

# 原子力発電所の設備利用率及び原因別停止時間の各国比較

## A comparison of availability and outage time of nuclear power plants

○ 永 富 悠 \*・ 松 尾 雄 司 \*\*・ 村 上 朋 子 \*\*

Yu Nagatomi

Yuhji Matsuo

Tomoko Murakami

### 1. はじめに

本研究では原子力発電所の有効利用に向けた具体的方策の検討に資するべく、我が国と他国の原子力発電所の設備利用率に関する客観的データを比較検討し、我が国の設備利用率低迷の要因とその対策に関して分析・検討を行った。

### 2. 分析の対象と設備利用率の各国比較

日本の原子力発電所の設備利用率は2000年までは上昇傾向にあったものの2005年前後に大きく落ち込み、その後中越沖地震の影響などもあり、低迷を続けている。一方で、米国や韓国などの設備利用率は1985年より上昇傾向にあり、設備利用率向上を目指して実施してきた多くの取り組みが成果を挙げているといえる。

### 3. 原因別停止時間の比較

日本の原子力発電所の停止時間は1995年の約1,800時間を底として増加傾向にあり、2009年には約3,000時間と約2倍近くまで増加している。原因別で見ると特に定期検査に相当する補修&燃料交換時間が長くなっており、計画外である装置トラブルによる停止時間も長くなる傾向にある。

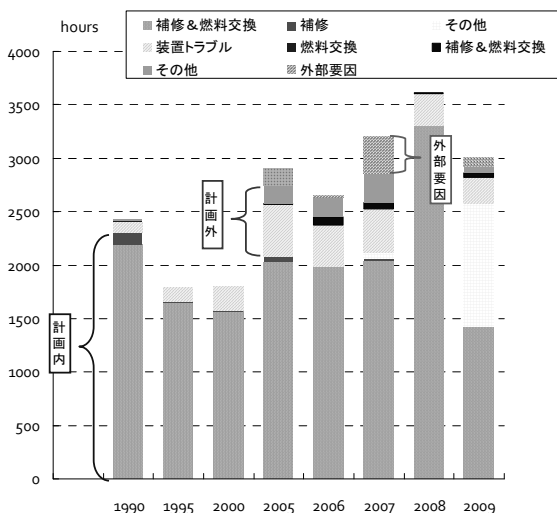


図1 原子力発電所の原因別停止時間 (日本)

### 4. 考察

2007年から2009年にかけての各国原子力発電所の平均停止時間と日本の原子力発電所の中でも設備利用率がトップ5の発電所を比較した。日本のトップ5の発電所の定期検査にかかる停止時間は約1,000時間であるのに対して、米国、韓国が約500時間程度であるため、我が国で今後米国、韓国並の設備利用率90%を達成するためには現在のベストを越えて更に停止時間を短縮する必要がある。停止時間短縮のための主要対策としては「定検の短縮」、「計画外停止期間の短縮」、「運転サイクル期間の延長」が挙げられる。

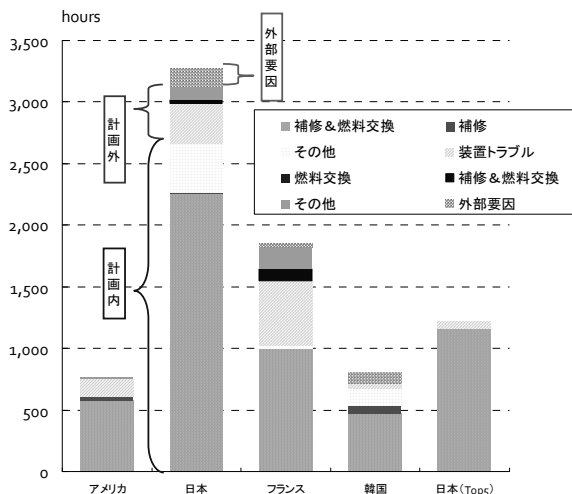


図2 原子力発電所の原因別停止時間 (各国比較)

### 5. まとめ

今後更なる設備利用率の向上のためには、大きな成果を上げている諸外国の取組みを参考に対策を進める必要がある。そのためには設備利用率低迷の要因を改めて明確化し、十分な検討を行うことで「定期検査期間の短縮」、「計画外停止期間の短縮」、「運転サイクル期間の延長」の三点を中心とした対策を更に推し進めていく事が期待される。

