주요국 원전 계속운전 제도 비교

2015. 9. 4

최 봉 석

에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

현안

- ‘15.2 월성 1호기 1차 수명 연장하였으나 설비 선투자 논란 발생
  원전 7년 5개월 계속 가동 보상금 규모 1310억원

과학적, 객관적 증거에 기반을 두지 않은 보상 체제로 보상비용 지급기준 모호

‘15.6 고리 1호기 경제성이 클 것으로 전망되었으나, 현재 원전 산업에 대한 부정적 시선과 갈등 비용으로 영구 가동 정지 결정

사용연한이 제한되어 있다는 이미지를 가지고 있는 ‘design life’을 ‘설계수명’으로 번역하여 사용: 불필요한 오해를 불러일으킴

가동원전 총 24기 중 향후 10년 11기의 계속운전 신청시기가 도래 :다수 호기 안전성 평가, 규제기관 심사 등의 업무 동시처리하고 설비 선투자 논란 방지, 갈등비용 해소를 위한 합리적 제도 개선 필요

계속운전이란?

계속 운전

운영허가기간(설계수명)이 도달한 원자력발전소에 대한 원자력안전법에서 규정한 기술수준에 따라 안전성을 평가하여 만족한 경우 운영허가기간 만료일 이후에도 운전을 계속하는 것

