S&T Market Report | VOL. 64 | 2018. 11 |

미세먼지 기술동향

– 집진 · 저감기술 중심으로 –



과학기술일자리진흥원
Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes

목 차

1. 서 론 ····· 1

2. 주요 내용 ····· 5

가. 국내 · 외 미세먼지 정책동향 ····· 5

나. 국내 · 외 미세먼지 기술동향 ····· 8

다. 국내 · 외 미세먼지 산업(시장)동향 ····· 14

라. 국내 · 외 미세먼지 업체동향 ····· 16

3. 결론 ····· 18

미세먼지
– 집진 · 저감기술 중심으로 –

1. 서론

□ **목적**

○ 본 보고서는 미세먼지와 관련된 국내 · 외 기술 · 시장동향 및 연구개발 현황정보를 제공하여 관련분야에 대한 기본 정보를 제공하는데 목적이 있음

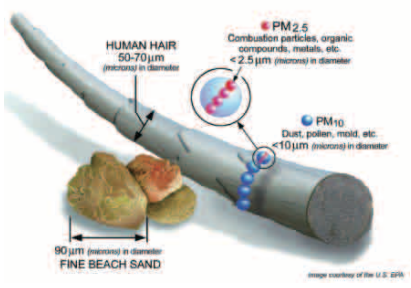
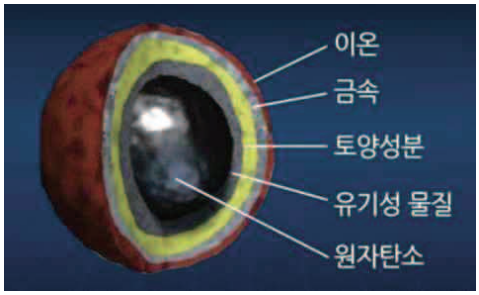
□ **기술 개요**

○ (정의) 먼지는 입자의 크기에 따라 50㎛ 이하인 총먼지(TSP, Total Suspended Particles)와 입자크기가 매우 작은 미세먼지(PM, Particulate Matter)로 구분함. 미세먼지는 다시 지름이 10㎛보다 작은 미세먼지(PM10)와 지름이 2.5㎛보다 작은 미세먼지(PM2.5)로 나뉨

– PM10이 사람의 머리카락 지름(50~70㎛)보다 약 1/5~1/7 정도로 작은 크기라면, PM2.5는 머리카락의 약 1/20~1/30에 불과할 정도로 매우 작음

– 미세먼지 성분으로 질산염(NO_3^-), 암모늄(NH_4^+), 황산염(SO_4^{2-}), 탄소화합물, 금속 등을 포함하고 있음

〈그림 1〉 미세먼지의 종류, 구조, 성분

입자별 미세먼지 종류	미세먼지 구조와 성분
	

(출처: NNPC 미세먼지 저감 소재 심층분석보고서)

○ (발생원) 보일러나 발전시설 등에서 석탄 · 석유 등 화석연료를 태울 때 발생하는 매연, 자동차 배기가스, 건설현장 등에서 발생하는 비산먼지, 소각장연기 등이 있음

〈표1〉 미세먼지의 발생원 분류

구분		오염원
인위적 요인	고정발생원	난방, 발전소, 쓰레기소각장, 산업활동(금속 및 철생산)
	이동발생원	자동차 매연, 타이어 및 브레이크 패드 마모, 건설기계 매연, 선박 및 항공 운행 매연 등
	기타	공사장 비산먼지, 노천소각
자연적 요인		안개, 화재, 황사, 화산폭발, 토양풍식 등
기타 요인		2차 반응에 의한 황산염, 질산염 생성

(출처: KISTEP Issue Weekly 2018-02)

- 미세먼지가 배출(생성)되는 기작에 따라 1차 배출과 2차 생성으로 구분됨
- (1차 배출) 공장의 굴뚝 등 고정 배출원, 자동차 배기가스, 건설현장의 비산먼지 등에서 미세먼지의 형태로 대기 중으로 유입되는 것에 기인함
- (2차 생성) 화석연료 연소과정의 황산화물이 수증기 · 암모니아와 결합 또는 자동차 배기가스의 질소산화물이 수증기 · 오존 · 암모니아 등과 결합하는 등의 화학반응을 통해 생성

○ (기술분류) 대기오염 저감장치 및 대기오염 측정장치로 크게 2가지로 분류함

〈표2〉 미세먼지 기술분류

대분류	중분류	소분류	설명(기술범위)
대기오염 저감장치	집진기술	산업	건설, 건축, 제조, 에너지 발전 등과 관련된 산업 현장에서 사용되는 기술
		반도체 및 의료	반도체 및 의료 시설과 같이 고도의 클린 시설로 정밀 제어를 요하는 분야와 관련된 기술
		주거	주거, 소형 작업장, 실험실, 차량 내부 등 실내와 관련된 기술
	집진기술 외 대기오염 방지기술	미스트 제거기	미스트(mist), 오일 미스트 제거장치
		화재 · 긴급용 가스배출기	화재 · 긴급용 가스 배출장치
		집연기	연기(smoke), 흄(fume) 포집장치
		차량용 배기장치	차량용 배기장치로, 배기가스 정화 및 저감장치
대기오염 측정장치	대기질 모니터링 기술	대기오염 샘플러	대기오염 샘플러 및 샘플링 관련 장치
		풍속계	풍속/풍량계 및 대기환경 측정장치
		가스분석기 및 검출기	대기환경과 관련된 가스분석기 및 검출기
		입자계수기	대기환경과 관련된 입자계수기

(출처: KISTEP Issue Weekly 2018-02

○ (배출현황) 국내 뿐만 아니라 국외에서 유입된 오염물질도 우리나라 대기에 영향을 미침. 연구결과에 의하면 대기오염물질 중 30~50% 내외가 국외에서 유입된 것임

