4차 산업혁명 시대를 주도하는 KIET 산업정책 리포트

i-KIET 산업경제이슈

제 44 호
| 2018-04 |
2018.2.12.

# 신디지털 경제 논쟁과 시사점

요약

**인공지능과 로봇기술로 대변되는 신디지털 경제의 미래에 관하여 섣부른 낙관이나 지나친 비관은 이분법에 입각한 잘못된 견해**

- 기술 낙관론자들이 주장하는 무한 성장론은 기술적으로 가능하더라도 재화나 생산요소 간의 대체가 제한적인 현실 경제에서는 불가능
- 비관적인 경제학자들이 주장하는 성장 정체론은 디지털 기술과 무형자산의 생산성 향상 효과를 과소평가

**신디지털 기술이 창조적 파괴를 통해 생산성 향상으로 이어지기 위해서는 조직혁신과 시장제도의 개선과 같은 아날로그 투자가 필요**

- 기업들은 새로운 디지털 환경에 맞도록 조직의 프로세스를 개선하고 노동력의 기술숙련도를 향상시킬 필요
- 정부는 정보통신 기술과 디지털 네트워크로 무장한 새로운 기업형태와 경영방식에 대응하여 시장제도를 노동친화적으로 개선

**과거의 산업혁명이 주로 제조업의 생산성 증가에 기여했다면 디지털 혁명은 서비스산업의 생산성 향상에도 크게 기여할 것으로 예상**

- 인공지능이 중심이 된 신디지털 혁명은 대인 서비스가 중심인 교육과 의료산업에서 생산성 향상에 크게 기여할 것으로 기대

**신디지털 경제의 시대는 디지털 격차(digital divide)가 더욱 벌어져 노동시장의 양극화가 더욱 심화될 전망**

- 일자리의 양극화와 임금 저하를 방지하기 위해서는 임금 보험과 같은 보다 강력한 디지털 세이프가드 장치가 보완될 필요

* *i*-KIET의 *i*는 industry 4.0, AI, IoT 등을 상징하는 말로 산업연구원이 4차 산업혁명 시대의 산업 전문 연구를 선도한다는 의미를 담음.

## 신디지털 경제 논쟁, 솔로우 역설(Solow Paradox)의 재현

**최근 제4차 산업혁명이 가져올 신디지털 경제(New Digital Economy)의 미래에 관한 낙관론과 비관론이 팽팽하게 대립하면서 치열한 논쟁이 진행 중**

● 신디지털 경제 논쟁은 20년 전의 신경제 논쟁과 마찬가지로 기술론자들은 낙관론, 경제학자들은 비관론의 입장에서 서로 상반되는 주장을 피력

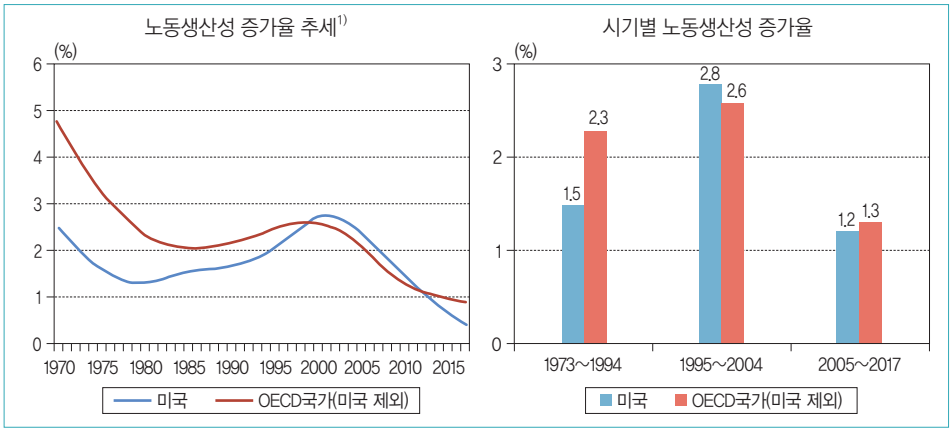
**지금의 논쟁과 과거의 논쟁은 모두 디지털 기술이 경제의 생산성과 장기 성장에 어느 정도 기여할 것인가에 대한 견해의 차이에서 비롯**

