

## 2030 미래 직업세계 연구(II)

박 가 열

강 경 균

김 동 규

박 성 원

이 랑

황 윤 하

전 효 리

손 양 수

KEIS





# 발간사

---

최근 들어 우리나라의 일자리를 둘러싼 환경은 급격한 전환기를 맞이하고 있습니다. 생산가능인구의 감소와 베이비부머의 대규모 일차 노동시장으로부터의 퇴직, 지능정보기술의 혁신적 발전, 한강의 기적으로 명명된 빠른 경제성장의 정체와 조선업을 비롯한 중후장대 제조업의 경쟁력 약화 및 정보통신(ICT) 산업의 비중이 확대되고 있습니다.

우리의 일하는 방식을 넘어서 삶의 방식 자체를 근본적으로 변화시킬 것으로 평가받는 4차 산업혁명에 대한 전망은 연구자들의 시각에 따라 엇갈리고 있습니다. 먼저 연구자들은 18세기 산업혁명이 신체적 능력을 대체하여 생산성이 급증하였던 1차 불연속 시기로 간주하고, 조만간 인공지능에 기초한 제2의 기계의 시기가 도래하여 인간의 정신능력을 대체할 것이라고 전망하고 있습니다. 반면에 혁신적인 기술에 힘입어 증대된 생산성으로 양극화 문제를 해결하고 중산층의 영역 확대를 꿈꾸는 기술 낙관론자들 역시 목소리를 높이고 있습니다.

이 연구에서는 ‘2030 미래의 직업세계 연구(II)’라는 주제로 직업세계를 둘러싼 메가트렌드와 인공지능, 로봇, 3D 프린팅과 같은 핵심 기술이 미래 직업세계에 미치는 영향을 탐색하였습니다. 이러한 연구 결과를 토대로 제시된 미래 직무내용과 근로형태의 다양화, 산업구조와 고용환경의 변화에 대한 시사점은 청년층의 미래 지향적인 직업진로 개발과 선제적인 고용정책 수립의 귀중한 자료가 될 것입니다.

끝으로, 이 연구의 수행과정에서 연구와 사업 수행으로 바쁘신 중에도 불구하고 자문해주신 현직의 전문가들과 제한된 연구기간에도 불구하고 의미 있는 연구를 수행해 준 연구진들의 노고에 감사와 격려의 말씀을 전합니다.

2016년 10월

한국고용정보원 원장

유길장



# 

<b>제1장 서론(박가열)</b>	<b>1</b>
제1절 연구의 필요성 및 목적	1
제2절 연구 내용	4
제3절 연구 방법	5
제4절 연구 범위 및 제한점	6
<b>제2장 미래사회 기술환경 스캐닝(박가열·황윤하)</b>	<b>8</b>
제1절 주요 연구기관 기술 전망	9
제2절 지능정보 주요 기술 현황	23
<b>제3장 인공지능이 직업세계에 미치는 영향(박가열·박성원·황윤하)</b>	<b>31</b>
제1절 과학기술과 사회변화	31
제2절 인공지능기술과 미래사회 변화	35
제3절 인공지능 로봇기술의 직업능력 대체	41
제4절 인공지능이 직업세계에 미치는 여러 시나리오	45
제5절 인공지능 발달에 따른 네 가지 시나리오	67
제6절 소결	71
<b>제4장 로봇기술과 직업세계 변화(이랑)</b>	<b>73</b>
제1절 개요	73
제2절 로봇기술의 현황 및 산업전망	77
제3절 로봇 관련 직업세계 변화 시나리오 분석	84
제4절 소결	97

제5장 3D 프린팅이 직업 세계에 미치는 영향(김동규) .....	101
제1절 개요 .....	101
제2절 3D 프린팅 기술과 산업의 전망 .....	105
제3절 3D 프린팅에 의한 미래 직업세계 시나리오 .....	113
제4절 소결 .....	126

제6장 결론 및 정책 제언(박가열) .....	130
제1절 요약 .....	130
제2절 결론 .....	138
제3절 정책제언 .....	145

참고문헌 .....	148
------------	-----

## 부 록

I. 청소년 미래 진로설계 프로그램 구안 및 효과성 검증 .....	154
1. 청소년 미래진로역량 개발 .....	154
2. 청소년 미래워크숍 프로그램 구안 .....	167
3. 청소년 미래 진로설계 프로그램 효과성 검증 .....	170
4. 소결 .....	182
II. 인공지능 로봇전문가 직업능력 대체 설문조사 평정(예시) .....	184
III. 미래직업 탐색 활동지 .....	185
IV. 미래진로워크숍 사전·사후 설문지 .....	187
V. 미래진로워크숍 만족도 조사지 .....	191

# 

〈표 2-1〉 미래사회 10대 변화 예측 .....	10
〈표 2-2〉 2016년 주목해야 할 7대 기술 .....	13
〈표 2-3〉 주목해야 할 7대 기술의 변화 .....	14
〈표 2-4〉 15대 핵심기술 .....	15
〈표 2-5〉 2014~2016년 세계경제포럼 선정 미래유망기술 10선 .....	20
〈표 2-6〉 주요 기술과 티핑포인트 전망 .....	21
〈표 2-7〉 주요 연구자 및 기관에서 보는 인공지능에 대한 정의 .....	23
〈표 2-8〉 인공지능이 일자리에 미치는 영향 관련 해외 연구 사례 .....	25
〈표 2-9〉 15대 유망기술 .....	27
〈표 2-10〉 10대 융합분야에서 나타날 예상 제품 및 서비스 .....	30
〈표 3-1〉 전문가 기관별 응답 현황 .....	42
〈표 3-2〉 인공지능 로봇 기술의 연대별 직업능력 대체 수준 .....	43
〈표 3-3〉 2030년 기준 직업능력 대체 비율 내림차순 .....	44
〈표 3-4〉 인공지능기술 전문가 공통 질문 .....	56
〈표 3-5〉 인공지능으로 인한 일자리 대체 가능성 .....	58
〈표 3-6〉 인공지능으로 대체하기 힘든 영역 .....	58
〈표 3-7〉 인공지능으로 인한 의사 대체 가능성 .....	59
〈표 3-8〉 인공지능에 따른 의사의 역할 변화 .....	59
〈표 3-9〉 인공지능으로 인한 교사 대체 가능성 .....	60
〈표 3-10〉 인공지능에 따른 교사의 역할 변화 .....	61
〈표 3-11〉 인공지능으로 인한 공무원 대체 가능성 .....	61
〈표 3-12〉 인공지능에 따른 공무원의 역할 변화 .....	62
〈표 3-13〉 인공지능으로 인한 예술가 대체 가능성 .....	62
〈표 3-14〉 인공지능에 따른 공무원의 역할 변화 .....	63

〈표 3-15〉 인공지능으로 인한 예술가 대체 가능성 .....	63
〈표 3-16〉 인공지능에 따른 예술가의 역할 변화 .....	64
〈표 3-17〉 미래세대 교육방향 .....	65
〈표 3-18〉 인공지능기술과 정책 방향 .....	66
〈표 4-1〉 로봇 주요 제품 분류표 .....	79
〈표 4-2〉 국내 로봇산업 수급 추이 .....	81
〈표 4-3〉 국내 분야별 로봇산업 수급 추이 .....	81
〈표 4-4〉 세계 로봇시장 규모 추이 .....	82
〈표 4-5〉 국가별 제조용 로봇산업 시장규모 추이 .....	82
〈표 4-6〉 세계 서비스용 로봇산업 시장 전망 .....	83
〈표 4-7〉 로봇산업 시장 전망 .....	96
〈표 5-1〉 10대 핵심 활용분야 주요 내용 .....	111
〈표 5-2〉 3D프린팅에 의한 직업세계 변화 방향 정리 .....	125
〈표 6-1〉 기술혁신이 미치는 업무환경의 변화 .....	140
〈표 6-2〉 직업역량 구분 .....	144
〈표 6-3〉 기술혁신과 직무역량 관계 .....	144

# I I

[그림 2-1] 미래기술 선정 프레임워크 .....	9
[그림 2-2] Tech-Contour Map 2016 .....	11
[그림 2-3] 50대 미래기술 .....	12
[그림 2-4] 28개 이슈와 핵심기술간 연관관계 .....	17
[그림 2-5] 15대 핵심기술 인공지능 관련 이슈 .....	18
[그림 2-6] WEF 선정 2016년 10대 미래유망기술 세부내용 .....	19
[그림 2-7] 2025년까지의 현실화 가능성 .....	22
[그림 2-8] 로봇 자동화 속도 .....	26
[그림 2-9] 인공지능/자동화/로봇에 대한 전망들에 대한 동의 .....	29
[그림 3-1] 다양한 사회변화 이론 .....	33
[그림 3-2] AI는 언제 인간의 지능을 앞설까 .....	36
[그림 3-3] AI와 일자리 .....	39
[그림 3-4] 재난의 범위와 심각성 .....	40
[그림 3-5] 인간의 개입 여부와 생산성 증감 상황 .....	46
[그림 3-6] 인공지능 발달에 따른 인간의 역할 변화 .....	68
[그림 3-7] 인공지능 발전에 따른 네 가지 미래 시나리오 .....	69
[그림 4-1] 주요 직업의 로봇·인공지능 대체지수 .....	74
[그림 4-2] 자동화 대체 확률 높은·낮은 직업 .....	75
[그림 4-3] 지능형 로봇 적용 분야 .....	78
[그림 4-4] 로봇 도입으로 인한 국가별 인건비 절감률 .....	85
[그림 4-5] 기아자동차 슬로바키아 공장의 조립 로봇 시스템 .....	87
[그림 4-6] 공항수하물 운반 로봇 레오 및 순찰 로봇 나이트스코프 K5 .....	88
[그림 4-7] 개인 및 전문 서비스 로봇 분야 .....	90

[그림 4-8] 인간과 협업이 가능한 제조용 협업 로봇 예시 .....	91
[그림 4-9] 일본 소프트뱅크 ‘페퍼’ 및 뮤지컬 공연 로봇 .....	96
[그림 4-10] ‘제2차 지능형 로봇기본계획’ 핵심 기술 .....	99
[그림 5-1] 연구 절차 .....	104
[그림 5-2] Gartner’s Hype Cycle for 3D Printing .....	108
[그림 5-3] 3D 프린팅 사례 .....	110
[그림 6-1] 지능화 정보 기술혁신과 노동관계 .....	143







## 요 약

---

### 가. 미래사회 기술환경 스캐닝

기술은 직업세계 변화에 중요한 영향을 미치는 요인으로 미래 직업세계 변화를 전망하기 위해서는 기술 변화와 발전 방향을 살펴볼 필요가 있다. 한국전자통신연구원, 미래창조과학부, 세계경제포럼의 보고서를 중심으로 최근 주목받는 기술과 상용화의 가능성, 향후 전망을 정리하였고, 인공지능, 로봇, 3D프린팅 기술부터 아직 생소한 이머징 기술에 이르기까지, 사회적 파급력에 있어 쉽게 전망이 되지 않는 다양한 기술이 관심을 모으고 있음을 확인할 수 있었다.

한국전자통신연구원(ETRI)의 ECOsight 3.0은 기술·인간·사회 통합적 관점에서 미래기술을 전망하고, Tech-Contour Map를 기반으로 한 50대 미래기술 및 주목할 7대 기술을 선정하여 제시했는데, 미래기술 선정 프레임워크는 기술·인간·사회 단위기술 도출, 핵심기술군(郡) 구성, 미래기술 선정 순으로 진행된다. ETRI가 예측한 미래사회 10대 변화에 따르면, 인류 역사상 처음으로 기술·인간·사회의 세 영역에서 급격한 진화가 촉발되는 가운데, 모든 것이 디지털 데이터로 정의된 새로운 질서가 만들어질 것으로 전망되었다. 2016년 TCM를 보면 딥러닝·시각지능·자율주행차 등 지능화 기술의 생존력 향상, 보안·프라이버시 등 사회이슈 관련 기술에 대한 수요 증가가 특징으로 나타난다. 2016년 주목해야 할 7대 기술은 개별 기술의 발전 추세, 성장성, 파급효과 등을 종합적으로 평가하여 50대 기술로부터 도출되었는데, 인공지능이 처음으로 만나게 될 융합산업, 새로운 기계시대를 정의할 핵심기술, 미래자본의 집중

## ii 요약

과 분산에 관한 통제 주체 등 3개 영역으로 구분된다.

미래창조과학부 미래준비위원회의 미래이슈분석보고서는 10년 후 우리 사회에서 중요하게 부상할 이슈가 무엇이고, 이러한 이슈들이 어떻게 변화되는지, 그리고 각 이슈별로 미래에 실제로 사건 등을 통해 현실적으로 문제가 발생할 가능성과 사회에 미칠 영향력에 초점을 맞추고 있다. 15대 핵심기술을 28개 이슈와 연결하여 연관관계를 도출한 네트워크 분석에 따르면, 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등은 다양한 이슈와 높은 연관관계를 갖는 핵심기술로 나타났다. 이 분석보고서에 따르면 인공지능기술은 제조업의 혁명, 초연결 사회, 디지털 경제, 삶의 질을 중시하는 라이프스타일, 고용불안, 사이버 범죄와 같은 이슈와 밀접한 관계가 있는데, 기술이 삶의 질을 개선시킬 수 있는 반면, 무인공장의 실현으로 제조업에 큰 변화가 일어나고 금융 컨설팅트나 회계사, 고객상담원 등 여러 직종이 사라질 것으로 예측하였다.

세계경제포럼(WEF: World Economic Forum)에 따르면, 각 기술의 2025년까지의 현실화 가능성이 높은 기술로 웨어러블 인터넷 기술(91.2%), 모든 사람이 이용 가능한 스토리지(91%), 사물인터넷(89.2%)의 순으로 조사되었으며, 현실화 가능성이 상대적으로 낮은 기술로는 커넥티드홈(69.9%), 공유경제(67.2%), 스마트 시티(63.7%), 비트코인 및 블록체인(57.9%), 인공지능과 의사결정(45.2%) 순으로 조사되었다.

인공지능(AI)은 최근 급속한 성능 향상을 보이며 새로운 산업혁명을 이끌어갈 미래기술로 부상하고 있다. 인공지능은 인간의 지각, 추론, 학습능력 등을 컴퓨터 기술을 이용하여 구현함으로써 문제를 해결할 수 있는 기술로서 금융, 의료, 제조업 등 경제 산업은 물론 사회 문화적 측면에서 광범위한 파급효과를 가져올 전망이다. 인공지능 로봇의 발달은 일자리 변화뿐 아니라 사회 전반에 대한 지형을 바꿀 것으로 예측된다. 향후 인간-기계의 협업에 있어 안정적인 정착을 도모하는 한편, 제도적 개선 방향을 모색하여 일자리 보호를 위한 대처 방안을 마련한 필요가 있다. 미래세대를 위한 교육 변화도 필수적이다. 현 시점의 준비에 따라 인공지능기술의 발달은 위기가 될 수도 있고 기회가 될 수도 있다.

## 나. 인공지능이 직업세계에 미치는 영향

인공지능으로 인한 직업세계 변화는 필연적일 것으로 전망된다. 사회적 영향력이 크고 청소년의 선호도가 높은 의사, 법조인, 교사, 공무원에서 가장 창의적인 직업군인 예술가에 이르기까지 인공지능기술은 다양한 파급효과를 가져올 것으로 보았으며, 이미 점진적인 변화가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 변화에 대응하기 위한 교육적 변화와 올바른 정책 방향 설정도 주요한 과제로 언급되었다. 인터뷰 내용을 중심으로 인공지능이 미래 직업세계에 미치는 영향을 네 가지로 정리하면 다음과 같다.

첫째, 데이터를 기반으로 한 업무의 인공지능 대체 가능성이다. 단순 반복적인 업무뿐 아니라 진단, 판례 분석 등에 인공지능기술이 활용됨으로써 의사나 법조인으로 대표되는 전문직에도 역할 변화가 일어날 수 있으며, 지식전달과 학습에 인공지능이 활용될 경우 교사의 역할도 변화할 것으로 예측되었다. 방대한 데이터를 기반으로 패턴을 찾아내고 정리하는 일에는 인공지능기술이 인간의 능력을 뛰어넘기 때문에 업무 영역에 있어 인간과의 협업이 불가피할 것으로 보았다.

둘째, 불규칙적이고 복잡한 일의 가치 상승이다. 인간관계 조정이나 감정을 다루는 것처럼 변수가 많은 일의 경우 인공지능이 인간의 역할을 대체하기 힘들 것으로 보았다. 교사 업무의 경우 지식전달보다는 학생들의 인성교육이나 상담, 개개인에 맞는 교수법이 중요할 것으로 보았고, 의사도 진단 외에 서비스 영역으로 역할이 확대될 것으로 예측되었다. 공무원의 경우도 대부분의 단순 업무는 대체 가능하나 현장 소통업무는 인간의 역할로 보았으며, 예술가도 예술적 가치에 있어서는 여전히 인간의 불확실한 특성이 중요한 변수라고 보았다.

셋째, 문제를 정의하는 능력과 도구의 활용이다. 미래 변화를 대비하기 위해서는 문제를 잘 정의하는 능력이 필요하며 이를 위한 교육 변화가 필요하다고 보았다. 단순히 도구를 사용하는 것뿐 아니라 시스템을 이해하는 것이 중요하고, 인공지능기술을 비롯한 도구의 활용능력이 미래를 대비하는 주요 변수로 작용한다는 것이다.

이에 대한 대안으로 사회 변화를 반영한 재교육, 청소년 교육의 변화, 인

공지능과의 협업과 전통적 직업 영역의 확대, 기초과학과 원천기술에 대한 투자, 인재양성 등이 언급되었다. 인공지능기술 수준뿐 아니라 변화의 속도를 조절하는 사회적 합의가 미래 직업세계 변화에 있어 중요한 부분이라는 점을 확인할 수 있었다.

인공지능 시대에 직면한 사람들은 사람에게서 차가운 기계의 모습을 보고 있다. 오히려 사람들은 기계에게서 따뜻한 인간의 모습을 발견하고 있다. 인간 중심주의의 역설이 아닐 수 없다. 인간중심주의를 추구할수록 인간이 소외되는 현상이 발생하는 것을, 인공지능 시대에 절절하게 느끼고 있다.

또 하나 미래 시나리오 작업을 하면서 얻은 통찰은 인공지능의 시대에 인공지능을 뜻하는 Artificial Intelligence(AD)를 뒤집은 IA(Intelligence Amplication)의 태도가 필요하다는 것이다. IA는 인간과 컴퓨터의 결합 시대에 인간의 지능이 더욱 고도화되고 확장될 수 있다는 가정이다. IA라는 프레임에서는 시민 사회가 과학기술의 변화를 따라가면서 더욱 진화되는가, 아니면 그렇지 못한가로 나뉜다. 새로운 시대에 맞춰 진화하고 발전하려면 지금부터 인간과 인공지능의 공존에 대해 다양한 가능성을 논의하고 실험해 보아야 한다. 이를 기반으로 다양한 문명의 진보를 경험할 수 있다. 그러나 이런 논의와 실험이 없는 사회는 많은 시민이 시대에 뒤처지고 변화를 이해하지 못한 채 고립될 수 있다.

## 다. 로봇기술과 직업세계 변화

로봇기술의 발전에 따른 직업세계의 변화는 기존 일자리의 감소와 직무수행방식의 변화, 그리고 새로운 직업의 등장 등 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 동시에 가져올 수 있다. 다만, 특정 직업이 완전히 사라진다는지, 기존에 없던 완벽하게 새로운 직업이 나타나는 형태보다는 기존 직업의 직무의 변화를 가져오는 형태부터 새로운 직무를 수행하는 형태가 더 일반적일 것으로 보인다.

한편, 명확한 구분은 어렵지만 제조현장에서의 제조용 로봇의 기술 발전은 제조업에 종사하는 단순 기능직의 일자리 감소에 직접적인 영향을 미칠 수 있고, 또는 인간의 육체적 노동을 경감시키는 형태가 될 것으로 보인다. 서비스 로봇의 발전은 로봇의 상용화와 대중화에 따라 다른 모습을 보일 수 있으나,

인간의 삶을 보다 편리하고 스마트하게 변화시키는 데 기여할 것으로 보인다. 또한 로봇 서비스 시장의 확대는 의료, 보건, 문화, 예술, 교육, 국방, 사회안전 등의 영역에서 직무를 재편하고 새로운 직무를 탄생시키는 등 역동적인 직업 세계의 변화를 보일 것으로 전망된다. 특히, 인공지능기술을 비롯해 드론, 빅데이터, 자율주행차 등 최근 급속하게 기술 발전 속도가 빨라지는 영역과 융합하여 혁신적인 변화의 가능성도 배제할 수 있을 것으로 전망된다.

이와 관련해 로봇이 인간의 직업세계에 미치는 영향 관계를 파악하는 자세가 중요하며, 또한 기존의 직무수행에 있어 새로운 대응 전략이 필요하다. 그 전략으로서 인식해야 할 사항을 제언하면, 첫째, 미래 예측의 불확실성을 인지하는 것이 중요하다. 많은 미래학자들이 로봇 및 인공지능 같은 첨단과학기술의 발전과 직업에 대한 연구를 하고 있으나, 일정 시점이 지났을 때 신뢰할 만한 수준으로 정확한 예측을 해오지 못했다. 이는 근본적으로 미래를 예측하는 것이 상당히 많은 변수에 영향을 받아 제대로 이뤄질 수 없기 때문으로 해석될 수 있다. 더욱이 미래에 나타날 직업은 현존하지 않은 것들일 수도 있어서 예측의 의미를 무색하게 할 수 있다. 실제 미래학자 제임스 캔턴은 “2025년 무렵의 직업 가운데 70%는 아직 나타나지 않았다”고 주장하며, 토머스 프레이는 “2030년 20억 개의 일자리가 사라질 것이다”고 주장하고 있다. 이러한 상황에서 미래 및 직업세계 변화 예측의 불확실을 인정하는 것 자체가 미래에 대응하는 자세가 될 수 있다.

둘째, 로봇이 인간의 일에 전방위적으로 영향을 미칠 수 있다는 것을 인식할 필요가 있다.페이팔의 공동 창업자 피터 필은 “로봇혁명으로 사람들은 일자리를 잃어버리게 되지만 그 혁명은 사람들이 다른 많은 일을 할 수 있도록 자유롭게 풀어줄 것”이라고 말한 바 있다. 그의 언급에서 유추하듯이, 로봇으로 인한 일자리의 변화는 한 방향에서 다른 방향으로 선회하듯 이뤄질 수도 있고, 완전히 전복되는 형태가 될 수도 있다. 즉, 방향성이나 영향력을 예측하기 어렵다는 점에서 완벽한 변혁의 가능성을 염두에 두고 대응하는 적극적인 자세가 요구된다.

셋째, 로봇으로 인해 어떤 변화가 예상될 것인지, 어떤 대비가 필요한지를 주의를 기울이는 자세가 필요하다. 이는 개인의 과제일 뿐 아니라 로봇산업을 육성·지원하는 정부의 역할도 포함된다. ‘제2차 지능형 로봇 기본계획’에

따르면, 4대 과제로서 로봇 연구개발 종합 역량 제고, 로봇 수요의 전 산업 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성, 로봇 융합 네트워크 구축이 추진되고 있다. 다만, 로봇의 전 산업 적용 확대에 맥을 같이하여 국가적으로 로봇 전문 인력 양성과 산업 투자에 있어 가시적인 성과를 강요하기보다는 꾸준히 연구할 수 있는 환경의 조성과 투자가 이뤄져야 할 것으로 보인다. 또한 각 적용 전문 기술별로 전문인력 육성을 위한 실질적인 투자와 지원이 지속적으로 이뤄져야 할 것으로 보인다.

또한 로봇이 고용에 미치는 영향에 대한 연구가 부족한 것이 현실이다. 국내의 경우 해외 연구에 의존하는 경향이 있으며, 미래의 노동, 고용, 직업세계 변화를 예측, 분석, 연구할 인력과 조직, 예산, 컨트롤타워 등이 아직 미비한 상태이다. 이럴 경우, 고용시장 변화의 시그널을 전달하기 어렵게 된다는 점에서 일반 근로자 및 청소년들이 이해할 수 있는 고용 및 교육 관련 메시지가 전달될 수 있도록 로봇으로 인한 일자리 영향에 대한 연구가 활발하게 이뤄져야 할 것이다.

마지막으로 미래 직업세계를 연구하고 이를 전달하는 연구자 및 교육자는 청소년 및 학부모, 이·전직 희망자에게 변화에 대한 대응으로서 경력개발에 필요한 메시지를 전달할 필요가 있다. 먼저 평생 직업에 대한 환상을 버리도록 하되, 로봇으로 인한 일자리의 영향이 반드시 부정적인 영향만 있다고 오해하게 해서는 안 될 것이다. 또한 경력개발 및 관리의 한 형태로서 자신의 영역에서 최신의 로봇 기술을 접목하는 방법에 대한 가능성을 제시하고, 로봇과 함께 일하는 협력의 중요성을 강조하는 교육이 필요하겠다. 더불어 로봇으로 위협받는 직업세계에 대비해 창의성 교육 등 가장 인간적인 일에 대한 탐색이 필요하며, 로봇으로 일어날 사회문제에 대비하거나 해결책을 모색하는 사회적 협력이 필요할 것으로 보인다.

## 라. 3D 프린팅이 직업세계에 미치는 영향

제4차 산업혁명을 이끌 핵심기술 중 하나로 평가되는 3D프린팅은 제조업의 생산성 향상에 기여하고 있으며, 항공우주, 물류, 교육·연구, 건축, 디자인,

패션, 예술 등 다양한 분야에서 제품 혁신을 이끌고 있다. 3D프린팅 산업의 성장과 3D프린팅의 활용은 새로운 수요와 사업기회를 창출하고 있으며, 또한 많은 직업과 일자리를 발생시키고 있는 것으로 나타났다.

반면 이러한 긍정적 전망의 이면에는 유쾌하지 않은 그림자도 드리워져 있다. Gartner는 2013년 이후 10년 동안 일어날 10가지 혁신적인 변화 중 하나로 3D프린팅을 지목하고, 이것은 기계학습, 음성인식, 무인자동차 등과 더불어 사람으로부터 많은 일자리를 빼앗을 것이라고 전망하였다. 변화에 적응하지 못하는 사람들은 혹독한 시련을 겪게 될 것이기 때문이다. 3D프린팅의 발전과 확산으로 많은 일자리가 없어질 것이고, 기존 근로자들은 새로운 작업환경에 적응하기 위해 재빨리 재교육을 받아야 하는 상황에 직면하고 있다.

다른 어떤 직업세계 변화 동인보다도 3D프린팅을 포함한 과학기술의 발전 속도가 직업세계 변화에 미치는 영향이 갈수록 커지고 있다. 과학기술의 발전이 우려를 넘어 두려움을 느낄 정도로 그 속도와 깊이를 더하고 있다. 그러나 세상의 변화는 시작됐고 그 흐름은 거스를 수 없는 것이 되고 있다. 우리의 과제는 과학기술 등 직업세계 변화의 동인을 분석하여 직업세계가 어떻게 변화할지를 예측하여 이에 대응방안을 모색하는 것이다.

미래의 청소년들은 노동시장에 나가기 전에 배워야 할 것이 점점 많아지고 깊어질 것이다. 따라서 모든 이론을 다 배워서 직업현장에 나서기에는 기술의 발전 속도가 너무 빠르고, 기존 이론들이 다 활용될지도 알 수 없는 시대가 되었다. 산업현장과 연계된 학습과 훈련이 이전보다는 더 빨라질 필요가 있다. 실습과 훈련 과정을 통해 이론을 함께 학습하는 방식으로 교육방식이 바뀌어야 할 것이다.

이에 연구 결과를 토대로 다음과 같은 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 이상에서 살펴보았듯이, 3D모델링과 3D프린팅의 활용은 제조업에만 사용되는 것이 아니라 교육이나 예술, 방송영화, 의료, 창업 등 다양한 분야에서 사용되어 생산성 향상은 물론이고 사고의 확장에도 기여할 수 있는 장점이 있다. 따라서 청소년들이 학교교육이나 방과후 활동 등을 통해 쉽게 접할 수 있는 환경을 조성할 필요가 있다. 미국·영국·일본 등 선진국에서는 중·고등 교육과정에서부터 관련 인력 양성을 위해 교육을 실시하고 있다. 미국의 경우, MakerBot 주도로 교육과정을 개설하여 2014년 현재, 이미 10만 3,000명의 개

인과 학생들이 3D프린팅 교육을 이수한 바 있다. 기능보다는 창의력이 중요해지는 ‘감성(High touch) 시대’가 3D프린팅 기술의 확산을 통해 더욱 빨리 다가올 것이므로 이에 대비하여 정규교육 과정 등에서 예술(디자인 포함)이나 인문학, 소프트웨어 등에 대한 교육을 강화하는 방향으로 정책이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 3D프린팅 기술을 비롯하여 로봇이나 인공지능 등 과학기술의 발전은 제조업의 생산방식을 변화시킬 것이다. 설계(디자인)와 제조, 유통이 분리된 방식에서 설계와 제조, 유통이 일체화하는 방식으로 변화할 것이다. 불특정 다수를 대상으로 하던 방식에서 개인맞춤형으로 변화할 것이다. 따라서 미래의 근로자는 설계(디자인, 모델링)와 기술적 지식, 마케팅 및 유통에 대한 직업능력을 배양할 수 있는 교육이 되어야 할 것이다. 미국·독일·일본·중국 등 세계 각국은 3D프린팅 기술의 발전과 산업적 성장성을 내다보고 투자를 아끼지 않고 있다. 우리나라도 국가 차원에서 3D프린팅 산업 및 기술 발전에 투자를 하고 있지만, 전문인력 양성에도 적극 나서야 할 것이다. 우리나라도 3D프린팅 숙련인력 양성 교육훈련시스템을 적극 지원할 필요가 있다. 기존 생산근로자의 도태를 방지하기 위해서는 이들에 대한 향상훈련을 확대할 필요가 있다. 기술변화에 대응할 수 있는 직업능력을 갖추도록 할 필요가 있다. 3D프린팅 등 첨단기계에 대한 사용법, 유지관리, 후처리기술 등의 교육을 실시할 필요가 있다.

셋째, 4차 산업혁명으로 많은 일자리와 직업이 사라질 것으로 예상된다. 다보스포럼에서는 2020년까지 500만 개의 일자리가 사라질 것이라고 예측하였다. 반면 또 많은 직업이 탄생할 것이고 일자리도 생겨날 것이다. 따라서 이러한 신생유망 분야에 대한 정보를 적시에 제공하여 청소년들이 준비할 수 있도록 할 필요가 있다. 공공고용서비스는 어떤 분야가 유망하고 무엇을 준비해야 하는지에 대한 정보를 풍부하게 제공하여 청소년들이 정보의 부재로 기회를 놓치지 않도록 할 의무가 있다고 하겠다.

넷째, 3D프린팅 기술의 본질상 기존 생산방식을 모두 다 대체하는 것이 아니라 기존에 하지 못했던 기술 분야를 적용하는 방향으로 산업계 활용이 커질 것이므로, 기존 근로자들에 대한 직무향상훈련을 더욱 강화하여 이들이 새로운 환경 변화에 적응하여 근로생애를 유지할 수 있도록 국가차원에서 지원



할 필요가 있다.

다섯째, 3D프린팅이 생산인구 감소의 시대를 맞은 우리 사회에 새로운 돌파구가 될 수 있다. 3D프린팅의 장점 중 하나는 생산성 향상과 육체적 노동이 필요한 업무의 감소이다. 향후, 제조업에서 스마트공장이 확산되고 3D프린팅의 활용이 커지게 되면 생산인력의 구성이 육체활동이 많은 생산근로자에서 생산과정을 모니터링하고 유지관리하거나 각종 데이터를 사용하여 설계하고 제작하는 일을 하는 사람에 대한 수요가 커질 것이다. 또한 위험하고 깨끗하지 못한 작업환경이 깨끗한 사무형 제조현장으로 변모할 것이다. 이는 남성 중심의 제조업 현장에서 여성친화적인 현장으로의 변화를 뜻한다. 따라서 2017년부터 생산가능인구의 감소가 시작되는 우리나라에서는 여성을 대상으로 3D모델링 등 관련 교육훈련을 적극 지원하고 제조업으로 유인을 위한 각종 홍보와 지원이 이루어져야 할 것이다.

## 마. 결론 및 제언

향후 20년 새로운 산업을 이끌어낼 혁신적인 지능화 정보 혁신 기술은 직업과 고용에 있어 큰 변화를 가져올 것이다. 단순 반복적이고 정교하지 않은 동작을 하거나 사람과 소통을 적게 하는 직무의 경우 빠르게 자동화 기술로 대체되어 갈 것이고, 이들 기술은 점차 인간과 협업하는 형태로 발전하게 될 것이다.

이들 기술의 발전이 업무환경을 인간이 필요로 하는 다양한 정보를 스스로 분석하여 적시에 제공하는 완벽한 개인 및 조직 맞춤형 의사결정 지원 어시스턴트 역할, 인간이 들어갈 수 없는 특이 환경에서 인간보다 정교하게 작업할 수 있는 로봇으로 과거에는 없었던 새로운 사회적·경제적 가치를 창출하게 된다. 이런 환경에서 미래 업무수행을 위해 갖추어야 할 역량으로는 기본적인 업무에 관련된 지식, 심지어 전문적인 지식이라 할지라도 이런 데이터 형태의 정보 및 지식은 더 이상 필요한 역량이 아니다. 이는 앞으로 지능 정보화 기술이 우리보다 더 나은 형태로 제공할 것이기 때문이다.

기술혁신 과정과 이것이 어떤 직무역량을 상대적으로 더 요구하는지 분석

한 결과, 미래에 변화될 직업 혹은 새롭게 생길 직업에서 업무를 수행하기 위해서는 ① 문제 발굴력(Learning Action) 및 복잡한 문제해결력(Complex Problem Solving), ② 인간 간 협업을 넘어서 기계와 협업 및 의사소통 역량(Communication Skill), ③ 기술 혁신 속도에 맞춘 신기술의 활용 역량(Ease of Use)이 향후 가장 필요한 직무역량으로 도출되었다.

미래세대를 해당 역량을 강화시킴으로써 미래 직업을 선택하는데 있어 어려움이 없도록 지원할 수 있는 새로운 교육체계의 도입이 시급하다. 먼저, 기존의 문제해결을 위한 수단 중심의 교육에서 문제를 직접 해결할 수 있는 파괴적 혁신을 이끌어낼 수 있는 인재 양성에 교육의 목표가 설정되어야 할 것이다. 이를 위해 기존의 분야 및 전공 중심의 교육이 아닌 문제를 해결하기 위해 필요한 지역사회, 기업, 공공기관, 가정 등 다양한 현장에서의 경험을 갖추고 기술에 대한 요구, 적용 가능성, 실현될 수 있는 문제해결 방안 등을 총체적으로 고민할 수 있는 교육 및 훈련 프로그램이 도입되어야 할 것이다. 따라서 기술과 사회의 연관성을 이해할 수 있는 창의적 통섭 교육, 잠재적 혁신을 이끌어내기 위하여 현장에서의 훈련 프로그램, 해결 방법론을 탐색하기 위한 기술적 지식 등이 제공되어 창조적 혁신이 가능하고, 집단 창의 발현이 가능한 교육 인프라를 구축하여야 할 것이다.

이제 인공지능과 지능형 로봇은 미래의 직장 동료가 될 가능성이 점차 확대되고 있고 이 중심에 딥러닝과 머신러닝이라는 기술적 혁신이 이러한 상황을 몇 십년 앞당기는 동력으로 작용할 것이다. 과거 20세기 공장 자동화를 거치면서 저학력 블루칼라 노동자의 일을 기계가 대신하고 기업은 대량생산 관리를 위한 화이트 칼라 사무직 노동자를 필요로 하면서 이에 대해 대학을 포함한 고등교육의 중요성과 범주가 확대되었다. 이런 기술 생태계에서 살아남기 위한 노력뿐만 아니라 이들이 새롭게 만들어나갈 사회적 시스템에서 성공적으로 사회경제적 가치를 창출할 수 있는 인재를 육성하기 위해 현재 정부가 노력 중인 정책적 지원 이외에도 우리나라 중소 대기업의 참여, 우수한 과학 인재들이 주도하는 기술혁신 스타트업 육성, 이를 활용하여 실질적으로 문제를 해결할 수 있는 다양한 창의적 인재양성 등을 위한 구체적인 지원방안이 중장기적으로 모색되어야 할 것이다.

## 제1장

---

# 서론

### 제1절 연구의 필요성 및 목적

최근 들어 우리나라의 일자리를 둘러싼 환경은 급격한 전환기를 맞이하고 있다. 생산가능인구의 감소와 베이비부머의 대규모 일차 노동시장으로부터의 퇴직, 인공지능 모바일 로봇(Robotics)으로 대표되는 지능정보기술의 혁신적 발전, 한강의 기적으로 명명된 빠른 경제성장의 정체와 조선업을 비롯한 중후장대 제조업의 경쟁력 약화 및 정보통신(ICT) 산업의 비중 확대 등이 펼쳐지고 있다.

통계청 장래인구추계에 따르면, 내년부터 15~64세의 생산가능인구의 감소가 시작되며, 1955년에서 1963년 사이에 태어난 베이비부머의 대규모 퇴직이 본격화되고 있고 노년층에 진입하는 2020년을 기점으로 고령인구의 비중이 급격하게 늘어나면서 경제활동이 점차적으로 떨어질 것으로 보인다.

정보통신기술 분야에서 지식정보에 대한 접근성 향상, 컴퓨팅 능력의 강화, 저장공간의 무한 확대에 기초해 각자의 분야에서 분절적으로 발전하던 인공지능, 로봇 및 기계학습, 사물인터넷(IoT), 저장 에너지, 3D 프린팅, 나노기술, 바이오기술의 융합은 새로운 기술 혁명의 시대가 목전에 있음을 시사한다.

지난 1월 향후 세계경제의 전망을 제시하는 다보스포럼에서 제조업 4.0에서 발전하여 기하급수적인 속도와 넓은 범위 및 체계적인 영향을 특징으로 사회 전반에 영향을 미칠 4차 산업혁명의 시대가 조만간 펼쳐질 것이라고 전망된다. 여기에 이세돌이 인공지능 알파고와의 바둑 대국에서 패하자 일자리 대체에 대한 우려는 사회 전반을 뒤흔들고 있다.

우리나라의 산업구조는 지난 20년간 적지 않은 변화를 겪어왔고 경제성장은 정체기에 접어들고 있다. 취업가구주를 기준으로 제조업 비중은 1990년대 초반 거의 30%에 달하던 것이 20여 년간 10%p 이상 줄어들었고, 반면 사업서비스업(206.0%), 개인서비스업(42.3%), 사회서비스업(60.7%) 등의 빠른 증가로 서비스업의 비중은 1992년부터 2012년 사이에 54.9%에서 69.5%로 높아졌다(강신욱 외, 2014). 한편, 우리 경제는 대내외 경제 여건 악화로 침체기에 접어들고 있다는 우려를 자아내고 있다. 금년도 세계경제는 작년과 유사한 성장세를 나타낸 후, 2017년에는 신흥국을 중심으로 성장세가 완만하게 확대될 것으로 보이며, 우리 경제는 내수가 건설투자를 중심으로 완만하게 증가하나, 수출부진이 지속되면서 2016년과 2017년에 2%대 중반의 성장률을 기록할 것으로 전망된다(한국개발연구원, 2016).

이러한 인구사회구조의 비생산적인 방향으로의 급격한 변화, 기술혁신에 의한 일자리 대체 우려, 경제침체의 장기화에 따른 우울한 전망이 사회 전반에 확산되고 있다. 특히 인공지능 및 모바일 로봇을 필두로 한 지능정보기술이 일자리에 미칠 부정적인 영향과 사회구조 전반에 미칠 과급력과 이에 대한 사회 전반의 대비가 필요하다는 목소리가 점차 높아지고 있다.

기술 혁신에 따른 일자리 대체와 생성에 대한 학술적 논의는 진부할 정도로 오래되었다. 정보통신기술과 자동화된 기계의 영향이 확대된 지난 한 세대 동안 단순 반복적인 정형화된 업무(routine task)에 한정해서 일자리 대체 가능성이 높은 것으로 연구자들의 의견이 모아졌다. 최근 들어 지능정보기술의 발전으로 비정형적인 인지적 업무를 수반하는 의료, 법률과 같은 전문직의 업무뿐만 아니라 투자 결정, 신문기사 작성, 작곡, 소설 창작 등의 영역까지 확대되고 있다. 18세기 1차 산업혁명 당시 신체적 능력을 대체하면서 생산성이 급증하였던 불연속 시기였다면, 인공지능에 기초한 제2의 기계의 시기(The Second Machine Age)는 인간의 정신능력을 대체하면서 제 2의 불연속 시기를 열 것

이라고 전망되고 있다. 이처럼 급진적이고 광범위한 파괴적 영향력에 불안감을 느끼기 시작하면서 산업혁명 시대에 기계에게 일자리를 빼앗길지 모른다는 불안감에 촉발되었던 기계를 부수려던 러다이트(Luddite) 운동이 이제는 컴퓨터의 전원을 내리자는 언플러그드(Unplugged) 운동으로 재현될 판이다.

1994년 '사립학교법' 개정 이후 대학 설립의 확대로 고등교육을 받은 청년층 노동공급은 비약적으로 확대된 반면, 1990년대 말 외환위기 이후 민간 대기업에서는 대규모 공채를 줄이고 핵심 인력을 제외한 지원 업무를 외부로 주변화하는 인력 운용이 확대되면서 민간 영역에서 관찮은 일자리는 급격히 축소되고 있다. 이러한 고등교육 노동공급의 과잉 확대와 경제성장 정체로 인한 노동수요의 축소에 기인한 수급 불일치와 민간부문의 관찮은 일자리의 축소는 청년실업의 확대와 공공부문으로의 진로쏠림 현상을 부추기고 있다.

이처럼 청년층 고용의 악화 일로에서 엮힌 데 덮친 격으로 기술 혁신에 따른 일자리 대체 위협에 상대적으로 사무직이 취약하다고 세계경제포럼(World Economic Forum)에서는 경고하고 있다. 주지하듯이 사무직은 우리 사회에서 잔존하고 있는 사농공상 직분 중 사(士)를 유사 대체하여 전통적으로 선호되는 직종이다. 이러한 일자리 대체 위협과 불균형은 향후 청년층의 원활한 노동시장 이행에 해결하기 곤란한 도전으로 다가올 것이다.

반면에 베이비부머들은 지난 반세기 고도산업 성장기와 함께 일자리 걱정 없이 확대된 가정인 조직생활에 몰입하다가 이제는 뒤돌아서 퇴직의 기로에 서 있다. 자녀의 뒷바라지와 부모세대의 봉양을 담당하는 이중 역할로 이들 기성세대 중 안락의자에 앉아 한가로이 버킷리스트를 점검하는 여유로운 은퇴생활을 맞이하는 경우는 매우 드물다. 우리 사회의 산업 고도화에 필적하는 급속한 고령화는 많은 베이비부머들에게 준비 없이 닥친 인생 2막을 어떻게 주인공으로 살아야 할지 고민을 안겨주고 있다.

이처럼 우리 앞에 놓인 일자리에 관한 전망은 우울한 시나리오가 지배적이며, 미래상을 예고하고 있다. 그럼에도 불구하고 한편에서는 혁신적인 기술에 힘입어 양극화 문제를 해결하고 중산층의 영역 확대를 꿈꾸는 기술 낙관론자들 역시 목소리를 높이고 있다.

이러한 직업세계를 둘러싼 사회환경 및 기술의 메가트렌드 변화는 현재 청소년이 본격적으로 사회에 진출하는 향후 15년 후 2030년의 시점에서 일자리

적응 및 사회변동의 중요한 이슈로 제기될 것이다. 2030년으로 미래전망의 시점을 잡은 이유는 2030년부터 무엇인가 일어나는가를 예측하기보다는 2030년의 미래 변화상을 제시하고, 그에 따라 오늘 우리가 무엇을 준비해야 하는지를 헤아려보는 데 있다(박가열 외, 2015).

최근 들어 기술혁신에 따른 일자리 적응 및 사회변동의 이슈가 다시금 주목받고 있다. 이에 본 연구에서는 인공지능, 로봇기술 등 자동화 기술의 급속한 발전, 직업세계를 둘러싼 메가트렌드의 영향과 이로 인한 직무내용과 근로형태의 다양화, 산업구조와 고용환경의 변화 등에 대한 능동적인 대처와 선제적인 고용정책 수립을 지원하고자 본 연구를 수행하고자 한다. 특히 청년층이 관심이 높은 직업의 미래 변화상을 분석함으로써 직접적인 이해 당사자인 청소년과 전직희망자, 진로와 고용에 관한 상담을 담당하는 진로진학상담교사, 직업상담원, 그리고 고용 및 교육정책 담당자들이 미래 직업세계의 변화에 주도적으로 대응하고 원하는 미래상을 구성할 수 있도록 지원하고자 한다.

## 제2절 연구 내용

앞서 서술한 인공지능, 로봇기술 등 기술혁신이 일자리에 미치는 영향과 관련하여 청년층의 원활한 진로이행과 전직지원과 관련한 고용서비스, 교육, 고용과 복지 및 인적자원 개발 관련 정책 시사점을 도출하기 위해 본 연구에서 수행하고자 하는 주요한 내용은 다음과 같다.

본 연구에서는 미래 직업세계 구조에 영향을 미칠 핵심 동인에 대한 메가트렌드 분석, 인공지능, 로봇기술, 3D 프린팅 등 핵심 유망 기술이 산업구조 및 직업세계에 미치는 변화상 분석, 청년층의 미래 직업 역량 도출 및 효과성 검증, 고용 및 교육, 인적자원 개발, 진로개발과 관련한 정책 구안을 담고자 한다.

첫째, 미래의 직업세계에 거시적으로 영향을 미칠 환경을 조망하고 새롭게 부각되는 이슈에 대해서 살펴본다. 통상적으로 구조적이고 장기적인 미래의 메가트렌드를 분석하기 위해 미래연구자들이 통상적인 분석 틀로 활용하는 사회(Society), 기술(Technology), 경제(Economic), 생태환경(Ecology), 정치(Politics) 영역에서 부상하고 있는 주요 의제를 살펴보는 것이 일반적이다. 다만 본 연

구는 미래의 직업세계 연구의 2년차 진행과제로 전년도에 비해 다른 영역의 변화는 크지 않을 것으로 판단되어 미래사회 기술환경 스캐닝을 통한 변화 동인에 초점을 두고 분석하였다.

둘째, 최근의 4차 산업혁명으로 일컬어지는 기술혁신을 이끌고 있는 인공지능, 로봇기술, 3D 프린팅 등 핵심 유망 기술이 산업구조 및 직업세계에 미치는 변화상을 분석하고자 한다. 과학기술과 사회변화의 관계, 각 기술의 발전 과정 및 산업 현황, 그리고 직업세계에 미치는 영향에 대해서 조망하였다.

셋째, 청년층의 미래진로 역량을 개념 정의하고, 청소년을 대상으로 기술혁신이 미래 직업세계에 미치는 영향을 경험하는 미래워크숍을 구안해서 구성 개념의 타당성과 미래워크숍의 효과성을 살펴보고자 한다. 이를 위해 청소년 미래진로 역량 개발을 위한 요소를 도출하고, 청소년 미래워크숍 프로그램을 개발하여 그 효과를 검증하였다.

끝으로, 환경변화를 일으키는 동인의 변화양상에서 따라 다수의 미래 시나리오에서 기술군(AI, Robotics, 3D Printing)이 어떤 영향을 주고받을지를 요약하고, 기술과 직업역량별로 상관관계를 분석 및 예측하여 정립된 결과가 실제 미래 직업을 가지게 될 청소년들의 역량과 어떤 연관성이 있는지, 청소년들은 어떤 요인에 더 관심을 가지는지, 실제 실행 가능성이 있는지 등에 대하여 분석하였다. 결론적으로 미래 고용과 직업역량 강화를 위한 교육적 함의 및 사회·경제적 측면의 정책 시사점을 논의하였다.

### 제3절 연구 방법

인공지능, 로봇기술, 3D 프린팅 등 기술혁신이 일자리에 미치는 영향과 관련하여 청년층의 원활한 진로이행과 전직지원과 관련된 고용서비스, 교육, 고용과 복지 및 인적자원 개발 관련 정책 시사점을 도출하기 위해 본 연구에서는 복합적인 연구 방법을 활용하였다. 본 연구에서 적용된 연구방법은 구체적으로 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 미래사회상을 구성하는 데 영향을 미치는 동인들과 관련된 환경스캐닝을 위해 전문서적, 학술잡지, 인터넷 자료 등 선행연구자들

의 연구성과를 고찰하였다.

둘째, 연구진 협의회를 통해 연구의 방향과 범위 및 시사점에 대한 공감대를 형성하고 연구자 간 차이를 조율하였다. 연구단계별로 부문 기술전문가, 진로 및 고용 관련 전문가들의 자문협의회를 통해 연구의 타당성과 신뢰성을 높이기 위해 노력하였다. 특히 현장 전문가들이 참여하는 미래 직업세계 전문가 포럼과 설문조사를 통해 연구성과의 미래지향성과 현실적 맥락의 균형을 잡기 위해 노력했다.

셋째, 기술이 직업세계에 미치는 영향을 분석하기 위해 현직에 종사하는 직종별 전문가와 기술전문가가 참여하는 주제 초점 면접조사(FGI: Focus Group Interview)를 수행하였다. 또한 미래진로역량의 요소를 도출하기 위해 역량 전문가, 진로 전문가, 미래 전문가를 대상으로 심층면접을 진행하고자 한다.

넷째, 청소년을 대상으로 워크숍 형태의 참여적 미래연구법을 활용하고자 한다. 참여적 미래연구는 개인이 변화에 대응하는 것뿐 아니라 변화에 참여하고 필요한 변화를 창조하는 데 초점을 맞춘 연구법으로, 미래연구에 참여하는 시민들을 대상으로 이들이 인식하는 미래 불확실성의 수준과 범위를 확대해 시민들의 미래 대응력 향상을 목적으로 한다(박가열 외, 2015).

## 제4절 연구범위 및 제한점

본 연구는 현재의 청소년이 본격적으로 노동시장으로 이행하게 되는 약 15년 후인 2030년을 연구 대상의 시점으로 설정하였고, 인공지능, 로봇기술, 3D 프린팅과 같은 지능정보기술이 직업세계에 미치는 영향을 검토하였다. 특히 청소년과 부모들이 선호하는 판사, 의사, 교사, 공무원, 예술가 직업에 인공지능, 로봇기술의 영향력과 인간과의 협업에 대해 검토하였고, 이를 바탕으로 미래사회의 고용, 인적자원 개발 및 사회정책적 시사점을 제언하였다.

본 연구에서 다룬 핵심 기술은 인공지능, 로봇, 그리고 3D 프린팅의 제한된 영역으로 작년에 수행한 연구주제인 바이오기술(BT) 이외에도 소재(NT)나 클라우드, 사물인터넷(IoT) 등과 같이 향후 우리 사회에 강력하게 영향을 미칠 것으로 예상되는 핵심 기술에 대한 관심을 지속적으로 기울여야 할 것이다.



세월은 덧없지만 세상의 변화 속도는 기하급수적으로 빨라지고 있다. 제한된 시간과 자원을 바탕으로 인간의 삶을 총체적으로 반영하는 직업세계의 미래상을 온전히 구성하려는 시도는 연구자들의 열정만으로는 부족하다. 그럼에도 불구하고 이번 연구에 참여한 연구진은 미래학, 교육학, 기술경영학, 심리학의 이론과 실제에 기초해 학제적 접근과 소속 기관의 기능과 역할을 극대화시키는 방향에서 융합시키며 수행되었음을 밝히고자 한다.

## 제2장

# 미래사회 기술환경 스캐닝

기술은 직업세계 변화에 중요한 영향을 미치는 요인으로 미래 직업세계 변화를 전망하기 위해서는 기술 변화와 발전 방향을 살펴볼 필요가 있다. 2014년 「한국직업사전」에 등재된 새로운 직업은 26개로 입체(3D)프린터개발자, 빅데이터전문가, 스마트헬스케어기기개발자 등 기술의 발달로 생겨난 직업이 상당수를 차지한다. 기술 변화는 여러 분야의 융합을 이끌어내며 새로운 제품과 서비스 등장을 가능케 한다. 이러한 사회변화는 새로운 직업의 가능성을 열어주고, 때로는 직업의 쇠퇴를 유발하기도 한다. 기술은 발달 수준뿐 아니라 경제적 효용성과 사회적 합의를 통해 사회에 영향을 미치며 관점에 따라 미래 전망 또한 다양하게 나타난다.

본 보고서에서는 최신 동향을 중심으로 기술트렌드를 살펴보고자 한다. 한국전자통신연구원, 미래창조과학부, 세계경제포럼의 보고서를 중심으로 최근 주목받는 기술과 상용화의 가능성, 향후 전망을 정리해 보았다. 본 보고서에서 주목하는 인공지능, 로봇, 3D프린터 기술부터 아직 생소한 이머징 기술에 이르기까지, 사회적 파급력에 있어 쉽게 전망이 되지 않는 다양한 기술이 관심을 모으고 있음을 확인할 수 있었다.

## 제1절 주요 연구기관 기술 전망

### 1. 한국전자통신연구원(ETRI)의 ECOsight 3.0: 미래기술 전망

한국전자통신연구원(ETRI)의 ECOsight 3.0은 기술·인간·사회 통합적 관점에서 미래기술을 전망하고, Tech-Contour Map를 기반으로 한 50대 미래기술 및 주목할 7대 기술을 선정하여 제시했다(이승민·김정태·정지형·최민석·하원규·송근혜·안춘모, 2015). 미래기술 선정 프레임워크는 크게 3가지로 구성되는데 기술·인간·사회 단위기술 도출, 핵심기술군(郡) 구성, 미래기술 선정 순으로 진행된다(그림 2-1] 참조).

[그림 2-1] 미래기술 선정 프레임워크



자료: 이승민 외(2015). ECOsight 3.0: 미래기술 전망.

ETRI가 예측한 미래사회 10대 변화에 따르면 인류 역사상 처음으로 기계, 인간, 사회의 세 영역에서 급격한 진화가 촉발되는 가운데, 모든 것이 디지털 데이터로 정의된 새로운 질서가 만들어질 것으로 전망되었다. 데이터, 네트워크, 알고리즘, 아키텍처 중심의 ICT의 양적·질적 변화는 모든 것을 수집하고, 연결하고, 지능화시켜 ‘새로운 눈’이라는 기술 진화의 임계점에 도달하게 된다는 것이다.

기술은 인간의 신체적·정신적 능력을 강화하고 물리공간의 경계를 와해시키면서 우리의 시간·공간·경험 등을 획기적으로 확장시키며, 나아가 현재의 사회경제시스템을 재편하고 가치관과 직업의 개념을 재정의함으로써 현대문명을 재설계하게 된다. 영역별로 도출된 10대 기술 변화 예측은 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 미래사회 10대 변화 예측

기계 ▶ 임계점 돌파	인간 ▶ 시간·공간·경험 확장	사회 ▶ 초연결 지능정보사회
① 머신러닝(알고리즘)	⑤ 시간의 확장 (수명·가용시간)	⑧ 접속사회 (온라인·네트워크화)
② 스마트머신(로봇)	⑥ 공간의 확장 (물리·가상공간)	⑨ 지능사회 (소프트웨어화)
③ 신물질(부품·소재 등)	⑦ 경험의 확장 (디지털實在)	⑩ 데이터사회 (모든 것의 정보화)
④ 에너지 (배터리·신재생에너지)		

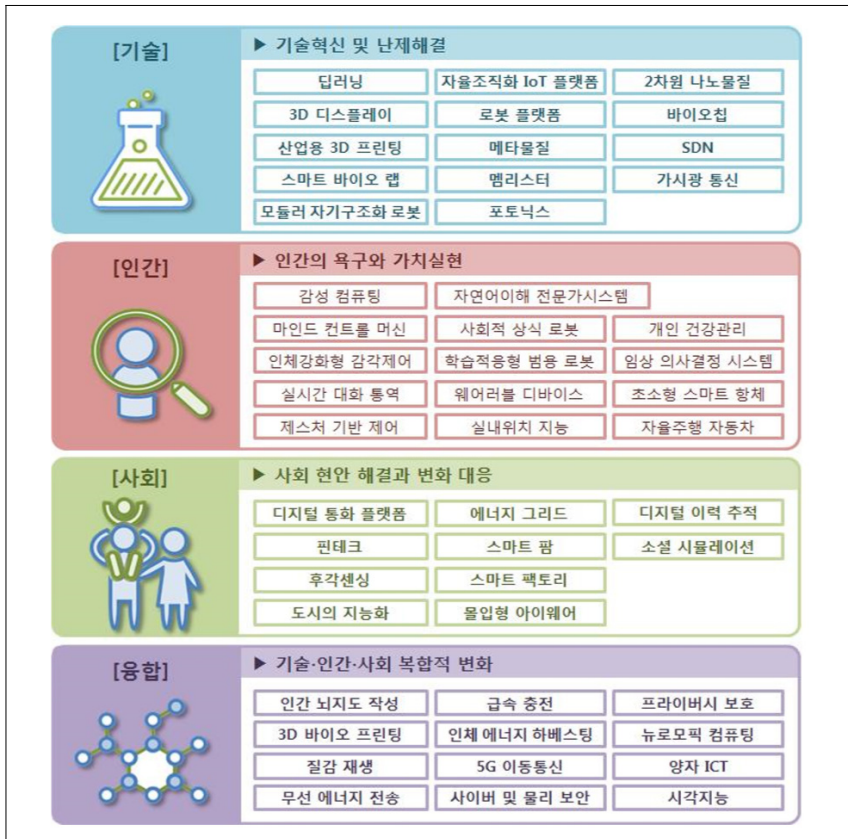
자료: 이승민 외(2015). ECOsight 3.0: 미래기술 전망.

ETRI가 제시한 TCM(Tech-Contour Map)의 레벨은 0~3단계까지인데 각 레벨은 다음의 의미를 지닌다([그림2-2] 참조). Level 3(Beginning to Compete)은 해당 기술이 독자적인 힘을 발휘하며 메가트렌드로 성장할 가능성이 매우 높고 기업 및 국가 간 경쟁이 시작되는 영역, Level 2(Rising in Popularity)는 해당 기술이 기존 메가트렌드와의 상호작용 과정에서 흡수·병합되거나 경쟁·대응 관계를 지속하며 생존 가능성이 높은 영역, Level 1(Entry into Potential)은 기존 메가트렌드와 타 기술과의 경쟁 과정에서 메가 트렌드化 잠재력이 보이기 시작하는 영역, 마지막 Level 0(High Uncertainty)은 현재의 기술 수준으로 메가트렌드가 될 가능성이 낮으며 기술의 성장과정에서 변동 폭이 큰 영역을 의미한다.

2016년 TCM를 보면 딥러닝·시각지능·자율주행차 등 지능화 기술의 생존력 향상, 보안·프라이버시 등 사회이슈 관련 기술에 대한 수요 증가가 특징으로 나타난다.



[그림 2-3] 50대 미래기술



자료: 이승민 외(2015). ECOsight 3.0: 미래기술 전망.

2016년 주목해야 할 7대 기술은 개별 기술의 발전 추세, 성장성, 파급효과 등을 종합적으로 평가하여 50대 기술로부터 도출되었는데 인공지능이 처음으로 만나게 될 융합산업, 새로운 기계시대를 정의할 핵심기술, 미래 자본의 집중과 분산에 관한 통제 주체 등 3개 영역으로 구분된다(〈표2-2〉 참조).

딥헬스, 신약개발 플랫폼 등 2개 기술은 딥러닝, 빅데이터 등의 기술 혁신 결과물들을 의료·제약 등에서 산업적으로 이용하려는 시도가 활발함을 반영하여 선정한 것인데, TCM의 지능화 기술의 부상과도 맞물리는 지점이라 할 수 있다.

인공지능은 정밀의학 시대 실현 및 의학연구 전환점의 계기가 될 주요 기술로서 진단을 위한 딥러닝 활용 등 사회적 파급력이 큰 주목받는 기술이다.

