준을 기록하였다.

셋째, 직종대분류로 서비스와 판매종사자부터 스마트 기술의 직무능력 대체 정도가 2025년이면 심각한 수준으로 나타난다. 서비스 직종에서 직무능력 대체 비율이 70%이상인 고용영향 위협 가능 취업자 인원은 모두 2,174천 명으로 해당 직종 전체의 90.6%에 달하는 수준이다. 중분류 수준에서는 조리 및 음식 서비스업(81.1%), 이미용 예식 및 의료보조서비스직(73.6%), 운송 및 여가 서비스직(72.3%)이 모두 고위험군에 속하였다.

판매종사자 가운데 2025년 직무능력 대체 비율이 70%를 넘은 고위험 직군은 매장판매직(81.8%), 방문노점 및 통신판매 관련직(76.9%)이었으며, 해당 취업자 전망자 수는 모두 2,446천명에 달하였다. 이는 전체 판매종사자의 76.9%에 해당하는 인원이다.

넷째, 농림어업 숙련종사자의 경우 스마트 기술에 의한 고용 영향 위험 비율이 단순 노무직 다음으로 높은 대분류 직종이었다. 직종 중분류에서도 모든 직종의 업무수행능력 대체에 따른 고용 영향 비율이 80%를 넘을 정도로 고위험 직군에 속하였다. 결국 2025년의 직무능력 대체 비율이 70%이상인 고위험 취업자 전망치가 대분류 취업자 전망치 전체인 973천명에 달하였다. 스마트 기술은 숙련직이라고 하더라도 복합적인 의사결정과 전문성이 필요하지 않은 경우 충분히 대체할 수 있을 정도로 위협적으로 발전할 가능성을 보여준다.

<표 4-3> 직종 중분류별 스마트 기술의 고용영향 - 서비스/판매/농림어업 숙련직

[단위: 천명]

	현재			2020년			2025년		
	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율
서비스종사자 (대분류)	2,205 (9.5)	310 (10.5)	14.1% .	2,338 (9.7)	1,068 (10.6)	45.7% .	2,399 (9.8)	1,835 (10.5)	**76.5%** .
대체비율 70% 이상	/			/			**2,174 [90.6]**	**1,700 [92.6]**	**78.2%**
경찰소방및보안 관련서비스직	195 [8.8]	16 [5.1]	8.1% .	215 [9.2]	64 [6.0]	29.9% .	225 [9.4]	135 [7.4]	60.2% .
이미용예식및 의료보조서비스직	505 [22.9]	73 [23.5]	14.5% .	571 [24.4]	250 [23.4]	43.7% .	608 [25.3]	448 [24.4]	**73.6%** .
운송및여가 서비스직	193 [8.8]	25 [8.0]	12.8% .	202 [8.6]	78 [7.3]	38.7% .	204 [8.5]	147 [8.0]	**72.3%** .
조리및음식 서비스직	1,311 [59.5]	197 [63.5]	15.0% .	1,350 [57.7]	675 [63.2]	50.0% .	1,362 [56.8]	1,105 [60.2]	**81.1%** .
판매종사자 (대분류)	3,094 (13.3)	368 (12.5)	11.9% .	3,168 (13.2)	1,258 (12.5)	39.7% .	3,181 (12.9)	2,377 (13.6)	**74.7%** .
대체비율 70% 이상	/			/			**2,446 [76.9]**	**1,980 [83.3]**	**80.9%**
영업직	667 [21.6]	50 [13.6]	7.5% .	715 [22.6]	175 [13.9]	24.5% .	734 [23.1]	397 [16.7]	54.0% .
매장판매직	1,993 [64.4]	259 [70.3]	13.0% .	2,022 [63.8]	898 [71.4]	44.4% .	2,020 [63.5]	1,653 [69.5]	**81.8%** .
방문노점및통신판매관련직	434 [14.0]	60 [16.3]	13.8% .	431 [13.6]	185 [14.7]	42.9% .	426 [13.4]	328 [13.8]	**76.9%** .
농림어업 숙련종사자 (대분류)	1,234 (5.3)	218 (7.4)	17.7% .	1,086 (4.5)	588 (5.9)	54.1% .	973 (4.0)	841 (4.8)	**86.4%** .
대체비율 70% 이상	/	/		**973 [100.0]**		**841 [100.0]**		**86.4%**	
농축산숙련직	1,199 [97.2]	214 [98.1]	17.8% .	1,051 [96.7]	571 [97.1]	54.4% .	939 [96.5]	812 [96.6]	**86.5%** .
임업숙련직	0 [0.0]	0 [0.0]	. .	0 [0.0]	0 [0.0]	. .	0 [0.0]	0 [0.0]	. .
어업숙련직	36 [2.9]	5 [2.1]	12.7% .	35 [3.2]	17 [2.9]	47.9% .	34 [3.5]	29 [3.4]	**84.7%** .

주: 1) ( ) 안은 항목별 전체 인원 대비 KSCO 대분류별 인원의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

2) [ ] 안은 KSCO 대분류별 인원 대비 KSCO 중분류별 인원의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

자료: 한국고용정보원, 중장기인력수급전망(2015~2025) 데이터에서 인용 및 계산

다섯째, 기능원 및 관련기능 종사자의 경우, 2025년을 기준으로 볼 때 직무능력 대체 비율이 70% 이상인 고위험 직종 종사자가 총 1,330천명에 달하였다. 이는 해당 직종 전체 취업자 전망치에 68.3%에 달하는 수치이다. 중분류 직종 가운데 섬유의복 및 가죽 관련 기능직(82.1%), 건설 및 채굴관련 기능직(79.3%), 식품가공 관련 기능직(79.1%), 금속성형 관련 기능직(79.0%), 전기 및 전자 관련 기능직(75.0%) 등의 분야에서 직무능력 대체 비율이 70%를 넘어 고위험 직종에 해당하였다.

여섯째, 장치, 기계조작 및 조립 종사자의 경우, 2025년이면 대부분의 중분류 직종에서 70% 이상의 높은 직무능력 대체 비율을 기록하여 고위험 직군에 해당하는 취업자 전망치가 2,955천 명에 달하였다. 이는 해당 직종 대분류 전체 취업자 전망치의 97.6%에 달하는 수준이다. 중분류 직종 가운데서는 상하수도 및 재활용처리 관련 기계조작직(57.7%)만이 고위험 직군이 아니었다. 그만큼 기계조작 직무를 수행하는 생산직은 스마트 기술 발달에 따라 일자리 대체가 광범위하게 일어날 위험이 높다.

마지막으로 단순노무직의 경우 2025년이 되면 전체 취업자 전망치인 2,695천 명 모두 70% 이상의 직무능력 대체 비율을 기록하는 고위험 직종에 속하였다. 더 나아가 2020년에도 해당 직종 전체 취업자 전망치의 38.9%에 해당하는 1,022천명이 직무능력 대체 비율 70% 이상에 해당하여 스마트 기술 발전의 영향을 가장 빠르고 심각하게 받는 직종으로 나타났다. 2020년에도 고위험 직군에 속하는 중분류 직종으로는 건설 및 광업 관련 단순노무직(75.8%), 가사음식 및 판매 관련 단순노무직(72.6%)가 있었다.

<표 4-4> 직종 중분류별 스마트 기술의 고용영향

– 기능원/기계조작 및 조립원/단순노무종사자

[단위: 천명]

	현재			2020년			2025년		
	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율
기능원 및 관련기능 종사자(대분류)	1,949 (8.4)	214 (7.2)	11.0% .	1,945 (8.1)	831 (8.3)	42.7% .	1,946 (7.9)	1,450 (8.3)	**74.5%** .
대체비율 70% 이상	/			/			**1,330 [68.3]**	**1,047 [72.2]**	**78.8%**
식품가공관련 기능직	118 [6.0]	16 [7.3]	13.2% .	126 [6.5]	64 [7.7]	51.0% .	129 [6.6]	102 [7.0]	**79.1%** .
섬유의복및 가죽관련기능직	202 [10.4]	31 [14.4]	15.2% .	198 [10.2]	96 [11.5]	48.4% .	194 [10.0]	159 [11.0]	**82.1%** .
목재가구악기 및간판관련 기능직	65 [3.3]	6 [2.8]	9.1% .	64 [3.3]	18 [2.1]	27.5% .	65 [3.4]	42 [2.9]	64.4% .
금속성형 관련기능직	209 [10.7]	24 [11.2]	11.5% .	206 [10.6]	103 [12.4]	50.1% .	202 [10.4]	160 [11.0]	**79.0%** .
운송및기계 관련기능직	353 [18.1]	27 [12.6]	7.6% .	358 [18.4]	125 [15.0]	34.8% .	361 [18.6]	241 [16.6]	66.6% .
전기및전자 관련기능직	270 [13.9]	27 [12.4]	9.8% .	272 [14.0]	121 [14.5]	44.4% .	269 [13.8]	202 [13.9]	**75.0%** .
건설및채굴 관련기능직	546 [28.0]	72 [33.8]	13.3% .	538 [27.6]	246 [29.5]	45.7% .	536 [27.5]	425 [29.3]	**79.3%** .
영상및통신장 비관련기능직	71 [3.7]	5 [2.4]	7.3% .	71 [3.7]	24 [2.9]	33.8% .	74 [3.8]	48 [3.3]	65.1% .
기타기능관련직	114 [5.9]	7 [3.2]	6.0% .	112 [5.8]	35 [4.2]	31.2% .	115 [5.9]	72 [4.9]	62.4% .
장치, 기계 조작 및 조립 종사자(대분류)	2,876 (12.4)	339 (11.5)	11.8% .	2,994 (12.4)	1,507 (15.0)	50.3% .	3,070 (12.5)	2,427 (13.9)	**79.1%** .
대체비율 70% 이상	/			/			**2,955 [97.6]**	**2,351 [96.9]**	**79.6%**
식품가공관련 기계조작직	53 [1.8]	10 [2.9]	18.8% .	54 [1.8]	30 [2.0]	55.1% .	56 [1.8]	46 [1.9]	**82.2%** .
섬유및신발관 련기계조작직	90 [3.1]	12 [3.6]	13.5% .	88 [2.9]	42 [2.8]	48.2% .	86 [2.8]	69 [2.9]	**80.3%** .

	현재			2020년			2025년		
	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율	취업자	고용영향 위협인원	직무능력 대체비율
화학관련 기계조작직	190 [6.6]	18 [5.3]	9.5% .	202 [6.7]	85 [5.6]	42.2% .	207 [6.7]	145 [6.0]	**70.1%** .
금속및비금속 관련기계조작직	201 [7.0]	43 [12.7]	21.4% .	209 [7.0]	115 [7.6]	55.1% .	215 [7.0]	177 [7.3]	**82.4%** .
기계제조및관 련기계조작직	505 [17.6]	60 [17.7]	11.9% .	526 [17.6]	248 [16.5]	47.2% .	544 [17.7]	428 [17.6]	**78.7%** .
전기및전자관 련기계조작직	448 [15.6]	28 [8.4]	6.3% .	485 [16.2]	192 [12.7]	39.5% .	513 [16.7]	387 [15.9]	**75.3%** .
운전및운송 관련직	1,279 [44.5]	156 [46.0]	12.2% .	1,316 [44.0]	750 [49.8]	57.0% .	1,334 [43.4]	1,099 [45.3]	**82.4%** .
상하수도및재 활용처리관련 기계조작직	23 [0.8]	2 [0.5]	7.2% .	26 [0.9]	7 [0.5]	27.0% .	27 [0.9]	15 [0.6]	57.7% .
목재인쇄및기 타기계조작직	88 [3.1]	10 [2.9]	11.1% .	88 [3.0]	38 [2.5]	42.6% .	89 [2.9]	61 [2.5]	68.9% .
단순노무 종사자(대분류)	2,492 (10.7)	667 (22.6)	26.8% .	2,627 (10.9)	1,715 (17.1)	65.3% .	2,695 (11.0)	2,456 (14.1)	**91.1%** .
대체비율 70% 이상	/			**1,022 [38.9]**	**752 [43.8]**	**73.5%**	**2,695 [100.0]**	**2,456 [100.0]**	**91.1%**
건설및광업관련 단순노무직	276 [11.1]	112 [16.7]	40.4% .	291 [11.1]	220 [12.8]	**75.8%** .	296 [11.0]	279 [11.4]	**94.3%** .
운송관련 단순노무직	318 [12.7]	44 [6.6]	13.9% .	351 [13.4]	189 [11.0]	53.6% .	371 [13.8]	298 [12.1]	**80.2%** .
청소및경비관련 단순노무직	958 [38.4]	233 [35.0]	24.4% .	1,008 [38.4]	639 [37.3]	63.4% .	1,038 [38.5]	961 [39.1]	**92.6%** .
가사음식및판매 관련단순노무직	684 [27.5]	229 [34.3]	33.5% .	731 [27.8]	531 [31.0]	**72.6%** .	757 [28.1]	713 [29.0]	**94.2%** .
농림어업및기 타서비스단순 노무직	256 [10.3]	49 [7.4]	19.2% .	245 [9.3]	135 [7.9]	55.3% .	234 [8.7]	205 [8.4]	**87.7%** .

주: 1) ( ) 안은 항목별 전체 인원 대비 KSCO 대분류별 인원의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임
2) [ ] 안은 KSCO 대분류별 인원 대비 KSCO 중분류별 인원의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

자료: 한국고용정보원, 중장기인력수급전망(2015~2025) 데이터에서 인용 및 계산

나. 전공별 분석 결과

이제 대학전공 대계열별로 스마트 기술에 의한 고용영향 정도가 어느 정도 되는지 파악해 보자. 앞 절에서 설명했듯이, 여기서 분석하는 스마트 기술의 전공별 고용영향은 대학생들이 졸업한 이후 1년 반 정도가 지난 시점에서 직면하게 되는 대체위험이다. 그 중요한 특징은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 전체 대체위험비율, 즉 취업자에 대한 스마트 기술의 직무능력 대체비율은 2025년 기준으로 60.4%에 머물렀다. 학력 수준이 높은 대졸자인 만큼 전체 학력을 대상으로 한 직종별 분석의 경우보다 스마트 기술에 의한 대체위험이 낮아지고 있다. 진학자 등이 포함된 졸업자를 기준으로 할 때 대체위험에 직면하는 비율은 44.4%까지 낮아진다.

둘째, 전공별 대체위험비율은 생각보다 큰 차이가 나타나지 않아, 대체적으로 61~63% 사이를 기록하고 있다. 다만, 공학계열의 경우에만 대체위험비율이 55.8%에 머물러 두드러지게 낮은 수준을 보였다. 대졸 초기에 상대적으로 인공지능 로봇기술에 의한 대체 가능성이 낮은 전문 분야로 취업하는 비율은 공학 분야가 확실히 높기 때문이라고 판단된다.

마지막으로, 졸업자 가운데 스마트 기술에 의해 직무능력이 대체될 위험에 직면할 비율이 가장 높은 것은 의약계열로 대체비율이 51.7%인 것으로 나타났다. 그다음이 교육(48.0%), 예체능(46.1%) 순이었다. 기술적 측면에서 분석했기 때문에, 현재 취업률이 높은 전공으로 상대적으로 좀 더 안정적이라고 알려진 전공이라고 해서 미래에 인공지능 로봇기술에 의해 대체될 위험이 낮아지는 것은 아니라는 점에 유의해야 할 것이다.

<표 4-5> 전공별 인공지능 로봇기술의 고용영향

(단위: 천명)

	졸업자	취업자	고용영향위협인원		
			2016년	2020년	2025년
전체	491,765 . .	361,836 . (73.6)	33,149 <9.2> (6.7)	116,366 <32.2> (23.7)	218,408 <60.4> (44.4)
인문	44,586 . . [9.1]	29,178 . (65.4) [8.1]	2,735 <9.4> (6.1) [8.3]	9,746 <33.4> (21.9) [8.4]	17,930 <61.5> (40.2) [8.2]
사회	143,221 . . [29.1]	104,691 . (73.1) [28.9]	10,231 <9.8> (7.1) [30.9]	34,973 <33.4> (24.4) [30.1]	64,033 <61.2> (44.7) [29.3]
공학	115,915 . . [23.6]	88,190 . (76.1) [24.4]	6,980 <7.9> (6.0) [21.1]	25,309 <28.7> (21.8) [21.7]	49,243 <55.8> (42.5) [22.5]
자연	49,698 . . [10.1]	33,516 . (67.4) [9.3]	3,141 <9.4> (6.3) [9.5]	10,959 <32.7> (22.1) [9.4]	20,445 <61.0> (41.1) [9.4]
의약	43,220 . . [8.8]	35,914 . (83.1) [9.9]	3,497 <9.7> (8.1) [10.5]	11,640 <32.4> (26.9) [10.0]	22,365 <62.3> (51.7) [10.2]
교육	29,851 . . [6.1]	22,773 . (76.3) [6.3]	2,124 <9.3> (7.1) [6.4]	7,949 <34.9> (26.6) [6.8]	14,335 <62.9> (48.0) [6.6]
예체능	65,274 . . [13.3]	47,581 . (72.9) [13.1]	4,436 <9.3> (6.8) [13.4]	15,802 <33.2> (24.2) [13.6]	30,063 <63.2> (46.1) [13.8]

주: 1) < > 안은 스마트기술에 의한 직무능력 대체비율(%)임
2) ( ) 안은 전체 졸업생 가운데 비율을 보여주는 행(row) 백분율(%)임
3) [ ] 안은 전공별 상대적 비를 보여주는 열(column) 백분율(%)임

제3절 소결

향후 10년에 걸쳐 나타날 수 있는 인공지능 로봇기술 등 스마트 기술의 고용영향에 대해 분석해 본 결과, 직무 수준을 반영해 세부 직업별로 분석할 경우 대체위험에 직면하는 취업자 비율이 상당히 높게 나타났다. 2025년이 되면 업무수행능력의 전체 평균 대체위험비율이 71.0%에 달하였고, 가장 대체위험비율이 높은 단순노무직은 무려 91.1%가 고용영향을 받을 전망이었다. 스마트 기술의 고용영향이 가장 적은 관리직도 같은 기간이면 대체위험비율이 50.0%에 도달하게 되고, 전문가 직종 역시 56.3%의 대체위험에 직면하였다. 결국 직무 수준과 이를 대체할 기술발달의 수준을 직접 비교하여, 모든 직종에서 대체될 위험에 직면할 인원의 비율을 구할 경우 다른 연구에 비해 일자리를 잃을 위험에 직면할 가능성이 더 높게 나타난 것이다. 기술발전에 대한 전문가의 평가가 높은 이유도 있겠지만, 현재 우리나라의 직종 구조가 상대적으로 직무역량 수준이 낮은 수준에 머무르고 있기 때문에 이러한 결과가 나타났을 가능성도 높다.

직종 중분류 수준에서 직무능력 대체 비율이 70%가 넘는 고위험 직종에 종사하는 인원을 파악해 보았을 때, 직종 간의 양극회가 더 심하게 나타난다. 2025년이면 단순노무종사자와 농림어업 숙련 종사자의 관련 직종 전체가 고위험군에 속한다. 장치, 기계조작 및 조립종사자나 서비스종사자도 90% 이상 거의 대부분이 고위험 직종에 속할 정도이다. 판매종사자는 77% 정도가 기능원은 68% 정도가 고위험 직군에 속할 정도로 높다. 반면 관리자나 전문직, 사무종사자는 고위험 직군 해당 취업자가 전혀 나타나지 않고 있었다.

향후 5년 이후 빠르게 고용대체의 위험에 직면할 가능성이 높은 단순노무직, 농림어업 숙련종사자, 장치, 기계조작 및 조립종사자 등에 대해서는 서둘러 고용대체위험을 완화할 제도적 보완과 직종 전환을 위한 지원 등의 적극적 대책 마련이 필요하다. 이들 직종 종사자들이 대부분 임금이나 소득 수준도 낮은 저소득층에 속할 가능성이 높으므로, 대응이 늦을 경우 생존 자체가 어려워지는 사회문제화될 수 있기 때문이다. 복지나 사회보장에 대한 투자 증대 등 사회전반에 걸친 안전망 확충과 더불어 사회적 부가가치를 높일 수 있는 부문으로의 이동을 촉진하는 세부 직종별 전환대책이 필요해지고 있다.

전문가 직종에서는 기존에 취업이 용이했고 안정성이 높았던 의약이나 교육 분야의 취약성이 두드러지는 점이 부각되었다. 인공지능 로봇기술의 발전과 적용 가능성이 높은 산업분야라는 특징이 산업사회의 고용 안정성과는 다른 결과를 빚어내고 있기 때문이다. 직업안정성을 추구하는 개인 입장에서는 향후 자신의 전문분야 선택에 있어서 좀 더 신중해질 필요성을 보여준다. 대졸자의 전공계열별로 볼 때에도 졸업생 대비 대체위험 인원 비율이 높게 나타난 부문이 의약, 교육 순이었다는 점도 이러한 사실을 뒷받침한다.

어떤 직종에 종사하든지 개인의 역량개발 차원에서는 종합적인 분석과 판단, 의사결정과 의사소통 등의 역량이 확실히 스마트 기술에 의한 대체위험이 낮게 나타나는 점에 주목할 만하다. 직종 중분류 차원에서 파악해보면, 대분류에서의 대체위험비율이 높거나 낮음에 관계없이 이러한 역량이 요구되는 직종에서 상대적으로 대체위험에 직면할 가능성이 낮게 나타났기 때문이다.

스마트 기술이 본격 발달한 미래에는 개인 차원에서의 대응보다 사회 차원에서의 대응이 더 중요해진다. 거의 모든 직종에서 심각한 대체위험 비율을 겪을 경우, 노동을 판매하여 생계를 연명하는 노동자로 살아남을 가능성이 매우 낮아지기 때문이다. 결국 중요한 일은 각 개인이 어떤 직업을 갖거나 역량을 갖추느냐의 문제가 아니라, 사회 전반에서 인간의 역할이나 인간이 하는 일의 가치를 어떻게 평가할 것이냐의 문제가 될 가능성이 높다. 단순히 경제적 부가가치를 높이는 일에 대해서만 가치를 부여하고 임금을 지급하는 현재의 시스템이 아니라, 사회적으로 대가를 지급할 인간의 역할이나 일을 다양하게 규명하고 이에 대해 적절한, 사회적 존재로 살아가기에 충분한 대가를 지급하는 시스템 전환을 준비해야 할 시기가 급속히 다가오고 있다.

제5장

결론 및 제언

제1절 요약

최근 들어 인공지능 로봇기술을 필두로 혁신적인 기술변화가 고용에 미치는 영향에 대해서는 낙관론과 비관론의 입장이 양립하고 있다. 분석 단위를 직무의 군집인 직업으로 할 것인가, 개별 과업 단위로 할 것인가에 따라 자동화기술에 의한 대체 정도에 대해서 상반된 결과가 나타나고 있다. 각 직업에서 수행하는 개별 과업을 기준으로 분석할 경우 거의 대부분의 직업에서 컴퓨터로 대체될 가능성이 매우 낮은 반면, 개별 직업의 대표적인 과업을 중심으로 한 연구에서는 거의 절반에 가까운 직업의 대체 가능성이 높은 것으로 나타나고 있다.

특히 우리나라의 경우 그 차이는 극단적으로 다르게 나타나고 있다. 이는 우리나라 직업이나 학력구조가 갖는 차이가 두 연구에서 극명하게 다르게 반영되고 있기 때문이라고 판단된다. 대부분의 직업에서 종사하고 있는 재직자의 학력수준이 상대적으로 높은 반면, 직업의 고용규모 자체에서는 전문직 비중이 매우 낮은 우리나라 직업구조가 이러한 극명한 차이를 만들고 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 우리나라 직업구조의 특성을 좀 더 명시적으로 반영하여 두 연구 사이의 격차를 줄이고 좀 더 현실적인 연구 결과를 제시하는 데 초점을 맞추기 위해 노력하였다. 이를 위해 한국직업정보시스템(KNOW)을 구축하기 위해 직업별 현직자에게 설문조사하는 업무수행능력의 수준을 활용하여 전문가들이 평정하는 인공지능 로봇 기술의 대체 수준과 비교·분석하여 기술의 일자리 대체 개연성을 경험적으로 추정하였다.

급격히 발전하고 있는 지능정보기술의 발전으로 현재 직업을 갖고 있는 이들은 다가오는 미래세계에 대한 막연한 불안감을 가지고 있다. 어떤 형태로든 각 직업에 미치는 영향에 대해 인식하고 있지만 직업별 체감도는 다를 것이다. 그러나 해당 직업군에 속한 이들이 느끼는 체감도와 실제 기술변화 속도는 다를 수 있다. 이에 대한 대처는 엄밀하게 이야기하자면 개인의 책임이라고 할 수 있지만, 국가인적자원관리와 사회적 통합 차원에서 직업세계의 변화에 대해 국가가 적극적으로 개입해야 할 부분 역시 적지 않다. 변화에 대해 정확한 대처를 통해 해당 직업군에서 일하고 있는 이들을 위한 전직 지원 또는 대처 능력 확보도 필요하지만 신규 인력 양성 측면에서도 어떤 분야가 향후 더 많이 필요하고 어떤 분야가 더 많이 사라질지에 대해서도 예측과 전망이 필요하다.

이를 위해 본 연구는 각 직업별 업무수행능력을 현직에 종사하는 이들을 대상으로 조사한 자료를 기초로 하여, 전문가들이 현재 시점, 2020년, 2025년에 각각 기술에 의해 대체될 가능성에 대해 응답한 자료를 비교하여 각 직업세분류별 업무능력대체비율(WARS)을 산출하였다. WARS는 현재 예상보다 갑작스럽게 다가올 것이라는 가정하에서 기술전문가들이 평정한 인공지능 로봇 대체 수준 평균을 임계값으로 현직자들이 평정한 각 업무수행능력별 평균값의 차이를 토대로 산출한 경우와 조금은 기술혁신에 따른 직업능력 대체 현상이 천천히 다가올 것이라는 가정하에서 기술전문가의 평정값을 보수적으로 적용하기 위해 1표준편차 값을 뺀 임계값을 사용한 경우로 나누어 산출하였다.

