

신생 원자력 발전 도입 가능 국가 동향

윤성원*

한국원자력연구원 원자력정책연구센터
정책·법률정보팀 책임연구원*



서언

21세기에 들어와 신규 원전 건설 움직임이 두드러져 원자력의 르네상스 시대를 예고하고 있다. 현재 원전 건설은 급격한 경제성장으로 전력수요가 높아진 중국, 인도 등 아시아지역을 중심으로 활발히 추진되고 있으며, 핀란드와 러시아, 동유럽국가에서 신규 원전이 건설 중에 있다. 또한 1980년대 이

후 신규 원전 발주를 전혀 하지 않았던 미국이 핵비확산이라는 정책적 이슈보다 전력의 안정적 확보와 환경문제를 우선시하여 신규 원전 건설을 위해 활발히 움직이고 있다.

게다가 최근에는 이제까지 원자력발전으로 전력을 생산하지 않았던 국가들이 높은 관심을 보이고 있다. 이들 국가들의 신규 원전 도입의 주목적은 다르지만, 중동, 아프리카, 아시아, 구소련, 유럽, 남미, 오세아니아 등 전 대륙이 원전 도입에 적극적인 의사를 표명하고 있다.

그러나 이러한 움직임에는 표면적으로는 전력부족을 해결하기 위한 원자력의 평화적 이용을 목적으로 하고는 있지만, 주변국의 핵무기 보유에 따른 자국의 안전보장을 위한 정치적인 의도가 엿보이는 국

가들도 있다.

현재 원자력발전 도입 움직임을 보이고 있는 국가들은 살펴보면, 이탈리아, 포르투갈, 폴란드, 벨라루시, 발트3국(리투아니아, 에스토니아, 라트비아), 아일랜드, 터키, 이란, 걸프국가(사우디아라비아, 쿠웨이트, 아랍에미레이트, 카타르, 바레인, 오만), 이스라엘, 시리아, 이집트, 튀니지, 알제리아, 모로코, 나미비아, 그루지야, 카자흐스탄, 칠레, 베네수엘라, 나이지리아, 방글라데시, 인도네시아, 베트남, 태국, 필리핀, 말레이시아, 호주, 뉴질랜드 등 30개국 이상의 국가들이 원자력 옵션에 대해 적극적으로 고려하고 있는 것으로 보인다. 이 중 이탈리아, 리투아니아를 제외하고는 전혀 원자력발전 경험이 없는 국가들이다.

본 원고에서는 이들 국가들의 신

* 동아대학교 금속공학과 학사, 일본쓰쿠바대학교 물질공학과 석사, 박사 / 한국원자력연구원 원자력정책연구센터 책임연구원(1995~)



〈그림〉 신생 원자력 발전 도입 가능 국가 분포

규 원전 도입을 추진하는 배경이 되는 각국의 전력상황과 원자력발전 프로그램 추진 동향 등을 대륙별로 나누어 살펴보고자 한다.

신규 원전 추진 동향

1. 유럽

가. 이탈리아

- 전력 생산 (2004년) : 303.3TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 45.6TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 5,644kWh/yr

이탈리아의 발전원별 구성비를 보면, 천연 가스 42%, 석유 15%, 석탄 15%, 수력 13%로 화석 연료 의존도가 높다. 부족한 전력의 거의 대부분은 프랑스로부터 수입하고 있다. 이탈리아의 전력 가격은 EU 평균의 약 45% 정도로 낮은 수준을 보이고 있다.

이탈리아는 현재 원자력 발전을 하지 않는 유일한 G8 국가이며, 세계 가장 큰 전력 수입 국가이다. 그러나 이탈리아는 1964년 민간 원전을 가졌으며, 1990년까지 4기의 원전을 운영하였지만, 체르노빌 사고의 영향으로 1987년 11월 국민 투표 결과에 따라 원자력 발전이

중단되었다.

1988년 이탈리아 정부는 모든 원전 건설을 중단하고 운전 중인 원자로를 정지하고, 1990년부터 해체를 시작하여 현재에는 원자력에 의한 발전은 전혀 없다.

2005년 프랑스 EdF와 이탈리아 ENEL이 프랑스의 Flamanville-3 EPR 원전으로부터 약 200 MWe를 수입하기로 하였다.

ENEL사는 슬로바키아 전력회사 지분의 66% 구입을 추진하고 있으며, 2005년 슬로바키아 정부와 2011~12년까지 Mochovece(942 MWe) 원전 완공까지 약 16억 유로가 소요되는 투자 계

획을 승인하였다.

현재 이탈리아에는 AGN Constanza(1960년 가동), Pavia's 대학 LENA Triga II (250kW, 1965년 가동), ENEA's Tapiro (5kW, 1971년 가동), ENEA's Triga RC-1(1 MW, 1960년 가동)의 연구로가 가동되고 있다.

이탈리아는 자국에 원전을 건설하지 않지만, 주변국의 원전에서 생산되는 전력을 수입하는 국가적 넘비 현상을 보이고 있다. 그리고 전력의 안정적 공급을 위해 주변국의 신규 원전 건설에 적극 참여하고, 관련 전력사의 지분을 구입하고 있다.

나. 포르투갈

- 전력 생산(2004년) : 45.1TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 6.5TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 4,516kWh/yr

포르투갈의 전력은 석탄 1/3, 천연 가스 1/4, 수력 20%로 생산되며, 80% 이상이 화석 연료에 의존함으로써 온실 가스 배출이 문제시되고 있다.

전력망은 스페인과 밀접하게 연결되어 있으므로 대서양 연안에 있는 원전으로부터 공급받고 있다.

2004년 포르투갈 정부는 원자력 발전 도입 계획을 철회했지만, 현재 다시 재검토를 추진 중에 있다.

다. 폴란드

- 전력 생산(2004년) : 154.2TWh

- 전력 수입/수출(2004년) : - 9.3TWh (수출)

- 1인당 전력 소비(2004년) : 3,418kWh/yr

폴란드는 발전량의 거의 대부분을 석탄에 의존하고 있다. 2025년의 전력 소비 전망은 90%까지 증가될 것으로 보인다.

폴란드는 1980년대에 러시아로부터 440MWe 4기를 도입하여 건설하였으나 1990년에 중지되었다.

폴란드 정부는 2005년 초에 에너지원의 다양화와 러시아의 에너지 의존도 저감, 이산화탄소 등 온실 가스 배출 감소를 위해 원자력 발전 도입을 조속히 추진하도록 결정하였다.

2006년 폴란드에 적합한 설비 용량 11.5GWe의 원전 건설 타당성 조사를 제시하였으나 중기적으로 부적절한 것으로 판단되어 현재로는 2030년까지 45GWe로 목표를 상향하여 추진하고 있다.

폴란드는 2006년 12월 발트 3국이 이그날리나에서 공동 원전 건설 프로젝트를 추진하기로 결정함에 따라 이 프로젝트에 참여하기로 결정하였다.

라. 발트 3국

발트 3국(리투아니아, 에스토니아, 라트비아)은 앞으로 있을지 모르는 에너지 대란에 대한 우려로 리투아니아 내 원전 건설 계획에 지대한 관심을 보이고 있다. 또한 발트 3국은 에스토니아와 핀란드 간의 해저 송전망이 있지만, EU와

는 송전망이 연결되어 있지 않다. 그러므로 이그날리나 원전이 폐쇄된다면 러시아로부터의 에너지 의존이 점차 높아지게 되므로 새로운 원전 건설이 구체화된 것이다.

발트 3국은 리투아니아의 이그날리나 원전이 1986년 폭발 사고가 난 우크라이나 체르노빌 발전소와 동일한 운행 방식인 RBMK-1500(흑연감속 경수냉각비등수형) 발전소라는 이유로 유럽연합으로부터 폐쇄 압력을 받아 2009년 폐쇄됨에 따라 러시아로부터의 에너지 공급 의존 저감을 목적으로 이그날리나 원전의 대체 전원으로서 원전 건설을 계획하고 있다.

이 원전 건설에는 40억 유로를 들여 800MWe급 2기를 건설할 예정이며, 2015년까지 운전을 개시할 것을 목표로 하고 있다. 새로운 원전이 들어설 예정지로 거론되고 있는 곳의 하나가 현재의 이그날리나 원전 부지이며, 이미 이그날리나에는 원자력발전소를 운영하던 기반 사업과 숙련된 노동력이 있다는 게 그 이유다.

신규 원전 건설에 폴란드가 깊은 관심을 보이고 2007년 3월에 폴란드의 정식 참여에 대해 서명하였다. 출자 지분은 리투아니아가 34%, 나머지를 3개국이 22%씩 균등하게 출자하는 형태이다.

