

原発の「40年ルール」とその課題

— 廃炉と運転期間延長の選別が進む —

経済産業委員会調査室 縄田 康光

1. はじめに

2012年6月に「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）が改正され¹、2013年7月に同改正法が施行された²。これにより、原発の運転期間は使用前検査に合格した日から起算して40年とされ、1回に限り、20年を超えない期間延長することができることとされた。

また、運転期間の延長に当たっては、原子力規制委員会規則で定める基準に適合することが求められている。これにより、高経年化した原発について、新規制基準に適合するために必要な対策を講じるか、廃炉に踏み切るか、発電用原子炉設置者（各電力会社）による選別が進んでいる。

本稿では、従来の原発の高経年化対策、「40年ルール」の導入、「40年ルール」と関連した原発の廃止や運転期間延長に向けた動き、大量の廃棄物の発生等、廃止措置に係る課題を概説するとともに、長期エネルギー需給見通し³（2015年7月）に示された「2030年度の原発依存度20～22%」と40年ルールとの関係についても触れることとしたい。

2. 原発の高経年化対策と「40年ルール」の導入

（1）高経年化対策の検討

我が国初の商業用原子力発電所である東海発電所（日本原電）は1966年7月に営業運転を開始し、その後、敦賀発電所1号機（日本原電：1970年3月運転開始）、美浜発電所1号機（関西電力：1970年11月運転開始）、福島第一原子力発電所1号機（東京電力：1971年3月運転開始）等が続いた。

その後、原発の運転年数の長期化に伴い、原発の高経年化への対応、高経年化した原発の健全性の評価等が課題となってきた。資源エネルギー庁は1996年4月、「高経年化に関する基本的な考え方」を公表している。「基本的な考え方」では、①60年間の運転年数を仮定し、主要機器に対する経年変件事象⁴の評価を行った結果、ほとんどの経年変件事象に

¹ 東京電力福島第一原子力発電所事故を受け制定された原子力規制委員会設置法（2012年6月27日法律第47号）附則第15条～18条に原子炉等規制法の改正が規定されている。附則第17条では「発電用原子炉の設置、運転等に関する規制」について規定しており、シビアアクシデント対策の義務化、バックフィット規定等が定められている。この改正に基づき、原子力規制委員会規則等からなる新規制基準が策定された。

² 原子力規制委員会設置法附則第17条（原子炉等規制法の改正）は2013年7月8日に施行された（原子力規制委員会設置法附則第1条第4号に掲げる規定の施行期日）。

³ いわゆるエネルギーミックス。エネルギー基本計画（2014年4月）を踏まえ、将来のエネルギー需給構造の見通しを示したもの。

⁴ 起動・停止等の繰り返しによる原子炉圧力容器の材料の疲労と中性子照射による材質の脆化等。原子炉圧力

ついて評価上十分な裕度を有し、現状の設備保全の継続及び一部の点検・検査の充実により、高経年化した原子力発電所であっても安全に運転を継続することは可能である、②高経年化への具体的施策を展開する時期については、予防保全の観点も含め、慎重を期して運転開始後30年とするとし、「現状の技術により建設当初に設計評価の目安として用いた30年、40年を超えて運転を継続した場合にも、プラントの健全性を確保することが可能であるとの見通しを得た」としている。

また通商産業省（当時）は、敦賀1号機（日本原電）、美浜1号機（関西電力）、福島1号機（東京電力）等の高経年化対策について逐次電気事業者ヒアリングを行い、1999年2月、「電気事業者の原子力発電所高経年化対策の評価及び今後の高経年化に関する具体的取組について」を公表している。これにより、電気事業者は、原子力発電所の運転開始後の経過年数が30年を超える前に、経年変化事象に関する技術評価及びそれに基づく長期保全計画の策定を行うこととされた。

その後2003年10月に、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（以下、「実用炉規則」という。）の改正施行により、事業者が原子炉の運転開始日以後30年を経過する日までに、経年劣化に関する技術的な評価（高経年化技術評価）を行い、評価に基づき、原子炉施設の保全のために実施すべき措置に関する10年間の計画（長期保全計画）を策定することが義務付けられた。高経年化技術評価は、初回の評価の後10年ごとに行われる。また、高経年化技術評価においてプラントの供用期間は60年と仮定されている。

さらに2009年1月から、高経年化技術評価の結果から長期保守管理方針を策定し、同方針を保安規定に含め、国の認可を受けることが義務付けられた。これに基づく、30年目及び40年目の高経年化技術評価、長期保守管理方針の策定、同方針に係る保安規定の変更認可が行われ⁵、運転開始40年経過後も運転を継続する動きも見られた⁶。

このように、2012年の原子炉等規制法改正と原子力規制委員会発足の前には、運転期間の上限について原子炉等規制法上の規定はなかったものの、原発の高経年化対策が講じられ、30年、さらには40年を超えた原発の運転が行われつつあった。

（2）原子炉等規制法改正と「40年ルール」の導入

2012年の原子炉等規制法改正により、発電用原子炉の運転期間が明示されることになった⁷。即ち、①発電用原子炉設置者がその設置した発電用原子炉を運転することができる期

容器のほかに炉内構造物、1次冷却材配管、1次冷却材ポンプ（PWR）、原子炉再循環ポンプ（BWR）、加圧器（PWR）、蒸気発生器（PWR）、ケーブル、原子炉格納容器等について技術評価を行っている。

⁵ 40年目の高経年化技術評価について見ると、原子力規制委員会発足前に、日本原電敦賀1号機（2009年9月認可）、関西電力美浜1号機（2010年6月認可）、美浜2号機（2012年7月認可）について、長期保守管理方針に係る保安規定認可がなされている。

