

発電コスト検証WG 【原子力】

令和3年4月12日
資源エネルギー庁

1. 今回の検討の方向性と2015年WGの考え方

2. 各諸元について

- ①追加的安全対策費について
- ②事故リスク対応費用について
- ③核燃料サイクル費用
- ④その他

今回の検討の方向性

- 今回の検証では、各費目について、2015年コストWGで議論いただき、整理された考え方を踏襲する。
- その上で、新規制基準への対応を踏まえた追加的安全対策費の増額や、福島原発事故への対応費用の増額等については以下の考え方で適切に反映する。

①追加的安全対策費

- ・ 2015年コストWG時には、原子力規制委員会の新規制基準適合性審査を申請していた15原発24基で計算を行っていたが、現在、16原発27基が申請しており、各社の追加的安全対策工事費も増額しているため、直近の見積もりを適切に反映する。

②福島原発事故関連

- ・ 原子力災害からの福島復興の加速のための基本指針（2016年12月閣議決定）や第6回東京電力改革・1F問題委員会において公表された「有識者ヒアリング結果報告」などを踏まえた最新の見積もりを反映。

③核燃料サイクル費用

- ・ 再処理・MOX燃料加工事業費の見直し（2017年6月）等、直近の事情変更を反映する。

2015年コストWGにおける原子力発電コストの算定方法と諸元

2015年コストWG
報告書資料の引用

- 発電に直接関係するコストだけでなく、廃炉費用、核燃料サイクル費用（放射性廃棄物最終処分含む）など将来発生するコスト、事故対応費用（損害賠償、除染含む）、電源立地交付金・もんじゅなどの研究開発等の政策経費といった社会的費用も織り込んで試算。

原子力発電コスト（2014年）
10.1円～/kWh

社会的費用

発電原価



事故リスク対応費用(0.3円～/kWh)

- ・福島原発事故による事故対応費用を、約12.2兆円と想定し、出力規模等により約9.1兆円に補正。
- ・前回の共済方式を踏襲しつつ、追加安全対策の効果を反映し、4,000炉・年に設定。（ただし今後、全ての追加的安全対策を実施した場合の効果を勘案する必要あり。）
- ・損害費用は増える可能性があるため、下限を提示。事故廃炉・賠償費用等が1兆円増えると0.04円/kWh増加。

政策経費(1.3円/kWh)

- ・立地交付金（約1,300億円/年）、もんじゅ等の研究開発費（約1,300億円/年）を含めた約3,450億円を反映。※2014年度予算ベース

核燃料サイクル費用(1.5円/kWh)

- ・使用済燃料の半分を20年貯蔵後に再処理し、残りの半分以上を45年貯蔵後に再処理するモデル。
- ・フロントエンド0.9円、バックエンド0.6円（再処理：0.5円、高レベル廃棄物：0.04円）を含む。

追加的安全対策費(0.6円/kWh)

- ・新規規制基準に基づく、追加的安全対策費を追加。モデルプラントとして計上すべき費用を精査し601億円を計上。（追加的安全対策の実施状況により増減の可能性あり。）

運転維持費(3.3円/kWh)

- ・人件費20.5億円/年、修繕費2.2%(建設費比例)、諸費84.4億円/年、業務分担費。

資本費(3.1円/kWh)

- ・建設費37万円/kW（4,400億円/1基）、固定資産税1.4%、廃止措置費用716億円を反映。

※設備容量120万kw、設備利用率70%、割引率3%、稼働年数40年のプラントを想定。

※設備利用率は60%・70%・80%、割引率は、0・1・3・5%、稼働年数は40年・60年の複数ケースで試算

1. 今回の検討の方向性と2015年WGGの考え方

2. 各諸元について

①追加的安全対策費について

②事故リスク対応費用について

③核燃料サイクル費用

④その他

2015年コストWGにおける追加的安全対策費の考え方の整理

2015年コストWG
報告書資料の引用

- 2013年7月に新規制基準が施行され、各電力会社が安全対策を行っていることから、2015年コストWGにおいて改めて追加的安全対策費を算出。
 1. モデルプラントの建設費として追加計上すべき費用と、そうでない費用を分けて整理する。（各電力会社は既設原発に安全対策を行っているが、予め新規制基準が分かっていたら設計・計画段階で反映可能であり、モデルプラントとして計上不要な費用があることから、安全対策の性質を勘案して分けて整理。）
 2. 現在のように一斉に各社が調達している状況では、計画的に調達を行う場合よりも安全対策に係る設備等の価格は高くなる。ただし、どの程度高いのか定量的に算定することが困難であるため、過大評価になる可能性があるが、保守的に1. で得られる費用をコストとして計上する。
 3. 事故リスク対応費用の計算において、追加的安全対策の効果が反映されるよう工夫。

＜新規制基準の概要＞

- ・ 重大事故（シビアアクシデント）を防止する「**設計基準**」に加え、万が一重大事故やテロが発生した場合に対処するための「**シビアアクシデント対策**」を行うことが義務づけられた。

シビアアクシデントを防止するための基準
（いわゆる設計基準）
（単一の機器の故障を想定しても
炉心損傷に至らないことを確認）

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策（複数の機器の故障を想定）
内部溢水に対する考慮（新設）
自然現象に対する考慮（火山・竜巻・森林火災を新設）
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

新設
(テロ対策)
新設
(シビアアクシデント
対策)

強化又は
新設

強化

2015年コストWGにおける計上すべき費用の整理

○ 既存の配管設備の改造や防潮堤の設置など、新規制基準があらかじめ明らかであれば、設計・計画の最適化によっては省くことができる費用がある。そうした費用については、モデルプラントに計上する必要のない費用として慎重に特定し、計上する費用の対象から除く。

