

일자리 대체가능성 지수를 통해서 본 인공지능의 노동시장 파급효과*

홍지은**

김지원***

최영빈****

구교준*****

〈目 次〉

I. 서론

II. 이론적 배경 및 선행연구 검토

III. 분석방법

IV. 인공지능에 의한 일자리 대체가능성과

노동시장의 변화

V. 결론

〈요 약〉

인공지능과 로봇기술로 대표되는 4차 산업혁명은 국내 노동시장과 일자리에 큰 변화를 가져올 것으로 전망된다. 따라서, 4차 산업혁명을 통한 기술 진보로 인해 대체 위험에 노출되어 있는 일자리 및 노동인구에 대한 이해는 다가올 미래에 대비하기 위해 필수적이다. 이에, 본 연구는 일자리 대체가능성 지수를 활용하여 인공지능과 로봇기술의 도입으로 인해 국내 노동시장이 어떠한 영향을 받을지에 대해 살펴본다. 구체적으로, 일자리 대체가능성 지수와 통계청에서 제공하는 지역별 고용조사 자료를 결합하여 어떠한 특성을 가진 노동인구가 일자리 대체 위험에 특히 취약한지 분석하고, 일자리 대체가능성이 큰 직군과 낮은 직군의 고용량 및 임금의 지난 10년간 추이를 살펴본다. 분석 결과 여성이 남성보다 일자리 대체가능성의 양극화 양상이 두드러졌고, 연령은 일자리 대체가능성 지수와 역 U자 형태를 보였다. 또한 소득이 높을수록 그리고 학력이 높을수록 일자리 대체가능성은 낮아짐을 확인하였다. 본 연구는 우리나라 종사자 중 어떠한 집단이 4차 산업혁명으로 인한 대체 위험에 상대적으로 취약한지 예측함으로써 노동시장 변화를 반영한 복지 정책의 필요성에 대해 시사점을 제시한다.

【주제어: 인공지능, 4차 산업혁명, 일자리 대체가능성 지수, 일자리, 노동시장】

* 본 논문은 한국개발연구원의 지원을 받아 수행된 “인공지능과 4차 산업혁명의 노동시장 파급효과와 대안적 복지정책 수단의 효과 분석”의 최종결과물의 일부를 수정 보완하여 작성하였음.

** 제1저자, 고려대학교 미래성장연구원 연구교수(gracias_@korea.ac.kr)

*** 공동저자, 고려대학교 행정학과 박사수료(wldnjs21@korea.ac.kr)

**** 공동저자, 고려대학교 행정학과 석사졸업(dudqlsrnal@korea.ac.kr)

***** 교신저자, 고려대학교 행정학과 교수(jkoo@korea.ac.kr)

논문접수일(2024.10.14), 수정일(2024.12.9), 게재확정일(2024.12.16)

I. 서론

불과 몇 해 전까지 4차 산업혁명은 아직은 미래의 일로 여겨졌지만, ChatGPT로 대표되는 인공지능의 등장으로 이제는 우리 곁에 성큼 다가왔다. 특히 인공지능과 로봇기술로 대표되는 4차 산업혁명이 가져올 노동시장과 일자리 변화는 우리 삶의 많은 부분을 바꿀 거대한 물결이며, 따라서 이에 대한 깊이 있는 이해는 앞으로 다가올 정해진 미래를 대비하기 위해 반드시 필요하다.

세계경제포럼의 “2023년 일자리의 미래” 보고서는 2027년까지 전 세계 일자리의 8,300만 개가 인공지능의 등장으로 사라질 것으로 예측했다. 세계 최대 투자회사인 골드만삭스도 생성형 인공지능이 전 세계 3억 개에 달하는 일자리를 대체할 것이라고 예상한 바 있다(한국경제, 2023.05.02). 실제로 골드만삭스는 2017년에 600여 명의 주식트레이더가 하던 일을 2명의 컴퓨터 엔지니어 중심의 인공지능 투자시스템으로 교체하는 구조조정을 단행하였다(조선비즈, 2017.02.22). 또한 IBM은 업무지원 인력의 30%를 인공지능으로 대체하겠다는 계획을 발표하기도 하였다. 이 밖에도 클라우드 저장 서비스를 제공하는 드롭박스는 인공지능을 이유로 최근 직원의 16%를 해고하였으며, 대표적인 빅테크 기업인 메타도 인공지능에 대한 집중적인 투자와 함께 1만여 명을 해고한다는 소식을 발표하였다(한겨레, 2023.07.05.).

기사에서 언급된 바와 같이 인공지능으로 대표되는 4차 산업혁명은 이제 우리 눈앞에까지 다가왔지만, 그것이 우리 삶의 가장 중요한 부분인 일자리에 어떤 영향을 미치는지에 대한 학술적인 분석과 고민은 이제 막 시작하는 단계이다. 유사한 분야의 초기 연구라고 여겨지는 Autor et al.(2003)이나 Frey & Osborne(2013, 2017) 등은 분석의 대상이 생성형 인공지능이 등장하기 이전의 자동화 기술에 국한된다는 측면에서 노동시장의 최근 상황을 이해하는 데 적용하기엔 무리가 있다. 인공지능의 일자리 대체가능성을 직접 다룬 비교적 최근 연구라고 할 수 있는 Webb(2019)도 인공지능 발 일자리 혁명의 시발점이라고 할 수 있는 생성형 인공지능을 담고 있지 못하다는 점에서는 동일한 한계를 가지고 있다. 지난해에 발표된 한지우·오삼일(2023)의 연구는 인공지능 특허와 직무기술을 비교하여 직종별 인공지능 기술 노출 정도를 평가하는 Webb(2019)의 방법론을 그대로 채택하고 있으나 이 역시 몇 가지 중요한 방법론적 한계점에 노출되어 있다.

우선 첫째, 기존 연구는 로봇기술과 인공지능기술을 분리하여 다루고 있는데, 최근 기술은 얼마 전 발표된 ChatGPT가 탑재된 인공지능 로봇 ‘피규어1’의 사례와 같이 로봇기술과 인공지능기술이 융합되는 추세를 보인다. 둘째, 기존 연구는 대부분 과거의 인공지능 특허

와 직무 기술이 얼마나 중첩되는지를 기준으로 인공지능기술 노출 정도를 평가하는 후행적 분석을 하고 있지만, 최첨단 인공지능기술 발전의 속도를 감안하면 후행적 기술 평가를 통해 향후 노동시장 일자리에 어떤 변화가 발생할지 예측하는 것은 쉬운 일이 아니다. 셋째, 특정 직종의 업무를 대체할 수 있는 특허가 출원되었다는 사실과 그러한 기술이 실제로 해당 일자리를 대체할 것이라는 예상은 별개의 문제로 둘을 연결시키는데는 무리가 따른다(구교준 외, 2024).

이러한 내용을 배경으로 본 연구에서는 인공지능의 일자리 대체가능성을 평가한 구교준 외(2024)의 방법론과 직종별 일자리 대체가능성 지수를 활용하여 인공지능기술이 우리나라 노동시장에 미치는 영향을 분석하려 한다. 해당 방법론은 1) 인공지능과 로봇기술이 융합되는 최신 추세를 반영하여 두 기술이 복합적으로 노동시장에 미치는 영향에 초점을 맞추었고, 2) 인공지능과 로봇기술의 적용으로 나타날 향후 일자리 변화(좀 더 구체적으로 기술과 역량의 대체)에 대해 예상하는 선행적 분석을 시도하였으며, 3) 이해집단의 저항 등 현실적인 문제를 고려하여 인공지능기술이 실제로 일자리를 대체할 수 있을지에 대한 평가가 이루어졌다는 측면에서 기존 접근과 차별화된다.

한편 인공지능의 노동시장 파급효과 분석을 위해 한국표준직업분류의 153개 소분류 직종을 대상으로 일자리 대체가능성 기준 상위 30%, 중위 40%, 하위 30%를 나누고 통계청의 지역별 고용조사를 활용하여 최근 10년간의 그룹별 일자리 변화를 살펴보았다. 또한 성별, 연령, 학력, 소득 등에 따라 종사하는 직종의 특성과 대체가능성이 어떻게 분포하는지 탐색적 회귀분석을 통해 분석하였다. 이와 같은 연구는 인공지능의 발전이 우리나라 노동시장 일자리 변화에 미치는 영향과 그 대응 방안에 대한 정책적 함의를 탐구하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경 및 선행연구 검토

1. 기술변화와 일자리

기술변화와 일자리에 관한 연구는 크게 두 가지 시기로 나뉘어 진행됐다. 첫 번째 연구는 2000년대 이후 정보 기술(IT)과 로봇기술을 중심으로 한 자동화 기술이 일자리에 미치는 영향을 조사한 것으로, 주로 자동화가 중간일자에 어떠한 영향을 미쳤는지를 분석했다. 두 번째는 2010년 이후부터 진행된 연구로, 인공지능을 포함한 최신 기술의 변화가 일자리에

미치는 영향을 조사하고 있다. 이 시기의 연구들은 인공지능과 같은 첨단 기술이 더 넓은 범위의 직종, 특히 고숙련(고학력 및 고소득 개념 포함) 부분에서 어떤 변화를 가져오는지 살펴보고 있다.

2000년대 초반부터 시작된 연구들은 업무 편향적 기술변화 가설(Task-Biased Technological Change Hypothesis)을 중심으로 진행되었다. 해당 가설은 자동화될 가능성이 큰 대부분 업무가 중간일자리에 속하므로 중간일자리는 감소하고 하위 및 상위 일자리는 증가하는 U자형 일자리 구조의 변화를 초래한다는 것이다(김민영 외, 2017). 관련 대표 연구로서, Autor et al.(2003)은 1980년 이후로 미국에서 반복적인 성격의 일을 하는 직종의 비중이 줄어든 반면, 비반복적인 일을 하는 직종의 비중은 증가하여 그사이의 격차가 크게 확대되었다고 밝혔다. Autor et al.(2003)의 분석은 1980년대 이후 반복적인 업무가 자동화 기술의 발전으로 인해 크게 대체되었음을 시사한다. 이러한 자동화의 영향은 미국 사회뿐만 아니라 지역 내 노동시장에도 큰 영향을 미쳤다. Autor & Dorn(2013)은 미국 내 722개 지역노동시장에 대해 1980년부터 2005년까지 실증분석을 수행함으로써 반복 업무 비중이 큰 지역일수록, 자동화 기술을 더 빨리 채택함으로써 중간일자리에서 고용과 임금의 감소가 더욱 두드러지는 것으로 밝혔다. 이처럼 1990년대 이후로 미국, 유럽 및 OECD 국가들에서는 중간일자리 감소와 함께 하위일자리와 상위 일자리의 증가가 일반적으로 나타나는 ‘일자리 양극화’ 현상이 관찰되었다(Acemoglu & Autor, 2011; OECD, 2019).¹⁾

한국에서도 자동화의 영향은 다양한 연구를 통해 검증될 수 있다(김세움 외, 2014; 전병유, 2007). 전병유(2007)의 연구에 따르면, 1993년에 중간일자리의 비율이 50%에 달했으나 2006년에는 41%로 줄어들었다. 또한, 김세움 외(2014)는 2001년부터 2008년까지 실증적 분석을 통해 루틴화 가능성이 낮은 직종에서 고용 증가가 관찰되었고, 이러한 결과가 우리나라에서의 일자리 양극화 현상을 시사한다고 보고했다. 이와 연관하여, 국내 지역노동시장권을 분석한 김민영 외(2017)는 단순 반복 업무의 특화도가 높은 지역노동시장권에서는 중간일자리 고용 비율이 4.8%포인트 감소했다고 밝혔다. 이러한 연구 결과들을 종합해 볼 때, 초기 기술변화 연구들은 주로 자동화가 중간 계층의 고용에 미치는 부정적인 영향에 초점을 맞추어 진행됐다는 점을 알 수 있다.

