

제113회 한림원탁토론회

탈원전 논란에 대한 과학자들의 토론

2017년 8월 8일(화), 17:30
한국프레스센터 18층 외신기자클럽



2017 한국과학주간

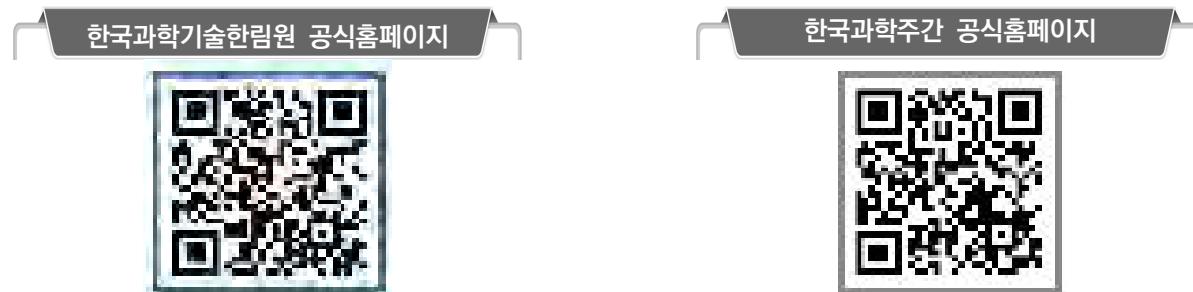
Korea Science Week 2017

과학기술 분야 민간외교 확대를 위해 노력해 온 우리 한국과학기술한림원은 올해 전 세계 과학자들과 국내 석학뿐 아니라 신진연구자들과 이공계 학생, 일반대중들까지 참여하는 열린 행사를 마련합니다. 오는 10월 30일(월)부터 11월 1일(수)을 'Korea Science Week 2017'로 명명하고, 노벨과학상 수상자를 비롯해 국내외 세계적인 석학들을 대거 초청, 자유롭고 혁신적인 교류와 토론의 장을 마련하여 우리나라 과학문화 발전에 기여하고자 합니다.

| 행사 개요 |

행사명	 Nobel Prize Dialogue		
일 시	10.30(월)	10.31(화)~11.1(수)	11.1(수)
장 소	코엑스	더플라자 호텔	
주 제	The Age to Come	Science and Technology in Health Care	Next Revolution for Better Living
주요인사	노벨상 수상자 5인 등 세계적 석학 30여명	각국 한림원 대표단 및 세계적 석학 30여명	젊은 석학 2인 및 Y-KAST 회원 70여명
특 징	발전적이고 융합적인 석학대담회	과학기술 이슈와 정책적 대안 제시	젊은 과학자가 제안하는 과학기술의 미래

한국과학주간(Korea Science Week) 공식홈페이지 www.KoreaScienceWeek.org 와 한국과학기술한림원 홈페이지 www.kast.or.kr를 통해 각 행사별 홈페이지로 방문이 가능하며, 각 홈페이지 상에서 행사별 일정과 연사, 주제 등 세부 내용을 확인 할 수 있습니다. 모든 행사는 9~10월 홈페이지를 통해 참가 신청을 접수할 예정입니다.



※ 휴대전화에서 QR코드 애플리케이션을 활용하시면 공식 홈페이지로 바로 연결됩니다.

Korea Science Week 2017은?

Nobel Prize Dialogue Seoul 2017

한림원과 스웨덴 노벨미디어(Nobel Media)가 공동 개최하는 ‘노벨프라이즈 다이얼로그 서울’은 노벨과학상 수상자 5명을 비롯해 30여명의 세계적인 석학들이 인류의 현황과 미래에 대해 대담하는 과학행사로, 스웨덴에서 노벨상 시상식 주간에 개최되는 ‘노벨위크 다이얼로그(Nobel Week Dialogue)’와 동일한 형태다.

올해 서울에서 개최하는 이번 행사는 ‘The Age to Come’을 주제로, 우리가 곧 마주할 고령사회를 과학뿐만 아니라 사회, 문화 그리고 철학적인 관점에서 탐구해 볼 예정이다.

참가신청은 행사 개최 한 달 전부터 온라인 홈페이지를 통해 받을 예정이며, 접수 비용은 무료다. 행사는 전일 진행되며, 청중들에게는 동시통역 서비스와 가벼운 점심이 제공된다.



Nobel Week Dialogue 2013 ©Bengt Oberger

2017 세계과학한림원서울포럼 (Inter-Academy Seoul Science Forum 2017)

올해 6회를 맞이하는 IASSF는 한림원의 대표적인 국제행사로서 저명한 연구자뿐 아니라 각국의 과학기술계 리더들이 참여해 세계적인 과학기술 이슈와 정책 등을 논의한다. 한림원대표단회의(Inter-Academy Plenary Panel)와 병행세션 등이 마련되며, 각국 한림원 대표단이 참여한 패널 토론을 비롯해 기초과학 분야 국내외 우수과학자들의 최신 연구성과 발표가 진행될 예정이다. 특히 올해는 독일, 폴란드, 싱가포르, 호주, 캐나다 등 7개국의 한림원 대표단이 이번 행사의 주제인 헬스케어 분야와 젊은 과학자 지원(Support for Young Scientists)을 주제로 심도 깊은 토론을 진행할 계획이다.

또한 지난해부터는 국제적인 학술지에 논문을 게재한 잠재력 높은 젊은 과학자 그룹을 초청해서 석학들의 연구발표를 직접 듣고 이야기를 나누는 기회를 제공한다.



2016년 IASSF 행사 전경 ©한국과학기술한림원

Young Scientists Talk 2017

더 나은 삶을 위한 새로운 혁명(Next Revolution for Better Living)’을 주제로 열리는 이번 행사는 지난 2월 말 출범한 한국차세대과학기술한림원 (Young Korean Academy of Science and Technology, 이하 Y-KAST)의 첫 대규모 국제행사로서 차세대 회원 73명이 한자리에 모여 소통하고 교류하는 Y-KAST 총회이자, 미래 과학기술을 위한 젊은 과학자들의 생각과 의견을 제안하는 연구정책 국제포럼으로 개최될 예정이다.

행사는 기조강연, 그룹토론, 패널토론, 스케치세션 등으로 나뉘어 진행하며, 오전의 그룹토론에서는 차세대 회원들이 융합(Convergence), 창의 (Creativity), 미래(Future) 등 다양한 주제로 각자가 그리는 미래비전에 대한 스케치(sketch)를 발표하는 자리가 마련된다.



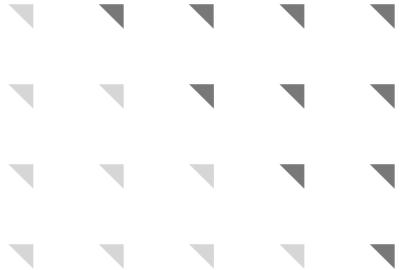
2017년 한국차세대과학기술한림원 출범식 ©한국과학기술한림원

제113회 한림원탁토론회

탈원전 논란에 대한 과학자들의 토론

2017년 8월 8일(화), 17:30
한국프레스센터 18층 외신기자클럽





초대의 말씀

대한민국 최초의 상업용 원자로인 고리 1호기가 약 40년간의 가동을 마치고 지난 6월 19일 영구 가동정지 되었습니다. 이는 현 정부의 탈원전 정책기조 속에서 ‘노후 원자력 발전소의 가동 정지’ 그 이상의 의미를 가지고 있으며, 특히 신고리 5, 6호기 건설 중단 검토 등은 탈원전에 대한 현 정부의 강력한 의지가 표명된 것이라 볼 수 있습니다. 그리고 탈원전에 대한 다양한 시각과 의견들이 대립되면서 논란이 가중되고 있습니다.

탈원전 관련 주장과 의견들이 과학적, 객관적 근거와 성숙한 시민 의식을 바탕으로 표출된다면 보다 합리적인 논의와 건설적인 합의가 이루어 질 수 있지만 안타깝게도 상당수의 주장과 의견은 그러하지 못한 것이 사실입니다. 탈원전과 관련된 과학·기술적 이슈뿐만 아니라 사회·경제적, 국제적 이슈 등에 대해 거시적이고, 객관적인 논의를 거치지 않는다면 단기간 내 회복이 불가한 국가적 차원의 난관에 봉착하게 될 수 있을 것입니다.

이번 토론회는 탈원전 이슈와 관련된 국가 정책 수립과 국민들의 인식 정립이 바람직한 방향으로 이루어 질 수 있도록 한림원 회원 분들과 다양한 분야 관계자 분들을 모시고 과학적 견지를 바탕으로 다양한 의견과 지식을 공유하는 자리로 만들 예정입니다.

바쁘시더라도 ‘탈원전 논란에 대한 과학자들의 토론’을 주제로 진행되는 제113회 한림원 토론회에 많이 참석하시어 고견을 개진하여 주시기 바랍니다.

감사합니다.

2017년 8월
한국과학기술한림원 원장 이명철

한림원 토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 마련하고 국가사회 현안문제에 대한 과학기술적 접근 및 해결방안을 도출하기 위해 개최되고 있습니다.

PROGRAM

제113회 한림원탁토론회 ‘탈원전 논란에 대한 과학자들의 토론’

사회: 유육준 한림원 총괄부원장

17:30~17:35(05') **개회 및 인사말**

이명철 한국과학기술한림원 원장

17:35~18:35(60') **만찬**

18:35~19:15(40') **주제발표 I** 탈원전 논란; 가치와 의사결정 그리고 오해

18:35~18:55(20') 세부발표1 탈원전 논란; 가치와 의사결정

김경만 한림원 정책학부 정회원(서강대학교)

18:55~19:15(20') 세부발표2 탈원전 논란; 오해와 진실

이은철 한림원 공학부 정회원(서울대학교)

19:15~19:35(20') **주제발표 II** 미래 원자력 연구개발 추진계획

박홍준 한국연구재단 원자력단장

19:35~19:40(05') **단상정리**

19:40~20:30(50') **지정토론 (5인)**

· 좌장: 김승조 한림원 기획정책담당부원장(서울대학교)

· 토론자: 성창모 한림원 정책학부 정회원(UN 기후변화협약 기술집행위원)

(가나다 順) 신동화 한림원 농수산학부 종신회원(전북대학교)

이동수 한림원 의약학부 정회원(서울대학교)

최기련 한림원 정책학부 정회원(아주대학교)

한삼희 조선일보 수석논설위원

20:30~21:00(30') **청중토론**

21:00 **폐회**

CONTENTS

제113회 한림원탁토론회 ‘탈원전 논란에 대한 과학자들의 토론’

I. 주제발표 1 ‘탈원전 논란; 가치와 의사결정 그리고 오해’

- 세부발표 1
 - 김경만 한림원 정책학부 정회원(서강대학교) 5
‘탈원전 논란; 가치와 의사결정’
- 세부발표 2
 - 이은철 한림원 공학부 정회원(서울대학교) 11
‘탈원전 논란; 오해와 진실’

II. 주제발표 2 ‘미래 원자력 연구개발 추진계획’

- 박홍준 한국연구재단 원자력단장 37

III. 지정토론 (좌장: 김승조 한림원 기획정책담당부원장)

- 성창모 한림원 정책학부 정회원(UN 기후변화협약 기술집행위원) 53
- 신동화 한림원 농수산학부 종신회원(전북대학교) 63
- 이동수 한림원 의약학부 정회원(서울대학교) 67
- 최기련 한림원 정책학부 정회원(아주대학교) 71
- 한삼희 조선일보 수석논설위원 75

주제발표 I

‘탈원전 논란; 가치와 의사결정
그리고 오해’

발제자 약력

성명	김 경 만	
소속	한림원 정책학부 정회원(서강대학교)	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
	서강대학교 University of Chicago	학사 박사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1993~1994	서강대학교 학보사	주간교수
1995~1997	삼성 SDS	자문위원
1997~1998	University of California, Riverside	방문교수
2001	Scholar, University of Illinois, Urbana-Champaign	Fulbright Scholar
2009~	사회과학연구	편집위원장
2013~	Today Social Science (Canada)	편집위원

세부발표 1

‘탈원전 논란; 가치와 의사결정’

• • •

김 경 만
한림원 정책학부 정회원(서강대학교)

- 이미 많이 논의 되었던 탈 원전 논리와 그 반대 논리를 단순 요약하는 것은 의미가 없으므로, 이 발표에서는 탈 원전 논리와 그 반대 논리를 사회·문화적 관점에서 좀 더 거시적으로 분석해 볼 것임.
- 현대 사회학과 철학에서 논의되어온 소위 “성찰적 현대” (reflexive modernity) 개념으로부터 논의를 시작. 독일의 사회학자 벡 (Ulrich Beck) 은 그가 소위 이차 현대 (second modernity) 라 부른 단계에 도달한 현대사회에서는 이전의 산업사회와는 다르게 자연과 기술과 사회를 완벽하게 정복 혹은 통제할 수 없다는 인식이 고조 (heightened awareness)되었다는 사실을 강조. 즉, 이차 현대에서 미래는 불투명하고, 열려있고, 완전한 예측과 통제가 불가능한 “위험사회” (risk society)란 말을 사용.
- 이전의 산업사회에서는 과학과 기술에 대한 거의 무조건적인 믿음이 있었고, 따라서 자본과 재화, 그리고 화폐의 유통과 분배가 관심이었다면 이차 현대를 상징하는 “위험사회”에서는 이에 못지않게 공해와 위험물질, 인간성 파괴 등을 포함한 위험의 분배 (distribution of risks)에 대한 초미의 관심이 모아지고 있다. 성찰적 현대란 말이 의미하는 바는 과학자들이 아닌 사회구성원들이 그들을 둘러싸고 있는 정치적, 사회적, 문화적, 그리고 과학·기술 시스템을 인간이 만들어낸 “구성된 대상” (constructed or man-made environment or object)로 놓고, 이렇게 인간에 의해서 만들어진 구성물이 어떤 의미에서 인간 자신에게 위협이 되며, 그런 위험을 어떻게 다루고 해결할 수 있는가에 대해서 성찰하는 것을 의미한다. [이는 이차현대의 자기 회귀적이며 자기 성찰적 성격을 말한다 (recursive or self-reflexive stage or awareness)]
- 첨언하자면 이차 현대에서의 성찰성은 우리가 지금껏 당연시 해온 “전문가 문화”에 대한 일종의 ‘회의’의 발현이며, 인류의 미래에 대한 결정을 단순히 전문가들의 손에만 맡기는 대신 일반인 (lay public) 이 스스로 그들의 미래에 대한 책임감을 가져야하고, 아무도 예

측할 수 없는 위험을 통제하기 위한 노력에 참여해야 한다는 것을 시사한다. 즉, 우리 생활에 가장 중심적인 과학도 “참여, 혹은 심의 민주주의” (deliberative democracy)에서 논의되어야 할 한 부분임.

I. 위험과 위험인식 (Perception of Risk)

- 탈 원전 논쟁에 가장 중심적인 이슈는 과학자 (전문가)와 일반인 사이에 존재하는 위험에 대한 극히 대조적인 인식 (perception of risk)이다. 대부분의 과학자들은 원전이 매우 안전한 에너지원이라고 인식하는 반면, 일반 행위자들은 원전으로부터의 위험이 실제적이며 또 급박하게 해결되어야 하는 위험이란 인식을 가지고 있다. 과학과 기술에 대한 예전의 무조건적인 “믿음”대신 과학자들과 일반 대중 사이에 “위험과 그것의 분배”에 대한 극명한 인식 차이가 있다는 것이다. 또한 단순히 과학자들과 일반 행위자들 간에만 인식의 차이가 있는 것이 아니라 일반인도 그들의 소득, 부, 지위, 교육, 그리고 정치적 성향에 따라서 핵에너지가 가진 위험에 대해 극명한 인식의 차이를 보이고 있다.
- 원전 사고 위험에 대한 과학자들의 낙관적인 계산과 다르게 (원전 1기 당10의 -5승), 일반인들은 원자력이 그들이 가치 있게 생각해 온 것들, 즉, 인간이 중요하다고 생각하는 가족, 생태계, 미래세대, 그리고 공동체의 안위에 위협이 될 수 있다고 생각한다. 즉, 일반인들은 원자력이 예측 불가능하고, 통제할 수 없는 위험을 야기할 수 있고, 또 이런 위험도 평등하지 않게 분배되고 있다고 생각한다.
- 흥미로운 data: 행위자들은 원자력에 대한 위험을 1위로 인식하고 권총은 2위, 담배를 3위에 놓았다; 반면에 과학자들은 자동차로 인한 위험을 1위로 꼽았고, 담배가 2위, 술이 3위, 수술이 5위를 차지한 반면 원자력위험은 20위에 rank 되는데 그쳤다. 또 우파보다 좌파 성향을 가진 사람들이 더 원자력의 위험에 민감했다.
- 위의 논의는 “객관적 위험” (objective risk)보다는 서로 다른 사회, 경제적 지위, 그리고 지식을 가진 집단들이 위험에 대해서 가지고 있는 인식의 차이 (different perception of risk)가 탈핵 논쟁에서 고려되어야 할 중요한 요소이라는 걸 말해준다. 다시 말하면, 위험인식은 물리적 실재에 “집단적인 의미부여”과정의 결과이며, 따라서 원전 논쟁에서 원자력에 관한 사회·문화적인 상징과정과 의미 창출 차원이 중요하다.

II. 사실, 효율, 그리고 가치

- 의사결정의 목적, 가치, 상황 의존성: 탈 원전 혹은 원전을 유지할 것인가에 관한 의사결정은 한 사회의 구성원이 추구하는 목적·가치와 또한 그들이 처한 상황에 의존적이므로 모든 상황·맥락·가치를 초월하는 보편적이고 객관적 기준에 의한 의사결정은 존재하지 않는다. 다시 말하면 어떤 의사결정이 최선인가는 “상황 의존적”이며, 이것은 특정 상황에서 성원들이 어떤 가치, 목적을 추구하는데 “합의”하느냐에 따라서 의사결정의 방향이 결정된다는 것을 의미한다.
- 경제성장, 효율과 안전과 환경에 대한 가치의 대립

만일 우리 사회가 **효율**, **경제성장**, **소비**에 우선적 가치(value priority)를 둔다면, 원전을 계속 유지시켜야 한다. 혹은 그렇지 않고 **안전과 생태계 보전** 등에 대한 가치가 중요하다는데 합의 한다면 원전은 장기적으로 포기해야한다. **효율**, **경제성**, **소비**도 하나의 가치이고, 반면에 **안전**, **생태계**, **미래세대**에 대한 배려등도 하나의 가치. **가치는 과학적 분석의 대상이 아니고, 윤리와 도덕의 문제이다.**

III. 원전 논쟁에 대한 사회·문화적 분석

III-1 원전 유지와 공리주의 (Utilitarianism) 관점의 문제점:

최선의 에너지 공급 정책은 (현재의 기술수준에서 가능한) 최대 다수의 (경제적, 환경적) 최대 이익을 보장해 주는 원자력 발전을 유지하는 것이다. 그러나 공리주의는 사회전체의 효용을 최대화(aggregate amount of utility)하는 데만 초점을 맞출 뿐 아래에서 논의하게 될 여러 가지의 “위험과 이익의 분배의 정의문제 (equity problems)”를 등한시 하고 있다.

