



세계의 원전 현황과 I&C 시장 규모 전망

공영호

과학기술부 원전계측제어시스템개발사업단(KNICS) 기술관리팀장

변한섭

과학기술부 원전계측제어시스템개발사업단(KNICS) 사업관리팀장

1. 가동중 원전

현재 전 세계에서 441기(358,661 GW(e))의 원전이 가동중이며, 각 국가 및 대륙별 상업 운전 개시 연도를 기준으로 한 IAEA의 자료는 다음과 같다.

가. 전 세계의 가동중 원전 수

2003년 1월 1일 현재 북미 지역의 미국이 가장 많은 원전을 보유하고 있고, 그 다음으로 서유럽의 프랑스, 극동 지역의 일본 순으로 원전을 가동중에 있으며, 우리나라도 총 18기로 전 세계에서 7번째로 많은 원전을 가동하고 있다.

나. 각 대륙별 가동중 원전 분포

서유럽이 가장 많은 원전을 가동중에 있으며, 북미 지역과 우리나라가 포함된 극동 지역이 그 뒤를 따르고 있다.

다. 상업 운전 개시 연도 기준 가동중 원전 분포

2003년 1월 현재, 상업 운전 개시 연도 기준 가동중 원전 분포는 <그림 4>와 같다. 이 data는 향후 I&C 교체 및 수명 연장에 따른 I&C 추가 수요를 예측하는 데 중요한 자료이다.

2. 건설중 원전

우리 나라의 영광 6호기와 중국의 QINSHAN 2-1 & 3-1호기, LIN GAO 1&2호기, 체코의 TEMELIN 2호기 등 6개의 신규 원전이 2002년에 가동을 시작함에 따라 2003년 1월 현재 인도의 7기를 비롯한 총 32기(27GW(e))가 건설중이다.

3. 향후 원전 규모 예측

가. 총발전 용량 및 원전 발전 용량 예측

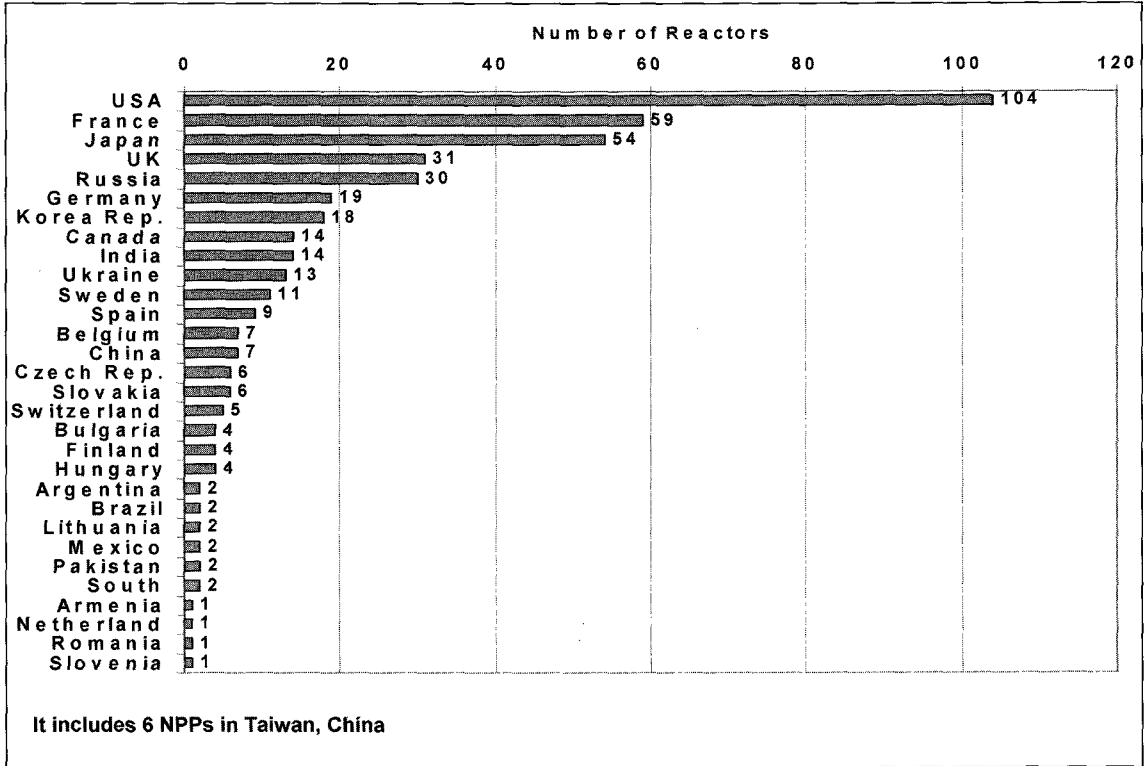
IAEA의 예측 자료(2001년 7월 현재)에 따르면 2020년까지의 발

