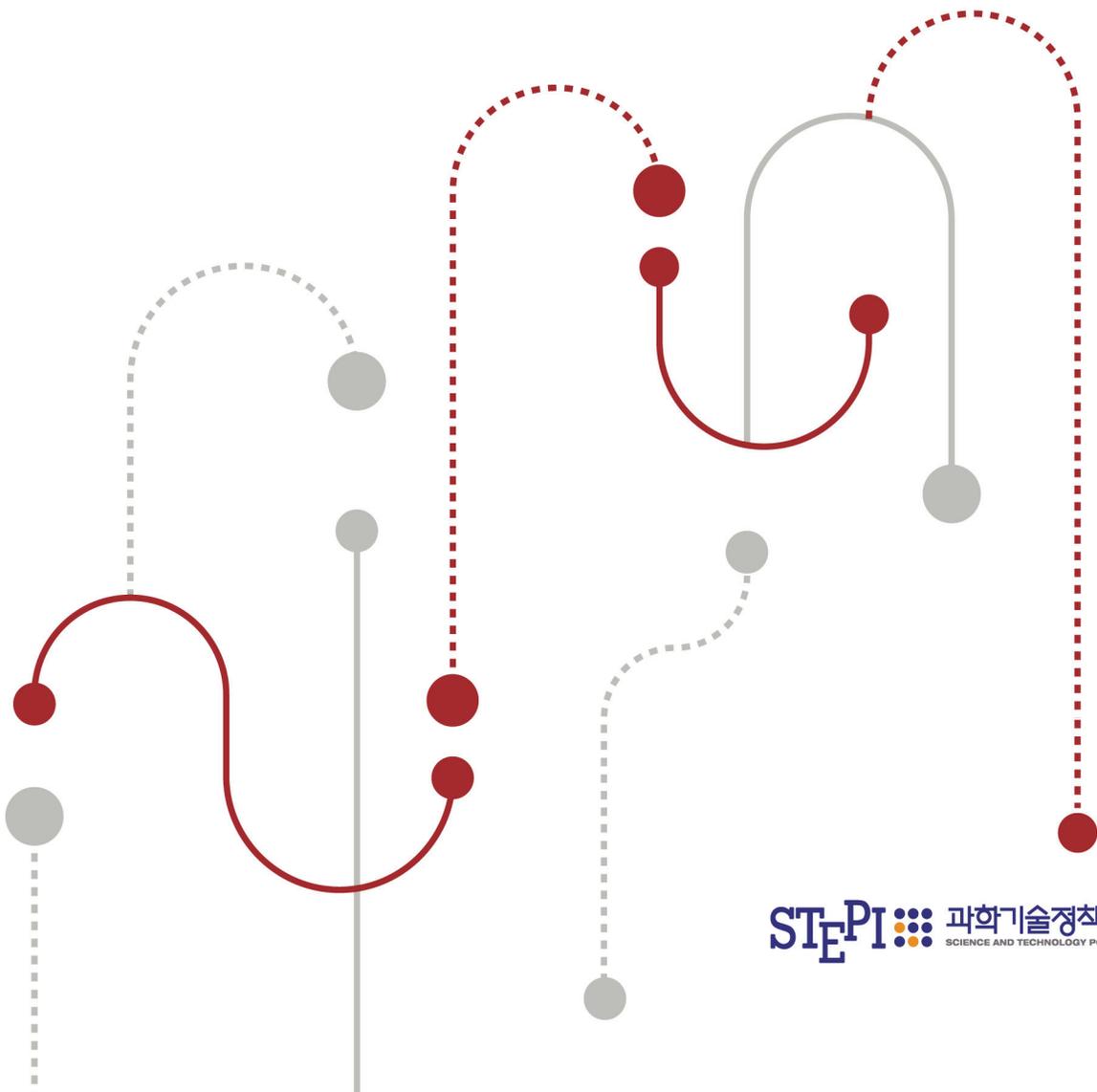


STEP I Insight

중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석

② 중국의 3D 프린팅 굴기와 한국의 대응 전략



| 제237호 2019. 8. 8. |

중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석

② 중국의 3D 프린팅 골기와 한국의 대응 전략

백서인 · 손은정 · 김지은

목차

| 요약 |

| | |
|------------------------|----|
| I. 서론: 연구의 배경 및 목적 | 06 |
| II. 중국의 3D 프린팅 정책 특성 | 09 |
| III. 중국의 3D 프린팅 산업 경쟁력 | 16 |
| IV. 중국의 3D 프린팅 기술 경쟁력 | 23 |
| V. 결론 | 29 |

| 요약 |

■ 중국 3D 프린팅 산업 분석의 필요성

- 3D 프린팅이란 프린터 기술로 재료를 결합하여 3D 모델 데이터로부터 물체를 제조하는 과정으로 분말 형태의 금속 또는 비금속 소재를 활용해 적층방식으로 제조하기 때문에 적층가공(additive manufacturing)이라고도 함
 - 3D 프린팅의 기술적 한계를 극복할 수 있는 혁신이 지속되고 있으며 생산 공정 간소화 및 설계 혁신, 공정 효율성 제고를 위해 세계 주요 선진국들이 적극 육성하고 있음
- 3D 프린팅은 제조공정부터 항공·우주, 바이오까지 적용범위가 광범위하고 파급효과가 클 것으로 예상되는 유망분야로 중국은 1980년대 말부터 3D 프린팅에 대한 연구 개발과 상용화를 지원해옴
 - 중국정부는 산업 육성 정책과 개방적 규제 및 전폭적 보조금 지원을 바탕으로 제조업의 업그레이드를 진행하고 있으며, 최근 공격적인 기술 개발과 특허 출원을 통해 3D 프린팅 분야의 핵심 기술을 확보하고자 하는 움직임을 보임
 - 하지만 여전히 선도기업과의 격차가 존재하기 때문에 중국의 3D 프린팅 정책, 산업, 기술 경쟁력 분석을 통한 한국의 대응 전략 수립이 필요함

■ 중국의 3D 프린팅 정책

- 2015년에 발표된 ‘국가 3D 프린팅 산업 발전 추진계획’을 시작으로 2017년에만 약 6건의 정책이 발표되는 등 단기간에 중앙정부의 정책이 집중적으로 발표되었으며 앞으로도 중국 정부의 3D 프린팅 산업 육성 기조는 지속될 것으로 예상됨
- 조건에 부합하는 3D 프린팅 장비를 국가 중대 기술 장비에 포함시켜 지원하고 보조금을 포함한 세제 혜택을 제공하는 등 자국 기업의 육성에 주력하고 있음
- ‘중국제조 2025’는 2015년과 2017년 두 차례 분야별 기술로드맵을 발표했는데, 이 중 3D 프린팅과 관련된 기술로드맵상의 목표는 변화가 없어 기술 개발과 산업 발전이 더딘 것을 알 수 있음
- 이 외에도 지역별 맞춤형 3D 프린팅 육성 정책을 잇달아 발표하고 3D 프린팅 산업단지 및 클러스터를 구축하고 있음

■ 중국 3D 프린팅 산업 현황

- 전 세계 산업용 3D 프린팅 시장점유율이 가장 높은 국가는 미국, 독일, 일본, 중국 순으로 중국은 약 8.3%를 차지하고 있음
 - 3D 프린팅 시장의 향후 CAGR(Compound Annual Growth Rate, 연평균 성장률)이 최저 18.2%에서 최대 27.2% 사이일 것으로 추정되며, 시장 규모는 3년마다 2배가 될 것으로 예측됨
- 중국은 전 세계 3D 프린팅 시장의 약 8.3%를 점유하고 있으며 분야별로는 기계 > 항공·우주 > 자동차 > 의료 > 소비재 순으로 활용도가 높음
 - 중국의 3D 프린팅 수요는 일반 공장·제조 분야의 '노동 수요', 항공우주와 같은 국가 전략산업 분야의 '공공 수요' 그리고 바이오·의료 분야의 '일반 소비 수요'로 이루어 짐
- 중국의 3D 프린팅 혁신 성과는 주로 연구기관 및 교육기관 주도로 창출되고 있으며 밸류체인에서 핵심 부품 및 소재 분야의 경쟁력은 아직 부족한 것으로 나타남
 - 현재 중국내 대표적인 토종 3D 프린팅 기업은 대부분 대학 또는 연구기관에서 스피인 오프 된 기업으로 우수한 연구개발 역량을 갖추고 있지만 규모가 영세함
 - 중국 내에서도 토종 기업에 비해 글로벌 기업들의 점유율이 월등히 높음

〈요약 표1〉 중국 3D 프린팅 혁신 주체

| 구분 | 기업 | 설명 |
|-------|-------------------------|---|
| 기업 | 聯泰(Union Tech) | 중국 내 SLA 3D 프린팅 기술 우수, 높은 시장점유율 |
| | 華晞高料(Farsoon High-Tech) | 2016년 3D 프린팅 분야 최초의 국가공정실험실 유치 |
| | 太爾時代(Tiertime) | 칭화대학 연구진이 설립한 기업, 산학연 성과 우수 |
| | 鉑力特(BLT) | 서북공업대학 국가중점실험실 연구진이 설립한 기업 |
| | Polymaker | 이탈리아 전기차 스타트업과 공동으로 3D 프린팅 전기차 제조 |
| 대학 | 칭화대학교(清華大學) | 적극적인 기술사업화 활동으로 3D 프린팅 관련 기업 설립 |
| | 저장대학교(浙江大學) | 저장성 3D 프린팅 공정 및 장비 중점 실험실 보유 |
| | 시안교통대학교(西安交通大學) | 다수의 3D 프린팅 관련 특허 보유 |
| | 화중과기대학교(華中科技大學) | Nature지가 선정한 중국 10대 과학연구기관 |
| | 베이징항공항천대학교(北京航空航天大學) | 3D 프린팅과 관련된 국가급실험실, 국방중점실험실, 성급중점실험실 구축 |
| 연구 기관 | 중국과학원(中國科學院) | 기술연구 및 정책수립을 담당하는 거대 연구기관으로 전국의 다수의 특화된 연구기관 보유 |

| 요약 |

■ 중국 3D 프린팅 기술 경쟁력

- 중국은 적층제조 분야에 많은 투자를 하고 있으며 다수의 기업, 연구소, 대학이 3D 프린팅 연구개발을 활발하게 진행 중임
 - 다른 국가들의 경우 기업들이 3D 프린팅 분야 경쟁력 순위에서 상위권을 차지하였으나 중국은 순위권에 오른 11개 기관이 모두 교육기관(대학)임
 - 중국은 2013년부터 특허 등록이 급증하여 현재 세계 특허 출원과 특허 등록에서 각각 약 1/3을 차지함
- 중국의 3D 프린팅 기술 발전 과정은 초기 네트워크 미성숙기를 거쳐 연관된 융합기술들이 형성되었으며 바이오 3D 프린팅 등 미래 유망 영역에서도 연구개발이 활발함
 - (2005년: 네트워크 미성숙기) 네트워크 구조가 취약하고 광학계, 렌즈 등 몇 가지 기술군에서만 특허를 이루고 있어 기술 네트워크가 형성되지 않은 단계임
 - (2010년: 네트워크 형성기) 본격적으로 주요 기술요소들이 등장하고 주요 클러스터가 형성되기 시작했으나 기술요소 간 연결성이 매우 미흡함
 - (2018년: 네트워크 심화기) 2014년부터 3D 프린팅에 직접 연관된 융합기술들이 형성되었으며 2015년도부터는 주요 융합클러스터들이 확대되는 양상을 보임

■ 중국 3D 프린팅 혁신 경쟁력 종합 평가

- 중국은 거대한 내수시장과 강력한 정부 지원 정책, 개방적인 규제 환경을 바탕으로 3D 프린팅 산업을 적극적으로 육성 중이며, 대학과 연구기관이 혁신 생태계의 핵심 주체로서 주력 및 미래 유망 분야에서도 활발하게 연구개발을 진행 중임
 - (정책) 중앙정부 차원에서 2015년부터 본격적으로 3D 프린팅 육성 관련 정책을 시행했으며 2017년을 기점으로 관련 정책 지원을 집중적으로 확대하고 있음
 - (산업) 중국의 3D 프린팅 산업은 우수한 제도 및 시장 환경을 보유하고 있지만 세계적인 수준의 토종 기업을 육성하지 못하고 있음
 - (기술) 중국은 교육기관(대학)이 연구개발을 주도하고 있으며 기술 간 융·복합이 활성화되어 최근에는 바이오 3D 프린팅 연구개발을 활발하게 진행 중임

과제 1. 주력·전략산업 고도화를 위한 제조과학(manufacturing science) 연구 활성화

- 적극적인 3D 프린팅 도입을 통해 기계·자동차 등 주력 제조업 분야의 설계·공정혁신을 촉진하고 항공·우주 등 국가 전략 분야의 제품 혁신을 활성화해야함

과제 2. 바이오 프린팅, 4D 프린팅 등 차세대 프린팅 연구개발 지원 효과성 제고

- 차세대 3D 프린팅은 기존에 없던 전문생산영역에 집중 도입될 것으로 보이며 주요국은 이를 위해 4D 프린팅, 바이오 프린팅 분야의 연구개발을 활발히 진행하고 있음
- 한국의 바이오 프린팅 분야의 지원 및 규제 개선을 통한 차세대 프린팅 연구개발의 지원 효과성을 제고해야 함

과제 3. 부품·소재 국산화 및 기술간 융·복합 촉진을 위한 병렬형 연구개발 체계 구축

- 3D 프린팅 핵심 부품 의존도가 높고, 소재가 다양하며, 유망기술과의 융복합이 중요하기 때문에 광범위한 영역에서 서로 다른 혁신 주체간의 폭 넓은 협력이 중요함
- 미래 프린팅 부품·소재 원천기술력 확보 및 기술 융합을 통한 가치창출을 위한 중장기 병렬형 연구개발 체계를 구축해야 함

과제 4. 개인용·산업용 오픈소스 3D 프린팅 SW·플랫폼 구축 및 활성화

- 개인용·산업용 3D 프린팅 활성화를 위한 핵심 인프라인 오픈소스 설계 SW, 산업용 플랫폼에 대한 연구개발과 확산을 위한 투자를 확대해야 함

과제 5. 개방형 혁신 생태계 구축을 통한 기술 사업화 및 글로벌 공동연구 활성화

- 중국을 비롯한 주요국에서는 3D 프린팅 분야의 개방형 혁신 생태계가 구축되었고 연구 기관과 대학이 적극적인 기술 사업화를 통해 다수의 유망 스타트업을 육성해내고 있음
- 한·중 양국의 3D 프린팅 분야의 핵심 주체인 연구기관·대학이 서로 다른 기술 우위 분야와 규제 및 시장 특성을 전략적으로 활용하여 공동 연구를 활성화해야함

1. 서론: 연구의 배경 및 목적

■ 3D 프린팅 기술의 정의 및 유형

- 3D 프린팅이란 프린터 기술로 재료를 결합하여 3D 모델 데이터로부터 물체를 제조하는 과정으로 분말 형태의 금속 또는 비금속 소재를 활용하여 적층방식으로 제조하기 때문에 적층가공(addictive manufacturing)이라고도 함
 - 스캐닝/모델링, 3D 프린팅, 후공정으로 이루어져 있으며(이낙규, 2018), 7개의 주요 방식 중 FDM(Fused Deposition Modeling, 압출형), SLA(Stereo Lithography Apparature, 광조형), SLS(Selective Laser Sintering, 소결형) 방식이 가장 많이 사용되고 있음(ASTM, 2013; 강경원, 2017)