〈표 2-2〉 2016년 주목해야 할 7대 기술

구 분	7대 기술	주요 특징
Who meets AI first?	①딥헬스	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 의료영상 데이터 기반 진단을 위해 딥러닝 활용 시작</li> <li>▶ AI는 개인유전자정보와 결합해 정밀의학 시대를 실현</li> <li>▶ 의료·생활의 경계를 허물고 의료산업을 재정의할 것</li> </ul>
	②신약개발 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ AI가 바꾸는 신약개발로 인해 의학연구 전환점에 진입</li> <li>▶ 글로벌 IT기업들, 신약개발 플랫폼을 중심으로 경쟁 시작</li> <li>▶ IT가 신약개발 패러다임을 바꾸고 건강혁명을 앞당길 것</li> </ul>
What shapes next machines?	③로보인터넷	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사물·로봇은 IoT 기반 상호연결을 통해 기능·지능 확장</li> <li>▶ 클라우드 로봇틱스, 자율제어 등이 핵심기술</li> <li>▶ 표준화·프라이버시·규제 등이 연결된 기계 생태계의 이슈</li> </ul>
	④초급속 충전	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 더딘 발전에도 불구하고, 전지는 미래융합분야의 핵심</li> <li>▶ 실험실 수준을 벗어나려는 초급속 충전기술</li> <li>▶ 차세대 에너지 혁명을 위한 대규모 전쟁의 서막</li> </ul>
	⑤2차원 나노물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 탄소 등의 나노구조물질이 컴퓨팅 소자로 활용성 확대</li> <li>▶ 컴퓨팅 소자로서 잠재력이 뛰어난 흑린 발견</li> <li>▶ 신소재·신물질 개발 가속화를 위한 ICT 기술 활용 확대</li> </ul>
Who makes socio-technical tension ?	⑥블록체인	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 블록체인은 정보의 분산화·탈집중화 기반을 제공</li> <li>▶ 안전하면서도 혁신적인 서비스 등장을 촉진</li> <li>▶ 금융·비금융을 포함해 사회 전반에 변화를 유발</li> </ul>
	⑦데이터 캐피탈리즘	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 데이터는 지능화된 시대의 새로운 경쟁우위 요소</li> <li>▶ 독점, 공개·활용 등 데이터 경제 이슈 발생</li> <li>▶ 프라이버시, 데이터 오·남용 등에 대한 제도적 대응 요구</li> </ul>

자료: 이승민 외(2015). ECOsight 3.0: 미래기술 전망.

2013년부터 2015년까지 ECOsight가 3회에 걸쳐 제시해 온 ‘주목해야 할 7대 기술’은 시기별로 변화를 보이고 있다(〈표 2-3〉 참조). 2013년 7대 기술은 데이터 기반 지능화 기술이 미래 기술·사회경제적 혁신을 이끌 가능성에 주목

했고, 2014년에는 양자컴퓨팅, 뉴로모픽컴퓨팅 등 미래 ICT 기술의 기반을 구성할 기초 기술의 중요성과 ICT 핵심 역량 확보의 필요성을 강조했으며, 2015년 보고서에서는 지능화 기술이 의료·제약 부문을 시작으로 본격적으로 활용될 것을 전망하며 ICT 기술 혁신을 위한 신물질, 데이터 관련 미래 기술·인문사회 이슈를 부각시키고 있다. 2013년 주요 기술이었던 딥러닝과 데이터 기반 거버넌스가 2년 후인 2015년에 딥헬스와 데이터 캐피탈리즘 등으로 상용화 가능성을 보인다는 점이 주목할 만하다.

〈표 2-3〉 주목해야 할 7대 기술의 변화

2013년 말 발표		2014년 말 발표		2015년 말 발표	
Key Enabler	딥러닝	Computing	감성컴퓨팅	Who meets AI first?	딥헬스
	자율조직화 플랫폼		양자컴퓨팅		신약개발 플랫폼
Humanized Technologies	언어처리 및 감정인지기술		뉴로모픽 컴퓨팅	What shapes next machines?	로보인터넷
	인체강화형 감각제어	Platform	IoT 플랫폼		초급속 충전
Thinking-machinized Business	스마트 팩토리		로봇 플랫폼		2차원 나노물질
	학습적응형 범용 로봇	Machine	머신 비전	Who makes socio-technical tension?	블록체인
Data-based Governance	데이터 기반 거버넌스		마인드 컨트롤 머신		데이터 캐피탈리즘

자료: 이승민 외(2015). ECOsight 3.0: 미래기술 전망.

## 2. 미래창조과학부 미래준비위원회의 미래이슈 분석

미래창조과학부 미래준비위원회의 미래이슈분석보고서는 10년 후 우리 사회에서 중요하게 부상될 이슈가 무엇이고, 이러한 이슈들이 어떻게 변화되는지, 그리고 각 이슈별로 미래에 실제로 사건 등을 통해 현실적으로 문제가 발생할 가능성과 사회에 미칠 영향력에 초점을 맞추고 있다. 각 이슈들에 대한



전문가 인식조사를 바탕으로 세계경제포럼(WEF)이 글로벌 리스크(Global Risk)에서 사용한 '네트워크 분석'<sup>1)</sup>을 활용하여 이슈와 이슈간의 연관관계, 그리고 이슈와 밀접한 관계가 있는 핵심기술과의 연관관계를 동적인 시각에서 분석하였다. 국내외 보고서 활용 및 지난 30년간 국내 10대 뉴스, 전문가의 검토를 거쳐 총 28개의 분석대상 이슈를 선정하였고 이를 15대 유망기술과 연결하여 의미를 도출했다(이광형 외, 2015).

15개 유망기술은 맥킨지(McKinsey) 컨설팅 그룹, MIT, IBM, WEF, 가트너 등 국외 전문기관이 발표한 유망기술과 삼성경제연구소, 한국과학기술기획평가원, 한국과학기술정보연구원, 특허청 등 국내 전문기관에서 발표한 유망기술 등을 참고하여, 기존의 기술분류나 표준분류 등의 체계와 관계없이 유망하다고 발표한 기술(단위기술, 시스템 기술)을 대상으로 도출하였다(표 2-4 참조).

〈표 2-4〉 15대 핵심기술

기술	설명
사물인터넷	정보통신기술을 기반으로 주위의 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물 간에 정보를 교류하고 상호 소통하는 기술을 의미. 지능형 인프라 및 서비스 기술, 스마트 홈, 자율주행자동차, 스마트카 등
빅데이터	기존 역량을 넘어서는 대량의 정형 또는 비정형 데이터 집합 및 이러한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술을 의미. 구성원에 따른 맞춤형 서비스 구현, 범인 검거 등에 활용
인공지능	지성을 갖추고 사고활동을 할 수 있도록 인공적으로 만들어진 장치를 의미. 인간 체스 챔피언과 겨루어 이긴 IBM의 딥블루, 휴머노이드 로봇, 빅데이터-인공지능 결합을 통한 감성로봇 등
가상현실	컴퓨터와 같은 기기를 통하여 실체가 아닌 어떤 특정한 환경이나 상황을 실제처럼 구현하는 기술을 의미. 인간-기계 인터페이스(HCI), 원격의료, 홀로그램 등
웨어러블 디바이스	신체에 착용할 수 있도록 휴대가 가능하거나, 피부에 직접 부착하거나, 복용할 수 있도록 제작된 디바이스를 의미. 의복, 시계, 안경, 건강기기 등에 사용되어 신체기능을 대체하거나 엔터테인먼트 용도 등으로 활용

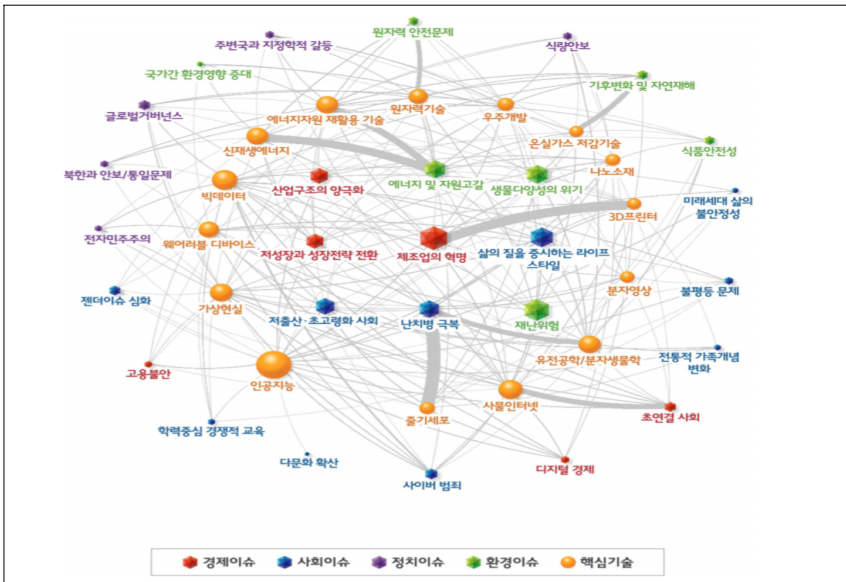
1) 네트워크 분석 : 복수의 개인·사물·조직을 상호 연결시키는 관계를 분석하여 네트워크에서 중요한 역할을 하는 개인·사물 등을 파악하는 분석기법(이광형 외, 2015).

기술	설명
줄기세포	무한증식이 가능한 자가 재생산과 다양한 세포로 분화가 가능한 만능 세포를 의미. 장기이식을 통한 만성질환 치료, 줄기세포 이식을 통한 장기 재생, 혈액 대체를 통한 수명연장을 가능하게 함
유전공학 분자생물학	분자 수준에서 생명현상을 이해하는 기술로 유전자와 같이 생명현상에 관여하는 분자를 조작하여 인간에게 이로운 산물을 얻어내는 기술을 의미. 인슐린이나 성장호르몬의 대량생산, 태아의 유전적 기형검사, 유전자 재조합식품(GMO), 유전자 선택태아, 개인맞춤형 의료, 희귀종 유전자 은행 등을 가능하게 함
분자영상	세포나 그 이하 단계의 생물학적 과정을 생체 내에서 영상화하여 그 특성을 규명하고 정량화하는 기술을 의미. MRI, PET-CT처럼 인체를 절제하지 않고 암·뇌졸중과 같은 중증질환의 조기 발견에 활용
나노소재	나노미터 단위로 물질의 구조를 제어하거나 혼합함으로써 제작되는 새로운 기능이나 우수한 성질을 나타내는 소재를 의미. 더 작고 빠른 나노전자공학 소자, 가볍고 튼튼한 구조체, 단열성능이 우수한 소재, 더러워지지 않는 소재, 기능성 의류, 의공학용 생체친화 소재, 기능성 화장품 등
3D 프린터	3차원 제품의 형상을 디지털로 설계 및 스캔하여 다양한 재료를 이용하여 쌓아올리는 방식으로 입체 구조물을 제작하는 기술을 의미. 조립 과정이 없는 제품 생산, 인공관절 및 뼈 제조 등에 활용 가능
신재생 에너지	자연 상태에서 만들어진 환경위해성이 적은 에너지를 의미. 태양광, 풍력, 조력, 지열, 폐기물/바이오 에너지 등
온실가스 저감기술	지구온난화를 일으키는 CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> 등 온실가스의 배출량을 줄이거나, 대기 중의 온실가스를 포획하여 감축시키는 기술을 의미. 전기자동차, 이산화탄소 포집 저장기술, 탄소순환형 바이오 화학공장 등
에너지·자원 재활용 기술	에너지·자원을 사용 후 폐기하지 않고 다시 사용하는 기술을 의미. 에너지 하베스팅, 플라스틱 재활용, 희유금속 재활용, 핵연료 재활용, 폐수 재활용 등
우주기술	우주 물체의 설계, 제작, 발사, 운용 등에 관한 연구 및 기술개발과 우주공간의 이용·탐사와 관련되는 기술을 의미. 우주발사체, 기상·환경 위성, 달 탐사선, 우주의 희소자원 탐사선 등
원자력 기술	원자핵 반응을 인위적으로 제어하여 그 반응에서 얻어지는 에너지를 활용하는 기술을 의미. 원자력 발전, 핵융합 발전, 동위원소를 활용한 정밀측정, T-ray 등 피폭량이 적은 비파괴검사에 활용

자료: 이광형 외(2015). 미래이슈 분석보고서, 미래창조과학부 미래준비위원회.

15대 핵심기술을 28개 이슈와 연결하여 연관관계를 도출한 네트워크 분석 내용은 [그림 2-4]와 같다. 그림에 따르면, 이슈와 기술 간에 연관성이 높을수록 연결된 선이 굵게 나타나며, 많은 이슈와 연관성이 높은 기술일수록 기술을 표시하는 점(node)이 크게 나타난다. 이 가운데 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등은 다양한 이슈와 높은 연관관계를 갖는 핵심기술로 나타났다.

[그림 2-4] 28개 이슈와 핵심기술간 연관관계



자료: 이광형 외(2015). 미래이슈 분석보고서, 미래창조과학부 미래준비위원회.

미래이슈 분석보고서에서는 15대 핵심기술 중 ‘인공지능’, ‘사물인터넷’, ‘유전공학’, ‘온실가스 저감기술’, ‘원자력기술’을 중심으로 사회이슈와의 관계를 살펴보면 인공지능과 유전공학은 미래창조과학부와 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 2015년 기술영향평가에서 선정한 대표 기술이기도 하다.

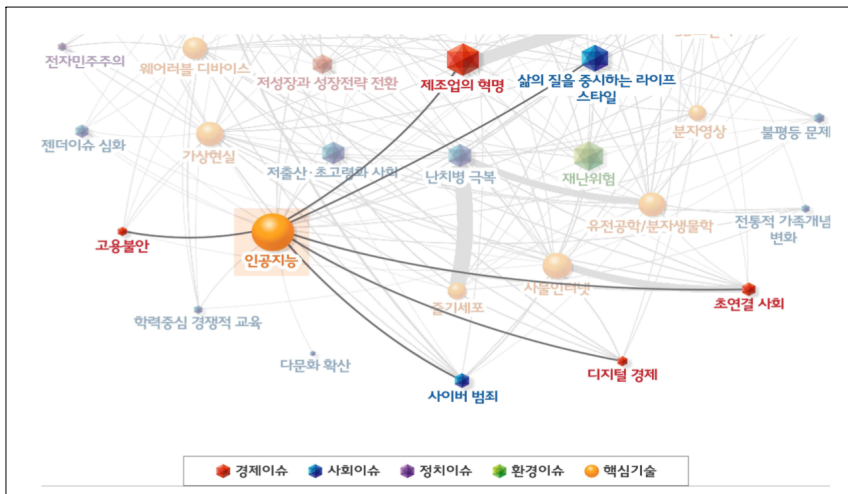
기술영향평가의 대상기술의 선정 기준은 ① 현재 등장(emerging technology)하고 있는 신기술. ② 미래 국민 생활에 높은 효과가 예상되어 영향평가의 유용성이 높은 기술. ③ 사회 관심도가 높아 기술영향평가의 시의성이 높은 기술. ④ 다수 부처와 연되어 있는 범국가 차원의 기술로서 최종적으로 유전자

가위 기술과 인공지능기술을 선정하였다(미래창조과학부, 2015).

유전자 가위기술은 유전자 치료 적용 가능성, 맞춤 아기에 대한 논란, 식품 안정성에 대한 우려 등 사회적 공론화가 필요하다는 점 때문에, 인공지능기술은 산업과 일상생활에 빠르게 확산되어 경제적·사회적·윤리적 문제에 관한 검토가 필요하다는 판단하에 영향력 있는 기술로 선정되었다.

미래이슈 분석보고서에 따르면, 인공지능기술은 제조업의 혁명, 초연결 사회, 디지털 경제, 삶의 질을 중시하는 라이프스타일, 고용불안, 사이버 범죄와 같은 이슈와 밀접한 관계가 있다([그림2-5] 참조). 기술이 삶의 질을 개선시킬 수 있다고 보는 한편, 무인공장의 실현으로 제조업에 큰 변화가 일어나고 금융 컨설턴트나 회계사, 고객상담원 등 여러 직종이 사라질 것을 예측한다.

[그림 2-5] 15대 핵심기술 인공지능 관련 이슈



자료: 이광형, 외(2015). 미래이슈 분석보고서, 미래창조과학부 미래준비위원회.

### 3. 세계경제포럼(WEF) 선정 10대 미래유망기술

세계경제포럼(WEF: World Economic Forum)은 스위스 제네바에 본부가 있는 전 세계적인 경제·산업 관련 비영리 단체로서, 2012년부터 매년 한 해 동안 가장 떠오르는 기술 10개를 선정·발표하고 있다(WEF, 2016). 2016년 유망

기술 평가 과정에서 협의회 회원들이 사용한 기준 중 하나는, 티핑 포인트를 맞이할 가능성이었다. 자율주행자동차처럼 오래전 개발이 진행되었으나 최근 들어 유의미한 영향력을 발휘하게 된 기술이 포함되어 있는 것이다. 각 기술은 먼 미래가 아닌 가까운 미래와 현재에 큰 영향력을 미칠 것으로 전망된다.

2016년에 발표한 10대 미래유망기술(그림 2-6)과 2014-2016년까지 선정된 미래유망기술 10선 비교표(표 2-5)의 구체적인 내용은 다음과 같다.

[그림 2-6] WEF 선정 2016년 10대 미래유망기술 세부내용

기술명	내용
나노센서와 나노 사물인터넷	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020년까지 약 300억개 기기가 연결될 것으로 예상</li> <li>- 인체를 순환하거나 각 산업 재료, 기계 등에 내장하는 센서를 활용해 사물인터넷을 구현</li> </ul>
차세대 전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 전지 성능을 개선한 차세대 제품에 대한 기대감 고조</li> <li>- 소듐, 알루미늄, 아연 등 최근 활발히 연구를 진행하고 있는 소재가 성능을 향상시킬 것으로 기대</li> </ul>
블록체인	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비트코인 등 가상화폐로 거래할 때 발생할 수 있는 해킹을 방지하는 기술</li> <li>- 글로벌 기업과 정부 업무방식에 획기적인 변화 야기</li> </ul>
평면(2D)소재	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2차원 소재는 얇고 잘 휘면서 전기적 특성이 우수해 반도체, 디스플레이 등에 적용하려는 연구가 활발히 진행</li> </ul>
무인(자율주행) 자동차	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사회적 약자에게 큰 혜택을 제공하며 생활양식과 다양한 사회 변화를 유발</li> </ul>
장기 칩	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 회로를 내재한 칩 위에 살아있는 장기를 구성하는 세포를 배양, 해당 장기 기능 특성뿐 아니라 역학적 생리적 세포반응을 모방하는 기술</li> </ul>
페로브스카이트 태양전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 효율과 낮은 재료비, 제조단가 등으로 기존 결정의 실리콘을 대체할 수 있는 미래의 태양전지로 각광</li> </ul>
개방형 인공지능 생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4차 산업혁명을 주도할 핵심기술로 주목하며, 금융 건강 등 다양한 분야에 파급되면서 이를 구현할 수 있는 생태계</li> </ul>
광유전학	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빛(Opto)과 유전학(Genetics)을 결합해 뇌 신경세포를 조절하는 기술</li> </ul>
시스템대사공학	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물의 체계적 시스템을 연구해 다양한 화학물질 연료 등을 친환경적으로 생산하는 기술</li> </ul>

자료: WEF(2016). 생명공학정책연구센터(2016)에서 재인용

〈표 2-5〉 2014~2016년 세계경제포럼 선정 미래유망기술 10선

2014년	2015년	2016년
신체적응 웨어러블 전기전자기술	연료전지 자동차	나노센서와 나노 사물인터넷
나노 구조 탄소복합체	차세대 로봇틱스	차세대 전지
해수담수화 과정에서 금속 채취	재활용 가능한 열경화성 고분자	블록체인
전기저장 그리드	정밀한 유전공학기술	2D 소재
나노와이어 리튬이온 전지	첨삭가공	자율주행자동차
스크린 없는 디스플레이	다가오는 인공지능	장기 칩
인간 마이크로비옴 치료제	분산 제조업	페로브스카이트 태양전지
RNA 기반 치료제	‘감지와 회피’드론	개방형 인공지능 생태계
개인 계량화 및 예측분석	뉴로모픽 기술	광유전학
뇌-컴퓨터 인터페이스	디지털 게놈	시스템대사공학

자료: WEF(2016). 생명공학정책연구센터(2016)에서 재인용

이보다 앞선 2015년 9월, WEF는 주요 기술의 티핑 포인트와 경제적·사회적 영향을 정리한 보고서를 발표한 바 있다. 6대 메가트렌드에 기초하여 우리 사회에 영향을 미치게 될 주요 기술의 티핑 포인트를 전망하였는데, 주요 내용은 <표 2-6>과 같다.

〈표 2-6〉 주요 기술과 티핑 포인트 전망

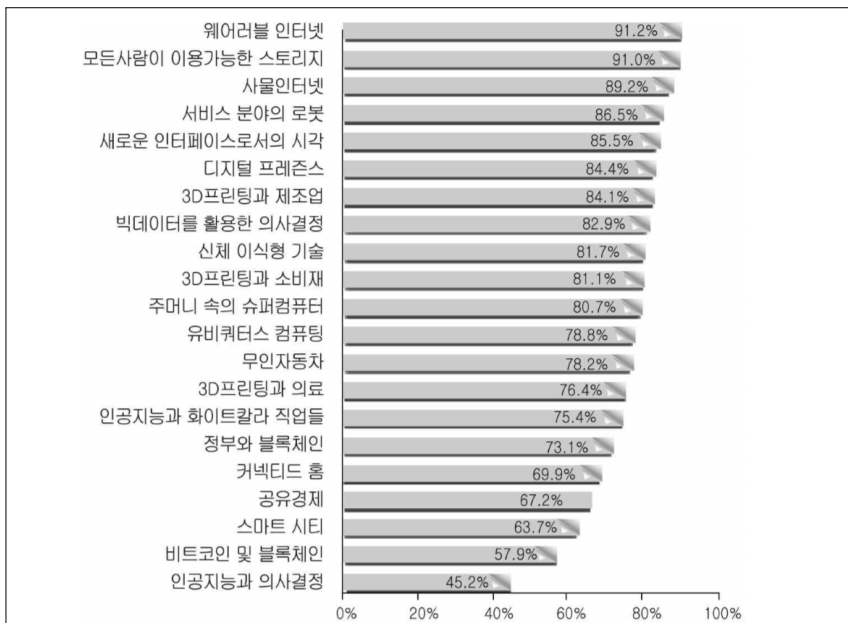
주요 기술	티핑 포인트	예상 연도
모든 사람이 이용 가능한 스토리지	90%의 사람들이 무제한 및 무료로 이용 가능한 스토리지(광고 기반)	2018
서비스 분야의 로봇	최초의 로봇 약사가 미국에 출현	2021
웨어러블 인터넷	10%의 사람들이 인터넷에 연결된 의복 착용	2022
사물인터넷	1조 개의 센서가 인터넷에 연결	
3D 프린팅과 제조업	최초의 3D 프린터 제작 차량 등장	
신체 이식형 기술	최초의 신체 이식형 핸드폰의 상용화	2023
디지털 프레즌스	80%의 사람들이 인터넷에 디지털 프레즌스 보유	
새로운 인터페이스로서의 시각	10%의 안경이 인터넷에 연결(구글 글래스 등)	
주머니 속의 슈퍼컴퓨터	90%의 인구가 스마트폰 이용	
빅데이터를 활용한 의사결정	빅데이터를 활용해 인구센서스를 실시하는 최초의 정부 등장	
정부와 블록체인	블록체인을 통한 정부의 세금 징수 시작	2024
유비쿼터스 컴퓨팅	90%의 인구가 인터넷에 접속	
커넥티드 홈	50% 이상의 인터넷 트래픽이 가정용 전자용품과 기기에 집중	
3D 프린팅과 의료	최초의 3D프린터 제조 간이식(바이오프린팅)	2025
인공지능과 화이트칼라 직업들	기업 회계업무의 30%가 인공지능에 의해 시행	
공유경제	전 세계적으로 본인 소유의 차를 이용한 여행보다 차량공유를 통한 여행이 많아질 것	
3D 프린팅과 소비재	5%의 소비재가 3D프린터로 제작	2026
스마트 시티	5만 명 이상 거주하는 신호등이 없는 최초의 도시 탄생	
무인자동차	미국에서 운행 중인 자동차의 10%가 무인자동차인 시점	
인공지능과 의사결정	최초의 인공지능 기기가 기업의 이사회에 출현	2027
비트코인 및 블록체인	GDP의 10%가 블록체인 기술로 저장	

자료: 김희연(2016). 세계경제포럼(WEF)의 미래기술과 사회적 영향 분석 동향, 정보통신방송정책.

전문가들에게 각 기술의 2025년까지의 현실화 가능성에 대해 물었는데, 가장 가능성이 높은 기술로는 웨어러블 인터넷 기술(91.2%), 모든 사람이 이용 가능한 스토리지(91%), 사물인터넷(89.2%)의 순으로 조사되었으며, 현실화 가능성이 상대적으로 낮은 기술로는 커넥티드 홈(69.9%), 공유경제(67.2%), 스마트 시티(63.7%), 비트코인 및 블록체인(57.9%), 인공지능과 의사결정(45.2%)의 순으로 조사되었다(그림 2-7 참조).

사물인터넷은 WEF가 선정한 10대 미래유망기술에도 포함되는 기술로서 전문가 설문에서도 현실화 가능성이 높은 것으로 나타났다. 인공지능기술의 경우 2025년에 화이트칼라 직업에 영향을 미치게 되고, 2016년에는 기업의 이사회에 출현하여 의사결정에 참여하게 되는데, 설문조사에 따른 두 기술에 대한 현실화 가능성은 비교적 낮은 편이었다. 그럼에도 금융·건강 등 다양한 분야에서 상용화를 예고하는 개방형 인공지능 생태계 기술은 10대 미래유망기술에 선정됨으로써 인공지능기술의 폭넓은 파급력을 가늠할 수 있었다.

[그림 2-7] 2025년까지의 현실화 가능성



자료: 김희연(2016). 세계경제포럼(WEF)의 미래기술과 사회적 영향 분석 동향, 정보통신방송정책.



## 제2절 지능정보 주요 기술 현황

인공지능(AI)은 최근 급속한 성능 향상을 보이며 새로운 산업혁명을 이끌 어갈 미래기술로 부상하고 있다. 인공지능은 인간의 지각, 추론, 학습능력 등을 컴퓨터 기술을 이용하여 구현함으로써 문제해결을 할 수 있는 기술로서 최근 딥러닝, 자연어 처리 등 논리/추론/예측, 외부 인지 등 다방면에서 진전을 보이는 추세이다. 기존의 데이터 처리량과는 질적으로 다른 빅데이터(BigData)를 처리할 수 있는 환경이 조성되면서 인공지능의 성능은 비약적으로 발전하였다.

〈표 2-7〉 주요 연구자 및 기관에서 보는 인공지능에 대한 정의

	인공지능에 대한 정의
John McCarthy (1955)	지능적인 기계를 만드는 엔지니어링 및 과학 (The science and engineering of making intelligent machines)
Charniak and McDermott (1985)	여러 계산모델을 이용하여 인간의 정신적 기능을 연구하는 것 (The study of mental faculties through the use of computational models)
Kurzweil (1990)	인간에 의해 수행되어질 때 필요한 지능에 관한 기능을 제공하는 기계를 만들어내는 작업으로 정의 (The art of creating machines that perform functions requiring intelligence when performed by people)
Rich and Knight (1991)	컴퓨터가 특정 순간에 사람보다 더 효율적으로 일을 할 수 있도록 하는 연구 (The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better)
Schalkof (1991)	인간의 지능적인 행동양식에 있어 계산적 과정을 이용해 모방하고 설명하는 것에 대한 연구 분야 (A field of study that seeks to explain and emulate intelligent behavior in terms of computational processes)
Luger and Stubblefield (1993)	지능적인 행동의 자동화에 관한 컴퓨터 과학의 한 부문 (The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligent behavior)

	인공지능에 대한 정의
Gartner (웹페이지)	인공지능은 특별한 임무수행에 인간을 대체, 인지능력을 제고, 자연스러운 인간의 의사소통 통합, 복잡한 콘텐츠의 이해, 결론을 도출하는 과정 등 인간이 수행하는 것을 모방하는 기술 (Artificial intelligence is technology that appears to emulate human performance typically by learning, coming to its own conclusions, appearing to understand complex content, engaging in natural dialogs with people, enhancing human cognitive performance (also known as cognitive computing) or replacing people on execution of nonroutine tasks)
technavio (2014)	스마트 기기는 인지컴퓨팅(인공지능과 기계학습 알고리즘이 적용된)이 임베디드된 기기로 볼 수 있음 (A smart machine is a machine that is embedded with cognitive computing ability, which uses artificial intelligence and machine learning algorithms to sense, learn, reason, and interact with people in different ways)
BCC Research (2014)	스마트 기기는 불확실 혹은 다양한 환경하에서 업무를 수행할 수 있도록 고안된 하드웨어 및 소프트웨어 시스템으로 정의 (Smart machines are hardware or software systems that can accomplish their designated task even under conditions of uncertainty and variability)
NIA	인공지능은 인간의 학습능력과 추론, 지각, 이해능력 등을 실현하는 기술

자료: 한국전자통신연구원(2015). 인공지능기술과 산업의 가능성

인공지능기술은 금융, 의료, 제조업 등 경제 산업은 물론 사회문화적 측면에서 광범위한 파급효과를 가져올 전망이다. 이에 따라 산업 및 일자리 변화가 불가피할 것으로 예상된다. 로봇과 인공지능이 일자리에 미칠 영향은 전 세계적으로 관심이 높은 주제로서 2016년 1월 다보스포럼에서는 2015년부터 2020년까지 전 세계 기준으로 일자리 510만 개가 사라질 것이라는 전망이 제시된 바 있다. 이 같은 일자리의 대대적 변화는 다양한 연구 결과로 나타나고 있다(<표2-8> 참조).

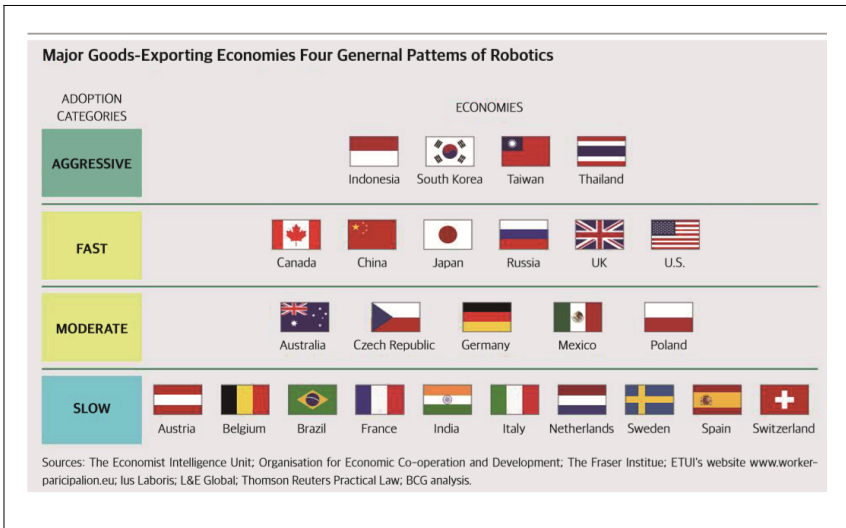
〈표 2-8〉 인공지능이 일자리에 미치는 영향 관련 해외 연구 사례

Oxford	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 702개의 세부 직업 동향을 연구한 옥스퍼드 대학에 의하면, 컴퓨터화(computerisation)로 인하여 미국 일자리의 47%가 없어질 위험에 있다고 발표</li> <li>• 특히 운송업자, 사무직과 행정직, 노동생산 직종이 고험군으로 밝혀졌음</li> <li>• 테라피스트, 안마사, 의료 사회 복지사 등 면대면 위주의 직종은 기계가 대체하기 어려운 것으로 나타남</li> </ul>
BCG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국, 대만, 인도네시아 등은 높은 임금 상승률 및 인구 고령화 등으로 인하여 로봇으로 인한 노동 대체율이 특히 높을 것으로 전망</li> <li>• 한국은 세계 평균보다 4배나 높은 노동 대체율을 보이고 있으며, 2025년이 되면 40%의 제조업의 노동력이 로봇에 의해 대체될 것으로 예측</li> </ul>
McKinsey	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매킨지의 최근 미국 내 직업 및 기술력 분석 조사 결과에 의하면 조사 대상인 800개 직업 중 자동화(automation)로 인해 완벽하게 사람을 대체할 수 있는 직업은 5%에 불과</li> <li>• 그러나 직업 800개에서 주로 이루어지는 2,000가지 작업을 분석하자 45%나 자동화가 가능한 것으로 분석(로봇의 노동력 대체는 ‘직업’ 단위가 아닌 ‘할 수 있는 일’ 단위로 평가되어야 함을 주장)</li> <li>• 즉, 자동화로 인해 작업 일부가 대체되더라도 여전히 사람의 역할이 필요하며, 기계와 사람이 함께 일하면서 효율성을 높여나갈 것이라고 예측</li> </ul>

자료: 미래창조과학부(2015). 2015 기술영향평가

한편 로봇, 인공지능 도입이 생산성 증대와 매출 확대를 가져와 일자리 창출에 오히려 도움이 된다는 낙관론도 나오고 있다. 미국의 경제학자 Bessen(2015.3)에 따르면, 미국에서 1990년대 이래 ATM기의 빠른 보급으로 창구직원 수는 점포당 20명에서 13명으로 줄었지만, 은행업 전체로는 1980년대 50만 명에서 2007년 60만 명 수준으로 오히려 늘었다. 이는 ATM 보급으로 지점 운영비용이 감소하면서 은행들이 점포 수를 늘릴 수 있었기 때문이다(이광형 외, 2015).

[그림 2-8] 로봇 자동화 속도



자료: The Robotics Revolution(BCG, 2015)

국내 연구에서도 인공지능은 미래 핵심기술로 평가받으며 관심이 증대되고 있다. 2015년 미래창조과학부의 미래이슈 분석보고서에서 선정한 15대 유망기술을 보면 인공지능을 비롯하여 사물인터넷, 빅데이터 등 관련 기술이 미래유망기술로 주목되고 있다(<표2-9> 참조).

이 보고서에서는 주요 미래이슈와 유망기술 간의 관련성을 분석했는데, 인공지능기술은 제조업의 혁명, 초연결 사회, 디지털 경제, 삶의 질을 중시하는 라이프스타일, 고용불안, 사이버 범죄와 같은 이슈와 밀접한 관계가 있었다. 인공지능에 의한 우리 사회의 발전은 삶의 질을 개선시킬 것이라는 예측과 동시에 자동화의 확산으로 특정계층의 일자리가 사라지는 추세와 더 지능화된 사이버 환경에 대한 우려가 고용불안과 사이버 범죄와의 관계로 나타나기도 했다(이광형 외, 2015).

〈표 2-9〉 15대 유망기술

기술	설명
사물인터넷	정보통신기술을 기반으로 주위의 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물 간에 정보를 교류하고 상호 소통하는 기술을 의미. 지능형 인프라 및 서비스 기술, 스마트 홈, 자율주행자동차, 스마트카 등
빅데이터	기존 역량을 넘어서는 대량의 정형 또는 비정형 데이터 집합 및 이러한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술을 의미. 구성원에 따른 맞춤형 서비스 구현, 범인 검거 등에 활용
인공지능	지성을 갖추고 사고활동을 할 수 있도록 인공적으로 만들어진 장치를 의미. 인간 체스 챔피언과 겨루어 이긴 IBM의 딥블루, 휴머노이드 로봇, 빅데이터-인공지능 결합을 통한 감성로봇 등
가상현실	컴퓨터와 같은 기기를 통하여 실체가 아닌 어떤 특정한 환경이나 상황을 실제처럼 구현하는 기술을 의미. 인간-기계 인터페이스(HCI, 원격의료, 홀로그램 등
웨어러블 디바이스	신체에 착용할 수 있도록 휴대가 가능하거나, 피부에 직접 부착하거나, 복용할 수 있도록 제작된 디바이스를 의미. 의복, 시계, 안경, 건강용 기기 등에 사용되어 신체기능을 대체하거나 엔터테인먼트 용도 등으로 활용
줄기세포	무한증식이 가능한 자가재생산과 다양한 세포로 분화가 가능한 만능세포를 의미. 장기이식을 통한 만성질환 치료, 줄기세포 이식을 통한 장기 재생, 혈액 대체를 통한 수명연장을 가능하게 함
유전공학 분자생물학	분자 수준에서 생명현상을 이해하는 기술로 유전자와 같이 생명현상에 관여하는 분자를 조작하여 인간에게 이로운 산물을 얻어내는 기술을 의미. 인슐린이나 성장호르몬의 대량생산, 태아의 유전적 기형검사, 유전자 재조합식품(GMO), 유전자 선택태아, 개인맞춤형 의료, 희귀종 유전자 은행 등을 가능하게 함
분자영상	세포나 그 이하 단계의 생물학적 과정을 생체 내에서 영상화하여 그 특성을 규명하고 정량화하는 기술을 의미. MRI, PET-CT처럼 인체를 절제하지 않고 암·뇌졸중과 같은 중증질환의 조기 발견에 활용
나노소재	나노미터 단위로 물질의 구조를 제어하거나 혼합함으로써 제작되는 새로운 기능이나 우수한 성질을 나타내는 소재를 의미. 더 작고 빠른 나노전자공학 소자, 가볍고 튼튼한 구조체, 단열성능이 우수한 소재, 더러워지지 않는 소재, 기능성 의류, 의공학용 생체친화 소재, 기능성 화장품 등
3D 프린터	3차원 제품의 형상을 디지털로 설계 및 스캔하여 다양한 재료를 이용하여 쌓아올리는 방식으로 입체 구조물을 제작하는 기술을 의미. 조립 과정이 없는 제품 생산, 인공관절 및 뼈 제조 등에 활용 가능

기술	설명
신재생에너지	자연 상태에서 만들어진 환경위해성이 적은 에너지를 의미. 태양광, 풍력, 조력, 지열, 폐기물/바이오 에너지 등
온실가스 저감기술	지구온난화를 일으키는 CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> 등 온실가스의 배출량을 줄이거나, 대기 중의 온실가스를 포획하여 감축시키는 기술을 의미. 전기자동차, 이산화탄소 포집 저장기술, 탄소순환형 바이오 화학공장 등
에너지·자원 재활용 기술	에너지·자원을 사용 후 폐기하지 않고 다시 사용하는 기술을 의미. 에너지 하베스팅, 플라스틱 재활용, 희유금속 재활용, 핵연료 재활용, 폐수 재활용 등
우주기술	우주 물체의 설계, 제작, 발사, 운용 등에 관한 연구 및 기술개발과 우주공간의 이용·탐사와 관련되는 기술을 의미. 우주발사체, 기상·환경 위성, 달 탐사선, 우주의 희소자원 탐사선 등
원자력 기술	원자핵 반응을 인위적으로 제어하여 그 반응에서 얻어지는 에너지를 활용하는 기술을 의미. 원자력 발전, 핵융합 발전, 동위원소를 활용한 정밀측정, T-ray 등 피폭량이 적은 비파괴검사에 활용

자료: 미래창조과학부, 미래이슈 분석보고서(2015)

상이한 예측에도 불구하고 로봇, 인공지능 발달로 인해 일자리의 변화가 일어날 것이라는 점은 공통된 의견이다. 반복적 업무나 매뉴얼에 기반한 업무는 물론이고 자동화로부터 안전하다고 여겨졌던 전문 서비스 직종 역시 상당 부분 대체될 것으로 예측되고 있다. 이는 고도의 정신노동을 대체한다는 점에서 단순·육체노동의 대체와 달리 파급력이 클 것으로 예상된다.

다만 종합적이고 창의적인 능력을 요구하는 만큼 인간을 완벽히 대체할 수 있는 인공지능 로봇의 등장은 다소 시간이 걸릴 것으로 보인다. 사람을 직접 돕거나, 설득과 협상 능력이 필요한 면대면 위주의 직종, 창의력과 감성적 특성이 중요한 분야의 일은 현 시점에서는 인공지능으로 대체하기 어려울 것으로 보인다.

한국언론지능재단에서 온라인을 통해 조사한 <인공지능, 자동화, 로봇에 대한 전망들에 대한 동의>도 이와 유사한 결과를 보였다(그림 2-9] 참조).

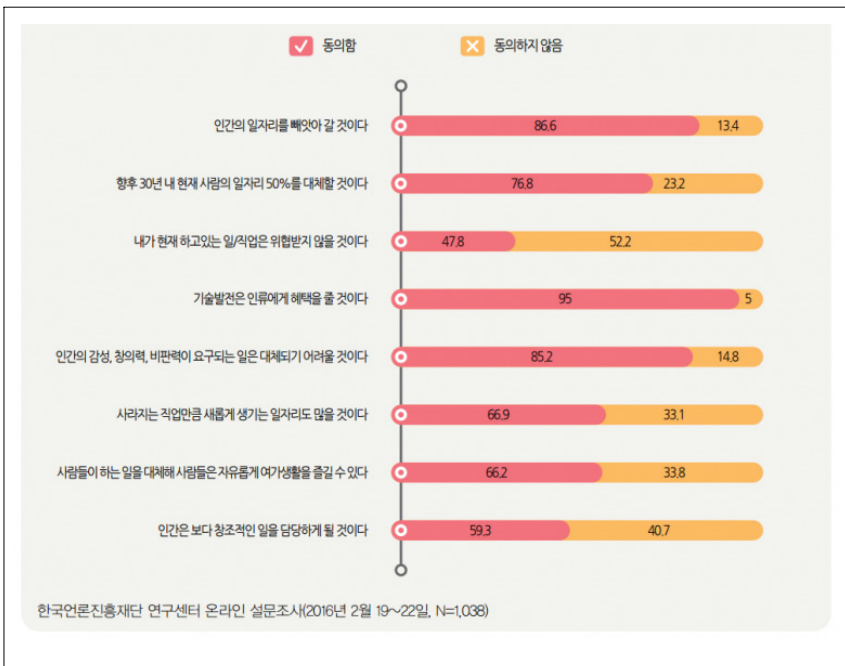
기술로 인해 인간의 일자리를 빼앗길 것이라는 의견이 86.6%에 달했고, 향후 30년 내에 현재 사람의 일자리의 50%를 대체할 것이라는 질문에도 76.8%가 동의했으나 인간의 감성, 창의력, 비판력이 요구되는 일은 대체되기 어려울 것이라는 의견도 85.2%로 나타났기 때문이다. 기술발전에 대해 95%가 보인 낙

관적 태도는 인공지능, 자동화, 로봇기술이 가져올 변화를 인정하면서도 반드시 부정적 방향으로 진행되지 않을 것이라는 예측이 깔려 있다.

직업변화를 맞이하는 시점에서 인간-기계의 협업은 직무방식에 큰 변화를 가져오는 한편, 새로운 직업군을 탄생시킬 하나의 가능성으로 보인다. 인공지능과 관련된 새로운 직업군이 탄생되면 고용이 증가할 것이라고 전망하는 연구 결과도 있다. 시장조사업체 메트라 마테크(Metra Martech)가 2011년 브라질, 독일, 미국, 한국, 일본, 중국을 대상으로 한 예측 조사 발표에 따르면 로봇 연구 개발 및 제조, 부품 및 소프트웨어 개발, 운용, 수리 및 유지 보수 등에 대한 고용이 매년 30% 이상 증가할 것으로 예상했다(한국과학기술기획평가원, 2016).

[그림 2-9] 인공지능/자동화/로봇에 대한 전망들에 대한 동의

(단위: %)



인공지능 로봇의 발달은 일자리 변화 뿐 아니라 사회 전반에 대한 지형을 바꿀 것으로 예측된다. 향후 인간-기계의 협업에 있어 안정적인 정착을 도모

하는 한편, 제도적 개선 방향을 모색하여 일자리 보호를 위한 대처 방안을 마련한 필요가 있다. 미래세대를 위한 교육 변화도 필수적이다. 현 시점의 준비에 따라 기술발달은 위기가 될 수도 기회가 될 수도 있다.

〈표 2-10〉 10대 융합분야에서 나타날 예상 제품 및 서비스

10대 융합분야	지능정보기술이 10대 융합 분야에서 발생할 예상 제품 및 서비스
의료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 기반 건강 자율 진단 및 컨설팅 서비스(건강관리)</li> <li>- 전염병 확산경로 예측, - 의료정보 자동화, - AI 수술 로봇</li> <li>- 개인 맞춤형(DNA기반) 질병 예측, - 환자처방 도우미 서비스</li> <li>- 신체대체 제품 및 서비스(안구, 뇌, 다리 등) 등</li> </ul>
금융	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 금융 및 원자재 정보 예측 시스템</li> <li>- AI기반 투자 및 자산관리 컨설팅 서비스, - 테러자금 추적 시스템</li> <li>- 피싱/금융사기 방지 서비스 등</li> </ul>
교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1대1 가상 맞춤형 개인 튜터서비스 : 함께 공부하는 학습로봇</li> <li>- 특정 주제에 대한 자료를 요약 및 창작해주는 서비스 등</li> </ul>
교통	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통 정보(흐름) 관리 시스템 - 무인택배기 - 교통사고 예측</li> <li>- 자율주행차, - 사고 방지 및 군집체(차량) 자율 제어 시스템 등</li> </ul>
도시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공간정보 최적화 시스템, - 안전관리 가로등(지능형 CCTV)</li> <li>- 환경오염 모니터링, - 도시환경변화 감지 및 원인 파악 시스템</li> <li>- 교통/기상/도시계획 예측시스템 등</li> </ul>
스마트홈	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 컨시어지 서비스 - 사용자 행동 예측 시스템</li> <li>- 도난/화재 감시 및 자동 조치 - 뉴스 요약 푸시 서비스</li> <li>- 인공지능 가전제품 - 일정한 향온/향습시스템 등</li> </ul>
문화 관광	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자동 통/번역시스템 - 군집소형 드론의 광고/홍보/이벤트 서비스</li> <li>- 무인콜센터</li> <li>- 관광정보 요약 및 사용자와 대화하는 인공지능 기반 가이드 서비스 등</li> </ul>
농업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 물류 관제 서비스</li> <li>- 기상예측 기반 농산물 출하량 및 가격 예측 서비스</li> <li>- 병충해 발생 및 확산 예측 시스템</li> <li>- 스마트 온실/축사 시스템(지능형 생육관리) 등</li> </ul>
에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AI기반 에너지 소비 최적화 시스템(스마트 그리드)</li> <li>- 에너지 하베스팅 등</li> </ul>
전통산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제조공장의 위험 자동관리 서비스 - 로봇 자가 진단 서비스</li> <li>- 스마트 팩토리 - 법률/특허 컨설팅 및 경영 의사결정 지원 시스템</li> <li>- 개인 맞춤형 제품 생산 등</li> </ul>

자료: 한국전자통신연구원, 인공지능 기술과 산업의 가능성(2015)



## 제3장

# 인공지능이 직업세계에 미치는 영향

## 제1절 과학기술과 사회변화

지난 3월 다국적 정보처리업체 구글의 딥마인드 엔지니어들이 만든 컴퓨터 프로그램 알파고(AlphaGo)가 한국과 세계를 깜짝 놀라게 했다. 알파고가 세계 바둑챔피언 이세돌과 바둑 대국을 벌였고, 예상과 달리 알파고가 4대1로 이겼기 때문이었다. 바둑은 비록 한정된 공간에서 벌이는 두뇌게임이지만 경위의 수가 헤아릴 수 없을 정도로 많아 이를 컴퓨터 프로그래밍할 수는 없다고 간주했던 분야였다. 그래서 알파고의 승리는 더욱 세간의 이목을 집중시켰다. 이를 계기로 우리 사회는 인공지능(Artificial Intelligence)기술에 대한 관심이 매우 높아졌다. 이 기술이 미래의 우리 삶에 어떤 영향을 미칠 것인지 매우 불안하고 불확실했다.

영어로 Intelligence는 지능으로 번역하는데, 스스로 생각하고 결정하는 능력으로 정의할 수 있다. 이 정의에 따르면, 알파고는 아직 지능을 갖춘 컴퓨터는 아니다. 그러나 알파고는 오랫동안 바둑판에서 쌓아올린 수많은 인간의 경험을 단시일 내에 모사하고 분석해 실전에서 그 역량을 드러내고 증명해 보였

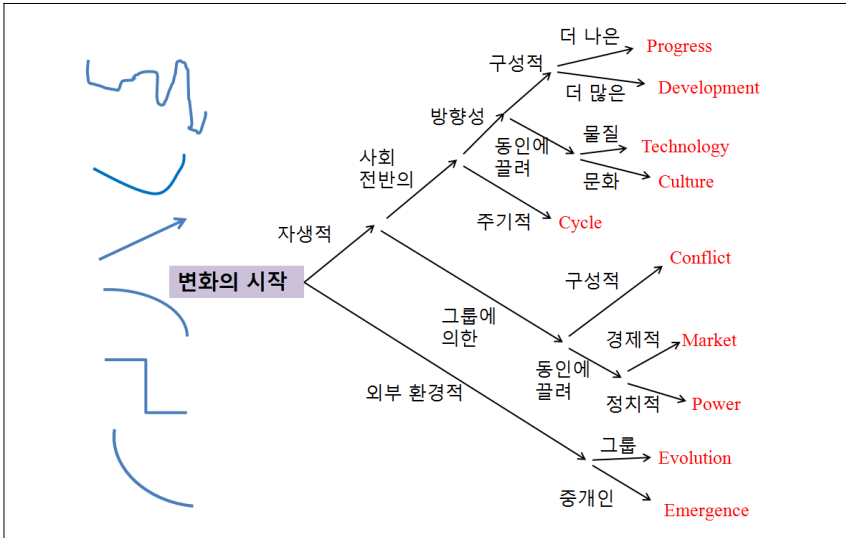
다. 이런 점에서 알파고와 이세돌의 바둑 대국은 사회적으로 큰 사건임에 틀림없다.

인공지능 전문가들은 우리 사회에 언젠가는 나타날 인공지능 존재들이 인류에게 어떤 영향을 미칠 것인지 매우 불확실하다고 주장한다. 기술의 발전 수준과 속도를 감안하면 머지않아 우리에게 인공지능을 갖춘 존재들이 나타날 것인데, 이들이 우리 인간에게 긍정적인 영향을 미칠 것인지, 부정적인 영향을 미쳐 우리의 생존을 위협할 수 있을지 불명확하다. 알파고가 살짝 보여준 인공지능의 미래를, 우리는 어떻게 해석해야 할까. 어떤 사회변화를 예상할 수 있으며, 그에 따라 우리는 무엇을 어떻게 준비해야 할까.

사회변화이론에서 과학기술은 어떤 특성으로 이해되고 있는지 살펴보자. 과학기술이 사회에 어떤 변화를 주는지 이해할 수 있다. [그림3-1]은 다양한 사회변화의 원인을 설명하고 있다. Bishop과 Hines(2012)는 사회변화의 원인을 크게 자생적인 것과 외부환경적인 것으로 나눈다. 자생적 변화는 사회구성원들이 새로운 제도나 기술, 문화를 만들어 사회를 변화시키는 현상을 말한다. 반면 외부 환경 변화란 한 사회의 구성원들이 의도하지는 않았지만 거대한 환경의 변화(예컨대 자연재해, 진화론, 우주의 변화)에 따라 사회가 바뀌는 것을 뜻한다. 그러나 외부 환경적 변화라도 그 변화를 해석하고 유리하게 활용하는 것은 인간이다. Bishop과 Hines(2012)는 이런 외부 환경적 변화를 특정 그룹이 활용하면 한 사회가 혁명적 변화를 맞이하게 된다고 설명한다.

자생적 변화에는 사회 전반에 걸친 변화와 특정 그룹에 의한 변화가 있을 수 있다. 특정 그룹이 경제적 이유로 변화를 일으킨다면 시장(market)에 영향을 주고, 정치적 이유로 변화를 일으킨다면 권력(power)에 영향을 준다. 달리 말하면 사회변화의 주요 동인으로 시장(market)을 꼽을 수 있으며, 이 동인의 특징은 자생적이고, 특정 그룹에 의한, 경제적 동기로 변화한다는 것이다. 이해관계자의 갈등과 견제(conflict)로 사회가 변화한다는 가정의 경우, 이 동인의 특징은 자생적이고, 특정 그룹에 의한, 구성적인 동기(예컨대 댐이나 원자력발전소 건설을 두고 벌어지는 정부와 시민단체의 상이한 이해관계)를 꼽을 수 있다.

[그림 3-1] 다양한 사회변화 이론



자료: Bishop과 Hines(2012). 필자가 원본 해석

다시 [그림 3-1]을 보자. 사회 전반에 걸친 변화는 특정한 방향성을 띤 변화와 주기적인 변화로 나눠 생각할 수 있다. 주기적인 변화란 봄이 가면 여름이 오고, 여름이 가면 가을이 온다는 식의 순환적 특성을 갖는다. 경기변동이 50-60년에 한 번씩 부침을 반복한다는 콘드라티예프 곡선이나 세대(Generations)의 특성이 시간에 따라 달라지는 것이 아니라 몇 가지 유형이 반복적으로 나타난다는 이론 등이 여기에 속한다.<sup>2)</sup>

방향성을 띤 변화는 구성적 변화와 물질이나 문화라는 동인에 이끌린 변화로 나눌 수 있다. 구성적 변화란 특정한 의미를 추구하면서 발생하는 변화를 말한다. 예컨대 [그림 3-1]에서 진보(Progress)는 어제보다는 오늘이, 오늘보다는 내일이 나올 것으로 믿는 태도이며 이러한 끊임없는 진보가 인간의 삶에서 중요한 의미가 있다고 주장하는 태도이다. 한편, 발전(Development)은 어제보다는 오늘이, 오늘보다는 내일이 훨씬 복잡해질 것이며, 복잡한 것이 문명적이라는 태도를 갖고 있다. 이 가치를 추구하면 발전주의자가 되는 것이며, 이

2) 세대 특성의 반복에 대해서는 다음 책을 참조. : William Strauss & Neil Howe(1991). Generation: The History of America's Future, 1584 to 2069. William Morrow: New York.

런 태도가 사회를 변화시키는 동기가 된다.

반면 물질이나 문화를 통해 변화가 일어난다고 본다면 기술주의자(Technologist)나 문화론자(Culturalist)로 볼 수 있다. 문화론자는 이 세상이 누군가의 아이디어로 바뀌거나 한 사회에 내재되어 있는 문화적 특성이 변화를 유인하고 있다고 주장한다.

한편 기술이 사회를 변화시키는 주요 동인이라고 주장하는 사람들은 기술이 갖는 특징으로 1) 자생적이고 2) 사회 전반에 걸쳐 일어나며 3) 특정 방향을 지향하고 4) 의미를 추구하기보다 어떤 흐름에 이끌리며 5) 물질적 변화를 수반하는 것으로 설명한다. 기술의 변화를 사회변화이론의 관점에서 다시 정리해 보자. 기술은 자생적 → 사회 전반에 걸친 → 특정 방향을 지향하는 → 동인에 의해 움직이는 → 물질적 변화를 수반하는 사회현상을 낳는다. 기술은 외부 환경에 의해 자연발생적으로 생겨나지 않는다. 누군가의 발명으로 생겨나는 자생적 변화이다. 기술은 또 일부 지역이나 특정 세대에만 영향을 미치는 것이 아니라 사회 전반에 걸쳐 광범위하게 영향을 미친다. 이 때문에 기술의 변화는 많은 사람들에게 관심을 받고 있으며, 사회를 재조직(re-organization)하기 때문에 삶의 양식, 돈 버는 방법, 생존의 노하우에서 많은 변화를 예고한다.

기술의 변화는 방향성이 있다. 매번 다르다. 과거의 것이 다시 현재에 나타나지 않는다. 달리 말하면 기술의 변화를 경험한 사람들은 절대 과거로 돌아갈 수 없다. 스마트폰을 경험한 사람들은 그 이전에 나타났던 시티폰이나 삐삐 등을 사용하지 않는다. 컬러 TV를 경험한 사람은 흑백 TV를 보지 않는다. 이처럼 기술의 변화는 되돌릴 수 없는, 그래서 앞으로 나아가야만 하는 속명처럼 비춰진다.

또 기술의 변화는 동인이 존재한다. 누군가의 필요 때문에, 누군가의 아픔을 해결하기 위해, 누군가의 쾌락과 편의를 위해 기술은 발명된다. 기술은 또 한 물질적 변화를 수반한다. 우리 손에 쥐어지는, 우리가 눈으로 확인할 수 있고, 느낄 수 있는 물질적 변화가 따라온다.

우리가 다음 장에서 다룰 인공지능의 변화도 이런 관점을 활용해 예측해 볼 것이다. 인공지능이 일으킬 사회변화는 자생적이며, 사회 전반에 걸친 변화를 수반하고, 특정한 방향을 지향하며, 여러 동인이 존재하고, 물질적 변화가 따라올 것이다.

## 제2절 인공지능기술과 미래사회 변화<sup>3)</sup>

### 1. 인공지능기술의 현재와 발전 동향

인공지능 기술력에 대한 우리나라 수준을 가늠하기 위해 정보통신기술진흥센터(ITP)에서 펴낸 2015년 정보통신기술(ICT) 수준 조사 보고서를 살펴보았다. 보고서는 인공지능기술이 속한 대분류(기반 SW/컴퓨팅)에서 미국의 기술력을 100으로 놓고 한국의 기술력을 74.1로 평가했다. 이런 차이는 미국보다 기술력이 2년 뒤쳐져 있다는 뜻이다(정보통신기술진흥센터, 2016). 유럽은 85.1, 일본은 82.2여서 우리보다 다소 앞서 있다. 중국은 70.7로 우리보다 약간 뒤쳐져 있다.

분류를 좀 더 좁혀 인공지능기술 수준으로만 보면 한국의 기술력 수준은 미국이나 유럽, 일본 등과 더 벌어진다. 이런 결과를 토대로 이 보고서는 국내 인공지능, 기계학습, 휴먼컴퓨팅 마인드웨어, 분석 및 추론 기술개발은 국가 간 경쟁체제에서 생존을 위해 매우 중요함에도 우리 사회가 적극적으로 투자하지 않아 “긴급히 투자가 필요”하다고 강조한다.

현재까지 알려진 전 세계 인공지능의 기술력은 어느 정도일까. 한국전자통신연구원(ETRI) 미래사회연구실에서 2015년 펴낸 ECOSight 3.0: 미래사회 전망에서 인공지능 분야의 현황을 볼 수 있다(이승민 외, 2015). 예컨대, 2011년 IBM의 왓슨 컴퓨터는 미국 ABC방송의 인기 퀴즈쇼 ‘Jeopardy!’에서 쟁쟁한 퀴즈왕을 누르고 우승을 차지했다. 2014년 러시아와 우크라이나 연구진은 유진 구스트만(Eugene Goostman)이라는 컴퓨터 프로그램으로 튜링 테스트를 통과하기도 했다. 튜링 테스트는 영국의 수학자 앨런 튜링이 인공지능을 판별하는 방법으로 제시한 것인데, 이 테스트를 통과하면 사람과 구별할 수 없을 정도로 정교한 사고력을 갖춘 컴퓨터 프로그램으로 인정된다.<sup>4)</sup>

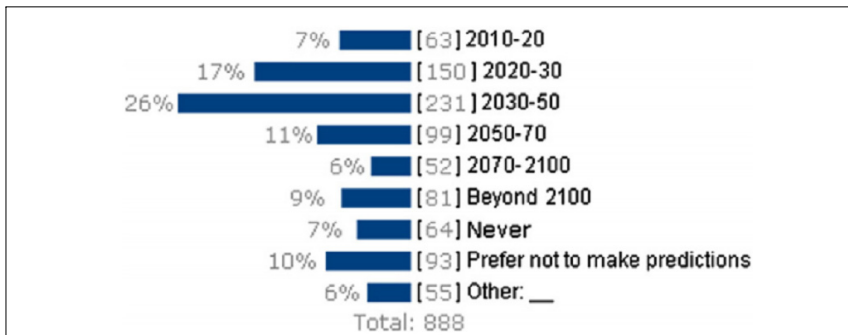
3) 이번 절은 다음 글을 주요하게 참조하고 많은 내용을 발췌하거나 수정한 것임: 박성원 (2016). 인공지능과 사회변화 그리고 당신이 바라는 미래. 동향과 전망, 제97호, 227-236.

4) 미국의 미래학자이자 공학자인 레이 커즈와일은 유진이 튜링 테스트를 통과했다는 것을 인정할 수 없다며 테스트가 정교하지 않았다고 비판한 바 있다. <http://www.bloter.net/archives/195952> 참조.