● 기술론자들은 현재 진행 중인 디지털 혁명이 과거의 1, 2차 산업혁명에 버금가는 경제적 성과와 사회적 변화를 가져올 것으로 예상

● 반면에 주류 경제학자들은 1987년에 노벨경제학상 수상자인 솔로우 교수가 소위 "솔로우 역설(Solow Paradox)"[01]로 화두를 던진 이래 디지털 기술의 성장 기여도에 관하여 끊임없이 의문을 제기

**1990년대의 논쟁은 디지털 기술을 주도하던 미국 경제의 생산성이 1990년대 중반부터 약 10년간 크게 높아지면서 일단락(〈그림 1〉 참조)**

그림 1 ] OECD 국가의 노동생산성 증가율




자료 : Conference Board, Total Economy Database, November 2017.
주 : 1) 시계열 필터(HP filter)를 이용하여 노동생산성 증가율의 추세를 추출.

01] 솔로우의 역설은 "컴퓨터가 도처에 있지만 현실 통계에는 그 성과가 나타나지 않는다"는 당시의 역설적인 경제 상황을 지적.

● 하지만 2007년 세계 금융위기를 전후하여 선진국 경제의 생산성이 다시 지속적으로 낮아지면서 디지털 기술 비관론이 재부상

**미국의 노동생산성 증가율은 1970~1980년대의 1.5%에서 신경제의 생산성 효과가 나타난 1995~2004년의 2.8%로 높아진 후, 2005~2017년에는 다시 1.2%로 크게 하락**

● 다른 OECD 선진국들의 평균 노동생산성은 같은 기간 동안 2.3%→2.6%→1.3%로 역시 크게 하락

**선진국의 노동생산성 하락은 투자 부진으로 인한 자본 스톡 증가율 하락과 기술혁신이 주도하는 총요소생산성 증가율 하락이라는 두 가지 악재가 동시에 작용한 데 기인**

● 비관론자들은 한 걸음 더 나아가 정보통신기술이 기반이 된 디지털 혁명은 진정한 의미의 산업혁명이 아니기 때문에 지속적인 생산성 향상은 어렵다고 진단

**기술진보가 생산성에 반영되지 않는 솔로우 역설은 몇 가지 측면에서 설명할 수 있지만 가장 유력한 주장은 생산성 증가가 오랜 시차를 두고 서서히 일어난다는 가설**[02]

● 특히, 전기, 내연기관, 마이크로칩 등과 같은 혁신적인 범용(汎用) 기술의 경우에는 기술이 도입된 이후 수십 년에 걸친 투자와 자본축적으로 산업기반이 다져진 후에 생산성 향상 단계로 진입

**디지털 기술은 원천 범용기술인 인공지능과 로봇기술의 도약으로 다시 황금기를 맞이했지만 응용기술의 수준은 아직 초기 단계에 불과**

● PC 보급에 의한 생산성 효과가 응용 소프트웨어의 결합을 통해 구현되었듯이 인공지능도 응용기술의 축적이 충분히 이루어진 후에야 생산성 향상이 가능

**또한, 기업들이 디지털 기술을 본격적으로 수용하기 위해서는 생산과정의 혁신이나 조직구조의 변화에 필요한 대규모의 보완적 투자가 필요**

● 1980~1990년대에 경험했던 디지털 시대에도 기업들은 PC나 인터넷 등 새로운 디지털 환경에 적응하여 생산성을 높이기 위하여 기업경영과 관련되는 프로세스를 대대적으로 재편하는 조직혁신을 추진

02] Erik Brynjolfsson et al., "Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox : A Clash of Expectations and Statistics", NBER Working Paper 24001, October 2017을 참조.

**신디지털 기술의 총아인 인공지능이나 로봇기술은 높은 숙련도를 필요로 하는 사무직 노동자들을 광범위하게 대체할 것으로 우려되기 때문에 조직혁신에 따른 조정비용이 매우 커질 것으로 예상**

- 과도한 조정비용을 고려하면 신디지털 기술의 적용과 확산을 위한 보완적 투자는 시차를 두고 서서히 이루어질 것으로 전망

**신디지털 기술과 무형자산에 대한 투자는 측정 불가능한 생산성 향상으로 나타나기 때문에 단기적으로 생산성에 미치는 영향은 제한적이거나 부정적일 것으로 예상**

- 하지만 조정비용의 영향이 큰 과도기를 거치고 나면 장기적으로 기술과 무형자본 축적의 효과가 가시화되고 산업 전반으로 확산되면서 생산성이 큰 폭으로 증가할 전망

