2018 세계 원전 산업 동향 보고서

www.WorldNuclearReport.org

마이클 슈나이더

보고서 총괄 주저자 겸 발행인
에너지 및 원전 정책 관련 독립 국제 컨설턴트
프랑스 파리

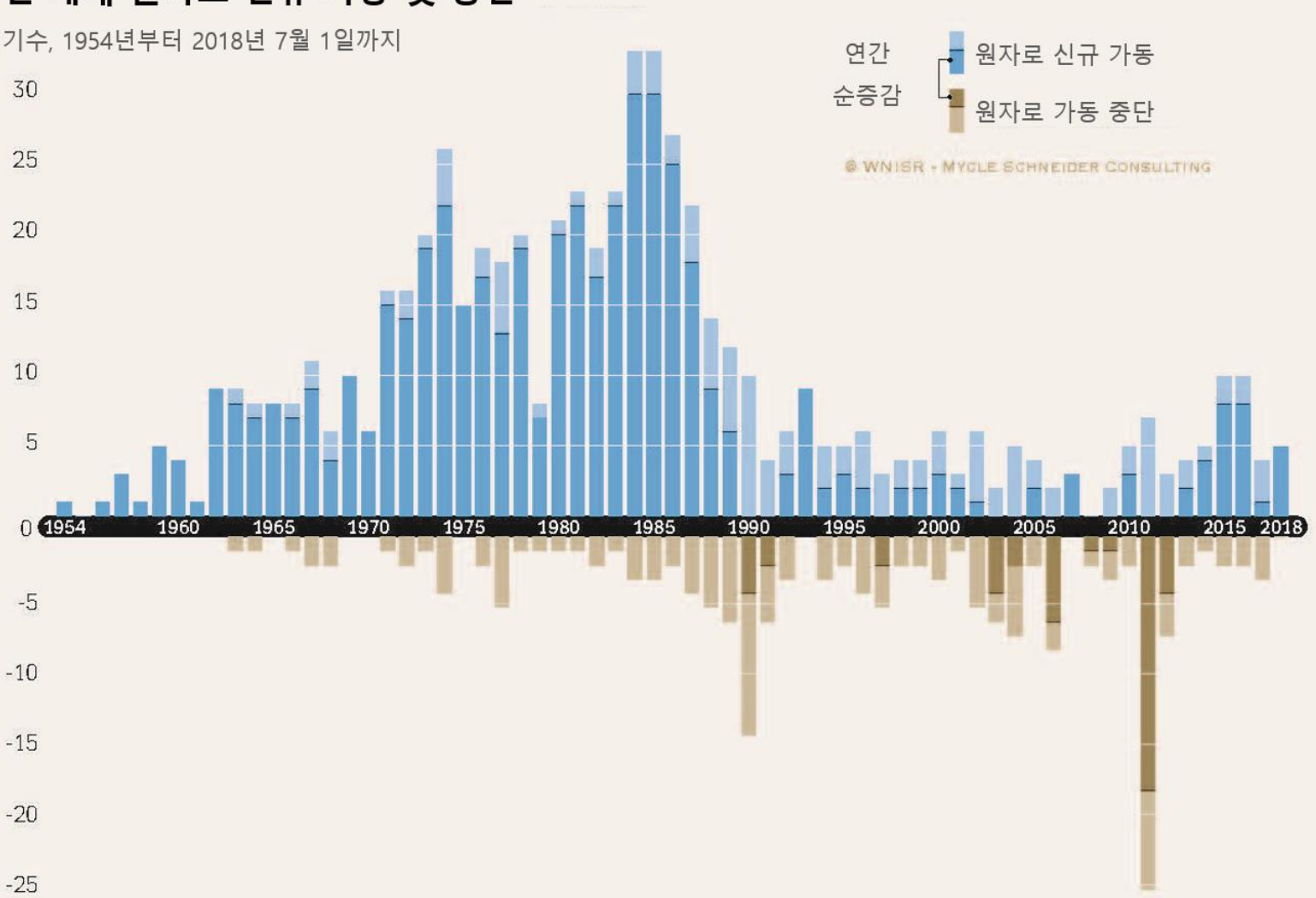
2018 『세계원전산업동향 보고서』 발표 저자방한 기자간담회
"세계 원전 산업을 들여다보자"

한국프레스센터, 서울, 대한민국, 2018.12.6(목)

세계 현황 – 원전 증감

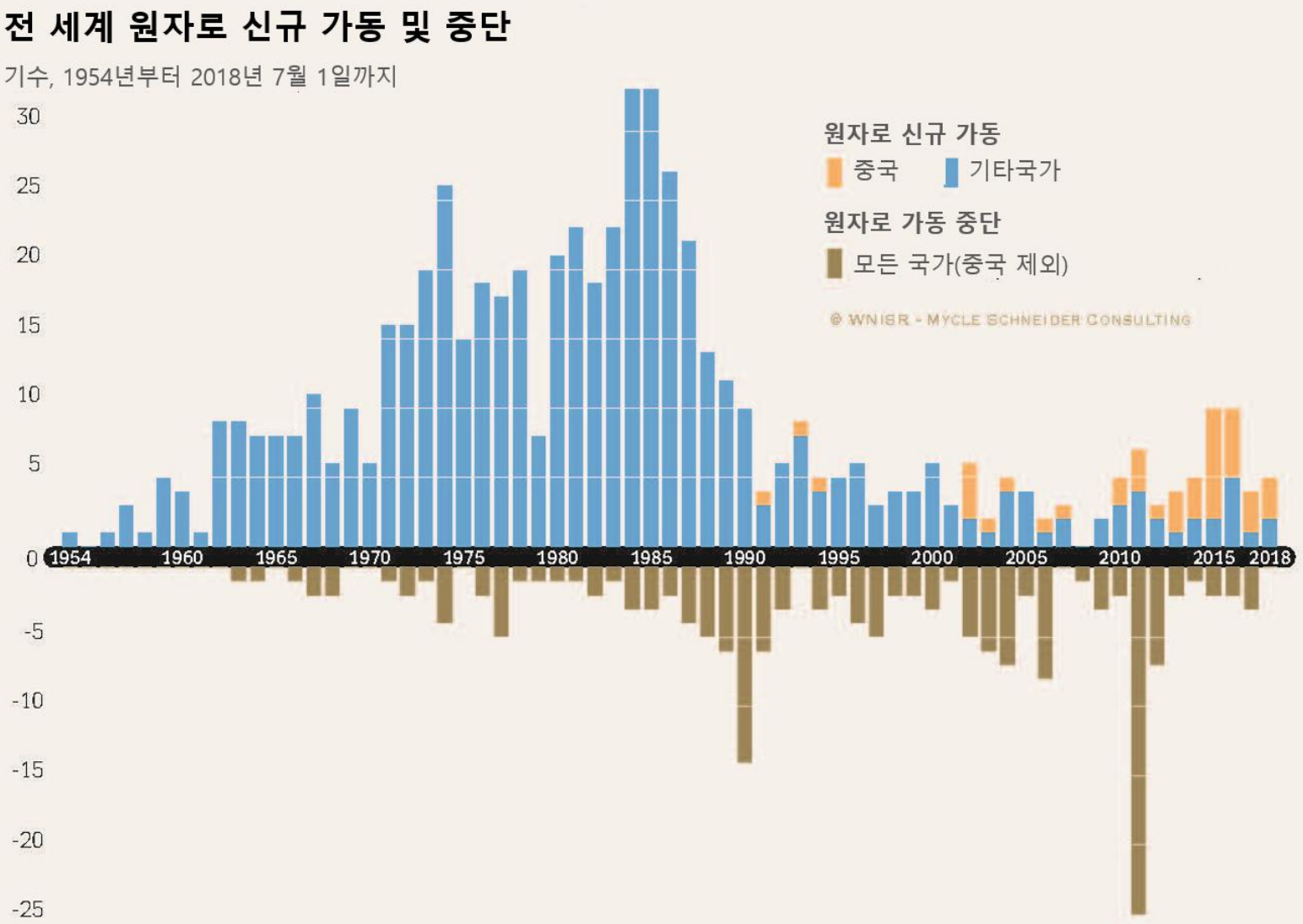
전 세계 원자로 신규 가동 및 중단

기수, 1954년부터 2018년 7월 1일까지



출처: WNISR, with IAEA-PRIS, 2018

세계 현황 – 원전 증감 (중국 영향)



출처: WNISR, with IAEA-PRIS, 2018

WNISR2018 세계 현황 – 오해의 소지가 있는 수치들 1

IAEA | PRIS Power Reactor Information System

World Statistics | Country Statistics | Publications | Glossary | About PRIS

PRIS

The Database on Nuclear Power Reactors

The Power Reactor Information System (PRIS), developed and maintained by the IAEA for over four decades, is a comprehensive database focusing on nuclear power plants worldwide. PRIS contains information on power reactors in operation, under construction, or those being... READ MORE »

Registered User ENTRY | How to Register

SHORTCUTS

Select Country

Select Reactor

2018: Nuclear Power Reactors in the...

2018: Operating Experience with NPP...

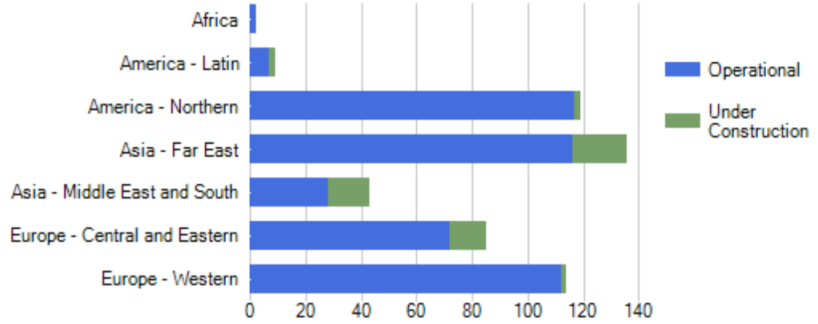
PRIS STATISTICS – User's Manual

OVERVIEW

Current Status:

454	NUCLEAR POWER REACTORS IN OPERATION
400 285	MW_e TOTAL NET INSTALLED CAPACITY
54	NUCLEAR POWER REACTORS UNDER CONSTRUCTION
55 013	MW_e TOTAL NET INSTALLED CAPACITY
17 825	REACTOR-YEARS OF OPERATION

Regional Distribution of Nuclear Power Plants (Click on the chart for more statistics)



Source: IAEA-PRIS, Screenshot, 1 December 2018

WNISR2018 세계 현황 – 오해의 소지가 있는 수치들 2

IAEA | PRIS Power Reactor Information System

World Statistics | Country Statistics | Publications | Glossary | About PRIS

COUNTRIES
Argentina
Armenia
Bangladesh
Belarus
Belgium
Brazil
Bulgaria
Canada
China
Czech Republic
Finland
France
Germany

Japan

SUMMARY

Nuclear Power Reactors

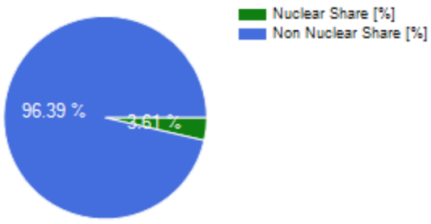
Under Construction	Operational	Long-Term Shutdown	Permanent Shutdown
2	42	0	18

Annual Electrical Power Production

Total Electricity Production (including Nuclear)
806362.00 GW.h
(Net, 2017)

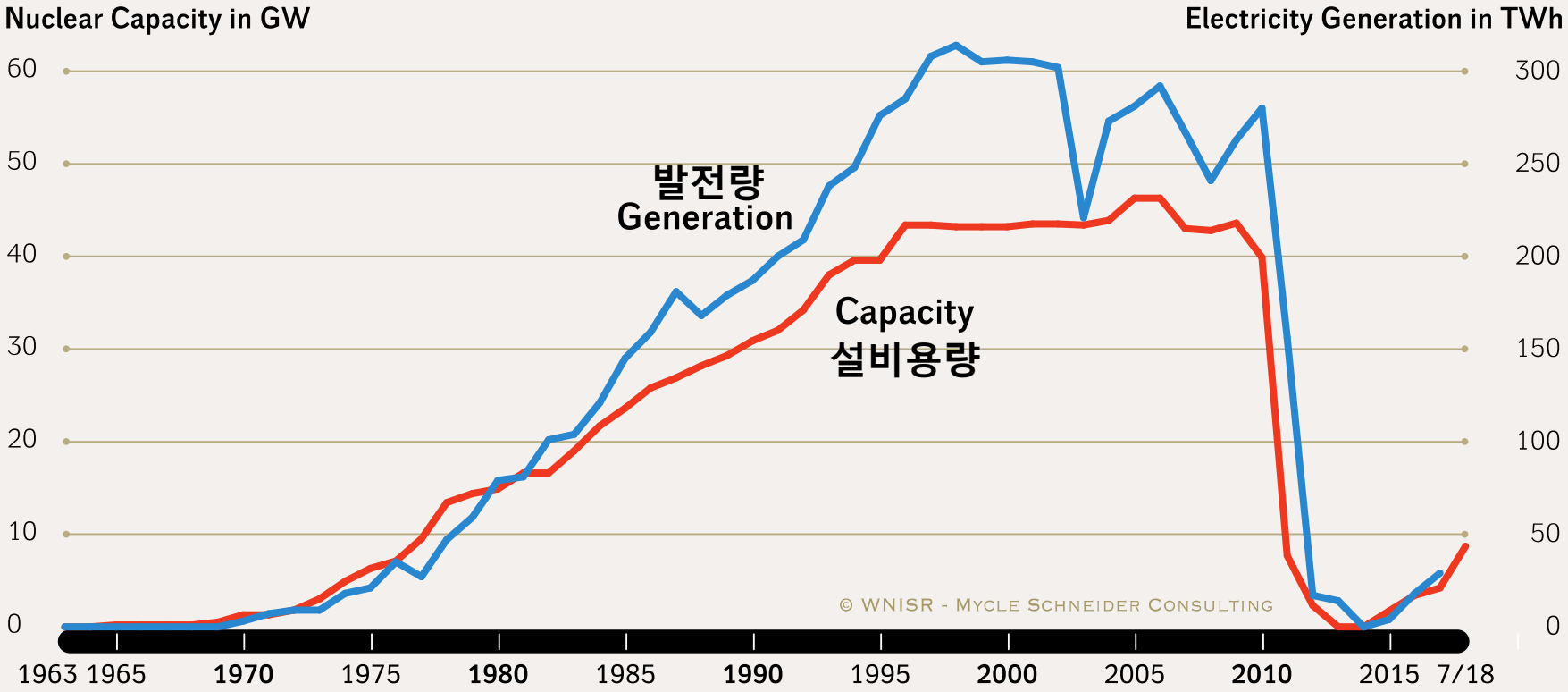
Nuclear Electricity Production
29073.00 GW.h
(Net, 2017)

