

2014년 기계산업이 주목해야 할 트렌드 분석과 시사점

한국기계연구원 전략연구실

- ❶ 서론
- ❷ 주요 트렌드 별 분석
 - ❶ 지속가능 성장의 갈림길
 - ❷ ICT 융합의 재부상
 - ❸ 신소재의 본격 상용화
 - ❹ 에너지 패권 다툼의 본격화

2014년 기계산업이 주목해야 할 트렌드 분석과 시사점

한국기계연구원 전략연구실

- ❶ 서론 / 1
- ❷ 주요 트렌드 별 분석 / 7
 - ❶ 지속가능 성장의 갈림길 / 7
 - ❷ ICT 융합의 재부상 / 25
 - ❸ 신소재의 본격 상용화 / 44
 - ❹ 에너지 패권 다툼의 본격화 / 68

1. 서론

- 한국기계연구원 전략연구실은 2011년부터 경제·산업·과학기술 분야의 논의를 종합하여 연도별 트렌드 및 이슈를 조망
 - (2011년) 경제성장과 사회발전의 공진화의 관점에서 경제·사회 등 전 분야를 망라하는 트렌드 및 이슈를 도출
 - (2012년) 저성장 시대 도래 등 경제 불확실성이 부각되면서 산업·과학기술 트렌드 분석에 집중
 - (2013년) 저성장 '장기화·고착화'에 대한 기계산업의 대응방안 모색의 관점에서 거시경제·정책 및 산업·비즈니스 트렌드 도출
 - 보편적인 트렌드 분석에서 기계산업에 중요한 영향을 미치는 트렌드에 대한 상세 분석 및 대응방안 모색으로 진화·발전
 - 2011년 이후 신흥국 심층 공략, 선진국發 정책 리스크, 중국의 부상 등이 중요 트렌드로 부각
 - 성장동력 발굴의 경우 2013년 이후 저성장 맥락 하에서 경영 역량 강화, 생태계·플랫폼 구축, 제조업의 서비스화 및 리쇼어링 등으로 세분화



주) 유사한 트렌드이거나, 유사 트렌드가 세분화/조정된 경우에 대해 음영 표시

<그림 1> 2011년 ~ 2013년 한국기계연구원 전략연구실이 조망한 주요 트렌드 추이¹⁾

1) 박기호 외(2011), 기계기술정책 45호, 박기호 외(2012), 기계기술정책 56호, 박기호 외(2013), 기계기술정책 69호 참고

- 2014년은 세계·우리나라 경제가 저성장을 벗어나는 원년이 될 것으로 전망되며, 기계산업 또한 성장 잠재력을 복원하기 위한 노력을 경주할 필요
- 2014년 세계경제는 3.0%~3.7% 성장할 것으로 기대되며, 이는 2013년 대비 0.1%p~1.2%p 증가한 수치
- 2014년 우리나라 경제 또한 3.2~4.0%의 완만한 성장을 기록할 것으로 기대되며, 대체적으로 세계경제 성장률을 상회할 전망

<표 1> 주요 기관 별 2014년 세계 및 우리나라 경제성장률 전망치²⁾

기관명	2013년			2014년		
	국내	세계	비고	국내	세계	비고
한국은행	2.8%	2.9%	국내 < 세계	3.8%	3.6%	국내 > 세계
세계은행(World Bank)					3.2%	
IMF				3.7%	3.7%	국내 = 세계
SC은행				3.8%	3.5%	국내 > 세계
대외경제정책연구원					3.6%	
현대경제연구원				3.8%		
OECD				3.8%	3.6%	국내 > 세계
LG경제연구원				3.7%	3.5%	국내 > 세계
아시아개발은행(ADB)				3.5%		
KDI				3.7%		
UN DESA				3.5%	3.0%	국내 > 세계

주) 2013년 우리나라 경제성장률은 한국은행 발표치, 세계 경제성장률은 IMF 자료를 인용

- 기계산업 또한 최근 3년 간 연간 생산·수출 증가율이 꾸준히 하락하고 있어 지속가능성장을 위한 고민과 노력이 필요한 시점³⁾
- 생산 증가율 추이 : 13.3%('10~'11) → 4.1%('11~'12) → 3.6%('12~'13)
- 수출 증가율 추이 : 26.9%('10~'11) → 4.6%('11~'12) → -3.2%('12.10~'13.10)

<표 2> 기계산업의 지속가능성장을 위해 극복해야할 주요 과제(예시)

구분	주요 현황
엔저 현상에 따른 수출 감소	<ul style="list-style-type: none"> 자동차와 함께 기계산업은 엔저 현상으로 인한 수출 타격이 가장 큰 업종
세계시장 점유율 1위 품목수	<ul style="list-style-type: none"> 2006년 SITC(7247) '상업용 세탁기' 이후 추가 점유율 1위 품목 전무(2011년 기준)
중국 경기 침체와 경쟁 격화에 따른 수출 감소	<ul style="list-style-type: none"> 중국 경기 침체에 따라 對中 수출 감소 및 증가세 둔화 ECFA 효과에 따른 대만기계산업의 중국 내 경쟁력 강화

2) 각 기관별 전망치 참고하여 한국기계연구원 전략연구실 재구성

3) 생산 및 수출 증가율 추이는 광기호 외(2013), 기계기술정책 73호 및 무역협회 통계, MTI 71, 72, 75, 79 기준으로 산출

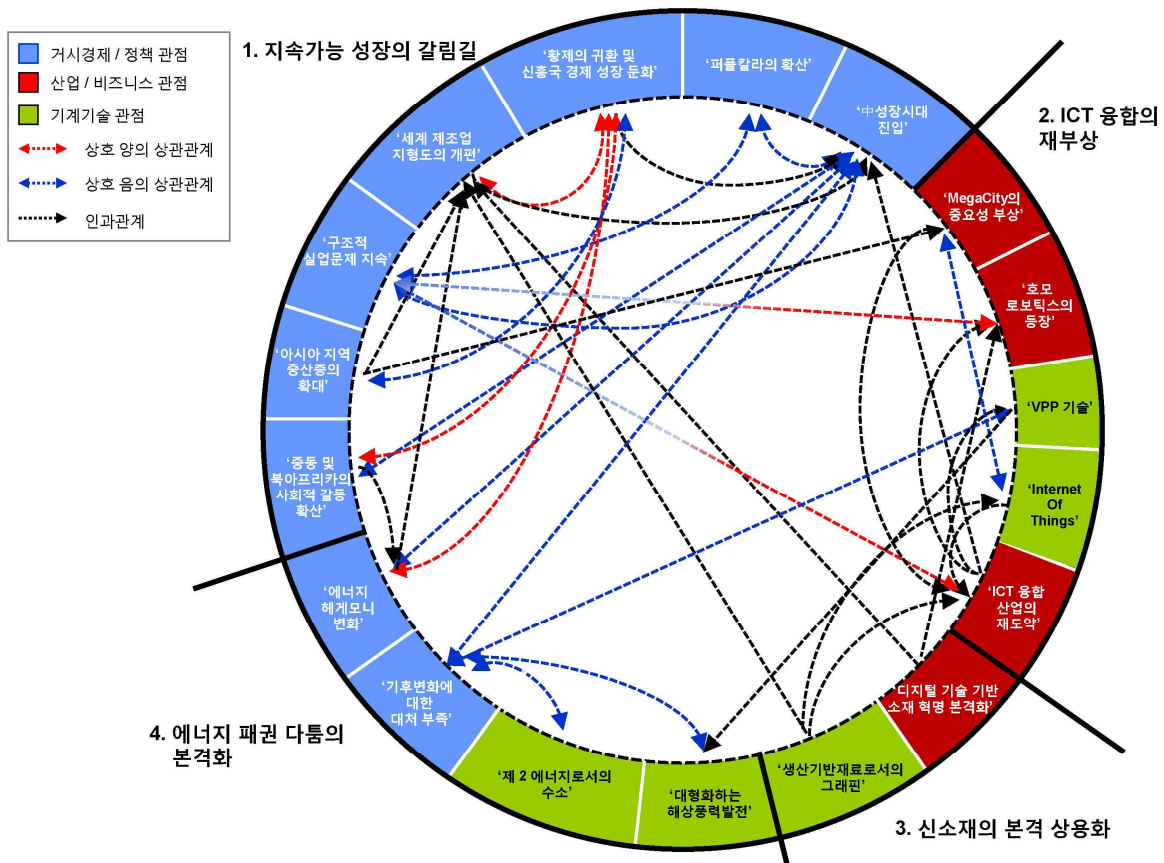
□ 기계산업의 성장 잠재력 복원의 관점에서 거시경제·정책, 산업·비즈니스 및 과학기술 분야의 트렌드 도출

○ (트렌드 도출 방법) 경제연구소, WEF 및 미쓰이물산 전략연구소의 트렌드 분석 결과 중 기계산업에 대한 파급력이 크고, 지속적인 트렌드 선정

<표 3> 주요 기관 별 2014년 주요 트렌드와 기계산업 트렌드 반영 여부

보고서	트렌드		반영 여부
HRI, 2014년 국내 10대 트렌드	거시경제	• 중성장시대로의 진입	○
		• 스마트 소비의 확산	
		• 주택시장의 바이플레이션	
		• 디레버리징 필요성 증대	
		• 퍼플칼라의 확산	○
	산업·경영	• 제조업 한류의 개막	
		• 서비스업 명품화 원년	
		• ICT 융합산업의 재도약	○
	사회·남북	• 위로가 필요한 사회	
		• 남북경협 3.0 시대의 모색	
HRI, 2014년 글로벌 10대 트렌드	정치·외교	• 글로벌 거버넌스의 위기	
	경제	• 황제의 귀환	○
		• 그레이 스완 등장 우려	○
		• 에너지 헤게모니 변화	○
	산업·경영	• 디지털 기술 기반 소재 혁명 본격화	○
		• 세계 제조업 지형도의 개편	○
	과학기술	• 클라우드 네트워크 본격화	
		• 호모 로보틱스의 등장	○
	사회·문화	• 오투커의 진화	
		• 초국적 인류의 출현	
WEF, Top 10 Trends 2014		• 중동 및 북아프리카의 사회적 갈등 확산	○
		• 소득 불평등의 확대	
		• 구조적 실업문제 지속	○
		• 사이버 범죄의 증가	
		• 기후변화에 대한 대처 부족	○
		• 경제정책에 대한 신뢰 감소	
		• 리더십 가치의 부재	
		• 아이아 지역 중산층의 확대	○
		• 메가시티의 중요성 부각	○
		• 온라인 상 신뢰할 수 없는 정보의 급속한 확산	
일본 미쓰이물산, 2014년에 주목되는 혁신기술		• 제 2에너지로서의 수소	○
		• 대형화하는 해상풍력발전	○
		• VPP(Virtual Power Plant) 기술	○
		• Internet of Things	○
		• 생산기반재료로서의 그래핀	○

- (트렌드 도출 결과) 경제연구소, WEF 및 미쓰이물산 전략연구소의 트렌드 분석 결과 중 기계산업에 대한 파급력이 크고, 지속적인 트렌드 선정
 - 거시경제·정책, 과학기술 측면 트렌드는 ‘지속가능 성장의 갈림길’, ‘에너지 패권 다툼의 본격화’가 선정
 - * ‘지속가능 성장의 갈림길’에 세부 트렌드가 가장 많이 포함되었으며, 그 중 <세계 제조업 지형도의 개편>은 2013년 트렌드 ‘제조업의 재조명 : 리쇼어링 및 서비스화’에도 포함⁴⁾
 - 산업·비즈니스, 과학기술 측면 트렌드는 ‘ICT 융합의 재부상’, ‘신소재의 본격 상용화’가 선정
 - * ‘ICT 융합의 재부상’에는 MegaCity, 호모로보틱스, VPP 등 다양한 응용사례가 포함
 - 미쓰이물산이 제시한 2014년 혁신기술은 ‘ICT 융합의 재부상’, ‘신소재의 본격 상용화’, ‘에너지 패권 다툼의 본격화’ 등의 트렌드와 부합

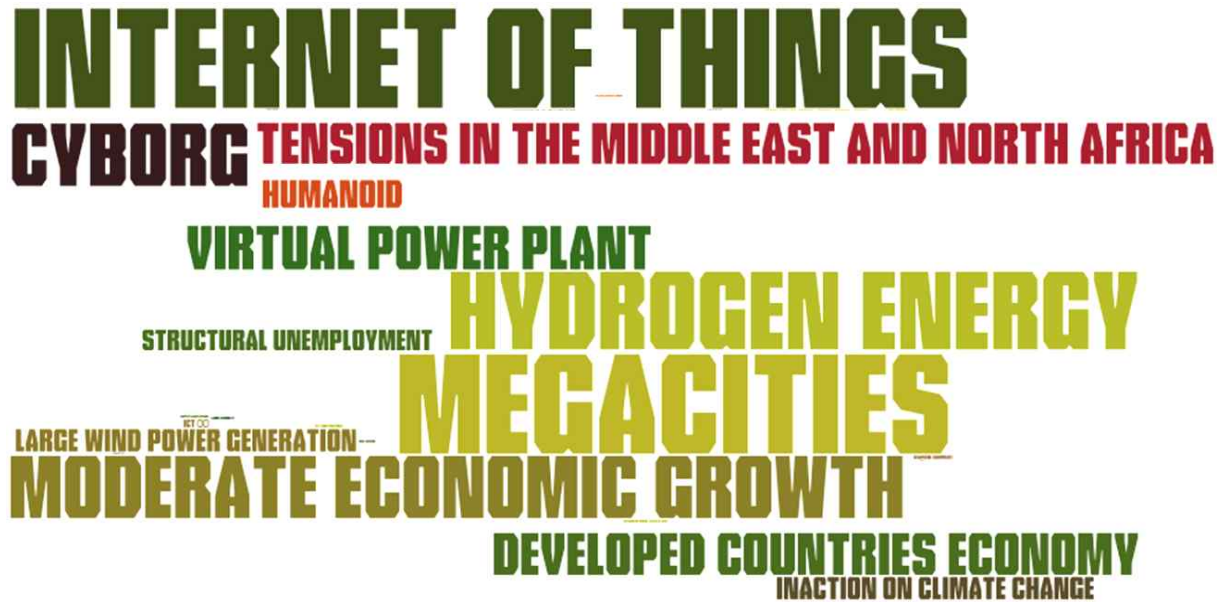


<그림 2> 성장 잠재력을 복원하기 위한 2014년 기계산업 4대 트렌드 및 트렌드 간 상호관련성

4) 박기호 외(2013), 기계기술정책 69호 '2013년 기계산업이 주목해야 할 6대 트렌드 분석과 시사점' 참고

- (트렌드 간 관계) 양(+의 상관관계, 음(-의 상관관계 및 인과관계로 나누어 살펴보고, 기계산업에 대한 영향력 파악 및 대응방안 수립에 활용
 - (양의 상관관계 1) 선진국의 경제 회복을 의미하는 ‘황제의 귀환 및 신흥국 성장 둔화’는 脫중국에 따른 ‘세계 제조업 지형도의 개편’^{**}과 동조화
 - * 미국, 유로존, 일본 등 선진국은 경기부양 정책 효과, 자산가격 상승, 소비경기 회복에 힘입어 경제 회복세를 보이며 글로벌 경제 주도권을 회복할 전망
 - ** 기존 중국 중심의 세계 제조업은 포스트 차이나 국가들의 대두 및 선진국들의 제조업 부흥 정책 추진(Reshoring)에 의해 개편 될 전망
 - (양의 상관관계 2) 미국發 셰일가스 붐에 따른 ‘에너지 헤게모니 변화’는 중동 등 ‘산유·신흥국의 경제성장의 둔화’와 양의 상관관계
 - (음의 상관관계 1) ‘구조적 실업문제 지속’은 해결 방안으로 제시 가능한 ‘퍼플칼라의 확산’과 음의 상관관계 형성
 - (음의 상관관계 2) ‘기후 변화에 대한 대처 부족’을 해결하기 위한 기술로 ‘제 2에너지로서의 수소’, ‘대형화하는 풍력발전’ 및 ‘VPP 기술’ 제시 가능
 - (양·음의 상관관계) ‘구조적 실업문제 지속’과 ‘호모 로보틱스의 등장’ 및 ‘ICT융합 산업의 재도약’ 간에는 양과 음의 상관관계가 혼재
 - * ‘호모 로보틱스의 등장’, ‘ICT융합 산업의 재도약’과 같은 신산업은 고용 창출 및 자동화로 인한 고용 감소를 동시에 유발할 가능성이 있다고 판단
 - (인과관계 1) ‘중동 및 북아프리카의 사회적 갈등 확산’은 원유 생산량 감소 등으로 이어질 경우 ‘에너지 헤게모니 변화’를 촉발 시킬 전망
 - (인과관계 2) ‘디지털 소재 혁명 본격화’ 및 ‘생산기반재료로서의 그래핀’은 소재 혁명을 통한 ‘세계 제조업 지형도의 개편’을 가속화할 전망
 - 각 트렌드 간 관계 파악을 통해 파급효과를 고려한 대응방안 수립 및 대응방안의 우선순위 정립에 활용
 - * 트렌드 간 관계는 인과관계(16개)와 음의 상관관계(10개)가 가장 많은 것으로 나타났으며, 양의 상관관계(3개), 양의 상관관계 및 음의 상관관계 혼재(2개) 순
- (트렌드 별 분석) 각 트렌드의 전반적인 현황에 대해 살펴본 후, 트렌드가 기계산업에 미치는 영향 및 대응방안을 수립하는 방식으로 구성

- (Tag Cloud) 각 트렌드의 세부 트렌드를 영어로 변환한 키워드를 Wordle(Tag Cloud 전문 페이지)를 이용하여 시각적으로 표현
- 키워드의 크기가 클수록 구글 검색에서 검색 결과 수가 많음을 의미
- 키워드 표시 위치는 웹 페이지 전체로 설정하되 해당 키워드를 정확하게 포함하는 것에 한해 분석



<그림 3> 세부 트렌드 별 키워드의 검색 빈도 분포 및 비교

<표 4> 세부 트렌드 별 한글 및 영어 키워드

트렌드명	세부 트렌드 한글 키워드	영어 키워드
1. 지속가능 성장의 갈림길	중성장시대진입	Moderate Economic Growth
	퍼플칼라의확산	Labor Flexibility
	황제의 귀환 및 신흥국 경제성장 둔화	Developed Countries Economy
	세계제 조업지형도의개편	Supply Chain Reform
	구조적실업문제지속	Structural Unemployment
	아시아지역중산층의확대	Expanding middle class in Asia
	중동및북아프리카의사회적갈등확산	Tensions in the Middle East and North Africa
2. ICT 융합의 재부상	ICT융합산업의재도약	ICT Convergence, ICT 융합, ICT Fusion
	사물인터넷	Internet of Things
	VPP기술	Virtual Power Plant
	호모로보틱스의등장	Humanoid, Cyborg
	메가시티의중요성부각	Megacities, Mega regions
3. 신소재의 본격 상용화	생산 재료로서의 그래핀	Graphene for Manufacturing, Graphene Composite
	디지털기술기반소재혁명본격화	Materials Revolution
4. 화석에너지와 신재생에너지의 공존	에너지헤게모니변화	Energy Hegemony
	기후변화에대한다처부족	Inaction on Climate Change
	제2에너지로서의수소	Hydrogen Energy
	대형화하는해상풍력발전	Large Wind Power Generation

2. 주요 트렌드 별 분석

① 지속가능 성장의 갈림길

[트렌드]

□ 2014년은 선진국 경제 성장 회복과 글로벌 경제 주도권 수복의 원년

- (미국) 2013년 3~4분기 GDP 성장률은 2011년 4분기 이후 가장 높은 성장세를 기록하였으며, IMF 또한 2014년 성장률을 2.8%로 상향 조정

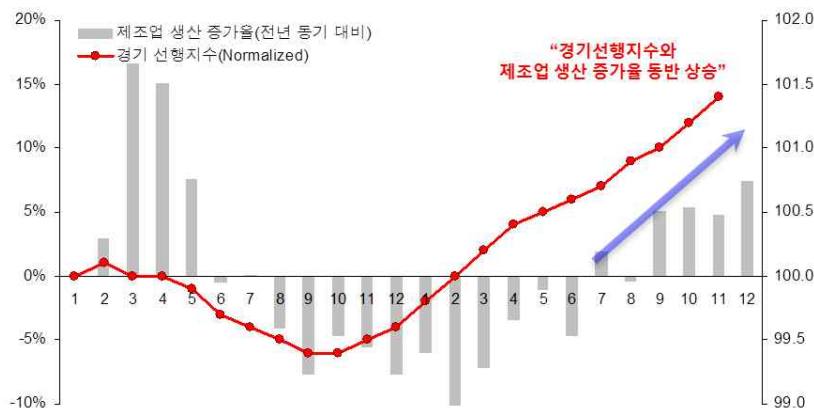
* 오바마 대통령, “2014년은 미국 경제에 도약을 이루는 한 해”, 2014년 연두교서



<그림 4> 미국의 분기별 경제성장률 추이(전년동기 대비, 2008~2013)⁵⁾

- (일본) 엔저 정책에 따른 수출 가격 및 원가 경쟁력 향상으로 제조업 생산 증가율과 경기 선행 지수가 지속 상승 추세

* 미즈호종합연구소, “2014년은 일본이 ‘잃어버린 20년’을 탈피하고 성장세 전환을 노리는 해”



<그림 5> 일본의 제조업 생산 증가율(전년동기 대비)과 경기 선행지수 추이(2012~2013)⁶⁾

5) US Bureau Of Economic Analysis

6) OECD Composite Leading Indicators, METI Manufacturing Production Increase Rate(YoY)

- (유럽) 서유럽을 중심으로 2012년 이후 지속되던 마이너스 성장의 종료기 기대되며, 2014년 이후 연평균 1.5%의 성장이 예상

<표 5> 유로존 국가별 경제성장률 추이 및 전망⁷⁾

국가	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
유로존	1.5%	-0.6%	-0.4%	1.0%	1.4%	1.5%	1.6%	1.6%
독일	3.4%	0.9%	0.5%	1.4%	1.4%	1.3%	1.3%	1.2%
프랑스	2.0%	0.0%	0.2%	1.0%	1.5%	1.7%	1.8%	1.9%
이태리	0.4%	-2.4%	-1.8%	0.7%	1.1%	1.4%	1.4%	1.2%
스페인	0.1%	-1.6%	-1.3%	0.2%	0.5%	0.7%	0.9%	1.2%
네덜란드	0.9%	-1.2%	-1.3%	0.3%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%
오스트리아	2.8%	0.9%	0.4%	1.6%	1.8%	1.7%	1.5%	1.4%
벨기에	1.8%	-0.3%	0.1%	1.0%	1.3%	1.4%	1.5%	1.6%

- 신흥국은 중국의 경기 둔화, 선진국 양적완화 축소, 정치적 불안 문제가 겹치며 경제 성장 둔화 및 통화 가치 폭락, 구조적 실업 등의 문제에 직면
 - 중국의 경제성장률은 2012년 이후 지속적으로 8% 이하를 기록할 전망이다, 이에 따라 신흥국의 對中 수출 의존 현상 문제가 점차 가시화
 - 2014년 1월 중국 구매관리자지수(PMI)는 50.5로 최근 6개월 이래 최저치 기록⁸⁾
 - * 대기업 PMI 51.4(전월 대비 0.6포인트↓), 중소기업 PMI 47.1(전월 대비 0.6포인트↓)
 - 신흥국 중 인도네시아, 인도, 브라질, 남아공, 러시아 등 對中 원자재 수출 의존도가 높은 국가일수록 심각한 문제에 봉착
 - 미국 FED는 1월 30일 연방공개시장위원회(FOMC) 회의를 통해 2014년 2월 이후 양적완화 규모를 월 650억 달러로 축소 결정(테이퍼링)
 - FED의 양적완화 축소에 따라 2014년 1월에만 120억 달러의 외국인 투자 자금이 신흥국에서 순유출
 - * 2013년 연간 순유출 규모인 150억 달러에 육박⁹⁾
 - 선진국의 통화부양 정책이 중단될 경우 신흥국으로 유입되는 자금이 최대 80% 감소할 수 있으며, GDP 성장률은 0.6%p 하락 가능¹⁰⁾
 - * 파인셀타임즈가 꼽은 금융위기 8개국 : 남아공, 터키, 브라질, 인도, 인도네시아, 헝가리, 칠레, 폴란드

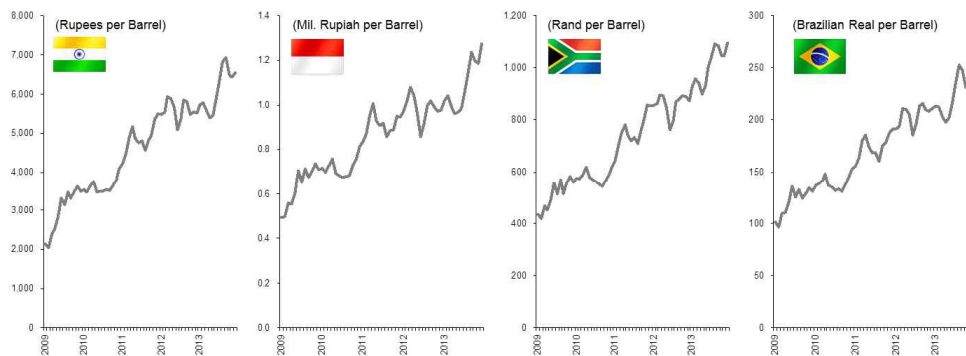
7) IMF(2013) 'World Economic Outlook' database

8) 중국국가통계국 발표 기준

9) 헤럴드 경제, <외인 투자금 울들어 120억달러 썰물...弗' 난 신흥국>, 2014년 2월 3일자 기사

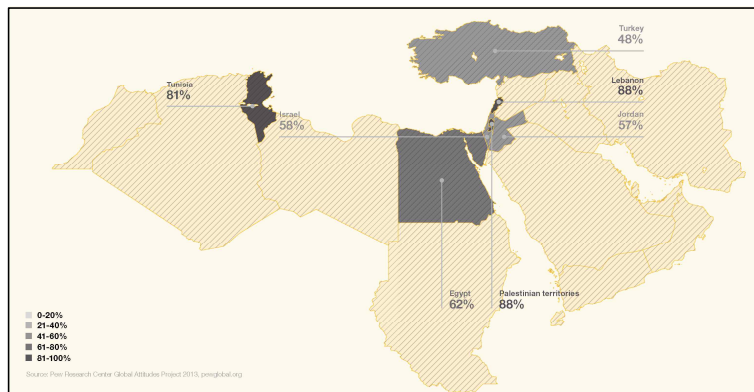
10) Financial Times, <World Bank warns of capital flow risk to emerging markets>, Jan. 15, 2014

- 외국인 투자 자금의 급격한 유출에 따른 통화 가치 급락은 원유 수입 가격 상승에 따른 신흥국 물가 상승 및 무역 경쟁력 약화로 전이 조짐
- 인도 원유 수입량은 2013년 380만 bpd로 2009년에 비해 30% 급증한 반면, 환율은 2009년 47.4루피/달러에서 2014년 2월 63루피/달러까지 하락¹¹⁾
- 인도 루피화, 인도네시아 루피아화, 남아공 란트화, 브라질 헤알화 기준 브렌트유 가격은 사상 최고가를 지속 경신



<그림 6> 해당국 통화 기준 브렌트유 수입 가격 추이(2009~2013)¹²⁾

- 중동·북아프리카의 사회적 갈등이 완전히 해소되지 않은 상황에서 '경제 성장 둔화 → 정치적 불안 → 산유량 감소 → 경제 성장 둔화'의 악순환 조성 우려
- '아랍의 봄'의 진원지인 튀니지를 비롯한 중동과 북아프리카 지역은 민주정부 전복, 무정부 상태, 내전, 높은 실업률로 정치적 불안 지속
- 경제 상황이 악화될 경우 정권 교체 등을 요구하는 중산층의 목소리가 커질 수 있으며, 이 경우 기존 권력과 충돌이 불가피



<그림 7> 중동 및 북아프리카 지역의 정치적 상황에 대한 자국민 불만 비중¹³⁾

11) BP(2013) 'Statistical Review of World Energy 2013', 우리은행 외환센터 기간별 평균 환율 자료 참고

12) Indexmundi.com 자료 참고하여 재구성

13) WEF, Top 10 Trends 2014, 2014

- 정치·사회적 혼란이 극심했던 이라크, 리비아, 이란은 산유량마저 감소하며 매우 낮은 경제 성장 기록



<그림 8> 이란, 이라크, 리비아의 산유량(b/d) 및 경제성장률 추이¹⁴⁾

- 경제 성장 둔화에 따라 중동·북아프리카의 높은 실업률이 고착화되는 구조적 실업 문제로 악화 우려

* WEF의 설문조사에서도 중동·북아프리카, 사하라 이남 국가들의 구조적 실업 문제해결이 가장 시급한 것으로 인식¹⁵⁾

<표 6> 중동 및 북아프리카 역내 국가별 실업률 추이¹⁶⁾

지역	국가	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
중동	이란	10.5	10.4	11.9	13.5	12.3	12.5	13.4	14.7	15.5
	사우디	11.2	10.0	10.5	10.0	12.4	-	-	-	-
	쿠웨이트	1.7	1.7	1.6	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	요르단	13.1	12.7	12.9	12.5	12.9	12.2	12.2	12.2	12.2
북아프리카	알제리	13.8	11.3	10.2	10.0	10.0	9.7	9.3	9.0	8.6
	이집트	9.2	8.7	9.4	9.2	12.1	12.3	13.6	14.3	14.0
	모로코	9.8	9.6	9.1	9.1	8.9	8.8	8.7	8.6	8.5
	튀니지	12.4	12.4	13.3	13.0	13.0	18.9	16.7	16.0	15.0
	수단	16.8	16.0	14.9	13.7	12.0	10.8	9.6	8.4	8.0
아시아	한국	3.3	3.2	3.7	3.7	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3
	일본	3.8	4.0	5.1	5.1	4.6	4.4	4.1	4.1	4.1
	중국	4.0	4.2	4.3	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
동남아시아	베트남	4.6	4.7	4.6	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	인도네시아	9.1	8.4	7.9	7.1	6.6	6.2	6.1	6.0	5.5
	필리핀	7.3	7.4	7.5	7.3	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
미국		4.6	5.8	9.3	9.6	8.9	8.1	7.7	7.5	6.9
유로존		7.6	7.6	9.6	10.1	10.2	11.4	12.3	12.3	11.9
	독일	8.8	7.6	7.7	7.1	6.0	5.5	5.7	5.6	5.6
	그리스	8.3	7.7	9.4	12.5	17.5	24.2	27.0	26.0	24.0
	폴란드	9.6	7.1	8.2	9.6	9.6	10.3	11.0	11.0	10.3
중남미	브라질	9.3	7.9	8.1	6.7	6.0	5.5	6.0	6.5	6.5
	멕시코	3.7	4.0	5.5	5.4	5.2	4.8	4.8	4.5	4.5

14) IMF(2013) 'World Economic Outlook' database 및 BP(2013) 'Statistical Review of World Energy 2013', 2013년 산유량 (b/d)는 10월~11월 산유량 평균치(아시아경제, <OPEC 산유량 30개월 최저>, 2013년 12월 11일자 기사)

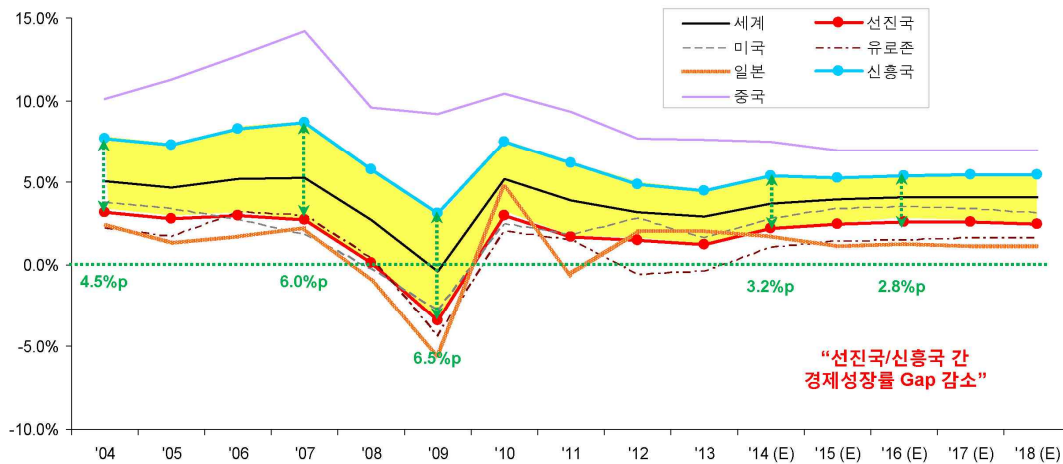
15) WEF, Top 10 Trends 2014, MENA 지역은 4.01, Sub-Saharan Africa는 4.25점으로 응답(5점 만점)

