NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

이달의 신기술

9
SEPTEMBER 2017
VOL. 48

ISSN 2288-4904
₩6,000

KEY WORD
3D 프린터 세계 1위
스트라타시스 창업자
스콧 크럼프

기술의 발자국
3D, 4D 프린터가 불러올
미래 혁명

TOPIC
3D 프린터의
무궁무진한 세계

GLOBAL TREND +
3D 프린팅의 선두주자
'스트라타시스'와 '3D시스템즈'

혁신적인 산업용 제조기술의 시대

3D 프린팅 기술

산업기술 경제동향
3D 프린팅 기술 확산과
제조업의 미래 ····· 12

GLOBAL ISSUE
미국의 3D 프린팅 산업
지원 정책 ····· 18

이달의 산업기술상 신기술
미세수술 영역에 새로운 지평을 열다
부산대학교 산학협력단 ····· 40

이달의 산업기술상 사업화
금속과 플라스틱이 하나의 가능성을 만들다
㈜셀코스 ····· 46

CONTENTS

VOL. 48 · SEPTEMBER 2017

이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일
발행일 2017년 8월 31일
발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시헌
발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,
한국산업기술진흥원, 한국공학한림원
주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원
후원 산업통상자원부
편집위원 **산업통상자원부** 박건수 국장, 김홍주 과장, 최정식 서기관,
허희정 사무관, 김덕기 사무관, 장민재 사무관, 조원철 사무관,
강희경 사무관, 이희주 주무관, 이안영 주무관
한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성윤 단장
하석호 팀장, 박종성 책임, 마형렬 책임
한국에너지기술평가원 이화웅 본부장
한국산업기술진흥원 장필호 본부장
한국산업기술미디어재단 정경영 상임이사
한국공학한림원 남상욱 사무처장
편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)
인쇄 경성기획사 (042-635-6080)
구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com
문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)
잡지등록 대구, 라07713

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,
발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

9월호

THEME

COLUMN 02
4차 산업혁명 시대의 제조혁신을 리드하는 '3D 프린팅 기술'

OPINION 06
3D 프린팅 산업 발전 전략

산업기술 경제동향 12
3D 프린팅 기술 확산과 제조업의 미래

GLOBAL ISSUE 18
미국의 3D 프린팅 산업 지원 정책

GLOBAL TREND 24
3D 프린팅의 선두주자 '스트라타시스'와 '3D시스템즈'

유망기술 30
맞춤형 제조산업, 3D 프린팅

R&D 프로젝트 32
① 한국생산기술연구원_ 선박해양용 대형 부품의
2m급 주형 제작을 위한 3D 프린팅 기술
② ㈜맥스로텍_ 표면 정밀도 7㎛급 대형 부품 직접 제작용
금속 3D 프린터

TECH

제17회 이달의 산업기술상_ R&D 열정, 기술로 꽃피웠다 **36**

❶ **이달의 산업기술상 신기술_ 부산대학교 산학협력단** 미세수술 영역에 새로운 지평을 열다 **40**
❷ **이달의 산업기술상 사업화_ ㈜셀코스** 금속과 플라스틱이 하나의 가능성을 만들다

이달의 새로 나온 기술 **51**

이달의 사업화 성공 기술 **55**

PASSION

R&D 라이프 **58**
㈜로킷 Bio / 선행개발본부 이민채 매니저

R&D 기업 **62**
윈포시스㈜_ 국내 금속 3D 프린팅 기술을 선도하다

FUTURE

R&D SPECIAL **66**
KEIT, 자동차산업 R&D 지원 '성과 분석'

TOPIC **70**
3D 프린터의 무궁무진한 세계

KEY WORD **74**
3D 프린터 세계 1위 스트라타시스 창업자 스콧 크럼프

NEW **78**
디앤씨그룹의 3D 맞춤형 '커스텀 피규어'

CULTURE

기술의 발자국 **80**
3D, 4D 프린터가 불러올 미래 혁명

기술과 문화 **84**
'제5원소'의 릴루를 살려낸 바이오 프린팅 기술

리쿠르팅 **86**

Q&A **87**

News **88**

4차 산업혁명 시대의 제조혁신을 리드하는 '3D 프린팅 기술'

4차 산업혁명 시대의 제조산업을 주도할 핵심 기술로 3D 프린팅이 최근 엄청난 변화와 발전을 이루고 있다. 이러한 현상은 금속분말을 사용한 3D 프린팅 제조 기술의 발전이 제조혁신의 돌파구 역할을 하기 때문이다. 세계 경제계를 대변하는 'Economist'에서도 "3D 프린팅 기술이 새로운 혁신적인 산업용 제조 기술의 시대를 열고 있다"고 주목한 바 있다. 또한 Wohlers Report 2017도 21세기 제조산업의 핵심은 3D 프린팅 기술이라고 강조하고 있다.

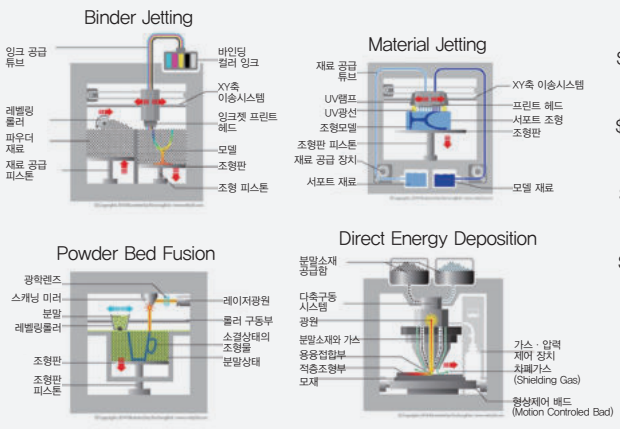
이재성
[한양대학교 ERICA 재료화학공학과 교수]

제조산업과 3D 프린팅 기술

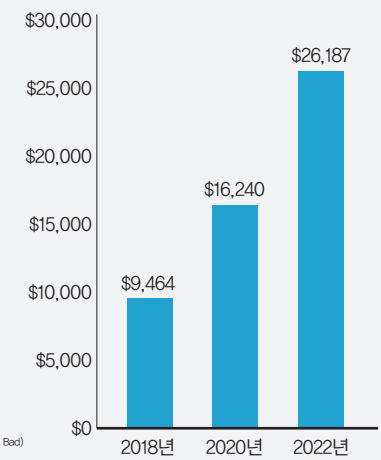
적층 제조(Additive Manufacturing)로 표준화되고 있는 3D 프린팅 기술은 2차원 패턴의 금속분말, 세라믹, 폴리머 소재를 적층가공해 3차원 제품을 제조하는 기술로 정의되며, 제조산업과 관련한 대표적인 4가지 기술을 〈그림 1〉에서 볼 수 있다. 특히 3D 프린팅 기술은 디자인의 자유도가 높아 특별한 생산도구 없이도 가상 모델의 제품을 제조할 수 있어 제품 수정을 포함한 개발의 주기와 비용을 절감할 수 있다. 또한 이종 소재의 연속적인 적층가공을 할 수 있어 수요 분야의 다양한 요구를 충족할 수 있다. 그러나 대량 생산의 제한성, 높은 장비 · 소재 가격, 낮은 생산 속도, 생산 기술의 신뢰성과 재현성, 표준화와 인증 인프라 부족 등이 문제점으로 제기되고 있다.

3D 프린팅 세계 시장 규모는 연간 31%씩 성장해 2021년에는 260억 달러 규모로 증가할 것으로 전망되고 있다〈그림 2〉. 국가별로는 미국이 금속 기반의 항공, 기계제조산업을 주축으로 가장 큰 규모인 38%를 차지하고 있다. 용도별로는 산업기계–항공우주–자동차산업 순으로 나타났다〈그림 3〉. 기업 현황을 보면, 소수의 전문 기업이나 글로벌 기업이 주도하는데 전 세계 매출액의 48% 이상을 상위 8개 기업이 이끌고 있다. 현 추세는 장비, 소재, SW, 컨설팅 등을 종합적으로 사업화하는 토털 솔루션을 제공하는 기업으로 전환하고 있다. 따라서 지난 수년간 3D시스템즈와 같은 대표적인 기업이 28개의 관련 전문 기업을 합병했다. 최근 GE, 구글, HP, 아마존 등도 글로벌 시장에 진입했다. 향후 큰 성장이 기대되는 산업 분야는 의료, 바이오, 항공, 소비재, 자동차, 국방산업 등이며 이들 분야의 공통점은 대부분 금속 3D 프린팅 기술을 기반으로 하고 있다는 점이다.

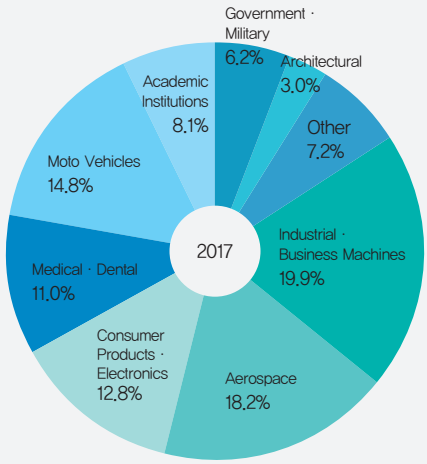
한편, 국내 시장은 아직 미성숙 단계로



〈그림 1〉 적층 방식의 3D 프린팅 기술
출처 : 3D 프린팅 전략기술 로드맵 보고서(2014. 12)



〈그림 2〉 3D 프린팅 시장 규모 전망
출처 : Wohlers Report 2017



〈그림 3〉 3D 프린팅 기술 활용 산업 통계
출처 : Wohlers Report 2017

2015년 한 해 2230억 원 규모를 기록하면서 빠른 속도로 성장하고 있다. 2014~2015년 국내 3D 프린팅 산업 실태조사에 따르면 2014~2019년 22.9%의 성장을 나타낼 것으로 예측되고 있다. 아직은 제품 시장이 서비스 시장에 비해 크지만, 3D 프린팅 관련 제품의 경우 외산 의존도가 높고 제조 서비스 중심의 선진국형 서비스 시장이 활성화돼 있지 않아 전체적으로 성장이 둔화돼 있는 상황이다. 산업 활용 분야를 보면 교육-공공-전기전자-기계산업 순이며, 용도별로는 교육훈련-시제품 제작-디자인 검증-제품 생산의 순이다. 국내 기업 현황을 살펴보면 2015년 208개 이상으로 증대했고, 이 중 7년 이내 신생 기업이 68%를 차지한다. 90% 정도가 매출 10억 원 미만, 종사자 10명 이내의 소규모 기업이다. 기술 수준을 보면 미국의 66% 정도로 2.9년의 격차를 보이고 있는 것으로 보고되고 있다(3D 프린팅 산업 실태조사, NIPA 2016).

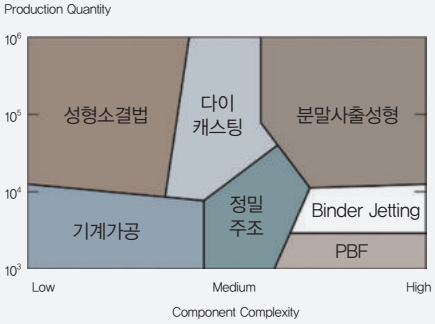
산업용 3D 프린팅 기술의 진화

3차원 조형물을 제조하기 위해 기존 기술에서는 중간재를 대상으로 필요한 부분만 남기고 나머지 재료를 제거하거나(절삭가공), 소재를 용융시켜 틀에 주입해 형상을 만드는(주조) 방법을 사용했다. 이러한 기존 제조 방식과 달리 선택된 부분만 반복적으로 적층해 3차원 조형물을 만들어 낼 수 있는 3D 프린팅 기술은 복잡한 형상의 구현이 용이하고, 소재를 절감하며 디자인 변경이 용이하고 다양한 산업과 연계융합이 가능하다. 이와 같이 3D 프린팅 기술이 다양한 산업 분야로 확장 응용도 하고 미래 시장에 대응하기 위해서는 핵심 요소 기술에 대한 이해와 접근 전략이 필요하다.

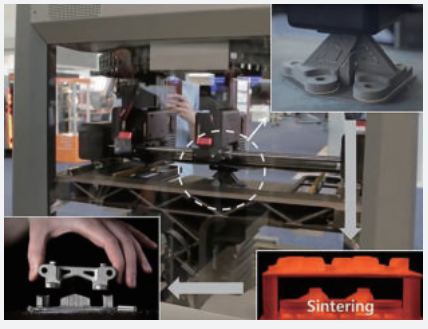
3D 프린팅 기술이 제조산업의 핵심 기술로 주목을 받으면서, 최근 미국과 독일의 기업, 연구기관에서 혁신적인 성과가 나타나고 있다. 즉, 레이저나 전자빔에 의한 용융 방식의 문제점(제품의 잔류응력으로 인한 변형, 느린 생산 속도, 거친 표면 상태, 다양한 소재 사용에 대한 제한성 등)이 해결되고 있는 것이다. 최근 보고된 몇 가지 대표적인 사례를 보면 흥미 있는 공통점이 발견된다. 용융 방식의 기술 문제를 재료공학적 관점에서 출발해 해결하고 있다는 사실이다. 즉, 분말야금 기술이나 세라믹공학 기술의 관점에서 보면 용융에 의한 응고 과정을 거치지 않고도 다양한 조성의 금속, 세라믹 3D 프린팅 제품을 제조할 수 있다.

분말야금공학자들은 이미 오래전부터 3D 구조의 정교한 금속 제품을 대량으로 제조할 수 있는 분말사출성형 기술을 제조 기술로 활용해 왔다. 다양한 소재 가공 기술을 대량 생산의 경제성과 제품 형상의 복잡성 관점에서 비교한 자료〈그림 4〉에서 알 수 있듯이, 분말사출성형 기술은 대량 생산과 복잡한 성형의 요구조건을 충족하는 최적 기술로 평가된다. 현재는 생산 속도나 양적 규모면에서 낮지만 제품의 내부, 외부의 3차원 성형 가공을 유일하게 할 수 있는 Binder Jetting과 PBF 기술은 향후 요소 기술의 발전에 따라 생산 속도나 규모가 사출성형 기술을 추격할 수 있을 것으로 기대된다. 이에 대한 돌파구는 전통적인 분말야금, 세라믹, 주조 기술의 이론 및 실증 사례로부터 찾을 수 있을 것이다.

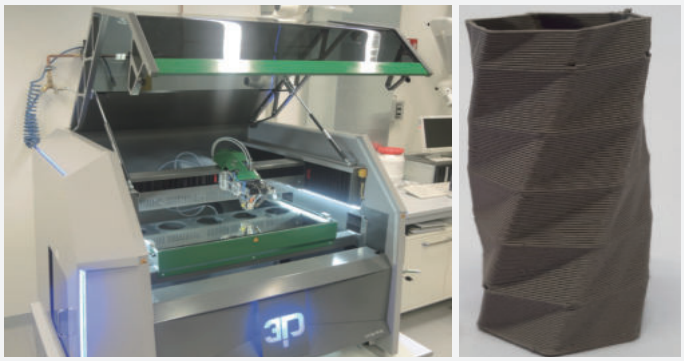
이러한 생각을 구현한 대표적인 성공 사례로, 2015년 등장 이후 3D 프린팅 업계에서 벤처캐피털의 가장 큰 관심을 받은 스타트업으로 미국의 Desktop Metal을 들 수 있다. 올해 초까지 1억 달러에 가까운 투자를 구글, BMW, GE 등으로부터 이끌어 낸 Desktop Metal의 강력한 힘은 MIT 교수들과 졸업생, 그리고 산업계의 최고 전문가들(특히 분말야금, 세라믹 분야)로 구성된 팀 파워에 있다. Desktop Metal 개발 기술의 핵심은 금속 또는 세라믹분말과 바인더를 혼합한 피드스톡을 FDM과 같은 방식으로 적층하거나, 또는 Single Pass Jetting이란 기술을 사용해 50마이크론 높이로 분말을 적층하면서 동시에 빠른 속도로 바인더를 분사해 출력물을 조형하는 것이다. 출력이 완성되면 급속 가열 및 소결 처리가 가능한 소결로를 이용해 바인더를 제거하고, 소결 처리를 해 제품을 완성하게 된다〈그림 5〉.



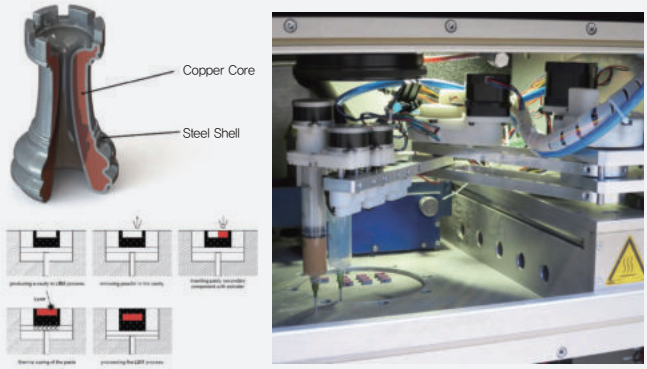
〈그림 4〉 생산 기술별 생산량과 제품형상복잡도 비교
출처 : Injection Molding of Metals and Ceramics, MPIF, 1997, 301



〈그림 5〉 Desktop Metal의 금속 3D 프린팅 기술 개발 사례
출처 : www.desktopmetal.com



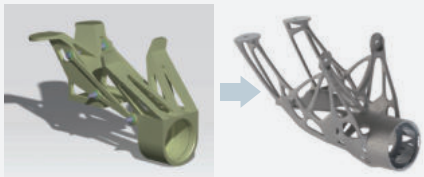
〈그림 6〉 Fraunhofer-IKTS에서 FFF 방식으로 제조한 SiC/SiC 단섬유 3D 프린팅 제품
출처 : Allianz-Generative-Newsletter-1-17-pdf, www.generativ.fraunhofer.de



〈그림 7〉 Fraunhofer-IWU에서 Laser Melting과 Material Extrusion 방식으로 제조한 Multimaterial(Steel-copper) 3D 프린팅 제품
출처 : Allianz-Generative-Newsletter-1-17-pdf, www.generativ.fraunhofer.de

흥미로운 점은 서포트가 생성되는 계면 부위에 세라믹 이형제를 형성해 손으로 쉽게 서포트를 제거하는 것이다. 대형 제조 장비의 경우 기존 용융 방식의 PBF 기술과 비교해 100배 빠른 속도로 출력할 수 있고, 표면 상태나 제품 변형 문제 등을 획기적으로 개선했다는 점이다.

3D 프린팅 연구개발(R&D)의 효율성을 극대화하기 위해 구성된 17개 Fraunhofer 연구소들의 연합 협력 체제인 Fraunhofer Additive Manufacturing Alliance의 대표적인 3가지 개발 사례를 보면, 독일 드레스덴의 Fraunhofer 세라믹연구소(IKTS)에서도 분말과 바인더를 결합한 피드스톡을 원료로 FDM 방식의 Fused Filament Fabrication 기술을 개발해 SiC-복합소재 제품을 성공적으로 제조했다〈그림 6〉. 이들이 강조하는 것은 기존의 세라믹사출성형용 원료인 세라믹분말-바인더 피드스톡을 Filament로 가공해 프린팅용 피드스톡으로 제조하는 것이 R&D의 핵심이라고 밝혔다. 또한 분말-바인더 피드스톡을 이용한 Material Extrusion과 Laser Beam Melting 방식을 결합해 여러 종류의 소재를 프린팅하는 연구도 Fraunhofer 연구진의 성과이다〈그림 7〉. 더불어 Fraunhofer 연구팀은 디자인의 중요성을 강조하고 있는데, Fraunhofer-IFAM은 경주용 자동차의 조종간 브래킷을 최적 설계해 기존 Al 제품의 16개 조립 제품을 단일 구조의



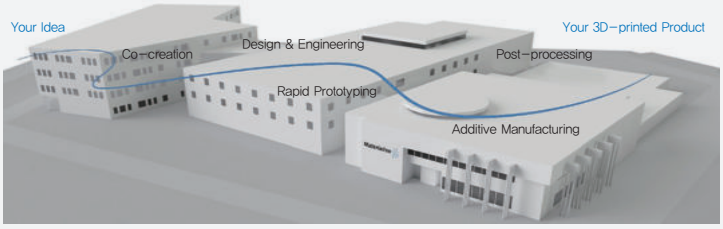
〈그림 8〉 Fraunhofer-IFAM에서 E-beam Melting 방식으로 제조한 Ti-6Al-4V 3D 프린팅 제품(오른쪽), 기존에 조립 제조한 Al 제품(왼쪽)
출처 : Allianz-Generative-Newsletter-1-17-pdf, www.generativ.fraunhofer.de

	Conventional Design	Optimized Design
AlSi10Mg parts by SLM		
	Consumption of Resources	
Volume	100%	43%
Energy	100%	54%
Time	100%	55%
CO_2 Emissions	8.7kg	4.7kg

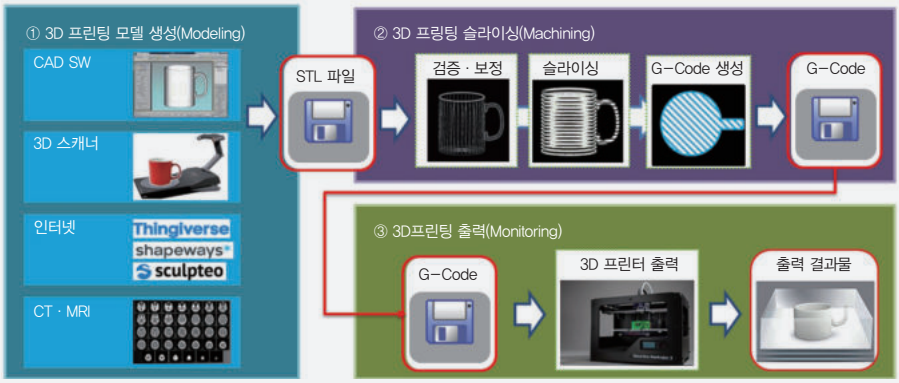
〈그림 9〉 Fraunhofer-EMI에서 SLM 방식으로 제조한 Al 합금부품의 자원 소비에 대한 디자인 효과 비교
출처 : Allianz-Generative-Newsletter-1-17-pdf, www.generativ.fraunhofer.de

Ti-6Al-4V 출력물로 제조했다. 이 결과, 재료의 밀도가 증가했음에도 전체 무게를 35% 줄이는 성과를 얻었다〈그림 8〉. 이외에도 디자인의 중요성은 자원, 에너지 절감 및 탄소 배출 저감에도 큰 효과가 있음을 보고하고 있다〈그림 9〉.

3D 프린팅 기술이 미래의 강력한 생산 제조 기술로 진화하면서 산업생태계의 동반 발전이 필수적이다. 3D 프린팅 산업 생태계는 소재, 장비, 서비스 요소를 직간접적으로 연결해 대규모의 3D 프린팅 생산 요소와 자원의 네트워크를 통합하고, 이를 통해 전 세계 수요기업에 토털 솔루션을 제공하게 될 것이다. 4차 산업혁명 시대 제조산업의 핵심 생산기지로 회자되는 스마트 팩토리와 같이 최근 3D 프린팅 산업의 서비스 사업을 주도하는 글로벌 기업에서는 3D 프린팅 산업생태계에 기반한 새로운 개념의 3D 프린팅 공장을 제안하고 있다〈그림 10〉. 이러한 공장의 워크플로는 모델링, 머시닝, 모니터링의 세 단계로 구분할 수 있는데, 이를 지원하는 SW의 운영체제 확보가 3D 프린팅 서비스 사업의 중요한 과제이며, 새로운 시장을 창출할 수 있는 영역이다〈그림 11〉.



〈그림 10〉 3D 프린팅 공장 개념도
출처 : World PM 2016, Hamburg, Dr. I. Uckelmann 강연자료



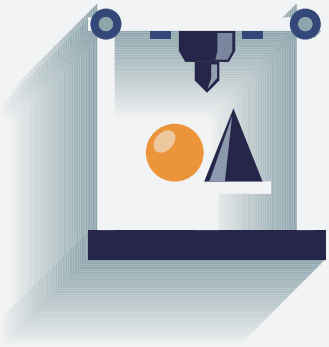
〈그림 11〉 3D 프린팅 워크플로

한국형 3D프린팅 기술 기반 융합 인프라 기대

앞서 기술한 미국, 독일 등 3D 프린팅 기술 산업 선도국의 최근 성과로부터 얻는 중요한 메시지는 '제조산업 수요 제품의 특성에 대한 확고한 목표를 가지고 창의적인 발상으로, 관련 기술 분야와 지속적인 협업을 통해서만 First Mover형 3D 프린팅 산업을 실현할 수 있다'는 교훈이다. 이를 위해 앞서 소개한 독일의 Fraunhofer Additive Manufacturing Alliance를 주목할 필요가 있다. 산업 수요 창출형 R&D를 목적으로 하는 독일의 Fraunhofer 연구협회는 3D 프린팅 R&D의 효율성 극대화를 위해 산하 70여 개 연구소 중에서 3D 프린팅 연구에 관련된 17개 연구소들의 연합 협력 체제인 Fraunhofer Additive Manufacturing Alliance의 네트워크를 구축하고 상호 협력하고 있다. 이러한 독일의 전통적인 R&D 시스템이 창의적인 3D 프린팅 개발 성과를 창출하는 것이며, 이를 기반으로 세계 최대의 강소기업국가로 발전해 'Industrie 4.0', 즉 4차 산업혁명 시대를 출범시킨 것이다. 미국 정부에서도 제조산업의 활성화를 위해 AMI(Advanced Manufacturing Initiative)를 천명하고, Fraunhofer Alliance 방식의 3D 프린팅 R&D의 협업 시스템을 도입한 바 있다. 이러한 움직임은 일본에서도 진행되고 있는데, 일본경제통산성(METI)이 미래의 3D프린팅기술연구조합(TRAFAM)을 설립하고 기업-연구소-대학이 함께 장비-소재-SW 분야의 확고한 산업수요 창출형 목표를 설정해 전력질주하고 있다.

우리나라에서도 최근 수년간 미래부와 산업부를 중심으로 시장 확대, 기술 개발, 인프라 강화 및 인력 양성, 법제도 기반 조성 등 국가 3D 프린팅 산업 경쟁력 강화를 위한 정책 및 발전 전략을 수립하고 추진하는 데 많은 노력을 해왔다. 특히 2014년에는 국가 3D 프린팅 기술 개발 로드맵을 수립하고, 향후 산업 수요 및 발전이 예상되는 10대 활용 분야와 15대 전략 기술에 대한 지원을 해오고 있어 이에 따른 가시적인 성과가 나타나고 있다. 이러한 그간의 성과와 노력을 기반으로 2016년 12월에는 정부부처 합동으로 구성된 정보통신전략위원회에서 '3D 프린팅 산업 진흥기본계획 2017~2019'를 마련하고, 2019년 3D 프린팅 글로벌 선도 국가로의 도약을 목표로 4대 전략과 12대 정책과제를 수립한 바 있다.

그러나 정부의 노력에도 불구하고 3D 프린팅 산업의 글로벌 환경은 우리의 상상을 초월할 정도로 급변하고 있다. 금속 기반 3D 프린팅 기술의 문제점도 다양한 돌파구 기술로 하나씩 해결되고 있다. 이제는 한국형 3D 프린팅 기술을 기반으로 제조산업이 글로벌 경쟁력을 갖도록 태어나고 성장해야 할 때다. 지난 수년간 우리 정부가 투자하고 지원해온 3D 프린팅 기술 기반이 이러한 바람을 이룰 수 있는 훌륭한 인프라이다. '구슬이 서 말이라도 꿰어야 보배'이듯, 비즈니스 모델이 있는 산업 수요 제품을 대상으로 3D 프린팅의 산업데이터, 수집 공유 및 활용, 기반 기술 연계, 통합 기술 개발, 시제작 · 시험평가 및 신뢰성 검증을 일괄적으로 수행할 수 있는 융합 플랫폼 구축이 절실하며, 여기에는 이미 정부와 지자체가 투자해온 많은 인프라가 중심 역할을 할 것이다. 더불어 이러한 인프라의 구성 요소가 수직적이 아니라 수평적인 협력 시스템으로 작동해야 함을 잊지 말아야 할 것이다. 이를 통해 한국형 3D 프린팅 기술과 산업을 창출하고 발전시킬 수 있는 강력한 리더십의 컨트롤타워 역할을 해낼 수 있을 것이다.



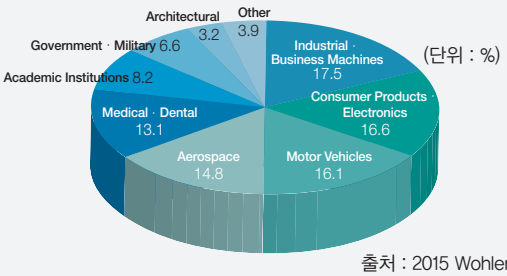
3D 프린팅 산업 발전 전략

3D 프린팅 시대의 선점을 위해서는 '3D 프린팅 산업 생태계 구축과 제조 혁신 서비스'를 먼저 개발해야 한다.

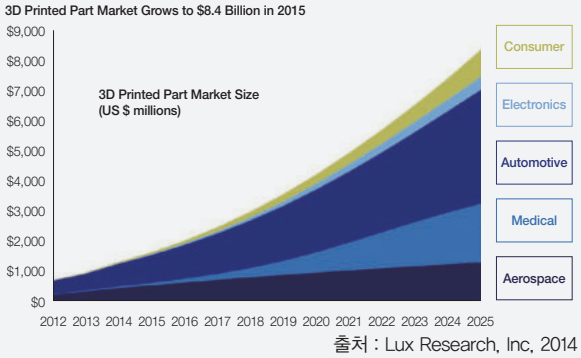
권혁인 [중앙대학교 경영경제대학 경영학부 교수]

3D 프린팅 산업의 전망과 우리의 현실

3D 프린팅은 4차 산업혁명 혹은 제조업의 혁신을 이끌 가장 주목받는 기술이라고 할 수 있다. 30여 년 전 시작된 기술이지만 핵심적인 특허 기술이 만료되고 그 사이 더욱 진보한 정보통신기술(ICT)과의 융합으로 제조업 혁신의 중심에 서 있는 기술이 됐다. 우주, 항공, 자동차 부품과 같은 고급 소재를 활용하는 제품부터 피규어 제작과 같은 비교적 저렴한 제품까지 대부분의 제조업에서 시제품 제작 단계를 포함해 제품 생산의 전 공정을 혁신했고 비용도 획기적으로 줄일 수 있게 됐다. 최근에는 전통적인 제조업의 범위를 넘어 식품, 의약품, 생명공학과의 융합으로 활용 영역이 크게 확대되고 있다. 그러나 3D 프린팅 업계의 기대와는 달리 산업 현장에 전파되는 속도는 더디다. 그 이유는 무엇일까?



출처 : 2015 Wohlers Report



출처 : Lux Research, Inc, 2014

〈그림 1〉 3D 프린팅 활용 산업

얼마 전 정부는 2020년까지 글로벌 3D 프린팅 선도 기업을 5개 이상 양성하겠다고 계획했다. 정부의 '제조업 혁신 3.0 전략'을 살펴보면 8대 스마트 혁신 기술 중 하나로 3D 프린터를 선정하고 집중 지원하겠다고 약속했다. 우리나라는 최근까지 제조업 강국으로 자리매김하고 있었기 때문에 기술 중심의 제조업 혁신에 많은 공을 들이는 것이 일견 타당한 듯한데, 과연 우리는 ICT 기반의 새로운 경제 패러다임에 제대로 대응하고 있는 것일까? 제조업을 혁신할 것인지 아니면 3D 프린터 기술을 혁신할 것인지에 대한 분명한 선택이 있어야 할 것이고, 만약 제조업 혁신에 방점을 둔다면 그동안 정부가 추진해온 원천 기술 확보 전략과는 다르게 접근해야 할 것이다.

3D 프린팅 산업을 선도하기 위해 개발해야 할 서비스

산업 경쟁력의 원천은 기술에서 오는 것은 분명하다. 하지만 기술력과 기술 개발에 필요한 자금력 부분에서 한국이 비교우위를 확보한 상황이 아니므로 무조건 원천 기술에 매달려서는 성과를 도출하기 어렵다〈그림 2〉. 경쟁력 있는 기술 없이 3D 프린팅과 관련한 융합산업을 활성화하려면 모두가 공감할 수 있는 새로운 접근법을 고민해야 한다.

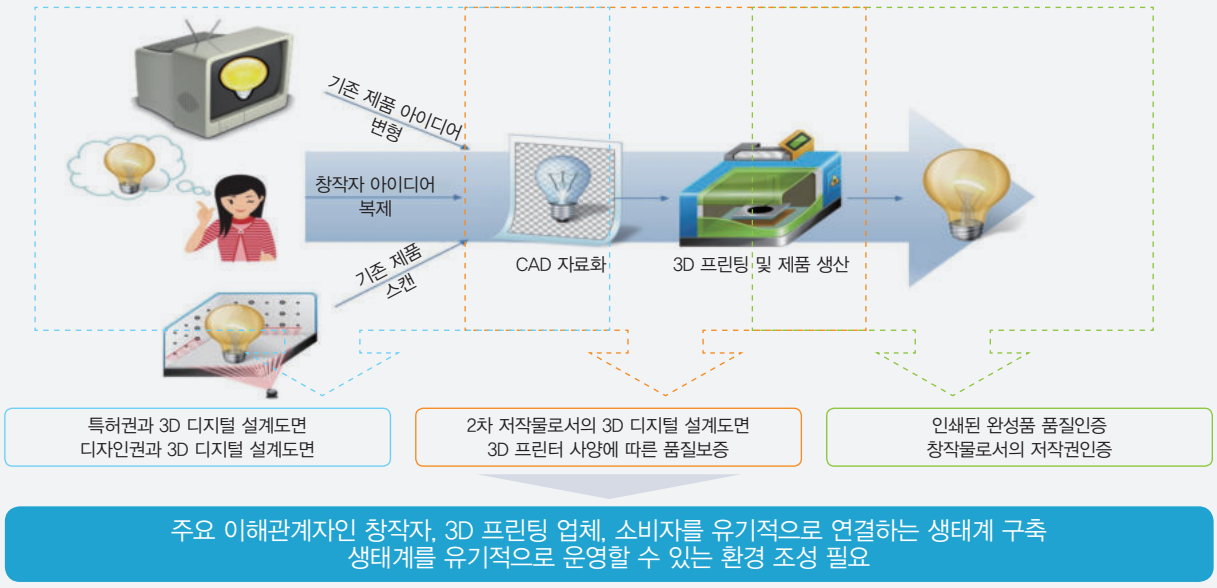
다행히 한국은 그런 문제에 있어서 좋은 경험을 보유하고 있다. 바로 현재 세계를 선도하는 스마트폰 관련 산업이다. 그런데 스마트폰의 성공신화가 CDMA 기술을 활용한 이동통신 서비스에서 비롯됐다고 인식하는 사람들은 드물다. 당시에는 매우 무모한 도전이었지만 한국은 퀄컴이라는 회사의 원천 기술을 활용해 1997년 CDMA 기반의 이동통신 서비스를 세계 최초로 시작했고, 한국의 핸드폰 제

〈그림 2〉 3D 프린터 산업과 3D 프린팅 산업의 현주소

조 업체는 외국 업체의 진입이 제한되는 상황에서 핸드폰 제조의 기술력을 키웠다. 그러한 서비스 시장에 대한 도전 결과는 그로부터 2년 후 전체 CDMA 단말기 생산량의 50%를 수출하는 것으로 나타났고, 오늘날 전 세계 스마트폰 시장을 리드하는 결과로 이어졌다. 3D 프린팅 시장에서도 서비스 시장의 개발이 필요하다는 것은 이러한 과거의 경험으로부터 쉽게 알 수 있다.

3D 프린팅 기술은 거의 모든 다른 ICT와 마찬가지로 기술 중심의 제품보다는 기술을 응용한 서비스에 초점을 맞추어야 더욱 혁신적으로 발전할 수 있다. ICT 혁신에 의한 새로운 서비스는 대부분 기존의 서비스를 혁신하는 것이기 때문에 반드시 시장 질서를 면밀히 검토해 새로운 질서가 순조롭게 도입될 수 있는 여건을 마련해야 한다. 〈그림 3〉의 기본적인 3D 프린팅 과정과 관련한 몇 가지 서비스적인 요소만 살펴봐도 서비스화는 매우 세심하게 준비해야 하는 것임을 알 수 있다.

다음의 〈표 1〉은 3D 프린팅 산업에 종사하는 전문가들을 인터뷰한 내용 중 빈번히 언급된 것을 정치, 경제, 사회, 기술적 관점으로 분류해 정리한 것이다. 짧은 지면에서 전문가들의 견해를 모두 소개하기는 어렵지만, 산업이 활성화하려면 해결해야 할 과제가 산적해 있다는 정도는 표를 통해 쉽게 확인할 수 있다. 어떤 과제는 단기적으로, 어떤 과제는 장기적으로 해결해야 한다. 어떤 과제는 기술 외적인 문제이면서도 반드시 선행해 해결하지 않으면 안 되는 것도 있다. 대표적인 것으로 불법복제와 지식재산권 침해 문제를 들 수 있다.



〈그림 3〉 기본적인 3D 프린팅 서비스 생태계

구분	내용
정치	■ 모델링 파일 불법 복제 또는 지식재산권 침해 문제 해결을 위해 정부 차원의 품질인증 및 보완 기준 마련이 시급함 (불법 복제와 지식재산권 침해 문제는 법 제정에 관한 문제이지 3D 프린팅 산업의 문제는 아님) ■ 국가 정책적으로 산업 전문가 양성 및 콘텐츠 개발에 대한 투자가 이루어져야 함 ■ 3D 프린팅 관련 현행 법 개정이 필요함(과도한 규제 및 억압은 산업 규모를 축소할 우려 있음) ■ 정부의 3D 정책은 주로 하드웨어 및 장비 개발에 치우쳐 있는 것이 문제임 ■ 재료, 기술 방식 등에 따른 3D 프린팅 분류체계가 확실히 정립되어야 함 ■ 3D 프린팅 협회 주요 인사를 실제 전문가 그룹으로 구성해야 함
경제	■ 고부가가치 산업에서 우선적으로 활용된 후 기술이 더욱 발달했을 때 소비재 제조에 활용될 것으로 예상됨
사회	■ 3D 프린팅 관련 신생 서비스 산업 활성화를 통해 일자리 문제는 해결 가능함 ■ 3D 프린팅에 대한 대중의 거리감을 좁히기 위한 교육정책이 필요함 ■ 불법 복제 문제 근절을 위해서는 3D 프린팅 윤리교육이 선행되어야 함 ■ 단순한 기계 및 모델링 사용방법 교육이 아닌 콘텐츠를 기반으로 한 교육이 필요함 ■ 개인 맞춤형 디자인으로 산업 소비패턴이 급변할 것으로 예상됨
기술	■ 오픈 소스 SW 개발(CAD 프로그램)에 정부 투자 필요 (SW가 개발되지 않아 연계형 교육이 불가능함) ■ 고가의 장비를 제대로 활용하고 산업체도 동반성장하기 위한 장비 실태 파악 관리센터 설립이 필요함 ■ 고가의 금속 3D 프린팅 산업이 우선적으로 활성화될 것으로 예상됨 ■ 유망한 소재로 금속, 바이오, 엔지니어링 플라스틱을 꼽을 수 있음 ■ 국내 기업의 기술수준은 저가형 FDM 정도에 그치고 있어 꾸준한 개발이 필요함 ■ 아직 산업 초기이기 때문에 재료의 가격과 프린팅 소요시간에서 기술적인 한계가 있음

〈표 1〉 3D 프린팅 산업 전문가 인터뷰 내용

3D 프린팅 서비스라고 하면 대부분의 사람들은 인쇄소에서 프린팅해 주는 정도의 서비스만을 생각하기가 쉽다. 인쇄물 프린팅 서비스가 이루어지기 위해서는, 예컨대 출판 서비스도 있어야 하고 저작권 보호, 인쇄 기술 인력 양성 등 소비자 관점에서는 인지하지 못하는 다양한 종류의 서비스가 산업 내에 존재해야 한다. 인쇄산업의 경우 이러한 서비스는 오랜 세월을 거쳐 점진적으로 발전해온 것이다.

따라서 제조업 경쟁력뿐만 아니라 각종 연관 산업의 경쟁력 확보가 시급한 상황에서 3D 프린팅 산업의 생태계가 자생적으로 만들어지도록 기다리는 것은 국가 간 치열한 경쟁 구도 속에서 취할 수 있는 방식이 아니다. 〈표 2〉는 3D 프린팅 산업의 활성화를 위한 기본적인 서비스를 정리한 것이다. 이러한 서비스가 공존하는 3D 프린팅 산업 생태계를 체계적으로 만드는 것은 기술 개발보다 더 우선시돼야 할 것이다.

대분류	중분류	세부 서비스
모델링 서비스	3D 모델 스캔 서비스	■ 설계 데이터가 없는 제품을 3D 데이터로 스캔해주는 서비스(문화재 복원 등) ■ 마모된 제품을 새 제품으로 출력하기 위한 역설계 서비스 ■ 제품의 케이스나 액세서리 등의 정확한 Fitting을 위한 맞춤형 제작 스캔 서비스 ■ CG 작업을 위한 스캔 서비스
	3D 모델 검사 및 지원 서비스	■ 설계 데이터와 제품의 공차 분석을 통한 정밀도 검사 서비스 ■ 공장라인에 설치해 실시간 제품을 검사하는 서비스 ■ 3D 프린팅 관련 개념 및 3D 프로그램 활용 실습 교육 서비스
프린팅 서비스	3D 모델 출력 서비스	■ 의료 서비스(수술부위 재현, 인공이식 모형, 보조의료장치 등) ■ 맞춤형 제작 서비스(업무 보조기구, 운동화, 수술장갑, 액세서리, 케이스 등) ■ Prototype(시제품) 및 파트 제작 서비스(부품, 콘셉트 모델, 설계 오류, 기능 테스트 등)
	출력 지원 서비스	■ 각종 재료 · 소재 공급 서비스 ■ 후처리 대행 서비스(착색, 연마, 표면 재료 증착 , 퍼티 작업 등) ■ 렌털 및 구입한 3D 프린터에 대한 AS(출장 AS, 출장 설치 등) ■ 프린터 장비 및 애플리케이션 간 호환성 문제 해결을 위한 통합 OS 제공 서비스 ■ 3D 프린터 출력 실습 교육 서비스
공유 서비스	설계도 및 디자인 서비스	■ 디자인 모듈, 완제품 등의 3D 설계도면 공유 및 주문 서비스(유 · 무료) ■ 3D 설계도면 DB 수집 및 구축 서비스 ■ 일반 소비자용 3D 모델 저작도구 지원 서비스 ■ 양질의 콘텐츠 공급 보호를 위한 안전하고 능동적인 중개 서비스(제작자↔소비자)
	지식재산권 보호 서비스	■ DRM, 디지털 포렌식, 특징점 추출 등의 기술적 보호 서비스 ■ THz 스캔 기술을 통한 정품 인증 서비스 ■ 불법 3D 설계도면 추적 모니터링 서비스
	중개 및 정보 제공 서비스	■ 3D 프린터 소유자와 3D 프린터 사용을 원하는 소비자 중개 서비스 ■ 아이디어 공유 및 커뮤니티를 위한 공동 협업 서비스 ■ 3D 프린터의 일반 제품 및 신제품 임대 서비스 ■ 신규 기술 및 트렌드 정보 제공 서비스 ■ 3D 프린팅 관련 물품 제작, 지식 공유, 판매 등을 위한 물리적인 복합공간 제공 서비스

〈표 2〉 3D 프린팅 서비스의 구성 내용

3D 프린팅 콘텐츠 유통 플랫폼 서비스 현황

3D 프린팅은 다른 정보기술(IT)과 마찬가지로 기술 그 자체가 최종 목적이 아니고 3D 프린팅을 필요로 하는 융합산업, 혹은 응용산업의 경쟁력에 얼마만큼 기여하는가에 성패가 달려 있다. 단순히 기존의 제조 공정만을 혁신하는 수단이 아니라 제품 자체의 혁신을 이뤄내기 위해 3D 프린터를 도구로 활용해 창의적인 제품을 많이 개발하도록 환경을 조성해야 한다.