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
内部溢水に対する考慮 (新設)
自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設)
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

(例) 配管設備の改造



- 原子炉格納容器を自然対流によって冷却できるよう、既に配置されている配管を改造・追加する。
- 新規制基準を前提としていれば、壁に穴を開けて配管を通し直したりせず、設計を最適化することが可能。

(例) 防潮堤の設置



- 津波対策として、既存の防潮堤に加え、新たに防潮堤を建設。
- 新規制基準を前提としていれば、敷地造成の際に敷地の高さを十分にとることで、そこまでの防潮堤を設ける必要はない。

- 追加的安全対策費を精査した結果、15原発24基の平均 約1,000億円／基のうち、約 6割をモデルプラントの建設費として追加計上する費用と特定。今回の検証においては、**601億円/基**を追加的安全対策費として計上することとする。
- 設備利用率を70%、運転期間を40年、割引率を 3 %とすると、発電単価は**0.6円/kWh**に相当する。
- なお、2015年コストWGにおいて以下のような意見があったことから、今後の試算において留意が必要。
 - ① モデルプラントに計上すべき費用か否か特定が難しい場合は保守的に判断して全て計上していること、また、現在のように一斉に各社が調達している状況では、計画的に調達を行う場合よりも価格は高くなることから、保守的に見積もっていることに留意する必要がある。今後、どの費用をモデルプラントに計上すべきか、また、通常時に比べ現在は調達費用がどの程度高いのか、精査していく必要がある。
 - ② 追加的安全対策費と事故リスク対応費用は、原子力発電の安全に関する費用として、併せて考えることが適当。今後、新規規制基準に基づく安全対策全体による事故リスク低減効果が明らかとなれば、それを適切に反映させる必要がある。

2021年コストWGにおける追加的安全対策費について（試算の反映方法）

○ 前回の試算の考え方も踏襲し、以下のように整理してはどうか。

- （１）現時点で原子力規制委員会に新規規制基準適合性審査を申請している**16原発27基**について、電力会社に追加的安全対策費の直近の見積もり（**計11項目**）を反映。
- （２）2015年コストWGと同様に、費用内訳を詳細に聴取（**計38項目**）について、モデルプラントにおいて計上対象としない費用を項目毎に特定する作業を実施。費目の特定については、再稼働している**5原発9基**を対象に聴取した。
- （３）その上で、計上対象としない費用の割合を他の原発にも反映し、**16原発27基**全体の平均値を算出。

計 1 1 項目		計 3 8 項目	
シビアアクシデント対策	① 意図的な航空機衝突への対応	①-1 特定重大事故対処施設の設置	
		①-2 接続口の分散配置等の対策	
	② 放射性物質の拡散抑制対策	②-1 屋外放水設備の設置	
		②-2 敷地外への放射性物質拡散抑制対策	
		②-3 使用済燃料プール冷却手段の多様化対策等	
	③ 格納容器破損防止対策	③-1 フィルタベントの設置(BWRのみ)	
		③-2 水素爆発防止対策	
		③-3 格納容器冷却手段の多様化対策	
	④ 炉心損傷防止対策	④-1 可搬式代替低圧注入ポンプ配備	
		④-2 可搬式代替電源車配備	
		④-3 大容量ポンプ車配備	
		④-4 加圧器逃がし弁制御用空気代替供給ライン設置	
		④-5 その他	
		④-6 事故時監視計器設置	
		④-7 恒設代替低圧注入ポンプ設置	
		④-8 低圧注入用配管設置	
		④-9 恒設代替電源設置	
		④-10 充てん高圧注入ポンプ自己冷却設備設置	
設計基準	⑤ その他	⑤-1 可搬式モニタリングポスト設置	
		⑤-2 安全系蓄電池増強(既設容量変更)	
		⑤-3 号機間融通電源ケーブル設置	
		⑤-4 免震事務棟の設置	
		⑤-5 その他	
		⑤-6 緊急時対策所関係機器設置	
	⑥ 内部溢水に対する考慮	⑥-1 配管漏えい検知	
		⑥-2 拡大防止装置(堰など)の設置	
		⑥-3 扉の水密化	
	⑦ 自然事象に対する考慮 (火山、竜巻、森林火災)	⑦-1 防火帯の設置(森林火災対策)	
		⑦-2 竜巻飛来物対策、飛散防止対策	
		⑦-3 火山対策	
	⑧ 火災に対する考慮	⑧-1 異なる種類の感知器設置	
		⑧-2 消火設備の設置	
		⑧-3 系統分離のための耐火増強対策	
		⑧-4 その他	
	⑨ 電源の信頼性	⑨-1 非常用ディーゼル発電機燃料油貯蔵タンク増設	
	⑩ 耐震対応	⑩-1 耐震裕度向上工事	
		⑩-2 周辺斜面安定化対策	
	⑪ 耐津波対応	⑪-1 防潮堤の設置(津波対策)	