16) IMF, 'World Economic Outlook' Database

□ 선진국 경기 회복·신흥국 경기 침체에 따라 양 진영 간 경제 성장률은 2000년대 중반 대비 상당히 수렴할 것으로 예상

○ 2013년 선진국의 세계 경제성장 기여도는 2007년 이후 처음으로 개도국 추월¹⁷⁾

○ (성장률 격차) 2007년~2009년 6%p 초반 → 2014년~2018년 2%p 후반

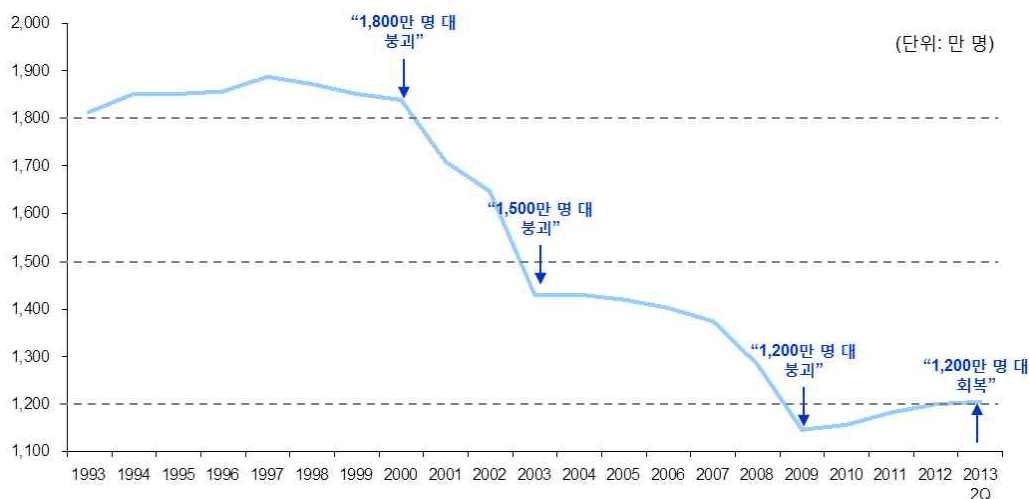


<그림 9> 주요 선진국 및 신흥국 경제성장률과 격차 추이(2004~2018)¹⁸⁾

□ 2012년부터 심화된 선진국의 제조업 리쇼어링과 중국을 대신할 새로운 생산 가치 사슬 발굴 및 개도국의 투자 유치 활동 심화

○ 선진국의 제조업 리쇼어링(Reshoring) 정책은 신규 고용 증가, 수출 증가 등 이미 가시적인 성과 달성

- 2013년 미국 제조업 고용은 5년 만에 1,200만 명 대에 복귀



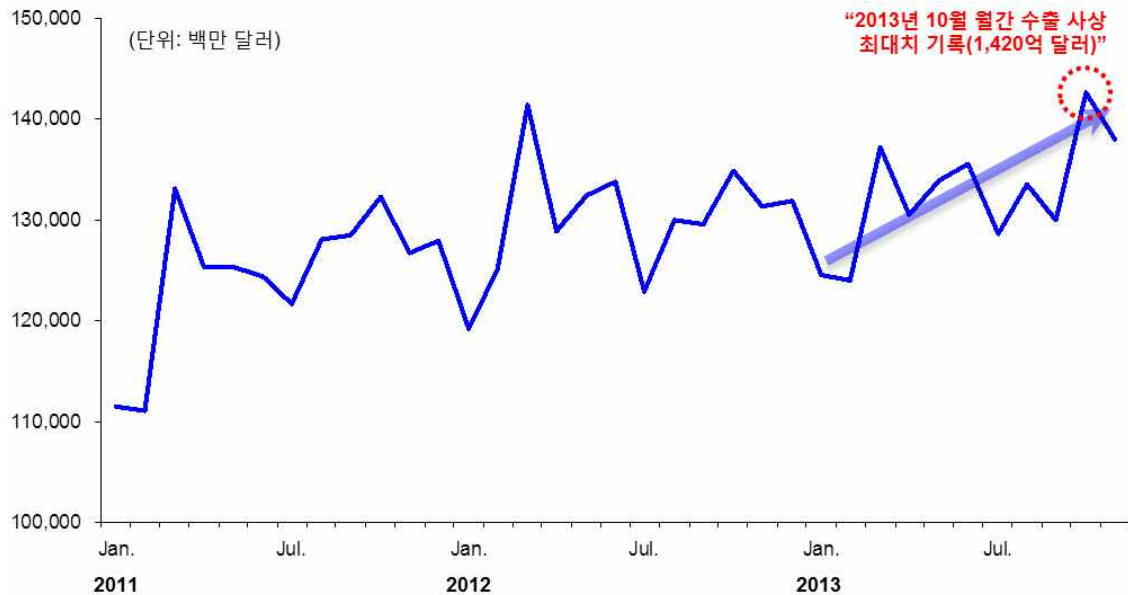
<그림 10> 미국 제조업 고용 추이¹⁹⁾

17) 이데일리, <세계경제 성장엔진, 신흥국에서 선진국으로>, 2013년 8월 13일자 기사

18) IMF(2013) 'World Economic Outlook' database

- 미국 제조업 월간 수출은 2011년 이후 상승 추세에 있으며, 2013년 10월 월간 수출 사상 최대치 달성

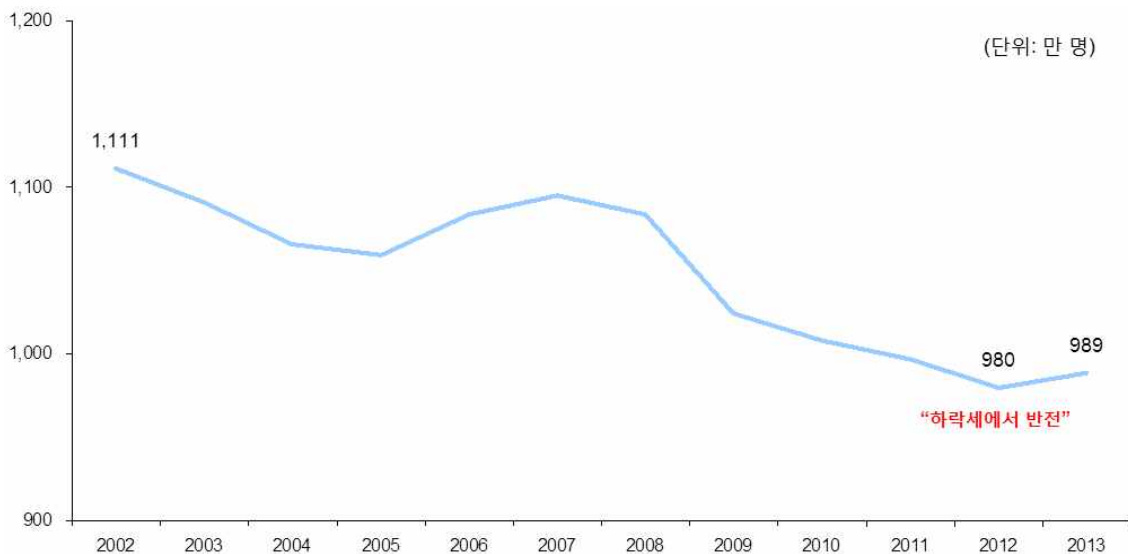
* 2013년 10월 월간 수출 사상 최대치 1,420억 달러 기록



<그림 11> 미국 제조업 월간 수출 추이²⁰⁾

- 일본 제조업 고용은 2007년 이후 꾸준히 하락세를 보이며 2012년 사상 최저치를 기록하였으나, 2013년은 전년 대비 9만 명 증가하며 반등

* 2002년에 비해서는 122만 명 적은 수준



<그림 12> 일본 제조업 고용 추이²¹⁾

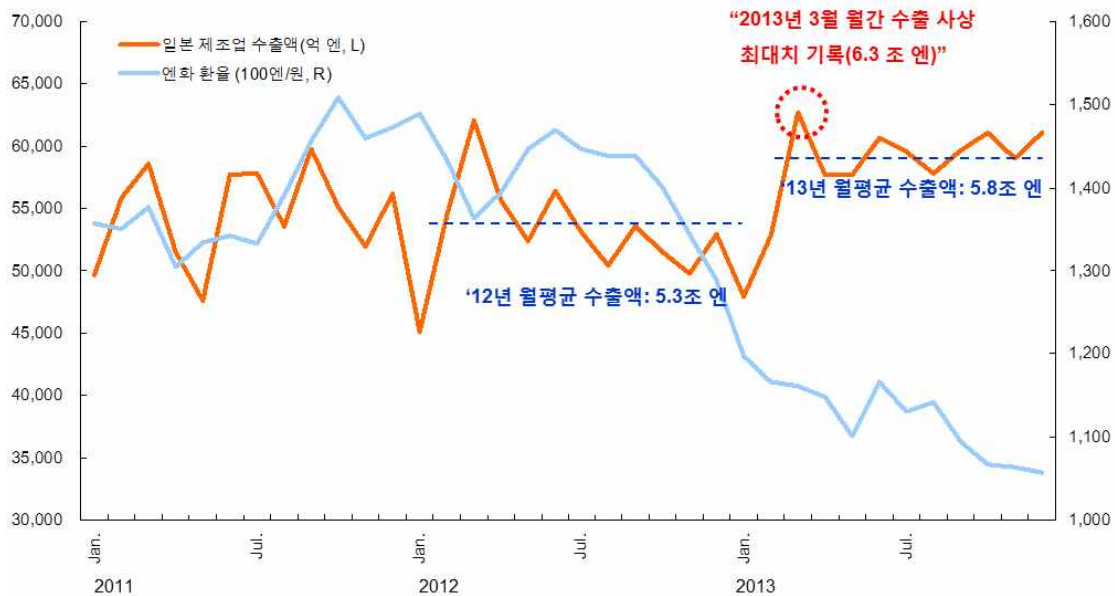
19) US Bureau of Labor Statistics, Manufacturing Employment Dynamics

20) US Census Bureau, U.S Trade in Goods

21) Japan Statistics Bureau, ‘第12回改定日本標準産業分類別就業者数’(제 12회 개정 일본 표준 산업 분류별 취업자 수)

- 일본 제조업 월간 수출액은 2012년 월 평균 5.3조 엔에서 2013년 5.8조 엔으로 증가하였으며, 2013년 3월 월간 수출 사상 최대치 달성

* 엔저 현상에 따른 수출 증가 효과가 가시화



<그림 13> 일본 제조업 월간 수출 추이²²⁾

- 아베 정권은 자국 기업의 리쇼어링 촉진을 위해 법인세율을 단계적으로 25~30% 수준까지 단계적으로 낮출 계획 발표(現 38.01%)²³⁾
- 독일 또한 생산 기지의 자국 내 이전 등에 힘입어 2013년 11월 제조업 종사자 수가 1월 대비 6.8만 명 증가한 527.8만 명 기록

<표 7> 독일 제조업 2013년 월간 고용 추이(천 명)²⁴⁾

1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
5,211	5,221	5,228	5,225	5,224	5,228	5,255	5,277	5,289	5,281	5,278

- 프랑스는 산업부 주도로 '콜베르 두(Colbert 2)'라는 온라인 SW를 개발, 해외 생산기지 운영에 따른 부작용과 비용 발생을 부각하는 정책 구사

* 50개 정도의 문항으로 구성, 해외 생산의 득실을 실시간 분석, 리쇼어링을 위한 액션 플랜과 정부 지원 정책 등 안내

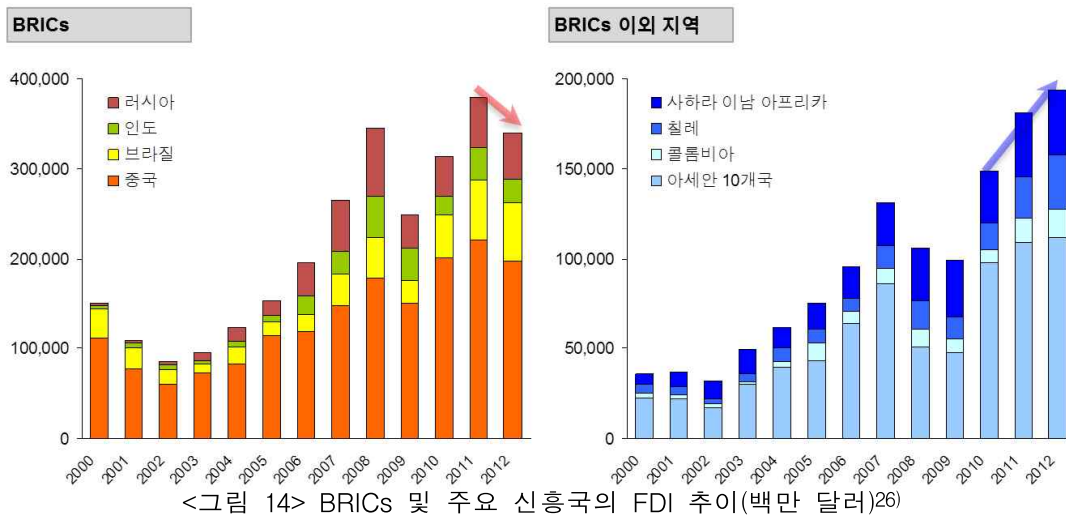
- 영국은 RSA(Royal Society of Arts) 주도로 리쇼어링 계몽운동을 전개

22) 무역협회, 일본무역통계(HS Code 기준)

23) 현대경제연구원, '제조업 경쟁력이 국가 경쟁력 결정한다! - 美·日제조업 경쟁력 강화 전략과 시사점', 2013

24) 독일 통계청(Destatis)

- 2012년 이후 중국으로의 투자증가율은 감소하는 반면 ‘포스트 차이나’ 지역으로의 자본 유입은 증가하고 있으며, 국가 간 투자 유치 경쟁도 격화
- 2013년 11월 현재 중국 전체 고정자산 투자 증가율은 19.9%에 달하였으나, 외국인 투자 증가율은 4.7%에 그치며 외국인 투자 비중 감소가 완연²⁵⁾
- 중국 등 BRICs 지역의 FDI 투자는 2012년 감소하였으나 아세안, 중남미, 사하라 이남 아프리카 등은 2010년 이후 지속 증가 추세



- 베트남 정부는 2006년 외국인투자법·내국인투자법 통합 및 기업법 개정*으로 외국인 투자 활성화를 위한 제도 개선²⁷⁾
 - * (개정 전)외자기업의 단독·합작·경영협력 형태의 법인 설립만 가능 → (개정 후)유한·합자·주식·개인회사 등 다양한 법인 설립 가능
- 필리핀 정부는 법인세 면제 기간을 최대 8년까지 부여하고, 17년간 법인세 50% 감면 등 외국인 투자 유치에 적극적인 행보²⁸⁾
 - * 필리핀은 다양한 외국인 투자 유치 기관(투자위원회, 경제자유구역청, 수빅자유구역 관리청, 클락개발공사 등)을 운영하고 있으며 각 기관마다 다른 인센티브 제공
- 태국 정부는 제조 산업 투자 유치를 위해 외자 기업의 원·부자재 구입 시 감세·면세 혜택 제공²⁹⁾
 - * 태국은 제조업 육성 및 지역 균형 발전을 위해 투자 지역을 3분할하여 지역별로 다른 인센티브 제공

25) 서울경제, <중국 고임금에 다국적기업 떠나고>, 2013년 12월 13일자 기사

26) UNCTAD STAT DB

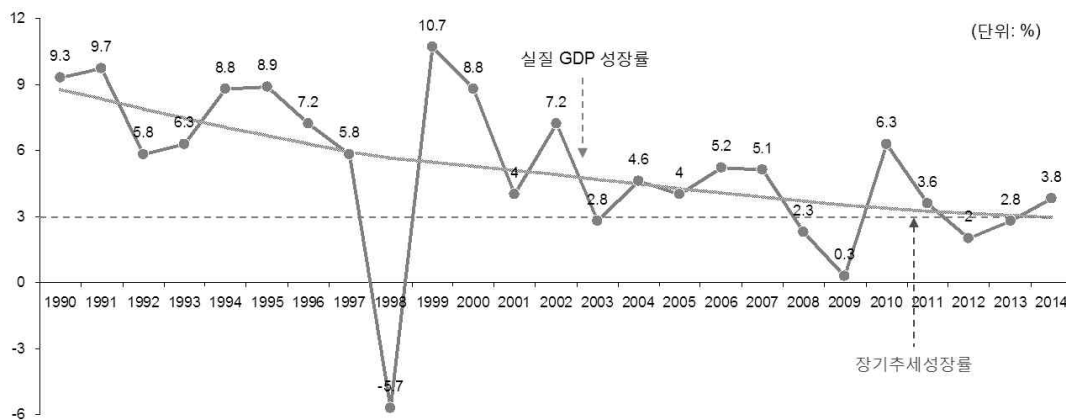
27) 전자신문, <아시아 제조업 로드를 가다 - ② 베트남 편>, 2014년 1월 8일 기사

28) 전자신문, <아시아 제조업 로드를 가다 - ③ 필리핀 편>, 2014년 1월 9일 기사

29) 전자신문, <아시아 제조업 로드를 가다 - ④ 태 국 편>, 2014년 1월 9일 기사

□ 우리나라에게도 2014년은 3% 후반대의 경제 성장률로 복귀, 안정적 경제 성장 달성의 원년이 될 전망

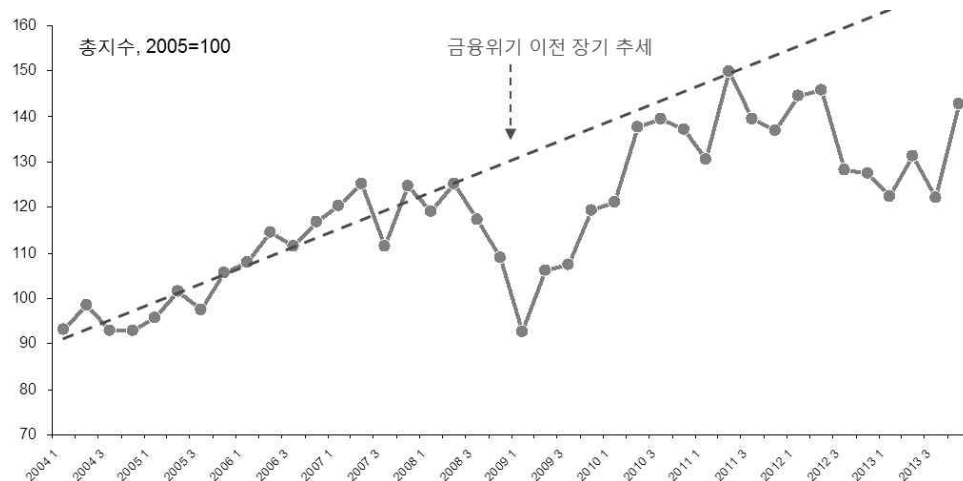
- <표 1>에서도 확인한 바와 같이 2014년 우리나라의 경제 성장률은 2010년 이후 4년 만에 세계 경제 성장률을 상회할 것으로 기대
- 4%의 경제 성장률을 달성할 경우, 우리나라의 장기 추세 성장률은 3%대로 복귀 가능³⁰⁾



<그림 15> 1990년 이후 한국의 경제성장률과 장기추세 성장률³¹⁾

- 최근 추세적으로 하락하고 있는 설비 투자의 반등 여부가 안정적 경제 성장 달성에 중요한 역할을 할 것으로 판단

- 경제 성숙 및 투자의 보수화에 따라 설비투자 증가율은 추세적으로 하락



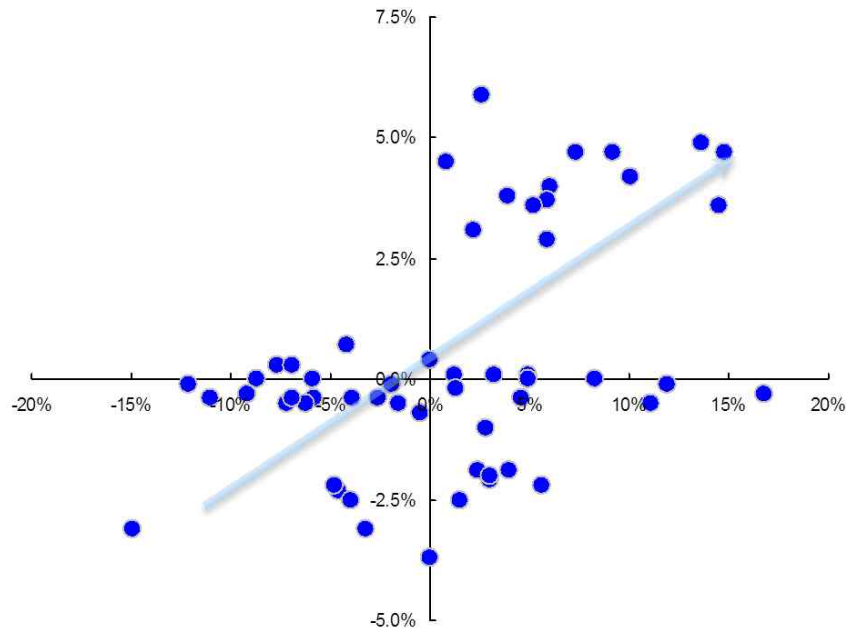
<그림 16> 설비투자 장기 추이³²⁾

30) 2013년 경제 성장률 2.8%에 기반하여 추정한 장기 추세 성장률은 2012년 2.83%를 기록하며 사상 처음으로 3% 이하로 하락한 바 있음(곽기호 외(2013), 기계기술정책 69호 참고)

31) 한국은행 경제통계시스템, HP(Hodrick-Prescott) 필터 기법을 이용한 장기 추세 성장률 추정은 연구진 자체 산출

32) 한국은행 경제통계시스템, HP(Hodrick-Prescott) 필터 기법을 이용한 장기 추세 성장률 추정은 연구진 자체 산출

- 설비투자 증가는 고용 증가 뿐 아니라 소비 여력 확충 등의 관점에서 중요한 지표이기 때문에 기업 투자를 확대할 수 있는 정책이 매우 중요

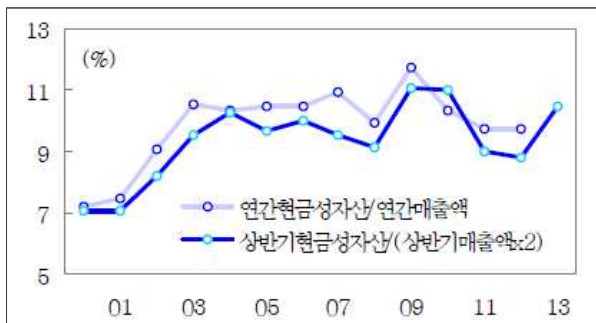


<그림 17> 설비투자 증가율(전월 대비)과 고용 증가율(전월 대비)과의 관계³³⁾

- 기업들의 투자 여력 확대, 정부의 중소기업 지원 정책은 설비 투자 확대에 긍정적인 영향을 미칠 전망

* 기업 설비투자 자금조달 구성(% '13 → '14년, 정책금융공사) : 내부 62.7 → 64.6, 외부 37.3 → 35.4(직접금융 19.5 → 18.2, 간접금융 17.8 → 17.2)³⁴⁾

기업(상장기업 기준) 투자여력



정책금융 확대 등 투자지원 정책

주요 내용
<ul style="list-style-type: none"> ■ 중소기업·소상공인 정책자금 13조원 확대 * 투자 +2, 매출채권보험 +4, 신용보증 +6 ■ 수출 금융 확대(10.2조원) * 수은 여신 확대 +6.2, 무역보험 인수 확대 +4 ■ 신성장산업 투자펀드 조성(1.1조원) ■ 외국인투자기업, U턴기업 정착 지원 ■ 경제특별구역 인프라 지원(0.2조원)

<그림 18> 상장기업 투자 여력과 정부의 투자지원 정책³⁵⁾

- 제조업내 높은 수준의 유휴설비 존재는 설비투자의 회복 속도를 제약하는 요인으로 작용할 우려

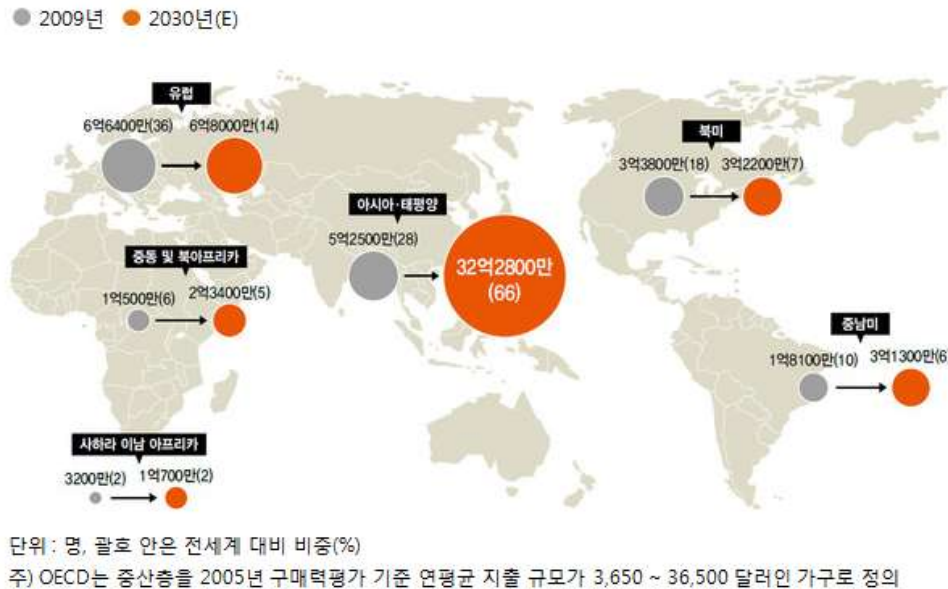
33) 한국은행 경제통계시스템 설비투자 지수, 통계청 취업자 수

34) 기획재정부, '2014년 경제전망'. 2013년 12월 27일

35) 기획재정부, '2014년 경제전망'. 2013년 12월 27일

□ 아시아 중산층이 확대되고 있는 점은 향후 우리나라 및 세계 경제 성장에 긍정적으로 작용할 것으로 기대

○ 아시아 중산층은 2009년 5.3억 명에서 2030년 32.3억 명으로 증가할 전망이며, 글로벌 중산층에서의 비중도 28%에서 66%로 상승 예상



<그림 19> 글로벌 중산층 분포 및 성장 전망³⁶⁾

○ 아시아 중산층 총 소비 규모는 2030년 325억 9,600만 달러에 달할 전망이며, 글로벌 중산층 소비의 60%를 차지

- 2020년 경 아시아 중산층은 북미와 유럽을 제치고 세계 제1의 소비 집단으로 부상할 전망
- 아시아 중산층 소비 증가율은 전세계 평균 보다 2배 높을 것으로 예상되며, 글로벌 중산층 소비 증가액의 80%를 차지할 것으로 예측

<표 8> 아시아 중산층 소비 규모 전망(백만 달러, %)³⁷⁾

구분	2009년(A)		2020년(B)		2030년(C)		B - A	C - A
	소비 규모	비중	소비 규모	비중	소비 규모	비중	증가액(비중)	증가액(비중)
아시아	4,952	23	14,795	42	32,596	59	9,843(71.5%)	27,644(80.4%)
북미	5,602	26	5,863	17	5,837	10	261(1.9%)	235(0.7%)
유럽	8,138	38	10,301	29	11,337	20	2,163(15.8%)	3,199(9.3%)
중남미	1,534	7	2,315	7	3,117	6	781(5.7%)	1,583(4.6%)
세계	21,278	100	35,045	100	55,680	100	13,767(100%)	34,402(100%)

36) OECD Development Center, 'The Emerging Middle Class in Developing Countries', 2010

37) OECD Development Center, 'The Emerging Middle Class in Developing Countries', 2010 자료 인용·재구성

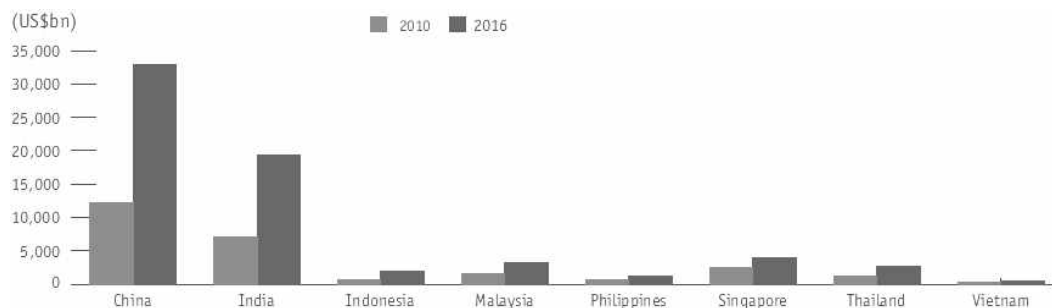
○ 아시아 지역 중산층 확대와 소득 수준 향상은 소비패턴을 필수 소비재 중심에서 내구재·사치재 소비 중심으로 변화시킬 전망

- 2017년 세계 자동차 판매는 1억 대 돌파가 예상되며, 이 중 중국, 인도, 아세안 등 아시아 지역 판매는 4,120만 대로 압도적인 점유율이 예상

<표 9> 아시아 주요국 자동차 판매규모 전망(만 대)³⁸⁾

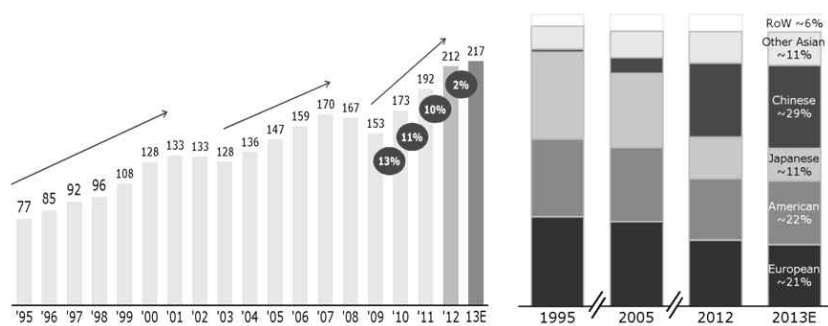
구분	2012년(A)		2017(B)		2012~2017 CAGR
	판매량	비중	판매량	비중	
일본	490	6.2%	450	4.5%	-1.7%
중국	1,900	24.1%	2,800	28.0%	8.1%
인도	310	3.9%	530	5.3%	11.3%
ASEAN	260	3.3%	340	3.4%	5.5%
미국	1,400	17.7%	1,700	17.0%	4.0%
브라질	350	4.4%	490	4.9%	7.0%
러시아	270	3.4%	330	3.3%	4.1%
세계	7,900	100%	10,000 이상	100%	4.8%

- 아시아의 IT 서비스³⁹⁾ 소비 규모는 2010년 907억 달러에서 2016년 1,413억 달러로 증가할 것으로 예상되며, 이는 글로벌 최고 수준의 증가율



<그림 20> 아시아 지역 IT서비스 소비 규모 전망⁴⁰⁾

- 아시아 지역의 사치재 소비 시장 규모는 2013년 1,107억 유로로 추산되며, 중국을 중심으로 가파르게 확대



<그림 21> 세계 사치재 시장규모 추이(좌, 십억 유로) 및 지역별 사치재 소비시장 점유율 추이(우)⁴¹⁾

38) 현대경제연구원, '아시아 중산층을 잡아라! - 아시아 중산층 증가와 수요 변화', 2013 자료 인용·재구성

39) IT서비스는 소프트웨어 개발(컴퓨터 게임 포함), IT 컨설팅, IT 장비 유지보수, 데이터 처리, 웹포털 서비스 등 포함

40) Economist Intelligence Unit, 'Asia Competition Barometer IT Services', 2012

○ 아시아 지역 중산층의 확대는 대규모 인프라 투자를 유발할 전망이다
전력은 막대한 투자에도 불구하고 수급 리스크 존재

- 2010년~2020년 누적 아시아 인프라 투자 수요는 총 7조 9,920억 달러로
전망되며 이중 전력에 대한 투자가 4조 890억 달러로 약 51% 차지

<표 10> 2010~2020년 누적 아시아 인프라 투자 수요(십억 달러)⁴²⁾

구분		신규투자	개·보수/유지 투자	계
전력		3,176	912	4,089
통신	소계	325	730	1,056
	이동통신	181	509	691
	유선통신	144	221	365
교통·수송	소계	1,762	704	2,466
	공항	7	5	11
	항만	50	25	76
	철도	3	36	39
	도로	1,702	638	2,341
물·위생	소계	155	226	381
	위생	108	120	227
	수도	48	106	154
계		5,419	2,573	7,992

- 아시아 지역은 이미 전세계 에너지 소비의 38%를 점유하고 있으며,
2040년 경에는 전세계 에너지 소비의 약 50%를 소비할 전망

<표 11> 2010~2040년 지역별 에너지 소비량 전망(quadrillion Btu)⁴³⁾

구분	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	CAGR
미주	149	152	159	165	172	179	191	0.8%
유럽(OECD)	82	82	85	89	91	93	95	0.5%
아시아 (비중)	199 38.0%	235 41.1%	273 43.3%	306 45.0%	335 46.0%	363 46.7%	383 46.7%	2.2%
중동	28	33	37	39	43	46	49	1.9%
아프리카	19	20	22	24	27	31	35	2.1%
세계	524	572	630	680	729	777	820	1.5%

- 아시아 지역의 에너지 소비 증가는 유가 등 에너지 자원의 지속적인
가격 상승을 유발할 전망

* 브렌트 원유는 기준(Reference) 가격으로 2010년부터 연평균 2.4% 증가하며 2040년
배럴당 163달러까지 상승할 것으로 전망⁴⁴⁾

41) Bain&Company and Fondazione altagamma, '2013 Luxury Goods Worldwide Market Study(12th Edition)', 2013

42) 전계서

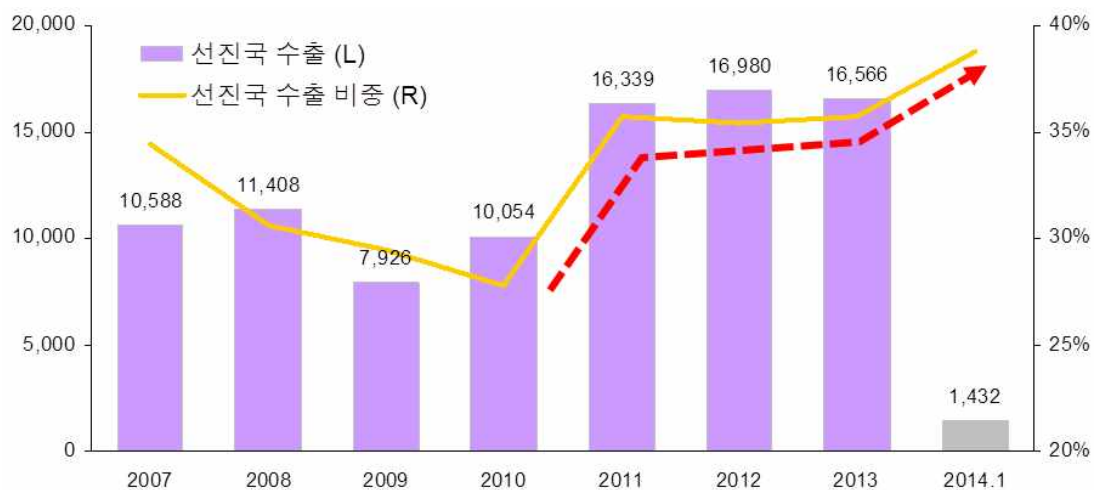
43) EIA, 'International Energy Outlook 2013', 2013 자료 인용·재구성

44) 전계서, quadrillion Btu = 1.06×10^{18} joules

[기계산업 영향]

□ (긍정적) 선진국 중심의 경기 회복은 기계산업의 수출 확대에 기여 전망

- 2010년 30% 이하로 떨어졌던 기계산업의 선진국 수출 비중은 2013년 35.7%까지 상승하였으며, 2014년 1월에는 사상 최대치인 38.8% 기록
- 경기 침체에도 불구하고 2012년~2013년 對선진국 수출은 160억~170억 달러 수준을 꾸준히 지속
- 2014년 1월 대선진국 수출은 전년 동기 대비 8.5% 증가한 15.4억 달러를 기록하는 등 최근 선진국 경기 회복 현상을 반영



<그림 22> 기계산업의 對선진국 수출 규모 및 비중 추이(백만 달러)⁴⁵⁾

- 선진국으로 수출하는 부품·제품의 부가가치가 높아 선진국 경기 회복은 기계산업 수출의 고부가가치화 및 수익성 개선에 긍정적 영향 예상
- 부가가치를 기준으로 한 선진국의 수출 비중은 90%에 육박하는 등 통관(물량) 기준 수출 비중의 3배에 근접
 - * OECD는 2013년 5월 글로벌 가치사슬 형성에 따른 제품의 최종 수요를 반영하는 부가가치 기준 수출입 통계를 발표⁴⁶⁾
- 기계산업의 부가가치 기준 선진국 수출 비중은 전산업 평균을 상회하는 것으로 나타나 산업의 부가가치 창출 시 선진국 의존도가 높음을 시사
 - * 개도국 수출은 완제품 생산에 필요한 부품(중간재)이 중심인 반면, 선진국 수출은 최종재의 비중이 높은데에 기인

45) 무역협회, 무역통계자료

46) 'Measuring Trade in Value Added(TIVA) : An OECD-WTO Joint Initiative'

<표 12> 기계산업의 국가·경제권별 통관·부가가치 기준 수출 비중⁴⁷⁾

경 제 권(국가)	기 준	기 계 산 업				전 산업(부가가치기준)	
		2008		2009		2008	2009
		통 관 기준	부 가 가 치 기준	통 관 기준	부 가 가 치 기준		
미 국		11.2%	15.4%	12.6%	14.9%	11.9%	12.5%
EU 27		15.5%	34.8%	10.6%	37.4%	14.9%	15.2%
일 본		7.0%	27.5%	7.1%	21.1%	10.2%	9.6%
중 국		28.6%	10.4%	25.9%	10.3%	10.4%	9.7%
ASEAN		7.9%	2.4%	10.1%	2.2%	5.9%	6.3%
BRICs		35.5%	12.1%	22.5%	12.1%	15.4%	14.4%
기 타		22.8%	7.8%	37.1%	12.3%	41.8%	41.9%