3D 프린팅을 필요로 하는 산업이 경쟁력 있는 창의 산업이 되도록 하기 위해서는 창작품을 안전하게 유통하고, 불법복제로부터 보호하는 서비스가 가장 중요한 산업의 기반이라고 할 수 있다. 〈표 3〉은 현재 서비스되는 세계적인 창작 콘텐츠 유통 플랫폼과 한국의 유통 플랫폼 서비스 내용을 요약 정리한 것이다. 〈표 3〉에 나타난 것처럼 한국의 유통 플랫폼은 전반적으로 외국의 유통 플랫폼에 비해 서비스 내용이 빈약한 것을 알 수 있다. 또한 국내외를 막론하고 서비스 내용이 완벽하지 못하다는 것을 파악할 수 있다. 이런 상황에서 3D 프린팅 산업의 경쟁력을 키운다는 것이 쉽지는 않겠지만 아직 많은 기회가 있다는 것도 알 수 있다.

3D 프린팅 산업의 구성 요소

3D 프린팅 산업은 전통적인 산업과 융합해 경쟁력을 제고하거나 전혀 새로운 산업을 탄생시키기도 한다. 항공기 부품 생산과 같은 제조 공정의 혁신에 기여하는 것은 전자에 해당하고, 인공 장기의 생산은 후자의 경우라고 할 수 있다.

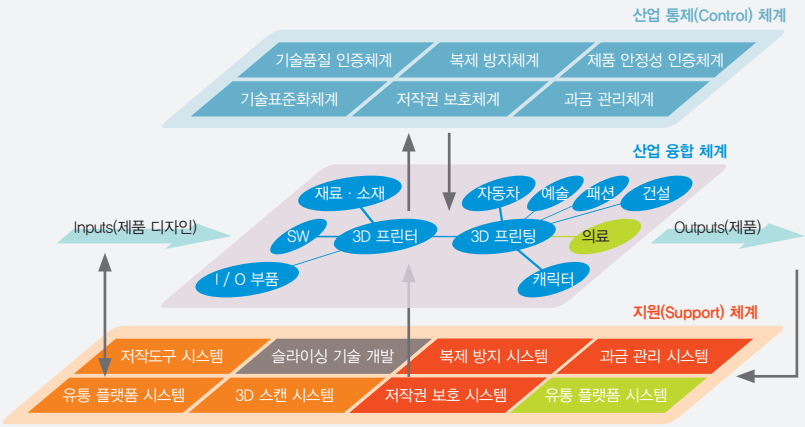
융합산업으로서 3D 프린팅 산업은 '산업 융합체계'로 〈그림 4〉의 가운데에 표현돼 있다. 이것이 융합해 산업이 활성화하기 위해서는 정보를 공유하고, 거래가 원활히 이뤄져야 하는데, 산업 융합을 위한 ICT 플랫폼에 해당하는

구분	프린팅 서비스	디자인 거래	디자인 변경	CAD 디자인 서비스 제공	Markup 유무	Markup 변경 유무	하계관리 비용	지재권 침해 판매 중지 요청 서류 명시	지재권 관련 지원	지재권 보호 기술	특징점
Shapeways (미국)	○	○	×	○	○	○	○	○	상담	×	현재 운영 중인 3D 프린팅 플랫폼 중 가장 활성화되어 있음
i.Materialize (벨기에)	○	○	×	○	○	○	○	○	×	×	디자인 판매 및 디자인 대행을 위한 디자이너 검색 체계화
Uformit (노르웨이)	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	개인 생체 데이터(PBD)를 활용한 맞춤형 디자인 제공
3D Hurbs (전세계)	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	지역 거점 확보를 통한 디자인 거래 및 3D 프린팅 출력 서비스 제공
3DPRINTUK (영국)	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	3D 모델의 수동(유료) · 자동(무료) 업로드 및 High Quality 출력 서비스 제공
Threeding (불가리아)	×	○	×	×	×	×	○	○	×	×	3D 디자인 거래 서비스만 제공
3D몬(한국)	○	×	×	○	×	×	×	○	×	×	국내 3D 모델 제작 대행 및 3D 프린팅 출력 서비스 제공
PLAY3D (한국)	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	3D 프린팅 무료 출력 커뮤니티였으나, 현재 무료 서비스는 종료
CCP(한국)	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	기업 대상으로 3D 프린팅 출력 서비스, 컨설팅, 맞춤 교육 등 제공
3DP(한국)	×	○	×	×	○	×	×	×	등록대행 (수수료)	×	국가지원사업으로 개발된 플랫폼이며, 지재권 보호를 위한 출원 및 등록 대행 서비스 제공
3D upndown (한국)	○	○	×	×	×	×	○	×	CCL 설명	×	광고 수익모델을 추가해 디자이너의 여건을 배려한 결과 디자인 파일 수준이 매우 우수함

〈표 3〉 국내외 3D 콘텐츠 유통 플랫폼의 서비스 내용 비교 분석

○ : 서비스 제공, △ : 서비스 중단, × : 해당사항 없음

것은 '지원체계'라고 할 수 있으며 〈그림 4〉의 아랫부분에 표현돼 있다. 모든 산업은 표준화, 안전기준, 요금 체계 등 소비자 · 판매자 · 생산자를 보호 및 지원하는 각종 제도를 필요로 한다. 이것은 '산업 통제 체계'로 〈그림 4〉의 윗부분에 표현돼 있다. 3D 프린팅 융합 신산업을 활성화하려면 이러한 3가지 체계를 사전에 준비해야 한다.

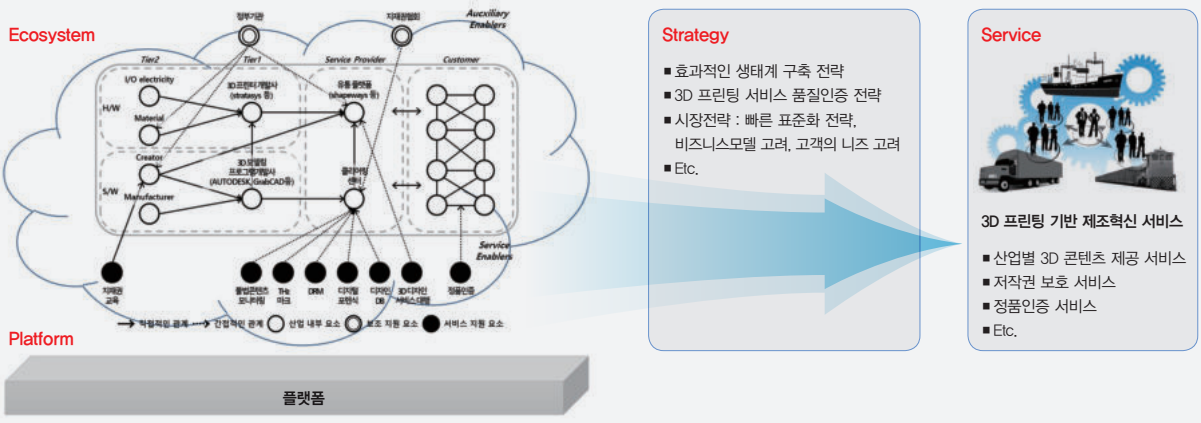


〈그림 4〉 3D 프린팅 산업의 생태계 구성 요소

3D 프린팅 기반 제조 혁신 서비스 발전 전략

3D 프린터로 소량의 제품을 생산하는 시스템과 대량 생산 공장에서 3D 프린터를 활용해 제조 공정을 혁신하는 것을 '제조 혁신'이라고 한다면, 전 산업의 제조 혁신이 원활히 이루어질 수 있게 하는 인프라를 구축해 상호 작용하도록 하는 것을 여기에서는 '제조 혁신 서비스'라고 명명하고자 한다. 제조 혁신 서비스를 위한 산업 생태계는 산업을 구성하는 기업체뿐만 아니라 정부와 정부 산하 지원기관의 역할도 매우 중요하다. 이들의 상호 관계를 〈그림 5〉에서 'Ecosystem'으로 간략히 표현했다. 이들이 상호 작용하기 위해서는 정보를 공유하고, 빠른 거래를 위한 플랫폼이 필수적이다. 또한 정부 주도로 우리나라 산업의 경쟁 전략을 수립해 경쟁국보다 빨리 구현해야 한다. 3D 프린팅과 관련한 전략의 예시로 효과적인 산업 생태계 구축 전략, 서비스 소비자들이 안심하고 사용할 수 있는 환경을 위해 3D 프린팅 서비스 품질 인증 전략 등을 들어보았다. 독일의 산업 전략이라 할 수 있는 'Platform Industry 4.0'에서는 정부 주도로 산업 혁신을 추진하되, 세부적으로 빠른 표준화, 부처 간 협력, 비즈니스 모델 및 고객의 니즈 고려 등 빠르게 시장을 활성화하기 위한 전략을 분명히 하고 있다.

원천 기술의 확보는 중요하다. 하지만 통합 서비스 플랫폼을 통해 실제 서비스로 이어지도록 하는 것은 기술의 완성도를 위해서도 매우 중요하게 고려돼야 한다. 여기에 한 단계 더 고민해야 할 점은 3D 프린팅 기술이 융합되는 신산업의 창출, 혹은 산업의 경쟁력 강화가 곧바로 이어지도록 하는 정책을 개발해야 한다는 것이다. 기술 개발을 한 이후 정책을 고민하는 것이 아니라 기술 개발을 하기 전에 먼저 정책을 고민해야 한다. 따라서 3D 프린팅 기술을 포함한 혁신적인 IT는 대부분 전통적인 산업의 혁신 도구로 활용하는 것이기 때문에, 우리 산업 정책의 목표를 '서비스 혁신에 의한 제조업의 동반 성장', 혹은 '서비스 혁신을 통한 신산업 창출'에 두고 이를 실현하기 위한 융합 서비스 산업의 창출을 위한 다양한 시도를 해야 할 것이다.



〈그림 5〉 3D 프린팅 기반 제조 혁신 서비스 시스템

www.rndkorea.net

2017 대한민국 산업기술 R&D대전

2017.11.16-11.18

서울 코엑스 D홀(3층)

R&D대전 을 검색해 보세요.

3D 프린팅 기술 확산과 제조업의 미래

3D 프린팅 기술을 통해 새로운 가치를 발견한 제조 기업들은 다양한 실험을 진행 중이다. 3D 프린팅을 활용한 사례가 쌓이면서 3D 프린팅이 가져올 변화의 모습도 구체화되고 있다. 이에 '개인 맞춤형 제품의 대중화' '디자인 최적화를 통한 기능성 향상' '생산 유연성 확보를 통한 민첩한 고객 대응'이라는 세 가지 측면에서 3D 프린팅이 적용되는 사례를 살펴보고, 이를 통해 3D 프린팅 기술의 미래 활용 가능성을 모색하고자 한다.

서진원 [LG경제연구원 연구원]

3D 프린팅, 상상을 구현하는 생산 기술

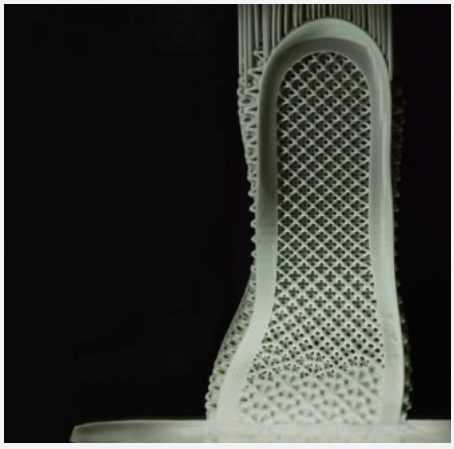
4차 산업혁명 시대가 다가온다. 3D 프린팅을 포함해 센서, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능, 사물인터넷이 4차 산업혁명을 견인하는 기술로 주목받고 있다. 4차 산업혁명 기술이 보편화되면서 현실 세계와 디지털 세계를 오가는 정보의 순환 속도는 점점 빨라지고, 궁극적으로는 그 경계마저 사라지게 될 것이다. 물리적인 제품을 만드는 제조업은 시간, 공간, 비용과 같은 현실적인 제약에 영향을 받는다. 제조업 경쟁력은 이러한 한계를 어떻게 극복하느냐에 따라 결정된다고도 볼 수 있다. 4차 산업혁명 시대에 제조업 부활을 외치는 독일, 미국, 일본 등 선진국은 이미 다양한 디지털 기술을 제조 현장에 적용하기 시작했다. 물리적 한계가 존재하지 않는 디지털 세계의 속성을 제조업이 받아들이면서 제조업 패러다임이 변화하고 있다.

3D 프린팅은 디지털 세계의 상상력을 그대로 현실 세계에서 구현할 수 있는 생산 수단이다. 3D 프린팅은 디지털 세계에서 만들어진 3차원 설계 도면에 따라 재료를 한 층씩 쌓아 올리는 적층 가공 방식으로 작동한다. 절삭 가공, 사출성형 등 기존 생산 방식 대비 적층 가공은 두 가지 장점이 있다. 기존 생산 방식은 제품 내부를 격자 구조로 만드는 등 복잡한 디자인을 구현하기 어려웠다. 3D 프린팅은 제품 디자인과 상관없이 제품을 출력할 수 있다. 또한 기존 생산 방식은 한 제품을 생산하는 데 필요한 금형 제작 비용이나 생산라인 구축 비용이 크기 때문에 생산 중인 제품을 변경하기 쉽지 않다. 하지만 3D 프린팅은 설계 도면과 프린터 한 대만으로도 다양한 제품을 유연하게 생산할 수 있다.

개인 맞춤형 제품의 대중화

3D 프린팅 기술이 활발하게 적용되는 분야 중 하나는 개인 맞춤형 제품 생산이다. 한두 개 제작하는 맞춤형 제품은 생산설비

〈그림 1〉 아디다스 퓨처크래프트4D



〈그림 2〉 아디다스 퓨처크래프트4D 밑창 3D 프린터 출력 모습

투자금액을 상쇄하기 어려워 수작업으로 제작되는 경우가 많다. 3D 프린팅은 추가적인 설비 투자 없이도 다양한 제품을 생산할 수 있고, 전문 제조 인력보다 더 빠르고 정확한 품질로 제품을 생산할 수 있다. 보청기, 의수, 치아 임플란트 등 맞춤형 의료 제품 생산에서는 이미 3D 프린팅이 경제성을 확보했다.

최근에는 신발, 의류, 안경테 등 패션 분야와 기타 개인용품까지 3D 프린팅 기술이 확산되고 있다. 지금까지 소비자들은 규격이 정해진 공산품 중 발품을 팔아가며 자신에게 가장 맞는 제품을 구매했다. 예를 들어, 신발은 일반적으로 5~10mm 단위로 제품이 생산된다. 같은 사이즈라도 신발마다 크기가 조금씩 다르고 여기에 발볼 너비, 발등 높이, 발바닥 모양, 걷는 습관까지 고려하면 내 발에 편안한 신발을 찾기란 생각보다 쉽지 않다.

신발산업에서는 일찍이 솔스, 위브, 피츠 같은 스타트업이 3D 프린팅을 활용한 맞춤형 제품 사업에 진출했다. 최근에는 아디다스와 나이키, 뉴발란스 등 대표적인 신발 기업들도 3D 프린팅을 적용한 개인 맞춤형 제품을 출시했다. 아디다스는 실리콘밸리의 3D 프린팅 기업 카본과 제휴를 맺고 3D 프린팅으로 제작한 운동화 '퓨처크래프트4D(Futurecraft 4D)'를 공개했다. 아디다스는 해당 제품을 올해에만 5000켤레, 내년까지 10만 켤레 판매하겠다는 목표를 세웠다. 신발산업에서 퓨처크래프트4D를 시작으로 대량 맞춤 생산에 3D 프린팅을 적용한 사례가 본격적으로 나타날 것이다.

〈그림 3〉 엑스켈렛의 깁스

〈그림 4〉 레이어의 고 휠체어

〈그림 5〉 헬멧헤어의 헬멧

의류 분야에서는 새로운 디자인 콘셉트를 보여주는 용도로 3D 프린팅이 활용됐으나, 최근에는 착용 가능한 의류 제작에 관심이 집중되고 있다. 일본 의류업체인 스탈티드와 디자인 기업 프리디는 착용 가능성에 초점을 둔 맞춤형 니트를 출시했다. 3D 프린터로 생산하는 이 제품은 TPU 소재를 사용해 실제 니트에 근접한 느낌을 구현했다. 영국에서는 노팅엄 트렌드대의 디자인 전공 학생이 실리콘 소재로 만든 개인 맞춤형 속옷을 선보였다. 옷을 입을 때 속옷 봉제 라인이 드러나기 마련인데, 신축성 있는 소재와 3D 프린팅을 활용해 봉제 라인을 없앤 속옷을 제작했다.

그외에도 다양한 개인용품 생산에 3D 프린팅이 활용되고 있다. 스페인 스타트업 엑스켈렛과 멕시코 스타트업 메디프린트는 3D 프린터로 제작한 골절용 깁스를 상용화하기 위해 준비 중이다. 기존 석고 깁스보다 위생적이고 가벼워 일상생활에도 편리하다. 레드닷어워드에서 수상할 만큼 디자인도 뛰어나다. 무엇보다 신체 부위에 적합한 형태로 깁스를 제작할 수 있는 장점이 있다. 기존 석고 깁스는 새끼발가락이 골절되면 발 전체에 깁스를 해야 했다. 영국 디자인 회사 레이어는 3D 프린팅 전문 기업 머티리얼라이즈와 협업해 개인의 신체 조건에 맞춘 맞춤형 휠체어 '고(Go)'를 출시했다. 덴마크 스타트업 헬멧헤어는 장난감 레고(Lego) 캐릭터의 머리카락 모양으로 자전거 헬멧을 제작했다. 헬멧 쓰기를 꺼리는 어린이들이 재미있게 착용할 수 있도록 다양한 디자인으로 맞춤형 자전거 헬멧을 만들고 있다.

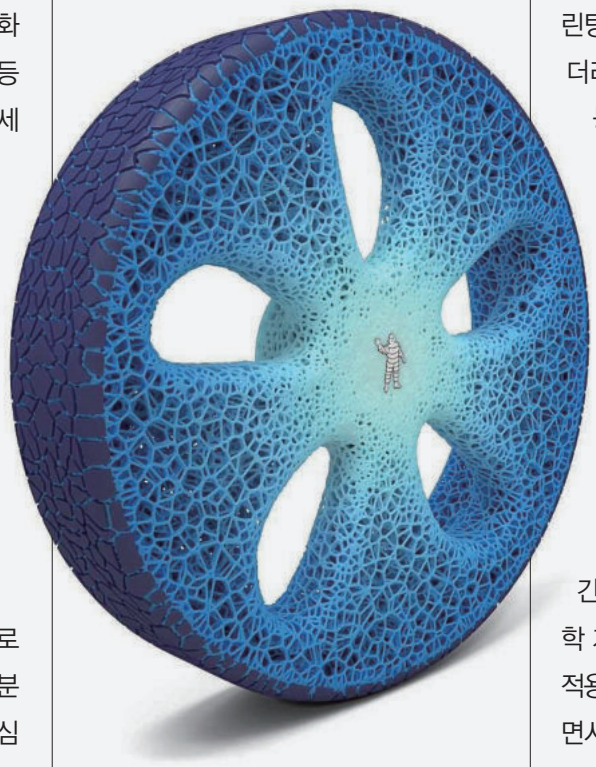
3D 프린팅 기술이 일반 소비재 영역까지 확산되면서 맞춤형 제품이 대중화될 것으로 예상된다. 3D 프린팅을 활용하는 기업들은 고객 한 사람 한 사람에게 초점을 맞춘 제품을 고민하게 된다. 반면, 제품을 대량 생산하는 기업들은 고객을 평균적인 집단으로 구분해 살펴보는 데 익숙하다. 맞춤형 제품이 대중화되면 소비재 시장은 지금보다 파편화될 가능성이 있다. 지금 당장 3D 프린팅이 대량 생산 방식을 위협하지는 않을 것이다. 그렇지만 대량 생산 기업도 생산 효율성을 유지하면서 다양한 고객 니즈를 충족시키기 위한 방안을 고민할 필요가 있다.

디자인 최적화를 통한 제품 기능 향상

국제사회에서 환경 · 에너지 문제가 중요하게 다뤄지면서 전 산업에 걸쳐 에너지 효율성 향상, 폐기물 저감 등 규제가 강화되고 있다. 특히 항공, 자동차, 산업장비 등의 분야에서는 제품 경량화 요구가 거세다. 이와 동시에 고객들은 더 향상된 기능을 갖춘 제품을 요구하고 있다. 일찍이 제조기업들은 3D CAD 모델링과 위상 최적화 소프트웨어를 통해 더 가볍고 우수한 제품 설계도를 보유하고 있었다. 그렇지만 전통적인 생산 방식으로는 이를 구현하기 어려웠다. 제품 디자이너들은 생산 가능성을 고려한 디자인을 제안할 수밖에 없었다.

3D 프린팅 기술은 디지털 설계 그대로 제품을 생산할 수 있다. 이러한 특성 덕분에 제품 경량화와 제품 기능 강화에 관심 있는 기업들이 3D 프린팅에 주목하고 있다. GE가 제작하는 항공엔진 연료 노즐은 복잡한 구조로 구성되기 때문에 기존에는 18개 부품을 조립해서 하나의 제품으로 만들었다. 그러나 3D 프린팅을 도입한 이후 연료 노즐 제품을 한 번에 출력할 수 있게 됐다. 조립에 필요한 부품과 조립 부위를 없앤 덕분에 연료 노즐의 무게는 25% 줄어들었고, 내구성은 5배 증가했다.

GE는 2010년부터 3D 프린팅에 3조 원 이상 투자하면서 기술력을 확보했다. 2016년에는 GE Additive 사업부를 신설하면서 본격적으로 3D 프린팅 사업에 진출했다. GE는 현재 매출 3000억 원 규모인 GE Additive 사업을 2020년까지 1조 원 규모로 키우겠다는 목표를 제시했다. 목표 달성을 위해 항공엔진, 풍력발전, 원유 · 가스설비, 의료 등 다방면에 걸쳐 3D 프린팅 기술 적용 가능성을 모색 중이다. GE 외에



〈그림 6〉 미쉐린의 비전 에어리스

보잉, 에어버스 등 항공 관련 제조업체 역시 3D 프린팅 기술 확보를 위해 적극적으로 투자하고 있다.

제품 디자인 구현이 자유로운 3D 프린팅 기술 덕분에 기업들도 창의성을 발휘한 제품을 선보이고 있다. 타이어 기업인 미쉐린은 미래 타이어 콘셉트로 '비전 에어리스(Vision Airless)'를 공개했다. 비전 에어리스는 독특하면서도 복잡한 구조로 이루어져 있는데, 인체 내 폐포 모양에서 영감을 얻었다. 단일 소재를 사용해 중심부는 단단하면서도 지면에 닿는 부분으로 갈수록 유연한 구조를 갖도록 디자인했다. 3D 프린팅을 통해 더 가벼우면서도 차량 종류와 운행 조건에 가장 적합한 탄력성, 표면 패턴 등을 구현할 수 있다.

전통적인 생산 방식을 보유한 제조업이 경량화 요구에 대응하는 방법은 기존 소재를 가벼운 소재로 대체하는 것이다. 3D 프린팅 기술이 확산되면 같은 소재를 사용하더라도 제품 디자인을 통해 경량화 및 기능성 향상 요구에 대응할 수 있게 된다. 물체를 깎아내거나 찍어내는 전통적인 생산 방식으로는 제품 디자인이 대칭, 원형, 직사각형과 같은 단순한 형태에 머무를 수밖에 없었다.

3D 프린팅을 활용한 제품 디자인은 복잡한 비대칭 패턴과 불규칙한 형태가 중심이 될 것이다. 나뭇가지가 뻗어 나가는 패턴이나 뼛속 내부 구조처럼 자연 속에서 오랜 기간 진화해 온 구조도 흉내 낼 수 있고, 수학 계산으로 도출한 최적 구조도 제품에 적용할 수 있게 된다. 3D 프린팅이 확산되면서 제조업은 디자인을 통해 보다 우수한 기능을 가진 제품을 만들어낼 것이다.

생산 유연성 확보를 통한 민첩한 고객 대응

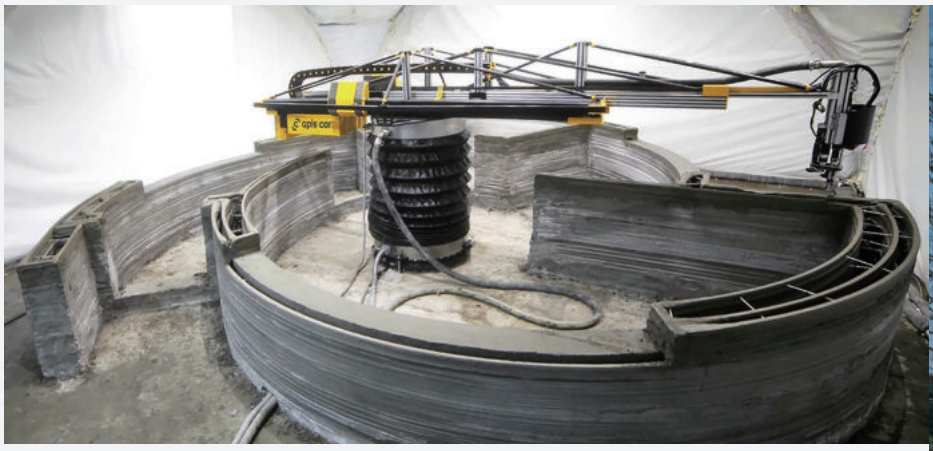
1980년대부터 세계화가 진행되면서 제조업 공급사슬 역시 세계로 뻗어 나갔다. 제조업 전반에서 공급사슬이 세분화되면서 기업들은 제품 품질을 높이면서도 생산 비용은 절감할 수 있었다. 반면, 소비 시장과 생산지 간 물리적 거리는 멀어졌고 공급사슬은 복잡해졌다. 보험개발원이 2014년 자동차 1대당 평균 수리비를 조사한 결과, 수입차 부품값은 198만 원으로 국산차(43만 원) 대비 4.6배 비싼 것으로 나타났다. 유럽, 미국 등에서 생산된 부품이 국내로 수입되면서 여러 유통 단계를 거친 탓에 현지 가격보다 비싸졌다. 그만큼 부품 조달에도 시간이 오래 걸린다. 부품이 품절된 경우 자동차 자체를 새로 교체해야 하는 경우도 발생한다.

3D 프린터가 있는 곳이면 어디든 공장이 될 수 있다. 대량 생산 설비와 비교해 3D 프린터는 상대적으로 이동성이 우수하다. 3D 프린팅을 활용하면 소비 지역 근처에 위치하면서 소비자 요구에 민감하게 대처할 수 있다. 미국의 스타트업 로컬모터스는 외형 전체를 3D 프린터로 생산한 전기차의 상용화를 앞두고 있다. 고객과 물리적 거리를 좁히기 위해 주요 도심에서 50km 이내로 떨어진 곳에 생산 공장을 건설했다. 고객이 자동차 구매를 고민하는 순간부터 끊임없이 디자인 아이디어를 주고 받으며 최종 디자인을 함께 만들어 나간다. 공식적으로 차량 제작 주문이 접수된 이후에 3D 프린터로 차량을 생산하기 때문에 재고 부담까지 줄일 수 있다. 디자인 기획부터 차량 생산까지 한두 달이 소요된다. 세계적인 자동차 그룹 다임러는 2016년부터 3D 프린팅을 통한 부품 공급 서비스를 시작했다. 지금은 서비스 대상을 자회사인 메르세데스-벤츠트럭의 오래된 모델로 한정했다. 일부 부품이 단종된 트럭을 사용하는 고객들은 부품이 없어 트럭을 새로 교체해야 할 상황에 놓이게 됐다. 이러한 고객 필요에 대응하기 위해 다임러는 3D 프린팅 서비스를 시작했다. 트럭 고객들은 가까운 서비스센터에서 3D 프린터로 출력된 부품을 공급받을 수 있게 됐다. 다임러는 교체 부품 종류를 점차 늘려 나가고, 플라스틱뿐만 아니라 금속 부품까지도 3D 프린터로 출력해 공급할 계획이다.

〈그림 7〉 로컬모터스의 LM3D 3D 프린팅 자동차

〈그림 8〉 3D 프린팅 부품을 공급 중인 메르세데스 – 벤츠의 버스

건설 분야에서는 현지 생산에 적합한 건축용 3D 프린터 개발이 활발하다. 3D 프린터를 활용하면 현장 상황에 맞게 건축 디자인을 변경하기 쉽다. 또한 중간 가공 단계 없이 원료에서 건물을 바로 건설하기 때문에 시간과 비용 역시 절감할 수 있다. 샌프란시스코의 스타트업 아피스코르는 이동식 3D 프린터를 개발해 콘크리트로 11평짜리 집을 하루 만에 만들었다. 건설 비용은 약 1100만 원으로 미국 평균 주택 건축비의



〈그림 9〉 아피스코르의 건축용 3D 프린터

〈그림 10〉 두스아키텍츠의 카날하우스

〈그림 11〉 카자의 건축용 3D 프린터

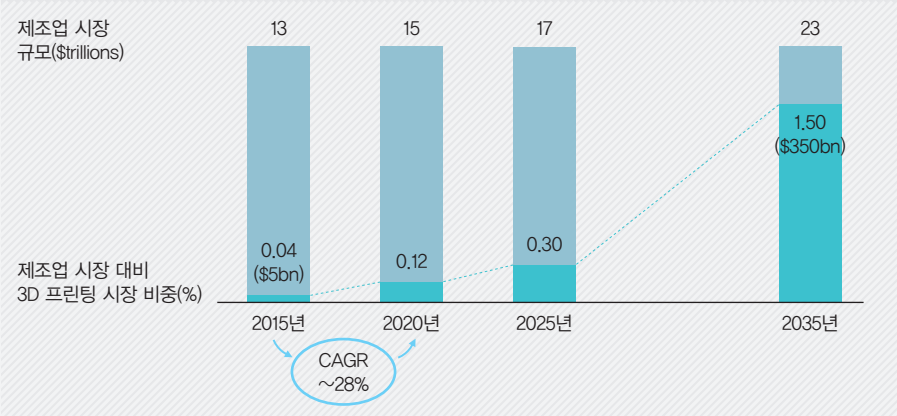
6분의 1 수준이다. 두바이 정부는 2030년까지 아랍에미리트 내에서 건설 예정인 건물 중 25%를 3D 프린터로 제작하겠다는 목표를 제시했다. 두바이 프로젝트에는 건축용 3D 프린팅 로봇을 개발한 미국의 스타트업 카자가 참여할 예정이다. 3D 프린팅 로봇을 통해 다양한 디자인으로 건물을 건설할 수 있을 뿐만 아니라 기존 건축 공법보다 콘크리트를 쌓는 속도도 50% 빠르다고 알려져 있다. 네덜란드 건축회사 두스아키텍츠는 6m 높이의 대형 3D 프린터 '카머메이커(KamerMaker)'로 제작한 플라스틱 집을 암스테르담에 공개했다.

개발도상국이나 재난 구호 지역 같이 물류 인프라가 발달하지 않은 지역에서 3D 프린터를 활용해 필요한 도구를 직접 제작하는 시도 역시 활발하다. 필드레디는 국제구호단체 월드비전과 협력해 재난 지역에서 필요한 구호 물품을 현지에서 제작하는 기술을 연구하고 있다. 필드레디는 3D 프린팅 기술로 물류 비용의 40~50%를 줄일 수 있고, 이를 통해 월드비전의 연간 구호기금을 5조~7조 원 절감할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

공급사슬이 단순화되면서 가장 큰 위협을 받는 산업은 유통업이 될 것으로 예상된다. 그러나 모순적이게도 유통업에서 3D 프린팅을 적극적으로 받아들이면서 가치사슬 통합을 주도하고 있다. 세계적인 물류업체 UPS는 3D 프린팅 기업 패스트라디어스에 투자했다. 2016년 9월에는 싱가포르에 각종 기계 부품을 제작하는 3D 프린팅 공장을 설립했다. 고객이 원하는 제품을 제 시간에 배달해주는 서비스에서 한발 더 나아가 고객이 원하는 제품을 직접 만들어서 공급하겠다는 것이다. 오후 5시 내에 주문한 제품을 24시간 내에 아시아 전역으로 배송한다는 목표를 내세우고 있다. 3D 프린팅의 확산은 제조업 내 경쟁 패러다임 변화뿐만 아니라 제조업 구분 자체를 무의미하게 만들고 있다.

3D 프린팅 시장 전망과 제조업 대응 방안

미국 제조업체 중 71%가 3D 프린팅 기술을 도입하고 있고, 이 중 31%는 최종 제품 생산에도 3D 프린팅을 활용하고 있다.[1] 그럼에도 불구하고 제조업 내에서 3D 프린팅이 차지하는 영향력은 아직 미미하다. 높은 가격, 낮은 품질, 느린 속도, 제한된 소재, 전문인력 부족 등이 3D 프린팅 확산을 가로막는 요인으로 지적된다. 3D 프린



〈그림 12〉 3D 프린팅 시장 전망 출처 : BCG

팅 시장 규모는 2015년 기준 약 5조 원으로 전체 제조업 시장 규모 중 0.04%에 불과한 수준이다. 향후 기술 개발 및 전문인력 육성을 통해 3D 프린팅 시장 규모는 점차 확대될 전망이다. BCG 보고서[2] 에 따르면 2020년까지 3D 프린팅 시장이 매년 28%씩 성장하면서, 시장 규모가 2025년 50조 원, 2035년 350조 원을 넘어설 전망이다.

3D 프린팅은 아직 성숙하지 않은 기술이다. 그럼에도 선진 기업들은 각자 분야에서 3D 프린팅 기술 역량 확보를 위한 다양한 실험을 진행 중이다. 3D 프린팅으로 부가가치를 창출할 수 있는 영역은 다양하다. 시제품 제작에 활용하면서 제작 비용과 시간을 줄이고, 자체적으로 필요한 치공구 제작에도 활용할 수 있다. 여러 업체에서 부품을 조달해 조립하던 제품을 한 번에 출력할 수도 있다. 단종된 부품을 손쉽게 생산하거나, 주문받은 제품을 바로 생산해 재고 비용을 줄일 수 있다. 고객의 디자인 변경 요청에도 빠르게 대응할 수 있다. 위상 최적화로 도출된 복잡한 구조의 제품도 생산할 수 있다.

그렇지만 3D 프린팅 시장 규모 확대가 제조업에 긍정적인 것만은 아니다. 제조업은 3D 프린팅 기술이 확산되면서 나타나는 가치사슬 변화를 면밀히 살펴봐야 한다. 고정비가 큰 대량 생산 설비 투자는 그 자체로 다른 기업들의 제조업 진출을 막는 진입장벽으로 작용했다. 이미 생산 기술이 성숙한 산업인 경우는 신규 기업이 진입하기가 더욱 어려웠다. 그 덕분에 제조 인프라를 구축하는 것만으로도 제조 기업들은 안정적으로 사업을 영위할 수 있었다. 반면, 3D 프린팅은 고정비 투자가 적고, 다양한 제품을 유연하게 생산할 수 있는 기술이다. 향후 3D 프린팅이 확산되면 전통적인 제조 전문성이 없는 기업도 적은 비용을 투자해 제조 활동에 참여할 수 있게 될 것이다.

이러한 변화는 곧 R&D ⇨ 제조 ⇨ 판매로 이어지는 가치사슬에서 제조 영역이 창출하는 부가가치가 지금보다 더 낮아진다는 것을 의미한다. 지난 20년은 중국, 베트남 등지에서 저렴한 인건비를 내세운 기업들이 제조업 경쟁을 심화시켰다. 앞으로는 미국, 일본, 독일 등지에서 3D 프린팅 기술을 앞세운 크고 작은 기업들이 제조업 경쟁을 더욱 심화시킬 것이다. 4차 산업혁명 시대에 제조업이 생존하기 위해서는 단순히 3D 프린팅 역량 확보만으로는 충분하지 않다. R&D를 통해 근본적인 기술력을 확보하거나, 고객 서비스 역량을 강화하는 등 가치사슬 영역 확장에 대한 고민이 필요한 시점이다.

1) PWC, '3D Printing comes of age in US industrial manufacturing' (2016.4.)
2) BCG, 'Get Ready for Industrialized Additive Manufacturing' (2017.5.)

미국의 3D 프린팅 산업 지원 정책

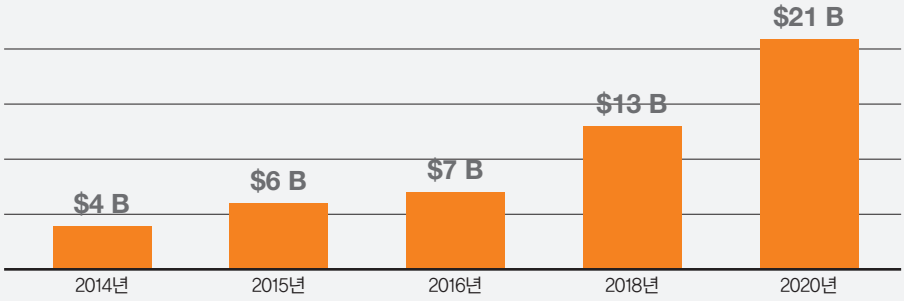
3D 프린팅은 '21세기의 연금술'이라고 불리며 다양한 소재의 활용과 섬세한 제품 제조를 가능하게 하며 미래를 이끌 신기술로 각광받고 있다. 이에 각 국가들은 적극적인 산업 육성 정책을 통해 자국의 3D 프린팅 산업 경쟁력 강화에 힘쓰고 있다. 미국은 산업을 이끌고 있는 글로벌 기업들의 노력으로 강국으로 자리매김하고 있다. 민간기업의 노력과 더불어 미 정부는 전국적인 산업 네트워크를 구축해 지속적인 기술 개발 지원을 통한 종합적인 산업 정책을 시행하고 있다. 이에 미국의 3D 프린팅 산업 지원 정책과 현황에 대해 살펴본다.

최홍열 [한국산업기술진흥원 미국사무소 소장]

3D 프린팅 및 시장 전망

3D 프린팅은 분말, 액체, 고체 형태의 소재를 3D 프린터를 통해 분사 또는 적층해 3차원 형태의 입체물을 제작하는 것을 의미하며, 적층 제조(Additive Manufacturing : AM)라고도 불린다. 3D 프린팅 기술은 전통 제조업의 생산 방식과 프로세스를 효율적으로 바꾸고 있다. 제품 설계의 유연성을 높이고 에너지 사용을 줄이며, 시장 출시 기간을 단축시키는 등 대량 생산 체계를 더욱 경제적으로 만들고 있다. 또한 맞춤형 주문생산 등 규모의 경제에 영향을 받지 않는 중간 규모의 산업에도 적합해 신시장 구축과 더불어 수익성도 높일 수 있어 기술 활용도가 점점 커지고 있다.

이러한 3D 프린팅은 2000년대 후반부터 전 세계적으로 유망 기술로 주목받아 왔다. 초기 시장 규모 약 6억 달러에서 2012년에는 약 22억 달러까지 고성장했다. 시장조사업체 마켓앤드마켓의 보고서에 따르면 2022년까지 시장 규모가 약 300억 달러 가까이 성장할 것으로 전망되며, 특히 2016~2022년 연평균 28.5%의 높은 성장률을 보일 것으로 예측됐다. 여러 시장조사업체의 향후 전망 역시 매우 긍정적이다. 연평균 30%의 높은 성장률을 전망하고 있다. 최종 사용자용 프로토타입 개발, 정밀부품 생산, 정부의 투자 프로젝트, 제조 효율성 향상 등을 3D 프린팅 시장 성장의 원동력으로 분석하고 있다.



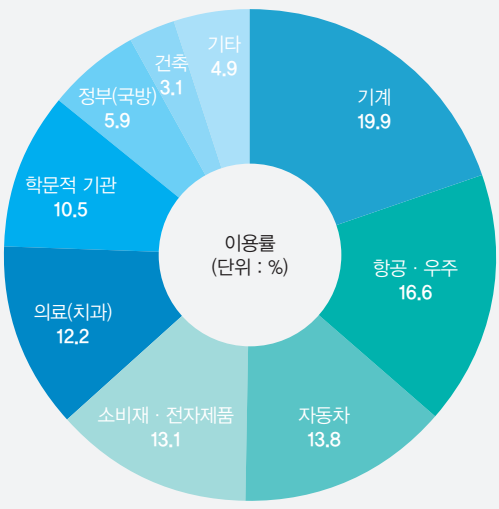
〈그림 1〉 전 세계 3D 프린팅 산업 전망(단위 : 달러)
출처 : 2016 UPS 보고서, '3D Printing: The Next Revolution in Industrial Manufacturing'

조사기관	연도 (단위 : 10억 달러)						CAGR	CAGR Period
	2013E	2014E	2015E	2017E	2018E	2020E		
AM Market						7	18.0%	
AMR	2.3					8.6	20.6%	2013~2020
Canalys	2.5	3.8			16.7		45.7%	2013~2018
CCS Insight	1.2				4.8		33.0%	2013~2018
Freedonia				5.0				
Gartner			1.6		13.4		103.1%	2015~2018
Wohlers	3.1				12.8	21.0	33.0%	2013~2020

〈표 1〉 시장조사업체별 전 세계 3D 프린팅 시장 전망
출처 : Sophic Capital, Company press Releases '3D Printing Market Forecast'

3D 프린팅 산업 현황 및 전망

산업용 3D 프린터는 전체 3D 프린터 시장에서 가장 큰 비율을 차지하고 있다. 3D 프린팅 주요 활용 산업으로는 항공 · 우주, 국방, 자동차, 제조업, 의료가 대표적이며 산업 내 활용도가 지속적으로 증가하고 있다. 의료 · 바이오 분야의 경우 2020년까지 약 18.2%로 가장 큰 성장이 예상된다. PwC에 따르면 제조업체들의 약 67%가 이미 3D 프린팅을 활용 중인 것으로 추정하고 있으며, 나머지 역시 3D 프린팅을 생산 프로세스에 통합할 방법을 준비 중이라고 보고한다.



