



2013 국제 원자력 동향과 향후 전망

양 맹 호

한국원자력연구원 정책연구부 책임연구원

서언



서울대 원자력공학과 학사, 석사, 박사

한국원자력연구원
원자력정책정보분석실장,
기술정책연구실장,
원자력대외정책연구실장,
IAEA 기술협력담당관,
RCA 사업부장 역임
과학기술연합대학원 겸임교수
한국원자력학회 정책연구부회장

2000년대에 들어 세계적으로 원자력의 역할 재조명과 르네상스의 전망이 고조되어 개도국 중심으로 원전 도입이 추진되었다. 또한 고유가의 지속과 2007년 세계기후변화협약의 발리선언이 채택된 이후 온실가스 방출 감축에 대한 새로운 국제 협약의 추진과 선진국 중심으로 녹색 경제가 추진되어 원자력 이용 개발의 활성화와 원전 시장 확대가 전망되었다.

그러나 2011년 3월 동일본대지진 발생과 이로 인한 역사상 최대 쓰나미는 일본 태평양연안에 위치한 후쿠시마 원전 등에 침수를 야기하였으며 이로 인해 지진으로 자동 정지된 원자로의 냉각 계통의 기능 상실로 후쿠시마 제1원전의 일부 원전에서 노심 용융 진행과 수소 폭발, 격납 건물의 파괴, 환경으로서 대규모 방사성 물질의 방출로 이어져 주민들의 대피와 대규모 방사성 오염 지역의 발생 등 자연 재해에 대한 원전 안전과 재난 대응 문제가 다시 정치사회적으로 문제로 제기되었다.

이로 인해 원전 운영국들은 자연 재난에 대한 규제 정책과 대응 체계의 점검 등 안전 정책을 강화하였으며, 독일과 이탈리아, 스위스 등은 원전 폐지 정책을 결정하였고, 일본은 원전 정책의 재검토, 원전 증설 및 도입국들은 원전 프로젝트의 축소 또는 지연으로 나타났다.

이러한 국제적 추세를 반영하여 2012년 국제원자력기구(IAEA)는 국제 원전 장기 전망을 하향 조정 발표한 바 있다. 일본의 경우 후쿠시마 원전 사고 이후 2년이 지났으나 아직도 대피한 이재민들의 상당수는

아직도 귀가하지 못하고 있으며, 피해 원전의 안전 확보 조치와 복구, 오염 지역의 제염 작업 등을 국가 재단 차원에서 진행 중에 있다.

한편 2012년에는 프랑스와 미국, 일본 등 원전 강국의 대선이 있었으며 경제와 고용 문제와 함께 원자력 이용을 포함한 에너지 정책이 주요 이슈로 되었다. 또한 환경 및 시민 단체의 원전 안전과 사용후핵연료와 방사성폐기물 처분 등에 대해 논쟁도 심화되고 있다. 국가 원수가 새로 취임한 프랑스와 일본은 에너지 정책 방향을 새로 모색하고 있으며 원전의 점유율과 에너지수급방향이 주요 쟁점으로 되고 있다.

그리고 2007년 발리로드맵 선언 이후 새로운 세계기후변화협약 체결을 위한 국제적인 노력은 담보를 계속하고 있으나 2011년 더반플랫폼이 채택되어 2015년까지 새로운 세계기후변화협약의 체결과 2020년부터 모든 회원국들의 온실 감축 계획 이행에 합의한 바 있다.

지구 온난화 방지를 위한 새로운 국제 협약이 체결되는 경우 온실가스 방출 감축을 위한 구체적인 대응 일환으로 에너지 이용에 큰 변화가 예상되고 있으며, 이에 따라 원전의 역할 조명이 다시 제기되고 개도국 중심으로 원전 도입 정책도 추진력을 얻게 될 것으로 보인다.

본고에서는 에너지 수급과 지구 온난화, 원자력 정책에 대한 국제 동향과 시사점을 기술하고자 한다.

에너지 동향

에너지 관련 국제 기구들은 에너지 장기 전망을 정기적으로 발표해오고 있다. 에너지 수요는 인구 성장과 경제 성장 및 산업 개발, 에너지 기술 추세를 반영해오고 있다. 특히 2011년 더반 세계기후변화회의에서 2015년까지 새로운 협약 체결을 합의한 이후 2035년까지 장기 전망을 발표하였다. 향후 세계 1차 에너지 수요는 2035년까지 현재보다 40%가 증가할 것으로 전망되고 있다. 수요 증가는 <그림 1>에서 보는 바와 같이 중국과 인도의 50% 증가 등 개도국이 90%를 차지할 것으로 전망되고 있다.

그리고 향후 에너지 소비도 화석연료가 주종을 이

룰 것으로 전망하고 있으며 현재와 큰 차이가 없을 것으로 전망하고 있다. 그리고 천연가스의 소비량은 셰일가스 개발 투자 증가와 가격 하락 전망, 그리고 온실가스 저감 대책의 일환으로 증가할 것으로 전망된다.

향후 세계 에너지 소비에서 중국과 인도의 고도 경제 성장이 지속될 것으로 전망되며 이에 따른 에너지 소비도 증가하여 중국의 경우 미국의 에너지 소비량을 추월, 세계 제1의 에너지 소비국으로 전망된다.

에너지 자원의 경우 석유는 생산량의 피크에 도달하였으며 화석 에너지 자원 2011년 말 기준 가용년수를 보면 석유는 42년, 천연가스는 57년, 석탄은 137년으로 추정되고 있으며 해를 거듭할수록 감소 추세를 보여주고 있다. 이는 자원 투자는 정체 또는 감소로 신규 자원의 확대에 비해 소비 추세는 증가하고 있기 때문으로 보인다.

이에 따라 에너지 소비 대국들은 에너지 자원 개발과 투자 등을 통하여 자원 확보에 많은 노력을 기울이고 있다. 중국과 인도는 에너지 자원 확보에 많은 투자와 에너지 자원 협력을 추진하고 있으며 향후 국제 에너지 정세의 주요 인자로 작용할 것으로 보인다.

