2014년
나노분야 미래인력수급 예측 보고서

2015년 2월

나노융합산업연구조합
Nano Technology Research Association

< 목 차 >

1. 연구목표 및 방법론 ····· 1
(1) 연구목표 ····· 1
(2) 연구방법론 ····· 2

2. 나노융합산업의 현황과 전망 ····· 6
(1) 세계 나노융합산업 ····· 6
1) 세계 동향 ····· 6
2) 세계 전망 ····· 8
(2) 국내 나노융합산업 ····· 11
1) 국내 나노융합산업의 구조 ····· 11
2) 나노융합산업 전망 ····· 16
3) 특징과 시사점 ····· 17

3. 나노융합산업의 인력수급 현황과 구조적 특징 ····· 19
(1) 나노융합기업의 고용 현황과 특징 ····· 19
1) 규모별 고용 현황 ····· 19
2) 직종별 고용구조 ····· 19
3) 부족인력 ····· 21
(2) 인력 공급구조 현황 ····· 22
1) 대학·대학원 현황 및 교육과정의 특성 ····· 22
2) 졸업후 진로 ····· 24
3) 특징과 시사점 ····· 26

4. 나노융합 인력수요 전망 ····· 29
(1) 고용계수의 검토 ····· 29
(2) 인력수요의 전망 ····· 31

5. 종합 및 정책과제 ····· 33
(1) 수급구조 변화방향에 대한 시사점 ····· 33
(2) 정책방향 ····· 35

< 표 목차 >

< 표 1 > 주요 기관의 세계 나노산업 규모 추정 ····· 6
< 표 2 > 세계 나노융합산업의 분야별 생산구조 ····· 7
< 표 3 > 주요 기관별 세계 나노융합산업 생산 전망 ····· 9
< 표 4 > 세계 나노융합산업의 분야별 생산구조 전망 ····· 10
< 표 5 > 국내 나노융합산업 분야별 매출액 ····· 13
< 표 6 > 국내 나노융합산업의 기업규모별* 매출 현황 ····· 13
< 표 7 > 나노융합산업의 분야별 고용 현황 ····· 14
< 표 8 > 국내 나노융합산업의 기업규모별 고용 현황 ····· 14
< 표 9 > 나노융합산업의 제조업내 위상 ····· 15
< 표 10 > 연관 산업내 나노융합산업의 매출 비중 ····· 15
< 표 11 > 국내 나노융합산업 전망 ····· 16
< 표 12 > 직종별•학력별 분포 ····· 20
< 표 13 > 나노 관련 대학 졸업생의 취업 현황 - 대학 ····· 25
< 표 14 > 나노융합산업 부문별 투자규모 및 연구개발 집약도 ····· 27
< 표 15 > 나노융합산업 고용계수의 비교 ····· 29
< 표 16 > 국내 주요 산업의 고용계수 변화 추이 ····· 30
< 표 17 > 국내 나노융합산업의 분야별 고용계수 전망 ····· 31
< 표 18 > 국내 나노융합산업의 고용 전망 (기업 부문) ····· 32
< 표 19 > 미충원 요인 - 질적 측면 ····· 34

< 그림 목차 >

< 그림 1 > 연구방법론 개요 ····· 2
< 그림 2 > 세계 나노산업의 현황과 전망 ····· 11
< 그림 3 > 나노융합산업의 현황 ····· 12
< 그림 4 > 최종학력별 기술인력 보유 현황 ····· 21
< 그림 5 > 취업 및 연구분야 진출 시 가장 필요로 하는 사항 ····· 23
< 그림 6 > 연령대별 기술인력 보유 현황 ····· 26
< 그림 7 > 나노기술 관련 연구개발 활동 추진방법 ····· 28
< 그림 8 > 향후 기술인력 채용시 가장 필요하다고 예상되는 분야 ····· 35

1. 연구목표 및 방법론

(1) 연구목표

○ 본 연구는 나노분야 미래 인력에 대한 수급전망을 목표로 함.

- 시간적 범위는 2000년에서 2020년까지로 하였으며, 필요한 범위에서 2000년 이전, 혹은 2020년 이후를 제한적으로 살펴보고 있음.

○ 나노인력의 수급예측을 위해 국내외 나노산업의 현황 및 전망과 아울러 고용구조, 교육체계 등에 대한 분석을 중심으로 수행하였음.

- 나노인력에 대한 수요를 전망하기 위해서는 나노산업에 대한 성장 전망과 아울러 나노분야의 고용계수, 그리고 고용의 특징과 직무구조 등에 대한 분석이 필요함.

- 인력에 대한 공급원천은 국내부문과 해외부문으로 구분할 수 있으며, 국내부문은 다시 대학•대학원, 고등학교 이하, 그리고 직업전환•재교육 등으로 구분할 수 있음.

○ 나노인력 수급 예측은 양적인 측면과 질적•구조적인 측면에서 살펴볼 수 있는데, 본 연구에서는 총량 측면에서의 수급예측을 기본으로 수행하되, 질적•구조적 측면의 예측을 제한적으로 수행하였음.

- 총량적 측면에서의 수급예측과 별도로 질적•구조적 측면에서의 수급은 직무•직능 차원에서 구분하여 각 직군별로 구분하여 예측되어야 함.

- 질적•구조적 측면의 수급예측을 위해서는 대학•대학원 이외에도 고졸 이하, 그리고 직업재교육•전환을 통한 인력공급에 대한 기초자료의 축적과 이를 통한 예측이 필요함.

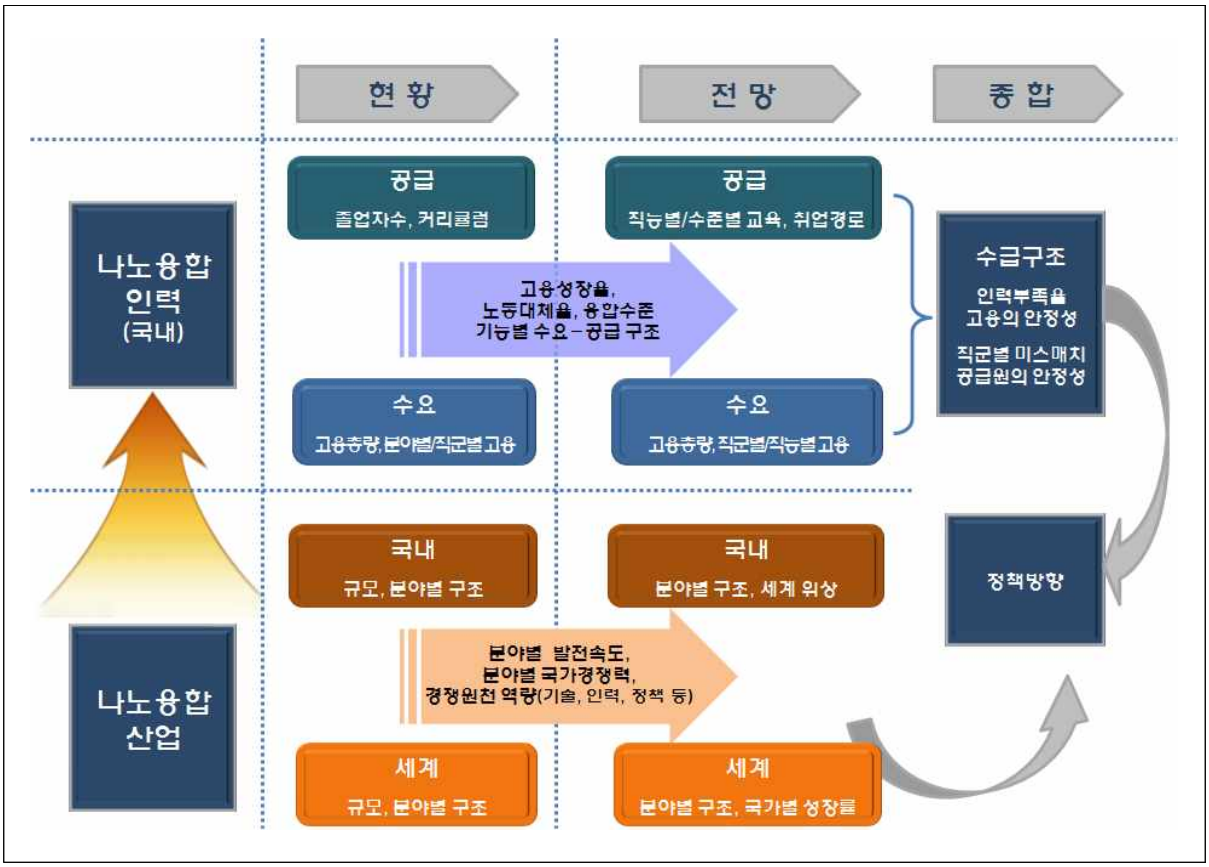
- 국내에서는 인력공급원천에 대한 조사자료가 대학 및 대학원을 중심으로 구축되어 있어 다른 공급원천에 대한 공급구조 및 공급량에 대한 분석은 추가적인 조사가 필요함.

(2) 연구방법론

○ 본 연구에서 나노분야 미래 인력수급 예측은 다음과 같은 방법으로 수행하였음.

- 우선 나노융합산업 및 고용현황을 분석한 후, 2020년까지 나노융합산업의 성장에 대하여 전망하였음. (2절, 3절 (1))
- 다음으로 나노인력 수요, 즉 기업의 고용구조의 변화를 예측하였음. (4절 (1), (2))
- 다음으로 대학 및 대학원을 중심으로 나노분야 인력 공급체계를 검토한 후 주요 과제를 도출하였음.(3절 (2), 4절 (3))
- 마지막으로 수급구조의 현황과 전망에 대한 주요한 내용을 종합한 후 정책적 대응방향을 제시하였음.(5절 (1), (2))

< 그림 1 > 연구방법론 개요



1) 나노융합산업의 현황과 전망

○ 국내외 나노산업의 현황과 구조를 살펴본 후 향후 국내 나노융합산업의 성장성을 예측하고 2020년 나노융합산업 구조를 전망하였음.

- 나노융합산업의 인력 수요는 해당 산업의 분야별 성장에 따라 달라지는데, 나노소재, 나노전자, 나노바이오, 나노공정 및 장비 등 분야별로 산업의 크기가 다르고, 고용계수도 달라지기 때문임.

○ 2000년 이후 세계 나노융합산업의 발전과정에 대하여 NSI, Lux Research, BCC 등 여러 기관에서 분석한 결과를 비교하여 세계 나노융합산업의 규모와 구조에 대한 현황을 추정하였음.

○ 세계 나노융합산업의 부문별 성장성에 대하여 검토하였으며, 세계 제조업에 대한 나노기술의 기여도 변화 등을 통해 2020년까지 세계 나노융합산업을 전망하였음.

