

*Key to Creative  
Innovation*

**KISTEP** Issue Weekly

2018-10(통권 제228호)

# 정부의 에너지전환 정책에 따른 전력 분야 R&D 투자 방향

김기봉 · 정혜경

*Key to Creative  
Innovation*

KISTEP Issue Weekly

2018-10(통권 제228호)

# 정부의 에너지전환 정책에 따른 전력 분야 R&D 투자 방향

김기봉 · 정혜경

- I. 정부의 에너지전환 정책 방향
- II. 주요국의 에너지전환 정책 동향
- III. 에너지전환 정책 관련 우리의 현주소
- IV. 정부 R&D 투자 방향 제언





## 요약

우리나라는 그동안 경제성장의 필수요소인 에너지 공급 안정화와 에너지 안보 확보를 국가 에너지 정책의 주요 과제로 추진해왔다. 그러나 전 세계에 큰 충격을 안겨준 세 차례의 대형 원전 사고 이후 원자력 안전 문제가 대두되면서 국내에서도 원전에 대한 불안감이 고조되었다. 이를 계기로 새로운 에너지원에 대한 관심과 필요성이 더욱 높아졌다.

이러한 가운데 문재인 정부의 탈원전 정책 추진으로 과거 50년간 지속해온 원자력발전 정책은 새로운 국면을 맞이하게 된다. 정부는 공론화 절차를 거쳐 신고리 원전 5·6호기 건설을 재개하고, 이와 함께 「에너지전환 로드맵(17.10)」을 발표하면서 원전의 지속적 감축과 재생에너지 확대라는 에너지 정책의 기본방향을 제시하였다. 이후 발표된 「재생에너지 3020 이행계획(17.12)」에 따르면 2030년까지 재생에너지 발전량 비중을 현재의 7.0%에서 20.0%로 확대하고, 신규 설비용량의 97%를 태양광 및 풍력발전으로 공급하는 게 골자다.

이는 세계적인 추세로 주요국에서는 이미 자국의 여건에 맞는 에너지전환 정책을 추진해 왔다. 미국의 경우 석탄발전에서 천연가스발전으로 패러다임이 변화하고 있는 상황이지만, 트럼프 행정부의 미국 최우선 에너지 정책 기조로 인해 당분간은 석탄발전이 지금 수준으로 유지를 지속할 것으로 전망된다. 독일은 재생에너지 발전 선진국으로 ‘재생에너지법’ 수립(2000년)을 통해 발전량 비중을 2020년까지 최소 35%, 2050년까지 80%로 확대하는 목표를 수립한 가운데, 발전차액지원제도 실시 등을 통하여 재생에너지 보급 확산을 추진 중이다. 또한, 최근에는 전기요금 상승을 억제하기 위해 재생에너지 시장에 경쟁체제를 도입하였다. 중국은 전력 생산의 대부분이 석탄발전이지만, 최근 들어 재생에너지와 원자력발전이 증가하는 추세를 보이고 있다. 이와 함께 에너지 안보 강화, 대기오염 저감, 기후변화 대응, 성장동력 육성 등을 목표로 재생에너지 확대와 관련 산업 육성을 가속화하고 있다. 일본은 후쿠시마 원전 사고 이후 원전의 전면 가동 중지로 석탄 화력과 재생에너지 발전량 비중이 점차적으로 확대되었으나, 최근 일부 원전이 재가동되는 등 원자력발전 비중이 다시 증가하는 추세를 보이고 있다. 2015년에는 ‘장기 에너지 공급 전망’을 발표하고, 다양한 에너지원을 고루 활용한 에너지믹스 구성 계획을 제시하였다. 또한, 원전 중단에 따른 전기요금 상승을 억제하기 위해 전력시장 자유화 정책을 도입하였다.

문재인 정부의 「에너지전환 로드맵」 목표 달성을 위해서는 재생에너지 기술경쟁력 향상 및 전력 계통 안정화 기술 확보가 우선시되어야 한다. 이에 따라 국내 관련 기술의 현주소를 살펴보고 이에 대한 대응 방안을 마련해야 한다.

우리나라는 태양광발전 중 페로브스카이트 등 일부 태양전지 분야에서 최고 수준의 기술 경쟁력을 확보하고 있으나, 내수시장의 한계, 중국의 대규모 공급 등이 저해 요소로 작용하고 있어 태양광 산업 발전이 어려운 실정이다. 수출을 위해서는 Track Record 확보가 중요하지만, 양산화 등 사업 참여기회도 적은 상황이다. 또한, 태양광발전은 다른 발전원에 비해 발전효율이 낮으므로 재생에너지 확대 목표를 달성하기 위해서는 충분한 부지확보가 중요한 과제이다. 풍력발전의 경우 주요국보다 경쟁력이 낮으며 해외제품의 국내 점유율도 높아 풍력시장 방어도 힘든 상황이다. 국내 시장규모가 협소해서 제품의 대량생산이 불가능하여 발전 원가가 타 발전원에 비해 높고, 국내 자연환경과 지역 주민의 수용성 문제 등으로 풍력발전의 활성화가 더딘 상황이다.

태양광이나 풍력 같이 변동성이 큰 재생에너지의 안정적인 공급을 위해서는 전력계통의 안정성 확보가 무엇보다도 중요하다. 이를 위해서는 지능형 전력망이 구축되어야 하고, 계통연계형 에너지 저장장치 기술도 우선적으로 확보되어야 한다. 현재 국내 스마트그리드 요소기술과 인프라 구축 등은 경쟁력을 가지고 있으나, 핵심 소재와 통합 솔루션 기술은 부족한 상황이다. 에너지 저장장치 기술 중에서도 리튬이온 같은 일부 이차전지 분야는 세계 최고 수준인데 반해 전력변환장치, 시스템 통합 등의 기술은 상대적으로 취약하여 제품화에 걸림돌로 작용하고 있다.

한편, 원자력발전의 감축에 따른 보완 산업으로 원전해체 산업이 있다. 전 세계적으로도 원전해체 시장은 급속도로 성장할 것으로 전망된다. 국내에서도 고리 원전 1호기의 영구 정지와 함께 해체 추진이 결정되었으며, 원전해체를 위한 기술 자립도 진행중이다. 총 96개 원전해체기술 가운데 원천기술 11개, 실용화기술 17개가 확보되지 않은 상태이다.

재생에너지 확대 정책을 달성하기 위해서는 근본적으로 재생에너지와 전력 분야에 대한 정부 R&D 투자 규모를 지속적으로 확대해야 한다. 태양광과 풍력발전의 경우 단기적으로는 단가 절감과 국산화를 위한 R&D를 추진하고, 장기적으로는 차세대 기술에 대한 투자가 필요하다. 주민 수용성 확대 등 제반 문제의 해결과 경쟁력 향상을 위한 실증연구 확대도 중요한 과제이다. 전력계통 안정화를 위해서 에너지 저장장치, 차세대 송전기술, 전력망기술 등의 R&D에 집중 지원하고 원자력 분야는 국내 원전해체기술의 자립과 세계 해체 시장 진출을 위한 정부의 지원이 강화되어야 한다.

※ 본 Issue Weekly의 내용은 필자의 개인적인 견해이며, 한국과학기술기획평가원의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

# I 정부의 에너지전환 정책 방향

## 1. 에너지 패러다임의 변화

■ 정부는 그동안 경제성장의 필수요소인 에너지 수급을 안정화하고, 에너지 안보를 확보하기 위한 정책을 국가 에너지 중요 정책과제로 추진

- 우리나라는 석유, 천연가스, 유연탄 등 대부분 에너지를 해외에서 수입하고 있으며, 에너지 자급도('15년 기준)는 5.2%로 열악한 수준
- '60년대 에너지산업 육성정책 추진을 통해 건설비용이 상대적으로 낮고 연료조달이 유리한 화력발전소 건설에 치중하였으나, 석유파동 이후 에너지 절약 정책과 더불어 탈석유 발전원 개발에 주력
- 국내 최초 원자력발전소인 고리 1호기가 '78년 4월 준공되어 상업운전을 시작하였으며, 에너지 안보 및 기후변화 대응 등을 위해 정부 주도의 원전 건설 확대 정책을 추진
  - 현재 영구 정지된 고리 1호기를 제외하고 국내에는 총 24기의 원전이 가동 중이며, 총 발전량의 30%를 점유하며 전력의 안정적 공급에 기여
- 이후 끊임없는 원자력발전 기술 자립 및 기자재의 국산화 노력에 힘입어 '09년 12월 UAE에 원전 4기를 공급하는 계약자로 선정되어 세계 6번째의 원전수출국으로 급부상

■ 전 세계적으로 발생한 3차례의 원전 사고 이후 원자력 안전 문제가 대두되면서 국내에서도 원전에 대한 불안감이 고조되기 시작

- '79년 쓰리마일 원전 사고, '86년 체르노빌 원전 사고로 원전 수용성이 악화되기 시작하였고, '11년 발생한 후쿠시마 원전 사고는 전 세계의 에너지전환 추세를 가속화하는 계기가 됨
- 후쿠시마 원전 사고 이후, '13년에 정부는 원자력안전위원회를 출범하고, 「원자력안전법」을 개정하는 등 진흥뿐만 아니라 원전의 안전성 제고에 정부 차원에서 적극 노력
- 중대 사고에 대한 불안감이 지속되는 가운데 원전 밀집 지역과 가까운 경주('16.9, 규모 5.8)와 포항('17.11, 규모 5.4)에서 지진이 발생하면서 원전 반대 여론이 급속도로 확산