### 参考文献

- 1) IAEA ; Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States, (各年版)

\* (財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット  
 \*\* (財)日本エネルギー経済研究所戦略・産業ユニット  
 〒104-0054 東京都中央区勝どき 1-13-1 イヌイビル・カチドキ  
 e-mail [nagatomi@edmc.ieej.or.jp](mailto:nagatomi@edmc.ieej.or.jp)

# 原子力発電所の設備利用率及び原因別停止時間の各国比較

## A comparison of availability and outage time of nuclear power plants

○ 永 富 悠 \*・松尾 雄司 \*\*・村上 朋子 \*\*

Yu Nagatomi

Yuhji Matsuo

Tomoko Murakami

Japan has recently been urged to implement measures to increase availability for nuclear power plants in order to address energy security and greenhouse gas emission cuts. The average availability for Japan's nuclear power plants in 2009 rose from 58.0% in 2008 to 64.7%, still below levels in other major nuclear power generation countries including South Korea and the United States. Some major foreign nuclear power generation countries have kept their availability for nuclear plants at high levels at or above 90% since 1990, while others including the United States and South Korea have raised their respective factors since 2000 following the 1990s when their factors were close to the Japanese level. The latter group made ambitious efforts to raise these factors. In considering specific measures to effectively utilize existing nuclear reactors, Japan should take full account of these overseas efforts and promote discussions on overall Japanese nuclear energy and safety approaches.

**Keywords:** Nuclear, Availability, Utilization

### 1. はじめに

2009年の日本の原子力発電設備利用率は64.7%と中越沖地震の影響が大きかった前年(2008年)の58.0%に比べて多少向上したものの韓国(90%)、米国(90%)、フィンランド(96%)等の原子力発電に関して優秀なパフォーマンスを見せている主要国と比較すると依然として低い水準にとどまっている。我が国は安全性に対して高い技術力を有し、他国と比較してトラブル件数が少ないにもかかわらず、現在の設備利用率は他国に比べて十分でない状況にある。

安全性確保を大前提として既設原子力発電所の有効利用を図ることが求められる中で、いくつかの国では日本と同等の安全水準を達成しつつ10年~20年近くにわたり80%台後半から90%前半という高設備利用率を継続的に達成している。我が国で既設炉有効利用の具体的方策を検討するにあたっては、これらの国での取り組みを十分に検討すると共に広く日本の原子力のあり方、安全に対する考え方についても議論していかなければならない。

本研究では原子力発電所の有効利用に向けた具体的方策の検討に資するべく、設備利用率の低迷の要因と設備利用率向上のための対策に関して我が国と他国の原子力発電所

の設備利用率に関する客観的データを比較検討し、我が国原子力発電所の設備利用率低迷の要因に関して分析を行う。

### 2. 分析の対象と設備利用率の各国比較

#### 2.1 分析対象

分析対象国として設備利用率が極めて高い米国、韓国及び原子力大国であるフランスを取り上げた。設備利用率に影響を与える要素を分析するために各国毎にIAEAのOperating Experience with Nuclear Power Stations in Member States<sup>1)</sup>のデータを用いて各発電所の原因別停止時間を比較する。その上で、日本の原子力発電所の現状を斟酌し、設備利用率向上のための今後の対策に関して示唆を得るべく検討を行った。

#### 2.2 設備利用率の各国比較

各国の原子力発電所の稼働状況を国毎に比較する。代表的な指標として国全体としての原子力発電所の設備利用率に着目し、原子力発電所を有している主要国の原子力発電所の平均設備利用率の時系列推移を図1に示す。具体的には米国、フランス、日本、韓国、スウェーデン、フィンランド、ドイツ、中国に関して1985年から現在に至るまでの設備利用率の推移を示す。

\* (財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット

\*\* (財)日本エネルギー経済研究所戦略・産業ユニット

〒104-0054 東京都中央区勝どき1-13-1 イヌイビル・カチドキ

e-mail [nagatomi@edmc.ieej.or.jp](mailto:nagatomi@edmc.ieej.or.jp)