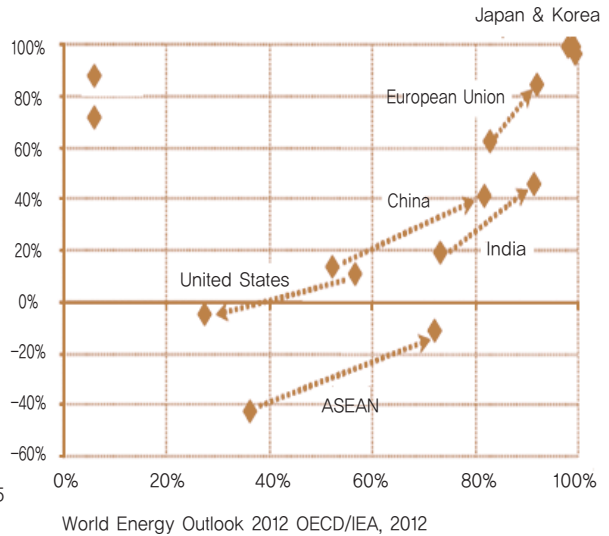
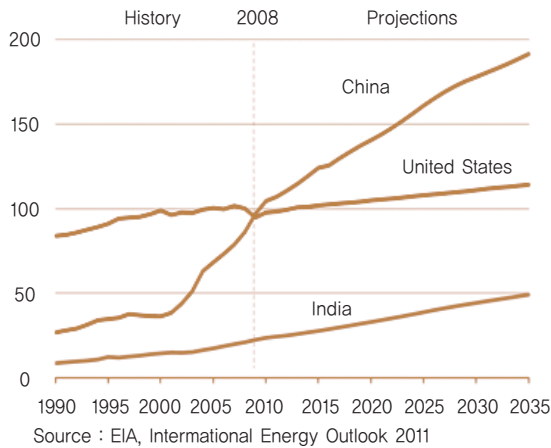
국제 에너지 정세의 새로운 변화의 하나로 셰일가스의 개발과 생산 증가 전망을 들 수 있다. 셰일가스의 개발은 미국이 주도하고 있으며 장기적으로는 셰일가스 개발의 확대로 미국은 에너지 수입국에서 수출국으로 변화가 예상되며 국제 에너지 정세에 변화도 예상된다.

미국을 비롯해 북미와 중남미 국가들의 셰일가스 생산량 증가가 전망되고 있으며, IEA는 2017년 미국이 사우디를 제치고 세계 1위로 부상할 것으로 예상하고 있다. 국제 에너지 정세도 미주로 이동할 것으로 보인다. 특히 미국의 경우 2020년 천연가스 순수출국, 그리고 2030년에는 석유의 순수출국이 될 것으로 전망되고 있다.

에너지 가격 동향을 보면 2012년의 경우 세계 경기 침체에 따라 안정세를 보여주고 있으나 일본의 원전 가동 중단에 따른 에너지 수입 증가로 천연가스 가격은 상승 추세를 이어가고 있다. 향후 에너지 가격은 에너지 자원의 고갈과 에너지 소비 증가 전망으

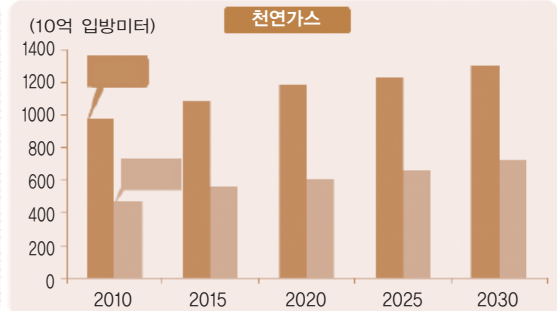
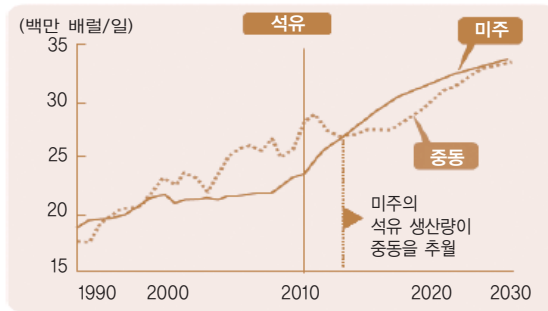


Energy consumption in the United States, China, and India, 1990-2035



〈그림 1〉 미국, 중국, 인도의 에너지 소비 전망과 수입 의존도 전망

미주와 중동의 석유 및 천연가스 생산량 비교



〈그림 2〉 미주와 중동의 석유 및 천연가스 생산량 비교

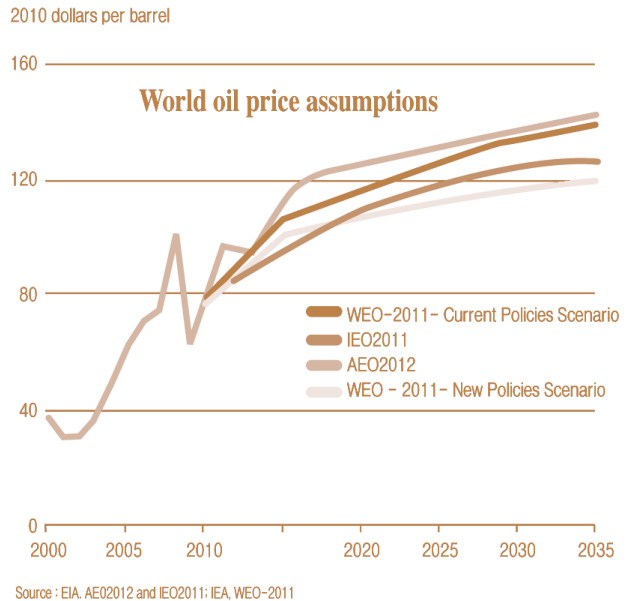
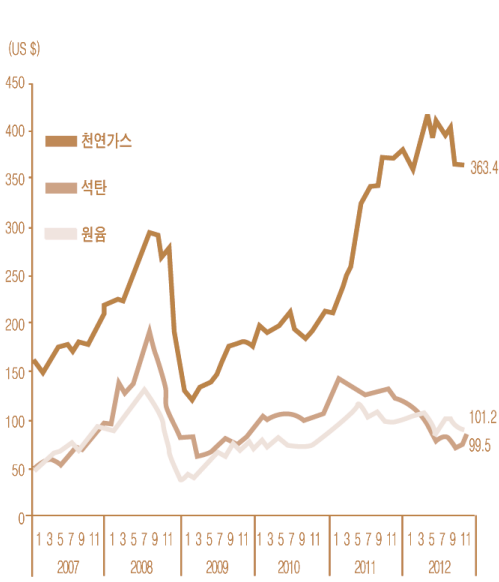
로 고유가는 지속될 것으로 전망하고 있다.

