

세계원전시장 인사이트

Biweekly

| 격주간 |

2019.03.08

World Nuclear Power Market Insight

📍 원전이슈_ 03

• 주요 원전 운영 국가들의 PSR 제도 현황

1. PSR의 목적과 운영국가
2. IAEA 안전지침
3. 국가별 PSR 제도 현황
4. 종합 결론

📍 주요단신_ 15

• 북미

- 미 하원, 트럼프 행정부의 사우디 원전 수출 추진에 대한 조사 착수
- Southern社, Vogtle 3·4호기 건설현장 생산성 향상 발표
- 미 법무부, Vogtle 원전 관련 소송에 대한 이해당사자 진술서 제출
- Massachusetts 州, Pilgrim 원전 매각 과정 참여 요구 청원 제출
- Pennsylvania 州 지역언론, 원전지원법안 초안 공개

• 중동

- UAE, Barakah 원전 가동 지연으로 에너지 목표 달성 어려울 전망
- 한국-UAE, 원전 협력 강화 발표

• 유럽

- EC, 2050년까지 EU 전력 믹스에서 원자력의 안정적 비중 유지 예상
- 영국, 2035년까지 화석 연료 발전 단계적 감축, 재생에너지와 원자력 발전 증가 계획
- 핀란드 방사선 및 원자력안전청, Olkiluoto 원전 3호기 운영허가 승인 문제 없다고 결론
- 스웨덴·스페인·프랑스, 주요 발전원으로서 원자력의 기여도 유지
- 불가리아, 신규 원자력 설비를 통한 전력공급 안정성 증대 예상
- 우크라이나, 체르노빌 출입제한 구역에서 다양한 야생동물 발견

• 아시아

- 일본 정부, 재생에너지를 인프라 수출 중점분야로 삼아
- 일본원자력발전, 도카이 제2원전 재가동 의사 표명
- 일본 규슈전력, 원전 가동으로 전기요금 인하
- 일본 주부전력, 재생에너지에 1,000억 엔 투자



세계 원전시장 인사이트

격주간 | 2019.03.08

World Nuclear
Power Market Insight



본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

발행인

조용성

편집인

노동석 dsroh@keei.re.kr 052-714-2278
박찬국 green@keei.re.kr 052-714-2236
조주현 joohyun@keei.re.kr 052-714-2035
한지혜 jhhan@keei.re.kr 052-714-2089
김우석 wskim@keei.re.kr 052-714-2074

조성진 chosj0327@keei.re.kr 052-714-2224
박우영 parkw@keei.re.kr 052-714-0221
이대연 dylee@keei.re.kr 052-714-2215
김유정 yjkim@keei.re.kr 052-714-2294

디자인·인쇄

(사)한국척수장애인협회 031-424-9347

본 「세계원전시장 인사이트」에 포함된 주요내용은 연구진 또는 집필자의 개인 견해로서 에너지경제연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝혀 둡니다.

주요 원전 운영 국가들의 PSR 제도 현황

BEES 김형진 실장(harry@bees.pro)

1. PSR의 목적과 운영국가

■ PSR (Periodic Safety Review, 주기적안전성평가)의 목적

- PSR 제도는 가동 원전의 경년열화, 설계변경, 운전경험, 기술발전 및 부지 측면의 누적된 영향을 고려한 포괄적 안전성 재평가를 통해 지속적으로 안전성을 증진시키기 위하여 유럽 국가들에서 시작된 제도임.
- PSR의 용도, 범위와 내용, 최신기술기준 적용, 격차분석, 평가의 이행 방식 그리고 PSR과 관련된 규제 활동 등은 국가들에 따라 차이가 있지만 규제체제의 일부를 이루고 있음.

■ PSR 수행 국가

- 미국은 PSR 제도를 시행하지 않고 있으나 우리나라를 비롯하여 캐나다, 프랑스, 영국 그리고 일본 등 주요 원전 운영 국가들은 PSR 제도를 운용 중에 있음(일본은 후쿠시마 원전 사고 이후 제도 변경중임).
- 우리나라는 2001년 도입되었고, 2018년 원자력안전위원회의 『가동 승인』 개념 적용 및 승인 기준으로 최신기술기준을 적용 계획에 따라 제도 변경중임.

※ 우리나라는 IAEA PSR 지침(50-SG-012, 1994)을 기초로 2001년 법제화되었으며, 2014년 IAEA PSR 지침 (SSG-25, 2013)에 따라 원안 법령이 개정되었음.

- 원자력안전법 제23조(주기적안전성평가)
- 원자력안전법 시행령 제36조(시기 등), 제37조(내용), 제38조(방법 및 기준), 제39조(심사처리기간)
- 원자력안전법 시행규칙 제20조(세부내용), 제21조(기준)

2. IAEA 안전지침

■ IAEA 50-SG-012

- 1994년 IAEA는 50-SG-012 (PSR of Operational Nuclear Power Plants)[1]을 발행하여 <표 1>과 같이 가동 원전의 11개 안전인자를 고려하였음.

- 이 지침은 IAEA 안전원칙(Safety Fundamentals)과 안전요건(Safety Requirements)을 지원하기 위한 안전지침(Safety Guide) 문서 중 하나로서, 가동 원전에 대한 PSR 수행을 위해 작성되었음.

〈표 1〉 IAEA PSR 안전지침의 안전인자 변경내용

IAEA 50-SG-O12 (1994)	IAEA NS-G-2.10 (2003)	IAEA SSG-25 (2013)
1. Actual physical condition of the nuclear power plant 2. Safety analysis 3. Equipment qualification 4. Management of ageing 5. Safety performance 6. Use of experience from other nuclear power plants and of research findings 7. Procedures 8. Organization and administration 9. Human factors 10. Emergency planning 11. Environmental impact	1. Plant design 2. Actual condition of SSCs 3. Equipment qualification 4. Ageing 5. Deterministic safety analysis 6. Probabilistic safety analysis 7. Hazard analysis 8. Safety performance 9. Use of experience from other plants and research findings 10. Organization and administration 11. Procedures 12. The human factor 13. Emergency planning 14. Radiological impact on the environment	1. Plant design 2. Actual condition of SSCs important to safety 3. Equipment qualification 4. Ageing 5. Deterministic safety analysis 6. Probabilistic safety assessment 7. Hazard analysis 8. Safety performance 9. Use of experience from other plants and research findings 10. Organization, the management system and safety culture 11. Procedures 12. Human factors 13. Emergency planning 14. Radiological impact on the environment

■ IAEA NS-G-2.10

- IAEA 50-SG-O12는 2003년에 안전지침 NS-G-2.10[2]로 개정되면서 기존의 안전인자들을 발전소(Plant), 안전해석(Safety Analysis), 성능 및 경험 반영(Performance and Feedback of Experience), 관리(Management) 그리고 환경(Environment) 등 5개의 그룹으로 분류하였고, 발전소 그룹에 발전소설계(Plant Design) 인자를 새로 추가하였으며, 기존의 안전해석 인자를 결정론적안전성분석(Deterministic Safety Analysis), 확률론적안전성평가(Probabilistic Safety Analysis), 위해도분석(Hazard Analysis)으로 세분화하여 안전해석 그룹으로 편성하였음. (〈표 1〉 참조)
- 이 지침서에는 종합평가(Global Assessment) 항목이 새롭게 명시되었음. 이 평가의 목적은 합의된 시정조치와 안전성 개선을 포함하고, 개별 안전인자를 검토한 종합적인 결과를 고려하여 가동 원전의 안전성에 대한 전반적인 평가를 목적으로 하고 있음.



■ IAEA SSG-25

- IAEA NS-G-2.10은 2013년에 다시 현재 버전인 IAEA SSG-25[3]로 개정되면서, 운영관리에 안전 문화(Safety Culture)가 포함되고, “발전소 SSCs 실제 상태”를 “안전에 중요한 SSCs”와 같이 용어의 의미를 변경, 확대하였음. (<표 1> 참조)
- PSR을 수행하는 국가들은 IAEA 안전지침(PSR)을 자국에서 PSR 수행을 위한 기준문서로 활용하고 있음.

3. 국가별 PSR 제도 현황

1) 캐나다

■ 법적 요건 및 용도

- PSR 수행과 관련된 캐나다 규제 지침은 REGDOC-2.3.3 (Operating Performance: Periodic Safety Reviews)[4]에 기술되어 있음.
- 캐나다는 가동 승인제도로 기존의 운영허가를 10년마다 갱신할 목적으로 PSR을 수행함.
- 영구정지 PSR 평가는 수행하지 않지만 수명연장(계속운전) 등의 운영허가에는 PSR을 활용함.

※ REGDOC-3.5.1[5] 6.4 항목에 따르면 별도의 영구정지 PSR을 수행하지 않음.