이때, 각 직업별로 44개 능력에 대해 5점 척도로 응답한 중요도를 가중치로 적용하여 능력대체비율을 산출하였는데, 2025년 대체비율이 0.7을 넘을 경우 Frey와 Osborne(2013)과 같이 위험하다고 판단하여 고위험집단으로 분류하고 0.7보다 낮을 경우에는 저위험 집단으로 분류하였다. 또한 2016년부터 2025년까지 능력대체비율의 변화율을 이용하여 고변화 집단과 저변화 집단으로 나

누었다. 이렇게 하여 전체 404개 직업은 44개 능력대체비율을 사용한 집단 분류에 따라 4개 집단으로 나누어졌다.

집단1은 저위험 저변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율이 낮고 2025년 WARS가 0.7보다 낮은 집단, 집단2는 저위험 고변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율은 낮지만 2025년 WARS는 0.7보다 높은 집단, 집단3은 고위험 저변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율은 높지만 2025년 WARS가 0.7보다 낮은 집단, 집단4는 고위험 고변화 집단으로, 2016년부터 2025년까지 WARS 변화비율이 높고 2025년 WARS도 0.7보다 높은 집단이다. 각 집단별로 포함된 직업의 수는 집단1이 75개, 집단2가 173개, 집단3이 119개, 집단3이 37개였다. 이렇게 분류한 네 집단의 WARS를 비교한 결과, 집단 2는 모든 연도에서 WARS가 가장 낮은 반면, 집단 3은 가장 높았다. 중간 정도에 위치한 집단 1과 집단 4는 2016년에는 거의 비슷하지만 2025년에는 차이가 급격하게 벌어졌다.

한편, 요인추출방식으로 주성분방법을 이용하여 요인분석을 실시한 결과 3개의 요인이 도출되었는데, 설명력(총분산 설명값)은 80.357%였다. 도출된 제1요인은 모두 27개의 변수를 대신하여 업무적 능력, 제2요인은 11개의 변수를 대신하여 기술적 능력, 제3요인은 6개의 변수를 대신하여 신체적 능력이라고 명명하였다. 앞에서 분류한 네 집단 간에 특성분석을 실시한 결과를 집단별로 정리하면 다음과 같다.

집단 1은 신체를 이용하거나 상당한 기술적 능력을 요구하기보다는 업무와 관련된 능력을 상대적으로 요구하는 직업군으로 볼 수 있다. 따라서 본인들이 기술을 사용하는 편이 아니어서 기술발전에 따른 일자리 대체 가능성을 낮게 보고 있다고 오해할 수 있다. 왜냐하면 WARS 자체가 낮고 변화율도 낮기 때문인데, 집단 2와 비교하면 변화율은 낮지만 2016년, 2020년, 2025년의 WARS 자체가 집단 2보다 높은 수준이다. 또한 요인분석을 통해 도출한 업무적 능력 값도 집단 2보다 낮은 수준이 요구되는 집단이다. 따라서 집단 1은 현재의 기술발전이 현장직에 종사하는 직업군으로만 대체가 이루어진다는 가정에서 벗어나야 할 것이다. 반복된 업무를 실시하는 직업군에 종사하는 경우를 중심으로부터 시작해서 인공지능의 발전으로 인간의 업무영역 상당수가 기술에 의해 대체가 촉발되는 시점에서 가장 위험한 직업군이 될 수도 있기 때문이다.

집단 2는 WARS 변화율은 높은 편이지만 2025년 위험도는 낮은 수준으로 예상되는 직업군으로 가장 많은 직업들이 포함되었다. 해당 직업들은 지적 능력과 기술적 능력이 모두 필요하기 때문에 향후 기술변화에 따라 다소 유동적인 직업으로 판단된다. 모든 연도의 WARS가 가장 낮을 뿐만 아니라 요인분석에서 업무적 능력과 기술적 능력은 가장 높았고 신체적 능력도 높은 편이었다. 따라서 미시적인 관점에서는 대체가 가장 천천히 이루어지겠지만, 거시적으로 봤을 때는 직업에 따라 대체속도가 달라질 가능성이 높다. 즉, 다른 직업군에 비해 기술에 의한 인력 대체가 천천히 진행되기 때문에 이 직업군에 종사하는 인력의 기술변화에 대한 대응과 대처가 향후 어떤 방향으로 변화될 수 있는지에 대한 관심이 필요할 것으로 보인다.

집단 3은 변화율은 낮지만 고위험이 예상되는 직업군인데, 변화율이 낮은 이유가 이미 상당수 대체가 진행되고 있기 때문으로 봐야 할 것이다. 즉, 집단 3에 포함된 종사자들은 현재 직업에 대한 능력 수준이 낮음을 인지하고 있기 때문에 이미 상당히 기술변화에 대해 인지하고 있거나 대체 가능성을 인식하고 있는 것으로 이해할 수 있다. 실제적으로 요인분석에서 도출된 업무적능력, 기술적능력, 신체적능력이 모두 가장 낮은 수준이다. 따라서 집단 3은 현재 시점부터 이미 상당히 기술에 의한 인력 대체가 발생하고 있다고 판단되기 때문에 빠른 시기 안에 이들 직업군의 대응 마련을 위한 대책이 필요하다.

집단4는 현재 시점에서 WARS는 덜 높지만 변화율도 크고 2025년 전망도 위험하다고 판단하고 있는 직업군이다. 이 집단에 소속된 직업은 대부분 몸을 움직여 일을 하는 행동적 요소가 많이 내포되어 있는데, 향후 기술에 의해 대체될 가능성은 농후하지만 아직은 기술의 발달에 의한 대체가 덜 진전된 직업으로 보아야 할 것이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 모든 직업은 향후 기술발전에 따른 일자리 대체로부터 자유로운 직업은 거의 없다고 봐도 무방할 것이다. 물론 기술이 아무리 발전해도 대체될 수 없는 일자리는 분명히 있겠지만, 정말 어떤 직업이 그 직업인지를 섣불리 예측할 수도 없다. 결국 기술은 인간의 두뇌를 통해 발전하지만 그 기술은 결국 인간이 해야 할 역할을 대신하는 것이다. 또한 대체에 대한 대처도 인간의 몫이다. 각 직업군별로 향후 어떤 시기쯤 본인의 일자리가 위협받을 것인지를 판단하고 준비해야 한다. 본 연구는 그런 시기를 명

확하게 제시할 수는 없지만 변화속도에 대해 제시하는 시사점이 있다. 향후 본 연구의 내용을 바탕으로 좀 더 정밀한 방식과 체계를 적용하여 그 시기를 예상해 보는 것도 의의가 있을 것이다.

향후 10년에 걸쳐 나타날 수 있는 인공지능 로봇기술의 고용영향에 대해 분석해 본 결과, 기술전문가가 평정한 직무능력 수준 대체 평균값과 현직자의 능력 수준 평균값 차이를 바탕으로 대체되는 직무능력의 비율을 세부 직업별로 분석할 경우, 단지 기술적 차원에서만 분석했을 때 대체 가능한 직업능력 항목 비율이 높은 취업자의 비중이 상당히 높게 나타났다. 2025년 전체 평균 대체위험비율이 70.6%에 달하였고, 가장 대체위험비율이 높은 단순노무직은 무려 90.1%가 대체위험에 직면하였다. 인공지능 로봇기술의 고용영향이 가장 적은 관리직도 같은 기간이면 49.2%가 대체위험에 직면하고, 전문가 직종도 56.3%로 과반수가 대체위험에 직면하였다.

결국 직무 수준과 이를 대체할 기술발달의 수준을 직접 비교하여, 모든 직종에서 대체될 위험에 직면할 인원의 비율을 구할 경우 다른 연구에 비해 일자리를 잃을 위험에 직면할 가능성이 더 높게 나타난 것이다. 기술발전에 대한 전문가의 평가가 높은 이유도 있겠지만, 현재 우리나라의 직종구조가 그만큼 필요한 직무역량 수준이 낮은 수준에 머무르고 있기 때문에 이러한 결과가 나타났을 가능성도 높다. 특히 주의를 기울여야 할 부분은 기술적 차원의 대체를 의미할 때 역사적 경험에서 시사하듯이 현실세계에서의 실제적 대체는 경제적 효율과 사회적 합의에 의해 조정될 것이다.

향후 5년 이후 빠르게 고용대체의 위험에 직면할 가능성이 높은 단순노무직, 농림어업 숙련종사자, 장치, 기계조작 및 조립종사자 등에 대해서는 서둘러 고용 대체위험을 완화할 제도적 보완과 직종 전환을 위한 지원 등의 적극적 대책 마련이 필요하다. 이들 직종 종사자들이 대부분 임금이나 소득 수준도 낮은 저소득층에 속할 가능성이 높으므로, 대응이 늦을 경우 생존 자체가 어려워지는 사회문제로 비화될 수 있기 때문이다. 복지나 사회보장에 대한 투자 증대 등 사회 전반에 걸친 안전망 확충과 더불어 사회적 부가가치를 높일 수 있는 부문으로의 이동을 촉진하는 세부 직종별 전환하는 대책이 필요하다.

전문가 직종에서는 기존에 취업이 용이했고 안정성이 높았던 의약이나 교육 분야의 취약성이 두드러지는 점이 부각되었다. 인공지능 로봇기술의 발전

과 적용 가능성이 높은 산업 분야라는 특징이 산업사회의 고용 안정성과는 다른 결과를 빚어내고 있기 때문이다. 직업안정성을 추구하는 개인 입장에서는 향후 자신의 전문 분야 선택에 있어서 좀 더 신중해질 필요성을 보여준다. 대졸자의 전공계열별로 볼 때에도 졸업생 대비 대체위험 인원 비율이 높게 나타난 부문이 의약, 교육 순이었다는 점도 이러한 사실을 뒷받침한다.

어떤 직종에 종사하든지 개인의 역량개발 차원에서는 종합적인 분석과 판단, 의사결정과 의사소통 등의 역량이 확실히 인공지능 로봇기술에 의한 대체위험이 낮게 나타나는 점에 주목할 만하다. 직종 중분류 차원에서 파악해 보면, 대분류에서의 대체위험비율이 높거나 낮음에 관계없이 이러한 역량이 요구되는 직종에서 상대적으로 대체위험에 직면할 가능성이 낮게 나타났기 때문이다.

인공지능 로봇기술이 본격 발달한 미래에는 개인 차원에서의 대응보다 사회 차원에서의 대응이 더 중요해진다. 거의 모든 직종에서 심각한 대체위험을 겪을 경우, 노동을 판매하여 생계를 연명하는 노동자로 살아남을 가능성이 매우 낮아지기 때문이다. 결국 중요한 일은 각 개인이 어떤 직업을 갖거나 역량을 갖추느냐의 문제가 아니라, 사회 전반에서 인간의 역할이나 인간이 하는 일의 가치를 어떻게 평가할 것이냐의 문제가 될 가능성이 높다. 단순히 경제적 부가가치를 높이는 일에 대해서만 가치를 부여하고 임금을 지급하는 현재의 시스템이 아니라, 사회적으로 대가를 지급할 인간의 역할이나 일을 다양하게 규명하고 이에 대해 적절한, 사회적 존재로 살아가기에 충분한 대가를 지급하는 시스템 전환을 준비해야 할 시기가 급속히 다가오고 있다. 일각에서 제기되고 있는 기본소득제도나 로봇 소유에 대한 자본세를 부과하자는 목소리가 점차 힘을 얻어갈 것으로 예상된다.

기술혁신에 따른 직무대체 위협에 놓인 근로자의 원활한 부문 간 이동(transition)을 지원하기 위해서는 기술대체 위협에 놓인 취약 근로자의 전직 가능한 대안 직종을 분석하여 제시하고, 심리적 안정 프로그램과 맞춤형 훈련 프로그램을 동시에 제공하는 패키지 형태의 정책 프로그램을 마련해야 할 것이다. 또한 전직 이행 기간의 근로자의 소득 지원을 강화하여 생활 안정 기반을 마련토록 해야 할 것이다. 이를 위해서는 근로자 및 시민사회, 사용자 및 정부 관계 부처가 참여하는 포용적 협력체계를 구축하고 대화를 통해 지속적으로 상생의 노력을 지속해야 할 것이다.

지능정보기술을 활용한 고용서비스를 활성화하기 위해서는 근로자들의 역량을 최적으로 활용할 수 있도록 빅데이터 분석과 스마트 모바일 기술을 활용한 정밀한 노동시장 정보를 제공하고, 구인자의 요구 수준과 구직자의 준비 정도를 반영한 매칭 기능을 향상시켜야 할 것이다. 또한 새롭게 부각되고 있는 신산업 분야, 디지털 기술 활용에 대한 인식을 높이고, 산업계의 요구에 부합되는 교육이 이뤄질 수 있도록 수요 맞춤형 교육과 기술 훈련이 이뤄져야 할 것이다. 이를 위해서는 학교와 직업 현장의 교류를 활성화하기 위한 체계를 구축해야 할 것이다. 이외에도 민간 부문의 온라인 고용서비스 기관과도 디지털 도구 및 기술을 활용하여 행정 효율성을 높여야 하며, 디지털 도구를 활용하여 상호교류와 경험 전수를 통해 근로자 간 암묵적인 지식을 공유하는 네트워크 생태계를 구축하기 위해 노력해야 할 것이다.

제2절 직업능력 대체고 비율 직종 전직 대안

2020년을 기준으로 인공지능 로봇기술이 현직자의 직업능력 수준을 대체하는 비율이 높은 직업들을 살펴보면, 주방보조원, 세탁원 및 다림질원, 건설 및 광업단순종사원, 금속가공기계조작원, 청소원, 주유원 등 단순 과업이 해당 직업의 주요 업무임을 알 수 있다. 직업능력 수준의 대체비율이 높다는 것이 곧바로 해당 직업의 일자리가 사라지는 것을 의미하지는 않는다. 경제적 효율성, 사회제도적 승인 등 다양한 요소가 기술의 일자리 대체에 개입하게 된다. 그럼에도 불구하고 직업위세가 낮을수록 사회적 영향력이 제한되기 때문에 기술대체에 취약할 수밖에 없기 때문에 통합적 사회구성을 위한 예방적 정책 수립을 위한 해당 직종의 전직 지원을 위한 관심을 기울여야 할 것이다.

이런 직종들의 전직 대안은 업무수행능력과 지식의 편차가 작아서 짧은 기간의 훈련을 통해 전직이 가능해야 하고(박가열·천영민, 2014), 상대적으로 스마트 자동화 기술에 의한 일자리 대체 민감성이 낮아야 할 것이다. 다만, 이러한 전직대안 직종 역시 시간의 경과에 따라 직업능력 대체비율이 높아질 수밖에 없기 때문에 한시적인 고육지책일 수밖에 없다. 따라서 기술발전에 적응하고 고용 가능성을 유지하기 위해서는 생애 전반에 걸쳐 지속적으로 직업능

력을 강화하기 위한 노력이 요구된다.

<표 5-1>에서 제시되듯이, 일자리 대체 민감직종은 직능 수준(skill level)이 낮은 단순 직종으로 구성되어 있다. 대부분의 전직 대안 직종이 해당 영역의 관련 직업임을 알 수 있는데, 예를 들어 음식점에서 근무하는'주방보조원'의 경우 전직 대안으로 패스트푸드원, 음식배달원 등이 추천되었다. 따라서 직업훈련을 통해 해당 부문에서 상대적으로 대체위험성이 낮은 고기능 직종으로의 전직 지원을 활성화해야 할 것으로 판단된다. 앞선'주방보조원'의 경우 조리사나 제빵제과원 등과 같이 음식과 관련된 직종을 전직 목표로 설정하고 직업훈련 과정에 참여시키는 상담전략을 적용해야 할 것이다.

<표 5-1> 일자리 대체 민감직종(2020년 기준, 0.7 이상) 전직 대안 직업(예시)

직업 명	대체비율	전직대안
주방보조원	0.8262	패스트푸드원(57%), 음식배달원(64%), 낙농업 관련 종사원(66%), 환경미화원 및 재활용품수거원(44%)
세탁원 및 다림질원	0.7812	-
건설 및 광업 단순 종사원	0.7581	환경미화원 및 재활용품수거원(44%), 패스트푸드원(57%), 낙농업 관련 종사원(66%), 하역 및 적재 단순 종사원(46%), 시멘트석회 및 콘크리트 생산직(61%), 직조기 및 편직기조작원(52%), 선박갑판원 및 관련 종사원(52%), 양식원(47%), 수금원(62%), 하역 및 적재단순종사원(46%), 콘크리트공(63%)
금속가공 기계조작원	0.7517	용접원(48%), 세탁 관련 기계조작원(64%), 단열공(65%), 전기부품 및 제품 생산직(기계조작)(60%), 과실 및 채소가공원(기계조작)(54%), 금형원(56%), 화학물 가공 및 생산직(기계조작)(56%), 곡물가공제품생산직(기계조작)(63%), 일반기계조립원(43%), 재활용 처리 및 소각로 조작원(34%), 물품이동장비조작원(45%), 전기 부품 및 제품생산직(기계조작)(60%)
청소원	0.7507	환경미화원 및 재활용품수거원(44%), 패스트푸드원(57%), 노점 및 이동판매원(54%), 주차관리원 및 안내원(63%)
주유원	0.7468	환경미화원 및 재활용품수거원(44%), 음식배달원(64%), 패스트푸드원(57%), 바닥재시공원(40%), 직조기 및 편직기조작원(52%), 콘크리트공(63%),

제3절 기술혁신에 따른 전직지원서비스 방안

최근 들어 지능정보의 대표적인 기술인 인공지능 로봇기술의 사회적 영향력에 대한 관심이 집중되고 있다. 특히 일자리 대체의 위협에 따른 인간의 존재 가치에 대한 회의적인 시각이 존재한다. 반면에 인공지능 로봇기술 역시 그동안의 기술 혁신이 인간의 보편적 삶을 개선하는 데 기여했던 방식과 마찬가지로 단기적으로는 특정 영역에 부수적 피해를 입힐 수 있을지라도 장기적으로는 전반적으로 긍정적으로 작용할 것이라는 낙관론 역시 양립하고 있다. 문제는 이처럼 급격히 진화하는 기술혁신에 따른 새로운 일자리 창출 전략 수립과 더불어 일자리 대체 위협에 전면적으로 노출된 직종에 종사하는 취약한 저숙련 근로자들의 대안 일자리로의 순행을 지원하기 위한 대책이 시급히 요청되고 있다.

기술혁신이 일자리에 미치는 영향에 대해 다음과 같은 고용서비스 부문의 정책 대응으로 디지털 일자리 창출 촉진, 디지털 도구에 대한 접근성 제고, 근로자 역량 강화, 근로지 이동성 지원, 공공 고용서비스 활성화 등을 고려할 수 있다고 제안되었다(WBG, 2015). 기술혁신에 따른 일자리 대체 문제를 해결하기 위한 전직 지원 방안을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기술혁신에 따른 직무 대체 위협에 놓인 근로자의 원활한 부문 간 이동(transition)을 지원해야 할 것이다. 이를 위해서는 기술대체 위협에 놓인 취약 근로자의 전직 가능한 대안 직종을 분석하여 제시하고, 심리적 안정 프로그램과 맞춤형 훈련 프로그램을 동시에 제공하는 패키지 형태의 정책 프로그램을 마련해야 할 것이다. 또한 전직 이행 기간의 근로자의 소득 지원을 강화하여 생활안정 기반을 마련토록 해야 할 것이다. 이를 위해서는 근로자 및 시민사회, 사용자, 및 정부 관계 부처가 참여하는 포용적 협력체계를 구축하고 대화를 통해 지속적으로 상생의 노력을 지속해야 할 것이다.

둘째, 특히 공공 및 민간 고용서비스와 관련해서 근로자들의 역량을 최적으로 활용할 수 있도록 빅데이터 분석과 스마트 기술을 활용한 정밀한 노동시장 정보를 제공하고, 구인자의 요구 수준과 구직자의 준비 정도를 반영한 매칭 기능을 향상시켜야 할 것이다. 또한 새롭게 부각되고 있는 신산업 분야, 디지털 기술 활용에 대한 인식을 높이고, 산업계의 요구에 부합되는 교육이 이

뤄질 수 있도록 수요 맞춤형 교육과 기술훈련이 이뤄져야 할 것이다. 이를 위해서는 학교와 직업 현장의 교류를 활성화하기 위한 체계를 구축해야 할 것이다. 이외에도 민간 부문의 온라인 고용서비스 기관과도 디지털 도구 및 기술을 활용하여 행정 효율을 높여야 하며, 디지털 도구를 활용하여 상호교류와 경험 전수를 통해 근로자 간 암묵 지식을 공유하는 네트워크 생태계를 구축하기 위한 노력을 경주해야 할 것이다.

다음으로 디지털 기술 혁신에 따른 새로운 일자리 창출과 고용능력 강화를 위한 방안을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기술발달로 인한 새로운 일자리가 창출될 가능성이 높거나 기존 일자리 중 기술 의존도가 높은 일자리 부문에서 디지털과 관련된 일자리 창출을 촉진하는 전략을 수립하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 ① 혁신적인 기업가를 지원하기 위한 정책 및 제도적 규제를 완화하고, ② 혁신적인 스타트업 창업 기업의 자금 지원을 위한 기술력에 기초한 신용 대출을 확대하고, ③ 정보통신(ITC), 사이버 보안 등의 기반 시설을 조성하여 접근성을 확대하며, ④ 신기술 분야와 관련된 정부 부문의 수요를 효용성을 평가하여 선도적으로 창출하고, ⑤ 신기술을 보유한 인재의 시의적절한 공급을 제공하기 위해 노동시장과 교육계의 연계를 강화해야 할 것이다.

둘째, 디지털 도구(digital tools)의 활용과 접근성을 높이기 위해서는 컴퓨터, 로봇, 인터넷에 기초한 업무환경을 조성하고, 효율적인 시장이 작동하고 자원에의 접근이 용이할 수 있는 체제를 마련해야 할 것이다. 또한, 기술발전으로 인한 즉석 수요(on-demand)에 민감한 플랫폼 경제체제에서의 노동의 비공식영역 확대는 기존의 산업화 시대의 노동 관련 법제와 충돌할 우려가 높고, 고용 불안정성이 높아지게 된다. 이처럼 기술혁신 기반 플랫폼 경제 생태계에서 발생할 수 있는 문제에 대한 치밀한 대책과 적정한 규제 설정을 위한 노력이 요구된다. 예를 들면 저렴하고 신뢰성을 갖춘 인터넷망의 확산이나 국제적 표준을 갖춘 대금지불과 보수지급을 위한 전자결제시스템의 확산을 고려할 수 있다.

셋째, 혁신적으로 발전하는 기술변화에 빠르게 적응하기 위한 근로자의 고용역량 강화를 위해 산업수요에 기초한 맞춤형 훈련과 사회적 기술, 언어교육 등 보편적인 직업능력 개발을 지원해야 할 것이다. 또한 기존의 제조업 중심

의 전통적인 고용관계 밖의 플랫폼 경제에서 증가하고 있는 비정형 근로자의 기본적인 권리를 보호하기 위한 사회안전망을 재정비하며, 프로젝트 형태의 다중취업자(multi-tasking workers)에 대한 보호 및 의무 부여 제도를 마련해야 할 것이다.

제4절 제언

기술 혁신이 일자리에 미치는 영향에 대한 낙관론과 비관론 사이의 논쟁의 역사는 길다. 최근 급속하게 진행되고 있는 인공지능 로봇기술 등 지능정보 기술에 의한 일자리 영향력 역시 장기적으로 전반적인 인류 복지에 기여할 것이라는 낙관론과 숙련 수준이 낮은 노동인력을 잉여화하고 격차를 양극화할 것이라고 비관론이 상존한다. 기술발전이 가져올 미래 일자리의 모습은 기술을 적용하는 관점에 따라서 결정되므로 자본의 효율성 중심에서 탈피하여 일자리를 함께 나누는 인간 중심적인 접근이 요구된다.

향후 10년 이후 지능정보기술의 혁신적 발전은 상당수의 직업에서 기존 일자리를 대체하기 시작할 것이고, 플랫폼 경제의 확산으로 고용의 형태와 일하는 방식에서도 커다란 변화를 겪을 것으로 예상된다. 이러한 기술 혁신에 따른 근본적인 일자리 변화에 능동적으로 대처하고 일자리 위기 직종에 종사하는 근로자의 원활한 전직 지원을 활성화하기 위해서는 다음의 당면한 정책과제에 대한 해결책을 찾기 위해 노력해야 할 것이다.

첫째, 기술 혁신에 따른 미래의 고용 및 일자리 창출 정책을 총괄하고 조정하는 기관이나 기구를 신설하거나 기존의 관련 부서를 확대하는 것을 고려할 수 있다. 이를 통해 현재 다양한 정부 부처, 지자체별로 산재한 미래 고용 및 일자리 정책 및 사업의 타당성을 검토하고 조정하는 역할을 담당하도록 할 수 있을 것이다. 나아가 한시적인 정권 차원의 문제를 넘어서 국가의 장기적인 비전을 고려하여 미래 일자리 전략과 의제를 다루기 위한 기능을 부여할 수 있을 것이다.

둘째, 기술혁신에 직간접적으로 영향을 받는 직업구조의 변화에 선제적으로 대응하기 위해서는 기존의 정태적 고용구조에 맞추어진 현행 인력 수급 전

망을 개선하고 지능정보기술 대체 위협 직종에 관한 조기경보 체제 구축을 통한 원활한 경력이동을 지원해야 할 것이다. 이를 위해서는 고용 및 직업(무)정보 수집, 분석, 및 전달체계 통합 및 빅데이터 분석 강화를 통한 일자리 위협 직종 조기경보 체제를 구축해야 할 것이다. 또한 현재 산재되어 있는 고용 및 직업 관련 통계 및 정보 연계성을 강화해야 할 것이다. 이를 위해서는 통계청 지역고용조사(RES), 고용보험 데이터베이스 정보 수집 세분화 및 주관 기관 통합을 통한 책임성을 높여야 할 것이다.