전력 부문에서는 풍력 발전을 중심으로 신재생 에너지의 도입 확대가 세계적으로 확산이 전망되며 2010-2035 기간 중 70%가 증가할 것으로 전망된다. 신규 전력 시설 증가에서 원자력과 신재생 에너지가 50%를 차지할 것으로 전망된다.

국제 에너지 정세를 결론적으로 보면 에너지 자원의 한계로 자원 패권주의와 자원 확보 경쟁과 함께 자원 개발 투자와 협력 경쟁이 심화될 것으로 전망된다. 이와 함께 기후 변화 협상 진전에 따라 각국은 온실가스 감축을 위한 에너지 정책의 재조명이 불가피

할 것으로 보이며, 신재생 에너지와 원전 도입이 세계적으로 활발해지면서 이에 따른 시장 주도권 쟁탈전도 치열해질 것으로 전망된다.

이와 함께 에너지 공급 지역에서의 정세 불안감이 상존한 가운데(세계 에너지 자원 매장량의 78%가 정치적으로 불안정한 지역에 속함) 걸프만, 말라카 해협 등에서의 해적 출몰과 영토 분쟁 지역의 긴장 고조 등 에너지 수송로의 안보도 중요성이 증가하고 있다. 이에 따라 에너지 수급에서의 불안정성이 확대되는 경우 공급 부족과 가격 폭등이 우려되며 에너지 해외 의존도가 높은 국가일수록 에너지 안보는 국가



(그림 3) 화석에너지 가격 동향(왼쪽)과 향후 가격 전망(오른쪽)

적 과제로 되고 있다.

이와 같은 국제 에너지 정세 전망과 관련하여 2012년 세계경제포럼(WEF)은 후쿠시마 원전 사고, 중동 지역 민주화, 고유가 지속과, 셰일가스/타르샌드오일 개발 촉진 등 세계는 에너지 구조 전환점에 있으며 안정적 변화 추구가 필요함을 강조한 바 있다. 한편 유엔의 새천년개발목표(MDG) 이행은 2015년까지로 빈곤 탈피 등이 주요 내용이었으나 2014년에 채택될 지속가능개발목표(SDG)는 향후 에너지 소비의 양극화 해소가 주요 쟁점으로 부각될 것으로 보인다.

기후변화협약 동향

최근의 기후 변화의 양상은 이전 국제 기구가 전망하는 것보다 더 빠르게 그리고 강하게 나타나는 것으로 발표되고 있다. 북극에 이어 하와이에서의 대기 중의 이산화탄소 농도는 400ppm을 초과하였으며, 북극의 빙하의 후퇴와 히말라야 에베레스트 등 산악 지역의 만년설의 후퇴도 급속하게 진행되고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 기상 재해가 빈발하고 강력해지고 있는 것으로 나타나고 있다.

이에 따라 폭설과 폭우, 이상 저온과 고온 및 가뭄이 세계적으로 나타나고 있으며 해안 지역의 침수, 홍수 피해 등으로 이재민 대량 발생과 기후 난민의 문제도 제기되고 있다. 미국의 경우 군사 전략에서 기후 재난은 군사 안보차원에서 대책을 제시하고 있는 상황이다. 이러한 추세에 따라 기후 변화 대응을 보다 적극적으로 추진해야 한다는 경고도 기상학자들 중심으로 제기되고 있다.

2007년 발리로드맵 채택 이후 새로운 온실가스 감축을 위한 협정 체결을 위한 협상이 진행되어 왔으나 성공적이지 못한 것으로 평가되고 있다. 그러나 다행히 2011년 11월 남아공 더반에서 제17차 기후변화 당사국 총회가 개최되어 교토의정의 시한 연장, 2015년까지 새로운 협약 체결과 2020년부터 이행, 2012년부터 연간 1,000억달러의 녹색기후기금의 조성 등의 더반 플랫폼에 합의하였다. 이어 2012년 12월 카타르 도하에서 18차 당사국 총회가 개최되어 선진국의 공약 기간 연장과 감축 목표 재설정 등에 합의하였으나 선진국과 개도국 간 협상의 구체적인 합의에는 시간이 더 소요될 것으로 전망된다.

IPCC는 기후 변화 협상과 관련하여 대기 중 이산화탄소를 450 ppm(2도 상승)으로 한 시나리오를 최



적안으로 제시한 바 있다. 반면 2011년 더반 플랫폼에서는 이러한 목표를 달성하기는 어려울 것으로 인식을 같이하고 있으며, 나아가 1.5°C도 검토하기로 합의한 바 있다.

이에 따른 대응 방안으로 온실가스를 2005년 수준보다 50%를 감축하는 목표치를 제안하였으며 에너지 효율 제고, 이산화탄소 포집 및 처분, 신재생 에너지 도입 확대 및 원전 이용 확대를 제시한 바 있다.

이러한 추세에 대응하기 위하여 석유와 천연가스 대체 에너지로 수소가 주목을 받고 있으며, 전기자동차의 도입, 항공 운수와 해상 운수에서의 온실가스 감축 노력도 관련 유엔 기구를 중심으로 협상이 진행 중이다.

전력 분야에서는 재생 에너지와 원자력 분야 기술 경쟁의 심화가 전망된다. 금년 6월 독일 본에서 세계 기후 변화 회의가 개최될 예정이며 2015년 파리에서 새로운 국제 협약을 체결하기 위한 환경장관 회의가 개최될 예정이다.

반면 교토의정서의 연장에서 일본과 캐나다, 러시아가 참가를 거부하고, 이미 온실가스 방출량에서 미국을 초월한 중국과 향후 온실가스 방출 증가가 예상되는 개도국과 선진국의 새로운 협약의 협상에는 많은 문제가 놓여 있다.

원자력 정책 동향

원자력은 에너지 안보, 온실가스 무방출, 운영 안전 실증, 경제성, 우라늄 자원의 공급 안정성 등으로 에너지 정책의 검토에서 우선 순위로 되어 왔으나 후쿠시마 사고 이후 안전 문제가 사회적으로 제기되어 당분간의 여론 추이를 주목할 필요가 있으며, 방사성폐기물의 처리 처분 등 안전 관리, 핵비확산 보장, 급격한 원전 시장의 확대에 따른 인력 부족, 공급 체인의 확보 등은 과제로 되고 있다.

