

# MONTHLY NUCLEAR BRIEF

KNA 24-04-01

한국원전수출산업협회 정보조사실

## 일본 원자력 발전 현황 및 전망

※ 일본 지구환경전략연구소(Institute for Global Environmental Strategies, IGES) 소속 정책연구가 Hajime TAKIZAWA가 유럽연합(EU) Partnership Instrument 지원을 받아 2021년 10월 발간한 'Current Status of Japan's Nuclear Power 2021'을 요약번역하고, KNA가 일부 수정 및 최신정보를 덧붙인 자료입니다.

※ 동 자료는 IGES의 허가를 받아 작성하였으며, 동 자료의 무단 전재 및 재배포는 금지되어 있습니다.

### 요약

#### 요약

- 2021년 10월 일본 정부는 제6차 에너지 기본계획 발표에서, 재생에너지 발전비중을 약 2배 수준인 36~38%로 확대하는 '재생에너지의 주력전원화' 목표를 제시함
  - 동 보고서는 제6차 에너지 기본계획에 기초해 2021년 기준 일본 내 원자력 발전 현황을 분석하고, 2030년까지의 원자력 발전량 예측치를 제시함
- 일본 정부는 기존 원전 27기가 2030년까지 이용률 70-80%로 운영된다면, 일본 에너지 믹스에서 원자력 발전이 20-22% 비중을 차지할 것으로 가정함
  - 하지만, 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 2021년 기준 재가동 원전은 10기에 불과함
  - 원전 재가동을 위해 원전사업자는 일본 원자력규제위원회(Nuclear Regulation Authority, NRA)의 안전심사 통과 및 원전이 위치한 지자체의 지역주민 동의 절차를 거쳐야 함
- 동 보고서는 3가지 도전과제 - 1) 이용률 저조, 2) 장기 심사기간, 3) 지역주민 반대를 식별하고 시나리오 분석을 수행함
- 만약, 기존 원전 27기 중 3기가 2030년까지 재가동하지 않을 경우 정부가 가정한 원자력 발전비중 20%는 달성할 수 없을 것임

# 1. 일본의 원자력 현황 (2021년 기준)

**원전 현황** 2021년 9월 기준, 일본에는 원자력발전소 60기(54.6GW)가 존재함

[표 1] 원자력발전소 상태별 분류

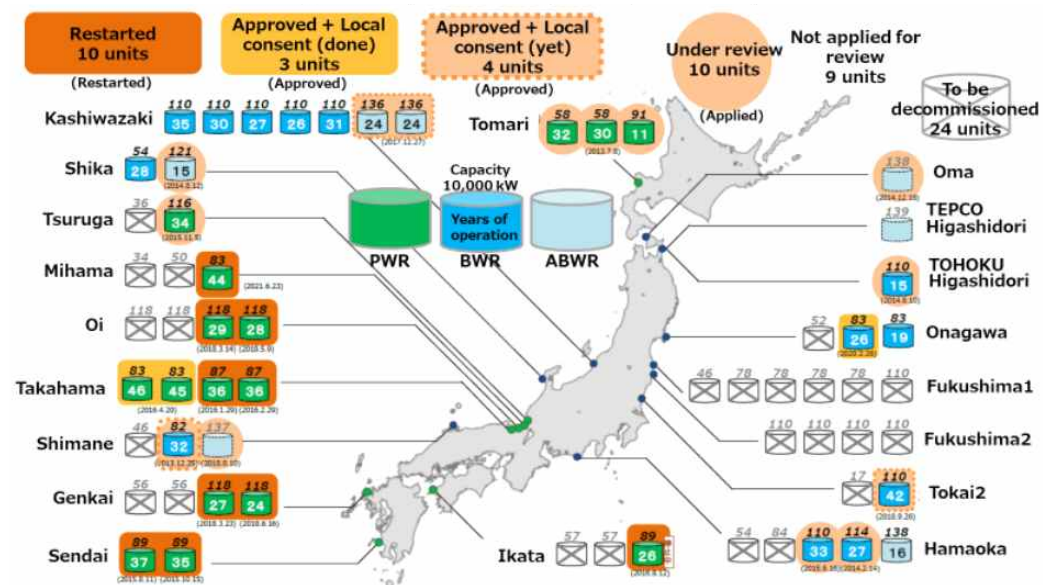
| No | 상태                    | 원자로 수 | 설비용량(MW) |
|----|-----------------------|-------|----------|
| 1  | 재가동 중                 | 10    | 9,956    |
| 2  | NRA 안전심사 통과, 지역동의 통과* | 3     | 2,477    |
| 3  | NRA 안전심사 통과, 지역동의 미통과 | 4     | 4,632    |
| 4  | NRA 안전심사 진행중          | 10    | 10,529   |
| 5  | NRA 안전심사 미신청          | 9     | 9,630    |
| 6  | 해체예정                  | 24    | 17,423   |
| 총계 |                       | 60    | 54,647   |

\* 역주 : 2024년 2월 일본 도호쿠전력, 9월중 Onagawa 2호기 재가동 계획 발표

## 재가동 절차

2011년 일본 대지진 이후, 일본 정부는 모든 원전의 가동을 중단함. 2013년 7월, 일본은 원전의 안전성 향상을 위한 신규제기준을 마련함. 원전을 재가동하기 위해, 원전사업자는 원자력규제위원회(NRA)의 안전심사를 통과해야 함  
지역동의 획득은 법적 요구사항은 아니지만, 지역동의 없이 원전을 재가동하는 것은 현실적으로 불가능하다고 볼 수 있음

[그림 1] 일본 원자력발전소 지도



제6차 에너지 기본계획은 정부가 후쿠시마 원전사고로부터 회복하기 위한 노력을 지속하고 있다고 언급했으며, 동 계획의 주요내용은 [표 2]와 같음

**제6차  
에너지 기본계획**

**[표 2] 제6차 에너지 기본계획 내 후쿠시마 원전사고 관련 언급**

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 원자력에 대한 의존도를 가능한 최소화 및 재생에너지 활용을 극대화</li> <li>▪ 2041년부터 2051년까지 후쿠시마 제1원전 폐로(원전 해체, 철거, 폐기 처분) 목표</li> <li>▪ 약 2년 내 ALPS* 처리수 해양 방류 예정</li> </ul> <p style="margin-left: 20px;">* ALPS(Advanced Liquid Processing System) : 원전 오염수에 들어있는 각종 방사성 물질을 제거하는 장비</p> <p>※ 역주 : 일본 도쿄전력은 2023년 8월 1차, 2024년 2월 4차로 후쿠시마 오염수 방류함. 도쿄전력은 올해 4월부터 내년 3월까지 7차례에 걸쳐 54,500t의 오염수를 방류 예정임</p> |
|--|