셋째, 기술혁신에 따른 직무대체 위협 근로자의 원활한 전직 지원을 위한 직업상담 서비스와 직업능력 개발을 지원하기 위한 정책을 수립해야 할 것이며, 특히 플랫폼 기반 비정형근로가 확대됨에 따라 기존의 고용법제 체제로부터 사각지대가 발생하지 않도록 제도적으로 보완해야 할 것이다. 이를 위해서는 전직 지원 서비스 부문에 종사하는 고용서비스 인력의 미래 직업세계 변화 인식, 전직스트레스 관리와 관련된 전문 역량을 강화하기 위한 체제를 구축해야 할 것이다.

넷째, 플랫폼 경제가 확대되면서 기존의 법제에 해당되지 않는 비정형 근로자의 권리를 보호하기 위한 규범을 정하는 법안을 마련하여, 특수형태 업무종사자와 즉석(On-demand) 노동에 참여하는 인력의 노동 관련 기본권을 보호하기 위해 노력해야 할 것이다.

기술혁신에 따른 일자리 영향에 대한 장기적인 정책과제는 고용과 노동을 둘러싼 연관된 부문인 교육 및 복지정책과 연계하여 해결책을 마련해야 할 것이다.

첫째, 기술혁신이 급격하게 전개될 향후 지능정보사회에서는 교육의 유효기한이 제한적일 수밖에 없고 평생학습체제로 전환해야 할 것이다. 근로자들이 전 생애기간 지속가능한 고용능력을 보유하기 위해서는 사회와 학교의 연결고리를 보다 강화해야 할 것이다. 한편, 기술대체 위협 대응 지속가능 지능정보 활용 능력 보유 여부를 진단하는 생애 전환기 고용능력 진단도 시범적으로 실시할 수 있을 것이다.

둘째, 근본적인 교육체제의 개편이 필요하다. 현행 단순 지식의 암기나 답습보다는 창의성, 문제해결력, 상호작용 협업능력을 길러주는 체험 중심의 교과과정 및 교육방식을 전면적으로 도입해야 할 것이다. 또한 급변하는 노동시장 현실을 교육과정에 구조적으로 내재화시키기 위한 법제 및 정책 프로그램

을 마련해야 할 것이다. 사회가 분화되고 전문화되면서 교원 구성의 다양성 역시 고려해야 할 시점에 왔다고 판단된다.

셋째, 근로복지 연계의 큰 틀에서 기술혁신에 따른 생산성 향상의 사회적 과실을 재분배하기 위해 일정 부분의 기본소득과 인공지능 로봇기술에 대한 자본세를 미시적으로 결합하기 위한 세제정책도 고려해야 할 것이다. 최근 자녀세대가 부모세대를 부양하던 전통이 저 출산 고령사회로 급격히 이행하면서 신기루가 되고 있다. 이제는 인간이 창출한 신개념, 자녀세대인 인공지능 로봇이 인간을 부양하는 미래시대를 구성하기 위해 준비해야 할 것이다.

참고문헌

김세움(2015). 기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응, 한국노동연구원.

김은정(2016). 인공지능 발전이 가져올 2030년의 삶, *NIA Special Report 2016-4*, 한국정보화진흥원.

박가열·천영민(2014). 직업정보를 활용한 직업 유사성 연구, 한국고용정보원 미출간 연구보고서.

정지형 외(2014). 스마트기술의 발전과 고용환경 변화 전망, *전자통신동향분석 제29권 제2호*, 한국전자통신연구원.

한국고용정보원(2016). "인간과 AI·로봇의 협업 시대가 왔다", 보도자료, 한국고용정보원.

Arntz, Gregory, & Zierahn(2016). The Risk of Automation for jobs in OECD Countries: A comparative Analysis, OECD Social, *Employment and Migration Working Papers, No. 189*, OECD Publishing, Paris.

Autor, Levy & Murnane(2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, Quarterly *Journal of Economics, Vol. 118(4)*, pp. 1279-1333.

Brynjolfsson, E. and McAfee, A. (2011). Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy. Digital Frontier Press Lexington, MA.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation. Retrieved September, 7, 2013.

Keynes, J. M.(1933). Economic possibilities for our grandchildren (1930). Essays in persuasion, pp. 358-73.

Pew Research Center(2014). AI, Robotics, and the Future of Jobs. Pew research Center. http://www.pewinternet.org/2014/08/06/future-of-jobs/.

World Bank Group.(2015). The Effects of Technology on Employment and Implications for Public Employment Services, *Report prepared for the G20 Employment Working Group Meeting,* World Bank Group.

World Economic Forum(2016). Future of Jobs Survey, WEF.

부 록

<부표 1> 2020년 WARS - 1표준편차 사용시(보수적)

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
건설 및 광업 단순종사원	0.1733	의무기록사	0.0000
청소원	0.1519	음식서비스 관련 관리자	0.0000
주방보조원	0.1482	국가지방 및 공공 행정사무원	0.0000
콘크리트공	0.1406	사진작가 및 사진사	0.0000
낙농업 관련 종사원	0.1344	사서 및 기록물관리사	0.0000
주유원	0.1256	항공기객실승무원	0.0000
곡식작물재배원	0.1167	일반의사	0.0000
금속가공기계조작원	0.1140	철도 및 전동차 기관사	0.0000
매표원 및 복권판매원	0.1001	기타 스포츠 및 레크레이션 전문가	0.0000
간병인	0.0940	기타 사무원	0.0000
육류어패류낙농품 가공,생산직	0.0938	법무사 및 집행관	0.0000
화학물 가공 및 생산직(기계조작)	0.0893	측량 및 지리정보 전문가	0.0000
방문판매원	0.0887	수의사	0.0000
홍보도우미 및 판촉원	0.0887	미용사	0.0000
양식원	0.0860	큐레이터 및 문화재보존원	0.0000
안마사	0.0859	감정평가전문가	0.0000
기타 자동차 운전원	0.0838	세무사	0.0000
주차 관리원 및 안내원	0.0823	생명과학연구원 및 농림어업연구원(기술자)	0.0000
의복가죽 및 모피 수선원	0.0798	기타 금융 및 보험 관련 전문가	0.0000
펄프 및 종이 생산직(기계조작)	0.0795	국악 및 전통 예능인	0.0000
재단사	0.0788	문화예술디자인 및 영상 관련 관리자	0.0000
경량철골공	0.0774	자연과학연구원	0.0000
타이어 및 고무제품 생산직(기계조작)	0.0765	보건위생 및 환경 검사원	0.0000
강구조물 가공원 및 건립원	0.0763	변리사	0.0000
택배원	0.0762	한의사	0.0000
금형원	0.0760	사회과학연구원	0.0000
미장공	0.0758	정보통신 관련 관리자	0.0000
가사도우미	0.0748	전문의사	0.0000
바텐터(조주사)	0.0741	영관급 이상	0.0000
공업배관공	0.0740	간판 제작 및 설치원	0.0000
건축도장공	0.0738	신용추심원	0.0000
연근해원양 어부 및 해녀	0.0733	판사 및 검사	0.0000
수금원	0.0729	보건의료 관련 관리자	0.0000
정육원 및 도축원	0.0725	대학교수	0.0000
시멘트석회 및 콘크리트 생산직	0.0724	치과의사	0.0000
패스트푸드원	0.0724	증권 및 외환 딜러	0.0000
주조원	0.0719	보험 및 금융 상품개발자	0.0000
안경사	0.0717	투자 및 신용 분석가	0.0000

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
경리사무원	0.0717	자산운용가	0.0000
매장계산원 및 요금정산원	0.0716	변호사	0.0000
용광로용해로 및 금속가열로 조작원	0.0711	회계사	0.0000
판매 관련 단순 종사원	0.0710	항공기조종사	0.0000
숙박시설서비스원	0.0700	비서	0.0119
혼례종사원	0.0698	통역사	0.0120
출납창구사무원	0.0697	번역가	0.0137
떡제조원	0.0695	법률 관련 사무원	0.0142
기타 예식 관련 서비스 종사원	0.0689	출판물기획전문가	0.0154
예능 강사	0.0684	인사 및 노사 관련 전문가	0.0174
일식조리사(주방장 포함)	0.0684	경영 및 진단 전문가	0.0177
보조교사 및 기타 교사	0.0683	의회의원 고위공무원 및 공공단체임원	0.0186
곡물가공제품생산직(기계조작)	0.0679	상품기획전문가	0.0189
부동산 컨설턴트 및 중개인	0.0678	연구관리자	0.0196
기타 사회복지 관련 종사원	0.0678	의지보조기기사	0.0198
바닥재시공원	0.0678	식품공학 기술자 및 연구원	0.0202
총무사무원	0.0675	감사사무원	0.0203
보육교사	0.0668	조세행정사무원	0.0205
여행사무원	0.0666	직업상담사 및 취업알선원	0.0206
기타 학원강사 및 방과후교사	0.0663	도시 및 교통 설계 전문가	0.0207
상점판매원	0.0658	부동산 조사 인력알선 및 그외 전문서비스 관리자	0.0208
행정 및 경영지원 관련 서비스 관리자	0.0650	전기·가스 및 수도 관련 관리자	0.0210
성직자	0.0649	금융 관련 사무원	0.0214
유치원교사	0.0648	건설 및 광업용 기계 설치 및 정비원	0.0215
사회복지사	0.0636	교육관리자	0.0216
시민단체활동가	0.0636	가전영상기기전자음향장비 설치 및 수리원	0.0216
기타 의복 제조원	0.0629	인문과학연구원	0.0217
음식 배달원	0.0603	감독 및 기술감독	0.0218
세탁 관련 기계조작원	0.0587	농림어업시험원	0.0221
구두 미화원 및 수선원	0.0579	장학관연구관 및 교재개발원	0.0222
전산자료입력원 및 사무보조원	0.0572	해외 영업원	0.0223
노점 및 이동 판매원	0.0571	내선전공	0.0224
고무 및 플라스틱 제품조립원	0.0567	선박정비원	0.0224
기타 여가 및 스포츠 관련 종사원	0.0567	기자 및 논설위원	0.0224
철근공	0.0565	제품생산 관련 관리자	0.0224
하역 및 적재 단순 종사원	0.0564	패턴사	0.0225
청원경찰	0.0563	철도 기관차 및 전동차 정비원	0.0226
무용가 및 안무가	0.0561	자동차정비원	0.0227
간호조무사	0.0561	대학교육조교 및 연구보조원(RA)	0.0228
기업고위임원	0.0561	방수공	0.0229
자동조립라인 및 산업용로봇 조작원	0.0561	숙박여행오락 및 스포츠 관련 관리자	0.0230

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
과실 및 채소 가공원(기계조작)	0.0560	치과위생사	0.0231
기타 연극영화 및 영상 관련 종사자	0.0559	회계사무원	0.0232
화물차 및 특수차 운전원	0.0558	샷시 제작 및 시공원	0.0232
결혼상담원 및 웨딩플래너	0.0556	응급구조사	0.0234
신발 생산직(기계조작)	0.0555	임상병리사	0.0234
기타 생산직(기계조작)	0.0554	건설자재시험원	0.0236
아나운서 및 리포터	0.0554	영상녹화 및 편집 기사	0.0237
상품중개인 및 경매사	0.0547	이용사	0.0237
가구조립원	0.0544	법률관련 사무원	0.0238
환경미화원 및 재활용품수거원	0.0543	PC 및 사무기기 설치 및 수리원	0.0239
육아도우미(베이비시터)	0.0542	기계시험원	0.0239
섬유생산직(기계조작)	0.0542	선장항해사 및 도선사	0.0239
선박 및 열차 객실승무원	0.0540	기타 운송장비 정비원	0.0239
전자 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.0540	촬영기사	0.0240
여행 및 관광통역 안내원	0.0539	무역사무원(관세사무원 포함)	0.0240
양식조리사(주방장 포함)	0.0537	철로 설치 및 보수원	0.0240
웨이터 및 접객원	0.0536	중고등학교 교사	0.0240
온라인쇼핑몰판매원(전자상거래)	0.0533	항공기정비원	0.0240
설문 및 통계 조사원	0.0532	건설 및 채굴 기계운전원	0.0240
한식조리사(주방장 포함)	0.0531	대학시간강사	0.0240
김치 및 밑반찬 제조종사원	0.0531	가구 제조 및 수리원	0.0240
표백 및 염색원(기계조작)	0.0531	문리 및 어학 강사	0.0240
광고 및 홍보 전문가	0.0531	제빵원 및 제과원	0.0241
판금원	0.0529	비파괴검사원	0.0241
도배공 및 유리부착원	0.0528	생명과학시험원	0.0242
채소 및 특용작물 재배원	0.0526	직업운동선수	0.0242
연예인 및 스포츠 매니저	0.0526	물품이동장비조작원	0.0243
선박 갑판원 및 관련 종사원	0.0525	제품디자이너	0.0243
오락시설서비스원	0.0525	통신 및 관련 장비 설치 및 수리원	0.0244
피부미용 및 체형 관리사	0.0523	건설배관공	0.0245
상품대여원	0.0520	전기 및 전자 시험원	0.0245
사육사 및 조련사	0.0516	작가 및 관련 전문가	0.0245
자동차부분품조립원	0.0516	전기 및 전자 부품 및 제품 조립원	0.0247
간호사(조산사 포함)	0.0515	법률 경찰 소방 및 교도 관리자	0.0249
도장기조작원	0.0515	위관급	0.0250
전기 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.0515	화학공학시험원	0.0251
장례상담원 및 장례지도사	0.0515	텔레마케터	0.0251
금속 및 재료 공학시험원	0.0514	치과기공사	0.0252
섬유 및 염료 시험원	0.0513	기술 및 기능계 강사	0.0252
자재관리사무원	0.0513	경기 감독 및 코치	0.0252
보험영업원	0.0513	직조기 및 편직기 조작원	0.0253

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
일반기계조립원	0.0513	귀금속 및 보석 세공원	0.0253
과수작물재배원	0.0511	가스수도전기 계기검침원 및 안전점검원	0.0253
경비원	0.0510	소방관	0.0253
단열공	0.0510	화물열차차장 및 관련 종사원	0.0256
금속공작기계기능직	0.0510	제화원	0.0256
기타 비금속제품 관련 생산직	0.0510	조명기사 및 영사기사	0.0258
공예원	0.0510	경찰관	0.0258
원예작물재배원	0.0509	경호원	0.0258
기타 음식서비스 종사원	0.0509	재봉사	0.0258
운송사무원	0.0507	특수교육교사	0.0259
여행상품개발자	0.0507	식품시험원	0.0259
기타 의료복지 관련 서비스종사원	0.0507	웹 및 멀티미디어 디자이너	0.0259
지휘자작곡가 및 연주가	0.0507	기타 주방장 및 조리사	0.0260
기타 종교 관련 종사자	0.0507	무인경비원	0.0261
광석 및 석제품 생산직(기계조작)	0.0505	애니메이터 및 만화가	0.0262
종이제품생산직(기계조작)	0.0504	버스운전원	0.0263
통신 및 방송송출 장비기사	0.0503	사진 인화 및 현상기 조작원	0.0263
소방공학 기술자 및 연구원	0.0503	중식조리사(주방장 포함)	0.0263
건축석공	0.0503	조사 전문가	0.0264
제분 및 도정 관련 기계조작원	0.0502	인쇄기조작원	0.0264
임상심리사 및 기타 치료사	0.0502	약사 및 한약사	0.0265
병무행정사무원	0.0501	기타 식품 가공 및 생산직	0.0265
전기 및 전자 설비조작원	0.0500	시각디자이너	0.0266
자동차조립원	0.0499	디스플레이어디자이너	0.0268
일반영업원	0.0498	검표원	0.0269
마술사 등 기타 문화 및 예술 관련 종사자	0.0498	고객상담원(콜센터상담원)	0.0272
환경청소 및 경비 관련 관리자	0.0497	자동차영업원	0.0273
기타 운송장비 조립 및 검사원	0.0497	패션디자이너	0.0275
관세행정사무원	0.0497	기타 미용 관련 서비스 종사원	0.0275
목재가공원(기계조작)	0.0496	관제사	0.0276
조경식재원 및 식물관리원	0.0496	화가 및 조각가	0.0277
소년보호관 및 교도관	0.0496	컴퓨터강사(정보통신강사)	0.0278
식품가공 검사원 및 등급원	0.0495	경기심판 및 경기기록원	0.0281
캐드원	0.0495	환경시험원	0.0293
생산 및 품질 관리 사무원	0.0495	우편물집배원	0.0301
재활용 처리 및 소각로 조작원	0.0493	가수 및 성악가	0.0303
건축목공	0.0492	관세사	0.0308
단조원	0.0492	정부 및 공공 행정 전문가	0.0329
농림어업 관련 단순종사원	0.0489	청소년지도사 및 기타 상담전문가	0.0345
악기 제조수리 및 조율사	0.0489	학습지 및 방문 교사	0.0369
방사선사	0.0489	초등학교교사	0.0369

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
사회복지 관련 관리자	0.0488	컴퓨터하드웨어 기술자 및 연구원	0.0394
도금기 및 금속분무기 조작원	0.0487	메이크업아티스트 및 분장사	0.0398
인사교육 및 훈련 사무원	0.0487	배우 및 모델	0.0402
산업전공	0.0486	플라스틱제품생산직(기계조작)	0.0429
음료생산직(기계조작)	0.0486	기타 공학 관련 기술자 및 시험원	0.0434
보험심사원 및 보험사무원	0.0486	석유 및 천연가스 생산직(기계조작)	0.0435
운송관련 관리자	0.0486	컴퓨터시스템 및 네트워크보안 전문가	0.0436
손해사정인	0.0486	컴퓨터시스템 설계 및 분석가	0.0438
물리 및 작업 치료사	0.0485	정부행정 관리자	0.0440
화학공학 기술자 및 연구원	0.0485	음향 및 녹음 기사	0.0440
화학제품생산직(기계조작)	0.0484	데이터베이스 설계구축 및 관리 기술자	0.0440
시스템소프트웨어개발자	0.0483	용접원	0.0441
영양사	0.0482	세탁원 및 다림질원	0.0441
웹마스터 및 웹개발자(웹프로그래머)	0.0482	응용소프트웨어개발자(응용프로그래머)	0.0441
통신서비스 및 이동통신기 판매원	0.0481	정보시스템운영자	0.0442
기획 및 마케팅 사무원	0.0479	건설 및 광업 관련 관리자	0.0442
스포츠 및 레크레이션 강사	0.0479	위생사	0.0443
제관원	0.0478	양장 및 양복 제조원	0.0443
장기 부사관 및 준위	0.0478	발전 및 배전 장치조작원	0.0444
영업 및 판매 관련 관리자	0.0475	행사이벤트 및 전시 기획자 및 전문가	0.0447
유리 및 유리제품 생산직(기계조작)	0.0474	승강기 설치 및 정비원	0.0451
냉난방 관련 설비 조작원	0.0474	네트워크시스템 분석가 및 개발자	0.0453
조림영림 및 벌목원	0.0472	섬유공학 기술자 및 연구원	0.0453
공업기계 설치 및 정비원	0.0471	건축가 및 건축공학기술자	0.0454
금속재료 공학 기술자 및 연구원	0.0471	기계공학 기술자 및 연구원	0.0455
환경공학 기술자 및 연구원	0.0471	전자공학 기술자 및 연구원	0.0455
조적공 및 석재부설원	0.0470	자연과학시험원	0.0456
기타 채굴 및 토목 관련 종사자	0.0470	냉동냉장공조기 설치 및 정비원	0.0456
전기공학 기술자 및 연구원	0.0469	점토제품생산직(기계조작)	0.0456
방송장비 설치 및 수리원	0.0468	안내접수 사무원 및 전화교환원	0.0457
산업안전 및 위험물 관리원	0.0468	상하수도 처리장치 조작원	0.0458
토목공학기술자	0.0468	외선전공	0.0458
금융 및 보험 관리자	0.0467	조경기술자	0.0459
에너지시험원	0.0467	애완동물미용사	0.0459
물품이동장비 설치 및 정비원	0.0467	경영지원 관리자	0.0461
배관세정원 및 방역원	0.0466	모피 및 가죽 가공 및 검사원(등급원)	0.0461
기술영업원	0.0466	통신공학 기술자 및 연구원	0.0462
보일러 설치 및 정비원	0.0466	한복제조원	0.0462
통신방송 및 인터넷 케이블 설치 및 수리원	0.0465	웹 및 멀티미디어 기획자	0.0462
택시운전원	0.0465	에너지공학 기술자 및 연구원	0.0463
광원채석원 및 석재절단원	0.0464	기타 전기 및 전자 기기 설치 및 수리원	0.0464

<부표 2> 2025년 WARS - 1표준편차 사용시(보수적)

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
주방보조원	0.4561	항공기조종사	0.0243
청소원	0.4223	전문의사	0.0253
건설 및 광업 단순 종사원	0.4066	회계사	0.0278
육류어패류낙농품 가공,생산직	0.3519	경기심판 및 경기기록원	0.0281
경량철골공	0.3415	변호사	0.0332
금속가공기계조작원	0.3390	컴퓨터하드웨어 기술자 및 연구원	0.0394
주차 관리원 및 안내원	0.3307	기타 공학 관련 기술자 및 시험원	0.0434
미장공	0.3280	컴퓨터시스템 및 네트워크보안 전문가	0.0436
낙농업 관련 종사원	0.3191	컴퓨터시스템 설계 및 분석가	0.0438
콘크리트공	0.3191	응용소프트웨어개발자(응용프로그래머)	0.0441
펄프 및 종이 생산직(기계조작)	0.3092	정보시스템운영자	0.0442
매표원 및 복권판매원	0.2892	식품공학 기술자 및 연구원	0.0443
기타 생산직(기계조작)	0.2884	발전 및 배전 장치조작원	0.0444
곡물가공제품생산직(기계조작)	0.2866	자연과학연구원	0.0445
단열공	0.2814	경영 및 진단 전문가	0.0448
강구조물 가공원 및 건립원	0.2805	건설자재시험원	0.0450
시멘트석회 및 콘크리트 생산직	0.2775	전기·가스 및 수도 관련 관리자	0.0451
주조원	0.2746	건축가 및 건축공학기술자	0.0454
주유원	0.2698	자산운용가	0.0455
세탁원 및 다림질원	0.2582	기계공학 기술자 및 연구원	0.0455
기타 자동차 운전원	0.2554	보건위생 및 환경 검사원	0.0455
음식 배달원	0.2535	상품기획전문가	0.0456
타이어 및 고무제품 생산직(기계조작)	0.2501	영관급 이상	0.0459
곡식작물재배원	0.2487	정보통신 관련 관리자	0.0460
정육원 및 도축원	0.2403	위관급	0.0461
철근공	0.2383	에너지공학 기술자 및 연구원	0.0463
과실 및 채소 가공원(기계조작)	0.2382	변리사	0.0463
건축도장공	0.2350	기타 전기 및 전자 기기 설치 및 수리원	0.0464
노점 및 이동 판매원	0.2263	에너지시험원	0.0467
판금원	0.2245	토목공학기술자	0.0468
기타 의복 제조원	0.2226	치과의사	0.0468
수금원	0.2204	금속재료 공학 기술자 및 연구원	0.0471
화물차 및 특수차 운전원	0.2180	간판 제작 및 설치원	0.0476
세탁 관련 기계조작원	0.2173	한의사	0.0476
떡제조원	0.2130	항공기정비원	0.0477
한식조리사(주방장 포함)	0.2119	비파괴검사원	0.0477
채소 및 특용작물 재배원	0.2090	장기 부사관 및 준위	0.0478
화학물 가공 및 생산직(기계조작)	0.2090	법률 경찰 소방 및 교도 관리자	0.0481
공업배관공	0.2079	도시 및 교통 설계 전문가	0.0481
건축석공	0.2076	농림어업시험원	0.0482

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
홍보도우미 및 판촉원	0.2072	투자 및 신용 분석가	0.0482
방문판매원	0.2047	시스템소프트웨어개발자	0.0483
패스트푸드원	0.1961	생명과학연구원 및 농림어업연구원(기술자)	0.0487
금속공작기계기능직	0.1960	철도 기관차 및 전동차 정비원	0.0489
간병인	0.1955	사회과학연구원	0.0490
판매 관련 단순 종사원	0.1916	증권 및 외환 딜러	0.0491
육아도우미(베이비시터)	0.1876	측량 및 지리정보 전문가	0.0491
용광로용해로 및 금속가열로 조작원	0.1867	영상녹화 및 편집 기사	0.0491
바텐터(조주사)	0.1855	경찰관	0.0492
선박 갑판원 및 관련 종사원	0.1834	화학공학시험원	0.0495
농림어업 관련 단순종사원	0.1833	해외 영업원	0.0496
택시운전원	0.1831	문화예술디자인 및 영상 관련 관리자	0.0499
안경사	0.1824	기타 금융 및 보험 관련 전문가	0.0501
안마사	0.1816	큐레이터 및 문화재보존원	0.0502
내선전공	0.1811	보건의료 관련 관리자	0.0502
양식조리사(주방장 포함)	0.1783	대학교수	0.0504
화학제품생산직(기계조작)	0.1781	특수교육교사	0.0504
총무사무원	0.1773	법무사 및 집행관	0.0505
금형원	0.1767	웹 및 멀티미디어 디자이너	0.0506
표백 및 염색원(기계조작)	0.1766	촬영기사	0.0507
하역 및 적재 단순 종사원	0.1741	디스플레이어디자이너	0.0510
가스수도전기 계기검침원 및 안전점검원	0.1698	기타 식품 가공 및 생산직	0.0510
양식원	0.1695	신용추심원	0.0513
기타 비금속제품 관련 생산직	0.1694	대학시간강사	0.0513
경리사무원	0.1689	인문과학연구원	0.0513
택배원	0.1683	세무사	0.0514
재봉사	0.1674	판사 및 검사	0.0520
청원경찰	0.1664	보험 및 금융 상품개발자	0.0529
가사도우미	0.1651	광고 및 홍보 전문가	0.0531
조경식재원 및 식물관리원	0.1644	관제사	0.0540
선박 및 열차 객실승무원	0.1638	감정평가전문가	0.0545
기타 예식 관련 서비스 종사원	0.1617	관세사	0.0555
원예작물재배원	0.1612	기업고위임원	0.0561
전기 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.1607	사진 인화 및 현상기 조작원	0.0562
직조기 및 편직기 조작원	0.1606	인사 및 노사 관련 전문가	0.0586
온라인쇼핑몰판매원(전자상거래)	0.1602	부동산 조사 인력알선 및 그외 전문서비스 관리자	0.0593
섬유생산직(기계조작)	0.1582	행사이벤트 및 전시 기획자 및 전문가	0.0606
연근해원양 어부 및 해녀	0.1570	교육관리자	0.0618
애완동물미용사	0.1549	경호원	0.0641
바닥재시공원	0.1543	영업 및 판매 관련 관리자	0.0642
시민단체활동가	0.1537	데이터베이스 설계구축 및 관리 기술자	0.0643