□ (긍정적) 중국 등 BRICs를 제외한 신흥국으로의 생산기지 이전 및 FDI 확대는 기계산업에 새로운 기회가 될 것으로 기대

○ 2010년 이후 기계산업 수출 증가 속도가 가장 빠른 지역은 아세안과 아프리카 등 포스트 차이나 지역

- 두 지역은 중국, 중동, 중남미 등 타 신흥국으로의 수출이 부진했던 2013년에도 두 자리 수의 수출 증가율 기록

- 두 지역이 우리나라 기계산업 수출에서 차지하는 비중은 2010년 10.5%에서 2013년 14.2%로 증가

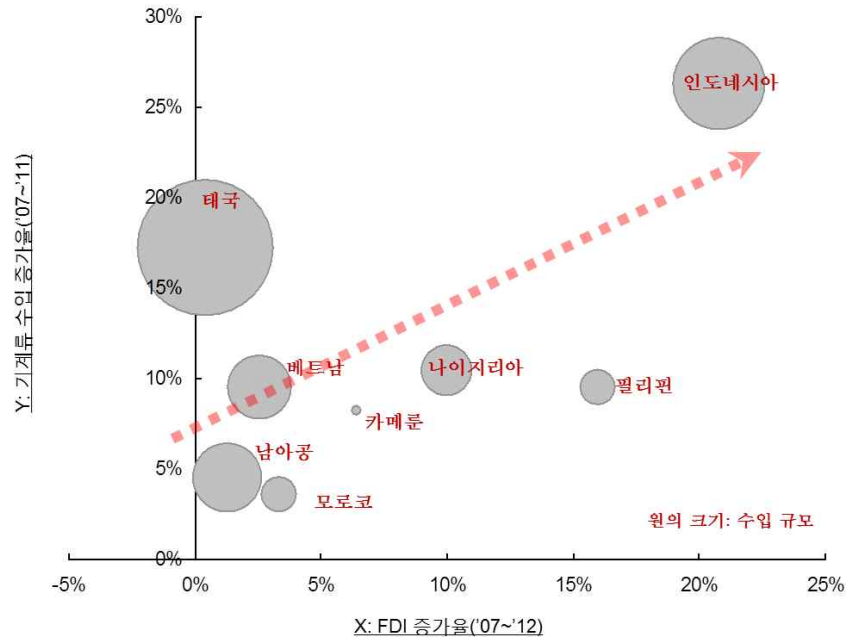
<표 13> 최근 기계산업 지역별 수출 추이(백만 달러)⁴⁸⁾

지 역	년 도	2010	2011	2012	2013	연평균 증가율	'12~'13 증가율
미 국		4,240	5,805	6,681	6,469	15.1%	-3.2%
독 일		638	1,000	866	817	8.6%	-5.7%
일 본		2,272	2,828	2,921	2,726	6.3%	-6.7%
중 국		10,784	12,602	11,011	11,229	1.4%	2.0%
중 동		3,219	4,776	6,469	4,250	9.7%	-34.3%
유럽(독일제외)		4,359	6,083	6,181	6,539	14.5%	5.8%
중남미		1,983	2,602	2,858	2,926	13.8%	2.4%
아세안		3,493	4,121	5,162	6,037	20.0%	17.0%
아프리카		301	391	503	547	22.0%	8.7%
기 타		4,815	5,609	5,262	4,876	0.4%	-7.3%
계		36,104	45,817	47,914	46,416	8.7%	-3.1%

47) OECD-WTO Trade in Value Added(Domestic Value Added in Foreign Final Demand)) 및 무역협회 자료 활용하여 연구자 재구성

48) 한국무역협회 통계, MTI 71, 72, 75, 79 기준

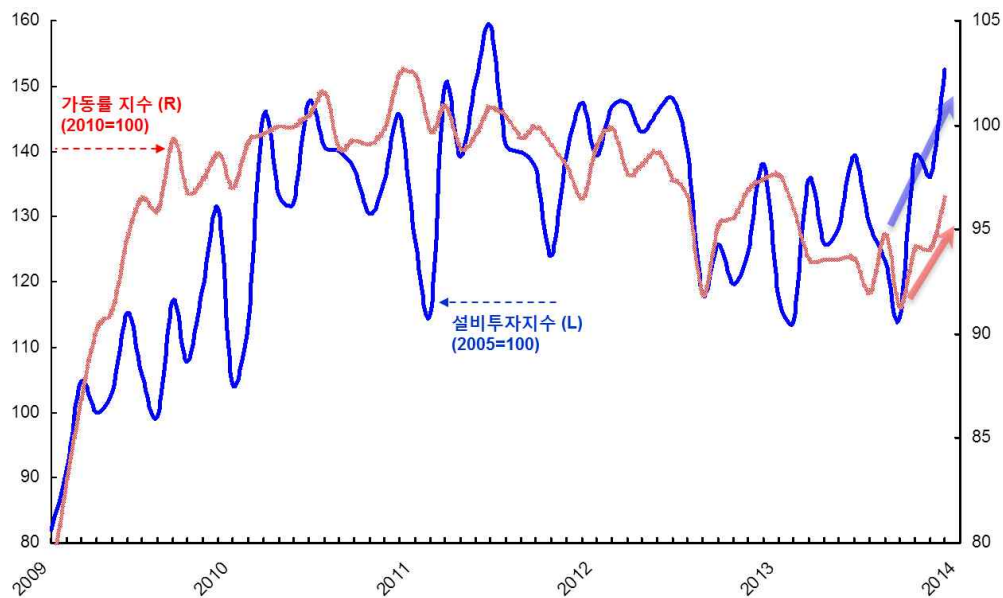
- 주요 신흥국으로 분류된 아세안과 아프리카 국가에서 'FDI 증가와 기계류 수입 증가'의 동조화 현상이 뚜렷함을 확인



<그림 23> 아세안 및 아프리카 주요 신흥국의 FDI 및 기계류 수입 증가 동향⁴⁹⁾

- (긍정적) 국내 경제 성장률 회복에 따른 제조업 설비투자 확대는 기계산업의 내수 확대에도 긍정적 영향 예상

- 2013년 하반기 이후 제조업 설비투자·가동률 지수 모두 가파른 상승 확인

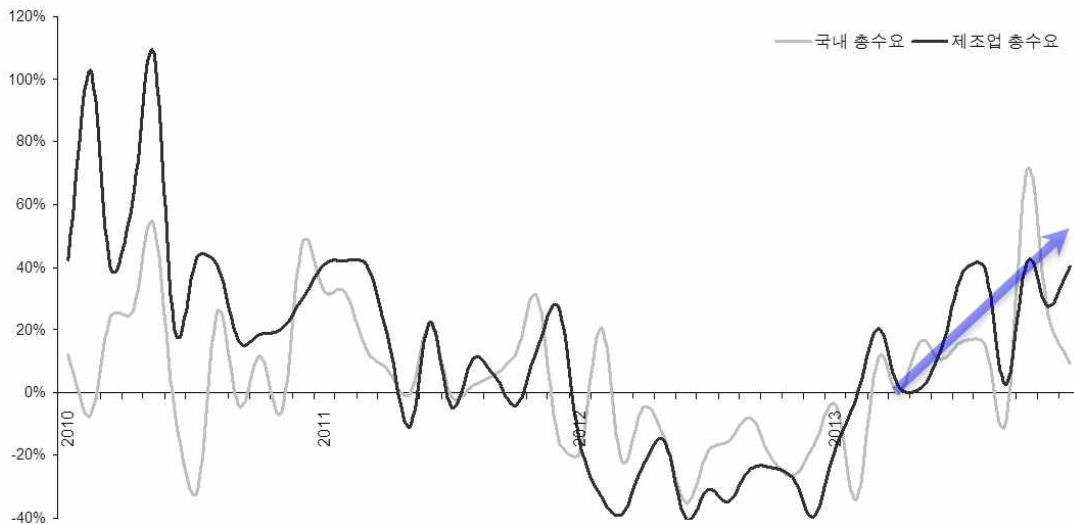


<그림 24> 제조업 월별 가동률 및 설비투자 지수 추이(2009~2014)⁵⁰⁾

49) UNComtrade, UNCTAD 통계 활용하여 연구자 재구성

50) UNComtrade, UNCTAD 통계 활용하여 연구자 재구성

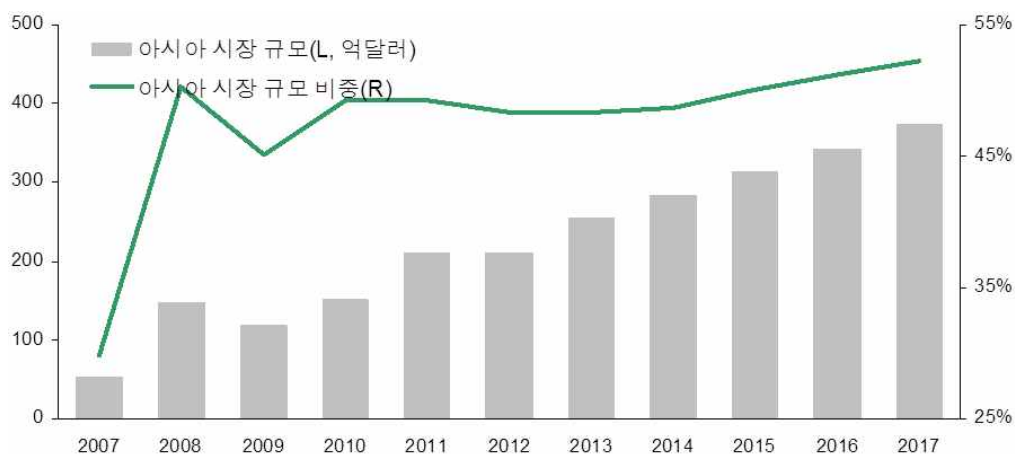
- 제조업 설비투자·가동률 지수 상승에 따라 기계산업 수주 또한 지속 상승
 - 2013년 기계산업 수주 증가율(전년 동기대비)은 지속적으로 (+) 값을 기록하였으며, 하반기로 갈수록 증가율 확대
 - 2013년 이후에는 제조업 수요 증가에 따른 기계산업 수주 증가 확인



<그림 25> 기계수주(불변금액, 계절조정, 선박제외)의 전년 동기대비 증가율 추이⁵¹⁾

- (긍정적) 아시아 중산층 확대에 따른 전력 인프라 투자 수요 증가는 발전 플랜트 및 기자재 수주 확대에 긍정적 영향 기대

- 세계 발전 플랜트 시장에서 아시아 비중은 36%('07~'12)에서 50%('13~'17)까지 확대될 것으로 기대



<그림 26> 아시아 발전 플랜트 시장규모 및 비중 전망⁵²⁾

51) 통계청(KOSIS) 수요자별 기계수주(불변금액, 계절조정) (선박제외)

52) 플랜트산업협회(2012) '플랜트 산업발전 전략 - Forward Plant 3.0' 활용하여 연구자 재구성

- 아시아 발전 플랜트 시장은 석탄 화력 발전의 비중이 가장 크며, 시장 규모 증가율은 신재생에너지가 가장 가파를 것으로 기대
 - 중국은 세계 최대 석탄 화력발전 국가이며, 인도는 향후 미국을 제치고 세계 2위의 석탄 화력발전 국가로 부상할 전망
 - 태국, 인도네시아, 베트남은 2012년~2020년 사이 약 61GW의 석탄 화력 발전소를 추가 건설할 것으로 예상⁵³⁾
 - 수력 발전은 입지적 제한 및 전기 중 발전 용량 감소 등의 제약 조건으로 인해 가장 낮은 증가율이 예상
 - 가스화력 발전은 셰일가스 개발 붐이 아시아지역 LNG 도입 가격에 직접적인 영향을 미칠 경우 발전 용량이 더욱 가파르게 확대될 전망

<표 14> 아시아 지역의 공종별 발전 용량 확대 전망(GW)⁵⁴⁾

구분	2009	2015	2020	증가율
석탄 발전	898	1,222	1,392	2.3%
가스 발전	266	362	446	2.8%
원자력 발전	88	121	170	3.5%
수력 발전	351	451	552	2.4%
신재생에너지	59	205	343	9.7%
계	1,662	2,361	2,903	3.0%

- 아시아 지역의 석탄·가스화력 발전 공급 확대가 가스터빈 등 핵심 기자재의 수요 증가를 수반할 경우 관련 제품의 수출 증가도 기대
 - 한국·일본, 동남아시아 가스터빈 시장 규모는 2011년 이후 연간 100억 달러 규모로 크게 확대될 전망
 - 가스터빈 1기 당 단위 용량도 2010년 75MW에서 2016년 140MW로 확대

<표 15> 한국·일본·동남아 지역 가스터빈 시장 전망⁵⁵⁾

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
시장규모 (백만 달러)	1,763	3,238	10,060	7,862	9,689	9,436	10,366	12,099
가스터빈 1기 당 단위 용량(MW)	71.8	75.3	147.8	125.1	128.4	124.5	134.8	140.0

53) 대신증권(2013. 10), '동남아 발전 플랜트 시장 분석',

54) 플랜트산업협회(2012) '플랜트 산업발전 전략 - Forward Plant 3.0' 활용하여 연구자 재구성

55) Frost&Sullivan(2013) 'Asia-Pacific Gas Turbines Market'

② ICT 융합의 재부상

[트렌드]

- 2000년대 중후반 급격히 부상한 ICT 융합기술은 경로 생략형 추격을 넘어 경로 창출형 혁신에 크게 기여할 전망
- ICT 융합(Fusion)은 다양한 기술과 ICT 간 상승적인 결합을 통해 경제·사회적 발전 및 창조적 가치를 창출하는 활동으로 정의
 - 융합은 단선적 기술혁신의 한계 극복, 소비자 니즈 다양화, 경제·사회 문제의 복잡화에 대응할 수 있는 대안으로 등장
 - * MP3 기술은 정보, 음향, 기계 및 반도체 기술의 융합의 산물로서 온라인 음원서비스, 휴대용 멀티미디어 기기 보급 등 사회 변화를 촉발
 - ICT 융합은 제품 고도화*, 서비스 비즈니스 창출** 및 공정 생산성 향상*** 등 산업의 혁신역량 강화 및 고부가가치화에 크게 기여
 - * 성능 및 기능 확대
 - ** 예방 유지보수, 타분야 통합 서비스 제공 플랫폼 창출
 - *** 자동화, 무인화에 따른 효율화
- ICT 융합은 주력제조업(자동차, 조선, 기계) 뿐 아니라 국방, 의료, 건설, 에너지 등 다양한 분야에서 폭넓게 적용

<표 16> 주요 제조업 및 국방, 서비스업에서의 ICT 융합 사례⁵⁶⁾

산업	ICT 융합 사례
자동차	차량용 센서, ECU 및 제어 알고리즘 기술, 차량주변정보 및 보행자 정보 인식, 실시간 교통정보, 자동주차 시스템, 음성/상황 인식, IP방송 등
조선	IT 기반 지능형 선박, IT 기반 선박설계 및 건조 시스템, 이동 위성 통신, 무선험법 레이더 등
국방	군 위성통신, 국방 RFID/USN, 군 통신소자 및 장치, 수중통신, 내장형 소프트웨어, 영상처리, 무인화 기술, 통신 네트워크 등
의료	텔레호스피탈, 의료로봇 및 첨단의료장비, 노령질환모니터링, 홈 재택 의료, 실버케어, 생활질병 조기진단, 성인병 예방관리, 바이오센서 및 칩 등
건설	IT기술 기반 설계, 시공, 운영 및 유지관리 및 능동형 사회기반시설(SOC) 시스템 개발(지능형 모니터링, 자기제어 및 대응) 등
에너지(그린IT)	System of Chip(SoC), 네트워크 기반 시스템 통합관리제어, IT제품·부품융합, IT서비스 융합 등

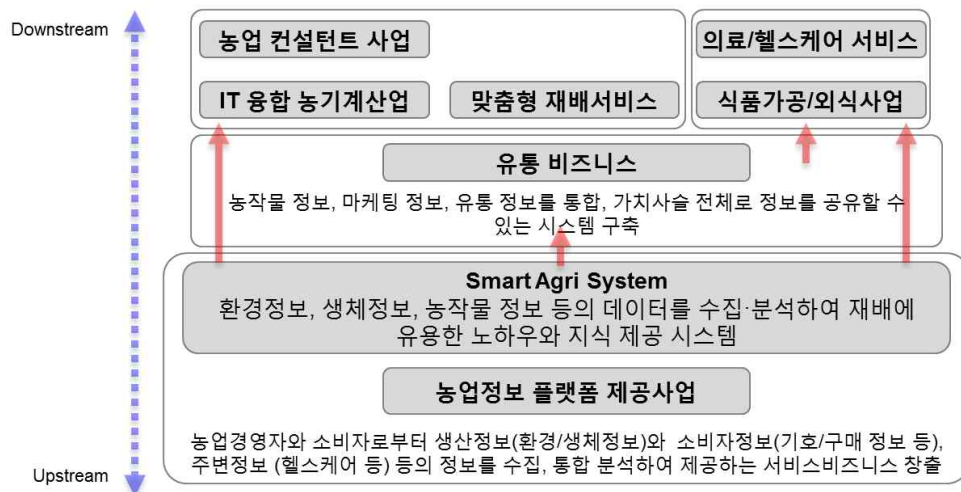
56) 한국기계연구원 전략연구실 분석

- ICT 융합은 새로운 차원의 경쟁 우위를 창출하고, 기술혁신의 독창성을 높일 수 있다는 관점에서 경로 생략형, 경로 창출형 혁신을 유발
- ICT 융합은 기술진보의 누적성을 경감하고 새로운 기술적 기회를 창출할 수 있는 수단으로 주목
 - * 기계가공 정밀도 대신 ICT 융합(원격모니터링, 지능화)을 통한 사용자 편의를 부각한다면 기존 기계기술에 대한 학습 의존 및 누적성을 낮출 있으며, 새로운 가치 창출이 가능
- ICT 융합을 통해 전자, 소프트웨어 등 다양한 분야의 지식 기반을 활용한다면 기술혁신의 독창성 제고 및 융합원천기술 확보가 가능
- 현대자동차의 ‘알파 엔진’ 설계기술 국산화 사례는 전자제어 분사 방식이라는 ICT 융합 기술이 경로 생략형 혁신을 창출한 대표적인 사례⁵⁷⁾
 - * 알파 엔진(1.5L 급) 독자 개발을 기반으로 1.6L 엔진, 1.8L 엔진, 2.0L 베타엔진을 차례로 개발



<그림 27> 현대자동차 엔진개발 역사⁵⁸⁾

- RFID 기반 농산물 이력 추적, 자동화 온실을 통한 경지 활용 극대화, 농업인구 감소 극복은 농업·ICT 융합 기술의 경로 창출 혁신 사례



<그림 28> 농업 ICT 융합을 통한 신비즈니스 창출 예시⁵⁹⁾

57) 이근(2005), '기술경제학의 다양한 접근을 종합한 기술추격론의 재구성', 과학기술정책연구원

58) 현대자동차 홈페이지 외

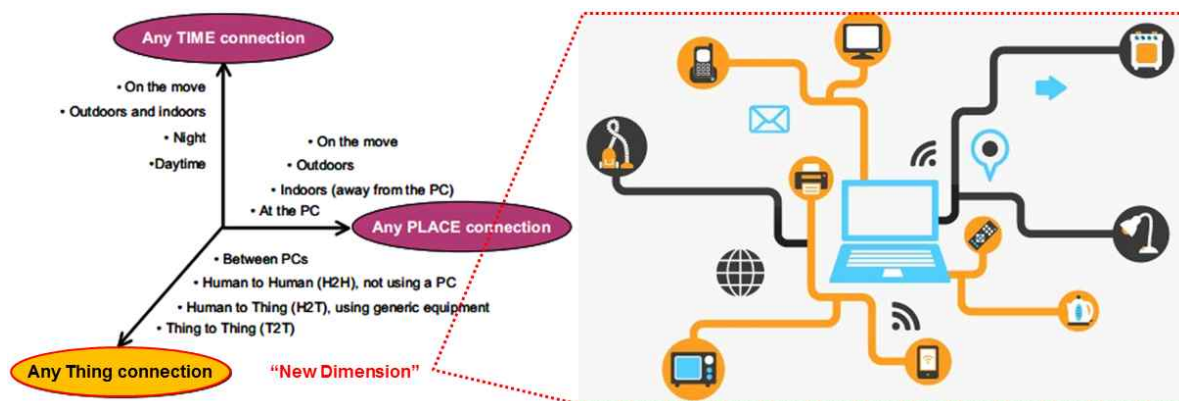
59) 농림수산식품 R&D 해외 동향, '일본 농식품 IT 융합기술 현황 및 전망', 제2012-2호

□ ICT 융합기술은 기존 산업의 고부가가치화 뿐 아니라 사물인터넷(IoT), 군사 로봇, 웨어러블 디바이스 등 다양한 신산업 출현에도 기여할 전망

○ 사물인터넷(IoT, Internet of Things)은 PC와 휴대폰·노트북·태블릿 등의 모바일 기기를 넘어 다양한 사물이 인터넷에 연결됨을 의미

- 사물인터넷은 1999년 MIT Auto-CAD 센터의 케빈 애시턴이 처음 사용하였으며, 2005년 ITU(국제전기통신연합)에서 '기술'로 정의

- 연결대상은 자동차, TV, 가전, 조명, 신호등, 비닐하우스 등 모든 사물



<그림 29> 사물 인터넷(IoT) 개념과 연결 대상 모식도⁶⁰⁾

- 사물인터넷은 1990년대 말 부터 존재했던 개념이나, 최근 무선통신 기술, 센싱기술, 모바일 기기 및 SW 기술 발전에 따라 새롭게 주목

- 기관 별 분석마다 차이가 있으나 현재 전세계적으로 약 50억~90억 개의 사물이 인터넷으로 연결된 것으로 추정

- 2020년경에는 200~750억 개의 사물이 인터넷으로 연결될 것으로 기대

<표 17> 각 기관에서 제시한 인터넷 연결 사물의 수와 연결 확대 전망⁶¹⁾

기관	현재(년도)	미래(년도)
시스코 IBSG	87억개(2012)	250억개(2020) → 500억개(2020)
모건스탠리		750억개(2020)
Business Insider		180억개(2018)
Silicon Labs	150억개(2015)	
가트너		250억개(2020)

60) ITU(2005) 'The Internet of Things', Business Insider, 'Morgan Stanley : 75 Billion Devices Will Be Connected To The Internet Of Things By 2020', Oct. 2, 2013

61) Business Insider, 'Morgan Stanley : 75 Billion Devices Will Be Connected To The Internet Of Things By 2020', Oct. 2, 2013, Business Insider, 'Google's Multibillion Purchase Of Nest Is Just The Beginning Of 'The Internet Of Things'', Jan. 13, 2014, Gartner, 'Top 10 Strategic Technology Trends for 2014', Oct. 2013 및 실리콘 랩스(Silicon Labs) 홈페이지

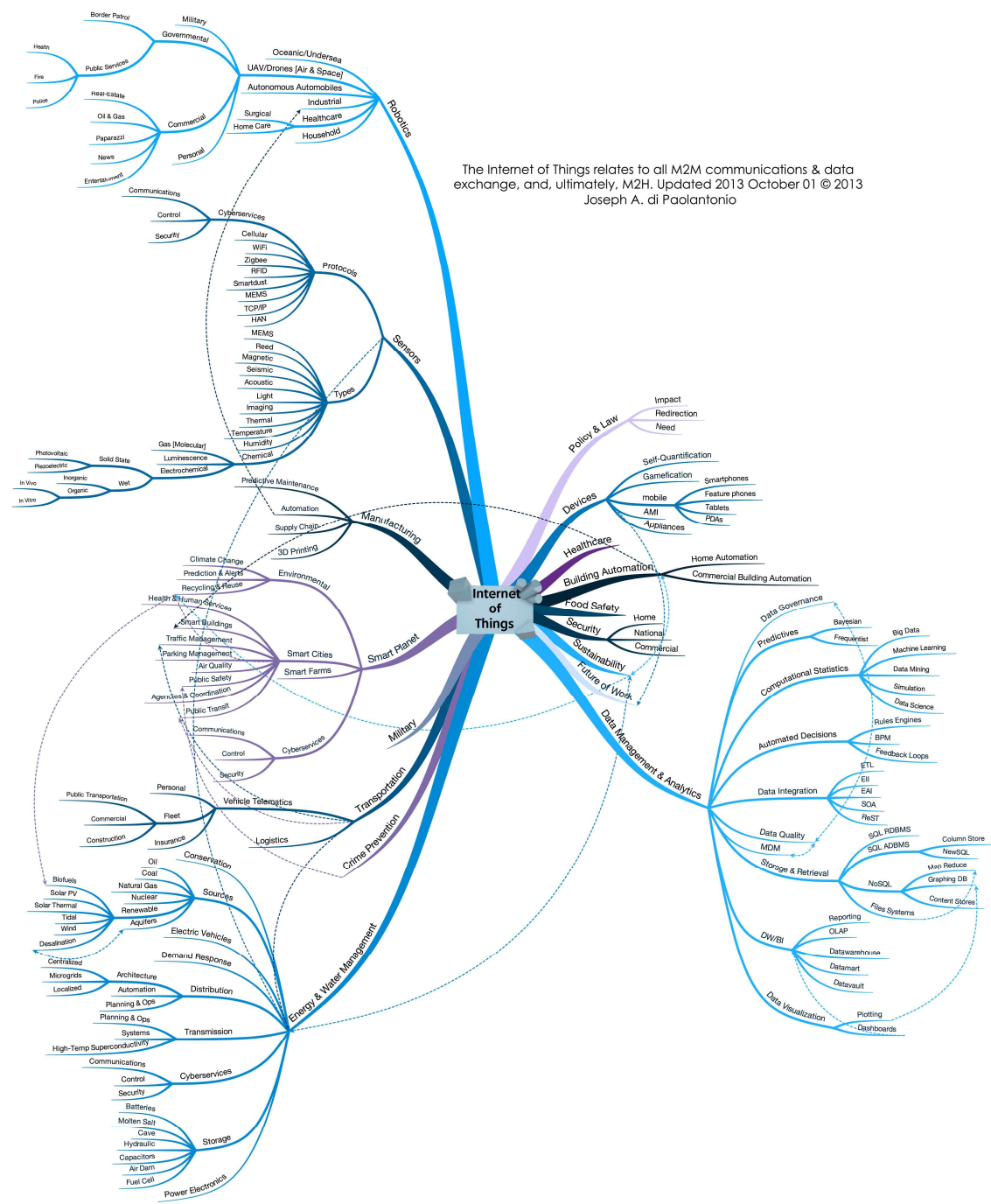
- 가트너는 2012년 이후 사물 인터넷을 3년 연속으로 10대 전략 기술에 포함하고 있으며, 2014년은 사물을 넘어 장소 등에도 ‘연결’이 가능함을 주장

<표 18> 가트너 선정 10대 전략기술(2009년 ~2014년)

순위	2009	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
1	가상화	클라우드 컴퓨팅	클라우드 컴퓨팅	미디어 태블릿 그 이후	모바일 대전	다양한 모바일 기기 관리
2	클라우드 컴퓨팅	진보적 분석	모바일 앱과 미디어 태블릿	모바일 중심 애플리케이션과 인터페이스	모바일 앱 & HTML5	모바일 앱과 HTML5 지원 애플리케이션
3	서버 이상의 블레이드	클라이언트 컴퓨팅	소셜 커뮤니케이션 및 협업	상황인식과 소셜이 결합된 사용자 경험	퍼스널 클라우드	만물 인터넷 (loEverything)
4	웹 기반 아키텍처	그린을 위한 IT	비디오	사물 인터넷 (IoT)	사물 인터넷 (IoT)	하이브리드 클라우드와 서비스 브로커로서의 IT
5	엔터프라이즈 매시업	데이터센터 재설계	차세대 애널리틱	앱스토어와 마켓 플레이스	하이브리드 IT 및 클라우드 컴퓨팅	클라우드와 클라이언트 아키텍처
6	특화 시스템	소셜 소프트웨어 및 소셜 컴퓨팅	소셜 애널리틱	차세대 애널리틱	전략적 빅데이터	퍼스널 클라우드의 시대
7	소셜 소프트웨어 및 소셜 네트워킹	사용자 액티비티 모니터링(보안)	상황인식 컴퓨팅	빅데이터	실용분석	소프트웨어에 의한 기기 환경 제어
8	통합 커뮤니케이션	플래시 메모리	스토리지급 메모리	인메모리 컴퓨팅	인메모리 컴퓨팅	웹스케일 IT
9	비즈니스 인텔리전스	가용성을 위한 가상화	유비쿼터스 컴퓨팅	저전력 서버	통합 생태계	스마트 머신
10	그린 IT	모바일 애플리케이션	패브릭 기반 컴퓨팅 및 인프라 스트럭처	클라우드 컴퓨팅	엔터프라이즈 앱스토어	3D 프린팅

- 사물인터넷 및 관련 서비스 구현에는 센싱 기술, 유무선 통신 및 네트워크 기술, 인터페이스 기술 등이 중요한 역할
- (센싱 기술) RFID, NFC 칩, 센서 등을 이용한 사물 인식 및 각종 감지 기술
* 온도·습도·열·가스·조도·초음파·모션·위치 등
 - (통신 및 네트워크) 기존 이동통신*·Wi-Fi·블루투스 외에 WPAN, BcN, 위성통신, 시리얼 통신 등 인간·사물·서비스를 연결시킬 수 있는 기술
* 4G·LTE·LTE-Adv. 등
 - (인터페이스 기술) 다양한 사물 응용 및 서비스 제공을 위한 표준 인터페이스 및 정보 저장·처리·변환 기술

- 상기 기술 개발에 따라 향후 사물인터넷은 제조, 로봇틱스, 국방, 수송, 헬스케어, 빌딩 자동화, 보안 등 다양한 분야에서 시장 창출 기대
- 관리(Manage), 사용 기반 수익(Pay-Per Use), 원격 운영(Remote Operation), 제공 서비스 확대 등의 비즈니스 모델 창출이 기대



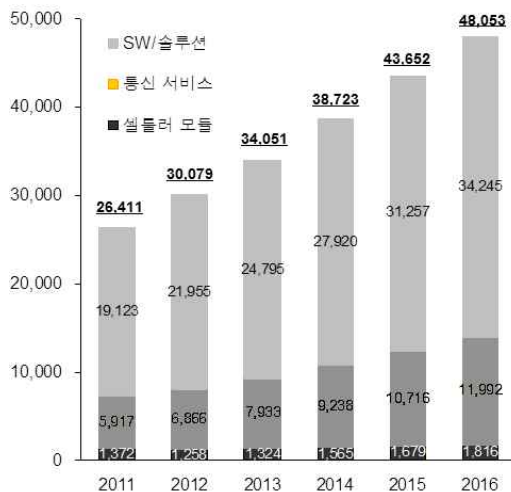
<그림 30> 마인드맵으로 살펴본 사물 인터넷(IoT)의 응용 분야⁶²⁾

62) Forbes, 'The Internet of Things and Change - Will You Be Ready For The M2M World?' 2012. 7. 23

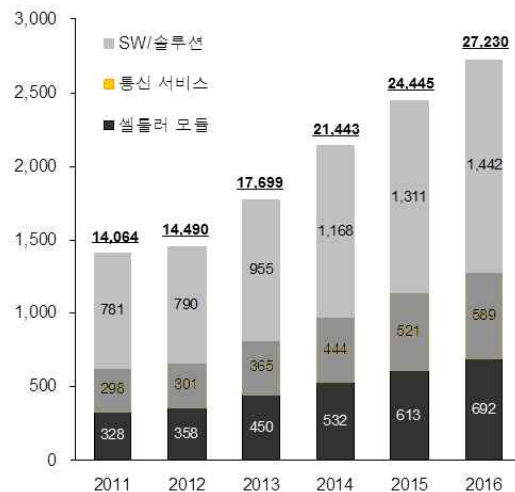
- 세계 사물인터넷 시장은 2016년 약 50조 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 국내는 약 3조 원의 시장 형성 전망

* M2M(Machine to Machine) 시장 자료를 근거로 셀룰러 모듈, 통신서비스, SW·솔루션 등으로 구분하여 산출

세계 사물인터넷 시장(백만 달러)



국내 사물인터넷 시장(십억 원)



<그림 31> 사물 인터넷(IoT) 세계(좌) 및 국내(우) 시장 전망63)

- 군사 로봇은 IT·로보틱스의 융합을 통해 감시정찰·전투·유도·수송·폭발물 처리·구조 등의 작전(기능)에서 점차 인간을 대체할 전망
- 군사 로봇은 작전 지역에 따라 지상·해상·공중 로봇으로 분류할 수 있으며, 각 작전 지역에서 인간을 보조·대신하여 기능을 수행

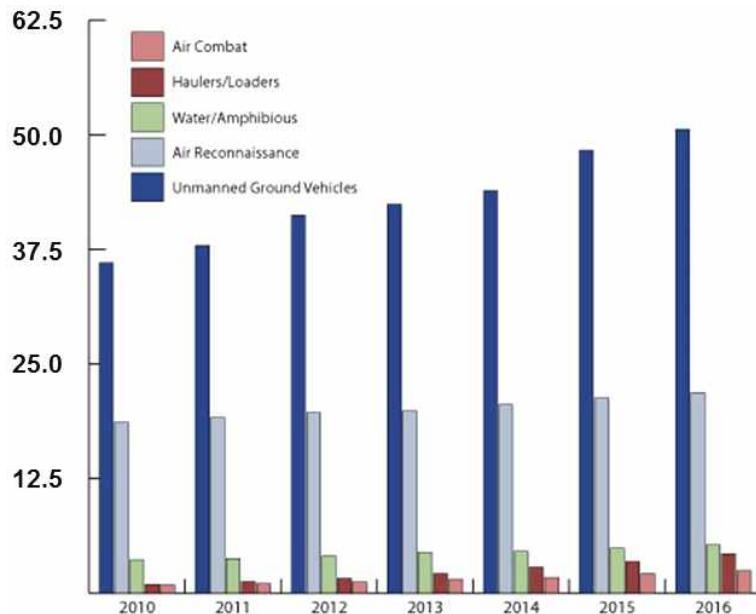
<표 19> IT 융합 군사 로봇의 기술 분류64)

작전 지역	로봇종류	기능
지상 (UGVs)	감시정찰 로봇	■ 사람이 접근하기 어려운 협소지역 접근 및 건물 내부 정보수집 업무 수행
	경전투 로봇	■ 근접 감시정찰 및 경화기 탑재하여 보병지원 임무 수행
	중전투 로봇	■ 다목적 플랫폼에 임무별 장비를 탑재하여 감시정찰 및 중전투 임무 수행
	수송 로봇	■ 불규칙한 노면, 급경사·산악 지형에서도 효율적인 수송이 가능
해상 (UUVs)	무인수상정	■ 상륙 작전 시 연안 기뢰 탐색 및 처리를 위한 대기뢰전 수행 ■ 항만 방어, 함정보호를 위한 정찰·감시 업무 수행
	무인잠수정	■ 기존 잠수함·전투함정의 작전이 어려운 연안지역 등에서 정보수집 및 감시·정찰 임무 수행 ■ 상륙작전, 특수전 요원 침투 등을 지원하기 위한 위치 정보 제공
공중 (UAVs)	감시정찰 무인항공기	■ 45,000피트 이상 고고도 정찰 및 도발 징후 감시
	무인전투기	■ 지상 공격 임무 수행

