

“原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：201X”

公衆審査 武智 義典 様ご意見への回答

2020.3.26Rev

2019.11.18

一般社団法人 日本原子力学会  
標準委員会

頂きましたご意見についての回答を以下に示します。

ご意見		回答
ご意見箇所	内容	
解説 15,17,18	<p>標準原案では、性能目標案について、旧原子力安全委員会安全目標専門部会「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について－安全目標案に対応する性能目標について－」（平成 18 年 3 月 28 日）のみが引用されています。</p> <p>原子力規制委員会は、平成 25 年 4 月 10 日に、以下の性能目標を追加することに合意に至っており（添付①参照）、その内容を反映して標準原案の性能目標案に関する下記解説の記載を見直す必要があると考えます。</p> <p>「事故時の Cs-137 の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度は 100 万年に 1 回程度を超えないように抑制されるべきである（テロ等によるものを除く）。」</p>	<p>安全目標及び性能目標に関してこの標準では、附属書 O（規定）、附属書 P（参考）、附属書 Q（参考）に記載をしています。これらの記載では、確率論的リスク評価におけるリスク指標として、炉心損傷頻度（CDF）及び格納容器機能喪失頻度（CFF）を使用する事としており、解説では、原子力規制委員会においても議論の基礎となると確認されている旧原子力安全委員会の検討、議論のみをもととしました。</p> <p>事故時の Cs-137 の放出量に係る判断基準に関しては、安全目標・性能目標として追加すべきであり、そのことを含めて引き続き検討を続けていくということは“実用発電用原子炉に係る新規規制基準の考え方について” [1] にも示されているとおり、原子力規制委員会での合意事項ではありますが、御指摘いただいた記載を加える場合、引き続き原子炉安全専門審査会などにおいて様々な検討、議論が行われてい</p>

	<p>解説 15 安全目標及び性能目標について  解説 17 リスク指標としての格納容器機能喪失頻度 (CFF)  解説 18 懸案事項</p> <p>具体的には、我が国の性能目標案は、格納容器機能喪失頻度 (CFF) だけではなく、事故時の Cs-137 の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度は 100 万年に 1 回程度を超えないという大規模放出頻度 (LRF) も追加されていますので、それに整合するように解説 15、17、18 及び解説表 3 を修文していただきたいと考えます。</p>	<p>る状況も鑑みますと、一時点までの状況を記載することとなり、標準の読者に誤った認識を与えかねないものと思えます。</p> <p>また、当該の判断基準はこの標準のリスク指標としては言及をしておらず、この点からも御指摘いただいた記載につき、標準の解説として追加する必要はないものと考えますので、このままの記載とさせていただきます。</p> <p>[1] 原子力規制委員会，“実用発電用原子炉に係る新規規制基準の考え方について”，NREP-0002，平成 29 年 1 月 8 日改訂</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**安全目標に関し前回委員会（平成 25 年 4 月 3 日）までに議論された主な事項**

平成 25 年 4 月 10 日  
原子力規制庁

①平成 18 年までに旧原子力安全委員会安全目標専門部会において詳細な検討がおこなわれており（※）、この検討結果は原子力規制委員会が安全目標を議論する上で十分に議論の基礎となるものと考えられること。

※安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ（平成 15 年 12 月）

発電用軽水型原子炉施設の性能目標について-安全目標案に対応する性能目標  
について-（平成 18 年 3 月 28 日）

②ただし、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、放射性物質による環境への汚染の視点も安全目標の中に取り込み、万一の事故の場合でも環境への影響をできるだけ小さくとどめる必要がある。

具体的には、世界各国の例も参考に、発電用原子炉については、

・事故時の Cs<sup>137</sup> の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度は、100 万炉年に 1 回程度を超えないように抑制されるべきである（テロ等によるものを除く）  
ことを、追加するべきであること。

③バックフィット規制の導入の趣旨に鑑み、現状では安全目標は全ての発電用原子炉に  
区別無く適用するべきものであること。

④安全目標は、原子力規制委員会が原子力施設の規制を進めていく上で達成を目指す目  
標であること。

⑤平成 25 年 3 月 6 日の原子力規制委員会に提出された論点のうちの残された論点  
に関する議論を含め、安全目標に関する議論は、継続的な安全性向上を目指す  
原子力規制委員会として、今後とも引き続き検討を進めていくものとする。

“原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：201X”