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
냉동냉장공조기 설치 및 정비원	0.1521	조경기술자	0.0644
물품이동장비 설치 및 정비원	0.1517	가전영상기기전자음향장비 설치 및 수리원	0.0645
전산자료입력원 및 사무보조원	0.1516	일반영업원	0.0647
의지보조기기사	0.1511	기계시험원	0.0648
행정 및 경영지원 관련 서비스 관리자	0.1488	조사 전문가	0.0648
컴퓨터강사(정보통신강사)	0.1485	제품디자이너	0.0651
단조원	0.1476	법률 관련 사무원	0.0652
기타 주방장 및 조리사	0.1473	장학관연구관 및 교재개발원	0.0659
매장계산원 및 요금정산원	0.1454	승강기 설치 및 정비원	0.0665
숙박시설서비스원	0.1450	건설 및 광업 관련 관리자	0.0668
모피 및 가죽 가공 및 검사원(등급원)	0.1443	기자 및 논설위원	0.0674
경비원	0.1443	상하수도 처리장치 조작원	0.0674
기타 연극영화 및 영상 관련 종사자	0.1442	건설 및 광업용 기계 설치 및 정비원	0.0674
혼례종사원	0.1435	전자공학 기술자 및 연구원	0.0675
전자 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.1431	통신공학 기술자 및 연구원	0.0677
부동산 컨설턴트 및 중개인	0.1427	임상병리사	0.0678
재단사	0.1425	식품시험원	0.0678
고무 및 플라스틱 제품조립원	0.1425	패션디자이너	0.0679
이용사	0.1409	수의사	0.0679
김치 및 밑반찬 제조종사원	0.1409	위생사	0.0680
물품이동장비조작원	0.1406	웹 및 멀티미디어 기획자	0.0681
사육사 및 조련사	0.1405	금융 및 보험 관리자	0.0683
간호조무사	0.1388	시각디자이너	0.0684
상점판매원	0.1385	자연과학시험원	0.0684
광석 및 석제품 생산직(기계조작)	0.1382	애니메이터 및 만화가	0.0688
가구조립원	0.1378	화학공학 기술자 및 연구원	0.0689
결혼상담원 및 웨딩플래너	0.1359	기타 채굴 및 토목 관련 종사자	0.0691
웨이터 및 접객원	0.1355	응급구조사	0.0696
일식조리사(주방장 포함)	0.1355	전기 및 전자 시험원	0.0698
법률관련 사무원	0.1333	전기공학 기술자 및 연구원	0.0701
기타 사회복지 관련 종사원	0.1328	캐드원	0.0703
귀금속 및 보석 세공원	0.1316	번역가	0.0703
기타 미용 관련 서비스 종사원	0.1308	선박정비원	0.0703
출납창구사무원	0.1307	보험심사원 및 보험사무원	0.0704
메이크업아티스트 및 분장사	0.1300	방사선사	0.0704
종이제품생산직(기계조작)	0.1296	환경공학 기술자 및 연구원	0.0705
광원채석원 및 석재절단원	0.1286	산업안전 및 위험물 관리원	0.0711
화물열차차장 및 관련 종사원	0.1271	감사사무원	0.0714
통신방송 및 인터넷 케이블 설치 및 수리원	0.1245	자동차영업원	0.0716
환경미화원 및 재활용품수거원	0.1225	미술사 등 기타 문화 및 예술 관련 종사자	0.0719
안내접수 사무원 및 전화교환원	0.1223	미용사	0.0721

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
가수 및 성악가	0.1218	사진작가 및 사진사	0.0723
한복제조원	0.1210	생명과학시험원	0.0724
의복가죽 및 모피 수선원	0.1208	기타 의료복지 관련 서비스종사원	0.0724
약사 및 한약사	0.1199	조명기사 및 영사기사	0.0726
아나운서 및 리포터	0.1191	건설배관공	0.0726
보조교사 및 기타 교사	0.1187	대학교육조교 및 연구보조원(RA)	0.0727
버스운전원	0.1184	선장항해사 및 도선사	0.0730
신발 생산직(기계조작)	0.1182	공예원	0.0736
자동차부분품조립원	0.1182	지휘자작곡가 및 연주가	0.0741
건설 및 채굴 기계운전원	0.1181	국악 및 전통 예능인	0.0742
과수작물재배원	0.1177	운송사무원	0.0744
상품대여원	0.1173	숙박여행오락 및 스포츠 관련 관리자	0.0750
제화원	0.1172	환경시험원	0.0753
도금기 및 금속분무기 조작원	0.1171	무인경비원	0.0758
간호사(조산사 포함)	0.1165	작가 및 관련 전문가	0.0775
용접원	0.1162	기타 스포츠 및 레크레이션 전문가	0.0783
장례상담원 및 장례지도사	0.1158	정부행정 관리자	0.0801
학습지 및 방문 교사	0.1154	경영지원 관리자	0.0814
보육교사	0.1152	의회의원 고위공무원 및 공공단체임원	0.0815
일반기계조립원	0.1150	연구관리자	0.0819
금속 및 재료 공학시험원	0.1149	직업상담사 및 취업알선원	0.0824
무용가 및 안무가	0.1147	철도 및 전동차 기관사	0.0824
기타 학원강사 및 방과후교사	0.1147	조세행정사무원	0.0827
문리 및 어학 강사	0.1147	기획 및 마케팅 사무원	0.0837
물리 및 작업 치료사	0.1145	출판물기획전문가	0.0841
자재관리사무원	0.1143	통역사	0.0841
치과위생사	0.1143	무역사무원(관세사무원 포함)	0.0858
유치원교사	0.1137	금융 관련 사무원	0.0863
중식조리사(주방장 포함)	0.1135	관세행정사무원	0.0864
조림영림 및 벌목원	0.1133	방송장비 설치 및 수리원	0.0866
전기 및 전자 부품 및 제품 조립원	0.1133	인사교육 및 훈련 사무원	0.0867
산업전공	0.1133	병무행정사무원	0.0877
여행사무원	0.1131	네트워크시스템 분석가 및 개발자	0.0880
유리 및 유리제품 생산직(기계조작)	0.1128	중고등학교 교사	0.0886
예능 강사	0.1122	성직자	0.0887
자동차조립원	0.1118	소년보호관 및 교도관	0.0887
소방관	0.1117	국가지방 및 공공 행정사무원	0.0892
여행상품개발자	0.1117	PC 및 사무기기 설치 및 수리원	0.0892
스포츠 및 레크레이션 강사	0.1116	플라스틱제품생산직(기계조작)	0.0892
기타 종교 관련 종사자	0.1106	연예인 및 스포츠 매니저	0.0893
우편물집배원	0.1106	기술영업원	0.0894

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
배우 및 모델	0.1100	제빵원 및 제과원	0.0895
피부미용 및 체형 관리사	0.1099	석유 및 천연가스 생산직(기계조작)	0.0899
치과기공사	0.1097	통신 및 관련 장비 설치 및 수리원	0.0899
고객상담원(콜센터상담원)	0.1095	점토제품생산직(기계조작)	0.0899
사회복지사	0.1093	보일러 설치 및 정비원	0.0903
비서	0.1092	제품생산 관련 관리자	0.0904
회계사무원	0.1087	설문 및 통계 조사원	0.0905
악기 제조수리 및 조율사	0.1082	제관원	0.0907
통신서비스 및 이동통신기 판매원	0.1076	운송관련 관리자	0.0910
손해사정인	0.1075	외선전공	0.0911
검표원	0.1067	냉난방 관련 설비 조작원	0.0913
공업기계 설치 및 정비원	0.1063	경기 감독 및 코치	0.0913
의무기록사	0.1054	전기 및 전자 설비조작원	0.0915
음향 및 녹음 기사	0.1051	섬유 및 염료 시험원	0.0915
초등학교교사	0.1042	웹마스터 및 웹개발자(웹프로그래머)	0.0916
정부 및 공공 행정 전문가	0.1024	사서 및 기록물관리사	0.0916
섬유공학 기술자 및 연구원	0.1022	기타 운송장비 정비원	0.0916
청소년지도사 및 기타 상담전문가	0.1017	음식서비스 관련 관리자	0.0918
상품중개인 및 경매사	0.1017	자동차정비원	0.0918
도배공 및 유리부착원	0.1001	철로 설치 및 보수원	0.0918
화가 및 조각가	0.0996	여행 및 관광통역 안내원	0.0919
오락시설서비스원	0.0994	음료생산직(기계조작)	0.0919
패턴사	0.0987	인쇄기조작원	0.0922
구두 미화원 및 수선원	0.0981	기타 운송장비 조립 및 검사원	0.0922
도장기조작원	0.0976	영양사	0.0923
자동조립라인 및 산업용로봇 조작원	0.0974	항공기객실승무원	0.0924
목재가공원(기계조작)	0.0973	조적공 및 석재부설원	0.0924
환경청소 및 경비 관련 관리자	0.0972	생산 및 품질 관리 사무원	0.0927
샷시 제작 및 시공원	0.0970	배관세정원 및 방역원	0.0928
건축목공	0.0970	사회복지 관련 관리자	0.0934
기술 및 기능계 강사	0.0969	감독 및 기술감독	0.0938
소방공학 기술자 및 연구원	0.0969	양장 및 양복 제조원	0.0941
보험영업원	0.0965	방수공	0.0941
식품가공 검사원 및 등급원	0.0965	기타 사무원	0.0943
임상심리사 및 기타 치료사	0.0965	직업운동선수	0.0945
기타 여가 및 스포츠 관련 종사원	0.0964	일반의사	0.0948
재활용 처리 및 소각로 조작원	0.0958	제분 및 도정 관련 기계조작원	0.0948
텔레마케터	0.0956	가구 제조 및 수리원	0.0951
기타 음식서비스 종사원	0.0956	통신 및 방송송출 장비기사	0.0955

<부표 3> 2016년 WARS - 1표준편차 미사용시

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
주방보조원	0.4699	회계사	0.0000
금속가공기계조작원	0.4165	투자 및 신용 분석가	0.0000
건설 및 광업 단순 종사원	0.4038	판사 및 검사	0.0000
세탁원 및 다림질원	0.3803	변호사	0.0120
청소원	0.3534	통역사	0.0120
낙농업 관련 종사원	0.2961	번역가	0.0137
경량철골공	0.2920	증권 및 외환 딜러	0.0220
육류어패류낙농품 가공,생산직	0.2885	대학교수	0.0235
강구조물 가공원 및 건립원	0.2854	영관급 이상	0.0238
매표원 및 복권판매원	0.2779	기계시험원	0.0239
간병인	0.2502	촬영기사	0.0240
콘크리트공	0.2468	항공기조종사	0.0243
주차 관리원 및 안내원	0.2305	미용사	0.0244
곡식작물재배원	0.2290	건설배관공	0.0245
기타 생산직(기계조작)	0.2283	자산운용가	0.0245
펄프 및 종이 생산직(기계조작)	0.2250	전기 및 전자 부품 및 제품 조립원	0.0247
미장공	0.2132	경기 감독 및 코치	0.0252
주유원	0.2104	전문의사	0.0253
판매 관련 단순 종사원	0.2068	큐레이터 및 문화재보존원	0.0258
주조원	0.2055	관제사	0.0276
기타 의복 제조원	0.2055	경기심판 및 경기기록원	0.0281
과실 및 채소 가공원(기계조작)	0.1994	철도 및 전동차 기관사	0.0295
양식원	0.1989	컴퓨터하드웨어 기술자 및 연구원	0.0394
곡물가공제품생산직(기계조작)	0.1980	세무사	0.0418
기타 예식 관련 서비스 종사원	0.1943	직업운동선수	0.0419
시멘트석회 및 콘크리트 생산직	0.1935	치과의사	0.0427
판금원	0.1930	경호원	0.0427
수금원	0.1903	플라스틱제품생산직(기계조작)	0.0429
단열공	0.1896	기타 공학 관련 기술자 및 시험원	0.0434
한식조리사(주방장 포함)	0.1875	수의사	0.0437
기타 자동차 운전원	0.1826	일반의사	0.0438
홍보도우미 및 판촉원	0.1812	데이터베이스 설계구축 및 관리 기술자	0.0440
시민단체활동가	0.1775	응용소프트웨어개발자(응용프로그래머)	0.0441
기타 주방장 및 조리사	0.1750	식품공학 기술자 및 연구원	0.0443
모피 및 가죽 가공 및 검사원(등급원)	0.1749	자연과학연구원	0.0445
건축도장공	0.1725	감정평가전문가	0.0447
방문판매원	0.1723	경영 및 진단 전문가	0.0448
금형원	0.1694	건설자재시험원	0.0450
의복가죽 및 모피 수선원	0.1671	전기?가스 및 수도 관련 관리자	0.0451

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
건축석공	0.1665	건축가 및 건축공학기술자	0.0454
화학물 가공 및 생산직(기계조작)	0.1661	자연과학시험원	0.0456
가사도우미	0.1658	상품기획전문가	0.0456
간호조무사	0.1652	건설 및 광업용 기계 설치 및 정비원	0.0457
출납창구사무원	0.1650	정보통신 관련 관리자	0.0460
정육원 및 도축원	0.1648	위관급	0.0461
패스트푸드원	0.1647	에너지공학 기술자 및 연구원	0.0463
채소 및 특용작물 재배원	0.1645	변리사	0.0463
양식조리사(주방장 포함)	0.1627	산업안전 및 위험물 관리원	0.0468
섬유 및 염료 시험원	0.1610	항공기객실승무원	0.0469
택배원	0.1610	기타 채굴 및 토목 관련 종사자	0.0470
안마사	0.1594	냉난방 관련 설비 조작원	0.0474
음식 배달원	0.1572	간판 제작 및 설치원	0.0476
재봉사	0.1552	응급구조사	0.0476
전기 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.1547	항공기정비원	0.0477
바닥재시공원	0.1543	장기 부사관 및 준위	0.0478
철근공	0.1537	법률 경찰 소방 및 교도 관리자	0.0481
광석 및 석제품 생산직(기계조작)	0.1535	도시 및 교통 설계 전문가	0.0481
노점 및 이동 판매원	0.1515	기타 사무원	0.0481
타이어 및 고무제품 생산직(기계조작)	0.1512	농림어업시험원	0.0482
청원경찰	0.1494	방수공	0.0484
세탁 관련 기계조작원	0.1466	화학공학 기술자 및 연구원	0.0485
떡제조원	0.1465	전기 및 전자 시험원	0.0487
전산자료입력원 및 사무보조원	0.1458	생명과학연구원 및 농림어업연구원(기술자)	0.0487
금속공작기계기능직	0.1453	도금기 및 금속분무기 조작원	0.0487
안경사	0.1444	방사선사	0.0489
경리사무원	0.1439	식품시험원	0.0489
원예작물재배원	0.1402	사회과학연구원	0.0490
기타 미용 관련 서비스 종사원	0.1396	측량 및 지리정보 전문가	0.0491
농림어업 관련 단순종사원	0.1388	영상녹화 및 편집 기사	0.0491
건설 및 채굴 기계운전원	0.1384	감사사무원	0.0492
일식조리사(주방장 포함)	0.1384	화학공학시험원	0.0495
화물차 및 특수차 운전원	0.1366	해외 영업원	0.0496
숙박시설서비스원	0.1365	통신 및 관련 장비 설치 및 수리원	0.0496
약사 및 한약사	0.1355	목재가공원(기계조작)	0.0496
총무사무원	0.1347	자동차조립원	0.0499
기타 사회복지 관련 종사원	0.1345	기타 금융 및 보험 관련 전문가	0.0501
결혼상담원 및 웨딩플래너	0.1338	사진작가 및 사진사	0.0501
부동산 컨설턴트 및 중개인	0.1319	대학교육조교 및 연구보조원(RA)	0.0502
오락시설서비스원	0.1303	보건의료 관련 관리자	0.0502
택시운전원	0.1299	선장항해사 및 도선사	0.0503

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
상점판매원	0.1295	웹 및 멀티미디어 디자이너	0.0506
표백 및 염색원(기계조작)	0.1294	운송사무원	0.0507
섬유공학 기술자 및 연구원	0.1279	기타 식품 가공 및 생산직	0.0510
선박 및 열차 객실승무원	0.1271	신용추심원	0.0513
신발 생산직(기계조작)	0.1264	대학시간강사	0.0513
양장 및 양복 제조원	0.1256	보험영업원	0.0513
육아도우미(베이비시터)	0.1246	인문과학연구원	0.0513
컴퓨터강사(정보통신강사)	0.1246	사진 인화 및 현상기 조작원	0.0517
공업배관공	0.1243	무인경비원	0.0526
재단사	0.1235	국악 및 전통 예능인	0.0526
구두 미화원 및 수선원	0.1234	보험 및 금융 상품개발자	0.0529
행정 및 경영지원 관련 서비스 관리자	0.1231	화물열차차장 및 관련 종사원	0.0559
가구 제조 및 수리원	0.1230	출판물기획전문가	0.0561
기타 비금속제품 관련 생산직	0.1227	의무기록사	0.0574
사육사 및 조련사	0.1226	컴퓨터시스템 및 네트워크보안 전문가	0.0584
이용사	0.1223	의회의원 고위공무원 및 공공단체임원	0.0585
일반기계조립원	0.1219	인사 및 노사 관련 전문가	0.0586
경비원	0.1218	부동산 조사 인력알선 및 그외 전문서비스 관리자	0.0593
도배공 및 유리부착원	0.1218	컴퓨터시스템 설계 및 분석가	0.0600
자동차부분품조립원	0.1216	금융 및 보험 관리자	0.0602
매장계산원 및 요금정산원	0.1212	행사이벤트 및 전시 기획자 및 전문가	0.0606
종이제품생산직(기계조작)	0.1209	기획 및 마케팅 사무원	0.0609
내선전공	0.1207	네트워크시스템 분석가 및 개발자	0.0617
웨이터 및 접객원	0.1203	연구관리자	0.0617
간호사(조산사 포함)	0.1196	교육관리자	0.0618
화학제품생산직(기계조작)	0.1195	직업상담사 및 취업알선원	0.0619
인쇄기조작원	0.1193	청소년지도사 및 기타 상담전문가	0.0624
장례상담원 및 장례지도사	0.1193	보건위생 및 환경 검사원	0.0634
바텐터(조주사)	0.1188	금융 관련 사무원	0.0641
김치 및 밑반찬 제조종사원	0.1185	법무사 및 집행관	0.0641
단조원	0.1184	특수교육교사	0.0648
기타 음식서비스 종사원	0.1173	조사 전문가	0.0648
온라인쇼핑몰판매원(전자상거래)	0.1172	제품디자이너	0.0651
자재관리사무원	0.1169	병무행정사무원	0.0656
배관세정원 및 방역원	0.1168	한의사	0.0656
기타 종교 관련 종사자	0.1161	중고등학교 교사	0.0656
피부미용 및 체형 관리사	0.1161	숙박여행오락 및 스포츠 관련 관리자	0.0657
생산 및 품질 관리 사무원	0.1160	장학관연구관 및 교재개발원	0.0659
안내접수 사무원 및 전화교환원	0.1156	소년보호관 및 교도관	0.0660
물품이동장비 설치 및 정비원	0.1151	회계사무원	0.0662
초등학교교사	0.1133	문화예술디자인 및 영상 관련 관리자	0.0664

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
혼례종사원	0.1132	여행사무원	0.0666
관세행정사무원	0.1128	문리 및 어학 강사	0.0666
메이크업아티스트 및 분장사	0.1124	국가지방 및 공공 행정사무원	0.0669
예능 강사	0.1123	임상심리사 및 기타 치료사	0.0671
의지보조기기사	0.1117	작가 및 관련 전문가	0.0672
통신서비스 및 이동통신기 판매원	0.1107	비서	0.0673
사회복지 관련 관리자	0.1106	기자 및 논설위원	0.0674
하역 및 적재 단순 종사원	0.1077	기타 의료복지 관련 서비스종사원	0.0676
전자 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.1071	승강기 설치 및 정비원	0.0677
가구조립원	0.1063	영양사	0.0677
우편물집배원	0.1057	지휘자작곡가 및 연주가	0.0678
직조기 및 편직기 조작원	0.1050	설문 및 통계 조사원	0.0678
가스수도전기 계기검침원 및 안전점검원	0.1048	패션디자이너	0.0679
섬유생산직(기계조작)	0.1043	물리 및 작업 치료사	0.0681
고무 및 플라스틱 제품조립원	0.1042	시각디자이너	0.0684
환경미화원 및 재활용품수거원	0.1031	공예원	0.0684
중식조리사(주방장 포함)	0.1027	감독 및 기술감독	0.0685
자동조립라인 및 산업용로봇 조작원	0.1025	정보시스템운영자	0.0686
소방관	0.1022	자동차정비원	0.0687
기타 여가 및 스포츠 관련 종사원	0.1019	애니메이터 및 만화가	0.0688
용접원	0.1014	건설 및 광업 관련 관리자	0.0689
검표원	0.1012	음식서비스 관련 관리자	0.0690
기타 연극영화 및 영상 관련 종사자	0.1012	사서 및 기록물관리사	0.0690
도장기조작원	0.1004	광원채석원 및 석재절단원	0.0692
샷시 제작 및 시공원	0.0998	상하수도 처리장치 조작원	0.0695
학습지 및 방문 교사	0.0985	보일러 설치 및 정비원	0.0698
통신 및 방송송출 장비기사	0.0983	생명과학시험원	0.0699
제빵원 및 제과원	0.0982	음료생산직(기계조작)	0.0700
용광로용해로 및 금속가열로 조작원	0.0980	제품생산 관련 관리자	0.0700
연근해원양 어부 및 해녀	0.0980	기계공학 기술자 및 연구원	0.0700
식품가공 검사원 및 등급원	0.0977	발전 및 배전 장치조작원	0.0701
치과기공사	0.0972	캐드원	0.0703
조적공 및 석재부설원	0.0972	임상병리사	0.0703
제분 및 도정 관련 기계조작원	0.0962	전기공학 기술자 및 연구원	0.0704
법률관련 사무원	0.0962	점토제품생산직(기계조작)	0.0704
상품중개인 및 경매사	0.0962	전자공학 기술자 및 연구원	0.0705
과수작물재배원	0.0962	기술영업원	0.0706
자동차영업원	0.0959	마술사 등 기타 문화 및 예술 관련 종사자	0.0707
여행 및 관광통역 안내원	0.0958	통신공학 기술자 및 연구원	0.0707
보조교사 및 기타 교사	0.0958	배우 및 모델	0.0707
텔레마케터	0.0948	무용가 및 안무가	0.0711

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
상품대여원	0.0947	기타 운송장비 정비원	0.0711
고객상담원(콜센터상담원)	0.0946	가전영상기기전자음향장비 설치 및 수리원	0.0713
광고 및 홍보 전문가	0.0944	토목공학기술자	0.0714
조경식재원 및 식물관리원	0.0943	소방공학 기술자 및 연구원	0.0715
악기 제조수리 및 조율사	0.0941	선박정비원	0.0715
보험심사원 및 보험사무원	0.0939	환경공학 기술자 및 연구원	0.0715
무역사무원(관세사무원 포함)	0.0938	조림영림 및 벌목원	0.0715
보육교사	0.0937	가수 및 성악가	0.0715
귀금속 및 보석 세공원	0.0936	기타 전기 및 전자 기기 설치 및 수리원	0.0716
성직자	0.0935	금속재료 공학 기술자 및 연구원	0.0717
정부 및 공공 행정 전문가	0.0923	아나운서 및 리포터	0.0717
화가 및 조각가	0.0920	기술 및 기능계 강사	0.0719
음향 및 녹음 기사	0.0920	패턴사	0.0719
치과위생사	0.0916	PC 및 사무기기 설치 및 수리원	0.0719
공업기계 설치 및 정비원	0.0915	제화원	0.0719
여행상품개발자	0.0914	유리 및 유리제품 생산직(기계조작)	0.0720
스포츠 및 레크레이션 강사	0.0911	에너지시험원	0.0723
유치원교사	0.0910	외선전공	0.0723
냉동냉장공조기 설치 및 정비원	0.0909	비파괴검사원	0.0725
버스운전원	0.0909	철로 설치 및 보수원	0.0727
연예인 및 스포츠 매니저	0.0908	철도 기관차 및 전동차 정비원	0.0729
위생사	0.0907	기타 스포츠 및 레크레이션 전문가	0.0731
애완동물미용사	0.0906	환경시험원	0.0735
인사교육 및 훈련 사무원	0.0904	시스템소프트웨어개발자	0.0738
일반영업원	0.0900	제관원	0.0740
통신방송 및 인터넷 케이블 설치 및 수리원	0.0899	건축목공	0.0742
방송장비 설치 및 수리원	0.0899	기타 운송장비 조립 및 검사원	0.0742
운송관련 관리자	0.0895	산업전공	0.0742
석유 및 천연가스 생산직(기계조작)	0.0892	환경청소 및 경비 관련 관리자	0.0743
웹 및 멀티미디어 기획자	0.0888	경찰관	0.0744
영업 및 판매 관련 관리자	0.0881	웹마스터 및 웹개발자(웹프로그래머)	0.0750
사회복지사	0.0880	전기 및 전자 설비조작원	0.0751
조경기술자	0.0874	디스플레이어디자이너	0.0753
손해사정인	0.0852	물품이동장비조작원	0.0753
한복제조원	0.0848	재활용 처리 및 소각로 조작원	0.0758
정부행정 관리자	0.0842	조명기사 및 영사기사	0.0765
조세행정사무원	0.0830	금속 및 재료 공학시험원	0.0767
기타 학원강사 및 방과후교사	0.0827	관세사	0.0776
선박 갑판원 및 관련 종사원	0.0803	경영지원 관리자	0.0783
법률 관련 사무원	0.0789	기업고위임원	0.0786