2012년 발표된 OECD/IEA-Blue-Map 시나리오(2°C 이내로 기온 상승 억제)에서 2010~2050 기간 동안 이산화탄소 방출을 50% 감축하기 위해서는 전력 생산에서 원자력 발전 용량의 3배 증가가 필요하고 점유율을 현재 14%에서 24%로 증가하는 전망을

발표한 바 있다.

세계에너지협회의 2012년 보고서에 의하면 후쿠시마 사고로 인하여 원자력 미래에 대한 불확실성은 증가하였다. 벨기에와 독일, 스위스는 원전 폐지 정책을 발표하였고, 일본은 원전 제로 정책을 국가 아젠다로 다루었다. 반면 대부분의 국가에 있어서 정책에 변화는 없으나 자연 재해에 대비한 안전에 대한 조치를 취하거나 제도를 정비하고 있다. 또한 원전 도입을 추진해온 개도국의 경우 지연될 가능성을 보여주고 있다.

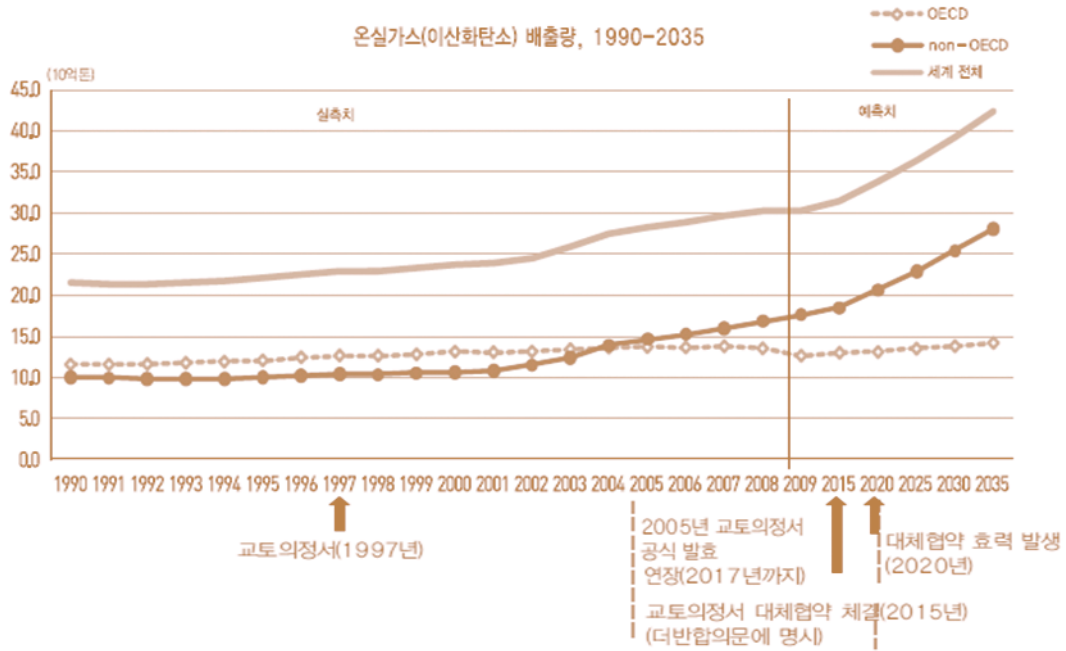
운전 중 및 신규 원전에 대한 반대 여론은 후쿠시마 사고에 따른 안전 문제로 2005년 60%에서 2011년 72%로 증가하였다. 이러한 상황으로 국제에너지기구의 원전 도입 전망(지구 온난화를 2°C로 가정할 경우 원전 도입 전망)도 후쿠시마 사고 이후 전망치를 줄였으며 2012년 IAEA도 전망치를 하향 발표한 바 있다.

지난 4월 10일 싱가포르에서 개최된 세계핵연료주기(World Nuclear Fuel Cycle) 회의에서 국제원자력기구(IAEA)의 전문가는 원자력산업의 성장이 후쿠시마 원전 사고 이전 대비 10년 후퇴할 가능성이 있다고 전망하였다.

반면 현재 세계 원전은 증가 추세를 보여주고 있다. 일본을 제외한 원전폐지국의 시설 용량은 28GWe, 건설중인 원전은 62GWe로 원전 시설 용량은 계속 증가가 전망된다. 아시아 국가들이 기존 원자력 확대 정책을 고수함으로써 전 세계 원자력 설비용량의 증가를 주도하고 있으며 이는 최근 건설 중인 68개의 원자로에서 43개는 아시아 국가(중국 28개)에서 건설되고 있다.

향후 원전 시장은 선진국과 아시아 개도국 중심으로 확대될 것으로 전망되며 중국과 인도의 대규모 원전 도입이 예상된다. 이외 베트남과 UAE가 원전 건설에 착수하였으며, 유럽에서는 영국과 핀란드가 신규 원전 건설을 추진하고 있다. 또한 사우디아라비아, 말레이시아, 폴란드, 칠레, 카자흐스탄, 터키 등이 원전 건설을 추진할 것으로 예상된다.

향후 원전 시장은 중국과 인도, 베트남 등 아시아 지역이 주도할 것으로 예상된다. 세계 원전 시장은



〈그림 4〉 온실가스 방출 전망과 기후변화협약 동향

현재 프랑스, 러시아, 일본, 그리고 한국이 경쟁하고 있으나 중국과 인도는 자체 원전 시장을 바탕으로 가까운 장래에 원전 수출국으로 부상이 전망된다.

원자력 역할의 경우 유럽연합의 영국, 프랑스, 폴란드, 스페인 등 12개국은 지난 3월 원자력이 유럽연합의 미래 저탄소 에너지 믹스로서의 역할에 동의하고 상호 협력을 결의하는 ‘저탄소 에너지원인 원전을 앞으로도 계속 유지하겠다’는 각료급 공동 성명을 발표한 바 있다. 그리고 미국과 유럽의 원자력 전문가들을 대상으로 현재의 원자력 연구 개발 투자의 추진을 고려할 때 2030년의 투자비는 (Gen. III/ III+/Gen.IV) 3,800US\$/kWe 이상 3000~6000 US\$/kWe으로, 100~300MWe 중소형로(SMR)는 4000~7000 US\$/kWe로 전망하고, 이러한 경우 주요 시장에서 석탄과 천연가스와의 시장에서 탄소세와 같은 정책 추진이 없는 경우 경쟁력 확보는 어렵다고 전망하고 있다. 그리고 성능 향상, 안전 제고, 방사성폐기물 관리 개선 등을 위해 현재보다 2-3배의 정부 투자 확대를 권고하였다.