■ 정부의 탈원전 정책 추진 의지에 따라 과거 50년간 지속해온 원자력발전 정책은 새로운 국면을 맞이하게 됨

- 문재인 대통령은 고리 1호기 영구정지 기념식('17.6)에서 탈원전을 포함하는 에너지전환 정책 공약을 신속히 이행하기 위해 그 시작점으로 신고리 원전 5·6호기 공사 중단에 대한 사회적 합의를 도출하기로 함
- 공사 중단과 재개 측이 팽팽히 맞선 가운데 3개월간의 공론화 절차가 진행되었으며, 최종적으로 59.5%의 지지로 건설 재개로 결정
  - 신고리 원전 5·6호기 공사 재개에 대한 결정은 내렸지만, 장기적으로 원전 감축에 대한 사회적 합의 기반이 마련됨

■ 정부는 신고리 원전 5·6호기 건설 재개와 함께 「에너지전환 로드맵('17.10)」을 발표하면서 에너지 정책의 새로운 패러다임을 제시

- 원전의 단계적 감축 및 재생에너지\* 확대라는 기본 방향을 제시하고, 구체적 실행 방안은 「재생에너지 3020 이행계획('17.12)」과 「제8차 전력수급기본계획('17.12)」에 포함
  - \* · 재생에너지는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 따라 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오, 폐기물, 수열 등 9종류
  - '30년까지 재생에너지 발전량 비중을 20.0%까지 확대 추진
  - 기존의 수급안정·경제성 위주에서 환경성·안정성 중심으로의 전력수급계획 마련

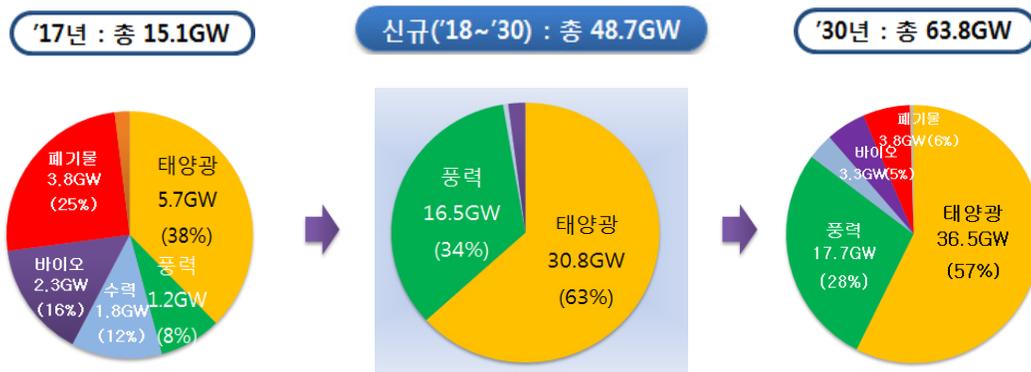
〈표 1〉 「에너지전환 로드맵」 주요 내용 및 세부 방안

주요 내용	세부 방안
원전 단계적 감축	신고리 5·6호기 공사 재개
	계획된 신규원전 건설계획 백지화 - 6기(신한울 3·4호기, 천지 1·2호기 및 신규 2기)
	노후원전 수명연장 금지 - '38년까지 14기(고리 2~4호기, 월성 2~4호기, 한빛 1~4호기, 한울 1~4호기)
	월성 1호기 조기 폐쇄
재생에너지 확대	재생에너지 발전량 비중 확대('16)7.0% → ('30)20.0%) - 폐기물·바이오 중심의 재생에너지를 태양광·풍력 등으로 전환 - 소규모 태양광 사업 지원

## 2. 재생에너지 보급 확대 계획

■ 「재생에너지 3020 이행계획」에서는 '30년까지 재생에너지 발전량 비중을 20.0%로 확대한다는 목표 제시

- 전력계통 안정성, 국내기업의 보급여건, 잠재량 등을 고려하여 '30년까지 재생에너지 발전량 비중 20.0%를 목표로 설정하고, 재생에너지 설비용량은 63.8GW까지 확대 보급
    - (재생에너지 발전량 비중) '16년 7.0% → '22년 10.5% → '30년 20.0%
    - (재생에너지 설비용량) '16년 13.3GW → '22년 27.5GW → '30년 63.8GW
  - 신규 설비용량의 97%를 태양광·풍력으로 공급하여 기존의 바이오·폐기물 중심의 재생에너지 공급 정책의 변화 추진
    - 신규 설비 48.7GW는 대부분 태양광(30.8GW, 63%) 및 풍력(16.5GW, 34%)으로, 바이오·폐기물 중심에서 태양광·풍력 중심으로 공급 정책 전환
- ※ 태양광·풍력 에너지는 '17년 6.9GW(46%)에서 '30년 54.2GW(85%)로 비중 확대  
 ※ 바이오·폐기물 에너지는 '17년 6.1GW(41%)에서 '30년 7.1GW(11%)로 비중 축소



[자료] 산업통상자원부 (2017), 「재생에너지 3020 이행계획」.

[그림 1] '30년 재생에너지 설비 보급 목표

- 신규 설비 구축은 자가용, 소규모 사업, 대규모 프로젝트를 통해 달성 추진
    - 주택·건물 등 자가용 설비로 2.4GW 보급('30년까지 약 15가구당 1가구 보급)
    - 한국형 발전차액지원제도(FIT, Feed in Tariff)\* 제도 도입, 재생에너지 공급인증서(REC, Renewable Energy Certificates)\* 가중치 추가 부여 등을 통해 7.5GW 보급
- \* 발전차액지원제도 : 재생에너지 발전 전력을 정부가 고시한 기준가격에 구매하여 신재생 사업자가 안정적인 수익을 보장받을 수 있도록 하는 제도  
 \* 재생에너지 공급인증서 : 신재생에너지를 이용해 에너지를 공급한 사실을 증명하는 인증서

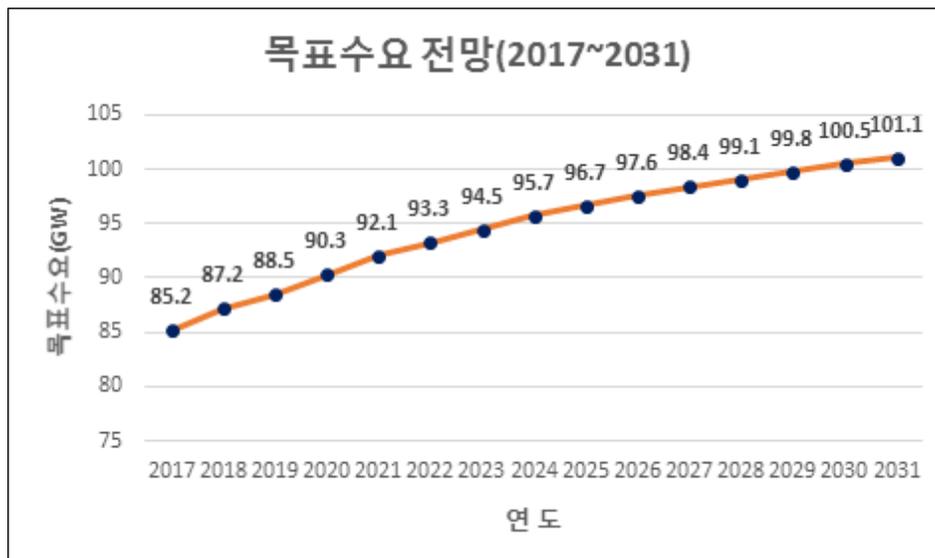
- 농가 태양광은 비우량 농지를 중심으로 10GW 보급
- 지역주민과 상생하고 지역에 이익이 환원될 수 있는 대규모 프로젝트 추진으로 28.8GW 보급

■ 「제8차 전력수급기본계획」에서는 향후 15년간의 전력수급전망 및 전력설비 계획을 제시

- 기존 수급계획이 수급안정과 경제성 위주로 수립되었던 것에 비해, 8차 계획은 환경성·안정성에 중점을 두고 계획 수립
  - 공급 위주의 정책(발전소 건설)에서 수요관리를 통한 합리적 목표 수요 설정에 중점을 두었으며, 신규 발전설비도 친환경·분산형 재생에너지와 LNG 발전을 우선시 함
- '30년 목표수요\*는 100.5GW로 전망하였으며, 이는 '17년 85.2GW 기준으로 계획기간('17~'31) 동안 연평균 1.3% 증가하는 수치

\* 목표수요 = 기준수요(BAU, Business As Usual) - 수요관리량 + 기타 요인(전기차 등)

※ '30년 기준수요는 113.4GW로 도출되었으나, 수요관리를 통해 13.2GW 감축, 전기차 확산 효과(0.3GW ↑) 등을 감안한 수치



[자료] 산업통상자원부 (2017), 「제8차 전력수급기본계획」 자료를 종합하여 정리

[그림 2] 국내 전력 목표수요 전망('17~'31)

- '30년 적정 설비용량은 122.6GW로서 목표수요에 22%의 적정 설비예비율\* 고려하고, 원자력발전 감축 및 신재생에너지·LNG발전의 증가를 통해 설비용량 목표 달성 추진
  - \* 적정 설비예비율은 최대전력수요 대비 필요한 예비전력설비의 비율로 최소예비율 13%와 불확실성 대응 예비율 9% 반영
  - (원자력) 설비용량은 '17년 22.5GW(19.3%)에서 '30년 20.4GW(12.0%)로 감소
  - (화력) 설비용량은 '17년 36.9GW(31.6%)에서 '30년 39.9GW(23.6%)로 증가

