



기·조·강·연

원자력 르네상스를 위한 PNC의 역할

아키야마 마모루 *

태평양원자력협회의회(PNC) 회장



태평양원자력협회의회 (PNC)

PNC는 원자력 과학과 기술 및 그 응용에 대한 정보 교류와 협력 증진을 목적으로 1988년 설립되었다. 태평양 연안국의 모든 원자력 학회와 협회가 PNC의 구성원으로 참여하고 있다.

PNC는 2년마다 태평양연안국원자력회의(PBNC)를 개최하며, 원자

력의 구체적인 문제에 관한 정보 교류와 협력을 위한 워킹 그룹 및 특별전문위원회를 구성하여 운영하고 있다.

PBNC 회의는 1976년부터 시작되었으며, 처음에는 미국원자력학회(ANS)의 주제별 국제 회의의 하나였다. 한국과 ANS의 공동 제안에 의해 18년 전인 1985년 서울에서 열린 제5회 PBNC 회의에서 지역 활동을 보다 활발하게 촉진하기 위해 태평양연안국원자력협력위원회(PBNCC, PNC의 전신)가 설립되었다. 이것이 1988년 현재의 PNC로 발전하게 된 것이다.

1. PNC의 회원 구성

미국원자력학회(1988), 일본원자력학회(1989), 호주원자력협회(1991), 캐나다원자력협회(1988), 캐나다원자력학회(1988), 중국원자

력학회(1990), 일본원자력산업회의(1989), 한국원자력산업회의(1989), 대만원자력학회(1990), 멕시코원자력학회(1989), 미국원자력학회 남미지부(1989), 인도네시아원자력학회(1996), 러시아원자력학회(2002), 태국원자력학회(1998, 업저버).-괄호안은 가입년도

2. PNC의 설립 목적

- ① 회원 상호간 원자력 기술의 평화적 공동 이용을 촉진한다.
- ② 회원들의 이해와 관련된 원자력 토픽을 발굴하고, 그 토픽에는 회원들의 개별적인 권익과 관심사를 반영한다.
- ③ 국제적으로 인정받는 지역 차원의 비정부기구(NGO)로서 지역 회의나 국제 회의에서 독자적인 주장을 제시한다.
- ④ 워크숍이나 워킹 그룹 활동을

* 秋山 守

통하여 회원들에게 필요한 토픽이나 이슈에 대한 연구를 수행하고, 연구 결과의 발표·홍보 및 이행을 위해 PNC의 권한 범위 내에서 조치를 취한다.

⑤ 역내의 에너지 및 기타 필요에 응하기 위해 안전하고 환경적으로 건전한 원자력 기술 개발을 촉진한다.

⑥ 원자력 기술의 평화적인 응용을 위해 기타 역내 및 국제 기관과 적극적으로 협력한다.

⑦ 정기적으로 개최되는 PBNC 개최의 재가 권한을 가지며, 이 PBNC 회의는 전문가 협회 회원들의 지원을 받고 2년마다 회원국에서 개최한다.

⑧ 승인된 활동의 수행을 위해 적합한 정책과 절차를 개발한다.

3. PBNC 개최 실적과 차기 회의

제12회 PBNC 회의가 한국에서 성공적으로 개최된 데 이어, 제13회 회의는 지난해 10월 중국 쉐젠에서 중국원자력학회가 주최하여 역시 성공적으로 마쳤으며, 이 회의에서 본인이 PNC 회장으로 선임되었다.