⁶ 日本原電敦賀1号機（1970年3月運転開始）については、2009年9月の保安規定認可を受け、運転停止時期を2016年とする方針であった（実際には2011年1月の定期検査入り後は稼働せず、2015年4月に廃止となった）。また、関西電力美浜1号機（1970年11月運転開始）については、2010年6月の保安規定認可を受け、今後の運転期間を最長で10年程度とするとしていた（実際には2010年11月の定期検査入り後は稼働せず、2015年4月に廃止となった）。

⁷ 原子力安全規制の見直しについては、第180回国会において、政府案と野党案（自公案）が提出され、その後、与野党3党協議の結果、2012年6月15日に衆議院環境委員会において、「原子力規制委員会設置法案」

間は、当該発電用原子炉の設置の工事について最初に使用前検査に合格した日から起算して40年とする（第43条の3の32第1項）、②運転期間はその満了に際し、原子力規制委員会の認可を受けて、1回に限り延長することができる（同第2項）、③延長する期間は、20年を超えない期間であって政令で定める期間を超えることができない（同第3項）、④運転期間延長の認可を受けようとする発電用原子炉設置者は、原子力規制委員会に認可の申請をしなければならない（同第4項）、⑤原子力規制委員会は、④の認可の申請に係る発電用原子炉が、長期間の運転に伴い生ずる原子炉その他の設備の劣化の状況を踏まえ、②の規定により延長しようとする期間において安全性を確保するための基準として原子力規制委員会規則で定める基準に適合していると認めるときに限り、延長の認可をすることができる（同第5項⁸）というものである。

運転期間を原則40年間とした背景としては、原子炉設置許可の審査に当たり、40年の運転年数を仮定した設計上の評価が行われることが多いことが考えられる。例えば、原子炉圧力容器の中性子照射による脆化⁹の評価や、プラントの起動・停止の繰り返しによる疲労評価は40年間の運転期間を仮定していることが多い。一方で、設計評価の期間は、プラントの一部の機器に発生する劣化事象の発生量等を評価するための想定期間であり、プラントの技術上の供用可能期間とは異なる点に留意する必要がある。

原発の運転期間について、細野国務大臣（原発事故の収束及び再発防止担当）（当時）は、「なぜ40年なのかということではありますが、幾つか根拠として考えたものがございます。まず一つは、いわゆる压力容器の中性子の照射による脆化であります。（中略）もう一つは、さまざまな機器についてのいわゆる工事の計画の認可の申請書における、どの程度それを使うのかということについての想定をした回数というのがございます、それぞれの機器について。そういった想定をされる回数というものが、一つのラインとしておよそ40年程度を目安になされているというのがございます。」と答弁している¹⁰。

運転期間を1回に限り、20年を上限として延長することができることとした背景としては、①前述のようにプラントの供用期間を60年と仮定して、高経年化技術評価を行ってきたこと、②米国原子力規制委員会（NRC）が原子力発電所に与える運転認可の期間は最長40年であるが¹¹、更新が可能であり¹²、20年の延長が認められていること¹³、等が

を委員会提出法律案とすることが決定された。同法案は6月20日の参議院本会議で可決・成立している。「運転期間40年」については、政府案（原子力の安全の確保に関する組織及び制度を改革するための環境省設置法等の一部を改正する法律案）に規定されていた（政府案では「環境大臣」「環境省令」となっていたものが、成立した法案では「原子力規制委員会」「原子力規制委員会規則」となり、文言は変わっている）。

⁸ 実用炉規則第114条は、「法第43条の3の32第5項の原子力規制委員会規則で定める基準は、延長しようとする期間において、原子炉その他の設備が延長しようとする期間の運転に伴う劣化を考慮した上で技術基準規則に定める基準に適合するものとする。」としており、原子炉等規制法第43条の3の14（原子力規制委員会規則で定める技術上の基準への適合）に係る「技術基準規則」への適合を求めている。

⁹ 金属材料が高エネルギー中性子などの照射を受け、硬化し、延性（粘り）が低下する現象。

¹⁰ 第180回国会衆議院環境委員会議録第4号8、9頁（平24.6.5）

¹¹ 米国の原発の運転の認可期間が40年を超えない期間であること、認可が更新可能であることは、米国の原子力法（Atomic Energy Act）第103条に規定されている。ただし、運転の認可期間が40年とされたのは、技術的な理由というより、減価償却に必要な期間という性格が強い。NRCホームページでは“Congress selected 40 years for nuclear power plant licenses because that was the time over which electric power plants typically were paid off in customer rates. The 40-year license term was not based on safety,

考えられる。

運転期間の延長について細野国務大臣(当時)は、「この運転制限の期間につきましては、原則として40年以上の原子炉の運転はしないということにいたしまして、経年劣化の状況を踏まえまして、延長する期間において安全性が確保されれば例外的に運転を継続をするという形にしておりますが、そこは、科学的にしっかりと確認をした上で、申請に基づいてやるということでありますので、極めて限定的なケースになるというふうに考えております。」とした上で¹⁴、「なぜ20年なのかということにつきましては、これまで、高経年化の技術評価で、運転開始後60年を見通した経年劣化の評価を行ってきたこと、これは一つの材料としてはございます。米国においても、運転許可の更新を20年を超えない期間としていることも、これも参考とはいたしました。」と答弁している¹⁵。

3. 運転期間延長認可申請と廃炉の動き

(1) 運転期間延長認可申請の期間

発電用原子炉の運転期間の延長について認可を受けようとする者は、運転期間の満了の1年3ヶ月前から1年前までの3ヶ月間に、申請書を原子力規制委員会に提出しなければならない¹⁶。