**이상의 논의는 신디지털 경제 역시 일정 기간 동안 생산성이 정체되는 과도기를 겪은 후에 정상적인 생산성 향상의 시기로 접어들 가능성을 시사**

- 결국 디지털 기술과 무형자산의 축적이 생산성에 미치는 효과는 단기적으로 작고 장기적으로 크기 때문에 솔로우 역설과 같은 현상이 발생

## 기술 낙관론자의 '한계 없는 성장' 주장은 경제적 근거 희박

**신디지털 경제의 도래에 따른 한계 없는 성장(boundless growth)의 가능성은 가까운 장래에 인공지능이 인간의 지능을 능가하는 기술적 특이점(technical singularity)에 도달한다는 주장에 근거**

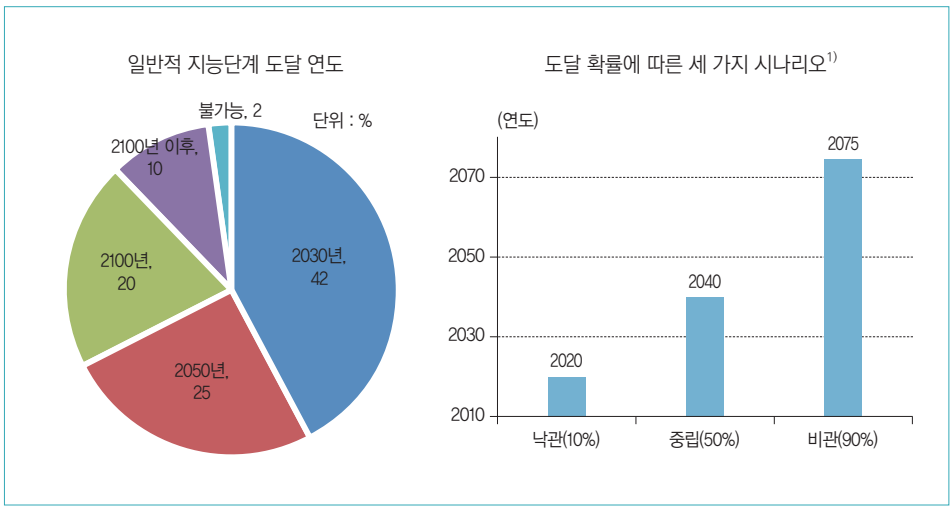
- 기술적 특이점의 요지는 인간 지능을 뛰어넘는 초인공지능의 등장으로 인해 인간의 통제 없이 기술 스스로가 기술진보를 만들어 내는 혁신 패러다임이 도래한다는 내용

**인공지능은 다음의 세 단계를 거쳐 기술적 특이점에 도달하는 것으로 예측**

- 첫 번째는 협소한 지능 단계로 인공지능이 인간의 지각과 추론을 모방하는 수준
- 두 번째는 일반적 지능단계로 인공지능이 한 개인의 지능을 넘어서는 수준으로 발전
- 마지막은 초지능 단계로 인공지능이 인류의 집단 지능을 넘어서는 수준에 도달하여 비로소 경제적으로 한계 없는 성장이 가능

**현재의 인공지능 수준은 아직은 첫 번째 단계에서 벗어나지 못하고 있다는 것이 일반적인 인식**

그림 2 ] 일반적 지능단계 도달 시기에 관한 설문조사 결과




자료 : S. Papanyan, "When Robots Do It All and Leisure is Mandatory : Not for Another 100 Years", BBVA Research, June 22, 2017.
주 : 1) ( ) 안의 수치는 세 가지 시나리오가 실현될 확률.