〈표 1〉 3D 프린팅 기술의 7가지 방식

| 분류 | 기준 | 특징 | 기술명 |
|-------|----------------------------|---|---------------------|
| 고체 방식 | Material Extrusion | <ul style="list-style-type: none"> • 필라멘트 형상의 플라스틱 소재를 고온으로 인가된 압출 헤드에 통과시켜 용융된 상태로 설계 단면 형상에 선택적으로 토출 • 1차원 형상을 수직 방향으로 적층하여 3차원 형상으로 조형 | FDM |
| | Sheet Lamination | <ul style="list-style-type: none"> • 필름 형상의 조형 소재를 차례로 적층하고 필름 사이를 접착시켜 3차원 형상을 조형 • 2차원 평면을 수직으로 적층하여 3차원 형상으로 조형 | LOM |
| 액체 방식 | Vat Photo Polymerization | <ul style="list-style-type: none"> • 액상의 광경화성 수지가 담긴 수조에 조형을 위한 기판을 위치시키고 수지의 경화를 위한 광 에너지를 선택적으로 인가하여 조형 • 조형 단면을 2차원 레이저 스캐닝으로 경화시켜 형상을 조형 | SLA/DLP |
| | Material Jetting | <ul style="list-style-type: none"> • 잉크젯 헤드로 미소 액적(droplet)의 광경화 액상 수지를 선택적으로 분사하고 이후에 광 에너지를 조사하여 수지를 경화하여 조형 • 조형 단면을 잉크젯 프린터와 같이 인쇄된 점의 형상을 통해 얻으며 인쇄 후 UV 광원을 이용하여 해당 층을 동시에 경화 | Polyjet Ink-jetting |
| 분말 방식 | Binder Jetting | <ul style="list-style-type: none"> • 분말 상태의 소재에 액상의 접착제를 잉크젯 헤드를 통해 선택적으로 분사하여 접착 • 접착된 분말을 통해 3차원 형상을 조형 | 3DP Ink-jetting MJF |
| | Powder Bed Fusion | <ul style="list-style-type: none"> • 분말 상태의 소재에 선택적으로 고 에너지의 레이저를 인가하여 분말소재 표면을 용융 접착시키고 향후 소결을 통하여 3차원 형상을 조형 | SLS/SLM/DMLS/EBM |
| | Directed Energy Deposition | <ul style="list-style-type: none"> • 분말 소재에 선택적으로 높은 에너지의 레이저를 인가하여 분말소재를 용융하여 조형 • 분말 표면만 용융하여 입자간 접착하는 Powder bed fusion 방식과 달리, 분말 입자 전체를 용융하여 액상의 상태로 조형 | DMD/DMT |

자료: 최병삼 외(2015), 「신기술 발전에 따른 산업 지형의 변화 전망과 대응전략: 3D 프린팅을 참고하여 구성

■ 3D 프린팅의 가치 및 응용 분야

- (미래 전망) 3D 프린팅의 기술적 한계를 극복할 수 있는 혁신이 지속되고 있음
 - (신소재) 산업용 3D 프린팅 분야의 신소재 연구는 기억 형상 소재, 바이오 소재와 같은 차세대 소재 중심으로 활발한 연구개발이 진행되고 있음
 - (플랫폼) 일반소비자용 3D 프린팅은 사용자 친화적인 소프트웨어 개발이나 디자인 공유 플랫폼 활성화 등을 중심으로 성장할 가능성이 높음
- (경제·사회적 영향) 맞춤형 생산 증가로 인한 산업 밸류체인 변화, 생산 공정 간소화 및 설계 혁신 실현, 프로슈머(Prosumer)시대 도래로 인한 사회 변화 등이 예상됨
 - 맞춤형 생산 활성화로 인한 SW·플랫폼의 중요성 증대, 생산 공정 간소화 및 설계 혁신으로 인한 전후방 산업지형 및 기업 경쟁구도 변화, 물류·운송·고용 시장 변화 등이 예상됨
- (응용 분야) 3D 프린팅은 다양한 기술 방식과 다양한 소재를 접목시켜 거의 모든 산업의 설계와 제조에 활용되고 있으며 적용 영역과 범위가 지속적으로 확대되고 있음

〈표 2〉 3D 프린팅 기술 응용 분야

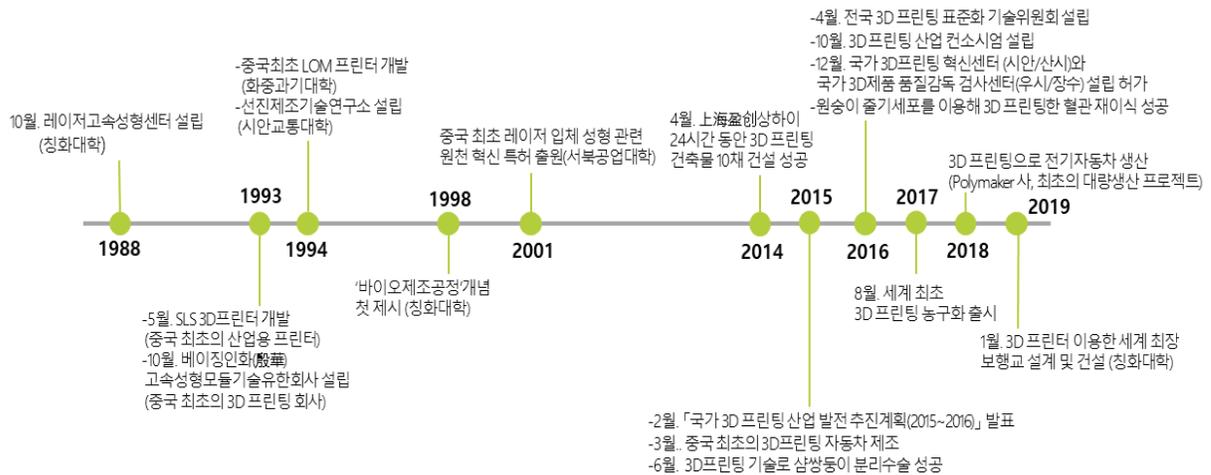
| 원재료 | 방식 | 응용 분야 |
|------------|------|---|
| 금속 3D 프린팅 | SLM | 복잡한 소형 금속 정밀부품, 금속 치관(齒冠), 의료 주입물 |
| | SLS | 항공·우주, 의료, 자동차 |
| | DMLS | 항공·우주, 의료 |
| | LENS | 비행기 대형 복합 금속 부품 등 |
| | EBSM | 항공·우주 복합 금속 부품, 의료 주입물 등 |
| | EBDM | 항공·우주 복합 금속 부품 등 |
| 고분자 3D 프린팅 | FDM | 공업설계, 모형, 의료 등 |
| | SHS | 공업 제품 설계 개발, 의료 주입물, 혁신제품 생산 등 |
| | SLA | 공업제품 설계 개발, 혁신제품 생산, 정밀주조용 왁스주형 |
| | DLP | 의료, 장신구 |
| 세라믹 3D 프린팅 | 3DP | 공업제품 설계 개발, 코어용 주물사(core sand), 의료 주입물, 의료 모형, 혁신제품, 건축 등 |
| 바이오 3D 프린팅 | CBP | 조직 공정 |

자료: 中国包装印刷产业网(2018.5.15.), 2018年全球3D打印技术现状分析, <http://www.ppzhan.com/news/Detail/48346.html>(검색일: 2018.6.27.)

■ 중국 3D 프린팅 연구의 목적

- 중국은 1980년대 말 칭화대학 레이저고속성형센터 설립(1988.10.)을 시작으로 3D 프린팅 기술에 대한 본격적인 연구개발과 상용화를 통해 빠르게 성장하고 있음

[그림 1] 중국 3D 프린팅 부문 발전 경로 및 주요 성과¹⁾



자료: 연구진 작성

- 중국정부는 ‘중국제조 2025’를 비롯한 제조업 육성 정책을 바탕으로 제조업 고도화를 추진하고 있으며 활발한 연구 개발과 특허 출원을 통해 3D 프린팅 분야의 미래 핵심 기술을 확보해 나가고 있음
 - 중국제조 2025 기술로드맵의 신소재(금속 3D 프린팅), 바이오·의약 및 고성능의료 기기 관련 내용에서 3D 프린팅 기술 개발에 관한 목표와 중점 제품, 핵심 기술 등이 제시됨
- 3D 프린팅은 기술 혁신을 통한 잠재적 파급효과가 큰 영역으로 한중 양국이 모두 전략적으로 육성중이어서 경쟁과 협력이 불가피한 영역임
 - 그러나 중국은 거대한 내수시장과 정부의 강력한 지원책에도 불구하고 아직 선진국 및 선도 기업과의 격차를 보이고 있으며, 우리는 이러한 격차를 전략적으로 활용하여 중국과의 경쟁·협력 전략을 수립해야 함

1) 중국 전자정보 산업발전 연구원과 중국 3D 프린팅 산업 컨소시엄에서 공동으로 발표한 「중국 3D 프린팅 제조업 발전보고 (2017)」 및 언론자료를 참고하여 연구진이 정리함

II. 중국의 3D 프린팅 정책 특성

1. 중앙 정부 정책 분석

■ 중국제조 2025

- ‘중국제조 2025’는 2015년 5월 중국 국무원이 발표한 문건으로 중국 제조업 경쟁력 향상을 위한 10대 전략 산업을 선정하여 2025년까지 세계 최고 수준으로 도약하기 위한 전략 목표와 계획을 제시하고 있음
 - 기술로드맵의 신소재(금속 3D 프린팅), 바이오·의약 및 고성능의료기기 관련 내용에서 3D 프린팅 기술 개발에 관한 목표와 중점제품, 핵심기술 등이 제시됨
 - 2015년과 2017년 기술로드맵 상의 목표와 중점제품, 핵심기술 관련 내용은 변화가 없으며 목표 달성 시기만 연장됨

〈표 3〉 2015년 기술로드맵(신소재 부분) 중 3D 프린팅 관련 내용

| 구분 | 2020년 | 2025년 | |
|-----------|---|---|--|
| 수요 | - 항공·우주, 의료, 자동차, 복잡형상 금속 제품의 3D 프린팅 금속분말 수요 약 800만 톤 | | |
| 목표 | - 3D 프린팅 금속분말 연 생산 200톤 수준 - 지적재산권 보유한 세계선진제조기술 형성 - 국가 항공·우주 및 바이오·의료 등 중요 수요 충족 | - 3D 프린팅 금속분말 연 생산 600톤 수준 - 국내시장의 80% 점유, 수출 200톤 - 원가 및 기술 분야에서 국제경쟁력을 갖춘 제품 형성 | |
| 중점제품 | 저원가 타이타늄 합금분말 | - 항공·우주용 복합부품 및 분말수요 충족 - 저원가 타이타늄 합금분말 원가는 현재와 동등한 수준의 타이타늄 합금분말 원가의 50~60% 수준으로 낮춤 | - 항공·우주용 3D 프린팅 복합부품 분야에서의 저원가 타이타늄 합금분말 대량 사용 |
| | 타이타늄 합금분말 | - 3D 프린팅 공정을 이용한 정밀화 후 금속제품 이용, 제품의 물리성능은 비슷한 합금성분의 정밀 제조제품 수준에 상당 | |
| | 고온합금 분말 | - 금속분말의 정밀화 기술개발, 제품 평가표준시스템 구축 | - 핵심부품의 3D 프린팅 제조에 3D 프린팅용 고온합금분말 대량 이용 |
| 핵심기술 및 장비 | - 저원가 타이타늄 합금분말 제조기술, - 3D 프린팅 원형 금속분말 분사기술, - 3D 프린팅용 금속 분말의 평가기술, - 금속분말 정밀화 기술 | | |

*주: 2017년 기술로드맵은 2015년 기술로드맵 내용과 동일하나 목표 시기는 각각 2025년, 2030년으로 연장되었음

자료: 国家制造强国建设战略咨询委员会(2015.10.),《中国制造2025》重点领域技术路线图(2015)/ 国家制造强国建设战略咨询委员会(2017.12.), 国家制造强国建设战略咨询委员会(2017)

■ **적층제조 산업 발전 행동계획(2017.12.)**

- 공업정보화부, 발전개혁위원회 등 12개 기관이 공동으로 발표한 ‘적층제조 산업발전 행동계획(2017.12.)’은 중국의 3D 프린팅 산업 현황 분석 및 ‘국가 3D 프린팅 산업 발전 추진계획(2015.2.)’에 대한 분석·평가를 바탕으로 향후 발전을 위한 세부 목표를 제시함(工业和信息化部, 2017)
- (정책 목표) 2020년까지 ① 연평균 30% 이상의 성장속도로 200억 위안 이상의 매출 달성, ② 선진국과 대등한 수준의 핵심기술 개발, ③ 업계 수요를 충족하는 공정 장비 개발, ④ 산업 생태계의 개선과 세계적인 선도수준으로의 도약을 목표로 함
 - (핵심기술 육성) 주요 업종에서 필요한 공정장비, 핵심부품과 전문소재를 100가지 이상 개발하고, 3D 프린팅 제품 품질과 공급능력을 향상시키며, 주요 핵심 기술과 일부 분야를 글로벌 선도 수준으로 육성함
 - (기술응용 확대) 응용범위가 넓고 파급효과가 큰 시범 프로젝트를 100개 이상 진행 하고 혁신역량이 우수한 시범기업과 단지를 육성하며, 항공·우주, 선박, 자동차, 의료, 문화, 교육 등 분야에서 3D 프린팅의 응용을 추진함
 - (산업생태계 구축) 소재, 공정, SW, 핵심 부품 등에서부터 장비까지 완전한 3D 프린팅 제조업 밸류체인을 구축하여 계량, 표준, 테스트, 인증 등을 포함한 3D 프린팅 생태계를 구축하고 공공 서비스 플랫폼과 대표 산업 클러스터를 조성함
 - (산업주도권 확보) 대내외 자원을 통합적으로 활용하여 연구개발 생산제조, 자원 관리, 마케팅, 브랜드 파워 구축 등의 측면에서 협력을 촉진하고, 2~3개 이상의 글로벌 기업·브랜드를 육성하여 기술/장비/제품의 국제 표준을 주도함
- (중점 임무) 위의 정책목표를 실현하기 위해 혁신 역량 제고, 품질 제고, 응용 추진, 거대 기업 육성, 지원시스템 개선 측면에서의 중점 임무를 아래와 같이 제시함
 - (혁신 역량 제고) 3D 프린팅 혁신센터 관리 메커니즘을 개선하여 기술연구와 우수한 과학 기술 성과의 사업화를 동시에 추진하고 차세대 3D 프린팅 제조기술 연구를 지원해야 함
 - (품질 제고) 3D 프린팅 전용 소재, 핵심 부품 제조기술과 장비의 연구개발을 통해 소재, 주요 핵심 장비·부품·SW의 품질과 성능, 안정성을 확보해야 함
 - (응용 확대) 시범 응용을 통해 직접제조를 활성화하고 원형 설계와 모형 개발 응용을 병행하며 의료, 문화, 교육 등에서 3D 프린팅의 온/오프라인 응용을 확대해야 함
 - (거대 기업 육성) 토종 선도 기업을 육성해 기술, 인재, 시장 자원 통합을 적극적으로 지원하여 브랜드를 구축하고, 밸류체인 전 단계의 협력을 촉진하여 상위 지역에서 세계적인 선진 3D 프린팅 제조 산업 클러스터를 조성할 수 있도록 지원해야 함

- (지원시스템 개선) 지원 체계와 3D 프린팅 제조 산업의 실증 테스트 서비스 시스템을 개선하고 3D 프린팅 제조표준시스템을 구축하여 실험검증 기관, 인재 양성, 인재 우대 메커니즘을 구축해야 함