63) 석왕현 외(2013), '통신환경 변화에 따른 M2M 산업 생태계 및 파급효과 분석', IT 이슈리포트 2013-07에서 인용·재구성

64) 전향수(2013), '국방·IT 융합 : 군사용 로봇을 중심으로', 전자통신동향분석 28권 4호 pp. 107-117 외

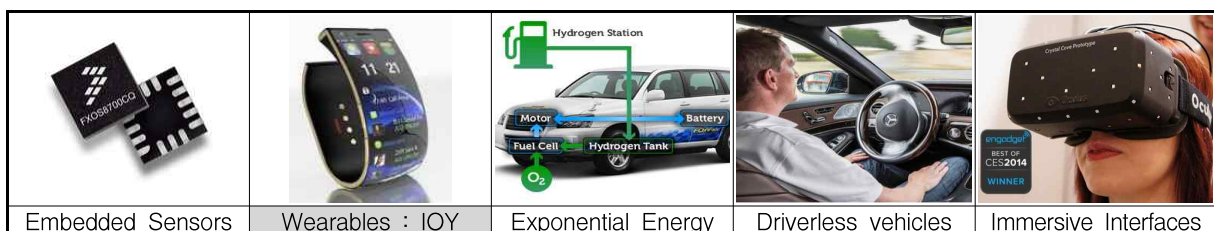
- 전쟁이 전면전에서 테러 진압·시가전·국지적 분쟁을 중심으로 전개됨에 따라 인명보호·전투 효율성 제고를 위한 로봇 활용이 점차 증가
- 세계 군사 로봇 시장 규모는 2016년 80억 달러에 이를 전망



<그림 32> 세계 국방 로봇 시장 성장 추이(억 달러)⁶⁵⁾

- 웨어러블 디바이스는 착용 또는 신체에 부착해서 데이터 수집, 인식·처리를 통해 사용자가 원하는 기능을 구현하는 전자기기
- 60년대부터 R&D가 시작되었으며, 최근 컴퓨팅 능력 향상, 무선통신 인프라 구축, 배터리 수명 향상 등에 의해 상용화가 촉발
- 2012년 이후 많은 기관에서 웨어러블 디바이스 기술을 최고 발명품, 와해적 혁신 기술 등으로 선정
 - * (Time紙) 2012년 최고의 발명품 26선, (MIT) 2013년 선정 Breakthrough Technologies, (포브스) 2014년 발표한 가장 파괴적인 혁신 기술 5가지

<표 20> 포브스 선정 2014년 5대 파괴적 혁신 기술에서의 웨어러블 디바이스⁶⁶⁾



65) ABI Research(2011), 'Defense Robots : UAVs, UGVs, UUVs and Task Robots for Military Applications'

66) 포브스, <The Five Most Disruptive Innovations at CES 2014>, 2014년 1월 10일자 기사 인용

○ 웨어러블 디바이스는 사용 목적에 따라 피트니스, 헬스케어, 인포테인먼트*, 군사·산업 등으로 구분 가능

* 인포테인먼트는 정보(Information)와 오락(Entertainment)의 합성어로 정보의 전달에 오락성을 가미한 소프트웨어 및 미디어를 지칭하는 용어

<표 21> 사용목적 별 웨어러블 디바이스 구분 및 주요 제품⁶⁷⁾

사용 목적	시판 주요제품(제조사)
피트니스	스마트 슈즈(나이키), 퓨얼밴드(나이키), 피트니스센서(아이리버온) 등
헬스케어	Seven Plus(Dexcom), PiiX(Corventis) 등
인포테인먼트	갤럭시 기어(삼성), 아이워치(애플), 구글 글래스(구글) 등
군사·산업	HC1(모토로라), BLEEX(UC버클리 대학) 등

○ 현재 대부분의 웨어러블 디바이스는 액세서리 형태를 띄는 단순 착용형이나, 의류일체, 신체부착, 생체이식형 등으로 확장될 전망

- 액세서리형의 발전 방향은 고효율·소형화 중심으로 이루어질 것으로 판단
- 의류일체, 신체부착 및 생체이식형태의 웨어러블 디바이스는 아직 연구단계이며, 상용화를 위한 기술 혁신 필요



<그림 33> 웨어러블 디바이스 기술 진화 경로⁶⁸⁾

67) 정보통신정책연구원, '웨어러블 디바이스(Wearable Device) 동향과 시사점', 2013 자료 참고

68) 한국방송통신전파진흥원, '웨어러블 디바이스 동향과 전망', 2013 자료 인용

<표 22> 웨어러블 디바이스 형태별 주요기술 및 발전방향⁶⁹⁾

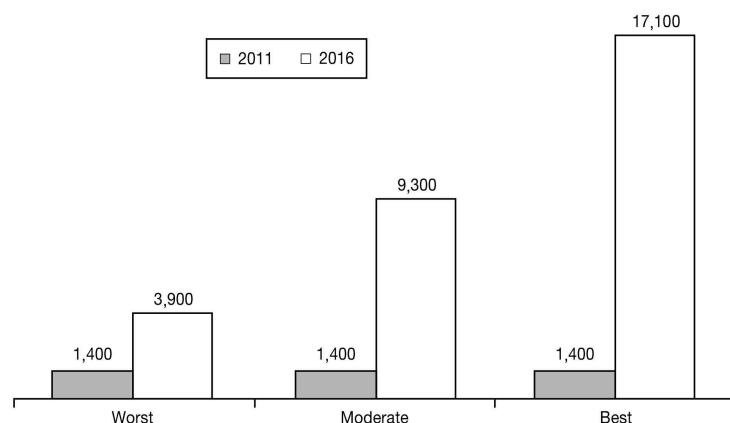
	액세서리형	의류일체형	신체부착/생체이식형
핵심기술	<ul style="list-style-type: none"> 초소형·고용량 배터리 저전력 고성능 SoC 플렉서블한 박막형·투과형 디스플레이 초소형·정밀 비전 센서 사용자 인터랙션 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 전도성 실, 섬유, 직물, 센서 개발 직물 회로보드 기술 접착형 전자소자 패키징 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 고분자 회로보드 및 전자소자 패키징 기술 안테나 및 통신 기술 소재 및 탈부착 기술
문제점	<ul style="list-style-type: none"> 크기, 무게, 배터리 수명 입출력 방식 	<ul style="list-style-type: none"> 강인한 내구성 세탁성 및 양산 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 신축성·유연성 인체 무해성 양산 기술
연구개발이슈	<ul style="list-style-type: none"> 저발열·저전력·초소형화 웨어러블 통신 기술 센서일체형 디스플레이 촉감 표현 기술 디바이스 협업 및 UI/UX 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 의류 디스플레이 기술 모션인식 의류 기술 FAN (Fabric Area Network) 상황기반 색/무늬 변화 	<ul style="list-style-type: none"> 고전도성·저전력화 유연·투명 부품 기술 무구속·무자각 생체 신호 측정 기술 의료/웰니스용 생체 신호 측정 센서 및 시스템

○ 웨어러블 디바이스는 2011년 전세계적으로 1,400만 대가 출하되었으며, 2016년 출하량은 최대 1억 7,100만 대에 이를 전망

- (IMS Research) 2016년 세계 웨어러블 디바이스 출하량은 2011년 1,400만 대비 2.8~12배 증가하며 최대 1만 7,100대에 이를 전망

* 시장 환경 등에 따라 저성장·중성장·고성장 시나리오로 나누어 분석

- 헬스케어, 피트니스 분야를 중심으로 2013년~2014년 15~16억 달러 시장이 형성된 것으로 추정⁷⁰⁾

<그림 34> 시나리오별 글로벌 웨어러블 디바이스 출하량 전망(만 대)⁷¹⁾

69) 전게서

70) 한국방송통신전파진흥원, '웨어러블 디바이스 동향과 전망', 2013 자료 인용

71) 정보통신정책연구원, '웨어러블 디바이스(Wearable Device) 동향과 시사점', 2013

- 글로벌 ICT 융합산업 시장 규모는 11개 주력산업·신산업을 합해 2010년 1.3조 달러 규모로 추정되며, 2020년까지 3.7조 달러로 확대될 전망
 - (자동차) 자동차 안전, 편의성, 엔터테인먼트 관련 ICT 융합 시장은 2010년 1,200억 달러에서 2020년 2,700억 달러로 2배 이상 확대 전망
 - (조선) 선박용 광대역 이동위성 통신, '수주~폐선'에 이르는 제품수명주기 관리 시스템 등을 중심으로 2020년 200억 달러의 시장 형성 기대
 - (건설) 스마트시티 조성, 건축물 운영 관리*, 건설현장 무선 통신 기술 등을 중심으로 2020년 4,550억 달러의 시장 형성 전망
 - * FEMS(Factory Energy Management System), BEMS(Building Energy Management System) 등
 - (섬유) 웨어러블 디바이스, 헬스케어 의류 및 국방용 스마트 셔츠 등의 분야에서 2020년 2,400억 달러의 시장 형성 기대
 - (기계) 플랜트·건설기계의 원격 모니터링 서비스, 유비쿼터스 공작기계, 고효율 냉동공조 등을 중심으로 2020년 4,900억 달러의 시장 형성 전망
 - * 2010년~2040년 기계산업 전반의 IT화를 의미하는 IT Machinery 시대 도래 전망
 - (의료) 원격 진료, 실버 케어, 조기 진단, 바이오 센서 등을 중심으로 2020년 6,650억 달러 규모의 시장 형성 기대
 - (국방) 무기체계의 전자 제어 확대·무인화, 전기 추진, 지형·표적 탐지 기술 개발 확대에 따라 2020년 8,775억 달러의 시장 형성 기대
 - * 2015년 시장 규모 2,765억 달러는 2015년 세계 국방비 지출 규모(8,090억 달러)의 34.2% 수준
 - (에너지) 에너지의 생산·전송·저장·소비에 이르는 과정에 IT를 융합하는 시장*이 2020년 2,897억 달러에 이를 전망
 - * 스마트그리드, 에너지 상태 모니터링 데이터 전송 기술, 에너지 소비 효율화 알고리즘 기술 등
 - (조명) 빛과 진동 감지, 절전 상황인지 스마트 센서, 음성인식 조명 색상 변화 디바이스 등을 중심으로 2020년 2,416억 달러에 이를 전망
 - (항공) 항공기 운항 안정성 및 항공교통 효율성 제고를 위한 통신, 항법, 감시 관련 전자 장치를 중심으로 2020년 1,200억 달러 시장 형성 기대

- 국내 ICT 융합산업 시장 규모는 11개 주력산업·신산업을 합해 2010년 368억 달러 규모로 추정되며, 2020년까지 1,275억 달러로 확대될 전망
- 세계시장 규모 대비 점유율은 2010년 2.9%에서 2020년 3.4%로 소폭 증가할 전망
 - 분야별 분석 결과, 기계·에너지·자동차가 2020년 6%대의 상대적으로 높은 점유율을 달성할 수 있을 것으로 기대
 - 조명·의료 등의 분야는 2020년 0.2~1.1%의 낮은 시장 점유율이 예상
 - 에너지 분야를 제외한 전 분야에서 국내시장 규모 증가율이 세계시장 규모 증가율을 상회

<표 23> ICT 융합산업별 시장 규모 전망(억 달러)⁷²⁾

산업	구분	2010	2015	2020	CAGR
건설	세계	2,640	3,164	4,550	5.6%
	국내	34	60	92	10.5%
국방	세계	1,111	2,765	8,775	23.0%
	국내	33.3	82.9	307.1	24.9%
기계	세계	1,600	2,900	4,900	11.8%
	국내	91	183	295	12.5%
로봇	세계	187	414	585	12.1%
	국내	3.2	12.6	26.1	23.4%
섬유	세계	1,659	1,984	2,365	3.6%
	국내	31	60	74	9.1%
에너지	세계	1,405	1,996	2,897	7.5%
	국내	105	135	185	5.8%
의료	세계	1,600	3,260	6,650	15.3%
	국내	13	36	73	18.8%
자동차	세계	1,200	2,000	2,700	8.4%
	국내	50	100	170	13.0%
조명	세계	356	1,030	2,416	21.1%
	국내	0.03	2.6	5.8	69.3%
조선	세계	135	176	204	4.2%
	국내	3.6	5.2	7	6.9%
항공	세계	640	880	1,200	6.5%
	국내	3.8	10.3	40	26.5%
세계 합계		12,533	20,569	37,242	11.5%
국내 합계		368	688	1,275	13.2%

72) 김완석 외(2011), 'IT 융합산업 규모 추정에 대한 두 가지 사례', 전자통신동향분석 제26권 제6호, pp. 199-209, 산업기술 평가관리원(2011), 'IT 융합기획보고서', 산업기술진흥원(2012), '2012 산업기술로드맵 - IT융합(주력산업)' 외

- ICT 융합은 거대도시화에 따른 사회 문제 해결을 위한 스마트 시티 구축, 가상 발전소(VPP)를 통한 안정적 전력 공급에도 기여할 전망
- 거대도시(Megacity)는 천만 명 이상의 거주인구를 보유한 도시로, 2009년 현재 전세계 거대도시 수는 20개 정도로 파악⁷³⁾
 - 전세계 거대도시 수는 2025년 29개로 증가할 전망⁷⁴⁾이며, 절반 이상이 신흥국에 존재할 것으로 예상⁷⁵⁾
 - 거대도시군(Mega Region)은 1,500만 이상이 거주하는 도시 및 주변 지역의 결합 지역을 뜻하며 Branded Cities와 같은 의미로 사용
- 전세계적으로 거대도시로의 인구 집중 현상은 다양한 문제를 야기
 - 2020년 경에는 전세계 인구의 60%가 도시에 거주할 것으로 전망⁷⁶⁾
 - 인도, 중국 등 신흥국은 급속한 도시화 확산에 따라 실업, 범죄, 교통난, 질병 확산, 에너지 부족 현상이 가중
 - 유럽, 북미 등 선진국은 국민의 도시 인구 비중이 80% 이상으로, 대다수 국민의 삶의 질 향상을 위한 도시환경의 지속적인 개선 필요
 - 거대도시의 지리적 위치, 정치 시스템, 경제 모델과 관계없이 당면한 문제는 매우 유사할 것으로 예상되는 만큼 이에 대한 전지구적 대응이 필요
 - 우리나라 도시 인구 비중 또한 90% 이상으로 도시환경 개선에 더 많은 노력이 필요
- ICT 융합을 통한 스마트시티화로 도시 문제 완화 가능
 - 스마트시티는 기존 도시에 ICT기반의 ‘스마트플랫폼’을 적용해서 자원의 효율적 활용을 통해 도시 문제를 해결하는 것을 의미⁷⁷⁾
 - 스마트플랫폼은 개방정도와 대응방법에 따라 공공서비스, 공유경제, 도시운영, 지능적 운영의 4가지 유형으로 구분

73) 도쿄, 뉴욕, LA, 런던, 시카고, 멕시코 시티, 파리, 상하이, 상파울루, 부에노스 아이레스, 뭄바이, 오사카-고베, 필라델피아, 베이징, 홍콩, 델리, 모스크바, 광저우, 서울, 마이애미 등

74) LGERI, ‘글로벌 메가시티의 미래 지형도’, 2010

75) Frost & Sullivan(2010), ‘World's Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures

76) 전게서

77) 한국정보화진흥원, ‘해외 스마트시티 열풍과 시사점’, 2013

<표 24> 스마트플랫폼을 통한 도시 문제 해소⁷⁸⁾

도시문제	Smart Service	효율성 제고	가치 창출
전력난	Smart Grid	전력사용의 효율성 극대화를 통한 에너지 절약	자원절약 및 환경보호
물부족	Smart Water	수자원의 효율적 사용 제고	자원절약 및 환경보호
교통체증	Smart Transport	버스시간, 체증지역, 우회로 안내 등 편리성 제고, 시간 및 에너지 절감	금전적·시간적 가치
주차난	Smart Parking	주차가능 장소 안내를 통한 시간 및 에너지 낭비 방지	시간적 가치 제공

○ 세계 주요국은 스마트플랫폼을 적극 활용, 기존 도시의 스마트시티화 추진⁷⁹⁾

- (미국) 2014년까지 스마트시티 관련 시장 점유율 15%를 목표로 2010년 스마트그리드 기술개발에 총 34억 달러를 투자

- 미국 에너지부는 2012년 총 45억 달러 규모의 스마트 미터, 전력 데이터 송신 등 스마트 그리드 사업 추진

- 미국 교통부는 AERIS* 프로그램을 통해 차량 및 교통시스템간의 통신 기술을 이용하여 교통체증 및 주차문제 해소

* AERIS(Applications for the Environment Real-Time Information Synthesis)은 차량과 교통 시스템간의 실시간 데이터 공유로 최적경로 및 주차정보 제공

- (중국) 2012년 ‘국가 스마트시티 시행지역 공지’(12.5규획)를 통해 2015년까지 5천억 위안을 스마트시티 구축에 투자

* 2011년 기준 도시화 비율을 47.5%에서 51.5%로 끌어올리기 위해 스마트시티를 위한 5개년 계획(12규획)을 수립

- 2013년 기준 50여개 도시에 ICT를 접목하여 스마트시티를 구축하고 있으며, 스마트시티 시범구역 103곳을 추가 확정

- (EU) 스마트 모바일 기술을 통해 회원국 도시들의 에너지를 절약할 수 있는 스마트시티 구축이 목표

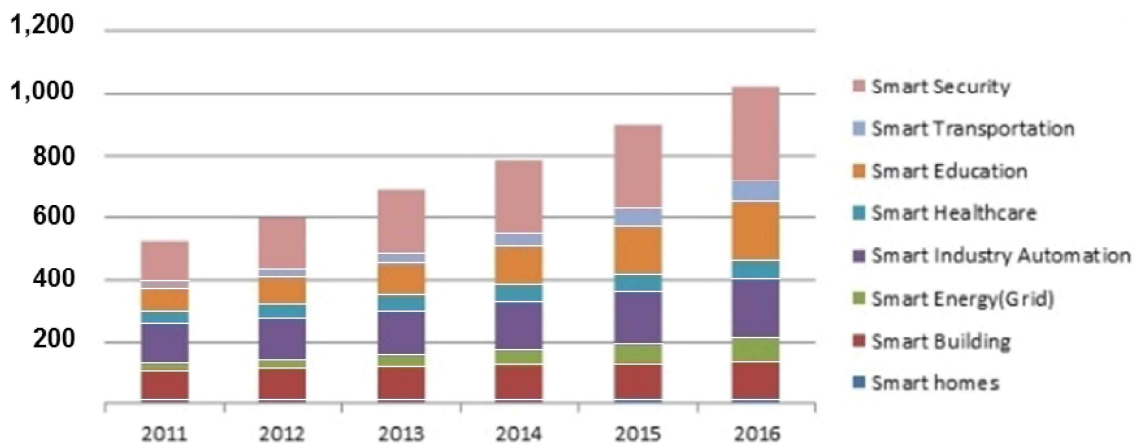
- 2020년까지 CO₂ 배출량 20% 감소를 목표로 스마트시티 구축을 위한 총 4억 4,600만 유로* 규모의 투자 프로그램 신설

* 2012년 8,100만 유로, 2013년 3억 6,500만 유로

78) 전게서

79) 전게서

- (일본) '일본 신성장전략(2010~2020)'을 기반으로 스마트시티 사업을 추진 중이며 3조 2천억 엔의 경제효과 및 6만 2천명의 고용 창출 효과 기대⁸⁰⁾
- 일본은 후쿠시마 원전사고 이후 스마트시티 관련 다양한 실증 프로젝트* 추진에 박차
 - * 에너지 관리 시스템 구축, 전력·열의 통합 제어, 전기차와 가정의 상호 전기공급(V2G)
- 2012년 해외 스마트시티 프로젝트 수는 143개로 2008년(20개) 기준 약 7배 증가하였으며 스마트시티 시장도 급성장⁸¹⁾
- 세계 스마트시티 시장 규모는 2011년 5,263억 달러에서 연평균 14.2% 성장하며 2016년 1조 234억 달러까지 확대될 전망⁸²⁾
- 스마트 그리드를 포함한 '에너지 관리' 부문의 성장률이 가장 가파를 것으로 기대되며, 시장 규모는 보안(Security) 부문이 가장 클 전망



<그림 35> 세계 스마트시티 관련 기술시장 규모 전망(십억 달러)⁸³⁾

- 우리나라도 2003년 U-City 사업을 추진하며 스마트시티 구축 추진⁸⁴⁾
 - 세계 최초로 U-City* 개념을 정의하고 관련 사업 추진
 - * 기반시설 및 공공시설 등에 ICT융합 기술을 적용하여 지능화된 시설을 통해 행정, 교통, 복지, 환경, 방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집 후 연계하여 제공하는 도시
 - 2013년 기준 성남, 용인, 파주 등 약 50여개 도시에 U-City 구축 관련 사업 지원 후 추가로 인천 송도, 세종시 등지에 구축 진행 중

80) 정보통신산업진흥원, 'ICT와 첨단 산업융합의 미래도시 - 스마트시티', 2013

81) 전게서

82) Markets and Markets, 'Smart Cities Market worth \$1 Trillion by 2016', 2012

83) 전게서

84) 한국정보화진흥원, '해외 스마트시티 열풍과 시사점', 2013

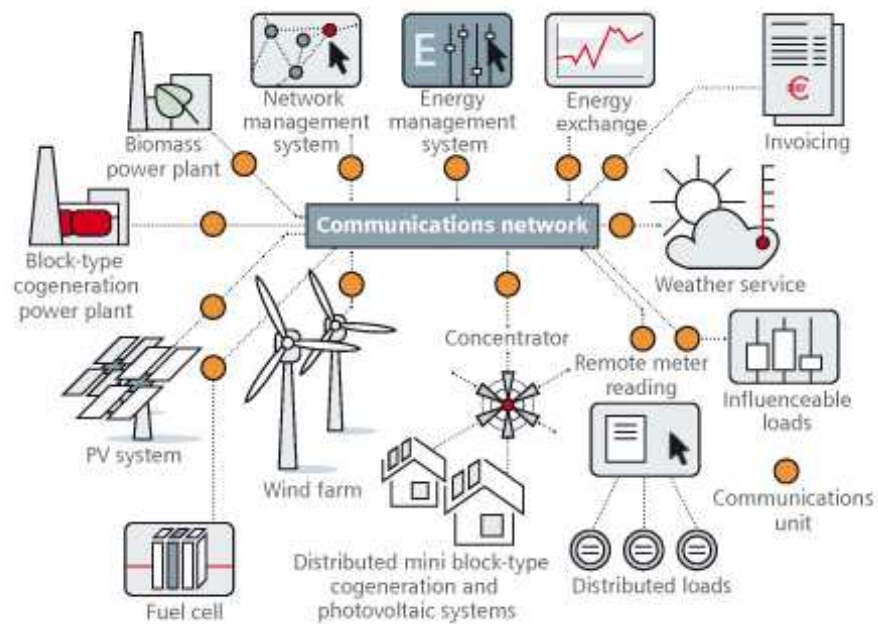
- ICT 융합을 통한 스마트 시티는 미래의 거대 도시를 지속 가능한 삶의 공간으로 변모시켜 나갈 것으로 기대



<그림 36> 미래 스마트 시티의 모습⁸⁵⁾

- 가상발전소(VPP) 기술은 거대도시화에 따른 전력 수요 급증으로 인한 전력난의 해소방안이 될 것으로 기대
 - VPP(Virtual Power Plant)는 신재생에너지원과 같은 소규모·비정규 분산 전원을 전력 계통에 연동하여 통합 운영하는 가상 발전소를 의미
 - 신재생 에너지원과 화력 발전 등이 혼합 구성, 신재생 에너지원 발전량이 예상보다 많을 시, 화력 발전을 조절함으로써 전력량을 일정하게 유지
 - 10MW 이하 소규모 분산전원 설비도 전력 계통에 연계 시, 계획 발전량, 전압 제어 능력, 예비력 등을 가시화, 전력 거래가 가능
 - VPP 운영을 위해 각 분산 전원은 통신망을 통해 접속하며, 이를 통합 운영하는 플랫폼의 개발이 필요
 - 시스템 통신네트워크 설계 기술, 에너지 저장시스템(ESS), SW 알고리즘 기술 등도 VPP 운영에 중요한 역할

85) Frost & Sullivan(2010), 'World's Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures

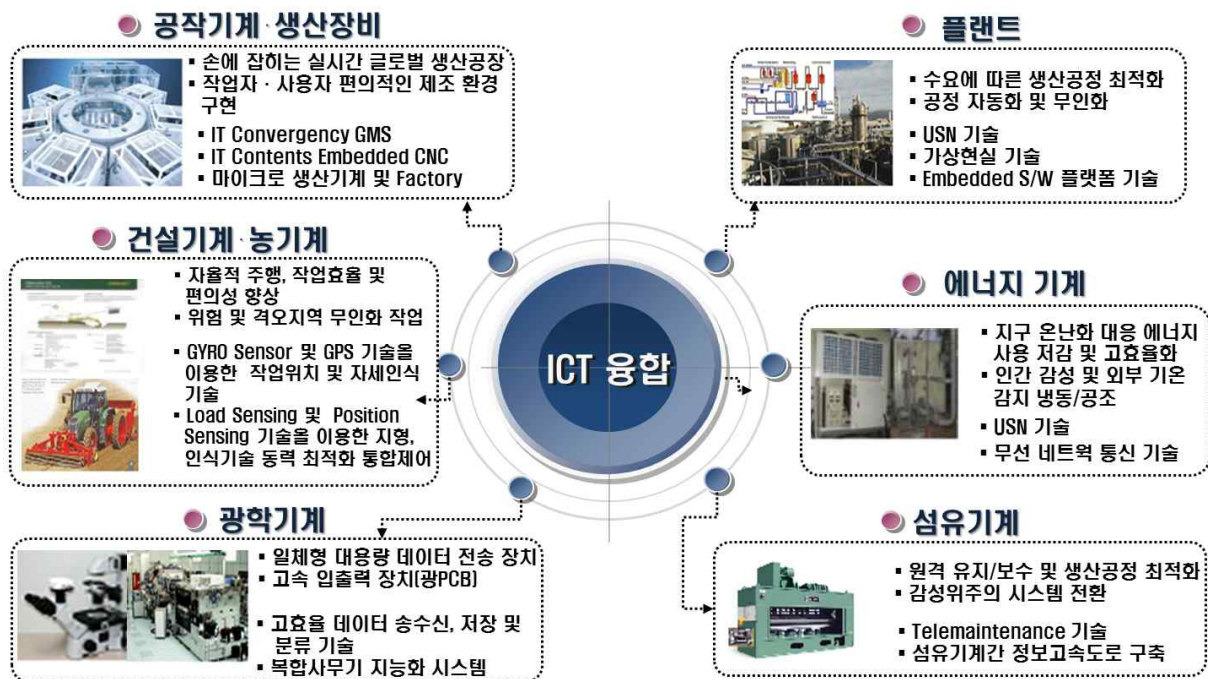


<그림 37> Virtual Power Plant의 구성⁸⁶⁾

[기계산업 영향]

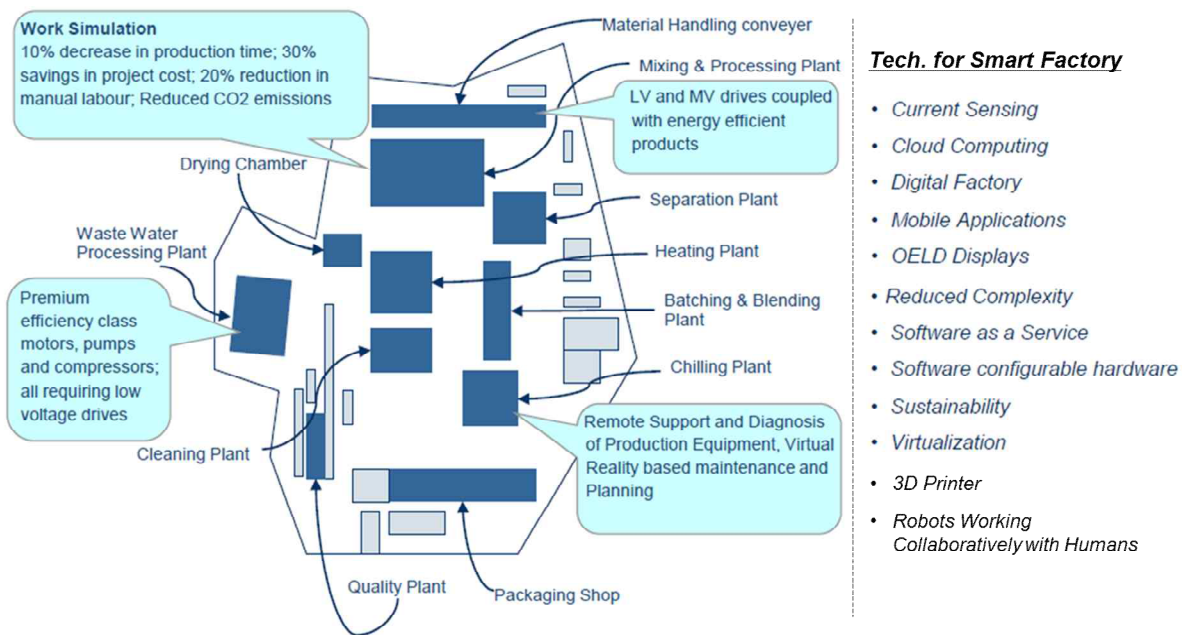
- 기계산업은 ICT 융합을 통해 기계의 지능화 및 새로운 순기능을 창출함으로써 편의성, 안전성, 서비스 향상 및 비용 절감 등의 가치 창출이 가능
 - (제품 융합) 부품·모듈에 ICT를 접목, 성능과 기능을 확대
 - (서비스 융합) 판매된 기계의 예측 유지보수·사후관리를 통한 고객 만족도와 수익성 제고를 위해 ICT 활용
 - (공정 융합) 기계 제조 공정에 ICT를 접목하여 생산 공정의 자동화·무인화를 통한 생산성·효율성 제고 추구
 - 기계산업의 ICT 융합은 경로 생략형 혁신과 함께 효율성 개선을 통한 생산성 제고에 기여
 - USN, M2M, GPS 등 ICT 융합을 통해 기존 기계기술의 누적적 혁신, 낮은 기술적 기회, 경험적 지식에 기반한 혁신 등의 고유 특성을 극복
 - ICT 융합은 기술적 효율성 개선 뿐 아니라 정보 공유와 지식 경영을 통한 공급사슬에서의 효율성에도 기여 가능

86) Siemens 홈페이지 'Tomorrow's Power Grids'



<그림 38> 기계산업 ICT 융합 사례 및 효과

- 공정 ICT는 궁극적으로 공정 및 장비의 유연화·인공지능화·가상화를 통해 최적화된 스마트 팩토리(Smart Factory)를 구현, 공장 생산성 증가에 기여할 전망
- 스마트 팩토리는 공정을 구성하는 장비를 가상 사이버 시스템(Cyber Physical System)과 연계·통합시킴으로서 공정의 최적화·자율화를 구현
 - 사물 인터넷 기술 등을 활용하여 기계·장비 간 자율적으로 통신하고, 생산에 필요한 정보 교환 및 생산 최적화 조건을 설정·제어
 - 실제 제조 현장과 사이버 환경 간 플랫폼 역할을 하는 가상 사이버 시스템은 SW, 센서, 정보처리장치 등에 기반하여 스마트 생산을 지원
 - 스마트 팩토리를 통해 맞춤형 소량 생산의 경제성을 확보하고 공급사슬 상의 협력·연계 극대화의 성과 창출이 가능할 전망
 - 시뮬레이션·사물 인터넷 기술 적용 및 구현에 따라 발생하는 빅 데이터를 활용한 비즈니스 모델 및 고용 창출도 가능할 전망
 - * 제품 결함 실시간 분석 서비스, 실시간 번역 및 기능 추천 서비스 등
 - 스마트 팩토리 구현을 위해서는 사물 인터넷 관련 센싱기술, SW, 가상화, 통신·네트워크 뿐 아니라 디스플레이, 클라우드 등 다양한 기술이 필요



<그림 39> 미래 스마트 팩토리의 모습과 구현에 필요한 기술⁸⁷⁾

□ 스마트 팩토리는 궁극적으로 와이즈 팩토리(WISE Factory)로 진화·발전할 전망

- (Waste-free) 환경규제 대응을 위한 폐기물 배출을 최소화하고 발생된 폐기물을 에너지화하는 기술
 - 가연성 폐기물을 에너지화할 경우 기존 화석에너지 대체 효과에 의해서 0.2~0.5TC/톤 정도의 온실가스 저감효과 발생하는 것으로 추정
 - (유망기술) 나노/마이크로 필터 및 수처리 시스템, 폐에너지 감소를 위한 소형발전기(터빈)용 청정연소기술, 폐기물 재활용 기술 등
- (Intelligent) 스마트 팩토리과 유사한 개념으로 경제성과 다품종 소량 생산을 동시에 만족하는 시스템 구현
- (Safety) 작업자 안전 확보 및 기계·작업자 간의 의도하지 않은 방해에 따른 생산성 저하를 막기 위한 작업환경 개선 기술
 - 플랜트 및 생산시설의 대형화로 인해 산업재해의 규모가 커지고 있으며, 재해에 따른 생산성 하락, 피해 규모도 막대
 - (유망기술) 안전 모니터링 및 사전 시뮬레이션, 로봇과 인간 간 협업 기술 등

87) Frost & Sullivan(2010), 'World's Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures

- (Energy Efficient) 신재생 에너지 활용 극대화와 기존 화석에너지 소비의 고효율화를 통한 에너지 자급자족형 공장 구현
 - 석유화학, 철강, 시멘트, 제지 업종 등은 에너지 비용이 제조원가의 20~60% 차지
 - (유망기술) 에너지 하베스팅 기술, BIPV, FEMS 등
- 기계산업은 사물인터넷, 웨어러블 디바이스 등 ICT 융합 신산업의 조기 창출을 위한 양산 기술 확보에 중요한 역할
 - 사물인터넷용 RFID의 경우 롤 스탬프, 다중 레이저 응용 마이크로 패터닝, 인쇄전자 기술 등을 통해 양산이 가능할 것으로 기대
 - (인쇄전자) 기능성 잉크를 활용 시 군사용, 여권, 신분증, 신용카드, 동물 Tag에 활용되는 RFID 안테나의 저가화 실현이 가능
 - (롤 스탬프) 롤 스탬프와 박막-롤러 사이 하중 제어 기술을 활용하면 유연전자소자 대량 생산이 가능할 전망
 - 의류일체형·신체부착(생체이식형) 웨어러블 디바이스의 경우 양산 기술 확보가 보급에 결정적인 역할을 할 것으로 예상
- 기계산업은 거대도시화에 따른 하수 처리, 식수 확보, 에너지 관리, VPP 운영 등에서 중심적 역할을 수행할 전망
 - 수처리 설비에는 펌프, 여과기, 컨트롤 밸브, 버터플라이 밸브 등의 다양한 기자재가 활용
 - 식수 확보를 위해서는 RO 방식, FO 방식, MSF, MED 등의 다양한 담수화 기술이 적용
 - BEMS, FEMS 등의 에너지 관리 시스템에서는 냉동공조 등 다양한 기계 부품이 ICT 제어 시스템과의 면밀한 통합이 필요
 - VPP 운영이 확대될 시 태양광 발전, 풍력 발전 및 소규모 분산 열병합 발전 플랜트 건설 수요가 늘어날 것으로 기대

