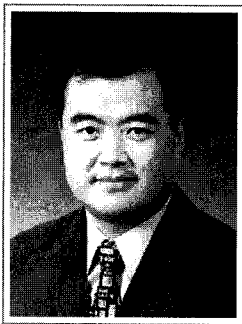


# 중남미 원자력 국제 협력 추진 방안 연구(I)

## 사업의 필요성과 목적 · 중남미의 에너지 및 원전 운영 현황 · 멕시코

곽재성

경희대학교 아태국제대학원 교수



서울대 서어서문학과 졸업  
영국 리버풀대학교 중남미 지역학 석사, 국제정치학 박사(중남미국제정치전공)  
영국 리버풀대학교 중남미 지역학과 Post-Doc 연구원  
서울대 스페인중남미연구소 특별연구원  
선문대 스페인어 중남미학과 조교수  
서울대 국제지역원 초빙교수  
외교안보연구원 겸임교수(현)  
경희대 아태국제대학원 부교수, 원장보(현)  
대외경제정책연구원 자문위원(현)

### 사업의 필요성과 목적

#### 1. 사업의 필요성과 목적

가. 원자력 기술의 진보와 요소 기술의 종합화 필요성

최근 원자력 분야의 기술 개발 속도의 가속화는 선·후진국간의 기술 격차를 심화시키고 있다.

미래 신기술 개발을 위해서는 과거에 비해 훨씬 다양한 기술의 종합화가 필요하다. 그러나 한 국가가 기술 개발에 필요한 모든 요소 기술을 보유하는 것은 불가능하다.

따라서 신기술 개발에 소요되는 막대한 비용의 분담과 기술 개발이 실패할 경우 수반되는 위험의 감소를 위해 원자력 국제 협력의 필요성이 증대되고 있다.

나. 우리의 원자력 기술에 대한 중남미 신흥 경제권의 관심에 부응할 필요성

한국은 선진 그룹에 속하는 원전 기술을 상당히 보유하고 있고 대부분은 한국화된 기술로서 고가의 까다로운 조건을 내걸고 있는 선진국과의 협력에 부담을 느끼고 있는 개도국에게 한국은 원자력 국제 협력의 대안으로 떠오르고 있다. 따라서 우리 원전 기술에 관심을 갖는 개도국들에 대해 차별화된 진출 전략을 수립할 필요성이 있다.

특히, 신흥 시장으로 주목받고 있는 중남미 국가들은 최근의 경제 안정화를 바탕으로 에너지 및 전력 수요가 급증하고 있지만 지난 20년간의 인프라 투자 미비로 21세기 산업화를 위한 안정적이고 효과적인 동력 공급원을 갖지 못하고 있다.

중남미 주요국들은 원자력 에너지의 확대 도입·개발과 방사선의 이용 및 응용에 대한 관심을 높여가고 있어 가까운 미래에 적극적인 협력 대상으로 부상하고 있다.

다. 새로운 수출 시장 확대 가능성

세계적인 경쟁력을 갖추고 있는 한국의 원자력 산업은 한국화한 기술을 토대로 하고 있기 때문에 이를 전략적으로 활용할 경우 수출 효과 업종으로 자리잡을 가능성이 있다.

특히 중남미 지역과의 방사선 및 원자력 에너지 협력 강화는 그동안 원자력의 평화적 이용을 통해 국제 사회에서의 협력을 도모해온 우리나라에게 있어 매우 의미있는 협력 의제가 될 것으로 예상하며, 국내 방사선 및 원자력 에너지 기술 및 산업의 수출에 귀중한 기회를 제공할 것으로 기대된다.

따라서 중남미의 방사선 및 원자력 에너지의 이용 개발과 관련된 정책 환경, 현재 및 미래 기술 수요, 그리고 원자력 협력 기반 조성에 대한 분석이 필요하며, 이를 토대로 이 지역과 원자력 협력이 가능한 분야를 발굴하고 이에 효과적으로 대응하기 위한 원자력 협력 활성화 방안을 체계적으로 수립하는 것이 바람직하다.

라. 새롭게 부상하는 중남미와의 협력 의제

그 동안 중남미와의 원자력 분야 협력이 부진했던 이유는 이 지역이 자원의 보고로서 원자력 의존도가 매우 낮은 지역이며, 1980년대 이후 반복된 경제 위기로 이 분야에 신경 쓸 겨를이 없었고, 한국과 멀리 떨어진 거리 탓에 협력의 우선 순위에서 비중이 높지 않았다는 점 등을 들 수 있다.

반면 중남미와의 협력이 중요한 이유는 의외로 브라질, 칠레 등의 주요 국가가 에너지 부족을 경험하고 있고, 화석 원료의 고갈로 풍력, 태양열 등 대체에너지에 대한 중요성이 어느 지역보다도 높으며, 자원은 한국과 중남미간의 주요 협력 의제로 이미 부각되고 있기 때문이다.

또한 장기적인 과학 기술 분야의 협력에 있어 원자력은 다른 국가들이 시도한 사례가 별로 없는 블루오션 이슈로서 우리가 선점할 수 있는 분야이다.

마. 국별, 아이템별 맞춤형 접근의 필요성

중남미의 경우 이미 원전을 보유하고 있는 브라질, 아르헨티나, 멕시코 등 대국들과 에너지 부족 국가인 칠레를 중심으로 교류 확대가

가능할 것으로 예상된다.