리투아니아와 폴란드는 2006년 12월 발트 3국과 EU의 전력망을 통합하는 고압 송전선을 건설하기로 협정을 맺었다.

발트 3국이 모두 참여하여

2006년 후반에 완공될 에스토니아와 핀란드를 잇는 전력 케이블 공사인 에스트링크(Estlink)의 건설 목적은 북유럽-발트 간 전력 공급의 원활화와 미래에 발생할지 모르는 전력 공급 불균형 문제를 대비하기 위한 것이다. 발트 3국과 핀란드는 이러한 것들이 러시아 에너지에 종속된 주변 국가들의 에너지 공급 상황을 호전시키리라는 희망을 안고 있었다.

그러나 이 계획은 러시아-독일 간 북유럽 가스관 건설 발표로 심각한 장애에 부딪힌 상태다. 에스토니아 핀란드 간 전력 케이블이 러시아-독일 간 북유럽 가스관 건설에 장애를 줄 것이라 발표했다. 그 두 관이 만나는 자리에 엄청난 자기장이 발생하게 돼 핀란드만에 영향을 끼칠 것이라는 것. 발트 3국 입장에서는 에너지 자급력 확보 방안이 막막하기만 한 상태다.

마. 아일랜드

- 전력 생산(2004년) : 25.6TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 1.6TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 6,184kWh/yr

아일랜드의 전력 구성비를 살펴보면 천연 가스가 50% 이상이며, 석유 13%, 석탄 31%, 풍력 2.7%로 대부분 화석 연료에 의존함으로써 온실 가스 배출이 문제시되고 있다.

1981년 아일랜드 정부는 Carnsore Point에 650MWe 원전 건설을 고려하였지만, 에너지 수요가

줄어듦에 따라 계획이 취소되었다.

2006년 4월 국가 보고서에서 장기간의 에너지 안보를 위해 비교적 용량이 적은 원전 건설의 필요성이 제기되고 있다.

바. 터키

- 전력 생산(2004년) : 150.7TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : - 0.7TWh (수출)
- 1인당 전력 소비(2004년) : 1,766kWh/yr

발전원별 구성비는 천연 가스는 45%(2/3는 러시아, 1/3은 이란으로부터 수입), 석탄은 23%, 수력은 25%이다.

원전 프로젝트는 1970년 300MWe 타당성 조사를 하고, 1973년 80 MWe 실험로 건설을 결정하였지만, 1976년 지중해 연안의 Akkuyu 부지에 원전 건설을 인허가 하였다.

1980년 정부의 재정 지원 부족으로 원전 건설 계획은 중지되었으나, 1993년 국가 투자 프로그램에 웨스팅하우스, AECL, 프라마톰으로부터 Akkuyu 2000MWe 원전 투자를 이끌어내었다. 그러나 2000년에 경제적인 문제로 중지되었다.

2004년 후반에 터키 에너지부는 증가되는 전력 수요를 만족시키기 위해 3개 원전(총 4500MWe)을 2011년까지 건설할 계획을 발표하였다. 그리고 2006년 초에 4~6기의 원전을 해외에서 도입하여 2020년까지 5,000MWe 용량의 전력을 원자력으로 생산하는 프로그램을 발

족하고 2007년까지 입찰 적격 업체 심사를 계획하고 있다.

현재로는 캐나다 AECL, 프랑스 아레바와 2012~2013년 상업 운전을 목표로 협상이 진행되고 있다. 즉, 터키는 아레바와는 유럽형경수로(EPR) 및 1,000MWe와 1,500MWe 용량의 원전 수입 가능성을, AECL과는 750MWe 중수로 원전 2기 도입 가능성을 검토하고 있다.

터키 정부는 현재 건설 후보 예정지를 Akkuyu와 Sinop 두 곳으로 선정해 놓고 있다. Akkuyu 원전 부지는 인허가를 완료한 상태이며, 2008년까지 발주가 된다면 터키 최초 원전 2기를 이곳에 건설될 가능성이 높다. 흑해의 북부에 위치한 Sinop는 Akkuyu보다 냉각수의 온도가 5도 정도 낮은 이점을 가지고 있다.

원전 건설을 위한 재정적 공급은 기본적으로 터키 정부와 사기업이 공동으로 투자하여 재정 부담에 따른 위험을 분산하는 방안을 구상하고 있으며, 원전 건설을 위한 원자력 규제와 인허가 지원을 위해서는 IAEA와 협의를 진행 중에 있다.

2006년 말 원전 건설 및 운영, 그리고 전력 판매에 대한 법률 초안이 의회에 제출되었다. 터키 의회는 최초의 원전 건설을 위한 법률안을 의결하고, 이 법률 하에서 터키 에너지부는 원전 건설을 제안하고 신규 시설의 크기와 부지를 선정할 예정이다.

터키가 원전 도입을 서두르는 이유는 전력 수요량이 해마다 증가되

고 있으며, 2012년까지 원전 건설을 못할 경우 심각한 전력난을 예상하고 있다.

2. 구소련

가. 벨로루시

- 전력 생산(2004년) : 31.2 TWh
- 전력수입/수출 (2004년) : 3.2 TWh
- 1인당 전력소비 (2004년) : 3,144 kWh/yr

벨로루시의 전력 생산 구성비를 보면 천연 가스 87%, 석유 13%로 생산하고 있으며, 러시아로부터 전력을 수입하고 있다.

벨로루시는 러시아의 정책 변경으로 시장 가격보다 싼 가격으로 에너지를 공급받을 수 없게 됨에 따라 새로운 에너지원 확보를 모색하고 있다. 이를 위해 벨로루시는 2007년 2월, 2008년에 자국내 최초의 원전 건설에 착수하고, 2013~14년에 최초 원전 운전을, 2015년에 2호기 운전할 계획을 밝혔다.

러시아는 벨로루시의 최초의 원전 건설을 위해 20억 달러의 차관을 준비하고 있다. 2기의 원전 건설에는 약 30억 달러가 소요될 것으로 예상된다. 원전 건설에 있어서 프랑스와 러시아가 가장 유력하다.

2006년 중반 벨로루시 정부는 벨로루시 동부의 Mogilev에 2,000MWe 용량을 가진 최초의 PWR 원전을 건설할 계획을 승인

하였으며, 2010년에 건설을 시작하여 2015년에 상업 운전을 목표로 하고 있다. 건설 비용은 5년간의 연료 비축을 포함하여 22억~26억 미 달러가 소요될 것으로 전망하고 있다.

벨로루시의 VVER-1000 원전이 Minsk 부근에 건설 도중 체르노빌 사고 이후 1988년에 공사가 중단되었다. 2025년까지 1,000 MWe 2기를 건설하는 계획도 나오고 있다.

나. 그루지야

- 전력 생산(2004년) : 6.9TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 1.3TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 1,577kWh/yr

그루지야의 전력 생산은 88% 이상을 수력에 의존하고 있으며, 나머지가 천연 가스 11%, 석유 0.6%로 구성되어 있다. 남부 카프카스(South Caucasus) 산맥에 자리 잡고 있는 이 국가의 전력 설비는 국내 전력 수요의 40%만을 공급하고 있다.

그러나 1991년 구소련에서 독립하였지만, 현재 러시아와 연료 수급 문제로 인해 갈등이 고조되고 있는 상황에서 러시아로부터의 수입 연료 의존도를 낮추기 위해 원전 건설 방안을 고려하고 있다.

러시아는 여전히 그루지야의 주요 에너지 공급 국가이지만 러시아로부터의 에너지 공급이 간헐적으로 끊겨 양국의 갈등은 깊어지고

있다. 또한 2006년 11월 러시아는 그루지야에 2배의 천연 가스 가격으로 위협하고 있다.

그루지야에 대해 러시아가 에너지를 무기화하려는 잠재적 위협은 그루지야로 하여금 대체 에너지원의 개발과 관련하여 서방 세계로 눈을 돌리게 하였으며, 프랑스를 포함한 유럽의 국가들은 그루지야 최초의 원전 건설에 이미 관심을 표한 바 있다.

그루지야는 프랑스 아레바와 신규 원전을 건설하는 방안에 대해 협의하였다. 그러나 아직 신규 원전 건설에 대한 시나리오 분석과 에너지 공급 체계 조사 단계로 건설이 확정된 것은 아니다.

또한 그루지야의 원전 건설에는 아르메니아의 폐쇄 예정인 Metsamor 원전의 수명 연장 또는 신규 원전 건설 등에 좌우될 수 있는 것으로 보인다. 즉, 아르메니아가 현재의 원전을 폐쇄할 경우 아르메니아로부터 전력 수입을 할 수 없기 때문에 신규 원전 건설의 필요성이 높아지기 때문이다.