이뿐만이 아니다. 일본 국립정보학연구소는 ‘도로보쿰’이라는 로봇에게 2013년부터 대학입시 모의시험을 치르도록 했는데, 2015년에는 950점 만점에 511점을 받았다. 이는 전국 평균 416점을 웃도는 성적으로, 일본의 33개 국/공립대와 441개 사립대에 입학할 수 있는 수준이었다(이정아, 2015). 이 연구소는 2021년까지 도쿄대 합격을 목표로 로봇의 인지기능을 발전시킨다는 목표를 갖고 있다. 일본의 소프트뱅크는 2015년 감성인식 로봇 페퍼(pepper)를 개발해 6개월 만에 7천 대를 판매하기도 했다. 일본은 노인들이나 환자들에게 페퍼같은 로봇을 보급해 “이동이나 용변 지원, 목욕 지원, 배회를 사전에 감지할 수 있는 치매환자 지킴이” 등으로 활용할 계획이다. 중국업체 바이두(Baidu)는 2015년 2월 이미지 인식기술 Deep Image를 발표해 세상을 깜짝 놀라게 했는데, 이미지 감별의 에러율이 5.98%로 당시 세계 최고를 기록했다. 이는 사람의 에러율 5.1%에 매우 근접한 결과였다(이승민 외, 2015).

종합해 보면 미국과 유럽, 일본, 중국 등에서 대규모 뇌 과학 프로젝트를 가동하고 있으며 이런 추세라면 머지않아 인간을 닮은 약한 인공지능 정도는 탄생할 것으로 예측된다(Baum et al., 2011). 인공지능 전문가와 비전문가가 참여한 한 조사에선 응답자의 50%가 향후 30년 내 인공지능이 인간의 지능을 넘어설 것으로 예측하기도 했다([그림 3-2] 참조). 이렇듯 기술의 빠른 발전 속도에 대해 전문가들은 “기술에 대한 인간의 통제력을 잃지 않는 것”이 중요하다고 강조한다(ETRI, 2015).

[그림 3-2] AI는 언제 인간의 지능을 앞설까



주: (응답자 수: 인간을 앞서는 연도)

자료: Klein's survey<sup>5)</sup> in Baum 등(2011).

## 2. 인공지능기술과 미래사회 변화

예측의 대상이 광범위한 영역에서 우리의 삶을 근본적으로 바꾼다고 예상할 때, 미래예측의 시계(視界)는 장기적이어야 한다. 예를 들어 지금 인류가 사용하는 화석연료의 증가가 지구 환경에 어떻게, 어느 정도로 영향을 끼치는지 분석하려면 100년이나 200년이 아니라 10만년은 헤아려 보아야 한다. 이는 기후변화 전문가의 주장이다(Wing, 2011). 장기적인 시각으로 분석하지 않으면 지금 우리 인류가 저지르는 행동의 결과를 제대로 파악하지 못한다.

인공지능이 초래할 사회적 변화의 양상도 장기적 시각으로 예측하지 않으면 중요한 많은 부분을 놓치거나 간과할 수 있다. 미국 스탠퍼드 대학은 최근 인공지능 프로젝트를 시작하면서 100년 앞의 세계를 예측하고 다양한 사회적 변화에 대응하겠다는 ‘AI 100’ 계획을 발표했다.<sup>6)</sup> 이들은 교육, 건강, 정부, 개인 프라이버시, 민주주의, 사상의 자유, 법과 제도, 윤리, 금융시장, 전쟁의 양상, 범죄, 안전, 자율 등 다양한 분야에서 인공지능이 어떤 변화를 일으킬지 활발하게 토론하고 있다. 예컨대 기계학습, 패턴인식, 추론, 예측 등에 많은 발전을 보이고 있는 인공지능기술이 특정 개인의 정보 분석을 통해 그의 건강상태, 거주 지역, 신념이나 인생의 목표, 습관이나 약점 등을 알아낸다면 그의 프라이버시를 어떻게 보호할 수 있을까? 라는 문제에 대해 논의 중이다.<sup>7)</sup>

인공지능기술이 민주주의에 미치는 영향도 예측의 주요 대상이다. 민주주의는 스스로 정보를 모으고 생각하며 결정하는 능력을 갖춘 개인이 의견을 모아 더 좋은 대안을 찾아나가는 정치시스템이다. 그러나 인공지능이 발달하면 컴퓨터도 민주주의에 참여할 수 있다. 예를 들어 미래에 AI D(democracy)라는 이름의 인공지능이 탄생했다고 상상해보자. 이 인공지능은 수많은 정보를 분석해 최고의 대안을 갖고 있는 인간 정치인을 찾아내는 데 탁월하다. 이런 정보를 바탕으로 AI D가 직접 사회 현안을 풀어낼 대안을 내놓기도 한다. 그럼 어느 누가, 어떤 논리로 AI D의 정치 참여를 막을 수 있을까. 미래학자 토머스 프레이는 인공지능이 인간 시스템의 오류를 정확하게 짚어내고 대안을 찾

5) <http://aiimpacts.org/klein-agi-survey/>.

6) <https://ai100.stanford.edu/>.

7) Ibid.

아주며 유권자들이 더 좋은 선택을 할 수 있도록 도와준다는 측면에서 민주주의를 발달시키는 데 기여할 수 있다고 주장한다(Frey, 2016).

다른 한편으로, 인공지능은 탁월한 몇 사람의 의견을 찾아내 이들에 의해 정책결정이 되도록 사회분위기를 부추길 수 있다. 때론 인공지능을 잘 활용하고 있는 대중이 정치권에 갖는 불만이 일정 수준을 넘어서면 자동적으로 투표일이 아니더라도 즉각 선거를 할 수 있는 시대도 예상할 수 있다(Frey, 2016). 이렇게 될 경우, 과두정치나 중우정치 또는 한때의 사회적 분위기에 따라 주요 정책이 오락가락할 수 있다.

인간에게만 부여한 저작권에도 변화가 있을 것이다. 앞서 언급한 알파고와 바둑 고수들을 상대로 바둑을 두면서 얻은 경험이나 묘수 등은 알파고를 만든 구글의 것인가, 아니면 알파고의 것인가. 자기의식도 없는 컴퓨터 프로그램에게 무슨 저작권을 부여해야 하는지 반문하겠지만 전망은 그렇지 않다. 이미 인간이 아닌 존재들에게 지적재산권을 부여해야 한다며 법원에 소송을 내고 있다.

지난 해 불거진 이른바 셸피 원숭이 사건이 그렇다. 인도네시아에서 원숭이들을 촬영하던 한 사진작가는 며칠 뒤 자신이 찍지 않은 사진이 저장돼 있음을 발견했다. 인도네시아 정글에서 자신이 잠시 놓아둔 카메라를 한 원숭이가 들고 자신의 얼굴을 찍은 것이었다.<sup>8)</sup> 작가의 공개로 이 사진은 유명해졌는데, 위키피디아가 이를 홈페이지에 공개했다. 작가는 자신의 동의 없이 이 사진을 올린 위키피디아에 항의했지만 작가가 아니라 원숭이가 사진을 찍은 것이기 때문에 저작권에 문제가 없다고 버텼다.

그러자 동물보호단체인 피타(PETA)는 미국 샌프란시스코 연방법원에 사진의 저작권은 원숭이에게 있다며 사진을 올려 번 수익금을 원숭이가 사는 곳에 써달라고 소송했다. 법원은 인간만이 저작권을 가질 수 있다고 판결했지만 논란은 그치지 않고 있다. 인간만이 지능을 사용할 수 있다는 시각에 의문이 생긴 것이다. 이런 추세라면 알파고라고 저작권을 주장하지 말라는 법이 없다. 알파고를 대신한 인간 변호사가 알파고의 저작권을 주장할 수도 있다.

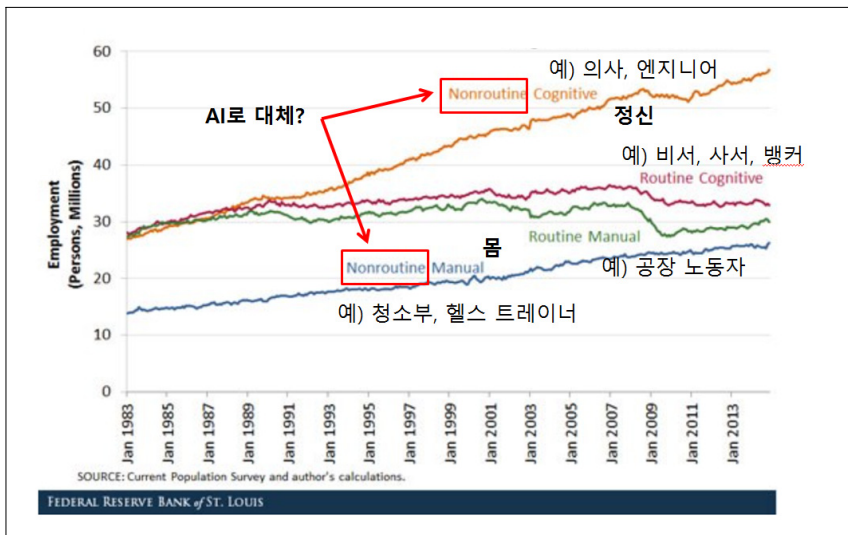
인공지능은 또 우리의 일자리 지형에도 많은 변화를 일으킬 것이다. 실제 자동화 기술은 인간의 많은 일자리를 대체한 바 있다. [그림 3-3]을 보면 미국

8) [http://www.koreadaily.com/news/read.asp?art\\_id=3944741](http://www.koreadaily.com/news/read.asp?art_id=3944741).



에서 공장자동화 기술은 반복적 육체노동(routine manual)이나 반복적 정신노동(routine cognitive) 분야의 일자리를 대체해 왔다. 그 결과 일자리는 증가하지 않았다. 그럼에도 최근까지 자동화는 비(非)일상적(non-routine)인 육체노동(예, 청소부나 헬스 트레이너)이나 비일상적인 정신노동(예, 의사나 엔지니어) 분야의 일자리는 대체하지 못했다. 이 두 분야의 일자리는 지난 2013년까지 지속적으로 증가했다. 매 순간 많은 데이터와 변화하는 상황을 인지하면서 맥락에 맞는 적절한 선택을 내려야 하는 이런 직업들은 지금까지의 기술로는 대체할 수 없었다. 그러나 비전형적인 바둑에서도 인간을 이긴 인공지능기술이 계속 발전한다면 이야기는 달라진다. 비반복적인, 인간만이 가능했던 일들도 기계로 대체될 수 있다는 것이다(Santens, 2016).

[그림 3-3] AI와 일자리



자료: Santens(2016)

사실 알파고 사건 이후 우리 사회에서 인공지능에 대한 논의가 많아졌지만 예전부터 인간은 인간이 아닌 존재들의 등장과 그에 따른 사회변화의 양상에 대해 즐기치게 이야기해 왔다. 일상에선 SF영화를 통해, 학계에선 20세기

컴퓨터 및 인공지능기술과 21세기 포스트휴먼(posthuman) 담론 등을 통해 비인간(non-human)을 토론했다. 이제는 인간을 뛰어넘는 강한 인공지능의 등장 이 몇 년 뒤에 가능할 것인지 예측하는 것보다 이들과 함께 살아가는 법에 대해 논의하는 것이 더 현실적이고 유용한 것으로 인식되고 있다.

좀 더 장기적 시각에서 인공지능이 우리에게 어떤 영향을 줄 것인지 생각해 보자. 옥스퍼드 대학의 닉 보스트롬은 실존적 위험(existential risks)이라는 개념을 사용하면서 인공지능이 우리 인류에게 어떤 위험을 줄 것인지 예측한다. [그림 3-4]는 재난의 종류의 범위와 심각성을 보여주고 있다. 예를 들면 피카소 작품 중 하나가 유실되면 재난의 심각성 측면에서는 미미하지만, 재난의 범위로 보면 전 세대에 걸친다. 세계적인 작품을 더 이상 볼 수 없어서다. 반면 어떤 사람의 머리카락이 빠지는 것은 미미한 심각성에 재난의 범위는 한 개인에게 국한된다.

[그림 3-4] 재난의 범위와 심각성



자료: 박성원 외(2014)

그러나 Y축(재난의 심각성)의 위쪽으로 올라갈수록, X축(재난의 범위)의 왼쪽으로 갈수록 글로벌 재난이 되고, 결국 실존적 위협으로 확대된다. 실존적 위협이란 인류의 멸망을 뜻한다. 보스트롬은 인공지능을 포함해 합성생물학, 나노공학 등이 인류의 멸종을 초래할 수 있다고 경고한다. 인간보다 뛰어난 인공지능이 인류를 다스릴 것이란 주장이다.

보스트롬의 주장을 공상과학 같은 이야기로 치부할 수도 있다. 그러나 이 대로 간다면 우리가 어디에 도달할 것인지, 우리가 개발하는 기술이 궁극적으로 어느 지점을 향하고 있는지 가늠해 볼 수 있는 해안을 제공한다는 측면에서 그의 주장은 유용하다. 물론 그의 미래 예측을 확정된 미래로 간주할 수는 없다. 그가 제시한 미래도 하나의 가능성에 불과하다. 이런 추세가 지속되더라도 우리의 합의와 노력에 따라 우리가 원하는 미래를 만들 수 있다. 이제 이야기를 좁혀 인공지능과 일자리, 직업의 세계에 미치는 영향에 대해 논의해보자.

## 제3절 인공지능 로봇기술의 직업능력 대체

### 1. 조사개요

인공지능 로봇기술의 직업능력별 대체시기를 조사하기 위해 201년 6월 21 일(화)부터 같은 해 9월 8일(목)까지 약 2개월 보름간 국내의 대표적인 인공지능 로봇기술 전문가를 방문하여 설문조사를 실시하였다. 표에서 제시한 바와 같이 인공지능 관련 전문가를 조사하기 위해 대학 10명(47.7%), 산업체 2명(9.6%), 및 대표적인 연구기관인 전자통신연구원 9명(42.9%)을 조사하였다. 응답자는 인공지능 로봇 분야 박사 이상으로 구성되었고, 평균 나이는 42.7세였다.

〈표 3-1〉 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	(주)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

인공지능 전문가에게 한국직업정보시스템(KNOW)의 구축을 위해 재직자에게 조사하는 업무수행능력 각 항목의 대체시기를 평정하도록 요청하였다. 각 능력 수준의 범위는 1~7점으로 구성되어 있고, 응답자의 직업능력 수준에 대한 객관적 판단에 도움을 주기 위해 행동지향 지시문이 각 능력별로 제시되어 있다(부록 1. 참조).

## 2. 조사 결과

기술 전문가들이 응답한 인공지능 로봇의 직업능력 대체 수준은 예상했듯이 연대에 따라 증가하는 경향을 보인다. 평균적으로 2030년경에 도달했을 때 직업능력 수준 평균값이 5에 근사함을 알 수 있으며, 이 시기부터 본격적인 직업능력 대체가 발생할 것으로 예상된다.

〈표 3-2〉 인공지능 로봇기술의 연대별 직업능력 대체 수준(7점 만점)

구분	16년	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 장비 선정	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
C39 움직임 통제	2.52	3.48	4.05	4.76	5.52	6.05

구분	16년	20년	25년	30년	35년	45년
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

〈표 3-3〉 2030년 기준 직업능력 대체 비율 내림차순

순위	직업	2020	2025	2030	2035	2045
1	주방보조원	0.148	0.456	0.811	0.926	1.000
2	금속가공기계조작원	0.114	0.339	0.786	0.929	1.000
3	청소원	0.152	0.422	0.776	0.888	1.000
4	세탁원 및 다림질원	0.044	0.258	0.737	0.865	0.984
5	주유원	0.126	0.270	0.734	0.862	0.982
6	매표원 및 복권판매원	0.100	0.289	0.698	0.890	0.983
7	건설 및 광업 단순 종사원	0.173	0.407	0.697	0.904	1.000
8	주차관리원 및 안내원	0.082	0.331	0.683	0.852	0.982
9	수금원	0.073	0.220	0.679	0.835	0.981
10	기타 자동차운전원	0.084	0.255	0.678	0.843	0.983
11	낙농업 관련 종사원	0.134	0.319	0.673	0.869	1.000
12	경량철골공	0.077	0.341	0.672	0.907	1.000
13	펄프 및 종이생산직(기계조작)	0.079	0.309	0.667	0.862	0.982
14	판매 관련 단순종사원	0.071	0.192	0.666	0.812	0.981
15	간병인	0.094	0.195	0.662	0.756	1.000
16	강구조물가공원 및 건립원	0.076	0.281	0.651	0.838	0.978
17	콘크리트공	0.141	0.319	0.647	0.884	1.000
18	화물차 및 특수차운전원	0.056	0.218	0.644	0.796	0.983
19	곡식작물재배원	0.117	0.249	0.638	0.844	0.981
20	청원경찰	0.056	0.166	0.637	0.837	0.983
21	단열공	0.051	0.281	0.636	0.866	0.980
22	음식배달원	0.060	0.253	0.635	0.842	0.980
23	떡제조원	0.069	0.213	0.632	0.788	0.976
24	건축도장공	0.074	0.235	0.630	0.818	0.947
25	채소 및 특용작물재배원	0.053	0.209	0.630	0.772	0.981
26	기타 생산직(기계조작)	0.055	0.288	0.628	0.762	0.980
27	택시운전원	0.046	0.183	0.623	0.829	0.983
28	시멘트석회 및 콘크리트생산직	0.072	0.278	0.621	0.822	0.982
29	세탁 관련 기계조작원	0.059	0.217	0.611	0.792	1.000
30	정육원 및 도축원	0.073	0.240	0.610	0.788	1.000

〈표 3-3〉에서 제시되는 바와 같이, 2030년을 기준으로 각 직업 현직자의 직업능력 평균 수준에 대하여 전문가들이 평정한 인공지능 로봇기술에 의해 대체될 직업능력 항목 비율을 내림차순으로 정렬했을 때, 주방보조원(.811), 금속가공기계조작원(.786), 청소원(.776) 등의 순서로 대체비율 수준이 높은 것으로 나타났다. 현직자의 직업능력 수준과 비교하기 위한 전문가의 평정값 기준은 기술 발전 수준을 보수적으로 접근하기 위해서 평균에서 1표준편차 작은 값을 활용했다. 앞선 표에서 제시되듯이 직업능력의 대체 위험 가능성은 2030년 이후 .70을 넘는 5개 직종에서 나타나기 시작했고, 전문가들은 2035년 이후부터 상당수의 직업에서 직업능력의 다수가 대체될 것으로 예상함을 알 수 있다.

## 제4절 인공지능이 직업세계에 미치는 여러 시나리오

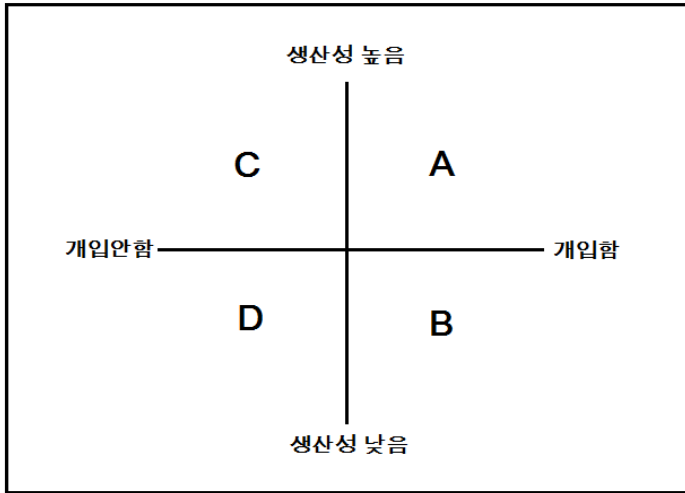
앞서 2절에서 인공지능기술의 발달 정도와 그에 따라 사회가 어떤 영향을 받을 것인지 거시적인 시각에서 살펴보았다. 이번에는 논의의 범위를 좁혀 인공지능이 직업의 세계에 어떤 영향을 미칠 것인지 살펴보자. 활발한 논의를 위해 한 가지 질문을 제시한다. 인공지능기술의 발전으로 인간이 일하지 않아도 사회의 생산성이 올라간다면 인간은 이 시대에 무엇을 하면 좋을까. 아니, 무엇을 할 수 있을까.

마쓰오 유타카(2015)는 이 질문이 암시하는 상황을 네 가지로 제시한다. 그는 2 가지 축을 그려 하나는 생산성의 증감이고 다른 축은 인간의 개입 여부로 나타낸다. 인간이 개입하든 하지 않든 생산성이 증가하거나 감소할 수 있다. 이런 상황은 인공지능이 이끌어가는 세계의 모습이다. C와 D의 상황이 그렇다. 반면 인간의 개입에 따라 생산성이 높아지거나 낮아질 수 있다. 이런 상황은 인간이 세계를 이끌어가는 사회이다. A와 B의 상황으로 볼 수 있다.

[그림 3-5]에서 우리는 인간의 개입을 생산성이 높아진  $B \rightarrow A$ 를 지난 20세기 경험했으며, 이제는 인공지능기술을 활용해 인간의 개입을 최소한으로 줄이면서도 생산성을 높이는  $A \rightarrow C$ 의 단계로 진입하려는 상황에 놓여 있음을 알 수 있다. 또는 인공지능기술이 덜 발달해 생산성 향상에 큰 도움이 되지 않은  $D \rightarrow C$ 로 이동하는 것으로도 볼 수 있다. 2 가지 모두 인간의 개입이

필요 없는, 그래도 생산성은 높아지는 상황이다.

[그림 3-5] 인간의 개입 여부와 생산성 증감 상황



자료: 마쓰오 유타카(2015)

이런 상황이 실제 벌어진다면, 즉  $A \rightarrow C$ 로, 또는  $D \rightarrow C$ 로 우리 사회가 변화한다면 우리는 어떤 준비를 해야 할까. 우리는 의료인, 법조인, 예술인, 중등교사, 공무원 등 다섯 종류의 직업에서 종사하는 개인을 초청해 미래워크숍을 진행했다. 시계(視界)를 2030년으로 정해놓고, 인공지능기술이 발달하면서 사람들은 어떻게 돈을 벌 것인지, 누가 돈을 벌 것인지, 일하는 방식은 어떻게 달라질 것인지, 어떤 문제가 풀려 있을 것인지, 그럼에도 여전히 남는 문제는 무엇인지, 또 미래에는 어떤 일이 사라지고 생겨날 것인지 논의하도록 했다.

## 1. 현직 전문가 미래워크숍 프로세스

인공지능기술과 직업의 변화를 예측하는 미래워크숍 프로세스는 다음과 같다. 먼저 ① (Input) 과거와 현재 인공지능기술의 수준과 우리가 예측하려는 직업의 수준을 논의한다. 그리고 ② (Foresight) 이 인공지능기술이 발달하면서



이들 직업이 어떻게 영향을 받을 것이지 예측한다. 인공지능기술이 발달하는 이유는 무엇인지, 어떤 니즈와 문제를 해결하기 위해 이 기술이 발달하는 것인지, 이런 변화가 직업에 영향을 미치는 범위와 정도, 내용은 무엇인지 예측해본다. 그런 뒤, ③ (outputs) 예측의 결과를 정리해 이 직업을 갖고 있는 사람들의 모임, 예컨대 협회나 단체와 공유하고 이런 예측에 대해 이 조직들은 어떻게 생각하는지, 미래상에 적응할 준비가 현재 되어 있는지, 준비가 안 된 것은 무엇인지 논의한다. 최종적으로 ④ (Strategy) 각 직업별 미래준비의 내용을 논의·분석하고 적절한 전략이나 정책적 대응을 도출한다.

인공지능이 직업에 미치는 영향은 광범위해서 앞서 언급한 대로 직업의 종류를 좁혀 의료인, 법조인, 교사, 공무원, 예술인 등 우리 사회의 구성원들이 선호하는 5 가지 직업에 한정했다. 각 직업별로도 다양한 분야가 있어서 사실상 어느 누가 직업군을 대표할 수 없다. 이 연구는 일종의 파일럿 테스트로 한정하고, 현장에서 활동하며 미래예측에 관심을 갖고 있는 6 명을 미래워크숍에 초청해 인공지능기술의 발전 정도를 토론한 뒤, 이 기술이 자신의 직업에 어떤 영향을 미칠 것인지 논의했다. 의사, 판사, 교사, 공무원 등을 대표하는 워크숍 참가자는 15~20년 경험을 갖췄다. 예술 분야 참가자는 이들과 비교해 경험의 정도가 짧아 (30대) 2 명을 초청했다. 또 인공지능기술이 무엇이고 또 어느 수준으로 발전할 것인지 이해하기 위해 이 분야의 전문가를 초청해 워크숍 참석자들이 설명을 듣도록 했다. 이들과 진행했던 미래워크숍 과정을 좀 더 설명해 보자.

① Input: 우리는 참석자들에게 이 연구의 목적에 대해 설명했다. 또 인공지능 전문가의 설명을 통해 인공지능기술이 주요 직업에 어떤 영향을 미칠 것인지 논의했다. 이런 직업의 변화를 통해 우리는 어떤 미래사회를 예상할 수 있는지, 이런 변화가 일어나기까지 어떤 요인들이 결합된 것인지, 이런 변화상에 대해 각자 대응의 준비는 되어 있는지, 이런 직업을 희망하고 있는 지금의 청소년들은 무엇을 준비해야 하는지 질문해 보았다.

② Foresight: 이 단계에서 우리는 2 가지 세부적인 계획을 세웠다.

②-1. 먼저 현재의 트렌드를 살펴보고 좀 더 시계를 넓혀 미래에 일어날 일들에 대해 예측해 보았다. 인공지능 분야의 전문가는 이 기술의 미래에 대해 설명했고, 각 직업을 대표해서 참석한 참여자들은 이 기술이 발달하면서

어떤 변화를 겪을 것인지 자유롭게 논의했다. 우리는 이런 논의를 관찰하면서 참석자들이 어떤 부분에서 걱정하는지, 불안해하는지, 또 다른 기회를 생각하는지 자세히 듣고 기록했다. 걱정하고 불안해 하는 부분은 아직 미래준비가 덜 되어 있는 것으로 이해할 수 있다. 반면, 새로운 기회는 미래기술을 상상하면서 이전에는 생각지 못했던 가능성을 발견하는 것으로 이해할 수 있다. 또 미래를 상상하면서 참석자들이 어떤 요인들을 결합하는지도 들어보았다. 예컨대, 인공지능의 패턴인식기술이 의료 분야에서 원거리 진료의 필요성을 충족하면서도 기술적으로 실현 가능한 현상을 만들어내고 그에 따라 원격진료를 허용하는 새로운 의료제도가 도입되는 것을 상상할 수 있다. 새로운 기술, 분야에서 요구하는 니즈, 그리고 새로운 제도 등 3 가지 요소가 결합돼 의료분야는 새로운 국면으로 나아감을 예상할 수 있는 것이다.

②-2 두 번째 세부 계획으로 우리는 참석자들이 좀 더 먼 미래를 상상할 수 있도록 새로운 가정을 제시하고 이들의 의견을 물었다. 예를 들어 인공지능 의사, 인공지능 판사, 인공지능 교사, 인공지능 공무원 그리고 인공지능 예술가 등 인공지능기술이 인간의 모든 지능을 모방하고 흉내낼 수 있는 수준이 되었을 때 각 직업은 어떤 변화를 겪을 것인지 논의했다. 이 논의에서 우리는 각 직업의 핵심적인 요소들이 극단적으로 어떤 변화를 겪을 것인지 알고 싶었다. 각 직업에 속한 참석자들이 이것만큼은 변하지 않는다고 가정한 것을 기술의 발달로 도전한다면, 그 변화는 무엇일지 예측해 보는 것이다. 예컨대 인공지능 판사가 지금의 판사가 하는 일을 대신할 수 있게 된다면 인간 판사는 인공지능 판사와 비교해 무엇을 새로 할 수 있는지, 생존을 위해 해야만 하는 일은 무엇인지 논의했다. 우리가 맞이할 미래는 매우 변형적인(transformational) 형태가 될 것이다. 지금 우리의 평범한 사고와 예측으로는 상상하기 매우 어렵다. 우리가 과거 경험했던 미래는 많은 경우 상상 이상이었다는 점을 감안한다면 앞으로 우리가 맞이할 미래도 지금의 상상을 훨씬 뛰어넘는 모습이 될 것으로 추정된다. 이 때문에 우리는 인공지능 의사, 인공지능 판사라는 다소 극단적인 가정을 해보고 그에 따른 변화를 상상해 보면서 우리의 인식체계나 생각의 한계를 넘어보려고 노력했다.

③ Output: 예측한 결과를 사회구성원들과 공유하는 과정이 필요하다. 참석자들은 사실상 직업을 대표할 수 없다. 앞서 언급했듯 직종별 다양한 직업

이 있기 때문이다. 예를 들어 정형외과 의사는 산부인과, 내과, 이비인후과 등 다른 직무가 필요한 분야를 대표하기 힘들다. 그러나 의사라는 큰 틀에서 인공지능기술이 어떤 변화를 미칠 것인지 예측해 보고 핵심요소들만 뽑아내 이를 다른 사람들과 공유할 수 있다. 직업 협회 같은 곳에 예측의 결과를 요약한 것, 또 구조화된 질문을 보내 협회 차원에서 직업의 미래상에 대해 어떤 반응을 보일 것인지 살펴본다면 예측의 객관성과 타당성을 높일 수 있다. 이들 협회에 미래 직업의 시나리오를 보내, 실제 협회 회원들은 이런 변화를 예상하고 있는지, 이런 변화가 실제 벌어진다면 적절히 대응할 수 있는지, 그렇지 않다면 이유는 무엇인지, 지금부터 미래를 준비한다면 무엇부터 할 수 있는지를 물어볼 수 있다. 협회 설문조사는 올해 연구과제의 한계, 시간과 예산의 제약으로 하지 못하고 미래의 과제로 남겨두었다.

④ Strategy: 좀 더 넓은 대상에게 미래에 대한 의견을 들은 뒤 이런 변화를 가능한 미래로 간주하고 실제 이런 변화들이 우리 사회에 어떤 영향을 미칠 것이고 그에 따른 대비 전략은 무엇인지 도출한다. 이 직업을 꿈꾸는 청소년들이 15년 뒤의 의사, 법조인, 교사, 공무원, 예술가가 되려 한다면 지금부터 무엇을 준비해야 하는지 논의한다. 또 제도적 측면에서 우리 사회는 미래의 직업을 맞이할 준비가 되어 있는지, 미비한 것, 수정이나 보완이 필요한 제도는 무엇인지도 논의한다. 청소년들이 인공지능 발달에 따라 어떤 논의를 하고, 어떤 직업을 예상하는지는 올해 과제에서 수행했다. 중학교 2학년 학생들을 대상으로 인공지능과 사회변화라는 미래워크숍을 진행했으며, 이들이 우리가 제작한 활동지를 갖고 미래를 직접 예측해 보았다. 그러나 제도적 변화나 실제적 전략에 대해서는 역시 올해 과제의 범위를 넘어 미래과제로 남겨두었다.

## 2. 현직 전문가 미래워크숍 결과

### 가. Foresight 1단계: 트렌드에 따른 직업의 변화

공무원: 인공지능기술이 발달하면서 내가 하던 일이 대체될 것으로 예상되는 것들은 민원 처리, 대국회 업무, 예산 책정, 법령 해석 등일 것이다. 민원 처리의 경우는 인공지능이 잘할 것으로 본다. 어느 미국 대학의 교수가 인공

지능 프로그램을 활용해 조교 역할을 맡겼는데, 학생들은 자신과 의사소통한 조교가 사람이 아닌 컴퓨터 프로그램인 줄 몰랐다고 한다. 사람과 공감하는 능력이 있는 것이다. 그렇다면 앞으로 인공지능은 시민들의 고충을 듣고 공감하며 과거 처리의 사례를 들어 민원을 처리해 줄 수 있을 것이다.

그러나 인공지능이 정책까지 만들기는 힘들 것이다. 정책이란 국민의 니즈를 반영하며 지지를 받아야 하는데, 이 과정은 매우 복잡하다. 정책은 시대의 요청뿐 아니라 관련 장관이나 대통령의 생각이나 의중도 반영된다. 또 기존에 있던 정책을 다시 사용하는 경우도 없다. 정책을 만들 때는 없던 것을 내놓아야 하는데, 그것을 인공지능이 할 수 있을까.

교사: 학생을 가르치는 현장에서 생각해 보면 인공지능이 꽤 쓸모가 있겠다는 생각이 든다. 한 가지 예를 들어보겠다. 어느 날은 중학생을 둔 학부모로부터 전화가 왔다. 아이가 아파서 오늘은 학교에 가지 않겠다고 하더라. 사실 나는 그 아이가 왜 학교에 오지 않는지 다른 이유를 알고 있었다. 아프다는 것은 핑계이고, 사실은 학교에서 왕따를 당해 학교에 오기 싫은 것이다. 이런 상황에 직면할 때마다 나는 교사로서 판단을 내려야 한다. 학생을 학교로 오게 할까. 아니면 아이의 바람대로 오지 말라고 할까. 학교에 오지 말라고 하는 것은 당장은 아이에게 도움이 될지는 몰라도 근본적인 문제는 해결하지 못한다. 이럴 때 나는 인공지능기술이 그 학생에게 도움이 될 것으로 생각한다. 인공지능 교사나 인공지능 친구를 24시간 붙여 준다면 왕따 문제를 어느 정도 해결할 수 있지 않을까. 한 교사가 모든 학생을 매 시간 1대1로 전담할 수 없기 때문에 인공지능기술이 더 발달한다면 학교교육 현장에서 잘 활용될 수 있을 것 같다.

의사: 의료는 (비정형의) 서비스이기 때문에 인공지능기술이 어떤 역할을 해줄 수 있을지 잘 모르겠다. 환자들은 상당 부분 감정적인 부분에서 의사에게 의존한다. 환자가 병원에 들어올 때부터 어떤 서비스를 받는지에 따라 의사의 말을 들을 수도, 듣지 않을 수도 있다. 사실 수술이 필요한 경우에도 환자는 감정이 상하면 병원에서 수술을 받지 않겠다고 고집을 피운다. 특히 1차 진료기관은 환자들의 감정을 고려하는 진료를 해야 하기 때문에 인공지능기술이 발달해도 1차 의료기관은 망하지 않을 것 같다.

그러나 만약 인공지능이 수술을 해야 하는지, 말아야 하는지 알려줄 수 있다면 의사 처지에선 도움이 될 것 같다. 사실 수많은 수술을 했던 경험을 생각해 보면 수술을 해야 한다는 판단을 내릴 때 51%의 확신을 갖고 하는 경우가 많다. 51%라는 판단을 내려야 할 때는 쉽지 않은 상황이다. 의사마다 훈련 받은 방식과 경험에 따라 수술 여부를 달리 결정할 것이다. 앞으로의 인공지능은 전 세계에서 모은 데이터와 경험을 확보하고 있을 것이다. 이를 바탕으로 수술을 해야 하는 확률이 51% 이상이라고 판단을 해주면 의사에겐 큰 도움이 될 것 같다.

예술가 1: 싱어송라이터로 활동하고 있다. 음반 기획부터, 발매 계획, 회계와 마케팅 등을 혼자 하는데 이걸 대신할 수 있는 인공지능이 나올 수 있을까 잘 모르겠다. 대중이 좋아하는 음악을 만들어내고 이를 효과적인 방법으로 판매하는 행위는 모두 창조적인 활동이다. 인공지능기술이 발달해도 당분간은 이런 일을 하기엔 힘들 것이다.

앞으로 인공지능기술이 더욱 발달한다면 사람들은 기계가 만든 음악을 좋아할까, 아니면 사람이 만든 음악을 좋아할까. 기계는 음을 정확하게 연주할 수 있을 것이고, 사람은 가끔 실수로 틀릴 수도 있다. 그럼 청중은 정확한 음을 연주하는 음악에서 감동을 느낄까, 아니면 몇 개 틀린 음을 연주하는 음악에서 감동을 느낄까. 앞으로 인공지능이 음악을 연주하는 시대가 지배적이라면 몇 개는 틀린 채 음악을 연주하는 사람에게서 더 감동을 느낄 수 있지 않을까. 인공지능이 발달하면서 예술에서 감동을 주는 요소가 무엇이 될지 궁금하다.

예술가 2: 아직 인간은 인간을 잘 모른다. 인간을 잘 모르기 때문에 인간이 만드는 인공지능이 어떤 식으로 인간에게 감동을 줄 수 있을지 모르겠다. 예술이 창조적인 활동인 이유는 인간의 고통을 객관화하고 그것을 견디는 어떤 것을 만들어내기 때문이다. 인공지능이 어떻게 이런 마음을 이해할 수 있을까. 이게 가능하려면 ‘나’라는 자의식이 있어야 하는데, 인공지능에게 자의식이 생길까. 인간 소설가들은 나로 시작하는 글을 쓸 수 있는데, 인공지능은 이게 가능할까. 인공지능이 “나는 예술가야”라고 선언할 수 있을까.

법조인: 법조계에도 인공지능이 활발하게 이용될 것이라고 하는데 어떤 원리로 이게 가능할지 잘 모르겠다. 판사가 하는 일을 보자. 법을 해석하고 범죄 사실을 확정하고 그에 따라 형량을 정한다. 사실을 확정할 때 증거의 의미를 해석하고 증인의 증언도 듣는다. 다양한 요인을 고려해서 사실을 확정하는데 이걸 인공지능이 대신할 수 있을까. 인공지능이 수많은 판례를 학습해서 어떤 사건이든 과거의 판례를 찾아 형량을 구형할 수 있다고 하는데, 이게 쉽지 않다. 사회변화에 따라 법도 바뀌고, 구형하는 수준도 달라진다. 입법자의 의도도 살펴야 하고, 문헌에서 말하지 못하는 부분도 이해해야 한다. 판례로만 따질 수 없는 사건은 많다.

6 명의 직업인 대화 소결: 우리는 인공지능의 발달에 따라 각자의 일에 어떤 영향을 받을 것인지 참여자들로부터 솔직한 이야기를 들을 수 있었다. 이들의 인식 속에서 인공지능은 아직 자신의 일을 대체할 수 없는 존재로 있다. 자신이 하던 일을 돌아보면 자신도 명쾌하게 어떤 일을 어떤 방식으로 하는지 정의할 수 없기 때문에 이런 복잡한 일을 인공지능을 갖춘 컴퓨터나 로봇이 할 수 있을까 확신할 수 없다. 이를 통해 우리는 일반인의 수준에서 인공지능 기술은 아직은 먼 이야기임을 알 수 있었다. 시민사회에서는 인공지능의 발달에 따라 무엇을 준비해야 하는지 논의되지 않고 있음도 알 수 있다.

그러나 논의가 시작되면서 참가자들은 인공지능기술의 가능성에 대해 조금씩 인지하게 되고, 이 기술이 자신의 일을 도와줄 수 있을 것으로 믿기 시작했다. 특히 인간의 한계, 24시간 일할 수 있다거나 수많은 데이터를 읽고 분석할 수 있는 능력을 인공지능의 필요성으로 인식했다. 참석자들은 이런 능력이라면 기꺼이 활용하겠다고 밝혔다. 그러나 여전히 시시때때로 변화하는 상황 파악과 복잡한 이해관계를 이해하면서 내리는 의사결정 능력은 인공지능이 할 수 없을 것으로 내다보았다. 데이터 수집과 분석은 가능하지만 판단과 결정은 여전히 인간의 몫이라고 주장했다.

우리는 참석자들이 아직 인공지능의 기술 수준과 발달 정도에 대해 이해하지 못하고 있다고 생각하고 좀 더 대담한 미래상을 보여주었다. Foresight 2 단계에서는 인간을 돕는 인공지능이 아닌, 인간의 능력을 뛰어넘는 인공지능의 존재를 가정해 줄 것을 요청했다. 이런 상황에서 각자의 직업은 어떤 변화

를 겪을 것인지 논의하도록 했다.

## 나. Foresight 2단계: 대담한 미래예측과 직업의 변화

교사: 인공지능 교사가 나타나 현재 내가 하고 있는 일을 할 수 있다면 나는 무엇을 할 수 있을까. 그런 인공지능 교사가 나타나더라도 종합적 판단이 필요한 경우 내가 더 잘할 수 있지 않을까. 집에서 부모로부터 학대를 받고 있는 학생이 있다고 치자. 이런 문제가 생기면 나는 동료에게 찾아 내가 모르는 해결책, 더 나은 해결책이 있는지 물어볼 것이다. 또 교감에게 법적 해석을 의뢰하고 학교가 학생을 위해 적절한 조치를 취할 수 있는지 논의할 것이다. 아동보호센터에도 연락해 도움을 받을 수 있는지 문의할 것이다. 필요하다면 경찰에도 신고할 것이다.

반면, 복지사는 다른 판단을 할지 모른다. 경찰의 도움을 얻기 전에 복지사를 학생의 집에 보내 부모를 만나 이유도 듣고 여러 가지 조언도 하면서 학생을 좀 더 근본적으로 보호할 수 있는 방법을 찾을 수 있다. 이런 것이 내가 교사로서 하고 있는 종합적 판단이다. 인공지능이 이렇게 할 수 있을까. 그러나 인공지능 교사에게 내 종합적 판단이 옳았는지는 물어볼 것 같다. 마치 동료 교사처럼 인공지능 교사에게 내 행동이 옳았음을 인정받으려고 할지도 모르겠다.

의사: 인공지능 로봇 의사가 등장해 지금의 내가 하는 일을 할 수 있다 해도 나는 그 인공지능 로봇 의사와 역할을 나누려고 할 것이다. 병원에도 수많은 의사들이 각자 자기 역할을 부여받고 있다. 병원끼리도 최고의 병원이 되기 위해 경쟁한다. 인공지능 의사가 나타나도 이 경쟁을 피할 수 없을 것이다. 그렇다면 인간 의사와 인공지능 의사 중에 누가 더 치료를 잘 하는지 겨룰 것이다. 나라면 인공지능 의사와 누가 더 뛰어난지 실력을 겨뤄보겠다. 인공지능 의사끼리도 최고가 누군지 가리는 경쟁을 할 것이고, 인간 의사도 마찬가지로 일 것이다. 이렇게 될 경우 인간의사와 인공지능 의사가 잘 협업해 최고의 병원을 만들겠다는 경쟁이 일어날 수 있겠다.

공무원: 인공지능 공무원이 나타나 내가 하는 일을 그대로 할 수 있다면 나는 국민이 있는 생활현장으로 나가 이들의 마음을 헤아리는 데 주력할 것이다. 정책이 잘 작동하고 있는지, 또 다른 문제는 없는지, 새로운 니즈(needs)나 바람(desire)은 무엇인지 찾아보고 모니터링할 것이다. 이걸 인간 공무원이 더 잘할 수 있지 않을까.

예술가 1: 인공지능 가수가 나타나 나의 일을 대신할 수 있다면 나는 인공지능 가수와 달리 잘 팔리는 음악보다 내가 좋아하는 음악을 만들 것이다. ‘나 같은’ 음악을 창조하는 데 노력을 집중할 것 같다. 나 같은 음악은 인공지능 음악가라도 못 만들 것이다. 나 같은 음악은 시간이 흘러가면서 변화할 것이다. 나는 나이를 먹을 것이고 몸도 늙어갈 것이다. 그럼 나 같은 음악도 변한다. 내 마음과 몸의 상태에 따라 변화하는 음악을 하고 있을 것 같다.

예술가 2: 인공지능 예술가가 나타나 내 일을 대신한다면 나는 나에게 끊임없이 물어보겠다. 나는 나를 지속적으로 탐색하고 싶다. 인공지능에게 묻지 않고 나에게 계속 묻다보면 그 시대를 살아갈 방법이 생길 것 같다.

법조인: 법은 인간을 중심에 놓고, 인간을 최고의 존재로 보고 있다. 그런데 인공지능 변호사나 인공지능 판사가 나온다면 과연 법이 인공지능을 어떤 존재로 간주할까. 이들에게 인간처럼 권리를 부여할까. 인간이 자신을 중심에 놓고 만든 법에서는 인간이 아닌 다른 존재에게 그런 권한을 부여할 수 없다고 본다.

6명의 직업인 대화 소결: 참가자들은 좀 더 강력한 인공지능이 등장할 때 많은 변화가 있을 것으로 예상했다. 여전히 이런 존재에 대해 생각해 본 적이 없어 어떤 변화가 올지 선뜻 이야기하지는 못했지만 앞서 인공지능기술의 발전 과정과 속도, 그리고 이 기술이 등장하면서 어떤 직업적 변화가 있을 것인지 생각했던 덕분에 좀 더 수월하게 변화에 대해 이야기를 나눌 수 있었다. 재미있는 점은 강력한 인공지능이 등장해도 여전히 자신의 일은 있을 것이고, 그 일은 매우 중요해서 전념할 수 있겠다고 생각한다. 교사는 인공지능 교사



를 마치 뛰어난 능력을 보유한 동료처럼 생각하고 협업을 하겠다고 의견을 밝혔다. 또 공무원들은 자료조사 등은 인공지능이 담당하고 자신은 현장에 나가 국민의 어려운 점을 직접 경험하는데 시간을 쏟아 더 나은 정책이 나올 수 있도록 하겠다고 밝혔다. 이들은 공통적으로 인간이 잘하는 능력으로 ‘종합적 상황판단 능력’을 꼽았다. 종합적이라는 말은 데이터 분석을 넘어 다양한 심리적 요소, 물리적 환경, 경제적·사회적 분위기, 정부의 성향이나 당시의 주요 목표 등을 고려한다는 뜻이다. 이런 능력을 인공지능이 갖춘다는 것은 쉽지 않다고 생각했다.

예술가들은 인공지능이 더욱 발전할수록 오히려 인간은 ‘더 인간적인’ 모습을 찾기 위해 노력할 것으로 보았다. 인공지능이 각종 데이터를 분석해 가장 인기를 얻을 노래나 그림을 그리는 동안 인간 예술가들은 대중성 있는 작품보다 이 세상에서 단 하나만 존재할 것 같은 작품을 만들겠다고 이야기했다. 흥미로운 점은 인공지능의 등장 덕분에 생존을 위한 경쟁에서 다소 놓여난 것처럼 간주하고 있다는 점이었다. 어차피 인공지능이 가장 잘 팔리는 제품이나 서비스를 제공할 것이고, 자신은 그 경쟁에서 이길 수 없을 테니 생존을 위한 예술이 아닌, 예술을 위한 예술, 예술 본연의 모습을 찾는 과정에 몰입하겠다고 밝히고 있다. 이런 생각은 인공지능이 펼쳐놓을 ‘무한풍부의 사회’가 등장한다면 이 사회에서 인간은 무엇을 위해 살며 무엇을 추구하면 시간을 보낼 것인지 암시하는 대목으로 읽힌다.

반면 법조인은 근본적인 물음을 던졌다. 법이란 인간을 중심에 놓고, 인간을 최상의 존재로 보고 형성된 것인데, 인간과 동등한 존재가 등장하면 이 존재 때문에 법이 존재할 수 있을 것인지 묻고 있다. 현재의 법체계에서 인간이 아닌 존재에게 인격, 권리, 책임을 부여할 수 없기에 강력한 인공지능이 등장해서 인간처럼 대우받게 된다면 인간의 법은 사라질 수밖에 없다는 주장으로도 읽힌다.

이 참가자의 주장은 좀 더 숙고할 필요가 있는 것임에 틀림없다. 그러나 사람들은 이미 인공지능 법조인에게 서비스를 받는 것이 나올 것이란 기대를 갖고 있다. 국내 한 판사는 ‘법률신문’에 기고한 글에서 “인간 판사에게 재판을 받을지, 인공지능 판사에게 재판을 받을지 선택하세요.”라는 글귀가 “미래의 전자소송 안내문”에 들어갈지 모른다고 추측하고 있다(이인석, 2016). 또

2015년 영국의 시민사법위원회는 2년 이내에 판사가 필요 없는 디지털재판을 시행하겠다고, 온라인으로 분쟁해결시스템을 만들겠다고 공언했다. “간단한 재판, 즉 5천만 원 이내의 소송이나 배상건은 이제 법원에 가지 않고 인터넷에서 재판을 받게 된다”는 것이다. 법조계에도 격변이 불어 닥칠 것을 예고하는 징조다.

### 3. 인공지능기술 전문가 인터뷰 결과

인공지능기술이 변화시킬 미래 직업세계 예측을 위해 인공지능기술 전문가 22명을 대상으로 인터뷰를 진행했다. 설문조사가 기술 수준 측정을 목적으로 했다면 인터뷰는 보다 구체적이고 심층적인 현장의 의견을 듣기 위함이었다. ① 미래 일자리 예측 ② 주요 직업군 변화 양상 ③ 미래 교육 방향 ④ 정책 제안을 중심으로 인터뷰를 진행했으며 공통으로 주어진 질문은 다음과 같다(〈표 3-4 참조〉).

#### 〈표 3-4〉 인공지능기술 전문가 공통 질문

- 
1. 인공지능이 인간의 일을 얼마나 대체할 것인가?
  2. 인공지능이 의사, 법조인, 교사, 공무원, 예술가에게 어떠한 변화를 가져올 것인가?
  3. 미래에 대비하기 위해 어떠한 교육적 변화가 필요한가?
  4. 인공지능기술과 관련하여 바람직한 정책적 방향은 무엇인가?
- 

첫 번째로 인공지능이 인간의 일을 얼마만큼 대체할 것인지에 대해 물었다. 인공지능기술에 대한 관심이 높아지면서 일자리 대체 가능성에 대한 우려도 확산되고 있다. 이에 대해 기술 수준을 가장 잘 알고 있는 전문가의 관점으로 2030년 일자리 변화를 예측해 보도록 했다. 대체가능성이 높은 직업과 그 이유, 대체되지 않을 영역과 그 이유를 질문하여 기술 전문가의 관점으로 바라보는 미래 일자리 변화를 살펴보았다.

두 번째로 인공지능이 의사, 법조인, 교사, 공무원, 예술가에 미치는 영향에 대해 물었다. 현재 사회적 영향력이 크고 청소년들의 선호도가 높은 주요 직업군이 인공지능기술에 의해 어떠한 변화를 겪을지를 예측해 보고, 각 직업

의 직무에 있어 대체 가능한 영역, 대체가 힘든 영역, 그로 인해 변화할 직업의 역할 변화를 정리했다. 앞서 진행된 직업인 미래워크숍 결과를 바탕으로 실제 직업인과 기술 전문가의 의견을 비교하여 시각 차이를 살펴보았다.

세 번째로 변화하는 미래사회 대비를 위한 교육변화 방향에 대해 물었다. 인공지능기술을 비롯한 다양한 기술 발달로 인해 직업세계 또한 변화할 것으로 예측되는 가운데 현재의 교육방법으로 충분히 대비가 가능한지, 그렇지 않다면 미래세대를 위해 어떠한 교육적 변화가 필요한지를 질문했다. 이를 통해 기술 전문가가 바라보는 현재의 교육시스템과 미래 대비를 위한 변화 지점을 도출했다.

네 번째로 인공지능기술과 관련한 바람직한 정책적 방향에 대해 물었다. 선진국을 중심으로 인공지능기술에 대한 활발한 연구가 진행되고 있는 가운데 국내에서도 자연어처리 인공지능 SW 엑소브레인과 시각 인공지능 SW 딥뷰 등 인공지능기술 개발사업을 추진 중에 있다. 인공지능기술에 대한 관심과 투자가 집중되는 가운데 정부의 바람직한 정책방향에 대해 기술 전문가의 의견을 들어보았다.

## 가. 인공지능으로 인한 일자리 대체 가능성과 한계

인공지능으로 인한 일자리 대체 가능성에 대해서는 전문가에 따라 다양한 관점이 존재했다. 그럼에도 유의미하게 반복되는 몇 개의 키워드를 발견할 수 있었다.

① 단순반복적인 일의 대체 ② 데이터 활용 확대 ③ 인공지능이 인간보다 뛰어난 영역 존재 ④ 기술적 한계 ⑤ 경제적 효용성 ⑥ 사회적 합의 등이 그 내용이다. ①②③이 인공지능기술로 인해 변화할 미래직업세계와 일자리 대체 가능성을 보여준다면 ④⑤⑥은 변화에 앞서 전제되는 인공지능기술의 한계 및 필수 고려사항을 보여주는 키워드라 할 수 있다. 다시 말해 단순 반복적인 일이나 데이터를 활용하는 일의 경우 인공지능기술이 인간보다 뛰어나며 일자리 대체 가능성도 높으나 기술 수준이 무조건적인 변화를 가져오는 것은 아니며, 경제적 효용성과 사회적 합의가 전제되어야 한다는 것이다. 그럼에도 불구하고 대부분의 기술 전문가들은 단순 반복적인 일의 대체는 불가피할 것으로 예

측했다(〈표 3-5〉). 한편 대체하기 힘든 영역에 대해서는 하드웨어적인 한계, 복합적 능력 부족, 경제적 효용성 등을 이유로 들었다(〈표 3-6〉).

### 〈표 3-5〉 인공지능으로 인한 일자리 대체 가능성

질문	1-1. 인공지능이 인간의 일을 얼마나 대체할 것인가?
답변	“답이 명확하게 정해지는 것들은 금방 바뀔 것이고, 사람보다 잘 할 것” “단순 반복적인 일들은 단기간에 대체될 것” “단순한 과정이 반복되고, 상대방의 심리를 이해하지 않아도 되는 직업들은 빠르게 대체될 것”

### 〈표 3-6〉 인공지능으로 대체하기 힘든 영역

질문	1-2. 인공지능이 대체하기 힘든 영역과 그 이유는?
답변	“사람들이 쉽게 하는 행동들, 복사, 에어컨 필터 교체 등이 오히려 구현하기 힘들” “사람보다 110%의 능력으로 하면 대체되겠지만 아직은 그 정도 능력이 안 됨” “자연어 처리나 사람의 의사 조종, 인사 담당 등의 업무는 인공지능에게 어려운 부분” “일부 요소만 잘하는 것은 쉽지만 복합적인 상황에서 여러 가지 일을 잘하는 것은 어려움” “패스트푸드는 자동화 작업이 가능하나 점원 임금이 높지 않아 자동화가 더 비쌌. 비용 대비 자동화 가능 군과 그렇지 않은 군이 존재”

## 나. 인공지능기술에 따른 주요 직업군의 변화 예측

의사, 법조인, 교사, 공무원, 예술가는 사회적 영향력이 높은 직업인 동시에 청소년들의 선호도가 높은 직업으로서 인공지능기술이 변화시킬 각 직업의 변화양상을 통해 미래직업세계를 예측해 볼 수 있을 것으로 보았다. 기술 전문가가 바라보는 직업 변화와 현재 그 직업에 종사하는 직업인의 답변을 비교하여 대체 가능한 영역과 대체 불가능한 영역을 도출했다.

## 1) 의사의 직업 변화 예측

〈표 3-7〉 인공지능으로 인한 의사 대체 가능성

	대체 가능한 영역	대체 불가능한 영역
기술전문가	<ul style="list-style-type: none"> <li>진단과 관련된 일</li> <li>빅데이터 활용 업무</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정신과 상담 등 관계 중심 진료</li> </ul>
의사	<ul style="list-style-type: none"> <li>새로운 수술방법이나 치료법에 대한 정보 제공</li> <li>데이터에 근거한 수술 성공률 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>감성 기반의 의료 서비스</li> <li>성공확률로만 판단할 수 없는 수술 결정 여부</li> <li>중요한 책임이 뒤따르는 일</li> </ul>

데이터를 기반으로 한 의사 업무의 경우 기술 전문가와 현직의사 모두 인공지능이 인간보다 뛰어날 것이라고 보았다. 환자의 진단이나 치료법에 대한 정보제공, 수술 성공 확률 등 데이터를 기반으로 한 일에서는 인공지능과의 협업이 불가피하다는 것이다. 실제로 미국 스탠퍼드대학 ‘AI 100’ 연구진이 발표한 ‘인공지능과 2030년의 삶’ 보고서에 의하면 인공지능이 가장 많이 활용될 수 있는 영역으로 의료 분야를 꼽았으며, 올해부터는 IBM의 AI 의사 ‘왓슨 포 온콜로지(Watson for oncology)’가 국내 병원에 들어와 암진단 등에 활용될 예정이다. 정신과 상담 등 관계 중심 진료나 감성 기반의 의료서비스, 중요한 책임이 따르는 일은 대체가 어려울 것으로 보았으나, AI 의사를 위한 보험시스템의 도입으로 책임 문제를 해결할 수 있을 것이라고 보는 기술 전문가도 있었다. 이에 따라 예측된 의사의 역할 변화는 〈표 3-8〉과 같다.

〈표 3-8〉 인공지능에 따른 의사의 역할 변화

- 의사의 영역 확대
- 건강관리를 위한 새로운 직종 등장
- 스마트 헬스케어 활용도 증가
- 의사 자격증에 대한 인식 약화
- AI 의사를 위한 보험시스템
- AI 의사와 인간 의사의 경쟁 및 공생

AI 의사의 등장으로 의사의 역할이 축소된다는 우려도 있었으나 의사의 영역이 확대되어 건강관리를 위한 새로운 직종이 등장할 가능성을 제기하는 기술 전문가도 있었다. AI 의사가 보편화될 경우 보험시스템으로 의사의 책임 부분을 해결할 것이며, 인간의사와의 경쟁과 공생을 예측하기도 했다.

## 2) 법조인의 직업 변화 예측

〈표 3-9〉 인공지능으로 인한 법조인 대체 가능성

	대체 가능한 영역	대체 불가능한 영역
기술 전문가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 판례 분석 및 추천</li> <li>• 논리 방향 체크</li> <li>• 증거 수집</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최종 판단</li> <li>• 재산이 많이 걸려 있거나 특이한 케이스 업무</li> <li>• 객관적 사실관계보다 논박으로 이루어지는 케이스</li> </ul>
판사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사무직원들이 보조하는 송달, 속기 업무</li> <li>• 선례가 있는 사건의 경우 공소장, 소장, 판결문 초안 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 증거 조사 후 사실 확정</li> <li>• 법률 해석</li> <li>• 여러 선택지 중 하나를 선택하는 일</li> <li>• 판례가 없는 사건 처리</li> </ul>

법조인의 경우 보조적 사무업무를 비롯하여 판례 분석, 증거수집, 판결문 초안 작성 등에 인공지능기술이 인간을 대체 가능할 것으로 보았다. 의사와 마찬가지로 데이터를 기반으로 한 작업에서는 인간보다 인공지능이 더 뛰어난 능력을 보일 것이라는 의견이었다. 실제로 2015년 9월부터는 스탠퍼드 대학생 조슈아 브라더가 개발한 AI 변호사가 사람들의 항의서 작성을 도와 주차위반 딱지 취소 업무를 하고 있으며, 2016년 5월에는 AI 변호사 로스(ROSS)가 대령로펌에 정식 고용되어 파산 관련 판례 수집 및 분석 업무를 담당하고 있다.

대체 불가능한 영역으로는 판례가 없는 특이 케이스 업무와 법률 해석 및 여러 선택지 중 하나를 선택하는 최종 판단 영역을 꼽았다. 의사와 마찬가지로 종합적 판단과 책임이 포함되는 일은 여전히 인간의 영역으로 남아 있되, 데이터를 기반으로 한 업무는 인공지능이 대신할 수 있다는 의견이었다.

### 〈표 3-10〉 인공지능에 따른 법조인의 역할 변화

- 인공지능기술로 법적 판단근거 확장
- 자료 수집이 빨라져 사람의 일처리 능력 향상으로 기존의 법조인의 숫자는 줄어드는 대신, 정확한 판결을 위한 검증, 감시를 위한 새로운 직업 등장
- 인간과 동일한 능력을 지닌 판사 로봇이 등장한다면 인간의 의지와는 상관없이 대체될 것

법조인의 역할 변화에 대해서는 풍부한 증거 수집으로 인해 판단 근거가 확장될 것이며, 일처리 능력 향상으로 기존의 법조인 수가 줄어들 가능성과, 보다 정확한 판결을 위한 새로운 직업이 등장할 것이라는 예측이 있었다. 데이터 수집을 넘어서는 보다 강한 인공지능이 등장할 시 인간의 의지와는 상관없이 역할이 대체될 것이라는 의견도 존재했다.

### 3) 교사의 직업 변화 예측

#### 〈표 3-11〉 인공지능으로 인한 교사 대체 가능성

	대체 가능한 영역	대체 불가능한 영역
기술 전문가	• 지식제공 전달	• 인성 발달, 도덕, 규범교육 • 일대일 맞춤형 교육
교사	• 지식제공 전달 • 입시 관련 데이터 제공 및 진학 지도 • 감정적 실수를 저지르지 않아야 하는 객관적 상담 영역	• 학생복지, 인간관계, 상담 등 종합적 판단이 필요한 영역 • 선택에 책임을 져야 하는 영역

교사의 경우 기술 전문가와 현직 교사 모두 지식전달 영역에 있어서는 인공지능이 사람의 역할을 대체할 수 있다고 보았다. 데이터를 활용하여 지식을 제공하는 부분에서는 인간보다 인공지능이 더 뛰어날 것으로 보았으며, 진학 지도 및 감정적 실수를 저지르지 않아야 하는 객관적 상담 영역에서도 인공지능의 능력을 높이 평가했다. 반면 편견이 없다는 것이 객관적 교육을 가능하게 하지만 도덕, 인성교육에 있어서는 대체가 불가능하다고 보는 의견도 있었

다. 교사의 일이 학습지도만이 아니기 때문에 학생의 복지, 인간관계 조정 등 종합적 판단이 필요한 영역에서는 사람의 역할이 중요하다는 것이다. 학생의 특성을 고려한 일대일 맞춤형 교육과 교사의 책임이 큰 영역도 인간의 역할이 클 것으로 보았다.