1. 세대간 위험의 분배문제 (Intergenerational distribution of risks). 왜 현세대의 효용극 대화를 위해서 위험, 특히 핵폐기물로 야기될 수 있는 위험을 수천 혹은 수 만년 동안 후속세대에 떠 맡기려하는가? 핵폐기물 위험에 대한 미래세대의 동의를 받았나?
이는 다음 2에서 논의할 ‘동의’ (informed consent) 문제를 야기한다.

2. 현 세대내의 분배문제 (Intragenerational problem)

Informed consent problem & participation problem: 교육수준이 높은 사람들, 부자들, 또 권력을 가진 사람들은 원자력에 대한 더 많은 정보를 쉽게 접할 수 있고, 또 그들은 이 문제에 대해서 그렇지 않은 사람들보다 더 큰 목소리를 내고, 또 이런 목소리들을 정책결정에 반영시킬 수 있는 기회가 많다.

이와 밀접하게 연관된 문제는 “소위 참여적 의사결정 과정” (participatory decision-making)에

만 초점을 맞춘 참여민주주의가 사실은 그 의도와는 다른 방향으로 흘러갈 수 있다는 사실이다. 다시 말하면, 자신이 의도하고 말하고 싶어 하는 것을 자유롭게 또 주장할 수 있는 화술 (rhetorical skill)이 실제 논쟁에서 필요하지만 대부분의 사람들이 이에 요구되는 지식과 수사력 결여하고 있다 [미국과 캐나다의 배심원예]

3. 공간의 배분문제 (Spatial problem): 소득은 물론 생산성에 근거해서 분배되어야 한다. 그러나 위험은 “부”(Wealth), 즉 기존의 빈부격차에 따라서 배분되어서도 안 되고, 또 특정지역에 집중되어도 안 된다. (우리나라 경우, 경남의 남부동해안 지역에 집중적으로 건설되었음).
4. 생태균형 (Interspecies equity) 혹은 반 인간중심주의 (Anti-Anthropocentrism)
자연과 생태계에 존재하는 동식물 모두 인간과 같은 지위를 가진, 보존되어야 하는 것으로 개념화한다면, 즉 인간도 자연세계에 존재하는 수많은 종 (animal species) 의 하나임을 고려한다면, 인간중심적 사고 (anthropocentric conception of nature)는 지양되어야 한다. 인간이 아닌 모든 생태계의 종들은 서로에게 중요한 영향을 미치는 행위자들로 생각되어야 하고, 생태계의 균형관점에서 볼 때 이런 면에서 인간의 욕구만을 채우려는 목적에서 생태 균형을 파괴하는 것은 비판적으로 재평가 되어야 한다. (anthropocene 논쟁)

III-2 탈 원전 논리의 문제점

그렇다면 위에서의 논의는 탈 원전이 가장 좋은 대안이라는 결론으로 유도하는가? 만일 탈 원전 정책이 현재의 과학기술 수준아래에서 추진된다면, 하나의 중요한 가치 결정 (value decision)이 선행되어야 한다. 즉, 사회구성원들이 지금까지 풍족하게 누렸던 에너지 사용을 과감하게 줄이고, 그에 따르는 고통을 감내하겠다는 “합의”(agreement)가 도출되어야 한다는 것이다. 다시 말하면, 우리 사회가 장기적으로 핵의 위험으로부터 안전한 사회가 되려면, 사회구성원들이 “지금” 현재 누리고 있는 풍부한 전기 에너지 혜택을 상당 부분 포기해야 할 것이며, 이는 핵발전 연료를 완벽하게 대체할 수 있는 에너지 원이 확보될 때 까지 참고 기다리겠다는 준비가 되어야 한다는 것을 의미한다.

위에서 논의한 것처럼 목표와 가치 그 자체는 “과학적 분석”的 대상이 아니라 moral decision, 즉 논쟁과 토론을 통한, 우리가 미래에 추구해야 할 이상과 가치에 대한 규범적 합의 (normative decision)에 의해서만 결정될 수 있기 때문이다.

- 결론적으로 말하면, 탈핵문제는 사실에 의거해서 해결될 수 있는 문제가 아니라 어떤 가치를 추구할 것인가에 대한 “정당화”(accountability or justifiability)의 문제라는 것이다. 요약하면, 탈 원전 논의에 핵심 질문은 다음과 같은 것이다: 우리의 욕구에 제한을 두는 것이 필요한가? 또 무슨 이유로 그런 제한이 정당화 될 수 있는가? 만일 그것이 정당화된다면, 어느 수준의 욕구 (needs)와 욕망(desires)이 허용되어야 할까? 이 질문들에 대한 답은 사회구성원들의 논쟁과 협의에 의해서만이 결정될 수 있을 것이다.

발제자 약력

• • •

성명	이 은 철	
소속	한림원 공학부 정회원(서울대학교)	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
1969	서울대학교	학사
1971	서울대학교	석사
1976	University of Maryland	박사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1978~2013	서울대학교 공과대학 원자핵공학과	교수
1996~현재	한국원자력안전기술원	이사
1997~현재	원자력안전위원회	위원
1997~현재	원자력안전전문위원회	위원장
1998~현재	KEDO NSAG	위원
2003~2005	한국원자력학회	회장
2013~2016	원자력안전위원회	위원장
2013~현재	서울대학교	명예교수

세부발표 2 ‘탈원전 논란; 오해와 진실’

• • •

이 은 철
한림원 공학부 정회원(서울대학교)

탈원전 논란 : 오해와 진실

2017. 8. 8

이 은 철
서울대학교 원자핵공학과/명예교수

목 차

- I. 논의중인 탈원전 정책
- II. 원전 안전성에 관한 논란
 - 3대 중대 원전사고
- III. 과장된 주장과 사실 왜곡
 - 지진 안전성
 - 후쿠시마원전 사고 후 사상자 수
 - 세계 선진국가 탈핵 선언 및 안전 후순위
 - 해산물 방사선 오염
- IV. 앞으로 검토해야 할 문제

[참고 자료]

2

I. 논의중인 탈원전 정책

- 신규 원전 건설 중단 및 취소 : 8개 호기 11.6 GW (7차 전력수급기본계획)
 - 신고리 5,6 호기 (2×1.4 GW) 건설 중단
 - 신한울 3,4 호기 (2×1.4 GW) 건설 취소
 - 천지 및 대진 4개 호기 (4×1.5 GW) 건설 취소
- 운영허가 만료 원전 정지 : 11개 호기 9.1 GW (2030년 기준)
 - 40년 : 월성 1(2022), 고리 2(2022), 고리 3(2024), 고리 4(2025), 한빛 1(2025), 한빛 2(2026), 한울 1(2027), 한울 2(2028)
 - 30년 : 월성 2(2026), 월성 3(2027), 월성 4(2028)
- 2030년 원전 예상 현황 (7차 계획 대비)
 - 19개 호기 20.7 GW 소멸
 - 16개 호기 17.5 GW 잔존

3

II. 원전 안전성에 관한 논란

- ✓ 원전사고에 대한 불안감
- ✓ 방사선에 대한 공포
- ✓ 지진과 같은 천재지변에 의한 원전 안전성
- ✓ 해산물 오염 우려

4

3대 중대 원전사고

원전 누적가동 17,100년 기간동안 중대사고 3건 발생

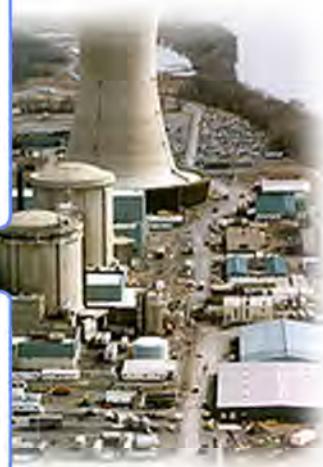
- 미국 Three-Mile Island 2호기 사고 (1979년)
 - 기술적 미비 및 운전원 교육 부실
 - 방사성물질이 소량 누출되었으나 인명피해는 없었음
- (구)소련의 체르노빌 원전사고 (1986년)
 - 설계 결함 (플루토늄 생산증대를 위한 정반응도 계수 허용)
 - 실험 초기 종료를 위한 작업자의 규정위반 운전
 - 총 방사선 관련 사망자 수 60명 선(피폭 작업자 및 어린이 갑상선암 환자 포함)
- 일본 후쿠시마 원전사고 (2011년)
 - 극한적 천재지변 쓰나미에 대한 대응수단 미비
 - 방사선으로 인한 직접적인 사상자는 없으나 광범위한 환경오염으로 인해 ~14 만 명이 소개되어 정신적, 경제적 피해 막심

5

쓰리마일 섬(TMI) 2호기 사고

개요

- 발생일시 : 1979. 3. 28, 04:00
- 사고원전/노형 : TMI 2호기(미국 펜실베니아주) / 가압경수로
- 사고등급 : 5등급
- 사고원인 :
 - 정상운전중 급수설비 고장으로 긴급냉각장치가 정상 작동, 운전원 판단 착오로 냉각장치를 장시간 수동정지시킴
- 사고종결 : 노심의 50% 용융, 격납건물 건전



영향/교훈

- 방사능 누출
 - 주민 평균 약 0.1 mSv 피폭
 - 격납용기가 있어서 방사능 외부유출 적음 (인명피해 없음)
- 원자력산업계 첫번째 경종
- H/W, 절차서, 훈련, 안전관행, 규제 등에 관련된 복합적 문제

6

쓰리마일 섬 1호기 정상가동 모습



7

체르노빌 사고

개요

- 발생일시 : 1986. 4. 26, 01:23
- 사고원전/노형 : 체르노빌 4호기(구 소련) / 흑연감속 경수냉각로
- 사고등급 : 7등급(최고등급)
- 사고원인
 - 원자로 정지전 SBO 발생시 터빈관성에 의한 소내전력 공급가능성 시험 중
 - 운전원의 제어봉 규정위반 조작, 원자로 출력 폭주, 열폭발 발생
(플루토늄 생산 증대를 추구한 설계상의 문제, 정반응도)



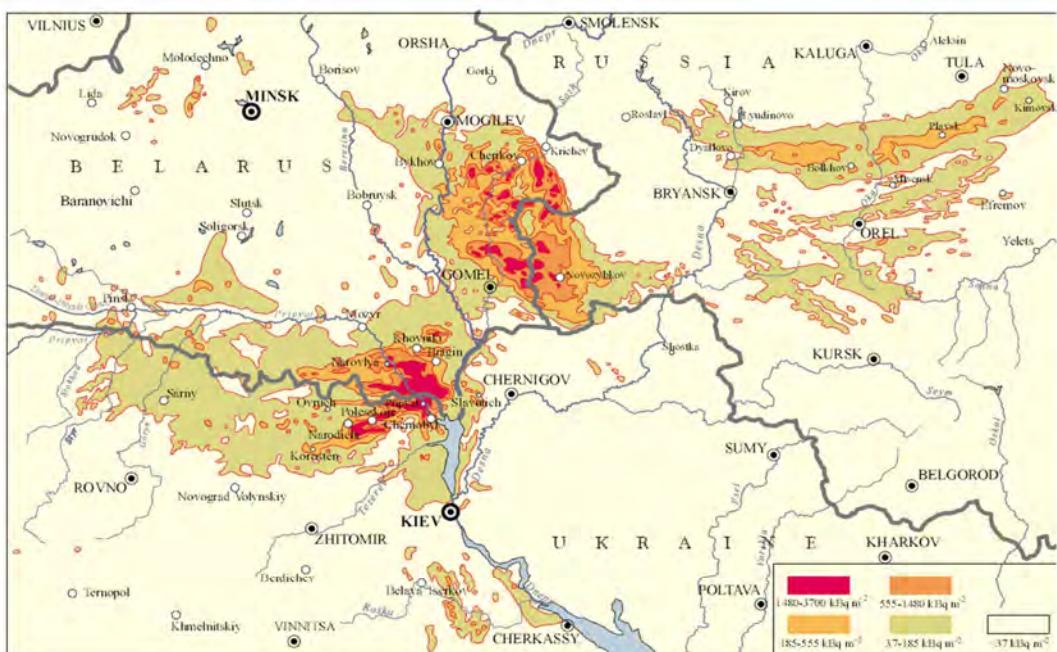
영향/교훈

- 원자력안전문화의 개념 등장
 - 종사자의 낮은 안전인식과 조직문화의 결함이 사고를 야기
- 방사능 누출
 - 격납용기가 없어 원자로 방사능물질이 외부로 방출
 - 사고지점에서 1,200km까지 유럽지역 방사능 대량확산
- 사고대처반 134명 폭발 당시 2명 사망, 과다 피폭자 중 28인 조기 사망, 이후 2006년 까지 19명(원인 다양) 사망, 어린이 갑상선암 6,847명(우유 I-131에 오염) 발병자 중 15명 제외 완치

(* UNSCEAR2008 보고서 <http://www.unscear.org/unscear/en/chernobyl.html>)

8

체르노빌 오염 지역



9

후쿠시마원전 사고

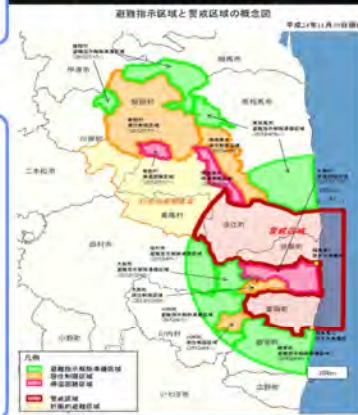
개요

- 발생일시 : 2011. 3. 11.
- 사고원전 / 노형 : 후쿠시마 제1원전 1~4호기/BWR-3(1)&4(2,3,4)
- 사고등급 : 7등급(최고등급)
- 사고원인
 - 리히터 규모 9.0 대지진에 이어 발생한 쓰나미로 발전소가 침수되어 장기정전이 발생했으며, 결과적으로 원자로심의 용융 등 중대사고 발생



영향/교훈

- 5.7m 이상의 쓰나미에 대한 대책이 없었음 (사전경고 有)
→ 안전문화 소홀: 외부 사건(극한 자연 재해)으로 인한 최초의 원전 중대사고; 현장 방사선 피폭 사망자 미발생
- 다수 원전에서 동시 중대사고 발생 및 장기간 지속
- 방사성물질 대량 외부 방출: 대기, 토양, 해양 오염, 주민 강제이주 (약 14만명); 어린이 갑상선암 주시 중이지만 특이 증가 미관측

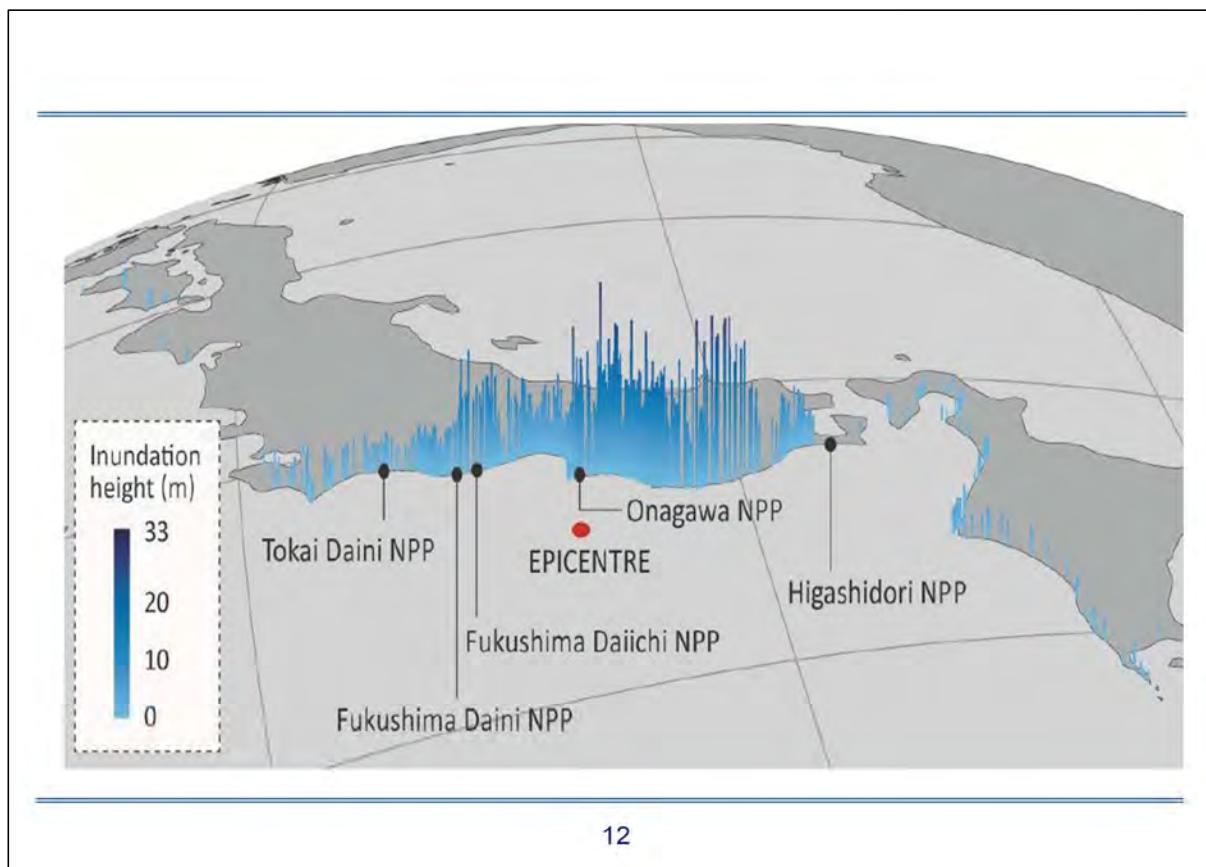


<https://www.youtube.com/watch?v=rd3xYSpzbuk&feature=youtu.be> : UNSCEAR 2013 보고서