○ 국내 나노융합산업의 분야별 경쟁력과 향후 세계 나노융합산업에서의 위상 변화 등에 대하여 예측한 후 최종적으로 2020년 국내나노융합산업에 대하여 전망하였음.

2) 나노융합산업의 인력 수요 현황과 전망

○ 나노 분야 인력 수요는 기업의 고용과 공공부문 종사인력으로 구분할 수 있으며, 산업의 생산규모에 따라 고용의 총량이 결정되며, 질적 구조에 따라 고용의 구조가 결정됨.

- 인력수요는 기업의 인력수요를 주로 하며, 기업의 인력수요는 기업의 나노융합제품의 생산과 제품판매를 담당하는 기획과 영업, 생산•제조,연구개발 등 전 단계를 포괄함.

- 기업의 생산•판매활동을 지원하는 연구개발기관, 협•단체 종사자, 정책수립 및 추진에 관계된 인력도 포함해야 하지만, 공공부문에 해당하고 기업의 고용에 비해 규모가 작기 때문에 전망에 어려움이 있어 현재 수준을 유지한다고 가정함.

○ 기업의 인력수요는 절대적 규모면에서의 수요량의 추정과 전망이 필요하며, 동시에 직군별•수준별 고용의 상대적 규모, 즉 고용구조의 현황파악을 수행함.

- 나노융합기업의 고용 현황을 살펴보는 것은 고용계수를 추정하기 위한 것으로, 고용계수는 생산규모(금액 기준)에 대한 고용량으로 구할 수 있으며, 일반적으로 생산액 10억원당 고용인원을 의미함.

- 나노융합산업조사(산업통상자원부 등)와 2014년 나노융합분야 인력현황 실태조사(나노융합산업조합)의 조사결과를 비교하여 고용계수를 추정함.

- 과거로부터 현재까지 고용구조의 변화에 대한 추세를 분석하는 것은 향후 고용구조의 변화 방향을 예측하기 위한 것으로, 본 연구에서는 나노융합산업조합의 실태조사(2014) 결과를 바탕으로 기술기획 및 기술영업, 생산 및 제조, 기술개발 등으로 구분

○ 향후 인력수요는 나노융합산업의 생산에 대하여 전망한 후 여기에 고용계수의 변화를 예상하여 총량을 전망

- 나노소재, 나노전자(소자 포함), 나노바이오, 나노장비•기계 등으로 산업군별로 고용계수에 차이가 있는 것으로 나타나므로, 산업군별로 구분하여 2020년까지 생산규모에 대하여 고용량을 추정

- 산업군별 고용의 합을 인력수요 총량으로 예측하였으며, 이는 전체 고용이므로 연간 신규수요와는 구분됨.

3) 나노융합산업의 인력 공급 현황과 전망

○ 인력의 공급은 대학 이상의 교육기관에서 졸업하는 인력을 중심으로 총량 중심으로 살펴보고, 수요 측면에서 요구하는 특성에 대하여 공급기관의 대응이 어떻게 이루어지고 있는지를 비교하였음.

- 대학 이상 기관에서의 나노전문인력의 졸업인원은 연간 2,000~2,500명으로 추산되지만 나노융합기업에 대한 취업비중이 높지 않아 나노융합기업에 대한 공급가능 인력으로 보아야 할 것임.

○ 나노융합분야의 대학, 대학원을 중심으로 하는 교육과정, 진출현황 등을 통해 국내 나노부문 인력 공급주체로서 대학(원)이 나노기업들의 인력 수요에 어떻게 대응하는지를 검토하였음.

- 나노부문 대학(원) 교육과정의 기업수요에 대한 대응의 정도, 수급불일치에 대한 인식수준, 대학(원) 졸업생들의 사회진출 현황 등을 분석함.

- 나노부문 대학 교육기관과 나노융합기업들간의 수급구조의 불일치의 원인, 역할 등에 대한 시사점을 도출하였음.

- 대학(원)의 나노인력 공급 나노융합산업에 대한 인력공급에서 전문학사, 특성화고등학교 등 전문대 이하의 교육기관의 졸업생도 포함되어야 하지만 2014년에는 조사가 이루어지지 않아 정성적으로만 고려하였음.

○ 나노기업들의 미충원 이유, 인력부족율, 고용인력에 대해 요구하는 자질 등을 통해 대학(원)의 교육과정 및 인력양성체계가 어떻게 변화해야 하는지에 대한 방향을 제시하고자 하였음.

- 인력수급체계에 대한 전망을 통해 나노융합산업의 최적성장 경로를 뒷받침하기 위한 정책지원 방향을 도출하였음.

2. 나노융합산업의 현황과 전망

(1) 세계 나노융합산업

1) 세계 동향

○ M. Roco(NSI, 2013)는 세계 나노융합산업이 최종재 기준으로 2012년에 약 4,200억 달러 규모로 생산이 이루어졌으며, 그 중 약 1/3인 1,400억 달러가 미국에서 이루어진 것으로 발표한 바 있음.

- 2000년 나노융합산업의 생산이 세계 전체적으로 약 300억 달러, 미국이 130억 달러가 이루어진 것으로 추정하였음.

- 2010년에는 세계 생산이 3,000억 달러, 미국 1,100억 달러로 성장하여 동기간동안 연평균 25% 내외로 성장한 것으로 주장하였음.

< 표 1 > 주요 기관의 세계 나노산업 규모 추정

단위 : 십억 달러

구분	2000	2005	2010	2011	2012	2013
M. Roco (NSI, 2013)	30	-	300	-	420	-
BCC (나노연감, 20'13)	-	-	520	628	718	-
Lux Research (20'14)	40	120	339	514	731	1,014
나노융합 2020 (2012)	-	-	480	-	-	-

○ BCC(2013), Lux Research(2014)에서는 세계 나노생산 규모를 M.Roco(2013)보다 높은 수준으로 보고 있는데, 2012년에 각각 7,180억 ~ 7,310억 달러로 예상하고 있음.

- BCC(2013)에서는 세계 나노생산의 규모를 2011년에 6,280억달러, 2012년에 7,180억 달러 규모로 추산하였움.

- Lux Research(2014)에서는 2000년에 세계 나노 생산규모가 400억 달러에 불과했으나 2010년 3,390억 달러, 2012년에는 7,310억 달러, 2013년에는 1조 달러를 넘어섰다고 추정하고 있음.

○ 한편 BCC(2013)에서는 부문별 생산구조를 추정하고 있는데, 세계 나노산업의 생산은 나노소자, 나노전자 및 나노바이오의 비중이 높고 나노소재의 생산이 상대적으로 작은 것으로 예상하고 있음.

- NIT부문(나노소자와 나노전자)의 비중이 54%에 이르러 나노기술의 융합과 적용이 IT제조업 분야에서 가장 활발하게 이루어지고 있는 것으로 보고 있음. 동 부문은 글로벌 대기업과 함께 중소벤처기업군이 공존하는 분야로 볼 수 있음.

- 다음으로 나노바이오 분야가 1/3 정도의 비중을 점하는 것으로 나타나 선진국을 중심으로 바이오 분야에 대한 나노기술의 융합이 활발한 것으로 보고 있음.

- 나노소재는 3% 내외로 가장 작은 비중을 점하는 반면, 나노기술의 산업화에 기반이 되는 나노공정 부문이 10% 정도의 비중을 유지하는 것으로 추산하였음.

< 표 2 > 세계 나노융합산업의 분야별 생산구조

단위 : 십억달러, %

구분	나노소재	나노소자	나노바이오	나노전자	나노공정•측정장비	합계
2011	17.3	148.1	207.5	189.2	65.9	628
	(2.8)	(23.6)	(33.0)	(30.1)	(10.5)	(100.0)
2012	23.5	173.3	234.6	215.8	70.8	718
	(3.3)	(24.1)	(32.7)	(30.1)	(9.9)	(100.0)

자료 : BCC(2013)

○ BCC(2013)의 2011년, 2012년 세계 나노융합산업의 생산 추정액 6,280억 달러, 7,180억달러를 세계 제조업의 생산에 비교하면 각각 1.6%, 1.8%의 비중을 의미함.

- NSI(2013)에서 추정한 세계 나노융합산업의 생산이 세계 제조업 생산에서 점하는 비중은 2000년에는 0.2%에 불과하였으나 2010년에는 약 1% 정도로 높아진 것으로 볼 수 있음.

- 기관별로 세계 나노융합산업의 규모나 제조업내 비중에서는 약간씩 차이가 있지만 세계 제조업내에서 나노융합산업의 위상이 계속 높아졌다는 점에서는 공통임.

○ 기관별로 나노융합산업의 생산 규모나 구조에서 다소 차이는 있지만 대체로 제조업의 평균 성장률에 비해 나노기술의 산업화가 더 빠른 속도로 이루어지는 것을 알 수 있으며, 나노기술의 융합에 의한 제조업 생산 및 제품에 상당한 변화가 진행되고 있음을 의미함.

- 참고로 2000~2010년간 세계 제조업 생산의 연평균 증가율은 9.3%인 반면, 나노융합산업의 연평균 생산 증가율은 25% 내외로 추산됨[1].

○ 한편 M. Roco(NSI, 2013)에서는 세계 나노융합산업의 생산에 종사하는 인력이 2000년 약 6만명에서 2012년 84만명으로 늘어난 것으로 추산하고 있음.

- 동기간동안 미국내 나노융합산업의 고용도 동기간동안 2만 5천명에서 28만명으로 확대된 것으로 추산하였음.

- 고용계수(명/백만달러)는 동 기간동안 2명을 적용한 것으로 보이며, 이는 최근 우리나라 제조업의 평균 고용계수와 거의 비슷한 수준임.

  * 참고로, 우리나라 제조업의 평균 고용계수는 2000년 4.43명/십억원이었으나 2005년 3.05명, 2010년 1.84명, 2012년 1.64명으로 계속 감소하고 있음. (산업연구원, 주요산업동향지표, 2014. 12)

2) 세계 전망

○ 세계 나노산업의 생산은 지속적으로 빠른 속도로 늘어나면서 2020년에는

1) 세계 제조업의 생산액은 2000년 16조 1,280억 달러에서 2012년 39조 5,660억 달러로 늘어났으며, 동 기간동안 부가가치 생산액은 5조 3,330억 달러에서 11조 4,270억 달러로 늘어났음. (World Bank)

3조~3.5조 달러 규모로 확대될 것으로 전망하고 있음.

- 전망 기관별로 차이는 있지만 나노융합산업의 생산은 향후에도 20%대의 빠른 성장세가 예상됨.