– (국내배출) 수도권에서는 경유차가, 전국적으로는 사업장이 1순위 배출원*

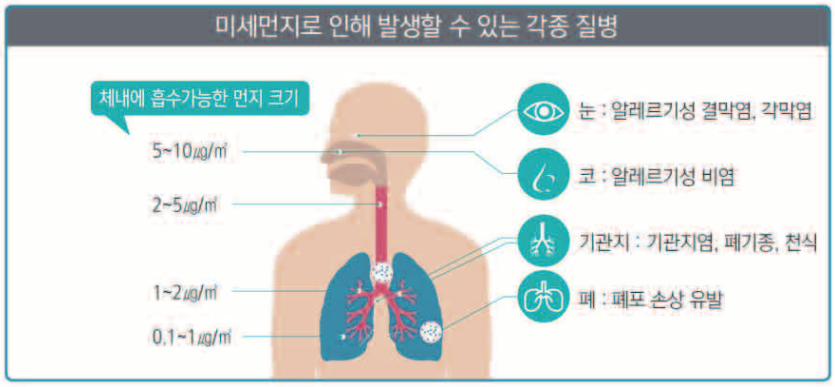
* 출처: 융합 weekly TIP, 융합연구정책센터, 2016

□ 기술 배경 및 필요성

○ (유해성) 입자가 미세하여 코점막을 통해 걸러지지 않고 흡입시 폐포까지 직접 침투하여 천식 · 폐질환 유병률 및 조기사망률을 증가시킴

– 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(IARC)는 미세먼지를 인간에게 암을 일으키는 것으로 확인된 1군(Group 1) 발암물질로 분류함(2013년 10월 기준)

〈그림2〉 미세먼지로 인해 발생할 수 있는 질병



(출처: 서울시 미세먼지정보센터)

○ (농작물 및 생태계 영향) 대기 중 이산화황(SO_2)이나 이산화질소(NO_2)은 산화반응에 의해 산성물질로 변화되고 산성비를 내리게 함. 이는 토양을 산성화, 황폐화, 식생 손상 등을 야기함

○ (산업활동 영향) 반도체 및 디스플레이 제조 불량률 증가, 자동화 설비 오작동, 여객선 운행 결항 등 산업 활동에 영향을 미치고, 손실을 야기함

○ (시장 확대) 미세먼지의 유해성 인식과 함께, 미세먼지 집진 및 측정 시스템 시장이 확대되고 있으며, 시장의 요구에 따라 기기의 소형화, 지능화, 저가격에 맞추어 기술 개발이 진행되고 있음

○ (정부 정책) 정부는 과학기술을 통해 미세먼지 문제에 대한 근본적 해결을 지원하기 위한 과학기술기반 미세먼지 대응 전략 을 발표함

– 2023년까지 사업장 초미세먼지 배출량을 절반으로 감축, 미세먼지 대응 신시장(국내 17조원, 해외 30조원) 창출을 목표로 함

○ 미세먼지 제거 및 저감 기술 등 미세먼지 관련 기술은 미세먼지 위기를 극복하고 새로운 가치 창출을 할 수 있는 중요 기술 분야이며, 이에 따라 관련기술 분야에 대한 이해를 도출 할 수 있는 기회 마련이 필요함

□ **보고서의 범위**

○ 본 보고서는 미세먼지 대응 기술(부처합동 「과학기술기반 미세먼지 대응 전략」, 2016) 미세먼지 배출저감(대분류)의 고정오염원 배출저감(중분류) 및 이동오염원 배출저감(중분류), 국민생활보호(대분류)의 미세먼지 노출저감(중분류) 기술의 정책 · 기술 · 산업(시장) 동향 등에 대해 보고서 범위를 한정함

○ 국내 · 외 미세먼지 정책동향

○ 국내 · 외 미세먼지 기술동향

○ 국내 · 외 미세먼지 산업(시장)동향

○ 국내 · 외 미세먼지 업체동향

2. 주요 내용

가. 국내 · 외 미세먼지 정책동향

□ **국내 미세먼지 정책동향**

○ 정부는 2016년 '미세먼지 대응 기술'의 개념 및 기술 분류 체계(대분류 3개, 중분류 10개, 세부기술 25개)를 정립함

– 과학기술을 기반으로 미세먼지의 근복적 문제 해결과 미세먼지의 위해성 해소를 중점으로 함

〈표3〉 미세먼지 대응 기술의 기술 분류 체계

대분류(3)	중분류(10)	세부기술(25)	기술 내용
현상규명 및 예측	원인규명 연구	생성 및 변환 규명	인위적 및 자연적 생성, 변환, 소멸 규명
		오염원 규명	미세먼지 오염원 규명 및 기여도 추정
	현상진단 및 측정 · 조사	배출원 조사	배출량 산정 및 배출특성, 배출계수 연구
		측정 · 분석 기술	측정자료 정확도/정밀도 향상을 위한 측정 · 분석 기술 개발
		상시 및 집중측정	실시간, 3차원, 집중 측정 등을 통한 감시 및 현상 진단
	대기질 모델링	미세먼지 예측 · 예보 · 진단 모델링	미세먼지 예보모델 정확도 향상 및 모델을 이용한 현상 규명 연구
		기후영향평가 모델링	미세먼지에 의한 기후영향평가 모델링
미세먼지 배출저감	고정오염원 배출저감	고정오염원 1차 배출 저감	사업장(대형, 중소형 및 직화구이, 숯가마 등) 1차 배출 미세먼지/초미세먼지 저감 기술
		고정오염원 2차 생성 저감	사업장(대형, 중소형 및 직화구이, 숯가마 등) 배출 전구물질(SO_x, NO_x, VOCs, NH_3 등) 저감
	도로 이동오염원 배출저감	차량 1차 배출 저감	차량 1차 배출 미세먼지/초미세먼지 저감 기술
		차량 2차 생성 저감	차량 배출 전구물질(SO_x, NO_x, VOCs, NH_3 등) 저감
	비도로 이동오염원 배출저감	선박배출 미세먼지 저감	선박배출 미세먼지 및 전구물질 저감 기술
		기타 비도로용 이동오염원 미세먼지 저감	건설 · 농기계, 항공 등 기타 이동오염원 미세먼지 및 전구물질 저감 기술
	비산먼지 저감	도로 비산먼지 저감	도로 (지하철도, 터널 등 특수 도로 포함) 발생 비산먼지 저감
		비도로 비산먼지 저감	건설현장 비산먼지 저감

대분류(3)	중분류(10)	세부기술(25)	기술 내용
국민생활 보호	건강영향 평가	독성 평가	미세먼지와 그 화학성분의 독성평가 기술
		인체노출 평가	미세먼지의 군집별 노출 정도 평가 기술
		인체위해성 역학	코호트 구축, 장기노출 추적조사 등 미세먼지에 의한 위해성 평가 기술
	미세먼지 노출저감 기술	실내 미세먼지 탐지	실내공기 미세먼지 중 유해성분 탐지 기술
		실내 공기 정화	청정공조, 청정환기, 청정주방배기 등 실내공기정화 기술
		실내 공기질 관리	주택, 대중교통, 다중이용시설 등 생활환경 실내공기질 관리 기술
		개인착용형 노출저감 기구	마스크, 개인휴대용 탐지 기구 등
	정책 및 정보 서비스	미세먼지 정보관리 및 서비스	미세먼지 농도, 위해성, 오염지도 등 통합정보관리 및 대국민 서비스
		과학기술 연구 결과의 정책 연계	R&D 결과를 정책/제도 개선에 반영하는 체계
		기술의 글로벌화	R&D 성과 수출 산업화 및 국제 대기환경 협력공동체 구축/운영