전 용량은 <그림 6>과 같다. 자료에서 2020년까지 전체 원자력 발전 용량은 크게 증가하지 않지만, 향후 지속적 전력 수요의 증가, 지구 온난화 방지를 위한 도쿄 의정서의 이산화탄소 배출 억제책, 원전 수거물 처리 기술의 발달에 의한 환경 오염 방지 및 혐오 시설 저감 등을 고려할 때, 총발전량에서 실제 원자력이 차지하는 비율은 더 증가될 것으로 예상된다.

나. 신규 원전 수 예측

<그림 6>의 연도별 원자력 발전 용량 예측을 고려할 때, 2020년까지 기존 Reactor형의 개량형 원전 또는 Advanced Reactor형 원전의 지속적 건설이 예상되므로, 신규 추가 건설될 원전을 아래의 조건을 고려하여 예측하였다.

· 2020년까지의 IAEA 원자력 발전 용량 예측 자료



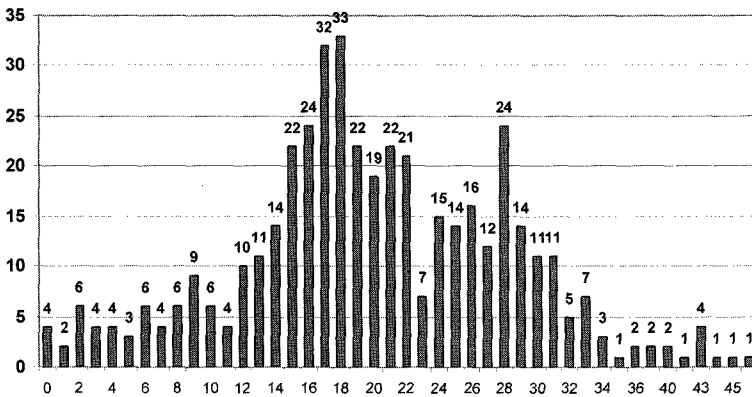
〈그림 1〉 전 세계 가동중 원전 수(IAEA 자료)

- 가동중 원전 및 건설중 원전의 각 국가별 용량
- 각 국가별 Advanced Reactor 용량

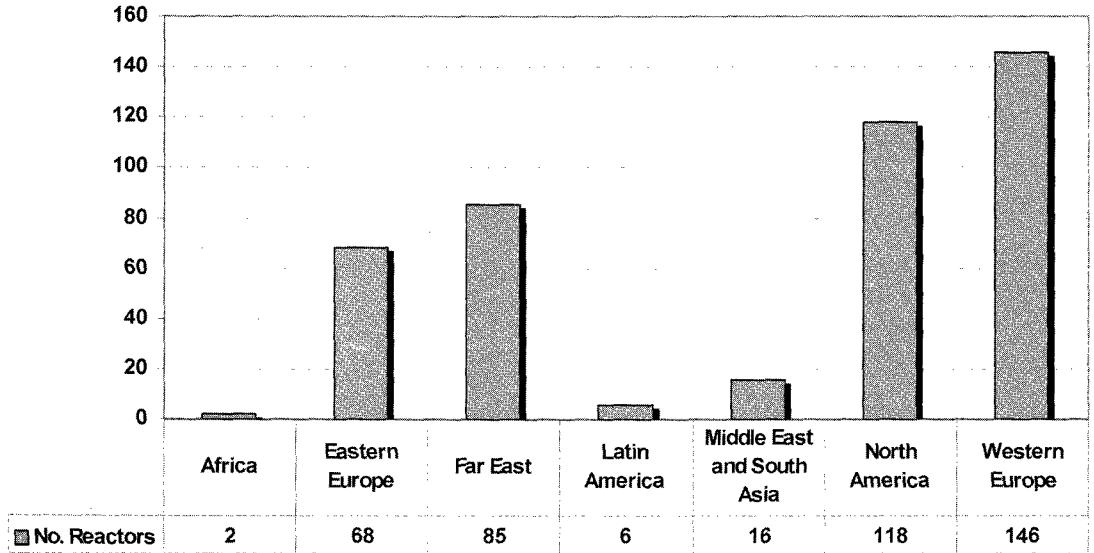
〈그림 7〉에서 2005년까지 11기, 2006년부터 2010년까지 최대 33기, 2011년부터 2020년까지 최대 94기의 신규 원전이 각각 추가될 것으로 예상된다.