- 동기간동안 세계 제조업이 2~3%대로 성장할 것으로 전망되는 것과 비교하면 매우 높은 수준으로 볼 수 있음.

○ M. Rocco(2013)에 의하면 세계 나노융합 생산에서 점하는 미국의 비중은 2010년 43%에서 2020년 33.3%로 점차 줄겠지만, 2020년 미국 나노융합산업의 생산규모가 1조 달러로 여전히 세계 나노산업의 발전을 주도할 것으로 예상

- 나노융합산업에서 일부 선진국의 생산기반이 강화될 것으로 예상하는 가운데, 중국, 한국의 부상이 두드러지고 러시아, 인도 등의 추격도 빠르게 진행될 것으로 예상

< 표 3 > 주요 기관별 세계 나노융합산업 생산 전망

단위 : 십억 달러

구분	2010	2015	2020	연평균 증감율		
				'10~'15	'15~'20	'10~'20
M. Roco (NSI, 2013)	300 (130)	1,000 (400)	3,000 (1,000)	27.2 (25.2)	24.6 (20.1)	25.9 (22.6)
BCC (나노연감, 2013)	520	1,235	3,489	18.9	23.1	21.0
나노융합 2020 (2012)	480	953	2,556	14.7	21.8	18.2

주 : M. Roco(2013)에서 ( )안은 미국의 나노생산 추정치를 의미

○ BCC(2013)에 의하면, 2015년 이후 분야별로는 나노소자의 성장속도가 더욱 빨라질 것으로 예상되는 가운데, 규모는 작지만 나노소재의 성장이 본격화할 것으로 전망하고 있음.

- 2015년~2020년 기간동안 연평균 성장률을 보면, 나노소자가 37%로 가장 높은 성장률을 보일 것으로 예상되어 당분간 나노소자 및 전자 부문에서의 나노기술의 활용이 더욱 광범해질 것으로 예상

- 나노바이오는 나노소자 및 전자에 이어 여전히 나노기술의 융합분야로서 규모가 클 것으로 예상되지만 성장속도는 다소 둔화되면서 연평균 11.4%로 증가하여 2020년 세계 생산규모가 5,979 억 달러에 이를 것으로 예상

- 나노소재는 향후 나노기술의 본격적인 활용에 의하여 생산기반이 확장되면서 연평균 25.7%로 생산이 늘어나 2020년에는 1,737억 달러 규모로 성장할 것으로 예상하였음.

- 나노공정 및 측정장비는 나노융합산업의 성장에 중요한 역할을 계속하겠지만 기반산업으로서 성장속도는 상대적으로 낮은 7.8% 수준으로, 세계 생산규모는 2020년에 약 1,324억 달러로 예상하였음.

< 표 4 > 세계 나노융합산업의 분야별 생산구조 전망

단위 : 십억달러

구분	나노소재	나노소자	나노바이오	나노전자	나노공정 •측정장비	합계
2015	55.3	398.3	349.3	341.3	91.0	1,235.3
2018	123.8	1,176.1	516.2	558.2	119.8	2,494.0
2020	173.7	1,909.4	597.9	675.4	132.4	3,488.8
연평균 증감율 (2015~2020)	25.7	36.8	11.4	14.6	7.8	23.1

자료 : 나노기술연감 2013 이용하여 재작성
주 : 원자료는 BCC Research/RNCOS 등 이용하여 작성

○ 전망기관별로, 혹은 시기별로 다소 차이는 있지만 세계 나노융합산업의 생산규모는 2005년 0.2조 달러에서 2015년 1조~1.2조 달러로, 2020년에는 다시 3조~3.5조 달러로 전망하고 있어 높은 성장세를 지속할 것이라는 점에서는 공통적임.

- M. Roco(NSI, 2013)의 전망은 상대적으로 보수적이며, BCC의 경우 상대적으로 낙관적으로 전망하고 있음.

- 나노융합 2020 사업단(2012)의 세계 나노융합산업에 대한 생산 전망은

NIT, NBT, NET 등의 분야를 정하고 있으므로, 나노소재, 나노공정 및 측정장비 등을 포함한다면 낙관적 전망(BCC)과 보수적 전망(M. Roco) 사이에 놓일 것으로 보임.

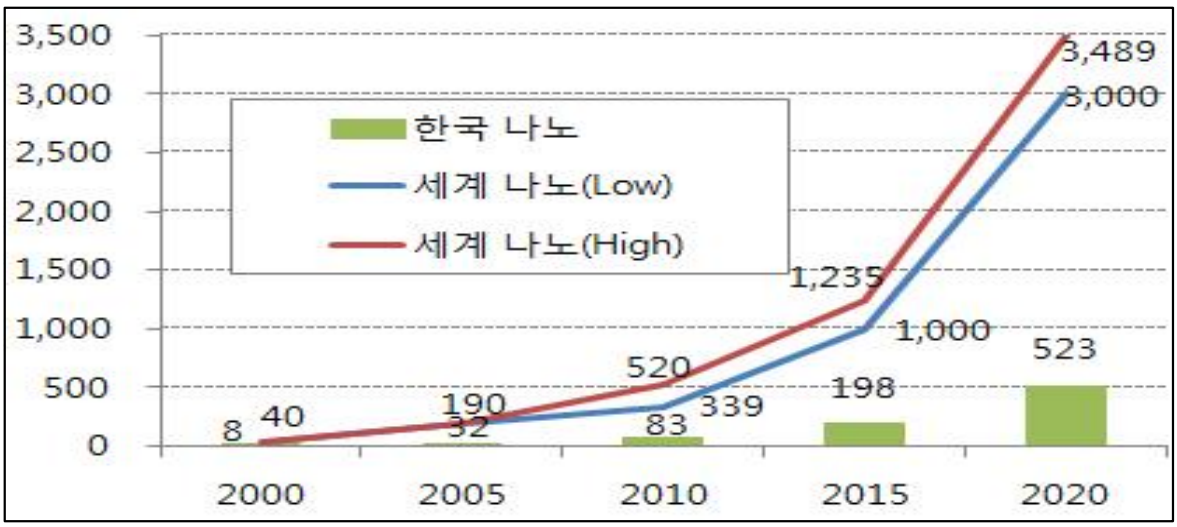
○ 한편 세계 제조업에서 점하는 나노제조업의 비중은 시나리오별로 다소 차이가 있지만 2015년에는 2~3%, 2020년에는 7% 내외로 확대될 것으로 예상됨.

- 이는 향후 2020년까지 세계 제조업 성장의 35%~50%가 나노융합 분야의 성장에 의해 이루어질 것이라는 것을 의미함.

- 따라서 나노기술의 융합에 의한 성장분야의 선점이 국가별 산업발전 전략과 제조업의 경쟁력 향상에 중요한 역할을 할 것이라는 것을 시사함.

< 그림 2 > 세계 나노산업의 현황과 전망

단위 : 십억 달러



자료 : 세계 전망은 M.Roco(2013, 저성장)/BCC(2013,고성장), 국내 전망은 산업연구원

(2) 국내 나노융합산업

1) 국내 나노융합산업의 구조

○ "나노융합산업조사[2)]"에 따르면, 나노융합기업은 2010년 468개에서 2012

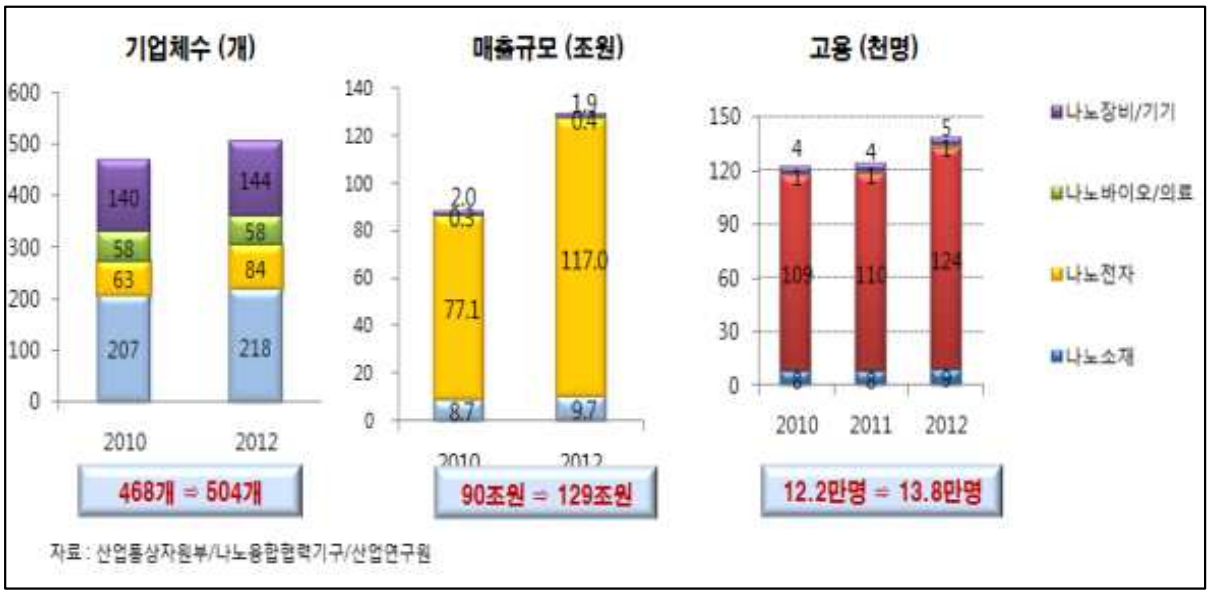
년 504개로 점차 늘어나고 있음[3].

- 소기업이 312개, 중기업이 137개, 대기업이 55개로 조사되었음[4]. (2012년 기준)

○ 나노융합제품의 매출이 기업 전체 매출의 70% 이상을 점하는 기업을 '전업기업'으로 구분할 때, "산업조사"에서 나노융합 전업 기업은 2012년에 37.3%로 조사되었음.

- 기업규모별로 살펴보면 소기업이 43.9%로 전업기업의 비중이 가장 높고, 다음으로 중기업 27.0%, 대기업이 25.5%(2012년 기준) 순

< 그림 3 > 나노융합산업의 현황



○ 나노융합기업들의 총 매출은, 2010년 90조원에서 2011년의 101.4조원, 2012년 129조원으로 증가했음.

---

2) 통계청 승인통계(통계청 승인 제11531호)로 산업통상자원부•나노융합산업협력기구•산업연구원이 2012년(2010년 통계)부터 나노융합기업에 대하여 실태조사를 거쳐 발표하고 있음. 이하 "산업조사"로 표시함.