● 인공지능의 저급기술이 접목된 산업용 로봇은 구조화된 환경에서 반복적인 작업을 수행하는 수준에 불과

● 알파고와 자율 주행 차량 등 인공지능 기술의 눈부신 발전에도 불구하고 현재의 기술 수준으로는 구조화되지 않은 복잡한 상황에서 지각, 추론과 판단을 종합하여 처리하는 능력이 미흡

**최근 세계 인공지능 전문가를 대상으로 한 조사에 따르면 응답자의 약 70%가 인공지능이 일반적 지능 단계(2단계)에 도달하기까지 10~30년 정도 걸릴 것으로 예측(〈그림 2〉 참조)**

● 응답자 중에서 42%는 2030년, 25%는 2050년으로 답변했는데 응답 내용을 종합하면 낙관과 비관의 중간인 중립(실현 확률 50%)에 해당하는 연도는 2040년으로 예측

**인공지능 기술이 2단계에 도달한다 해도 상품과 서비스로 소비자에게 제공하기 위한 또 다른 기술적·경제적 검증을 통과해야 비로소 산업화가 가능**

● 디지털 기술을 통한 인간의 이성이나 감성의 구현은 매우 복잡한 엔지니어링이 필요할 뿐만 아니라 비용편익 분석에 의한 제품화와 대량생산에도 커다란 리스크와 불확실성이 내재

**인공지능이 기술적 특이점인 초지능 단계로 이행한다 해도 한계 없는 성장이 가능한 경제적 특이점에 도달하는 것은 또 다른 차원의 문제**

www.kiet.re.kr

● 경제적 특이점(economic singularity)은 무한 성장을 가능하게 하는 수요 조건과 공급 조건을 동시에 충족해야 비로소 가능

**수요 조건과 공급 조건은 정보통신 혁명으로 인해 디지털 소비재와 자본재의 가격이 지속적으로 하락하여 다른 소비재와 생산요소를 제약 없이 대체한다는 것이 골자**

● 수요 측면에서는 디지털 제품과 서비스에 대한 소비지출 비중이 지속적으로 증가

● 공급 측면에서는 디지털 자본재의 공급과 디지털 자본 스톡이 무한정으로 증가하여 전체 자본 스톡을 지배

**이 같은 엄격한 수요공급 조건은 이론적으로는 가능하나 현실 경제에서는 실현 불가능하다는 것이 경제학자들의 일반적 견해**

● Nordhaus(2017)[03]는 디지털 경제의 프런티어에 있는 미국 경제가 경제적 특이점에 접근하고 있는가를 여러 경제지표로 검증한 결과, 가까운 장래에는 불가능하다는 결론에 도달

● Nordhaus가 시행한 일곱 개 테스트 가운데 두 개에서만 가까스로 조건을 충족했는데 이 두 개 조건도 100년 이상의 오랜 기간이 걸릴 것으로 예측[04]

## 디지털 경제의 심화, 노동시장의 구조적 변화 초래

**신디지털 경제 논쟁의 또 다른 핵심은 디지털 기술로 무장한 기계가 인간의 노동을 빠르게 대체하여 노동수요가 크게 줄어들고 일자리가 심각한 위협을 받을 것이라는 가설**

● 기술론자들은 최근의 디지털 혁명이 사람의 지각이나 이성적 추론까지 가능한 인공지능과 빅데이터에 의해 주도되기 때문에 거의 모든 직종에서 일자리의 상실이 불가피하다는 비관론을 주장

● 경제학자들이 중심이 된 낙관론은 신디지털 경제에서도 과거의 산업혁명과 마찬가지로 일자리의 소멸과 생성이 교차하면서 장기적으로는 노동공급과 균형을 이루어 갈 것으로 전망

**산업혁명을 기점으로 기술진보와 일자리의 역동적 변화를 살펴보면 상호 도전과 대응을 통해 상생하면서 발전하는 관계를 유지**

03] W. Nordhaus, "Are We Approaching an Economic Singularity?", Mimeo., January 2017.
04] 7개 테스트는 ① 디지털재화 소비 비중의 지속적 상승, ② 생산성 증가율의 가속화, ③ 자본분배율의 지속적 상승, ④ 자본재 상대가격의 지속적 하락, ⑤ 자본-산출 비중의 상승 가속화, ⑥ 디지털 자본 비중의 지속적 증가, ⑦ 임금상승률의 가속화. 이 중에서 ③번과 ⑥번만 긍정적으로 평가.