최근 에너지 정책에서 많은 변화를 보여주고 있는 주요국의 최근 원전 정책 동향을 보면 다음과 같다.

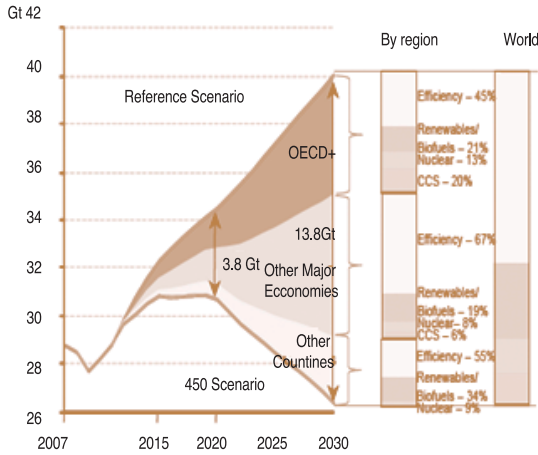
1. 중국

중국은 에너지 수급에서 대외 의존도가 증가하고 있으며 2010년 55%에서 2030년 80%로 전망되고 있다. 고도 경제 성장 지속으로 에너지 소비가 급증하고 있으며 세계 에너지 수요 증가 20% 이상을 차지하고 있다. 가동중 원전은 18기, 건설중 원전은 28기이며 장기 국가 에너지 전략에 필수적이기에 확대 정책을 유지하고 있으며, 원전 건설시 안전성을 최우선적으로 고려하고 있다. 이에 따라 2020년까지 원자력 시설 용량을 58GWe까지 증가할 계획으로 있다.

2011년 12월, 중국 National Energy Administration는 20년 동안 원전을 기본 전력 시스템으로 300GWe 증설을 발표한 바 있으며 원전 기술 자립을 적극 추진하고 있다. 최근 중국은 미국과 AP-1000의 공급 체인을 구축하기 위한 벤처 회사 설립에 합의하였으며 중국 원전예의 기기 공급과 장기적으로 수출 추진을 계획하고 있다. 그리고 프랑스와 사용후 핵연료 재처리시설 도입을 위한 의향서에 최근 서명한 바 있다.

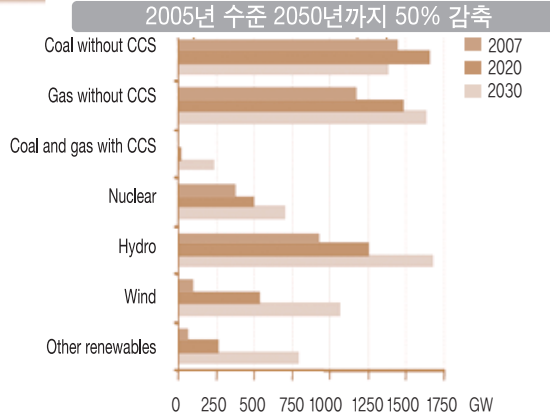


World abatement of energy-related CO₂ emissions in the 450 Scenario



Efficiency measures account for 2/3 of the 3.8Gt abatement in 2020, with renewables contributing to 1/5. With substantial abatement potential outside the OECD+ region, financing will hold a key to the energy sector meeting a 450ppm trajectory.

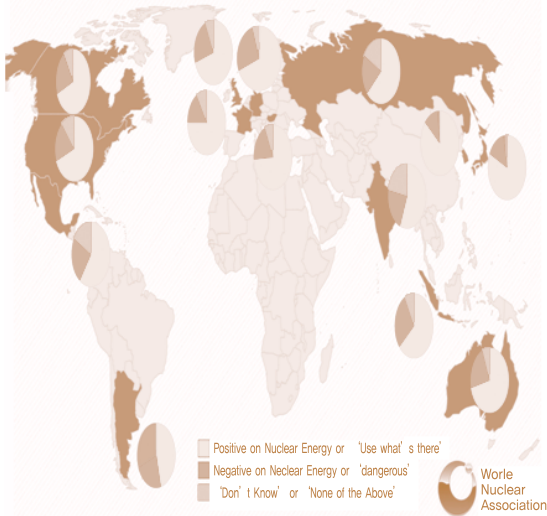
World power-generation capacity in the 450 Scenario



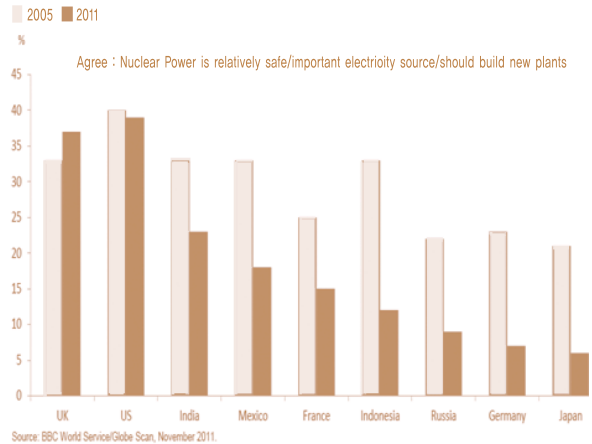
Two-thirds of power generation in 2030 is fossil-fuel based in the Reference Scenario, compared with less than half in the 450 Scenario (with 60% coming from renewables)

〈그림 5〉 IPCC가 제시한 450ppm 시나리오와 이에 따른 세계 전력 분야의 도입 전망

Global public opinion pre-fukushima



World public opinion Shifting opinions



〈그림 6〉 후쿠시마 원전 사고 이전과 이후의 원전에 대한 선호도 동향 (사고 이후 영국을 제외하고 프랑스, 일본, 독일 등 주요국에서 원전 선호도가 급격하게 감소되었다.)

2. 영국

1990년대 후반까지만 해도 전체 전력의 25%를 공급한 원자력 발전은 현재 16기의 원자로가 가동중이고, 발전 규모는 10GW로 19%를 점유하고 있

며, 2018년을 시작으로 차츰 폐쇄될 예정이다.

2011년 발간한 에너지 백서를 바탕으로 한 '2012-13 에너지 법안(Energy Bill 2012-13)'을 2012년 11월 의회에 상정하였으며, 2013년 3월에는 원자력 및 석유·가스 부문의 전략을 발표하였다.

