

バックエンド部会セッション  
廃止措置の着実且つ効率的な推進に向けて  
Advancing Steady and Efficient Implementation of Decommissioning

**(3) 廃止措置費用評価の考え方：国際比較からの学び**

(3) Approach to Decommissioning Cost Evaluation: Learning from International Comparisons

\*堀内 精彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>OKAMURA

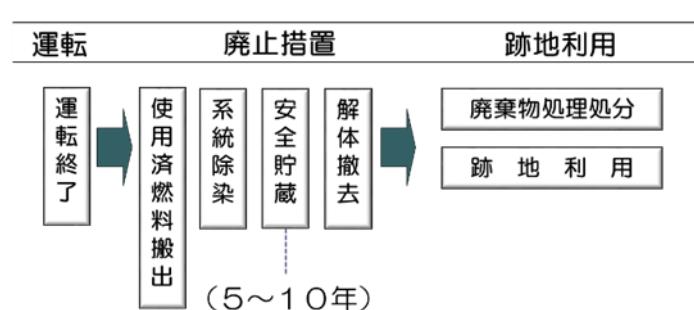
### 1. 緒言

国内廃止措置の着実、且つ効率的な推進の司令塔の役割が期待される使用済燃料再処理・廃炉推進機構（以下、新NuROと称す。）には、電力事業者が作成する廃炉実施計画を確認の上、廃止措置費用を支弁する業務がある<sup>[1]</sup>。その基金として、これまでの廃止措置費用引当金制度を廃止し、各電力事業者からの拠出金を活用する計画であるが、これまでの国内廃止措置費用の引き当ては、諸外国と比較すると費用項目が少ないことも指摘されている。

そこで、本稿では、これまでの国内廃止措置費用評価の考え方と諸外国例としてOECD/NEA、米NUREGでの考え方を整理、比較し、その学びから、今後の国内廃止措置費用評価の在り方を考える。

### 2. これまでの国内費用評価の考え方

国内では、1980年代から廃止措置費用に掛かる検討が進められた。「MITI ケーススタディ」では約45か月の期間で廃止措置工事が行われ、アークソー、プラズマアーク、アークガウジング等の技術により解体作業を実施する内容が検討された<sup>[2]</sup>。これらの工事内容は図1に示す原子力発電所の標準的な廃止措置工程（標準工程）とされており、この標準工程に基づいて費用項目別に費用が算定され、原子力発電施設解体引当金省令（運転期間中に引当を行い料金を回収する）により引き当てが、1988年度に開始され、その後、放射性廃棄物処理・処分費用の追加、更にはクリアランス制度の導入などによる費用見直しが行われてきた。



また、2018年度には、同省令の原子力発電施設解体引当金取扱要領に、廃止措置総費用を簡易的に算出するための物量一次近似式が明示され、対象となる原子力発電所の物量に基づいて廃止措置費用を、解体費用と処理・処分費用の総和で算出することが可能となり、発電規模別費用は、概ね、表1のようになっている<sup>[3]</sup>。

図1 廃止措置の標準工程

表1 国内廃止措置の発電規模別の引当金算定値

発電設備の規模	引当金算定値（解体費用+廃棄物処理処分費用の合計値）
小型炉（50万kW級）	360～490億円程度
中型炉（80万kW級）	440～620億円程度
大型炉（110万kW級）	570～770億円程度

### 3. 諸外国の費用評価の考え方

#### 3.1 OECD/NEA

OECD/NEA では、廃止措置費用算定の基準化及び構造化を目的として、1999 年に「The Yellow Book」が刊行された。その後、基準化した費用構造を様々なタイプの費用見積に適用する原子力施設用の国際廃止措置費用構成（International Structure for Decommissioning Costing）が、2012 年に纏められた<sup>[4]</sup>。

この ISDC のカテゴリーは 3 段階に区分され、最上位の Level 1 は、表 2 に示す 11 の主な活動項目に定義されている。

表 2 ISDC Level 1 の活動項目

01	廃止措置前の活動	07	従来の解体、取り壊し、サイト修復
02	施設停止活動	08	プロジェクト管理、エンジニアリング、支援
03	安全貯蔵または遮蔽隔離に向けた付加的活動	09	研究開発
04	管理区域内での解体作業	10	燃料と核物質
05	廃棄物の処理、貯蔵、処分	11	（雑費）
06	サイトのインフラと運転		