3) 국내 나노융합기업은 조사시점 및 조사기준에 따라 차이가 있지만, "산업조사"는 나노융합제품의 매출이 발생하는 제조업체만을 대상으로 하고 있음.

4) 주 : 기업규모는 '중소기업 기본법 제2조 및 동법시행령 제3조, 제8조' 중 제조업 상시 근로자수 기준을 따름(소기업 50인 미만, 중기업 50인 이상~300인 미만, 대기업 300인 이상)

- “산업조사”는 매출액 10조 이상의 대기업을 포함하고 있으며, 이들 대기업의 매출이 큰 비중을 차지하고 있어 매출액 규모가 나노융합산업연구조합의 “실태조사”에 비해 매우 크게 나타남.

- 참고로, 2012년에 매출액 10조 이상의 나노융합기업은 4개에 불과하지만 매출규모는 106조에 달하는 것으로 나타나며, 10조원 미만의 501개 업체의 총 매출이 22.9조에 불과한 것으로 나타남.

< 표 5 > 국내 나노융합산업 분야별 매출액

단위: 십억원, %

구분	2011	2012	증감율
나노소재	8,790	9,665	10.0
나노전자	89,955	117,028	30.1
나노바이오・의료	441	444	0.9
나노장비・기기	2,211	1,915	-13.4
합계	101,397	129,053	27.3

자료 : 나노융합산업조사(2014)

○ 분야별로 2012년 매출규모를 전년과 비교하면 나노전자(30.1%)가 크게 증가한 반면 나노장비·기기 분야는 감소하였음.

- 글로벌 대기업이 포진한 나노전자의 매출이 전체 나노융합산업에서 점하는 비중이 90%로 나타나 전자 및 소자 부문에서 나노기술의 산업적 활용도가 가장 활발한 것을 알 수 있음.

< 표 6 > 국내 나노융합산업의 기업규모별* 매출 현황

단위 : 십억원, %

구분	2011		2012		매출액 증감율
	나노융합매출	비중	나노융합매출	비중	
소기업	1,024	1.0	1,044	0.8	1.9
중기업	2,894	2.9	2,713	2.1	-6.2
대기업	97,478	96.1	125,296	97.1	28.5
합 계	101,397	100.0	129,053	100.0	27.3

자료 : 나노융합산업조사(2014)

○ 2012년 나노융합 부문의 고용은 2012년 현재 13.8만명으로 대기업을 중심으로 하는 나노전자의 비중이 매우 높은 구조임.

- 총 고용은 13만 8,256명으로 2011년의 12만 3,588명과 비교하여 11.9% 증가한 것으로 조사됨.

- 20012년 현재 기업내 나노제품의 생산 인력 비중은 대기업이 52%, 중기업이 32%로 나타나 전자를 중심으로 하는 대기업 부문에서의 제조•생산이 가장 활발한 것을 반영함.

< 표 7 > 나노융합산업의 분야별 고용 현황

(단위: 명, %)

구분	종업원수		
	2011	2012	증감율
나노소재	7,872	8,557	8.7
나노전자	110,096	123,855	12.5
나노바이오・의료	1,277	1,383	8.3
나노장비・기기	4,343	4,462	2.7
합계	123,588	138,257	11.9

자료 : 나노융합산업조사(2014)

< 표 8 > 국내 나노융합산업의 기업규모별 고용 현황

단위 : 명, %

구분	2011		2012	
	나노부문 종업원	총 종업원 대비 비중	나노부문 종업원	총 종업원 대비 비중
소기업	2.660	54.7	2.850	57.8
중기업	5.380	32.0	5.530	31.8
대기업	115.548	50.3	129.876	52.1
합 계	123.588	49.2	138.256	50.9

자료 : 나노융합산업조사(2014)

○ 생산성이나 고용증가 속도를 고려하면 나노융합산업은 상대적으로 다른 제조업에 비해 고부가가치형•고용창출형 산업임을 알 수 있음.

- 나노기업의 인당 매출액(9.3억)은 제조업 평균(5.5억[5])의 1.7배에 달하고 있음.

- 제조업 고용이 정체된 반면, 나노융합기업의 고용은 높은 증가율을 기록하고 있음.

< 표 9 > 나노융합산업의 제조업내 위상

(단위: 십억원, 명, %, 십억원/명)

구분	매출액			종업원수			1인당 생산성
	2011	2012	증감율	2011	2012	증감율	
나노융합산업(A)	101,397	129,053	27.3	123,588	138,256	11.9	0.93
제조업(B)	1,502,353	1,511,495	0.6	2,694,782	2,753,684	2.2	0.54
비중(A/B)	6.7	8.5	-	4.6	5.0	-	-

자료 : 나노융합산업은 '2013 나노융합산업조사', 제조업은 '광업·제조업 조사'(통계청)

< 표 10 > 연관 산업내 나노융합산업의 매출 비중

(단위: 십억원, %)

나노융합산업 (A)	매출액		연관산업 (B)	매출액		비중(A/B)	
	2011	2012		2011	2012	2011	2012
나노소재	8,790	9,665	기초소재	414,654	409,919	2.1	2.4
나노전자	89,955	117,028	전자부품	169,873	184,055	53.0	63.6
나노바이오・의료	441	444	의약·의료	15,488	15,671	2.8	2.8
나노장비・기기	2,211	1,915	기계	110,843	110,802	2.0	1.7

자료 : 나노융합산업은 '2013 나노융합산업조사', 연관산업은 '광업·제조업 조사'(통계청)

5) 통계청, 2012 광업제조업 조사(2014)

○ 나노융합산업의 제조업내 매출액 비중은 8.5%로 `11년(6.7%)대비 증가하였고, 나노융합산업의 고용인력 비중 또한 5.0%로 `11년(4.6%)대비 증가하였음.

○ 2012년 연관 산업 내 나노융합산업의 매출액 비중은 나노전자 및 나노소재 부문에서 전년대비 증가하였고 나노장비·기기 부문은 소폭 감소하였음.

- 나노전자는 전자부품 산업에서 점하는 비중이 2011년 53.0%에서 63.6%로 대폭 상승하여 해당 산업에서 나노기술이 본격적으로 활용되고 있음을 시사함.

2) 나노융합산업 전망

○ 한국 나노융합산업의 생산은 2012년 129조원에서 2015년 198조원, 2020년 523조원으로 성장할 것으로 예상됨.

- 환경, 에너지, 전자 부문에 대한 나노기술의 활용이 더욱 활발해지면서 나노소자•나노전자 산업분야의 성장이 높은 속도를 유지할 것으로 전망

- 나노전자의 성장을 뒷받침하면서 나노소재의 독자적인 시장도 확대될 것으로 보여 높은 성장속도를 유지할 전망임.

- 나노공정 및 장비도 점차 확대될 전망이며, 선진국에 비해 비중이 낮은 나노바이오 분야에서도 나노융합제품의 출시가 늘어날 것으로 예상됨.

< 표 11 > 국내 나노융합산업 전망

(단위 : 십억원)

구분	2010	2011	2012	2015	2020
나노소재	8,719	8,790	9,665	15,808	57,565
나노전자	77,086	89,955	117,028	169,936	402,956
나노바이오	272	441	444	5,928	36,632
나노공정장비	1,970	2,211	1,915	5,928	26,166
합계	88,047	101,397	129,053	197,600	523,320

자료 : 산업연구원(2014)

○ 나노융합산업의 성장속도가 다른산업보다 훨씬 빠른 속도로 확대되면서 나노융합산업의 제조업에 대한 성장기여도 역시 지속적으로 높아질 것으로 예상됨. .

- 제조업에서 점하는 나노산업의 비중은 2012년 8.5%에 불과하지만, 2015년 14.1%, 2020년 31.4%까지 늘어날 것으로 예상됨.

○ 한편 세계 나노산업에서 한국의 비중은 최근 17% 정도가 될 것으로 추정되며, 2020년까지는 나노전자, 나노소재의 성장에 힘입어 비슷한 수준을 유지할 것으로 보임.

- 나노전자 분야가 상대적으로 성장세가 둔화될 것으로 보이지만 세계 나노융합산업에서 점하는 비중은 2020년까지 15%~20% 수준을 유지할 것으로 예상됨.

- 참고로, 한국 나노전자의 생산이 세계 나노전자(나노소자 포함) 분야에서 점하는 비중은 약 25%~30 정도로 추정되며, 나노소재의 경우(나노소자 일부 포함) 세계 나노소재 생산에서 점하는 비중이 30~40% 정도 되는 것으로 보임[6].

3) 특징과 시사점

○ 나노기술의 융합분야별 불균형 성장으로 인한 산업 전체의 동반성장 효과가 미흡한 것으로 평가됨.

- 나노전자 분야의 대기업이 나노기술의 산업화와 성장을 주도하고 있는 반면, 나노소재, 나노장비/기기 분야 기업들의 생산이 상대적으로 위축되어 있어 나노융합산업의 균형성장이 이루어지지 않는 것으로 판단됨.

---

6) 세계 나노융합산업 분류는 나노소재, 나노소자, 나노전자, 나노바이오, 나노공정 및 특정장비 등 5개 분야로 구분하며, 국내 나노융합산업 분류는 “산업조사”에서 일반 산업•무역통계와의 연계성을 높이기 위하여 나노소자를 나노전자에 포함하고 있음. 따라서 세계 나노융합산업의 분류와 나노소자가 차이를 보이는데, 세계 나노전자와 나노소재 분야의 통계치의 특성을 고려할 때 나노소자가 나노전자에 전적으로 포함된다기보다는 나노소재에도 일부 해당하는 것으로 보임. 이에 따라 국내 나노소재 분야의 생산 규모가 세계에서 점하는 비중이 높게 나타나는 것으로 추정됨.

- 나노전자 분야의 세계적인 경쟁력에도 불구하고 이에 필요한 나노소재의 영세성, 나노장비 및 기기 분야의 매출의 급등락 현상으로 대변되는 나노융합산업 생태계의 불균형은 장기 성장잠재력에 부정적 영향을 가져올 가능성이 있음.

○ 나노융합기업중 대기업의 성장이 두드러진 반면, 기술집약형 산업의 혁신주체가 되어야 할 중소•중견기업의 성장이 전반적으로 기대에 못 미치고 있음.

- 나노융합산업의 매출의 대부분이 대기업에 의해 주도되고 있으며, 전체 504개 나노융합기업중 2012년에 500억원 이상 매출 실적이 있는 업체는 21개에 불과한 실정임.

- 나노융합산업이 기술 및 초기 자본 투입 비중이 높고, 투자 회임기간이 비교적 장기간인 대표적인 신기술산업이라는 점을 고려하면 매출액 50억원 미만 업체가 77%를 상회하는 것은 신생기업들의 수요창출, 판로확보에서의 애로해소가 시급하다는 점을 반영함.

