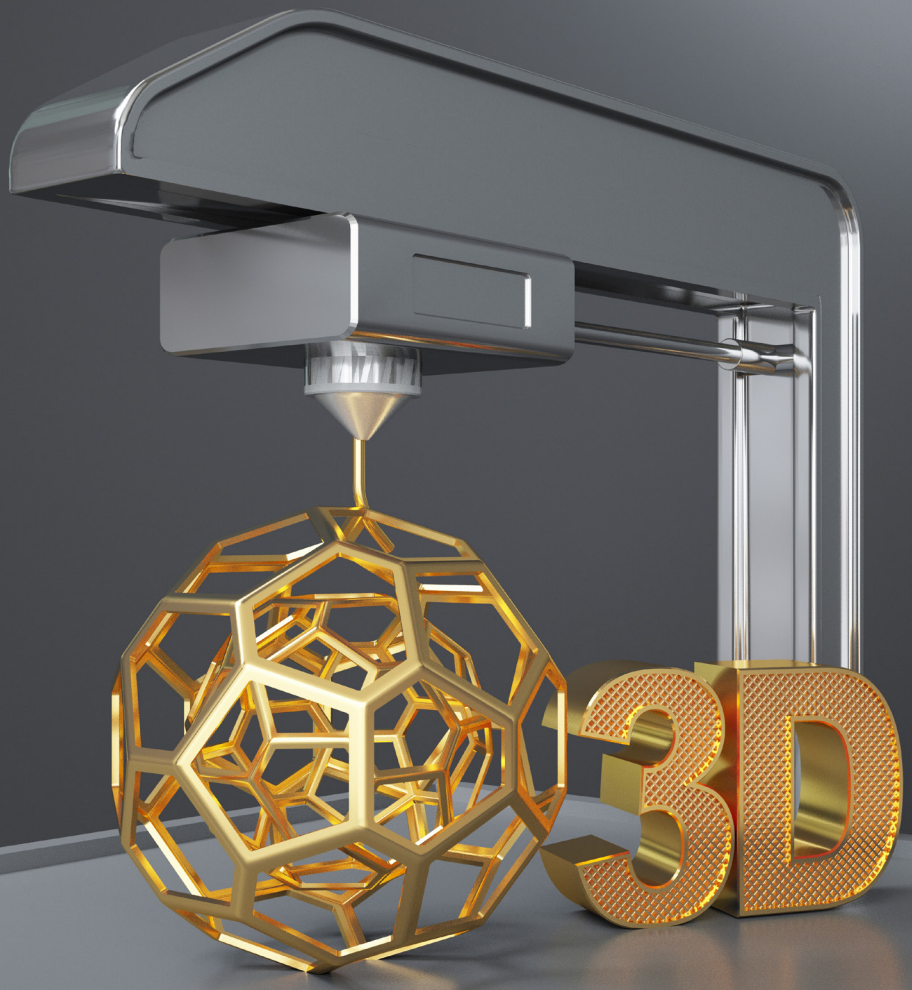
ISSUE REPORT

2023-11호

3D프린팅 국내외 산업 및 표준 동향



KEA Korea Electronics Association
한국전자정보통신산업진흥회

KEA Issue Report는 친환경 재생용지로 제작하였습니다.

ISSUE REPORT

2023.06 제11호

3D프린팅 국내외 산업 및 표준 동향

Ⅰ. 국내외 3D프린팅 산업 동향 6

1. 3D프린팅 개요 6
2. 국내외 시장동향 8
3. 국내외 인력현황 12
4. 국내외 정책동향 13

Ⅱ. 국내외 3D프린팅 표준 동향 16

1. ISO/TC 261 16
2. ASTM F42 19
3. 한국 21

Ⅲ. 시사점 및 제언 26

요약

3D프린팅 산업 동향

- **(3D프린팅 특징)** 대표적인 디지털 제조혁신 기술로, 복잡한 형상의 구현, 경량화 설계, 부품 일체화를 통한 고부가가치의 첨단부품 제조가 가능, 先주문 後생산, 다품종 정량 생산 등 소비자 맞춤형 생산체계 구현
- **(산업생태계)** 공급자는 3D프린팅 장비·소재·SW 제조기업과 해당 제품의 유통기업 및 서비스 기업으로 구성, 수요자는 3D프린팅 제품을 구매하여 직접 활용하거나 3D프린팅으로 제작된 제품의 최종소비자로 구성
- **(국내외 현황)** 해외는 3D프린팅 서비스 산업 주도로 연평균 16.5%씩 지속 높은 성장세 유지, 국내는 불균형한 시장구조, 기업의 영세성으로 인해 성장세 둔화

3D프린팅 산업 동향

- **(국제표준)** '23년 5월 기준, 총 27종의 국제표준 제정, 33종 개발이 진행 중이며, 국제표준화기구 적층제조 기술위원회(ISO/TC 261)와 미국 재료시험협회 적층제조 위원회(ASTM F42)간 표준 공동개발 등 국제표준화 협력체계 구축·운영
- **(국가표준)** 적층제조 전문위원회와 적층제조 분야 표준개발협력기관인 3D 융합산업협회 주도로 국가표준 개발 추진, '23년 5월 기준, 총 21종의 국가표준 제정 중이며 국제표준의 KS 부합화 중심으로 표준 개발 진행
- **(표준총회)** '23년 9월, 제22차 ISO/TC 261 총회가 한국의 인천 송도에서 개최될 예정이며, ISO/TC 261 및 ASTM F42 멤버 등 국내외 유관 전문가 100여명 참석 예정

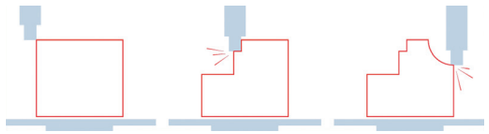
시사점 및 제언

- 제조업의 디지털 혁신을 견인하는 핵심요소인 3D프린팅 기술에 대한 주목 필요
- 국내 3D프린팅 기술의 산업 적용 확대 및 기술개발 촉진을 위해 3D프린팅 서비스 시장 활성화 방안 마련 시급
- 빠르게 진행 중인 3D프린팅 기술 표준화에 대한 국내 기업 및 산학연 전문가의 관심 및 참여도 제고 필요

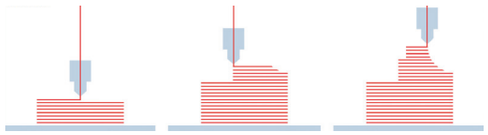
1 3D프린팅 개요

◎ **(개념)** 3D프린팅은 3차원 모델링 데이터를 이용, 소재를 적층(積層)하여 3차원 물체를 제조하는 기술
- 재료를 자르거나 깎아서 제조하는 절삭가공(Subtractive Manufacturing)과 대비되는 제조 방식
- 국제표준화기구(ISO)는 3D프린팅을 적층제조(Additive Manufacturing)로 명명

절삭가공
(Subtractive Manufacturing)



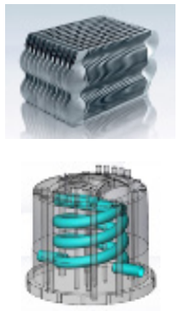
3D프린팅
(적층제조, Additive Manufacturing)



출처: 3D HUB

◎ **(특징)** 3D프린팅은 대표적인 디지털 제조혁신 기술이며, 기존 제조방식을 대체·보완하여 수요자 맞춤의 고부가가치 제품 제조·생산 가능
- **(첨단부품)** 금형, 절삭 등 전통 제조기술로 제작이 어려운 복잡 형상 및 경량화 설계, 부품 일체화 제작 가능
  * GE 엔진노즐 : (기존) 20개 부품 + 용접 → (개선) 1개 부품, 내구성 5배↑, 무게 25%↓
- **(유연생산)** 디지털 데이터를 활용하여 先주문 後생산*, 대규모 설비 투자 없이 다품종 소량 생산** 등 소비자 맞춤형 생산 구현
  * [생산→유통→소비] ➡ [소비(요구)→생산→유통]으로 공급체계 변화
  ** 설비 교체 없이 디지털 데이터를 활용, 동일 3D프린터로 다양한 제품 제작 가능

복잡 형상 제작
(열교환기/금형)



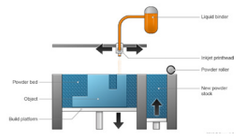
경량화 설계 구현
(무게 70% 감소)

부품 일체화 제작
(부품 300개 조립품 → 단일 부품)