이 행사에는 561명이 참석하였고, 274편의 논문이 발표되었다. 참석자들은 중국의 원자력 산업과 계획이 매우 활발하게 추진되고 있다는 것을 알게 되었다. 다음 회의는 미국원자력학회의 주관으로

〈표 1〉 PBNC 개최지와 차기 회의

순서 (연도)	장 소	순서 (연도)	장 소
제1회 (1976)	호놀룰루 (하와이)	제8회 (1992)	대만
제2회 (1978)	도쿄 (일본)	제9회 (1994)	시드니 (호주)
제3회 (1981)	아카풀코 (멕시코)	제10회 (1996)	고베 (일본)
제4회 (1983)	밴쿠버 (캐나다)	제11회 (1998)	반프 (캐나다)
제5회 (1985)	서울 (한국)	제12회 (2000)	서울 (한국)
제6회 (1987)	베이징 (중국)	제13회 (2002)	쎌젠 (중국)
제7회 (1990)	샌디에고 (미국)	제14회 (2004)	호놀룰루 (하와이)

2004년 3월 21일~25일 기간 동안 하와이 호놀룰루에서 개최된다.

태평양 연안 지역의 이름으로 개최되는 행사임에도 불구하고 PBNC 회의가 프랑스나 영국 등 타 지역의 참석자들을 유치해온 것은 주목할 만하다.

그 이유는 동 지역, 특히 아시아 국가들의 상대적으로 높은 경제성장과 폭발적인 에너지 수요 증가에 대응하기 위해서는 원자력의 역할이 크다고 보기 때문이다.

PBNC 회의는 고도 경제 성장에 따른 원자력 프로그램의 확대나 신규 계획을 추진중인 아시아 국가들과 자유화된 전력 시장에서 전력 수요 성장이 정체되고 있거나 경쟁이 치열한 선진국간에 원자력 이용 권장에 관한 문제를 논의할 수 있는 장으로 간주될 수 있다.

PBNC 주관 위원회는 유럽 대표들을 기획위원회 멤버로 초청하고 있으며, 세계적으로 개방된 프로그래밍으로 타지역 인사들에게도 전

체 세션에서 발표할 기회를 주어 지속 가능 개발의 가능성을 높이고 있다.

4. 워킹그룹 및 특별전문위원회

- ① 차세대원자로 개발전문위원회
 - ② 고준위폐기물 및 사용후 연료 관리 운영위원회
 - ③ 공공정보 확산을 위한 워킹 그룹
 - ④ 코드 및 표준 이전 전문위원회
- 미국 에너지부의 원자력 에너지 연구 구상(NERI)과 혁신적인 원자력 기술 및 설계를 위한 유사 프로그램들이 다수의 PNC 회원국에서 활발히 수행되고 있다.

혁신적인 제4세대 원자력 시스템 개발을 위한 Gen-IV 프로그램에 대한 협력은 상기 국가들 내에서 뿐만 아니라 유럽·남미 및 아프리카 국가들과도 이루어지고 있다.

이러한 상황 하에서 PNC 회원국들을 위한 Task Group이 구성되어 차세대 원자로(NGR)에 대한 협력 활동 가능성 연구가 지난 3년간



실시되었다.

Task Group의 목적은 태평양 연안국에서 차세대 원자로의 전망을 수립하고, PNC 회원국들이 고려해야 할 협력 사항을 제시하여 보고서로 작성하는 것이다.

Task Group의 향후 활동은 Gen-IV 및 IAEA의 혁신형 원자력 시스템(INPRO) 개발 프로그램의 진전에 따라 고려해야 할 과제에 대해 중점을 두고자 한다.

본인은 이번 발표에서 Task Group과 관련된 향후 활동의 일부를 언급한 다음 「PNC 활동을 위한 새로운 제안」으로 마무리하고자 한다.

사용후 연료 및 고준위 폐기물의 관리는 태평양 연안국의 가장 중요한 이슈 중의 하나이다.

최근 미국 Yucca산 저장소에서 상당한 진전이 있었다. 이 문제와 관련, 미국이 자국민의 이해(PA)를 향상시키는 것은 모든 태평양 연안국에게 중요한 사항인데, 그 이유는 방사성 폐기물 관리, 특히 사용후 연료와 고준위 폐기물의 관리는 국민들의 우려 사항 중의 하나이기 때문이다. 그래서 이 문제는 PNC의 향후 활동에서 강화되어야 한다.

공공 정보 확산을 위한 워킹 그룹의 활동은 적극적이었다. 이 워킹 그룹은 과거의 PBNC 회의에서 PA 관련 이슈를 다루는 세션을 준비한 바 있었다.

