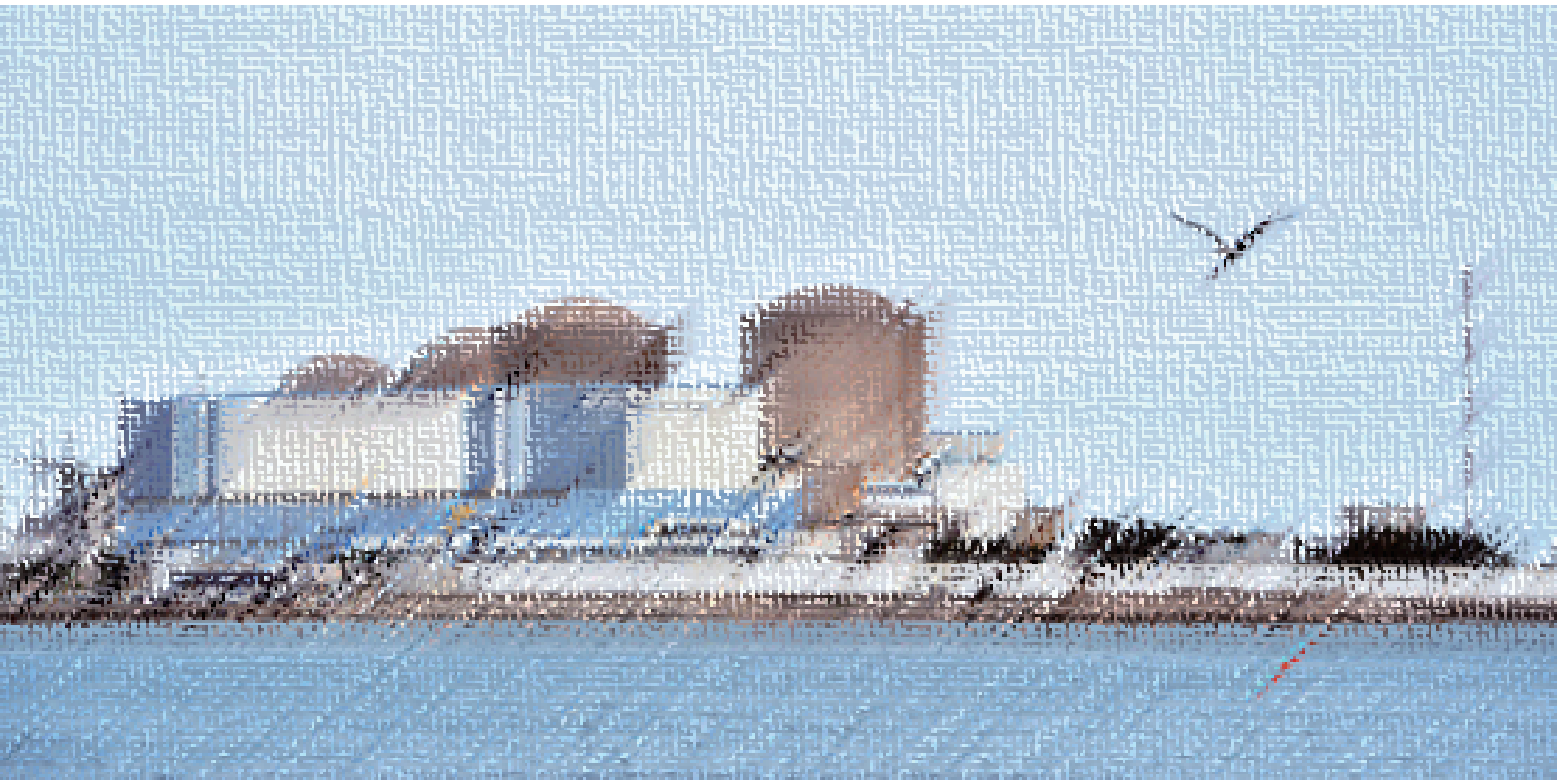
사단법인 한국원자력학회 KOREAN NUCLEAR SOCIETY

KRS

한국원자력산업회의 KOREA ATOMIC INDUSTRIAL FORUM

고리 1호기
퇴역 기념 심포지엄

- 자료집 -



2017. 6. 8

서울대학교 시진핑홀

서울대학교 원자력정책센터 SNU Nuclear Energy Policy Center

경희대학교 미래사회에너지정책연구원

고리1호기 퇴역기념 심포지엄

1978년 4월 29일 대한민국에서 최초로 원자력발전을 개시한 고리 1호기가 2017년 6월 18일로 가동을 멈추고 영구정지에 들어갑니다.

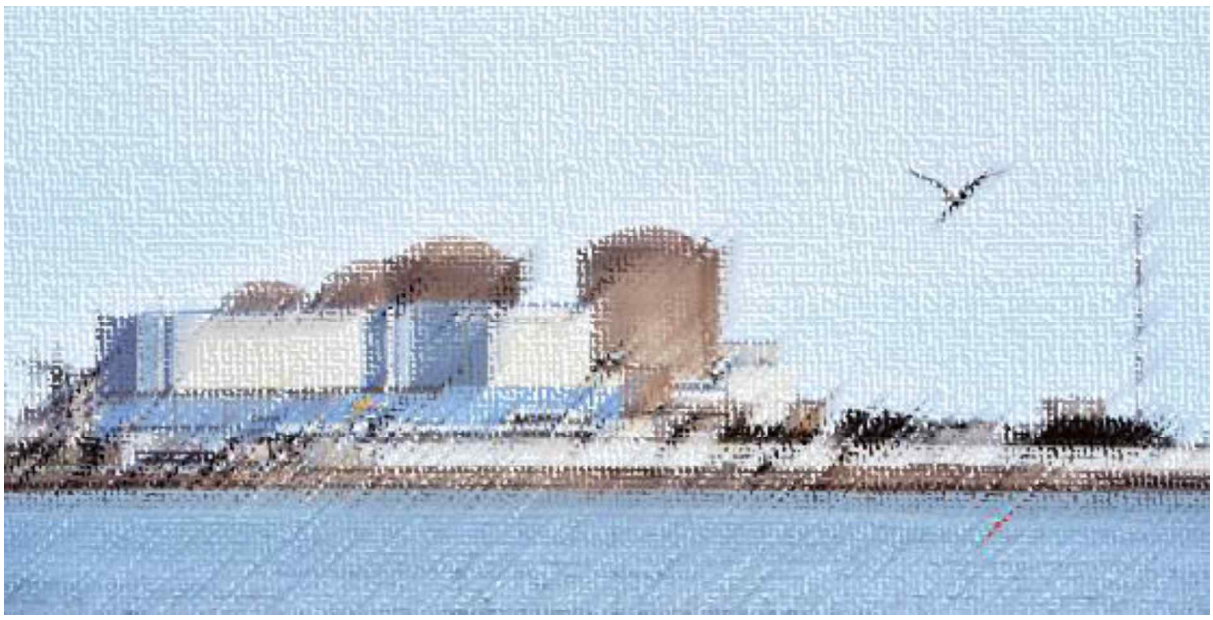
고리 1호기를 필두로 한 후속 원자력발전소들은 경제적이고 안정적인 준국산 에너지원으로서 우리나라의 경제와 산업발전에 큰 기여를 해왔습니다. 또한 우리나라는 고리 1호기를 시작으로 원전 건설 기술과 운영 기술을 개발하여 원전설계 기술 표준화를 거쳐 원전 수출을 달성한 원전 기술 선진국이 되었습니다.

고리 1호기의 퇴역을 계기로, 지난 40여년 간의 우리나라 원전 산업의 공과를 짚어보고 새로운 시작을 모색해보고자 합니다. 바쁘신 가운데에도 참석하셔서 고견을 주시고 원자력 산업이 나아갈 바를 다시 생각하는 노력에 동참해 주시면 감사하겠습니다.

2017년 6월 8일

한국원자력학회장 황주호
한국방사성폐기물학회장 송기찬
한국원자력산업회의 부회장 강재열

심포지엄 프로그램 안내



PROGRAM

시간	프로그램	
11:00 – 13:00	등록(38동 지하1층, 5층), 점심식사(38동 지하1층 락구정)	
13:00 – 13:10	개회사	황주호 회장 (한국원자력학회)
13:10 – 13:20	기념사	이종훈 (전)사장 (한국전력공사)
13:20 – 13:30	고리원전 1호기 약사	박상덕 위원 (서울대원자력정책센터)
제 1부	**고리 1호기와 한국 원자력 40년**	(진행) 주한규 교수 (서울대)
13:30 – 14:10	고리 1호기 가동 40년의 정치, 경제, 사회적 의미	이창건 원장 (한국원자력문화재단)
14:10–14:40	한국 원자력 40년의 성과와 공헌	노동석 실장 (에너지경제연구원)
14:40–15:10	한국 원자력 기술의 현주소	이광원 전무 (한국전력기술(주))
15:10–15:40	고리 1호기 해체전 이용 방안	백원필 부원장(한국원자력연구원)
제2부	**새로운 시작의 모색**	(진행) 윤지웅 교수 (경희대)
16:00–16:20	원자력 신뢰 회복 방안(발제)	이정훈 기자 (주간동아)
16:20–17:50	자유 토론 (패널) 송하중 교수 (경희대) 황일순 교수 (서울대) 온기운 교수 (숭실대) 이재우 교수 (부산대) 김진두 기자 (YTN)	(좌장) 목진휴 교수 (국민대)
17:50–18:00	원자력 편익과 안전 대국민 설명서 발표	김학노 수석부회장(한국원자력학회)

목 차

■ 사전행사

• 개회사 - 황주호 회장 (한국원자력학회)
• 기념사 - 이종훈 전 사장 (한구전력공사)
• 고리원저1호기 약사 - 박상덕 위원 (서울대 원자력정책센터)

■ **제1부 - 고리 1호기와 한국원자력 40년**

진행 : 주한규 (서울대학교 원자력정책센터)

• 고리 1호기 가동 40년의 정치, 경제, 사회적 의미
…… 이창건 (한국원자력문화재단) / 21

• 한국 원자력 40년의 성과와 공헌
…… 노동석 (에너지경제연구원) / 33

• 한국 원자력 기술의 현주소
…… 이광원, (한국전력기술㈜) / 45

• 고리 1호기 해체전 이용 방안
…… 백원필 (한국원자력연구원) / 53

■ **제2부 - 새로운 시작의 모색**

진행 : 윤지웅 (경희대학교 미래사회에너지정책연구원)

• 원자력 신뢰 회복 방안
…… 이정훈 (주간동아) / 65

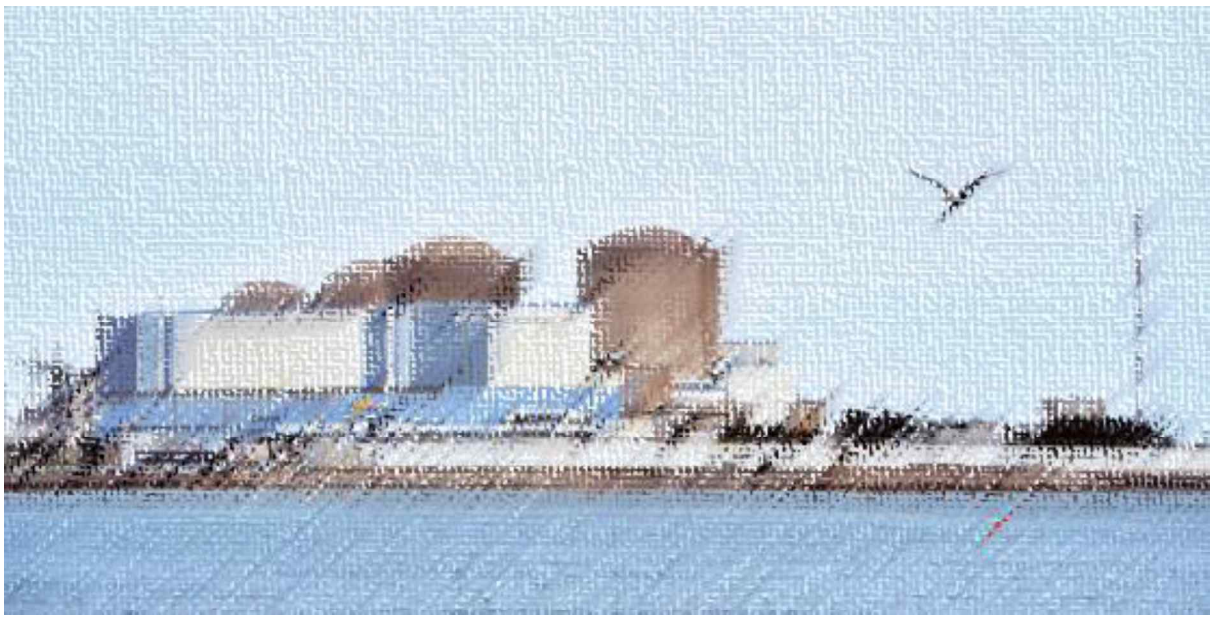
■ **자유토론**

• 좌장 : 목진휴 (민대학교)
• 패널 : 송하중 (경희대학교), 황일순 (서울대학교), 온기운 (숭실대학교),
이재우 (부산대학교), 김진두 (YTN)

■ **원자력 편익과 안전 대국민 설명서 :** 김학노 (한국원자력학회)

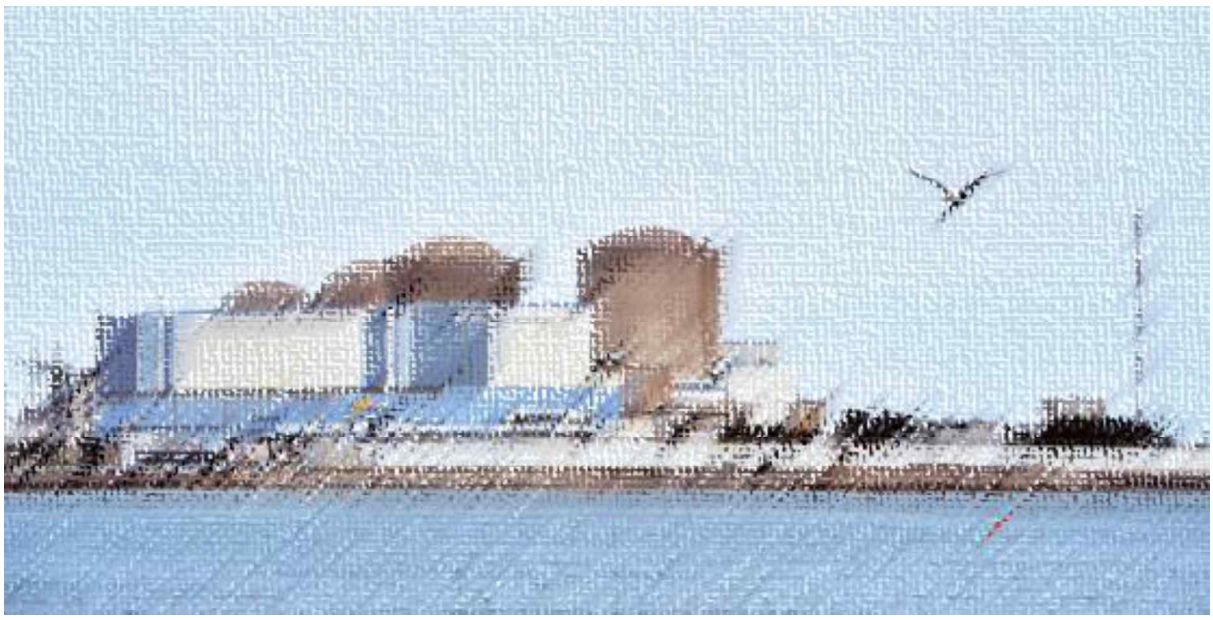
개회사

황주호 학회장, 한국원자력학회



기념사

이종훈 (전) 사장, 한국전력공사



고리1호기 퇴역기념 심포지엄 기념사

2017년 6월 8일

한국전력공사 전 사장 이종훈

오늘 서울대 원자력정책센터가 주최하는 고리1호기 퇴역 기념 심포지엄에서 기념사를 하게 된 것을 매우 뜻깊게 생각합니다. 고리1호기 건설은 우리나라가 중화학 공업으로 가는 길목에서 선구자적 역할을 하였을 뿐 아니라 원전 기술 자립의 초석이었습니다.