<부표 4> 2020년 WARS - 1표준편차 미 사용시(평균 사용)

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
주방보조원	0.8262	항공기조종사	0.0732
세탁원 및 다림질원	0.7812	투자 및 신용 분석가	0.1077
건설 및 광업 단순 종사원	0.7581	변호사	0.1086
금속가공기계조작원	0.7517	자산운용가	0.1149
청소원	0.7507	회계사	0.1215
주유원	0.7468	컴퓨터시스템 및 네트워크보안 전문가	0.1429
펄프 및 종이 생산직(기계조작)	0.6710	조사 전문가	0.1448
육류어패류낙농품 가공,생산직	0.6699	기계시험원	0.1474
낙농업 관련 종사원	0.6622	변리사	0.1497
단열공	0.6589	전기,가스 및 수도 관련 관리자	0.1522
매표원 및 복권판매원	0.6538	간판 제작 및 설치원	0.1609
정육원 및 도축원	0.6502	영관급 이상	0.1616
기타 자동차 운전원	0.6485	보건위생 및 환경 검사원	0.1678
택시운전원	0.6453	연구관리자	0.1722
세탁 관련 기계조작원	0.6452	컴퓨터하드웨어 기술자 및 연구원	0.1725
음식 배달원	0.6418	대학교수	0.1753
콘크리트공	0.6391	발전 및 배전 장치조작원	0.1772
경량철골공	0.6389	판사 및 검사	0.1782
곡물가공제품생산직(기계조작)	0.6362	신용추심원	0.1788
간병인	0.6351	기업고위임원	0.1789
주차 관리원 및 안내원	0.6344	상품기획전문가	0.1800
미장공	0.6308	사회과학연구원	0.1802
청원경찰	0.6280	법률 경찰 소방 및 교도 관리자	0.1809
수금원	0.6220	경영 및 진단 전문가	0.1810
강구조물 가공원 및 건립원	0.6203	장기 부사관 및 준위	0.1818
판매 관련 단순 종사원	0.6195	정보시스템운영자	0.1827
시멘트석회 및 콘크리트 생산직	0.6115	인문과학연구원	0.1833
전기 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.6096	국악 및 전통 예능인	0.1835
건축도장공	0.6040	자연과학연구원	0.1837
곡식작물재배원	0.6033	장학관연구관 및 교재개발원	0.1849
화물차 및 특수차 운전원	0.5900	증권 및 외환 딜러	0.1857
떡제조원	0.5893	기타 공학 관련 기술자 및 시험원	0.1876
가사도우미	0.5864	기타 금융 및 보험 관련 전문가	0.1879
매장계산원 및 요금정산원	0.5848	정보통신 관련 관리자	0.1891
기타 의복 제조원	0.5824	철도 기관차 및 전동차 정비원	0.1921
한식조리사(주방장 포함)	0.5799	건설자재시험원	0.1935
패스트푸드원	0.5756	보건의료 관련 관리자	0.1936
화학물 가공 및 생산직(기계조작)	0.5693	농림어업시험원	0.1944
안마사	0.5687	감정평가전문가	0.1955
금형원	0.5615	건축가 및 건축공학기술자	0.1963

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
채소 및 특용작물 재배원	0.5545	해외 영업원	0.1973
택배원	0.5504	정부행정 관리자	0.1999
홍보도우미 및 판촉원	0.5486	수의사	0.2000
주조원	0.5483	항공기정비원	0.2001
노점 및 이동 판매원	0.5474	큐레이터 및 문화재보존원	0.2005
과실 및 채소 가공원(기계조작)	0.5452	경기 감독 및 코치	0.2017
타이어 및 고무제품 생산직(기계조작)	0.5450	토목공학기술자	0.2018
육아도우미(베이비시터)	0.5428	기획 및 마케팅 사무원	0.2018
내선전공	0.5388	관제사	0.2022
의복가죽 및 모피 수선원	0.5381	대학시간강사	0.2031
일식조리사(주방장 포함)	0.5311	상하수도 처리장치 조작원	0.2036
경비원	0.5262	식품공학 기술자 및 연구원	0.2036
바텐터(조주사)	0.5262	측량 및 지리정보 전문가	0.2045
간호조무사	0.5257	보험 및 금융 상품개발자	0.2050
철근공	0.5230	디스플레이어디자이너	0.2053
직조기 및 편직기 조작원	0.5229	인사 및 노사 관련 전문가	0.2055
금속공작기계기능직	0.5216	부동산 조사 인력알선 및 그외 전문서비스 관리자	0.2072
기타 생산직(기계조작)	0.5213	금융 관련 사무원	0.2077
선박 갑판원 및 관련 종사원	0.5200	미용사	0.2081
버스운전원	0.5173	숙박여행오락 및 스포츠 관련 관리자	0.2082
건축석공	0.5139	컴퓨터시스템 설계 및 분석가	0.2088
모피 및 가죽 가공 및 검사원(등급원)	0.5133	금융 및 보험 관리자	0.2092
용광로용해로 및 금속가열로 조작원	0.5100	네트워크시스템 분석가 및 개발자	0.2105
고무 및 플라스틱 제품조립원	0.5054	법무사 및 집행관	0.2114
시민단체활동가	0.5005	문화예술디자인 및 영상 관련 관리자	0.2116
조경식재원 및 식물관리원	0.4988	세무사	0.2120
방문판매원	0.4975	경영지원 관리자	0.2129
단조원	0.4968	치과의사	0.2136
판금원	0.4937	한의사	0.2139
건설 및 채굴 기계운전원	0.4921	무역사무원(관세사무원 포함)	0.2139
자동차조립원	0.4910	에너지공학 기술자 및 연구원	0.2147
귀금속 및 보석 세공원	0.4892	생명과학연구원 및 농림어업연구원(기술자)	0.2148
경리사무원	0.4867	기계공학 기술자 및 연구원	0.2153
공업배관공	0.4867	환경시험원	0.2153
용접원	0.4863	영상녹화 및 편집 기사	0.2160
기타 사회복지 관련 종사원	0.4844	직업상담사 및 취업알선원	0.2170
양식조리사(주방장 포함)	0.4826	교육관리자	0.2183
연근해원양 어부 및 해녀	0.4823	조세행정사무원	0.2185
전자 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.4803	통신공학 기술자 및 연구원	0.2195
기타 주방장 및 조리사	0.4799	위관급	0.2203
신발 생산직(기계조작)	0.4788	응급구조사	0.2232

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
섬유생산직(기계조작)	0.4773	웹 및 멀티미디어 기획자	0.2238
재단사	0.4742	운송사무원	0.2250
재봉사	0.4740	감사사무원	0.2261
양식원	0.4728	전문의사	0.2261
가구조립원	0.4725	의회의원 고위공무원 및 공공단체임원	0.2273
혼례종사원	0.4713	영업 및 판매 관련 관리자	0.2277
농림어업 관련 단순종사원	0.4680	응용소프트웨어개발자(응용프로그래머)	0.2289
기타 예식 관련 서비스 종사원	0.4668	법률 관련 사무원	0.2291
부동산 컨설턴트 및 중개인	0.4663	손해사정인	0.2306
가스수도전기 계기검침원 및 안전점검원	0.4662	패션디자이너	0.2310
화학제품생산직(기계조작)	0.4661	촬영기사	0.2310
하역 및 적재 단순 종사원	0.4641	전기 및 전자 시험원	0.2312
전산자료입력원 및 사무보조원	0.4581	건설배관공	0.2314
자동차부분품조립원	0.4568	금속재료 공학 기술자 및 연구원	0.2327
인쇄기조작원	0.4555	통역사	0.2329
김치 및 밑반찬 제조종사원	0.4531	화학공학 기술자 및 연구원	0.2334
물품이동장비조작원	0.4529	특수교육교사	0.2344
환경미화원 및 재활용품수거원	0.4442	도시 및 교통 설계 전문가	0.2348
치과기공사	0.4434	관세사	0.2350
통신 및 방송송출 장비기사	0.4433	소방공학 기술자 및 연구원	0.2353
웨이터 및 접객원	0.4432	보험영업원	0.2358
물품이동장비 설치 및 정비원	0.4432	건설 및 광업 관련 관리자	0.2367
일반기계조립원	0.4399	자연과학시험원	0.2372
사육사 및 조련사	0.4366	소년보호관 및 교도관	0.2376
기타 연극영화 및 영상 관련 종사자	0.4352	제품생산 관련 관리자	0.2384
광석 및 석제품 생산직(기계조작)	0.4346	행사이벤트 및 전시 기획자 및 전문가	0.2402
애완동물미용사	0.4333	건설 및 광업용 기계 설치 및 정비원	0.2422
안내접수 사무원 및 전화교환원	0.4331	기타 채굴 및 토목 관련 종사자	0.2427
보육교사	0.4327	인사교육 및 훈련 사무원	0.2433
양장 및 양복 제조원	0.4310	운송관련 관리자	0.2434
배관세정원 및 방역원	0.4300	경찰관	0.2434
기타 종교 관련 종사자	0.4274	임상병리사	0.2446
검표원	0.4260	경호원	0.2447
선박 및 열차 객실승무원	0.4233	조경기술자	0.2450
숙박시설서비스원	0.4219	국가지방 및 공공 행정사무원	0.2456
우편물집배원	0.4178	자동차영업원	0.2457
기타 비금속제품 관련 생산직	0.4172	텔레마케터	0.2484
배우 및 모델	0.4165	영양사	0.2495
문리 및 어학 강사	0.4154	광고 및 홍보 전문가	0.2506
산업전공	0.4121	화학공학시험원	0.2507
조림영림 및 벌목원	0.4112	기타 운송장비 정비원	0.2508

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
상품대여원	0.4110	일반의사	0.2509
화물열차차장 및 관련 종사원	0.4105	청소년지도사 및 기타 상담전문가	0.2511
종이제품생산직(기계조작)	0.4100	일반영업원	0.2526
온라인쇼핑몰판매원(전자상거래)	0.4077	중고등학교 교사	0.2533
직업운동선수	0.4067	기타 스포츠 및 레크레이션 전문가	0.2537
바닥재시공원	0.4064	식품시험원	0.2538
법률관련 사무원	0.4053	번역가	0.2540
냉동냉장공조기 설치 및 정비원	0.4051	회계사무원	0.2542
도배공 및 유리부착원	0.4009	시스템소프트웨어개발자	0.2544
안경사	0.3999	기타 식품 가공 및 생산직	0.2557
여행상품개발자	0.3999	전자공학 기술자 및 연구원	0.2586
유치원교사	0.3998	출판물기획전문가	0.2593
구두 미화원 및 수선원	0.3991	제품디자이너	0.2596
소방관	0.3989	웹 및 멀티미디어 디자이너	0.2606
자동조립라인 및 산업용로봇 조작원	0.3977	방사선사	0.2608
도장기조작원	0.3973	경기심판 및 경기기록원	0.2613
상점판매원	0.3970	항공기객실승무원	0.2613
음료생산직(기계조작)	0.3964	환경공학 기술자 및 연구원	0.2620
식품가공 검사원 및 등급원	0.3932	기자 및 논설위원	0.2624
사진 인화 및 현상기 조작원	0.3918	음식서비스 관련 관리자	0.2624
건축목공	0.3915	대학교육조교 및 연구보조원(RA)	0.2626
총무사무원	0.3904	설문 및 통계 조사원	0.2641
오락시설서비스원	0.3889	섬유공학 기술자 및 연구원	0.2677
결혼상담원 및 웨딩플래너	0.3882	캐드원	0.2705
출납창구사무원	0.3876	무인경비원	0.2728
금속 및 재료 공학시험원	0.3867	중식조리사(주방장 포함)	0.2744
표백 및 염색원(기계조작)	0.3862	애니메이터 및 만화가	0.2750
제화원	0.3858	관세행정사무원	0.2764
제관원	0.3850	지휘자작곡가 및 연주가	0.2773
석유 및 천연가스 생산직(기계조작)	0.3841	병무행정사무원	0.2773
화가 및 조각가	0.3839	철도 및 전동차 기관사	0.2784
과수작물재배원	0.3839	선장항해사 및 도선사	0.2804
비서	0.3834	감독 및 기술감독	0.2830
음향 및 녹음 기사	0.3764	기타 전기 및 전자 기기 설치 및 수리원	0.2840
이용사	0.3760	섬유 및 염료 시험원	0.2841
공업기계 설치 및 정비원	0.3753	철로 설치 및 보수원	0.2847
기타 여가 및 스포츠 관련 종사원	0.3749	생명과학시험원	0.2855
기타 미용 관련 서비스 종사원	0.3730	물리 및 작업 치료사	0.2862
아나운서 및 리포터	0.3726	임상심리사 및 기타 치료사	0.2870
의무기록사	0.3711	기타 의료복지 관련 서비스종사원	0.2875
도금기 및 금속분무기 조작원	0.3690	외선전공	0.2882

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
메이크업아티스트 및 분장사	0.3685	에너지시험원	0.2894
전기 및 전자 부품 및 제품 조립원	0.3672	행정 및 경영지원 관련 서비스 관리자	0.2894
예능 강사	0.3663	기술영업원	0.2899
통신방송 및 인터넷 케이블 설치 및 수리원	0.3656	전기공학 기술자 및 연구원	0.2902
장례상담원 및 장례지도사	0.3654	공예원	0.2931
기타 음식서비스 종사원	0.3649	보조교사 및 기타 교사	0.2938
의지보조기기사	0.3644	비파괴검사원	0.2948
컴퓨터강사(정보통신강사)	0.3638	가전영상기기전자음향장비 설치 및 수리원	0.2951
점토제품생산직(기계조작)	0.3636	사진작가 및 사진사	0.2959
가구 제조 및 수리원	0.3627	보험심사원 및 보험사무원	0.2962
무용가 및 안무가	0.3592	통신 및 관련 장비 설치 및 수리원	0.2968
유리 및 유리제품 생산직(기계조작)	0.3587	시각디자이너	0.2973
조적공 및 석재부설원	0.3572	환경청소 및 경비 관련 관리자	0.2975
보일러 설치 및 정비원	0.3564	데이터베이스 설계구축 및 관리 기술자	0.2975
생산 및 품질 관리 사무원	0.3557	정부 및 공공 행정 전문가	0.2978
원예작물재배원	0.3555	패턴사	0.2982
학습지 및 방문 교사	0.3522	조명기사 및 영사기사	0.3003
약사 및 한약사	0.3513	플라스틱제품생산직(기계조작)	0.3016
제분 및 도정 관련 기계조작원	0.3504	사회복지 관련 관리자	0.3028
전기 및 전자 설비조작원	0.3498	여행 및 관광통역 안내원	0.3041
샷시 제작 및 시공원	0.3495	초등학교교사	0.3051
피부미용 및 체형 관리사	0.3494	사회복지사	0.3062
기타 학원강사 및 방과후교사	0.3483	기타 운송장비 조립 및 검사원	0.3087
악기 제조수리 및 조율사	0.3473	가수 및 성악가	0.3105
한복제조원	0.3464	목재가공원(기계조작)	0.3109
방송장비 설치 및 수리원	0.3457	자재관리사무원	0.3113
재활용 처리 및 소각로 조작원	0.3445	선박정비원	0.3117
제빵원 및 제과원	0.3417	연예인 및 스포츠 매니저	0.3162
자동차정비원	0.3412	기타 사무원	0.3167
스포츠 및 레크레이션 강사	0.3406	산업안전 및 위험물 관리원	0.3191
기술 및 기능계 강사	0.3392	냉난방 관련 설비 조작원	0.3210
PC 및 사무기기 설치 및 수리원	0.3387	웹마스터 및 웹개발자(웹프로그래머)	0.3214
위생사	0.3378	마술사 등 기타 문화 및 예술 관련 종사자	0.3220
성직자	0.3363	승강기 설치 및 정비원	0.3222
고객상담원(콜센터상담원)	0.3358	방수공	0.3223
치과위생사	0.3356	통신서비스 및 이동통신기 판매원	0.3223
상품중개인 및 경매사	0.3329	사서 및 기록물관리사	0.3257
광원채석원 및 석재절단원	0.3305	여행사무원	0.3257
간호사(조산사 포함)	0.3289	작가 및 관련 전문가	0.3261

<부표 5> 2025년 WARS - 1표준편차 미사용시(평균 사용)

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
주방보조원	1.0000	항공기조종사	0.2390
세탁원 및 다림질원	0.9023	투자 및 신용 분석가	0.2529
건설 및 광업 단순 종사원	0.9431	변호사	0.2946
금속가공기계조작원	0.9429	자산운용가	0.2866
청소원	1.0000	회계사	0.2208
주유원	0.9076	컴퓨터시스템 및 네트워크보안 전문가	0.3380
펄프 및 종이 생산직(기계조작)	0.9054	조사 전문가	0.3814
육류어패류낙농품 가공,생산직	0.8814	기계시험원	0.3489
낙농업 관련 종사원	0.9452	변리사	0.3023
단열공	0.8798	전기?가스 및 수도 관련 관리자	0.3746
매표원 및 복권판매원	0.9634	간판 제작 및 설치원	0.4974
정육원 및 도축원	0.8792	영관급 이상	0.3838
기타 자동차 운전원	0.8838	보건위생 및 환경 검사원	0.3452
택시운전원	0.8789	연구관리자	0.4026
세탁 관련 기계조작원	0.8686	컴퓨터하드웨어 기술자 및 연구원	0.3230
음식 배달원	0.8876	대학교수	0.3701
콘크리트공	0.8966	발전 및 배전 장치조작원	0.4314
경량철골공	0.9204	판사 및 검사	0.3844
곡물가공제품생산직(기계조작)	0.8739	신용추심원	0.4650
간병인	0.8829	기업고위임원	0.3242
주차 관리원 및 안내원	0.9443	상품기획전문가	0.4253
미장공	0.8749	사회과학연구원	0.3887
청원경찰	0.9282	법률 경찰 소방 및 교도 관리자	0.4472
수금원	0.8742	경영 및 진단 전문가	0.3852
강구조물 가공원 및 건립원	0.8760	장기 부사관 및 준위	0.4284
판매 관련 단순 종사원	0.8862	정보시스템운영자	0.4063
시멘트석회 및 콘크리트 생산직	0.8759	인문과학연구원	0.4163
전기 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.8566	국악 및 전통 예능인	0.4672
건축도장공	0.8993	자연과학연구원	0.3843
곡식작물재배원	0.8995	장학관연구관 및 교재개발원	0.4224
화물차 및 특수차 운전원	0.8573	증권 및 외환 딜러	0.3018
떡제조원	0.8325	기타 공학 관련 기술자 및 시험원	0.4165
가사도우미	0.8866	기타 금융 및 보험 관련 전문가	0.3840
매장계산원 및 요금정산원	0.8682	정보통신 관련 관리자	0.3898
기타 의복 제조원	0.8536	철도 기관차 및 전동차 정비원	0.4164
한식조리사(주방장 포함)	0.8450	건설자재시험원	0.4499
패스트푸드원	0.8902	보건의료 관련 관리자	0.3973
화학물 가공 및 생산직(기계조작)	0.9019	농림어업시험원	0.3709
안마사	0.8140	감정평가전문가	0.4659
금형원	0.8731	건축가 및 건축공학기술자	0.4472

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
채소 및 특용작물 재배원	0.8751	해외 영업원	0.4621
택배원	0.8401	정부행정 관리자	0.5007
홍보도우미 및 판촉원	0.8760	수의사	0.4331
주조원	0.8588	항공기정비원	0.4994
노점 및 이동 판매원	0.8270	큐레이터 및 문화재보존원	0.3786
과실 및 채소 가공원(기계조작)	0.8820	경기 감독 및 코치	0.5837
타이어 및 고무제품 생산직(기계조작)	0.8068	토목공학기술자	0.4702
육아도우미(베이비시터)	0.8203	기획 및 마케팅 사무원	0.4879
내선전공	0.8465	관제사	0.4757
의복가죽 및 모피 수선원	0.8029	대학시간강사	0.4672
일식조리사(주방장 포함)	0.8787	상하수도 처리장치 조작원	0.4800
경비원	0.8434	식품공학 기술자 및 연구원	0.3667
바텐터(조주사)	0.8394	측량 및 지리정보 전문가	0.4786
간호조무사	0.7809	보험 및 금융 상품개발자	0.3536
철근공	0.8808	디스플레이어디자이너	0.4762
직조기 및 편직기 조작원	0.8331	인사 및 노사 관련 전문가	0.4644
금속공작기계기능직	0.8309	부동산 조사 인력알선 및 그외 전문서비스 관리자	0.4343
기타 생산직(기계조작)	0.8620	금융 관련 사무원	0.4748
선박 갑판원 및 관련 종사원	0.8756	미용사	0.4941
버스운전원	0.7603	숙박여행오락 및 스포츠 관련 관리자	0.4763
건축석공	0.8306	컴퓨터시스템 설계 및 분석가	0.4284
모피 및 가죽 가공 및 검사원(등급원)	0.7767	금융 및 보험 관리자	0.4614
용광로용해로 및 금속가열로 조작원	0.8399	네트워크시스템 분석가 및 개발자	0.4581
고무 및 플라스틱 제품조립원	0.8309	법무사 및 집행관	0.5209
시민단체활동가	0.8221	문화예술디자인 및 영상 관련 관리자	0.4572
조경식재원 및 식물관리원	0.8605	세무사	0.3790
방문판매원	0.8424	경영지원 관리자	0.4771
단조원	0.8481	치과의사	0.4747
판금원	0.8323	한의사	0.4516
건설 및 채굴 기계운전원	0.6913	무역사무원(관세사무원 포함)	0.5227
자동차조립원	0.8009	에너지공학 기술자 및 연구원	0.4377
귀금속 및 보석 세공원	0.8365	생명과학연구원 및 농림어업연구원(기술자)	0.4168
경리사무원	0.7854	기계공학 기술자 및 연구원	0.4840
공업배관공	0.8394	환경시험원	0.4146
용접원	0.7700	영상녹화 및 편집 기사	0.5641
기타 사회복지 관련 종사원	0.7733	직업상담사 및 취업알선원	0.4542
양식조리사(주방장 포함)	0.7860	교육관리자	0.3933
연근해원양 어부 및 해녀	0.8212	조세행정사무원	0.5228
전자 부품 및 제품 생산직(기계조작)	0.8400	통신공학 기술자 및 연구원	0.4664
기타 주방장 및 조리사	0.7471	위관급	0.4650
신발 생산직(기계조작)	0.6425	응급구조사	0.4927

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
섬유생산직(기계조작)	0.7477	웹 및 멀티미디어 기획자	0.4893
재단사	0.7872	운송사무원	0.5626
재봉사	0.8333	감사사무원	0.4041
양식원	0.8984	전문의사	0.4251
가구조립원	0.7778	의회의원 고위공무원 및 공공단체임원	0.4403
혼례종사원	0.8296	영업 및 판매 관련 관리자	0.5490
농림어업 관련 단순종사원	0.8568	응용소프트웨어개발자(응용프로그래머)	0.4800
기타 예식 관련 서비스 종사원	0.6731	법률 관련 사무원	0.4933
부동산 컨설턴트 및 중개인	0.7136	손해사정인	0.5803
가스수도전기 계기검침원 및 안전점검원	0.7685	패션디자이너	0.5436
화학제품생산직(기계조작)	0.7918	촬영기사	0.5195
하역 및 적재 단순 종사원	0.7086	전기 및 전자 시험원	0.4905
전산자료입력원 및 사무보조원	0.7777	건설배관공	0.5099
자동차부분품조립원	0.7653	금속재료 공학 기술자 및 연구원	0.4582
인쇄기조작원	0.6746	통역사	0.5468
김치 및 밑반찬 제조종사원	0.7527	화학공학 기술자 및 연구원	0.4851
물품이동장비조작원	0.7554	특수교육교사	0.4137
환경미화원 및 재활용품수거원	0.8143	도시 및 교통 설계 전문가	0.4325
치과기공사	0.6691	관세사	0.4429
통신 및 방송송출 장비기사	0.8186	소방공학 기술자 및 연구원	0.5748
웨이터 및 접객원	0.7821	보험영업원	0.5238
물품이동장비 설치 및 정비원	0.7944	건설 및 광업 관련 관리자	0.5285
일반기계조립원	0.8083	자연과학시험원	0.4194
사육사 및 조련사	0.8375	소년보호관 및 교도관	0.5509
기타 연극영화 및 영상 관련 종사자	0.7757	제품생산 관련 관리자	0.4894
광석 및 석제품 생산직(기계조작)	0.7521	행사이벤트 및 전시 기획자 및 전문가	0.5145
애완동물미용사	0.7838	건설 및 광업용 기계 설치 및 정비원	0.5098
안내접수 사무원 및 전화교환원	0.6911	기타 채굴 및 토목 관련 종사자	0.4652
보육교사	0.6921	인사교육 및 훈련 사무원	0.5483
양장 및 양복 제조원	0.7087	운송관련 관리자	0.6247
배관세정원 및 방역원	0.7501	경찰관	0.5048
기타 종교 관련 종사자	0.6883	임상병리사	0.4950
검표원	0.6827	경호원	0.5978
선박 및 열차 객실승무원	0.7665	조경기술자	0.5432
숙박시설서비스원	0.7404	국가지방 및 공공 행정사무원	0.5699
우편물집배원	0.7690	자동차영업원	0.5509
기타 비금속제품 관련 생산직	0.7586	텔레마케터	0.4456
배우 및 모델	0.6131	영양사	0.6056
문리 및 어학 강사	0.6269	광고 및 홍보 전문가	0.4683
산업전공	0.7943	화학공학시험원	0.4943
조림영림 및 벌목원	0.8171	기타 운송장비 정비원	0.6332