다. 카자흐스탄

- 전력 생산(2004년) : 66.9TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : - 2.1TWh(수출)
- 1인당 전력 소비(2004년) : 3,626kWh/yr

카자흐스탄의 전력 생산 구성은 석탄은 52%, 천연 가스 26%, 석유 17%로 화석 연료에 의존하고 있다. 카자흐스탄의 전력망은 러시아

로부터 북쪽 전력망을 연결하고, 키르기스스탄과 우즈베키스탄에서 남쪽 전력망이 연결되어 있다.

카자흐스탄은 우라늄 매장량이 풍부하여 현재 3위의 우라늄 생산국으로, 구소련의 핵무기 실험 장소였으며, 카스피해 인근에 고속증식로 및 제염 시설을 보유한 나라이다.

카스피해 연안에 있는 Aktau(구 Shevchenko)에 있는 BN-350 고속로는 27년간 135MWe 전력과 80,000m³/day 담수를 생산하여 1999년 중반에 폐쇄되었다.

2007년 7월 카자흐스탄의 카자토프롬(Kazatomprom)은 도시바의 웨스팅하우스 지분 10%를 매입할 예정임을 밝힘에 따라 세계 핵연료시장에서 다양한 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

또한 러시아와 협력 각서를 체결하여 시베리아의 우라늄 원심 분리 농축 단지가 있는 Angarsk 지역에 러시아가 국제 우라늄 농축 센터를 건설할 경우 참여한다는 약정을 맺고 있다.

카자흐스탄의 신규 원전 건설 부지로서는 Aktau 지역과 Almaty 부근이 거론되고 있으며, 카자토프롬이 신규 원전 건설에 참여를 적극적으로 고려하고 있다.

카자흐스탄은 현재로는 러시아와 신규 원전 건설에 대해 논의하고는 있지만, 웨스팅하우스의 핵연료 성형 기술을 이전받아 웨스팅하우스형 원전에 공급하는 핵연료를 생산할 능력을 보유할 가능성도 있

으므로 러시아 모델 대신 도시바와 웨스팅하우스 모델의 원전을 건설할 가능성도 배제할 수 없다.

이전 Semipalatinsk 핵실험 부지인 Kurchatov(Semipalatinsk-21)에 3개의 연구로가, Almaty에 4번째 연구로가 운전되고 있다. 이들 연료는 러시아에서 공급되며 고농축 연료를 사용하고 있다.

카자흐스탄 동쪽에 위치한 Ust Kamenogorsk의 Ulba 체련 공장은 1949년에 가동되어, 1973년부터 러시아와 우크라이나 VVER과 RBMK에서 사용되는 러시아산 고농축 우라늄으로부터 원자력 연료 펠릿을 생산하고 있다.

이상과 같이 카자흐스탄은 원전 이외의 선행 핵주기 관련 시설을 모두 갖춘 국가로 다른 국가에 비해 신규 원전 도입 가능성이 큰 국가이다.

라. 아제르바이잔

- 전력 생산(2004년) : 21.6TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 1.4TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 2,438kWh/yr

아제르바이잔의 전력 생산은 천연 가스 58%, 석유 29%, 수력 13%로 대부분 화석연료에 의존하고 있다.

2007년 4월 아제르바이잔의 방사선연구센터(IRP)에서 이전에 1,000MWe 용량의 원전 건설중에 포기한 지역에 신규 원전 건설 계획을 정부에 제출하고, 1,500MWe

용량을 제안하였다.

아제르바이잔 원전 건설 프로젝트는 IAEA와 협의하여 추진되고 있다. 남부의 Nabai 지역에 2010년에 원전 건설을 착수할 계획을 표명하고 있다. 신규 원전 건설에 필요한 모든 기기와 서비스를 해외에서 수입하여 조달할 것으로 예상되고 있다.

IRP 보고서에 의하면 아제르바이잔의 석유와 가스는 25년-30년 이후 매장량이 고갈될 것으로 판단하고 있으며, 대체 에너지 연구와 개발을 통하여 미래 에너지를 확보해야 한다고 제언하고 있다. 또한 풍력, 태양력, 수력 등 신재생 에너지로서는 국가 전체 에너지 공급의 20% 이상 공급되기 어렵기 때문에 원전을 선호하고 있는 것으로 보인다.

3. 중동

가. 이란

- 전력 생산(2004년) : 164.5TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0.34TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 2,045kWh/yr

이란의 전력 구성비를 살펴보면, 천연 가스 80%, 석유 13%, 수력 6.5%를 차지하고 있다.

이란의 원자력 프로그램은 미국의 지원으로 1950년대에 시작되었다. 1970년대 중반 독일 Siemens KWU로부터 1200 MWe PWR 2기를 부셰르(Bushehr) 부지에 건

설을 시작하였지만, 1979년 친서방 성향의 정부를 붕괴시킨 정치변혁이 일어나 건설이 중단되었고, 1980~1988년의 이란-이라크 전쟁 기간 중에 이라크가 동 원전에 폭격을 가하기도 했다.

이란-이라크 전쟁 이후 이란이 동 원전의 재건을 재추진하며 독일에 지원을 요청했지만 독일은 지원을 거부했다. 1991년 이란은 중국이 설계한 진산 원전과 유사한 300 MWe 2기의 공급에 대해 중국과 양국간 협정을 체결하여 원전 건설 프로그램을 다시 시도하였지만, 아직 실행되지 않고 있다.

이후 이란은 러시아로 방향을 선회했고, 이란은 1995년 부셰르 원전의 건설과 관련하여 러시아와 10억 달러 계약을 체결하였다. 동 원전은 당초 1999년 가동을 개시할 예정이었으나, 핵확산 문제, 재정 문제 및 정치 문제 등 일련의 문제가 끊이지 않고 발생하면서 여러 차례에 걸쳐 건설이 지연되었지만, 러시아 Atomstroyexport가 건설하고 있는 1,000MWe 원전은 거의 완성 단계에 있으며, 2007년 10월 가동을 개시할 예정이다. 동 원전에서 생산된 전력을 송전하기 위한 송전 시설 및 선로 준비는 이미 완료된 것으로 보도되었다.

지금 현재 이란은 연구용 원자로, 우라늄 정련, 원전, 우라늄 농축 공장과 재처리시설을 보유함으로써 원자력 선·후행 핵연료 주기를 모두 갖춘 몇 안되는 국가 중의 하나가 되었다.

2005년 새로운 Bushehr 원자로에 새 연료를 공급하고 그것을 사용한 후에 러시아로 반환하는 2가지 협정에 서명하였다. IAEA의 안전 보장 협정을 위한 추가 의정서에 이란이 서명하지 않음으로써 연료 공급이 문제가 되고 있다. 러시아 협정은 이란 원자력 연료 공급이 미래의 전망한 보장 위치적으로 농축을 위해 정당화하는데 안전을 보장하고 있다.

새로운 원자로로부터 연간 6~7TWh의 전력이 생산될 것으로 전망된다. 이것으로 연간 석유 약 1600만 톤 혹은 천연가스 1.8억m³을 절약할 수 있을 것으로 보인다.

이란은 제 4차 5개년 계획(2005-2010년) 기간 동안 신규 원전 설비 용량을 6,000 MWe로 계획하고 있다.

이란은 자국의 원전 개발이 전력 생산만을 위한 것이라고 주장하고 있지만, 국제 사회는 석유 부국인 이란이 원전을 건설하려는 의도는 핵개발 의욕이 큰 것으로 규정하고 이에 대한 제재 조치도 고려하고 있다.

나. 걸프만 협력회의(GCC)

걸프만 협력회의의 국가들이 원자력 발전 도입을 표명한 궁극적인 원인은 전력을 생산하기 위한 것보다는 이란이 핵무기 제조 능력을 가진 것에 대한 대응으로 생각된다.

특히 최대 석유 산유국인 사우디아라비아는 2년 전까지는 원자력

발전 필요성이 전혀 없다는 인식을 주었지만, 갑자기 원자력 에너지 이용으로 돌아선 중요한 이유가 이란이 계기가 된 것으로 보인다.

2006년 12월 6개국 걸프협력회의(쿠웨이트, 사우디아라비아, 바레인, 아랍 에미리트, 카타르, 오만)는 공동으로 원자력 발전 개발 계획을 추진할 것을 표명하고, 발전뿐만 아니라 해수 담수화도 함께 추진하기 위한 조사를 착수하였다. 프랑스가 이 조사에 협력하여 연구하고, 이란은 원자력 기술 지원을 약속하였다.

6개국은 연간 총발전 전력량 2,730TWh를 전부 화석 연료로 생산하고 있다.