- (LNG) 기 계획된 LNG 발전설비 건설 및 석탄발전소의 연료를 LNG로 전환하여 설비용량은 '17년 37.4GW(31.9%)에서 '30년 44.3GW(26.2%)로 증가
- (신재생) 태양광 및 풍력 중심으로 확충하여 설비용량은 '17년 11.3GW(9.7%)에서 '30년 58.5GW(34.6%)로 증가

〈표 2〉 연도별 확정 설비용량 전망

(단위 : GW)

	원자력	석탄	신재생 에너지	LNG	기타	확정설비 (정격용량)	확정설비 (실효용량*)	적정설비**	과부족***
2017	22.5 (19.3%)	36.9 (31.6%)	11.3 (9.7%)	37.4 (31.9%)	8.9 (7.5%)	117.0	107.8	101.4	6.4
2022	27.5 (19.3%)	42.0 (29.5%)	23.3 (16.4%)	42.0 (29.5%)	7.5 (5.3%)	142.3	122.6	111.0	11.6
2030	20.4 (12.0%)	39.9 (23.6%)	58.5 (34.6%)	44.3 (26.2%)	6.1 (3.6%)	169.2	118.3	122.6	△4.3

\* 정격용량에 피크기여도 반영

\*\* 목표수요에 적정 설비에비율(19~22%) 고려

\*\*\* 과부족 = 확정설비(실효용량) - 적정설비

[자료] 산업통상자원부 (2017), 「제8차 전력수급기본계획」 자료를 종합하여 정리

■ 정부의 에너지전환 정책목표가 제시된 상황에서, 이의 달성을 위해 전력 분야 R&D 투자 방향 제시가 필요

- 본고에서는 주요국의 에너지전환 정책 동향 및 국내 에너지전환 정책목표 달성 기여도가 높은 태양광, 풍력, 전력계통 분야의 국내 기술현황·수준을 살펴보고, 이를 바탕으로 전력 분야 R&D 투자 방향을 제안하고자 함
- 또한, 전력 산업에서 원자력발전 감축의 대안 산업으로 떠오르고 있는 원전해체 분야도 함께 살펴보고자 함

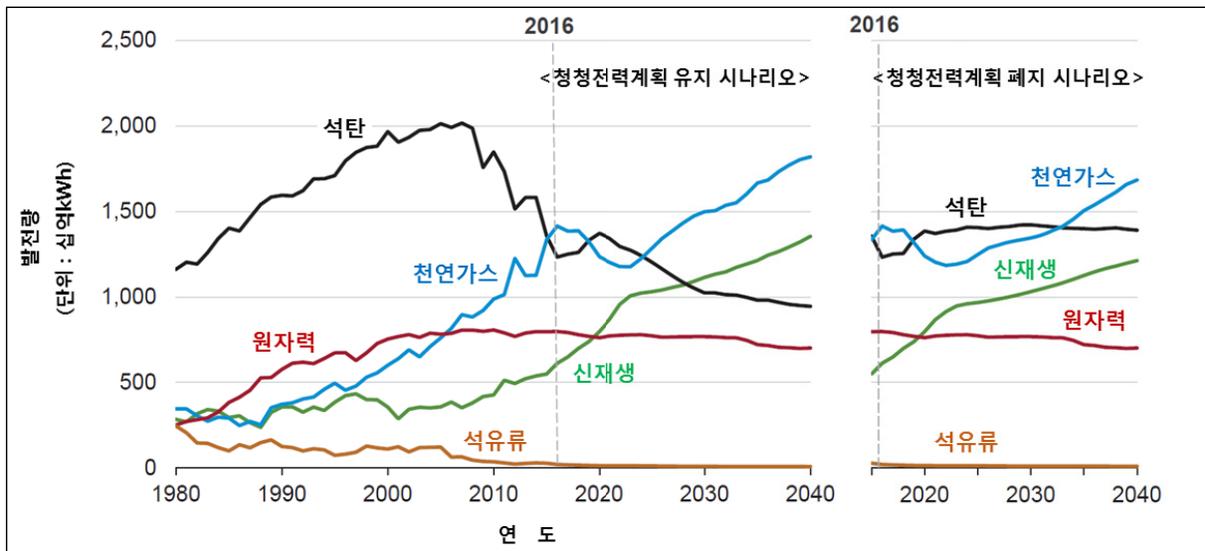
## II

# 주요국의 에너지전환 정책 동향

## 1. 미국

■ 석탄발전에서 천연가스발전으로 점차 에너지패러다임이 변화하고 있는 상황이지만, 트럼프 행정부의 정책(「미국 최우선에너지계획, America First Energy Plan」) 추진에 따라 전환 속도는 변동성이 있을 것으로 전망

- '15년 전력 산업에서 석탄발전(33.2%)과 천연가스(32.6%)가 약 65.8%를 차지하고 있으며, 석탄 및 천연가스 발전량은 각각 감소 및 증가 추세를 보이고 있음
- '17년 트럼프 행정부 출범과 함께 「미국 최우선에너지계획」을 발표하였으며, ①미국 내 화석연료 개발 확대와 에너지 독립 추구 ②에너지산업 관련 규제 해소 ③에너지 정책과 환경 정책의 동반추진을 주된 내용으로 제시
- 오바마 행정부에서 석탄발전 감축을 골자로 하는 「청정전력계획」을 수립하였으나, 트럼프 행정부에서 이를 폐기함으로써 석탄발전은 지금 수준으로 현상 유지될 전망
- 다만, 수입과쇄법 개발 등 셰일가스 기술 개발로 천연가스의 경제성이 향상됨에 따라 장기적으로는 천연가스의 비중은 지속적으로 증가할 것으로 전망



[자료] EIA (2017), 「Annual Energy Outlook 2017 with projections to 2050」.

[그림 3] 청정전력계획에 따른 미국 발전 믹스 전망

■ 재생에너지 분야에서는 연방정부와 주정부 차원에서의 지원정책이 공존하며, 지속적으로 재생에너지가 확대되고 있는 상황(부경진 외, 2017)

- 연방정부에서는 생산세액공제(PTC, Production Tax Credit)\* 방식과 투자세액공제(ITC, Investment Tax Credit)\*\* 방식으로 세액공제 혜택을 제공
  - \* 생산세액공제 : 재생에너지 발전량에 비례해서 세액공제 혜택 제공
  - \*\* 투자세액공제 : 재생에너지 설비 투자금액의 일정비율만큼을 세액에서 환급
- 주정부에서는 재생에너지의무할당제(RPS, Renewable Portfolio Standards)를 실시
  - RPS는 에너지 사업자의 총 공급량 중 일정비율을 재생에너지로 공급토록 하는 제도로서, 미국은 '03년에 도입하였으며, 주정부 여건에 따라 자체 목표를 설정하여 이행 중
  - 현재 29개 주와 워싱턴 DC가 RPS를 도입하였으며, 기타 8개 주는 자발적인 재생에너지 보급 목표를 설정
  - 캘리포니아 주는 '30년까지 재생에너지 발전량 비중을 50%로 확대, 하와이 주는 '45년까지 100%로 확대하는 등 높은 수준의 목표를 설정
- 재생에너지원의 경쟁력이 지속적으로 증가하는 상황에서 재생에너지 설비투자과 전원 비중은 계속 증가할 것으로 전망

■ 셰일가스 생산 증가에 따른 전력 가격의 하락 등 원자력발전의 경제성 문제로 조기 폐로되는 원전이 증가하여 원전 산업의 불투명성 존재

- 셰일가스 추출 기술의 발전으로 인한 생산량 증가, 재생에너지 발전 보조금 지급에 따른 도매전력 시장의 가격 하락 등으로 적자 상태인 원전이 증가하고 있는 상황
  - 미국에서 가장 많은 원전을 건설하고 우리나라 첫 상업용 원전인 고리 1호기에도 기술을 전수한 웨스팅하우스사가 '17년 3월 파산보호를 신청

## 2. 독일

■ '00년 「재생에너지법(EEG, Erneuerbare-Energien-Gesetz)」 수립을 통해 재생에너지로의 전환 기반을 마련하고, 이후 관련 정책을 지속적으로 발표(송용주, 2016)

- EEG에서는 재생에너지 발전량 비중을 단기적으로는 '20년까지 최소 35%, 장기적으로 '50년까지 80%까지 확대하는 목표 수립
  - 또한, FIT를 확대 실시하여 다양한 사업자의 참여 및 재생에너지 보급 확산을 추진

- '09년 메르켈 정부는 재생에너지 확대와 에너지 효율성 제고를 통해 에너지전환 목표를 달성하겠다는 「Energy Concept 2010」 발표
- '11년에는 후쿠시마 원전 사고를 계기로 '22년까지 모든 원전을 폐쇄한다는 내용을 담은 「Energy Package」를 발표