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
상품대여원	0.6842	일반의사	0.5484
화물열차차장 및 관련 종사원	0.7592	청소년지도사 및 기타 상담전문가	0.5251
종이제품생산직(기계조작)	0.7279	일반영업원	0.5502
온라인쇼핑몰판매원(전자상거래)	0.7819	중고등학교 교사	0.5223
직업운동선수	0.6743	기타 스포츠 및 레크레이션 전문가	0.5961
바닥재시공원	0.7912	식품시험원	0.5023
법률관련 사무원	0.7499	번역가	0.5348
냉동냉장공조기 설치 및 정비원	0.7229	회계사무원	0.5704
도배공 및 유리부착원	0.7353	시스템소프트웨어개발자	0.5872
안경사	0.7836	기타 식품 가공 및 생산직	0.5225
여행상품개발자	0.6831	전자공학 기술자 및 연구원	0.5129
유치원교사	0.7109	출판물기획전문가	0.5056
구두 미화원 및 수선원	0.7141	제품디자이너	0.5122
소방관	0.7912	웹 및 멀티미디어 디자이너	0.4630
자동조립라인 및 산업용로봇 조작원	0.7909	방사선사	0.5189
도장기조작원	0.6445	경기심판 및 경기기록원	0.5736
상점판매원	0.8013	항공기객실승무원	0.5894
음료생산직(기계조작)	0.7036	환경공학 기술자 및 연구원	0.5108
식품가공 검사원 및 등급원	0.6891	기자 및 논설위원	0.4950
사진 인화 및 현상기 조작원	0.6782	음식서비스 관련 관리자	0.5097
건축목공	0.7627	대학교육조교 및 연구보조원(RA)	0.5749
총무사무원	0.6977	설문 및 통계 조사원	0.5650
오락시설서비스원	0.7449	섬유공학 기술자 및 연구원	0.4908
결혼상담원 및 웨딩플래너	0.6823	캐드원	0.5605
출납창구사무원	0.7052	무인경비원	0.6267
금속 및 재료 공학시험원	0.7036	중식조리사(주방장 포함)	0.7745
표백 및 염색원(기계조작)	0.8018	애니메이터 및 만화가	0.5408
제화원	0.7910	관세행정사무원	0.5477
제관원	0.6745	지휘자작곡가 및 연주가	0.5914
석유 및 천연가스 생산직(기계조작)	0.7151	병무행정사무원	0.5992
화가 및 조각가	0.6652	철도 및 전동차 기관사	0.6001
과수작물재배원	0.7324	선장항해사 및 도선사	0.5988
비서	0.6473	감독 및 기술감독	0.6033
음향 및 녹음 기사	0.7788	기타 전기 및 전자 기기 설치 및 수리원	0.6717
이용사	0.7512	섬유 및 염료 시험원	0.6681
공업기계 설치 및 정비원	0.6639	철로 설치 및 보수원	0.5805
기타 여가 및 스포츠 관련 종사원	0.6957	생명과학시험원	0.5952
기타 미용 관련 서비스 종사원	0.7587	물리 및 작업 치료사	0.5489
아나운서 및 리포터	0.6159	임상심리사 및 기타 치료사	0.5870
의무기록사	0.6041	기타 의료복지 관련 서비스종사원	0.5703
도금기 및 금속분무기 조작원	0.7221	외선전공	0.6352

높은 직업	WARS	낮은 직업	WARS
메이크업아티스트 및 분장사	0.7336	에너지시험원	0.4988
전기 및 전자 부품 및 제품 조립원	0.7063	행정 및 경영지원 관련 서비스 관리자	0.6031
예능 강사	0.6994	기술영업원	0.5787
통신방송 및 인터넷 케이블 설치 및 수리원	0.7014	전기공학 기술자 및 연구원	0.5189
장례상담원 및 장례지도사	0.7337	공예원	0.6541
기타 음식서비스 종사원	0.7217	보조교사 및 기타 교사	0.5735
의지보조기기사	0.6841	비파괴검사원	0.5638
컴퓨터강사(정보통신강사)	0.6515	가전영상기기전자음향장비 설치 및 수리원	0.5552
점토제품생산직(기계조작)	0.6300	사진작가 및 사진사	0.5651
가구 제조 및 수리원	0.7579	보험심사원 및 보험사무원	0.6115
무용가 및 안무가	0.7350	통신 및 관련 장비 설치 및 수리원	0.5789
유리 및 유리제품 생산직(기계조작)	0.7484	시각디자이너	0.5666
조적공 및 석재부설원	0.7149	환경청소 및 경비 관련 관리자	0.6109
보일러 설치 및 정비원	0.7367	데이터베이스 설계구축 및 관리 기술자	0.5422
생산 및 품질 관리 사무원	0.6058	정부 및 공공 행정 전문가	0.5490
원예작물재배원	0.8101	패턴사	0.5582
학습지 및 방문 교사	0.6466	조명기사 및 영사기사	0.6376
약사 및 한약사	0.6829	플라스틱제품생산직(기계조작)	0.5435
제분 및 도정 관련 기계조작원	0.7037	사회복지 관련 관리자	0.6469
전기 및 전자 설비조작원	0.7873	여행 및 관광통역 안내원	0.5909
샷시 제작 및 시공원	0.6840	초등학교교사	0.6078
피부미용 및 체형 관리사	0.7415	사회복지사	0.4563
기타 학원강사 및 방과후교사	0.6582	기타 운송장비 조립 및 검사원	0.5611
악기 제조수리 및 조율사	0.6421	가수 및 성악가	0.5917
한복제조원	0.6918	목재가공원(기계조작)	0.6794
방송장비 설치 및 수리원	0.6837	자재관리사무원	0.5748
재활용 처리 및 소각로 조작원	0.6875	선박정비원	0.6075
제빵원 및 제과원	0.6945	연예인 및 스포츠 매니저	0.5759
자동차정비원	0.6707	기타 사무원	0.5326
스포츠 및 레크레이션 강사	0.7107	산업안전 및 위험물 관리원	0.5433
기술 및 기능계 강사	0.6154	냉난방 관련 설비 조작원	0.7217
PC 및 사무기기 설치 및 수리원	0.6339	웹마스터 및 웹개발자(웹프로그래머)	0.5528
위생사	0.6382	마술사 등 기타 문화 및 예술 관련 종사자	0.5438
성직자	0.5774	승강기 설치 및 정비원	0.6729
고객상담원(콜센터상담원)	0.5446	방수공	0.6816
치과위생사	0.6308	통신서비스 및 이동통신기 판매원	0.7402
상품중개인 및 경매사	0.6167	사서 및 기록물관리사	0.5934
광원채석원 및 석재절단원	0.7462	여행사무원	0.5702
간호사(조산사 포함)	0.6620	작가 및 관련 전문가	0.5506

<부표 6> 세부직종별 대체위험 인원 - 관리직

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
관리직 전체		374,679	26,682	7.1 %	381,239	86,499	22.7 %	378,537	186,144	49.2 %
1110	의회의원/고위공무원및공공단체임원	7,974	466	5.8 %	5,014	1,140	22.7 %	5,013	2,207	44.0 %
1120	기업고위임원	3,077	242	7.9 %	3,770	675	17.9 %	3,673	1,191	32.4 %
1201	정부행정관리자	2,743	231	8.4 %	478	95	20.0 %	945	473	50.1 %
1202	경영지원관리자	37,980	2,973	7.8 %	35,164	7,486	21.3 %	35,997	17,174	47.7 %
1311	연구관리자	1,721	106	6.2 %	2,056	354	17.2 %	2,605	1,049	40.3 %
1312	교육관리자	31,451	1,945	6.2 %	30,926	6,750	21.8 %	31,363	12,336	39.3 %
1313	법률/경찰/소방및교도관리자	2,649	127	4.8 %	1,879	340	18.1 %	2,296	1,027	44.7 %
1320	보험및금융관리자	49,053	2,954	6.0 %	45,295	9,474	20.9 %	44,075	20,336	46.1 %
1331	보건의료관련관리자	2,004	101	5.0 %	2,242	434	19.4 %	2,304	915	39.7 %
1332	사회복지관련관리자	11,023	1,220	11.1 %	12,368	3,745	30.3 %	13,363	8,644	64.7 %
1340	문화예술디자인영상관리자	3,175	211	6.6 %	4,845	1,025	21.2 %	5,044	2,306	45.7 %
1350	정보통신관리자	6,226	286	4.6 %	7,134	1,349	18.9 %	7,596	2,961	39.0 %
1411	건설및광업관리자	69,130	4,765	6.9 %	67,450	15,962	23.7 %	62,659	33,115	52.8 %
1412	전기가스및수도관리자	7,899	356	4.5 %	12,074	1,838	15.2 %	13,735	5,146	37.5 %
1413	제품생산관리자	55,324	3,873	7.0 %	64,409	15,355	23.8 %	64,729	31,681	48.9 %
1511	영업및판매관리자	44,390	3,911	8.8 %	45,819	10,431	22.8 %	44,326	24,335	54.9 %
1512	운송관리자	11,641	1,042	8.9 %	12,128	2,952	24.3 %	11,716	7,319	62.5 %
1521	숙박여행오락및스포츠관리자	8,228	540	6.6 %	8,468	1,763	20.8 %	8,925	4,251	47.6 %
1522	음식서비스관리자	14,872	1,026	6.9 %	15,306	4,017	26.2 %	14,090	7,182	51.0 %
1530	환경/청소및경비관리자	4,119	306	7.4 %	4,415	1,313	29.7 %	4,084	2,495	61.1 %

<부표 7> 세부직종별 대체위험 인원 - 전문가 및 관련 종사자

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
전문가 전체		4,779,255	371,798	7.8 %	5,181,891	1,551,324	29.9 %	5,551,676	3,125,611	56.3 %
2111	생명과학연구원	31,111	1,515	4.9 %	43,211	9,281	21.5 %	47,379	19,749	41.7 %
2112	자연과학연구원	15,398	685	4.5 %	20,780	3,817	18.4 %	22,853	8,783	38.4 %
2121	인문과학연구원	3,988	205	5.1 %	6,717	1,231	18.3 %	7,805	3,249	41.6 %
2122	사회과학연구원	9,980	489	4.9 %	13,507	2,433	18.0 %	15,584	6,057	38.9 %
2131	생명과학시험원	3,504	245	7.0 %	4,948	1,413	28.6 %	5,470	3,256	59.5 %
2132	농림어업관련 시험원	3,788	183	4.8 %	6,368	1,238	19.4 %	6,663	2,471	37.1 %
2133	자연과학시험원	3,520	160	4.6 %	3,692	876	23.7 %	4,066	1,705	41.9 %
2211	컴퓨터하드웨어 기술자및연구원	3,477	137	3.9 %	4,773	824	17.3 %	5,159	1,666	32.3 %
2212	통신공학기술자 및연구원	45,749	3,235	7.1 %	51,041	11,205	22.0 %	55,579	25,920	46.6 %
2221	컴퓨터시스템 설계및전문가	17,479	1,049	6.0 %	18,150	3,790	20.9 %	19,316	8,276	42.8 %
2222	시스템소프트웨 어개발자	79,622	5,875	7.4 %	86,824	22,086	25.4 %	94,997	55,783	58.7 %
2223	응용소프트웨어 개발자	135,890	5,998	4.4 %	159,184	36,436	22.9 %	186,052	89,299	48.0 %
2224	데이터베이스 개발자	4,694	207	4.4 %	4,569	1,359	29.8 %	3,890	2,109	54.2 %
2225	네트워크시스템 개발자	7,680	474	6.2 %	9,243	1,946	21.0 %	10,110	4,632	45.8 %
2226	컴퓨터보안 전문가	15,659	914	5.8 %	19,478	2,784	14.3 %	23,709	8,013	33.8 %
2227	웹및멀티미디어 기획자	4,333	385	8.9 %	4,025	901	22.4 %	4,974	2,434	48.9 %
2228	웹개발자	20,803	1,560	7.5 %	25,228	8,109	32.1 %	29,116	16,094	55.3 %
2230	정보시스템 운영자	64,469	4,420	6.9 %	69,674	12,732	18.3 %	72,790	29,576	40.6 %
2240	통신및방송송출 장비기사	7,054	693	9.8 %	12,520	5,551	44.3 %	21,343	17,471	81.9 %
2311	건축가및건축 공학기술자	112,431	5,104	4.5 %	115,944	22,758	19.6 %	118,106	52,819	44.7 %
2312	토목공학기술자	80,164	5,721	7.1 %	83,453	16,838	20.2 %	85,346	40,134	47.0 %
2313	조경기술자	12,757	1,115	8.7 %	15,046	3,687	24.5 %	16,629	9,033	54.3 %
2314	도시및교통설계 전문가	6,848	330	4.8 %	7,241	1,700	23.5 %	7,407	3,203	43.2 %
2315	측량및지리정보 전문가	14,426	708	4.9 %	15,128	3,094	20.5 %	15,443	7,391	47.9 %
2316	건설자재시험원	1,022	46	4.5 %	1,224	237	19.4 %	1,222	550	45.0 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
2321	화학공학기술자 및연구원	23,661	1,147	4.8 %	27,903	6,514	23.3 %	30,362	14,729	48.5 %
2322	화학공학시험원	7,459	369	5.0 %	8,078	2,025	25.1 %	8,966	4,432	49.4 %
2331	금속재료공학연구원및기술자	9,437	677	7.2 %	10,719	2,494	23.3 %	11,711	5,366	45.8 %
2332	금속재료공학시험원	2,663	204	7.7 %	3,491	1,350	38.7 %	3,810	2,681	70.4 %
2341	환경공학기술자 및연구원	14,384	1,029	7.2 %	17,584	4,607	26.2 %	19,850	10,139	51.1 %
2342	환경공학시험원	12,792	940	7.3 %	15,951	3,435	21.5 %	17,821	7,388	41.5 %
2351	전기공학기술자 및연구원	54,412	3,831	7.0 %	56,484	16,394	29.0 %	57,789	29,984	51.9 %
2352	전자공학기술자 및연구원	99,750	7,035	7.1 %	110,296	28,523	25.9 %	114,770	58,867	51.3 %
2353	기계공학기술자 및연구원	115,065	8,056	7.0 %	130,232	28,033	21.5 %	136,819	66,221	48.4 %
2354	전기전자및기계공학시험원	15,051	653	4.3 %	13,690	2,568	18.8 %	13,265	5,525	41.6 %
2361	산업안전및위험관리원	38,832	1,816	4.7 %	46,152	14,727	31.9 %	51,410	27,931	54.3 %
2362	보건위생및환경검사원	3,240	206	6.3 %	3,265	548	16.8 %	3,754	1,296	34.5 %
2363	비파괴검사원	6,170	447	7.3 %	7,434	2,192	29.5 %	8,455	4,768	56.4 %
2371	항공기조종사	5,100	124	2.4 %	4,417	323	7.3 %	4,687	1,120	23.9 %
2372	선장/항해사및도선사	13,179	663	5.0 %	13,812	3,873	28.0 %	14,339	8,586	59.9 %
2373	관제사	2,559	71	2.8 %	2,022	409	20.2 %	2,350	1,118	47.6 %
2391	식품공학기술자 및연구원	6,859	304	4.4 %	8,455	1,722	20.4 %	9,375	3,438	36.7 %
2392	섬유공학기술자 및연구원	2,190	280	12.8 %	2,677	717	26.8 %	2,980	1,462	49.1 %
2393	가스/에너지기술자및연구원	4,602	213	4.6 %	5,906	1,268	21.5 %	6,440	2,819	43.8 %
2394	소방공학기술자 및연구원	10,859	776	7.1 %	10,546	2,482	23.5 %	11,720	6,736	57.5 %
2395	식품/섬유공학및에너지시험원	4,146	300	7.2 %	4,756	1,376	28.9 %	5,224	2,606	49.9 %
2396	캐드원	81,780	5,746	7.0 %	92,250	24,957	27.1 %	98,918	55,441	56.0 %
2411	의사	71,815	1,816	2.5 %	77,467	17,519	22.6 %	83,684	35,572	42.5 %
2413	한의사	17,620	1,156	6.6 %	19,091	4,083	21.4 %	21,527	9,721	45.2 %
2414	치과의사	18,950	810	4.3 %	21,884	4,675	21.4 %	24,795	11,771	47.5 %
2415	수의사	6,503	284	4.4 %	8,329	1,666	20.0 %	9,374	4,060	43.3 %
2420	약사및한약사	36,636	4,963	13.5 %	37,843	13,293	35.1 %	39,641	27,070	68.3 %
2430	간호사	209,022	24,992	12.0 %	227,105	74,694	32.9 %	245,921	162,806	66.2 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
2440	영양사	32,898	2,229	6.8 %	38,024	9,486	24.9 %	41,054	24,862	60.6 %
2451	임상병리사	20,540	1,444	7.0 %	25,137	6,149	24.5 %	27,632	13,677	49.5 %
2452	방사선사	21,291	1,040	4.9 %	24,506	6,392	26.1 %	27,170	14,098	51.9 %
2453	치과기공사	15,786	1,535	9.7 %	18,090	8,022	44.3 %	19,195	12,844	66.9 %
2454	치과위생사	37,802	3,463	9.2 %	43,158	14,483	33.6 %	49,281	31,088	63.1 %
2455	의료보조기기사	54	6	11.2 %	983	358	36.4 %	1,465	1,002	68.4 %
2456	물리및작업치료사	34,686	2,361	6.8 %	41,299	11,822	28.6 %	47,586	26,118	54.9 %
2459	임상심리및기타치료사	14,735	988	6.7 %	18,565	5,329	28.7 %	21,354	12,535	58.7 %
2461	응급구조사	8,136	388	4.8 %	7,058	1,575	22.3 %	9,995	4,925	49.3 %
2462	위생사	578	52	9.1 %	1,570	530	33.8 %	2,403	1,533	63.8 %
2463	안경사	14,010	2,023	14.4 %	17,537	7,014	40.0 %	16,447	12,888	78.4 %
2464	의무기록사	3,205	184	5.7 %	5,229	1,940	37.1 %	6,909	4,174	60.4 %
2465	간호조무사	150,128	24,794	16.5 %	182,424	95,909	52.6 %	204,926	160,027	78.1 %
2466	안마사	2,891	461	15.9 %	3,851	2,190	56.9 %	5,043	4,105	81.4 %
2471	사회복지사	71,269	6,269	8.8 %	90,933	27,840	30.6 %	105,169	47,993	45.6 %
2472	보육교사	251,371	23,544	9.4 %	291,933	126,306	43.3 %	326,055	225,678	69.2 %
2473	직업상담사및취업알선원	29,219	1,809	6.2 %	33,851	7,346	21.7 %	39,353	17,875	45.4 %
2474	상담전문가및청소년지도사	27,498	1,717	6.2 %	34,713	8,717	25.1 %	39,696	20,844	52.5 %
2475	시민단체활동가	3,405	605	17.8 %	3,731	1,867	50.0 %	4,354	3,579	82.2 %
2511	대학교수	73,422	1,728	2.4 %	64,896	11,375	17.5 %	63,154	23,374	37.0 %
2512	대학시간강사	44,334	2,275	5.1 %	41,622	8,455	20.3 %	40,479	18,913	46.7 %
2521	중고등학교교사	217,287	14,261	6.6 %	211,282	53,524	25.3 %	210,400	109,893	52.2 %
2522	초등학교교사	158,273	17,935	11.3 %	152,804	46,625	30.5 %	152,122	92,454	60.8 %
2523	특수교육교사	14,049	910	6.5 %	14,791	3,466	23.4 %	16,643	6,885	41.4 %
2530	유치원교사	60,042	5,463	9.1 %	57,863	23,133	40.0 %	57,780	41,076	71.1 %
2541	문리및어학강사	278,360	18,542	6.7 %	258,156	107,245	41.5 %	256,380	160,717	62.7 %
2542	컴퓨터강사	14,199	1,769	12.5 %	13,851	5,039	36.4 %	13,871	9,037	65.1 %
2543	기술및기능계강사	19,004	1,366	7.2 %	18,963	6,432	33.9 %	18,834	11,590	61.5 %
2544	예능강사	153,963	17,290	11.2 %	157,824	57,815	36.6 %	158,891	111,136	69.9 %
2545	학습지및방문교사	129,913	12,790	9.8 %	140,451	49,467	35.2 %	138,965	89,850	64.7 %
2591	장학관/연구관및교육관련전문가	9,541	629	6.6 %	7,978	1,476	18.5 %	7,623	3,220	42.2 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
2592	대학교육조교	24,887	1,249	5.0 %	21,085	5,537	26.3 %	20,138	11,577	57.5 %
2599	보조교사및기타 교사	49,133	4,705	9.6 %	48,139	14,143	29.4 %	46,849	26,865	57.3 %
2611	판사및검사	4,162	0	0.0 %	4,340	773	17.8 %	4,756	1,828	38.4 %
2612	변호사	14,207	170	1.2 %	16,041	1,742	10.9 %	17,180	5,061	29.5 %
2613	법무사및집행관	5,968	383	6.4 %	9,338	1,974	21.1 %	10,128	5,276	52.1 %
2614	변리사	5,811	269	4.6 %	6,688	1,001	15.0 %	7,167	2,166	30.2 %
2620	행정전문가	37,462	3,458	9.2 %	44,960	13,387	29.8 %	48,457	26,603	54.9 %
2711	인사및노사관련 전문가	5,083	298	5.9 %	7,836	1,611	20.6 %	8,582	3,986	46.4 %
2712	회계사	14,275	0	0.0 %	16,131	1,960	12.1 %	17,524	3,869	22.1 %
2713	세무사	12,214	511	4.2 %	14,397	3,052	21.2 %	14,143	5,360	37.9 %
2714	관세사	2,899	225	7.8 %	2,591	609	23.5 %	2,822	1,250	44.3 %
2715	경영및진단 전문가	38,213	1,712	4.5 %	44,293	8,018	18.1 %	49,870	19,209	38.5 %
2721	투자및신용 분석가	13,036	0	0.0 %	13,070	1,408	10.8 %	13,898	3,515	25.3 %
2722	자산운용가	13,841	339	2.4 %	14,059	1,616	11.5 %	15,007	4,301	28.7 %
2723	보험및금융상품 개발자	5,337	282	5.3 %	5,438	1,115	20.5 %	5,869	2,076	35.4 %
2724	증권및외환딜러	12,860	283	2.2 %	12,020	2,232	18.6 %	12,955	3,909	30.2 %
2725	손해사정인	8,994	766	8.5 %	8,778	2,025	23.1 %	9,382	5,444	58.0 %
2731	상품기획전문가	16,819	767	4.6 %	19,518	3,513	18.0 %	20,752	8,826	42.5 %
2732	여행상품개발자	3,466	317	9.1 %	4,540	1,815	40.0 %	4,879	3,333	68.3 %
2733	광고및홍보 전문가	17,810	1,681	9.4 %	19,223	4,817	25.1 %	20,064	9,397	46.8 %
2734	조사전문가	2,774	180	6.5 %	3,786	548	14.5 %	4,359	1,663	38.1 %
2735	행사기획자	17,198	1,043	6.1 %	20,194	4,851	24.0 %	21,471	11,047	51.5 %
2741	감정평가전문가	4,124	184	4.5 %	3,223	630	19.6 %	3,650	1,701	46.6 %
2742	해외영업원	49,999	2,479	5.0 %	57,327	11,313	19.7 %	62,012	28,655	46.2 %
2743	기술영업원	192,904	13,621	7.1 %	217,742	63,130	29.0 %	232,567	134,596	57.9 %
2744	상품중개인및 경매사	15,827	1,523	9.6 %	12,797	4,260	33.3 %	13,328	8,219	61.7 %
2745	부동산컨설턴트 및중개인	158,022	20,849	13.2 %	151,364	70,578	46.6 %	155,834	111,201	71.4 %
2811	작가및관련 전문가	14,740	990	6.7 %	14,706	4,795	32.6 %	15,378	8,468	55.1 %
2812	번역가	12,622	173	1.4 %	14,153	3,595	25.4 %	15,803	8,451	53.5 %
2813	통역가	8,541	103	1.2 %	9,472	2,206	23.3 %	10,419	5,697	54.7 %
2814	기자및논설위원	18,998	1,280	6.7 %	21,164	5,553	26.2 %	23,501	11,633	49.5 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
2815	출판물전문가	22,126	1,242	5.6 %	26,430	6,854	25.9 %	30,392	15,365	50.6 %
2821	큐레이터및문화재보존원	8,140	210	2.6 %	9,077	1,820	20.1 %	10,121	3,832	37.9 %
2822	사서및기록물관리사	17,680	1,220	6.9 %	19,781	6,443	32.6 %	22,067	13,095	59.3 %
2831	감독및기술감독	24,131	1,652	6.8 %	26,595	7,526	28.3 %	29,590	17,851	60.3 %
2832	배우및모델	10,746	760	7.1 %	12,229	5,093	41.6 %	14,539	8,914	61.3 %
2833	아나운서및리포터	5,788	415	7.2 %	5,418	2,019	37.3 %	5,995	3,692	61.6 %
2834	촬영기사	7,591	182	2.4 %	8,473	1,957	23.1 %	9,417	4,892	51.9 %
2835	음향및녹음기사	4,816	443	9.2 %	5,143	1,936	37.6 %	5,738	4,468	77.9 %
2836	영상녹화및편집기사	9,532	468	4.9 %	11,227	2,425	21.6 %	12,414	7,003	56.4 %
2837	조명기사및영사기사	2,373	181	7.6 %	2,746	825	30.0 %	3,100	1,977	63.8 %
2841	화가및조각가	8,690	799	9.2 %	7,054	2,708	38.4 %	6,274	4,174	66.5 %
2842	사진기자및사진사	19,273	965	5.0 %	17,520	5,185	29.6 %	16,364	9,248	56.5 %
2843	만화가및만화영화작가	6,068	418	6.9 %	6,628	1,823	27.5 %	6,951	3,759	54.1 %
2844	국악및전통예능인	4,863	256	5.3 %	4,387	805	18.4 %	4,561	2,131	46.7 %
2845	지휘자/작곡가및연주가	11,927	808	6.8 %	12,917	3,582	27.7 %	13,330	7,883	59.1 %
2846	가수및성악가	4,606	330	7.2 %	5,175	1,606	31.0 %	6,520	3,858	59.2 %
2847	무용가및안무가	2,333	166	7.1 %	2,662	956	35.9 %	3,200	2,352	73.5 %
2851	제품디자이너	19,493	1,269	6.5 %	21,277	5,523	26.0 %	22,796	11,676	51.2 %
2852	패션디자이너	35,630	2,418	6.8 %	38,357	8,860	23.1 %	40,612	22,077	54.4 %
2853	실내장식디자이너	30,384	2,287	7.5 %	30,084	6,177	20.5 %	30,145	14,354	47.6 %
2854	시각디자이너	56,801	3,884	6.8 %	64,734	19,244	29.7 %	72,282	40,952	56.7 %
2855	웹및멀티미디어디자이너	44,190	2,238	5.1 %	51,458	13,410	26.1 %	57,988	26,847	46.3 %
2861	경기감독및코치	3,807	96	2.5 %	4,582	924	20.2 %	5,033	2,938	58.4 %
2862	직업운동선수	5,327	223	4.2 %	5,134	2,088	40.7 %	5,657	3,815	67.4 %
2863	경기심판및경기기록원	1,213	34	2.8 %	912	238	26.1 %	1,000	574	57.4 %
2864	스포츠및레크레이션강사	89,547	8,161	9.1 %	96,912	33,009	34.1 %	101,213	71,928	71.1 %
2891	연예인및스포츠매니저	3,919	356	9.1 %	7,762	2,454	31.6 %	19,614	11,295	57.6 %
2899	마술사및기타문화예술종사자	3,560	251	7.1 %	5,926	1,908	32.2 %	15,023	8,169	54.4 %

