

事故リスクへの対応コストについて

原子力委員会への依頼内容

- 原子力委員会への依頼内容は下記の通り。
「(2)原子力発電の将来リスク対応費用
東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、賠償費用、除染費用、追加的な廃炉費用等が生じていることを念頭に、原子力発電が有する将来顕在化する可能性のあるコストを算出する必要があります。」
- 原子力委員会の原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会において、モデルプラントを前提に、いくつかの条件を比較し、kWh当たりの単価を試算。

リスクコストの試算方法

1. モデルプラントにおける将来の発生するかもしれないシビアアクシデントに対応するためのコスト

原子力委員会見解

「事故リスクの考え方に当たっては期待値の考え方が基本であるとする。これに使う事故発生頻度については、日本が最低限達成すべきであるIAEAの安全目標に基づくものと、世界及び日本の原子力発電所の運転経験に基づくものがありうるが、その利用にあたってはその数値の持つ意味を勘案し、慎重を期すべきとする。」

- * 損害想定額(円):モデルプラントにおいて、シビアアクシデントが発生した場合の損害額
- * 発生頻度(回/年・炉):モデルプラントにおいて、シビアアクシデントが発生する確率
- * 総発電量(kWh):モデルプラントの年間総発電量(設備利用率により異なる)

「損害想定額」×「発生頻度」
総発電量

= 損害期待値

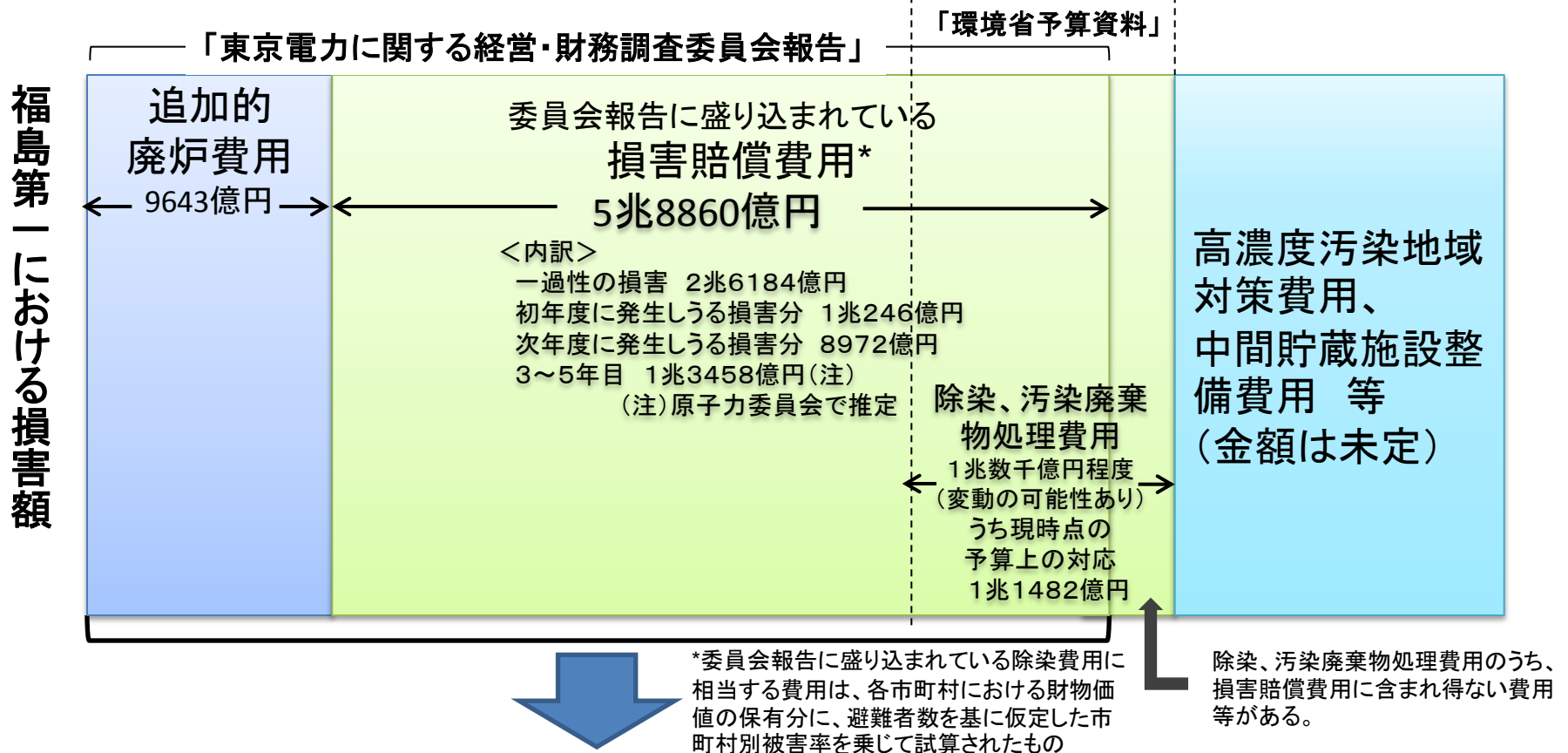
2. 相互扶助の考え方による損害賠償制度に基づく事故リスクコスト

原子力委員会見解

「原子力損害の補完的保証に関する条約(CSC)などの国際的な動向を考えると、相互扶助の考え方による損害賠償制度に基づく事故リスクコストの考え方にも一定の合理性があると考えられる。」

損害想定額 × $\frac{1}{\text{積立期間}}$
総発電量

損害想定額



＜原子力委員会の試算＞

福島第一の1～3号機とモデルプラントの出力比などで補正

4兆9936億円

⇒モデルプラントの損害想定額のうち、追加的廃炉費用分(3214億円)と損害賠償費用分(4兆6722億円)の合計額

* 東京電力に関する経営・財務調査委員会報告において、損害総額のうち、以下の損害については、被害実態が明らかではなく、現時点では推計不能とされている。

- ・生命・身体的損害
- ・政府による航行危険区域等及び飛行禁止区域の設定に係る損害など政府指示等に係る損害
- ・地方公共団体等の財産的損害等

1. モデルプラントにおける将来の発生するかもしれないシビアアクシデントに対応するためのコスト