[표 3]은 제6차 에너지 기본계획 내 원자력 정책을 기술함. 일본 정부는 동 계획에서 추가적인 신규원전과 관련된 사항은 언급하지 않았는데, 이는 정부가 신규원전을 건설할 계획이 없거나, 신규 프로젝트 발표를 주저하고 있음을 시사함. 2021년 기준, 일본 정부의 전략은 기 원전을 재가동하고 최대한활용하는 방향으로 나아갈 것으로 보임

**[표 3] 제6차 에너지 기본계획 내 원자력 정책**

| 구분      | 내용   |
|---------|--|
| 에너지 믹스  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 2030년 내 원자력 비중 20-22% 달성 (2019년 기준 6%)</li> <li>· 재생에너지 최대 활용과 함께, 원자력 의존도 최소화</li> </ul>       |
| 재가동     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· NRA 승인 하 기존원전 재가동 가속화</li> <li>· 재가동 촉진 위한 TF 구성</li> </ul>                                     |
| 폐기물관리   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 중간저장시설 건설 촉진</li> <li>· 폐기물 총량 감소 및 독소 제거 위한 기술 개발</li> </ul>                                   |
| 연료 재활용  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 혼합산화물(MOX)을 연료로 하는 플루서멀 활용</li> <li>· 롯카쇼 핵 재처리시설 및 혼합산화물(MOX) 공장 각각 2022년, 2024년 가동</li> </ul> |
| 고준위 방폐장 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 홋카이도 내 고준위 방사성폐기물의 최종 처분지 조사 실시</li> </ul>  |
| R&D     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 고속로, 소형모듈형원자로(SMR), 고온가스로</li> <li>· 핵융합 에너지</li> <li>· 2030년까지 국제기술협력 증진</li> </ul>            |

## 2. 4가지 측면에서 바라본 일본 원자력 개요

제6차 에너지 기본계획은 포괄적인 원자력 전략을 언급함. 이 섹션은 안전(safety), 비용(cost), 자립도 및 회복력(self-sufficiency & resilience), 그리고 에너지 안보(energy security)라는 4가지 측면에서 일본 원자력 산업을 설명함

### (1) 안전(safety)

후쿠시마 원전사고 이후, 일본 에너지정책 기본방침이 '3E'에서 '3E+S\*'로 변경됨. 일본 원자력규제위원회(NRA) 규정에 따르면, 원전사고 발생 시 원전사업자는 3가지 안전조치(①정지, ②냉각, ③격납)를 취해야 함

\* 3E+S : 에너지 공급 안정성(Energy Security), 경제성(Economic Efficiency), 환경성(Environment), 안전성(Safety)의 4가지 측면의 에너지정책 수립·추진을 의미함

- 후쿠시마 사고 이전까지 일본 내에는 원전 사고가 일어나지 않으리라는 미신이 존재했으나, 후쿠시마 원전사고 발생 시 원자로가 긴급정지되고, 대규모 지진으로 인해 외부전원이 차단되었으며, 쓰나미로 인한 침수로 현장 내 정전이 발생함
- 원자로 냉각기능이 상실되면서 노심용융에 의해 수소폭발이 발생, 원전이 파손됨

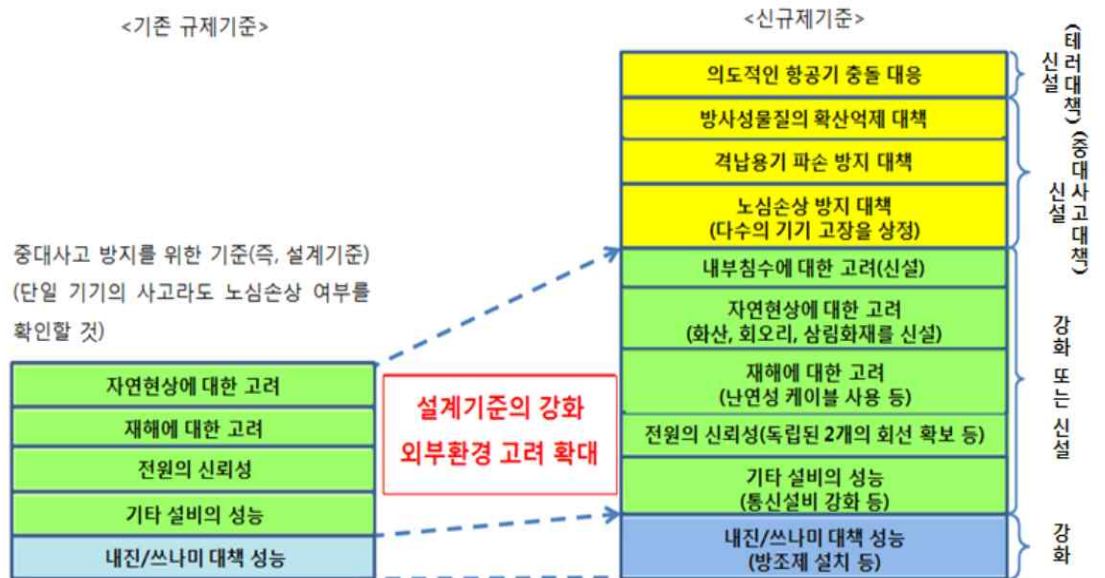
### 후쿠시마 교훈

- 원자력규제위원회(NRA)는 후쿠시마 원전사고로부터 얻은 2가지 교훈을 아래와 같이 정리함
  - 지진, 지진해일과 같은 대규모 자연재해에 대한 위험관리 부족
  - 원전설계 당시 예측된 위험을 초과하는 '심각한 사고'에 대한 법적요구사항 부재
- 예를 들어, 후쿠시마 원전은 5.7m 높이의 쓰나미를 견딜 수 있도록 설계되었으나, 실제 쓰나미는 15m 높이였음
- 이러한 유형의 위험관리는 원전사업자의 자발적 조치였을 뿐임. 설령 원전 관련 규정이 강화되었다 하더라도, 기존 원전이 새로운 기준을 충족하는지 확인하고 강제할 수 있는 법적구조가 없었음

### 원전 재가동 신규제기준

- 일본 원자력규제위원회(NRA)는 2013년 7월 원전 재가동을 위한 신규제기준을 마련함. 신규제기준은 대규모 자연재해에 대한 예방조치를 강화하고, 화산폭발 및 허리케인을 고려해야 할 자연재해 목록에 추가함
- 또한, 심각한 원자로 사고와 테러공격에 대한 조치가 새롭게 도입됨. 기존, 신규 원전은 모두 신규제기준을 준수하고, 원자력규제위원회(NRA)의 검토 및 안전심사를 통과해야 함.