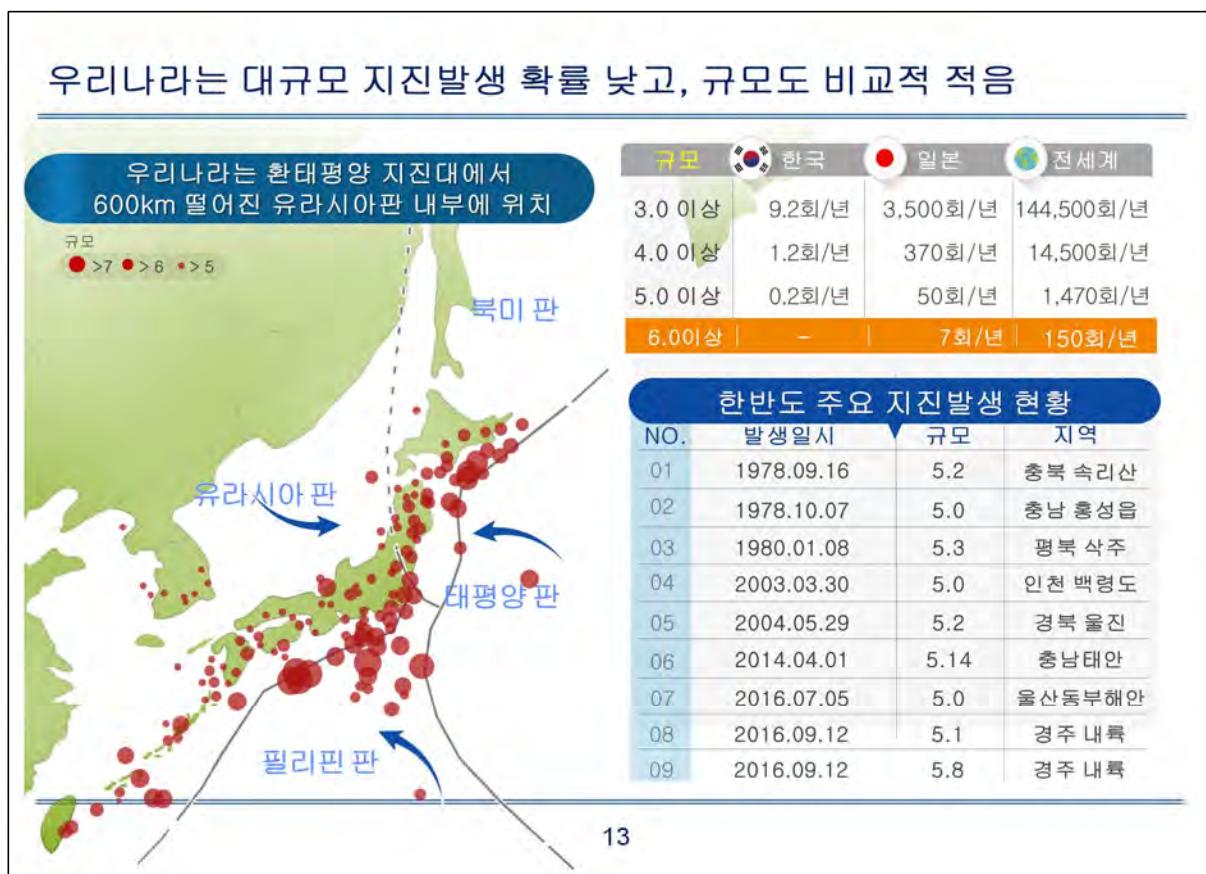
III. 과장된 주장과 사실 왜곡 - 1

1. (지진과 원전) 지진으로 인한 원전사고가 너무나 치명적?

- 경주지진과 후쿠시마 사고를 연관시켜 우리 나라 원전의 지진 위험성을 과장한 것은 중대한 사실 왜곡
- **후쿠시마 사고의 원인은 쓰나미**
- 동일본 대지진시 후쿠시마 제1발전소를 제외한 일본 동해안 원전 모두 안전
- 진앙에 더 가까운 오나가와 원전에는 쓰나미 피해 주민들 3개월간 대피
- 50년 넘는 세계원전 역사상 누적가동연수 17,100 년 동안 지진이 원전에 치명적인 적이 한 번도 없었음



우리나라는 대규모 지진발생 확률 낮고, 규모도 비교적 적음



단단한 암반층 위에 튼튼하게 건설

단단한 암반층에 지은 원자력발전소는 지진이 발생했을 때,
토사지반에 건설된 건물에 비해 30~50% 진동영향 축소



14

후쿠시마 사고 이후 더욱 안전한 원전을 위해..

쓰나미 발생, 지진 등에 대비하여 현 설비를 더욱 보강

- ▣ 우리나라에서 발생 가능한 최악의 쓰나미는 8.2m, 발전소는 10m 높이 방벽 설치로
- ▣ 측여 예상하지 못한 쓰나미에 대비하여 설비 보강



15

IV. 과장된 주장과 사실 왜곡 - 2

2. (후쿠시마 원전사고 사상자) 2016년 3월 현재 1,368명

- 후쿠시마 사고 방사선 피폭 사망자 전무
- 5년간 이재민 생활 중 발생한 스트레스 및 노환 사망자가 1,368 명 (도쿄신문)
- 거의 다 60세 이상, 2/3 가량은 80세 이상
- 후쿠시마 사고의 심각성을 과장하기 위한 의도적인 왜곡 인용
- 대통령이 발언함으로 일본 정부가 항의

16

IV. 과장된 주장과 사실 왜곡 - 3

(서구 선진국가 탈핵선언) 후쿠시마사고 이후 서구 선진국가들은 빠르게 원전을 줄이면서 탈핵을 선언?

- 탈핵 4국, 즉 독일, 스위스, 벨기에, 대만 중 독일 만이 후쿠시마 이후 17기 원전을 8기로 축소, 나머지는 설계 수명까지 가동
- 4개국 원전 기수 총합은 26기, 용량은 24.8 GW로 우리 나라 전체와 비슷
- 원전 산업(설계, 설비제작, 연료생산)이 없는 국가
- 미국 4기를 비롯 현재 전세계적으로 60기 건설 중 (중국 21기)
- 중국 11개국 30기 수출 추진, 인도 10기 건설 승인, 영국 13기 건설계획, 일본 재가동 본격화
- 전세계 원전 연 1~2% 증가 → 원전의 지속적 이용이 세계적 추세

(안전 후순위) 우리나라에서의 에너지정책은 국민의 생명과 안전 후순위?

- 원전 안전심사와 운영과정에서 안전은 항상 최우선 고려사항
- 40년 우리 나라 원자력 발전사 동안 치명적 사고가 발생한 적 없는 안전전원

17

IV. 과장된 주장과 사실 왜곡 - 4

해산물 방사선 오염 주장

✓ 고등어, 명태, 대구 먹지 말고 10대 까지 유서 써서 물려 주라

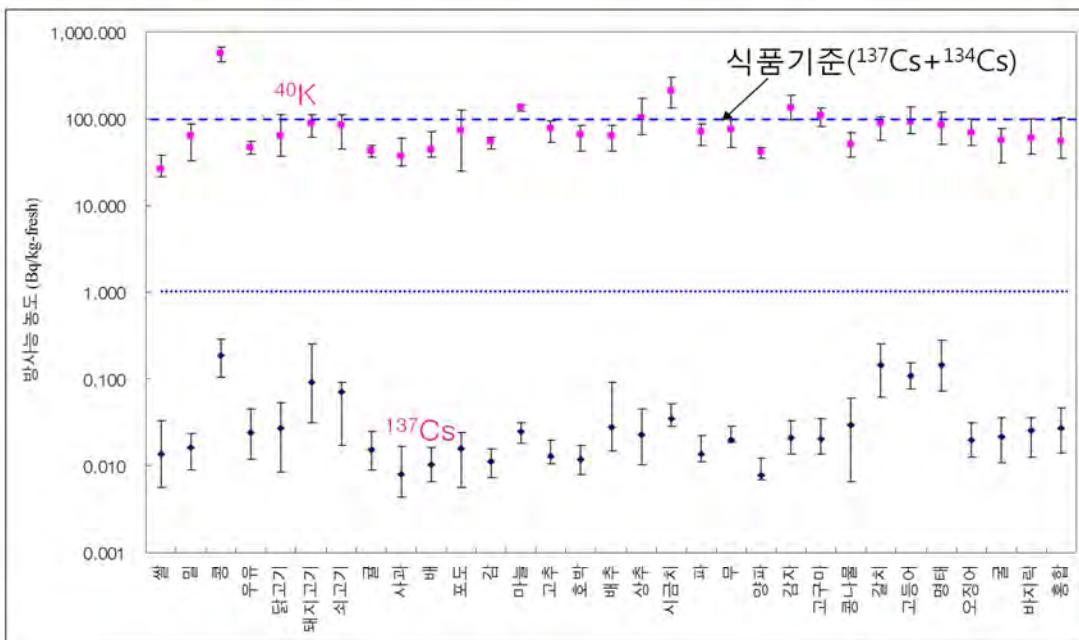
✓ 사실

- 대부분 음식물 자연 방사성 원소인 K-40 40-500 베크렐 함유
- 기준치 방사선(100 베크렐/kg)을 내는 생선을 우리나라 연간 평균 생선섭취량(23kg)의 10배 정도 먹어야 0.3 mSv 방사선피폭 발생
 - 자연 방사선양의 1/10,
 - CT 촬영시 방사선량의 1/30 정도

인공방사선과 자연방사선



식품 군별 Cs-137 및 K-40 농도 범위 비교



20

V. 앞으로 검토해야 할 문제 (1)

□ 에너지는 장기 정책 중 하나

- 경제성, 지속성, 기후변화대비, 에너지 안보 등 검토 필요
- 수요 예측은 최소 20년 이상 필요
- 신규 에너지원 도입은 지속성, 경제성이 중요

□ 입증된 에너지 우선

- 신재생에너지 기술 확보 우선 정책 실현 후 탈원전 결정해야
- 2008년 국가 장기에너지기본계획 참조

□ 국가에너지 로드맵 필요

- 탈원전 로드맵은 그 중 일부일뿐
- 원전 비중은 현재 30% 수준
- 점차 원전 발전비중 감소 예상

21

V. 앞으로 검토해야 할 문제 (2)

□ 에너지정책은 국민의 생존과 직결 – 신중해야

- 전기 수요증가를 정확하게 예측할 수 있어야
- 가솔린 대체로 전기차 도입 후 수요증가 전망 검토 필요

□ 탈핵 후 부정적 파급효과 검토 필요

- 신재생에너지 증가로 인한 전력예비설비율 증가 예상
- 수출산업 위축
- 전기료 상승

□ 탈핵선언 후 기술인력 부족 현상 대처 필요

- 원전에 부정적인 인식은 후속세대에 지대한 영향
- 고급 기술인력의 해외이직 증가 예상
- 원전 안전운전에 악영향 우려

참고 자료

1. 원자력의 본질적 장점과 단점
2. 국내외 원전 현황과 계획
3. 미국 원전 운영허가 갱신 상황
4. 후쿠시마 인근해역 방사능오염도 측정
5. 독일 재생에너지 발전량 변동

1-1. 원자력의 장점

□ 고밀도 에너지원

- 핵반응에 의한 질량결손에너지($E=mc^2$)라 질량당 에너지가 석탄 3백만 배
- 100만 kW(1 GW, 기가와트) 발전소 연간운영 연료 22톤으로 감당
 - 석탄의 경우 220만톤(10만배), LNG는 110만톤(5만배) 질량 소요
 - 에너지 안보 확보 용이
- 발전단가 중 연료비 비중 10% 선

□ 고유 안전성

- 핵연료 도플러 효과(자연적)
 - 출력상승에 의한 핵연료 온도 상승시 자연적으로 원자로 반응성 감소
- 냉각수 온도 상승 저항성(공학적, 설계에 의해 구현)
 - 냉각수온도 상승시 자동으로 원자로 반응성이 감소되도록 설계
- 고유 안전성과 복수 원자로 정지수단으로 급격한 출력 상승 원천적으로 배제

24

1-2. 원자력의 단점

□ 방사성 붕괴 잔열 발생

- 핵분열 부산물질의 방사성 붕괴로 원자로 정지 후라도 상당한 발열
 - 정지 직후 7%, 1시간 후 2%, 8시간 후 1%, 1달 후 0.1% (~3,000 kW)

□ 사용후연료 장기보관이 숙제

- 사용후핵연료에 방사성물질 함유, 수만년 이상 관리 필요

□ 사고시 대형 피해 가능성

- 역대 3번의 대형 사고 발생
- 그 중 2번은 환경 오염 극심
- 안전성 증진 노력 필요

25

1-3. 에너지 안보의 중요성

한국 석유수입 중동 의존도 : 86%

• 고밀도 에너지, 원자력



26

1-4. 친환경 에너지

원자력은 CO₂ 배출이 거의 없는 친환경 에너지

CO₂ 배출량
(단위 : g/kWh)



[CO₂ emission by energy source (IAEA)]

만약 원자력 발전이
없다면 ?

전세계 CO₂ 배출량 10% 증가

우리나라 CO₂ 배출량 24% 증가
('13년 CO₂ 배출량 6억 1,600만 톤)

27

1-5. 국가별 에너지원별 발전단가



* 자료 : OECD 산하 원자력기구(NEA), IEA(국제에너지기구) 2015년 보고서

28

1-6. 중국 다툽 태양광발전소 - (건설중)

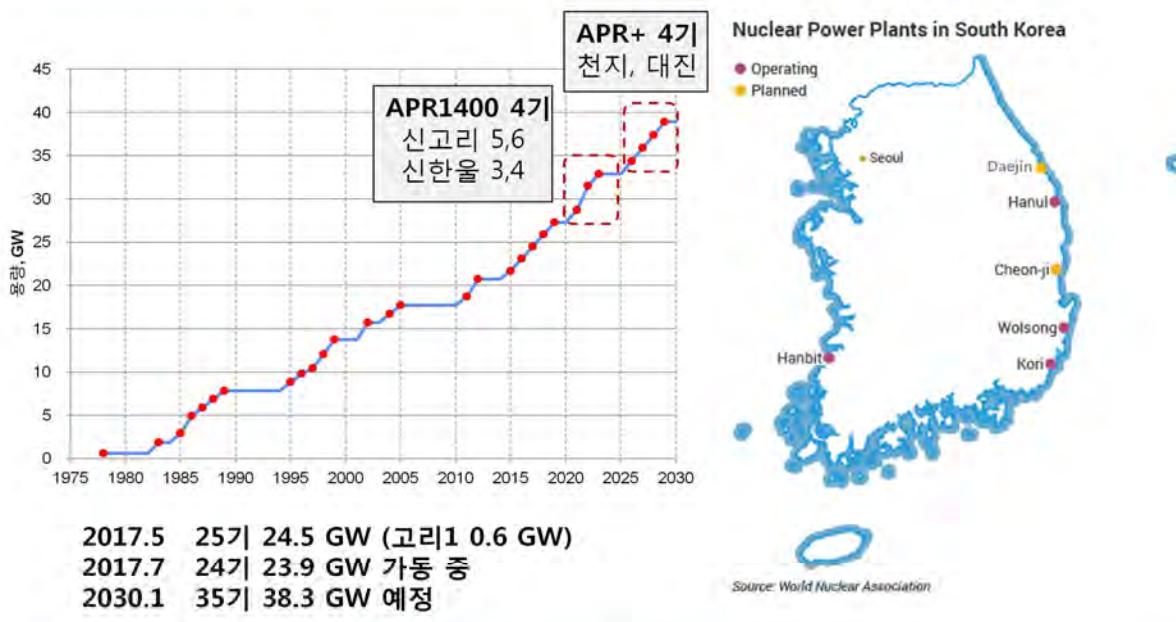
- 부지 면적 : 약 30만평
- 전력 생산량 : 50Mw
- 탄소 배출효과 : 연 6만톤



* 사진은 완공뒤 모습의 다툽 태양광발전소 이미지 그림. UNDP

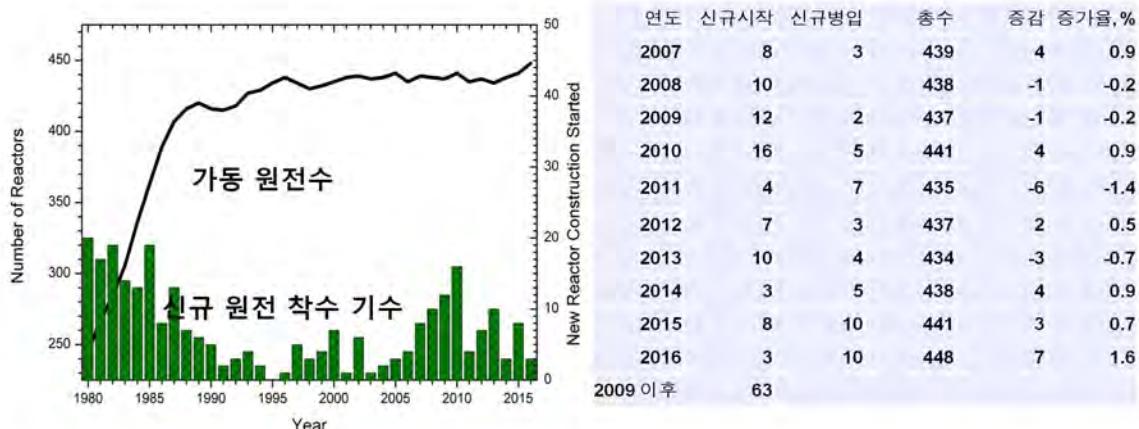
29

2-1. 우리나라 원전건설 이력과 계획



30

2-2. 세계 원전건설 현황



자료: IAEA Power Reactor Information System

31

2-3. 각국 원자력 정책

□ 주요 원전 지속 이용국가

- **미국**: 현재 4기 건설 중, 99기 중 88기는 60년까지 연장 운영허가 획득하고 44기는 이미 40년 넘게 가동 중; 최근 3년 원전 이용률 92%
- **중국**: 36기 보유, 21기 건설 중, 계획 중 38기, 11개국에 30기 수출 추진, 2030년 까지 원전 150 GW 달성을 목표
- **일본**: 원전 제로 정책 폐기하고, 안전 기준 강화하여 재가동 허용
- **영국**: 13기 원전 신설 계획, 중국, 일본, 한국 회사와 원전 도입 계약 협상 중
- **러시아**: 35기 보유, 7기 건설 중, 26기 계획
- **프랑스**: 65 GW로 전력공급의 75%를 차지, 총 발전용량은 유지하고 신규 수요는 재생에너지로 충당하여 원전비중을 50% 까지 줄일 계획
- **스웨덴**: 기존 원전을 쓸 때까지 쓰다가 그 부지에 신규 건설 계획 총 10기 까지 건설 예정
- **인도**: 자국에서 독자 개발한 원전 10기 건설 정부 결정 (지난 5월 17일)

□ 탈원전 국가

- 독일 8기, 스위스 5기, 벨기에 7기, 대만 6기 총 26기
- 이중 제대로 탈원전 하는 국가는 현재 독일 하나 밖에 없고 대만이 따라 가려 하고 있음.