운영허가기간 = 설계수명

원자력발전소 설계시 설정한 기간으로써 원자력발전소의 안전성과 성능기준을 만족시키면서 운전이 가능한 최소한의 기간

운영허가기간(설계수명): 미국의 예

10.C.F.R.50.51에서 운영허가기간을 40년으로 규정

법무부(정부)
20년 주장
: 독점금지 고려

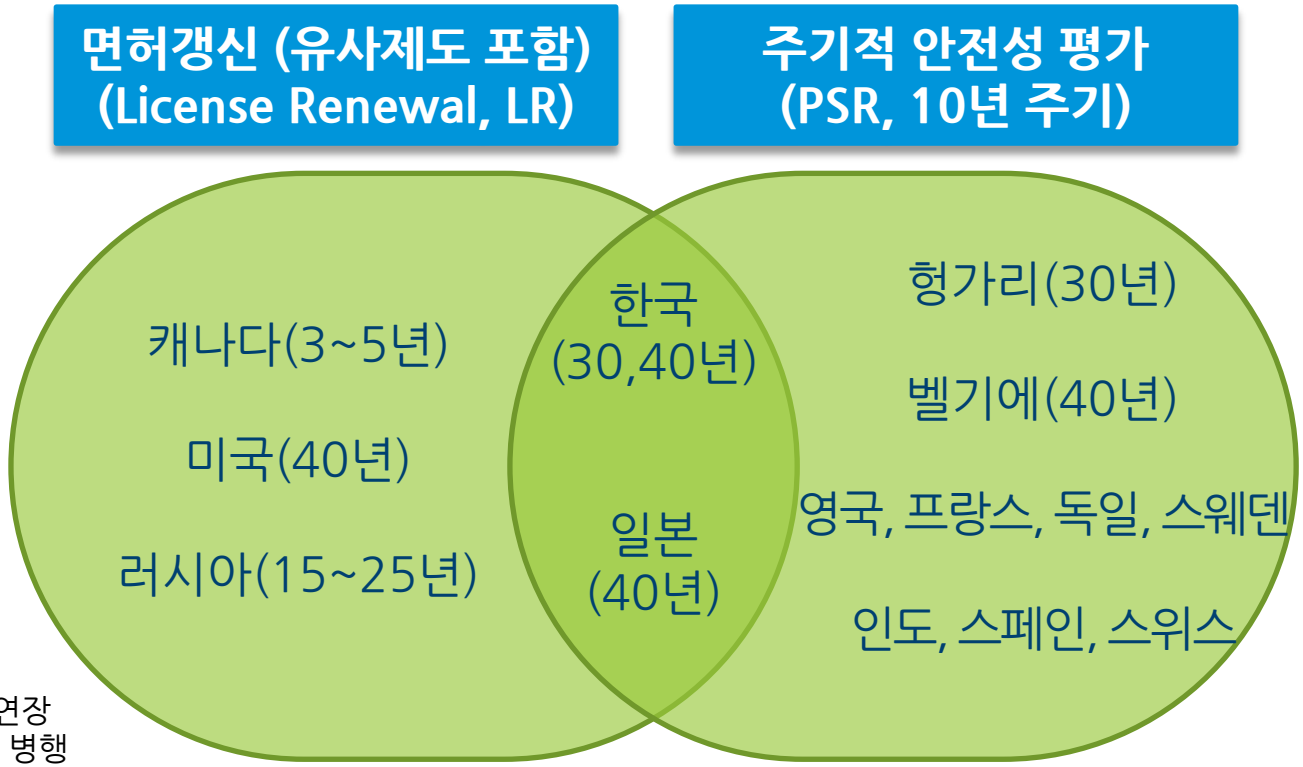
타협 40년

원전사업자
60년 주장
: 투자자금 회수 등 고려

Design life을 '설계수명'으로 번역하여 30여 년간 사용

사실, politically & economically designed

주요국 계속운전 제도



일본: 현행 제도 하,
40년 가동 후 20년 연장
1회 허용(LR) + PSR 병행

신규제가기준 제정('13) 이전, 30년 이상 원전에 대해 10년 주기 노후화 기술평가 (PLM) 실시 (우리나라 제도와 유사)

캐나다:
안전성평가보고서와 설비투자계획을 동시 제출하여 심사3~5년 주기로 허가 갱신

설계수명 만료 전, 추가 25~30년 계속운전 신청

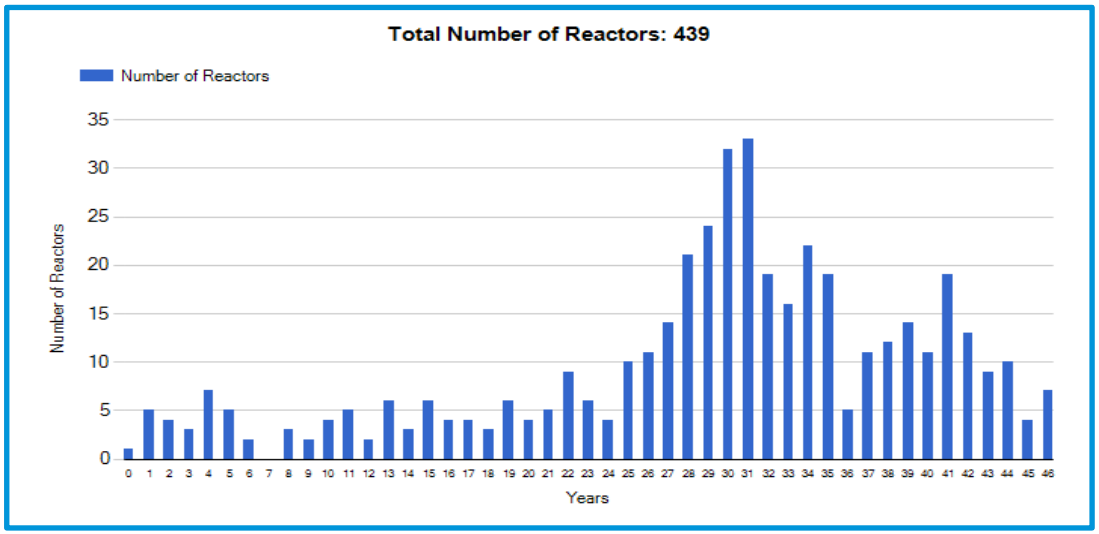
LR + PSR 엄격한 기준인가?