고리1기는 총공사비가 3억 달러였는데 1970년 우리나라 일년 국가예산의 1/4이나 되는 거대규모 사업이었습니다. 그해 국민당소득 GNP는 255$였고 총 발전설비 용량이 250만kW였습니다. 작년 GDP가 2만7천$이고 총발전설비용량은 9천만kW를 넘었으니 현재의 국력과 비교해 보면 당시 국세에도 불구하고 국가의 명운을 건 Project임을 알 수 있습니다.

총공사비 3억 달러 중 1억7천만 달러의 외화차관이 필요했는데 국가보증 조건에도 불구하고 어느 한 나라에서 조달받지 못하여 결국 미국과 영국 두 나라에서 도입할 수밖에 없었습니다. 미국 차관으로는 원자로 설비를 공급받고, 영국차관으로는 터빈발전기와 기타 BOP설비공급과 시공을 턴키방식으로 맡겨야 했습니다. 이 영국업체는 자국에서 가스냉각로(GCR)건설경험은 있었으나 가압경수로(PWR)건설 시공경험은 없었음에도 차관조건 때문에 시공을 맡길 수밖에 없었습니다.

1973년 제1차 석유파동으로 국제원자재가격이 폭등하였으나 계약상 추가 공사비 지불이 불가능하였습니다. 이에 시공을 맡았던 영국 건설업체는 사업포기를 검토하기 시작하였습니다. 고리1호기 프로젝트는 궁지에 몰려 사업이 폐기되는 지경에 까지 몰리게 되었고 당초 1975년 준공목표 날짜는 신기루처럼 지나가 버렸습니다. 때마침 교체된 한국전력 경영진이 대통령의 특별내락을 받아

추가공사비를 지불하고 사업을 재건하기로 결정하였습니다.

그때가 1976년 4월이었습니다. 공사비의 추가지급 조건으로 영국 시공업체는 손을 떼고 미국 WH가 공사관리(PM)를 맡게 되었습니다. 이때 WH는 한전과 합동관리반(IMT)를 구성하여 건설을 계속하기로 결정하였습니다. 이를 계기로 우리 기술진은 원전 건설 PM의 정수를 전수받았고 전화위복을 실감하였습니다.

이러한 고리1호기 경험은 뒤이은 고리 3-4호기 프로젝트는 한국전력 Project team이 발전소의 성능과 PM의 책임을 맡게 되는 난턴키 사업으로 추진하게 되었습니다. 한전은 미국에서 명망있는 Bechtel Corp.에 발전소 종합설계(AE) 계약을 체결하면서 우리기술진(당시 KOPEC)과 공동설계를 통해 AE기술전수를 받아 원전기술 자립의 기초를 마련하였습니다. 이때 기기사양(Tech- Spec.)은 국산화가 가능하도록 작성함으로써 원전기자재의 국산화도 크게 진흥할 수 있었습니다.

중화학공업의 길목에서

한국경제는 1960년대 초 후진국에서 계획경제를 추진하여 개발도상국으로 도약하였고 1970년대의 중화학공업 정책의 실천으로 1980년대의 고도산업국가로 도약할 수 있는 발판을 마련하였습니다. 이 과정에서 고리1호기 건설은 중화학 공업 발전에 선구자적인 역할을 자임하면서 앞장섰던 프로젝트였습니다.

고리건설에 투입해야할 국내 용접사는 기술수준이 낮아 영국기술진을 초청하여 Welding School을 운영하면서 우수한 후강판 용접사를 양성하였습니다. 이들이 고급 용접기술을 국내에 전수하여 조선업 발전에 크게 기여하였습니다.

고리 1호기는 발전소건설을 턴키로 발주하였으나 궁극적으로 인수하여 운영할 한전으로서는 품질관리를 철저히 해야겠기에 한전이 별도로 미국 QA 기술자를 초빙하여 QA-System을 구축 운용함으로써 한국의 건설업과 제조업에 획기적인 품질관리 기술을

향상하는 계기가 되기도 하였습니다.

또한 고리1호기 IMT를 통하여 PM의 중요성과 효능을 절감하여 후속 프로젝트인 고리3-4호기 건설에는 당대 최고수준의 미국 Bechtel Corp.의 PM Soft-ware와 운용기법을 전수받았습니다. 이때 전수받은 기술을 국내업체들이 제대로 활용함으로써 그 후 한국의 모든 원전사업은 공기지연이 전무하였고, 공사비 예산을 초과 집행한 사업도 전무할 정도로 성공적이었습니다. UAE에 건설 중인 바라카 원전사업이 원활히 추진되고 있는 것도 이 PM기술 자립이 바탕이 되었습니다.

여담으로 인천공항 건설에도 한전기술(KOPEC)을 통해 이 PM기술을 채택되었던바 공기 지연없이 준공되었고 그 후 인천공항은 10여년 계속 세계 최고의 공항으로 자리매김하였으니 이 모두가 고리 1호기에서 그 발판이 마련되었던 것입니다.

원전의 국민수용(PA)과 신뢰회복

원자력 발전의 원활한 추진을 위해서는 안전성 확보와 국민수용의 양축이 조화를 이루어야 합니다. 한전은 1984년부터 PA의 중요성에 눈떠서 원전의 대국민 수용 활동을 적극 추진하였습니다. 대도시 뿐 아니라 소도시의 지역 여론주도층까지도 직접 초치하여 고리1호기 발전소 내부를 보여주고 1박 2일의 일정으로 안전홍보활동을 하였습니다. 약 2년간 수천명의 지도급 인사가 감탄과 안전에 대한 이해를 표명하고 갔습니다. 고리1호기는 국민수용(PA) 홍보를 위한 교육장이었습니다. 이런 활동을 꾸준히 한 결과 1987년 민주화 운동이 격렬하였음에도 원전정책은 국민으로부터 외면 받지 않았습니다.

더욱이 1988년 11월 목포에서 당시 야당 총재인 김대중 대통령의 원전 지지 발언을 이끌어 냄으로서 지난 반세기동안 원전 추진정책이 모든 정권의 지지를 받을 수 있었습니다. 이는 전국 방방곡곡에 시민과 접촉이 빈번한 한국전력 3만 직원 모두가 자기

일처럼 생각하면서 앞장섰기에 가능하였습니다.

작금의 원전에 대한 국민 우려가 높아지자 새로 발족한 정부는 원자력발전 정책에 대한 근본적인 방향 전환을 공언하고 있습니다. 이런 추세는 주로 일본 후쿠시마 원전 사고에 뿌리를 두고 있지만, 이 사고 이후 원전 운영주체가 국민의 불안을 불식시키기 위한 적극적인 대민 설득에 실패한 탓이기도 합니다. 이는 한국전력에서 분사 독립한 한수원의 조직 기강이 해이해진 탓도 원인이 되었다고 생각합니다. 설상가상으로 불미스러운 사건이 잇따라 보도되면서 국민의 신뢰를 크게 떨어뜨렸기 때문이었다는 생각을 지울 수 없으므로 원전 추진주체의 분발을 촉구합니다.

세계 원전시장 진출을 위한 제언

독일 등 몇몇 나라를 제외하고, 많은 나라들이 원전 확대정책을 지속하고 있습니다. 일본 후쿠시마 사고 이후 IAEA/MNA가 발표한 세계 원전시장 전망에 따르면, 2030년까지 총 200GWe 규모의 원전건설을 예견하며 이는 1조$에 육박하는 규모입니다. 지금까지 개발된 제3세대 원전 노형 중에서 한국의 APR-1400이 가장 좋은 평판을 받고 있어 원자력발전의 해외수출은 전망이 대단히 밝습니다.

이는 인류의 에너지 사용 확대, 부존 에너지 자원의 고갈, 기후온난화 문제에 따른 저탄소 에너지의 필요성 등으로 석탄화력을 대치할 전원으로 원전 확대가 불가피하기 때문이라고 생각합니다. 한전이UAE 바라카 원전에 공급한 APR-1400 원전 설계에 대해 US NRC가 설계인증(DC)을 심사 중입니다. 지난해 예비심사를 통과하였고 내년 중에는 최종 승인이 나올 것으로 확신하고 있습니다. 프랑스와 일본에서 제3세대 원전 노형을 NRC에 DC를 신청하였었으나 예비심사에서 모두 기각되었다고 듣고 있습니다. 한국의 원전 기술이 건설 원가 면에서 매우 유리한데 항차 미국 규제기관의 DC끼지 획득하게 되면 매우 높은 경쟁력을 갖고 미국본토의

원전입찰에 참여하게 될 것입니다.

세계최고의 CEO를 위해 발간한다는 매거진 Forbes지는 지난 4월29일자 “대한민국, 세계 원자력산업 강국으로 군림하고자 할 것“ 이라는 제하에 “미국의 원자력산업계는 한국이 꾸준히 발전시켜온 세계적 수준의 원자로 제조와 원전 건설 능력에 대해 은근한 질시의 눈초리와 더불어 상당한 찬사와 존경심을 보이고 있다.” 고 전하고 있습니다.

원자력발전소 수출에는 기술가격의 경쟁력과 함께 재원조달(Project Financing)이 반드시 뒤따라야 합니다. 최근 몇 년 사이에 러시아와 중국은 세계의 원전 시장을 기술수준보다 재원조달을 앞세워 석권하고 있습니다. 따라서 원전 세계시장 진출을 위해서도 높은 신용등급을 유지하고 있는 한국전력의 유리한 재원조달 요건을 앞세워야 수주경쟁에서 유리합니다. 이점은 정책적으로 공기업들이 협조하도록 정부가 유도해야한다고 생각합니다.

제4세대 원전개발

화석에너지는 아무리 매장량이 많다 해도 그 유한성을 극복할 수는 없습니다. 따라서 인간이 에너지 소비를 지속하는 한 그 궁극적인 해결책은 인간두뇌에 의한 기술개발로 얻어지는 에너지에 의존할 수밖에 없고 그 대안은 원자력발전기술의 고도화뿐이라고 생각합니다.

이달 1일 미세먼지 감축대책으로 노후 석탄화력 발전소를 조기 폐쇄하였습니다. 더욱 지구온난화의 주범인 온실가스배출을 줄이려는 국제협약인 2015년 파리협약으로 장차 화력발전소의 건설은 제약될 것입니다. 이에 더하여 전력수송을 위한 송전선건설이 어려우니 화력발전소가 폐지되면 부지에 대체 전원설비를 건설해야 합니다. 이 부지의 대안전원으로는 안전성이 획기적으로 강화된 “도시친화적 원전” 이어서 국민이 안심하고 수용할 수 있는 원

전 노형이라면 채택될 수 있으리라 생각합니다.

차세대 원전노형은 ①고장 시 정전여건 하에서도 피동적인 원리에 의해 잔열 제거가 가능하여 노심용융이 일어나지 않아 제한구역이 필요 없어야 하며, ②핵연료 주기는 적어도 20년 이상이어서 사용후 핵연료의 생성이 아주 적거나 없어야 하고, ③가스터빈 발전원가와 경제성 경쟁력이 있고, ④내륙 수송이 가능하여 내륙 도시 인근에도 전기와 열을 함께 공급할 수 있는 소형모듈원전(SMR)이라야 전력회사가 채택할 수 있을 것입니다.

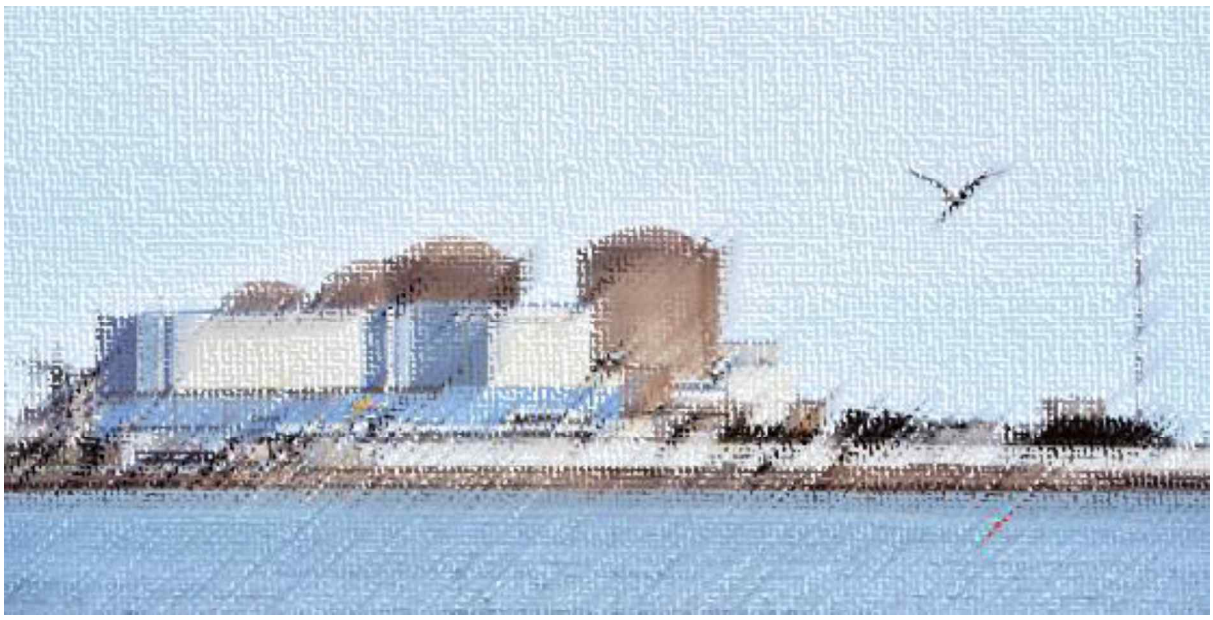
현재 우리나라 각 연구기관이 연구하고 있는 차세대 원자로 연구는 하나로 통합해야 합니다. 이를 위해서 한전이나 한수원이 앞장서서 이 회사 재원으로 발전화사의 요건에 맞는 가칭 "SMR-URD"를 개발할 것을 건의합니다. 이를 위해 오늘 원자력 전문가들이 함께한 여러분들이 Project team을 발족하여 한국전력과 한수원에 "SMR-URD"를 개발 지원을 요청하시기 바랍니다.