반면에 2010년 이후는 인공지능기술이 일자리에 끼친 영향을 분석했으며, 특히 인지적이고 비반복적인 작업을 수행하는 일자리에 주목했다. 이는 이전에 전산화가 주로 비인지적이고 반복적인 작업에 한정되어 있었던 것에서 나아가, 컴퓨터 기술의 발전과 빅데이터

1) 비교적 최근 자료인 OECD(2019) 보고서에 따르면, OECD 국가들에서 1995년에서 2015년 사이에 서비스 직종은 27% 증가했지만, 기술변화의 영향을 가장 많이 받는 중숙련은 20% 감소한 것으로 밝혀졌다.

분석 기술의 향상으로 인지적이고 비반복적인 작업에서도 노동을 대체할 수 있게 되었다는 것을 의미한다(Frey & Osborne, 2013, 2017). 이러한 인공지능의 특징을 바탕으로 최근 관련된 연구 중에서는 각 직업이 인공지능의 활용에 얼마나 노출되어 있는지를 평가하는 인공지능 노출 지수에 대한 연구들이 등장하고 있다. 대표적으로 Webb(2019)의 연구는 인공지능 관련 특허와 직종별 직무를 비교함으로써, 인공지능이 고숙련을 요구하는 일자리에 더 큰 영향을 미칠 것임을 보여주었다. Webb(2019)의 연구에 따르면, 로봇과 소프트웨어에 주로 노출된 직업군은 각각 저숙련과 중숙련 직업이지만, 인공지능에 노출된 직업군은 주로 고숙련의 직업이라 설명한다. 이는 인공지능이 판단력과 경험이 중요한 활동에서 고숙련 종사자들의 직무를 효과적으로 대체할 수 있기 때문이다. 이러한 발견은 국내 직업별 인공지능 노출 지수를 산출한 한지우·오삼일(2023)의 연구에서도 확인할 수 있다. 이들의 연구에 따르면, 전체 취업자의 12%가 인공지능기술로 인한 대체가능성이 크다고 밝혔으며, 비반복적이며 인지 작업을 수행하는 인공지능기술의 특성 때문에 고숙련의 근로자들이 인공지능기술로 인해 더 큰 위험에 직면하고 있음을 보여주었다.²⁾

한편, 인공지능이 일자리에 미치는 영향에 대해서는 다양한 전망이 나오고 있다. 인공지능이 일자리를 줄일 것이라는 예측이 있지만, 새로운 일자리를 창출할 것이라는 기대도 있다. 그러나 아직 초기 단계인 인공지능의 노동시장에 미치는 영향에 대해서는 명확한 경향성을 찾기 어렵다. 예를 들어, Acemoglu et al.(2022)은 미국에서 2015년 이후 특히 인공지능 관련 기술을 보유한 근로자를 찾는 채용이 증가했으며, 인공지능에 많이 노출된 기업에서는 인공지능과 관련 없는 채용과 전반적인 채용을 줄이고 있다는 것을 발견했다. 그러나 이들의 연구에서는 인공지능이 직업이나 산업 수준에서 고용이나 임금 성장과의 뚜렷한 관계를 발견하지 못했다. 반면, 유럽 16개 국가를 대상으로 한 Albanesi et al.(2023)의 연구는 평균적으로 인공지능에 노출된 직업의 고용 비중이 증가하였으며, 특히 젊은 연령층과 고숙련 근로자가 많은 직업에서 더욱 그 증가가 두드러졌다고 밝혔다. 그러나, Albanesi et al.(2023)의 연구에서 인공지능 노출과 임금 사이의 관계는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 반면, Felten et al.(2019)의 연구 결과, 인공지능 노출지수는 고용 성장과 무관하나, 임금 성장에는 영향을 끼친다고 밝혔다. 이 결과를 토대로, Felten et al.(2019)은 인공지능과 인간 노동이 상호 보완적이며, 특히 인공지능이 저소득 및 중간 소득 직업보다 고소득 직업에 더 긍정적인 영향을 미쳐 소득 불평등을 심화시킬 수 있다고 설명했다. 또한 최근 전병유 외(2022)는 Felten et al.(2019)의 방법을 국내 데이터에 적용하여, 우리나라에서

2) 예를 들어 인공지능 노출 지수가 높은 상위 일자리로 의사, 회계사, 자산운용가, 변호사 등의 고소득, 고학력 근로자들도 꼽히기도 하였다(한지우·오삼일, 2023).

는 인공지능이 고용 증가에는 의미 있는 영향을 미치지만, 임금 상승에는 그렇지 않다고 밝혔다. 이와 같은 연구 결과들은 인공지능과 일자리 간의 관련성을 신중하게 고려할 필요가 있음을 시사한다.

2. 일자리 대체가능성 측정

일자리 대체가능성을 측정하기 위한 연구는 업무 편향적 기술변화 가설을 지지하는 주요 연구로부터 시작되었다. 이 연구들은 주로 ‘루틴화 가능성 지수’를 사용하여 반복적인 업무 수준을 측정하였다. 대표적인 루틴화 가능성 지수 연구로 Autor et al.(2003)과 Autor & Dorn(2013)이 있으며, 이들은 미국 직업사전과 직업정보 네트워크를 활용해 직종별 루틴화 가능성을 지표화했다. 처음 루틴화 가설을 제시한 Autor et al.(2003)의 연구는 단순 반복적 업무인지 여부와 인지적 및 육체적 업무 여부에 따라 업무의 유형을 구분하였다. 단순 반복적인 업무의 경우 인지적(예: 기록, 계산, 반복적 고객 응대), 육체적(예: 선별, 분류, 반복적 조립)일 때 모두 자동화될 가능성이 크다고 보았다. 반면, 비반복적 업무의 경우 인지적 또는 육체적 작업의 특성에 따라 자동화의 영향이 상이할 수 있다고 설명했다. 루틴 작업은 컴퓨터화로 인해 대체가능성이 높고, 비반복적 업무는 컴퓨터와의 상호보완성이 강하게 나타나는 경향이 있다. 특히 비반복적인 육체적 업무(예: 청소 서비스, 트럭 운전)는 컴퓨터화의 영향을 덜 받는 반면, 비반복적이면서 인지적 유형의 업무(예: 분석, 법률 문서 작성, 의학 진단, 인사 관리)는 컴퓨터화로 인해 생산성이 향상될 수 있는 기회를 가질 수 있다고 언급했다. Autor & Dorn(2013)은 Autor et al.(2003)이 제시한 유형을 세 가지로 간소화하여 루틴화 가능성 지수를 산출했다. 구체적으로 미국노동부의 직업분류사전과 직업정보 네트워크를 활용하여 각각 직업에 따른 반복적(routine), 추상적(abstract), 육체적(manual) 업무의 정도를 측정하여 계산하였다.

국내에서는 Autor & Dorn(2013)과 Acemoglu & Autor(2011)의 연구를 조합하여 루틴화 가능성 지수를 개발한 김세움 외(2014)의 연구가 있다. 김세움 외(2014)는 한국 직업 사전을 토대로 각 직업 종사자가 업무 수행 과정에서 자료, 사람, 사물과의 관련 특성을 나타내는 직무 기능을 활용하였다. 자료, 사람, 사물 각각은 0에서 2점까지 평가되며, 이 점수들을 바탕으로 한국고용직업분류(KECO)의 소분류 및 중분류 직종으로 통합하였다.³⁾ 김세움 외(2014)의 연구에서 도출한 루틴화 가능성 지수는 2점 만점에 높을수록 자동화될 가능성이 낮은 직종을 의미하며, 관리직, 교육·연구직, 문화 및 예술 관련직, 사회복지 관련직 등이 자

3) 김세움 외(2014)의 연구에서 소분류와 중분류로 통합할 때는 해당 세분류와 소분류 직종의 취업자 수 비중을 고려한 가중평균을 계산하여 지수값을 도출했다.

동화 가능성이 낮은 것으로 나타났다. 반면, 식품가공 관련직, 섬유 및 의복 관련직, 영업 및 판매 관련직 등의 직종에서 자동화 가능성이 높은 것으로 밝혔다. 김민영 외(2017)의 연구에서는 김세움 외(2014)에서 제시한 루틴화 가능성 지수 방법을 적용하여 지역노동시장권 수준에서 단순 반복 업무 특화도를 계산하였다. 이들은 직종별 루틴화 가능성 지수를 인구주택총조사의 지역별 직종 종사자 수로 가중 평균하는 과정을 통해 지역노동시장권 수준에서 단순 반복 업무 특화도 수준을 측정하였다. 김민영 외(2017) 연구의 분석 결과에 따르면, 단순 반복 업무의 특화도가 높은 지역노동시장권일수록 지역별 중간일자리 비중이 감소하는 경향을 보였다.

Frey & Osborne(2013, 2017)의 연구 역시 루틴화 가능성과 관련된 핵심 연구 중 하나이다. Frey & Osborne(2013, 2017)은 미국 ONET의 702개 직업을 분석 대상으로 향후 10~20년 사이에 자동화될 가능성이 큰 직종을 분석했다. 이 연구에서는 33%의 직종이 저위험으로, 47%가 고위험 직종으로 분류되었으며, 특히 운송 및 물류, 생산, 사무실 내 행정 지원 등 저기술 및 저임금 직종이 자동화의 영향을 크게 받을 것으로 예상됐다. 이러한 분석 방법을 바탕으로, 김세움(2015)은 Frey & Osborne(2013, 2017)이 제시한 각 직종의 컴퓨터 고용대체가능성을 우리나라 직업 및 산업 분류 코드에 변환하여 노동시장을 분석했다. 그 결과, 우리나라 전체 일자리 가운데 55~57%가 컴퓨터 대체확률 0.7 이상인 고위험군에 포함되었으며, 이는 Frey & Osborne(2013, 2017)이 미국에서 보고한 47%보다 높은 수치이다. 한편, 이러한 Frey & Osborne(2013, 2017)과 김세움(2015)의 방법론은 우리나라 지역 단위 일자리 대체가능성을 분석한 홍사흠 외(2022)의 연구에서도 활용되었다. 홍사흠 외(2022)의 연구에서는 지역 시군구 단위의 일자리 대체가능성을 평가함으로써 일자리 대체가능성이 높은 지역적 특징이 강할수록 취업자 수의 증감이나 증가율에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 밝혔다.

또 다른 핵심 연구로 Arntz et al.(2016)은 직종 내에서도 직무에 따라 자동화 가능성이 다를 수 있다고 보고, OECD 국가들의 자동화 수준을 계산했다. 그들의 분석에 따르면 독일과 호주는 고위험군 직종 비율이 12%로 가장 높고, OECD 국가 평균은 약 9%이며, 한국과 에스토니아는 6%로 가장 낮은 것으로 나타났다. 이러한 맥락에서, 이시균 외(2017)의 연구는 Arntz et al.(2016)과 Frey & Osborne(2013, 2017)의 방법론을 바탕으로 우리나라 근로자들을 대상으로 일자리 대체 확률을 분석하였다. 이시균 외(2017)의 연구에서는 대체로 반복 업무나 낮은 교육 수준을 필요로 하거나, 저숙련 직무를 수행할 때 대체가능성이 커지는 것으로 확인되었다.