○ 세계 나노융합산업에서는 나노전자•소자와 아울러 나노바이오 분야의 성장이 활발한 반면, 국내에서는 글로벌 기업을 중심으로 나노전자 분야의 성장이 두드러지는 특징을 보이고 있음.

- 그러나 향후 국내 나노융합산업의 성장은 나노전자 이외에도 나노소재의 성장이 본격화될 전망이며, 이에 힘입어 나노장비 부문의 성장도 비교적 높은 수준을 유지할 전망임.

- 나노바이오 분야는 세계적인 성장세와 기대에도 불구하고 국내에서는 다소 취약한 것으로 나타나고 있는데, 바이오산업에 대한 적극적인 정부지원과 기업진출을 고려할 때 향후 적극적인 융합화 전략이 추진되어야 할 것으로 보임.

3. 나노융합산업의 인력수급 현황과 구조적 특징

(1) 나노융합기업의 고용 현황과 특징[7)]

1) 규모별 고용 현황

○ 나노융합기업의 고용형태는 대부분 정규직이며, 비정규직은 4.6%로 신기술산업의 특성상 안정적 고용을 선호하는 것으로 나타남.

- 기업규모가 성장하면서 비정규직의 채용비중이 늘어나는 것으로 나타나는데, 이는 생산직 및 영업직의 확대에서 비롯되는 것으로 보임.

- 지역별로 약간의 차이가 있는데, 수도권의 경우 2.3% 정도만 비정규직인 반면, 비수도권의 경우 7.9%가 비정규직으로 나타나는데, 비수도권의 경우 중기업 이상 비중이 높아 지역 특성보다는 기업규모 특성에 의한 인력수급 상황을 반영하는 것으로 보임.

- 기업규모별로는, 기업규모가 작을수록 정규직 비중이 96~97%로 높고, 300인 이상의 중견기업 이상일수록 정규직 비중이 92.4%로 낮아지고 있음.

2) 직종별 고용구조

○ 나노융합기업의 고용은 기업당 평균 21.1명인 것으로 조사되었으며, 직종별로는 연구개발이 6.9명, 생산제조 9.2명, 기술기획 및 기술영업에 4.9명으로 조사되었음.

---

7) 본 절은 나노융합산업연구조합의 2014년 나노융합분야 인력현황 실태조사(기업편, 이하 "실태조사")를 참조하여 나노인력수요 예측과 관련한 고용구조의 주요 특징을 정리하였음.
나노융합산업연구조합의 인력현황 실태조사는 산업통상자원부의 "나노융합조사"의 504개 업체에 비해 설문 회수 업체수는 246개로 작지만 나노소재 기업이 다수를 점하고 고용 형태가 "산업조사"와 분야별•구조별 특성이 유사한 것으로 판단됨. 따라서 고용형태에 대한 보다 자세한 정보를 제공하는 "실태조사"를 활용하였음.
더욱이 "실태조사"의 경우 대기업에 의한 구조분석 효과가 떨어지는 것을 회피하기 위하여 대기업을 제외한 보고서를 작성하였으므로, 중견기업 이하에서 나타나는 인력수급의 애로사항에 대한 구조적 분석이 가능하다는 장점이 있음.

- 기술기획 및 영업, 연구개발이 56%에 달해 나노융합기업에서 생산하는 제품에서 기술집약도가 높은 산업의 특성을 보임.

- 연령대에서도 20~30대 비중이 66%에 달하는 등 제조업 전체와 비교하여 고령화 경향은 상대적으로 낮은 것으로 평가되는데, 이는 2000년 이후 창업 기업 비중이 높은 데서 비롯되는 것으로 보임.

< 표 12 > 직종별•학력별 분포

단위 : %

구분	연구개발	생산제조	기술기획/기술영업	**세로 비중**
고졸	1.2	**50.3**	6.2	**23.8**
전문학사	7.6	**23.2**	**10.3**	**15.0**
학사	**48.3**	24.7	**72.0**	**43.5**
석사	**33.8**	1.5	8.4	**13.8**
박사	9.1	0.3	3.1	**3.8**
세로 합	100.0	100.0	100.0	**100.0**
가로 비중	**32.7**	**43.6**	**23.2**	**100.0**

자료 : 나노융합산업조합 실태조사(2014) 이용하여 정리
주 : 2014년 기준임.

○ 직종별•최종학력별 고용구조를 보면, 각 직종별로 뚜렷하게 학력별 집중도가 높게 나타남.

- 생산직에 고졸 및 전문학사의 비중이 74%를 점하는 반면, 연구개발직에는 석사 이상이 43%, 기술기획 및 영업직에는 72%가 최종학력이 학사인 것으로 나타남.

- 연구개발에 이어 기술기획 및 기술영업직에도 박사학위자가 3.1%나 포진하고 있어 기획 및 영업분야에 종사하는 인력도 기술적 이해도가 높게 요구되는 것으로 볼 수 있음.

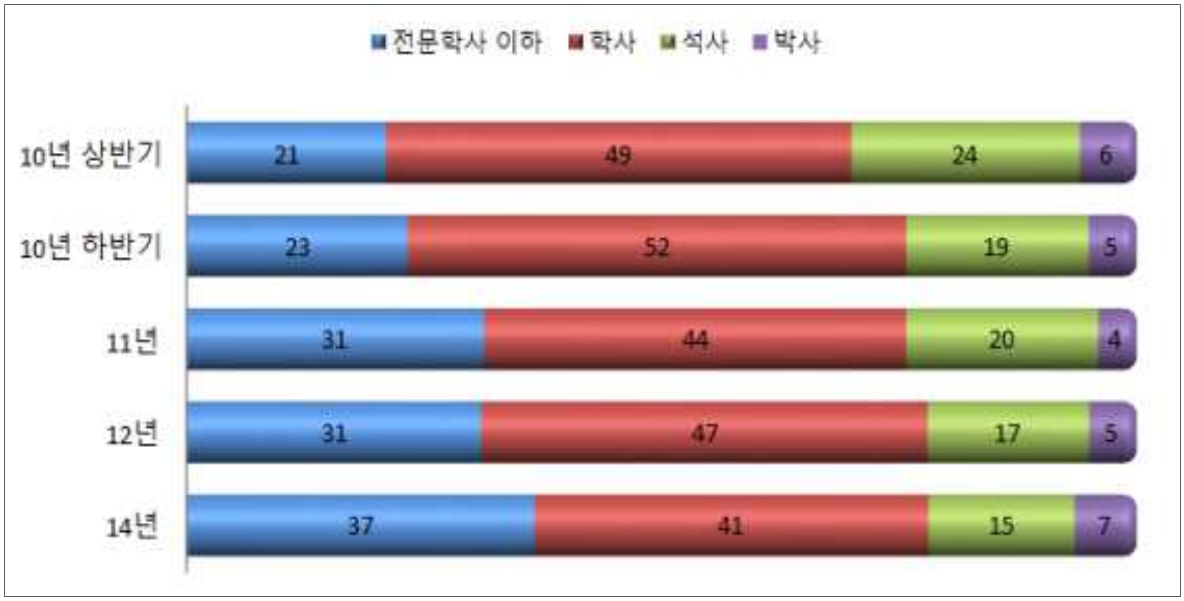
○ “실태조사”에 의하면 2011년 조사 이후 ‘학사’, ‘석사’ 인력과 대비하여

‘전문학사 이하’ 인력들이 상대적으로 증가세를 보이는데, 이는 제품개발 및 기술기획에서 사업화가 진행되면서 생산 및 제조 활동의 비중이 높아지면서 나타난 현상으로 보임.

- 아울러 박사급 인력의 고용 비중도 계속 늘어나는데, 이는 주로 석사급 인력을 대체하는 것으로 보임.

< 그림 4 > 최종학력별 기술인력 보유 현황(연도별)

(단위 : %)



자료 : 나노융합산업조합 실태조사(2014)

3) 부족인력

○ “실태조사”에 의하면 나노융합기업들의 기업당 부족인력은 평균 3명으로 나타남.

- 인력부족율이 가장 높은 분야는 생산제조으로 40.36%로 가장 높고, 다음으로 연구개발이 38.2%, 기술기획 및 기술영업이 21.2%로 뒤를 잇고 있음.

- 기업당 평균 고용이 21.1명이라는 점을 고려하면 부족인력 3명은 기업들은 현재의 고용에서 15%~20% 정도 추가적으로 고용을 할 의사가 있음에도 불구하고 적합한 인력의 채용에 어려움이 있다는 점을 의미함.

○ 국내 나노융합기업이 500~1,000개 정도로 추산되므로, 나노융합부문에서의 고용 확대 여지는 2,000~3,000명 내외가 될 것으로 예상할 수 있음.

- 여기에 향후 사업확장 등에 의해 2020년까지 필요한 인원이 기업당 평균 11명으로 추산되고 있어 1만명 이상의 수요가 추가적으로 늘어날 것으로 예상됨.

- 단, "실태조사"에서는 조사대상 기업의 규모가 중소기업의 비중이 높아서 인력채용에 대한 예상규모가 상대적으로 적을 것으로 추정됨. 따라서 나노융합산업에서 향후 고용은 1만명보다 더 클 것으로 보는 것이 타당함.

○ 사업화가 본격적으로 추진되면서 필요인원중 생산•제조 분야가 절반 정도를 차지하고 있어 양적으로는 생산•제조 분야에 주로 투입되는 학사급 이하 인력 수요가 가장 높을 것으로 보임.

- 비중면에서는 낮아지겠지만 산업의 특성상, 그리고 나노기술의 적용범위의 확장에 의해 연구개발 및 기술기획 및 기술영업 분야에서도 박사급 이상 고급 인력 뿐만 아니라 석사/학사급 전문인력의 수요량은 계속 늘어날 것으로 예상됨.

(2) 인력 공급구조 현황

1) 대학·대학원 현황 및 교육과정의 특성

○ "실태조사"에 의하면, 국내 나노관련 학과는 114개에 이르며, 나노 관련 학과 학생은 학부생이 연간 1,500명 내외, 대학원 졸업생이 연간 400명 정도 배출되는 것으로 조사되었음.

- 향후 2020년까지 나노융합 중소기업에서 고용 수요가 연간 2천명 정도 되며, 이중 40% 정도가 전문학사 이하의 학력을 요구한다는 점에서는 대학 이상의 인력 수요가 1,800~2,000명 정도 되는 것으로 추산됨.

- 따라서 중소기업의 인력수요에 대해서는 대학 이상의 졸업생에 대한 인

력 공급은 양적인 측면에서는 충분할 것으로 볼 수도 있음.