Level 2 は Level 1 を細分化したものである。例えば、「04.0000 管理区域内での解体作業」は、「解体前除染」、「特定の処理を必要とする物質の除去」、「主プロセス系統・構造物・機器の解体」、並びに「その他系統及び機器の解体」のように分けられる。

Level 3 では更に工程を分割し、費用評価全体を構築するための基本的な構成単位で、例えば、「04.0100 解体前除染」では、「残存系統の排水」、「残存系統からのスラッジと残物の除去」、「残存系統の除染」、並びに「建屋内のエリア除染」に分けられており、それら個々に対する労務費（Labour cost）、設備費（Investment）、経費（Expenses）、予備費（Contingency）を集計することで、廃止措置費用見積が出来上がる。

以上の様に、OECD/NEA の ISDC 費用評価は、廃止措置計画の費用項目を網羅的、画一的に纏めることを特徴とする。

#### 3.2 米国 NUREG

米国での廃止措置費用は、1976～1984 年に掛けて、個別積算方式で見積られた。これは「オリジナル調査」と呼ばれ、即時解体方式での廃止措置費用見積の考え方は次の通りであった<sup>[5]</sup>。

まず、廃止措置段階を以下の 4 つに区分し、各々の期間を設定している。

第 1 段階	（炉停止前の計画と準備）	2.5 年
第 2 段階	（施設停止）	1.2 年
第 3 段階	（安全貯蔵・使用済燃料冷却）	3.4 年
第 4 段階	（解体）	1.7 年

（注 1）第 2 段階においては、炉心からの燃料取り出し、施設停止にとどまらず、系統除染、原子炉容器炉内構造物の撤去を行う計画にしている。

また、費用項目は、大きく次の 6 つであり、それらを集計することで廃止措置費用見積が求められる。

『Decon』（除染費用）

第 2 段階の系統除染、第 4 段階での建屋等除染費用。

『Remove』（解体工事費用）

第 2 段階の炉内構造物撤去、第 4 段階での機器解体費用にあたり、解体に必要な装置、設備費含む。

『Package』（放射性廃棄物収容）

第 2、4 段階において解体に伴い発生する放射性廃棄物処分の前処理費用。

『Transport』（放射性廃棄物輸送）

第 2、4 段階における放射性廃棄物輸送キャスクレンタル等を含めた処分場への輸送費用。

『Disposal』（放射性廃棄物処分）

第 2、4 段階における放射性廃棄物の処分場での処分単価に基づく処分費用。

## 『Undistributed』（期間依存項目）

オーナーズコストとしてプロジェクト管理人件費、これには電力事業者（Utility）以外に廃止措置専門会社（Decommissioning Operating Company）を別体制として明示し、役職別の給与と従事計画期間から算出する。また、廃止措置期間中の環境モニタリング、規制対応に係る人件費の他、原子力保険やエネルギー費用などの経費を見込む。

米国規制当局（NRC）は、原子力発電所の操業許可を取得した事業者（以下、米国事業者）に対する当該発電所の廃止措置に必要な基金を適切に準備しておくことを要求しており、LT（プログラム管理、解体、放射性廃棄物処分等ライセンスターミネーション費）、SFM（使用済燃料管理費）、SR（サイトレストレーション費）の区別別に、廃止措置段階では毎年、廃止措置が終わるまでの財務状況を確認することになっている。そこで米国事業者が報告するこの基金が十分であるかを確認するため、保持すべき最小限の廃止措置費用を算定するための計算式（廃止措置費用評価式）が、上述の「オリジナル調査」に基づき、原子炉熱出力区分で検討され、連邦規則 10CFR 50.75(c)に示されている。その後 1993-1996 年代に、廃止措置実績、放射性廃棄物処分場別の処分単価を踏まえた「アップデート調査」が行われ、廃止措置費用が「オリジナル調査」に比べ 4 倍程に増加することが、2011 年に、図 2 に示す通り示唆されたが、廃止措置費用評価式の変更が公式に行われることはなかった<sup>[6]</sup>。

なお、米国には、60 年を廃止措置期間の上限とする現行法規制があり、上限での安全貯蔵方式を適用する米国事業者が多かったが、近年、廃止措置体制を従前の個別請負工事方式から、許認可移転方式（廃止措置の責任を含め、全体のプログラムを請け負う方式）等に変更することにより、米国事業者が確保している外部基金の廃止措置ファンドを移転先会社が引き継ぎ、即時解体方式に変更して、短期間で解体するケースが増えている。