32

3. 미국원전 운영허가 갱신현황

순번	원전명	원자로 형태	소유자 / 운영자	운영허가 갱신일	만료기한
1	Arkansas Nuclear One, Unit 1	가압경수로	Entergy Operations, Inc.	2001.06.20	2034.05.20
2	Arkansas Nuclear One, Unit 2	가압경수로	Entergy Operations, Inc.	2005.06.30	2038.07.17
3	Beaver Valley Power Station, Unit 1	가압경수로	First Energy Nuclear Operating Co.	2009.11.05	2036.01.29
4	Beaver Valley Power Station, Unit 2	가압경수로	First Energy Nuclear Operating Co.	2009.11.05	2047.05.27
5	Browns Ferry Nuclear Plant, Unit 1	비등경수로	Tennessee Valley Authority	2006.05.04	2033.12.20
6	Browns Ferry Nuclear Plant, Unit 2	비등경수로	Tennessee Valley Authority	2006.05.04	2034.06.28
7	Browns Ferry Nuclear Plant, Unit 3	비등경수로	Tennessee Valley Authority	2006.05.04	2036.07.02
8	Brunswick Steam Electric Plant, Unit 1	비등경수로	Duke Energy Progress, Inc.	2006.06.26	2036.09.08
9	Brunswick Steam Electric Plant, Unit 2	비등경수로	Duke Energy Progress, Inc.	2006.06.26	2034.12.27
10	Byron Station, Unit 1	가압경수로	Exelon Generation Co. LLC	2015.11.19	2044.10.31
11	Byron Station, Unit 2	가압경수로	Exelon Generation Co. LLC	2015.11.19	2046.11.06
12	Callaway Plant	가압경수로	Union Electric Co.	2015.03.06	2044.10.18
13	Calvert Cliffs Nuclear Power Plant, Unit 1	가압경수로	Calvert Cliffs Nuclear Power Plant, LLC / Exelon Generation Company, LLC	2000.03.23	2034.07.31
14	Calvert Cliffs Nuclear Power Plant, Unit 2	가압경수로	Calvert Cliffs Nuclear Power Plant Inc.	2000.03.23	2036.06.13
15	Catawba Nuclear Station, Unit 1	가압경수로	Duke Energy Carolinas, LLC	2003.12.05	2043.12.05
16	Catawba Nuclear Station, Unit 2	가압경수로	Duke Energy Carolinas, LLC	2003.12.05	2043.12.05
17	Columbia Generating Station	비등경수로	Energy Northwest	2012.05.22	2043.12.20

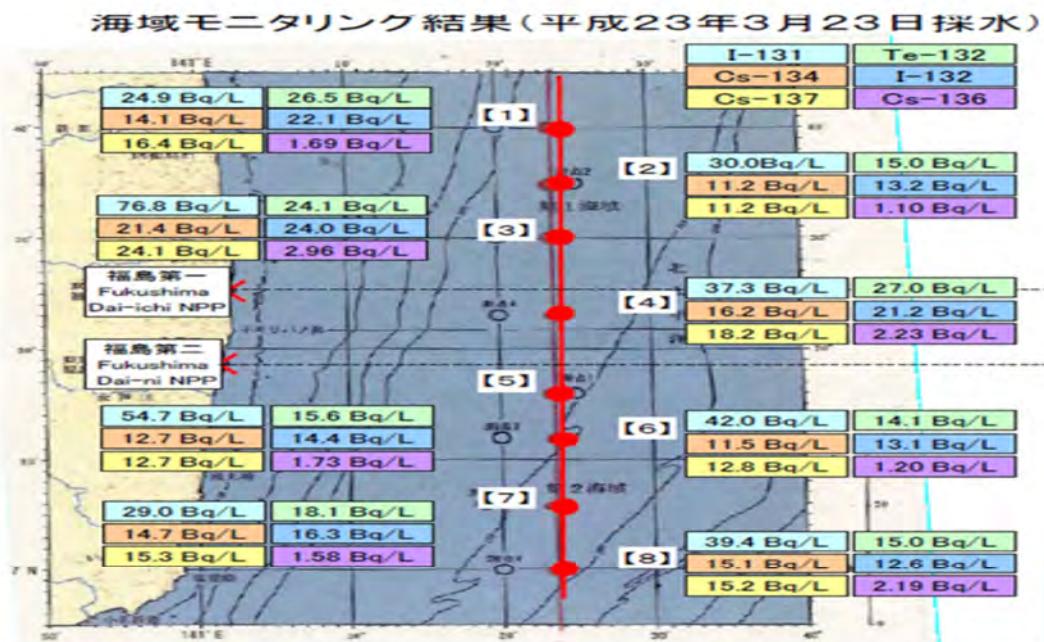
18	Cooper Nuclear Station	비등경수로	Nebraska Public Power District	2010.11.29	2034.01.16
19	Davis-Besse Nuclear Power Station, Unit 1	가압경수로	First Energy Nuclear Operating Co.	2015.12.06	2037.04.22
20	Donald C. Cook Nuclear Plant, Unit 1	가압경수로	Indiana Michigan Power Co.	2005.06.30	2034.10.25
21	Donald C. Cook Nuclear Plant, Unit 2	가압경수로	Indiana Michigan Power Co.	2005.06.30	2037.12.23
22	Dresden Nuclear Power Station, Unit 2	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2004.10.28	2029.12.22
23	Dresden Nuclear Power Station, Unit 3	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2004.10.28	2031.01.12
24	Duane Arnold Energy Center	비등경수로	NextEra Duane Arnold, LLC	2010.12.16	2034.02.21
25	Edwin L Hatch Nuclear Plant, Unit 1	비등경수로	Southern Nuclear Operating Co.	2002.01.15	2034.06.06
26	Edwin L Hatch Nuclear Plant, Unit 2	비등경수로	Southern Nuclear Operating Co.	2002.01.15	2038.06.13
27	Fort Calhoun Station, Unit 1	가압경수로	Omaha Public Power District	2003.11.04	2033.06.09
28	H. B. Robinson Steam Electric Plant, Unit 2	가압경수로	Duke Energy Progress, Inc.	2004.04.19	2030.07.31
29	Hope Creek Generating Station, Unit 1	비등경수로	PSEG Nuclear, LLC	2011.07.20	2046.04.11
30	James A. FitzPatrick Nuclear Power Plant	비등경수로	Entergy Nuclear FitzPatrick, LLC	2008.09.06	2034.10.17
31	Joseph M. Farley Nuclear Plant, Unit 1	가압경수로	Southern Nuclear Operating Co.	2005.05.12	2037.06.25
32	Joseph M. Farley Nuclear Plant, Unit 2	가압경수로	Southern Nuclear Operating Co.	2005.05.12	2041.03.31
33	Limerick Generating Station, Unit 1	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2014.10.20	2044.10.26
34	Limerick Generating Station, Unit 2	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2014.10.20	2049.06.22
35	McGuire Nuclear Station, Unit 1	가압경수로	Duke Energy Carolinas, LLC	2003.12.05	2041.06.12
36	McGuire Nuclear Station, Unit 2	가압경수로	Duke Energy Carolinas, LLC	2003.12.05	2043.03.03

37	Millstone Power Station, Unit 2	가압경수로	Dominion Nuclear Connecticut, Inc.	2005.11.26	2035.07.31
38	Millstone Power Station, Unit 3	가압경수로	Dominion Nuclear Connecticut, Inc.	2005.11.26	2045.11.25
39	Monticello Nuclear Generating Plant, Unit 1	비등경수로	Northern States Power Company . Minnesota	2006.11.06	2030.09.06
40	Nine Mile Point Nuclear Station, Unit 1	비등경수로	Nine Mile Point Nuclear Station, LLC	2006.10.31	2029.06.22
41	Nine Mile Point Nuclear Station, Unit 2	비등경수로	Nine Mile Point Nuclear Station, LLC	2006.10.31	2046.10.31
42	North Anna Power Station, Unit 1	가압경수로	Virginia Electric & Power Co.	2003.03.20	2038.04.01
43	North Anna Power Station, Unit 2	가압경수로	Virginia Electric & Power Co.	2003.03.20	2040.06.21
44	Oconee Nuclear Station, Unit 1	가압경수로	Duke Energy Carolinas, LLC	2000.05.23	2033.02.06
45	Oconee Nuclear Station, Unit 2	가압경수로	Duke Energy Carolinas, LLC	2000.05.23	2033.10.06
46	Oconee Nuclear Station, Unit 3	가압경수로	Duke Energy Carolinas, LLC	2000.05.23	2034.07.19
47	Oyster Creek Nuclear Generating Station	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2009.04.08	2029.04.09
48	Palisades Nuclear Plant	가압경수로	Entergy Nuclear Operations, Inc.	2007.01.17	2031.03.24
49	Palo Verde Nuclear Generating Station, Unit 1	가압경수로	Arizona Public Service Company	2011.04.21	2045.06.01
50	Palo Verde Nuclear Generating Station, Unit 2	가압경수로	Arizona Public Service Company	2011.04.21	2046.04.24
51	Palo Verde Nuclear Generating Station, Unit 3	가압경수로	Arizona Public Service Company	2011.04.21	2047.11.25
52	Peach Bottom Atomic Power Station, Unit 2	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2003.05.07	2033.06.06

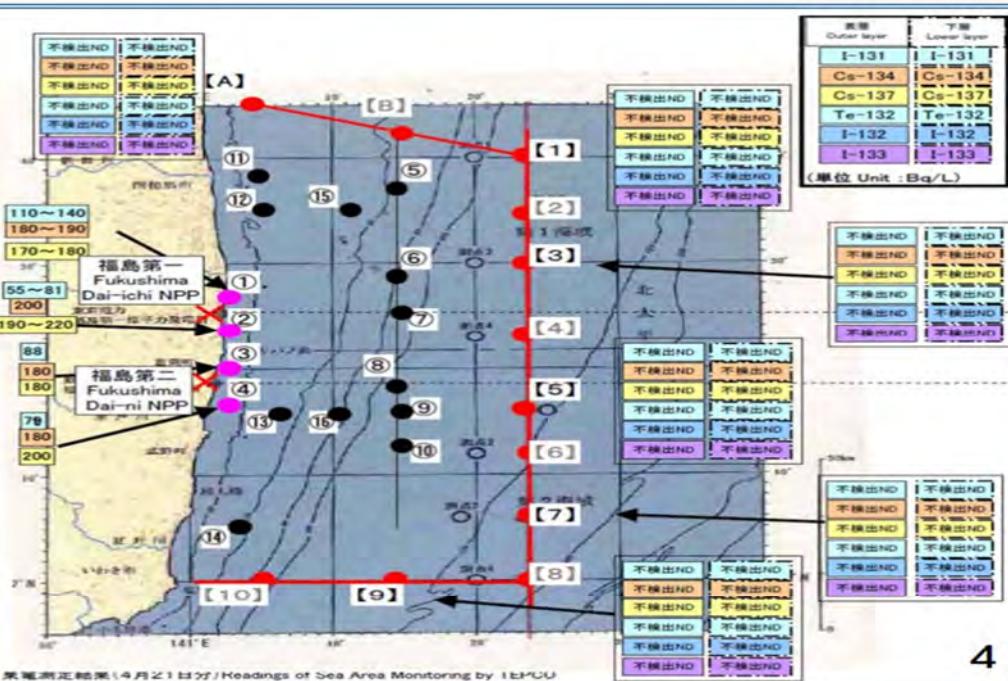
53	Peach Bottom Atomic Power Station, Unit 3	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2003.05.07	2034.07.02
54	Pilgrim Nuclear Power Station	비등경수로	Entergy Nuclear Operations, Inc.	2012.05.29	2032.06.06
55	Point Beach Nuclear Plant, Unit 1	가압경수로	NextEra Energy Point Beach, LLC	2005.12.22	2030.10.05
56	Point Beach Nuclear Plant, Unit 2	가압경수로	NextEra Energy Point Beach, LLC	2005.12.22	2033.03.06
57	Prairie Island Nuclear Generating Plant, Unit 1	가압경수로	Northern States Power Co. Minnesota	2011.06.27	2033.06.09
58	Prairie Island Nuclear Generating Plant, Unit 2	가압경수로	Northern States Power Co. Minnesota	2011.06.27	2034.10.29
59	Quad Cities Nuclear Power Station, Unit 1	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2004.10.28	2032.12.14
60	Quad Cities Nuclear Power Station, Unit 2	비등경수로	Exelon Generation Co., LLC	2004.10.28	2032.12.14
61	R.E. Ginna Nuclear Power Plant	가압경수로	R.E. Ginna Nuclear Power Plant, LLC	2004.05.19	2029.09.18
62	St. Lucie Plant, Unit 1	가압경수로	Florida Power & Light Co.	2003.10.02	2036.03.01
63	St. Lucie Plant, Unit 2	가압경수로	Florida Power & Light Co.	2003.10.02	2043.04.06
64	Salem Nuclear Generating Station, Unit 1	가압경수로	PSEG Nuclear, LLC	2011.06.30	2036.06.13
65	Salem Nuclear Generating Station, Unit 2	가압경수로	PSEG Nuclear, LLC	2011.06.30	2040.04.18
66	Sequoyah Nuclear Plant, Unit 1	가압경수로	Tennessee Valley Authority	2015.09.24	2040.09.17
67	Sequoyah Nuclear Plant, Unit 2	가압경수로	Tennessee Valley Authority	2015.09.25	2041.09.15

68	Shearon Harris Nuclear Power Plant, Unit 1	가압경수로	Duke Energy Progress, Inc.	2006.12.17	2046.10.24
69	Suny Power Station, Unit 1	가압경수로	Virginia Electric & Power Co.	2003.03.20	2032.05.25
70	Suny Power Station, Unit 2	가압경수로	Virginia Electric & Power Co.	2003.03.20	2033.01.29
71	Susquehanna Steam Electric Station, Unit 1	비등경수로	PPL Susquehanna, LLC	2009.11.24	2042.07.17
72	Susquehanna Steam Electric Station, Unit 2	비등경수로	PPL Susquehanna, LLC	2009.11.24	2044.03.23
73	Three Mile Island Nuclear Station, Unit 1	가압경수로	Exelon Generation Co., LLC	2009.10.22	2034.04.19
74	Turkey Point Nuclear Generating Unit No. 3	가압경수로	Florida Power & Light Co.	2002.06.06	2032.07.19
75	Turkey Point Nuclear Generating Unit No. 4	가압경수로	Florida Power & Light Co.	2002.06.06	2033.04.10
76	Virgil C. Summer Nuclear Station, Unit 1	가압경수로	South Carolina Electric & Gas Co.	2004.04.23	2042.06.06
77	Vogtle Electric Generating Plant, Unit 1	가압경수로	Southern Nuclear Operating Co.	2009.06.03	2047.01.16
78	Vogtle Electric Generating Plant, Unit 2	가압경수로	Southern Nuclear Operating Co.	2009.06.03	2049.02.09
79	Wolf Creek Generating Station, Unit 1	가압경수로	Wolf Creek Nuclear Operating Corp.	2006.11.20	2045.03.11