[그림 2] 기존 안전기준 및 신규제기준 비교



※ 출처 : 한국원자력연구원, '일본의 원전 재가동과 안전성 강화', 2018.1.18

**활성단층**

- 일본은 세계에서 지진이 빈번한 나라 중 하나이며, 활성단층(capable fault)\*은 원전 설계시 반드시 고려되어야 할 '엔지니어링적' 위험을 나타냄. (IAEA, 2015)

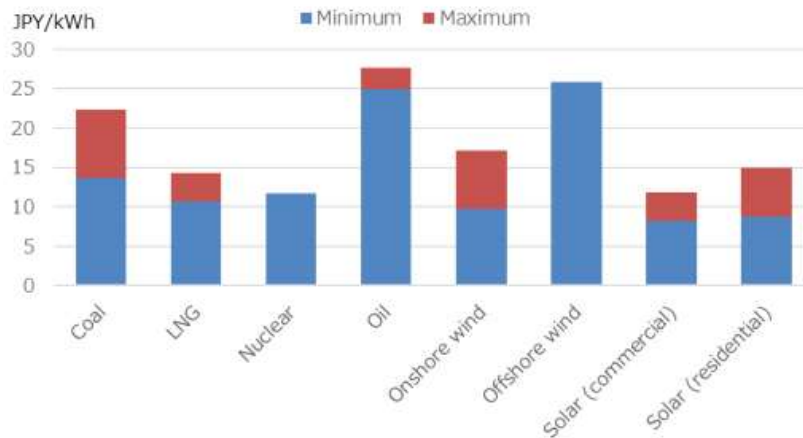
\* 활성단층 : 지반이 움직일 가능성이 높은 단층

- 新규제기준에 따르면, 원전은 활성단층이 존재하지 않는 곳에 설치되어야 함. 원전 위치에 활성단층이 확인될 경우, 해당 원전은 재가동을 위한 안전심사를 통과할 수 없음

**(2) 비용**

- 제6차 에너지 기본계획 발표와 동시에, 일본 경제산업성은 '전력생산비용 분석 작업 그룹'에서 2030년 전력생산비용 추정치를 발표함. 원자력발전의 최소 추정 비용은 kWh당 11.7엔임

**[그림 3] 2030년 에너지원별 전력발전비용 추정치**



|                  | Coal      | LNG       | Nuclear  | Oil       | Onshore wind | Offshore wind | Solar (commercial) | Solar (residential) |
|------------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|---------------|--------------------|---------------------|
| JPY/kWh          | 13.6-22.4 | 10.7-14.3 | 11.7     | 24.9-27.6 | 9.8-17.2     | 25.9          | 8.2-11.8           | 8.7-14.9            |
| Capacity factor  | 70%       | 70%       | 70%      | 30%       | 25%          | 33%           | 17%                | 14%                 |
| Operation period | 40 years  | 40 years  | 40 years | 40 years  | 25 years     | 25 years      | 25 years           | 25 years            |

**(3) 자립도 및 회복력**

- 일본은 과거 원자력 기술을 해외에서 도입함. 그러나, 1970년대 가동을 개시한 원전의 일본산 기자재 생산 비율이 90%를 초과하는 등, 일본 원전기업의 기술 국산화가 이루어졌다고 볼 수 있음

- 일본의 대표적인 원전기업은 HITACHI-GE, TOSHIBA, MITSUBISHI 중공업 등 3개社로, 400개 이상의 제조사가 원자력 기술을 보유하고 있음 (일본 경제산업성, 2021)

- 아래 [표 4]는 일본 원자력 기자재 국산화율이 점진적으로 증가하였으며, 이는 일본이 원자력 기술 측면에서 자립적이라는 사실을 보여줌

**[표 4] 원자력 기자재 국산화율 변화**

| Plant                    | Tokai (GCR) | Mihama1 (PWR) | Takahama2 (PWR) | Mihama3 (PWR) | Kashiwazaki 5 (BWR) | Kashiwazaki 7 (ABWR) |
|--------------------------|-------------|---------------|-----------------|---------------|---------------------|----------------------|
| Year of operation        | 1966        | 1970          | 1975            | 1976          | 1990                | 1997                 |
| Domestic production rate | 35%         | 58%           | 90%             | 93%           | 99%                 | 89%                  |

- 일본 경제산업성은 자연재해 발생 시 전력공급에 대한 원자력의 회복력과 기여도를 강조하며, 대규모 정전을 예방하기 위해 일본 전역에 걸쳐 전력공급을 분산시켜 회복력을 높여야 할 필요가 있다고 강조함 (일본 경제산업성, 2021)
- 일본 경제산업성은 1995년과 2011년 대지진 발생시, 동해 인근에 위치한 대형 원전들이 정전을 예방하는데 기여했다고 밝힘

**(4) 에너지 안보**

- 일본 경제산업성은 일본의 천연자원이 부족한 점을 감안할 때, 원자력이 에너지 안보 측면에서 화석연료 대비 우위를 가지고 있다고 판단함
- 원전 40기(39GW)의 가동 및 현재 국내 연료 재고만을 사용한다고 가정할 때, 원자력은 2.9년 동안 전력생산을 유지할 수 있음
- 따라서, 원자력은 화석연료에 비해 우위를 가지며, 변동성이 큰 글로벌 유가 시장에 영향을 받지 않는 것으로 간주됨