(출처: 부처합동 과학기술기반 미세먼지 대응 전략 발표)

○ 2017년 미세먼지 국가전략 프로젝트를 시작으로, 2018년 '미세먼지 범부처 프로젝트 2018 시행계획'을 확정하고 사업을 추진하고 있음

– 집진 · 저감 기술과 관련하여, 종전 대비 2배 이상의 성능을 가지는 고효율 저감 기술(집진 · 탈황 · 탈질)을 개발하고, 그간 간과되었던 응축성 미세먼지와 비산먼지 저감기술도 개발 예정임

– 화력발전소, 제철소 등 대 · 중소사업장 대상 비용효과적 저감기술을 개발하고 공동 실증을 통해 기술확산을 추진중임(사업장 미세먼지 저감을 위한 실증설비 제작에 20억원을 지원 예정임)

– 도로, 지하철, 건설현장 등 다양한 생활현장에서 발생하는 비산먼지 저감 기술을 개발을 추진하고 있음

– 미세먼지 노출저감 기술과 관련하여, 신소재 필터 및 핵심부품 개발을 추진함

□ 국외 미세먼지 정책동향

○ (미국) 일찍부터 자국의 환경을 반영한 대기 초미세먼지의 유기성분 생성수율 및 전구물질의 물질별 기여도 등을 파악하여 저감대책 수립에 활용

– 집중관측소 연구를 통하여 주요 오염원을 파악하고, 오염원별 저감 정책 수립함

– 2015년부터 개정된 PM2.5 기준으로 기준 초과 지역 설정, 기준을 초과한 지역에 한하여 SIP(State Implementation Plan)을 제출하도록 요구하고 있음

○ (일본) 정부 차원에서 친환경 자동차 보급, 매연저감장치 설치, 자동차 배출가스 규제, 연료품질 규제 등 국내와 유사한 정책을 시행중임

– 특히, 도쿄시는 2011년부터 배기가스와 미세먼지를 기존보다 75% 이상 줄이는 프로젝트에 돌입했으며, 수소자동차(연료전지차), 전기차, 하이브리드 차량을 확대하고 있음

○ (중국) 대기오염 수준이 가장 심각한 중국은 2014년부터 미세먼지 퇴치를 위해 1조 7000억 위안을 투입하기로 함. 핵심 사업으로 2020년까지 500만대의 전기차를 보급할 계획임

– 난징시의 경우, 2014년 '대기오염 예방규정'을 발표, 오염물 배출 기업에 대한 강제적인 단전, 단수를 진행하고 있음

○ (유럽) 대기오염에 대한 기존 법령을 현대화하고 주요 오염물질에 대한 집중적인 해결전략을 마련 중임

– 오염물질을 높게 배출하는 차량의 통행을 제한하는 LEZ(Low Emission Zone)를 설정해 운영하고 있으며, 영국, 스웨덴, 노르웨이 등 유럽 각국에서 대도시 위주로 시행중임

– 항만환경정책을 제정하여 친환경적 운송시스템 구축에 노력하고 있음

나. 국내 · 외 미세먼지 기술동향

□ 국내 미세먼지 기술동향

○ 국내 미세먼지 대응 기술 수준은 최고 기술 보유국 대비 평균 70.5%, 기술 격차 7.5년임
○ 대기업은 미세먼지 처리 소재 및 공정개발 기술 분야, 스크러버 분야, ICT 기반 대기오염물질 관리 분야 등 실적용을 위한 기술 확보가 이루어지고 있음
○ 학–연 등의 연구기관에는 물질별 제거 반응 원인 규명, 소재 원천기술 및 소재/공정 주요 핵심기술 분야에 집중하고 있음
○ 큰 먼지에서 작은 먼지로(TSP → PM10 → PM2.5)로 이동하기 때문에 기존 설비의 개선 및 집진기술 성능개선의 기술 확보가 요구되고 있음
○ 1차 배출(집진)과 2차 생성(탈질 · 탈황) 전구물질 제거에 초점이 맞추어져 있음
○ 미세먼지 관련 기술은 고정오염원 배출저감, 이동오염원 배출저감, 생활환경 노출저감 등 기술의 활용 방법에 따라 개발동향이 상이함

[고정오염원 배출저감]
○ 새로운 배출저감 기술을 개발하는 것 보다는, 기존의 공장설비에 설치가능하고 설치 공간을 최소화하면서도 미세먼지 배출을 획기적으로 줄일 수 있는 집진장치에 대한 기술개발이 이뤄지고 있음
○ (고온 배가스 필터) 연소 배가스 및 열교환 과정에서 배출되는 입자를 제거하기 위해 금속 및 세라믹 소재의 필터가 연구되고 있음
– 고온 · 고압에서 내구성, 화학적 안정성, 외충격 저항성 등을 만족할만한 소재개발에 집중하고 있음
○ (전기집진) 화력발전소, 대형보일러 사용시설 등 주요 대기 오염방지시설로 채택하고 있음. 최근 건식 전기집진 기술에 비해 미세먼지 및 SO_x, 암모니아 등 대기오염물질 제거 효율이 높은 습식 집진기술에 대한 수요가 높아지고 있음
– 집진기의 방전부 구조설계, 소형(컴팩트)화 설계, 자동세정 기능 등에 대한 연구가 지속되고 있음
○ (습식세정) 노즐 또는 분무기에서 분무된 액적과 입자상 먼지를 충돌시켜 포집 · 제거하는 방법으로, 상대적으로 좁은 공간에서 설치할 수 있으며, 적은 유량의 물로 미세먼지를 효과적으로 제거할 수 있는 장점이 있음
– 고압, 전하 조건에서 미세액적 분수가 가능한 노즐부 설계에 관한 연구가 이루어지고 있음
○ (하이브리드) 전기집진 후 여과집진이 이루어지는 구조로써 미세먼지 제거효율이 높음. 관련기술이 국내 적용은 물론 해외 수출되어 상용화되어 있음