GCC의 핵심 국가인 사우디아라비아는 이란의 부셰르 원전 건설을 추진하고 있는 러시아와의 협력을 추진하고 있다. 2007년 2월 러시아의 푸틴 대통령이 사우디아라비아를 방문했을 때 양국은 원자력 발전 기술 협력 가능성에 대해 협의를 하였다. 또한 사우디아라비아는 원자력을 이용한 담수화에 관심을 보이고 있다.

전 세계의 원자력 정치는 초기 상태로 역행하고 있으며 정치적으로도 혼란한 상태에 있지만, 석유 부유국인 걸프국가들은 자국의 에너지 필요를 충족시키기 위해 원자력으로서의 전환을 고려하고 있다.

카타르도 향후 10년 이내에 원전 건설 프로그램을 수립하여 전력 과 담수화를 추진하는 방안을 모색하고 있는 것으로 보도되고 있다.

다. 요르단

- 전력 생산(2004년) : 8.9TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0.79TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 1,575kWh/yr

요르단의 전력 구성은 천연 가스 50%, 석유 49%로 거의 화석 연료로 생산하고 있다.

이란의 원자력 계획 영향은 GCC 이외의 국가에도 영향을 미치고 있다. 이란과 종교적으로 적대 관계에 있는 요르단은 2007년 1월 평화적 목적의 원자력 이용 개발 계획을 표명하고, 2007년 4월, 2015년까지 최초의 원전 운전 개시를 목표로 한 원자력 발전 프로젝트의 세부안을 작성하고 있다는 것을 밝혔다. 사우디아라비아와 같이 전력 생산뿐만 아니라 해수 담수화 이용도 동시에 할 수 있는 계획을 추진하고 있다.

요르단은 국제 원자력기구(IAEA)와 핵비확산조약(NPT)에 가입하고 있다. 2007년 4월 22일 원자력 에너지의 평화적 이용을 위한 법안이 요르단의 의회를 통과하였다. 새로운 법률은 전력 생산과 해수 담수화 목적으로 원자력 기술 이용을 인정하는 것이다.

1차 에너지 수요의 95%를 수입에 의존하고, 세계적으로도 물 부족 국가인 요르단은 중동·걸프만 지역에서 활발하게 추진되고 있는 원자력에 큰 관심을 보이고 있다.

라. 예멘

- 전력 생산(2004년) : 4.3TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : - TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 165kWh/yr

예멘은 석유로만 전력을 생산하고 있는 국가이다. 77% 이상을 수출하는 수출 대국이다.

GCC와 요르단보다 먼저 원자력 발전을 언급한 국가는 예멘으로 2006년 6월 아랍 국가들의 원자력의 평화적 이용 권리를 언급하고, 동년 10월에는 미국과 캐나다와 협력하여 원자력 발전을 개발할 계획을 표명하였다.

예멘은 전력 생산을 위한 것과는 관계없이 주변국의 원전 건설 움직임에 대한 대응으로 나타나고 있는 것으로 보인다.

마. 이스라엘

- 전력 생산(2004년) : 49.1TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : - 1.5TWh(수출)
- 1인당 전력 소비(2004년) : 6,808kWh/yr

이스라엘의 전력 생산은 석탄이 75%로 대부분을 차지하고, 석유 16%, 천연 가스 9%로 주로 화석 연료에 의존하고 있다.

1980년대 국영 이스라엘 전력 회사는 Shivta에 있는 Negev 남부에 원전 부지를 선정하고, 프랑스로부터 설비에 관한 협의를 하였다. 2007년에 이 협의회가 다시 재개되었다.

이스라엘은 IAEA 안전 보장하

에 Tel Aviv 부근의 Nahal Soreq에 5MWt 연구용원자로를 가지고 있으며, 70MWt 프랑스산 중수로가 Negev의 Dimona에 있으며, 군사용 플루토늄 생산으로 사용되고 있는 것으로 추정된다.

이스라엘은 NPT 미가입국이므로 다른 국가로부터 어떠한 원자력 관련 기기 및 연료를 공급받을 수 없다. 또한 인도, 파키스탄, 이스라엘은 민간용 원자력 연구 개발 프로그램을 가지고 있지 않다.

바. 시리아

- 전력 생산(2004년) : 32.1TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 1,317kWh/yr

시리아의 전력 생산은 석유 45%, 천연 가스 41%로 화석 연료로부터 86% 이상을 생산하고, 수력이 13%를 차지하고 있다.

시리아는 1980년대 VVER-440 원자로 건설을 계획하였지만, 체르노빌 사고와 소비에트 연합의 붕괴 이후 중지되었다. 이란 등 주변국의 핵개발 의혹으로 원전 도입이 다시 거론되고 있다.

4. 아프리카

가. 이집트

- 전력 생산(2004년) : 101.3TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : - 0.7TWh(수출)
- 1인당 전력 소비(2004년) :

1,215kWh/yr

이집트의 전력 구성비는 천연 가스 71%, 석유 16%, 수력 12%로 구성되어 있다.

이집트는 지역적으로는 아프리카 대륙에 속해 있으나 정치적·문화적으로는 중동 지역과 밀접한 관계를 가지고 있는 국가이므로, 이란과 인접한 다른 중동 국가들의 종교적 마찰과는 조금은 차이는 있지만, 이란의 핵무기 제조 능력 보유가 이집트로 원자력 발전 계획에 미치는 영향은 어느 정도는 있을 것으로 보인다. 왜냐하면 다른 중동 국가들이 대부분 원자력 발전 계획을 표명하고 나섬에 따라 자국의 안전 보장 대책으로 필요하기 때문이다.

1964년 20,000m³/day 담수화 용량의 150MWe 원전 건설이 제안되었고, 1974년에 600MWe로 규모가 확대되었다. 정부의 원자력 발전기구(NPPA)는 1976년에 설립되고, 1983년에 원전 부지로 지중해 연안에 위치한 El Dabaa 부지를 선정하였다. 이 계획은 체르노빌 사고로 좌절되었다. 최근 NPPA는 전력과 담수화를 위한 병합 발전을 위한 타당성 조사에 착수하고 2003년에 발표하였다.

2004년 말에 원자력 에너지의 평화적 이용을 위한 새로운 협정에 서명하고, 러시아 Rosatom으로부터 원자력 발전과 담수화를 위한 계획에 대해 공급받기로 하였다. 2006년 원자력 협력 협정을 중국과도 하였다.

이집트는 러시아로부터 1961년

제조된 2MW 연구용 원자로를 제공 받았으며, 러시아로부터 부분적으로 공급받은 22MW 아르헨티나 연구용 원자로를 1997년 가동하였다.

El-Dabba의 타당성 조사를 기초로 2006년 10월 에너지부는 1000MWe 원자로를 2015년까지 건설할 예정이며, 15억~20억 미 달러가 소요될 프로젝트에 외국의 참여도 기대하고 있다.

나. 튀니지

- 전력 생산(2004년) : 13.1TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : - 0.03TWh (수출)
- 1인당 전력 소비(2004년) : 1,157kWh/yr

튀니지의 발전 전력량은 천연 가스 90%, 석유 8%로 대부분 화석 연료에 의존하고 있다.

정부는 600MWe 원전 건설에 약 11.4억 미 달러가 소요될 것으로 평가하고 있다.

2006년 12월 프랑스와 원자력 발전 및 담수화, 환경 보전 분야에서 원자력 기술의 평화적 이용에 원자력 협력 협정에 서명하였다.

튀니지는 자국의 에너지 해결이 중대한 문제로 대두되고 있으며, 이를 해결하기 위한 방안으로 원자력 발전을 고려하고 있다. 이를 위해 2006년 말 튀니지 정부는 원자력 이용에 관한 연구 개발을 실시할 것을 결정하였다.

다. 알제리

- 전력 생산(2004년) : 31.3TWh

- 전력 수입/수출(2004년) : 0.02TWh

- 1인당 전력 소비(2004년) : 812kWh/yr

알제리의 전력 생산은 천연 가스 97%, 석유 2%로 화석 연료에 의존하고 있다.

알제리는 1995년 이후 Draria (3Mwt), Ain Ouessara (15 Mwt)의 2곳에 연구용 원자로를 가동하고 있다.

알제리 정부는 2007년 4월 급증하는 전력 수요를 충족시키기 위해 원자력 발전 건설 계획을 밝혔다. 알제리는 카타르에서 개최된 6차 천연 가스 협의회에서 자국의 전력 수요 증가를 충족시키기 위한 원전 건설을 계획하고, 원전 개발을 허가하기 위해 2007년 말 관련 법안이 통과되기를 기대하고 있다.