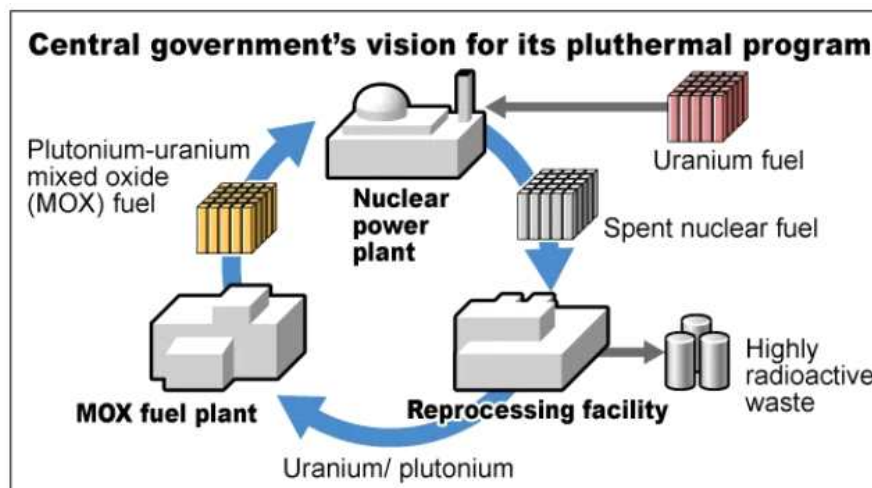
**[표 5] 일본 내 연료 재고 수준**

|          |        |
|----------|--------|
| 원자력(우라늄) | · 2.9년 |
| 천연가스     | · 20일  |
| 원유       | · 200일 |
| 화석       | · 29일  |

**플루서멀 원자로**

- 사용후핵연료는 재활용 할 수 있으며, 사용후핵연료는 재처리공장에서 우라늄, 플루토늄 및 고준위 방사성 폐기물로, 화학적으로 분리됨
- 플루토늄은 우라늄과 혼합하여 혼합산화물연료(MOX)를 제조할 수 있으며, MOX는 플루서멀(pluthermal) 원자로에서 연료로 재사용될 수 있음
- 일본 경제산업성은 2024년에 첫 상업용 MOX 공장 운영을 개시하고, 2030년까지 플루서멀 원자로를 12개로 확대할 것으로 예상함 (일본 경제산업성, 2021)

**[그림 4] 일본 정부의 플루서멀(pluthermal) 프로그램**



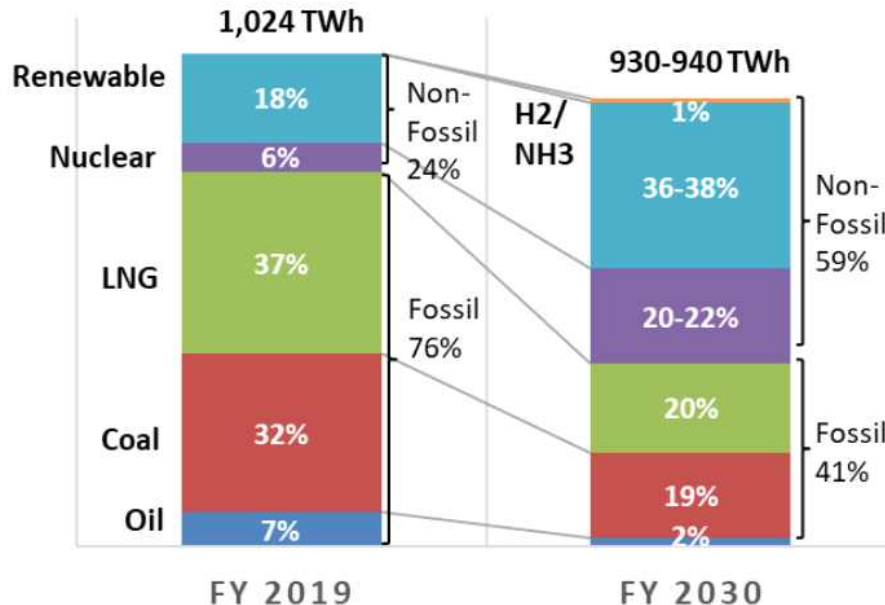
### 3. 2030년 원자력 발전량 가정

#### 제6차 에너지 기본계획 내 원자력 추정치

이 섹션에서는 2030년까지 일본 전력생산량에서 원자력 점유율 20-22%를 달성하기 위한 원전 재가동 가능성을 분석함

- 일본 정부는 경제성장과 산업부문 전기화(electrification)로 인해 전력수요가 점점 증가할 것으로 예상하며, 2030년 전력수요 추정치를 공개함
- 그러나, 일본 경제산업성은 에너지 효율성 및 보전, 인구 감소로 인해 2030년 전력 수요가 860-870 TWh, 총 발전량은 930-940 TWh로 감소할 것으로 예상함
- 에너지 믹스 내 원자력 비중은 20-22%에 달할 것으로 예측함

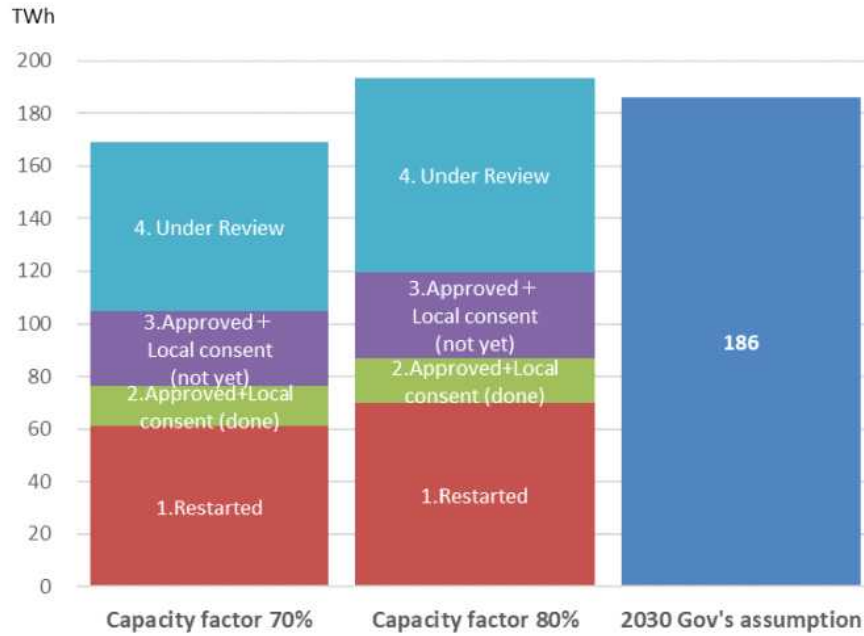
[그림 5] 에너지 믹스 비교 (2019년 및 정부의 2030년 예측치)