適合審査中（16原発27基）

⇒（１）概要を聴取

● シビアアクシデント対策

5 項目

● 設計基準

6 項目



（３）項目毎に除外すべき割合を特定し、全体の試算に反映

設置変更許可済み（5原発9基※）

（※）川内1・2、玄海3・4、高浜3・4、大飯1・2、伊方3

⇒（２）詳細に聴取

● シビアアクシデント対策

2 4 項目

● 設計基準

1 4 項目

2021年コストWGにおける試算の反映方法（シビアアクシデント対策）

項目	具体的内容	A) 再稼働済み9基の 聴取結果	B) 精査の結果、 除外すべき割合
①意図的な航空機衝突への対応	①－1 特定重大事故対処施設の設置	✓設計・敷地造成費用は除外することが適当	✓約1割が敷地造成費用に該当し、除外。
	①－2 接続口の分散配置等の対策	✓除外(設計段階で反映可)	
②放射性物質の拡散抑制対策	②－1 屋外放水設備の設置	✓算入（新たな設備の設置）	✓すべて算入
	②－2 敷地外への放射性物質拡散抑制対策		
	②－3 使用済燃料プール冷却手段の多様化対策等		
③格納容器破損防止対策	③－1 フィルタベントの設置	✓算入（新たな設備の設置）	✓約5割は設計段階で反映可能であり、除外。
	③－2 水素爆発防止対策	✓除外（設計段階で反映可）	
	③－3 格納容器冷却手段の多様化対策		
④炉心損傷防止対策	④－1～5 可搬式設備の設置 （ポンプ、電源車等）	✓算入（新たな設備の設置）	✓約5割は設計段階で反映可能又は既設設備の改造費用に該当し、除外。
	④－6 事故時監視計器装置	✓除外（既設設備の改造費用に該当）	
	④－7～10 原子炉冷却手段・原子炉圧力調整手段の多様化対策 など	✓除外（設計段階で反映可）	
⑤その他	⑤－1～5 緊急時対策所の設置、各項目に含まれない給水・電源等の配置	✓算入（新たな設備の設置）	✓約1割は設計段階で反映可能であり、除外。
	⑤－6 緊急時対策所内の機器設置	✓除外（設計段階で反映可）	

2021年コストWGにおける試算の反映方法（設計基準など）

項目	具体的内容	A) 再稼働済み9基の 聴取結果	B) 精査の結果、 除外すべき割合
⑥内部溢水に 対する考慮	⑥－1 配管漏えい検知	✓除外(設置・配置設計費用に 該当)	✓約8割は設置・配 置設計費用に該当 し、除外。
	⑥－2 拡大防止装置（堰など）の設置		
	⑥－3 扉の水密化	✓除外（設計段階で反映可）	
⑦自然現象に 対する考慮 (火山・竜巻・森 林火災)	⑦－1 防火帯の設置（森林火災対策）	✓除外（設計段階で反映可）	✓すべて除外
	⑦－2 竜巻飛来物対策、飛散防止対策		
	⑦－3 火山対策		
⑧火災に対す る考慮	⑧－1 異なる種類の感知器設置	✓除外（付帯工事費用に該当）	✓約5割は付帯工事 費用に該当し、除 外。
	⑧－2 消火設備の設置		
	⑧－3、4 系統分離のための耐火増強 対策 など	✓除外（設計段階で反映可）	
⑨電源の信頼 性	⑨－1 非常用ディーゼル発電機燃料油 貯蔵タンク増設 など	✓除外（敷地造成・設置費用 に該当）	✓約2割は敷地造 成・設置費用に該 当し、除外。
⑩耐震対応 ⑪耐津波対応	⑩－1 耐震裕度向上工事	✓除外（付帯工事費用に該当）	✓約6割は付帯工事 費用に該当し、除 外。
	⑩－2 周辺斜面安定化対策	✓除外（設計段階で反映可）	
	⑪－1 防潮堤の設置（津波対策）	✓除外（設計段階で反映可）	✓すべて除外

※新規制基準対応を超える各社の自主的対応についても、上記同様の整理で算入。

2021年コストWGにおける追加的安全対策費について（費用の見積もり）

<費用の見積もり>

- 追加的安全対策費については、原子力規制委員会に設置変更許可申請をしている27基を対象に見積もると、1基あたり約1,800億円となる見込み。
- このうち、前項、前々項までの考え方に基づき、モデルプラントの建設費として追加計上すべき費用を整理し、1,204億円/基を追加的安全対策費として計上することとする。

1. 今回の検討の方向性と2015年WVGの考え方

2. 各諸元について

①追加的安全対策費について

②事故リスク対応費用について

③核燃料サイクル費用

④その他

2015年コストWGにおける事故リスク対応費用の考え方の整理

- 追加的安全対策により発電コストは上昇する。一方で、追加的安全対策を行うことによる効果が事故リスク対応費用に影響を与えることとなる。この関係を踏まえ、以下のような考え方で整理。
 1. 2011年コスト等検証委員会の共済方式を基本的に踏襲する。
 2. 損害費用は、追加的安全対策により本来低下するはずであるが、現時点では費用の低減を試算する方法が確立されていないことから、織り込むべき安全対策の効果を反映せず、2011年コスト等検証委員会試算（福島第一原発事故の損害費用）の考え方を踏襲。
 3. 新規制基準の施行に伴って事故発生頻度が低減するものと想定されることを踏まえ、これが反映されるような共済方式の算定根拠を用いる。
 4. 算定根拠の算出に当たっては、新規制基準の適合審査においても活用されている確率論的リスク評価（P R A）を参考とする。

＜参考＞ 新規制基準におけるP R Aの実施状況

- 新規制基準に基づいた適合審査の際に、P R Aの実施状況を提示するが、安全対策前のP R A及び一部安全対策を実施した場合に改善される影響を把握する感度解析のみを評価。
- 全ての安全対策を行った後の全体のP R A評価は、再稼働後1回目の定期検査の終了時点の状態を対象として定期検査終了後6ヶ月以内に実施する安全性向上評価にて行うこととなっている。