公衆審査 日高 昭秀 様ご意見への回答

2019.11.18

一般社団法人 日本原子力学会

標準委員会

頂きましたご意見についての回答を以下に示します。

ご意見		回答
ご意見箇所	内容	
附属書 S(参考)、 解説 3	<p>131 ページ～142 ページ、附属書 S (参考) 費用便益評価の例、及び 175 ページ上から 14 行目～15 行目：「IRIDM プロセスの国内原子力業界での実適用経験がない現状では、附属書 S (参考) 及び附属書 T (参考) において、取り得る手法の列挙、各手法の概要紹介、海外での具体的な評価事例を示すにとどまった。」の記載について意見があります。</p> <p>費用便益評価においては、136 ページに示されているように、表 S.1 放射線被ばく線量当たりの損害額の推定値（貨幣価値換算係数）（米国の事例）と比較することで初めて費用と便益の評価がなされることから、その推定値を学会標準などで示すことは極めて重要です。日本の推定値については現状で全く無いわけではなく、参考文献 1)においてすでに提案されています。また、ICRP や IAEA からも推定値の評価手法が</p>	<p>“解説 3 審議中問題となった事項など” における御指摘の箇所の記載は、国内原子力業界での IRIDM のプロセスの実適用経験がない状況下においてこの標準で記載する内容の制限を述べており、且つ、今後この標準を活用することにより我が国での IRIDM の展開に資することを意図したものです。</p> <p>御指摘いただいた点をふまえて、費用便益評価に関する御提示いただいた文献の内の近年に発行された国内での文献 1) につき、附属書 S (参考) の貨幣価値換算係数に関する我が国の事例として追記することとし、合わせて解説 3 の記載を修正しました。</p>

	<p>提案されています。</p> <p>このような世界の動向と比べ、「実適用経験がない現状では、(中略)海外での具体的な評価事例を示すにとどまった」という表現は、取組の姿勢として、あまりに消極的と感じました。せめて、参考文献 1)の推定値、またはそれに替わる暫定推定値を標準委員会が提示するとともに、その妥当性を検討するため、様々なケースに対して貨幣価値の試算を行い、経験を積むことを、この実施基準で推奨すべきと考えます。そうしなければ、次の改訂まで、費用便益評価については全く経験が積まれないことになります。</p> <p>参考文献</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 高原省五、加藤尊秋、本間俊充、「放射線防護の最適化における単位集団線量の貨幣評価値」資料 Jpn, J. Health Physics, 48 (4), 180-192 (2013).</li><li>2) ICRP, “Cost–Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection,” ICRP Publ. 37 (1983).</li><li>3) IAEA, “Assigning a Value to Transboundary Radiation Exposure,” IAEA Safety Guides No.67 (1985).</li></ol>	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

表 “原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：201X”  
公衆審査のご意見を受けた標準への反映結果

IRIDM 標準 附属書 S (参考)