브라질, 아르헨티나, 멕시코는 에너지 생산국임에도 경제 규모가 큰 탓에 원전 수요가 예상되는 국가군으로(3국은 이미 원전을 보유 중임), 칠레는 에너지 부족 국가(칠레, 중미) 중에서 국내 수요가 많고 또한 재원 조달이 가능한 국가로 꼽힌다.

또한 이들 국가에서 방사선 및 방사성동위원소 기술의 의료, 농업, 생명공학, 환경, 산업 분야 등 광범위한 용도에 주목하여 기술 이전을 위해 적극적인 노력을 추진할 필요성이 대두되고 있다.

2. 연구 목적

중남미 4개국(멕시코, 아르헨티나, 브라질, 칠레)에 대한 원자력 협력 의제, 수출 아이템 및 진출 전략을 제시하고자 한다.

- ① 국별 원자력 현황 조사
- ② 국별 원자력 국제협력 현황
- ③ 대상국에 대한 개별 진출 전략 수립

중남미의 에너지 및 원전 운영 현황

1. 중남미의 정치 지형 변화와 원자력

최근 중남미 정치의 가장 중심적인 키워드는 '좌파' 인데, 2005~2007년 동안 칠레, 브라질, 멕시코, 콜롬비아, 페루, 베네수엘라 등을

포함하여 모두 14개 국가에서 대통령 선거전이 치러졌고 많은 국가에서 좌파 성향의 지도자들이 당선되었다.

그러나 대부분의 지도자들은 실용주의 노선을 견지하고 있어 정통 사회주의를 표방하는 베네수엘라, 볼리비아, 쿠바와는 다른 모습을 보이고 있어 중남미에서 진보 성향의 후보들이 집권하는 현상을 '좌파 바람'이라고 단순화시키기엔 각국이 당면한 사정이 매우 특수하다.

따라서 좌파=반핵이라는 공식은 성립하기 어려우며 국별 특수성을 감안하여 각국의 원자력 정책을 접근해야 한다.

최근의 고유가에 중남미 경제는 매우 다양한 반응을 보이고 있다.

대부분의 국가에 광물 및 에너지 자원이 풍부하게 매장되어 있는 중남미는 최근 원자재 국제 가격의 폭등으로 무역 수지 흑자를 확대하였고, 특히 멕시코, 베네수엘라, 페루 등의 산유국은 풍부한 오일 달러를 기반으로 제2의 도약을 도모하고 있다.

역내 최대 국가인 브라질의 경우 풍부한 자연 자원을 가지고 있지만 국내 수요를 충당하기에는 역부족인 관계로 볼리비아로부터 천연가스를 수입(최근 브라질은 대서양 연안에서 세계 최대의 심해 유전을 발견)하고 있으며, 남미 두 번째 대국인 아르헨티나의 경우 에너지

수출국이었으나 점차 생산이 감소하고 국내 소비가 늘자 칠레로의 수출을 중단했다(잠재적 에너지 부족 국가).

반면 에너지 수입국 중 대표적인 국가인 칠레는 수력, 풍력, 원자력 등 대체 에너지 등의 대안 마련에 부심하고 있고, 쿠바를 비롯한 카리브 연안국들은 차베스의 베네수엘라에 원유 공급을 의존하고 있다.

이와 같은 환경하에서 2008년 2월 남미 대륙의 두 강대국인 아르헨티나와 브라질은 2008년 6월 부에노스 아이레스에서 정상 회담을 갖고 에너지 문제를 집중적으로 논의하였는 바 원자력 관련한 사안이 중요 의제로 다루어졌다.

양국은 남미에서 모범이 될 만한 원자력의 평화적 이용 프로그램으로서 신규 원자력발전소를 건설하는 것에 동의하고 우라늄 농축을 위한 합작회사 설립에 동의했다(브라질은 2006년 소규모의 농축 프로그램에 착수).

또한 브라질은 천연가스가 부족할 경우에 안정적인 전기 공급을 위하여 아르헨티나에 전기를 수출하는 것에 동의하였으며, 양국은 첨단 기술의 공동 연구 개발을 추진하기로 하였고 특히 공동으로 우주선을 발사하고 핵항공모함을 위한 원자력 추진체를 개발하는 데 합의했다.

## 2. 중남미의 원자력 발전 현황

지난 10년간 원자력 발전은 평균 16% 공급이 증가하였는데, 현재 32개국, 439기의 원자로가 운영 중이며, 37기의 발전소가 세계에 건설 중이다. 특히 아시아 지역에 21기(중국 6, 인도 6, 이란 1, 일본 2, 한국 5, 파키스탄 1)가 건설 중에 있다.

IAEA에 따르면 원자력 발전을 가장 많이 이용하는 국가는 프랑스로 78%, 슬로바키아 57%, 벨기에 56%, 일본 25%, 미국 20%, 스웨덴 50% 등이며, 그밖에 낮은 비율로 스위스, 우크라이나, 슬로베니아 등이 있다. 한국은 약 40%로 5위권이다.