■ 3D 프린팅 보조금 정책

- 중국은 조건에 부합하는 3D 프린팅 장비를 ‘국가 중대기술장비 리스트’에 포함시켜 자국기업에 보조금을 비롯한 다양한 세제 혜택을 제공하고 있음
- ‘중대기술장비 수입세 조정 정책 관련 목록에 관한 통지’에서는 공업용 3D 프린팅 장비와 수입한 핵심 부품 원자재에 관한 관세와 부가가치세 면제 등의 내용을 담고 있음 (재정부, 2017)
 - 중국기업은 면세(또는 감세)로 수입 부품 원자재(1급 부품)를 수입해 3D 프린팅 장비를 제조하며 판매할 때에도 세제 혜택을 받기 때문에 지속적인 가격 경쟁력 확보가 가능함
 - 이러한 정책이 기업 자생력 약화라는 부작용을 지니고 있음에도 불구하고, 관련 산업의 저변을 확대하고 토종 기업의 빠른 스케일 업 긍정적인 역할을 미치고 있기 때문에 당분간 중국정부의 보조금 정책이 지속될 것으로 보임

〈표 4〉 국가 중대기술장비 및 제품 부품, 원자재 상품 목록(2017년 수정)

| 설비명칭 | 1급 부품 | 수량 | 세칙 번호 |
|--------------------------|---|------|----------|
| 12 | 대형, 정밀, 고속CNC설비, CNC 시스템, 성능 부품 및 기초 제조 장비 | | |
| | 공업용 3D 프린팅 장비 | | |
| (1) 파우더 베드 3D 레이저 프린팅 장비 | 레이저 (M2≤1.1, 출력≥200W, 파장 1064nm 및 6μm) | 1~4개 | 90132000 |
| | 레이저 스캐닝 검류계(빔 직경≥14mm, 레이저 출력 내구력≥200W) | 1~4개 | 90029090 |
| | F-theta 렌즈(파장1064nm 및 10.6μm, 초점거리≥163mm, 입사광지름≥14mm) | 1~4개 | 90019090 |
| | 레이저 빔 익스펜더 | 1~4개 | 90029090 |
| (2) 파우더 피딩 3D 레이저 프린팅 장비 | 고출력 광섬유 레이저(출력 1kW 이상) | 1~4개 | 90132000 |
| | 고출력 클래딩 헤드(레이저 출력 내구력 1kW 이상) | 1~4개 | 84248999 |
| (3) 파우더 베드 전자빔 3D 프린팅 장비 | 전자총(전자빔출력≥3kW, 가속전압≥40kV, 안정성±0.2%) | 1~4개 | 85431000 |
| | 전자총전원(출력고압≥40kV) | 1~4개 | 85044019 |
| (4) 와이어 피딩 전자빔 3D 프린팅 장비 | 전자총(전자빔출력≥3kW, 가속전압≥40kV, 안정성±0.2%) | 1~4개 | 85431000 |
| | 전자총전원(출력고압≥40kV) | 1~4개 | 85044019 |

자료: 财政部(2017.12.22.b), 重大技术装备和产品进口关键零部件,原材料商品目录 (2017年修订, <http://gss.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201801/P020180105595888067652.pdf>(검색일: 2018.10.18.)

2. 지역 정책 분석: 베이징·산시성·저장성·광둥성

(1) 베이징

■ 「베이징시 3D 프린팅 과기혁신과 산업 육성을 촉진하기 위한 의견」 (2014.3.)

- (발전 목표) 베이징시를 3D 프린팅 기술의 선도 지역으로 도약시키기 위해 기술, 소재, 장비, 기업 및 산업 육성 분야의 정량적 목표를 제시함
 - 2017년까지 특허 출원(100개 이상), 기술표준 제정(100건 이상), 3D 프린팅 제품 의료등록증 취득(5건 이상), 산업 응용범위 확대(10개 분야 이상), 선도 기업(2-3개)과 핵심기업(10개 이상)의 육성에 관한 목표를 제시함
 - 산·학·연 협력의 3D 프린팅 기술혁신연구원 또는 응용서비스 플랫폼을 구축하고 선도기업 중심의 세계적인 3D 프린팅 산업 기지를 육성하여 베이징시의 첨단 제조업 핵심경쟁력을 강화하고 미래 성장 기반을 마련하고자 함
- (중점 임무) 항공·우주 및 항해, 의료기기 및 건강서비스, 창의적 디자인을 3D 프린팅 중점 적용 분야로 선정하고 핵심기술 개발 및 기술표준 선도, 기술 응용영역 확대, 산업 클러스터화 등을 통한 산업 육성을 중점 임무로 제시함
 - (기술개발 및 표준선도) 기술 수준을 세계 수준으로 높이고 베이징의 기업과 연구기관의 기술표준을 국제 표준기구에 제안하도록 지원하고, 우수기관의 국제특허 출원 지원, 지적권보호 사업 강화, 세계 주요 기술 및 특허 장벽 극복을 실현해야 함
 - (혁신역량 강화) 3D 프린팅 기술의 응용 분야와 혁신플랫폼을 구축해 기초연구와 응용연구를 강화하고 3D 프린팅 산업 발전에 기술적 지원을 제공해야 함
 - (기술응용 촉진) 기술 이전 메커니즘의 개선, 인큐베이팅 센터와 산업단지의 활용 등 기업이 중심이 되는 비즈니스 환경의 혁신을 통해 시장을 육성하고 3D 프린팅 신기술 성과의 보급과 응용을 촉진해야 함
 - (산업 클러스터) 3D 프린팅 기술 인큐베이팅 기지, 3D 프린팅 산업화기지, 3D 프린팅 보급서비스센터를 구축하여 3D 프린팅 산업의 발전을 촉진해야 함

〈표 5〉 베이징시의 3D 프린팅 중점 적용 분야

| 분야 | 세부 내용 |
|-------------------------------|--|
| 항공·우주·항해 분야 대형 금속 복잡구조물 제조 | - 레이저, 전자빔 등 고성능 빔 직접제조기술 개발 - 티타늄합금, 고강도강, 알루미늄합금, 크롬합금 등 소재시스템 외 가공공법, 제조장비 및 응용기술 등의 중대 핵심기술 집중 개발 |

| 분야 | 세부 내용 |
|-----------------|---|
| 의료기기 및 헬스케어 서비스 | - 체내 주입물, 수술 스텐트, 수술 보조기기 등 3D 프린팅 제품의 임상응용연구 추진 및 세계 선진 수준 도달 - 의료용 소재, 3D 프린팅 장비 등 핵심기술을 개발해 소재와 장비 분야의 도약 |
| 창의적 디자인 | - 맞춤형 서비스를 중심으로 저가 소재와 제조, HMI(Human Machine Interaction), 창의적 디자인 서비스 플랫폼 등 핵심기술 집중개발 - 대중 소비의 경제적 접근 기준과 전문 디자인의 접근 기준 완화를 통해, 고부가가치 디자인산업의 발전 촉진 및 세계 선진수준 도달 |

자료: 北京市科委(2014), 促进北京市增材制造(3D打印) 科技创新与产业培育的工作意见 참고하여 연구진이 정리

(2) 산시성

■ 「산시성 3D 프린팅 산업 발전계획(2016~2020년)」 (2016.10.)

- (발전 목표) 3D 프린팅 산업의 규모, 혁신 역량, 응용 분야, 시장 주체 관련 발전 목표를 수립함
 - (산업 규모) 2020년까지 3D 프린팅 산업 매출액이 중국 전체의 1/4 이상을 점유하고 관련 산업의 매출 목표액(500억 위안)을 달성해 3D 프린팅 산업의 선두지위를 유지하고자 함
 - (혁신역량 향상) 신규 발명 및 특허 수를 50개 이상으로 확대하고 핵심 자주혁신 및 산업화 프로젝트를 20건 이상 추진하여 독자적인 지재권을 갖춘 첨단설비, 핵심 부품과 성형소재를 연구개발 및 상용화하여 세계 선진 수준으로 발전시키고자 함
 - (응용 분야 확대) 3D 프린팅과 학제 간 융합연구를 강화하여 항공·우주, 국방, 자동차 등의 분야의 응용제품을 중국 내 선두수준으로 유지하고 바이오·의료, 교육, 문화·예술 등의 분야에서 시범 사업을 통해 특색 있는 3D 프린팅 제품 시스템을 구축하고자 함
 - (시장 주체 확대) 생산규모 1억 위안 이상의 중점기업 10개와 세계 일류 수준의 기업 3~5개를 육성하고, 맞춤형 3D 프린팅 제품 생산과 기술서비스 분야의 중소 혁신기업을 육성하여 산시성 전반의 3D 프린팅 산업 수준을 향상시키고자 함
- (산업 육성) 산업 육성을 위한 3가지 계획을 제시함
 - 주요 기술단지(웨이난(渭南)하이테크단지, 시안(西安)하이테크단지, 시안(西安)경제 기술단지) 내에 3개의 프린팅 산업단지를 설치할 계획임
 - 핵심기술 밸류체인 5개(광 고체화 입체 성형기술, 용융 침적 제조기술, 금속 레이저 입체 성형기술, 선택적 레이저 용화기술, 전자빔 용화 성형기술 등)를 확보할 계획을 발표함
 - 7개 응용분야(항공, 우주, 국방, 자동차, 바이오·의료, 교육 및 문화 창의 등)를 확정 및 지원할 계획을 공개함

〈표 6〉 산시성 3D 프린팅 산업 육성 계획 및 내용

| 구분 | 주요 내용 |
|--------------|--|
| 3D 프린팅 산업단지 | 1) 웨이난(渭南)하이테크 단지 3D 프린팅 산업단지: 시안교통대학의 고속제조 국가공정연구센터에 의뢰, 루이터(瑞特)고속제조공정연구회사를 중심으로 비금속소재와 금속소재의 3D 프린팅 추진 2) 시안(西安)하이테크 단지 3D 프린팅 산업단지: 서북공업대학의 금속응고기술 국가중점실험실에 의뢰, 보리터(鉑力特)레이저성형기술회사를 중심으로 다양한 금속소재 응용제품의 제조와 복구 추진 3) 시안경제기술단지 3D 프린팅 산업단지: 서북비철금속연구원 금속다공소재 국가중점실험실, 사이룽(賽隆) 금속소재회사를 중심으로 티타늄합금 및 내고온합금 등 금속소재의 제작과 응용제품의 디자인 및 제작 |
| 3D 프린팅 응용 분야 | 1) 항공 분야: 시안 연량(閻良) 항공기지와 한중(漢中) 항공성(城) 3D 프린팅 응용시범단지 구축 2) 우주 분야: 시안 국가민용우주산업기지 3D 프린팅 응용시범단지 구축 3) 군공 분야: 시안 병기산업기지 3D 프린팅 응용시범단지구축 4) 자동차 분야: 웨이베이(渭北)자동차기지 3D 프린팅 응용시범단지 구축 5) 바이오·의료 분야: 시징(西京)병원과 시안교통대학 제1부속병원에 바이오·의료 3D 프린팅 시범단지 구축 6) 교육 분야: 시안대학 클러스터에 3D 프린팅 창·혁신·창업 관련 교육 및 과기보급 시범단지 구축 7) 문화 분야: 시안 취장(曲江) 국제문화 창의 산업기지와 웨이난 하이테크 단지 3D 프린팅 응용시범단지 구축 |

자료: 陝西省科技廳(2016), 「陝西省增材制造产业发展规划(2016~2020)」

(3) 저장성

■ 「3D 프린팅 산업 발전을 가속화하기 위한 의견」 (항저우 시, 2014.1.)

- 대표적인 3D 프린팅 응용시범기업 육성, 저장성 또는 중국 전역을 대상으로 하는 3D 프린팅 서비스센터 구축 등의 목표를 수립하고 아래 여섯 가지의 중점사업을 제시함
 - (핵심기술 연구) 산·학·연 협력체를 구성하여 3D 프린팅 소프트웨어, 공법, 소재, 장비, 응용, 표준 및 산업화 연구를 강화함
 - (시범응용 확대) 바이오·의료, 문화 창의, 교육·훈련, 장비·모듈 제조 분야에서 3D 프린팅 시범응용을 우선적으로 추진하며 정부 공공구매 시 3D 프린팅 분야를 우선적으로 고려함
 - (기업 육성) 샤오산(蕭山) 3D 프린팅 산업단지 구축을 통해 R&D센터 설립 및 사업화를 장려하여 핵심부품 분야의 과학기술형 중소기업 육성을 촉진함
 - (투자 유치) 벤처투자를 비롯한 다양한 방식의 3D 프린팅 산업 투자를 유도하고 지재권 담보융자, 과학기술 창업기업 신용대출 등 각종 과학기술 금융 혁신방안을 도입함
 - (혁신플랫폼 구축) 산업디자인협회, 산업디자인단지, 산업디자인센터 등 각종 플랫폼을 활용해 산업디자인 및 제조기술과 3D 프린팅의 융합을 실현하고, 핵심기업이 주도하고 대학 및 연구소가 지원하는 3D 프린팅 산업 컨소시엄을 형성함
 - (우수인력 유치) 해외 전문 인력의 중국 내 창업을 지원하고 우수한 국내 기업의 해외 3D 프린팅 R&D센터 설립을 장려함

(4) 광둥성

■ 「광둥성의 3D 프린팅 기술과 응용 산업의 발전을 가속화하기 위한 실시방안」 (2014.1.)

- 산업혁신 역량 제고, 제품응용시장 확대, 혁신플랫폼 구축, 산업발전환경 조성 등 4개 분야의 중점 임무를 제시함
 - (산업혁신 역량 제고) 연구소, 대학 및 핵심기업의 혁신 역량을 향상하고 3D 프린팅 소재, 공법, 설비, 응용소프트웨어 및 제어시스템 등의 핵심기술을 집중적으로 발전 시키며 3D 프린팅 응용기술과 기계제조, 신소재, 첨단장비제조, 사물인터넷 및 차세대 통신네트워크, 소프트웨어, 현대정보서비스 분야 등의 기술융합을 강화하여 국산 3D 프린터 제품을 기반으로 하는 응용솔루션을 개발함
 - (제품 응용시장 확대) 산업디자인 및 모듈 제조, 자동차 부품, 통신설비, 문화·예술, 바이오제약·의료기기, 교육·훈련 등을 중심으로 3D 프린팅 기술 응용시범공정을 추진함
 - (혁신플랫폼 구축) 국내·외 우수 연구기관과의 3D 프린팅 기술 연구개발 센터 공동 구축을 장려하고 국가수준의 3D 프린팅 기술 산업 혁신센터 및 연구 인력을 육성하며 3D 프린팅 기술 연구개발 혁신을 위한 공공서비스 플랫폼과 3D 프린팅 기술 제품 검사 기관을 설립함
 - (산업발전환경 조성) 3D 프린팅기술 관련 지재권 보호 및 표준화를 강화하고 현지 연구기관과 기업이 세계 3D 프린팅 기술 산업 컨소시엄, 아시아 제조업협회, 중국 3D 프린팅 기술 산업 컨소시엄 등 관련 활동에 참여하는 것을 장려함