運転期間の満了は使用前検査に合格してから40年であるが、原子炉等規制法施行の時点で既に高経年化している原子炉については扱いが異なる。即ち、原子力規制委員会設置法附則第1条第4号に掲げる規定¹⁷の施行の日(2013年7月8日)において、使用前検査¹⁸に合格した日から37年を経過している原子炉¹⁹については、原子力規制委員会設置法附則第17条の規定の施行の日(2013年7月8日)から起算して3年後(2016年7月8日)が運転期間の満了となり²⁰、延長の申請期間は2015年4月8日から同年7月8日となる。

この条件に該当するのは、運転開始が早い順から、敦賀1号機(日本原電)、美浜1号機(関西電力)、美浜2号機(関西電力)、島根1号機(中国電力)、高浜1号機(関西電力)、玄海1号機(九州電力)、高浜2号機(関西電力)の7基であり(図表1参照)、これらの原発が運転期間延長の申請を行うか、廃炉とするかが当面の焦点となった。

technical, or environmental factors.”としている。U.S.NRC “Additional Information on Orientation” (<http://www.nrc.gov/reactors/operating/licensing/renewal/introduction/orientation/orientation2.html>) (平28.8.31最終アクセス)

¹² 運転認可期間の更新は、NRCの規則(10CFR54)に規定されており、20年を超えない期間更新することができる。ただし、更新回数を制限する規定はない。

¹³ 2016年1月現在、全米の100基の原発中、81基が運転期間の60年までの延長の認可を受けている。また、電力会社には、2回目の運転期間延長申請(運転期間を80年とする)の動きもある。

¹⁴ 第180回国会衆議院環境委員会議録第4号8頁(平24.6.5)

¹⁵ 同上9頁

¹⁶ 実用炉規則第113条第1項

¹⁷ 附則第17条(原子炉等規制法の改正)等

¹⁸ 旧電気事業法第49条第1項の規定する使用前検査

¹⁹ 1976年7月8日より前に使用前検査に合格した原子炉

²⁰ 原子力規制委員会設置法附則第25条第2項

図表 1 我が国の原子力発電所の状況 (2016年8月現在)

○2015年以降に廃止された実用発電用原子炉

発電所	号機	設置者	所在地	運転開始	炉型出力(千kW)	備考
敦賀	1号	日本原子力発電	福井県	1970/03	BWR,357	2015.4.27廃止
美浜	1号	関西電力	福井県	1970/11	PWR,340	2015.4.27廃止
美浜	2号	関西電力	福井県	1972/07	PWR,500	2015.4.27廃止
島根	1号	中国電力	島根県	1974/03	BWR,460	2015.4.30廃止
玄海	1号	九州電力	佐賀県	1975/10	PWR,559	2015.4.27廃止
伊方	1号	四国電力	愛媛県	1977/09	PWR,566	2016.5.10廃止

○2016年8月現在の実用発電用原子炉

	発電所	号機	設置者	所在地	運転開始	炉型出力(千kW)	備考	
1	高浜	1号	関西電力	福井県	1974/11	PWR,826	2015.4.30運転期間延長認可申請	2015年末時点で運転期間40年を超えているもの
2	高浜	2号	関西電力	福井県	1975/11	PWR,826	2016.6.20認可	
3	美浜	3号	関西電力	福井県	1976/12	PWR,826	2015.11.26運転延長認可申請	
4	東海第二	—	日本原子力発電	茨城県	1978/11	BWR,1100		2020年末時点で運転期間40年を超えるもの
5	大飯	1号	関西電力	福井県	1979/03	PWR,1175		
6	大飯	2号	関西電力	福井県	1979/12	PWR,1175		2025年末時点で運転期間40年を超えるもの
7	玄海	2号	九州電力	佐賀県	1981/03	PWR,559		
8	伊方	2号	四国電力	愛媛県	1982/03	PWR,566		
9	福島第二	1号	東京電力	福島県	1982/04	BWR,1100		
10	福島第二	2号	東京電力	福島県	1984/02	BWR,1100		
11	女川	1号	東北電力	宮城県	1984/06	BWR,524		
12	川内	1号	九州電力	鹿児島県	1984/07	PWR,890		
13	高浜	3号	関西電力	福井県	1985/01	PWR,870		
14	高浜	4号	関西電力	福井県	1985/06	PWR,870		
15	福島第二	3号	東京電力	福島県	1985/06	BWR,1100		
16	柏崎刈羽	1号	東京電力	新潟県	1985/09	BWR,1100		
17	川内	2号	九州電力	鹿児島県	1985/11	PWR,890		
18	敦賀	2号	日本原子力発電	福井県	1987/02	PWR,1160		
19	福島第二	4号	東京電力	福島県	1987/08	BWR,1100		
20	浜岡	3号	中部電力	静岡県	1987/08	BWR,1100		
21	島根	2号	中国電力	島根県	1989/02	BWR,820		
22	泊	1号	北海道電力	北海道	1989/06	PWR,579		
23	柏崎刈羽	5号	東京電力	新潟県	1990/04	BWR,1100		
24	柏崎刈羽	2号	東京電力	新潟県	1990/09	BWR,1100		
25	泊	2号	北海道電力	北海道	1991/04	PWR,579		
26	大飯	3号	関西電力	福井県	1991/12	PWR,1180		
27	大飯	4号	関西電力	福井県	1993/02	PWR,1180		
28	志賀	1号	北陸電力	石川県	1993/07	BWR,540		
29	柏崎刈羽	3号	東京電力	新潟県	1993/08	BWR,1100		
30	浜岡	4号	中部電力	静岡県	1993/09	BWR,1137		
31	玄海	3号	九州電力	佐賀県	1994/03	PWR,1180		
32	柏崎刈羽	4号	東京電力	新潟県	1994/08	BWR,1100		
33	伊方	3号	四国電力	愛媛県	1994/12	PWR,890		
34	女川	2号	東北電力	宮城県	1995/07	BWR,825		
35	柏崎刈羽	6号	東京電力	新潟県	1996/11	ABWR,1356		
36	柏崎刈羽	7号	東京電力	新潟県	1997/07	ABWR,1356		
37	玄海	4号	九州電力	佐賀県	1997/07	PWR,1180		
38	女川	3号	東北電力	宮城県	2002/01	BWR,825		
39	浜岡	5号	中部電力	静岡県	2005/01	ABWR,1380		
40	東通	1号	東北電力	青森県	2005/12	BWR,1100		
41	志賀	2号	北陸電力	石川県	2006/03	ABWR,1206		
42	泊	3号	北海道電力	北海道	2009/12	PWR,912		
								2030年末時点で運転期間40年を超えるもの
								2035年末時点で運転期間40年を超えるもの
								2040年末時点で運転期間40年を超えるもの
								2045年末時点で運転期間40年を超えるもの
								2050年末時点で運転期間40年を超えるもの