[이동오염원 배출저감]
○ (유해가스 저감 촉매) 2차 생성 미세먼지의 저감을 위하여 공기 중 배출되는 유해가스를 촉매를 이용하여 선택적으로 제거할 수 있는 SCR(Selective Catalytic Reduction) 촉매연구가 활발함
– 최근 질소산화물 및 PM 동시 저감, 장치 소형화를 위해 DPF(Diesel Particulate Filter)와 SCR을 조합한 SDPF(SCR on DPF) 소재 개발이 활발함

[노출 저감]

○ (저감용 에어필터) 단순히 여과성능을 기본으로 한 유리섬유 필터 여과 매체에서 현재 저차압 성능의 동등이상 수준의 여과효율을 보이는 합성고분자 필터 여과매체로 대체가 이루어지고 있음

– 합성고분자 필터 여과지의 경우 멜트브로운 방식으로 제조하는 것이 대표적임

– 정전처리 기술을 융합시켜 여과 성능뿐 아니라 저차압 성능에 의한 에너지 절감, 인체 및 환경 무해성, 내구성 향상의 효과가 있음

○ (헤파필터 에어필터) 헤파필터는 0.3㎛ 입경의 입자를 99.97%이상 처리하는 것으로 전자 및 반도체 분야의 실내 공기청정기에 이용

– 유리섬유 미디어를 제작하는 기술은 외국의 몇몇 대기업만 보유하고 있으며 Lydall사와 H&Vtk 등이 시장에서 점유율이 높음

○ (중성능 필터) 폴리프로필렌 부직포 여재의 효율을 높이기 위해 정전처리를 한 에어필터를 제작하고 있음

– 일반적으로 코로나 방전 방식 등을 이용해 섬유에 정전기를 부여한 방식으로 제작하나, 상기 방식의 필터는 정전력이 대기 중에서 단시간 내에 방전되어 제 성능을 충분히 발휘하지 못한다는 단점이 있음

○ (미세먼지 발생 저감 제품) R&D 과제 중 미세먼지 등 대기오염물질 처리소재 및 공정 기술이 76% 수준으로 가장 많으며, 대기오염 발생 저감 제품에 대한 과제가 13% 수준으로 차지하고 있음

– 실내 · 외 환경에서 쾌적환 환경을 위한 오염물질 방출 저감 제품(주방가구, 친환경 건축자재, 친환경 신소재) 및 관련 제품 제조기술이 연구되고 있음

□ 국외 미세먼지 기술동향

○ 세계 수준의 미세먼지 저감 기술은 초미세먼지 규제가 강화된 미국과 일본을 중심으로 다양한 설비를 개발 중임

– 그러나 개발 기술이 산업설비의 배기후처리장치 개발에 집중되고 실내 초미세먼지 저감기술은 아직 미흡함 (국립환경과학원, 2015)

〈표4〉 국외 미세먼지 관련 기술개발 현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
TORNEX (일본)	100㎡급 전기식 공기정화장치 개발	공항 및 공공기관에 설치하여 운행 중에 있으며, 국내 공항 및 병원진출
Japan Vilene Company (일본)	Multi-nozzle Electrospinning Process 이용 나노섬유 대량생산공정 및 시스템 개발	필터 분야로의 파일롯 스케일 진행 중
3M (미국)	Filtrete TM 제품군 개발	자동차 및 대풍량 에어컨 등 다양한 곳에 적용 중
3M (미국)	초극세 meltblown 설비를 활용하여 고효율 마스크 및 승용차용 여재 및 module 개발	마스크, 고급 승용차용 상용제품 생산

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
Minnesota 대학 (미국)	나노 fiber 필터섬유 및 정전필터 연구	3M사 등 적용 중
Carl Frudenberg (독일)	코로나 방전 이용 2-layer 승용차 및 공기 청정용 여재 개발	고급 승용차용 제품 생산
Electrolux (스웨덴)	와이어 방전형 하전장치 및 비금속 집진장치 활용 전기 집진식의 공기정화장치 개발	20 ppb 이하의 저오존 발생 성능을 확보하여 상용화

(출처: BISTEP R&D Brief 2018-4)

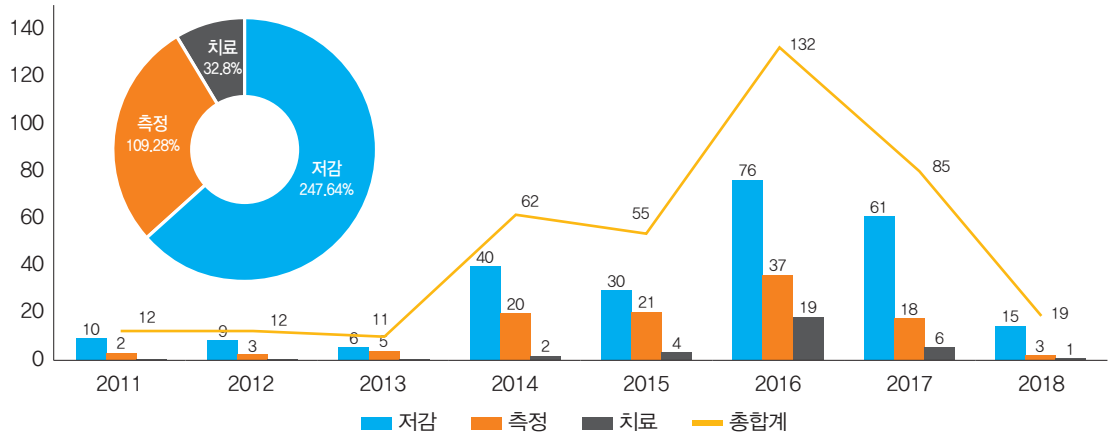
○ 미세먼지 배출저감 중 고정오염원 배출저감 분야에서 최근 5년간 주요 논문은 중국이 45%로 다수를 차지하고 있음
– 고정오염원 배출저감 기술과 관련하여 중국 외(미국 등) 시장 및 기술이 성숙기에 도달하여 전반적으로 감소 추세
– 중국은 국내와 마찬가지로 고효율화, 촉매 등 소재 개량을 위해 노력 중임
○ 국내 동향과 유사한 연구 외에도 관련 기술 선진국에서는 자연 환기용 투명창호형 필터 등의 미세먼지 처리와 관련 신소재 개발을 진행하고 있음

□ 특허분석을 통한 미세먼지 연구개발 동향

〈특허분석 개요〉
– 기술분야 : 미세먼지 “측정”, “저감”, “치료” 분야
– 대상특허 : 2011.01.~2018.11 국내특허 389건(유효데이터 구간 : 2011.01.~2016.12.)
– 사용DB 및 분석 : Kiwee(특허정보진흥센터)사용, 진흥원 기술팀 분석 수행