#### 이용률 비교

- 앞서 기술했듯, 일본에는 원전 60기가 존재하며 이 중 27기가 재가동되어 전력을 생산할 수 있는 잠재력을 보유함
- 발전량은 원전이 1년 동안 운영 가능한 용량에 따라 달라짐. 일본 경제산업성은 이용률(capacity factor)\*이 각각 70%, 80%인 두 가지 경우를 비교함
- \* 이용률(capacity factor) : 특정기간 동안 원전이 얼마나 자주 가동되는지를 측정하는 지표. 백분율로 표현되며, 실제 단위 전기출력을 최대 가능출력으로 나누어 계산함. 단위용량이 얼마나 충분히 사용되는지를 나타내는 중요한 비율임
- 재가동중, NRC의 안전심사를 통과한 원전과 NRC의 안전심사를 진행중인 27기 원전이 성공적으로 재가동한다고 가정할 때, 이용률 80%이 적용된 원전은 전력 193 TWh를 생산하여 정부의 추정치인 186 TWh를 달성할 수 있음. [그림 6] 참조
- 이용률 70%가 적용되는 경우, 발전량은 추정치보다 약간 낮은 169 TWh가 될 수 있음

[그림 6] 2030년 원자력 발전 시나리오



(2) 3가지 도전과제

- 2030년까지 에너지 믹스에서 원자력 비중 20% 달성을 위한 정부 시나리오 실현을 위해 해결이 필요한 3가지 도전과제는 아래와 같음

① 이용률 저조, ② 재가동을 위한 장기 심사기간, ③ 지역주민 반대

① 이용률 저조

- 2017~2019년 원전 이용률은 80~84% 범위였으나, 2020년에는 원전에 대한 보안 조치 강화, 소송, 기술적 어려움으로 인해 49%로 하락함
- 더욱이, 원자로의 장기적이고 주기적인 검사 시행은 이용률을 감소시킴. 원전은 13개월에 한 번 정기검사를 받아야 함
- 일본 경제산업성에 따르면, 동 검사는 평균 약 90일이 소요되고, 원전은 검토기간 동안 모든 운영을 중단해야 함
- 2020년의 이용률 49%는, 2030년까지 추정된 186TWh 달성이 불가능함을 나타냄

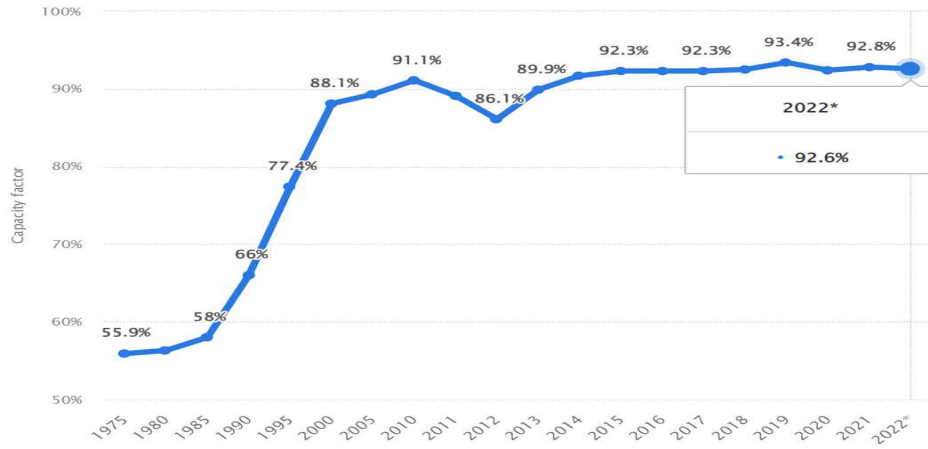
[표 6] 일본 내 원자력발전소의 평균 이용률

| Year  | Capacity factor       |
|---|-----------------------|
| FY1981-2010 (before the Fukushima power plant accident) | Approx. 73%           |
| FY2017 (restarted units)                                | Approx. 84% (5 units) |
| FY2018 (restarted units)                                | Approx. 80% (7 units) |
| FY2019 (restarted units)                                | Approx. 80% (9 units) |
| FY2020 (restarted units)                                | Approx. 49% (9 units) |

- 일본 경제산업성은 효율성 증진을 통해 정기 심사기간을 90일 이내로 줄이고, 검사 주기를 13개월 이상으로 연장하여 일본 원전 이용률을 높이고, 이를 미국 수준인 90%에 맞출 것을 제안함



[그림 7] 미국 내 원자력발전소의 평균 이용률(1975년~2022년\*) \* 추정치



※ 출처 : Statista, 'Capacity factor of nuclear power plants in the United States from 1975 to 2022', 2024년 4월 11일 검색

② 재가동을 위한 장기 심사기간

- 원전은 재가동을 위해 신규제기준을 충족하고, [그림 8]에서와 같이 원자력규제기관(NRA)의 '심사단계'와 '검사단계'를 거쳐야 함
- 3단계 심사를 동시에 실시하여 각 단계별 상호보완을 가능하게 하여, 신규제기준 적용 적합성을 일괄적으로 평가할 수 있음
- 하나의 단계에서 허가를 취득하더라도, 또 다른 단계에서 이전 허가에 대한 보완이 필요한 경우 신규제기준 만족시까지 재심사를 실시해 검사단계로 넘어가야 함

[그림 9] 원전 재가동을 위한 신규제기준 심사 및 검사 절차



| 심사단계         |  |
|--------------|--|
| 원자로 시설 변경 신청 | · 원자로 시설의 기본설계, 체제정비 등의 기본방침 변경에 대한 안전성에 문제가 없음을 심사  |
| 건설계획         | · 원자력 시설의 상세설계의 기술기준 만족 여부 심사  |
| 운영 안전 프로그램   | · 보안규정(운전관리, 절차, 체제 등이 원자로 시설 운영 관련사항)이 원자로 등의 재해방지를 위해 변경되었는지 심사<br>· 운영 및 유지보수, 핵연료 재료와 오염물질 또는 손상된 원자로에 의한 사고 예방방안 검토 |
| 검사단계         |  |
| 사전 서비스 검사    | · 건설계획 및 기술표준에 대한 부합성 검토   |
| 운영 안전 검사     | · 필요한 운영 안전조치를 규정한 운영 안전 프로그램 준수여부 검토  |

※ 출처 : 한국원자력연구원, '일본의 원전 재가동과 안전성 강화', 2018.1.