2015年WGにおける事故リスク対応費用試算結果

- 損害費用を精査した結果、事故廃炉費用、賠償費用、除染・中間貯蔵、行政経費等の下限は12.2兆円。これを2011年コスト等検証委員会と同様、モデルプラントベースに補正し、**9.1兆円**を損害費用として算入する。
- 共済方式の算定根拠については、追加的安全対策によって事故発生頻度が低減することとなるため、各国規制機関や国際機関における安全目標の相場や、**安全対策実施後のリスク評価の改善幅**(5,200炉・年に1回→12,100炉・年に1回：**約2.4分の1に低下**)を**総合的に勘案し、十分に保守的に見積もって**、2011年コスト等検証委員会の「2,000炉・年」の半分の「**4,000炉・年**」とする。
- 設備利用率を70%とすると、事故リスク対応費用は**0.3円～／kWh**となる。
- なお、ワーキンググループにおいて以下のような意見があったことから、今後の試算において留意が必要。
 - ① 損害費用は、追加的安全対策により本来低下するはずであるが、現時点では費用の低減を試算する方法が確立されていないことから、織り込むべき安全対策の効果を反映せず、2011年コスト等検証委員会試算（福島第一原発事故の損害費用）の考え方を踏襲。
 - ② 事故リスクの算定根拠は、事業者が原子力を事業として行うに当たって計上すべき費用と考えた場合に、どの水準が適切かを考えるべき。
 - ③ 前回試算では追加的安全対策費と事故リスク対応費用の和が0.8円～／kWhとなるので、論理的には、追加安全対策を実施したことにより、事故リスク対応費用が減少していくべき。

※また、本ワーキンググループの所掌ではないが、原子力損害賠償制度の見直しにおいて、仮に、賠償措置額を超える無限責任部分を有限責任とし、その場合に、原子力事業者が負担すべき金額（保険料率のようなもの）を検討するようなことがあった場合に、本ワーキンググループにおける算定根拠の結論をそのまま用いて算出すると事業者負担としては過小になってしまうことを懸念する意見もあった。

今回の考え方の整理

○2015年コストWGでも議論があったとおり、追加的安全対策により発電コストは上昇し、一方で、追加的安全対策を行うことによる効果が事故リスク対応費用に影響を与えることとなる。この関係を踏まえ、以下の通り、前回の考え方を踏襲する形で整理してはどうか。

- ① これまでのコスト検証において採用された**共済方式を踏襲**。
- ② **損害費用は**、追加的安全対策により本来低下するはずであるが、現時点では費用の低減を試算する方法が確立されていないことから、織り込むべき安全対策の効果を反映せず、**2015年コストWG試算**（福島第一原発事故の損害費用）**の考え方を踏襲**。
- ③ 共済方式の**算定根拠**については、新規規制基準の適合審査においても活用されている**確率的リスク評価（PRA）を参考**とした数値とする。

- 前回のWGにおいては、原子力災害からの福島復興の加速に向けて（2013年12月閣議決定）、新・総合特別事業計画（2014年1月認定、同8月変更認定）、除染・中間貯蔵に関する環境省試算などを踏まえて損害額を見直し、出力規模、地域性、人口で補正。（約12.2兆円 → 補正後 9.1兆円）

<前回WGの損害費用>

	事故廃炉費用	損害賠償費用	除染・中間貯蔵費用		その他
原子力災害からの福島復興の加速に向けて（平成25年12月閣議決定）		要賠償額見通し 5兆円+α（5.4兆円）	除染	中間貯蔵	
新・総合特別事業計画（平成27年4月変更認定）	1兆7,904億円 補正① 5,968億円	要賠償額見通し 5兆7,412億円 補正② 5兆2,773億円	除染（汚染廃棄物処理含む） 2.5兆円 補正② 1兆4,750億円	中間貯蔵（建設・管理運営等） 1.1兆円 補正② 6,490億円	※平成23年度～25年度は決算を用い、26年度は当初予算・補正予算を計上。 ※2011年コスト等検証委員会同様、賠償及び除染費用を除き、次の事故が発生した場合に不要な費用を除く。
その他、前回試算において計上していた費用		補正①：事故廃炉費用については出力に依存しないと仮定し、福島第一1～4号機の事故廃炉費用を汚染レベルの高い1～3号機の3基分で割って補正 補正②：損害賠償費用のうち一過性の費用については出力とは関係なく計上し、毎年の費用についてはモデルプラントと福島第一の1号機から3号機までの出力の比で補正したもの 補正③：モデルプラントを前提として試算			
			合計 12兆2,423億円		
			補正後 合計 9兆1,088億円		

現時点で推計不能な費用、現時点で明らかに含まれていない費用

（除染関係）
 ○最終処分関係費用

今回の損害費用の算定方法

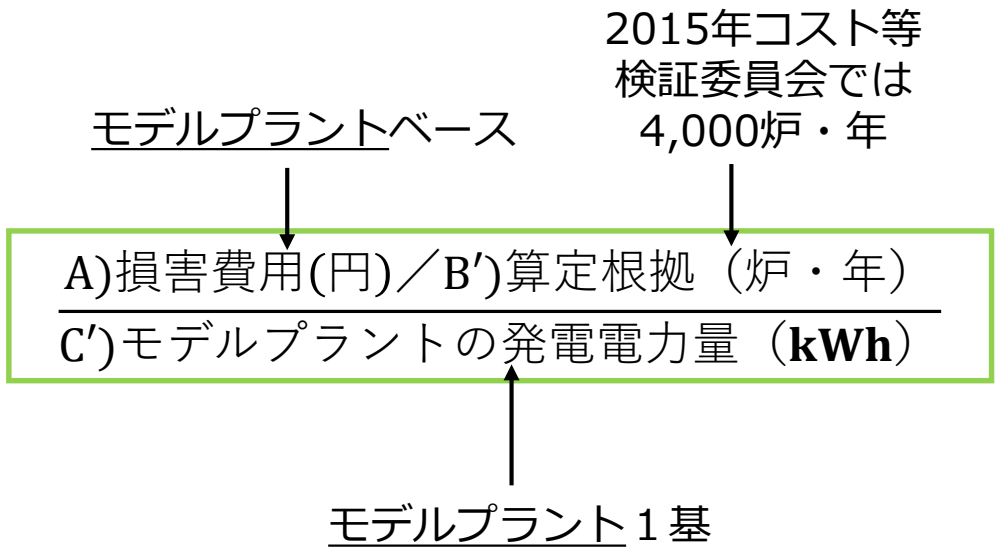
- 今回は、東京電力改革・1F問題委員会において示された見通しや原子力災害からの福島復興の加速のための基本指針（2016年12月閣議決定）、新々・総合特別事業計画（2017年5月認定、2020年4月変更認定）などを踏まえた最新の見通しを反映。