제3세대로 일컬어지는 APR-1400 개발을 위해 1990년대에 한국전력은 2천억 원이 넘는 연구개발비를 투입하여 1998년 개발에 성공하였고, 지금 수출 원전 효자로서 세계적인 인기를 얻고 있습니다. 차세대 원전으로서의 SMR도 이 같은 선례로 비춰볼 때 반드시 성공할 것으로 확신하기 때문에 저 개인적으로도 힘 닿는데까지 이 연구가 성사되도록 측면에서 지원하겠습니다.

지금까지 우리나라의 원전 기술개발 능력은 세계적으로도 높이 평가받고 있습니다. 지금 풍미하는 반핵 분위기 때문에 차세대의 원전 노형 기술개발까지 소홀히 하여 지금까지 쌓아온 원자력 기술이 사장되고 기술진이 흩어진다면 우리나라는 영영 기술낙오국가로 전락하여 후손들에게 부끄러운 세대로 평가될 것입니다.

고리원전 1호기 약사

박상덕 위원, 서울대학교 원자력정책센터



고리1호기 약사

1. 주요 연혁

□ '62. : 원자력발전추진대책위원회를 상공부, 원자력원, 한전, 석공으로 구성

□ '63. 10월 : 국제원자력기구 조사단 내한, 70년대에는 원자력발전이 국내에서 가능하다는 결론 :
이에 따라 1963년부터 1967년까지 3차례에 걸쳐
IAEA부지조사단과 함께 국내 원전 건설 후보지역을 조사

□ '66. 5월 : 원자력발전 기술조사를 위해 구미와 동남아를 방문, 원자력은 정책적으로 추진해야할 과제임을 확인

□ '67. 10월 : 정부에서 장기전원개발계획에 따라 500MW급 원전 2기 건설하기로 확정

□ '69. 1월 : 건설부지로 경남 양산군 장안면 고리 확정

□ '69. 5월 : 부지매수와 보상 위원회 설치

□ '70. : 발전소 공급계약 체결

□ '72. 3.19 : 기공식

□ '72. 5.31 : 건설·운영허가

□ '77. 6.19 : 최초 임계

□ '77. 6.26 : 최초 계통 병입

□ '78. 4.29 : 상업운전 개시

□ '78. 7.20 : 준공식 (고리 3,4호기 기공식)

□ '07. 6.18 : 발전소 설계수명 만료(30년)

□ '07.12.11 : 계속운전 허가 취득('07. 6.19 ~ '17. 6.18, 10년간)

2. 설비 용량, 건설비, 발전실적

□ 설비용량 : 587MW

○ '71년 착공당시 국내 발전설비용량 2,508MW의 약 23%

○ '78년 당시 국내 발전설비용량 6,916MW의 약 8%

□ 건설비 : 총 1,560억 7,300만원 (2억 9,937만달러)

[외자 1억 7,390만불, 내자 1억 2,547만달러(717억 4,200만원)]

○ '70년 준공한 경부 고속도로 건설비(총 429억원)의 약 4배 규모

○ '71년 국민총소득 3조 4,570억원의 약 5% 규모

○ '71년 정부예산 5,242억원의 약 30% 규모

○ '77년 준공한 300MW 화력발전소(여수 2호기) 건설비(251억원)의 약 6배 규모

□ '16년말까지 누계 발전량 : 152,798GWh

○ '16년말까지 원자력 전체 발전량(3,278,392GWh)의 4.7%

□ '16년도 발전량 : 4,772GWh

○ 부산시 주택용 전력 1년간 사용 가능

* '16년도 부산시 주택용 전력 사용량 : 4,641GWh

참고 : 고리1호기의 의미

□ 1971년 1인당 국민소득 292달러, 국내 총발전설비용량 2,508MW일 때, 국내 첫 원전을 587MW 대형 원전을 짓는다는 건 무모한 일이라는 평가를 받았으나,

□ 북한과의 대치상황에서 외국에서까지 반대하고 있음에도 불구하고 고리1호기가 건설됨으로써 경제발전에 따라 기하급수적으로 늘어난 전력수요에 맞춰 전력을 공급할 수 있었음

○ 고리1호기 준공 이후 1979년 일어난 제2차 석유파동 당시에도

고리1호기가 없었으면 경제상황은 더 나빠질 수 있었음

□ 고리1호기는 1968년 당시 서방세계의 가스냉각로(AGR), 비등경수로(BWR), 가압경수로(PWR) 3가지 타입 중 비싸지만 더 안전한 가압경수로로 건설되어, 비슷한 시기에 비등경수로를 도입한 일본 후쿠시마 원전에 비해 안전성을 확보함

○ 가스냉각로의 경우 효율이 41%로 가압경수로에 대단히 높은 강점이 있지만 1969년 이후 문제가 발견되어 영국외에는 거의 건설되지 않았음

□ 또한 고리1호기 건설과 시운전, 운영등 각 분야에서 양성된 인력들이 30년간 지속적으로 20기의 원전을 건설하고 운영하며 기술력을 축적하여 2009년 UAE에 원전을 수출하는 세계 원자력강국이 되었음

□ 고리1호기 건설 당시 국내에는 후강판 용접기술이 없어 영국 기술자를 통해 용접학교를 운영해 많은 용접사를 배출하였고, 이후 이 용접사들이 국내 조선사업 발전에 큰 기여를 하였음

□ 고리1호기 건설 당시 도입한 품질관리 체계가 우리 나라의 산업계 품질 관리 부분의 교범이 되다시피 하여 우리나라 산업발전에 크게 기여함

□ 고리1호기는 2007년 국내 최초로 계속운전을 승인받았고, 이 과정에서 축적된 경험과 기술들을 통해 후속호기의 계속운전을 추진하고 있음

□ 향후 고리1호기의 영구정지 이후 수행되는 해체와 폐기물 관리를 통해 우리나라 원자력산업의 전주기적 경쟁력을 확보하게 됨

제1부 – 고리 1호기와 한국원자력 40년

진행 – 주한규 (서울대학교 원자력정책센터)

– 고리 1호기 가동 40년의 정치, 경제, 사회적 의미

이창건, 한국원자력문화재단

– 한국 원자력 40년의 성과와 공헌

노동석, 에너지경제연구원

– 한국 원자력 기술의 현주소

이광원, 한국전력기술㈜

– 고리 1호기 해체전 이용 방안

백원필, 한국원자력연구원

고리 1호기 가동 40년의 정치, 경제, 사회적 의미

고리 1호기 퇴역기념 심포지엄
서울대학교 38동 5층 시진핑홀
2017. 6. 8.

(사)한국원자력문화진흥원
Korea Institute of Nuclear Industry Promotion
이 창 건
010-5474-5294, knp@knp.re.kr

목 차

머리말. 3

I. 정치적 의미 6

II. 경제와 기술적 의미. 8

III. 사회적 의미. 14

IV. 전망 : 우리의 살길. . . . 20

머리말 : 원자력 1세대의 착잡함

- 그때 꽃다발 들고 3대독자 기다림 같은 심정을 가졌었는데
  그의 40세 생일에 부의금 봉투 들고 영안실 찾는 기분.

- 주인공은 몇 십년 더 살며 사회에 봉사 할 수 있는 체력 소유자인데
  고려장 치루겠다며 "퇴역기념 심포지엄"이름으로 불러내니 기분 착잡.
  특히 40년 전 아기출생 때 산파역 담당했기에 더욱…

- 원래 고려장은 산에서가 원칙. 격식 맞게 관악산에서 거행하니 적격.
  용케 외나무다리를 건너온 우리 원자력계, 그때마다 사태 적응 성공.
  따라서 고리1호기 고려장에서 무엇을 배우느냐가 과제일 것.

3

원자력 역사

1953. 12. 8 : UN총회에서 미국 Atoms-for-Peace Program 천명.
1954-59 : 문교부안에서 자발적인 원자력 Study Group 운영
(원자력 제1세대 10여명).
1956. 2. 3 : 한·미 원자력 평화이용 협정 체결.
1956. 3 : 문교부 기술교육국 안에 원자력과 설치.
1956. 9 : IAEA 발족.
1955-65 : 238명의 원자력 정부장학생 1년간 해외파견훈련.
1958. 3. 11 : 원자력법 국회통과 공포.
1958. 10 : 원자력원 및 원자력 연구소 직제 제정.
1962. 3. 30 : TRIGA Mark-II (연구로) 원연에서 가동시작.
1971-78 : 고리 1호기 (58.7만 kW급 PWR) 건설 준공.

4

이승만 대통령에게의
Walker Lee Cisler씨 권고

1. 전력난 해결 위해 원자력발전 고려 해 볼 것을 권유.
   그러려면 헌신적인 과학기술자 양성이 필수.
   이것은 땅에서 캐내는 자원에너지가 아니라
   머리에서 짜내는 기술에너지이기 때문.

2. 언제? : 20년 후에 원자력 전기 혜택 볼 수 것이라 전망.
   약 20년 후인 1978년 고리1호기 계통에 병입.

3. 국무회의 때 대통령이 각료들에게 우리가 이걸 할 수 있겠느냐니까 최규남 문교부 장관 : "그러지 않아도 문교부에서 주말에 10여명이 자발적으로 모여 원자력 세미나를 몇 년간 하고 있는 것으로 보아, 우리도 할 수 있다"고 답변. 그 얘기 듣고 시작키로 했다는 것.

5

I. 정치적 의미

한 국

• 이승만·장면 정권 때 만들어놓은 경제개발계획 서류 활용해
북한보다 1년 늦게 제1차 경제개발 5개년 계획 (1962-66) 수립:
민생문제 해결위주: 비료, 정유, 시멘트, PVC 등 공장 건설과 수출진흥.
- 이를 위해선 안정적 **전력공급**이 필수 -

• 5.16이 혁명이냐 쿠데타냐의 국내외적·역사적 판단 Litmus 시험지는 오로지 민생문제 해결과 그것을 가능케 할 경제개발 성공 여부.
Key Word: "잘 살아보세! 잘 살아보세! 우리도 한 번 잘 살아보세".
효과 : '67년 복합비료 공급, 통일벼 생산확대, 농촌기계화 돌입.
77년 : 쌀 4170 만섬 생산, 식량자급 달성. 반면 북한은 굶주림.
: 수입 대체산업 육성, 수출용 기자재 조달, 중화학공업 주력.

⇒ **전력수요** 더욱 증대.

6

북 한

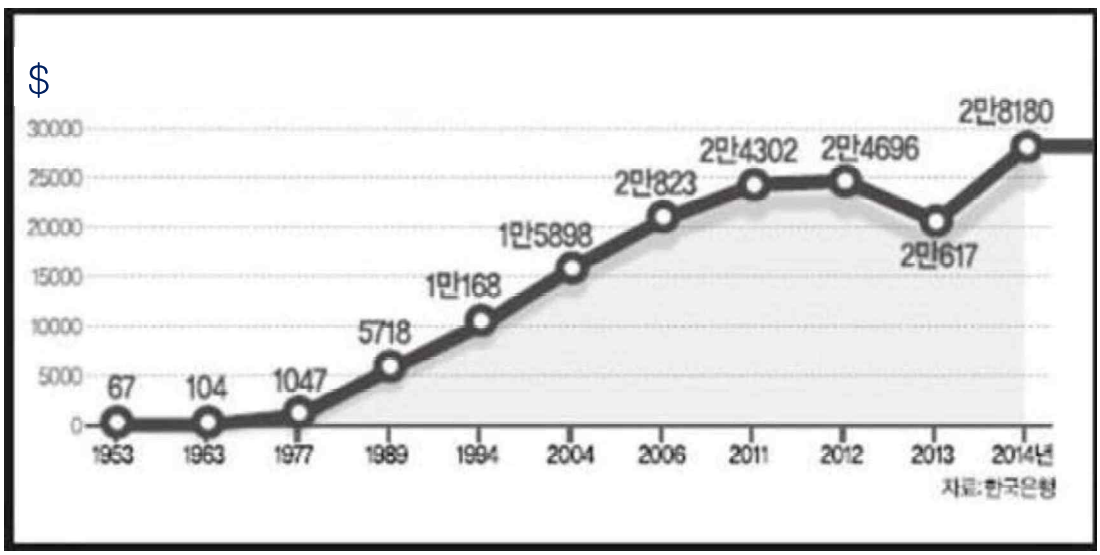
- 전쟁중인 1952년 4월 평양 지하벙커에서 과학자 대회 결의:
  ① 전력(電力) 확보 ② 지하자원개발 ③ 기계·철강 공업 육성
  ④ 인민 위해 식량·의류 문제 해결 ⑤ 과학원 창설(월남자 증언).

- 1961년 5월 16일 사태 발생 4개월 후 발표한 북한의
  제1차 경제개발 7개년 계획 (1961-67) :
  "조만간 인민 모두가 기와집에서 이밥과 고기국 먹고
  비단옷을 입게 해 주겠다"고 김일성이 장담.
  일제가 남겨놓은 중화학공업 시설 활용해 경제개발 착수.

- 이것은 남한에의 체제 우월성 과시와 자신감 표출.
  이에 충격받은 박정희 정부 노심초사.

7

II. 경제와 기술적 의미



한국의 1인당 국민소득 (GNI) 추이

8

경과와 전망

- 박정희 정권 18년간 경제성장율 연평균 9.2%.
  즉 1962년 $82/c → 79년 $1747/c로 그간 21.3배 성장.
  다음 정권에게 7년간 연평균 성장율 10% 이상이란 은수저 물려줬음.

- 그 18년간 (고리 1호기 투입시기 포함) 연평균 15% 전력수요증가는 공업생산 증대와 농어촌 전화 (電化) 촉진 때문. 세계 유례없는 기록.

- 원전은 경제적, 안정적 전력공급, 수출지원, 환경보전에 적격.
  1. 기술습득, 기술도입 소화.
  2. 단계적 자립, 산업체제구축. 효율과 경제성 향상 성취.
  3. 도입기술 참고해 국산화 성취 → 수출성공 → 환경보전에 기여.

- 임진왜란 때 도입한 고추가 토착화 (김치,고추장,매운탕) 한 것 처럼 원자력기술도 이 땅에 뿌리내려야!

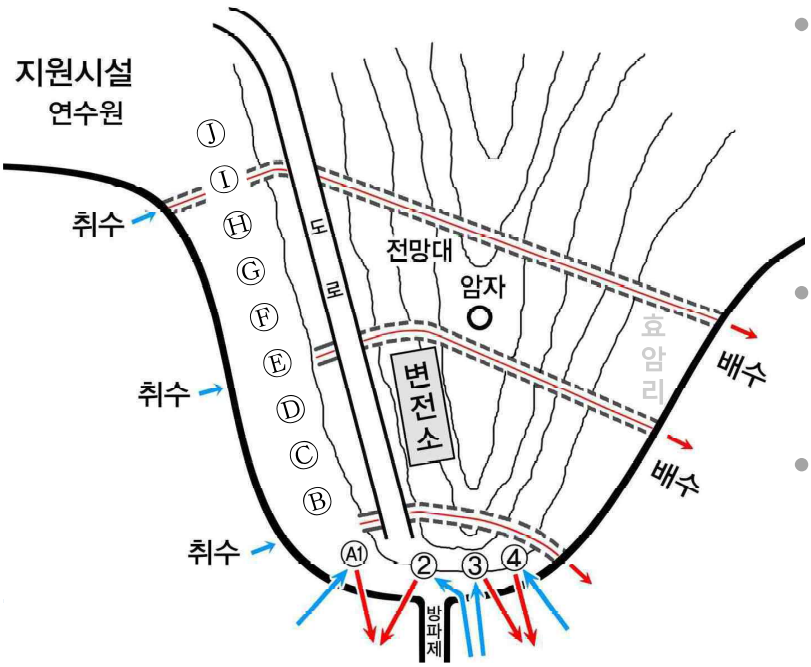
9

길 천 리

배 후 도 시

고리부지의 경우

小貪大失 (Penny-wise, Pound-foolish)



- 처음엔 10기를 한 줄로 건설구상.
  왼쪽에서 취수, 터널 통해 배수.
  중간 방파제로 냉각수 섞임 막고
  높은 곳에 변전소 설치했으면
  해수피해 없었을 것.
  사업이관으로 한전이 사업관리.