○建設中の実用発電用原子炉

発電所	号機	設置者	所在地	運転開始	炉型出力(千kW)
大間	—	電源開発	青森県	未定	ABWR,1383
東通	1号	東京電力	青森県	未定	ABWR,1385
島根	3号	中国電力	島根県	未定	ABWR,1373

- (注) 1. 実用発電用原子炉とは発電用原子炉から研究開発段階実用原子炉(「もんじゅ」「ふげん」)を除いたものをいう。
2. BWRは沸騰水型原子炉、PWRは加圧水型原子炉、ABWRは改良型沸騰水型原子炉。
3. 2014年以前に、東海(1998年3月運転終了)、浜岡1号・2号(2009年1月運転終了)、福島第一1・2・3・4号(2012年4月廃止)、福島第一5・6号(2014年1月廃止)が廃止されている。
4. 日本原電敦賀3・4号機、東北電力東通2号機、中国電力上関1・2号機、九州電力川内3号機が建設準備中である。

(出所) (一社) 日本原子力産業協会資料、各社資料より作成

(2) 廃炉と運転期間延長の選別が進む

これら7基のうち、敦賀1号機、美浜1・2号機、玄海1号機が2015年4月27日に、島根1号機が同年4月30日に廃止された。一方、高浜1・2号機については、関西電力は特別点検を行った上で²¹、同年4月30日に運転期間延長認可申請を行った。原子力規制委員会の審査の結果、2016年6月20日に運転期間延長が認可された²²。これにより1号機は2034年11月まで、2号機は2035年11月まで運転が可能となるが、安全対策工事に期間が必要であり²³、実働する期間は20年より短くなる見通しである。

7基のうち、高浜1・2号機が運転期間延長に踏み切った背景としては、廃止が決まった5基は比較的出力が低い(34万kWから55万9千kW)のに対し、高浜1・2号機は出力が高く(82万6千kW)、多額の対策工事費を考慮しても²⁴、費用を回収できる見通しがあることが考えられる²⁵。また5基が廃炉に踏み切った背景としては、2015年3月に電気事業会計規則等の一部を改正する省令が公布・施行され、廃炉時に一括費用計上が必要であった発電資産(発電機、タービン等)や照射済燃料等を10年間で均等償却し、償却費を小売規制料金の原価に算入することが可能となり、電力会社にとっての負担が軽減されたことも挙げられる。

さらに、関西電力は美浜3号機(1976年12月1日運転開始:82万6千kW)についても、2015年5月から同年11月に特別点検を行った上で、同年11月26日に運転期間延長認可申請を行った²⁶。運転期間を延長するためには40年を迎える前(2016年11月30日まで)に認可を受ける必要がある²⁷。一方、四国電力の伊方1号機(1977年9月30日運転開始:56万6千kW)は2016年5月10日廃止となった。このように、高経年化した原発の廃炉と運転期間延長の選別が進みつつある。

4. 長期にわたる廃止措置

(1) 廃止措置の手続き

運転40年を迎える原発の選別により、当面6基の廃止が決まったが、廃止措置は今後長

²¹ 「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」(2013年6月19日原子力規制委員会制定。原子炉等規制法第43条の3の32第4項及び実用炉規則第113条に基づく運転期間延長認可申請書の記載内容を示したもの)に基づく。関西電力は2014年12月から2015年4月までの間、原子炉圧力容器・原子炉格納容器等について特別点検を行い、健全性を確認し、また特別点検の結果を含めた高経年化技術評価を行い、長期保守管理方針を策定し、60年までの運転期間を想定しても問題がないことを確認したとしている。

²² 運転期間延長認可申請とは別に、新規規制基準への適合性申請が行われており(原子炉設置変更許可申請:2015年3月17日)、2016年4月20日に許可されている。また、工事計画についても、2016年6月10日に認可されている。

²³ 2号機の海水取水設備移設、1・2号機原子炉格納容器上部遮へい設置、緊急時対策所等設置、ケーブル火災防護対策(難燃ケーブルへの引替え、防火シートの巻きつけ)等の工事を予定しており、2019年度中の完了を見込んでいる。

²⁴ 両基分合計で約2160億円と見積もっている。『電気新聞』(平28.6.21)

²⁵ 高浜1・2号機が再稼働した場合の収益改善効果は1ヶ月約90億円といわれる。『日本経済新聞』(平28.6.21)