## 4. 国内廃止措置費用の国際比較からの学び

廃止措置に関わる活動は廃止措置計画の作成、地元への説明、廃止措置期間中の施設の管理、解体作業、廃棄物管理作業など広範囲に及ぶ。廃止措置の活動をどのような体制で進めるかについては様々な方法があるものの、米国 NRC の報告書では施設を所有する事業者と実際に廃止措置の作業（除染・解体など）を実施する契約事業者が別であるとして、廃止措置費用の算定を試みている。即ち、廃止措置に係る費用は施設所有者に必要な費用と契約事業者に必要な費用を足し合わせた結果として算出されることになる。ここで施設所有者は主に廃止措置プロジェクトの計画作成、プロジェクト管理などが主要な業務になり、契約事業者は現場作業（管理・監督、解体・除染など）が主要な業務である。

我が国の廃止措置費用の算定についてみると、ほとんどが契約事業者に関する費用として算出されている。即ち、上述した我が国の廃止措置費用は引当金として求めていることから、契約事業者に必要なものに限定されているとみることが出来る。これに対して、OECD/NEA の報告書は、廃止措置の活動に必要な費用を網羅的に分類した結果をまとめたものである。これにはプロジェクト管理費用も項目として含まれている。そこで、OECD/NEA 報告書の費用項目（標準費用項目）に対して、我が国の費用項目がどこまで対応しているかについて検討した結果を表 3 に示す。

本表からは、我が国の廃止措置費用の算定では、管理区域内での解体作業、従来型解体作業など、廃止措置活動の現場作業を中心に廃止措置の費用が算定されていることが分かる。即ち、プロジェクトマネジメン

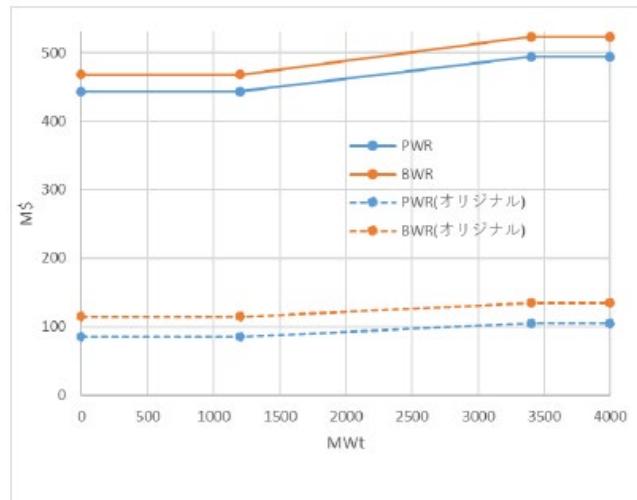


図 2 米国廃止措置費用評価式に基づく廃止措置費

ト（外部委託を含めた計画の策定・検討、現場作業の計画や監視）に係る活動は電力事業者が携るものとして費用には含まれていない。

国内では新 NuRO 設立に伴い、この電力事業者内部で引き当てる引当金制度は廃止され、新 NuRO に拠出する方式に改めることになるが、これまでの国内廃止措置費用は、廃止措置期間が安全貯蔵 5-10 年に解体約 4 年を基本に置いており、現下の数 10 年の長期に渡る計画と大きく異なっている。それに伴い、施設維持管理費の増大化や、廃棄物処理・処分計画の情勢の変化により、従前の費用算出の考え方との乖離に加え、上述の通り、廃止措置のプロジェクト管理費等が含まれていない。更には予備費 (contingency) の考慮もなされておらず、国内廃止措置の費用評価は国際比較において過少との懸念がある。

今後の新 NuRO による廃止措置費用の支弁業務の適切性を考えると、網羅性、画一性のある OECD/NEA の ISDC を基準にした廃止措置費用評価要領の導入、廃止措置情勢変化を踏まえたモデルプラントでの費用の再評価を行い、既存の物量一次近似式の見直しが望まれる。また、廃止措置の進捗度は、プラントにより大きく異なるので、米国にある様に、実績値を基にした費用評価精度の向上に向けて、透明性を高めていくことも重要である。

## 5. 今後に向けて

国内廃止措置を着実、且つ効率的に進めることができ、「GX 実現に向けた基本方針」（2023 年 2 月 10 日閣議決定）に織り込まれ、その推進役が期待される新 NuRO が 2024 年 4 月に設立される。廃止措置の推進には費用の確保が重要であるが、これまでの国内廃止措置費用評価は国際比較において過少との懸念がある。