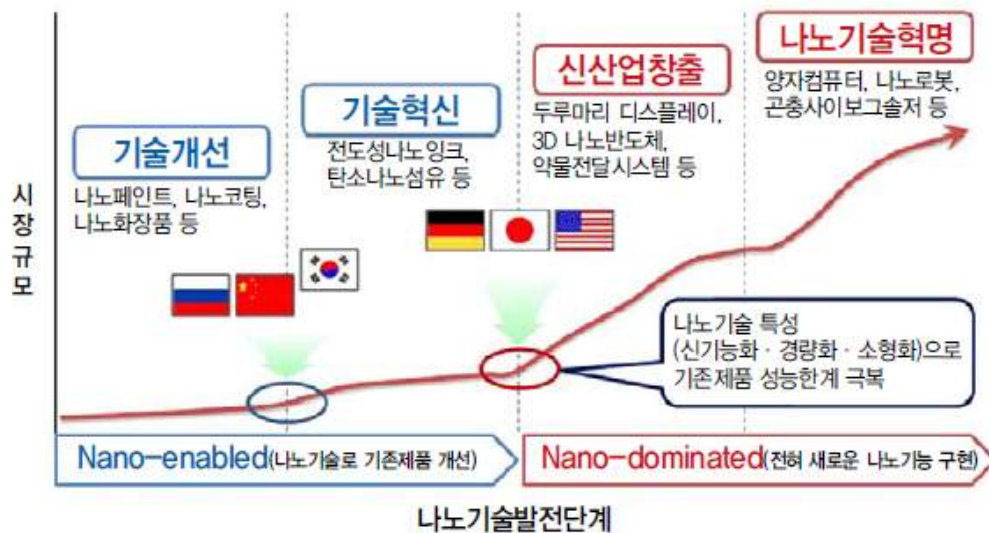
③ 신소재의 본격 상용화

[트렌드]

□ 나노기술의 지속 발전에 따라 탄소나노튜브, 그래핀 등 나노신소재 개발을 위한 R&D가 활발히 전개

○ 나노기술은 타 산업과 융합, 기존 제품의 고부가가치화 뿐 아니라 다양한 신산업 창출에 주도적인 역할 수행

- (기존 제품 고부가가치화) 자동차용 초경량 고강도 구조재, 선박용 특수 나노 도료 등은 나노융합을 통해 기존 기술의 성능 한계를 극복
- (신산업 창출) 두루마리 디스플레이, 3D 나노반도체, 약물전달시스템, 양자컴퓨터, 곤충사이보그술저 등의 신산업 출현 기대



<그림 40> 나노융합기술의 발전단계 및 전망⁸⁸⁾

○ 미국, 일본, 독일 등 선진국은 나노기술을 응용한 소재원천기술 확보 및 상용화에 박차

- (미국) 국가나노기술전략(NNI)를 통해 나노소재원천기술 확보, 상용화 촉진, 교육·훈련 등을 통한 인력 양성 정책 추진
- 2014년 NNI 연구비 예산은 2010년에 비해 2억 달러 이상 감소하였으나 나노소재 분야의 예산은 오히려 900만 달러 증가

* 나노소재 분야의 예산 비중도 2010년 18.8%에서 2014년 21.7%로 소폭 증가

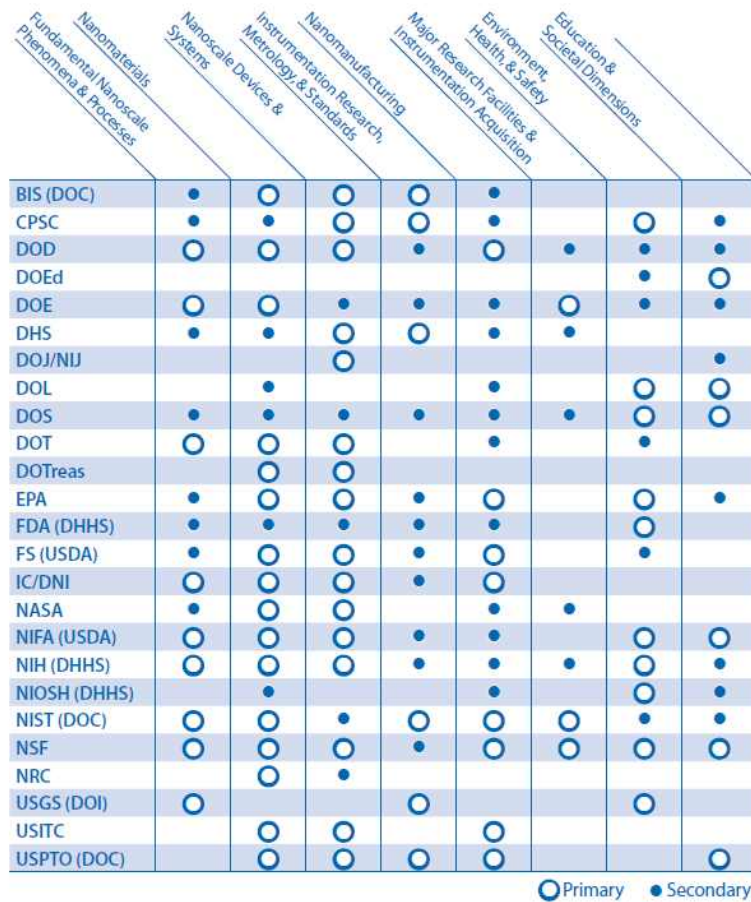
88) 국가나노기술정책센터(2013), '나노기술연감2012'

<표 25> NNI 내 나노소재 분야 예산편성 추이(백만 달러)⁸⁹⁾

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
나노재료	265	258	285	332	359	348	359	367	368
(비중)	(19.7%)	(18.2%)	(18.4%)	(19.5%)	(18.8%)	(18.9%)	(19.4%)	(22.3%)	(21.7%)
Total	1,351	1,424	1,554	1,702	1,913	1,847	1,857	1,650	1,702

- NNI Working Group에 참여하는 대부분의 기관이 나노소재 R&D에 참여하는 등 원천기술 및 상용화를 위한 기관 간 협력도 활발

* 나노소재는 나노 디바이스·시스템과 함께 가장 많은 기관이 참여하는 연구분야



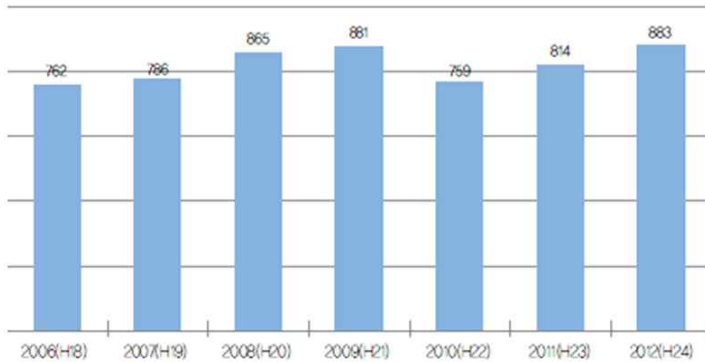
<그림 41> NNI에 참여하는 기관과 8대 연구 분야 간의 매칭(2011년 기준)⁹⁰⁾

- (일본) 문부과학성 및 JST(과학기술진흥기구)를 중심으로 나노소재 관련 R&D 투자 확대
- 일본의 나노기술·소재 분야 R&D 투자 규모는 2006년 762억 엔에서 2012년 883억 엔으로 증가하였으며, R&D 예산의 5% 차지

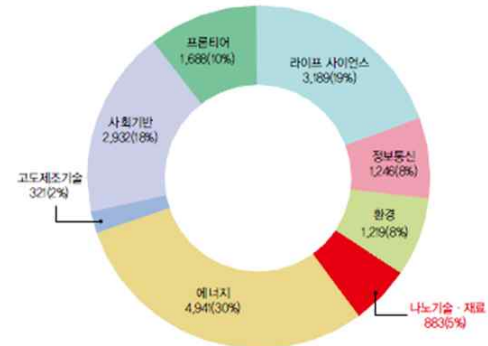
89) NNI 홈페이지, National Nanotechnology Initiative Investments v1 통계자료

90) National Nanotechnology Initiative Strategic Plan

일본 나노기술/소재 분야의 R&D 투자 규모(억 엔)



2012년 일본 R&D 예산에서의 나노기술/소재 비중

<그림 42> 일본 나노기술/소재 R&D 투자(좌) 및 예산 비중(우)⁹¹⁾

- 문부과학성은 원소전략프로젝트, 나노기술플랫폼사업, 츠쿠바 이노베이션 아리나, 도호쿠발 소재기술선도 프로젝트 등의 R&D 프로그램 운영
- JST는 2013년 전략적 창조연구사업의 5대 중점추진 분야 설정을 통해 다양한 나노소재개발에 주력

<표 26> JST 2013년 전략적 창조연구사업 '5대 중점추진 분야'에서의 소재분야 R&D⁹²⁾

5대 중점추진 분야	목표 및 내용
1. 신재생에너지의 수송·저장·이용을 위한 혁신적 에너지 수송용 기반기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지를 효율적으로 화학적인 에너지로 변환하기 위한 기술 개발 에너지 수송에서 전기에너지를 추출하기 위한 기반기술 구축
2. 정보디바이스의 초저소비 전력화와 다기능화의 실현을 위한 소재·소자기술·나노시스템 최적화 기술 등 융합에 의한 혁신적 기반기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 혁신디바이스 기능성 소재 개발 및 제품화 적용에 대한 소재기술 개발 초저소비전력, 초고속·초대용량 등을 가능케 하는 신소재·신원리·신구조의 논리소자·기억소자 등에 의한 혁신디바이스 기술 개발 동 분야의 요소기술을 집적·통합·융합하여 나노시스템의 최적설계를 위한 기반기술 개발
3. 질환상태를 반영하는 생체 내 화합물을 기반으로 하는 신약기반기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 나노기술, 합성화학 등을 활용하여 생체 내 화합물의 표적분자(단백질 등)를 효율적으로 동정하는 기술개발 임상현장에서 감염, 질병 등의 진단을 위한 질환상태를 반영하는 생체 내 화합물(바이오마커)을 동정·검출 기술개발
4. 선택적 물질저장·수송·분리·변화 등을 실현하는 물질의 미세한 공간틈새 구조제어기술에 의한 신기능소재 개발	<ul style="list-style-type: none"> 선택적 물질저장·수송·분리·변화 등을 가능하게 하는 혁신적인 공간 틈새 제어소재의 개발 공간틈새 구조제어기술에 관련된 기술체계의 구축
5. 다학제 분야의 빅데이터 활용에 의해 새로운 지식과 통찰을 얻기 위한 혁신적인 정보기술 및 이를 적용하는 수리적 기법의 개발·고도화·체계화	<ul style="list-style-type: none"> 각 응용분야에서 빅데이터의 활용을 추진하면서 다양한 분야로 전개에 따른 차세대 응용기반기술 개발·고도화 다양한 분야의 빅데이터 통합해석을 하기 위한 차세대 기반기술의 개발·고도화·체계화

91) 전게서

92) 한국연구재단, R&D 동향누리, 2013년 5월호, '일본, 나노기술 기반 전략적 창조연구추진', 나노소재에 해당하는 부분 별도 음영 표시

- (독일) 2011년 ‘나노기술 액션플랜 2015’를 통해 독일 경제 및 사회 진보를 위한 독일 산업에서의 나노소재 활용 방안 제시
 - * 환경, 에너지, 농업, 건강, 수송 능력(Mobility), 안전 및 커뮤니케이션 등의 전략 분야에서 나노소재의 활용 방안 모색
- 1980년대 후반부터 구축된 나노 R&D 시설 및 장비는 현재 다양한 나노소재기술 개발의 기회를 제공

<표 27> 독일의 대형 나노기술 R&D 시설 및 장비⁹³⁾

구분	시설 및 장비 구분	시설명
독일 소속 시설	양성자 가속기(싱크로트론)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DORIS, PETRA III, FLASH – DESY Hamburg ▪ BESSY II – HZB Berlin ▪ ANKA – KIT Karlsruhe
	중성자 가속기	<ul style="list-style-type: none"> ▪ FRM II – TUM München, Außenstellen FZJ, GKSS und HZB ▪ BER II – HZB Berlin
	방사광 가속기 및 이온빔 가속기	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UNILAC / SIS18 – GSI Darmstadt ▪ FRM II / Positronenquelle – TUM München
EU 소속 독일 관여 시설		<ul style="list-style-type: none"> ▪ European XFEL – Hamburg(양성자) ▪ ESRF – Grenoble(양성자) ▪ HFR – ILL Grenoble(중성자) ▪ ISOLDE – CERN, Genf

- 다양한 연구기관에서 나노소재 개발 및 생산에 관한 R&D 추진

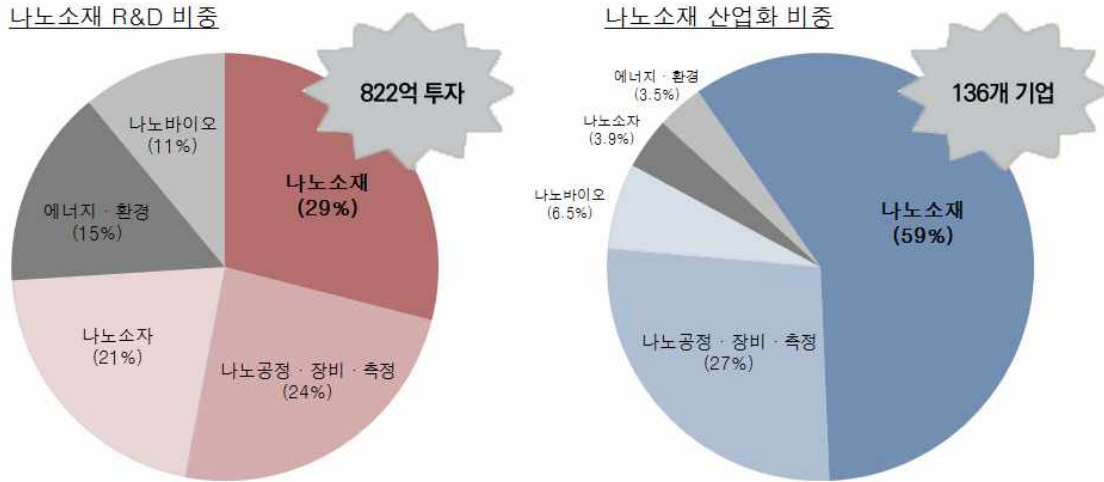
<표 28> 독일의 주요 연구기관의 나노소재 R&D 관련 역할⁹⁴⁾

기관	역할
독일연방위해평가원(BfR)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 나노기술 활용 시 인체유해성평가 연구에 집중 ▪ 나노기술 공개 프로젝트 준비
독일연방 재료시험연구원(BAM)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ‘안전’관련 규정 재정 및 품질보증을 위한 시험과정·평가물질 개발
연방물리기술청(PTB)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기타 재료혁신 및 재료 효율 향상을 위한 연구 ▪ 나노물질 측정표준화를 위한 측정장비 개발 ▪ 나노입자의 양적 특성 및 나노스케일 구조 관련 프로젝트 수행
환경청(UBA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 나노기술의 친환경성 및 인체 유해성연구에 집중 ▪ 생태독성학, 나노물질의 환경거동 및 인체유해성 관련 프로젝트 주도
줄리어스-켄연구소(JKL)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 위험성 평가를 통해 나노기술 분야에서 농업혁신 지원
튀넨요한하인리히 연구소(vTI)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 나노구조 촉매제 및 유해물질과 결합·해체 가능한 나노구조 물질 개발
막스 루브너 연구소(MRI)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 식료품 분야의 나노물질 연구 ▪ 식품관련 나노입자의 특성 및 이해 과정 조사

93) 한국환경산업기술원(2011), ‘나노기술 액션플랜 2015’ 유럽환경시장동향 제76호

94) 전게서

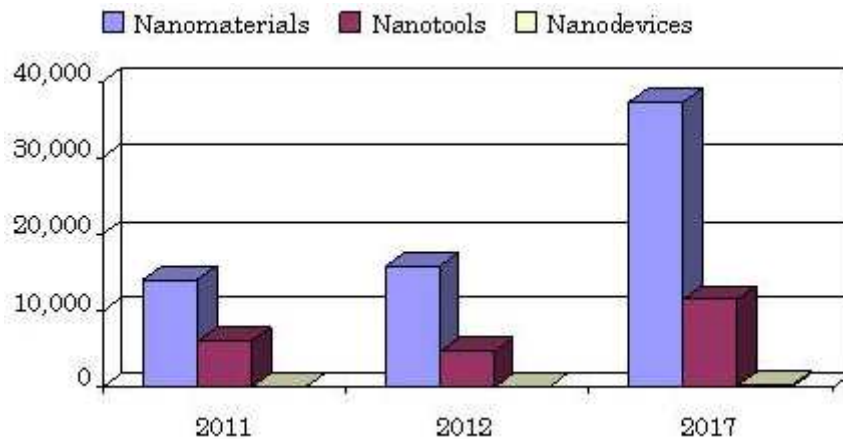
- 우리나라 또한 국가 나노기술 R&D에서 나노소재를 가장 중점적으로 투자하고 있으며, 동 분야에서의 산업화 실적도 우수
- 2012년 나노소재는 나노기술분야 투자의 기술별 분포 순위 1위 차지
- 나노융합제품 산업화에서도 나노소재기업이 60%에 이를 정도로 가장 활발한 산업화 추진



<그림 43> 국내 나노기술 R&D 및 산업화에서의 나노소재의 비중(2012년)⁹⁵⁾

□ 나노신소재 개발 본격화에 따라 관련 시장 창출 및 타 산업으로의 융합이 촉진될 것으로 기대

- 2012년 159억 달러로 추정되는 나노소재 시장은 2017년 373억 달러로 확대될 것으로 예상되며, 총 나노기술시장의 76.3%를 차지할 전망



<그림 44> 세계 나노기술 시장 전망(백만 달러)⁹⁶⁾

95) 국가과학기술위원회(2013), '2013년도 나노기술발전시행계획', KEIT(2013), '나노기업의 기술혁신역량 조사분석 결과'

○ 나노소재 중 탄소나노튜브 및 탄소나노튜브 응용 복합소재 시장은 우수한 기계적 특성을 바탕으로 다양한 산업에 적용이 확산될 것으로 기대

- (탄소나노튜브) 2011년 6억 6,830만 달러 규모의 시장은 2011년 11억 달러로 증가할 전망이며, 생산규모도 1만 톤을 돌파할 것으로 예상⁹⁷⁾

<표 29> 세계 탄소나노튜브 생산용량 전망(tonne)⁹⁸⁾

2011	2012	2013	2014	2015	2016	CAGR
3,141	3,993	5,197	6,901	9,256	12,806	32.5%

- 톤 당 10만 달러에 달하는 가격이 절반 이하로 떨어진다면 탄소나노튜브 시장 성장이 더욱 가속화될 것으로 예상⁹⁹⁾

<표 30> 탄소나노튜브 및 복합재의 특징¹⁰⁰⁾

구분	특징
원 소 재	탄소나노튜브 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 우수한 기계적·전기적·열적 특성 및 화학적 안정성 ▪ 대량생산으로 인한 원가 절감 가능 ▪ 다기능성 소재로 폭넓은 적용분야 ▪ (응용분야) 전자방출원, 광원, 정전기 및 전자파 차폐, 전지의 전극재 및 음극재
	액상 탄소나노튜브 (CNT 페이스트, CNT 잉크) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 균일한 분산성 및 우수한 전기·열 전도도 ▪ 사용의 용이성·다기능성 및 우수한 광촉매 특성 ▪ 고가의 백금 및 은 대체 가능 ▪ 환경 친화적 소재 사용 ▪ (응용분야) 정전기 및 전자파 차폐, 염료감응태양전지의 전극재, 유해가스 흡착 및 광촉매 등
복 합 소 재	금속-탄소나노튜브 복합재 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 낮은 제조원가 및 높은 생산성 ▪ 우수한 기계적·전기적 특성에 의한 경량 구조용 고강도 복합재 ▪ 금속, 합금 등 다양한 종류의 소재 사용 가능 ▪ (응용분야) 고강도·고인성 경량 구조용 소재, 내마모 경량구조용 소재, 전기전도용 소재 등
	고분자-탄소나노튜브 복합재 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 균일한 분산성 및 전도도(소량으로도 우수한 전도성 구현 가능) ▪ 우수한 물리화학적 특성 ▪ 고분자 고유의 특성 유지 ▪ 입자 박리 최소화 ▪ (응용분야) 정전기 및 전자파 차폐재, 엔지니어링플라스틱, 열방산재, 풍력 발전 로터·블레이드, 투명전극 등

96) BCC Research, 'Nanotechnology : A Realistic Market assessment(NAN031E)', 2012 자료 인용

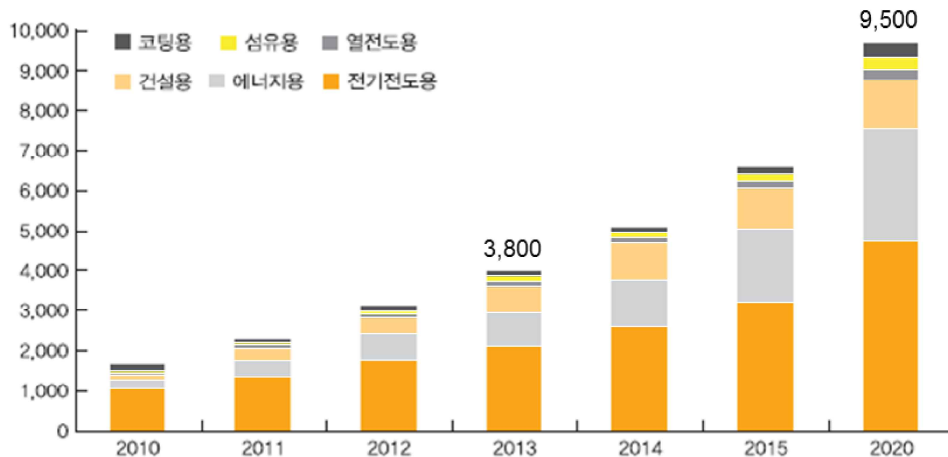
97) Nanowerk, <Global carbon nanotubes market - industry beckons.>, 2011년 10월 20일자 기사 및 BBC research, 'A Realistic Market Assessment(NAN031D)', 2010 자료 인용·재구성

98) BBC research, 'A Realistic Market Assessment(NAN031D)', 2010 자료 인용·재구성

99) 시장조사기관 IDTechex는 오는 2020년 탄소나노튜브 세계 시장규모가 80조원 규모에 달할 것으로 전망

100) ACNtech(Applied Carbon Nano Technology Co.) 홈페이지 참고

- (탄소나노튜브 복합소재) 2013년 생산 규모는 약 3,800톤으로 탄소나노튜브 시장의 70% 수준에 달하며, 2020년 9,500톤에 이를 전망
 - 탄소나노튜브 복합소재는 대전방지 및 정전기 분산* 등의 전기전도 분야에서 가장 많이 활용
- * 전체 생산량의 절반 가량이 전기전도 분야에서 활용



<그림 45> 세계 탄소나노튜브 복합소재 시장 전망(tonne)¹⁰¹⁾

- (투명전극필름) 박막형 고분자 탄소나노튜브 복합소재를 활용한 투명전극 필름은 ITO 필름¹⁰²⁾의 대체재¹⁰³⁾로서 3~5년 내 급격한 시장 팽창 기대
- 탄소나노튜브 복합소재는 투명전극필름은 투과율, 내구성, 변형 안정성, 비용, 접착력 등의 관점에서 기존 ITO 필름 대비 우수한 특성 보유

<표 31> 다양한 투명전극 기술의 특성 비교¹⁰⁴⁾

기술 대안 특성	CNT Dispersions	Sputtered ITO	ITO Dispersions	Nano Metal Dispersions	ICP Dispersions
Transparency	●	●	◎	◎	●
Conductivity	◎	●	○	●	◎
비용(순도, 공정 관점)	●	◎	●	○	◎
Color	●	◎	○	●	◎
Printing Capability	●	○	◎	○	●
Flexibility/Durability	●	○	○	●	●
Environmental Stability	●	●	●	●	○

주 : ○ 미흡 / ◎ 보통 / ● 우수

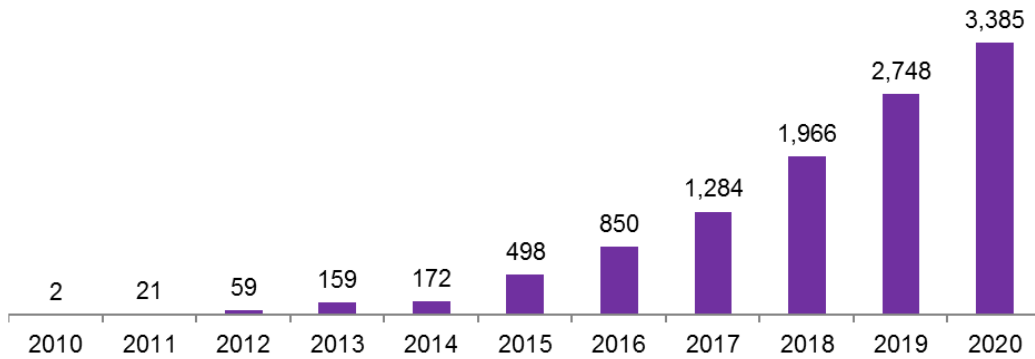
101) 한국과학기술정보연구원, '기능성 탄소나노튜브 복합체의 개발현황과 전망', 2013 자료 인용

102) PET(PolyEthylene Terephthalate) 필름 위에 인듐주석산화물(Indium Tin Oxide)를 코팅한 필름

103) 일본 닛토덴코의 ITO 필름 독점생산으로 인한 원가 상승 및 공급 부족현상 해소 가능

104) 한국과학기술정보연구원, '기능성 탄소나노튜브 복합체의 개발현황과 전망', 2013 자료 인용

- 탄소나노튜브 복합소재 투명전극필름은 터치스크린, 유연디스플레이, OLED, 태양전지, 스마트 윈도우 등 ITO 필름 응용 분야에 광범위한 적용 예상
- 세계 전도성 투명전극 시장은 2017년 10억 달러 돌파 후 2020년 33억 8,500만 달러에 이를 전망



<그림 46> 전도성 투명전극 시장규모 전망(백만 달러)¹⁰⁵⁾

- (전자파 차폐재) 벌크형 탄소나노튜브 복합소재는 우수한 전도성을 바탕으로 전자파 차폐재로써 금속·전도성 고분자 대비 높은 효율 기대
 - 금속은 가공성, 고충량, 부식 등의 문제, 전도성 고분자는 취약한 열적 안정성 및 금속보다 낮은 전도성으로 인해 차폐재로써 한계에 봉착¹⁰⁶⁾
 - 탄소나노튜브·나일론·TiO₂·니켈 등이 첨가된 복합소재는 뛰어난 전기 전도성과 전자파 차폐 성능 구현이 가능
- 세계 EMI 및 RFI 차폐 시장규모는 2018년 60억 달러로 예상되며, 이중 전도층 방식 제품 시장 규모가 가장 클 것으로 기대

<표 32> 세계 EMI 및 RFI* 차폐 세계시장 전망(백만 달러)¹⁰⁷⁾

구분	2013년		2018년		CAGR
	시장규모	비중	시장규모	비중	
전도층	1,900	36.5%	2,100	35.0%	2.0%
금속제 캐비닛	776	14.9%	906	15.1%	3.1%
전도성 플라스틱	520	10.0%	609	10.2%	3.2%
라미네이트·테이프·호일	228	4.4%	275	4.6%	3.8%
기타	1,776	34.2%	2,112	35.2%	3.5%
합계	5,200	100%	6,000	100%	2.9%

* EMI(Electro magnetic interference) : 전자방해잡음, RFI(Radio frequency interference) : 무선주파수방해

105) 전게서

106) BCC Research, 'Nanotechnology : A Realistic Market assessment(NAN031E)', 2012 자료 인용

107) 전파연구소/한국전자파학회, '1GHz~18GHz 대역의 전자파 차폐물질 측정방법 연구', 2010

- (면광원) 탄소나노튜브를 이용한 면광원은 천연색 구현, 낮은 소비 전력, 인테리어 구현, 정밀 진단 등의 장점을 기반으로 빠르게 상용화될 전망
 - (연색성) 탄소나노튜브 면광원은 LED·OLED 광원보다 태양빛에 가까운 천연색을 얻을 수 있으며, 우수한 효율이 장점
 - * 형광등과 LED광원의 연색성이 70~85 Ra인데 반해, 탄소나노튜브를 이용하는 전구의 경우 90 Ra이상으로 태양빛에 더 가까운 파장을 방출하는 장점을 보유
 - (낮은 소비 전력) 탄소나노튜브 면광원의 효율성은 와트 당 80~100루멘으로 LED, OLED 등에 비해 2~3배 높음
 - (인테리어 구현 능력) 면광원의 특성은 다양한 디자인이 중요한 호텔, 레스토랑 등 상업용 인테리어 조명시장에서 새로운 수요 창출 기대
 - (정밀 진단) 탄소나노튜브기반 X-Ray는 필라멘트기반 X-Ray에 비해 분해 능력이 우수한 영상을 획득, 의료 분야 정밀 진단 구현에 기여
 - * 탄소나노튜브기반 X-Ray는 전력 소모, 수명 등의 관점에서도 비교우위 보유

<표 33> 광원별 면조명 비교¹⁰⁸⁾

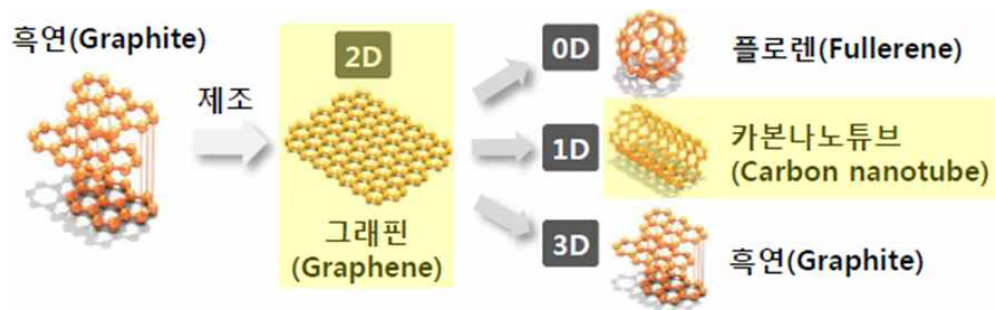
구분	형광등기구	LED 광원등기구	탄소나노튜브 광원	OLED 광원
광원의 형태	선광원	점광원	면광원	면광원
광원의 수명 (안정기 수명)	8,000~15,000hr (10,000~15,000hr)	30,000~50,000hr (10,000~15,000hr)	30,000~50,000hr (10,000~15,000hr)	5,000hr (10,000~15,000hr)
연색성	80~85	60~80	90~92	85~90
광원의 효율성	70~90lm/w	60~100lm/w (면광원시 50%저하)	80~100lm/w	10~30lm/w
장점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 저가격·고효율 ▪ 실내조명에 유리 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 장수명 및 친환경성 ▪ 투시등·경관조명 적합 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고효율 및 친환경성 ▪ 균제도 및 고연색성 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 극히 얇은 면광원 ▪ 투명·유연 기능 가능 ▪ 친환경성 및 고연색성
단점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수은 환경문제 ▪ 사용온도범위제한 ▪ 고기능화시 고비용 발생 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 효율저하 ▪ 낮은연색성 ▪ 향후 국제특허분쟁소지 	<ul style="list-style-type: none"> 으로 실내 조명에 유리 ▪ 분할 구동 기능으로 고기능화 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 저효율 및 단수명 ▪ 전류구동문제 ▪ 대면적 양산기술 ▪ 향후 국제특허분쟁소지

- 2012년 탄소나노튜브를 이용한 조명기기 시장 규모는 3,180만 달러에 불과하나 점차 확대되어 2021년 27억 9,200만 달러에 이를 전망¹⁰⁹⁾

108) 한국과학기술정보연구원, '기능성 탄소나노튜브 복합체의 개발현황과 전망', 2013 자료 인용

109) 최영진, '탄소나노튜브(CNT)의 상용화 현황 및 시장 전망', 2011년 KEIT PD Issue Vol. 11-4

- 그래핀은 탄소원자들의 육각형 공유결합으로 연결된 단원자층 2차원 소재로 최근 차세대 신소재로 주목
- 그래핀은 6각 벌집 형태를 띠는 탄소의 2차원적 결합에 의해 만들어지며, 흑연(Graphite)을 구성하는 물질
 - * 평면구조라고 제안되고 있으나 Thermal Fluctuation(고체 재료의 입자들이 갖는 운동에너지)을 제거하기 위해 Ripple(잔주름)이 발생
- 그래핀은 플로렌(0D), 탄소나노튜브(1D), 흑연(3D)으로의 구조적 전환 용이하며 이에 따라 전기적·기계적 물성이 변화



<그림 47> 그래핀의 동소체 관계도¹¹⁰⁾

- 그래핀은 고유 특성의 우수성 뿐 아니라 탄소나노튜브 대비 면 저항, 열특성 등에서 우위를 보유하고 있어 응용 분야는 무궁무진할 전망

<표 34> 그래핀의 주요 특성¹¹¹⁾

구분	특성	그래핀	비고
전기적 특성	전하이동도	$200,000 \text{ cm}^2 / V \cdot s$	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실리콘의 100배 ■ 구리의 150배
	최대허용 전류밀도	$\sim 5.0 \times 10^8 \text{ A/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구리의 100배
	면 저항	$< 50 \text{ } \Omega sq.$	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구리의 35% 미만 ■ 탄소나노튜브 필름($4 \sim 500 \text{ } \Omega sq.$) ■ 터치스크린패널($50 \text{ } \Omega sq.$)
	밴드갭	$0 \sim 0.3 \text{ eV}$	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실리콘은 1.11 eV
기계적 특성	강도	$1,100 \text{ Gpa}$	<ul style="list-style-type: none"> ■ 강철의 200배 ■ 다이아몬드의 2배
	유연성/신축성	원면적의 20% 정도	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인듐주석산화물(ITO)은 1% 미만
열 특성	열전도율	$5,000 \text{ W/m} \cdot K$	<ul style="list-style-type: none"> ■ 다이아몬드의 2배 ■ 탄소나노튜브의 1.5배
광학적 특성	투명도	98%/층	<ul style="list-style-type: none"> ■ ITO의 80% 이상

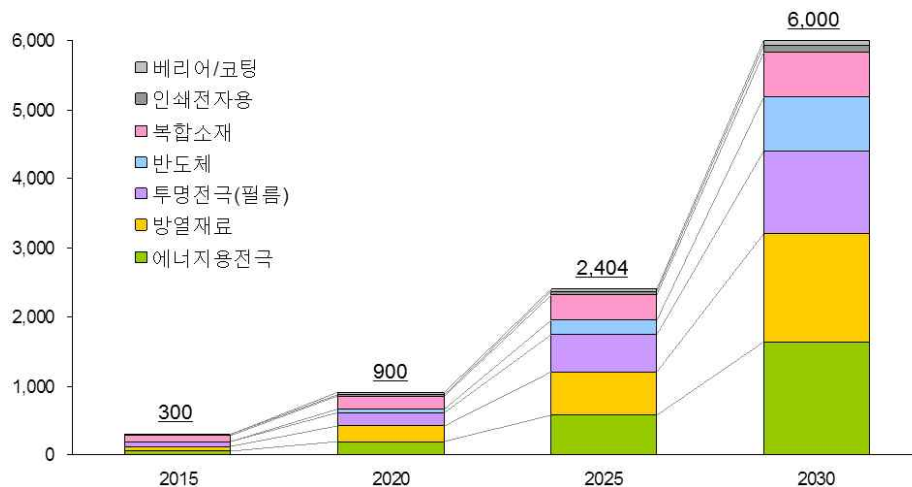
110) 한국방송통신전파진흥원, 'Market & Issue 분석 Report : Graphene 최신 기술동향 및 전망', 2012 자료 인용