- 각 호기 PM 최선 다했으나
  거시 장기전략에서는 미흡. 냉각수
  장기적으로 2~3℃ 온도 차 큰 영향.
  이건 화장실 물 정화해 마시는 격..

- 해운대 – 고리 간 도로, 고리 1호기
  준공 후에야 개설한 건 큰 아쉬움.
  국방부 탄약고 이전 때문이었을 것.
  국토개발의 선후시행. 거시적으로.

부지선정

전국해안 28개 후보지 중, 고리, 공수리, 행주외성 추천. 고리 낙착.
국내 전문가 불신임 탓에 IAEA 부지평가단 입으로 발표케 함.
미국 지질조사처 Mr. G. Callahan이 우리 입장 적극 지지. 양산단측문제.
우리 전통 왕능 선정 지관(地官)의 背山臨水, 左靑龍 右白虎에 호의적.

용량선정: 15→ 20 → 30→ 50만kW로 키우다가. 58.7만kW PWR로 결정.
Ref. Plant의 설계 수명 40년을 고리1호기에선 30년으로 단축.
그때 IAEA Mr. Rurik Krymn이 우리 입장 적극 지원 해 준 것은
훈련받은 인력의 열성, 연15% 전력증가율, 자원빈국에 적합하다는 이유.

노형선정 [김종주 이사의 경우]

- 가스냉각로냐 수냉식로냐로 옥신각신 할 때 정부, 김이사에게 평가의뢰.
  결론 : Gas로 < Water로 < PWR. 그래서 고리1호기가 PWR로.
  그러자 정상배들 김이사 협박, 모함 : 청렴결백, 능력출중으로 살아남.

11

인력확보 : 헌신적인 충분한 수의 인력 사전 확보와 훈련.

외자도입

- 차관 공여 거절 이유 : 재정·무역 계속 적자, 과다군사비, 정정(政情) 불안.
: 정책금융 미 Exim Bank 뿐. 대만전력(Taipower)이 그 자금 싹쓸이.
: 우린 Exim의 7천만$로 미 NSSS 대금지불. 잔여액은 영국 차관으로 충당.
∴ T/G, BOP, 건설사 다 영국서. Codes & Std. 차로 건설사들 연일 분쟁.

계약방식

- 고리 1호기 건설 Turnkey 계약은 우리가 Project 관리능력 없었기 때문.
  아는 것도, 경험도 없다는 것을 알았고 따라서 자신이 없었기 때문.
  모른다는 것을 아는 것이 최대의 지식이었음.
  자신있는 대만전력은 자력으로 사업추진하다가 크게 낭패.

건설자금 : 고리 1호기 건설자금액 1,560억원을 21만평 부지에 쏟아 부었음.
그 당시 단군이래 최대액이라는 경부고속도로 건설비(428억)의 3.6배.

12

고리 1호기 계약 상담시 한전요청으로 참여

- 연구로 운영하며 설계도와 시방서 없어 운영관리 어려움 참작해

- WH에게 설계도와 시방서 내 놓으라 고집하자 WH의 상담책임자 크루스마이어 씨 :
  저자(that guy)는 한전 직원이 아닌데 계약 진행을 방해하니 저자를 내보내야 계약 상담진행 할 수 있다."고 해
  나는 협상장에서 쫓겨났음.

- 한전직원들 최선 다 했으나 지식·경험, 언어 부족으로 WH에게 밀림.
  상담 후 합의내용을 매번 WH측 작성도 못마땅. 어와 아가 다르니까.

- 김석진 한전 원자력과장,직원들에게 자신감 심어주는 특단의 조치.

13

유류파동기의 난관 극복 주역

- 1호기 건설 중 유류파동 발생. 모든 물가 급상승 (유가 4→10배).
  그러자 기자재 공급사·건설사 계약금액 준수 포기, 건설포기 통보.
  이것이냐 저것이냐 일 때 한전 김영준 사장의 대처 : 고리 1호기의 건설포기시와 계속시의 장단점 Briefing Chart 작성, 대통령께 보고.

- 계속키로 결정. 2,300만$ 추가 자금 확보. 물가상승분 지불.
  재계약 : 기한 내 준공시 750만$ Bonus, 실패시 250만$ 벌과금 조건.

- WH사 수락. 타 건설사 통괄권 부여. 현지에 QA팀 파견 철저히 점검.
  공책에 건설상황 철저히 기록. 출근 1시간 전·퇴근 후도 예습과 복습.
- 고리1호기 기한 내 준공, 최고 가동율 운전. 3년내 원리금 상환.
- 전력공급. 원전사업에의 자신감 부여. 후속기 추진에 자극.

14

III. 사회적 의미

A-E사 고용

- A-E는 군의 작전·정보 참모격 : 계획, 설계, 구매, 건설 감리 지원.
  우리가 고용한 A-E사 못마땅해 자매결연한 대만전력에 자문 구하자
  David주 (朱書麟)사장 曰 : 天下烏鴉 一般黑.

- Supplier의 능력활용 정도는 Recipient의 활용능력에 달렸음.
  일본속담 : 모자란다 모자란다 함은 공부가 모자라기 때문.
  학습태도 : 6살의 조치운에게 바둑 진 50대 일본기사 무릎 꿇고
  " 선생님 한 수 배워 주십시오"라 했다는 자세 배워야.

15

최초의 QA/QC System 도입

- 매일 수십개 노동조합 파업으로 영국회사 공급품 품질조악(粗惡).

- 고리1호기 1차계통 배관용접 45%가 불량임을 NUS사의 QA담당
  Mr.Booska가 발견하여 고리1호기 PM 고준명소장에게 통보.
  전량 재용접. Booska씨, 한국용접기술 세계최고라 평가.

- 고준명씨 퇴직 후에도 은퇴한 Booska씨 찾아가 당신이 나, 회사,
  한국을 구해준 은인이라며 고마움 계속 표명. 오랜 우정 지속.

- 영국 공급의 발전기 진동, 소음, 과열 못 견뎌 교체 (50Hz, 60Hz).

16

자부심 상징

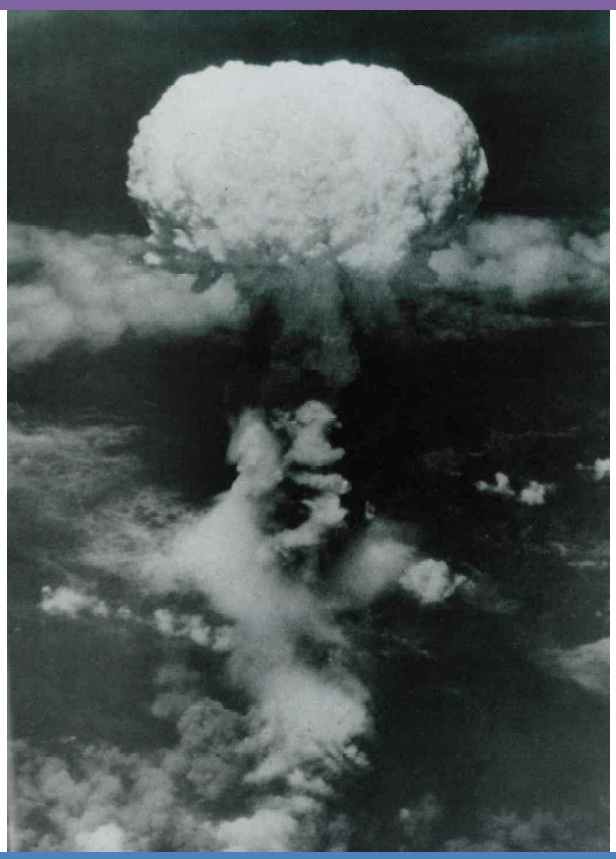
- 살상, 파괴용 무기로 사용되는 핵분열 반응을 이용해
  민생문제 해결 위한 발전수단 전용(轉用)에 이바지 한다는 떳떳함.
  또 하나의 Plowshare Project (칼을 쳐서 보습 만드는 사업).

- Einstein의 얘기 : 태양에서 비롯된 재래식 에너지가 아니라
  두뇌로 창출하는 에너지 길들이기에 참여한다는 보람.

- 원전은 개도국이던 우리가 선진공업국 대열에
  진입하는 방편임을 과시하는 사례로 인식.

• 현재는 경제적이고 안정된 전력공급 참여와 함께
  온실가스·미세먼지 배출억제에 앞장선다는 자부심 표현.

17



1945. 8. 9. 11:02
나가사키에 떨어진
21 kT급 Pu 핵폭탄.

길이 3.25m, 지름 1.52m,
무게 4.5t의 소위 Fat Man.

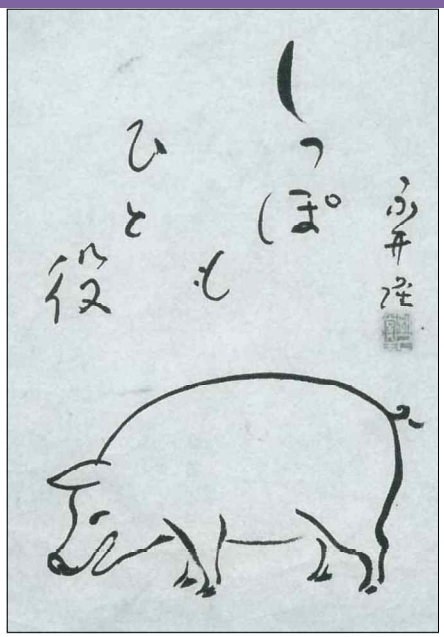
지상 500m에서 폭발.
반경 240m 불덩어리 만듦.
중심온도 백만℃, 주변은 7천℃.

사망: 7.4만명, 중상 7.5만명.
이재민 12만명. 가옥 17만호 파괴.

북한의 Fat Man이
이 같은 Fat Man 생산에 광분 중.

18

방사선 전문가 겸 그 희생자인
나가이 다까시(永井隆)교수가
1000장 써서 남들에게 돌린
"平和를"의 글



나가이 교수가 엄마 잃은 어린 딸에게
그려준 "엉덩이도 한 몫 본다"는
아기 돼지 그림.
좋아하는 딸 보니 병이 좀 낫더란다.

19

평화와 전쟁

- If you want peace, prepare for war.

- 로마 개혁주의자 베게티우스 -

- Failing to prepare is preparing to fail.

- Peace is better than war,
  because in peace, the sons bury their fathers;
  But in war, the fathers bury their sons. *- Croesus -*

- If peace cannot be maintained with honour,
  It is no longer peace. *- Lord John Russell -*

- It is safest making peace with sword in hand *- G. Farguhar -*

- 國雖大 好戰必亡 天下雖安 亡戰必危 *- 司馬法 -*

20

IV. 전망:우리의 살 길 : 새 Idea 창출로 세계 제패 – 1

1. 정영환의 HANA Clad (핵연료 비복관) 16년간 개발
   특허 신청. 프랑스 Areva사와 7.5년간 법적투쟁, 승소.
   파손율 세계최저. 원전가동율 향상에 크게 기여. 과학기술상 수상.

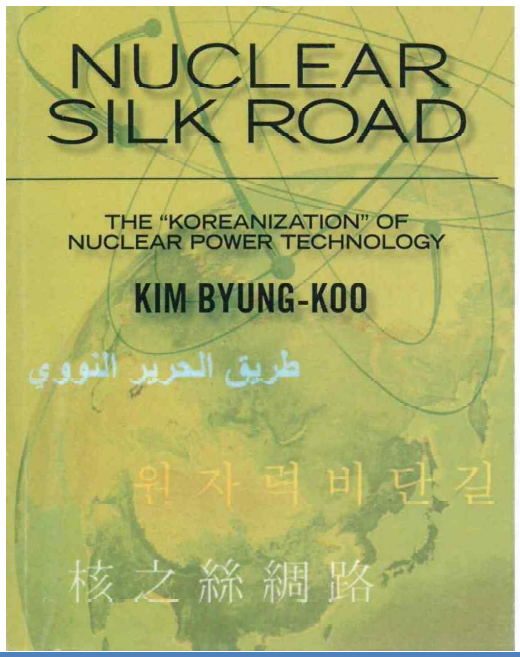
2. 이창남의 Girder-Pillar (장점 Fusion, 단점 제거)
   반도체공장 건설 공기단축 1일 70-80억원 절약에 기여 (평균 백일).
   SK Hynex (15년 준공), 현재 삼성전자와 LG전자 건설에 참여 중.

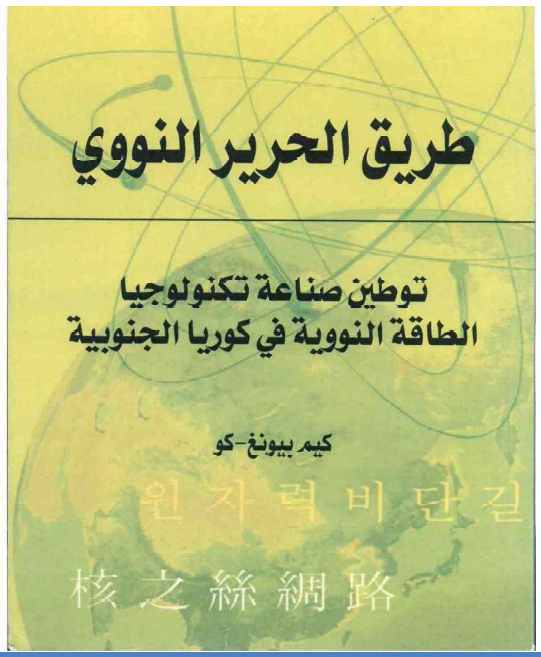
3. 민계식의 Engine-Generator, 암흑의 Cuba 농어촌에 광명을!