公衆審査版	反映版	備考																												
<p style="text-align: center;"><b>附属書 S</b> (参考) <b>費用便益評価の例</b> (省略)</p> <p><b>e) 貨幣価値換算係数</b> 放射線被ばく線量の抑制による便益を貨幣価値に換算するための換算係数として、放射線被ばく線量当たりの損害額が使われており、以下のように求められている<sup>[7]</sup>。 放射線被ばく線量当たりの損害額 = 統計的生命価値 × 放射線リスク係数 統計的生命価値は、死亡リスクの削減という便益を金銭換算した値で、人的資本法による評価、安全投資からの推定、規制費用からの推定、支払意志 (WTP: Willingness-to-Pay) 手法による評価などから最適値は\$9,000,000 としている。また、低価格と高価格も推定しており、それぞれ\$5,300,00 と\$13,200,000 である。 放射線リスク係数は、ICRP 2007 年勧告 (ICRP No.103) に基づいており、一般公衆の被ばく線量に対する放射線リスク係数は、<math>5.7 \times 10^{-4}</math> /人・rem (がん <math>5.5 \times 10^{-4}</math> /人・rem, 遺伝影響 <math>0.2 \times 10^{-4}</math> /人・rem) である。 放射線被ばく線量当たりの損害額の推定値を<b>表 S.1</b> に示す。放射線被ばく線量当たりの損害額は、2014 年のドル価格で、5,100\$/人・rem と推定している。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 S.1 放射線被ばく線量当たりの損害額の推定値 (貨幣価値換算係数)</b><sup>[7]</sup> (参考文献[7]の Table 3 を翻訳転載)</p> <table border="1" data-bbox="157 1325 1255 1499"> <thead> <tr> <th></th> <th>統計的生命価値 (\$)</th> <th>放射線リスク係数 (/人・rem)</th> <th>放射線被ばく線量当たりの損害額 (\$/人・rem)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最適値</td> <td>9,000,000</td> <td><math>5.7 \times 10^{-4}</math></td> <td>5,100</td> </tr> <tr> <td>低価格値</td> <td>5,300,000</td> <td><math>5.7 \times 10^{-4}</math></td> <td>3,000</td> </tr> <tr> <td>高価格値</td> <td>13,200,000</td> <td><math>5.7 \times 10^{-4}</math></td> <td>7,500</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注：被ばく線量単位は、引用文献では rem であり、そのとおり記載している。)</p> <p style="text-align: center;">(省略)</p>		統計的生命価値 (\$)	放射線リスク係数 (/人・rem)	放射線被ばく線量当たりの損害額 (\$/人・rem)	最適値	9,000,000	$5.7 \times 10^{-4}$	5,100	低価格値	5,300,000	$5.7 \times 10^{-4}$	3,000	高価格値	13,200,000	$5.7 \times 10^{-4}$	7,500	<p style="text-align: center;"><b>附属書 S</b> (参考) <b>費用便益評価の例</b> (省略)</p> <p><b>e) 貨幣価値換算係数</b> 放射線被ばく線量の抑制による便益を貨幣価値に換算するための換算係数として、放射線被ばく線量当たりの損害額が使われており、以下のように求められている<sup>[7]</sup>。 放射線被ばく線量当たりの損害額 = 統計的生命価値 × 放射線リスク係数 統計的生命価値 (VSL: Value of Statistical Life) は、死亡リスクの削減という便益を金銭換算した値で、人的資本法による評価、安全投資からの推定、規制費用からの推定、支払意志 (WTP: Willingness-to-Pay) 手法による評価などから最適値は\$9,000,000 としている。また、低価格と高価格も推定しており、それぞれ\$4,500,000 と\$13,000,000 である。 放射線リスク係数は、EPA 2011 に基づいており、一般公衆の被ばく線量に対する放射線リスク係数は、<math>5.8 \times 10^{-4}</math> /人・rem である。</p> <p>放射線被ばく線量当たりの損害額の推定値を<b>表 S.1</b> に示す。放射線被ばく線量当たりの損害額は、2014 年のドル価格で、5,200\$/人・rem と推定している。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 S.1 放射線被ばく線量当たりの損害額の推定値 (貨幣価値換算係数)</b><sup>[7]</sup> (参考文献[7]の Table 3 を翻訳転載)</p> <table border="1" data-bbox="1359 1325 2368 1499"> <thead> <tr> <th>推定</th> <th>放射線被ばく線量当たりの損害額 (\$/人・rem)</th> <th>統計的生命価値 (\$) <sup>a</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最適値</td> <td>5,200</td> <td>9,000,000</td> </tr> <tr> <td>低価格値</td> <td>2,600</td> <td>4,500,000</td> </tr> <tr> <td>高価格値</td> <td>7,800</td> <td>13,000,000</td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>a</sup> 統計的生命価値は、放射線被ばく線量当たりの損害額を放射線リスク係数 <math>5.8 \times 10^{-4}</math> で除して求める。 (注：被ばく線量単位は、引用文献では rem であり、そのとおり記載している。)</p> <p>WTP 手法を利用して、我が国における放射線被ばく線量の貨幣価値を直接算定した例はないが、米国及び日本における多様な分野での死亡リスク削減策に対する VSL がレビューされており<sup>[8]</sup>、これらを参照することができる。</p> <p style="text-align: center;">(省略)</p>	推定	放射線被ばく線量当たりの損害額 (\$/人・rem)	統計的生命価値 (\$) <sup>a</sup>	最適値	5,200	9,000,000	低価格値	2,600	4,500,000	高価格値	7,800	13,000,000	<p>参考文献[7]のバージョンアップに伴う情報・数値の変更に伴う修正。(公衆審査のご意見への対応に加えた修正)</p> <p>我が国での貨幣評価の検討事例及び参考文献[8]を追加。</p>
	統計的生命価値 (\$)	放射線リスク係数 (/人・rem)	放射線被ばく線量当たりの損害額 (\$/人・rem)																											
最適値	9,000,000	$5.7 \times 10^{-4}$	5,100																											
低価格値	5,300,000	$5.7 \times 10^{-4}$	3,000																											
高価格値	13,200,000	$5.7 \times 10^{-4}$	7,500																											
推定	放射線被ばく線量当たりの損害額 (\$/人・rem)	統計的生命価値 (\$) <sup>a</sup>																												
最適値	5,200	9,000,000																												
低価格値	2,600	4,500,000																												
高価格値	7,800	13,000,000																												