111) 전계서

○ 그래핀 시장 규모는 현재로서는 미미하나 대면적화·대량생산기술 확보 시 2030년 6,000억 달러까지 성장할 것으로 기대

- 에너지용 전극, 방열재료, 투명전극 응용을 중심으로 시장 형성이 기대되며 2030년 3대 분야의 시장 비중*은 73%에 이를 전망

* 에너지용 전극(1,631억 달러), 방열재료(1,564억 달러), 투명전극(1,200억 달러) 외



<그림 48> 그래핀 응용 분야별 세계 시장 규모 전망(억 달러)¹¹²⁾

- (에너지용 전극) 넓은 표면적·우수한 전기적 특성으로 인해 대용량·고수명 전극 소재로 활용 가능하며, 에너지 간 전환*도 용이

* 리튬이차전지, 태양전지 적용 시 광·화학에너지를 전기에너지로 전환하거나, 전기에너지를 다른 형태의 에너지로 변환·저장 가능

- (방열재료) 높은 열전도성에 따른 열 배출 능력은 발열로 인한 고장을 방지하며 전자소자의 집적도 제고 및 구조물의 성능향상에 기여

- (투명전극필름) 기존 ITO 필름 대비 1/600의 두께, 우수한 투과율·열전도성은 그래핀이 차세대 투명전극 소재로 부상하는데 결정적 역할

- (반도체) 높은 전자이동도·전기전도성으로 인해 고성능 반도체 소재 및 반도체 내부 배선소재*로 이용 가능할 것으로 기대

* 선폭 20nm 급 이하에서 구리보다 높은 전도성(빠른 전류 흐름) 달성

- (복합소재) 저밀도·고강도 특성으로 인해 부품 경량화가 가능하며 각종 소재* 기지(Matrix) 내에 균질 분산 및 강한 결합을 통한 나노복합체 제작

* 금속, 세라믹, 폴리머 등과의 결합시 전기 전도성 강화, 광촉매 활성화가 가능

112) 한국방송통신전파진흥원, 'Market & Issue 분석 Report : Graphene 최신 기술동향 및 전망', 2012 자료 인용·재구성

- (베리어/코팅) 강한 전자결합구조에 의한 기체·수분·전자파의 차단으로 전자부품, 식품 등의 품질 보호 가능

- (인쇄전자) 기존 금속 전도성 잉크를 대체*할 시 RFID, 일회용 디스플레이, 센서, 태양전지 등 다양한 제품군으로의 적용 기대

* 프린팅 및 기관 종류별 그래핀 분산의 최적화를 통한 코팅성 및 안정성 등을 검증할 필요

○ 그래핀의 상용화를 위해서는 고품질의 대량 합성 기술 및 대면적 공정이 가능한 제조 기술의 개발 등의 기술적 과제가 남아 있는 상태

- (원가) 현재로서는 화학적 박리법이 가장 우수

- (품질) 현재로서는 화학기상 증착법이 가장 우수

<표 35> 주요 그래핀 제조 기술 현황

제조 방식	기술 설명	장단점
기계적 박리법 (Mechanical Exfoliation)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 층간 결합력이 약한 다층 구조 흑연의 원자 결합 특성을 이용하여 기계적인 힘으로 강제 분리하는 방법 ■ 2004년 맨체스터대학에서 SiO₂ 기관 위에 쌓인 흑연을 연필심으로 문지르고, 기관 위에 쌓인 흑연을 스카치테이프를 이용하여 벗기는 방식 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ■ (장점) 간단한 방식으로 그래핀 생산 가능 → 그래핀 연구의 비약적 발전에 기여 ■ (단점) 합성한 그래핀의 크기가 마이크로미터 수준으로 응용 한계 존재 <ul style="list-style-type: none"> - 대량 생산 공정 확보 불가 - 대면적 성장 불가능
화학적 박리법 (Chemical Exfoliation)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 흑연의 산화-환원을 통해 그래핀을 합성 <ul style="list-style-type: none"> - (산화) 흑연을 강산과 산화제 등으로 산화시켜 산화 흑연(Graphite Oxide)을 제작 후, - (환원) 하이드라진 용액에 의해 산화 흑연의 면간 간격이 벌어지면, 초음파 분쇄기로 산화 그래핀 시트 생산 	<ul style="list-style-type: none"> ■ (장점) 대량생산 및 직접적인 상업적 응용에 가장 근접한 방식 <ul style="list-style-type: none"> - 기계적 강도는 이미 탄소나노튜브 수준의 성능·신뢰성 확보 - 미국을 중심으로 도입 확산 ■ (단점) 산화-환원시 산화그래핀의 완전 환원불가 및 그래핀 간 중첩 부분의 저항으로 인해 고유 특성 저하 현상 발생
화학기상 증착법 (CVD)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고온에서 탄소와 카바이드 합금을 형성하거나 전이금속을 촉매로 탄소를 SiO₂ 기관에 증착·냉각 후 금속을 제거하는 방식으로 합성 <ul style="list-style-type: none"> - 전이금속 : Ni, Cu, Pt 	<ul style="list-style-type: none"> ■ (장점) 낮은 면 저항 및 투과도, 기계·전기적 특성 우수 <ul style="list-style-type: none"> - 우리나라를 중심으로 도입 확산 - 대면적 그래핀 합성법으로 최선의 방식 ■ (단점) 전이금속 제거 후 그래핀을 다른 기관으로 옮기는 전사공정에서 주름·균열 등의 결함 발생
에피택셜 합성법 (Epitaxial Growth)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 탄소가 결정에 흡착·포함된 재료(SiC, Ru)를 고온에서 열처리하여 그래핀을 성장 <ul style="list-style-type: none"> - 열처리 공정 중 탄소가 실리콘 카바이드 표면의 결을 따라 성장하면서 그래핀이 형성 	<ul style="list-style-type: none"> ■ (장점) 우수한 결정성이 웨이퍼 크기까지 구현 가능한 단층 그래핀 성장 가능 <ul style="list-style-type: none"> - 절연성 기관에 그래핀이 직접 성장 ■ (단점) 기계적 박리법 및 CVD로 합성된 그래핀에 비해 고유의 특성 다소 부족 ■ (단점) 매우 높은 공정 온도(1,500℃)와 진공 조건 요구하기 때문에 고비용 수반

□ 3D 프린팅 기술의 부상에 따라 적층 가공기술에서 활용 가능한 소재의 혁신과 시장 창출 또한 가속화될 것으로 기대

○ 3D 프린팅 소재 시장 규모는 2012~2013년 약 4.2~4.5억 달러로 추정되며, 2017년까지 약 6억 달러로 확대될 전망

- 3D 프린팅 소재 시장은 제품 시장 확대에 비례하여 성장 기대

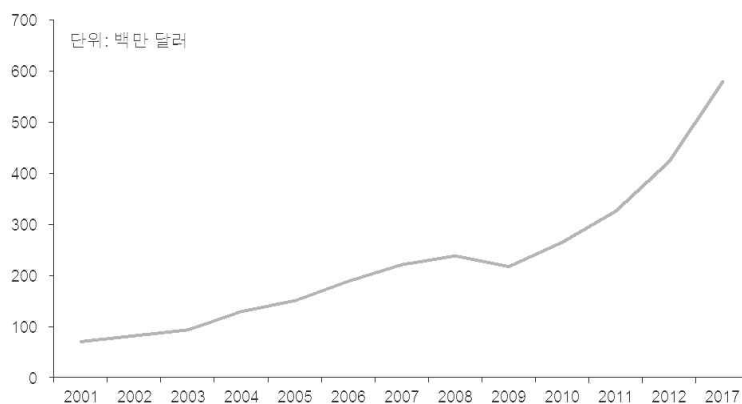
* 2012~2013년 기준 소재 시장은 제품 시장(장비+재료)의 35~40% 차지

○ 3D 프린팅 소재는 크게 폴리머와 금속으로 분류할 수 있으나 현재로서는 폴리머 소재 시장이 절대적인 비중 차지

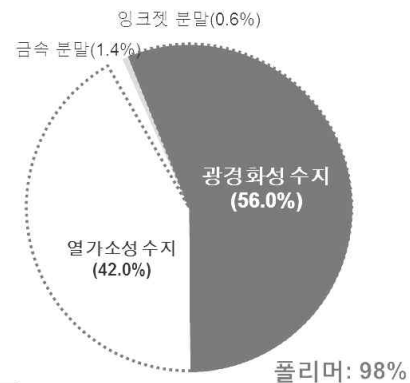
- 폴리머가 시장의 98%를 차지하고 있으며, 이중 광경화성 수지가 절반 이상 점유

- 금속 분말은 연간 생산량이 30톤에 불과(2012~2013년 기준)¹¹³⁾

3D 프린팅 재료 시장 규모 추이 및 전망(백만 달러)



3D 프린팅 재료별 시장 비중 ('13)



<그림 49> 3D 프린팅 소재 시장 규모 추이 및 재료별 시장 비중¹¹⁴⁾

○ (광경화성 수지) 빛의 조사에 의해 모노머*에서 폴리머로 변화하는 고분자 화합물로 MJM, Polyjet, SLA, DLP 방식의 3D 프린팅 소재로 사용

* 중합 반응에서 중합체를 형성하는 출발 물질

○ (열가소성 수지) 가열·냉각 과정을 통해 형상을 바꿀 수 있는 고분자 화합물이며 3D 프린터에서는 필라멘트, 펠렛, 분말 등의 형태로 사용

- 고체의 필라멘트, 펠렛 형태의 열가소성 수지는 FDM 방식에서 사용되며 분말 형태의 열가소성 수지는 SLS, SHS 방식에서 사용

113) IDTechEx, '3D Printing Materials 2014-2025 : Status, opportunities, Market Forecasts', 2013

114) IDTechEx, '3D Printing Materials 2014-2025 : Status, opportunities, Market Forecasts', 2013 / Wohlers Associates, 'Wohlers Report', 2013 참고하여 재구성

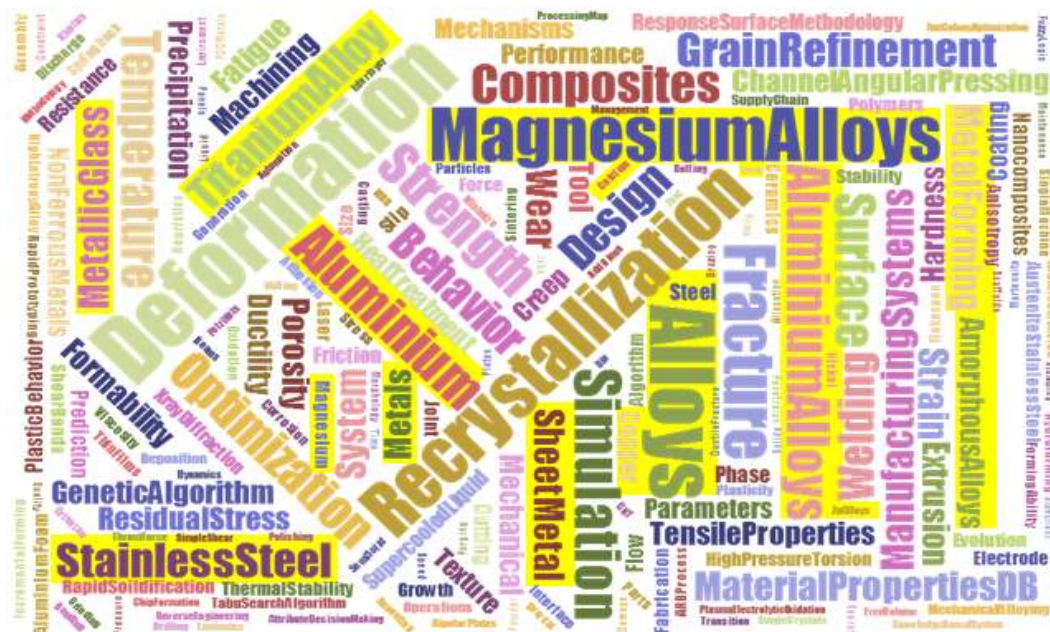
- (금속 분말) DMLS, SLM, EBM, SLS, DMD(DMT), EBF³ 등 다양한 방식의 3D 프린터에서 사용되며 가열 및 레이저 조사를 통해 제품 성형
- (플라스터) 잉크젯 분말은 마르면 경화하는 성질이 있으며, 3DP 방식에서 플라스터에 컬러 잉크와 경화물질을 분사하는 방법으로 적층 가공

<표 36> 적층 방식과 재료에 따른 3D 프린팅 기술의 구분¹¹⁵⁾

적층 방식		재료	광경화성 수지	열가소성 수지		금속 분말	잉크젯 분말 (플라스터)
				필라멘트, 펠렛	분말		
Extrusion(압출)				FDM(FFF)		FDM(FFF)*	
Jetting (분사)	Material	MJM, Polyjet					3DP
	Binder						
액체 Light Polymerised		SLA, DLP					
고체 Granular Sintering(Melting)					SLS, SHS	DMLS, SLM EBM, SLS	
Directed Energy Deposition						DMD (DMT, LMD)	
Wire(인발)						EBF ³	

* 융점이 낮은 금속(Eutectic Metals)에 한해 적층 가능

- 금속 소재는 3D 프린팅 기술 분야에서 가장 활발하게 연구되고 있는 주제
 - 최근 10년 간 논문분석 결과, 티타늄, 알루미늄, 마그네슘, 철, 니켈, 구리 등 금속 소재의 적용과 관련한 연구가 다수 수행되고 있음을 확인



<그림 50> Tag Cloud(Jason Davis)로 나타낸 3D 프린팅 R&D에서의 소재(음영 표시)

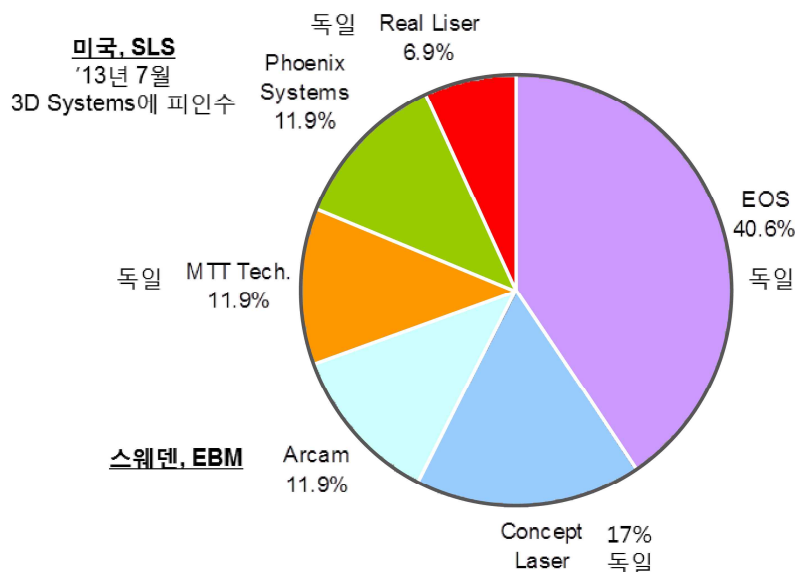
115) 박기호 외(2013), 기계기술정책 71호 참고 및 연구자 조사

- 미국, 유럽 등을 중심으로 3D 프린터에 활용할 수 있는 금속 소재 R&D가 활발히 진행

<표 37> 글로벌 3D 프린터 응용 금속 소재 R&D 동향

기관명(국가)	R&D 동향
ExOne (미국)	<ul style="list-style-type: none"> 2013년 7월 철·동 합금 3D 프린팅 신소재 개발 신소재 개발 외에 페놀릭과 규산나트륨을 금속 재료의 결합제로 사용하는 등 생산 공정 개선을 위한 노력 병행
프라운호퍼 ILT (독일)	<ul style="list-style-type: none"> 티타늄·알루미늄·CoCr·니켈 합금 및 철강 소재 활용 SLM, LMD(Laser Metal Deposition) 방식에 상당한 역량 축적
Granta Technology (영국)	<ul style="list-style-type: none"> 캠브리지대 등과의 협력을 통해 2013년 12월 Ti-6-4 소재를 활용한 항공우주 부품 개발에 성공

- 금속 분말 소재를 활용하는 산업용 3D 프린터 시장은 독일을 중심으로 유럽권의 독점체제 구축
 - (EOS) 독일 업체로 DMLS 방식의 3D 프린터 원천기술 확보하였으며, 금속 분말 소재 응용 3D 프린터 시장에서 41%의 시장 점유율 차지
 - (Phoenix Systems) 프랑스 업체로 SLS 방식에 강점을 보유하고 있으며, 2013년 7월 지분 81%(15.1백만 달러)를 3D Systems에 매각하며 피인수
 - Concept Laser, MTT Tech., Real Liser 등 금속 분말 소재 응용 3D 프린터 생산 기업 대부분이 독일 소속



<그림 51> 금속 소재 응용 3D 프린터 주요 생산업체 별 점유율(2012년)¹¹⁶⁾

116) METI Journal 2013년 8~9월호 3D Printer にできること

□ 기존 소재의 한계를 넘어서 새로운 물리적 성질, 응답 특성을 구현하는 메타물질 개발 경쟁이 본격화되고 있으며, 응용 분야도 점차 가시화

○ 메타물질(Meta Materials)이란 기존 소재가 제공하지 못하는 극한물성을 구현할 수 있는 인공물질로 메타원자(Meta Atom)로 구성

- 메타물질의 극한 물성 구현은 적절한 전·자기적 공명구조 설계를 통해 전자파의 주파수에 따른 유전율과 투자율^{*}을 자유롭게 조절함으로써 가능

* Maxwell 방정식으로부터 굴절률(n) = $\sqrt{\text{유전율}(\epsilon) \cdot \text{투자율}(\mu)}$ 의 관계식을 얻을 수 있으며 메타물질의 유전율 및 투자율을 조절함으로써 원하는 굴절률 값을 얻을 수 있음

- 메타물질이 구현할 수 있는 극한 물성은 음의 굴절률, 극한 굴절률, 음의 유전율, 음의 투자율, 음의 밀도 등 다양

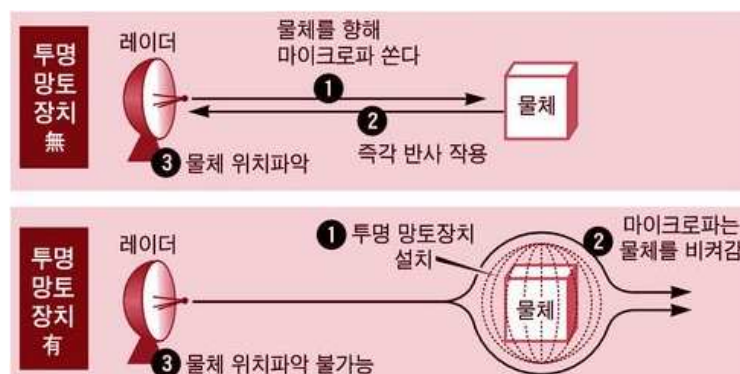
- 극한 물성 구현을 위해 메타원자는 유전율 조절을 위한 금속 나노선과 투자율 조절을 위한 금속 환형 공진기(Ring Resonator) 배열로 구성

○ 메타물질의 응용 분야로는 스텔스 기술(투명망토), 슈퍼 렌즈, 안테나, 완전 흡수체 등이 꼽히고 있으며, 2차 응용을 위한 R&D가 진행 중

- (스텔스 기술) 특정 물체를 감싼 메타물질의 유효 굴절률을 조정하여 전자파·음파 등으로부터 물체의 탐색을 불가능하게 만드는 기술

- 레이더, 소나, 열상 카메라 야간투시경 등에 적용 가능

- 최근 연세대와 美듀크대 공동연구진은 접거나 구부려도 스텔스 기능을 유지할 수 있는 투명망토 기술 구현에 성공¹¹⁷⁾

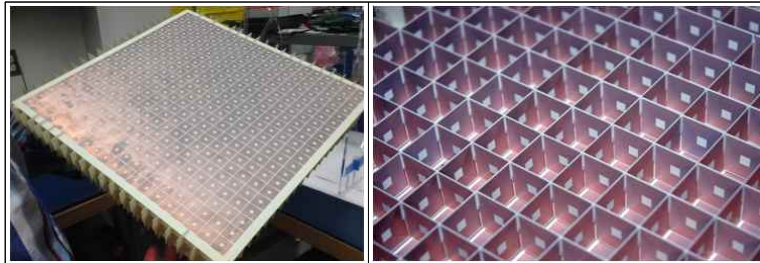


<그림 52> 투명 망토(스텔스)기술의 원리¹¹⁸⁾

117) 중앙일보, <韓·美연구진 투명망토 개발, 덮으면 사라지는 메타물질>, 2014년 2월 21일자 기사

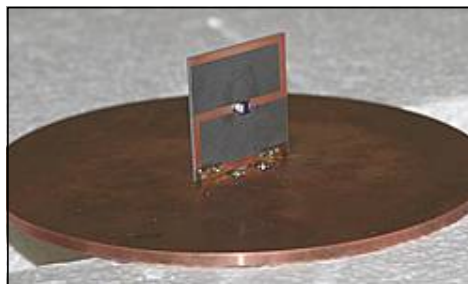
118) 조선일보, <투명망토? 소설만은 아닙니다>, 2006년 10월 21일자 기사 자료 인용

- (슈퍼렌즈) 메타물질을 이용한 슈퍼렌즈는 파동의 초고집속이 가능하여 전자기장 집속이 필요한 분자단위의 센서, 비선형 공학 등에 응용 가능
- 미국 듀크 대학의 연구진은 메타 물질을 이용한 슈퍼렌즈를 통해 원거리 무선 전력 송신 기술 구현에 성공¹¹⁹⁾
 - * 직경 1인치의 전자기석은 3인치 거리 이상의 전력 전달이 불가능한 반면에 동일한 크기의 슈퍼렌즈는 1피트 거리까지 전력 전달 가능



<그림 53> 메타물질 슈퍼렌즈의 측면도(좌)와 근접 사진(우)¹²⁰⁾

- (안테나) 메타물질의 공진특성을 활용한 안테나는 기존 안테나 대비 소형화가 가능하며 임피던스 정합, 채널 간섭 제거 등이 가능
- 진공과의 완벽한 임피던스 정합(Impedance Matching)이 가능한 안테나는 에너지 전달 효율성에 뛰어난 성능 시현
- 메타물질 활용 시 MIMO 안테나와 같은 소형 안테나를 다수 배열하고도 채널 간섭 제거가 가능
 - * MIMO(Multi-Input, Multi-Output) 안테나는 기지국과 단말기에 여러 안테나를 사용하여, 사용된 안테나수에 비례하여 용량을 높이는 기술을 의미
- 미국 NIST는 표준 안테나 대비 동일한 속성의 소형화된 고효율 Z 안테나 (9cm^2 면적의 정사각형) 실험에 성공¹²¹⁾



<그림 54> 미국 NIST가 개발한 메타물질 안테나¹²²⁾

119) KISTI 미리안, '글로벌동향브리핑(GTB) - 무선 전력 전달이 가능한 슈퍼렌즈', 2014년 1월 15일자

120) 전계서

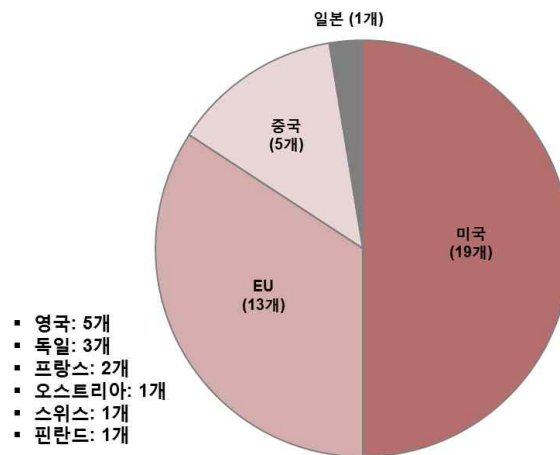
121) NIST Physical Measurement Lab. 'Engineered metamaterials enable remarkably small antennas', 2010년 1월 26일자 기사

122) 전계서

- (완전 흡수체) 메타물질 극한 물성 기반의 완전 흡수체는 빛·음파·복사열의 흡수율이 높고 소형화가 가능해 효율성이 높을 것으로 기대
- 흡수대역 가변 및 확장성에 있어 기존 흡수체보다 뛰어나 센서, 변조기, 위장기술, 무선통신, 파도·지진방파제, 박막 태양전지 등에 응용 가능
- 2013년 프랑스·핀란드·영국 연구진은 메타물질을 이용하여 화학, 생물학, 의료에 응용 가능한 신 광감지 소자 개발에 성공¹²³⁾

□ 미국, EU, 중국이 세계 메타물질 연구 주도

- 메타물질 연구를 주도하고 있는 글로벌 38개의 선도 기관 중 미국 소재 기관이 19곳으로 가장 많은 것으로 확인



<그림 55> 국가별 메타물질 연구 선도 기관 보유 현황¹²⁴⁾

- (미국) 2001년부터 MURI* 프로젝트를 통해 메타물질 연구를 지원하고 있으며 2012년 총 200억 원 규모의 투자 집행

* Multidisciplinary University Research Initiative, 주요 참여 대학은 UC Berkeley, UCLA, UCSD, MIT, Imperial College, Brown, Illinois 등 69개

- (EU) FP7*과 Metamorphose Virtual Institute** 등을 통해 메타물질 연구 프로그램 진행 중

* 2007년~2013년 사이 수행한 프로그램으로 Magnonics, Metachem, Nanogold, NIM-NIL¹²⁵⁾ 등의 프로젝트에서 다수의 성과 창출

** 2007년 FP6 프로젝트(2004~2008)의 지원으로 설립된 유럽의 메타물질연구 협회

123) Malassis 외(2013), "Topological darkness in self-assembled plasmonic metamaterials", *Advanced Materials* 26(2) pp. 324-330

124) 재료연구소, '소재기술백서 2013', 2013 참고

125) 우리나라의 고려대학교 이현 교수가 공동 참여

- (중국) 저장대, 홍콩대, 남경대 등에 다수의 메타물질 연구기관을 설립·연구를 확장하며 선도국으로 발돋움
- (일본) RIKEN 연구소의 Metamaterials Lab.과 오사카대, 도호쿠대, 교토대, NIMS 등을 중심으로 컨소시엄 형태의 메타물질 R&D 수행
- 국내 메타물질 연구는 기초연구 위주의 개별 주제를 통해 분산적으로 진행되고 있으며 연구비 규모도 작은 편¹²⁶⁾
 - 주요 기관은 기계(연), ETRI 등의 출연(연)과 KAIST, 이화여대, 연세대, 서울대 등의 대학으로 확인
 - 최근 기계(연), 한국광학회, 서울대, 이화여대는 메타물질 초청 강연회를 공동 개최하고, 국내외 협력 네트워크를 강화를 추진¹²⁷⁾

<표 38> 국내 메타물질 선도 기관 및 주요 연구 내용¹²⁸⁾

기관명	주요 내용
한국기계연구원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10nm급 나노/마이크로 해석·공정·측정 ▪ 3차원 나노전사 메타물질 시스템 제조 기술 ▪ 2013년 국내 메타물질 연구자 간 협력 기획연구 총괄 수행
KAIST	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 테라헤르츠 메타물질 ▪ 그래핀 메타물질 ▪ 광대역 메타물질 ▪ Rapid Prototyping of 3D nano structures ▪ 나노입자 기반 파장 이하 광집속
이화여대	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 양자 메타물질 연구센터 ▪ 한·일 메타포럼 주도
연세대	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 슈퍼렌즈 및 클로킹 메타물질 ▪ 음파 메타물질 음향 메타물질 ▪ 나노/마이크로 열전달 국방비탐지 연구단
서울대	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 나노/마이크로 열전달 ▪ 플라즈모닉/능동 메타물질 ▪ Top-down 메타 아톰 설계 기술 ▪ 완전 흡수 메타물질 ▪ 음파/초음파/탄성 메타물질
고려대	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 무반사 전자기 메타물질 ▪ 대면적 나노패터닝, 테라스케일 나노공정
한국전자통신연구원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IT기반 전자기 메타물질 시스템
나노종합기술원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 메타물질 극한 in-situ 분석 플랫폼

126) 재료연구소, '소재기술백서 2013', 2013 참고

127) 뉴시스 2014년 2월 19일자 기사, <기계연, 메타물질 초청 강연회 개최>

128) 재료연구소, '소재기술백서 2013', 2013 참고

○ 메타물질의 응용 분야 확대에 따라 관련 시장 창출도 긍정적 전망 기대

- 2011년 세계 메타물질 응용시장 규모는 2억 5,610만 달러에 불과하나 연평균 22.2% 성장하며 2021년 19억 달러까지 확대될 전망

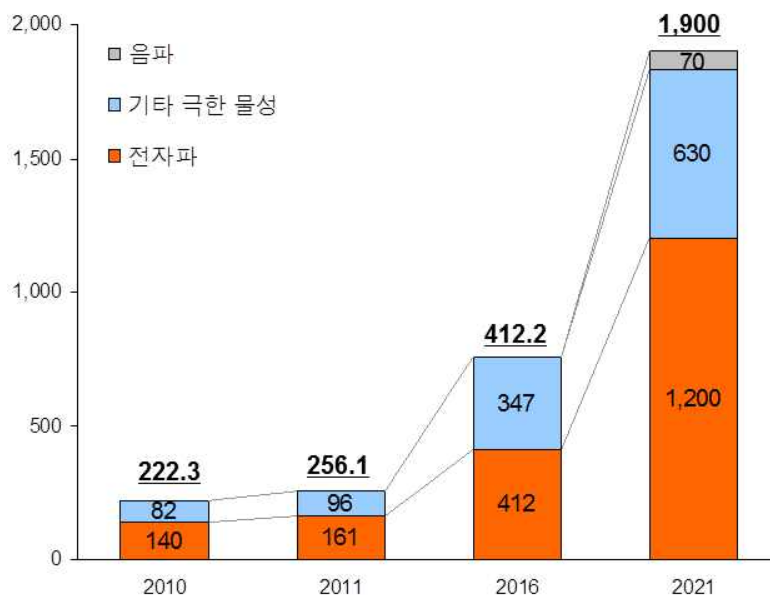
* 현재 기초연구단계 수준

- 물성에 따른 시장 구분에서는 전자기파 응용 분야*의 시장이 가장 클 것으로 전망되며, 2012년 12억 달러의 시장 형성 기대

* Artificialdielectrics, Negative refraction media, Active terahertz(THz) materials, Chiral materials, Photonic crystals, Superconducting metamaterials 외

- 특수 강도, 유연성 등 극한 특성 구현을 위한 물질 내부구조의 스케일을 변경하는 'Extreme Parameter' 분야는 2021년 6.3억 달러의 시장형성 기대

- 음파 응용분야는 2016년 이후에나 시장 형성이 이루어질 것으로 판단



<그림 56> 물성에 따른 메타물질 응용시장 전망(백만 달러)¹²⁹⁾

○ 메타물질의 상용화 촉진을 위해서는 해결해야 할 난제들이 존재하며, 파장이 짧은 파동 등은 기술적 실현시기가 가장 늦을 것으로 사료

- 긴 파장의 메타원자 구조체의 응용분야 및 매질의 손실에 크게 관계되지 않는 분야에서의 상용화는 수년 내에 이루어질 전망¹³⁰⁾

* 수년 내 상용화 가능한 분야 : 흡수재, 차단재, 파동집속 기술 분야 등

129) BCC Research, 'Metamaterials : Technologies and Global Markets(AVM067B)', 2012 자료 인용·재구성

130) 재료연구소, '소재기술백서 2013', 2013 참고

- 가시광대역 메타물질의 구현 등은 나노기술 개발 속도에 따라 상용화 시기가 결정될 것으로 판단
- * 가시광대역 메타물질 구현 기술은 파장이 상대적으로 짧아 나노구조체를 사용해야 하며 매질손실도 극복해야 하는 어려움 존재

<표 39> 현재 메타물질의 기술적난제 및 해결방안¹³¹⁾

구분		내용
대역폭	문제점	■ 메타물질은 공진기 공명대역(resonance bandwidth) 부근에서만 물성이 특화되는 한계 존재
	해결방안	■ 서로 다른 공명주파수를 갖는 여러 공진기들의 병렬적 사용 및 비공명 구조의 메타원자 사용에 대한 기술 개발 필요
손실	문제점	■ 저항 내 소비되는 전력손실(Ohmic loss)로 인한 메타원자의 공명 특성 저하 및 메타물질 손실
	해결방안	■ 금속보다 저손실의 고도핑 반도체와 같은 전도체 물질의 개발 및 저손실 유전체 기반의 메타원자 설계 기술 개발 필요
설계	문제점	■ 대부분의 메타물질 설계는 시행착오에 의한 피드백 방식으로 이루어져 top-down 설계 및 실현가능한 물성 영역의 원리적 파악·구현 난해
	해결방안	■ 전체 또는 부분적 분석을 통해 목표물성 값을 주는 메타원자의 내부 구조 도출 방식으로 개선할 필요
가공	문제점	■ 3차원 구조의 메타물질 및 수십 nm급의 구조체의 가공이 어려움
	해결방안	■ 대면적 공정기술 및 고해상도의 구조물을 가공하기 위한 나노공정 기술의 개발 필요

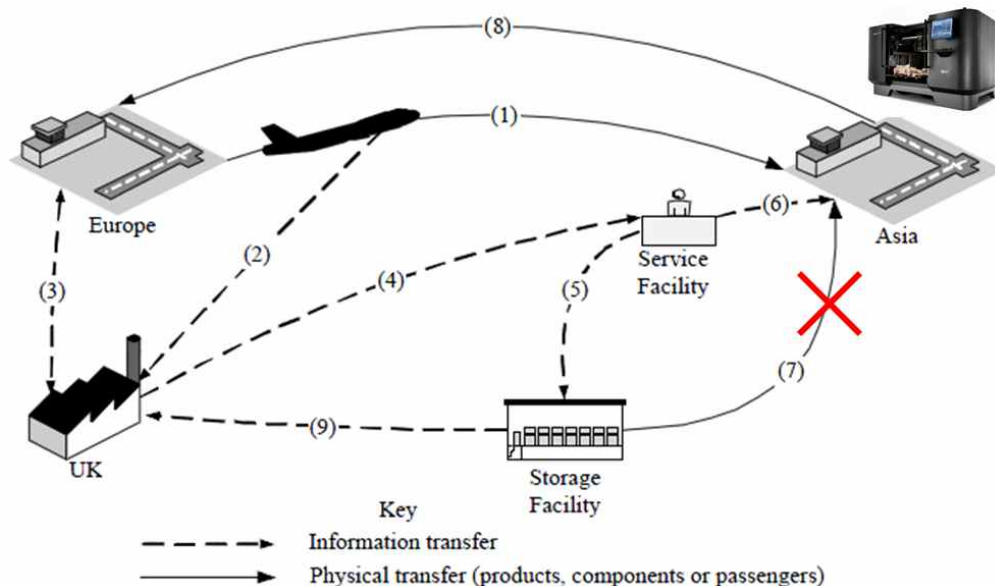
[기계산업 영향]

- 탄소나노튜브, 그래핀 등 나노신소재는 에너지 효율 등 기계 및 관련 부품의 성능 향상에 기여 가능
 - 나노 섬유 적용 CFRP*와 같은 고강도·고탄성 경량 구조재는 경량화가 요구되는 다양한 분야에서 폭넓게 활용될 전망
 - * Carbon Fiber Reinforced Plastics
- 자동차·항공기 부품 등에 적용, 연비 향상에 기여할 전망
- CFRP의 낮은 질량 관성, 팽창 계수 최소화의 장점은 공작기계 스핀들 헤드와 같은 회전 운동이 많은 기계 부품의 경량화에 기여 가능
- CFRP는 풍력 블레이드 제조 시에도 경량화 관점에서 반드시 필요한 재료