²⁶ 新規規制基準への適合性審査については、2015年3月17日、原子炉設置変更許可申請が行われ、2016年8月3日、原子力規制委員会は新規規制基準に適合していることを示す「審査書案」を了承した(2016年8月末時点でパブリックコメント中)。

²⁷ 一方で、審査期間が限られる高経年化した原発の審査が優先され、他の原発の審査が遅れる状況も見られる。

期にわたる（図表 2 参照）。

発電用原子炉設置者は、発電用原子炉を廃止しようとするときは、当該発電用原子炉施設の解体、その保有する核燃料物質の譲渡し、核燃料物質による汚染の除去、核燃料物質によって汚染された物の廃棄その他の廃止措置を講じなければならず²⁸、廃止措置を講じようとする発電用原子炉設置者は、「廃止措置計画」を定め、原子力規制委員会の認可を受けなければならない²⁹。廃止措置が終了したときは、原子力規制委員会の基準に適合しているか確認を受ける³⁰。

図表 2 各原発の廃止措置計画

	東海	浜岡1・2号機	敦賀1号機	美浜1・2号機
廃止措置計画認可	2006.6.30	2009.11.18	(2016.2.12 廃止措置計画認可申請書提出)	(2016.2.12 廃止措置計画認可申請書提出)
解体準備期間	(燃料の取出・搬出)1998年度～2001年度	2009年度～2014年度	(原子炉本体等解体準備期間 2016年度～2024年度)	2016年度～2021年度
原子炉周辺設備解体撤去期間	(原子炉領域以外の撤去)2001年度～2024年度	2015年度～2022年度		2022年度～2035年度
原子炉領域解体撤去期間	2019年度～2024年度	2023年度～2029年度	(原子炉本体等解体期間 2025年度～2033年度)	2036年度～2041年度
建屋等解体撤去期間	2024年度～2025年度	2030年度～2036年度	2034年度～2039年度	2042年度～2045年度
	玄海1号機	島根1号機	伊方1号機	
廃止措置計画認可	(2015.12.22 廃止措置計画認可申請書提出)	(2016.7.4 廃止措置計画認可申請書提出)		
解体準備期間	2016年度～2021年度	2016年度～2021年度	(7～8年程度)	
原子炉周辺設備解体撤去期間	2022年度～2029年度	2022年度～2029年度	(7～8年程度)	
原子炉領域解体撤去期間	2030年度～2036年度	2030年度～2037年度	(7～8年程度)	
建屋等解体撤去期間	2037年度～2043年度	2038年度～2045年度	(7～8年程度)	

- (注) 1. 東海発電所は、2001年10月に当時の原子炉等規制法に基づく「原子炉解体届」を提出したが、その後原子炉等規制法が改正され、廃止措置は届出制から認可制に変わったため、2006年3月に廃止措置計画認可申請を行い、同年6月に認可された。
2. 東京電力福島第一原子力発電所は2012年11月に特定原子力施設に指定され、1～4号機は「中長期ロードマップ」に基づき30～40年後の廃止措置完了を目指している。
3. 敦賀1号機、美浜1・2号機、玄海1号機、島根1号機の解体準備期間の「2016年度」は廃止措置計画認可後を示す。

(出所) 各社資料より作成

(2) 廃止措置の主な工程

廃止措置の工程は、原子炉の形式により異なる点もあるが、①解体準備期間、②原子炉周辺設備解体撤去期間、③原子炉領域解体撤去期間、④建屋等解体撤去期間からなる。

美浜1・2号機の廃止措置計画の例を見ると、①解体準備期間（2016年度～2021年度）

²⁸ 原子炉等規制法第43条の3の33第1項

²⁹ 原子炉等規制法第43条の3の33第2項

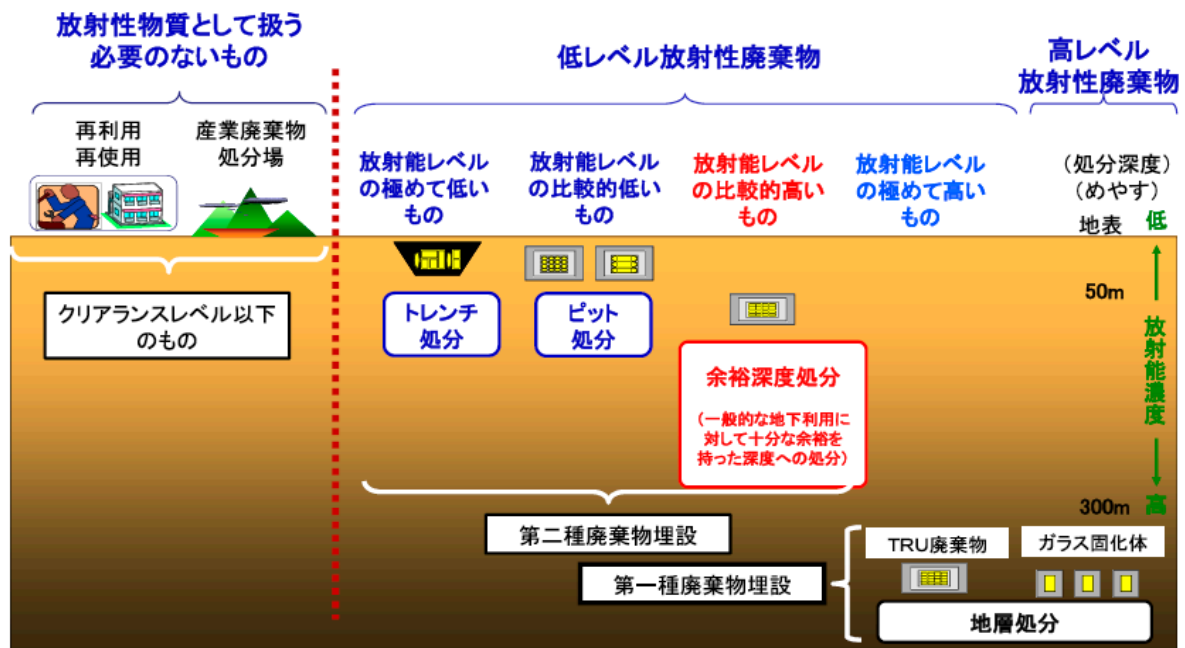
³⁰ 原子炉等規制法第43条の3の33第3項において準用する同法第12条の6第8項、実用炉規則第120条、同規則第121条。廃止措置の終了確認の基準として実用炉規則第121条は、①核燃料物質の譲渡しが完了していること、②廃止措置対象施設の敷地に係る土壌及び当該敷地に残存する施設について放射線による障害の防止の措置を必要としない状況にあること、③核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の廃棄が終了していること、等を挙げている。②については現在、原子力規制委員会の検討チームで、サイト解放（土壌を含む敷地及び残存する建屋を自由に使用することができる状況）基準を検討中である。ちなみにIAEAのサイト解放基準では、バックグラウンドを除いて0.3ミリシーベルト/年未満に保たれる状況の下にサイト解放が可能とされている。