또한 영국 정부는 ‘2008 기후변화법(The Climate Change Act 2008)’에서 온실가스 배출량을 2050년까지 1990년 대비 80% 감축하겠다는 법적 구속력 있는 목표를 설정하였으며, EU의 신재생에너지 지침에 따라 2020년까지 총에너지 소비의 15%를 신재생 에너지로 공급하겠다는 법적 구속력 있는 목표를 설정한 바 있다.

그리고 2013년 3월 26일 발표한 ‘원자력산업 전략(Nuclear Industrial Strategy)’에서 2011년 후쿠시마 원전 사고 이전부터 추진해 온 16GW의 신규 발전 용량 확보 계획을 지속적으로 추진하고 있다.

현재 세 개의 컨소시엄이 12기의 신규 원전 건설을 추진하고 있으며, 영국 정부는 차액 정산 제도하에서 원전에 적용할 권리 행사 가격 수준을 놓고 프로젝트 기업과 협상 중이다.

신규원전은 EDF Energy가 제안한 Hinkley Point와 Sizewell 원전 6.4GW, NuGen(GDF Suez와 Iberdrola 컨소시엄)이 계획하고 있는 Sellafield 인근 Moorside 원전 3.6GW, 그리고 Hitachi Ltd. 소유의 HNP가 개발할 예정인 Wylfa와 Oldbury 원전 6GW이다.

3. 프랑스

프랑스는 58기의 원전 가동을 통하여 전력의 78%를 원자력으로 공급하고 있으며, 가동 원전 중 80%는 1978년과 1987년 간 건설되었다. 작년 5월 선출된 프랑수아 올랑드 대통령이 오는 10월까지 원전의 의존도를 줄이고 신재생 에너지 비중을 확대하는 내용의 ‘에너지전환법’을 추진하고 있다.

대선 기간 올랑드는 2025년까지 프랑스 원전 비중을 75%에서 50%로 감축하고 2050년까지 자국 온실가스 배출량을 2005년의 4분의 1 수준으로 감소하겠다는 공약을 제시한 바 있다. 이와 관련하여 2012년 9월 환경회의를 개최하여 에너지 절약과 신재생 에너지 발전을 두 축으로 하는 에너지 전환의 실행을 제시하였다.

에너지전환법 제정은 3단계로 추진하고 1단계로 올 초부터 지난 2월까지 에너지 정보를 제공한 뒤 3

월부터 웹사이트, 미디어, 지역 회의의 등을 통하여 국민 참여와 국민 대토론회를 6월까지 진행하고 있다. 그리고 7월부터 수렴된 여론으로 권고안을 만들고 10월 에너지전환법을 의회에 제출해 법 제정 절차를 밟을 예정이다.

반면 정부의 새로운 에너지 정책 추진 과정에 나타난 경제 침체와 전기료 인상이 경제적 부담으로 작용할 것이라고 산업계의 반발도 나타나고 있으며 원전 축소시 고용 문제 해결을 제기하고 있다.

4. 독일

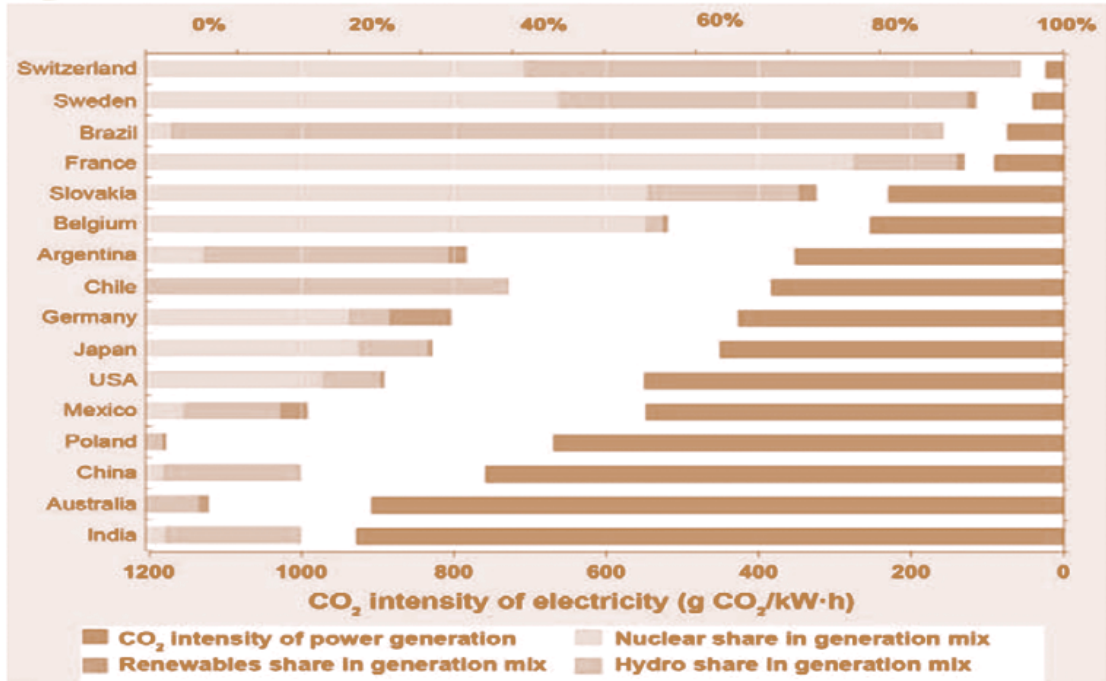
독일의 경우 메르켈 수상 집권 후 2010년 9월의 ‘에너지컨셉 2010’에 따라 노후 원전에 대한 수명 연장과 원전 폐기 완료 시기를 2035년으로 연장하는 조치를 취한 바 있다.

그러나 2011년 3월 후쿠시마 원전 사고 이후 원전 폐지 정책을 결정한 독일은 신재생 에너지 중심의 에너지 정책(energy transition)을 추진하고 있다. 가동 중인 17기 원전 중 8기의 원전의 즉각 폐쇄를 결정하였으며 나머지 9기는 2022년까지 폐지하기로 결정하였다.

