디지털경제의 진전과 산업혁신정책의 과제: 주요국 사례를 중심으로

김정곤 대외경제정책연구원 아시아태평양본부
전략연구팀 부연구위원
jgkim@kiep.go.kr

나승권 대외경제정책연구원 아시아태평양본부
전략연구팀 전문연구원
skna@kiep.go.kr

장종문 대외경제정책연구원 구미 · 유라시아본부
아중동팀 전문연구원
jmjang@kiep.go.kr

이성희 대외경제정책연구원 아시아태평양본부
전략연구팀 전문연구원
leesh@kiep.go.kr

노수연 고려대학교 중국학부 조교수
syno_korea@korea.ac.kr

KIEP 대외경제정책연구원
Korea Institute for International Economic Policy

1. 연구의 배경 및 목적

- ICT의 급속한 발전과 더불어 디지털경제(digital economy)가 글로벌 경제의 화두로 급부상
  - 4차 산업혁명에 대한 최근 논의는 디지털경제의 진전을 기초로 하며, 이는 경제, 산업, 사회, 문화 전 측면에서 실질적인 변화와 혁신을 추동할 것으로 기대
  - 이와 같은 관심이 촉발된 배경으로서, 기술적인 요인 외에 경제성장 둔화에 따른 성장동력 창출, 인구고령화, 기후변화 등이 작용

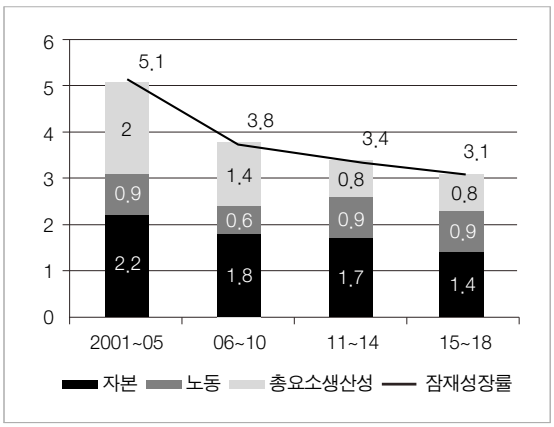
- 디지털화(digitization) 또는 디지털 전환(digital transformation)은 경제·산업의 혁신에서 가장 중요한 역할을 하는 요인
  - ICT는 전 산업에 걸쳐 활용되는 '도구(tool)'로서 생산성 향상으로 대표되는 광범위한 영향을 주는바, GPT(General Purpose Technology: 범용기술)로 대두
  - 디지털 산업혁신의 가장 중요한 측면은 디지털화가 산업혁신의 과정 자체를 혁신시킨다는 것으로서, 디지털화를 통해 ① 실시간의 세밀한 사업활동 측정(measurement) ② 저비용의 신속한 사업실험(experimentation) ③ 관찰과 아이디어의 광범위하고 용이한 공유(sharing) ④ 보다 빠르고 충실하게 제품혁신 프로세스를 복제(replicate) 등이 가능해짐.[1)]

- 우리나라는 자본집약적, 추격형 성장전략에서 탈피할 필요성이 지속적으로 제기되는 상황이며, 또한 인구고령화로 인한 노동인력 감소세 등에 대응하기 위해서도 디지털화를 통한 산업혁신전략을 모색할 시점
  - 우리나라의 성장잠재력은 다른 조건이 바뀌지 않을 경우 지속적으로 하락할 것으로 전망되며, 자본과 노동의 성장기여도가 낮아지는 상황에서 총요소생산성의 기여도 역시 떨어지는 추세
  - 우리나라는 미국, 중국, 독일 등에 비해 빠른 속도로 생산가능인구의 비중 감소
  - 유사한 배경하에 미국, EU, 독일, 일본, 중국 등 주요국들은 디지털화를 통해 혁신적인 산업을 창출하거나, 기존 산업의 디지털화를 통해 생산성을 제고하고 경제성장을 촉진하려는 정책을 활발하게 도입 중

1) Brynjolfsson, E(2011), "ICT, innovation and the e-economy," in Strauss, Hubert(ed.), Productivity and growth in Europe: ICT and the e-economy, EIB Papers, Vol. 16, pp. 60-76.

그림 1. 우리나라의 경제성장 추이

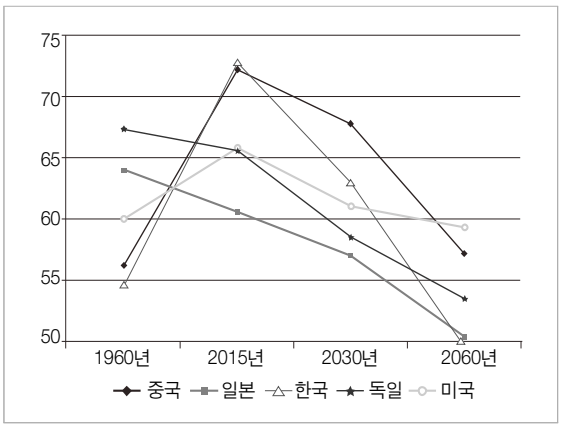
(단위: %)



자료: 한국은행(2016), 「우리경제의 성장잠재력 추정 결과」.

그림 2. 주요국의 생산가능인구 전망(1960~2060년)

(단위: %)



자료: 통계청(2015), 「세계와 한국의 인구현황 및 전망」. 보도자료(7월 11일).

- 이상의 배경에서 본 연구는 다음과 같은 내용을 통해 디지털화를 통한 산업혁신정책의 과제 모색
  - 디지털화의 산업혁신동력으로서의 역할을 이론 및 실증적으로 검토
  - 디지털 산업혁신역량의 국가간 비교를 통해 한국의 위상 파악
  - 미국, EU, 독일, 일본, 중국이 추진하고 있는 디지털 산업혁신정책의 배경, 주요 내용과 특징 등을 분석, 평가
  - 이상의 연구와 우리나라의 관련 정책에 대한 검토를 토대로 디지털 산업혁신의 정책과제를 제시

2. 조사 및 분석 결과

가. 디지털화의 산업혁신 동력으로서의 역할

- Basu *et al.*(2004)[2]의 모형을 고려하여 EU 주요 8개국[3]과 한국, 일본을 추가하여 10개국 패널 분석을 수행한 결과, ICT 자본축적이 총요소생산성에 미치는 정(+)의 영향이 동기(t)와 전기(t-5)에서 모두 통계적으로 유의

2) Basu, S., John G. Fernald, Nicholas Oulton and Sylaya Srinivasan(2004), "The Case of the Missing Productivity Growth, or Does Information Technology Explain Why Productivity Accelerated in the United States But not in the United Kingdom?" *NBER Macroeconomics Annual 2003*, Vol. 18.

3) 오스트리아, 벨기에, 프랑스, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 스페인, 영국.

- 미국에 대해서는 별도의 분석을 수행한 결과, ICT 자본축적이 총요소생산성에 미치는 영향이 동기에는 부(-)의 효과를 가지나 일정 기간(5년) 이후에는 정(+)의 효과를 보이며 통계적으로 유의
  - Basu *et al.*(2004)에서 확인된 보완적 혁신의 가설이 특정기간(2000~05년) 뿐만 아니라 전 기간에 걸쳐 나타남.