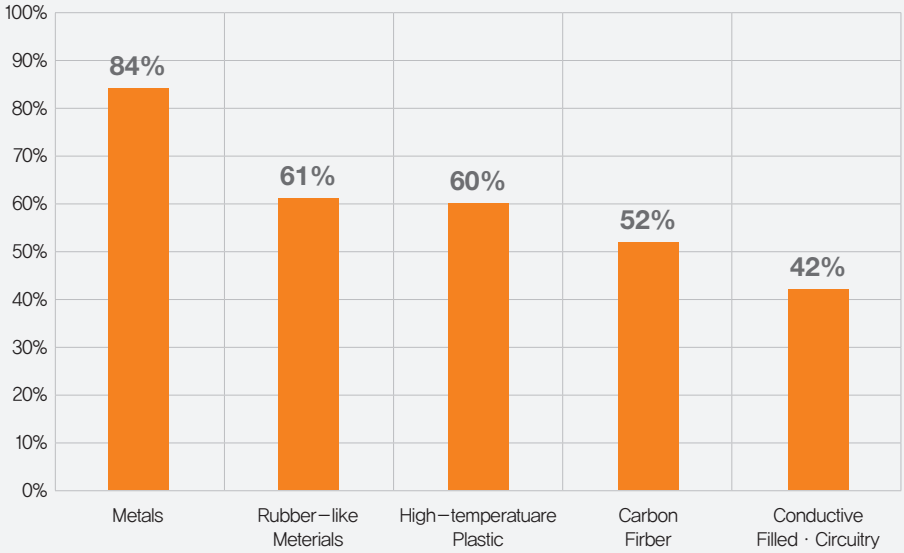
〈그림 2〉 3D 프린팅 기술의 산업별 이용률
출처 : 정부자료, '2017년 3D프린팅산업 진흥 시행계획', Wohlers Associates

또한 산업용과 동시에 개인사용자용 · 데스크톱용 3D 프린터의 소비 증가도 두드러진다. 연구기관 및 대학, 예술 분야 등에서의 활용이 증가하고 있다. 지멘스의 보고서에서는 향후 5년 이내 3D 프린팅 제조의 전체 비용이 50% 정도 줄고, 동시에 기술 개발을 통해 제작 속도는 400% 증가할 것이라고 예측하면서 3D 프린팅의 빠른 대중화를 전망했다.

더불어 3D 프린팅 소재는 새로운 제품 생산을 가능하게 할 뿐만 아니라 가격을 낮추는 데도 중요한 역할을 한다. 현재 플라스틱과 금속이 주로 사용되고 있으며, 2015년 스트라타시스 조사에 따르면 금속 3D 소재가 플라스틱보다 빠르게 성장할 것으로 예상했다. 그러나 앞으로는 기술 개발에 따라 보다 다양한 소재가 활용 가능할 것으로 보인다. 최근에는 소재를 조합한 새로운 재료를 개발해 정밀한 재료 특성을 구현함으로써 의도한 제품을 보다 정확하게 제조할 수 있는 '디지털 재료'의 개발이 이뤄지고 있다. 국내 기업도 3D 프린터에 활용이 가능한 소재를 차세대 먹거리로 인식하고 적극적인 투자 노력을 하고 있다.

	2013년	2018년	2023년	증감률
생산 가격	€ 3.10	€ 1.60	€ 1.10	50% 감소
생산 속도	10cm³/h	40cm³/h	80cm³/h	400% 증가

〈표 2〉 향후 5년 이내 생산 가격 및 속도 변화 예측
출처 : Siemens, '3D Printing : Facts & Forecasts'

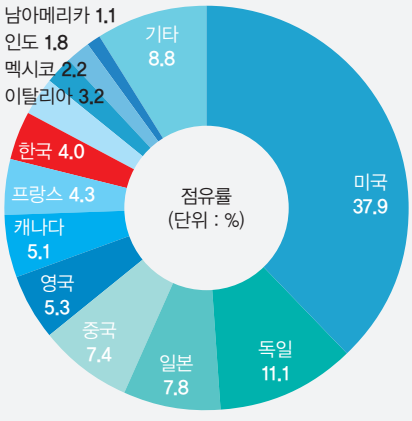


〈그림 3〉 3D 프린팅 산업 종사자들이 예측한 향후 3D 프린팅 소재 활용도
출처 : 2016 UPS 보고서, '3D Printing: The Next Revolution in Industrial Manufacturing'

미국의 산업 지원 정책 3가지

미국, 유럽, 일본, 중국 등 주요 선진국에서는 정부 주도 아래 적극적으로 산업을 지원하고 있다.

유럽연합	■2012년 ECAM(The European Collaboration on Additive Manufacturing)을 설립해 적층가공 연구개발(R&D)을 EU 차원에서 통합해 추진 ■Strategic Research Agenda(SRA) 2013 for Additive Manufacturing 공개 ■Horizon 2020을 통해 3D 프린터 나노 소재 프로젝트 공모 등 지속적인 산업 기술 지원
영국	■대학기관을 중심으로 관련 R&D 및 교육 지원 정책을 확대함 –각 학교에 3D 프린터 교육을 커리큘럼으로 추가 –50만 파운드의 기금으로 60개 학교에 3D 프린터 및 담당교사 보급 –5년 내 모든 학교에 설치 예정 ■2014년 영국 비즈니스 혁신기술부에서 3D 프린터 시장에 약 1400만 유로 투자
중국	■2012년 '중국 3D 프린팅 기술 산업연맹' 설립 ■2013년 아시아제조협회와 연합해 '중국 3D 프린팅 기술 혁신센터' 설립 ■과학기술부의 '국가발전 연구계획 및 2014년 국가과학기술 프로젝트 지침'에 3D 프린팅 포함 –4000만 위안 규모의 연구기금 지원 ■국가 3D 프린팅 제조업 발전추진계획(2015~2016) 발표 –2016년까지 3D 프린팅 산업 플랫폼 구축 및 연간 30% 이상의 성장률 달성 목표 –3D 프린팅 전문기업 2, 3개 육성해 글로벌 경쟁력 확보
일본	■아베 정권 일본재흥전략에 3D 프린터 핵심산업 선정, 약 40억 엔의 예산으로 국가 프로젝트 추진 ■2014년 산학연관 국가프로젝트 추진 기구인 '차세대 3D 적층 조형기술종합기술개발기구(TRAFAM)' 발족



〈그림 4〉 국가별 시장 점유율

출처 : Markets and Markets(2016),정부자료, '2017년 3D프린팅산업 진흥 시행계획'

이와 관련해 미국 산업 지원 정책을 살펴보면 다음과 같다. 최초 개발 업체의 본국인 만큼 미국은 스트라타시스와 3D시스템즈 등 대표적인 3D 프린팅 산업 글로벌 기업체의 높은 특허 출원 건수 및 시장 점유율을 바탕으로 기술 개발을 주도하고 있다. 민간기업의 활약으로 글로벌 시장을 이끌고 있는 동시에 미국 정부의 적극적인 지원 정책도 힘을 싣고 있다. 3D 프린팅 관련 기초연구와 제품 연계 개발 및 가속화, 첨단 3D 프린팅 기술에 대한 교육훈련 환경 조성에 주력하고 있다.

미국 정부의 산업진흥정책인 'Manufacturing USA'의 3D 프린팅 산업 네트워크인 'America Makes'를 중심으로 각 연방기관의 지원이 이뤄지고 있으며, 전국적인 네트워크를 형성해 협력 R&D가 활발하게 진행되고 있다.

NATIONAL NAMII ADDITIVE MANUFACTURING INNOVATION INSTITUTE NCDMM NATIONAL CENTER FOR DEFENSE MANUFACTURING AND MACHINING

– 설립 시기 : 2012년 8월
– 위치 : Youngstown, Ohio
– 자금 : 초기 연방정부 투자_ 3000만 달러
컨소시엄 투자_ 4000만 달러

NAMII(National Additive Manufacturing Innovation Institute)

2012년 미국 정부는 제조업 부활을 위해 3D 프린팅 산업에 대한 대규모 투자 계획을 발표했다. 군사무기전문연구소인 NCDMM(The National Center for Defense Manufacturing and Machining)는 오하이오 주에 3D 프린팅 기술 개발 및 발전을 위한 전국적 네트워크인 NAMII(National Additive Manufacturing Innovation Institute)를 설립했다. 설립 초기 3000만 달러의 연방정부 기금을 지원받았으며, 오하이오–펜실베이니아–웨스트버지니아 'Tech Belt' 약 4000만 달러 규모의 산학연 컨소시엄을 이루었다. 초기 컨소시엄 회원은 40개의 회사, 9개의 연구기관 및 대학, 5개의 커뮤니티 칼리지, 11개의 비영리 단체를 포함했다. 곧 NAMII는 연방정부의 '첨단제조혁신 네트워크 프로그램(NNMI, 현재 Manufacturing USA)'의 산하 기관 중 하나인 3D 프린팅 산학연 컨소시엄 America Makes으로 재정립돼 전국적 네크워크 및 공동 R&D를 활발히 진행 중이다.

America Makes

– 설립 시기 : 2012년 10월
– 위치 : Youngstown, Ohio(NAMII 동일)
– 자금 : 연방정부 기금_ 5500만 달러
비연방정부 기금_ 5500만 달러

America Makes

국방부와 NCDMM의 후원 아래 Manufacturing USA의 첫 기관으로 선정된 America Makes는 미국의 적층가공 기술의 적용을 가속화해 국내 제조업 경쟁력을 높이는 것을 목표로 한다. 정부 · 산업계 · 학계 · 연구기관 · 기업 대상 회원제 운영 및 회원 간 파트너십을 제공하고 있다. 주요 역할로는 ① 3D 프린팅 산업의 정보 및 연구의 공개 교환을 위한 협업 인프라 조성 ② 제조 기술 개발 및 평가와 적용 촉진 ③ 교육기관과 기업 간 협력을 통한 인력 양성 ④ 국가적 영향력을 가진 국립연구소 역할 ⑤ 자국 기업 및 비영리단체 등 산업 내 경제 · 자원 지원 등이 있다. 중점 활동으로는 디자인, 소재, 기술 및 인력 등의 측면에서 3D 프린팅 산업의 경쟁력 강화를 위해

기업, 대학, 비영리기관, 연방기관의 프로젝트 협력 및 기술 협력을 촉진하고 있다.

America Makes Technology Roadmap

America Makes는 적층 제조 기술 로드맵을 개발해 산업 전반에 지식 공유, 기술 발전 촉진 등 의미 있는 도전 과제 제시 및 공공-민간 파트너십 프로젝트에 가장 적합한 2020년까지의 기술 개발 로드맵을 제시하고 있다. 다섯 가지 기술 영역은 디자인, 소재, 공정, 가치사슬, AM GENOME이다.

[디자인] 새롭고 독창적인(Non-proprietary) 디자인 및 도구 개발을 추구는 동시에 기존 제조 프로세스 도구에 적용 가능한 디자인을 추구함

- 중점 분야 : Complexity Exploitation, 3D Functionally Graded Materials, Multi-material Integration, Model-based Inspection, Product Individualization and Customization

[소재] 소재 특성 및 특성화 데이터 체계를 구축하고, 완성(As-built) 소재의 가변성 제거를 목표로 함

- 중점 분야 : Standardized Feedstock Materials, Benchmark Material Property Data, Process-property-structure Relationships, Process Window Boundary Definition Post-processing Guidelines and Specifications

[공정] 보다 빠르고 정확하며, 세밀한 기술 공정 개발

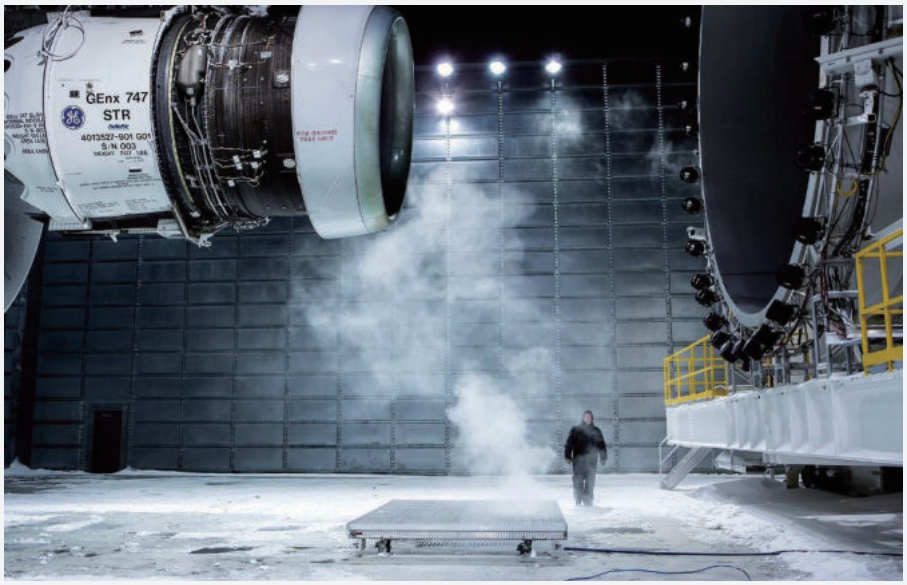
- 중점 분야 : Build Speed, Accuracy, Detail Capability, Surface Quality and Maximum Part Size

[가치사슬] 3D 프린팅 완제품의 시장 진출까지의 전체 밸류체인 비용 및 시간의 단계적 개선과 제품 전 주기에 걸친 신속한 인증 · 검증 방법, 총체적 기술 통합, 제품 재활용성을 개선함

- 중점 분야 : Processing Costs, Feedstock Material Costs, Quality Control Costs, Labor Productivity Costs and Energy Efficiency Costs

[AM GENOME] 설계, 개발, 신소재 적합성 판단 등에 필요한 시간과 비용을 개선하기 위해 새로운 계측 방법 및 재료 특성화를 위한 새로운 아이디어를 발굴함

- 중점 분야 : Computer-aided Materials Development, Modular Open Simulation Frameworks, Access to Open Transparent Material Property Data, Multi-scale Data Management and Sharing and Efficient Material Property Characterization Methods



America Makes Workforce Roadmap

America Makes는 인력 양성을 통한 산업 발전 로드맵을 제시하고 있다. 산업 전반에 걸친 지식 공유 및 기술 발전 촉진을 위해 '적층가공 Workforce'와 'Educational Outreach Roadmap'을 개발했다. 다섯 가지 영역은 지식과 인지, 숙련과 기술, 산업 체험, 인력개발, 조정 및 확산이다.

[지식과 인지] 사용자, 학생, 학계 관계자, 정부 · 정책 이해관계자, 일반 대중, 잠재적 기술 도입 업체들의 3D 프린팅 가치와 혜택, 친숙함 향상

- 적용 분야 : Curriculum, Extracurricular STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, and Math) Programs, Learning Media, Seminars, Webinars and Conferences, Case Studies

[숙련과 기술] 사용자, 학생, 학계 관계자, 일반 대중, 잠재적 기술 도입 업체들이 3D 프린팅 기술을 문제 해결 도구 또는 창의적 도구로 사용하는 데 필요한 기술 및 숙련도 향상

- 적용 분야 : Classroom-based Learning, E-learning Courses, Capstone Projects, Instructor-led Labs, Maker Spaces and Fab Labs

[산업 체험] 다양한 현실적 문제를 해결함으로써 기술 적용 및 활용 능력 강화

- 적용 분야 : Co-ops & Internships, Apprenticeships, Application-specific Training, Industrial Experience Accelerators

[인력개발] 산업의 인력 요구 사항에 맞춘 학생-기업 연계도구 개발을 통한 안정적인 인력 배치

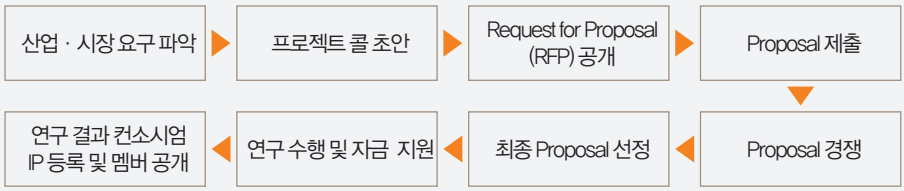
- 적용 분야 : Career Development Tools, Employer Needs, Scholarships & Fellowships, Mentoring

[조정 및 확산] 일관성, 지식, 기술, 경험의 통합, 효율적 유통 채널 개발을 통한 미국 전역의 3D 프린팅 기술 채택률 및 규모 촉진

- 중점 분야 : Tech Transfer to SMB's, Training Clearing House, Value Analysis, Teach-the-teacher, Grand Challenge, Talent Supply Chain Optimization

America Makes의 프로젝트 프로세스

America Makes는 컨소시엄 멤버 간 공동 프로젝트 및 기술 협업 등의 파트너십을 통한 산업 발전을 도모한다. 연방정부 기관으로는 NASA, 국방부, 에너지부, 상무부, NSF, NIST 등이 참여하고 있으며, 3D시스템즈, 스트라타시스, 알코어, GE 등 거대 산업체들과 중소기업 그리고 주립대학과 연구기관 등 160여 개의 컨소시엄 멤버가 있다. 모든 멤버는 America Makes 내 기술 정보에 대한 접근이 허용되며 연구자금을 지원받을 수 있는 기회가 제공된다. 이후 멤버 등급에 따라 America Makes의 연구 결과 상업화 가



〈그림 5〉 프로젝트 선정 프로세스

능, 기술 로드맵 작성 참여 여부, 정부 사업 관련 기회, 시장 진출 지원 등의 혜택이 있다. 현재 44개 이상의 프로젝트가 활발히 진행되고 있으며, 프로젝트 및 프로젝트 콜 관련 내용은 기관 홈페이지[1]에서 확인할 수 있다.

NIST의 Additive Manufacturing

미국 상무부 산하 미국표준기술연구소에서도 적층가공 기술의 중요성을 인지하고 관련 연구와 프로젝트들을 진행하고 있다. 각각의 실험실에서는 공정, 소재, 측정 도구 · 모델링 등의 연구가 진행되고 있다. 자세한 연구 내용은 NIST Additive Manufacturing[2] 홈페이지에서 확인할 수 있다.

[공정] Engineering Laboratory 'Measurement Science for Additive Manufacturing : MSAM) 프로그램 : 표면 품질, 부품 정확성, 가공 속도, 재료 특성 등 적층가공 제조의 개선점을 탐구함. 또한 재료 특성화, 공정의 실시간 제어, 검증 방법론, 시스템 통합 연구 실시

[소재] Material Measurement Laboratory : 금속, 폴리머 등의 소재 검사. 재료 표면과 결함의 나노 단위 특성 분석 등

[측정 도구 · 모델링] The Physical Measurement Laboratory : 고체, 파우더, 액체 상태 물질의 방사 특성 연구, 실시간 온도 측정을 위한 기술 연구, 적층가공 공정에 대한 모델링 지원 등

미국 민간기업

전 세계 3D 프린팅 산업은 소수의 글로벌 기업이 세계 시장을 주도하고 있다. 미국, 유럽, 중국 등 다양한 국적의 글로벌 기업이 있으며, 톱5 업체를 살펴보면 미국을 본사로 둔 업체들이 주를 이루고 있다. 대표적인 업체로 3D시스템즈, 스트라타시스, ExOne, 사이야키, 오토데스크 등이 있다. 최근에는 GE, 구글, 아마존 등 비전문 기업이 3D 프린팅 산업에 진출하면서 경쟁이 심화될 것으로 보인다.

YTD 2016 순위	회사(국가)	2016년 1~3분기 시장 점유율
1	Ultimaker(유럽)	14%
2	Stratasys, MakerBot(미국)	13%
3	XYZprinting(대만)	9%
4	Formlabs(미국)	9%
5	3DSystems(미국)	6%

〈표 3〉 데스크톱 · 개인용 3D 프린터 시장
출처 : CONTEXT, "Desktop 3D Printer Market Continues to Grow While Industrial 3D Printers Are Down – But Not For Long"

YTD 2016 순위	회사(국가)	2016년 1~3분기 시장 점유율
1	Stratasys(미국)	35%
2	EOS(독일)	19%
3	3DSystems(미국)	10%
4	SLM Solutions(독일)	6%
5	Concept Laser(독일)	5%

〈표 4〉 산업용 · 전문가용 3D 프린터 시장
출처 : CONTEXT, "Desktop 3D Printer Market Continues to Grow While Industrial 3D Printers Are Down – But Not For Long"

현재 산업용 3D 프린터 시장에서는 3D시스템즈와 스트라타시스 등 두 업체가 산업을 이끌고 있다. 미국 사우스캐롤라이나에 본사를 두고 있는 3D시스템즈는 3D 프린팅의 아버지라고 불리는 최초 개발자 척 헐에 의해 공동 설립된 산업 내 원조 기업이다. 3D시스템즈는 2014년 기준 약 343개의 특허와 611개의 특허 출원 건수를 보유하며 업계를 이끌고 있었다. 현재 라이벌 업체인 스트라타시스가 시장 점유율 부문에서는 우위를 보이고 있으나, 특허 의존도에서는 스트라타시스의 3D시스템즈 의존도가 더 높다고 평가됐다.

3D시스템즈와 함께 글로벌 3D 프린팅 산업을 이끌고 있는 스트라타시스는 전 세계 매출 1위와 약 500개 이상의 국제 특허 기술을 보유하고 있다. 2014년에는 3D 프린터 부품 비중이 높은 전기자동차 시제품 'Urbee'를 개발했는데, 당시 높은 연비와 하이테크 디자인, 향후 가능성 등을 바탕으로 업계의 관심을 끌었다. 현재도 다이하쓰, 포드 등 여러 완성차 업체와의 협업을 통해 3D 프린팅으로 제작되는 완성차 개발에 몰두하고 있다.

그러나 2016년부터 2020년까지 많은 특허권이 소멸된다는 점과 카본과 같은 여러 벤처기업의 추격, 개인용 3D 프린터 시장의 성장 등으로 두 회사의 지난 2년간 점유율이 하락한 것으로 보인다. 스트라타시스의 경영진에 따르면 지난 수년간 3D 프린터에 대한 높은 관심에 따른 과잉 생산과 제품 선택의 증가로 판매 주기가 길어진 것으로 나타났다. 이에 두 회사는 빠르게 발전하는 기술 시장에서 선두 자리와 경쟁력을 유지하기 위해 R&D에 많은 투자를 하고 있다. 양사의 2016년 매출액 대비 R&D 지출 비중은 총 수익의 약 14%로 높다.

1) www.americamakes.us/projects/projects
2) www.nist.gov/topics/additive-manufacturing

기업	2016 R&D 투자 비중
3DSystems	14% of Revenue
Stratasys	14.5% of Revenue

〈표 5〉 3D시스템즈 · 스트라타시스 R&D 투자 비중
출처 : 2016 EARNINGS REPORTS, The Motley Foll, 'Which 3D Printing Company Had the Better 2016 Results?'

지속적인 R&D를 통해 지난 3월 3D시스템즈는 업계 최초로 확장 가능한 완전 통합형 적층 제조 플랫폼인 'Figure 4'를 발표했다. 기존 시스템보다 50배 이상 빠르게 플라스틱 부품을 생산해 운용비용을 절감할 수 있다고 밝혔다. 이어 5월에는 출력 속도 2배 증가, 조형 사이즈는 더 넓어지면서 부품피를 40% 정도 줄인 신제품을 공개하면서 대용량 다중 재료 프린터 시장의 새로운 가격 기준을 제시했다. 스트라타시스 역시 기술 개발을 통해 항공기 내장 부품 3D 프린팅 제작을 시작했으며, 3D 프린팅 제품의 활용 산업 영역을 더욱 넓혀가고 있다. 또한 두 기업 모두 전략적 인수합병(M&A)을 통해 장비 제조에서 소재, 소프트웨어, 컨설팅까지 종합적 서비스를 제공하는 전략을 펼치고 있다. 최근 6년간 3D시스템즈는 28개사, 스트라타시스는 6개사의 M&A를 통해 종합 솔루션 기업으로 발전하고 있다.

산학연 네트워크 구축해야

2012년 국내 시장 규모는 약 300억 원으로 미미한 수준이었으며 장비를 대부분 수입에 의존하고 있었다. 그러나 2013년까지 정부의 지원에 따라 정부와 민간을 합쳐 21억 원 정도의 투자가 이뤄졌으며, 이후로도 적극적인 정부의 산업 진흥 정책으로 국내 시장 규모는 2014년 1815억 원에서 2015년 2230억 원으로 증가했다. 2015년 기준으로 보면 국내 3D 프린터 관련 제조사가 208개까지 늘면서 산업이 지속적으로 성장하고 있음을 알 수 있다. 그러나 미국의 경우 3D 프린팅 제조업체들은 기술 개발을 통해 새로운 장비를 내놓고 있으며, 소재부터 컨설팅까지 전반적인 산업 서비스를 제공하면서 앞서 나가고 있다. 이에 비해 국내에서는 아직까지는 소프트웨어 · 솔루션 서비스보다 제품 시장의 비중이 크다. 제품 시장의 경우도 핵심 기술 없이 단순 제조로는 경쟁력을 얻기 어렵다는 평가다.

이에 2017년 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획에는 기존 기술 개발 및 관련 기업 늘리기의 정책에서 전반적인 산업 생태계 구성을 위한 구체적인 정책의 필요성이 반영됐다. 정부는 수요 창출을 위한 시장 성장 지원, 기술 경쟁력 강화, 산업 기반 및 제도적 기반 강화로 3D 프린팅 시장의 가치사슬 전반에 걸친 지원을 계획하고 있다. 또한 미국의 경우 전국적 산업 네트워크 및 컨소시엄 플랫폼을 지원해 활발한 기술 R&D 및 교류가 이뤄지고 있다. 기술과 시장이 보다 더 자생적으로 운영될 수 있도록 국내 산학연 네트워크를 구축한다면 국내 산업 발전에 도움이 될 수 있을 것이다.

3D 프린팅의 선두주자 '스트라타시스'와 '3D시스템즈'

3D 프린팅 시장에서 맹주 역할을 하는 스트라타시스와 3D시스템즈는 원천특허를 통해 핵심 경쟁력을 확보하고, 이를 토대로 적극적인 기업 인수합병(M&A)을 추진해 현재 3D 프린팅 시장을 호령하고 있다. 최근 제너럴일렉트릭(GE), HP 같은 거대 기업이 3D 프린팅 시장에 진출하면서 경쟁이 점차 치열해지고 있지만 아직 두 기업의 자리는 확고하다. 이에 두 기업의 성장 배경과 전략, 그리고 향후 전망에 대해 살펴본다.

조용범 [한국산업기술평가관리원 미국 거점 소장]
Regina Mitter [한국산업기술평가관리원 미국 거점]

3D 프린터의 개인화 시대

3D 프린터는 생각보다 훨씬 오래전에 개발돼 상용화됐다. 1980년 중반 3D 프린터의 핵심특허가 출원되고 최초의 제품이 시장에 출시되었지만, 3D 프린터의 핵심 특허가 만료되기 전까지는 거의 독점적인 시장이 형성돼 가격이 비싸 대중에 널리 보급되지 못했다. 하지만 2014년 중요 핵심특허 90여 건이 만료된 이후 많은 기업이 제품 개발에 참여하면서 최근 5년 사이에 시장이 4배나 커졌으며, 2013년부터는 오픈소스 기반의 저가형 3D 프린터가 대거 출시되면서 3D 프린터의 개인화 시대가 시작되고 있다.

3D 프린터 특허 만료

스트라타시스와 3D시스템즈 등이 보유한 특허가 2014년을 기해 많이 만료됐다. 여기에는 SLS, FDM, SLA 등 주요 3D 프린팅 방식에 대한 원천특허도 포함돼 있는데, 이런 특허 만료로 인해 많은 3D 프린터 후발업체가 생겨날 수 있었다. 만료된 특허를 가지고 누구나 자유롭게 만들어 쓸 수 있는 3D 프린터를 개발하자는 '렙랩(RepRap)'이라는 프로젝트가 2005년 시작됐고, 이를 토대로 많은 보급형 3D 프린터가 개발됐다.

제조업 혁신을 불러온 3D 프린터

3D 프린터란 용어는 스트라타시스가 처음 만들어 사용했으며, 1999년 일반용어로 풀리기 전까지는 스트라타시스의 상표였다. 초창기에는 플라스틱을 재료로 해 주로 시제품(Prototype)을 신속히 만드는 데 사용됐으나, 최근에는 재료가 금속으로까지 확대되면서 실제 완제품에 사용되는 부품을 만드는 수준까지 발전했다. 이러한 3D 프린터는 제조업의 혁신을 가져올 수 있는데, 일례로 3D 프린터는 실제 제품을 완성하기 전 디자인을 미리 보기 위한 목업(Mock-up, 실물 크기 모형) 제작 시간을 획기적으로 단축시킬 수 있다. 즉, 기존에는 수주에서 한 달이 넘게 걸리던 목업 제작을 단 몇 시간 안에 할 수 있게 함으로써 시제품 제작에 드는 시간 및 비용을 절감하고 디자인의 외부 유출을 방지할 수 있다.

아울러 최근 3D 프린터로 금속 부품 등 견고한 파트까지 만들 수 있게 됨에 따라 기존에 제품 단가를 낮추기 위해 소품종 대량 생산에 초점을 맞췄던 제조업 방식이 다품종 소량 생산 방식으로 전환할 수 있게 됐다. 예전의 대량 생산 방식은 하나하나의 제품 단가는 쌀 수 있지만 금형을 만들고 제조라인을 구축해야 하는 등 제반 시간 · 비용이 많이 드는 반면, 3D 프린터는 필요할 때마다 부품을 그때그때 만들어 사용할 수 있어 재고 관리가 필요 없고, 신속한 부품 조달을 가능하게 해준다. 또한 복잡한 형상의 제품이라도 한 번에 제작할 수 있어 기존 부품 개발 · 조립 과정이 생략 가능하고 고장이나 조립 문제 등을 근본적으로 해결할 수 있다. 이런 점 때문에 3D 프린터는 4차 산업혁명의 핵심으로 각광받고 있으며 국가 차원에서도 3D 프린팅 산업 육성을 위해 다양한 정책을 수립해 발전을 지원하고 있다.

개인부터 국가까지 3D 프린터 '붐'

버락 오바마 전 미국 대통령은 2013년 집권 2기 첫 국정연설 때 3D 프린팅 기술을 차세대 제조업 혁명의 대표주자로 거론하면서 3D 프린터를 이용한 제조업 활성화 계획을 발표했고, 후속으로 '국가 제조혁신 네트워크(National Network for Manufacturing Innovation : NNMI)'를 전국에 설치해 민간-대학-정부가 공동으로 3D 프린팅을 활용

한 제조기술을 개발할 수 있도록 지원하고 있다. 아울러 인공지능(AI) 시대에 창의적 인재 양성을 위한 '메이커 운동(Maker Movement)'도 정부와 민간 주도로 활발히 추진되고 있는데, 여기서도 3D 프린터는 아이디어를 구현하는 핵심 도구로 활용되고 있다. 최근에는 3D 프린팅 도면을 공개해 여러 사람이 사용할 수 있도록 함으로써 일반인들의 3D 프린터 사용을 촉진하고 있다.

3D 프린터는 영국의 아드리안 보이어 교수가 '렙랩(RepRap)'이라는 오픈소스 프로젝트를 진행함으로써 널리 보급되기 시작했는데, 이것은 공개된 특허를 토대로 누구나 무료로 사용할 수 있는 3D 프린터 소스를 개발 · 공개하는 것이다. 이런 3D 프린터 오픈소스에 힘입어 저가의 개인용 3D 프린터 제조가 붐을 이루게 됐다. 이런 3D 프린팅 시장을 선도하고 있는 기업은 미국의 스트라타시스와 3D시스템즈이다. 이 두 기업은 3D 프린터의 원천특허를 보유하고 있으며, 이를 토대로 전 세계 3D 프린팅 장비 · 재료 시장의 절반 이상을 점유하고 있다. 두 기업은 적극적인 기업 M&A를 통해 기술력을 확보하고 다양한 제품군을 구축해 시장에서의 위치를 더욱 공고히 해 나가고 있으며, 3D 프린터 외에도 3D 프린팅 재료에 대한 특허도 보유하고 있어 장비와 재료 시장을 모두 주도하고 있다. 이는 3D 재료는 소재마다 녹는점이나 제어 방식이 달라 전용 프린터로만 출력할 수 있기 때문이다.

실제로 스트라타시스와 3D시스템즈는 전체 매출의 약 30%를 재료 판매에서 올리고 있다고 알려져 있다. 3D 프린팅 재료는 상당히 고가인데, 일반적인 사출성형에 사용하는 플라스틱이 1kg에 300원인 반면 3D 프린팅에 사용되는 광경화성 수지는 10만~30만 원에 이를 정도로 비싸다. 이는 재료를 제조하는데 난이도 높은 기술이 필요하기 때문이다. 최근 두 기업은 3D 프린터 기기 보급에만 그치지 않고, 3D 스캐닝 사업, 3D 콘텐츠 및 3D 출력 서비스까지 아우르는 3D 프린팅 생태계를 구축하기 위해 노력 중이다.

'3D 프린터' 상표권자였던 스트라타시스

스트라타시스는 미국 미네소타 주 미니애폴리스에 본사가 있으며, 3D 프린터 부문 세계 최고의 시장 점유율을 가진 기업이다. 설립자인 스콧 크럼프는 '용융 증착 모델링(FDM)' 방식을 고안해 1989년 특허를 출원했고 스트라타시스를 설립하면서 '3D 프린터'라는 상표권을 소유했다. FDM은 최근 개인용 3D 프린터에서 가장 많이 사용하는 방식으로 재료를 치약처럼 짜내 층층이 쌓아 출력하는 방식이다. 1992년 첫 번째 산업용 3D 프린터인 '3D Modeler'를 개발 · 판매하기 시작했으며, 3D 프린터 관련 업계의 우수 기업을 M&A하면서 성장해 오고 있다. 이런 M&A는 신기술 확보뿐만 아니라 3D 프린팅 방식, 사용 재료 및 용도가 다른 다양한 3D 프린터 제품군을 가질 수 있게 해 시장 점유율을 높일 수 있는 원동력이 됐다. 2016년 기준으로 2800명의 종업원이 근무하고 있고 6억 7250만 달러(약 7,734억 원)의 매출을 올렸으며 1200개 이상의 3D 프린팅 관련 특허를 보유한 나스닥 상장 기업이다.

스트라타시스가 합병한 대표적 기업으로는 3D 프린터 관련 특허를 많이 보유한 솔리드스케이프(2010년)와 폴리젯(Polyjet) 방식의 원천특허를 보유한 오브젝트(2012년)가 있다. 또한 2013년에는 개인용 3D 프린터 시장에 진출하기 위해 당시 시장 점유율 25%를 보유한 메이커봇을 인수해 3D 프린터 시장의 주도권을 잡았다. 이같이 스트라타시스는 독자 기술 개발 이외에도 여러 기업을 합병해 기술력 및 제품군 확대를 도모했다.

스트라타시스는 3D 프린터 장비, 재료를 판매하는 것 이외에도 '스트라타시스 다이렉트 매뉴팩처링(Stratasys Direct Manufacturing)'이라는 3D 출력 서비스를 제공하는데, 고객으로부터 인터넷을 통해 3D 도면을 받아 모형을 출력해 다음 날까지 배송해 주는 주문형 파트 제작 서비스다. 아울러 고객이 3D 프린터를 쉽게 활용할 수 있도록 '싱기버스(Thingiverse)'와 'GrabCAD 커뮤니티'라는 3D 도면 공유 서비스를 운영해 200만 개 이상의 3D 프린팅 설계도를 무료로 제공하고 있다.

인수 기업	연도	비고
Solidscape	2010	3DP 방식 프린팅 기술 확보
Object	2012	폴리젯 방식 프린팅 기술 확보
MakerBot	2013	개인용 3D 프린터 시장 진출 발판 마련
Interfacial Solutions	2014	가소성 플라스틱의 R&D 생산 서비스 제공
GrabCAD	2014	3D 캐드 소프트웨어 기술 확보

〈표 1〉 스트라타시스가 합병한 주요 기업

3D 도면 공유 서비스

3D 모형을 직접 설계할 필요 없이 다른 사람이 설계한 도면을 쉽게 활용할 수 있도록 돕는 서비스로 스트라타시스는 자회사인 메이커봇이 운영하고 있는 '싱기버스'와 그랩캐드의 'GrabCad 커뮤니티'를 통해 3D 도면을 무료로 제공하고 있으며, 3D시스템즈는 '큐비파이(Cubify)'라는 공유 사이트를 운영 중이다. 이외에 '유매진(Youmagine)' '큐브히어로(Cubehero)' '마이 미니 팩토리(My Mini Factory)' '컬츠3D(Cults3D)' '셰이프웨이스(Shapeways)' 등에서도 무료 도면을 구할 수 있다. 자신이 설계한 도면을 업로드하거나 다른 사람의 도면을 STL 파일 형태로 내려받아 3D 프린터로 출력할 수 있는데, 최근에 저작권 문제가 부각되고 있다.

스트라타시스는 2014년 3D 설계 소프트웨어 업체인 그랩캐드를 인수해 3D 프린팅 소프트웨어 분야도 강화했다. 이를 통해 스트라타시스의 프린터와 연동되는 클라우드 기반의 3D 프린팅 소프트웨어인 '그랩캐드 프린트(GrabCAD Print)'를 2016년 출시했는데, 이것은 사용자가 3D로 디자인한 설계도면을 3D 프린터가 이해할 수 있는 STL 파일로 따로 변환할 필요 없이 바로 출력이 가능해 시간을 대폭 단축할 수 있게 해준다(STL 파일은 Standard Tessellation Language의 약자로 3D 프린터에서 사용되는 국제 표준 형식임). 이울러 전에는 설계도면을 STL 파일로 변환하는 전담 직원이 필요했지만 그랩캐드 프린트 도입으로 필요 없게 됐다. 이 소프트웨어는 클라우드 기반이라 장소에 상관없이 회사 내 모든 스트라타시스 프린터에 접속해 프린트할 수 있고, 여러 명의 디자이너와 작업자가 설계도를 공유하면서 공동 작업을 가능하게 하고 프린터도 공유할 수 있게 해준다.

스트라타시스는 재료 개발 및 특허 확보에도 적극적인데, 특히 열가소성 플라스틱을 기반으로 한 폴리에틸렌, 에폭시 등에 있어서 강점을 가지고 있다. 현재 ABS, ASA, PC-ABS, PLA 등 다양한 재료를 FDM 방식 프린터 재료로 개발해 공급하는데, 열에 약하고 쉽게 부서지는 플라스틱이 아닌 단단하면서 상대적으로 고열에도 견디며 자외선에도 강한 플라스틱 등 다양한 특성을 지닌 고체 재료를 개발해 공급하고 있다. 폴리젯 프린터를 위한 액체 재료도 공급하는데, 다양한 색상을 가지며 투명 · 불투명한 특징과 고무적 특성을 지닌 재료, 내열성을 보유한 재료뿐만 아니라 의료 · 치과용으로 사용될 수 있는 생체적합성 재료도 공급 중이다.

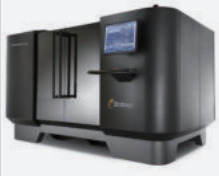
스트라타시스 제품 라인업

스트라타시스는 크게 고체 재료를 사용하는 FDM 방식과 액체 재료를 사용하는 폴리젯 방식의 제품군을 보유 중이다. 원천특허를 보유하고 있던 FDM 방식 프린터는 'Mojo, uPrint, Dimension, Fortus'라는 제품들을 판매 중인데, Mojo에서 Fortus로 갈수록 큰 제품을 출력할 수 있다. 가장 작은 Mojo 제품군은 가로세로 13cm 정도, Fotus 제품군은 자동차 범퍼나 보닛과 같이 큰 제품까지 출력이 가능해 생산라인에서 맞춤형 부품 생산에 활용될 수 있다. 또한 최근에는 출력 정밀도를 높인 FDM 방식의 전문가 3D 프린터인 'F123' 시리즈도 출시했다.

잉크젯 방식으로 다양한 액체를 분사해 출력하는 폴리젯 방식 역시 데스크톱형인 'Objet24/30Prime, Eden 260VS'와 다양한 재료를 조합해 제품 제작이 가능하면서 색상까지 입힐 수 있는 최상급 모델인 'Objet Connex'까지 다양한 제품을 선보이고 있다. 최근에는 특대형의 물체를 빠르게 출력 가능한 산업용 3D 프린터 'Objet1000 Plus 3D Production System'을 출시했는데, 표면이 매끄러우면서 단단한 대형 출력물을 만들 수 있다. 한편, 스트라타시스는 초기에 보잉, 인텔, 포드와 같은 기업체 고객을 대상으로 사업을 펼쳐왔으나, 2013년 메이커봇을 인수한 이후로는 성장 가능성이 높은 개인용 3D 프린터 시장으로 영역을 확장하고 있다.

스트라타시스의 강점과 약점

4차 산업혁명, 인더스트리 4.0과 같은 제조 트렌드에 대응하기 위해 스트라타시스는 제조 라인에서 3D 프린터를 활용해 부품을 바로 만들어 적용하는 쪽에 포커스를 맞춰 사업을 추진하고 있다. 항공우주, 자

			
Mojo	F123	Object30 Prime	Object1000 Plus
FDM 방식		폴리젯 방식	

〈표 2〉 스트라타시스의 대표 제품군

동차, 소비재, 치과, 의료를 중점 분야로 지정해 추진 중인데, 실제 필드에서 활용이 가능한 부품을 짧은 시간 내 시제품으로 제작 · 테스트해 본격 생산할 수 있도록 하는 개념이다. 스트라타시스는 이를 위해 각 산업 분야의 선두 기업들과 파트너십을 맺고 시장을 공략하고 있다. 자동차 분야는 포드와 3D 프린팅 기술로 시제품부터 최종 생산 단계까지 부품을 생산하는 실험을 진행 중이며, 치과 모형 제작에 사용되는 전용 3D 프린터를 개발하기 위해 치과 분야 전문기업들과 협력해 'Object Eden 260VS 덴털 어드밴티지'와 같은 제품을 개발했다. 이외에도 3D 스캐너 기술 개발을 위해 소니, 캐논 등과 협력관계를 구축해 공동 연구를 추진 중이다.

하지만 스트라타시스가 보유하고 있는 핵심 특허의 대부분은 2020년 이내에 모두 만료될 예정으로, 앞으로는 시장을 독점하기 어려울 것으로 보인다. 아울러 보유하고 있는 특허 수가 3D시스템즈보다 적고 3D 시스템즈 특허에 대한 의존도가 높으며, 제품의 품질이 뛰어난 반면 제품이 고가라는 것도 약점으로 지적되고 있다.

광경화수지 조형(Stereolithography Apparatus : SLA) 방식 – 액체 기반

액체 상태의 수지를 레이저나 자외선을 쏘아 굳게 만들어 가공하는 방식으로 빛을 매개체로 하기 때문에 정밀한 물체를 출력할 수 있다.

용융 증착 모델링(Fused Deception Modeling : FDM) 방식 – 고체 기반

현재 개인용 3D 프린터에 가장 널리 사용되고 있는 적층 제조 방식으로, 노즐 안에서 열가소성 수지 필라멘트를 가열한 후 얇은 필름 형태로 출력해 맨 아래서부터 층을 쌓아 부품을 제작하는 방식이다. 다른 방식에 비해 장치 구조와 프로그램이 간단해 장비 가격과 유지보수 비용이 저렴한 것이 장점이지만, 출력 속도가 느리고 표면이 매끄럽지 않고 거칠다는 단점이 있다. 주로 개인용 3D 프린터에 사용되고 있다.

선택적 레이저 소결 조형(Selective Laser Sintering : SLS) 방식 – 파우더(분말) 기반

미세한 분말을 도포한 후 모형으로 만들 부분에만 레이저를 쏘아 굳히는 방식이다. 플라스틱부터 금속에 이르기까지 소결할 수 있는 소재라면 무엇이든 재료로 사용될 수 있으며, 다른 방식보다 빠르고 정밀하게 물체를 출력할 수 있다. 단, 장비 가격이 수천만~수억 원으로 매우 비싸 산업계에서 주로 사용된다.

폴리젯(Polyjet) 방식 – 액체 기반

광경화성 액상 재료를 분사하고, 자외선(UV) 램프로 분사된 재료를 경화시켜 제작하는 방식이다. 다른 방식에 비해 완제품에 가까운 매끄럽고 섬세한 시제품 제작이 가능하고, 다양한 색상과 재료를 사용할 수 있다는 장점이 있다. 경질, 연질의 재료를 혼합해 경도가 다른 재료를 만들 수 있으며 복잡한 형상도 제작이 가능하지만 소재가 제한적이며 내구성이 약하고 빛에 민감하다는 단점이 있다.