국가별 계속운전 프로그램 현황

국가	운영허가기간 (* 법적설계수명)	PSR	운전기간 (기수)			비고
			전기수	30년 이상	40년 이상	
벨기에	40년*	10년마다	7	5	0	원자로 1기당 10년 계속운전 허용
캐나다	2~5년		19	10	2	지속적인 설비교체와 계속운전 과정 반복 진행(중수로에 적합)
핀란드			4	4	0	20년 계속운전 허용
프랑스		10년마다	58	29	0	
독일		10년마다	9	2	0	원전 단계적 폐지 정책 결정 이후 해당사항 없음
헝가리	30년*	10년마다	4	1	0	30년 이후 20년 계속운전 허용
일본	40년*	10년마다	47	19	5	사고 이후 설계수명을 40년으로 규제
한국	30년, 40년	10년마다	23	3	1	
러시아	15~25년		8	3	0	설계수명은 30년으로 규정 갱신기간은 노형별로 15~25년
스위스		10년마다	5	5	3	
영국		10년마다	16	8	1	
미국	40년*		100	65	27	40년 이후 20년 계속운전 허용

연령별대 세계 원전 운영 현황

- <연령대별 세계 원전 운영 현황 (2015년 2월 기준)>



<30년 이상 운영 중인 세계 원전 현황(2015년 2월 기준)>

운영년수 기준		
구분	30년 이상 운영	40년 이상 운영
기수(기)	224	62
비중(%)	51.0	14.1

설비용량 기준		
구분	30년 이상 운영	40년 이상 운영
용량(MW)	176,428	38,125
비중(%)	46.8	10.1

출처:PRIS

우리나라 계속운전 법적 근거(LR): 원자력안전법 시행령

- 설계수명 기간 만료일 이후 계속운전을 하고자 할 때에는 주기적 안전성 평가, 주요기기에 대한 수명평가 그리고 운영허가 이후 변화된 방사선환경영향 등의 평가서를 제출하여야 한다. 제36조 2항

계속운전을 하고자 할 때에는 설계수명 기간 만료일을 평가기준일로 하여 평가기준일로부터 5년 내지 2년 이전에 평가보고서를 제출하여야 한다. 제36조 4항

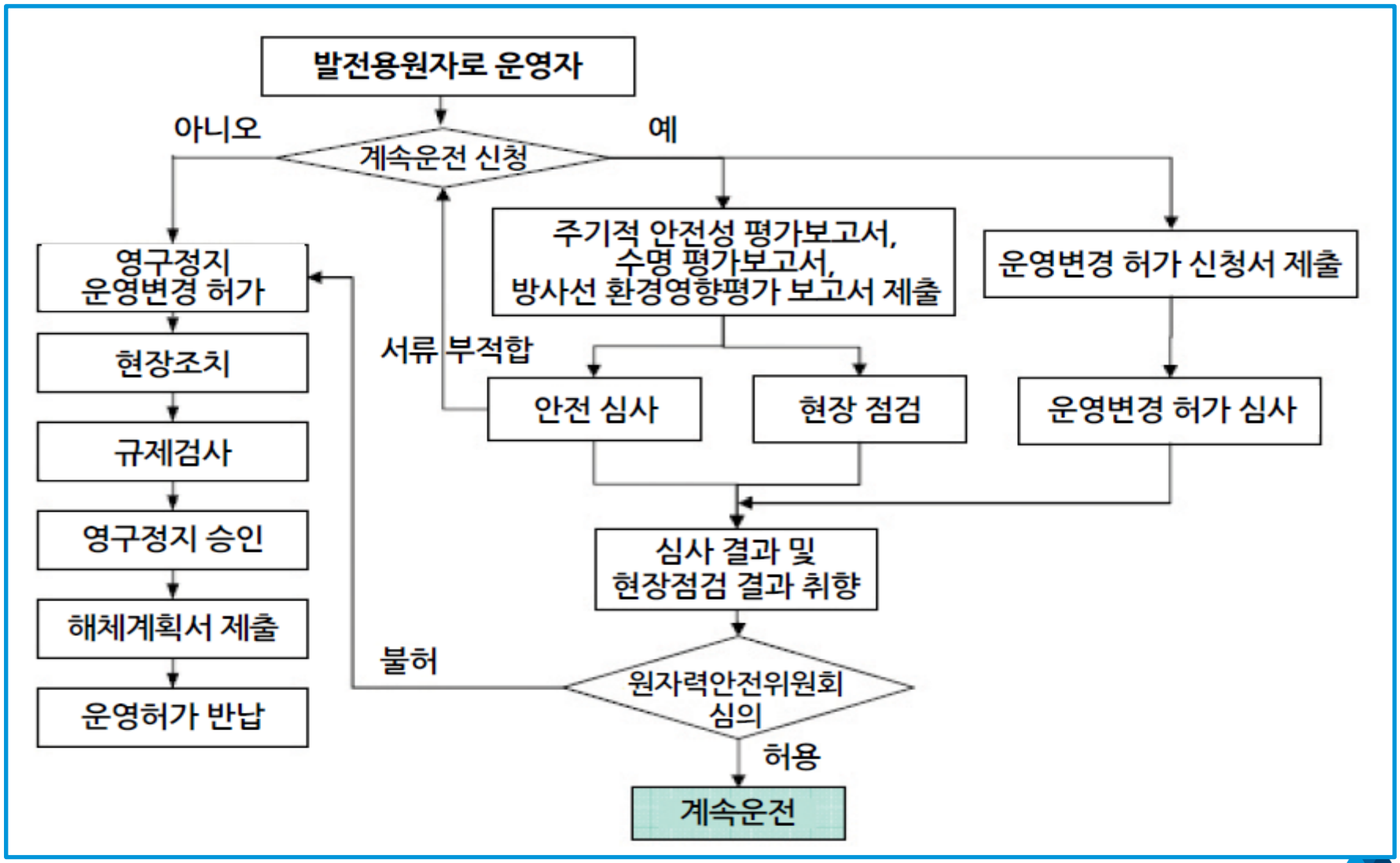
정부는 평가보고서를 제출 받은 경우에 18개월 이내에 심사하고 그 결과를 신청인에게 통보한다. 제39조