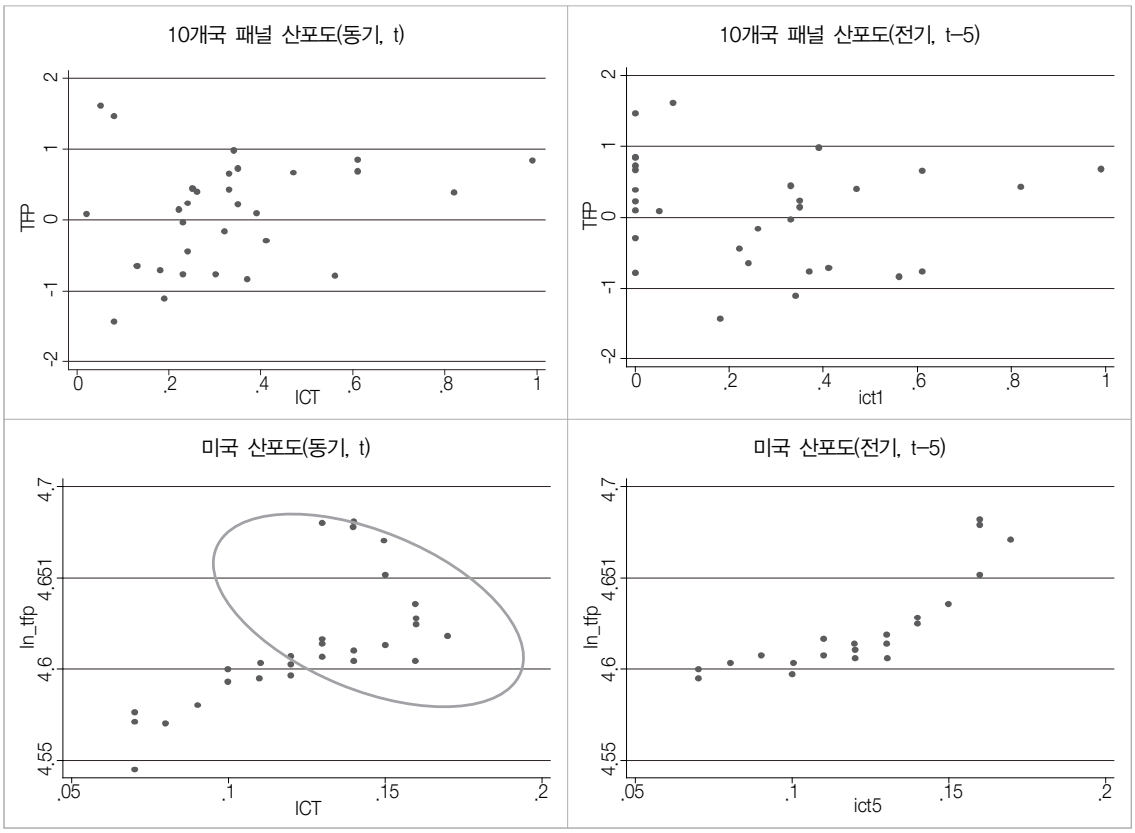
표 1. ICT의 산업별 생산성 증가에 대한 영향

설명변수	10개국 패널	미국
$\kappa_{\triangle ICTi,t}$	2.91208***(0.767)	–
$\kappa_{\triangle ICTi,t-5}$	1.012814*(0.519)	–
$\kappa_{\triangle ICTt}$	–	–0.9624563*** (0.159)
$\kappa_{\triangle ICTt-5}$	–	1.253883*** (0.102)
Within–R2	0.4571	–
R2	–	0.9019
국가 수	10	1
관측치수	30	23

주: 1) i는 국가, t는 연도. 종속변수인 $\triangle TFP_{i,t}$는 부가가치 기준 총요소생산성이다. 설명변수인 $\kappa_{\triangle ICTi,t}$ 는 ICT 자본의 증가율임. 5년 기간의 시차를 두고 발생하는 보완적 혁신 가설을 확인하기 위해 각 관측치는 1996~2000년, 2001~05년, 2006~09년의 산술평균값을 사용하였다.
2) *, **, *** 표시는 계수 값이 각각 10%, 5%, 1% 수준임.
자료: EU KLEMS를 토대로 저자 분석.

- 본 연구의 추정결과는 ICT 자본이 단순히 산출에 긍정적인 기여를 할 뿐만 아니라, 산업 전반의 생산성 향상에 기여한다는 범용기술 가설을 지지
  - 다만 [그림 3]에서 보듯이 10개국 패널 산포도에서는 미국에서 나타나는 강한 선형성이 관찰되지 않는바, 이는 소득수준, ICT 자본축적규모, 국가규모, 사용자의 역량 등 다른 요인에 따라 국가별로 정도의 차이가 날 수 있음을 시사

그림 3. ICT 자본-총요소생산성 산포도



자료: EU KLEMS 자료를 토대로 저자 작성.

나. 디지털 산업혁신 역량의 국가간 비교와 한국의 위상

- 주요 국가[4]별 디지털 산업혁신 역량(여건)을 ICT 인프라, R&D 투자 및 혁신수준, ICT 채택 및 활용, 창업활동, 인적자원, 법제도, ICT 시장 및 수출 경쟁력 등 7개 분야로 구분하여 각 요인별로 표준화하여 비교(분야별 세부 변수는 표 2 참고)
  - 지표의 표준화를 위해 다음 식과 같이 비교지표별로 가장 경쟁력 있는 지수를 10점 만점 기준으로 설정하여 상대적 지수를 계산

$$Standardized\,Index = \frac{(X - Minimum X)}{(Maximum X - Minimum X)} \times 9 + 1$$

4) 한국, 미국, 독일, 일본, 중국을 비교.

표 2. 분야별 평가를 위한 지표

구분	변수
ICT 인프라	ICT 발전지수(ITU), 인구 100명당 유선초고속인터넷 가입자(ITU), 인구 100명당 무선초고속인터넷 가입자(ITU), 인터넷 접속가구 비율(ITU), 컴퓨터 보유가구 비율(ITU), 인터넷 사용자 비율(ITU)
R&D 투자 및 혁신수준	GDP 대비 ICT R&D 지출비중(OECD), ICT R&D 특허비중(OECD), SCI 논문 수, SCI 논문 피인용건 수
ICT 채택 및 활용	SNS 이용도(WEF), B2B에서의 ICT 활용도(WEF), B2C에서의 ICT 활용도(WEF), 인구 100명당 온라인 디바이스 수(OECD)
창업활동	초기 창업활동비율(GEM), 개선기회추구형 창업비율(GEM), 최신기술의 가용성(IMD), 벤처캐피털 가용성(IMD), 창업소요시간(WEF), 창업소요절차(WEF)
인적자원	숙련인력 가용성(IMD), 두뇌유출 안정성(IMD), 연구자와 과학자가 자국에 느끼는 매력도(IMD), 과학교육이 학교에서 강조되는 수준(IMD)
법제도	ICT 관련 법 수준(WEF), 지적재산권 보호수준(IMD), 혁신을 고취하는 과학기술 관련 법체계(IMD), 기업경영을 지원하는 우호적인 규제수준(IMD)
ICT 시장 및 수출경쟁력	ICT 시장규모, ICT 기기 및 서비스 수출비중, IT 기기 및 서비스의 RCA 지수

주: ( ) 안은 자료의 출처.
자료: 저자 작성.

- **우리나라는 ICT 인프라, ICT 채택 및 활용에서 비교적 높은 경쟁력을 갖추고 있는 반면 법제도 · 인적자원 활용여건 · ICT 시장 및 수출경쟁력 측면에서 뒤처지는 것으로 분석됨.**
  - 지표의 특성상 질적 측면의 평가가 쉽지 않으나, 인프라 여건과 같이 투입적인 성격을 가지고 있는 부문에서의 경쟁력은 높게 평가되고 있는 것으로 판단됨.
  - 이에 반해 시장규모, 제도적 여건 등 시장매력도와 관련한 부분은 상대적으로 뒤처져 있는 것으로 평가
  - R&D와 관련하여 GDP 대비 전체 R&D 지출은 높은 수준을 유지하고 있으나, SCI 논문 게재건수 등 실적 관련 지표가 낮음.