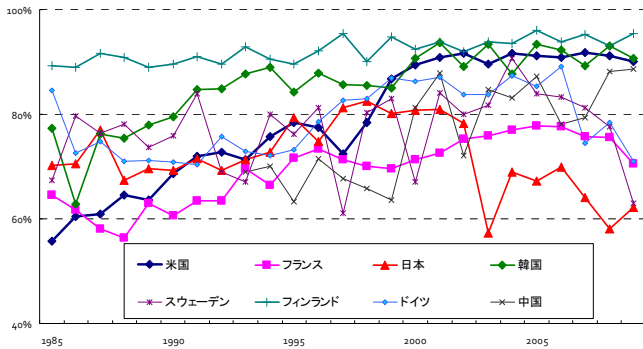


図1 各国の原子力発電所の設備利用率の推移<sup>2)</sup>

日本の設備利用率は2000年までは上昇傾向にあったものの2005年前後に大きく落ち込み、その後中越沖地震の影響などにより低迷を続けている。一方で、米国や韓国など設備利用率が1985年より上昇傾向にある国では、設備利用率向上を目指して多くの取組みを実施しており、それらが成果を挙げている。

### 3. 原子力発電所の原因別停止時間の各国別比較

設備利用率は、主に発電所の運転サイクル期間と停止時間によって決定される。停止時間には定期検査などを含む計画内の停止と事故などによる計画外の停止があり、これらは発電所の運転年数や炉型に影響を受ける。また、外部要因として安全規制、地方自治体、そして地震などの天災があり、これらも結果として設備利用率に影響を及ぼしている。設備利用率に影響を及ぼす各要因の関係は図2のとおりであり、本研究では特に停止時間に関して比較した。

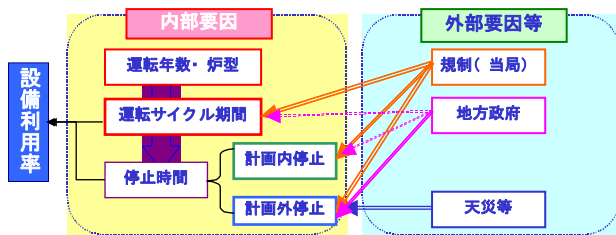


図2 設備利用率に影響を及ぼす要因

#### 3.1 米国

米国の原子力発電所の停止時間は1990年の2,417時間をピークに停止時間は減少傾向にある。これには米国原子力規制委員会(NRC)を始めとした関係機関の継続的な努力が大きく寄与していると考えられる。

原因別で見ると計画内停止、計画外停止とも減少しており、定検作業の短縮に加えて各種トラブル頻度の減少及びトラブル時の復帰時間の短縮等によって既存発電所の効率

的運用に向けた改善が進んでいる。具体的な対策としてはリスク情報を活用した機器単位での点検頻度の合理化やオンライン・メンテナンスの範囲拡大、運転サイクルの長期化等が挙げられる。

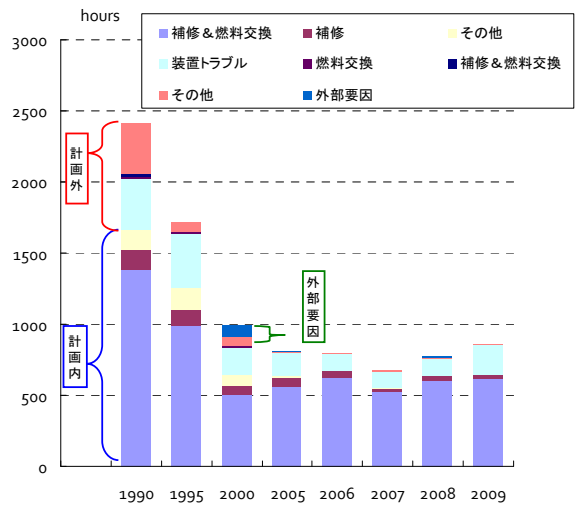


図3 原子力発電所の原因別停止時間(米国)

#### 3.2 韓国

韓国の原子力発電所の停止時間は1990年から2006年にかけて大幅に短縮されており、概ね半減している。その後、2007年の古里1号機の廃止の是非を巡る政策的議論による長期停止や、2009年の蔚山1号機などのアップグレード作業の長期化のため停止時間が延びている。