우리나라 계속운전 법적 근거(PSR): 원자력안전법 시행령

- 해당 원자로시설의 운영허가를 받은 날부터 10년마다 안전성을 종합적으로 평가하고, 평가보고서를 작성하여 위원회에 제출하여야 한다. 제36조 1항

평가보고서는 원자로시설마다 별도로 작성하되, 해당 원자로시설의 운영허가를 받은 날부터 매 10년이 되는 날을 평가기준일로 하여 평가기준일부터 1년 6개월 이내에 평가보고서를 제출하여야 한다. 제36조 2항

계속운전 인허가 심사프로세스



국내 계속운전 안전성 평가 법적 기준

IAEA 주기적 안전성평가 기준 (14개 분야 68개 항목)

1. 원자로시설의 설계 사항
2. 안전설비의 실제상태
3. 결정론적 안전성분석
4. 확률적 안전성평가
5. 위해도 분석
6. 기기검증
7. 경년열화
8. 안전성능
9. 운전경험 및 연구결과
10. 운영 및 보수 등의 절차서
11. 조직, 관리체계
12. 인적요소
13. 방사선비상계획
14. 방사선환경영향

※밑줄 부분은 '14.11.19 개정 시 추가한 항목

+

미국 NRC 운영허가 갱신기준 (10개 분야 77개* 항목)