최고 기술력을 보유한 '3D시스템즈'

3D시스템즈는 3D 프린팅 개념을 세우고 최초의 3D 프린터를 개발한 척 헐이 설립한 기업으로 3D 프린팅에 대한 원천특허를 가장 많이 보유한 것으로 알려져 있다. '광경화수지조형방식(Stereolithography Apparatus : SLA)'이라는 기술을 개발해 1986년 특허 등록을 했고 1988년 최초의 3D 프린터를 상용화했다. 현재 산업용 3D 프린터에 가장 많이 사용하고 있는 '선택적 레이저 소결조형방식(Selective Laser Sintering : SLS)'에 대한 특허권도 확보해 특허권이 소멸되기 전까지 해당 기술의 독점권을 가지고 있었으며, 3D 프린터 분야에 있어서 가장 앞선 기술을 보유한 것으로 알려져 있다. 오늘날 3D 프린터의 표준 파일 형식인 STL을 개발한 기업이기도 하다. 미국 캘리포니아 주 발렌시아에 본사를 두고 있으며 2016년 기준 2100명의 종업원과 6억3300만 달러(약 7280억 원)의 매출로 3D 프린팅 시장 세계 2위 기업이다.

3D시스템즈도 M&A를 통해 성장한 기업이다. 지금까지 50개 이상의 기업을 인수했으며, 2011년 이후만 하더라도 25건의 M&A가 있었다. 특히 SLS 원천 기술(DTM), 멀티 컬러 잉크젯 3D 프린팅 기술(Z Corporation), 금속 3D 프린팅 기술(Phenix Systems) 등 중요 기술을 기업 인수를 통해 확보함으로써 다양한 방식의

인수 기업	연도	비고
DTM Corporation	2001	SLS 기술을 확보
INUS Technology	2012	3차원 스캐닝 소프트웨어 기술 확보
Z Corporation	2012	멀티 컬러 잉크젯 3D 프린팅 기술 확보
Phenix Systems	2013	금속 3D 프린팅 기술 확보(항공 · 우주, 자동차 부품)
Geomagic	2013	3차원 스캐닝 소프트웨어 기술 확보
Gentle giant studio	2014	3D 스캐닝, 모델링 및 인쇄 서비스 업체
Medical Modeling	2014	3D 프린팅을 활용한 특수 의료기기 기술 확보
Simbionix	2014	의료 관련 3D 프린터 기술 확보
Cimatron	2015	CAD · CAM 소프트웨어 기술 확보
Vertex–Global Holdings	2017	치과 관련 재료 확보

〈표 3〉 3D시스템즈가 합병한 주요 기업

출처 : 글로벌 3D 프린팅 기업 M&A 전략(하), 전자신문, www.etnews.com/20141215000119

3D 프린터를 시장에 공급할 수 있는 발판을 마련했다. 3D 프린팅 기술 이외에 콘텐츠 및 소프트웨어 강화를 위해 3D 제품 설계 기술을 보유하던 아이너스기술과 시마트론을, 3D 스캐닝 소프트웨어 기술을 보유한 지오매직을 각각 인수했다. 최근에는 커지고 있는 의료 3D 프린팅 시장을 선점하기 위해 의료 관련 3D 프린터 기술을 보유한 기업을 적극 인수하고 있다.

3D시스템즈도 'Quickparts'라는 주문형 3D 제조 서비스를 제공하고 있는데, 3D 프린팅 도면을 온라인으로 업로드하고 재료, 출력 방식, 수량 등을 3D시스템즈의 전문가들과 상담해 결정하면 일주일 이내에 제품을 출력해 배송해 주는 서비스다. 스트라타시스도 비슷한 서비스를 제공하고 있듯이 많은 기업이 단순히 프린터와 재료만 공급하는 것에서 3D 프린팅 전반에 걸친 서비스를 제공할 수 있도록 사업영역을 확대해 나가고 있다.

3D 프린터 기업의 인수합병

스트라타시스와 3D시스템즈는 3D 프린팅 관련 우수한 스타트업이 나오면 M&A를 통해 경쟁자가 생기지 못하게 하고 있다. 이는 마치 구글, 페이스북 등이 좋은 기술을 보유한 스타트업을 M&A함으로써 기술력 확보 및 잠재적 경쟁자를 없애는 것과 비슷하다.

3D시스템즈 제품 라인업

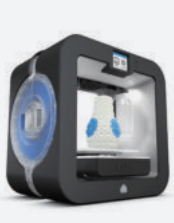
3D시스템즈는 여러 기업을 인수함으로써 다양한 3D 프린팅 방식의 제품군을 보유하고 있다. 풀 컬러로 결과물을 출력할 수 있어 산업디자인, 교육용, 구조물, 엔터테인먼트 및 예술품 제작에 주로 사용되는 것으로는 CJP(ColorJet Printing) 방식의 'Projet CJP x60' 제품군이 있다. 산업계에서 사용하는 정밀 금속 부품을 출력할 수 있는 DMP (Direct Metal Printing) 방식의 'ProX DMP', 내구성이 뛰어나고 고정밀도의 출력물을 만들 수 있는 SLS 방식의 'sPro, ProX SLS' 제품군이 있다. 높은 정확도와 빠른 제작이 특징인 SLA 방식으로는 'Projet, ProX' 제품군이 있는데 시제품 제작에 많이 사용되고 있다. 다양한 플라스틱 재료를 사용할 수 있고 출력 후 후처리가 쉬운 MJP (MultiJet Printing) 방식의 'Projet MJP'도 있다. 이전에는 'Cube'라는 데스크톱형의 소형 3D 프린터를 판매했으나 현재는 중단한 상태이다.

3D시스템즈는 프린터 이외에도 '센스(Sense)'라는 3D 스캐너를 판매하고 있는데, 이 스캐너를 사용할 경우 3m 크기의 물체를 색까지 포함해 스캔할 수 있다. 또한 'Geomagic'이라는 3D 디자인 · 프린팅 · 검사를 할 수 있는 소프트웨어도 공급 중이다.

3D시스템즈의 전략

3D시스템즈는 기술 혁신에 힘쓰면서 프린터 라인업을 지속적으로 늘림으로써 소비자들의 요구에 대응해 오고 있다. 금속 출력에 대한 수요가 많아지면서 티타늄, 스틸 등을 출력할 수 있는 DMP 제품군을, 다양한 소재를 출력하고자 하는 사용자의 요구를 반영해 MJP 제품군을 강화했다. 최근에는 우주항공, 군수산업, 자동차, 헬스케어, 일반 내구재, 교육재 등을 주력 분야로 선정하고 이를 위한 솔루션을 제공하기 위해 힘쓰고 있다. 특히 3D시스템즈는 군수 · 우주항공과 의료 분야에 집중하고 있는데, 군수 · 우주항공은 소량 다품종 생산이 필요한 분야라 금속 3D 프린팅을 가장 먼저 적용했으며, 높은 부가가치를 창출할 수 있는 분야이다.

아울러 개인 맞춤형 치료 · 수술용 기구 제작을 필요로 하는 의료 분야를 차세대 성장동력으로 정해 적극 육성하고 있는데, 의료 분야를 위해 미국 콜로라도에 6만 평 규모의 사무실을 내고 헬스케어 전담 사업부를 운영하면서 3D 프린터뿐만 아니라 소재와 애플리케이션 등을 의료 분야 전문 기업들과 협력해 개발하고 있다. 의료 3D 프린팅에서는 신체에 직접 닿거나 척추, 관절, 치아 임플란트처럼 몸속에 삽입되는 수술 도구가 인체에 무해해야 하기 때문에

						
Projet CJP 시리즈	ProX DMP 시리즈	SLS sPro 시리즈	SLA ProX 시리즈	Projet MJP 시리즈	Sense 스캐너	Cube(단종됨)

〈표 4 〉3D시스템즈의 대표 제품군

소재가 매우 중요한데, 이를 위해 티타늄 등의 다양한 소재를 개발 중이며 사업화를 위해 미국식품의약국(FDA)의 승인도 함께 진행하고 있다.

최근 특허 종료에 따라 3D 프린팅 시장에 뛰어드는 기업이 많아짐에 따라 3D 프린터 하드웨어만으로는 경쟁력 확보가 어려워 프린터의 시스템화, 소프트웨어 및 현장 기술 지원 강화, 다양한 소재 개발 등에 역점을 두고 다른 기업들과의 차별화를 도모하고 있다. 이외에도 주문형 제조 서비스 제공과 신뢰성 높은 기업 맞춤형 3D 프린팅 솔루션 개발에 더욱 집중할 것으로 보인다.

3D 프린터 시장에 진출한 GE와 HP

최근 들어 3D 프린팅의 열기가 조금 주춤해짐에 따라 두 회사의 주가가 예전의 3분의 1 수준으로 떨어졌다. 두 기업은 2015년 시장 점유율 70%로 최고를 찍은 후 2016년 59%까지 떨어졌는데, 이는 특허 만료로 여러 업체가 3D 프린터 시장에 진출했기 때문이다. 개인용 프린터 시장은 새로운 기업의 저가 공세 때문에 주춤하고 있지만 전문가 · 산업용 프린터 시장에서는 두 기업이 아직 경쟁력을 유지하고 있다.

하지만 미국 최고의 제조업체인 GE와 HP도 2016년부터 3D 프린터 시장에 진출함으로써 두 기업에 큰 위협이 되고 있다. 스트라타시스나 3D시스템즈는 3D 프린터 분야에서는 대기업이지만 전체 기업 규모로 따지고 보면 GE나 HP와는 비교가 안 될 정도로 작은 기업이므로 GE와 HP가 대규모 연구개발(R&D) 투자를 할 경우 시장 판도가 어떻게 달라질지 모르는 상황이다.

스트라타시스 Mojo를 이용한 3D 부품 제작 과정

GE의 경우 항공기 엔진, 발전소 터빈 등의 부품을 금속 3D 프린터 출력물로 적극 사용하고 있는 3D 프린팅의 주요 고객으로, 그간의 적용 사례를 토대로 직접 3D 프린터를 만들 경우 굉장한 경쟁력을 가질 것으로 예상된다. 아울러 HP는 직접 3D 프린터를 개발하고 있는데 2D 프린터의 기술력과 이미 확보하고 있는 유통망을 고려한다면 강한 경쟁자가 될 것으로 보인다. 실제로 고가의 산업용 프린터를 구매하려는 일부 소비자는 GE와 HP의 신제품이 출시되기를 기다리면서 구매를 보류해 두 기업의 2016년도 매출이 하락했다는 분석 자료가 나온 바 있다.

GE와 HP의 3D 프린터 산업 진출

두 기업 모두 산업용 3D 프린팅에 초점을 맞추고 있다. GE는 2016년 Arcam과 Concept Laser라는 금속 3D 프린터 업체를 인수하면서 금속 3D 프린팅 시장에 뛰어들었다. 이미 GE는 항공기, 발전장비 부품을 금속 3D 프린터로 주문 · 제작해 사용해 오고 있었기 때문에 이쪽 시장에 직접 뛰어든 것으로 보인다. 아울러 HP는 컬러 3D 프린터에 집중하고 있는데, 2D 프린터에서의 기술을 토대로 직접 프린터를 개발해 2016년 공개한 바 있다.

두 기업의 핵심특허가 만료됐지만, 전부터 원천특허에서 파생된 다양한 주변특허 및 응용특허를 지속적으로 확보해 왔고 저가의 3D 프린터와는 비교되지 않을 정도의 우수한 품질을 제공하기 때문에 전문가 · 산업 분야 쪽에서는 한동안 우월한 위치를 지킬 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 개인용 3D 프린터 시장에서는 경쟁사의 저가형 제품 때문에 어려움을 겪고 있는 실정인데, 3D시스템즈가 '큐브'의 생산을 중단한 것이 그 단적인 예다. 따라서 두 기업은 일반 사용자를 대상으로 하는 제품보다는 산업 맞춤형 프린터 및 솔루션 개발에 더욱 집중할 것으로 예상된다.

"3D 프린팅 산업이 숨 고르는 단계를 지나 본격적으로 산업에 사용되기 시작하면서 시장은 더욱 커지고 기업 간 경쟁은 더욱 더 치열해질 것이다. 4차 산업혁명과 맞물려 3D 프린터의 활용이 더 각광받고 있다는 점도 시장 확대에 큰 도움이 될 것이다. 현재의 거인인 스트라타시스와 3D시스템즈가 향후 어떻게 시장을 수성해 나갈지 궁금하다."

맞춤형 제조산업, 3D 프린팅

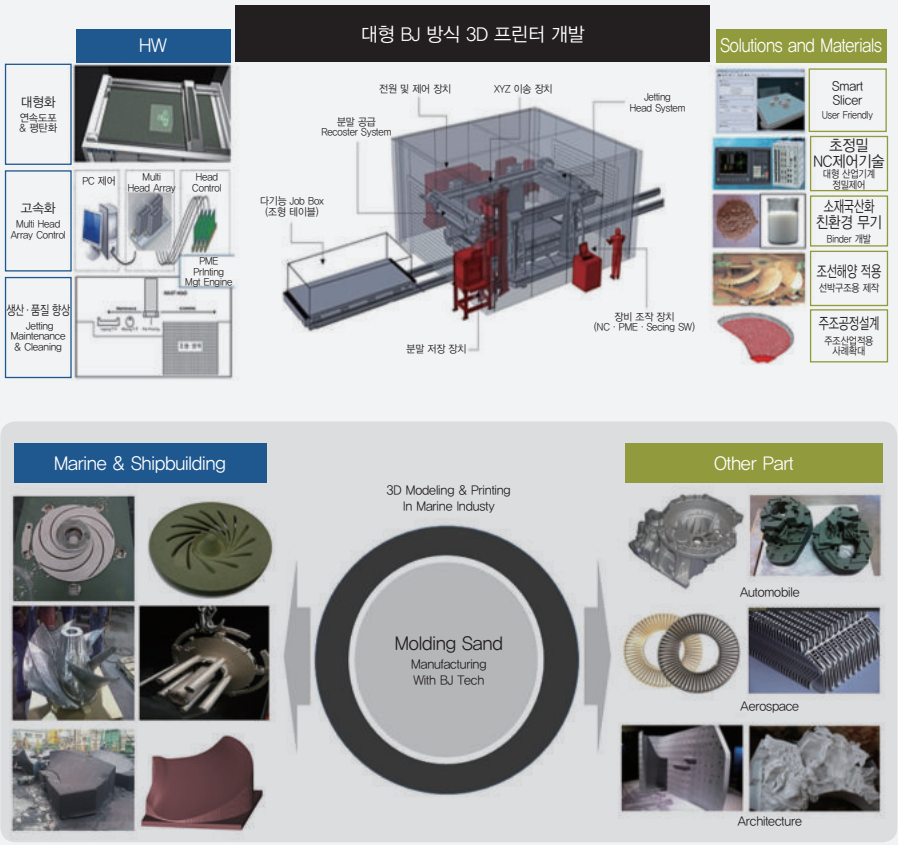
3D 프린팅(적층 제조) 기술은 물체를 쌓아올리면서 생산하는 새로운 제조 공정이다. 기존 기계 절삭 및 성형 등의 생산 방식을 탈피해 다양한 형태의 제품을 만들 수 있기 때문에 제품 생산 패러다임을 변화시킬 4차 산업혁명에서 제조 혁신을 위한 필수 기술로 대두되고 있다.

선박해양용 대형 부품의 2m급 주형 제작을 위한 3D 프린팅 기술

선박해양용 부품의 특성상 다품종 소량 생산 체계이기 때문에 제조 기술력, 제조 비용 및 시간이 타 산업에 비해 상대적으로 높게 요구된다. 또한 일본의 고품질 제조 기술력과 엔저 현상 지속, 중국의 저임금 · 저비용 생산과 기술 추격에 의한 한국 조선업의 제조 경쟁력이 하락하는 신 넛크래커 현상이 심화되고 있어 글로벌 경쟁력 확보 노력이 절실한 상황이다. 따라서 전통 방식의 주물 생산 기술과 첨단 3D 프린팅 기술의 연계 · 융합 · 보완을 통해 조선 해양산업을 포함한 주력 제조업 내 다양한 생산 제조 분야의 고부가가치화와 기술 고도화가 필요하다.

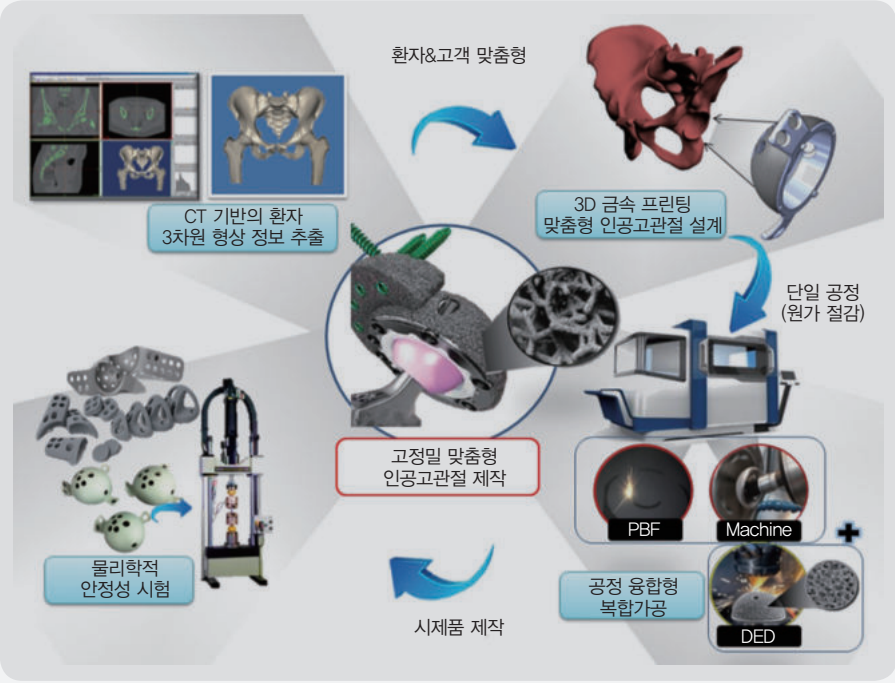
이와 관련한 '선박해양용 대형 부품의 2m급 주형 제작을 위한 3D 프린팅 기술 개발'의 핵심 기술 및 주요 연구내용은 조선 · 해양산업 핵심 부품의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 국내 최초 접착제 분사형 3D 프린팅 소재 · 장비 · 공정 기술 개발, 국내 최초 2m급 접착제 분사형 3D 프린팅 장비 개발, 주철용 고온 3D 프린팅 접착제 및 주물사 소재 개발, 접착제 분사형 3D 프린팅 제조 공정 기술 개발이다.

이러한 국내 최초 접착제 분사 3D 프린팅 소재, 장비, 공정 기술 확보를 통해 제품 개발 기간 단축 및 원가 · 비용 절감을 실현하면 선박해양산업의 첨단 기술 경쟁력을 확보할 수 있다. 또한 친환경적 3D 프린팅 기술 개발을 통한 환경 개선 효과 및 3D 프린팅 기술을 전통 주조 분야에 적용해 해당 산업 첨단화에 기여할 것으로 기대된다.



형상 정밀도 10㎛급 인공비구컵, 인공대퇴스템(환자 맞춤형 고정밀 인공고관절 제작을 위한 제조 기반 공정 융합형 금속 적층 복합가공기)

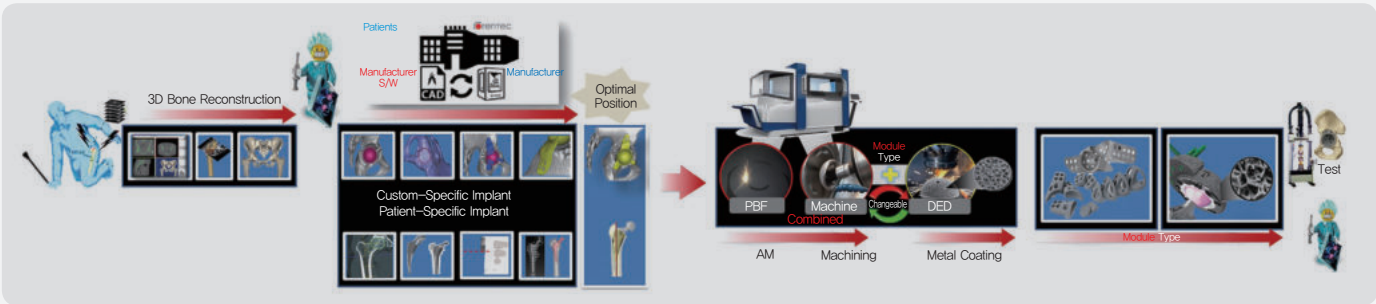
환자 맞춤형 인공고관절 제작은 환자의 CT 정보를 바탕으로 맞춤형 고관절을 설계함으로써 수술 시 임상의의 수술 시간을 단축시키며 환자의 하지 역학축 정렬을 가능하게 하고, Size Mismatch에 따른 합병증을 방지하는 결과를 기대할 수 있다. 또한 AM 기술을 적용함으로써 맞춤 고관절의 생산을 진행하도록 해 제조 시간 단축 및 비용 절감 효과를 유도할 수 있고, AM 기술의 높은 제작 자유도를 바탕으로 해면골과 유사



한 정밀 다공성 구조를 형성할 수 있으므로 환자의 회복을 촉진시키고 임플란트의 수명을 향상시킬 수 있다.

이와 관련한 'AM 적층 공정 기술과 가공 머신을 융합한 금속 적층 복합가공기 개발'의 핵심 기술 및 주요 연구내용은 맞춤형 인공고관절 및 다공성 골결손 보완 구조물 개발, PBF + 5축 절삭 가공 + DED의 공정 융합형 금속 적층 복합가공기 개발이다.

특히 강도 문제, 제품의 가공성 등에서 강점이 있는 금속 적층 복합가공기의 개발은 맞춤형 인공관절 시장의 새로운 패러다임을 열 전망이다. 이를 통해 기존 제조 공정을 줄임으로써 임플란트 제조 시간 단축 및 비용 절감을 비롯해 인공관절의 해외 수입 의존도가 높은 현 상황에서 수입 대체에 따른 무역수지 개선 및 의료 비용 지출 감소 효과를 볼 수 있다. 더불어 양질의 의료 서비스를 제공해 의생활 수준과 보건복지 향상에 기여하며, 맞춤형 인공고관절 개발에 따른 응용 기술 확보 및 수출을 기대할 수 있다.



한국생산기술연구원이 수행하는 R&D 프로젝트

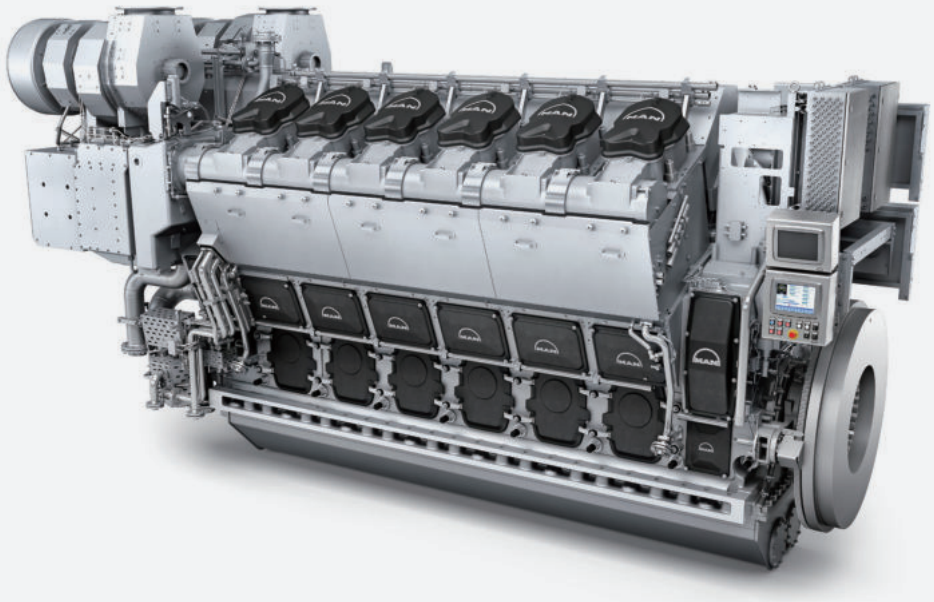
선박해양용 대형 부품의 2m급 주형 제작을 위한 3D 프린팅 기술

본 프로젝트의 핵심 내용은 조선해양산업 핵심 부품의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 국내 최초의 접착제 분사형 3D 프린팅 소재와 장비, 공정 기술 개발이다. 이렇듯 전통적인 조선해양산업에 신산업 기술인 3D 프린팅을 접목해 제조기간 단축과 비용 절감, 설계 및 생산의 선 · 후행 공정 디지털화를 통한 기술 고도화와 생산성 향상을 동시에 이룸으로써 침체에 빠진 조선해양산업의 위기 극복에 일조할 것으로 기대되고 있다.

조선해양산업의 위기 극복에 나서다

최근 세계적인 경제 불안과 경쟁 심화에 따른 조선해양산업의 침체가 지속되고 있다. 조선해양산업은 국내 산업에 미치는 파급효과가 매우 큰 대한민국 대표 주력 산업 가운데 하나이다. 따라서 국가 재원을 대규모로 투입해 경영과 고용을 안정시키고, 더불어 연구개발(R&D)을 통한 기술 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 재정적 · 기술적 지원이 절실한 상황이다. 이와 같은 산업적 필요성과 시급성을 바탕으로 '선박해양용 대형 부품의 2m급 주형 제작을 위한 3D 프린팅 기술 개발' 프로젝트가 추진됐다.

프로젝트명의 '선박해양용 대형 부품'은 선박 엔진이나 프로펠러, 해양구조물 등 1m 이상의 대형 주물 제품을 의미한다. 이러한 제품은 전통적으로 먼저 제작된 목형(혹은 금형)에 모래를 넣어 굳혀서 주형(틀)을 만들고, 이 주형에 고온에서 녹아 용탕이 된 금속을 부어 최종 형태로 제작하게 된다. 이때 틀의 형태를 위해 선행돼야 하는 목형 제작 공정에 전체 주물 제품 제조 공정 중 가장 많은 인력과 비용, 기간이 소요된다. 따라서 목형이나 금형의 별도 공정 없이 주형을 바로 제작할 수 있다면 많은 기간과 비용을 절감할 수 있는데, 이를 가능하게 하는 것이 바로 본 프로젝트에서 개발하고자 하는 3D 프린팅 기술이다.



지역 맞춤형 4차 산업혁명 대비 · 선도하는
한국생산기술연구원

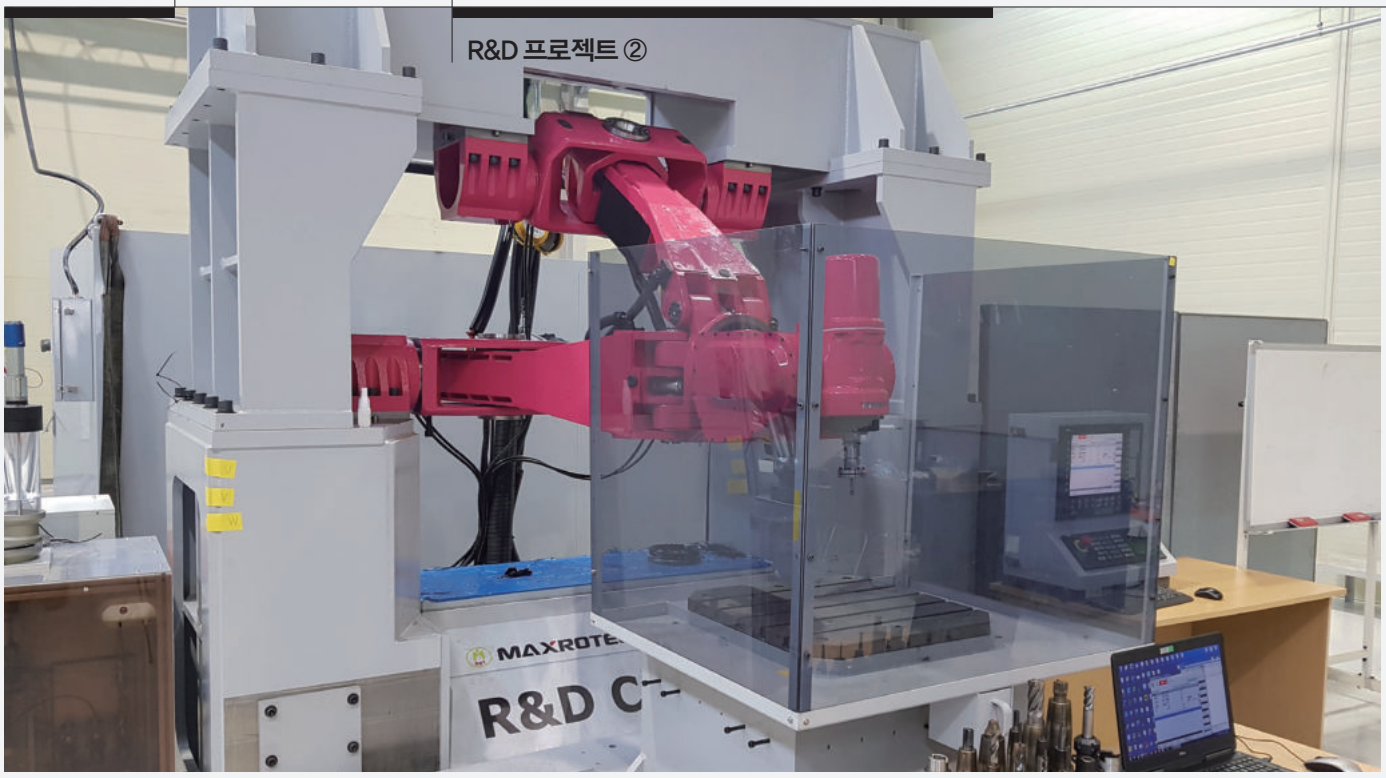
1989년 설립된 한국생산기술연구원은 산업체가 가장 필요로 하는 상용화 직전 단계의 생산 기술 개발과 실용화 지원을 수행함으로써 중소 · 중견기업을 지원 · 육성해 R&D 역량 강화를 도모하는 실용화 전문연구기관이다. 6대 뿌리산업, 청정생산시스템, 융 · 복합생산 기술 분야에서 우리나라 제조업 기술 경쟁력 제고를 위한 R&D와 함께 3개 연구소와 7개 지역본부로 조직돼 지역 밀착형 기술 지원을 수행하고 있다. 특히 본 프로젝트의 주관기관인 한국생산기술연구원 울산지역본부의 중점 연구 분야는 크게 3가지로 뿌리 기술에서 3D 프린팅에 이르는 첨단 제조 공정 기술, 대기 정화를 위한 SCR 탈질촉매 관련 온실가스 저감 기술, 산업현장에서 발생하는 부산물의 3R(Reduce, Reuse, Recycling) 기술 분야다. 이와 관련, 2018년 완공 예정인 울산테크노산업단지에 울산뿌리기술센터 건설을 비롯해 3D 프린팅을 활용한 제조 공정 기술 개발과 기술 지원을 수행하기 위한 '차세대 조선 · 에너지 부품 3D 프린팅 제조공정센터' 건립을 올해부터 진행함으로써 2021년까지 산업용 3D 프린팅 장비 5종과 전 · 후처리 장비 7종이 구축될 예정이다.

조선해양산업에 3D 프린팅 기술 접목하다

본 프로젝트에서 개발하고자 하는 3D 프린팅 기술은 접착제 분사(Binder Jetting) 방식으로, 도포된 주물사 소재 위의 원하는 부분에 접착제를 분사해 적층하고 이를 반복 작업함으로써 원하는 형태의 주형을 제작하는 기술이다. 이러한 기술이 산업적 효용성을 가지고 개발되기 위해서는 3D 프린팅 장비뿐만 아니라 접착제와 소재도 같이 개발돼야 한다. 또한 3D 프린팅 기술을 현재의 주물 제조에 연계하는 공정 기술 개발도 동시에 진행해 산업 현장에서 바로 적용될 수 있게 해야 한다. 이렇게 제작된 3D 프린팅 주형으로 조선해양산업의 대표적 부품인 프로펠러, 엔진 실린더헤드, 임펠러의 주물 제조에 활용할 수 있다. 기술 개발이 완료되면 전 세계 세 번째이자 국내 최초로 원천 기술을 보유하게 돼 해당 3D 프린팅 기술은 물론이고 조선해양산업의 기술력도 크게 향상될 것으로 기대된다.

이를 위해 본 프로젝트에는 접착제 분사형 3D 프린팅용 소재인 주물사와 접착제의 원천 기술을 개발하고 전체 공정을 최적화하는 한국생산기술연구원, 접착제 분사형 3D 프린팅의 주요 장비 개발을 맡은 ㈜씨에이텍, 장비의 핵심 요소 기술인 Head 제어와 전용 소프트웨어를 개발하는 전자부품연구원, 그리고 실제 공정에 적용해 주물 제품을 제조하고 품질과 시운전 평가를 통해 신뢰성을 입증하는 ㈜용진과 현대중공업㈜이 참여하고 있다. 특히 본 프로젝트를 통해 3D 프린팅 기술의 효용성이 조선해양산업 현장에서 성공적으로 입증되면 자동차와 항공 · 우주 제조산업에까지 확대돼 3D 프린팅 기술의 전방위적 확산의 토대가 마련될 것으로 전망된다.

R&D 프로젝트 ②



㈜맥스로텍이 추진하는 R&D 프로젝트

표면 정밀도 7㎛급 대형 부품 직접 제작용 금속 3D 프린터

본 프로젝트는 고정밀 · 고강성의 5축 운동 기능과 2m 이상의 대형 부품 제작 능력을 보유하며, 고출력 레이저를 활용해 고속 생산을 실현하는 등 산업용으로 최적화된 금속 3D 프린터 개발을 목표로 하고 있다. 즉, 금속 소재의 3D 프린팅부터 절삭, 후가공 공정까지 한번에 작업할 수 있는 복합 공정 기능을 보유한 산업용 대형 부품을 직접 제작할 수 있는 플랜트형 금속 3D 프린터이다.

산업용 부품 제작하는 대형 금속 3D 프린터 개발

금속 3D 프린팅 기술은 크게 DED(Direct Energy Deposition), PBF(Powder Bed Fusion), BJ(Bind Jet)로 나눌 수 있으며, 맥스로텍은 DED 방식의 3D 프린터를 개발하고 있다. PBF 및 BJ 방식에 비해 DED 방식의 금속 3D 프린팅 기술은 100㎛ 이상의 분말 소재를 사용할 수 있어 높은 가격 경쟁력을 가짐에도 상대적으로 큰 출력물 크기와 주조물 이상의 제품 물성치를 구현할 수 있는 장점이 있다. 또한 다양한 종류의 분말을 섞어서 사용하는 이종 소재, 합금 소재 등을 활용해 기존 가공 공정으로 제조할 수 없었던 다양한 형태의 제품 생산이 가능하다. 이러한 금속 3D 프린터 개발은 소재 기술, 장비, 소프트웨어, 후처리 등 공정 간의 연계 기술 개발이 핵심이 되는데, 단일 공정의 금속 3D 프린팅 기술로는 10㎛ 이상의 낮은 표면 정밀도, 내부가공, 후처리 등의 문제가 존재한다. 즉, 3D 프린팅 기술로 제작한 부품은 낮은 표면 정밀도로 인해 산업용으로 사용하기 위해서는 반드시 추가 장비에서의 후가공이 필요한데, 이러한 추가 공정은 공정 전환에 필요한 비용과 시간이 수반돼 최종 생산성을 저하시킨다.

이에 맥스로텍에서 개발 중인 금속 3D 프린터의 목표는 두 가지다. 첫 번째는 3D 프린터의 적층 기능과 가공장비의 절삭, 후공정 기능을 하나의 장비로 통합한 형태로 복합형 금속 3D 프린터를 개발하는 것이고, 다른 하나는 대형 발전설비 부품이나 항공 부품 제작에 적합한 2m^3 이상의 플랜트형 금속 3D 프린터를 개발하는 것이다. 이와 관련해 본 프로젝트에서는 5축 운동을 하면

국내 유일의
무선 갠트리 로봇 선두주자

㈜맥스로텍

1995년 공작기계회사로 출범해 2012년 코스닥 시장에 상장한 맥스로텍의 본사와 R&D센터는 대구시에, 자동화 시스템 및 자동차 부품 생산 공장은 경상북도 성주에 있다. 핵심 사업은 갠트리 로봇으로 대표되는 자동화 시스템과 엔진실린더 블록과 헤드를 생산하는 자동차 부품, 그리고 PKM 기반의 금속 3D 프린터 등이다. 가장 큰 매출 비중을 차지하는 갠트리 로봇은 공장 자동화를 위해 생산라인에 투입되는 산업용 로봇으로 국내 자동차 회사 4곳에 공급 중일 뿐 아니라 중국, 독일 등 해외로의 수출도 활발히 진행하고 있다. 특히 무선 갠트리 로봇을 생산하는 기업은 맥스로텍을 포함해 전 세계에 2개사뿐이다. 한편, 맥스로텍은 미래 먹거리를 위한 R&D 사업으로 PKM을 이용한 대형 복합가공 시스템 개발을 시작했다. PKM은 기존 공작기계의 직렬 방식이 아닌 병렬 기술을 적용해 상하뿐만 아니라 모든 각도(360도)에서 움직일 수 있다. 따라서 3, 4대의 공작기계가 수행하던 작업을 한 대의 PKM으로 대체할 수 있어 생산성을 올리고 투자비를 절감할 수 있다.

서 대형 작업 영역을 가질 수 있도록 맥스로텍의 핵심 기술인 5축 병렬 머신(Parallel Kinematic Machine : PKM)과 갠트리 머신(Gantry Machine)을 활용한다.

3가지 핵심 기술 확보 통해 산업 현장 활용

본 프로젝트의 핵심 기술은 크게 세 가지다. 첫째는 고출력 레이저를 가진 고품질 DED 적층 기술로, 4kW급의 Fiber Laser를 활용한 고출력 DED 방식의 적층 기술 개발로 고속 생산을 실현한다. 둘째는 고강성, 고정밀도의 대형 작업공간을 가지는 PKM이다. 산업체에서 요구하는 2m급의 대형 금속 부품 제작을 위해 높은 자유도를 가진 대형 이송 시스템 개발이 필요하며, 소형이면서도 고강성 구조를 보유한 PKM과 플랜트형 확장 기능을 가진 갠트리 시스템의 조합으로 대형화 고정밀 장비 기술을 개발한다. 셋째는 5축 제어를 지원하는 적층 및 절삭 공정의 통합 소프트웨어이다. PKM과 갠트리 로봇을 이용한 대형 부품의 적층 및 절삭에는 5축 적층용 경로 생성 기능과 가공용 경로 생성 기능의 통합 CAM SW 개발이 필수이므로 적층과 가공의 복합 기능을 지원하는 제어 기술을 개발한다.

이러한 핵심 기술 확보를 위해 맥스로텍은 2단계의 개발 계획을 전개한다. 1단계는 3차연도에 1m급 중형 크기의 부품을 적층할 수 있는 PKM 기반의 프린터를 개발하는 것이고, 최종적으로는 작업 영역 확장형 갠트리 시스템과 결합해 2m급 이상의 대형 부품을 제작한 후 산업 현장에서 직접 실증하는 것이다. 총 5년 개발 계획 중 현재 3차연도를 시작한 상태로, PKM과 3D 프린팅 모듈을 결합해 적층 공정 연구를 본격적으로 진행하고 있다. 적층 모듈과 가공 모듈의 자동 변환 시스템 기술과 적층 모니터링 기술, 공정 중 측정(In Process Measurement) 기술 등을 개발해 하나씩 통합할 예정이다.

제17회 이달의 산업기술상

R&D 열정, 기술로 꽃피웠다

산업통상자원부가 주최하고 한국산업기술진흥원, 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원이 주관하는 '제17회 이달의 산업기술상' 시상식이 8월 18일 서울 반포동 쉐라톤팔래스강남호텔에서 열렸다. 이달의 산업기술상은 산업부에서 연구개발(R&D) 자금을 지원받아 신기술 개발 및 사업화 과제를 달성한 기업과 학계 연구자에게 주는 상이다.

'제17회 이달의 산업기술상' 산업통상자원부 장관상 신기술 부문 수상자로는 김규정 부산대 산학협력단 교수(8월), 강상우 한국표준과학연구원 책임연구원(9월), 김경섭 한전KPS 실장(10월), 최주 포스코 전무(11월)가 선정됐다. 산업통상자원부 장관상 사업화 기술 부문 수상자로는 백우성 셀코스 대표(8월), 김한준 백산 대표(9월), 정순희 리젠코 대표(10월), 김종우 듀켐바이오 대표(11월)가 뽑혔다.

제17회 이달의 산업기술상

Industrial Technology of the Month

주최 : 산업통상자원부
주관 : 한국산업기술진흥원, 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원
후원 : 한국경제신문

3차원(3D) 조직투사 기반의 지능형 주사기를 통해 주사기 미세수술을 광학적인 방법으로 정확하게 조절하는 기술을 세계 최초로 개발한 **김규정 부산대 광메카트로닉스공학과 교수**는 "이 기술은 안과, 신경외과 등 미세수술이 요구되는 분야에서 수술 시 발생하는 오차를 최소화해 수술 성공률을 획기적으로 높였다"고 말했다.

기존 화학도금을 대체하는 친환경 · 저비용 플라스틱 표면 금속막 코팅 기술을 개발해 사업화에 성공한 **백우성 셀코스 대표**는 "프리미엄 가전제품 플라스틱 외장재의 컬러 코팅에 적용할 수 있는 기술로, 실제로 이 기술을 삼성전자의 TV 외장재 생산 시스템을 통해 해외 생산법인에 공급했다"고 말했다.

이황화몰리브덴(MoS_2)을 유연기판 소재인 플라스틱 위에 직접 합성할 수 있는 상용화 기술을 세계 최초로 개발한 **강상우 한국표준과학연구원 진공기술센터장**은 "기존 공정 장비를 활용해 구현할 수 있는 이 기술은 신축 방수 · 의료 소재, 넓은 표면적이 필요한 고정밀 환경 · 바이오센서, 촉매제 등 다양한 분야에서 사용될 수 있다"고 말했다.

천연 피혁과 촉감이 비슷한 고성능 코팅형 인조 피혁을 개발해 사업화한 **김한준 백산 대표**는 "천연 피혁과 촉감이 비슷하면서도 성능이 뛰어난 인조 피혁을 개발했다. 기존 자동차 시트나 스티어링 휠 커버 등에 비해 내구성이 뛰어나므로 고부가가치 제품으로 활용 폭이 클 것"이라고 말했다.

원전 증기발생기 내부로 유입되는 이물질을 검사할 수 있는 원격 검사 로봇을 개발한 **김경섭 한전KPS 실장**은 "원전 증기발생기는 내부 구조가 특이하고 틈새가 좁아 기존의 산업용 내시경 장치로는 검사하기 어려웠다"며 "2.6㎜ 두께의 얇은 내시경 장치가 부착돼 있는 원격 검사 로봇을 이용하면 기존에 검사할 수 없었던 영역도 눈으로 확인할 수 있다"고 말했다.