	事故廃炉費用	損害賠償費用	除染・中間貯蔵費用	その他
東京電力改革・1F問題委員会に提示された見通し（2016年12月9日参考資料より）	廃炉・汚染水対策の制度整備に必要な資金規模 8.0兆円 補正① 要精査	賠償 7.9兆円 補正② 要精査	除染（汚染廃棄物処理含む） 中間貯蔵（建設・管理運営等） 5.6兆円 補正② 要精査	※平成23年度～令和元年度は決算を用い、令和2年度は予算額を計上。 ※2015年コストWG同様、賠償及び除染費用や、次の事故が発生した場合に不要な費用を除く。
その他、前回までの試算において計上していた費用	補正①：廃炉費用については出力に依存しないと仮定し、福島第一1～4号機の追加廃炉費用を汚染レベルの高い1～3号機の3基分で割って補正 補正②：一過性の費用については出力とは関係なく計上し、毎年の費用についてはモデルプラントと福島第一の1号機から3号機までの出力の比（120万／202.8万）で補正 補正③：モデルプラントを前提として試算			発電施設の減損、核燃料の損失 補正③ 要精査 行政費用 補正③ 要精査 ※
	合計 21.5兆円			
	補正後 合計 要精査			
現時点で推計不能な費用、現時点で明らかに含まれていない費用	（廃炉関係） ○デブリ取出し以降に生じる廃棄物処分費用		（除染関係） ○最終処分関係費用	

共済方式の算定式

- 2015年コストWGにおける共済方式の算定式は、モデルプラントベースのものに整理。そのうえで、共済方式の算定根拠については、2011年検証の「50基×40年」、すなわち「2,000炉・年」に対して、追加的安全対策によって事故発生頻度が低減することを考慮し、安全対策実施後のリスク評価の改善幅などを総合的に勘案し、十分に保守的に見積もって、「2,000炉・年」を「**4,000炉・年**」とした。
- 今回の試算では、現時点において安全対策が継続中であり、実施後の実績の積み上げが十分ではない状況であることから、**前回設定された共済方式の算定根拠を踏襲する。**

【共済方式による算定方法】



(参考) 各原発におけるP R A (2015年WG資料)

- 既に設置変更許可を得た川内原発 1・2 号機、高浜原発 3・4 号機はもとより、現在審査中の原発において、安全対策前の P R A と一部の安全対策を実施した場合の効果を感度解析した P R A を評価。
- ただし、安全対策実施後の感度解析は、30 を超える事故事象に対応して実施した対策のうちの 1 つだけを考慮しただけであり改善効果は部分的しか反映されない。
※ 30 を超える全ての事故事象を考慮した場合の感度解析は、評価結果の更なる低下が見込まれる。

<設置変更許可済みの炉及び適合性審査中の炉で感度解析を行っている「炉心損傷」のP R A 評価>

	安全対策前の P R A	感度解析後の P R A ※ 30 を超える事故事象のうち 1 つのみを考慮
設置変更許可済み及び 適合性審査中の原発の平均 (泊 3、美浜 3、高浜 1～4、伊方 3、川内 1・2、玄海 3・4)	1.9×10^{-4} (約 5,200 炉・年に 1 回)	8.3×10^{-5} (約 12,100 炉・年に 1 回)

※約2.4分の1
に低下

- ※ 既に設置変更許可を得た川内 1・2、高浜 3・4 のみの場合、安全対策前の P R A (4,500 炉・年に 1 回) から感度解析後の P R A (8,400 炉・年に 1 回) は、約 1.8 分の 1 に低下。
- ※ 全ての安全対策を行った後の総合的な P R A 評価は、再稼働後 1 回目定期検査の終了時点の状態を対象として定期検査終了後 6 ヶ月以内に実施する安全性向上評価にて行うこととなっている。

（参考）各国等における事故発生頻度の目標

＜各国等の規制機関における目標＞

	概要	炉心損傷頻度 (注)	大規模放出頻度 (注)
IAEA (安全目標)	IAEAが国際的な合意を経て策定。	1万炉・年に1回 ※既設プラント 10万炉・年に1回 ※将来プラント	10万炉・年に1回 ※既設プラント・「早期」 「実質的に排除するくらい影響を最小化する」 ※将来プラント・「早期」
米国 (リスク判断基準)	米国原子力規制委員会（NRC）が定性的目標、定量的設計目標を策定。	1万炉・年に1回 ※新設プラント	100万炉・年に1回 ※新設プラント
英国 (安全目標)	通常運転時及び事象・事故時のリスク指標として、基本安全レベル（BSL：Basic Safety Limit）を策定。	1万炉・年に1回	10万炉・年に1回
日本 (安全目標)	原子力規制委員会が原子力施設の規制を進めて行く上で達成を目指す目標。	—	100万炉・年に1回 ※100TBqを超える事故の発生頻度。 （福島原発事故のセシウム放出量は1万5000TBqであり、その100分の1程度。）