다. 수명 연장 시장의 전망

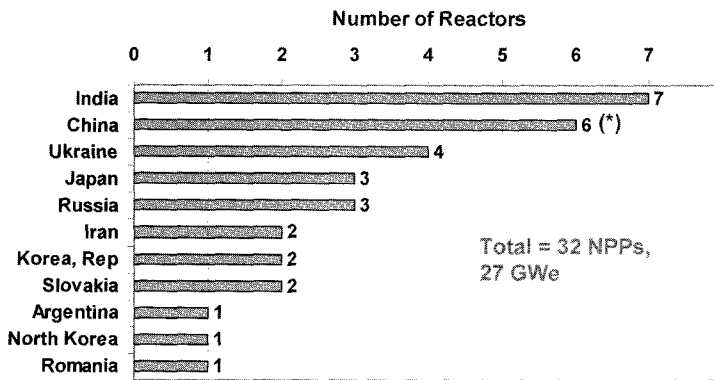
2003년 1월 기준으로 전 세계 가동 원전 441기 중 20년 이상 운전 중인 노화 원전은 거의 절반 수준인 216기이다. 이에 대해 발전소의 가



〈그림 4〉 상업 운전 개시 연도 기준 가동중 원전 분포(IAEA 자료)



〈그림 2〉 각 대륙별 가동중 원전 수(IAEA 자료)



(*) It includes 2 NPPs in Taiwan, China

〈그림 5〉 건설중 원전(IAEA 자료)

수명 연장 활동은 필수적이라 볼 수 있으며, 이러한 수명 연장 활동에서 기존 I&C System의 교체 및 Upgrade는 매우 중요한 부분을 차지하고 있다.

따라서, 향후 증가될 것으로 예상되는 수명 연장 원전 시장은 신규 원전 시장 못지 않게 우리 원전계측 제어시스템개발사업단(KNICS)이 진출해야 할 넓은 시장이며, 이를 위한 시장 규모 예측을 위해 다음의 조건을 고려하였다.

- 상업 운전 개시 연도 기준 가동 원전 분포(IAEA 자료)
- 현재 가동중 원전 수명은 최대 50년 기준

동성 및 안전성, 전력 수요 증가에 대한 신속한 전력 공급, 신규 원전 건설 비용 및 기간 등을 고려할 때, 기존 가동중 원전의 노화 관리 및



〈그림 3〉 동유럽 원전 분포(IAEA 자료)

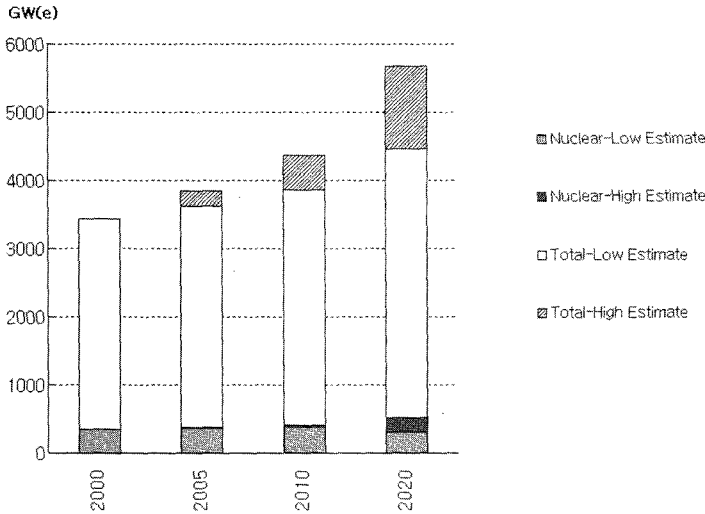
- 원전의 I&C System 교체는 상업 운전 개시 후 각각 20년과 40년 두 번에 걸쳐서 수행
- 최대 수명 연장 원전 수는 수명 연장 예상 원전 수의 85%(US NRC의 수명 연장 예상 원전 비율) 기준
- 최소 수명 연장 원전 수는 수명

연장 예상 원전 수의 50% 기준(수명 연장에 대한 보수성 고려)

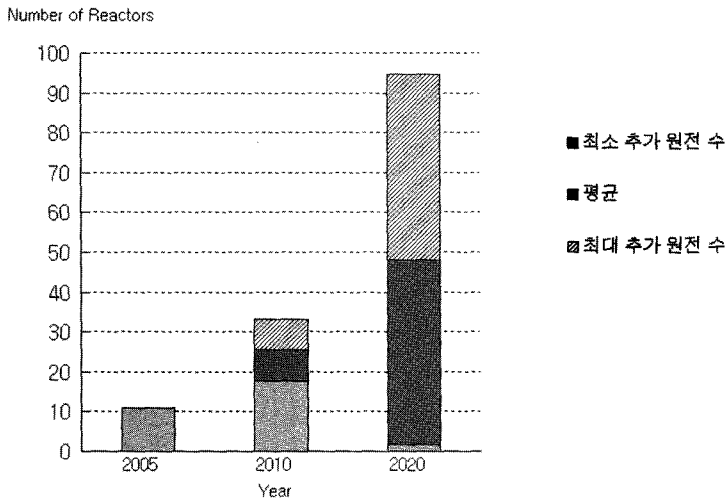
〈그림 8〉은 각 연도별 추가 수명 연장 원전 수를 나타내고 있다. 2006년부터 2010년까지 최대 100기의 원전에 대한 수명 연장이 예상되며, 2011년부터 2020년 사이에

는 최대 183기 정도의 원전이 수명 연장 대상이 될 것으로 기대된다.

2020년 이후의 수명 연장 시장 전망은 우리나라의 APR-1400과 같은 각국의 신형 원전을 고려할 때, 최소 수명이 60년 정도로 예상됨에 따라, I&C System에 대한 기존 2번의 Upgrade 외에 최소 1번



〈그림 6〉 2020년까지의 총발전 용량 및 원자력 발전 용량 예측(IAEA 자료)



〈그림 7〉 연도별 추가 원전 수 예측

의 추가적 Upgrade가 예상되므로, 로 예상된다. 수명 연장 시장은 더욱 확대될 것으로 예상되며, 참고로 〈그림 9〉는 러시아의 원

전 수명 연장 및 폐쇄 계획에 대한 것으로 30년 가동 원전에 대해 15년의 수명 연장을 계획하고 있음을 보여주고 있다.

4. 향후 I&C 시장의 규모 예측

가. 신규 원전 시장

신규 원전에 대한 I&C 공급 가격을 호기 당 평균 1000억원(1억원/MW)으로 추정하고,〈그림 7〉의 자료를 바탕으로 전 세계 신규 원전 I&C 시장 규모를 예측하면 〈표 1〉과 같다.

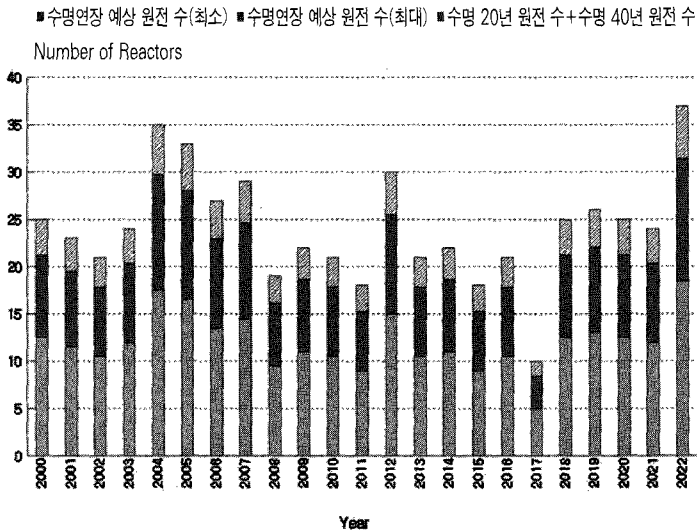
〈표 1〉에서 2020년까지의 전 세계 신규 원전 I&C 시장은 최대 13.9조원 및 연평균 최대 0.8조원 정도의 규모가 될 것으로 예상된다.

신규 원전 건설이 활발한 국내의 시장의 경우는 현재 건설중인 원전과 향후 신규 건설 계획을 고려할 때, 2020년까지 약 1조원 이상의 신규 원전 I&C 시장이 형성될 것으로 기대된다.

나. 수명 연장 원전 시장

수명 연장 원전에 대한 I&C Upgrade 비용을 호기 당 평균 500억원(0.5/MW)으로 추정하고, 〈그림 8〉의 자료를 바탕으로 전 세계 수명 연장 원전 시장 규모를 예측하면〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉에서 2020년까지의 수명 연장 원전 I&C 시장은 최대 21.2조원 및 연평균 최대 1조원 정도의 규모가 될 것으로 예상된다.



(그림 8) 연도별 추가 수명 연장 원전 수

로 기대된다.

한편, 최근 20년간 신규 원전을 건설하지 않은 미국은 가동중 원전 104기의 85%인 88기에 대한 수명 연장을 예상하고 있으며, 이에 최소한 5년 후부터 다수의 원전이 I&C Upgrade를 실시할 것으로 예상된다.

미국의 향후 10년간 I&C Upgrade의 시장 규모는 약 1.7조 원 이상으로 추정되며, 유럽 역시 많은 원전에 대한 수명 연장을 고려하는 추세이므로 시장 규모는 더욱 커질 것으로 기대된다.

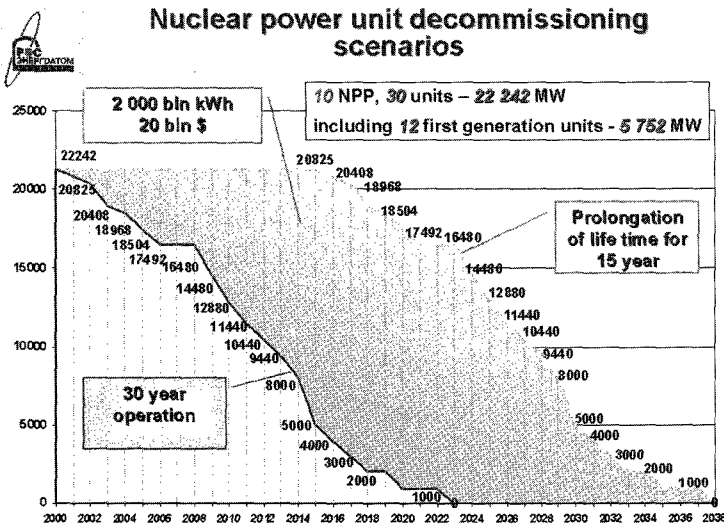
5. 세계의 경쟁자들

가. WEC

전 세계 시장에 진출하여 Total 주기의 설계, 제작 및 전체 원전의 solution을 구비 공급하고 있으며 자체 I&C Platform인 Advant, Ovation의 시스템을 주축으로 자사 설계의 신규 및 Upgrade 원전에 공급중이며 우리 나라에는 신규 원전 계약마다 기기 공급자로 수의 계약을 통하여 국내 원전 I&C를 단독 공급중이다.

이는 우리 나라 원전 시장이 WEC에는 가장 큰 시장이며 신규 기기 공급뿐만 아니라 예비품 공급, 시운전 지원, 현장 서비스 및 교육 훈련 등을 통하여 많은 수익을 올리는 원천이 되고 있다.

나. Framatome ANP



(그림 9) 러시아 원전의 수명 연장 및 폐쇄 계획

국내 시장의 경우, 2020년까지 Upgrade를 예상할 때, 전체 0.8조 최대 16기의 원전에 대한 I&C 원 규모 정도의 시장이 형성될 것으

<표 1> 전 세계 신규 원전 I&C 시장 규모 예측

(단위: 억원)

추정 기간	2003~2005	2006~2010		2011~2020		계	
		최소	최대	최소	최대	최소	최대
예상 원자로 수	11	18	33	2	95	31	139
예상 시장 규모	11,000	18,000	33,000	2,000	95,000	31,000	139,000

<표 2> 전 세계 수명 연장 I&C 시장 규모 예측

(단위: 억원)

추정 기간	2000~2005		2006~2010		2011~2020		계	
	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
예상 원자로 수	80	140	59	100	108	184	247	424
예상 시장 규모	40,000	70,000	29,500	50,000	54,000	92,000	123,500	212,000

Siemens와 통합 후, Teleperm Xp 및 Xs를 활용 I&C를 포함 원전 전 분야에 대한 Solution을 구비하고서 세계 도처에서 WEC와 경합 중이다.

유럽 및 동구권, 중국의 시장에서 강세이며 최근 미국에서의 열세 극복을 위하여 현지 원전 관련사와의 합병 및 영업을 강화중이며 우리나라 시장에도 적극적인 진출을 꾀하고 있다.

다. Mitsubishi Electric Corp. (MELCO)

OHI, GENKAI 등을 거치면서 원전 I&C 국산화를 완료하고 자국내 원전에 자체 I&C 설비를 공급중이다. 2×10⁻⁷/Demand의 Plant Reliability 가진 APWR용 I&C System을 갖고 있으며, 우리나라 수명 연장 원전의 I&C Upgrade

시장 진출을 적극 모색 중이다.

라. Invensys

Foxboro spec200, I/A 및 Tric-onex Tricon 설비로 원전 영업을 확대 추진중이며, 전산기 교체 등의 국내 원전 I&C의 Upgrade/교체 사업에 진출을 꾀하고 있다.

마. 기타 전문화 공급 업체

① Scientech

원전 적용 설계 기술자들이 주축으로 미국 내 MMI 설비 등 전산 설비의 개선, 공급에 경쟁력 있는 타사의 Platform 등의 Engineering을 중점으로 추진중이다.

② Gamma Metrics

Excure Neutron Flux Monitoring System 등 핵계측 전문 공급사로 신고리 1·2호기부터 우리나라에 기기 공급중이다.

③ RTP

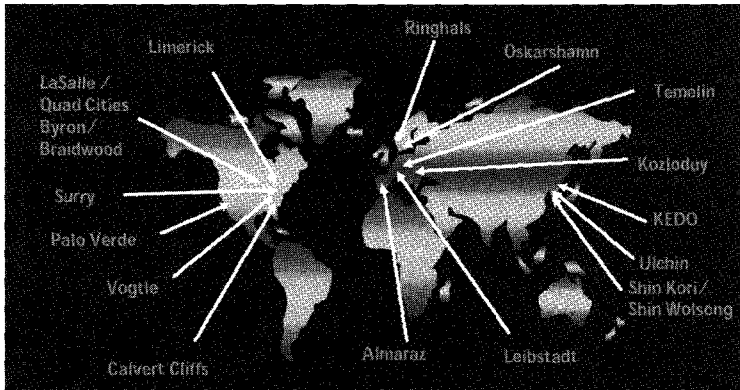
PLC 및 DCS와 호환이 가능한 일종의 Hybrid Digital System으로 원전 시스템 엔지니어링사와 협력하여 자사의 Platform을 공급하고 있다. 최근 우리 나라에도 공급이 늘고 있는 추세이다.

6. 우리나라 원전 I&C의 경쟁력

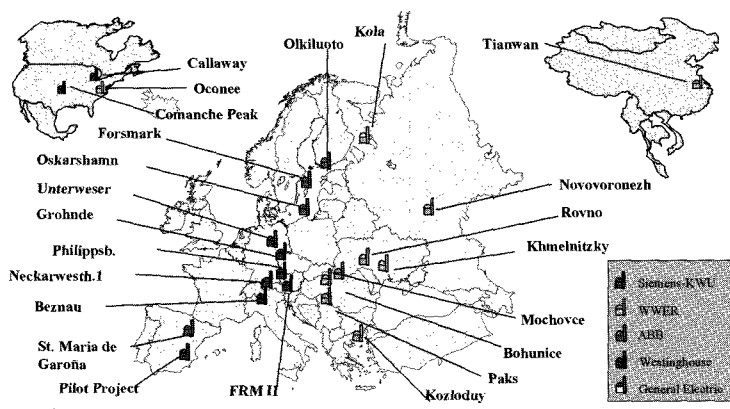
기술적 측면에서 KNICS는 현재 특정 원자로에 종속된 I&C 기기의 제작에만 국한하여 개발 중인 것이 아니라, 우리나라가 가진 세계 최고의 3C(Computer, Control, Communication) 및 IT 기술을 바탕으로 시스템의 기반 기술과 설비 및 기기의 요소 기술을 함께 개발, 제품화 설계를 지향함으로써 본 개발의 종료 시점에는 어떠한 형태의 원전에도 적용 가능한 I&C 기술과 제품을 확보할 수 있을 것이다.

가격 경쟁력 측면에서는 이미 1998년도에 국내 기업체간의 Consortium으로 고리 1발의 보호/제어/전산 설비의 Upgrade를 수행하여 그간 공급한 원전 Major사보다 훨씬 싼 공급가로 국산화를 이룬 경험을 볼 때, 국내 및 해외 시장에서 타경쟁사들과의 가격 경쟁력이 충분할 것으로 예상된다.

아울러 우리나라가 보유하고 있는 20대부터 50대까지의 폭넓은 계측 제어 분야 인적 자원은 주로 50~60대의 전문가 그룹을 보유한



〈그림 10〉 WEC의 Digital I&C Project 현황



〈그림 11〉 Framatome-ANP의 I&C Project 현황

retrofit 시장뿐만 아니라 동시에 신규 원전 건설 Project의 입찰에도 참여하여야 하며, 이를 위해 국내 시장에서는 소비자에게 가까이 다가가서 국내 기업과 KNICS를 믿고 사용할 수 있도록 품질 우수성과 신뢰성을 보여주기 위한 모든 활동을 강화하고자 한다.

이와 동시에 해외 시장 진출을 위해서는 우선, 원자로 기술이 뛰어난 데도 불구하고 I&C 분야가 취약한 러시아와의 상호 협력을 통해 동유럽 및 러시아 I&C 시장에 진출한 후, 그 경험과 신뢰성을 바탕으로 향후 미국 및 서유럽 등의 전 세계 원전 시장에 진출하는 방안을 모색하고 있다.

현재 세계의 원전 I&C 시장은 기존 공급자들끼리 갈라먹도록 놔두기에는 너무나 아까운 파이로서, 우리 KNICS 사업단은 원전 기술의 완전 자립과 국익을 위해, 생존이 아닌 세계 원전 I&C를 선도할 국가적 기업 연합을 육성하기 위해 최선을 다하고 있다.

타경쟁사들과의 경쟁력에서 결정적인 역할을 할 것으로 기대되며, 이에 장기적으로는 세계 최고의 시장 점유도 가능할 것으로 보인다.

이러한 점들을 볼 때, KNICS를 통한 국내 및 해외 시장 진출은 세계 타경쟁사들과 충분한 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 기대된다.

7. 세계 원전 I&C를 선도하기 위한 KNICS 전략

전술한 바와 같이 국내외 원전 I&C 시장은 현재뿐 아니라 향후에도 지속적으로 성장해 나가 주기기 분야와 비교해도 결코 작지 않은 시장 규모가 될 것으로 예상된다.

국내 기업들이 원전 I&C 시장에 진출하기 위한 전략으로는 국내

[참고 문헌]

- [1] Country nuclear power profiles: Annexes I~II, IAEA, 2002
- [2] Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2020, IAEA, July 2001.