- 검토 및 검사 기간이 길어질수록 재가동까지 걸리는 시간도 길어짐. 원전 재가동을 위해 5년 이상 소요되는 것은 이례적인 일이 아님
- [표 11]은 재가동된 원전들이 검토 신청서 제출부터 승인, 그리고 지역동의 통과까지 걸린 기간을 보여줌. 이 재가동된 원전들의 검토기간은, 2021년 현재 검토가 진행되고 있는 타 원전 대비 짧은 편이었음

[표 6] 재가동 전 검토기간

| No | 현황         | 검토기간    |
|----|------------|---------|
| 1  | Takahama 3 | 2년 7개월  |
| 2  | Takahama 4 | 3년 11개월 |
| 3  | Oi 3       | 4년 9개월  |
| 4  | Oi 4       | 4년 10개월 |
| 5  | Mihama 3   | 6년 3개월  |
| 6  | Ikata 3    | 3년 1개월  |
| 7  | Genkai 3   | 4년 10개월 |
| 8  | Genkai 4   | 5년      |
| 9  | Sendai 1   | 2년 2개월  |
| 10 | Sendai 2   | 2년 4개월  |

**활성단층 식별**

- 원전 위치의 지리적 특성에 의해 검토기간이 달라지는데, 특히나 중요한 점은 '활성단층 (capable faults)'으로 알려진 잠재적 지진 원인을 식별하는 것임
- 활성단층이 확인되면, 원자력규제위원회(NRA)는 재가동을 승인하지 않음. 이러한 원전들이 NRA로부터 재가동 승인을 받기 위해 추가로 얼마나 많은 시간이 필요한지 예측하기 어려움

**재가동 가능성이 희박한 원전**

- 구체적으로, NRA 전문가 임무(expert mission)는 현장조사를 바탕으로 원전 3기 (Tsuruga 2, Higashidori 2, Shika 2)가 활성단층 위에 위치해 있다고 의문을 제기함(NRA, 2015)
- 동 원전들이 활성단층에 위치해 있지 않다는 증명을 하지 못한다면, 이들이 재가동할 가능성은 없을 것임

**③ 지역주민 반대**

- 지역동의는 법적요구사항은 아니지만, 원전사업자는 지역주민과 원전이 위치한 지방자치단체의 동의 없이 원전을 재가동 하지 않음
- 여기서 '지방자치단체'는 원전이 위치한 자치단체로 정의되며, 긴급보호조치 계획구역(원전에서 반경 30km) 내의 다른 지자체들도 사전이해권을 주장함
- 지역주민들은 원전이 100% 안전하다는 보장을 요구하는 경향이 있음. 원전이 위치한 지역주민들은 대부분 원전에 반대하고는 함

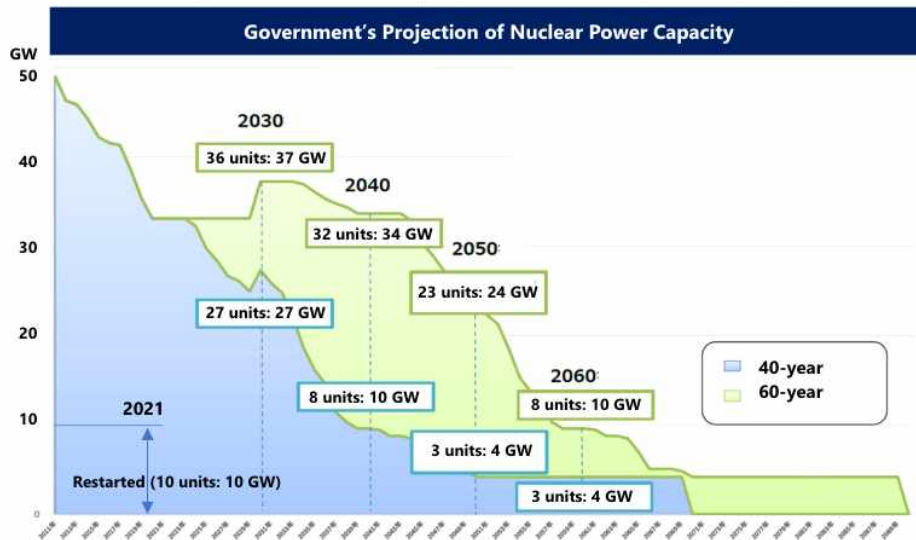
## 4. 2030년과 2050년을 향한 시나리오 분석

### 정부 시나리오

#### (1) 정부의 원전 운영기간 시나리오 (40년 및 60년)

- 2011년 후쿠시마 원전 사고 이후, 원자로규제법(Nuclear Reactor Regulation Act)은 원전의 운영기간을 최대 40년으로 제한함
- 그러나, 원자력규제기관(NRA)으로부터 승인을 받는 경우, 한 번에 최대 20년까지 연장이 가능하며, 지금까지 원전 4기가 운영기간 연장 승인을 획득함
- 아래 [그림 10]은 정부의 원자력 발전용량 예측치를 보여줌. 파란 부분은 40년, 초록 부분은 60년 운영 시나리오를 나타냄

[그림 10] 정부의 원자력 발전용량 추정치



- 일본 정부는 신규원전 건설이나 기존원전의 설비개선 작업을 진행하는 것보다, 기존 원전의 운영기간을 가능한 한 연장하는 것을 목표로 하고 있음
- 정부는 최대 80년까지 운영할 수 있는 미국 원전 사례를 정부 입장을 정당화하기 위한 예시로 사용함 (일본 경제산업성, 2021)
- 2030년에 정부의 예측치인 원자력 발전용량 비중 20%를 달성하기 위해, 현재 운영 중인 10기(10GW)에서 운영원전 기수를 27기(27GW)까지 늘려야 함
- 참고로, 세계에서 가장 오래된 원전은 1969년에 가동을 개시한 스위스의 Beznau 원전으로, 운영기간은 2021년 기준 52년임