国全体としてみれば、韓国の原子力発電所の停止時間は総じて短く、特に計画内停止の時間が短い。計画外停止による停止時間もほとんどなく、トラブルなくかつ定検作業を短く済ませることで、非常に高いパフォーマンスを示している。

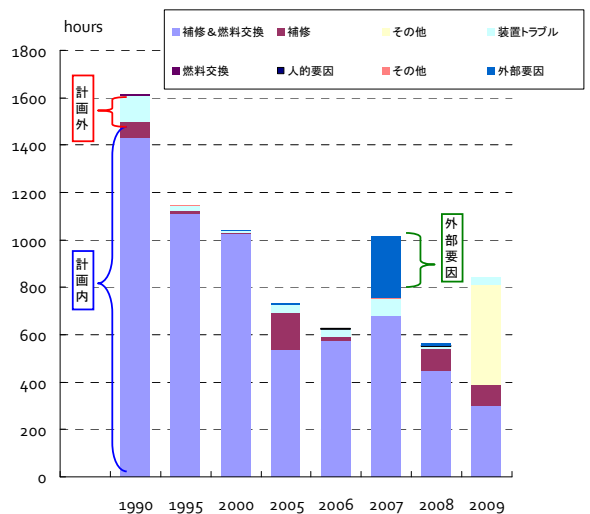


図4 原子力発電所の原因別停止時間(韓国)

### 3.3 フランス

フランスの原子力発電所の停止時間は 1990 年から 1995 年にかけて大幅に短縮されており、2000 年から 2005 年にかけても短縮されている。フランスの電気事業者である EDF は 1999 年から 2006 年にかけて停止時間短縮に関するプログラムを実施しており、これが一定の効果を発揮しているものと考えられる。一方で、2007 年以降は装置トラブルや従業員のストライキ等により、特に計画外停止時間が長くなる傾向にある。2009 年にはストライキが激化し、停止時間は 1990 年の水準まで戻っている。

EDF 等の各事業者は更なる計画停止時間短縮のためにリスク情報を活用した運転の導入を検討しており、プラントメーカーや安全規制当局と議論を進めている段階にある。

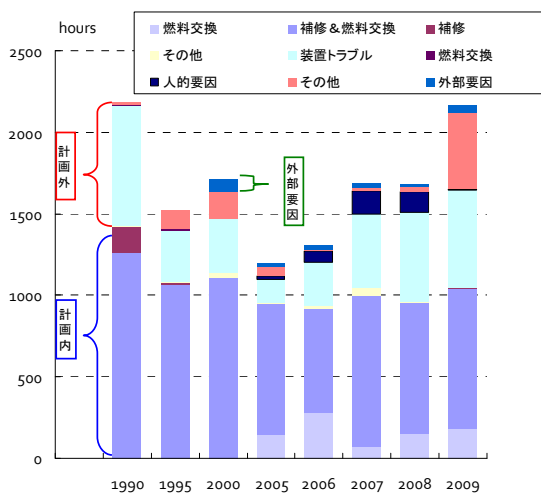


図5 原子力発電所の原因別停止時間（フランス）

### 3.4 日本

日本の原子力発電所の停止時間は 1995 年の約 1,800 時間を底として長くなる傾向にあり、2009 年には約 3,000 時間と約 2 倍近くまで長くなっている。原因別で見ると特に定検に相当する補修&燃料交換時間が長くなっている。加えて計画外である装置トラブルによる停止時間も延長傾向にある。特に 2003 年 10 月に検査に関する制度改革が行われた事で結果的に定検期間が延び、2007 年には外部要因として中越沖地震が発生したことで停止時間が長くなったために、2008 年時点では 3,500 時間を越える事態となっている<sup>1</sup>。

これらと並行して 2006 年から耐震新指針への適合性に係る対策の実施が進められたことも短期的には計画停止期間の長期化の要因になっている。このように日本では近年停止時間の長期化が常態化しており、早急に低迷常態化の要因を明確化し、何らかの対策を取ることが求められている。