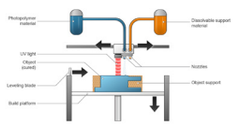
◎ **(방식)** ISO/TC 261 및 ASTM F42가 적층 방식 및 재료 형태 등에 따라 7가지 유형으로 분류
- 최근 기술의 발전으로 적층 방식별로 재료 선택의 폭이 넓어지면서 현재 분류 방식 외의 새로운 방식 개발 및 기존 적층 방식간 결합 시도 진행

3D프린팅 공정 분류 방식

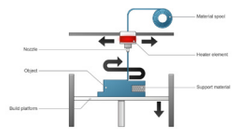
분류	기술방식	주요 제조사
접착제 분사 (BJT, Binder jetting)	분말 재료를 결합시키기 위해 액체 상태의 접착제가 선택적으로 분사	[해외] Desktop Metal, Markforged [국내] 삼영기계, 에스에프에스
재료 분사 (MJT, Material jetting)	광경화성 수지나 왁스 등 적층 재료의 액적을 선택적으로 적층	[해외] Stratysys, HP, Solidscape [국내] -
재료 압출 (MEX, Material extrusion)	고온의 노즐이나 오리피스를 통해 재료가 선택적으로 토출	[해외] Stratasys, Prusa, Makerbot [국내] 링크솔루션, 큐비콘, 포머스팜
에너지 제어 용착 (DED, Directed energy deposition)	집속된 에너지원(레이저, 전자빔, 플라스마 아크 등)로 재료를 용융시켜 용착	[해외] Optomec, Farsoon, DMG Mori [국내] DN솔루션즈, 인스텍, 컨셉션
분말 베드 융해 (PBF, Powder bed fusion)	열 에너지(레이저 등)로 분말이 도포된 영역들을 선택적으로 융해	[해외] 3D Systems, EOS, GE, SLM [국내] 대건테크, 헵시바, 알앤엑스
액조 광경화 (VPP, Vat photopolymerization)	광중합 반응에 의하여 액조 내에서 액상 광경화성 수지가 선택적으로 경화	[해외] 3D Systems, Formlabs, EnvisionTec [국내] 캐리마, 헵시바, 큐비콘, 신도
판재 적층 (SHL, Sheet lamination)	판형 재료(필름 등)를 열, 접착제 등으로 접착하여 형상 제작	[해외] MCor, Fabrisonic, High Con [국내] -



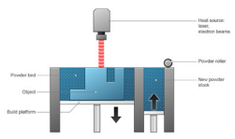
a) 접착제 분사
(Binder Jetting)



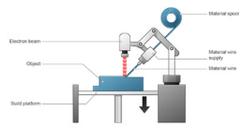
b) 재료 분사
(Material Jetting)



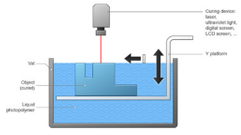
c) 재료 압출
(Material Extrusion)



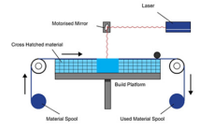
d) 분말 베드 융해
(Powder Bed Fusion)



e) 에너지 제어 용착
(Directed Energy Deposition)



f) 액조 광경화
(Vat Photopolymerization)



g) 판재 적층
(Sheet Lamination)

출처: Dassault Systems

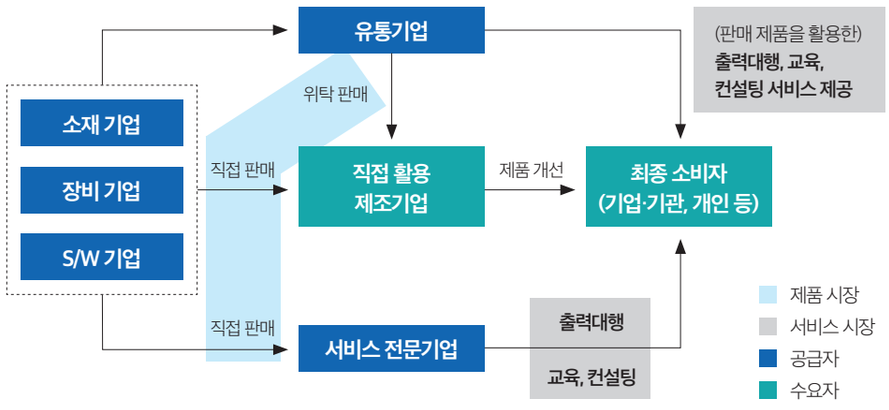
2 국내외 시장동향

◎ **(산업구조)** 3D프린팅 산업은 3D프린팅 제품과 서비스로 구분, 산업생태계는 제품·서비스를 공급하는 공급자와 제품·서비스를 이용하는 수요자로 구성

- (제품) 3D프린팅을 위한 장비(3D프린터, 스캐너, 후공정 장비 등), 소재(금속, 폴리머, 세라믹 등), S/W (설계, 최적화 등)
- (서비스) 3D프린팅 제품을 활용한 고객(수요기업 등) 제품의 제조(출력대행), 최적화 설계, 교육·훈련, 컨설팅 등
- (산업생태계) 공급자는 장비·소재·SW의 제조사와 해당 제품의 유통기업, 서비스 전문기업으로 구성, 수요자는 장비 등 제품을 구매하여 직접 활용하는 제조기업과 3D프린팅으로 제조된 제품을 구매하는 최종 소비자로 구성
- (기타) 제조기업이 3D프린팅을 도입·활용하여 자사 제품을 개선함으로써 발생하는 경제적 효과*는 제품 사례별로 다양하게 산출

* (사례) 美 SpaceX社의 저궤도 재사용 로켓 엔진 3D프린팅 제작 → 납기 및 비용 40% 절감
獨 Simens社, 핵연료봉 지지대를 3D프린팅 제작 → 부품수 50% 및 비용 50% 절감

3D프린팅 산업 가치사슬



◎ **(해외)** '22년 기준, 약 23조원(180억 달러) 규모, 서비스 시장을 중심으로 최근 5년간 연평균 16.5%의 높은 성장률 지속(최근 5년간 2배 성장)

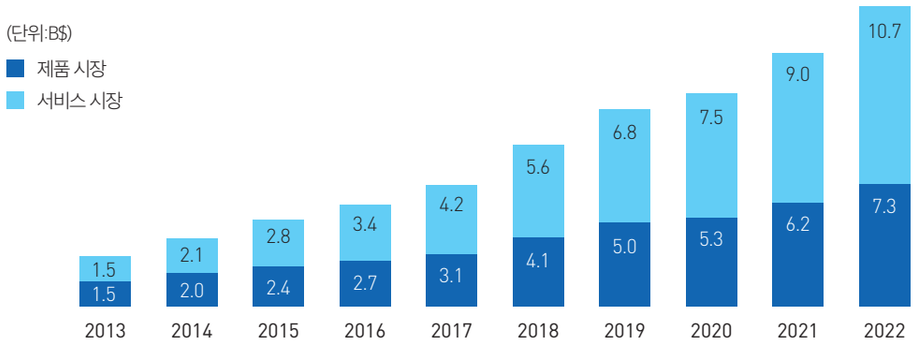
- COVID-19로 다소 주춤('20년 7.5% 성장)했으나, 이후 '21년과 '22년 각각 전년 대비 19.5%, 18.3% 씩 성장하는 등 빠르게 시장 회복
- '13년 서비스 주도 시장으로 전환 이후, 서비스 시장의 급속한 성장이 전체 시장의 성장 견인

* (제품 vs 서비스, %) ('13) 49.9% : 50.1% → ('22) 40.4% : 59.6%

- (기업 동향) 소수 선도기업이 주도하는 과점 시장에서 5% 내외 시장점유율의 다수 기업이 경쟁하는 시장으로 변화 중, M&A 및 창업이 활발히 진행

* '22년 21건의 M&A 진행(약 8.7억 달러 규모), '22년 신규 발굴된 스타트업 기업 수 338개

글로벌 3D프린팅 시장 규모(2014~2022)



출처: Wohlers Report

◎ **(국내)** '22년 기준 약 5,539억원 규모, 해외 대비 낮은 성장률과 제품 시장 위주의 불균형한 시장구조, 기업의 영세성이 한계로 지적

- 최근 5년간 연평균 8.8% 성장, COVID-19 이전까지 연평균 15% 내외 높은 성장률을 유지했으나, '20년 성장(△12.6%) 기록
- 3D프린팅 장비 등 제품 시장 비중(77.8%)이 매우 높으며, 최근 서비스 시장이 빠르게 성장(연평균 11.5%) 중이나 불균형한 시장구조는 여전
- (기업 동향) '22년 기준 320개 기업 활동 중으로 서비스 기업 비중*이 높으며, 영세기업** 비중(34.4%)이 높은 것은 한계