### 〈표 3-12〉 인공지능에 따른 교사의 역할 변화

- 지식 전달은 인공지능이 담당, 교사는 학생의 생활지도
- 학생 개개인에 맞는 조언자 역할
- 수업시간보다 쉬는 시간이 중요해짐
- 혼자 판단 내리기 힘든 상황에서 AI 교사가 조력자, 혹은 여과장치 역할
- 서로의 능력을 파악하여 장단점 보완

인공지능이 교육영역에 영향을 미칠 경우 지식을 전달하는 교사의 역할은 학생의 인성이나 생활지도를 하는 역할로 변화할 것으로 예측했다. 교사가 학생 개개인에 맞는 조언자 역할을 하며 학습을 위한 수업시간보다 쉬는 시간이 중요해진다는 것이다. 한편 인공지능이 판단에 도움을 주어 여과장치 역할을 할 수 있을 것이라는 의견과 인간 교사와 AI 교사가 장단점을 보완하는 관계가 될 수 있을 것이라는 의견도 있었다.

## 4) 공무원의 직업 변화 예측

### 〈표 3-13〉 인공지능으로 인한 공무원 대체 가능성

	대체 가능한 영역	대체 불가능한 영역
기술 전문가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단순 행정 처리</li> <li>• 사무직</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이해관계 조정</li> <li>• 정책개발 등 창의적 영역</li> </ul>
공무원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민원관리 및 답변</li> <li>• 반복적 업무</li> <li>• 정책 만들기에 있어 사례 수집, 통계 영역</li> <li>• 예산 처리</li> <li>• 창의적 영역을 제외한 대부분의 업무</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존에 없는 새로운 정책 창조</li> <li>• 데이터가 부족한 영역</li> </ul>



공무원의 경우 창의적 영역을 제외한 대부분의 영역에서 인공지능기술이 인간을 대체할 수 있을 것으로 보았다. 민원관리 및 답변, 사례 수집, 통계, 예산 처리 등 반복적이고 단순한 행정 처리에 있어 충분히 대체 가능하다는 것이다. 대체 불가능한 영역은 이해관계 조정, 정책개발 등 창의적 영역으로 보았다.

한국행정연구원의 <인사비전 2045>에 따르면, 인공지능과 빅데이터가 행정 업무에 활용돼 일부 공무원 업무를 대체할 것이며, 이에 따라 기계가 대체할 수 없는 감수성, 사색능력 등 인간 본연의 능력과 공직자로서의 소명을 정책과 행정서비스에 담아낼 수 있는 인재가 미래에 필요할 것이라고 발표했다.

#### <표 3-14> 인공지능에 따른 공무원의 역할 변화

- 정책이 국민들에게 잘 적용되고 있는지 판단하고 소통하는 현장 업무 수행

공무원의 역할은 정보를 처리하는 영역에서 벗어나 정책의 기능을 판단하거나 현장의 의견을 반영, 소통하는 업무를 중심으로 변화할 것으로 전망했다. 공무의 단순 영역은 인공지능이 담당하되 보다 복잡하고 종합적인 영역은 인간의 역할이 될 것이라는 예측이었다.

### 5) 예술가의 직업 변화 예측

#### <표 3-15> 인공지능으로 인한 예술가 대체 가능성

	대체 가능한 영역	대체 불가능한 영역
기술 전문가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존의 작품을 활용한 작품 창작</li> <li>• 표절 여부 검토</li> <li>• 수학적 비례가 중요한 예술(화음 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 작품 창조</li> <li>• 작품을 둘러싼 부가적 가치</li> <li>• 발레 같은 신체예술 영역</li> </ul>
예술가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기획·마케팅 등 판매와 관련된 부분</li> <li>• 상업적 성공 여부 판단</li> <li>• 창의력(객관적 판단 불가)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 감성적 영역</li> <li>• 자의식에 기반한 활동</li> </ul>

창의력을 바탕으로 한 예술의 영역에서도 기존의 작품을 기반으로 한 작품 창작에 대해서는 인공지능이 대체 가능할 것으로 보았다. 창의력이라는 것이 객관적 판단이 불가능하기 때문에 인간의 해석이 개입하는 예술의 영역에서 인공지능도 충분히 창의적으로 보일 수 있다는 것이다. 화음 구성 등 수학적 비례가 중요한 예술에서도 인공지능이 인간의 능력을 대체할 것으로 보았으며, 표절 여부 검토나 상업적 성공 여부 판단 등 창작을 둘러싼 부가적 영역에서도 인공지능이 활용될 수 있다고 전망했다.

인공지능이 작품을 만들어내는 것은 가능하지만 작품을 둘러싼 부가적 가치 창출은 대체 불가능하다고 보았다. 대량생산이 가능하기 때문에 인간 특유의 고유성은 담아낼 수 없다는 것이다. 새로운 작품 창조나 발레 같은 신체예술 영역도 대체가 불가능한 영역이다.

### <표 3-16> 인공지능에 따른 예술가의 역할 변화

- 
- 새로운 툴과 소프트웨어를 활용한 장르 개발
  - 인간 AI 공동 작품 창작
  - 로봇과 친숙한 세대를 위한 로봇, 휴머노이드 스타 등장
  - 인간의 불완전한 특징이 로봇과 대비되는 개성, 혹은 매력이 되어 이를 선호하는 사람들을 기반으로 예술활동 지속
- 

인공지능은 창작활동을 확장시키는 도구로 활용되어 예술의 영역이 보다 확대될 것으로 보았다. 과학과 예술의 밀접한 관련성이 새로운 장르 개발과 다양한 창작활동으로 이어질 수 있다는 것이다. 단순한 도구적 활용을 넘어 인간과 AI가 공동 창작자로 활동할 수 있으며 로봇과 친숙한 세대를 위한 휴머노이드 스타가 등장할 수 있다고도 보았다. 인간 예술가는 인공지능과 대조되는 불완전함을 개성으로 하여 예술활동을 지속할 수 있다는 예측도 있었다.

## 다. 미래세대를 위한 교육 방향

변화하는 미래사회를 준비하는 과정에서 교육 변화는 반드시 필요하다는 의견이 대다수를 차지했다. 주요 키워드는 ① 문제 정의 능력 배양 ② 소프트웨어 교육 ③ 동기부여 ④ 재교육 등이었다.

창의적 교육을 강조하는 분위기는 형성 되었으나 그 방법에 있어서는 보다 구체적인 내용이 필요하다는 것이다. 문제를 풀고 답을 맞추기보다는 스스로 문제를 정의하고 과정을 도출하는 능력이 중요하며, 불균일한 데이터를 바탕으로 종합적 판단을 내리는 능력이 인공지능 시대의 경쟁력이라고 보았다. 최근 정규 교육과정에 도입된 소프트웨어 교육에 있어서는 장단점이 존재하나 문제를 정의하고 해결 절차를 스스로 만들어내는 능력을 기를 수 있다는 면에서 긍정적으로 평가했다. 인공지능도 새로운 도구로서 시스템을 이해하고 활용하는 능력이 중요하다고 보았다. 학습에 대한 동기부여 또한 중요하며 문제 지향적 교육이 되면 왜 배우는지, 무엇을 배우고 싶은지를 깨달을 수 있는 환경이 조성될 수 있다고 보았다. 정규교육 외에 사회변화를 반영한 국가차원의 재교육이 필요하다는 의견도 있었다.

〈표 3-17〉 미래세대 교육방향

질문	3. 미래에 대비하기 위해 어떠한 교육적 변화가 필요한가?
답변	<p>“인공지능 시스템도 하나의 도구. 이 도구를 활용하는 사람과 지배되는 사람으로 나눌 것. 이를 활용하는 사람이 되도록 교육하는 것이 필요”</p> <p>“기계가 못하는 것은 질문하는 능력. 누가 좋은 질문을 던지고 문제를 잘 정의해서 어떤 좋은 도구를 활용하여 푸는지가 차별화 지점이 될 것”</p> <p>“획일적 교육에서 벗어나 학생의 특성을 파악한 교육 필요”</p> <p>“앞으로는 의사가 되어도 소프트웨어적인 마인드가 있어야 새로운 시장을 만들 수 있을 것. 전통적인 직종이 아닌 2 가지 영역을 연결시켜 줄 수 있는 역할이 주목받을 것”</p> <p>“직업은 바뀌고 새로운 기술이 도입되고 있기 때문에 기존 인력에 대한 재교육을 국가나 기업에서 시행할 필요”</p>

## 라. 인공지능기술과 정책방향

인공지능에 대한 관심이 그 어느 때보다 높아진 상황에서 정부의 정책에 대해서도 다양한 의견이 존재했다. 주요 키워드는 ① 원천기술 투자 ② 장기적 안목 ③ 인재양성 등이었다.

인공지능에 대한 다양한 투자가 이루어지고 있지만 원천기술 개발과 기초

과학에 대한 관심은 여전히 부족하다는 것이다. 이러한 부분이 마련되지 않으면 많은 투자에도 주도적인 영향력을 행사하기는 힘들다는 의견이었다. 이에 대한 대안으로 장기적 안목을 가진 정책 수립, 바텀업 시스템 활성화, 간접적 환경 개선 등을 이야기했다. 또한 새로운 기술을 이해하고 개발할 수 있는 인재양성 및 교육환경 개선도 중요 과제로 제안했다. 인공지능기술에 대한 관심이 사회 전반으로 확산되는 상황에서 현재의 분위기를 활용하여 지혜를 모은다면 저성장을 돌파하는 하나의 가능성이 될 수 있을 거라는 의견도 존재했다.

〈표 3-18〉 인공지능기술과 정책방향

질문	4. 인공지능기술과 관련하여 바람직한 정책적 방향은 무엇인가?
답변	<p>“원천기술 투자 필요. 패키지 사용만 배우면 영원히 구속되는 것”</p> <p>“원천기술에 대한 투자가 장기적으로 이루어져야 함. 수익이 있으면 몰려다가 흩어지는 경향. 장인정신을 가지고 한 분야를 쫓 하는 연구자 부족”</p> <p>“서류에 흔들리기보다는 국가 R&amp;D 로드맵에 따라 장기적 안목을 가질 필요”</p> <p>“툭다운이 아닌 바텀업 시스템 활성화”</p> <p>“좋은 아이디어 구현을 위한 간접적 환경 개선을 조성해주는 게 정부의 역할”</p> <p>“학생들이 얼마나 훈련이 잘 되어 있고 교육이 잘 되어 있느냐에 따라서 앞으로 사회 전반에 걸쳐 파급 미칠 것. 기술을 알고 잘 다룰 수 있는 사람 육성할 필요”</p> <p>“인공지능을 정채된 시기의 돌파구로 활용하면 어떨까”</p>

## 마. 시사점

기술 전문가 인터뷰 결과, 인공지능으로 인한 직업세계 변화는 필연적인 것으로 전망되었다. 사회적 영향력이 크고 청소년의 선호도가 높은 의사, 법조인, 교사, 공무원부터 가장 창의적인 직업군(群)인 예술가에 이르기까지 인공지능기술은 다양한 파급효과를 가져올 것으로 보았으며, 이미 점진적인 변화가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 변화에 대응하기 위한 교육적 변화와 올바른 정책 방향 설정도 주요한 과제로 언급되었다. 인터뷰 내용을 중심으로 인공지능이 미래 직업세계에 미치는 영향을 3 가지로 정리하면 다음과 같다.

첫째로 데이터를 기반으로 한 업무의 인공지능 대체 가능성이다. 단순 반

복적인 업무뿐 아니라 진단, 판례분석 등에 인공지능기술이 활용됨으로써 의사나 법조인으로 대표되는 전문직에도 역할 변화가 일어날 수 있으며, 지식전달과 학습에 인공지능이 활용될 경우 교사의 역할도 변화할 것으로 예측되었다. 방대한 데이터를 기반으로 패턴을 찾아내고 정리하는 일에는 인공지능기술이 인간의 능력을 뛰어넘기 때문에 업무 영역에 있어 인간과의 협업이 불가피할 것으로 보았다.

두 번째로 불규칙적이고 복잡한 일의 가치 상승이다. 인간관계 조정이나 감정을 다루는 것처럼 변수가 많은 일의 경우 인공지능이 인간의 역할을 대체하기 힘들 것으로 보았다. 교사 업무의 경우 지식전달보다는 학생들의 인성교육이나 상담, 개개인에 맞는 교수법이 중요할 것으로 보았고, 의사도 진단 외에 서비스 영역으로 역할이 확대될 것으로 예측되었다. 공무원의 경우도 대부분의 단순 업무는 대체 가능하나 현장 소통업무는 인간의 역할로 보았으며, 예술가도 예술적 가치에 있어서는 여전히 인간의 불확실한 특성이 중요한 변수라고 보았다.

세 번째는 문제를 정의하는 능력과 도구의 활용이다. 미래 변화를 대비하기 위해서는 문제를 잘 정의하는 능력이 필요하며, 이를 위한 교육 변화가 필요하다고 보았다. 단순히 도구를 사용하는 것뿐 아니라 시스템을 이해하는 것이 중요하고, 인공지능기술을 비롯한 도구의 활용능력이 미래를 대비하는 주요 변수로 작용한다는 것이다.

이에 대한 대안으로 사회변화를 반영한 재교육, 청소년 교육의 변화, 인공지능과의 협업과 전통적 직업 영역의 확대, 기초과학과 원천기술에 대한 투자, 인재양성 등이 언급되었다. 인공지능기술 수준뿐 아니라 변화의 속도를 조절하는 사회적 합의가 미래 직업세계 변화에 있어 중요한 부분이라는 점을 확인할 수 있었다.

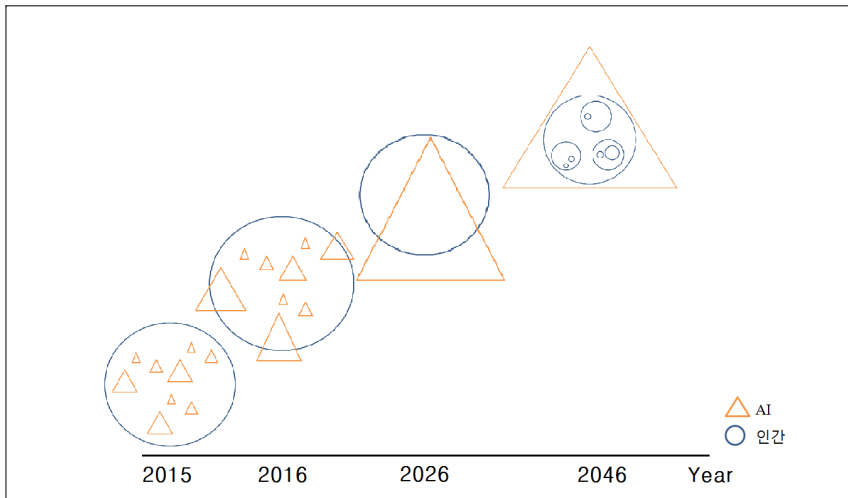
## 제5절 인공지능 발달에 따른 네 가지 시나리오

우리는 미래워크숍 참가자들의 토론 내용과 인공지능기술 발달에 따른 직업의 변화를 주제로 ETRI 과학기술자들 대상으로 토론한 내용을 면밀히 검토

했다. 이를 바탕으로 인공지능기술이 어느 정도 발전할 것인지, 그에 따라 사회는 어떻게 변화할 것인지 시나리오를 작성할 수 있었다. [그림 3-6]은 인공지능(AD)기술이 시간에 따라 어떻게 발전할 것인지, 그리고 그에 따라 인간은 인공지능과 어떻게 협업할 것인지 나타내고 있다. 추상적인 개념도이기 때문에 특별히 연도의 정확성이나 인공지능 능력의 정도에 주목할 필요는 없다. 그러나 기술 발전에 따라 인간의 능력을 넘어서는 인공지능이 우리에게 어떤 의미를 주는지 생각해 보면서 [그림 3-6]을 봐주길 바란다.

우리사회에서 인공지능이 본격적으로 논의된 지점을 알파고 사건 이후로 볼 때, 2015년까지 우리 사회 구성원들의 인식에 인간은 인공지능을 완전히 지배하고 있었다. 그러나 알파고 이후 시민들은 인공지능이 인간의 능력을 조금씩 넘어서고 있다고 느끼고 있다. 이 추세대로 앞으로 10년 뒤라면 인간이 하던 일 중 많은 부분을 인공지능이 대체할 수 있을 것으로 예상된다. 30년 뒤인 2046년에는 인간이 무엇을 하든 그 범위는 인공지능의 인식 안에 있을 것으로 예측된다.

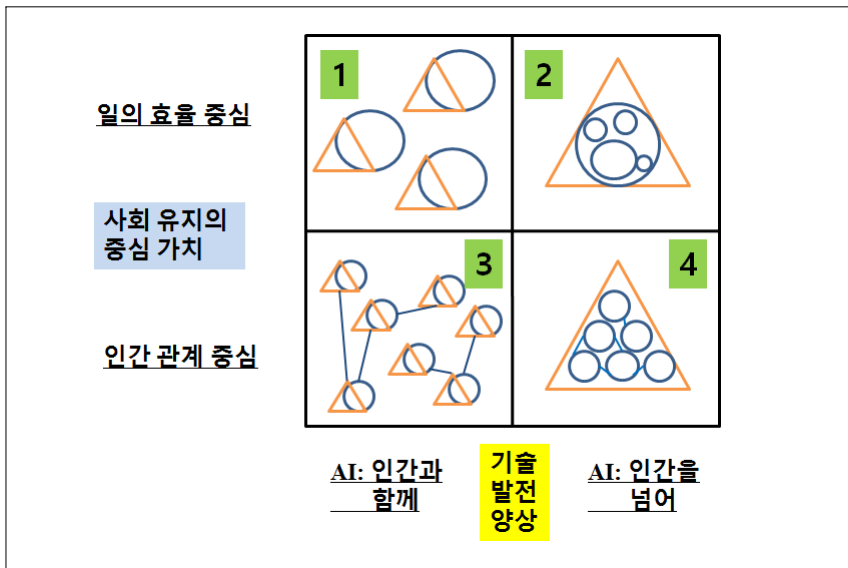
[그림 3-6] 인공지능 발달에 따른 인간의 역할 변화



모든 인간의 경험을 인공지능이 이해하고 있으며 어떤 변형이라도 인공지능의 예측범위 안에 존재한다는 가정이다. 앞서 언급했듯 예측의 정확성(2046년에 정말 이런 미래가 등장하는가?)에 초점을 두지 말고 앞으로 미래에 이런 개념의 사회가 올 수도 있다는 가정으로 이해하면 좋겠다.

지금까지 인간과 인공지능의 능력이 어느 정도까지 발달할 것인지를 살펴 보았다면 이제는 이 기술의 발달에 따라 어떤 미래사회가 도래할 것인지 논의해보자. [그림 3-7]은 인공지능 발전에 따른 네 가지 미래 시나리오를 제시하고 있다. X축은 시간에 따라 인공지능기술이 발전하는 양상을 나타낸다. 인공지능이 인간의 통제하에 존재하다가 어느 순간 인간의 통제를 벗어난다는 것을 가정한 것이다. Y축은 인공지능기술을 우리 사회가 어떻게 활용할 것인지, 인공지능기술로 어떤 사회적 가치를 더욱 발전시키고 실현할 것인지 나타낸다. 일의 효율을 높이는 방향으로 인공지능을 활용할 것인가, 아니면 인간관계를 좀 더 밀접하게 발전시키는 쪽으로 인공지능을 활용할 것인지 묻고 있다.

[그림 3-7] 인공지능 발전에 따른 네 가지 미래 시나리오



정리하면 X축은 기술발전 양상이고 Y축은 우리 사회가 중시하는 가치이다. 기술과 사회적 가치의 결합을 사회를 변화시키는 주요 요소로 본 것이다. 앞서 기술이 사회변화의 동력으로 작용할 때 보이는 특징에 대해 언급했듯, 기술은 자생적이며 사회 전반에 영향을 미치고 특정한 동인(사회적 가치)에 따라 개발되며 되돌릴 수 없는 상황으로 사회를 몰고 간다.

1번 시나리오는 인공지능이 인간의 능력을 넘어서지는 않는 수준에서 효율 중심으로 개발될 때의 상황이다. 이 사회에서 시민들은 무한경쟁을 통한 효율 향상을 추구한다. 대기업과 중소기업은 수직적 관계를 맺는다. 능력에 따라 차별대우를 받으며 인공지능과 함께 일하지 못하면 도태된다. 사회적 약자들은 정부보다 기업연합체가 보호하며 주요 의사결정은 인공지능의 도움을 받아 인간이 맡는다. 경제가 성장해야 사회가 안정된다고 믿으며, 기업가나 과학기술자, 혁신가가 대우를 받는 사회다.

2번 시나리오는 효율을 중시하는 사회 분위기에서 인공지능기술이 인간의 능력을 넘어선 다소 먼 미래를 가정한 상황이다. 그림에서 나타나듯 인공지능의 계산하에 인간이 움직인다. 인공지능이 이해하지 못하는 인간의 행동이나 생각은 없다는 가정이다. 이 미래에서는 효율을 중시하기 때문에 인공지능 스스로 능력을 향상하기 위해 경쟁주의를 활용한다. 인공지능의 혜택을 보는 계층이 차별화되어 있다. 사회적 약자들은 인공지능-기업연합체가 보호한다. 주요 의사결정은 인공지능이 한다. 경제성장의 의미는 퇴색되고 소멸하고 있으며 ‘무한풍부의 사회’가 펼쳐진다. 에너지나 환경 전문가, 인간 심리 전문가가 대우받는다.

3번 시나리오는 인공지능이 인간의 능력을 넘어서지는 않는 수준에서 인간관계를 돈독히 하는, 공동체 형성과 유지를 중시하는 사회분위기의 상황을 가정하고 있다. 수많은 기업이 수평적 관계 속에서 분업이 잘 되어 있다. 사회적 약자들은 사회 공동체가 보호한다. 주요 의사결정은 인간이 한다. 다양한 공동체가 개발되고 유지되는 것이 사회적 발전이라고 생각한다. 소설가, 시인, 게이머, 사회사업가가 대우받는 사회이다.

4번 시나리오는 관계 중심의 사회적 가치를 실현하는 분위기에서 인공지능이 인간의 능력을 넘어선 상황이다. 인공지능은 인간의 경험과 생각을 모두 읽고 있다. 인공지능 덕분에 생기는 혜택은 사회 구성원이 골고루 나눈다. 이



사회에서 뒤쳐지는 사회적 약자들은 인공지능-인간공동체가 보호한다. 주요 의사결정은 인공지능이 한다. 지구의 모든 생물체를 보호하려는 운동이 전개되며, 생명체와 에너지, 우주 전문가들이 대우받는다.

이런 특징이 있는 시나리오를 들고 우리는 대전의 한 중학교 교실을 찾아가 중학교 학생들과 미래 이야기를 나눴다. 인공지능 발달에 따른 다양한 미래가 펼쳐질 경우, 학생들은 어떤 능력을 갖춰야 할지, 어떤 직업을 상상할 수 있을지 논의했다. 이 내용은 뒤에 청소년 미래 워크숍 부분에서 설명할 것이다.

또 이 시나리오를 들고 인공지능 전문가를 찾아갔다. 이런 미래가 실현될 경우 우리 사회의 직업은 어떤 변화를 겪을 것인지 논의했다. 특별히 우리가 분석의 대상으로 삼는 법조인, 의료인, 교사, 공무원, 예술가 그룹은 어떤 변화가 일어날지 토론했다. 다만, 인공지능이 인간의 능력을 넘어서는 2번과 4번 시나리오를 전문가들에게 보여주지 않았다. 이 정도의 기술 수준이 실현되는 것에 많은 가능성만큼이나 의구심이 있기 때문에 전문가들의 생각 범위를 벗어날 것으로 생각했다. 생각의 범위를 벗어난 미래를 가정하는 것이 이들에게 힘든 일일 수도 있다. 또 이 과제가 2030년 예측을 목표로 하기 때문에 이 시계를 벗어난 미래에 대한 논의는 다음 기회로 미루기로 했다. 1번과 3번의 시나리오 상황에서 전문가들과 나눈 토론내용은 다음 장에서 다룰 것이다.

## 제6절 소결

앞서 논의한 것을 소결에서 반복해 제시하는 것보다 결론을 대신해 질문을 하나 제기하는 것으로 마무리한다. 인간의 조상들은 흩어져 살다가 왜 처음으로 모여 살겠다는 결심을 했을까. 처음으로 인간의 조상들은 원시공동체를 만들어 무엇을 공유했을까. 즐거움, 음식, 또는 외부 침입에 대한 효과적인 방어기술일까. 2300년 전 아리스토텔레스는 “동물들과 비교하여 볼 때 사람의 독특한 점은 사람만이 선과 악, 정의와 불의를 인식할 수 있는 능력이 있다”며 “이러한 인식이 사람들 사이에서 공통되므로 국가가 형성되는 것”이라고 말한 바 있다(아리스토텔레스, 1990: 44). 그러나 사람들은 각자가 정한 선과 악, 정의와 불의를 위해 서로 죽고 죽인 수많은 전쟁을 경험했고, 지금도 멈추

지 않고 있다. 이런 세계에서 인공지능의 시대에 직면한 사람들은 사람에게서 차가운 기계의 모습을 보고 있다. 오히려 사람들은 기계에게서 따뜻한 인간의 모습을 발견하고 있다(김기덕, 2016). 인간중심주의의 역설이 아닐 수 없다. 인간중심주의를 추구할수록 인간이 소외되는 현상이 발생하는 것을, 인공지능의 시대에 절절하게 느끼고 있다.

또 하나 미래 시나리오 작업을 하면서 얻은 통찰은 인공지능의 시대에 인공지능(AI: Artificial Intelligence)을 뒤집은 IA(Intelligence Amplication)의 태도가 필요하다는 것이다. IA는 인간과 컴퓨터의 결합 시대에 인간의 지능이 더욱 고도화되고 확장될 수 있다는 가정이다.<sup>9)</sup> IA라는 프레임에서는 시민사회가 과학기술의 변화를 따라가면서 더욱 진화되는가, 아니면 그렇지 못한가로 나뉜다. 새로운 시대에 맞춰 진화하고 발전하려면 지금부터 인간과 인공지능의 공존에 대해 다양한 가능성을 논의하고 실험해 보아야 한다. 이를 기반으로 다양한 문명의 진보를 경험할 수 있다. 그러나 이런 논의와 실험이 없는 사회는 많은 시민들이 시대에 뒤처지고 변화를 이해하지 못한 채 고립될 수 있다.

9) <https://www-rohan.sdsu.edu/faculty/vinge/misc/singularity.html>.

## 제4장

# 로봇 기술과 직업세계 변화

### 제1절 개요

과거 산업혁명으로 생산성이 높아지면서 인간의 노동시간은 크게 단축되어 현재의 주 5일 근무제가 실현되기에 이르렀다. 그 기저에는 생산성 향상을 위한 기계화의 역할이 주효했으며, 이제 산업현장에서 기계가 인간의 노동력을 대체하는 것이 익숙한 현상이 되었다. 제조업을 중심으로 활용되는 산업현장에서의 산업용 로봇은 인간이 하던 일을 대신하며 인간의 수고로움을 덜어주는 데 크게 기여했다. 이제 로봇은 인공지능과 같은 첨단 과학기술과 만나 더 넓은 영역의 산업 분야에서 활약하고 있다. 단순히 인간의 체력적인 한계를 극복하게 하는 형태가 아니라, 로봇이 대신할 수 없을 것이라고 예상했던 간호 및 서비스 분야에서도 로봇의 역할이 나타나고 있다.

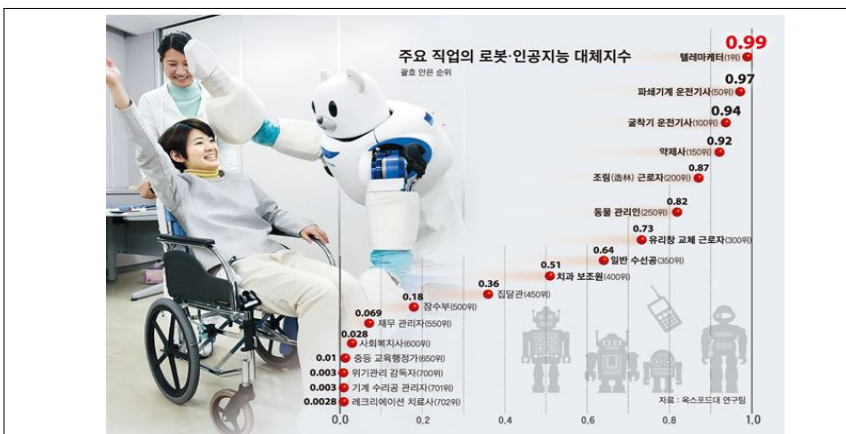
본래 로봇은 인간의 일과 밀접한 관련을 맺고 있다. 로봇의 어원을 살펴봐도 체코어로 “ROBOTA”는 “노동”을 의미한다는 점에서 로봇의 탄생 자체가 인간의 일과 관련이 있음을 내포한다. 또한 최근 많은 사람이 우려하는 바와 같이 인간의 일을 빼앗을 수 있음을 태생적으로 내포한다고 해석할 수도 있다.

인간의 일을 대신하던 영역이 확대됨과 동시에 로봇과 융합되는 첨단 과학기술의 발전으로 인간의 영역을 “침범”하는 주제가 종종 논란이 되고 있기도 하다.

실제 2016년 3월, 인공지능 ‘알파고’와 이세돌 구단의 바둑 경기가 세기의 대결을 벌이던 때, 로봇과 인공지능기술로 사라질 직업에 대한 연구가 큰 화제가 되었다. 영국의 옥스퍼드대 연구팀은 미국의 702개 직업 중 약 47%가 앞으로 로봇 혹은 인공지능으로 대체될 수 있다고 보고했다. 로봇과 인공지능기술이 별개의 것이 아니고 인간의 삶에 유사한 영향을 미친다는 점에서 로봇과 인공지능이 직업세계에 미치는 연구가 많은 이들의 주목을 받았다. 과거에도 이와 유사한 연구가 없었던 것은 아니었지만, 기술이 급속도로 발전하면서 일 자리에 직접적인 영향을 미치게 되자 사람들의 관심은 더욱 커졌다.

인간이 로봇에 느끼는 위협은 일자리 문제에서 가장 크게 인식되고 있다. 영국의 옥스퍼드대 연구팀이 미국의 702개 직업에 대해 로봇 혹은 인공지능으로 대체될 직업을 분석한 결과에 따르면, 전체 직업의 약 47% 가량이 로봇에게 일자리를 빼앗길 가능성이 높은 고위험군으로 분류되었는데, 직종별로는 운송, 물류부문 종사자들의 위험이 가장 높았고 생산직과 사무직 가운데서도 행정지원 분야가 업무 대체가능성이 높은 것으로 나타났다. 또한 연봉이 높을수록 종사자들의 학업수준이 높을수록 직업 대체 가능성은 낮았다

[그림 4-1] 주요 직업의 로봇·인공지능 대체지수



자료: 한국일보(2015)

로봇과 인공지능으로 인한 자동화 대체 확률에 대해 한국고용정보원이 한국직업정보시스템 재직자조사를 분석한 결과도 유사했다. 주요 변인은 재직자 조사 조사항목 중 정교한 동작, 비좁은 공간, 창의력, 예술 관련, 사람 파악, 협상, 설득, 서비스 지향성 등이었다. 결과에 따르면 자동화에 따라 직무의 상당 부분이 인공지능과 로봇에 의해 대체될 수 있는 것으로 나타났다. 특히, 전문직으로 분류되던 손해사정인(손해사정인(0.961, 40위), 일반의사(0.941, 55위), 관제사(0.867, 79위)도 자동화에 의해 직무대체확률이 상대적으로 높은 것으로 나타나, 단순 반복적인 저숙련 업무뿐만 아니라, 전문성이 요구되는 인지적 작업도 로봇 및 인공지능 영향에서 벗어날 수 없음을 시사하였다.

[그림 4-2] 자동화 대체 확률 높은·낮은 직업

자동화 대체 확률 높은·낮은 직업	
자동화 대체 확률 높은 직업 상위 30개	자동화 대체 확률 낮은 직업 상위 30개
순위	순위
1 콘크리트공	1 화가 및 조각가
2 정육원 및 도축원	2 사진작가 및 사진사
3 고무 및 플라스틱 제품조립원	3 작가 및 관련 전문가
4 장원경찰	4 지휘자·작곡가 및 연주자
5 조세행정사무원	5 애니메이션 및 만화가
6 물품이동장비조작원	6 무용가 및 안무가
7 경리사무원	7 가수 및 성악가
8 환경미화원 및 재활용품수거원	8 메이크업아티스트 및 분장사
9 세탁 관련 기계조작원	9 공예원
10 택배원	10 예능 감사
11 과수작물재배원	11 패션디자이너
12 행정 및 경영지원관련 서비스 관리자	12 국악 및 전통 예능인
13 주유원	13 감독 및 기술감독
14 부동산 컨설턴트 및 중개인	14 배우 및 모델
15 건축도장공	15 제품디자이너
16 예표원 및 복권판매원	16 시각디자이너
17 청소원	17 웹 및 멀티미디어 디자이너
18 수금원	18 기타 음식서비스 종사원
19 철근공	19 디스플레이디자이너
20 도금기 및 금속분무기 조작원	20 한복제조원
21 유리 및 유리제품 생산직(기계조작)	21 대학교수
22 곡식작물재배원	22 마술사 등 기타 문화 및 예술 관련 종사자
23 건설 및 광업 단순 종사원	23 출판물기획전문가
24 보조교사 및 기타 교사	24 큐레이터 및 문화재보존원
25 시멘트·석회 콘크리트생산직	25 영상·녹화 및 편집기사
26 육아도우미(베이비시터)	26 초등학교교사
27 주차 관리원 및 안내원	27 촬영기사
28 판매 관련 단순 종사원	28 물리 및 작업 치료사
29 샷시 제작 및 사공원	29 섬유 및 염료 시험원
30 육류·어패류·낙농품가공 생산직	30 임상심리사 및 기타 치료사

자료: 한국고용정보원(2016)

하지만 로봇의 기술 진화가 거듭될수록 로봇으로 대체되는 직업의 영역은 더욱 확대되고 있다. 고학력 전문직의 경우 대체가 힘들 것이라는 예상과는 달리, 의사나 약사가 로봇 대체 영역으로 이동하는 예외 사례가 나타나고, 과거 로봇과 자동화가 주로 제조업 분야의 일자리를 대체한 것과는 달리, 미래에는 고객응대, 지식산업, 전문직 등 서비스 분야의 대체 가능성이 높아지고 있다. 이처럼 로봇은 위험하고 어려운 일을 인간 대신 안전하게 처리하는 역할도 하지만, 인간은 기존의 일자리를 놓고 로봇과 경쟁하는 상황에 직면할 가능성이 높아졌다.

이에, 본 연구에서는 로봇이 인간의 일자리와 고용, 그리고 직업에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보고자 한다. 즉 로봇 기술의 발전 현황을 살펴보고, 로봇 기술의 발전으로 위기를 맞게 될 직업 및 새롭게 등장할 직업을 살펴보고자 한다. 이를 위해 관련 연구를 고찰하고, 직업세계 변화 관련 전문가 자문 및 미래 시나리오 분석을 통해 로봇 기술의 영향 관계를 도출하고자 한다. 또한 로봇 기술로 나타나는 직업세계 변화와 관련하여 이에 대한 대응으로서 근로자가 대응할 수 있는 전략을 제안하고자 한다.

## 1. 연구 내용

본 연구는 로봇 기술의 발전에 따른 직업세계 변화를 살펴보는 연구로, 이를 위해 로봇 기술의 현황 및 응용 분야를 고찰하였다. 로봇 기술의 발전은 크게 제조용 로봇과 서비스 로봇으로 구분해 살펴보고, 각 로봇 기술이 직업세계에 어떠한 영향을 미치는지를 함께 살펴보았다. 또한 이러한 변화 양상에 대해 각종 관련 보고서 및 연구결과를 토대로 미래 예측 시나리오를 작성하고, 전문가 자문을 거쳐 로봇 기술이 직업 및 일자리에 미치는 긍정적·부정적 변화 양상을 살펴보았다.

## 2. 연구 방법

본 연구는 크게 세 가지 방법으로 수행되었다. 첫째, 로봇 기술 발전 현황

및 산업 전망은 각종 연구보고서 및 정책자료 등을 토대로 문헌연구를 실시하였다. 둘째, 로봇 기술 발전에 따른 직업세계 변화와 관련해 로봇 산업 및 학계 전문가를 대상으로 설문조사와 자문 등을 실시하였다. 셋째, 문헌연구 및 자문 결과를 토대로 직업연구자 관점에서 미래 예측 시나리오를 설정하고, 이를 전문가 집단에 검증받아 수정 및 반영하는 절차를 거쳤다.

## 제2절 로봇 기술의 현황 및 산업 전망

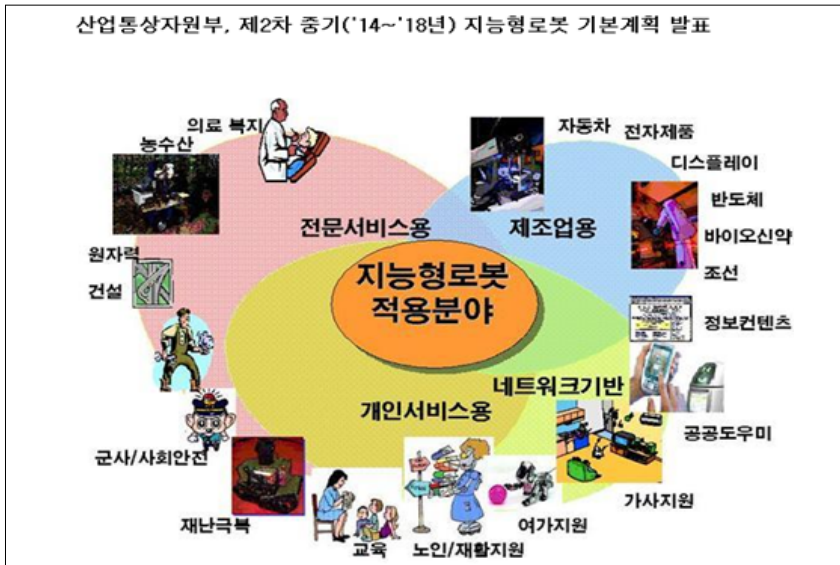
### 1. 로봇의 유형과 기술 발전

위키백과에 따르면, 로봇은 사람과 유사한 모습과 기능을 가진 기계, 또는 무엇인가 스스로 작업하는 능력을 가진 기계를 말한다. 로봇이란 용어는 체코 슬로바키아의 극작가 카렐 차페크가 1920년에 발표한 희곡에서 사용한 이후 일반적인 용어로 통용되기 시작했다. 여기서 로봇은 인간과 동등하거나 그 이상의 감정이나 혼을 가지고 있지 않은 인조인간으로 등장했는데, 향후 인간에 반항하는 비극적으로 대상으로 다뤄지기도 했다.

로봇은 크게 세 가지 의미를 갖는다. 첫째, 기계로서 로봇은 인간과 비슷한 형태를 가지고 걷기도 하고 말도 하는 기계장치를 의미한다. 둘째, 어떤 작업이나 조작을 자동적으로 하는 기계장치로 산업현장에서의 자동화기기를 의미한다. 셋째, 로봇은 남의 지시대로 움직이는 사람을 비유하여 이르는 뜻을 가지고 있다. 이처럼 로봇은 기본적으로 일을 하는 기계이면서 감정이 없는 자동화 수단, 그래서 인간에 의해 조작된다는 특성을 갖는다. 하지만 로봇 기술이 발전하면서 로봇은 인간에 더욱 가까워지고 때로는 인간의 모습을 닮아 사람 형태를 하며, 심지어 감정까지 인식하고 교류하는 형태로 발전했다.

로봇산업을 이끄는 로봇은 지능형 로봇으로, 지능형 로봇(Intelligent Robot)은 외부 환경을 인식하고(Sense), 스스로 상황을 판단하여(Think, Cognition) 자율적으로 동작하는(Act, Mobility & Manipulation) 기계장치를 총칭한다. 지능형 로봇은 용도에 따라 제조용, 전문서비스용, 개인서비스용으로 구분하며, 제조, 교육, 의료, 국방, 건설, 재난 등의 다양한 분야에서 기술발전을 이루고 있다.

[그림 5-3] 지능형 로봇 적용 분야



자료: 산업통상자원부

제조용 로봇은 자동제어에 의한 조작 또는 이동 기능을 다양한 작업프로그램에 의해 실행할 수 있는 로봇으로, 국제로봇협회(IFR)는 제조용 로봇을 고정 또는 움직이는 것으로서 산업자동화 분야에서 사용되는 자동제어, 제어프로그램 다목적인 3축 또는 그 이상의 축을 가진 자동조정장치라고 정의하고 있다. 제조용 로봇은 첨단 제조 환경이 필요한 자동차, 선박, 반도체, 디스플레이, 그린, 나노, 바이오산업 등 신산업에 적용할 수 있는 첨단 제조업 로봇을 의미하며, 적용범위에는 자동차, 일반 기계 분야, 조선 및 해양산업 분야, IT, BT 기기 및 장비 산업 등이 있다.

개인서비스용 로봇은 개인의 삶의 질 향상을 목적으로 개인 일상활동 공간 또는 주거공간에서 건강, 가사, 교육, 엔터테인먼트, 안전·보안, 정보제공 등 개인의 삶을 지원하기 위한 서비스 및 콘텐츠를 제공해주는 로봇을 말한다. '2015 중소기업 기술로드맵(중소기업업종)'에 따르면, 개인서비스용 로봇은 개인의 생활 범주 내 비영리적인 활동을 보조하고 지원하는 대인 지원형 로봇, 저출산, 고령화, 웰니스, 소득증대 등의 개인생활 패턴 변화에 대응이 가능하도



록 개인의 생활을 지원하는 로봇 등을 의미한다. 또한 서비스 및 콘텐츠는 일반인을 대상으로 제공하며, 휴머노이드 로봇처럼 청소, 심부름, 교육, 전화, 경비 등 다양한 명령을 수행한다. 개인서비스용 로봇 시장은 가사, 교육, 엔터테인먼트, 케어 등 개인을 위한 단일 서비스에 특화된 제품 중심의 시장에서 지능형 로봇 중심으로 발전하고 있다.

전문서비스용 로봇은 비제조용 로봇으로 의료·국방 등 사람의 복지 또는 특정한 시설이나 특수 목적에 유용한 서비스에 전문화된 서비스를 제공하는 로봇을 의미하며, 그 범위는 의료·군사 등의 특수한 목적을 가지고 설계되는 로봇으로 미세한 수술에 사용되는 로봇이나 군사 작전을 위해 설계되는 전투용 로봇 등이 대표적이다. 또한 검사 및 유지보수 로봇, 스포츠 기술지원 로봇, 구조 및 보안 로봇, 물류 로봇, 전문 청소 로봇, 필드 로봇<sup>10)</sup>, 건설 및 철거 로봇, 의료 로봇, 국방 로봇 등의 전문서비스 로봇 및 그와 관련된 부품 등을 포함한다(중소기업청, 2015). 국제로봇협회(IFR)에서는 전문서비스용 로봇산업을 사람의 복지, 특정한 시설이나 특수목적에 유용한 서비스를 제공하는 로봇을 생산하는 산업으로 정의하고 있다. 정형화되지 않은 작업환경에서 작업을 수행하므로 높은 수준의 지능화 기술이 요구되며, 적용 분야가 다양하고 특수한 용도로 사용되기 때문에 다기능성 및 안정성 등이 요구되는 특징이 있다.

〈표 4-1〉 로봇 주요 제품 분류표

구분	주요 품목	주요 제품 및 기술
제조용 로봇	매니플레이터 로봇 플랫폼	엔드이펙터·그리퍼, 로봇 핸드, 감속기, 액츄에이터·모터, 관절, 다축 로봇 팔, 직교좌표 로봇
	가공용 로봇	연마용 로봇, 기버링 로봇, 절단용 로봇, 기타 가공용 로봇, 도장용 로봇, 코팅용 로봇, 샌드 블라스팅 로봇, 세정용 로봇, 기타 표면처리용 로봇 등
	조립용 로봇	부품조립용 로봇, 부품분해용 로봇, 집착 및 실링재 도포용 로봇, 납땜용 로봇, SMD, 기타 조립분해용 로봇 등

10) 필드 로봇은 실외의 비정형화된 환경에서 동작하는 로봇으로, 농업 로봇, 착유 로봇, 입업 로봇, 채광 로봇, 우주 로봇 등으로 구분된다.

구분	주요 품목	주요 제품 및 기술
	이·적재용 로봇	파렛타이징 로봇, 자동차 내외장부품 핸들링 로봇, 전기·전자부품 핸들링 로봇, 웨이퍼 카세트 이송용 로봇, 웨이퍼 핸들링 로봇, 글라스 이송용 로봇, 식품 이송용 로봇, 기타 이·적재용 로봇 등
	공작물 착탈용 로봇	절삭기계용 공작물 착탈 로봇, 주물·단조열처리 제품 핸들링 로봇, 프레스 제품 핸들링 로봇, 플라스틱 사출품 취출 로봇, 기타 공작물 착탈용 로봇 등
	용접 로봇	아크 용접용 로봇, 스폿트 용접용 로봇, 레이저 용접용 로봇, 기타 용접용 로봇 등
개인서비스용 로봇	케어 로봇	헬스케어 로봇, 이동보조 로봇
	가사지원 로봇	실내청소 로봇, 실외청소 로봇, 창문·벽청소 로봇, 주방 로봇, 잔디깎기 로봇, 펫 로봇, 무인경비 로봇, 미용 로봇
	교육용 로봇	교육 로봇, 교사보조 로봇, 교구제 로봇
	개인 엔터테인먼트 로봇	소셜 로봇, 게임 로봇, 여가지원 로봇, 에듀테인먼트 로봇, 애완 로봇
전문서비스 용 로봇	검사 및 유지보수 로봇	시설 및 공장검사 및 유지보수 로봇, 탱크/관/하수구 검사 및 유지보수 로봇 등
	스포츠 기술지원 로봇	골프 로봇, 탁구 로봇, 배드민턴 로봇 등
	구조 및 보안 로봇	화재 및 재난 로봇, 감시 및 보안 로봇 등
	물류 로봇	AGV, 화물 및 야외 물류 로봇 등
	전문 청소 로봇	바닥청소 로봇, 창문/벽청소 로봇, 탱크/관 청소 로봇, 선체 청소 로봇 등
	필드 로봇	농업 로봇, 착유 로봇, 임업 로봇, 채광 로봇, 우주 로봇 등
	건설 및 철거 로봇	핵 철거 및 해체 로봇, 빌딩건설 로봇, 토목 로봇 등
	의료로봇	진단 로봇, 수술 보조 및 치료 로봇, 재활 로봇 등
	국방 로봇	지뢰제거 로봇, UAV, UGV 등

자료 : 중소기업청(2015).

## 2. 로봇산업의 동향과 전망

한국로봇산업진흥원에서 2015년 말 발표한 ‘2014년 국내 로봇산업 실태조사’ 자료에 따르면(2014년 실적 기준), 국내 로봇산업 매출 규모는 2013년 대비

18.0% 증가한 2조 8,540억 원이며, 생산 규모는 19.2% 성장한 2조 6,467억 원을 기록한 것으로 나타났다.

〈표 4-2〉 국내 로봇산업 수급 추이

(단위: 억 원, %)

구분	2013년	2014년	증감
매출	24,193	28,540	18.0
생산	22,210	26,467	19.2
수출	7,376	7,464	1.2
수입	3,698	3,949	6.8

자료: 한국로봇산업진흥원(2014)

제조업용 로봇 생산은 전년 대비 16.0% 증가한 1조 9,672억 원, 수출은 5.8% 증가한 6,313억 원, 수입은 37.8% 증가한 1,728억 원을 기록했다. 서비스용 로봇은 전문서비스용 로봇 생산이 73.9%로 크게 증가했으나, 개인서비스용 로봇 수출이 30.5% 감소한 여파로 전체 서비스용 로봇 수출은 전년 대비 26.5% 감소했다. 로봇 부품 및 부분품에서는 생산(53.5%)과 수출(28.3%) 모두 전년 대비 증가하여 각각 3,409억 원과 265억 원을 기록하였고, 수입은 전년 대비 16.0% 감소한 1,978억 원을 기록했다.

〈표 4-3〉 국내 분야별 로봇산업 수급 추이

(단위: 억 원, %)

구분	생산				수출				수입			
	2012	2013	2014	증감	2012	2013	2014	증감	2012	2013	2014	증감
제조	16,184	16,958	19,672	16.0	4,661	5,965	6,313	5.8	1,292	1,254	1,728	37.8
서비스	3,314	3,029	3,385	11.8	1,172	1,204	885	△26.5	105	90	243	170.0
전문	355	378	657	73.9	24	18	54	204.5	10	3	133	4,776.5
개인	2,959	2,651	2,728	2.9	1,148	1,186	831	△30.0	95	87	110	26.4
부품	1,829	2,223	3,409	53.3	120	207	265	28.3	1,627	2,354	1,978	△16.0
합계	21,327 (△0.6)	22,210 (4.1)	26,467 (19.2)	100.0	5,953 (142)	7,376 (23.9)	7,464 (1.2)	100.0	3,024 (△8.6)	3,698 (22.3)	3,949 (6.8)	100.0

자료: 한국로봇산업진흥원(2014)

세계 지능형 로봇시장 동향의 경우, 국제로봇협회(IFR)의 World Robotics 2015에 따르면, 2014년 세계 로봇시장은 2013년 149억 달러 대비 12.3%(167억 달러)

증가해 최근 5년간 연평균 20%의 성장세를 보이는 것으로 나타났다. 이중 전 세계적으로 제조업과 개인서비스용 로봇 분야의 성장세가 큰 편이었는데, 제조업 로봇은 제조업에서의 높은 노동비용과 고령화에 대응하고 자국의 산업경쟁력을 제고하기 위한 정책적 차원에서 성장이 예상되며, 서비스용 로봇은 로봇의 가격 하락과 상품의 다양화 등으로 꾸준히 성장할 것으로 예측되었다.

〈표 4-4〉 세계 로봇시장 규모 추이

(단위: 백만 달러)

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	14/13	연평균
제조용	3,976	5,678	8,278	8,496	9,507	10,737	12.9%	22%
서비스용	2,801	3,890	4,205	4,860	5,366	5,965	11.2%	16%
전문	2,200	3,353	3,569	3,636	3,662	3,779	3.2%	11%
개인	601	537	636	1,224	1,704	2,186	28.3%	29%
합계	6,777	9,568	12,483	12,356	14,873	16,702	12.3%	20%

자료: World Robotics 2015, IFR(2015년 9월 기준), KIRIA 정리·재편집

국가별로는 중국의 부상이 두드러지게 나타나고 있다. 중국 로봇시장은 자동차 및 전기·전자 분야 산업 수요의 증가로 제조업용 로봇시장 성장을 선도하며, 영국과 미국은 그 다음 그룹을 형성하고 있다. 국제로봇협회(IFR)는 한국의 제조용 로봇 시장 연평균 18%의 성장세를 자동차 부품업체(특히 전자부품)가 견인했다고 분석하였다.

〈표 4-5〉 국가별 제조용 로봇산업 시장 규모 추이

(단위: 백만 달러)

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	연평균
중국	352	670	1,067	1,177	1,878	2,712	50%
일본	935	1,037	1,487	1,432	1,136	977	1%
미국	539	1,014	1,485	1,629	1,749	1,800	27%
독일	719	820	1,140	1,250	1,390	1,329	13%
한국	215	525	496	377	511	485	18%
영국	24	33	62	168	138	111	36%
소계	2,783	4,100	5,736	6,031	6,802	7,414	22%
기타 국가	1,193	1,578	2,542	2,465	2,705	3,322	23%
세계 합계	3,976	5,678	8,278	8,496	9,507	10,737	22%

자료: World Robotics 2015, IFR(2015년 9월 기준), KIRIA 정리·재편집

한편, 세계 로봇시장 전망에 대해 국제로봇협회(IFR)는 World Robotics 2015에서 서비스용 로봇이 2015~2018년까지 총 402억 달러의 시장규모(전문서비스 194억 달러, 개인서비스 208억 달러)를 형성할 것이라고 예상하였다. 이중 전문서비스 로봇은 2015~2018년까지 총 15만 2,375대, 194억 달러의 시장규모가 형성될 것으로 예측하고, 일반적인 모바일 플랫폼과 물류시스템이 크게 성장할 것으로 내다봤다. 개인서비스 로봇은 2015년~2018년까지 총 3,510만 3,100대, 208억 달러의 시장 규모를 형성하고 가정용 로봇(122억 달러), 특히 휴머노이드 로봇, 청소용 로봇의 성장이 두드러질 것이라고 전망했다.

〈표 4-6〉 세계 서비스용 로봇산업 시장 전망

(단위: 백만 달러)

구분	unit			\$1,000		\$million
	2013	2014	15~18(e)	2013	2014	15~18(e)
서비스 로봇	3,664,054	4,696,572	35,255,475	5,365,122	5,964,901	40,224
전문서비스	21,712	24,207	152,375	3,661,602	3,774,634	19,404
필드	5,281	5,748	32,200	882,197	989,064	5,625
전문청소	323	277	6,650	7,380	6,609	105
탐사, 유지	277	257	4,000	26,275	23,868	180
건설, 철거용	650	557	2,500	42,731	36,129	139
물류시스템	2,089	2,644	14,500	238,674	260,869	1,602
의료	1,292	1,224	7,8000	1,453,579	1,317,100	6,227
구조안전	105	62	700	22,342	20,945	254
국방	10,513	11,001	58,800	901,482	1,023,110	4,533
기타	1,182	2,437	33,025	86,942	100,940	739
개인서비스	3,642,342	4,672,365	35,103,100	1,703,520	2,186,267	20,820
가정용	3,697,929	3,349,827	25,912,100	793,307	1,214,055	12,200
엔터테인먼트	941,225	1,217,791	9,004,500	900,380	959,660	7,600
노인, 장애보조	688	4,416	32,500	9,671	12,509	288
기타	2,500	331	154,000	162	43	732

자료: World Robotics 2015, IFR(2015년 9월 기준), KIRIA 정리·재편집

## 제3절 로봇 관련 직업세계 변화 시나리오 분석 결과

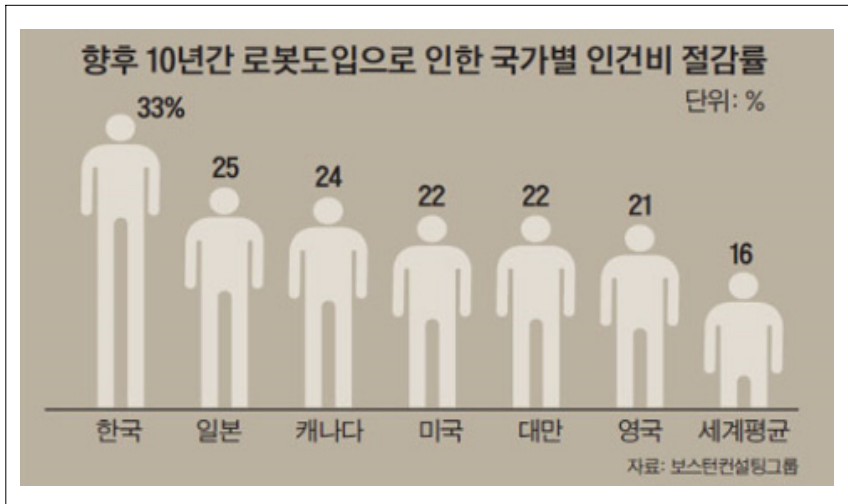
본 장에서는 로봇 기술을 중심으로 한 직업세계 변화를 일자리 감소, 직무 수행 방식의 변화, 서비스 로봇시장 확대에 따른 신직업의 탄생으로 구분하여 살펴보았다. 분석 결과는 문헌연구, 전문가 대상 설문조사 및 자문에 따른 미래 예측 시나리오를 분석한 결과이며, 전문가 검토를 거쳐 수정·보완하였다.

### 1. 로봇 기술 발전과 일자리 감소 직업

로봇이 인간의 일을 대신하는 모습을 살펴보면, 로봇은 단조로운 반복 작업이나 인간의 불쾌한 작업, 위험한 작업에서 더욱 기능적으로 작용한다. 로봇의 정밀도와 정확도는 인간보다 정확하며 체력적으로도 휴식을 취할 필요도 없고 품질 향상도 가능하다. 로봇은 방사성 물질을 취급하거나 유독 화학물질을 취급할 수 있으며, 극도로 덥고 추운 환경에서 근무가 가능하다. 또 폭발물을 수색하거나 폭탄의 뇌관을 제거하는 일, 우주공간에서의 작업도 사람보다 기능적이며, 가정에서는 가사를 돕거나, 육체적인 장애를 가진 사람들을 돌보는 일, 체력이 약한 고령자를 돕는데 유용하다.

이러한 로봇의 작업은 제조용 로봇 및 서비스 로봇의 기술 발전과 궤를 같이하며 일자리에 영향을 미친다. 미국의 보스턴컨설팅그룹(BCG)은 2015년 9월 로봇동향 보고서에서 2025년까지 전 세계 제조업 분야에서 전체 작업공정 중 25%가 로봇으로 대체될 것이라고 예측했다. 또한 로봇의 도입 속도는 제조 비용 및 국가에 따라 다르지만, 중국, 한국, 대만, 인도네시아 등 몇몇 국가는 높은 인건비용으로 인해 공격적으로 로봇을 도입할 것이라고 분석했다. 이중 한국은 로봇 도입으로 향후 10년 간 인건비 절감이 33%에 달해 로봇의 일자리 대체 현상이 빠르게 진행될 것으로 예측되었다.

[그림 4-4] 로봇 도입으로 인한 국가별 인건비 절감률



자료: 조선경제(2015)

제조용 로봇 기술의 발전은 제조현장에서의 기계화 및 자동화를 촉진하고 제조업 종사자의 직무 및 일자리에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 이미 제조현장에서는 다수의 단순 생산 및 기능직이 로봇으로 완전히 또는 부분적으로 대체되고 있으며, 이에 따른 인력수요 감소 현상이 나타나고 있다.

서비스 로봇 기술의 발전 또한 일자리의 감소 및 직무수행 방식에 전 방위적 영향을 미치고 있다. 서비스 로봇의 등장은 가정, 복지, 교육, 오락, 의료, 국방, 사회안전, 해양, 환경 등 제조업을 넘어선 보다 확대된 산업 분야와 밀접한 관련이 있고, 가시적인 직업세계 변화를 이끌고 있다. 즉, 가사지원 분야의 청소 로봇을 비롯해, 독거노인을 보조하며 거동이 불편한 노인을 위해 옷을 갈아입히거나 배변을 보조하고 거동을 돕는 실버 로봇, 각종 테러나 범죄 분야의 군사용 로봇, 재난현장에서 사람을 구출하는 안전 로봇, 범죄예방을 위해 순찰하는 감시순찰 로봇, 해양에너지 탐사 및 식량 부족을 해결할 해양자원 및 심해탐사 로봇, 환경오염을 감시하고 오염을 정화하는 환경미화 로봇 등 서비스 로봇 기술의 발전과 상용화로 로봇은 보다 친숙한 대상이 되고 관련 직업은 변화를 겪고 있다.

## 가. 제조용 로봇과 일자리 감소

제조용 로봇은 전방산업의 경쟁력을 향상시키며 후방산업을 발전시키는 견인차 역할을 한다.<sup>11)</sup> 제조용 로봇의 종류는 이·적재용 로봇, 공작물 탈착용 로봇, 용접용 로봇, 조립 및 분해용 로봇, 가공용 및 표면처리 로봇, 바이오 공정용 로봇, 시험·검사용 로봇, 기타 제조업 적용 교육훈련용 로봇 등이 있고, 제조용 로봇은 전 산업에 걸쳐 생산현장에서 활발하게 적용되고 있다. 이들 로봇은 이미 용접원, 조립원, 시험원, 도장원 등과 유사한 직무를 수행하며 보다 위험한 환경에서 고품질의 직무를 대신하고, 고숙련직의 높은 노동비용을 절감시키는 효과까지 보이고 있다. 이러한 인력 대체현상은 로봇 기술의 발전에 따라 가속화될 수 있을 것으로 보인다.