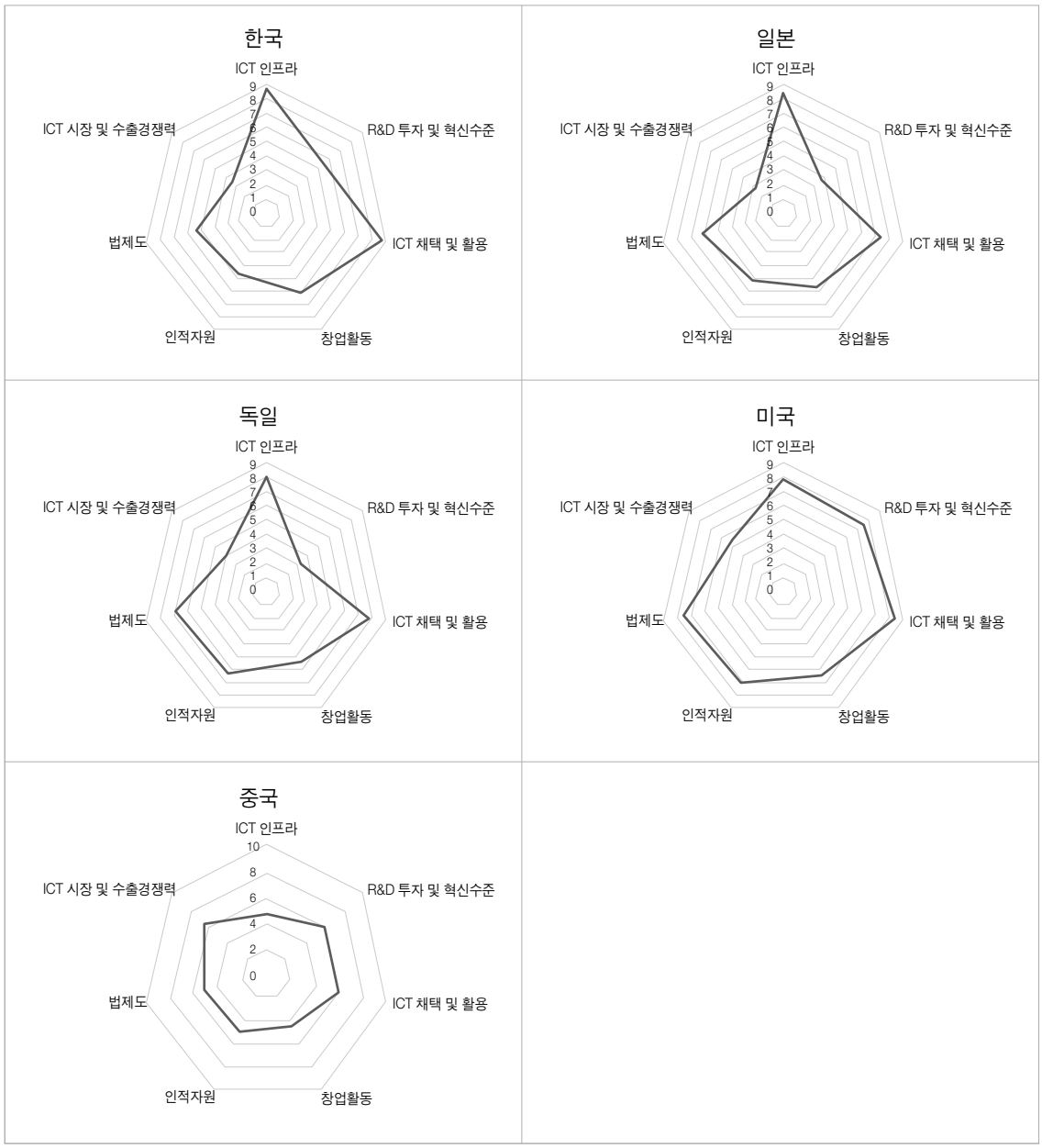
- **일본과 독일의 경우 ICT 인프라 여건에서 높은 경쟁력을 가지며, 법제도 및 인적자원 여건 또한 양호**
  - 반면 일본은 ICT 시장 및 수출경쟁력, 독일은 R&D 투자 및 혁신수준 부문에서 다소 뒤처진 것으로 평가
  - 일본이나 독일의 경우 물적 · 제도적 기반여건은 양호한 편이나 ICT 시장 및 거래 활성화 등의 측면에서 상대적으로 미진하다는 공통적인 특징을 보임.

- 중국은 비교대상국가들과 비교할 때 대부분의 영역에서 경쟁력 수준이 낮지만, ICT 시장 및 수출경쟁력, R&D 투자 및 혁신 수준, ICT 채택 및 활용 부문의 여건이 상대적으로 양호
  - 중국은 법제도 및 인적자원 활용여건 등 기반이 갖추어질 경우 ICT 활용을 통한 산업혁신 등 파급효과가 더욱 확대될 수 있는 잠재력을 보유

- 미국은 전체적으로 특별히 미진한 영역은 없으며, ICT 시장 및 수출경쟁력 부문이 상대적으로 미진한 것으로 평가되나 해석에는 다소 유의할 필요
  - 위와 같은 결과가 나온 요인 중 하나는 미국의 시장규모가 크고, ICT 서비스 분야에 비해 ICT 기기(제조업)의 글로벌 점유율이 상대적으로 높지 않기 때문임.

- 종합해보면 우리나라는 ICT 인프라, ICT 채택 및 활용여건 등에서 비교적 강점을 가지고 있으나, 여타 분야의 경우 확실한 비교우위를 가지지 못한 상황
  - 산업혁신정책의 추진에서 ICT 인프라 여건을 충분히 활용할 필요
  - R&D 투입지표에 비해 성과지표가 상대적으로 미흡한바, R&D 지출의 효과성 제고를 위한 지속적인 노력 필요
  - 제한된 ICT 시장규모를 극복하기 위해 국제협력을 기초로 한 정책적 노력이 필요하며, ICT 서비스의 경쟁력 확보가 과제
  - 기업 차원의 ICT 활용도를 제고하기 위한 노력이 필요. 특히 개인의 ICT 활용도는 높은 수준인 반면 B2B 전자상거래 및 클라우드 컴퓨팅 서비스 활용 등 기업 차원의 ICT 활용수준은 미국, 일본 등에 비해 낮은 수준
  - 창업여건 및 인력자원 활용여건 등에서 지속적인 개선이 필요. 창업여건과 관련하여 행정적인 지원여건은 개선된 반면, 최신기술의 가용성 및 자금조달여건 등 환경적 여건은 여전히 미흡. 특히 인력자원 활용여건과 관련하여 우리나라는 숙련인력의 가용성, 두뇌유출에 대한 안정성(억제력) 등에서 전반적으로 미국, 일본, 독일 등은 물론, 중국에 비해서도 미진한 것으로 평가됨.
  - 지식재산권 보호수준 및 기업환경 등 제도적 측면에서의 여건 개선 필요. 우리나라는 ICT 관련 법(개인정보보호 등)의 구축 및 집행 수준은 비교적 양호한 것으로 평가되나 소프트웨어 불법복제 등 지식재산권 보호수준, 기업친화적인 규제여건 등에서 미국, 일본, 독일 등에 비해 부정적인 평가를 받고 있음.

그림 4. 디지털 산업혁신역량의 국가간 비교



자료: 각 지표별 값을 바탕으로 저자 작성.

다. 주요국의 디지털 산업혁신정책의 주요 내용과 평가

1) 미국

- 미국은 ICT 자본이 산업의 생산성 증가에 기여한다는 범용기술 가설을 가장 분명하게 입증하는 국가
  - 미국에서 ICT는 1980년대부터 경제성장의 핵심 동력으로 떠올랐고, 인터넷 플랫폼 기업을 중심으로 한 디지털 혁신은 오바마 행정부에서 중장기 경제성장의 원천으로 자리매김.