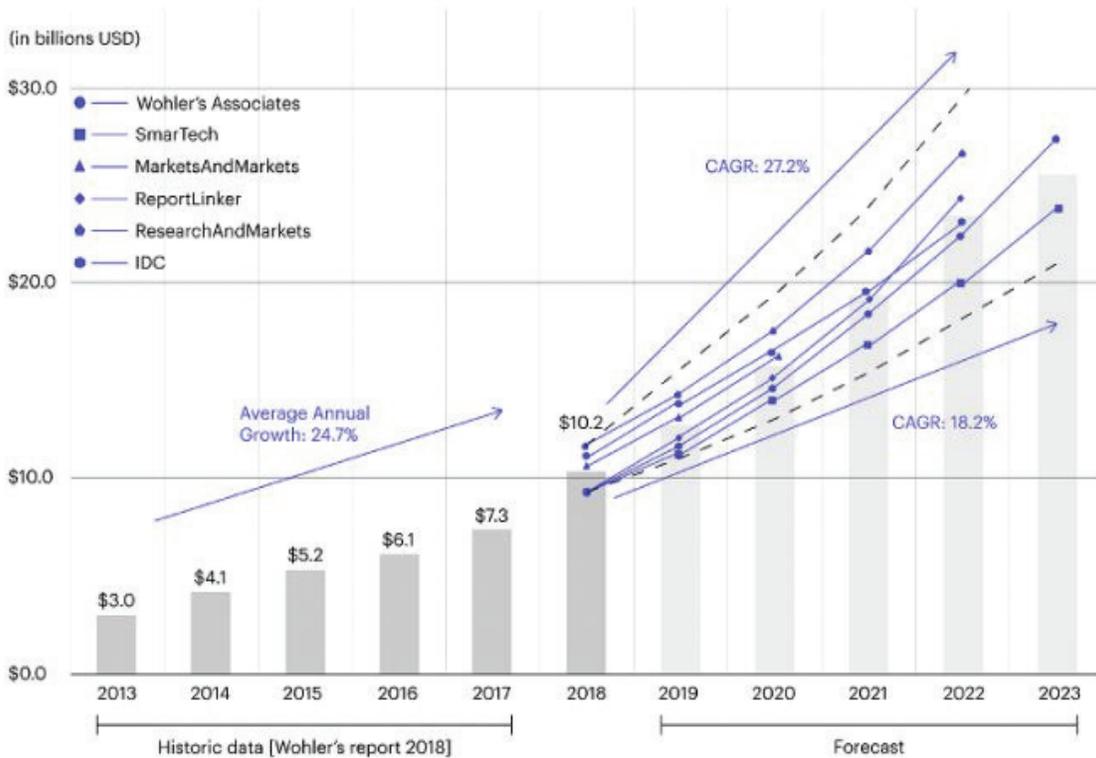
Ⅲ. 중국의 3D 프린팅 산업 경쟁력

(1) 시장 규모

■ 글로벌 3D 프린팅 시장 현황 및 중국의 비중

- 세계에서 산업용 3D 프린팅이 가장 집중되어 있는 곳은 북미(38.7%)로 아시아·태평양 지역(28.8%), 유럽(27.9%)이 그 뒤를 차지하며, 아시아·태평양 지역 중에서는 중국(35.3%)과 일본(31.7%)에 집중되어 있음(Wohlers Report, 2017)
 - 전 세계 산업용 3D 프린팅 시장점유율은 미국(36.0%)이 가장 높고 중국은 독일과 일본에 이어 4번째(8.3%)를 차지하고 있음(Markets & markets, 2018)
- 저명기관들이 분석한 세계 3D 프린팅 시장 규모와 전망에 의하면 향후 CAGR은 18.2%에서 최대 27.2% 사이로 추정되며 시장 규모는 3년마다 2배가 될 것으로 예상됨

[그림 2] 3D Printing Market Size & Forecast



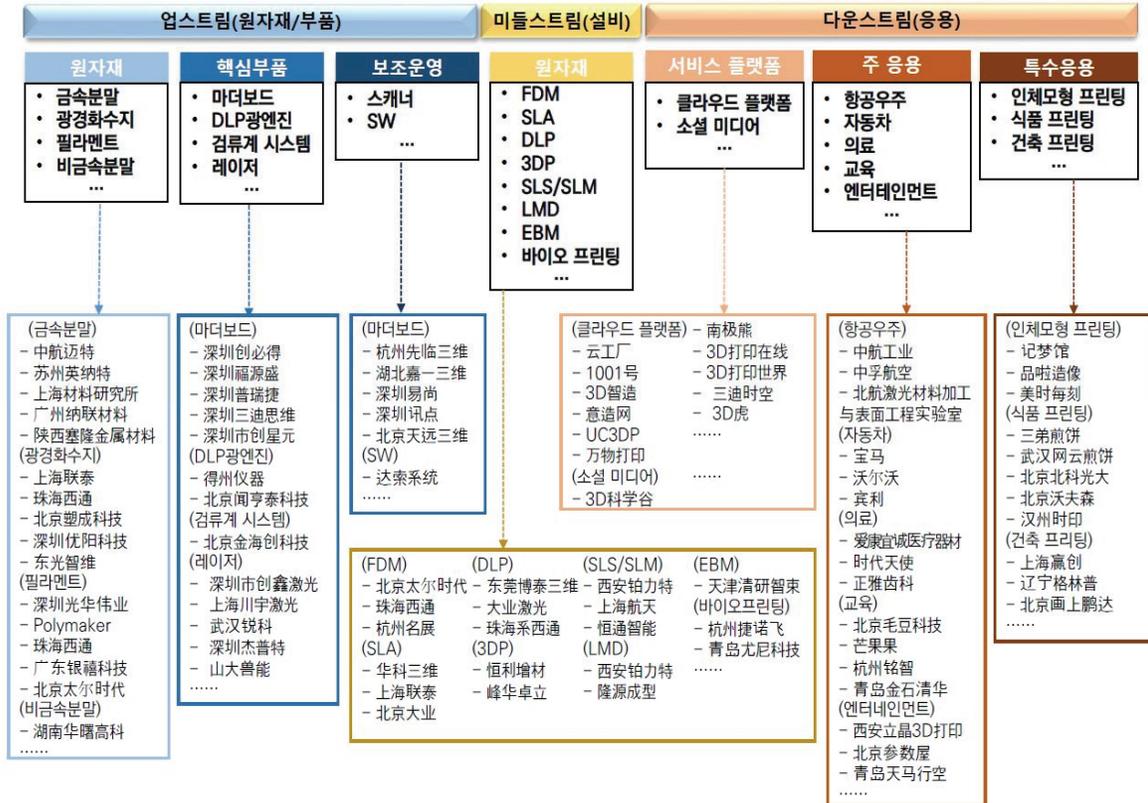
자료: Industrytoday(2019.3.26.) online 3D printing trends 2019, <https://industrytoday.com/article/online-3d-printing-trends-2019/>(검색일: 2019.7.11.)

(2) 밸류체인 및 응용 분야

■ 중국 3D 프린팅 산업의 발전과 밸류체인 특성

- 중국 3D 프린팅 시장은 1995년 베이징 룽위엔(北京隆源)의 3D 레이저 성형기 개발을 시작으로 2004년 세계 최대 크기 3D 프린팅 설비 개발, 2012년 자국 기업의 3D 프린팅 수출 개시를 거쳐 빠른 발전을 보이고 있음(KITA, 2015)
 - 기업 주도로 성장한 미국과 달리 중국 3D 프린팅 산업은 칭화대학교, 화중과기대학교, 시안교통대학교 등이 연구개발의 주체가 되었음
- 중국 3D 프린팅 산업의 밸류체인은 비교적 고르게 분포되어 있고 기업 수도 많은 편이지만 핵심부품 및 소재 분야의 경쟁력이 부족함
 - 업스트림 단계에서는 소재의 다양성이 부족하고 핵심부품을 제조하는 기업이 적음
 - 다운스트림 단계에서는 주로 항공우주, 자동차, 의료 등 분야에서 응용되고 있으나 업계 표준이나 검증 테스트 등과 같은 서비스 플랫폼 역량은 아직 부족함

[그림 3] 중국 3D 프린팅 산업(기업) 밸류체인



자료: 新辣(2018.12.26.) 3D打印产业链全景图, http://www.xincailiao.com/news/news_detail.aspx?id=379479(검색일: 2019.7.5.)을 참고하여 연구진이 정리

■ 중국 3D 프린팅 응용분야 1. 항공·우주 산업

- (기술 현황) 중국은 2017년, 2018년 각각 18회, 39회의 로켓 발사가 실행되었고 대형 항공기 국산화 연구개발이 진행되고 있어 주요 정밀 부품 개발 및 제작에 3D 프린팅 기술이 폭넓게 도입되고 있음
- (기술 전망) 중국은 항공·우주 비행체의 동체 경량화, 구조 내구성 강화, 엔진 설계 및 제작 과정의 프로토타입 제작과 사전 검증 작업에 3D 프린팅을 사용하고 있음
 - 추후 빅 데이터 및 인공지능을 결합한 설계 혁신과 생산성 제고, 초정밀 부품 분야 리버스 엔지니어링, 상대국의 핵심기술 및 대응수단 연구로의 활용이 예상됨
- (기술 적용) 중국의 자체개발 발사체 및 인공위성 주요 부품에 폭넓게 활용되고 있음
 - 중국항공공업집단공사 베이징 항공재료연구소는 3D 프린팅을 항공·우주 부품 제작에 사용하고 있으며 2018년 발사된 차세대 위성 ‘가오편 5호’에도 3D 프린팅으로 제작된 정밀 부품이 사용됨²⁾

■ 중국 3D 프린팅 응용분야 2. 자동차 산업

- (기술 현황) 현재 자동차 산업에서 3D 프린팅 기술을 원형 제작, 연구개발, 부품 제조 등에 활용하고 있으며 속도와 완성도가 높은 SLA 방식이 가장 많이 활용되고 있음
- (기술 전망) 향후 5년간 자동차 3D 프린팅 시장은 21.8%의 성장을 기록할 것으로 예측되며 2022년 세계 자동차 3D 프린팅 시장규모는 23.9억 달러에 이를 것으로 전망됨(Allied Market Research, 2017)
 - 3D 프린팅은 부품, 차체 등 분야의 설계 혁신을 실현할 수 있는 잠재력이 있으나, 인간의 생명과 연관되어 있고, 기술거래구조로 인한 품질수준과 생산성 한계가 존재해 일부 부품 생산부터 전체적 설계혁신의 방향으로 발전할 것으로 보임(최병삼 외, 2015)
- (적용 분야) 현재 자동차 제조사에서 3D 프린팅 기술을 도입하여 원형 제작, 부품 제조 등에 활용하고 있으며 중국에서는 3D 프린팅 자동차 생산을 꾸준히 진행해 오고 있음
 - 중국 3D 프린팅 기업인 Farsoon社는 자동차 기업인 SAPW(萨普汽车)와 제휴하여 2m 길이의 자동차 계기판을 완성함(2017)
 - 2018년 중국 Polymaker社는 이탈리아 하이브리드 자동차 기업인 XEV와 함께 3D 프린팅 기술을 이용한 중국의 첫 3D 프린팅 하이브리드 자동차를 생산함

2) 新华社(2018.5.9.), 3D打印技术助推我国航天发射能力实现新跨越, http://www.xinhuanet.com/mil/2018-05/09/c_129868416.htm(검색일: 2018.5.20.)

■ 중국 3D 프린팅 응용분야 3. 의료 산업

- (기술 현황) 현재 약 46개의 중국 3D 프린팅 기업 중 약 89%가 정형외과 및 치과 분야이며 장기조직과 혈관 프린팅 관련 기업이 8.7%를 차지하고 있음
- (기술 전망) 의료 분야에서 3D 프린팅 활용 속도는 빠르게 증가하고 있어 2020년에는 시장규모가 약 45.4억 달러에 이를 것으로 예상됨
 - 2016년 중국과학기술부는 ‘바이오·의료 소재 R&D 및 장기조직 회복 대체 중점 전문프로젝트 신청 안내’를 통해 맞춤형 주입 기계 성형 및 바이오 3D 프린팅 기술을 대상으로 보조금을 지급하기로 결정함
 - 2018년 중국 식품·약품 감독 총국 의료기계 기술평가센터가 발표한 ‘맞춤형 3D 프린팅 의료기계 등록 기술평가 지도 원칙’은 뼈, 관절, 치아와 관련된 주입성 의료 기계에 관한 내용을 담고 있음
- (적용 분야) 신체 보형물 및 의료 지원 장비에 활용되고 있으며 특히 인공척추 및 관절에 폭넓게 활용되고 있음
 - 최근 한 임상결과에 따르면 3D 프린팅으로 제작된 임플란트가 전통제조 방식으로 생산된 임플란트 보다 우수한 것으로 나타남(Ipsos, 2015)
 - 2017년 제4군 의대와 베이징항천대학교는 3D 프린팅으로 만든 임플란트를 로봇이 직접 시술하는 등 로봇과 3D 프린팅 간의 융합을 시도하고 있음

(3) 혁신 주체(대학·연구기관·기업)

■ 联泰(Union Tech)

- 2000년에 설립된 3D 프린팅 기술 응용 기업으로 SLA 3D 프린팅 기술력을 바탕으로 높은 중국 내수시장 점유율을 기록하고 있음
 - 현재 직원은 약 200명으로 석사학위 이상의 연구원이 25%를 차지하고 있으며(직원 평균 연령은 30세 이하) 기술 혁신과 산업 응용, 대량 생산 역량을 보유함
 - 2013년 상해과학원 산하 상해산업기술연구원이 3D 프린팅 산업화 기관으로 지정 되었으며 2016년 신삼판(新三板)에 정식 상장되었음

■ 华暑高料(Farsoon High-Tech)

- 2009년 창샤(长沙) 국가하이테크 산업개발구에 설립된 산업용 3D 프린팅 제조 기업으로 현재 전체 280여 명의 직원 중 R&D 인력이 약 40% 이상을 차지하고 있음³⁾
 - 창업자 쉬샤오슈(许小曙)는 3D Systems, Solid Concepts 등 기업에서 SLS 연구개발을 담당했으며 전미 Best AI Award, 세계 R&D 100, Dinosaur Award 등을 수상한 바 있음
- 2016년 3D 프린팅 분야 최초의 국가공정실험실을 유치한 중국의 대표적인 3D 프린팅 스마트 제조 분야 시범 기업으로, 최근 SLS 나일론 설비 및 소재 개발에 성공함
 - 2012년 미국 3D Systems, 독일 EOS에 이어 세계 세 번째 나일론 설비 제조사가 되었으며 나일론 소재 개발에도 성공하여 세계 두 번째 나일론 소재 생산 기업으로 거듭남

■ 太尔时代(Tiertime)

- 2003년 칭화대학 연구진이 설립한 기업으로 쾌속 성형 시스템, 모형 설비, 전문 소재를 연구개발하고 있으며, 활발한 산·학·연 협력을 진행하고 있음
- 다수의 3D 프린팅 분야 핵심 특허 및 SW 저작권을 보유하고 있으며 대표 제품인 UP 시리즈는 자동 노즐 표준, 스마트 지원, 3D 모형 결합테스트 등의 기능을 제공함⁴⁾
 - 2011년 3,000만 대의 3D 프린터 판매로 세계 시장 점유율 4%를 기록함⁵⁾

■ 铂力特(BLT)

- 2011년 시안에 설립된 금속 3D 프린팅 제조 기술 및 솔루션 제공 기업으로 약 400여 명의 직원 중 R&D 인력이 26.73%를 차지하고 있음⁶⁾
 - 90년대부터 금속 3D 프린팅 기술 연구를 하던 서북공업대학 응고기술 국가중점실험실의 대학과 교수, 학생이 공동출자하여 2011년 설립함
- 2017년 BLT(铂力特)의 ‘금속 3D 프린팅 스마트 팩토리’ 프로젝트는 공업정보화부의 스마트제조 시범 프로젝트에 선정되었으며 같은 해 ‘국방과학기술 진보상(国防科学技术进步奖)’을 수상하고 중국 기업 최초로 ‘Global 3D Printing Awards’에서 ‘OEM of the year’를 수상함

3) 华暑高料 홈페이지, 公司简介, http://www.farsoon.com/about/columnsId=50&FrontColumns_navigation01-1553737789561FirstColumnId=6&FrontColumns_navigation01-1553737789561SecondColumnId=50&i=2&comContentId=2.html(검색일: 2019.7.4.)

4) 太尔时代 홈페이지, 关于北京太尔时代科技有限公司, <https://www.tiertime.com/zh-CN/about-tiertime/>(검색일: 2019.7.4.)

5) 매일경제(2013.2.21.), ‘미래기술혁신 3D 프린팅 美日 주도...한국은 발동동’, <https://www.mk.co.kr/news/business/view/2013/02/135472/>(검색일: 2019.7.5.)

6) 铂力特 홈페이지, 公司简介, <http://www.xa-blt.com/home/about>(검색일: 2019.7.4.)