公衆審査版	反映版	備考
<p><b>S.2 英国 HSE の規制影響分析における費用便益評価</b></p> <p>英国では、規制機関において新しい規制を立案する際には、得られる安全上の便益とその改善を行うための代償を比較するため、CBA を行うことが規制プロセスの一部となっている。HSE では、ALARP の判断の一部に CBA を適用する際の原則とチェックリストを策定し<sup>[8]</sup>、検査官が被規制者の CBA をレビューする際に考慮する必要があるポイントを示している。この内容は、本体 7.4.3, 7.4.4 a), 及び 7.4.4 b) を実施する際の一般的な留意事項として活用できる。</p> <p>(省略)</p> <p><b>表 S.3 健康と安全上の被害の防止による価値（価値は 2003 年第 3 四半期価格）<sup>[8]</sup></b> (参考文献[8]における表を翻訳転載)</p> <p>(省略)</p> <p>参考文献</p> <p>[1] USNRC, <i>Regulatory Analysis Guidelines of the U.S. Nuclear Regulatory Commission, Draft Report for Comment</i>, NUREG/BR-0058, Revision 5, April 2017</p> <p>[2] USNRC, <i>Consideration of Additional Requirements for Containment Venting Systems for Boiling Water Reactors with Mark I and Mark II Containments</i>, SECY-12-0157, (2012)</p> <p>[3] USNRC, <i>Evaluation of the Containment Protection and Release Reduction for Mark I and Mark II Boiling Water Reactors Rulemaking Activities</i>, SECY-15-0085, (2015)</p> <p>[4] USNRC, <i>Value/Impact Analyses of Accident Preventive and Mitigative Options for Spent Fuel Pools</i>, NUREG/CR-5281, (1989)</p> <p>[5] USNRC, <i>Regulatory Effectiveness of the Station Blackout Rule</i>, NUREG-1776, (2003)</p> <p>[6] OMB, <i>Circular A-4, Regulatory Analysis</i>, September 17, 2003</p> <p>[7] USNRC, <i>Reassessment of NRC's Dollar Per Person-Rem Conversion Factor Policy, Draft Report for Comment</i>, NUREG-1530, Rev. 1, (2015)</p> <p>[8] HSE, "Cost Benefit Analysis (CBA) checklist", <a href="http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpcheck.htm">http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpcheck.htm</a></p> <p>(省略)</p>	<p><b>S.2 英国 HSE の規制影響分析における費用便益評価</b></p> <p>英国では、規制機関において新しい規制を立案する際には、得られる安全上の便益とその改善を行うための代償を比較するため、CBA を行うことが規制プロセスの一部となっている。HSE では、ALARP の判断の一部に CBA を適用する際の原則とチェックリストを策定し<sup>[9]</sup>、検査官が被規制者の CBA をレビューする際に考慮する必要があるポイントを示している。この内容は、本体 7.4.3, 7.4.4 a), 及び 7.4.4 b) を実施する際の一般的な留意事項として活用できる。</p> <p>(省略)</p> <p><b>表 S.3 健康と安全上の被害の防止による価値（価値は 2003 年第 3 四半期価格）<sup>[9]</sup></b> (参考文献[9]における表を翻訳転載)</p> <p>(省略)</p> <p>参考文献</p> <p>[1] USNRC, <i>Regulatory Analysis Guidelines of the U.S. Nuclear Regulatory Commission, Draft Report for Comment</i>, NUREG/BR-0058, Revision 5, April 2017</p> <p>[2] USNRC, <i>Consideration of Additional Requirements for Containment Venting Systems for Boiling Water Reactors with Mark I and Mark II Containments</i>, SECY-12-0157, (2012)</p> <p>[3] USNRC, <i>Evaluation of the Containment Protection and Release Reduction for Mark I and Mark II Boiling Water Reactors Rulemaking Activities</i>, SECY-15-0085, (2015)</p> <p>[4] USNRC, <i>Value/Impact Analyses of Accident Preventive and Mitigative Options for Spent Fuel Pools</i>, NUREG/CR-5281, (1989)</p> <p>[5] USNRC, <i>Regulatory Effectiveness of the Station Blackout Rule</i>, NUREG-1776, (2003)</p> <p>[6] OMB, <i>Circular A-4, Regulatory Analysis</i>, September 17, 2003</p> <p>[7] USNRC, <i>Reassessment of NRC's Dollar Per Person-Rem Conversion Factor Policy (NUREG-1530 Revision1 Final Report)</i>, SECY-17-0017 Enclosure 1, January 30, 2017</p> <p>[8] 高原省五, 加藤尊秋, 本間俊充, “放射線防護の最適化における単位集団線量の貨幣評価値”, <i>保健物理</i>, 48, 180-192, (2013)</p> <p>[9] HSE, "Cost Benefit Analysis (CBA) checklist", <a href="http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpcheck.htm">http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpcheck.htm</a></p> <p>(省略)</p>	<p>参考文献を1つ追加したことに伴う参考文献番号の変更。</p> <p>参考文献を1つ追加したことに伴う参考文献番号の変更。</p> <p>参考文献[7]のバージョンアップに伴う情報変更に伴う修正。 (公衆審査のご意見への対応に加えた修正)</p> <p>我が国での貨幣評価値の検討事例及び参考文献[8]を追加した。</p>