[표 8] 장기 운영 중인 글로벌 원전 기수

|        |   |
|--------|---|
| US     | 47 units in operation for more than 40 years among the 94 operating units<br>60-year operation: 86 units approved, 4 units to apply<br>80-year operation: 4 units approved, 6 units under review, 12 units to apply |
| France | 14 units in operation for more than 40 years among the 56 operating units   |
| UK     | 4 units in operation for more than 40 years among the 15 operating units  |

**현실적 시나리오 (2) 2030년 현실적인 원자력 발전용량 사례 연구**

- 일본 경제산업성의 시나리오에 따르면, 2030년에 모든 원전 27기(27GW)가 80%의 이용률로 운영될 경우, 총 원자력 발전용량은 186 TWh에 달할 것이며, 이에 따라 정부의 원자력 발전비중 예측치인 20%를 달성할 수 있음
- 그러나 낮은 이용률, 장기 심사기간 및 지역주민 반대와 같이 원전을 재가동 하는데에는 수많은 장애물들이 있음
- 동 보고서는 현실적인 시나리오에서는 활성단층의 존재로 인해 원전 3기(Tsuruga 2, Higashi 1, Shika 2)가 심사를 통과하지 못할 것으로 보고있음
- 이 3개의 발전소를 정부 시나리오에서 제외하면, 현실적인 시나리오는 원전 27기 중 24기(24GW)의 가동임
- 이 24기 원전이 2030년에 가동된다고 가정하고, 이용률을 각각 80%, 60%으로 가정할 때의 총 원자력 발전량 추정치는 아래와 같음

**[표 9] 정부 추정치와 현실적 시나리오 비교**

<Government scenario>

|                                 |          |           |
|---------------------------------|----------|-----------|
| 1.Restarted                     | 10 Units | 9,956 MW  |
| 2.Approved+Local consent (done) | 3 Units  | 2,477 MW  |
| 3.Approved+Local consent (yet)  | 4 Units  | 4,632 MW  |
| 4. Under Review                 | 10 Units | 10,529 MW |

27 units, 27,594 MW

<Realistic scenario>

|                                 |          |          |
|---------------------------------|----------|----------|
| 1.Restarted                     | 10 Units | 9,956 MW |
| 2.Approved+Local consent (done) | 3 Units  | 2,477 MW |
| 3.Approved+Local consent (yet)  | 4 Units  | 4,632 MW |
| 4. Under Review                 | 7 Units  | 7,063 MW |

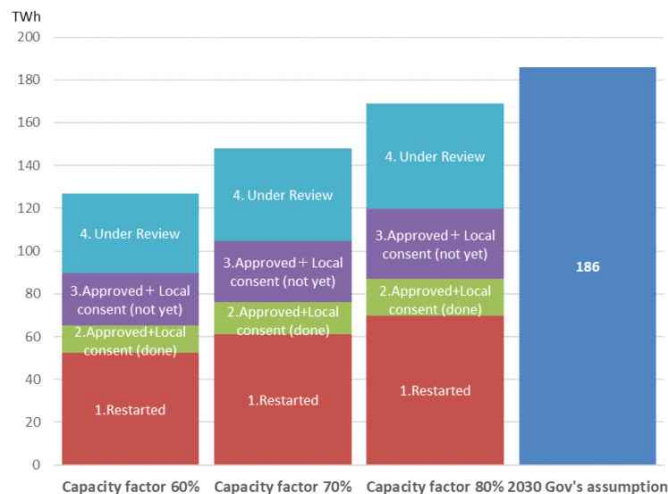
24 units, 24,128 MW

3 plants may not restart due to capable fault

Tsuruga 2 (1,160 MW)  
Higashidori 1 (1,100 MW),  
Shika 2 (1,206 MW)

- [그림 10]은 정부의 가정과 추정된 원자력 발전량을 나타내며, 이용률 80%를 적용하더라도 정부의 추정치 186 TWh는 달성할 수 없으며, 2020년의 실질 이용률 49%를 고려했을 때, 80%는 과다한 목표치로 볼 수 있음
- 정부가 정기 검사기간을 단축하고 검사주기를 연장하는데 성공하지 않는 한, 일본의 원전 이용률은 미국에서와 같이 80% 이상 수준으로 증가할 수 없을 것임