○ 미세먼지 관련 2011년 이후 국내특허동향을 살펴보면, 2011년부터 2016년까지 미세먼지 관련 출원이 지속적으로 증가하고 있고, 특히 미세먼지 저감관련 특허증가가 두드러짐
○ 미세먼지 농도가 2013년부터 다시 증가하면서 개선될 기미를 보이지 않고있어 미세먼지의 측정, 저감, 치료와 관련된 기술수요가 높아졌기 때문임
– 또한, 미세먼지(PM10) 뿐 아니라 지름이 2.5㎛ 이하인 초미세먼지(PM2.5)의 측정 및 기준이 마련되어 미세먼지 문제에 대한 대국민 인식이 증가함
○ 기술 분야별로 미세먼지 저감 관련 특허가 전체 64%로(247건)으로 가장 많이 차지하고 있고, 측정 28%(109건), 치료 8%(32건) 순으로 특허 비중이 높음
– 향후에도 미세먼지 저감 기술을 중심으로 미세먼지 관련 특허는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨

〈그림3〉 미세먼지 관련 국내특허동향



(출처: 과학기술일자리진흥원(자체분석))

□ 미세먼지 관련 주요 기업 및 연구기관

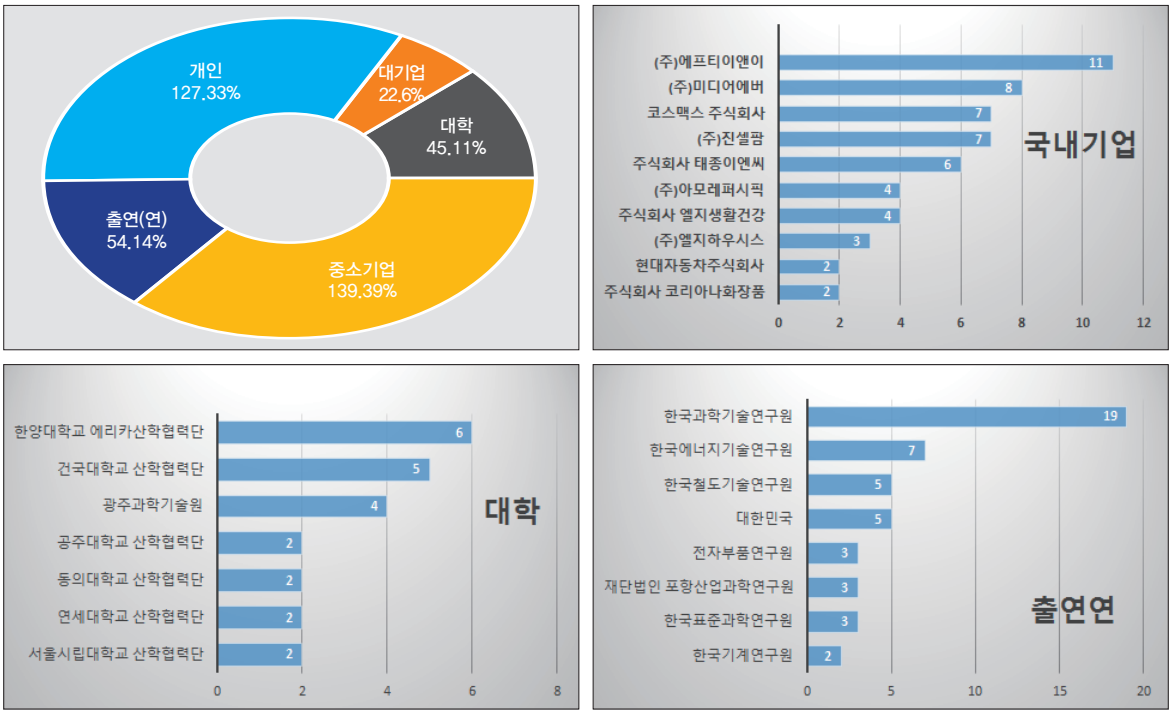
○ 2011년 이후 국내 주요 특허권자를 바탕으로 미세먼지 분야 주요기업 및 연구기관 동향을 살펴보면, 국내 중소기업이 전체 36%(139건)을 차지하고 있으며, 대기업 6%(22건), 대학 11%(45건), 출연연 14%(54건)으로 나타남

– 미세먼지 분야 개인 특허출원 건이 33%(127건)으로 높으나 대부분 1~2건씩 출원하였으며 미세먼지와 관련된 다양한 응용 특허들이 주를 이름

○ 미세먼지 분야 다출원 중소기업으로는 나노섬유 제조를 기반으로 필터, 마스크 등을 제조하는 ㈜에프티이앤이, 기능성 화장품 제조기업인 코스맥스(주) 등이 핵심기업으로 나타났으며, ㈜아모레퍼시픽, ㈜엘지생활건강 등 미세먼지와 관련된 안티폴루션(Anti-Pollution) 화장품 특허 출원이 활발함

○ 대학 및 출연(연)을 포함한 공공기관은 미세먼지 국가전략프로젝트 사업단을 운영하고 있는 한국과학기술연구원(배귀남 박사), 에너지기술연구원(박현설 박사), 광주과학기술원(박기홍 교수), 한양대(안강호 교수), 건국대(김조천 교수)등이 주요기관 및 연구자로 나타남

〈그림4〉 미세먼지 기술관련 주요 특허권자



(출처: 과학기술일자리진흥원(자체분석))

□ 분야별 미세먼지 관련 주요 기업/기관의 R&D방향

○ 2011년 이후 미세먼지 측정(모니터링), 저감, 치료 관련 분야별 기업, 대학 · 출연(연) 등 공공연구기관의 특허를 바탕으로 기업/기관의 주요 R&D 보유기술을 살펴보면 다음과 같음

[미세먼지 측정분야]

○ (대기업) 코웨이(주)에서는 2014년 자사의 공기청정기에 적용 가능한 미세먼지 분류장치를 개발하여 특허 출원한 바 있으며, 자동차 업계에서도 차량내 미세먼지 측정이 주요 이슈로 부각되는 바 현대차/기아차 공동으로 차량의 미세먼지 및 실내온도 동시 측정장치를 2015년 출원하였음

○ (중소기업) 광학식 검출장비 제조 전문기업인 ㈜미디어에버 에서는 미세먼지 및 부유 미생물 검출장치와 관련된 기술을 개발하고 자사 제품에 이를 적용하기 위한 특허권을 확보하였으며 그 외에도 ㈜아이씨디, ㈜마루이엔지 등 미세먼지 측정분야 진출을 위한 중소기업의 활발한 특허활동이 포착됨