이에 따라 전력 가격 상승과 신재생 에너지의 사용 증가에 따른 송전선의 확충 등으로 비용 증가가 전망되고 있다. 이와 관련 독일 에너지환경장관은 이를 위해 2030년까지 1조 유로(€1 trillion, \$1.3 trillion)가 소요될 것으로 추정하고 있으며 원전 폐지 비용은 110억~2,520억 유로로 에너지 정책 수행 비용의 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

‘에너지 전환’ 정책 이행을 위해 향후 10년간 약 5,700킬로미터에 이르는 전력계통망을 설치할 계획에 있으나 지역 주민의 반대 등으로 현재 진행 상황은 기존 계획에 크게 못 미치고 있다. 이에 따라 원전을 대체할 재생 에너지의 전력계통망 미확충으로 전력 수급에 차질이 발생할 가능성이 있으며, 전력 가격 상승을 제한하기 위한 조치도 제한한 바 있다.

특히 올해 1월에 실시된 니더작센 지방 선거에서 메르켈 수상이 이끄는 집권 연합여당은 제1야당(사민당과 녹색연합)에 패배한 적이 있으며 재생 에너



Carbon dioxide intensity and the shares of non-fossil sources in the electricity sector of selected countries (Agency calculations based on IEA data).

〈그림 7〉 주요국의 전력 분야에서의 CO₂ 발생 강도와 원자력과 신재생 에너지의 점유율

지 설비 증설 및 송전선로 증설 차질, 재생 에너지 보조금 급증에 의한 전기요금 부담 가중, 전통적 보수 지지 계층인 산업계 및 원자력 업계의 반발 등은 2013년 9월 예정된 총선에서 메르켈 수상이 이끄는 집권 여당에 약제로 작용할 것으로 전망하고 있다. 독일의 에너지 정책 전환의 성공 여부는 프랑스와 일본 등 다른 국가에게도 영향을 줄 것으로 보이며 귀추가 주목되고 있다.

5. 일본

일본은 후쿠시마 사고 이전까지 17개 원전 부지에 54기의 원전을 건설하여 전력 공급에서 원전의 점유율은 26%에 달하였으며 에너지 해외 의존도는 원전을 통하여 82%까지 줄일 수 있었다.

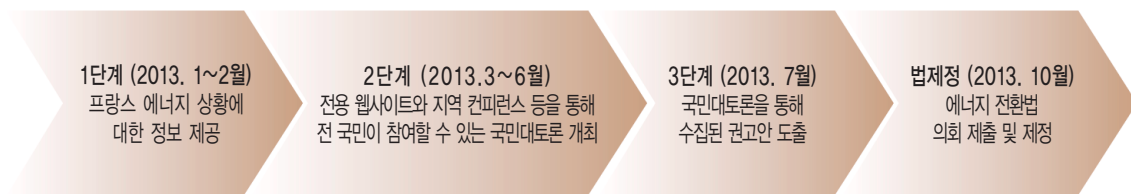
2010년 에너지기본계획을 개정하여 지구 온난화 문제 해결 세계 리더와 에너지 안보 제고 등을 하기 위하여 원자력 발전 비율을 2030년까지 50%까지 확대하고 이를 통하여 온실가스 감축은 1990년 대비

31% 감축(현재 6% 수준)을 목표로 제시한 바 있다.

일본에서의 원자력 여론은 국가 정책에 대해 지속적으로 지지를 보여왔다. 그러나 후쿠시마 원전 사고는 일본의 에너지와 원전 정책의 전면적인 변화를 가져오게 하였다. 국민들의 원전 반대 여론이 급격히 악화되었고 원전 폐지를 요구하는 시위가 계속되어 민주당 정부는 장기적으로 원전 제로를 목표로 원전 정책 재검토를 추진하였다.

2012년 12월에 치러진 총선에서 자민당이 압승하여, 원전 재가동과 안전규제의 강화 등의 원전 이용 정책의 전반적인 재검토를 추진하고 있다. 현 정부의 원전 정책 현안은 경제 회복과 전력 수급 안정화를 위한 원전 재가동 문제로 볼 수 있다. 그러나 원전 재가동을 위해서는 정부와 규제 기관, 전력 업체, 지자체 간 합의가 필수적으로 보인다.

지난해 새로 출범한 일본원자력규제위원회는 올해 7월까지 시행될 새로운 원전 규제 기준을 준비하고 있으며 4월 안을 발표한 바 있다. 원전 재가동을 위해 원자력규제위원회의 신규제 기준을 충족시키기 위해



자료 : 프랑스 생태·지속가능발전·에너지부

〈그림 8〉 프랑스의 에너지전환법 제정 추진 계획
(에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트 2013. 4. 26)

서는 약 1조 2,000억 엔이 필요할 것으로 추정되고 있으며 원전 안전 대책 비용 역시 전력 회사에 새로운 부담 요인이 되고 있다. 지난해 전력 회사들 대부분이 적자를 나타냈으며 10개사의 전력사 중 8개사의 적자액은 1조 5,942억 엔에 달하였다.

한편 일본은 중단된 일본 국내의 원전 건설 재개 승인과 해외 원전 수출에 적극 나서고 있다. 2009년 12월 UAE의 원전 수주에 실패한 후 2010년 일본 정부는 일본국제원자력개발(주) 설립 등 수출 경쟁력을 강화하였으며 2010년 베트남과 원전 수주 계약을 체결하였다.

올해 들어 일본은 국외 수주에 사활을 걸고 있다. 아베 총리는 원전 수출과 관련하여 국회 답변에서 “리더십을 발휘하여 원전 수출을 진두 지휘하겠다.”고 밝힌 바 있으며, 원전 세일즈 정상 외교를 적극 전개하고 있다.

지난 4월 말과 5월 초, 일본 총리는 중동과 터키를 순방하고 터키와 원전 수주에 합의하였다. 또한 UAE와 터키 외 몽고, 사우디아라비아, 태국, 남아공, 브라질 등과 원자력협력협정 체결을 추진하고 있다. 또 다음 달 중순 폴란드, 체코, 헝가리, 폴란드, 슬로바키아 등을 방문할 예정이다.

새로운 에너지 정책 수립도 추진되고 있다. 2012년 민주당이 추진한 단계적 원전 폐지 정책 방향과 12월 총선에서 제시한 원전 정책에 대한 기본 입장 등을 토대로 제3차 에너지기본계획 개정안을 수립하기 위한 준비 작업에 착수하였다.