정전 등으로 전력 공급이 끊겼을 때 비상발전기로 전환(절체)해주는 스위치인 무정전절체스위치(CTTS) 국산화에 성공한 **정순희 리젠코 대표**는 "기존 자동절체스위치(ATS)는 한국전력이 공급하는 전원이 끊어지면 정전이 발생할 수밖에 없지만, CTTS는 한전과 비상발전기 전원을 동시에 연결하는 방식이므로 정전 없이 절체가 가능하다"고 말했다.

에너지를 대량 사용해야 하는 '페로망가니즈(FeMn) 합금철 제조 공정'에 적용하는 신개념 공법인 친환경 합금철 제조 공법을 개발한 **최주 포스코 기술연구원 장**은 "반밀폐형으로 이뤄졌던 제조 공정을 세계 최초로 예비 환원을 통해 물리적으로 분리했다"며 "이 기술을 사용하면 전력 사용량을 기존 대비 11.8%, 탄소 소모량은 22.6% 줄일 수 있다"고 말했다.

난치 및 퇴행성 질환의 조기 발견을 위한 영상진단 기술을 개발해 파킨슨병 진단 방사성의약품(FP-CIT) 제조 기술에 적용한 **김종우 듀켐바이오 대표**는 "미국, 캐나다, 유럽, 영국, 중국 등의 다국적 제약사와 FP-CIT 라이선스 아웃(기술 수출)에 대한 협의를 하고 있다"고 말했다.

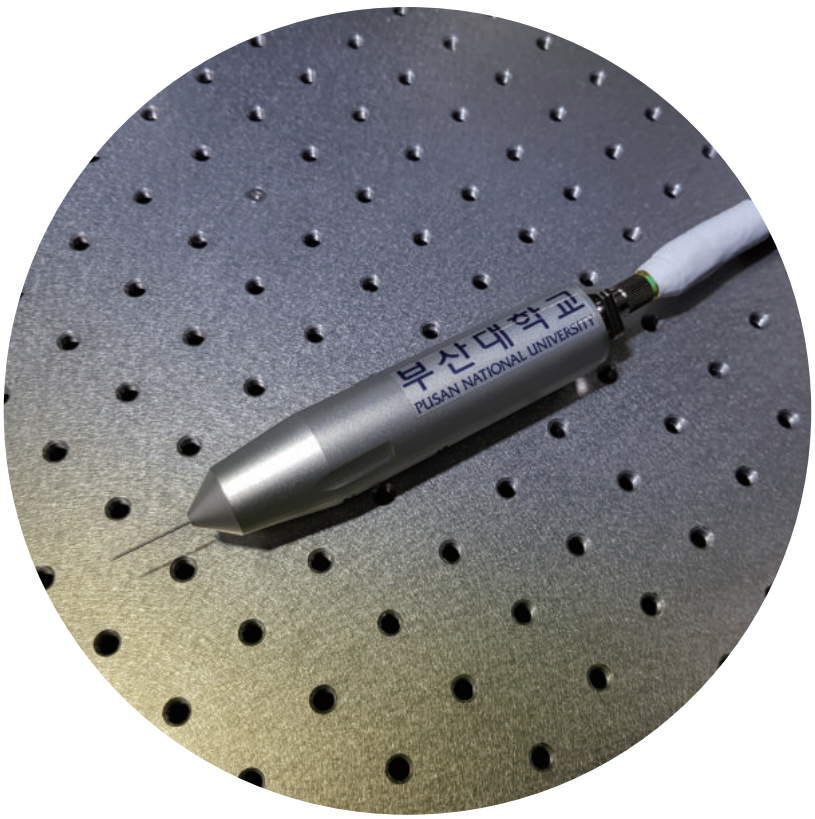
INDUSTRIAL
TECHNOLOGY
AWARDS

이달의 산업기술상

신기술 부문
산업통상자원부 장관상

미세수술 영역에 새로운 지평을 열다
부산대학교 산학협력단

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 부산대학교 산학협력단이 '3차원 조직투사 현미경 기반 지능형 미세수술 시스템 개발' 연구과제를 통해 세계 최초로 초고속 파장가변 레이저를 접목한 미세수술용 의료 시스템을 개발했다. 이렇듯 수술 시 실시간으로 모니터링하고 정확성을 증대시키는 기술을 개발한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.



미세수술 영역에 새로운 지평을 열다

안과수술의 경우 매우 숙련된 전문의에게도 정확성에 대한 한계가 있으므로 로봇 등을 활용한 정확한 제어 기능이 필요하다. 현재까지 개발된 수술 현미경 및 미세수술 기구는 단지 수술 시야의 확대만 가능하기 때문에 그 역할에 한계가 있다. 미세수술 시 수술 시야를 확보할 수 있는 미세수술 도구 및 수술 현미경이 필요한 가운데 부산대 광메카트로닉스공학과 김규정 교수가 3차원 조직투사 기반의 지능형 주사기를 통해 미세수술을 광학적인 방법으로 정확하게 조절하는 기술을 세계 최초로 개발하는 데 성공, 화제가 되고 있다.

취재 조범진 **사진** 서범세

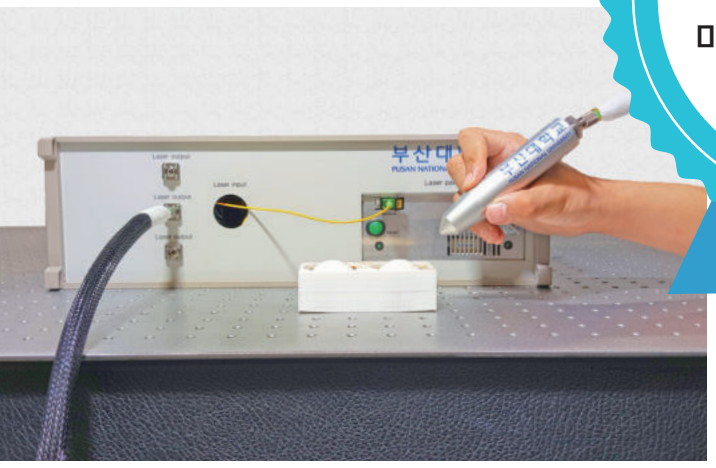
김규정 [부산대학교 광메카트로닉스공학과 교수]

사 업 명	바이오의료기기 산업핵심기술개발사업(의료기기)
연구과제명	3차원 조직투사 현미경 기반 지능형 미세수술 시스템 개발
제 품 명	바늘 끝에 눈이 달린 지능형 주사기 미세수술 기술 개발
개 발 기 간	2013. 11 ~ 2017. 10 (48개월)
총 사 업 비	6,310백만 원
개 발 기 관	부산대학교 산학협력단
	부산광역시 금정구 부산대학로 63번길 2(장전동)
	부산대학교 삼성산학협동관
	051-510-3918 / http://sites.google.com/site/pnunbp/
참여연구진	김규정, 윤태림, 송혜린, 이승훈, 안희상, 강태영, 김태연, 이예지, 김수정

미세수술에 따르는 다양한 의료사고 리스크 감소 기대

안과수술을 비롯해 신경, 혈관, 뇌 등의 수술은 매우 숙련된 전문의에 의해 성공 여부가 좌우된다. 미세수술이 가지고 있는 사전적 의미에서 유추할 수 있듯이 미세한 손떨림 하나만으로도 환자의 생명이 좌우될 수 있기 때문에 최근 로봇수술에 대한 관심이 집중되는 것도 이와 무관치 않다.

기술 개발을 이끈 김규정 교수는 "현재까지 개발된 수술 현미경 및 미세수술 기구의 역할 한계성과 안과수술의 경우 안구의 병증에 대한 수술을 진행할 때 수십 ㎛ 두께의 막을 수술자의 육안으로 확인해 제거하기 때문에 실제로 제거해야 할 부위보다 덜 제거되거나, 혹은 과도하게 제거해 안구 조직에 손상을 줄 수 있다. 안과수술은 감각신경계인 안구의 각 조직(각막, 수정체, 망막 등)을 다루는 미세한 수술이어서 수술 시 시야를 확보할 수 있는 미세수술 도구 및 수술 현미경의 필요성이 크다"면서 "이에 따라 본 연구진은 수술자의 미세한 수술을 보정해 줄 안과수술용 핸드피스 시스템을 개발했다. 이 시스템은 미세수술 도구와 각막 사이의 위치를 OCT 기술을 이용해 시각화하고 수술자의 손떨림을 보정해 조직 손상, 각막 천공 등 안과수술에서 발생할 수 있는 다양한 의료사고를 줄일 수 있을 것으로 생각한다"고 말했다.



How to

광과학 및 기계-전자공학(Mechatronics Engineering) 기반의 첨단 나노과학 기술과 전통적인 전략산업의 융·복합을 추구하는 학문인 광메카트로닉스공학의 특성을 십분 발휘하고, 기존 테제 수준에 머물던 손떨림 방지 기술을 의료현장 실사용자의 의견을 반영해 실체화시켰고, 다학제적 인재들과의 연구 노력이 결실을 이끌어냈다.

3차원 조직투사 현미경 기반 지능형 미세수술 시스템 개발

실제로 김 교수팀은 50개의 생체 시료로 통계분석적 시험을 수행해 천공 발생률을 평균 35% 이상에서 5% 이하로 획기적으로 낮추는 성공적 전임상시험 데이터를 세계 최초로 획득했다.

기존 장비 한계 뛰어넘는 안과수술용 핸드피스 시스템 개발

이번에 김 교수가 개발에 성공한 안과수술용 핸드피스 시스템은 Mach-zehnder 광학 간섭계를 기반으로 구성된 OCT 시스템이다. 안과수술에 적합한 시스템을 구성하기 위해 '그린렌즈(Grin Lens) 기반 광섬유 센서 제작' 및 '니들 타입 핸드피스 모듈 개발'과 '안과수술용 핸드피스 시스템을 위한 고속 프로그램 개발' 및 'Mach-zehnder 광학 간섭계 기반 OCT 시스템 설계' 등의 연구를 진행했다.

그 결과 김 교수가 개발에 성공한 안과수술용 핸드피스 시스템은 진단 장비와 수술용 장비를 별개로 사용하던 기존의 한계점을 극복해 수술의가 실시간으로 환부의 상황에 대한 정보를 얻음과 동시에 절제술을 집도할 수 있다는 장점이 있다. 특히 해당 부분에 대한 인간의 근원적인 손떨림을 보정해 높은 수술 성공률을 보장한다는 장점이 있다.

더욱이 이번 개발 성공은 1992년 로봇수술용 손떨림 방지 시스템의 개발을 시작으로 전 세계적으로 진행돼 온 각종 의료용 로봇 시스템 및 손떨림 방지 시스템보다 앞서는 기술이자 세계 최초라는 점에서 큰 의의를 가진다.

상업적으로 사용 가능한 장비로의 발전 가능성 모색

향후 개발 계획 및 목표와 관련해 김 교수는 "본 핸드피스 기술은 높은 잠재성을 가지고 있어 많은 수술영역에서 사용될 수 있을 것으로 판단된다"면서 "이에 따라 의료현장 실사용자의 의견을 반영해 최종 결정된 지능형 안과용 수술 기기의 디자인을 기반으로 시제품을 제작할 계획이다. 특히 각막이식 영

김규정 부산대학교 광메카트로닉스공학과 교수

역에서 기존의 전층 각막이식수술 이외에 부분층 각막이식의 수술 성공률을 높이기 위해 특화된 전용 장비를 제작해 대학병원의 임상 및 수술의와 해당 연구를 지속적으로 이어 나갈 예정"이라고 밝혔다.

또한 그는 "임상시험용으로 제작된 지능형 안과용 수술 기기를 사람 안구 모델을 대상으로 부분층 각막이식수술 방법의 한 종류인 Big Bubble Technique 시술에 대한 전임상 연구에 적용할 계획이다. 이 시술에 최적화된 수술 프로토콜을 제작하고 전임상시험 결과를 통한 피드백을 통해 지능형 안과용 수술 기기의 보완점을 찾고 이를 개선해 상업적으로 사용 가능한 장비로의 발전 가능성을 모색할 예정"이라고 말했다.

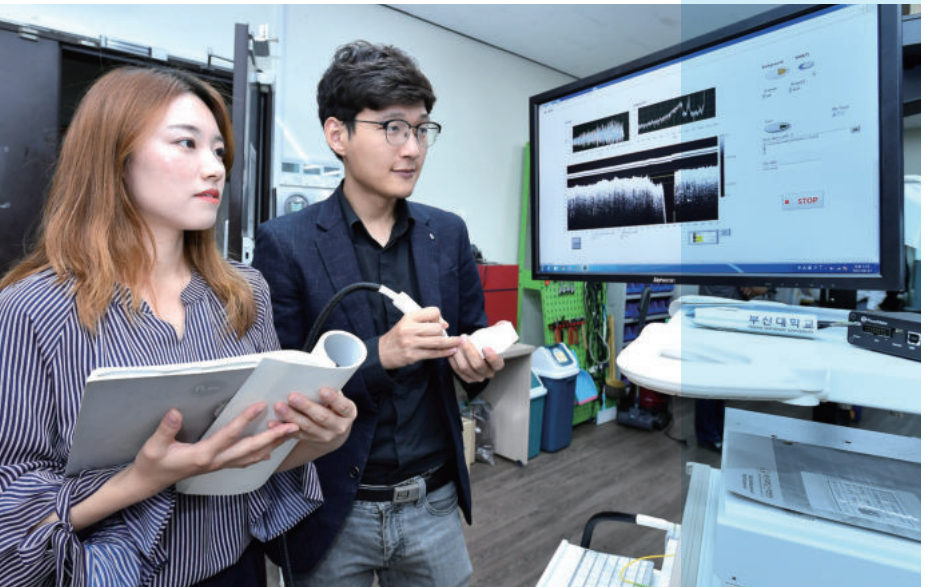
더불어 김 교수는 "실사용자가 지능형 안과용 수술 기기를 편리하고 쉽게 사용할 수 있도록 해당 연구팀에서 LabVIEW 기반 소프트웨어 사용 매뉴얼과 의료현장 상황에 알맞게 소프트웨어 개발 및 보완이 용이하도록 개발자용 매뉴얼을 제작할 예정"이라면서 "이러한 최적화된 프로토콜, 수술시간 단축, 수술 성공률 등의 데이터와 소프트웨어 매뉴얼을 추가해 사업화를 진행할 예정"이라고 덧붙었다.

끝으로 사업화와 관련해 그는 "제품의 본격적인 사업화 및 글로벌화를 추진하기 위해 현재 단계에서는 미국 내 창업을 첫 시작으로 비즈니스 모델을 구상하고 이를 위한 현지 시찰 및 조사를 진행 중"이라면서 "핸드피스 모듈을 이용한 수술 가능성을 확인하기 위해 미국 내 안과 전문의 및 신경외과 전문의 등 다방면에 걸쳐 수십 차례의 방문 인터뷰 및 설문을 진행하고 있다. 현재까지 조사된 바로는 안과 부문, 그중에서도 부분층 각막이식에 긍정적인 니즈가 있는 것으로 조사됐다"고 설명했다.

김 교수는 "다만 의료기기의 특성상 FDA의 승인을 필요로 하는 등 약간의 제도적 · 행정적 문제가 있지만 이를 극복하기 위해 원천 기술을 보다 세분하고, 계획적인 연차목표를 설정하는 등 사업화 전략을 구상할 예정"이라며 "또한 부분층 각막이식수술은 높은 잠재적 수요가 있는 분야로 본 연구팀의 기술로 문제점을 극복하고 환자의 니즈를 충족시킬 수 있을 것으로 예상된다"고 밝혔다.

OCT

광간섭단층촬영(Optical Coherence Tomography). 빛을 사용해 광학 산란 매체(생물 조직) 내에서 마이크로미터 해상도의 3차원 이미지를 캡처하는 의료영상 기술이다.



허영
한국산업기술평가관리원 메디칼디바이스 PD

전문가 코멘트

"본 기술은 초고속 파장가변 레이저를 접목한 세계 최초 미세수술용 의료 시스템이다. 실시간으로 수술 부위 내부를 빠르게 모니터링하고 오차를 줄여 정확성을 증대시키는 수술도구로, 향후 다양한 수술 분야에도 확장될 수 있는 핵심 기술이다."

IBK캐피탈 IBK투자증권 IBK연금보험 IBK자산운용 IBK저축은행 IBK시스템 IBK신용정보

참! 좋은 은행
IBK기업은행

INDUSTRIAL
TECHNOLOGY
AWARDS

이달의 산업기술상

사업화 기술 부문
산업통상자원부 장관상

금속과 플라스틱이 하나의 가능성을 만들다
㈜셀코스

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출 · 수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술을 시상한다. ㈜셀코스가 '미세회로(L/S 15/15㎛) 패턴 형성을 위한 대면적 Dual Ion-Beam 개발 및 이를 이용한 차세대 Rigid PCB 제작 기술 개발' 연구과제를 통해 고분자 기판에 기존 기술인 무전해 도금을 대체하는 기술로 환경친화적이며 저비용으로 생산 가능한 기술을 개발했다. 이를 통해 삼성전자, 삼성전기 등에 납품하며 2013~2016년 4년간 총 59억4000만 원의 매출을 달성함에 따라 영예의 장관상에 선정됐다.

금속과 플라스틱이 하나의 가능성을 만들다

플라스틱 고분자를 이용한 소재의 적용이 여타 산업 분야에서도 증가하고 있다. 이는 성형이 쉽고, 가벼우며, 비용이 적게 드는 플라스틱 고분자의 장점에 기인한 것도 있지만 무엇보다 최근 점차 강화되고 있는 산업 분야에서의 친환경 기조와 기술 개발이 앞으로의 기술 경쟁력과 기업의 생존을 좌우하는 핵심이 되기 때문이다. 이런 가운데 ㈜셀코스가 PCB 기판에 기존 화학도금 공정을 대체하는 친환경 공정 기술과 부착력 확보가 어려운 플라스틱 기재에 높은 밀착력을 확보하는 전처리 기술 개발 및 상용화에 성공해 국내외에서 크게 주목받고 있다.

취재 조범진 **사진** 서범세

백우성 [㈜셀코스 대표이사]

사 업 명	투자자연계형기술개발사업
연구과제명	미세회로(L/S 15/15㎛) 패턴 형성을 위한 대면적 Dual Ion-Beam 개발 및 이를 이용한 차세대 Rigid PCB 제작 기술 개발
제 품 명	플라스틱 기판용 In-line Sputter
개 발 기 간	2012. 12 ~ 2015. 11 (36개월)
총 사 업 비	1,986백만 원
개 발 기 관	㈜셀코스 경기도 화성시 동탄면 동탄산단 10길 42 031-293-8180 / www.selcos.co.kr
참여연구진	백우성, 장창영, 한승철, 장문규, 이상문, 윤주섭, 신영진, 장동환, 이재철, 김영민

친환경 공정 기술 통해 선진 기업과 어깨 나란히

지금껏 PCB 기판에 미세선폭을 구현하는 기술은 기존 PCB용 프리프레그(Prepreg) 절연재료 표면에 얇은 Cu Foil을 Primer Resin을 이용해 부착, 일체화한 후 에칭해 패터닝하는 기술이나, 프리프레그 위에 화학도금 동박을 형성하고 Green Sheet로 패터닝한 후 화학 동박을 Seed층으로 해 전기도금 동박을 성장시키는 기술인 SAP(Semi Additive Process)가 적용돼 왔다.

그러나 Cu Foil의 두께와 프리프레그의 거친 정도, 여러 번의 도금 공정으로 인한 기재 변화로 인해 Line · Space의 패턴 형성상 한계가 25㎛/25㎛ 이하로 구현하기 어렵고, 반도체 패키지용 PCB의 주요 성능 지표인 미세선폭 구현을 위해 절연기판 기재는 거친 정도가 비교적 큰 'PCB용 프리프레그'에서 구현하기 어려운 단점이 있다.

따라서 평탄성이 우수한 에폭시 소재로의 변경이 불가피하지만 에폭시 소재와 금속박막 간의 부착력은 매우 약하며, 더불어 플렉시블 PCB처럼 최근 사용되는 고사양의 PCB 소재에서도 동일한 어려움이 발생해 이를 해결할 수 있는 기술 개발의 필요성이 줄곧 있어 왔다.

How to

부착력을 향상시키는 데 예상보다 시간이 많이 걸렸지만 생소한 플라스틱 소재에 대한 공부와 도금 공정을 상세히 알아가는 과정에서 답을 찾을 수 있었고, 이를 통해 기술은 한 가지만 잘한다고 되는 것이 아니라 주변의 여러 기술을 잘 파악하고 융합하는 것이 중요하다는 사실을 깨닫게 됐다.

미세회로(L/S 15/15㎛) 패턴 형성을 위한 대면적 Dual Ion-Beam 개발 및 이를 이용한 차세대 Rigid PCB 제작 기술 개발

이런 가운데 셀코스의 이번 기술 개발 및 상용화 성공은 수요가 증가하고 활용 분야도 점점 넓어지면서 매년 지속적인 성장이 예고되는 고집적 PCB 시장에서, 중국 등 후발 산업주자들을 따돌리고 미국, 일본 등과 경쟁할 수 있는 기술력을 자체적으로 확보했다는 측면에서 매우 큰 의의를 지닌다.

유 · 무기 간 밀착력 향상 기술 및 공정 장치 개발 성공

셀코스 이상문 연구소장은 "기재와 전기도금을 형성하는 전극으로 쓰이는 금속 동박 사이의 부착력 향상을 위해 기재 내에 포함된 가스층을 진공 열처리해 탈포하는 과정과 강한 이온 빔 처리로 패턴에 영향을 주지 않을 정도의 거친 정도를 형성해 물리적 결합력을 형성하는 공정, 약한 플라즈마 처리로 끊어진 고분자 체인을 제거하고 화학적으로 부착력이 향상되도록 활성화시키는 과정 등 3단계의 전처리 공정 기술을 개발 적용했다"면서 "전처리 공정을 위해 각각의 장치를 직접 개발하고 적용해 PCB 전용의 전처리 공정 장치를 구현했다"고 설명했다.

또한 "박막을 다층으로 형성하고, 박막의 밀도를 높이는 스퍼터링 증착 공정 조건을 최적화해 후속 전기도금 공정 과정에서 발생하는 문제를 최소화했고, 이를 통해 일반 스퍼터링 공정에서는 Peeling Strength가 0.2kgf/cm 내외인 데 비해 개발된 공정을 적용한 밀착력은 0.60kgf/cm로 향상시킬 수 있었다"고 밝혔다.

그리고 이 소장은 "진공에서 여러 과정을 거쳐야 하는 공정이므로 이를 각각의 기능을 갖는 5개의 챔버가 연결된 진공 In-line 시스템으로 직접 제작해 일괄 공정으로 구현했으며, 이를 통해 20분마다 4장의 기판을 양산할 수 있는 높은 생산성을 확보할 수 있다"며 "본 개발 공정을 통해 PCB 기판에 Line과 Spacing을 각각 15㎛/15㎛로 구현했으며, 더욱 미세한 패턴들도 본 공정을 통해 구현할 수 있을 것으로 예상된다"고 말했다.

백우성
㈜셀코스 대표이사

재료별 진공증착 공정 기술 확보 노력, 스타 기업이 목표

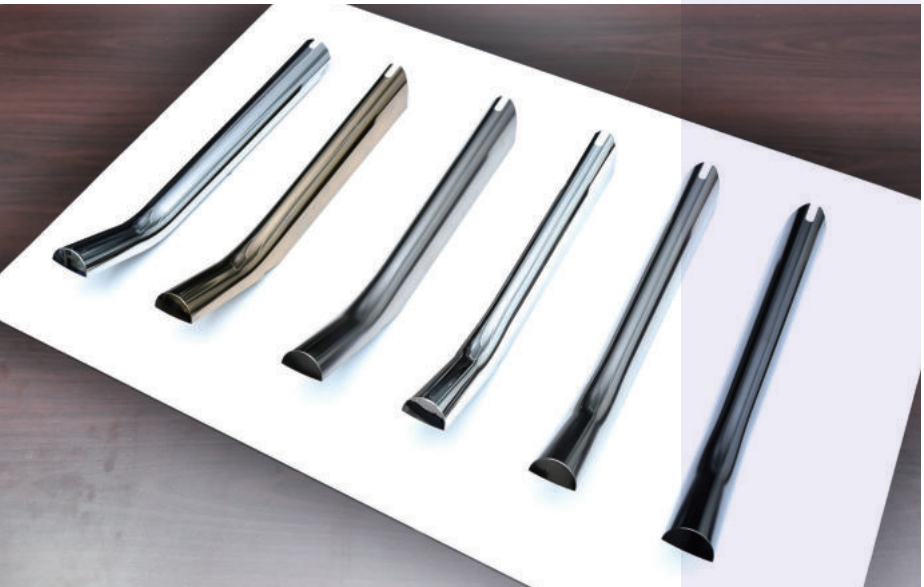
한편 사업화와 관련해 백우성 대표는 "삼성전자에서 기존 습식화학도금으로 생산해 오던 PC-PCB 기재의 사출물 표면 금속 코팅을 본 과제를 통해 제작한 연구개발용 프로토타입 장치와 공정 기술로 고객사의 진공 스퍼터링 공정으로 검증했으며, 본 기술을 적용한 설비들을 제작 및 납품하고 북미, 동남아시아, 유럽 법인에서 습식도금을 대체한 코팅 제품을 양산하고 있다"고 밝혔다.

더불어 백 대표는 "현재는 일반 가전제품의 외장을 금속 소재나 도금 처리하던 것에서 벗어나 진공증착된 사출재 공정으로 확대 적용하도록 추가적인 사업화를 진행하고 있으며, 이와 같은 공정 방식을 따르고 자 하는 중국 후발 전자업체들도 기술 도입에 많은 관심을 보이고 있다"면서 "PCB 분야에서 레이저를 이용한 패터닝 공정 도입을 검토하고 있어 이에 최적화된 재료 및 친환경 진공증착 공법으로 공정 장비 및 코팅 서비스로 사업화를 진행하고 있다. 현재는 반도체 패키징용 PCB 공정, Chip 저항, Chip 인덕터 등의 기판 제작 공정에 적용하는 단계이며 당초 수요 기업의 사업화와 생산 장비 내재화를 단계적으로 추진하고 있다"고 덧붙였다.

앞으로의 계획 및 목표에 대해 백 대표는 "본 기술 개발의 핵심 내용은 플라스틱 고분자 기재와 금속 박막 또는 세라믹 박막 간의 유 · 무기 소재 간 밀착력 향상 기술이다. 여러 산업 분야에서 플라스틱 고분자 소재의 사용이 많아지는 추세이므로 플라스틱 재료 종류에 따른 전처리 공정의 최적화 방법을 폭넓게 확보하고 이를 바탕으로 신뢰성이 높은 금속 박막 또는 세라믹 박막의 증착 기술을 확보하고자 한다"며 "여기에 습식도금 공정, 특히 화학도금 공정은 높은 기준의 친환경 인증을 요구하는 무역장벽을 통과하기 어려운 상황이어서 재료별 습식도금의 성능에 필적하는 진공증착 공정 기술을 확보하고자 하며, 이러한 것을 통해 관련 분야의 스타 기업이 되는 게 목표"라고 말했다.

PCB

인쇄회로기판(Printed Circuit Board). 회로 설계를 근거로 부품을 접속하기 위해 도체회로를 절연 기판의 표면 또는 내부에 형성하는 기판.



임영목
한국산업기술평가관리원 금속재료 PD

전문가 코멘트

"전자제품의 소형, 정밀화에 필요한 미세회로 배선기판 제조의 핵심 기술로, 구리 증착박막의 밀착력 향상을 위한 이온빔 표면처리와 열처리 및 스퍼터링을 일괄 공정화한 장비 개발에 성공했다. 기존의 동박기판용 습식화학 공정에 비해 친환경 공정인 진공 기술을 활용했으며, 반도체 및 디스플레이 부품 생산용 진공설비 기술 국산화에도 크게 기여한 것으로 판단된다. 해당 기술은 외장재 등 다양한 분야에 적용 가능해 파급효과도 클 것으로 기대된다."

우리나라 첫 은행 since 1899

우리은행은 산업통상자원부가 선정한 산업기술 **R&D사업화** 전담은행입니다.

정리하기 빠듯했던 연구비관리가 시스템으로 바뀐다고?

서류 정리로 빠듯했던 과거는 안녕!

연구비관리의 新 패러다임

우리 연구비관리시스템 RDMS

「우리RDMS」는 연구비 오·유용방지 및 사업관리 효율성 증대를 위해 우리은행이 개발한
연구비관리시스템으로 예산 교부부터 정산 종료까지 연구비관리 全영역 시스템 관리지원 제공
*RDMS : Reserch and Development Management System의 약자

투명성

"연구비는 눈먼 돈?"

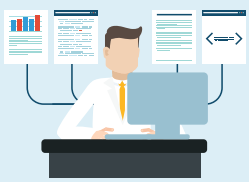
우리은행/우리카드/국세청 연동으로
사용내역 실시간 모니터링과 증빙자료 검증

편의성

"감사·정산시즌 야근은 필수?"

사업/과제/재원/집행/참여자 등 다양한
정보 연계 제공으로 수검·정산 Data 준비 지원

자동화·효율성



"예산은 증가해도 일손은 그대로?"

운영기관 사업계획에 맞게 관리지원

2017.05.16. 준법감시인-0957 심의필 (유효기간 : 2018.12.31)
담당부서 : 기관영업전략부

우리은행 WOORI BANK

미래를 함께 하는 따뜻한 금융

신한금융그룹

처음 맛보는 행복한 금융

행복한 내 아이, 더 행복하라고

첫 적금은 신한 아이행복바우처!

아직은 작고 어린 아이지만

행복만큼은 나눌수록 더 커진다는 걸

꼭 알게 되었으면 좋겠어요

내 아이의 행복을 키우는 적금,
신한은행이 따뜻한 금융으로 함께합니다

모든 아이가 행복한 세상
신한 아이행복바우처

대 상 : 2012년 1월 1일 이후 출생 영유아
신청 및 사용기한 : 2016년 11월 1일 ~ 2017년 6월 30일

신한은행 모바일 홈페이지 (m.shinhan.com)에서 신청하세요 | 신한 아이행복바우처 **신청 바로가기** QR코드

- **혜택 1.** 아이적금통장 **1만원 지원** (주택청약종합저축, 아이행복적금 중 택일 / 신규개설 시)
- **혜택 2.** 아이 부모 **1만원 캐쉬백** (신한 아이행복카드 최초발급, 익월내 10만원 이상 사용시)
- **혜택 3.** 아동학대 예방을 위한 초록우산 어린이재단에 **1천원 기부**

※ 아이행복적금은 예금자보호법에 따라 예금보험공사가 보호하되, 보호한도는 본 은행에 있는 귀하의 모든 예금보호대상 금융상품의 원금과 소정의 이자를 합하여 1인당 최고 5천만원이며, 5천만원을 초과하는 나머지 금액은 보호하지 않습니다. ※ 주택청약종합저축은 예금자보호법에 따라 예금보험공사가 보호하지 않으나, 주택도시기금에 의해 정부가 별도 관리하고 있습니다.
※ ㈜신한은행은 예금자보호법상 부보대상 금융기관이며, ㈜신한카드는 부보대상 금융기관이 아닙니다. ※ 별도의 법적 계약이 없는 한 ㈜신한은행과 ㈜신한카드는 상호의 채무를 보증하지 않습니다. ※ 기타 자세한 사항은 영업점에 문의하시기 바랍니다. / 준법감시인 사전심사필 제2016-2-1466호(2016.11.24~2017.06.30)

더 나은 내일을 위한 동행 신한은행

September

이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중 최근
성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.
전기 · 전자 3개로
총 3개의 신기술이 나왔다.

전기 · 전자

- 에너지로 출력되는 원격 감시 가정용 가스미터
- 에스컬레이터 안전사고 예방을 위한 원격 상태 감시 및 고장 예측 장치
- 소유량 감지용 임펠러를 적용한 80mm 고정밀 수도미터

에너지로 출력되는 원격 감시 가정용 가스미터

이달의 새로 나온 기술 **전기 · 전자 부문**

㈜엔박_계량 · 측정기술고도화사업

기술의 의의 본 연구과제를 통해 개발한 가스미터는 열식 유량 측정 방식을 이용해 유량함수 매트릭스를 적용한 세계 최초의 제품으로, 가스 유량 측정 방법을 고도화함.

기술내용

해외 선진국은 에너지 미터링 기술에 국가적 지원을 하고 있으며, 막식 및 터빈식 가스미터 방식을 벗어나 초음파 방식을 개발하고 있지만, 초음파 방식도 체적 측정을 기본으로 하고 있어 근본적인 오차를 안고 있음. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 개발한 가스미터는 열식 질량유량 측정 방식을 기본으로 하고 있으며, 유체의 물성이나 사용 환경의 변화와 무관하게 에너지 유량을 측정할 수 있는 고부가가치 기술임. 시제품의 경우 MEMS 기술을 적용한 열센서를 제외하고는 모두 국산화했으며, 열센서 비용은 전체 5% 이하로 낮기 때문에 별도의 개발 비용을 투입하지 않았음. 또한 유량 센서의 신뢰성 확보, 유량 보드의 안정화 유지, 사용상의 안전성, 사용자 인터페이스 개선, 스마트 미터링 기술 등에 초점을 맞추어 개발을 완료했음. 더불어 세계적으로 LNG의 수요 증가와 국내 제3의 에너지원으로 가스 사용량이 꾸준히 증가하며 가스미터에 대한 에너지 요금 측정 기술의 고도화와 스마트 미터링 기술의 확산으로 관련 산업의 발달, 비용 절감, 분쟁 해결 등 긍정적인 효과를 기대할 수 있음. 핵심 기술은 가정용 가스미터에 대해 질량유량 측정 방식을 활용해 에너지 사용량을 원격으로 실시간 소비자에게 제공하는 것임.

적용분야

본 가스미터는 G2.5를 기준으로 개발됨. 가정용 가스미터 모델 G1.6, G2.5, G4.0에 적용이 가능하며, 특히 기존의 가스미터를 대체해 사용할 수 있도록 접속관 및 입출구 나사를 동일한 규격으로 사용했음. 개발 제품의 파생 기술로는 공기압축기의 서지 제어를 위한 유량계, 자동차의 공연비 제어를 위한 공기유량계 등으로 활용될 수 있으며, 질량유량 측정에 대한 다양한 산업 제품에 적용할 수 있을 것으로 판단됨.

향후계획

소비자의 새로운 요청사항을 반영해 개선할 계획이며, 사용자 편의 디자인 적용, 안전인증 획득(방폭등의 안전인증), 형식 승인 취득, 시험 현장 적용 후 상용화 예정임.

연구개발기관

㈜엔박 / 070-8637-3622 / www.enbac.co.kr

참여연구진

㈜엔박 윤정중, 신혜원, 윤은성, 강종욱 외

에스컬레이터 안전사고 예방을 위한 원격 상태 감시 및 고장 예측 장치

이달의 새로 나온 기술 **전기 · 전자 부문**

㈜이알씨_제품안전기술기반조성사업

기술의 의의 에스컬레이터 사고를 사전에 예방할 수 있는 기반 기술을 확보함으로써 향후 이용자의 안전을 기대할 수 있음.

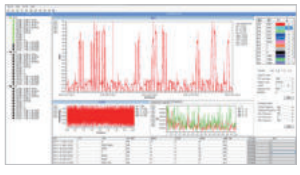
기술내용 노후 에스컬레이터의 증가에 따른 이용객의 불안감 해소와 급작스럽게 발생하는 안전사고로 인한 인적 · 물적 피해를 예방할 수 있는 에스컬레이터 원격 상태 감시 및 고장 예측 장치 개발의 필요성이 대두됨. 설비의 고장 예측 모니터링 시스템은 발전설비, 대형 산업설비 등 다양한 분야에서 사용되고 있으나 고장 예측이 가능한 에스컬레이터 모니터링 시스템은 없는 실정임. 산업용 시스템을 에스컬레이터에 적용할 경우 과다한 구축 비용이 소요될 뿐만 아니라 설비의 특성이 일반 산업설비와 달라 다수의 대중 이용설비인 에스컬레이터에 적합하지 않음. 본 연구과제를 통해 에스컬레이터의 상태를 실시간으로 감시해 안전사고를 사전에 방지할 수 있음. 저렴한 비용으로 보급이 가능한 전용의 데이터 취득 장치와 측정된 상태 감시 데이터를 분석함으로써 결함을 진단하고 고장을 예측하는 알고리즘을 확보하고 이를 수행하는 분석 및 고장 예측 소프트웨어를 개발했음. 개발된 고장 예측 시스템은 에스컬레이터에 진동 센서, 부하 감지용 센서, 속도 감지 센서, 온도 센서 및 에스컬레이터 동작 감지 센서 등을 부착하고 상태 감시 데이터를 취득하는 장치와 원격 상태 감시 프로그램, 개발된 알고리즘을 이용해 이상 상태를 사전에 관리자에게 알리는 자동 통보 프로그램 및 모니터링 데이터 백업 시스템으로 구성돼 있음. 본 장치를 이용해 철도, 지하철, 버스터미널 등 다수가 이용하는 에스컬레이터 내부 부품의 노후나 결함을 사전에 예측하고 예방 정비를 수행할 경우 갑자기 발생하는 안전사고에 사전 대응해 인적 · 경제적 피해 예방 효과를 기대할 수 있음.

적용분야 에스컬레이터와 엘리베이터의 상태 감시 및 설비 고장 예측

향후계획 한국철도공사(KORAIL)와 2017년 7월 중 용산역에 시스템을 시범 설치하고 개발 장치의 활용 및 적용 확대를 위한 업무를 진행 중이며, 향후 다중 이용 시설의 에스컬레이터 및 엘리베이터 운영기관에 저렴한 비용으로 본 시스템을 공급하기 위한 상품화를 진행하고자 함. 또한 고가의 산업설비 모니터링 시스템을 대체할 수 있는 일반 산업설비의 고장 예측을 위한 모니터링 시스템 개발에 본 과제의 기술을 활용하고자 함.

연구개발기관 ㈜이알씨 / 031-695-7090 / www.erc.co.kr

참여연구진 ㈜이알씨 임동준, 장석영, 조봉석, 한국승강기안전공단 박승태, 서상윤, 최동원 외



소유량 감지용 임펠러를 적용한 80mm 고정밀 수도미터

이달의 새로 나온 기술 **전기 · 전자 부문**

디에스워터_계량 · 측정기술고도화사업

기술의 의의 핵심 부품 개발을 통해 최대유량과 최소유량 비(Q_3/Q_1) 200배율의 고정밀 수도미터 국산화를 실현함.

기술내용 핵심 부품의 품질 불량에 따른 고장률을 개선해 수요기관의 국산 제품 기피 현상에 대한 제어 필요성이 제기됨. 또한 계량 오차로 인한 요금 분쟁과 상거래 불신 해소의 필요성이 있음. 특히 국내 시장의 대부분을 외국의 선진 글로벌 기업이 장악하고 있는 현실에서 국산 수도미터 제품의 제조 기반 유지를 위한 기술 개발의 필요성이 요구됨. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 임펠러, 임펠러 지지대, 임펠러 하우징, 웜기어, 계량실 등 핵심 부품에 대한 재질 및 형상을 변경한 후 시제품에 대한 반복적인 계량 성능 시험을 통해 완성품을 구현함. 이를 위해 최대유량과 최소유량 비(Q_3/Q_1) 200배율 이상의 외산 제품에 대한 반복적인 계량 성능 시험을 통한 데이터를 확보함. 개발 제품과 외산 제품의 반복적인 성능 비교 시험을 수행하면서 성능을 안정화시키고 제조 품질을 확보, 공인시험기관의 성능 평가 시험을 통해 형식승인을 취득함. 이외에도 사업화(양산)를 위한 내구성 향상 등 제품 성능 개선 방안을 도출함. 한편, 본 연구과제를 통해 습득한 기술적인 경험으로 100mm 이상 제품에도 적용할 수 있어 수도미터 이외에도 산업용 온수미터, 산업용 적산열량계 유량부 등 관련 제품 국산화 개발의 기반을 마련함.

80mm 고정밀 수도미터 (스테인리스)

80mm 고정밀 수도미터(주철)

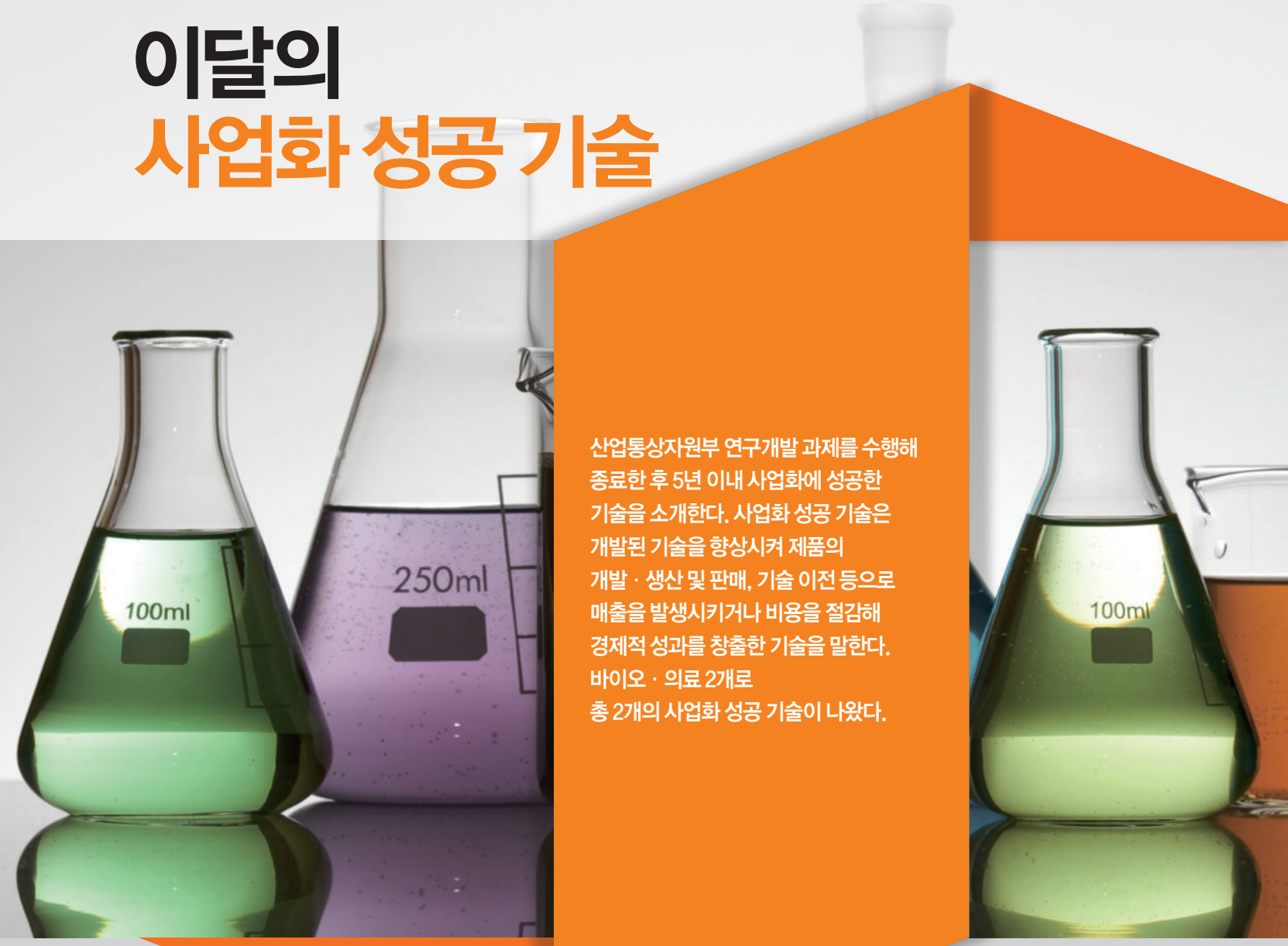
적용분야 대부분 사용량이 많은 대형 건물, 아파트 등 공동 주택의 전체 수도 사용량을 계량해 수도 요금을 산정하는 메인 계량기로 설치 · 운용함.