* 서비스(50.1%) > 유통(23.7%) > 장비 제조(16.5%) > 소재 제조(5.6%), S/W 개발(4.1%)
** 연매출 1억 미만(34.4%) > 1억~5억 미만(27.8%) > 10억 이상(24.4%) > 5억~10억 미만(13.4%)

국내 3D프린팅 시장 규모(2014~2022)

(단위: 천원)

구분		2014	…	2018	2019	2020	2021	2022	비중('22)
제품	장비	118,920	…	178,412	214,308	179,609	266,169	288,082	52.0%
	소재	23,706		43,741	38,508	35,111	42,383	46,983	8.5%
	SW	25,831	…	94,130	106,384	83,555	89,723	95,887	17.3%
서비스		13,030		79,561	113,858	103,394	109,250	122,992	22.2%
합계		181,487	…	395,844	473,058	401,669	507,525	553,944	100%

출처: 3D프린팅 산업 실태조사(NIPA)

◎ **(활용분야)** 시제품 제작(53.6%) 중심, 금속 3D프린터 도입이 본격화되면서 시제품 제작을 위한 3D 프린팅 서비스 활용사례 증가

- (자동차) 신차 개발주기 단축 및 기술 트렌드* 전환으로 완성차 제조기업의 3D프린팅 적용 시도 증가 및 기존 1, 2차 협력업체의 시제품 제작 확대
  * 차량 내 전자장치 증가, 연비 효율 개선을 위한 경량화 디자인 채택, 전동화 모델 및 전기차 보급 확대 등
- (의료·덴탈) 3D프린팅 치아 교정장치 보편화, 3D프린팅 기반 환자맞춤형 의료기기 임상 사례 증가, 신의료 인증 등 제도적 활용기반 조성 추진
- (가전·정보) 반도체 장비 제작과 관련한 시제품 제작 및 설계 검증, 기능 시험 등의 수행을 위해 3D 프린팅 서비스 기업과의 협업 사례 증가
- (발전·플랜트) 노후·단종 설비 부품 대체를 목적으로 3D프린팅 적용 사례 증가, 자체 제작으로 축적된 데이터를 바탕으로 외주 제작 사양 및 기준 개발 진행 중
- (항공·우주) 부품 통합 및 경량화, 제작기간 단축 등 3D프린팅 적용 이점이 명확히 확인되는 분야로 국내 주요 연구기관*을 중심으로 기술개발 진행
  * 한국생산기술연구원, 한국항공우주연구원, 한밭대학교
- (국방·방산) 노후·단종 부품 대체 및 파손 부품의 신속 수리를 통한 작전 운영능력 증가 등을 목적으로 민군 협력 기반의 3D프린팅 기술개발 진행

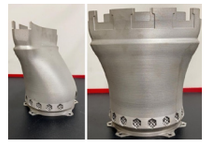
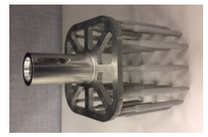
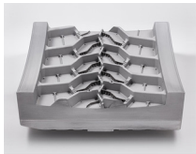
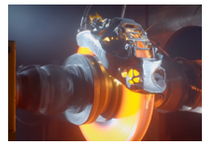
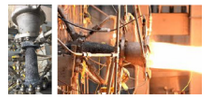
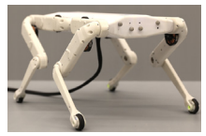
국내 3D프린팅 활용 목적 – 출력서비스 활용 기업

(단위: %)

활용 분야	사례 수	맞춤형 완제품	양산형완제품	시제품 제작	교육	연구	기타
전체	134	13.0	6.7	53.6	6.7	19.2	0.7
자동차	21	13.5	4.2	60.4	4.2	17.7	-
항공/우주/조선	4	-	-	47.4	15.8	26.3	10.5
국방(방산)	5	-	-	60.0	5.0	35.0	-
발전/플랜트	12	20.8	9.4	45.3	-	20.8	3.8
기계	19	5.2	11.7	59.7	5.2	18.2	-
가전정보	25	9.7	8.0	54.9	6.2	21.2	-
건축/건술	5	-	5.0	65.0	15.0	15.0	-
의류/패션	7	41.2	14.7	41.2	-	2.9	-
생활소비재	7	13.0	-	78.3	-	8.7	-
의료/치과	22	19.0	7.0	51.0	3.0	20.0	-
학교	3	-	-	20.0	60.0	20.0	-
공공	4	8.7	-	34.8	26.1	30.4	-

출처: 3D프린팅 산업 실태조사(NIPA)

3D프린팅 활용 제품 제작 사례(해외)

주력 산업	<반도체>	<발전/에너지>	<의료기기>	<원자력>
	웨이퍼 테이블 (미국, 3D Systems)	 연소 시스템 부품 (독일, Siemens Energy)	인공 무릎관절 (일본, Stryker)	 핵연료봉 안내관 마개 (미국, Westinghouse)
	<뿌리-금형>	<자동차>	<조선>	<건축>
	 타이어 금형 (프랑스, Michelin)	 브레이크 캘리퍼 (독일, BMW)	대형 추력 임펠러 (네덜란드, RAMLAB)	단독주택 (독일, PERI)
	<항공>	<우주>	<로봇>	<바이오>
	항공기 연료 노즐 (미국, GE)	 경량화된 추력챔버 (미국, NASA)	 자율보행 로봇 (미국, ODRI)	인체장기 모형 (캐나다, Javelin)
소비재 ·기타	<신발>	<악기>	<자전거>	<식품>
	맞춤형 신발 밑창 (독일, Adidas)	자체 제작 기타 (뉴질랜드, UoA)	인체 맞춤 안장 (이탈리아, Fizik)	육류대체 식품 (이스라엘, Redefine Meat)

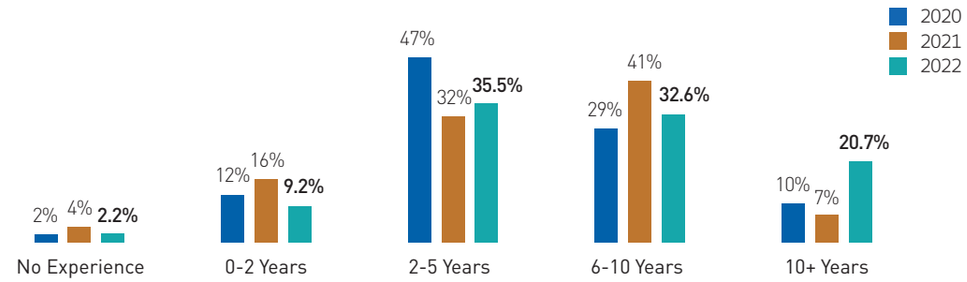
3 국내외 인력현황

◎ **(해외)** '22년 기준, 전 세계 약 43.4만명이 3D프린팅 산업에 종사, 실무자와 중간관리자 비중이 높고 R&D 직무 인력 비중이 높은 것으로 조사

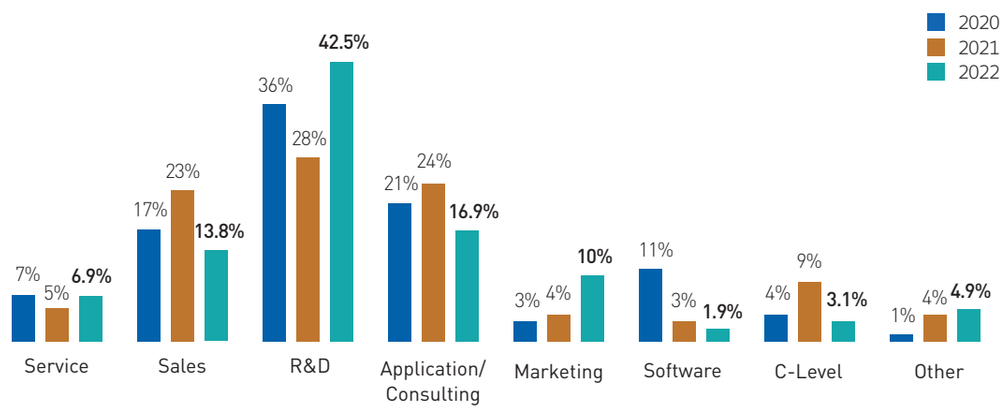
- (규모) '19년 약 19.7만명 규모에서 연평균 30.1%씩 지속 증가, 북미 지역 종사자(약 20만명)가 가장 많고, 유럽(14만명), 아시아(9.4만명) 순
- (경력) 입직 후 2~5년의 경험이 있는 실무자(35.5%)와 6~10년 경력의 중간 관리자(32.6%) 비중이 높고, 경력이 전무한 인력(2.2%)은 소수
- (직무) R&D 직무 인력(42.5%)이 가장 높고 전년도 대비 대폭 증가했으며, 세일즈(13.8%)와 기술·기능직(16.9%)은 대폭 감소*