Electricity Production Share in 2017 Trend



Source: IAEA-PRIS, Screenshot, 1 December 2018

일본 원전의 변화 – 1963년 부터 2018년 7월까지



Sources: Various sources, compiled by WNISR, 2018

세계 현황 – 장기가동정지(LTO)

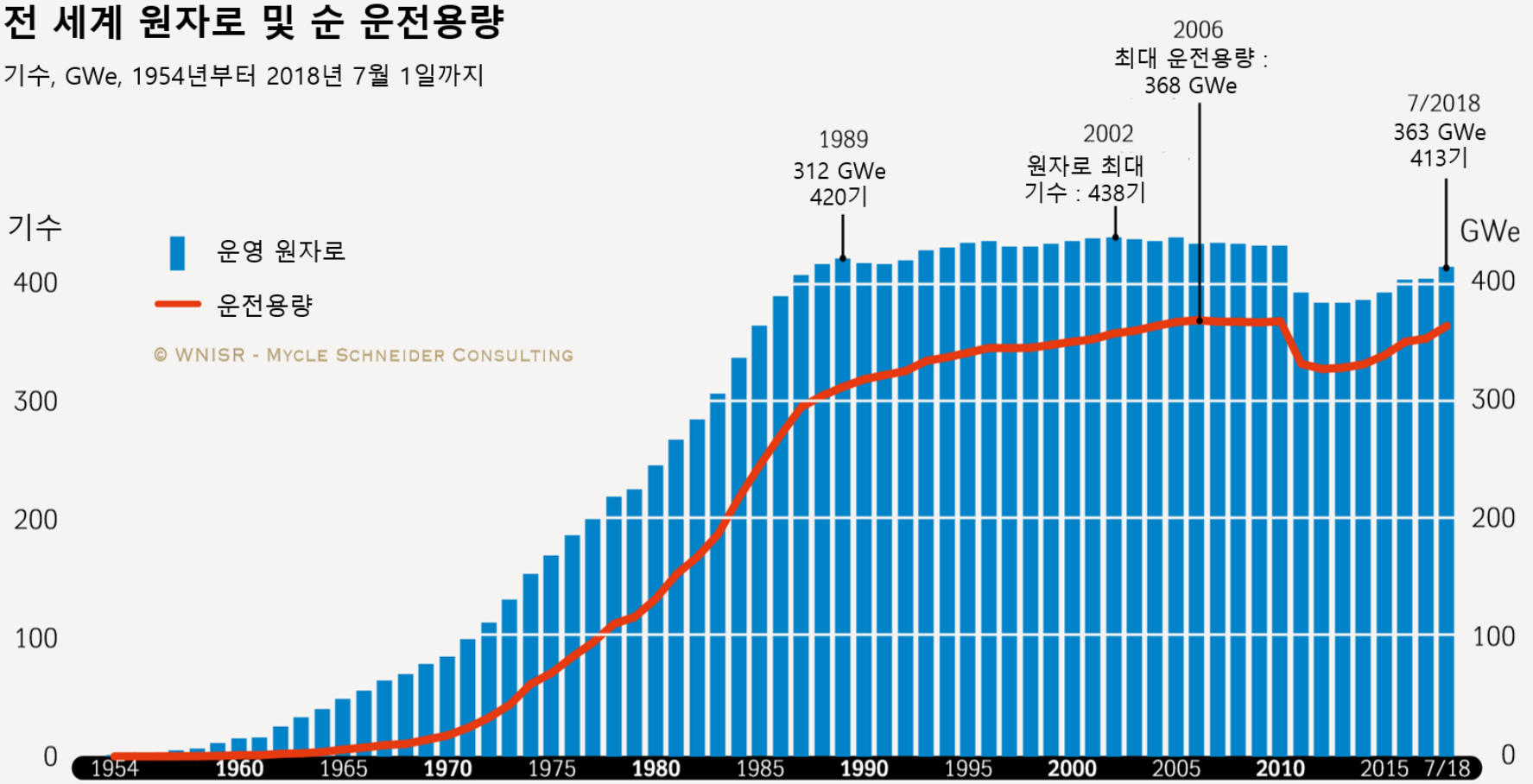
WNISR의 장기가동정지(Long-Term Outage) 정의

"한 원자로가 전년도 전체와 WNISR 발간 연도 상반기까지 전력을 전혀 생산하지 않았을 경우에 장기가동정지(LTO)로 분류함"

2018년 7월 1일 기준으로 장기가동정지(LTO) 상태인 원자로

- 일본 26기, 2007년과 2013년 사이 가동정지 됨. 현재 9기 가동 중
- 인도 2기 (Kakrapar-1 & Kakrapar-2)
- 아르헨티나 1기 (Embalse)
- 프랑스 1기 (Paluel-2)
- 중국 1기 (CEFR)
- 대만 1기 (Chinshan-1)

세계 현황 – 원자로 기수 및 운전용량

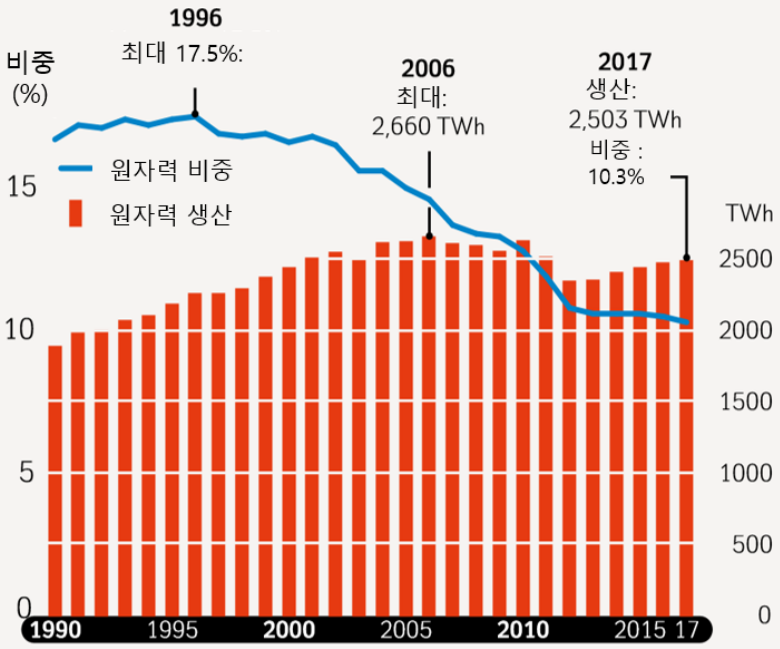


출처: WNISR, with IAEA-PRIS, 2018

세계 현황 – 원전의 역할

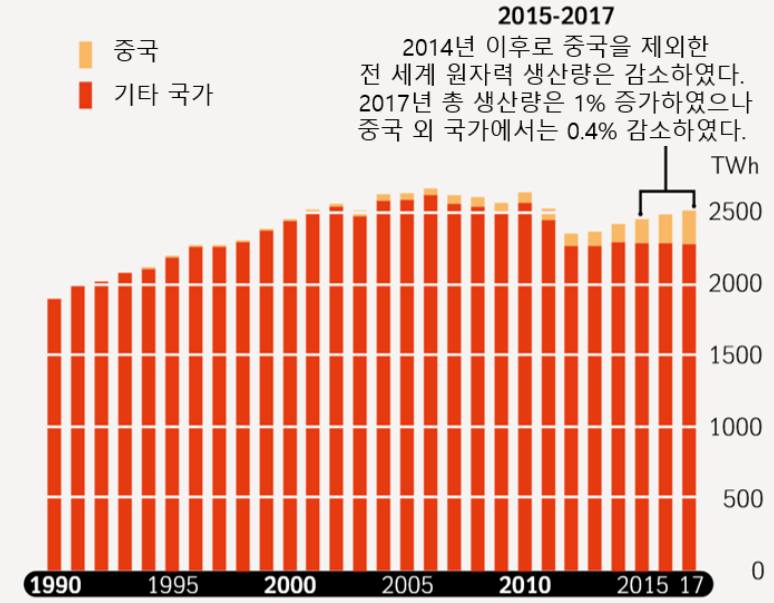
1990년 - 2017년 전 세계 원자력 생산

TWh(순 생산량) 및 총 생산 전력 중 원자력 비중



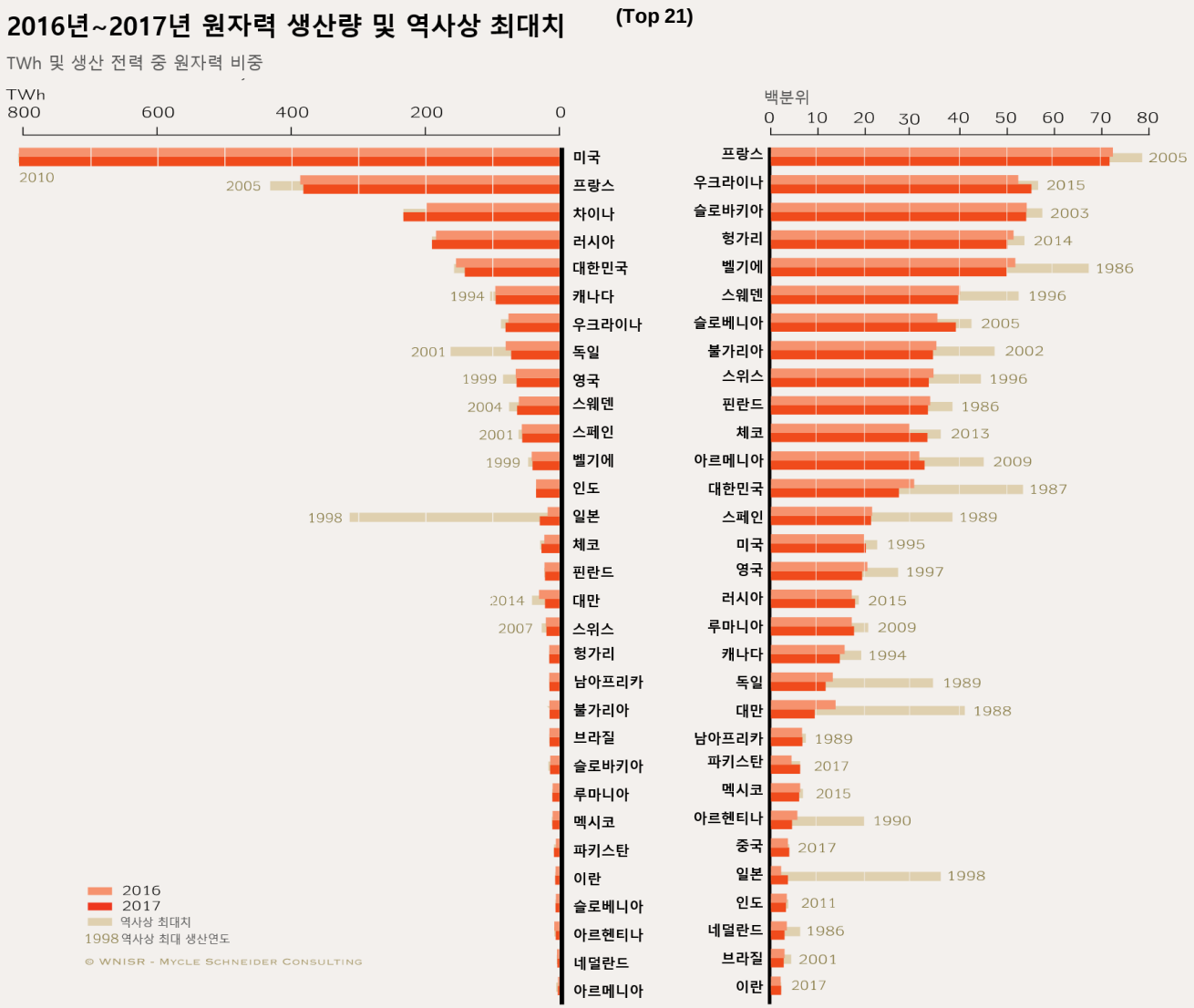
중국과 세계 나머지 국가의 원자력 생산

TWh(순 생산량)