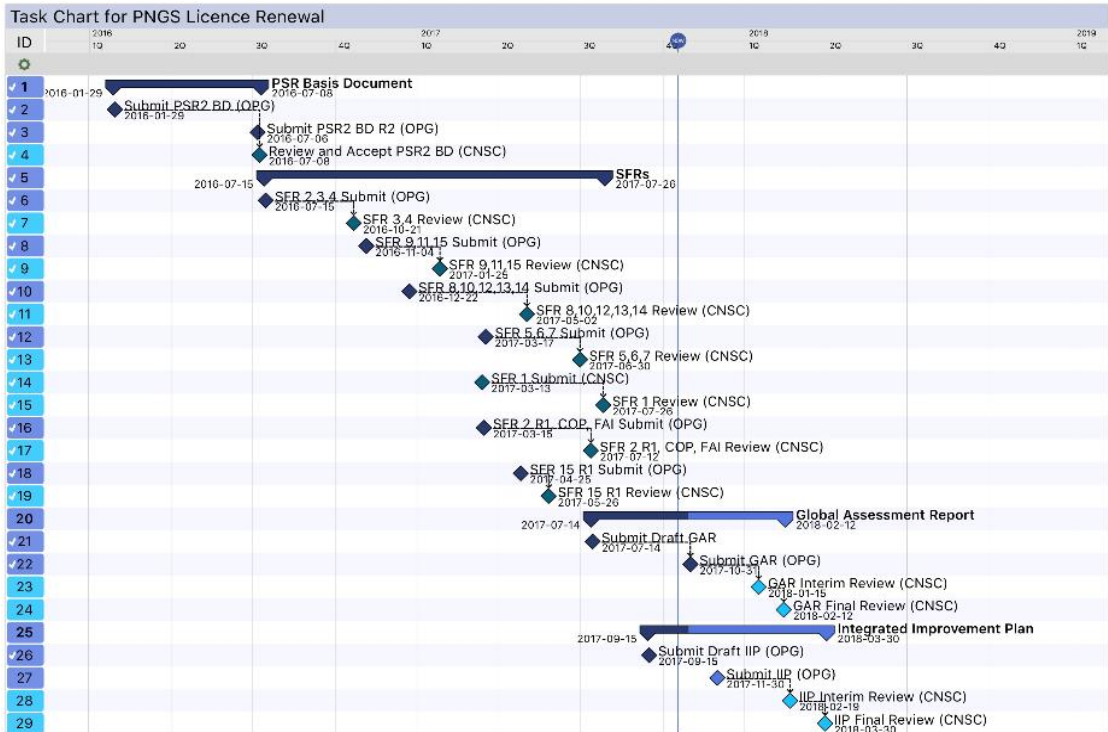
■ 평가 주기

- 10년 주기로 수행함. 이는 IAEA 안전지침 SSG-25, 국제 관행과 동일함.
- 캐나다 Pickering 원전의 경우 운영허가 만료일이 2018년 8월 31일, PSR 기준문서(Basis Document)를 2016년 1월 29일 규제기관인 CNSC에 제출하면서 PSR 수행 절차를 시작했고, 2018년 3월 30일 최종적으로 통합이행계획(IIP)이 승인되어, 2018년 8월 8일 운영허가가 갱신되었음. [그림 1]은 Pickering 원전의 PSR을 통한 운영허가 갱신 일정을 보여줌.
- 차기 PSR 평가주기 내에 기존의 운영허가 종료일이 포함될 경우에는 10년 주기로부터 달라질 수 있음. 이런 경우 대체 평가주기를 제안할 수 있음.

■ PSR 프로세스

- 캐나다의 PSR은 4단계로 수행됨. ① PSR 기준문서(Basis Document) 준비, ② 안전인자 평가 및 지적사항 도출, ③ 지적사항 분석 및 원전 안전에 대한 종합평가(Global Assessment), ④ 안전성증진을 위한 통합이행계획(Integrated Implementation Plan) 준비

- 원자로운영자는 각 단계별 보고서를 CNSC에 제출해야하며, 이들 중 ①, ③ 그리고 ④ 보고서는 승인을 받아야함.



[그림 1] 캐나다 Pickering 원전 운영허가 갱신을 위한 PSR 수행 일정[6]

■ 최신기술기준 적용

- 규제문서 REGDOC-2.3.3에는 PSR 수행 시 최신기술기준을 적용하도록 요구하고 있음.
- 최신기술기준을 선정하는 방법은 다음과 같음.
 - ① LCH (License Conditions Handbook)에서 확인된 모든 법, 규제요건, 코드 및 표준 목록
 - ② 문서기준일(freeze date) 이전에 발생되어 CNSC에 의해 목록화된 법, 요건, 코드 및 표준
 - ③ Darlington ISR (Integrated Safety Review)에서 적용된 법, 요건, 코드 및 표준
 - ④ 이상의 목록에서 제외될 항목 선정 및 추가항목을 고려한 후, 전문가 검토 수행
- 최종적으로 적용할 최신기술기준은 식별번호, 문서번호, 제목, 버전, 평가유형 등의 정보와 함께 기준 문서에 포함되어 규제기관의 승인을 받아야 함.
- 적용불가능 한 기술기준의 경우 분류하여 실현 가능하지 않은 격차(gap)에 대한 이유를 제시하여 규제기관의 심사를 받도록 되어 있음.



- 반면에 적용할 기준이 완화된 기준인 경우에는 이미 요건을 만족시킨 것으로 평가되어 종합평가에 입력되어 반영됨.

■ 격차분석 및 안전성증진사항 도출

- 안전인자 평가보고서에서 파악된 강점 및 격차들은 종합평가를 위해 주제별로 그룹화하고, 종합현안 파악 및 안전인자들 사이의 연계성을 고려해 종합현안 누적영향 평가를 수행함.
- 종합현안 우선순위 설정은 안전중요도 순위 1, 2, 3, 4에 대하여 각각 high, medium, low, very low로 영향을 설정하며, 결정론적안전성분석 및 확률론적안전성평가를 고려하여 결정됨.
- 종합현안 해결을 위한 안전성증진사항 도출은 리스크 정보를 활용한 의사결정 기법을 이용해 평가되고, 또한 해결방안 개발 시에는 심층방어 요소를 고려하고 있음.
- 이후 통합이행계획(IIP)을 수립하여 규제기관 승인 후 이행.

2) 프랑스

■ 법적 요건 및 용도

- 프랑스의 PSR은 환경규제법 L.593-18과 L.593-19에 명시되어 있음.
- 캐나다와 같이 10년 마다 운영허가를 갱신하지는 않지만 최신기술기준에 부합하는 안전성을 평가하여 승인 받아야 함.
- 따라서 PSR이 최신기술기준과의 격차를 해소하고 만족스러운 안전성을 입증하면 계속운전도 가능함. 그러나 영구정지에 들어간 원자로는 PSR 평가의 대상이 되지 않음.

■ 평가 주기

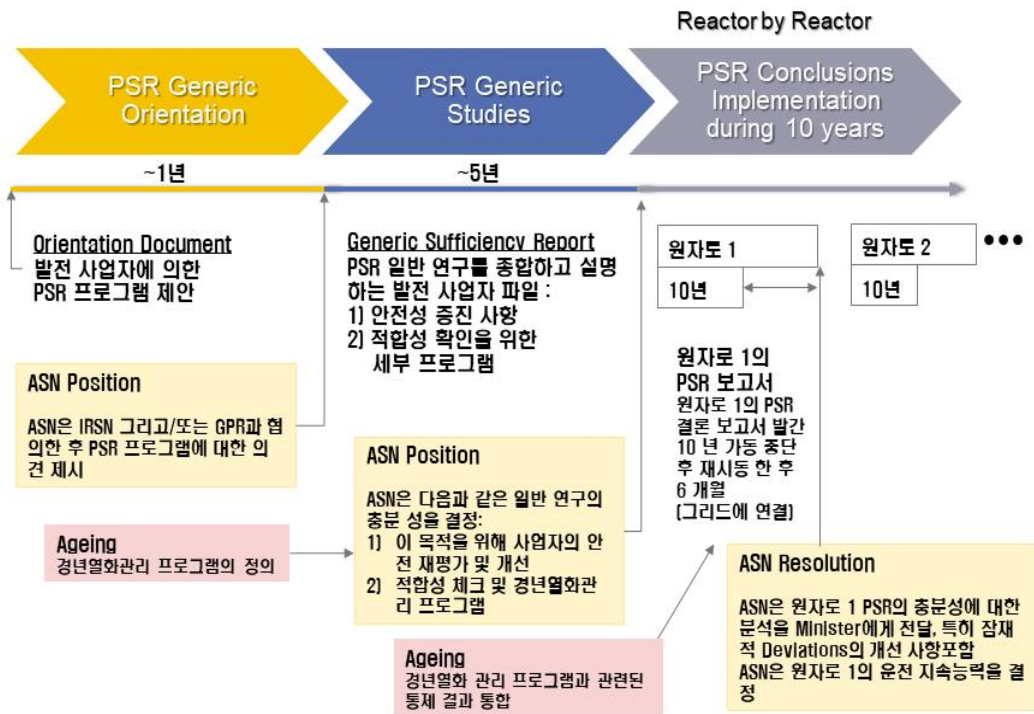
- 명시적으로 원자로 기동 종료 보고서의 제출일로부터 10년 주기로 평가를 수행함.
- 특이한 점은 10년 주기로 대규모 계획예방정비를 5개월에 걸쳐 수행하고(매 주기 수행하는 계획예방정비는 약 50일 걸림), 규제기관인 ASN이 종합검사를 수행하여 PSR 결과를 실제로 현장에서 확인하며, 재가동 후 6개월 이내에 각 호기별로 PSR 보고서를 제출해야 함.

■ PSR 프로세스

- 프랑스는 원자로 특성의 유사성을 고려하여 900MWe, 1300MWe, 1450MWe 등 3개의 그룹으로 분류하고, 각 그룹은 공통의 PSR 프로그램을 적용함. 그림 2는 900MWe군의 PSR 프로세스임.
- 원자로운영자는 1년간 GOD (Generic Orientation Document)를 작성하고 규제기관인 ASN에 제출하여 승인을 받아야 함. ([그림 2] 참조)

※ Generic Orientation Document는 IAEA SSG-25에서 요구하고 있는 Basis Document와 동일한 성격을 가진 것으로 그룹으로 묶인 동일 노형의 원자로에 공통적으로 적용할 PSR 목적, 목표, 공통 범위, 적용할 최신기술기준, 평가방법, 안전성 평가 및 해석의 주제 설정, 규정 부합성에 대한 점검 방법 및 안전성 개선 사항 선정 등에 대한 기본적 내용을 포함하고 있음.

- 원자로운영자는 Generic Studies라고 불리는 공통 주제에 대한 분석 및 평가를 5년에 걸쳐 수행하고 IRSN (Institute of Radioprotection and Nuclear Safety) 및 전문가 그룹의 검토를 받아 ASN에 부합성 보고서(Generic Sufficiency Report)를 제출함.
- 이후 그룹에 포함된 각 원자로별로 10년 주기 내에서 PSR 결과를 이행함.



[그림 2] 프랑스 PSR 프로세스 (900MWe 원자로군의 경우)[7]

■ 최신기술기준 적용

- 프랑스는 900MWe 원자로군의 최신기술기준으로 EPR-Flamanville 원전 3호기의 안전수준을 선정 하였음.
- EDF의 경우 EPR-Flamanville 3의 안전수준을 목표로 원자력안전에 핵심적인 4개의 주제에 대하여 평가 및 격차 해결을 위한 목표를 설정하고(아래 <표 2> 참조) 이를 이행하는 식으로 적용함. 이들 기준과 적용방식은 기준문서인 GOD에 명시하여 ASN에 승인을 받았음.