* ('21 vs '22) R&D 28% → 42.5%, 세일즈 23% → 13.8%, 어플리케이션(컨설팅) 24% → 16.9%

3D프린팅 관련 경력 분포(2020~2022)



3D프린팅 관련 직무 분포(2020~2022)



출처: Alexander Daniels Global(2023)

◎ **(국내)** '22년 기준 국내 3D프린팅 산업 종사자는 1,710명 규모, 해외와 달리 기술·기능직 비중이 높고 인력수요도 높은 것으로 조사

- (규모) '19년 2,121명에서 '22년 1,710명으로 연평균 6.9%씩 감소, '20년 COVID-19 이후 감소세로 전환

* ('19) 2,121명 → ('20) 2,267명 → ('21) 1,865명 → ('22) 1,710명

- (직무) 기술·기능직 인력 비중(43.9%)이 가장 높고, 사무관리직(28.2%), R&D 직무 인력(21.5%) 순으로 조사
- (부족인원) 현재 국내 3D프린팅 산업 내 부족인원은 137명(부족률 7.4%), 기술·기능직 인력(72명)이 가장 부족인원이 크고, 직무별 부족률*은 R&D 직무 인력이 11.5%로 가장 높게 조사

* 해당 직무 내 적정(필요) 인원 수 대비 부족인원 수. 적정인원은 현재인원과 부족인원의 합

4 국내외 정책동향

◎ **(미국)** 제조업 재건 및 공급망 안정 전략의 핵심으로 인식, 산업 육성 차원을 넘어 국가안보 전략 차원 접근, 공공-민간 협력 강화 도모

- 바이든 정부, 미국 중소기업의 3D프린팅 제조 촉진을 위한 「적층제조 포워드 (AM Forward)」 프로그램 발표('22.5)

* (목적) 미국 중소기업 제조공정 내 3D프린팅 적용 확대 → 대형 제조기업(특히, 방산기업)의 해외 의존도 개선 및 미국 내 제조역량 강화

(내용) ①항공우주, 방산, 에너지 부문 3D프린팅 부품 조달 비중 확대, ②중소기업 3D프린팅 역량 강화 지원(교육, 공정개발 협력), ③금속 3D프린팅 표준화·인증 개발 등

- 국방부품 공급망 안정화를 위한 3D프린팅 기술 확보 중요성 강조, 기술 확보 및 정책 지원을 위한 국방부 차원의 3D프린팅 전략* 수립

* 미 국방부 적층제조 전략('21.1), 국방부 3D프린팅 활용 보고서('21.6)

- 3D프린팅 핵심 기술개발 및 산업 적용 확대 등 3D프린팅 기반조성 가속화를 위한 공공-민간 협력 네트워크* 구축·운영

* 국방부가 주도하는 America Makes를 네트워크 플랫폼으로 활용, '22년 기준 231개 기관/기업 참여 중

◎ **(EU)** EU 혁신 프로그램 등을 통해 권역 내 적층제조 분야 공동 연구개발 및 실증협력 추진

- (DIMOFAC*) 적층제조 기술 기반 디지털트윈 구현을 목적으로 제품 및 공정데이터 흐름 연결을 위한 디지털 스레드 배포, 모듈식 팩토리 솔루션 등 중소기업의 생산공정 개선·디지털화 지원

* Digital Intelligent MOdular FACtories, EU Horizon 2020 약 1,415만 유로 예산 지원

- (Integradde) 금속 부품에 대한 초기 제품 설계에서 제조 가능성, 신뢰성 및 품질 보장을 위한 디지털 적층제조 솔루션 개발 및 실증

◎ **(독일)** 산학연 기술협력을 통한 중소기업 육성, 적층제조 기반 차세대 디지털 생산라인 개발 추진

- 적층제조 분야 선도적 지위* 지속 강화 추구, 산학연 네트워크** 기반 연구개발 지원 및 연구성과 기업 이전을 통한 산업생태계 강화

  * 전 세계 2위의 시장 점유율(10%), EOS, Trumpf, Siemens, SLM Solutions 등 선도기업 다수 보유, 유럽 특허 비중 18.7% 등 선도적 지위 확보

  ** (프라운호퍼 적층제조 얼라이언스) 품질, 소재, 기술, 엔지니어링 분야 연구 진행 및 3D프린팅 중소기업에 기술이전 등을 통한 산업 생태계 역량 제고 추진

- 적층제조 기반 차세대 디지털 생산라인 개발을 위한 산학연 공동 프로젝트* 추진

  * (폴리라인 프로젝트) 3D프린팅 기반 자동차 플라스틱 부품의 다품종 대량 생산을 목표로, BMW, EOS, 프라운호퍼 등 참여하여 EOS 내 공동 디지털 생산설비 구축 진행

◎ **(한국)** 정부 주도 3D프린팅 산업 육성을 위해 관계법령 및 기본계획에 따라 산업 진흥 기반조성 및 초기시장 창출 추진

- '14년 3D프린팅 산업의 활성화 기반조성을 위해 「3D프린팅 산업 발전전략」을 발표하고, 향후 3D 프린팅 기술개발의 방향을 제시하는 '3D프린팅 전략기술 로드맵' 수립
- 정책적 지원 근거 마련을 위해 '15년 「삼차원프린팅산업진흥법」을 제정, 법률에 따라 매 3년마다 관계부처 합동으로 「3D프린팅 산업 진흥 기본계획」수립
- 제1차 기본계획('17~'19)은 3D프린팅 산업 진흥 기반조성을 목표로 전국에 3D프린팅 지원 인프라* 마련 및 공공수요 기반 초기시장 창출 추진

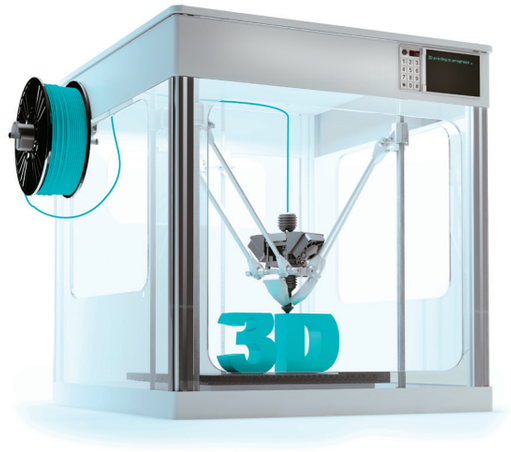
  * 3D프린팅 제조혁신센터, K-ICT, 창조경제혁신센터, 메이커스페이스 지정 등

- 제2차 기본계획('20~'22)은 1차 기본계획의 주요 기조를 유지하며, 품질·성능평가체계 개발 및 3D 프린팅 분야 표준 도입, 규제 개선 등 진행
- 현재 제3차 기본계획 수립이 진행 중이며, 보급형 3D프린터 안전 이슈에 대한 대응과 3D프린팅 기술의 산업 적용 확대를 위한 연구개발 및 지원 기반 고도화 논의 진행

연도별 국내 3D프린팅 주요 정책 추진 현황

2014	2015	2016	2017
• 3D프린팅 산업 발전전략 수립 • 3D프린팅 산업 발전협의회 개최 • 3D프린팅 전략기술 로드맵 수립	• 삼차원프린팅산업 진흥법 제정 • 3D프린팅 이용 맞춤형 의료기기 허가심사 가이드라인 수립	• 3D프린팅 분야 관세(HSK) 코드 신설 • 한국표준산업분류 내 3D프린팅 항목 신설 • 3D프린팅 R&D 관련 조세특례제한법 개정	• 제1차 3D프린팅 산업 진흥 기본계획 수립 • 3D프린팅 생활화 전략 수립·시행

2018	2019	2020	2021
• 3D프린팅 수요-창출 지원(주력산업, 국방, 공공 분야 수요 창출) • 3D프린팅 국가기술자격 2종 시행 • 3D프린터 중소기업간 경쟁제품 지정	• 3D프린팅 서비스 사업자 안전관리 교육 의무 조항 개정 • 제2차 산업기술혁신계획 100대 전략기술 내 DfAM 등 3D프린팅 관련 4개 기술 분야 포함	• 제2차 3D프린팅 산업 진흥 기본계획 수립 • 소재·부품·장비 2.0 전략 미래선도품목 중 "3D프린팅 금속 분말" 포함 • 품질·성능 평가체계 개발 및 표준 확충	• 3D프린팅 이용 안전 대책 수립 • 3D프린팅 안전 강화 대책 수립 • 뿌리기술진흥법 개정안 시행-3D 프린팅 포함 등