■ **칭화대학교(清华大学)**

- 우수한 연구자원을 보유하고 있으며 ‘국가 중점 R&D계획’ 중 레이저 3D 프린팅과 바이오 프린팅 분야에 대한 연구를 진행하고 있음
 - 초고속 레이저 마이크로 나노 제조 장치, 제조용 UV 레이저, 레이저 고성능 기술 등과 관련하여 4개의 프로젝트에 참여하고 있음(科學技術部, 2017)
 - 졸업생들이 太尔时代(Tiertime)와 칭화대학기업집단 산하 하이테크 기업인 베이징 인화(北京殷华)등을 설립함

■ **저장대학교(浙江大學)**

- 3D 프린팅 관련 다수의 특허를 보유하고 있으며 저장대학교 내 3,000m² 규모의 ‘저장성 3D 프린팅 공정 및 장비 중점 실험실’을 보유하고 있음
 - 금속 성형, 바이오 프린팅, 마이크로물질 프린팅 등의 실험과 신형 바이오 3D 프린팅 방식을 통한 인체 장기 연구 및 초고속 4D 프린팅 성형 연구 등을 진행하고 있음

■ **시안교통대학교(西安交通大學校)**

- 다수의 3D 프린팅 관련 특허를 보유하고 있으며 ‘기계제조 시스템공정 국가 중점실험실’과 ‘고속제조 국가공정연구센터’ 등에서 3D 프린팅 기술연구를 활발히 진행하고 있음
 - 자체 개발한 기술을 이전하여 3D 프린팅 전문기업인 ‘시안형통(西安恒通)’을 설립함
 - 최근 맞춤형 외과용 삽입물 3D 프린팅과 관련하여 세계 최초로 여러 건의 임상 실험에 성공, 현재 맞춤형 PEEK(폴리에테레테르케톤)⁷⁾ 기반의 체내 삽입물 제조를 위한 3D 프린팅 기술을 개발하고 있음

■ **화중과기대학교(華中科技大學)**

- 과학기술 연구와 관련된 다양한 정부 프로젝트를 수행하고 있으며 ‘국가 대과학 센터’를 보유한 4개의 대학 중 하나로 Nature지가 선정한 중국 10대 과학연구기관임
 - 2016년 화중과기대 교수가 개발한 ‘주조 및 밀링 통합’ 금속 3D 프린팅 기술로 세계 첫 3D 프린팅 제품 제조에 성공함
 - 화중과기대 ‘급속 제조센터 국가중점실험실’의 기술이전을 통해 대학 등의 기관에서 공동으로 스타트업 ‘우한화커 3D(武汉华科三维)’를 설립함

7) PEEK: 많은 화학물질에 대한 내성을 보유하고 우수한 기계적 속성을 지닌 고성능 폴리머로 의료분야에 폭 넓게 활용되고 있음

■ 베이징항공항천대학교(北京航空航天大学)

- 항공·우주 분야 특화 대학으로, 국방 973, 863 등 중요 과학연구 프로젝트를 수행하고 있으며, 3D 프린팅을 활용한 대형금속 부품 생산을 연구하고 있음
 - ‘3D 프린팅 국가공정실험실’(국가급 실험실), ‘고성능탄소섬유 테스트 평가센터’(국방중점 실험실), ‘대형 금속부품 레이저 직접제조’(성급 중점실험실) 등의 실험실 보유하고 있음

■ 중국과학원(中國科學院)

- 중국의 대표 과학기술 연구기관으로 국가 전략 분야 첨단·원천 기술을 연구개발하며 전국적으로 다양한 연구기관을 보유하고 있음
- 2018년 중국의 중점 R&D 계획인 ‘적층제조 및 레이저 제조’ 중점 프로젝트에 중국과학원 소속 연구소가 다수 포함되어 있음

〈표 7〉 국가 중점 R&D 계획 중 ‘적층제조 및 레이저제조’ 프로젝트에 포함된 중국과학원 연구소

| 분야 | 연구소 |
|------------------------------|--|
| 금속 3D 프린팅 기술 및 응용 | 중국과학원 이화기술연구소 중국과학원 상하이광학정밀기계연구소 중국과학원 무전물질구조연구소 |
| 복합 3D 프린팅 및 테스트 기술 | 중국과학원 쑤저우 나노기술 및 나노 바이오닉 연구소 |
| 비금속 3D 프린팅 응용 및 SW | 중국과학원 이화기술연구소 중국과학원 허페이 물질과학연구원 |
| 바이오·의료 3D 프린팅 기술 | 중국과학원 닝보 소재기술 및 공정 연구소 |
| 레이저제조 기초 이론 및 레이저 마이크로 제조 기술 | 중국과학원 광전 연구원 중국과학원 역학연구소 |
| 레이저 및 레이저 매크로 제조기술 | 중국과학원 선양 과학계측주식회사 중국과학원 화학연구소 중국과학원 역학연구소 중국과학원 전자학연구소 중국과학원 쑤저우 나노기술 및 나노 바이오닉 연구소 중국과학원 칭다오 바이오 에너지원 및 과정 연구소 |

자료: 科学技术部高技术研究发展中心(2018.3.23), 国家重点研发计划“增材制造与激光制造”重点专项2018年度申报项目答辩评审专家名单公告, <http://www.htrdc.com/gjszx/tzgg/1544.shtml>(검색일: 2019.7.24.)

IV. 중국의 3D 프린팅 기술 경쟁력

(1) 특허분석을 통한 중국의 3D 프린팅 분야 기술경쟁력 분석

■ 기술분류별 출원 현황

- IPC 기술분류 코드별 출원 현황을 통해 핵심 연구 주제인 프린팅 소재(재료) 관련 연구 중에서도 플라스틱(전체의 1/4)과 금속(6%)에 대한 관심이 높음을 알 수 있음
- 그 외 반도체 장치나 신체(혈관, 치아 등) 관련 제품에 대한 특허도 다수 출원되고 있음

〈표 8〉 IPC 기술분류별 출원 현황

| IPC 코드 | IPC 코드 설명 | 출원 건수 | 비중 (%) |
|--------|---|-------|--------|
| B29C | 플라스틱의 성형 또는 접합; 소성 상태에 있는 물질의 성형으로서 달리 분류되지 않는 것; 성형품의 후처리 | 2,602 | 26.0 |
| B22F | 금속 분말의 가공; 금속분말로부터 물품의 제조; 금속분말의 제조; 금속 분말에 적용되는 특수 장치 또는 장비 | 597 | 6.0 |
| C08L | 고분자 화합물의 조성물 | 342 | 3.4 |
| B41J | 타이프 라이터; 선택적 프린팅 기구, 즉 조판 이외의 수단으로 프린팅하는 기구; 오타의 수정 | 313 | 3.1 |
| G06F | 전기에 의한 디지털 데이터처리 | 287 | 2.9 |
| H01L | 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치 | 233 | 2.3 |
| A61F | 혈관에 이식할 수 있는 필터; 보철; 인체의 관상 구조를 개선 시키는 또는 붕괴를 방지하는 장치, 예. 스텐트; 정형외과 용구, 간호 용구 또는 파임 용구; 찰질; 눈 또는 귀의 치료 또는 보호; 붕대; 피복 용품 | 199 | 2.0 |
| B23K | 납땜 또는 비납땜 용접; 납땜 또는 용접에 의하여 클래딩(dclading) 또는 피복; 국부 가열에 의한 절단 | 163 | 1.6 |
| B32B | 적층체, 즉 평평하거나 평평하지 않은 형상 (예. 세포상(cellular) 또는 벌집 구조(honeycomb)) 의 층으로 조립된 제품 | 163 | 1.6 |
| C04B | 석회, 마그네시아, 슬래그, 시멘트, 그 조성물, 예. 모르타르, 콘크리트 또는 유사한 건축재료; 인조석, 세라믹 | 132 | 1.3 |
| C22C | 분말야금에 의한 합금의 제조 | 122 | 1.2 |
| C08F | 탄소-탄소 불포화 결합만이 관여하는 반응으로 얻어지는 고분자 화합물 | 119 | 1.2 |
| B28B | 점토 또는 다른 세라믹 조성물, 슬래그 또는 시멘트 함유 혼합물, 예. 플라스틱의 성형 | 118 | 1.2 |
| A61C | 치과; 구강 또는 치과용 위생 | 115 | 1.2 |
| G03F | 사진재판법에 의한 요철화 또는 패턴화 표면의 제조, 예. 인쇄용, 반도체장치의 제조법용; 그것을 위한 재료; 그것을 위한 원료; 그것을 위한 특별히 적합한 장치 | 102 | 1.0 |
| G03B | 사진을 촬영하기 위하여 또는 사진을 투영하여 직사하기 위한 장치 또는 배차; 광파 이외의 파를 사용하는 유사기술을 사용하는 장치 또는 배차; 그것을 위한 부속물 | 97 | 1.0 |
| A61L | 재료 또는 물건을 살균하기 위한 방법 또는 장치 일반; 공기의 소독, 살균 또는 탈취; 붕대, 피복용품, 흡수성 패드 또는 수술용품의 화학적 사항; 붕대, 피복용품, 흡수성 패드, 또는 수술용 물품을 위한 재료 | 95 | 1.0 |
| C08G | 탄소-탄소 불포화 결합만이 관여하는 반응 이외의 반응으로 얻는 고분자 화합물 | 95 | 1.0 |
| G01N | 재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석 | 95 | 1.0 |

| IPC 코드 | IPC 코드 설명 | 출원 건수 | 비중 (%) |
|--------|--|-------|--------|
| B22C | 주조용 주형 조형 | 92 | 0.9 |
| C22B | 금속의 제조 또는 정제 | 92 | 0.9 |
| G02B | 광학요소, 광학계 또는 광학장치 | 92 | 0.9 |
| H05K | 인쇄회로; 전기장치의 상체 또는 구조적 세부, 전기부품의 조립체의 제조 | 91 | 0.9 |
| C23C | 코팅 금속물질; 금속물질을 포함하는 피복재료; 표면확산, 화학적 전환 또는 치환에 의한 금속 재료의 표면 처리; 진공증착, 스퍼터링, 이온 주입 또는 화학증착법에 코팅 일반 | 90 | 0.9 |
| 총 | - | 9,995 | 100 |

자료: 연구진 작성

■ 기술성숙도별 특허 현황

- 인용과 피인용을 기준으로 3D 프린팅 분야는 최근 주목받기 시작한 분야로서 연구 개발의 범위가 다각화되는 단계임
 - 인용과 피인용이 모두 낮은 미성숙 단계의 변방기술 특허가 74% 이상을 차지하고 있기 때문에 서로 관련성이 적은 새로운 분야의 특허가 지속적으로 출원·등록되면서 연구개발의 범주가 확대되고 있음을 의미함

〈표 9〉 기술성숙도별 특허 수(비중)

| 분류별 특허 비중 (건, 괄호 안:%) | | 피인용(forward citation) | |
|---------------------------|------|-----------------------|-----------|
| | | Low | High |
| 인용 (backward citation) | High | 응용/개량 기술 | 경쟁기/성숙 단계 |
| | | 855 (8.6) | 772 (7.7) |
| | Low | 미성숙 단계/ 변방 기술 | 원천 기술 |
| | | 7,408 (74.1) | 960 (9.6) |

자료: 연구진 작성

■ 출원인/국가별 특허 현황

- 등록 특허별 출원인 분석을 통해 3D 프린팅 산업의 선도 기업과 국가를 분석해 본 결과 유수의 미국 기업이 기술과 산업의 선도적 지위를 보유하고 있으며, 중국 대학들이 그 뒤를 빠르게 추격하고 있는 것으로 나타남
 - 3D Systems, Stratasys, Xerox, GE 등 글로벌 기업들을 중심으로 3D 프린팅의 기술 혁신과 이를 활용한 신산업 비즈니스 모델 창출에 적극적으로 투자하고 있음
 - 중국은 11개의 대학이 특허 보유 상위권에 진입함

- 국가별 특허 출원 현황에 따르면 2012년부터 중국에서 약 1/3에 가까운 특허가 출원 되어 가장 많은 출원이 이루어진 것을 알 수 있으며, 출원인 국적별 특허 출원 역시 중국이 가장 높은 것으로 나타남(백서인 외, 2018)

* 3D 프린팅 관련 특허는 미국이 먼저 시작했으나, 2010년부터 중국의 특허가 세계 1위를 기록함

〈표 10〉 출원인별 등록현황

| 순위 | 출원인 | 등록 건수 | 비중 (%) | 비중 부분합 (%) | 순위 | 출원인 | 등록 건수 | 비중 (%) | 비중 부분합 (%) |
|----|-------------------------------|-------|--------|------------|----|--------------------------------|-------|--------|------------|
| 1 | 3D SYSTEMS INC | 252 | 2.5 | 2.5 | 23 | MICRON TECHNOLOGY INC | 30 | 0.3 | 13.8 |
| 2 | STRATASYS INC | 143 | 1.4 | 4.0 | 24 | SIEMENS AG | 30 | 0.3 | 14.1 |
| 3 | XEROX CORP | 107 | 1.1 | 5.0 | 25 | JSR CORP | 29 | 0.3 | 14.4 |
| 4 | General Electric Company | 74 | 0.7 | 5.8 | 26 | PANASONIC CORP | 29 | 0.3 | 14.7 |
| 5 | KINPO ELECT INC | 72 | 0.7 | 6.5 | 27 | AIRBUS OPERATIONS | 28 | 0.3 | 15.0 |
| 6 | BOEING CO | 63 | 0.6 | 7.1 | 28 | ARCAM AB | 27 | 0.3 | 15.2 |
| 7 | KOREA IND TECH INST | 49 | 0.5 | 7.6 | 29 | HONEYWELL INT INC | 27 | 0.3 | 15.5 |
| 8 | UNIV ZHEJIANG | 49 | 0.5 | 8.1 | 30 | TOHO TITANIUM CO LTD | 27 | 0.3 | 15.8 |
| 9 | UNITED TECHNOLOGIES CORP | 48 | 0.5 | 8.6 | 31 | UNIV JILIN | 27 | 0.3 | 16.1 |
| 10 | CHINESE ACAD INST CHEMISTRY | 47 | 0.5 | 9.0 | 32 | PRINT RITE UNICORN IMAGE PRODU | 26 | 0.3 | 16.3 |
| 11 | UNIV XI AN JIAOTONG | 47 | 0.5 | 9.5 | 33 | TOSHIBA KK | 26 | 0.3 | 16.6 |
| 12 | UNIV DALIAN TECH | 45 | 0.5 | 10.0 | 34 | CORP Z | 25 | 0.3 | 16.8 |
| 13 | UNIV HUAZHONG SCIENCE TECH | 42 | 0.4 | 10.4 | 35 | SEIKO EPSON CORP | 24 | 0.2 | 17.1 |
| 14 | DWS S R L | 37 | 0.4 | 10.8 | 36 | UNIV CENTRAL SOUTH | 24 | 0.2 | 17.3 |
| 15 | KOREA MACH & MATERIALS INS | 37 | 0.4 | 11.1 | 37 | NIKE INC | 23 | 0.2 | 17.5 |
| 16 | MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY | 36 | 0.4 | 11.5 | 38 | UNIV TSINGHUA | 23 | 0.2 | 17.8 |
| 17 | MITSUI CHEMICALS INC | 35 | 0.4 | 11.8 | 39 | TORAY INDUSTRIES | 22 | 0.2 | 18.0 |
| 18 | SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD | 35 | 0.4 | 12.2 | 40 | UNIV SOUTH CHINA TECH | 22 | 0.2 | 18.2 |
| 19 | LG ELECTRONICS INC | 34 | 0.3 | 12.5 | 41 | EOS ELECTRO OPTICAL SYST | 20 | 0.2 | 18.4 |
| 20 | POSCO | 34 | 0.3 | 12.9 | 42 | HARBIN INST OF TECHNOLOGY | 20 | 0.2 | 18.6 |
| 21 | IBM | 33 | 0.3 | 13.2 | 43 | HUNTSMAN ADV MAT SWITZERLAND | 20 | 0.2 | 18.8 |
| 22 | UNIV FUZHOU | 32 | 0.3 | 13.5 | 44 | UNIV BEIJING TECHNOLOGY | 20 | 0.2 | 19.0 |