4-1. 후쿠시마사고 이후 해양 환경방사능 조사



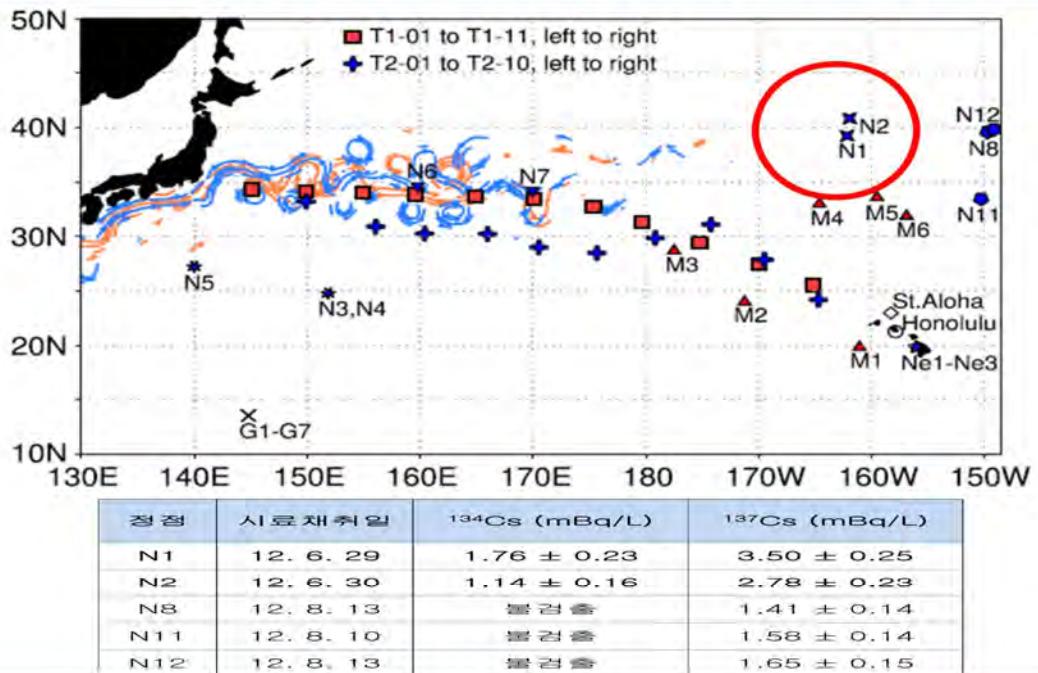
38



4

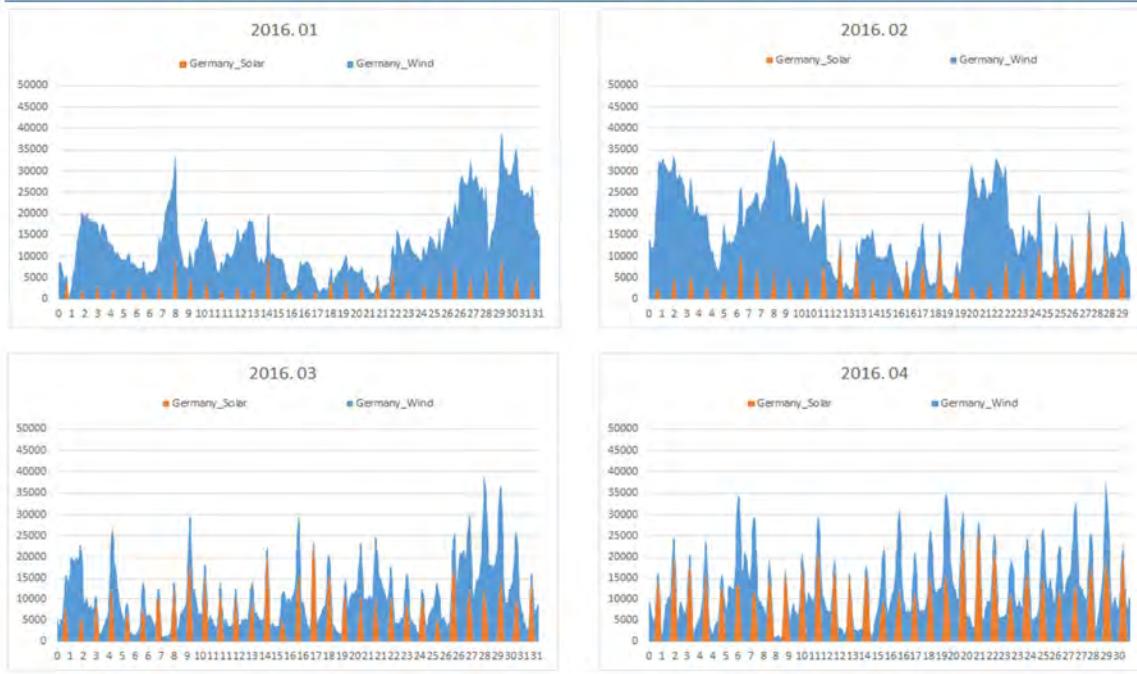
39

4-2. 태평양에서 실측한 방사능 분석결과



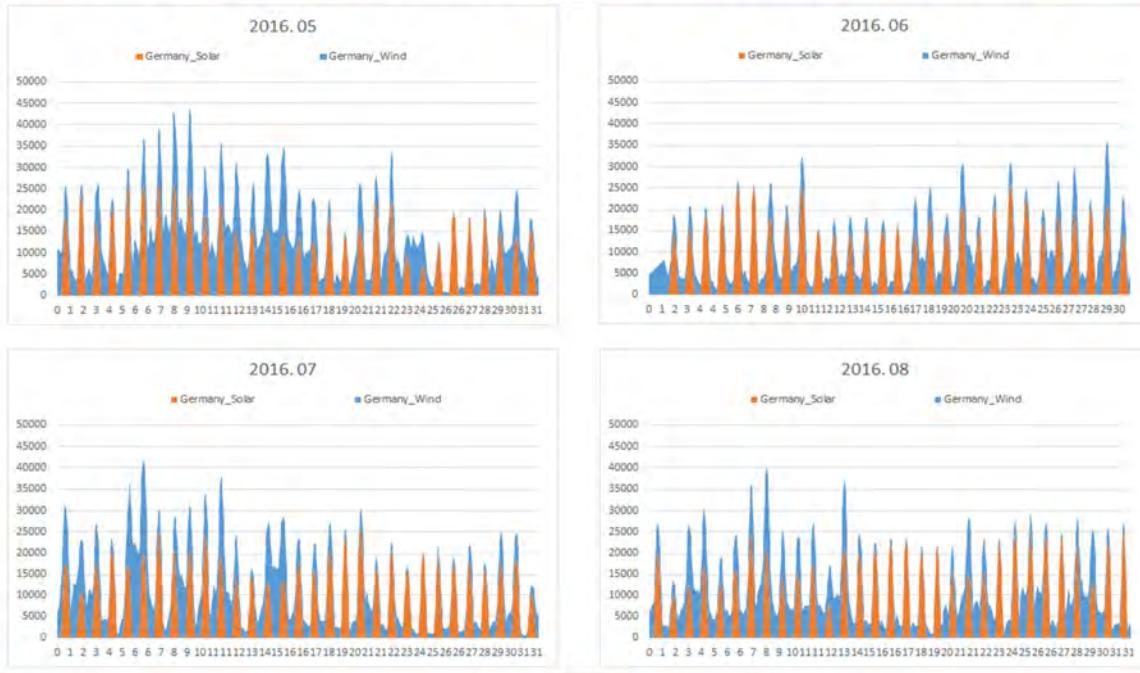
40

5. 독일재생에너지 발전량 변동 (2016년 1월~4월)



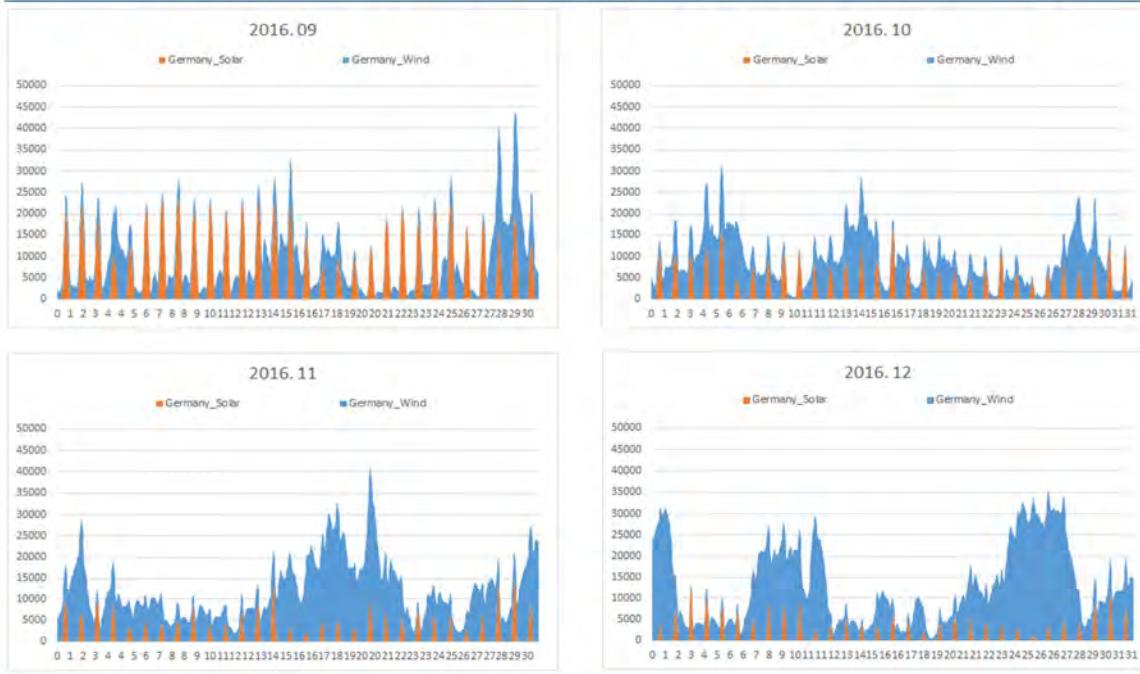
41

5. 독일재생에너지 발전량 변동 (2016년 5월~8월)



42

5. 독일재생에너지 발전량 변동 (2016년 9월~12월)



43

주제발표 II

‘미래 원자력 연구개발 추진계획’

발제자 약력

성명	박 흥 준	
소속	한국연구재단/원자력단장	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
1986.3~1990.2 1990.3~1992.2 1992.3~2000.2	한양대학교 서울대학교 서울대학교	원자력공학과(공학사) 원자핵공학과(공학석사) 원자핵공학과(공학박사)
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1996.6~2000.5 2000.3~2001.1 2001.1~2005.6 2005.6~2009.6 2009.6~2012.12 2013.3~2015.10 2015.10~현재	한국원자력연구원 한국원자력연구원 삼성SDS(주) 한국과학재단 한국연구재단 OECD/NEA 한국연구재단	연구생 Post-Doctor 책임연구원 Gen IV 팀장 원자력기술팀장 Nuclear Scientist 원자력단장

주제발표 2 ‘미래 원자력 연구개발 추진계획’

• • •

박 흥 준
한국연구재단 원자력단장

미래원자력 R&D 추진 계획(안)

2017. 8.8.



목차

- 1. 필요성**
- 2. 추진 방향**
- 3. 분야별 추진 계획**
- 4. 향후 계획**



1

필요성



NRF 한국연구재단

1 필요성

- 원자력 분야는 부처별로 각각의 연구개발사업을 추진
- 그 간의 원자력 연구개발 성과를 바탕으로 해체, 사용후핵연료 관리, 안전 등 국민의 생명 및 안전 중심의 미래지향적 기술개발 필요
- 원자력기술은 국가전략적 성격이 강하므로 기반기술 및 인력양성 지속적 유지가 필수

부처별
역할

- 과기정통부: 원자력정책, R&D 등
- 산업통상자원부: 원자력 발전, 원전 수출 등
- 원자력안전위원회: 원자력 안전 규제

2

추진 방향

1 추진 방향

■ 국민의 신뢰 하에 미래를 준비하는 원자력 연구개발 추진

AS-IS

[경제성장
지원중심
기술개발]

- 원전 확대 및 원전성능 향상
- 시스템 중심의 대형 사업
- 원전 중심의 연구개발
- 방사선기술 관심 및 지원 부족
- 사회 현안 해결에 미온적

TO-BE

[국민생명
안전중심
미래지향적
기술개발]

- 원전의 안전 및 해체기술 확보
- 4차 산업혁명 기술 기반 요소 기술
- 탄분야기술과의 혁신 융합 기술
- 방사선기술 활용 극대화
- 사회 문제 해결기술에 대한 적극 지원

3

분야별 추진 계획

1 국민의 생명과 안전 중심의 원자력 연구개발

해체, 사용후핵연료 처분, 가동 중 원전 안전 확보 등에 대한 투자 강화

국민 생명 안전 중심

- 고리 1호기 해체 시 활용 및 해체 산업의 글로벌 진출에 대비한 해체기술 확보, 장비 개발, 인력 양성 등에 대한 지원 강화(18년 예산 138억원)

해체

- - ▣ 부처 간 협력을 통해 고리1호기 영구정지(17.6월) 등 국내외 원전 해체시장 대비
 - ▣ '19년까지 원전 해체에 필요한 핵심 기반기술 조기 개발 완료하여 해체 핵심 기술 자립 추진(16년 말, 38개 기술 중 27개 확보, 11개 미확보)
 - ▣ 외부 전문가 기술용역 실시를 통해 해체기술 확보 현황 및 해체기술 수준에 대한 객관적이고 정확한 진단 추진(17.8월~'18.1월)
 - ▣ 동남권 원전 해체 연구소 설립을 (산업부와 협의) 통해 해체에 필요한 기술 및 장비개발, 해체 인력양성 등 추진



1 국민의 생명과 안전 중심의 원자력 연구개발

국민 생명 안전 중심

- 사용후핵연료 처분관련 요소기술(사용후핵연료 운송, 중간저장, 심지증관련 연구 등) 개발 추진(과기정통부·산업부 공동)

사용후 핵연료 처분

- - ▣ 사용후핵연료 시편·절편·연료봉·집합체 운송을 위한 밀봉 특수용기 기술개발 및 중간저장시설 안전성 확보기술 (17~'21)
 - ▣ 사용후핵연료 처분부지 발굴을 위한 지질특성평가(필요시 지자(연)과 연계) 및 신개념 심층처분 기술
 - ▣ 사용후핵연료 운반, 저장, 처리, 처분을 위한 핵적·방사화학적 특성 분석 및 검증 기술
 - ▣ 원자력(연) 지하처분연구시설(KURT) 기반으로 '지하처분연구시설' 개발(산업부 주관) 처분관련 연구에 활용

1 국민의 생명과 안전 중심의 원자력 연구개발

국민 생명 안전 중심

기동 중 원전 안전

- 가동중 원전의 안전성 제고와 사고방지를 위해 사고예측, 사고예방 및 사고대응 기술개발 추진(18년 예산 400억원)
※ 안전연구를 통한 원전 안전성 향상기여도 측정모델 개발 추진(KAIST 임만성교수, '17.5~12월)

- (원자력시설의 방사선 방호·방재기술 고도화) 방사성 물질유출시 인간과 환경 보호하고 국내외 원전 방사선 방출 사고에 대비한 방사능방재시스템개발
- (가동원전 설비 신뢰성 증진) 가동 중 원전의 설비·기기 신뢰성 향상, 압력경계 진단 및 재료열화 평가 등 가동원전의 안전성 제고 능력 강화
- (극한환경에서의 방사성물질 누출 배제) 중대사고 원천 방지, 리스크 평가기술 개발, 비상대응 능력 강화 등으로 최고의 원전 안전성 향상
- (안전성 향상 요소기술개발) 내진성능 강화 기술개발, 원자력시설 화재방호 기술 등 가동중 원전의 안전성 향상 기술

2 4차 산업혁명 기반 핵심기술 중심으로 연구개발

AI, 빅데이터, 3D프린팅, 로보틱스 등 4차 산업혁명 기반기술과의 접목
으로 기존 원자력 기술의 혁신을 도모

4차 산업혁명 기반기술접목

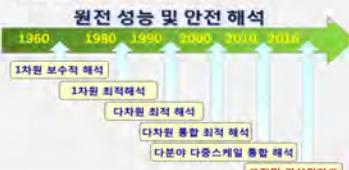
가상 원자로

- 가상원자로 및 활용기술, ICT 기반 해체기술, 양자암호키 개발 등 신규 과제 추진 ('18년 예산 30억원 반영)

□ 가상원자로 및 활용기술 개발

- 대형설비 투자 없이 가상 공간에서 설계·건설·운전 모사, 원자로의 복합 현상 예측 규명 등 다양한 적용 가능
- 가상원자로: 기존에 구현이 불가능했던 물리 현상을 가상공간에서
가시화하여 안전현안 해결, 안전성강화 원자로 개발, 교육훈련 등에 적용이
가능한 컴퓨터 시뮬레이션 기술

□ 가상원자로 사업 개요



2 4차 산업혁명 기반 핵심기술 중심으로 연구개발

4차산업혁명 기반기술접목

- 가상원자로 및 활용기술, ICT 기반 해체기술, 인공지능기반 자율운전기술개발 등 신규 과제 추진('18년 예산 30억원 반영)

해체공정 자동화

- □ ICT와 로봇기술의 융합으로 해체 작업의 안전성, 효율성 및 경제성 극대화
 - ※ 해체 현장 데이터의 실시간 상호연동 및 통합처리, 해체현장 연계 사이버 모델을 통한 해체공정 최적화, 해체 시스템을 위한 원격조작 및 시스템 통합 기술 등

자율 운전

- □ AI와 ICT의 지능정보기술 등을 원자력 기술과 접목하여, 인적 오류문제 원천 차단으로 원전안전성 향상

방사선 융합

- □ 방사선 반응 빅데이터와 AI를 기반으로 하는 방사선 반응 예측시스템 구축 및 고도화, 방사선 융합 3D 프린팅 소재 개발 등

3 원자력을 이용한 혁신융합기술 개발

I 우주, 해양, 극지연구 등 장기적인 미래국가전략 R&D주제 발굴 · 추진

혁신융합기술

우주기술

- □ 우주공간에서 발생하는 고방사선 환경을 지상에서의 모의시험을 통해 우주기술과의 융합연구 수행
 - 우주선 동력원용 원자력 배터리 및 원자력추진 우주선, 우주기지의 에너지원용 소형원자로, 우주인과 정밀기기의 우주방사선방호를 위한 차폐 성능 계산, 우주발사체부품 인증, 우주항공소재 등

해양기술

- □ 북극항로 개척, 오지 및 해양·해저 자원개발 분야의 에너지원 활용을 위한 '해양 원자력시스템' 개발
 - 소형원전 기술과 조선 산업의 모듈기술을 접목한 새 플랜트 개념의 해양 원자력시스템 개발

전략기술

- □ 북핵 실험을 적시에 신속하게 탐지하고 군 역량 강화에 기여하는 기술확보
 - 공중/해저에서 장기 운영이 가능한 무인감시 장비, 전투기·미사일 등 장비 유지관리를 위한 중성자 이용 비파괴 검사 시스템 개발, NEMP 방호기술 등

극지연구

- □ 극한 환경 관련 미래수요 대비 원자력 기술역량 확보
 - 극지, 심해 등 극환경에 이용 가능한 동위원소 기반 장수명 전력시스템 개발
 - 극지 연구지원을 위한 미량원소측정 등 방사선기반기술

4 방사선기술을 통한 블루오션과 일자리 창출

방사선기술을 통한 신산업 생태계 조성, 강소 방사선 기업 육성 등 블루오션 시장 개척을 통한 일자리 창출 정책 추진

일자리 창출

- ▣ 국제과학비지니스벨트, 방사광가속기, 중입자가속기 등 대형 프로젝트의 성공적 완료를 통한 기초과학 토대 마련
 - 구축된 대형 빔시설을 활용 기초과학, 신소재, 제염, 핵물질 안전조치 등 연구촉진지원
- ▣ 저선량, 고정밀, 환자 맞춤형 진단 및 치료를 위한 방사선 기술개발 지원
 - 진단용, 치료용 방사성의약품의 국내생산 기술을 확보하여 치료비 절감에 기여
 - 난치성 암치료, 중증질환(치매, 우울증, 심혈관질환)을 조기진단기술개발, 방사선 의료기기(X선 등) 국산화 및 자급률 제고
- ▣ 이종분야 간 기술융합을 통해 의료기술수출 및 바이오경제 생태계 창출 지원
 - 빅데이터 및 IoT, 스마트디바이스 적용을 통해 의료기술수출 활성화
 - 진단치료에 필수적인 기기, 방사성의약품 등 제조·제약 관련 중소벤처기업 육성 지원
 - 플랜트 파밍에 적합한 방사선육종 개발을 통한 농업산업경쟁력 강화 및 영농혁신 유도
- ▣ 공항·항만에 적용 가능한 복합방사선 영상 보안검색 시스템 개발
 - 기존 X선 방식에 중성자를 결합한 복합방사선발생장치, 고도화된 영상기술, 위험물질판별 인공지능 등 시스템통합기술
- ▣ 저선량, 방사선기술 혁신을 통한 첨단산업 공정기술 및 검사기술 고도화
 - 3차원 정밀 데이터 취득 기술 표준화 및 융합을 통한 첨단 제조 산업 공정 고도화 및 신시장 창출

5 국가정책 및 사회문제 해결을 지원하는 연구개발

미세먼지 대응, 신재생 에너지 발전 비중 확대 등 국가 정책 및 사회문제 해결을 지원할 수 있는 원자력 분야 신규 연구주제 발굴·추진

국가정책 및 사회문제 해결

- ▣ 깨끗한 공기의 질 확보를 위한 화력발전소 미세먼지 저감 시스템 개발
 - 전자빔 이용 응축성 미세먼지 처리 요소기술 개발을 통한 기존기술 대비 획기적 성능향상('18, 30억원/5년)
- ▣ 녹조저감 등 가축오폐수 정화용 수질오염 저감 시스템 및 핵심소재 개발
 - 철죽매 이용 에너지 회수형 전자선 수처리 시스템, 방사선 이용 의료용 RI 폐기물 제거시스템, 방사선 응용 생물전기화학 공정(질소, 인 저감) 기술 등
- ▣ 국민의 불안감 해소를 위한 저선량 방사선 생물학적 효과 정밀평가 추진
 - 방사선에 대한 과학적 근거 확립과 국민 소통을 위한 자료 구축 필요
- ▣ CO2 저감을 위한 신재생 에너지 활용 기술 개발
 - 방사선을 이용한 에너지 저장장치 고도화, 이차전지소재, 태양광소재 등 신재생 에너지분야 신소재 개발
- ▣ 방사성동위원소 기반 전력생산기술 개발
 - 전력 생산용 방사성동위원소 생산 및 변환·분리 시스템 기반 구축

감사합니다.