21

우리의 살 길 : 새 Idea 창출로 세계 제패 – 2

4. 김병구의 저서가 SMART 수출 길잡이





22

감사합니다

(사)한국원자력문화진흥원
Korea Institute of Nuclear Industry Promotion

한국 원자력 40년의 성과와 공헌

2017. 6

노 동 석

에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

목차

- 성과와 공헌
- 원전 경제성
- 기후변화 대응
- 원자력/신재생발전 그리고 전원구성
- 결론

전력수급과 원전

- 1995-2015년 기간 최대전력과 1인당 소비는 연평균 5% 성장
- 설비용량은 1995년에 비해 약 3배 증가
- 2016년 전력소비 2.8%, 최대전력 8.1% 증가, 최대전력은 85,180MW
- 원전은 25기, 21,716MW가 가동 중으로 전체의 22.2%
- 원전 발전비중은 30.7%
- 5기 건설중(신고리4,5.6 신한울 1,2)

구 분	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
최대전력(MW)	29,880	41,010	54,630	71,310	73,140	75,990	76,520	80,150	78,790
설비용량(MW)	31,790	47,880	61,740	76,080	76,130	81,810	82,300	93,220	94,100
공급예비율(%)	7	12	11	6	6	5	6	12	12
1인당전력소비량 (kWh/년)	3,640	5,067	6,883	8,883	9,142	9,331	9,285	9,305	9,555
평균판매단가 (원/kWh)	61	75	74	86	89	99	106	111	112

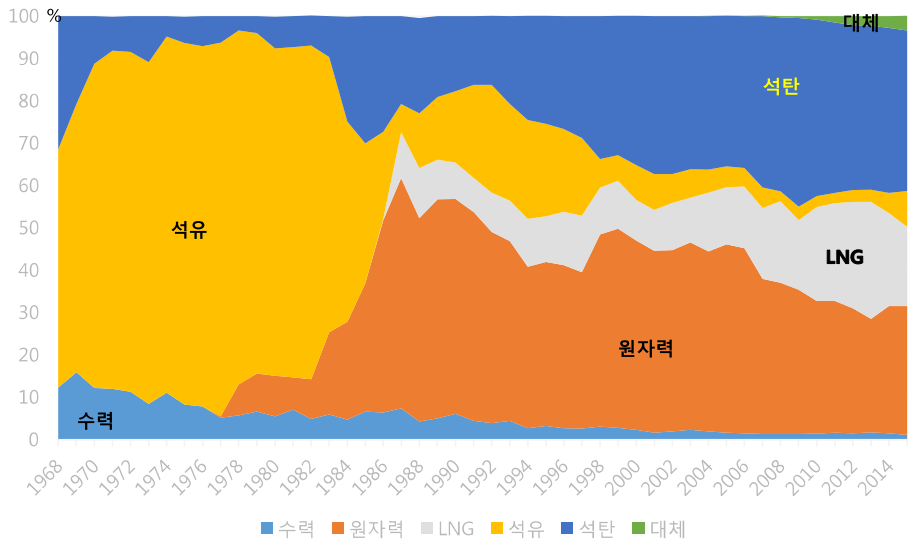
2

발전구성 변화

○ 오일쇼크 후 에너지다변화 추진 → 80년대 발전구성의 극적 변화

○ 에너지공급의 경제성 추구 → 2000년대 까지 원자력과 석탄발전 비중의 확대

○ 환경과 안전에 대한 우려 → 2000년 이후 신재생발전 적극 고려



☞ 에너지구성비의 변화는 장기간이 소요됨

3

원전 변천사

◇ 1978년 4월 고리원전 1호기 가동, 세계 21번째 원전 보유국이 됨
* 외국계약자 일괄도급계약으로 고리 1·2호기, 월성 1·2호기 건설

◇ 1987년초 한빛원전 3, 4호기 건설사업과 연계, 원전건설 기술자립 추진
* 외국계약자와 분할발주, 국내업체 하도급으로 참여, 고리 3·4호기, 한빛 1·2호기, 한울 1·2호기 건설

◇ 2000년대 국내업체가 주계약자로 참여, 한국표준형원전 개발
* 한빛 3·4·5·6호기, 월성 2·3·4호기, 한울 3·4·5·6호기 건설

◇ 2000년 11월 누적발전량 1조kWh 달성, '08년 5월 2조 kWh 돌파

◇ 개선형 한국표준원전 OPR1000, 차세대신형경수로 APR1400 개발
* 신고리 1·2호기, 신월성 1·2호기(OPR1000), 신고리 3·4·5·6호기, 신한울 1·2호기(APR1400) 건설

◇ 2009년 12월 UAE 원전수출 달성

◇ 2015년 4월 20일 누적발전량 3조kWh 돌파
* 2015, 2016년 원전은 연간 1600만kWh 이상 발전, 현재는 3조 4천억 정도 누적 발전

4

원전 누적발전량 3조 kWh의 의미

◆ 발전량
- 우리나라 6년간 소비 물량 ('16년 소비량 4970TWh 기준)
- 서울시 65년간 소비 물량('16년 소비량 465억kWh 기준)
- KTX 서울↔부산을 약 1억 1,500만번 왕복 물량

◆ 경제 · 환경 효과
- 안정적 전력공급과 낮은 전기요금 유지에 기여(OECD 평균 대비 낮은 전기요금 수준 유지)
- 온실가스 및 미세먼지 대응의 유력한 대안

5

원전 대체 비용과 온실가스 영향

◇ 3조 kWh를 하루(over-night)에 화력발전으로 대체한다고 가상적 상황을 설정

- 대체 전력생산비용은 445조 4천억원이 소요되며, 2014년 GDP의 23% 수준
  * 대체발전비용 + 원전 좌초비용 + 탄소비용 적용하고, 탄소비용(톤당 10달러) 적용
  * 유연탄, LNG, 중유가 6:3:1 비율로 대체 가정

◆ 전원별 온실가스 배출 계수(g-CO2/kWh)

구분	석탄	석유	LNG	태양광	수력	풍력	원자력
배출계수	991	782	549	54	8	14	10

- CO2 배출량은 약 20억톤 증가

6

원전 경제성(LCOE)

- Projected Costs of Generating Electricity(2015)
- 각국의 자료를 받아 LCOE 계산
- 할인율 3, 7, 10% 적용: 할인율이 높아지면 투자비가 많은 기저전원의 발전비용이 높아짐

<국가별 발전비용 비교(할인율 7%, 2013USD/MWh)>

	가스	석탄	원자력	태양광	풍력
한국	118.6	80.4	40.4	216.7	147.5
일본	138.4	107.4	87.6	301.6	182.1
미국	66.0	93.8	77.7	156.1	52.2
중국	92.8	77.7	37.2	-	59.9

1. 폐기물처리비, 탄소비용 포함
2. 이용률 85% 기준
3. 태양광은 주택지붕 기준이며 중국은 제시되지 않음
4. 미국 풍력의 부하율(43%)은 한국(23%), 일본(20%), 중국(26%)에 비해 월등

- 발전원별 정산단가(2015)-원/kWh

구분	원자력	석탄(유연탄)	LNG복합	석유	신재생*
단가	62.69	70.99	150.29	126.34	210.77

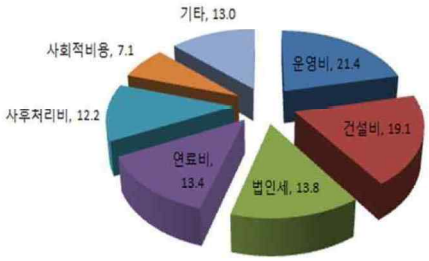
출처: 전력거래소 EPSIS 통계

주: 신재생에너지 단가는 SMP와 REC비용 합계(폐기물, 부생가스 제외)

7

원전 경제성(원가구성과 사후처리비)

'15년 기준 발전원가 구성비율(%)



"원자력 발전원가에는 사후처리비용 뿐만 아니라, 지역협력사업비, 국가연구개발기금, 지역자원시설세 등 사회적 비용까지 모두 반영됨"

사후처리비용(국가별 비교)

[중저준위 방사성 폐기물 관리비용, '14년 비용 재산정 결과]

[사용후 핵연료 관리비용 비교, 2012년 기준(한국: '14년 기준)]

[원전 해체비용 비교, '10년 기준(한국: 2014년 기준)]

자료: 한수원

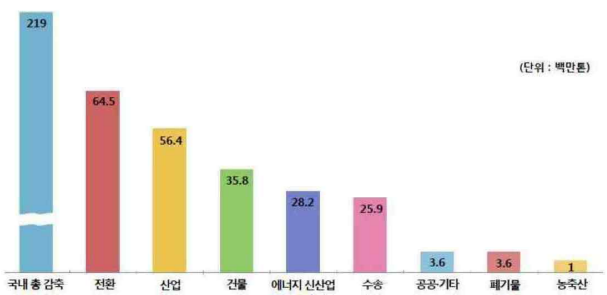
전력부문 온실가스 감축목표

부문	BAU (백만톤)	감축량 (백만톤)	감축률(%)	
			부문 BAU 대비	국가 BAU 대비
전환	(333)*	64.5	(19.4)	7.6
산업	481	56.4	11.7	6.6
건물	197.2	35.8	18.1	4.2
에너지신산업	-	28.2	-	3.3
수송	105.2	25.9	24.6	3.0
공공 · 기타	21	3.6	17.3	0.4
폐기물	15.5	3.6	23.0	0.4
농축산	20.7	1	4.8	0.1
국내 감축	851*	219	25.7%	
국외 감축		96	11.3%	

· 2030년 BAU(333백만톤) 대비 19.4%(64.5백만톤) 감축
· 발전부문 감축량은 2030년 전체 감축분(219백만톤)의 29.4% 수준

* 배출량 총계(백만톤) : 부문별 합계 84.6+기타 10.4(공정배출, 가스제조 등)
** 전환(발전) 부문 BAU는 각 부문별 배출량에 간접적으로 포함
자료: 국무조정실 보도자료, 2016.12

- 석탄 축소/신재생 확대 등 저탄소 전원믹스(35백만톤)
- 수요관리(12백만톤),
- 발전·송배전 효율 향상 등(17.5백만톤)



원전·전기차 보급 온실가스 감축효과

전기차 1대 증가 시 국가 온실가스 감축효과

- 시나리오2 기준, 2030년 기준으로 전기차 1대 증가 시 연간 약 0.97톤의 온실가스 감축효과 발생

* 앞서 분석한 전원믹스 시나리오에서 시나리오 2에 따른 전력배출계수 적용
* 휘발유 배출계수는 153.9g/km 적용 (휘발유 평균연비, 배출계수, 발열량으로 산정)
* 전기차 연비는 5.0km/kWh 적용 (환경부 자료, 2015)

전기차 1대당 0.97tCO$_2$

원전 비중 1% 증가에 따른 국가 온실가스 감축효과

- 시나리오2 기준, 2030년 기준으로 원전이 석탄을 대체하여 1% 증가하였을 때 연간 약 5.6백만톤의 온실가스 감축효과 발생

* 앞서 분석한 전원믹스 시나리오에서 시나리오 2에 따른 전력배출계수 적용
* 원전이 석탄발전 대체하는 것으로 가정
* 석탄발전 온실가스 원단위 0.823tCO$_2$/MWh 적용 (제2차 에너지기본계획, 2014)

원전 1% 증가 시 5.6백만tCO$_2$

원전 1기 신설 시 국가 온실가스 감축효과

- 시나리오2 기준, 2030년 기준으로 원전 1기 신설하여 석탄을 대체하여 생산한 경우 연간 약 9.6백만톤의 온실가스 감축효과 발생

* 앞서 분석한 전원믹스 시나리오에서 시나리오 2에 따른 전력배출계수 적용
* 원전이 석탄발전 대체하는 것으로 가정
* 원자력 1,500MW 기준, 이용률 89% 적용

원전 1기당 9.6백만tCO$_2$

시나리오구분	전망 기준	주요 전제
시나리오 1	7차 전력수급기본계획상의 전력수요 및 전원믹스 기준	7차 전력수급기본계획에서의 전원별 비중 적용 (기준안)
시나리오 2	7차 전력수급기본계획 및 노후석탄폐지에 따른 전원믹스, 최근 전력수요 반영 기준	유연탄 및 무연탄 비중 축소 석탄발전 비중 축소에 따른 원전 비중 확대 (기준안 대비 3% 증가)
시나리오 3-1	7차 전력수급기본계획 대비 원전 비중 축소	시나리오 2 + 신규원전 6기 건설 취소 (기준안 대비 원전 6% 감소)
시나리오 3-2		시나리오 3-1 + 기존원전 11기 가동 정지 (기준안 대비 원전 13% 감소)

* 시나리오 2는 최근 수요를 반영하여 2030년 기준 시나리오 1 대비 발전량 약 5% 감소할 것으로 전망
* 시나리오 3은 시나리오 2를 기준으로 하였으므로 전력수요 총량은 시나리오 2,3은 유사

10

원전 청정에너지 분류 사례(미국)

○ 뉴욕주
- 2016.8월 뉴욕주 공공서비스위원회는 원자력을 무탄소 전력으로 인정하여 보조금(Zero Emission Credit)을 줄수 있는 CES(Clean Energy Standard) 프로그램을 승인
- 프로그램이 시행되면 뉴욕 북부의 3개 원전(Fizpatrick, Ginna, Nine Mile Point)은 약 $17.5/MWh의 보조금을 지급받을 수 있게 됨.
- 당초 원전 폐쇄 발표 및 폐쇄를 고려하였던 3개 원전은 CES가 승인됨에 따라 가동을 계속할 수 있게 되었음.