자료: 연구진 정리

(2) 네트워크 분석을 통한 중국의 3D 프린팅 분야 기술발전 과정 분석

■ 네트워크 분석 방법론

- 선행 연구에서 널리 사용해 온 IPC 특허 클래스 네트워크를 활용한 분석법을 적용했으며 이를 위해 3D 프린팅 산업의 주요 특허 데이터의 클래스 정보를 추출한 후 연도별로 해당 특허의 공동특허 분류를 활용하여 네트워크를 도출함
 - 텍스트 검색식을 활용하여 산업이 발전되기 이전인 2005년의 데이터와 2010년부터 2018년 공개된 범위까지의 특허데이터를 구축해 10개의 특허 네트워크를 도출하고 각 네트워크 상 주요 기술 요소의 네트워크 특성 지표를 살펴봄

■ 네트워크 미성숙기

- 2005년의 네트워크는 구조가 취약하고 광학계, 렌즈 등 몇 가지 기술군에 대해서 소규모의 특허군을 이루고 있어 각 기술 영역간 연관성과 융합의 형태가 미흡하고 기술 네트워크가 형성되지 않음

[그림 4] 중국 2005년 특허 네트워크 분석

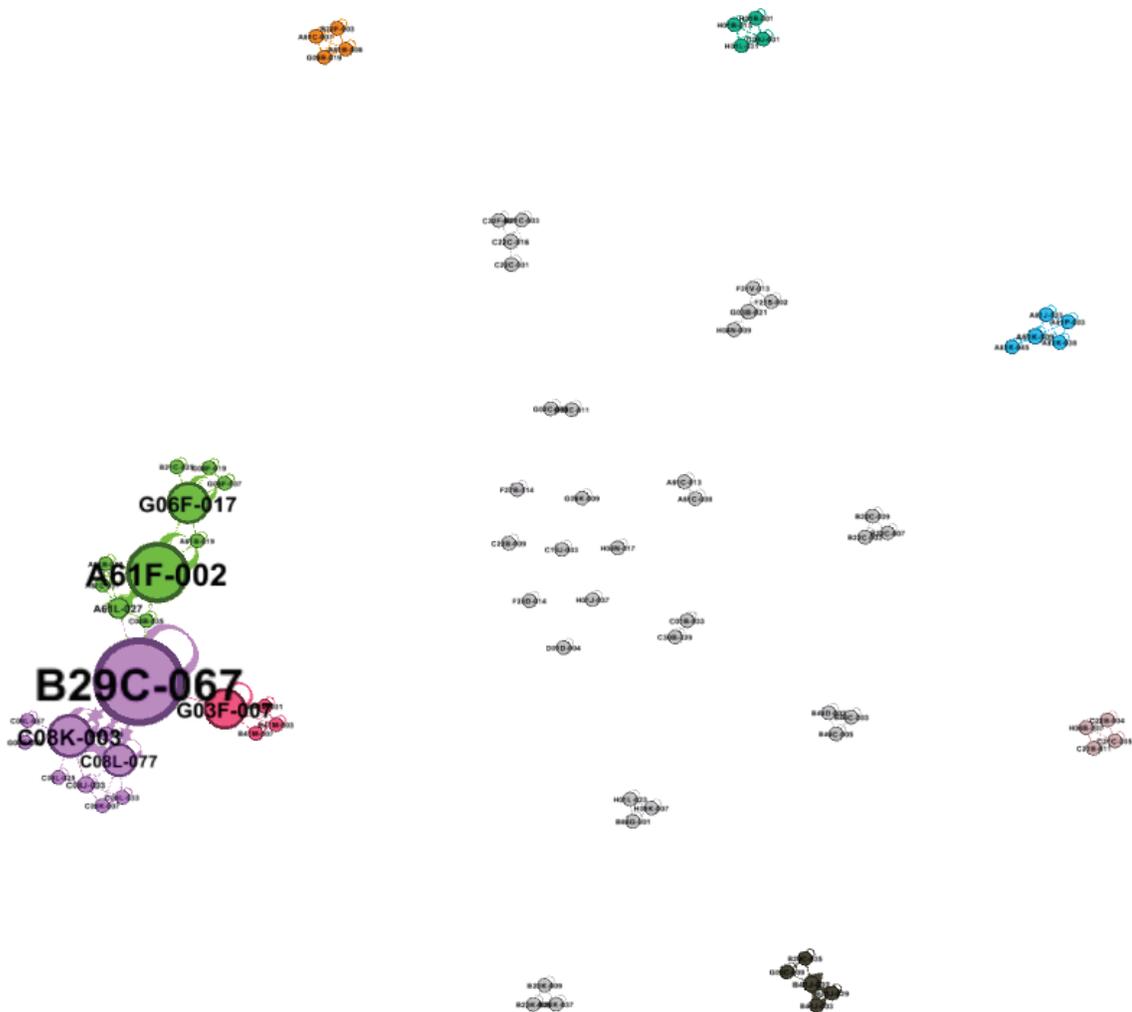


자료: 연구진 작성

■ 네트워크 형성기

- 2010년도에는 본격적으로 주요 기술 요소들이 등장하고 주요 클러스터가 형성되기 시작했으나 기술요소 간 연결성이 미흡함
 - 플라스틱 성형 및 가공, 디지털 데이터 처리, 인쇄용 반도체 장치의 제조용법 혹은 사진제판법에 의한 패턴 제조 등과 관련된 기술들이 출현하고 고분자 화합물 등과 관련된 소재 관련 기술도 주요 클러스터에 포함됨
- 2011년부터 보다 다양한 기술들이 주요 기술 요소로 포함되기 시작해 2014년부터는 3D 프린팅에 직접 연관된 클러스터가 형성되었으며, 2015년도부터는 이 주요 클러스터들이 확대되는 양상을 보임

[그림 5] 중국 3D 프린팅 2010년 특허 네트워크 분석



자료: 연구진 작성

V. 결론

1. 중국의 3D 프린팅 혁신 경쟁력 분석 결과 및 시사점

■ 중국은 큰 내수시장, 강력한 정부 지원, 개방적인 규제환경을 바탕으로 적극적으로 3D 프린팅 산업을 육성하고 있음

- (정책) 중국은 중앙정부가 큰 방향과 목표를 설정하고 세부 액션 플랜은 지역주도로 수립하기 때문에 보다 전략적인 권역별 정책지원이 실행되고 있음
 - 중국은 지역의 정책 성공사례가 중국 전역으로 확산되는 메커니즘을 보유하고 있으며 중점 육성 분야인 3D 프린팅 산업 역시 동일한 패턴을 보임
 - 현재 중국 시장은 Stratasys 등 글로벌 3D 프린팅 기업들이 과점하고 있기 때문에 정부 차원에서 토종 기업 육성을 위한 정책지원이 지속될 것으로 전망됨
 - * 중국의 3D 프린팅 관련 정책은 2~3개의 글로벌 경쟁력을 갖춘 기업 육성을 목표로 하며, 기업 규모에 집중하는 경향을 보임(Yoko Takeda et al, 2010)
 - 중국 3D 프린팅 분야의 선도 지역은 베이징, 산시성, 항저우, 광둥성 등이며 지역별로 서로 다른 지원정책을 제시하고 있음
 - * 과학기술 및 경제 인프라를 갖춘 1선 도시 외 지역인 산시성의 경우 항공·우주 및 국방기술력을 바탕으로 3D 프린팅 산업을 육성하고 있음

〈표 11〉 중국내 주요 지역의 3D 프린팅 정책 지원 내용

| 구분 | 정책 지원 목표 | 정책 지원 내용 | 특성 |
|-----|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 베이징 | 3D 프린팅 기술 선진화 및 우위 선점 | 금융기관의 3D 프린팅 산업 투자 유치, 컨설팅 서비스 지원 | 항공·우주, 의료기기, 디자인 분야에 3D 프린팅 중점 적용 |
| 저장성 | 3D 프린팅 기업 육성 및 플랫폼 구축, 해외인력의 창업 장려 | 3D 프린팅 산업투자 유도, 다양한 과학기술 금융지원 | 항저우 지역의 3D 프린팅 산업 발전 |
| 광둥성 | 혁신역량 제고, 제품응용시장 확대, 혁신 플랫폼 구축 | 3D 프린팅 공공서비스 플랫폼 등 구축, 투자 확대 | 중국 시장의 30%를 점유하고 있으며, 응용 범위가 넓음 |
| 산시성 | 3D 프린팅 산업 선두 유지 | 3D 프린팅 산업단지 구축, 항공·우주 등 응용분야 지원 | 3D 프린팅 기술 특허 수 1위, 국방/항공·우주산업 집적지역 |

자료: 연구진 작성

- (산업) 중국의 3D 프린팅 산업은 대규모 시장과 높은 잠재 수요를 보유하고 있지만 핵심 기업과 혁신 경쟁력은 아직 부족함
 - 중국은 기계, 항공·우주, 자동차 등의 산업에서 3D 프린팅의 활용도가 높은 편으로 선진국의 3D 프린팅 활용과 비슷한 모습을 보이고 있음
 - 매년 안정적인 위성 발사가 진행되고 있으며, 항공기와 자동차 등 주요 제조업의 국산화 프로젝트가 진행되고 있어 3D 프린팅 관련 후방 수요가 증가하고 있음
 - * 항공·우주 산업의 경우 미국의 ITAR 제재로 인해 모든 부품을 중국내에서 자체적으로 설계 및 생산해야 하는 환경에 처하게 되어 3D 프린팅의 활용도가 증가함
 - 그러나 대부분의 중국 3D 프린팅 제조 기업은 핵심 기술력과 킬러 애플리케이션(killer application) 개발 미비 등으로 인해 글로벌 경쟁력을 갖추지 못한 것으로 나타남
 - * 기업의 매출 규모가 대부분 영세하고, 경쟁력을 갖춘 토종 기업의 수 역시 적음
- (기술) 중국은 대학이 3D 프린팅 연구개발을 주도하고 있으며 2010년도부터 기술 간 주요 클러스터가 형성되고 최근에는 바이오 3D 프린팅 연구개발이 활발히 진행되고 있음
 - 특히 분석을 통해 살펴본 결과 중국의 3D 프린팅 기술 수준은 선진국 대비 낮은 편으로 나타났으며 토종 기업의 기술 경쟁력은 아직 부족한 것으로 나타남
 - * 토종 기업들의 글로벌 경쟁력은 부족하지만, 대학-연구소-기업의 공동연구기반과 협력체계가 구축됨
 - 3D 프린팅 관련 연구개발과 특허출원 성과는 주로 연구기관 및 대학에서 창출되고 있음을 알 수 있음
 - * 과기부의 '대과학센터', '국가중점실험실', 교육부의 '중점연구실', 발개위의 '국가공정연구센터' 등 다양한 주체별로 지원 사업을 진행하고 있어 연구기관 및 대학의 3D 프린팅 연구개발이 활성화 됨
 - 미래 유망 기술인 바이오 프린팅은 중국이 10여 년 간 연구해오고 있으며, 중국이 우위를 지닌 바이오 생명공학 연구와 함께 독자적 연구개발이 진행되고 있음(Ipsos, 2015)
 - * 바이오 분야의 경우, 비금속 소재를 활용한 치아·뼈 대체, 바이오 소재를 활용한 장기 이식 등 바이오 프린팅 전반에 대한 다양한 시도가 이루어지고 있음
- 기업이 혁신 경쟁력을 갖추지는 못하였지만 대학 및 연구기관이 지속적인 정책지원을 바탕으로 다양한 분야에서 적극적인 연구개발을 진행하며, 창업과 기술 사업화 역시 활발하게 이루어지고 있어 추후 미래 유망 분야에서의 도약이 기대됨

2. 한국의 대응전략

■ 과제 1. 주력·전략 산업 고도화를 위한 제조과학(manufacturing science) 연구 활성화

- 한국의 3D 프린팅 산업 규모는 작고 기업은 영세하여 전반적으로 경쟁력이 낮음
 - 주요국 대비 소재 및 가공기술의 기술 격차가 가장 작고, 공정/장비 분야의 기술 격차가 가장 큰 것으로 나타남(국회입법조사처, 2018; IITP, 2018)

〈표 12〉 3D 프린팅 분야 대분류/중분류 기술수준 및 기술격차

| 구분 | 기술수준(%) | | | | | 기술격차(년) | | | | |
|-------------|---------|-----|------|------|------|---------|-----|-----|-----|-----|
| | 한국 | 미국 | 일본 | 중국 | 유럽 | 한국 | 미국 | 일본 | 중국 | 유럽 |
| 공정기술 | 64.6 | 100 | 86.0 | 75.0 | 90.7 | 3.8 | 0.0 | 0.6 | 2.1 | 0.0 |
| 소재 및 가공기술 | 83.1 | 100 | 91.2 | 86.4 | 99.6 | 1.7 | 0.0 | 0.7 | 1.0 | 0.1 |
| 응용 및 서비스 기술 | 67.5 | 100 | 82.5 | 74.7 | 97.2 | 3.2 | 0.0 | 1.5 | 2.7 | 0.2 |
| ↓ | | | | | | | | | | |
| 3D 프린팅 순위 | 74.7 | 100 | 89.5 | 80.6 | 98.9 | 2.6 | 0.0 | 0.9 | 1.7 | 0.1 |

자료: IITP(2018), 4차 산업혁명을 선도하는 주요기술 대상 기술수준평가 및 기술수준 향상방안, p.293

- (기계·자동차) 3D 프린팅의 적극 활용을 통해 기계, 자동차 등 한국이 경쟁력을 보유하고 있던 기존 제조업의 단점과 한계를 극복할 수 있는 설계 혁신을 실현해야 함
 - 기존 제조 과정 전체 또는 일부 공정에 3D 프린팅을 도입하는 것이 아닌 기존 제조방식의 단점과 한계점을 극복할 수 있는 제조 과학 연구가 시급함
- (항공·우주) 복합제품시스템이자 국가전략 산업인 항공·우주 분야에 3D 프린팅을 적극 도입하여 제품 혁신을 실현해야 함
 - 한국은 항공·우주 산업의 규모가 작아 3D 프린팅 도입을 위한 전후방 수요가 창출 되지 못하고 있는 상황임
 - * 부품 개발 분야는 기체 가공, 조립 분야에 특화되어 있고 항공기용 엔진에 대한 기술 수준은 미흡하여 미국에 비해 10년 뒤쳐져 있으며 국가적인 3D 프린팅 육성정책에도 불구하고 항공·우주와 같은 고부가 가치 분야에 대한 개발은 미비함(신소재경제, 2019.5.23.)
- 제조업 르네상스 비전 및 전략, 알키미스트 프로젝트, 밀리테크 4.0, 뉴 스페이스 등에 3D 프린팅을 적극 활용하여 제조과학 연구를 활성화 시킬 필요가 있음