원전 건설이 구체화되는 것은 20~25년 이후이지만, 러시아는 그때를 대비하여 알제리와 계속적인 연계를 추진하고 있다. 이를 위해 러시아는 2007년 1월 양국이 원전 설치 투자를 위한 협력에 기본적으로 합의하였다.

그리고 2007년 7월에는 미국과 원자력의 평화적 이용과 방사성 폐기물 관리에 대한 원자력 협력 협정에 서명하였다.

라. 모로코

- 전력 생산(2004년) : 19.4TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 1.5TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) :

595kWh/yr

모로코의 전력 생산은 석탄 67%, 석유 23%로 대부분 화석 연료에 의존하고 있다.

모로코 정부는 2007년 3월 2016~2017년 최초의 원전 건설 계획에 대해 러시아의 Atom-stroy-export와 추진하기로 협의하였다.

모로코는 2MW Triga 연구용 원자로를 건설 중에 있다. 8000m³/day 담수를 만들기 위해 10MWt 열원자료를 사용하여 대서양 연안에 있는 Tan-Tan에 중국과 사전 프로젝트 조사를 완료하였다.

마. 나미비아

- 전력 생산(2004년) : 1.7TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 1.44TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 1,389kWh/yr

나미비아의 전력 생산의 97%를 수력에 의존하고 있다. 또한 전력 공급을 남아프리카로부터 50% 정도 공급받고 있다. 화력 발전소 건설은 Walvis만에 계획 중에 있다.

나미비아는 세계 uranium 매장량의 7%를 보유하고 있다. 또한 나미비아 정부는 원자력 발전으로 자국의 전력을 공급하는 정책에 대해 언급하고 있다. 또한 전력 공급에 대해 엄격한 도전에 직면하고 있다.

2007년 1월 나미비아 정부는 안정적인 전력 공급을 위한 발전원의 하나로 해외의 협력을 얻어 원전을 건설하기로 결정하였지만, 구체적인 일정은 미정이다. 협력의 구체적

인 국가로는 러시아가 부유식을 포함한 원전 건설을 제안하였다.

2007년 3월 러시아와 uranium 탐광과 원자력 발전 분야에 협력할 의사를 교환하였으며, 나미비아와의 uranium 생산을 위한 합병 기업을 설립할 예정이다.

바. 나이지리아

- 전력 생산(2004년) : 20.2TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 104kWh/yr

나이지리아는 아프리카 국가 중 가장 인구 밀도가 높으며, 전력 수요가 현재로는 2,600MWe 설비 용량이지만, 2007년에는 10,000 MWe로 급격하게 증가됨에 따라 원자력 발전의 필요성이 대두되고 있다.

나이지리아 대통령은 2006년 7월 원자력 자문 기관인 나이지리아 원자력위원회를 설립하고 향후 10~12년 이내에 원전 건설 계획을 표명하고, 관련 법안을 준비 중에 있다.

기저 부하 전력 수요의 급격한 증가로 인해 2025년까지 4,000 MWe 용량의 원전 건설을 위한 개발 계획을 IAEA 지원을 받아 추진 중에 있다.

나이지리아의 최초 연구용 원자로로는 가나, 이란, 시리아, 중국에서 운전 중인 중국의 다른 것과 유사한 30 kW의 중국 소형 중성자원 연구로로 Ahmadu Bello 대학에 있다.

사. 세네갈

- 전력 생산(2004년) : 2.4TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 176kWh/yr

세네갈의 전력 생산 구성은 석유 75%, 수력 12%, 바이오매스 11%, 천연 가스 2%로 화석 연료에 의존하고 있다. 연간 1인당 전력 소비는 176kWh로 매우 낮은 편이다.

세네갈은 자국의 전력 부족으로 일상적으로 정전이 잦고, 경제 발전이 저해되고 있는 실정이다. 따라서 이러한 전력 부족 상황을 타파하기 위해 원자력 발전을 도입하여 전력의 안정적 공급을 도모하고자 하고 있다.

아. 리비아

- 전력 생산(2004년) : 20.2TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 2,520kWh/yr

리비아의 전력 생산 구성은 석유 81%, 천연 가스 19%로 전부 화석 연료로 생산하고 있으며, 1인당 연간 전력 소비량은 2,520 kWh로 상당히 높다. 또한 원유 산유국으로서 79% 이상을 수출하고 있는 부유한 국가이다.

리비아 정부는 2007년 3월 전력 생산뿐만 아니라 해수 담수화도 이용 가능한 원전 건설을 위해 미국과 계약을 체결할 예정이라 밝히고 있다.

리비아는 미국과 외교 관계가 25년간 단절된 후에 최근 부활되었지만, 현 시점에서의 원자력 협력은 방사성 동위원소의 의학적 이용에 한정되고 있으며, 핵의학센터 설립에 대한 협력을 추진하고 있다.

한편, 리비아 정부는 미국 이외의 외국과도 기술·재정 지원을 받아 원전 건설을 추진할 계획을 밝히고 있다.

5. 남미

가. 칠레

- 전력 생산(2004년) : 52.0TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 1.9TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 3,084kWh/yr

칠레의 전력 생산은 수력 53%, 천연 가스 34%, 석탄 16% 등으로 구성되어 있다.

최근 활동적으로 원자력 발전에 대해 고려하고 있다.

나. 베네수엘라

- 전력 생산(2004년) : 98.5TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 2,760kWh/yr

베네수엘라의 전력 생산은 화석 연료 34%, 수력 66%로 구성되어 있다. 국회는 전력 생산의 옵션으로 원자력을 포함하는 법률을 제정 중에 있다.

6. 아시아

가. 방글라데시

- 전력 생산(2004년) : 21.5TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 140kWh/yr

방글라데시의 전력 생산은 천연 가스 87%, 석유 7%, 수력 5%로 대부분 화석 연료에 의존하고 있다.

방글라데시는 섬유 산업이 부흥하고 있는데, 전력 설비 용량이 피크시에는 3,000MW, 평상시에는 2,000MW이나 부족한 상태이다. 방글라데시의 전력 수요는 약 5,000MW 정도인데, 가동을 개시한 지 수십 년이 된 60여기 발전 설비 대부분에서 기계적인 고장이 자주 발생하여 평시 전력 생산량은 3,000MW 수준에 머물고 있다.

방글라데시의 기존 발전 설비는 천연 가스와 석탄 화력 발전소가 주종이지만, 방글라데시의 천연 가스 및 석탄 매장량은 빠른 속도로 고갈되고 있으며, 동 화석 연료들은 현재의 속도로 계속 사용된다면 수십 년 내에 고갈될 것으로 예상하고 있다.

방글라데시 정부의 원전 건설은 1961년에 제안되었으며 기술적·경제적으로 타당성이 있는 것으로 보고되었고 1963년에 Rooppur 부지가 선정되기도 하였다. 그 후에도 몇 차례에 걸쳐 원전 건설 계획이 승인을 받았지만 재정 지원사들이 방글라데시의 원전을 운영하는 데 필

요한 기술적 능력에 우려를 포함해 따라 지원 계획은 취소된 바 있다.

전력 수요와 설비 용량의 증가로 600MWe 발전소의 타당성을 조사하여 1999년 방글라데시 정부는 Rooppur 원전 건설에 강한 의지를 표명하였다. 2001년 국가 원자력 활동 계획으로 채택되었으며, 2005년 중국과 원자력 협력 협정에 서명하였다.

유엔 산하 원자력 감시 기관인 국제원자력기구(IAEA)는 방글라데시 정부의 원전 건설 계획을 승인했다. 국제원자력기구로부터 승인을 받았고, 한국으로부터 동 건설 프로젝트 자금의 60% 지원 제의도 이미 받은 상태이므로, 방글라데시는 원전 건설 승인을 받은 8개 개발 도상국 가운데 최상위에 위치해 있다.

2007년 1월 권력을 잡은 방글라데시의 군사 정권은 전력 위기 해결을 최우선 과제로 올려놓고 있다. 세계은행(The World Bank)은 지난해 방글라데시가 전력 수급 문제를 완화하기 위해서는 향후 10년간 100억 달러를 투자해야 할 것으로 전망하고 있다. 1986년부터 3MW Triga 연구용 원자로를 운전하고 있다.

나. 인도네시아

- 전력 생산(2004년) : 120.2TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 478kWh/yr

인도네시아의 전원별 구성은 석유와 천연 가스가 전력 생산의 45%를 차지하고, 석탄 36%, 수력 12%, 지열 7%로 구성되어 있다. 산업 생산 증가가 10.5%로 급격하게 증가됨에 따라 전력 수요는 2013년에는 175TWh에 이를 것으로 전망된다.