■ 에너지전환 정책으로 드러난 일부 문제점을 해결하기 위해 재생에너지의 경제성을 고려하는 방향으로 '14년 「재생에너지법」을 개정

- 에너지전환 정책 추진으로 재생에너지 발전량 증가 및 온실가스 감축 효과는 나타났지만, 전기요금 상승으로 인한 가정 및 기업 부담 증가(우청원, 2017)
  - FIT 분담금으로 인해 주거용 및 산업용 전기요금이 '00년 대비 '12년까지 각각 2.0배와 2.6배 인상됨(유동현, 2014)
- 재생에너지의 경제성 제고를 위해 에너지 담당 조직을 환경부에서 경제에너지부로 이관
- 법 개정을 통해 FIT 지원금을 대폭 감소하고, 재생에너지 시장의 경쟁 체제를 구축하기 위해 직접거래제도와 경쟁입찰제도를 도입
  - FIT 지원금을 바탕으로 그리드패리티(Grid-parity)\*를 달성한 태양광 산업에 대한 지원금 대폭 감소
  - \* Grid Parity : 신재생에너지 발전 원가와 화석에너지 발전 원가가 같아지는 시점
  - 직접거래제도는 발전사업자가 시장가격으로 직접 전력을 판매하고, FIT 기준가격과 시장가격의 차이만큼 보조금을 제공해서 안정적인 수익을 제공
  - 경쟁입찰제도는 재생에너지 사업자 간의 입찰을 통해서 시장 프리미엄을 결정함으로써 재생에너지의 가격 유동성을 확대
- 재생에너지 과잉공급을 막기 위해 '20년까지 육상풍력 및 태양광 설비 증가 규모를 연간 2,500MW로 제한

■ 독일은 20년 전부터 시행한 에너지전환 정책의 결과, 재생에너지 발전량 비중의 확대 및 온실가스 배출량 감소의 성과를 나타냄

- '16년 발전량 중 재생에너지 비중은 30.4%를 차지하여 '00년(7.2%)에 비해 약 4.2배 증가
- '90년 대비 '14년 온실가스 배출량을 27% 감축하여 교토의정서 상 감축목표를 초과 달성
- 태양광, 풍력 분야 생산량의 약 65%가 수출되어 재생에너지가 새로운 수출 산업으로 부상

### 3. 중국

■ 전통적으로 전력 생산의 대부분을 석탄발전이 차지하고 있었지만, 최근 들어 재생에너지 및 원자력발전이 증가하는 추세

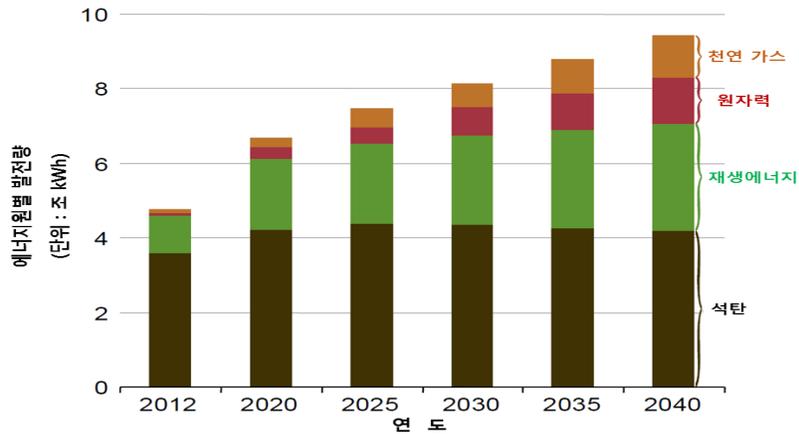
- 화력발전은 '10년 전체 발전량(4.23조kWh)의 80.8%였으나 '15년(5.60조kWh) 73.1%로 감소
  - 전체 발전량에서 석탄 비중은 장기적으로 '30년 53%, '40년 44%까지 감축될 것으로 전망
- 재생에너지(수력+풍력) 발전량은 '10년 17.4%에서 '15년 23.2%로 증가하였고, 원자력발전도 '10년 1.8%에서 '15년 3.0%로 증가
  - ※ 중국에서는 재생에너지 중 수력발전이 차지하는 비율이 높음('15년 전체 발전량의 19.9%)

■ 에너지 안보 강화, 대기오염 저감, 기후변화 대응, 성장동력 육성 등을 목표로 재생에너지 확대와 관련 산업 육성에 가속화 추세

- '06년 「재생에너지법」 시행을 계기로 재생에너지 보급이 본격화
  - 동 법에서는 재생에너지 총량 목표, 전력의 의무 매입, 매수 전력 가격, 송배전 회사의 비용부담, 자금 지원 등의 내용을 포함
- '05년에는 FIT, '07년에 의무시장제 등 재생에너지 보급을 위한 지원 정책 시행
- 재생에너지 확대 정책과 함께 심화되고 있는 대기오염 문제를 해결하기 위한 최우선 정책 수단으로 석탄 소비억제정책을 채택

■ 최근 「제13차 에너지개발 5개년 계획('16~'20)」을 발표하고, 풍력, 태양광, 바이오매스를 중점지원 분야로 선정

- 동 계획에서 '20년까지 1차 에너지소비 중 석탄 비중을 55%('15년 64%)로 감축하고, 비화석연료 비중을 15% 이상('15년 12%)으로 증가하는 목표 설정(김정인, 2017)
- '20년까지 재생에너지 누적 설비용량을 풍력 210GW, 태양광 110GW, 수력 380GW로 목표 상향조정
- 원자력발전은 현재 가동 중인 원자로는 총 37기('17.10월 기준)이며, 추가적으로 약 20기가 건설 중으로 '20~'21년까지 58GW, '30년까지 150GW로 설비용량을 확대하는 목표 제시



[자료] EIA (2016), 「International Energy Outlook 2016」.

[그림 4] 중국 발전 믹스 전망

## 4. 일본

■ '11년 후쿠시마 원전 사고 이후 원전의 전면적인 가동 중지로 인해, 석탄 화력의 비중이 높아졌으며, 이와 함께 재생에너지 발전량 비중도 확대

- '13년 발전원 구성은 원자력 1.0%(93억kWh), 석탄 30.3%(2,845억kWh), LNG 43.2%(4,057억kWh), 석유 14.9%(1,398억kWh), 수력 8.5%(800억kWh) 등임
- 일본의 재생에너지 발전량은 '10년 123TWh(10.8%)에서 '15년 170TWh(16.4%)로 증가
  - 재생에너지 설비용량은 수력 54.6%, 태양광 37.0%, 바이오 4.5%, 풍력 3.4% 등이며, 후쿠시마 사고 이후 태양광의 기준가격을 높게 설정하면서 태양광발전이 급격히 확대됨
  - ※ '15년 태양광 신규 설치용량이 11GW
- 재생에너지 확대를 위해 '03년부터 RPS 제도를 시행하고 있으며, '12년에는 FIT 제도의 전면적 확대를 포함하는 「재생에너지특별조치법」 시행

■ 후쿠시마 사고로 원전 가동을 중지하였지만, '13년부터 점차 원전 가동을 재개하는 등 원자력발전 비중이 다시 증가하는 추세

- 일본 원자력규제위원회는 원전 안전대책을 강화한 신규제기준을 '13년 7월에 시행하였으며, 원전 재가동을 위한 안전심사를 강화함(임지영, 2015)
- 현재 5기의 원전\*이 재가동 중이며, 7기의 원전은 안전심사를 통과하여 재가동 준비 중('17.7월 기준)
  - \* 다카하마원전 3·4호기, 센다이원전 1·2호기, 이카타원전 2호기

- '15년 「장기 에너지 수급 전망」을 발표하고, 다양한 에너지를 고루 활용한 에너지믹스 구성 계획을 제시
  - '30년 발전량을 1,065TWh로 전망하였으며, 발전 구성은 석탄 26%, LNG 27%, 원자력 20~22%, 재생에너지 22~24%\*로 구성
    - \* 수력이 약 9%, 태양광이 7%, 바이오매스가 약 4%, 풍력 1.7%, 지열 1.0% 등으로 구성될 전망
- '16년 전면적인 '전력시장 자유화' 정책을 도입함으로써 일반 가정에서도 전력을 선택해서 구매할 수 있는 제도적 기반이 마련됨(손범석, 2017)
  - 원전 가동 중단에 따라 전기요금이 상승하게 되어, 정부는 독점상태의 전력소매시장을 자유화하여 전력사업자 간 경쟁을 촉진함으로써 요금인하를 유도
  - 소비자들은 자신의 소비패턴에 맞게 기존 전력회사 이외의 신규 사업자가 제공한 요금제를 선택하여 사용 가능

### III

## 에너지전환 정책 관련 우리의 현주소

### 1. 개요

- 정부 「에너지전환 로드맵」의 핵심은 재생에너지 발전량을 20.0%로 확대하는 것으로 이의 달성을 위해 재생에너지 기술경쟁력 향상 및 전력계통 안정화 기술 확보가 우선시되어야 함
  - 「재생에너지 3020 이행계획」에 따르면 신규 재생에너지 설비 중 97%(47.3GW)를 태양광, 풍력으로 공급 예정
  - 태양광과 풍력 같은 변동적 재생에너지(VRE, Variable Renewable Energy)\*는 기존의 전력계통과 연결되었을 때 계통안정성을 저해할 수 있는 가능성이 존재
    - \* 국제에너지기구(IEA)는 변동적 재생에너지를 '일정 일 또는 계절 동안 변동을 거듭하는 자원에 기반을 둔 재생에너지'라고 정의함
  - 재생에너지 확대 정책을 펼치는 주요국도 발전설비 입지의 확보, 계통 접속 및 계통 안정, 비용 대비 효과적인 재생에너지 확대 등 공통의 관심사를 가지고 있음
- 재생에너지 확대 정책의 목표 달성을 위해서는 재생에너지 발전 및 전력계통 안정화 분야에 대한 국내 기술의 현주소를 살펴보고 이에 대한 대응 방안 마련 필요
  - 또한, 원자력발전 감축에 따른 보완 산업으로 떠오르고 있는 원전해체 산업에 대한 현황 분석 필요