그러나 향후 에너지 정책 수립은 순탄하게만 보이지 않는다. 올해 2월 <아사히신문> 여론 조사 결과 일본 국민 70% 이상이 원전 포기에 찬성하는 것으로

나타났으며, 올해 3월 후쿠시마 원전 사고 2주년을 앞두고 일본 전역에서 원전 반대 집회가 대규모로 열린 바 있다. 7월에 예정된 참의원 선거에서 자민당의 공약집에 원전 재가동이 포함되어 원전 정책이 다시 크게 쟁점화 될 것으로 보인다.

향후 전망 및 시사점

국제 에너지 정세는 셰일가스의 투자와 생산 증가로 새로운 양상이 전개될 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 에너지 자원의 한계와 지역 편차는 자원 패권주의와 자원 확보 경쟁은 여전히 심화될 것으로 전망된다. 에너지 수급에서의 불안정성이 확대되는 경우 공급 부족과 가격 폭등이 우려되며 에너지 해외 의존도가 높은 국가일수록 에너지 안보는 국가적 과제로 되고 있다.


원자력은 에너지 안보, 온실가스 무방출, 운영 안전 실증, 경제성, 우라늄 자원의 공급 안정성 등으로 에너지 정책의 검토에서 우선 순위로 되어 왔으나 후쿠시마 사고 이후 안전 문제가 사회적으로 제기되어 미래의 불확실성이 증가하였다. 또한 원자력 안전, 방사성폐기물의 처리 처분, 신재생에너지와의 경쟁, 핵비확산이 주요 과제로 되고 있다.

후쿠시마 사고 이후에도 세계 원전 시장은 개도국을 중심으로 지속적으로 성장이 전망되고 있으며, 2015년 새로운 기후변화협약 체결이 예정되어 있어 이 과정에서 각국은 온실가스 감축을 위한 에너지 정책의 재조명이 불가피할 것으로 보이며 원자력과 신재생 에너지의 전망은 다시 논쟁이 재연될 것으로 보인다.



이와 함께 원전 시장의 주도권 경쟁이 치열해질 것으로 전망된다. 현재 프랑스, 일본, 러시아, 그리고 우리나라가 경쟁하고 있으나 미국과 중국은 원전 수출국으로서 입지를 강화할 것으로 보인다. 중국은 이미 대규모 원전 도입 계획으로 산업체와 기술 자립을 적극 추진하고 있으며 미국의 경우 중소형로를 중심으로 원전 개발과 기술 축적을 적극적으로 추진하고 있다.

일본과 독일, 프랑스 등이 원전 정책 변화를 추구하고 있어 이들 국가의 정책 결정 결과가 다른 국가의 정책 방향과 국제 원자력계에 영향을 줄 수 있다. 그 예로 올해 초 ‘Bulletin of the Atomic Scientists’에는 미국의 원전 폐지 시나리오에 대한 분석 논문이 게재된 바 있다.

그리고 우리나라와 같이 자원 빈국이며 원전 주종의 에너지 정책을 추진하고 있는 프랑스와 일본의 원자력 정책 논의 과정과 정책 결정에 대해 주목할 필요가 있다. 최근 우리나라도 후쿠시마 사고 영향과 원전 산업에서의 안전과 관련한 사건 사고가 빈번하여 사회적으로 우려를 자아내고 있다. 또한 원전 수출에서도 시장에서의 경쟁력 강화가 한층 요구되고 있는 가운데 국가에너지기본계획의 수정이 진행될 예정이다. 우리나라의 원자력의 역할 재조명과 향후 정책 방향을 다시 생각해 볼 중요한 시기로 보여진다. 

<참고 문헌>

1. World Energy Outlook 2012, OECD/IEA
2. WEF_New Energy Architecture_Industry Agenda, 2012
3. World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States, USEIA, April 5, 2011,
4. Energy Model-EIA-IEA, IEA, 2012. 4
5. OECD-IEA-Tracking_Clean_Energy_Progress, 2012
6. 글로벌 에너지 패권의 이동: 중동에서 미주로, SERI경제포커스, 삼성경제연구소, 2013.5.13.

7. Understanding Attitudes toward Energy Security: Results of a Cross-National Survey. Working Paper #74, School of Public Policy, Georgia Institute of Technology, January 2013

8. Global carbon dioxide in atmosphere passes milestone level, Guardian, May 10, 2013

9. Low-key U.S. plan for each nation to set climate goals wins ground, Guardian, May 10,

10. UN panel struggles to agree on ways to reduce airline emissions Reuters (5/13)

11. Carbon Dioxide at NOAA's Mauna Loa Observatory Reaches New Milestone, sciencedaily.com/releases/2013/05/

12. Scenarios and sticking Points under the Durban Platform: the long and winding road to 2020, IISD, October 2012

13. Scrap fuel subsidies and price CO2, urges World Bank Source, Reuters - Mon, 6 May

14. GEA, 2012: Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

15. World Energy Perspective Nuclear Energy One Year after Fukushima, World Energy Council, March_2012

16. Role of Nuclear Energy in a Low-Carbon Energy Future, OECD NEA June 2012

17. Expert Judgments about RD&D and the Future of Nuclear Energy, Environ. Sci. Technol. 2012, Vol.46, pp11497-11504

18. 일본 원전 정책의 현재와 미래’, 원자력문화, 2013년 6월호(발간 예정)

19. China moves cautiously ahead on nuclear?energy, Bulletin of the Atomic Scientists, 22 April 2013

20. International tie-up bolsters AP1000 supply chain, WNN, 14 May 2013

21. The German energy transition, Status,

challenges and the Finnish perspective, FIIA Briefing Paper 128, The Finnish Institute of International Affairs May 2013

22. Trillion-euro cost of German energy transition 20 February 2013, WNN

23. 세계 에너지시장 인사이트 2013. 4. 26, 에너지경제연구원

24. 세계 원전시장 인사이트 2013. 4. 26, 에너지경제연구원

25. 세계 에너지시장 인사이트 제13-18호 2013.5.10., 에너지경제연구원

26. How to close the US nuclear industry: Do nothing Peter A. Bradford, Bulletin of the Atomic

Scientists, 2013 69(2) 12?21

27. The economics of a US civilian nuclear phase-out Amory B. Lovins, Bulletin of the Atomic Scientists, 2013 69(2) 12?21

28. Nuclear exit, the US energy mix, and carbon dioxide emissions Henry D. Jacoby and Sergey Paltsev, Bulletin of the Atomic Scientists, 2013 69(2) 12?21

29. Emerging Workforce Trends in the U.S. Energy and Mining Industries: A Call to Action, 2013 by the National Academy of Sciences