- 그러나 나노융합산업의 성장에 따라 대기업들이 고용을 늘린다면 2020년 나노융합기업의 고용이 현재에 비해 30~40만명이 늘어난다고 예상되고 있으므로 신규공급만으로는 기업의 노동수요에 대응하기 어려울 전망임.

○ 교육분야별로는 기초과학 및 공학 비중이 35%로 가장 높고, 다음으로 나노소재가 19%로 뒤를 잇고 있음.

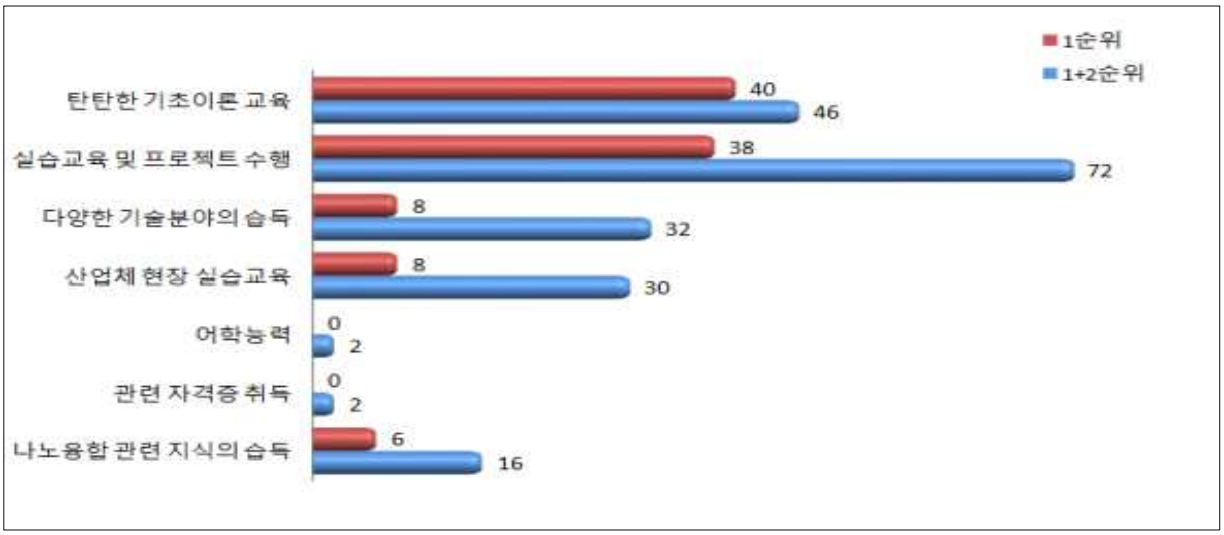
- 나노소자, 나노공정/측정분석, 나노바이오가 13~14%를 점하고, 나노환경/에너지 부문이 5%로 상대적으로 작게 나타남.

- 산업활동에서 특정 분야를 정한다면 나노소자/나노전자/나노환경 등이 가장 큰 비중을 점하고, 다음으로 나노소재가 상대적으로 비중이 높은 점을 고려하면 산업활동과 교육분야별 비중은 어느 정도 대응하는 것으로 볼 수 있음.

- 다만 나노바이오가 바이오와의 융합분야이므로 교육 비중은 높은 데 비해 산업활동 수준이 다소 못 미치는 것으로 볼 수 있음.

< 그림 5 > 취업 및 연구분야 진출 시 가장 필요로 하는 사항(중복)

(단위: %)



자료 : 나노융합산업조합 실태조사(2014)

○ 교육 관련 실습에서 나노소자 제작 공정 관련, 나노계측 및 분석 관련 등 산업계 요구와 어느 정도 대응한다고 볼 수 있지만 생산·제조, 장비 관련 비중이 다소 낮아 산업계의 교육수요와 다소 불일치하는 것으로 보임.

- 실제로 응답 대학의 60%가 교과과정 내용과 나노기업 현장에서 요구하는 업무 능력간의 차이에 대하여 실무보다는 이론 위주의 교육 때문이라는 응답을 하고 있음.

- 따라서 상대적으로 대학원 이상의 고학력을 요구하는 대학원 과정에 비해 대학 과정에서는 실무 위주 교육 미흡이 나노기업의 수요와 격차를 벌이는 요인으로 작용하는 것으로 보임.

○ 취업 및 연구분야 진출시 기초이론교육과 더불어 실습교육과 다양한 프로젝트 수행이라는 응답 비중이 높은 것은 질적 측면에서 기업의 인력공급에 대한 요구가 어떤 방향인지는 대학에서도 인식하고 있음.

- 따라서 나노기술과 나노융합산업 패러다임에 대응하는 인력교육을 수행하기 위한 커리큘럼과 교육과정의 근본적 개혁이 필요한 것으로 보임.

2) 졸업후 진로

○ 나노 관련 학과 대학 졸업생의 진로 및 취업현황을 보면, 2014년 실태조사에서는 조사된 1,092명의 졸업생중 취업이 53%에 이르고 있지만, 나노 관련 기업 취업 비중이 10%에 못 미치는 것으로 나타남. .

- 나노 관련 대학원 진학이 19.4%이며, 비나노관련 학과로의 진학 비중이 24%를 기록하고 있어 나노관련 대학 졸업생의 나노관련 진출보다 다른 분야로의 진출 비중이 전반적으로 높게 나타남.

- 현재 나노 관련 대학 진학과 학위 과정이 졸업생들에게 나노융합 관련 기업이나 연구소 등 진로 선택과의 관련성이 낮은 것으로 볼 수 있음.

- 결국 나노분야 대학 졸업생들은 나노분야에서 취업기회를 찾지 못하거나, 나노분야에서 발전적인 전망을 찾지 못한다는 것을 시사함.

○ 대학원 중 석사 졸업생의 취업현황을 보면 나노 관련 학과임에도 불구하

고 졸업후 비나노 관련 부문으로의 진출이 82.1%로 학부 졸업생의 비나노관련 분야 진출 비중 69.0%에 비해 더욱 높게 나타남.

- 이러한 현상은 나노 관련 대학원 과정이 나노융합 기업들의 요구에 대응하지 못하거나, 나노관련 학과의 대학원 졸업생들의 기대에 비해 나노융합기업들의 인력 수요에서 큰 폭의 미스매치가 발생하는 것으로 볼 수 있음.

< 표 13 > 나노 관련 대학 졸업생의 취업 현황 - 대학

단위 : 명, %

구분		대학		석사	
		졸업생 취업현황	비중	졸업생 취업현황	비중
기업체 취업	나노 관련	114	10.4	35	9.0
	일반 기업	472	43.2	249	63.8
대학원 진학	나노 학과	212	19.4	25	6.4
	타 학과	262	24.0	61	15.6
정부 출연 연구소	나노 관련	11	1.0	7	1.8
	타 분야	4	0.4	2	0.5
협/단체	나노 관련	1	0.1	3	0.8
	타 분야	16	1.5	8	2.1
소계	나노 관련 분야	338	31.0	70	17.9
	타 분야	754	**69.0**	320	**82.1**
전체		1,092	100.0	390	100.0

자료 : 나노융합산업조합 실태조사(2014)

○ 나노분야 기술 인력의 연령대를 살펴보면, ‘30대’가 45%로 가장 높은 비율을 보였고, ‘40대’ 24%, ‘20대 이하’ 22%, ‘50대’ 8% 순으로 조사되어 당분간 다른 제조업과 같이 고용인력의 고령화에 따른 심각한 문제는 나타나지 않을 것으로 예상됨.

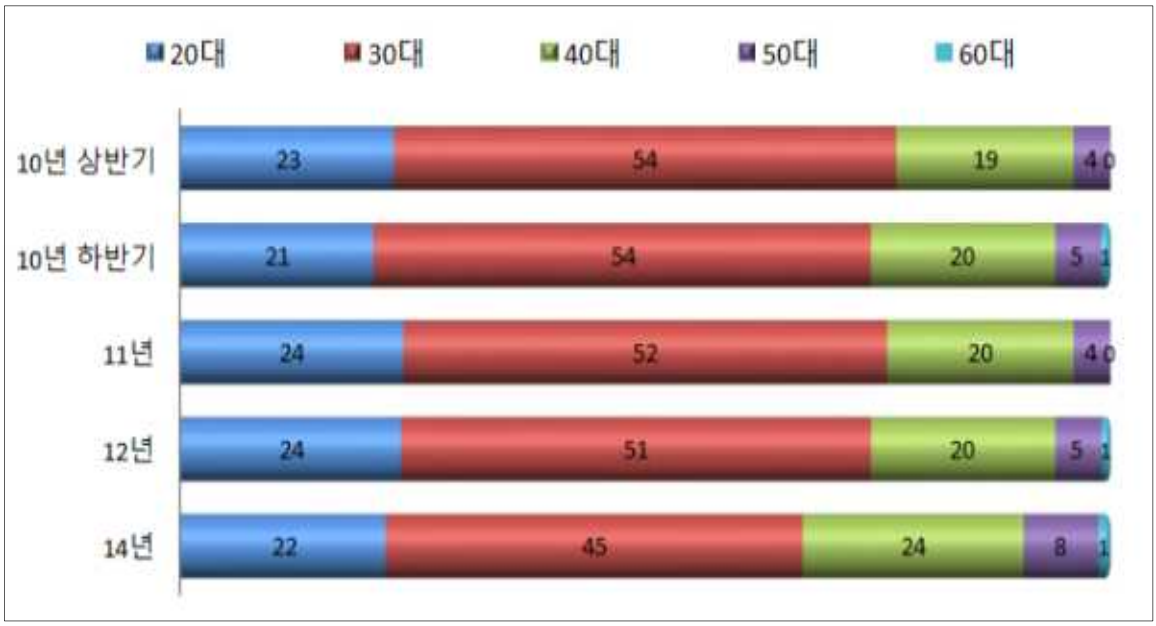
○ 그러나 2010년 조사 이후 기업체의 고용인력의 연령대별 분포를 살펴보면, 점차 40대 비중이 높아지고 30대 비중이 낮아지는 것으로 나타나고

있음.

- 즉 신기술산업이자 신성장산업으로서 융합형 기술인력의 활발한 유입이 이루어져야 함에도 불구하고 나노융합산업에서 신규 인력의 유입이 활발하지 않고 기존 종사인력이 고령화되는 것으로 보임.

< 그림 6 > 연령대별 기술인력 보유 현황(연도별)

(단위: %)



자료 : 나노융합산업조합 실태조사(2014)
주 : 응답자 Base : 전체 응답자 (n=246, 대기업 제외)

3) 특징과 시사점

○ 나노융합기업들의 산업화가 본격화되면서 인력수요에 대한 규모가 늘어나고 생산•제조, 기술기획•기술영업, 기술개발 등 세분화되고 있음.