○ 일리노이주
- 2016.12월 Illinois州 주지사는 원전에 ZES(Zero Emission Standard) 크레딧 형태로 재정 지원을 제공하는 내용이 포함된 "미래 에너지 일자리 법안(Future Energy Jobs Bill)"에 서명
- "법안"은 2017.6월 발효예정이며, 향후 10년 간 전기요금 상승폭을 2015년 대비 산업용 1.3%, 주거용 전력은 ComEd 소비자 $4.54/월, Ameren 소비자 $2.01/월 상승 전망
- 법안 통과에 따라 Exelon社는 2017년과 2018년 예정되어 있던 Clinton 원전 및 Quad Cities 원전의 폐쇄 계획을 철회

○ Connecticut, Ohio주에서도 원자력에 ZEC를 부여하는 내용의 법안 발의 중

11

사고위험 대응비용 산정 사례-2차 에기본

- 제2차 에너지기본계획 민관워킹그룹은 원전 사고위험대응비용으로서, 손해기대치법을 사용하여 일본의 원전사고비용(5.8조엔)과 세계원전 사고발생빈도(0.00035), 원전이용률 80%를 적용하여 4.05원/kWh로 추정

주 관	손해비용	대응비용	산정방법
2차 에기본 민관워킹그룹 ('13)	2 ~ 81 조원	0.0025 ~ 26.4188 원/kWh	손해기대치법 (사고발생빈도 가정)
환경정책평가 연구원('14)	4,936 ~ 8,936 억원/연 (주변지역 위험회피비용)	52.1 ~ 94.9 원/kWh	조건부가치측정법
	5,489 ~ 9,042 억원/연 (일반적 위험회피비용)	3.8 ~ 6.3 원/kWh	

- 사고위험 대응비용은 미래의 전원선택을 위하여 발전비용에 반영하여 평가하지만, 전력시장의 정산금에는 포함되지 않음
- 원전운영회사는 비엔나협약 등에 의해 손해배상보험에 가입하고 있으며, 이 비용은 발전비용에 포함됨

12

원전 사고위험 대응비용 - 에경연 2016

- 원전사고 대응비용 추정결과 : 원전사고비용은 최소 0.3원/kWh에서 최대 66.8원/kWh로 나타나고 있어, 사고 발생확률 기준에 따라 격차 발생

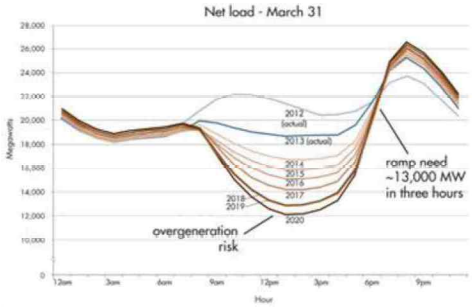
* 피해비용은 일본 '도쿄전력개혁・1F문제위원회'의 추정치인 235조원을 국내 인구밀도와 1인당 GDP를 보정하여 도출한 피해비용인 234조원을 적용

구 분		이용률별 사고위험대응비용 추정결과(원/kWh)		
기준	사고 발생빈도	80%	85%	90%
IAEA 기준(LERF)	0.00001	0.334	0.314	0.297
IAEA 기준(CDF)	0.0001	3.339	3.143	2.968
세계원전 운영기준	0.00035	11.687	10.999	10.388
일본원전 운영기준	0.002	66.781	62.853	59.361
일본 발전비용검증 워킹그룹 전제	0.00025	8.348	7.857	7.420

13

원전과 신재생의 상생

신재생이 증가하면…



○ 미 캘리포니아, 태양광 발전 증가로 과대발전, 출력증감 요구량 증대(CAISO, 2014)

○ 독일, 재생에너지 발전 증가로 전력도매 가격이 (-)로 형성되는 시간 다수 발생

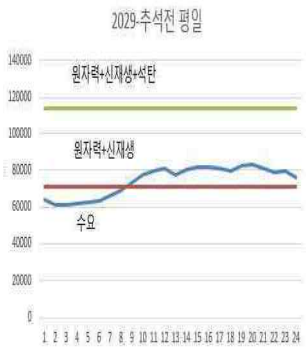
○ 2014.10월 일본 6개 전력회사 재생에너지 발전 구매 디폴트 선언

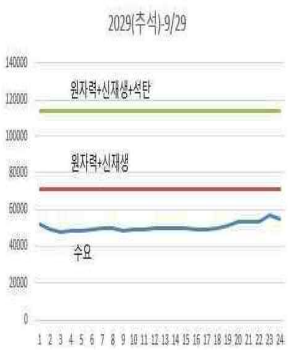
○ 2015-2016년 기간중 제주풍력 9회 감발 발생

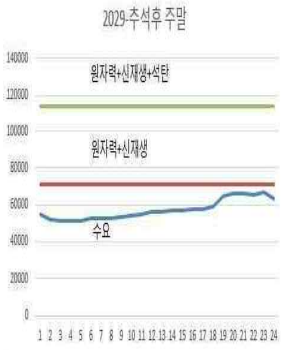
14

계통부하와 경직/간헐전원(2029년)

○ 7차 전력수급계획 전망의 신재생+원자력, 석탄용량과 특정일의 전력수요 비교
○ 명절과 명절 후 주말에는 하루 종일 신재생+원자력의 용량이 전력수요를 초과







- 원전과 신재생 적정비중 수준
- 신재생 back up 필요용량과 Back up 대안(ESS, 양수, 가스터빈)의 적정 구성 등 검토 필요

15

탈원전·탈석탄 동시 추진

◆ 개략적인 전력수급 분석

○ 신규원전 건설, 계속운전 추진 불고려시 2030년 원전 설비비중은 13%로 축소, 발전비중은 18% 수준

○ 신규석탄 및 기존석탄 30년 가동후 폐지시 2030년 석탄 설비비중은 17%로 축소, 발전비중은 24% 수준

○ 2030년 신재생 발전비중 20% 공약이 달성되더라도 가스발전 비중은 37%로 확대 필요, 이 때의 신재생 설비의 정격용량 비중은 49%, 피크기여도 비중은 9.8%에 불과

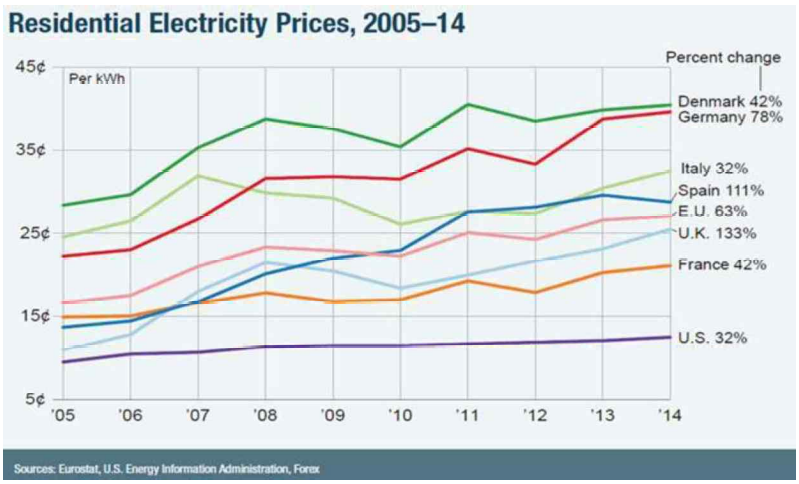
○ 설비예비율 확보를 위해 7차 전력수급계획의 기계획 중인 신규가스 10.1GW외에 30-40GW 추가 필요

○ 전기요금 및 국민경제 파급효과 : ?

16

각국의 주택용 전기요금 추이

○ 2005-2014년 기간중 독일 주택용 전기요금 78% 인상



17

강력·효과적 원전 필요성 설득 수단은 경제성

타 전원 대비 압도적 경제성 확보 필요

○ 전력시장 정산금 상승에 의한 오해 불식 필요
- 46원/kWh vs. 68원/kWh

○ 사용후핵연료 재처리, 우라늄 농축 필요한가?(한미 원자력협정)

탈핵시나리오 파급영향

○ 원전 대체발전원에 따라 가스 14조원, 신재생 43조원 추가부담 발생

< 전기요금 인상요인(%) >

☞ 화력발전비율('15년) → 유연탄 : LNG : 중유 = 6 : 3 : 1

☞ 대체발전비용은 '15년도 정산단가 차이 기준(신재생은 '14년 정산단가+REC비용 기준)

18

기타 필요사항

○ 1990년 발주법 제정 이래 30여년에 걸친 발전소주변지역지원사업에 대한 전면적인 재검토

○ 원자력 R&D의 선택과 집중

○ 계속운전과 폐로에 대한 원칙 정립

○ 원전비중 축소 정책 추진시 대응 전략 마련
- 신규건설 vs. 계속운전
- 계속운전 우선대상 선정 기준 : 안전성, 경제성

○ 전원믹스에 있어서 적정(또는 최소) 원전비중 지속 검토
- 신재생 확대와 원전비중에 따른 계통운영의 문제점 대처 방안 모색
- 전기요금과 국민경제적 파급효과 분석

19

감사합니다.

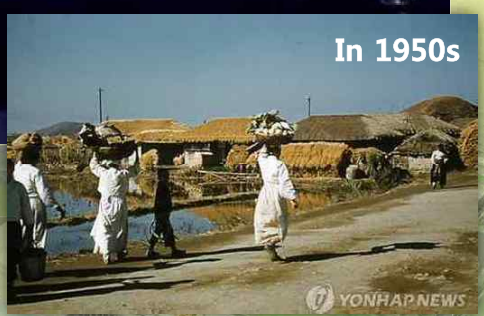
고리1호기 퇴역 기념 심포지엄 (2017.06.08)

"한국 원자력 발전 40년: 새로운 시작의 모색"

한국 원자력 발전기술의 현주소

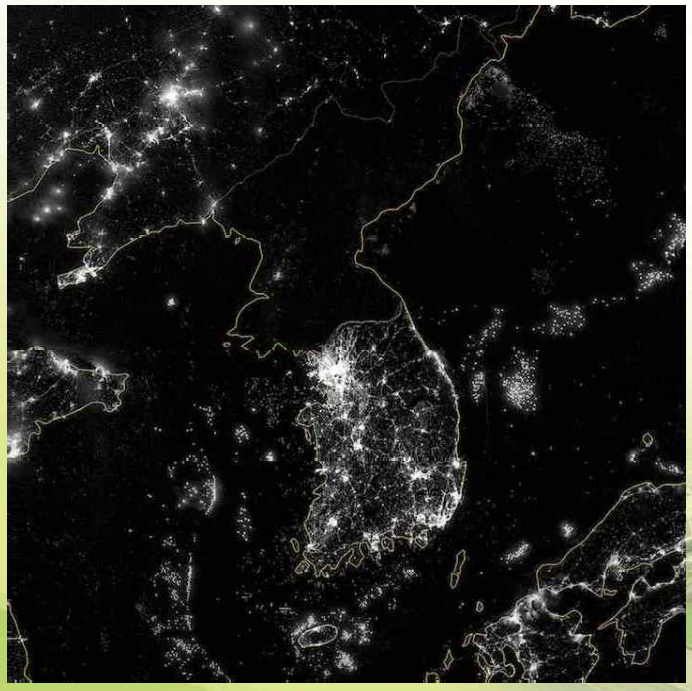
이 광 원
원자로설계개발단장
한국전력기술㈜

60년 전 한국은 …



2

현재의 한국은…



- ✓ 원전 발전량 기준 세계 6위 (2016년)
- ✓ 세계 경제규모 11위 (2016년)
- ✓ 60년간 명목 GNI 394배 증가

3

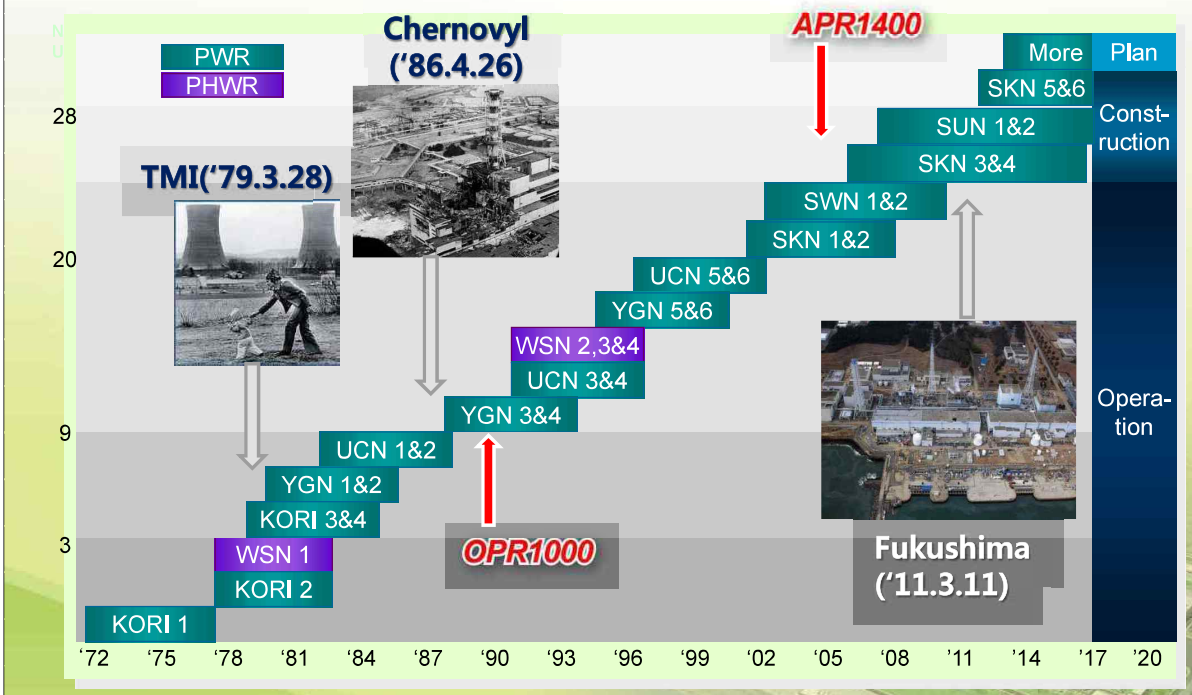
한국 원자력 시대의 여명

한국 최초의 원자로, TRIGA Mark II

한국 초대 대통령의 기공식 (1959.7.14)

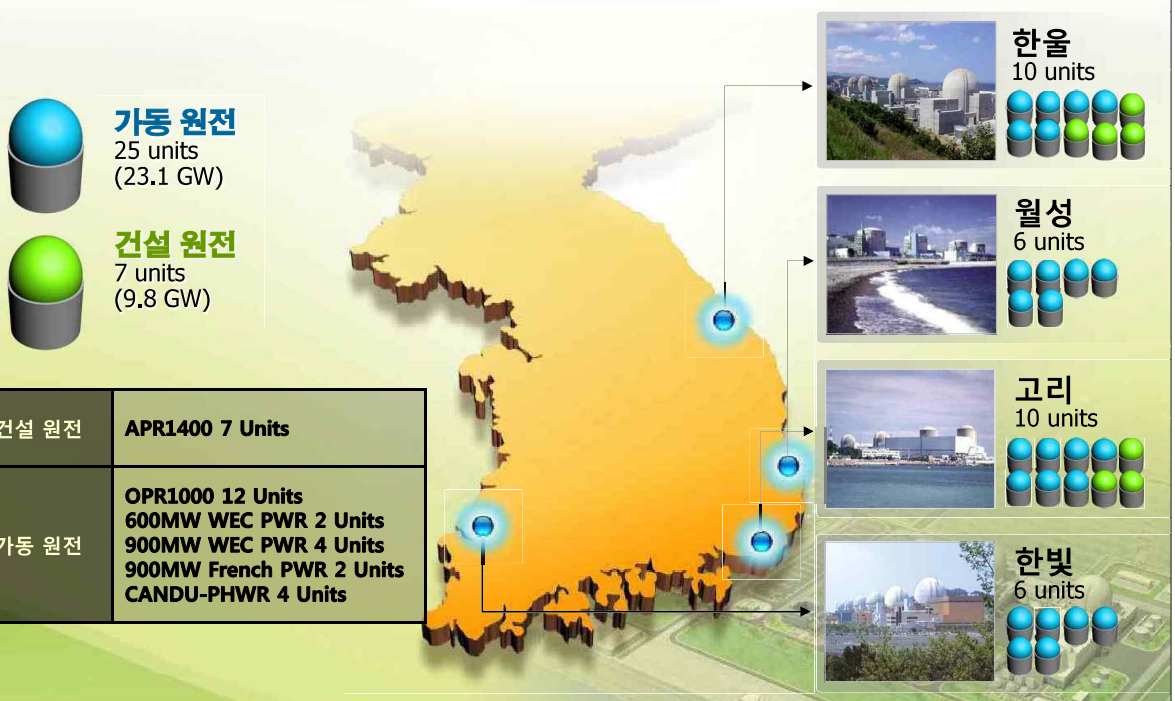
4

한국 원전 건설 –중단없는 건설 그리고 개발



5

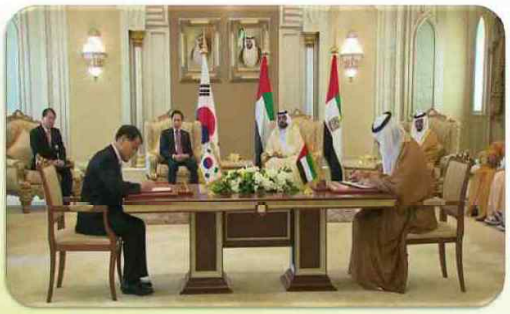
국내 원전 가동 및 건설 현황



건설 원전	APR1400 7 Units
가동 원전	OPR1000 12 Units 600MW WEC PWR 2 Units 900MW WEC PWR 4 Units 900MW French PWR 2 Units CANDU-PHWR 4 Units