<sup>1</sup> 2009 年には IAEA のデータの整理区分上で 2008 年に定検に分類されていた柏崎刈羽の復旧作業がアップグレードに再分類されたことによって原子力発電所の原因別停止時間の区分に若干の違いが出ている。

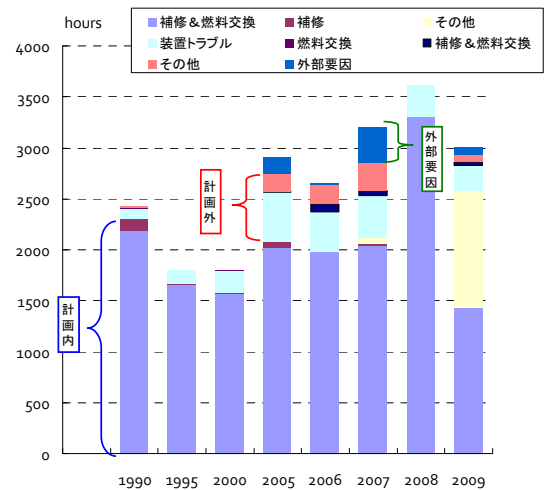


図6 原子力発電所の原因別停止時間（日本）

以上より、フランスや日本では、米国や韓国が実施してきた定検停止時間の短縮がこれらの国ほど進んでいないことに加えて、それ以外の外部要因によって停止時間が長期化している傾向が伺える。

## 4. 考察

### 4.1 現状比較

2007 年から 2009 年にかけての各国原子力発電所の平均停止時間と日本の原子力発電所の中でも設備利用率がトップ 5 の発電所を比較した。日本のトップ 5 の設備利用率はおよそ 85% を越える水準にある。日本のトップ 5 の発電所の定期検査にかかる停止時間は約 1,000 時間であるのに対して<sup>2</sup>、米国、韓国の平均停止時間が約 500 時間程度であるため、今後米国、韓国並の設備利用率 90% を達成するためには現在のベストを越えて更に停止時間を短縮する必要がある。そのための対策として次項の点が挙げられる。

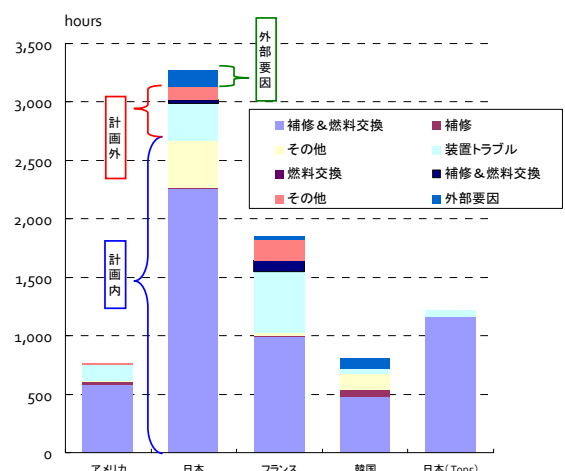


図7 原子力発電所の原因別停止時間（各国比較）

<sup>2</sup> 中越沖地震による耐震基準の見直し、耐震補強等にかかる作業時間が含まれる。

## 4.2 対策について

停止時間短縮のためには図 2 で挙げたような要因に対して対策が必要である。原子力部会に於いて日本原子力技術協会が発表した資料<sup>3)</sup>を基に米国と日本の運転実績の詳細を比較すると運転サイクルで約 6 ヶ月、定期検査の停止日数で約 100 日、運転中停止日数で約 30 日の差があり、この結果が日米間で約 20%の設備利用率の違いとなっている。

表 1 運転サイクルにおける運転実績 日米比較<sup>3)</sup>

	基数	平均定検停止日数	平均運転サイクル期間	運転中計画外停止日数	利用率
日本	53	約140日	約13ヶ月	約34日	70%
米国	103	約38日	約19ヶ月	約4.7日	92%

上記より、設備利用率の改善の対策として「定検期間の短縮」、「計画外停止期間の短縮」、「運転サイクル期間の延長」を進める事が期待される。各対策の効果に関する試算として、表 1 を基に定期検査日数、運転サイクル期間、計画外停止時間が米国並になった時の日本の原子力発電所の時間稼働率<sup>3)</sup>の改善に関する試算結果を示す。