■ 격차분석 및 안전성증진사항 도출

- GOD에 정의된 최신기술기준과 격차가 확인되었을 경우 ASN의 규제지침인 ‘부합성 격차의 처리 (Traitement des ecart de conformite, ASN Guide No. 21, 2015)’에 따라 해당 격차는 10년 주기 종합검사를 이전에 보완 조치되어야 함.
- 부합성 격차는 4단계로 처리됨.
 - ① 출현: 안전요소에 관련된 규정의 준수에 대해 운영자가 격차의 전반적인 영향을 결정하지 않은 상태.
 - ② 해결: 운영자가 적절한 보완, 예방, 교정의 행동을 결정.
 - ③ 해소: 운영자가 앞에서 정의된 행동을 이행.
 - ④ 종결: 운영자가 이행한 조치의 효과를 긍정적으로 평가.

〈표 2〉 EDF의 900MWe 원자로군에 대한 안전성재평가 4대 주제의 목표 [8]

노심용융이 없는 사고에 대한 목표	내·외부 사건에 대한 목표
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 지식의 진보를 통합한 안전연구에서 도출된 기준을 존중함 ◆ 방사선 사고에도 주민보호조치가 필요 없는 수준을 지향함 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 재평가를 통해 WENRA와 같은 국제적 권고사항의 관점에서 내·외부사건을 분석하여 견고성을 보장함 ◆ 내·외부사건을 고려하여 노심용융의 확률이 10^{-5}/RY0이내가 되도록 리스크를 제한함
노심용융사고에 대한 목표	사용후연료저장조에 대한 목표
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 조기방출 및 대량방출은 극단적으로 불가능하게 함 ◆ 환경에 방사선으로 인한 장기영향이 없게 함 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 사고로 인한 사용후연료저장조 냉각수의 고갈과 냉각수의 상실 시에도 핵연료집합체가 공기에 노출되지 않도록 함

3) 영국

■ 법적 요건 및 용도

- 영국에서 실시되는 PSR의 법적 요건은 SAP[9], NS-TAST-GD-050(PSR)[10], 및 LC15 (Periodic Review)[11] 임.
 - ※ SAP (Safety Principles for Nuclear Facilities)은 HSE(영국의 보건안전집행부)에서 설정한 안전원칙이고, 규제 기관인 ONR이 SAP에 대한 해석 및 적용을 기술적으로 지원하기 위한 지침이 NS-TAST-GD-050(PSR)임. LC15는 1965년 설립된 영국의 Nuclear Installation Act(원자력시설법)에 법적 근거를 두고 있는 LC (License Conditions) 중 하나임.
- 영국의 PSR은 부지수명까지 연속적으로 운영하는 동안 10년마다 심사 및 승인 받아야 하는 필요한 조건이지 ‘운영허가 갱신’ 제도는 아님.
 - ※ 영국에서 원자력시설의 운영허가는 부지허가(Nuclear Site License)에 포함되며, 부지허가는 무기한으로 부여됨. 원칙적으로 하나의 부지허가는 원자력시설의 설치 및 시운전부터 운영 및 해체, 부지 정리 및 정화에 이르기까지 해당 부지의 전체 수명주기를 포괄 함. 한 부지에 다수호기가 있는 경우는 Site-Wide PSR과 개별 PSR로 구분되며 Site-Wide PSR의 경우는 공동서비스, 각 호기별 상관관계, 방사선방호, 비상계획, 방사성 폐기물 및 환경영향 등 사이트 전반적인 위해도와 리스크, 특히 외부재해 등을 포함하고 있음.

- PSR의 용도를 정리하면 ① 안전성평가인증자료(Safety Cases)의 주기적 검토, 갱신, 생성, ② 가동 원전이 현재 유효한 최신기술기준과 우수관행에 부합하는 정도 평가, ③ 지속적인 안전성 증진 ④ 다음 PSR 또는 수명말까지 안전문제 해결 및 조치, ⑤ 계속운전을 위한 안전성 평가, ⑥ 장기간 정지 후 재가동을 위한 의사결정 지원, ⑦ 영구정지의 안전성 평가 등이 있음.

※ PSR은 계속운전의 의사결정에 입력 자료로 활용되며 계속운전을 결정하지는 않음. 또한 영구정지에 활용하는 경우는 아직 핵연료를 포함하고 있는 경우에 한함.

■ 평가 주기

- 10년 주기로 수행함. 단, 가동 원전의 상태에 따라 10년보다 짧은 주기로 Interim, 또는 Continual 평가를 수행할 수 있으며, 모두 PSR에 대한 법적요건 특히 NS-TAS-GD-050 지침을 준용해야 함. 그러나 이들 평가가 10년 주기의 PSR을 대체하지는 못함.

※ Interim 및 Continual을 수행해야 하는 경우는 경년열화 심화증상이 보일 때, 조기 평가가 요구될 정도의 운전 경험이나 기준(standards)의 중요한 변경이 있을 경우임. 특히, 수명이 다되어 해체단계에 들어가는 일정이 차기 PSR의 10년을 초과하고, 초과 기간 내에 PSR을 수행하기 어려운 경우에 수행함.

■ PSR 프로세스

- PSR의 시기는 늦어도 PSR 제출날짜(SD, Submission Date) 2년 전에 프로그램 계획을 완성하여 ONR에 제출해야하고, 제출날짜로부터 3년 후에 평가가 종결됨. 상세일정은 아래 표와 같음.

〈표 3〉 영국의 PSR 프로그램 (SD는 PSR Submission Date)

시점	활동
SD-2년	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 원자로운영자(licensee)는 PSR 계획을 수립하여 일정표를 ONR에 제출. ◆ ONR과 원자로운영자는 범위와 ONR의 기대사항들을 논의.
SD-1년	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 원자로운영자는 개선 그리고/또는 분석이 필요한 중요한 영역을 확인하여 관련 작업이 시작되었음을 입증. ONR은 권고사항 제시 및 원자로운영자에게 예상되는 문제들을 조언.
SD	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 원자로운영자는 진행 중인 개선사항에 대한 경과보고서와 함께 PSR 평가보고서 제출.
SD+9개월	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ONR은 PSR 제출물에 대한 조사 결과를 원자로운영자가 이용할 수 있게 함.
SD+1년	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 결정 날짜(Decision Date) ◆ 원자로운영자가 PSR에서 확인했던 개선사항들을 완료해야만 하는 최종 날짜. ◆ ONR은 PSR에 포함된 시설에 대한 향후 활동에 관하여 원자로운영자에게 서면으로 자신의 결정을 확인해 줌. ◆ 원자로운영자는 ONR 결과물을 처리하기 위한 프로그램을 확인해 줌. ◆ ONR은 운전을 지속하기 위한 결정에 대한 보도 자료를 발행할 수 있음.
SD+15에서 18개월	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 적절한 경우 ONR은 원자로운영자의 향후 작업 프로그램을 포함하여, PSR 평가와 결과물에 대한 보고서를 게시할 수 있음. 공개 보고서가 작성되는 경우 홍보실(press office)을 통해 보도 자료를 발행.
SD+3년	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 원자로운영자는 달리 동의한 경우를 제외하고, ONR 결과물을 포함하여 확인된 모든 미해결된 업무가 완료되었음을 확인해 줌. ◆ 적절한 경우 ONR은 완료(close-out) 보고서를 작성하고 보도 자료를 발행할 수 있음.



- 영국은 예비논의(Preliminary Discussions) 제도가 관례적으로 활성화되어 있는데, 이 과정을 통해 IAEA SSG-25에서 요구하고 있는 기본문서와 동일한 성격을 가진 AD (Arrangement Document)를 작성하여 ONR의 승인을 받아야 함.

■ 최신기술기준 적용

- 최신기술기준을 선정하는 기준은 캐나다와 매우 유사하며, 통상 예비논의 이전에 문서기준일 (freeze date)로 결정하고, 그 때까지 확정된 최신기술기준을 선정하여 AD에 포함함. 고려하는 최신기술 기준으로는 ① UK Legislation, HSE, Euro Standards 및 Computer Codes 목록, ② US Code of Federal Regulations, ③ US NRC Guides, ④ 그 이외에 ANS, ANSI, ASME, French Design Code 등이 있음.

■ 격차분석 및 안전성증진사항 도출

- 영국에서 원자력시설에 대한 모든 안전관련 이슈는 안전성평가입증자료(Safety Case)라고 불리는 문서에 별도로 식별되며, HSE는 SC의 평가와 관련된 SAP 규정의 적합성을 확인하고, 판단은 ALARP (As Low As Reasonably Practicable)원칙을 적용하는데 이는 1974년 영국의 노동안전 위생법에 따른 법적 요건임.
- 기준문서인 AD에 정의된 최신기술기준과 격차가 확인되었을 경우 식별된 개선사항은 불필요하게 지연되지 않도록 하고, 차기 PSR 기준문서인 AD 작성 이전에 이행되어야 함.
- 규제기관인 ONR의 기대치 충족을 위한 원자로운영자의 선호 옵션에 관계없이 LC15 요건에 따른 조치에는 모든 안전성증진사항의 개선 및 변경에 의한 누적영향을 고려하여 안전평가입증자료 (Safety Cases)가 유효함을 확인해야 함.
- 안전성증진을 위한 이행계획은 캐나다의 통합이행계획(IIP)과 유사한 Process Document를 작성하여 이행을 수행함.

4. 종합 결론

- 세계의 주요 원전 운영국가들 중 PSR 제도가 없는 미국과 후쿠시마 사고 이후 대대적인 규제체제 개선을 수행 중인 일본을 제외한 캐나다, 프랑스, 영국의 PSR 법적 요건과 용도, 평가주기, 프로세스, 최신기술 기준의 적용 그리고 격차분석에 의한 안전성증진사항 도출 방법 등을 IAEA 안전지침과 함께 조사 및 분석 하였음.
- 조사대상 국가들은 IAEA SSG-25 (Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants, 2013)를 기본 문서로 하고 있기 때문에 그 목적이나 내용은 거의 차이가 없었으며 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었음.