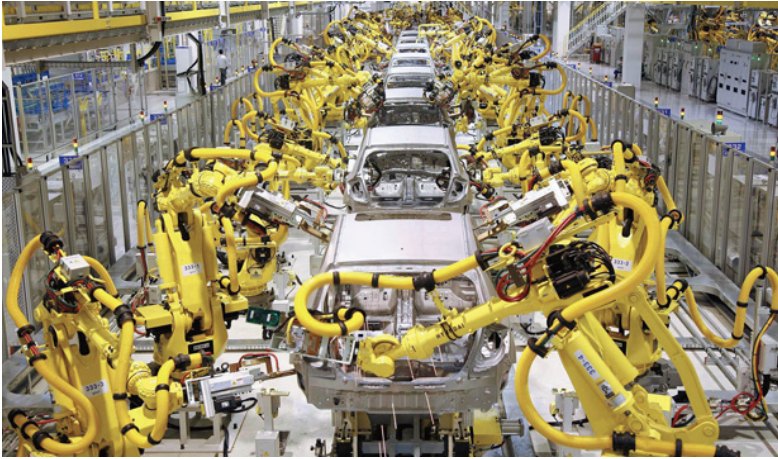
‘용접원’의 경우, 고숙련 기술자의 일자리도 위협을 받고 있는 상황이다. 일례로, 두산중공업의 다기능 PC 원격제어 배관용접 로봇시스템의 경우, 수동 용접 작업자의 고된 작업환경 및 용접 품질의 불안정, 기술인력 확보의 어려움 등을 개선해 주었고, 효과성에 있어서도 작업시간 단축 및 균일한 용접품질의 제품생산력을 통해 인건비의 절감과 생산성 향상을 보이고 있다.

‘제품 및 부품조립원’은 현재 많은 일자리가 대체된 상태이나 정교한 작업 영역까지 확대되어 지속적인 일자리 감소가 예상된다. 특히, 중국, 태국, 인도네시아, 브라질, 멕시코 등의 국가를 중심으로 자동차 산업에 대한 투자의 일환으로 용접조립 로봇의 도입이 활발하게 이뤄지고 있다. 중국의 자동차 산업의 경우는 국가 전체 산업용 로봇 수요의 60%를 차지하고, 세계 자동차 공장의 투자 유치가 활발하게 이뤄지고 있지만, 정작 조립라인에서는 로봇으로 자동화되어 사람의 손을 찾아보기 어렵다.

11) 전방산업과 후방산업은 전체 생산흐름에서 산업의 앞뒤에 위치한 업종을 의미한다. 다시 말해 제품 소재를 주로 만드는 업종을 후방산업, 최종 소비자가 주로 접하는 업종을 전방산업이라고 한다(시사경제용어사전). 제조용 로봇의 전방 산업은 자동차·조선 등 대형 제조업, 컴퓨터·스마트폰 소형 제조업, 반도체·디스플레이 등 정밀제조업, 제약·바이오산업 등에 해당하며, 주요 후방산업은 전자부품업, 기계부품업, 금형사출업, 물류·유통·항만 산업, 금속·소재가공산업, 로봇의 외장 및 부속품 분야에 적용하는 금속 및 재료 산업, 로봇의 내부 시스템에 적용되는 반도체, 전자·통신·임베디드 SW산업, 로봇의 구동부를 구성하는 모터, 제어장치, 관절장치, 그리고 로봇에 오감을 부여하는 공간·위치·속도 등 센서산업 등이 있다(2015, 중소기업청).



[그림 4-5] 기아자동차 슬로바키아 공장의 조립 로봇 시스템

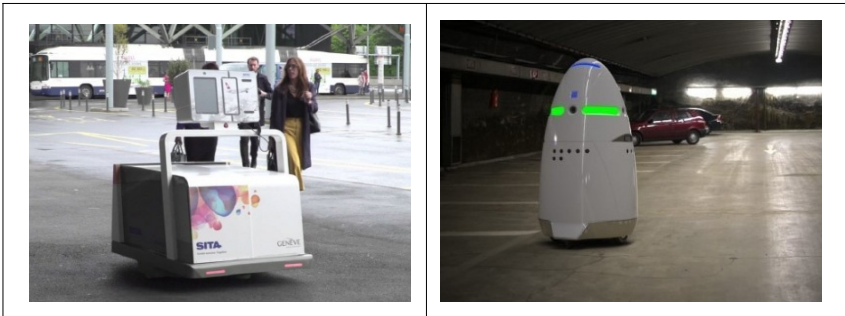


자료: 한겨레(2014)

‘물품이동장비조작원’도 이미 물품이동장비 자체가 로봇으로 대체되어 일 자리 감소를 가져오고 있으나, 로봇이 아예 조작을 대신하거나 무인시스템의 형태로 작업환경이 바뀌고 있어 관련 일자리의 감소가 예상된다.

로봇시스템의 도입은 <경비원>, <청원경찰> 등의 일자리 감소에 영향을 미치고 있다. 생산현장에서는 생산시설의 경비와 보안 업무가 상당히 중요하기 때문에 대부분의 현장에 CCTV가 설치되어 있고 관련 보안 및 경비 업무가 중요하게 여겨진다. 하지만 고정된 CCTV 형태가 아닌 공장이나 연구소, 물류센터 등에서 활용하는 모니터링 로봇시스템의 도입은 기업 내 보안 및 범죄 예방에 효과적이며 고정형 카메라에서 탈피할 수 있다는 장점이 있다. 또한 자율 이동형 감시시스템이 탑재된 모니터링 로봇은 단순 모니터링뿐 아니라 감시지역에서의 화재, 누수, 정전, 범죄 등의 돌발상황에서도 능동적인 대처가 가능하며, CCTV 사각지대를 해소하는 등의 효과가 있다는 점에서 생산현장에서의 보급 확대가 커질 전망이다.

[그림 4-6] 공항수하물 운반 로봇 레오(좌) 및 순찰 로봇 나이트스코프 K5(우)



자료: 좌-테크홀릭(2016); 우-헤럴드경제(2016)

## 나. 서비스 로봇과 일자리 감소

서비스 로봇은 크게 개인서비스용 로봇과 전문서비스용 로봇으로 구분된다. 개인서비스 로봇은 소형 휴머노이드 로봇을 비롯해 가사 지원 및 헬스케어 로봇, 게임용·오락용 로봇, 교육 관련 로봇의 생산이 활발하며, 가장 대표적인 로봇인 로봇 청소기는 비약적인 발전까지는 아니어도 가장 안정적인 시장을 형성한 상태이다.

전문서비스용 로봇은 비제조용 로봇으로 의료·국방 등 사람의 복지 또는 특정한 시설이나 특수 목적에 유용한 서비스에 전문화된 서비스를 제공하는 로봇을 의미한다. 이들 모두 제조용 로봇과는 달리 기업 및 개인의 일상생활에서 쉽게 접할 수 있다.

교보재용 교육용 로봇의 등장은 ‘보조교사’, ‘원어민 외국어교사’의 일자리에 부정적인 영향을 미칠 전망이다. 일례로, (주)로보메이션의 ‘로보쌤’의 경우는 초등학교 영어교육을 위한 터치센서 및 음성인식, 장애물 감지 초음파 센서 등 다양한 기능을 보유하고 있으며, 이에 따라 원어민 교사를 대체하거나 교사의 보조 역할로서 영어로봇 서비스 사업에 투입·운영되고 있다.

문화예술 분야의 안내 및 해설 로봇시스템은 현재 국악박물관, 국립중앙박물관, 국립민속박물관, 국립대구박물관 등 박물관을 중심으로 ‘안내원 및 해설사’의 역할을 대신하고 있다. 이들 로봇은 박물관이나 미술관에서 다국어 안내와 다양한 콘텐츠를 상황별로 제공할 수 있고, 영상을 통한 보다 구체적인, 그

리고 찾아가는 서비스를 제공한다. 소위 도슨트 로봇이라고 불리는 지능형 해설 로봇은 자율주행이 가능하면서 다양한 언어의 음성 지원 및 관람객 수준별 안내서비스를 제공하고 있다. 이미 2011년부터 국내에서도 로봇연구원이 개발한 전시안내 로봇 ‘키로온봇’등이 활동하고 있다.

한편, 홍보·안내 로봇의 경우 공항·쇼핑몰·은행·공공기관 등에서 점차 이벤트와 홍보용 도우미 로봇을 활용하면서 기존의 ‘홍보도우미’등의 일자리를 대신할 것으로 보인다. 다만, 인력 활용 대비 로봇의 개발 비용 및 임대, 관리 비용 등이 고가일 경우 확대 보급이 지연될 수 있으나, 이 역시 기술의 발전에 따라 대체될 가능성이 높은 편이다.

물류 로봇의 경우 물류센터 등에서 상품을 자동으로 관리하는 로봇으로, 상품의 이송, 핸들링, 포장, 분류, 배송 등에 이용된다. 이외에 택배 서비스를 담당하는 드론 형태의 로봇시스템 역시 이미 상용화되었고, 점차 이를 도입하는 기업이 늘어나고 있어 전통적인 ‘택배원’의 일자리 감소에 영향을 미칠 것으로 보인다.

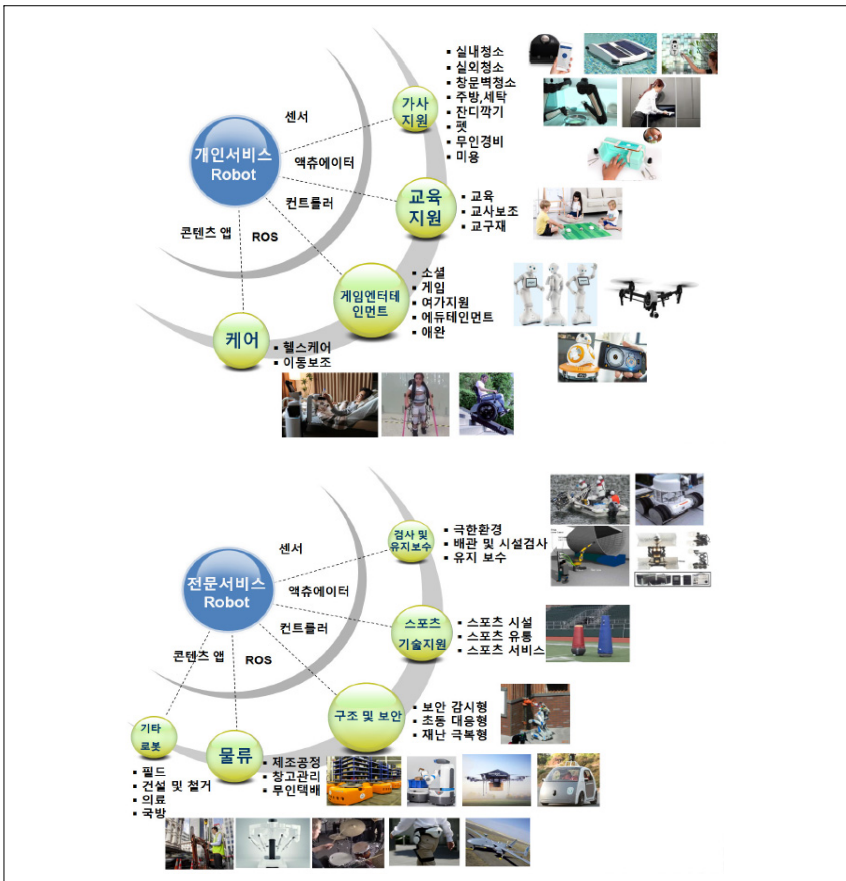
건설 및 철거를 담당하는 전문서비스용 로봇의 경우, 대형 교각 및 구조물의 자동화 건설 또는 보조건설, 외벽작업, 바닥마감 및 타설, 철공구조 등에 활용되는 로봇 등이 개발되고 있다. 이러한 로봇은 단순 건설기능직의 일자리 감소에 영향을 미칠 수 있으며, 다만 고숙련 기술자의 업무를 보조·지원하는 형태로 직무수행에 영향을 미칠 수 있다. 고숙련자의 기술을 로봇이 대체하는 문제는 로봇 기술 발전의 정교화에 따라 달라질 수 있으나, 단기간에는 인간의 기술력을 따라잡기 어려울 수 있고 이로 인해 인간을 보조하는 수단으로 기능할 것으로 보인다. 하지만 이 역시 기술적으로 충분히 극복할 수 있는 단계로 상향될 수 있기 때문에 점차 인간의 작업효율성을 뛰어넘을 가능성이 높다 하겠다.

농업 분야의 경우 고령화 및 노동력 부족 현상에 따라 로봇의 수요가 발생하고 있는 분야라고 할 수 있다. 다만, 농업 분야 일자리의 감소 현상과 함께 인력의 부족에 따른 수요 확대의 가능성이 더 높기 때문에 농업 분야에서는 인건비 절감 및 식물 생산관리의 효과성을 증대시키는 긍정적인 효과가 더 큰 경향을 보일 수 있다. 실제 국내 식물 생육관리 로봇시스템의 경우 스마트팜 기술을 적용하고 첨단 정밀농업을 실현한다는 점에서 부족한 노동력을 보

완하는 긍정적인 역할을 하고 있다.

이처럼 서비스 로봇은 특정 직종의 일자리 감소에 영향을 미치기도 하지만 새로운 일자리의 창출, 그리고 인간과 로봇이 협업하는 형태로 직무수행 방식이 달라질 수 있다는 점에서 일자리의 감소만을 논하기에는 한계가 있을 수 있다. 특히, 서비스 로봇의 경우 특정 직업의 소멸을 가져오는 형태가 아니라, 인간의 육체적 노동을 보완하며 업무를 지원하고 협업할 새로운 기회를 제공한다는 긍정적인 측면이 존재한다.

[그림 4-7] 중소기업 기술로드맵(2016~2018) 개인 및 전문서비스 로봇 분야



자료: 중소기업청(2015)

## 2. 로봇기술 발전에 따른 직무 변화

로봇 기술의 발달은 인간의 일자리를 대체하는 양상을 보일 수도 있으나, 다른 한편으로는 로봇과 협업할 기회를 제공하게 될 것이다. 이들 경우는 직업의 소멸이나 대체 측면보다는 인간의 육체적·정신적 노동을 경감시키는 긍정적인 효과를 내포한다. 한편, 이 과정에서는 관련 로봇 제품의 기술을 학습하며, 유용한 서비스를 기획하고, 컨설팅 및 연구 개발하는 등의 새로운 직무가 나타날 것으로 전망된다.

### 가. 업무 지원 및 협업 기회 증대

제조현장에서는 ‘비싸고 무겁고 다루기 힘든 로봇에 대한 대안’으로 기존 제조용 로봇의 개념을 바꿀 파괴적 혁신 제품인 협업 로봇의 상용화가 진행되고 있다. 예를 들어, 독일의 자동차 브랜드 ‘아우디’는 스위스의 스타트업 기업인 ‘누니(Noonee)’와 공동으로 웨어러블 형태의 외골격 보조도구인 ‘체어리스 체어(Chairless Chair)’를 개발해 생산라인에 있는 작업자가 이를 활용해 자동차 조립공정에서 비교적 자유롭게 작업할 수 있도록 지원하고 있다. 또한 일본의 ‘Fanuc’사는 기존의 소형 로봇인 ‘LR메이트 200iD’ 시리즈를 사람과 협력이 가능한 로봇으로 개량한 최대 7kg 무게를 감당할 수 있는 ‘CR-7iA’ 등 3개 제품을 출시하였고, 스위스 ‘ABB’사에서 개발한 인간과 협력이 가능한 양팔 제조용 로봇 ‘YuMi’은 인간의 육체적 노동력을 절감시키면서 직무수행 방식을 바꾸는 형태로 업무환경을 바뀌어나가고 있다.

[그림 4-8] 인간과 협력이 가능한 제조용 협업 로봇 예시



의료 현장에서의 재활 로봇은 치료사 대신 기계를 통한 보행치료로 인력 보조 및 정확한 치료가 가능하도록 지원하고 있다. 예를 들어, 하지보행 재활 치료용 로봇의 경우 환자의 치료에만 좋은 것이 아니라, 치료사의 육체적 피로도 및 근골격계 질환을 방지하는 데도 효과가 있다. 기본적으로 여러 명의 물리치료사가 부족해야 하는 치료상황을 1명의 치료사가 할 수 있게 되면서 물리치료를 자동화한 긍정적인 측면이 있으며, 다만 사람이 육체적 피로에서 보다 자유로워진 반면, 그에 따른 일자리 감소가 나타날 개연성은 커질 수 있다.

식사보조 지원 로봇의 경우도 재활병원, 종합병원, 가정 내 장애인 환자 지원 시에 환자의 식사보조를 지원한다는 점에서 간병인이나 보호자들의 식사보조 업무의 부담을 덜어주고, 환자가 먹고 싶은 순간에 먹고 싶은 음식을 먹을 수 있도록 선택 권한을 주어 독립심과 자립감을 주는 긍정적인 측면이 있다. 이에 따라 간병인은 육체적 업무가 경감되는 효과가 생길 수 있다. 이런 경우는 실제 로봇이 직업 자체를 대체하는 효과보다는 인간의 업무 경감이란 긍정적인 측면이 더 클 수 있다.

안전 에이전트 로봇도 비슷한 사례가 될 수 있다. 2015년 호남지역에서는 어린이집에 클라우드 기반 안심 에이전트 로봇시스템은 어린이집 등의 사건사고의 방지 및 교사-학부모 간 불신 문제를 해소하는 역할을 한 바 있다. 이러한 역할은 어린이집 교사의 직무 경감 및 안전의식 제고라는 긍정적인 효과로 평가되고 있다.

인명구조 로봇의 경우 경찰 및 인명구조원의 업무를 지원하고 함께 협업할 기회를 제공한다. 실제 수상 인명구조 로봇의 경우, 수난사고가 발생했을 때 선제적 대응이 가능하도록 해상에서 고속으로 이동하는 무인화 로봇이 개발되었고, 영상 및 음성 송수신 기능 적용, 무선조종기와 로봇의 수신 모듈 기능 등이 개선되는 형태로 진화하여 관련 업무를 지원해주고 있다.

의료 분야에서는 이미 의료용 로봇, 수술용 로봇이 의료진과 성공적인 협업 사례를 만들고 있다. 보다 진보된 재활훈련용 로봇, 수술용 로봇 수술도구 등의 생산은 의사의 직무 변경을 촉진할 수 있고, 관련하여 의료용 로봇의 개발과 전문 수리, 영업 등과 관련된 직업을 등장시키고 있다.

이외에도, 사회안전 및 극한작업을 하는 화재감시 로봇, 화재 진압용 및 재난구조 로봇, 해양, 우주용 및 원자력용 로봇, 수중감시 로봇 등은 소방관,

경비원, 군인 등의 직무 변화에 영향을 미칠 수 있다.

## 나. 로봇 기술 연구·개발 및 응용 직종의 세분화 및 전문화

기본적으로 로봇산업의 발전은 기술개발 차원에서 직종의 세분화 및 전문화, 업무의 확대를 이뤄나가고 있다. 즉 ‘로봇공학기술자’를 필두로 ‘로봇동작생성연구원’, ‘로봇인식기술연구원’, ‘로봇감성인식연구원’ 등 로봇 과학 및 기술을 연구·개발하는 인력의 수요는 지속적으로 나타날 전망이고, 세부적인 전문기술 및 융합기술 등에 따라 수행 직무에 변화가 나타날 것으로 보인다.

로봇이 설치되어 운영되는 현장에서는 ‘로봇설치전문가’, ‘로봇운영전문가’, ‘로봇소모품조달자’, ‘로봇컨설턴트’ 등의 직업이 나타날 전망이다. 고가의 로봇 제품을 설치·운영·수리·관리하는 과정은 전문 기술자의 손이 필요하기 때문에 응용 분야가 확대될수록 분야별로 특화된 전문가가 요구될 수 있다. 또한 ‘로봇컨설턴트’처럼 산업용 로봇 시장에서 생산라인의 효율성을 극대화하기 위해 어떤 로봇시스템을 조합해 적용할 것인지를 컨설팅하는 직무가 중요해질 수 있다.

로봇은 근본적으로 기계의 영역에 들어간다는 점에서 어떤 소프트웨어의 옷을 입는가에 따라 그 역할과 기능이 달라진다. 따라서 모바일, 드론, 사물인터넷, 빅데이터 등 첨단과학 분야와 접목되어 새로운 직업의 탄생을 야기할 것으로 보이며, 로봇 기술을 적용한 서비스를 기획하는 ‘로봇서비스기획자’, 첨단 과학기술의 응용과 융합을 전문으로 하는 ‘로봇기술융합전문가’ 등의 직무도 중요한 역할을 할 것으로 보인다.

한편, 인공지능기술과 로봇 기술은 떼려야 뗄 수 없는 관계에 있다. 즉 로봇의 진화된 뇌의 역할을 하는 인공지능이 탑재된 로봇은 이미 상당 부분 기술 진보가 이뤄진 상태이며, 인공지능이 탑재된 로봇의 경우 인간과 유사한 기능을 다 할 수 있다는 점에서 로봇의 윤리적 활용에 대한 사회적 이슈가 계속해서 발생하고 있다. 이와 관련해 ‘로봇운영윤리학자’, ‘로봇운영정책전문가’ 등의 직업이 나타날 수 있다. 또한 로봇의 ‘움직임(Mobility)’ 기능으로 인해 소프트웨어의 해킹에 따라 타인에 해를 입히는 사고로 이어질 수 있다는 점에서 보안문제가 상당히 중요하게 부상할 전망이다. 이에 따라 로봇시스템의 보안을 책임지는 ‘로봇보안전문가’의 역할도 커질 전망이다.

### 3. 로봇 서비스 시장 확대 및 새로운 직업의 탄생

로봇산업의 성장은 로봇 서비스 시장의 형성으로 이어지고 새로운 서비스가 나타나는 과정에서 새로운 직업이 함께 나타날 가능성이 높다. 로봇산업협회에서는 로봇 서비스를 로봇 판매 서비스, 로봇 음식점 및 정보 서비스, 로봇 임대 서비스, 로봇 과학 및 기술 서비스, 로봇 시설관리 및 사업지원 서비스, 로봇 교육 서비스, 로봇 보건 및 사회복지 서비스, 로봇 예술·스포츠 및 여가관리 서비스, 로봇 수리 및 기타 개인 서비스로 구분하고 있으며, 실제 각 서비스를 중심으로 새로운 직업이 이미 등장했거나 새로 나타나는 것을 알 수 있다.

로봇 판매 서비스의 경우, 실제 로봇에 대한 판매지식을 바탕으로 영업과 판매를 함께하는 일자리로 이어질 수 있다. 즉 일종의 기술영업원과 유사한 업무를 수행하는 ‘로봇기술영업원’은 로봇에 특화된 보다 종합적인 전문지식과 영업력이 요구될 수 있다. 또한 로봇 가격의 하락과 스마트화에 따라 1인 1가구 1로봇 시대가 도래할 경우, 소비자의 접점에 있는 교육용 로봇을 비롯한 서비스 로봇을 온라인 및 오프라인에서 판매하는 ‘로봇판매 및 영업원’의 일자리 증가가 예상된다.

로봇 음식점 및 정보서비스와 관련해서는 로봇 셰프, 로봇 카페 등의 등장으로 로봇이 직접 음식을 서비스하거나 음식을 만드는 상점이 나타날 수 있으며, 이에 따라 관련 소프트웨어의 개발 및 로봇 개발, 음식 관련 로봇 운영에 특화된 정보서비스 기획자 등의 출현이 예상된다.

단기간에 로봇을 사용할 경우 고가의 로봇을 구매하지 않고 임대하여 사용하는 이용자가 늘어날 경우, ‘로봇임대인’이란 직업이 일반화될 수 있다. 즉 병원, 레스토랑, 전시회, 일반 가정 등 단기간에 로봇을 이용하는 곳에 사용법을 알려주고 로봇을 임대해 수익을 올리는 임대업의 일반적인 업종으로 자리를 잡을 가능성이 높다. 현재도 공항, 쇼핑몰, 은행, 공공기관 등에서 이벤트와 홍보용 도우미 로봇을 임대하는 회사가 존재하며, 로봇 활용 빈도가 높아지면 전문 임대업이 활성화될 수 있다. 한편, 사용하는 장소 및 목적에 따라 적정 시스템을 개발해 탑재한 로봇을 임대해야 한다는 점에서 로봇 하드웨어에 탑재할 수 있는 콘텐츠의 개발을 담당할 ‘임대용 로봇시스템·콘텐츠 개발자’의 등장도 예상해 볼 수 있다.



로봇교육서비스에서는 이미 많은 새로운 직업인이 활동하고 있다. 로봇을 활용한 교육용 교보재를 개발하는 ‘로봇교보재개발자’를 비롯해 교육현장에서 로봇을 교육 보조도구로 교육을 하는 ‘로봇강사’ 등이 대표적이다. 교육용 로봇 시장은 이미 대중화 단계에 진입했다고 볼 수 있으며, 국내에서도 교육용 로봇 시장 축진을 위해 이미 2011년부터 2013년까지 로봇연구학교를 운영하고 ‘로봇활용교사’를 양성한 바 있다. 또한 로봇교육 연수 및 로봇활용교육 캠프를 운영하는 등 로봇이 아이들에게는 비교적 친숙한 교육용 친구가 되어 있고, ‘로봇교육강사’의 새로운 일자리가 나타난 상태이다. 다만, 일반화에 대해서는 로봇산업 및 교육산업의 발전 추이를 좀 더 지켜볼 필요는 있다 하겠다.

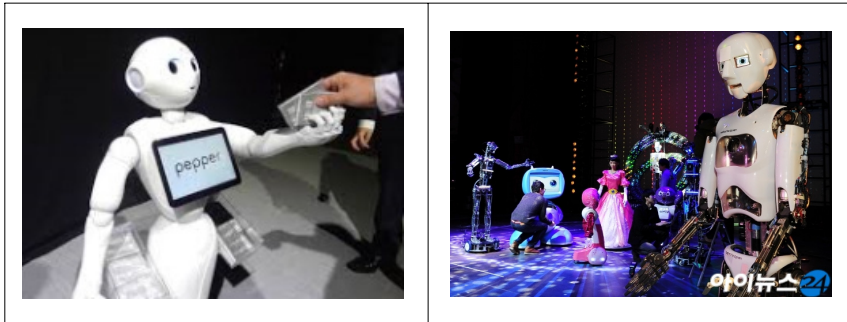
로봇 보건 및 사회복지 서비스의 경우, 의료 및 사회복지와 관련하여 의료진과 협업하는 의료용 로봇의 기술개발, 영업, 판매, 전문 수리 및 관리 등을 담당하는 직업이 특화될 수 있다. 특히, 의료용 로봇에 인공지능기술과 같은 기술 융합에 대한 시도가 활발하게 나타나고 있다.

로봇 예술·스포츠 및 여가관리 서비스 영역에서도 로봇의 응용이 활발하며 이에 따른 새로운 직업이 나타나고 있다. 특히, 로봇이 활약하는 엔터테인먼트 산업은 보다 친숙하게 사람들과 만나며 새로운 직무의 등장에 영향을 미칠 것으로 전망된다. 이미 연주 로봇, 연극 및 뮤지컬 공연 등에 로봇이 등장함에 따라 이러한 서비스를 기획하고 이벤트를 기획·진행하는 기획자가 활동하고 있다.

한편, 개인화 및 핵가족화에 따라 소규모 가구를 위한 생활편의 제품 시장이 급속히 성장하고 있으며 맞벌이나 1인 가구들이 겪는 다양한 어려움을 처리하는 로봇이 꾸준히 개발되고 있다. 일례로, 일본 소프트뱅크의 ‘페퍼’는 인간과 감정 교감을 하면서 인간의 외로움을 극복하게 지원하는 감성케어 기능으로 인기를 끌고 있으며, 학생 대상 교육과 놀이를 함께 하는 소셜 로봇의 성공사례로 꼽히고 있다.

마지막으로 로봇 수리 영역에서는 ‘로봇전문수리원’을 비롯하여 로봇의 전문적인 폐처리를 담당하는 ‘페로봇처리전문가’의 탄생도 예상해 볼 수 있다.

[그림 4-9] 일본 소프트뱅크 ‘페퍼’ 및 뮤지컬 공연 로봇



자료: 아이뉴스 24(2013)

&lt;표 4-7&gt; 로봇 관련 직업세계 변화 분석 정리

구분	변화 양상	관련 직업	내 용
로봇 기술 발전과 일자리 감소	제조용 로봇 발전에 따른 일자리 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용접원</li> <li>• 제품 및 부품조립원</li> <li>• 물품이동장비조작원</li> <li>• 경비원</li> <li>• 청원경찰 등</li> </ul>	제조업 등 작업현장에서 업무 효율성 및 생산성을 높이기 위한 로봇의 역할 확대
	서비스 로봇 발전에 따른 일자리 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보조교사</li> <li>• 원어민 외국어교사</li> <li>• 안내원 및 해설사</li> <li>• 홍보 및 안내도우미</li> <li>• 택배원</li> <li>• 단순 건설기능직</li> <li>• 농업관련종사자 등</li> </ul>	교육 및 해설, 홍보 등의 분야에서 서비스 로봇으로 대체될 수 있는 직무 영역이 가시화되고 있음
로봇 기술 발전에 따른 직무 변화	업무 지원 및 협업 기회 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물리치료사 및 간병인</li> <li>• 안전에이전트</li> <li>• 경찰 및 인명구조원</li> <li>• 의사</li> <li>• 군인</li> <li>• 소방관</li> <li>• 경비원 등</li> </ul>	로봇기술을 활용할 수 있는 분야를 중심으로 업무를 지원하거나 함께 협업하는 형태로 업무 효율성 증대를 기대할 수 있음
	로봇 분야 연구·개발 및 응용·직종 세분화 및 전문화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇공학기술자</li> <li>• 로봇동작생성연구원</li> <li>• 로봇인식기술연구원</li> <li>• 로봇감성인식연구원</li> </ul>	로봇의 개발 및 응용, 적용 등과 관련이 있는 분야에서의 직무는 더욱 세분화되고

구분	변화 양상	관련 직업	내 용
		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 로봇설치전문가</li> <li>· 로봇운영전문가</li> <li>· 로봇소모품조달자</li> <li>· 로봇컨설턴트</li> <li>· 로봇서비스기획자</li> <li>· 로봇기술융합전문가</li> <li>· 로봇운영정책전문가</li> <li>· 로봇운영윤리학자 등</li> </ul>	전문화되는 방향으로 직무 변화를 유도할 것으로 전망됨
로봇 서비스 시장 확대 및 새로운 직업의 탄생	로봇 판매 및 영업, 임대, 수리 관련 직종 등장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 로봇기술영업원</li> <li>· 로봇판매 및 영업원</li> <li>· 로봇임대인</li> <li>· 임대용 로봇시스템·콘텐츠 개발자</li> <li>· 로봇전문수리원</li> <li>· 폐로봇처리전문가 등</li> </ul>	서비스 로봇의 다양화에 따른 새로운 직종 등장
	로봇 활용 교육 분야 신직업 등장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 로봇교보재개발자</li> <li>· 로봇강사</li> <li>· 로봇활용교사 등</li> </ul>	로봇에 대한 1차적 이해를 위한 교육 분야 신직종 등장
	로봇 활용 문화 및 여가생활 직종 탄생	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 엔터테인먼트 및 대중문화 관련 로봇 직종</li> <li>· 연주·공연·뮤지컬 로봇 관련 직종</li> <li>· 감성케어 로봇 관련 직종 등</li> </ul>	인간과 닮은 로봇의 특성을 활용한 문화 및 여가생활 관련 직종 등장

## 제4절 소결

로봇 기술의 발전에 따른 직업세계의 변화는 기존 일자리의 감소 및 직무 수행 방식의 변화, 그리고 새로운 직업의 등장 등 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 동시에 가져올 수 있다. 다만, 특정 직업이 완전히 사라진다는지, 기존에 없던 완벽하게 새로운 직업이 나타나는 형태보다는 기존 직업의 직무의 변화를 가져오는 형태부터 새로운 직무를 수행하는 형태가 더 일반적일 것으로 보인다.

한편, 명확한 구분은 어렵지만 제조현장에서의 제조용 로봇의 기술 발전은 제조업에 종사하는 단순 기능직의 일자리 감소에 직접적인 영향을 미칠 수 있

고, 또는 인간의 육체적 노동을 경감시키는 형태가 될 것으로 보인다. 서비스 로봇의 발전은 로봇의 상용화와 대중화에 따라 다른 모습을 보일 수 있으나, 인간의 삶을 보다 편리하고 스마트하게 변화시키는 데 기여할 것으로 보인다. 또한 로봇 서비스 시장의 확대는 의료, 보건, 문화, 예술, 교육, 국방, 사회안전 등의 영역에서 직무를 재편하고 새로운 직무를 탄생시키는 등 역동적인 직업 세계의 변화를 보일 것으로 전망된다. 특히, 인공지능기술을 비롯해 드론, 빅 데이터, 자율주행차 등 최근 급속히 기술의 발전 속도가 빨라지는 영역과 융합하여 혁신적인 변화의 가능성도 배제할 수 없을 것으로 전망된다.

이와 관련해 로봇이 인간의 직업세계에 미치는 영향 관계를 파악하는 자세는 중요하며, 또한 기존의 직무수행에 있어 새로운 대응 전략이 필요하다. 그 전략으로서 인식해야 할 사항을 제안하면 다음과 같다.

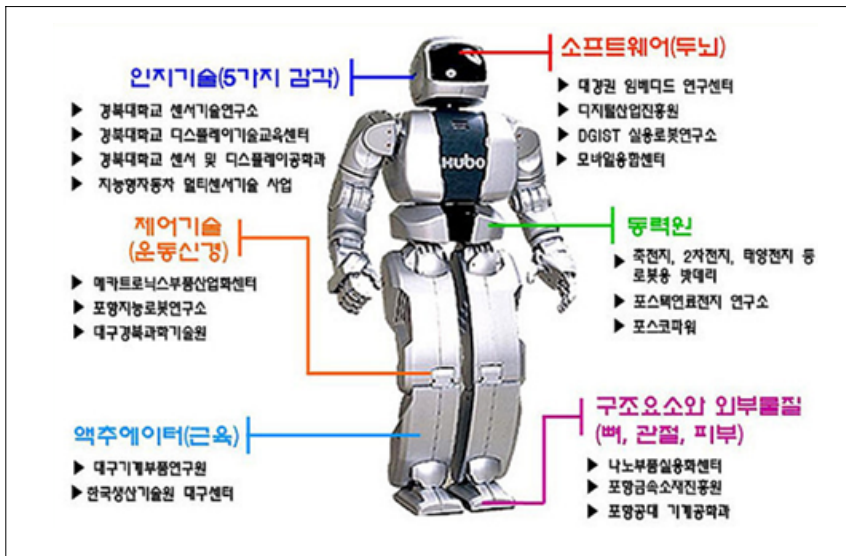
첫째, 미래 예측의 불확실성을 인지하는 것이 중요하다. 많은 미래학자들이 이 로봇 및 인공지능 같은 첨단 과학기술의 발전과 직업에 대한 연구를 하고 있으나, 일정 시점이 지났을 때 신뢰할 만한 수준으로 정확한 예측을 해오지 못했다. 이는 근본적으로 미래를 예측하는 것이 상당히 많은 변수에 영향을 받아 제대로 이뤄질 수 없기 때문으로 해석될 수 있다. 더욱이 미래에 나타날 직업은 현존하지 않은 것들일 수도 있어서 예측의 의미를 무색하게 할 수 있다. 실제 미래학자 제임스 캔턴은 “2025년 무렵의 직업 가운데 70%는 아직 나타나지 않았다”고 주장하며, 토머스 프레이는 “2030년 20억 개의 일자리가 사라질 것이다”고 주장하고 있다. 이러한 상황에서 미래 및 직업세계 변화 예측의 불확실을 인정하는 것 자체가 미래에 대응하는 자세가 될 수 있다.

둘째, 로봇이 인간의 일에 전방위적으로 영향을 미칠 수 있다는 것을 인식할 필요가 있다. 페이팔의 공동 창업자 피터 필은 “로봇혁명으로 사람들은 일자리를 잃어버리게 되지만 그 혁명은 사람들이 다른 많은 일을 할 수 있도록 자유롭게 풀어줄 것”이라고 말한 바 있다. 그의 언급에서 유추하듯이, 로봇으로 인한 일자리의 변화는 한 방향에서 다른 방향으로 선회하듯 이뤄질 수도 있고, 완전히 전복되는 형태가 될 수도 있다. 즉 방향성이나 영향력을 예측하기 어렵다는 점에서 완벽한 변혁의 가능성을 염두에 두고 대응하는 적극적인 자세가 요구된다.

셋째, 로봇으로 인해 어떤 변화가 예상될 것인지, 어떤 대비가 필요한지

늘 주의를 기울이는 자세가 필요하다. 이는 개인의 과제일 뿐 아니라 로봇 산업을 육성·지원하는 정부의 역할도 포함된다. ‘제2차 지능형 로봇기본계획’에 따르면, 4대 과제로서 로봇 연구개발 종합 역량 제고, 로봇 수요의 전 산업 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성, 로봇 융합 네트워크 구축이 추진되고 있다. 다만, 로봇의 전 산업 적용 확대에 맥을 같이 하여 국가적으로 로봇 전문 인력 양성과 산업 투자에 있어 가시적인 성과를 강요하기 보다는 꾸준히 연구할 수 있는 환경의 조성과 투자가 이뤄져야 할 것으로 보인다. 또한 각 적용 전문 기술별로 전문인력 육성을 위한 실질적인 투자와 지원이 지속적으로 이뤄져야 할 것으로 보인다.

[그림 4-10] ‘제2차 지능형 로봇기본계획’ 핵심기술



넷째, 로봇이 고용에 미치는 영향에 대한 연구가 부족한 것이 현실이다. 국내의 경우 해외 연구에 의존하는 경향이 있으며, 미래의 노동, 고용, 직업세계 변화를 예측·분석·연구할 인력과 조직, 예산, 컨트롤타워 등이 아직 미비한 상태이다. 이럴 경우, 고용시장 변화의 시그널을 전달하기 어렵게 된다는 점에서 일반 근로자 및 청소년들이 이해할 수 있는 고용 및 교육 관련 메시지가

전달될 수 있도록 로봇으로 인한 일자리 영향에 대한 연구가 활발하게 이뤄져야 할 것이다.

마지막으로 미래 직업세계를 연구하고 이를 전달하는 연구자 및 교육자는 청소년 및 학부모, 이·전직 희망자에게 변화에 대한 대응으로서 경력개발에 필요한 메시지를 전달할 필요가 있다. 먼저 평생 직업에 대한 환상을 버리도록 하되, 로봇으로 인한 일자리의 영향이 반드시 부정적인 영향만 있다고 오해하게 해서는 안 될 것이다. 또한 경력개발 및 관리의 한 형태로서 자신의 영역에서 최신의 로봇 기술을 접목하는 방법에 대한 가능성을 제시하고, 로봇과 함께 일하는 협력의 중요성을 강조하는 교육이 필요하겠다. 더불어 로봇으로 위협받는 직업세계에 대비해 창의성 교육 등 가장 인간적인 일에 대한 탐색이 필요하며, 로봇으로 일어날 사회문제에 대비하거나 해결책을 모색하는 사회적 협력 및 합의가 필요하다.

## 제5장

# 3D프린팅이 직업세계에 미치는 영향

## 제1절 개요

2016년 초에 개최된 스위스 다보스포럼(세계경제포럼, WEF)에서의 핵심 키워드는 '4차 산업혁명'이었다. 1차 산업혁명이 증기기관과 철도를 기반으로 한 기계적 혁명이었다면, 2차 산업혁명은 조립라인과 전기의 힘을 이용한 대량생산으로 대표될 수 있었고, 3차 산업혁명은 컴퓨터와 인터넷 기술을 통한 자동화의 혁명이었다. 그리고 4차 산업혁명은 제조업과 정보통신기술(ICT)이 융합된 공장과 제품의 지능화로 정의할 수 있다. 다보스포럼은 4차 산업혁명의 핵심기술로 인공지능과 로봇, 사물인터넷(IoT), 무인자동차, 나노, 바이오, 빅데이터 그리고 3D프린팅이 될 것으로 전망하였다.

버락 오바마 미국 대통령은 2013년에 3D프린팅 기술을 신산업혁명과 경제 패러다임 변화를 선도할 기술로서 격찬하였다. 이미 미국의 정보기술연구자문회사인 Gartner는 2007년 'Hyper Cycle for Emerging Technologies'에서 3D프린팅을 미래유망기술로 선정하였다. 그 밖에 세계미래학회를 비롯하여 Goldman

Sachs, McKinsey & Company, Economist(2012) 등 세계 유수 기관들도 3D프린팅 기술을 미래유망기술로 선정하였다.

3D프린팅(Printing)은 4차 산업혁명의 핵심기술로서 제조업뿐만 아니라 다양한 연관 서비스 부문으로 큰 영향력을 미칠 것이다. 더욱이 인공지능이나 로봇, 사물인터넷(IoT), 바이오 등의 다른 첨단기술과 융합되어 활용된다면 그 파급효과는 더 커질 것으로 예상된다.

3D프린팅 기술은 특히 자동차나 항공기, 기계부품 등 제조업의 생산성을 높이고 제품 혁신을 주도하는 데 활용되고 있다. 3D프린팅 기술은 사물인터넷(IoT) 등의 첨단기술과 접목하여 미래형 공장인 ‘스마트 공장’<sup>12)</sup>을 구현하는 데 기여할 것으로 기대된다. 또한 3D프린팅은 ‘소품종 대량생산 시대’를 마감하고 ‘다품종 맞춤형 생산시대(mass customisation)’를 여는 핵심 기술이 될 것이다.

3D프린팅은 제조업뿐만 아니라 연관된 기술컨설팅이나 의료서비스, 디자인, 영화, 물류 등 서비스 산업에도 큰 영향을 미칠 것이다. 3D프린팅은 사람들의 소비활동과 일하는 방식에도 많은 영향을 미치게 될 것이다. 3D프린터를 사용하여 사고의 확장의 경험하게 될 것이고 더욱 창의적이게 될 수 있다. 3D프린팅 기술은 앨빈 토플러가 말한 소비자와 생산자가 동일해지는 ‘프로슈머(Prosumer) 시대’를 위한 기술이라고 할 수 있다.

3D프린팅이 산업활동에 미치는 영향은 일자리에도 큰 영향을 미치게 될 것이다. 기존의 많은 직업의 직무가 변화할 것이고, 새로운 직업이 탄생할 것이다. 또 많은 일자리가 없어질 것이고, 반면 새로운 일자리가 창출될 것이다. 근로자들은 새로운 변화에 적응하고 살아남아야 하는 과제에 직면하게 될 것이다.

본 연구는 3D프린팅 기술 및 활용이 기존 직업의 직무내용이나 일자리에 어떤 영향을 미치고 있고 또 미래에 어떤 영향을 미칠지를 분석하고자 한다. 이는 개인의 근로생애 측면에서도, 그리고 국가적 인적자원정책 측면에서도 매우 중요한 시사점을 줄 것이다.

본 연구는 미래직업 연구로서 4차 산업혁명의 핵심기술로 주목받고 있는

12) 스마트 공장은 실시간 모니터링으로 생산공정을 최적화하고, 원자재, 인력, 에너지 등의 자원을 과학적으로 관리할 수 있어 고객의 요구에 유연하게 대응할 수 있다. 정부는 3D프린팅 기술이 접목된 스마트공장을 2015년에 1,000개, 2017년 4,000개, 2020년 1만 개까지 늘릴 계획이다.

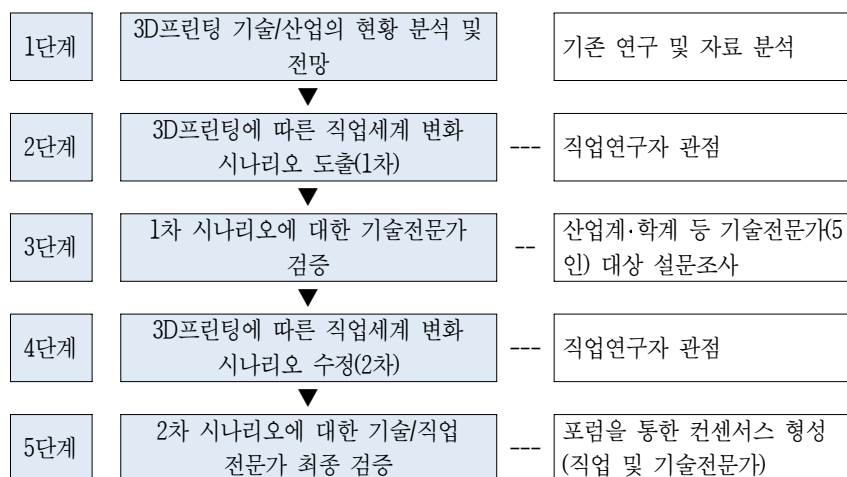


‘3D프린팅’을 중심으로 직업세계의 변화를 분석하였다. 이를 위해 3D프린팅 기술 및 활용 현황 및 전망에 대한 고찰을 하였다. 그리고 이러한 환경분석을 통해 3D프린팅이 직업과 일자리에 어떤 영향을 미치는지에 대해 ‘예측 시나리오’를 작성하였다. 3D프린팅이 기존 직업의 일자리에 미치는 긍정적 영향과 부정적 영향, 직무의 변화, 새로운 직업과 비즈니스의 창출 등에 대해 살펴보았다. 마지막으로 3D프린팅에 의한 미래의 변화 방향을 유형화하여 제시하였다.

본 연구는 ‘시나리오 기법(scenario technique)’을 사용하였다. 시나리오 기법은 랜드연구소가 처음 고안하였지만 이후 많은 미래학자나 미래예측 전문가들에 의해 정교해졌다. 시나리오 기법은 ‘미래에 어떤 일들이 일어날 것인가?’, ‘이러이러한 일이 발생하면 어떻게 될 것인가?’에 대해 시나리오를 작성해 미래에 대비하는 방법이다. 피에르 왁은 시나리오가 현실에 대한 명확한 분석을 통해 불확실성을 구조화하고, 세계가 어떻게 움직이는가에 대한 의사결정자의 가정을 변화시킨다고 하였다(최연구, 2009).

미래 시나리오를 위한 시점은 10년 후 정도로 상정하였다. 미래학에서 추구하는 미래예측은 시계(視界)로 보면 10~30년 뒤, 100년 뒤 또는 주제에 따라 1000년 후의 미래를 상정할 수도 있다. 그러나 너무 장기적인 관점에서의 미래연구는 제시된 미래가 현실과는 너무도 동떨어질 수 있다(박가열·김동규·박성원·최윤희, 2015). 따라서 본 연구에서는 Gartner의 [Hype Cycle for 3D Printing]에서 3D프린팅의 대부분 기술이 ‘생산성 안정기(Plateau of Productivity)’에 접어들 것으로 예측되는 10년 후 정도를 미래예측 시계(視界)로 상정하였다.

[그림 5-1] 연구 절차



구체적인 연구 절차를 살펴보면 다음과 같다. 우선, 1단계로 시나리오 도출을 위해 3D프린팅 기술 및 산업의 현황과 전망에 대한 각종 자료를 분석하였다. 2단계는 1단계의 환경분석을 바탕으로 3D프린팅에 따른 직업세계 변화 시나리오를 직업연구자 관점에서 도출하였다. 3단계는 1차 시나리오에 대해 기술전문가들을 대상으로 설문지를 통한 검증을 받았다. 기술전문가들은 3D프린팅 기술을 개발하거나 활용 확산을 주도하는 연구소, 3D프린터를 활용하는 기업체, 3D프린터를 개발·판매하는 업체 등에 소속된 기술전문가들이다. 다음으로 4단계는 기술전문가의 의견을 종합하여 2차 시나리오를 수정하였다. 마지막으로 5단계에서는 수정된 2차 시나리오를 직업전문가와 기술전문가들을 대상으로 한 포럼을 통해 최종 검증하였다.

다만, 본 연구에서 3D프린팅에 따른 직업세계 변화를 예측함에 있어 인구 구조 변화나 기술 발전, 국내의 경기 전망 등의 다양한 동인(drive)을 고려하지 않고 3D프린팅의 기술 발전 및 활용 확산만을 고려하였다는 한계가 있음을 밝힌다. 또한 연구자원의 한계로 전문가 설문조사 등 충분한 연구과정을 거치지 못했음도 밝힌다.

## 제2절 3D프린팅 기술과 산업의 전망

### 1. 3D프린팅 기술의 발전과 전망

3D프린팅 기술은 1984년, 미국 3D Systems의 찰스 헐(Charles W. Hull)이 입체 모델링 기법을 세계 최초로 개발하면서 본격 상용화되었다. 3D프린팅은 CAD 등을 사용하여 3차원으로 설계된 데이터를 기반으로 다양한 조형 재료를 레이저로 녹여 적층(additive manufacturing)하여 입체적인 물체를 만들어내는 기술이다.<sup>13)</sup> 기존에 재료를 형틀에 굳히거나 덩어리를 깎거나 잘라내는 방식<sup>14)</sup>과 달리, 3D프린터는 벽돌을 쌓아올려 집을 짓듯이 조형 재료를 층층이 쌓아 입체적 물체를 만든다. 제작하는 물체가 조형 재료의 수많은 레이어로 이루어지기 때문에 프린팅(printing)이라는 말을 사용한다.

3D프린팅 기술은 대표적으로 7가지 방식으로(ASTM, ISO) 분류된다. 우리나라에서는 국내 산업 여건 및 기술적 필요성을 고려하여 Sheet Lamination<sup>15)</sup> 방식을 제외한 광중합 방식(PP: Photo Polymerization), 재료압출 방식(ME: Material Extrusion), 접착제분사 방식(BJ: Binder Jetting), 재료분사 방식(MJ: Material Jetting), 분말적층용융 방식(PBF, Powder Bed Fusion), 고에너지직접조사 방식(DED: Direct Energy Deposition) 등 6가지 방식에 주목하고 있다(미래창조과학부·산업통상자원부, 2014).

3D프린팅은 1980년대부터 산업계에서 사용되어 왔던 기술이다. 그런데 최근에 각광을 받는 이유는 가격 하락에 따른 3D프린터의 대중화에서 찾을 수 있다.<sup>16)</sup> 호주의 경제지 BRM에 따르면, 산업용 3D프린터 가격은 2001년 11만 달러였던 것이 2013년에는 4~5만 달러로 내려갔고, 개인용 데스크톱 3D프린터

13) 3D프린팅 적층 방식에는 압출(Extrusion), 분사(Jetting), 광경화(Light Polymerised), 파우더 소결(Granular sintering), 직접에너지증착(Directed Energy Deposition), 인발(Wire), 시트접합(sheet Lamination) 등으로 다양하다.

14) 기존의 대표적인 제조방식 중 하나는 1950년대에 개발되어 현재까지 산업 전반에서 광범위하게 사용되고 있는 CNC(컴퓨터 수치제어, Computerized Numerical Control) 공작기계가 사용하는 절삭가공이다.

15) Sheet Lamination : 얇은 필름 형태의 재료를 열, 접착제 등으로 붙여가며 적층시키는 방식이다.

16) 3D프린터의 가격 하락을 막고 있던 관련 특허가 만료되었거나 만료되고 있다.

는 1천~3천 달러 수준으로 내려갔다고 한다(배강기, 2013). 3D프린터의 대중화를 앞당기는 또 다른 요인은 조형 재료의 다양화로 활용 분야가 확대되고 있다는 점이다. 조형 재료 개발도 큰 성과를 이루어 필름 형태의 플라스틱, 나일론을 비롯하여 고무, 스테인리스 스틸, 티타늄 등 거의 모든 금속이 사용 가능하고 세라믹, 풀 컬러 사암, 목재, 식재료, 바이오 소재도 개발되고 있다. 마지막으로 일반인도 사용하기 쉬운 3D모델링 SW(3D디지털 도면의 제작 툴이 되는 CAD 등)의 개발을 들 수 있다(정보통신산업진흥원, 2013).

3D프린터는 거의 모든 재료를 사용할 수 있고 매우 복잡한 형상을 일체형(one-body)으로 제작할 수 있어 활용 가능성이 무궁무진하다는 점 때문에 차세대 신기술로 주목을 받고 있다. 아직 3D프린팅 기술은 적층 가공 방식으로 다품종 소량생산에 적합하고, 사출 성형(injection molding)에 비해 대량생산 효율이 낮기 때문에 제조업 활용에 한계가 있다. 하지만 이러한 한계도 조형 속도와 내구성의 개선을 통해 극복해 나갈 것으로 예상된다. 세계 각국 정부 및 많은 기업이 3D프린터 산업의 높은 성장성을 내다보고 개발과 투자를 경쟁적으로 확대하고 있기 때문에 3D프린팅 조형 제품의 내구성과 조형 속도가 비약적으로 개선될 것이다. 또한 현재의 3D프린터 장치의 소형화와 대형화가 동시에 진행될 것이다.

3D프린팅 기술의 장점을 정리하면 다음과 같다.

① 제품 제작(특히, 시제품)에 시간과 비용이 절약된다. 3D프린팅 기술은 원래 시제품 제조를 위한 자동화 방법으로 개발되었다. 3D프린터는 개발자나 연구자가 의도한 디자인을 짧은 시간과 적은 비용으로 제조하여 검토·수정이 가능하기 때문에 기계 부품이나 전기전자 부품, 신발, 액세서리, 자동차 등의 개발 시에 많이 활용되고 있다.

② 복잡한 형상의 물건을 일체형(one-body)으로 제작할 수 있다. 제품의 구성을 단순화하여 조립 과정을 줄일 수 있고 고장률도 낮출 수 있다. 또한 과거 제조기법으로는 만들 수 없던 아이디어를 실현할 수 있게 됨에 따라 제품 성능 개선과 창작의 한계 확장이 가능해진다.

③ 불필요한 재료의 낭비를 줄일 수 있다. 기존 CNC 선반가공이나 사출성형에 비해 제조 과정에서 불필요한 재료(Buy-to-Fly Ratio)의 낭비를 줄일 수 있기 때문에 원가절감과 환경오염 방지에 기여할 수 있다.

④ ‘소비자 생산’이 가능해져 운송과 재고 관리에 따른 물류비를 줄일 수 있다. 소비자가 3D 디지털 도면을 다운받아 직접 생산하거나(자급자족) 소비자와 가까운 곳에서 생산이 가능하기(local화) 때문에 제품 운송비를 줄일 수 있다. 또한 생산의 적시성(適時性)으로 인해 재고관리를 할 필요가 없게 된다.

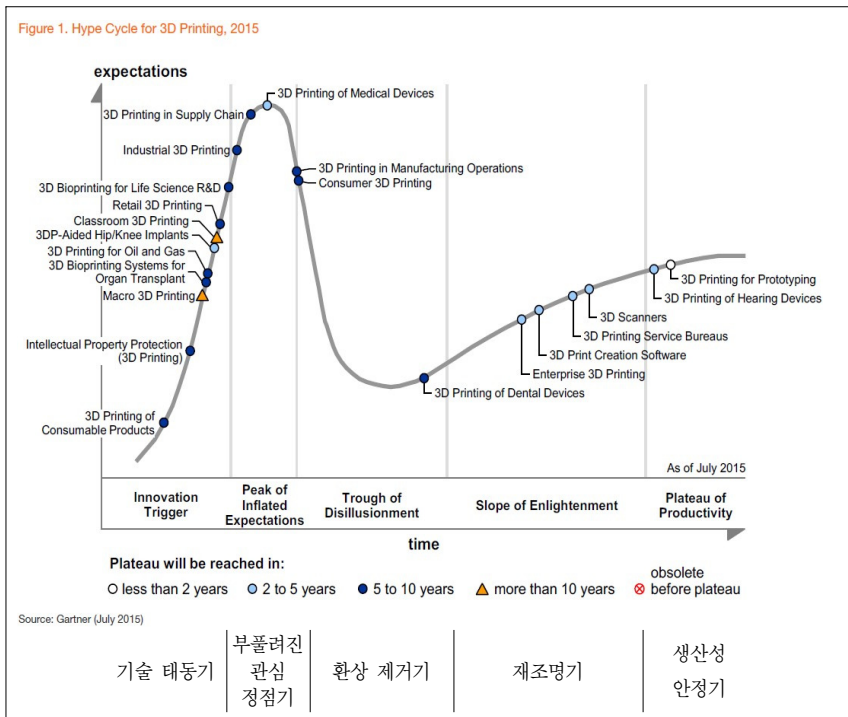
⑤ 개인 맞춤형 제품 제작이 가능하다. 대량생산된 물건을 구매하는 것이 아니라 소비자가 직접 디자인을 보고 자신의 취향에 맞게 수정을 하여 실제 제품(안경, 피규어, 액세서리 등)을 제작할 수 있고, 또한 1개 또는 소량만 생산하는 경우(영화세트용 미니어처, 시제품 등)에 많이 활용되고 있다.<sup>17)</sup>

Gartner는 「Hype Cycle for 3D Printing, 2015」에서 3D프린팅 기술의 발전 단계를 Hype Cycle로 예측한 바 있다. Hype Cycle은 Gartner가 기술의 성숙도를 표현하기 위해 개발한 시각적 도구이다. 그에 따르면, 2015년 현재 기술상용화를 통해 ‘생산성 안정기’에 있는 분야는 시제품 제작(2년 이내에 안정기 예상)과 보청기 분야(2~5년 이내에 안정기 예상)가 있다. 생산성 안정기에 이르지 못한 기술에 대한 환상이 제거된 후 생산성 안정기로 접어들고 있는 ‘기술의 재조명기’에 있는 분야는 3D스캐너, 3D프린팅 서비스 부문, 3D프린팅 생성 소프트웨어, 기업용(enterprise) 3D프린팅이 있고, 이들 분야는 향후 2~5년 이내에 안정기에 접어들 것으로 예상된다. 기술에 대한 관심이 최고조에 이른 후 거품이 빠지고 있는 ‘환상 제거기’에 있는 분야에는 치과 기자재, 소비자용(consumer) 3D프린팅, 제조업(manufacturing operation) 3D프린팅이 있으며, 이들 분야는 향후 5~10년 이내에 안정기에 접어들 것으로 예상된다. 그리고 기술이 태동한 후 기술에 대한 관심이 최고조에 이른 ‘부풀려진 관심의 정점기’에 있는 분야는 의료 기자재(2~5년 이내에 안정기 예상), 공급망(supply chain), 산업용(industrial)(이상 5~10년 이내에 안정기 예상)이 있다. 마지막으로 아직 ‘기술의 태동기’에 있는 분야는 고관절/무릎 인플란트(이상 2~5년 이내에 안정기 예상), 생명과학 연구개발, 소매용(etail), 오일과 가스 산업을 위한 3D프린팅, 장기이식을 위한 3D바이오프린팅 시스템, 지식재산권 보호, 3D프린터 소모품 분야(이상 5~10년 이내에 안정기 예상), 교육용(classroom), 대규모 3D프린팅(이상 10년 이후에 안정기 예상)이 있다.

17) 3D프린팅의 장점으로 인해 개인이 총기나 대규모 살상무기(가미카제 드론 등) 등을 손쉽게 제작할 수 있는 폐단이 있다.

금속 3D프린터로 제작할 수 있는 제품의 크기가 자동차 프레임 전체 정도로 커지고 거의 모든 재료를 사용할 수 있으며 도색까지 일괄로 가능하게 되면 제작시간도 비약적으로 단축될 것이다. 앞으로도 3D프린터가 기존의 대량생산 방식의 효율성을 넘어서기는 쉽지 않겠지만, 만약 기술 발전을 통해 언젠가 공장 대량생산 방식에 버금가는 효율성을 달성하게 된다면 제조업은 일대 혁명을 맞이하게 될 것이다. 3D프린팅 기술이 ‘다품종 소량생산’ 시대에 적합한 기술이라는 한계에서 벗어나 ‘다품종 대량생산’ 시대를 열게 될지도 모르겠다. MIT 자가조립연구소(MIT Self Assembly Lab)에서는 시간의 변화(열·물 등의 조건)에 따라 스스로 형태나 성질을 바꾸는 ‘자가 변형(Self Transformation)’ 물질을 만드는 4D프린팅 기술을 개발 중에 있다. 3D프린팅 기술의 발전 한계를 예측하는 것은 성급한 감이 들 정도이다.