1 ISO/TC 261

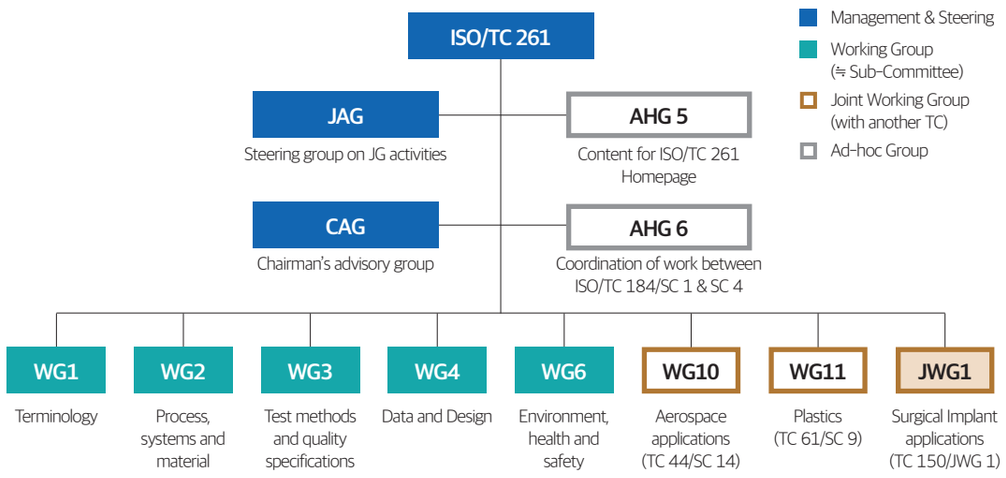
◎ ISO/TC 261은 국제표준화기구(ISO) 내 3D프린팅(적층제조)의 표준화를 담당하는 기술위원회(Technical Committee)

- (설립연도) 2011년
- (간사기관) 독일 표준협회(DIN: German Institute of Standardization)
- (회원국) 36개국(정회원 27개국, 준회원 9개국)
- (범위) 적층제조 분야 용어, 공정, 장비 및 소재, 시험방법, 품질, 데이터 및 디자인, 보건·환경 및 안전 등*

  * 3D프린팅 기술의 근간과 타 분야 적용에 있어서 기본이 되는 영역으로 특정하였으나, 타 산업 분야 적용과 관련하여 ISO 내 타 기술위원회와 업무범위 중복에 대한 이슈가 지속 제기
- (구조) ISO/TC 261 자체 5개 WG과 다른 TC와의 JWG 2개, 다른 TC가 주도하는 JWG 1개 등 총 8개 WG 운영

  * (WG1) 적층제조 용어 표준화
    (WG2) 적층제조 공정, 장비 및 소재 표준화
    (WG3) 적층제조 시험평가 방법 및 품질 기준 표준화
    (WG4) 적층제조 분야 데이터 및 디자인 표준화
    (WG6) 적층제조와 관련된 환경, 보건 및 안전 분야 표준화
    (JWG10) 항공우주 분야 적층제조 적용 관련 표준화 (ISO/TC 44/SC 14와 협업)
    (JWG11) 적층제조용 플라스틱 소재 관련 표준화 (ISO/TC 61/SC 9와 협업)
    (JWG1) 정형외과용 임플란트의 적층제조 관련 표준화 (ISO/TC 150이 주도하는 협업)
- (표준) '23년 5월 기준, 총 27종의 국제표준 제정, 33종의 국제표준 개발 중

ISO/TC 261 구조



ISO/TC 261 제정 국제표준(2023년 5월)

연번	WG	표준번호	국제표준 제안명	연도
1	WG1 (용어)	ISO/ASTM 52900	적층제조 - 일반원칙 - 기초 및 용어 (Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary)	2015
2	WG2 (공정, 장비 및 소재)	ISO 17296-2	적층제조 - 일반원칙 - 제2부: 공정 분류 및 공급재료 개요 (Additive manufacturing — General principles — Part 2: Overview of process categories and feedstock)	2015
3		ISO/ASTM 52903-1	적층제조 - 플라스틱 재료를 사용하는 재료압출 방식 적층제조 - 제1부: 공급재료 (Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 1: Feedstock materials)	2020
4		ISO/ASTM 52903-2	적층제조 - 플라스틱 재료를 사용하는 재료압출 방식 적층제조 - 제2부: 공정 장비 (Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 2: Process equipment)	2020
5		ISO/ASTM 52904	적층제조 - 공정 특성 및 성능 - 특정 적용 분야의 요구사항을 만족시키기 위한 금속 분말 베드 융해 공정 지침 (Additive manufacturing — Process characteristics and performance — Practice for metal powder bed fusion process to meet critical applications)	2019
6		ISO/ASTM TR 52906	적층제조 - 비파괴시험 - 금속 제품의 의도적 결함 검출 (Additive manufacturing — Non-destructive testing — Intentionally seeding flaws in metallic parts)	2022
7		ISO/ASTM 52907	적층제조 - 공급재료 - 금속분말 특성 규명법 (Additive manufacturing — Feedstock materials — Methods to characterize metal powders)	2019
8		ISO/ASTM TS 52930	적층제조 - 검증 원칙 - PBF-LB 장비의 설치, 운영 및 성능(IQ/OQ/PQ) (Additive manufacturing — Qualification principles — Installation, operation and performance (IQ/OQ/PQ) of PBF-LB equipment)	2021
9	WG3 (시험평가 및 품질기준)	ISO 17295	적층제조 - 일반원칙 - 부품 위치, 좌표계 (Additive manufacturing — General principles — Part positioning, coordinates and orientation)	2023
10		ISO 17296-3	적층제조 - 일반원칙 - 제3부: 주요 특성 및 시험방법 (Additive manufacturing — General principles — Part 3: Main characteristics and corresponding test methods)	2014
11		ISO/ASTM 52901	적층제조 - 일반원칙 - 적층제조 제작 부품의 구매 요구사항 (Additive manufacturing — General principles — Requirements for purchased AM parts)	2017
13		ISO/ASTM 52902	적층제조 - 시험제작물 - 적층제조 시스템의 기하학적 성능평가 (Additive manufacturing — Test artifacts — Geometric capability assessment of additive manufacturing systems)	2019
14		ISO/ASTM 52909	금속 적층제조 - 최종 부품 특성 - 분말 베드 융해의 기계적 특성에 따른 방향 및 위치 의존성 (Additive manufacturing of metals — Finished part properties — Orientation and location dependence of mechanical properties for powder bed fusion)	2022
15		ISO/ASTM TR 52917	적층제조 - 라운드 로빈 테스트 - 일반 지침 (Additive manufacturing — Round robin testing — General guidelines)	2022

연번	WG	표준번호	국제표준 제안명	연도
16	WG4 (데이터 및 디자인)	ISO/ASTM 52910	적층제조 - 설계 - 요구사항, 지침 및 권고사항 (Additive manufacturing — Design — Requirements, guidelines and recommendations)	2018
17		ISO/ASTM 52911-1	적층제조 - 설계 - 제1부: 레이저 금속 분말 베드 융해 (Additive manufacturing — Design — Part 1: Laser-based powder bed fusion of metals)	2019
18		ISO/ASTM 52911-2	적층제조 - 설계 - 제2부: 레이저 폴리머 분말 베드 융해 (Additive manufacturing — Design — Part 2: Laser-based powder bed fusion of polymers)	2019
19		ISO/ASTM 52911-3	적층제조 - 설계 - 제3부: 전자빔 금속 분말 베드 융해 (Additive manufacturing — Design — Part 3: PBF-EB of metallic materials)	2023
20		ISO/ASTM TR 52912	적층제조 - 설계 - 경사기능 적층제조 (Additive manufacturing — Design — Functionally graded additive manufacturing)	2020
21		ISO/ASTM 52915	적층제조 파일 형식(AMF) 버전 1.2 (Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2)	2013
22		ISO/ASTM 52950	적층제조 - 일반원칙 - 데이터 처리 개요 (Additive manufacturing — General principles — Overview of data processing)	2021
23		ISO/ASTM TR 52916	의료용 적층제조 - 데이터 - 의료 이미지 데이터 최적화 (Additive manufacturing for medical — Data — Optimized medical image data)	2022
24	WG6 (환경, 보건 및 안전)	ISO/ASTM 52931	금속 적층제조 - 환경, 보건 및 안전 - 금속 소재 사용 기본 원칙 (Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — General principles for use of metallic materials)	2023
25	JWG11 (항공우주)	ISO/ASTM 52941	적층제조 - 시스템 성능 및 신뢰성 - 항공우주용 레이저 금속 분말 베드 융해 장비의 인수 시험 (Additive manufacturing — System performance and reliability — Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application)	2020
26		ISO/ASTM 52942	적층제조 - 검증 원칙 - 항공우주용 레이저 금속 분말 베드 융해 장비 및 장치 운영자 자격 검증 (Additive manufacturing — Qualification principles — Qualifying machine operators of laser metal powder bed fusion machines and equipment used in aerospace applications)	2020
27	JWG12 (플라스틱)	ISO/ASTM 52925	폴리머 적층제조 - 검증 원칙 - 부품 특성의 등급 (Additive manufacturing of polymers - Qualification principles - Classification of part properties)	2022