지정토론

토론좌장 약력

성명	김승조	
소속	한림원 기획정책담당부원장	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
1973	서울대학교	항공공학과 학사
1981	Univ. of Texas at Austin	석사
1985	Univ. of Texas at Austin	박사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1973~1979	국방과학연구소 제1기	과학장교, 연구원, 선임연구원
1986~2015	서울대학교 항공우주공학과	조교수, 부교수, 교수
1988~1992	서울공대	전산실장
1992~1993	서울대 항공우주공학과	학과장
1994~1996	서울공대	기획실장
2001~2003 2003	서울대학교 항공우주신기술연구소 국제적응구조물 학회	소장 조직위원장
2004~현재	Institute of Physics	Fellow
2004~현재	미국항공우주학회	Associate Fellow
2004~현재	서울대 비행체 특화연구센터	소장
2005~현재	한국복합재료학회	회장
2005~현재	한국산업용용수학회	회장
2006~2008 2006.08	한국항공우주학회 US-Korea Conference on Science, Technology and Entrepreneurship (UKC2006)	부회장 Coordinator
2007	Microsoft HPC(High Performance Computing)Institute	
2009	한국항공우주학회	회장
2009~현재	미국항공우주학회(AIAA)	Fellow
2011~2014	한국항공우주연구원(KARI)	원장

토론자 약력

성명	성창모	
소속	한림원 정책학부 정회원(UN 기후변화협약 기술집행위원)	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
1979	서울대학교	학사
1981	서울대학교	공대 대학원 석사
1984	미국 Ohio State University	석사
1988	미국 Lehigh University	공학박사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1992~2004	메사추세츠 주립대학 화공/핵공학과 첨단소재 연구소 메사추세츠주 시험인증소 물리학과 미국전자현미경학회 International Committee New England 전자현미경 학회 다수 전자현미경상 Armenia Honorary전자현미경학회 재미한인 세라믹스학회 재미 전자현미경그룹 인제대학교	부교수(종직) 소장 소장 겸직교수 위원장 회장 심사위원 회장 회장 회장 제3대 총장 단장 및 인선위원장
2004~2006	대덕 R&D 특구 대통령 자문 정책기획위원회 효성기술원 청와대 지식경제부 미래부 산하 출연연 녹색기술센터 외교부 국무조정실 녹색성장위원회 고려대학교 그린스쿨대학원 미래부 산하 출연연 녹색기술센터 UNFCCC 기술집행위원회 아시아-태평양	위원 초대원장 교육과학기술수석 자문위원 장관 자문위원 초대소장 장관 정책자문위원 위원 초빙교수 명예연구위원 대표 위원
2005		
2006		
2008		
2010		
2013~2016		
2014~현재		
2015~현재		
2016~현재		
2016~현재		

토론토론요약문

● ● ●

성 창 모 한림원 정책학부 정회원(UN 기후변화협약 기술집행위원)

제113회 한림원 탁토론회 '탈원전 논란에 대한 토론'

성창모 한림원 정책학부 정회원

- 탈원전 논쟁이슈는 전문가와 일반인 사이에 존재하는 대조적 인식차이.
- 위험과 이익 분배의 정의문제: **핵폐기물 위험에 대한 미래세대의 동의?**
- 에너지 사용을 과감히 줄이고 고통을 감내하는 사회적 합의와 새로운 **클린에너지 확보**
- 에너지는 경제성, 지속성, **기후변화대비, 안보** 측면을 검토
- 원전에 대한 **부정적 인식**은 미래세대에 지대한 영향
- 미래원자력 기술개발의 추진 현황과 **미래지향적 방향:**
안전성 확인, 해체핵심기술의 자립, 새로운 일자리 창출

기후변화대응: 온실가스감축 해법은 클린에너지 (Clean Energy)



INTENDED NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION

Global Trends: INDCs and New Energy Policy

* INDC (Intended Nationally Determined Contribution)
: A term under the UN Framework Convention on Climate(UNFCCC) for reduction target of greenhouse gas emissions

Period	Target (%)	Actions
60~65% compared to 2005	Generate 10GW of solar energy and 200 GW of wind power by 2020	
26% compared to 2013	Approve 105GW generation of solar energy and Supply 17 million units of Smart Meter by 2017	
40% compared to 1990	Invest 3 billion euros in renewable energy, electric vehicles	
26~28% compared to 2005 (Target year:2025)	Achieve 25% rate of renewable generation by 2020 and Supply 100 million electric vehicles by 2015	
26~28% compared to 2005	Achieve 25% rate of renewable power generation by 2020 and Grant \$ 300 million to ERF(Emission Reducing Fund) by 2010-2019	

한국의 온실가스 감축목표

900 (단위: 배만톤CO₂eq)

800

700

600

500

400

300

200

100

0

782.5(BAU)

850.6(BAU)

694.5

559.9

543.0

632.0

536.0

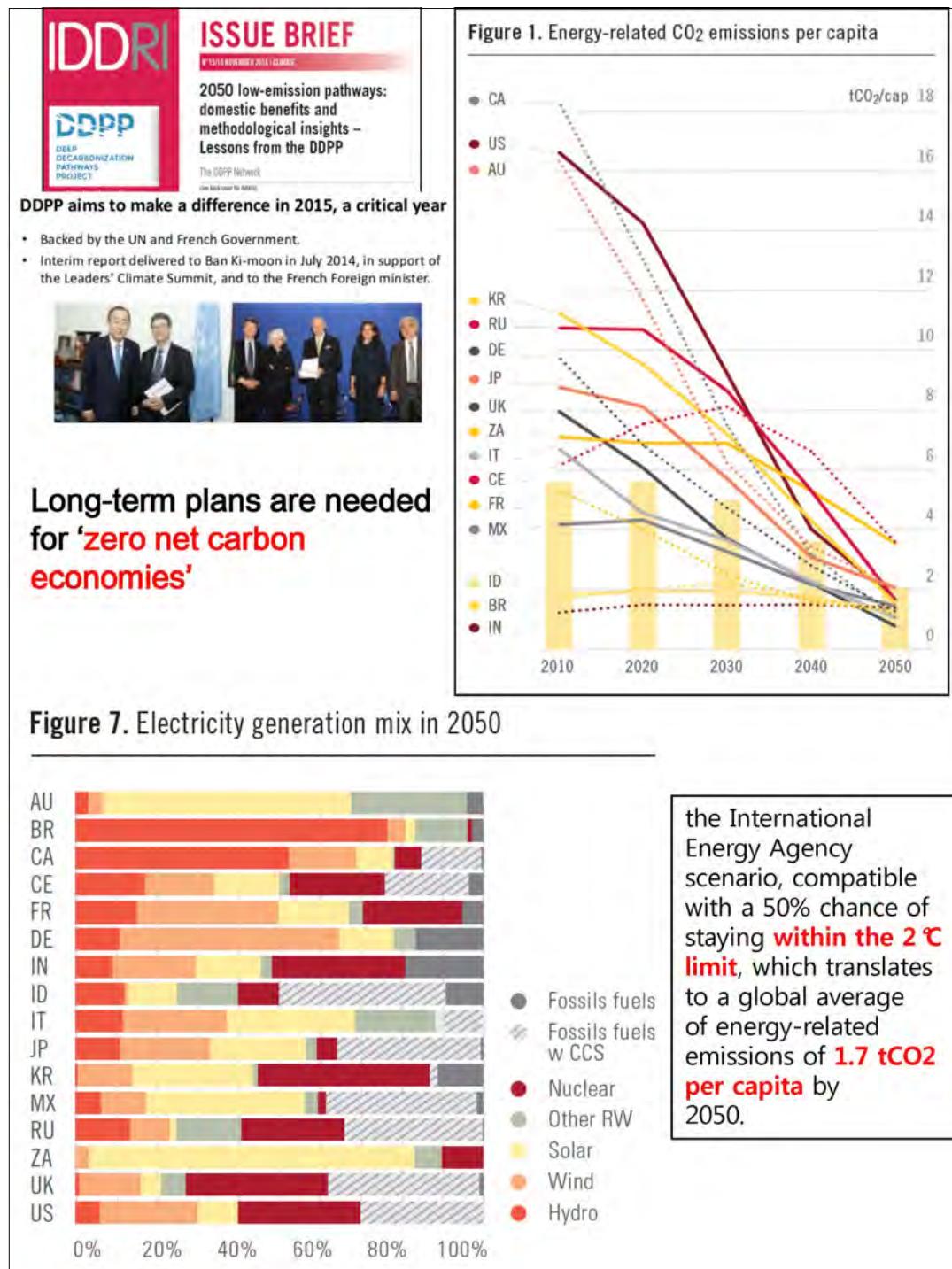
국내감축 25.7%

국외감축 11.3%

INDC

2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030

* Source: MOE, Korea



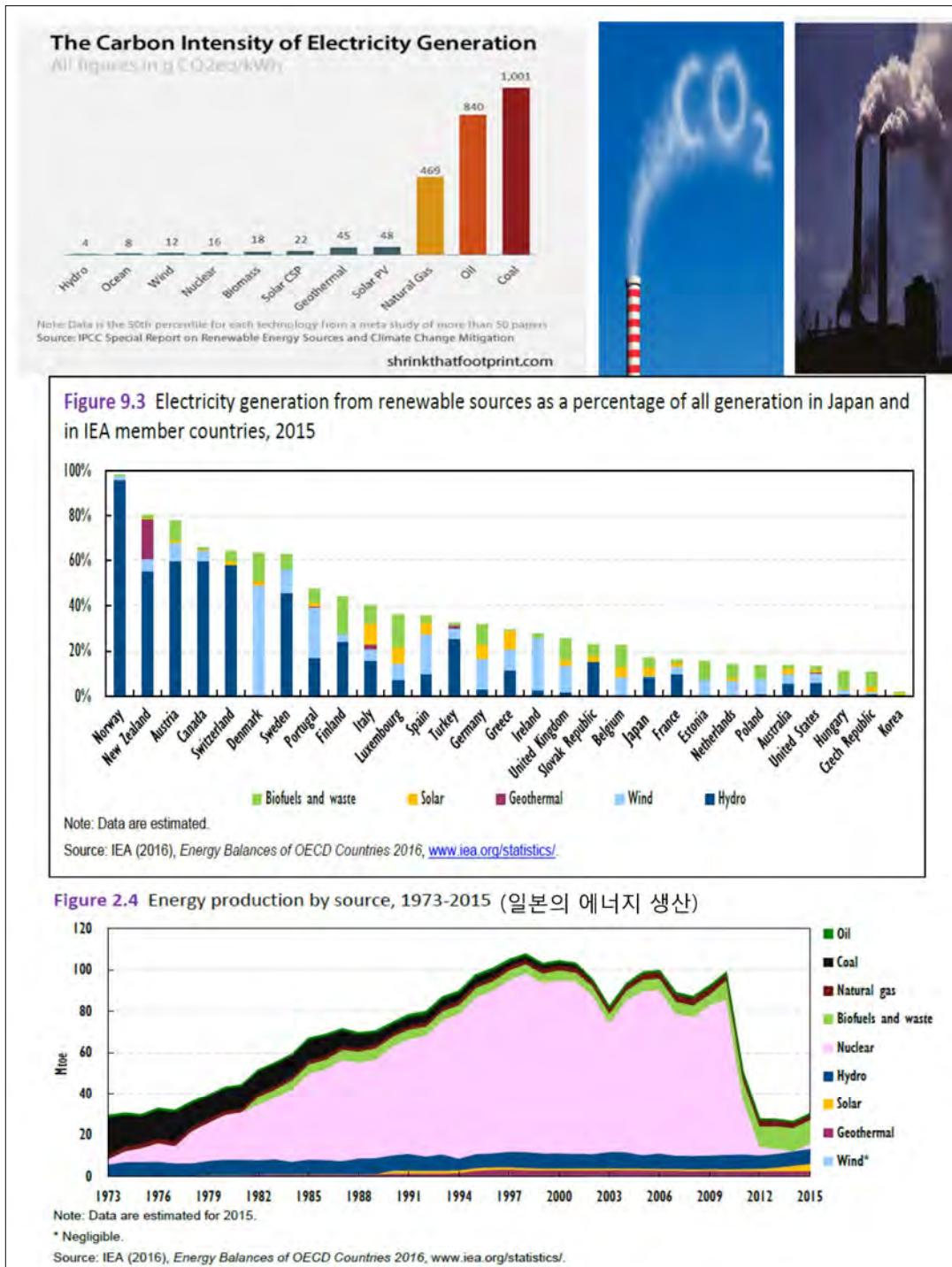
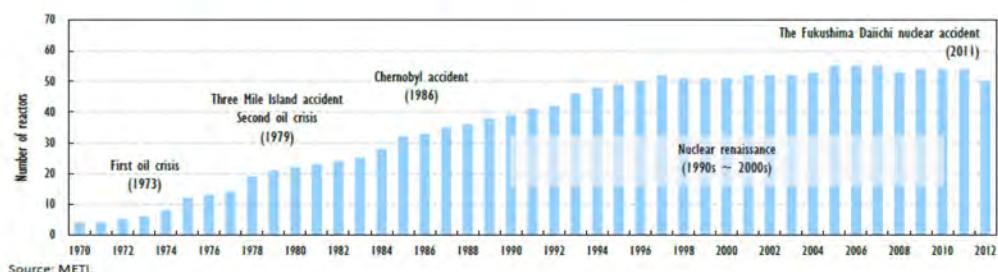


Table 10.1 Development of nuclear power generating capacity in Japan (1970-2012)

	1970	1980	1990	2000	2010	2012
Number of reactors	4	22	39	51	54	50
Total capacity	1.3 GW	15.5 GW	31.5 GW	44.9 GW	49 GW	46.1 GW
Generation share	1.6%	16.9%	27.3%	34.3%	28.6%	1.5%

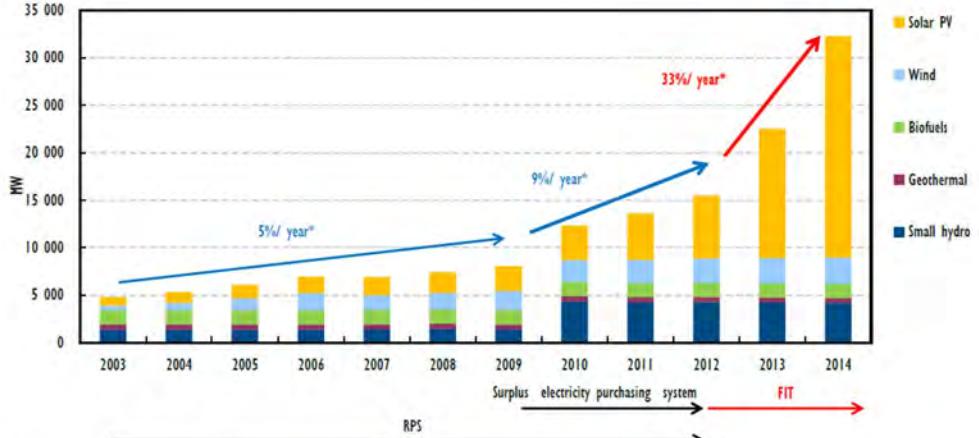
Source: METI.

Figure 10.2 Development of nuclear power generating capacity in Japan (1970-2012)



Source: METI.

Figure 9.4 Renewable electricity generating capacity (excluding large hydro), 2003-14



*Growth rates numbers from METI.

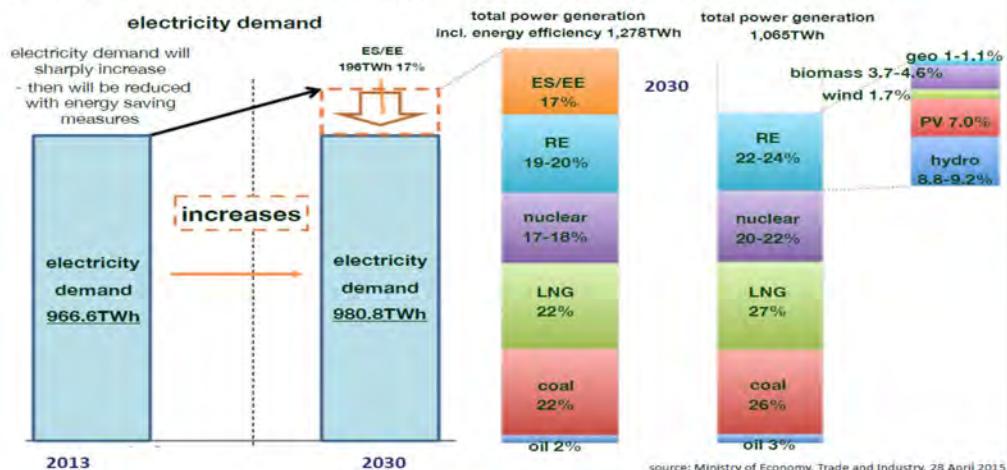
Source: IEA (2015), *Renewables Information*, www.iea.org/statistics/.

In 2010, nuclear power accounted for 75.9% of domestic energy production, with the remainder made up of renewables (20.2%) and natural gas and oil (3.9%) (Figure 2.4). Most notably since 2010, solar energy production has increased by 207.8% and that of biofuels and waste by 19.7%.

Electricity from renewable sources amounted to 170.7 terawatt-hours (TWh) in 2015, or 16.9% of total generation. Renewables in electricity generation include hydropower (85.1 TWh or 8.4% of total electricity generation), biofuels and waste (41.8 TWh or 4.1%), **solar power (36 TWh or 3.6%)**, **wind power (5.3 TWh or 0.5%)** and geothermal energy (2.6 TWh or 0.3%). The share of renewables in the mix has increased from 8.4% in 2005 (or 95.2 TWh) due to a surge primarily in solar power. **Solar power grew 20-fold from 2005 to 2015, while wind power increased by 201.8%**.

barriers: electricity mix - RE 22-24% in 2030

Japan's electricity mix in 2030: gas 27%, coal 26%, oil 3%, nuclear 20-22%, **renewables 22-24%**
GHGs emission reduction : 26% by 2030 from 2013 level = 18% reduction from 1990 level



Securing of nuclear power safety and nuclear reactor restart



● Ready technologically

- (Already has world leading technology)
- ⇒ Endured the earthquake.
- ⇒ Accident caused by "station blackout" due to tsunami
- US added "station blackout" to its safety standards following 9/11

● Now ready in terms of institutional aspects (independence)

(The challenge is the speed of the reviews.)