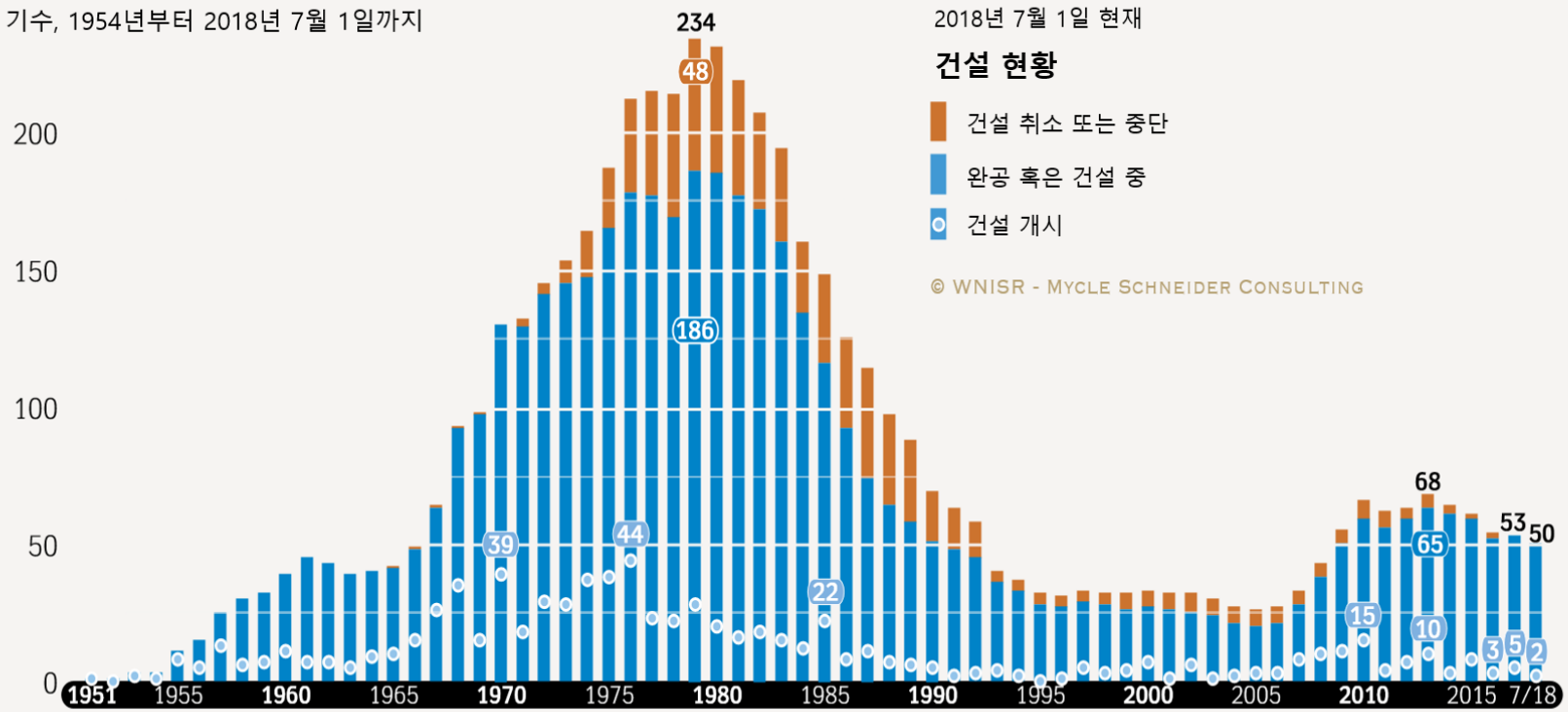
출처: IAEA-PRIS, BP, 2018

세계 현황 – 원전 발전량



출처: IAEA-PRIS, BP, 2018

세계 현황 – 건설



출처: WNISR, with IAEA-PRIS, 2017

세계 현황 – 건설

"건설 중"인 원자로 (2018년 7월 1일 현재)

국가	기수	순 설비용량(MW)	착공시기	전력망 연결시기	공정 지연
중국	16	15 450	2009 - 2017	2018 - 2023	8-9?
인도	7	4 824	2004 - 2017	2018 - 2023	5
러시아	5	3 378	2007 - 2018	2019- 2022	4
대한민국	4	5 360	2009 - 2017	2018 - 2022	4
아랍에미리트	4	5 380	2012 - 2015	2020 – 2021?	3-4?
벨라루스	2	2 218	2013 - 2014	2019 – 2020	1-2?
파키스탄	2	2 028	2015 - 2016	2020 - 2021	-
슬로바키아	2	880	1985 - 1985	2018 - 2019	2
미국	2	2 234	2013 - 2013	2021 - 2022	2
아르헨티나	1	25	2014 - 2014	2020	1
방글라데시	1	1 080	2017 - 2017	2023	-
핀란드	1	1 600	2005 - 2005	2019	1
프랑스	1	1 600	2007 - 2007	2020	1
일본	1	1 325	2007 - 2007	?	1
터키	1	1 114	2018 - 2018	2023	-
전 세계	**50**	**48 496**	**1985-2018**	**2018-2023?**	**33-36**

Sources: Compiled by WNISR, 2018

세계 현황 – 건설기간

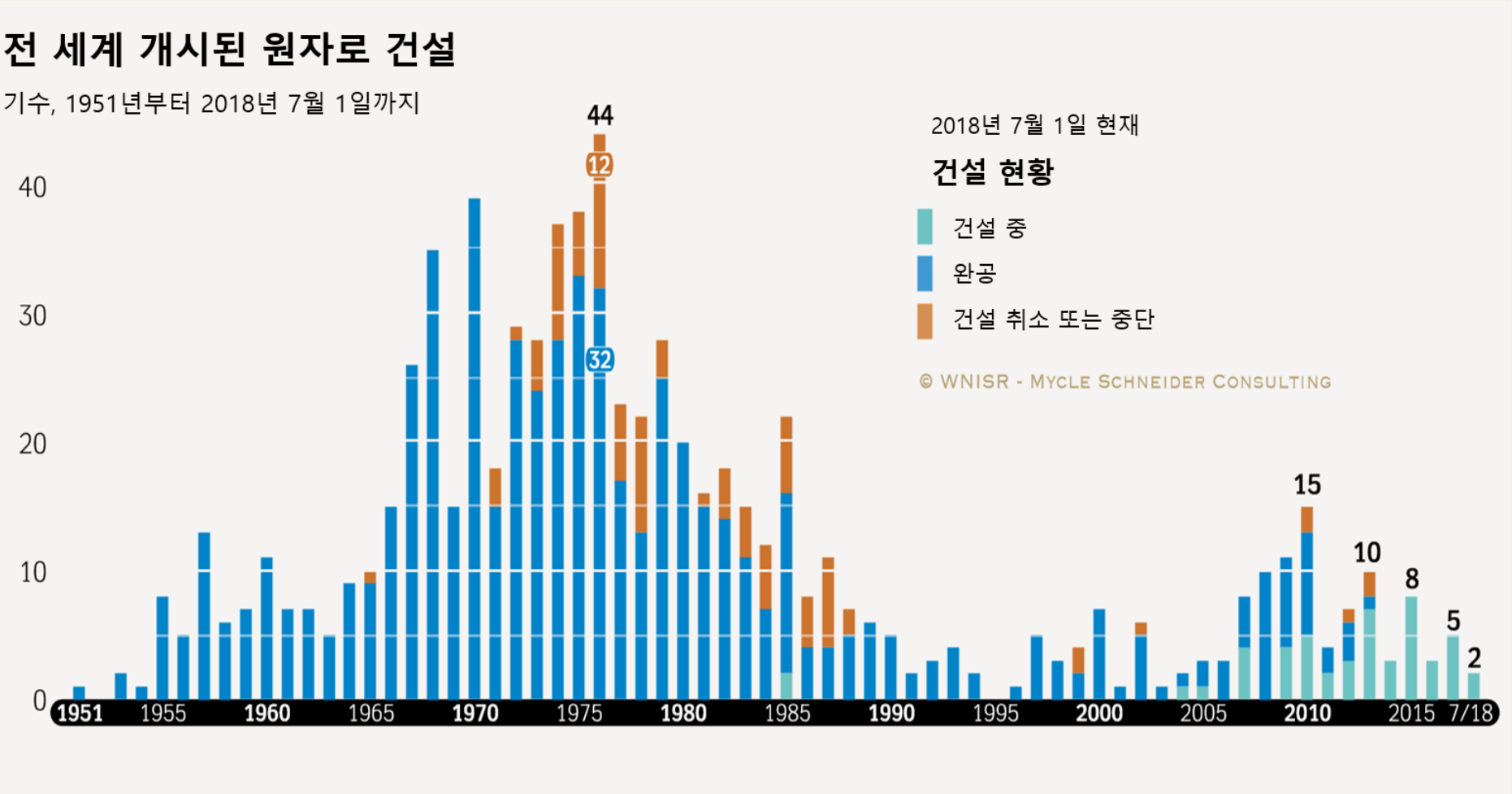
2008년-2018년 7월 가동에 들어간 **55개** 원자로의 건설 기간

2008 년-2018 년 7 월 가동 개시된 55 개 원자로의 건설 기간

국가	기수	건설 기간 (년)		
		평균 기간	최저	최대
중국	31	6.0	4.1	11.2
러시아	7	24.0	8.1	35.1
인도	5	9.8	7.2	14.2
대한민국	5	5.3	4.1	7.2
파키스탄	3	5.4	5.2	5.6
아르헨티나	1	33.0	33.0	
이란	1	5.4	36.3	
일본	1	5.1	5.1	
미국	1	43.5	43.5	
전세계	55	10.1	4.1	43.5