○ (대학) 한양대(안강호 교수)에서는 미세먼지 측정장치 및 데이터 유효성 판단 등 미세먼지의 측정과 관련된 특허를 다수 출원하였으며, 광주과학기술원에서는 초미세먼지 피해저감 사업단(단장 박기홍 교수)에서 대기중 미세먼지 실시간 분석 시스템을 개발한 바 있음

○ (출연(연)) 한국과학기술연구원 미세먼지 국가전략 프로젝트 사업단(단장 배귀남 박사)을 중심으로 미세먼지 및 초미세먼지 측정 및 분석기술 분야에서 활발한 연구개발 및 특허 활동을 진행 중

[미세먼지 저감분야]

○ (대기업) ㈜엘지하우시스에서는 건축 시설물에 적용되는 미세먼지 필터망에 대한 연구개발을 통해 2016~2017년에 관련 특허를 출원하였으며, 현대자동차(주)에서도 차량용 미세먼지 자동 제거장치 등에 대한 연구개발을 진행

○ (중소기업) 나노섬유 웹 이용 필터 및 마스크를 제조하는 ㈜에프티이앤이에서 미세먼지 저감분야와 관련하여 중소기업 중 가장 많은 특허를 출원하였으며, 생산 공정에서 배출되는 VOCs 처리 전문기업은 ㈜태종이엔씨에서도 미세먼지 및 유해가스 처리시스템 등 공장에서 배출되는 각종 유해물질의 저감 및 포집과 관련된 기술개발 활동을 진행

○ (대학) 건국대학교(김조천 교수)에서는 미세먼지 저감을 위한 마스크, 포집시스템 등 다양한 어플리케이션의 특허를 출원하였으며, 그 외에도 충남대학교와 서울대학교는 공동으로 미세먼지 차단장치 관련 특허를 출원한 바 있음

○ (출연(연)) KIST 미세먼지 국가전략 프로젝트 사업단에서 출원 활동이 활발하게 진행되고 있으며 그 외에도 한국에너지기술연구원(박현설 박사)의 미세먼지 제거장치, 한국철도기술연구원(박덕신 박사)의 지하 환경에서의 미세먼지 집진차량 등 관련 특허를 출원함

[미세먼지 치료분야]

○ (대기업) 미세먼지 치료분야에서는 미세먼지와 관련된 기능성 화장품이 주를 이루고 있으며 ㈜엘지생활건강의 화장료 조성물, ㈜아모레퍼시픽의 피부회복 조성물 등이 출원된 바 있음

○ (중소기업) 코스맥스(주), ㈜코리아나화장품, ㈜진셀팜 등 중소기업도 화장품 및 피부미용 관련 기업이 관련 특허를 다수 출원하고 있으며 천연 추출물을 유효성분으로 하는 화장료 조성물이 주요 아이템임

□ 미세먼지 관련 산 · 학 · 연 공동연구 현황

○ 2011년 이후 미세먼지와 관련된 기술분야별 기업, 대학, 출연(연)들의 공동연구현황 및 관련기술을 살펴보면 다음과 같음

○ ㈜셀트리온, ㈜두레, 경희대학교 산학협력단은 산학 공동연구를 통해 “황사와 미세먼지에 의해 유발된 염증을 완화시키는 천연식물 추출물” 기술 개발을 진행함

○ ㈜켄텍과 한국표준과학연구원은 “중금속 시료 포집이 동시 가능한 미세먼지 자동 측정장치”를 개발함

○ 현대엔지니어링(주)와 ㈜그렉스전자는 대기업과 중소기업간 연구협력을 통해 “실내 미세먼지 농도 저감을 위한 주방용 급기 디퓨저 및 이를 이용한 주방환기 연동시스템”을 개발함

○ 코스맥스(주)와 서울대학교 산학협력단은“천연추출 혼합물을 유효성분으로 함유하는 미세먼지에 의한 피부자극 및 피부염증 완화 조성물”을 개발함

다. 국내 · 외 미세먼지 산업(시장)동향

□ 미세먼지 산업의 특징 및 구조

○ 미세먼지를 포함한 환경분야 산업은 자체 수급보다는 환경정책과 규제 등의 시장 외적 요소에 의해 수요가 창출되는 특징이 있음

○ 미세먼지 저감 · 관리 방법과 관련된 소재기술 뿐만 아니라 감지 · 측정 시스템으로 구성되어 기계, 전자, 화학 분야를 아우르는 종합적인 사업으로 기술집약적이고 고부가가치 산업임

○ 관련 사업군은 환경 가전 등 제조업, 저감 및 제거 서비스 업, 빅데이터 수집, 분석, 모니터링 등 서비스 업 등이 있음

– 공기청정기, 가습기, 마스크 등의 관련 산업이 지속적으로 성장하고 있으며, 사용자 편의성을 높이고 지능화, 복합화 되고 있음

○ 후방산업은 미세먼지 처리 소재 제조업, 검출을 위한 센서 산업이며, 전방산업은 저감 공정 설계를 포함한 시설 건설 산업 등임

□ 국내 미세먼지 시장동향

○ 국내 대기 관련 시장은 9%의 중견 · 대기업이 78%의 매출을 점유, 중소기업의 비중은 91%에 달하나, 업체당 평균 매출액이 30억원 주순에 불과하여 전반적으로 영세한 수준

○ 산업관련 집진기술 관련 기업으로는 POSCO, 대우조선, 우양이엔지, 현대제철, 한성더스트킹 등이 있으며, 중견기업 중 KC 코트렐, 포스코 ICT 등은 해외진출이 확대되고 있음

○ 공기청정기와 관련하여 국내 시장은 세계 시장보다 높은 성장율을 나타내고 있으나 기술의 국산률을 낮음. 관련 기업은 삼성전자, 유니셈, LG전자 등임

– 공기청정기의 경우 필터 등 2018년에 국내만 200만대 매출이 예상됨

– 황사마스크 등 마스크류는 2017년 기준, 700억 원대 시장규모를 나타내고 있고, 연간 30% 성장률을 보이고 있음

□ 국내 미세먼지 시장동향

○ 대기오염은 전 세계적으로 나타나고 있으나, 중국, 인도 등 신흥국의 높은 대기오염도의 영향으로 아시아 아프리카 지역을 중심으로 시장이 크게 성장할 것으로 전망됨

– 관련 시장으로 질소산화물 처리 분야가 41억 달러 수준으로 전체 시장의 36%를 차지하며, 전기집진 분야가 33억 달러 수준으로 두 번째로 큰 시장을 형성하고 있음(2015년 기준)