〈표 4〉 주요 원전 운영국가별 PSR 제도 종합비교

구분	IAEA SSG-25	캐나다	프랑스	영국
법적요건	N/A	REGDOC 1.1.3, 2.3.3	ART. L.593-18,19	SAP, LC15, NS-TAS-GD-050
용도	· 포괄적 안전성평가	○	○	○
	· 운영허가갱신	○	×	×
	· 계속운전	○	○	○
	· 장기운전안전성평가	○	○	○
	· 재가동의사결정지원	○	○	○
	· 영구정지	×	×	×
평가주기	10년	10년	10년	10년
평가 프로세스	· 기본문서 · 14개 안전인자 평가 · 종합평가 · 안전개선 이행계획	· 기본문서-승인 · 15개 안전인자 평가 · 종합평가-승인 · 이행계획(IIP)-승인	· 기본문서-승인 · 14개 안전인자 평가 · 종합평가 · 이행계획-승인	· 예비논의-승인 · 16개 안전인자 평가 · 종합평가 · 이행계획-ALARP적용
최신기술적 용여부	적용	문서기준일 이전 기술기준 적용	EPR-Flamanville 3호기 기준적용	문서기준일 이전 기술기준 적용
특이사항		운영허가 갱신을 통한 엄격한 가동 승인	동일 노형 그룹을 통한 공통/개별 호기 평가	다수 호기 공통 및 개별 호기 평가

- PSR을 운영하는 국가들은 해당 국가의 법체계에 PSR을 포함시켜 관리하고 있으며, 주기는 모두 공통적으로 10년을 단위로 하고 있고, 제출기한은 국가마다 약간의 차이가 있었으나 대부분 운영허가 발급 후 혹은 원자로임계 이후 10년이 되기 전에 안전성증진사항까지 이행하는 것으로 하고 있음.
- PSR은 원자로운영자가 주도적으로 수행하고 규제기관은 이 평가 결과의 타당성을 검토하고 이후 안전성증진을 확인하는 형태로 운영되고 있음.
- PSR의 용도는 기본적으로 모든 국가가 현재의 운영허가 조건(Current License Basis)을 준수하고 있는지 확인하는 것과 함께 다음 10년간 장기운전을 위한 포괄적 안전성을 평가하는 것으로 누적된 영향을 고려하여 최신기술을 선정, 적용하고 격차 분석을 통해 그에 따른 지속적 안전성증진을 수행하는 것임.
- 국가별로 특이한 점은 캐나다의 경우 가동 승인 및 운영허가 갱신에 PSR을 활용하고 있으며 영국은 운영허가가 부지허가에 포함되어 원칙적으로 부지수명에 따르고 있어서 영구정지에도 PSR을 활용하고 있다는 점임. 특히 프랑스는 비슷한 노형으로 분류하여 그룹별 공통 PSR과 개별 호기 PSR을 구분하여 수행하고, 영국의 경우는 부지별로 다수호기 공통 PSR과 개별 호기 PSR을 병행하여 수행하고 있음.



- 최신기술기준의 선정은 신규원전건설이 있는 프랑스와 아직 신규건설이 없는 캐나다, 영국의 경우에 차이가 있었음. 프랑스의 경우, 가장 최근에 건설 중인 원자로 EPR-Flamenville 3호기에 적용된 기술기준을 최신기술기준으로 정했으나 캐나다와 영국의 경우는 운전경험, 연구결과, 해외에서의 유사원전에 적용된 기술기준 그리고 최근 국제적인 Codes and Standards등을 고려하여 최신기술 기준을 선정하고 있음.
- 모든 국가는 IAEA SSG-25를 준용하여 4단계에 걸쳐 PSR을 수행하고 있음. 첫 단계는 기본문서를 작성하여 해당 PSR의 목적, 범위 및 적용할 최신기술기준을 선정하여 규제기관으로부터 승인을 받고, 두 번째 단계는 승인 받은 계획에 따라 안전인자를 평가하고, 세 번째 단계는 평가 결과 및 격차분석을 종합한 종합평가를 통해 안전성증진사항을 도출하여 승인 또는 허가를 받고, 마지막 네 번째 단계로는 도출된 개선사항에 대한 종합이행계획을 작성하여 승인 또는 허가를 받아 원칙적으로 다음 PSR 이전에 이행을 종료하도록 되어 있음. 그러나 타당성이 제시되는 경우 규제기관의 승인을 받아 연장할 수 있음.
- 평가 대상인 안전인자는 국가마다 약간씩 다르나 IAEA SSG-25의 14개 인자를 모두 포함하고 있고, 부합성 격차가 확인되면 결정론적 및 확률론적 방법, 심층방어 영향 그리고 리스크 정보를 활용한 안전중요도 등을 고려하여 안전성증진사항을 도출하고 있음.
- 조사대상국 모두에서 안전성개선 과제로 규제기관과 원자로운영자가 동의한 사항이기 때문에 과징금 부과나 운영정지와 같은 규제 집행 방법보다는 원자로운영자의 개선노력을 적극 권장하는 방향임.
- 결론적으로 PSR 제도는 모든 국가가 IAEA SSG-25를 기반으로 하고 있지만 세부내용은 각국의 규제 제도에 맞도록 약간씩 차이가 있음. 캐나다는 가동 승인 및 운영허가 갱신이라는 엄격함을 갖고 있고, 프랑스는 노형별로 그리고 영국은 부지별로 공통부분과 개별 호기를 분류하여 평가하고 있어서 한정된 부지마다 다수호기를 갖고 있고, 또한 안전성 강화를 추구하는 우리나라의 향후 국내 제도 개선에 참고할 필요가 있다고 판단됨.

참고문헌

- [1] IAEA (1994), "Periodic Safety Review of Operational Nuclear Power Plants", Safety Series No. 50-SG-012
- [2] IAEA (2003), "Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants", Safety Guide No. NS-G-2.10
- [3] IAEA (2013), "Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants", Specific Safety Guide No. SSG-25
- [4] CNSC (2015), "Operating Performance: Periodic Safety Reviews", REGDOC-2.3.3
- [5] CNSC (2015), "Licensing Process for Class I Nuclear Facilities and Uranium Mines and Mills", REGDOC-3.5.1
- [6] OPG (2016), "Pickering NGS Periodic Safety Review 2 (PSR2) Basis Document", P-REP-03680-00001
- [7] Fabien FRERON (2015), "NPP Periodic Safety Reviews in France", ENSREG Workshop
- [8] EDF (2016), "4e REEXAMEN PERIODIQUE DESCENTRALES 900MWe (Synthese de la note de reponse aux onjectifs)"

[9] ONR (2014), "Safety Assessment Principles for Nuclear Facilities", Rev. 0

[10] ONR (2017), "PERIODIC SAFETY REVIEWS (PSR)", NS-TAST-GD-050 Revision 6

[11] ONR (2016), "GUIDANCE: LC15 Periodic Review", NS-INSP-GD-015 Revision 3

복 미

■ 미 하원, 트럼프 행정부의 사우디 원전 수출 추진에 대한 조사 착수

■ 미 하원 감시·정부개혁위원회 (House Oversight and Reform Committee)는 국가안전보장회의 (National Security Council, NSC)의 법률적 문제에 대한 경고에도 불구하고 백악관의 일부 인사들이 사우디 원전 수출을 추진하였다는 내용의 보고서를 2월 19일 발표함.

- 감시·정부개혁위원회는 민감한 원자력 기술을 사우디아라비아에 넘기는데 상업적 이해관계를 지닌 이들이 미국 내부에 있으며, 이들은 원전 건설 및 운영 관련 계약을 통해 수백억 달러의 이익을 낼 수 있고, 트럼프 대통령 및 행정부와 오늘날까지 긴밀한 관계를 유지해오고 있다고 보고서를 통해 주장함.

■ 보고서에 따르면 Michael Flynn 전 국가안보보좌관은 IP3 International社*가 제안한 사우디 원전 수출을 NSC 내부의 경고에도 불구하고 지속적으로 추진함.

※ IP3 International은 군 퇴역 장성들이 설립한 컨소시움 회사로, 사우디 원전 수출을 제안하였으며, 2019년 2월에 열린 트럼프 대통령과 원자력 업계 간 회담을 주최하기도 함.

- Westinghouse, GE, Exelon 등 다양한 원자력 기업이 IP3 컨소시움에 참여함.

- Michael Flynn은 2016년 6월부터 2017년 2월까지 국가안보보좌관을 역임하였는데, 그는 2016년 6월부터 12월까지 IP3社의 자회사인 Ironbridge社의 자문도 겸임하였으며, IP3社는 트럼프 대통령 취임 직전 및 직후 Michael Flynn을 통해 사우디 원전 수출 승인을 요청하는 문서를 여러 차례 보냄.
- 同 보고서 발표 직후 IP3社측은 성명을 통해 Flynn은 자사의 고문으로 일한 적이 없고 Flynn에게 어떠한 금전적 보상도 제공하지 않았다고 밝힘.
- 2017년 당시 국가안보부보좌관을 역임했던 KT McFarland 역시 원전 수출을 추진하였으며, NSC 중동·북아프리카 지역 국장이었던 Derek Harvey도 해당 계획을 중동판 마셜 플랜이라 부르며 NSC 내부 경고에도 불구하고 강력하게 추진함.

■ 백악관 내부는 Michael Flynn 등 일부 백악관 인사들이 의회의 승인을 거치지 않고 서둘러 사우디 원전 수출을 추진하는 것은 원자력법 위반*이라는 의견을 NSC 윤리·법률 위원회에 전달함.

※ 원자력법 제 123조에 따라 미국이 타국으로 원자력 기술을 이전할 경우 의회의 승인절차를 반드시 거쳐야 하며, 총 9개의 비확산 조건을 준수해야만 원자력 기술의 이전이 가능함.