- 미국의 디지털 산업혁신은 ICT 및 인터넷서비스 기업이 주도하고 있으며, 전통 제조기업 역시 디지털화를 통해 회생을 추진
  - 미국정부는 미국혁신전략(Strategy for American Innovation), 범정부 차원의 IT 연구개발프로그램인 NITRD을 통해 디지털 산업혁신에 필요한 전략적 연구분야 및 첨단기술에 대해 투자
  - 연방정부 차원에서 정보총괄책임관(CIO)과 최고기술정책관(CTO) 직제를 운영하여 디지털 기반의 정부조직 운영 개선과 산업혁신 도모

- 민간이 디지털 혁신을 주도하되, 정부는 빅데이터, 사물인터넷 등 디지털 산업 플랫폼과 기초기술에 대한 R&D 투자, ICT를 활용한 공공문제의 해결, 소비자정보보호와 같은 제도 구축에 주력

2) EU

- 유럽은 미국과 대조적으로 지속적으로 ICT에 대한 투자 부족과 경제성장에 대한 ICT의 낮은 기여도를 경험하였으며, EU는 그 원인으로서 역내 디지털 시장의 분절을 지목

- EU는 2015년 디지털 단일시장 전략(Digital Single Market Strategy for Europe)을 출범시킴으로써, 회원국간 데이터 이동 자유화 등 역내 디지털장벽 해소를 통해 디지털시장을 통합하고 공동의 혁신기반을 창출하고자 함.
  - 디지털 단일시장 전략의 일환으로 2016년 발표된 유럽산업 디지털화(Digitising European Industry)는 제조업을 유럽 디지털 산업혁신의 중심으로 부각

- 미국과 달리 EU의 디지털 산업혁신은 정부 주도적인 경향을 보이며, 전략분야에 대한 민관 공동투자, 중소기업 디지털화, 기술상용화 촉진 등을 중점적으로 추진

3) 독일

- EU의 디지털 산업혁신의 중심에 있는 독일은 첨단 제조업과 ICT 서비스 분야에서 세계적인 경쟁력을 확보하고 있으며 견고한 중견 · 중소 기업 기반을 바탕으로 제조업 디지털화를 선도
  - 독일은 제조업 디지털화의 비전을 정책 차원에서 제시한 최초의 국가

- 독일 특유의 방식에 따라 학계와 산업계에서 논의가 출발하여 정부 차원의 정책으로 추진되고 있어 장기적인 준비가 이루어졌다는 것이 특징적
  - 정책 추진과정에서 연방정부는 중장기 계획과 과제를 담당하면서 이해관계자의 정책플랫폼 구축에 주력하여 기업의 자발적 참여를 유도
  - 또한 중소기업의 참여를 정책적으로 촉진함으로써 인더스트리 4.0(Industrie 4.0)의 全경제 · 사회적 확산에 노력

4) 일본

- 일본은 장기적인 경기침체와 급격한 인구 노령화를 겪으면서 디지털 산업혁신에 눈을 돌림.
  - 일본은 ICT 제조업과 서비스업에 고른 경쟁력을 확보하고 있으며, 세계적인 제조업 기반과 로봇 기술을 보유하고 있음. 또한 장기적인 경기침체에도 불구하고 기초분야 R&D에 대한 지속적인 투자를 통해 원천기술에서 세계적인 경쟁력을 확보
  - 일본은 상기한 강점을 기초로 하여 디지털 산업혁신을 추진하는 한편, 전통 제조업 분야에서의 공정혁신에 초점을 맞추고 있음.

- 일본은 디지털화에 대한 기업과 사회의 인식이 아직 낮은 편으로 정부가 주도적인 역할을 하고 있으며, 특히 자연재해 예방, 행정효율화, 교육 등 당면한 사회적 문제 해결을 위해 ICT 기술을 활용하는 데 정부의 역할을 강조
  - 또한 클라우드서비스, 사물인터넷, 인공지능, 빅데이터 등 주요한 분야들이 산업혁신 차원에서 서로 연계되어 있다는 판단에 따라 연구개발 및 각종 지원정책 등에서 정부 차원의 통합적 지원체계를 구축 중

5) 중국

- 중국은 거대시장을 바탕으로 인터넷 플랫폼 분야에서 세계적인 시장점유율을 확보하고 있으며, 미국의 강력한 경쟁자로 부상

- ICT를 활용한 전사회적인 혁신이 정책적으로 중요한 의미를 가지며, 인터넷 플랫폼 기업을 중심으로 한 혁신생태계 구축과 창업 장려가 핵심
  - 다양한 기술수준의 산업이 공존하고 있기 때문에 전통산업의 구조 전환과 첨단산업의 육성을 동시에 추진해야 하는 복합적인 과제를 안고 있음.

- 중국정부는 제조업에서 감소하는 일자리를 대신하는 방안으로 창업을 적극적으로 장려하며, 특히 정부와 함께 IT 대기업이 창업과 혁신을 위한 플랫폼 운영에 적극적인 협력관계를 가져간다는 점이 특징적
  - 중국정부는 공유경제나 인터넷 금융, 의료 등 분야에서 개방적인 입장을 취하고 있으며, 새로운 유형의 사업에 장애요인이 될 수 있는 규제를 제정하지 않음으로써 기업이 사업확장을 타진할 수 있는 기회를 보장

- 중국은 각종 규제에도 불구하고 거대시장으로서 글로벌 기업들의 진출이 활발한 시장
  - 중국기업은 부족한 기술력을 보완하기 위해 적극적으로 해외 선진기술을 도입하는 상황으로서 사물인터넷과 같이 외국과의 협력수요가 증가하는 분야에서 시장이 확대될 것으로 예상

표 3. 주요국의 디지털 산업혁신정책

	미국	EU	독일	일본	중국	한국
주요 정책	**–NITRD(1991~) –미국 혁신전략 (2009~) –첨단제조업육성정책 (2009~)**	**–디지털 단일시장 전략(2015~)**	**–신 하이테크 전략(2006~) –인더스트리 4.0(2013~)**	**–ICT 성장전략(2013) –일본재흥전략 (2013)**	**–중국제조 2025(2015) –인터넷 plus 전략(2015)**	**–창조경제 전략(2013~)**
추진 배경	–단기성과 중심의 경제구조에 대한 반성 –장기 경제성장 및 일자리 창출기반 마련 –디지털화를 통한 산업경쟁력 재편	–경제활동인구 감소, 경제성장률 저하에 대응 –역내 디지털장벽 해소를 통한 디지털시장 통합과 공동 혁신기반 창출 –미국, 중국에 대응한 경쟁력 확보	–경제활동인구 감소, 숙련공의 고령화 및 기후변화 등에 대응 –지속적인 경제성장 –산업경쟁력 창출	–장기간의 경제침체 –급격한 인구 고령화 –글로벌 트렌드에 대응한 디지털 산업혁신 추진	–노동인구 감소 및 인구 고령화에 대응 –글로벌 디지털 경쟁력 확보 –전통산업의 고부가가치화	–전통 제조업 경쟁력 저하에 따른 새로운 성장동력 창출 –급격한 인구 고령화