には、系統除染³¹、新燃料の搬出、施設内放射能調査³²、タービン建屋内機器等の解体³³を行う、②原子炉周辺設備解体撤去期間（2022年度～2035年度）には、比較的線量が低い区域における原子炉周辺設備（新燃料庫等）の解体、使用済燃料の搬出を行い、タービン建屋内機器の解体も引き続き行う、③原子炉領域解体撤去期間（2036年度～2041年度）には、線量が高い原子炉領域や原子炉周辺設備の解体、タービン建屋の解体を行う、④建屋等解体撤去期間（2042年度～2045年度）には、原子炉格納容器を含め、建屋等の解体撤去を行う、という工程となっている。費用の見積額は、1号機約324億円（施設解体費232億円、放射性廃棄物処理処分費92億円）、2号機約359億円（同256億円、103億円）とされている³⁴。他の原発の廃止措置計画を見ても、おおよそ30年程度を要する長期の工程となっている。

（3）放射性廃棄物の発生

原発の廃止措置に当たり、大きな課題となるのは、放射性廃棄物（固体廃棄物）の発生とその廃棄である。原発の廃止措置により発生する固体廃棄物には、①低レベル放射性廃棄物、②放射性物質として扱う必要のないもの（クリアランス対象物）があり（図表3参

図表3 放射性固体廃棄物の処分



（出所）原子力規制庁資料

³¹ 配管・容器内に残存する放射性物質を薬品等で除去する。

³² 原子炉容器内等の放射能分布状況を調査する。

³³ 美浜1・2号機はPWRであり、2次系に放射線源がないため、早期の解体開始が可能である。

³⁴ 既に廃止措置の作業が進んでいる東海発電所の費用見積額は約885億円、浜岡1号機の費用見積額は約379億円、同2号機は約462億円とされている。また、敦賀1号機の廃止措置費用は約363億円（施設解体費約241億円、解体廃棄物処理処分費約121億円）と見積もられている。

照)、このほか③放射性廃棄物ではないもの(産業廃棄物と同様に扱われるもの)がある。

①の低レベル放射性廃棄物は、原子炉等規制法上の第二種廃棄物埋設の対象である³⁵。さらに第二種廃棄物埋設の事業の対象は、放射能レベルの比較的高いもの(L1:制御棒、炉内構造物等)、放射能レベルの比較的低いもの(L2:原子炉容器等)、放射能レベルの極めて低いもの(L3:原子炉周辺機器等)に区分される。L1については、地下50メートル以上の地下のコンクリート構造物に埋設する「余裕深度処分」が、L2については、深さ50メートル未満の地下の、人工バリア³⁶を設置した廃棄物埋設地に浅地中処分する「ピット処分」が、L3については、人工バリアを設置しない埋設地に浅地中処分する「トレンチ処分」が求められる³⁷。余裕深度処分、ピット処分、トレンチ処分のそれぞれにおける放射性廃棄物の濃度上限値を示すと図表4のようになる。

②のクリアランス対象物は、放射性物質のうち、放射能濃度が放射線による障害の防止のための措置を必要としないものとして原子力規制委員会規則で定める基準を超えないものであり³⁸、通常の廃棄物と同様の再利用や処分が可能となる。

図表4 低レベル放射性廃棄物の濃度の上限値

余裕深度処分の上限値(注2)

炭素14	10ベタベクレル毎トン
塩素36	10テラベクレル毎トン
テクネチウム99	100テラベクレル毎トン
ヨウ素129	1テラベクレル毎トン
アルファ線を放出する放射性物質	100ギガベクレル毎トン

ピット処分の上限値(注3)

炭素14	100ギガベクレル毎トン
コバルト60	1ペタベクレル毎トン
ニッケル63	10テラベクレル毎トン
ストロンチウム90	10テラベクレル毎トン
テクネチウム99	1ギガベクレル毎トン
セシウム137	100テラベクレル毎トン
アルファ線を放出する放射性物質	10ギガベクレル毎トン

トレンチ処分の上限値(注4)

コバルト60	10ギガベクレル毎トン
ストロンチウム90	10メガベクレル毎トン
セシウム137	100メガベクレル毎トン

- (注) 1. ペタは1,000兆、テラは1兆、ギガは10億、メガは100万を示す。
 2. 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」第31条
 3. 「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」別表第一
 4. 同別表第二
 (出所) 筆者作成