- 이에 John Eisenberg NSC 윤리·법률 위원회 변호사는 Michael Flynn에게 사우디 원전 수출 업무를 중단할 것을 명령하였음.
 - Michael Flynn은 이러한 명령에도 불구하고 트럼프 대통령과 사우디 국왕과의 정상 전화통화 내용에 사우디 원전 수출 내용을 포함할 것을 백악관 직원들에게 강요함.
 - 보고서는 앞서 언급된 인물들이 해임 또는 퇴임한 현 시점에도 백악관에서는 사우디로의 원전 수출 움직임이 있는 것으로 보고 있음.
- Elijah Cummings 감시·정부개혁위원회 위원장은 일부 백악관 인사가 추진한 중동으로의 원전 수출이 미국의 국가 안보를 위한 것인지, 원전 수출을 통해 금전적 이익을 얻을 수 있는 이들을 위한 것인지에 대해 조사를 착수하였다고 발표함.
- 한편, 백악관은 同 보고서에 대해 어떠한 입장도 표명하지 않음.

TIME, CNN politics 2019.2.19, Committee on Oversight and Reform "Whistleblowers Raise Grave Concerns with Trump Administration's Efforts to Transfer Sensitive Nuclear Technology to Saudi Arabia"

■ Southern社, Vogtle 3·4호기 건설현장 생산성 향상 발표

- Vogtle 3·4호기 건설 프로젝트의 최대 주주인 Southern社는 2월 20일 진행한 2018년 4/4분기 실적발표회를 통해 Vogtle 원전 건설현장의 생산성이 큰 폭으로 개선되었음을 발표함.
- Southern社의 CEO인 Thomas Fanning은 2018년은 큰 불확실성을 지니고 시작한 한해였으나, Vogtle 원전 건설에 있어 놀라운 성과를 기록한 해였다고 자평함.
 - 현재 Vogtle 3호기의 원자로 냉각 펌프 설치가 완료되었으며 4호기 격납용기에 제2중기 발생기 설치가 완료되는 등 Vogtle 3·4호기는 74%의 공정률을 기록 중임.
- Southern社는 2019년 3월까지 주당 근무시간을 14만 시간으로 높인다는 목표를 설정하였고, 2019년 2월 평균 14만 1천 시간의 평균 근무시간을 기록, 해당 목표를 달성하였다고 밝힘.
- Southern社는 내부적으로 발표한 공기를 맞추기 위해서는 주당 11만 시간의 근무시간을 기록해야 하는 것으로 전망하고 있음.
 - 또한, 중국에서 2기의 AP1000 원자로가 가동을 시작함에 따라 중국의 경험을 통해 많은 것을 배울 수 있을 것이라고 Thomas Fanning CEO는 덧붙임.

PW Newswire, 2019.2.20, WNN, 2019.2.21



■ 미 법무부, Vogtle 원전 관련 소송에 대한 이해당사자 진술서 제출

- 미 법무부는 Florida 州 Jacksonville 전력공사 (Jacksonville Electric Authority, JEA)가 Vogtle 3·4호기의 주주 중 하나인 MEAG Power측에 제기한 소송*이 Vogtle 원전 건설을 좌초시킬 수 있다는 의견을 담은 소송 이해당사자로서의 진술서 (State of Interest)를 2월 6일 Florida 법원에 제출함.

※ 2018년 8월, JEA는 MEAG Power와 체결한 전력구매계약 (PPA)는 실제 Vogtle 3·4호기 가동 여부와 무관하게 원전 건설비용을 JEA 및 전력사용자에게 전가시킬 수 있으며, 전력구매계약을 체결한 2008년 당시 JEA의 경영진은 Jacksonville 시의회의 승인 없이 해당 계약을 체결하였기에 同 계약은 Florida 주법 및 공공정책에 위배되는 월권(ultra vires)이므로 해당 PPA가 무효하다고 주장함.

- MEAG 역시 맞소송을 제기하며, (소장을 제출한 시점에) 원전 건설 지속 여부에 대한 투표가 진행되지 않았음에도 JEA측은 계약상의 의무를 해태하며 MEAG의 투표에 영향력을 행사하려는 명확한 의도를 보였으며, JEA측의 행위는 이행기 전 계약위반(anticipatory repudiation)에 해당한다고 주장함.

- 법무부는 본 사안이 연방정부 차원에서 3가지의 이해관계가 있다고 밝히며, 첫 번째는 금전적 이해관계로, JEA가 MEAG Power와 체결한 전력구매계약을 파기할 경우 MEAG Power의 자회사인 SPV J*는 에너지부가 대출보증을 제공한 5억 7800만 달러의 채무를 변제하지 못할 가능성이 높으며, 만일 모회사인 MEAG Power가 해당 비용을 충당하지 못하고 타 주주가 MEAG Power의 비용을 부담하지 않는다면 도미노 효과를 불러일으켜 Vogtle 원전 건설 자체가 좌초될 가능성이 있다고 주장함.

※ MEAG Power는 보유 지분에 비례하는 Vogtle 3·4호기의 발전용량 22%를 보유하고 있으나, 원전이 가동되는 첫 20년간 해당 발전용량이 불필요하다고 판단, 자사가 보유한 Vogtle 3·4호기의 발전용량을 다른 법인에 판매하기 위해 3개의 자회사를 설립함.

- 3개의 자회사 중 하나가 Vogtle 3·4호기 발전용량의 9%의 판매권한을 보유한 특별목적회사인 SPV J로, SPV J는 Vogtle 3·4호기의 소유권 지분을 제외하고는 어떠한 자산도 보유하고 있지 않으며, JEA와 체결한 전력구매계약을 통해 얻는 수익이 유일한 수익원임.

- 공개경쟁입찰과정을 거쳐 MEAG Power와 JEA는 전력구매계약을 체결하였고, JEA는 20년간 MEAG Power가 보유한 Vogtle 3·4호기 발전용량의 9%에 해당하는 전력을 공급받는 대신 MEAG Power와 SPV J의 원전 건설비용에 대한 부채 및 이자를 상환하는 계약을 체결함.

- SPV J가 보유한 유일한 수익원은 JEA와 체결한 전력구매계약을 통해 얻는 수익인 만큼, JEA가 MEAG Power와 체결한 전력구매계약을 파기할 경우 미 에너지부는 대출보증금액을 돌려받지 못할 가능성이 있다는 것이 법무부의 주장임.

- 미 법무부는 두 번째 문제로 JEA가 전력구매계약을 파기할 경우 미 연방정부는 계약상의 권리를 행사할 수 없게 될 가능성이 있다고 주장함.

- 2015년 6월, JEA와 MEAG는 채권 양도 승낙 계약 (Consent to Assignment)을 체결, MEAG가 에너지부로 부터 대출보증을 받은 금액에 대한 채무불이행을 선언할 경우 에너지부는 JEA에 해당 금액을 청구할 수 있음.

- 미 에너지부는 MEAG Power에 대출보증을 제공하였을 때 JEA가 MEAG와 체결한 전력구매계약에 의거하여 지급하는 비용에 대한 담보권을 대출보증에 대한 담보로서 보유하고 있는 만큼, JEA가 전력 구매계약을 파기할 경우 에너지부는 계약상의 권리를 행사할 수 없게 된다고 주장함.
- 미 법무부는 Vogtle 3·4호기는 30년만에 미국에서 건설된 상업용 원자로로, Vogtle 원전의 성공적인 완공을 통해 미국 기업이 리더십을 유지하고자 하는 것이 그 세 번째 이유라고 주장함.
- 미국 정부는 Vogtle 원전을 완공시켜 미국 기업이 대규모 원전을 건설하고 가동할 역량이 있다는 것을 전 세계에 보이고자 함.
- 미국 정부는 JEA가 소송에서 승소하고 타 주주가 MEAG Power의 지분을 매입하지 않을 경우 Vogtle 원전 건설이 좌초될 수 있으며, 더 나아가 에너지부는 Vogtle 건설 프로젝트 주주들에게 제공한 83억 달러의 대출 보증을 모두 부담해야 할 수도 있다는 입장을 밝힘.
- 따라서 미 법무부는 본 소송의 결과는 미국 연방정부의 계약상의 권리와 연관되어있고 미국의 재정 및 정책 이해관계에 상당한 영향력을 미칠 수 있는 만큼, 본 소송은 연방 법원에서 진행되어야 한다는 의견을 남김.
- 한편, 2월 21일 연방 에너지규제위원회 (FERC)는 해당 사안에 대해 개입하지 않을 뜻을 밝히며, JEA와 MEAG Power간 체결한 계약은 유효하다는 입장을 밝힘.

Case No. 3:18-cv-1174-BDJ-JRK, The Bond Buyer, News 4 Jax, 2019.2.21

■ Massachusetts 주, Pilgrim 원전 매각 과정 참여 요구 청원 제출

- Massachusetts 주 법무장관 Maura Healey는 주 정부를 대표하여 Pilgrim 원전 매각 및 운전면허 이전* 허가절차에 주 정부의 참여 허용을 요구하는 청원을 NRC에 제출함.
 - ※ Pilgrim 원전을 보유한 Entergy社は Holtec International社에 Pilgrim 원전 및 운전·해체 면허 매각을 추진 중이며, Holtec社は 당초 60년간 진행될 예정이었던 원전 해체 및 부지복원을 8년 내로 끝내겠다는 계획임.
- 시민단체인 Pilgrim Watch 역시 허가절차 참여 허용을 요구하는 청원을 NRC에 제출함.
- Entergy와 Holtec社は 2018년 11월 16일 NRC에 원전 운전 및 해체 면허 이전 신청서를 제출하였으며, NRC가 해당 계획을 승인할 경우 Holtec社は Pilgrim 원전 및 10억 달러에 달하는 원전 해체 기금을 얻게 되며, 조성된 해체 기금으로 원전 해체 및 부지복원을 진행하겠다는 계획임.
- Holtec社は 지난 2월 진행된 공청회에서 현재 조성된 해체기금으로 원전 해체 및 부지복원 작업을 충분히 수행할 수 있으며, 약 360만 달러가 남게 될 것으로 예상한다고 발표함.