**[그림 10] 현실적 시나리오에 따른 2030년 원자력 발전 추정치**



## 참고 1. 일본 원자력발전소 현황

| 현황                        | No. | 발전사      | 원전명                  | 노형   | MW    | 상업운전       | 가동연수 |
|---------------------------|-----|----------|----------------------|------|-------|------------|------|
| 1. 재가동중<br>(10)           | 1   | Kansai   | Takahama 3           | PWR  | 870   | 1985.01.17 | 36   |
|                           | 2   | Kansai   | Takahama 4           | PWR  | 870   | 1985.06.05 | 36   |
|                           | 3   | Kansai   | Oi 3                 | PWR  | 1,180 | 1991.12.18 | 30   |
|                           | 4   | Kansai   | Oi 4                 | PWR  | 1,180 | 1993.02.02 | 28   |
|                           | 5   | Kansai   | Mihama 3             | PWR  | 826   | 1976.12.01 | 45   |
|                           | 6   | Shikoku  | Ikata 3              | PWR  | 890   | 1994.12.15 | 27   |
|                           | 7   | Kyushu   | Genkai 3             | PWR  | 1,180 | 1994.03.18 | 27   |
|                           | 8   | Kyushu   | Genkai 4             | PWR  | 1,180 | 1997.07.25 | 24   |
|                           | 9   | Kyushu   | Sendai 1             | PWR  | 890   | 1984.07.04 | 37   |
|                           | 10  | Kyushu   | Sendai 2             | PWR  | 890   | 1985.11.28 | 36   |
| 2. 승인완료,<br>지역동의 O<br>(3) | 1   | Kansai   | Takahama 1           | PWR  | 826   | 1974.11.14 | 47   |
|                           | 2   | Kansai   | Takahama 2           | PWR  | 826   | 1975.11.14 | 46   |
|                           | 3   | Tohoku   | Onagawa 2*           | BWR  | 825   | 1995.07.28 | 26   |
| 3. 승인완료,<br>지역동의 X<br>(4) | 1   | Tokyo    | Kashiwazaki-kariwa 6 | ABWR | 1,356 | 1996.11.07 | 25   |
|                           | 2   | Tokyo    | Kashiwazaki-kariwa 7 | ABWR | 1,356 | 1997.07.02 | 24   |
|                           | 3   | JAP      | Tokai 2              | BWR  | 1,100 | 1978.11.28 | 43   |
|                           | 4   | Chugoku  | Shimane 2            | BWR  | 820   | 1989.02.10 | 32   |
| 4. 검토중<br>(10)            | 1   | Hokkaido | Tomari 1             | PWR  | 579   | 1989.06.22 | 32   |
|                           | 2   | Hokkaido | Tomari 2             | PWR  | 579   | 1991.04.12 | 30   |
|                           | 3   | Hokkaido | Tomari 3             | PWR  | 912   | 2009.12.22 | 12   |
|                           | 4   | Tohoku   | Higashidori 1        | BWR  | 1,100 | 2005.12.08 | 16   |
|                           | 5   | Chubu    | Hamaoka 3            | BWR  | 1,100 | 1987.08.28 | 34   |
|                           | 6   | Chubu    | Hamaoka 4            | BWR  | 1,137 | 1993.09.03 | 28   |
|                           | 7   | Hokuriku | Shika 2              | ABWR | 1,206 | 2006.03.15 | 15   |
|                           | 8   | JAP      | Tsuruga 2            | PWR  | 1,160 | 1987.02.17 | 34   |
|                           | 9   | J-Power  | Oma                  | ABWR | 1,383 | 2008.05 착공 | -    |
|                           | 10  | Chugoku  | Shimane 3            | ABWR | 1,373 | 2005.12 착공 | -    |

\* 역주 : 2024년 2월, 일본 도호쿠전력은 Onagawa 2호기를 같은 해 9월 재가동할 예정이라고 발표함

| 현황               | No. | 발전사      | 원전명                  | 노형   | MW    | 상업운전       | 가동연수 |
|------------------|-----|----------|----------------------|------|-------|------------|------|
| 5. 검토 미신청<br>(9) | 1   | Tohoku   | Onagawa 3            | BWR  | 825   | 2002.01.30 | 19   |
|                  | 2   | Tokyo    | Kashiwazaki-kariwa 1 | BWR  | 1,100 | 1985.09.18 | 36   |
|                  | 3   | Tokyo    | Kashiwazaki-kariwa 2 | BWR  | 1,100 | 1990.09.28 | 31   |
|                  | 4   | Tokyo    | Kashiwazaki-kariwa 3 | BWR  | 1,100 | 1993.08.11 | 28   |
|                  | 5   | Tokyo    | Kashiwazaki-kariwa 4 | BWR  | 1,100 | 1994.08.11 | 27   |
|                  | 6   | Tokyo    | Kashiwazaki-kariwa 5 | BWR  | 1,100 | 1990.04.10 | 31   |
|                  | 7   | Chubu    | Hamaoka 5            | ABWR | 1,380 | 2005.01.18 | 16   |
|                  | 8   | Hokuriku | Shika 1              | BWR  | 540   | 1993.07.30 | 28   |
|                  | 9   | Tokyo    | Higashidori 1        | ABWR | 1,385 | 2011.01 착공 | -    |
| 6. 해체예정<br>(24)  | 1   | Tohoku   | Onagawa 1            | BWR  | 524   | 1984.06.01 | 37   |
|                  | 2   | Tokyo    | Fukushima Daiichi 1  | BWR  | 460   | 1971.03.26 | 50   |
|                  | 3   | Tokyo    | Fukushima Daiichi 2  | BWR  | 784   | 1974.07.18 | 47   |
|                  | 4   | Tokyo    | Fukushima Daiichi 3  | BWR  | 784   | 1976.03.27 | 45   |
|                  | 5   | Tokyo    | Fukushima Daiichi 4  | BWR  | 784   | 1978.10.12 | 43   |
|                  | 6   | Tokyo    | Fukushima Daiichi 5  | BWR  | 784   | 1978.04.18 | 43   |
|                  | 7   | Tokyo    | Fukushima Daiichi 6  | BWR  | 1,100 | 1979.10.24 | 42   |
|                  | 8   | Tokyo    | Fukushima Danini 1   | BWR  | 1,100 | 1982.04.20 | 39   |
|                  | 9   | Tokyo    | Fukushima Danini 2   | BWR  | 1,100 | 1984.02.03 | 37   |
|                  | 10  | Tokyo    | Fukushima Danini 3   | BWR  | 1,100 | 1985.06.21 | 36   |
|                  | 11  | Tokyo    | Fukushima Danini 4   | BWR  | 1,100 | 1987.08.25 | 34   |
|                  | 12  | JAP      | Tokai 1              | GCR  | 166   | 1966.07.25 | 55   |
|                  | 13  | JAP      | Tsuruga 1            | BWR  | 357   | 1970.03.14 | 51   |
|                  | 14  | Chubu    | Hamaoka 1            | BWR  | 540   | 1976.03.27 | 45   |
|                  | 15  | Chubu    | Hamaoka 2            | BWR  | 840   | 1978.11.29 | 43   |
|                  | 16  | Kansai   | Mihama 1             | PWR  | 340   | 1970.11.28 | 51   |
|                  | 17  | Kansai   | Mihama 2             | PWR  | 500   | 1972.07.25 | 49   |
|                  | 18  | Kansai   | Oi 1                 | PWR  | 1,175 | 1979.03.27 | 42   |
|                  | 19  | Kansai   | Oi 2                 | PWR  | 1,175 | 1979.12.05 | 42   |
|                  | 20  | Chugoku  | Shimane 1            | BWR  | 460   | 1974.03.29 | 47   |
|                  | 21  | Shikoku  | Ikata 1              | PWR  | 566   | 1977.09.30 | 44   |
|                  | 22  | Shikoku  | Ikata 2              | PWR  | 566   | 1982.03.19 | 39   |
|                  | 23  | Kyushu   | Genkai 1             | PWR  | 559   | 1975.10.15 | 46   |
|                  | 24  | Kyushu   | Genkai 2             | PWR  | 559   | 1981.03.30 | 40   |