- 생산•제조 인력은 학부졸업 이하 학력을 요구하고 있어 인력공급에 애로가 없을 것으로 예상되지만 향후 산업규모 확대에 따른 고용확대에 대응해야 할 것으로 예상됨.

○ 각 직군별로 요구되는 학력 수준에서도 분화가 뚜렷하지만 산업확대와 더불어 기술기획 및 영업분야, 기술개발에서 인력수요가 늘어나는 것을 볼

수 있음.

- 그러나 대학원 졸업 인력이 상위 학위과정 진학은 물론이고 취업에서도 나노분야로의 진출비중이 낮다는 점은 나노융합기업들의 기술집약적 특성과 연구개발 투자 확대를 고려할 때 우려되는 현상으로 볼 수 있음.

○ 나노융합기업들은 연구개발에 대하여 적극적으로 투자하고 있고, 전문인력을 확보하기 위해 노력하고 있으므로 이에 대한 인력공급 방안이 체계적으로 필요할 것으로 예상됨.

- 나노융합기업들의 연구개발투자는 “나노융합산업조사”에 따르면 2012년 6조 6,128억원으로 전년의 5조 5,450억원과 비교하여 19.3% 증가했음[8].

- 나노융합산업의 R&D 집약도는 5.1%로 기술집약형 특성을 시현하고 있음. 참고로 2012년의 제조업의 매출액 중 R&D 투자 비중은 평균 2.99%를 기록했음.

< 표 14 > 나노융합산업 부문별 투자규모 및 연구개발 집약도

(단위 : 억원, %)

구분	나노 부문 R&D 투자액			R&D 집약도	
	2011년	2012년	비중(`12년)	2011년	2012년
나노소재	1,539	1,791	2.7	1.8	1.9
나노전자	52,636	62,958	95.2	5.9	5.4
나노바이오・의료	247	278	0.4	5.6	6.3
나노장비・기기	1,028	1,101	1.7	4.6	5.7
합계	55,450	66,128	100.0	5.5	5.1

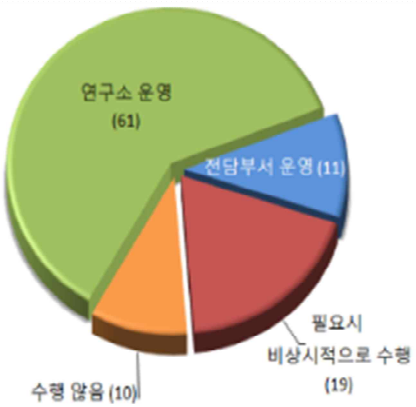
자료 : 산업통상자원부 등, 나노융합산업조사

8) 나노융합산업 전체 투자액중(6조 6,128억원) 나노전자 부분의 비중이 95.2%(6조 2,958억원)로 대부분을 차지

< 그림 7 > 나노기술 관련 연구개발 활동 추진방법

자료 : 나노융합산업조사(2014. 6)

(단위: %)



자료: 나노융합분야 인력현황 실태조사(2014.12)

○ 나노융합기업의 연구개발 활동은 자체연구소 운영(69.8%) 및 전담부서 운영(13.1%)을 통해 적극적으로 추진하고 있음.

- 인력현황 실태조사에서 전체 응답 기업의 61%가 '연구소 운영'하고 있고, 필요시 비상시적으로 연구개발을 수행한다는 기업은 19%, 전담부서가 있다는 기업은 11%, 연구개발을 수행하지 않는 기업은 10%에 그친다는 응답결과와 유사한 결과임.

○ 나노융합기업들의 인력수요에 대응하여 인력공급에서는 양적 측면에서는 학부 이하의 생산•제조 인력의 대량 공급체제에 대한 준비가 필요하며, 대학원 이상의 인력에서는 기업들의 기술개발 핵심인력의 수요 증가에 대응해야 할 것임.

- 아울러 나노분야 대학(원)의 졸업생이 타 분야로 진출하는 비중이 매우 높은 원인이 어디에서 비롯되는 것인지 심층분석을 통해 졸업생의 나노분야 진출 동기를 높이는 방안을 강구해야 할 것임.

- 나노융합기업들의 인력부족율이 중소기업에서 평균적으로 15%를 상회한다는 점을 고려하면, 인력부족이 발생하는 직군과 요구되는 기능에 대한 분석을 통해 대학(원)의 교육과정에 반영할 필요가 있음.

4. 나노융합 인력수요 전망

(1) 고용계수의 검토

○ 나노융합산업에 대한 고용계수[9]는 구체적으로 연구된 바가 없지만, 기존의 실태조사 자료 등을 이용하여 현황을 파악하고 향후 방향을 예상하여 적용하고자 함.

- 참고로, M. Roco(NSI, 2001, 2013) 등에서는 나노융합산업의 고용계수를 2명/백만달러를 적용하여 세계 고용량을 추정하고 있음.

○ "나노융합산업조사"에 의하면 우리나라 나노융합산업에 대한 고용계수는 2010년 1.39에서 1.07로 점차 낮아진 것으로 나타나고 있음.

- 우리나라 나노융합분야의 고용계수가 해외 추정에 비해 낮은 것은 고용계수가 상대적으로 높은 나노공정장비 및 나노바이오의 생산 비중이 낮은 데서 주로 비롯됨.

- 반면 고용계수가 낮은 나노소재, 나노전자의 생산 비중이 상대적으로 높은 생산구조에서 비롯된 것으로 보임.

< 표 15 > 나노융합산업 고용계수의 비교

(단위 : 명/십억원)

구분	나노융합산업조사			나노조합 (2014 조사)
	2010	2011	2012	
나노소재	0.9220	0.8956	0.8854	0.4036
나노전자	1.4130	1.2239	1.0583	5.8345
나노바이오	4.0699	2.8983	3.1121	7.9592
나노공정장비	2.0904	1.9641	2.3298	7.5313
합계	1.3877	1.2189	1.0713	0.6027

9) 십억원당 고용인원을 의미하며, 산식은 고용자수(명)/생산액(십억원)과 같음.

○ 참고로 제조업의 고용계수를 <표 16>을 통해 살펴보면, 외환위기 직후인 2000년까지는 고용계수가 상당히 높은 수준이지만 이후로 급격하게 고용계수가 낮아지는 것으로 나타남.

- 2005년 제조업 고용계수는 3.05명/십억원이었으나 2010년에 1.84명/십억원으로 급격하게 낮아지고 2012년에 1.64명/십억원으로 감소 속도가 둔화된 것으로 나타남.

< 표 16 > 국내 주요 산업의 고용계수 변화 추이

(단위 : 명/십억원)

구분	2000	2005	2010	2011	2012
석유화학	1.53	0.95	0.54	0.43	0.38
철강	1.32	0.72	0.39	0.35	0.38
반도체/전자부품	3.05	3.09	1.10	0.98	1.04
의약	5.20	3.22	2.75	3.30	3.07
정밀기기	8.44	6.69	3.24	3.42	3.40
제조업 전체	**4.43**	**3.05**	**1.84**	**1.64**	**1.64**

자료 : 산업연구원(2014. 12), 주요산업동향지표

○ 한편 나노소재, 나노전자, 나노바이오, 나노공정장비 등의 세부 산업군을 <표 16>에서 각각 대응하는 소재, 반도체 및 전자부품, 의약, 정밀기기 산업 등과 비교하면, 2010년~2012년까지 고용계수가 거의 같은 방향으로 움직이고 있으며, 크기에서도 비슷한 수준이라는 점을 알 수 있음.

- 따라서 나노융합산업조사(산업통상부 등), 나노실태조사(나노융합산업조합) 등의 조사에서 나타나는 고용계수를 사용하는 것은 큰 문제가 없는 것으로 보임.

○ 다만 <표 15>에서 나노조합의 “실태조사”의 고용계수가 “산업조사”에 비해 전반적으로 크게 나타나는데, 이는 조사대상 업체 수의 차이도 있지만 “산업조사”는 대기업을 포함하는 반면, “실태조사”는 중소기업을 주로 하

고 있는 데서 비롯된 것으로 보임.

- “산업조사”는 2012년 고용계수가 1.0713명/십억원으로 상대적으로 크게 나타나지만 대기업군을 포함하고 있으며, 매출이 발생하여 생산•제조 단계에 고용이 많다는 특징을 보임.

- “실태조사”는 상대적으로 사업화 초기의 중소기업 비중이 높아 고용계수가 높지만 연구개발단계/나노소재 기업 비중이 높아 전체 고용계수가 0.6027로 낮게 나타남.

○ 따라서 향후 나노융합산업의 고용계수는 “산업조사”의 최근 추이를 고려하여 추가적인 고용계수의 하락이 크지 않은 것으로 가정하고 <표 17>과 같이 적용하여 전망하였음.

- 분야별로 고용계수가 현재보다 다소 낮아지겠지만 감소폭은 과거에 비해 둔화될 것으로 예상하였음.

- 분야별로 생산규모의 확대, 공정의 특성 등을 고려하여 차이를 두었음.

< 표 17 > 국내 나노융합산업의 분야별 고용계수 전망

(단위 : 명/십억원)

구분	2010	2011	2012	2015	2020
나노소재	0.9220	0.8956	0.8854	0.88	0.85
나노전자	1.4130	1.2239	1.0583	1.00	0.91
나노바이오	4.0699	2.8983	3.1121	3.01	2.75
나노공정장비	2.0904	1.9641	2.3298	2.15	1.85
합계	1.3877	1.2189	1.0713	1.09	1.08

자료 : 산업연구원 전망(2014.12)

(2) 인력수요의 전망 결과

○ 향후 나노융합산업에서의 고용은 나노융합산업의 성장에 의하여 2020년 56.6만명까지 늘어날 것으로 예상되지만 상당 부분은 제조 및 생산 인력

에 의한 수요의 증가에서 비롯될 것으로 예상됨.

○ 나노융합분야의 인력수요 전망은 신규창업에 의한 신규인력수요도 있겠지만, 기존 기업들의 나노융합분야로의 진출과 전업도[10]가 높아지면서 기존 인력의 전환 및 대체도 상당할 것으로 예상됨.

- 특히 대기업 중심의 나노전자에서는 기존 고용인력의 전환근무 등에 의하여 인력충원이 이루어질 것으로 예상되며, 다른 분야에서도 상당 부분은 생산 및 제조인력의 확대에 의해 고용이 늘어날 것으로 예상됨.

○ 반면 기술기획 및 기술영업, 연구개발에 대한 고용 수요는 늘어날 것으로 보여 현장적응력이 높은 석사급 이상의 고급인력에 대한 노동력 수요는 당분간 계속 늘어날 것으로 예상됨.