- 그러나 Massachusetts 州와 Pilgrim Watch는 Holtec社가 원전 해체 및 사용 후 연료 장기보관에 필요한 충분한 재원을 확보하지 못했다고 보고 있음.
 - Pilgrim Watch는 Holtec社의 주장은 잘못된 가정을 토대로 한 것이며, 원전 해체에는 현재 조성된 기금보다 더 많은 돈이 투입될 수 있는 만큼, 360만 달러는 예상치 못한 지출을 충당하기엔 턱없이 부족한 금액이라고 반박함.
 - 또한 해체비용이 10억 달러를 초과할 경우 결국 州 납세자가 해체비용 초과분 금액을 부담해야 될 것이라고 주장함.
- NRC는 본 사안에 대해 현재 접수된 청원 내용을 검토하고 있다고 밝힘.

WBIR, 2019.2.21

■ Pennsylvania 州 지역언론, 원전지원법안 초안 공개

- 지역언론 StateImpact Pennsylvania는 원전지원법안 초안을 입수, 공개함.
 - 해당 법안은 州 하원 의원 Thomas Mehaffie와 상원 의원 Ryan Aument가 주도하여 작성하였으며, 2월 6일에 작성된 것으로, 6차례 이상 수정되었다고 밝힘.
 - 법안의 골자는 州 재생에너지 공급의무제도 (Alternative Energy Portfolio Standard, AEPS)*의 개편으로, 기존의 Tier 1·2로 구성된 재생에너지 공급의무제도 대상에 포함되는 발전원을 Tier 1·2·3으로 개편하고, Tier 3에 원자력을 포함하는 것임.
 - ※ 기존의 AEPS는 2021년까지 전체 에너지의 18%를 대체에너지를 통해 공급하는 것으로, Tier 1 발전원에서 8%, Tier 2 발전원에서 10%의 에너지를 공급하는 것을 목표로 함.
 - 同 법안 초안에 따르면, 원자력이 포함된 Tier 3 발전원 항목이 신설되며, 각 배전회사는 판매 전력의 50%에 해당하는 Tier 3 alternative energy credit*을 구매하여야 함.
 - ※ 1크레딧은 발전원이 발전한 1MW의 전력에 해당함
 - 법안은 Tier 3 크레딧을 생성할 수 있는 발전원을 태양광, 풍력, 소규모 수력, 지열, 원자력 등으로 지정함
- Exelon社는 2019년 9월 Three Mile Island 원전 조기폐쇄를, FirstEnergy社는 2021년에 Beaver Valley 원전을 조기폐쇄할 것이라고 발표하는 등 2021년까지 Pennsylvania 州에 위치한 5개 원전 중 2개 원전의 조기폐쇄가 발표되었음.

StateImpact Pennsylvania, 2019.2.25, Kleinman Center for Energy Policy, 2019.2.27

중 동

■ UAE, Barakah 원전 가동 지연으로 에너지 목표 달성 어려울 전망

- UAE 에너지 산업부 장관 Suhail Al Mazrouei는 연방평의회(Federal National Council, 한국의 의회에 해당)에 2021년까지 전력의 27%를 비화석연료 발전원을 통해 조달하겠다는 목표 달성에 실패할 것이라고 보고함.
 - 2016년 9월 파리 기후협약을 비준한 UAE는 2021년까지 전력의 27%를 비화석연료 발전원을 통해 조달하겠다는 목표를 발표함.
 - UAE는 27%중 25%의 전력을 원자력을 통해 공급할 예정이었으나, 당초 2017년에 가동 예정이었던 Barakah 원전의 가동이 계속 지연되어 목표 조달이 어려울 것으로 전망됨.
 - Barakah 원전은 2019년 가동 예정이며, 2021년까지 가동이 지연될 수도 있음.
- 태양광을 비화석연료 발전원으로 고려하지는 않았다는 연방평의회 의원 질문에 Suhail Al Mazrouei 장관은 태양광은 하루 8시간만 발전이 가능한 간헐적 발전원이기에 안정적인 비화석연료 발전원으로서 고려하지 않았다고 답변함.

The National, 2019.2.19

■ 한국-UAE, 원전 협력 강화 발표

- 문재인 대통령과 Mohammad bin Zayed Al-Nahyan 아부다비 왕세제는 2월 27일 청와대에서 열린 정상 회담에서 원전 협력을 강화하기로 합의함.
 - 양국은 정상회담을 계기로 Barakah 원전 운영준비를 위한 지원 및 협력에 합의하고, Barakah 1호기 연료장전 · 시운전 · 운영을 위한 협력 선언문을 채택함.
- 선언문은 한국전력공사와 UAE 원자력공사 (ENEC)가 양국 업계를 대표하여 서명하였고, 양측은 Barakah 원전 운영기준 수립, 인적자원 역량강화, 장기적 운영지원 등 1호기 연료장전에 대한 상호간 협력에 합의함.

산업통상자원부, WNN, 2019.2.27



유럽



■ EC, 2050년까지 EU 전력 믹스에서 원자력의 안정적 비중 유지 예상

- 2019년 2월 19일 EU 기후행동 및 에너지담당 집행위원인 Miguel Arias Canete은 '2050년까지 유럽의 탈탄소화 실현을 위한 방안' (Solutions for a 2050 carbon-free Europe)을 주제로 한 컨퍼런스에서 원자력이 2050년까지 유럽 전력믹스에서 안정적인 비중을 차지할 것으로 예상한다고 밝힘.
 - 2018년 11월 28일 유럽연합 집행위원회(EC)는 2050년까지 기후 중립적인(climate neutral) 경제로 전환하기 위해 온실가스 배출 제로를 목표로 하는 장기 에너지 전략 초안을 발표함.
 - EC는 해당 초안을 통해 2050년까지 원자력 발전 비중을 12~15%로 예상하고 있으며, 2050년에 원자력 설비용량이 99GW~121GW에 이를 것이라고 분석함.
 - ※ 현재 EU의 28개 회원국 가운데 14개국은 128기의 원자로(119 GW 규모의 설비용량)를 가동해 EU 전체 전력 생산량의 4분의 1 이상을 제공하고 있으며, 원자력은 EU의 탄소제로 전력의 53%를 차지함.
- Canete 집행위원은 2050년까지 재생에너지 보급과 원자력의 안정적인 분배가 EU의 전력 부문 탈탄소화의 해결책이라고 강조함.
 - 2050년까지 EU 전체 전력의 약 80%를 재생에너지가, 나머지는 원자력이 공급함으로써 탄소 중립성, 에너지 공급의 안정성, EU의 에너지 수입 의존도 감소가 예상됨.
- 발전 부문에서 재생에너지 비중은 2015년 30% 대비 2030년 57%, 2050년 81%~85%가 될 것이며, 원자력의 경우 2019년 현재 26% 대비 2030년 18%, 2050년 12%~15%에 달할 것으로 예상됨.
- 유럽 통계청 유로스타트(Eurostat)에 따르면, EU는 에너지 순 수입국으로 2018년에 EU의 에너지 수입 가운데 원유가 70%, 천연가스가 20%의 비중을 차지함.
 - 2018년 러시아는 EU의 천연가스와 석유 최대 공급국 지위를 유지함.
 - Canete 집행위원은, EU의 장기 예산(Multiannual Financial Framework, MFF)의 25%가 혁신적인 저탄소 기술의 대규모 보급을 지원하는 데 소요될 것이라고 덧붙임.
 - ※ MFF는 에너지를 포함한 광범위한 정책 분야에 대한 지출 한도를 설정함으로써 EU의 연간 예산을 규제하는 7개년 재정 프레임워크임.

Nucnet 2019.1.31

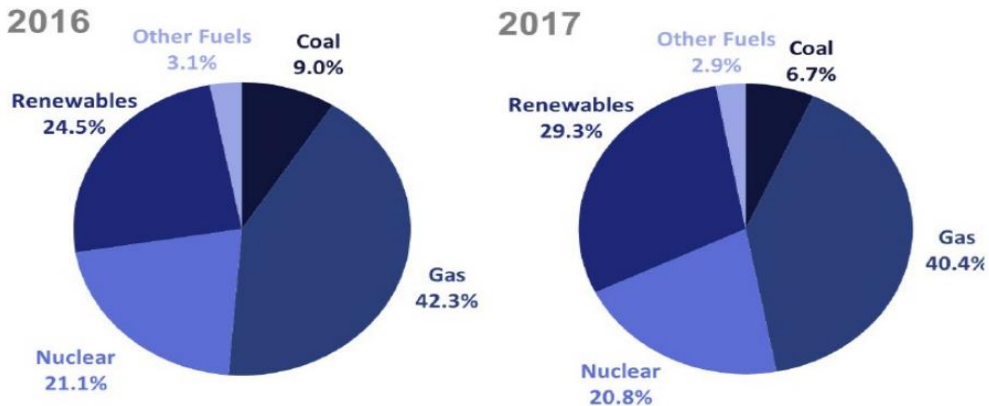
■ 영국, 2035년까지 화석 연료 발전 단계적 감축, 재생에너지와 원자력 발전 증가 계획

- 영국은 2018년 12월 유럽연합 집행위원회(EC)에 제출한 국가 에너지 및 기후 계획(NECP) 초안을 통해 2035년까지 화석연료를 단계적으로 감축하고, 전력 부족분을 재생에너지 및 신규 원자력으로 충당할 계획을 밝힘.

※ 국가 에너지 및 기후 계획 (NECP)은 2021년~2030년까지(이후 매년 10년 주기로) EU 회원국들이 기후 및 에너지의 목표, 정책, 조치 사항을 EC에 제출해야하는 문서임.

- NECP은 2030년대에 신규 원자력이 전력 수입을 대체하기 전까지 전력 수입이 늘어날 것으로 예상함.
- NECP에 따르면 2017년에 화석 연료(석탄, 가스, 석유 등)는 영국 전력 공급의 80.1%를 차지하였으며, 이는 사상 최저 수준임.
- 영국에서 저탄소 발전원으로부터의 전력 공급 비중은 현재 18.4%에 달함. 원자력은 저탄소 발전원 가운데 전력 공급 비중이 가장 높은 것으로 나타남(7.9%).