중남미는 상대적으로 수량이 풍부하고 산유국이 다수 분포되어 있어 대륙 전체의 에너지 공급은 풍부한 편이나 브라질, 아르헨티나, 멕시코의 대국들과 신흥 경제 강국인 칠레의 경우 에너지 소비가 매우 빠르게 증가하고 있어 화석 연료 및 전력의 부족 사태에 대비한 신규 에너지원이 필요한 현실이다.

<표 1>에서 알 수 있듯이 중남미에서 원전을 운영 중인 국가는 브라질, 아르헨티나, 멕시코의 3개국으로서 각 2기가 운전 중이며 브라질과 아르헨티나에서는 각 1기가 건설 또는 계획 중이다.

<표 1> 세계의 원전 운영 현황

(단위 : 만kW Gross 전기출력, 2006. 12. 31 현재)

국가	운전중		건설중		계획중		합계	
	출력	기수	출력	기수	출력	기수	출력	기수
미국	10,475.6	103					10,475.6	103
프랑스	6,602.0	59			160.0	1	6,762.0	60
일본	4,958.0	55	256.5	3	1,494.5	11	6,709.0	69
러시아	2,319.4	27	400.0	4	417.0	5	3,136.4	36
독일	2,137.1	17					2,137.1	17
한국	1,771.6	20	400.0	4	560.0	4	2,731.6	28
우크라이나	1,383.5	15	200.0	2			1,383.5	17
캐나다	1,342.5	18					1,342.5	18
영국	1,195.2	19					1,195.2	19
스웨덴	931.8	10					931.8	10
스페인	772.7	8					772.7	8
중국	699.8	9	365.0	4	656.0	6	1,629.8	19
벨기에	611.7	7					611.7	7
대만	514.4	6	270.0	2			784.4	8
체코	372.2	6					372.2	6
스위스	337.2	5					337.2	5
인도	331.0	15	392.0	8			723.0	23
핀란드	280.0	4	170.0	1			450.0	5
슬로바키아	220.0	5					220.0	5
브라질	200.7	2			135.0	1	335.7	3
불가리아	200.0	2			200.0	2	400.0	4
헝가리	191.0	4					191.0	4
남아프리카	189.0	2			11.0	1	200.0	3
리투아니아	150.0	1					150.0	1
멕시코	136.4	2					136.4	2
아르헨티나	100.5	2	74.5	1			175.0	3
슬로베니아	72.7	1					72.7	1
루마니아	70.6	1	282.4	4			353.0	5
네덜란드	51.2	1					51.2	1
파키스탄	46.2	2	30.0	1			76.2	3
아르메니아	40.8	1					40.8	1
이란			100.0	1	129.3	1	229.3	2
터키					500.0	3	500.0	3
인도네시아					400.0	4	400.0	4
베트남					200.0	2	200.0	2
카자흐스탄					192.0	3	192.0	3
이집트					187.2	2	187.2	2
이스라엘					66.4	1	66.4	1
합계	38,704.8	429	2,940.4	35	5,217.4	47	46,862.6	108
( )는전년치	(38,505.4)	(439)	(3,140.5)	(36)	(4,006.0)	(39)	(45,862.6)	(514)

자료 : 일본원자력산업회의(JAIF)

〈표 2〉 남미 국가의 원자력 현황

구분		아르헨티나	브라질	칠레
원자력발전		·2기 운전 (357MW, 648MW)	·2기 운전(626MW, 1,300MW) ·1기 건설 예정	-
연구용원자로		·5기 가동 (2,800KW, 500KW, 40KW 등) ·1기 폐쇄	·4기 가동 (2000KW, 100W, 0.2KW, 0.1KW)	·2기 가동 (5MW, 10MW)
핵주기 기술	선행	변환시설	·UO2 시설 3기 ·UF6 시설 1기	-
		농축시설	·1기 (40톤SWU/년)	-
		핵연료 제조시설	·2기 (Ezeiza, Constituyentes)	·4기 가동 중지 (수백톤 규모/년)
	후행	재처리 시설	·1기(5톤U/년)가동 중지	·1기 건설 무기 연기 ·1기 미가동
RI 생산		·RI 생산 설비 : Mo-99, Xe-133, I-131 ·Cyclotron: TI-210, In	·의학용: Ga-67, In-111, Br-201, TI ·계측용: Co-57, Na-22, Cd-109	·농업용: Tc-99, I-131, P-32, Ir-192, Na-24, Rb-86, Cr-51
방사성폐기물		·저준위 폐기물 처리	·천층 처분 계획 ·비용 발생자 부담 원칙	-

### 3. 중남미 지역의 비핵화 체제

틀라텔롤코 조약(Treaty of Tlatelolco)은 중남미에서 핵무기를 금지하는 내용을 골자로 멕시코에서 1967년 2월 14일에 조인, 1969년에 발효된 평화조약으로서, 2002년에 쿠바가 참여하여 현재 총 회원국은 33개국이다.

본 조약에 따라 회원국은 어떠한 종류의 핵무기의 실험, 사용, 제조, 획득, 증여, 배치 등을 할 수 없다.

또한 본 조약은 중남미에 영토가 있는 역외국(미국, 영국, 프랑스, 네덜란드)에게도 적용되며, 동시에 역외국이 역내 비핵화를 침해하지 않도록 규정하였으며, 본 조항은 미국, 영국, 프랑스, 중국, 러시아도

서명-비준하였다.