＜政策上の位置付け＞

	概要	炉心損傷頻度 (注)	大規模放出頻度 (注)
韓国（安全目標）	過酷事故政策における安全目標。原発事故によるがん死亡リスクが、その他のがん死亡リスクの0.1%を超えないものとして設定。	10万炉・年に1回 ※新設プラント	100万炉・年に1回 ※新設プラント・「早期」

（注）目標の種類

- 炉心損傷頻度**……炉心温度の上昇により、燃料の損傷が発生する事象の発生確率。シビアアクシデントの発生頻度の目安となる。
- 大規模放出頻度**…放射性物質の大規模な放出に至る事象の発生確率。

（出典）平成26年11月総合資源エネルギー調査会自主的安全性向上・技術・人材WG第3回資料及び
平成18年原子力安全委員会安全目標専門部会報告書「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について」等を基に事務局作成。

1. 今回の検討の方向性と2015年WGGの考え方

2. 各諸元について

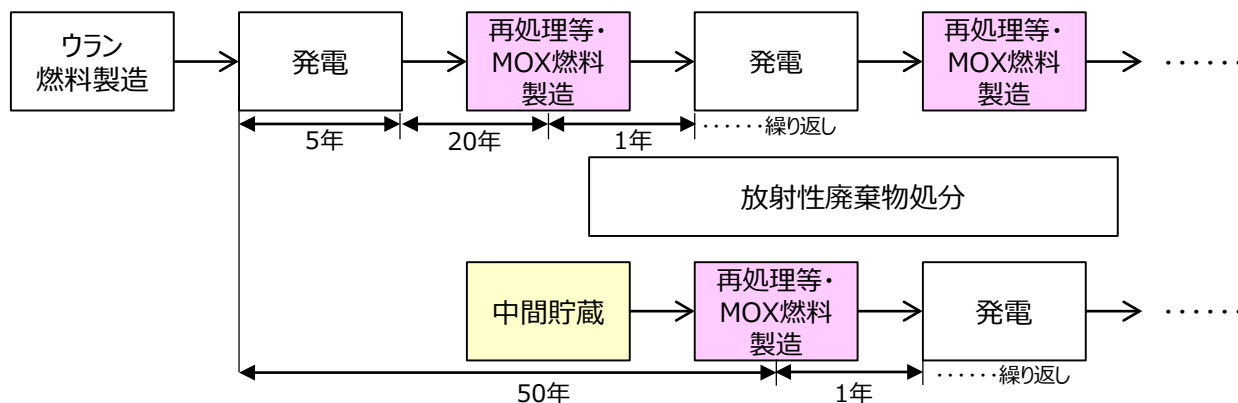
- ①追加的安全対策費について
- ②事故リスク対応費用について
- ③核燃料サイクル費用**
- ④その他

2015年コストWGにおける核燃料サイクル費用の考え方

2015年コストWG
報告書資料を引用

- 2015年コストWGでは、第四次エネルギー基本計画（2014年4月閣議決定）で核燃料サイクルの推進が示されたことを踏まえ、核燃料サイクル費用の試算モデルとして、現状モデルが採用された。
- 現状モデルに基づき、1トン当たりのウラン燃料の調達費用及びその使用済燃料を繰り返しリサイクルする際の費用と、1トン当たりのウラン燃料及びリサイクルされたMOX燃料による発電電力量を現在価値換算し、核燃料サイクルコストを1.5円/kWhと算出。

試算モデル（2015年検証）



[出典] 長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告
(平成27年5月 発電コスト検証ワーキンググループ)

試算結果 ※割引率3%

項目	コスト (円/kWh)
ウラン燃料	0.88
MOX燃料	0.07
再処理等	0.50
中間貯蔵等	0.05
高レベル廃棄物処分	0.04
計	1.54

2021年コストWGにおける核燃料サイクル費用の考え方

- 第五次エネルギー基本計画（平成30年7月閣議決定）で核燃料サイクルの推進が示されたことを踏まえ、今回の試算においても、2015年コストWGと同様に、現状モデルを踏襲する。
- その上で、試算に当たっては、再処理・MOX燃料加工事業費の見直しなど直近の事情変更を反映する方向で検討。

項目	2015年検証	2021年検証	
	試算の基にした施設等	2015年検証時からの事情変更	今回の試算における方向性
ウラン燃料	調達実績	特に無し	2015年以降のウラン燃料調達実績は少なく、試算に用いるサンプルとして適さないため、前回同様、2011年検証委で用いた2008年度～2010年度における調達実績を基に為替レートの変動を反映。
MOX燃料	<u>MOX燃料工場</u> (六ヶ所)	再処理等抛出金法の成立（2016年5月） <u>事業費の増額</u> (2015年コストWG当時： <u>2.1兆円</u> → 2017年6月： <u>2.3兆円</u>)	直近の事情変更を踏まえ、 <u>最新のMOX燃料加工単価を反映</u> 。再処理からMOX燃料加工、発電までの期間について、最新の想定を反映。
再処理	<u>六ヶ所再処理工場</u>	再処理等抛出金法の成立（2016年5月） <u>事業費の増額</u> (2015年コストWG当時： <u>12.6兆円</u> → 2017年6月： <u>13.9兆円</u>)	直近の事情変更を踏まえ、 <u>最新の再処理単価を反映</u> 。再処理からMOX燃料加工、発電までの期間について、最新の想定を反映。
使用済燃料輸送	輸送実績	特に無し	直近の実績を反映。
高レベル放射性廃棄物処分	NUMOが整備する処分場	人件費・物品費等の最新価格への更新等 (2015年コストWG当時： <u>2.8兆円</u> → 2020年12月： <u>3.1兆円</u>)	直近において、国（経済産業省）が算定している処分費を反映。
中間貯蔵	リサイクル燃料備蓄センター	その他電力による <u>敷地内乾式貯蔵の安全審査の進展</u>	直近の事情変更を踏まえ、 <u>最新の中間貯蔵・乾式貯蔵単価を反映</u> 。