- 1, 2차 산업혁명에서는 기계화와 자동화가 중심이 되어 노동력의 대체가 일어났으나 산업의 확대와 발전으로 새로운 일자리와 직업군이 창출되어 대체되는 노동력을 흡수[05]
- 1970년대 이후 디지털 기술혁명의 시대에도 과거 산업혁명에 비하여 정도와 범위의 차이만 있을 뿐 기술진보와 일자리의 상생관계는 불변

**기술 패러다임의 변화로 인한 노동시장의 충격이 언제나 비관론으로 시작되는 이유는 없어지는 일자리의 소멸은 비교적 예측이 쉬우나 새로 만들어지는 일자리는 예측 불가능하기 때문**

- 노동절약적 기술이 도입되는 과도기에는 기계화나 자동화로 인한 기존 노동력의 대체와 일자리 소멸이 먼저 일어난 후에 노동인력의 훈련과 적응을 거쳐 새로운 일자리가 창출되는 것이 일반적
- 이 같은 과도기에는 기술혁신과 생산성 향상이 일어난다 해도 없어지는 일자리가 새로 만들어지는 일자리보다 많기 때문에 실업의 증가와 임금의 정체가 발생하기 마련

**로봇과 인공지능을 기반으로 한 신디지털 기술의 경우 기술의 확산 속도와 적용 범위가 매우 광범위할 것으로 예상되기 때문에 노동시장의 적응이 그 어느 때보다도 어려운 것이 사실**

- 따라서 경제학자들 사이에서도 신디지털 경제에서 겪게 될 노동시장의 충격에 대하여 적지 않은 우려의 목소리가 나오는 상황

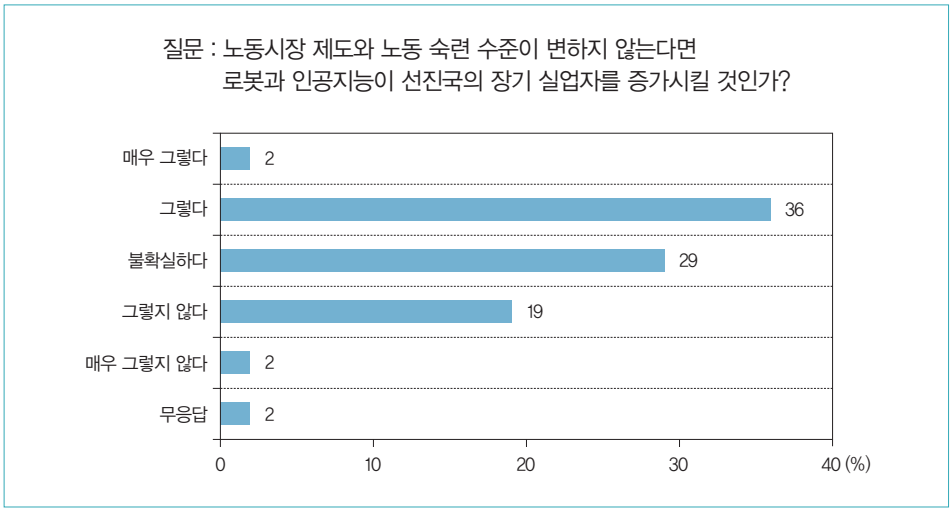
**실제로 미국 시카고대학에서 저명한 경제학자들을 대상으로 설문조사를 한 결과, 응답자의 38%가 '신디지털 혁명이 선진국의 장기실업을 증가시킬 것'이라고 응답(〈그림 3〉 참조)**

- '그렇지 않다'고 대답한 19%의 응답자는 없어지는 일자리가 많다고 해도 장기적으로 새로 만들어지는 일자리가 소멸되는 일자리를 충분히 상쇄할 것이라고 판단
- '불확실하다'는 응답도 29%로 매우 높았는데 이는 신디지털 혁명이 진행되는 과도기에 자동화에 따른 노동의 대체 속도와 노동시장의 적응 속도에 따라 영향이 달라질 수 있다는 의미

**설문조사에서 낙관과 비관이 갈리는 이유는 디지털 기술이 노동수요에 미치는 영향이 아래 열거된 네 가지 효과가 어떻게 배합되어 작용하는가에 따라 그 방향이 결정되기 때문**

05] 산업혁명의 큰 흐름에서 보면 농업 혁명으로 방출된 노동력이 제조업에 흡수되고 제조업 혁명으로 방출된 노동력이 서비스산업으로 이동하여 전체 노동력의 수급구조는 장기적으로 균형을 유지하면서 기술진보와 노동숙련도의 향상이 지속.