### 2. 태양광

- 「재생에너지 2030 이행계획」에 따라 태양광발전 설비용량을 '17년 5.7GW에서 '30년 36.5GW로 확대
- 태양광 분야 정부 R&D(산업부) 투자 규모는 '12년 772.8억 원에서 '16년 570.0억 원으로 지속적으로 감소
  - ※ 태양광 분야 정부 R&D 투자(억원) : ('12)772.8 → ('14)596.6 → ('16)570.0 (산업통상자원부, 2016)
- 국내 태양에너지 기술수준('16년)은 최고기술국(미국) 대비 82.2%이며, 기술수준·격차는 2.6년 존재하는 것으로 나타남(KISTEP, 2017)

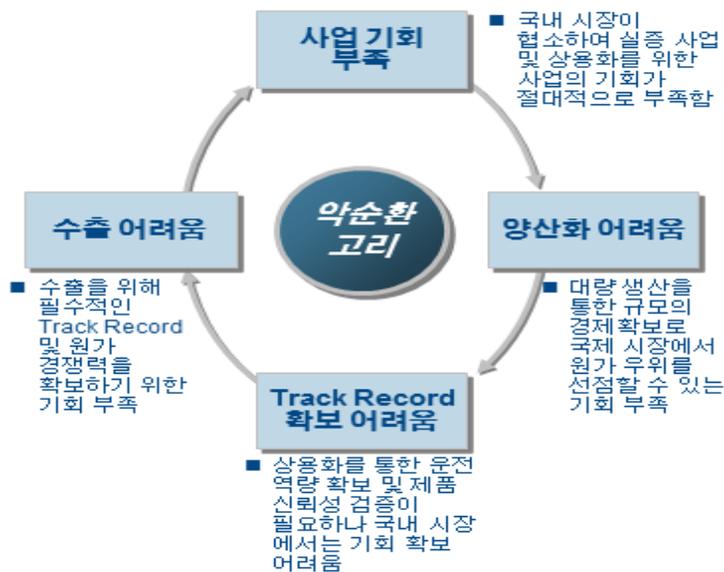
- '14년 대비 기술수준은 0.6% 감소하고, 기술격차도 0.4년 벌어진 것으로 조사됨
- 기초연구는 기술수준 80.6%, 기술격차 2.9년, 응용·개발연구는 기술수준 83.8%, 기술격차 2.3년으로 기초연구의 수준이 더 낮음

■ 태양광 발전 중 페로브스카이트 등 일부 태양전지 기술은 우리나라가 최고 수준의 기술을 보유

- 실리콘 태양전지에서 LG전자는 N-type 단결정 양면수광형 셀을 개발하여 22%의 효율 달성하고 최고 수준의 기술 보유
- 삼성SDI는 CIGS(Copper Indium Gallium Selenide) 태양전지 1.44m<sup>2</sup> 대면적 모듈에서 최고 수준인 15.7% 효율을 달성하였으나 상용화에 이르지 못하고 사업 중단
- 화학연구원은 페로브스카이트(Perovskite) 태양전지에서 세계 최고 수준인 효율 22.7% 달성

■ 우리나라 태양광 분야 기술경쟁력 수준 대비 내수시장의 부족, 중국의 대규모 공급 등이 태양광 산업의 발전에 저해 요소로 작용

- 우리나라는 좁은 내수시장으로 인해 양산화 등 사업 참여기회가 적어 설계 및 관리역량 축적 등 Track Record 확보 한계
  - '사업기회 부족 → 양산화 어려움 → Track Record 확보 어려움 → 수출 어려움'의 악순환 고리 지속



[자료] 한국수출입은행 (2017), 「세계 태양광 산업 동향과 국내 태양광 산업 현황」.

[그림 5] 국내 태양광 산업의 한계점

- '17년 세계 태양광 모듈 생산용량의 75%를 중국이 차지하고 있으며, 규모의 경제를 통해 비용경쟁력을 강화하여 모듈 가격의 하락을 주도
  - 국내 태양광 모듈 생산용량은 5.6GW이며, 이는 중국 생산용량의 4.8%에 불과함
  - 폴리실리콘 및 웨이퍼 등 모듈 원자재의 가격은 상승하고 있는 반면, 시장에서는 가격하락에 대한 압박이 증가하여 원가절감 능력이 기업실적에 중요한 요소로 작용할 것으로 전망(강정화, 2017)

■ 태양광발전은 기상환경 및 발전 가능시간 한정 등으로 다른 발전원 대비 발전 효율이 낮으므로 부지확보가 중요

- 태양광은 한밤중이나 흐린 날씨에는 전력 생산이 어려운 등 기상환경에 영향을 받음
- '16년 태양광의 설비 대비 가동률은 12%로서, 1GW급 원전(설비 대비 가동률 77%) 1기에 해당하는 만큼의 전력을 생산하기 위해서는 약 6GW의 태양광 설비가 필요
- 1GW 발전설비를 짓기 위해서 태양광은 13.2km<sup>2</sup>의 부지가 필요하며, 신규설비 목표인 30.8GW 보급을 위해서는 406.6km<sup>2</sup>(여의도 면적의 140배)에 달하는 부지가 필요

### 3. 풍력

■ 「재생에너지 2030 이행계획」에 따라 풍력발전 설비용량을 '17년 1.2GW에서 '30년 17.7GW로 확대 추진

■ 풍력발전 정부 R&D(산업부) 투자 규모는 '12년 493.2억 원에서 '16년 339.8억 원으로 지속적으로 감소

※ 풍력발전 정부 R&D 투자(억원) : ('12)493.2 → ('14)440.0 → ('16)339.8 (산업통상자원부, '16)

■ 우리나라 풍력에너지 기술수준('16년)은 최고기술국(EU) 대비 72.7%이며, 기술수준·격차는 5.3년 존재하는 것으로 나타남(KISTEP, 2017)

- '14년 대비 기술수준은 0.2% 증가하였으나, 오히려 기술격차는 0.8년 벌어진 것으로 조사됨
- 기초연구는 기술수준 71.2%, 기술격차 5.5년, 응용·개발연구는 기술수준 74.2%, 기술격차 5.0년으로 기초연구의 수준이 더 낮음

■ 우리나라의 풍력 산업 경쟁력은 주요국보다 낮으며 해외제품의 국내 점유율도 높아 국내 풍력시장 방어도 힘든 상황

- 미국, 중국, 독일 등은 이미 Grid-parity를 달성하여 화력발전보다 경쟁력을 가지고 있으나, 국내에서는 아직 가격경쟁력이 낮은 상황(황정환, 2017)
- 국내의 협소한 시장규모로 인해 풍력발전 제품의 대량생산이 불가능하여 발전 원가가 타 발전원 대비 높은 상황
  - ※ 국내 주요 발전원별 발전 단가(달러/MWh) : 석탄 86~69, 가스 122~130, 원자력 51, 풍력 179 (OECD-NEA & IEA, 2015)
  - 현재 3MW급 이하는 상품화, 5MW급 이상은 인증을 완료하였으나 내수시장이 협소하여 경제성 확보에 어려움을 겪고 있으며, 이로 인해 시스템 및 핵심부품의 해외 기술 의존도가 높음
- 이에 따라, 국내에서는 유니슨과 두산중공업만이 풍력터빈을 제작하고 있으며, 현대중공업, 효성, 삼성중공업, STX 등 대기업들은 풍력터빈 개발을 중단
  - 단, 국내 풍력발전 타워 제작업체(CS WIND, 동국 S&C 등)는 현지 생산공장을 운영하며 세계시장 1위 점유 중
- 국내에 설치된 풍력터빈 중 54%가 해외제품이며, 그중 베스타스社(덴마크)가 국내시장의 37%를 차지

■ 국내 자연환경 및 지역주민 수용성 문제 등으로 풍력발전의 활성화가 더딘 상황

- 우리나라는 외국에 비해 바람이 약하고, 방향도 일정하지 않아 풍력발전 효율이 유럽에 비해 낮은 상황으로 단순히 설비용량을 늘리는 것만으로는 풍력발전의 경쟁력 확보가 어려움
  - ※ 육상 풍력발전 이용률(%) : 대한민국 23, 미국 49, 독일 34, 덴마크 34
  - 해상 풍력발전 이용률은 30%로 육상 풍력발전보다는 높지만 50%에 달하는 유럽 국가에 비해서는 낮은 상황
  - ※ 해안 평균 풍속(m/s) : 국내 충남·경북 2.4~3.8, 독일 북부 7~9, 덴마크 8~9
- 1GW 용량 풍력발전소를 짓는 데 필요한 부지는 5km<sup>2</sup> 정도로, 신규설비 목표인 15GW를 짓기 위해서는 82.5km<sup>2</sup>(여의도 면적의 28.4배)의 부지가 필요
- 최근 들어 풍력발전 설비의 소음 및 전자파 발생으로 인해 발전설비 건설 반대 문제가 일어나고 있어, 부지확보 문제도 대두되고 있는 상황
  - ※ 국내 서남해 해상풍력 사업은 총 2.5GW 용량의 대규모 해상풍력 단지를 조성하는 사업으로 '11년 계획이 수립되었지만, 지역주민의 민원과 인허가 문제 등으로 6년 이상 지연됨