주요기기 수명평가

1. 경년열화 관리
2. 대상선정 평가
2. 경년열화관리계획 평가
3. 주요기기 수명평가
4. 운전경험, 연구결과 반영필요사항

방사선환경영향평가

1. 계속운전 계획
2. 환경현황
3. 발전소 현황
4. 계속운전 영향
5. 사고 영향
6. 환경감시계획

*경수로기준, 법적요건 외 발전소별로 추가하여 수행

▶ '05년 9월 도입한 안전성 평가 기준은 IAEA에서 권고한 PSR 기준에 미국 LR 규정을 추가 적용

현행 제도의 문제점

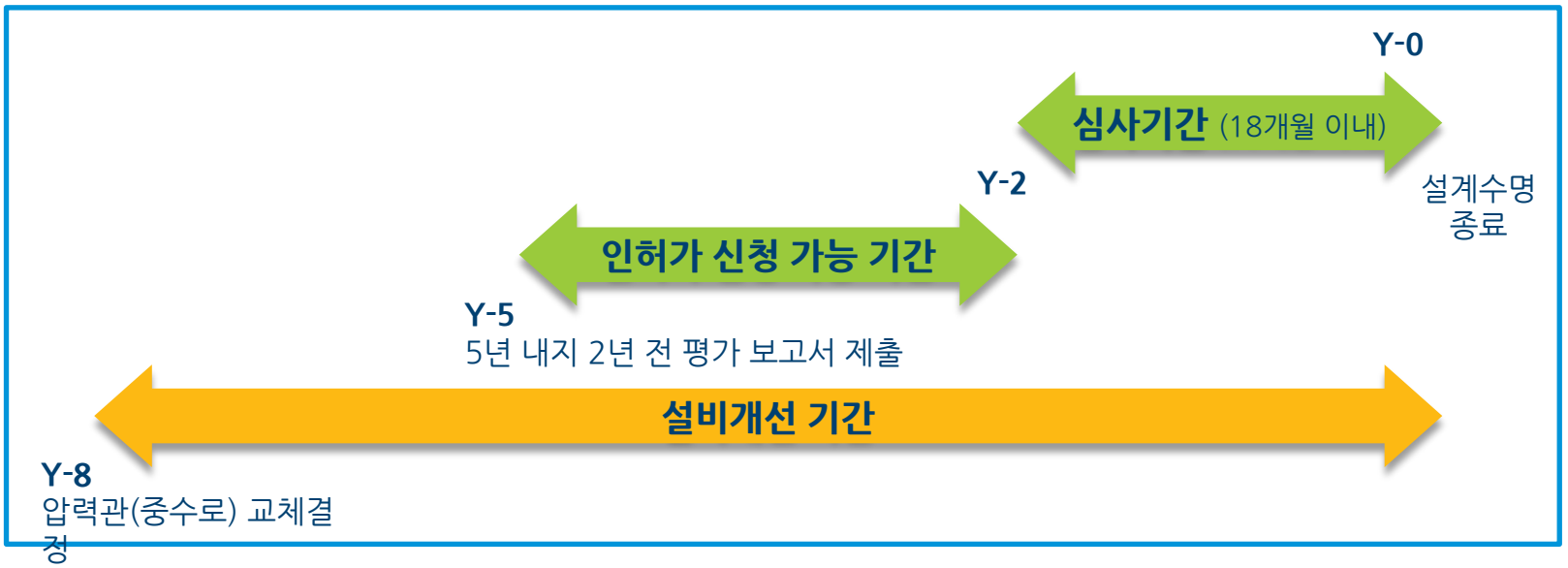
- 1. IAEA의 주기적안전성평가(PSR)와 미국 운영허가갱신제도(LR)를 모두 반영

2. 계속운전 시청가능기간(운영허가 종료 5~2년 전), 신청주기(10년)가 짧아 계속운전 승인 전에 대규모 설비투자(중수로 경우)를 함으로 선투자 논란 제기

3. 계속운전 허가 기간이 10년으로 제약되어 있어, 10년마다 계속운전 인허가 절차를 거치면서 사회적 갈등이 반복하여 발생

4. 동일시기에 건설된 동일부지, 동일노형의 계속운전을 개별로 신청, 과도한 행정적, 사회적 비용 발생

설비 선투자 논란



짧은 신청가능기간! 현행 제도하 중수로 설비 선투자 논란 불가피

1. 캐나다의 경우 계속운전을 고려한 안전성평가보고서 및 설비투자 계획을 동시 제출하여 심사
2. 미국은 운영허가 만료 20년 전부터 계속운전 운영허가 신청이 가능

현행 제도 하 계속운전 업무로드

▶ 〈연도별 계속운전 추진 업무로드〉

연도	‘15	‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21	‘22	‘23	‘24
호기수	2	3	4	6	7	9	11	11	10	9