〈영국의 발전 구성 2016년~2017년 (연료별)〉



출처: Gov.UK, UK National Energy and Climate Plan (2019,1,29)

- 영국은 신규 원전 건설에 전념하고 있다고 밝혔으나, Hitachi社의 Wylfa 프로젝트 중단 결정과 Toshiba社의 Moorside 프로젝트 철회 발표로 인해 신규 원전 건설 계획에 의문이 제기되고 있음.
 - 현재 영국에서 Hinkley Point C 신규 원전만이 건설되고 있으며, Bradwell 및 Sizewell 원전도 추진되고 있음.
- 현재 EC는 EU 회원국이 제출한 국가 에너지 및 기후 계획 초안(2021년~2030년)을 검토 중에 있음.
 - EC는 각 회원국의 NECP 초안이 EU 회원국 간 에너지 분야 통합을 목표로 하는 에너지연합(energy union)의 목표에 부합하지 못하는 경우에, 오는 6월 30일까지 각 회원국에게 초안 수정을 요청할 계획임.



- EU 회원국은 NECP 최종본을 2019년 말까지 제출해야하며, 同 계획안의 실행 과정에서 진전사항을 2년 마다 발표할 예정임.

Nucnet 2019.2.26

■ 핀란드 방사선 및 원자력안전청, Olkiluoto 원전 3호기 운영허가 승인 문제없다고 결론

- 2019년 2월 25일 핀란드 방사선 및 원자력안전청(STUK)은 성명서를 통해 전력회사인 TVO社가 건설 중인 Olkiluoto 원전 3호기가 정부로부터 2038년까지 운영허가를 받는데 문제가 없다고 발표함.
 - 2016년 4월 TVO社는 130,000 페이지 분량의 신청서(원자로 운영허가 및 방사성폐기물 처분을 위한 소내 중간저장시설 사용 관련)를 핀란드 고용 및 경제부(TEM)에 제출하였음.
 - 해당 신청서는 STUK, 여러 부처, 관련 당국에서 검토되었음.
- STUK는 同 원자로의 기술적·구조적 안전성뿐만 아니라 TVO社의 안전 가동 역량을 검토한 안전성 평가를 시행하여, 해당 원자로가 핀란드의 안전성 요건을 충족시켰다고 결론을 내림.
 - 단, STUK는 TVO社가 2028년 말까지 주기적 안전성 평가(Periodic Safety Review)를 실시하고 해당 결과를 제출할 것을 운영허가 승인 조건으로 설정함.
 - 同 원자로 내 1차회로의 가압기 밀림관(pressuriser surge line) 진동 문제의 경우, TVO社는 Areva社와 함께 수정 작업을 진행 중에 있음.
- ※ Olkiluoto 원전 3호기의 고온 기능 시험은 가압기 밀림관 진동 문제로 2017년 12월에 시작되어 일정보다 50일 정도 늦은 2018년 5월 말에 완료되었음. TVO社는 이를 바탕으로 同 원자로의 전기, 계측 및 제어 시스템을 업데이트하기 위한 포괄적 수정 프로그램을 이행한다는 계획을 발표하였음.
- Olkiluoto 원전 3호기는 현재 가동 준비 작업이 진행 중이며, STUK는 운영허가 승인 후에 해당 원자로를 모니터링할 예정임. 핵연료 장전의 경우 TVO社는 STUK로부터 별도의 승인을 받아야함.
- STUK의 이번 발표를 토대로 핀란드 정부는 2주 내로 운영허가 여부를 최종 결정할 예정임.
- Olkiluoto 원전 3호기는 가동 시 핀란드 전체 전력 수요의 대략 15%를 충족시킬 것으로 예상됨.
 - 2003년 후반 Areva-Siemens 컨소시엄은 TVO社와 터키계약을 체결해 2005년 Olkiluoto 원전 3호기 건설을 시작함. 1,600MW 규모의 Olkiluoto 원전 3호기는 당초 2009년에 가동될 예정이었으나 11년이나 늦어진 2020년에 시행될 예정임.
 - 同 원자로의 연료 장전은 2019년 6월에, 전력망 연결은 2019년 10월, 전력생산은 2020년 1월에 최초로 시행될 예정임.

- Olkiluoto 원전 1,2호기(각 890MW급 비등수형 원자로)와 Loviisa 원전 1,2호기(VVER-440 원자로)에 이어 Olkiluoto 원전 3호기는 5번째로 가동되는 원자로가 될 예정임. 6번째 원자로로 Hanhikivi 원전 1호기가 계획되어 있음.

〈핀란드 Olkiluoto 원전 3호기 건설 현황〉

원전	노형	용량(MW)	착공	상업운전
Olkiluoto 원전 3호기	EPR	1,600	2005. 5	2020. 1

출처: World Nuclear Association

Reuters 2019.2.26, Nuclear Engineering International 2019.2.27

■ 스웨덴 · 스페인 · 프랑스, 주요 발전원으로서 원자력의 기여도 유지

- 2019년 2월 15일 스웨덴 비영리 산업기관인 Swedenenergy는 스웨덴이 2018년에 8기의 원자로를 가동해 65.8 TWh의 전력을 생산했다고 발표함.
 - Swedenenergy는 원자력의 발전 비중(전체 발전량의 41.5%)이 가장 높았으며, 수력이 그 다음으로 60.9 TWh(38.5%)를 기록했다고 언급함.
 - 풍력은 16.7 TWh(10.5%), 기타 화력은 14.9 TWh (9.5%), 태양광은 0.2 TWh의 전력을 생산함.
 - Ringhals 원전(원자로 4기)이 30.1 TWh, Oskarshamn 3호기가 10.6 TWh, Forsmark 원전(원자로 3기)이 25 TWh의 전력을 생산하였음.
 - 총 전력 생산량은 약 158.3 TWh, 전력 소비량은 141.1 TWh에 이르렀음.
- 2019년 2월 19일 스페인 민간 비영리단체인 Foro Nuclear는 단일호기인 Trillo 원전이 2018년에 8.27 TWh의 전력을 생산했으며, 11년 6개월간 비계획 정지 없이 가동되었다고 밝힘.
 - IAEA의 자료에 따르면 同 원전(1,003MW 급 가압수형 원자로)은 1988년 5월에 상업운전을 개시해 2018년 말까지 231.53 TWh의 전력을 생산하였음.
 - 同 원전의 부하율(load factor)은 2018년 88%에 달하였으며, 수명 기간 동안의 누적 평균은 86.8%임.
 - 2014년 11월 Trillo 원전은 추가 10년의 계속 운전을 승인받은 바 있음.
- 2019년 2월 19일 프랑스 전력기업 EDF社は 2018년 원자력 발전량이 2017년 대비 14.1 TWh 증가한 393.2 TWh를 기록했다고 밝힘.
 - 또한 EDF社は 원자력 및 수력 발전의 증가로 2018년 총영업이익(gross operating surplus)이 11% 증가했다고 발표함.



- 2018년 EDF社의 EBITDA(‘세전·이자지급전이익’)는 153억 유로를 기록해 2017년 대비 11.3%가 증가함.
- EDF社는 Creusot 주조시설에 대한 품질 관리 제조 서류 검사 및 Flamanville 원전 3호기의 원자로 압력용기 상하부 헤드에 영향을 미치는 탄소 분리(carbon segregation) 문제, Tricastin 원전의 4기 원자로의 임시 가동 중단으로 인해 2017년의 원자력 발전량이 적었다고 설명함.

Nucnet 2019.2.15/19, Nuclear Engineering International 2019.2.20

■ 불가리아, 신규 원자력 설비를 통한 전력공급 안정성 증대 예상

- 불가리아의 국가 에너지 및 기후 계획 초안(NECP)은 2030년까지 에너지 믹스에서 원자력이 중요한 역할을 담당할 것이며, Belene 신규 원전 건설이 전력공급의 안정성을 높일 것이라고 명시함.
 - 2017년 불가리아는 화력 발전을 통해 전체 전력의 50%, Kozloduy 원전을 이용한 원자력 발전을 통해 34%를 공급하였음. 수력을 포함한 재생에너지원은 1차 에너지원 가운데 16%의 비중을 차지하였음.
 - 불가리아의 주요 전력원은 갈탄이며, 원자력은 대리 에너지 의존도 감소에 기여하고 있는 것으로 분석됨.
 - NECP 초안에 따르면 불가리아 북쪽 지역에 2,000 MW급 Belene 신규 원전 건설이 건설되면 불가리아와 인근 국가에 전력공급 안정성을 높일 것이라고 전망함.
 - 불가리아는 EU와 미국으로부터의 대리 에너지 의존도 축소 압박과 대략 113억 달러 규모의 비용을 조달할 외국인 투자자 모색에 실패해 2012년 Belene 원전 프로젝트를 철회하였음.
 - 2018년 6월, 불가리아 의회는 Belene 원전 프로젝트 재개를 승인하였으며, 에너지부에 전략적 투자자의 선정과 동 프로젝트에 대한 자금조달 방안을 제시하도록 지시하였음.
 - Belene 원전 프로젝트가 추진된다면 400kV 규모의 송전망의 확대가 필요함.

〈불가리아 Belene 원전 계획 현황〉

원전	노형	용량(MW)	착공	가동 시작	폐쇄
Belene 1호기	VVER-1000(AES-92)	1,000	-	-	-
Belene 2호기	VVER-1000(AES-92)	1,000	-	-	-

출처: World Nuclear Association

Nucnet 2019.2.26

■ 우크라이나, 체르노빌 출입제한 구역에서 다양한 야생동물 발견

- 미국 조지아 대학 연구팀은 물고기 사체를 미끼로 이용해 청소동물(서식지에 있는 죽은 생물체를 먹는 동물, scavenger) 연구를 통해 방사능 오염에도 불구하고 우크라이나의 체르노빌 출입제한구역(Chernobyl Exclusion Zone, CEZ)에 다양한 야생동물이 존재한다고 밝힘.

※ 체르노빌 출입제한 구역은 1986년에 발생한 사고로 인해 체르노빌 원전으로부터 반경 30km 내를 경계로 하여 설정된 구역을 의미함.