131) 전계서

- (과제) CFRP의 보급 확산을 위한 공정 자동화, 제조 솔루션 구축 등이 요구되며 난삭재적 특성을 극복할 수 있는 가공 시스템 개발이 요구
- 탄소나노튜브, 그래핀 등의 나노소재도 복합재료 형태로의 활용을 통해 가벼우면서도 내마모성이 강한 기계 가공 및 부품 생산이 가능할 전망
 - 자동차·항공기 부품·철도 부품에 적용, 연비 향상에 기여할 전망
 - 풍력 발전 로터, 블레이드 등 부품은 탄소나노튜브·그래핀과 고분자 복합재료 활용을 통해 경량화와 내마모성 추구 가능
 - 알루미늄, 구리 및 금속합금 탄소나노튜브를 통해 자동차, 열차, 산업용 기계, 공구 등의 내마모성 강화, 열·전기 전도도 향상이 가능
 - 탄소나노튜브를 발열체로 활용할 경우 비데, 정수기, 에어컨 등에 부착된 기존 히터를 대체할 수 있을 것으로 기대
 - 그래핀을 활용한 나노고체윤활막은 MEMS 부품, 항공우주 부품 등에 적용, 시스템 수명과 부품 내구성 확대에 기여 가능
- (과제) 고품질의 탄소나노튜브·그래핀을 대량으로 합성할 수 있는 기계 기술 개발 및 대면적 공정이 가능한 제조 기술 개발이 필요
- 강성을 확보한 금속 3D 프린팅 소재가 저가에 공급될 경우 기계산업 원가 절감, 유지보수 용이, 생산성 제고, 내구성 확대 등 다양한 가치 창출 기대
 - 사출기 내 금형의 'Conformal Cooling Channel'을 3D 프린터로 가공할 경우 냉각 속도 개선을 통해 사이클 타임 감소, 제품 품질 개선이 기대
 - 금형 파손에 따른 개보수, 설계 변경에 따른 금형 수정 시 Laser Metal Deposition 등을 적용할 경우 금형 제작비의 10~12% 절감 가능
 - 금형 제작 시 소재 강도가 높아짐에 따라 발생할 수 있는 공구 파손, 가공 시간 확대 등의 문제를 3D 프린팅 기술*로 해결 가능
 - * 금형의 내부는 연강(mild steel)을 사용하고, 외부 표면은 3D 프린팅 기술을 활용해서 금형용 강철(Hardened steel)을 적층
 - 고부가가치 항공기·자동차 부품, 부품 조립 공구, 의료기기 부품 등을 3D 프린터를 이용하여 저가에 제작 가능

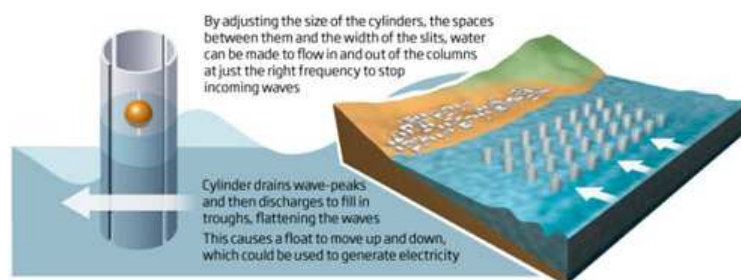
- 대규모 토목 공사, 자원 개발, 재해·재난, 전투 현장에서 발생할 수 있는 건설광산기계의 부품 교체의 어려움을 3D 프린터가 해결 가능
 - 건설기계에 GPS를 탑재하거나 무선통신기술을 통해 상태를 실시간 모니터링해서 예방적 유지보수를 구현할 수 있으나 비용이 비싸다는 단점
 - ICT를 통해 상태를 실시간 모니터링하더라도 부품 조달에 따른 시간 소요와 그에 따른 기계가동 중단 등은 일정부분 불가피
 - 3D 프린터를 통해 현장에서 필요한 부품 등을 직접 제조할 수 있다면 리드타임 감소 및 수송 리스크 경감이 가능
- 항공기 부품 제작용 3D 프린터를 공항에 배치할 경우 교체 필요성이 제기된 부품을 빠른 시간 내에 조립해서 공항에서 교환이 가능할 전망
 - 이 경우 항공기 부품 공장에서 공항까지 부품을 수송하는데 필요한 시간과 비용 감소 기대
 - 저가 항공사 출현 확대 등에 따라 향후 공항 내 항공기 부품 제작 수요가 증가할 전망
 - 공항의 3D 프린터 활용은 항공기 MRO 산업의 변화를 촉발할 가능성



<그림 57> 3D 프린터의 공항 배치에 따른 부품 조달 경로의 변화132)

132) Pawar and Riedel(2009) "The PSO triangle : designing product, service and organisation to create value," Journal of Operations and Production Management, 29(5) pp.468-493 참고하여 연구자 작성

- 해양 플랜트 부품의 직접 생산, 하중 전달에 따른 응력 집중 현상에 대비한 표면 코팅 적층 등에도 3D 프린터 활용이 가능할 것으로 사료
 - 특수 공구(다이아몬드 휠 등) 가공시에도 3D 프린터를 활용함으로써 공구의 내구성 강화 및 조성이 균일한 합금 공구 생산이 가능
- 메타물질의 적용 시 파력 발전 효율 제고, 원자력 발전 안전 진단, 기계 구조물 신뢰성 제고 등에 긍정적 영향 기대
- 메타물질을 활용한 파동 에너지의 초고집속은 파력 발전의 효율을 제고할 수 있을 것으로 기대
 - 파력 발전은 파랑에 의한 해수면(Open Water)의 승강운동을 피스톤으로 공기의 흐름으로 만든 다음 터빈을 돌려 발전기를 구동하는 방식
 - 메타물질 활용 시 파력 발전 효율 제고는 물론 테스트 베드의 규모를 최소화하면서도 실증 효과 획득이 가능할 전망
 - 메타물질을 이용한 초음파 영상의 화질 향상, 렌즈의 해상도 향상 등은 원자력 발전소 안전성 진단, 조기 피부암 진단 등 의료기기 혁신 창출
 - 메타물질은 해양 플랜트, 석유 시추선 등 바다 위에 고정된 시설을 보호하거나 쓰나미를 방지하는 데에도 활용될 전망
 - (기둥의 동심원 배열) 파동을 일반적인 굴절 방향과 다른 쪽으로 휘게 하고, 중심에서 밖으로 밀어내는 힘을 작용시켜 내부의 피해를 방지
 - (직사각형 기둥 배열) 파동의 중첩을 이용하여 메타물질이 내장된 원기둥에 바닷물을 저장·배출하는 방식을 통해 파도의 진폭 감소 가능



<그림 58> 메타물질 파도 완충 장치¹³³⁾

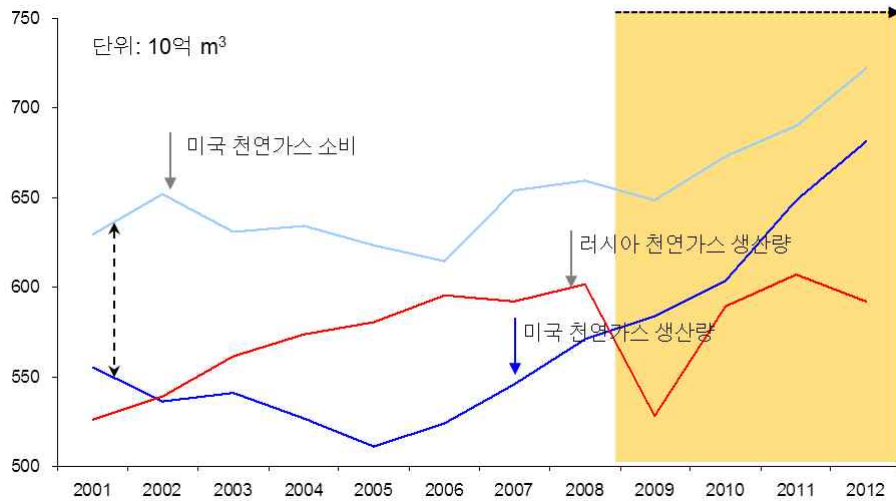
133) 조선일보 2011년 6월 12일자 기사, <과학TALK> 쓰나미, 지진을 투명망토로 막는다?>

4 에너지 패권 다툼의 본격화

[트렌드]

□ 북미지역의 비전통 화석연료 생산 확대 및 확인 매장량 증가는 에너지 패권 전쟁을 본격화

○ 미국은 2007년 이후 셰일가스 생산이 본격화하면서 2009년 러시아를 제치고 세계 최대 천연가스 생산국으로 등극

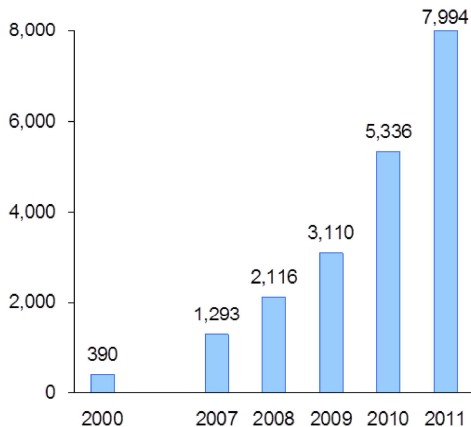


<그림 59> 미국과 러시아의 천연가스 생산량 추이¹³⁴⁾

○ 미국의 연간 셰일가스 생산량은 2011년 7조 9,940억 ft^3 으로 급속 증가

- Barnett, Eagle Ford, Haynesville, Marcellus, Fayetteville 등이 셰일 가스 중심 지역으로 부각되었으며, 10년 전 대비 생산량 20배 증가

미국 셰일가스 총 생산량(10억 ft^3)



미국내 지역별 셰일가스 생산량(10억 ft^3)

지역 \ 년도	2008	2009	2010	2011
Barnett Eagle Ford	1,503	1,789	2,218	2,900
Haynesville	23	293	1,232	2,084
Fayetteville	279	527	794	940
Marcellus	1	76	476	1,260
Woodford	168	249	403	476
Antrim	122	132	120	106
기타	20	44	93	228
총계	2,116	3,110	5,336	7,994

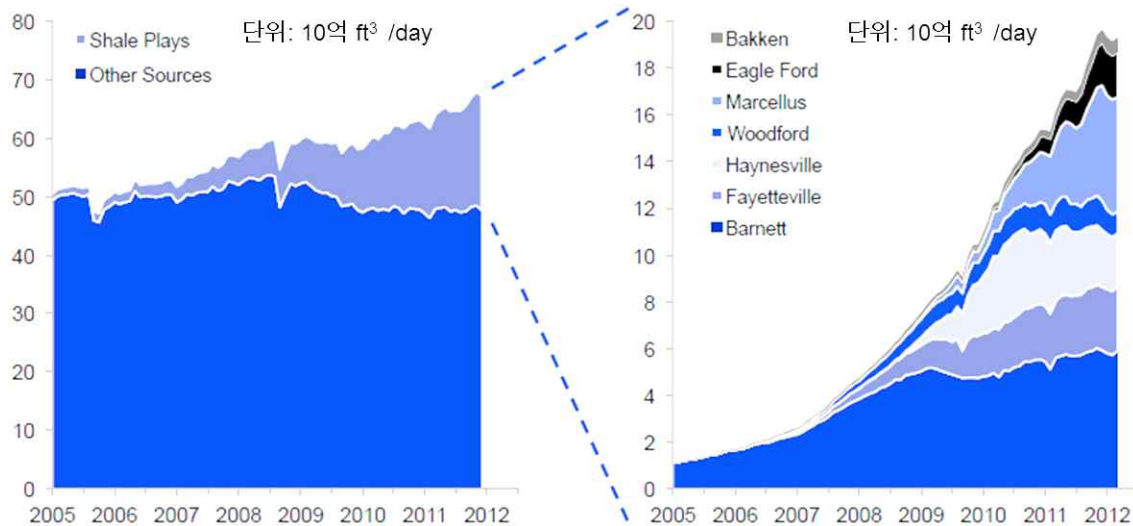
<그림 60> 미국 및 지역별 연간 셰일가스 생산량 추이¹³⁵⁾

134) BP 'Statistical Review of World Energy' June 2013

135) EIA Natural Gas, Shale Gas Production

- 2011년 이후 생산량 증가세가 더욱 두드러지면서 2005~2012년 1분기 사이 생산량 16배 증가

* 2011년 이후에는 Eagle Ford(텍사스 남부) 지역의 생산량이 급증



<그림 61> 미국 셰일가스 일일 생산량 추이¹³⁶⁾

- 미국의 셰일가스 생산 증가는 막대한 매장량 뿐 아니라 세계 최고의 탐사·채굴 기술에 기인하고 있어 당분간 생산 급증세가 지속될 전망
- 2013년 미국은 중국을 제치고 셰일가스 최대 매장국으로 등극

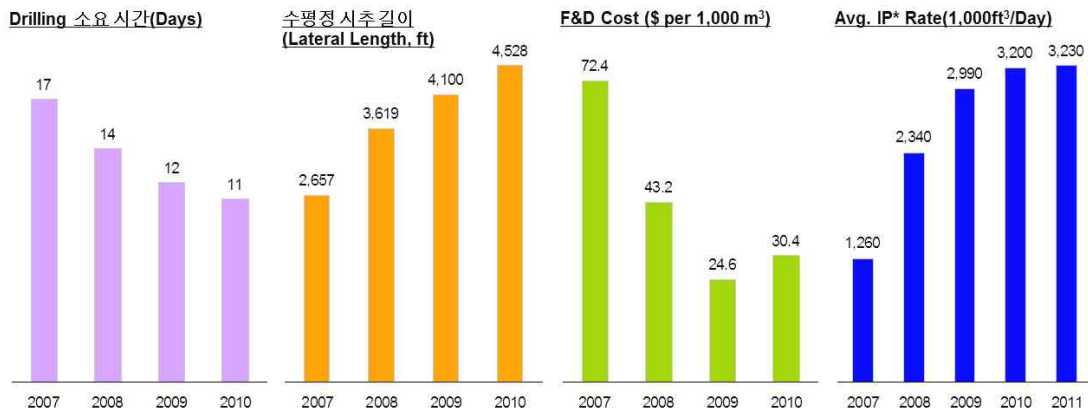
<표 40> 글로벌 셰일가스 매장량 평가(억 m³)¹³⁷⁾

지역	국가	매장량(2011년)	매장량(2013년)	증가율
Europe	폴란드	53,000	41,910	-20.9%
	우크라이나	11,900	36,250	204.6%
	영국	5,700	7,360	29.1%
	프랑스	51,000	38,800	-23.9%
	독일	2,300	4,813	109.3%
	러시아		80,700	
북미	미국	244,100	328,758	34.7%
	캐나다	109,900	162,255	47.6%
중남미	아르헨티나	219,200	227,101	3.6%
	멕시코	192,800	154,326	-20.0%
	브라질		69,380	
아프리카	남아공	137,300	110,436	-19.6%
	알제리	65,400	200,200	206.1%
중국		361,000	315,732	-12.5%
호주		112,100	123,744	10.4%
소계		1,565,700(83.5%)	1,751,685(86.2%)	11.9%
전 세계		1,875,000	2,207,300	17.7%

136) HPDI Production Database

137) EIA, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources : An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States'(2013)

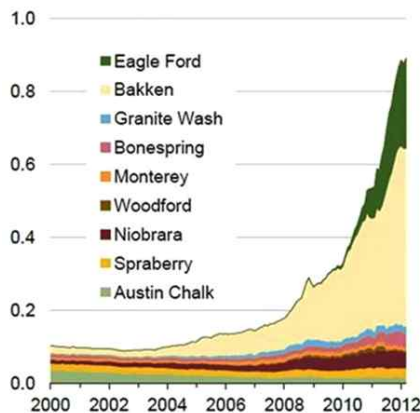
- 독보적인 수평정 시추, 수압 파쇄기술을 기반으로 셰일가스 개발 경제성 확보
 - * 수평정 시추의 시추관 길이(Lateral Length)는 2007년 1,000~2,000m에 머물렀으나, 2010년에는 3,000m로 확장
 - ** 미국 셰일가스 탐사 및 개발 비용(F&D Cost)는 전통가스 평균 F&D Cost 의 약 66% 수준(아칸소 Fayetteville 기준)



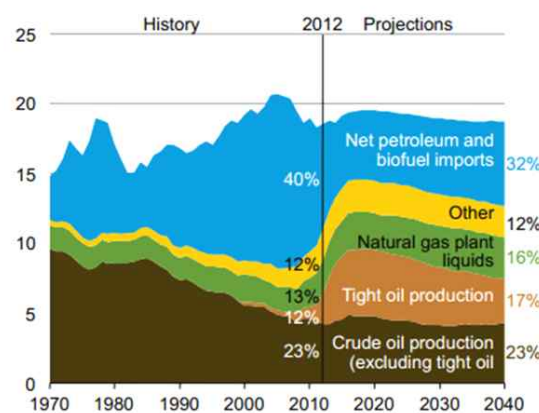
<그림 62> 미국 셰일가스 관련 기술 경쟁력 향상 및 비용 감소 추이¹³⁸⁾

- 미국은 셰일가스 뿐 아니라 타이트 오일 등 비전통 자원 전반에서 생산 실적의 급격한 확대를 달성 중
 - 미국의 타이트 오일(Tight Oil)¹³⁹⁾ 생산량은 2010년 82만 bpd(Barrel Per Day)에서 2012년 200만 bpd로 증가
 - 2012년~2040년 미국 타이트 오일 생산 누적치는 253억 배럴로 예상되며, 2040년 경 미국 석유 공급량의 17%를 차지할 전망

미국 지역별 타이트 오일 생산 추이(백만 bpd)



미국 원유 공급에서의 타이트 오일 비중 전망



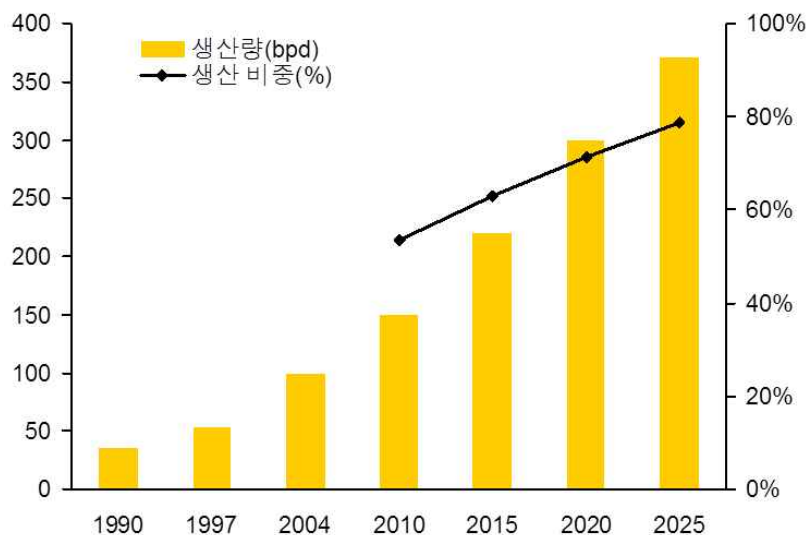
<그림 63> 미국 셰일가스 관련 기술 경쟁력 향상 및 비용 감소 추이¹⁴⁰⁾

138) Kuuskraa et al.(2011) 'Economic and Market Impacts of Abundant Int'l Shale Gas Resources'

139) 점토광물에 의해 공극이 치밀해진 저류지층에 저장된 경질유

140) EIA(2014) Annual Energy Outlook Early Release Overview, HPDI, North Dakota department of Mineral Resources

- 캐나다도 오일샌드 등 비전통 화석연료 개발을 통해 석유 생산량을 확대하면서 영향력을 강화
 - 캐나다의 오일샌드 생산량은 2010년 150만 bpd까지 증가하였으며, 2025년은 370만 bpd를 기록, 캐나다 석유 생산의 80%를 차지할 전망
 - * 현재 오일샌드로부터 원료(Bitumen)를 추출, 중질유 1배럴 생성에 300m³의 천연가스 소비
 - 셰일가스 붐에 따른 천연가스 가격이 하락할 경우 오일샌드에서의 원유 생산 증가는 더욱 탄력을 받을 가능성



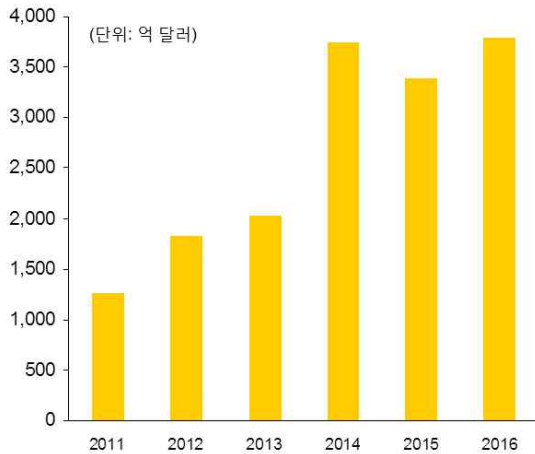
<그림 64> 캐나다 오일샌드 생산량 및 원유 생산에서의 비중 추이¹⁴¹⁾

- 중남미 지역의 심해저와 셰일층에 매장되어 있는 막대한 원유의 생산이 본격화될 경우 에너지 해게모니의 변화는 더욱 가속화될 전망
- 중남미는 브라질의 심해저 플랜트 투자와 아르헨티나의 셰일가스 개발을 통해 주요 산유국으로 부상할 전망
 - Petrobras의 중장기 해저 플랜트 발주 계획에 따르면 브라질은 향후 5년간 약 150억 달러에 달하는 심해저 플랜트 투자가 기대
 - * 2030년 경 브라질은 세계 6위의 산유국 부상 전망¹⁴²⁾
 - 브라질의 해저 플랜트 투자는 대부분 수심 500미터 이상의 심해저에 집중될 전망

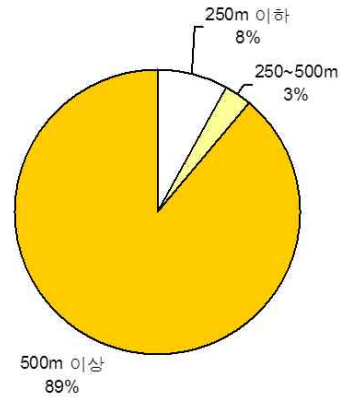
141) 조선일보 [아메리카 프리즘] '오일샌드 붐' 캐나다 앨버타주 르포(下), 2006년 6월 22일, Nextbigfuture, 2011년 6월 4일, Canadian oil sands projected to produce 3.7 million barrels per day by 2025

142) 김화년(2013), '글로벌 에너지 패권의 이동 : 중동에서 미주로', SERI 경제포커스 제418호

브라질의 해저 플랜트 투자 전망('12~'16)

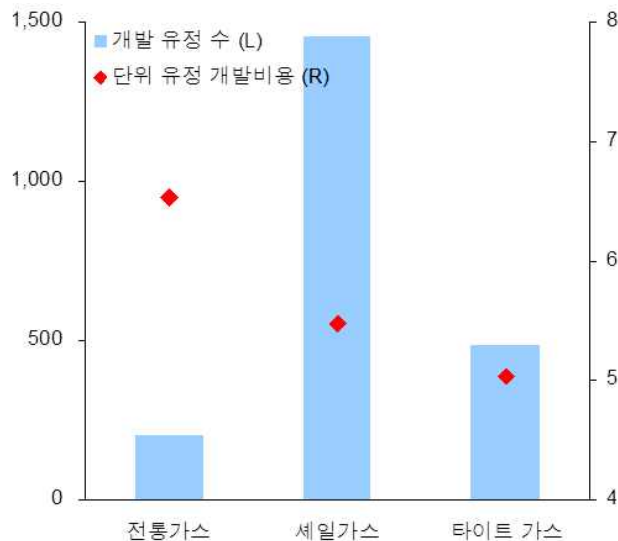


수심에 따른 브라질 해저 플랜트 투자('12~'16)



<그림 65> 브라질 해저 플랜트 투자 전망과 수심별 구성¹⁴³⁾

- 세계 3위의 셰일가스 매장국 아르헨티나의 국영기업 YPF는 2017년까지 약 150억 달러를 셰일 가스 및 오일 개발에 투자할 전망
* 향후 5년간 셰일오일정 1,453공, 셰일가스정 487공 굴착 예정¹⁴⁴⁾
- YPF는 전통가스 개발 비용보다 셰일가스, 타이트 가스 개발 비용을 낮게 평가하는 등 향후 비전통가스 개발 확대 가능성이 기대



<그림 66> 아르헨티나 YPF의 가스 종류별 개발 유정 수(개) 및 단위 개발 비용(백만 달러/유정)¹⁴⁵⁾

- YPF는 2013년 60억 ft^3 의 비전통가스를 생산하였으며, 2027년 경 6,710~8,640억 ft^3 의 비전통가스 생산을 목표로 제시¹⁴⁶⁾

143) Douglas-Westwood(2012), 'The World Subsea Hardware Market Forecast 2012-2016' 활용하여 연구자 재구성

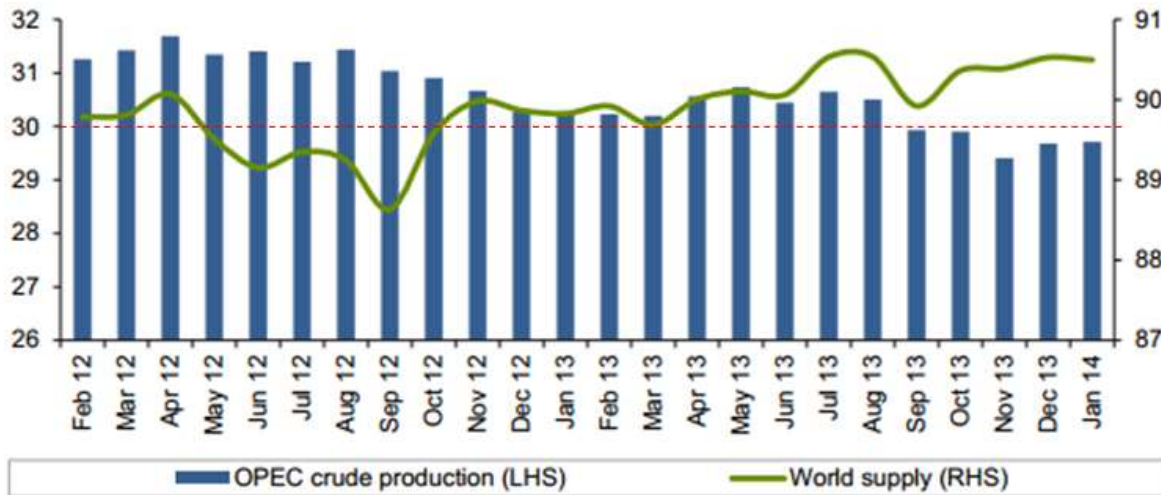
144) 가스신문, 2013년 10월 9일자 기사, <[2013 가을특집/특별기고]아르헨티나 비전통가스 개발동향과 시사점>

145) 전계서

146) 전계서

□ OPEC의 원유 생산량 증가는 정체를 거듭하고 있으며, 2010년대 중반 이후 세계 최대 원유 생산지역의 지위를 빼앗길 가능성

○ OPEC의 원유 생산량은 2013년 9월 이후 3,000만 bpd를 지속 하회하고 있으며, 생산 점유율도 점차 하락 추세



<그림 67> OPEC 회원국 및 비OPEC 회원국의 월별 원유 생산량 비교(백만 bpd)¹⁴⁷⁾

○ 미국의 셰일가스 생산 증가에 대한 대응 방식에 대해 원유의 대미 수출 의존도가 높은 회원국과 그렇지 않은 회원국 간의 갈등도 심화

- 나이지리아·앙골라 등 대미 수출 의존도가 높은 회원국은 산유량 감소를 통한 원유 가격 상승 전략지

* 나이지리아와 앙골라의 2013년 3월 대미 원유 수출은 20만배럴, 9만배럴 수준으로 19년만에 가장 낮은 수준 기록¹⁴⁸⁾

- 사우디 등은 감산 보다는 안정적인 생산에 기반한 시장 지배력 강화를 선호

○ 2013년 6월 OPEC은 특별위원회를 설치, 미국의 셰일가스 생산확대가 OPEC의 시장 지배력에 미치는 연구 개시

- 미국 EIA는 2016년 미국의 원유 생산량을 960만 bpd로 전망하였으며, 이는 현재 알제리, 카타르 등의 생산량과 유사한 규모

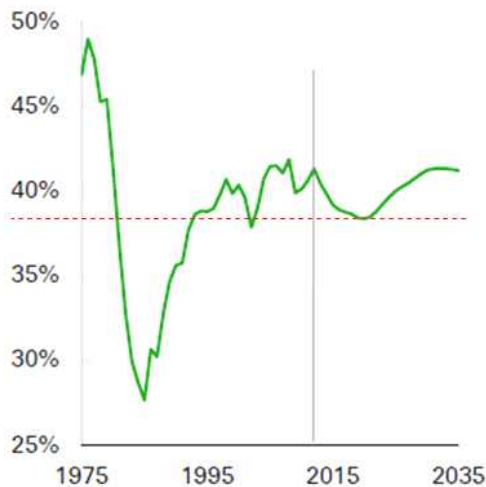
- 일각에서는 2014년 OPEC의 일평균 생산량이 현재에 비해 30만 배럴 가까이 줄어들 가능성도 제기¹⁴⁹⁾

147) OPEC, 'Monthly Oil Market Report', 2014. 2

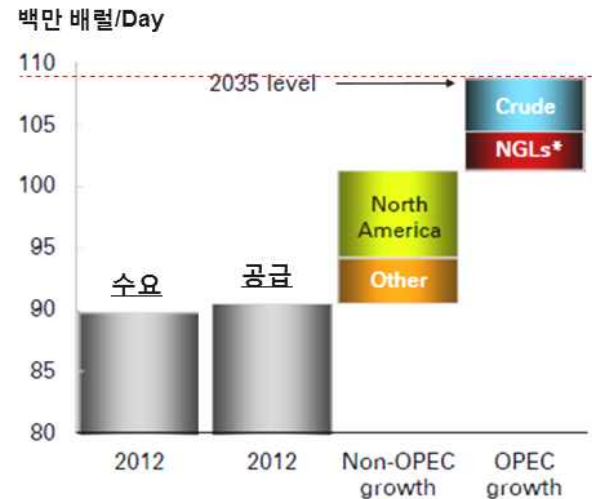
148) 이데일리, 2013년 6월 2일 기사, <셰일가스에 OPEC 고민 깊어만 가고.. '최대 석유카르텔' 흔들>

- 영국의 BP는 2020년까지 OPEC 원유 점유율의 지속 하락을 예상한 반면, 북미 지역은 타이트 오일, 오일 샌드에 기반한 공급 확대 전망
- OPEC의 원유 공급 점유율은 2020년까지 약 38% 수준까지 하락 예상

OPEC의 원유 공급 점유율 변화 전망



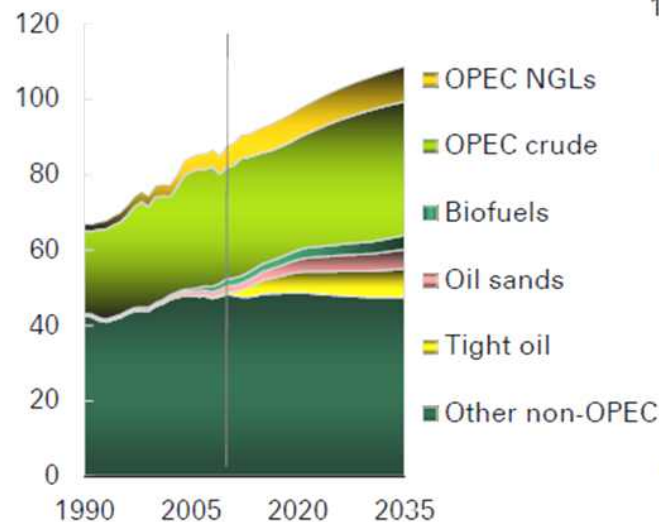
2035년 원유 공급량(bpd) 확대 및 구성



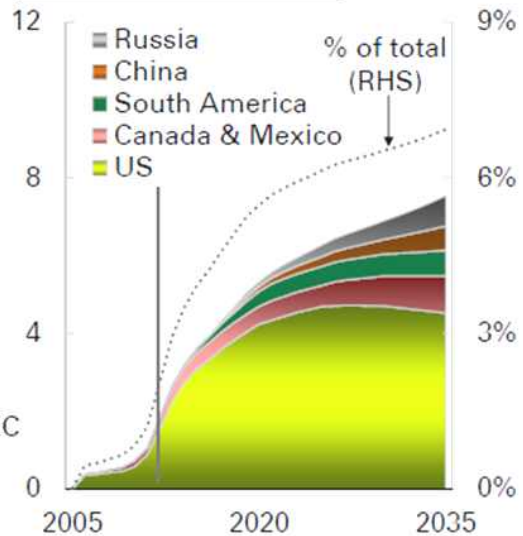
<그림 68> OPEC의 원유 공급 점유율 변화(좌) 및 2035년 원유 공급량 확대 구성(우)¹⁵⁰⁾

- 캐나다, 미국, 멕시코 등은 멕시코 만에 매장되어 있는 원유 뿐 아니라 오일샌드, 타이트 오일 등의 생산 확대가 기대
- * 2035년 타이트 오일의 공급 비중(전체 원유 대비)은 6%에 육박할 것으로 기대

유형별 원유 공급 전망



타이트 오일의 비중 확대 전망



<그림 69> 유형별 원유 공급 전망(좌) 및 타이트 오일 비중 확대 전망(우)¹⁵¹⁾

149) 조선비즈, 2013년 7월 31일자 기사 <미국發 셰일가스혁명 "사우디 긴장하지만 과장도 많아">

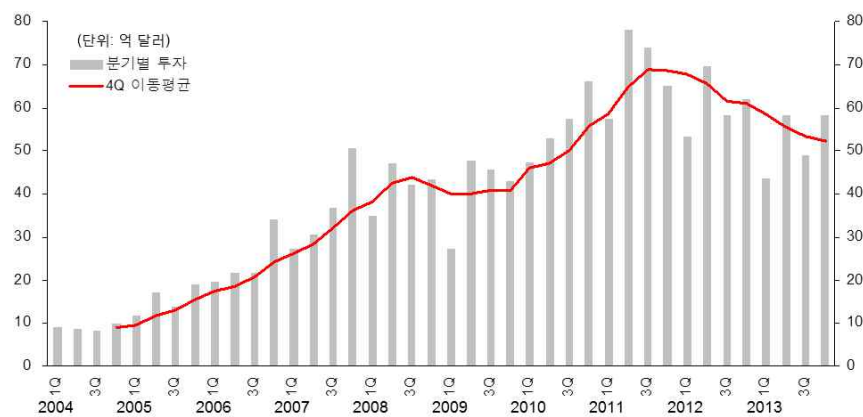
150) BP, 2014, 'Energy Outlook 2035'