〈현행제도 하 연도별 계속운전 심사 일정〉

호기	설계 수명일	´16	´17	´18	´19	´20	´21	´22	´23	´24	´25	´26	´27	´28	´29	´30
월성#1	´22.11.20															
고리#2	´23.08.09															
고리#3	´24.09.28															
고리#4	´25.08.06															
한빛#1	´25.12.22															
한빛#2	´26.09.11															
월성#2	´26.11.01															
한울#1	´27.12.22															
월성#3	´27.12.29															
한울#2	´28.12.28															
월성#4	´29.02.07															

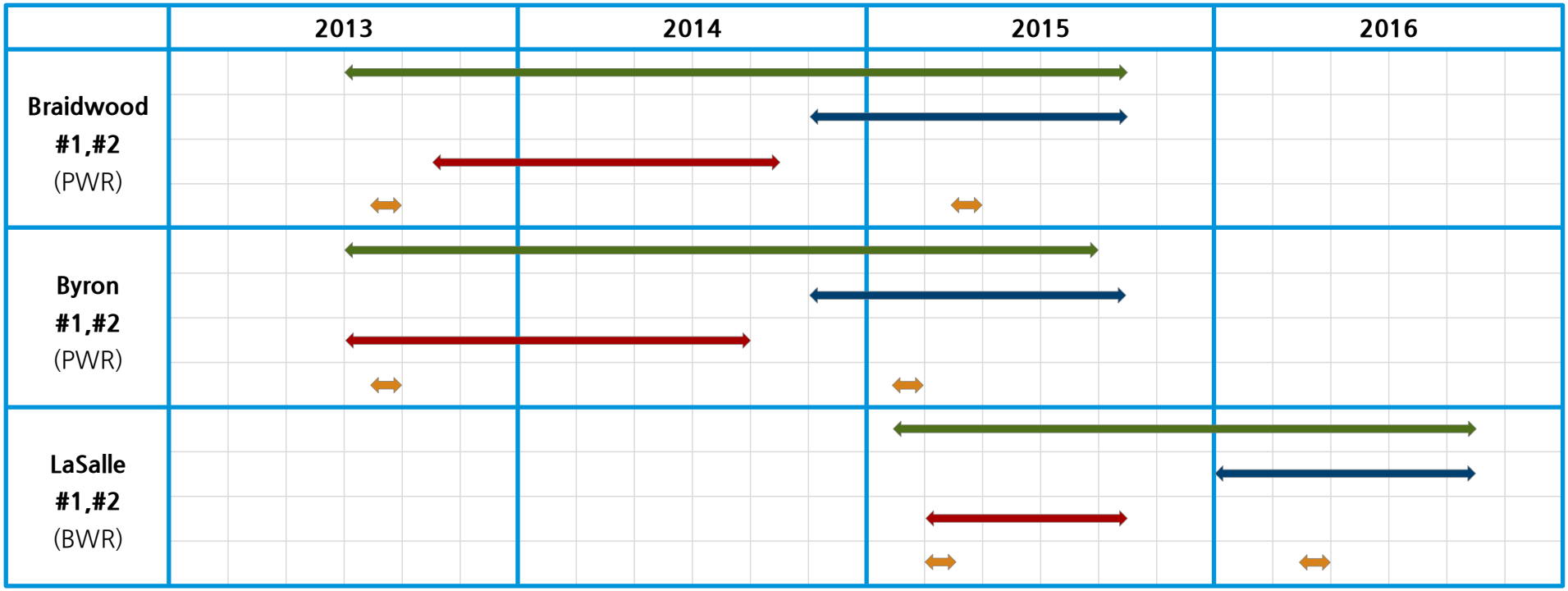
향후 30년 간 국내 원전 계속운전 도래 순서

순서	호기명	설계수명 만료일	운영허가일	상업운전 개시일	비고
1	고리 1호기	2007-06-18	1972-05-31	1978-04-29	1차 계속운전
2	월성 1호기	2012-11-20	1978-02-15	1983-04-22	1차 계속운전 중
3	고리 1호기	2017-06-18		1978-04-29	가동 중지 결정
4	월성 1호기	2022-11-20		1983-04-22	2차 계속운전 도래
5	고리 2호기	2023-08-09	1983-08-10	1983-07-25	1차 계속운전 도래
6	고리 3호기	2024-09-28	1984-09-29	1985-09-30	1차 계속운전 도래
7	고리 4호기	2025-08-06	1985-08-07	1986-04-29	1차 계속운전 도래
8	영광 1호기	2025-12-22	1985-12-23	1986-08-25	1차 계속운전 도래
9	영광 2호기	2026-09-11	1986-09-12	1987-06-10	1차 계속운전 도래
10	월성 2호기	2026-11-01	1996-11-02	1997-07-01	1차 계속운전 도래
11	울진 1호기	2027-12-22	1987-12-23	1988-09-10	1차 계속운전 도래
12	월성 3호기	2027-12-29	1997-12-30	1998-07-01	1차 계속운전 도래
13	울진 2호기	2028-12-28	1988-12-29	1989-09-30	1차 계속운전 도래
14	월성 4호기	2029-02-07	1999-02-08	1999-10-01	1차 계속운전 도래

향후 30년 간 국내 원전 계속운전 도래 순서

순서	호기명	설계수명 만료일	운영허가일	상업운전 개시일	비고