- 이에 따라 부지선정 및 효율적 운영을 위해 풍력데이터 및 분석기술의 선형 확보가 요구되지만 국내업체는 미흡한 상황

## 4. 전력계통

### ■ 태양광과 풍력발전 같은 변동적 재생에너지는 전력계통의 불안정성을 초래함

- 기상·기후에 영향을 받는 변동적 재생에너지는 출력의 변동성으로 인해 전력계통의 주파수 조절을 야기하므로, 재생에너지 비중이 높아지면 전력계통의 불안정성으로 이어짐(소진영, 2014)
- 국가 간 전력계통망이 연계되어 슈퍼그리드를 형성하고 있는 유럽 지역에 비해, 전력계통망이 고립되어 있는 우리나라는 재생에너지의 보급이 확대되면 그 안정성이 더 낮아질 수 있는 상황

### ■ 재생에너지 3020 계획에서 재생에너지 확대에 따른 전력계통 안정화를 위한 방안 중 지능형 전력망(스마트그리드) 및 계통연계형 에너지 저장장치(ESS, Energy Storage System) 확대를 제시

### ■ 국내 스마트그리드, 고효율 전지 기술수준은 각각 최고기술국 대비 90.1%(미국 대비), 83.8%(일본 대비)이며, 기술수준 격차는 각각 1.2년, 2.6년임(KISTEP, 2017)

- 스마트그리드 기술은 '14년 대비 '16년 기술수준은 0.2% 감소, 기술격차는 0.7년 좁혀졌으며, 기초연구는 기술수준 88.2%, 기술격차 1.5년, 응용·개발연구는 기술수준 92.0%, 기술격차 1.0년으로 응용·개발연구의 수준이 높음
- 고효율 전지 기술은 '14년 대비 '16년 기술수준은 1.2% 증가, 기술격차는 0.3년 좁혀졌으며, 기초연구는 기술수준 79.6%, 기술격차 3.3년, 응용·개발연구는 기술수준 87.9%, 기술격차 2.0년으로 응용·개발연구의 수준이 높음

### ■ 국내 스마트그리드 요소기술 및 인프라 구축 등은 전반적으로 경쟁력을 가지고 있으나, 핵심소재와 통합 솔루션 기술은 부족

- 지능형원격검침인프라(AMI, Advanced Metering Infrastructure)는 해외수출이 가능한 우수한 품질 및 기술력을 보유하고 있으나, 계량칩 등 정밀도를 요하는 핵심부품은 대부분 수입하는 상황
- 에너지관리시스템(EMS, Energy Management System)은 통신장비 등 하드웨어는 국내기업이 공급하고 있지만, 데이터 분석이나 보안 기술력은 미흡한 상황

- 스마트그리드를 운영하기 위한 각종 정보 제공, 원격 제어 등 시스템 개발 능력은 보유하고 있으나, 외국의 S/W 솔루션을 들여와 현장의 니즈에 맞게 적용한 S/W가 대부분인 상황
- 에너지저장 기술 중 이차전지 분야는 세계최고 수준인 반면, PCS(Power Conversion System), SI(System Integration) 등의 기술은 상대적으로 취약하여 제품화에 걸림돌로 작용
  - ESS 배터리는 삼성SDI와 LG화학이 세계시장점유율 1. 2위를 차지
    - 다만, 양극, 음극, 전해질 등 핵심소재의 수입 의존도는 여전히 높은 상황

〈표 3〉 리튬전지 주요 소재의 수입 현황

구분	양극	음극	전해질	분리막
수입률(%)	43%	100%	24%	62%
원가비중(%)	16.4%	5.4%	4.5%	8.2%

[자료] 한국에너지기술평가원 (2014), 「에너지 부품소재장비 기술개발 마스터플랜」.

- SI는 ESS 산업에서 가장 부가가치가 높은 분야이나, AES Energy Storage 등 외국 기업이 세계시장을 선도
- PCS 시장은 ABB, Parker 등이 대형 ESS 프로젝트를 위한 높은 기술력을 보유하고 있으나 국내 PCS 업체의 해외시장 참여는 저조한 상황
- 향후, 재생에너지 확대에 따른 신재생 품질 개선용 ESS 시장이 급격히 확대될 것이라고 전망되므로, 이에 대비한 ESS 제품화를 위한 기술 확보가 시급

〈표 4〉 ESS 기능별 시장 전망

구분	단위 : MW			
	2016	2020	2025	연평균성장률(%)
전력 차익거래(Peak Pricing Arbitrage)	58.3	142.1	403.2	24.0
발전원 대체(Generation Capacity)	362.2	2,675.0	9,583.8	43.9
송배전 보완(T&D Asset Capacity)	299.6	1,336.2	3,908.4	33.0
주파수 조정(Frequency Regulation)	284.4	1,366.7	2,946.7	29.7
전압 조정(Volt/VAR Support)	23.0	58.2	186.1	26.2
신재생 품질 개선 (Renewables Ramping/Smoothing)	110.5	984.0	4,598.3	51.3
계	1,138.0	6,562.2	21,626.5	38.7

[자료] Navigant Research (2016), 「Energy Storage for the Grid and Ancillary Services」.

## 5. 원전해체

- 「에너지전환 로드맵」에서 원전의 단계적 감축의 보완 산업으로 원전해체 산업을 제시하였으며 해외 원전해체시장을 선점할 수 있도록 원전해체연구소 설립 방안 마련 등을 포함
- 현재 전 세계 가동연령 30년 이상의 원자로가 전체의 55.8%인 250기이며, 향후 '50년까지 원전해체시장 규모가 약 300조에 이를 것으로 예상
  - '60~'80년에 건설한 원전의 사용기한이 임박함에 따라 '20년대 183기, '30년대 이후 216기 등 원전해체시장이 크게 증가할 전망
    - ※ 세계 588개 원전 중 영구정지 원전은 150개이고 이중 19개만 해체완료(美 15, 獨 3, 日 1)(김역, 2015)
- '16년 원전해체 분야 선진국(미국) 대비 기술수준은 약 80% 수준으로 평가됨
  - 세부적으로 해체준비 80%, 제염 85%, 원격절단 70%, 폐기물처리 85%, 환경복원 75%의 기술수준을 보임(송종순, 2017)
- 국내에서도 최초 원전인 고리 1호기의 영구정지를 결정하고 해체 추진을 위해 관련 기술 자립화 추진
  - 고리원전 1호기 해체에 대비하기 위해 '21년까지 미확보 해체 기술의 확보 추진
    - 원전해체 원천기술 총 38개 중 11개, 실용화기술 총 58개 중 17개는 미확보

〈표 5〉 원전해체 기술 확보 현황

구 분	전 체	확 보	미 확 보
원전 기술	38	27	11
실용화 기술	58	41	17
합 계	96	68	28

[자료] 연합뉴스 (2017), 「원자력핵심기술개발 해체 연구개발 현황」.

## IV 정부 R&D 투자 방향 제언

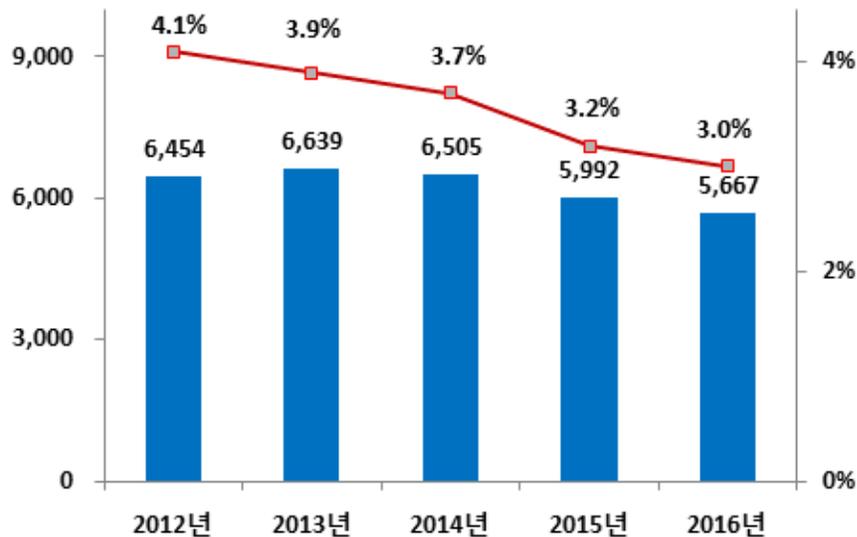
■ 국내 재생에너지 정부 R&D 투자규모는 지난 5년간 지속적인 감소 추세로, 에너지전환 정책의 성공적 목표 달성을 위해서는 재생에너지 및 전력 분야에 대한 R&D 투자규모 확대 필요

● 신재생에너지\* 정부 R&D 투자규모 및 비중은 지속적으로 감소하여 '16년에는 5,667억 원(3.0%)에 불과함

\* 재생에너지에 신에너지(연료전지, 석탄액화·가스화, 수소에너지)를 포함하는 수치

※ 신재생에너지 정부 R&D 투자규모(억원) 및 비중(%) : '12년 6,454(4.1) → '14년 6,505(3.7) → '16년 5,667(3.0)

(단위: 억원)



[그림 6] 국내 신재생에너지 정부 R&D 투자현황

■ 단기적으로는 민관협력으로 태양광과 풍력발전의 단가 절감과 국산화를 위한 R&D 투자를 강화하고, 중장기적으로는 정부 주도로 새로운 시장을 창출할 수 있는 차세대 기술에 대한 투자 확대가 필요