発生頻度：原子力委員会においては、以下の通り、いくつかのケースを想定

ケース	前提	事故発生頻度(炉・年) (日本では50基、世界では430基が稼働している前提)	備考
国内商業炉のシビアアクシデント発生実績	国内の原子力発電の歴史の中でシビアアクシデントが福島第一の事故(1件あるいは3件)があったという考え方	2.0×10^{-3} (3事故とカウントした場合) 500年炉に1度＝国内で10年に一度発生するという確率 6.7×10^{-4} (1事故とカウントした場合) 1493年炉に1度＝国内で30年に一度発生するという確率	国内の商業炉の発電実績：1494炉年(廃止プラントを含む) 出典：Nuclear Technology review 2011 (IAEA, 2011)
世界商業炉のシビアアクシデント発生実績	世界の原子力発電の歴史の中でシビアアクシデントが、スリーマイル島、チェルノブイリ、福島第一の事故の3件あるいは5件があったという考え方	3.5×10^{-4} (5事故とカウントした場合) 2857年炉に1度＝世界で7年に一度、国内では57年に一度発生するという確率 2.1×10^{-4} (3事故とカウントした場合) 4762年炉に1度＝世界で11年に一度、国内では95年に一度発生するという確率	世界の商業炉の発電実績：14353炉年(廃止プラントを含む) 出典：Nuclear Technology review 2011 (IAEA, 2011)
既設炉のIAEAの安全目標	炉心損傷頻度(炉心が損傷する頻度) 早期大規模放出頻度(発電所近傍の公衆の避難が有効となる前に、大量の放射性物質が放出される頻度)	1×10^{-4} 以下 1万年炉に1度＝世界で23年に一度、国内では200年に一度発生するという確率 1×10^{-5} 以下 10万年炉に1度＝世界で230年に一度、国内では2000年に一度発生するという確率	出典：INSAG-12 (IAEA)
将来炉のIAEAの安全目標	炉心損傷頻度(炉心が損傷する頻度)		

原子力委員会見解

「事故発生頻度については意見が分かれた。今後建設を想定するモデルプラントのコストを算定するとの前提からはIAEAの安全目標である 1.0×10^{-5} /炉年に基づき試算すべきとの意見があったが、この目標を達成しない限り既存の原子炉の稼働を認めないことを前提にすべきとの指摘があった。」
 「我が国において、約1500炉年の運転経験で3つの過酷事故を経験したことから、こうした事故の発生頻度を 2.0×10^{-3} /炉年に基づき試算すべきとの意見があったが、これは今回事故以降に施される安全対策を考慮しないことを前提にしているため、この数字をモデルプラントの事故発生頻度とするのは現実的ではないとの指摘がされた。」