■ 과제 2. 바이오 프린팅·4D 프린팅 등 차세대 프린팅 연구 개발 자원의 효과성 제고

- 차세대 3D 프린팅은 기존에 없던 전문생산 영역에 집중 될 것으로 보이며 주요국은 이를 위해 4D 프린팅, 바이오 프린팅 분야의 연구개발을 활발히 진행하고 있음
 - 중국 정부가 바이오, 생명공학 등의 연구개발을 적극 지원하고 규제가 적어 연구 개발이 순조롭게 진행되고 있으며 성과의 질적 수준이 크게 향상됨
 - * 중국은 2016년 처음으로 생분해성 물질을 이용하여 4D 프린팅 된 스텐트를 유아의 선천성 심장 질환 치료에 성공적으로 활용함(國防部, 2019)
 - 미국은 2013년에 3D 프린팅을 10대 핵심 제조 기술로 선정하고 바이오 프린팅 R&D 및 관련 기술 기반 사업화를 활발하게 진행하고 있음
 - * 미국 MIT Self-Assembly Lab의 티비츠(Tibbits) 교수 주도로 Stratasys와 Autodesk 간 협력을 통해 4D 프린팅 기술을 연구하고 있으며, 자체 변화할 수 있는 맞춤형 부목, 인공 손가락 관절 등을 발명함(Self-Assembly Lab 홈페이지)
 - 일본은 3D 프린팅 산업 활성화를 위한 법제도 개선 및 주요 분야 3D 프린팅 응용 연구지원을 추진하여 신에너지산업, 의료제품, 바이오 분야 조직재생, 교육용 시뮬레이터 및 시뮬레이션 로봇 등에 적용하고 있음(IITP, 2018)
 - * 일본은 3D 프린팅 기술을 활용한 4D 프린팅/마이크로 프린팅을 통한 의학 기술 발전에 주력하고 있으며 귀 연골 생성 등 재생의료에 활용하고 있음(이코노미조선, 2016)
 - 독일의 BASF는 프랑스 포이에티스 협력하여 바이오 프린팅을 접목한 화장품 연구 개발에 착수함(COS'IN, 2015; 이코노미조선, 2016)
- 국내에서는 한국기계연구원, KAIST, 포항공대 등이 연구를 진행하고 있지만 연구개발의 규모와 지속성 측면에서 주요국과의 격차가 존재함(김완두 외, 2015)
 - 공공부분에서 2018년과 2019년에 3D 바이오 프린팅을 이용한 동물실험 대체용 인공피부 모델 개발 및 상용화(과기정통부), 3D 프린팅을 이용한 호흡기 점막 조직 생체 모사칩 개발 및 화학 물질 유해성 평가 활용(과기정통부, 6.8억 원), 난치성 암의 치료 방향 예측성 증대를 위한 바이오 프린팅 기반 체외 암 모델 제작 기술 개발(과기정통부, 4.5억 원, 2019년 신규) 등을 지원함(관계부처 합동, 2018; 2019)
- 주요국의 프론티어 프린팅 연구개발 지원동향을 벤치마킹 하여 바이오 프린팅 및 4D 프린팅 등의 미래 유망 분야에 대한 연구개발 지원을 대폭 확대해야 함
 - 다양한 영역에서 도전적이고 사회·산업적 문제 해결이 가능한 효과성 중심의 연구 개발 지원체계 구축이 시급함

■ 과제 3. 부품·소재 국산화 및 기술간 융·복합 촉진을 위한 병렬형 연구개발 체계 구축

- 3D 프린팅은 핵심 부품·소재에 대한 의존도가 높아 미래 프린팅 부품·소재 원천기술력 및 사업화 역량 확보를 위한 중장기 지원이 필요함
 - 3D 프린팅의 핵심 가치는 업 스트림인 부품·소재에 있으며 소재와 핵심 부품에 대한 의존도는 지속적으로 높아질 것으로 전망됨
 - * 현재 핵심부품은 미국, 유럽 등 선진국들이 선점하고 있으며, 하이브리드 소재 및 복합 소재에 대한 3D 프린팅 기술을 국내 소재 전문 업체들이 연구 개발 중이나 아직 초기 단계임(신소재경제, 2019)
 - 부품·소재는 중장기 연구개발이 필요한 영역이기 때문에 다양한 소재에 대한 지속적이고 중장기적인 연구개발 투자 지원이 필수적임
 - * 하이브리드 소재 및 복합 소재에 대한 3D 프린팅 기술을 국내 소재 전문 업체들이 연구 개발 중이나 아직 초기 단계로 정부의 정책적 지원 역시 미흡함(신소재경제, 2019.7.8.)
 - 부품·소재 분야의 사업화를 위해서는 많은 레퍼런스(reference)가 필요하기 때문에 중장기 연구개발과 함께 정부주도의 공공구매 도입이 확대되어야 함
 - * 항공·우주, 건설 등 공공 분야에서 적극적으로 국내 기업의 3D 프린팅 기술 및 서비스를 도입하고 이에 필요한 행정 및 제도적 지원을 대대적으로 확대해야 함
- 다른 유망 기술과의 융·복합을 통한 3D 프린팅의 기능 및 활용가치 극대화가 필요함
 - 소재부품의 다각화 및 국산화와 함께 새로운 연관기술과의 융·복합을 통해 새로운 영역에서의 가치창출을 시도할 필요가 있음
 - * 중국의 제4군외대학과 베이징항공항천대학 연구진이 직접 개발한 로봇은 3D 프린팅으로 만든 임플란트를 직접 환자의 잇몸에 주입하는데 성공함(MIT Technology Review, 2017)
 - * Bocusnim, 미국 3D Systems의 Chefjet 등 푸드 3D 프린터가 출시되었으며 중국의 다안차(答案茶)는 차 위에 3D 프린팅으로 원하는 무늬를 입히는 등 접 가열과 가공을 통해 음식을 만들어 내는 푸드 프린팅 서비스 출시
- 연구개발 효율성 중심으로 설계되어 있는 단선형 연구개발 체계를 목적·문제 해결 중심의 병렬형 연구개발 체계로 조정해야 함
 - (연구개발 저변 확대) 현재 시점에서 가능성이 높은 소재·부품/솔루션을 순차적으로 지원하는 대신 미래지향적 관점에서 다양한 방식의 소재·부품/솔루션의 연구개발을 폭넓게 분산 R&D 형태로 지속가능하게 지원해야 함
 - (사업화 효율성 제고) 이와 동시에 사업화 단계에서는 선택과 집중을 통해 유망한 부품 소재 및 솔루션이 시장의 표준이 되도록 지원을 집중해야 함

■ 과제 4. 상호보완적 개인용·산업용 오픈소스 3D 프린팅 SW·플랫폼 구축 및 활성화

- 개인용 3D 프린팅의 활성화를 위해서는 소프트웨어와 플랫폼 역량 확보가 필수적임
 - 3D 프린팅 활용도 제고와 생태계 활성화를 위해 필요한 플랫폼으로는 오픈 소스 HW 플랫폼, 온라인 서비스 플랫폼, 저가/무료 3D 디자인 SW 플랫폼, 클라우드 펀딩 플랫폼 등이 제시되고 있음(Kwak et al, 2017)
 - * 개인용 3D 프린팅 기기를 판매하고 있는 중국 기업의 대다수는 자체 제작 소프트웨어와 플랫폼을 제공하고 있음(주요 기업 홈페이지 참고)
 - 한국의 개인용 3D 프린터 오픈 소스 기반의 온라인 서비스 플랫폼이 점차 증가하고 있으나 3D 프린팅을 이용한 DIY 문화가 크게 활성화되어 있지 않아 확산이 느림
- 산업용 3D 프린팅 또한 오픈소스 기반의 설계 SW, 산업용 플랫폼 구축이 매우 핵심적 일 것으로 예상되어 해당 분야에 대한 연구개발과 투자가 시급함
 - 산업용 프린팅 분야의 경우, 설계 복잡도와 난이도가 높고 전문적인 제조 및 후가공 프로세스가 필요하기 때문에 높은 수준의 설계 SW와 전문 인력이 필요함
 - * 중국은 기업을 대상으로 원스톱 표준화 서비스를 제공하기 위해 기술 표준과 산업을 연계한 서비스 플랫폼을 구축할 계획임(增材制造产业发展行动计划, 2017)

■ 과제 5. 개방형 혁신 생태계 구축을 통한 기술 사업화 및 글로벌 공동연구 활성화

- 중국을 비롯한 주요국에서는 산·학·연이 협력하는 개방형 혁신 생태계가 구축되었고 적극적인 기술 사업화를 통해 다수의 스타트업이 탄생하고 있음
 - Farsoon(华晷高料), Tiertiem(太尔时代), BLT(铂力特) 등은 스피노프 이후에도 지속적으로 대학·연구기관과 기술 컨설팅 및 공동 연구를 진행 중임
 - 중국의 경우 2016년부터 발전개혁위원회 주관으로 국가전략분야의 ‘국가공정실험실’을 지정해 산·학·연 공동연구를 활성화하고 있으며 기술 사업화를 적극 장려하고 있음
 - * 3D 프린팅 분야의 국가공정실험실은 Farsoon(华晷高料)이 책임기관으로 국가 연구기관과의 프로젝트를 주도하고 있어 산·학·연 연계가 성공적으로 진행되고 있음
- 한국과 중국은 3D 프린팅 분야의 핵심 주체가 연구기관과 대학이며 양국의 기술 우위 분야가 다르고 규제 및 시장 특성이 상호보완적이기 때문에 공동 연구가 유망함
 - 중국은 비금속 분야, 한국은 금속 분야의 기술력이 뛰어나 공동 연구를 통한 시너지 창출이 가능하며 공통 관심 영역인 바이오·의료 분야는 코퍼레이션 기반의 파이 극대화 전략이 필요함
 - * 중국의 개방적인 규제환경을 활용한 바이오 프린팅 기술 및 차세대 프린팅 소재 공동연구가 유망함

참고문헌

- 강경원(2017), 「3D 프린팅 기술과 산업동향」, 『정보과학회지』, 2017.11.
- 관계부처 합동(2018.2.26.), 「2018년 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획(안)」.
- _____ (2019.2.21.), 「2019년 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획」.
- 국회입법조사처(2018), 「3D 프린팅 산업의 현황과 정책적 과제」, 『NARS 현안분석』, 41, p. 4.
- 김완두 외(2015), 「인공조직 제작을 위한 3D 바이오 프린팅 기술」, 『기계저널』, 55(11), IITP, pp. 30-33.
- 백서인 외(2018), 「2018년 중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축사업: 로봇3D 프린팅드론」, 과학기술정책연구원
- 이낙규(2018), 「3D 프린팅 기술트렌드 및 시장동향」, 3D 프린팅 컨퍼런스 발표자료
- 최병삼 외(2015), 「신기술 발전에 따른 산업 자형의 변화 전망과 대응전략: 3D 프린팅」, 과학기술정책연구원
- KITA(2015), 「중국 3D 프린터 시장동향보고서」, 『Insight China』, Vol.05, 2016.8.
- IITP(2018), 「4차 산업혁명을 선도하는 주요기술 대상 기술수준평가 및 기술수준 향상방안」.
- Allied Market Research(2017), '3D Printing Market by Component and Application: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast', Nov 2017.
- Kwak et al(2018), 'Complementary multiplatforms in the growing innovation ecosystem: Evidence from 3D printing technology', *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.136, pp.192-207, ELSEVIER.
- Ipsos(2015), 'Opportunities and Challenges in China's 3D Printing Market'.
- Markets & markets(2018), 'Industrial 3D Printing Market by Offering, Application, Process, Technology, Industry and Geography: Global Forecast to 2023'.
- Yoko Takeda et al.,(2010), 'Capabilities of Technology Utilization and Technology Integration: Impact of 3D Technology on Product Development Process and Performance in Japan and China', *Institute of Innovation Research Hitotsubashi University*.
- 工业和信息化部 등 12개 부처, 国家增材制造产业发展推进计划(2015-2016年)
- 陕西省科技厅(2016), 陕西省增材制造产业发展规划(2016~2020)
- 国家制造强国建设战略咨询委员会(2015.10.), 《中国制造2025》重点领域技术路线图(2015)

- _____ (2017.12.), 《中国制造2025》重点领域技术路线图(2017)
- 科学技术部(2017.4.14.), “十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划
- _____ (2017.10.16.), 增材制造与激光制造重点专项
- _____ (2017), 关于国家重点研发计划“增材制造与激光制造”等9个重点专项2017年度项目安排进行公示的通知
- 教育部(2017.9.25.), 中小学综合实践活动课程指导纲要
- 北京市科委(2014), 促进北京市增材制造(3D打印) 科技创新与产业培育的工作意见
- 国家发展改革委(2017.11.20.), 增强制造业核心竞争力三年行动计划(2018-2020)
- Industrytoday(2019.3.26.) online 3D printing trends 2019,
<https://industrytoday.com/article/online-3d-printing-trends-2019/>(검색일: 2019.7.11.)
- 매일경제(2013.2.21.), ‘미래기술혁신 3D 프린팅 美日 주도..한국은 발동동’,
<https://www.mk.co.kr/news/business/view/2013/02/135472/>(검색일: 2019.7.5.)
- 신소재경제(2019.7.8.), ‘복합재료 3D 프린팅 극한 향상 이끈다’,
http://amenews.kr/news/view.php?idx=39910&sm=w_total&stx=%EC%86%8C%EC%9E%AC%EA%B8%B0%EC%88%A0%EB%B0%B1%EC%84%9C&stx2=&w_section1=&sdate=&edate=(검색일: 2019.7.21.)
- COS'IN(2015.7.27.) ‘BASF, 바이오프린팅 접목 화장품 연구개발’,
<http://www.cosinkorea.com/news/article.html?no=24958>
- 이코노미조선(2016.10.10.), ‘한국, 종합 평가 꼴찌...4년 뒤에도 역전 못해 일본에 모두 뒤지고, 중국엔 드론 3D 프린팅 열세’,
http://economychosun.com/client/news/view.php?boardName=C00&t_num=10551(검색일: 2019.7.24.)
- ASTM(2013), Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies,
<http://web.mit.edu/2.810/www/files/readings/AdditiveManufacturingTerminology.pdf>
- 财政部(2017.12.22.a), 国家支持发展的重大技术装备和产品目录(2017年修订) 중 3D 프린팅 관련 내용,
<http://gss.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201801/P020180105595887622136.pdf>
(검색일: 2018.10.18.)
- 国防部(2019.2.15.), 超越3D, 4D打印来了,
http://www.mod.gov.cn/photos/2019-02/15/content_4836274.htm(검색일: 2019.7.24.)

- 新华社(2018.5.9.), 3D打印技术助推我国航天发射能力实现新跨越
http://www.xinhuanet.com/mil/2018-05/09/c_129868416.htm(검색일: 2018.5.20.)
- 新材料(2018.12.26.) 3d打印产业链全景图,
http://www.xincailiao.com/news/news_detail.aspx?id=379479(검색일: 2019.7.5.)
- 南极熊(2019.3.14.), 3D打印中国50所大学3D打印实验室研究所介绍,
<http://www.nanjixiong.com/thread-132476-1-1.html>(검색일: 2019.7.25.)
- 华暑高料 홈페이지, 公司简介,
http://www.farsoon.com/about/columnsId=50&FrontColumns_navigation01-1553737789561FirstColumnId=6&FrontColumns_navigation01-1553737789561SecondColumnId=50&i=2&omContentId=2.html(검색일: 2019.7.4.)
- 太尔时代 홈페이지, 关于北京太尔时代科技有限公司,
<https://www.tiertime.com/zh-CN/about-tiertime/>(검색일: 2019.7.4.)
- 铂力特 홈페이지, 公司简介, <http://www.xa-blt.com/home/about>(검색일: 2019.7.4.)
- 中国包装印刷产业网(2018.5.15.), 2018年全球3D打印技术现状分析,
<http://www.ppzhan.com/news/Detail/48346.html>(검색일: 2018.6.27.)
- 科学技术部高技术研究发展中心(2018.3.23), 国家重点研发计划“增材制造与激光制造”重点专项2018年度申报项目答辩评审专家名单公告,
<http://www.htrdc.com/gjszx/tzgg/1544.shtml>(검색일: 2019.7.24.)