公衆審査版	反映版	備考
<p style="text-align: center;"><b>原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：201x</b></p> <p style="text-align: center;"><b>解 説</b></p> <p style="text-align: center;">(省略)</p> <p><b>3 審議中問題となった事項など</b></p> <p style="text-align: center;">(省略)</p> <p>“7.4 統合的な分析”においては、“選択肢の優先的な順位付け”で取り得る手法が“費用便益評価による方法”又は“多基準分析による方法”の二者択一であるかどうかの議論があった。分科会での審議の結果、取り得る手法は、これらのいずれかに分類されると結論し、それらの手法に基づく要件的な規定を展開することとした。ただし、各手法の中において、定量的な方法及び／又は定性的な方法の選択の幅は広く、評価の詳細度としては許容幅があるということを、規定の中で表すようにした。</p> <p>特に“費用便益評価による方法”又は“多基準分析による方法”に関しては、要件的な規定の参考となる具体的事例をできるだけ示すことが求められる箇所であり、分科会において審議を行った。ただし、IRIDM プロセスの国内原子力業界での実適用経験がない現状では、<b>附属書 S (参考)</b> 及び<b>附属書 T (参考)</b> において、取り得る手法の列挙、各手法の概要紹介、海外での具体的な評価事例を示すにとどまった。<b>附属書 S (参考)</b> での“費用便益評価による方法”の具体的な評価事例としても、レベル 3PRA を含めて適用する米国 NRC でのバックフィットにおけるものを示さざるを得なかったが、これも我が国の現状では、即時で直接的に参考とできる情報とは言えない。ここは、具体的な実施例・留意事項・標準規定の解説などにつき、我が国での適用経験及び検討実施を踏まえた追加が特に必要な箇所である。</p> <p style="text-align: center;">(省略)</p>	<p style="text-align: center;"><b>原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：201x</b></p> <p style="text-align: center;"><b>解 説</b></p> <p style="text-align: center;">(省略)</p> <p><b>3 審議中問題となった事項など</b></p> <p style="text-align: center;">(省略)</p> <p>“7.4 統合的な分析”においては、“選択肢の優先的な順位付け”で取り得る手法が“費用便益評価による方法”又は“多基準分析による方法”の二者択一であるかどうかの議論があった。分科会での審議の結果、取り得る手法は、これらのいずれかに分類されると結論し、それらの手法に基づく要件的な規定を展開することとした。ただし、各手法の中において、定量的な方法及び／又は定性的な方法の選択の幅は広く、評価の詳細度としては許容幅があるということを、規定の中で表すようにした。</p> <p>特に“費用便益評価による方法”又は“多基準分析による方法”に関しては、要件的な規定の参考となる具体的事例をできるだけ示すことが求められる箇所であり、分科会において審議を行った。ただし、IRIDM プロセスの国内原子力業界での実適用経験がない現状を踏まえ、<b>附属書 S (参考)</b> 及び<b>附属書 T (参考)</b> において、<u>今後の我が国での検討実施を促すという観点で、取り得る手法の列挙、各手法の概要紹介、国内外での関連する評価事例を示した。</u>また、<b>附属書 S (参考)</b> での“費用便益評価による方法”における評価事例として、<u>レベル 3PRA を含めて適用する米国 NRC でのバックフィットにおけるものを示し、単位集団線量の貨幣評価値に係わる国内の評価事例を示した。</u>ここは、具体的な実施例・留意事項・標準規定の解説などにつき、我が国での適用経験及び検討実施を踏まえた追加が特に必要な箇所である。</p> <p style="text-align: center;">(省略)</p>	<p>費用便益評価に係わる我が国での貨幣評価値の評価・検討事例に関する説明を追記。</p>