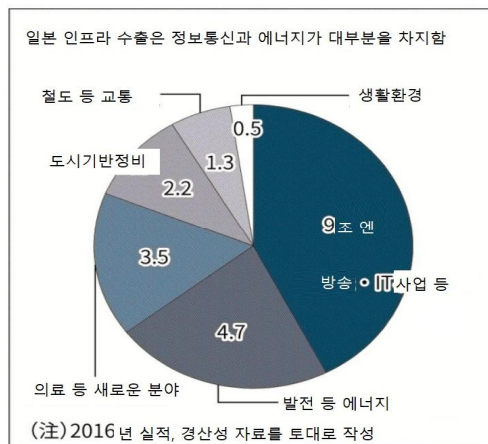
- 조지아 대학 부속 사바나 강 생태 연구소(SREEL) 부교수인 James Beasley는 모션 센서가 장착된 카메라를 이용해 10 마리의 포유류와 5종의 조류를 발견함.
 - 조지아 대학 연구팀은 야생동물을 찾기 위해 물고기 사체를 체르노빌 원전이 위치한 도시인 Pripyat 강둑과 인근 관개용 수로(irrigation canal)에 놓고 카메라를 이용해 어떤 종류의 동물이 사체를 먹으러 왔는지를 관찰하였음.
 - 일주일 동안 관찰한 결과 물고기 사체의 98%를 여러 청소동물이 소비하였음.
- Beasley 부교수는 CEZ 내 회색 늑대(gray wolves)를 포함한 여러 종류의 야생동물의 존재를 밝혀낸 2015년의 연구가 있었지만, 흰꼬리수리(White-tailed Eagle), 아메리카 밍크(American mink), 강 수달(river otter)을 본 것은 이번이 처음이라고 언급함.
 - 청소동물 연구에서 확인된 포유류 중에는 줄무늬 쥐, 멧밭쥐(harvest mouse), 흰족제비(least weasel), 붉은 여우, 솔 담비(fine marten) 등, 조류 중에는 어치(eurasian jay), 까치(common magpie), 까마귀, 숲 올빼미(tawny owl) 등이 있음.
- Beasley 부교수는 물고기 사체가 육지(terrestrial) 또는 반 수생(semi-aquatic) 생물에 의해 소비 되었다는 것을 감안할 때, 수생 생태계와 육지 생태계 사이에서 영양 자원(nutritional resource)의 이동이 생각했던 것보다 더 빈번하게 발생하고 있다고 밝힘.

The Weather Channel 2019.2.8

아 시 아

■ 일본 정부, 재생에너지를 인프라 수출 중점분야로 삼아

- 일본 정부가 풍력발전 등 재생에너지분야를 인프라 수출 중점분야로 삼을 방침이라고 2월 15일 일본경제신문이 보도함.
 - 히타치제작소가 영국 원자력 신설계획을 중단해 일본기업의 원전수출계획은 사실상 제로가 됨. 일본 정부는 2020년까지 30조 엔(약 302조억 원) 수출을 목표로 인프라 수출 전략을 정비하며, 이르면 6월 인프라 수출 전략을 개정할 것임.
 - 새로운 인프라 수출전략案은 ①전력 ②철도 ③정보통신 ④의료 4개 분야를 중시함. 전력분야의 경우 해상풍력과 재생에너지에 대해 '정부의 경영 참여도 포함한 행보를 적극적으로 할 것'이라고 명기될 전망이다.
 - 한편, 원전 수출에 대한 기술은 빠질 예정임. 일본 정부는 원전 수출을 포기하지는 않았지만 기업의 판단은 존중할 것으로 전망됨.
- 풍력발전은 유럽 기업이 앞선 분야로 일본 기업이 시장에 진입하려면 정부의 도움이 필요함.
 - 이에 일본 정부는 지원책의 일환으로 일본무역보험(NEXI)를 통해 재생에너지 수출과 관련한 '환경 이노베이션 보험(가칭)'을 연내 신설할 계획임. 보험 보증율은 95% 이상으로 거래처 파산과 테러, 전쟁 등의 위험을 보증함.



일본경제신문 2019.2.15

- 일본 정부는 경제발전으로 전력소비가 급증할 것으로 예상되는 아시아 시장에서 풍력발전 건설과 운영, 유지·보수 서비스 등을 종합적으로 제공하는 비즈니스를 확대할 전망이다.

일본경제신문 2019.2.15

■ 일본원자력발전, 도카이 제2원전 재가동 의사 표명

- 2월 22일, 일본원자력발전 사장은 이바라키현을 방문해 도카이 제2원전을 재가동하겠다고 밝힘.

- 同 원전은 2018년 11월 원자력규제위원회의 계속운전 심사를 통과했지만, 일본원자력발전은 재가동 의사를 명확하게 밝히지 않았음.

※ 도카이 제2원전은 이바라키현 도카이무라(東海村)에 소재함. 2018년 11월 가동 개시 40년을 맞이했으며, 출력 110만 kW로 수도권에서 유일한 대형 원전임. 도카이 제2원전의 30km 내에는 전국 원전 중 최다 인원인 96만 명이 거주함.

- 일본원자력발전은 일본에서 유일한 원전 전문(專業)회사임. 원전 이외에 주요 수익원이 없어 도카이 제2원전의 재가동을 서두름.

- 일본원자력발전은 대형 전력사 9개사 및 전원개발(J-POWER)이 주주이며 4개의 원전을 보유함. 이 중 2기는 폐로를 결정했고 도카이 제2원전은 계속운전을 인가받았으며, 쓰루가 2호기는 재가동이 불투명한 상황임.
- 현재 5개 대형 전력사에서 기본요금 年 약 1,000억 엔을 받아 사업을 지속 중임. 경영 자립을 실현하려면 1기당 1,000억 엔 규모의 수익개선 효과가 있는 원전 재가동에 의지할 수밖에 없음.

※ 일본원자력발전의 대주주인 도쿄전력, 간사이전력, 주부전력, 호쿠리쿠전력, 도호쿠전력 5개사는 일본원자력 발전에서 전기를 구매하는 계약을 체결하여 구입전력이 없어도 원전 유지와 관리, 재가동에 필요한 안전대책비 등을 부담하는 '기본요금' 을 지불함.¹⁾

- 한편, 2월 15일 일본원자력발전은 도카이 제2원전 반경 30km 내에 소재한 8개의 시정(市町)과 새로운 안전 협정을 체결함. 해당 시정은 일본원자력발전에 同 원전 재가동 여부와 정기점검 등 중요항목에 대한 의견을 말할 수 있는 권한을 얻음.

※ 8개 시정(市町): 다카하기시, 가사마시, 히타치오미야시, 호코타시, 이바라키정, 오아라이마치(大洗町), 시로사토정, 다이고정. 市町村은 기초자치단체임.

- 도카이 제2원전 반경 30km 밖에 있는 오미타마시도 협정 체결은 하지 않았지만 8개 시정과 동등한 권한을 얻음.

1) 출처: しんぶん赤旗 2014.05.31, 日本原電 発電ゼロでも販売先5電力から1,242億円



- 일본원자력발전은 2018년 3월 도카이 제2원전이 입지한 도카이무리와 이바라키현 이외의 주변 지자체 5개시(미토시, 히타치시, 히타치나카시, 나카시, 히타치오타시)와도 재가동과 관련한 실질적 사전 이해를 구하겠다는 안전협정을 이례적으로 체결한 바 있음.

일본경제신문 2019.2.15, 2.23, 마이니치신문 2019.2.22

■ 일본 규슈전력, 원전 가동으로 전기요금 인하

- 2월 26일, 규슈전력은 4월 1일부터 전기요금을 인하한다고 공식 발표함.

- 일반가정과 기업 등 총 약 840만 건을 대상으로 평균 1.3% 정도의 요금 인하를 시행함.
- 규슈전력은 동일본 대지진 이후 원전 정지로 경영이 악화되어 2013년 5월 6.23%의 전기요금 인상을 통해 이를 극복하였고 2018년 6월까지 원전 4기(센다이 1, 2호기, 겐카이 3, 4호기)가 재가동해 요금을 인하함.

- 전력자유화 전부터 계속 유지된 요금체계인 '규제요금'에서는 평균 1.09%가 인하됨.

- 가정용의 대부분을 차지하는 '중량전등 B(규제요금)'의 경우 일반 가정(월 전기사용량 250kWh)은 연료비 조정분 등을 포함한 3월 요금이 6,620엔임. 4월 1일 요금 인하 후 해당 가정의 전기요금은 72엔 저렴한 6,548엔이 됨.
- 이번 전기요금 인하는 원전 4기의 안정적인 가동으로 요금 인상 당시의 계산보다 원전 발전량이 연평균 44억 kWh 증가해 연평균 120억 엔의 수익 증가가 전망되기 때문임.
- 더불어 화력발전소 점검주기·연료품질 재검토로 연 평균 151억 엔의 비용을 감축해 이러한 재원을 전기요금 인하에 투입함.

- 규슈전력은 이번 전기요금 인하를 통해 신전력으로 이동한 고객을 탈환하고자 함.

- 2016년 4월 일본에서 전력 소매 자유화를 실시한 이래 2018년 11월까지 규슈전력에서 신전력으로 전력사를 변경(가정용 저압부문)한 건수는 누계 56만 건 이상임.

일본경제신문 2019.2.20, 2019.2.27

■ 일본 주부전력, 재생에너지에 1,000억 엔 투자

- 2월 26일, 주부전력 사장은 2024년 3월까지 5년간 재생에너지에 1,000억 엔을 투자할 계획이라고 밝힘.

- 해상풍력발전을 중심으로 설비를 증강하며, 재생에너지를 주력전원 중 하나로 육성하여 전 세계에 불고 있는 환경규제 강화에 대응함.

- 주부전력은 2030년까지 원전 1.5기분에 해당하는 200만 kW 이상의 재생에너지설비를 새로 추가 도입할 계획임. 기존 주부전력의 목표는 40만 kW의 설비를 추가하는 것이었음.
- 목표치를 대폭 상향조정한 이유는 재생에너지 기술 향상으로 투자부담이 줄었기 때문임.

일본경제신문 2019.2.27

World Nuclear
Power Market
Insight

세계원전시장 인사이트

격주간 | BIWEEKLY