● (단기) 발전 단가를 낮추기 위해서는 시스템의 설치단가, 유지비용, 발전효율 상승 및 수명 증대를 위한 기술개발 필요

- 특히, 시스템 단가가 차지하는 비중이 크기 때문에 시스템 단가를 낮추기 위한 기술개발에 집중
  - 태양광 분야는 모듈 단가 절감을 위해 모듈 제조기술과 태양전지용 저가 소재 개발이 핵심 영역
  - (단기) 풍력발전 분야는 육상풍력 및 해상풍력 보급을 통한 국산화 확대가 시급
    - 해상풍력의 경우 우리나라 조선 플랜트 산업의 장점을 전략적으로 활용하여 기술격차 해소 가능
    - 2~3MW급 풍력터빈의 기술고도화, 현재 세계시장 점유율이 높은 부품 산업에 대한 수출 지원, 단지 운영기술 및 인력 확보 등을 위한 R&D 투자 및 정책 지원을 통해 풍력 산업의 가치사슬 구축 필요
  - (중장기) 태양광발전 분야는 차세대 박막 태양전지와 페로브스카이트 태양전지가 각광을 받고 있어 이에 대한 R&D 투자확대 필요
    - 박막 태양전지는 결정질 실리콘 태양전지에 비해 저렴하고 가볍게 만들 수 있을 뿐만 아니라, 디자인 측면에서도 건물, 주택뿐만 아니라 다양한 곳에 응용 가능
    - 페로브스카이트는 처음 소개된 이후로 최근 효율이 급상승하였으며, 향후 시장 선도 가능성이 높음
  - (중장기) 풍력발전의 경우 대용량 및 부유식 발전 시스템에 대한 투자 필요
    - 경제성 확보를 위한 대용량(5MW 이상) 초전도 발전기와 설비입지 확장을 위한 부유식 해상풍력 발전시스템의 핵심기술 및 실용화를 통한 새로운 시장 창출 필요
- 재생에너지 기술의 확대를 위해서는 주민 수용성 확대 등 제반 문제 해결 및 경쟁력 향상을 위한 실증연구 확대가 필요
- 기존에 보유한 단위 요소기술들의 융합을 통해 다양한 보급 환경에 적합한 표준 모델 개발이 중요
  - 실증을 통한 트랙 레코드 축적이 중요하며, 태양광의 경우 설비부지 확보를 위해 영농형 태양광, 수상 태양광, 염전 태양광 등 다양한 장소에 적용하는 실증 사업의 추진이 필요
    - 최근에는 스마트시티에 적용하기 위한 도시형 태양광 시스템에 대한 실증연구가 진행 중
  - 에너지전환 정책의 수혜자인 시민을 설득하고 협조를 구하기 위해 소통을 확대하고 지자체 및 시민참여형 재생에너지 확대방안 모색 필요

### ■ 전력계통 안정화를 위해서 요소기술 중 에너지 저장장치, 송전 기술, 전력망 기술 등에 집중 지원 필요

- 에너지 저장기술은 계통연계형 ESS 제품 개발을 위해 기존 LiB ESS의 성능 개선 및 가격 저감을 위한 기술개발에 중점 투자
  - 수입 의존도가 높은 핵심소재에 대한 국산화 기술 개발 추진 필요
  - ESS는 기술개발뿐만 아니라 정부 보급사업의 추진을 통해 신수요처 발굴 및 재생에너지 발전 계통 연계로의 확산 유도
- 전 세계적인 ESS 상용화 확대 추세에 맞추어 해외수출 가속화를 위한 해외실증 R&D 투자 확대 필요
  - 국가마다 전력 환경 특성, 전력 수요 패턴 등이 다양하므로 해당 국가 현지에서 전력망 연계 실증연구를 통한 제품 신뢰성 검증 및 Track Record 확보 필요
- 차세대 송전기술로 HVDC(High-Voltage Direct Current)에 대한 지속 투자와 함께 출력변동 대응능력이 우수한 유연송전시스템\* 등 최신 기술 도입 필요
  - \* 전류·전압을 효율적으로 제어하여 계통의 안정성을 향상시키는 특수 설비
- 전력망 통합관리시스템 구축\*을 통해 발전량 예측 정확도 향상 및 출력변동성 대응능력 강화 필요
  - \* 사전 발전량 예측, 실시간 발전량 계측, 출력 급변상황 제어 등을 포함

### ■ 원자력 분야의 경우 국내 원전해체기술의 자립과 세계 원전해체시장 진출을 위한 지속적 R&D 투자 필요

- 정부 주도의 기술 고도화 및 「원전해체기술 로드맵(15.10)」에 따라 미확보 기술 확보를 위한 중점 투자 지속
  - 연구소와 산업체와의 협력을 통해 '핵심기술 확보 → 기술 실용화 → 기술 고도화'의 체계적인 기술개발 추진 필요
- 원전해체 분야는 관련 부처 간 역할 분담 및 연계·협력의 필요성이 지속적으로 제기되고 있으므로 사업 기획 단계에서부터 관련 부처의 적극적인 참여 필요
  - 고리 1호기 해체 계획이 차질없이 진행될 수 있도록 다부처 사업으로 내실있게 추진하고 규제기관과의 협력 강화 필요

## 참 고 문 헌

- 강정화 (2017), “2017년 3분기 태양광 산업 동향”, 「Quarterly Briefing」, 한국수출입은행.
- 김억 (2015), 「원전해체시장의 현황과 전망」.
- 김정인 (2017), “중국의 전력부문 13.5계획(2016~2020년)”, 「세계 에너지시장 인사이트」, 에너지경제연구원.
- 부경진 외 (2017), 「주요국의 에너지정책 사례 및 시사점 연구」.
- 산업통상자원부 (2017), 「에너지전환 로드맵」.
- 산업통상자원부 (2017), 「재생에너지 3020 이행계획」.
- 산업통상자원부 (2017), 「제8차 전력수급기본계획」.
- 소진영 (2014), 「계통안정성을 고려한 태양광·풍력 발전의 경제성연구」.
- 손범석 (2017), “일본의 전력자유화 정책 분석 및 시사점”, 「녹색기술 이슈 분석 리포트」, 녹색기술센터.
- 송용주 (2016), “독일 에너지전환 정책의 추이와 시사점”, 「KERI Brief」, 한국경제연구원.
- 송종순 (2017), “원전해체를 위한 주요 기술과 국내 수준”, 「세계 원전시장 인사이트」, 에너지경제연구원.
- 염학기 (2017), “원자력핵심기술개발 해체 연구개발 현황”, 「2017 KEPIC-Week」, 한국에너지기술평가원.
- 우청원 (2017), “독일 에너지전환(Energiewende) 정책의 명암”, 「과학기술정책」, STEPI
- 유동현 (2014), “독일의 에너지전환 정책 평가 및 시사점”, 「세계 에너지시장 인사이트」, 에너지경제연구원.
- 유학식 (2016), 「미국 트럼프 신행정부의 에너지 정책과 시사점」.
- 임지영 (2015), “일본 에너지 수급 현황-일본의 에너지백서 2015”, 「세계 에너지시장 인사이트」, 에너지경제연구원.
- KISTEP (2017), 「2016년 기술수준평가」.
- 한국에너지공단 (2017), 「2016년 신재생에너지 보급통계」.
- 한국에너지기술평가원 (2014), 「에너지 부품소재장비 기술개발 마스터플랜」.
- 한국수출입은행 (2017), 「세계 태양광 산업 동향과 국내 태양광 산업 현황」.
- 황정환 (2017), “최근 국내 풍력산업 변화와 시사점”, 「Weekly KDB Report」, 한국산업은행.
- EIA (2016), 「International Energy Outlook 2016」.
- EIA (2017), 「Annual Energy Outlook 2017 with projections to 2050」.

- Navigant Research (2016), 「Energy Storage for the Grid and Ancillary Services」.
- OECD-NEA & IEA (2015), 「Projected Costs of Generating Electricity 2015 Edition」.
- 조선일보 (2017), “좁은 국토·소음 민원… 한국 풍력발전 단가, 미국의 3배”, 2017.8.15.,  
([http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2017/08/15/2017081500198.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/08/15/2017081500198.html))

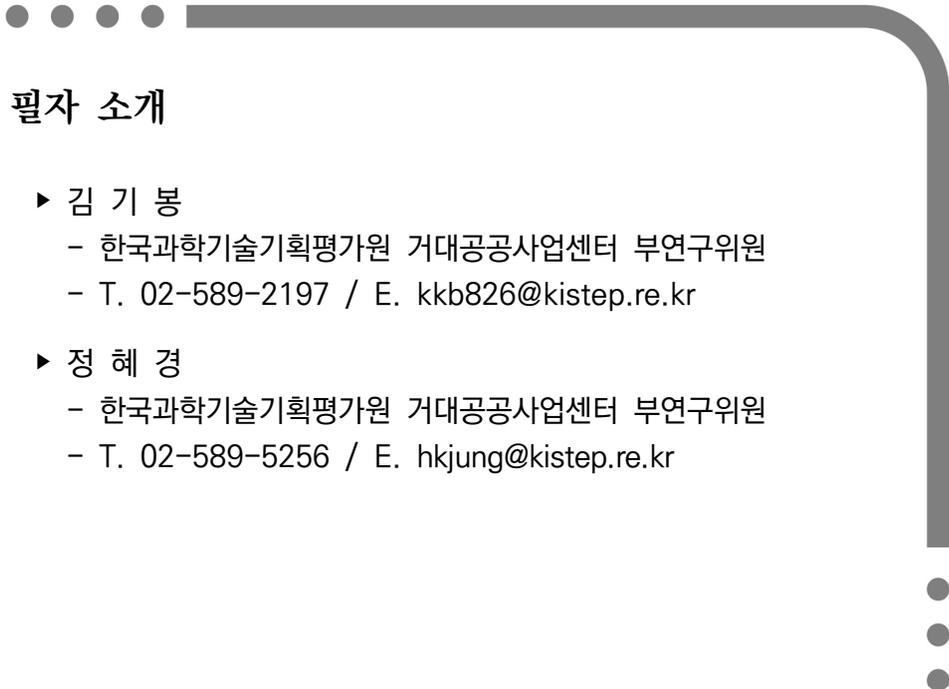
## KISTEP Issue Weekly-Issue Paper 발간 현황