한편, 최근 언급되고 있는 인공지능 노출 지수는 루틴화 가능성 지수와 맥락이 다르기는

하지만 직종별 일자리 대체 수준을 파악한다는 공통점에서 함께 고려할 수 있다. 대표적으로 Webb(2019)의 연구는 인공지능 특허와 직종별 직무의 연관성을 비교하여, 현재 인공지능기술로 수행 가능한 과업이 해당 직업의 업무에 어느 정도 포함되어 있는지를 나타내는 인공지능 노출 지수를 개발했다. 이와 함께, Felten et al.(2019)의 인공지능 직업 영향 지수도 인공지능이 노동시장에 미치는 영향을 분석하는 데 자주 활용되고 있다. 해당 지수는 이미지 인식, 번역, 언어 모델링 등 특정 인공지능 응용 분야와 미국 ONET의 역량 지표와 연관시키는 방식으로 계산되었다.

그러나 이처럼 다양한 지수들이 등장하고 있음에도 불구하고, 루틴화 가능성 지수와 인공지능 노출 지수는 여전히 몇 가지 중요한 한계를 가지고 있다. 가장 큰 한계는 기존의 기술과 최근의 인공지능이 혼합되는 과정에서 이러한 기술들을 포괄적으로 담아내지 못한다는 점이다. 예를 들어, Webb(2019)과 Felten et al.(2019)의 연구들이 인공지능 노출 지수를 다른 방식으로 산출했지만, 향후 인공지능과 로봇기술 혼합에 따른 일자리 대체가능성을 충분히 파악하지 못하는 한계가 있다. 또한, 기존의 루틴화 가능성 지수 방법을 활용한 국내 연구들은 대부분 최근 인공지능으로 인한 기술변화가 반영되지 않은 김세움 외(2014)나 김세움(2015)의 연구에 기반하여 진행되었으며, 직종별로 구체적인 역량이나 기술에 대한 평가가 충분히 반영되지 않았다는 한정한 측면이 있다.

이에 따라, 본 연구는 인공지능과 로봇기술의 융합이 노동시장에 미치는 복합적 영향을 심층적으로 분석하기 위해, 구교준 외(2024)가 개발한 일자리 대체가능성 지수를 활용하여 보다 정교한 분석을 시도하고자 한다.⁴⁾ 해당 지수는 인공지능과 로봇기술의 적용으로 예상되는 미래 일자리 변화, 특히 기술과 역량의 대체에 대한 선도적 분석을 시도한 점에서 중요한 의의가 있다. 이를 바탕으로, 다음 절에서는 좀 더 구체적으로 구교준 외(2024)가 개발한 일자리 대체가능성 지수가 기존 루틴화 가능성 지수와 인공지능 노출 지수와 어떠한 점에서 중요한 차별점을 지니는지 살펴보고자 한다.

3. 일자리 대체가능성 지수의 차별성

본 연구는 분석의 핵심 개념인 일자리 대체가능성을 평가하기 위하여 구교준 외(2024)의 연구에서 개발한 일자리 대체가능성 지수를 사용한다. 해당 지수는 앞서 설명한 바와 같이 직종별로 요구되는 역량과 기술의 중요도 및 수준을 분석하여 생성형 인공지능 및 로봇기술이 노동시장에서 일자리를 어느 정도까지 대체할 수 있는지를 종합적으로 평가하는데, 본 절에서는 해당 지수의 산출과정과 차별성에 대해 간략히 소개하고자 한다.

4) 일자리 대체가능성 지수의 보다 상세한 도출 방법론은 해당 논문 참조하길 바란다.

구교준 외(2024)의 연구에서 일자리 대체가능성 지수의 산출은 다음과 같은 과정을 통해 진행되었다. 먼저, 이들은 미국의 대표적인 직종 데이터베이스인 ONET을 활용하였다. ONET은 약 1,000여 개 직종에서 직무수행을 위해 요구되는 기술(skill)과 역량(ability), 그리고 지식(knowledge)을 중요도와 수준으로 구분하여 상세히 제공한다. 구교준 외(2024)의 연구에서는 인공지능이 직무수행을 위한 지식을 대부분 대체할 수 있다는 가정하에, 지식을 제외한 35개의 기술과 52개의 역량을 대상으로 인공지능과 로봇기술이 이들을 얼마나 대체할 수 있는지 평가하였다. 이 과정에서 해당 분야에 전문성을 가진 공학, 자연과학, 사회과학 30명의 전문가를 대상으로 설문을 수행하였다. 설문에서는 향후 3년 이내에 생성형 인공지능과 로봇기술이 이러한 역량과 기술을 얼마나 대체할 수 있는지를 0점에서 10점(10점에 가까울수록 대체가능성 높아짐)까지의 점수를 통해 평가하도록 하였다.⁵⁾ 특히 설문에서 다른 기술과 역량은 특정 직종에 한정되지 않고, 일반적인 범위에서 평가하도록 하였다.

직종별로 일자리 대체가능성 지수를 구하기 위한 과정은 다음과 같이 이루어졌다. 첫째, 미국의 ONET 데이터와 우리나라의 한국표준직업분류 간 직업 매칭 작업을 수행하였다. 이를 위하여서는, 구교준 외(2024)는 미국의 표준직업분류(SOC)와 한국표준직업분류(KSCO)를 세분류 단위에서 연결하고, 이후 분석과 해석의 편의를 위해 데이터를 153개 소분류 직업으로 재구성하였다. 둘째, ONET에서 제공되는 직종별 기술과 역량의 중요도와 수준을 수준 값을 가중치로 활용하는 방식으로 하나의 값으로 통합하였다. 셋째, 전문가 설문조사 결과를 통합 값에 결합하여 최종 대체가능성 지수를 도출하였다. 설문조사를 통해 확보한 87개 항목의 대체가능성 점수를 기반으로 기술과 역량의 대체가능성을 합산하고 표준화 과정을 거쳐 직종별 일자리 대체가능성 지수를 계산하였다. 최종적으로 산출된 일자리 대체가능성 지수는 각 직종에 대해 0에서 1 사이의 값을 가진다. 이 값은 1에 가까울수록 해당 직종의 기술과 역량이 인공지능과 로봇기술에 의해 대체될 가능성이 높음을 의미한다.

위와 같은 과정을 통해 도출된 일자리 대체가능성 지수는 기존 일자리 연구에서 많이 활용된 ‘루틴화 가능성 지수’와 ‘인공지능 노출 지수’와 다음과 같은 점에서 분명히 차별화된다. 첫째, 구교준 외(2024)의 지수가 초점을 맞추는 기술적 범위에서 뚜렷한 차이를 보인다. 루틴화 가능성 지수는 반복적이고 비인지적인 작업에 초점을 맞추어 주로 컴퓨터에 의해 수행할 수 있는 반복 업무의 대체성을 평가하는 데 초점을 두었다면, 인공지능 노출 지수는 비반복적이고 인지적 작업을 중심으로 대체가능성을 평가하며, 특히 컴퓨터 기술 이후 발전한 인공지능의 고도화가 직무 대체에 미치는 영향을 다룬다. 그러나 두 지수 모두 향후 로봇 기술과 결합될 인공지능과 같은 신기술의 잠재적 발전 방향을 충분히 반영하지 못하고 있다

5) 이와 관련해서 실제 구교준 외(2024)의 연구에서 시행한 설문조사 일부를 <부록 1>, <부록 2>로 추가하였다.

는 한계가 있다. 이에 비해, 구교준 외(2024)의 연구는 생성형 인공지능과 이러한 인공지능이 결합된 로봇기술을 분석 범위에 포함하여 기존 지수들이 주목했던 기술의 범위를 확대하였다. 이를 통해 신기술의 발전 방향성이 미래의 일자리에 미치는 영향을 평가하였으며, 이러한 점에서 기존 지수들과 확연히 구별되는 특징을 갖는다.

둘째, 직무를 평가하는 기준의 범위에서 분명한 차이가 나타난다. 기존 연구들은 대체가능성을 평가할 때, 직무의 반복성, 추상성, 육체적 특성 등 비교적 제한적인 기준을 활용하거나, 인공지능 특허와 직무설명서를 비교하는 방법을 사용했다. 반면, 구교준 외(2024)는 각 직무에서 요구되는 역량과 기술을 총 87개 항목으로 세분화하고, 각 항목의 수준과 중요성을 평가하여 지수를 산출한다. 이러한 접근은 ONET의 52개 역량 변수를 기반으로 인공지능 노출 지수를 개발한 Felten et al.(2019)의 연구보다 평가 범위가 훨씬 포괄적이다. 따라서, 구교준 외(2024)의 지수는 직무 수행에 필요한 다양한 역량과 기술을 폭넓게 반영하여, 직무를 보다 종합적이고 체계적으로 분석하며 일자리 대체가능성을 정밀하게 평가하는데 강점을 지닌다.

셋째, 구교준 외(2024)의 지수는 인공지능과 로봇기술의 개발과 응용, 평가 등에 대한 구체적인 경험과 지식을 가지고 있는 관련 분야 전문가 설문조사를 활용하여 신뢰도와 타당도 높은 분석을 수행하였다. 기존 연구 중에도 연구자의 자의성을 줄이고 객관적인 분석을 수행하기 위한 방법으로 설문조사를 종종 활용하였는데, 예를 들어, Felten et al.(2019)은 인공지능 노출 지수를 개발하기 위해 일반인을 대상으로 온라인 웹 서비스를 통해 AI 응용 프로그램 설명과 ONET 역량 정의를 제공한 뒤, 각 능력에 대해 해당 응용 프로그램이 관련되거나 사용 가능하다고 생각하는지를 ‘예’ 또는 ‘아니오’로 응답하도록 하였다.⁶⁾ 그러나 일반인을 대상으로 한 이러한 설문은 참여자들이 인공지능기술 및 직무 대체에 대한 전문적 이해가 부족할 가능성이 있어, 과학적이고 체계적인 평가를 위해서는 한계가 존재한다.

이러한 한계를 보완하기 위해 전문가 설문조사를 활용한 연구들도 수행되어 왔다. 대표적인 사례로는 Frey & Osborne(2013, 2017) 및 박가열 외(2016)의 연구가 있다. Frey & Osborne(2013, 2017)은 공학 전문가들을 대상으로 ONET의 일부 역량에 대해 인공지능에 의해 대체가능성이 있는지를 ‘가능’ 또는 ‘불가능’의 이분형 응답으로 평가하도록 설계하였다. 한편, 박가열 외(2016)는 인공지능 관련 언론 기고나 제품 출시 등으로 전문성을 입증한 전문가들을 대상으로 설문조사를 진행하였다. 이 연구에서는 전문가들에게 인공지능과 로

6) Felten et al.(2019)의 연구는 설문조사가 일반인을 대상으로 했는지, 전문가를 대상으로 했는지 명확히 언급하지 않았으나, mTurk 온라인 플랫폼을 활용하여 응답자는 설문을 완료하면 1달러를 지급받고, 응답자의 최종학력과 학위 취득 분야 등의 배경 정보를 수집했다는 설명을 바탕으로 볼 때, 응답자는 일반인에 더 가까운 것으로 판단된다.

봇기술이 직업 수행에 필요한 능력을 대체할 가능성을 연대별(현재, 2020, 2025, 2030 등)로 7점 척도를 사용하여 평가하도록 하였다.

결론적으로, 전문가 설문조사는 연구자의 주관적 판단을 보완하고, 일반인보다 기술의 실제 구현 가능성을 더 구체적이고 정확하게 파악할 수 있다는 점에서 중요한 장점을 제공한다. 그러나 Frey & Osborne(2013, 2017)의 연구는 특정 직종과 일부 역량에만 중점을 두었기 때문에 대체가능성 수준에 대한 포괄적이고 심층적인 평가가 어려웠다는 한계가 있다. 또한, Frey & Osborne(2013, 2017)은 공학 분야의 전문가만을, 박가열 외(2016)는 인공지능 관련 분야의 전문가만을 대상으로 응답자를 선정하여 분석의 범위가 다소 제한적이었다. 인공지능이 다양한 분야에 적용할 수 있는 범용 기술이라는 점을 고려하면 이는 중요한 한계이다. 이러한 한계를 보완하기 위해, 구교준 외(2024)는 인공지능 분야에 국한하지 않고 해당 기술에 대한 이해를 가진 공학, 자연과학, 사회과학 등 다양한 학문적 배경을 가진 박사학위 이상 전문가 30명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 이들의 응답을 기반으로 일자리 대체가능성 지수를 산출하였다.