표 3. 계속

	미국	EU	독일	일본	중국	한국
경쟁 기반	–거대시장 보유 –ICT 서비스/SW 분야의 경쟁력과 높은 연구개발 투자 비중 –250대 글로벌 ICT 기업 중 82개 보유(고용 비중 약 30%, 2011)	–ICT 분야 첨단기술 보유 –첨단 제조업의 비교우위 –ICT R&D의 상대적 부진 –ICT 플랫폼 산업의 낮은 경쟁력	–세계적인 제조업 및 ICT 서비스분야의 경쟁력 –첨단제조업 선도 –견고한 중견 · 중소 기업 기반	–ICT 제조업 및 서비스업의 고른 경쟁력 –세계적인 제조업 및 로봇산업 경쟁력 –기초분야 R&D의 경쟁력 –디지털화에 대한 낮은 인식	–거대시장 보유 –ICT 플랫폼 기업의 급격한 발전으로 미국의 경쟁국으로 대두 –거대한 제조업 기반 보유 –개인정보보호 등 제도적 기반 미흡	–자동차, 전자, ICT 제조업의 우수한 기반 –ICT 제조업에 비해 ICT 서비스의 낮은 경쟁력 –인터넷 플랫폼 기업의 잠재력 보유 –높은 R&D 투자규모
특징/ 전략 방향	–민간 주도, 인터넷 플랫폼 기반 디지털 혁신 –서비스기업의 글로벌 시장 지배력 강화 –제조기업은 S/W 등 기술력을 기반으로 ICT 솔루션 기업으로 전환 –정부는 기초 R&D 투자, 의료 등 사회적 당면과제 해결, 첨단 기술 상용화 지원에 집중 – 연방정부 차원의 통합적인 추진체계 수립	–역내 정보 이동 자유화 등 디지털시장 통합을 통해 혁신기반 확대/개방을 통한 규모의 경제 실현 –제조업을 중심으로 산업 디지털화에 자원을 집중 –전략분야의 민관 공동투자 독려 – 기술개발자와 사용자의 네트워크 구축을 통한 기술 상용화	–경쟁우위분야인 제조업을 중심으로 디지털 혁신을 추진 –정부는 정책 수립의 플랫폼 구축에 매진 –중소기업 디지털화 –기술 표준화 선도	–정부의 통합적인 추진체계를 수립하 –제조업을 중심으로 한 디지털 혁신 추진 –경쟁력이 높은 로봇산업을 디지털 혁신의 전면에 부각 –통합적인 정부 추진체계 수립	–경제사회 전반의 디지털 혁신 및 생태계 구축 –디지털화를 통한 제조업 고부가가치화 –개인정보 보호 등 제도 구축에 눈을 돌림. –스마트시티, 교통 등 대규모 투자 추진에 따른 협력 가능성	〈과제〉 –작은 시장을 극복하기 위한 개방적인 디지털 혁신체계 마련이 시급 –디지털 산업혁신 선도 분야(예: 스마트공장)에 대한 지원 필요 –기초기술 R&D 강화 –제도 여건 개선 –기술 사용자 중심의 지원체계 마련 등
공통 과제	–ICT 인프라 개선 –빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등 데이터경제의 공통 기반기술 개발 및 적용에 투자 –전략 산업/분야: 첨단제조(산업인터넷), 인공지능 및 로봇공학, 첨단 자동차, 스마트시티, 의료, 에너지 등 –디지털화를 통한 국가당면과제 해결 –사물인터넷 등 첨단기술 확산을 위해 개인정보보호 및 국경간 데이터 이동 자유화, 사이버 보안, 지식재산권 등 기술 · 제도 여건 개선 –창업기반 강화, 전문인력 수요 등에 대응					

자료: 저자 작성.

3. 정책 제언

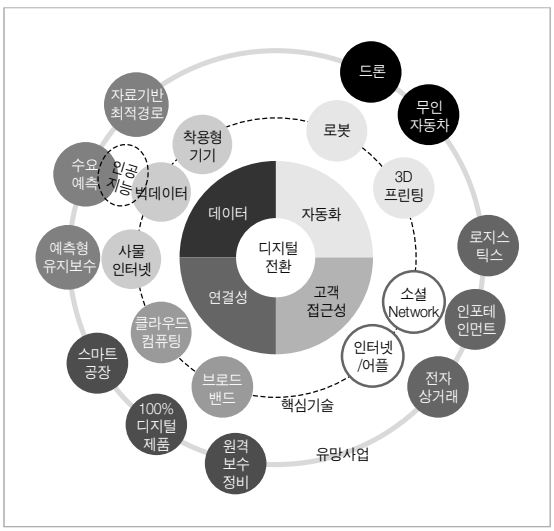
가. 디지털 산업혁신의 필요성과 정책조건

- 실증적인 성과는 아직 미국 등 일부 국가에서만 뚜렷하게 확인되나(2절 참고), 디지털 혁신은 이미 기존 산업체제에 변혁을 가져오고 있는 것으로 관찰됨.
  - 디지털화(digitization)를 통한 혁신의 특징은 ① 인터넷 플랫폼, 연결된 기기 등을 통해 수집되는

방대한 데이터(digital data)가 새로운 혁신의 '연료'가 되고 있다는 점 ② 3D 프린팅, 로봇 기술 등을 통한 자동화(automation) ③ 인터넷을 통해 급격히 향상된 연결성(connectivity) 향상 ④ 다양한 인터넷 플랫폼을 통한 소비자 접근성 확대로 요약 가능

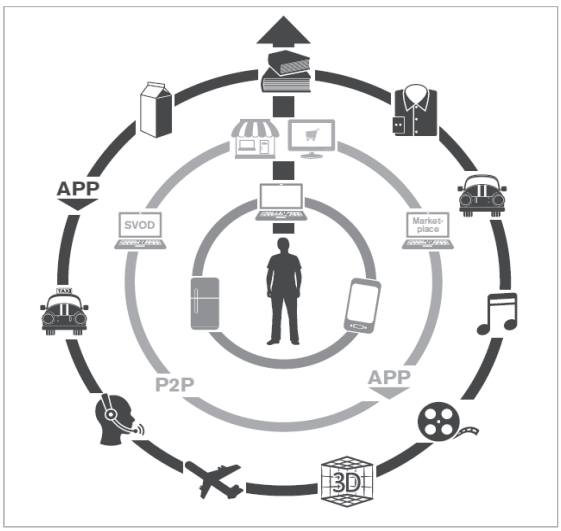
- 제조기업인 GE와 지멘스가 SW를 중심으로 사실상 ICT 기업으로 변모하거나, 유통물류기업이었던 아마존이 클라우드서비스를 중심으로 ICT 기업으로 탈바꿈하고 있으며, 구글과 같은 ICT 기업은 자동차와 같은 전통 제조업으로 진출
- 인터넷 플랫폼을 중심으로 한 생산, 거래, 상품·서비스, 사업모델 등의 혁신은 전자상거래 또는 디지털 무역의 활성화로 귀결

그림 5. 산업의 디지털 전환 개념도



자료: Roland Berger Strategy Consultants and Bundesverband der Deutchen Industrie e.V.(2015), "The Digital Transformation of Industry."

그림 6. 전자상거래(B2C) 혁신 개념도



자료: Kommerskollegium(2015), "Online Trade, Offline Rules: A Review of Barriers to E-commerce in the EU."

- 1990년대 중반 이후 ICT에 대한 투자는 미국을 중심으로 경제성장의 핵심 요소로 부각되었으며, 디지털 전환이 본격화된 최근 몇 년 사이 이는 세계적으로 받아들여지는 추세
  - 급격한 기술발전과 더불어 범용기술로서의 ICT의 잠재력이 널리 받아들여지면서 각국은 경쟁적으로 디지털화를 통해 전 산업에 걸친 혁신을 추구
  - 디지털 전환이 갖는 경제·사회 전반에 걸친 문제해결능력에 주목
  - 인구구조의 변화, 기후 변화 등 중장기 트렌드에 대한 대응