- 나노소재나 나노공정•장비 분야는 기술개발 및 기술기획•기술영업 분야에서의 고용이 소폭 늘어날 것으로 예상됨.

- 나노바이오 분야의 고용은 NT+BT의 융합 뿐만 아니라 각 분야에 대한 전문성도 요구하게 될 것으로 보여 T자형 역량을 갖춘 인력의 중요성은 더욱 커질 것으로 예상됨.

< 표 18 > 국내 나노융합산업의 고용 전망 (기업 부문)

(단위 : 명)

구분	2010	2011	2012	2015	2020
나노소재	8,039	7,872	8,557	13,911	48,930
나노전자	108,923	110,096	123,855	169,936	368,302
나노바이오	1,107	1,277	1,383	17,815	100,739
나노공정장비	4,118	4,343	4,462	12,727	48,407
합계	122,187	123,588	138,257	214,389	566,379

자료 : 산업연구원 전망(2014.12)

10) 나노융합제품 매출액이 해당 기업의 전체 매출액에서 점하는 비중을 전업도로 정의함.

5. 종합 및 정책과제

(1) 수급구조의 변화 방향에 대한 시사점

○ 나노융합산업이 앞으로도 빠른 성장속도를 유지하고, 제조업 전반에 걸쳐 확산된다면 나노기업의 인력 수요의 확대에 대응하여 다양한 인력공급체계를 늘려나가야 할 것으로 예상됨.

- 융합화라는 나노기술의 특성상 부족인원중 기존 업무에서 직무전환 교육을 받고 나노융합제품의 기획·개발·생산·판매 업무에 종사할 인력 비중이 상당할 것으로 예상됨.

- 현재의 대학 교육체계로는 향후 10년 동안 비약적인 발전이 기대되는 나노융합산업에 적절한 인력공급 기반으로 대응하기 어려울 전망임.

○ 인력수요의 양극화와 질적•양적 변화에 대응하는 인력양성체제를 구축해 나가야 할 것임. 향후 고용규모 확대가 급격하게 진행된다고 하더라도 고용 수요구조의 변화에 대한 대응은 기민하게 이루어질 필요가 있음.

- 산업발전단계가 초기에서 성장기로 진입할수록 생산 및 비기술인력의 비중이 늘어나는 대신 기술기획 및 기술개발 핵심인력의 중요성은 더욱 높아진다고 볼 수 있음.

- 국내 나노융합산업은 나노전자와 같이 산업화가 본격화된 분야에서는 생산인력에 대한 양적 비중이 높아지는 대신, 소수 기술개발 핵심인력에 대한 요구는 세계 최고 수준에 도달했음.

- 반면 나노분야 대학(원) 중 향후 대학 정원을 조정할 계획이 없는 학교가 대부분이고, 신설 또는 기존 학과명을 변경한 대학 중 상당수의 학과가 감원계획까지 있어서 고급인력의 공급주체로서의 대학(원)의 역할 강화가 필요할 것으로 보임.

○ 한편 나노융합기업들에서 구인과정에서 필요한 기술, 실무경험, 필요 학과 전공 조건 등이 주요 미충원의 원인인 것으로 지적하고 있고, 이는 연구

개발, 생산제조, 기술기획•기술영업에서 모두 공통되게 나타나고 있어 이에 대한 공급 측면에서의 대응이 필요함.

- 이에 대해서는 대학측에 대한 조사에서도 동일한 문제의식을 갖고 있는 것으로 나타났는데, 원론적 커리큘럼이 주가 되고 있어 나노융합기업의 현장의 요구에 대한 효과적인 대응체계 구축이 필요함.

< 표 19 > 미충원 요인 – 질적 측면

단위 : %

구분	연구개발	생산제조	기술영업
필요한 기술을 가진 지원자 부족	**39.6**	**42.4**	**27.0**
필요한 도구를 다루는 지원자 부족	3.8	3.0	3.0
필요학력을 갖춘 지원자 부족	1.9	0.0	0.0
필요 학과 전공 조건의 지원자 부족	**21.7**	6.1	10.0
필요한 실무경험 가진 지원자 부족	**21.7**	**39.4**	**47.0**
필요한 자격증을 보유한 지원자 부족	5.7	0.0	0.0
적합한 인성을 가진 지원자 부족	5.7	9.1	13.0
소계	100.0	100.0	100.0

자료 : 나노융합산업조합 실태조사(2014)

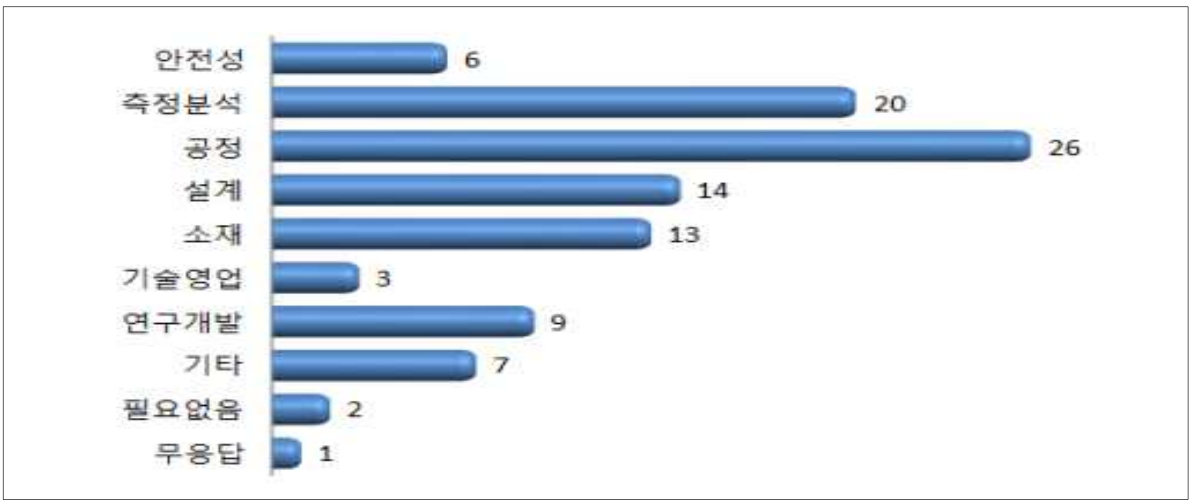
○ 점차 연구개발직에 대한 구인 비중이 낮아지고 경력직을 선호하고 있으므로, 다양한 경력과 경험을 축적할 수 있는 기회를 제공할 수 있는 인력공급체계가 구축되어야 할 것으로 보임.

- 향후 인력 채용시 가장 필요하다고 기업들이 예상하는 분야로 '공정'(26%)이 가장 높게 나타나고 그 다음으로는 '측정분석' 20%, '설계' 14%, '소재' 13%, '연구개발' 9% 순으로 조사된 바 있음.

- 따라서 인력수요에 대응하는 인력공급체제 및 교육과정이 마련되어야 하며, 대학(원) 교육과정 및 학과간 융합 커리큘럼 작성에서도 이러한 기술인력에 대한 수요 전망이 반영되어야 할 것임.

< 그림 8 > 향후 기술인력 채용 시 가장 필요하다고 예상되는 분야

(단위: %)



자료 : 나노융합산업조합 실태조사(2014)
주 : 응답자 Base : 전체 응답자 (n=246, 대기업 제외)

○ 기업들이 구인 과정에서 원하는 자질과 고용형태에 맞는 지원자 부족으로 어려움을 겪고 있으므로 현장 중심의 교육과정의 개설과 아울러, 재직자의 재교육•전직인력의 훈련 과정 등을 통해 경력을 활용한 인력의 나노융합 기업으로의 취업활동을 지원하는 기능이 강화되어야 할 필요가 있음.

(2) 정책방향

○ 나노기술의 빠른 발전속도 이면에 융합을 통한 제품화의 다양성과 사업화 속도의 차별성, 융합의 의외성 등을 고려할 때 창의적인 나노융합인력의 공급 역량을 강화할 수 있는 정책이 강구되어야 할 것임.

- 학문적 기초소양과 아울러 심화된 교육과정을 동시에 공급하며, 다양한 분야와의 융합을 위한 현장 중심의 커리큘럼 발굴이 필요함.

- 현장중심의 커리큘럼은 기업의 향후 인력 수요를 물론 고려해야 하지만 동시에 글로벌 수준에서 손색이 없는 역량을 확보하는 것을 전제로 해야 할 것임.

○ 국내 나노기술의 선도성, 나노융합산업의 제조업 분야에 대한 높은 융합성

등을 고려할 때 세계적으로 경쟁력이 있는 인력공급이 원칙이 되어야 함.

- 따라서 타 학문 분야와의 융합화, 산업현장에의 높은 적응력, 글로벌 수준에서의 경쟁력을 확보할 수 있는 교육과정이 마련되어야 하며, 학교별•지역별 특화를 통한 심화•집중화를 고려할 수 있음.

- 대학원 이상 인력의 타분야로의 진출비중이 높은 원인을 심층분석하여, 고급인력에 대한 고도화하는 기업수요에 대하여 적정한 핵심인력의 공급이 원활하게 될 수 있도록 해야 할 것임.

- 한편 기술개발에 대한 집중도가 높은 나노융합산업의 특징을 고려한다면, 향후에는 국내와 더불어 외국인력, 그리고 유학후 국내에 유입되는 인력에 대한 활용전략도 마련되어야 할 것임.

○ 대학(원)의 나노인력 공급 나노융합산업에 대한 인력공급에서 전문학사, 특성화고등학교 등 전문대 이하의 교육기관의 졸업생도 포함하는 인력양성정책의 마련이 필요함.

- 나노융합산업조합의 기업 고용현황 조사에 의하면 산업화가 빨라지면서 생산•제조인력의 수요가 많아지며, 전체 고용의 39%가 전문학사와 고졸 이하로 구성되어 있는 인력에 대한 양성을 위한 정책설계가 필요함.

○ 향후 나노기술에 대한 기초적인 이해, 시장환경의 급변에 대한 대응역량 강화를 위해 재교육 및 직무전환 교육 체제가 마련되어야 할 것임.

- 산업이 성장단계에 진입한 이후 재교육•재훈련, 전직•전업 인력에 대한 정책적 접근을 통해 고용구조의 변화에 대응해야 할 것임.

- 향후 나노융합분야 고용이 56만명까지 늘어난다고 예상하면, 고용증가를 모두 신규고용으로 충원하기에는 어려움이 예상되므로, 기존 인력의 전환 등을 위한 정책적 지원방안 마련이 필요할 것으로 보임.