이상의 논의를 종합하면, 본 연구에서 활용한 일자리 대체가능성 지수는 루틴화 가능성 지수나 인공지능 노출 지수와 달리, 최신 인공지능 및 로봇기술의 발전을 반영하여 노동시장 전반에 걸친 기술 변화의 영향을 보다 현실적으로 분석할 수 있는 도구로 평가된다. 이러한 접근은 단순히 과거 기술의 영향을 분석하는 데 머물지 않고, 미래 기술 발전에 따른 노동시장 변화를 심층적으로 이해할 수 있는 기반을 제공한다. 다음 절에서는 구교준 외(2024)의 일자리 대체가능성 지수를 활용하여 인공지능과 로봇기술의 도입이 국내 노동시장에 미치는 잠재적 영향을 보다 심도 있게 평가하고자 한다.

Ⅲ. 분석방법

1. 주요변수와 자료

본 연구는 구교준 외(2024)가 제안한 일자리 대체가능성 지수를 적용하기 위해, 소득 정보를 포함하고 직업 소분류와 연계할 수 있는 통계청의 지역별 고용조사 자료를 활용하였다. 분석 과정에서 성별, 연령, 학력, 소득을 통제변수로 활용하였으며, 이러한 변수들은 모두 지역별 고용조사 자료를 통해 확보되었다.

지역별 고용조사는 우리나라 시·군·구 단위의 고용 현황을 파악하기 위해 실시되는 국가

지정 통계조사로, 전국 약 23만 표본 가구 내 15세 이상의 가구원을 대상으로 연간 두 차례 진행된다. 특히, 해당 조사는 직종 및 산업분류 코드가 소분류 단위로 조사되므로, 일자리 대체가능성 지수와 연계 분석에 적합하다는 강점을 제공한다.

본 연구는 이러한 지역별 고용조사 자료를 활용하여, 일자리 대체가능성의 최근 10년간 추세를 파악하고자 2013년부터 2023년 상반기까지의 데이터를 분석 대상으로 선정하였다. 조사 대상은 조사 시점 기준으로 비경제활동인구를 제외한 경제활동인구(취업자 및 실업자)로 한정하였으며, 직종 코드와 소득 정보를 포함한 총 1,600,958명의 데이터를 기반으로 분석을 수행하였다. 이러한 접근은 직업별 소분류 데이터를 활용하여 일자리 대체가능성을 보다 정밀하게 평가하고, 주요 변수를 중심으로 대체가능성의 전반적인 양상을 체계적이고 심층적으로 파악하는 데 기여하였다.

2. 분석모형

본 연구에서는 4차 산업혁명 및 인공지능과 로봇기술의 도입으로 인해 노동시장에서 직·간접적으로 영향을 받을 수 있는 노동인구가 어떻게 분포되어 있는지를 살펴보고자 한다. 이를 위해서 구교준 외(2024)의 연구에서 개발한 일자리 대체가능성 지수와 국내 자료를 결합하여 노동시장의 현주소를 점검하였다.

먼저 기술 통계량 분석을 통해 성별, 연령, 학력 등 개인의 인구·사회학적 특성에 따라 종사하는 일자리의 대체가능성이 어떤 패턴을 보이는지 살펴본다. 이러한 요인들은 특히 기술 발전으로 인해 변화하는 노동시장의 특징을 분석하는 데 있어서 중요하게 다뤄지고 있다(성재민, 2014; 전병유·김복순, 2005; 전병유 외, 2022). 분석을 위하여 우선 통계청에서 제공하는 지역별 고용조사(2013년~2023년)를 활용하였다. 좀 더 구체적으로 성별, 연령, 학력, 소득에 따른 그룹별 일자리 대체가능성 지수의 평균을 비교하고, 집단 간 차이의 유의성 검증을 위해 T-test 또는 ANOVA test를 실시하였다. 또한 지역별 고용조사에서 제공하는 인구, 고용, 임금 데이터를 통해 인공지능 및 로봇기술로 대체될 가능성이 높은 직종 및 낮은 직종들이 가지는 위상이 지난 10년간 어떻게 변해오고 있는지 탐색하였다.

두 번째로, 간단한 탐색적 회귀분석을 통하여 개인적인 인구·사회학적 특성과 대체가능성 간의 관계를 살펴본다. 더불어 우리나라 노동시장에서 개인적 특성들을 통제하였을 때, 개인이 일자리 대체가능성의 위협에 직면한 직종에 종사할 확률이 어떻게 달라지는지 확인한다. 이를 위해서 다음의 두 가지 모형을 분석에 활용하였다.

$$SI_{ij} = \alpha_i + \beta_{ij}X'_{ij} + \sum_{t=2013}^{2023} \delta_t + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

$$\ln(\text{Pr} = y_{ij}) = \alpha_i + \beta_{ij}X'_{ij} + \sum_{t=2013}^{2023} \delta_t + \epsilon_{ij} \quad (2)$$

먼저 (1)번 모형은 간단한 선형회귀분석모형(OLS)으로 종속변수 SI_{ij} 는 조사대상자 i 가 종사하고 있는 직종 j 의 일자리 대체가능성 지수이다. X'_{ij} 는 직종 j 에 종사하고 있는 조사대상자 i 의 성별, 연령, 월평균소득과 학력을 포함한 통제변수 벡터이며 연도더미 δ_t 를 추가하여 연도효과를 통제한다. 이 분석을 통해 각 인구·사회적 요인별로 종사하는 직종의 일자리 대체가능성 지수가 어떻게 달라지는지를 볼 수 있다.

(2)번 모형은 다항 로지스틱 회귀분석이다. y_{ij} 는 조사대상자 i 가 종사하고 있는 직종 j 의 일자리 대체가능성 지수가 상위 30%에 분포할 경우 1의 값을, 중위 40%에 분포할 경우 2의 값을, 하위 30%에 분포할 경우 3의 값을 가진다. 종속변수 $\ln(\text{Pr} = y_{ij})$ 는 조사대상자 i 가 종사하는 직종 j 의 일자리 대체가능성이 40% 중위 그룹을 준거 기준으로 상위 혹은 하위 그룹에 포함될 확률을 의미한다. X'_{ij} 는 모형 (1)과 마찬가지로 직종 j 에 종사하고 있는 조사대상자 i 의 성별, 연령, 월평균소득과 학력을 포함한 통제변수 벡터이며 연도더미 δ_t 를 추가하여 연도효과를 통제한다. 해당 분석을 통해서 각 개인 특성별로 일자리 대체 위협에 직면한 직종에 종사할, 혹은 종사하지 않을 확률을 살펴봄으로써 인공지능 및 로봇기술의 노동시장 도입에 취약한 노동자의 특성을 파악할 수 있다.

IV. 인공지능에 의한 일자리 대체가능성과 노동시장의 변화

1. 일자리 대체가능성 지수로 본 노동시장 현황

1) 성별에 따른 일자리 대체가능성 지수

〈표 1〉은 성별에 따른 일자리 대체가능성 지수의 평균적인 차이를 정리한 것이다. 성별 그룹 내 전체 평균과 함께 인공지능 및 로봇기술로 대체될 가능성이 많은 직종 순으로 상위 30%, 중위 40% 그리고 하위 30%의 직업을 나누어 기초 통계량을 본다. 2013년부터 2023년까지 각 연도의 조사 시점을 기준으로 조사대상자가 현재 종사하고 있는 직업의 대체가능성

지수 평균은 남성이 0.661이고 여성이 0.696이다. 남성들이 종사하는 직업의 일자리 대체 가능성이 여성들이 종사하는 직업의 일자리 대체가능성보다 평균적으로 낮다는 점으로 미루어 보아, 남성들은 여성들보다 로봇기술 및 인공지능에 의해 대체될 위험이 상대적으로 적은 직종에 종사하는 경향이 있는 것을 알 수 있다. 대체가능성 지수 상위 30% 그룹 내에서의 성별 간 차이 또한 남성의 경우 0.783, 여성의 경우 0.836으로 전체의 그룹 평균 차이와 동일한 양상을 보인다. 반면, 중위 40% 그룹(남성 0.610, 여성 0.576)과 하위 30% 그룹(남성 0.406, 여성 0.363)에서는 반대의 패턴을 보인다. 전체 평균이 아닌 대체가능성이 상대적으로 낮은 중위 40% 그룹과 하위 30%의 그룹만을 볼 때, 여성들이 대체가능성 지수가 상대적으로 낮은 직업에 종사한다는 것을 의미하는데 <표 2>를 통해 그 이유를 유추할 수 있다.

<표 2>는 일자리 대체가능성 지수를 기준으로 나눈 각 직업 그룹(상위 30%, 중위 40%, 하위 30%)별로 남성 또는 여성의 비율이 가장 높은 직업 각각 다섯 개씩을 예시로 정리한다. 이는 앞선 <표 1>에서 나타난 남성과 여성 간 대체가능성 지수와 평균적 차이가 두 그룹이 가진 직종의 차이에서 어떻게 기인하는지 보기 위함이다. <표 2>를 보면 성별의 조사대상자들이 가장 높은 비율로 종사하고 있는 직종의 성격이 확연히 다름을 알 수 있다. 인공지능과 로봇기술에 의해 대체될 가능성이 가장 높은 직종을 살펴보면 산업과 무관하게 주로 신체능력을 많이 활용해야 하는 직종에서 남성 비중이 높은 것으로 나타났다. 그러나 대체가능성이 높은 직종 중 여성 비중이 높은 경우는 가사 및 육아도우미, 방문 및 노점 판매 관련직, 음식 관련 단순 종사자, 기타 돌봄·보건 및 개인 생활 서비스 종사자, 미용 관련 서비스 종사자 등 주로 서비스 관련 일자리가 대부분이었다.

한편 지난 10년간 인공지능 및 로봇기술로 인해 대체될 가능성이 중간이거나 상대적으로 낮은 직종 중 남성의 비율이 가장 높은 직종은 자동차 정비원, 기계 장비 설치 및 정비원, 건설 관련 기능 종사자, 배관공, 철도 및 전동차 기관사, 전기 및 전자 설비 조작원, 전기공, 방송·통신장비 관련 설치 및 수리원, 운송장비 정비원, 건설·전기 및 생산 관련 관리자 등으로 주로 정비직 혹은 제조업 생산직에 집중되어 있다. 하지만 대체가능성 지수 중위 40% 그룹과 하위 30% 그룹 중 여성의 종사 비율이 가장 높은 직종은 유치원 교사, 보건 의료 관련 종사자, 사회복지 관련 종사자, 통계 관련 사무원, 문리·기술 및 예능 강사, 영양사, 간호사, 돌봄 및 보건 서비스 종사자, 약사 및 한의사, 치료·재활사 및 의료기사 등으로 전문성이 어느 정도 요구되는 대면 서비스 일자리가 주를 이룬다. 특히 여성 종사자 비율이 월등히 높은 간호사, 영양사, 돌봄종사자, 약사는 대체가능성 지수가 전체 직종 중 가장 낮은 그룹에 속하며 해당 그룹의 남녀 성별 차이를 잘 설명해 준다.

〈표 1〉 성별 일자리 대체가능성 지수

(단위: 점)

	성별	
	남성	여성
전체	0.661*** (0.163)	0.696*** (0.206)
상위 30%	0.783*** (0.077)	0.836*** (0.096)
중위 40%	0.610*** (0.072)	0.576*** (0.090)
하위 30%	0.406*** (0.060)	0.363*** (0.075)
표본 크기	870,712	730,246

주: 괄호 안은 표준편차임. 성별 그룹은 t-test를 시행하였으며 그룹별 차이가 1% 수준에서 통계적으로 유의함을 확인하였다.