### 멕시코

#### 1. 멕시코의 원자력 개발 체제 및 현황

멕시코에서는 현재 라구나베르데 원자력발전소(Laguna Verde : BWR: 출력 각 654MWe, 2기)가 운전중이다.

원자력 발전의 주관 기관은 연방 전력청(CFE)이며 에너지·광업·국영기업부(에너지부)가 원자력 개발과 안전 규제의 주요 기관으로 되어 있다. 그 산하에 원자력안전보장조치위원회, 멕시코연방전력위원회, 원자력연구소가 있다.

멕시코의 원자력 개발은 1984년의 원자력법에 의거 실시되었다. 1984년의 원자력법은 원자력을 평화 목적에 한정해서 이용해야 한다는 것과, 연방정부가 방사성 물질과 원자력 에너지의 이용에 대하여 규제한다는 것을 규정하고 있다.

멕시코의 원자력 개발에 관한 최고 기관은 연방정부이며, 연방행정조직법에 따라 에너지·광업·국영기업부(에너지부)가 원자력 개발 계획의 입안, 실행 및 조정을 수행하고 있다.

기타 원자력 개발의 주요 기관은 원자력위원회(현재 폐지), 원자력안전보장조치위원회, 멕시코연방전력위원회, 원자력연구소, 우라늄

공사(1985년 해산) 등이다.

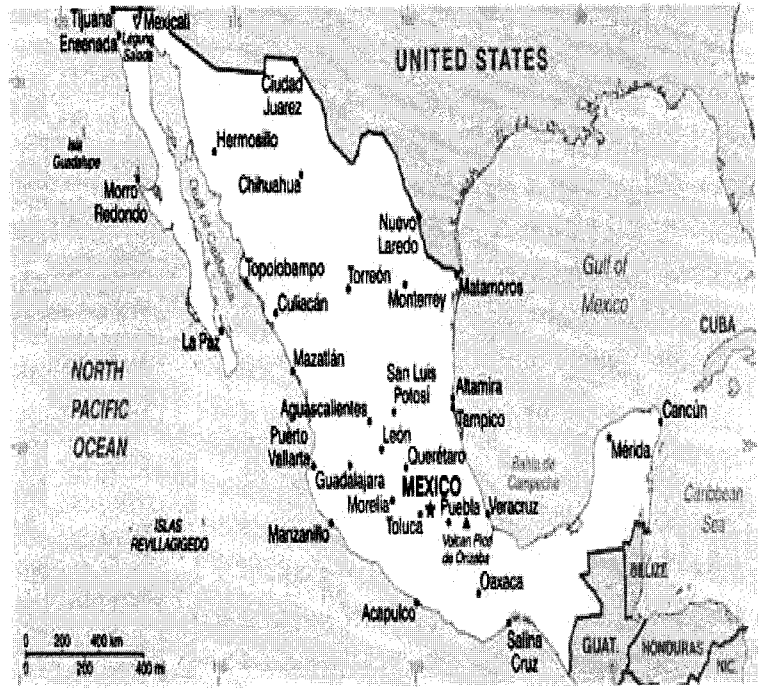
원자력위원회(CNEN)는 원자력의 연구, 개발 및 이용에 관한 국가의 계획 및 실행의 조정을 도모하는 것을 목적으로 설립되었으나 1972년 1월에 폐지되었으며, 그 대신 그 기능을 수행하는 조직으로 국립원자력연구소(INEN)가 설립되었다.

국립원자력연구소는 5년 후에 핵연료주기에 책임을 지는 우라늄공사(URAMEX), 원자력안전규제를 담당하는 원자력안전보장조치위원회(CNSNS), 그리고 원자력의 연구 개발을 수행하는 원자력연구소(ININ)의 3개 기관으로 분할되어 있으며, 이들 3개 기관은 모두 에너지부(SEMIP)의 부속 기관이다.

원자력안전보장조치위원회는 일반 주민의 안전을 보장하기 위한 기준의 작성, 안전에 관한 법령의 준수에 대한 감시, 원자력 시설의 설계, 건설, 운전, 개수 및 기록에 관한 기본적 사항의 심사와 인허가 등을 수행하고 있다.

원자력연구소(ININ)는 원자력에 관한 과학기술 분야에서의 계획 및 그 실시, 그리고 원자력의 평화 이용 및 기술의 보급 촉진을 목적으로 설립되었다.

원자력연구소의 이사회는 에너지부 차관을 위원장으로 하며, 멕시코연방전력위원회, 국가과학기술 평의회, 국립기술연구소 및 멕시코



멕시코

**【 멕시코 개황 】**

- 정식 국명 : 멕시코 합중국
- 국체 : 연방공화국
- 정치 체제 : 3권 분립하의 강력한 대통령 중심제  
- 대통령 : Felipe Calderon(2006.12.1 취임)
- 의회 : 상원 총 128석, 하원 총 500석
- 면적 : 1,964,375km<sup>2</sup> (한반도의 약 9배, 세계 제14위)
- 인구 : 약 1억 500만명 (멕시코시티 : 약 2,000만명)
- 언어 : 스페인어
- 종족 : 혼혈(메스티조) 60%, 원주민(인디오) 30%, 백인 9%, 기타 1%
- 종교 : 가톨릭(89%), 기독교(6%)
- 국경일 : 9.16 (1810년 독립선언일)
- 지 리 : 북으로 미국과 3,200km의 국경을 접하고 있으며, 남으로 과테말라, 벨리즈와 접경

<표 3> Laguna Verde 1호기 운영 현황

국가	발전소	Net Output (Mwe)	노형	발전개시일	소유자	발전소 상황
멕시코	LAGUNA VERDE-1	654	비등경수로	1990년 7월	CFE	운전중
	LAGUNA VERDE-2	654	비등경수로	1995년 4월	CFE	운전중

국립자치대학과 수도자치대학의 학장 등으로 구성되어 있다.