2021年コストWGにおける核燃料サイクル費用の基礎条件

- 現状に合わせ、2015年コストWGで用いた基礎条件の一部を更新。

項目	基礎条件
平均取出燃焼度	UO ₂ 燃料：45,750 MWd/t MOX燃料：40,000 MWd/t
炉内滞在時間	5年
熱効率	35.1% ※2015年検証時は34.7%
所内率	4%
割引率	0 %、1 %、3%、5 %
再処理：中間貯蔵比率	50 : 50
次世代生成率	11% ※2015年検証時は15%

1. 今回の検討の方向性と2015年WVGの考え方

2. 各諸元について

- ①追加的安全対策費について
- ②事故リスク対応費用について
- ③核燃料サイクル費用
- ④その他**

資本費・運転維持費

- 2015年コストWGでは、サンプルプラント4基※の建設費用・廃止措置費用を平均して資本費を算出（固定資産税も含む）。
- 運転維持費もサンプルプラント4基を平均し、人件費は年単価、修繕費及び諸費（損害保険料等）は建設費用に対する比率で算出。
- 諸費は資本費（+追加安全対策費）に比例して増額するものではないため、比率ではなく、年単価で算出。

※直近に運開した東北電力東通原発1号機、中部電力浜岡原発5号機、北陸電力志賀原発2号機、北海道電力泊原発3号機の4基。

○資本費

項目	発電コスト検証（2015年）	今回
建設費	37万円/kW	物価等により修正
固定資産税	1.4%	—
廃止措置費用	716億円	最新の届出費用を反映

○運転維持費

項目	発電コスト検証（2015年）	今回
人件費	20.5億円/年	最新の値を電力会社にアンケート
修繕費	2.2%（建設費における比率）	最新の値を電力会社にアンケート
諸費	84.4億円	最新の値を電力会社にアンケート
業務分担費	13.4%（直接費における比率）	最新の値を電力会社にアンケート

政策経費（原子力）

- 2015年コストWG、当初予算（平成26年度）のうち、「立地」、「防災」、「広報」、「人材育成」、「評価・調査」、「発電技術開発」、「将来発電技術開発」に係る予算額を発電コストに上乗せ。総発電電力量は、43基の年間総発電電力量（2,578億kWh）で賄うと仮定。2030年については、長期エネルギー需給見通しの数値（中央値）を用いることとした。
- 原子力の「将来発電技術開発」のうち、高速炉や再処理、放射性廃棄物など核燃料サイクルに関する費用、安全に関する技術開発の費用は計上。
- 今回の検証においては、政策経費の対象等も踏まえ2020年の年間発電量は、現存する36基の年間総発電電力量（2282億kWh）で賄うと仮定し、2030年については前回同様に長期エネルギー需給見通しの数値（中央値）を用いることとする。

<（参考）2015年コストWGの試算結果>

【2014年の試算】

$$\frac{\text{原子力に係る政策経費(平成26年度予算)(円)}}{\text{年間総発電電力量(kWh)}} = \frac{\text{約3,446億(円)}}{2,578\text{億(kWh)}} = 1.3 \text{ (円/kWh)}$$

【2030年の試算】

$$\frac{\text{原子力に係る政策経費(平成26年度予算)(円)}}{\text{年間総発電電力量(kWh)}} = \frac{\text{約3,446億(円)}}{2,242.5\text{億(kWh)}} = 1.5 \text{ (円/kWh)}$$

運転期間

- 2015年コストWGにおける試算においては、原子炉等規制法における「運転期間延長認可制度」を踏まえ、**40年、60年**を設定。
- 今回も、同様の運転期間を用いて試算を行う。

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律

（運転の期間等）

第四十三条の三の三十二

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間**は、当該発電用原子炉について最初に第四十三条の三の十一第三項の確認を受けた日から起算して**四十年**とする。

2 前項の期間は、その満了に際し、原子力規制委員会の認可を受けて、一回に限り延長することができる。

3 前項の規定により**延長する期間**は、**二十年を超えない期間**であつて政令で定める期間を超えることができない。

4 第二項の認可を受けようとする発電用原子炉設置者は、原子力規制委員会規則で定めるところにより、原子力規制委員会に認可の申請をしなければならない。

5 原子力規制委員会は、前項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、その第二項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、同項の認可をすることができる。

參考資料

事故リスク対応費用のうち、損害額の算定方法（賠償費用）

- 東京電力の新々・総合特別事業計画（2020年4月改定）における賠償見積額について、2015年コストWGの整理を踏襲し、①一過性の損害と、②一定期間にわたって発生することが見込まれる損害（年度毎に発生する損害）等に分類し、地域性等により補正。なお、原子力災害からの福島復興の加速のための基本指針における賠償費用7.9兆円と賠償見積額の差分については、賠償見積額と同率の補正を行うこととする。