6

해외 원전 수출 및 건설 현황 – *Barakah in UAE*



Contract signing	**Dec. 27, 2009**
PSAR submit (Units 1,2)	Dec. 2010
Construction permit (Units 1,2)	June 2012
RV setting (Unit 1)	Mar. 2014
FSAR submit (Units 1,2)	Mar. 2015
Operating License (Unit 1)	**May. 2018**
Commercial Operations (Units 1~4)	**Dec. 2018 ~ Dec. 2020**

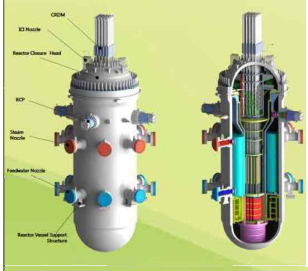
حمدان بن زايد يشهد حفل تركيب حاوية المفاعل في المحطة النووية الثانية في براكة

원자력 발전기술 – *기술자립 그리고 기술고유화*

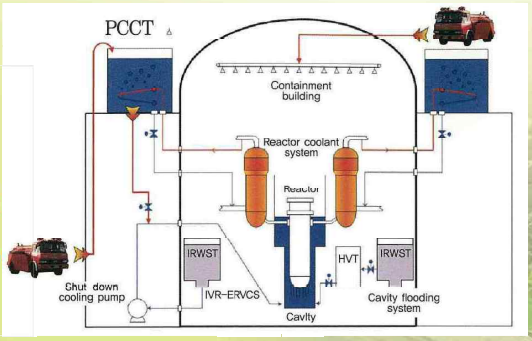
원자력 발전기술 – *노형 다각화 및 안전성 강화*

Model	Power	Remarks
APR1400	4000 MWt / 1400 MWe	SDA: May 7, 2002
SMART	330 MWt / 100 MWe	SDA: July 4, 2012 / Electricity & desalination
APR+	4308 MWt / 1500 MWe	SDA: Aug. 14, 2014 / Enhanced passive safety
iPOWER	~1200 MWe	Planning / Fully passive safety

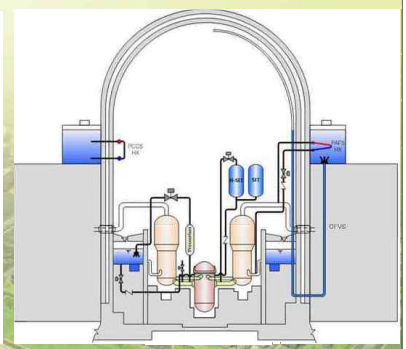
* SDA: Standard Design Approval



SMART



APR+



iPOWER

9

원자력 발전기술의 향후 전망 –*기회? 추락?*

- High level of Safety
- Rich Human Resources
- Robust Supply Chain
- Top-level R&D facilities

First exportation of Korean Reactor (UAE, 2009.12.27)

Expanding Nuclear Power Generation both in Korea & Overseas markets

10

우리가 직면한 현실은...*기회 또는 몰락*

현실 조망... *危機*

John F. Kennedy :
The Chinese use two brush strokes to write the word 'crisis'. One brush stroke stands for danger, the other for opportunity. In a crisis, be aware of the danger-but recognize the opportunity.

현실 인식... *不信은*

Georg Christoph Lichtenberg :
With most men, unbelief in one thing springs from blind belief in another.

현실 대응...

Outside:
矯角殺牛 (A deadly effect of a good intention)
Inside:
逆風張帆 (Spreading a sail against a headwind)

11

위기를 기회로 삼으려면...paradigm shift

환경변화 요소

✓ *Pro-nuke energy policy*	➢ *Post-nuclear energy policy*
✓ *Nuclear industry promotion*	➢ *Nuclear industry restriction*

❖ *환경변화 배경 : 후쿠시마 사고 후유증, 원전 기자재납품비리 및 문서 위변조사건 (원전 마피아, 원감법), 세월호 침몰사건, 경주지진, 영화 판도라 상영, 대통령 탄핵 사건 등에서 나타난 정부의 위기 관리 능력부재와 전문가 의 해결능력에 대한 불신과 냉소주의 확산*
❖ *시사점: 한국에서도 젊은 세대가 탈핵 및 생태중심주의적 이념에서 벗어나 자발적으로 eco-modernist 대열에 합류하도록 에너지 및 환경현안 제대로 알리기 운동 확대 필요*

기술변화 요소

✓ *Fast Follower Strategy*	➢ *First Mover Strategy*
✓ *Evolutionary Design (Active, Proven, Add-on)*	➢ *Innovative Design (Passive, Novel, Add-in)*
✓ *Large/Complicate (Economy of Scale)*	➢ *Small/Simple (Economy of mass production)*
✓ *Safety undermines economics*	➢ *Safety is reinforced with economics*

12

해결 방향은…

❖ 안전성과 경제성 그리고 환경성을 동시에 충족하는 원자력 기술은…
기술혁신에 답이 있다

에너지 혁명 시대 그리고 4차 산업혁명 시대 임박 :
- ➢ *기존 탄소 에너지 시대에서 저탄소 에너지 시대로 전환*
- ➢ *4차 산업혁명 : ICBM + AI (기술 파괴적 혁신)*

- *기술 혁신은 Realization = Vivid Dream 공식으로 실현*
- *기술 혁신은 새로운 상상력에서 나온다*
- *Joseph Schumpeter는 혁신을 이미 존재하는 지식을 재조합한 결과, 만들어진 인공물이라고 강조했다. 즉, 기존에 있는 것을 새로운 시각으로 바라보고 그것을 자신이 이미 갖고 있는 것과 융합함으로써 새로운 모습으로 만들어내는 것이다.*
- *혁신은 과거를 끊어내는 것이 아니라 과거와의 대화라고 봐야 한다*

❖ 우리의 자세는 변화하는 동시에 변함없이 핵심가치를 유지해야 한다
(Hermes Motto: Everything changes, but nothing changes)

13

경청해주셔서
고맙습니다!

고리원전 1호기 퇴역기념 심포지엄
2017.6.8(목) 11:00~18:00, 서울대학교 38동

고리 1호기 해체 전 이용방안

백 원 필
한국원자력연구원 부원장
wpbaek@kaeri.re.kr

목 차

- 들어가며
- 고리1호기 해체 기본계획
- 해체 전 이용방안
- 맺는 말

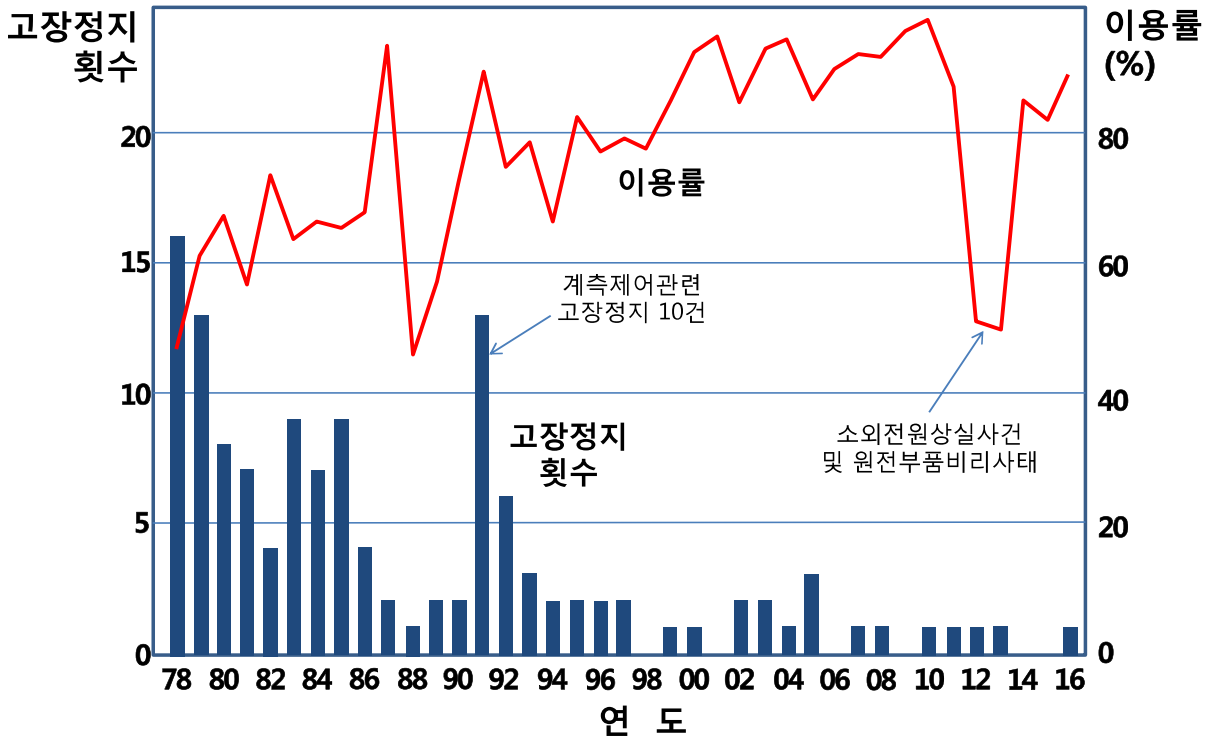
고리 1호기

❑ 우리나라 최초의 원전

- **전기출력 587 MWe 가압경수로** (열출력 1,723.5 MWt)
- **'72.5.31 건설 및 운영허가, '77.6.19 첫임계, '78.4.29 상업운전, '07.12.11 계속운전 허가**
- **누적 발전량('17.1 기준): 153.6 TWh** (자료: 2016년 원자력안전연감)

3

고리 1호기 고장정지 및 이용률 추이



4

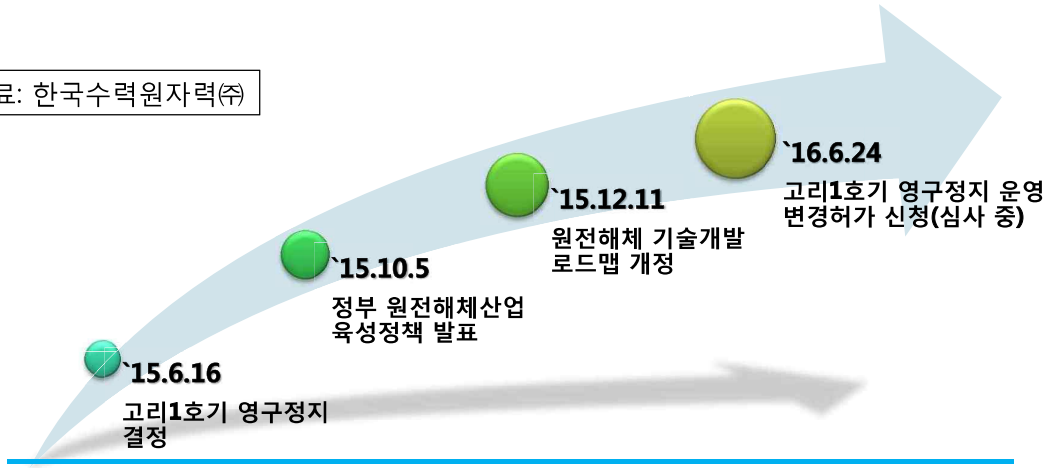
목 차

- 들어가며
- **고리1호기 해체 기본계획**
- 해체 전 이용방안
- 맺는 말

5

고리 1호기 해체사업 추진 경위

자료: 한국수력원자력㈜



- ´72.05.31 건설·운영허가
- ´77.06.19 최초임계
- ´78.04.29 상업운전
- ´07.06.18 설계수명 만료
- ´07.12.11 계속운전허가('~'17.6.18)
- ´08.01.09 재가동

6

고리 1호기 해체사업 추진전략

자료: 한국수력원자력㈜

1 안전 최우선의 합리적이고 경제적인 원전해체 수행

2 방사성폐기물 발생 최소화(사업/기술 불확실 요소 적극 대처)

해체방식 (A형 Vs B형)

- A형 : 즉시해체 + 점진적 해체 ➜ 최초 해체원전 (고리 1호기)
- B형 : 즉시해체 + 전면적 해체 ➜ 후속호기

※ 동일 인허가로 건설된 2개호기 동시해체 원칙

부지복원 (Brown Field)

- Brown Field 수준으로의 복원과 재활용 원칙 유지
- 부지복원에 관한 법적 요건에 따라 복원 및 활용수준 변경 가능

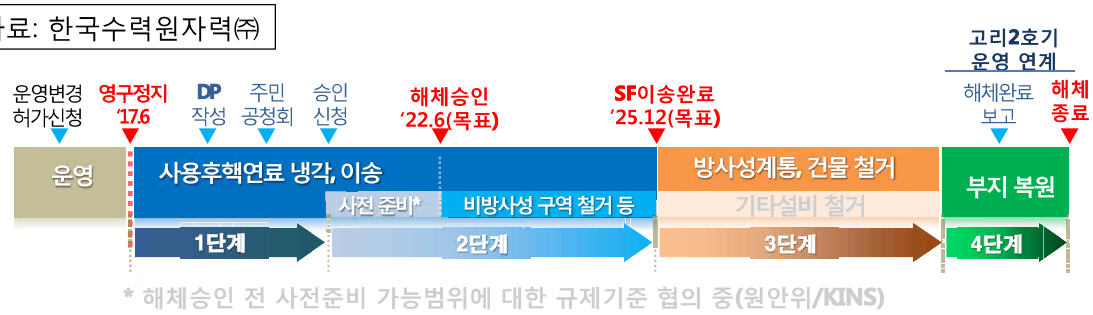
해체/철거 방향 (Cold to Hot)

- 적정기간 안전관리 후 해체철거, 부지복원
- 비방사성 계통·구조물 우선해체 추진
- 부분적 Hot to Cold (오염확산 방지)
- 방사선 오염 기기/건물 해체는 SF 반출 후 착수 원칙

7

고리 1호기 해체사업 주요 일정

자료: 한국수력원자력㈜



* 해체승인 전 사전준비 가능범위에 대한 규제기준 협의 중(원안위/KINS)

- 해체종합설계, 인허가 준비
- 해체 전 특성평가(방사능오염현황조사)
- 영구정지 유지·관리 및 해체 사전준비

해체사업 기반조성 — 1단계

- 해체계획서 인허가 신청 및 승인
- 비방사성 계통·구조물 철거(해체승인 후)
- 해체용 유틸리티 설치 운영
- 방사성폐기물 처리시설 구축

해체계획 인허가 및 해체작업 준비 — 2단계

- 폐기물처리시설 운영(제염·절단·감용·포장 등)
- 원자로(RPV, RVI), 대형기기(SG, PZR 등) 절단·철거
- 방사성계통 제염·철거, 구조물 제염 및 철거
- 방사능 측정결과 검증 및 평가

제염/철거 및 폐기물 처리 — 3단계

- 부지복원 공사
- 최종부지상태조사(FSS)
- 해체완료 보고 및 인허가

부지복원 및 해체완료 보고 — 4단계

8

목 차

- 들어가며
- 고리1호기 해체 기본계획
- 해체 전 이용방안
- 맺는 말

9

영구정지 후의 안전성 유지

❑ 위험요소 완전제거 시까지 확고한 안전 유지 필수

- 사용후핵연료 관리·저장의 안전성
- 화재, 사보타지, 충격요소 등으로부터의 안전
- 주요 계통 설비의 방사선 안전관리
- 자연재해 시의 시설 보호

❑ 필수 운영체계 및 안전계통·설비

- 안전운영체계: 운전제어(주제어실 및 현장), 방사선안전관리, 경상정비, 소방 및 재난관리 등
- 안전운영 계통·설비의 예
  - 정상/비상냉각용 전력계통: 외부전원(154 kVA급), 비상전력(EDG, AAG, 이동형발전차)
  - 방사선안전계통: 소내외 감시 및 경보, 제염, 피폭관리감시, 방사성폐기물처리
  - 소방설비계통: 화재 감시 및 진압설비 (외부 소방당국과 연계)
  - 필수냉각해수계통: 기기냉각 열교환기, EDG 냉각 열교환기
  - 1차 기기냉각수계통: 사용후핵연료저장수조 열교환기 등
  - 제어 및 작업용 공기계통: 공기압구동밸브, 계측기 등

자료: 김범년 박사

10

기본 방향

❑ 해체 시범원전으로서의 역할(본 발표에서 논의 제외)

- 해체기술 적용·실증으로 경쟁력 있는 기술 및 인프라 확보

❑ 운전·정비 교육 시설로 활용

- 신진 운전요원 및 정비요원의 원전 구조 이해와 조작 훈련

❑ 기기 및 시설을 이용한 안전연구 수행

- 실물 기기와 실물 재료를 이용한 다양한 안전 연구 가능

❑ 다양한 견학 프로그램 운영

- 원전 안전 설계와 설비를 제한 없이 견학할 수 있는 기회 제공

❑ 제염·해체 진행 단계에 따른 차별화

- 사용후핵연료 제거 전, 주요 시설 제염 전, 주요 시설 제염 후, ...