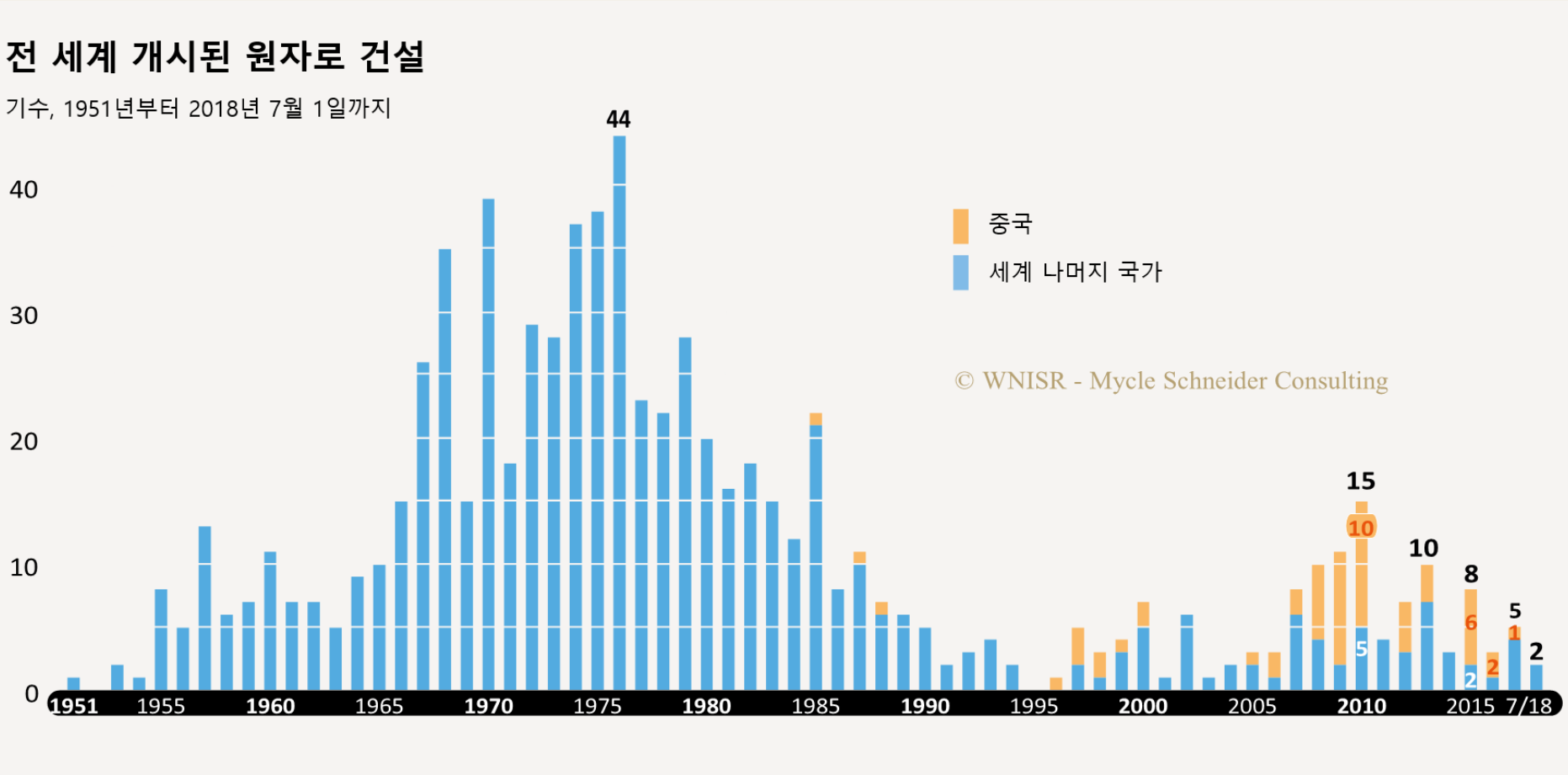
출처: WNISR 및 IAEA-PRIS, WNA, 2018

세계 현황 – 건설 개시된 원자로의 현재 상황



출처: WNISR 및 IAEA-PRIS, 2018

WNISR2018 세계 현황 – 중국의 영향

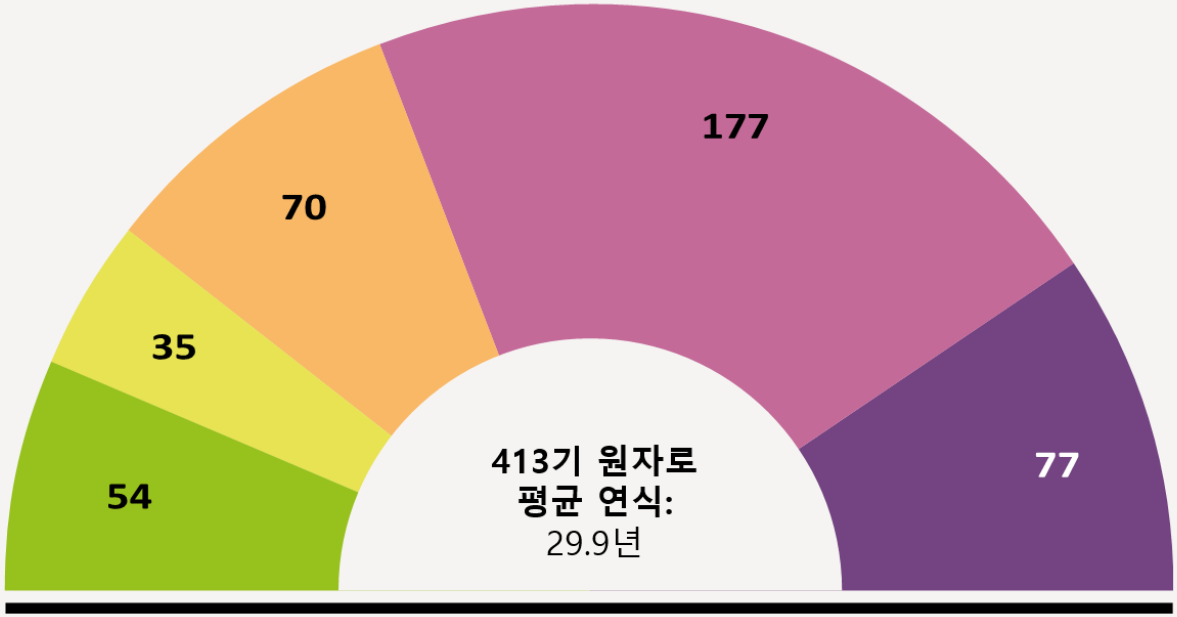


출처: WNISR 및 IAEA-PRIS, 2018

세계 현황 – 원자로 연식

전 세계 원자로의 연식

2018년 7월 1일 현재



원자로 연식

- 0 - 10년
- 11 - 20년
- 21 - 30년
- 31 - 40년
- 41년 이상

50 | 연식 구간별 원자로 기수

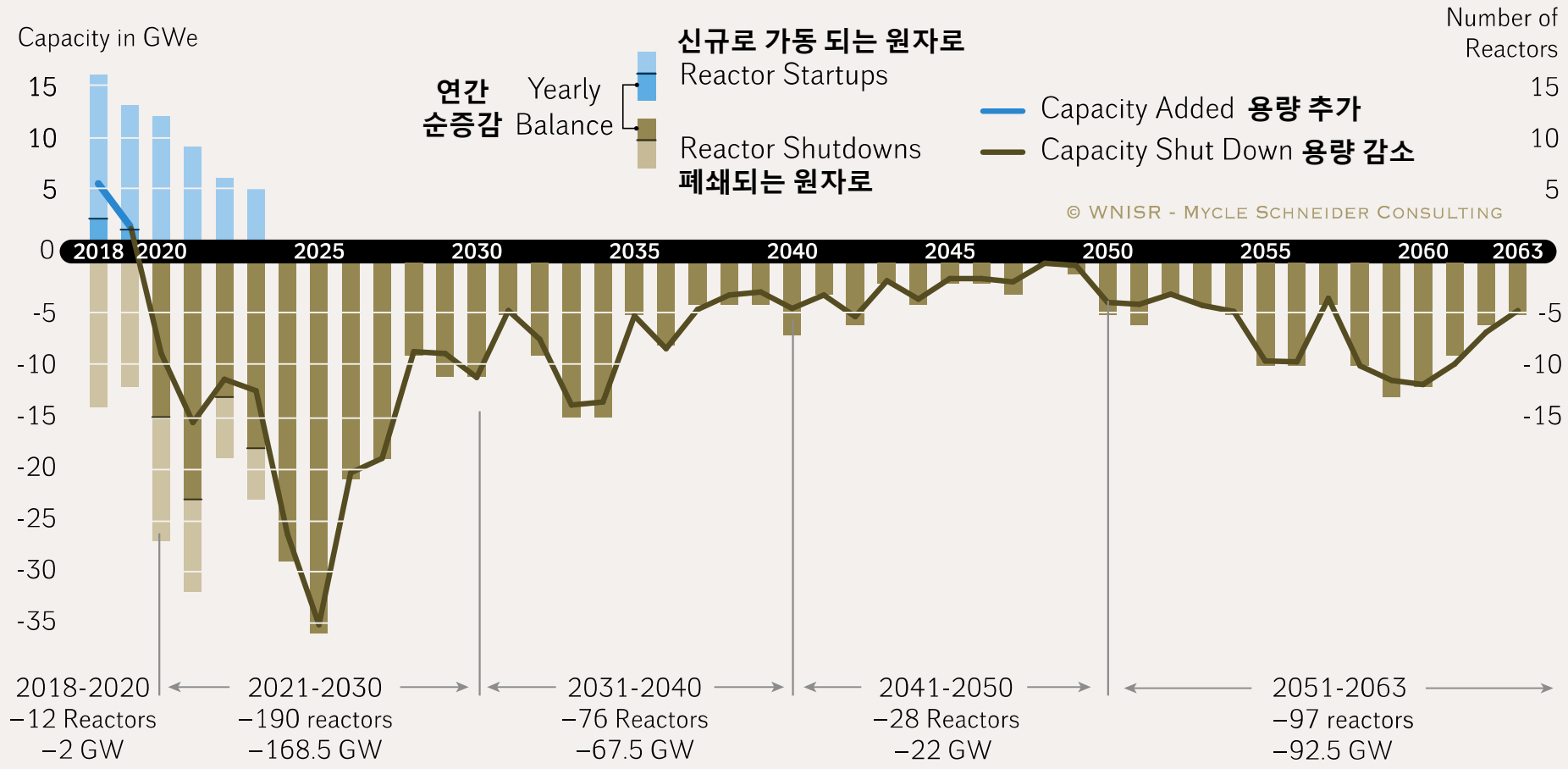
© WNISR - Mycle Schneider Consulting

출처: WNISR 및 IAEA-PRIS, 2018

수명예측 (40년 가정)

2018-2063 세계 원자로 개수 및 설비용량 예측

- 40년 평균 수명 가정
- 2018년 7월 1일 기준 “운영” 및 “건설 중” 원자로 반영

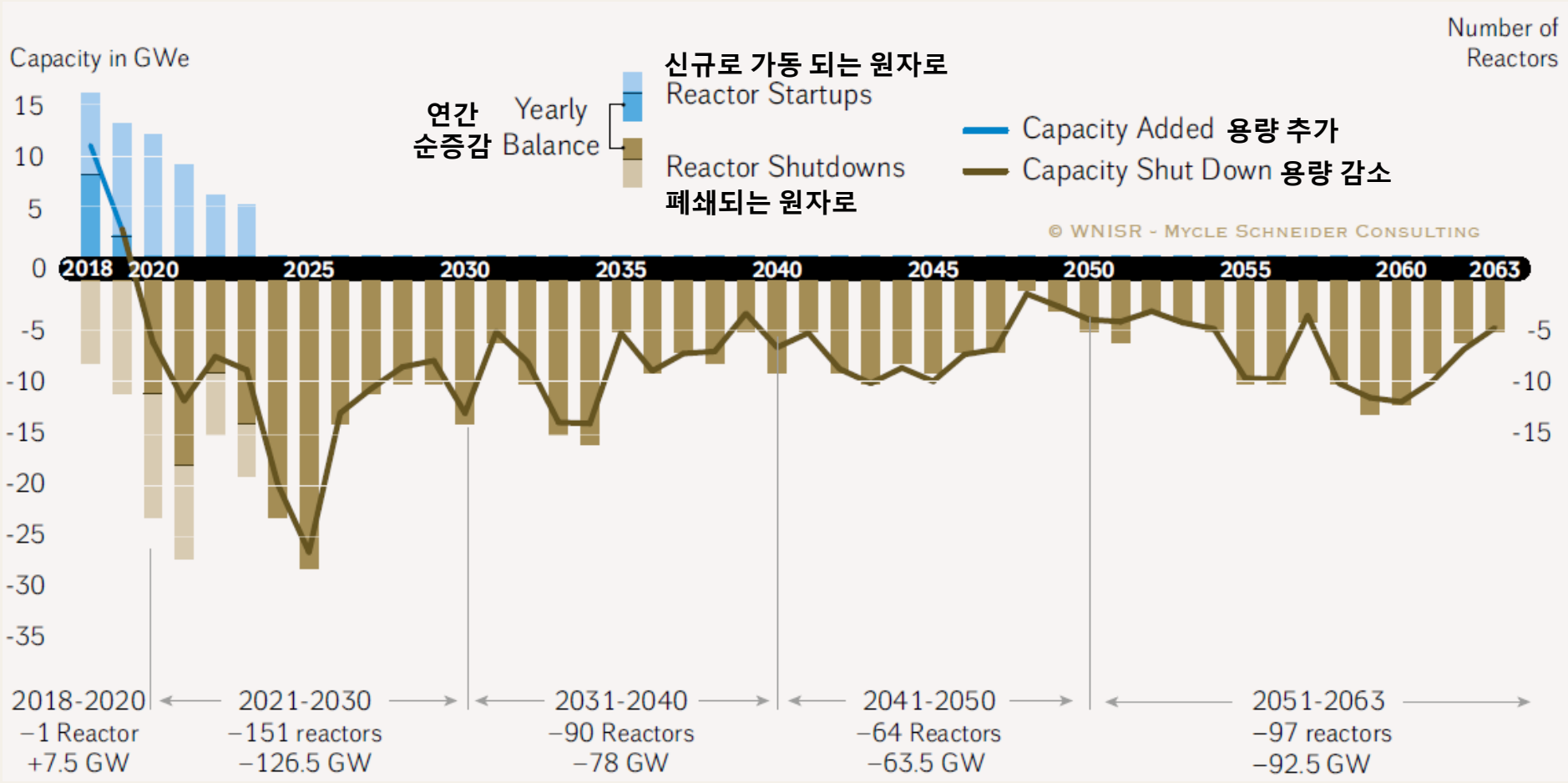


Sources: Various sources, compiled by WNISR, 2018

WNISR2018 수명예측 (40년 + 수명 연장 가정)

2018-2063 세계 원자로 개수 및 설비용량 예측

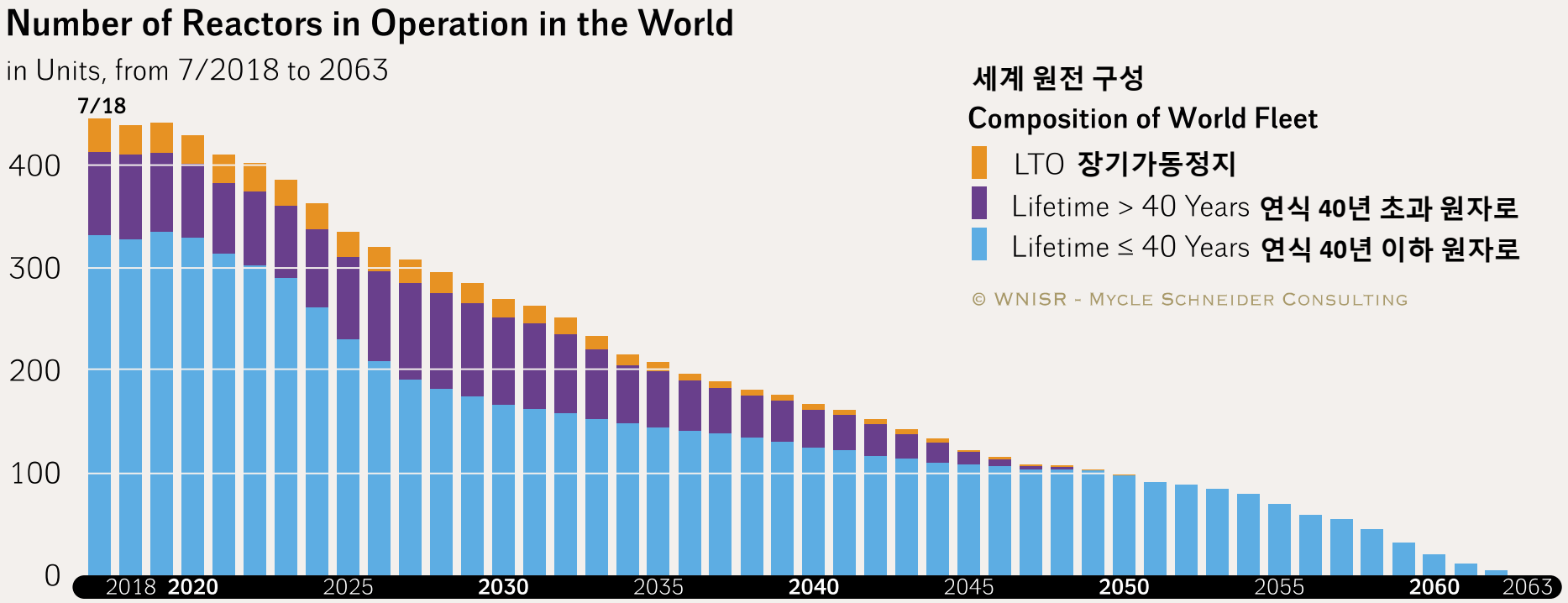
- 40년 평균 수명 + 현재까지 허가된 수명 연장 반영
- 2018년 7월 1일 기준 "운영" 및 "건설 중" 원자로 반영



Sources: Various sources, compiled by WNISR, 2018

세계 운영 원자로 개수

(단위: 기, 2018년 7월부터 2063년까지)