우라늄공사는 방사성 물질의 탐사, 개발, 정련, 가공, 판매 및 핵연료의 수출을 독점적으로 수행하다가 우라늄 탐사 활동은 1983년에 종료하였으며 우라늄공사는 1985년 해산되었다.

우라늄공사의 권한의 일부는 광물자원위원회에 인계되었으나, 연구용 핵분열물질은 원자력연구소가, 원자력발전소의 사용후연료에 대해서는 멕시코연방전력위원회의 소관사항으로 변경되었다.

또한 방사선 이외의 환경 규제는 환경·천연자원·어업부(SEMARNAP)가 담당하고 있다.

## 2. 멕시코의 원자력 발전

멕시코는 풍부한 원유 매장량을 자랑하는 세계 유수의 석유 수출국이다.

외화를 획득할 수 있는 석유 자원을 잘 보존하고 국내 소비량을 억제하기 위해 1960~70년대에

원자력 발전의 도입이 계획되어, 1990년과 1995년에 라구나베르데(LagunaVerde) 원자력발전소 1호기와 2호기가 운전을 시작했다.

전체 발전 전력량에서 차지하는 원자력의 점유율은 현재 5% 정도이다.

### 가. 멕시코 최초의 라구나베르데 원자력발전소 건설

1960년대에 원자력위원회(CNEN)와 연방전력위원회(CFE)가 여러 개의 원자력발전소 부지를 조사했다. 1969년 초에 이미 설계를 완료한 60만kW 원자력발전소를 라구나베르데에 건설하는 데 대한 입찰안내서를 8개 원자로 제작 회사에 송부하였으며, 1972년 미국의 제너럴일렉트릭(GE)에 675 MWe의 BWR 2기, 미쓰비시중공업에 터빈발전기를 발주했다.

이후 멕시코만의 베라크루즈(Vera Cruz) 북서쪽 약 70 km에 위치한 부지에 1호기는 4년 후인 1976년에, 2호기는 그보다 1년 후인 1977

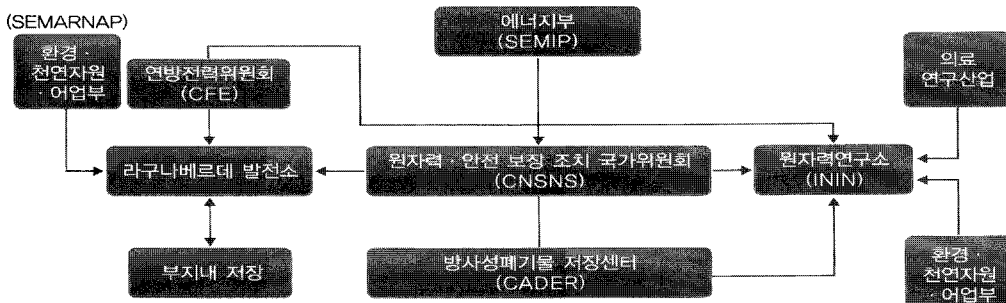
년에 건설을 개시하였다.

그러나 정치 경제 상황 및 프로젝트 관리에 문제가 있어 공사가 대폭 지연되었으며 건설비도 상승하여 주관사가 당초의 종합 설계사였던 번스앤드로우(Burns&Roe)에서 에바스코(Ebasco)로 인계되었다.

에바스코가 건설 공사에 대한 원조를 개시하고 엔지니어링의 책임을 담당하게 되어서 CFE가 건설에 대한 직접 책임을 지게 되었다.

라구나베르데 1호기는 1987년 7월에 준공되었으며, IAEA(국제 원자력기구)에 의한 OSART(Operational Safety Review Team: 운전안전성점검팀)의 조사 결과 1987년 9월에 양호하다는 평가를 받았다.

이 발전소는 미국원자력발전운전협회(INPO)의 검사에도 합격하였고, 멕시코 정부는 1988년 10월에 연료 장전 허가를 발급했으며, 같은 해 11월에 초임계를 달성하고, 1989년 4월에 송전선에 접속하여, 1970년 7월 29일에 상업 운전을 시작했다.



〈그림 1〉 멕시코의 원자력 관련 조직도

2호기는 1994년 8월에 연료 장전을 완료하고, 같은 해 9월 8일 초임계에 달했으며, 그 후 1995년 4월 10일에 상업 운전을 개시했다.

멕시코의 총 발전 전력량은 1,625억 kWh로서 각 전원별 비율은 석유 화력 50.1%, 수력 19.3%, 가스 화력 11.3%, 석탄 화력 10.9%, 원자력 4.8% 등이다.

나. 원자력 발전 개발 계획

멕시코는 한때 2000년까지 2,000만 kW의 원자력발전소를 건설한다는 계획을 세웠으며, 라구나베르데 1호기(1976년), 2호기(1977년)를 착공하고 수년 후인 1982년에 3, 4호기의 입찰을 실시했다.