아시아-태평양 국가 중 유일하게 석유수출기구(OPEC)의 회원국인 인도네시아는 석유에 대한 의존도를 줄이고, 에너지 비용을 줄이기 위해 대체 에너지의 개발 노력을 경주하고 있으며, 자바(Java)섬에 원전을 건설한다는 계획을 가지고 있다.

또한 인도네시아는 지구 온난화의 원인으로 알려진 이산화탄소의 배출을 삭감하기 위해 바이오 연료와 풍력, 지열 등과 같은 다른 에너지원의 개발도 추진하고 있다.

인도네시아는 과거에도 원전 개발을 추진했었지만 비등하는 원자력 반대 여론과 대형 나투나(Natuna) 천연 가스 유전이 발견됨에 따라 1997년 원자력 개발 계획을 유보한 바 있다. 그러나 인도네시아의 전력 수요 증가로 인해 전력 부족 문제가 불거지자 원전 개발 계획은 다시 수면 위로 떠올랐다.

2002년 인도네시아 원전 건설에 대한 타당성 조사에서 원자로 4기를 건설하는 것이 유리하다는 결과가 나왔으며, 2006년 초에 대통령령으로 원자력이 경제적이라는 전제 조건하에 인도네시아는 최초 2기의 원전 건설을 발표하였다.

현재 Batan은 원전 건설 후보지로 중부 자바 지역 북부를 지정하고, 원자로 1기를 먼저 건설한 후 추가로 2기를 건설할 계획을 세우고 있다.

인도네시아는 우선 2008년에 원전 건설 국제 입찰과 협상을, 2010년에 원전 제공 업체를 선정하여 발주하고, 2017년에 완공을 목표로 계획 중이며, PLN(Perusahaan Listrik Negara) 전력 회사와 다른 인도네시아 회사가 원전 사업에 투자할 것으로 보인다.

2003년 후반 Batan은 한국의 1000MWe 가압 경수로인 KSNP+(현재는 'OPR-1000'이라 함)와 캐나다의 700MWe 가압 중수로인 ACR-700의 두 가지 대안을 발표하기도 하였다.

인도네시아는 주변의 말레이시아, 태국, 베트남 등 다른 동남아시아 국가와는 달리 원자력산업을 추진할 많은 원자력 기술 인력을 보유하고 있으며, 정치적으로도 원자력을 적극적으로 지지하고 있는 것이 특징이다.

현재 3개의 연구용 원자로가 국가원자력연구기구(Batan)에서 운전 중에 있으며, 1987년부터 가동된 자카르타 부근의 Serpong 원자력 시설에 있는 30MWt의 원자로 는 원전 도입을 지원하는 데 이용되고 있다.

인도네시아는 80% 이상을 화석 연료에 의존하고 있으며, 원유 보유량이 증가되지 않고 있는 현 상황에서 에너지 수급 상황은 위태롭다는

의식이 높아짐에 따라 원자력 도입이 보다 적극적으로 추진되고 있다.

다. 베트남

- 전력 생산(2004년) : 46.0TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 501kWh/yr

베트남의 전력은 천연 가스 43%, 수력 38%, 석탄 15%로 생산하고 있다. 2006년 말 전력 수요는 2010년에 15% 증가될 것으로 예상되며 2005년의 11.4 GWe에서 25 GWe로 설비 용량이 증가될 계획이다.

베트남의 전력 소모는 최근에 매년 12~15%의 급격한 성장세를 이어가고 있다. 베트남의 연간 전력 생산량은 현재 5,500~6,000MW 수준이지만 이중 55%는 수력에 의존하고 있다. 베트남은 2020년에는 20,000~30,000MW의 전력을 필요로 할 것으로 전망되기 때문에 이 수요를 충족시키기 위해서는 원자력의 도입이 필요한 것으로 판단하고 있다.

베트남은 해외 원전 업체가 턴키(Turnkey) 방식으로 입찰을 수주하여 2011년부터 공사를 개시할 계획이다. 가능성이 있는 해외 원전 업체로 캐나다의 AECL, 유럽의 AREVA, 러시아의 Atomstroy export 등 3개사는 중국에 원전 수출 경험이 있으며, 최근 중국에 원전을 수출한 WH도 유력하다.

또한 일본과 한국이 베트남 원자력 기기 사업 진출에 깊은 관심을

두고 있다. 특히 2006년 3월 한국이 원전 프로젝트 입찰에 관심을 표명하고 베트남 과학기술위원회와 원자력에너지에서의 장기 협력을 위한 계획 초안에 대해 2006년 11월 서명하였다.

베트남은 2004~2008년까지 원전 타당성 조사를 실시하고, 그 결과를 근거로 2,000~4,000MWe 용량을 가진 원자로를 2020년까지 2기~4기 건설할 계획이다.

2006년 2월 베트남은 전력 수요 증가에 대처하기 위해 2020년까지 2000MWe 원전이 상용화할 것을 발표하였다. 2008년에 완성될 타당성 조사가 완료되면 2011년 공사 개시를 위한 입찰이 시작되고 2017년 완공을 목표로 하고 있다.

2020년에는 베트남 총전력 생산의 약 9%, 2025년에는 11%, 2040년~2050년에는 25%~30% 수준까지 원전으로 전력을 생산할 계획을 세우고 있다. 이를 추진하기 위해 베트남은 국민의 원자력에 대한 인식 제고와 방사성 사고시의 국가 비상 대책 수립, 원자력 사업의 수행 관리 체계, 원자력 안전 기술 습득, 원자력 관련 법령 정비, 전문 인력 양성 등에 대해서도 해결해야 할 것이다.

현재 베트남은 특히 의료용으로 500kW 용량의 연구용 원자로를 보유하고 있으며, 이 원자로를 1984년에 가동을 개시했다.

라. 태국

- 전력 생산(2004년) : 125.7TWh

- 전력 수입/수출(2004년) : 3.0TWh

- 1인당 전력 소비(2004년) : 1,865kWh/yr

태국의 전원별 구성은 천연 가스가 약 71%, 석탄 16%, 석유 6%, 수력 5%로 대부분 화석 연료에 의존하고 있다. 태국은 지역적으로 아세안 국가들의 전력 허브에 있다.

태국 정부의 통계에 따르면, 2004년 현재 연료별 발전 전력량에서 천연 가스가 전체의 70%를 넘어설 정도로 천연 가스 의존율이 지극히 높은 상태이다.

태국은 자국 영토 내에 천연 가스 유전을 보유하고 있지만, 매장량의 사용 수명은 약 20년 정도로 한정되어 있어 에너지 자원의 안정 확보 관점에서 천연 가스 의존율을 낮추기 위한 방안을 모색하고 있다.

태국 정부는 2015년까지 발전 설비 용량을 현재의 거의 두 배에 해당되는 약 4,200만 kWe로 늘리는 전원 개발 계획을 세우고 있고, 이 시점까지 천연 가스 의존율을 50%까지 낮추며, 전체의 10%는 원자력으로, 나머지는 석탄 화력 발전과 수력 발전으로 조달한다는 계획이다. 관계자에 따르면, 원자력은 7~8년 내에 도입 여부가 최종 결정될 전망이며, 국민의 이해가 더해지면 시기가 한층 더 앞당겨질 가능성도 있다.

원전 도입이 포함된 「에너지 15개년 계획」이 조만간 태국 의회에

제출될 전망이다. 에너지 15개년 계획에서 태국은 지구 온난화 방지와 발전 비용의 절감 등 두 가지 관점으로부터 원자력의 우위성을 명시했다. 또한 석탄 화력 발전소 확장 계획과 더불어 원전 도입도 병행하여 추진하고 있다.

2020년까지 전체 전력 생산에서 원자력의 비중을 10%까지 올린다는 방침을 표명한 동 계획이 제출되면 태국의 원전 도입을 향한 움직임이 가속화될 것으로 전망된다.

태국 정부는 향후 법규제의 정비와 인재 육성을 진행시킴과 동시에 일본과 프랑스에 협력을 요청해나간다는 방침이다. 현 시점의 구상으로는 첫 원자로는 해외의 기술을 도입하여 건설되고, 2호기부터는 인력과 기술 등 모든 부문에서의 국산화 계획을 계획하고 있다. 원전의 건설 부지로는 방콕 남부의 해안선이 유력한 후보지로 거론되고 있다.

태국의 2007~2021년 사이의 발전 설비 건설에 관한 초안 옵션 중에는 2020년 및 2021년부터 전력 생산을 시작하는 5,000MWe 용량의 원전 설비가 포함되어 있다.

이번 「에너지 15개년 계획」이 의회에 제출되면, 과거에 천연 가스 유전 발견 등으로 인해 유보되었던 원자력발전소의 도입 계획이 탄력을 받을 것으로 보인다.

태국의 연구용 원자로를 1977년부터 운전되고 있으며, 보다 용량이 큰 원자로를 건설중에 있다.