³⁵ 原子炉等規制法第51条の2第1項。原子炉等規制法上、廃棄の事業は、第一種廃棄物埋設と第二種廃棄物埋設に区分される。第一種廃棄物埋設は、高レベル放射性廃棄物であるガラス固化体(使用済み燃料の再処理後に生じる高レベル放射性廃棄物をガラス原料とともに高温で溶かし、ステンレス製の容器(キャニスタ)に入れ固めたもの)とTRU廃棄物(使用済み燃料の再処理等で発生する、ウランよりも原子番号が大きい核種を含む廃棄物。半減期が長い。)が対象となり、第二種廃棄物埋設は第一種廃棄物埋設の対象以外(TRU廃棄物以外の低レベル放射性廃棄物)が対象となる。第一種廃棄物埋設については、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律(最終処分法)により、地層処分(地下300m以上の深さの地層への処分)が求められる。なお使用済み燃料については、譲渡しまでが廃止措置の範囲であり(注30参照)、譲渡し後の再処理や高レベル放射性廃棄物の地層処分は別途行われる。

³⁶ 放射性物質の漏出防止等を目的に設置される人工構築物。

³⁷ 「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」第1条の2第2項参照。

³⁸ 原子炉等規制法第61条の2第1項に基づく。クリアランスの判断基準は、個人線量で年間10マイクロシーベルト以下とされている。

図表 5 各原発の廃止措置における放射性廃棄物の推定発生量

(単位：トン)

号機		東海	浜岡 1 号機	浜岡 2 号機	敦賀 1 号機
低レベル放射 性廃棄物	L 1	約1,600	約40	約50	約40
	L 2	約13,000	約370	約570	約1,990
	L 3	約12,300	約9,990	約8,860	約10,760
クリアランス対象物		約41,100	約34,050	約43,680	約7,800
号機		美浜 1 号機	美浜 2 号機	玄海 1 号機	島根 1 号機
低レベル放射 性廃棄物	L 1	約110	約110	約100	約60
	L 2	約630	約800	約800	約670
	L 3	約1,600	約1,790	約2,010	約5,350
クリアランス対象物		約3,600	約4,100	約4,120	約20,680

(出所) 各社資料より作成

③の放射性廃棄物ではないもの（産業廃棄物と同様に扱われるもの）は、原発の廃止措置に伴い発生する固体廃棄物の大半を占めるものである。玄海 1 号機の例を見ると、L 1、L 2、L 3、クリアランス対象物の合計が約 7,000 トンであるのに対し、放射性廃棄物でないものは約 19.5 万トン発生する見通しである。

現在、廃止措置が進められている各原発の放射性廃棄物の推定発生量は図表 5 のようになる。東海から島根 1 号機までの 8 基の廃止措置³⁹に係るものだけでも、7 万トンを超える低レベル放射性廃棄物（L 1、L 2、L 3）が発生する見通しであり、これらの処分が大きな課題となる。

（４）放射性廃棄物の埋設施設の問題

日本原電は、2015 年 7 月、東海発電所の廃止措置等で発生する低レベル放射性廃棄物のうちの L 3 廃棄物の埋設施設について、第二種廃棄物埋設事業許可申請書を原子力規制委員会に提出し⁴⁰、現在規制委員会で審査中である。同埋設施設は、東海発電所の敷地内に設けられ、地表から約 4 メートル掘削し、約 16,000 トンの廃棄物を埋設し⁴¹（トレンチ処分）、約 50 年管理する予定で、2018 年度中の操業開始を目指している。

2016 年 8 月現在、実用発電用原子炉の廃炉に係る低レベル放射性廃棄物の埋設施設で具体的な計画が進行しているのは東海発電所のみであり⁴²、東海発電所についても L 1 廃棄物、L 2 廃棄物の埋設施設の目途は立っていない。

特に、炉内構造物等からなる L 1 廃棄物は、半減期が数百年を超える長半減期核種を有意に含んでいる。2013 年に新規規制基準が策定された際には、余裕深度処分と地層処分との整合的な検討が必要であるとして、浅地中処分（トレンチ処分およびピット処分）に係る

³⁹ 伊方 1 号機については、2016 年 8 月時点で廃棄物の発生量が明らかでない。

⁴⁰ 原子炉等規制法第 51 条の 2 第 1 項に基づく。

⁴¹ 東海発電所の解体撤去工事に伴い発生する廃棄物に加え、工事終了後に不要となる解体工事用機器等も埋設する。

⁴² 浜岡 1・2 号機については、第 2 段階（原子炉周辺設備解体撤去期間）までに放射性廃棄物の廃棄先を定めることとしていたが、廃棄先が決まらず、当面 1・2 号機の建屋内に保管することとしている。また、日本原燃低レベル放射性廃棄物埋設センター（青森県六ヶ所村：約 8 万 m³）は、原発の運転に伴って発生する廃液等をドラム缶に固形化し、ピット処分しているが、余裕深度処分については調査・研究段階である。

基準策定を先行させており、余裕深度処分についての規制基準策定は先送りとなった経緯がある。

この点について、原子力規制委員会の「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム」で検討が行われ、2016年8月、「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について」が原子力規制委員会の了解を得た。

「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について」では、①炉内等廃棄物の処分について「中深度処分」という概念を導入⁴³、②規制終了までの期間としては300～400年程度を想定、③規制期間中及び規制期間終了後において、廃棄物埋設地を含む一定の区域に対する掘削や地下利用等の特定の行為を国が制度的に制限、④少なくとも10万年間は火山活動及び断層活動、浸食作用が著しい影響を及ぼすおそれのない区域に廃棄物埋設地を設置することを要求、⑤地表面から廃棄物埋設地の頂部までの深さは70メートルより深いこととする、等の内容が示されている。今後、「考え方」に基づいて、規制基準の骨子案の検討が進められる見通しである。