11

운전·정비 교육시설로 활용

❑ 목적/필요성: 신규 직원에 대한 실물 교육기회 제공

- 기기 해체 및 조립, 기동 및 정지 경험기회 확대 필요

❑ 교육 범위: 안전 유지를 위한 필수 계통을 제외한 전 설비

- 교육 가능 기기에 대한 별도 검토 필요
- 제염·해체 진행 단계에 따라 최적화

❑ 교육 방법: 퇴직한 유경험자를 활용하여 교육모델을 개발하고 시행

❑ 새로운 고용기회 창출도 기대

- 설비 유지관리 인력
- 퇴직 인력 교육 활용

자료: 김범년 박사

12

원전 견학시설로 활용

- ❑ 목적/필요성: 원전 안전설계특성과 설비 실물을 제한없이 시찰 견학기회를 제공하여 원전 안전성에 대한 신뢰증진
- ❑ 활용 방법: 안전설계의 개념과 실체를 충분히 체득할 수 있는 모듈을 개발하여 학습과 견학 시행
  - 퇴직자와 외부 전문인력 적극 활용
- ❑ 견학 범위: 사용후핵연료 이송, 제염 진행상황을 고려하여 단계적으로 확대
  - 취수(냉각수)설비, 전력계통(정상/비상), 격납건물 구조 및 내부, 원자로계통설비, 감시제어설비(방사선/화재/재난 등)

자료: 김범년 박사

13

원자력 안전 연구개발에 활용

- ❑ 주요 기기 재료열화의 실증적 평가시험
- ❑ 장기가동에 따른 콘크리트 열화 성능 평가
- ❑ 사고대응 로봇의 현장 운용성 시험
- ❑ 중대사고용 계측기 실증시험
- ❑ 실규모 열수력 주요현상 규명 실험(제염 후)
- ❑ 사고 시나리오에 따른 주요기기 성능 시험
- ❑ 전기기기, 케이블 등의 열화 및 내진성능 평가
- ❑ 사용후핵연료 저장수조의 차폐체 및 중성자흡수체 열화 평가
- ❑ 사용후핵연료 건식 저장기술 실증
- ❑ . . . . . .

14

연구개발 활용 예 [케이블 등 방사선 열화 평가]

❑ 필요성

- 고리 1호기에 사용된 유기부품소재(케이블 등)는 장기가동원전의 건전성 평가, 수명예측, 노화대책 수립을 위한 실질적 표본
- 원전 안전성 및 기술경쟁력 강화를 위해서는 유기부품소재에 대한 신뢰성 있는 방사선 열화 평가 및 수명 예측 모델 필수

❑ 주요 내용

- 유기부품소재의 용도 및 설치 위치별 방사선 가속 열화 평가
- 고리1호기 표본 실제 값과 방사선 가속열화평가 기반 예측 값 비교를 통한 원전유기소재 수명 예측 모델 개선
- 원전유기부품소재 수명 예측을 위한 DB 구축

❑ 기대 효과

- 수명평가 및 안전관리기술 개선 ➔ 장기가동원전 안전성·신뢰성 향상
- 고성능 내방사선 유기부품소재 개발

15

목 차

- 들어가며
- 고리1호기 해체 기본계획
- 해체 전 이용방안
- 맺는 말

16

맺는 말 (1)

- ❑ 고리 1호기는 단순한 노후 원전이 아님 ➔ 산업적·기술적·사회적·문화적·역사적 의미의 재정립과 공유 필요
- ❑ 고리 1호기의 기술적·자산적·역사적 가치를 최대한 활용할 필요 ➔ '안전과 역사가 지역과 공존하는 古里'
- ❑ 고리 1호기의 최단기간 완전 해체와 부지 완전복원이 바람직한 것인지 재평가하여 최적계획 수립
- ❑ 해체기술 검증 및 산업화를 위한 **Test Bed**로서의 역할이 중요하나, 핵심 공정 이외의 검증 효과는 재평가 필요

17

맺는 말 (2)

- ❑ 해체 시범원전의 역할뿐만 아니라 운전·정비 교육시설, 안전연구, 견학시설 등으로 다양하게 활동 가능
  - ➔ 구체적 활용방안과 파급효과를 종합적으로 평가하여 및 계획 수립 필요
- ❑ 고리1호기 영구정지 후 활용계획이 구체화되면 이를 위한 법적 기반 확보: 원자력안전법, 방사성폐기물관리법 등

18

고맙습니다.

늘 행복하십시오!!!

19

제2부 – 새로운 시작의 모색

진행 – 윤지웅 (경희대학교 미래사회에너지정책연구원)

– 원자력 신뢰 회복 방안

이정훈, 주간동아

– 자유토론

좌장– 목진휴, 국민대학교

패널 – 송하중, 경희대학교

황일순, 서울대학교

온기운, 숭실대학교

이재우, 부산대학교

김진두, YTN

– 원자력 편익과 안전 대국민 설명서

김학노, 한국원자력학회

한국 원자력 險地로 나가라
국영에서 민영으로

대만의 길을 갈 것인가
대한민국만의 길을 달릴 것인가

Alpha Male- 맨 뒤 파란 화살표

알파 걸(girl)과 알파 메일(male)

- 하버드大 댄 킨들런 '새로운 여자의 탄생-알파걸(2006)'
- 2012년 51.6% 알파걸 선택-그러나…
- 2017년 41.1% 알파메일 선택-그러나 …
- 알파걸도 모아놓으면 오메가걸 속출
- 다른 알파걸, 알파메일과 경쟁해야 한다
- 알파걸 ⇒ 원더우먼
- 알파 메일 ⇒ 슈퍼맨

Divided Government 분점정부

- 대통령과 국회가 따로 인 여소야대 정국
- 선거가 아닌 방법으로 與大 만들어야 한다!
- YS 때의 3당합당-巨與 민자당 탄생
- 무소속과 군소정당 의원 영입
- 날치기 등 정치 술수 등장-民意 왜곡!
- 그러나 레이건은 재임까지 하며 성공
- 하원의장 70회 생일 잔치를 백악관에서

저격을 받고도 성공한 레이건

(81. 3. 30 조디 포스터 좋아 한 힝글리에 의해)

레이건 항모로 환생하다

여론 정치 부르는 19대 대선 결과

- 文 41.1 : 洪 24.0 : 安 21.4: 劉 6.2 : 沈 6.1
- 집토끼만으론 안되고 산토끼 잡아와야
- 호남이 첫 번째 타깃. 국민의당 內 호남 세력 지지 유도—광주민주화운동 부각시키고, 호남 출신 총리 임명 등
- 환경에 주목. 가뭄 불구 4대강 涿 개방
- 自主에 주목, 북 미사일 불구 사드 문제 제기
- 환경에 주목, 노후 火電 중지. 원전 건설 중단

지지율이 정치를 움직인다

- Div. Gov.는 지지율에 민감
- 환경단체와 반핵단체 목소리를 낼 줄 안다
- 영화 '판도라' 매진 사태
- 그런데 원자력인들의 목소리는 "웅얼웅얼"
- "제로에 수렴하면 ZERO다" 공학인의 한계
- 주식과 로또 부동산 70% 확률이면 베팅
- 사고 제로 가능한가? 안심이 가능한가?

여론 정치 돌파하려면 정치핵공학

- 5공까지는 권력이 원자력 지원
- MB는 원전 수출. 그러나 DJ. 盧는...
- 북핵은 정권이 상대한다며 容認해주고, 南核은 여론이 참여해 환경 차원에서 제약.
- 원자력인들 工學에 안주—아주 卑怯, 비겁
- 반핵 대항마 安核 논리 통하는가?
- 안전이 아니라 安心을 요구하는데...

원자력은 심리학이다. 정치심리학

- 안심을 시켜줄 수 있는가. 북한이 핵과 미사일 개발하고 있는데 생업에 몰두하는 이유는 무엇인가. 미국이 지켜줄 것이라서?
- 교통사고 가능성 불구 운전하는 이유는?
- 지구 공전 자전 멈출 수 있는데 영원 추구?
- 왜 원자력은 안심할 때까지를 추국하는가?
- "믿어주세요"에서 '믿게금 하라'로
- 이는 심리적 접근을 필요로 한다.

원자력과 반핵은 the Odd Couple

- 원자력은 원자력 중요성 알리기 위해 반핵을 허용하는 것 아닌가. 특히 홍보부처는 일거리를 만들기 이해 반핵과 同伴하는 것 아닌가?
- 삼성전자나 현대차라면 절대로 이렇게 대처하지 않는다
- 원자력은 에너지계에서 시샘받지 않는가?
- 반핵 뒤 反원자력, 親에너지 세력 없나

제주해군기지 건설 사례

- "갈등은 해소 하는 것이 아니라 제로로 수렴하도록 관리하는 것" --안심은 불능.
- 볼맨 앤 딜 <조직의 –프레이밍>
- 해군은 환경문제 없다며 말로만 설명
- 화순에서 케이슨 제작한 삼성물산은 술상무 고용 동네 위문, 애로사항 청취, 대소사 챙김. 시위가 없어졌다.
- 원자력 홍보팀은 어떻게 대처하고 있는가
- 대국회 관계, 대민 관계 어떻게 하고 있는가.

왜 원자력만 지탄 받는가?

- 한국군 쿠데타(顚覆) 2번 했는데 해체했나?
- 자동차 회사-연간 3천여명 사상자 발생
- 휴대폰 회사-眼科 질환, 교통사고 유발
- "이들은 한국 산업의 견인차다"
- 한국 원자력은 사망자 한 명 없었다.
- 사고는 미국과 러시아, 일본 원전이 냈다
- 독일 이탈리아 스위스 대만은 탈핵 결정

한국 원자력 발상 전환 필요

- 공기업이라서 더 비난 받는다
- 4개 본부를 각개 회사로 분할 민영화, 경쟁
- 민영화된 각개 회사에 地自體도 지분 참여 -프로 축구팀과 연고지처럼 엮어야.
- 發周支법 의한 지역 지원이 아니라 주주들에 대한 배당과 지원으로 변경-지역주민株
- 지역주민들 고용 확대. 원자력전문 학교 설립 등 통해 지역 산업이 되어야 한다

포퓰리즘으로 간 대만 안보

- 대만 지난 세기에는 대륙 수복이 국가 목표였기에 육군이 절대 다수인 3년 의무복무의 60만 대군 유지
- 민주화 이후 대륙 수복 포기하고 해공군 강화해 대만 방어 주력 결정. 육군은 중국군 상륙했을 때 싸우는 부대로 변경. 해공군 예산 증가 안되자 국민 지지 속에 육군 의무복무를 1년으로까지 줄임
- 상무정신, 애국심 저하. 모병제 논의 중

포퓰리즘으로 간 대만 에너지

- 1987년까지의 계엄 시절 지하활동한 '당외'(재야) 인사들이 창당 주도한 민진당. 계엄령 해제와 총통 직선제를 요구하며 시위를 많이 해 '가두당'이라 불렸었음. 2000·2004년 천수이볜 총통의 연임. 2016년 차이잉원 당선된 후 亞 최고 진보국가 변신중
- 5월 24일 최고법원 亞 최초 同性결혼 인정
- 차이잉원 정부 남성에서 여성으로 전환한 35살 천재 프로그래머 오드리 탕(탕펑)을 디지털담당 정무위원(장관)에 임명. 최연소, 최초의 트랜스젠더 장관
- 원전 제로 공약 실천. 가동중 원자로 3기 25년까지 순차 정지. 태양광·풍력 발전에 1조2천억 대만달러(약 43조원)를 투자하기로.
- 대만 원자력 give up

최고의 진보 국가 대만

- 남성에서 여성으로 전환한 35살 천재 프로그래머 오드리 탕(탕펑) 디지털담당 정무위원(장관)에 임명.
- 최연소, 최초의 트랜스젠더 장관

대만, 11조 든 원전 4호기 버리다

- 대만 山地가 전체 국토의 64%. 耕地 면적은 24%에 불과. 부조자원 부족. 인구밀도는 세계 9위. 에너지의 97%를 수입. 수출에 의존하는 무역구가. 그러나 원자력 폐기물 처리 문제가 논란이 돼왔다.
- 2017년 1월 대만 입법원 '전기사업법 개정안'을 통과-2025년 원전 가동 중지와 완전 '탈핵(脫核)'이다.
- 20년 넘게 논쟁을 벌여온 4회기는 2014년 공정률 98%였다. 그러나 20년 넘는 공기(工期)와 3300억 뉴타이완달러(11조 3000억 원)의 공사비용을 함몰하고 가동도 하지 않고 잠정 폐쇄를 결정

대만의 길, 대한민국의 길

- 정권이나 권력에 의존하는 원자력인 되지 말라. 자생해야 한다
- 정권이 한수원 사장 임명하는 시스템으로는 원자력은 정권에 흔들릴 수밖에 없다.
- 지역과 하나가 되는 민영화 필요
- 그 스스로가 존재 이유 만들어야 한다
- 산업통상자원부에 원자력은 국이 아닌 과 내지는 담당관 정도가 다뤄야 한다.