향후계획 제품의 양산화를 위해 국제기준(OIML R 49-2)에 적합하고 측정 불확도 및 반복성 시험에도 문제 없는 자동화 시험 설비를 구축하고 있으며, 수요기관의 요구 사항을 반영해 현장 설치가 용이하도록 제품의 형상을 일부 변경하고 80mm 외 100mm 이상의 제품에 대해서도 계량 성능 향상을 동시에 진행하고 있음.

연구 개발기관 디에스워터 / 031-366-9822 / www.dswater.co.kr

참여 연구진 디에스워터 이진우, 장대웅, 조남종, 채진웅, 송달숙, 이상만, 홍택완, 양호철 외

이달의
사업화 성공 기술



산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해 종료한 후 5년 이내 사업화에 성공한 기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은 개발된 기술을 향상시켜 제품의 개발 · 생산 및 판매, 기술 이전 등으로 매출을 발생시키거나 비용을 절감해 경제적 성과를 창출한 기술을 말한다. 바이오 · 의료 2개로 총 2개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

바이오 · 의료

- 바이오시밀러 제조용 연속식 분리정제 장비
- Radiology 초음파 시장의 글로벌 수위권 진입을 위한 1.5D Array Probe 기반의 고기능 복부초음파 진단기 제품화 기술 개발

바이오시밀러 제조용 연속식 분리정제 장비

이달의 사업화 성공 기술 **바이오 · 의료 부문**

㈜씨엔에스_신성장동력장비경쟁력강화사업

기술의 핵심 연속식 분리정제 기술인 SMB는 기존 배치(Batch) 크로마토그래피의 한계를 극복하고 저비용, 고순도 및 고수율 생산을 보장함.

기술내용

크로마토그래피 기술은 생물 분리정제에서 빠질 수 없는 기술로 생물의약제품의 최종 단계에서 필수적으로 사용되고 있음. 하지만 기존 회분식 크로마토그래피는 다량의 이동상 소모, 칼럼 충전제의 낮은 재사용률 및 낮은 원료 처리량 등의 기술적인 제약이 있음. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위한 연속 분리정제 장비의 개발이 필요함. 연속 분리정제 기술인 SMB(Simulated Moving Bed) 공정은 이미 1960년대 초 미국 UOP에 의해 개발되었으며, SMB 관련 제작 기술 및 특허의 대부분은 국외 업체가 보유 중임. 이러한 상황에서 본 연구과제를 통해 ㈜씨엔에스, 인하대, 한국생명공학연구원 연구팀이 협업해 바이오시밀러 생산을 위한 SMB 장치의 공정을 신규 개발함. 이를 통해 기존 국외 업체에서 제작 · 판매하던 SMB 장치를 순수 국내 기술을 사용해 국내의 대학, 국가연구기관 및 산업체의 다양한 요구에 상응하는 파일럿 규모의 SMB 장치로 개발했으며, 펌프 및 밸브를 정밀하게 제어해 사용자가 원하는 수준의 파일럿 SMB 장치 제작 기술을 100% 국산화했음. 개발 결과를 요약하면 다이아프램 밸브 및 펌프 통합 시스템과 이를 이용한 연속식 분리정제 기술 개발을 비롯해 칼럼과 페러럴 처리 기술이 융합된 CIP, SIP가 가능한 바이오시밀러 제조용 고성능 분리정제 장비를 개발했음. 이외에도 정확한 시스템 제어를 위한 소프트웨어를 개발하고, 바이오의약품 생산을 위한 Validation Documentation을 구축함.

사업화 내용

본 연구과제를 통해 자체 SMB 장비 제작 기술을 확보하는 동시에 여러 편의 특허를 출원 · 등록해 지식재산권을 확보하고, 바이오시밀러 생산에 특화된 SMB 공정을 신규 개발함. 이러한 높은 수준의 제작 기술을 바탕으로 이성질체 물질 분리를 위해 한국화학연구원에, 바이오 소재 분리를 위해 관련 기업에 판매가 이루어졌고, 최근에는 생산 원가를 줄이기 위해 당 분리 목적으로 국내 굴지의 제당 업체 두 곳에 Pilot 규모의 SMB가 판매됨. 또한 신규로 추가 견적 문의가 이루어지고 있음.

사업화 시 문제 및 해결

여러 산업 분야에서 사용자 요구에 부합하는 물질 분리 공정의 최적화 작업이 필요하며, 이를 위해 사전에 사용자와 원하는 분리 물질과 생산량 정보를 충분히 교환해 적합한 컬럼, 펌프 및 충전제의 선정 과정이 선행돼야 함. 이러한 어려움을 해결하고자 운전조건 최적화 프로그램을 개발해 사용자가 편리하게 장비를 사용할 수 있도록 운전 환경을 개선함.

연구 개발기관

㈜씨엔에스 / 042-628-8504 / www.biocns.com

참여 연구진

㈜씨엔에스 임지순, 이인수, 정우철, 인하대 구윤모, 한국생명공학연구원 이은교, 류경화 외

Radiology 초음파 시장의 글로벌 수위권 진입을 위한 1.5D Array Probe 기반의 고기능 복부초음파 진단기 제품화 기술 개발

이달의 사업화 성공 기술 **바이오 · 의료 부문**

알피니언메디칼시스템㈜_핵심의료기기제품화 및 인증평가기술개발사업

기술의 핵심 영상 처리 요소 기술(Contrast 및 Spatial Resolution 향상, Flash Artifact 제거, 프로브와 시스템 간에 발생하는 노이즈 제거, 수신 민감도 향상, Crosstalk 개선 등).

기술내용

본 기술은 복부 초음파 영상의 획기적인 향상을 위해 고감도 광대역의 초음파 프로브와 시스템 개발을 목적으로 함. 이와 관련해 복부용 고감도 광대역 초음파 프로브 개발과 고성능 하모닉 영상 및 Color Flow 신호 처리 기술을 이용하여 영상 품질을 향상시키고 최적화된 영상을 획득할 수 있는 글로벌 수준의 경쟁력을 지닌 고성능 복부용 초음파 진단 시스템을 개발했음. 제품 판매를 위해 MFDS, CE, FDA 등 관련 인허가 취득 및 임상시험을 통해 안전성 · 유효성을 확보하고 서울대병원 임상시험 결과의 개선 피드백을 제품에 반영해 종료 즉시 대형 병원 납품이 가능한 수준의 장비를 제공하는 것을 개발 목표로 했음.

사업화 내용

고기능 복부 초음파 진단기인 E-CUBE 15는 국내외에 판매하고 있으며, 서울대병원의 임상평가에서 경쟁사의 프리미엄급 장비와 대부분 동등 또는 일부 기능에서 동등 이상의 수준에 도달했음. 한국과 미국, 캐나다, 유럽, 중국 인증을 완료해 서울대병원에 납품했고, 2012~2016년 전 세계에 판매해 408억 원의 매출을 달성했으며 2019년까지 누적 805억 원 달성을 목표로 하고 있음.

사업화 시 문제 및 해결

종래 단순 영상을 보여주는 저기능 초음파 진단기와는 차별화된 고성능 이미지 품질을 확보해 영상 해상도와 프레임률을 높이고 인체 내에서 정상 조직과 병변 조직을 정확히 감별해 보여줘야 하는 상황임. 하지만 이러한 기능을 구현하기 위한 영상 처리 요소 기술(Contrast 및 Spatial Resolution 향상, Flash Artifact 제거, 프로브와 시스템 간에 발생하는 노이즈 제거, 수신 민감도 향상, Crosstalk 개선 등)의 성능은 미흡한 상태로 개발 초기 국산 프리미엄 제품 또한 없는 상황이었으나, 이러한 문제점을 개선해 서울대병원에서 진행된 경쟁사 장비와의 비교 임상평가에서 대부분 동등 및 일부 기능 동등 이상 수준을 달성함.

연구개발기관 알피니언메디칼시스템㈜
02-3282-0903 / www.alpinion.com

참여연구진 알피니언메디칼시스템㈜ 박진용, 서울대병원 이재영 외

바이오 잉크로 생명을 구하는 목표를 향해 나아가다

중소 · 중견기업 R&D 연구원들의 일상은 단순히 월급을 받기 위한 직장의 개념으로 평가절하해서는 안 된다. 그들 역시 국책연구소나 대기업 연구원들 못지않은 열정으로 자신이 연구하고 있는 일에 대해 모든 것을 쏟아 붓고 있기 때문이다. 올해로 29세, 이제 막 중소기업 R&D 연구원으로서 초보 딱지를 떼고 본격적인 R&D의 치열한 전장에 들어선 한 청년 연구원을 만나 그의 일상을 통해 중소 · 중견기업 R&D 연구원들의 모습과 생각을 조금이나마 엿보고자 한다. 바로 ㈜로킷 이민채 매니저가 그 주인공이다.

취재 조범진 **사진** 서범세

㈜로킷 Bio / 선행개발본부
이민채 매니저

화학과 대학원 아닌 의대 분자의과학과에서 바이오 전공

아마도 R&D 라이프 코너가 시작된 이래 가장 젊고 앳된 청년 연구원을 만난 것으로 기억될 이번 인터뷰는 '든든함'을 느끼는 자리였다.

점심시간이 채 끝나지 않아서인지 이민채 매니저를 만나러 간 사무실에는 그와 노트북 모니터를 뚫어지게 바라보고 있는 한 직원만 있어 다소 썰렁했다. 하지만 '청년' 그리고 '젊음'이라는 두 단어가 가져다주는 에너지 탓이었는지 이 매니저와의 인터뷰는 마치 오랜만에 후배를 만나 그동안의 근황을 물어보는 자리처럼 편안했다.

우선 입사 계기와 그가 맡고 있는 일이 무엇인지 물어보았다. 평소와 다르게 맡고 있는 일을 물어본 것은 '3D 바이오 프린터'라는 단어가 주는 생소함과 호기심 때문이었다.

"대학에서는 화학을 전공했습니다. 하지만 학부를 다니면서 화학 쪽보다는 생명공학에 더 흥미가 있는 것을 알게 되었고, 그래서 학부 졸업 후 대학원은 의대 분자의과학과 전공인 나노바이오재생의학연구소의 실험실에 들어가 석사 생활을 했습니다. 실험실의 주 목표는 Silk Fibroin이라는 누에고치에서 나오는 단백질을 이용해 지지체(Scaffold)를 만들어 동물실험을 통해 재생효과를 관찰하는 것이었습니다."

이 매니저는 로킷과 인연을 맺게 된 계기에 대해 "대학원에서 제가 맡은 주제는 3D 프린터를 이용해 골 손상 모델에 적용할 수 있는 골 고정 장치를 연구하는 것이었고, 이때 연구실에서 처음으로 구매했던 장비가 로킷의 초창기 모델인 에디슨이라는 프린터였다. 그래서 이때부터 로킷에 대해 알아보았고, 취업 준비 중에 로킷에서 바이오 쪽으로 사람을 구한다는 것을 보고 바로 지원해 이 자리에 있게 됐다"고 말했다.

로킷에서의 업무와 관련해 그는 "우선 로킷 바이오팀에서 주력으로 맡고 있는

프로젝트는 INVIVO 프린터를 이용해 피부와 유사한 인공지지체 및 출력 재료를 개발하는 것이다. 지금까지 시중에 나온 피부 대체제는 Fibroblast라는 진피세포와 Keratinocyte라는 표피세포만으로 제작된 것이 대부분인데, 이것은 인체 내에 삽입했을 때 접착이 잘 되지 않는 단점이 있다. 이를 보완하고자 지지체 자체의 구조를 스펀지 형태로 구현하고 접착, 즉 생착이 잘 되게끔 하는 데 중요한 역할을 하는 혈관세포를 추가적으로 프린팅함으로써 기존에 나와 있는 단점을 보완, 더 나은 인공피부 개발에 몰두하고 있다"고 설명했다.

또한 그는 "팀 내에서 맡고 있는 업무는 이러한 인공피부를 만들기 위해 생체적합성이 뛰어나고 생분해성 및 프린팅하기 좋은 재료를 개발하는 것이다. 일반적으로 Gelatin, Collagen, Hyaluronic Acid, Alginate 등이 있으며, 이를 혼합 또는 물성의 변화를 주어 테스트하고 있다"고 밝혔다.

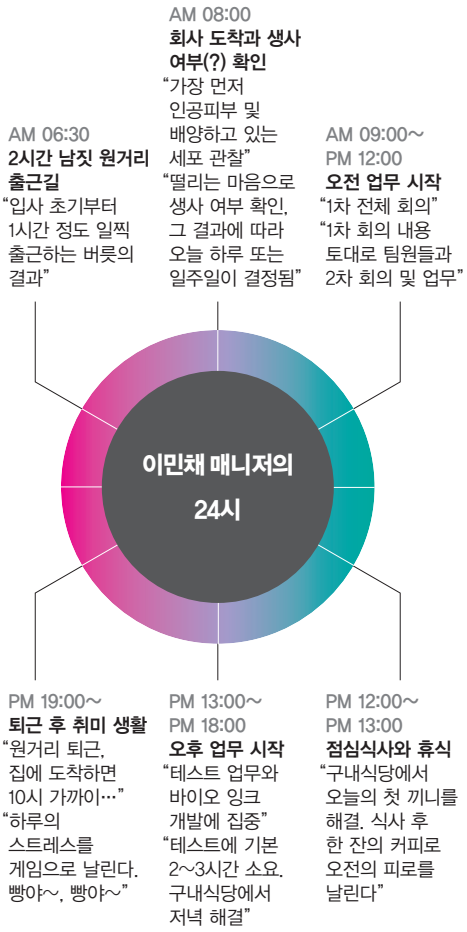
왕복 3시간 이상의 출 · 퇴근길, 1시간 먼저 오전 업무 시작

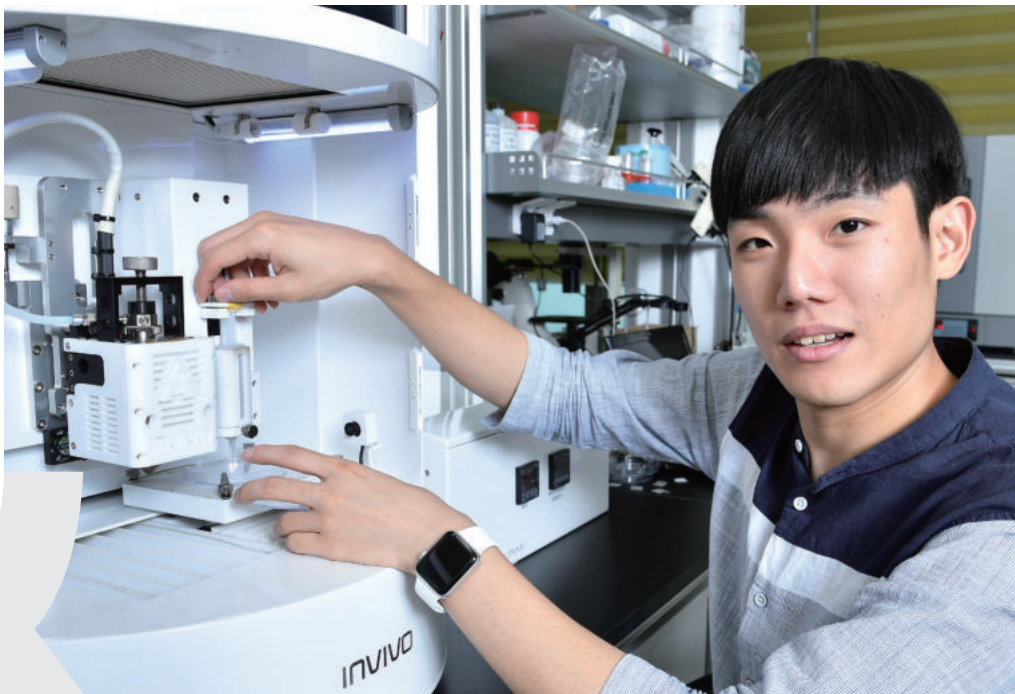
올해 29세, 정말 무엇이든 열정적으로 할 수 있는 나이이고, 하고 싶은 것도 많은 나이다. 그래서 취미와 특기, 출근부터 퇴근 이후 29세 젊은 연구원의 일상이 무척이나 궁금했다.

"경기도 구리 집에서 회사까지 2시간 남짓 걸리다 보니 입사 초기부터 1시간 정도 일찍 출근하는 게 버릇이 돼 아침 6시30분쯤 출근합니다. 출근길에는 주로 책을 읽거나 스마트폰 게임을 하기도 하고, 부족한 잠을 채우곤 합니다. 8시쯤 회사에 도착하면 일단 최근 하고 있는 Artificial Skin 및 배양하고 있는 세포의 생사 여부를 늘 떨리는 마음으로 관찰합니다. 그리고 이를 토대로 작게는 당일, 길게는 일주일 정도의 스케줄을 짭니다. 9시부터는 회의를 하며 배양세포 등의 상태 및 앞으로의 일정에 대해 보고를 합니다. 이후에는 회의 내용을 토대로 바이오팀 연구원들과 2차 회의를 하면서 오전 업무를 시작합니다."

"점심은 대부분 구내식당에서 합니다. 그리고 잠깐의 티타임을 가진 후 오후 업무를 시작합니다. 오후에는 주로 제가 맡고 있는 업무인 회사 기계를 구매하기 전 혹은 테스트를 요청한 고객들의 재료를 INVIVO를 통해 출력하는 테스트를 하며, 바이오 잉크 개발에 집중합니다. 보통 한 재료를 테스트하는 데 2~3시간은 기본으로 걸리고, 테스트한 조건값 및 동영상을 배포하면 종종 퇴근시간을 넘길 때가 있지만 대부분 저녁 6시 이후에는 구내식당에서 저녁을 해결하고 오후 업무를 마무리한 후 저녁 7시에서 늦으면 8시쯤 퇴근을 합니다."

그러면 퇴근 이후 이 매니저는 무엇을 하는지, 하루의 스트레스를 어떻게 날려버리는지 물어보았다. 그리고 왜 저녁식





사까지 구내식당에서 해결하는지도 궁금했다. 자기계발을 위해 무엇인가를 배울 것으로 생각되었기 때문이다. 하지만 답변은 의외였다.

"저녁 7시에 퇴근해도 집에 도착하면 대부분 저녁 9시를 넘깁니다. 8시에 퇴근할 경우에는 저녁 10시가 넘고요. 그러다보니 사실상 무엇인가를 배우는 것이 쉽지 않습니다. 출퇴근 시간이 워낙 길다 보니 시간을 쪼개 쓰는 게 어렵습니다. 물론 저녁식사를 구내식당에서 해결하는 것도 그런 이유 때문입니다. 하지만 가장 큰 이유는 여전히 맞벌이를 하고 계신 어머니에게 작게나마 효도하고자 하는 마음 때문입니다. 하루 종일 일하고 지친 몸으로 집에 들어와 쉬지도 못하고 늦은 밤 저녁을 차리는 모습이 너무 죄송스럽기 때문입니다."

"집에 오면 대부분 취미인 게임을 합니다. 그리고 하나의 게임에 몰두해서 하기보다는 여러 가지 새로 나온 게임을 접해보는 걸 좋아합니다. 요새는 FPS 게임을 자주 하는 편입니다. 또한 게임 외에 게임을 만든 회사의 동향이나 요즘 게임 트렌드 같은 기사도 꼭 챙겨보는 편입니다. 그렇게 1~2시간 정도 보내고 나면 스트레스가 해소됩니다."

연애는 하느냐고 물어보았다. 그러자 그는 "애인이 있지만 평일에는 거의 만날 수 없어 주말에만 만난다"고 말했다. 아직 결혼은 생각하지 않고 있다는 이 매니저는 "살아가면서 큰 일을 하나씩 해 나가야 하는 데 있어 준비된 것이 아직은 많이 부족하다. 어느 정도 준비가 될 때 결혼을 비롯해 큰 일을 하나하나 해 나갈 생각"이라고 말했다.

'내가 할 수 있을까?' 그러나 해낸 긍정적 사고의 소유자

이제 R&D연구원으로서 초보 딱지를 떼고 본격적인 R&D의 전장에서 치열한 경쟁을 펼치는 그에게 자신이 생각하는 R&D란 무엇이고, 연구원으로서의 어려움이 있다면 무엇인지 물어보았다. 답변은 다른 연구원들과 크게 다르지 않았지만 이제 출발선을 떠나 본격적인 경쟁 레이스에 들어선 청년 연구원이기에 답변 속에서 든든함이 느껴졌다.

"사실상 R&D라는 것은 무에서 유를 창조하는 일이라 생각합니다. 물론 있는 것을 우리 기술에 맞게 재가공하는 것 또한 같은 맥락이라고 할 수 있습니다. 하지만 고객의 니즈를 맞추는 게 어려울 수밖에 없습니다. 입사 초기 바이오 업무만을 할 것이라는 기대와 달리 INVIVO 프린터는 제한되는 것이 많이 있었습니다. 특히 연구용, 실험실에서 쓰일 때 가장 필요했던 부분이 온도를 영하에서 고온까지 조절하는 기능이었는데, 당시 INVIVO에는 없는 기능이었습니다."

그리고 그는 "회사에 들어와서 처음으로 맡은 업무가 바로 이러한 기능을 장착하는 것이었다. 석사 때 공부했던 것과는 무관한 설계 · 전기 등의 지식이 필요했고, 딱히 주위에 물어볼 곳도 없어 무작정 발로 뛰었던 기억이 있다. 직접 부품을 사러 청계천이나 구로상가도 나가보고 업체와 미팅도 해봤다. 그렇게 구매한 부품으로 직접 조립, 가동을 하며 '내가 할 수 있을까?'라는 생각을 많이 했다. 힘이 들긴 했지만 나중에 와서 생각해 보니 다 경험이고 회사를 위해 했던 일들이라 보람 찼던 기억이 있다. 그리고 그렇게 탄생한 제품이 바로 INVIVO Temperature Controller"라고 말했다.

더불어 이 매니저는 "제 생활신조는 '긍정적으로 생각하자'이다. 긍정적인 사고를 가지고 있다는 것은 자신에 대한 자신감과 연관이 있다고 생각한다. 이는 항상 좋은 일만 생길 수 없고 업무를 하다 보면 예상치 못한 일에 부딪치게 되는 경우가 있는데 평소 긍정적인 마인드를 가지고 있지 않으면 순간적으로 대처하기 어렵다고 생각하기 때문이다. R&D할 때도 부정적으로 바라보고 하는 실험보다는 긍정적으로 마음을 살짝 내려놓고 하는 경우 결과가 더 잘 나왔다"고 덧붙였다.

끝으로 앞으로의 계획과 목표에 대해 물어보았다.

"로킷은 벤처회사지만 목표만은 다른 기업들보다 크다고 생각합니다. 지금 바이오 프린터를 통해 바이오 시장에 한 발짝 다가섰으며, 제가 속한 바이오팀이 핵심 역할을 할 것이라고 자부합니다. 이러한 목표를 가지고 새로운 바이오 잉크를 개발하고, INVIVO를 통해 만들어진 인공장기가 생명을 구하는 데 보탬이 될 수 있도록 노력할 것입니다."

국내 금속 3D 프린팅 기술을 선도하다

윈포시스㈜

4차 산업혁명에 대한 관심과 논의가 전 세계적으로 활발하게 펼쳐지고 있다. 물론 '과연 혁명이라는 단어를 붙일 만큼의 변화와 발전이 있는가?'에 대한 갑론을박이 있긴 하지만 최근의 산업화 변화 양상에 비추어 볼 때 4차 산업혁명은 곧 도래할 것으로 예상된다. 이에 따라 4차 산업혁명에 대비한 기업들의 움직임 역시 발빠르게 진행되고 있다. 이런 가운데 공정 자동화 시스템 전문기업인 윈포시스㈜가 국내 최초로 SLM 방식의 금속 3D 프린터를 개발 · 판매한 경험과 기술력을 바탕으로 '냉각효율이 50% 향상된 사출성형 금형 제작을 위한 복합가공 3D 프린팅 장비 및 30㎛급 금형강 분말 제조 기술 개발'에 성공해 우리나라 중소기업이 4차 산업혁명 시대에 갖춰야 할 대응 및 행보의 모범사례로 눈길을 끌고 있다.

취재 조범진 **사진** 서범세

2004년 설립, 국내 최고 공정 자동화 시스템 전문기업

2004년 설립된 윈포시스는 '고객의 경쟁력 강화와 창출'을 최우선 가치로 삼는 공정 자동화 시스템 전문기업으로, 여느 벤처기업과 같은 부침(浮沈)이 있었지만 짧은 시간 내 관련 분야에서 확고히 자리매김한 기업이라 평가할 수 있으며, 이는 회사의 연혁에서 고스란히 확인할 수 있다. 윈포시스는 설립 이듬해 벤처기업 인증과 기업부설연구소 인증을 받고 공정 자동화 소프트웨어 및 솔루션, 영상검사장비 등을 중심으로 공급을 시작한 데 이어 2006년에는 자가 공장을 매입, 확장 이전하며 생산 경쟁력을 강화했다. 이후 중국을 중심으로 해외 수출의 폭을 크게 넓혀 나갔고, 2009년 수출유망중소기업 지정과 함께 2010년에는 무역의 날 백만불 수출탑을 수상하면서 해외 시장 진출에도 성공하는 등 저력을 발휘했다.

이후에도 다수의 표창을 받으며 유망중소기업과 수출강소기업 등에 선정된 윈포시스는 2015년 여환철 대표이사가 국무총리표창을 수상하면서 사업의 비약적인 성장과 함께 기업 경쟁력을 공식 인정받기에 이르렀다.

2017년 현재 윈포시스는 13년 전 설립 당시와는 비교할 수 없을 정도로 위상이 높아졌으며, 자타가 공인하는 국내 최고의 공정 자동화 시스템 전문기업으로 주목받고 있다. 최근에는 4차 산업혁명에 대비한 기술 개발에 선제적으로 대응, 예측분석 솔루션과 머신비전 영상검사장비 등 주력사업으로 입지를 공고히 다지고 있으며, PBF 금속 3D 프린터와 DDM 방식의 나노입도 분석기를 국내 최초로 개발하는 등 새로운 비즈니스 모델을 제시해 이목을 끌고 있다.

특히 기술 개발에 성공한 '냉각효율이 50% 향상된 사출성형 금형 제작을 위한 복합가공 3D 프린팅 장비 및 30㎛급 금형강 분말 제조 기술 개발'은 글로벌 톱 티어를 향한 윈포시스의 성장에 속도를 더하는 가속제 역할을 할 것으로 기대되면서 세간의 관심을 끌고 있다.

국내 최초 SLM 방식 금속 프린터 개발 및 상용화 성공

사실 윈포시스는 국내 최초로 SLM(Selective Laser Melting) 방식의 금속 3D 프린터를 개발, 상용화하는 데 선구자적인 역할을 한 기업으로, 현재 티타늄, 철합금, 코발트 크롬, 스테인리스 등의 다양한 금속에 대응할 수 있는 장비를 개발 · 판매하고 있다.

SLM 방식은 금속분말을 30~100㎛ 정도 얇게 펴고 레이저로 용융한 후 다시 금속분말을 얇게 펴는 반복 공정을 통해 3차원 가공물을 제작하는 방식으로, 높은 정밀도의 3차원 금속 프린팅이 가능한 반면 높은 온도에서 금속분말을 용융하는 레이저 제어 기술의 복잡성과 장비 자체의 높은 기술적 어려움으로 독일 회사들이 독점하고 있는 실정이다.

이런 상황에서 LCD 검사 장비 제작 및 공장 자동화 관련 SI 업체 윈포시스는 2011년부터 3D 스캐

냉각효율이 50% 향상된 사출성형 금형 제작을 위한 복합가공 3D 프린팅 장비 및 30㎛급 금형강 분말 제조 기술 개발

너 등의 3차원 관련 장비를 생산해 오면서 축적된 3차원 관련 프로그램 및 장비 제어 기술을 바탕으로 2013년 금속 프린터 개발에 매진한 결과 'MetalSys 시리즈'를 개발하기에 이르렀다.

현재 판매되고 있는 윈포시스의 금속 프린터는 200W 파이버 레이저를 사용했으며, 가공 최대 크기는 150×150×150mm(MetalSys 150), 250×250×250mm(MetalSys 250), 500×330×330mm(MetalSys 500) 영역이다. 주로 치과 기공 및 금속 제품을 생산하기 위한 금속 프린터 시장을 목표로 하고 있으며, 학교와 의료기 제작 업체를 대상으로 판매가 활발하게 이루어지고 있다.

금속 3D 프린팅 기술 확장성에 크게 기여할 듯

3D 프린팅은 분말, 액체, 고체(실, 와이어, 펠릿) 형태의 특정 물질을 한 층씩 쌓아 올려 3차원 형태의 입체물을 제조하는 것이다. 구현하고자 하는 물체를 3차원 그래픽 설계를 통해 가상의 물체로 디지털화한 후 매우 얇은 단면(약 0.015~0.1mm)을 한 층씩 형상을 쌓아 결과물을 만들어 낸다. 적층 제조(Additive Manufacturing : AM)라고도 불리며, 입체물을 기계가공 등을 통해 자르거나 깎는 절삭가공(Subtractive Manufacturing : SM) 제조 방식과는 반대되는 개념이다.

기존의 전통적인 제조 방법이 여러 단계의 공정을 거쳐야 하는 단점을 지니고 있는 반면, 3D 프린팅은 설계도면만 있으면 별도의 금형이나 절삭가공 없이 단시간에 제품을 제작할 수 있다. 디자인 한계 극복 및 소재 절감을 통해 낮은 비용으로 부품 제조가 가능한 장점도 있어 오늘날 전 세계적으로 각광받고 있다.

이와 관련해 조재형 연구소장은 "금형산업은 국내 주력 수출산업인 자동차, IT, 가전 등에 파급효과가 큰 기반사업으로, 금속 3D 프린팅 응용 분야 중 가장 주목받고 있다. 최근 선진국을 중심으로 사출성형 생산성 향상 및 변형 최소화를 위한 형상 적응형 냉각 채널을 가진 금형 기술에 대한 연구개발 및 적용이 활발하게 진행되고 있다"고 밝혔다. 또한 조 소장은 "기존의 기계가공 공정에 의해 제조된 사출성형 금형의 경우 가공 방법의 제약으로 냉각 채널의 형상이 직선 형태여서 사출품의 균일한 냉각이 불가능하다. 반면 3D 프린팅 기술은 금형 내부의 복잡한 형태의 냉각 채널 구현이 가능해 금형 표면을 따라 냉각수 흐름을 균일하게 제어, 냉각효율을 향상시키는 것은 물론 사이클 타임 저감 및 금형 내 냉각 속도 차이에 따른 열변형을 대폭적으로 줄여 불량률을 최소화하고 생산성을 극대화할 수 있다"고 말했다.

그러나 조 소장은 "이러한 잠재적 가치에도 불구하고 3D 프린터용 원료 소재인 금속분말 가격이 고가인 데다 금속 3D 프린팅 장비의 제약으로 인해 활용 분야에 한계가 있다. 금형산업뿐만 아니라 금속 3D 프린팅 기술을 산업 전반으로 확장하기 위해서는 저가의 보급형 3D 프린팅 장비 및 경제적으로 대량 생산이 가능한 금속분말 제조 기술 개발이 필수적"이라면서 "이번에 개발한 '복합가공 3D 프린팅

장비 및 30㎛급 금형강 분말 제조 기술'은 금속 3D 프린팅 기술의 산업 전반에 대한 확장성을 더욱 가속화하는 것은 물론 규모의 경제를 실현하고 수입대체 효과까지 더하는 등 큰 의미가 있다"고 강조했다.

한편 앞으로의 계획 및 목표와 관련해 조 소장은 "우선 장비 제작 기술은 많이 만들어 보고 양산을 할수록 제품의 완성도는 물론 기술력의 축적 및 생산원가가 낮아진다. 그러므로 윈포시스는 금속 3D 프린터를 개발하는 선도 업체와의 기술 격차를 줄이고 중국의 가격 경쟁력에 대응하기 위해 '우선 생산을 통한 생존 전략'과 '고객 친화 전략'을 펼쳐 아직 활성화되지 않은 단계에서 경쟁 산업이 된 금속 프린터 시장에서 우위를 점하는 데 최선을 다할 것"이라고 말했다.

그리고 "이를 위해 윈포시스는 우리나라가 선도하고 있는 사물인터넷 기술을 금속 3D 프린터에 접목해 금속 프린팅 가공 상황을 모니터링하고, 스마트폰으로도 원격 모니터링이 가능하도록 개발된 기술과 외국 금속 3D 프린터 제작사들이 지원하지 않는 금속분말 개발을 위한 분말 샘플 테스트 등 국내 금속 3D 프린터용 분말 개발 연구에 더욱 매진할 계획"이라고 덧붙였다.

기본 가치에 충실한 R&D 전략은 결코 실패하지 않는다

고객 만족 최우선, 독특한 인테리어와 공간 활용 통해 잠재력 이끌어

R&D 로드맵

윈포시스 여환철 대표이사는 모 언론과의 인터뷰에서 "규모의 경제로 가격 경쟁력이 있는 중국 업체가 국내 시장에 진출하는 상황에서 기존 선두 업체인 독일, 일본과도 경쟁을 해야 하는 것이 우리가 마주하고 있는 현실이다. 이러한 치열한 경쟁 환경에서 윈포시스는 고유의 차별화된 기술로 승부하려 한다"고 밝힌 적이 있다.

이를 위해 윈포시스는 '성공' 전략과 환경 조성에 매진해 왔다. 우선 금속 3D 프린터 전용 연구실을 별도로 설치하고 연구인력을 확대해 연구개발에 박차를 가했고, 이를 바탕으로 기술 차별화를 꾀함과 동시에 고객 만족이라는 기본 가치에 충실한 R&D 전략을 마련했다.

하지만 기술 장벽은 높고 클 수밖에 없었다. 이와 관련해 조재형 연구소장은 "3D 프린팅으로 사출 성형 금형 제작 시 7일 정도(하루 24시간) 설비를 가동했다. 7일 동안의 작업 완료 후 긴장된 마음으로 금형 제작 생산품을 확인하는 순간, 크랙이 발생해 허탈감과 좌절감을 맛보았다"면서 "왜 이런 결과가 나왔는지 원인을 찾기 전에 밀려오는 허탈감과 좌절감 극복이 우선이었다. 그런데 좌절감은 오래 가지 않았다. 연구원들은 다시 한자리에 모였고 문제 파악에 밤낮을 가리지 않았다. 재료 성분 및 설비 기능, Parameter값을 하나하나 체크하며 원인 파악에 들어갔고 그 와중에도 여러 번의 실패를 맛봐야 했지만 결국 실패의 원인을 찾아내 완성된 제품을 만들어 냈다"고 밝혔다.

또 조 소장은 "연구원들이 허탈감과 좌절감에서 빠르게 빠져 나올 수 있었던 배경에는 윈포시스만의 또 다른 R&D 전략과 저력이 있었기 때문"이라며 "우리 회사는 기존 사무실이라는 공간이 갖는 고정관념을 깨는 센스 넘치고 독특한 인테리어로 구성돼 있다. 사무 공간과 별도로 구성된 회의 및 휴게 공간은 다른 기업에서 볼 수 없는 상큼한 분위기와 전경을 갖추고 있고, 1인용 개인 공간과 마치 작은 편의점과 같은 카페테리아는 직원들의 업무 효율성과 창의성 향상에 큰 도움이 되고 있다"면서 "이러한 공간에서 임직원 간의 '자유로운 소통'이 좌절감과 허탈감을 재빨리 치유하고 문제 해결에 집중할 수 있는 원동력이 됐다고 할 수 있다. 다시 말해 '인테리어도 R&D 전략 중 하나'라고 생각한다"고 말했다.

조재형 윈포시스㈜ 연구소장

KEIT, 자동차산업 R&D 지원 '성과 분석'

자동차산업은 내연기관에서 전기차 등 그린카, 자율주행차 등 스마트카로 기술의 패러다임이 변하면서 지속적인 기술 개발이 이뤄지는 중이다. 세계적으로 전기차 시장은 2020년까지 연 20% 이상의 높은 성장률, 자율주행차는 2018년까지 연 7%의 성장률이 예상된다. 이에 정부는 중장기적으로 연구개발(R&D) 투자 지원, 기술 방향 제시를 통해 신산업 창출에 기여하고 있다. 특히 신산업 창출과 4차 산업혁명 기술 선점을 위해 지난 10년(2007~2016년)간 자동차산업 R&D를 위해 지원한 바 있다. 이에 한국산업기술평가관리원(이하 KEIT)의 자동차산업 지원을 통한 R&D 성과를 살펴본다.

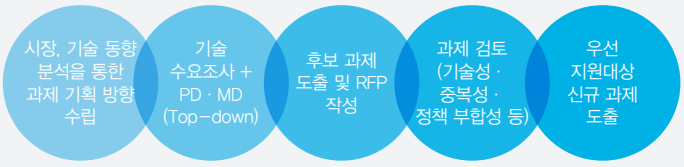
그린카 세계 4위, 스마트카 3위 국가경쟁력 확보

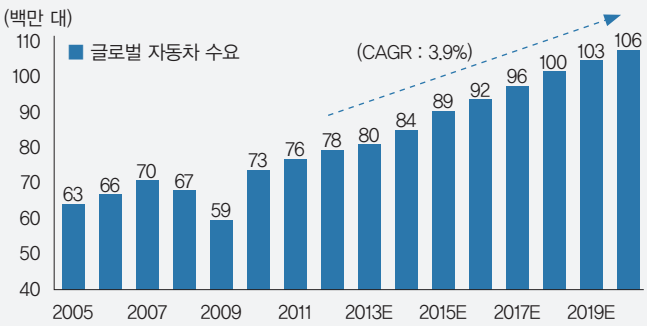
2012년부터 그린카 · 스마트카 분야에서 PD 제도를 운영해 그린카 분야 핵심 부품 국산화와 정보기술(IT) 및 소프트웨어(SW) 등의 고부가 기술과 결합된 스마트카 기술 개발을 중점 목표로 과제 기획을 추진하고 있다. 그린카 분야 세계 4위와 스마트카 3위의 국가경쟁력 확보를 목표로 기술 로드맵(Top-down)과 기술 수요조사(Bottom-up)를 종합적으로 수렴해 해외 시장, 산업, 기술 동향을 파악한 과제를 기획했다.

미래형 자동차의 시장 선점을 위한 R&D 지원

자동차산업은 부품 제조와 완성차 조립, 판매에 이르기까지 경제적 파급 효과가 매우 큰 산업으로, 첨단 기술 개발을 통해 지속적으로 성장하고 있다.

이에 따라 정부는 그린카 핵심 부품 국산화와 IT · SW 등의 고부가 기술과 결합된 스마트카 기술 개발 전략을 수행하고 있다. 이 중 공통 적용 기술로 꼽히는 미래형 자동차(그린카 · 스마트카)에 적용 가능한 전자제어 시스템 기술 확보를 통해 세계적 수준의 기술을 보유한 업체로 육성하고 있다.





〈그림 1〉 2014년 글로벌 자동차 시장 성장률
출처 : Global Insight, KB투자증권 2014

No.	기업	주요 성과
1	한온시스템	■ 공조 및 열관리 시스템 분야 세계 2위 ■ 2016년 SOUL 전기차 히트펌프 시스템 매출 139억 원 ■ 글로벌 및 로컬 자동차 업체와의 JV 활발히 진행 중 (2016년 8월 베이징 자동차 자회사인 BBPC와 JV 결성, 2017년 상반기 로컬 자동차 업체와 JV 결성 예정)
2	세코닉스	■ 차량용 카메라 렌즈 시장 점유율 95%(2016년 기준) ■ 국내 최초 DLP 타입의 헤드업디스플레이(HUD) 시스템 개발 ■ 전장 사업 확장을 위해 2016년 에스에이(현대모비스의 차량용 램프 모듈링 부품 업체로 자동차 헤드라이트를 생산 · 공급하는 업체) 인수 ■ HUD 기술로 전장 사업 매출 비중 확대(2014년 24% → 2015년 29% → 2016년 35%)

〈표 1〉 공통 기술 관련 주요 업체 현황

ADAS와 사물인식 관련 핵심 부품 기술 확보

스마트카는 기계 중심의 자동차 기술에 전기, 전자, 정보통신 기술을 융 · 복합해 교통사고를 획기적으로 줄이고, 탑승자의 만족을 극대화하는 자동차를 지칭한다. 이와 관련해 국내외 자동차 전자 장치, 안전 및 편의 장치, 첨단운전자보조시스템(ADAS) 시장은 빠른 증가율을 보이며 성장 중이다. 또한 자동차 내 IT 서비스의 수요 증가, 미래 교통안

전 문제 해결 방안으로 성장이 기대되고 있다. 특히 차량 안전 · 편의 기능에 대한 소비자 요구의 고도화와 패러다임 변화에 따른 정보통신기술(ICT) 업계의 신시장 창출이 이뤄지는 중이다. 이에 따라 ICT 업계는 스마트카의 패러다임 변화로 신시장 창출, 기존 자동차산업계와의 주도권 경쟁과 동시에 SCO · 현대차, MS · 도요타, 구글 · FSA 등의 사례처럼 연합 생태계를 구축하고 있다.

1단계(2012~17년)		2단계(2018~22년)	
주변 상황 감지 센서	3차원 라이더 센서 시스템, 중 · 장거리 레이더 등	센싱 시스템	카메라, 레이더, 라이더 등 다양한 센서 인식, 인공지능 기술의 알고리즘 개발
주변 정보 융합 시스템	도로 속성 정보 기반 통합 운전 지원 시스템 등	사고 예방 · 회피 시스템	의무 장착, NCAP 등 선진국의 안전 규제에 따른 부품 및 모듈을 SO26262 규격에 적합하도록 개발
주행 안전 향상 시스템	인텔리전트 타이어 시스템 등	자율주행 시스템	기반 기술 확보, 핵심 부품과 시스템, 차량 간 긴밀한 협업을 통한 기술 개발
사고 예방 안전 시스템	종횡 방향 기반 통합 능동 안전 시스템 등	자동차 – 운전자 연계(HVI) 기술 개발	운전자 상태 감시 기술, 운전자와 자동차를 연결하는 인터페이스 기술 개발
운전 지원 제어 시스템	이더넷 통신 기반 제어 시스템 등	커넥티드 카 부품 및 서비스 기술 개발	차량 내부 네트워크 기술, V2X 무선통신 모듈 기술, 커넥티드카 서비스를 위한 핵심 부품 기술 개발
사고 회피 제어 시스템	급발진 및 급가속 방지 시스템 등		
사고 경감 안전 시스템	보행자 상해 경감 시스템 등		
스마트 블랙박스 및 모니터링	주행 정보 처리 및 차량 안전 진단 시스템 등		

〈표 2〉 스마트카의 단계별 주요 기술 개발 내용

한편, 내연기관의 핵심 기술이 '제어'라면, 자율주행의 핵심 기술은 '인지'와 '판단'으로, 기계적 시스템을 전기적 시스템으로 바꾸어 전자 제어를 행하는 기술이 필요하다. 이와 관련한 전자식 안전 제동(ESC), 전자식 파워 스티어링(EPS) 개발 지원으로 ADAS 주요 기술을 확보했다. ADAS 개발과 사물인식 관련 핵심 부품 기술이 현대모비스와 만도를 중심으로 상용화하고 있다. ADAS는 차선 유지 보조 시스템(LKAS), 자동 순항 시스템(ACC), 주차 보조 시스템(SPAS), 후측방 경보 시스템(BSD), 자동 긴급 제동 시스템(AEB) 등을 포함하며, 사물인식 관련 핵심 부품 기술은 3차원 스캐닝 라이더, 77GHz 레이더, 스테레오 카메라 등이다.