最終処分法により国の関与が明確になっている高レベル放射性廃棄物と異なり、低レベル放射性廃棄物への対応は電力会社各社に任せられているのが現状であり、特に炉内等廃棄物の処分について、国の関与が必要と考えられるが、今後が注目される。

5. エネルギーミックスと40年ルール

原発の運転期間の「40年ルール」は我が国のエネルギーミックスとも関係する。現行のエネルギー基本計画（2014年4月閣議決定）を踏まえ2015年7月に策定された長期エネルギー需給見通しは、2030年度の電源構成における原子力の比率を20～22%と想定している。

この点に関連し、林経済産業大臣（当時）は、2030年段階で運転期間40年未満の原発は23基であるとした上で、「新增設、リプレースは想定していませんが、（中略）規制委員会の審査を経て、一部の炉については法令で認められた40年を超える運転期間の延長を行い、震災前の平均の7割のところ、例えば8割程度まで稼働率を向上させるということによってエネルギーミックスの原発比率は達成可能である」と答弁⁴⁴、また、原発比率達成のために稼働が必要な原発の基数について「例えば稼働率を80%と置けば30基程度という計算にはなる」としている⁴⁵。一方、宮沢経済産業大臣（当時）は70%の稼働率を前提とすると30基台半ばであるが、80%の稼働率と大型の原発の稼働を想定すると、30基を切る基数でも可能である旨答弁している⁴⁶。

前述の「2030年段階で40年未満の原発23基」は、1990年以降に運転を開始した20基（**図表1**の「2016年8月現在の実用発電用原子炉」の柏崎刈羽5号機以降の原子炉）と、建設中の3基（大間、東京電力東通1号機、島根3号機）を指すと考えられる。これら23

⁴³ 従来の「余裕深度処分」に近いが、国際的に使用されている「Intermediate-depth disposal」と整合性をとったもの

⁴⁴ 第190回国会衆議院予算委員会第七分科会議録第1号38頁（平28.2.25）

⁴⁵ 第190回国会参議院経済産業委員会会議録第2号16頁（平28.3.10）

⁴⁶ 第189回国会衆議院経済産業委員会会議録第24号12頁（平27.6.19）

基の出力は総計約2,537万kWであり、これに1年の時間数(8,760時間)を乗じると約2,222億kWhとなり、設備利用率⁴⁷7割だと年間の発電電力量は約1,556億kWh、8割だと約1,778億kWhとなる。ただし、2030年度中に、柏崎刈羽5号機、同2号機(ともに出力110万kW)が運転40年を迎え、これを除いた21基で見ると出力は総計約2,317万kWであり、1年の時間数を乗じると約2,029億kWh、設備利用率7割で約1,421億kWh、8割で約1,624億kWhとなる。

一方、長期エネルギー需給見通しで想定された2030年度年間の総発電電力量は10,650億kWhであり、この20~22%は2,130億kWh~2,343億kWhとなる。仮に「21基、設備利用率8割」を想定した場合、「2,343億kWh」を達成するためには44%程度の総発電電力量の増が必要であり、出力増を単純に基数増に反映させるとおよそ30基が必要となると考えられる。原発の新增設・リプレースを行わないとなると、その分原発の運転期間延長が必要となる。

また、震災前の原発の設備利用率の平均が約7割である(1975年度から2010年度で71.8%)ことを考えると、運転期間延長が必要となる原発がさらに増加し、法改正時の審議において「極めて限定的なケースになる」⁴⁸とされた運転期間延長が常態化する可能性がある。

政府は現段階において、原発の新增設を想定はしていないとしている⁴⁹。しかし原発の高経年化が今後一層進むことを踏まえれば、来年(2017年)に想定されるエネルギー基本計画の見直しにおいては⁵⁰、原発の運転期間延長に加え、原発のリプレース、新增設が議論のテーマとなる可能性があり、注目される。

【参考文献】

資源エネルギー庁「高経年化に関する基本的な考え方」(平成8年4月)

原子力安全・保安院「高経年化対策の充実に向けた基本的考え方—高経年化対策の枠組みに係る主な論点整理—」(平成17年4月6日)

原子力安全・保安院「実用発電用原子炉施設における高経年化対策の充実について」(平成17年8月31日)

一般社団法人 日本保全学会 原子力発電所の運転期間40年制限問題検討分科会「我国の原子力発電所の運転期間40年制限に関する調査検討報告書」(平成27年3月)

(なわた やすみつ)

⁴⁷ 原発の運転実績を示す指標として、時間稼働率(1年間の時間に対し実際に発電した時間の割合)と設備利用率(定格電気出力で1年間運転した場合の発電電力量に対し、実際に発電した電力量の割合)がある。

⁴⁸ 注14参照

⁴⁹ 世耕経済産業大臣記者会見(平28.8.3)(<<http://www.meti.go.jp/speeches/kaiken/2016/20160803002.html>> (平28.8.31最終アクセス))

⁵⁰ エネルギー政策基本法は「政府は、エネルギーをめぐる情勢の変化を勘案し、及びエネルギーに関する施策の効果に関する評価を踏まえ、少なくとも3年ごとに、エネルギー基本計画に検討を加え、必要があると認めるときには、これを変更しなければならない。」としている(第12条第5項)。エネルギー基本計画は2003年10月に当初計画が閣議決定され、その後、2007年3月、2010年6月、2014年4月に改訂されている。