原子力委員会の試算結果

	損害額	発生頻度など (国内で50基が稼働している前提)	コスト
原子力委員会 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会	4兆9936億円	2.0×10 ⁻³ (国内で10年に一度発生するという確率)	1.2~1.6円/kWh * 設備利用率80~60%
		3.5×10 ⁻⁴ (国内で57年に一度発生するという確率)	0.21~0.28/kWh * 設備利用率80~60%
		1×10 ⁻⁵ 以下 (国内で2000年に一度発生するという確率)	0.006~0.008円/kWh * 設備利用率80~60%

その他の試算結果

	損害額	発生頻度など	コスト
Versicherungsforen Leipzig (2011) ^[注1]	6.09兆ユーロ (689兆円 ^[注2])	1.0×10 ⁻³ ~1.0×10 ⁻⁴ (10年~100年に一度発生するという確率)と同等の水 準 ^[注3]	0.139~67.3ユーロ/kWh (15.7~7613円/kWh ^[注2])

[注1] 大島委員提出資料の中で言及されていた試算。原子力委員会の小委員会では、根拠等が不明であるということで、検証されていない

[注2] 1ユーロ=113.12円(2010年度平均)で試算

[注3] 当該レポートでは10年から100年という期間で損害額相当を確保する前提

損害額の感度分析

原子力委員会において、福島第一の損害額について、現時点で確定しているものではないという観点から、損害額の感度分析(単位額あたりのコストへの影響の分析)を行ったところ、以下の通り。