기업	주요 성과
엠씨넥스	■HD급 카메라 장착 AVM 시스템 개발, 중국 완성차 업체에 카메라 모듈 공급 ■자동차용 제품 매출 : 704억700만 원(2014년) → 900억6000만 원(2015년) → 1095억400만 원(2016년) ■자동차용 제품 매출 비중 : 17.15%(2014년) → 17.91%(2015년) → 26.55%(2016년) ■2014년 대비 2016년 자동차 매출 55% 상승
에스엘	■헤드램프 공급 분야에서 세계 4위 업체, 국내 헤드램프 시장 점유율 1위(65.9%) ■AFLS(Adaptive Front Lighting System)를 개발해 K9에 LED Full AFLS 적용
현대 모비스	■2006년 처음으로 '세계 100대 자동차 부품 업체'에 선정된 이후, 2015년에는 263억 달러로 3년 연속 6위 ■완성차에 3대 핵심 모듈 및 부품 공급 업체로 성장 ■능 · 수동 안전 통합 시스템 개발 및 대규모 양산으로 2019년까지 1조541억 원 매출 발생 예상 ■핵심 부품(ABS · ESC, 에어백 시스템, MDPS, 램프, CBS 등)을 중심으로 피아트, 크라이슬러의 주요 차종에 헤드 · 리어램프 및 디스플레이 모듈 공급
만도	■2016년 자율주행 부문 매출이 2500억~3000억 원 수준, 전체 매출의 5%에 해당 ■ASCC, ASCC · AVSM 통합 시스템 최초 국산화, ESC 개발, HG그랜저에 ASCC 제품, K9에 ASCC · AVSM 공급 ■'차량용 전방 충돌 방지 센서(지능형 77GHz 레이더 시스템)' 국산화 성공 ■도로 속성 정보와 영상 센서, 레이더 정보를 융합해 차간 거리 제어, 차선 유지 지원, 커브 사고 방지 기능을 개선한 통합 운전 지원 시스템 개발로 최초 EURO NCAP 핵심 기술 개발 ■종횡 방향 시스템 국산화율 100% 달성 ■국내 최초 카메라 및 레이더 융합 기반의 제어 시스템 개발(지능형 충돌 예정 안전 시스템) ■제네시스 G90(국내명 EQ900)과 G80에 AEB, LDWS, SCC 등 공급
MDS 테크놀로지	■Elektrobit Automotive GmbH에 ECU 플랫폼 SW, 인포테인먼트 제품군 공급 ■2016년 세계 1위 V2X(Vehicle to Everything) 솔루션 전문업체인 코다와이어리스의 사업권을 확보해 V2X 시장 진출 ■매출액 : 1051억8100만 원(2014년) → 1178억200만 원(2015년) → 1502억8100만 원(2016년) ■융합 소프트웨어 중 자동차 매출 비중이 22%로 주력 업종 비중 변화

〈표 3〉 스마트카 관련 주요 업체 현황

배터리 소재 관련 주요 기술 확보

그린카는 에너지 소비 효율이 우수하고 무공해 또는 저공해 기준을 충족하는 친환경 자동차를 지칭한다. 이와 관련해 자동차 연비규정, 이산화탄소 배출량 허용 기준 강화 등 환경규제로 인해 내연기관 중심에서 친환경 · 고효율의 그린카로 시장 전환이 요구되고 있다. 특히 그린카 유형 중 전기 구동 방식의 전력기반차 시장이 확대될 것으로 예

상되는데, 전력기반차 대부분은 하이브리드차가 주도할 것으로 전망된다.

1단계(2012~17년)		2단계(2018~22년)
하이브리드 자동차	수냉식 배터리 냉각 기술, 모터 · 인버터 일체화	■PHEV 전용 엔진 및 구동 시스템 핵심 부품 기술 ■48V Mild HEV 시스템 및 핵심 부품 기술 ■HEV 전용 엔진 및 전동화 부품 기술
	2015년 이후 적용 가능한 중형 가솔린 HEV 양산	
플러그인 하이브리드 차	2012년 말까지 중형 PHEV 양산	
전기 자동차	전기차용 저전력 소비 공조 기술 개발, 경량 차체, 배터리 충격 완화 구조 설계 기술 개발 등	■배터리 효율, 전기 구동, 냉난방 시스템, 전력 변환 장치 등 저가형 주행거리 연장 기술 –가격 저감을 위한 부품 공용화 및 양산 기술 –전기차와 연계한 충전 효율 향상 및 충전 인프라 기술
	2014년 중형 EV의 조기 생산 체계 구축	
연료전지 자동차	고성능 · 고신뢰성 · 저가화 스택의 부품 개발	■가격 저감, 해외 종속 방지를 위한 스택, 수소 공급 장치, 공기 공급 부품 등 핵심 부품 기술 개발 ■내구수명 · 안전성 향상을 위한 부품 기술 ■수소차 연계 충전 인프라 부품 가격 저감 및 안전 기술
	스택의 국산화, 2018년까지 연료전지 버스 개발	

〈표 4〉 그린카의 단계별 자동차산업 기술 개발 목표

한편, 미래 자동차산업 변화의 키워드는 친환경과 연비로, 자동차 배기가스 제로화와 연비 향상을 위한 기술 확보가 중요하다. 이에 KEIT는 전기차 모터, 공조, 부품 경량화, 충전기, 배터리, 연료전지차 스택 등의 100% 국산화를 위한 과제를 지원했다.

핵심 부품	1단계 개발 계획
모터	출력 밀도 및 효율 향상을 위해 소형화 설계 기술 개발
공조	전기차용 냉난방 시스템의 성능 향상을 위해 히터 및 펌프 등 부품 개발
차량 경량화	차체 · 편의 부품 최적 설계를 통해 중량 감소 기술 개발
배터리	1회 충전 주행거리를 140 → 200km로 늘리고, 완속 충전 시간을 6 → 3시간으로 단축하기 위한 배터리 개발
충전기	가정용 충전기 개발과 긴 충전 시간 극복을 위한 완속 → 급속 충전기 개발
동력 전달 장치	내연기관과 모터의 중간 제어 역할을 수행하는 동력 전달 장치의 효율 향상 기술 개발(PHEV)
스택	핵심 부품인 스택을 100% 국산화(FCEV)

〈표 5〉 그린카 핵심 부품 개발 계획

이와 관련해 우선, 차세대 전기차 기반의 그린수송 시스템 개발을 통해 전기차에 적용되는 기반 기술을 제공하였으며, 현대 · 기아차는 2009년 이후 8년 만에 친환경차 누적 판매 50만 대를 기록한 바 있다. 또한 수소연료전지차는 세계 최초로 '투산IX' 모델을 현대차가 양산한 바 있다. 이를 통해 파리 시내 택시(72대) 등 17개국에 보급했을 뿐만 아니라, 울산시 택시(10대) 도입, 광주시는 수소전기차 카셰어링 등으로 사업화를 하고 있다. 더불어 현대모비스(친환경 부품 · 모터 등), 만도(조향 · 제동 장치 등), 뉴인텍(콘덴서), 한온시스템(공조 시스템), S&T모티브(모터), 우리산업(PTC 히터) 등 전기자동차 분야의 핵심 기술을 보유한 부품 업체를 육성하고 있다. 만도, 한온시스템, 우리산업 등은 미국 테슬라 '모델3'에 부품을 납품하는 성과를 올리기도 했다.

특히 LG화학, 삼성SDI, SK이노베이션(배터리), 에코프로, 엘앤에프(양극재), 포스코켐텍(음극재), 일진머티리얼즈(일렉포일), 더블유스코프코리아(분리막), 솔브레인(전해질) 등 리튬이온이차전지의 배터리 소재 및 부품 관련 기술 획득으로 전기차 배터리 관련 세계 시장 점유율 1~3위의 기술을 확보하는 결실을 맺었다. 이러한 기반 기술을 바탕으로 미래형 자동차로 적용 범위를 확대하고 있다. 전동공구(계양전기), 통신(아이에이)이 주요 업종이었지만 전기차의 고속 성장이 예상되면서 자동차산업으로 기술 적용처를 확대하고 있다.

No.	기업	주요 성과
1	우리산업	■2016년 시장 점유율 10.3%로 글로벌 PTC 히터 시장 강자, 전체 PTC 물량 가운데 30% 정도를 전기차 업체에 납품
2	뉴인텍	■국내 하이브리드 자동차 콘덴서 시장 점유율 95%
3	LG화학	■국내 배터리(전지) 매출 1위, 2017년 1분기 글로벌 전기차 배터리 출하량 2위(2016년 점유율 6.7% → 2017년 점유율 14.7%)
4	삼성SDI	■미국 내 시장 점유율 4위(5.6%, 2016년 기준), 2017년 1분기 글로벌 전기차 배터리 출하량 4위(6.7%)
5	SK이노베이션	■글로벌 리튬이온분리막(LiBS)의 시장 점유율 2위(20%) ■전기차 배터리 생산라인 증설로 생산 능력 2018년까지 2배 확대(총 3.9GWh 규모)
6	에코프로	■2차전지용 양극재 세계 시장 점유율 2위(2015년 기준), 국내 유일, NCA계 2차전지용 양극재 글로벌 빅2 기업, 전 세계에서 4개 업체만 생산 가능
7	엘앤에프	■양극재 세계 시장 점유율 3위(2016년 기준) ■2017년까지 증설을 추진해 연 1만5000t까지 생산량 확대 예정

No.	기업	주요 성과
8	포스코켐텍	■2차전지용 음극재 국내 독점 공급 ■현재 6000t 규모의 생산능력을 2020년까지 3만 t으로 확대할 계획
9	일진머티리얼즈	■리튬전해동박(일렉포일) 제조 기술(2010~19년 약 63억 원) ■세계 2차전지용 일렉포일 시장 1위(17%), 테슬라 '모델3' 에 납품
10	더블유스코프 코리아	■세계 세 번째 분리막 기술 개발, 5000만불 수출탑 수상
11	솔브레인	■매출 : 5385억8500만 원(2014년) → 6279억1600만 원(2015년) → 7225억2000만 원(2016년)
12	계양전기	■자동차 시트의 모터 부문 국내 시장 1위 ■(이전 주력 사업) 전동공구 → (현재 주력 사업) 자동차 모터 ■'하이브리드 차량에 적용되는 300W · 800W급 고효율 브러시리스 변속기용 모터 개발' 과제로 'HEV용 Transmission Oil Pump Motor'를 개발해 국산화 100% 달성 ■2015년 매출 2800억 원 중 55%가 자동차용 모터 사업, 45%가 공구 사업 ■테슬라 모델3 생산 파트너 업체에 '전자파킹브레이크(EPB)' 납품계약 체결
13	아이에이	■(이전 주력 사업) 통신 반도체 → (현재 주력 사업) 차량용 반도체 ■차량용 반도체 팹리스 업체 ■현대모비스의 차세대 HPM(고전력 모듈, High Power Module) 모델 및 전자식 릴레이 모듈 공급 업체로 선정(2016년), 현대차 모듈 중 20% 점유 ■매출 220억 원, 영업손실 27억 원(2009년) → 매출 710억 원, 영업이익 63억 원(2015년)

〈표 6〉 전기차 관련 지원 업체 현황

비자동차 업계의 신규 진출 주도

자동차산업의 패러다임 변화에 따라 2차전지 소재의 R&D 지원은 국내 기업의 자동차산업 진출 계기로 작용하고 있다. 전기차는 필요 부품 수가 1만8900개에 불과해 비자동차 기업들이 배터리 기술을 토대로 자동차 시장 진출이 용이하기 때문이다. 특히 LG, 삼성, 일진머티리얼즈, 에코프로 등 일부 기업은 전기차 배터리 시장에서 높은 시장 점유율과 기술력을 보유하고 있다.

기업	주요 고객사	세계시장 점유율(%)
LG화학	GM · 르노 등 20개사	16.6
삼성SDI	BMW · 폴크스바겐 등	12.5
SK이노베이션	현대기아차 · 베이징자동차 등	2.3

〈표 7〉 국내 전기차 배터리 제조업체의 시장 점유율
출처 : 2차전지 시장조사업체 B3(2015년 3분기 기준)

미래형 자동차의 개발은 기계 중심의 자동차 기술에 전기, 전자, 정보통신 기술을 융 · 복합한 것으로, SW와 반도체 분야 중소기업의 업종 확대 기회를 제공한다. 임베디드 분야에 특화된 솔루션 업체 MDS테크놀로지, 카메라 모듈 업체 엠씨넥스, 블랙박스 제조 업체 모바일어플라언스 등은 기존 기술을 기반으로 4차 산업으로의 구조 변화 등을 이끄는 중이다. 모바일어플라이언스는 2015년 PLK테크놀로지와 협력해 BMW 완성차에 설치될 ADAS 부품 납품 업체로 선정된 바 있다.

기업	기존 주요 업종	신규 진출 분야
MDS테크놀로지, 인포뱅크	임베디드 솔루션 SW	인포테인먼트 SW, ECU용 토털 솔루션 개발
모바일어플라이언스, 미동앤씨네마	블랙박스, 내비게이션 제조	자율주행용 ADAS 기능 개발
엠씨넥스, 세코닉스, 옵트론텍, 아모텍, 파트론, 엠시넥스, 와이솔, 장원테크	스마트폰	차량용 카메라, 안테나, 헤드램프, 진동모터 개발
계양전기, 하이젠모터	전동공구 등 기타	자동차용 시트, 모터 등

〈표 8〉 자동차 분야로 신규 진출한 기업

이외에도 기존 자동차 부품 업체도 정부 R&D 지원을 통한 미래형 자동차 부품 업체로의 변화를 위해 기술을 개발 중이다.

분류	기업	기존 부품	신규 부품
영역 확대	평화오일씰	내연기관 방진 시스템 (마운드, 부시 등)	수소전기차용 부품 (스택용 개스킷 등)
	인팩	전장부품용 케이블 (액추에이터, 안테나 등)	배터리 시스템 부품 (배터리 셀 케이스 등)
	상신브레이크	차량용 브레이크	회생제동장치(비접촉식 전자보조제동장치)
	현대케피코	파워트레인 제어 시스템(액추에이터, 제어기 등)	연료전지 제어 시스템 (연료전지 제어기류 등)
신규 부품 진출	세종공업	내연기관 배기 시스템 (배기 매니폴드 등)	수소전기차용 센서류 (수소 센서, 압력 센서 등)
	아진산업	차량용 차체 및 섀시	전장 부품류(Around View Monitor 등)
	덕양산업	내장 부품 전문업체 (운전석 모듈 등)	전기차용 배터리 부품 (배터리 하우징, 케리어 등)
	인지 컨트롤스	엔진룸 주변 부품 (서모스탯, 실린더 헤드커버 등)	수소전기차용 센서류 (냉각수 제어 센서 등)

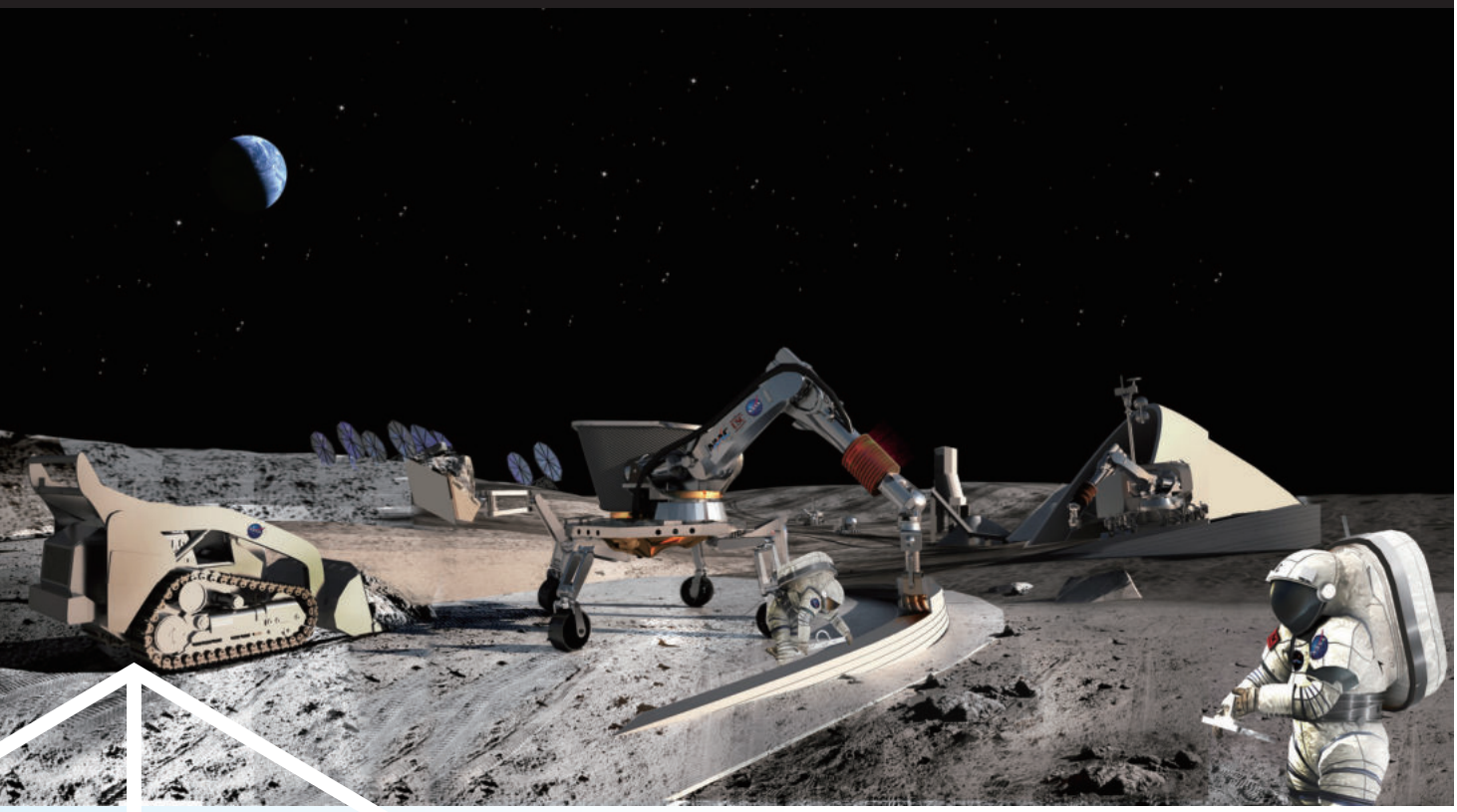
〈표 9〉 기존 자동차 업체의 미래형 자동차 부품산업 진입 현황

3D 프린터의 무궁무진한 세계

3차원(3D) 프린터로 하루 만에 집 한 채를 짓고, 인쇄한 차체에 부품을 조립해 자동차를 만드는 세상. 3D 프린팅은 4차 산업혁명 시대에 가장 주목받는 최첨단 기술로 꼽히고 있다.

아디다스, 3D 프린터로 맞춤 운동화

독일 스포츠 브랜드 아디다스가 개인 맞춤형 운동화를 출시했다. 사람마다 다른 발 모양과 걷는 습관 등을 정밀하게 분석해 3D 프린터로 인솔(안창), 미드솔(중창), 아웃솔(밑창) 등을 만들어준다. 아디다스는 미국 실리콘밸리의 3D 프린터 벤처기업 카본과 함께 디지털 광합성 기술을 개발하는 데 성공했다고 지난 4월 발표했다. 디지털 광합성 기술은 기존의 3D 프린터를 이용해 재료를 여러 층으로 쌓는 방식과 달리 가루 형태를 재빠르게 합성해 제조하는 방식이다. 속도가 빠르고 내구성 면에서도 탁월하다는 설명이다. 아디다스의 맞춤형 운동화 '퓨처크래프트 4D'는 2015년 내놓은 '퓨처크래프트 3D 러너'의 후속작이다. 이번에 독일에서 출시한 퓨처크래프트 4D는 300켤레만 판다. 아디다스는 카본과 함께 대량 생산을 준비 중이다. 대량 생산이 가능해지면 올해 하반기에는 5000켤레, 내년에는 10만 켤레 이상을 생산할 예정이다.

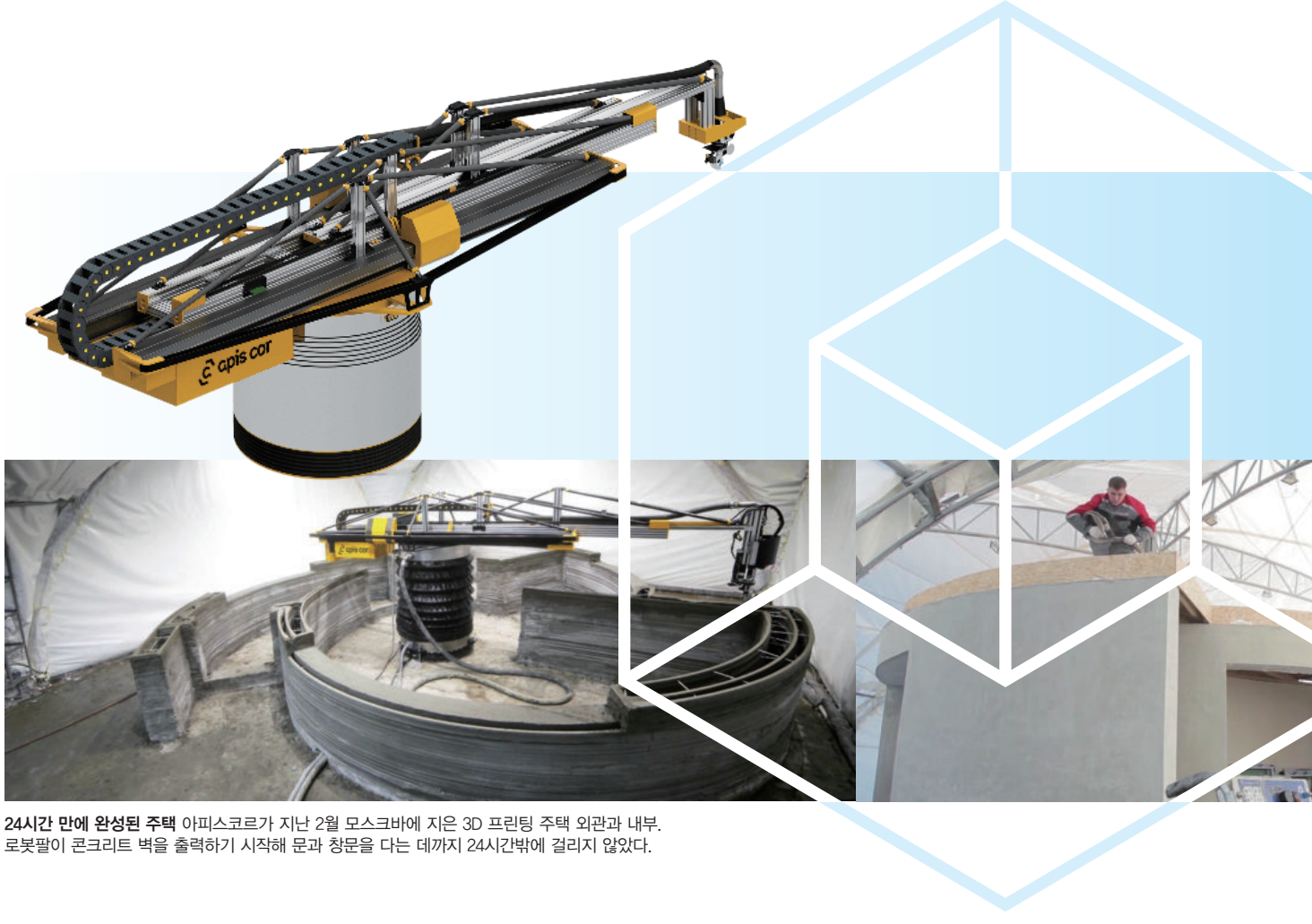


화성에는 '3D 프린팅 우주기지'

미국 항공우주국(NASA)은 지난 5월 '3D 프린팅 주거 챌린지' 1단계 우승자로 영국 건축설계회사인 포스터앤드파트너스와 브랜치테크놀로지 공동 연구팀, 알래스카 페어뱅크스대 연구진을 선정했다. 이 대회는 2030년 미국의 유인 화성 탐사 계획에 따라 3D 프린터를 이용해 화성에서 우주인이 머물 거주지를 건설할 기초 기술을 확보하기 위해 마련됐다. 이번 대회엔 한국의 문엑스 컨스트럭션 팀을 비롯해 여러 나라의 대학과 설계회사 7개 팀이 참가했다. 우승한 두 팀은 화성 거주지를 짓는 핵심 재료로 사용될 원통형 '코어'를 제작하는 테스트에서 가장 높은 점수를 받았다. NASA는 이 코어를 기본 재료와 구조로 활용해 실제 우주인의 거주지를 짓는다는 계획이다. 이 대회는 화성 거주지 설계, 3D 프린팅 건축 소재 개발, 실제작 등 모두 세 단계로 진행된다. 목표는 현무암과 비슷한 화성 흙이나 현지에서 버려진 물품을 활용해 대형 3D 프린터로 사람이 거주할 건물을 만드는 데 있다. 실제로 달과 화성에 주거지를 짓기 위해 엄청난 양의 건축자재를 우주선에 실어 보내려면 많은 예산이 소요된다. 우주 로켓의 탑재량이 많지 않을 뿐 아니라 가장 발사비가 싼 발사체로 불리는 스페이스X의 팰컨헤비 로켓을 이용해 1㎏짜리 물체를 우주로 올려 보내는 데만 2200달러가 든다. 그보다 먼 달과 화성까지 건축자재를 보내려면 엄청난 비용이 들 수밖에 없다. 과학자들이 우주에 있는 재료를 조달해 기지를 건설하는 방법을 연구하는 이유다.

3D 프린팅 건설, 집 한 채 24시간이면 '출력'

세계 인구는 늘고 있지만 거주 공간은 한정돼 있다. 1인 가정이 늘면서 주거 건물 수요는 줄지 않고 있다. 건설업계는 3D 프린팅에서 해결 방안을 찾고 있다. 집채만 한 3D 프린터 하나면 소형 주택 여러 가구를 불과 몇 시간 안에 뚝딱 '출력'할 수 있기 때문이다. 한국도 2020년경 개인 주택 건설 현장에 3D 프린터가 등장할 것으로 전망된다. 이미 중국에선 3D 프린터로 하루 만에 집을 지어 파는 사업이 주목받고 있다. 건설용 3D 프린터 원리는 일반 프린터와 비슷하다. 일반 프린터 헤드가 잉크로 종이 위에 그림을 출력하듯 크레인에 매달린 헤드가 건물 설계도에 맞춰 왔다 갔다 하면서 콘크리트나 건축 재료를 쌓아 올리는 원리다. 3D 프린팅 건설 기술이 주목받는 이유는 비용과 시간을 획기적으로 줄일 수 있기 때문이다. 3D 프린터로 건물을 지으면 사람이 짓는 것보다 공사 기간을 최대 10분의 1로 줄일 수 있다. 건축자재를 공사 현장으로 옮기고 현장에서 가공하는 기존 방식보다 공정이 단순하기 때문이다. 3D 프린팅 건축 부문에선 시간 경쟁까지 벌어지고 있다. 미국 매사추세츠공대(MIT) 연구진은 지난 4월 자유롭게 움직이는 긴 형태의 로봇팔을 개발해 13시간 30분 만에 지름 14.6m, 높이 3.7m의 돔 구조물을 제작했다고 국제학술지 '사이언스 로보틱스'에 발표했다. 콘크리트 거품을 분사할 수 있게 설계된 로봇팔은 시계 방향과 반대 방향으로 돌면서 한 층 한 층 콘크리트를 쌓아 올린다. 지금까지 단일 로봇이 지은 3D 프린팅 건축물 중에서 규모가 가장 크다. 중국의 건축회사 윈선은 3D 건축 분야에서 자리를 굳히고 있다. 이 회사는 2015년 대형 크레인에 달린 3D 프린터를 이용해 하루에 길이 32m, 높이 10m 주택 10가구를 지었다. 재료는 주로 산업폐기물에서 얻기 때문에 주택 한 채 가격은 4800달러에 머문다. 지난 3월에는 사우디아라비아에서 건설용 3D 프린터 100대를 빌려주는 15억 달러 규모의 계약을 맺은 바 있다. 건설에서 사용되는 3D 프린팅



24시간 만에 완성된 주택 아피스코르가 지난 2월 모스크바에 지은 3D 프린팅 주택 외관과 내부. 로봇팔이 콘크리트 벽을 출력하기 시작해 문과 창문을 다는 데까지 24시간밖에 걸리지 않았다.

기술은 크게 두 가지로 나뉜다. 공장에서 3D 프린터로 건물의 주요 구조물을 출력해 현장으로 가져가 조립하는 '모듈형 출력 방식'이 그중 하나다. 하지만 이 방식은 조립한 부분을 통해 물이 새거나 강도가 약하며 겨울엔 춥고 여름엔 덥다는 지적이 있다. 대안으로 공사 현장에 3D 프린터를 설치하고 건물 전체를 한꺼번에 찍어내는 일체형 출력 방식이 주목받고 있다. 미국과 이탈리아, 네덜란드, 중국도 이 분야를 주목하고 곳곳에 전용 주택단지를 조성하고 있다.

아피스코르는 올 2월 모스크바 스투핀스키구에 실증 단지를 구성하고 건설용 3D 프린터로 넓이 38㎡ 규모의 1층짜리 단독 주택을 지었다. 콘크리트 혼합물로 벽과 지붕을 먼저 짓고 공사 인부를 투입해 문과 창틀을 달아 완성하는 데 24시간이 걸렸다. 회사 측은 "러시아에서 연중 가장 추운 날 지은 이 집의 수명은 175년에 달한다"고 소개했다.

3D 프린팅 건설 기술에서 온도와 습도에 잘 견디는 재료를 발굴하는 일은 무엇보다 중요하다. 강도가 높은 티타늄을 출력하는 기술을 포함해 건물 대들보로도 사용할 수 있는 항공기용 알루미늄 날개를 출력하는 서비스가 이미 시작됐다. 미국 위스콘신대 연구진은 향후 3D 프린터에 사용할 목적으로 자가 보수 · 치유 능력이 있는 바이오 콘크리트를 개발했다. 일반 콘크리트보다 4배 단단한 이 콘크리트는 최대 수명이 100년에 이른다.

다른 한편으로는 공사 현장에서 쉽게 조달할 수 있거나 버려진 산업폐기물을 3D 프린터용 건축 재료로 쓰는 방법을 개발하고 있다. 중국의 3D 프린팅 건설 기술을 주도하는 윈선은 100곳에서 건설폐기물을 수집해 변환하는 공장을 중국 전역에 짓고 있다. 한편, 유엔은 2030년 세계 곳곳에서 30억 명 이상이 살 집을 구하지 못할 것으로 전망했다. 미국과 중국, 러시아 등 제조 강국을 비롯해 사우디아라비아와 아랍에미리트연합(UAE) 등이 3D 프린팅 건설 기술을 주목하는 이유다.

스콧 크럼프
3D 프린터 세계 1위 스트라타시스 창업자
S. SCOTT

두 살짜리 딸을 위해 장난감을 만들다가 3D 프린터 회사인 스트라타시스를 창업한 스콧 크럼프 회장은 발명에 집중하기 위해 최고경영자(CEO) 자리를 내놓고, 현재 최고혁신책임자(CIO)로 근무하고 있다. 3D 프린터 세계 1위 기업인 스트라타시스는 층층이 쌓는 프린팅 기술을 개발해 3D 프린터 대중화를 이끌며 신속 조형 분야에서 기술을 선도하고 있다. 특히 최근에는 개인용 3D 프린터 시장이 확대되는 트렌드를 읽고, 인테리어 소품 · 장난감 등을 즉석해서 제조할 수 있는 보급형 3D 프린터 스타트업을 인수하며 가정용 · 교육용 시장도 공략하고 있다.

추가영 [한국경제신문 기자]

CRUMP

두 살짜리 딸 장난감 만들다가 창업

1988년 미국 미네소타 주에 살던 엔지니어 스콧 크럼프는 두 살짜리 딸에게 줄 장난감을 만들고 있었다. 그는 폴리에틸렌과 캔들 왁스를 섞은 혼합물을 글루건에 넣어 한 겹씩 쏘아서 쌓아 올렸다. 크럼프는 주말마다 이 과정을 반복해 개구리 모양 장난감을 만들었다. 그는 플라스틱 소재에 열을 가해 부드럽게 녹인 뒤 층층이 쌓아 올려 입체 형상을 만드는 과정을 자동화할 수 있겠다는 생각을 했다. 크럼프는 부엌과 차고를 오가며 장난감 개구리를 만들기 시작한 지 1년 뒤인 1989년 새로운 3차원(3D) 프린팅 기술에 대한 특허를 내고 스트라타시스를 창업했다.

새 방식의 3D 프린팅 기술 개발

크럼프는 압출 적층(FDM) 방식의 프린팅 기술을 고안했다. 앞서 개발된 광경화 적층(SLA) 방식의 3D 프린터가 레이저 광선으로 액화수지를 굳혀서 성형하는 것과 달리 FDM은 고체 필라멘트를 녹여 노즐로 사출해 층층이 쌓아가면서 제품을 제작하는 방식이다. FDM 방식 3D 프린터는 SLA 방식에 비해 모형의 정밀도는 떨어지지만 장비 가격이 10분의 1 수준이다. SLA 방식을 고안한 척 헐이 설립한 3D시스템즈는 주로 부품 제조 등을 위한 고가 3D 프린터를 생산했다. 스트라타시스는 프로토타입(시제품)을 다양하게 제작해 보는 용도로 3D 프린터가 널리 활용되도록 하는 데 집중했다. 크럼프는 자사 공식 블로그를 통해 "개구리 장난감을 만들어보면서 새로운 디자인의 시제품을 제작하는 것이 어렵다고 느꼈다"며 "그때 느낀 일종의 좌절감은 FDM 기술을 개발해 쉽게 시제품을 제작하는 3D 프린터를 출시하는 원동력이 됐다"고 밝혔다.

크럼프는 가족과 친지들의 자산을 끌어 모아 26만4000달러를 투자해 1992년 스트라타시스의 첫 산업용 3D 프린터 모델인 '3D 모델러'를 시장에 출시했다. 창업 후 첫 제품을 내놓기까지 3년이란 인고의 시간이 흘렀다. 가격이 13만 달러로 고가였기 때문에 구매 고객이 쉽게 나타나지 않았다. 그는 우선 성능을 높여 기업 고객을 공략해야겠다고 판

단했다. 벤처캐피털 배터리벤처스로부터 추가 자금을 투자받아 냉장고 크기의 25만 달러짜리 신제품을 생산하면서 판매가 이뤄지기 시작했다.

쉽게 시제품 제작할 수 있어

스트라타시스는 1994년 미국 나스닥 시장에 상장해 570만 달러를 모았고, 시제품 제작용 3D 프린터 개발에 본격 투자했다. 크럼프는 나스닥에 상장한 이듬해 1월 IBM의 신속 조형(Rapid Prototyping) 관련 지식재산권을 사들였다. 또 FDM 기술과 매우 비슷한 압출 방식의 소형 3D 프린터를 개발하고 있던 16명의 IBM 소속 엔지니어도 영입했다. 신속 조형 분야에서 스트라타시스는 기술을 선도하는 기업이 됐다. 새로운 제품을 제작하기 위해서는 수많은 시행착오를 거치게 된다. 이 과정에서 시제품을 제작했다 폐기하고 시안 수정을 반복해야 한다. 잉크젯 프린터로 파일이 전송되면 활자나 그림과 같은 2차원 이미지를 인쇄할 수 있는 것과 마찬가지로 3D 프린터는 도면을 읽어 입체 형상을 바로 출력할 수 있다. 수정된 시안에 따라 바로 시제품을 제작해 직접 보고 만지면서 설계를 검토할 수 있게 된 것이다.

3D 프린터가 소비자 맞춤형 생산 · 유통을 기본으로 하는 4차 산업혁명의 핵심 기술로 꼽히는 이유다. 스트라타시스와 크럼프 회장은 2012년을 기점으로 전환점을 맞았다. 당시 3D시스템즈와 함께 미국 3D 프린터 시장의 70% 정도를 양분하던 스트라타시스가 이스라엘 업체 오브제를 인수합병(M&A)해 몸집을 불렸다. 오브제의 시장 점유율은 15%였다. 스트라타시스가 합병 회사 지분의 55%, 오브제가 45%를 소유하기로 했다.

CIO 맡아 기술혁신 주도

크럼프 회장은 오브제와의 합병을 마무리한 뒤 스트라타시스 CEO 자리를 내놓고, 이사회 의장 겸 CIO로 취임했다. 발명가이자 엔지니어로서의 역할에 충실하기 위해서였다. 오브제 CEO인 데이비드 레이스가 합병회사 CEO를 맡아 제품 판매 전략을 주도했다. 크럼프 회장은 "CEO일 때 제품 개발에 전념할 수 없어 아쉬웠다"며 "CIO로서 직접디지털제조(DDM) 등 신제품 개발 등에 힘쓸 것"이라고 말했다. 그는 DDM이 부품은 물론 완제품의 맞춤 제작으로 제조업의 혁신을 이끌 것이라고 설명했다. 그는 FDM 기술을 개발

스트라타시스 3D 프린터 '오브젯500'

스트라타시스 3D 프린터 F123 시리즈(F170, F270, F370)

한 이후로도 분리식 지주 시스템(BASS) 등 기술혁신에 기여했다. 3D 프린팅 혁신을 주도해 엔지니어들이 새로운 제품을 제작할 수 있도록 하는 게 "개인적으로 가장 보람된 사명"이라고 강조했다.

가정용 · 교육용 시장도 공략

2013년 스트라타시스는 미국 뉴욕에 본사를 둔 스타트업(신생 벤처기업) 메이커봇을 인수해 개인용 3D 프린터 시장 확대라는 또 다른 이정표를 세웠다. HP와 손잡고 2010년부터 소형(소비자용) 3D 프린터 제조 · 판매를 추진해 왔지만 2012년 계약 중단으로 무산된 뒤였다. 스트라타시스가 이 시장에서 새로운 파트너로 선택한 메이커봇은 2000~3000달러 수준의 보급형 3D 프린터를 주로 제작하는 회사다. 일반 가정에서도 원하는 디자인의 도면을 인터넷에서 찾아 내려받으면 3D 프린터로 인테리어 소품, 장난감 등을 즉석에서 만들 수 있다. 스트라타시스는 3D 프린터 시장과 함께 성장하고 있다. 시장조사업체 가트너는 지난해 세계 3D 프린터 시장 규모가 46만 대에 이르렀고, 2020년에는 670만 대 규모로 확대될 것으로 내다봤다. 기업용뿐 아니라 가정용 · 교육용으로 시장이 확대될 것이라고 전망했다. 메이커봇 인수로 업계 최대 업체가 된 스트라타시스의 지난해 매출은 6억7245만 달러(약 7743억 원)에 달했다.

세상에 하나밖에 없는 3D 맞춤형 '커스텀 피규어'

디앤씨그룹의 3D 맞춤형 '커스텀 피규어'는 가격과 품질 등의 어려움 및 자신만의 프리미엄 제품에 대한 소비자들의 낮은 인식을 디자인, 3D 프린터 출력, 채색, 마스터 등의 공정을 원스톱으로 진행하는 시스템과 휴대폰으로 상품 주문이 가능한 스캐너 앱 개발을 통해 극복했다.

디앤씨그룹의 3D 리얼 피규어 제품은 대리점에서 판매하고 있으며, 제휴점으로 등록된 골프용품숍, 스튜디오, 웨딩홀 등에서도 구매할 수 있다. 특히 3cm~1m 이상 다양한 형태의 고객 맞춤형 제품으로 제작이 가능하며, 피규어뿐만 아니라 기업체에서 연구개발 중인 제품의 시제품은 보안 유지를 위해 사진을 외부에 공개하지 않고 제작에 들어간다.

1

2

코드	구분	크기	소비자가격	비고
1	골프 리얼 피규어	22cm	170,000	받침대 별도
2	골프 SD 피규어	15cm	135,000	
3	웨딩 리얼 피규어	22cm	170,000	1인당 가격
4	웨딩 SD 피규어	15cm	135,000	
5	신생아 피규어	10cm	110,000	–
6	아기천사 피규어	12cm	135,000	–
7	돌 피규어	15cm	170,000	–
8	가족 피규어	약 22cm	520,000	4인 가족 LOVE 포함
9	미니어처 피규어	8~10cm	77,000	–

3D로 이미지 모습 그대로 표현

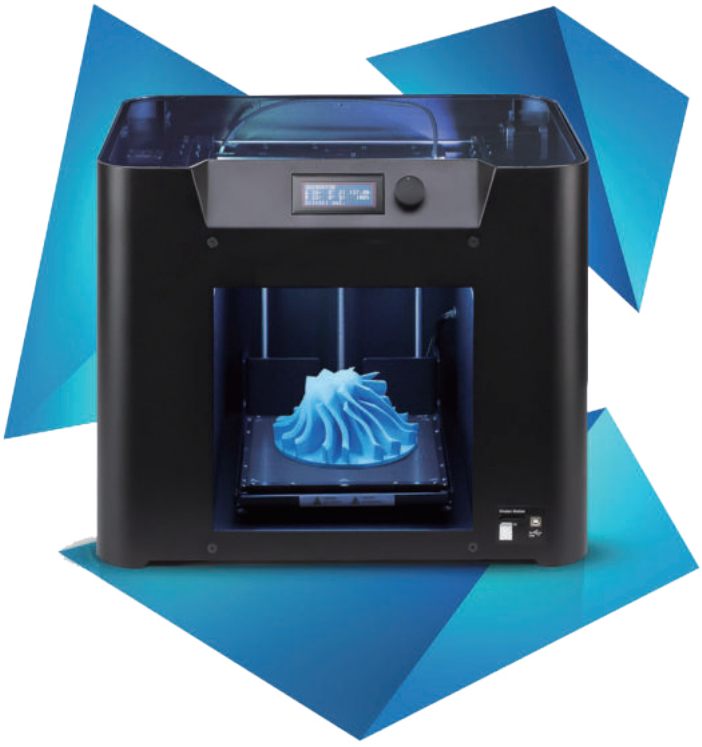
전 세계적으로 3D 프린터 사업이 성장하며 제조업의 혁명을 일으키고 있다. 3D 프린터로 집, 의료기기, 자동차 등 무엇이든 소비자가 원하는 상품 제작이 가능한 시대이다. 디앤씨그룹은 3D 프린터를 이용해 각종 조형물, 피규어 출력 및 시제품을 서비스하는 기업이다.

특히 2D 사진만으로 3D로 이미지의 모습을 그대로 디자인해 세계 최고 품질의 커스텀 피규어를 제작하고 있다. 3D 프린터 판매, 교육에서 목업(Mock-up), 시제품 제작, 3D 조형 제작, 각종 프린터를 사용하는 3D 프린팅 대행, 첨단 3D 스캔 촬영 대행까지 디앤씨그룹은 3D 프린터의 모든 것을 충족시킬 수 있는 전문 인력과 장비를 확보하고 있다. 이렇듯 최첨단 3D 프린터 및 스캔 촬영 장비를 활용, 국내 최고의 전문가들이 3D 조형과 수작업 페인팅을 통해 피규어 제작의 품질을 한층 높여 언론사 · 방송사 피규어 제작 지원, 기업 · 단체 등의 선물로도 인기가 높다.