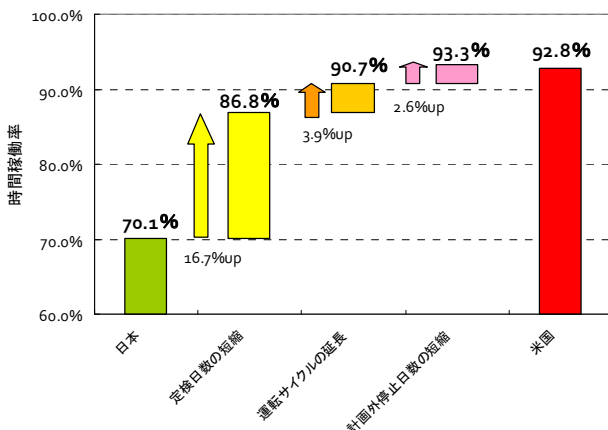


図 8 時間稼働率の試算

日本と米国で定検停止日数の差が大きいため、この差を短縮することの効果が大きく、三つの対策の中でも最も大きく稼働率の向上に寄与する。

具体的な対策方法としては、「定検期間の短縮」のためには各作業を改めて見直すとともにリスク情報を活用した先進的な手法の導入を進める必要がある。「計画外停止期間の短縮」のためには、停止から復帰までのプロセスに関して物理的な作業工程と書面上の許認可工程の両面でボトルネ

<sup>3)</sup> 時間稼働率は年間 8760 時間中に何時間稼働していたかの割合を示す。それに対して設備利用率は、設計上の定格出力をベースにした発電電力量に対する実際の発電電力量の割合を示すため定義が異なる。両者の数値は定義こそ異なるものの、いずれも発電所の有効利用度を示す指標である。

ックを分析、解消することが必要になる。「運転サイクル期間の延長」に関しては東北電力東通 1 号機を皮切りに各発電所で長期運転サイクルを順次導入していくことが期待される。これらの対策の実施のためには米国を始め高い設備利用率を誇る国々が実施している取り組みから学べる点を大いに学ぶことで、対策を検討していくことが重要である。

## 5. まとめ

我が国の原子力発電所の設備利用率は 1990 年代においては欧米諸国とほぼ同程度であったが、近年は大きく水をあけられる状況にある。我が国では安全確保と効率的な運転のために関係者各位が継続的に努力を続けているにも関わらず、設備利用率の向上という成果に結びついていない。一方で、米国や韓国を始めとした諸外国は様々な取り組みを実施し、着実に設備利用率を向上させている。日本の原子力発電所が、今後更に設備利用率を向上させるためにはこれらの諸外国の取り組みを参考に取組みを検討・推進する必要がある。そのためには設備利用率低迷の技術的要因を明確化し、十分な検討を行うことで「定検期間の短縮」、「計画外停止期間の短縮」、「運転サイクル期間の延長」の三点を中心とした対策を更に推し進めていく必要がある。また、これらの取り組みの実施にあたっては事業者、規制当局間で詳細な議論を進めていく必要がある。

一方で、原子力発電には他電源以上に文化的・社会的背景等、技術だけでは解決できない課題も多く存在している。これらを解決していくためにも問題点を明確にし、地域住民、国民、事業者、中央省庁が足並みを揃えて問題に取り組んで行く事が必要であり、関係者の相互理解の促進が我が国の原子力発電所の効率的な運用につながっていくことが期待される。

## 参考文献

- 1) IAEA ; Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States, (各年版)
- 2) IAEA ; Power Reactor Information System (PRIS), the International Atomic Energy Agency, (2009)
- 3) 総合資源エネルギー調査会 ; 電気事業分科会原子力部会 (第 22 回), 資料 5 (2010)
- 4) 山田英司他 ; “復活する米国原子力産業—科学的合理性に基づく規制へ向けた改善の道のり—”, 季報エネルギー総合工学, 29-2 (2006)
- 5) 日本原子力産業協会 ; 「韓国の原子力発電所の高稼働率に学ぶ—日韓原子力産業セミナーでの韓国水力原子力(株)の報告から—」, (2009)