자료: 통계청에서 제공하는 지역별고용조사(2013년~2023년 상반기, B형)

〈표 2〉 성별 조사대상자 종사 비율이 높은 Top5와 일자리 대체가능성 지수

(단위: 점, %)

	남성			여성		
	직종	일자리 대체 가능성 지수	비중 ^{가)}	직종	일자리 대체 가능성 지수	비중
상위 30%	건설 및 채굴기계 운전원	0.739	99.9	가사 및 육아도우미	0.880	99.9
	물품 이동 장비 조작원	0.766	99.2	방문 및 노점 판매 관련직	0.922	89.6
	금속 공작 기계 조작원	0.753	98.4	음식 관련 단순 종사자	0.973	89.1
	건물관리원 및 검표원	0.882	98.4	기타 돌봄·보건 및 개인 생활 서비스 종사자	0.739	87.7
	자동차운전원	0.724	97.4	미용 관련 서비스 종사자	0.907	87.7
중위 40%	자동차 정비원	0.524	99.4	유치원 교사	0.561	99.3
	기계 장비 설치 및 정비원	0.511	99.2	보건 의료 관련 종사자	0.491	91.8
	건설 관련 기능 종사자	0.654	99.1	사회복지 관련 종사자	0.464	88.2
	배관공	0.595	99.0	통계 관련 사무원	0.601	77.3
	철도 및 전동차 기관사	0.466	98.3	문리·기술 및 예능 강사	0.501	76.5
하위 30%	전기 및 전자설비 조작원	0.463	99.4	영양사	0.311	98.5
	전기공	0.377	99.1	간호사	0.220	95.3
	방송·통신장비 관련 설치 및 수리원	0.452	98.7	돌봄 및 보건 서비스 종사자	0.355	94.7

운송장비 정비원	0.455	98.5	약사 및 한의사	0.302	70.7
건설·전기 및 생산 관련 관리자	0.361	97.9	치료·재활사 및 의료기사	0.411	69.1

주: 직종은 한국표준직업 7차 분류상 소분류 기준

자료: 통계청에서 제공하는 지역별고용조사(2013년~2023년 상반기, B형)

2) 연령에 따른 일자리 대체가능성 지수

〈표 3〉은 연령별로 종사하고 있는 직종의 대체가능성 지수의 평균을 보여준다. 먼저 전체 평균을 보면 경제활동이 가장 활발한 30세 이상에서 50세 미만 그룹의 대체가능성 지수가 0.647로 가장 낮다. 더불어 대체가능성 지수의 값은 15세 이상에서 30세 미만(0.664), 50세 이상 55세 미만(0.667), 그리고 55세 이상(0.735) 순으로 증가한다. 다른 그룹 간 차이는 그리 크지 않으나 55세 이상의 경우 대체가능성 지수가 0.735로 주로 종사하는 직종군의 대체가능성이 확연히 높아짐을 확인할 수 있다. 상위 30%의 경우 15세 이상에서 30세 미만 그룹의 대체가능성 지수의 평균은 0.791, 30세 이상 50세 미만 그룹은 0.779, 50세 이상 55세 미만은 0.794 그리고 55세 이상은 0.863으로 전체 그룹 간 대체가능성 지수의 증감 양상과 동일하다. 경제활동이 제일 활발하고 전 연령층 가운데 보유하고 있는 인지 및 비인지 능력을 가장 효율적이고 효과적으로 노동시장에서 발휘하고 있는 연령이 30세 이상 50세 미만임을 생각했을 때 이와 같은 지수의 증감은 타당한 결과라고 볼 수 있다.

중위 40%의 직종은 30세 이상 50세 미만 그룹에서 대체가능성 지수가 하락한 후 다시 증가하는 패턴을 보였던 상위 30% 그룹과 다른 패턴을 보인다. 15세 이상 30세 미만 그룹은 0.566, 30세 이상 50세 미만 그룹은 0.587, 50세 이상 55세 미만 그룹은 0.607 그리고 55세 이상 그룹은 0.629로 연령대가 높아질수록 그룹별 종사 직종의 대체가능성 지수 평균 또한 증가하는 양상을 띤다. 상위 30% 그룹과 중위 40% 그룹 간 패턴 차이는 두 연령 그룹인 15세 이상 30세 미만 그리고 30세 이상 50세 미만 그룹이 주로 종사하는 직종의 차이에서 나온다고 볼 수 있다. 〈표 4〉를 보면 유치원 교사, 스포츠 및 레크리에이션 관련 전문가 그리고 기타 교육 전문가 직종에 종사하는 사람 중 15세 이상 30세 미만 연령대의 비중이 가장 높았다. 반면 30세 이상 50세 미만 그룹의 비중이 가장 큰 직종은 전기·전자공학 기술자 및 시험원, 금융 및 보험 전문가, 상품 기획·홍보 및 조사 전문가 등이다. 이를 종합해서 볼 때 15세 이

7) 비중은 각 대체가능성 지수 그룹(상위 30%, 중위 40%, 하위 30%) 내에서 직종별로 종사하고 있는 남성 및 여성의 비율을 계산한 것이다. 예를 들어 상위 30% 그룹에 속하는 직종 중 건설 및 채굴기계 운전원 직종의 종사자는 99.9%가 남성, 가사 및 육아도우미 직종의 종사자는 99.9%가 여성이다. 하위 30% 그룹에 속하는 직종 중에서는 전기 및 전자설비 조작원 직종 종사자 중 99.4%가 남성, 영양사 직종 종사자 중에서는 98.5%가 여성이라고 볼 수 있다.

상 30세 미만 그룹이 고객 및 서비스 수요자를 직접 대면하고 사회성 및 사교성을 상대적으로 더 요구하는 직종에 종사하는 경향이 있으며 이에 따라 30세 이상 50세 미만 그룹의 대체가능성 지수 평균이 소폭 증가한다고 볼 수 있다.

반면 하위 30%의 직종에서는 전체 및 상위 30% 그룹과는 반대의 패턴을 보인다. 전체 및 상위 30% 그룹에서 대체가능성 지수가 가장 낮았던 30세 이상 50세 미만 그룹의 대체가능성 지수가 0.396으로 가장 높았다. 이어서 50세 이상 55세 미만(0.388), 15세 이상 30세 미만(0.379) 그리고 55세 이상(0.376) 순으로 대체가능성 지수가 낮아진다. <표 4>에서 하위 30% 그룹의 연령별 직업군을 보면 대체가능성 지수가 0인 의회 의원·고위 공무원 및 공공단체 임원과 기업 고위 임원의 각 67.6%와 63.0%의 인원이 만 55세 이상임을 알 수 있다. 전체 표본으로 보았을 때는 고령층이 종사하는 직군의 대체가능성 지수가 높을 수 있으나 하위 30%만을 보았을 때 55세 이상은 임원 및 관리자, 종교 관련 종사자 등 신기술 및 인공지능으로 대체하기 힘든 직종에 주로 종사한다는 사실은 하위 30% 그룹에서 해당 연령층의 대체가능성 지수가 가장 낮은 현상을 잘 설명해준다.

〈표 3〉 연령별 일자리 대체가능성 지수

(단위: 점)

	연령			
	15세 이상 ~ 30세 미만	30세 이상 ~ 50세 미만	50세 이상 ~ 55세 미만	55세 이상
전체	0.664*** (0.173)	0.647*** (0.165)	0.667*** (0.176)	0.735*** (0.207)
상위 30%	0.791*** (0.060)	0.779*** (0.062)	0.794*** (0.080)	0.863*** (0.111)
중위 40%	0.566*** (0.080)	0.587*** (0.083)	0.607*** (0.079)	0.629*** (0.065)
하위 30%	0.379*** (0.084)	0.396*** (0.070)	0.388*** (0.066)	0.376*** (0.063)
표본 크기	210,311	734,013	200,803	455,831

주: 괄호 안은 표준편차임. 연령별 그룹은 ANOVA test를 시행하였으며 그룹별 차이가 1% 수준에서 통계적으로 유의함을 확인하였다.

자료: 통계청에서 제공하는 지역별고용조사(2013년~2023년 상반기, B형)

경제활동이 가장 활발한 30세 이상 50세 미만의 경우 전체 표본으로 보았을 때는 금융 사무 종사자, 회계 및 경리 사무원, 전기·전자 부품 및 제품 제조 장치 조립원, 경영 관련 사무원, 운송차량 및 기계 관련 조직원 등으로 다른 연령층보다 상대적으로 대체가능성 지수가 낮은 직종에 종사하고 있다. 하지만 하위 30% 그룹에서는 컴퓨터 하드웨어 및 통신공학 전문가, 정보 시스템 및 웹 운영자, 기계·로봇공학 기술자 및 시험원, 컴퓨터 시스템 및 소프트

웨어 전문가, 정보 통신기기 설치 및 수리원 등 다른 연령대와 비교했을 때 상대적으로 대체 가능성 지수가 높은 직종에 종사하고 있다. 또한 15세 이상 30세 미만 그룹의 간호사, 영양사, 치료 및 재활사 등의 직종 그리고 50세 이상 55세 미만의 관리자 직종 등처럼 특별히 대체가능성 지수가 낮은 직업군에는 30세 이상 55세 미만의 종사자들이 종사하지 않는 경향이 있다. 이런 이유로 해당 연령 그룹이 다른 연령대에 비해서 하위 30% 그룹 내에서는 대체가능성 지수가 높게 나오게 되는 것으로 해석된다.

〈표 4〉 연령별 조사대상자 종사 비율이 높은 Top5와 일자리 대체가능성 지수
(단위: 점, %)

	15세 이상 ~ 30세 미만			30세 이상~ 50세 미만		
	직업	일자리 대체 가능성 지수	비중	직업	일자리 대체 가능성 지수	비중
상위 30%	미용관련 서비스 종사자	0.907	47.1	금융 사무 종사자	0.708	67.0
	식음료 서비스 종사자	0.804	37.0	회계 및 경리 사무원	0.767	64.9
	여행·안내 및 접수 사무원	0.799	35.4	전기·전자 부품 및 제조 장치 조 작원	0.832	62.8
	통신 관련 판매직	0.872	34.3	경영 관련 사무원	0.742	61.9
	여가 서비스 종사자	0.848	29.5	운송 차량 및 기계 관련 조립원	0.754	57.1
중위 40%	유치원 교사	0.562	42.8	전기·전자공학 기술자 및 시험원	0.496	72.2
	스포츠 및 레크리에이션 관련 전문가	0.497	40.7	금융 및 보험 전문가	0.571	69.8
	디자이너	0.553	37.7	문화·예술 관련 기획자 및 매니저	0.605	69.2
	기타 교육 전문가	0.581	36.8	상품 기획·홍보 및 조사 전문가	0.580	69.0
	연극·영화 및 영상 전문가	0.674	34.7	전기·전자기기 설치 및 수리원	0.628	67.9
하위 30%	치료·재활사 및 의료 기사	0.411	39.6	컴퓨터 하드웨어 및 통신공학 전 문가	0.452	74.8
	간호사	0.220	31.2	정보 시스템 및 웹 운영자	0.448	73.5
	영양사	0.311	26.9	기계·로봇공학 기술자 및 시험원	0.324	72.0
	생명 및 자연과학 관련 시험원	0.450	25.1	컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전 문가	0.458	71.6
	훈례 및 장례 종사자	0.381	23.9	정보 통신기기 설치 및 수리원	0.453	71.4
	50세 이상~ 55세 미만			55세 이상		
	직업	대체 가능성 지수	비중	직업	대체 가능성 지수	비중
상위	섬유 및 가죽 관련 기능 종사자	0.860	24.1	건물 관리원 및 검표원	0.882	87.1