그러나 방대한 대외 채무(1987년 8월 : 1,035억 달러)로 경제가 부진하여 같은 해에 외화 부족을 이유로 3, 4호기의 건설 계획이 취소되었으며 현재 건설 중인 원자력

발전소는 없다.

2008년 6월 멕시코 에너지부 G. Kessel 장관은 언론 보도를 통하여 고유가 및 석유 이후 시대를 대비, 멕시코에 새로운 원자력발전소 건설의 타당성 연구를 진행하고 있으며 그 결과는 2008년 말에 발표될 예정이라고 발표했다.

동 연구 결과는 새로운 원자력 발전 시설의 건설 일자와 건설 대수에 대하여 밝히게 될 것이며 동 결과에 따라 현재의 베라크루즈 주의 Laguna Verde 원자력발전소 이외의 발전소 건설여부 및 건설 일자 등을 결정하게 될 것이다.

3. 멕시코의 전력 사업과 규제 · 감독

멕시코의 전력 사업은 멕시코연방전력위원회(CFE)가 전체 발전 전력량의 대부분을 차지하고 있으며, 라구나베르데(Laguna Verde) 원자력발전소는 CFE가 소유·운

전 중인데 CFE는 연방 정부가 직접 통괄하고 있다.

가. 전력 사업의 역사

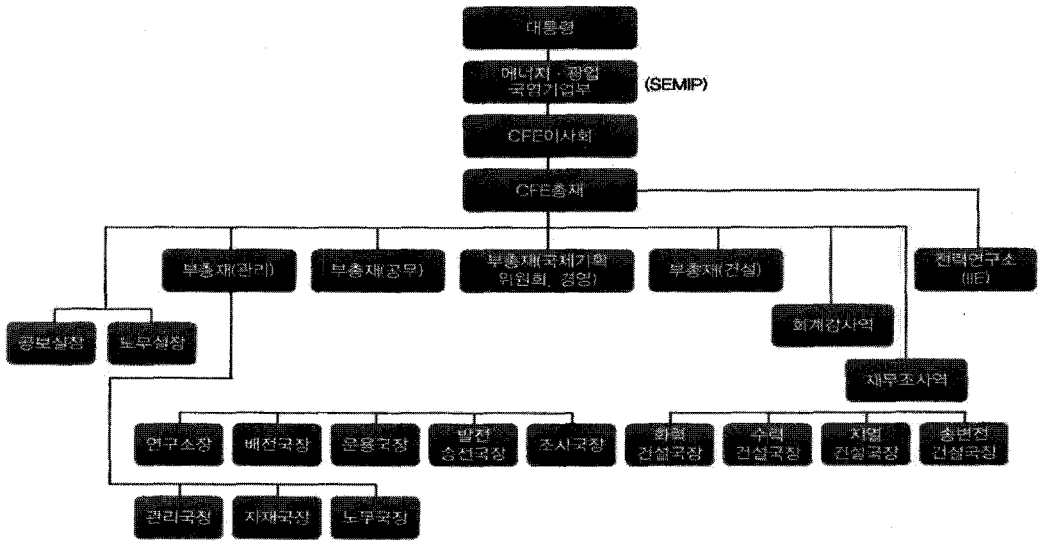
멕시코의 전력 사업은 1889년에 시작됐으며, 라틴아메리카에서는 브라질 다음으로 두 번째에 속한다.

1937년까지는 다수의 개인 기업에 의하여 지역별로 운영되었으나 1933년의 대통령령에 의거 1937년에 관민 공동의 운영 체제를 취하는 멕시코연방전력위원회(CFE : Comision Federal de Electricidad)가 설립되었다.

CFE는 소수력 및 디젤 발전소를 주체로 급속한 발전을 이룩했으며, 1938년 발전 설비 용량이 64kW였던 것이 1946년에는 45,594kW, 1950년엔 167,126kW로 전체 총 발전량의 약 13%로 되었으며, 1960년에는 총발전량의 약 60%를 차지하게 되었다.

1960년 헌법에 의거 모든 전력 사업은 정부에 귀속하게 되었으며,





〈그림 3〉 멕시코 연방전력위원회(CFE)의 조직도

이에 의거하여 1961년 이후의 신규 전원 개발은 모두 CFE에 의해 진행되면서 다수의 개인 경영 전력 회사가 CFE에 흡수되었다.

흡수된 대표적인 회사에는 멕시코시를 중심으로 공급 구역을 가지고 있던 멕시코전력회사(후에 중앙 전력회사로 개명)도 포함되어 있다.

나. 기업 형태

CFE는 이사회와 대통령에 의해 임명되는 CFE 총재에 의해 운영되며, 이사회는 재정금융장관, 사회개발장관, 상업·공업진흥장관, 농업수산자원장관 및 주무장관인 에너지광업·국영기업장관(에너지장관 : SEMIP), 국영석유공사총재, CFE노조 대표자 3명 등으로 구성되어 있다.

CFE 총재는 이사회로부터 운전과 보수에 관하여 모든 책임을 위임받게 되어 있고, CFE의 하부 조직으로 전력 기술의 연구를 담당하는 전력연구소(IE)가 1975년에 설립되었으며, 소장은 CFE의 총재가 겸임하고 있다.