[그림 5-2] Gartner's Hype Cycle for 3D Printing



자료: Gartner(July 27, 2015)

## 2. 3D프린팅의 활용 분야 및 사례

3D프린터는 처음, 시제품(Prototype) 제작과 컨셉트 디자인 구현에 제한적으로 사용되어 왔으나, 최근에는 자동차, 항공·우주, 방위산업, 가전제품, 의료 및 의료장비, 의학, 건축, 교육, 애니메이션 및 엔터테인먼트, 완구, 패션(신발, 의류, 액세서리 등) 등 다양한 산업 분야에서 활용되고 있다.

3D프린팅의 대표적인 활용 분야 중 하나가 자동차 제조업이다. 자동차 디자인을 위한 모델링에서부터 부품 설계 및 생산, 생산과정에 사용되는 치공구(JIG) 제작에 이르기 까지 활용 범위가 매우 넓다. 우리나라 현대자동차는 연간 8,000여 개의 부품을 3D프린터로 개발해 개발비를 종전의 20% 수준까지 절감했다고 한다. 지난 2016년 2월, 스페인 바로셀로나에서 열린 MWC(모바일 월드회의)에서는 3D프린터로 생산한 자동차가 등장하였다. 이 자동차는 로컬 모터스(Local Motors)가 생산한 LM3D 스왐(LM3D Swim)으로 도로에서 주행이 가능한 첫 번째 3D프린터 자동차이다. 자체 중 75%가 3D프린터를 이용하여 제작되었으며, 소재는 80%가 ABS수지이고 20%는 탄소섬유이다. 이 자동차의 장점은 기존과 같은 거대한 생산설비가 필요하지 않고 생산 대수가 적더라도 채산성을 맞출 수 있기 때문에 자체 디자인을 소비자가 자유롭게 선택할 수 있다.<sup>18)</sup> 그 밖에 활용 분야를 살펴보면 다음과 같다.<sup>19)</sup>

- 소비재: 개인 맞춤형 제품 제작으로 소비자의 구매 욕구를 자극, 액세서리 등 소비자 직접 제작의 확대
- 전자제품: 정밀회로의 제작비 절감, 일체형(one-body) 부품 제작으로 조립라인의 생력화(省力化)
- 자동차: 시제품 제작비용 및 기간을 단축하여 신제품 생산원가 및 출시기간 단축, 단종된 부품도 바로 제작이 가능하고, 재고 부담 완화
- 의료/치과: 의치 및 치과보철, 보청기, 안경 등 맞춤형 제품의 제작 용이 및 가격 하락, 인공 근육과 혈관·장기 등 맞춤형 인체조직을 개발·생산할 수

18) “3D프린팅 기술의 미래를 만나다! 인사이드 3D프린팅 컨퍼런스 & 엑스포 2015”, <http://blog.naver.com>, 2015.6.24.

19) 김종호(2013), ‘3D Printing Industries’, 2013년 한국정밀공학회 임의형상제조시스템 부문 하계강습회 자료집 및 Wohlers Associates(한국기계연구원 전략연구실, 2013에서 재인용 및 일부 내용 추가).

- 있는 3D 바이오 프린팅 기술의 확산, CT로 스캔한 데이터로 개인맞춤형 중앙을 재현하여 충분한 연습을 통해 수술 성공 가능성 제고 및 수술시간 단축
- 산업기계/사무기기: 복잡한 형상·극미소 부품 제작이 용이해짐에 따라 효율적인 제품개발 가능(효율적 열교환기, 배기가스 배출구 후프 등), 주변 환경 맞춤형 사무기기 제작 가능
  - 항공우주: 복잡한 형태의 모듈을 단일 구조로 제작하여 조립기간과 유지보수 비용 절감, 우주공간에서의 부품 생산 및 조달이 가능하여 우주기지 건설 및 우주여행을 가능하게 함, 분말 및 액체 형태의 식료품을 이용한 우주식품 개발
  - 교육/연구: 수업의 특성에 맞는 실험장비 및 저렴한 비용으로 교육 보조재 제작, 가정에서 교육 콘텐츠를 자가 생산하여 활용
  - 국방: 항공기 부품 등 군수물자 적시 보급 확대, 재고 비용 및 생산 비용 감소, 3D프린터를 활용한 무기 생산
  - 건축: 건설 현장에서 건축자재를 생산함으로써 운송비용 감소 및 공사기간 단축, 다양한 디자인의 건축 모형 제작
  - 엔터테인먼트 등: 영화세트 제작 등 엔터테인먼트 분야에 활용 가능, 조형예술의 한 영역으로 활용 가능, 3D디자인 콘텐츠 및 디자인 능력의 중요성이 커짐

[그림 5-3] 3D 프린팅 사례

〈3D 프린트 치과용 모델〉	〈금형 성형과 3D프린팅의 형상 차이〉
 <p>자료: stratasys 홈페이지</p>	 <p>자료: 2014 한국자동차공학회 세미나 자료</p>

이상과 같이 3D프린팅 기술은 임플란트, 각종 공구, 운송장비(항공기·자동차 등) 부품처럼 복잡하고 소형인 제품 제조 분야에서 확대될 것이고, 전체 시장의 30~50%가 3D프린팅 기술로 대체될 것이다. 공구 및 금형 제조 부문의



경우, 3D프린팅 기술은 짧은 가동(setup) 시간, 공구 작동 오차(tooling errors) 감소, 생산성 향상에 뚜렷한 역할을 한다는 측면에서 널리 활용될 것이고, 향후 사출성형 플라스틱 제품의 30~50% 정도가 3D프린터로 제조된 금형으로 생산될 것으로 예상된다. 3D프린팅 기술을 통해 산업 전반의 생산성이 증가할 것이며, 창업이 활성화되고 소비 패턴에 변화가 있을 것이며, 새로운 제품과 서비스가 창출될 것으로 예상하였다. 이러한 영향은 개도국보다는 선진국에 보다 큰 영향을 미칠 것이다(Manyika 등, 2013).

〈표 5-1〉 10대 핵심 활용분야 주요 내용

활용 분야	설명	산업
치과용 의료기기	치술 시행에 사용되는 치아 모델과 임시 치아, 투명 교정기 등과 같은 치료용 또는 치료보조용 의료기기, 치과용 임플란트 구성물 등의 치과용 의료기기	의료
인체이식 의료기기	인체조직 또는 기능을 대체할 수 있는 임플란트, 스캐폴드, 인공연골, 인체 삽입형 디바이스 등 인체에 이식되어 영구/반영구적으로 사용되는 치료용 의료기기	의료
맞춤형 치료물	기존 방식으로 제작이 어렵거나, 불가능한 체외용 치료물, 시술을 위해 임시로 인체에 삽입 또는 시술 보조용으로 사용되는 장치 또는 부분품 등의 인체 맞춤형 치료물	의료
스마트 금형	특수한 기능을 가진 금형 코어 및 복잡 형상의 지능형 금형 관련 제품	뿌리산업
맞춤형 개인용품	개인이 착용할 수 있는 다양한 종류의 기능성 용품(스포츠, 주얼리, 국방 등)	문화체육/ 국방
3D 전자부품	다양한 기능성 복합 소재를 활용한 전자기기 부품(Wearable, Embedded PCB 등)	전기/전자
수송기기 부품	자동차, 항공, 조선 등 수송기기에 사용되는 부품류(새시, 동력계, 튜닝 등)	자동차/항공/ 조선
발전용 부품	발전용 가스터빈 등에 사용되는 효율 향상 부품 및 구조물(블레이드, 연소기 등)	에너지
3D프린팅 디자인 서비스	온라인 CAD툴 서비스, 협업 디자인을 지원하는 서비스 플랫폼 및 서비스	서비스
3D프린팅 콘텐츠 유통 서비스	3D프린팅을 위한 모델 및 부품 거래, 3D프린팅을 활용한 2차 저작물의 활용, 거래 등을 지원하는 유통 플랫폼 및 서비스	서비스

자료: 미래창조과학부산업통상자원부(2014).

우리나라는 2014년에 국가과학기술심의회에서 제조업 혁신을 이끌 3D프린팅 산업의 육성을 위해 '3D프린팅 산업 발전전략'을 수립한 바 있다. 그리고 후속 조치로 미래창조과학부와 산업통상자원부가 중심이 되어 국가차원의 중·장기적 기술 확보 전략인 '3D프린팅 전략기술 로드맵'을 마련하였다. 이에 따르면 우리나라의 3D프린팅 기술발전을 위한 정책 지원은 크게 장비와 소재, 소프트웨어 분야로 구분하여 추진되고 있다. 장비 분야는 3D프린팅 방식별 핵심기술 개발을 통해 자체 주도권 기술을 확보하고 주력산업 및 신산업 적용을 고려하여 응용 분야별 특화를 하는 전략이다. 소재 분야는 선진국과의 기술격차를 해소하기 위한 금속, 고분자, 세라믹 소재 및 미래시장 선점을 위한 창의 소재 개발을 중점 추진하는 전략이다. 소프트웨어는 획득, 저작, 활용 분야 핵심 소프트웨어를 국산화하고, 관련 생태계 활성화를 위한 서비스 소프트웨어 개발을 추진한다는 전략이다.

### 3. 3D프린팅 산업의 현황과 전망

전 세계 3D프린팅 시장 규모는 2015년에 약 51억 6,000만 달러로 2010년 이후 매년 20~40% 수준으로 빠르게 성장하고 있다. 3D 프린팅 시장은 프린팅 시스템 및 소재 가격이 저렴해지고, 사업적 활용이 더욱 확대되면서 최근 시장규모가 더욱 빠르게 성장하는 추세이다. 3D프린팅 시장을 제품 시장과 서비스 시장으로 구분할 수 있다. 2015년 기준으로 전체 시장에서 제품 부문이 46%, 서비스 부문이 54%를 차지하고 있다. 제품 시장은 3D프린터 장비 및 A/S 부품, 시스템 주변장치(Utility Goods), 재료 등이 포함된다. 3D 프린팅 제품 시장은 2015년 23억 6,500만 달러 규모로, 2014년 19억 9,700만 달러 대비 18.4% 성장하였다. 서비스 시장은 3D프린터 서비스(설치, 조형물 주문 생산·배송 및 재판매 등), 유지보수, 컨설팅 서비스 등이 포함된다. 서비스 시장 규모는 2015년 28억 달러 규모로 2014년 21억 500만 달러 규모 대비 33% 성장하였다(김상훈·심우중, 2016).

Wohlers Associates(2015)에 따르면, 향후 전 세계 3D 프린팅 시장규모가 2020년에 약 210억 달러 규모로 성장할 것으로 전망하였다. 이는 2015년에 비

해 약 4배에 이르는 것이다. 장기적으로 3D 프린팅은 전체 제조업 시장규모 (약 12조 8,000억 달러)의 5%(약 6,400억 달러) 비중을 차지할 것으로 예상된다.

2014년도 3D프린터의 시장 점유율을 보면, 미국이 전체의 38.1%로 점유율이 가장 크고, 다음으로 일본인 9.3%, 중국이 9.2%, 독일이 8.7%이며, 한국은 2.7%에 머물러 있다. 활용 분야를 산업별로 보면, 산업 및 비즈니스용이 전체의 17.5%를 차지해 가장 크고, 다음으로 소비재 및 전자 16.6%, 전기자동차 16.1%, 항공우주 14.8%, 의료/치과 13.1%, 교육기관 8.2%, 정부 및 군용 6.6%, 건축 3.2%, 기타 3.9%이다(Wohlers Associates, 2015).

국내 3D프린터 시장은 아직 초기 단계이다. 2012년 국내 시장 규모는 약 300억 원으로 추정된다. 최근 판매된 3D프린터의 약 90%는 수입품이며, 아직은 국산의 품질이 다소 떨어진다는 평가이다.<sup>20)</sup> 그러나 국내 3D프린터 시장은 2013년 이후 급격한 성장세 있다(IRS Global, 2013).

### 제3절 3D프린팅에 의한 미래 직업세계 시나리오

한 시대와 사회의 산업 및 기술은 사람이 수행하는 ‘일’이라는 경제적 행위, 즉 직업을 통해 투영되고 내재화된다고 할 수 있다. 산업과 기술의 변화는 반드시 직종, 직무(하는 일), 직업위세<sup>21)</sup> 등 직업세계의 변화를 촉발하게 되며 사람들의 직업생활에도 영향을 미치게 된다. 시제품 제작에 처음 사용하기 시작한 3D프린팅 기술은 이제는 제조업을 비롯한 전 산업에 걸쳐 활용이 커지고 있고, 직업세계와 직업생활에도 그 영향을 점점 확대하고 있다. 멀지 않은 미래에는 사람들의 일하는 방식과 소비방식에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

본 장에서는 3D프린팅 기술의 발전이 직업세계에 어떤 영향을 미치고 있고 또 앞으로 어떻게 영향을 확대해 나갈 것인가에 대해 직업세계 변화 시나리오를 작성해 보았다. 직업세계 변화는 현재 진행형에 있고, 또 3D프린팅의

20) 우리나라에는 약 1,300대(점유율 2.3%)만이 설치되어 있는 것으로 추정된다(한국기계연구원 전략연구실, 2013).

21) 사회구성원이 어떤 직업에 대해서 일반적으로 가지고 있는 권위, 중요성, 가치, 존경에 대한 인식 정도 또는 평가를 말한다.

발전 전망에 따른 미래 시나리오도 있다. 시나리오는 앞으로 우리가 직업세계가 어떻게 변화할지를 가늠해 보고, 그에 따라 우리는 어떻게 대처해 나가야 하는가에 대한 방향을 제시할 수 있다는 데 의의가 있다.

## 1. 새로운 기회를 맞이한 직업들

3D프린팅의 발전은 직종에 따라서 또 사람에 따라서는 새로운 기회가 되기도 하고 반면 위협이 되기도 할 것이다. 또 3D프린팅을 기반으로 많은 신직업이 탄생할 것이다. 다음은 3D프린팅 기술의 발전과 활용 확산으로 인해 새로운 기회를 맞게 된 직업에는 어떤 것이 있는지를 살펴보았다.

### 가. 생산성 향상 및 기술 혁신 주도

3D프린팅은 기술적 특성상, 시제품 제작이나 소량의 부품 제작 시에 시간과 비용을 현격히 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한 절삭 방법으로는 제작할 수 없는 복잡한 디자인의 제품을 개발하고 제조할 수 있는 장점도 있다. 이러한 장점으로 3D프린팅은 자동차나 항공우주, 의료 등 다양한 분야에서 일찌감치 주목받기 시작했고, 생산성 향상과 기술 혁신에 기여하고 있다.

‘시작품 제작 기술자’는 창업이나 신제품 개발 과정에서 단순 3차원 모형에서 동작이 가능한 시작품(trial product)을 3D프린팅으로 제작하는 일을 한다. 3D프린팅은 열을 이용하는 기술이 많은데 출력물의 열 변형에 따라 동작성이나 조립성이 낮아질 수 있기 때문에 출력물의 열 변형을 예상하여 출력하거나 후가공을 통해 높은 정밀도의 프린팅 제품을 생산하여야 한다. 따라서 시작품 제작을 전문으로 하는 전문가가 필요하다.

‘제품개발자’는 3D프린터를 활용하여 다양한 시제품을 짧은 시간에 적은 비용으로 제작하여 시험할 수 있기 때문에 이전보다 효율적으로 연구를 수행할 수 있게 되었다. 고고학자, 고생물학자 등과 같은 ‘연구자’도 토기 파편이나 고생물 화석을 이용하여 소실된 부분을 완성하는데 3D 스캐너와 3D프린터를 이용하여 연구에 활용할 수 있다.

‘의사(surgeon)’는 복잡한 수술을 실시하기 전에 미리 환자 맞춤형 장기를

사전에 제작하여 수술 연습을 할 수 있기 때문에 수술 시간과 비용을 줄이고 수술 성공률을 높일 수 있다. 실제로 세계 의학계는 심장 수술, 뇌수술 등에 3D프린터를 적극 활용하고 있다.

‘교육자’는 학생들이 실제 구상한 아이디어를 3D프린터로 제작하여 확인하고 수정하는 창의적 교육을 실시할 수 있을 것이며, 복잡한 이론 수업에서 어려운 부분은 3D프린터로 직접 제작하여 교재로 활용하여 체험형 교육을 실시할 수 있을 것이다. ‘전시전문가’도 일반인들을 대상으로 유물을 실제 만지고 느껴볼 수 있도록 체험형 전시에 3D프린터를 활용할 수 있다.

수작업이 많은 공예 분야에서 3D프린터의 활용이 기대된다. 건축이나 전시, 영화 등에 사용되는 미니어처를 제작할 때, 기존 방식으로 제작하기에는 어려운 형태의 디자인이 3D프린터를 활용하여 제작이 가능하고 생산성도 높일 수 있다. ‘미니어처 제작자’의 3D프린터 활용 사례가 증가하고 있다. ‘귀금속가공사’는 귀금속 샘플 제작은 물론 양산에도 3D프린팅 기술을 사용할 수 있다. 주형 제작을 위한 수작업 왁스가공에 3D프린터를 사용하여 생산성을 높일 수 있다. 다만, 이들 직업은 생산성 향상으로 일자리가 감소될 수 있으며, 작업 중 후가공 비중이 높아질 것으로 예상된다.

## 나. 3D프린팅 관련 기술직 수요 증가

3D프린터 산업에 대한 정부의 지원에 힘입어 3D프린터와 스캐너 등 관련 기기의 연구개발 및 제조업, 관련 서비스업이 성장할 것으로 예상되며, 관련 기술직에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다. 제조업, 항공, 의료 등의 산업에 사용되는 향후 해외 수입에 의존하던 첨단 부품산업에 대한 신시장이 커질 것이고, 또한 기존 생산공장이 IoT(사물인터넷) 기술과 3D프린터 등이 접목된 스마트 공장화를 추진함에 따라 관련 일자리도 증가할 것으로 예상된다.

‘3D프린터 개발·설계기술자’는 산업용 또는 개인용 3D프린터의 장치를 연구·개발하고 제조를 위한 설계 및 기술관리 업무를 수행한다. 또한 금속 3D프린터는 공정 조건에 따라서 성능에 큰 차이가 발생하므로 출력 대상물에 따라 공정을 분석하고 설계하는 ‘금속 3D프린팅 공정분석·설계기술자’가 필요하다.

‘3D프린터용 재료기술자’는 3D프린터의 조형 재료를 개발하고 제조하는 일

을 한다. 이들은 3D프린팅 산업의 성장과 함께 인력수요 증가가 기대되는 직업들이다. 특히, 소재 분야는 3D프린터 장치 산업과 더불어 내구성이나 조형 속도, 재활용 등의 측면에서 발전 가능성이 큰 분야이다.

## 다. 3D프린팅 서비스 부문 신규 인력수요

3D프린팅 기술의 발전과 확산은 기기 및 재료의 판매, A/S, 활용 교육 등 관련 서비스 부문의 성장을 동반한다.

3D프린팅 산업에서 큰 비중을 차지하는 인력은 '3D프린팅 기술영업원'이다. 현재, 이들은 주로 제작업체나 유통판매업체 소속으로 통상적 영업 활동 외에도 3D프린터의 설치 및 유지보수, 사용자 교육까지도 담당한다. 그러나 향후 3D프린터의 보급이 확산되면 설치 및 유지보수, 사용자 교육에 대한 전담 인력이 직업적으로 정착될 것으로 예상된다.

'3D프린터 정비원'은 공장이나 사무실 등에 설치되어 있는 사업용 3D프린터나 개인용 프린터가 고장이 나면 수리하는 일을 한다. 현재, 사업용 3D프린터의 경우 제작업체에서 설치와 수리를 해주고 있지만, 점점 3D프린터가 보편화되면 3D프린터 수리를 전문으로 하는 직업이 나타날 가능성이 있다. 다만, 개인용 3D프린터의 경우 각 부품의 모듈화로 인하여 자가 설치 및 유지보수가 아주 용이하므로 지금의 프린터가 그렇듯이 별도의 설치원 및 수리원 직업이 발생할 가능성은 낮을 것으로 예상된다.

'3D프린터 강사'는 기업이나 일반 개인을 대상으로 3D프린터의 사용법, 관리법, 활용사례, 3D모델링 등을 전문적으로 교육하는 일을 한다. 현재도 3D프린터를 도입하고자 하는 기업이나 창업희망자 또는 취미로 활용하고자 하는 개인을 대상으로 교육이 이루어지고 있고, 앞으로 인력 수요는 더욱 커질 것이다.

'3D프린터용 재료판매업자'는 각종 3D프린팅 소재를 기업이나 개인을 대상으로 오프라인 또는 온라인을 통해 유통·판매하는 일을 한다. 현재도 관련 업체가 영업 중이지만, 3D프린터가 보편화되면 관련 업체가 더욱 증가할 것이고 종사자도 증가할 것이다. 종이프린터 회사들이 프린터 본체 판매보다는 프린터 잉크로 이익을 남기듯이 3D프린터 제조 회사들도 3D프린터 재료 판매를 통해 이익이 남는 구조로 경영전략을 전환할 가능성이 있다.

## 라. 경력개발 및 직무확장의 기회

새로운 기술의 등장은 근로자에게는 새로운 기회가 많아진다는 것을 의미한다. 예를 들면, 기존에 설계나 디자인을 디지털 도면으로 옮기던 ‘캐드원’은 3D프린터를 위한 전문 모델링을 하는 ‘3D모델러’로 경력을 개발할 수 있고, 더 나아가 자동차나 항공기 기계부품의 성능과 제작 시 효율을 높이는 일을 할 수 있는 전문가인 ‘3D프린팅 부품설계 전문가’로 경력개발을 할 수 있다.

‘3D모델러’는 캐드를 사용하여 3차원 출력물의 형상정보를 신규로 작성하거나 3D 스캐너 등을 사용하여 자동차, 항공, 메디컬 등 응용 분야의 용도에 적합하도록 3차원 출력물의 형상정보를 가공하는 일을 한다. 기존 캐드원이 3D프린팅을 위한 3D모델링에 대한 추가 교육을 통해 3D모델러로 경력개발을 할 수 있다.

3D모델러가 응용 분야별로 전문성을 갖고 적극적 제품 개선에 참여할 수 있다면 ‘3D프린팅 부품설계 전문가’로 경력개발이 가능하다. ‘3D프린팅 부품설계 전문가’는 3D프린터를 활용하여 기존 기계부품을 경량화하는 등의 최적화 출력을 위한 Re-design(기존의 디자인을 수정·개량)을 하거나 3D프린팅 CAE(Computer aided engineering, 설계 과정에서 발생한 정보를 모아 CAD, CAM 등을 종합적으로 관리하는 생산체계)를 해석하고 적용하는 일을 한다. 이를 위해서는 소프트웨어(3D모델링)에 대한 숙련된 기술 외에 기계나 메디컬 등 응용 분야에 대한 깊은 이해가 필요하다. 향후 3D프린팅의 활용이 더욱 전문화되면 이들은 각 영역에서 혁신을 이끄는 주역이 될 것이다.

## 마. 제조업 현장의 여성친화성 강화

3D프린터는 생산현장을 주물이나 금형제작 등 육체적 생산활동 중심에서 3D데이터 생성이나 3D 출력물의 후가공 등 지식기반 업무나 육체적 근력이 덜 필요한 업무로 전환시키는 데 기여하고 있다. 또 기존 공장과 같이 힘들고 위험하고 더러운 작업환경은 안전하고 깨끗한 사무실 같은 작업환경으로 변화시키는 데도 기여하고 있다. 이러한 업무 변화와 작업환경 변화로 인해 기존 남성 중심의 제조생산 현장은 여성친화적인 생산현장으로 바뀌고 있다. 향후, 여성친화적인 생산현장으로의 변화는 생산가능인구 감소에 따른 근로자 감소와

청년층의 중소 제조업체 기피 현상을 완화하는 역할을 할 것으로 기대된다.

## 2. 위기에 직면한 직업들

역사적으로 새로운 기술의 등장은 일자리나 직업, 근로생활에 긍정적 효과를 미치는 동시에 부정적 효과를 끼친다. 3D프린팅 기술의 발전에 따라 위기를 겪는 직업들도 발생할 것이다. 다만, 일부 직업들이 3D프린팅 기술에 의해 위기를 겪게 되는 시기는 많은 직업이 탄생하거나 기회를 맞게 되는 때에 비해 상대적으로 나중의 일이 되겠지만, 그 차이도 강산이 변하는 시간을 넘지 못할 것이다.

### 가. 전통적 숙련기능원의 일자리 감소

금속재료를 정밀하게 절삭하고 다듬는 방식의 제조 과정에서는 숙련기능원의 역할이 중요하지만, 3D프린터를 이용하면 더욱 더 복잡하고 정밀한 형상을 만들어낼 수 있기 때문에 숙련기능원에 대한 수요가 줄어들 가능성이 있다. 일본 경제산업성(省)도 『2013년 제조업 백서(物作り 白書)』에서 3D프린팅 기술이 보급되면 숙련공 가공기술이 불필요하게 됨에 따라 일본 자국의 제조 경쟁력 약화를 우려한 바 있다.

3D프린터는 원래 시제품 생산을 효율적으로 개발하기 위해 개발되었을 정도로 금형 분야에서 활발히 사용되고 있다. 현재 3D프린터가 금형제작이나 주물 과정에 사용되는 사례가 증가하고 있고, 앞으로 이러한 추세는 더욱 강화될 전망이다. 주물 공정에서 초기 공정인 목형 제작공정 없이 3D Sand 프린팅에 의해서 주형이 만들어지거나 목형 자체를 3D프린터에 의해서 제작되는 경우가 증가할 것이다. 3D프린터의 활용은 작업 과정의 일부를 생략하거나 단순화할 수 있기 때문에 생산성이 향상되는 장점이 있다. 따라서 대표적인 뿌리산업 직종인 ‘주물원’이나 ‘금형원’, ‘목형제작자’의 일자리는 다른 일자리 영향요인에 변화가 없다면 지속적으로 감소할 것으로 예상된다. 그리고 이들의 일자리는 스마트 금형이나 디지털 주물작업을 위한 컴퓨터 프로그램 기반의 지식근로자로 대체될 것이다.



‘공작기계조작원’의 일자리는 선반·밀링 등 기존 공작기계로 작업하던 업무 중 일부가 3D프린터로 대체됨에 따라 감소할 것으로 예상된다. 금형뿐만 아니고 시작품을 3D로 가공하여 전반적으로 공작기계를 이용한 가공의 수요가 감소할 것이다. 이들의 업무는 공작기계를 이용한 시작품이나 치공구(JIG) 가공이 단순 후가공으로 대체될 것이고 치수 검사를 위한 수요는 소폭 증가할 것이다.

‘치과기공사’는 현재, 3D프린터에 의해 가장 큰 위협을 받고 있는 직업 중 하나이다. 치과기공소는 치과에서 본을 뜬 환자의 치형(석고모형)을 배달 받아 크라운이나 인레이 등 각종 보철물을 수작업으로 제작하는 것이 일반적이지만, 최근에는 3D프린터를 이용한 치과기공물 제작시스템을 갖춘 곳이 늘어나고 있다. 아직은 치과기공물 3D프린터의 가격이 고가이기 때문에 주저하는 치과기공소들이 있지만, 이들도 언젠가는 3D프린터의 시간적·비용적 장점으로 인해 3D프린터를 갖추게 될 것이고, 일정 규모 이상의 치과 중에는 자체 3D프린팅시스템을 갖추는 곳도 증가할 것이다. 그렇게 되면 숙련된 치과기공사에 대한 수요가 감소할 수 있다.

3D프린터의 사용으로 조립 과정을 거쳐야 했던 기존 부품을 일체형(one-body)으로 제작하여 조립 과정을 줄일 수 있기 때문에 특정 산업의 ‘부품조립원’ 중에는 일자리가 줄어드는 상황을 맞게 될지도 모른다. 유럽항공방위산업체(EADS)는 바퀴와 페달, 안장, 몸체 일체를 3D프린터로 인쇄하여 ‘에어바이크(Airbike)’라는 일체형 자전거를 제작한 바 있다. 또한 3D프린터로 생산한 일체형 제품 생산이 확산되면, 고장 빈도가 줄어들 것이고 또 고장 시에 수리도 용이하지 않을 것이다. 오히려 페트병을 재활용하듯이 수거하여 재활용하는 것이 더 효율적일 수 있기 때문에 자전거수리원 등 다양한 산업의 ‘수리원’에 대한 수요도 감소할 수 있다.<sup>22)</sup>

2014년 초, 네덜란드 건축회사 두스 아키텍츠는 높이 6미터 크기의 일명 ‘방 만드는 기계(room builder)’라는 뜻의 KamerMaker로 명명된 거대 3D프린터를 이용하여 암스테르담에 빌딩(canal house)을 짓기 시작했다. 이 빌딩은 별 집 구조로, 내부는 거품(form) 재료로 채워져 콘크리트 수준의 강도를 유지할 수 있으며 거의 무한한 형태의 방을 만들 수 있는 장점이 있다. 또 프린팅하

22) 현재도 전자제품을 구성하는 일체형 부품을 수리하는 경우, 전자부품의 수리보다는 아예 교체를 하는 경우가 많다.

고 남은 재료를 재사용할 수 있고 건축자재 운반비도 줄일 수 있다. 집 전체를 찍어내는 데 총 3년이 걸릴 예정이나 기술 발전에 따라서는 공사기간이 단축될 수도 있을 것이다. 건축 분야는 다른 제조업에 비해 자동화와 기계화가 어려운 분야로 인식되어 왔기 때문에 쉽지는 않겠지만, 3D프린터가 건설업의 자동화·기계화에 하나의 해법이 될 수 있다면 콘크리트공, 형틀목공 등 일부 ‘건축기능원’중에는 일자리를 위협받을 수 있다.

3D프린터의 활용 확산도 ‘주얼리 제품, 안경제조 등 패션소품 제조원’의 일자리에 부정적 영향을 미칠 것이다. 주얼리 제품, 안경 등 주물, 사출 등의 전통적 방식으로 제조되는 패션소품 산업은 생산과 유통이 결합된 새로운 사업방식(직접 맞춤주문 생산, 직접 판매 등)이 등장할 가능성이 있기 때문에 관련 업계의 전통적 제조원의 일자리는 감소할 가능성이 있다. 핸드폰 케이스나 액세서리 등 단순하면서 개인적 취향이 중요시되는 제품은 개인이 집에서 또는 3D프린팅 숍에서 손쉽게 제작이 가능한 시대가 올 수 있다.

## 나. 물류업 종사자의 일자리 감소

생산지와 소비지가 일치 또는 근접하는 ‘소비현장 생산’이라는 3D프린터의 특징으로 인해 물류와 유통 산업에 변화가 생길 것이다. 3D프린터로 인해 분산 제조 및 로컬 제조의 활성화로 대규모 물류에 대한 역할과 수요가 감소할 것이다. 지방생산단지에서 생산된 제품을 중간 물류단지를 거쳐 소비지인 도시로 이동시킬 필요가 없고, 해외에서 제품을 수입할 필요 없이 3D 디지털 도면을 구매하여 국내에서 제조하는 경우도 증가할 것이다. 또한 B2B의 물류는 줄고, B2C의 물류가 확대될 가능성이 있다. 간단한 제품의 경우는 소비자들이 자택에서 직접 혹은 가까운 3D프린팅점에서 제조할 수도 있을 것이다. 3D프린터에 의한 생산-공급 체계의 변화로 인해 리드 타임(lead time)이 없어져 운송비용과 탄소 발생이 줄어들게 될 것이며, 재고관리의 필요성이 줄어들 것이다.

3D프린팅의 확산은 그 특성상 장기적으로 ‘물류업 종사자’의 일자리에 부정적 영향을 끼칠 것이다. 다만, 이들 직업의 일자리에 미치는 다양한 요인, 즉 물류자동화, 자율주행, 드론, 전자상거래 및 홈쇼핑의 성장 등에 의한 영향이 3D프린팅의 영향력보다 더 클 것으로 보인다.

### 3. 신직업의 탄생과 일자리 창출

증기기관, 전기, 자동차, 컴퓨터, 인터넷 등 새로운 기술과 제품이 등장했던 때와 마찬가지로, 3D프린팅이라는 새로운 기술의 등장은 새로운 직업을 탄생케 하고 일자리를 창출할 것이다.

#### 가. 의료 분야

‘바이오 인공장기 제작사’는 환자 개인 맞춤형 인공 턱뼈나 치아, 연골이나 인공 혈관, 귀 등의 장기를 전문적으로 제작하는 일을 한다. 현재는 일부 병원에서 의사나 과학자를 중심으로 3D바이오 프린터가 활용되고 있지만, 향후 3D 바이오 프린터가 상용화되면 이 업무를 전담하는 전문 직업이 발생할 가능성이 있다. 이들은 병원을 중심으로 부설 바이오 인공장기전문센터나 전문부서가 설치되면 병원 소속으로 근무하게 될 가능성이 있다.

‘인체측정사’는 외과적 장애를 입거나 치과 치료와 같이 전문적인 의료 서비스 분야는 물론이고 맞춤형 신발이나 의자와 같이 의료서비스 분야에서 사용자의 편의성을 위한 개인 맞춤형 제품 제작을 위해 인체를 측정하는 일을 한다. 향후 맞춤형 개인용품이 확대되면서 일자리가 증가할 것이다.

#### 나. 판매 및 유통 분야

‘맞춤형 개인소품 제작자’는 자신의 취향과 신체에 맞는 고품질 제품에 대한 수요가 증가하고 3D프린터의 소재 품질이 더욱 향상된다면, 완구류, 운동기구, 액세서리, 인테리어 소품, 신발 등의 분야에서 개인맞춤형 제품을 소량 제작하여 직접 판매하는 창업자가 증가할 것이다. 최근, 우리나라도 3D프린터로 고객의 얼굴이나 전신, 태아의 피규어를 제작해 주는 전문점이 등장하여 영업 중이다. 앞으로도 일반 개인이 각자 3D프린터를 소유하게 될 때까지는 성장성이 있는 비즈니스가 될 것으로 예상된다. 또한 고가의 산업용 3D프린터를 이용하고자 하는 사람들을 위한 3D프린터 전문점의 등장도 예상된다. 3D프린터의 활용이 확산되면 취미가 아닌 좀 더 전문적인 목적으로 3D프린터를 이용하고자 하는 수요도 발생할 가능성이 있다.

‘B2C 부품 제작 및 창업자’는 대기업의 납품 구조의 제조업에서 탈피하여, 직접 오픈마켓에서 제품(부품)을 출시하는 제조업자가 증가할 것이다. 이들은 디자인부터 생산까지 일체화하여 직접 판매하거나 혹은 설계한 디지털 도면을 판매하는 일을 하게 될 것이다.

3D디지털 디자인을 거래하고 중개하는 온라인 마켓 플레이스를 개발·운영하는 ‘3D 디자인 중개사이트 운영자’가 많아질 것이다. 그렇게 되면 디자이너가 창작한 디지털 도면을 오픈마켓을 통해 쉽게 사고 팔수 있는 시스템과 제도가 구축되면 가 되면 작곡가가 음원에 대해 저작권료를 받듯이 자신의 디지털 도면에 대해서 저작권료를 받는 시대가 열릴 수 있을 것이다. 3D프린터의 확산으로 기술과 설계도가 생산설비와 같은 공간에 있을 필요성이 없어지기 때문에 3D 디지털 도면이 적절하게 유통될 수 있는 온라인 유통망이 성장할 것이다. 이미 선진국에는 3D 디자인 중개사이트가 운영되고 있다. 3D프린팅 서비스 업체인 Shapeways에는 수십만 개의 설계도가 업로드되어 유통되고 있으며, 1년에 수십만 달러가 거래될 정도이다. 3D디자인 중개사이트 업체가 온라인 3D프린팅점을 같이 운영할 수 있다.

‘3D프린터 임대업자’와 같이, 3D프린터가 보편화되면 고가의 산업용 또는 개인용 3D프린터를 임대하고 관리해 주는 직업이 발생할 가능성이 있다. 그 밖에 ‘중고 3D프린터 매매업자’나 ‘3D프린터 재활용업자’도 등장할 가능성이 있다.

## 다. 엔지니어링 분야

각 응용 분야별로 3D 출력물의 물성과 신뢰성을 평가하고 안정성을 인증하는 ‘3D 출력물 품질 및 신뢰성 평가 전문가’이라는 전문직이 나타날 가능성이 있다. 또한 3D 출력물이 「저작권법」에 저촉되지 않는지를 검증하는 일도 할 수 있다.

원하는 부품을 얻기 위해 디지털 소재 단계부터 소재를 설계하는 ‘3D프린팅 소재 코디네이터’가 신직업으로 등장할 가능성도 있다.

‘3D프린팅 최적 디지털 디자이너’는 전체 공정상에서 3D프린팅이라는 공정을 넣거나 대체하기 위한 공정 전문가이다. 스마트 제조 공정 전반에 대한 이해를 필요로 하며, 기존의 생산라인 전문가와의 협업 및 공조가 필요하다.

‘3D프린팅 컨설턴트’는 다양한 응용 분야에서 3D프린터를 활용하는데 따른 기술적 자문을 한다. 이들 컨설팅 그룹은 연구소를 중심으로 형성될 것으로 예측된다.

## 라. 문화·예술 분야

‘3D프린터 예술가’는 3D프린터를 사용하여 매우 복잡하고, 대상과 재료의 한계를 극복한 창의적인 예술품을 제작할 수 있게 될 것이다. 이에 따라 이전에는 구현하지 못했던 디자인의 도자기나 설치미술, 조형물 등을 디자인하고 제작하는 3D프린팅 전문 예술가에게 새로운 창작 기회가 열리게 될 것이다.

‘3D패션디자이너’는 3D모델링과 3D프린터를 기반으로 새로운 형태의 패션 디자인을 하고 의상 등을 제작하는 일을 한다. 현재도 일부 패션디자이너들이 3D프린터를 사용한 패션디자인을 시도하고 있지만, 현재는 실험적 단계에 있다고 할 수 있다. 향후, 3D프린터 의상이 보편화된다면 전문 3D패션디자이너가 활동할 것으로 예상된다.

## 마. 식품 및 요리 분야

‘3D프린터용 식품개발자’는 (약품이나 건강기능식품과 연관된) 푸드의 고기능화나 현존하지 않는 식량자원(식용곤충 등)을 활용하거나, 현존 푸드의 융복합 정도를 넘어선 형태의 새로운 맛과 새로운 기능, 용도의 식품을 3D프린터를 활용하여 개발하는 일을 한다. 기존의 제약업체나 건강식품업체 또는 식품업체에서 새로운 사업 영역 개척하는 형태로 진행될 수 있다. 미국 라스베이거스에서 열렸던 ‘국제소비자가전전시회(CES) 2014’에서는 스페인의 ‘내추럴 푸드’가 피자나 햄버거 등의 음식을 집에서 프린팅 기법으로 만들 수 있는 ‘푸드니’를 공개했다. 이처럼 ‘푸드 3D프린터’가 상용화된다면 이들 장치로 생산할 수 있는 식품을 전문적으로 개발하는 ‘3D프린터용 식품개발자’도 등장하게 될 것이다. 예를 들어 이들은 미래의 영양공급원이라고 하는 벌레(단백질 파우더)와 해조류를 사용하여 닭다리 형태의 먹음직스러운 음식을 3D프린터로 제조하는 것이다.

‘3D프린팅 전문 요리사’는 푸드 3D프린터를 활용하여 요리를 한다. 이들은

기존 요리사 중에서 블루오션에 대한 전문화 차원에서 발생할 가능성이 있다. 3D Systems는 과자나 케이크에 사용되는 슈거 아트 등의 오브젝트를 출력할 수 있는 ‘Chefjet’를 발표하였다. ‘푸디니’가 ‘패스트푸드 조리사’를 대체하고 ‘Chefjet’가 ‘쇼콜라티에’와 ‘슈거크래프트’를 대체하는 날도 올지 모르겠다.

## 바. 기타 분야

‘불법 디지털 도면 검열관’과 같이 온라인상에서 위험한 디지털 도면이 불법 유통되는 것을 모니터링하고 방지하는 업무가 출현할 가능성이 있다. 3D프린팅은 그 특성상 디지털 도면만 있으면 제품에 대한 권리가 없더라도 누구라도 제품의 복제생산이 가능하다. 또한 디지털 도면만 있으면 3D프린터로 총기류 등 위험물 제작도 가능하다. 이러한 ‘불법 디지털 도면 검열’ 업무는 산업 기밀이나 테러 방지를 담당하는 정부기관에서 기존 관련 업무에 더하여 추가적으로 수행해야 할 업무로 지정될 것이다.

‘3D프린팅 저작권 인증 및 거래사’는 디지털 파일만 있으면 3D프린터를 통해 쉽게 복제와 출력이 가능하므로, 원작자의 창작물 권리보호를 위해 불법행위를 감시하는 일을 전문적으로 수행하는 업무도 생겨날 것이다. 3D프린팅은 그 특성상 제품 설계 도면이 인터넷에서 공유되기 때문에 제품 설계 도면이 불법으로 인터넷에서 유통될 소지가 다분하다(성태웅, 2013). 개인 누구나 3D프린터와 스캐너만 있으면 액세서리나 공예품, 가구 부품 등에 대한 제품 복제와 판매가 가능하기 때문에 향후 지적재산권 침해 사례가 증가할 것이다. 지난 2013년 2월 미국 방송사 HBO는 3D프린팅 서비스업체 nuProto가 자사 TV 프로그램 ‘Game of Thrones’에 등장한 물건을 복제하여 상품화했다는 이유로 해당 제품의 판매 중단을 요구한 적이 있다.

〈표 5-2〉 3D프린팅에 의한 직업세계 변화 방향 정리

구분	변화 방향	관련 직업	내 용
새로운 기회를 맞이한 직업들	생산성 향상 및 기술 혁신 주도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시작품 제작 기술자</li> <li>· 제품개발자/연구자</li> <li>· 의사(surgeon)</li> <li>· 교육자/전시전문가</li> <li>· 미니어처 제작자</li> <li>· 귀금속가공사</li> </ul>	3D프린팅 기술로 시제품 제작 시, 시간과 비용이 줄고, 복잡한 디자인의 제품 개발 및 제조가 가능
	3D프린팅 관련 기술직 인력수요 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3D프린터 개발·설계기술자</li> <li>· 3D프린터용 재료기술자</li> </ul>	3D프린터와 스캐너 등 관련 기기의 연구개발 및 제조업, 관련 서비스업이 성장할 것으로 예상
	3D프린팅 서비스 부문 신규 인력수요	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3D프린팅 기술영업원</li> <li>· 3D프린터 정비원</li> <li>· 3D프린터 강사</li> <li>· 3D프린터용 재료판매업자</li> </ul>	3D프린팅 산업 발전은 기기 및 재료의 판매, A/S, 활용 교육 등 관련 서비스 부문의 성장을 동반
	경력개발 및 직무확장의 기회	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3D모델러</li> <li>· 3D프린팅 부품설계전문가</li> </ul>	직무 확장을 통한 새로운 기회
	제조업 현장의 여성친화성 강화	-	제조업 현장이 3D프린팅 기술로 남성형 근로형태에서 여성형 근로형태로 변모
위기에 직면한 직업들	전통적 생산직 근로자(숙련기능원)의 일자리 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주물원/금형원/목형제작자</li> <li>· 공작기계조작원</li> <li>· 치과기공사</li> <li>· 부품조립원/수리원</li> <li>· 건축기능원(콘크리트공, 형틀목공 등)</li> <li>· 패션소품 제조원(주얼리 제품, 안경 제조 등)</li> </ul>	3D프린터의 활용으로 숙련기능원에 대한 수요 감소
	물류업 종사자의 일자리 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물류업 종사자</li> </ul>	재고관리의 필요성이 감소함에 따라 물류 종사자의 일자리에 부정적 영향

구분	변화 방향	관련 직업	내 용
신직업 의 탄생과 일자리 창출	의료 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 바이오 인공장기제작사</li> <li>· 인체측정기술자</li> </ul>	3D프린팅이라는 새로운 기술의 등장은 의료, 유통, 문화·예술, 식품, 공공서비스 등 다양한 분야에서 새로운 직업과 일자리를 창출
	판매 및 유통 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 맞춤형 개인소품제작자</li> <li>· B2C 부품제작 및 창업자</li> <li>· 3D디자인 중개사이트운영자</li> <li>· 3D프린터 임대업자</li> <li>· 중고 3D프린터 매매업자</li> <li>· 3D프린터 재활용업자</li> </ul>	
	컨설팅 및 엔지니어링 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3D 출력물 품질 및 신뢰성 평가 전문가</li> <li>· 3D프린팅 소재 코디네이터</li> <li>· 3D프린팅 최적 디지털디자이너</li> <li>· 3D프린팅 컨설턴트</li> </ul>	
	문화·예술 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3D프린터 예술가</li> <li>· 3D패션디자이너</li> </ul>	
	식품 및 요리 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3D프린터용 식품개발자</li> <li>· 3D프린팅 전문요리사</li> </ul>	
	공공 등 기타 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 불법 디지털 도면 검열요원</li> <li>· 3D프린팅 저작권 인증 및 거래사</li> </ul>	

## 제4절 소결

이상과 같이 3D프린팅 기술 발전과 활용 현황에 대해 살펴보았고, 이를 바탕으로 직종별로 일자리와 직무 등이 어떻게 영향을 받고 있으며 미래에는 또 어떻게 변화해 갈지를 예측해 보았다. 제4차 산업혁명을 이끌 핵심기술 중 하나로 평가되는 3D프린팅은 제조업의 생산성 향상에 기여하고 있으며, 항공 우주, 물류, 교육·연구, 건축, 디자인, 패션, 예술 등 다양한 분야에서 제품 혁신을 이끌고 있다. 3D프린팅 산업의 성장과 3D프린팅의 활용은 새로운 수요와 사업기회를 창출하고 있으며 또한 많은 직업과 일자리를 출현시킬 수 있는 것으로 나타났다.

반면 이러한 긍정적 전망의 이면에는 유쾌하지 않은 그림자도 드리워져



있다. Gartner는 2013년 이후 10년 동안 일어날 10가지 혁신적인 변화 중 하나로 3D프린팅을 지목하고, 이것은 기계학습, 음성인식, 무인자동차 등과 더불어 사람들로부터 많은 일자리를 빼앗을 것이라고 전망하였다. 변화에 적응하지 못하는 사람들은 혹독한 시련을 겪게 될 것이기 때문이다. 3D프린팅의 발전과 확산으로 많은 일자리가 없어질 것이고, 기존 근로자들은 새로운 작업환경에 적응하기 위해 재빨리 재교육을 받아야 하는 상황에 직면하고 있다.

다른 어떤 직업세계 변화 동인보다도 3D프린팅을 포함한 과학기술의 발전 속도가 직업세계 변화에 미치는 영향이 갈수록 커지고 있다. 과학기술의 발전이 우려를 넘어 두려움을 느낄 정도로 그 속도와 깊이를 더하고 있다. 그러나 세상의 변화는 시작됐고 그 흐름은 거스를 수 없게 되었다. 우리의 과제는 과학기술 등 직업세계 변화의 동인을 분석하여 직업세계가 어떻게 변화할지를 예측하여 그에 대응방안을 모색하는 것이다.

미래의 청소년들은 노동시장에 나가기 전에 배워야 할 것이 점점 많아지고 깊어질 것이다. 따라서 모든 이론을 다 배워서 직업현장에 나서기에는 기술의 발전 속도가 너무 빠르고, 기존 이론이 다 활용될지도 알 수 없는 시대가 되고 있다. 산업현장과 연계된 학습과 훈련이 이전보다는 훨씬 더 빨라질 필요가 있다. 실습과 훈련 과정을 통해 이론을 함께 학습하는 방식으로 교육방식이 바뀌어야 할 것이다.

이에 연구 결과를 토대로 다음과 같은 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 이상에서 살펴보았듯이, 3D모델링과 3D프린터의 활용은 제조업에만 한정된 것이 아니라 교육이나 예술, 방송영화, 의료, 창업 등 다양한 분야에서 사용되어 생산성 향상은 물론이고 사고의 확장에도 기여할 수 있는 장점이 있다. 따라서 청소년들이 학교교육이나 방과후 활동 등을 통해 쉽게 접할 수 있는 환경을 조성할 필요가 있다. 미국·영국·일본 등 선진국에서는 중·고등 교육과정에서부터 관련 인력 양성을 위해 교육을 실시하고 있다. 미국의 경우, MakerBot 주도로 교육과정을 개설하여 2014년 현재, 이미 10만 3,000명의 개인과 학생들이 3D프린팅 교육을 이수한 바 있다. 기능보다는 창의력이 중요해지는 ‘감성(high touch) 시대’가 3D프린팅 기술의 확산을 통해 더욱 빨리 다가올 것이므로 이에 대비하여 정규교육 과정 등에서 예술(디자인 포함)이나 인문학, 소프트웨어 등에 대한 교육을 강화하는 방향으로 정책이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 3D프린팅 기술을 비롯하여 로봇이나 인공지능 등 과학기술의 발전은 제조업의 생산방식을 변화시킬 것이다. 설계(디자인)와 제조, 유통이 분리된 방식에서 설계와 제조, 유통이 일체화하는 방식으로 변화할 것이다. 불특정 다수를 대상으로 하던 방식에서 개인 맞춤형으로 변화할 것이다. 따라서 미래의 근로자는 설계(디자인, 모델링)와 기술적 지식, 마케팅 및 유통에 대한 직업능력을 배양할 수 있는 교육이 되어야 할 것이다. 미국·독일·일본·중국 등 세계 각국은 3D프린팅 기술의 발전과 산업적 성장성을 내다보고 투자를 아끼지 않고 있다. 우리나라도 국가 차원에서 3D프린팅 산업 및 기술 발전에 투자를 하고 있지만, 전문인력 양성에도 적극 나서야 할 것이다. 우리나라도 3D프린팅 숙련인력 양성 교육훈련시스템을 적극 지원할 필요가 있다. 기존 생산근로자의 도태를 방지하기 위해서는 이들에 대한 향상훈련을 확대할 필요가 있다. 기술변화에 대응할 수 있는 직업능력을 갖추도록 할 필요가 있다. 3D프린팅 등 첨단기계에 대한 사용법, 유지관리, 후처리기술 등을 실시할 필요가 있다.

셋째, 4차 산업혁명으로 많은 일자리와 직업이 사라질 것으로 예상된다. 다보스포럼에서는 2020년까지 500만 개의 일자리가 사라질 것이라고 예측하였다. 반면 또 많은 직업이 탄생할 것이고 일자리도 생겨날 것이다. 따라서 이러한 신생유망 분야에 대한 정보를 적시에 제공하여 청소년들이 준비할 수 있도록 할 필요가 있다. 공공고용서비스는 어떤 분야가 유망하고 무엇을 준비해야 하는지에 대한 정보를 풍부하게 제공하여 청소년들이 정보의 부재로 기회를 놓치지 않도록 할 의무가 있다고 하겠다.

넷째, 3D프린팅 기술의 본질상 기존 생산방식을 모두 다 대체하는 것이 아니라 기존에 하지 못했던 기술 분야를 적용하는 방향으로 산업계 활용이 커질 것이므로, 기존 근로자들에 대한 직무향상훈련을 더욱 강화하여 이들이 새로운 환경 변화에 적응하여 근로생애를 유지할 수 있도록 국가차원에서 지원할 필요가 있다.

다섯째, 3D프린팅이 생산인구 감소의 시대를 맞은 우리 사회에 새로운 돌파구가 될 수 있다. 3D프린팅의 장점 중 하나는 생산성 향상과 육체적 노동이 필요한 업무의 감소이다. 향후, 제조업에서 스마트공장이 확산되고 3D프린팅의 활용이 커지게 되면 생산인력의 구성이 육체활동이 많은 생산근로자에서 생산과정을 모니터링하고 유지관리하거나 각종 데이터를 사용하여 설계하고

제작하는 일을 하는 사람에 대한 수요가 커질 것이다. 또한 위험하고 더러운 작업환경이 깨끗한 사무형 제조현장으로 변모할 것이다. 이는 남성 중심에서 제조업 현장에서 여성친화적인 현장으로의 변화를 뜻한다. 따라서 2017년부터 생산가능인구의 감소가 시작되는 우리나라에서는 여성들을 대상으로 3D모델링 등 관련 교육훈련을 적극 지원하고 제조업으로의 유인을 위한 각종 홍보와 지원이 뒷받침되어야 할 것이다.

## 제6장

## 결론 및 정책 제언

## 제1절 요약

## 1. 미래사회 기술환경 스캐닝

기술은 직업세계 변화에 중요한 영향을 미치는 요인으로 미래 직업세계 변화를 전망하기 위해서는 기술 변화와 발전 방향을 살펴볼 필요가 있다. 한국전자통신연구원, 미래창조과학부, 세계경제포럼의 보고서를 중심으로 최근 주목받는 기술과 상용화의 가능성, 향후 전망을 정리하였고, 인공지능, 로봇, 3D프린터 기술부터 아직 생소한 이머징 기술에 이르기까지, 사회적 파급력에 있어 쉽게 전망이 되지 않는 다양한 기술이 관심을 모으고 있음을 확인할 수 있었다.

한국전자통신연구원(ETRI)의 ECOsight 3.0은 기술·인간·사회 통합적 관점에서 미래기술을 전망하고, Tech-Contour Map를 기반으로 한 50대 미래기술 및 주목할 7대 기술을 선정하여 제시했는데, 미래기술 선정 프레임워크는 기술·인간·사회 단위기술 도출, 핵심기술군(郡)구성, 미래기술 선정 순으로 진행

된다. ETRI가 예측한 미래사회 10대 변화에 따르면 인류 역사상 처음으로 기계·인간·사회의 세 영역에서 급격한 진화가 촉발되는 가운데, 모든 것이 디지털 데이터로 정의된 새로운 질서가 만들어질 것으로 전망되었다. 2016년 TCM를 보면 딥러닝·시각지능·자율주행차 등 지능화 기술의 생존력 향상, 보안·프라이버시 등 사회이슈 관련 기술에 대한 수요 증가가 특징으로 나타난다. 2016년 주목해야 할 7대 기술은 개별 기술의 발전 추세, 성장성, 파급효과 등을 종합적으로 평가하여 50대 기술로부터 도출되었는데 인공지능이 처음으로 만나게 될 융합산업, 새로운 기계시대를 정의할 핵심기술, 미래 자본의 집중과 분산에 관한 통제 주체 등 3개 영역으로 구분된다.

미래창조과학부 미래준비위원회의 미래이슈분석보고서는 10년 후 우리 사회에서 중요하게 부상할 이슈가 무엇이고, 이러한 이슈들이 어떻게 변화되는지, 그리고 각 이슈별로 미래에 실제로 사건 등을 통해 현실적으로 문제가 발생할 가능성과 사회에 미칠 영향력에 초점을 맞추고 있다. 15대 핵심기술을 28개 이슈와 연결하여 연관관계를 도출한 네트워크 분석에 따르면, 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등 다양한 이슈와 높은 연관관계를 갖는 핵심기술로 나타났다. 이 분석보고서에 따르면 인공지능기술은 제조업의 혁명, 초연결 사회, 디지털 경제, 삶의 질을 중시하는 라이프 스타일, 고용불안, 사이버 범죄와 같은 이슈와 밀접한 관계가 있는데, 기술이 삶의 질을 개선시킬 수 있는 반면, 무인공장의 실현으로 제조업에 큰 변화가 일어나고 금융 컨설턴트나 회계사, 고객센터상담원 등 여러 직종이 사라질 것으로 예측하였다.

세계경제포럼(WEF: World Economic Forum)에 따르면, 각 기술의 2025년까지의 현실화 가능성이 높은 기술로 웨어러블 인터넷 기술(91.2%), 모든 사람이 이용 가능한 스토리지(91%), 사물인터넷(89.2%)의 순으로 조사되었으며, 현실화 가능성이 상대적으로 낮은 기술로는 커넥티드 홈(69.9%), 공유경제(67.2%), 스마트 시티(63.7%), 비트코인 및 블록체인(57.9%), 인공지능과 의사결정(45.2%)의 순으로 조사되었다.

인공지능(AI)은 최근 급속한 성능 향상을 보이며 새로운 산업혁명을 이끌 어갈 미래기술로 부상하고 있다. 인공지능은 인간의 지각, 추론, 학습능력 등을 컴퓨터 기술을 이용하여 구현함으로써 문제해결을 할 수 있는 기술로서 금융, 의료, 제조업 등 경제 산업은 물론 사회 문화적 측면에서 광범위한 파급효

과를 가져올 전망이다. 인공지능 로봇의 발달은 일자리 변화뿐 아니라 사회 전반에 대한 지형을 바꿀 것으로 예측된다. 향후 인간-기계의 협업에 있어 안정적인 정착을 도모하는 한편, 제도적 개선 방향을 모색하여 일자리 보호를 위한 대처 방안을 마련할 필요가 있다. 미래세대를 위한 교육 변화도 필수적이다. 현 시점의 준비에 따라 인공지능기술의 발달은 위기가 될 수도 있고 기회가 될 수도 있다.

## 2. 인공지능이 직업세계에 미치는 영향

인공지능으로 인한 직업세계 변화는 필연적일 것으로 전망되었다. 사회적 영향력이 크고 청소년의 선호도가 높은 의사, 법조인, 교사, 공무원부터 가장 창의적인 직업군인 예술가에 이르기까지 인공지능기술은 다양한 파급효과를 가져올 것으로 보았으며 이미 점진적인 변화가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 변화에 대응하기 위한 교육적 변화와 올바른 정책 방향 설정도 주요한 과제로 언급되었다. 인터뷰 내용을 중심으로 인공지능이 미래 직업세계에 미치는 영향을 정리하면 다음과 같다.

첫째로 데이터를 기반으로 한 업무의 인공지능 대체 가능성이다. 단순 반복적인 업무 뿐 아니라 진단, 판례분석 등에 인공지능기술이 활용됨으로써 의사나 법조인으로 대표되는 전문직에도 역할 변화가 일어날 수 있으며, 지식전달과 학습에 인공지능이 활용될 경우 교사의 역할도 변화할 것으로 예측되었다. 방대한 데이터를 기반으로 패턴을 찾아내고 정리하는 일에는 인공지능기술이 인간의 능력을 뛰어넘기 때문에 업무 영역에 있어 인간과의 협업이 불가피할 것으로 보았다.

두 번째로 불규칙적이고 복잡한 일의 가치 상승이다. 인간관계 조정이나 감정을 다루는 것처럼 변수가 많은 일의 경우 인공지능이 인간의 역할을 대체하기 힘들 것으로 보았다. 교사 업무의 경우 지식전달보다는 학생들의 인성교육이나 상담, 개개인에 맞는 교수법이 중요할 것으로 보았고 의사도 진단 외에 서비스 영역으로 역할이 확대될 것으로 예측되었다. 공무원의 경우도 대부분의 단순 업무는 대체 가능하나 현장 소통업무는 인간의 역할로 보았으며,

예술가도 예술적 가치에 있어서는 여전히 인간의 불확실한 특성이 중요한 변수라고 보았다.

세 번째는 문제를 정의하는 능력과 도구의 활용이다. 미래 변화를 대비하기 위해서는 문제를 잘 정의하는 능력이 필요하며 이를 위한 교육 변화가 필요하다고 보았다. 단순히 도구를 사용하는 것뿐 아니라 시스템을 이해하는 것이 중요하고, 인공지능기술을 비롯한 도구의 활용능력이 미래를 대비하는 주요 변수로 작용한다는 것이다.

이에 대한 대안으로 사회변화를 반영한 재교육, 청소년 교육의 변화, 인공지능과의 협업과 전통적 직업영역의 확대, 기초과학과 원천기술에 대한 투자, 인재양성 등이 언급되었다. 인공지능기술 수준뿐 아니라 변화의 속도를 조절하는 사회적 합의가 미래 직업세계 변화에 있어 중요한 부분이라는 점을 확인할 수 있었다.

인공지능의 시대에 직면한 사람들은 사람에게서 차가운 기계의 모습을 보고 있다. 오히려 사람들은 기계에게서 따뜻한 인간의 모습을 발견하고 있다. 인간중심주의의 역설이 아닐 수 없다. 인간중심주의를 추구할수록 인간이 소외되는 현상이 발생하는 것을, 인공지능의 시대에 절절하게 느끼고 있다.