2 ASTM F42

◎ ASTM F42는 미국재료시험협회(ASTM*) 내 적층제조 표준화(단체표준)를 담당하는 기술위원회(F42)

* American Society for Testing and Materials

- (설립연도) 2009년
- (설립목적) 적층제조 기술에 대한 표준 개발을 통해 관련 분야 지식의 증진, 연구 및 기술개발 촉진
- (현황) 총 7개 세부분과 운영 중, 27개국 900여명의 전문가 참여
- (표준) '23년 5월 기준, 51종*의 표준 제정, 79종의 표준 개발 중

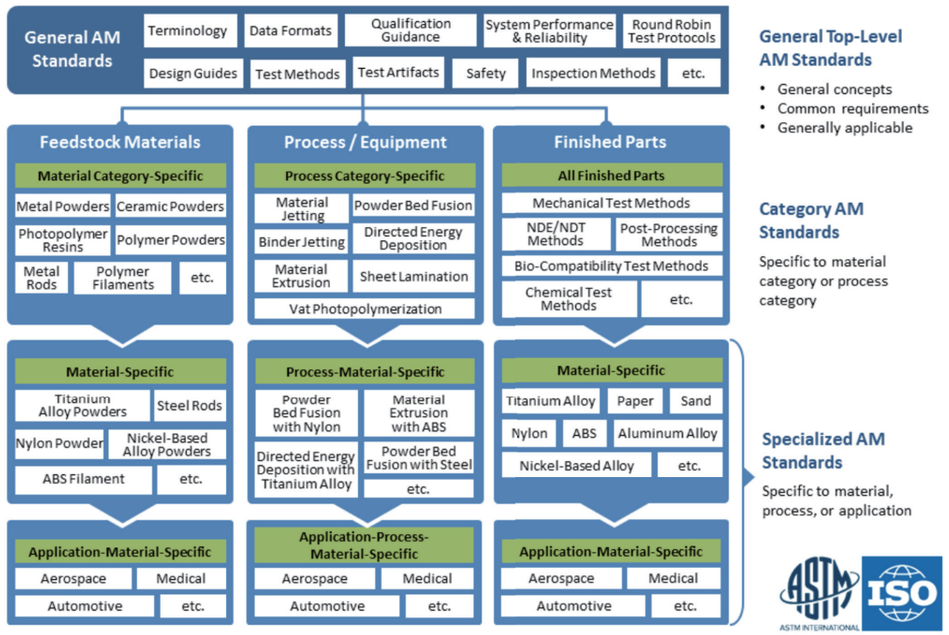
* ISO/TC 261과 공동으로 개발한 표준(ISO/ASTM No.) 포함

◎ ASTM F42는 적층제조 분야 국제표준화 협력을 위해 '11년 ISO/TC 261과 PSDO* 협약 체결

* Partner Standards Developing Organization Agreement

- (목적) 적층제조 분야 표준화 추진과정에서의 중복성 회피 및 표준 개발 자원의 효율적 활용, 전문성 보완 등을 위해 공동 표준개발 추진
- 전략적 표준화 활동 추진을 위해 ASTM F42의 적층제조 표준화 프레임워크 보완 및 표준화 활동 참여 전문가 교류 등 효율적 협력 활동을 위한 상호 추진체계 동기화

〈ISO/TC 261 – ASTM F42 적층제조 표준화 프레임워크



ISO/TC 261 – ASTM F42 표준화 그룹 동기화

	Working group	담당 역할/분야	Subcommittee	
TC 261	CAG Chair's Advisory Group	의장단	F42.90 Executive	ASTM F42
	JAG Joint Advisory Group	조정기구(Steering Group)	F42.95 US TAG to TC261	
	WG 1 용어	용어 정의	F42.91 Terminology	
	WG 2 공정, 장비 및 소재	적층제조 기술방식, 공정 및 소재 기술	F42.05 Materials and Process	
	WG 3 시험평가 방법 및 품질기준	방식별, 장비, 공정, 출력물 평가기준 등	F42.01 Test method	
	WG 4 데이터 및 디자인	적층제조 파일포맷, 디자인가이드라인 등	F42.04 Design F42.08 Data	
	WG 6 환경, 보건 및 안전	방식별 EH&S 관련 기술 및 관리기준 등	F42.06 EH&S	
	JWG 10 항공우주 분야	항공우주 분야에서의 적층제조 응용기술 및 평가기준, 인증 등	F42.07 Applications 중 - F42.07.01 Aviation - F42.07.02 Spaceflight	
	JWG 11 플라스틱	적층제조를 위한 폴리머 및 플라스틱 소재 기술	F42.05 중 - F42.05.02 Polymers	
	JWG 1 정형외과용 임플란트	정형외과용 임플란트의 적층제조 관련 표준화	F42.07 Applications 중 - F42.07.03 Medical	
		현재 TC261 미대응 분야	F42.07 Application 중 - F42.07.04 ~ F42.07.10 - 교통, 해양, 전자, 건설, 발전, 소비재, 에너지	

◎ ASTM F42는 '18년부터 적층제조 분야 연구개발 및 표준 개발 프로세스의 최적화를 위해 AM Center of Excellence(AM-CoE)라 불리는 산학연 전문가 통합 파트너쉽 구성·운영

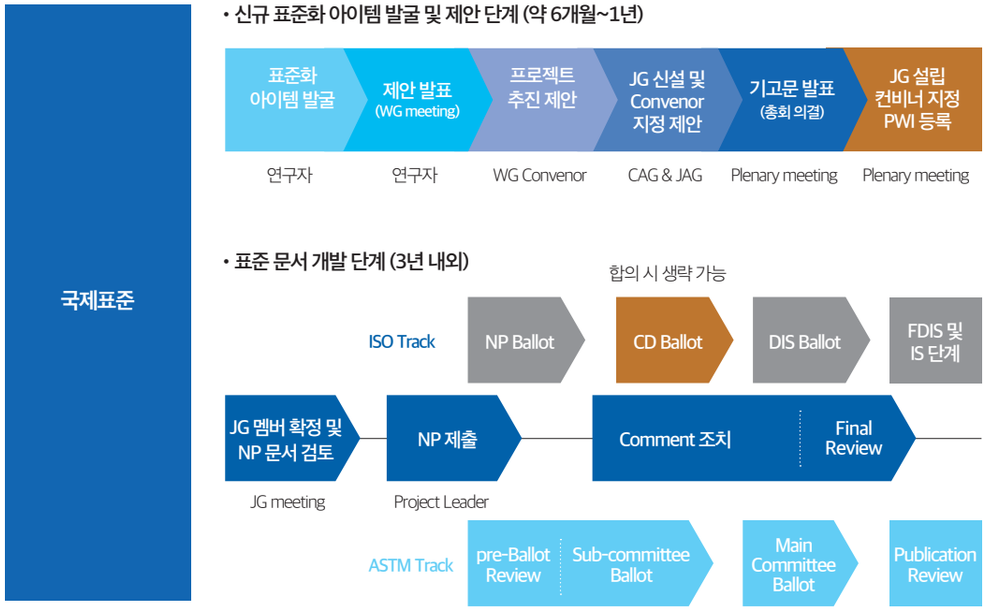
- ASTM 및 산업계의 투자, 정부 지원예산 등을 활용하여 산학연 전문가가 참여하는 R&D 프로젝트를 기획·수행하며, 연구 과정의 주요 성과를 활용하여 표준 개발 및 확산* 활동 수행
  * 기업 활용 지원, 인증 프로그램 개발, 교육·훈련 프로그램 운영, 숙련도 시험(Proficiency testing) 등
- '22년 기준 34개 프로젝트가 진행되어 30개 이상의 표준화 아이템을 발굴