앱 개발 통해 사용자 편의성 확대

3D로 이미지를 그대로 표현하는 '커스텀 피규어'는 3D 프린터와 핸드메이드의 융합을 통해 제작함으로써 품질이 좋고 가격이 저렴해 많이 판매되고 있다. 2D 사진으로 제작이 가능하므로 주문 접수의 편의성을 제고하고자 자체적으로 휴대폰 스캐너 앱을 개발했다. 이를 통해 개인 휴대폰으로 3D 스캔을 할 수 있고 앱을 통해 접수할 수 있는 시스템을 확보해 사용자의 편의성을 확대했다.

특히 스튜디오 제휴점 영업을 활발하게 진행하고 있는데, 2D 사진 촬영을 토대로 3D 피규어 판매를 동시에 하는 3D 스튜디오로 탈바꿈해 고객들에게 고부가가치의 서비스 진행이 가능하기 때문이다. 더불어 골프용품숍, 골프장, 스크린 골프장, 상패점 등 골프 관련 업체와 제휴를 활발히 진행하고 있는데, 자신의 스윙 모습을 3D 피규어로 제작한 트로피 상품은 시대적 트렌트에 맞춰 선물용으로 인기가 좋다. 이렇듯 디앤씨그룹은 세상에 하나밖에 없는 고객 맞춤형 3D 리얼 피규어 제품을 핸드메이드로 제작하고 있다.



3D, 4D 프린터가 불러올 미래 혁명

어느샌가 은근슬쩍 우리의 일상 속에 녹아들어 오고 있는 3D 프린터. 혹시 당신은 3D 프린터를 기껏해야 DIY 마니아를 위한 부품 제조기, 혹은 부러진 머그컵 손잡이를 만드는 기계 정도로 여겼나? 그랬다면 오산이다. 차원을 하나 더해 4D 프린터로까지 진화하며 세상을 바꿀 기술로까지 평가받고 있는 3D 프린터. 그 지나온 길과 앞으로의 갈 길을 알아보자.

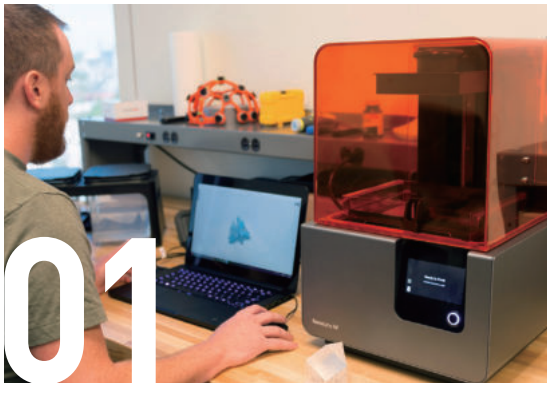
이경원 [과학칼럼니스트]

우리의 삶을 확확 바꿔 나가고 있는 4차 산업혁명. 그 혁명의 물결은 제품의 생산 방식에도 무섭게 밀어닥치고 있다. 그중에서도 3D 프린팅은 명실공히 생산 방식의 민주화를 불러올 신기술로 예찬받고 있다. 인류 문명의 변화를 일으킨 것은 다름 아닌 생산 방식의 변화다. 따라서 3D 프린팅은 생산 방식뿐 아니라 인류 문명에도 큰 변화를 일으킬 것이다.

3D 프린팅이란?

우선 3D 프린팅이 무엇인지 개념부터 짚고 넘어가야겠다. 적층 가공(Additive Manufacturing : AM)이라고도 불리는 3D 프린팅은 설계의 디지털 모델과 컴퓨터 제어를 통해 고형 소재를 적층해 3차원(3-Dimensions) 입체 물체를 만들어내는 생산 방식을 가리킨다. 그리고 이 3D 프린팅을 행하는 장비를 3D 프린터라고 부른다. 잉크젯 프린터와 동일한 메커니즘으로 원료를 분사해 한 겹씩 적층해 나간다는 이유로 3D 프린터라는 이름이 붙었다.

01
3D 프린팅 기술이 등장한 지 어언 30여 년. 이제 3D 프린팅은 상당한 수준의 대중화를 이루었다.



물론 인간은 3D 프린터가 존재하기 이전에도 고형 소재로 입체물을 제작해 왔다. 그러나 전통적인 공작 기법은 소재를 절삭하고, 구멍을 뚫는 등 조각을 하는 것에 가까웠다. 그런 탓에 숙련된 기술이 없다면 제대로 된 입체물의 제작이 매우 어려웠다. 반면 3D 프린터는 잉크 역할을 하는 원료 소재와 컴퓨터 소프트웨어로 만든 3차원 설계도만 있으면 누구라도, 어떤 형태의 물건이라도 제작이 가능하다.

3D 프린터의 최대 장점은 기존 생산 방식과는 비교도 안 될 만큼 신속 · 정확한 제작이 가능하다는 사실이다. 특히 3D 프린터를 활용하면 각각의 부품을 별도로 만들어 제작해야 했던 물건도 아예 조립된 상태로 인쇄할 수 있다. 너무 복잡한 모양을 하고 있어 여러 부분으로 나눠 만들었던 부품도 마찬가지다. 그에 맞는 설계도만 확보한다면 말이다. 또한 적층 인쇄라는 점을 이용해 하나의 부품이 여러 색상을 가지도록 만들 수도, 여러 소재로 하나의 부품을 만들 수도 있다.

조립식 프라모델로 설명한다면 3D 프린팅의 효율성은 더욱 알기 쉽다. 기존의 방식으로 만들어진 프라모델은 부품을 일일이 떼어내 다듬고, 본드로 붙이고, 스티커를 붙이는 고된(?) 과정을 거쳐야 완성되지만 3D 프린터는 조립도, 스티커도 없이 완성품 프라모델을 인쇄해

낼 능력을 갖고 있다.

이 모든 장점은 아직 제조라인이 구축되지 않아 전 공정을 수작업으로 진행해야 하는 시제품을 제작할 때 두드러진다. 덕분에 신제품 개발에 투입되는 비용과 시간, 정력을 대폭 절감할 수 있다.

물론 일반인의 입장에서 3D 프린터의 등장을 가장 크게 체감할 수 있는 변화는 단연 제품 생산의 '민주화'다. 아직은 모든 물건을 제작할 수는 없지만 이론상 3D 프린터는 금형이나 선반, 밀링 머신 같은 값비싼 공작 기계를 보유하지 않은 사람도 제품을 직접 만들어 사용할 수 있는 길을 열어 놓았다. 현재의 기술 발전 속도로 볼 때 이는 가능과 불가능이 아닌 시간의 문제일 뿐이다.

1980년대까지 거슬러 올라가는 3D 프린터의 역사

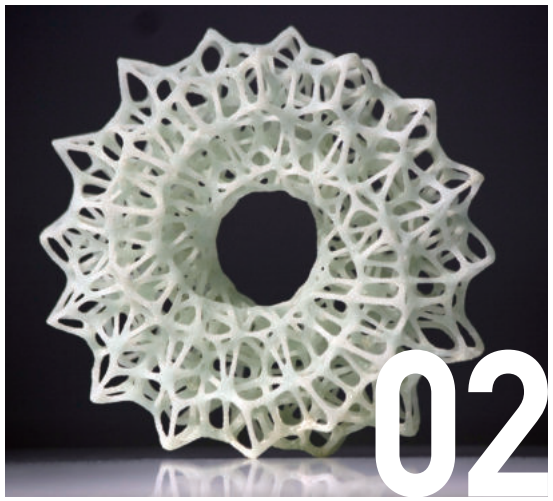
이러한 3D 프린터의 역사는 생각보다 오래전인 1980년대까지 거슬러 올라간다. 1981년 일본 나고야 시 공업연구소의 연구자였던 고다마 히데오가 원시적인 3D 프린팅 기법으로 최초의 입체물을 제작한 것이 바로 3D 프린팅의 효시라고 할 수 있다.

이후 1984년에는 프랑스의 발명가인 알랭 르 메오트, 올리비에 드 위트, 장 클로드 안드레가 스테레오리소그래피(Stereolithography, 입체인쇄술), 즉 3D 프린팅의 특허를 출원했다. 그러나 당시 제너럴일렉트릭(현 알카텔 알스톰), CILAS(레이저 컨소시엄) 등 프랑스 기업에서는 이들의 아이디어가 상업성이 부족하다며 거들떠보지 않았다.

그래서 현대적 개념의 3D 프린터에 대한 기술적 기반 확립의 공은 미국의 연구자 척 헐에게 넘어갔다. 그가 같은 해인 1984년 창안한 스테레오리소그래피 입체 모델링 인쇄 기법에서는 광중합체의 매우 얇은 막을 무수히 쌓은 다음 이를 자외선 광 레이저로 경화시켜 제품을 만들어냈다. 이는 오늘날 3D 프린팅의 기본 공정으로 자리 잡았다. 헐은 오늘날 3D 프린팅에서 많이 쓰이는 도면 파일 포맷인 STL 파일 포맷, 디지털 슬라이싱, 충전 방식 등도 창안해냈다. 헐은 이 스테레오리소그래피 기법으로 1986년 특허를 획득했다.

헐의 기술과 함께 오늘날 취미용 및 일반 소비자용 3D 프린터에 많이 쓰이는 또 다른 기술로는 FDM(Fused Deposition Modeling, 열용해 적층법)이 있다. 문자 그대로 3D 프린팅에 쓰이는 플라스틱을 열로 녹인 다음 압출, 적층해 모양을 내는 것이다. 이 기술은 몇 년 후인 1988년 스콧 크럼프가 개발해 1992년 자신의 회사인 스트라타시스의 제품인 FDM 머신을 통해 상용화에 성공했다.

하지만 이때까지는 아직 3D 프린팅이라는 용어는 세상에 존재하지 않았다. 3D 프린팅이라는 용어는 1993년 메사추세츠공대(MIT)에서 스테레오리소그래피용으로 분말 적층 용융 방식과 특제 잉크젯 프린트헤드를 만들면서 탄생했다. 분말 적층 용융 방식이란 금속분말을 레이저로 녹여 적층 성형하는 방식이다. 이 기술은 솔리겐테크놀로지스, 익스트루드혼코퍼레이션, Z코퍼레이션에 의해 상용화됐다. 또한 1993년에는 솔리드스케이프가 용해성 지지 구조를 사용한 고정밀 중합체 분출 체계를 선보였다.



02
기존 공법으로 하면 엄청난 품이 들거나, 여러 개의 부품으로 쪼개어 만든 다음 조립해야 했을 이런 복잡한 형상의 제품도 한덩어리로 찍어낼 수 있는 것이 3D 프린팅 기술의 매력이다.

3D 프린팅이라면 흔히 플라스틱 소재만 사용하는 것으로 알고 있지만, 실은 금속 소결 및 용융 기법(선택적 레이저 소결, 직접 금속 레이저 소결, 선택적 레이저 용융 등)을 통해 금속을 소재로 사용하는 3D 프린팅도 1980, 90년대를 거쳐 꾸준히 발전돼 왔다. 금속은 천연 물질 중 강도와 경도가 우수한 편이라 전통적인 산업 소재로 애용됐다. 그러나 그만큼 가공하기 어려웠다. 기존의 비적층적 금속 가공 기술(주조, 프레스, 기계 가공, 로봇 용접, CNC 등)은 모두 금속을 쉽게 가공하기 위해 엄청난 에너지를 쓰

03

는 대형 전용 기계가 필요했다. 그러나 3D 프린팅에서는 분말금속을 녹여 적층하는 방식으로, 매우 복잡한 형태의 제품도 큰 에너지와 비용, 전용 기계의 도움 없이 만들 수 있다. 때문에 1990년대 중반 마이크로 캐스팅, 소재 분무 등 금속 3D 프린팅 관련 기술이 스탠퍼드대, 카네기멜론대 등을 중심으로 개발됐다.

이렇게 발전한 기술을 통해 2010년대 들어 상용 엔진 브라켓이나 대형 너트 같은 금속제 부품도 3D 프린팅으로 생산할 수 있게 됐다. 물론 아직까지는 전통적인 생산 방식이 더욱 우세하지만, 다른 분야와 마찬가지로 3D 프린팅은 우수한 생산성을 무기 삼아 그 영역을 더욱 확대해 나갈 것이다.

3D 프린팅 기술이 처음 나온 지 30년 이상 지난 지금, 처음에는 웬만한 방 하나 크기에 달했던 3D 프린터는 기술의 발전으로 책상 위에 올려 놓을 수 있을 정도로 소형화됐고, 가격도 싼 것은 1000달러 이하로 떨어졌다. 활용 분야도 보석, 제화, 산업디자인, 건축, 엔지니어링, 건설, 자동차, 항공우주, 치의료, 교육, 지리, 토목 등 산업 전반으로 확대됐다. 또한 개발도상국에도 보급돼 지속 가능한 개발을 도울 것으로 예측된다.

03
3D 프린팅은 인체 조직이나 장기 등 극도의 최적화가 요구되는 제품 제작에도 매우 적합하다.

또한 현재는 4D 프린팅이라는 새로운 개념이 등장했다. 그 이름에서도 짐작이 가듯이 3D(입체)에 새로운 차원, 즉 환경을 하나 더한 완성품을 만들어내는 프린팅 기법이다. 다시 말해 완성 후 주변 환경에 따라 스스로 모양을 바꿀 수 있는 자체 조립성을 지닌 스마트 개체를 만들어내는 기법인 것이다. 이러한 스마트 개체는 스마트 소재를 사용해 만든다. 마치 형상기억합금처럼 주변의 습도, 진동, 광량, 온도, 기압 등의 환경적 요인에 따라 일정한 변형을 일으키는 것이 스마트 소재다. 4D 프린팅 개념을 처음으로 본격 연구한 것은 2013년 MIT 자체 조립 연구소의 스카일러 티비츠다. 4D 프린팅은 아직 실용화되지는 않았지만, 본격 실용화에 돌입하면 인체 내라든가 우주공간 등 특정한 조건 하에서 형상이 변해야 하는 구조물 제작에 활용돼 더욱 큰 기술적 가능성을 열어 줄 것이다.

3D 프린터가 열어줄 미래

잠재력이 워낙 방대한 만큼 현 단계에서 3D 프린터가 앞으로 우리에게 어떤 변화를 일으킬지 정확히 예측하는 것은 쉽지 않다. 다만 3D 프린터가 진화해 나갈 방향은 대략적이나마 추정이 가능하다.

우선 3D 프린터로 만들 수 있는 물체의 강도가 비약적으로 향상될 전망이다. 산업용 제품으로 사용해도 무방한 수준까지 이미 도달했다. 지금도 이미 3D 프린터로 제작된 부품이 항공기에 쓰이고 있는 상태이며 자동차, 군수품, 전자기기 등에도 3D 프린터 부품의 적용이 늘고 있는 상황이다.

또한 최근 들어 3D 프린팅된 제품은 인명을 구하고, 사람들의 건강을 증진시키는 데도 유용하게 쓰이기 시작했다. 뼈 임플란트, 의수족, 교정기구 등의 의료기기가 그 예다. 원래 인체는 기계와 달리 사람마다 체격과 생김새가 모두 다르다. 일란성 쌍둥이도 예외가 아니다. 이 점에서 환자의 신체를 3D 스캔한 데이터를 토대로 의료기구를 프린팅하면 개별 환자에게 맞춤화된 제품을 저렴하고 빠르게 생산할 수 있다.

이와 맞물려 인체의 세포를 이용해 3D 프린터로 연조직을 인쇄하는 실험도 진행되고 있다. 머지않아 3D 프린터가 만든 동맥과 정맥이 수술실에 모습을 드러낼 것이며, 언젠가는 환자 자신의 세포로 만든 인공장기를 이식받는 날도 찾아올 것이다.

또한 개별 소비자의 취향에 맞춰 제품을 개량하거나 처음부터 특정 소비자에게 최적화된 소량 주문 생산이 일반화될 개연성이 높다. 지금까지 소량 주문 생산은 대량 생산에 비해 가격 경쟁에서 밀려 기피돼 왔

04

4D 프린팅 개념을 설명하는 MIT의 연구자 스카일러 티빗츠.

지만 3D 프린터의 등장으로 모든 것이 달려졌기 때문이다.

따라서 향후에는 소비자가 온라인으로 자신이 원하는 사양을 입력하면, 기업이 해당 제품을 3D 프린터로 제작해 보내주는 시스템이 활성화될 것이다. 초기에는 스마트폰 케이스, 귀고리 같은 액세서리나 인테리어 소품이 주류를 이루겠지만 나중에는 전기밥솥, TV, 냉장고 등의 전자제품까지 그 범위가 확대될 가능성을 배제할 수 없다.

전문가들은 또 3D 프린터로 인해 제품의 기술혁신 속도도 더욱 빨라질 것이라고 분석한다. 앞서 언급한 대로 3D 프린터는 제품의 설계 개발에 드는 시간과 비용을 절감시켜 주기 때문에 개발자들이 연구개발비 걱정에서 벗어나 마음껏 창의성을 발휘하게 될 것이라는 이유에서다.

특히 이 트렌드는 3D 프린터용 설계 소프트웨어의 발전, 3D 프린터용 소재의 다양화에 힘입어 하루가 다르게 가속화될 전망이다. 기존에 없던 신소재를 사용한 혁신 제품이 대량으로 쏟아져 나올 수도 있다. 3D 프린터로만 경제성 있게 제작 가능한 제품을 대상으로 탄소나노튜브, 인쇄회로 등이 결합된다면 상상도 할 수 없을 만큼 대단한 제품이 만들어져 소비자의 눈을 사로잡을 수 있다.

덧붙여 3D 프린팅 시장의 팽창에 맞춰 신규 비즈니스 모델이 나타날 수도 있다. 어쩌면 프린터를 갖추고 복사를 해주던 학교 앞 문방구들이 3D 프린터를 구매할 형편이 되지 않는 사람들을 위해 3D 프린터를 들여놓고 간단한 제품을 만들어 줄지도 모른다.

물론 반작용이 없을 수는 없다. 3D 프린터가 대중화되면 원 설계안의 지식재산권이 누구에게 있는지에 대한 논쟁이 뜨거워질 것이다. 기업이나 개인이 자신의 설계안이 손쉽게 복제될 수 있음을 지각하게 되면 권익을 지키기 위해 치열한 법적 공방도 불사할 것이기 때문이다. 이는 10여 년 전 개인들의 MP3 파일을 공유하는 P2P 사이트가 등장하며 음원의 불법 복제가 만연하자 음반사들이 법적 대응을 한 것과 유사하다.

미래학자 앨빈 토플러는 저서 '제3의 물결'에서 오늘날과 같은 정보화 사회의 도래를 예견했다. 정보화는 단순히 컴퓨터와 인터넷, 스마트폰에서 끝나는 것이 아니다. 인간 생활의 모든 영역이 정보화의 파도를 얻어맞을 것이며, 인간이 원하는 재화를 만들어내는 제조업도 당연히 그 대상이 된다.

제2의 물결 사회, 즉 산업 사회의 소품종 대량 생산 제조업은 조금씩 그 운명을 다해가고 있다. 그 자리를 다품종 소량 생산 방식이 무섭게 치고 들어오고 있는 실정이다. 그리고 누구에게나 생산의 기회를 열어주는 3D 프린터는 그러한 상황을 무섭게 부추기고 있다. 21세기형 도깨비 방망이라 할 수 있는 3D 프린터가 가져다줄 미래에 기대와 우려가 교차되는 시점이다.

05

4D 프린팅으로 만들어진 제품이다. 원래는 기다란 띠 모양이던 제품이 특정 조건에서 아래의 상자 모양으로 변하게 됐다. 4D 프린팅은 3D 프린팅에 '환경에 따른 변형'이라는 새로운 차원을 더해 그 잠재력을 더욱 높여 놓았다.

‘제5원소’의 릴루를 살려낸 바이오 프린팅 기술

세상에서 가장 소중한 가치는 인간이고 생명이다. 그리고 3D, 4D 프린팅을 통한 바이오 프린팅은 그 가치를 지키는 데에도 쓰이고 있다.

이동훈 [과학칼럼니스트]

전멸의 위기에 놓인 인류를 구하기 위해 인간의 모습으로 등장한 절대 선 릴루(오른쪽)와 그녀의 보호자인 택시 운전사 코벤 달라스(브루스 윌리스 분).

그러고 보니 벌써 20년 전 일이다. 뤽 베송 감독이 영화 ‘제5원소’를 내놓아 전 세계적인 대히트를 했던 게 말이다. 인류를 멸망시키려는 절대 악과 절대 선의 대립, 그리고 그 대립에서 절대 선을 이기게 해 주는 가치는 인간이고 생명이고 사랑이라는 어찌 보면 뻔하디 뻔한 교훈적인 줄거리다. 그렇지만 우리에게 익숙한 미국 할리우드식 영화 분위기가 아닌, 프랑스(감독인 뤽 베송은 프랑스인이다) 영화 특유의 분위기가 느껴져 이채로웠다.

그런데 이 영화의 절대 선, 즉 절대 악에 맞서 인류를 구해낼 제5원소는 다름 아닌 외계인 여성 릴루(밀라 요보비치 분)의 형태를 띠고 있었다. 그리고 극 초반에 릴루를 태우고 지구로 오던 우주선은 적의 공격에 격추당한다. 격추당한 우주선 잔해에서 회수한 릴루의 시신은 손밖에 남아 있지 않았다. 하지만 인간들은 그것만 가지고도 온전한 상태의 릴루를 복원해 부활시키는 데 성공한다. 다름 아닌 미래의 3D, 4D 프린터 기술로 구현된 바이오 프린팅 기법을 통해서다. 그리고 갈수록 발전하는 해당 기술은 이러한 SF적 상상이 실현되는 날을 앞당기고 있다.

의외로 일찌감치 시작된 바이오 프린팅

이러한 기술의 등장은 의외로 오래됐다. 2003년 클렘슨대의 토머스 볼랜드가 3D 프린터를 사용해 세포 구조물을 만드는 방법의 특허를 냈다. 이후 현재까지 10여 년의 시간이 흐르는 동안 바이오 프린팅 기술은 크게 발전해 피부, 혈관, 방광 등의 조직과 장기를 만들어내는 데도 도전하게 됐다. 이러한 조직과 장기는 담체 위에 환자 본인의 세포로 만들어지는 것이므로 이론상 거부 반응이 없고 다른 사람의 장기 이식을 기다릴 필요도 없다. 바이오 프린팅 기술의 주류를 이루고 있는 것은 크게 두 가지다. 일명 ‘잉크젯’식으로도 불리는 방울 기반 바이오 프린팅 기술과 압출 바이오 프린팅 기술이 그것이다. 물론 이외에도 다른 여러 기술이 있기는 하다.

방울 기반 바이오 프린팅은 잉크젯이라는 명칭에서도 알 수 있듯이 정해진 프린팅 물질을 마치 잉크젯 프린터처럼 방울 형태로 분사해 세포 구조를 만들어내는 방식이다. 이 물질에는 세포주가 따라붙기도 한다. 이 물질이 기질 표면에 접촉하면 그곳의 칼슘 이온에 의해 중합 반응을 일으킨다. 칼슘 이온이 물질 속으로 퍼지면서 방울 형태의 물질이 합쳐져 어느 정도 단단한 젤 형태를 이뤄 큰 구조물을 만든다. 방울 기반 바이오 프린팅은 속도는 빠르지만 복잡한 장기

구조를 만드는 데는 덜 적합하다.

압출 바이오 프린팅은 압출기, 즉 이동식 프린팅 헤드에서 프린팅 물질을 계속 뽑아내는 방식이다. 더욱 정밀한 작업이 가능하며 작업물의 세포 밀도도 크게 높일 수 있어 조직 또는 장기 제작에 유리하다. 그러나 작업 속도가 느리다는 단점이 있다. 그래서 압출식 바이오 프린팅에는 보통 자외선광이 따라붙으며, 자외선광은 프린팅 물질을 광중합시켜 더욱 안정되고 통합된 구조를 만들어낸다. 이 두 가지 방식으로 만든 담체에 세포를 덮어씌워 조직과 장기를 만들어내는 것이다.

프린팅 물질에는 세포의 물리적 고정을 담당하는 세포 접착 분자에 통합된 알지네이트 또는 피브린 폴리머 등이 들어간다. 이러한 폴리머들은 구조 안정성 확보와 세포 통합을 위해 특별히 설계된 것이다.

프린팅 물질은 생물체에 적용되는 것이니만치 여러 가지 까다로운 기준을 만족시켜야 한다. 우선 생체 적합성을 만족시켜야 한다. 또한 프린팅 물질로 만들어지는 담체는 그 위에 올라갈 세포의 증식에 적절한 물리화학적 성질을 갖추어야 하며, 인체에 이식된 후에는 생분해돼 환자 고유의 세포 구조로 대체돼야 한다. 또한 다양한 세포와 구조에 맞게 최적화가 가능해야 한다. 이러한 성질을 갖춰 현재 장기 프린팅 연구에서 가장 흔하게 사용되는 물질로는 하이드로겔 알지네이트가 있다.

앞으로의 과제들

하지만 아직 바이오 프린팅으로 원하는 조직과 장기를 뚝딱 만들어내고 릴루를 부활시키기까지 하려면 넘어야 할 벽이 많다. 무엇보다도 바이오 프린팅을 통한 세포 증식은 철저히 인공적인 환경에서 진행되므로 자연적인 신호나 절차가 없다. 때문에 세포가 정상적으로 형태를 갖추고 분화하기가 어려운 것이다. 따라서 더욱 자연과 가까운 환경에서 장기를 프린팅하는 방법을 연구 중이다.

또 다른 문제점은 세포의 지속을 위한 관상 인공구조물 제작의 어려움이다. 혈관 같은 관상 구조물은 인체의 핵심 영양소와 산소의 분배에 필수적이지만, 현재의 바이오 프린팅 기술로는 아직 이를 완벽하게 재현해내기 힘들다.

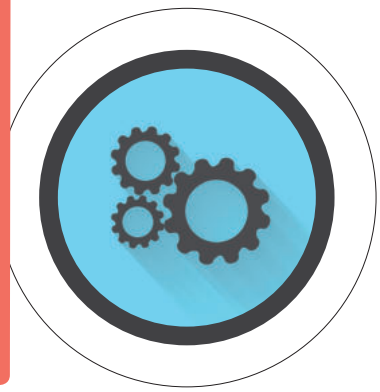
바이오 프린팅에 관한 윤리적인 문제도 남아 있다. 우선 현재 바이오 프린팅 기술에는 인간이 아닌 다른 동물(돼지 등)의 세포를 일부 사용하는 경우도 있다. 이런 세포로 만들어진 조직과 장기의 안전성에 대한 책임 소재 여부가 쟁점이 되고 있다. 이를 차치하고서라도 바이오 프린팅으로 만들어진 조직과 장기는 특정 환자의 세포를 주재료로 사용해서 만드는 일종의 '맞춤형' 제품이므로 불특정 다수를 상대로 하는 의약품과 같은 수준 높은 안전성 검사를 할 수 없다.

또한 첨단 의료 기술이 흔히 그렇듯이 부자만이 감당할 수 있는 엄청난 비용도 문제다. 장차 100% 안전한 조직과 장기를 생산하더라도 이것으로 건강 증진과 수명 연장 효과를 볼 수 있는 사람들은 한동안은 돈 많은 극소수에 불과할 거라는 얘기다. 결국 바이오 프린팅이 계층 간 수명과 건강의 격차까지도 심화시킬 수 있다는 것이다. 3D 프린팅 기술에 내재된 지적재산권 침해 속성도 문제다. 현재로서는 인간의 유전자는 특허 대상이 아니다. 그렇다면 인간의 신체 일부를 복제하는 행위와 그 결과물에 대체 얼마만한 권리를 인정해 줘야 할 것인가?

하지만 이러한 문제에도 불구하고 바이오 프린팅 기술은 앞으로 계속 발전할 것으로 보인다. 발전의 여지가 큰 데다 무엇보다도 화학약품 등 인공 물질이 아닌 환자 본인의 세포를 이용해 손상된 신체를 재생할 수 있다는 데서 다른 요법과 비교할 수 없는 이점이 있기 때문이다.

1 손 밖에 남지 않은 릴루의 시신은 바이오 프린팅 기술을 통해 복원되고 부활한다.
2 비행 자동차, 스마트 주택 및 직장 등 첨단기술적 요소가 넘쳐나는 미래 사회의 모습도 또 다른 볼거리.

R&D 관련 구인 및 구직



연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다. R&D 관련 직종 (연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직 관련 자료(구인공고, 자기소개서)를 e메일로 보내주세요.

보낼 곳 eco_news@naver.com
문 의 042-712-9421,
'이달의 신기술' 담당
김은아 기자

구인 공고

뉴스젤리(newsjel.ly)

데이터 엔지니어 연구원 모집

- **담당업무** : 데이터 엔지니어(R&D 연구원)
- **응모자격 및 우대사항** : 기술이나 알고리즘 등의 연구 개발 경험, 데이터 처리 및 시스템 구축에 대한 업무 경력, 데이터의 분석이나 시각화, 빅데이터 기술에 관심이 있는 분, Linux 환경에 익숙한 분, Git 버전 사용 및 관리에 익숙한 분, 3년 이상 경력자
- **근무형태** : 정규직
- **근무처** : 서울시 마포구 상암동
- **모집기간** : 9월 30일까지
- **문의전화** : 070-8747-9523

지멘스헬시니어스(www.healthcare.siemens.co.kr)

지멘스헬시니어스 R&D Support Intern

- **담당업무** : Functional Test system and functions / Cheek Change Requests and test operational errors / Assist development engineers / Material control and Purchasing
- **응모자격 및 우대사항** : 4년제 대학 휴학생 또는 재학생으로 전자공학, 컴퓨터공학 전공자 우대, 영어 독해, 작문 및 회화 가능자 우대, MS Office 사용 가능자 우대
- **근무형태** : 인턴 8개월
- **근무처** : 성남시 분당
- **모집기간** : 9월 20일까지
- **문의전화** : 02-3450-7076

㈜아이리버(www.iriver.co.kr)

R&D연구소 HW 개발 경력직 채용

- **담당업무** : R&D 연구소 HW 개발
- **응모자격 및 우대사항** : 대졸 이상, 경력 4년 이상, 전자공학 관련학과 전공자, MS Office 활용능력(중급 이상), 하드웨어 시스템 설계 경력자, 해외여행에 결격사유가 없는 자
- **근무형태** : 정규직(주임~대리급)
- **근무처** : 서울 서초구 방배동(본사)
- **모집기간** : 9월 16일까지
- **문의전화** : 02-3019-1700

에스케이플라즈마㈜(www.skplasma.com)

혈액제의약품 R&D 채용

- **담당업무** : 생물학적 제재 의약품 R&D / 단백질의 분리 · 정제 및 분석 / 생물학적 제제의 공정개발 / 생물학적 제제의 제형 연구
- **응모자격 및 우대사항** : 생명과학, 미생물학, 약학, 면역학 등 생물 관련 분야 석 · 박사, 바이오의약품 연구경력 3년 이상, 혈액제의약품 제조 유경험자 (분획, 정제 및 분석), 외국어 우수자(영어)
- **근무형태** : 정규직
- **근무처** : 오산, 안동
- **모집기간** : 9월 30일까지
- **접수방법** : SK그룹 채용 홈페이지(www.skcareer.com)

QUIZ.

다음에서 설명하는 3D 프린팅 산업을 대표하는 두 기업은 어디일까요?
"미국 최고의 제조업체인 GE, HP도 2016년부터 3D 프린터 시장에 진출했다. 하지만 현재 3D 프린터 시장의 맹주인 이 두 기업은 3D 프린팅 관련 좋은 스타트업이 나오면 인수합병을 해서 경쟁자가 생기지 못하게 하고 있다. 과연 이 두 기업은 글로벌 기업들의 3D 프린터 시장 진출에 따른 경쟁을 극복하고 맹주 자리를 수성할 수 있을지…."

47호 정답 및 당첨자

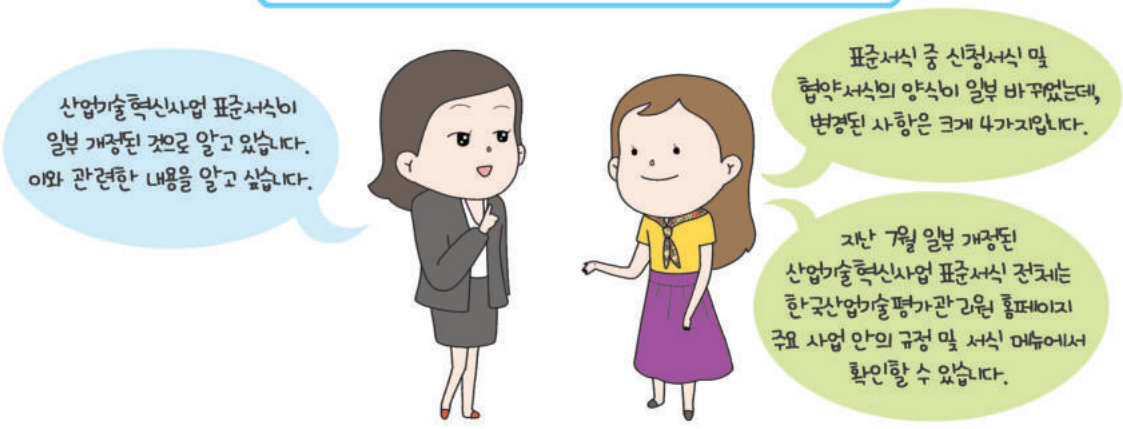
협동 로봇, 협업 로봇, 코봇 (Collaborative Robot, Co-Robot, Cobot) ※동의어임

김유록, 한승희, 한다임, 이은관, 신애영

USB 플라스틱 미니 선풍기

※ 독자선물은 교환, 환불이 불가능합니다.
※ 주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

Q&A 산업기술혁신사업 표준서식의 4가지 변경 사항



Q 지난 7월 산업기술혁신사업 표준서식이 일부 개정됐다는데, 어떠한 내용이 변경되었는지 설명을 부탁드립니다.

산업기술혁신사업 표준서식은 총 4개의 파트로 신청서식, 협약서식, 보고서식, 평가서식으로 구성돼 있습니다. 이 중에서 신청서식 및 협약서식의 양식이 일부 바뀌었는데, 변경된 사항은 총 4가지입니다.

1

허위 전자세금계산서 적발 시스템 구축 관련 (협약서식 제1-2-1호 제7조) 사항으로, 각 부처는 국세청에 의뢰해 연 1회(필요 시 반기별) 전자세금계산서 취소·변경 여부를 확인해 허위 거래를 적발하는 시스템을 구축 중입니다.

전자세금계산서 확인 요청 **전담기관 → 산업부**
→ 확인 요청 **산업부 → 국세청**
→ 취소·변경 확인 후 결과 통보 **국세청 → 산업부**
→ 결과 통보 **산업부 → 전담기관**

더불어 과세정보의 국세청 제공에 따른 민원 소지 제거를 위해 전자세금계산서 확인 업무를 의뢰할 수 있다는 내용을 명확화했습니다.

2

참여연구원 청렴서약서 제출을 의무화(신청서식 제7호)했습니다.

참여연구원 전원에게 청렴서약서를 징구하고, 서식 간소화를 위해 '개인정보 이용 동의서'에 청렴서약 내용을 추가했습니다.

3

협약서 '클린항목' 신설(협약서식 제1-2-1호 제3조)로,

과제협약서에 연구비 부정 집행 금지와 관련된 '클린항목'을 신설했습니다.

4

규정 위반에 따른 제재 사항 교육 의무 실시(협약서식 제8호) 사항으로,

사업비 통제관리
연구윤리 준수 확약서
교육 추가

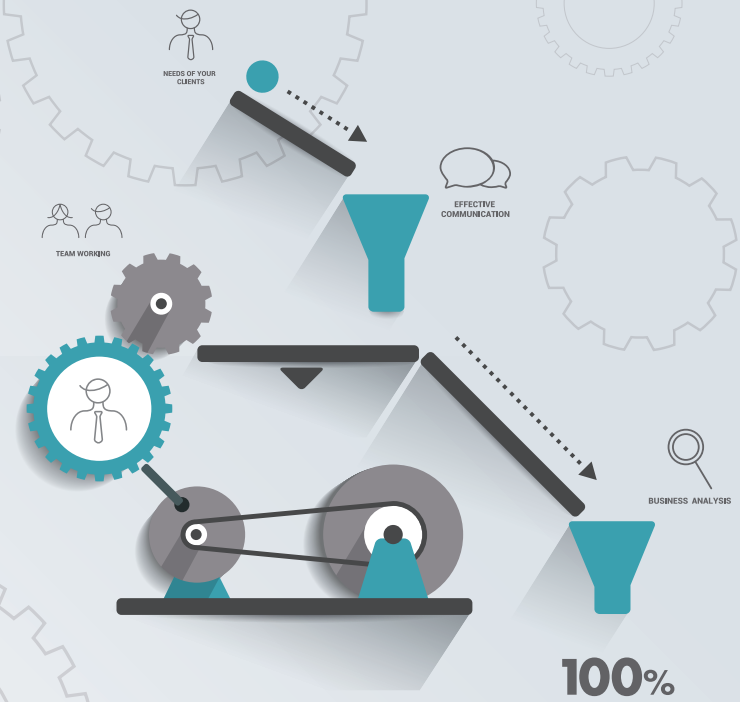
'사업비 통제관리 및 연구윤리 준수 확약서' 내에 규정 위반에 따른 제재 사항에 대한 교육 실시 내용을 추가했습니다.

'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많은 참여 바랍니다.
042-712-9215 jsung2@keit.re.kr

제2회 무역기술장벽(TBT) 논문대회 개최

최근 급증하고 있는 해외 기술 규제에 대한 정책 연구를 촉진하고 대응 방향을 모색하기 위한 학술경진대회가 열린다. 국가기술표준원은 국제통상학회와 함께 해외 기술 규제에 대한 인식 제고, 연구 저변 확대를 위해 '2017년 무역기술장벽(TBT) 논문대회(이하 논문대회)'를 개최한다. 지난해에 이어 두 번째로 개최되는 이번 논문대회는 참가대상이 확대되고 연구 분야도 다양화됐다. 논문대회는 9월 8일까지 참가 신청을 받은 후 원고 제출(10.25~11.3), 서류심사 및 본선 발표대회(11.10) 등을 거쳐 최종 우수 논문을 선발한다. 특히 대상을 받는 학생팀은 세계무역기구(WTO) TBT회의(스위스 제네바)에 참관, 실제 기술 규제 논의 및 해결 과정을 경험케 함으로써 향후 국제협상과 TBT 전문가로 성장할 수 있는 기회도 제공한다.

문의처 국가기술표준원 기술규제정책과(043-870-5528)



에너지전환 국민소통 TF 출범

산업통상자원부(이하 산업부)는 에너지전환 정책 추진에 따른 체계적 전략을 수립하기 위해 장관 직속의 '에너지전환 국민소통 TF(단장 문신학)'를 구성 · 운영한다. 이를 위해 산업부는 에너지전환 국민소통 TF 단장에 국장급 인사를 임명해 학계, 에너지 유관기관, 시민 · 환경단체, 관련 협회 · 단체 및 민간 전문가 의견 청취 등을 통해 전문성과 수용성을 확보해 나갈 것이라고 밝혔다. 앞으로 TF는 큰 틀에서 제3차 에너지기본계획, 제8차 전력수급기본계획, 탈원전로드맵 등 에너지 전환 관련 정책의 조율 및 종합적 추진 전략을 수립한다. 또한 이를 뒷받침하기 위한 자료 · 통계, 해외동향 분석 등 새로운 에너지 정책 기반을 구축해 국민들이 에너지전환 정책을 명확히 판단할 수 있도록 사실과 정보를 투명하게 전달 · 소통하는 역할을 할 계획이다. 이를 통해 그간 산발적으로 추진해 오던 에너지전환 관련 이슈에 대해 종합적인 컨트롤타워가 마련되면서 정책 추진에 탄력을 받을 전망이다.

문의처 산업통상자원부 에너지전환 국민소통 TF(02-6009-4451)

산업통상자원부

'디자인 싱킹'으로 혁신 엔진 본격 가동

산업통상자원부(이하 산업부)는 올해부터 2020년까지 '디자인 싱킹'으로 신사업에 도전하는 기업 100개를 발굴 · 육성한다. '디자인 싱킹'은 미국 스탠퍼드대 D-SCHOOL을 중심으로 발전한 신사업 개발 방법론으로, 디자이너가 일하는 방식을 차용해 고객에 대한 '공감(Empathy)' 능력과 해결책을 빠르게 시각화해 문제점을 보완하는 '프로토타이핑(Prototyping)'을 강조한다. 올해 30개사에 이어 내년에도 30개사를 선정할 예정이며, 8월 24일 서울 헤이 그라운드에서 디자인 싱킹 최고경영자(CEO) 특강 및 체험형 공동연수(워크숍)와 디자인 혁신기업 사업설명회 및 1:1 상담회를 진행했다. 산업부 관계자는 "디자인 싱킹은 기술 중심이 아닌, 사람 중심의 혁신을 실천할 수 있는 최적의 방법론"이라면서 "디자인 혁신기업 육성사업에 더욱 많은 기업이 관심을 갖고 참여해 혁신 주도 성장 스토리를 함께 만들어가길 희망한다"고 강조했다.

문의처 산업통상자원부 엔지니어링디자인과(044-203-4233)

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

『이달의 신기술』은 산업기술R&D의 성과확산을 위하여
산업통상자원부 산하 R&D전담기관들(한국산업기술평가관리원,
한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원) 및 한국공학한림원이
함께 만든 전 기술분야를 망라한 종합 R&D성과 정보지입니다.
이 잡지는 R&D 및 혁신과정에 대한 다양한 정보는 물론 기술정보와
사업화정보가 모두 수록되어 각 기업들의 다양한 기술 및 경영전략을
엿볼 수 있으므로 R&D를 수행하고자 하는 기업들로 하여금
생생한 체험과 교훈을 제공해 드릴 것입니다.

정기구독 안내

계좌번호 : **038-132084-01-016** 기업은행
1005-102-350334 우리은행

전화 : **02-360-4845**
온라인 신청 : **https://goo.gl/u7bsDQ**
이메일 접수 : **power96@hankyung.com**
구독료 : **50,000원** (연간)

주요내용

- 산업기술상 수상기업 심층인터뷰
- 산업기술R&D성공기술
  (이달의 새로 나온 기술, 사업화 성공 기술)
- 산업기술부문별 특집
- 전문가칼럼 및 산업기술담론
- 저명인사 인터뷰
- R&D사업소개, R&D제도 및 Q&A 등

총괄 편집 및 감수기관

- 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원,
  한국에너지기술평가원, 한국공학한림원
  한국산업기술미디어재단

편집 및 제작 (판매)기관

- 한국경제매거진
- 판매가격 : 6,000원(각 서점 구매)

www.selcos.co.kr

Core of Thin Film Deposition Equipment

SELCOS Co., Ltd.

'SELCOS' has offered the world best total solution of nano thin film coating technology for the customer satisfaction, which is produced by the combination with the advanced ultra-high vacuum technology and creative idea.The Nano Thin Film Division of SELCOS provides the Organic Evaporation systems for OLED, the Sputtering thin film coating systems, Customer demand high vacuum systems, and also Thin film process development service.'SELCOS' will make every effort to be cordial, credited and fervent in order to become big with customers.

Dongtan Headquarter ▶

Inline Sputtering System

OLED Deposition System

OLED Deposition System

Selcos

TEL : +82-31-293-8180 FAX : +82-31-376-8180 E-Mail : selcos@selcos.co.kr

Humility to Customer, Belief to Customers, Customers with