30%	의복 제조 관련 기능 종사자	0.727	23.4	청소원 및 환경미화원	1	85.2
	세탁 관련 기계 조작원	0.929	19.8	기타 돌봄·보건 및 개인 생활 서비스 종사자	0.739	80.6
	건설 및 채굴기계 운전원	0.739	19.6	가사 및 육아 도우미	0.880	74.0
	식품·신발 관련 기계 조작원 및 조립원	0.868	18.7	기타 서비스 관련 단순 종사자	0.923	70.9
중위 40%	문화·예술 관련 관리자	0.605	30.4	농림·어업 관련 단순 종사자	0.666	79.6
	기타 전문 서비스 관리자	0.626	23.4	작물 재배 종사자	0.663	73.5
	섬유 제조 및 가공기계 조작원	0.678	22.1	선박 승무원 및 관련 종사자	0.691	64.6
	철도 및 전동차 기관사	0.466	21.5	임업 관련 종사자	0.662	60.3
	기타 판매 및 고객 서비스 관리자	0.528	20.8	계기·자판기 및 주차 관리 종사자	0.701	54.7
하위 30%	보험 및 금융 관리자	0.418	33.7	의회 의원·고위 공무원 및 공공 단체 임원	0	67.6
	정보통신 관련 관리자	0.333	31.4	기업 고위 임원	0	62.9
	기타 건설·전기 및 생산 관련 관리자	0.323	28.6	연구·교육 및 법률 관련 관리자	0.288	62.6
	행정 및 경영지원 관리자	0.384	24.9	돌봄 및 보건 서비스 종사자	0.355	60.9
	행정 전문가	0.404	24.8	종교 관련 종사자	0.383	47.9

주: 직종은 한국표준직업 7차 분류상 소분류 기준

자료: 통계청에서 제공하는 지역별고용조사(2013년~2023년 상반기, B형)

3) 학력에 따른 일자리 대체가능성 지수

다음 <표 5>는 학력별로 대체가능성 지수를 비교한다. 전체 및 상위 30% 그룹의 경우 일반적으로 예상할 수 있는 양상으로 학력이 높아질수록 대체가능성 지수가 낮아진다. 연령별 대체가능성 지수의 비교 시 전체 및 상위 30% 그룹의 패턴과 양상을 달리 했던 중위 40% 그룹의 경우 학력별 대체가능성 지수의 차이를 보았을 때는 학력이 높아질수록 대체가능성 지수가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 반면 하위 30%의 경우는 위의 성별 및 연령별 대체가능성 지수의 상·하위 그룹별 패턴과 마찬가지로 전체 그룹과 다른 양상을 보인다. 해당 그룹의 경우 학력이 가장 낮은 고등학교 졸업 이하가 대체가능성 지수 0.379로 가장 낮고 전문대 및 대학 졸업자는 0.388, 대학원 졸업 이상은 0.399로 대체가능성 지수가 높아졌다. <표 6>을 보면 하위 30% 그룹의 경우 대체가능성 지수가 상대적으로 높은 대학교수 및 강사의 89.1%가 대학원 졸업 이상의 학력을 가진 종사자로 구성되어 있고 나머지 직업군에 대한 종사비율은 상대적으로 적다. 이 때문에 다른 연령대보다 대체가능성 지수가 더 높게 계산된 것으로 보인다. 전문대 및 대학 졸업자들이 종사하고 있는 직종을 보면 대체가능성 지수가 0.222

에서 0.446까지 중간 정도 되는 직종으로 고르게 분포되어 있고 직종 내 해당 학력을 가진 종사자의 비율 또한 꽤 높다. 하지만 대학원 졸업 이상의 경우 대체가능성 지수가 0.288에서 0.457로 분포 범위가 상대적으로 큰 수치를 보이고 있고 이 중에서 가장 높은 수치를 기록하고 있는 대학교수 및 강사에 높은 비율이 종사함으로써 평균적인 지수의 값이 더 크게 나타난 것으로 해석된다.

〈표 5〉 학력별 일자리 대체가능성 지수

(단위: 점)

	학력		
	고졸 이하	전문대/대학 졸	대학원 졸 이상
전체	0.741*** (0.169)	0.614*** (0.171)	0.499*** (0.150)
상위 30%	0.827*** (0.099)	0.772*** (0.057)	0.758*** (0.047)
중위 40%	0.612*** (0.069)	0.585*** (0.088)	0.570*** (0.087)
하위 30%	0.379*** (0.044)	0.388*** (0.079)	0.399*** (0.070)
표본 크기	867,184	655,975	77,799

주: 괄호 안은 표준편차임. 학력별 그룹은 ANOVA test를 시행하였으며 그룹별 차이가 1% 수준에서 통계적으로 유의함을 확인하였다.

자료: 통계청에서 제공하는 지역별고용조사(2013년~2023년 상반기, B형)

〈표 6〉 학력별 조사대상자 종사 비율이 높은 Top5와 일자리 대체가능성 지수

(단위: 점, %)

	고졸 이하			전문대/대학 졸			대학원 졸 이상		
	직업	일자리 대체 가능성 지수	비중	직업	일자리 대체 가능성 지수	비중	직업	일자리 대체 가능성 지수	비중
상위 30%	청소원 및 환경 미화원	1	96.5	금융 사무 종사자	0.709	74.2	경영관련 사무원	0.742	5.1
	섬유 및 가죽 관련 기능 종사자	0.860	94.2	경영 관련 사무원	0.742	67.8	금융 사무 종사자	0.709	3.4
	음식 관련 단순 종사자	0.974	92.9	여행·안내 및 접수 사무원	0.799	59.9	여가 서비스 종사자	0.848	2.1
	건설 및 광업 단순 종사자	0.711	90.4	회계 및 경리 사무원	0.767	58.0	고객 상담 및 기타 사무원	0.768	1.9

	직물·신발 관련 기계 조작원 및 조립원	0.868	90.3	고객 상담 및 기타 사무원	0.768	56.6	축산 및 사육 관련 종사자	0.742	1.7
중위 40%	농림·어업 관련 단순 종사자	0.666	95.6	유치원 교사	0.562	88.7	인문 및 사회과학 전문가	0.501	62.7
	작물재배 종사자	0.663	91.8	디자이너	0.553	84.6	법률 전문가	0.596	43.0
	어업 관련 종사자	0.666	90.2	사회복지 관련 종사자	0.464	81.0	문화·예술 관련 관리자	0.605	42.4
	섬유 제조 및 가공기계 조작원	0.678	85.8	금융 및 보험 전문가	0.571	79.9	전기·전자 공학 기술자 및 시험원	0.496	27.6
	건설 관련 기능 종사자	0.654	85.7	운송 서비스 종사자	0.686	79.8	기타 판매 및 고객 서비스 관리자	0.528	27.1
하위 30%	건설구조 관련 기능 종사자	0.438	79.8	간호사	0.220	93.8	대학 교수 및 강사	0.457	89.1
	돌봄 및 보건 서비스 종사자	0.355	79.5	치료·재활사 및 의료 기사	0.411	90.4	연구·교육 및 법률 관련 관리자	0.288	63.9
	자동 조립라인 및 산업용 로봇 조작원	0.452	62.2	약사 및 한약사	0.302	86.5	생명 및 자연과학 관련 전문가	0.368	57.2
	전기공	0.377	60.6	영양사	0.311	84.0	의료 진료 전문가	0.293	50.7
	훈례 및 장례 종사자	0.381	58.0	정보 시스템 및 웹 운영자	0.448	83.9	종교 관련 종사자	0.383	50.7

주: 직종은 한국표준직업 7차 분류상 소분류 기준

자료: 통계청에서 제공하는 지역별고용조사(2013년~2023년 상반기, B형)

4) 일자리 대체가능성 3분위 별 종사자 고용 비중 및 임금 추이

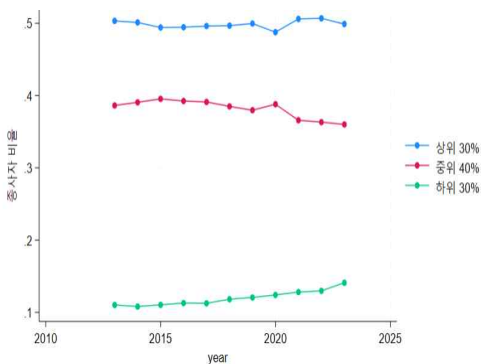
다음은 대체가능성 지수 3분위 별 고용변화와 실질소득의 추이를 살펴본다. 대체가능성 지수를 기준으로 나눈 3분위 별 고용량의 지난 10여 년간의 변화를 보기 위해 통계청에서 제공하는 지역별 고용조사에서 2013년부터 2023년 상반기 자료를 사용하였다.

〈그림 1〉에서 볼 수 있는 것처럼 전체 고용자 대비 종사자 비율은 2013년부터 2023년 전

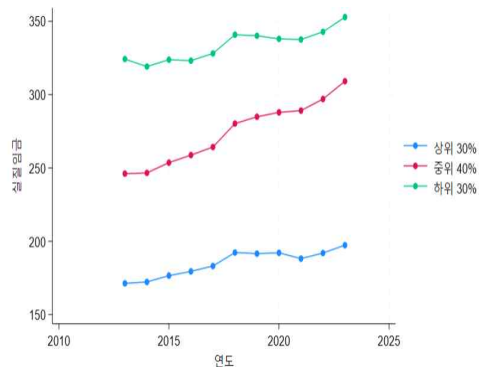
해에 걸쳐서 상위 30% 그룹이 가장 높고 하위 30% 그룹이 가장 낮다. 증감 추이를 보면 하위 30% 그룹 즉, 로봇기술 및 인공지능의 영향을 가장 적게 받는 직업군의 고용 비중은 꾸준히 상승해 왔음을 볼 수 있다. 상위 30% 그룹에서는 전체적으로 뚜렷한 고용량의 변화를 관찰할 수 없었지만, 코로나19의 영향을 받는 2020년 한 해 동안 종사자 비율이 대폭 감소했다가 다음 연도에 다시 회복한 것을 볼 수 있다. 오히려 직접적인 고용 비중의 감소는 중위 40% 그룹에서 가장 뚜렷하게 나타남을 볼 수 있었다. 다만 2023년까지의 자료를 보았을 때는 중위 40%에 속한 직업군의 고용 비중의 감소가 두드러지지만, 향후 인공지능과 로봇기술의 발달은 대체가능성이 가장 높은 상위 30%에 집중될 것으로 예상되므로 해당 직업군의 고용 비중 감소가 좀 더 두드러질 것으로 예측할 수 있다.

한편 각 대체가능성 지수 그룹별 소득 추이는 <그림 2>에서 보여주듯 하위 30% 그룹의 소득이 전 해에 걸쳐 가장 높은 액수를 기록하고 있으며 상위 30% 그룹의 소득이 가장 낮았다. 소득의 상승 정도는 중위 40% 그룹이 가장 높았고 상위 30%와 하위 30% 그룹은 전반적으로 임금의 상승 정도가 제한적이었다가 코로나 팬데믹 발생 이후 증가 추세로 전환된 것을 볼 수 있다. 임금의 미래 추이도 만약 인공지능과 로봇기술의 발달로 상위 30% 직업군의 대체가 빠르게 일어난다면 향후 임금 상승 정도 역시 상대적으로 다른 그룹에 비해 제한적일 것으로 예상된다.