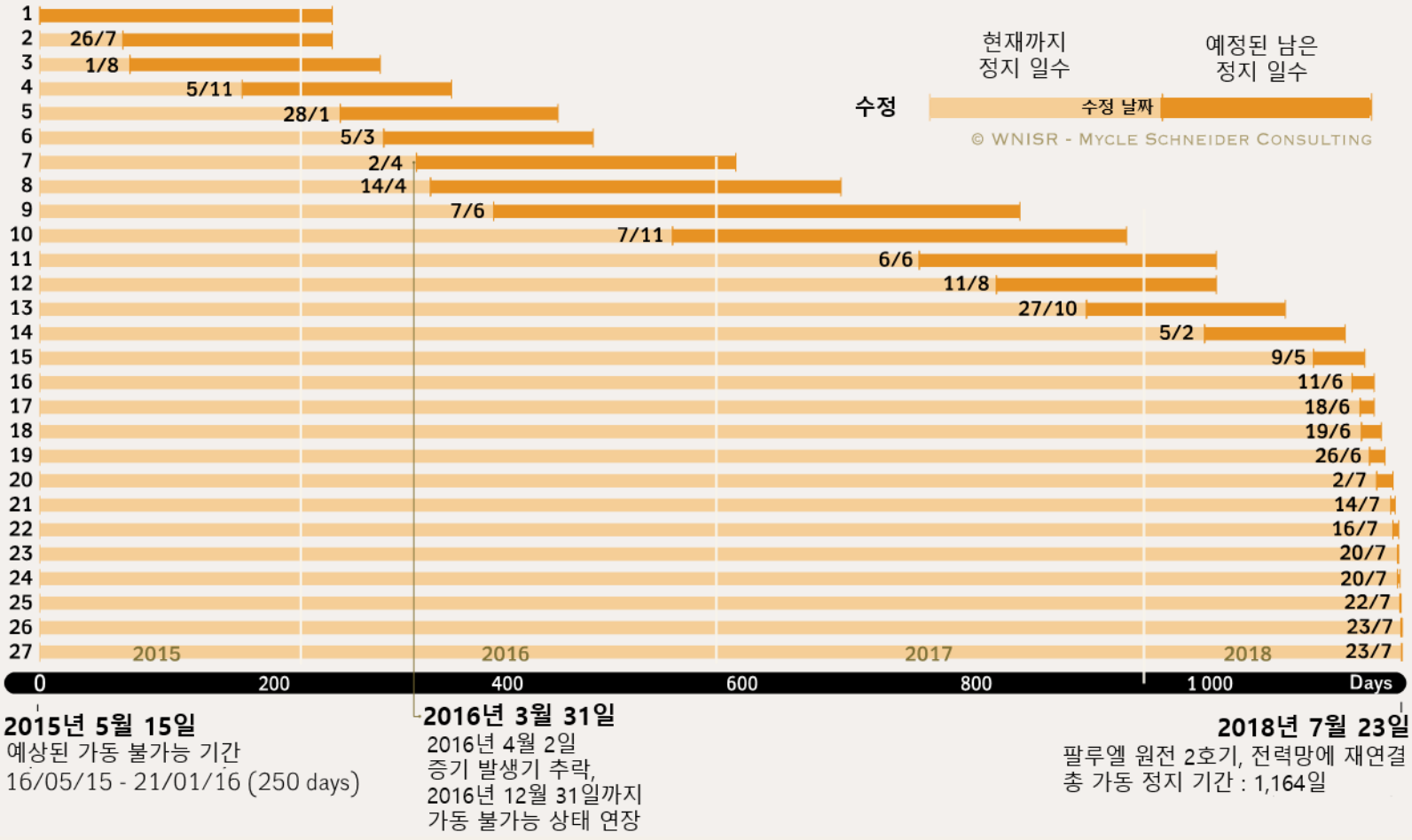


Sources: Various sources, compiled by WNISR, 2018

프랑스 포커스: EDF의 계획 수립의 어려움

팔루엘 원전 2호기 재가동 예측 - 종잡을 수 없는 행보

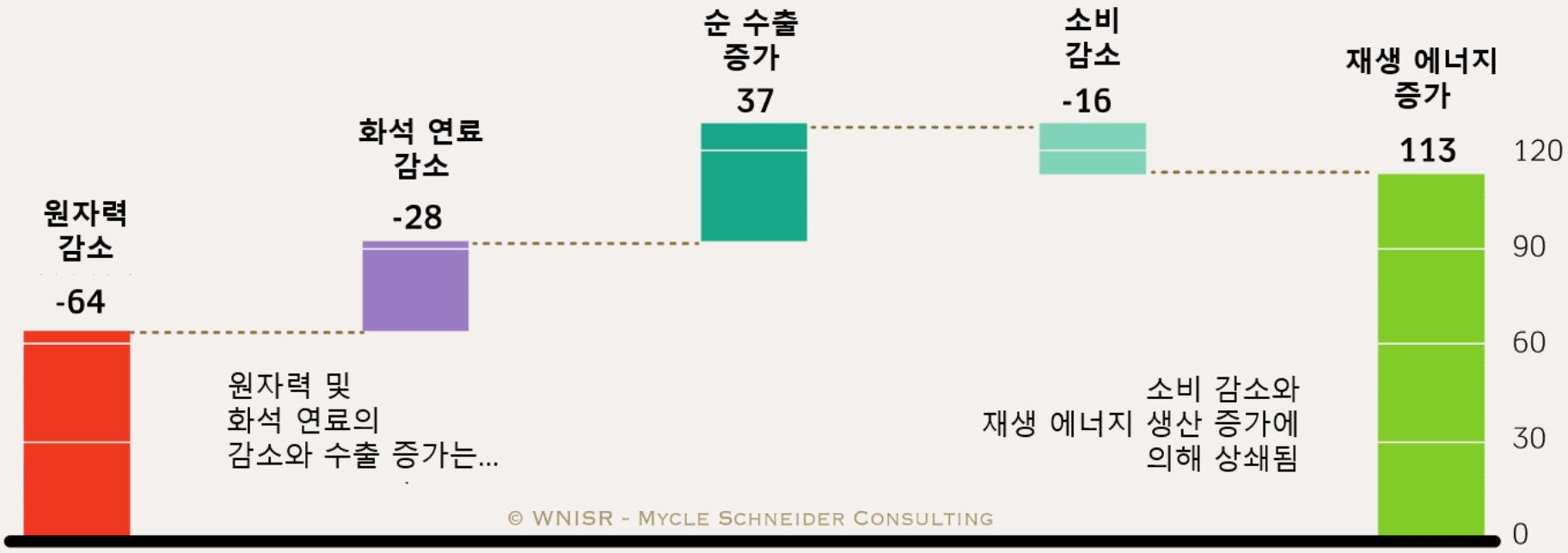
가동 중단 이후 정지기간 일정 수정 횟수와 정지일수



출처: EDF 2018

2010년 - 2017년, 독일 전력 시스템의 주요 진전

단위 : TWh



출처: WNISR, AGEB에 기반. 2018

WNISR2018 미국 포커스: '09- '25, 18기 조기 폐쇄 발표

원자로	소유자	결정 날짜	폐쇄 날짜 (마지막 전력 생산)	폐쇄 당시 가동 연수	미국원자력규제위원회 (NRC) 60년 라이선스 승인
오이스터 크릭	엑슬론	2010년 12월 8일	2019년 12월 예정이었으나 2018년 9월 17일로 앞당겨짐	49	승인 받음
크리스털 리버-3	듀크 에너지	2013년 2월 5일	2009년 9월 26일	32	신청 철회
샌 오노프레 2&3	SCE/SDG&E	2013년 6월 7일	2012년 1월	29 / 28	신청하지 않음
키와니	도미니언 에너지	2012년 10월 22일	2013년 5월 7일	39	승인 받음
버몬트 양키	엔터지	2013년 10월 28일	2014년 12월 29일	42	승인 받음
필그림	엔터지	2015년 10월 13일	2019년 5월 31일	47	승인 받음
디아블로 캐년 1&2	PG&E	2016년 6월 21일	2024년 11월 & 2025년 8월	40	유보
포트 캘혼	OPPD	2016년 8월 26일	2016년 10월 24일	43	승인 받음
팰리세이즈	엔터지	2016년 12월 8일/ 2017년 9월 28일	2021년[a]	51	승인 받음
인디언 포인트 2&3	엔터지	2017년 1월 9일	2020년 4월 30일까지 / 2021년 4월 30일	47 / 44	검토 중
쓰리마일 섬 -1	엑슬론	2017년 5월 30일	2019년 9월	45	승인 받음
비버 밸리 1&2	퍼스트 에너지	2018년 3월	2022년	45/34	승인 받음
데이비스 베시 -1	퍼스트 에너지	2018년 3월	2020년	43	승인 받음
페리	퍼스트 에너지	2018년 3월	2021년	35·5	제출 예정 2020년 8월-12월

Sources: Various sources compiled by WNISR

원전 폐로 현황

표 13 | 6개 국의 원전 폐로 현황 개요

국가	폐쇄 원자로	해체 과정				
		원업	핫존	완화	LTE	완료
캐나다	6	0	0	0	6	0
프랑스	12	3	1	0	8	0
독일	29	10	4	8	2	5 [17%]
일본	25	20[a]	0	0	0	1 [4%]
영국	30	0	0	0	30	0
미국	34	4	0	5	124	13 [38%]
총계	136	37	5	13	58	19

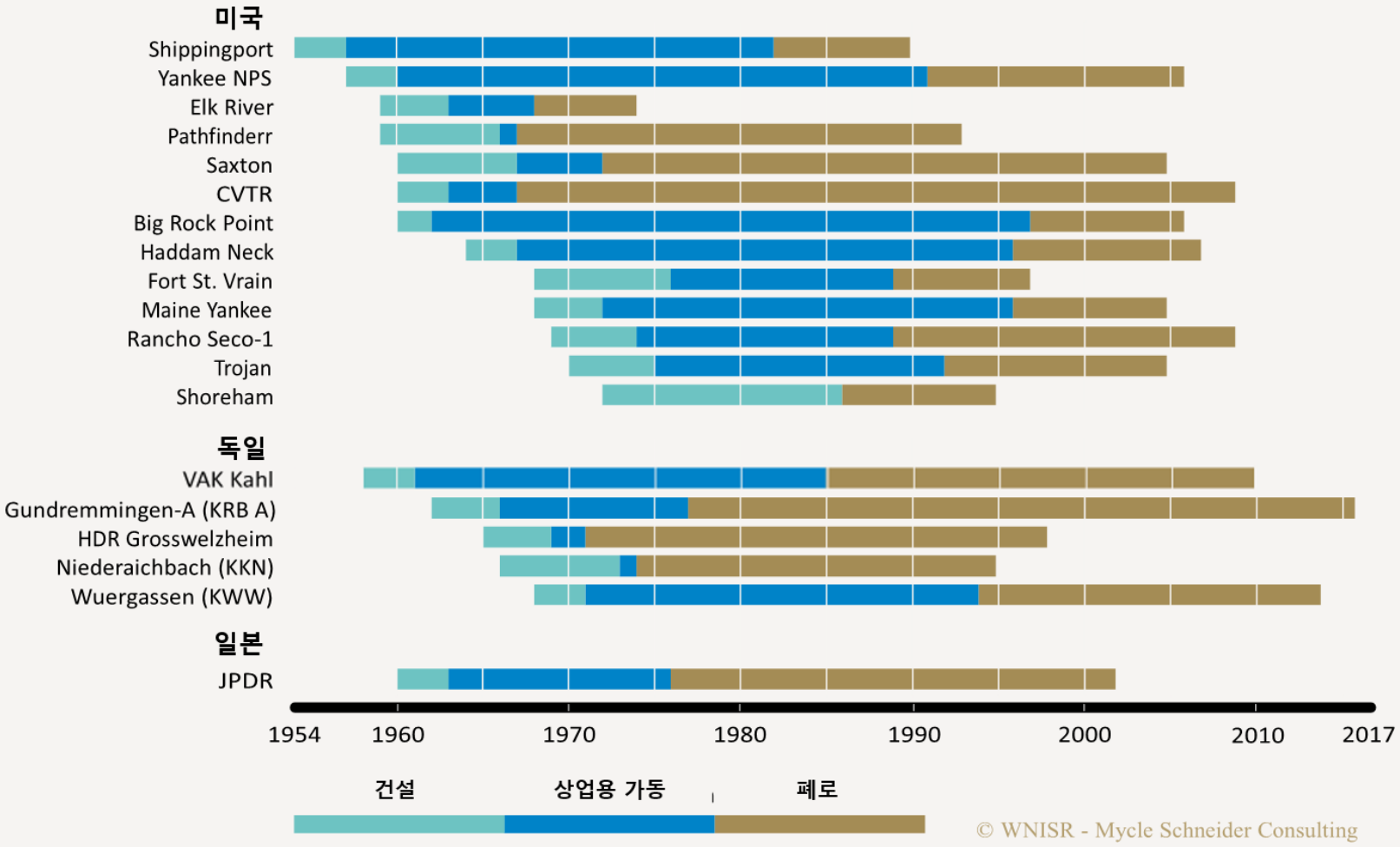
a - 후쿠시마 제 2원전 1~4호기 불포함

출처: 다수, WNISR2018 편집

원전 폐로 현황

완료된 원자로 폐로 프로젝트 현황, 1953-2017

미국, 독일 및 일본



출처: WNISR 및 IAEA-PRIS, 2018

WNISR2018 잠재적 원전 도입국

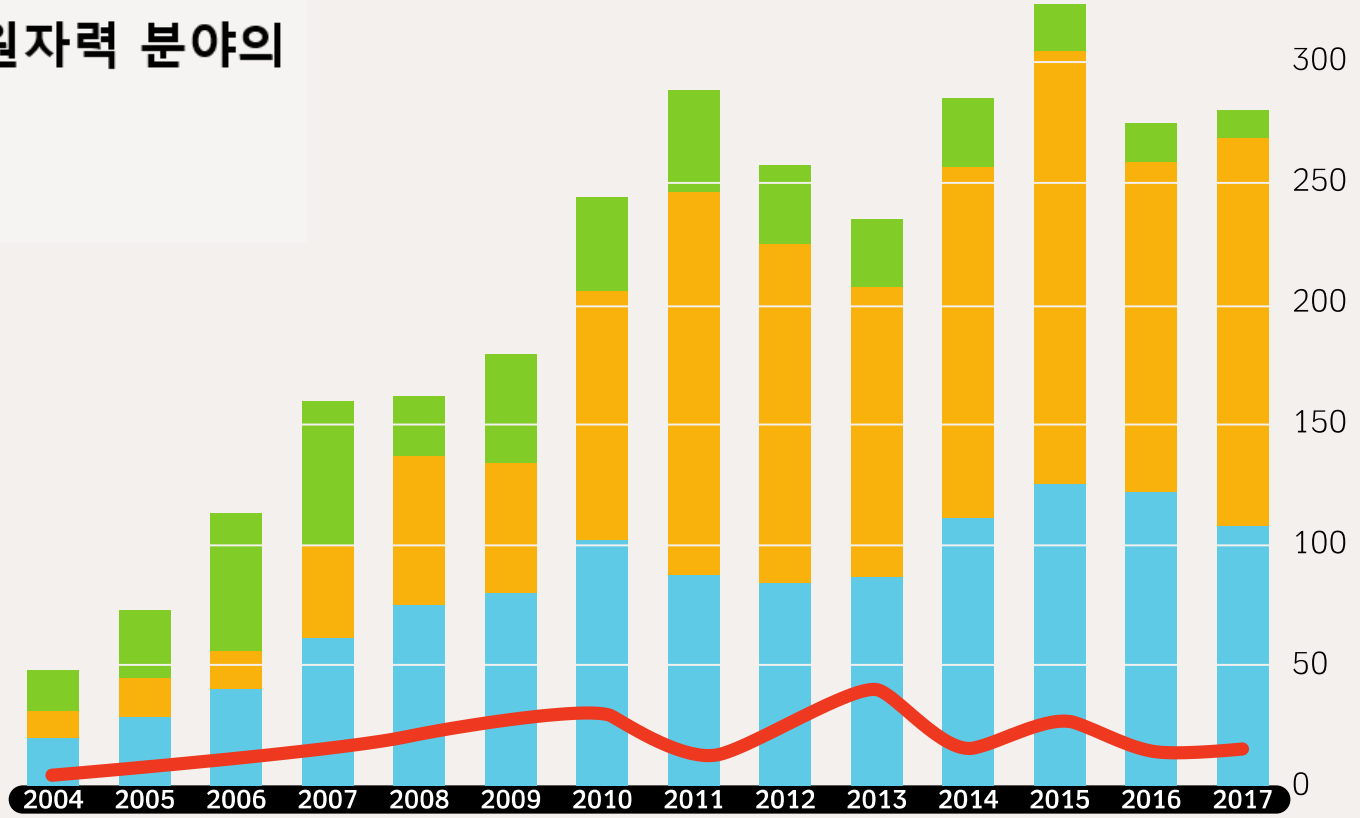
	부지	제안 공급자	초기 기동 날짜	제안 착공일	현재 기동 날짜
건설 중					
방글라데시	룹퍼	ROSATOM	Nov 2017	2018년 4월	2023
벨라루스	오스트로베츠	ROSATOM	2016/18		2019 (Q4)/2020 (Q3)
터키	악쿠유	ROSATOM	2015	2018	2023
아랍 에미리트	바라카	KEPCO	2017/18/19/20		2019/2020
계약 체결 또는 개발 본격화					
리투아니아	비셰그라드	히타치	2020	유보	-
터키	시노프	미쓰비시/아레바		?	-
	이그네아다	SNPTC/웨스팅 하우스		2019	-
베트남	닌투언	ROSATOM	2020	유보	-
계약된 계획					
이집트		ROSATOM	2019	2018	2026/2027
요르단		ROSATOM		2019	2024
폴란드				?	2029
상당히 진전된 계획					
칠레			2024	유보	-
인도네시아		ROSATOM		무한정 연기	-
카자흐스탄		ROSATOM 또는 웨스팅 하우스		?	-
사우디 아라비아			2020	?	2027
태국			2020-8	?	-