- 디지털 산업 혁신의 일반적인 특성과 각국 정책을 종합해보면, 디지털 전환을 통한 산업혁신에는 일정한 정책조건이 구비될 필요
  - 디지털 기반 산업혁신의 핵심은 데이터. 디지털 혁신의 공통적인 기반이 되는 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능과 빅데이터 분석은 궁극적으로 방대한 데이터의 수집과 분석으로 직결되고, 이것이 산업경쟁력을 창출
  - 본고에서 다룬 국가들은 유사한 디지털 산업혁신정책을 제시하고 있으나, 그 이면에는 나름의 출발점 또는 초점이 있거나 이를 설정하고자 노력(표 3 참고)
  - 디지털 산업혁신은 고도의 개방성을 요구. 이는 정부부처간, 정부와 기업 간, 연구자와 기업 간, 그리고 연구자간, 기업간 개방성, 나아가 국가간 개방성을 의미
  - 중장기적인 관점에서 국가 차원의 디지털 혁신전략이 필요. 추격형 산업혁신은 파괴적인 혁신을 속성으로 하는 디지털 전환에는 유효하지 않음.
  - 정부는 제도적 여건 구축, 분야간 연결과 합의의 매개자(mediator), 공공재적 분야에 대한 투자에 집중할 필요

나. 디지털 산업혁신의 과제

1) 데이터 기반 혁신

- 디지털화를 통한 혁신과정 자체의 혁신은 대규모 데이터의 수집과 처리가 동반되지 않으면 불가능
  - 고도의 연결성을 토대로 실시간의 사업활동 측정과 사업 실험이 가능하고, 아이디어의 신속한 확산과 공유, 그리고 혁신프로세스의 손쉬운 복제가 가능한 디지털 혁신에서 데이터는 기업의 핵심 자산이자 혁신의 연료이며, 국가경쟁력의 원천

- 데이터의 축적은 경제사회 전 분야에서 이루어질 수 있고, 이를 통한 혁신의 잠재력은 무궁무진한 것으로 평가
  - 예컨대 클라우드 컴퓨팅을 통해 기업은 과거에는 불가능했던 대규모 데이터를 수집, 처리할 수 있으며, 또한 개별 소비자에 대한 맞춤형 서비스를 개발하고, 새로운 시장을 개척하는 한편 완전히 새로운 사업모델을 창출
  - 의료산업의 경우, ICT와 의료산업의 접목이 확산되면서, 상대적으로 민감하게 취급되어온 의료정보를 어떻게 개방, 공유할 것인지가 중요한 화두로 제기

- 디지털화와 더불어 국경간 데이터 이동은 국제무역 및 기업 활동의 중요한 조건이 될 것으로 예상
  - 전 세계적으로 수집된 데이터는 기업이 새로운 사업 모델이나 영역을 개척하는 데 핵심 경쟁력이

며, 클라우드컴퓨팅 등 최근 기술은 데이터의 국경간 이동을 일반화하는 추세(그림 7, 그림 8 참고)

- 국경간 데이터 이동이 글로벌 GDP 성장에 대한 기여분이 글로벌 상품무역에 버금가는 수준이라는 연구도 제시됨(McKinsey Global Institute 2016).
- 우리나라는 국경간 대역폭(bandwidth) 사용 데이터량이 세계 44위로서(McKinsey Global Institute. 2016), 이는 2014년 상품무역량 세계 8위에 비해 낮은 수준

그림 7. 국제 인터넷 트래픽 사용량 추이 (2011~15, Tbps, %)

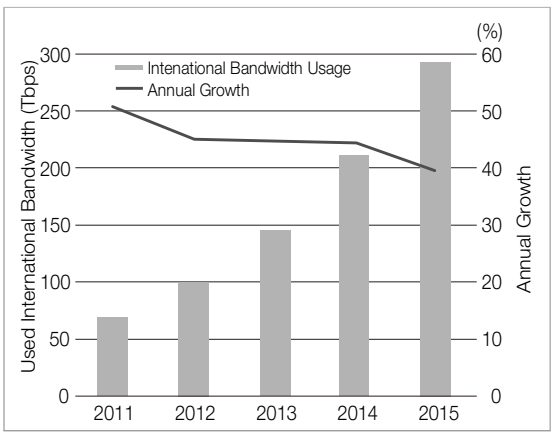
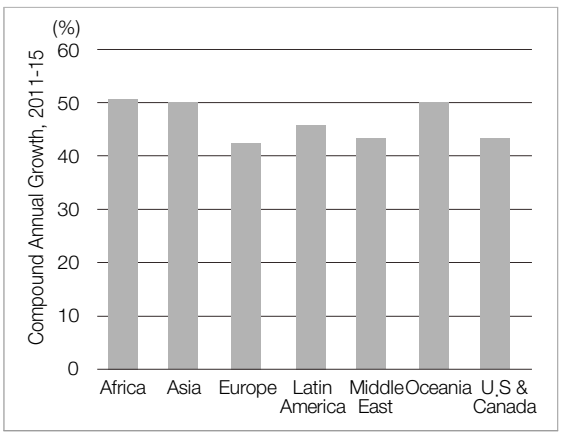


그림 8. 지역별 국제 인터넷 트래픽 사용량 증가율 (2011~15, %)



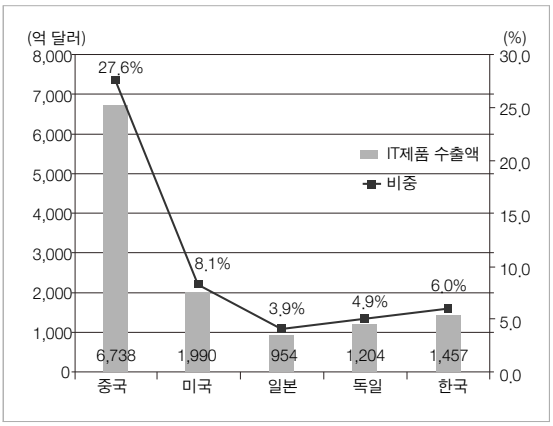
자료: Telegeography(2016), "Global Bandwidth Research Service Executive Summary."

- **수출회복과 경제성장의 새로운 동력을 창출하기 위해서는 보이지 않는 자산인 데이터에 대한 관심을 새롭게 정립할 필요**
  - 미국은 자국 인터넷 플랫폼의 글로벌 확장을 위해 국경간 데이터 이동의 자유화를 WTO TiSA, TPP, TTIP 등 통상협상에서 강력하게 주장
  - EU가 디지털 단일시장 정책의 가장 핵심적인 과제로 역내 데이터 이동 자유화를 강조하고 역내 연구개발기반 확대를 위해 유럽 클라우드 이니셔티브를 추진하는 것은 미래 산업경쟁력 확보 차원에서 중요한 의미
  - 디지털 혁신과 관련하여 주요국이 공통적으로 강조하는 분야인 빅데이터, 인공지능 및 로봇공학, 사물인터넷, 클라우드컴퓨팅 등으로서 그 핵심이 데이터 정책
  - 또한 첨단제조, 첨단자동차, 스마트시티, 의료, 에너지, 교육 등 전략분야에서 데이터의 수집과 활용은 중요한 과제

● 전 산업의 혁신전략을 정보, 데이터를 중심으로 설계할 필요

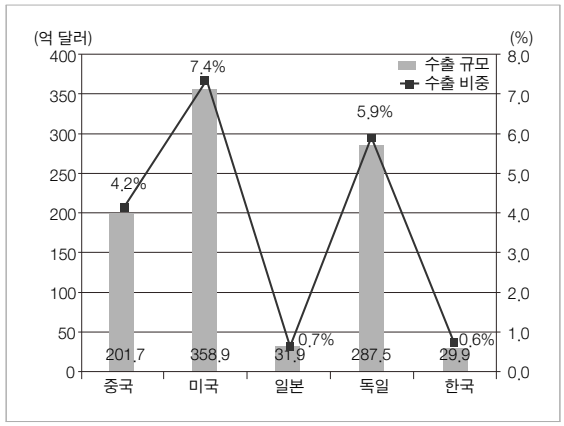
- 공통기술인 빅데이터 분석, 사물인터넷, 클라우드컴퓨팅 기술개발과 기업, 산업 단위의 적용에 투자를 확대 · 지속
- ICT 제조업에 비해 현저히 떨어지는 ICT 서비스산업의 경쟁력을 강화할 필요. 우리나라의 ICT 기기 수출점유율은 6% 수준인 반면, ICT 서비스는 전 세계 수출액의 0.6%를 점유하는 데 그침(그림 9, 그림 10 참고).