또 하나 미래 시나리오 작업을 하면서 얻은 통찰은 인공지능의 시대에 인공지능을 뜻한 Artificial Intelligence(AI)를 뒤집은 IA(Intelligence Amplication)의 태도가 필요하다는 것이다. IA는 인간과 컴퓨터의 결합 시대에 인간의 지능이 더욱 고도화되고 확장될 수 있다는 가정이다. IA라는 프레임에서는 시민사회가 과학기술의 변화를 따라가면서 더욱 진화되는가, 아니면 그렇지 못했가로 나뉜다. 새로운 시대에 맞춰 진화하고 발전하려면 지금부터 인간과 인공지능의 공존에 대해 다양한 가능성을 논의하고 실험해 보아야 한다. 이를 기반으로 다양한 문명의 진보를 경험할 수 있다. 그러나 이런 논의와 실험이 없는 사회는 많은 시민이 시대에 뒤처지고 변화를 이해하지 못한 채 고립될 수 있다.

### 3. 로봇기술과 직업세계 변화

로봇기술의 발전에 따른 직업세계의 변화는 기존 일자리의 감소 및 직무

수행 방식의 변화, 그리고 새로운 직업의 등장 등 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 동시에 가져올 수 있다. 다만, 특정 직업이 완전히 사라진다는지, 기존에 없던 완벽하게 새로운 직업이 나타나는 형태보다는 기존 직업의 직무의 변화를 가져오는 형태부터 새로운 직무를 수행하는 형태가 더 일반적일 것으로 보인다.

한편, 명확한 구분은 어렵지만 제조현장에서의 제조용 로봇의 기술 발전은 제조업에 종사하는 단순 기능직의 일자리 감소에 직접적인 영향을 미칠 수 있고, 또는 인간의 육체적 노동을 경감시키는 형태가 될 것으로 보인다. 서비스 로봇의 발전은 로봇의 상용화와 대중화에 따라 다른 모습을 보일 수 있으나, 인간의 삶을 보다 편리하고 스마트하게 변화시키는 데 기여할 것으로 보인다. 또한 로봇 서비스 시장의 확대는 의료, 보건, 문화, 예술, 교육, 국방, 사회안전 등의 영역에서 직무를 재편하고 새로운 직무를 탄생시키는 등 역동적인 직업 세계의 변화를 보일 것으로 전망된다. 특히, 인공지능기술을 비롯해 드론, 빅데이터, 자율주행차 등 최근 급속히 기술 발전 속도가 빨라지는 영역과 융합하여 혁신적인 변화의 가능성도 배제할 수 있을 것으로 전망된다.

이와 관련해 로봇이 인간의 직업세계에 미치는 영향 관계를 파악하는 자체는 중요하며, 또한 기존의 직무수행에 있어 새로운 대응 전략이 필요하다. 그 전략으로서 인식해야 할 사항을 제안하면, 첫째, 미래 예측의 불확실성을 인지하는 것이 중요하다. 많은 미래학자들이 로봇 및 인공지능 같은 첨단 과학기술의 발전과 직업에 대한 연구를 하고 있으나, 일정 시점이 지났을 때 신뢰할 만한 수준으로 정확한 예측을 해오지 못했다. 이는 근본적으로 미래를 예측하는 것이 상당히 많은 변수에 영향을 받아 제대로 이뤄질 수 없기 때문으로 해석될 수 있다. 더욱이 미래에 나타날 직업은 현존하지 않은 것들일 수도 있어서 예측의 의미를 무색하게 할 수 있다. 실제 미래학자 제임스 캔턴은 “2025년 무렵의 직업 가운데 70%는 아직 나타나지 않았다”고 주장하며, 토머스 프레이는 “2030년 20억 개의 일자리가 사라질 것이다”고 주장하고 있다. 이러한 상황에서 미래 및 직업세계 변화 예측의 불확실을 인정하는 것 자체가 미래에 대응하는 자세가 될 수 있다.

둘째, 로봇이 인간의 일에 전 방위적으로 영향을 미칠 수 있다는 것을 인식할 필요가 있다. 페이팔의 공동 창업자 피터 필은 “로봇혁명으로 사람들은 일자리를 잃어버리게 되지만 그 혁명은 사람들이 다른 많은 일을 할 수 있도



록 자유롭게 풀어줄 것”이라고 말한 바 있다. 그의 언급에서 유추하듯이, 로봇으로 인한 일자리의 변화는 한 방향에서 다른 방향으로 선회하듯 이뤄질 수도 있고, 완전히 전복되는 형태가 될 수도 있다. 즉, 방향성이나 영향력을 예측하기 어렵다는 점에서 완벽한 변혁의 가능성을 염두에 두고 대응하는 적극적인 자세가 요구된다.

셋째, 로봇으로 인해 어떤 변화가 예상될 것인지, 어떤 대비가 필요한지를 주의를 기울이는 자세가 필요하다. 이는 개인의 과제일 뿐 아니라 로봇 산업을 육성·지원하는 정부의 역할도 포함된다. ‘제2차 지능형 로봇기본계획’에 따르면, 4대 과제로서 로봇 연구개발 종합 역량 제고, 로봇 수요의 전 산업 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성, 로봇 융합 네트워크 구축이 추진되고 있다. 다만, 로봇의 전 산업 적용 확대에 맥을 같이하여 국가적으로 로봇 전문인력 양성과 산업 투자에 있어 가시적인 성과를 강요하기보다는 꾸준히 연구할 수 있는 환경의 조성과 투자가 이뤄져야 할 것으로 보인다. 또한 각 적용 전문기술별로 전문인력 육성을 위한 실질적인 투자와 지원이 지속적으로 이뤄져야 할 것으로 보인다.

또한 로봇이 고용에 미치는 영향에 대한 연구가 부족한 것이 현실이다. 국내의 경우 해외 연구에 의존하는 경향이 있으며, 미래의 노동, 고용, 직업세계 변화를 예측, 분석, 연구할 인력과 조직, 예산, 컨트롤타워 등이 아직 미비한 상태이다. 이럴 경우, 고용시장 변화의 시그널을 전달하기 어렵게 된다는 점에서 일반 근로자 및 청소년들이 이해할 수 있는 고용 및 교육 관련 메시지가 전달될 수 있도록 로봇으로 인한 일자리 영향에 대한 연구가 활발하게 이뤄져야 할 것이다.

마지막으로 미래 직업세계를 연구하고 이를 전달하는 연구자 및 교육자는 청소년 및 학부모, 이·전직 희망자에게 변화에 대한 대응으로서 경력개발에 필요한 메시지를 전달할 필요가 있다. 먼저 평생직업에 대한 환상을 버리도록 하되, 로봇으로 인한 일자리의 영향이 반드시 부정적인 영향만 있다고 오해하게 해서는 안 될 것이다. 또한 경력개발 및 관리의 한 형태로서 자신의 영역에서 최신의 로봇기술을 접목하는 방법에 대한 가능성을 제시하고, 로봇과 함께 일하는 협력의 중요성을 강조하는 교육이 필요하겠다. 더불어, 로봇으로 위협받는 직업세계에 대비해 창의성 교육 등 가장 인간적인 일에 대한 탐색이

필요하며, 로봇으로 일어날 사회문제에 대비하거나 해결책을 모색하는 사회적 협력이 필요할 것으로 보인다.

#### 4. 3D 프린팅이 직업세계에 미치는 영향

제4차 산업혁명을 이끌 핵심기술 중 하나로 평가되는 3D프린팅은 제조업의 생산성 향상에 기여하고 있으며, 항공우주, 물류, 교육·연구, 건축, 디자인, 패션, 예술 등 다양한 분야에서 제품 혁신을 이끌고 있다. 3D프린팅 산업의 성장과 3D프린팅의 활용은 새로운 수요와 사업기회를 창출하고 있으며 또한 많은 직업과 일자리를 창출하고 있는 것으로 나타났다.

반면 이러한 긍정적 전망의 이면에는 유쾌하지 않은 그림자도 드리워져 있다. Gartner는 2013년 이후 10년 동안 일어날 10가지 혁신적인 변화 중 하나로 3D프린팅을 지목하고, 이것은 기계학습, 음성인식, 무인자동차 등과 더불어 사람으로부터 많은 일자리를 빼앗을 것이라고 전망하였다. 변화에 적응하지 못한 사람들은 혹독한 시련을 겪게 될 것이기 때문이다. 3D프린팅의 발전과 확산으로 많은 일자리가 없어질 것이고, 기존 근로자들은 새로운 작업환경에 적응하기 위해 재빨리 재교육을 받아야 하는 상황에 직면하고 있다.

다른 어떤 직업세계 변화 동인보다도 3D프린팅을 포함한 과학기술의 발전 속도가 직업세계 변화에 미치는 영향이 갈수록 커지고 있다. 과학기술의 발전이 우려를 넘어 두려움을 느낄 정도로 그 속도와 깊이를 더하고 있다. 그러나 세상의 변화는 시작됐고 그 흐름은 거스를 수 없는 추세가 되었다. 우리의 과제는 과학기술 등 직업세계 변화의 동인을 분석하여 직업세계가 어떻게 변화할지를 예측하여 그에 대응방안을 모색하는 것이다.

미래의 청소년들은 노동시장에 나가기 전에 배워야 할 것이 점점 많아지고 깊어질 것이다. 따라서 모든 이론을 다 배워서 직업현장에 나서기에는 기술의 발전 속도가 너무 빠르고, 기존 이론이 다 활용될지도 알 수 없는 시대가 되고 있다. 산업현장과 연계된 학습과 훈련이 이전보다는 더 빨라질 필요가 있다. 실습과 훈련과정을 통해 이론을 함께 학습하는 방식으로 교육방식이 바뀌어야 할 것이다.

이에 연구 결과를 토대로 다음과 같은 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 이상에서 살펴보았듯이 3D모델링과 3D프린터의 활용은 제조업에만 국한되는 것이 아니라 교육이나 예술, 방송영화, 의료, 창업 등 다양한 분야에서 사용되어 생산성 향상은 물론이고 사고의 확장에도 기여할 수 있는 장점이 있다. 따라서 청소년들이 학교교육이나 방과후 활동 등을 통해 쉽게 접할 수 있는 환경을 조성할 필요가 있다. 미국·영국·일본 등 선진국에서는 중·고등 교육 과정에서부터 관련 인력 양성을 위해 교육을 실시하고 있다. 미국의 경우, MakerBot 주도로 교육과정을 개설하여 2014년 현재, 이미 10만 3,000명의 개인과 학생들이 3D프린팅 교육을 이수한 바 있다. 기능보다는 창의력이 중요해지는 ‘감성(high touch) 시대’가 3D프린팅 기술의 확산을 통해 더욱 빨리 다가올 것이므로 이에 대비하여 정규교육 과정 등에서 예술(디자인 포함)이나 인문학, 소프트웨어 등에 대한 교육을 강화하는 방향으로 정책이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 3D프린팅 기술을 비롯하여 로봇이나 인공지능 등 과학기술의 발전은 제조업의 생산방식을 변화시킬 것이다. 설계(디자인)와 제조, 유통이 분리된 방식에서 설계와 제조, 유통이 일체화하는 방식으로 변화할 것이다. 불특정 다수를 대상으로 하던 방식에서 개인 맞춤형으로 변화할 것이다. 따라서 미래의 근로자는 설계(디자인, 모델링)와 기술적 지식, 마케팅 및 유통에 대한 직업능력을 배양할 수 있는 교육이 되어야 할 것이다. 미국·독일·일본·중국 등 세계 각국은 3D프린팅 기술의 발전과 산업적 성장성을 내다보고 투자를 아끼지 않고 있다. 우리나라도 국가 차원에서 3D프린팅 산업 및 기술 발전에 투자를 하고 있지만, 전문인력 양성에도 적극 나서야 할 것이다. 우리나라도 3D프린팅 숙련인력 양성 교육훈련시스템을 적극 지원할 필요가 있다. 기존 생산근로자의 도태를 방지하기 위해서는 이들에 대한 향상훈련을 확대할 필요가 있다. 기술변화에 대응할 수 있는 직업능력을 갖추도록 할 필요가 있다. 3D프린팅 등 첨단기계에 대한 사용법, 유지관리, 후처리기술 등을 실시할 필요가 있다.

셋째, 4차 산업혁명으로 많은 일자리와 직업이 사라질 것으로 예상된다. 다보스포럼에서는 2020년까지 500만 개의 일자리가 사라질 것이라고 예측하였다. 반면 또 많은 직업이 탄생할 것이고 일자리도 생겨날 것이다. 따라서 이러한 신생유망 분야에 대한 정보를 적시에 제공하여 청소년들이 준비할 수 있도록 할 필요가 있다. 공공고용서비스는 어떤 분야가 유망하고 무엇을 준비해야

하는지에 대한 정보를 풍부하게 제공하여 청소년들이 정보의 부재로 기회를 놓치지 않도록 할 의무가 있다고 하겠다.

넷째, 3D프린팅 기술의 본질상 기존 생산방식을 모두 다 대체하는 것이 아니라 기존에 하지 못했던 기술 분야를 적용하는 방향으로 산업계 활용이 커질 것이므로, 기존 근로자에 대한 직무향상훈련을 더욱 강화하여 이들이 새로운 환경 변화에 적응하여 근로생애를 유지할 수 있도록 국가차원에서 지원할 필요가 있다.

다섯째, 3D프린팅이 생산인구 감소의 시대를 맞은 우리 사회에 새로운 돌파구가 될 수 있다. 3D프린팅의 장점 중 하나는 생산성 향상과 육체적 노동이 필요한 업무의 감소이다. 향후, 제조업에서 스마트공장이 확산되고 3D프린팅의 활용이 커지게 되면 생산인력의 구성이 육체활동이 많은 생산근로자에서 생산과정을 모니터링하고 유지관리하거나 각종 데이터를 사용하여 설계하고 제작하는 일을 하는 사람에 대한 수요가 커질 것이다. 또한 위험하고 더러운 작업환경이 깨끗한 사무형 제조현장으로 변모할 것이다. 이는 남성 중심에서 제조업 현장에서 여성친화적인 현장으로의 변화를 뜻한다. 따라서 2017년부터 생산가능인구의 감소가 시작되는 우리나라에서는 여성을 대상으로 3D모델링 등 관련 교육훈련을 적극 지원하고 제조업으로 유인하기 위한 각종 홍보와 지원이 이루어져야 할 것이다.

## 제2절 결론

### 1. 업무환경 변화에 영향을 미칠 기술

미래 업무환경 변화에 연관된 기술군(AI, Robotics, 3D Printing)에 대한 상세한 분석과 이들이 직업 및 업무 수행에 구체적으로 어떤 영향을 미칠 것인지를 앞 절에서 살펴보았다. 본 절에서는 이들 영향요인을 기술적, 사회·경제적, 정책적 동인으로 구분하여 요약·분석하였다.

업무환경은 이를 지원하는 기술의 혁신과 사회경제적인 동인으로 인한 고용·

일·업무성격 변화, 국가적 차원에서의 정책적 방향성에 따라 변화가 이뤄진다.

모바일, 클라우드, IoT 기술의 등장과 급속한 확산은 기업 및 개인의 업무 환경 기반 플랫폼을 변화시키는 핵심요소기술이다. 2025년까지 전 세계 최소한 37억 개 스마트폰, 5억 2,000대 웨어러블 형태의 헬스케어 기기, 7억 대의 태블릿 등이 보유될 것으로 예측하고 있다(Frost와 Sullivan 2016). 이들 기술과 기기의 보급은 기업 업무 전체 과정에 영향을 미치게 될 것이다. 기술의 혁신에 따라 등장하게 될 초연결 사회에서 업무성과를 높이기 위해서는 AR/VR, 빅데이터, 인공지능 분야가 필요에 의해 비약적으로 발전하게 될 것이다. 특히, 2020년 6억 9,740만 명이 기업 내 소셜 네트워킹을 통하여 협업을 할 것이고, 현재 북미의 경우 기업의 72%가 사내 소셜 네트워킹 소프트웨어를 활용하고 있다. 업무용 웨어러블 기기의 경우, 특히 스마트 글라스의 높은 성장이 기대된다.

업무환경 변화를 초래하게 될 다양한 기술 중에서 정형화된 또는 비정형화된 데이터를 처리하여 몇 시간, 며칠, 몇 주 등 앞으로 일어날 일을 예측함으로써 업무에 활용하는 빅데이터 기술은 기업 내부 초연결성이 강해지면서 급격하게 생성되는 데이터들을 처리하고 업무에 효과적으로 활용하기 위해 반드시 필요한 기술이다.

3D 프린팅 기술은 특히, 제조업 분야에서 제품생산 및 판매와 관련하여 시간과 자원의 낭비를 줄일 수 있다. 3D 프린팅은 가전제품, 자동차, 헬스케어, 우주, 제조업 등의 분야에서 이용될 것이고, 이는 온도나 습도에 따라 모습이 변하는 스마트 소재를 사용한 제품의 설계도 역할을 제품을 출력하는 4D 프린팅 기술로 발전하게 될 것이다. 스마트 소재는 나무나 종이 등 기본 소재뿐만 아니라 형상기억합금이나 형상기억폴리머섬유 등의 첨단 소재 등이 다양하게 쓰일 수 있다. 이같은 소재로 출력된 완성물이 설계했던 조건과 만나면 모습이 변하여 최종 원하는 제품이 만들어지고 모습이 변하는 과정에서 스스로의 조립도 가능하다. 이를 통해 의료, 건설, 로봇 분야는 자체 변환과 자체 조립이라는 더 진화된 결과물이 나올 수 있기 때문에 해당 기술이 업무환경 변화를 초래할 영향도는 더욱 확장될 것이다.

이상의 기술 혁신에 있어 단연코 가장 영향력이 높은 기술로 인공지능(AI)이 그 중심에 있다. 특히, 인공지능기술의 발달은 타 분야 기술에 내재되어 활용되는 SW형인데, 연계 기술로 자연어 처리, 이미지 인식, 딥러닝 등이 기업

업무 환경에서 적용될 요소기술이다. 인공지능기술의 경우 특징적으로 개인화된 업무지원뿐만 아니라, 전반적인 업무지원까지 가능할 것이나 프라이버시와 보안에 있어서는 여전히 기술적으로 해결해야 할 문제가 산재해 있다.

인공지능을 통한 자동화와 함께 로봇기술은 산업계와 서비스 분야의 변화를 초래할 것으로 예상된다. 산업분야의 경우 500만 대의 로봇이 2025년까지 활용될 것으로 보이나 여전히 현재는 전 세계 대부분의 국가에서 그 활용도는 낮은 편이다. 전문적인 서비스 로봇의 경우 미래 업무 환경을 가장 크게 변화시킬 기술 중의 하나이다. 하지만, 여전히 안전성과 활용의 편리성은 극복해야 할 문제점이다.

〈표 6-1〉 기술혁신이 미치는 업무환경의 변화

기술	업무환경 변화	적용 분야(예)
인공지능 (AI)	Mobile connectivity + Big Data + Computing	Power(Deep Learning)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트폰, 태블릿, 웨어러블기기 등으로 기업 생산성 향상 유도</li> <li>- 중소기업의 경우 활용도가 높음</li> <li>- 텔레컨퍼런스 기능으로 재택근무 시작</li> <li>- 인공지능이 인간의 생각 범주를 확장</li> <li>- 빅데이터로 인간 이해도 이상 결과 도출</li> <li>- Smart notifaction, Data Visualization</li> <li>- 선택된 데이터 정보 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고난이도 서비스</li> <li>AI 셀프 트레이닝</li> <li>기업 의사결정 지원</li> <li>실시간 통역 서비스</li> <li>고객과의 의사소통</li> <li>개인 맞춤형 개인비서</li> <li>공급망 관리 등 컨텍스트 맞춤형 서비스</li> </ul>
Robot	Automation (AI) + Robotics	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제조업의 자동화 업무</li> <li>- 자동화된 업무</li> <li>- 인간투입 불가 지역 업무</li> <li>- 특정 환경에서 이루어지는 공정 업무</li> <li>- 클라우드 IoT로 연결된 로봇 중심의 시스템적 문제해결 업무</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자동화 산업,</li> <li>전기·가전 산업,</li> <li>군대, 농업, 헬스케어,</li> <li>보안, 해상, 건설,</li> <li>유통, 연구 등</li> </ul>
3D 프린팅	3D 프린팅 + 4D프린팅	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모든 제조업 공정에 변화 유도</li> <li>- 전체 제조품의 가상화</li> <li>- 생산관리 중 유통과 재고과정 퇴출</li> <li>- 새로운 제조방식 및 영역 창출</li> <li>- 공장 기반에서 개인화된 제조공정 창출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조 기반 2차 산업 전 분야</li> <li>서비스업 가치사슬 중 유통 채널</li> </ul>

IoT, 클라우드, 빅데이터 모바일에 인공지능의 발전, 스스로 생각할 수 있는 지능을 갖춘 로봇, 제조업의 물리적 한계를 뛰어넘은 3D 프린팅은 기존의 인간이 갖고 있는 지적·신체적 조건에 한정되어 있던 국가 및 산업 생산성을 전반적으로 높이고, 이를 어떻게 활용하느냐에 따라 기업의 경쟁력에 영향을 줄 것으로 전망된다. 특히, 이들 기술은 노동·자본 등 전통적인 생산요소 투입으로 성장의 한계에 직면한 우리나라 국가 경제가 새로운 국면에 접어들 수 있는 계기가 될 것이기 때문에 이들에 연관된 원천기술 확보 및 활용 분야를 확대하는 것이 국가 정책적으로 매우 중요한 이슈가 되었다.

기술의 혁신은 우리의 사회상과 경제적 구조에 변화를 초래하게 될 것이다. 초연결, 빅데이터 정보, 인공지능을 통해 지속적으로 정보 및 데이터를 산출하고 이를 실시간으로 분석함으로써 상황정보 기반의 서비스가 가능하게 되고 이는 개인화 및 조직에 적합한 맞춤형 서비스로 발전하게 된다. 현재, 애플의 Siri, Google Now, Cortana, M, Viv 등이 개인화된 맞춤형 서비스로 발전하고 있고, GE Predix 같은 경우 기업의 공급망 관리 등에 적용된 조직형 컨텍스트 기반 맞춤형 서비스이다. 이 같은 서비스들이 빠른 속도로 발전하면서 업무를 수행하는 개인이 갖추어야 할 업무역량 및 업무 수행 능력에 큰 변화를 가져오게 될 것이다. 이와 같은 맞춤형 서비스가 활성화된다면 그다음 단계로 인간과 기계(AI, 로봇 등)와 업무 수행에 있어 의사결정 과정에서의 협업이다. 이미 왓슨은 의료 분야에서 의사의 진단 영역의 의사결정을 지원하고 있으며, 인공지능 기능을 통한 글로벌 데이 트레이딩은 보편화된 기술이다. 향후 20년 후에는 인간이 업무를 수행하는 데 있어 현재의 워드프로세스의 도움으로 문서 보고를 하듯이 인공지능과 협업하여 의사결정하게 될 것이다.

네트워킹으로 모두가 연결되고 그 네트워크가 지능적 서비스를 구현하는 환경에서 소비자와 생산자는 항상 연결되어 있고 작은 수요라도 언제 어디서나 충족될 수 있다. 3D 프린팅을 통한 제조의 DIY 등 다양한 분야에서 공급자로서 진입장벽이 낮아지고 지극히 개인화된 소비자의 효용을 충족시킬 수 있게 되면서 소비자 효용은 비약적으로 극대된다. 이 같은 경제적·사회적 변화로 고용이나 일의 성격도 변화하여 일부 직업은 소멸되고 신직업이 탄생하고, 직업 성격이 변화하게 된다. Carl Benedikt Frey에 따르면, 컴퓨팅의 확산과 이용이 20년 내 직업의 약 절반 정도를 불필요하게 만들 것이며 직업의 안정성

은 미래에 존재하지 않을 것이다.

따라서 기술혁신으로 인해 변화하게 될 업무환경을 고려하여 이에 대응하기 위해 다음 세대가 갖추어야 할 직업역량은 어떻게 바뀌어야 하는지를 살펴본 후 정부의 정책방안을 제안하고자 한다.

## 2. 기술이 미치는 직업역량 변화 예측

기술혁신은 업무 수행 전체 과정에 영향을 미친다. 특히, 산업 전반에 새로운 변화를 일으켜 기존의 1, 2, 3차 산업과 다른 4차 산업의 도래를 가져올 지능화 정보 기술은 이 영향 정도가 더욱 광범위할 수밖에 없다. 향후 20년 이내 사람과 사물이 연결되고, 이들이 쏟아내는 무수한 정보를 효과적으로 분석 처리하여 업무지원에 도움이 되는 정보를 제공할 수 있는, 이전에는 없었던 업무 플랫폼이 구축될 것이다. 이를 통해 인공지능에 노동은 대체 될 것이고, 로봇에 의해 노동은 증강될 것이다. 의사결정은 더 많은 정보를 기반으로 단기간 내 인간과 인공지능의 협업에 의해 효율적으로 이루어짐으로써 전통산업의 생산성이 제고될 것이다. 하지만, 이 같은 업무환경에 필요한 인간노동 및 인간이 갖추어야 할 직업 역량은 어떤 것이 있고, 얼마나 중요한지를 알아야 할 것이다. 기술의 혁신은 이미 시작되었고, 이는 더욱 빠른 속도로 이루어질 것이다. 이에 대응할 수 있는 노동인력의 역량은 무엇인지 앞에서 전문가들의 의견을 기반으로 분석하였는데, 이를 기술혁신에 따른 업무 현장 변화 트렌드와 연계함으로써 향후 정책적 시사점을 도출하고자 한다.



[그림 6-1] 지능화 정보 기술혁신과 노동관계



자료: 정보통신정책연구원(2016)

직무수행을 위해 갖추어야 할 기능으로 전통적으로는 스킬 중심의 방법이 우세하였으나 최근에는 역량 중심으로 변화하고 있다. 일반적으로 스킬은 적절한 학습을 통해 습득되는 데 반해, 역량은 특정 직무를 위한 기능적 측면을 넘어서 포괄적 범위의 직무에 접합한 특성을 의미한다. 역량은 눈으로 관찰되는 가시적인 부분과 비가시적인 부분으로 나눌 수 있다(Spencer와 Spencer, 1993). 가시적인 부분은 개인의 지식과 기술을 말하는데, 이들은 전문적인 교육훈련을 통해 비교적 개발이 용이한 부분이다. 여기서 지식이란 특정 분야에 대해 가지고 있는 정보를 말하며, 기술이란 특정한 신체적 또는 정신적 과제를 수행할 수 있는 능력으로 정의된다. 이에 반해 비가시적인 역량은 동기(motive), 특질(trait), 태도(attitude), 자아개념(self-concept)으로 구성되어 있으며, 이들은 쉽게 관찰되지 않을 뿐만 아니라 개발 또한 쉽게 되지 않는 특징을 가진다. 일반적으로 교육에 의해 개발될 수 있다고 판단되는 눈에 보이는 역량은 ① 훈련을 통해 습득되는 특정 과업수행 능력(예, 의사소통스킬, 분석), ② 교육을 통해 습득되는 산업이나 전문 분야에 대한 정보, ③ 도전정신과 조직몰입과 같은 일에 대한 자세 및 중시하는 가치인 태도로 구분된다. 이상의 직업에 관련된 역량에 대해 지속적인 개발이 가능한 측면을 추출하여 분류한 요시카와의 직무역량 분석체계를 활용하여 혁신기술 등장 시 어떤 개인 역량이 필요한지를 정리하였다.

〈표 6-2〉 직업역량 구분<sup>23)</sup>

역량 구분		세분류
보유능력	기초 습득	지식, 기능, 체력
역동능력	사고력	이해력, 판단력, 결단력, 창조력, 기획력, 개발력
대인능력	의사소통	표현력, 절충력, 설외력, 지도력, 관리력, 통솔력
발휘능력	태도	규율성, 책임성, 협조성, 적극성
업적	업무	일의 질, 일의 양, 업무 수행도

본 보고서에서 분석한 인공지능, 로봇, 3D 프린팅 기술이 노동에 유형 및 직무역량에 긍정·부정 등 어떤 방향성의 영향을 미치는지 살펴본 후 구체적으로 어떤 직업역량을 향후 필요로 할 것인지에 대해 요시카와 분류체계에 기반을 두어 간략하게 제시하고자 한다.

〈표 6-3〉 기술혁신과 직무역량<sup>24)</sup> 관계

트렌드	기술	노동유형 변화	직무역량	
초연결 데이터 지능	인공지능	노동증강 의사결정 지원	지식, 기능	↓
			이해력, 판단력, 결단력	↑↑
			표현력	↓
			지도력, 관리력, 통솔력	↑
			규율성, 책임성	↓
			협조성, 적극성	↑
			일의 질, 일의 양	↑
	로봇	노동대체	기능	↓
			(관리력, 통솔력	↑
			규율성, 책임성	↓
생산성 향상	3D 프린팅	노동대체	일의 질, 일의 양	↑
			기능	↓
			일의 질, 일의 양	↑

주: 인간이 해당 기술을 노동에 적절하게 활용하였을 때 해당 직무역량을 갖추어야 하는 필요성에 대하여 정성적 분석을 하였고, 정도를 확실히 표시(↑↑: 강한 역량 필요, ↑: 필요, ↓: 감소) 단, 언급되지 않은 역량의 경우 기술 혁신 이후에도 현재와 동일한 수준을 유지할 것으로 판단되어 표기하지 않음

23) 미국 노동부는 직무구성 중 지식(Knowledge), 기술(Skills), 능력(Ability)은 채용, 훈련 및 경력개발 시 의사결정의 기본이 된다고 보는 개인 역량으로 KSA라고 명명하였고, 이는 요시카와의 분류체계와 상이하지 않다. 따라서 본 보고서에서는 좀 더 상세하게 구분된 요시카와 분류체계에 기반하여 직업역량을 분석하였다.

24) 직무역량 분류 중 세분류 수준의 구분을 활용하여 관계를 분석하였다.

업무 수행에 있어 필요한 다양한 정보를 시의적절하게 제공하고 분석하며, 이를 인간의 신체적 한계를 뛰어넘어 수행할 수 있는 기술의 경우 우리에게 필요한 역량은 이들 기술이 직접 연계된 1차적인 지식과 정보를 확보하기 위한 것보다 이를 기반으로 2차적인 판단을 할 때 필요한 역량이다. 특히, 로봇과 3D기술의 경우 인간보다 정교한 기능성을 제공하기 때문에 이를 넘어서 기획 및 설계할 수 있는 역량이 필요하게 될 것으로 판단된다.

### 제3절 정책제언

향후 20년 새로운 산업을 이끌어낼 혁신적인 지능화 정보 혁신기술은 직업과 고용에 있어 큰 변화를 가져올 것이다. 단순 반복적이고 정교하지 않은 동작을 하거나 사람과 소통을 적게 하는 직무의 경우 빠르게 자동화 기술로 대체되어 갈 것이고, 이들 기술은 점차 인간과 협업하는 형태로 발전하게 될 것이다.

이들 기술의 발전이 업무환경을 인간이 필요로 하는 다양한 정보를 스스로 분석하여 적시에 제공하는 완벽한 개인 및 조직 맞춤형 의사결정 지원 어시스턴트 역할, 인간이 들어갈 수 없는 특이 환경에서 인간보다 정교하게 작업할 수 있는 로봇으로 과거에 없었던 새로운 사회적·경제적 가치를 창출하게 된다. 이런 환경에서 미래 업무 수행을 위해 갖추어야 할 역량으로는 기본적인 업무에 관련된 지식, 심지어 전문적인 지식이라 할지라도 이런 데이터 형태의 정보 및 지식은 더 이상 필요한 역량이 아니다. 이는 앞으로 지능화 기술이 우리보다 더 나은 형태로 제공할 것이기 때문이다. 엄청난 양의 정보가 1차 가공 처리되어 제공될 때 이를 업무에 적절하게 판단하여 취사선택을 할 수 있는 것은 여전히 우리에게 요구되는 역량이다. 또한, 이것이 효과적으로 기능하기 위해서는 기존의 교육 및 훈련 프로그램과는 달라진 새로운 프로그램이 필요하다. 이상의 미래 변화를 적절하게 예측하여 교육체계와 지원하는 정책 개발을 국가적 차원에서 시행해야 글로벌 경쟁에서 우리나라의 국가 경쟁력을 높일 수 있게 될 것이다.

본 보고서에 논의되어 온 기술혁신 과정과 이것이 어떤 직무 역량을 상대적으로 더 요구하는지 분석해 볼 결과, 미래에 변화될 직업 혹은 새롭게 생길

직업에서 업무를 수행하기 위해서는 ① 문제 발굴력 (Learning Action) 및 복잡한 문제해결력(Complex Problem Solving), ② 인간 간 협업을 넘어선 기계와 협업 및 의사소통 역량(Communication Skill), ③ 기술 혁신 속도에 맞춘 신기술의 활용 역량(Ease of Use)이 향후 가장 필요한 직무역량으로 도출되었다.

미래 세대를 해당 역량을 강화시킴으로써 미래 직업을 선택하는데 있어 어려움이 없도록 지원할 수 있는 새로운 교육체계 도입이 시급하다. 먼저, 기존의 문제해결을 위한 수단 중심의 교육에서 문제를 직접 해결할 수 있는 파괴적 혁신을 이끌어낼 수 있는 인재 양성에 교육의 목표가 설정되어야 할 것이다. 이를 위해 기존의 분야 및 전공 중심의 교육이 아닌 문제를 해결하기 위해 필요한 다양한 현장에서의 경험(지역사회, 기업, 공공기관, 가정 등)을 갖추고 기술에 대한 니즈, 적용 가능성, 실현될 수 있는 문제해결 방안 등을 체계적으로 고민할 수 있는 교육 및 훈련 프로그램이 도입되어야 할 것이다. 따라서 기술과 사회의 연관성을 이해할 수 있는 창의적 통섭 교육, 잠재적 혁신을 이끌어내기 위하여 현장에서의 훈련 프로그램, 해결방법론을 탐색하기 위한 기술적 지식 등이 제공되어 창조적 혁신이 가능하고, 집단 창의 발현이 가능한 교육 인프라를 구축하여야 할 것이다.

이제 인공지능과 지능형 로봇은 미래의 직장 동료가 될 가능성이 점차 확대되고 있고 이 중심에 딥러닝과 머신러닝이라는 기술적 혁신이 이러한 상황을 몇십 년 앞당기는 계기로 서 있다. 과거 20세기 공장 자동화를 거치면서 저학력 블루칼라 노동자의 일은 기계가 대신하고 기업은 대량생산 관리를 위한 화이트칼라 사무직 노동자를 필요로 하면서 이에 대해 대학을 포함한 고등교육의 중요성과 범주가 확대되었다. 이처럼 이에 우리에게 필요한 인력은 소프트웨어를 개발하거나 이를 친근하게 활용할 수 있는 역량을 갖춘 창의적 문제해결형 인재이다.

이를 위하여 국가는 미국·일본·유럽, 중국 등이 앞다투어 개발하고 있는 지능화 정보 기술의 R&D 역량을 더욱 보강하고, 이를 통한 사회 변화를 예측함으로써 이에 적절한 대응을 하고자 다양한 정책을 수립하여 시행하고 있다. 향후 지능정보사회가 어떻게 발전될 것인지에 대해 심도 깊은 범부처 간의 논의를 위하여 지능정보사회 종합대책 및 지능정보화 사회 추진전략을 수립하였고, 이를 토대로 관련 원천기술 확보를 위한 R&D 전략과 함께 이를 선도적으

로 추진할 소프트웨어정책연구소, 민관 공동으로 설립한 인공지능연구소를 설립하였다.

특히, 지능화 정보기술에 있어 관련 기술의 파급도가 높은 핵심 기술이자 4차 산업혁명의 기반인 인공지능 분야의 경우 원천기술 확보뿐만 아니라 로봇 산업, 컴퓨팅 (감성, 인지 등), 빅데이터, 자율주행 자동차 등의 분야에서 세부적으로 확산되어 R&D를 추진하고 있다. 2013년 정부는 엑소브레인 프로젝트를 통하여 실질적인 인공지능과 관련한 R&D를 본격적으로 시작하였다. 본 과제는 자연어를 이해하여 지식을 자가학습하며, 전문 직종에 취업 가능한 수준의 인간과 기계의 소통이 가능한 지식과 지능이 진화하는 SW를 개발하는 것이 목표이다.

세계는 이미 미국 정부와 IBM, Google, MS, Facebook, Apple 등과 같은 대기업, 인공지능 관련된 원천기술을 확보한 스타트업 기업들이 인공지능과 관련한 생태계를 기 구축 중이다. 이런 기술생태계에서 살아남기 위한 노력뿐만 아니라 이들이 새롭게 만들어나갈 사회적 시스템에서 성공적으로 사회경제적 가치를 창출할 수 있는 인재를 육성하기 위해 현재 정부가 노력 중인 정책적 지원 이외에도 우리나라 중소 대기업의 참여, 우수한 과학인재들이 주도하는 기술혁신 스타트업 육성, 이를 활용하여 실질적으로 문제를 해결할 수 있는 다양한 창의적 인재 양성 등을 위한 구체적인 지원방안이 중장기적으로 모색되어야 할 것이다.

- 강신욱·김현경·원승연·김근혜(2014). 소득불평등 심화의 원인과 분배구조 개선을 위한 정책방향, 한국보건사회연구원 연구보고서.
- 고재성 (2010). 전문계 고교생의 진로개발역량과 관련 변인. 진로교육연구, 23(1), 1-19.
- 구본권 (2015). 로봇시대 인간의 일. 한겨레.
- 김기덕. (2016). ‘휴머노이드’ 서비스 전문직: 기계적인 인간과 인간적인 로봇. 복지이슈 Today, 38호, 6쪽.
- 김동규(2014). '3D 프린터와 직업세계의 변화', 『고용이슈』 2014년 3월호, 한국고용정보원.
- 김상훈·심우중(2016), 「제조혁신과 소재산업-첨단소재와 3D 프린팅을 중심으로」, 산업연구원.
- 김희연(2016). 세계경제포럼(WEF)의 미래기술과 사회적 영향 분석 동향, 정보통신방송정책.
- 남수정(2011). 고교생의 진로교육의 현황 및 진로역량과 관계 연구. 청소년학연구, 18(11), 283-304.
- 마쓰오 유타카(2015). 인공지능과 딥러닝. 박기원 옮김. 동아 엠엔비
- 미래창조과학부(2015). 2015년도 기술영향평가, 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원.
- 미래창조과학부·산업통상자원부(2014), 「3D프린팅 전략기술 로드맵」.
- 박가열(2009). 대학생 진로개발 역량을 위한 교육 요구 분석. 진로교육연구, 22(2), 181-198.
- 박가열 (2014). 미래의 직업연구. 한국고용정보원.
- 박가열·김동규·박성원·최윤희(2015), '2030 미래 직업세계 연구: 바이오기술을 중심으로', 한국고용정보원.
- 박성원, 강경균(2014). 미래연구 워크숍을 통해 바라본 청소년의 미래직업 탐색 연구. 한국실과교육학회 27(3), 225-243.
- 박성원·황윤하·이혜진·박재현·임형수·이애희·강경균(2014). 청소년 참여 미래연구: 사례 및 시사점. 동향과 이슈 제15호, 1-23. 과학기술정책연구원.
- 박성원(2014). 우리가 살면서 만날 재난과 그 대응. Future Horizon, 21, 4-7.

- 박성원(2016). 인공지능과 사회변화 그리고 당신이 바라는 미래. 동향과 전망, 제97호, 227-236.
- 박영숙(2015). 유엔미래보고서 2045. 인용은 다음 웹사이트: www.indaily.co.kr.
- 박준성 (2001) 인터랙티브 인사평가시스템, 서울: 명경사.
- 방선욱(2009). 자기조절학습과 자기효능감 연구의 교육적 함의, 교육사상연구 제23권 제2호, 103~123, 교육사상연구.
- 배강기(2013), 「3D 프린터산업 발달, 관련 한국 업체에는 기회로」, KOTRA 해외시장 정보 웹사이트판, 2013.11.07.
- 산업통상자원부. 제2차 중기(‘14~’18) 지능형로봇 기본계획
- 생명공학정책연구센터(2016). 2016년 세계경제포럼 선정 10대 미래유망기술.
- 성은모, 백혜정, 진성희 (2014). 청소년 역량지수 측정 및 국제비교 연구 I : IEA ICCS 2016 총괄보고서 (연구보고 14-R20). 세종: 한국청소년정책연구원.
- 성은모, 진성희, 김혜경 (2016). 미래사회를 대비한 청소년의 생애학습역량지수 개발 및 타당화 연구. 한국콘텐츠학회논문지, 16(1). 445-458.
- 성은모, 최창욱, 김혜경, 오석영, 진성희 (2015). 청소년 역량지수 구성체제의 개발 및 타당화 연구. 아시아교육연구, 16(2), 117-144.
- 성태웅(2013), 「3D 프린터 : 3D 프린터의 전망과 과제」, 『KISTI MARKET REPORT』 Vol.3 Issue10, 한국과학기술정보연구원.
- 아리스토텔레스. (1990). 정치학/시학. 나종일, 천병희 옮김. 삼성세계사상.
- 아이뉴스24(2013). [화보] 휴머노이드 로봇이 선보이는 새로운 뮤지컬 무대(2013.03.06.).
- 영국 네스타 <창의성 대 로봇> & 닷케이 비즈니스. ‘로봇 대체지수’ 관련 기사 (2013.08)
- 윤현진, 김영준, 이광우, 전제철 (2007). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(Ⅰ) - 핵심 역량 준거와 영역 설정을 중심으로 (RRC 2007-1). 서울: 한국교육과정평가원.
- 이광우, 민용성, 전제철, 김미영, 김혜진 (2008). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(Ⅱ) - 핵심 역량 영역별 하위 요소 설정을 중심으로 (RRC 2008-7-1). 서울: 한국교육과정평가원.
- 이광형 외(2015). 미래이슈 분석보고서, 미래창조과학부 미래준비위원회.
- 이근호, 광영순, 이승미, 최정순 (2012). 미래사회 대비 핵심역량 함양을 위한 국가 교육과정 구상 (연구보고 RRC 2012-4). 서울: 한국교육과정평가원.
- 이성환(2016). 인간과 로봇의 상생을 꿈꾸는 일본 개호로봇산업. 복지이슈 Today, 38호, 12쪽.
- 이승민, 김정태, 정지형, 최민석, 하원규, 송근혜, 안춘모(2015). ECOSight 3.0: 미래기술 전망, Insight Report 2015-02, 한국전자통신연구원.
- 이인석. (2016년3월24일자). 인간판사의 영역. 법률신문.

- 이정아(2015). 인공지능 로봇 ‘도로보쿰’, 일본 대학 합격 가능성 80%, 헤럴드경제 2015년11월17일자.
- 이종성 (2003). 교육연구의 설계와 자료분석. 교학연구사.
- 임언, 최동선, 박민정 (2008). 미래사회의 직업세계에서 요구하는 핵심 역량 연구 (RRC 2008-7-2). 서울: 한국교육과정평가원.
- 임효신, 정철영 (2015). 중학생 진로개발역량 검사도구 개발. 진로교육연구, 28(4), 107-137.
- 정미나, 임영식 (2013). 청소년 진로개발역량 척도 개발 및 타당화 연구. 진로교육연구, 26(4), 65-84.
- 정보통신기술진흥센터. (2016). 2015년도 ICT 기술수준 조사 보고서. IITP.
- 정보통신산업진흥원(2013), '3D 프린터, 차세대 제조업 혁신 주도 전망', 『주간기술동향』, 2013. 3. 20.
- 정보통신정책연구원(2016). 지능정보사회 추진전략. 정보통신정책연구원.
- 정은이 (2015). 대학생 진로 역량 검사 개발 및 타당화 연구. 교육방법연구, 27(3), 401-428.
- 제임스 캔턴(2016). 퓨처스마트. 비즈니스북스.
- 조선경제(2015). “美로봇기술 발전할수록…중산층 비명소리는 커진다.
- 조선일보(2015). [아시안리더십콘퍼런스] 로봇이 말했다. 이제 집에 가서 쉬세요. (2015.05.21.)
- 중소기업청(2015). 중소기업 기술로드맵 2016-2018
- 진미석 외 (2007). 대학생 직업기초능력 선정 및 문항개발연구. 세종: 한국직업능력개발원.
- 진성희, 성은모, 최창욱 (2015). 청소년 진로개발역량지수 타당화 연구. 한국청소년연구, 26(3), 195-220.
- 최상덕, 이상은, 고장완, 김경숙, 김기현 (2015). 미래 인재 양성을 위한 핵심역량교육 및 혁신적 학습 생태계 구축(III): 고등교육을 중심으로 (연구보고 RR 2015-23). 서울: 한국교육개발원.
- 최연구(2009). 「미래를 예측하는 힘」, 『살림지식총서 372』, 살림출판사. naver 지식백과(시나리오 기법, 2016.3.30.)에서 재인용).
- 최윤식 (2013). 2030 대담한 미래. 지식노마드.
- 최인재 (2010). 2009 한국 청소년 진로·직업 실태조사. 세종: 청소년정책연구원.
- 최항섭·강홍렬·장종인·음수연(2005), '미래 시나리오 방법론 연구', 정보통신정책연구원.
- 테크홀릭(2016) 공황수하물 로봇에 맡기세요.(2016.6.27.)
- 한겨레(2014). ‘팩스 로봇이카’ 당신은 준비됐나요? -도약기 맞는 한국의 로봇산업 (2014.01.01.)
- 한국고용정보원. “AI로봇-사람, 협업의 시대가 왔다”, 보도자료(2016.03.24)



- 한국고용정보원(2013). 한국직업사전, 한국고용정보원.
- 한국과학기술기획평가원(2016). 인공지능 기술 발전이 가져올 미래 사회 변화, 한국과학기술기획평가원.
- 한국기계연구원 전략연구실(2013), 「글로벌 3D 프린터 산업·기술 동향 분석」, 『기계기술정책』, 2013.09, No.71. 한국기계연구원.
- 한국로봇산업진흥원(2014). 2014년 국내 로봇산업 실태조사.
- 한국일보. “전방위 로봇혁명… 10년 뒤 직업 3분의 1이 사라진다.”(2016.03.20.)
- 한국전자통신연구원(2015). 인공지능 기술과 산업의 가능성.
- 한국정보화진흥원 (2016) 지능정보사회 추진전략.
- 헤럴드경제(2016). 순찰로봇, 지능형 발찌…인공지능 ‘범죄와의 전쟁’사도 주역될까 (2016.3.27.)
- 황미경, 문영주 (2012). 일반계 고등학생의 진로·직업 역량이 진로준비행동에 미치는 영향-진로성숙도의 매개효과를 중심으로. 인적자원관리연구, 19(4), 1-25.
- Bandura, A., & Schunk, D H (1981) Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation Journal of Personality and Social Psychology, 41, 586-598.
- Baum, Seth D., Goertzel, Ben, Goertzel, Ted G.(2011). How long until human-level AI? Results from an expert assessment. Technological Forecasting & Social Change, 78, 185-195.
- Bishop, P. & Hines, A.(2012). Teaching about the Future. Palgrave Macmillan.
- Carlsen, Henrik., Johansson, Linda., Wikman-Svahn, Per., Dreborg, Karl Henrik. (2014). Co-evolutionary scenarios for creative prototyping of future robot systems for civil protection. Technological Forecasting & Social Change, 84, 93-100.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Eccles, J. S., Wigfield, A., & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. In: W. Damon (Series Ed.) & N. Eisenberg (Volume Ed.)
- Handbook of child psychology (5th ed., Vol. III, pp. 1017-1095). New York: Wiley.
- Eggen P. & Kauchak D. (1994). Educational Psychology- Classroom Connections, 2<sup>nd</sup> Edition. USA: Macmillan College Publishing Company.
- Economist(2012). 「A Third Industrial Revolution」(2012. 4. 21).
- Frey, Thomas. (2016.4.1). Eight ways artificial intelligence can improve democracy. And eight ways AI could destroy democracy. ColoradoBiz.

- Frost and Sullivan(2016). Artificial Intelligence - Future tech Techvision Opportunity Engine.
- Gartner(2015), 'Hype Cycle for 3D Printing, 2015'.
- IRS Global(2013). 『3D 프린팅(프린터, 소재) 시장, 기술 전망과 국내외 참여업체 사업 전략』.
- Hoy, W. K., & Woolfolk, A. E. (1993). Teachers' sense of efficacy and the organizational health of schools. *The Elementary School Journal*, 93, 356-372.
- James Manyika, Michael Chui, Jacques Bughin, Richard Dobbs, Peter bisson, and Alex Marrs(2013), 'Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy', McKinsey & Company.
- Park, S. & Bahng, J. (2011). Creating a Learning Society through Practices of Futures Studies. The 3rd Global Higher Education Forum, Penang, Malaysia 12-15, December, 2011.
- Park. S. (2012). Fostering a Political Society in South Korea Through Participation in Futures Studies. PhD dissertation at University of Hawaii at Manoa.
- Rubeck, M. L., & Enochs, L. G. (1991, April). A path analytic model of variables that influence science and chemistry teaching self-efficacy and outcome expectancy in middle school science teachers. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Geneva, WI.
- Schunk, D. H. (1983). Reward contingencies and the development of children's skills and self-efficacy. *Journal of Educational Psychology*, 75, 511-518.
- Shavelson, R. and Bolus, R. (1982). Self concept: The interplay of theory and methods, *Journal of Educational Psychology*, Vol 74(1), 3-17.
- Scott Santens. (2016). Deep Learning Is Going to Teach Us All the Lesson of Our Lives: Jobs Are for Machines. Available at: <https://medium.com/basic-income/deep-learning-is-going-to-teach-us-all-the-lesson-of-our-lives-jobs-are-for-machines-7c6442e37a49#.slbw7dh66>.
- Spencer, L.M. & Spencer, S.M. (1993), *Competence at Work*, John Wiley & Sons, New York, NY.
- The Global Future of Work - The Future of Workplace Technology (2015), Frost & Sullivan
- WEF (2015. 9). Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact.
- WEF (2016. 6). Top 10 Emerging Technologies of 2016.
- Wing, Scott L. (2011). We need a deeper sense of time. *Science*, vol.333, p. 825.
- Wohlers Associates(2015), 'Wohlers Report 2015'.

- Wolters, C. A., & Daugherty, S. G. (2007). Goals structures and teachers' sense of efficacy: their relation and association to teaching experience and academic level. *Journal of Educational Psychology*, 99 (1), 181-193.

## 부록 I. 청소년 미래진로설계 프로그램 구안 및 효과성 검증

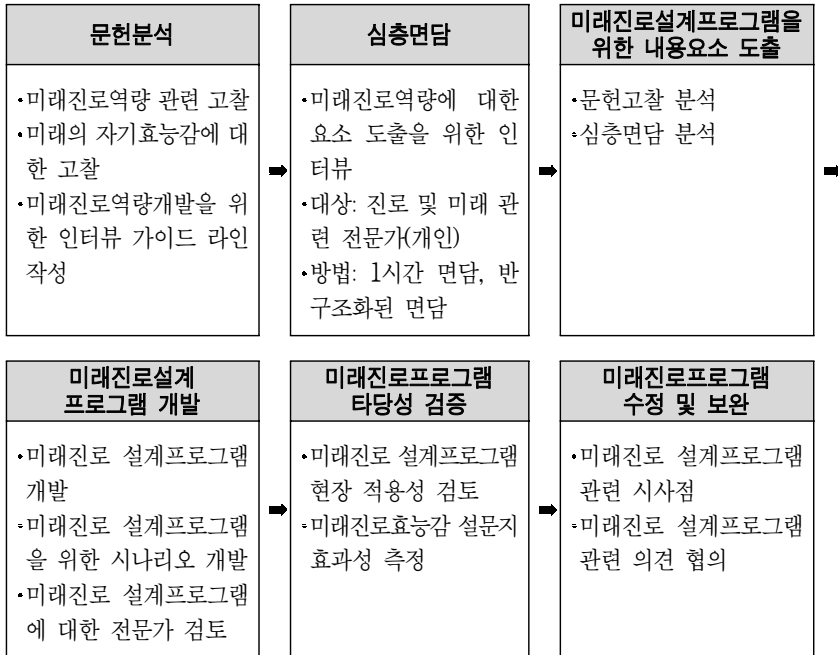
### 1. 청소년 미래진로역량 개발

본 부록 I 에는 앞서 살펴본 인공지능, 로봇, 3D 프린팅이 현실화되는 2030년의 미래 직업세계를 청소년들이 직접적으로 탐색해 보고 미래진로역량을 함양할 수 있도록 지원하는 프로그램을 개발하여 실제의 효과를 실험적으로 검토한 결과를 제시한다. 이러한 미래직업에 관한 진로역량 개발 프로그램은 진로교육의 핵심인 ‘미래’의 ‘직업’을 다룬다는 점에서 의의가 크며, 향후 연구를 통해 보완할 예정이다.

미래의 직업세계를 예측하는 것은 중요하며, 다양한 직업세계의 예측을 바탕으로 미래를 살아갈 청소년에게 미래진로역량을 길러주는 것 또한 매우 중요하다. 청소년의 미래진로 설계를 위해서는 변화하는 직업세계에 대한 안목과 자신에 대한 이해를 바탕으로 진로를 설계할 수 있는 역량이 필요하다. 본 연구에서는 청소년의 미래진로역량을 개발하기 위하여 내용분석 및 전문가 심층면담을 실시한다. 미래진로역량을 통한 내용요소 도출은 프로그램 구성 및 프로그램 효과성 검증을 위한 설문지 개발을 위해 사용된다.

본 절의 연구를 진행하기 위한 내용 및 전략은 다음과 같다.

## [부도 1-1] 청소년 미래워크숍 프로그램 개발 및 효과성 검증 절차



## 가. 문헌 고찰

## 1) 미래에 대한 자기효능감에 대한 고찰

자기효능감(self-efficacy)의 개념은 Bandura(1977, 1986)에 의해 처음 사용되었다. Bandura(1986)는 자기효능감이란 주어진 목표 달성에 필요한 행동 과정을 조직하고 실행하는 능력에 대한 개인의 신념으로 정의하고 있으며, 자기효능감은 주어진 과제나 행동을 성공적으로 수행하기 위한 행동의 선택과 수행, 그리고 지속성에 영향을 미친다고 보았다(Bandura, 1986).

자기효능감과 비슷한 개념으로 자기 개념이 있다. 자기 개념은 자기 자신에 대한 총체적인 지각으로서 ‘나’라는 것과 관련된 모든 지각을 말한다(Shavelson and Bolus, 1982). 여기에서 ‘모든 지각’이란 ‘주체로서의 자아’, 즉 자신이 지각하는 나는 물론, ‘객체로서의 자아’ 즉 타인들이 지각하는 나를 포

함한다. 자기 개념이 신체적이거나 혹은 심리적인 특징과 같은 개인적인 질에 대해서 초점을 맞추고 있는 것과 달리 자기효능감은 과제 특수적 상황에서 수행역량에 초점을 맞추는 학습결과를 예측하는 데 있어, 변별적인 타당성을 가지고 있다고 설명한다(방선욱, 2009). Eggen과 Kauchak(1994)는 자기 개념과 자아 정체성을 비교하여 정의한다. 자기 개념은 개인이 자신의 신체적·사회적, 학업 능력에 대한 인지적 평가를 의미한다. 반면, 자기정체성은 자신에 대한 감각(sense), 개인이 자신의 존재에 대해 이해하는 것, 삶에서 원하는 것이라고 할 수 있다.

자기효능감은 학생과 교사의 동기 또는 태도의 변화에 영향을 준다. 연구에 따르면, 학업적 자기효능감은 학생들의 태도에 긍정적인 변화를 가져온다. 높은 자기효능감을 지닌 학습자는 낮은 효능감을 지닌 학생에 비해 더욱 더 도전적인 과제를 선택한다(Bandura, 1977; Bandura and Schunk 1981; Schunk, 1983; Eccles 외, 1998).

학업적 자기효능감의 증진은 학습자에 효율적인 인지적 전략을 증가시켜 높은 수행도에 도달하게 한다. 자기효능감이 학습 성취에 직접적인 영향을 준다는 연구결과도 있다.

자기효능감과 관련된 연구들은 크게 3 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 자기효능감이 학생의 학교생활과 교사의 수행에 미치는 영향에 관한 연구이다. 이들 연구에서는 학업적 자기효능감과 학업 성취도 간의 관계를 다루었다. 권선경 외(2015), 이창현과 이은주(2015), 유미영과 홍혜영(2010), 박승호(1995), 김영미와 김아영(1998)은 초등학생 집단에서, 이명자와 송영명(2005), 김의철과 박영신(1999), 박혜숙과 전명남(2007) 등은 중학생 집단에서, 김아영(1998), 김아영과 조영미(2001), 김아영과 차정은(2003) 등은 고등학생 집단에서, 이경희 외(2014)는 대학생 집단에서 자기효능감이 높을수록 학업성취도가 높다는 것을 보여주었다. 임선아 외(2014)는 1995년부터 2013년 5월까지 연구된 국내의 석박사 학위논문과 학술지 175편을 분석대상으로 해서 자기효능감과 학업성취도 간의 상관관계를 이용하여 효과 크기를 계산하였다. 그 결과, 자기효능감이 학업성취에 미치는 영향력은 .277의 효과 크기로, 이는 중간의 효과크기인 .25를 조금 상회하는 효과 크기를 나타냈다(Cohen, 1988). 구병두 외(2014)도 2001년부터 2014년 2월까지 학술지 총 63편을 대상으로 자기효능감이 학업성취에 미

치는 영향을 평균 및 표준편차로 효과크기를 계산했다. 그 결과, 임선아 외(2014)와 마찬가지로 자기효능감의 전체 평균 효과 크기는 .66으로 중간 정도의 효과 크기인 .60를 조금 상회하는 효과 크기를 나타낸 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학업적 자기효능감이 학업 성취도에 영향을 미치는 것은 하나 그 효과가 매우 큰 것은 아니라는 것을 보여준다.

자기효능감이 학교생활 적응에 미치는 영향에 대한 연구도 이루어졌다. 추미애와 박아청(2006)은 초등학생 집단에서, 김병찬(1995)과 김남희(2000)는 중고등학교 집단에서, 이운조(2002), 장경문(2005), 홍계옥과 강혜원(2010), 이숙정(2011) 등은 대학생 집단에서 자기효능감이 학교생활 적응에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 정운정과 임선아(2013)는 자기효능감이 학교생활 적응에 미치는 영향을 메타분석을 통해 효과 크기를 계산했다. 정운정과 임선아(2013)는 2000년부터 2013년 5월까지 약 13년 동안 발표된 국내의 석·박사 학위논문과 학술지 논문을 117편을 분석대상으로 메타분석을 실시했다. 연구자들은 각 논문에서 보고된 자기효능감과 학업성취 간의 상관관계를 이용하여 효과 크기를 계산하였다. 그 결과 자기효능감이 학교적응에 미치는 전체 효과는 .339로 중간의 효과 크기인 .25를 조금 상회하는 효과 크기(Cohen, 1988)를 나타냈다. 학업적 자기효능감의 경우와 마찬가지로 자기효능감이 학교생활 적응에 영향을 미치는 것은 하나 그 효과가 매우 큰 것은 아니라는 것을 보여준다. 교사효능감에 영향을 미치는 요인도 연구되었는데 그중에 하나가 교직경력이다. 교직경력이 교사효능감에 주는 영향에 대한 연구는 상반된 내용이 보고되고 있는데, 한편에서는 교직생활 경험이 많아지면서 개인적 교사효능감이 증가한다는 연구 결과가 보고되었다(Hoy & Woolfolk, 1993; Rubeck & Enochs, 1991; Wolters & Daugherty, 2007). 교사효능감에 영향을 주는 요인으로 직무환경을 들 수 있는데, 교사효능감에 대한 연구들은 교직경력, 전문성, 교사의 직무, 지원환경, 학교 규모와 소재지, 동료교사와의 관계, 교수-학습 환경, 의사결정 참여도, 학부모의 특성 등을 교사효능감에 영향을 주는 주요 변인으로 사용하고 있다.

둘째, 자기효능감에 미치는 요인이 무엇인지 밝히려는 시도이다. 학생들의 학업적 자기효능감과 관련해서는 홍영주와 이지연(2012), 박영신과 이임순(2015), 오충광과 정애린(2015) 등이 부모와 학생 간의 관계가 학업적 자기효능

감에 미치는 영향을 연구했다. 이들 연구에 따르면, 부모의 격려나 필요정보 제공 등 부모의 학습 관여, 부모에 대한 학생의 높은 존경심, 부모와의 애착관계가 자기효능감을 높이는 데 영향을 준다. 교사가 학생의 자기효능감에 어떤 영향을 주는지에 관한 연구도 이루어 졌다. 김아영과 조영미(2001)는 고등학생을 대상으로 연구했는데, 교사효능감 수준이 낮을수록 고등학생의 학업적 자기효능감이 학업 성취도에 큰 영향력을 보이는 것으로 나타났다.