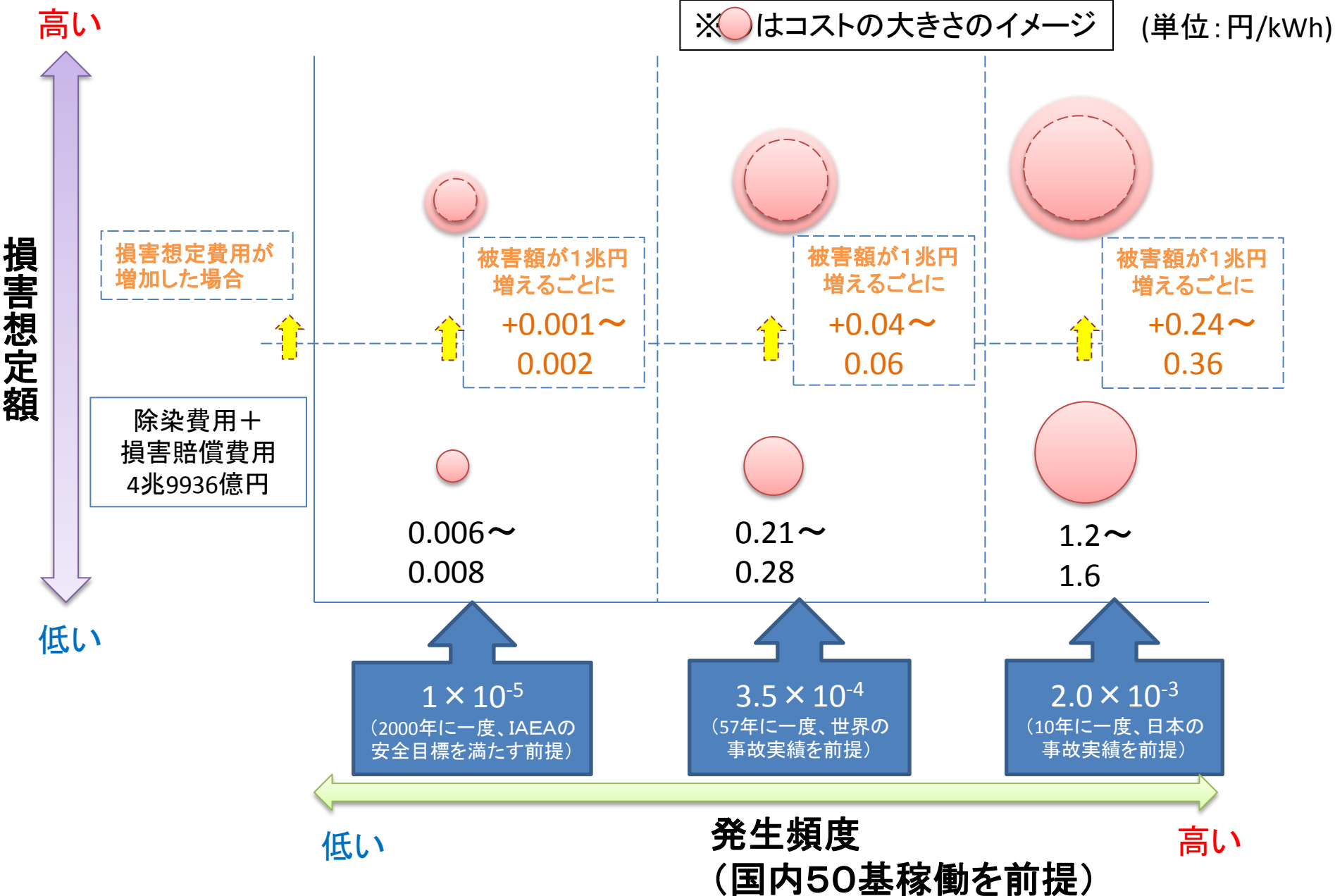
損害額が1兆円変化した場合のコストに与える影響

発生頻度(／炉・年) (国内で50基が稼働している前提)	設備利用率 60%	設備利用率 70%	設備利用率 80%
2.0×10^{-3} (日本で10年に一度発生するという確率、日本のシビアアクシデントの実績を前提)	0.32円／kWh	0.27円／kWh	0.24円／kWh
3.5×10^{-4} (日本で57年に一度発生するという確率、世界のシビアアクシデントの実績を前提)	0.06円／kWh	0.05円／kWh	0.04円／kWh
1×10^{-5} (日本で2000年に一度発生するという確率、IEAの安全目標を満たす前提)	0.002円／kWh	0.001円／kWh	0.001円／kWh



損害額が1兆円増加するごとに、0.001～0.32円／kWhコストが増える

事故の発生頻度と損害想定額によるコスト



2.相互扶助の考え方による損害賠償制度に基づく 事故リスクコスト

- モデルプラントにおける当技術等検討小委員会の廃炉費用を含む損害賠償額試算は、4兆9,936億円
- あくまで試算の観点から、プライスアンダーソン法を参考に事業者間相互扶助制度があることを仮定して5兆円、また、感度解析として損害額の約2倍の10兆円での損害額を算出

損害額	支払期間	原子力による 総発電電力量[1]	事故リスクコスト
5兆円	40年	2,800億kWh	0.45円/kWh
10兆円			0.89円/kWh

[1]平成22年度実績・エネルギー環境会議より

(注)保険料について

保険会社へのヒアリングなどを踏まえると、原子力発電のシビアアクシデントについては、発生回数がまれであり、保険の前提となっている大数の法則(ある事象の実現回数の割合は、観測回数を多くすると計算上の確立に近づくという法則)が働かない、想定される損害が巨額となることが想定されることにより、保険制度を前提とした保険料の算出は難しいと考えられる。

そこで、米国プライスアンダーソン法の考え方に倣い、事業者負担の上限を定め、事業者相互扶助の考え方に基づいて事故リスクコストを試算した。

他の電源に関する事故リスクへの 対応コストについて

原子力委員会見解

「同じ条件で利用される電源を同じ条件で比較することが望ましいことを明記すること。例えば、原子力発電に事故リスクコストを含めるのであれば、他の電源についても将来リスク対応費用を試算して含めるべきである。」

「OECD2010 NEA No.6861 原子力とその他のエネルギー源の事故リスクの比較」より引用

エネルギー チェーン	OECD 加盟国			OECD 非加盟国		
	事故件数	死亡者数	死亡者数 ／年間発 電量(GW)	事故件数	死亡者数	死亡者数 ／年間発 電量(GW)
石炭	75	2259	0.157	1044	18017	0.597
石油	165	3713	0.132	232	16505	0.897
天然ガス	90	1043	0.085	45	1000	0.111
LPG	59	1905	1.957	46	2016	14.896
水力	1	14	0.003	10	29924	10.285
原子力	0	0	-	1	31*	0.048

注 *は事故直後の死亡者のみである。

各電源の発電コストとして試算すべきかどうかを含めて検討が必要ではないか？

原子力委員会見解における留意事項

原子力発電に関する今後の方針の検討に際しては、総合的な観点での議論が必要。

透明性の高い検証可能な議論とすべき。特に将来リスク対応費用は、不確実性の高いものであることを明記すべき。

将来の電源選択の参考としては、モデルプラントにおける発電コスト試算がふさわしく、その場合は同じ条件で利用されうる電源を同じ条件で比較することが望ましい。

事故リスクコストの算定に当たっては期待値の考え方が基本。

相互扶助の考え方による損害賠償制度に基づく事故リスクコストの考え方にも一定の合理性はある。