<부표 8> 세부직종별 대체위험 인원 - 사무 종사자

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
사무 종사자 전체		4,184,873	426,259	10.2 %	4,554,030	1,466,889	32.2 %	4,830,596	2,961,814	61.3 %
3111	조세행정 사무원	29,422	2,441	8.3 %	31,435	6,867	21.8 %	35,184	18,394	52.3 %
3112	관세행정 사무원	7,206	813	11.3 %	9,298	2,570	27.6 %	10,344	5,665	54.8 %
3113	병무행정 사무원	13,875	910	6.6 %	15,008	4,162	27.7 %	16,740	10,031	59.9 %
3114	국가지방및 공공행정 사무원	375,989	25,170	6.7 %	416,552	102,294	24.6 %	445,357	253,806	57.0 %
3121	기획및마케팅사무원	541,018	32,939	6.1 %	581,665	117,368	20.2 %	595,175	290,372	48.8 %
3122	인사및교육훈련사무원	172,931	15,631	9.0 %	194,074	47,215	24.3 %	209,239	114,727	54.8 %
3123	자재관리 사무원	265,106	31,002	11.7 %	290,661	90,488	31.1 %	302,062	173,615	57.5 %
3124	생산및품질관리사무원	296,004	34,339	11.6 %	306,785	109,118	35.6 %	320,868	194,374	60.6 %
3125	무역사무원	84,853	7,957	9.4 %	109,067	23,334	21.4 %	122,252	63,905	52.3 %
3126	운송사무원	63,611	3,228	5.1 %	70,230	15,805	22.5 %	73,201	41,179	56.3 %
3127	총무사무원	583,159	78,549	13.5 %	625,517	244,185	39.0 %	663,293	462,810	69.8 %
3131	회계사무원	204,171	13,514	6.6 %	230,487	58,590	25.4 %	252,656	144,121	57.0 %
3132	경리사무원	499,881	71,936	14.4 %	534,159	259,974	48.7 %	574,749	451,401	78.5 %
3141	비서	20,283	1,365	6.7 %	22,914	8,784	38.3 %	23,833	15,426	64.7 %
3142	전산자료입력원및사무보조원	223,077	32,524	14.6 %	239,096	109,531	45.8 %	243,197	189,128	77.8 %
3201	출납창구사무원	83,591	13,797	16.5 %	86,300	33,447	38.8 %	88,458	62,380	70.5 %
3202	보험심사원및사무원	84,209	7,910	9.4 %	95,545	28,298	29.6 %	98,446	60,196	61.1 %
3203	금융관련 사무원	208,528	13,364	6.4 %	205,685	42,718	20.8 %	211,126	100,236	47.5 %
3204	신용추심원	16,701	856	5.1 %	17,875	3,196	17.9 %	18,262	8,491	46.5 %
3301	법률관련 사무원	66,764	5,270	7.9 %	72,388	16,586	22.9 %	84,537	41,703	49.3 %
3302	감사사무원	14,751	725	4.9 %	15,400	3,482	22.6 %	18,234	7,368	40.4 %
3910	통계관련 사무원	21,804	1,479	6.8 %	26,124	6,900	26.4 %	28,514	16,112	56.5 %
3921	여행사무원	31,182	2,077	6.7 %	38,640	12,587	32.6 %	43,419	24,756	57.0 %
3922	안내접수 사무원및 전화교환원	108,511	12,543	11.6 %	125,599	54,399	43.3 %	137,901	95,310	69.1 %
3991	고객상담및 모니터요원	168,247	15,923	9.5 %	193,526	64,992	33.6 %	213,551	116,306	54.5 %

<부표 9> 세부직종별 대체위험 인원 - 서비스종사자

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
서비스종사자 전체		2,151,704	295,636	13.7 %	2,386,556	1,078,705	45.2 %	2,422,470	1,838,441	75.9 %
4111	경찰관	107,305	7,988	7.4 %	119,066	28,986	24.3 %	128,761	64,996	50.5 %
4112	소방관	35,770	3,657	10.2 %	40,027	15,967	39.9 %	44,724	35,387	79.1 %
4113	소년보호관및 교도관	17,682	1,166	6.6 %	17,838	4,238	23.8 %	19,954	10,992	55.1 %
4121	경호원	8,086	346	4.3 %	8,744	2,140	24.5 %	9,852	5,890	59.8 %
4122	청원경찰	15,306	2,286	14.9 %	16,679	10,474	62.8 %	17,345	16,100	92.8 %
4123	무인경비원	19,057	1,002	5.3 %	22,358	6,100	27.3 %	24,615	15,427	62.7 %
4211	간병인	184,794	46,230	25.0 %	232,027	147,359	63.5 %	260,414	229,906	88.3 %
4221	이용사	21,301	2,605	12.2 %	21,827	8,207	37.6 %	20,787	15,615	75.1 %
4222	미용사	175,907	4,293	2.4 %	190,746	39,696	20.8 %	200,101	98,861	49.4 %
4223	피부미용및 체형관리사	93,208	10,820	11.6 %	116,096	40,558	34.9 %	129,444	95,987	74.2 %
4224	메이크업아티스트및분장사	6,081	683	11.2 %	9,043	3,333	36.9 %	9,402	6,897	73.4 %
4225	애완동물 미용사	4,539	411	9.1 %	5,169	2,240	43.3 %	5,569	4,365	78.4 %
4231	결혼상담원및 웨딩플래너	6,933	928	13.4 %	7,866	3,053	38.8 %	8,662	5,910	68.2 %
4232	혼례종사원	4,836	547	11.3 %	6,198	2,921	47.1 %	6,558	5,440	83.0 %
4233	장례상담원및 장례지도사	9,477	1,130	11.9 %	10,233	3,740	36.5 %	10,846	7,957	73.4 %
4311	항공기객실 승무원	10,028	470	4.7 %	11,224	2,933	26.1 %	12,456	7,342	58.9 %
4312	선박및열차 객실승무원	3,969	505	12.7 %	4,334	1,835	42.3 %	4,442	3,405	76.7 %
4321	여행및관광 통역안내원	19,781	1,895	9.6 %	24,121	7,336	30.4 %	26,489	15,653	59.1 %
4322	숙박시설 서비스원	44,780	6,111	13.6 %	40,441	17,063	42.2 %	39,652	29,360	74.0 %
4323	오락시설 서비스원	120,303	15,672	13.0 %	115,590	44,949	38.9 %	113,323	84,413	74.5 %
4411	한식주방장및 조리사	544,774	102,145	18.8 %	599,983	347,955	58.0 %	582,487	492,204	84.5 %
4412	중식주방장및 조리사	33,047	3,395	10.3 %	36,276	9,955	27.4 %	36,334	28,140	77.4 %
4413	양식주방장및 조리사	24,186	3,935	16.3 %	26,171	12,630	48.3 %	26,165	20,566	78.6 %
4414	일식주방장및 조리사	18,838	2,607	13.8 %	20,031	10,639	53.1 %	20,042	17,611	87.9 %
4421	바텐더	4,658	553	11.9 %	12,390	6,519	52.6 %	11,104	9,321	83.9 %
4422	웨이터	617,057	74,257	12.0 %	672,078	297,881	44.3 %	652,942	510,695	78.2 %

<부표 10> 세부직종별 대체위험 인원 - 판매종사자

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
판매종사자 전체		3,031,858	359,690	11.9 %	3,105,924	1,222,771	39.4 %	3,195,425	2,372,064	74.2 %
5101	자동차영업원	82,348	7,900	9.6 %	97,871	24,048	24.6 %	104,447	57,543	55.1 %
5102	제품및광고 영업원	354,372	31,886	9.0 %	372,526	94,083	25.3 %	390,109	214,640	55.0 %
5103	보험설계사및 간접투자증권 판매업	263,562	13,524	5.1 %	275,525	64,956	23.6 %	287,589	150,637	52.4 %
5211	상점판매원	1,447,480	187,439	12.9 %	1,400,399	555,895	39.7 %	1,432,776	1,148,118	80.1 %
5212	매표원및복권 판매원	29,176	8,109	27.8 %	31,908	20,862	65.4 %	33,629	32,399	96.3 %
5213	매장계산원및 요금정산원	375,564	45,501	12.1 %	426,364	249,329	58.5 %	438,444	380,658	86.8 %
5220	상품대여원	18,906	1,790	9.5 %	17,348	7,130	41.1 %	17,917	12,259	68.4 %
5301	방문판매원	111,853	19,271	17.2 %	109,199	54,324	49.7 %	104,976	88,428	84.2 %
5302	통신서비스 판매원	105,679	11,694	11.1 %	120,485	38,838	32.2 %	125,217	92,689	74.0 %
5303	텔레마케터	46,136	4,373	9.5 %	46,775	11,620	24.8 %	47,372	21,107	44.6 %
5304	인터넷판매원	70,262	8,234	11.7 %	85,543	34,875	40.8 %	91,928	71,874	78.2 %
5305	노점및이동 판매원	99,599	15,091	15.2 %	90,335	49,453	54.7 %	87,808	72,618	82.7 %
5306	홍보도우미및 판촉원	26,923	4,877	18.1 %	31,645	17,359	54.9 %	33,213	29,094	87.6 %

주: '임산물채취및기타임업관련종사원(6209)'은 계산에서 제외되었음

<부표 11> 세부직종별 대체위험 인원 - 농림어업 숙련 종사자

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
농림어업 숙련 종사자 전체		1,415,515	251,758	17.8 %	1,345,752	724,145	53.8 %	1,287,874	1,108,995	86.1 %
6111	곡식작물 재배원	564,701	129,302	22.9 %	460,982	278,116	60.3 %	447,275	402,326	90.0 %
6112	채소및특용 작물재배원	528,170	86,872	16.4 %	563,740	312,614	55.5 %	544,855	476,825	87.5 %
6113	과수작물 재배원	174,000	16,736	9.6 %	181,141	69,537	38.4 %	175,516	128,544	73.2 %
6121	원예작물 재배원	15,753	2,209	14.0 %	14,285	5,078	35.5 %	11,417	9,249	81.0 %
6122	조경원	18,241	1,720	9.4 %	20,159	10,055	49.9 %	17,739	15,264	86.0 %
6131	낙농업관련 종사원	6,643	1,967	29.6 %	6,086	4,030	66.2 %	5,176	4,892	94.5 %
6132	가축사육 종사원	64,573	7,916	12.3 %	60,874	26,577	43.7 %	51,566	43,185	83.7 %
6201	조림_영림 및벌목원	5,737	410	7.2 %	4,870	2,002	41.1 %	4,940	4,036	81.7 %
6301	양식원	9,237	1,837	19.9 %	7,965	3,766	47.3 %	6,981	6,271	89.8 %
6302	어부및해녀	28,460	2,789	9.8 %	25,649	12,370	48.2 %	22,408	18,401	82.1 %

<부표 12> 세부직종별 대체위험 인원 - 기능원 및 관련 기능 종사자

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
기능원 전체		1,952,261	215,039	11.0 %	2,009,099	854,220	42.5 %	2,047,454	1,520,985	74.3 %
7101	제빵원및 제과원	33,269	3,266	9.8 %	32,028	10,944	34.2 %	36,637	25,442	69.4 %
7102	떡제조원	31,351	4,594	14.7 %	32,020	18,870	58.9 %	36,299	30,218	83.2 %
7103	정육원및 도축원	35,084	5,781	16.5 %	38,384	24,958	65.0 %	44,531	39,152	87.9 %
7104	식품및담배 등급원	1,884	92	4.9 %	1,703	432	25.4 %	1,949	979	50.2 %
7105	김치및밑반찬 제조종사원	14,050	1,665	11.8 %	14,105	6,391	45.3 %	15,921	11,983	75.3 %
7211	패턴사	3,455	248	7.2 %	3,115	929	29.8 %	3,239	1,808	55.8 %
7212	재단사	34,245	4,231	12.4 %	35,343	16,759	47.4 %	36,330	28,598	78.7 %
7213	재봉사	151,008	23,434	15.5 %	148,535	70,409	47.4 %	153,716	128,090	83.3 %
7214	제화원	8,202	590	7.2 %	6,998	2,700	38.6 %	5,631	4,454	79.1 %
7221	한복제조원	5,260	446	8.5 %	5,985	2,073	34.6 %	6,149	4,254	69.2 %
7222	양장및양복 제조원	5,071	637	12.6 %	4,724	2,036	43.1 %	4,859	3,444	70.9 %
7223	모피및가죽 의복제조원	344	60	17.5 %	343	176	51.3 %	370	287	77.7 %
7224	의복/가죽및 모피수선원	39,142	6,539	16.7 %	36,754	19,779	53.8 %	36,337	29,174	80.3 %
7302	가구제조및 수리원	32,379	3,981	12.3 %	35,060	12,717	36.3 %	35,434	26,856	75.8 %
7303	악기제조및 조율사	3,175	299	9.4 %	3,638	1,264	34.7 %	3,835	2,462	64.2 %
7304	간판제작및 설치원	27,115	1,289	4.8 %	27,575	4,437	16.1 %	27,336	13,597	49.7 %
7411	금형원	40,680	6,890	16.9 %	37,548	21,084	56.2 %	37,157	32,443	87.3 %
7412	주조원	5,592	1,149	20.6 %	4,565	2,503	54.8 %	4,545	3,903	85.9 %
7413	단조원	1,891	224	11.8 %	2,007	997	49.7 %	1,994	1,691	84.8 %
7421	제관원	4,351	322	7.4 %	5,741	2,210	38.5 %	6,047	4,079	67.5 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
7422	판금원	5,596	1,080	19.3 %	6,686	3,301	49.4 %	6,982	5,811	83.2 %
7430	용접원	156,381	15,865	10.1 %	155,973	75,852	48.6 %	157,075	120,951	77.0 %
7510	자동차정비원	175,542	12,067	6.9 %	186,471	63,632	34.1 %	191,364	128,344	67.1 %
7521	항공기정비원	10,534	502	4.8 %	13,026	2,606	20.0 %	13,349	6,667	49.9 %
7522	선박정비원	14,480	1,035	7.1 %	14,477	4,513	31.2 %	14,651	8,901	60.8 %
7523	철도기관차 및전동차 정비원	10,976	800	7.3 %	12,166	2,338	19.2 %	12,411	5,168	41.6 %
7531	공업기계설 치및정비원	88,419	8,089	9.1 %	92,572	34,745	37.5 %	94,891	62,996	66.4 %
7532	승강기설치 및정비원	17,775	1,204	6.8 %	18,405	5,930	32.2 %	18,836	12,675	67.3 %
7533	물품이동장 비설치및 정비원	4,649	535	11.5 %	4,907	2,175	44.3 %	5,073	4,030	79.4 %
7534	냉동_냉장_ 공조기설치 및정비원	24,221	2,202	9.1 %	25,066	10,155	40.5 %	25,937	18,750	72.3 %
7535	보일러설치 및정비원	33,514	2,340	7.0 %	32,559	11,604	35.6 %	33,611	24,762	73.7 %
7611	PC및사무기 기설치및 수리원	43,618	3,136	7.2 %	42,960	14,552	33.9 %	43,155	27,356	63.4 %
7612	가전제품설 치및수리원	39,302	2,802	7.1 %	42,774	12,623	29.5 %	42,724	23,720	55.5 %
7621	산업전공	26,073	1,936	7.4 %	32,079	13,221	41.2 %	34,400	27,325	79.4 %
7622	내선전공	147,841	17,846	12.1 %	159,276	85,822	53.9 %	161,551	136,755	84.7 %
7623	외선전공	16,118	1,166	7.2 %	15,663	4,514	28.8 %	14,157	8,992	63.5 %
7711	강구조물 가공원및 건립원	24,535	7,003	28.5 %	22,989	14,261	62.0 %	21,762	19,063	87.6 %
7712	경량철골원	9,454	2,761	29.2 %	9,501	6,070	63.9 %	9,230	8,496	92.0 %
7721	철근공	33,602	5,163	15.4 %	36,485	19,083	52.3 %	38,394	33,816	88.1 %
7722	콘크리트공	6,673	1,647	24.7 %	6,223	3,977	63.9 %	5,869	5,262	89.7 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
7723	건축석공	5,386	897	16.6 %	5,761	2,960	51.4 %	5,464	4,538	83.1 %
7724	건축목공	145,243	10,770	7.4 %	137,478	53,827	39.2 %	126,059	96,143	76.3 %
7725	조석공및석재부설원	14,495	1,409	9.7 %	15,765	5,632	35.7 %	14,903	10,654	71.5 %
7731	미장공	41,238	8,793	21.3 %	37,140	23,430	63.1 %	34,586	30,258	87.5 %
7732	방수공	16,903	819	4.8 %	16,731	5,393	32.2 %	15,494	10,560	68.2 %
7733	단열공	5,104	968	19.0 %	4,329	2,853	65.9 %	4,017	3,534	88.0 %
7734	바닥재시공원	32,743	5,054	15.4 %	33,665	13,683	40.6 %	31,344	24,799	79.1 %
7735	도배공및유리부착원	51,752	6,306	12.2 %	51,843	20,782	40.1 %	46,329	34,065	73.5 %
7736	건축도장공	49,681	8,572	17.3 %	47,021	28,400	60.4 %	43,720	39,318	89.9 %
7737	새시조립및설치원	42,058	4,196	10.0 %	40,964	14,315	34.9 %	38,096	26,057	68.4 %
7741	광원_채석원및석재절단원	3,265	501	15.3 %	3,555	1,545	43.5 %	3,377	2,540	75.2 %
7742	철로설치및보수원	5,266	383	7.3 %	5,599	1,594	28.5 %	5,333	3,096	58.1 %
7801	영상및관련장비설치및수리원	3,373	303	9.0 %	21,251	7,347	34.6 %	42,310	28,926	68.4 %
7802	통신및관련장비설치및수리원	25,997	1,290	5.0 %	29,781	8,840	29.7 %	33,190	19,212	57.9 %
7803	통신_방송및인터넷케이블설치및수리원	39,426	3,546	9.0 %	44,392	16,231	36.6 %	49,439	34,676	70.1 %
7911	공예원	14,231	973	6.8 %	14,249	4,176	29.3 %	14,561	9,524	65.4 %
7912	귀금속및보석세공원	9,129	855	9.4 %	10,113	4,948	48.9 %	10,250	8,574	83.6 %
7921	건설배관공	53,954	1,320	2.4 %	55,380	12,817	23.1 %	56,883	29,003	51.0 %
7922	공업배관공	15,162	1,885	12.4 %	16,175	7,872	48.7 %	16,557	13,898	83.9 %
7991	배관세정원및방역원	11,007	1,286	11.7 %	11,472	4,933	43.0 %	11,804	8,855	75.0 %

주: '목제품제조관련종사원(7301)', '건설및광업기계설치및정비원(7536)', '농업용및기타기계장비설치및정비원(7539)'는 계산에서 제외되었음

<부표 13> 세부직종별 대체위험 인원 - 장치, 기계조작 및 조립 종사자

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
장치, 기계조작 및 조립 종사자 전체		2,830,799	330,197	11.7 %	3,060,813	1,544,172	50.4 %	3,186,176	2,521,582	79.1 %
8111	제분및도정관련기계조작원	19,445	1,871	9.6 %	16,853	5,905	35.0 %	18,110	12,743	70.4 %
8112	곡물가공제품기계조작원	13,801	2,732	19.8 %	13,314	8,470	63.6 %	14,685	12,834	87.4 %
8113	육류_어패류및낙농품가공기계조작원	13,652	3,938	28.8 %	15,233	10,204	67.0 %	17,215	15,174	88.1 %
8114	과실및채소관련기계조작원	519	103	19.9 %	861	469	54.5 %	950	838	88.2 %
8120	음료제조관련기계조작원	7,167	501	7.0 %	7,913	3,137	39.6 %	8,714	6,131	70.4 %
8211	섬유제조기계조작원	18,613	2,998	16.1 %	18,222	5,177	28.4 %	17,718	11,837	66.8 %
8212	표백및염색관련조작원	19,132	2,476	12.9 %	19,450	7,511	38.6 %	19,735	15,824	80.2 %
8221	직조기및편직기조작원	27,028	2,839	10.5 %	27,972	14,627	52.3 %	27,668	23,052	83.3 %
8222	신발제조기조작원및조립원	6,233	788	12.6 %	6,881	3,294	47.9 %	6,638	4,265	64.2 %
8230	세탁관련기계조작원	37,537	5,503	14.7 %	35,312	22,782	64.5 %	34,990	30,391	86.9 %
8311	석유및천연가스제조관련제어장치조작원	7,533	672	8.9 %	8,705	3,343	38.4 %	9,766	6,984	71.5 %
8312	화학물가공장치조작원	20,481	3,402	16.6 %	21,685	12,346	56.9 %	23,257	20,976	90.2 %
8321	화학제품생산기조작원	29,174	3,488	12.0 %	29,615	13,804	46.6 %	29,548	23,397	79.2 %
8322	타이어및고무제품생산기조작원	26,927	4,072	15.1 %	28,462	15,511	54.5 %	29,205	23,563	80.7 %
8323	플라스틱제품생산기조작원	72,196	3,096	4.3 %	76,305	23,011	30.2 %	78,268	42,539	54.4 %
8324	고무및플라스틱제품조립원	20,885	2,176	10.4 %	22,876	11,562	50.5 %	23,591	19,602	83.1 %
8411	주조기조작원	19,188	3,944	20.6 %	21,133	11,588	54.8 %	23,026	19,774	85.9 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
8412	단조기조작원	4,295	508	11.8 %	4,860	2,415	49.7 %	5,285	4,482	84.8 %
8413	용접기조작원	9,255	939	10.1 %	8,183	3,979	48.6 %	9,004	6,933	77.0 %
8414	금속가공관련제어장치조작원	12,943	1,269	9.8 %	12,626	6,439	51.0 %	12,436	10,446	84.0 %
8415	금속가공기계조작원	55,152	22,973	41.7 %	56,107	42,176	75.2 %	58,514	55,174	94.3 %
8416	제관기조작원	2,409	178	7.4 %	2,940	1,132	38.5 %	3,217	2,170	67.5 %
8417	판금기조작원	4,314	833	19.3 %	5,138	2,537	49.4 %	5,651	4,703	83.2 %
8421	도장기조작원	27,673	2,778	10.0 %	27,537	10,941	39.7 %	30,185	19,455	64.5 %
8422	도금및금속분무기조작원	27,367	1,333	4.9 %	30,230	11,155	36.9 %	33,354	24,084	72.2 %
8431	유리제조및가공기조작원	24,028	1,731	7.2 %	26,716	9,584	35.9 %	29,495	22,073	74.8 %
8432	점토제품생산기조작원	4,389	309	7.0 %	5,671	2,062	36.4 %	6,314	3,978	63.0 %
8433	시멘트및광물제품제조기조작원	9,254	1,791	19.4 %	9,811	5,999	61.1 %	10,814	9,472	87.6 %
8434	광석및석제품가공기조작원	6,920	479	6.9 %	7,818	2,584	33.1 %	8,635	6,444	74.6 %
8510	금속공작기계조작원	184,146	26,751	14.5 %	210,736	109,914	52.2 %	222,170	184,606	83.1 %
8520	냉_난방관련설비조작원	16,387	776	4.7 %	16,659	5,348	32.1 %	16,249	11,727	72.2 %
8530	자동조립라인및산업용로봇조작원	5,413	555	10.2 %	8,677	3,451	39.8 %	13,244	10,475	79.1 %
8541	자동차조립원	42,253	2,108	5.0 %	43,217	21,220	49.1 %	46,621	37,338	80.1 %
8542	자동차부분품조립원	160,972	19,576	12.2 %	179,750	82,106	45.7 %	184,804	141,426	76.5 %
8543	운송장비조립원	18,020	1,336	7.4 %	17,803	5,497	30.9 %	18,910	10,610	56.1 %
8544	일반기계조립원	49,039	5,979	12.2 %	53,501	23,537	44.0 %	55,409	44,789	80.8 %
8610	발전및배전장치조작원	14,309	1,003	7.0 %	16,355	2,897	17.7 %	17,318	7,470	43.1 %
8620	전기및전자설비조작원	80,486	6,046	7.5 %	87,787	30,705	35.0 %	92,538	72,854	78.7 %