○ 집진기 시장의 경우 아시아 지역이 가장 큰 점유율을 차지하고 있으며, 개조설비뿐 아니라 신규 설비에 대해서도 가장 큰 시장이 될 것으로 예측됨

○ (미국) 대다수 도시에서도 가스배출과 공기오염 증가로 공기 질이 매우 나빠지고있어 공기청정기 수요가 늘어나고 있음

– 지속적으로 엄격해지고 있는 산업 시설이나 과학 실험실 규제를 준수하기 위한 대규모 공기 청정기에 대한 수요가 증가하고 있음. 반면, 가정집과 일반 기업들은 의무 규제가 없어 값싼 제품을 선호하며 전체 매출에서 차지하는 비중이 작음

– 생활 노출 저감과 관련하여, 미국의 공기청정기 시장은 2021년까지 연평균 2.5% 상승할 것으로 예측되며 총 36억 달러로 추정

○ (일본) 중국발 황사 및 미세먼지가 한국을 거쳐 일본에도 영향을 미치고 있음. 이외에도 봄철 꽃가루 알레르기 환자가 많아 공기 질에 대한 관심이 높은 상황

– 2011년 대기오염방지법을 시행한 이후 기업의 공해 방지 관리가 엄격해지고 있음. 기존 집진기 수요에 더불어 비제조업 및 가정용 수요가 더해져 일본 집진기 시장은 상승추세를 이어 갈 것으로 전망됨

– 신체에 밀착되는 마스크, 화장품 등과 건강에 직결되는 공기청정기와 같은 가전분야는 국산(일제) 선호 경향이 커 외국기업이 진출하기 쉽지 않음

– 생활 노출 저감과 관련하여 마스크, 공기청정기부터 미세먼지용 필터 장착 청소기, 스프레이, 유모차 커버, 공기질 측정기, 공기캔까지 다양한 품목이 유통되고 있음

○ (중국) 환경오염과 공기 질의 악화로 미세먼지가 심각해지고, 일반생활에 영향을 많이 끼치면서 수요가 크게 증가함

– 중국내 공업용 집진기 산업이 호황을 맞고 있고, 집진기 중 백필터가 시장 전체의 60%를 차지고 하고 있음

– 노출 저감과 관련하여, 현재 일본 도시바와 파나소닉은 중국에 생산라인이 진출할 정도로 중국의 공기청정기 시장이 방대해짐

– 중국신문망의 보도에 따르면 2030년 중국의 공기 청정기술 관련 시장이 20조 위안(약 3400조원)에 육박할 것으로 전망함

○ (유럽) 대기오염물질 배출허용 기준이 강화되고 있어 다수의 화력발전소가 폐쇠 문제를 직면하고 있음. 공기청정기 분야에 있어서 상대적으로 유럽의 공기청정기 보급률이 높아 성숙된 시장이 형성되어 있음

라. 국내 · 외 미세먼지 업체동향

□ 국내 미세먼지 업체동향

○ (KC코트렐) 배기가스처리설비 등 환경설비 사업, 환경서비스 사업을 진행하고 있음. 최근 중국에서 실증사업을 수주하여 미세먼지를 저감하는 대기 개선사업에 진출함

○ (포스코 ICT) 산업현장의 분진을 Micro pluse, 배기가스의 유해물질을 저온 플라즈마 공법으로 제거하는 기술을 보유함. 2015년 중국 시장에 진출하여 제철소, 발전소 등 대형 시설들로 사업을 확대하고 있음

○ (제이텍) 미세먼지 배출 · 저감을 위한 집진기술을 개발함. 이외 지식재산권과 환경신기술 인증 확보 등 자체 기술력을 확보함

○ (서울샤프중공업) 습식전기집진기를 이용한 탈황설비 시장의 95%를 점유함

○ 삼성전자, LG전자, 코웨이, 위닉스 등이 공기 청정기를 대표하는 기업이며, 에어워셔 방식을 채택하거나, 건조기, 의류 관리기 등 대형화, 고급화 되는 추세로 시장을 확대해 나가고 있음

〈표5〉 국내 미세먼지 업체 현황

중분류	주요제품	대기업	중소기업
고정오염원 및 이동오염원 배출저감	탈황 · 탈질 시스템, 집진시스템, 배기가스 처리설비 등	KC 코트렐, 포스코 ICT, 호남석유화학, 애경유화 등	제이텍, 상원기계, 진양공업, 태성환경연구소, 대양환경, ㈜두연테크, 청호아니스, 교원, 쏠레몸, 신영에어텍 등
노출저감	공기청정기 친환경 벽지/페인트, 자동차 시트 등	LG 전자, 삼성전자, 코웨이, 위닉스, LG하우시스, KCC, 한화케미칼, 한화 L&C, 삼화페인트 등	신광, 셀파산업, 뉴다안, 홈앤톤즈, 하우징콜, 심슨팀버, 덕신하우징, 세믹스 하우징, 조광페인트 등

(출처: 중소기업 전략기술로드맵 2016–2018 녹색제조(수정))

□ **국외 미세먼지 업체동향**

○ (Babcock & Wilcox Power Generation) 집진 장치 등의 공기오염 제어 시스템, 연속 배출 모니터링 시스템, 데이터 수집 및 처리시스템 등 대기 유해오염 물질 관련 제품 및 서비스 제공하고 있음. 서유럽 및 남아시아 지역의 질소산화물 처리 시장에서 강세임

○ (Alstom) 북미 및 유럽 지역의 질소산화물 처리 시장 및 인도, 호주, 남아시아 탈황설비 시장에서 강세임. 유럽 및 남아시아 지역에 지사를 두고 전기집진 시장을 공략하고 있음

○ (General Electric) 탈황설비 분야의 기술 및 시장 경쟁력을 확보하여 관련분야 시장의 21% 점유율을 차지하고 있음

○ (Mitsubishi) 오염물질 배출 감축 사업 솔루션을 제공하는 사업을 추진 중임. 전기집진 장치, 질소산화물 처리, 탈황설비 기술을 보유하고 있음. 남아시아 및 아시아-태평양 지역에서 강세임

○ (Marsulex Environmental Technologies) 배연탈황설비, 선택적 환원촉매, 미립자 제어 기술에 대한 장비 및 시스템을 제공하고 있으며, 북미 및 유럽 지역의 탈황설비 시장에서 강세임

○ (Dyson) 선풍기, 온풍기가 결합된 공기청정기를 스마트폰과 연동하여 사용할 수 있어 스마트폰으로 공기청정기 상태를 확인하고 조정할 수 있음. 최근 디자인을 중시한 가전 벤처기업(Balmuda, Cado 등) 중 하나임