15	고리 2호기	2033-04-08		1983-07-25	2차 계속운전 도래
16	영광 3호기	2034-09-08	1994-09-09	1995-03-31	1차 계속운전 도래
17	고리 3호기	2034-09-28	1984-09-29	1985-09-30	2차 계속운전 도래
18	영광 4호기	2035-06-01	1995-06-08	1996-01-01	1차 계속운전 도래
19	고리 4호기	2035-08-06	1985-08-07	1986-04-29	2차 계속운전 도래
20	영광 1호기	2035-12-22	1985-12-23	1986-08-25	2차 계속운전 도래
21	영광 2호기	2036-09-11	1986-09-12	1987-06-10	2차 계속운전 도래
22	월성 2호기	2036-11-01	1996-11-02	1997-07-01	2차 계속운전 도래
23	울진 3호기	2037-11-07	1997-11-08	1998-08-11	1차 계속운전 도래
24	울진 1호기	2037-12-22	1987-12-23	1988-09-10	2차 계속운전 도래
25	월성 3호기	2037-12-29	1997-12-30	1998-07-01	2차 계속운전 도래
26	울진 4호기	2038-10-28	1998-10-29	1999-12-31	1차 계속운전 도래
27	울진 2호기	2038-12-28	1988-12-29	1989-09-30	2차 계속운전 도래
28	월성 4호기	2039-02-07	1999-02-08	1999-10-01	2차 계속운전 도래
29	영광 5호기	2041-10-23	2001-10-24	2002-05-21	1차 계속운전 도래

참고 사례: Exelon License Renewal 추진 일정



환경평가
안전성평가
현장실사
공청회

동일부지에서 동시 건설된 동일노형 인허가 신청 가능 필요

미국의 경우 동일노형 원전은 동시에 계속운전 운영허가 신청 가능

제도 개선 방향 시사점

1.‘계속운전 인허가 신청 기한 확대: 업무로드 분산, 설비 선투자 논란 방지

- 미국은 운영허가 만료 20년 전부터 계속운전 운영허가 신청 가능

2. 인허가 (조건부) 승인 후, 설비개선 착수: 설비 선투자 논란 방지

캐나다의 경우 계속운전을 고려한 안전성평가서 및 설비개선 계획을 동시 제출하여 심사

3. 계속운전 허가기간 연장: 사회적 갈등 해소

미국은 20년 계속운전을 승인

4. 동일부지 내 동시 건설된 동일노형의 계속운전 신청: 행정적, 사회적 비용 감소

미국의 경우 동일노형 원전은 동시에 계속운전 운영허가 신청 가능

전력정책연구본부

최 봉 석 연구위원

bchoi4@keei.re.kr

에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute