

**国際放射線防護委員会 2007 年勧告(ICRP Publication103)の  
「国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士 放射線被ばく管理規程」への  
取り入れに係る検討結果報告書**

---

**独立行政法人 宇宙航空研究開発機構  
有人サポート委員会 宇宙放射線被ばく管理分科会  
平成 25 年 2 月**

## 目次

はじめに .....	5
1. 放射線被ばく管理規程変更の考え方及び根拠 .....	6
1.1. ICRP 103 の概要 .....	6
1.2. 被ばく状況の分類と適用する線量制限の考え方 .....	11
1.3. 防護に用いる諸量の考え方 .....	15
1.4. 線量制限の見直し .....	20
2. 放射線被ばく管理規程の変更の提案 .....	41
2.1. 放射線被ばく管理規程の概要 .....	41
2.2. 放射線被ばく管理規程の変更(案) .....	45
3. その他 .....	56
3.1. 分科会委員名簿 .....	56
3.2. 分科会での審議 .....	57
3.3. 参考 .....	58
別表 .....	83
別冊 .....	89
おわりに .....	109

## 図一覧

図 1.4-1 ICRP103 のリスク算定のフロー .....	25
図 1.4-2 陽子入射の場合の水晶体の吸収線量換算係数 .....	39
図 1.4-3 中性子入射の場合の水晶体の吸収線量換算係数 .....	40
図 3.3-1 中性子の放射線加重係数 .....	60
図 3.3-2 線質係数 .....	62
図 3.3-3(a) 日本人の年齢別全自然死亡率(全死因) .....	64
図 3.3-3(b) 日本人の年齢別平均余命 .....	64
図 3.3-4(a) 日本人の年齢別自然がん罹患率(全固形がん) .....	65
図 3.3-4(b) 日本人の年齢別白血病罹患率 .....	65
図 3.3-5(a) 日本人の年齢別自然がん死亡率(全固形がん) .....	66
図 3.3-5(b) 日本人の年齢別白血病死亡率 .....	66

## 表一覧

表 1.1-1 ICRP103 の「放射線被ばく管理規程」への取入れに係る検討事項 .....	7
表 1.2-1 行為と介入における放射線防護原則の適用 .....	11
表 1.2-2 ICRP103 の被ばく状況のタイプ .....	11
表 1.2-3 ICRP103 の放射線防護原則の適用 .....	12
表 1.2-4 防護体系に用いられる線量拘束値と参考レベル .....	13
表 1.2-5 宇宙飛行士が受ける被ばく状況及び被ばくのカテゴリー .....	13
表 1.2-6 宇宙飛行士の被ばく管理に用いる各種制限値の ICRP103 上の整理 .....	14
表 1.3-1 放射線防護に用いる諸量に係る現状、ICRP103 における変更点及び今後の用いる量 .....	16
表 1.4-1 確率的影響のリスク評価に用いる属性の計算方法と算定条件 .....	21
表 1.4-2 がんと遺伝性影響に対する損害で調整された名目リスク係数* ( $10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ ) .....	22
表 1.4-3 宇宙飛行士選抜の医学検査による被ばく量 .....	27
表 1.4-4 宇宙飛行士の年次医学検査による被ばく量 .....	27
表 1.4-5 搭乗が割り当てられた宇宙飛行士への追加医学検査による被ばく量 .....	27
表 1.4-6 ICRP103 に基づく実効線量制限値(案) .....	29
表 1.4-7 現行規程における実効線量制限値 .....	29
表 1.4-8 実効線量の制限値の見直し結果に基づく寄与生涯がん死亡確率の算定結果 .....	30
表 1.4-9 宇宙飛行士選抜前におけるリスクの検証結果 .....	33
表 1.4-10 宇宙飛行士選抜後の高々度航空機訓練や医学検査による被ばくを考慮したリスクの検証結果 .....	34
表 1.4-11 ISS 軌道での水晶体の組織等価線量(推定) .....	37
表 1.4-12 ISS 軌道での水晶体の吸収線量(推定) .....	38
表 2.1-1 「放射線被ばく管理規程」の概要 .....	42
表 3.3-1 放射線加重係数 .....	60
表 3.3-2 組織加重係数 .....	61
表 3.3-3 (a) がん罹患率に基づく ERR モデルにおける係数 .....	67
表 3.3-3 (b) がん罹患率に基づく EAR モデルにおける係数 .....	68
表 3.3-3 (c) がん死亡率に基づく ERR モデルにおける係数 .....	70
表 3.3-3 (d) がん死亡率に基づく EAR モデルにおける係数 .....	71
表 3.3-3 (e) 白血病の罹患率に基づく EAR モデルにおける係数 .....	71
表 3.3-4 部位別の致死率 .....	72
表 3.3-5 リスク評価に用いた ERR モデルと EAR モデルの臓器・組織別の割合 .....	73
表 3.3-6 リスク評価に用いた臓器・組織別のがんに関するパラメータ .....	74
表 3.3-7(a) 0 歳から 85 歳まで年 1mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく諸属性 .....	76
表 3.3-7(b) 18 歳から 65 歳まで年 20mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく諸属性 .....	77
表 3.3-8(a) 0 歳から 85 歳まで年 1mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく寄与生涯がん死亡確率 .....	78
表 3.3-8(b) 18 歳から 65 歳まで年 20mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく寄与生涯がん死亡確率 .....	78
表 3.3-8(c) 年齢 45 歳、48 歳、51 歳まで年 325mSv 被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく寄与生涯がん死亡確率 .....	79

表 3.3-9 0 歳から 85 歳まで毎年等線量を継続して被ばくした場合の名目リスク係数(1 万人当たり 1Sv 当たりの症例数) .....	80
表 3.3-10 18 歳から 65 歳まで毎年等線量継続して被ばくした場合の名目リスク係数(1 万人当たり 1Sv 当たり症例数) .....	81

## はじめに

国際宇宙ステーション(以下、「ISS」という。)は、2010 年に建設が完了し、2020 年まで運用される予定である。日本実験棟「きぼう」も 3 回のスペースシャトルで打上げられ、本格的な利用が行われている。また、ISS には常時 6 名の宇宙飛行士が滞在しており、2009 年の若田光一宇宙飛行士から 2012 年の星出彰彦宇宙飛行士まで、4 名の日本人宇宙飛行士が、既に ISS での長期滞在を経験している。

ISS は、高度約 400km を飛行するため、地上の放射線環境とは大きく異なる環境となっている。地球に降り注ぐ宇宙放射線は、地球の厚い大気や地球の磁場に遮られるため、地表まではほとんど到達しないが、高度 400km の宇宙空間では、宇宙放射線を十分に遮るものがないため、地表よりも多量の宇宙放射線が降り注いでいる。宇宙飛行士が ISS に長期滞在すると、そのような宇宙放射線による被ばくが大きな問題となる。

宇宙飛行士が ISS に長期滞在するに当っては、宇宙放射線の被ばくから宇宙飛行士を防護し、健康管理を行い、放射線障害の発生を防止しリスクを制限することが必要である。このため、ISS においては、参加各国の協力により、宇宙飛行士の被ばく管理運用が行われている。

有人サポート委員会 宇宙放射線被ばく管理分科会(以下、「被ばく管理分科会」という。)は、宇宙航空研究開発機構(旧 宇宙開発事業団、以下、「JAXA」という。)の外部諮問委員会として、1997 年 5 月に組織された。

それ以来、JAXA において認定され ISS に滞在する又は滞在予定の日本人宇宙飛行士及び候補者(以下、「ISS 搭乗宇宙飛行士」という。)の放射線被ばく管理に関し調査・検討を行い、平成 13 年 3 月に「国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士放射線被曝管理指針」(案)及びこれを作成するために行った調査・検討の結果等を報告書としてとりまとめた。現在、本指針を基に、JAXA の規程として「国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士被曝管理規程」(以下、「放射線被ばく管理規程」という。)が制定され、ISS 搭乗宇宙飛行士の被ばく管理が行われている。

現在の放射線被ばく管理規程は、国際放射線防護委員会(以下、「ICRP」という。)の 1990 年勧告(1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Adopted by the Commission on November 1990. Annals of the ICRP, Vol.21, Nos. 1-3(1990)、以下、「ICRP60」という。)に基づき検討し制定されたものである。今回、新たに ICRP において承認された、2007 年勧告(The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103. Annals of ICRP, Vol.37, Nos. 2-4 (2007)、以下、「ICRP103」という。)に基づき、調査・検討を行い、放射線被ばく管理規程の見直しについて審議を行った。

今回の放射線被ばく管理規程の見直しに当たっては、被ばく管理分科会メンバーのバックグラウンドを生かし、必要な調査・検討を進め、本報告書としてとりまとめたものである。

尚、本報告書に於いては、以下の用語を統一して使用している。

- ① 被ばく: JAXA 規程等の固有名詞の場合を除き、「被ばく」を使用している。
- ② 加重(Weighting): 社団法人日本アイソトープ協会から発行されている『国際放射線防護委員会の 1990 年勧告』(丸善、1991)では「荷重」と表記されているが、同協会から発行されている『ICRP Publication 103 国際放射線防護委員会の 2007 年勧告』(丸善、2009)での「加重」の表記に合わせた。
- ③ 実効線量: ICRP の刊行物では、実効線量は、放射線加重係数を使い、実効線量当量は、平均線質係数を使って評価するよう定義されている。しかし、本報告書では、これまでの被ばく管理規程の制定に係る検討との整合性を図るために、平均線質係数を用いて評価した値を「実効線量」として表記している。(参考 2 参照)

## 1. 放射線被ばく管理規程変更の考え方及び根拠

### 1.1. ICRP 103 の概要

#### (1) ICRP 103 の概要 (ICRP 60 との比較)

国の放射線審議会基本部会(平成 21 年 3 月 16 日)の配布資料「ICRP2007 年勧告及び国内法令等並びに ICRP1990 年勧告の比較について」を、別冊に示す。

#### (2) ICRP103 の放射線被ばく管理規程への取入れに係る検討事項

ICRP103 の取入れに係る検討事項を、表 1.1-1 に示す。

なお、本検討事項は、国の放射線審議会基本部会(平成 21 年 3 月 16 日)の配布資料「ICRP2007 年勧告の国内制度への取入れに係る検討事項について」を、参考に作成した。

表 1.1-1 ICRP103 の「放射線被ばく管理規程」への取入れに係る検討事項

検討事項	ICRP103 ※[]内は該当するパラグラフ番号	放射線被ばく管理規程及び関連する運用手順／方法等	検討内容														
新しい概念の整理・適用	<p>[176]本勧告は、以下の 3 つのタイプの被ばく状況における全ての線源及び放射線に被ばくする個人に適用される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計画被ばく状況 線源の計画的な導入、その運用により伴う状況であり、通常の被ばくと潜在被ばくに分けられる。</li> <li>・緊急時被ばく状況 計画被ばく状況において、悪意のある行為及び予想外の状況により起こり、望ましくない結果を回避又は減少するための緊急的な活動が必要となる状況。</li> <li>・現存被ばく状況 被ばく管理に関する決定が必要となる時点で、既に存在する被ばく状況であり、事故後に長期間受ける被ばくも含む。</li> </ul>	新しく導入されたこれら各被ばく状況に相当する概念については、検討されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくを分類し、それぞれどの被ばく状況に相当するか整理する。</li> <li>・ その上で、次項の放射線防護レベルの適用方法について議論する。</li> </ul>														
各種放射線防護レベルの適用	<p>[202]</p> <table border="1" data-bbox="428 838 1057 1140"> <tr> <td>線量限度</td> <td>線量拘束値及び参考レベル</td> </tr> <tr> <td colspan="2">職業被ばくからの個々の作業者の防護及び公衆被ばくからの代表的個人の防護</td> </tr> <tr> <td>計画被ばく状況における規制されている全ての線源からの被ばく</td> <td>あらゆる被ばく状況における単一線源からの被ばく</td> </tr> </table> <p>[198]線源関連の制約</p> <table data-bbox="428 1192 1057 1351"> <tr> <td>計画被ばく状況</td> <td>線量拘束値</td> </tr> <tr> <td>潜在被ばく</td> <td>リスク拘束値</td> </tr> <tr> <td>緊急被ばく状況</td> <td>参考レベル</td> </tr> <tr> <td>現存被ばく状況</td> <td>参考レベル</td> </tr> </table>	線量限度	線量拘束値及び参考レベル	職業被ばくからの個々の作業者の防護及び公衆被ばくからの代表的個人の防護		計画被ばく状況における規制されている全ての線源からの被ばく	あらゆる被ばく状況における単一線源からの被ばく	計画被ばく状況	線量拘束値	潜在被ばく	リスク拘束値	緊急被ばく状況	参考レベル	現存被ばく状況	参考レベル	<p>ISS 搭乗宇宙飛行士が受けるすべての放射線被ばくの合算値に適用する値として、「線量制限値」を設けている。線量制限値は、その値を超えないよう最大限の努力を求めるための基準値。その対象は、宇宙飛行による被ばくの他、宇宙飛行士の特有の医学検査による被ばく、宇宙飛行士訓練としての航空機での高々度飛行による被ばくも含める。(宇宙飛行士としての職業被ばくの範囲)</p> <p>なお、緊急時における被ばくは、線量制限値の対象外としている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 前項の被ばく状況の分類をもとに、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく防護に必要な各種防護レベルを検討する。</li> </ul>
線量限度	線量拘束値及び参考レベル																
職業被ばくからの個々の作業者の防護及び公衆被ばくからの代表的個人の防護																	
計画被ばく状況における規制されている全ての線源からの被ばく	あらゆる被ばく状況における単一線源からの被ばく																
計画被ばく状況	線量拘束値																
潜在被ばく	リスク拘束値																
緊急被ばく状況	参考レベル																
現存被ばく状況	参考レベル																

	<p>・線量拘束値及び参考レベルの概念は、防護における最適化のプロセス [229]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>状況</th><th>職業被ばく</th><th>公衆被ばく</th><th>医療被ばく</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計画被ばく</td><td>線量限度 線量拘束値</td><td>線量限度 線量拘束値</td><td>診断参考レベル<sup>c</sup> (線量拘束値<sup>d</sup>)</td></tr> <tr> <td>緊急時被ばく</td><td>参考レベル<sup>a</sup></td><td>参考レベル</td><td></td></tr> <tr> <td>現存被ばく</td><td>適用しない<sup>b</sup></td><td>参考レベル</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>a)長期間の復旧作業は、計画された職業被ばく b)長期間の復旧作業又は長期雇用による被ばくは、計画された職業被ばく状況 c)患者 d)付添者、介護者及び研究志願者</p>	状況	職業被ばく	公衆被ばく	医療被ばく	計画被ばく	線量限度 線量拘束値	線量限度 線量拘束値	診断参考レベル <sup>c</sup> (線量拘束値 <sup>d</sup> )	緊急時被ばく	参考レベル <sup>a</sup>	参考レベル		現存被ばく	適用しない <sup>b</sup>	参考レベル		<p>ISS 搭乗中の宇宙放射線被ばくについては、ISS 参加各極間の調整により、飛行中止レベル、管理目標値等の値を “Flight Rules”として定めている。これらは、軌道上の環境モニタの値に関連付けて運用されている。</p> <p>また、ISS 搭乗割当時の基準として、「水晶体及び皮膚の生涯組織線量制限値に対し 1.5Sv 以上、生涯実効線量制限値に対し 0.5Sv 以上、それぞれマージンを有すること」を設定しており、当該マージンのない場合は、搭乗割当時に詳細な評価を要する、としている。</p> <p>また、宇宙飛行士選抜時の基準として、20mSv/年を超える放射線業務従事歴があった場合は、適格とする前に評価を要する、としている。</p>									
状況	職業被ばく	公衆被ばく	医療被ばく																								
計画被ばく	線量限度 線量拘束値	線量限度 線量拘束値	診断参考レベル <sup>c</sup> (線量拘束値 <sup>d</sup> )																								
緊急時被ばく	参考レベル <sup>a</sup>	参考レベル																									
現存被ばく	適用しない <sup>b</sup>	参考レベル																									
確率的影響のリスク算定方法	<p>(がんのリスク)</p> <p>[65] LNT(直線閾値なし)モデルを維持</p> <p>[73] DDREF(線量・線量率効果係数)は 2 を維持 (遺伝的影響のリスク)</p> <p>[79]第 2 世代までの遺伝的リスクの推定値は、Gyあたり約 0.2% (名目リスク係数)</p> <p>[Table 1] <math>(10^{-2}/\text{Sv})</math></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">全集団</th> <th colspan="2">成人</th> </tr> <tr> <th>ICRP103</th> <th>ICRP60</th> <th>ICRP103</th> <th>ICRP60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>がん</td> <td>5.5</td> <td>6.0</td> <td>4.1</td> <td>4.8</td> </tr> <tr> <td>遺伝的影響</td> <td>0.2</td> <td>1.3</td> <td>0.1</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>5.7</td> <td>7.3</td> <td>4.2</td> <td>5.6</td> </tr> </tbody> </table>		全集団		成人		ICRP103	ICRP60	ICRP103	ICRP60	がん	5.5	6.0	4.1	4.8	遺伝的影響	0.2	1.3	0.1	0.8	全体	5.7	7.3	4.2	5.6	<p>生涯実効線量制限値を導出するためのリスク算定は、ICRP60 付属書 C の方法に則っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>DDREF: 2 (ICRP60[表 C-3])</li> <li>直線閾値なし</li> <li>相乗モデル</li> <li>過剰相対リスク係数 (ICRP60[表 C-1])</li> <li>最小潜伏期間: 白血病 2 年、それ以外 10 年 (ICRP60[C42])</li> <li>プラトー(被ばくリスクが現れている期間): 白血病 40 年、それ以外無限 (ICRP60[C42])</li> <li>自然がん死亡率: 日本人集団男女別 (1986) (ICRP60[C46,47])</li> <li>自然死亡率(全死因): スウェーデン (1986) (ICRP60[C52])</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICRP103 のリスク算定方法を検討する。</li> <li>当該方法を ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくに適用し、リスク算定を行い、確率的影響の防護のための防護レベル設定の基礎情報とする。</li> </ul>
	全集団		成人																								
	ICRP103	ICRP60	ICRP103	ICRP60																							
がん	5.5	6.0	4.1	4.8																							
遺伝的影響	0.2	1.3	0.1	0.8																							
全体	5.7	7.3	4.2	5.6																							

放射線防護で用いられる諸量	<p>(実効線量の適用)</p> <p>[153] ・最適な防護計画を策定するための予測的な(prospective)線量評価</p> <p>・線量限度を遵守しているのかを実証するため、又は線量拘束値(参考レベル)と比較するための遡及的な(retrospective)線量評価</p> <p>(実効線量の決定)</p> <p>[134] 実効線量は、reference person を用いて、男性及び女性の各臓器・組織が受ける平均の等価線量と組織加重係数に基づいて計算されたものであり、特定の被ばく条件は考慮されるが、個人差は考慮されない。</p> <p>(放射線加重係数)</p> <p>[112]</p> <table border="1" data-bbox="458 747 1087 1144"> <thead> <tr> <th></th><th>ICRP103</th><th>ICRP60</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>光子</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr> <td>電子・<math>\mu</math></td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr> <td>陽子</td><td>2</td><td>5</td></tr> <tr> <td>荷電パイ中間子</td><td>2</td><td>—</td></tr> <tr> <td><math>\alpha</math>、重イオン</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr> <td>中性子</td><td>エネルギーの連続関数</td><td>エネルギーに対してステップ関数</td></tr> </tbody> </table> <p>(組織加重係数)</p> <p>[112] 【組織】</p> <table border="1" data-bbox="440 1240 990 1400"> <thead> <tr> <th></th><th><math>W_T</math></th><th><math>\sum W_T</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>骨髄、結腸、肺、胃、<u>乳房</u>、 残りの臓器</td><td>0.12</td><td>0.72</td></tr> <tr> <td>生殖線</td><td>0.08</td><td>0.08</td></tr> </tbody> </table>		ICRP103	ICRP60	光子	1	1	電子・ $\mu$	1	1	陽子	2	5	荷電パイ中間子	2	—	$\alpha$ 、重イオン	20	20	中性子	エネルギーの連続関数	エネルギーに対してステップ関数		$W_T$	$\sum W_T$	骨髄、結腸、肺、胃、 <u>乳房</u> 、 残りの臓器	0.12	0.72	生殖線	0.08	0.08	<p>ICRP60 の組織加重係数及び線質係数(Q/L)を用いて計算される実効線量(当量)及び組織線量当量を ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線防護に用いることとしており、これらの値を各宇宙飛行士の被ばく履歴に記載している。</p> <p>なお、実効線量(当量)及び組織線量当量の算定には、数学ファントム(MIRD ファントム)を用いて計算されたフルエンス-線量換算係数を用いている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線防護に用いる諸量(特に被ばく管理運用の各場面で使用する量)について再検討を行う。また、当該量を算定するための具体的な方法についても検討を行う。</li> <li>再検討の結果、防護に用いる量を変更する場合、これまでの線量算定結果を再算定する必要があるかどうかについて検討を行う。</li> <li>ISS の高度では、大気密度が地上の10のマイナス12乗程度であり、「荷電パイ中間子」による被ばくの影響は無視できるため、今回の検討においては、「荷電パイ中間子」による影響を含めないものとする。</li> </ul>
	ICRP103	ICRP60																															
光子	1	1																															
電子・ $\mu$	1	1																															
陽子	2	5																															
荷電パイ中間子	2	—																															
$\alpha$ 、重イオン	20	20																															
中性子	エネルギーの連続関数	エネルギーに対してステップ関数																															
	$W_T$	$\sum W_T$																															
骨髄、結腸、肺、胃、 <u>乳房</u> 、 残りの臓器	0.12	0.72																															
生殖線	0.08	0.08																															

	<p>膀胱、肝臓、食道、甲状腺      <u>0.04</u>      0.16      骨表面、脳、唾液腺、皮膚      0.01      0.04      (下線の部分が ICRP60 からの変更点)</p> <p>(運用上の線量)      [B152] 線量当量(<math>H=Q \cdot D</math>)を定義。      Q(L)は、ICRP60 と同一。</p> <p>[Table B.5]外部被ばくに対する運用上の線量</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th><th colspan="2">運用上の線量</th></tr> <tr> <th>環境モニタ</th><th>個人線量モニタ</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実効線量管理</td><td>周辺線量当量 <math>H^*(10)</math></td><td>個人線量当量 <math>H_p(10)</math></td></tr> <tr> <td>皮膚、手足、水 晶体の各線量 管理</td><td>方向性線量当量 <math>H'(0.07, \Omega)</math></td><td>個人線量当量 <math>H_p(0.07)</math></td></tr> </tbody> </table> <p>[B199]線量換算係数の算定には、MIRD ファントムに代わり、Voxel-based reference phantom の使用を示唆。</p>		運用上の線量		環境モニタ	個人線量モニタ	実効線量管理	周辺線量当量 $H^*(10)$	個人線量当量 $H_p(10)$	皮膚、手足、水 晶体の各線量 管理	方向性線量当量 $H'(0.07, \Omega)$	個人線量当量 $H_p(0.07)$		
	運用上の線量													
	環境モニタ	個人線量モニタ												
実効線量管理	周辺線量当量 $H^*(10)$	個人線量当量 $H_p(10)$												
皮膚、手足、水 晶体の各線量 管理	方向性線量当量 $H'(0.07, \Omega)$	個人線量当量 $H_p(0.07)$												
正当化 (正当化されない被ばく)	<p>[203]正当化の原則:放射線被ばくの状況を変化させるようなあらゆる決定は、害よりも多くの益を生じるべきである。</p> <p>[208]正当化を判断する責任は、通常は政府又は国の当局(national authorities)にある。</p>	<p>規程策定時において、ISS 搭乗による便益とリスクの議論は行っていない。      (報告書の全文に、「我々は有人宇宙開発の意義に関しては見解を示していない。本報告書は我々が放射線関連諸分野の視点から容認可ないしは耐容可と考えているものと理解いただきたい。」と記載されている。)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分科会として、ISS 搭乗の正当化に関する議論を行う必要があるか、又は、他で行われた当該議論の結果を確認すべきか議論が必要。</li> </ul>											

## 1.2. 被ばく状況の分類と適用する線量制限の考え方

ICRP103では、被ばく状況により適用する線量制限についても分類されていることから、宇宙放射線によるISS搭乗宇宙飛行士の被ばくに係る被ばく状況について整理を行った。

### (1) ICRP103での考え方

ICRP60では、被ばくの観点から人間活動を、『行為』(被ばくを全体的に増加させる活動)と『介入』(被ばくを全体的に減少させるための活動)(ICRP60の106項)に区分し、放射線防護の原則の適用を、表 1.2-1の通り整理していた。

表 1.2-1 行為と介入における放射線防護原則の適用

原則	行為	介入
防護の正当化	適用	適用
防護の最適化	適用	適用
個人の線量限度適用	適用	適用しない

これに対して、ICRP103では、被ばくについて表 1.2-2の3つの被ばく状況のタイプを示した(ICRP103の176項)。更に、行為と介入のように異なった放射線防護原則ではなく、1組の基本的な原則を、3つの被ばく状況のタイプに適用すること(表 1.2-3)をICRP103の特徴としている(ICRP103の203項)。

表 1.2-2 ICRP103 の被ばく状況のタイプ

被ばく状況	解説
計画被ばく	線源の意図的な導入と運用を伴う状況である。 ・発生が予想される被ばく(通常被ばく)と発生が予想されない被ばく(潜在被ばく)の両方を生じさせことがある。(176項) ・被ばくが生じる前に放射線防護を前もって計画することができる状況、及び被ばくの大きさと範囲を合理的に予測できるような状況である。(253項) ・計画被ばくの状況の設計と展開においては、通常の操業条件からの逸脱の結果生じるかもしれない潜在被ばくを適切に考慮すべきである。(254項)
緊急時被ばく	計画された状況を運用する間に、もしくは悪意ある行動から、あるいは他の予想しない状況から発生する可能性のある好ましくない結果を避けたり減らしたりするための緊急の対策を必要とする状況である。(176項)
現存被ばく	管理について決定しなければならないとき、既に存在する、緊急事態の後の長期被ばく状況を含む被ばく状況である。(176項)

表 1.2-3 ICRP103 の放射線防護原則の適用

	計画被ばく	緊急時被ばく	現存被ばく	備考
正当化の原則	適用	適用	適用	線源関連
防護の最適化の原則	適用	適用	適用	線源関連
線量限度の適用の原則	適用	適用しない (注1)	適用しない (注1)	個人関連

(注1)最適化手法の大幅に不公平な結果を回避するため、特定の線源からの個人に対する線量又はリスクに制限(線量拘束値又はリスク拘束値、及び参考レベル)があるべきである(ICRP103の203項)。

## (2) 宇宙放射線による被ばく状況の整理について

### ① ICRP103における記述

ICRP103では、航空機及び宇宙空間における被ばくについて、以下の記述があるが、被ばく状況については明示されていない。

「宇宙旅行における被ばくのような、線量が顕著に高くなることがあり、あるタイプの管理が正当化されるような宇宙線被ばくの例外的な場合については、このタイプの被ばくを生じうる特別なタイプの状況を考慮して、別に扱うべきである(ICRP103の190項)。」

### ② IAEA「International Basic Safety Standards (BSS) for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (Draft 4.0)」における記述<sup>1</sup>

#### 「5. EXISTING EXPOSURE SITUATIONS

(c) Exposure due to natural sources, including:

(iv) Exposure of aircrew and space crew to cosmic radiation.」

### ③ 宇宙放射線による被ばく状況の整理

BSSドラフト版の状況及びICRP103における下記の記述より、ISS搭乗宇宙飛行士の宇宙放射線被ばく(宇宙飛行による被ばく及び高高度での航空機操縦訓練による被ばく)は、現存被ばく状況として整理することが妥当と考える。

○計画被ばくが「線源の意図的な導入」を伴うのに対して、現存被ばくは線源が「既に存在する」とされている。この点では、宇宙飛行士の宇宙放射線被ばくは、後者にあたる。

<sup>1</sup> なお、現在はIAEAより中間報告版(Interim Edition)として以下のものが公開されている。被ばく状況の整理については、Draft4.0からの変更はない。

Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards – Interim Edition General Safety Requirements Part 3 Series No. GSR Part 3 (Interim), published Thursday, November 03, 2011

なお、管理規程に記載のあるISS搭乗宇宙飛行士が受けるそれ以外の被ばく、すなわち、地上における放射線業務による被ばく、ISS搭乗宇宙飛行士特有の医学検査による被ばくについては、計画被ばくとして位置付ける。

### (3) 適用すべき線量制限について

#### ① ICRP103での適用の概要

ICRP103では、被ばく状況と被ばくのカテゴリーに応じて適用する線量制限について、表1.2-4のように整理している。

表 1.2-4 防護体系に用いられる線量拘束値と参考レベル

被ばく状況の タイプ	被ばくのカテゴリー		
	職業被ばく	公衆被ばく	医療被ばく
計画被ばく	線量限度 線量拘束値	線量限度 線量拘束値	診断参考レベル <sup>d)</sup> (線量拘束値) <sup>e)</sup>
緊急時被ばく	参考レベル <sup>a)</sup>	参考レベル	— <sup>b)</sup>
現存被ばく	— <sup>c)</sup>	参考レベル	— <sup>b)</sup>

- a) 長期的な回復作業は、計画された職業被ばくの一部
- b) 該当なし
- c) 長期的な改善作業や、影響を受けた場所での長期的雇用によって生じる被ばくは、たとえその線源が“現存する”としても計画職業被ばくの一部として扱うべきである。
- d) 患者
- e) 介助者、介護者及び研究における志願者

#### ② 宇宙放射線被ばくに適用する線量制限について

##### (ア) ISS搭乗宇宙飛行士の被ばくのカテゴリーについて

ISS搭乗宇宙飛行士が受ける宇宙放射線被ばくについては、ICRP103を踏まえ、職業被ばくとして取り扱う。

また、それ以外の被ばく(地上における放射線業務による被ばく、宇宙飛行士特有の医学検査による被ばく)についても、職業被ばくとして取り扱う。

以上、ISS搭乗宇宙飛行士が受ける被ばくについて、表 1.2-5の通り、被ばく状況及び被ばくのカテゴリーに分類する。

表 1.2-5 宇宙飛行士が受ける被ばく状況及び被ばくのカテゴリー

	被ばく状況	被ばく
ISS搭乗宇宙飛行による放射線被ばく	現存被ばく	職業被ばく
ISS搭乗宇宙飛行の緊急時の活動による放射線被ばく	緊急時被ばく	職業被ばく

ISS搭乗宇宙飛行士に特有の 医学検査による放射線被ばく	計画被ばく	職業被ばく
航空機による高々度飛行訓練 における放射線被ばく	現存被ばく	職業被ばく
地上における放射線業務によ る放射線被ばく	計画被ばく	職業被ばく
その他被ばく管理責任者が必 要と認めた放射線被ばく	計画被ばく	職業ひばく

#### (イ) 宇宙飛行士に適用する線量制限値について

宇宙放射線による被ばくは、「現存被ばく」における「職業被ばく」になるが、表3.2-4の注意書きのc)項を参考に、線量制限については、「計画職業被ばく」として取り扱い、線量限度、線量拘束値をもって管理する。

現在、宇宙飛行士の被ばく管理に用いる各種の制限値については、その趣旨に照らせば、表 1.2-6の通りICRP103における線量限度、線量拘束値に近い概念の制限値であると考えられることから、今後も当該制限値をもって宇宙飛行士の被ばく管理を継続する。

また、「緊急時被ばく」には、線量制限値は適用しないものとする。

表 1.2-6 宇宙飛行士の被ばく管理に用いる各種制限値の ICRP103 上の整理

	整理	備考
放射線被ばく管理規程		
線量制限値	線量限度	<ul style="list-style-type: none"> <li>表1.2-5の6種類の被ばくのうち、「緊急時被ばく」を除く5種類の「現存被ばく」及び「計画被ばく」の合計値であり、概念としては線量限度に近い制限値である。</li> <li>策定時には、「超えないよう努める」値として定義。</li> <li>「緊急時被ばく」には、線量制限値は適用しない。</li> <li>「規制のための線量限度は、国際的な勧告を考慮に入れて、規制当局によって定められ、…適用される。(ICRP103の204項)」について整理が必要。</li> </ul>
国際基準(Flight Rules)		
管 理 目 標 値 (mission reference exposure action levels)	線量拘束値	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISS滞在中の宇宙飛行士の被ばくに関するものであり、線量制限値を超えないようにする目的で設定され、防護の最適化のプロセスで使用されるものである。</li> <li>尚、国際共通被ばく制限値は、「飛行中止レベルの値」として合意されているが、ISSに重大な事故や故障等が発生し、ISSの維持の又はISS搭乗宇宙飛行士の健康障害を防止するための緊急の対策が必要な場合には、緊急時の対応として当該制限値は適用しない。</li> </ul>
国際共通被ばく制 限値(joint exposure limit)		

### 1.3. 防護に用いる諸量の考え方

現在 ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線防護に用いている諸量について、ICRP103 における変更点を確認した結果を、表 1.3-1(真ん中の欄)に示す。

これらの変更を受け、今後用いる諸量の見直しの方針について検討した結果を、表 1.3-1(右側の欄)に示す。

結果の概要は以下の通り。

- ・ 現状の被ばく管理で用いている数値等について、ICRP103 で見直されたものについては、今後は当該見直された数値を用いる。
- ・ 「実効線量」等、ICRP103 においても、ICRP60 の方針を引き継いでいる量については、今後も継続して利用する。

表 1.3-1 放射線防護に用いる諸量に係る現状、ICRP103における変更点及び今後の用いる量

現在被ばく管理に用いている量	ICRP103における変更点	ICRP103を基に用いる量															
<b>A.被ばく量を制限するための量</b>	<b>A.被ばく量を制限するための量</b>	<b>A.被ばく量を制限するための量</b>															
<b>A1.JAXA 放射線被ばく管理規程に定められた線量制限値</b>	<b>A1.JAXA 放射線被ばく管理規程に定められた線量制限値</b>	<b>A1.JAXA 放射線被ばく管理規程に定められた線量制限値</b>															
(1) 生涯実効線量制限値	(1) 生涯実効線量制限値 ・リスク算定方法等が変更になった。	(1) 生涯実効線量制限値 新勧告においても、実効線量を用いて確率的影響のリスクを管理する(154 項)方針に変更はないため、現規程と同様「生涯実効線量制限値」を用いる。 なお、リスク算定方法等が変更になったため、制限値の再評価を行い見直すこととする。															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>初めて宇宙飛行を行った年齢</th><th>男性 (Sv)</th><th>女性 (Sv)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>27~29</td><td>0.6</td><td>0.6</td></tr> <tr> <td>30~34</td><td>0.9</td><td>0.8</td></tr> <tr> <td>35~39</td><td>1.0</td><td>0.9</td></tr> <tr> <td>40 以上</td><td>1.2</td><td>1.1</td></tr> </tbody> </table>	初めて宇宙飛行を行った年齢	男性 (Sv)	女性 (Sv)	27~29	0.6	0.6	30~34	0.9	0.8	35~39	1.0	0.9	40 以上	1.2	1.1	(2) 組織等価線量制限値 ・「(A80 項)最近の研究は、眼の水晶体が従来考えられていたものよりももっと放射線感受性が高いかもしれないことを示唆している。」 ・白内障、心臓・循環器系障害に対する線量限度に関する ICRP のステートメント(ICRP ref. 4825-3093-1464)において、水晶体に関する新たな被ばく管理の考え方方が提示された。	(2) 組織等価線量制限値 生涯実効線量制限値を超えないように最大限の努力をした上で、確定的影響を回避するため、今後も組織等価線量制限値を用いる。 なお、制限値の妥当性については今後審議を行うこととなるが、特に眼の水晶体に係る記載については、最新の知見・データに基づき見直すこととする。
初めて宇宙飛行を行った年齢	男性 (Sv)	女性 (Sv)															
27~29	0.6	0.6															
30~34	0.9	0.8															
35~39	1.0	0.9															
40 以上	1.2	1.1															
(3) 放射線加重係数及び線質係数 上記(1)及び(2)の量について、ICRP60 の放射線加重係数、線質係数(宇宙飛行における放射線被ばくに係るものに限る参考 <sup>2</sup> )及び組織加重係数を用いて計算する。	(3) 放射線加重係数、線質係数及び組織加重係数 ・放射線加重係数(表 3.3-1、図 3.3-1)及び組織加重係数(表 3.3-2)が変更された参考 <sup>3</sup> 。 ・線質係数 Q(L)の変更はない(図 3.3-2)参考 <sup>4</sup> 。 ・「(124 項)重荷電粒子に対して単一の $W_R$ 値 20 を選択することは、保守的な推定値であり、放射線防護の一般的な適用には十分である。これらの粒子が人体の総線量に著しく寄与する宇宙での適用に対しては、より現実的なアプローチを用いなければならないかもしれない。」参考 <sup>5</sup>	(3) 放射線加重係数、線質係数及び組織加重係数 ・宇宙飛行士における放射線被ばく以外については、変更された放射線加重係数及び組織加重係数を用いる。 ・過去の本分科会での議論及び新勧告における記載(124 項)を踏まえ、宇宙飛行における放射線被ばくについては、ICRP103 の「線質係数 Q(L)」を用いる。															

現在被ばく管理に用いている量	ICRP103における変更点	ICRP103を基に今後用いる量												
<p><b>A.被ばく量を制限するための量</b></p> <p><b>A2. ISS の飛行運用基準(Flight Rules)に定められた線量制限値</b></p> <p>(1) 国際共通被ばく限度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>被ばく期間</th><th>骨髄 (Sv)</th><th>水晶体 (Sv)</th><th>皮膚 (Sv)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 日間</td><td>0.25</td><td>1.0</td><td>1.5</td></tr> <tr> <td>年間</td><td>0.5</td><td>2.0</td><td>3.0</td></tr> </tbody> </table> <p>「確定的影響について安全側の評価ができる」ことを理由に、ICRP60の線質係数 <math>Q(L)</math> を使用することとしている。</p> <p>(2) ミッション参考被ばく量アクションレベル</p> <p>ミッション参考被ばく量(MRE) : ISS 搭乗中の宇宙飛行士の搭乗開始からの累積線量(NASA 計測器の読み值に船外活動時の線量を加えたもの／吸収線量)。</p> <p>アクションレベル: 各ミッションで定義される予測値の最大値に 5mGy を加えたもの。</p>	被ばく期間	骨髄 (Sv)	水晶体 (Sv)	皮膚 (Sv)	30 日間	0.25	1.0	1.5	年間	0.5	2.0	3.0	<p><b>A.被ばく量を制限するための量</b></p> <p><b>A2. ISS の飛行運用基準(Flight Rules)に定められた線量制限値</b></p> <p>(1) 国際共通被ばく限度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 線質係数 <math>Q(L)</math> の変更はない。</li> <li>・ (A77)組織反応が極めて重要な場合に <math>Q</math> もしくは <math>W_R</math> の値を用いると、高 LET 放射線に伴うリスクを過大評価する結果となるであろう。</li> </ul> <p>(2) ミッション参考被ばく量アクションレベル</p>	<p><b>A.被ばく量を制限するための量</b></p> <p><b>A2. ISS の飛行運用基準(Flight Rules)に定められた線量制限値</b></p> <p>(1) 国際共通被ばく限度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ A1.(2)と同様今後も「国際共通被ばく限度」を用いる。</li> <li>・ 現時点では、運用上の問題がないため、線量は ICRP103 の線質係数 <math>Q(L)</math> を用いて安全側で評価する。</li> <li>・ 但し、国際動向を踏まえ、必要に応じて本分科会で追加審議を行う。(NCRP は、宇宙飛行士の確定的影響の限度に係る線量評価については、RBE を用いる旨勧告。)</li> </ul> <p>(2) ミッション参考被ばく量アクションレベル</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運用上の問題がないため、当該アクションレベルを用いる。</li> </ul>
被ばく期間	骨髄 (Sv)	水晶体 (Sv)	皮膚 (Sv)											
30 日間	0.25	1.0	1.5											
年間	0.5	2.0	3.0											

現在被ばく管理に用いている量	ICRP103における変更点	ICRP103を基に今後用いる量
<p><b>B.被ばく量の計測／評価に用いる量</b></p> <p><b>B1. ISS内の放射線環境の計測量</b></p> <p>(1) ミッション参考被ばく量(前述)</p> <p><b>B2. 宇宙飛行に係る個人線量</b></p> <p>(1) 実効線量</p> <p>(2) 組織等価線量(骨髄、皮膚、水晶体、精巣)</p> <p>(評価方法)</p> <p>ミッション中:</p> <p>NASA 計測器の値から、個人のおおよその滞在場所・時間を考慮して換算。線質係数 <math>Q(L)</math>を用いる。</p> <p>帰還後:</p> <p>JAXAの個人線量計の値(吸収線量)から、個人のおおよその滞在場所・時間を考慮して換算。線質係数 <math>Q(L)</math>を用いる。</p> <p><b>B3. 宇宙飛行以外の個人線量</b></p> <p>(1) 実効線量</p> <p>(2) 組織等価線量(骨髄、皮膚、水晶体、精巣)</p>	<p><b>B.被ばく量の計測／評価に用いる量</b></p> <p><b>B1. ISS内の放射線環境の計測量</b></p> <p>(1) ミッション参考被ばく量(前述)</p> <p><b>B2. 宇宙飛行に係る個人線量</b></p> <p>(1) 実効線量</p> <p>(2) 組織等価線量(骨髄、皮膚、水晶体、精巣)</p>	<p><b>B.被ばく量の計測／評価に用いる量</b></p> <p><b>B1. ISS内の放射線環境の計測量</b></p> <p>(1) ミッション参考被ばく量(前述)</p> <p><b>B2. 宇宙飛行に係る個人線量</b></p> <p>(1) 実効線量</p> <p>(2) 組織等価線量(骨髄、皮膚、水晶体、精巣)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 線量制限値との比較のため、当該臓器組織の現在の線量を用いる。</li> </ul> <p><b>B3. 宇宙飛行以外の個人線量</b></p> <p>(1) 実効線量</p> <p>(2) 組織等価線量(骨髄、皮膚、水晶体、精巣)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 線量制限値との比較のため、当該臓器組織の現在の線量を用いる。</li> <li>・ なお、現在使用している数値(例えば、1回のレントゲン撮影の被ばく量、高高度飛行機操縦訓練時の単位時間の被ばく量等)については、並行して精査する。</li> </ul>

現在被ばく管理に用いている量	ICRP103における変更点	ICRP103を基に今後用いる量
<p><b>C. その他</b></p> <p>(1) 実効線量の評価に用いる「フルエンスー被ばく線量換算係数」の計算に使用するファントム(コンピュータ解析用の人体モデル)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主に MIRD タイプのファントムを使用。</li> </ul>	<p><b>C. その他</b></p> <p>(1) 実効線量の評価に用いる「フルエンスー被ばく線量換算係数」の計算に使用するファントム(コンピュータ解析用の人体モデル)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標準ファントムとして、ボクセルファントムの一種である Voxel-based reference phantom を使用していると記載。</li> </ul>	<p><b>C. その他</b></p> <p>(1) 実効線量の評価に用いる「フルエンスー被ばく線量換算係数」の計算に使用するファントム(コンピュータ解析用の人体モデル)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実効線量の評価に使用する「フルエンスー被ばく線量換算係数」の計算においては、ボクセルファントムを用いる。</li> <li>・ 具体的には、現在、ICRP の第 2 専門委員会と第 4 専門委員会との合同で作られたタスクグループがまとめている平均線質係数に基づいた線量換算係数及び ICRP116 の線量換算係数等に示されている値を用いる。</li> <li>・ 当該線量換算係数は、実効線量、等価線量の概念で、放射線加重係数を線質係数に変え、ボクセルファントム・PHITS コード等を用いて計算した結果を評価検討したものである。</li> <li>・ 当該線量換算係数には、幅広いエネルギー範囲の中性子、荷電 <math>\pi</math> 粒子、及び 原子番号が 1 ~ 28 までの荷電粒子照射に対する値が掲載される予定。</li> </ul>

## 1.4. 線量制限の見直し

### (1) 基本方針

- ・放射線被ばく管理規程の生涯実効線量制限値の策定にあたっては、ICRP60 のリスク算定方法を踏襲し、想定されるISS搭乗宇宙飛行士の飛行機会を被ばく期間として各種損害を評価し、許容できる線量レベルを決定した経緯がある。
- ・ICRP103 の取り入れに際しては、上記の損害を、ICRP103 に記載される算定方法に基づき再評価する。

### (2) ICRP103 に基づくリスク算定

#### ① 確率的影響のリスク算定に用いた属性

標記 6 属性を、以下に示す。

- 
- (ア) 寄与生涯がん死亡確率 (%)
  - (イ) 非致死がんからの加重された寄与 (%)
  - (ウ) 遺伝的影響からの加重された寄与 (%)
  - (エ) 総合損害(上記 3 属性の合計) (%)
  - (オ) 寄与死亡が生じたときの損失期間(年)
  - (カ) 被ばく開始年齢における平均余命損失(年)
- 

#### ② ICRP60 と ICRP103 との相違点

①項で示した 6 属性について、ICRP60 に基づくリスク算定方法の概要を、表 1.4-1 の左欄に、ICRP103 に基づくリスク算定方法を同右欄に、それぞれ対比して示す。

ICRP103 の特徴としては、「がん死亡率」ではなく「がん罹患率」に基づく予測モデルを採用している点や、非致死の寄与評価に用いる係数 (ICRP103 では、 $q_T$ :調整された致死割合、とされる) の見直しがなされたことなどが挙げられる。

ICRP103 の表 A.4.4 には、「がんと遺伝性影響に対する損害で調整された名目リスク係数」が、ICRP60 との対比形式で記載されている。(表 1.4-2 に示す。)

表 1.4-1 確率的影響のリスク評価に用いる属性の計算方法と算定条件

	ICRP60に基づく宇宙放射線被ばく管理分科会報告書 (平成13年)	ICRP103（付属書A4に基づく）
①寄与生涯がん死亡確率(%)	寄与生涯がん死亡確率 ・無条件年死亡確率 <sup>1</sup> の年齢積分[C25]	寄与がん死亡確率 = がん罹患率 × q 致死割合:q[A146] (固形がんについては、表A4.1の各部位のがん致死割合に名目リスク係数(R)を重み付けして算出 <sup>2</sup> )
	予測モデル：(がん死亡に関する)相乗リスクモデル [ICRP60本文の(80)項]	予測モデル：(がん罹患率に関する)モデル[固形がん ERR(Excess Relative Risk:過剰相対リスク)モデル[表A4.6] EAR(Excess Absolute Risk:過剰絶対リスク)モデル [表A4.7] ] ⇒D.L.Preston, et al. Radiation research 168 pp1-64 (2007)に、固形がん罹患率のERR及びEARリスクモデルの固形がん罹患率パラメータの記載があり、ICRP103はこの論文を引用しているが、罹患率パラメータは、論文の値とすべて一致しているわけではない <sup>2</sup> [A111]。白血病は D. L. Preston, et al. Radiation research 137 S68-S97(1994)を引用しており、EARリスクモデルに基づいている <sup>3</sup> [A112]。
	無条件年死亡確率[表C-3] ・過剰相対リスク係数(LSS11)[表C-1] ・自然がん死亡率(日本人男女年齢別モデル)[C46~47] ・自然死亡率(全死因)(スウェーデン 1986)[表C-2]	自然がん罹患率データ:日本人のがん罹患率のデータ 国立がんセンターがん対策センターのがん罹患率データを使用する。 自然死亡率(全死因):日本人の年齢別性別の死亡率データ 総務省統計局 日本統計年鑑 2007年データを使用する。
	リスクの転換モデルは適用しない。	リスクの転換モデルの適用⇒適用しない。
②非致死がんから の加重された寄与 (%)	①×20%[本文(154)項] ⇒非致死がんの発生確率に致死割合を加重したもの	非致死割合:1-q QOLを調整する係数:q <sub>T</sub> =(1-q <sub>min</sub> )q+q <sub>min</sub> (調整された致死割合)[A144] 非致死がんの寄与 = 名目リスク係数(R) × (1-q) × q <sub>T</sub> (固形がんについては、表A4.1の各部位のがん致死割合に名目リスク係数を重み付けして算出 <sup>2</sup> )
③遺伝的影響から の加重された寄与 (%)	①×20%[本文(154)項] ⇒ICRP60の(154)項では、作業者の死亡率の20%であると推定されると記載されている。	⇒ICRP103A6に遺伝的リスク計算方法の記述がある。[A268]、[A269]項には遺伝的世代の取扱が記述されている。疫学的データとして遺伝の影響は出でていないが、マウス動物実験から評価している。ICRP103は第2世代まで評価している。(遺伝的リスクの評価式を式(1) <sup>4</sup> に示す。) 遺伝的疾患の致死率は0.8と評価[A123]
④総合損害(%)	①+②+③[本文(155)項]	①+②+③
⑤寄与死亡が生じたときの損失期間 (年)	正常の平均余命と無条件年死亡確率から計算[C27] (被ばくの無い集団の各年齢の平均余命と、モデルを用いた計算による被ばくによる年齢ごとの寄与がん死亡確率の積和で計算)	—(ICRP103には記載なし) ⇒総務省統計局 Web: 日本統計年鑑の第2章人口・世帯(2007年データ)に日本人の年齢別性別の平均余命のデータがある。 <u>この平均余命データと、被ばくによる年齢ごとの寄与がん死亡確率より損失期間を算出する。</u>
⑥被ばく開始年齢における 平均余命損失(年)	①×⑤で求める。[C28]	—(ICRP103には記載なし) ⇒①×⑤で求める。

注 \*1: 条件付年死亡確率：到達年齢において、被ばくした人個人が生存している場合に、その年齢で死亡する確率

無条件年死亡確率：上記に、各年齢に達する確率も考慮に加えた場合の確率 (ICRP60:C4.1～4.2)

\*2: 全固体がんのパラメータは Radiation research の論文と一致するが、胃がん、結腸、肝臓等の組織の罹患率は ICRP103 と Radiation research の論文のパラメータが一致しない。

\*3: ICRP103 の[A120]によると慢性リンパ性白血病を除く白血病と多発性骨髄腫は、骨髄のカテゴリーに含めている。従って、白血病の致死率は骨髄のデータを用いる。

\*4: ICRP103 による遺伝性疾患の放射線リスクの評価方法(UNSCEAR 2001 を使用。)

$$\text{単位線量あたりのリスク} = P \times [1/DD] \times MC \times PRCF \quad [\text{付属書 4.6 Box A.2}] \quad -(1)\text{式}$$

P :ヒトの集団の遺伝性疾患のベースライン頻度(遺伝のクラスごと)[表 A.6.1 の右欄]

DD : (遺伝的)倍加線量(1世代に自然発生突然変異をおこすのと同数の突然変異を誘発する線量)マウスの実験データから評価: I Gy [A215]

MC : 突然変異のうち、遺伝性疾患に関連する割合:0.02 を使用する。

厳密な定義は  $MC = [\Delta P/P]/[\Delta m/m]$ 、P は遺伝性疾患のベースライン頻度、 $\Delta P$  は突然変異率の変化 $\Delta M$ による遺伝的疾患Pの変化、mは自然突然変異率[A234]

PRCF: 様々なクラスの生殖系突然変異は、胚／胎児の発育完了を可能とする能力の違いを通して、生児出生の子供において様々な程度の回収可能性を示すであろうという知識を考慮した一組の係数で、以下を使用する。

メンデル性遺伝(常染色体優性、X 染色体連鎖)PRCF=0.15–0.3 (上下限値) [A242]

常染色体劣性 PRCF=1 [A243]

慢性疾患 PRCF= 0.02–0.09 (上下限値) [A245]

先天異常 PRCF=1 [A246]

表 1.4-2 がんと遺伝的影響に対する損害で調整された名目リスク係数\* ( $10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ )

被ばく集団	全集団		就労集団 (年齢: 18–64 歳)	
	ICRP 勧告	ICRP103	ICRP60	ICRP103
がん	<u>5.5</u>	6.0	<u>4.1</u>	4.8
遺伝的影響	<u>0.2</u>	1.3	<u>0.1</u>	0.8
合計	<u>5.7</u>	7.3	<u>4.2</u>	5.6

$$* Rq + R(1-q)((1-q_{min})q + q_{min})$$

R :名目リスク係数(1万人当たり1Sv当たりの症例数)

q :致死率

$q_{min}$ : 非致死がんに対する最小の加重

なお、上記名目リスク係数は、それぞれの勧告に基づく計算方法により計算されている。

### (3) 線量制限値設定の考え方

現放射線被ばく管理規程では、ICRP60 を基に、以下の考え方により「生涯実効線量制限値」を設定した。

- ① 確率的影響のリスク算定は、「全固形がん」と「白血病」についてそれぞれ相乗（以下、「ERR」という。）モデルにより、寄与年がん死亡率を求め、(2)①項の6属性について算定した。
- ② 上述した6つの属性のうち、最も重要かつ、直裁的な表現で理解しやすいと考えられるものは寄与生涯がん死亡確率であり、その他の属性はそれに係数を乗じ、又はその算定の過程において派生して算定できるものであるから、主として寄与生涯がん死亡確率を用いて線量制限値を設定することとし、「遺伝的影響からの加重された寄与」を含む、その他の5つの属性についても算定し、その値を確認することとする。
- ③ 線量制限値の設定にあたり、採用する寄与生涯がん死亡確率のレベルについては、約3%を用いることとする。尚、本寄与生涯がん死亡確率のレベルは、ICRP60において「許容可（tolerable）」と示唆されている値（3.6%）より低く、National Council on Radiation Protection and Measurements（以下、「NCRP」という。）98及びNCRP132で採用されている3%と同様な値である。
- ④ 個々の被ばく条件（ISS搭乗間隔の短縮やISS飛行以外の被ばく等）によっては、寄与生涯がん死亡確率（3%）を超えることが考えられるが、その場合でも、NCRPの考え方と同様に、日本人の致死がんの自然リスクの1/6でありICRP60において「容認可能」と示唆される、5%を上回らないことを確認する。

今回の検討においても、ICRP60 に基づく前回の検討と同様に、ISS 搭乗宇宙飛行士の搭乗間隔・回数のモデルを設定し、このモデルでの被ばく条件により、前述した 6 つの属性について算定し、寄与生涯がん死亡確率のレベルが約 3%となる被ばく線量を、制限値として設定することが適当と考える。

また、ISS 搭乗宇宙飛行士選抜前の被ばくも考慮したリスク計算例（初宇宙飛行以前に毎年継続的に 20mSv/年の被ばくがあった場合）について、制限値に相当する寄与生涯がん死亡確率を算定し、当該リスクが 5%を上回らないことを合わせて確認する。

### (4) 確率的影響のリスク算定の方法

ICRP103 に基づく確率的影響のリスク算定の流れを、図 1.4.-1 に示す。

今回の算定においては、ICRP103 において提示されている、ERR モデル、相加（以下、「EAR」という。）モデル及び ERR モデルと EAR モデルの算定結果（以下、それぞれ「ERR 算定」と「EAR 算定」という。）を加重平均して算定した結果（以下、「ERR&EAR 調整」という。）についてまとめている。

また、算定に用いるデータの詳細は、以下のとおり。

① 自然死亡率(全死因)及び平均余命

日本人の年齢別性別の死亡率及び平均余命については、「総務省統計局日本統計年鑑」の「第 20 回生命表」(2005 年)のデータを用いる。

② 自然がん死亡率、自然がん罹患率

国立がん研究センターがん対策情報センターの地域がん登録全国推計によるがん死亡データ及びがん罹患データ(1975 年～2005 年)の全国年齢階級別推定死亡率(対人口 10 万人), 部位, 性, 診断年別のデータを用いる。

なお、今回の計算においては、ISS 搭乗宇宙飛行士の線量制限値を寄与生涯がん死亡確率に基づいて設定することを目的としているため、算定の対象として、「全固形がん」及び「白血病」を用いている。

③ 潜伏期間

がん罹患及び死亡の被ばく後の最小潜伏期間は、BEIR-VII の解析等において、「固形がん 5 年」、「白血病 2 年」が用いられているため、潜伏期間は「全固形がん」5 年、「白血病」2 年としている。

④ ERR モデルと EAR モデルの加重平均システム

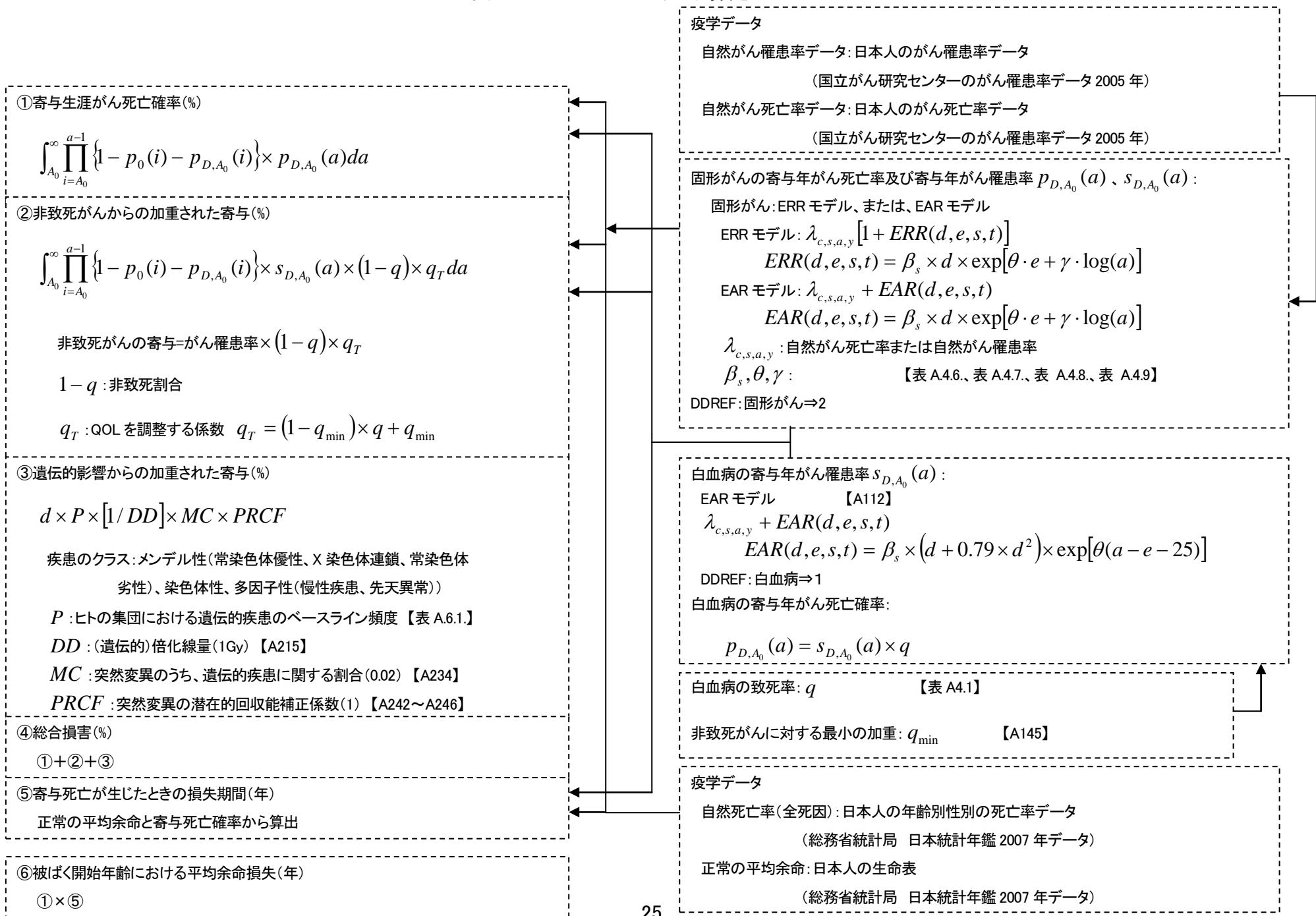
「白血病」のがん罹患のリスク予測モデルは、EAR モデルにより算定できるが、「固形がん」については、ERR モデルと EAR モデル、それぞれで算定できる。ICRP103 では、固形がんについては、ERR モデルと EAR モデルの加重平均システムがあり、「乳房」、「肺」、「皮膚」、「甲状腺」を除いて、ほとんどの部位は、両モデルの加重割合が 50% となっている。

このため、今回の実効線量制限値の設定では、「白血病」については EAR モデルで算定した結果を、「全固形がん」については ERR モデルと EAR モデルの算定結果を加重平均して算定した結果を用いている。

⑤ リスク予測モデルのパラメータ

ERR モデル及び EAR モデルのパラメータは、1Gyあたりの係数として示されている。これらのパラメータについては、広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査結果から導出されたものであり、これらのデータについては  $\gamma$  線による被ばくの効果の方が大きい。このことから、ERR モデル及び EAR モデルのパラメータは、宇宙飛行士のリスク算定に用いる場合は、1Sv あたりの係数とすることは妥当であると考える。

図 1.4-1 ICRP103 のリスク算定のフロー



## (5) リスク算定の条件

リスク算定にあたっての条件は、次のとおりとする。

- a) ISS の搭乗間隔・回数については、10 年間の ISS 運用期間中に 3 年間隔・3 回、ISS に搭乗するものとする。
- b) ISS 搭乗宇宙飛行士は、大学卒業後 3 年以上の実務経験が応募要件であり、更に、最低 2 年間程度の訓練期間等を要することから、最も早い ISS 搭乗は 27 歳とする。なお、初搭乗が 25 歳、26 歳の場合についても参考として算定を行う。
- c) 搭乗による被ばく線量は、100mSv から 25mSv きざみとした。
- d) 線量制限値は、次の放射線被ばくを合算したものを対象とする。  
(放射線被ばく管理規程より)
  - ① 宇宙飛行による放射線被ばく
  - ② ISS 搭乗宇宙飛行士に特有の医学検査による放射線被ばく
  - ③ 航空機による高々度飛行訓練における放射線被ばく
  - ④ 地上における放射線業務による放射線被ばく

なお、①以外の被ばくに関する確認の結果を、以下(ア)～(ウ)に示す。いずれも、宇宙飛行以外の被ばく(②～④)を含めてもリスクは十分に小さく、線量制限値を設定するためのリスク算定においては、②～④の被ばくは含めないこととする。

但し、最終的な線量制限値を基に、宇宙飛行以外の被ばく(②～④)を考慮し、リスクが 5%を超えないことを確認することとする。

- (ア) 宇宙飛行士に特有の医学検査による被ばく量を、表 1.4-3～表 1.4-5 に示す。この中で最も被ばく量が多い、「心 CT(冠動脈カルシウムスコア)検査」でも、生涯がん死亡確率に与える影響は、0.12%(女性 26 歳が選抜時医学検査受診の場合)程度である。
- (イ) 高々度飛行訓練による被ばくは、実効線量で 1 時間当たり  $4 \mu\text{Sv}$  として評価することになっている。ISS への搭乗をアサインされた ISS 搭乗宇宙飛行士は、以下の高々度飛行訓練の時間が要求されているが、日本人の ISS 搭乗宇宙飛行士に於いては、要求の対象外とされており、宇宙飛行士によって訓練の時間は一定でない。訓練要求に規定されている時間(95 時間)の被ばくでも、 $0.4\text{mSv}$  程度でありリスク算定に影響を与える量ではない。

○訓練時間(打上前 2.5～0.5 年の間) : 79 時間

○訓練時間(打上前 0.5～打上まで) : 16 時間

(ウ) 地上施設での放射線作業は実施する可能性があるものの、その被ばくについては、現在の ISS 搭乗宇宙飛行士では、これまでの実績として考慮するものはなかった。

表 1.4-3 宇宙飛行士選抜の医学検査による被ばく量

	検査内容	実効線量[mSv/回]
1	胸部 X 線	0.06
2	骨密度(DEXA)	0.023
3	マンモグラフィー(女性)	0.33
4	歯科 X 線	0.007(パノラマ) 0.05(単一)
5	心 CT(冠動脈カルシウムスコア)	15(男性) 21(女性)
6	副鼻腔X線検査	0.1

表 1.4-4 宇宙飛行士の年次医学検査による被ばく量

	検査内容	間隔	実効線量[mSv]
1	胸部 X 線	5 年	0.06
2	骨密度(DEXA)	5 年	0.023
3	マンモグラフィー(女性)	40 歳以下 5 年 40 歳以上 2 年	0.33
4	歯科 X 線	1 年	0.007(パノラマ) 0.05(単一)
5	心 CT(冠動脈カルシウムスコア)	5 年	15(男性) 21(女性)

表 1.4-5 搭乗が割り当てられた宇宙飛行士への追加医学検査による被ばく量

	検査内容	間隔	実効線量[mSv]
1	骨密度(DEXA)	L-180/30 R+30	0.023

## (6) 算定結果と実効線量制限値の設定

リスク算定結果を別表 1 及び 2 に示す。これらの結果から、

- ・ 固形がんについて、ERR モデルと EAR モデルの場合を比較すると、男性はほぼ一致する。
- ・ 一方で女性の場合は EAR モデルの方が有意にリスクが高くなる傾向にある。
- ・ また、現行の実効線量制限値を設定した際のリスク算定結果と比較して、今回のリスク算定結果の方が、男性、女性とも、どの年齢(特に初回搭乗の年齢が高い場合)においてもリスク算定結果が高い値となっている。

これらのリスク算定結果を踏まえ、ERR&EAR 調整によるリスク算定結果に基づき、ISS 搭乗による生涯がん死亡確率が、現規程制定時のリスクレベルと同様に約 3%(計算値を四捨五入して判断) <sup>\*1</sup> となる実効線量制限値(案)を設定した。

表 1.4-6 にICRP103に基づく実効線量制限値(案)を示す。また、参考として、表 1.4-7 に現行の放射線被ばく管理規程における実効線量制限値を示す。

尚、上記の線量制限値を基に、各初回搭乗年齢について、当該検討により設定した線量制限値に近くなるように、3 年間隔、3 回の搭乗で、同じ被ばく量となるよう調整し、寄与生涯がん死亡確率を再算定した結果を表 1.4-8 に示す。

注\*1: ICRP60 に基づく線量制限値の検討においては、宇宙飛行士の「容認～耐容可能」なリスクレベルとして、宇宙飛行における被ばくによる寄与生涯がん死亡確率が約 3%となるよう制限値を設定し、宇宙飛行以外の被ばく(1.4 項 (5) d)の②～④)があつても日本人の致死がんの自然リスク 30%の 1/6 である 5%を上回わらないことが適当として検討が行われている。今回の検討においても同様の考え方で検討を行った。  
(被ばく管理分科会報告書 平成 13 年 12 月)

表 1.4-6 ICRP103に基づく実効線量制限値(案)

初めて宇宙飛行を行った年齢	男性 (Sv)	女性 (Sv)
27-30 歳	0.6	0.5
31-35 歳	0.7	0.6
36-40 歳	0.8	0.65
41-45 歳	0.95	0.75
46 歳以上	1.0	0.8

表 1.4-7 現行規程における実効線量制限値

初めて宇宙飛行を行った年齢	男性 (Sv)	女性 (Sv)
27-29 歳	0.6	0.6
30-34 歳	0.9	0.8
35-39 歳	1.0	0.9
40 歳以上	1.2	1.1

表 1.4-8 実効線量の制限値の見直し結果に基づく寄与生涯がん死亡確率の算定結果

被ばく時年齢	男性				女性			
	被ばく線量 (累積線量)	寄与生涯がん死亡確率(%)			被ばく線量 (累積線量)	寄与生涯がん死亡確率(%)		
		ERR 算定	EAR 算定	ERR&EAR 調整		ERR 算定	EAR 算定	ERR&EAR 算定
25,28,31	200mSv(600mSv)	3.4%	3.3%	3.3%	170mSv(510mSv)	3.0%	3.9%	3.4%
26,29,32	200mSv(600mSv)	3.3%	3.2%	3.2%	170mSv(510mSv)	2.9%	3.8%	3.3%
27,30,33	200mSv(600mSv)	3.2%	3.2%	3.2%	170mSv(510mSv)	2.8%	3.7%	3.3%
28,31,34	200mSv(600mSv)	3.1%	3.1%	3.1%	170mSv(510mSv)	2.7%	3.7%	3.2%
29,32,35	200mSv(600mSv)	3.0%	3.0%	3.0%	170mSv(510mSv)	2.6%	3.6%	3.1%
30,33,36	200mSv(600mSv)	2.9%	2.9%	2.9%	170mSv(510mSv)	2.6%	3.5%	3.0%
31,34,37	235mSv(705mSv)	3.3%	3.4%	3.3%	200mSv(600mSv)	2.9%	4.0%	3.5%(3.47)
32,35,38	235mSv(705mSv)	3.2%	3.3%	3.2%	200mSv(600mSv)	2.8%	3.9%	3.4%
33,36,39	235mSv(705mSv)	3.1%	3.2%	3.1%	200mSv(600mSv)	2.8%	3.8%	3.3%
34,37,40	235mSv(705mSv)	3.0%	3.1%	3.0%	200mSv(600mSv)	2.7%	3.7%	3.2%
35,38,41	235mSv(705mSv)	2.9%	3.0%	2.9%	200mSv(600mSv)	2.6%	3.7%	3.1%
36,39,42	270mSv(810mSv)	3.2%	3.4%	3.3%	220mSv(660mSv)	2.8%	3.9%	3.4%
37,40,43	270mSv(810mSv)	3.1%	3.3%	3.2%	220mSv(660mSv)	2.7%	3.8%	3.3%
38,41,44	270mSv(810mSv)	3.0%	3.2%	3.1%	220mSv(660mSv)	2.6%	3.7%	3.2%
39,42,45	270mSv(810mSv)	2.9%	3.1%	3.0%	220mSv(660mSv)	2.5%	3.6%	3.1%
40,43,46	270mSv(810mSv)	2.8%	3.0%	2.9%	220mSv(660mSv)	2.4%	3.5%	3.0%
41,44,47	320mSv(960mSv)	3.2%	3.5%	3.3%	250mSv(750mSv)	2.7%	3.9%	3.3%
42,45,48	320mSv(960mSv)	3.1%	3.4%	3.2%	250mSv(750mSv)	2.6%	3.8%	3.2%
43,46,49	320mSv(960mSv)	3.0%	3.3%	3.1%	250mSv(750mSv)	2.5%	3.7%	3.1%
44,47,50	320mSv(960mSv)	2.9%	3.2%	3.0%	250mSv(750mSv)	2.4%	3.6%	3.0%

45,48,51	320mSv(960mSv)	2.8%	3.1%	2.9%	250mSv(750mSv)	2.4%	3.5%	2.9%
46,49,52	335mSv(1005mSv)	2.8%	3.1%	3.0%	270mSv(810mSv)	2.5%	3.6%	3.0%
47,50,53	335mSv(1005mSv)	2.7%	3.0%	2.9%	270mSv(810mSv)	2.4%	3.5%	2.9%
48,51,54	335mSv(1005mSv)	2.6%	2.9%	2.8%	270mSv(810mSv)	2.3%	3.4%	2.9%
49,52,55	335mSv(1005mSv)	2.6%	2.8%	2.7%	270mSv(810mSv)	2.2%	3.3%	2.8%
50,53,56	335mSv(1005mSv)	2.5%	2.7%	2.6%	270mSv(810mSv)	2.1%	3.2%	2.7%

※ERR: 固形がんモデルが ERR の場合

EAR: 固形がんモデルが EAR の場合

ERR&EAR: 固形がんについて ERR と EAR の平均の場合

## (7) 宇宙飛行士選抜前の被ばく及び医学検査・高々度飛行訓練での被ばくに関する検証

### ① 算定条件

宇宙飛行士選抜前の被ばく(初宇宙飛行以前に毎年継続的に 20mSv/年の被ばくがあった場合)について、当被ばく履歴と線量制限値まで、3年間隔で ISS 搭乗した場合の寄与生涯がん死亡確率を算定する。ISS 搭乗による被ばくは、一回の搭乗として最長 220 日間が想定されるため、搭乗 1 日あたり 1mSv の被ばくがあるとして、一回の搭乗で 220mSv の被ばくがあり、表 1.4-6 に示した線量制限値になるまで搭乗するとする。

また、上記の被ばくに加え、宇宙飛行士選抜後の医学検査や高々度航空機訓練による被ばく線量は、宇宙飛行による被ばく線量と比較して十分小さいが、その影響の度合いを確認するため、算定に含めた場合についても評価する。

### ② 算定結果

宇宙飛行士選抜前の被ばくのみを考慮し、そのリスク算定した結果を表 1.4-9 に、更に、宇宙飛行士選抜後の医学検査や高々度航空機訓練による被ばく線量を追加して考慮した場合のリスクを算定した結果を表 1.4-10 に示す。これらの結果から、いずれのケースにおいても寄与生涯がん死亡確率が 5% \*1 を超えないことを確認した。

注\*1: ICRP60 に基づく線量制限値の検討においては、宇宙飛行士の「容認～耐容可能」なリスクレベルとして、宇宙飛行における被ばくによる寄与生涯がん死亡確率が約 3%となるよう制限値を設定し、宇宙飛行以外の被ばくがあっても日本人の致死がんの自然リスク 30%の 1/6 である 5%を上回らないことが適当として検討が行われている。今回の検討においても同様の考え方で検討を行った。(被ばく管理分科会報告書 平成 13 年 12 月)

表 1.4-9 宇宙飛行士選抜前におけるリスクの検証結果

計算例	被ばく条件					寄与生涯がん死亡確率(ERR&EAR調整)	
	性別	宇宙飛行		その他			
		年齢	線量(mSv/年)	年齢	線量(mSv/年)		
1	男	27	220	18-26	20	3.5%	
		30	200				
2	男	31	220	18-30	20	3.7%	
		34	220				
3	男	36	220	18-35	20	3.9%	
		39	220				
4	男	41	220	18-40	20	4.1%	
		44	220				
		47	50				
5	男	46	220	18-45	20	4.1%	
		49	220				
6	女	27	220	18-26	20	2.9%	
		30	100				
7	女	31	220	18-30	20	3.3%	
		34	120				
8	女	36	220	18-35	20	3.3%	
		39	70				
9	女	41	220	18-40	20	3.5%	
		44	70				
10	女	46	220	18-45	20	3.5%	
		49	20				

表 1.4-10 宇宙飛行士選抜後の高々度航空機訓練や医学検査による被ばくを考慮した  
リスクの検証結果（1／2）

計算例	被ばく条件					寄与生涯がん死亡確率(ERR&EAR調整)	
	性別	宇宙飛行		その他			
		年齢	線量(mSv/年)	年齢	線量(mSv/年)		
1	男	27	220	18-25	20	3.5%	
				26	15.872		
		30	202.498	27	0.442		
				28-29	0.373		
				30	0.442		
2	男	31	220	18-29	20	3.7%	
				30	15.872		
		34	220	31	0.442		
				32-33	0.373		
				34	0.442		
3	男	36	220	18-34	20	3.9%	
				35	15.872		
		39	220	36	0.442		
				37-38	0.373		
				39	0.442		
4	男	41	220	18-39	20	4.1%	
				40	15.872		
		44	220	41	0.442		
				42-43	0.373		
				44	0.442		
				45	15.456		
				46	0.373		
5	男	46	220	47	0.442	4.1%	
				18-44	20		
		49	220	45	15.872		
				46	0.442		
				47-48	0.373		
				49	0.442		

表 1.4-10 宇宙飛行士選抜後の高々度航空機訓練や医学検査による  
被ばくを考慮したリスクの検証結果（2／2）

計算例	被ばく条件					寄与生涯がん死亡確率(ERR&EAR調整)	
	性別	宇宙飛行		その他			
		年齢	線量(mSv/年)	年齢	線量(mSv/年)		
6	女	27	220	18-25	20	2.9%	
				26	22.202		
		30	96.168	27	0.442		
				28-29	0.373		
				30	0.442		
7	女	31	220	18-29	20	3.3%	
				30	22.202		
		34	116.168	31	0.442		
				32-33	0.373		
				34	0.442		
8	女	36	220	18-34	20	3.3%	
				35	22.202		
		39	66.168	36	0.442		
				37-38	0.373		
				39	0.442		
9	女	41	220	18-39	20	3.5%	
				40	22.202		
		44	65.508	41	0.442		
				42	0.703		
				43	0.373		
10	女	46	220	44	0.442	3.5%	
				18-44	20		
		49	16.168	45	22.202		
				46	0.442		
				47-48	0.373		
				49	0.442		

## (8)確定的影響に係る線量制限の見直しの検討結果

### ①ICRPステートメントの概要等

ICRPステートメント(ICRP ref 4825-3093-1464)<sup>\*1</sup>では、水晶体の確定的影響に係る新たな被ばく管理の考え方として、以下が示されている。

(ア)水晶体の検知可能な混濁に関する閾値を500mGyとすることを推奨。

(イ)放射線従事者等の計画被ばくにおける水晶体の組織等価線量の管理は、実効線量で5年間の平均線量が1年当たり20mSvを超えないよう、また、1年間に最大でも50mSvを超えないようを行うことを勧告。

しかし、国内外での具体的な対応については、これから検討が進められる状況であり、水晶体の確定的影響に係る規制の動向は明確になっていない。

注 \*1: 水晶体等の確定的影響(組織反応)に関するICRPの刊行物(ICRP118)として、2012年に以下の文書が公開された。

ICRP 118: ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs -Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context, ICRP Publication 118, Ann. ICRP 41(1/2), (2012)

### ②水晶体の閾値を500mGyとした場合の状況の検証

- ・被ばく管理分科会報告書(平成13年12月)では、水晶体の組織等価線量及び吸収線量は、表1.4-11、表1.4-12の通りとなっている。
- ・当該組織等価線量は、放射線加重係数により算出したものではなく、ICRP60のQ-L関係に基づき求めたものであるため、RBEも考慮した、より実効的な値である。
- ・表1.4-11において、組織等価線量が最大となるのは、太陽活動静穏時で、ISSのモジュール平均の値で約1.5mSv/dayである。このことから、ISSへの搭乗により水晶体に1日あたり約1.5mGy相当被ばくすることとなり、500mGyに達するのは、342日(約1年)程度となる。
- ・これまでの、日本人宇宙飛行士のISS長期滞在における、水晶体の組織等価線量の実績は、1日当たり上記予測値(約1.5mGy)の60%程度となっている。このため、実際上のISS搭乗においては、570日(約1.5年)となり、ISSへの搭乗は3回程度であれば対応可能な状況である。
- ・また、船外活動については、表1.4-11から太陽活動極大時が最大となり、1日当たり約37.8mSvになる。1回の船外活動は最大8時間であるため、組織等価線量は1回当たり約12.6mGy相当となる。このため、1回の長期滞在中に船外活動を最大5回実施した場合でも、組織等価線量当量は60mSv程度である。
- ・以上のことから、ISS搭乗に係る運用上は、水晶体の検知可能な混濁に関する閾値が500mGyとなっても大きな問題はないと考えられる。

表 1.4-11 ISS 軌道での水晶体の組織等価線量(推定)

位置名	平均船壁厚 [g/cm <sup>2</sup> ]	太陽活動極小期					太陽活動極大期					太陽フレア粒子による寄与(1972年8月規模)							
		水晶体線量当量[mSv/day]					水晶体線量当量[mSv/day]					水晶体線量当量[mSv]							
		陽子	中性子	電子	γ線	重イオン	合計	陽子	中性子	電子	γ線	重イオン	合計	陽子	中性子	電子	γ線	重イオン	合計
船外活動	0.200	21.17	0.003	13.37	1.E-02	0.57	35.13	7.35	0.002	30.01	3.E-02	0.39	37.79	23.14	0.02	—	1.E-03	2.73	25.89
船外活動	0.500	10.11	0.007	4.E+00	1.E-02	0.56	14.68	4.27	0.004	9.E+00	3.E-02	0.39	13.94	23.35	0.05	—	2.E-03	2.75	26.15
船壁のみ	2.650	4.39	0.027	7.E-03	7.E-03	0.52	4.95	2.09	0.014	8.E-03	1.E-02	0.36	2.48	24.24	0.22	—	9.E-03	2.96	27.44
ラック有	18.070	1.06	0.093	9.E-05	3.E-03	0.28	1.43	0.60	0.054	2.E-04	4.E-03	0.20	0.86	13.49	0.81	—	2.E-02	10.61	24.93
JEM 1	35.427	1.00	0.111	2.E-03	3.E-03	0.22	1.33	0.55	0.067	3.E-03	3.E-03	0.15	0.77	9.47	0.81	—	2.E-02	5.83	16.12
JEM 2	34.605	0.79	0.114	4.E-03	3.E-03	0.21	1.12	0.45	0.068	8.E-03	3.E-03	0.14	0.68	8.19	0.86	—	2.E-02	6.61	15.67
JEM 3	30.391	1.14	0.103	5.E-03	3.E-03	0.25	1.49	0.62	0.062	8.E-03	4.E-03	0.17	0.86	11.14	0.79	—	2.E-02	6.95	18.90
HAB 1	35.861	0.70	0.119	6.E-05	3.E-03	0.19	1.01	0.41	0.072	1.E-04	3.E-03	0.13	0.61	7.05	0.87	—	2.E-02	5.55	13.48
HAB 2	27.659	1.24	0.099	2.E-04	3.E-03	0.26	1.61	0.67	0.059	3.E-04	4.E-03	0.18	0.92	12.92	0.76	—	2.E-02	7.30	21.00
HAB 3	36.123	0.91	0.112	6.E-05	3.E-03	0.21	1.24	0.51	0.068	1.E-04	3.E-03	0.15	0.73	9.39	0.82	—	2.E-02	6.05	16.27
HAB 4	24.114	1.54	0.089	9.E-05	4.E-03	0.30	1.93	0.82	0.052	2.E-04	5.E-03	0.21	1.08	16.29	0.69	—	2.E-02	7.89	24.89
ESA 1	36.414	0.74	0.118	5.E-05	3.E-03	0.19	1.06	0.43	0.071	1.E-04	3.E-03	0.14	0.64	7.85	0.85	—	2.E-02	5.74	14.46
ESA 2	35.366	0.69	0.119	5.E-05	3.E-03	0.19	1.00	0.41	0.072	1.E-04	2.E-03	0.13	0.61	7.09	0.87	—	2.E-02	5.48	13.46
ESA 3	27.702	1.03	0.103	8.E-05	3.E-03	0.25	1.38	0.58	0.061	2.E-04	3.E-03	0.17	0.82	12.16	0.80	—	2.E-02	8.10	21.07
AIR 1	34.172	1.07	0.104	4.E-04	3.E-03	0.25	1.42	0.60	0.062	6.E-04	4.E-03	0.17	0.83	12.08	0.79	—	2.E-02	7.63	20.52
AIR 2	23.766	1.76	0.081	1.E-04	4.E-03	0.33	2.18	0.93	0.048	2.E-04	6.E-03	0.23	1.21	19.62	0.64	—	2.E-02	8.64	28.91
PM2 1	26.416	2.62	0.078	8.E-02	5.E-03	0.34	3.12	1.26	0.047	2.E-01	9.E-03	0.23	1.71	15.21	0.56	—	1.E-02	4.85	20.64
PM2 2	30.175	1.54	0.093	3.E-02	4.E-03	0.29	1.95	0.81	0.055	6.E-02	5.E-03	0.20	1.13	14.94	0.71	—	2.E-02	7.94	23.61
LAB 1	40.649	0.80	0.118	5.E-05	3.E-03	0.19	1.11	0.45	0.072	1.E-04	3.E-03	0.14	0.66	8.13	0.84	—	2.E-02	5.38	14.36
LAB 2	46.326	0.49	0.134	3.E-05	2.E-03	0.14	0.77	0.30	0.082	7.E-05	2.E-03	0.10	0.48	4.20	0.89	—	2.E-02	3.54	8.65
LAB 3	42.120	0.77	0.122	5.E-05	3.E-03	0.18	1.07	0.43	0.075	1.E-04	3.E-03	0.13	0.64	7.47	0.84	—	2.E-02	4.68	13.00
モジュール平均	33.370	1.11	0.107	7.E-03	3.E-03	0.23	1.46	0.60	0.064	1.E-02	4.E-03	0.16	0.85	10.78	0.79	—	2.E-02	6.36	17.94
位置名	平均船壁厚 [g/cm <sup>2</sup> ]	寄与割合					寄与割合					寄与割合							
		粒子別					粒子別					粒子別							
		陽子	中性子	電子	γ線	重イオン	陽子	中性子	電子	γ線	重イオン	陽子	中性子	電子	γ線	重イオン			
船外活動	0.200	60.3%	0.0%	38.1%	0.0%	1.6%	19.5%	0.0%	79.4%	0.1%	1.0%	89.4%	0.1%	—	0.0%	10.5%			
船外活動	0.500	68.8%	0.0%	27.2%	0.1%	3.8%	30.7%	0.0%	66.3%	0.2%	2.8%	89.3%	0.2%	—	0.0%	10.5%			
船壁のみ	2.650	88.7%	0.5%	0.1%	0.1%	10.5%	84.0%	0.6%	0.3%	0.6%	14.5%	88.4%	0.8%	—	0.0%	10.8%			
ラック有	18.070	73.7%	6.5%	0.0%	0.2%	19.6%	70.3%	6.3%	0.0%	0.4%	23.0%	54.1%	3.2%	—	0.1%	42.6%			
JEM 1	35.427	74.8%	8.3%	0.1%	0.2%	16.5%	70.7%	8.6%	0.4%	0.4%	19.8%	58.7%	5.0%	—	0.1%	36.2%			
JEM 2	34.605	70.8%	10.2%	0.4%	0.2%	18.4%	67.0%	10.1%	1.2%	0.4%	21.3%	52.2%	5.5%	—	0.1%	42.2%			
JEM 3	30.391	76.1%	6.9%	0.3%	0.2%	16.4%	71.6%	7.2%	1.0%	0.4%	19.8%	59.0%	4.2%	—	0.1%	36.8%			
HAB 1	35.861	69.4%	11.8%	0.0%	0.2%	18.6%	66.4%	11.8%	0.0%	0.4%	21.4%	52.3%	6.4%	—	0.1%	41.1%			
HAB 2	27.659	77.3%	6.1%	0.0%	0.2%	16.4%	73.1%	6.4%	0.0%	0.5%	20.0%	61.5%	3.6%	—	0.1%	34.8%			
HAB 3	36.123	73.4%	9.0%	0.0%	0.2%	17.3%	69.8%	9.3%	0.0%	0.4%	20.5%	57.7%	5.0%	—	0.1%	37.2%			
HAB 4	24.114	79.5%	4.6%	0.0%	0.2%	15.7%	75.3%	4.8%	0.0%	0.5%	19.4%	65.4%	2.8%	—	0.1%	31.7%			
ESA 1	36.414	70.2%	11.2%	0.0%	0.2%	18.3%	67.3%	11.1%	0.0%	0.4%	21.1%	54.3%	5.9%	—	0.1%	39.7%			
ESA 2	35.366	69.2%	11.8%	0.0%	0.3%	18.8%	66.4%	11.7%	0.0%	0.4%	21.5%	52.7%	6.5%	—	0.1%	40.7%			
ESA 3	27.702	74.3%	7.4%	0.0%	0.2%	18.1%	70.8%	7.5%	0.0%	0.4%	21.3%	57.7%	3.8%	—	0.1%	38.4%			
AIR 1	34.172	75.1%	7.3%	0.0%	0.2%	17.3%	71.4%	7.4%	0.1%	0.4%	20.6%	58.9%	3.8%	—	0.1%	37.2%			
AIR 2	23.766	80.8%	3.7%	0.0%	0.2%	15.3%	76.5%	3.9%	0.0%	0.5%	19.1%	67.9%	2.2%	—	0.1%	29.9%			
PM2 1	26.416	84.0%	2.5%	2.6%	0.1%	10.7%	73.8%	2.7%	9.4%	0.5%	13.6%	73.7%	2.7%	—	0.1%	23.5%			
PM2 2	30.175	78.9%	4.8%	1.5%	0.2%	14.7%	71.8%	4.9%	5.2%	0.5%	17.7%	63.3%	3.0%	—	0.1%	33.7%			
LAB 1	40.649	71.6%	10.6%	0.0%	0.2%	17.5%	68.3%	10.8%	0.0%	0.4%	20.5%	56.6%	5.8%	—	0.1%	37.5%			
LAB 2	46.326	64.2%	17.3%	0.0%	0.3%	18.2%	62.2%	17.0%	0.0%	0.4%	20.3%	48.6%	10.3%	—	0.2%	40.9%			
LAB 3	42.120	71.4%	11.4%	0.0%	0.2%	16.9%	68.0%	11.7%	0.0%	0.4%	19.8%	57.4%	6.5%	—	0.1%	36.0%			
モジュール平均	33.370	75.9%	7.3%	0.5%	0.2%	16.1%	71.0%	7.6%	1.7%	0.4%	19.3%	60.1%	4.4%	—	0.1%	35.5%			

表 1.4-12 ISS 軌道での水晶体の吸収線量(推定)

位置名	平均船壁厚 [g/cm <sup>2</sup> ]	太陽活動極小期					太陽活動極大期					太陽フレア (1972年8月規模) 時							
		水晶体吸収線量 [mGy/day]					水晶体吸収線量 [mGy/day]					水晶体吸収線量 [mGy]							
		粒子別		合計			粒子別		合計			粒子別		合計					
		陽子	中性子	電子	γ線	重粒子	陽子	中性子	電子	γ線	重粒子	陽子	中性子	電子	γ線	重粒子			
船外活動	0.200	9.59	0.001	13.37	1.E-02	0.03	23.01	3.65	0.000	30.01	3.E-02	0.02	33.72	16.93	0.00	—	1.E-03	0.72	17.66
船外活動	0.500	5.83	0.001	3.99	1.E-02	0.03	9.86	2.54	0.001	9.24	3.E-02	0.02	11.83	17.10	0.01	—	2.E-03	0.74	17.85
船壁のみ	2.650	3.02	0.005	7.E-03	7.E-03	0.03	3.06	1.44	0.003	8.E-03	1.E-02	0.02	1.48	18.36	0.04	—	9.E-03	0.95	19.35
ラック有	18.070	0.73	0.018	9.E-05	3.E-03	0.02	0.77	0.41	0.011	2.E-04	4.E-03	0.01	0.44	9.71	0.14	—	2.E-02	2.26	12.13
JEM01	35.427	0.68	0.021	2.E-03	3.E-03	0.02	0.73	0.37	0.013	3.E-03	3.E-03	0.01	0.40	6.96	0.14	—	2.E-02	1.28	8.40
JEM06	34.605	0.54	0.022	4.E-03	3.E-03	0.02	0.58	0.30	0.014	8.E-03	3.E-03	0.01	0.34	5.90	0.15	—	2.E-02	1.41	7.47
JEM11	30.391	0.78	0.020	5.E-03	3.E-03	0.02	0.83	0.42	0.012	8.E-03	4.E-03	0.01	0.46	8.13	0.13	—	2.E-02	1.52	9.80
HAB09	35.861	0.47	0.023	6.E-05	3.E-03	0.02	0.52	0.27	0.014	1.E-04	3.E-03	0.01	0.30	5.10	0.15	—	2.E-02	1.19	6.46
HAB16	27.659	0.86	0.019	2.E-04	3.E-03	0.02	0.90	0.46	0.012	3.E-04	4.E-03	0.01	0.49	9.52	0.13	—	2.E-02	1.62	11.28
HAB23	36.123	0.63	0.022	6.E-05	3.E-03	0.02	0.67	0.35	0.013	1.E-04	3.E-03	0.01	0.37	6.85	0.14	—	2.E-02	1.32	8.33
HABA1	24.114	1.07	0.017	9.E-05	4.E-03	0.02	1.11	0.56	0.010	2.E-04	5.E-03	0.01	0.59	12.01	0.12	—	2.E-02	1.78	13.92
ESA05	36.414	0.51	0.023	5.E-05	3.E-03	0.02	0.55	0.29	0.014	1.E-04	3.E-03	0.01	0.32	5.66	0.14	—	2.E-02	1.24	7.06
ESA09	35.366	0.47	0.023	5.E-05	3.E-03	0.02	0.51	0.27	0.014	1.E-04	2.E-03	0.01	0.30	5.11	0.15	—	2.E-02	1.18	6.45
ESAA2	27.702	0.71	0.020	8.E-05	3.E-03	0.02	0.75	0.40	0.012	2.E-04	3.E-03	0.01	0.42	8.77	0.14	—	2.E-02	1.75	10.67
AIR06	34.172	0.74	0.020	4.E-04	3.E-03	0.02	0.78	0.41	0.012	6.E-04	4.E-03	0.01	0.43	8.74	0.13	—	2.E-02	1.66	10.55
AIR15	23.766	1.22	0.015	1.E-04	4.E-03	0.02	1.27	0.64	0.009	2.E-04	6.E-03	0.01	0.67	14.37	0.11	—	2.E-02	1.96	16.45
PM201	26.416	1.76	0.015	8.E-02	5.E-03	0.02	1.88	0.85	0.009	2.E-01	9.E-03	0.01	1.04	11.22	0.10	—	1.E-02	1.15	12.48
PM206	30.175	1.05	0.018	3.E-02	4.E-03	0.02	1.12	0.55	0.011	6.E-02	5.E-03	0.01	0.64	10.82	0.12	—	2.E-02	1.75	12.71
LAB09	40.649	0.54	0.023	5.E-05	3.E-03	0.02	0.58	0.30	0.014	1.E-04	3.E-03	0.01	0.33	5.90	0.14	—	2.E-02	1.17	7.23
LAB16	46.326	0.33	0.026	3.E-05	2.E-03	0.01	0.37	0.20	0.016	7.E-05	2.E-03	0.01	0.22	3.03	0.15	—	2.E-02	0.76	3.96
LAB23	42.120	0.52	0.024	5.E-05	3.E-03	0.02	0.56	0.29	0.015	1.E-04	3.E-03	0.01	0.32	5.44	0.14	—	2.E-02	1.03	6.63
モジュール平均	33.370	0.76	0.021	7.E-03	3.E-03	0.02	0.81	0.41	0.013	1.E-02	4.E-03	0.01	0.45	7.85	0.13	—	2.E-02	1.40	9.40
位置名	平均船壁厚 [g/cm <sup>2</sup> ]	寄与割合					寄与割合					寄与割合							
		粒子別					粒子別					粒子別							
		陽子	中性子	電子	γ線	重粒子	陽子	中性子	電子	γ線	重粒子	陽子	中性子	電子	γ線	重粒子			
船外活動	0.200	41.7%	0.0%	58.1%	0.1%	0.1%	10.8%	0.0%	89.0%	0.1%	0.1%	95.9%	0.0%	—	0.0%	4.1%			
船外活動	0.500	59.1%	0.0%	40.5%	0.1%	0.3%	21.4%	0.0%	78.1%	0.2%	0.2%	95.8%	0.0%	—	0.0%	4.2%			
船壁のみ	2.650	98.5%	0.2%	0.2%	0.2%	0.9%	97.1%	0.2%	0.6%	1.0%	1.2%	94.9%	0.2%	—	0.0%	4.9%			
JEM01	35.427	94.1%	2.9%	0.2%	0.4%	2.3%	92.5%	3.3%	0.8%	0.9%	2.6%	82.9%	1.6%	—	0.2%	15.3%			
JEM06	34.605	92.2%	3.8%	0.7%	0.5%	2.8%	89.8%	4.0%	2.4%	0.8%	2.9%	78.9%	1.9%	—	0.2%	18.9%			
JEM11	30.391	94.5%	2.4%	0.6%	0.4%	2.2%	92.2%	2.7%	1.8%	0.8%	2.4%	83.0%	1.4%	—	0.2%	15.5%			
HAB09	35.861	92.0%	4.5%	0.0%	0.5%	3.0%	91.2%	4.8%	0.0%	0.8%	3.1%	79.0%	2.3%	—	0.3%	18.4%			
HAB16	27.659	95.4%	2.1%	0.0%	0.4%	2.1%	94.3%	2.4%	0.1%	0.9%	2.4%	84.4%	1.1%	—	0.2%	14.3%			
HAB23	36.123	93.8%	3.3%	0.0%	0.4%	2.5%	92.8%	3.6%	0.0%	0.8%	2.7%	82.3%	1.7%	—	0.2%	15.9%			
HABA1	24.114	96.3%	1.5%	0.0%	0.3%	1.8%	95.2%	1.7%	0.0%	0.9%	2.1%	86.3%	0.8%	—	0.1%	12.8%			
ESA05	36.414	92.5%	4.2%	0.0%	0.5%	2.9%	91.6%	4.5%	0.0%	0.8%	3.0%	80.2%	2.1%	—	0.2%	17.5%			
ESA09	35.366	92.0%	4.5%	0.0%	0.5%	3.1%	91.2%	4.8%	0.0%	0.8%	3.2%	79.2%	2.3%	—	0.3%	18.3%			
ESAA2	27.702	94.5%	2.6%	0.0%	0.4%	2.4%	93.6%	2.8%	0.0%	0.8%	2.6%	82.2%	1.3%	—	0.2%	16.4%			
AIR06	34.172	94.7%	2.6%	0.0%	0.4%	2.3%	93.7%	2.8%	0.1%	0.8%	2.5%	82.8%	1.3%	—	0.2%	15.7%			
AIR15	23.766	96.8%	1.2%	0.0%	0.3%	1.7%	95.7%	1.4%	0.0%	0.8%	2.0%	87.3%	0.7%	—	0.1%	11.9%			
PM201	26.416	93.5%	0.8%	4.3%	0.2%	1.1%	81.6%	0.9%	15.4%	0.8%	1.3%	89.9%	0.8%	—	0.1%	9.2%			
PM206	30.175	93.8%	1.6%	2.6%	0.3%	1.7%	86.5%	1.7%	9.1%	0.8%	1.9%	85.2%	0.9%	—	0.1%	13.8%			
LAB09	40.649	92.9%	3.9%	0.0%	0.4%	2.7%	92.0%	4.3%	0.0%	0.8%	2.9%	81.6%	2.0%	—	0.2%	16.2%			
LAB16	46.326	88.7%	7.0%	0.0%	0.6%	3.6%	88.1%	7.4%	0.0%	0.8%	3.6%	76.5%	3.8%	—	0.4%	19.3%			
LAB23	42.120	92.6%	4.2%	0.0%	0.5%	2.7%	91.6%	4.7%	0.0%	0.8%	2.9%	82.1%	2.1%	—	0.2%	15.5%			
モジュール平均	33.370	94.0%	2.6%	0.9%	0.4%	2.2%	90.8%	2.8%	3.2%	0.8%	2.4%	83.5%	1.4%	—	0.2%	14.9%			

### ③放射線被ばく管理上の問題点

- ICRP の publication 116(以下、「ICRP116」という。)において線量換算係数が公表されたが、ISS 軌道の上での荷電粒子の構成のうち、中性子(寄与割合 7%程度<sup>\*1</sup>)、陽子(寄与割合 73%程度<sup>\*1</sup>)についてはデータが示されているが、重粒子(寄与割合 18%程度<sup>\*1</sup>)については示されておらず、厳密な組織等価線量の評価が実施できない。
- 尚、ICRP116 において公開されている中性子及び陽子の線量換算係数は、現行のものより低くなる傾向であることから、組織等価線量も小さくなるため、滞在可能日数も長くなる傾向にある。(図 1.4-2、図 1.4-3 参照)

<sup>\*1</sup>: 表 1.4-12 ISS 軌道での水晶体吸収線量推定結果のモジュール平均の寄与割のデータのうち、太陽活動極大期と太陽活動極小期の値を粒子毎に平均した値。

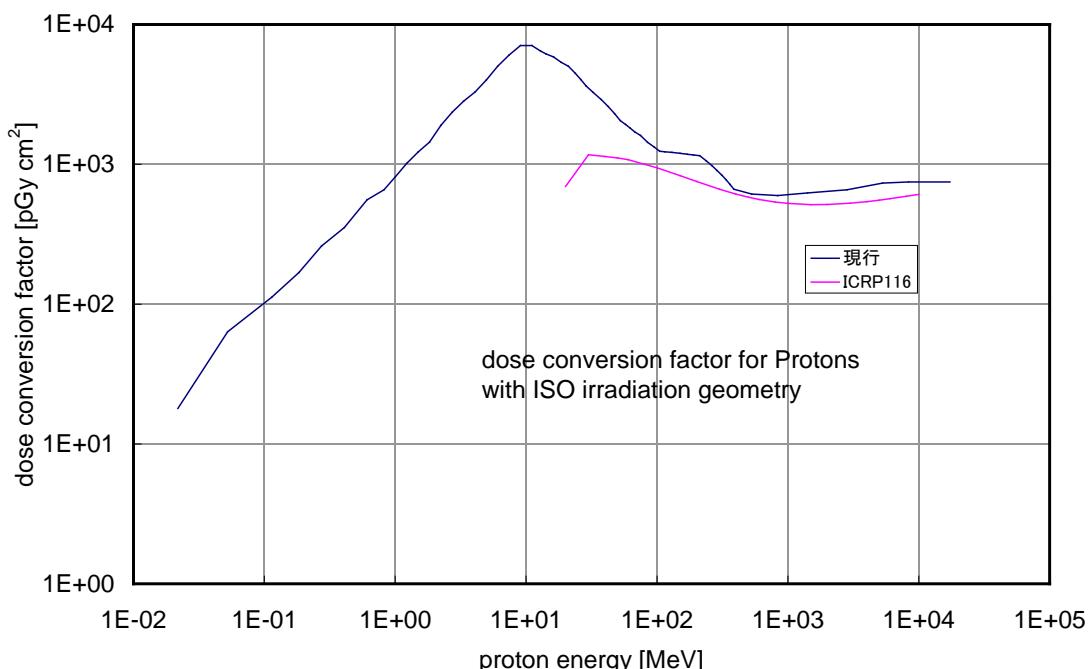


図 1.4-2 陽子入射の場合の水晶体の吸収線量換算係数

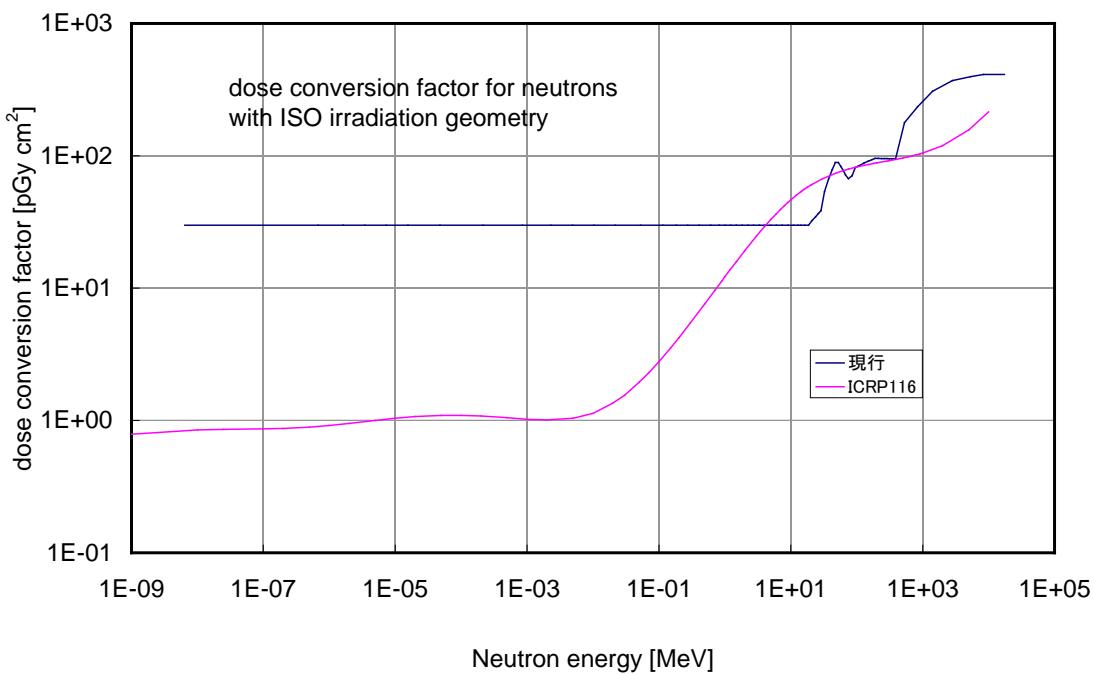


図 1.4-3 中性子入射の場合の水晶体の吸収線量換算係数

#### ④組織等価線量制限値の見直しの必要性について

以上の検討結果から、現規程の組織等価線量制限値の見直しについては、以下のとおり対応することとした。

##### 【対応】

組織等価線量の評価に必要な、重粒子の線量換算係数が公開されておらず、厳密な組織等価線量の評価が実施できないこと、及び、国内外の本件に対する対応が明確になっていないことから、水晶体の組織等価線量制限値の見直しは、現時点では行わないものとする。

## 2. 放射線被ばく管理規程の変更の提案

### 2.1. 放射線被ばく管理規程の概要

JAXA が ISS 計画を推進するにあたり、これに必要な宇宙飛行士の放射線被ばく管理に関する事項を定め、放射線被ばくを適切に管理することを目的として制定された放射線被ばく管理規程の概要を、表 2.1-1 に示す。

本規程は、1997 年～2002 年に被ばく管理分科会において ICRP60 に基づき審議し、2002 年 4 月に有人サポート委員会から JAXA へ答申されたものである。

その後、2003 年 4 月 1 日、宇宙開発事業団(当時)の規程として制定され、2003 年 10 月 1 日機関統合を経て、2007 年 4 月 1 日組織名等の変更により、それぞれ規程を一部変更している。

表 2.1-1「放射線被ばく管理規程」の概要

項目	放射線被ばく管理規程の概要	放射線被ばく管理規程を導いた基本的考え方の概要														
被ばく線量の評価値	<ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙飛行中の被ばく線量の算定・評価には、ICRP60の線質係数(<math>Q(L)</math>)及び組織加重係数(<math>w_T</math>)を使用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICRP60 の実効線量及び等価線量の概念は、ISS 搭乗宇宙飛行士の確率的影響、確定的影响の評価量として有用であるが、宇宙放射線計測技術の問題から、身体に入射する前の放射線の種類・エネルギーで決まる放射線加重係数(<math>w_R</math>)の使用は不都合。</li> </ul>														
被ばく線量の制限	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくを制限する値として、その値を超えないよう最大限の努力を求める「線量制限値」とした。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙放射線環境の変動は完全に予測できず、その人体への影響も十分に解明されていない。</li> <li>国内法令で「超えてはいけない」値である「線量限度」と区別する。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>線量制限値の対象とする被ばく <ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙飛行による放射線被ばく</li> <li>地上における放射線業務による放射線被ばく</li> <li>航空機による高々度飛行訓練における放射線被ばく</li> <li>ISS 搭乗宇宙飛行士に特有の医学検査による放射線被ばく</li> <li>その他放射線被ばく管理責任者が必要と認めた放射線被ばく</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙飛行士の職業上の被ばくとして考えられる被ばくについて、事業団が何らかの管理を行うことが望ましい。</li> <li>安全かつ効率的に被ばく管理を行うという観点から、宇宙飛行士の職業上の被ばくとして考えられる被ばくをすべて合算して管理することが適当。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>生涯実効線量制限値(Sv) <table> <thead> <tr> <th>初飛行年齢</th> <th>男性</th> <th>女性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>27-29</td> <td>0.6</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>30-34</td> <td>0.9</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>35-39</td> <td>1.0</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>≥40</td> <td>1.2</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ul>	初飛行年齢	男性	女性	27-29	0.6	0.6	30-34	0.9	0.8	35-39	1.0	0.9	≥40	1.2	1.1
初飛行年齢	男性	女性														
27-29	0.6	0.6														
30-34	0.9	0.8														
35-39	1.0	0.9														
≥40	1.2	1.1														

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組織線量制限値(Sv)</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>組織・臓器</th><th>1週間</th><th>1年間</th><th>生涯</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>骨髄</td><td>—</td><td>0.5</td><td>—</td></tr> <tr> <td>水晶体</td><td>0.5</td><td>2</td><td>5</td></tr> <tr> <td>皮膚</td><td>2</td><td>7</td><td>20</td></tr> <tr> <td>精巣</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td></tr> </tbody> </table>	組織・臓器	1週間	1年間	生涯	骨髄	—	0.5	—	水晶体	0.5	2	5	皮膚	2	7	20	精巣	—	1	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS 搭乗宇宙飛行士の推定線量と ICRP の確定的影響のしきい値を比較して起こりうる影響について線量制限値を設定する。</li> <li>・ ただし、精巣の1次的不妊等、線量制限値を設定することが過度に活動を制限することになる場合には、線量制限値を設定せず、本人の意思に十分留意して飛行計画を立案することが適当。</li> </ul>
組織・臓器	1週間	1年間	生涯																			
骨髄	—	0.5	—																			
水晶体	0.5	2	5																			
皮膚	2	7	20																			
精巣	—	1	—																			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS 飛行中の緊急時には、線量制限値を適用せず、被ばくをできる限り低く抑える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS 飛行中の緊急時には、被ばくを適切に制限できるとは考えにくい。</li> </ul>																				
モニタリング・線量評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS 飛行中は、ISS の放射線環境及び太陽-地球圏の宇宙環境を定期的に監視するとともに、線量を定期的に評価する。また、次の場合は隨時実施。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 太陽-地球圏の宇宙環境変動時</li> <li>- ISS の放射線環境変動時</li> <li>- 船外活動中</li> <li>- その他被ばく管理担当者が必要と認めた時</li> </ul> </li> <li>・ 個人被ばく線量の算定・評価結果は医学記録の一部として永久保存する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS 飛行中、ISS 搭乗宇宙飛行士の被ばく線量は、太陽-地球圏の宇宙環境の変動及び ISS の放射線環境の変動に応じて変動する。このため、太陽-地球圏の宇宙環境及び ISS の放射線環境を定量的に把握することが必要。また、環境変動時には、変動に応じた対策を講じられるようにすることが必要。</li> <li>・ 宇宙放射線の健康影響は十分解明されておらず、放射線被ばく管理のためのシステムが十分機能していることの証拠としても永久保存することが適当。</li> </ul>																				
教育・訓練等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 初 ISS 飞行前に 6 時間以上の時間数で教育訓練を行うとともに、次回 ISS 飞行前に少なくとも1回再教育訓練を行う。</li> <li>・ ISS への搭乗割当がなされる前に当該飛行中の放射線被ばくによるリスクを説明し同意を得る</li> <li>・ 宇宙飛行士認定を取り消された場合は、その後の放射線被ばくのリスクについて十分な情報提供を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS 搭乗宇宙飛行士は、主に宇宙飛行中という限られた期間にのみ被ばくする。このため、国内法令及び ICRP75 における提言内容との比較から、初 ISS 飞行前、及びその後も適時再訓練を行うことが適当。</li> <li>・ 事業団においては、宇宙飛行士の搭乗割当時の認定要件の1つとして「当該の搭乗業務を遂行する意志を有している」がある。</li> <li>・ 搭乗業務にはリスクが伴うものであることから、同意(意思確認)の前にリスクを説明することが必要。</li> <li>・ 国内法令では、宇宙飛行中の線量は管理の対象とはならず、線量算定の際考慮されないため、宇宙飛行士認定取消後に放射線業務を行う場合のリスクについて説明することが必要。</li> </ul>																				

健康診断	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくに係る健康診断として、次の項目を実施する。           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 問診(被ばく状況聴取):選抜時、年次検査時、飛行前後</li> <li>- 水晶体検査:飛行前後</li> <li>- 皮膚検査:飛行前後</li> <li>- 血液検査:飛行前後</li> <li>- 妊娠検査:飛行前</li> <li>- 精子数検査:希望に応じて</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICRP60 及びICRP75 の考え方との比較から、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくに係る健康診断は、次を目的とすることが適當。           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 医学的適性を満足していることの確認</li> <li>- 線量制限値を超えて被ばくした場合等の基礎情報の提供</li> <li>- 確定的影響が出でていないことの確認</li> </ul> </li> <li>• 妊娠している女性を ISS に搭乗させることは適當でないため、ISS 飛行前に妊娠検査を行うことが適當。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 線量制限値を超えて被ばくした、又は被ばくしたおそれのある場合、並びに放射線障害が発生した、又は発生するおそれのある場合は、保健上必要な措置を講ずる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 国内法令と同様に、線量制限値を超えて被ばくした場合、放射線障害が発生した場合等は、保健上必要な措置を講ずることが必要。</li> </ul>

## 2.2. 放射線被ばく管理規程の変更(案)

これまでの被ばく管理分科会における審議結果に基づく、放射線被ばく管理規程の変更案を、添付 2.2-1 に示す。

主な変更点は以下、下線で示したとおり。

### ① 第4条(定義) :

- (1) 「実効線量」とは、国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007 年勧告で定義される実効線量であり、同勧告で提示された放射線加重係数、線質係数(宇宙飛行における放射線被ばくに係るものに限る。以下同じ。)及び組織加重係数を用いて計算される実効線量をいう。
- (2) 「組織等価線量」とは、国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007 年勧告で定義される組織等価線量であり、同勧告で提示された放射線加重係数及び線質係数を用いて計算される骨髄、水晶体、皮膚及び精巣のそれぞれの等価線量をいう。

### ② 第5条(組織) :

ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理に係る業務に従事する者の関係組織は、別図 1 のとおりとする。 ⇒最新の組織図に変更

### ③ 第6条(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理責任者) :

ISS 搭乗宇宙飛行士の健康管理の責任者(以下「健康管理責任者」という。)は、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理の責任者(以下「被ばく管理責任者」という。)として、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理について総括するものとする。

### ④ 第7条(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理責任者の代理者) :

理事長は、被ばく管理責任者が疾病その他の事故によりその職務を行うことができない場合は、その期間中その職務を代行させるため、選任された健康管理責任者の代理をもって被ばく管理責任者の代理者(以下「代理者」という。)とする。

### ⑤ 第8条(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理責任者の職務) :

- (8) ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理担当者の業務の監督

### ⑥ 第10条(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理担当者) :

- (2) 放射線被ばく線量の測定又は算定

### ⑦ 第11条(線量制限値) :

ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくは、すべての状況において、合理的に達成できるかぎり、低く抑えられなければならない。

2 ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくは、別表1の ISS 搭乗宇宙飛行士の線量制限値を超えないよう管理されなければならない。

⑧ 第12条(線量制限値の対象となる放射線被ばく) :

線量制限値は、次の各号に定める放射線被ばくを合算したものに適用する。

(1) ISS 搭乗宇宙飛行による放射線被ばく

(2) ISS 搭乗宇宙飛行士に特有の医学検査による放射線被ばく

(3) 航空機による高々度飛行訓練における放射線被ばく

(4) 地上における放射線業務による放射線被ばく

(5) その他被ばく管理責任者が必要と認めた放射線被ばく

⑨ 第13条(緊急時における線量制限値) :

ISS に重大な事故や故障等が発生し、ISS の維持のため又は ISS 搭乗宇宙飛行士の健康障害を防止するために緊急の対策が必要となった時(以下「緊急時」という。)は、当該緊急作業に従事するISS 搭乗宇宙飛行士については、第 11 条の規定にかかわらず、同条第2項に規定する線量制限値を適用しない。ただし、この場合であっても、放射線被ばくはできる限り低く抑えられなければならない。

⑩ 第16条(ISS 飛行以外による個人被ばく線量の測定又は算定) :

被ばく管理担当者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が地上における放射線業務を行う場合は、法令等及び当該放射線業務を実施する施設の放射線障害予防規程に則り、個人被ばく線量の測定又は算定を行わなければならない。

⑪ 第19条(説明と同意) :

被ばく管理責任者は、ISS 搭乗宇宙飛行士に対し、飛行割当がなされる前に、当該飛行中の放射線被ばくに係る次の各号のリスクについて説明し、その内容を理解していること及び当該飛行業務を遂行する意思を有していることを書面により確認しなければならない。

(4) 骨髄、水晶体、皮膚等の組織又は臓器の確定的影響(組織反応)に係るリスク

⑫ 第21条(健康診断) :

担当医師は、ISS 搭乗宇宙飛行士に対し、次の各号に定めるところにより、問診及び検査による健康診断を実施しなければならない。

⑬ 第22条(ISS 飛行中の退避又は飛行中止等の措置) :

2 前項の報告を受けた ISS プログラムマネージャは、必要な場合には、ISS 参加各機関との協議のうえ、退避又は飛行中止等の措置が講じられるようにならなければならない。この際、ISS プログラムマネージャは、必要に応じて有人宇宙環境利用ミッション本部長又は理事長に報告しその判断を仰ぐ。

⑯ 第25条(記録及びその保存) :

5 被ばく管理責任者は、第1項の記録のうち、第14条の監視の記録を別に定めるところにより保存し、第1項の第15条及び第16条の測定及び算定の記録並びに教育及び訓練結果の記録、第3項の健康診断の結果の記録並びに第4項のリスクの説明結果の記録及び原因調査の結果の記録をISS搭乗宇宙飛行士の医学記録の一部として永年保存する。

別表1 ISS 搭乗宇宙飛行士の生涯実効線量当量制限値

初めて宇宙飛行を行った年齢	男性 (Sv)	女性 (Sv)
<u>27～30歳</u>	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>
<u>31～35歳</u>	<u>0.7</u>	<u>0.6</u>
<u>36～40歳</u>	<u>0.8</u>	<u>0.65</u>
<u>41～45歳</u>	<u>0.95</u>	<u>0.75</u>
<u>46歳以上</u>	<u>1.0</u>	<u>0.8</u>

## 添付 2.2-1

### 国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理規程(変更案) 現規程からの変更点を\_\_で明示。

#### 第1章 総則

##### (目的)

第1条 この規程は、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(以下「機構」という。)が国際宇宙ステーション(以下「ISS」という。)計画を推進するにあたり、これに必要な宇宙飛行士の放射線被ばく管理に関する事項を定め、もって宇宙飛行士の放射線被ばくを適切に管理することを目的とする。

##### (適用範囲)

第2条 この規程は、「宇宙飛行士審査委員会の設置及び宇宙飛行士の認定規程(規程第15—12号)」に基づき、宇宙飛行士として認定を受けている者及びその候補者のうち、ISS に搭乗又は搭乗予定の者(以下「ISS 搭乗宇宙飛行士」という。)に対する選抜から宇宙飛行士認定取り消しまでの全ての期間における放射線被ばく管理に適用する。

##### (法令等の遵守)

第3条 ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理を行うに当たっては、その業務が国又は地方公共団体が定める法律、政令、規則、条例等(以下「法令等」という。)の対象となる場合には、その法令等に従わなければならない。

##### (定義)

第4条 この規程において用いる用語の定義は次のとおりとする。

- (1) 「実効線量」とは、国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007年勧告で定義される実効線量であり、同勧告で提示された放射線加重係数、線質係数(宇宙飛行における放射線被ばくに係るものに限る。以下同じ。)及び組織加重係数を用いて計算される実効線量をいう。
- (2) 「組織等価線量」とは、国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007年勧告で定義される組織等価線量であり、同勧告で提示された放射線加重係数及び線質係数を用いて計算される骨髄、水晶体、皮膚及び精巣のそれぞれの等価線量をいう。
- (3) 「線量制限値」とは、生涯実効線量制限値及び組織等価線量制限値をいう。
- (4) 「放射線業務」とは、「電離放射線障害防止規則」(昭和47年労働省令第41号)に規定される放射線業務をいう。
- (5) 「ISS 飛行」とは、ISS 搭乗宇宙飛行士が「民生用国際宇宙基地のための協力に関するカナダ政府、欧州宇宙機関、日本国政府、ロシア連邦政府及びアメリカ合衆国政府の間の協定」第 11 条に基づき ISS への滞在のための飛行を開始してから地上に帰還するまでをいう。

- (6) 「ISS の放射線環境」とは、ISS 飛行中に ISS 搭乗宇宙飛行士の被ばく線量に影響を与える ISS 船内及び船外の放射線の強度及びエネルギー等の状態をいう。
- (7) 「太陽－地球圏の宇宙環境」とは、ISS 搭乗宇宙飛行士の被ばく線量に影響を与える太陽表面の現象、地球近傍における宇宙放射線の強度及び地球磁場の強度等の状態をいう。

## 第2章 組織及び職務

(組織)

第 5 条 ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理に係る業務に従事する者の関係組織は、別図 1のとおりとする。

(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理責任者)

第 6 条 ISS 搭乗宇宙飛行士の健康管理の責任者(以下「健康管理責任者」という。)は、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理の責任者(以下「被ばく管理責任者」という。)として、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理について総括するものとする。

(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理責任者の代理者)

第7条 理事長は、被ばく管理責任者が疾病その他の事故によりその職務を行うことができない場合は、その期間中その職務を代行させるため、選任された健康管理責任者の代理をもって被ばく管理責任者の代理者(以下「代理者」という。)とする。

(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理責任者の職務)

第8条 被ばく管理責任者は、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理に関し、次の各号に定める業務を行う。

- (1) 宇宙飛行士の選抜及び飛行割当時の放射線被ばくに関する審査
- (2) 放射線被ばく管理上重要な計画の作成及び見直し
- (3) 放射線被ばく管理に関する機器、書類等の監査
- (4) ISS 参加各機関及び国内関係機関との放射線被ばく管理に係る重要事項についての連絡及び調整
- (5) ISS 搭乗宇宙飛行士に対する放射線被ばくに係るリスクの説明
- (6) 放射線障害発生時及び線量制限値を超えた場合における原因調査及び対応策の検討
- (7) 放射線被ばく管理に係る記録の保管
- (8) ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理担当者の業務の監督
- (9) この規程及び細則等の制定及び改廃の検討
- (10) その他放射線被ばく管理に関し必要な事項

(ISS 搭乗宇宙飛行士健康管理担当医師)

第 9 条 ISS 搭乗宇宙飛行士健康管理担当医師(以下、「担当医師」という。)は、宇宙飛行士の健康管理について必要な知識と経験を有する者の中から、被ばく管理責任者が選任するもの

とし、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理に関し、次の各号に定める業務を行う。

- (1) 放射線被ばく管理に関する健康診断計画の立案及びその実施
- (2) 前号に関する記録及びその管理
- (3) その他被ばく管理責任者が必要と認めた事項

(ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理担当者)

第 10 条 ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理担当者(以下「被ばく管理担当者」という。)は、宇宙飛行士の放射線被ばく管理について必要な知識と経験を有する者の中から被ばく管理責任者が選任するものとし、ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理に関し、次の各号に定める業務を行う。

- (1) 放射線被ばく履歴の調査
- (2) 放射線被ばく線量の測定又は算定
- (3) ISS 飛行中の ISS の放射線環境及び太陽－地球圏の宇宙環境の監視並びに個人被ばく線量の算定
- (4) 放射線被ばく管理に関する教育及び訓練計画の立案並びにその実施
- (5) ISS 参加各機関及び国内関係機関との放射線被ばく管理に係る技術的事項についての連絡及び調整
- (6) 前各号に関する記録及びその管理
- (7) その他被ばく管理責任者が必要と認めた事項

### 第3章 線量制限値等

(線量制限値)

第 11 条 ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくは、すべての状況において、合理的に達成できるかぎり、低く抑えられなければならない。

2 ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばくは、別表1の ISS 搭乗宇宙飛行士の線量制限値を超えないよう管理されなければならない。

(線量制限値の対象となる放射線被ばく)

第 12 条 線量制限値は、次の各号に定める放射線被ばくを合算したものに適用する。

- (1) ISS 搭乗宇宙飛行による放射線被ばく
- (2) ISS 搭乗宇宙飛行士に特有の医学検査による放射線被ばく
- (3) 航空機による高々度飛行訓練における放射線被ばく
- (4) 地上における放射線業務による放射線被ばく
- (5) その他被ばく管理責任者が必要と認めた放射線被ばく

(緊急時における線量制限値)

第 13 条 ISS に重大な事故や故障等が発生し、ISS の維持のため又は ISS 搭乗宇宙飛行士の健康障害を防止するために緊急の対策が必要となった時(以下「緊急時」という。)は、当該緊

急作業に従事する ISS 搭乗宇宙飛行士については、第 11 条の規定にかかわらず、同条第2 項に規定する線量制限値を適用しない。ただし、この場合であっても、放射線被ばくはできる限り低く抑えられなければならない。

#### 第4章 被ばく線量の監視等

##### (放射線環境等の監視)

第 14 条 被ばく管理担当者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が ISS 飛行中は、太陽－地球圏の宇宙環境及び ISS の放射線環境を定期的に監視するとともに、次の各号に定めるときには、常時監視しなければならない。

- (1) ISS 搭乗宇宙飛行士の被ばく線量に影響を及ぼすような別に定める太陽－地球圏の宇宙環境の変動があったとき
- (2) ISS 搭乗宇宙飛行士の被ばく線量に影響を及ぼすような別に定める ISS の放射線環境の変動があったとき
- (3) ISS 搭乗宇宙飛行士が船外活動を行っているとき
- (4) その他被ばく管理責任者が必要と認めたとき

##### (ISS 飛行による個人被ばく線量の算定及び測定)

第 15 条 被ばく管理担当者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が ISS 飛行中は、個人被ばく線量を定期的に算定するとともに、前条の各号に該当するときは、別に定める方法により、隨時に個人被ばく線量を算定しなければならない。

2 被ばく管理担当者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が帰還後、個人線量計の計測結果に基づき、別に定める方法により ISS 飛行中の個人被ばく線量を測定しなければならない。

##### (ISS 飛行以外による個人被ばく線量の測定又は算定)

第 16 条 被ばく管理担当者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が地上における放射線業務を行う場合は、法令等及び当該放射線業務を実施する施設の放射線障害予防規程に則り、個人被ばく線量の測定又は算定を行わなければならない。

2 被ばく管理担当者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が航空機による高々度飛行訓練を行った際の個人被ばく線量、ISS 搭乗宇宙飛行士に特有の医学検査を受けた際の個人被ばく線量、及び ISS 飛行以外の宇宙飛行による個人被ばく線量を、別に定める方法により、測定又は算定しなければならない。

##### (報告)

第 17 条 被ばく管理担当者は、第 14 条から第 16 条の監視、測定及び算定の結果、ISS 搭乗宇宙飛行士が別表 1 の線量制限値を超えて被ばくし、又は被ばくするおそれがあると認めたときは、遅滞なく被ばく管理責任者に報告しなければならない。

2 被ばく管理担当者は、第 14 条の監視の結果、ISS 搭乗宇宙飛行士の退避等の措置が必要になる別に定める事象を認めるときは、遅滞なく被ばく管理責任者に当該状況を報告しなければ

ならない。

## 第5章 教育及び訓練

### (教育及び訓練)

第 18 条 被ばく管理担当者は、ISS 搭乗宇宙飛行士に対し、初めて ISS 飛行する前に基礎訓練等において、この規程に定める事項等の周知を図るほか、放射線被ばく管理に必要な教育及び訓練を実施しなければならない。

2 前項の規定による教育及び訓練は、6 時間以上を充てるとともに、次の各号に定める項目について行わなければならない。

- (1) 放射線に関する基礎的知識
- (2) 宇宙放射線環境
- (3) 放射線の人に対する影響
- (4) ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理の概要
- (5) ISS 飛行中の被ばく管理方法
- (6) ISS において使用する宇宙放射線計測器及び個人線量計の取扱い
- (7) 緊急時の対処措置

3 被ばく管理担当者は、前2項の教育及び訓練を実施した後は、ISS 飛行毎に、事前に少なくとも1回、ISS 搭乗宇宙飛行士に対し教育及び訓練を実施しなければならない。

4 前項の規定による教育及び訓練は、ISS 搭乗宇宙飛行士が第2項に定める全ての項目に関して最新の知識及び関心を持てるよう、必要な時間数をそのつど割り当てて実施しなければならない。

### (説明と同意)

第 19 条 被ばく管理責任者は、ISS 搭乗宇宙飛行士に対し、飛行割当がなされる前に、当該飛行中の放射線被ばくに係る次の各号のリスクについて説明し、その内容を理解していること及び当該飛行業務を遂行する意思を有していることを書面により確認しなければならない。

- (1) 発がん(がん死亡)に係るリスク
- (2) 遺伝的影响に係るリスク
- (3) 男性の一時的及び永久不妊に係るリスク
- (4) 骨髄、水晶体、皮膚等の組織又は臓器の確定的影响(組織反応)に係るリスク
- (5) 胎児への影響に係るリスク

### (宇宙飛行士認定取り消し後の放射線被ばくに係るリスクの説明)

第 20 条 被ばく管理責任者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が宇宙飛行士認定を取り消された場合は、その後の放射線業務のリスクについて、当該 ISS 搭乗宇宙飛行士に対し十分な情報提供を行わなければならない。

## 第6章 健康診断

### (健康診断)

第21条 担当医師は、ISS 搭乗宇宙飛行士に対し、次の各号に定めるところにより、問診及び検査による健康診断を実施しなければならない。

- (1) ISS 搭乗宇宙飛行士の選抜、年次医学検査、ISS 飛行前及び飛行後の各時期において、問診により第12条各号に示された被ばくに係わる履歴についての聴取
- (2) ISS 飛行前及び飛行後に、赤血球数、白血球数、白血球分画、及び血色素量又はヘマトクリット値の検査の実施
- (3) ISS 飛行前及び飛行後に、皮膚の異常について検査の実施
- (4) ISS 飛行前及び飛行後に、水晶体の検査の実施
- (5) ISS 飛行前に、問診及び妊娠検査を実施し、妊娠していないことの確認
- (6) ISS 搭乗宇宙飛行士に対し十分な情報提供を行ったうえで、希望する ISS 搭乗宇宙飛行士には、精子数に関する検査の機会の提供

2 被ばく管理責任者は、第17条第1項の報告を受けた場合は、担当医師に、その者につき必要な健康診断を行わせなければならない。

## 第7章 緊急時等における措置

### (ISS 飛行中の退避又は飛行中止等の措置)

第22条 第17条の報告を受けた被ばく管理責任者は、退避又は飛行中止等の被ばく線量低減のための措置が必要と判断した場合は、宇宙飛行士運用技術部長を通じてその旨を ISS プログラムマネージャに報告しなければならない。

2 前項の報告を受けた ISS プログラムマネージャは、必要な場合には、ISS 参加各機関との協議のうえ、退避又は飛行中止等の措置が講じられるようしなければならない。この際、ISS プログラムマネージャは、必要に応じて有人宇宙環境利用ミッション本部長又は理事長に報告し、その判断を仰ぐ。

(放射線障害の発生又はそのおそれがある場合)

第23条 担当医師は、第21条の健康診断の結果、ISS 搭乗宇宙飛行士に放射線障害が発生した又はそのおそれがあると判断した場合は、遅滞なくその旨を被ばく管理責任者に報告するとともに、ISS 搭乗宇宙飛行士の健康の保持に必要な措置を講じなければならない。

### (原因調査)

第24条 被ばく管理責任者は、ISS 搭乗宇宙飛行士が第17条、第22条第1項及び第23条の規定に該当する場合は、その原因を調査し対応策を検討しなければならない。

## 第8章 雜則

### (記録及びその保存)

第25条 被ばく管理担当者は、第14条から第16条の監視、測定及び算定並びに第18条の教

育及び訓練を行った場合は、そのつど、その結果を別に定めるところにより記録しなければならない。

- 2 被ばく管理担当者は、前項の第 14 条から第 16 条の記録のつど、それを被ばく管理責任者に提出するとともに、対象 ISS 搭乗宇宙飛行士に個人被ばく線量に係る記録の写しを交付しなければならない。
- 3 担当医師は、第 21 条の健康診断の結果を別に定めるところにより記録するとともに、実施のつど記録の写しを対象 ISS 搭乗宇宙飛行士に交付しなければならない。
- 4 被ばく管理責任者は、第 19 条及び第 20 条のリスクの説明並びに第 24 条の原因の調査を行った場合は、そのつど、その結果を別に定めるところにより記録しなければならない。
- 5 被ばく管理責任者は、第1項の記録のうち、第 14 条の監視の記録を別に定めるところにより保存し、第1項の第15条及び第16条の測定及び算定の記録並びに教育及び訓練結果の記録、第3項の健康診断の結果の記録並びに第4項のリスクの説明結果の記録及び原因調査の結果の記録を ISS 搭乗宇宙飛行士の医学記録の一部として永年保存する。

#### (細則等の制定)

第 26 条 この規程に定める事項の実施のために必要な事項については、別に定めるものとする。

#### 附則

1. この規程は、平成15年10月1日から施行する。
2. 宇宙開発事業団における「国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理規程(平成15年15規程第25号)」に基づき、ISS 搭乗宇宙飛行士健康管理担当医師及び ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理者として選任された者は、本規程における ISS 搭乗宇宙飛行士健康管理担当医師及び ISS 搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理者として選任されている者とみなす。

#### 附則(平成19年4月20日 規程第19－31号)

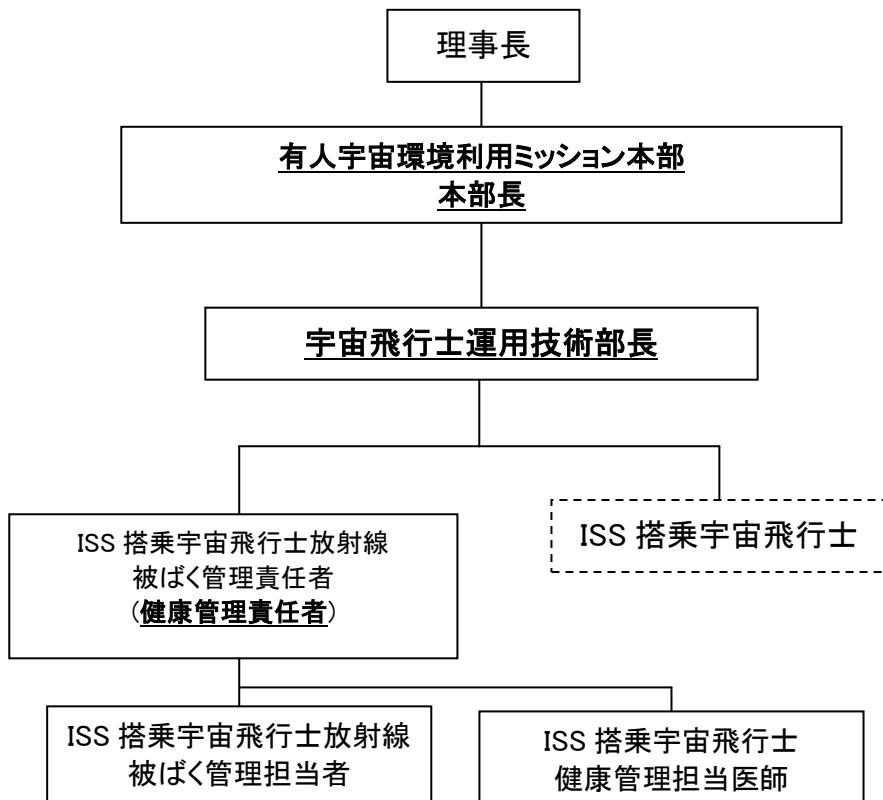
この規程は、平成19年4月20日から施行し、平成19年4月 1 日から適用する。

#### 附則(平成25年4月 xx 日 規程第25－xx 号)

この規程は、平成25年4月 xx 日から施行し、平成25年4月 xx 日から適用する。

## 別図1

ISS 搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理に係る関係組織



注: [ ] は放射線被ばく管理の対象者を示す。

## 別表1

ISS 搭乗宇宙飛行士の生涯実効線量制限値

初めて宇宙飛行を行った年齢	男性 (Sv)	女性 (Sv)
27~30 歳	0.6	0.5
31~35 歳	0.7	0.6
36~40 歳	0.8	0.65
41~45 歳	0.95	0.75
46 歳以上	1.0	0.8

ISS 搭乗宇宙飛行士の組織等価線量制限値

組織・臓器	1週間(Sv)	1年間(Sv)	生涯(Sv)
骨髄	—	0.5	—
水晶体	0.5	2	5
皮膚	2	7	20
精巣	—	1	—

### 3. その他

#### 3.1. 分科会委員名簿

	氏名／(専門分野)	所属 ／ 役職
分科会長	佐々木 康人 (放射線医学)	公益社団法人日本アイソトープ協会 前専務理事
専門委員	秋岡 真樹 (宇宙放射線関係)	独立行政法人 情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所企画室 専門推進員
"	古澤 佳也 (生物影響重粒子)	独立行政法人 放射線医学総合研究所 重粒子線医科学センター 次世代重粒子治療研究プログラム 実験治療研究チーム チームリーダー
"	草間 朋子 (放射線防護全般)	東京医療保健大学 副学長
"	小佐古 敏莊 (放射線防護全般)	東京大学大学院 工学系研究科 原子力専攻 教授
"	中村 尚司 (高エネルギー放射線物理)	東北大学 名誉教授
"	藤高 和信 (宇宙放射線防護)	独立行政法人 放射線医学総合研究所 名誉研究員
"	吉田 篤正 (宇宙放射線環境)	青山学院大学 理工学部 物理・数理学科 教授
"	保田 浩志 (宇宙線被ばく研究)	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 上席研究員
"	多氣 昌生 (非電離放射線)	首都大学東京大学院 理工学研究科 電気電子工学専攻 教授

### 3.2. 分科会での審議

回次	期日	議題
第 27 回		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 若田宇宙飛行士の長期宇宙滞在中の放射線被ばく管理結果と野口飛行士の被ばく管理計画について</li> <li>・ ICRP103 の放射線被ばく管理規程等への取り入れについて</li> </ul>
第 28 回	2009 年 12 月 10 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放射線被ばく管理規程について</li> <li>・ ICRP103 の放射線被ばく管理規程等への取り入れについて</li> </ul>
第 29 回	2011 年 1 月 18 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第3回日本人宇宙飛行士 ISS 長期滞在ミッション実施結果</li> <li>・ 宇宙飛行士の放射線防護に用いる諸量の見直しに係る方針について</li> <li>・ 確率的影響のリスク算定方法について</li> </ul>
第 30 回	2012 年 2 月 2 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非電離放射線に関する動向について</li> <li>・ 確率的影響のリスク算定に関する作業状況について</li> <li>・ バイオドシメトリ研究の結果について</li> </ul>
第 31 回	2012 年 6 月 7 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 確率的影響のリスク算定結果と線量制限値について</li> <li>・ 水晶体に関する確定的影響に係る検討結果と線量制限値について</li> <li>・ バイオドシメトリの医学運用への適用について</li> <li>・ 第 32 次/第 33 次 ISS 長期滞在中(星出宇宙飛行士)の放射線被ばく管理運用に関する準備状況</li> </ul>
第 32 回	2012 年 10 月 3 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイオドシメトリに関する最新動向について</li> <li>・ ISS でのリアルタイム放射線計測機器の開発状況</li> <li>・ 確率的影響のリスク算定結果と線量制限値について</li> <li>・ 放射線被ばく管理規程の見直し及び ICRP103 取入れに係る報告書作成について</li> </ul>
第 33 回	2013 年 2 月 12 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ICRP103 取入れに係る最終報告書について</li> <li>・ フルエンス-被ばく線量換算係数の変更について</li> <li>・ 第 32 次/第 33 次 ISS 長期滞在中(星出宇宙飛行士)の放射線被ばく管理運用の結果について</li> </ul>

### 3.3. 参考

#### 【参考1】

線量限度、線量拘束値、参考レベルの定義（ICRP103、用語解説）

線量限度	計画被ばく状況から個人が受ける、超えてはならない実効線量または等価線量の値。
線量拘束値	ある線源からの個人線量に対する予測的な線源関連の制限値。線源から最も高く被ばくする個人に対する防護の基本レベルを提供し、またその線源に対する防護の最適化における線量の上限値としての役割を果たす。職業被ばくについては、線量拘束値は最適化のプロセスで考察される複数の選択肢の範囲を制限するために使用される個人線量の値である。
参考レベル	緊急時または現存の制御可能な被ばく状況において、それを上回る被ばくの発生を許す計画の策定は不適切であると判断され、またそれより下では防護の最適化を履行すべき、線量又はリスクのレベルを表す用語。参考レベルに選定される値は、考慮されている被ばく状況の一般的な事情によって決まる。

## 【参考2】

### 宇宙飛行における放射線被ばくに限って線質係数を用いる理由

放射線被ばく分科会報告書(平成13年12月)に、以下の通り説明されている。この記述は、放射線被ばく分科会での「エネルギーに依存しない放射線加重係数を(宇宙放射線のような)高エネルギー放射線に適用するのは間違いである。<sup>\*1</sup>」、「宇宙放射線のような高エネルギー放射線に、放射線加重係数は使用できない。<sup>\*2</sup>」等、荷電粒子の  $w_R$  は、安全側に大きめに作られており、確率的影響を評価するための量としては適当でないという議論を踏まえたものである。

#### 2.3.1 実効線量<sup>\*3</sup>

確率的影響を評価するための量として、ICRP60 で勧告している実効線量  $E$  の概念は有効であるが、身体に入射する前の放射線の種類・エネルギーで決まる放射線加重係数  $w_R$  を使用することは、ISS 搭乗宇宙飛行士の線量を管理する上では、宇宙放射線計測技術の問題から不都合である。また、ICRP60 では、 $w_R$  の近似として線質係数  $Q$  を使用することができるとしていることから、 $w_R$  に代えて ICRP60 の  $Q$  を使用する。(中略)

#### 2.3.2 組織等価線量<sup>\*3</sup>

確定的影響を評価するための量として、ICRP60 で勧告している等価線量  $H_T$  の概念は有効であるが、身体に入射する前の放射線の種類・エネルギーで決まる放射線加重係数  $w_R$  を使用することは、ISS 搭乗宇宙飛行士の線量を管理する上では、宇宙放射線計測技術の問題から不都合である。また、ICRP60 では、 $w_R$  の近似として線質係数  $Q$  を使用することができるとしていることから、また、2.2.1(3)のとおり確定的影響の評価に ISS の放射線環境 (LET 分布) では ICRP60 の線質係数  $Q$  を使用することは安全側(線質係数  $Q$  は確定的影響の RBE より大きくなる)であると考えられることから、 $w_R$  に代えて ICRP60 の  $Q$  を使用する。

注 \*1: 有人サポート委員会 放射線管理分科会 第1回議事録より

\*2: 有人サポート委員会 放射線管理分科会 第20回議事録より

\*3: 放射線被ばく分科会報告書(平成13年12月)では、実効線量当量、組織線量当量を用いていたが、他の記述に合わせて、「実効線量」、「組織等価線量」とした。定義は、以下の通り。

「実効線量」: ICRP60 で定義される実効線量であり、放射線加重係数、線質係数(宇宙飛行における放射線被ばくに係るものに限る。)及び組織加重係数を用いて計算される実効線量。

「組織等価線量」: ICRP60 で定義される実効線量であり、放射線加重係数及び線質係数を用いて計算される骨髄、水晶体、皮膚及び精巣のそれぞれの等価線量。

【参考 3】

ICRP103 で見直された放射線加重係数と組織加重係数

表 3.3-1 放射線加重係数

Type and energy range	ICRP 60	ICRP 103
光子(全エネルギー, $X, \gamma$ )	1	1
電子とミューオン(全エネルギー)	1	1
陽子	5	2
$\alpha$ 粒子, 核分裂生成物, 重粒子	20	20
中性子	Stepwise function	Continuous function

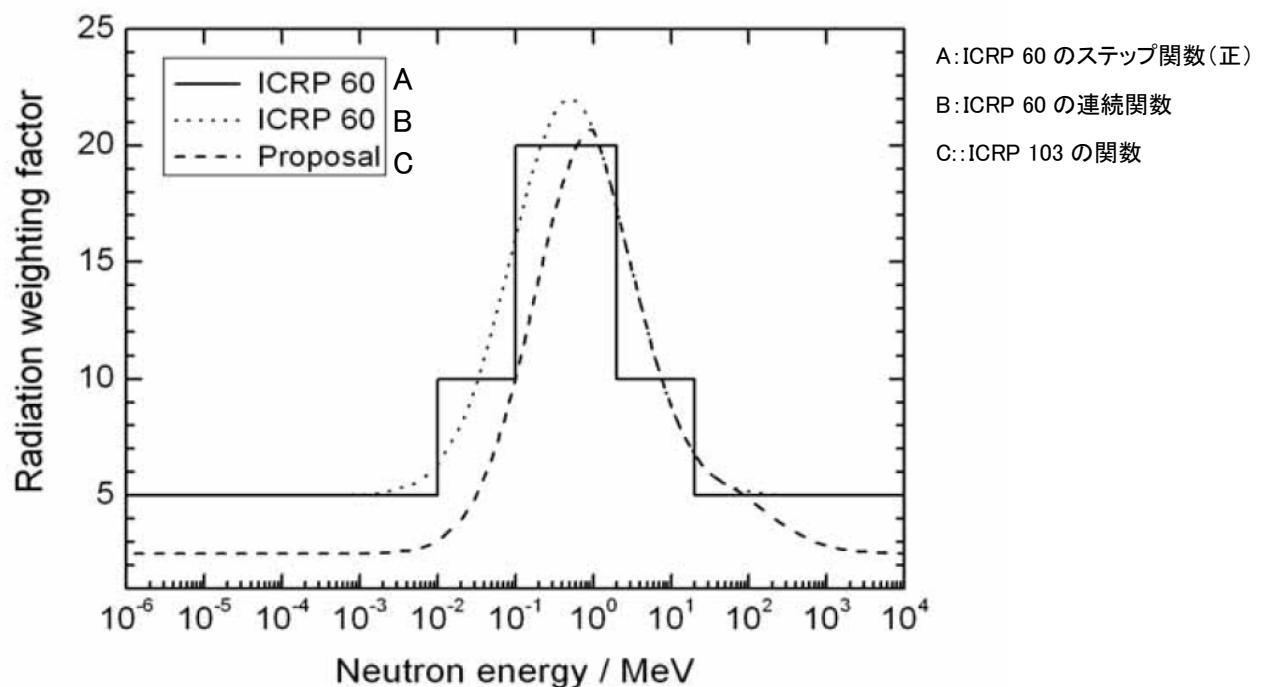


図 3.3-1 中性子の放射線加重係数

表 3.3-2 組織加重係数

	ICRP60	ICRP 103
生殖腺	0.20	
赤色骨髓	0.12	赤色骨髓 0.12
結腸	0.12	結腸 0.12
肺	0.12	肺 0.12
胃	0.12	胃 0.12
		▶ 乳房 <u>0.12</u>
		▶ 生殖腺 <u>0.08</u>
乳房	0.05	
膀胱	0.05	膀胱 <u>0.04</u>
食道	0.05	食道 <u>0.04</u>
肝臓	0.05	肝臓 <u>0.04</u>
甲状腺	0.05	甲状腺 <u>0.04</u>
骨表面	0.01	骨表面 0.01
		脳 0.01
		<u>唾液腺</u> 0.01
皮膚	0.01	皮膚 0.01
残りの組織	0.05	残りの組織 <u>0.12</u>

## 【参考 4】

### 線質係数

ICRP103において、線質係数  $Q(L)$  の変更はない。

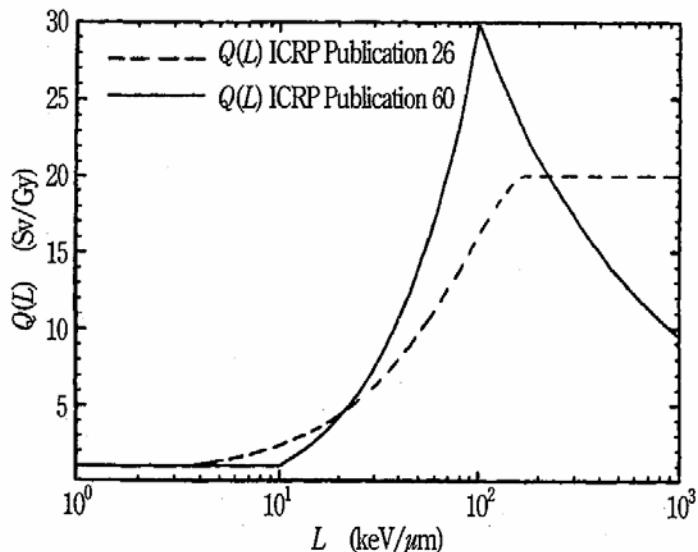


図 3.3-2 線質係数

## 【参考 5】

### ICRP103 の 124 項(抜粋)

(124) 重イオンは高々度での飛行や宇宙探査で、外部放射線場として出会う粒子である。重イオンに関する RBE データは非常に限られており、大部分はインビトロ実験に基づいている。人体に入射し体内で止まる重荷電粒子の線質は、粒子の飛跡に沿って大きく変化する。すべてのタイプとエネルギーの重荷電粒子に対して単一の  $W_R$  値 20 を選択することは、保守的な推定値であり、放射線防護の一般的な適用には十分であるとして勧告されている。これらの粒子が人体の総線量に著しく寄与する宇宙での適用に対しては、より現実的なアプローチを用いなければならないかもしれません。

## 【参考 6】

### 確率的影響のリスク算定に用いたデータの詳細

#### (1) 自然死亡率(全死因)<sup>\*1</sup> 及び平均余命

日本人の年齢別性別の全死因による死亡率及び平均余命については、「総務省統計局日本統計年鑑」の「第 20 回生命表」(2005 年)のデータを用いる。ICRP60 の 1986 年スウェーデン人の死亡率、平均余命との比較を、図 3.3-3 に示す。

#### (2) 自然がん罹患率<sup>\*2</sup> 及び自然がん死亡率<sup>\*3</sup>

国立がん研究センターがん対策情報センターの地域がん登録全国推計によるがん罹患データ及び死亡データ(1975 年～2005 年)の全国年齢階級別推定死亡率(対人口 10 万人)、部位、性、診断年別のデータについて、全固形がん及び白血病について、ICRP103 に示されている欧米人、アジア人との比較を、図 3.3-4 及び表 3.3-5 に示す。

#### (3) リスクモデルのパラメータ

各部位のリスクモデルのパラメータを表 3.3-3 に示す。なお、固形がんの部位については、表 3.3-6 のように対応づけた。生涯がん死亡確率(リスク)を算定する際には、固形がんについては、「全固形がんのがん死亡率」、白血病については、「白血病のがん罹患率に致死率」を乗ずることにより、算定した。

#### (4) 致死率

各部位の致死率を表 3.3-4 に示す。なお、日本人の自然がん罹患率と自然がん死亡率から求めた致死率について表 3.3-4 に合わせて示す。

#### (5) ERR モデルと EAR モデルの加重割合

各部位のリスクモデルの加重は、ICRP103 の組織加重システム策定の方法に従い、表 3.3-5 に示すものとした。

注:  
\*1 自然死亡率(全死因): 放射線被ばくの有無に関わらず発生している、全死因による死亡発生率

\*2 自然がん罹患率: 放射線被ばくの有無に関わらず発生している、がんの罹患率

\*3 自然がん死亡率: 放射線被ばくの有無に関わらず発生している、がんによる死亡発生率

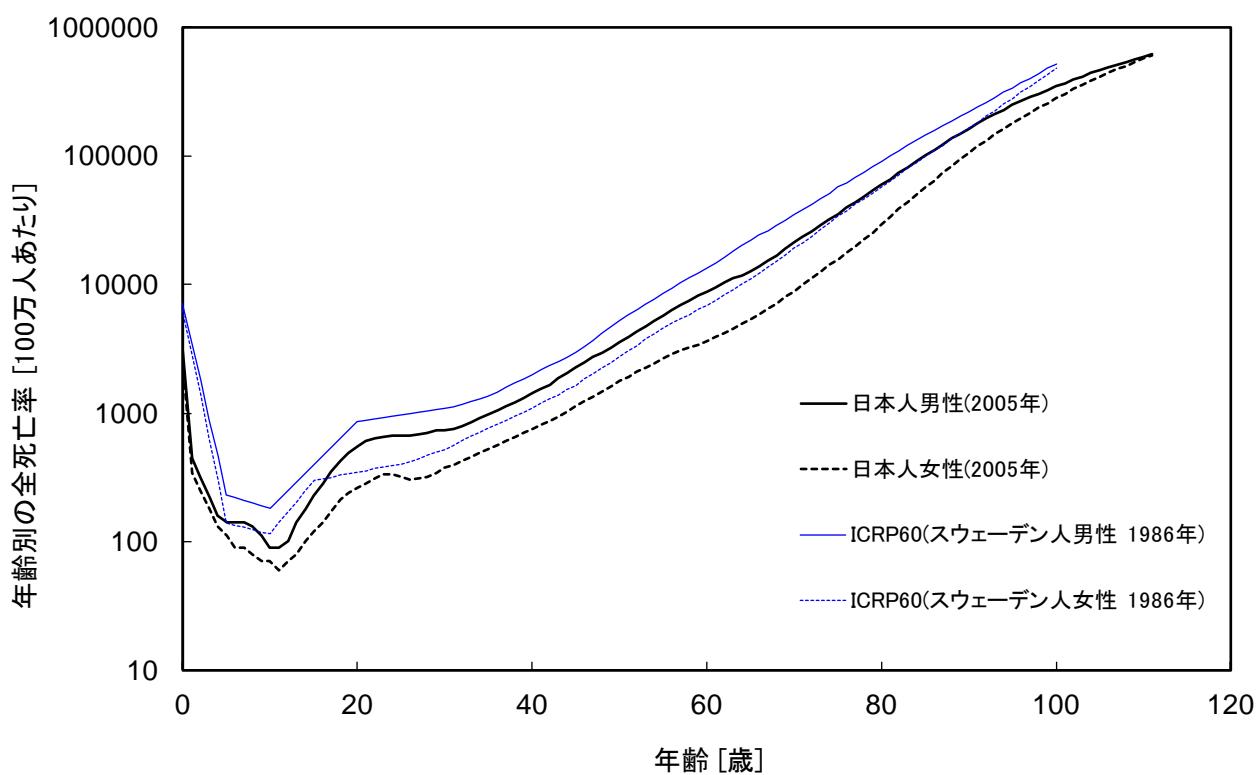


図 3.3-3(a) 日本人の年齢別全自然死亡率(全死因)

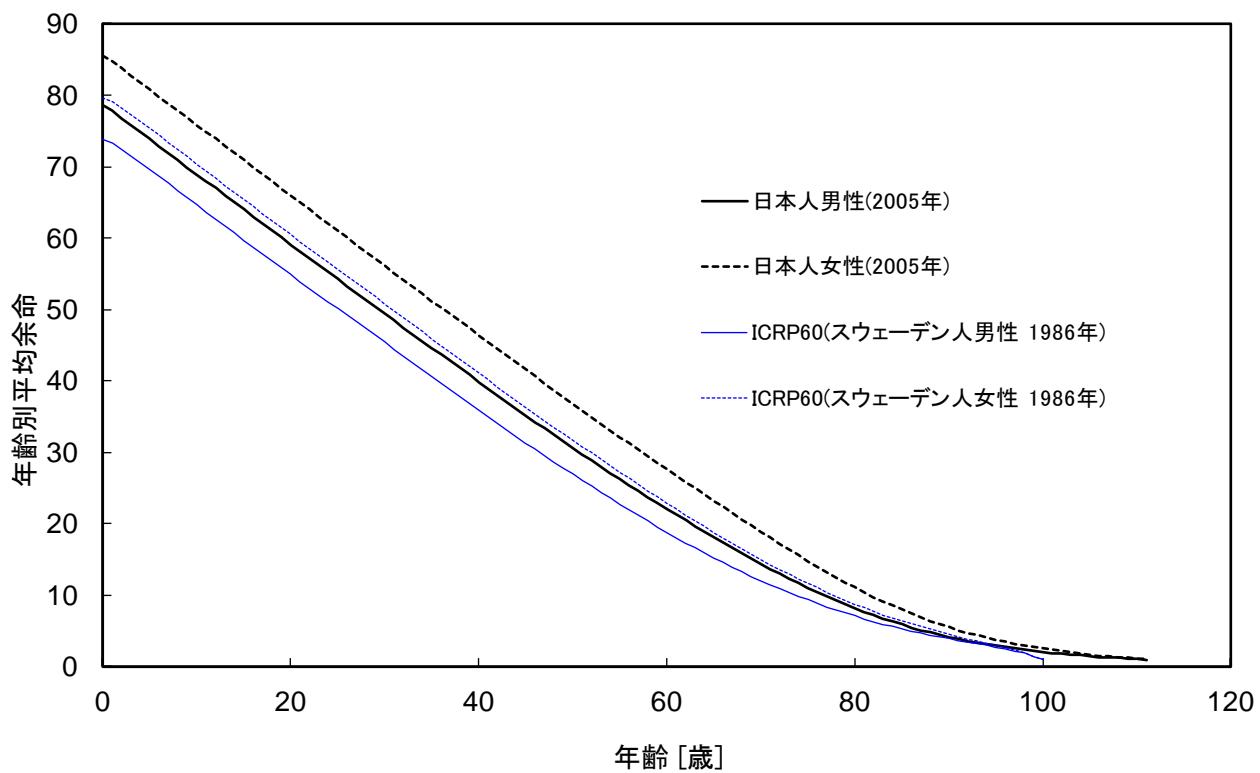


図 3.3-3(b) 日本人の年齢別平均余命

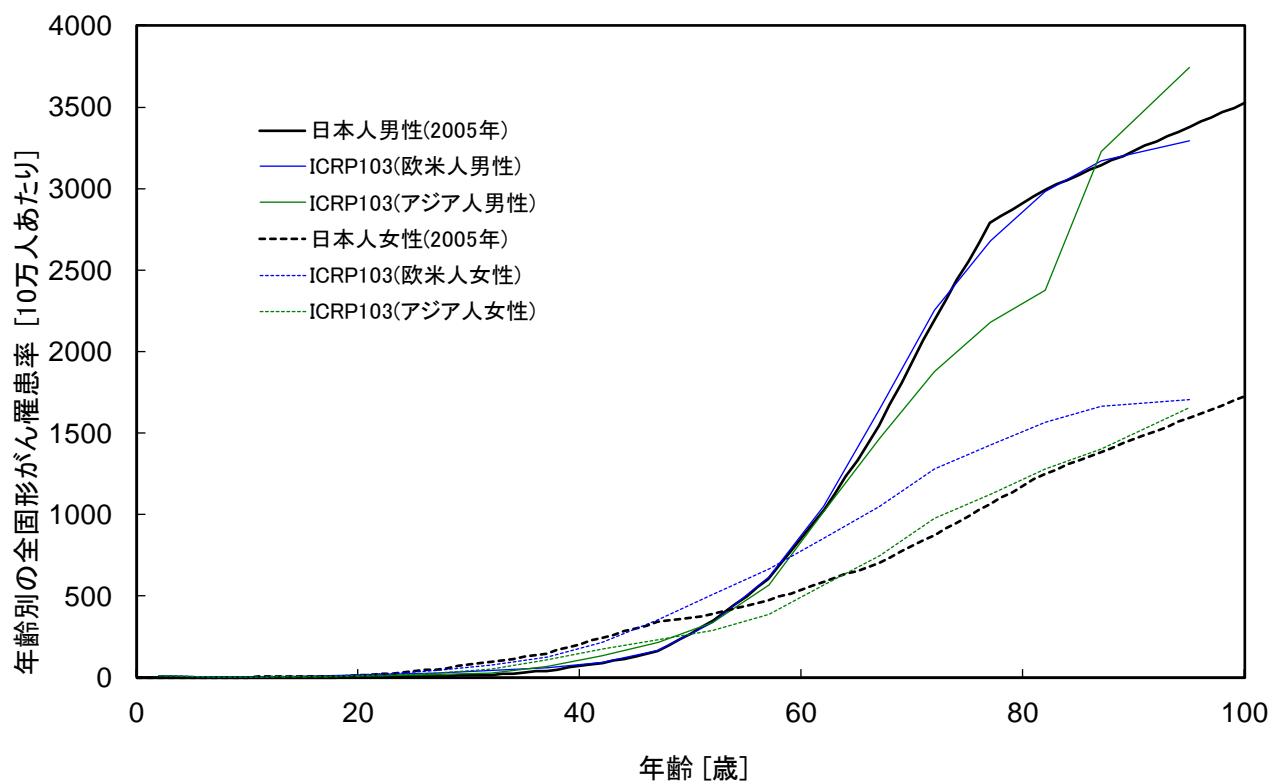


図 3.3-4(a) 日本人の年齢別自然がん罹患率(全固形がん)

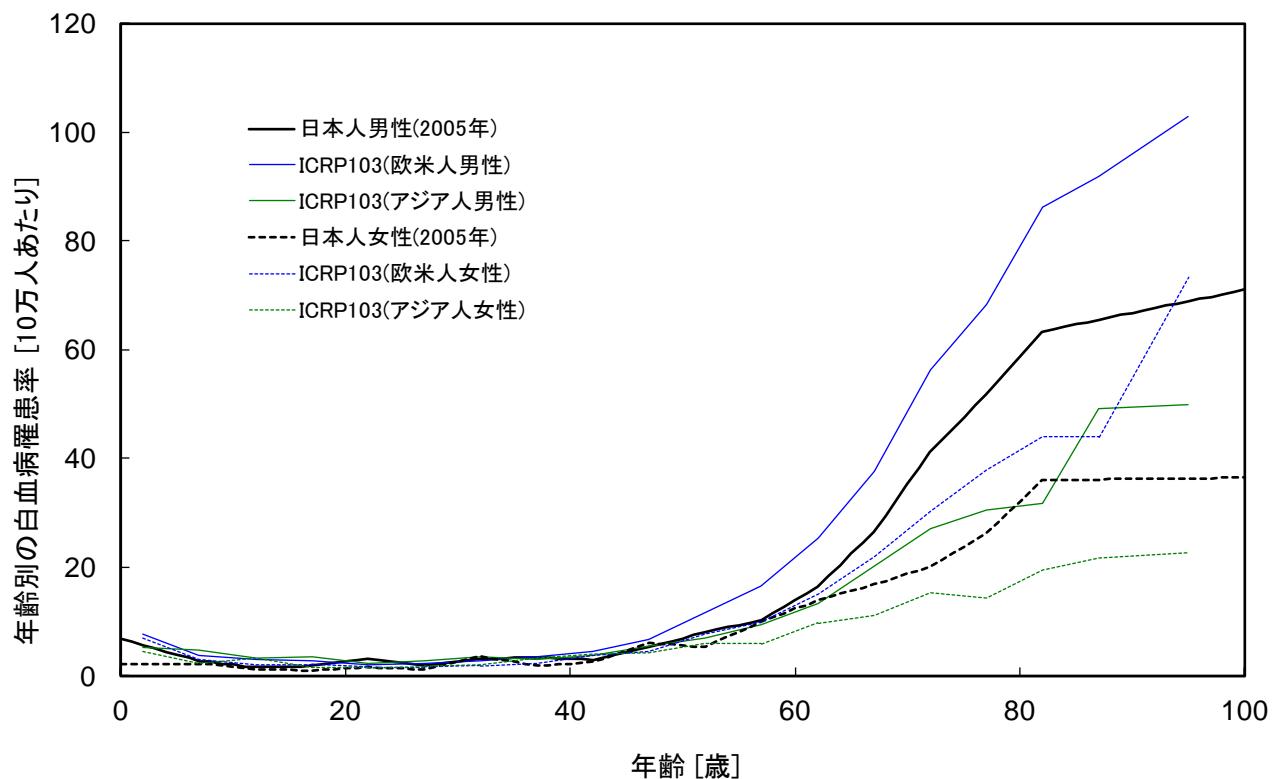


図 3.3-4(b) 日本人の年齢別白血病罹患率

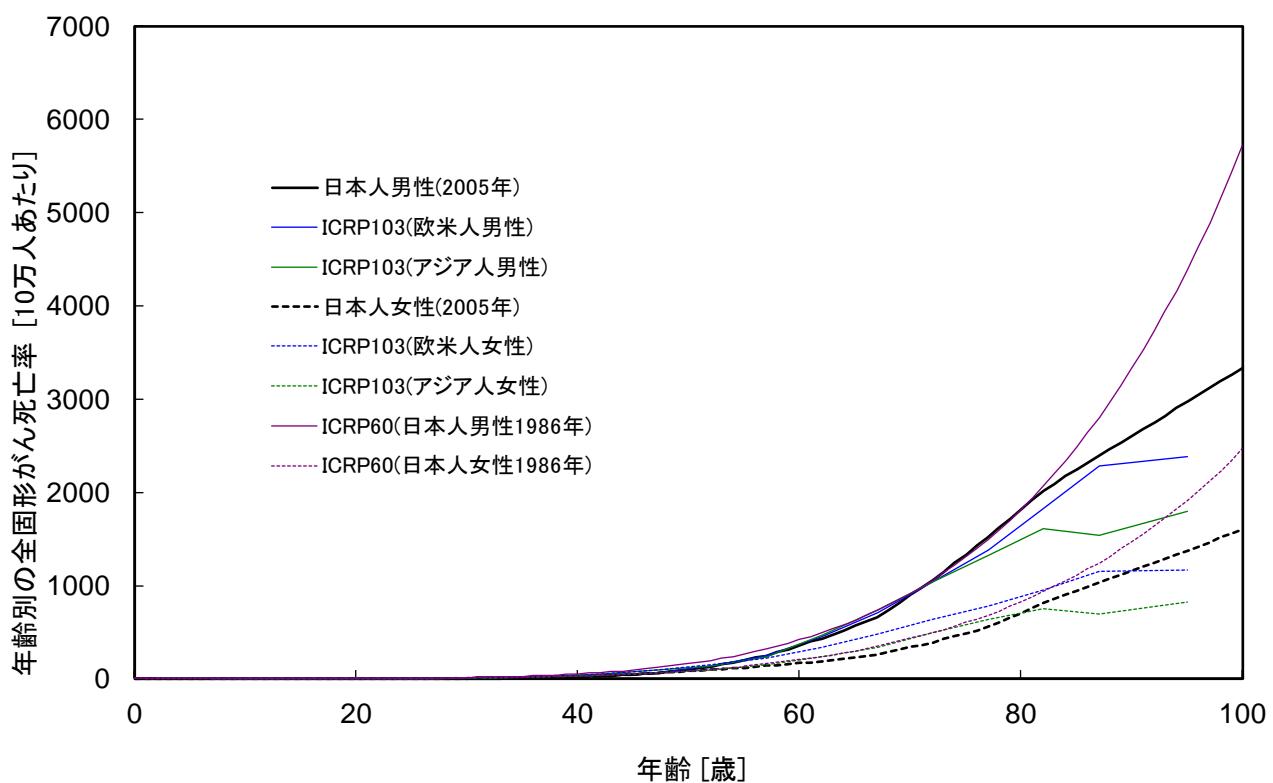


図 3.3-5(a) 日本人の年齢別自然がん死亡率(全固形がん)

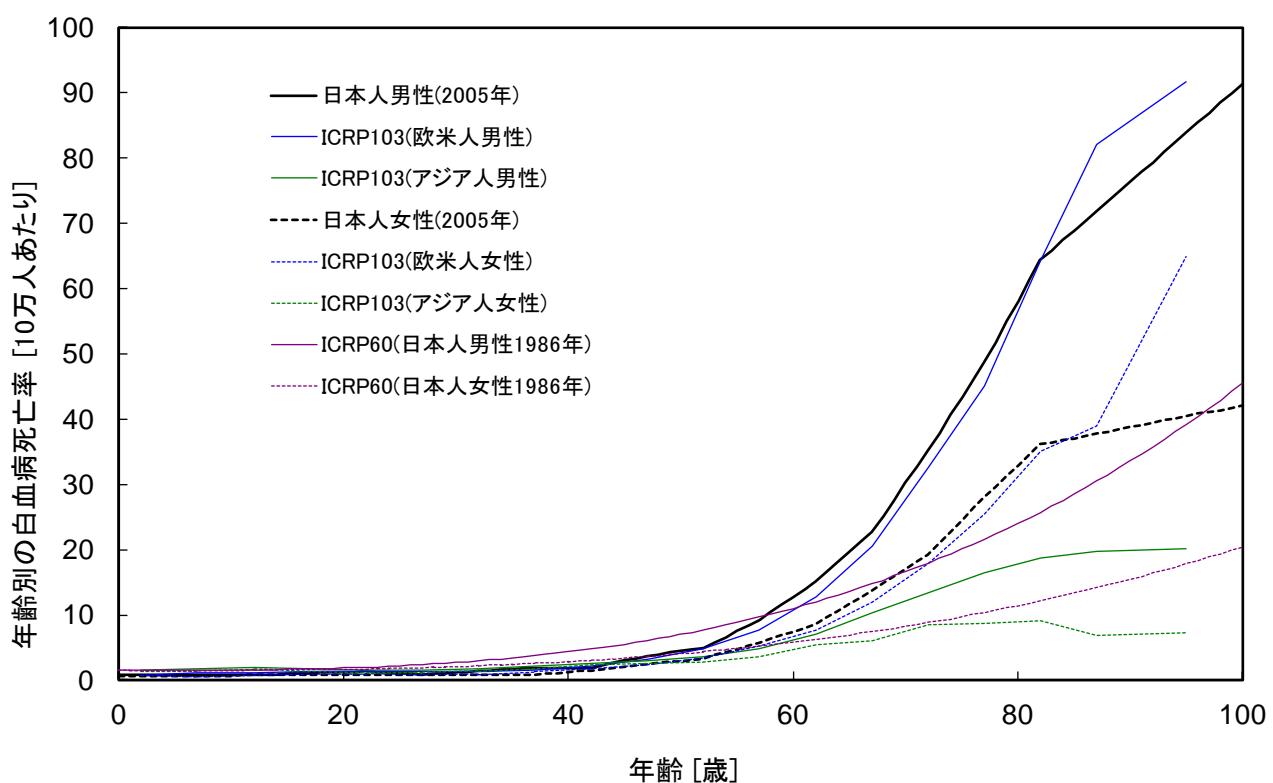


図 3.3-5(b) 日本人の年齢別白血病死亡率

表 3.3-3 (a) がん罹患率に基づく ERR モデルにおける係数

部位	性	ICRP103			Preston ら(2007)		
		30 歳での被ばくによる 70 歳での 1Gy 当りの ERR	被ばく時年齢 10 年增加毎の ERR の変化(%)	ERR が到達年齢の何乗で変化するか	30 歳での被ばくによる 70 歳での 1Gy 当りの ERR	被ばく時年齢 10 年増加毎の ERR の変化(%)	ERR が到達年齢の何乗で変化するか
全固形	男	0.35	-17%	-1.65	0.35	-17%	-1.65
	女	0.58			0.58		
口腔・咽頭	男				0.39		
	女				0.39		
食道	男	0.40	-17%	-1.65	0.52		
	女	0.65			0.52		
胃	男	0.23	-17%	-1.65	0.21	-13%	-1.5
	女	0.38			0.47		
結腸	男	0.68	-17%	-1.65	0.73	1%	-2.68
	女	0.38			0.34		
直腸	男				0.19		
	女				0.19		
肝臓	男	0.25	-17%	-1.65	0.32	3%	-2.7
	女	0.40			0.28		
胆嚢・胆管	男				-0.05		
	女				-0.05		
脾臓	男				0.26		
	女				0.26		
喉頭	男						
	女						
肺	男	0.29	17%	-1.65	0.28	20%	-1.94
	女	1.36			1.33		
皮膚	男				0.10	-73%	0.27
	女				0.23		
乳房	女	0.87	0%	-2.26	0.87	0%	-2.3
子宮	女				0.29		
卵巣	女	0.32	-17%	-1.65	0.61		
前立腺	男				0.11		
膀胱	男	0.67	-17%	-1.65	0.61	-3%	0.33
	女	1.10			1.9		
腎など	男				0.13		

	女				0.13			
脳・中枢神経系	男	0.22	-34%	-1.65	0.62			
	女	0.17			0.62			
甲状腺	男	0.53	-56%	0.00	0.49	-31%		-1.5
	女	1.05			0.65			
その他の部位	男	0.22	-34%	-1.65	0.75	-26%		-0.79
	女	0.17			1.08			

表 3.3-3(b) がん罹患率に基づく EAR モデルにおける係数

部位	性	ICRP103			Preston ら(2007)		
		30 歳での被 ばくによる 70 歳での 1 万人 当り年当たり 1Gy 当りの EAR	被ばく時年齢 10 年増加毎 の EAR の変 化(%)	EAR が到達年 齢の何乗で変 化するか	30 歳での被 ばくによる 70 歳での 1 万 人当り年当 たり 1Gy 当り の過剰死 亡数	被ばく時年齢 10 年増加毎 の EAR の変 化(%)	EAR が到達年 齢の何乗で変 化するか
全固形	男	43.20	-24%	2.38	43	-24%	2.38
	女	59.83			60		
口腔・咽頭	男				0.56		
	女				0.56		
食道	男	0.48	64%	2.38	0.58		
	女	0.66			0.58		
胃	男	6.63	-24%	2.38	9.4	-2%	1.9
	女	9.18			9.7		
結腸	男	5.76	-24%	2.38	13.0	-56%	6.9
	女	2.40			3.0		
直腸	男				0.56		
	女				0.56		
肝臓	男	4.18	-24%	2.38	6.4	-21%	3.6
	女	1.30			2.1		
胆嚢・胆管	男				-0.01		
	女				-0.01		
脾臓	男				0.46		
	女				0.46		
喉頭	男						
	女						

肺	男	6.47	1%	4.25	6.0	2%	4.23
	女	8.97			9.1		
皮膚	男				0.38	-61%	4.36
	女				0.32		
乳房	女	10.9	-39%	3.5(50 歳未満) 1.0(50 歳以上)	9.2	-37%	1.7
子宮	女				0.30		
卵巣	女	1.47	-24%	2.38	0.56		
前立腺	男				0.34		
膀胱	男	2.00	-11%	6.39	3.8	-19%	6.3
	女	2.77			2.6		
腎など	男				0.08		
	女				0.08		
脳・中枢神経系	男				0.51		
	女				0.51		
甲状腺	男	0.69	-24%	0.01	0.5	-46%	0.60
	女	2.33			1.9		
その他の部位	男	7.55	-24%	2.38	6.1	-19%	2.8
	女	10.45			4.0		

表 3.3-3(c) がん死亡率に基づく ERR モデルにおける係数

部位	性	ICRP103		
		30 歳での被ばくによる 70 歳での 1Gy 当りの ERR	被ばく時年齢 10 年増加毎の ERR の変化(%)	ERR が到達年齢の何乗で変化するか
全固形	男	0.35	-31%	-0.74
	女	0.58		
食道	男	0.76	-31%	-0.74
	女	1.27		
胃	男	0.26	-31%	-0.74
	女	0.43		
結腸	男	0.25	-31%	-4.46
	女	0.25		
肝臓	男	0.21	-31%	-0.74
	女	0.34		
肺	男	0.55	-4%	-0.74
	女	0.92		
乳房	女	0.96	-31%	-0.74
卵巣	女	0.67	-31%	-0.74
膀胱	男	0.74	12%	-0.74
	女	1.24		
その他の部位	男	0.13	-56%	-0.74
	女	0.22		

表 3.3-3(d) がん死亡率に基づく EAR モデルにおける係数

部位	性	ICRP103		
		30 歳での被ばくによる 70 歳での 1 万人当たり年当たり 1Gy 当りの EAR	被ばく時年齢 10 年增加毎の EAR の変化(%)	EAR が到達年齢の何乗で変化するか
全固形	男	28.91	-24%	3.63
	女	29.99		
食道	男	0.98	-24%	3.63
	女	0.98		
胃	男	5.79	-24%	3.63
	女	5.79		
結腸	男	2.24	-24%	3.63
	女	2.24		
肝臓	男	6.46	-24%	5.56
	女	2.36		
肺	男	6.72	-24%	6.56
	女	6.72		
乳房	女	15.73	-44%	5.78(50 歳未満) -2.83(50 歳以上)
卵巣	女	1.40	-24%	3.63
膀胱	男	0.83	0%	8.04
	女	0.83		
その他の部位	男	3.68	-52%	3.63
	女	3.68		

表 3.3-3(e) 白血病の罹患率の EAR モデルにおける係数

年齢	性	Preston ら(1994)	
		1 万人当たり年当たり 1Gy 当りの EAR	被ばく時からの経過年数の補正
0-19 歳	男	0.33	-0.17
	女	0.66	-0.07
20-39 歳	男	0.48	-0.13
	女	0.97	-0.03
40 歳以上	男	1.31	-0.07
	女	2.64	0.03

表 3.3-4 部位別の致死率

部位	ICRP103 の表 A.4.5 の致死率	2005 年日本人がん統計情 報に基づく致死率 ※	
		男	女
全固形	—	0.58	0.62
口腔・咽頭	—	0.63	0.49
食道	0.93	0.70	0.67
胃	0.83	0.50	0.53
結腸	0.48	0.45	0.49
直腸	—	0.47	0.41
肝臓	0.95	0.87	0.86
胆嚢・胆管	—	0.92	0.95
脾臓	—	0.98	0.92
喉頭	—	0.34	0.36
肺	0.89	0.84	0.72
皮膚	0.002	0.15	0.13
乳房	0.29	—	0.23
子宮	—	—	0.25
卵巣	0.57	—	0.58
前立腺	—	0.33	—
膀胱	0.29	0.44	0.55
腎など	—	0.52	0.49
脳・中枢神経系	—	0.36	0.27
甲状腺	0.07	0.35	0.20
大腸	—	0.45	0.47
骨髄	0.67	0.91	0.84
骨	0.45	—	—
他の固形臓器	0.49	—	—
生殖腺	0.80	—	—

※日本人の 2005 年の年齢階層ごとのがん死亡確率とがん罹患率  
の算術平均から算出

表 3.3-5 リスク評価に用いた ERR モデルと EAR モデルの臓器・組織別の割合

がん罹患率の部位	ICRP103 のリスクモデルの加重割合	
	ERR モデル	EAR モデル
食道	50%	50%
胃	50%	50%
結腸	50%	50%
肝臓	50%	50%
肺	30%	70%
皮膚	100%	0%
乳房	0%	100%
子宮	50%	50%
卵巣	50%	50%
膀胱	50%	50%
甲状腺	100%	0%
口腔・咽頭	50%	50%
直腸	50%	50%
胆嚢・胆管	50%	50%
膵臓	50%	50%
喉頭	50%	50%
前立腺	50%	50%
腎など	50%	50%
脳・中枢神経系	50%	50%
その他の部位	50%	50%
白血病	0%	100%

表 3.3-6 リスク評価に用いた臓器・組織別のがんに関するパラメータ

がん罹患率の部位	リスクモデルの係数		致死率
	がん死亡率	がん罹患率	
全固形	全固形(ICRP103)	全固形(ICRP103)	がん罹患率とがん死亡率から算定
食道	食道(ICRP103)	食道(ICRP103)	食道(ICRP103)
胃	胃(ICRP103)	胃(ICRP103)	胃(ICRP103)
結腸	結腸(ICRP103)	結腸(ICRP103)	結腸(ICRP103)
肝臓	肝臓(ICRP103)	肝臓(ICRP103)	肝臓(ICRP103)
肺	肺(ICRP103)	肺(ICRP103)	肺(ICRP103)
皮膚	その他の部位(ICRP103)	皮膚(Preston2007)	皮膚(ICRP103)
乳房	乳房(ICRP103)	乳房(ICRP103)	乳房(ICRP103)
子宮	その他の部位(ICRP103)	子宮(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
卵巣	卵巣(ICRP103)	卵巣(ICRP103)	卵巣(ICRP103)
膀胱	膀胱(ICRP103)	膀胱(ICRP103)	膀胱(ICRP103)
甲状腺	甲状腺(ICRP103)	甲状腺(ICRP103)	甲状腺(ICRP103)
口腔・咽頭	その他の部位(ICRP103)	口腔・咽頭(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
直腸	その他の部位(ICRP103)	直腸(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
胆嚢・胆管	その他の部位(ICRP103)	胆嚢・胆管(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
脾臓	その他の部位(ICRP103)	脾臓(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
喉頭	その他の部位(ICRP103)	喉頭(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
前立腺	その他の部位(ICRP103)	前立腺(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
腎など	その他の部位(ICRP103)	腎など(Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
脳・中枢神経系	その他の部位(ICRP103)	脳・中枢神経系 (Preston2007)	他の固形臓器(ICRP103)
その他の部位	その他の部位(ICRP103)	その他の部位(ICRP103)	他の固形臓器(ICRP103)
骨髄	—	白血病(Preston1994)	骨髄(ICRP103)

ICRP103: ICRP103 の ERR 及び EAR モデルの部位及び致死率

(表 A.4.6、表 A.4.7、表 A.4.8、表 A.4.9、表 A.4.5)

## 【参考 7】

### 確率的影響のリスク算定の確認結果

#### (1) 各諸属性の算定結果

0 歳から 85 歳まで毎年 1mSv を継続して被ばくした場合と、18 歳から 65 歳まで毎年 20mSv を継続して被ばくした場合のリスクに関する各諸属性の算定結果を表 1 に示す。表 3.3-7 には、自然死亡率(全死因)及び平均余命について、2005 年の日本人のデータを用いた場合と、1986 年のスウェーデン人のデータを用いた場合のそれぞれについて示す。