○ (Benta) 초미세먼지를 제거하기 위하여 습식 에어워셔 방식을 채택하였지만 초미세먼지에 대한 처리 성능이 미약함. 유사 기업으로는 Air-O-Siwss등이 있음

○ (Siemens) 연구개발비의 50% 이상을 환경 및 기후보호에 사용하고 있으며, 전기기술을 이용한 에너지 기술 및 환경보호에 중점적인 투자를 추진하고 있음

3. 결론

□ 종합 및 시사점

○ 미세먼지는 지름 10㎛ 또는 지름 2.5㎛보다 작은 대기중 부유하는 입자로, 입자가 미세하여 흡입시 천식 등 폐질환 또는 암을 유발할 수 있어 인체에 유해한 물질임

○ 최근 전 세계적으로 미세먼지 농도가 높아지면서 농작물 및 생태계, 산업활동, 일상생활에 영향을 미치고 손실을 야기하고 있어 미세먼지를 제거하거나 저감하는 등의 기술 수요가 높아지고 있음

○ 국내 미세먼지는 수도권은 경유차가, 전국적으로는 사업장이 1순위 배출원으로 알려져 있으며, 국내 미세먼지의 30~50%는 국외에서 유입된 것으로 보고됨

○ 정부는 과학기술을 통해 미세먼지 문제에 대한 근본적 해결을 지원하기 위한 과학기술기반 미세먼지 대응 전략을 발표함

– 2023년까지 사업장 초미세먼지 배출량을 절반으로 감축, 미세먼지 대응 신시장(국내 17조원, 해외 30조원) 창출을 목표로 함

○ 미세먼지는 전 세계적으로 나타나고 있으나, 중국, 인도 등 신흥국의 높은 대기오염도의 영향으로 관련 지역의 시장 성장이 두드러질 것임

– 그러나, 관련 장치 주요 부품(소재) 및 기술이 거의 수입에 의존하고 국산률이 낮아 이를 극복할 수 있는 기술개발이 필요할 것임

○ (고정오염원 배출저감) 기존의 공장설비에 설치가능하고 설치 공간을 최소화하면서도 미세먼지 배출을 획기적으로 줄일 수 있는 집진 장치에 대한 기술개발이 필요함

– 이와 더불어, 현재 개발된 관련 연구 성과들을 활용하여 고효율 소재 및 장치 분야의 상업화 기반을 구축하고 산업 공정별로 필요한 적용 기술을 실증하는 단계가 요구될 것임

– 대기업과 달리, 중 · 소기업은 집진 · 저감 설비를 구비하지 못한 경우가 다수임. 이러한 중 · 소기업이 설치공간과 설치비용의 제약없이 활용할 수 있는 기술확보가 필요함. 그리고 지속적인 중 · 소기업에 실정에 맞는 규제와 모니터링을 위한 기반 마련이 필요할 것임

– 고정오염원 관리측면에서 그 동안 상대적으로 관리가 소홀했던 4, 5종 중 · 소 사업장을 대상으로 한 복합집진, 축사 미세먼지저감 등에 대한 저감기술 확보가 필요함

○ (이동오염원 배출저감) 미세먼지(PM10)에서 초미세먼지(PM2.5)의 1차 배출 및 2차 생성을 야기하는 전구물질 제거 기술로 연구개발 동향이 옮겨가고 있음

– 비도로이동오염원(항공기, 선박, 건설, 농기계)과 기타 오염원(지하철 미세먼지, 도심 비산먼지, 농업 배출 미세먼지) 및 2차 생성물질(암모니아)에 대한 기술 수요도 늘어나고 있음

– 암모니아를 저감하는 기술개발 및 모니터링 할 수 있는 기술이 추가로 요구될 것이라 전망됨. 또한 암모니아와 관련하여 농업분야에서의 미세먼지 관리가 요구될 수 있을 것임

○ (노출저감) 미세먼지 관련 기술이 산업설비 배기후처리장치 및 필터 제조기술 개발에 집중되어 있어, 실내 초미세먼지 저감 기술 및 미세먼지 예방기술은 기술개발이 미흡함. 이에 관련된 추가 연구개발이 필요할 것임

– 공기청정기, 가습기, 마스크 등의 관련 시장이 지속적으로 성장하고 있으며, 사용자 편의성을 높이고 지능화, 복합화 되고 있음

– 우수한 성능을 가지는 소재(장치) 및 독창적인 아이디어의 접목으로 세계시장의 선점 및 점유율 확대가 중요함

□ 참고문헌

○ BISTEP R&D Brief 2018–4, BISTEP, 2018
○ KISTEP Issue Weekly 2018–02(Vol.220), KISTEP, 2018
○ KISTI Market Report 공기청정기, KISTI, 2015
○ Kotra 해외시장뉴스(美, 미세먼지 영향으로 공기청정장비 수요 늘어), Kotra, 2017
○ 미세먼지 기술개발 로드맵(안), 과기부 등, 2018
○ 미세먼지 범부처 프로젝트 2018 시행계획 수립, 과기부 등, 2018
○ 미세먼지 저감 소재 심층분석보고서, NNPC, 2018
○ 미세먼지관리종합대책(2018) 주요내용과 방향, KEI, 2018
○ 바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까, 환경부, 2016
○ 부처합동 과학기술기반 미세먼지 대응 전략 발표, 과기부 등, 2016
○ 융합 Weekly TIP vol.25,융합연구정책센터, 2016
○ 일본 공기청정기 시장동향, kotra, 2018
○ 중소기업 기술로드맵 2018–2020 스마트가전, 중소벤처부, 2017
○ 중소기업 기술로드맵 2018–2020 안전, 중소벤처부, 2017
○ 중소기업 전략기술로드맵 2016–2018 녹색제조, 중소기업청 등, 2015

본 보고서는 미세먼지 관련 기술 및 시장 정보를 제공하는데 목적이 있습니다. 본 내용은 작성자의 개인적인 의견이며, 과학기술일자리진흥원의 공식적인 견해가 아님을 알려드립니다. 본 책자의 내용에 대한 무단 전재 및 복제를 금하며, 내용을 인용할 시에는 반드시 출처를 표기해야 합니다.

과학기술일자리진흥원
Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes

(06752) 서울특별시 서초구 바우뫼로27길 2(양재동 60) 1층
과학기술일자리진흥원 유망기술발굴팀
작성자 : 하수진 연구원, 이현규 선임연구원
전화 : 02–736–9047 팩스 : 02–736–9799