세 번째로 자기효능감을 증진하기 위한 방안을 모색하기 위한 연구가 있다. 예를 들어 Bandura(1977, 1986)는 자기효능감을 증진시키기 위한 방안을 네 가지로 제시하고 있다. 첫째, 학생들이 다양한 상황에서 성공적인 성취 경험을 하는 것이다. 둘째, 나와 유사한 다른 사람의 성취를 관찰하는 모델학습의 기회를 제공하는 것이다. 셋째, 부모와 교사 같은 권위자가 언어나 행동으로 학생을 설득하는 것이다. 마지막으로 실패나 해결하기 어려운 과제에 직면했을 때, 경험하는 정서적 각성을 긍정적으로 대처할 수 있는 기회를 제공하는 것이다.

이와 함께 자기효능감을 증진시키기 위한 프로그램을 개발하려는 연구가 있다. 상당수의 연구에서 개발된 자기효능감 프로그램은 10회기 내외의 단기로 계획되었고, 자기효능감 개발에 효과가 있음을 보고하고 있다(Schunk와 Cox, 1986; 현미정·윤경희, 2016; 박명심, 2007; 신성례, 1997; 안희정, 2005; 이명옥, 2009; 이명하, 1998). 예를 들어 Schunk와 Cox(1986)는 6일 동안 45분씩 학습부진아들에게 빼기 학습을 시키면서 사적 언어(private speech) 형태인 말로 표현하기 학습전략을 가르치고 노력을 많이 했다는 학생에게 교사의 피드백을 제공한 결과 자기효능감과 수행의 증진을 가져왔다고 보고한다. 그러나 이와 달리 김세라·김진아·박병기(2007)는 이 연구에서는 단기로 개발된 자기효능감 증진 프로그램 효과가 자기조절학습 증진에 부분적 효과가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과에 대해 연구자들은 단기간 내에 급격하게 학업성취의 변화를 이끌어 낼 수 있는 ‘마법’으로서의 교육 프로그램을 기대하는 것은 무리이며, 프로그램의 효과를 위해서는 장기적으로 꾸준한 노력이 투입되어야 한다고 주장하였다.

Park(2012)은 미래에 대한 자기효능감을 가진 사람은 미래에 그들의 삶을 형성하는 조건에 효과적으로 영향을 미치는 신념을 가질 수 있다고 설명하였



다. 미래에 대한 자기효능감은 미래에 영향을 줄 수 있는 그들의 가능성 측면에서 자기효능감을 증진하도록 한국 사람들을 돕는 예측활동을 제공할 수 있으며 미래에 대한 자기효능감을 가지고 있는 개인은 적극적으로 그들이 더 선호하는 미래를 상상하고 다양한 대안적인 미래를 추구 또는 탐색하는 것에 깊은 관련을 맺을 수 있다. 자기효능감을 가진 사람은 더 나은 공동체를 창조하고 영속화시키기 위해 현재 상태에 도전하는 정치적 사회를 추구할 수 있다 (Park, 2012).

박성원과 강경균(2014)은 미래에 대한 자기효능감에 대하여 개인은 미래의 변화에 적절하게 대응하면서, 필요한 변화는 일으키고, 또 그 변화에 대한 책임까지 질 수 있다는 믿음으로 정의하였다(박성원·강경균, 2014).

그리고 미래에 대한 자기효능감에 대하여 미래를 스스로 예측하고 준비하며, 그에 따라 현실의 문제를 재정의하고 이를 바로잡으려는 노력을 기울이는 시민들이 많다면 그 사회는 지속가능하다고 볼 수 있기 때문에 미래에 대한 자기효능감이 반드시 필요하다고 하였다(박성원, 강경균, 2014).

## 2) 미래진로역량 관련 고찰

미래진로역량의 요소 추출을 위한 분석 대상은 ‘미래 역량’ 혹은 ‘진로 역량’을 키워드로 하여 검색한 국내의 보고서 및 논문 총 26편이며, 이 중 학교 교과와 연관된 8편을 제외한 총 18편을 분석에 활용하였다.

〈부표 1-1〉 미래진로역량 관련 문헌 분석

연구		임호신 외 (2015)	최인재 (2010), 남수정 (2011), 황미경 외 (2012)	진성희 외 (2015), 성은모 외 (2015), 성은모 외 (2014)	정미나 외 (2013)	고재성 (2010)	정은이 (2015)	박가열 (2009)	진미석 외 (2007)	임언 외 (2008)	이광우 외 (2008)	윤현진 외 (2007)	이근호 외 (2012)	최상덕 외 (2015)	성은모 외 (2016)
	대상	중학생	중고등학생			전문계 고교생	대학생			전문가	교육 관계자	전문가			중고등 학생
개인적 영역	자기 이해	○	○	○	○	○		○							
	자기 관리	○					○	○	○	○	●				
사회적 영역	대인 관계 능력	○			○		○	○	○	○	●		▲		
	의사 소통 능력						○		○	○	●	▲		▲	▲

연구	임호신 외 (2015)	최인재 (2010), 남수정 (2011), 황미경 외 (2012)	진성희 외 (2015), 성은모 외 (2015), 성은모 외 (2014)	정미나 외 (2013)	고재성 (2010)	정은이 (2015)	박가열 (2009)	진미석 외 (2007)	임언 외 (2008)	이광우 외 (2008)	윤현진 외 (2007)	이근호 외 (2012)	최상덕 외 (2015)	성은모 외 (2016)
갈등 조절 능력											▲			
조직 이해 (기업, 국가, 세계)							○		○	●		▲		
사회문 화이해 (다문화)								○	○	▲	▲	▲		
책임 의식													▲	
시민 의식										▲	▲	▲	▲	

연구	임호신 외 (2015)	최인재 (2010), 남수정 (2011), 황미경 외 (2012)	진성희 외 (2015), 성은모 외 (2015), 성은모 외 (2014)	정미나 외 (2013)	고재성 (2010)	정은이 (2015)	박가열 (2009)	진미석 외 (2007)	임언 외 (2008)	이광우 외 (2008)	윤현진 외 (2007)	이근호 외 (2012)	최상덕 외 (2015)	성은모 외 (2016)
정보 탐색· 처리	○	○	○	○	○		○	○	○	●	▲	▲		▲
지식· 이해	○	○	○	○		○		○	○					
진로 의사 결정		○	○	○	○	○	○							
직업 가치관	○		○	○		○	○							
인생· 진로 개발										▲			▲	



연구	임호신 외 (2015)	최인재 (2010), 남수정 (2011), 황미경 외 (2012)	진성희 외 (2015), 성은모 외 (2015), 성은모 외 (2014)	정미나 외 (2013)	고재성 (2010)	정은이 (2015)	박가열 (2009)	진미석 외 (2007)	임언 외 (2008)	이광우 외 (2008)	윤현진 외 (2007)	이근호 외 (2012)	최상덕 외 (2015)	성은모 외 (2016)
비판적 사고력												▲	▲	▲
외국어 능력						○		○				▲		
기타			여가활 용									도덕적 감수성 자기 통제력 자기 동기화 능력	ICT활 용능력 협업 능력	통합적 사고력 감성적 사고력, 수리과 학능력, 변화수 용력

주: ‘※’ ‘○’: 진로역량, ‘▲’: 미래역량, ‘◎’: 미래역량 요소 중 진로역량으로 표기

분석 결과에 따르면, 미래진로역량 연구 대상은 중등(중학생 및 고등학생), 교육관계자, 대학생, 전문가였다. 미래역량과 진로역량의 요소로는 개인적 영역(자기이해, 자기관리), 사회적 영역(대인관계, 의사소통, 갈등조절, 조직이해, 사회문화 이해, 책임의식, 시민의식), 진로설계 영역(정보탐색 및 처리, 지식 이해, 진로 의사결정, 직업가치관, 인생 및 진로 개발), 태도와 가치 영역(문제 해결능력, 학습능력, 도전정신, 창의성, 호기심, 비판적 사고력, 외국어 능력) 등이 도출되었다. 특이한 점은 이광우(2008)의 경우, 미래역량의 하위요소로서 직업세계를 제시하였으며, 의사소통능력, 대인관계능력, 문제해결능력, 정보기술 및 차원의 상호적 활용능력, 자기관리능력, 조직과 문화에 이해능력을 요소로 제시하였다. 또한, 미래진로역량에 대하여 분석한 결과, 미래 및 진로역량에 해당하는 요소는 자기관리, 대인관리능력, 의사소통능력, 조직이해, 정보탐색처리, 문제해결능력 등이 있었다.

## 나. 전문가 면담

### 1) 면담 개요

미래진로설계를 위해 필요한 요소를 도출하기 위해 개인을 대상으로 면담을 진행하였다. 면담 대상은 개인의 경우 진로 전문가, 미래 전문가이며, 1시간씩 비구조화된 질문을 바탕으로 면담을 진행하였다.

#### <부표 1-2> 면담 대상자 개요

참여자	소속 및 직위	일시	구분
A	OO중학교 진로교사	16.4.14	개인
B	OO전략연구소 대표	16.7.13	면담

### 2) 면담 결과 분석

#### • 미래 시나리오를 통한 미래 상황에 노출

그다음에는 저희가 시나리오를 제시하거나, 지금은 시나리오를 제시하고

있습니다. 그래서 네 가지 시나리오를 미리 준비를 해 가서 그 친구들한테 다양한 네 가지 시나리오를 보여줘요. 다양한 미래 상황에 대해 노출을 시켜주는 거지요.(B 참여자)

오히려 미래하고도 연결시켜 보도록 하고 미래사회를 아이들이 상상할 수 있는 수업을 하라는 거예요.(A 참여자).

### • 불확실성에 대한 적응

그 친구들은 오히려 이런 거죠. 불확실, 그러니까 여러 가지 다양한 것에 던져져서 더 헛갈리게 만드는, 더 헛갈리고, 더 이렇게 세상이라는 게 내가 정해진 대로만 가서 어떻게 살아남고 이런 게 아니라, 완전히 어떻게 보면 정글 같은 데 던져주는, ‘던져주는 게 오히려 더 생존율을 높여줄 수 있다.’ 이런 거죠. 내가 어떻게든, 지금 세상은 복잡하게 변화하고, 계속 세상에 눈을 뜨고 관심을 가지고 열심히 살아가지 않으면 안 되겠다라는 생각을 오히려 심어줌으로써 그 친구들한테 스스로 내 갈 길을 찾아갈 수 있도록 도와주는 것이죠.(B 참여자).

### • 백캐스팅(Backcasting)을 통한 진로 설계

백캐스팅이라고 해서, ‘이게 30년 뒤에 나는 이러이러한 교사가 되겠다’라는 직업비전이 나왔다고 하면, 현재의 상태는 고등학교 학생인 거잖아요? 그러면 5년씩 거꾸로 돌아가면서, 그러면 30년 뒤에는 나는 이런 교사가 돼 있으니까 이렇게 되기 위해서는 5년 전까지는 어떤 일을 좀 해야겠다, 또 그 5년 전까지는 어떤 일을 해야겠다, 이런 식으로 흘러내려오는 방법을 써서, 백캐스팅이라는 방법을 써서 그 친구의 미래진로 계획 같은 거를 세워보게 합니다.(B 참여자)

### • 토론을 통한 의견의 표출과 공유

그 사회에 대해서 얘기를 하고 직업에 대한 걸 토론을 하는데, 보통은 학교에서는 그런 시간이 잘 주어지지 않나 봐요? 남의 생각을 듣고 그것에 대해서 다시 자기 의견을 표출하고, 그렇게 해서 그룹 내에서 합의해 나가는 과정입니다.(B 참여자)



### • 불확실성 가운데 스스로 진로를 찾게 하는 능력

미래의 불확실성에 학생들을 던져가지고 학생들로 하여금 스스로 본인의 진로를 찾아나갈 수 있도록 하는 능력을 기르는 데 도움이 되도록 하는 게 하나의 큰 목적일 수 있죠.(B 참여자)

그래서 이제 애들도 네가 어떻게 구성해 나가고, 네 역할이 뭔가가 있을 건데, 그거를 이제 융합하고 저희가 이제 하는 부분 중에 하나가 그런 부분들이잖아요? ‘AI가 됐을 때 AI가 우리 사회를 다 잠식시키지는 않을 거다. 그중에서 또 네 역할이 있을 거고 그걸 자꾸 찾아가는 게 미래다’ 이제 이런 식으로 이야기를 하면서.....(A 참여자)

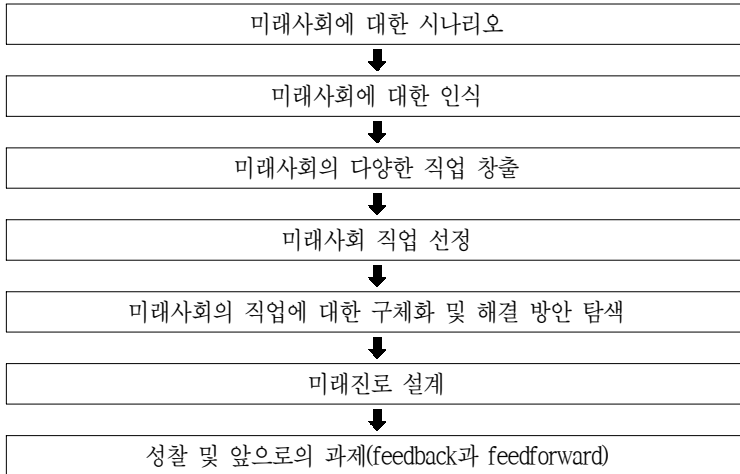
## 2. 청소년 미래진로설계프로그램 구안

청소년의 미래진로역량에 대한 문헌 고찰과 전문가 면담 분석 내용을 바탕으로 청소년의 미래진로설계프로그램을 개발하였다. 청소년의 미래진로설계프로그램 개발 내용은 다음과 같다.

### 가. 청소년 미래진로설계프로그램 절차

청소년의 미래진로설계프로그램은 청소년의 미래진로에 대한 역량을 함양시킬 목적으로 구안되었으며, 문제해결 방법에 따라 프로그램을 구성하였다. 즉 청소년의 미래진로를 청소년이 직면한 하나의 문제로 보고 미래진로 설계의 문제를 해결해 나아가는 과정을 통해 청소년의 미래진로역량을 높이기 위해 구성하였다. 일반적으로 문제해결 방법은 문제 상황이 주어지고 문제인식, 대안 창출, 최적의 대안 선정, 평가의 순으로 구성된다. 본 연구에서는 청소년이 미래의 네 가지 시나리오라는 문제 상황을 인식하고, 자신의 진로를 선정하고 계획을 구체화시키도록 제시하였다.

### [부도 1-2] 청소년 미래진로설계프로그램의 내용요소 및 절차



청소년 미래진로설계프로그램은 미래사회의 4가지 시나리오로부터 시작한다. 미래사회의 네 가지 시나리오는 앞으로 미래진로를 설계하기 위하여 다양한 미래사회를 경험하는 것이다. 미래사회의 4가지 시나리오를 통해 다양한 미래사회를 경험한 학생들은 미래사회에 요구되는 단어 및 표현을 통해 미래사회에 대한 인식을 하고 미래사회에 새롭게 만들어질 것 같은 직업을 다양하게 창출한다. 이후 미래사회의 창출된 직업 중 다양한 고려사항을 준거로 자신이 요구하는 최종 직업을 선정하고, 선정된 직업에 대하여 구체화시킨다. 이렇게 구체화된 직업은 미래의 진로설계 계획에 따라 다시 한 번 정리하고, 그 동안의 활동에 대한 성찰과 앞으로의 과제를 제시하게 된다.

### 나. 청소년 미래진로설계프로그램 개발

청소년 미래진로설계프로그램은 청소년의 미래진로역량을 함양시킬 목적으로 개발되었으며, 청소년의 미래진로역량을 함양시키기 위해 참여적 미래연구방법을 전략적으로 사용하였다.

참여적 미래연구<sup>26)</sup>는 개인이 변화에 대응하는 것뿐 아니라 변화에 참여

26) 참여적 미래연구의 내용의 일부는 ‘2030 미래직업세계연구(박가열, 김동규, 박성원, 최윤희, 2015)’의 내용 중 일부를 재구성하여 작성하였다.

하고 필요한 변화를 창조하는 데 초점을 맞춘다. 참여적 미래연구는 미래연구에 참여하는 시민을 대상으로 이들이 인식하는 미래 불확실성의 수준과 범위를 확대해 시민들의 미래 대응력을 향상시키는 것이 목적이다. 여기서 불확실성의 확대란 미래워크숍을 통해 미래연구 참여자들에게 다양한 미래 시나리오와 새로운 이슈를 제공, 이에 노출된 참여자들이 자신 앞에 어떤 미래가 현실로 다가올지 확인할 수 없도록 유도하는 전략을 뜻한다. 이렇듯 불확실성이 증가할 때 개인은 새로운 방향을 찾고, 지배적인 사회적 담론에서 벗어나려고 하며, 사회를 개선하려는 욕구가 생기고, 타인과의 의사소통을 증가하려고 한다(Park, 2012; Park and Bahang, 2011). 특히 앞서 분석한 자기관리, 대인관리 능력, 의사소통능력, 조직 이해, 정보탐색처리, 문제해결능력과 같은 미래진로역량 함양을 위해서는 참여적 미래연구가 요구되며, 학생을 대상으로 이들이 인식하는 미래 불확실성의 수준과 범위를 확대해 학생들로 하여금 미래 적응력을 향상시키며 아울러 미래 시나리오와 새로운 이슈를 제공하여 미래진로효능감도 높일 수 있다.

이러한 참여적 미래연구를 바탕으로 청소년의 미래진로설계프로그램 활동의 제목은 ‘미래사회와 나의 진로’로 하였다(부록 III, 미래직업 탐색 활동지 참조). 미래진로설계프로그램의 첫 번째 활동은 미래사회에 대하여 인식하는 것이다. 이 활동에서는 청소년들로 하여금 미래사회가 나에게 필요로 하거나 내가 미래사회에 바라는 것을 글로 쓰고 친구들과 공유할 수 있도록 구성하였다.

두 번째 활동은 미래사회에 보게 될 직업에 대하여 다양한 아이디어를 창출하는 것으로, 자신이 정말 만들고 싶은 직업, 현재보다 개선되거나 혹은 새롭게 만들어질 것 같은 직업을 다양하게 제시해 볼 수 있도록 구성하였다.

세 번째 활동은 두 번째 활동을 바탕으로 ‘미래직업 중 고려사항’을 제시한 후 미래사회에 가장 적절한 직업을 선정하도록 구성하였다. 아울러 미래직업 중 고려사항에는 자신이 미래직업 선정에 중요하다고 생각되는 기준을 추가로 제시할 수 있도록 하였다.

네 번째 활동은 미래사회에서 갖게 될 선정된 불확실한 직업에 대하여 자신이 새로운 방향을 어떻게 탐색하고 해결해 나아갈지에 대하여 구체적으로 작성하도록 구성하였다. 미래에 갖게 될 직업을 가지려면 나는 어떤 능력을 키워야 할까? 특히, ‘미래에 갖게 될 직업을 가지려면 나의 어떤 점을 보완하

거나, 새로운 능력을 키워야 할까?’, ‘내가 이 직업을 미래에 갖게 될 때까지 나는 어떤 걸림돌이나 문제를 만나게 될까?’, ‘이 걸림돌이나 문제를 나는 어떻게 해결할 수 있을까?’, ‘이 문제에 대하여 누구의 도움을 받을 수 있을까?’ 등을 통해 끊임없이 불확실한 미래직업 및 진로의 해결 방안에 대해 자신이 질문할 수 있도록 구성하였다.

다섯 번째 활동은 미래진로에 대한 해결 방안 탐색을 통해 구체화된 생각을 바탕으로 미래진로 계획 활동을 작성할 수 있도록 구성하였다. 즉 참여자가 활동을 통해 선정하고 고민한 미래사회 모습, 미래직업명, 미래직업을 위해 준비해야 할 사항을 정리할 수 있도록 하였다. 특히 미래직업을 위해 준비해야 할 사항은 ‘25년 후 첫 직장·대학원·군대에서 도전 및 경험해야 할 것’, ‘10년 후 대학교에서 도전 및 경험해야 할 것’, ‘5년 후 중·고등학교 시절 도전 및 경험해야 할 것’으로 장단기적으로 구분하여 계획을 세울 수 있도록 하였다.

마지막 여섯 번째 활동은 미래진로설계프로그램 활동을 하는 과정에 대하여 정리하고 평가할 수 있도록 구성하였다. 즉 미래진로설계프로그램 활동을 하면서 알게 된 점, 부족했던 점, 좋았던 점 등을 포함하여 느낀 점을 작성하고, 이를 바탕으로 앞으로 미래진로와 관련하여 다시 도전하고 싶은 직업 및 진로에 대한 활동에 대하여 성찰하도록 구성하였다.

아울러 미래진로설계프로그램의 모든 활동에서 타인과의 의사소통을 증가시키기 위해 발표와 함께 토론을 통한 협력과 공유를 유도하였다.

### 3. 청소년 미래진로설계 프로그램 효과성 검증

중학생을 대상으로 미래진로설계프로그램에 대한 효과성 검증을 실시하였다. 그 개요는 다음과 같다.

미래진로설계프로그램에 대한 효과성을 검증하기 위하여 다음과 같이 중학생을 대상으로 현장적용 가능성을 검토하였다.

## 가. 미래진로설계프로그램 개요

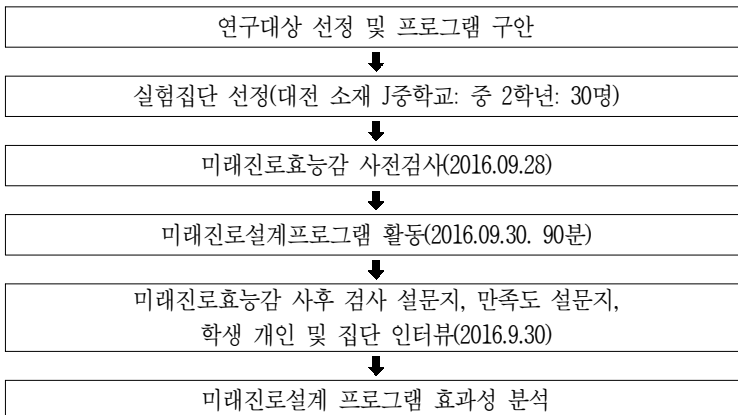
- (1) 대 상: 대전 J 중학교 2학년 30명
- (2) 목 적: 미래진로설계프로그램에 대한 효과성 검증
- (3) 내 용: 미래진로설계프로그램 실시(90분)
- (4) 효과성 검증: 참여관찰, 면담, 활동지, 설문지 등
- (5) 참여자: 연구진·교사 등 미래진로설계프로그램의 조력자 및 관찰자로 참여
- (6) 일 정: 미래사회 시나리오 외 90분으로 진행

### <부표 1-3> 미래진로설계프로그램 일정

시간	진행순서	내용
13:30~13:45	문제 상황	미래사회 시나리오 강연
13:45~14:00	문제 인식	활동 1
14:00~14:15	대안 탐색	활동 2
14:15~14:25	휴 식	
14:25~15:00	대안 선정 및 구체화, 정리 및 평가	활동 3 ~ 5
15:00~15:10	수업 마무리	공통 설문지 배포 및 회수
15:10~	인터뷰 및 연구진 회의	

미래진로설계프로그램에 대한 효과성 검증은 다음과 같은 절차에 의해 진행되었다.

### [부도 1-3] 미래진로설계 프로그램 효과성 검증 절차



미래진로설계프로그램에 대한 효과성 검증을 위하여 다양한 증거수집을 실시하였다. 증거수집 내용은 미래진로에 대한 학생들의 미래진로효능감, 흥미 및 만족도, 수업운영 및 활동지에 대한 어려움을 초점으로 하여 참여관찰자료, 면담자료, 문서자료, 설문지 등을 수집하였다. 미래진로설계프로그램에 대한 증거자료 수집방법 및 내용은 다음과 같다.

〈부표 1-4〉 미래진로설계프로그램 효과성 검증을 위한 증거자료 수집방법

증거수집 초점	증거자료				
	면담자료		문서자료	설문지	
	학생 개인 및 집단	연구진 회의	활동지	미래진로 효능감	만족도
학생들의 미래진로에 대하여 인식 변화에 대 한 증거를 보이는가?	●		●	●	
학생들의 미래진로에 대하여 흥미 및 학습만 족도 등의 정의적 요인 에 있어 어떠한 변화 증거를 보이는가?	●		●		●
미래진로 설계프로그 램 활동에 따른 활동의 구성, 수업 운영 등의 어려움이 발견되는가?	●	●			●

## 나. 미래진로설계프로그램에 대한 효과성 검증 결과

### 1) 미래진로설계프로그램 참여 학생에 대한 설문 조사 분석 결과

미래진로설계프로그램에 참여한 학생은 총 30명으로, 남학생(17명, 56.67%) 이 여학생(13명, 43.33%)보다 많았다.

**<부표 1-5> 미래진로설계프로그램에 참여한 학생의 일반적 현황**

성별	인원(명)	비율(%)
남학생	17	56.67
여학생	13	43.33
전체	30	100

**① 미래진로효능감에 대한 효과성 검증 결과**

미래진로설계프로그램에 대한 효과성을 검증하기 위해 미래진로효능감 척도를 사용하였다. 미래진로효능감 척도는 Park(2012)이 개발한 미래효용감 척도를 수정 및 보완하여 사용하였으며, 박사 이상 전문가 3인 이상이 검토하여 설문지의 타당성을 검증보하였다. 미래진로효능감에 대한 설문 문항은 총 14 문항으로 구성되어 있으며, ‘전혀 그렇지 않다’(1점)에서 ‘매우 그렇다’(5점)까지 5점 척도로 구성되어 있다. 미래진로설계프로그램에 대한 효과성 검증은 실험 연구를 통해 실시하였다. 실험 연구 설계는 단일 집단 사전-사후 검사 설계(one group pretest-posttest design)를 실시하였다.

**<부표 1-6> 단일 집단 사전-사후 검사 설계**

O	X	O
사전 검사	처 치	사후 검사

자료: 이종성(2003)

미래진로 효능감에 대하여 2일 전 학생들에게 미래진로효능감에 대한 14개의 설문문항으로 사전검사를 실시하였으며, 본 미래진로프로그램 활동을 마친 후 같은 질문지로 사후 검사를 실시하였다.

〈부표 1-7〉 미래진로효능감에 대한 효과성 검증 결과

문항	사전(N=30) 빈도(%)					사후(N=30) 빈도(%)					사전	사후	t
	전혀 그렇지 않다	별로 그렇지 않다	보통 이다	다소 그렇다	매우 그렇다	전혀 그렇지 않다	별로 그렇지 않다	보통 이다	다소 그렇다	매우 그렇다	평균 (SD)	평균 (SD)	
1 나는 세상에서 어떤 일이 일어나고 있는지 늘 호기심이 있다.	1 (3.33)	2 (6.67)	7 (23.33)	12 (40.00)	8 (26.67)	0 (0)	0 (0)	2 (6.67)	12 (40.00)	16 (53.33)	3.80 (1.03)	4.47 (0.63)	3.25**
2 내가 무엇을 하든 그것을 이루기 위해 나만의 방법을 만드는 데 소질이 있다.	1 (3.33)	4 (13.33)	10 (33.33)	11 (36.67)	4 (13.33)	0 (0)	1 (3.33)	7 (23.33)	9 (30.00)	13 (43.33)	3.43 (1.01)	4.13 (0.90)	3.18**
3 나는 새로운 것을 발견하는 데 남들보다 뛰어나다.	1 (3.33)	6 (20.00)	15 (50.00)	5 (16.67)	3 (10.00)	1 (3.33)	2 (6.67)	10 (33.33)	6 (20.00)	11 (36.67)	3.10 (0.96)	3.80 (1.13)	3.03**
4 나는 남들이 당연하게 받아들이는 것에 의문을 갖고 분석한다.	0 (0)	4 (13.33)	20 (66.67)	3 (10.00)	3 (10.00)	1 (3.33)	2 (6.67)	6 (20.00)	8 (26.67)	13 (43.33)	3.17 (0.79)	4.00 (1.11)	3.88**
5 내가 누구인지 생각하고 바라볼 기회가 종종 있다.	0 (0)	3 (10.00)	12 (40.00)	12 (40.00)	3 (10.00)	0 (0)	0 (0)	3 (10.00)	11 (36.67)	16 (53.33)	3.50 (0.82)	4.43 (0.68)	5.64***
6 내가 살고 있는 지역 문제에 관심이 있다.	0 (0)	6 (20.00)	13 (43.33)	9 (30.00)	2 (6.67)	2 (6.67)	1 (3.33)	8 (26.67)	7 (23.33)	12 (40.00)	3.23 (0.86)	3.87 (1.20)	2.48*
7 배움을 통해 새로운 것을 깨달으면 그것을 현실에 적용해본다.	0 (0)	4 (13.33)	11 (36.67)	11 (36.67)	4 (13.33)	0 (0)	1 (3.33)	7 (23.33)	8 (26.67)	14 (46.67)	3.50 (0.90)	4.17 (0.91)	3.25**



문항	사전(N=30) 빈도(%)					사후(N=30) 빈도(%)					사전	사후	t
	전혀 그렇지 않다	별로 그렇지 않다	보통 이다	다소 그렇다	매우 그렇다	전혀 그렇지 않다	별로 그렇지 않다	보통 이다	다소 그렇다	매우 그렇다	평균 (SD)	평균 (SD)	
8 나는 배우면서 비판적인 사고능력을 기른다.	0 (0)	2 (6.67)	13 (43.33)	11 (36.67)	4 (13.33)	0 (0)	1 (3.33)	6 (20.00)	10 (33.33)	13 (43.33)	3.57 (0.82)	4.17 (0.87)	3.17**
9 배운 것을 현실에서 잘 활용할 수 있다.	0 (0)	3 (10.00)	12 (40.00)	10 (33.33)	5 (16.67)	0 (0)	0 (0)	8 (26.67)	9 (30.00)	13 (43.33)	3.57 (0.90)	4.17 (0.83)	3.07**
10 사회를 개선하는 데 참여한다.	0 (0)	3 (10.00)	17 (56.67)	7 (23.33)	3 (10.00)	1 (3.33)	0 (0)	9 (30.00)	8 (26.67)	12 (40.00)	3.33 (0.80)	4.00 (1.02)	3.25**
11 나는 내 약점을 솔직하게 인정한다.	0 (0)	0 (0)	9 (30.00)	13 (43.33)	8 (26.67)	1 (3.33)	0 (0)	6 (20.00)	9 (30.00)	14 (46.67)	3.97 (0.76)	4.17 (0.99)	1.00
12 나는 다른 사람들과 함께 배울 때 새로운 개념이나 지식을 알게 된다.	0 (0)	2 (6.67)	11 (36.67)	15 (50.00)	2 (6.67)	0 (0)	0 (0)	5 (16.67)	11 (36.67)	14 (46.67)	3.57 (0.73)	4.30 (0.75)	5.81***
13 나는 다른 사람들을 통해 새로운 것을 찾거나 새로운 것을 만든다.	0 (0)	3 (10.00)	12 (40.00)	13 (43.33)	2 (6.67)	1 (3.33)	1 (3.33)	6 (20.00)	11 (36.67)	11 (36.67)	3.47 (0.78)	4.00 (1.02)	2.80**
14 나는 혼자일 때보다 다른 사람들과 모임을 통해 배울 때 더 많은 것을 배운다.	0 (0)	1 (3.33)	15 (50.00)	8 (26.67)	6 (20.00)	1 (3.33)	1 (3.33)	6 (20.00)	9 (30.00)	13 (43.33)	3.63 (0.85)	4.07 (1.05)	2.54*
전체											3.49 (0.55)	4.12 (0.74)	5.49***

\*p&lt;.05, \*\*p&lt;.01, \*\*\*p&lt;.001

미래진로설계프로그램에 대한 자료분석은 SPSS ver. 20.0을 사용하여 대응 표본 t 검증(paired t-test)을 통해 검증하였다 미래진로설계프로그램을 실시한 결과, 설문문항 전체에 걸쳐 사전 집단과 사후 집단의 차이가 유의하게 나타났다( $p<.05$ ), 전체 문항에 걸쳐 미래진로설계프로그램 사전-사후 검사가 유의하게 나타났다( $t=5.49$ ,  $p<.01$ ).

## ② 미래진로설계프로그램에 대한 만족도 분석 결과

미래진로설계프로그램에 대한 만족도 분석 결과는 다음과 같다.

### <부표 1-8> 미래진로설계프로그램에 대한 만족도 분석 결과(N=30)

문항	빈도(%)					평균 (SD)
	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다	
1 미래진로 워크숍이 즐거웠다.	2 (6.67)	0 (0)	3 (10.00)	13 (43.33)	12 (40.00)	4.10 (1.06)
2 미래진로 워크숍을 통해 새로운 것을 많이 알게 되었다.	0 (0)	1 (3.33)	4 (13.33)	10 (33.33)	15 (50.00)	4.30 (0.84)
3 미래진로 워크숍 내용을 이해할 수 있었다.	1 (3.33)	1 (3.33)	6 (20.00)	11 (36.67)	11 (36.67)	4.00 (1.02)
4 미래진로 워크숍에 참여한 후 미래사회와 진로에 흥미를 가지게 되었다.	0 (0)	1 (3.33)	7 (23.33)	10 (33.33)	12 (40.00)	4.10 (0.88)
5 미래진로 워크숍에 만족한다.	0 (0)	2 (6.67)	5 (16.67)	9 (30.00)	14 (46.67)	4.17 (0.95)
6 미래진로 워크숍은 본인의 미래를 이해하고 설계하는 데 도움이 되었다.	0 (0)	1 (3.33)	5 (16.67)	11 (36.67)	13 (43.33)	4.20 (0.85)
7 앞으로 미래진로와 관련된 다른 프로그램에 참여하고 싶다.	0 (0)	0 (0)	9 (30.00)	6 (20.00)	15 (50.00)	4.20 (0.89)
전체	30(100)					4.15 (0.78)

미래진로설계프로그램에 참여한 학생들은 프로그램에 참여한 후에 전체적으로 만족스러웠다(M=4.15)고 응답하였다. 특히 ‘미래진로설계프로그램을 통해 새로운 것을 많이 알게 되었다’가 가장 높은 만족도를 나타냈고, 그 외에 ‘미래진로설계프로그램은 본인의 미래를 이해하고 설계하는 데 도움이 되었다(M=4.20)’, ‘앞으로 미래진로와 관련된 다른 프로그램에 참여하고 싶다(M=4.20)’, ‘미래진로설계프로그램에 만족한다(M=4.17)’의 순으로 만족도가 높게 나타났다.

### ③ 미래진로설계프로그램에 대한 면담 내용 분석 결과

미래진로설계프로그램에 대하여 활동을 진행한 후 학생들에 대하여 면담을 실시하였다. 면담은 활동에 대한 경험과 느낀 점을 질문하였으며, 그 결과는 미래에 대한 인식변화, 미래진로설계프로그램에 대한 흥미 및 만족도를 중심으로 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

#### ● 미래에 대한 인식변화

확실히 아직 미래사회에 대해서 깊게 생각할 인지능력을 가질 나이는 아직 이르다 보니까 자세히 알지는 못하고 ‘그런 게 있구나.’ 정도만 알았는데, 이번 기회를 통해서 미래사회라든가 인공지능이라든가 그런 게 나중에 어떻게 변화를 줄지 좀 더 자세히 알게 된 거 같아요.(참여자 6)

원래 진로는요, 그냥 우리 인간만 일하는 건데요...로봇과 함께하는 직업은 어떤 걸까, 궁금했어요.(참여자 2)

AI랑 함께하는 미래에 대한 진로를 생각해 본 게 처음이에요.(참여자 4)

기존의 진로수업은 사람만 생각했는데 로봇도 같이 공존하면서 어떤 직업이 새로 나올 텐데. 그런 거.....(참여자 3)

네, 생각하는 폭이 더 넓어졌어요. 원래 사람하고 말하는 건데 로봇하고 말하는 것도 생각해 보고 여러 가지를 생각해 봤어요.(참여자 2)

그냥 기계에 대해 알아볼 수 있어서 좋았고, 한편으로는 걱정되기도 하고

기대되기도 해요.(참여자 3)

좀 무섭기도 해요. 로봇이 일단 기계니까 만약에 싸움이 나면 저보다는 세  
잖아요, 로봇이.(참여자 2)

AI 관한 걸로 바뀌었죠. 아무래도 미래에는 원하던 직업이 없어질 수도 있  
다는 게…….(참여자 5)

저는 사실 진로를 딱 정한 건 아닌데 고민은 한 적이 있어요. 그런데 그런  
게 사라질 수도 있는 거고, 또 새롭게 변화할 수도 있는 거잖아요? 그러다 보  
니까 ‘아, 내가 지금 생각하고 있는 직업이 미래에는 어떻게 변할지 모르겠구  
나’, ‘또 다르게 변해서 또 다른 누군가한테 배우고, 또 다른 누군가한테 이거  
를 실행하고 적용하게 될지 모르겠구나’ 라고 생각을 바꾸게 됐던 것 같아요.  
(참여자 6).

### ● 미래진로설계프로그램에 대한 흥미 및 만족도

미래에 어떤 직업이 생길까? 재밌었어요.(참여자 2)

AI 직업에 대해서 많은 걸 알게 되고, 로봇에 관한 게 평소에 좋아했던 거  
여서 많이 재미있었어요.(참여자 5)

확실히 자세히 알고 있지 못했으니까 선생님들께서 이해시켜 주시고, 그거  
에 대해서 미래직업이 뭐가 있는지, 나중에 어떻게 변하는지 깊게 생각해 볼  
수 있어서 유익했던 거 같아요.(참여자 6)

#### ④ 미래진로설계프로그램 활동지 분석

미래진로설계프로그램을 통해 작성된 학생들의 활동지를 분석한 결과 미  
래에 대한 다양한 직업을 발견할 수 있었다. 특히 정직한, 훌륭한, 공정한, 평  
등한, 착한, 정확한, 영리한 등과 같이 직업에 대하여 현재의 직업보다 더 구  
체적이고 세밀한 표현을 제시하였다. 또한 로봇 혹은 AI가 미래 직업에 미치

는 영향이 다양하게 표현되어 있었다. AI가 미래사회에 도움을 주는 기계로서의 역할부터 인간처럼 동등하게 함께 공존하며 살아가는 다양한 미래사회 및 직업이 나타났다.

### 〈부표 1-9〉 학생들이 인식한 미래의 직업과 하는 일

직업명	구체적 설명
AI를 디자인하는 AI 디자이너	AI의 외모와 구조를 디자인한다.
AI를 잘 고치는 AI 수리공	AI를 분해하고 데이터 초기화도 하고, 고치거나 다시 조립한다.
정직한 AI 수리공	기계의 어디가 고장났는지 AI가 알려주고 사람이 로봇을 이용해 고친다.
AI 의사	환자의 병을 AI가 알려주고 로봇을 이용하여 세밀한 수술을 한다.
AI를 존중하고 공평한, 공존할 수 있는 물리학자	AI에 오류가 발생하면 개조하거나 다시 만든다. AI가 다른 모습을 원하면 직접 디자인하여 바꿔준다.
공정한 판사	정당하게 판결을 내린다.
대단한 디자이너	로봇이 어떤 걸 예쁘다 생각하는지 알고, 로봇과 함께 사람들의 시각을 아름답게 해준다.
뛰어난 축구선수	정확한 곳에 공을 보내는 축구선수
로봇과 함께하는 훌륭한 악기연주자(오케스트라 부원)	악기를 로봇과 함께 연주하는 악기 연주인
로봇을 고쳐주는 로봇 119	로봇이 고장나서 날떨 때 로봇 119가 출동해서 로봇을 고쳐준다.
로봇을 이해하고 수용하는 로봇 심리치료사	로봇의 섬세한 감정과 증세, 행동 등을 파악하고 치료하는 직업
멋있고 정의로운 여경	범죄를 막고 사람을 돕는 경찰
사람이 다룰 수 있는 로봇 개발자	로봇이 감정을 갖고 사람의 말을 잘 듣게 만든다.
사람들이 내 요리를 좋아하는 요리사	AI와 요리를 함께 개발하는 요리사
세상을 평등하게 한 경찰관	범죄를 일으킨 AI와 인간을 잡을 수 있는 경찰
유능, 영리한 축구선수	AI팀과 인간팀의 경기를 통해 실력을 향상시키고 인간들에게 기쁨을 준다.
유능한 토론가	여러 가지 문제를 로봇·인간과 토론한다.
아나운서	로봇과 함께 일하는 아나운서

직업명	구체적 설명
정확한 측구심판	확실히 보고 판단하는, 오심도 다 없앨 수 있는 심판
착한 엄마 찾는 기계 사장	정보기술이 좋아져서 엄마를 잃어버린 아이가 엄마를 찾을 수 있는 기계를 다루는 사장
창의성이 아주 뛰어난 체육 선생님	로봇과 호흡을 맞추는 중학교 체육 선생님
행성 광물을 공부한 행성 채굴가	지구의 자원이 떨어지면 다른 행성에서 새로운 광물을 캔다.

미래진로설계프로그램에 참여한 학생들은 미래사회의 직업과 함께 직업에 대한 설명을 통해 미래에 출현할 수 있는 직업에 대하여 구체적으로 하는 일을 설명하였다. 특히 학생들은 현재의 직업으로 존재하지만 AI와 함께 공존하면서 생겨날 수 있는 세분화되고 전문적인 직업과 함께 ‘착한 엄마 찾는 기계 사장’과 같이 현재에는 없는 새로운 직업도 제시하였다.

또한 학생들은 미래진로설계프로그램에 대한 활동에 대하여 느낀 점을 활동지에 다음과 같이 제시하였다.

- 미래에 대해 다시 한 번 생각할 기회를 주셨다.
- 어떤 직업이 좋은지 알 수 있었다.
- 미래에는 로봇과 함께할 수 있다는 것을 알았고 어떤 직업이 사라질지 어떻게 더 개선해야 될지 알았다.
- 많은 도움을 줬다.
- 미래가 어떻게 알았고 그만큼 미래직업에 대한 걱정이 조금은 줄어들었다.
- AI 직업에 관심이 많아지고 새로운 꿈이 생겨서 도움이 되었다.
- 미래에 대한 모습을 잘 알 수 있었다.
- 정말 미래에 대해 잘 알 수 있었던 것 같다.
- 재미있네요. 그리고 진로를 준비하는데 많은 도움이 되었던 것 같습니다.
- 앞으로 AI와 어떻게 직업을 설계할지 알게 되었다.
- 상상력이 풍부해졌다.
- 미래에 대한 예상하는 직업을 상상할 수 있어 좋았다.
- 내가 미래에 무엇을 해야 할지에 대해 조금 더 알게 됐다.

- 미래의 사회 분위기라든지 미래에 내가 할 수 있는 직업 등을 알았고 내 미래 삶에 대해 생각해 보게 되었다.
- 미래에 대해 불확실한 생각을 가지고 있었는데, 이 정도로 다양한 직업이 생겨날지도 모른다는 사실이 신기했다. 앞으로 미래사회와 직업에 대해 더욱더 적극적인 내가 될 수 있을 것 같다.

활동을 통한 설문지를 살펴보면, 학생들은 미래진로 설계에 대하여 유익한 점, 미래사회 및 직업에 대한 인식변화, 새로운 정보 및 관심, 그리고 미래 삶에 대한 성찰 등에 대하여 도움을 얻었다고 진술하였다.

#### ⑤ 미래진로설계프로그램 활동 후 참여자 회의 결과 분석

모든 언어가 애들 중심으로 바뀌어야 해요. 전부 다 연구진 중심, 어른 중심, 더군다나 저희는 용어 자체가 딱 보는 순간 ‘아, 역시 박사 분들이라 너무 어렵다.’ 이 생각이 저는 먼저 딱 들었습니다. 마치 제가 논문 지도를 받을 때 교수님 앞에 가는 느낌. 그런데 애들이 보고 이해 안 갈 것 같더라고요. 일단 제가 몇 번 읽어야 되는 상황이었습시다.

문제가 너무 많으니까 애들이 핸들링하기 힘들어하고, 그다음에 ‘직업, 역량, 미래, 내가 뭘 하고 싶은가’, 그런데 대부분 애들을 보면 내가 뭘 하고 싶은지를 우선은 약간 헛갈려하는 애들이 있고, 내가 뭘 하고 싶은데 이게 미래에 어떻게 바뀌는지 전혀 알지 못하고……. 그런 거?

오늘 같은 날 박사님 오셔가지고 30~40분 정도 애들한테 해주고 나서 한 일주일 후에 오셔서 저는 이 활동을 하면 애들이 친구하고 고민도…….

전체적으로, 그리고 이 시스템도 전체적인 품도 굉장히 딱딱해요. 이런 거 보면 애들이 힘들어하거든요. 중간중간에 이모티콘도 좀 넣고, 애들 위주로 한 생각을 가지고 있었는데.

오늘 같은 경우도, 저희 학교 장점이 그거예요. 교실이 남는 게 너무 많은

거예요. 저쪽에 다 남아요. 그러면 오늘 한 교실에 한 팀씩만 들어갈 수도 있어요. 그럼 그냥 사실은 박사님들도 집중해서 본인 의사도 전달하고 이리설 텐데, 하다 보면 저쪽에 소음이 큰 조의 영향을 받게 되고 그럴 수 있으니까.

미래진로설계프로그램 활동 후 연구진 및 연구에 참여했던 전문가들은 미래진로설계프로그램에 대하여 다양한 의견을 제시하였다. 미래진로프로그램 활동에 대하여 학생들이 쉽게 다가갈 수 있는 언어와 친근한 사례 및 이모티콘 등의 자료 제시를 요구하였다. 또한 미래진로프로그램에 대한 시간과 공간상의 한계에 대하여 아쉬워하였다.

## 4. 소결

### 가. 미래진로역량 도출

청소년을 위한 미래진로역량 도출에 있어 문헌 및 면담 결과 도출될 수 있는 역량에는 자기관리, 대인관리능력, 의사소통능력, 정보탐색처리, 문제해결능력 등이 있었다. 이를 바탕으로 미래진로설계프로그램은 문제해결과정과 참여적 미래연구 방법을 통하여 도출된 역량을 함양할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 하지만 청소년을 위한 미래진로 역량에 대하여 문헌 고찰에서 배제된 여가활용능력과 통합적 사고능력은 앞으로 미래진로역량에 중요한 요소로 포함할 필요가 있다.

### 나. 미래진로설계프로그램 개발

미래진로설계프로그램에 있어 도출된 미래진로역량을 포함하여 문제해결과정과 참여적 미래연구를 기초로 미래진로설계프로그램을 개발하였다. 하지만 본 연구는 미래진로설계프로그램에 대한 사례연구로서 이를 바탕으로 추후 미래진로설계프로그램에 대한 표준화된 미래진로설계프로그램 개발이 필요하다. 또한 미래진로프로그램의 각각의 활동에 대하여 구체적인 사례와 함께 체계적인 진로 설계프로그램에 대한 활동요소가 필요하다. 아울러 미래진로설계프로그램에 대하여 충분한 자료 제시와 활동 대상자의 수준에 이해할 수 있는



다양한 활동 등 장단기적 미래진로설계프로그램이 요구된다.

## 다. 미래진로설계프로그램 효과성 검증

미래진로설계프로그램에 대한 효과성을 검증을 위하여 다양한 증거수집을 하였다. 본 연구에서 미래진로설계프로그램을 활용하여 미래진로에 대한 정보 수집 및 인식 변화, 만족도 및 흥미에서 유의미한 결과를 얻었다. 특히 미래진로효능감 측정도구를 통하여 프로그램에 대한 효과성 검증은 유의미하게 나타났다. 하지만 추후 미래진로설계프로그램에 대하여 역량에 기반한 표준화된 타당성 있는 측정도구를 통한 효과성 검증이 요구된다.

## 부록 II. 인공지능 로봇전문가 직업능력 대체 설문조사 평정 (예시)

3/73

**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 대체 가능한 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

전환내용을 메모한다			회의내용을 요약해서 회의록을 작성한다			취재내용을 기사로 쓴다	
↓		↓	↓		↓		↓
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
	현재	2020	2025	2030	2035	2045	

**1 읽고 이해하기**    업무와 관련된 문서를 읽고 이해한다

신용카드 신청양식의 작성요령을 읽고 이해한다			규정집을 읽고 새로운 인사방향을 이해한다			학술논문에 실린 새로운 과학이론을 읽고 이해한다	
↓		↓	↓		↓		↓
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
2025	2030	2035	2040	2050	2070	2100	

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

웹스트푸드점에서 고객의 주문을 받는다			의료보험 신청에 관한 고객의 질문에 응답한다			학회에서 새로운 과학이론을 듣고 이해한다	
↓		↓	↓		↓		↓
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
	2020	2025	2030	2040	2070	2100	

1

## 부록 III. 미래직업 탐색 활동지

## 미래 사회와 나의 진로

[활동 1] 2030년 주어진 시나리오에서 미래 사회가 나에게 필요로 하거나, 내가 미래 사회에 바라는 것 (단어, 말, 표현)을 1~2개 적어보고 친구들과 공유해 보자!

미래 사회가 나에게 필요로 하는 것	내가 미래 사회에 바라는 것
예시) 최신의, 최첨단의	예시) 편리한, 즐거운, 안정된

[활동 2] '활동 1'을 바탕으로 주어진 사회에서 자신이 정말 만들고 싶은 직업, 현재보다 개선되거나 혹은 새롭게 만들어질 것 같은 직업을 다양하게 제시해보고, 미래 사회에서 보게 될 직업들은 현재의 직업들과 어떻게 다를 것인지 얘기해보자!

정말 만들고 싶은 직업	
현재와 비슷하지만 좀 더 개선될 것 같은 직업	
새롭게 생겨날 것 같은 직업	
미래직업이 현재의 직업과 다른 점	

[활동 3] '활동 2'의 직업을 중 다음의 '미래 직업 고려사항'에 가장 적절한 직업을 선택해 보자!

미래 직업 고려사항	내가 하고 싶은 것인가? (20점)	내가 생각한 가치와 방향과 일치하는가? (20점)	미래 직업에 대해 정보를 수집하고 분석할 수 있는가? (20점)	내가 스스로 직업을 만들어 나갈 수 있는가? (20점)	기타 조건 (20점)	점수
미래 직업						
직업 ①						
직업 ②						
직업 ③						
직업 ④						
최종 선정된 직업						

[활동 4] 나의 미래 직업에 대하여 구체화 해보자!

[활동 4-1] 미래에 갖게 될 직업에 필요한 능력을 적어보자!

미래 갖게 될 직업에 대한 구체적 설명	
미래에 갖게 될 직업을 가지려면 나는 어떤 능력을 더 키워야 할까?	
미래에 갖게 될 직업을 가지려면 나의 어떤 점을 보완하거나, 새로운 능력을 키워야 할까?	
내가 이 직업을 미래에 갖게 될 때까지 나는 어떤 경험들이나 문제를 만나게 될까??	
이 경험들이나 문제를 나는 어떻게 해결할 수 있을까?	
이 문제에 대하여 누구의 도움을 받을 수 있을까?	

[활동 4-2] 미래에 갖게 될 직업에 대하여 앞에서 진행한 활동을 바탕으로 정리하고 발표를 통해 친구들과 공유해 보자!

☞ 미래 사회 모습:

☞ 미래 직업명: 2030년에 나는 ( )한 ( )가 되겠다.

☞ 미래 직업을 위해 준비해야 할 사항

① 25년 후 첫 직장·대학원·군대에서 도전 및 경험해야 할 것

② 10년 후 대학교에서 도전 및 경험해야 할 것

③ 5년 후 중·고등학교 시절 도전 및 경험해야 할 것

[활동 5] 미래 사회와 나의 진로 활동에 대해 느낀 점과 앞으로의 과제에 대하여 성찰해 보자!

☞ 활동을 하면서 느낀 점(알게 된 점, 부족했던 점, 즐겼던 점)

☞ 앞으로의 과제(활동을 통해 미래 진로와 관련하여 다시 도전하고 싶은 직업 및 진로에 대한 활동)

## 부록 IV. 미래진로 워크숍 사전·사후 설문지

## 미래 진로 워크숍 설문지

이 설문지에서 얻어진 모든 내용은 통계목적 및 이외에는 절대 사용될 수 없으며 그 취질이 보호되도록 통계법 제88조에 규정되어 있습니다.

안녕하십니까?

**한국고용정보원은** 모든 국민들이 원하는 일자리에 **행복하게 일할 수 있도록** 국가 고용서비스의 선진화에 관한 업무를 담당하고 있습니다.

**한국고용정보원**에서는 『2030 미래직업세계연구 II』의 일환으로 미래 진로 워크숍을 통해 청소년 여러분의 의견을 구하고자 합니다.

여러분께서 응답하여 주신 내용은 본 연구를 수행하는 데 귀중한 자료로 사용될 것이며, 다른 목적으로는 절대 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 의미 있는 연구가 될 수 있도록 한 문항도 빠짐없이 솔직하고 정확하게 응답하여 주시기 바랍니다.

여러분의 소중한 의견이 본 연구에 도움이 될 수 있도록 적극 협조하여 주시기를 다시 한 번 부탁드립니다.

감사합니다.

2016년 10월



**한국고용정보원**

Korea Employment Information Service

소속

\_\_\_\_\_ 학교 \_\_\_\_\_ 학년

성별

☐ 남 ☐ 여

※ 아래 문항을 읽고 자신의 태도와 생각이 해당되는 곳에 V 표시해 주십시오.

아래 문항들에서 자주 등장하는 「배움」이라는 단어는 다가오는 미래를 예상하고 **앞으로의 진로**를 준비하려는 모든 배움의 활동을 뜻합니다. 정답은 없으니 여러분의 가장 솔직한 답을 선택해 주세요.

문항	전혀 그렇지 않다	별로 그렇지 않다	보통이다	다소 그렇다	매우 그렇다
1 나는 세상에서 어떤 일이 일어나고 있는지 늘 호기심이 있다.	①	②	③	④	⑤
2 내가 무엇을 하든 그것을 이루기 위해 나만의 방법을 만드는 데 소질이 있다.	①	②	③	④	⑤
3 나는 새로운 것을 발견하는데 남들보다 뛰어나다.	①	②	③	④	⑤
4 나는 남들이 당면하게 받아들이는 것에 의문을 갖고 분석한다.	①	②	③	④	⑤
5 내가 누구인지 생각하고 바람을 기회가 종종 있다.	①	②	③	④	⑤
6 내가 살고 있는 지역 문제에 관심이 있다.	①	②	③	④	⑤
7 배움을 통해 새로운 것을 깨달으면 그것을 현실에 적용해 본다.	①	②	③	④	⑤
8 나는 배우면서 비판적인 사고능력을 기른다.	①	②	③	④	⑤
9 배운 것을 현실에서 잘 활용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
10 사회를 개선하는데 참여한다.	①	②	③	④	⑤
11 나는 내 약점을 솔직하게 인정한다.	①	②	③	④	⑤
12 나는 다른 사람들과 함께 배울 때 새로운 개념이나 지식을 알게 된다.	①	②	③	④	⑤
13 나는 다른 사람들을 통해 새로운 것을 찾거나 새로운 것을 만든다.	①	②	③	④	⑤
14 나는 혼자일 때보다 다른 사람들과 모임을 통해 배울 때 더 많은 것을 배운다.	①	②	③	④	⑤

※ 감사합니다

## 미래 진로 워크숍 설문지

이 설문지에서 얻어진 모든 내용은 통계 목적 및 이외에는 절대로 사용될 수 없으며 그 비밀이 보호되도록 통계법 제93조에 규정되어 있습니다.

안녕하십니까?

**한국고용정보원**은 모든 국민들이 원하는 일자리에 행복하게 일할 수 있도록 국가 고용서비스의 선진화에 관한 업무를 담당하고 있습니다.

**한국고용정보원**에서는 『2030 미래직업세계연구 II』의 일환으로 미래 진로 워크숍을 통해 청소년 여러분의 의견을 구하고자 합니다.

여러분께서 응답하여 주신 내용은 본 연구를 수행하는 데 귀중한 자료로 사용될 것이며, 다른 목적으로는 절대 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 의미 있는 연구가 될 수 있도록 한 문항도 빠짐없이 솔직하고 정확하게 응답하여 주시기 바랍니다.

여러분의 소중한 의견이 본 연구에 도움이 될 수 있도록 적극 협조하여 주시기를 다시 한 번 부탁드립니다.

감사합니다.

2016년 10월



### 한국고용정보원

Korea Employment Information Service

소속	_____ 학교 _____ 학년
성별	<input type="checkbox"/> 남 <input type="checkbox"/> 여

※ 미래진로워크숍을 경험하고 난 뒤 여러분의 변화를 묻는 질문입니다.

아래 문항을 읽고 자신의 태도와 생각이 해당되는 곳에 V 표시해 주십시오.

아래 문항들에서 자주 등장하는 「배움」이라는 단어는 다가오는 미래를 예상하고 **앞으로의 진로**를 준비하려는 모든 배움의 활동을 뜻합니다. 정답은 없으니 여러분의 가장 솔직한 답을 선택해 주세요.

문항	전혀 그렇지 않다	별로 그렇지 않다	보통이다	다소 그렇다	매우 그렇다
1 나는 세상에서 어떤 일에 일하고 있는지 호기심이 많아졌다.	①	②	③	④	⑤
2 내가 무엇을 하든 그것을 이루기 위해 나만의 방법을 만드는 소질을 발견했다.	①	②	③	④	⑤
3 나는 새로운 것을 발견하는데 남들보다 뛰어나다.	①	②	③	④	⑤
4 나는 남들이 당연하게 받아들이는 것에 의문을 갖고 분석해봤다.	①	②	③	④	⑤
5 내가 누구인지 생각하고 바람을 기회로 삼았다.	①	②	③	④	⑤
6 내가 살고 있는 지역 문제에 관심이 생겼다.	①	②	③	④	⑤
7 배움을 통해 새로운 것을 깨달으면 그것을 현실에 적용해보겠다.	①	②	③	④	⑤
8 나는 배으면서 비판적인 사고능력을 길러보겠다.	①	②	③	④	⑤
9 배운 것을 현실에서 잘 활용할 수 있겠다.	①	②	③	④	⑤
10 사회를 개선하는데 참여하겠다.	①	②	③	④	⑤
11 나는 내 약점을 솔직하게 인정한다.	①	②	③	④	⑤
12 나는 다른 사람들과 함께 배울 때 새로운 개념이나 지식을 알게 된다.	①	②	③	④	⑤
13 나는 다른 사람들을 통해 새로운 것을 찾거나 새로운 것을 만들어보겠다.	①	②	③	④	⑤
14 나는 혼자일 때보다 다른 사람들과 모임을 통해 배울 때 더 많은 것을 배운다.	①	②	③	④	⑤

※ 오늘 함께한 미래진로워크숍이 여러분이 미래 진로를 준비하는데 어떤 도움을 줬다고 생각하십니까 자유롭게 써주세요

※ 감사합니다.



## 부록 V. 미래 진로워크숍 만족도 조사지

## 만족도 조사지

\_\_\_\_\_ 학교 \_\_\_\_\_ 학년      성별 : ☐ 남   ☐ 여

질문	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1 미래 진로 워크숍이 즐거웠다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 미래 진로 워크숍을 통해 새로운 것을 많이 알게 되었다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 미래 진로 워크숍 내용을 이해할 수 있었다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 미래 진로 워크숍에 참여한 후 미래사회와 진로에 흥미를 가지게 되었다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 미래 진로 워크숍에 만족한다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 미래 진로 워크숍은 본인의 미래를 이해하고 설계하는 데 도움이 되었다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7 앞으로 미래 진로와 관련된 다른 프로그램에 참여하고 싶다.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8 가장 어려웠던 활동과 그 이유를 적어주세요.					
활동 : _____					
이유 : _____					
9 가장 재미있었던 활동과 그 이유를 적어주세요.					
활동 : _____					
이유 : _____					
10 기존의 진로 활동과 다른 점에 대해 적어주세요.					
다른 점 : _____					
_____					

★ 감사합니다 ★

집필진 박 가 열 (한국고용정보원 연구위원)  
강 경 균 (한국청소년정책연구원 연구위원)  
김 동 규 (한국고용정보원 연구위원)  
박 성 원 (과학기술정책연구원 연구위원)  
이 랑 (한국고용정보원 전임연구원)  
황 윤 하 (한국미래전략연구소 연구위원)  
전 호 리 (한국과학기술원 교수)  
손 양 수 (한국고용정보원 인턴)

---

## 2030 미래 직업세계 연구(II)

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](http://www.keis.or.kr)  
조판 및 인쇄 (사)한국척수장애인협회인쇄사업소

• 본 보고서의 내용은 한국고용정보원의 사전 승인 없이 전재 및 역재할 수 없습니다.  
ISBN 978-89-6331-708-3