출처:다수, WNISR편집, 2018

원자력 VS 재생에너지

신규 재생에너지 및 원자력 분야의 글로벌 투자 결정

미화 10억달러, 2004 - 2017

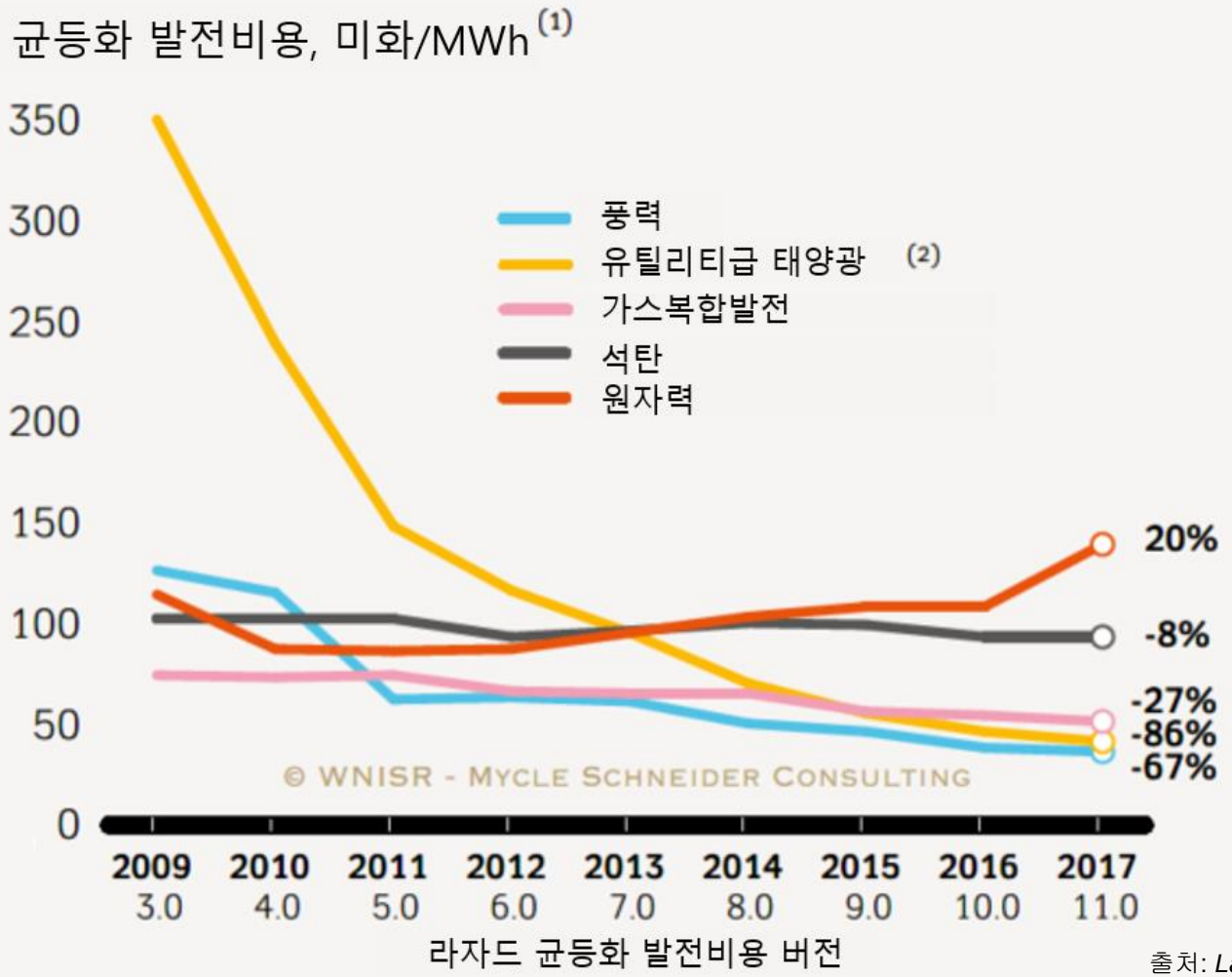


© WNISR - Mycle Schneider Consulting

Sources: *FS-UNEP/BNEF 2018 and WNISR Original Research*

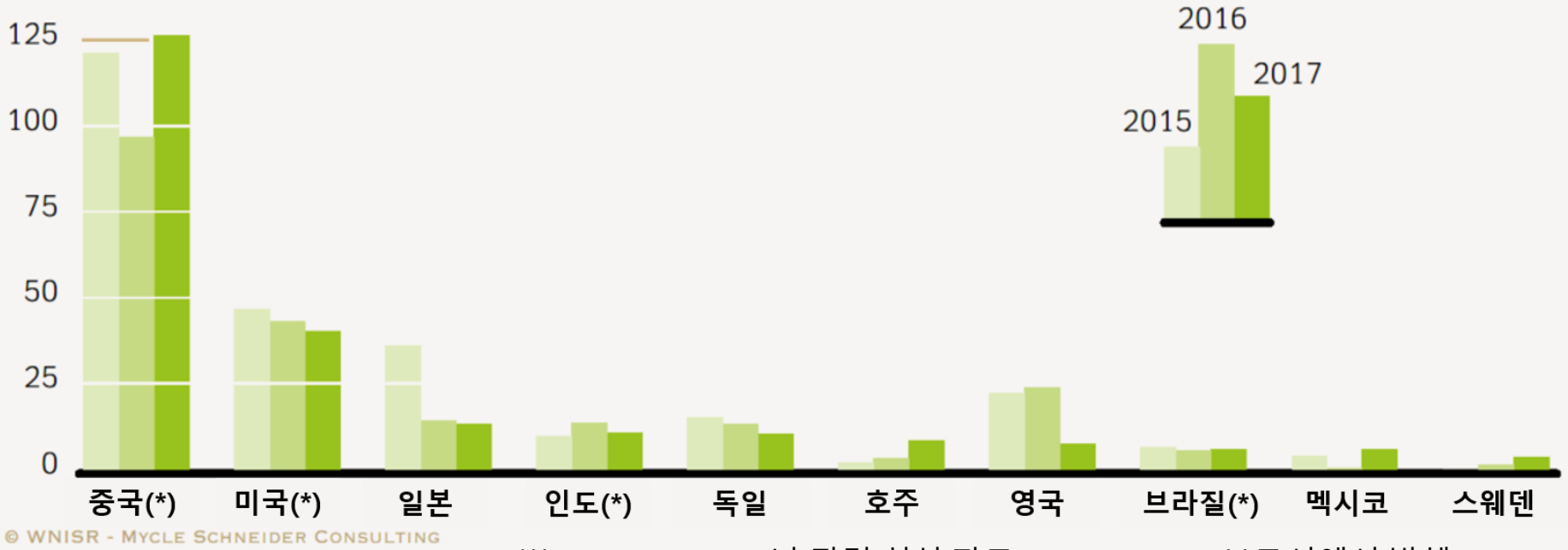
원자력 VS 재생에너지

기술별로 선별된 연도별 평균 균등화 발전비용



출처: *Lazard Estimates, 2017*

원자력 VS 재생에너지

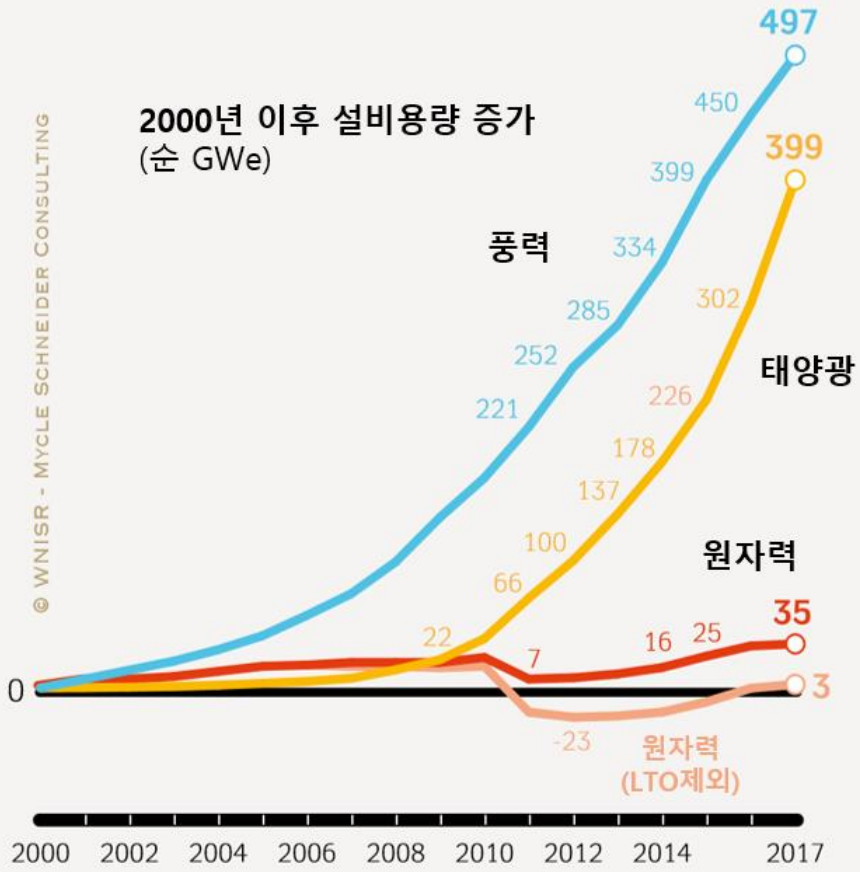


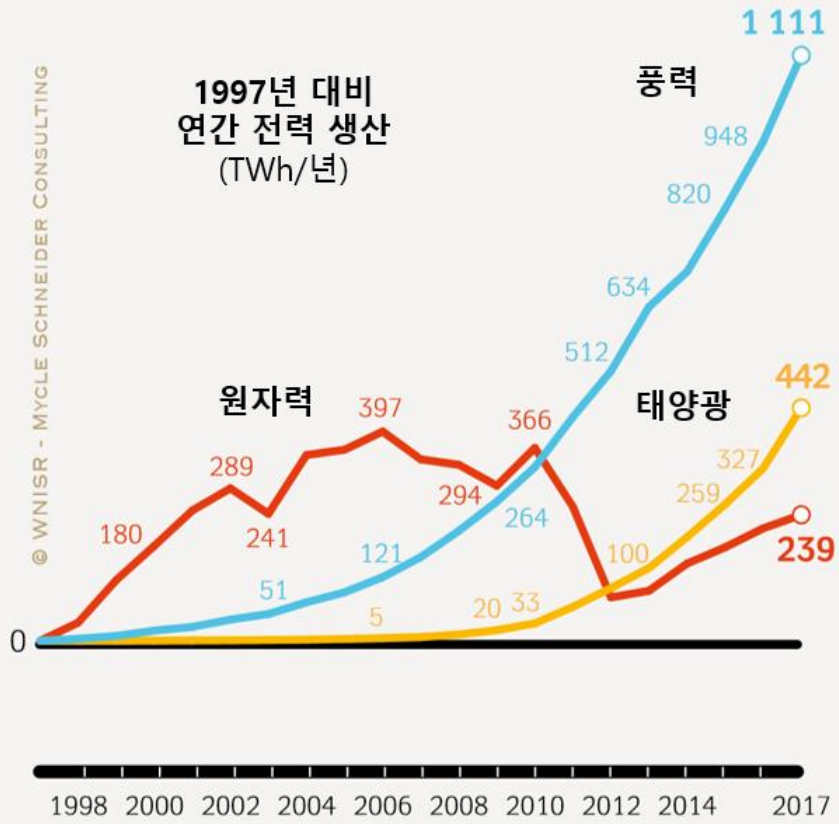
(*) 2015,2016,2017년 관련 최신 자료. FS-UNEP 2018 보고서에서 발췌.