그림 9. 주요국의 ICT 기기 수출(2014년)



자료: OECD, Bilateral Trade in Goods by Industry and End-use(BTDIxE), ISIC Rev.4.

그림 10. 주요국의 ICT 서비스 수출(2013년)



자료: UNCTAD Stat, http://unctadstat.unctad.org.

- 공통기술분야의 전문인력을 양성하고 해외인력의 도입에도 적극성을 기할 필요
- 전 산업, 특히 전략산업에서 데이터의 활용을 촉진할 수 있도록 규제를 점검할 필요가 있으며, 클라우드컴퓨팅, 사물인터넷 등 공통기술 확산을 위해 개인정보보호, 사이버보안, 지식재산권 등 제도여건을 정비
- 국경간 데이터 이동을 대외경제정책의 주요 과제로 인식하고 각 분야에서 혁신의 '연료' 공급원을 확대하는 방안 강구
- 부처별로 최고정보책임자를 두는 방안 검토

2) 디지털 산업혁신의 선도분야 발굴

● 디지털 혁신정책의 관점에서 보면, 주요 내용은 각국별로 상당히 유사하지만, 국가마다 그 출발점이나 강조점은 차이를 보임.

- EU는 유럽 산업디지털화 이니셔티브를 통해 산업, 특히 제조업 중심의 디지털 혁신에 초점을 맞

추어가고 있으며, 이는 EU 국가들이 인터넷 플랫폼 산업이 취약한 반면, 독일을 비롯한 제조업 강국들이 사실상 디지털 혁신을 주도하게 될 현실적인 여건을 고려한 것으로 이해됨.

- 일본은 디지털 전환이 상대적으로 더딘 상황에서 세계적인 경쟁력을 보유한 제조업과 관련 로봇 공학을 중심으로 디지털 혁신을 추진

디지털 기반 산업혁신의 동력을 확보하기 위해 전략적 선도분야를 설정할 필요

- 디지털화는 실질적으로 전 산업과 분야에 걸쳐 작동하지만, 이로 인해 자칫 정책의 초점이 불분명할 수 있는바, 성과를 내면서 디지털 혁신을 주도할 분야가 필요
- 우리나라의 산업 기반과 경쟁력, 산업의 경제적 파급효과, 그리고 인터넷서비스 플랫폼 분야에서 기존 다국적기업의 시장지배력 등을 감안하면, 제조업은 우리나라 디지털 산업혁신을 선도할 수 있는 분야라고 판단됨.
- 사례: 일본정부는 인터넷 공간에서 발생하는 소위 가상데이터(virtual data)의 플랫폼화에서는 미국기업에 뒤처져 있다고 판단하는 반면 건강정보, 주행데이터, 공장설비의 가동데이터 등 비교적 뒤늦게 디지털화가 진행되는 현실데이터(real data)분야에 정책적 관심

제조업 등 산업 디지털화를 위해 다음의 과제를 중점적으로 검토할 필요

- 산업인터넷기술에 대한 투자 확대: ① 스마트 센서, CPS, 사물인터넷, 빅데이터 등 이른바 스마트 공장과 밀접히 연관된 기술분야에 대한 투자 촉진 ② 사물인터넷, 인공지능, 스마트센서, 로봇 등은 서로 연동되어 있는 분야인 바 분야별 경계를 포괄하는 기술개발 지원프로그램을 활성화
- 산업인터넷의 확산과 기업의 참여 촉진: ① 정부는 학계와 업계가 기술 개발 및 상용화 등에서 원활히 교류할 수 있는 플랫폼을 구축하는 데 집중 ② 업계의 산업인터넷 도입 활성화를 위해 관련 정보 제공 및 컨설팅 지원 등 강화 ③ 대기업과 중소기업 간의 협력관계 촉진
- 국제 협력 강화: ① 정부 주도의 민 · 관 · 학 컨소시엄 등을 구성하여, 이를 중심으로 최근의 산업인터넷 분야의 국제협력 움직임에 대응 ② 독일, 미국 등이 주도하는 표준화 논의[5]에의 적극적인 참여를 통해 관련 의견 개진 및 동향 파악 ③ 주요국 연구기관 등과의 기술제휴를 통해 선진적인 모델을 국내에 보급 · 확산 ④ 개도국들을 대상으로는 제조업 혁신과 관련한 협력과 시장진출을 동시에 모색

---

5) 최근 독일, 미국, 일본 등 주요 국가별로 제조업 혁신을 위한 다양한 정책이 추진되고 있으며, 글로벌 주도권을 확보하기 위한 협력과 경쟁 또한 치열하게 전개되고 있다. 특히 글로벌 표준과 관련하여 특정 국가가 국제표준을 선점할 경우 진입장벽으로 작용할 수 있다는 우려에 따라 독일, 미국, 일본 간의 공조 움직임이 활발히 전개되고 있다. 독일의 '플랫폼 인더스트리(Plattform Industrie) 4.0'과 미국의 '산업인터넷 컨소시엄(IIC: Industrial Internet Consortium)'은 각각의 레퍼런스 아키텍처 모델인 RAMI 4.0(Reference Architecture Model for Industrie 4.0)와 IIRA(Industrial Internet Reference Architecture)의 공조를 위한 협력에 합의하였고, 일본도 국제표준화 활동에 동참하는 움직임을 보이고 있다.

3) 개방적 혁신

- **디지털 산업혁신은 정부, 기업, 연구자, 그리고 국가간 개방성을 요구**
  - 디지털 기반 산업혁신을 위해서는 기술의 개발도 필요하지만, 이보다 중요한 것이 기술의 최종 사용자가 자신에게 맞는 기술을 찾아 사업에 적용토록 하는 것
  - 국제적인 R&D 네트워크를 촉진하는 한편, 학제를 넘는 광범위한 전문가집단을 활용할 수 있어야 함.
  - 국경간 데이터 이동자유화는 디지털 혁신을 위한 글로벌 규범으로 자리잡아갈 것으로 예상되는 바, 이를 활용한 혁신전략이 필수적

- **개방적 혁신을 위해 다음과 같은 방향의 정책을 검토할 필요**
  - 부처간 개방성 · 협력: 디지털 산업혁신과 관련된 정책 소관부처는 매우 다양한 바 부처간 개방성과 이를 통한 협업이 매우 중요한 과제로서, 부처간 역할을 총괄할 수 있는 국가 차원의 정책 추진 체계를 구축하는 방안 검토
  - 최종 기술 사용자(end-users)에 초점: 기술 개발자와 소유자, 매개자(정부), 그리고 이를 사업에 적용하는 최종 사용자 간의 네트워크를 형성하는 데 주력
  - 디지털 혁신의 초석이 되는 스타트업 육성을 위해 벤처자본을 활성화할 필요
  - R&D 단계부터 민간, 기술 사용자의 참여를 강화: 다양한 산업들이 빅데이터, 사물인터넷 등을 접목하여 새로운 사업모델을 창출하는 것이 디지털 전환의 관건
  - 혁신의 대외개방성: 국제적인 R&D 네트워크를 촉진하여 광범위한 전문가집단을 활용하고, 시장이 작은 우리나라의 입장에서는 국경간 데이터 이동자유화를 활용하여 데이터 기반 혁신을 촉진하는 방안을 적극적으로 모색할 필요

4) 국가 차원의 전략 수립과 정책 추진

- **디지털 전환은 전체 경제사회에 영향을 미치는, 혁명에 비유될 정도의 변화와 혁신을 야기하고 있으므로, 분야별 대응에는 한계**
  - 부처별로 추진하는 정책을 총괄하고 일관된 전략을 제시하는 기능을 강화할 필요