企画セッションでは、欧米の費用評価の考え方を基に、国内廃止措置費用評価の標準的な考え方やその検討の進め方について議論したい。

**謝辞** 本稿執筆の際、ご討論頂いた福井大学 柳原敏氏、スタズビック・ジャパン 山崎正俊氏、原子力デコミッショニング研究会 小畠政道氏、日進機工 飯田桂一氏に感謝する。

## 参考文献

- [1] 原子力発電における使用済燃料の再処理等の実施及び廃炉の推進に関する法律, 2023 年 5 月 31 日改正
- [2] MITI ケーススタディ関係資料集, 資源エネルギー庁総合エネルギー調査会, 1985 年 7 月
- [3] 原子力発電所の廃炉に係る料金・会計制度の検証結果と対応策, 総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業部会, 廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ, 2013 年 9 月
- [4] International Structure for Decommissioning Costing, OECD/NEA#7088, 2012
- [5] Technology, Safety and Costs of Decommissioning a Reference Boiling Water Reactor Power Station, NUREG/CR-0672, 1980
- [6] Assessment of the Adequacy of the 10 CFR 50.75(c) Minimum Decommissioning Fund Formula, NUREG/CR-xxxx, 2011

\*Yasuhiko Horiuchi<sup>2</sup>

OKAMURA Co., Ltd.

表 3 標準費用項目 (OECD/NEA) と我が国の費用評価項目の比較

費用分類（大分類）	引当金の対応の有無
# 1 @廃止措置前の活動	△
# 2 @施設停止作業	×
# 3 @安全貯蔵又は遮蔽隔離に向けた付加的活動	×
# 4 @管理区域内での解体作業	○
# 5 @廃棄物の処理、貯蔵、処分	△
# 6 @サイトのインフラと運転	×
# 7 @従来の解体、取壊し、サイト修復	△
# 8 @プロジェクト管理、エンジニアリング等	×
# 9 @研究開発	×
# 10 @燃料と核物質	×
# 11 @雑費	△

○：対応、△：一部対応、×：対応なし

○：対応、△：一部対応、×：対応なし。更には予備費 (contingency) の考慮もなされておらず、国内廃止措置の費用評価は国際比較において過少との懸念がある。

今後の新 NuRO による廃止措置費用の支弁業務の適切性を考えると、網羅性、画一性のある OECD/NEA の ISDC を基準にした廃止措置費用評価要領の導入、廃止措置情勢変化を踏まえたモデルプラントでの費用の再評価を行い、既存の物量一次近似式の見直しが望まれる。また、廃止措置の進捗度は、プラントにより大きく異なるので、米国にある様に、実績値を基にした費用評価精度の向上に向けて、透明性を高めていくことも重要である。

## 5. 今後に向けて

国内廃止措置を着実、且つ効率的に進めることができ、「GX 実現に向けた基本方針」（2023 年 2 月 10 日閣議決定）に織り込まれ、その推進役が期待される新 NuRO が 2024 年 4 月に設立される。廃止措置の推進には費用の確保が重要であるが、これまでの国内廃止措置費用評価は国際比較において過少との懸念がある。

企画セッションでは、欧米の費用評価の考え方を基に、国内廃止措置費用評価の標準的な考え方やその検討の進め方について議論したい。

**謝辞** 本稿執筆の際、ご討論頂いた福井大学 柳原敏氏、スタズビック・ジャパン 山崎正俊氏、原子力デコミッショニング研究会 小畠政道氏、日進機工 飯田桂一氏に感謝する。

## 参考文献

- [1] 原子力発電における使用済燃料の再処理等の実施及び廃炉の推進に関する法律, 2023 年 5 月 31 日改正
- [2] MITI ケーススタディ関係資料集, 資源エネルギー庁総合エネルギー調査会, 1985 年 7 月
- [3] 原子力発電所の廃炉に係る料金・会計制度の検証結果と対応策, 総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業部会, 廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ, 2013 年 9 月
- [4] International Structure for Decommissioning Costing, OECD/NEA#7088, 2012
- [5] Technology, Safety and Costs of Decommissioning a Reference Boiling Water Reactor Power Station, NUREG/CR-0672, 1980
- [6] Assessment of the Adequacy of the 10 CFR 50.75(c) Minimum Decommissioning Fund Formula, NUREG/CR-xxxx, 2011

\*Yasuhiko Horiuchi<sup>2</sup>

OKAMURA Co., Ltd.