〈부록 1〉 중국 주요 대학 3D 프린팅 관련 연구실

| 분야 | 연구실 이름 |
|--|---|
| 난통이공대학(南通理工学院) | - 3D 프린팅 기술연구소(3D打印技术研究所) |
| 선전대학(深圳大学) | - 3D 프린팅 연구소(增材制造研究所) |
| 칭화대학(清华大学)机械工程系 | - 바이오 제조 및 급속성형 베이징시 중점실험실 (生物制造与快速成型技术北京市重点实验室) |
| 베이징항공항천대학 (北京航空航天大学) | - 3D 프린팅 국가공정실험실(增材制造国家工程实验室) - 국방 고성능 탄소섬유 테스트 평가 센터(高性能碳纤维检测评价中心) - 대형금속부품 레이저 직접제조(大型整体金属构件激光直接制造) |
| 화중과기대학(华中科技大学) | - 선진성형기술 및 장비연구팀(先进成形技术与装备研究团队) - 디지털소재가공기술 및 장비국가지방연합공정실험실 (数字化材料加工技术与装备国家地方联合工程实验室(湖北)) - 디지털제조장비 및 기술국가중점실험실 (数字制造装备与技术国家重点实验室) - 우한 광전자 국가실험실(武汉光电国家实验室) |
| 시베이공업대학(西北工业大学) | - 레이저제조공정센터(激光制造工程中心) - 금속고성능 3D 프린팅 및 혁신설계 공업정보화부 중점실험실 (金属高性能增材制造与创新设计工业和信息化部重点实验室) |
| 다론허이공대학(大连理工大学) | - 고성능소재가공성형기술플랫폼(高性能材料加工成形新技术平台) - 정밀 특수가공 교육부 중점실험실(精密与特种加工教育部重点实验室) |
| 베이징공업대학(北京工业大学) | - 레이저가공 공학 연구원(激光工程研究院) |
| 저장대학(浙江大学) | - 저장 3D 프린팅 공정 장비 중점실험실 (浙江三维打印工艺与装备重点实验室) |
| 난징이공대학(南京理工大学) | - 3D 프린팅 실험실(增材制造实验室) - 중-독 금속 3D 프린팅 기술 연합실험실 (中德金属增材制造技术联合实验室) |
| 난팡과기대학(南方科技大学) | - 기계 및 에너지공학과(机械与能源工程系) - 선전시 고기능소재 3D 프린팅 중점 실험실 (深圳市高机能材料增材制造重点实验室) |
| 중국과학기술대학(中国科学技术大学) | - 선진기술연구원 3D 프린팅연합실험실 (先进技术研究院增材制造联合实验室) |
| 중국과학원 충칭녹색스마트기술연구원 (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) | - 스마트 3D 프린팅 기술 및 시스템 충칭시 중점실험실 (智能增材制造技术与系统重庆市重点实验室) |
| 상하이이공대학(上海理工大学) | - 3D 프린팅 국제실험실(增材制造国际实验室) |
| 둥관이공대학(东莞理工学院) | - 둥관시 3D 프린팅 기술 중점 실험실(东莞市3D打印技术重点实验室) |
| 공군군의대학(空军军医大学) | - 3D 프린팅 연구센터(3D打印研究中心) |
| 난징사범대학(南京师范大学) | - 장쑤성 3D 프린팅 장비 및 제조 중점실험실 (江苏省三维打印装备与制造重点实验室) |
| 중국지질대학 (中国地质大学(武汉)珠宝学院) | - 선진제조연구센터(先进制造研究中心) |

| 분야 | 연구실 이름 |
|--------------------------------|--|
| 베이징화공대학(北京化工大学) | - 고분자소재가공성형 및 선진제조 잉란 실험실 (高分子材料加工成型与先进制造英蓝实验室) |
| 난징항공항천대학(南京航空航天大学) | - 광전자제조팀(光电制造团队) |
| 시안교통대학(西安交通大学) | - 기계제조시스템공정 국가중점실험실(机械制造系统工程国家重点实验室) - 급속제조 국가공정연구센터 성급 중점실험실/센터 (快速制造国家工程研究中心省部级重点实验室/中心) - 급속성형제조기술 교육부 공정센터(快速成型制造技术教育部工程中心) - 산시성 레이저급속성형 및 금형제조공학연구센터 (陕西省激光快速成型与模具制造工程研究中心) |
| 중국과학원 선양자동화연구소 (中科院沈阳自动化所) | - 랴오닝성 3D 프린팅 공정 및 장비 중점실험실 (辽宁省3D打印工艺及装备重点实验室) - 랴오닝성 기계공학학회 3D 프린팅분과 (辽宁省机械工程学会增材制造分会) |
| 중베이대학(中北大学) | - 산시성 고분자 복합소재공정기술 연구센터 (山西省高分子复合材料工程技术研究中心) |
| 지린대학(吉林大学) | - 자동차소재 교육부 중점실험실(汽车材料教育部重点实验室) |
| 중국과학원 광저우분원 (中国科学院广州分院) | - 3D 프린팅 혁신실험실(3D打印创新实验室) |
| 시안교통대학 칭다오연구원 (西安交通大学青岛研究院) | - 3D 프린팅 기술실험실(3D打印技术实验室) |
| 산둥대학(山东大学) | - 공정훈련센터 급속성형 프로젝트(工程训练中心快速成型项目) |
| 상하이교통대학(上海交通大学) | - 상하이시 레이저제조 및 소재 개선 중점실험실 (上海市激光制造与材料改性重点实验室) |
| 충칭대학(重庆大学) | - 금속 3D 프린팅 충칭시 중점 실험실 (属增材制造(3D打印)重庆市重点实验室) |
| 선양항공항천대학(沈阳航空航天大学) | - 3D 프린팅 연구센터(增材制造研究中心) |

자료: 南极熊(2019.3.14.), 3D打印中国50所大学3D打印实验室研究所介绍, <http://www.nanjixiong.com/thread-132476-1-1.html>(검색일: 2019.7.25.)

STEPI Insight 발간 현황

2019년

| | | |
|-------|---|-------------|
| 제237호 | 중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 ② 중국의 3D 프린팅 굴기와 한국의 대응 전략 | 2019.08.08. |
| 제236호 | 정부 R&D 예산시스템 진단: 사업구조의 적정성 분석 | 2019.07.15. |
| 제235호 | 중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 ① 중국의 드론 굴기와 한국의 대응 전략 | 2019.06.28. |
| 제234호 | 2019 CES와 MWC의 디지털 혁신 트렌드와 정책 제언 | 2019.05.30. |
| 제233호 | 유럽 개인정보보호법(GDPR)의 산업적 파급효과와 혁신기술 이슈 분석 | 2019.04.29. |
| 제232호 | 산업기술 R&D의 경제사회적 효과 분석 및 제고 방안 | 2019.03.29. |
| 제231호 | 한국과 미국의 중소기업 기술혁신 지원제도 비교와 시사점 | 2019.02.12. |
| 제230호 | 북한의 과학기술분야 신년사 분석과 남북 협력에 대한 제언 | 2019.01.15. |

2018년

| | | |
|-------|-------------------------------------|-------------|
| 제229호 | 한국의 과학기술혁신 역량 진단 및 평가: 생태계 모형을 중심으로 | 2018.12.31. |
| 제228호 | 지역 중소기업 중심 혁신네트워크 재구조화 방안 | 2018.12.27. |
| 제227호 | 유럽 개인정보보호법(GDPR)과 국내 데이터 제도 개선방안 | 2018.12.21. |
| 제226호 | 우주항공 기술강국을 향한 비전과 전략과제 | 2018.11.20. |
| 제225호 | 스케일업을 통한 지역 중소도시 혁신 방안 | 2018.08.20. |
| 제224호 | 중소기업 R&D 지원의 성과와 방향 | 2018.07.23. |
| 제223호 | 국방기술 기획체계 발전 방안 | 2018.05.03. |
| 제222호 | 에너지 블록체인 도입방안 연구 | 2018.04.09. |
| 제221호 | Post-PBS 시대의 새로운 연구개발정책 방향과 과제 | 2018.02.05. |

2017년

| | | |
|-------|---|-------------|
| 제220호 | [중소기업 R&D 정책 특집 시리즈 ④] 중소기업 R&D 지원 확대에 따른 일자리 창출 효과와 과제 | 2017.12.21. |
| 제219호 | 기초연구지원 확대의 쟁점과 과제 | 2017.11.07. |
| 제218호 | [제4차 산업혁명 특별기획 ③] 4차 산업혁명 시대 기업가정신의 의의와 방향 | 2017.09.11. |
| 제217호 | 북한의 핵 위험 증가에 대응하는 핵방호 및 민방위체제 개선방안 | 2017.08.24. |
| 제216호 | 오픈사이언스정책의 확산과 시사점 | 2017.08.08. |
| 제215호 | [제4차 산업혁명 특별기획 ②] 제4차 산업혁명의 도전과 국가전략의 주요 의제 | 2017.06.30. |
| 제214호 | [중소기업 R&D 정책 특집 시리즈 ③] 해외 주요국의 중소기업 R&D 지원 정책과 시사점 | 2017.06.29. |
| 제213호 | [중소기업 R&D 정책 특집 시리즈 ②] 중소기업의 협력 R&D 수행 현황과 네트워크 효과 | 2017.05.30. |
| 제212호 | 중국과 북한의 고체추진제 잠대지미사일(SLBM) 개발경과와 정책적 대응방안 | 2017.05.22. |
| 제211호 | [중소기업 R&D 정책 특집 시리즈 ①] 중소기업 R&D 지원의 현황과 성과분석 | 2017.05.02. |
| 제210호 | 정부 연구성과 실증사업의 유형과 추진전략 | 2017.04.27. |
| 제209호 | 2017 민간 R&D 투자 전망: "전망은 밝지 않으나, R&D 투자 의지는 살아있다." | 2017.03.01. |
| 제208호 | 리빙랩 방법론: 현황과 과제 | 2017.02.15. |
| 제207호 | [제4차 산업혁명 특별기획 ①] 역사에서 배우는 산업혁명론: 제4차 산업혁명과 관련하여 | 2017.02.01. |
| 제206호 | 이 시대가 필요로 하는 기업가정신 - 한·미·일·중 4개국 비교 - | 2017.01.15. |

| 2017년 | | |
|-------|--|-------------|
| 제205호 | 여성 기업가정신 증진 및 창업 활성화 방안 | 2017.01.01. |
| 2016년 | | |
| 제204호 | 트럼프 행정부의 과학기술혁신 정책 전망 및 우리나라의 대응 전략 | 2016.12.15. |
| 제203호 | Understanding Korean STI Development in the Context of Economic Theory | 2016.12.01. |
| 제202호 | 트랜스휴머니즘 부상에 따른 사회변화와 과학기술 정책이슈 탐색 | 2016.11.15. |
| 제201호 | 미래사회 변화에 따른 산업기술보호 전략 | 2016.11.01. |
| 제200호 | 경쟁-협력의 디스플레이 산업구도 분석을 통한 경영전략 및 기술정책 방향 | 2016.10.15. |
| 제199호 | 한국기업의 혁신역량 변화와 시사점 | 2016.10.01. |
| 제198호 | 기술사업화 촉진을 위한 리빙랩 구축 방안 | 2016.09.15. |
| 제197호 | 제4차 산업혁명, 지식재산 정책의 변화 | 2016.09.01. |
| 제196호 | 기술선도형 혁신 강화를 위한 R&D-공공구매 연계전략 | 2016.08.15. |
| 제195호 | EU 기술혁신형 공공구매제도의 운영 실태와 시사점 | 2016.08.01. |
| 제194호 | 텍스트 마이닝을 이용한 혁신 연구의 국외 연구 동향 및 시사점 | 2016.07.15. |
| 제193호 | 브렉시트(Brexit)에 따른 과학기술계 영향과 대응 | 2016.07.01. |
| 제192호 | 국내 디지털 사회혁신 현황 분석과 시사점 | 2016.06.15. |
| 제191호 | 멘토링을 통해 본 사회문제 해결형 기술개발사업 | 2016.06.01. |
| 제190호 | 연구개발 시스템상 성과평가제도의 역할 재정립 및 법제 개선방안 | 2016.05.15. |
| 제189호 | 고고도 핵폭발에 의한 피해 유형과 방호 대책 | 2016.05.01. |
| 제188호 | 국내 대기업의 기업가정신수준 진단과 과제 | 2016.04.15. |
| 제187호 | 국가연구개발투자 영향평가 체계 구축 방안 | 2016.04.01. |
| 제186호 | 과학기술인력 양성을 위한 교육 및 R&D 연계 촉진방안 | 2016.03.15. |
| 제185호 | 사회문제 해결형 연구개발사업의 현황과 발전 방향 | 2016.03.01. |
| 제184호 | 국내 리빙랩의 현황과 과제 | 2016.02.15. |
| 제183호 | 생태계 관점에서 본 한국의 과학기술 혁신 역량 | 2016.02.01. |
| 제182호 | 서비스산업발전기본법을 통한 서비스 R&D 활성화 방안 | 2016.01.15. |
| 제181호 | 창조경제 진단 및 성과 제고방안 - 창업 지원정책을 중심으로 - | 2016.01.01. |

과학기술정책연구원 홈페이지(www.stepi.re.kr)와 스마트 폰(아이폰, 안드로이드폰) 애플리케이션을 통해 원문과 발간 현황을 보실 수 있습니다.



백서인

(現) 과학기술정책연구원 다자협력사업단 부연구위원
(email: baekseoin@stepi.re.kr / Tel: 044-287-2245)

| 주요경력 |

- 2017 - 현재 과학기술정책연구원 부연구위원

| 주요연구실적 |

- 백서인·김단비(2017), 「중국의 디지털 전환 동향과 시사점 [제4차 산업혁명 동향 4]」, 과학기술정책연구원.
- 백서인 외(2018), 「중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축사업: 로봇·3D 프린팅·드론」, 과학기술정책연구원.
- 백서인·손은정·김지은(2019), 「중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 ① 중국의 드론 굴기와 한국의 대응 전략」, STEPI Insight 235, 과학기술정책연구원.
- 백서인·이성민·이덕희(2018), 「한·중 조선산업의 제품 아키텍처와 조직역량에 관한 연구」, 『기술혁신연구』, 제26권 제2호, 69-94.
- 백서인·손은정(2019), 「복합제품시스템 관점에서 본 중국형 우주개발의 특성과 정책적 시사점 중국의 인공위성 개발 과정을 중심으로」, 『한국혁신학회지』, 제14권 제2호, 1-32.



손은정

(現) 과학기술정책연구원 글로벌혁신전략연구본부 연구원
(email: s6623629@stepi.re.kr / Tel: 044-287-2079)

| 주요경력 |

- 2013 - 현재 과학기술정책연구원 연구원

| 주요연구실적 |

- 이춘근 외(2017), 「중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축사업: 항공우주 분야」, 과학기술정책연구원.
- 백서인 외(2018), 「중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축사업: 로봇·3D 프린팅·드론」, 과학기술정책연구원.
- 백서인·손은정·김지은(2019), 「중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 ① 중국의 드론 굴기와 한국의 대응 전략」, STEPI Insight 235, 과학기술정책연구원.
- 백서인·손은정(2019), 「복합제품시스템 관점에서 본 중국형 우주개발의 특성과 정책적 시사점 중국의 인공위성 개발 과정을 중심으로」, 『한국혁신학회지』, 제14권 제2호, 1-32.



김지은

(現) 과학기술정책연구원 글로벌혁신전략연구본부 연구원
(email: kjieun@stepi.re.kr / Tel: 044-287-2404)

| 주요경력 |

- 2018 - 현재 과학기술정책연구원 연구원

| 주요연구실적 |

- 백서인·손은정·김지은(2019), 「중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 ① 중국의 드론 굴기와 한국의 대응 전략」, STEPI Insight 235, 과학기술정책연구원.

STEPI Insight | 제237호

발행인 조황희
발행일 2019년 8월 8일
발행처 과학기술정책연구원
주소 (30147) 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 과학·인프라동 5-7층
문의 전략기획실 연구기획관리팀(044-287-2035)
FAX 044-287-2067
인쇄처 미래미디어(02-815-0407)



(30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 과학·인프라동 5-7F
Tel 044. 287. 2035 Fax 044. 287. 2067 <http://www.stepi.re.kr>



ISSN 2383-6474