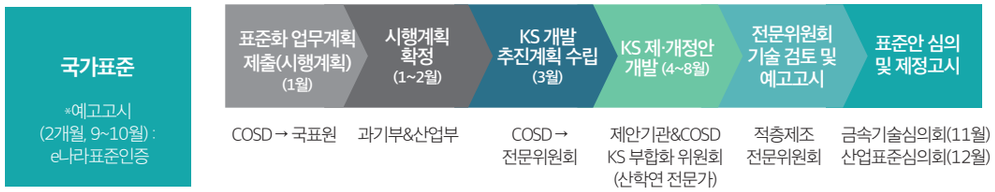
AM-CoE 활동 개요

3 한국

◎ 국내 3D프린팅 표준화 추진개요

- **(추진근거)** 삼차원프린팅산업진흥법 제9조(표준화)
  산업표준화법 시행령 제10조(전문위원회) 및 제11조(COSD)
  3D프린팅 산업 진흥 기본계획 및 연차별 시행계획
- **(추진체계)** 기술 검토 및 자문은 적층제조(ISO/TC 261) 전문위원회에서, 국가표준 정비 및 확산 활동은 적층제조 표준개발협력기관(COSD)가 담당
  * 적층제조 전문위원회 간사기관(2015~현재, 3D융합산업협회)
  적층제조 표준개발 협력기관(2019~현재, 3D융합산업협회)
- 적층제조 표준개발 프로세스





◎ **(국제표준화)** '14년 ISO/TC 261 P-멤버로 최초 가입, 제6차 총회('15년 7월)이후 매회 한국대표단을 파견하여 국제표준 제안 및 네트워킹 활동을 수행

- ISO/TC 261 제7차 총회('16년 1월)에서 안전 및 의료 분야 신규 표준화 아이템에 대한 기고문 발표를 통해 본격적인 표준화 활동 시작
- '20년 세라믹 분야 신규 표준 제안, '22년 금속 분야 제안 등 지속적인 표준화 활동 추진

한국의 국제표준 개발 현황

TC/SC/WG	ISO No.	제안일	국제표준 제안명	제안자	단계
261/6/JG68	ISO 27548	'21.09	3D프린터 분진배출량 측정법	박경호(KCL/팀장)	CD
	ISO/ASTM 52933	'19.12	비산업용 3D프린터 유해물질 저감 가이드라인	박경호(KCL/팀장)	DIS
261/6/JG81	ISO/ASTM 52916	'17.09	적층제조를 위한 의료 이미지 데이터 최적화	임원봉(조선대/교수)	TR(발행)
261/3/미정	ISO/ASTM 52940	'21.05	액조 광경화 방식의 세라믹 슬러리 공급재료 특성	최기인(KICET/책임)	CD
261/3/미정	-	예정	금속 적층제조를 위한 계장화 압입시험법	권준범(KIMS/선임)	기고문

◎ **(국가표준)** '23년 5월 기준, 총 21종의 국가표준 제정, 이 중 7종은 고유표준, 14종은 부합화 표준으로 제정

- (고유표준) 현재 KCL에서 개발 중인 국제표준과 병행하여 재료 압출 방식 3D프린터에 대한 유해물질 방출량 측정법 등 총 7종 제정
- (부합화 표준) ISO/TC 261 발행 국제표준을 부합화하여 제정 중이며, 초기에는 적층제조 용어, 파일 형식, 공정 분류 등 일반원칙 성격의 표준 제정을 추진, 최근에는 금속, 시험방법, 성능평가 등 산업 활용을 위한 표준 제정 추진

적층제조 분야 KS 제정 현황

연번	구분	표준	국제표준 제안명	연도
1	부합화	KS D ISO ASTM 52900	적층제조 — 일반원칙 — 기초 및 용어	2017
2		KS D ISO ASTM 52915	적층제조 파일 형식(AMF) 버전 1.2	2018
3		KS D ISO 17296-3	적층제조 — 일반원칙 — 제3부: 주요 특성 및 시험방법	2018
4		KS D ISO ASTM 52910	적층제조 — 설계 — 요구사항, 지침 및 권고사항	2019
5		KS D ISO ASTM 52921	적층제조 — 일반원리 — 좌표계 및 시험방법	2019
6		KS D ISO 17296-2	적층제조 — 일반원칙 — 제2부: 공정 분류 및 공급재료 개요	2021
7		KS D ISO ASTM 52901	적층제조 — 일반원칙 — 적층제조 제작 부품의 구매 요구사항	2021
8		KS D ISO ASTM 52902	적층제조 — 시험 제작물 — 적층제조 시스템의 기하학적 성능평가	2021
9		KS D ISO ASTM 52904	적층제조 — 공정 특성 및 성능 — 특정 적용 분야의 요구사항을 만족시키기 위한 금속 분말 베드 융해 공정 지침	2021
10		KS D ISO ASTM 52907	적층제조 — 공급재료 — 금속분말 특성 규명법	2021
11		KS D ISO ASTM 52941	적층제조 — 시스템 성능 및 신뢰성 — 항공우주용 레이저 금속 분말 베드 융해 장비의 인수 시험	2021
12		KS D ISO ASTM 52903-1	적층제조 — 플라스틱 재료의 압출 기반 적층제조 — 제1부: 공급재료	2023
13		KS D ISO ASTM 52903-2	적층제조 — 플라스틱 재료의 압출 기반 적층제조 — 제2부: 공정 장치	2023
14		KS D ISO ASTM 52950	적층제조 — 일반원칙 — 데이터 처리 개요	2023
15	고유표준	KS D 5280	적층제조 — 환경, 보건 및 안전 — 재료 압출 방식 데스크톱 삼차원 프린터 유해물질 방출량 측정방법	2021
16		KS D 5281	적층제조 — 금속분말 소재 출력물에 대한 기계적 성능평가	2021
17		KS D 5282	적층제조 — 폴리머 소재에 대한 물리·화학적 성능평가	2021
18		KS D 5283	적층제조 — 산업용 AM 장비구동 성능평가 — 일반사항	2021
19		KS D 5284	적층제조 — 재료 압출 — 비산업용 3차원 프린터 성능평가	2021
20		KS D 5285	적층제조 — 액조 광경화 — 비산업용 3차원 프린터 성능평가	2021
21		KS D 5286	적층제조 — 플라스틱 적층물에 대한 기계적 성능평가	2021

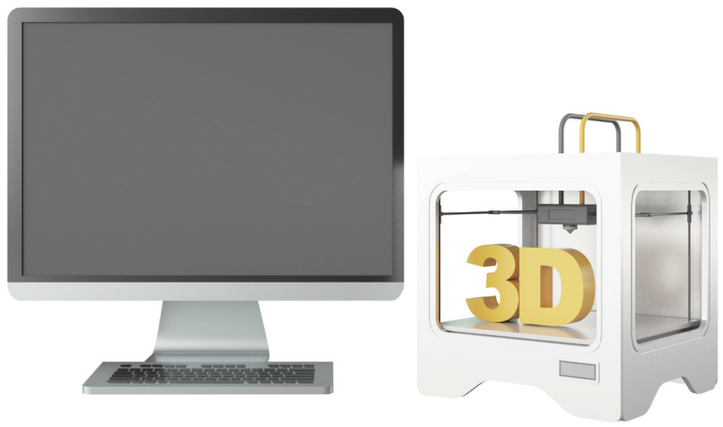
◎ **(표준총회 개최)** '23년 9월 ISO/TC 261 제22차 총회 한국 개최 예정이며, 총회 개최를 계기로 3D 프린팅 표준화에 대한 한국의 역할 강화 및 국내 기업의 표준화 관심도·참여도 제고 추진

- (행사명) ISO/TC 261-ASTM F42 제22차 정기 총회
- (일 시) 2023년 9월 18일(월) ~ 9월 22일(금)
- (장 소) 항공우주산학융합원(인천 송도)
- (참석자) ISO/TC 261, ASTM F42 멤버 및 국내외 유관 전문가 100여명*
  * 해외 전문가 70여명, 국내 전문가 30여명 이상 참석 예상
- (주최) 국가기술표준원 / (주관) 3D융합산업협회, 항공우주산학융합원
- 프로그램(안)