마. 필리핀

- 전력 생산(2004년) : 56.0TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 597kWh/yr

필리핀의 전력 생산은 석탄 29%, 천연 가스 22%, 지열 18%, 수력 15%, 석유 15%로 발전원이 골고루 분포되어 있으며, 지열이 18% 차지하고 있는 것이 특징이다.

필리핀에서는 원전을 건설할 수 있는 기술 기반을 구축하는 데 15년이 소요될 것으로 보고 있다. 2022년 이후의 원전에 투입할 인적 자원의 개발을 위한 프로그램 준비가 진행되고 있다.

2007년 4월 필리핀 정부는 건설이 중단된 바탄(Bataan) 원전의 부채에 대해 최종적으로 지불을 완료했다. 동 원전은 1970년대 초 마르코스 대통령이 620MWe급 웨스팅하우스의 가압경수로 2기를 약 4.6억 달러를 투자하여 건설하려는 것이었지만 착공 이후 건설은 중지되었다.

바. 말레시아

- 전력 생산(2004년) : 82.9TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 3,166kWh/yr

말레시아는 천연 가스 62%, 석유 28%, 수력 10%로 주로 화석 연료에 의해 전력을 생산하고 있다.

원자력 발전을 포함한 포괄적 에너지 정책 연구는 2010년 전까지

완료할 예정이다. 원자력이 포함된 이유는 유가가 계속 상승하고 있는 경제적인 원인이 주요 요인이며, 포괄적 에너지 정책 연구를 실시하게 된 핵심 동기이다.

말레시아는 석유와 가스를 생산하는 국가이지만, 2009년 이후에는 원유 수입국으로 전략할 처지에 놓여있기 때문에 원전 도입 가능성이 높아졌다.

2010년에 조사 결과가 나와야 확실하겠지만, 현재 국가 소유 전력사인 TNB는 원자력 발전을 선호하고 있으며, 2006년 8월 말레시아는 2020년 이후 원자력 발전 계획이 있을 예정이며, 2기의 원자로를 건설할 것이라는 전망도 내놓고 있다. 또한 원전 건설은 말레시아 반도에 우선 건설하고 보르네오섬은 제외시키는 기본 구상도 밝히고 있다.

말레시아 원자력연구소는 1MW Triga 연구용 원자로를 1982년부터 가동하고 있다. 2006년 11월 MINT는 원자력 에너지의 평화적 이용을 수행하기 위해 말레시아 원자력기구로 명칭을 변경하였다.

현재 말레시아의 당면 목표는 에너지 자립이며, 석유에 대한 의존도를 가능한 낮추고 다른 대체 에너지를 개발하고 에너지원의 다변화를 시키면서 지구 온난화 가스 방출을 억제시켜야 하는 현실적인 문제에도 직면하고 있다. 이를 위한 해결 방안으로 원자력 옵션도 가능성이 높을 것으로 전망된다.

7. 오세아니아

가. 호주

- 전력 생산(2004년) : 239.5TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 11,126kWh/yr

호주의 발전원별 전력 구성은 석탄 화력 77%, 천연 가스 14%, 수력 7%로 나타나고 있다. 대부분 화석 연료에 의존하고 있으므로 이산화탄소 발생량이 높아 원자력발전의 가능성이 대두되기 시작하였다.

호주는 1956년부터 연구용 원자로가 가동되고 있으며, 최근 대체 원자로가 추진 중에 있다.

1970년 호주 정부는 Jervis만에서 원자력 발전 건설을 조사하였다. 영국, 미국, 독일, 캐나다로부터 설계가 제안되었지만 지도자가 바뀔 때마다 1972년에 계획이 중지되었다. 그러나 1983년까지 농축 공장 건설에 대한 다양한 계획과 제안이 이루어졌다.

호주의 맥쿼리발전회사는 환경 문제로 석탄 화력 발전소 건설을 하지 않기로 발표함에 따라 대체 전원으로 원전 건설의 가능성이 높아지고 있다. 또한 2006년 광산업체가 공동으로 호주 원자력 에너지 회사 ANE(Australian Nuclear Energy Pty Ltd.)를 설립하고 우라늄 채굴 및 처리와 원자력 에너지 검토 보고서에서 원전의 선택 필요성에 대해 언급하였다.

최초의 원전 건설은 15년 후에

시작될 계획이며, 2050년까지 호주 전력수요의 1/3을 공급하기 위해 25기의 원전이 해안 부지에 건설될 것으로 예상된다.

호주의 원전 건설의 주목적은 지구 온난화 가스 방출을 감소이며, 이를 위한 대체 에너지원으로 원전이 유력한 옵션으로 대두되고 있다. 원전의 가동으로 호주는 2050년에 국가 온실 가스 방출을 8~18%로 감축할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

나. 뉴질랜드

- 전력 생산(2004년) : 41.8TWh
- 전력 수입/수출(2004년) : 0TWh
- 1인당 전력 소비(2004년) : 8,887kWh/yr

뉴질랜드의 발전원 구성을 보면, 수력이 가장 높은 64%, 천연 가스 17%, 석탄 10%, 지열 6.5% 등으로 나타나고 있다.

뉴질랜드는 전력 생산의 60% 이상을 수력에 의존하므로 강우량의 변화에 따라 안정적인 전력 생산이 어려운 실정이다. 따라서 발전원의 다양화가 필요하다.

수력 발전은 지난 15년간 전혀 증가되고 있지 않으며, 석탄을 사용하는 정부 소유의 Huntley 발전소가 가동되기 전까지 1990년부터 천연 가스 화력으로 전력 수요를 만족시키고 있다.

수력 발전으로 발전을 한 이후 1968년 국가 발전 계획에서 10년 이상 뉴질랜드에서의 원자력 발전

필요성을 최초로 확인하였다. 계획은 최초의 원전을 Auckland 부근 Kaipara 항의 Oyster Point 부지에 4기의 250 MWe를 계획하였다. 이것은 1990년 Auckland에 필요한 80%를 공급하는 용량이다. 그러나 Huntly 부근에 비축되어 있는 석탄으로 Maui 천연 가스 화력이 개발됨에 따라 1972년 계획이 중지되었다.

1978년 왕립위원회의 보고서에서는 원자력 발전 프로그램에 투자를 서두를 필요가 없다고 하였지만, 21세기 초 경제적으로 성공하기 위해서는 원자력 발전 프로그램이 필요하다고 제시하였다.

뉴질랜드는 자국 내에서도 수입으로도 원자력 에너지로 전력을 생산하지 않는 몇 안되는 국가들 중 하나이다.

뉴질랜드는 석탄 등 화석 연료 연소로 방출되는 이산화탄소로 인한 지구 온난화와 관련하여 향후 Auckland에서의 전력 부족을 해소하기 위해 원전 건설 필요성이 다시 대두되고 있다.

8. 대륙별 종합 분석

(1) 유럽

유럽 국가들 중 신규 원전 도입에 적극적인 관심을 표명하고 있는 국가는 터키가 2012년, 동유럽의 리투아니아가 2015년 운전을 목표로 추진하고 있다.

터키는 장래의 전력의 안정적 공급을 위해, 리투아니아는 현재의 원전 폐쇄에 따른 전력 부족으로

주변 에스토니아, 라트비아의 전력 공급원으로서 신규 원전을 건설하고 있다.

포르투갈, 아일랜드, 폴란드는 이전에도 원전 도입을 계획한 국가로서 전력의 대부분을 화석 연료 의존도를 낮추어 온실 가스 배출을 억제하기 위한 방안으로 원자력이 다시 고려되고 있다.

이탈리아는 전력의 절반 이상을 수입하는 국가로 주변국의 원전 건설에 적극적으로 투자하여 전력을 수입하고 있는 님비형 국가이다.

유럽 국가들은 전력의 안정적 공급과 온실 가스 배출 억제를 목적으로 원전 도입을 추진하고 있다.

(2) 구소련

구소련 국가들 중 신규 원전 도입을 적극적으로 표명하고 있는 국가는 벨로루시가 2013~2014년, 아제르바이잔이 2010년을 운전을 목표로 추진하고 있다.

벨로루시는 소련으로부터의 에너지 의존도를 낮추기 위해, 아제르바이잔은 장래 에너지 부족에 따른 전력 공급원으로서 원전을 건설할 전망이다.

아직 구체적인 계획은 결정되지 않았지만, 그루지야는 러시아의 수입 의존도를 낮추기 위해, 카자흐스탄은 세계 2위의 우라늄 생산국으로서 화석 연료에 의한 지구 온난화 영향을 줄이고 향후 핵연료 생산국으로서 원전 도입을 고려하고 있다.