● Safety culture is being enhanced

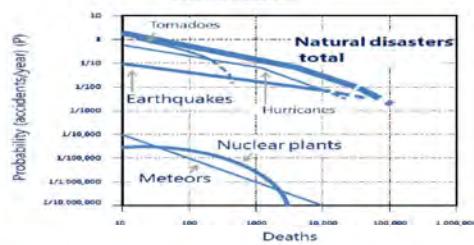
Two issues:

- (1) Voluntary safety efforts by operators
In the US, NRC (regulators) vs. INPO (operators)*
- (2) Public mindset has shifted from the safety myth to absolute risk
⇒ The ideal is to "lower risks to tolerable levels"

Inauthorized reproduction prohibited
© 2015 IEEJ. All rights reserved

* NRC : Nuclear Regulatory Commission
INPO : Institute of Nuclear Power Operations

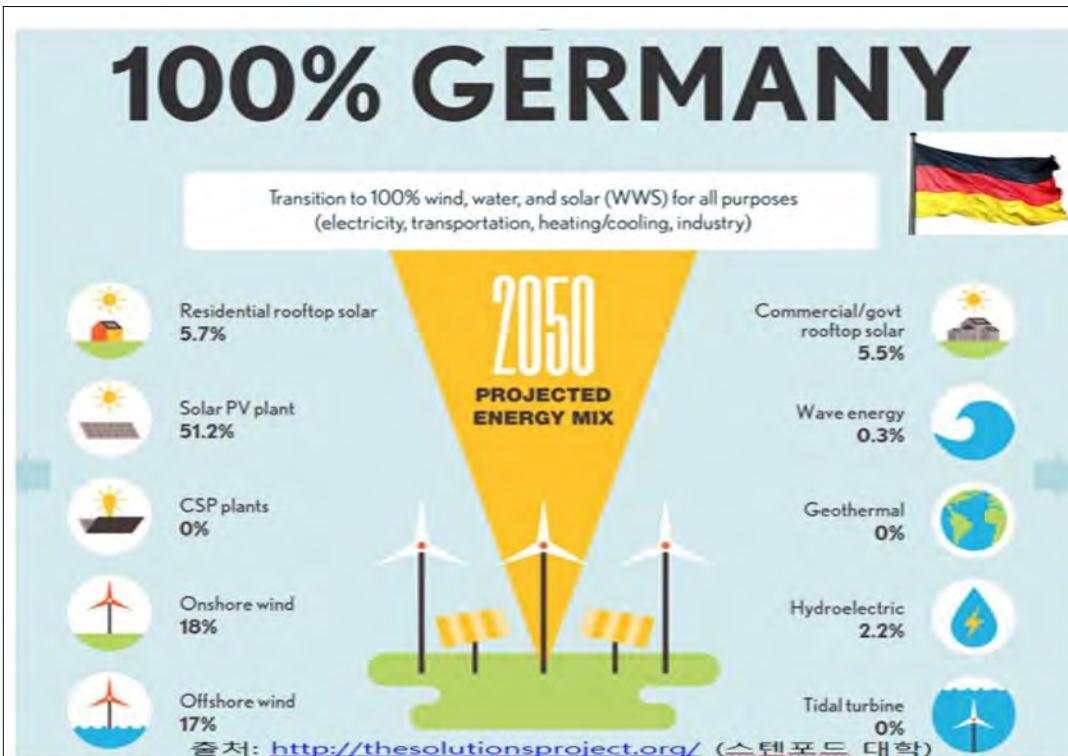
Risk comparison between 100 nuclear power reactors and natural disasters in WASH-1400*



Source: Nuclear Regulatory Commission (NRC) "Reactor safety study: An assessment of accident risks in U.S. commercial nuclear power plants," 1975

*WASH-1400
A report published in 1975 on the study of the applicability of probabilistic risk analysis to nuclear power plants. The study was conducted by the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) in the early 1970s and established the framework for probabilistically assessing the risks of accidents in nuclear power plants in a quantitative manner.





요약과 제언:

- 21세기 기후변화체제에 동참하고 글로벌 트랜드에 적합한 클린 에너지 정책
- 탈원전 국가 (일본, 독일) 사례를 통한 사회적 합의와 정책 연구
- 원전과 재생에너지에 집착하지 않고 다양한 새로운 클린 기후 기술 개발과 상용화를 목표
- 미래 Energy Mix 정책의 중요성: 과학기술 융합, 사회적 합의, 경제적 시너지와 GDP 상승 (일자리 창출)

토론자 약력

성명	신동화	
소속	한림원 농수산학부 종신회원(전북대학교)	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
1965	동국대학교	학사
1981	동국대학교	식품공학과 박사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
2016~현재	(사)한국식품산업진흥포럼	회장
2008~현재	(사)한국장류기술연구회	회장
2008~현재	신동화식품연구소	소장
2009~현재	식품산업진흥위원회	위원장(농림수산식품부)
2012~현재	식품안전Committee	위원장(농수산식품유통공사장)
2004~현재	(사)한국과학기술한림원	정회원, 종신회원
2010~2016	(사)한국식품안전협회	회장
2005~2006	(사)한국식품위생안전성학회	회장
2002~2002	(사)한국식품과학회	회장
1988~2008	전북대학교 식품공학과	교수(현 명예교수)

토론요약문

•••

신동화

한림원 농수산학부 종신회원(전북대학교)

주제발표에서 거론한 의견과 제안들에 대하여 대부분 공감하면서 탈 원전에 대한 것은 이 분야 전문가들에 의해서 심도 있게 시한을 두지 말고 협의하여 종합된 가장 합리적인 의견을 도출한 후 결론은 내야 한다고 여깁니다.

원자력 발전 분야는 그 자체의 안전성 문제와 함께 국가의 향후 사활이 걸린 장기 국가 에너지 수급문제와도 직결되기 때문입니다. 이 세상의 모든 사안은 양면성이 있다고 생각합니다. 즉 위험과 이익, 어느 쪽을 선택하건 완전하지는 않을 수 있습니다. 그러나 이익을 극대화하고 위험을 최소화하는 것에 많은 사람들은 동의 할 것으로 여깁니다. 원전의 문제도 같습니다. 위해는 있으나 위험의 수준을 최소화하여 우리나라 에너지를 값싸고 안정적으로 공급해야 할 수단을 마련해야 한다는 공감대를 도출해야 한다고 봅니다. 위험을 최소화하는 것은 과학적인 접근이 필요하며 이 분야 과학자들의 뜻입니다. 또한 일반 불안해하는 많은 국민들을 이해시키고 불안을 해소시키는 것 또한 과학자들의 임무입니다. 이때 인문사회과학자들의 참여가 필수입니다. 탈 원전의 문제야 말로 국민적 공감대가 꼭 필요하다고 봅니다. 일방적인 밀어붙이기식 계획 추진은 많은 국민과 이 분야 과학자들의 호응을 받기는 어려울 것으로 여깁니다.

저는 식품과학자입니다. 탈 원전의 문제는 더 전문가의 의견을 듣도록 하고 몇 년 사이 우려의 목소리가 일었던 식품에 방사능 물질 오염과 식품의 안전성 문제를 거론할까 합니다.

인간이 살아가는데 필수인 식품은 다양한 영양성분과 함께 함량은 다르지만 위해성 물질도 같이 함유하고 있는 경우가 많습니다. 즉 생물학적 측면에서 살모넬라 등 식중독 미생물이 존재할 수도 있고 위해성 화학물질로는 수은, 비소 등 중금속과 각종 위해성 농약 등이 이에 속합니다. 또한 공기 오염에 의한 각종 위해 물질도 우리 건강에 영향을 미치게 되는데 이와 같은 위해 물질이 존재함에도 인간이 계속 생존입니다. 즉 위해(hazard)하기는 하나 위험(risk)수준은 아니라는 것입니다. 즉 많은 중금속 등은 폭넓게 토양과 식품 자체의 한 성분으로 이미 함유되어 있으나 일반적인 함유량으로는 인체에 영향을 주지 않고 있으며 몇 종의 예외를 제외하고는 식중독 미생물도 위험한 수준으로 오염되어 있지는 않다는 것입니다.

많은 소비자가 걱정하는 방사능 물질은 태양, 토양, 공기 등 자연에도 이미 존재하고 있으며 우리가 매일 사용하는 TV, 전자레인지 등 전기기기도 방출량의 차이는 있지만 모두 방사선을

방출하고 있습니다. 또한 의학적으로 진단이나 암 치료에 사용하는 방사선양은 자연에 존재하는 양 이상이나 엄격한 기준을 정하여 안전관리 수준을 준수하고 있습니다. 우리 환경에서 받고 있는 자연 방사선량은 연간 3.08mVs(세계평균 2.4mSv)으로 법적기준으로 정한 양 이하로 전연 위험 수준은 아닙니다.

인위적으로 생성되는 방사능 물질은 어떻습니까? 대표적인 방사능 물질인 우라늄이나 플루토늄이 붕괴되면 1,700여종의 방사성 핵종이 만들어지는데 이 중 우리 식품으로 이행되어 걱정하는 것은 ^{134}Cs -와 ^{131}Cs 그리고 ^{131}I 입니다. 이들이 문제되는 이유는 두 성분이 모두 물에 녹고 ^{134}Cs -와 ^{131}Cs 은 식품성분인 칼륨과 같이 세포에 들어가 생리적인 작용을 하면서 부정적인 영향을 주고 ^{131}I 은 갑상선에 침착되어 오랫동안 독성을 일으키기 때문입니다. 또한 방사능 물질이면서 반감기가 30.17년(^{134}Cs 와 ^{131}Cs)으로 한번 축적되면 일생동안 인체 내에서 방사선을 발생하여 발암 등 생리적 이상 현상을 초래하기 때문입니다.

방사능을 갖는 ^{134}Cs -와 ^{131}Cs 이나 ^{131}I 에 대하여 우리 관심을 갖게 된 것은 일본 후쿠시마 원전 사고(2011.3.11.) 이후 이곳에서 잡히는 어류나 농산물 등에 방사능 물질이 오염되어 우리나라에 수입 될 가능성성이 있기 때문입니다. 즉 방사능 물질이 오염된 수산물이나 농산물이 우리 식탁에 올라 자신과 자식들이 불안한 식품을 먹을 수 있다는 가능성 때문입니다.

그간 식약처의 발표에 의하면 일본산 어류, 가공식품, 농축수산물 중 방사능 물질 검사 결과 2011년부터 2016년 까지 검사대상 총 169,294건 중 검출 건수는 334(0.197%)건이었으나 검출된 시료도 국제적으로 정한(국내기준도 동일)기준치 이하였으나 스트론튬, 플루토늄 등 기타 핵종이 검출되어 전량 반송 조치한 바 있습니다. 최근(2017.7.17.~7.21)까지 검사한 결과에서도 농산물, 가공식품, 건강기능식품, 식품첨가물 등 총 415건(총중량 2,479톤)에서 방사성 세슘이나 요오드가 법정 기준을 초과하거나 검출되지 않고 있습니다.

참고로 식품 중 방사능 기준은 ^{131}I (옥소)의 경우 영유아식, 육류, 유가공 제품은 100, 기타식품은 300Bq/kg,L이며 ^{137}Cs 과 ^{134}C (세슘)은 모든 식품에 370 Bq/kg, L으로 관리하고 있으며 주기적으로 검사기관에서 방사능 물질에 대한 모니터링을 하고 있습니다.

위해성 물질이 존재하는 것만으로 문제가 되는 것이 아니라 함량이 위험 수준인가 아닌가가 관심의 대상이 되어야 합니다. 과도한 걱정은 육체적 위해보다는 정신적 문제로 비화되어 사회적 불안 요인으로 작용할 수도 있기 때문에 정부와 전문가들에 의한 대 소비자 정확한 정보제공과 이를 바탕으로 국민을 안심시키는 노력이 요구됩니다.

Bq(Becquerel): 방사능물질의 원자핵이 단위 시간당 붕괴되는 수, 즉 방사능 강도를 측정하는 단위

Sv(Sievert): 사람이 방사선을 죽였을 때 미치는 영향 정도를 나타내는 측정단위, 즉 흡수되는 에너지 양 (1 Sv = 1 joule/Kg, 1Gy = 1 joule/Kg)

토론자 약력

성명	이동수	
소속	한림원 의약학부 정회원(서울대학교)	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
1982	서울대학교	학사
1990	서울대학교	박사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1982~1986	서울대학교병원	전공의
1986~1989	국군수도병원	육군군의관
1989~1990	서울대학교병원	전임의
1990~현재	서울의대	교수
2006~2014	서울의대핵의학교실	주임교수
2002~현재	Eur J Nucl Med Mol Imaging	편집위원
2003~현재	J Nucl Med	편집위원
2010~2012	대한핵의학	회장
2010~현재	J Nucl Cardiol	편집위원
2012~2014	대한나노의학회	회장
2013~현재	분자의학바이오제약	학과장
2015~현재	서울대학교 생명공학	공동연구원장

토론요약문

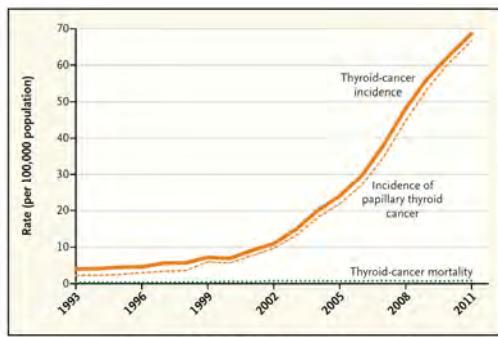
•••

이 동 수

한림원 의약학부 정회원(서울대학교)

- 방사선과 방사성동위원소의 의료 이용은, 환자에게 필요한 정보를 얻기 위하여 장해 가능성을 산정하고, 위험도보다 이득이 크다는 증거를 바탕으로 매일 임상에서 시행되고 있음.
- 방사선 관련 위험은 1) 방사선중대사고와 그 후 여파(after-effect)와 2) 상시 방사선노출 위험으로 나누어, 그 중에도 중대사고 자체(폭발, 다량방사선유출 등)는 재난으로 재난 가능성을 다루어야 하며, 국민건강상 문제는 1) 중대사고의 여파로 증가한 방사선량율의 효과와 2) 상시 가동 원전 지역 주민의 방사선조사량으로 나누어 봄.
- 중대사고 여파로 대기, 지역, 수자원의 방사선량율의 증가는 체르노빌과 후쿠시마의 경험이 이제 축적되어 우리나라도 이를 대비하고 식품 의료 방사선까지 기준을 만들어 규제함. 국민의 의식에도 널리 계몽되었음. -> 중대사고를 대비하여 안전규제와 해체처리에 만전
- 상시 방사선조사량은 20여년 동안의 역학조사와 모니터 결과 자연방사선 조사량에 비하여 증가하지 않았음.
- 상시 방사선조사량의 위험성을 주장하는 것은 근거없고 잘못된 과장임. -> 비발전 분야 (의료이용)에 대한 연구/교육/진료
- 재생에너지 전력생산량이 5GW 수준일 때, 원전 전력생산이 30 GW인 구조를 치환할 계획을 국민에게 설득하여야 함.
- 특히 전력을 기반으로 병원과 의료기기를 사용하는 의료인으로서, 4차산업혁명으로 빅네이터와 클라우드 IoT를 기반으로 향상된 임상의료를 전망하면서, 특히 CO₂, 미세먼지 (Nitrogen, carbon나노구조)의 주 생산원인 휘발유/디젤을 대신할 전기자동차의 도입을 기대하는 국민으로서 지불가능한 전기를 공급할 정책을 요청함.

- ▣ 근거를 생산하고 해석할 때에도 아래 인용과 같이 검사방법(초음파)의 발달(수 mm의 종양 발견, 미세침세포검진으로 암 확진)과 전국민 건강검진의 보편화에 따르는 과잉발견인 우리나라 갑상선암의 경우를 참고하여야 함.



Thyroid-Cancer Incidence and Related Mortality in South Korea, 1993–2011.

그림 1

Ahn et al. Korea's Thyroid-Cancer "Epidemic"-Screening and Overdiagnosis. New Engl J Med 2014

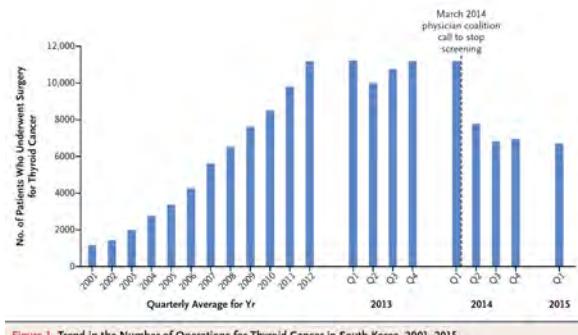


그림 2

South Korea's Thyroid-Cancer "Epidemic" - Turning the Tide
New Engl J Med 2015

토론자 약력

성명	최기련	
소속	한림원 정책학부 정회원(아주대학교)	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
1973	서울대학교	학사
1982	프랑스 Grenoble 대학원	박사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1973~1978	한국외환은행 조사부	조사역
1978~1986	한국동력자원연구소	에너지정책연구부장
1986~1987	에너지경제연구원	에너지정책연구부장, 연구위원
1987~1988	한국 전력공사 사장	정책담당 특별보좌역
1988~1989	아주대학교 대학원 에너지학과	교수
1994~현재	아주대학교 대학원 에너지학과 에너지자원기술개발지원센터	교수, 명예교수
1989~1994	아주대학교 부설 에너지기후변화연구소	소장
	산학협력단	소장
1992~2004	선도기술(G7) 기획자문 위원회	단장
1995~1996	과학기술정책관리연구소	위원장
1997~	한국공학한림원	단장(파견근무)
2002~2004	고등기술연구원	회원
2002~	한국과학문화재단	원장
2003~	한국 에너지공학회	이사
	국무총리실 기초기술연구회	회장
	국가균형발전위원회 지역혁신분과	이사
	동북아 에너지포럼	위원
	한국석유공사	부회장
	한국가스공사 열린 공기업위원회	사외이사
	국가과학 기술위원회	위원장
	차세대 성장 동력 포럼	운영위원
	국가과학기술위원회	회장
2004~	종합조정 실무위원회	위원장

토론요약문

•••

최기련

한림원 정책학부 정회원(아주대학교)

1. 탈(脫)원전 논란의 가치, 의사결정 구조 규명

- 김경만 교수의 발제: 탈원전 논란을 ‘위험사회’의 특징인 과학기술/전문가에 대한 신뢰성 변화로 해석하는 것이 타당함.
- 특히 “탈원전 문제는 사실에 의거해서 해결될 수 있는 문제가 아니라 어떤 가치를 추구할 것인가에 대한 ‘정당화’(accountability or justifiability)의 문제”라는 김 교수의 진단에 공감함.
- 이러한 논의과정에서 “믿고 싶은 것만 믿는다.”는 탈진실(脫眞實: Post Truth)사회의 병폐에 대한 보다 광범하고, 깊은 성찰이 필요함.
- 과학기술계는 이번 탈(脫)원전 논쟁에 대해 그 진부(真否)에 대한 관심보다 과학기술의 가치와 역할에 대한 보다 진전된 숙의과정이 필요함을 인식하고 우리 과학기술한림원이 이러한 선도적 역할(과학기술과 사회) 수행을 기대함.