〈그림 1〉 일자리 대체가능성 지수
3분위 별 종사자 비율 추이



〈그림 2〉 일자리 대체가능성 지수
3분위 별 실질임금 추이



자료: MDIS에서 제공하는 지역별고용조사(2013~2023년도 상반기, B형)

주: 실질임금은 소비자물가지수(2020년 기준)를 적용하여 실질화한 금액임

2. 인공지능의 국내 노동시장 파급효과 분석 결과

본 절에서는 일자리 대체가능성 지수와 노동시장을 구성하는 요소들에 대하여 진행한 간단한 탐색적 회귀분석의 결과를 보여준다. 먼저 <표 7>의 모형 1은 조사대상자의 인구·사회적 특성에 따라 종사 직종의 일자리 대체가능성 지수가 어떻게 달라지는지에 관한 결과이다. 우선 성별의 영향을 살펴보면, 다른 변수를 통제한 뒤 여성일 경우 남성보다 일자리 대체가능성 지수가 0.001점만큼 증가하는 것으로 나타났다. 즉 여성일수록 남성보다 일자리 대체가능성이 높은 직종에 종사하는 경향이 있음을 확인할 수 있다.

연령의 경우 1년 단위로 높아질수록 일자리 대체가능성 지수가 0.006점만큼 감소하였다. 연령의 제곱 변수는 계수의 크기가 작아 효과는 미미하지만, 음의 값을 나타냈던 연령 변수의 계수와 반대로 양의 방향으로 유의하게 나옴을 확인할 수 있었다. 이로 미루어 볼 때 연령과 일자리 대체가능성 지수는 U자 형태의 비선형 관계임을 알 수 있다. 즉, 연령이 높아질수록 종사 직종의 일자리 대체가능성이 낮아지다가 특정 연령대를 지나면서는 연령이 증가함에 따라 종사 직종의 일자리 대체가능성이 높아지는 것이다. 이러한 추이는 <표 3>의 기술통계량 분석에서 확인한 패턴과 일치한다. 다만 이러한 현상이 실제로 연령대에 따라 종사하는 직종이 위의 패턴을 따라 변화하는 것인지 혹은 연령이 50대 이상을 지나면서 상위 30% 및 하위 30% 그룹에 속한 종사자들의 퇴직 비율이 높아져 중위 40%에 대한 종사확률이 높아지는 것인지는 향후 추가 분석을 통해 확인할 필요가 있다.

한편 소득의 경우 조사대상자의 월평균 소득이 1% 증가하면 종사하는 직종의 일자리 대체가능성 지수는 0.00031점 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 분석을 통해, 소득이 높은 조사대상자일수록 대체가능성이 낮은 직종에 종사함을 알 수 있다. 마지막으로, 최종학력에 따른 일자리 대체가능성 지수의 차이는 다른 변수보다 상당히 크게 나타난다. 고등학교 졸업 이하의 조사대상자와 비교했을 때, 전문대 졸업자일 경우 일자리 대체가능성 지수가 평균적으로 0.092점, 대학 및 대학원 졸업자의 경우 일자리 대체가능성 지수가 평균적으로 0.196점 낮은 것으로 나타났다.

다음으로 개인의 인구·사회적 특성에 따라 일자리 대체 위협에 직면한 직종에 종사할, 혹은 종사하지 않을 확률을 살펴보고자 한다. <표 8>의 모형 2와 모형 3은 인구·사회적 특성에 따라 종사 직종의 대체가능성 지수가 중위 40% 그룹과 비교했을 때 상위 30% 혹은 하위 30% 그룹에 속할 확률이 어떻게 달라지는지에 대해 다항 로지스틱 모형을 사용한 탐색적 분석의 결과이다.

〈표 7〉 인구·사회적 특성에 따른 일자리 대체가능성 지수 회귀분석 결과

	모형 1
여성	0.001*** (0.0003)
연령	-0.006*** (0.00005)
연령^2	0.00007*** (0.0000001)
ln(월평균소득)	-0.031*** (0.0001)
최종학력(비교그룹: 고졸)	
전문대 졸	-0.092*** (0.0003)
대학/대학원 졸	-0.196*** (0.0006)
상수	0.988*** (0.001)
연도더미 통제여부	0
N	1,600,958
F	26232.91***
R-squared	0.2073
Adjusted R-squared	0.2073

주1: 괄호 안은 표준오차를 의미함
주2: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

〈표 8〉에 따르면, 중위 40% 그룹을 준거집단으로 했을 때, 먼저 여성일수록 상위 30% 그룹에 속할 확률이 18.0% 증가하였고 하위 30% 그룹에 속할 확률은 45.8% 증가하였다. 이는 여성이 남성보다 대체가능성이 양극단에 분포한 직종에 주로 종사할 확률이 높다는 것을 뜻한다. 특히 중위 40% 그룹보다 하위 30% 그룹에 속할 확률이 상위 30% 그룹에 속할 확률보다 높은 것으로 미루어 보아 인공지능 및 로봇기술에 의한 대체 위협에 상대적으로 덜 노출된 돌봄 및 보건 서비스와 의료 관련 산업에 종사하는 비중이 많은 것이 이러한 결과를 끌어낸 것으로 보인다.

연령의 경우 한 살이 많아질수록 중위 40% 그룹을 준거집단으로 했을 때, 종사 직종이 상위 30% 그룹에 속하게 될 확률 차이는 통계적으로 유의하지 않았고, 하위 30% 그룹에 속하게 될 확률은 1.7% 증가했다. 즉 연령이 많아질수록 하위 30% 그룹에 속하게 될 가능성이 조

금 더 커진다.

월평균 소득은 1%가 늘어나는 경우 중위 40% 그룹을 준거집단으로 했을 때, 상위 30% 그룹에 속하게 될 가능성이 20.3%의 확률만큼 감소하였고, 하위 30% 그룹에 속할 가능성은 52.1%의 확률만큼 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 분석을 통해, 소득이 높을수록 일자리 대체가능성이 상대적으로 낮은 직종에 종사하고 있을 가능성이 크다는 것을 알 수 있다.

〈표 8〉 인구·사회적 특성에 따른 일자리 대체가능성 분위별 그룹의 분포 양상

	모형 2: 일자리 대체가능성 지수 상위 30% 그룹		모형 3: 일자리 대체가능성 지수 하위 30% 그룹	
	B	exp(B)	B	exp(B)
여성	0.165*** (0.005)	1.180	0.377*** (0.008)	1.458
연령	0.0002 (0.0001)	1.000	0.017*** (0.001)	1.017
ln(월평균소득)	-0.227*** (0.003)	0.797	0.420*** (0.007)	1.521
최종학력(비교그룹: 고졸)				
전문대 졸	-0.775*** (0.002)	0.461	0.619*** (0.011)	1.857
대학/대학원 졸	-1.555*** (0.003)	0.211	1.461*** (0.043)	4.310
상수	2.043 (0.139)	7.714	-4.027 (0.028)	0.018
연도더미 통제여부	O		O	
N	1,600,958			
<i>pseudo</i> R^2 (Nagelkerke)	0.080			
χ^2	249,170.83***			
AIC	2908512			
BIC	2908905			

주1: 괄호 안은 표준오차를 의미함

주2: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

마지막으로, 학력의 경우 고등학교 졸업 이하의 학력을 가진 그룹을 준거집단으로 했을 때, 전문대를 졸업했을 경우 상위 30% 그룹에 속할 가능성은 53.9%의 확률만큼 감소하며 하위 30% 그룹에 속할 가능성은 85.7%의 확률만큼 증가한다. 대학 졸업 이상의 학력을 가진 경우에는 상위 30% 그룹에 속할 가능성이 78.9%의 확률만큼 감소하며 하위 30% 그룹에 속

할 가능성은 331%의 확률만큼 증가한다. 이는 교육 수준이 높을수록 일자리 대체가능성이 낮은 직종이 종사하는 경향이 있으며, 고졸에서 전문대 졸업, 그리고 대학 및 대학원 졸업으로 학력이 높아질수록 일자리 대체가능성이 낮은 직종에 종사할 확률의 차이가 확연히 벌어짐을 보여준다.

V. 결론

본 연구는 구교준 외(2024)의 연구에서 개발한 일자리 대체가능성 지수를 활용하여 국내 노동자들의 인구·사회적 특성별로 직면하고 있는 로봇기술 및 인공지능의 도입으로 인한 일자리 대체 위험의 현황을 살펴보았다. 분석 결과 전체 종사자를 기준으로 볼 때, 남성들이 종사하는 직업의 대체가능성 지수가 여성들이 종사하는 대체가능성 지수보다 평균적으로 낮은 것으로 확인되었다. 또한 연령별로 보면 경제활동이 가장 활발한 30세 이상 50세 미만 그룹의 대체가능성 지수가 가장 낮았으며, 15세 이상 30세 미만, 50세 이상 55세 미만 그리고 55세 이상 순으로 대체가능성 지수가 증가하였다. 학력별 대체가능성 지수의 경우, 전체 종사자 및 대체가능성 지수 상위 30% 그룹 내에서는 학력이 높아질수록 대체가능성 지수가 낮아지는 것으로 나타났으나, 반면 대체가능성 지수 하위 30% 그룹의 경우 학력이 높아질수록 대체가능성 지수가 높아지는 양상을 보였다. 이와 함께 절대적인 실질임금은 하위 30% 그룹이 가장 많았으며 상위 30% 그룹이 가장 적었으나, 지난 10년 간 임금 상승 추이는 중위 40% 그룹에서 가장 뚜렷하게 나타났다.

이에 더하여 본 연구는 인구·사회적 특성별로 종사하고 있는 직종의 대체가능성 양상을 심층적으로 분석하기 위하여 간단한 탐색적 회귀분석을 진행하였다. 분석 결과는 다음과 같이 네 가지로 요약된다. 첫째, 전체 종사자를 대상으로 분석해보면, 여성이 남성보다 일자리 대체가능성이 높은 직종에 종사하였다. 다만, 일자리 대체가능성 지수를 기준으로 상위 30%, 중위 40% 그리고 하위 30%로 나누어 보았을 때는 여성 종사자가 중위 40% 그룹보다 상위 30% 그룹에 속할 확률이 높았으며, 더불어 하위 30% 그룹에 속할 확률 또한 높게 나타났다. 둘째, 연령이 많아질수록 종사 직종의 일자리 대체가능성 지수가 낮아지다 특정 연령대를 지나면서는 연령이 증가함에 따라 종사 직종의 일자리 대체가능성 지수가 높아짐을 확인하였다. 대체가능성 지수 그룹별로 보았을 때 연령이 높아질수록 상위 30% 그룹에 속할 확률은 중위 40% 그룹과 비교했을 때 차이가 없었으나, 하위 30% 그룹에 속하게 될 확률은 증가하였다. 셋째, 소득이 높은 종사자일수록 대체가능성이 낮은 직종에 종사하는 것으로

나타났다. 구체적으로 일자리 대체가능성 지수 중위 40% 그룹과 비교하였을 때 상위 30% 그룹에 속할 확률은 감소하였고, 하위 30% 그룹에 속하게 될 확률은 증가하였다. 넷째, 학력이 높아질수록 종사자의 직종이 가지는 일자리 대체가능성 지수가 평균적으로 낮아졌다. 또한 중위 40% 그룹과 비교했을 때 상위 30% 그룹에 속할 확률은 감소하였으며, 하위 30% 그룹에 속할 확률은 증가하였음을 확인하였다.

본 연구는 직종별 루틴화 정도나 특허 데이터를 통해 인공지능 노출 정도를 측정하여 인공지능 및 신기술에 의한 일자리 대체정도를 간접 측정하여 연구를 진행한 기존의 연구와 달리 로봇기술 및 인공지능의 도입을 모두 고려하여 일자리 대체가능성을 직접적으로 측정하여 개발한 지수를 통해 우리나라 노동시장의 현주소를 살펴보았다는 점에서 큰 의의가 있다. 이를 통해 제시한 분석 결과는 우리나라 종사자 중 어떠한 집단이 4차 산업혁명을 통한 신기술 및 인공지능기술의 도입에 상대적으로 취약하며 더 많은 영향을 받게 될지 예측을 가능하게 한다.