그림 3 ] IGM포럼[1] 설문조사 결과(2017년 9월)




자료 : http://www.igmchicago.org/surveys/robots-and-artificial-intelligence-2
주 : 1) 미국 시카고대학에서 운영 중인 The Initiative on Global Markets 포럼.

- 대체효과(-) : 자동화와 기계화가 노동력을 대체하여 노동수요 감소
- 생산성 효과(+) : 자동화로 인한 생산성 향상과 가격 하락으로 제품 수요가 증가하여 노동수요 증가
- 자본축적 효과(+) : 자동화로 인한 자본축적으로 자본과 결합하는 노동수요 증가
- 노동집약적 일자리 창출 효과(+) : 축적된 기술과 자본이 역으로 노동집약적 일자리 창출의 플랫폼으로 작용하여 노동수요 증가[06]

**기술 확산이 시작되는 과도기에는 대체효과가 압도적으로 크기 때문에 노동수요가 감소하고 임금이 정체되는 노동시장의 위축이 불가피**

- 과도기를 지나 성숙기에 접어들면 자본축적과 생산성 향상 효과가 대체효과를 앞지르면서 노동수요의 증가와 노동시장의 확대가 지속
- 따라서 IGM 설문조사의 결과에서 비관론은 단기적인 효과를 우려한 반면, 낙관론은 장기적인 효과를 고려했다는 해석이 가능

06] 인공지능을 포함한 최근의 디지털 기술이 노동시장에 미치는 효과에 관한 자세한 논의는 Daron Acemoglu and Pascual Restrepo, "Artificial Intelligence, Automation and Work", NBER Working Paper 24196, January 2018을 참조.

## 신디지털 경제의 미래, 노동친화적 정책으로 대응해야

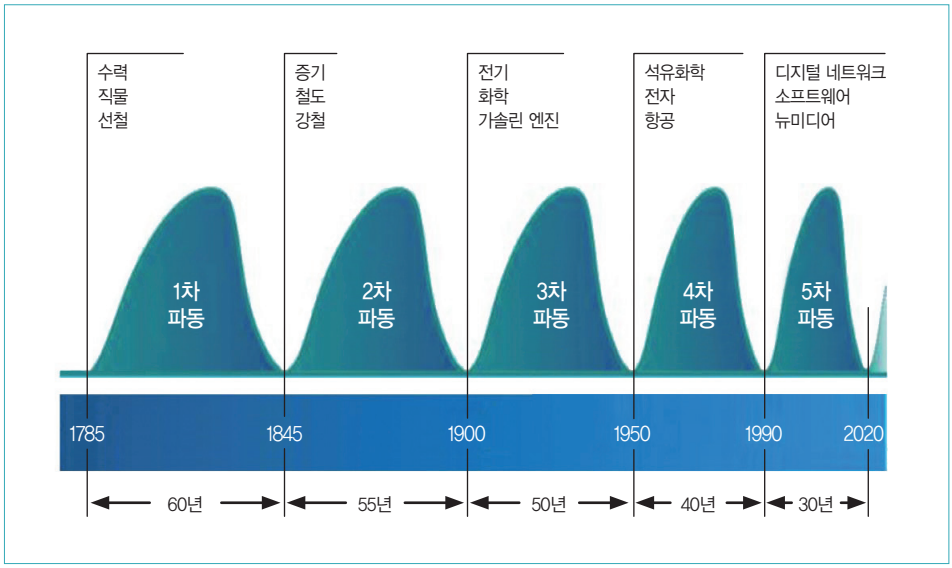
**신디지털 경제의 미래에 관하여 섣부른 낙관이나 지나친 비관은 이분법에 입각한 잘못된 견해**

- 알파고의 승리와 자율주행차 실용화는 인공지능을 이용한 디지털 기술의 획기적 발전을 의미하지만 역동적인 경제의 생산성 향상은 창조적 파괴를 통한 구조변화를 거치지 않고는 불가능
- 창조적 파괴 과정에서 디지털 기술혁신은 도화선을 제공하지만 그에 수반되는 사회·경제적 변화는 대규모의 아날로그 투자가 필요