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
8631	전기부품및 제품제조기 계조작원	25,310	3,915	15.5 %	27,831	16,966	61.0 %	29,246	25,053	85.7 %
8632	전자부품및 제품제조기 계조작원	94,478	10,115	10.7 %	105,209	50,536	48.0 %	109,262	91,785	84.0 %
8640	전기_전자부 품및제품조 립원	209,263	5,161	2.5 %	218,932	80,396	36.7 %	222,049	156,842	70.6 %
8710	철도및전동 차기관사	10,800	318	2.9 %	12,895	3,590	27.8 %	13,487	8,094	60.0 %
8720	화물열차차 장및관련 종사원	1,582	88	5.6 %	3,089	1,268	41.0 %	4,049	3,074	75.9 %
8731	택시운전원	336,149	43,679	13.0 %	354,876	229,000	64.5 %	352,690	309,970	87.9 %
8732	버스운전원	185,404	16,852	9.1 %	200,237	103,591	51.7 %	210,451	159,998	76.0 %
8733	화물차및특 수차운전원	528,231	72,137	13.7 %	567,337	334,717	59.0 %	594,706	509,840	85.7 %
8740	물품이동장 비조작원	106,862	8,047	7.5 %	129,866	58,814	45.3 %	139,758	105,570	75.5 %
8750	건설및채굴 기계운전원	92,301	12,779	13.8 %	103,776	51,063	49.2 %	108,256	74,840	69.1 %
8760	선박갑판승 무원및관련 종사원	2,841	228	8.0 %	4,283	2,227	52.0 %	5,325	4,663	87.6 %
8810	상_하수도처 리장치조작원	7,957	553	7.0 %	11,095	2,259	20.4 %	12,502	6,001	48.0 %
8820	재활용처리및 소각로조작원	10,293	780	7.6 %	12,325	4,246	34.4 %	13,916	9,567	68.8 %
8911	목재가공관련 기계조작원	11,619	577	5.0 %	11,814	3,673	31.1 %	11,884	8,074	67.9 %
8912	가구조립원	4,713	501	10.6 %	4,916	2,323	47.3 %	4,915	3,823	77.8 %
8913	펄프및종이제 조장치조작원	7,716	1,736	22.5 %	7,425	4,982	67.1 %	7,502	6,792	90.5 %
8914	종이제품생 산기조작원	16,973	2,052	12.1 %	18,531	7,598	41.0 %	18,687	13,602	72.8 %
8921	인쇄기조작원	55,257	6,594	11.9 %	57,168	26,038	45.5 %	57,903	39,064	67.5 %
8922	사진인화및현 상기조작원	4,515	234	5.2 %	6,294	2,466	39.2 %	6,336	4,297	67.8 %

주: '금속기계부품조립원(8550)'은 계산에서 제외되었음

<부표 14> 세부직종별 대체위험 인원 - 단순노무종사자(KSCO 9)

(단위: 명)

		현재			2020년			2025년		
		취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율	취업자	대체영향 인원	대체영향 비율
단순노무종사자 전체		2,347,845	609,111	25.9 %	2,522,249	1,610,273	63.8 %	2,705,554	2,438,200	90.1 %
9100	건설및광업 단순종사원	281,995	113,880	40.4 %	277,102	210,065	75.8 %	264,278	249,253	94.3 %
9210	하역및적재 단순종사원	89,593	9,650	10.8 %	102,239	47,452	46.4 %	122,944	87,124	70.9 %
9221	우편물 집배원	18,080	1,912	10.6 %	18,384	7,680	41.8 %	20,451	15,727	76.9 %
9222	택배원	98,214	15,815	16.1 %	108,228	59,571	55.0 %	130,523	109,650	84.0 %
9223	음식배달원	66,010	10,375	15.7 %	68,594	44,021	64.2 %	80,144	71,137	88.8 %
9411	청소원	453,821	160,391	35.3 %	504,259	378,547	75.1 %	525,886	525,886	100.0 %
9412	환경미화원 및재활용품 수거원	210,069	21,661	10.3 %	231,488	102,829	44.4 %	245,495	199,914	81.4 %
9421	경비원	233,848	28,494	12.2 %	256,787	135,132	52.6 %	270,926	228,512	84.3 %
9422	검표원	2,838	287	10.1 %	10,447	4,450	42.6 %	10,239	6,991	68.3 %
9511	가사도우미	101,818	16,877	16.6 %	105,669	61,967	58.6 %	118,346	104,932	88.7 %
9512	육아도우미	166,600	20,753	12.5 %	183,257	99,471	54.3 %	210,345	172,549	82.0 %
9521	패스트푸드원	15,491	2,551	16.5 %	15,826	9,110	57.6 %	18,152	16,158	89.0 %
9522	주방보조원	328,535	154,367	47.0 %	343,834	284,062	82.6 %	384,964	384,964	100.0 %
9531	주유원	34,870	7,335	21.0 %	35,589	26,576	74.7 %	37,435	33,975	90.8 %
9910	농림어업 관련단순 종사원	157,928	21,920	13.9 %	167,643	78,452	46.8 %	168,635	144,481	85.7 %
9921	계기검침원 및가스점검원	12,552	1,316	10.5 %	11,897	5,546	46.6 %	12,106	9,303	76.8 %
9922	수금원	4,471	851	19.0 %	4,563	2,838	62.2 %	4,899	4,283	87.4 %
9923	주차관리원 및안내원	39,254	9,048	23.0 %	42,537	26,986	63.4 %	45,757	43,209	94.4 %
9991	구두미화원	1,906	235	12.3 %	2,532	1,011	39.9 %	2,926	2,089	71.4 %
9992	세탁원및 다림질원	29,953	11,391	38.0 %	31,375	24,510	78.1 %	31,102	28,062	90.2 %

주: '제조관련단순종사원(9300)'은 계산에서 제외되었음

<부표 15> 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 - 인문, 사회 계열

(단위: 명)

		인문				사회			
		취업자	대체위험 인원			취업자	대체위험 인원		
			2016년	2020년	2025년		2016년	2020년	2025년
전체		29,178 . (8.1) [100]	2,735 <9.4> (8.3) [100]	9,746 <33.4> (8.4) [100]	17,930 <61.5> (8.2) [100]	104,691 . (28.9) [100]	10,231 <9.8> (30.9) [100]	34,973 <33.4> (30.1) [100]	64,033 <61.2> (29.3) [100]
1	관리자	116 . (10.5) [0.4]	7 <6.0> (9.5) [0.3]	27 <23.3> (10.6) [0.3]	57 <49.1> (10.6) [0.3]	729 . (65.9) [0.7]	49 <6.7> (66.2) [0.5]	169 <23.2> (66.5) [0.5]	355 <48.7> (65.9) [0.6]
2	전문가 및 관련 종사자	9,473 . (5.3) [32.5]	643 <6.8> (4.7) [23.5]	3,006 <31.7> (5.7) [30.8]	5,344 <56.4> (5.3) [29.8]	28,885 . (16.1) [27.6]	2,333 <8.1> (17.0) [22.8]	9,198 <31.8> (17.5) [26.3]	15,899 <55.0> (15.8) [24.8]
3	사무 종사자	13,188 . (13.2) [45.2]	1,363 <10.3> (13.1) [49.8]	4,262 <32.3> (13.0) [43.7]	8,088 <61.3> (13.1) [45.1]	50,428 . (50.3) [48.2]	5,037 <10.0> (48.2) [49.2]	16,071 <31.9> (48.8) [46.0]	30,798 <61.1> (49.8) [48.1]
4	서비스종사자	1,452 . (7.1) [5.0]	167 <11.5> (6.7) [6.1]	535 <36.8> (6.6) [5.5]	940 <64.7> (6.6) [5.2]	6,301 . (31.0) [6.0]	780 <12.4> (31.2) [7.6]	2,518 <40.0> (31.3) [7.2]	4,376 <69.4> (30.6) [6.8]
5	판매종사자	2,649 . (12.6) [9.1]	328 <12.4> (13.3) [12.0]	994 <37.5> (13.1) [10.2]	1,925 <72.7> (12.9) [10.7]	8,147 . (38.8) [7.8]	949 <11.6> (38.4) [9.3]	2,896 <35.5> (38.2) [8.3]	5,629 <69.1> (37.7) [8.8]
6	농림어업 숙련 종사자	36 . (2.8) [0.1]	7 <19.4> (3.7) [0.3]	21 <58.3> (3.4) [0.2]	32 <88.9> (3.1) [0.2]	505 . (38.6) [0.5]	73 <14.5> (39.0) [0.7]	242 <47.9> (39.5) [0.7]	413 <81.8> (39.7) [0.6]
7	기능원 및 관련 기능 종사자	424 . (3.7) [1.5]	38 <9.0> (3.8) [1.4]	152 <35.8> (3.7) [1.6]	286 <67.5> (3.8) [1.6]	1,716 . (15.0) [1.6]	157 <9.1> (15.7) [1.5]	635 <37.0> (15.6) [1.8]	1,162 <67.7> (15.3) [1.8]
8	장치, 기계조작 및 조립종사자	820 . (6.0) [2.8]	70 <8.5> (4.9) [2.6]	367 <44.8> (6.1) [3.8]	630 <76.8> (6.1) [3.5]	3,814 . (27.9) [3.6]	433 <11.4> (30.5) [4.2]	1,809 <47.4> (29.9) [5.2]	2,927 <76.7> (28.6) [4.6]
9	단순노무종사자	452 . (8.1) [1.5]	85 <18.8> (8.9) [3.1]	261 <57.7> (9.3) [2.7]	368 <81.4> (9.1) [2.1]	1,628 . (29.1) [1.6]	302 <18.6> (31.6) [3.0]	915 <56.2> (32.7) [2.6]	1,331 <81.8> (32.9) [2.1]
A	군인	568 . (7.8) [1.9]	27 <4.8> (8.0) [1.0]	121 <21.3> (8.1) [1.2]	260 <45.8> (7.9) [1.5]	2,538 . (35.1) [2.4]	118 <4.6> (34.9) [1.2]	520 <20.5> (34.7) [1.5]	1,143 <45.0> (34.9) [1.8]

주: 1) < > 안은 향후 대체될 인력의 비율(%)임
2) ( ) 안은 전체 계열 값과의 상대적 비를 나타내는 행(row) 백분율(%)임
3) [ ] 안은 각 항목 값과의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

<부표 16> 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 - 교육, 공학 계열

(단위: 명)

		교육				공학			
		취업자	대체위험 인원			취업자	대체위험 인원		
			2016년	2020년	2025년		2016년	2020년	2025년
전체		22,773 . (6.3) [100]	2,124 <9.3> (6.4) [100]	7,949 <34.9> (6.8) [100]	14,335 <62.9> (6.6) [100]	88,190 . (24.4) [100]	6,980 <7.9> (21.1) [100]	25,309 <28.7> (21.7) [100]	49,243 <55.8> (22.5) [100]
1	관리자	40 . (3.6) [0.2]	2 <5.0> (2.7) [0.1]	9 <22.5> (3.5) [0.1]	17 <42.5> (3.2) [0.1]	91 . (8.2) [0.1]	5 <5.5> (6.8) [0.1]	22 <24.2> (8.7) [0.1]	46 <50.5> (8.5) [0.1]
2	전문가 및 관련 종사자	19,916 . (11.1) [87.5]	1,795 <9.0> (13.0) [84.5]	6,902 <34.7> (13.1) [86.8]	12,452 <62.5> (12.4) [86.9]	50,179 . (27.9) [56.9]	3,153 <6.3> (22.9) [45.2]	11,982 <23.9> (22.8) [47.3]	24,816 <49.5> (24.7) [50.4]
3	사무 종사자	1,632 . (1.6) [7.2]	187 <11.5> (1.8) [8.8]	577 <35.4> (1.8) [7.3]	1,052 <64.5> (1.7) [7.3]	15,679 . (15.6) [17.8]	1,695 <10.8> (16.2) [24.3]	5,195 <33.1> (15.8) [20.5]	9,569 <61.0> (15.5) [19.4]
4	서비스종사자	329 . (1.6) [1.4]	42 <12.8> (1.7) [2.0]	136 <41.3> (1.7) [1.7]	238 <72.3> (1.7) [1.7]	1,614 . (7.9) [1.8]	185 <11.5> (7.4) [2.7]	607 <37.6> (7.5) [2.4]	1,089 <67.5> (7.6) [2.2]
5	판매종사자	333 . (1.6) [1.5]	36 <10.8> (1.5) [1.7]	115 <34.5> (1.5) [1.4]	232 <69.7> (1.6) [1.6]	2,820 . (13.4) [3.2]	305 <10.8> (12.3) [4.4]	937 <33.2> (12.4) [3.7]	1,930 <68.4> (12.9) [3.9]
6	농림어업 숙련 종사자	0 . - -	0 - - -	0 - - -	0 - - -	198 . (15.1) [0.2]	32 <16.2> (17.1) [0.5]	106 <53.5> (17.3) [0.4]	172 <86.9> (16.5) [0.3]
7	기능원 및 관련 기능 종사자	75 . (0.7) [0.3]	9 <12.0> (0.9) [0.4]	36 <48.0> (0.9) [0.5]	60 <80.0> (0.8) [0.4]	6,668 . (58.4) [7.6]	556 <8.3> (55.7) [8.0]	2,360 <35.4> (58.1) [9.3]	4,416 <66.2> (58.0) [9.0]
8	장치, 기계조작 및 조립종사자	86 . (0.6) [0.4]	9 <10.5> (0.6) [0.4]	43 <50.0> (0.7) [0.5]	67 <77.9> (0.7) [0.5]	6,812 . (49.8) [7.7]	724 <10.6> (50.9) [10.4]	2,952 <43.3> (48.8) [11.7]	5,112 <75.0> (49.9) [10.4]
9	단순노무종사자	138 . (2.5) [0.6]	34 <24.6> (3.6) [1.6]	82 <59.4> (2.9) [1.0]	113 <81.9> (2.8) [0.8]	1,424 . (25.5) [1.6]	198 <13.9> (20.7) [2.8]	600 <42.1> (21.4) [2.4]	881 <61.9> (21.8) [1.8]
A	군인	224 . (3.1) [1.0]	10 <4.5> (3.0) [0.5]	49 <21.9> (3.3) [0.6]	104 <46.4> (3.2) [0.7]	2,705 . (37.4) [3.1]	127 <4.7> (37.6) [1.8]	548 <20.3> (36.6) [2.2]	1,212 <44.8> (37.0) [2.5]

주: 1) < > 안은 향후 대체될 인력의 비율(%)임
2) ( ) 안은 전체 계열 값과의 상대적 비를 나타내는 행(row) 백분율(%)임
3) [ ] 안은 각 항목 값과의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

<부표 17> 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 - 자연, 의약 계열

(단위: 명)

		자연				의약			
		취업자	대체위험 인원			취업자	대체위험 인원		
			2016년	2020년	2025년		2016년	2020년	2025년
전체		33,516 . (9.3) [100]	3,141 <9.4> (9.5) [100]	10,959 <32.7> (9.4) [100]	20,445 <61.0> (9.4) [100]	35,914 . (9.9) [100]	3,497 <9.7> (10.5) [100]	11,640 <32.4> (10.0) [100]	22,365 <62.3> (10.2) [100]
1	관리자	72 . (6.5) [0.2]	4 <5.6> (5.4) [0.1]	16 <22.2> (6.3) [0.1]	34 <47.2> (6.3) [0.2]	0 . - -	0 - - -	0 - - -	0 - - -
2	전문가 및 관련 종사자	15,223 . (8.5) [45.4]	964 <6.3> (7.0) [30.7]	4,006 <26.3> (7.6) [36.6]	8,032 <52.8> (8.0) [39.3]	29,964 . (16.7) [83.4]	2,817 <9.4> (20.5) [80.6]	9,434 <31.5> (17.9) [81.0]	18,306 <61.1> (18.2) [81.9]
3	사무 종사자	8,260 . (8.2) [24.6]	872 <10.6> (8.4) [27.8]	2,744 <33.2> (8.3) [25.0]	5,116 <61.9> (8.3) [25.0]	3,165 . (3.2) [8.8]	377 <11.9> (3.6) [10.8]	1,179 <37.3> (3.6) [10.1]	2,110 <66.7> (3.4) [9.4]
4	서비스종사자	3,840 . (18.9) [11.5]	577 <15.0> (23.1) [18.4]	1,799 <46.8> (22.4) [16.4]	2,944 <76.7> (20.6) [14.4]	796 . (3.9) [2.2]	82 <10.3> (3.3) [2.3]	294 <36.9> (3.7) [2.5]	554 <69.6> (3.9) [2.5]
5	판매종사자	2,089 . (10.0) [6.2]	235 <11.2> (9.5) [7.5]	733 <35.1> (9.7) [6.7]	1,467 <70.2> (9.8) [7.2]	917 . (4.4) [2.6]	122 <13.3> (4.9) [3.5]	364 <39.7> (4.8) [3.1]	715 <78.0> (4.8) [3.2]
6	농림어업 숙련 종사자	515 . (39.4) [1.5]	68 <13.2> (36.4) [2.2]	222 <43.1> (36.3) [2.0]	381 <74.0> (36.6) [1.9]	58 . (4.4) [0.2]	6 <10.3> (3.2) [0.2]	22 <37.9> (3.6) [0.2]	42 <72.4> (4.0) [0.2]
7	기능원 및 관련 기능 종사자	1,279 . (11.2) [3.8]	128 <10.0> (12.8) [4.1]	460 <36.0> (11.3) [4.2]	894 <69.9> (11.7) [4.4]	297 . (2.6) [0.8]	26 <8.8> (2.6) [0.7]	103 <34.7> (2.5) [0.9]	210 <70.7> (2.8) [0.9]
8	장치, 기계조작 및 조립종사자	1,033 . (7.6) [3.1]	88 <8.5> (6.2) [2.8]	422 <40.9> (7.0) [3.9]	720 <69.7> (7.0) [3.5]	317 . (2.3) [0.9]	25 <7.9> (1.8) [0.7]	127 <40.1> (2.1) [1.1]	239 <75.4> (2.3) [1.1]
9	단순노무종사자	724 . (12.9) [2.2]	183 <25.3> (19.1) [5.8]	453 <62.6> (16.2) [4.1]	635 <87.7> (15.7) [3.1]	273 . (4.9) [0.8]	36 <13.2> (3.8) [1.0]	90 <33.0> (3.2) [0.8]	131 <48.0> (3.2) [0.6]
A	군인	481 . (6.6) [1.4]	22 <4.6> (6.5) [0.7]	104 <21.6> (6.9) [0.9]	222 <46.2> (6.8) [1.1]	127 . (1.8) [0.4]	6 <4.7> (1.8) [0.2]	27 <21.3> (1.8) [0.2]	58 <45.7> (1.8) [0.3]

주: 1) < > 안은 향후 대체될 인력의 비율(%)임
2) ( ) 안은 전체 계열 값과의 상대적 비를 나타내는 행(row) 백분율(%)임
3) [ ] 안은 각 항목 값과의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

<부표 18> 전공 및 직종별 대졸자 대체위험 인원 – 예체능 계열, 전체

(단위: 명)

		예체능				전체			
		취업자	대체위험 인원			취업자	대체위험 인원		
			2016년	2020년	2025년		2016년	2020년	2025년
전체		47,581 . (13.1) [100]	4,436 <9.3> (13.4) [100]	15,802 <33.2> (13.6) [100]	30,063 <63.2> (13.8) [100]	361,836 . (100) [100]	33,149 <9.2> (100) [100]	116,366 <32.2> (100) [100]	218,408 <60.4> (100) [100]
1	관리자	58 . (5.2) [0.1]	5 <8.6> (6.8) [0.1]	15 <25.9> (5.9) [0.1]	32 <55.2> (5.9) [0.1]	1,106 . (100) [0.3]	74 <6.7> (100) [0.2]	254 <23.0> (100) [0.2]	539 <48.7> (100) [0.2]
2	전문가 및 관련 종사자	26,291 . (14.6) [55.3]	2,060 <7.8> (15.0) [46.4]	8,040 <30.6> (15.3) [50.9]	15,697 <59.7> (15.6) [52.2]	179,927 . (100) [49.7]	13,764 <7.6> (100) [41.5]	52,570 <29.2> (100) [45.2]	100,545 <55.9> (100) [46.0]
3	사무 종사자	7,900 . (7.9) [16.6]	912 <11.5> (8.7) [20.6]	2,882 <36.5> (8.8) [18.2]	5,152 <65.2> (8.3) [17.1]	100,253 . (100) [27.7]	10,442 <10.4> (100) [31.5]	32,903 <32.8> (100) [28.3]	61,881 <61.7> (100) [28.3]
4	서비스종사자	6,029 . (29.6) [12.7]	659 <10.9> (26.4) [14.9]	2,162 <35.9> (26.9) [13.7]	4,160 <69.0> (29.1) [13.8]	20,357 . (100) [5.6]	2,497 <12.3> (100) [7.5]	8,048 <39.5> (100) [6.9]	14,303 <70.3> (100) [6.5]
5	판매종사자	4,021 . (19.2) [8.5]	500 <12.4> (20.2) [11.3]	1,537 <38.2> (20.3) [9.7]	3,023 <75.2> (20.3) [10.1]	20,976 . (100) [5.8]	2,470 <11.8> (100) [7.5]	7,574 <36.1> (100) [6.5]	14,920 <71.1> (100) [6.8]
6	농림어업 숙련 종사자	0 . - -	0 - - -	0 - - -	0 - - -	1,308 . (100) [0.4]	187 <14.3> (100) [0.6]	612 <46.8> (100) [0.5]	1,040 <79.5> (100) [0.5]
7	기능원 및 관련 기능 종사자	949 . (8.3) [2.0]	81 <8.5> (8.1) [1.8]	317 <33.4> (7.8) [2.0]	593 <62.5> (7.8) [2.0]	11,411 . (100) [3.2]	999 <8.8> (100) [3.0]	4,065 <35.6> (100) [3.5]	7,619 <66.8> (100) [3.5]
8	장치, 기계조작 및 조립종사자	786 . (5.8) [1.7]	74 <9.4> (5.2) [1.7]	325 <41.3> (5.4) [2.1]	550 <70.0> (5.4) [1.8]	13,669 . (100) [3.8]	1,422 <10.4> (100) [4.3]	6,044 <44.2> (100) [5.2]	10,247 <75.0> (100) [4.7]
9	단순노무종사자	952 . (17.0) [2.0]	118 <12.4> (12.3) [2.7]	396 <41.6> (14.2) [2.5]	582 <61.1> (14.4) [1.9]	5,592 . (100) [1.5]	956 <17.1> (100) [2.9]	2,798 <50.0> (100) [2.4]	4,040 <72.2> (100) [1.8]
A	군인	595 . (8.2) [1.3]	27 <4.5> (8.0) [0.6]	128 <21.5> (8.5) [0.8]	274 <46.1> (8.4) [0.9]	7,237 . (100) [2.0]	338 <4.7> (100) [1.0]	1,498 <20.7> (100) [1.3]	3,274 <45.2> (100) [1.5]

주: 1) < > 안은 향후 대체될 인력의 비율(%)임
2) ( ) 안은 전체 계열 값과의 상대적 비를 나타내는 행(row) 백분율(%)임
3) [ ] 안은 각 항목 값과의 상대적 비를 나타내는 열(column) 백분율(%)임

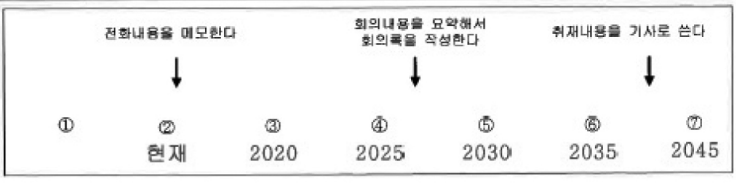
<부도 1> 인공지능 전문가 설문조사(예시)

전문가 조사 응답 요령

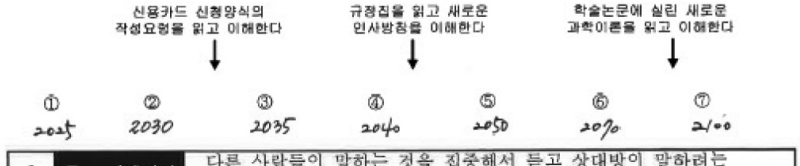
아래 항목은 각 직업에서 업무를 수행하기 위해 요구되는 능력에 관한 설명입니다. 예시를 참고하셔서 각각의 업무수행능력 항목 수준에 대해[인공지능과 로봇기술(Robotics)]이 대체가능한 시기(현재, 2020, 2025, 2030, 2035, 2045 이후)를 평가해 주시기 바랍니다. 감사합니다.

【예 시】

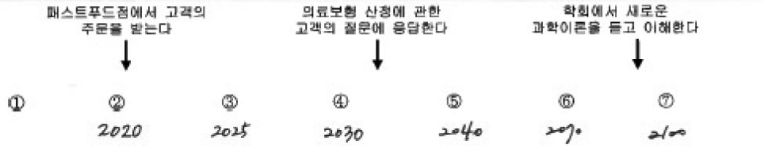
글 쓰 기 글을 통해서 다른 사람과 효과적으로 의사소통을 한다



1 **읽고 이해하기** 업무와 관련된 문서를 읽고 이해한다



2 **듣고 이해하기** 다른 사람들이 말하는 것을 집중해서 듣고 상대방이 말하려는 요점을 이해하거나 적절한 질문을 한다



집 필 진 **박 가 열** (한국고용정보원 연구위원)
천 영 민 (한국고용정보원 연구위원)
홍 성 민 (과학기술정책연구원 연구위원)
손 양 수 (한국고용정보원 인턴)

기술변화에 따른 일자리 영향 연구

인 쇄 2016년 10월 31일
발 행 2016년 10월 31일
발 행 인 유 길 상
발 행 처 **한국고용정보원**
27740 충북 음성군 맹동면 태정로 6
☎ 1577-7114
홈페이지 www.keis.or.kr
조판 및 인쇄 (사)한국척수장애인협회인쇄사업소

• 본 보고서의 내용은 한국고용정보원의 사전 승인 없이 전재 및 역재할 수 없습니다.
ISBN 978-89-6331-709-0