151) 전게서

□ 미국 등 일부 선진국의 경기 회복에 따라 점진적으로 회복되고 있는 신재생 에너지 투자는 에너지 패권 쟁탈의 변수로 작용할 전망

○ 2011년 이후 글로벌 신재생에너지 투자는 감소세를 지속하고 있으나 2013년에는 회복세로 전환되는 모습 확인

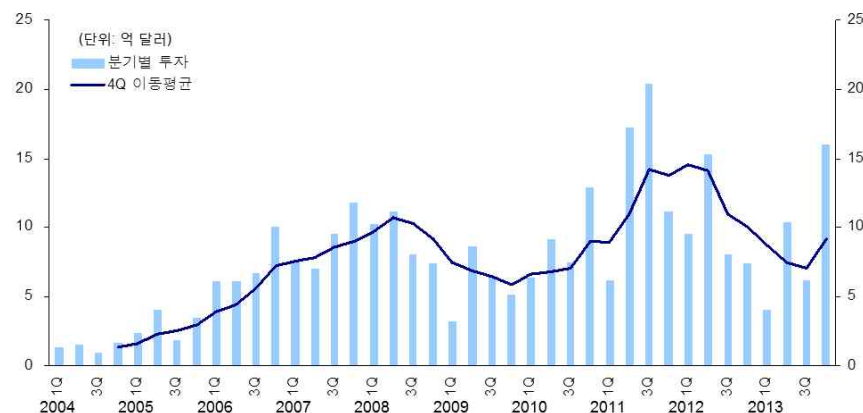
- 2013년 4분기 투자 규모는 58.1억 달러로 전년 동기 대비 감소폭은 -6.4%로 크게 축소되었으며, 전분기 대비 투자는 오히려 18.3% 증가
- 2011년 3분기 이후 지속 하락하던 4개월 이동 평균 투자 규모도 50억 달러대에서 안정화되는 양상



<그림 70> 글로벌 신재생에너지 신규 투자 추이¹⁵²⁾

○ 상대적으로 빠른 경기 회복을 보인 미국은 2013년 4분기 16억 달러의 신재생에너지 신규 투자를 기록하는 등 투자 확대에 박차

- 4분기 투자 규모는 역대 분기 투자 규모 3위에 해당



<그림 71> 미국 신재생에너지 신규 투자 추이¹⁵³⁾

152) Bloomberg(2014) 'Global Trends in Clean Energy Investment'

153) 전게서

- 2013년 11월부터 가동되는 미국 신규 발전의 99%(약 400MW)가 신재생에너지를 이용¹⁵⁴⁾
- 미국은 현재 전력의 7%를 차지하는 신재생에너지 발전을 2020년까지 20%대로 확대할 계획

<표 41> 미국의 신재생에너지를 이용한 전력 생산량 전망(조 Wh)¹⁵⁵⁾

2010	2015	2020	2025	2030
454	600	750	909	1,074

- 유럽을 중심으로 대형화되고 있는 해상풍력 발전도 신재생에너지 투자 회복에 기여할 전망
 - 현재로서는 3.6MW급의 풍력발전이 주류를 이루나 6~8MW의 대형해상 풍력 발전의 개발도 전개
 - 풍력 발전기 고장의 주된 원인인 기어박스(증속기) 기술 문제를 극복하기 위한 기어리스(Gearless) 방식의 기술개발도 가속화¹⁵⁶⁾

<표 42> 풍력발전기 제조업체의 기어리스 풍력발전 기술 개발 현황¹⁵⁷⁾

회사명	기술개발 현황
지멘스	<ul style="list-style-type: none"> 강력한 영구 자석을 다수 배열하여 출력을 높이는 기어리스 방식의 6MW 풍차를 세계 최초로 개발 2013년 1월 영국 바다 실증
미쓰비시중공업	<ul style="list-style-type: none"> 2010년 12월에 유압기술 전문 제조사인 영국 Artemis Intelligent Power 매수 기어리스 유압방식에 따른 7MW 대형풍차를 개발 중, 2014년 실증 적용 예정
베스타스	<ul style="list-style-type: none"> 8MW의 대형 기어리스 풍력발전기 개발 중

- 스페인의 Gamesa는 고장률을 낮춘 기어박스를 개발하고 있으며, 향후 동사의 대형 해상풍력발전에 탑재 예정
- 유럽의 경우 풍력 발전을 통해 생산한 잉여 전력을 수소 형태로 저장해서 가스 연료로 활용하는 신재생에너지 프로젝트를 진행 중
 - 풍력발전은 날씨 조건에 따른 발전량 변동성이 크고, 수요를 초과하는 전력 생산 시 가동을 정지하는 등의 비효율성 발생

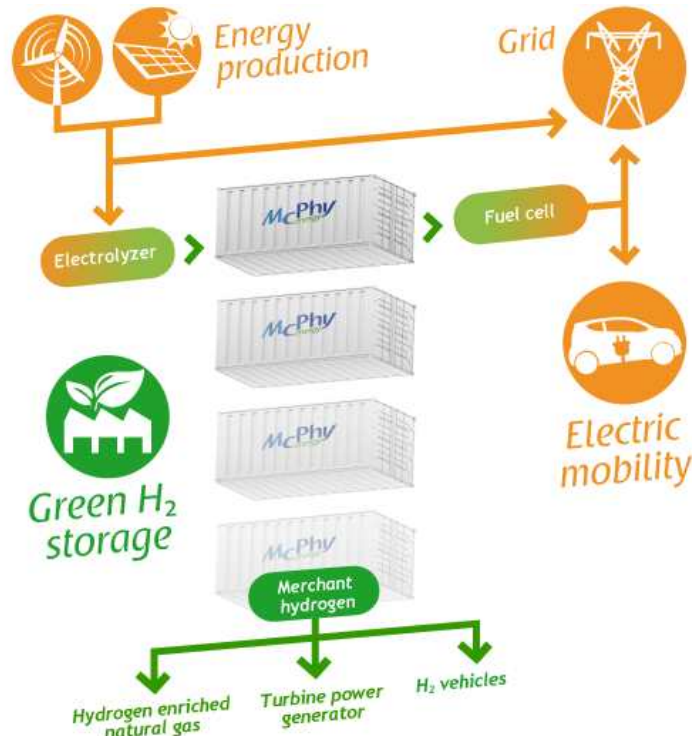
154) 국제신문, 2013년 12월 29일자 기사 <미국 신규발전 99% 신재생에너지>

155) 김화년(2013), '글로벌 에너지 패권의 이동 : 중동에서 미주로', SERI 경제포커스 제418호

156) 풍력 발전기 고장 원인 중 30%는 기어박스에 기인 (곽기호 외(2012), '풍력 발전 시스템용 기어박스 글로벌 시장동향 분석', 기계기술정책 2012년 5월호 참고)

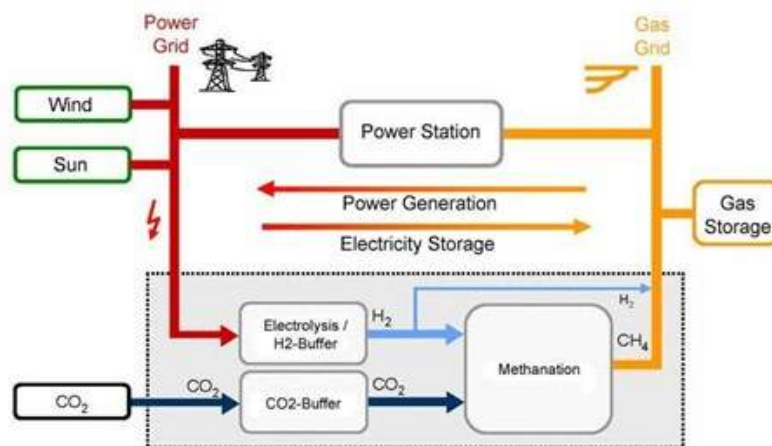
157) 三井物産戦略研究所 新事業開発部, '2014 年に注目するイノベーションと技術の動向'

- 프랑스의 맥파이 에너지는 풍력 발전 및 태양광 발전을 통해 과잉 생산된 전력을 수소 형태로 저장해서 판매하는 Ingrid System* 개발에 성공
 - * 총 39MWh의 에너지 저장이 가능하며, 1.2MW급의 수소 발생기와 1톤의 수소를 저장할 수 있는 장비 포함



<그림 72> 맥파이 에너지(McPhy Energy)의 Ingrid System 개요도¹⁵⁸⁾

- 독일은 잉여 풍력 발전을 물의 전기 분해에 활용, 수소를 생성하고 이를 다시 CO₂와 반응시켜 메탄가스를 생성하는 “Power to Gas” 프로젝트를 가동



<그림 73> 독일 환경부의 “Power to Gas” 프로젝트 개요도¹⁵⁹⁾

158) 맥파이 에너지(McPhy Energy) 홈페이지

159) Fuel Cell Today, <€3.3 Million Power-to-Gas Project to Develop Megawatt-Scale Electrolysers in Germany>, 2013년 1월 10일

[기계산업 영향]

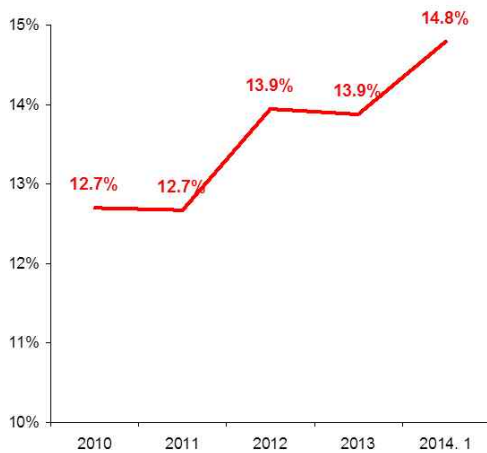
□ (긍정적) 에너지 패권 경쟁 심화 및 관련 투자 확대는 기계산업의 수출 및 시장 점유율 확대의 기회로 작용

○ 미국의 셰일가스 개발 붐 및 리쇼어링이 가시화된 2010년 이후 對美 수출 비중 지속 증가

- 기계산업 對美 수출 비중은 2010년 12.7%에서 2014년 1월 14.8%까지 상승

- 저장탱크, 보일러, 압축기, 밸브 등의 품목에서도 이미 對美 수출 증가 및 비중 확대를 달성

기계산업 對美 수출 비중 추이



셰일가스 생산 관련 기계부품 對美 수출 추이 (백만 달러, 비중)

기간 품목	2010	2011	2012	2013		
				1Q	2Q	3Q
건설기계 부품	141.0 (5.0%)	229.0 (7.1%)	234.0 (10.3%)	55.0 (9.3%)	59.0 (9.6%)	59.0 (11.6%)
저장 탱크	41.0 (6.2%)	31.1 (3.0%)	58.5 (6.3%)	15.3 (7.8%)	10.4 (5.2%)	13.6 (7.7%)
보일러	6.1 (2.8%)	21.8 (8.8%)	18.7 (8.4%)	6.7 (5.9%)	2.5 (4.6%)	7.0 (10.9%)
펌프 및 압축기	236.6 (23.1%)	242.3 (22.3%)	315.4 (26.8%)	89.5 (26.8%)	92.3 (27.2%)	80.6 (25.8%)
밸브류	164.6 (14.5%)	202.2 (13.0%)	219.6 (11.4%)	55.7 (12.7%)	59.7 (12.2%)	54.5 (11.6%)

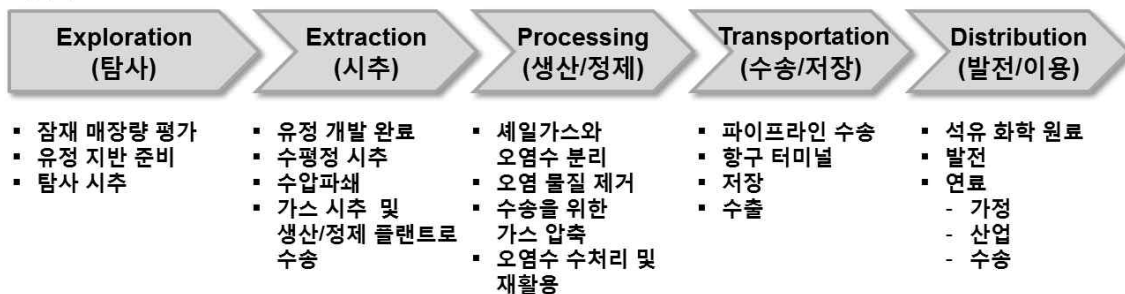
<그림 74> 기계산업 對美 수출 비중 추이 및 주요 품목 별 수출 추이¹⁶⁰⁾

○ 기계산업은 셰일가스 가치사슬 전역에서 다양한 장비와 부품, 수처리 장치 등을 공급하는 역할을 하기 때문에 다양한 사업 기회 창출 기대

물 사용량



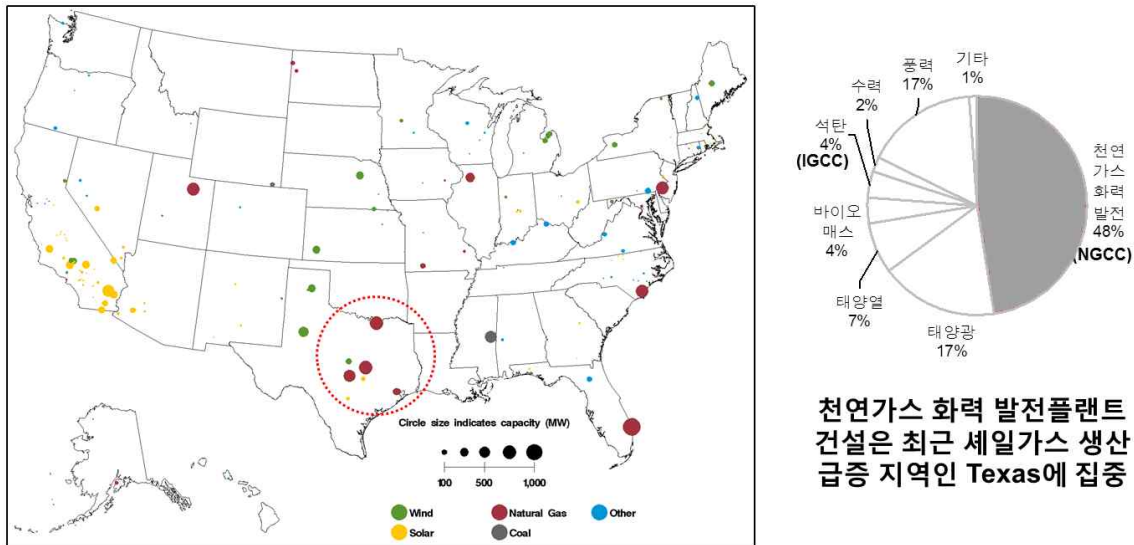
가치사슬 활동



<그림 75> 셰일가스 가치사슬 상의 물 사용량과 주요 활동

160) 무역협회, 무역통계 자료 활용하여 연구자 분석

- 셰일가스 개발로 인해 미국 내 발전 증설 계획 중 천연가스 화력 발전 비중이 50%에 육박, 향후 미국 내 플랜트 및 관련 기자재 발주 확대 예상



<그림 76> 미국 내 발전 플랜트 증설 계획(2014년 1월 기준)¹⁶¹⁾

- 석유화학의 경우 메탄을 에틸렌·프로필렌으로 바꾸는 전환 기술의 양산화와 메탄·프로판 등을 추출하는 플랜트를 중심으로 수출 기대
 - 셰일가스 성분의 대부분을 차지하는 메탄을 에틸렌·프로필렌 등으로 전환하는 기술이 양산화될 경우 미국 석유화학 산업의 부활이 가능
 - * 에틸렌은 폴리에틸렌(PE)나 폴리염화비닐(PVC)를 제조하는데 필요한 화학원료
 - 미국 석유화학 기업들은 2018년까지 총 1,254만 톤 규모의 에틸렌 설비 투자를 발표하였으며, 이는 우리나라의 총 설비(828만 톤)의 1.5배 규모¹⁶²⁾
- 버스·트럭·LNG 캐리어 등 대형 수송 장비를 중심으로 가스 엔진의 보급 확대도 기대
 - 2012년 8월 미국의 장기 자동차 연비 규제에 CNG 차량이 포함되었으며, 2025년까지 자동차 기업 평균 연비(23.3Km/L) 달성에 중요한 역할 전망
 - 2011년 세계 CNG 차량 보급 대수는 1,450만 대로 세계 등록차량의 2%에 불과하나 2020년까지 5,000만 대로 증가할 것으로 예상¹⁶³⁾

161) 미국 EIA Planned U.S. Electric Generating Unit Additions(2014년 1월 현재), 천연가스화력발전은 Natural Gas Fired Combustion Turbine, Natural Gas Fired Combined Cycle 포함

162) 한국석유화학협회, 석유화학 Indepth 2013년 5월~6월호

163) KOTRA(2013), '북미 셰일가스 개발 동향 및 한국기업 진출전략', Global Market Report 13-052

- 서아프리카·남미 등을 중심으로 한 심해저 유전·가스전 개발이 본격화될 경우 해양플랜트 뿐 아니라 관련 기자재 수요도 확대될 것으로 기대
- (채굴 장비) 바다 속에 매장되어 있는 원유와 가스를 채굴하는 장비로 2016년까지 5년 간 200억 달러의 시장 형성 전망
- (URF) 채굴된 원유·가스를 해상의 석유 생산(정제) 플랫폼에 공급하기 위해 필요한 배관 기자재로 2016년까지 5년 간 250억 달러 시장 전망
- 서아프리카·남미·북미 지역의 채굴장비 및 URF 시장은 2016년 전세계 시장 규모의 70% 차지 전망

<표 43> 해저 플랜트 채굴 장비 및 배관 기자재별 역할과 기능¹⁶⁴⁾

구분	구성 품목	역할 및 기능
채굴 장비	Subsea Trees	■ 여러 유전에서 채취한 원유를 한곳으로 모으는 장치
	Subsea Control System	■ 유정에 부착되어 있는 Subsea Tree의 밸브를 제어하는 모듈 (SCM, Subsea Control Modules)
	Templates	■ 다양한 유정을 지하로 뚫고, Subsea tree가 잘 설치될 수 있도록 해저에서의 지지를 제공하는 구조물
	Manifolds	■ 파이프라인 등 구조물과 Subsea Tree를 연결하는 역할
	Flying Leads	■ Subsea Tree와 Manifolds를 연결하는 Flowline의 부분품
	Jumpers	■ Manifolds와 Subsea Tree를 연결하는 Flowline의 부분품
URF (Umbilicals, Risers, Flowlines)	Umbilicals	■ Manifolds와 생산 플랫폼의 제어(MCS) 간에 연결된 관으로서 전력/유압 등의 제어에 필요한 전자 케이블, 광섬유 다발로 구성
	Risers	■ Manifolds에 집합된 원유를 수면 위의 해상의 생산 플랫폼으로 수송
	Flowlines	■ Subsea Tree로부터 생산된 원유를 Manifolds로 수송하는 역할

<표 44> 아프리카·남미·북미 심해저 플랜트 관련 기자재 수요 전망(백만 달러)¹⁶⁵⁾

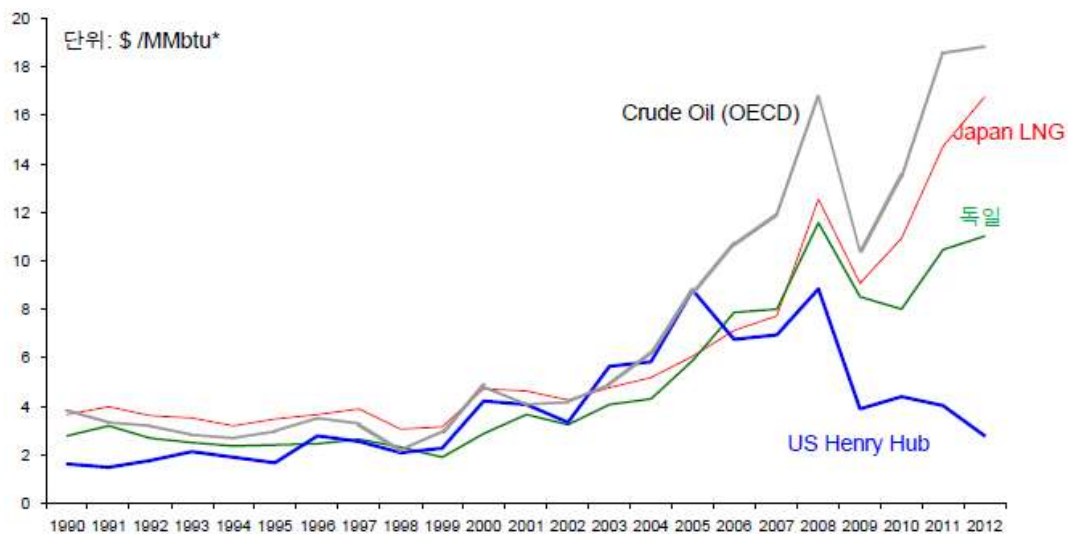
품목	하위 품목		2011	2012	2013	2014	2015	2016	계
채굴 장비	Subsea Trees		707	777	960	1,316	1,554	1,852	7,166
	Subsea Controls		479	526	651	892	1,054	1,255	4,857
	Templates & Manifolds		646	681	867	1,138	1,370	1,641	6,343
	Flying Leads		216	237	293	404	476	566	2,192
	Jumpers		388	426	527	722	852	1,016	3,931
	계		2,436	2,647	3,298	4,472	5,306	6,330	24,489
(Umbilicals, Risers, Flowlines)	Infield Flowlines	Rigid Type	1,653	1,707	2,168	2,688	2,994	3,574	14,784
		Flexible Type	524	468	523	2,794	1,137	1,279	6,725
	Risers		199	171	575	919	818	1,122	3,804
	Umbilicals	Steel	519	439	623	689	868	1,054	4,192
		Thermoplastic	132	199	192	380	381	430	1,714
	계		3,027	2,984	4,081	7,470	6,198	7,459	31,219

164) Douglas-Westwood(2012), 'The World Subsea Hardware Market Forecast 2012-2016'

165) 전계서

□ (긍정적) 공급 증가 및 수입 다변화 정책에 따른 LNG, 원유 등의 도입 가격 하락은 기계산업 원가 경쟁력 강화에 긍정적 영향

- 북미 Henry Hub와 일본 LNG 도입 가격 격차가 점차 커지고 있는 상황에서 셰일가스는 장기적으로 에너지 연료 가격 하락에 기여할 전망
- 2012년 Henry Hub 가격은 MMBtu 당 2달러 대로 하락한 반면 일본 LNG 도입 가격은 16달러를 돌파



<그림 77> 국제 천연가스 및 원유 가격 변화 추이¹⁶⁶⁾

- Henry Hub 가격이 7달러/MMBtu까지 상승하더라도 석유 배럴 당 90달러 수준이기 때문에 셰일가스는 아시아 에너지 원가 하락에 기여할 전망
- * 국제유가전문가협의회에서는 2014년 국제 유가는 연평균 배럴당 100~105달러로 전망¹⁶⁷⁾
- 2015년 6월 파나마운하 확장 공사가 완료되면 추가 수송비 하락 기대

<표 45> Henry Hub 가격 변화에 따른 Sabine Pass LNG 도입가격 예시¹⁶⁸⁾

가격결정 요인	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
Henry Hub 가격(\$/MMBtu)	5	6	7
FOB(본선인도조건)* 가격(\$/MMBtu)	8.75	9.9	11.05
수송비(\$/MMBtu)	3	3	3
LNG 도착도 가격(\$/MMBtu)	11.75	12.9	14.05
JCC 적용 가격**(\$/bbl)	74.1	81.8	90.0

* FOB 가격은 계약 가격을 의미

* JCC(Japan Crude Cocktail, 일본 공식 원유 수입 가격)는 (도착도 가격-0.75)/0.1485로 산출

166) BP 'Statistical Review of World Energy' 각년도

167) 에너지경제, 2014년 1월 14일자 기사 <올해 국제유가, 연평균 배럴당 100~105달러>

168) 박진호(2013), '셰일가스 개발, 도입 현황과 LPG 시장 변화 전망', 전략기술경영연구원 세미나 자료

- 에너지 연료 도입 비용 절감을 위해 우리나라와 일본은 최근 셰일가스 도입에 박차
 - 국내 연간 소비량이 3,600만 톤에 이르는 LNG의 경우 해도, 러시아나 중동산에 비해 미국산은 10~20% 정도 저렴할 것으로 전망
 - E1은 2014년 18만 톤의 셰일가스 기반 LPG를 수입할 예정이며, SK 가스 또한 2015~2016년에 36만 톤의 셰일가스 기반 LPG 도입 계획
 - * 셰일가스 추출 시, LPG 제조에 쓰이는 콘덴세이트(프로판, 부탄) 5% 확보 가능
 - SK E&S는 2013년 미국 프리포트 LNG사와 액화시설 사용계약을 체결하고, 2019년부터 20년간 매년 220만 톤*의 셰일가스를 도입할 예정
 - * 국내 연간 LNG 수입량의 약 6% 수준이며, 도입 셰일가스는 한국으로 수송하거나 미국 현지에서 직접 판매 예정
 - 한국가스공사는 2017년부터 연 280만 톤의 셰일가스를 사빈패스로부터 수입할 계획
 - 산업통상자원부는 2020년까지 국내 가스 수요의 20%가량을 셰일가스로 충당한다는 계획 발표
 - 일본은 최근 3년간 총 1,690만 톤의 셰일가스 장기 도입계약(20년) 체결

<표 46> 우리나라와 일본의 미국 셰일가스 확보 현황(만 톤)¹⁶⁹⁾

수출 승인 프로젝트명	우리나라		일본	
	추진기업	연간 도입물량	추진기업	연간 도입물량
Sabine Pass Liquefaction	한국가스공사	280('17~)		
Freeport LNG Expansion	SK E&S	220('19~)	오사카	220('18~)
			추부전력	220('18~)
			도시바	220('19~)
Dominion Cove Point			스미토모/도쿄가스	230('17~)
Cameron LNG			미쓰이	400('17~)
			미쓰비시	400('17~)
Lake Charles Exports				
Carib Energy				
Jordan Cove Energy Project				
Gulf Coast LNG Exports				
LNG Development				
Southern LNG				
SB Power Solutions Project				

169) 전자신문 2013년 11월 4일자 기사 <일본, 한국보다 셰일가스 3배 확보> 등 참고하여 연구자 재구성. 각 프로젝트는 미국정부로부터 LNG 수출을 승인 받음

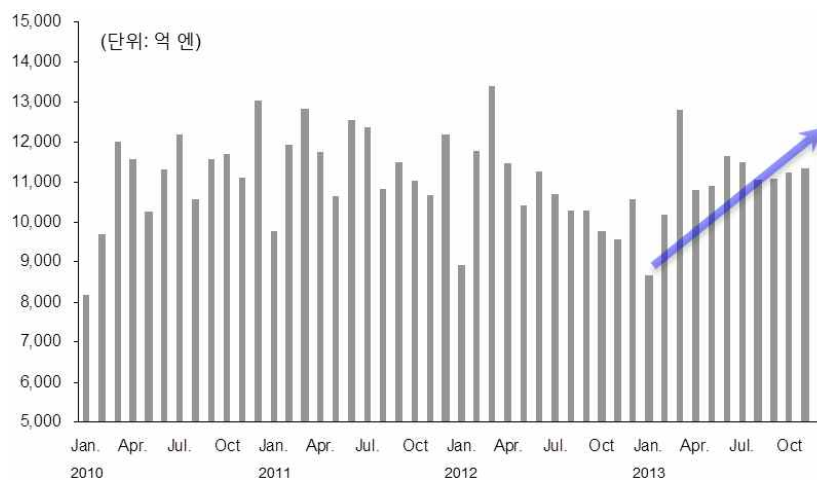
□ (부정적) 에너지원 가격 하락이 미국, 캐나다 등 북미지역 뿐 아니라 일본 기계산업의 원가 경쟁력 상승에 기여한다면 피해 우려도 공존

○ 일본 에너지경제연구소는 미국 셰일가스 도입에 따른 일본의 원가 절감 효과로 연간 80억 달러 추산¹⁷⁰⁾

* 80억 달러는 일본의 2013년 1분기 LNG 수입규모의 약 43.4%, 무역적자의 약 28.5%에 해당

○ 일본은 엔저 효과까지 겹치면서 국내 기계산업에 직접적인 타격 우려¹⁷¹⁾

- 2013년 기계산업 수출액은 13.3조 엔으로 전년대비 4.0% 증가하였으며, 2010년 이후 최대 실적 달성



<그림 78> 일본 기계산업 월별 수출 실적¹⁷²⁾

- 일본 공작기계 수주는 2013년 1월 이후 지속 증가하고 있으며, 12월에는 700억 엔을 돌파하며 1월 대비 150% 증가



<그림 79> 일본 공작기계산업 월별 수출 수주 실적¹⁷³⁾

170) 연합뉴스 2013년 6월 3일자 기사, <미국, '반값' 셰일가스로 아베노믹스 숨통 열어준다>

171) 한국은행은 엔화 약세가 지속될 시 가장 큰 타격이 우려되는 산업 중 하나로 기계산업 선정

172) Trade Statistics of Japan, Ministry of Finance

□ (부정적) 비 OPEC 국가의 산유량 증가에 따른 중동지역 경기 둔화 및 플랜트 발주 지연은 중동지역으로의 수출 감소로 이어질 우려

○ <표 13>에서 확인한 바와 같이 2013년 對중동 기계산업 수출은 전년 대비 무려 34.3% 감소

- 2013년 수출액은 2011년 수출액의 90%에도 미치지 못하는 수준

- 중동지역 플랜트 수주액 또한 전년대비 33% 감소하며 플랜트 총 수주액 감소 및 기계류 수출 감소에 결정적 역할

* 중동지역 플랜트 수주액은 2010년 이후 3년 연속 감소

<표 47> 우리나라 플랜트 산업 지역별 수주 실적(백만 달러)¹⁷⁴⁾

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	'12~'13 증감율
계	46,304	64,480	64,984	64,759	63,676	△ 1.7
지역	중동	31,118	38,122	24,664	20,926	△ 33.0%
	아시아	6,882	12,168	15,010	17,697	40.4
	아프리카	4,222	4,151	4,101	5,416	27.6
	유럽	1,113	6,261	8,694	9,504	2.9
	미주	2,969	3,778	12,515	11,216	△ 27.5

○ 수주 경쟁·저가 수주로 인한 원가율 상승이 플랜트 기업의 수익성에 타격을 주기 때문에 중동 시장에 대한 공격적인 공략도 어려운 상황

- 국내 주요 플랜트 EPC 업체의 완료공사 원가율*은 2009년 이후 지속 상승, 2012년 93%를 기록하였으며 순이익은 발주 금액의 2~3%에 불과¹⁷⁵⁾

* 원가율은 총 매출액 중 원가가 차지하는 비중

- 2009년~2010년에 수주한 플랜트에서 발생한 손실이 2013년 한꺼번에 발생 하면서 주요 EPC 업체의 영업이익은 큰 폭으로 감소하거나 적자 기록

<표 48> 주요 플랜트 EPC 업체의 2013년 플랜트 부문 영업 실적(백만 원)¹⁷⁶⁾

	현대건설	GS건설	삼성 ENG	대림산업	대우건설	SK건설
매출	9,866,837	6,421,984	7,117,900	7,407,595	6,615,837	5,310,601
영업이익	585,342	- 797,964	- 1,055,236	359,197	324,163	- 314,767
영업이익률	5.9%	-12.4%	-14.8%	4.8%	4.9%	-5.9%

173) JMTBA

174) 산업통상자원부 '해외플랜트 수주 보도자료' 각년도

175) 뉴스원1 2013년 10월 22일자 기사, '건설업계 3Q '어닝쇼크' 배경은 저가수주의 덩어리...내년도 낙관못해' 및 KB금융지주 경영연구소, '지식 비타민 : 국내 건설업체의 해외사업 점검' 2013년 12월 12일

176) 산업통상자원부 '해외플랜트 수주 보도자료' 각년도

□ (중립) 글로벌 신재생에너지 투자 회복에 따라 풍력 분야는 실적 회복이 기대되나 태양전지 제조장비 분야에 미치는 영향은 제한적일 것으로 판단

○ (풍력) 2011년 이후 지속된 최악의 국면을 벗어나 설비 인증 및 운전이력 확보, 글로벌 풍력 터빈 제조사의 주요 공급사로 부상할 전망

- 삼성, 현대, 효성, 두산 등 주요 대기업은 중대형 풍력터빈 개발을 완료하고 국제인증획득을 추진 중(2013년 10월~)

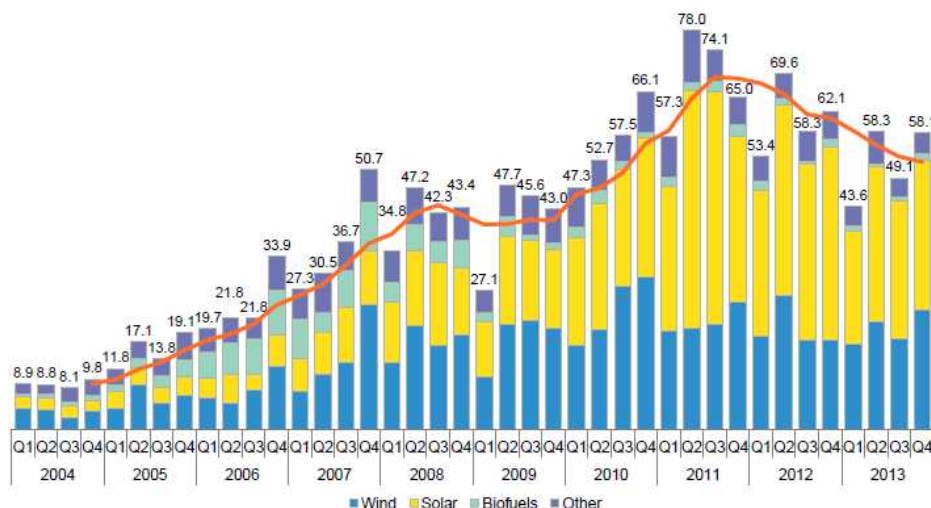
* 삼성중공업 7MW(2013년 10월~), 현대중공업 5.5MW(2014년 1월~), 효성 5MW(2014년 3월~) 등이 국제인증 획득 추진 중, 두산중공업은 2013년 12월 3MW급 인증 완료

- 풍력발전용 메인샤프트, 단조 부품 등의 경우 이미 GE, 지멘스, 베스타스, 스미토모 등의 글로벌 기업에 다수 납품 실적 보유

- 일본 등 주변국의 풍력발전 보조금 등이 상향될 경우 관련 부품 산업의 수출 확대에도 긍정적 영향 전망

○ (태양광) 태양광 장비 업체 실적은 태양전지 공급과잉에 따라 2014년 큰 폭의 등락을 거듭하는 변동성이 예상

- 태양광 발전 분야는 글로벌 신재생에너지 투자의 절반 이상 차지하는 분야로 지속 공급과잉이 우려



<그림 80> 글로벌 신재생에너지 신규 투자에서의 태양광¹⁷⁷⁾

- 국내 업체들의 태양광 장비 매출 실적 또한 비교적 부진한 수준¹⁷⁸⁾

177) Bloomberg(2014) 'Global Trends in Clean Energy Investment'

178) 주성엔지니어링의 경우 2013년 상반기 태양광 장비 매출 규모는 전년대비 60% 수준에 불과하였으며, DMS는 2분기 이후 태양광 장비 매출 실적 전무(DART 전자공시시스템 참고)

기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 74 2014년 기계산업이 주목해야 할 트렌드 분석과 시사점

| 발행인 | 임용택

| 발행처 | 한국기계연구원 전략기획본부 전략연구실

| 발행일 | 2014.2

| 기획·편집 | 곽기호, 박성우, 이운규, 정성균, 이상민, 이정호

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156번지

| 전화 | (042) 868-7682(전략연구실)