2. 탈(脫)원전 논란

- 탈원전: 에너지정책의 영역
- 에너지정책: 민생 필수기초재화에 관련된 복합과학적 접근 요구
- 과학(科學:Science): 사실에 대한 정확하고 중립된 서술(Description)과 정확한 인과관계 분석 (Analysis), 그리고 누구나 검증할 수 있는 범위 내에서 미래 예측(Prediction)이 가능해야 함.
- 이번 탈핵논란: 지난 6.19일 고리1호기 영구정지 선포식 이후 바로 원전가치에 대한 상반되고 경쟁적인 의견들 제시

- 준비기간 부족과 참여 전문영역의 한계로 복합과학적 의견제시에 한계
 - * 인용자료 해석의 작의성, 동태적 시간개념 부족, 적정 예측능력이 부족
 - * 논쟁 참여자들의 과격화 = 사회갈등 방치?
 - * 정치문제화 시도: 복합과학적 논리부족 호도?
- 결론: 충분한 준비(시간, 논리)하에 과학적 토론, 검증체재로 전환
 - * 8차 장기 전원개발계획 결과도출에 적극참여 및 결과도출 이전 논란 자제

3. 미래 원자력 R&D

- 이번 탈원전 논란사태를 반영한 R&D계획 수립 필요
- SMR(Small Module Reactor)등 기존원전 한계보완을 위한 장기계획 수립
- Passive 성능 원자로 상용화 이전의 Bridge계획, 국제협력 계획 강화,
- 원자력연구기금의 재원조달 포트폴리오 재구성 및 존속 문제

토론자 약력

성명	한 삼희	
소속	조선일보 수석논설위원	
1. 학력		
기간	학교명	전공 및 학위
	서울대 일본 쓰쿠바대	사회학과 학사 환경과학연구과 대학원 석사
2. 주요 경력		
기간	기관명	직위, 직책
1983	조선일보	입사
1993	조선일보	환경팀장
1999	조선일보	독자부장
2002	조선일보	사회부장
2003~현재	조선일보	논설위원
3. 저서		
2009	리스크 테이블	
2016	위키드 프라블럼	

토론요약문

•••

한 삼 희

조선일보 수석논설위원

□ 개발-환경 논쟁의 세 차원

- ① 철학-가치 논쟁: 토론으로 결론 가릴 수 없는 부분
- ② 과학-경제 논쟁: 토론 가능하나 많은 불투명 요소들
 - 1) 안전성, 2) 경제성, 3) 에너지 안보, 4) 공급 안정성, 5) 미래 잠재력
 - ※ 경제성만 해도 중대사고 발생 확률, 사고시 복구 비용 어떻게 잡나
신재생 back up 비용, 좁은 국토 여건 등 불확실 요소
 - ※ 5가지 항목은 같은 척도 비교 가능 요소 아님
결국 전문가 그룹의 직관에 기초한 합의 필요
 - ※ 불확실 요소 감안하면, 적절 비율 포트폴리오 구성이 합리적
최선 확신 못할 때 최악 가능성 피해 안전 추구, 국가 운명 도박은 곤란
- ③ 절차-법률 논쟁: 철학-가치, 과학-경제 논쟁에서 합의 불가능할 때
'공론화'는 절차적-민주적 정당성으로 불확실성 돌파하자는 시도

국가 의사결정으로선 '최대한의 과학-경제 합리성'이 바람직
'절차적 정당성'으로 대체하더라도 가능한한 불투명 요소들 정리 후,
남은 불투명 부분들 놓고 집단적 직관으로 의사결정해야

□ 원자력 핵심 불투명 요소 두 가지

<사고 발생확률> IAEA 3세대 원전 사고 확률 목표 '10만가동년에 1회'
역사적으로는 1만7000가동년에 5회, 3500가동년에 1회
한국 기술-지질 조건 등 감안 '1만 가동년에 1회'로 잡으면
10개 원전 단지라면 '1000년에 1회' 빈도

〈사고시 복구 비용〉 후쿠시마 복구비 220조, 피난 규모 16
400만 인구면 5500조, 4만은 55조
‘1000년에 한번 55조 사고’면 감당 가능 수준

□ 원자력 공포의 과장 가능성

UNSCEAR 2013년 보고서: “후쿠시마 사고로 확인된 방사능 사망자 한명도 없다”
“후쿠시마에서 평생 살면 10mSv” - CT 한 번 수준
“문제는 심리적” - evacuation 요인 사망자 1300명
의학저널 Lancet: 석탄발전 1TW당 대기오염 등 사망자 24.5명
가스발전 2.8명, 원자력은 0.052명

□ 최대한 정보 숙지한 상태에서의 국민 선택이라야

- 시민들에 그런 합리성 기대는 요원, 예) 광우병 사태
- 전문가도 찬반 붙으면 비합리이긴 마찬가지, 예) 새만금 논쟁
- 원전 논쟁은 정치 진영간 싸움 양상, 한국에서 정치는 블랙홀

한림원탁토론회는...

•••

한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 세우고, 동시에 과학기술 현안문제에 대한 해결방안을 모색하기 위한 목적으로 개최되고 있는 한림원의 대표적인 정책토론행사입니다.

지난 1996년 처음 개최된 이래 지금까지 100여회에 걸쳐 초중등 과학교육, 문·이과 통합문제, 국가발전에 미치는 기초과학 등 과학기술분야의 기본문제는 물론 정부출연연구소의 발전방안, 광우병의 진실, 방사능, 안전 방제 등 국민생활에 직접 영향을 미치는 문제에 이르기까지 광범위한 주제를 다루고 있습니다.

한림원은 과학기술 선진화에 걸림돌이 되는 각종 현안문제 중 중요도와 시급성에 따라 주제를 선정하고, 과학기술 유관기관의 최고책임자들을 발제자로 초빙하여, 한림원 석학들을 비롯해 산·학·연·정의 전문가들이 심도 깊게 토론을 진행하고 있습니다.

토론후에는 책자로 발간, 정부, 국회와 관련기관에 배포함으로써 정책 개선방안을 제시하고 정책 입안자료를 제공하여 여론 형성에 기여하도록 힘쓰고 있습니다.

■ 한림원탁토론회 개최실적 (1996년 ~ 2017년) ■

회수	일자	주제	발제자
1	1996. 2. 22.	초중등 과학교육의 문제점	박승재
2	1996. 3. 20.	과학기술분야 고급인력의 수급문제	서정현
3	1996. 4. 30.	산업계의 연구개발 걸림돌은 무엇인가?	임효빈
4	1996. 5. 28.	과학기술 행정과 제도, 무엇이 문제인가?	박우희
5	1996. 7. 9.	연구개발 평가제도, 무엇이 문제인가?	강계원

회수	일자	주제	발제자
6	1996. 10. 1.	정부출연연구소의 역할과 기능에 대하여	김훈철
7	1996. 11. 4.	21세기 과학기술비전의 실현과 정치권의 역할	김인수
8	1997. 2. 25.	Made in Korea, 무엇이 문제인가?	채영복
9	1997. 4. 2.	산업기술정책, 무엇이 문제인가?	이진주
10	1997. 6. 13.	대학교육, 무엇이 문제인가?	장수영
11	1997. 7. 22.	대학원 과학기술교육, 무엇이 문제인가?	김정욱
12	1997. 10. 7.	과학기술 행정체제, 무엇이 문제인가?	김광웅
13	1998. 1. 22.	IMF, 경제위기 과학기술로 극복한다.	채영복
14	1998. 3. 13.	벤처기업의 활성화 방안	김호기, 김영대, 이인규, 박금일
15	1998. 5. 29.	국민의 정부의 과학기술정책	강창희
16	1998. 6. 26.	정보화시대의 미래와 전망	배순훈
17	1998. 9. 25.	과학기술정책과 평가제도의 문제	박익수
18	1998. 10. 28.	경제발전 원동력으로서의 과학기술의 역할	김상하
19	1999. 2. 12.	21세기 농정개혁의 방향과 정책과제	김성훈
20	1999. 3. 26.	지식기반 경제로의 이행을 위한 경제정책 방향	이규성
21	1999. 5. 28.	과학기술의 새천년	서정욱
22	1999. 9. 10.	신 해양시대의 해양수산정책 발전방향	정상천
23	2000. 2. 10.	21세기 환경기술발전 정책방향	김명자
24	2000. 4. 14.	경제발전을 위한 대기업과 벤처기업의 역할	김각중

회수	일자	주제	발제자
25	2000. 6. 16.	과학·기술방전 장기 비전	임관
26	2000. 9. 15.	국가 표준제도의 확립	김재관
27	2000. 12. 1.	국가 정보경쟁력의 잣대: 전자정부	이상희
28	2001. 5. 4	환경위기 극복과 지속가능 경제발전을 위한 과학 기술개발전략	박원훈, 류순호, 문길주, 오종기, 한무영, 한정상
29	2001. 7. 18	국가 과학기술발전에 미치는 기초과학의 영향	임관, 명효철, 장수영
30	2001. 9. 21	산업계에서 원하는 인재상과 공학교육의 방향	임관, 한송엽
31	2001. 10. 31	적조의 현황과 앞으로의 대책	홍승룡, 김학균
32	2001. 12. 5	광우병과 대책	김용선, 한홍율
33	2002. 7. 19	첨단기술 (BT,ET,IT,NT)의 실현을 위한 산업화 대책	한문희, 이석한, 한송엽
34	2002. 9. 13	우리나라 쌀 산업의 위기와 대응	이정환, 김동철
35	2002. 11. 1	생명윤리 – 과학 그리고 법: 발전이냐 규제냐?	문신용, 이신영
36	2003. 3. 14	과학기술분야 졸업생의 전공과 직업의 연관성	조황희, 이만기
37	2003. 6. 18	국내 농축산물 검역현황과 발전방안	배상호
38	2003. 6. 27	대학과 출연연구소간 연구협력 및 분담	정명세
39	2003. 9. 26	그린에너지 기술과 발전 방향	손재익, 이재영, 홍성안
40	2004. 2. 20	미래 고령사회 대비 국가 과학기술 전략	오종남
41	2004. 10. 27	고유가시대의 원자력 이용	정근모
42	2004. 12. 7	농산물 개방화에 따른 국내 고추산업의 현황과 발전전략	박재복
43	2005. 9. 30	과학기술윤리	송상용, 황경식, 김환석

■ 제113회 한림원탁토론회 '탈원전 논란에 대한 과학자들의 토론'

회수	일자	주제	발제자
44	2005. 11. 25	과학기술용어의 표준화 방안	지제근
45	2005. 12. 1	융합과학시대의 수학의 역할 및 수학교육의 방향	정근모, 최형인, 장준근
46	2005. 12. 15	해양바이오산업, 왜 중요한가?	김세권, 김동수
47	2006. 11. 7	첨단과학시대의 교과과정 개편방안	박승재
48	2006. 12. 22	과학기술인 복지 증진을 위한 종합 대책	설성수
49	2007. 6. 29	선진과학기술국가 가능한가? - Blue Ocean을 중심으로	김호기
50	2007. 11. 9	우리나라 수학 및 과학교육의 문제점과 개선방향	김도한, 이덕환
51	2008. 5. 9	태안반도 유류사고의 원인과 교훈	하재주
52	2008. 5. 8	광우병과 쇠고기의 안전성	이영순
53	2008. 6. 4	고병원성조류인플루엔자(AI)의 국내외 발생양상과 우리의 대응방안	김재홍
54	2008. 10. 8	High Risk, High Return R&D, 어떻게 해야 하는가?	김호기
55	2008. 11. 11	식량위기 무엇이 문제인가?	이정환
56	2008. 12. 11	초중고 수학 과학교육 개선방안	홍국선
57	2008. 12. 17	우리나라 지진재해 저감 및 관리대책의 현황과 개선방안	윤정방
58	2009. 2. 19	21세기 지식재산 비전과 실행 전략	김영민
59	2009. 3. 31	세계주요국의 나노관련 R&D 정책 및 전략분석과 우리의 대응전략	김대만
60	2009. 7. 20	국가 수자원 관리와 4대강	심명필
61	2009. 8. 28	사용후핵연료 처리 기술 및 정책 방향	송기찬, 전봉근
62	2009. 12. 16	세종시와 국제과학비즈니스밸트	이현구

회수	일자	주제	발제자
63	2010. 3. 18	과학도시와 기초과학 진흥	김중현
64	2010. 6. 11	지방과학기술진흥의 현황과 과제	정선양
65	2011. 2. 28	국제과학비지니스벨트와 기초과학진흥	민동필, 이충희
66	2011. 4. 1	방사능 공포, 오해와 진실	기자회견
67	2012. 11. 30	융합과학/융합기술의 본질 및 연구방향과 국가의 지원시스템	이은규, 여인국
68	2013. 4. 17	한미원자력협정 개정협상에 거는 기대와 희망	문정인
69	2013. 6. 11	통일을 대비한 우리의 식량정책 이대로 좋은가?	이철호
70	2013. 7. 9	과학기술중심사회를 위한 과학기술원로의 역할과 의무	이원근
71	2013. 7. 22	대학입시 문·이과 통합, 핵심쟁점과 향후 과제는?	박재현
72	2014. 1. 17	국가안보 현안과제와 첨단과학기술	송대성
73	2014. 3. 4	융합과학기술의 미래 – 인재교육이 시작이다	강남준, 이진수
74	2014. 5. 9	과학기술연구의 새 지평 젠더혁신	이혜숙, 조경숙, 이숙경
75	2014. 5. 14	남북한 산림협력을 통한 한반도 생태통일 방안은?	김호진, 이돈구
76	2014. 5. 22	창조경제와 과학기술	이공래, 정선양
77	2014. 5. 29	재해·재난의 예방과 극복을 위한 과학기술의 역할은?	이원호, 윤정방
78	2014. 6. 10	벼랑 끝에 선 과학·수학 교육	정진수, 배영찬
79	2014. 6. 14	문학과 과학, 그리고 창조경제	정종명, 최진호
80	2014. 6. 25	‘DMZ세계평화공원’과 남북과학기술협력	정선양, 이영순, 강동완
81	2014. 7. 24	국내 전통 발효식품산업 육성을 위한 정책 대안은?	신동화

회수	일자	주제	발제자
82	2014. 9. 17	‘과학기술입국의 꿈’을 살리는 길은?	손경한, 안화용
83	2014. 9. 30	한국 산업의 위기와 혁신체제의 전환	이근
84	2014. 11. 14	경제, 사회, 문화, 산업 인프라로서의 사물인터넷(IoT): 그 생태계의 실현 및 보안방안은?	김대영, 김용대
85	2014. 11. 28	공유가치창출을 위한 과학기술의 나아갈 길은? 미래식품과 건강	권대영
86	2014. 12. 5	창발적 사고와 융합과학기술을 통한 글로벌 벤처 생태계 조성 방안	허석준, 이기원
87	2015. 2. 24	구제역·AI의 상재화: 정부는 이대로 방지할 것인가?	김재홍
88	2015. 4. 7	문·이과 통합 교육과정에 따른 과학·수학 수능개혁	이덕환, 권오현
89	2015. 6. 10	이공계 전문가 활용 및 제도의 현황과 문제점	이건우, 정영화
90	2015. 6. 25	남북 보건의료 협정과 통일 준비	신희영, 윤석준
91	2015. 7. 1	메르스 현황 및 종합대책	이종구
92	2015. 7. 3	‘정부 R&D 혁신방안’의 현황과 과제	윤현주
93	2015. 9. 14	정부 R&D예산 감축과 과학기술계의 과제	문길주
94	2015. 10. 23	사회통합을 위한 과학기술 혁신	정선양, 송위진
95	2015. 11. 4	생명공학기술을 활용한 우리나라 농업 발전방안	이향기, 박수철, 곽상수
96	2015. 11. 9	유전자기위 기술의 명과 암	김진수
97	2015. 11. 27	고령화사회와 건강한 삶	박상철
98	2015. 12. 23	따뜻한 사회건설을 위한 과학기술의 역할: 국내외 적정기술을 중심으로	박원훈, 윤제용
99	2016. 2. 29	빅데이터를 활용한 의료산업 혁신방안은?	이동수, 송일열, 유희준
100	2016. 4. 18	대한민국 과학기술; 미래 50년의 도전과 대응	김도연

회수	일자	주제	발제자
101	2016. 5. 19	미세먼지 저감 및 피해방지를 위한 과학기술의 역할	김동술, 박기홍
102	2016. 6. 22	과학기술강국, 지역 혁신에서 답을 찾다	남경필, 송종국
103	2016. 7. 6	100세 건강과 장내 미생물 과학! 어디까지 왔나?	김건수, 배진우, 성문희
104	2016. 7. 22	로봇 기술과 미래	오준호
105	2016. 8. 29	융합, 융합교육 그리고 창의적 사고	김유신
106	2016. 9. 6	분노조절장애, 우리는 얼마나 제대로 알고 있나?	김재원, 허태균
107	2016. 10. 13	과학기술과 미래인류	이광형, 백종현, 전경수
108	2016. 10. 25	4차 산업혁명시대에서 젠더혁신의 역할	이우일, 이혜숙
109	2016. 11. 9	과학기술과 청년(부제: 청년 일자리의 현재와 미래)	이영무, 오세정
110	2017. 3. 8	반복되는 구제역과 고병원성 조류인플루엔자, 정부는 이대로 방치할 것인가?	류영수, 박최규
111	2017. 4. 26	지속가능한 과학기술 혁신체계	김승조, 민경찬
112	2017. 8. 3	유전자교정 기술도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향	김정훈

MEMO

MEMO

www.kast.or.kr

본 사업은 과학기술진흥기금 및 복권기금의 지원으로 시행되고 있습니다.