구소련 국가들은 카자흐스탄을 제외하고는 주로 러시아로부터의

에너지 의존도를 낮추어 전력의 안정적 공급을 주목적으로 원전 도입을 추진하고 있다.

(3) 중동

중동 국가들 중 신규 원전 도입을 적극적으로 표명하고 있는 국가는 이란이 2007년, 요르단이 2015년을 운전을 목표로 추진하고 있다.

이란은 자국의 원전 개발이 전력 생산만을 위한 것이라고 주장하고 있지만, 국제 사회는 석유 부국인 이란이 원전을 건설하려는 의도는 핵개발 의혹이 큰 것으로 보이며, 요르단은 세계적인 물 부족 국가로서 전력 생산 및 해수 담수화를 위해 원전 도입을 추진하고 있다.

아직 구체적인 계획은 결정되지 않았지만, 걸프만 협력회의(GCC) 국가들은 이란의 핵개발 의혹에 대한 대응과 전력 생산 및 해수 담수화를 위해, 예멘, 이스라엘, 시리아

등은 주변국의 핵개발 의혹에 대한 대응으로 원전 도입을 고려하고 있는 것으로 생각된다.

중동 국가들은 주로 이란의 핵개발 의혹에 대한 대응이 많지만, 전력 생산 및 해수 담수화의 평화적 목적의 원전 도입을 표명하고 있다.

(4) 아프리카

아프리카 국가들 중 신규 원전 도입을 적극적으로 표명하고 있는 국가는 이집트가 2015년, 모로코가 2016~2017년, 나이지리아가 2017~2019년 운전을 목표로 추진 중에 있다.

이집트는 인접한 중동 국가들의 핵개발 대응과 전력 생산 및 해수 담수화를 위해, 모로코는 전력 생산과 해수 담수화를 위해, 나이지리아는 장래 전력의 안정적 확보를 위해 원전 도입을 추진하고 있다.

아직 구체적인 계획은 결정되지 않았지만, 튀니지, 리비아는 전력 생산 및 해수 담수화를 위해, 알제리, 나이지리아, 세네갈, 나미비아는 전력의 안정적 공급을 위해 원전 도입을 고려하고 있다.

아프리카 국가들은 이집트를 제외하고는 대부분 전력 및 해수 담수화와 전력의 안정적 확보를 주목적으로 원전 도입을 추진하고 있다.

(5) 남미

남미 국가들 중 칠레와 베네수엘라가 전력의 안정적 공급을 위해 원전 도입을 고려하고 있다.

(6) 아시아

아시아 국가들 중 신규 원전 도입을 적극적으로 표명하고 있는 국가는 인도네시아가 2017년, 베트남이 2020년, 태국이 2020년 운전을 목표로 추진 중에 있다.

인도네시아는 석유 의존도를 줄이고 지구 온난화 문제 해결을 위해, 베트남과 태국은 전력의 안정적 공급을 위해 원전 도입을 추진하고 있다. 그 외에 구체적인 원전 도입 계획은 없지만, 말레이시아, 필리핀, 방글라데시는 전력의 안정적 공급을 위한 방안으로 원전 도입을 고려하고 있다.

아시아 국가들은 주로 전력의 안정적 공급을 주목적으로 하고 있지만, 에너지 자원이 풍부한 인도네시아는 온실 가스 배출 억제를 주목적으로 원전 도입을 추진하고 있다.

(7) 오세아니아

오세아니아 국가들 중 호주는 온실 가스 배출 억제를 위해 2022년

<표 1> 원전 도입 가능국의 목적별 분류

도입 목적	관련 국가
전력의 안정적 공급	이탈리아, 리투아니아(발트3국), 터키, 벨로루시, 아제르바이잔, 그루지야, 알제리, 나이지리아, 세네갈, 나미비아, 칠레, 베네수엘라, 베트남, 태국, 필리핀, 방글라데시, 말레이시아, 뉴질랜드
온실 가스 배출 억제	포르투갈, 아일랜드, 폴란드, 카자흐스탄, 인도네시아, 호주
전력 생산 및 담수화	걸프만협력회의(GCC), 요르단, 나이지리아, 모로코, 튀니지, 리비아
핵개발 의혹에 대한 대응	이란, 요르단, 예멘, 이스라엘, 시리아, 이집트

이후 원전 건설을 계획하고 있으며, 뉴질랜드는 온난화 가스 배출 억제, 전력의 안정적 공급을 위해 원전도입을 고려하고 있다.

결언

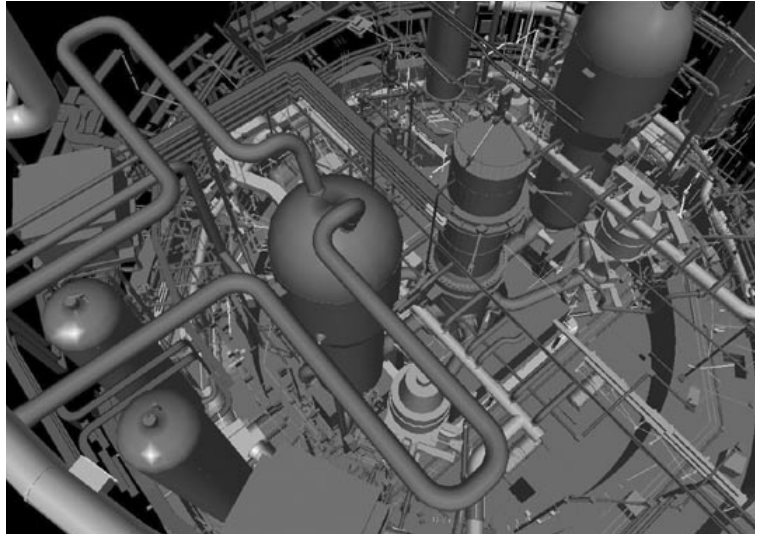
전 세계적으로 원전 도입을 추진하고 있는 국가가 현재 약 40개국 이상에 이르고 있으며, 미국, 러시아, 중국, 인도 등 현재 원전을 운전하고 있는 국가들도 신규 원전 건설을 추진하는 등 세계 원전 시장이 점차 확대되고 있는 상황이다.

이러한 원전 시장의 확대 움직임을 반영하여 세계 주요 원자력 산업체가 긴밀하게 움직이고 있으며, 원전 수출 시장을 선점하기 위해 원자력산업체 간 인수·합병·제휴가 이루어지고 있다.

중동과 아시아 지역에 원전 도입 움직임이 가장 활발하며, 아프리카 지역도 국제 정치적 문제와 전력 수급 문제로 중동 지역 이상으로 원자력 발전에 대한 기대가 고조되고 있다. 이들 각 지역의 특성에 따른 원전을 개발하여 공급하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

세계 원전 시장은 현재 미국, 러시아, 프랑스, 캐나다 산업체 등이 주도하고 있으나, 최근 일본 산업체들은 중국과 아시아, 그리고 미국 시장 등의 적극적인 진출 움직임을 보여 주고 있다.

또한 앞으로 대규모 원전을 도입하고 있는 중국과 인도의 원전 기술의 차립과 기자재 국산화 정책



전 세계적으로 원전 도입을 추진하고 있는 국가가 현재 약 40개국 이상에 이르고 있으며, 미국, 러시아, 중국, 인도 등 현재 원전을 운전하고 있는 국가들도 신규 원전 건설을 추진하는 등 세계 원전 시장이 점차 확대되고 있는 상황이다. 이러한 원전 시장의 확대 움직임을 반영하여 세계 주요 원자력 산업체가 긴밀하게 움직이고 있으며, 원전 수출 시장을 선점하기 위해 원자력산업체 간 인수·합병·제휴가 이루어지고 있다.

추진 등도 전망되며 향후 세계 원전 시장은 시장 지배력이 강한 소수의 다국적 산업체 중심으로 재편도 전망되고 있다.

그동안 성공적인 원자력산업 육성과 원자력 기술에 있어 많은 노하우를 가지고 있는 우리나라도 이들 원자력 산업체들과의 컨소시엄을 이루어 적극적인 해외 원전 시장 진출이 요구되고 있다고 보여진다. 이와 함께 개도국의 수요에 맞는 수출용 원전 개발과 이를 위한 투자도 요구되고 있다. ☉

statistics

2. Energy Information Administration International Energy Annual 2004

3. 한국원자력국제협력재단 (KONICOF), 원자력소식

4. WNA(World Nuclear Association), Emerging Nuclear Energy Countries

5. 과학기술정보포털서비스 (yesKISTI), 글로벌동향브리핑 (GTB)

6. 한국원자력산업회의(KAIF), 해외원자력동향

[참고 자료]

1. OECD/IEA, IEA Energy