- **디지털 혁신의 핵심이 되는 정보의 수집과 활용, ICT 기술의 전체 경제사회적 적용과 영향에 대한 대응, R&D 등을 장기적인 관점에서 총괄하는 리더십이 중요**
  - 과학기술분야 이외에 교육, 노동, 금융 등 경제사회 전반에 걸쳐 디지털 전환에 총체적으로 준비하고 대응체계를 구축하기 위해서는 일관된 전략을 수립하고 분야별 정책을 총괄할 수 있는 기능 설립이 요구

다. 디지털 산업혁신을 위한 국제협력과제

1) 미국

- 앞서 산업인터넷 환경을 구축하고 이를 상용화한 미국과의 협력을 통해 제조업을 필두로 산업의 디지털 전환에 필요한 경험과 솔루션을 교류
  - 미국은 민간 중심으로 기존 사업과 디지털기술을 결합한 산업인터넷 모델을 만들어 새로운 비즈니스 창출

- 국내 IT 서비스나 디지털 산업 플랫폼 분야의 기업들을 육성하고 이들의 해외시장 진출을 지원하기 위해 미국이 주도하는 국경간 자유로운 정보이동 논의에 대응
  - 미국 주도의 APEC CBPR에 참여하는 한편, 우리와 다른 개인정보체계를 가진 미국과의 정보이전모델 구축 고려

- 미국 신행정부의 디지털 산업혁신 관련 정책을 검토하여 양국간 새로운 협력과제를 발굴하는 한편 통상쟁점에 대응
  - 트럼프 당선인의 보호무역 성향으로 인해 우리나라의 대미 ICT 제조업 수출이 부정적인 영향을 받을 가능성
  - 통상압력이 심화될 경우 국경간 데이터 이동자유화나 서비스분야 개방에 대한 압력이 강화될 가능성도 고려할 필요

2) EU와 독일

- EU의 디지털 단일시장 전략 추진에 따라 전자상거래, 시청각콘텐츠, 게임 등의 분야에서 시장 진입 확대 가능성
  - EU의 디지털시장은 빠른 속도로 성장하고 있으며, 인프라 개선, 시장접근성 확대전략을 통해 EU 디지털 시장이 완전히 작동할 경우 EU GDP 증가에 대한 기여분은 4,150억 유로(EU GDP의 약 3%)에 달할 것으로 예측[6)]

6) European Parliament Research Service(2015), Mapping the cost of Non-Europe, 2014-19.

- 2016년 5월 발효된 「일반 데이터 보호 법률(General Data Protection Regulation 2016/679)」로 인해 역내 기업의 행정비용이 상당히 절감될 것으로 기대
  - 상기 법률로 인해 역내국별 개인정보 보호법은 상당 부분 조화될 것으로 예상
  - 사물인터넷, 클라우드컴퓨팅, 빅데이터 관련 산업과 이 기술을 활용하는 투자기업들은 시장이 확대되는 효과를 누릴 수 있을 것으로 기대
  - EU 시민의 개인정보의 역외 이전 시 해당 기업은 EU의 개인정보보호기준을 준수해야 하는바, EU의 디지털 시장 확대에 대비하여 EU와의 Privacy Shield를 체결하여 우리 기업의 EU 시장 진출을 기반을 마련할 필요

- 제조업 디지털화 협력
  - EU는 유럽 산업 디지털화 이니셔티브를 통해 제조업 디지털화에 역점을 두어 정책을 추진하고 있으며, 회원국 디지털 산업정책의 공조를 추진 중
  - 독일은 그 주도적 역할을 담당하고 있는바, Industrie 4.0을 추진하면서 제조업 디지털화에 경험을 축적하고 있으며, 제조업에 적용되는 사물인터넷, 빅데이터 등의 국제 기술표준을 선도
  - 독일은 기술표준화를 위해 미국의 IIC(Industrial Internet Consortium), 중국정부 등과의 협력을 이끌고 있는바, 독일과의 협력은 제조업 디지털화 추진에 필수

- EU와의 또 다른 협력영역으로 주목할 부분은 R&D 분야
  - EU는 역내 디지털 인프라를 구축하여 학제간, 기술영역간의 ICT 공동 활용을 통해 개방된 연구여건을 구축 중
  - 2016년 발표된 유럽 클라우드 이니셔티브는 역내 과학계, 산업계, 공공기관에 세계적인 수준의 데이터 인프라, 고속인터넷 연결, 데이터 처리를 위한 고성능 컴퓨터를 제공함으로써 빅데이터에 기초한 공동연구를 촉진
  - 이러한 EU의 가상 R&D 네트워크에 참여(연결)하여 R&D 기반을 확대할 필요

3) 일본

- 일본과 산업인터넷 관련한 표준화, 소프트웨어 개발 등에 초점을 맞춘 협력
  - 일본은 전통적인 제조업 강국이자 기초연구분야에서의 높은 경쟁력을 갖추고 있다는 점에서 특히 첨단제조업분야에서의 경쟁자이자 중요한 협력파트너
  - 일본은 4차 산업혁명에 대응하여 로봇산업 및 인공지능 등 제조업의 ICT 융합을 통한 혁신에 초점을 맞추고 적극적인 지원정책을 추진 중

- 사물인터넷분야에서의 국제적인 표준화 논의에 상호 협력
  - 일본 IoT 추진 컨소시엄은 최근 미국의 산업인터넷 컨소시엄(IIC: Industrial Internet Consortium) 등과 함께 사물인터넷 규격 표준화를 위한 공동실험 추진에 합의한 바 있으며, 독일과도 협력을 강화할 예정
  - 한 · 일 협력은 양국이 비교적 유사한 산업적 특성을 가지고 있다는 측면에서, 그리고 기술과 제도의 상호 호환성 제고를 통해 중장기적으로 중국을 포함하는 한 · 중 · 일 공동시장 창출을 도모하기 위한 기반으로서 의미가 있을 것으로 기대

- 일본 기업 및 협회와의 산업제휴 촉진, 공동연구 및 인적교류 활성화
  - 우리나라는 상대적으로 소프트웨어 경쟁력이 미진한바, 일본과의 협력이 유효할 것으로 기대
  - 양국 공통의 과제인 고령화 등 사회적 문제의 해결수단으로서의 디지털 혁신전략에 대해 일본과 협력을 도모

4) 중국

- ICT를 기반으로 하는 신사업 개발협력
  - 사물인터넷과 함께 의료 역시 인터넷과의 융합을 통해 새로운 영역이 생겨나고 있는 분야 중 하나로서 협력가능성이 클 것으로 기대됨.
  - 우리나라는 의·병원 데이터 관리나 의료 및 약품 정보관리시스템 등에서 풍부한 실무경험이 있는 바 중국의 지방정부, 대형 병원, 원격의료시장에 진출하는 기업들과의 협력을 추진이 가능할 것으로 기대

- 통신부가서비스, 스마트시티, 스마트 공장, 교통 등 협력가능분야를 발굴해 중앙 및 지방 정부 차원에서 협력을 검토
  - 아울러 최근 관심이 증가하고 있는 교통, 주택, 금융, 생활서비스, 생산능력 등 분야의 공유경제 역시 새로운 협력분야

- 중국 각지에서 구축되고 있는 혁신생태계에 참여
  - 베이징, 상하이, 선전 등 1선 도시뿐만 아니라 항저우, 청두, 톈진, 우한 등 각지의 주요 도시에서 창업이 활발하게 이루어지고 있으며, 이 중 상당수는 IT 대기업과 지방정부가 연계되어 있어 해당 지역의 안정적인 산업생태계 조성에 유리
  - 중국은 ICT 관련 창업을 지원하는 자금이 풍부하며 해외 우수 IT 인력의 진출을 환영하는 입장