출처: FS-UNEP /BNEF, 2018, 2017, 2015

원자력 vs 재생에너지

세계 풍력과 태양광, 원자력 설비용량 및 전력 생산

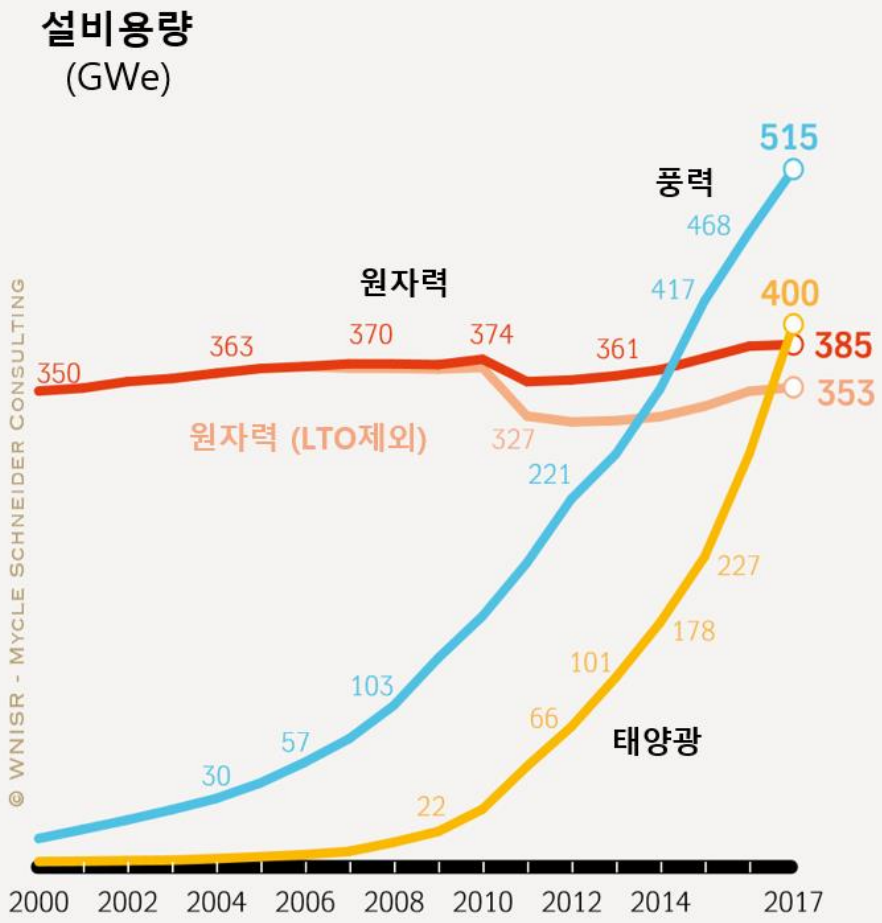


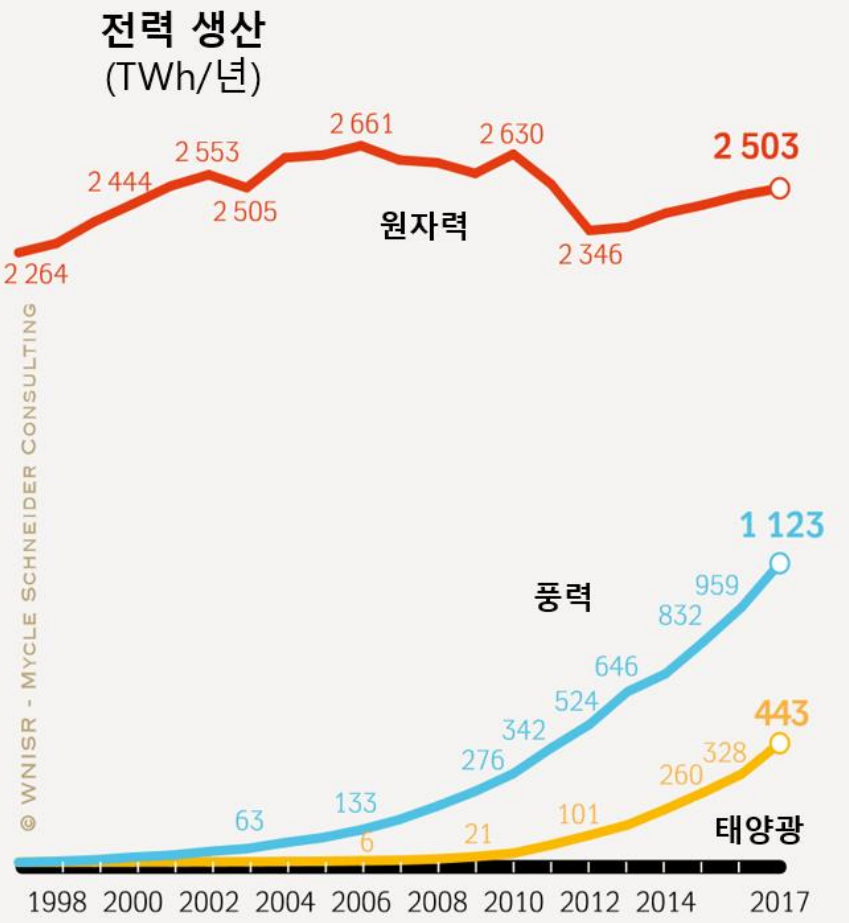


Sources: WNISR, IAEA-PRIS, BP Statistical Review 2018

원자력 vs 재생에너지

세계 풍력과 태양광, 원자력 설비용량 및 전력 생산



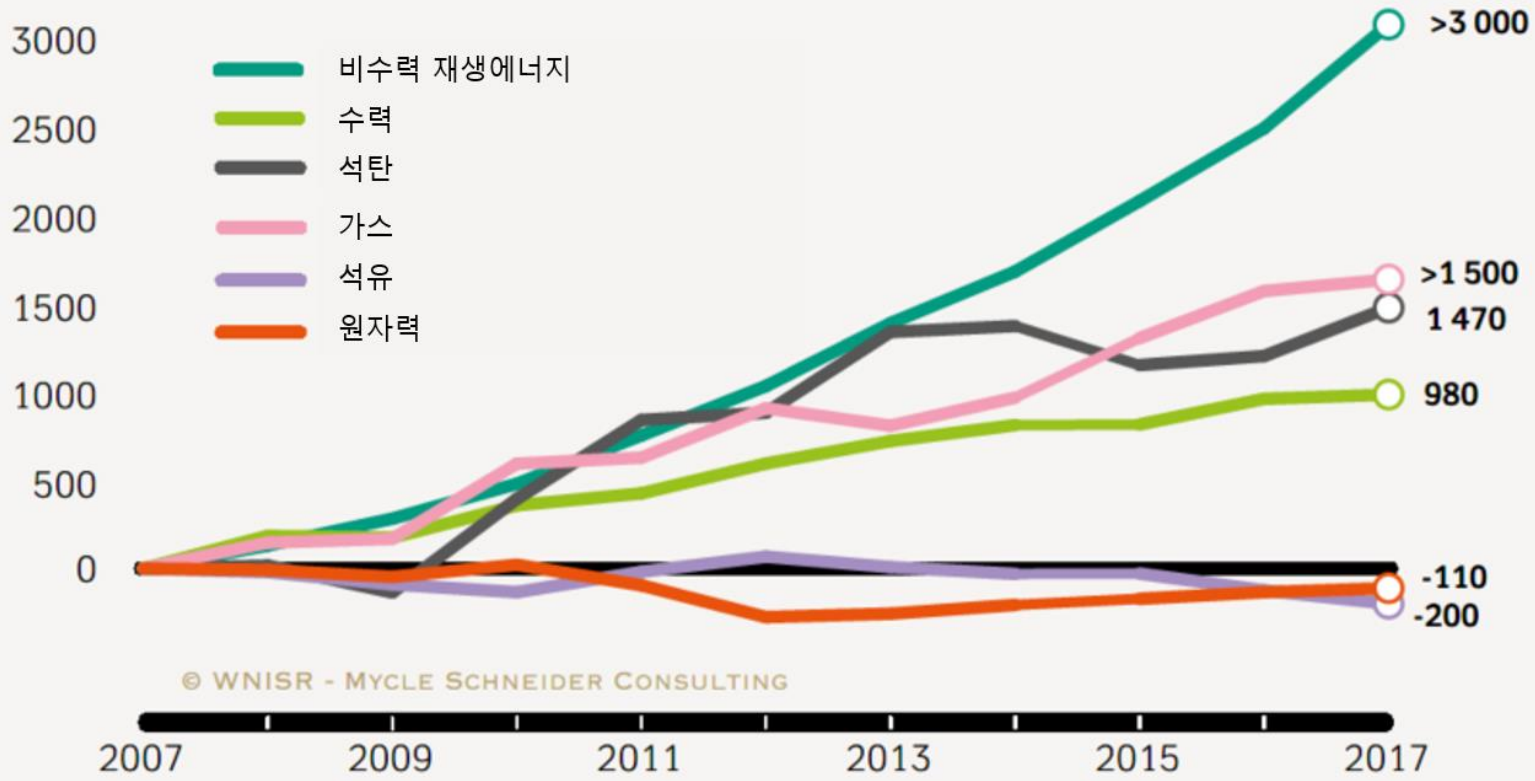


Sources: WNISR, IAEA-PRIS, BP Statistical Review 2018

원자력 VS 재생에너지

세계의 전력 생산
2007년 대비 연간 전력 생산

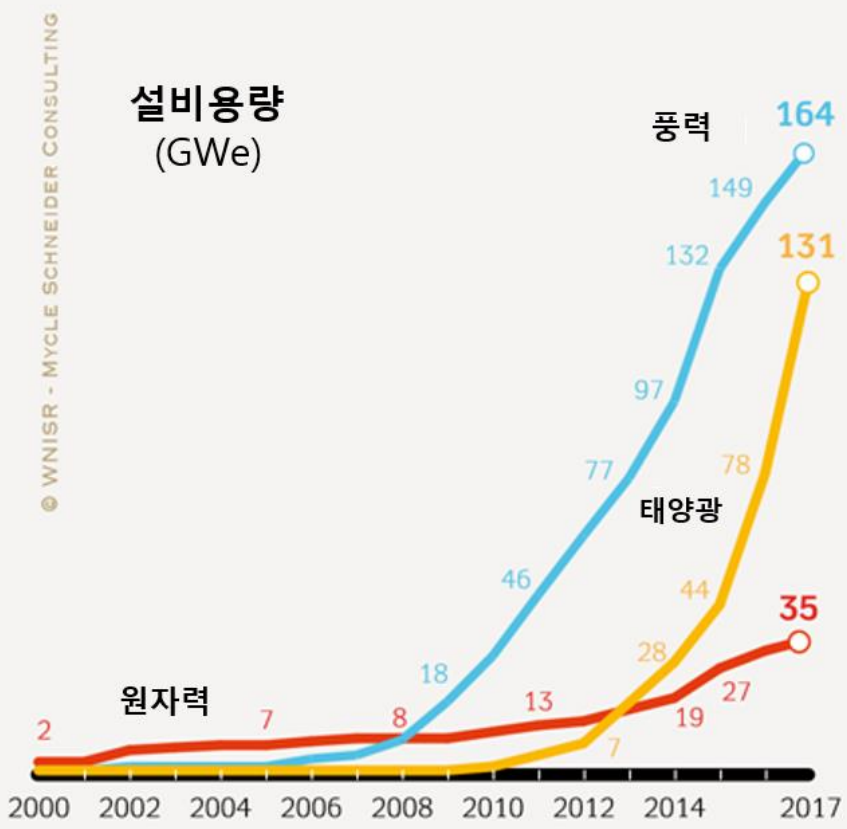
에너지원 별 순증(TWh)

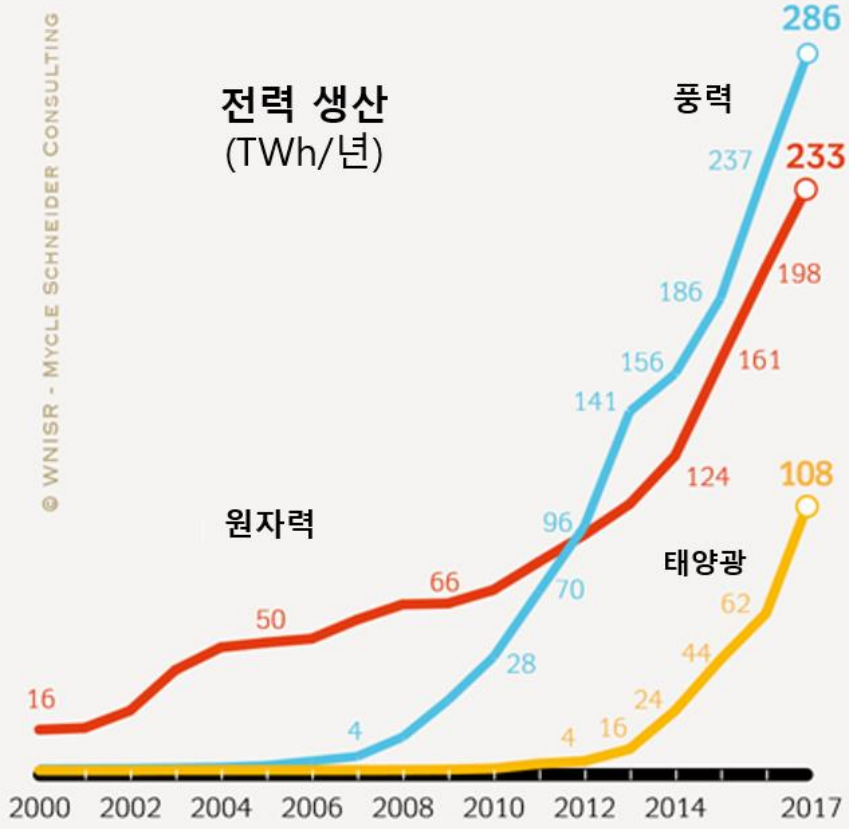


Sources: BP Statistical Review 2018

원자력 VS 재생에너지 (중국)