발간호	제 목	저자 및 소속
이슈 위클리 2018-09 (통권 제227호)	4차 산업혁명시대 대응을 위한 국방R&D 추진 전략	박민선, 이경재 (KISTEP)
2018-08 (통권 제226호)	기술기반 창업 활성화 지원정책의 현재와 시사점	신동평, 배용국, 손석호 (KISTEP)
2018-07 (통권 제225호)	과학기술 혁신정책을 위한 헌법 개정 논의와 과제	이재훈 (KISTEP)
2018-06 (통권 제224호)	창의성과 자율성 중심의 국가연구개발 성과평가 혁신 방향	고용수 (KISTEP)
2018-05 (통권 제223호)	신종 감염병에 대한 과학기술적 대응 방안	김주원, 홍미영 (KISTEP)
2018-04 (통권 제222호)	게임체인저형 성장동력 육성 전략	한종민 (KISTEP)
2018-03 (통권 제221호)	R&D 예비타당성조사 현안 및 중장기 발전 방안	조성호, 김용정 (KISTEP)
2018-02 (통권 제220호)	과학기술기반 미세먼지 대응 전략 점검: 산업기술 경쟁력 분석	안상진 (KISTEP)
2018-01 (통권 제219호)	국내 스마트제조 정책 지원 현황 및 개선방안	구본진, 이종선, 이미화, 손석호 (KISTEP)
2017-12 (통권 제218호)	국가연구개발정보를 활용한 사업화성과의 연계구조 분석	홍슬기 (KISTEP)
2017-11 (통권 제217호)	인공지능 혁신 토대 마련을 위한 책임법제 진단 및 정책 제언	박소영 (KISTEP)
2017-10 (통권 제216호)	4차 산업혁명 대응을 위한 정부 R&D사업의 전략적 투자 포트폴리오 구축 방안	조재혁, 나영식 (KISTEP)
2017-09 (통권 제215호)	지방분권화에 따른 자기주도형 지역 R&D 혁신체제 구축 방안	김성진 (KISTEP)
2017-08 (통권 제214호)	연구성과평가의 새로운 대안 지표 altmetrics : 주요 내용과 활용방안	이현익 (KISTEP)
2017-07 (통권 제213호)	신입 과학기술 인력의 창의성 및 핵심 직무역량 수준 진단과 시사점	김진용 (KISTEP)
2017-06 (통권 제212호)	바이오경제로의 이행을 위한 화이트바이오 산업 육성 정책 제언	유거승 (KISTEP), 박철환 (광운대학교), 박경문 (홍익대학교)
2017-05 (통권 제211호)	자율과 책무를 바탕으로 한 출연연 발전방향 제언	박소희, 안소희, 이재훈, 정의진, 정지훈 (KISTEP)

발간호	제 목	저자 및 소속
2017-04 (통권 제210호)	4차 산업혁명 주도기술 기반 국내 스타트업의 현황 및 육성 방안	조길수 (KISTEP)
2017-03 (통권 제209호)	신정부의 기초연구 투자를 위한 정책제언	신애리, 윤수진 (KISTEP)
2017-02 (통권 제208호)	연구자 중심 R&D 제도혁신 방향과 과제	이재훈, 이나래 (KISTEP)
2017-01 (통권 제207호)	문재인 정부 과학기술 혁신정책 목표 달성을 위한 20대 정책과제	KISTEP
이슈 페이퍼 통권 제206호	비즈니스 모델 혁신 관점의 미래성장동력 플래그십 프로젝트 사업 성과 분석	김수연, 임성민(KISTEP), 정욱(동국대학교), 양혜영(KISTI)
통권 제205호	자율주행자동차 활성화를 위한 법제 개선방안 및 입법(안) 제안	강선준(한국과학기술연구원/ 과학기술연합대학원대학교), 김민지(한국기술벤처재단)
통권 제204호	기업이 바라본 미래 과학기술인재상 변화 및 시사점	이정재, 서은영, 이원홍, 황덕규 (KISTEP)
통권 제203호	핀테크 스타트업 활성화를 위한 중소기업 창업지원 법령 분석 및 제언	이재훈 (KISTEP)
통권 제202호	블록체인 생태계 분석과 시사점	김성준 (㈜씨앤엘컨설팅)
통권 제201호	과학기술혁신 추동을 위한 정부의 산업기술 R&D 투자 효율화 방향 탐색	고윤미 (KISTEP)
통권 제200호	4차 산업혁명 대응을 위한 스마트 공장 R&D 현황 및 시사점	김선재 (KISTEP)
통권 제199호	문재인 정부의 과학기술정책 핵심철학과 과제	이장재 (KISTEP)
통권 제198호	차년도 정부연구개발 투자방향의 기술분야 투자전략 수립 방법 고도화	황기하, 정미진 (KISTEP)
통권 제197호	4차 산업혁명 대응을 위한 주요 과학기술 혁신정책과제	손병호, 최동혁, 김진하 (KISTEP)
통권 제196호	대기오염을 유발하는 전기차의 역설: 전기차 보급 및 전력수급 정책의 고려사항	안상진 (KISTEP)
통권 제195호	4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망	이승규 (KISTEP)
통권 제194호	KISTEP이 바라본 지속가능한 발전을 위한 공해·오염 대응 10대 미래 유망기술	박종화 (KISTEP)

발간호	제 목	저자 및 소속
통권 제193호	중국 13차 5개년 국가 과학기술혁신 계획 변화와 시사점	서행아 (KISTEP)
통권 제192호	과학기술혁신을 통한 고령사회 대응 정책 방향 - 일본 사례를 중심으로	정의진, 오현환 (KISTEP)
통권 제191호	'고용 있는 성장'을 위한 부품·소재 산업 혁신생태계 활성화 방안	최동혁, 손병호 (KISTEP)
통권 제190호	에너지부문 R&D 투자 변화요인 분석 : 주요국 사례 비교	장한수, 이경재 (KISTEP)
통권 제189호	지속가능한 우주탐사를 위한 연구개발(R&D) 정책 방향	이재민 (KISTEP), 신민수 (한국천문연구원)
통권 제188호	바이오안보(Biosecurity)의 부상과 과학기술 정책 방향 - 보건안보와 식량 안보를 중심으로	한성구 (KISTEP), 장승동 (농림수산식품기술기획평가원), 김현철 (한국보건산업진흥원)
통권 제187호	대학 연구자의 행정부담 측정과 정책적 시사점	김이경, 김소라 (KISTEP), 윤이경 (이화여자대학교)
통권 제186호	한국 경제의 지속 성장을 위한 바이오·헬스산업의 진단과 전망	유승준 (한국바이오협회 한국바이오경제연구센터), 문세영 (KISTEP)
통권 제185호	미국 등록특허 분석을 통한 한국의 기술경쟁력 개선방안	엄익천 (KISTEP), 김봉진 (한국특허정보원)
통권 제184호	제조업 협업 혁신을 위한 메이커스페이스 활성화 방안 - 중국사례를 중심으로	한성호 (인천경제산업정보테크노파크)
통권 제183호	나노융합산업의 육성을 위한 정책 방향	문희성 (LG경제연구원)
통권 제182호	기업 R&D 지원정책의 성과지표 및 성과관리 개선방안 - 중소·중견기업을 중심으로	배경화 (중소기업진흥공단)
통권 제181호	딥러닝(Deep Learning) 기술의 이해와 연구개발 정책과제	최근우 (Queen Mary University of London), 송기선 (NAVER LABS), 강요셉 (KISTEP)
통권 제180호	인공지능 기술의 활용과 발전을 위한 제도 및 정책 이슈	김윤정 (KISTEP), 윤혜선 (한양대학교)
통권 제179호	제4차 산업혁명시대의 ICT 융합형 재난안전 R&D 발전방향	이경미 (KISTEP), 최성록 (한국전자통신연구원)
통권 제178호	국가연구개발사업의 기획과 사전평가를 위한 논리모형의 활용	강현규 (KISTEP)

한국과학기술기획평가원 홈페이지(www.kistep.re.kr)에서 원문을 다운받으실 수 있습니다.



## 필자 소개

▶ 김 기 봉

- 한국과학기술기획평가원 거대공공사업센터 부연구위원
- T. 02-589-2197 / E. kkb826@kistep.re.kr

▶ 정 혜 경

- 한국과학기술기획평가원 거대공공사업센터 부연구위원
- T. 02-589-5256 / E. hkjung@kistep.re.kr

---

## KISTEP ISSUE WEEKLY 2018-10 (통권 제228호)

---

|| 발행일 || 2018년 3월 14일

|| 발행처 || 한국과학기술기획평가원 전략연구실  
서울시 서초구 마방로 68 동원산업빌딩 9~12층  
T. 02-589-2250 / F. 02-589-2222  
<http://www.kistep.re.kr>

|| 인쇄처 || 나모기획(T. 02-503-5454)

---

# KISTEP Issue Weekly