다. 규제와 감독

CFE는 지방 분권 공공 기관으로 연방정부의 직접 통괄하에 있으며, 연도 예산은 계획·예산부에서 심의를 받은 후 국회에서 최종 승인을 받는다.

CFE의 신청에 따라 재정금융부는 에너지·광업·국영기업부 및 상업·공업진부의 협의를 얻어 요금개정 또는 제도 개선을 인가하고 이때 CFE의 소요 자금과 함께 공

공 서비스 보급과 에너지의 효율적 이용을 고려하고 있다.

민간 개발자에 발전 시장을 개방하는 전력공입사업법이 1992년 12월 말에 의회를 통과하여 시행중이다.

라. 멕시코의 발전 설비 및 전력 수요

세계적인 산유국인 멕시코는 에너지 공급의 대부분(90%)은 화석연료에 의존하고, 5%가 수력, 나머지가 지열, 석탄과 원자력(4%)이다.

4. 멕시코의 핵연료주기

가. 개요

멕시코 헌법에 의하면 원자력이

<표 3> Laguna Verde 1호기 운영 현황

Year	Energy	Capacity	Energy Availability Factor (%)		Load Factor (%)		Annual Time On Line	Operational Factor
	(GWe.h)	(MWe)	Annual	Cumulative	Annual	Cumulative	(Hours)	(%)
1989	311.184	654	69.16		7.21		2182	33.06
1990	2775.818	640	54.51		49.51		5370	61.3
1991	4062.085	640	74.45	74.45	72.45	72.45	7022	80.16
1992	3746.436	654	70.41	72.4	65.22	68.79	7024	79.96
1993	4724.423	654	90.57	78.5	82.46	73.38	7851	89.62
1994	4061.964	628	73.84	77.36	73.84	73.49	7095	80.99
1995	4154.06	628	75.51	77	75.51	73.89	7128	81.37
1996	3442.336	655	68.8	75.61	59.83	71.5	6628	75.46
1997	5218.795	615	95.87	78.39	96.87	74.98	8577	97.91
1998	4412.451	655	81.67	78.81	76.9	75.23	7359	84.01
1999	4450.97	670	81.46	79.11	75.84	75.3	7466	85.23
2000	4577.645	645	80.27	79.23	80.8	75.85	7409	84.35
2001	4144.298 17	645	73.16	78.68	73.35	75.62	6808	77.72
2002	4196.252	680	75.83	78.43	70.44	75.17	6876	78.49
2003	5415.438	680	97.6	79.97	90.91	76.43	8642	98.65
2004	4168.902	680	75.16	79.61	69.79	75.94	6818	77.62
2005	5007.751 37	680	88.2	80.21	84.07	76.5	7884	90
2006	5529.727 1	680	97.55	81.33	92.83	77.56	8624	98.45
2007	5027.193 11	680	89.41	81.82	84.39	77.98	7963	90.9

Source : IAEA Power Reactor Information System

용은 평화 목적으로 한정되어 있다. 현재 핵연료주기에 관련된 우라늄 탐사, 채굴 활동은 중지되어 있을 뿐만 아니라 우라늄의 채굴 계획이 지금으로서는 없는 상태이다.

원자력연구소에는 연료 성형 가공 파일렛 플랜트가 있지만 지금까지 제조한 연료 집합체는 라구나베

르데 원자력발전소용 4개뿐이며, 사용후연료는 원자력발전소의 수명 기간 동안 연료저장 시설에 저장하도록 되어 있다.

나. 우라늄 자원

멕시코의 초기 우라늄 정책은 국

내산 우라늄을 자국 원자력발전소에 사용할 계획이었으나 수입 우라늄 가격이 싸기 때문에 우라늄공사(URAMEX)는 1983년에 활동을 정지했으며, 멕시코 최초의 라구나베르데 원자력발전소에서 필요로 하는 우라늄은 현물 시장 또는 중장기계약에 의하여 구입하고 있다

<표 4> Laguna Verde 2호기 운영 현황

Year	Energy	Capacity (MWe)	Energy Availability Factor (%)		Load Factor (%)		Annual Time On Line (Hours)	Operational Factor (%)
	(GWe.h)		Annual	Cumulative	Annual	Cumulative		
1995	3379.396	628	88.41		63.09		5687	66.68
1996	3668.412	619	70.97	70.97	67.47	67.47	6657	75.79
1997	4805.526	627	88.94	80	87.49	77.53	7897	90.15
1998	4411.904	655	83.02	81.04	76.89	77.31	7609	86.86
1999	5110.568	668	92.29	83.96	87.34	79.92	8459	96.56
2000	3339.058	645	56.63	78.47	58.93	75.7	5865	66.77
2001	4228.062 01	645	74.74	77.85	74.83	75.55	6952	79.36
2002	5160.996	680	91.49	79.89	86.63	77.21	8273	94.43
2003	4604.831 46	680	82.15	80.18	77.3	77.22	7359	84.01
2004	4578.176	680	82.97	80.51	76.65	77.16	7449	84.8
2005	5310.302 62	680	96.48	82.16	89.15	78.4	8611	98.3
2006	4870.209 04	680	90.25	82.91	81.76	78.71	8003	91.36
2007	4920.193 32	680	89.94	83.51	82.6	79.04	8013	91.47

Source : IAEA Power Reactor Information System

(호주로부터 수입)

멕시코는 우라늄 탐사 및 광산에 의 외국 자본 참여를 허락하지 않고 있으며 원자력연구소(ININ)가 우라늄 정광의 정제를 수행하고 있다.