구분		9/18(월)	9/19(화)	9/20(수)	9/18(월)	연도
오전	09:00~10:45	ASTM F42 기술세미나 (AM CoE)	ASTM F42 Opening	Meeting	Meeting	ISO/TC 261 Plenary meeting
	10:45~11:15		Break Time			
	11:15~13:00		ASTM F42 Plenary meeting	Meeting	Meeting	ISO/TC 261 Plenary meeting
-	13:00~14:00	점심식사				
오후	14:00~15:45	ASTM F42 기술세미나 (AM CoE)	Meeting	Meeting	Meeting	ISO/TC 261 Plenary meeting
	15:45~16:15		Break Time			
	16:15~18:00		Meeting	기업 방문 I	기업 방문 II	-

◎ **(민군규격 표준화)** 국내 국방 분야 금속 3D프린팅 활용 확대 및 민간 분야로의 확대를 위해 분야별로 산재한 기술 규격의 통합·체계화 및 표준화 추진

- (분야) ①Wire-DED 방식(Ti-6Al-4V), ②L-PBF 방식(우주·항공·방산 분야)
- (지원부처) 방위사업청, 국방기술품질원
- (수행기간) '23년 6월 ~ '25년 12월(총 31개월)
- (기대효과) 민군 겸용의 금속 3D프린팅 기술 규격 및 표준 개발을 통해 국방 분야를 비롯한 주력산업 내 3D프린팅 적용 활성화 기여



◎ **(제조혁신 핵심 수단)** 3D프린팅 기술은 수요 맞춤형 제작, 첨단·특화 설계 구현, 유연생산 실현 등 제조업의 디지털 혁신을 견인하는 핵심요소

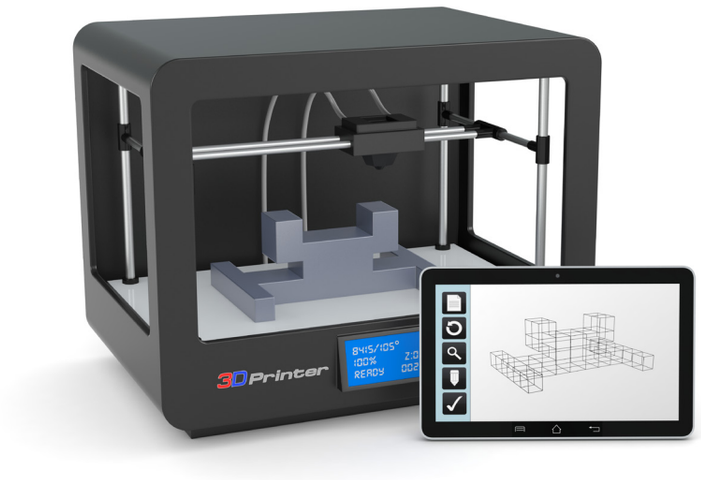
- 3D프린팅 기술이 적용될 수 있는 다양한 전방산업 존재하며, 3D프린팅 기술의 발전 및 특화설계 적용, 디지털기술의 활용 등을 통해 새로운 부가가치 창출 기여
- 기존 생산방식으로는 구현이 어려운 제품의 제작 및 공정 혁신, 적시 맞춤 생산을 지원하는 등 제조혁신의 핵심 수단으로 주목 필요

◎ **(서비스 시장 활성화)** 3D프린팅 기술의 산업 적용 확대 및 기술개발 촉진을 위해 3D프린팅 서비스 시장 활성화 방안 마련 시급

- 글로벌 시장은 서비스가 전체 시장 성장을 견인하는 반면, 한국은 제품 위주의 시장구조가 지속되면서 3D프린팅 기술의 타 산업 적용이 지체되고 제품 개발·개선 수요 발굴에 한계
- (수요자 측면) 국내 제조기업의 3D프린팅 활용도를 높이기 위해 3D프린팅 기술 및 3D프린팅 제품·부품에 대한 신뢰성 제고가 필요하며, 이를 위한 3D프린팅 품질·성능 기준 마련 및 인증체계 구축 필요
- (공급자 측면) 서비스 시장의 성장을 위해 서비스 전문기업의 서비스 역량 강화가 필요하며, 특히 유통기업의 서비스 모델과의 차별성 확보를 위해 새로운 산업 대상의 3D프린팅 적용 및 성공사례 발굴 지원 필요

◎ **(표준화 협력 확대)** 국내외 3D프린팅 기술 표준화가 빠르게 진행 중이며, 표준화 활동에 대한 국내 기업의 관심 및 참여도 제고 필요

- 해외의 경우 ISO와 ASTM을 중심으로 산학연 전문가 네트워크를 구축, 3D프린팅 분야 연구개발과 표준화의 연계를 높이는 등 전략적 접근 진행
- 한국은 대학, 연구기관을 중심으로 안전 및 세라믹 분야 표준화 활동 추진, 향후 항공우주, 국방 등 어플리케이션 표준화를 위해 관련 기업 참여 확대 필요
- 9월 개최 예정인 제22차 ISO/TC 261 총회는 3D프린팅 표준화를 위해 다양한 분야의 전문가가 참여 예정으로 한국의 국내외 3D프린팅 표준화 네트워크 구축 및 활성화 계기를 제공할 것으로 기대



KEA Issue Report는 친환경 재생용지로 제작하였습니다.

참고문헌

- 국가기술표준원(2023), 국가표준백서 - 3D프린팅 부문
- 3D융합산업협회(2020), ISO/TC 261 동향보고서
- 3D융합산업협회(2023), 제21차 ISO/TC 261 총회 결과보고서
- 정보통신산업진흥원(2023), 3D프린팅 산업 실태조사
- 관계부처합동(2020), 제2차 3D프린팅 산업 진흥 기본계획
- Wohlers Associate(2023), Wohlers Report 2023
- Alexander Daniels Global(2023), AM 2023 Salary survey report
- World Economic Forum(2020), 3D Printing: A Guide for Decision-Makers
- 3D HUB(2022), Additive manufacturing trend report 2021
- 3D Systems(2021), Advancing Semiconductor Capital Equipment Performance with Metal Additive Manufacturing
- ISO 홈페이지, www.iso.org
- ASTM 홈페이지, www.astm.org
- AM-CoE 홈페이지, www.amcoe.org
- 3D Printing Industry 홈페이지, www.3dprintingindustry.com

KEA Issue Report
3D프린팅 국내외 산업 및 표준 동향

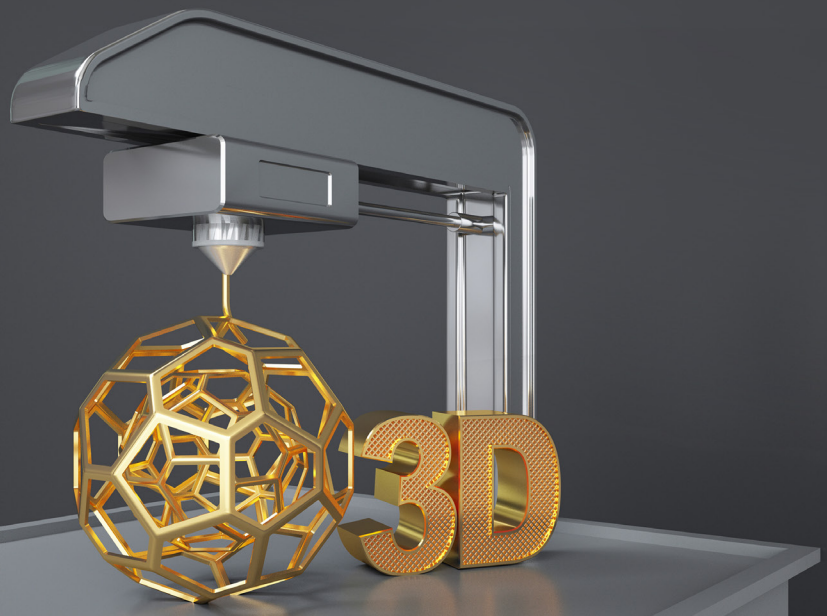
발 행 처 한국전자정보통신산업진흥회(KEA)
발 행 일 2023년 6월
발 행 인 박청원 KEA 부회장
작 성 3D융합산업협회(3DFIA)
제 작 도서출판 차고(02-6485-2580)
문 의 처 한국전자정보통신산업진흥회 산업정책실
(02-6388-6170~6177, ojchang@gokea.org)
홈페이지 www.gokea.org

본 보고서 저작권은 **한국전자정보통신산업진흥회**에 있습니다.
내용을 인용 또는 전재하고자 할 경우 반드시 출처를 명기하여 주시기 바라며,
무단전제와 무단복제를 금합니다.

KEA Issue Report는 친환경 재생용지로 제작하였습니다.

ISSUE REPORT

2023-11호



KEA Korea Electronics Association
한국전자정보통신산업진흥회