본 결과는 인공지능과 신기술의 발전을 동반한 4차 산업혁명 시대에 노동시장 변화에 따른 복지 정책의 필요성에 대해 시사점을 제시한다. 먼저 상대적으로 일자리 대체가능성 위험도가 높은 집단이 주로 종사하고 있는 직종들을 파악하고, 로봇기술 및 인공지능의 도입으로 인해 해당 일자리가 사라지는 경우 종사자가 다른 직종으로의 이전이 가능한지의 여부를 판단할 필요가 있다. 일자리를 잃은 종사자의 인구·사회적 특성을 고려하여 다른 직종으로의 이전이 불가능하다면, 이에 맞는 복지 정책 및 상황에 따른 직업 교육 정책의 마련이 시급하다. 사라진 일자리에서 필요로 하는 기술과 역량이 상대적으로 종사자가 부족한 기존의 일자리나 4차 산업혁명으로 인해 늘어날 일자리의 요구치와 비슷하다면 효과적으로 직업 전환을 유도하는 직업 교육을 실시하는 정책 마련 또한 필요할 것이다. 이러한 복지 정책 및 직업 훈련 대책의 마련이 시의적절하게 시행된다면 사회의 변화로 인하여 불가항력적으로 맞이하게 되는 노동시장의 충격을 효과적으로 흡수할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 구교준·김지원·최영빈·김규환·홍지은. (2024). 인공지능과 로봇기술의 노동시장 파급효과 분석을 위한 일자리 대체가능성 지수의 개발. 『행정논총』, 62(3): 37-74.
- 김민영·조민지·임업. (2017). 자동화 기술의 발전이 지역노동시장 중간일자리 감소에 미치는 영향: 잠재성장모형의 적용. 『국토연구』, 93: 25-41.

- 김세움. (2015). 「기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응」. 세종: 한국노동연구원.
- 김세움·고선·조영준. (2014). 「기술진보의 노동시장에 대한 동태적 영향」. 세종: 한국노동연구원.
- 박가열·천영민·홍성민·손양수. (2016). 「기술변화에 따른 일자리 영향 연구」. 충북: 한국고용정보원.
- 성재민. (2014). 「업무 특성과 일자리 변동: 2008년 이후 최근 추세」. 노동리뷰(통권 제116호). 51-63. 세종: 한국노동연구원.
- 이시균·정재현·김수현·홍현균·정순기·이진면·이용호·김재진·황규성·김은·홍성민·공정승·이혜연. (2017). 「기술혁신을 반영한 증장기 인력수요 전망 2016-2030」. 제9장 자동화가 일자리에 미치는 영향 분석: 기술혁신에 따른 일자리 대체 가능성. 충북: 한국고용정보원.
- 전병유. (2007). 한국 노동시장의 양극화에 관한 연구: 중간일자리 및 중간임금계층을 중심으로. 「한국경제의 분석」, 13(2): 171-244.
- 전병유·김복순. (2005). 「노동시장의 양극화와 정책과제: 고용 양극화를 중심으로」. 노동리뷰(통권 제7호). 36-51. 세종: 한국노동연구원.
- 전병유·정준호·장지연. (2022). 인공지능(AI)의 고용과 임금 효과. 「경제연구」, 40(1): 133-156.
- 한지우·오삼일. (2023). 「AI와 노동시장 변화」. BOK 이슈노트(제2023-30호). 서울: 한국은행.
- 홍사흠·유현아·김명한. (2022). 「기술진보가 지역일자리에 미치는 영향: 대체될 것인가? 지속될 것인가?」. 세종: 국토연구원.
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). *Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings*. NBER Working Paper No. 16082.
- Acemoglu, D., Autor, D., Hazell, J., & Restrepo, P. (2022). Artificial intelligence and jobs: Evidence from online vacancies. *Journal of Labor Economics*, 40(S1): S293-S340.
- Albanesi, S., Da Silva, A. D., Jimeno, J. F., Lamo, A., & Wabitsch, A. (2023). *New technologies and jobs in Europe*. NBER Working Paper No. 31357.
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (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, <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>.
- Autor, D. H., & Dorn, D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 103(5): 1553-1597.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4): 1279-1333.
- Felten, E. W., Raj, M., & Seamans, R. (2019). *The occupational impact of artificial intelligence: Labor, skills, and polarization*. New York NYU Stern School of Business. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3368605>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Working Paper, Oxford Martin School, Programme on the Impacts

of Future Technology, University of Oxford.

_____. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114: 254-280.

OECD. (2019). *OECD employment outlook 2019: The future of work*. OECD publishing.

Webb, M. (2019). *The impact of artificial intelligence on the labor market*. Unpublished manuscript. Stanford Univ. CA. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3482150>

〈신문 기사〉

조선비즈. “트레이더, 600명에서 2명으로…IT 기업된 골드만삭스.”, 2017.02.22.

한겨레. “빅테크·실리콘밸리에 AI발 해고폭풍이 닥쳤다.”, 2023.07.05.

한국경제. “AI ‘일자리 습격’ 시작됐다…美IBM, 업무직 30% 대체.”, 2023.05.02.

〈부록 1〉 전문가 서베이 활용자료: 작성요령

본 조사는 향후 2~3년 안에 ChatGPT와 같은 생성형 인공지능(AI)이나 인공지능이 결합된 로봇기술이 노동시장에서 일자리를 얼마나 대체할 수 있는지 살펴보는 것을 목적으로 하고 있습니다. 이를 위하여서 직무와 관련한 역량과 기술에 대한 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술의 '대체가능성' 수준을 측정하고자 합니다. (※ 다만, 본 설문지에서 언급하는 직무는 특정 직종에 국한된 것이 아니므로 일반적인 범위에서 역량 및 기술 자체만으로 평가해주시길 부탁드립니다.)

■ 생성형 인공지능(AI) 및 인공지능이 결합된 로봇기술의 정의

- **생성형 인공지능(AI):** 생성형 인공지능은 주어진 데이터를 기반으로 새로운 콘텐츠를 생성하고 창작 활동에 활용되며, 딥러닝과 신경망을 기반으로 작동합니다. 이러한 AI는 다양한 분야에서 사용되며, 지속적인 학습과 발전이 이루어질 수 있습니다.
- **인공지능이 결합된 로봇기술:** 로봇기술은 로봇을 설계, 제조, 제어 및 유지보수를 하는 데 필요한 다양한 기술과 학문의 집합체이며, 인공지능과 결합하여 다양한 생산 작업환경에서 자동으로 생산활동을 수행하는 시스템으로 진화하고 있습니다.

[표시요령]

- ❖ 항목별 '대체가능성' 수준의 점수는 0점~10점으로 매겨집니다.(※ 단 '대체가능성'이라 함은 단순히 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술이 인간보다 잘한다는 것을 의미하는 것이 아니라, 실제로 각 항목이 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술에 의해 대체될 수 있는지 여부를 의미합니다.)
- ❖ 점수가 10에 가까울수록 해당 항목이 향후 2~3년 안에 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술에 의해 더 쉽게 대체될 수 있다는 것을 의미합니다(※소수점을 통한 점수 부여가 가능합니다)



(항목 예시)

1) 주의를 기울이는 능력		점수
(1)	특정 시간 동안 산만해지지 않고 하나의 일에 집중할 수 있는 능력	(점)
(2)	두 가지 이상의 활동이나 정보(말, 소리 등)를 동시에 옮겨가며 잘 해낼 수 있는 능력	(점)

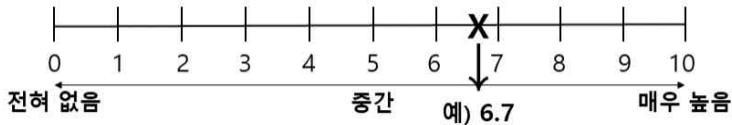
〈부록 2〉 전문가 서베이: 역량(Ability)에 대한 생성형 인공지능 및 로봇기술의 대체가능성 수준
측정 예시

I. Ability

- ❖ 역량(abilities): 개인이 일을 수행하는 데 도움이 되는 능력
- ❖ 역량은 52개의 세부 항목을 포함합니다.
- ❖ 각 항목의 내용을 충분히 이해한 후, 해당 항목에 대한 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술의 '대체가능성 수준'을 점수로 부여해 주시기 바랍니다.
- ❖ 단 '대체가능성'이라 함은 단순히 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술이 인간보다 잘한다는 것을 의미하는 것이 아니라, 실제로 각 항목이 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술에 의해 대체될 수 있는지 여부를 의미합니다.

차원 1. 문제 해결을 위해 지식의 습득과 적용에 영향을 미치는 능력

- ❖ 아래 항목에 대한 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술의 '대체가능성 수준'을 0점부터 10점 사이로 평가해주시길 부탁드립니다.
- ❖ 점수가 10에 가까울수록 해당 항목이 향후 2~3년 안에 생성형 인공지능(AI)이나 로봇기술에 의해 더 쉽게 대체될 수 있다는 것을 의미합니다(※소수점을 통한 점수 부여가 가능합니다)



영역1) 주의를 기울이는 능력		점수
(1)	특정 시간 동안 산만해지지 않고 하나의 일에 집중할 수 있는 능력	(점)
(2)	두 가지 이상의 활동이나 정보(말, 소리 등)를 동시에 옮겨가며 잘 해낼 수 있는 능력	(점)
영역2) 문제 해결을 위해 정보를 적용 및 응용하고 다루는 능력		점수
(1)	정보를 결합하고 그룹화하여 분류할 때 다양한 규칙을 만들어내거나 기존의 여러 규칙을 조합하여 사용할 수 있는 능력	(점)
(2)	기존의 일반적인 규칙을 적용하여 특정 문제에 대해 적절한 해답을 제시할 수 있는 능력	(점)
(3)	한 주제에 대해서 많은 아이디어를 낼 수 있는 능력(아이디어의 질이나 독창성, 정확성은 상관없이 아이디어의 수가 중요)	(점)
(4)	서로 다른 정보를 조합하여 일반적인 규칙이나 어떤 문제에 대한 결론을 도출할 수 있는 능력(서로 상관없어 보이는 사건 간의 관계를 찾는 능력)	(점)

ABSTRACT

The Impact of Artificial Intelligence on Labor Markets: Insights from the AI Job Replacement Index

Jieun Hong, Jiwon Kim, Yeongbin Choi & Jun Koo

The Fourth Industrial Revolution, characterized by advancements in artificial intelligence (AI) and robotics, is expected to change the domestic labor market and employment landscape significantly. Understanding which jobs and segments of the labor force are exposed to the risk of displacement becomes essential for preparing for the future of work as technological progress driven by the Fourth Industrial Revolution accelerates. This study examines the impact of AI and robotics adoption on the domestic labor market using the AI Job Replacement Index. Specifically, the analysis integrates the AI Job Replacement Index with data from the Local Area Labour Force Survey (2013~2023) provided by Statistics Korea to identify the characteristics of labor force segments that are particularly vulnerable to job replacement. The study further investigates employment and wage trends over the past decade across occupations with high and low replacement potential.

The findings reveal that the polarization of job replacement potential is more pronounced among women than among men, and the relationship between age and the AI Job Replacement Index follows a U-shaped pattern. Additionally, higher income and education levels are associated with lower job replacement potential. This study provides critical insights into which workforce segments are more vulnerable to displacement due to the Fourth Industrial Revolution, thereby emphasizing the need for welfare policies that reflect these labor market changes.

【Keywords: artificial intelligence, fourth industrial revolution, AI job replacement index, job, labor market】