2000-2017년 중국의 풍력과 태양광, 원자력 설비용량 및 전력 생산

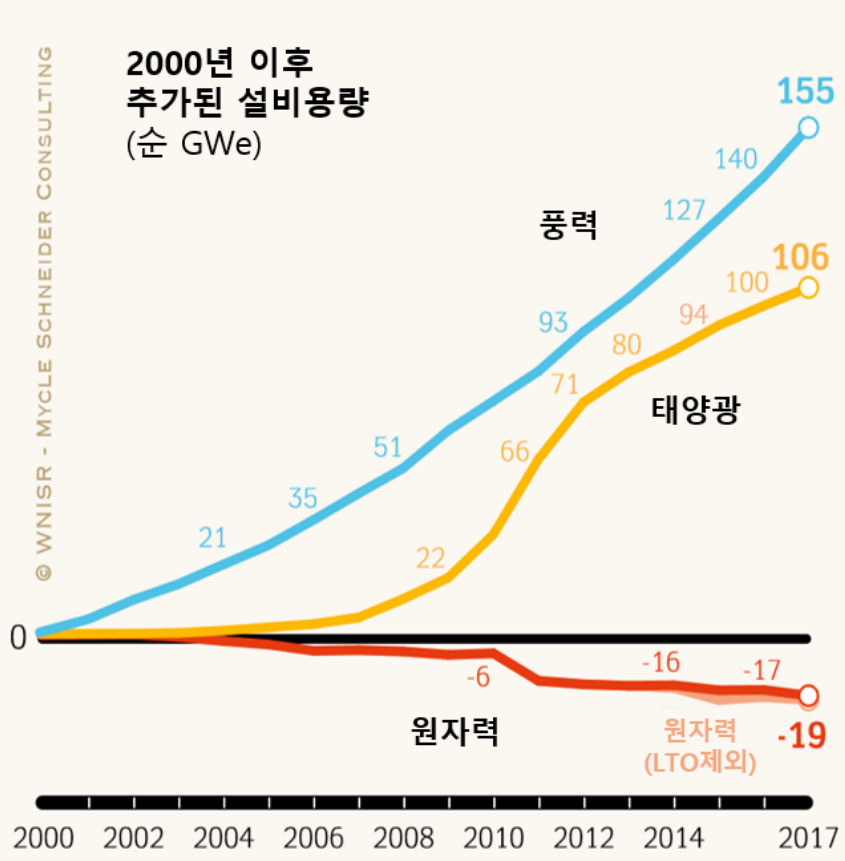


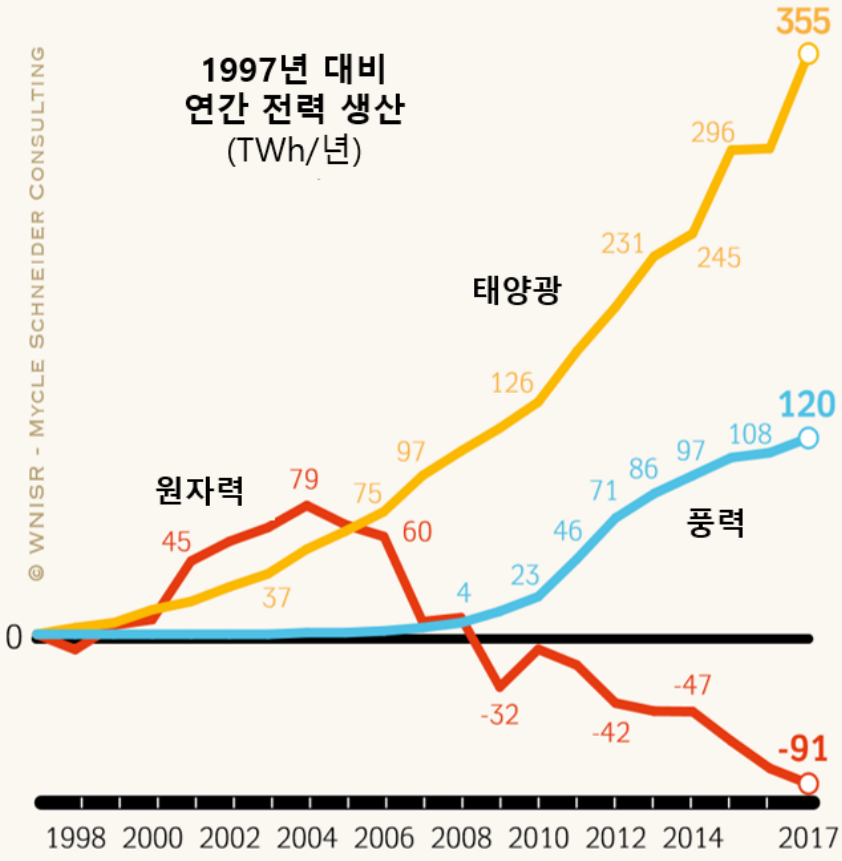


Sources: WNISR, IAEA-PRIS, BP Statistical Review 2018

원자력 VS 재생에너지 (EU)

풍력과 태양광, 원자력의 추이 : EU의 설비용량 및 전력 생산

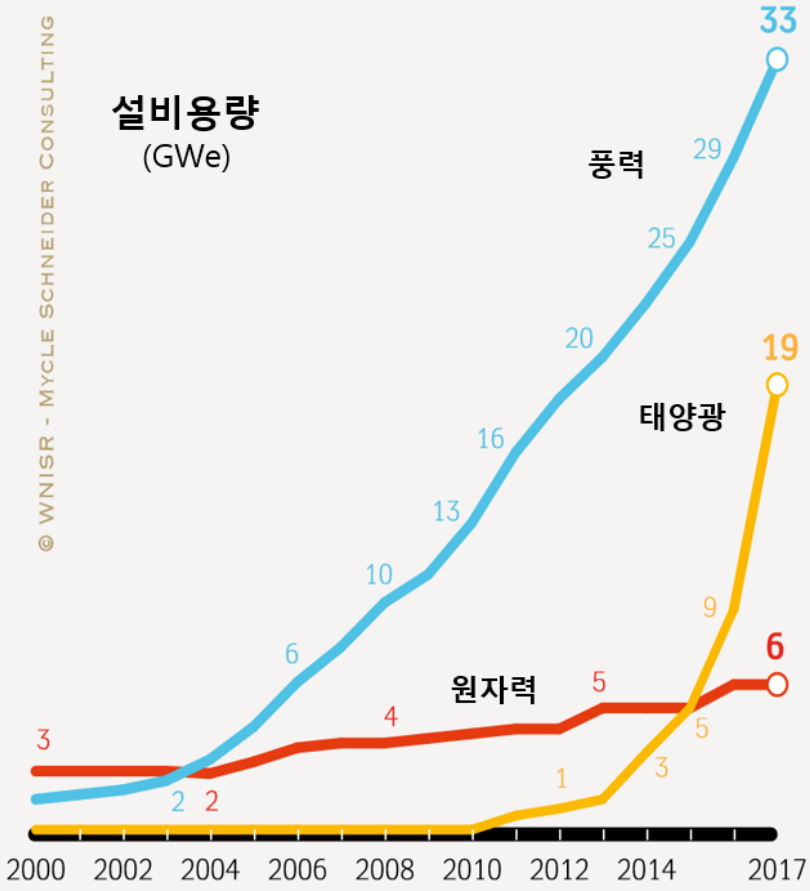


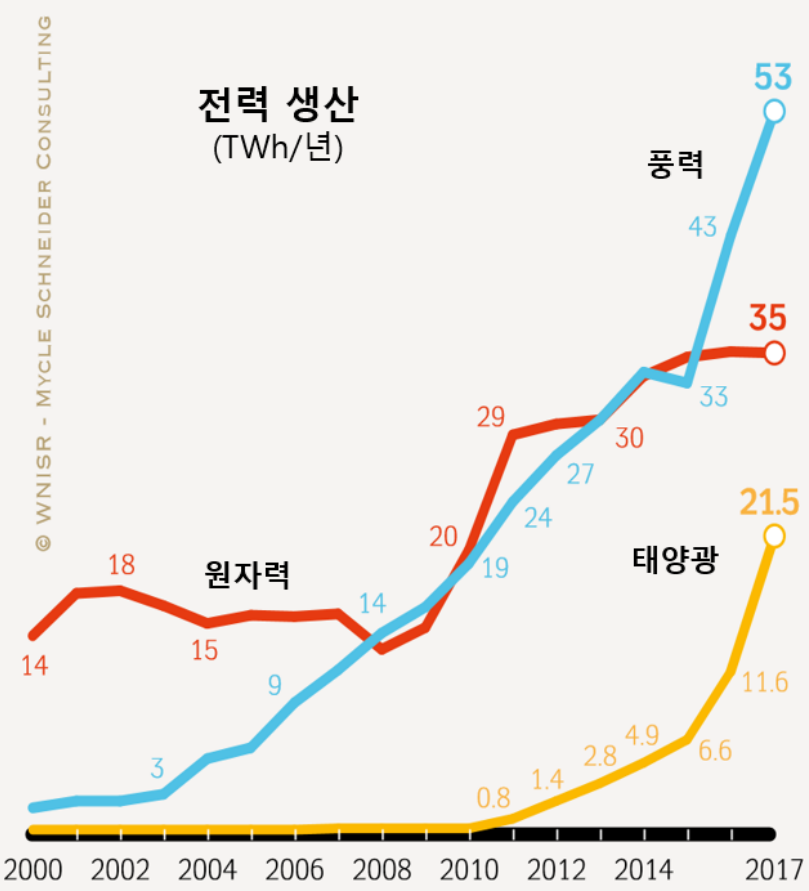


Sources: WNISR, IAEA-PRIS, BP Statistical Review 2018

원자력 vs 재생에너지 (인도)

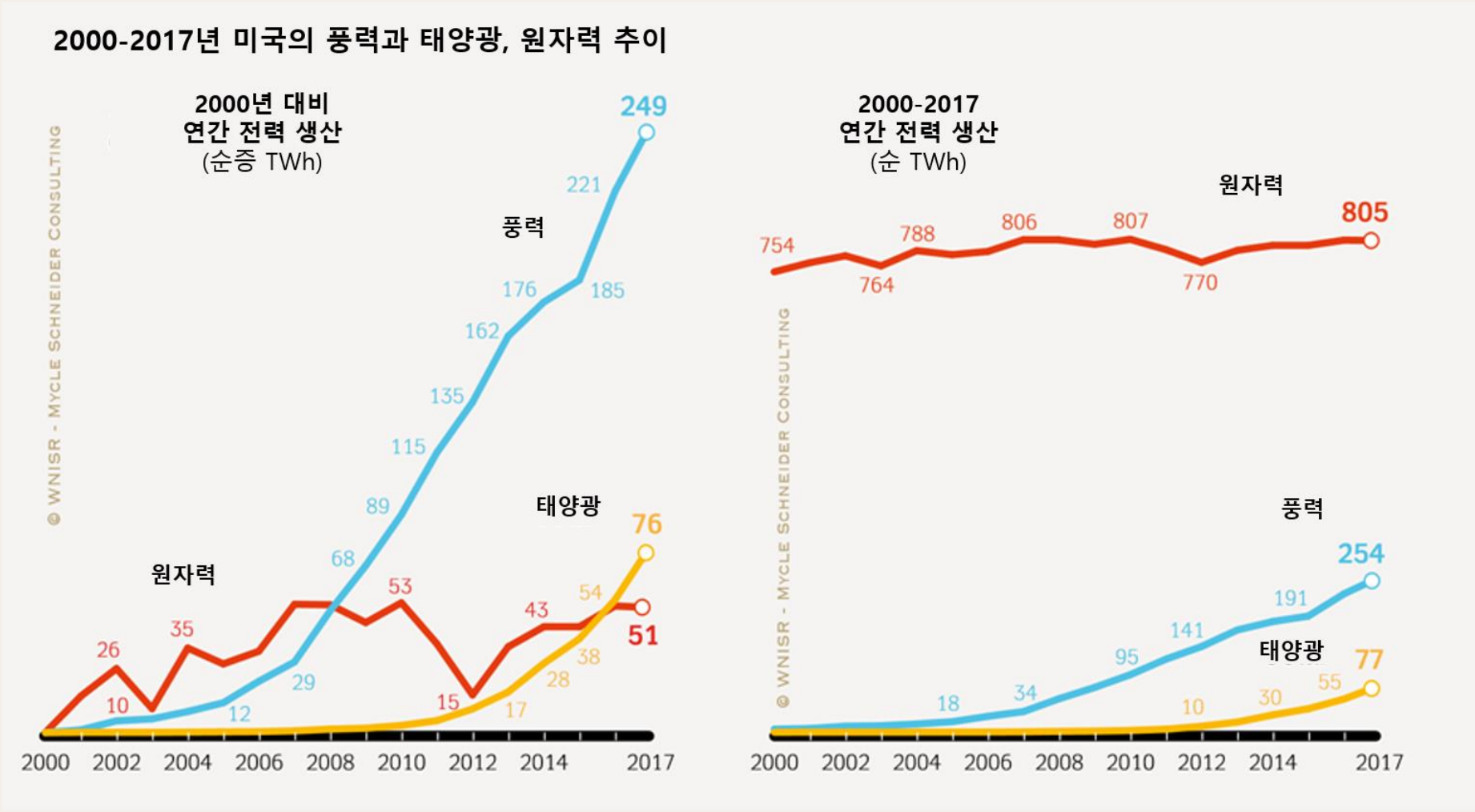
2000-2017년 인도의 풍력과 태양광, 원자력 설비용량 및 전력 생산





Sources: WNISR, IAEA-PRIS, BP Statistical Review 2018

원자력 VS 재생에너지 (미국)



Sources: DOE-EIA, 2018

WNISR2018 결론

- 중국의 영향으로, 원전 발전량 소폭 증가함.
- 원전 역할의 장기 하락세 지속됨.
- 원전과 재생에너지 간 비용 격차는 여전히 더 벌어짐 (재생에너지가 더 저렴).
- 원전 운영 31개국 중 9개국, 원전 보다 재생에너지로 더 많은 전력 생산함.
- 원전 설비 증설은 세계 시장에서 미미한 수준('17년 기준 257GW 중 1GW) 원전은 이제 의미 없게 되었음.
- 원자로 건설 착공 건수는 15건('10)에서 5건('17), 현재 4건('18, 신고리 6 포함)으로 감소. 2016년 이후 중국의 상업용 원전 건설 착공은 없음.
- 원전은 멸종위기종임. 생존을 위해서는 갱신율이(renewal rate) 너무 낮음.
- 신규 및 기존 원전 모두 태양광과 풍력에 비해 점점 더 비싸지고 있어 기후변화 대응에 악영향을 미치고 있음.
- 기존 원전이 매우 강력한 혁신의 장애물임 (독일 vs 일본, 한국 등).
- 폐로는 초기 단계, 폐쇄된 부지 174곳 가운데 10곳만 복원됨.