여기서 전통적인 방식과 인터넷

을 통합한 방식 등 PNC 회원국간의 체계적인 네트워크 시스템을 구축하자는 의견이 제시되었다.

회원국간의 공공 정보 확산과 교환을 교환하는 것은 바람직한 일이다. 앞으로 PNC 및 PBNC 회의에서도 이 문제가 논의될 것이다.

정보의 개방과 의사 결정 과정에서의 국민 참여가 핵심 이슈 중의 하나이며, 이 분야에 대한 회원국의 경험이 원자력산업의 발전을 위해 공유될 것이다.

코드 및 표준 이전 전문위원회의 임무는 PNC 회원들이 이용하는 원자력 코드와 표준을 검토 판정하고 원자력 분야에서 사용할 일치된 코드와 표준 일체를 제안하는 것이다. 여기에는 원자로의 R&D에서부터 폐쇄에 이르기까지 연료 전주기 활동뿐만 아니라 발전용 원자로와 연구용 원자로의 활동 범위도 포함될 것이다.

아시아 지역의 에너지 수급

아시아 지역의 에너지 수급 상황에 대한 특징은 높은 수요 성장률과 국내 공급용 화석 연료의 생산이 아주 부족하다는 점이다.

아시아 지역의 에너지 수요는 일본을 제외하고도 2020년 4,059백만toe로 증가할 것으로 예상된다. 이 수치는 1997년을 기준으로 하면 2배가 넘는 134%나 증가하는 것이

다.

중국과 한국·대만 등 동아시아와 아세안 국가들은 일본을 제외하곤 아시아 총수요의 80%를 유지할 것이다(IEA 세계에너지전망 2000).

일본을 제외한 아시아의 화석 연료 의존도는 1997년 89%에서 2020년 94%로 증가할 것으로 전망된다. 화석 연료 자원 중에서도 석탄의 비중은 감소하고, 천연 가스의 역내 공급은 증가할 것으로 예상된다.

석유 수요의 비중이 아시아 지역에서 증가할 것이지만, 역내 OECD 국가들 때문이 아니라 중국의 자동차 보급이 주원인이 되어 석유 수요가 22~28% 정도 증가할 것으로 전망된다. 석유의 잉여 공급 설비 또는 세계 전체적으로 수출 가능한 석유 공급량은 이미 피크를 지나 감소하고 있다.

2010년 이후는 오직 중동 OPEC 국가들만이 잉여 석유를 공급할 수 있으며, 세계 석유 소비에서 중동 OPEC 석유의 비중이 1997년 26%에서 2020년 41%로 증가할 것으로 전망된다.

특히 아시아 지역 석유 수요의 중동 공급 의존도는 1998년 46%에서 2020년 56%로 증가할 것이다. 반면에 2020년 북미의 중동 석유 의존도는 22%, 유럽은 26%에 머물 것이다. 상대적으로 취약한 아시아 지역의 석유 수급 상황이 다른 지역

<표 2> 아시아·북미·유럽의 석유 수요 및 수입 의존도

연도		북미	유럽	아시아*
1997년	수요(백만b/d)	20.2	14.1	19.3
	의존도(%)	44.6	52.5	59.6
2020년	수요(백만b/d)	26.1	16.8	37.9
	의존도(%)	58.0	79.0	83.9

*아시아 : 호주·중국·인도네시아·일본·한국·말레이시아 등

에 비해 더욱 악화될 것이다.

1. 석유 수요 및 수입 의존도

현재 아시아 지역의 극히 일부 국가만이 비상시 대비용으로 국가 석유 비축 시설을 가지고 있다. 대부분 아시아 국가들은 석유 비축량이 매우 적다는 점에 주목해야 한다.

민간 부문의 비축량을 포함시키더라도 아시아 지역의 비축량은 33일 정도이다. IEA의 권고량은 90일분이다.

석유 수요의 예상되는 급속 성장은 중등으로부터의 석유 수입 의존도를 높일 것이며, 아시아 지역 석유 안보의 취약성은 계속해서 높아질 것이다. 석유 공급 위기에 대한 비상시 대비는 아시아 지역의 석유 비축 규모로 볼 때 한국과 일본을 제외하면 매우 취약하다. 이러한 상황은 국제 석유 시장에서 동 지역의 위상을 높이는 계기도 되겠지만, 한편으로는 지역 불안정에 매우 위협적인 요인이 될 것이다.

원자력이 아시아 지역의 에너지 안보 구축에 중요한 역할을 할 수 있고 또 해야 한다. 원자력 에너지와 폐기물 관리에 대한 국민 이해 증진과 원자력 발전의 경쟁력 향상은 아시아의 에너지 공급에서 원자력의 비중을 높이기 위해 필요하다.

PNC는 정보 교류, 국민 이해 증진 및 회원국간의 협력 강화를 위해 중요한 역할을 할 것이다.

2. 원자력의 필요성

① 특히 아시아 개도국 에너지 수요의 급속한 증가가 예상되며, 1997년 대비 2020년의 아시아 지역 전체의 에너지 수요는 57%가 증가하는데, 일본을 제외할 경우 증가율이 134%나 된다.

② 지속 가능 개발을 위해 장기 안정적으로 공급 가능한 청정 에너지가 절대적으로 필요하다.

③ 필요 충족을 위한 유일의 현실적 대안은 원자력 에너지의 활용을 더욱 촉진하는 것이다.

앞으로의 PNC 활동

본인은 쉘젠 PBNC 대회에서 향후 PNC의 활동 방향에 대해 피력한 바 있었는데, 사건을 몇 가지 더 추가하고자 한다. 태평양 연안국의 원자력 에너지 개발을 위한 핵심 이슈로 다음 사항들을 PNC 워크숍제로 채택할 수 있다고 본다.

1. 태평양 연안국에 적합한 차세대 원자로

제4세대 원자력 시스템과 같은 국제 협력 개발 프로그램에 따라 동

시스템의 이용자로서 태평양 연안국에 적합한 필요 사항이 논의되고 발표되어야 한다.

2003년 3월 남아공 요하네스버그에서 열리는 차기 GIF(Generation IV International Forum) 회의에서 주최국은 동 프로그램에 개도국의 의견을 반영할 계획이다.

사실상 한국·일본·캐나다 및 미국은 GIF 10개 참가국 중 활동이 가장 활발하다. 그 외 참가국으로는 프랑스·영국·스위스·아르헨티나·브라질 및 남아공화국이 있다.

GIF와 PNC간 세계 표준 차세대 원자로를 위한 협력 체제를 구축하거나 최소한 상호 대화를 위한 틀을 만드는 것은 가능할 것이다.

2. 원자력으로 만드는 수소 :

청정 에너지에 의한 청정 연료 생산

원자력이 전력 생산에만 한정되는 한, 환경 보호를 위한 원자력의 역할은 제한될 수밖에 없다. 환경 부하를 반드시 줄여야 할 수송 부문이 원자력 응용이 확실히 가능한 분야이며, 해당 기술이 무엇인지 그리고 그 효과는 어느 정도인지를 분석해야 한다.



일본은 2020년까지 5백만대의 연료 전지 자동차(FCV)를 도입하기 위한 야심찬 프로그램을 세웠는데, 이 정도 규모면 40억m³의 수소를 소비하게 되며, 물을 전기 분해시켜 이 양의 수소를 생산하자면 대용량 원전 2기 정도가 필요하다.

미국도 지난 2월 「원자력의 수소 생산 구상」(NHI)이라는 다소 공격적인 종합 수소 프로그램(IHP)에 다시 착수했다. 이 구상의 목표는 2040년에 11백만b/d의 원유 수입을 줄이자는 것으로서, 미국의 현재 원유 수입에 맞먹는 규모이다.

3. 태평양 연안국의 원자력 개발 촉진

개도국의 원자력 발전 도입에서 아주 중요한 이슈 중의 하나는 투자 자본의 확보라는 재정상의 어려움이다. 지구 온난화 가스 배출 저감 촉진을 목표로 하고 있는 청정 개발 메커니즘(CDM) 옵션의 하나로 원자력이 인정되어야 하며, 그 예상되는 결과도 논의되어야 한다.

4. 태평양 연안국의 지역 연료 주기 센터

태평양 연안국 중에서 원자력 발전을 처음으로 도입하고자 하는 국가들은 수많은 장애물 때문에 처음부터 겁에 질릴 수 있다.

이 장애물 중의 하나는 연료의 조달·농축·저장·수송 및 폐기물

관리와 같은 연료 주기 활동과 관련이 있다. 태평양 연안국에서 원자력 폐기물 관리 문제는 점차 중요해지고 있으며, 이 문제는 원자력 발전의 규모가 커지면서 국민들이 가장 우려를 하는 부분 중의 하나이다.

사용후 연료를 포함하여 방사성 폐기물 처리 관련 국제 협력 체제도 PNC가 논의할 수 있는 적합한 토픽이다.

더 나아가 어디에서 연료를 공급하고 사용후 연료와 폐기물을 어디로 운반할 수 있는가를 논의하기 위한 공동 센터 설립도 해결책이 될 것이다. 많은 아이디어가 과거에도 논의되긴 했지만, 이제 다시 새로운 통찰력을 필요로 하고 있으며 그것은 가능하다고 본다.

혁신적 원자력 시스템 개발

이미 앞에서 Gen-IV, GIF 및 INPRO와 같은 지속 가능 개발을 위한 혁신적 원자력 시스템의 국제 공동 개발 사업에 대해 약간 언급했으나, 몇 가지 내용을 추가로 보태고자 한다.

PNC 회원국들은 각기 국내 에너지 수요에 대처하기 위해 자체적인 에너지 정책을 가지고 있으며, 그 정책에는 에너지 자원의 이용 가능성, 기후 변화, 대기질 및 에너지 안보에 대한 우려에 대응하기 위해 때로는 원자력 기술과 같은 에너지

기술 개발 전략도 포함되어 있다.

2000년부터 새로운 원자력 시스템에 대한 2개의 국제 협력 개발 프로그램이 시작되었는데, GIF와 INPRO가 바로 그것으로, 개발 노력과 비용을 분담하기 위한 것이다.

현재의 원자력발전소 설계가 경제적 기술적으로 만족할만한 수준의 전기를 공급하는 것은 아니지만, 진일보된 원자력 시스템의 설계는 개도국의 광범위한 원자력 에너지 사용을 위한 기회를 확대할 수 있다.

제 I 세대 원자력은 초기 설계와 prototype의 발전소를 말하며, 제 II 세대는 주로 경수로(LWR) 원전의 본격적인 상업용 발전 시기를 말한다. 제 III 세대는 개량형 LWR·HWR·HTR를 말하나, ABWR은 일본에서만 건설되었고 대만에서는 건설중이다.

제 IV 세대는 차세대 원자력 시스템의 개발과 실증을 말하는데, 이 시스템은 경제성·안전성·신뢰도·지속 가능성 부분에서 장점이 있으며, 2030년경에 상업화될 수 있을 것이다.

이러한 기회를 개척하기 위해 GIF가 구성되었으며, PNC 회원국 중에서 캐나다·일본·한국 및 미국이 참여하고 있는데, 미래 원자력 연구 개발의 방향을 어떻게 잡을 것인가에 집중하고 있다.

제 4세대 원자력 시스템은 새로운 접근 방식에 의한 R&D로 2030년

이후 어떻게 혁신을 가져올 것인가에 초점이 맞춰져 있다.

10개국이 GIF를 구성하기 위해 참여했으며, GIF는 원자력의 안정성·폐기물 관리·핵확산 및 국민 인식 문제 등을 만족스럽게 해결하면서, 동시에 혁신적인 원자력 시스템에 의해 생산되는 에너지 제품은 가격 경쟁력과 신뢰도 모두를 만족시키게 될 것이다.

2030년경이면 현재 세계적으로 운영되고 있는 대부분 원자력발전소들의 운전 허가 기간이 만료되거나 거의 종료 시점이 되는데, 이 때 이 새로운 시스템을 국제적으로 보급 가능하도록 하자는 것이 주요 목적이다.

그 동안 원자력 연구 프로그램은 제4세대 원자력 시스템의 기초 개념을 개발해왔다. GIF 회원국들이 수행할 R&D 협력 증진은 제4세대 시스템의 실현을 촉진시킬 것이며, 국제적인 약속과 결의로 앞으로 수십년 내에 제4세대 원자력 시스템의 혜택을 보기 시작할 것이다.

GIF는 지난해 국제 협력 연구 개발 대상 후보로 6개의 원자력 시스템 방식을 선정했다. 가스냉각고속로·초고온가스냉각로·나트륨냉각고속로·납냉각고속로·초임계수냉각로·용융염냉각로가 그것이다.

GIF의 기술 개발 추진 일정을 밝히는 로드맵 보고서가 금년 초 발표

되었는데, 여기에는 상기 6개 원자로에 대한 연구 개발 프로그램도 포함되어 있다. 현재 GIF는 국제 협력의 틀과 시스템 개념에 맞는 R&D 협력 프로젝트 준비에 힘을 쏟고 있다.

2000년 IAEA 총회에서는 푸틴 러시아 대통령의 1개월 전 UN 총회 연설에 대한 화답으로 회원국들의 관심을 집중시켜 혁신적이고 핵확산을 방지하는 원자력 기술을 조사하여 원자력의 연료 주기 문제를 검토하기로 했다. 그래서 착수한 국제 협력 프로젝트가 INPRO이다. PNC 회원국 중에서는 러시아·캐나다·중국 및 한국이 INPRO에 참여하고 있다.

INPRO의 강점은 개도국이 참여하고 있다는 점과 IAEA의 핵확산 금지에 관한 안전 조치를 그대로 적용하고 있다는 점이다.

개도국이 앞으로 에너지 시장에서 중요한 역할을 할 것으로 예상되고 있기 때문에 개도국의 IAEA 회원국 자격은 INPRO 활동에서 그들의 입장을 반영시키는 데 도움이 될 것이다.

안전 조치 관련 IAEA의 유일한 강제 사항은 INPRO의 전 과정에서 핵확산 금지 이슈가 고려되도록 도움을 준다는 것이다.

본인이 생각하기에는 제4세대 원자력 시스템과 INPRO 사업은 동일한 배경과 분석에 기초하고 있

다고 본다. 즉 21세기에는 주로 현재의 개도국에서 지속 가능 개발을 달성하도록 하기 위해 원자력의 역할이 보다 커져야 하며, 또한 현재의 원자력 기술이 타기술에 비해 경쟁력이 있을 수는 있지만, 보다 개선된 보편적인 원자력 시스템을 구축하고 필요한 곳에 제공하는 것이 바람직하다.

결론

원자력 과학과 기술 및 개발에 대한 협력은 에너지 시장의 자유화로 공공 자원이 희소해지는 지금의 상황에서 중요하다. PNC의 활동 지역은 세계의 다른 곳에 비해 뛰어난 R&D 수행 능력을 가지고 있으며, 원자력 기술에 대한 시장 잠재력도 아주 크다.

아시아 지역 전체적으로는 에너지 수급 구조가 점점 취약해져 가고 있는데, 그 이유는 이 지역의 경제 활동 규모가 급속도로 커지면서 에너지 수요가 급성장하고 수입 석유 의존도가 높아지고 있기 때문이다.

원자력이 유일한 해결책이 될 수는 없지만, 짧은 기간 내에 대응할 수 있는 엄청난 잠재력을 가지고 있다.

원자력 에너지의 평화적 이용으로 미래를 번영으로 이끌 수 있는냐는 오늘 이 자리에 모인 우리들의 노력에 전적으로 달려 있다. ☞