**산업혁명 이후 세계경제는 다섯 차례의 기술혁신 사이클을 거치면서 창조적 파괴를 통해 장기적인 성장의 발판을 마련(〈그림 4〉 참조)**

- 신디지털 경제는 디지털 네트워크, 소프트웨어와 뉴미디어가 주도하는 제5차 혁신 사이클의 연장선상에 위치
- 40~60년 정도 지속되었던 이전의 혁신 사이클과는 달리 디지털 혁신 사이클은 이보다 짧은 30년 정도 지속될 것으로 전망
- 그 이유는 세계 주요국이 국가 혁신시스템을 갖추고 대규모의 연구개발 투자와 인적자원의 구축을 통한 혁신 경주(innovation race)를 벌이고 있기 때문

그림 4 ] 산업혁명 이후의 혁신 사이클




자료 : https://understandinginnovation.blog/2016/09/13/cities-companies-and-innovation-accelerate.

**혁신 사이클이 짧으면 짧을수록 노동인력이나 경제제도가 새로운 기술의 변화에 적응할 시간적 여유가 없기 때문에 기업조직이나 시장제도의 역동적 대응이 중요**

- 기업들은 새로운 디지털 환경에 맞도록 조직의 프로세스를 개선하고 노동력의 기술숙련도를 향상시킬 필요
- 정부는 정보통신 기술과 디지털 네트워크로 무장한 새로운 기업형태와 경영방식에 대응하여 시장제도를 노동친화적으로 개선

**신디지털 경제에서는 인간이 독점하고 있던 인지능력과 지각능력까지도 기계가 대신할 수 있기 때문에 대체되는 노동작업의 영역이 과거보다 훨씬 광범위할 것으로 예상**

- 인간의 고유영역인 정신적 능력에 대한 디지털 기술의 도전을 기회로 활용하기 위해서는 노동인력의 기술숙련도 향상만으로는 부족
- 창조적 파괴의 주체인 노동이 인공지능이나 로봇기술을 지배하기 위해서는 인간의 상상력과 창조성을 발휘하는 능력과 전문인력 간 협업하는 능력의 극대화가 중요

**과거의 산업혁명이 주로 제조업의 생산성 증가에 기여했다면 디지털 혁명은 서비스산업의 생산성 향상에도 크게 기여할 것으로 예상**

- 지난 20년간 데이터 처리기술과 인터넷의 발달로 인해 이미 금융산업이나 유통·물류산업에서 생산성 향상 효과가 가시화
- 인공지능이 중심이 된 신디지털 혁명은 대인(對人) 서비스가 중심인 교육과 의료산업에서 맞춤형 서비스의 획기적 개선을 통해 서비스 질과 생산성 향상에 크게 기여할 것으로 기대[07]

**신디지털 경제의 시대는 디지털 격차(digital divide)가 더욱 벌어져 노동시장의 양극화가 더욱 심화될 전망**

- 신디지털 경제로 이행하는 과도기에는 일부 고숙련노동자에게 양질의 일자리 기회가 주어지나 높은 수준의 지능화와 자동화로 인해 중간 숙련노동자들은 임금 하락 등 노동조건의 악화에 직면할 우려

07] 신디지털 기술이 생산성 향상에 크게 기여하게 될 4개 분야에 관해서는 Lee Branstetter and Daniel Sichel, "The Case for an American Productivity Revival", Policy Brief 17-26, Peterson Institute for International Economics, June 2017을 참조.

● 일자리의 양극화와 임금 저하를 방지하기 위해서는 최저임금, 실업보험과 같은 전통적인 사회보장 제도에 더하여 임금 보험[08]과 같은 보다 강력한 디지털 세이프가드 장치가 보완될 필요

**윤 우 진**
(선임연구위원·동향분석실)
younwooj@kiet.re.kr
044-287-3101

08] 임금 보험은 수입경쟁이나 기술혁신에 따른 노동시장의 충격으로 인해 저임금직종으로 전락한 노동자들에게 삭감된 임금의 일정 부분을 보조해 주는 제도. 미국은 오바마 정부에서 무역조정 지원제도(Trade Adjustment Assistant Program)의 일환으로 이 제도를 시행.

KIET 산업연구원
Korea Institute for Industrial Economics & Trade

**발행인** · **편집인** 강두용 / **편집** · **교정** 조계환
30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동
**Tel**:044-287-3114 **Fax**:044-287-3333 www.kiet.re.kr

본 자료는 산업연구원 홈페이지 www.kiet.re.kr에서도 항상 보실 수 있습니다.