<新々・総合特別事業計画上の賠償見積額の整理>

	賠償見積額	地域性 換算係数	人口比 換算係数	出力補正	補正後費用
一過性の損害	56,248				56,973
検査費用等	3,424	1.00	1.03	-	
営業損害、出荷制限指示等による損害及び風評被害	23,868	0.97	1.03	-	
一括賠償（営業損害、風評被害）	3,234	0.97	1.03	-	
間接被害等その他	4,038	1.00	1.03	-	
財物価値の喪失又は減少等	15,187	1.00	1.03	-	
住居確保損害	6,497	1.00	1.03	-	
年度毎に発生する損害	13,662				8,532
精神的損害	10,967	1.00	1.03	0.59	
就労不能損害	2,695	1.03	1.03	0.59	
その他	3,875				3,948
自主避難等	3,625	1.02	-	-	
福島県民健康管理基金	250	1.00	-	-	
合 計	73,789				69,272

・ 上記の補正結果を踏まえ、7.9兆円を補正すると賠償費用は約7.4兆円

・ 過去2回のコスト検証を踏まえ、以下の補正係数を採用

※地域性の換算係数

- ・一人当たりGDP比（立地県平均／福島県）：0.97
- ・一人当たり雇用者報酬比（立地県平均／福島県）：1.03
- ・消費者物価地域差指数比（全国／東北）：1.02

※人口比

- ・30km圏内人口の全サイト平均と福島第一サイトとの比（全サイト平均／福島第一サイト）：1.03

※出力比

- ・モデルプラント（120万kW）と福島第一の1号機から3号機（202.8万kW）までの出力の比：0.59

事故リスク対応費用のうち、損害額の算定方法（廃炉・除染・中間貯蔵）

【廃炉】

- 東京電力福島第一原子力発電所 1～4号機の廃炉・汚染水対策を進めるための制度整備に必要な資金の規模感は、第6回東京電力改革・1F問題委員会において公表された「有識者ヒアリング結果報告」を踏まえると、**8兆円**となる見込み。
- これらの費用については、前回は踏襲し、以下の考え方の下で試算。
 - ✓ 事故によって汚染された発電所の廃炉については、電気出力規模には依存しないと仮定。
 - ✓ 4号機については、1～3号機に比べて汚染レベルが低く、追加廃炉費用は少額に収まる見込み。したがって、廃炉費用を3基分の廃炉費用として補正。

【除染・中間貯蔵】

- 環境省の試算によると、除染・中間貯蔵施設事業に係る費用は、以下のとおり。
 - ① 除染費用（汚染廃棄物処理を含む） **約4.0兆円**
 - ② 中間貯蔵施設（建設・管理運営等） **約1.6兆円**
- これらの費用については、以下の考え方の下で試算。
 - ✓ 除染費用等の一過性の費用については、出力とは関係なく計上し、毎年の費用についてはモデルプラントと福島第一の1号機から3号機までの出力の比で補正。

事故リスク対応費用のうち、損害額の算定方法（行政費用）

【行政費用】

- 東京電力福島第一原発事故に起因して発生する費用も、行政コストとして事故の費用に算入。
- 具体的には、平成23年度から令和2年度の予算に計上されている原子力災害復興関係の予算について、実績額（令和2年度は予算額）を計上。
- これらの費用については、以下の考え方の下で試算。
 - ✓ 二重計上となる補償契約や損害賠償仮払金、除染費用は除く。
 - ✓ 原子力損賠償機構の拠出金や、除染等に係る研究開発等は、一度設立する、あるいはひとたび知見を得れば、仮に次の事故が発生した場合には必ずしも同様の事業を実施する必要がないと考えられるため、将来事故コストとして計上するのは適当ではなく、対象から除外。

事故リスク対応費用のうち、損害額の算定方法（原子力発電施設の減損の費用）

【原子力発電施設の減損の費用】

- 前回試算を踏まえ、1年目から40年目までのそれぞれの年の中間時点で事故が発生したと仮定し、それぞれの年の中間時点における原子力発電設備の残存簿価の平均額を損壊リスクコストとして計上。（原子力発電設備の残存簿価は事故の発生時点によって変わりうる等の理由から、その損害額が平均的とは言えない東京電力福島第一原発のケースは採用していない。）

（計算方法）

- モデルプラント竣工時の原子力発電設備の簿価のうち、建設費（追加的安全対策費も含む）分は法定耐用年数の16年間で定率償却すると仮定。ただし、廃炉処理費用（資産除去債務）分は、発電実績に応じて償却していく（生産高比例方式）が、ここでは毎年一定の発電量（想定総発電量の40分の1）を発電するとして、稼働年数40年間で定額償却すると仮定。
- 建設費分と廃炉処理費用（資産除去債務）分の40年間のそれぞれの年の中間時点における残存簿価の平均額の合計額を損壊リスクコストとして設定。

事故リスク対応費用のうち、損害額の算定方法（核燃料の損失の費用）

【核燃料の損失の費用】

- 核燃料サイクルコストには、核燃料費も含まれているが、事故による損失分の核燃料は追加で調達する必要があるため、事故による核燃料損失分は、前回試算を踏襲し、以下の計算方法に基づき、事故リスクコストとして損害総定額に算入。（装荷核燃料の残存簿価は事故の発生時点によって変わりうる等の理由から、その損害額が平均値と言えない東京電力福島第一原発のケースは採用していない。）

（計算方法）

- モデルプラント（120万kW、稼働年数40年、稼働率70%）で使用する総ウラン燃料価格を用いる。
- 一般的なウラン燃料の炉内滞在年数が約5年。稼働年数を40年とすると、装荷されている1炉心あたりの最大ウラン燃料価格÷（40年/5年）＝（A）と推定される。
- 核燃料の装荷から減損完了まで（5年間）の中間地点で事故が発生すると仮定すれば、核燃料損失（B）を計上。
- なお、原子力発電所には装荷前の燃料（＝「加工中等核燃料」）も存在するが、当該使用前燃料はプラント毎に貯蔵量が異なることから、リスクコストとして計上しない。