멕시코는 현재 가까운 시일 안에 우라늄을 생산할 계획이 없으며 상업 규모의 탐사 계획도 없는 상태이다. 2,000t 내외의 우라늄이 매장되

어 있으나 채굴 비용이 비싸 현재로서는 상업성이 없기 때문이다.

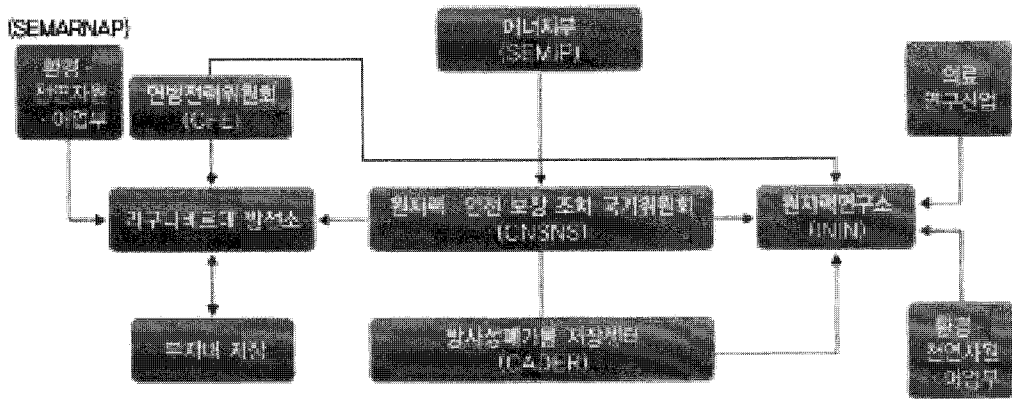
다. 변환 플랜트

원자력연구소는 우라늄의 정광을 정제하면서 6불화우라늄의 생산과 산화우라늄에의 변환을 실시하고 있다.

라. 성형 가공 플랜트

원자력연구소는 살라자르(Salazar)에 연간 용량 2톤 HM(중금속)의 성형 가공 파일럿 플랜트(1992년 5월 조업 개시)를 소유하고 있다.

지금까지 제조한 연료 집합체는 라구나베르데 원자력발전소용 4개 뿐이며, 현재 성형 가공은 미국의



<그림 5> 멕시코에서의 주요 방사성폐기물 관리 기관

GE에서 하고 있다.

마. 사용후연료

사용후 연료는 경수로 내에 다시 보관되며 향후 우라늄 가격, 멕시코의 원자력 계획 변동, 신기술 출현 등의 변수에 따라 처리할 예정이다.

바. 방사성폐기물 처리 처분

에너지 · 광업 · 국영기업부(에너지부 : SEMIP)가 방사성폐기물의 저장, 수송, 최종 처분 담당하고 있으며, 에너지부는 그중 일부의 책임을 연방전력위원회(CFE)와 원자력연구소(ININ)에 위임하고 있다.

CFE는 라구나베르데 원자력발전소에서 발생하는 저준위 폐기물을 처리해서 일시 저장하고 있으며, 원자력연구소는 원자력 발전 이외의 의료, 연구, 산업 분야에서 발생한 방사성폐기물을 이 연구소의 방

사성폐기물 처리 시설에서 처리와 컨디셔닝을 한 후 방사성폐기물 저장센터에 저장하고 있다.


사. 연료 주기 관리 기술의 습득

IAEA(국제원자력기구)의 지원으로 1980년대 말경에 원자력연구소(ININ), 멕시코연방전력위원회(CFE) 및 전력연구소(IEE)의 기술자그룹은 노심 연료 관리 기술 및 교체 연료 인가를 위한 과도 해석에 관한 업무를 수행하는 전문 기술을 습득했다. 기본적 컴퓨터 프로그램은 스캔드파워(Scandpower)가 제공하고 있다.

국립대학의 물리연구소는 원심 분리법에 의한 우라늄 농축 기술을 개발하고 있으며, 석유연구소는 중수의 생산 기술을 연구하고 있다.

아. 트라텔롤코(Tlatelolco)조약  
멕시코는 라틴아메리카의 비핵

화를 옹호하는 입장에 있었으며, 1969년에는 핵확산금지조약(NPT)에 조인하고 1967년에 라틴아메리카 비핵지대조약(트라텔롤코조약)에 서명하고 비준했다.

특히 본 조약에 대해서는 멕시코가 중심이 되어 설립을 주도했으며, 본부(OPANAL)도 멕시코시에 있다. 설립 당시의 알폰소 가르시아 로블레스(Alfonso Garcia Robles) 외무부 장관은 군축 활동으로 1982년에 노벨평화상을 수상했다. 

※본고는 원자력국제협력재단의 국제 정책 연구 시리즈 NO. 4 「중남미 원자력 협력 추진 방안 연구」 전문으로, 본호에 이어 3월호에는 ‘브라질, 아르헨티나, 칠레’ 편을 게재한다. (편집자)