2005 年の日本人の自然死亡率及び平均余命は、1986 年のスウェーデン人のデータと比較すると、自然死亡率は低く、また、平均余命は長いため、2005 年の日本人のデータを用いた場合の方が、寄与生涯がん死亡確率をはじめ、諸属性は高くなる傾向にある。

#### (2) 潜伏期間

0 歳から 85 歳まで毎年 1mSv を継続して被ばくした場合と、18 歳から 65 歳まで毎年 20mSv を継続して被ばくした場合、並びに、45 歳、48 歳、51 歳に 325mSv(累積で 975mSv) 被ばくした場合について、最小潜伏期間を固形がんについては 0 年、5 年、10 年、白血病については 0 年、2 年とした場合の寄与生涯がん死亡確率の算定結果を表 3.3-8 に示す。

寄与生涯がん死亡確率への潜伏期間の影響は大きくはないことが確認された。

#### (3) 固形がんの部位毎のリスク算定

表 3.3-9 及び表 3.3-10 に、0 歳から 85 歳まで毎年等線量で継続して被ばくした場合と 18 歳から 65 歳まで毎年等線量で被ばくした場合の、罹患率に関する名目リスク係数を示す。

これらの結果から、全固形がんのリスク係数は、各部位毎のリスク係数を積算したものとよく一致することが確認された。

表 3.3-7(a) 0 歳から 85 歳まで年 1mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく諸属性

※数値の上段は、自然死亡率のデータが ICRP 60 の場合、  
下段は、2005 年日本人のデータの場合

	ICRP60		当該リスク計算結果(ICRP103 に基づく算定) (潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 2 年)					
	男性	女性	男性			女性		
	(ERR)	(ERR)	ERR	EAR	ERR&EAR	ERR	EAR	ERR&EAR
① 寄与生涯(がん)死亡確率 (%)	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3
	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
② 非致死がんからの加重された寄与 (%)	0.07	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
③ 遺伝的影響からの加重された寄与 (%)	0.07	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
④ 総合損害(上記 3 属性の合計)(%)	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5
	0.7	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7
④ 寄与死亡が生じたときの損失期間(年)	13	14	15	17	16	16	16	16
	13	14	15	17	16	17	17	17
⑥ 被ばく開始年齢における平均余命損失(年)	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06
	0.07	0.09	0.06	0.06	0.06	0.07	0.09	0.08

表 3.3-7 (b) 18 歳から 65 歳まで年 20mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく諸属性

※数値の上段は、自然死亡率のデータが ICRP 60 の場合、  
下段は、2005 年日本人のデータの場合

	ICRP60		当該リスク計算結果(ICRP103 に基づく算定) (潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 2 年)					
	男性	女性	男性			女性		
	(ERR)	(ERR)	ERR	EAR	ERR&EAR	ERR	EAR	ERR&EAR
① 寄与生涯(がん)死亡確率 (%)	3.3	4.0	2.8	2.9	2.9	2.9	4.1	3.5
	4.5	5.6	3.6	3.7	3.6	3.8	5.3	4.5
② 非致死がんからの加重された寄与 (%)	0.7	0.8	1.4	1.0	1.2	1.6	2.0	1.8
	0.9	1.1	1.6	1.2	1.4	1.8	2.5	2.1
③ 遺伝的影響からの加重された寄与 (%)	0.7	0.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0.9	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
④ 総合損害(上記 3 属性の合計)(%)	4.7	5.6	4.3	4.0	4.2	4.6	6.2	5.4
	6.3	7.9	5.3	5.0	5.2	5.7	7.8	6.8
⑤ 寄与死亡が生じたときの損失期間(年)	13	13	15	16	15	16	16	16
	13	14	15	16	16	17	17	17
⑥ 被ばく開始年齢における平均余命損失(年)	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6
	0.6	0.8	0.5	0.6	0.6	0.6	0.9	0.8

表 3.3-8(a) 0 歳から 85 歳まで年 1mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく寄与生涯がん死亡確率

	寄与生涯(がん)死亡確率					
	男性			女性		
	ERR	EAR	ERR&EAR	ERR	EAR	ERR&EAR
①潜伏期間: 固形がん 0 年、白血病 0 年	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5
②潜伏期間: 固形がん 0 年、白血病 2 年	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
③潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 0 年	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
④潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 2 年	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
⑤潜伏期間: 固形がん 10 年、白血病 0 年	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
⑥潜伏期間: 固形がん 10 年、白血病 2 年	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5

表 3.3-8 (b) 18 歳から 65 歳まで年 20mSv を継続して被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく寄与生涯がん死亡確率

	寄与生涯(がん)死亡確率					
	男性			女性		
	ERR	EAR	ERR&EAR	ERR	EAR	ERR&EAR
①潜伏期間: 固形がん 0 年、白血病 0 年	3.7	3.8	3.8	4.0	5.5	4.8
②潜伏期間: 固形がん 0 年、白血病 2 年	3.6	3.7	3.6	3.8	5.3	4.5
③潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 0 年	3.7	3.8	3.8	3.9	5.3	4.6
④潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 2 年	3.6	3.7	3.6	3.8	5.3	4.5
⑤潜伏期間: 固形がん 10 年、白血病 0 年	3.7	3.8	3.8	3.9	5.3	4.6
⑥潜伏期間: 固形がん 10 年、白血病 2 年	3.6	3.7	3.6	3.8	5.3	4.5

表 3.3-8(c) 年齢 45 歳、48 歳、51 歳に年 325mSv 被ばくした場合の ICRP 103 のリスク算定に基づく寄与生涯がん死亡確率

	寄与生涯(がん)死亡確率					
	男性			女性		
	ERR	EAR	ERR&EAR	ERR	EAR	ERR&EAR
①潜伏期間: 固形がん 0 年、白血病 0 年	3.0	3.2	3.1	2.9	4.4	3.7
②潜伏期間: 固形がん 0 年、白血病 2 年	2.8	3.1	3.0	3.1	4.5	3.8
③潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 0 年	3.0	3.2	3.1	3.2	4.6	3.9
④潜伏期間: 固形がん 5 年、白血病 2 年	2.8	3.1	3.0	3.1	4.5	3.8
⑤潜伏期間: 固形がん 10 年、白血病 0 年	3.0	3.2	3.1	3.2	4.6	3.9
⑥潜伏期間: 固形がん 10 年、白血病 2 年	2.8	3.1	3.0	3.1	4.5	3.8

表 3.3-9 0歳から85歳まで毎年等線量を継続して被ばくした場合の名目リスク係数(1万人当たり1Sv当たりの症例数)

性別	組織	ICRP103	今回リスク計算		
			ERR	EAR	ERR&EAR
男性	食道	15	31	11	21
	胃	68	99	88	93
	結腸	91	137	76	106
	肝臓	41	38	55	47
	肺	76	105	83	89
	骨	7	—	—	—
	皮膚	1000	18	13	18
	乳房	0	0	0	0
	卵巣	0	0	0	0
	膀胱	46	47	29	38
	甲状腺	12	12	15	12
	他の固型がん	157	158	133	146
	口腔・咽頭		20	7	13
	直腸		28	7	18
	胆嚢・胆管		-3	0	-2
	膵臓		14	6	14
	喉頭		0	0	0
	子宮		0	0	0
	前立腺		29	5	17
	腎など		8	1	5
	脳・中枢神経系		16	7	11
	その他の部位		38	100	69
	全固形(臓器別の合計)	1512	644	504	570
	全固形		660	572	616
	骨髄	48	—	76	76
	生殖腺(遺伝性)	20	—	—	(12)
女性	食道	16	9	24	17
	胃	91	76	160	118
	結腸	40	55	42	48
	肝臓	19	28	23	25
	肺	153	211	173	184
	骨	7	—	—	—
	皮膚	1000	39	16	39
	乳房	224	264	215	215
	卵巣	21	16	26	21
	膀胱	41	23	67	45
	甲状腺	53	78	56	78
	他の固型がん	131	148	225	187
	口腔・咽頭		9	10	10

直腸		17	10	113
胆嚢・胆管		-3	0	-2
膵臓		19	8	14
喉頭		0	0	0
子宮		68	5	37
前立腺		0	0	0
腎など		4	1	3
脳・中枢神経系		13	9	11
その他の部位		19	182	101
全固形(臓器別の合計)	1795	948	1026	977
全固形		838	1040	939
骨髄	36	—	92	92
生殖腺(遺伝性)	20	—	—	(12)

表 3.3-10 18 歳から 65 歳まで毎年等線量継続して被ばくした場合の名目リスク係数(1 万人当たり 1Sv 当たり症例数)

性別	組織	ICRP103	今回リスク計算		
			ERR	EAR	ERR&EAR
男性	食道	14	31	13	22
	胃	51	98	77	88
	結腸	73	136	67	102
	肝臓	31	38	49	43
	肺	84	129	95	105
	骨	5	—	—	—
	皮膚	670	3	4	3
	乳房	0	0	0	0
	卵巣	0	0	0	0
	膀胱	40	47	31	39
	甲状腺	4	4	10	4
	他の固型がん	94	109	117	113
	口腔・咽頭		14	7	10
	直腸		21	7	14
	胆嚢・胆管		-2	0	-1
	膵臓		17	5	11
	喉頭		0	0	0
	子宮		0	0	0
	前立腺		23	4	13
	腎など		6	1	4
	脳・中枢神経系		7	6	6
	その他の部位		25	88	56
	全固形(臓器別の合計)	1067	596	463	519
	全固形		648	496	572

	骨髄	24	—	84	84
	生殖腺(遺伝性)	12	—	—	(12)
女性	食道	16	9	25	17
	胃	70	75	140	108
	結腸	33	54	37	46
	肝臓	16	28	20	24
	肺	174	251	192	210
	骨	5	—	—	—
	皮膚	670	7	5	7
	乳房	116	286	143	143
	卵巣	16	14	23	18
	膀胱	39	23	70	46
	甲状腺	20	29	41	29
	他の固型がん	88	93	198	146
	口腔・咽頭		6	9	8
	直腸		13	9	11
	胆嚢・胆管		-2	0	-1
	膵臓		14	7	11
	喉頭		0	0	0
	子宮		38	5	21
	前立腺		0	0	0
	腎など		3	1	2
	脳・中枢神経系		7	8	8
	その他の部位		13	160	87
	全固形	1208	869	894	793
			768	899	834
	骨髄	22	—	110	110
	生殖腺(遺伝性)	12	—	—	(12)

別表 1(a) 男性 ISS 搭乗宇宙飛行士の年間被ばく線量と寄与生涯がん死亡確率の関係

	男性 寄与生涯がん死亡確率(%) 【ERR 算定】																				
	被ばく線量 (累積線量)	100mSv (300mSv)	125mSv (375mSv)	150mSv (450mSv)	175mSv (525mSv)	200mSv (600mSv)	225mSv (675mSv)	250mSv (750mSv)	275mSv (825mSv)	300mSv (900mSv)	325mSv (975mSv)	350mSv (1050mSv)	375mSv (1125mSv)	400mSv (1200mSv)	425mSv (1275mSv)	450mSv (1350mSv)	475mSv (1425mSv)	500mSv (1500mSv)	525mSv (1575mSv)	550mSv (1650mSv)	575mSv (1725mSv)
被ばく時年齢																					
25,28,31	1.7%	2.1%	2.5%	2.9%	3.4%	3.8%	4.2%	4.6%	5.0%	5.4%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	8.0%	8.4%	8.8%	9.2%	9.6%	10.1%
26,29,32	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.3%	3.7%	4.1%	4.5%	4.9%	5.3%	5.7%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.6%	9.0%	9.4%	9.8%
27,30,33	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.5%	3.9%	4.3%	4.7%	5.1%	5.5%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	7.9%	8.3%	8.7%	9.1%	9.5%
28,31,34	1.5%	1.9%	2.3%	2.7%	3.1%	3.4%	3.8%	4.2%	4.6%	5.0%	5.4%	5.7%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.5%	8.8%	9.2%
29,32,35	1.5%	1.8%	2.2%	2.6%	3.0%	3.3%	3.7%	4.1%	4.4%	4.8%	5.2%	5.6%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	7.8%	8.2%	8.6%	9.0%
30,33,36	1.4%	1.8%	2.1%	2.5%	2.9%	3.2%	3.6%	3.9%	4.3%	4.7%	5.0%	5.4%	5.8%	6.1%	6.5%	6.9%	7.2%	7.6%	8.0%	8.3%	8.7%
31,34,37	1.4%	1.7%	2.1%	2.4%	2.8%	3.1%	3.5%	3.8%	4.2%	4.5%	4.9%	5.2%	5.6%	5.9%	6.3%	6.6%	7.0%	7.4%	7.7%	8.1%	8.4%
32,35,38	1.3%	1.7%	2.0%	2.3%	2.7%	3.0%	3.4%	3.7%	4.0%	4.4%	4.7%	5.1%	5.4%	5.7%	6.1%	6.4%	6.8%	7.1%	7.5%	7.8%	8.2%
33,36,39	1.3%	1.6%	1.9%	2.3%	2.6%	2.9%	3.2%	3.6%	3.9%	4.2%	4.6%	4.9%	5.2%	5.6%	5.9%	6.2%	6.6%	6.9%	7.2%	7.6%	7.9%
34,37,40	1.3%	1.6%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	6.4%	6.7%	7.0%	7.3%	7.7%
35,38,41	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.2%	6.5%	6.8%	7.1%	7.4%
36,39,42	1.2%	1.5%	1.8%	2.0%	2.3%	2.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	7.2%
37,40,43	1.1%	1.4%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%	6.7%	7.0%
38,41,44	1.1%	1.4%	1.6%	1.9%	2.2%	2.5%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.5%	6.7%
39,42,45	1.1%	1.3%	1.6%	1.9%	2.1%	2.4%	2.7%	2.9%	3.2%	3.5%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	6.5%
40,43,46	1.0%	1.3%	1.5%	1.8%	2.1%	2.3%	2.6%	2.8%	3.1%	3.4%	3.6%	3.9%	4.2%	4.4%	4.7%	5.0%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.3%
41,44,47	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	2.0%	2.2%	2.5%	2.7%	3.0%	3.3%	3.5%	3.8%	4.0%	4.3%	4.6%	4.8%	5.1%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%
42,45,48	1.0%	1.2%	1.4%	1.7%	1.9%	2.2%	2.4%	2.7%	2.9%	3.2%	3.4%	3.7%	3.9%	4.2%	4.4%	4.7%	4.9%	5.2%	5.4%	5.7%	6.0%
43,46,49	0.9%	1.2%	1.4%	1.6%	1.9%	2.1%	2.3%	2.6%	2.8%	3.1%	3.3%	3.5%	3.8%	4.0%	4.3%	4.5%	4.8%	5.0%	5.3%	5.5%	5.8%
44,47,50	0.9%	1.1%	1.3%	1.6%	1.8%	2.0%	2.3%	2.5%	2.7%	2.9%	3.2%	3.4%	3.7%	3.9%	4.1%	4.4%	4.6%	4.9%	5.1%	5.3%	5.6%
45,48,51	0.9%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	2.0%	2.2%	2.4%	2.6%	2.9%	3.1%	3.3%	3.5%	3.8%	4.0%	4.2%	4.5%	4.7%	4.9%	5.2%	5.4%
46,49,52	0.8%	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%	2.5%	2.8%	3.0%	3.2%	3.4%	3.6%	3.9%	4.1%	4.3%	4.5%	4.8%	5.0%	5.2%
47,50,53	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%	2.4%	2.7%	2.9%	3.1%	3.3%	3.5%	3.7%	4.0%	4.2%	4.4%	4.6%	4.8%	5.1%
48,51,54	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%	2.4%	2.6%	2.8%	3.0%	3.2%	3.4%	3.6%	3.8%	4.0%	4.2%	4.5%	4.7%	4.9%
49,52,55	0.7%	0.9%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%	2.5%	2.7%	2.9%	3.1%	3.3%	3.5%	3.7%	3.9%	4.1%	4.3%	4.5%	4.7%
50,53,56	0.7%	0.9%	1.1%	1.3%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%	2.4%	2.6%	2.8%	3.0%	3.2%	3.4%	3.6%	3.8%	4.0%	4.2%	4.4%	4.6%

※太線で現行規程による実効線量制限値(男性)を示す。

別表 1(b) 男性 ISS 搭乗宇宙飛行士の年間被ばく線量と寄与生涯がん死亡確率の関係

被ばく線量 (累積線量) 被ばく時年齢*	男性 寄与生涯がん死亡確率(%) 【EAR 算定】																				
	100mSv (300mSv)	125mSv (375mSv)	150mSv (450mSv)	175mSv (525mSv)	200mSv (600mSv)	225mSv (675mSv)	250mSv (750mSv)	275mSv (825mSv)	300mSv (900mSv)	325mSv (975mSv)	350mSv (1050mSv)	375mSv (1125mSv)	400mSv (1200mSv)	425mSv (1275mSv)	450mSv (1350mSv)	475mSv (1425mSv)	500mSv (1500mSv)	525mSv (1575mSv)	550mSv (1650mSv)	575mSv (1725mSv)	600mSv (1800mSv)
25,28,31	1.7%	2.1%	2.5%	2.9%	3.3%	3.7%	4.2%	4.6%	5.0%	5.4%	5.8%	6.2%	6.7%	7.1%	7.5%	7.9%	8.3%	8.8%	9.2%	9.6%	10.0%
26,29,32	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.7%	4.1%	4.5%	4.9%	5.3%	5.7%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.6%	9.0%	9.4%	9.8%
27,30,33	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.6%	4.0%	4.4%	4.8%	5.2%	5.6%	6.0%	6.4%	6.8%	7.2%	7.6%	8.0%	8.4%	8.8%	9.2%	9.6%
28,31,34	1.5%	1.9%	2.3%	2.7%	3.1%	3.5%	3.9%	4.3%	4.6%	5.0%	5.4%	5.8%	6.2%	6.6%	7.0%	7.4%	7.8%	8.2%	8.6%	9.0%	9.4%
29,32,35	1.5%	1.9%	2.3%	2.6%	3.0%	3.4%	3.8%	4.1%	4.5%	4.9%	5.3%	5.7%	6.1%	6.4%	6.8%	7.2%	7.6%	8.0%	8.4%	8.7%	9.1%
30,33,36	1.5%	1.8%	2.2%	2.6%	2.9%	3.3%	3.7%	4.0%	4.4%	4.8%	5.2%	5.5%	5.9%	6.3%	6.6%	7.0%	7.4%	7.8%	8.2%	8.5%	8.9%
31,34,37	1.4%	1.8%	2.1%	2.5%	2.9%	3.2%	3.6%	3.9%	4.3%	4.7%	5.0%	5.4%	5.7%	6.1%	6.5%	6.8%	7.2%	7.6%	7.9%	8.3%	8.7%
32,35,38	1.4%	1.7%	2.1%	2.4%	2.8%	3.1%	3.5%	3.8%	4.2%	4.5%	4.9%	5.2%	5.6%	5.9%	6.3%	6.7%	7.0%	7.4%	7.7%	8.1%	8.4%
33,36,39	1.3%	1.7%	2.0%	2.4%	2.7%	3.0%	3.4%	3.7%	4.1%	4.4%	4.8%	5.1%	5.4%	5.8%	6.1%	6.5%	6.8%	7.2%	7.5%	7.9%	8.2%
34,37,40	1.3%	1.6%	2.0%	2.3%	2.6%	3.0%	3.3%	3.6%	4.0%	4.3%	4.6%	5.0%	5.3%	5.6%	6.0%	6.3%	6.6%	7.0%	7.3%	7.7%	8.0%
35,38,41	1.3%	1.6%	1.9%	2.2%	2.5%	2.9%	3.2%	3.5%	3.8%	4.2%	4.5%	4.8%	5.1%	5.5%	5.8%	6.1%	6.5%	6.8%	7.1%	7.5%	7.8%
36,39,42	1.2%	1.5%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	7.3%	7.6%
37,40,43	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%	6.7%	7.1%	7.4%
38,41,44	1.2%	1.5%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.5%	6.9%	7.2%
39,42,45	1.1%	1.4%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%	6.7%	7.0%
40,43,46	1.1%	1.4%	1.7%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	4.5%	4.8%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.5%	6.8%
41,44,47	1.1%	1.3%	1.6%	1.9%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.2%	3.5%	3.8%	4.1%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%
42,45,48	1.0%	1.3%	1.6%	1.8%	2.1%	2.3%	2.6%	2.9%	3.1%	3.4%	3.7%	3.9%	4.2%	4.5%	4.8%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.1%	6.4%
43,46,49	1.0%	1.3%	1.5%	1.8%	2.0%	2.3%	2.5%	2.8%	3.0%	3.3%	3.6%	3.8%	4.1%	4.4%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.7%	6.0%	6.2%
44,47,50	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	2.0%	2.2%	2.5%	2.7%	3.0%	3.2%	3.5%	3.7%	4.0%	4.2%	4.5%	4.7%	5.0%	5.3%	5.5%	5.8%	6.1%
45,48,51	0.9%	1.2%	1.4%	1.7%	1.9%	2.1%	2.4%	2.6%	2.9%	3.1%	3.4%	3.6%	3.9%	4.1%	4.4%	4.6%	4.8%	5.1%	5.4%	5.6%	5.9%
46,49,52	0.9%	1.1%	1.4%	1.6%	1.8%	2.1%	2.3%	2.5%	2.8%	3.0%	3.3%	3.5%	3.7%	4.0%	4.2%	4.5%	4.7%	5.0%	5.2%	5.5%	5.7%
47,50,53	0.9%	1.1%	1.3%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%	2.5%	2.7%	2.9%	3.2%	3.4%	3.6%	3.9%	4.1%	4.3%	4.6%	4.8%	5.0%	5.3%	5.5%
48,51,54	0.9%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	1.9%	2.2%	2.4%	2.6%	2.8%	3.1%	3.3%	3.5%	3.7%	4.0%	4.2%	4.4%	4.6%	4.9%	5.1%	5.4%
49,52,55	0.8%	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%	2.5%	2.7%	3.0%	3.2%	3.4%	3.6%	3.8%	4.1%	4.3%	4.5%	4.7%	5.0%	5.2%
50,53,56	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%	2.4%	2.6%	2.9%	3.1%	3.3%	3.5%	3.7%	3.9%	4.1%	4.4%	4.6%	4.8%	5.0%

\*太線で現行規程による実効線量制限値(男性)を示す。

別表 1(c) 男性 ISS 搭乗宇宙飛行士の年間被ばく線量と寄与生涯がん死亡確率の関係

	男性 寄与生涯がん死亡確率(%) 【ERR&EAR 調整】																				
	被ばく線量 (累積線量) 被ばく時年齢	100mSv (300mSv)	125mSv (375mSv)	150mSv (450mSv)	175mSv (525mSv)	200mSv (600mSv)	225mSv (675mSv)	250mSv (750mSv)	275mSv (825mSv)	300mSv (900mSv)	325mSv (975mSv)	350mSv (1050mSv)	375mSv (1125mSv)	400mSv (1200mSv)	425mSv (1275mSv)	450mSv (1350mSv)	475mSv (1425mSv)	500mSv (1500mSv)	525mSv (1575mSv)	550mSv (1650mSv)	575mSv (1725mSv)
25,28,31	1.7%	2.1%	2.5%	2.9%	3.3%	3.8%	4.2%	4.6%	5.0%	5.4%	5.8%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	7.9%	8.4%	8.8%	9.2%	9.6%	10.0%
26,29,32	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.7%	4.1%	4.5%	4.9%	5.3%	5.7%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.6%	9.0%	9.4%	9.8%
27,30,33	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.6%	4.0%	4.3%	4.7%	5.1%	5.5%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	7.9%	8.3%	8.7%	9.1%	9.5%
28,31,34	1.5%	1.9%	2.3%	2.7%	3.1%	3.5%	3.8%	4.2%	4.6%	5.0%	5.4%	5.8%	6.2%	6.6%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.5%	8.9%	9.3%
29,32,35	1.5%	1.9%	2.2%	2.6%	3.0%	3.4%	3.7%	4.1%	4.5%	4.9%	5.2%	5.6%	6.0%	6.4%	6.8%	7.1%	7.5%	7.9%	8.3%	8.7%	9.1%
30,33,36	1.4%	1.8%	2.2%	2.5%	2.9%	3.3%	3.6%	4.0%	4.4%	4.7%	5.1%	5.5%	5.8%	6.2%	6.6%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.4%	8.8%
31,34,37	1.4%	1.8%	2.1%	2.5%	2.8%	3.2%	3.5%	3.9%	4.2%	4.6%	4.9%	5.3%	5.7%	6.0%	6.4%	6.7%	7.1%	7.5%	7.8%	8.2%	8.6%
32,35,38	1.4%	1.7%	2.0%	2.4%	2.7%	3.1%	3.4%	3.8%	4.1%	4.5%	4.8%	5.1%	5.5%	5.8%	6.2%	6.5%	6.9%	7.2%	7.6%	8.0%	8.3%
33,36,39	1.3%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	3.0%	3.3%	3.7%	4.0%	4.3%	4.7%	5.0%	5.3%	5.7%	6.0%	6.4%	6.7%	7.0%	7.4%	7.7%	8.1%
34,37,40	1.3%	1.6%	1.9%	2.2%	2.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.9%	4.2%	4.5%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.2%	6.5%	6.8%	7.2%	7.5%	7.8%
35,38,41	1.2%	1.5%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%	7.0%	7.3%	7.6%
36,39,42	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%	6.8%	7.1%	7.4%
37,40,43	1.2%	1.5%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.6%	6.9%	7.2%
38,41,44	1.1%	1.4%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%	6.7%	7.0%
39,42,45	1.1%	1.4%	1.6%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.5%	6.8%
40,43,46	1.1%	1.3%	1.6%	1.9%	2.1%	2.4%	2.7%	2.9%	3.2%	3.5%	3.8%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%
41,44,47	1.0%	1.3%	1.5%	1.8%	2.1%	2.3%	2.6%	2.9%	3.1%	3.4%	3.7%	3.9%	4.2%	4.5%	4.7%	5.0%	5.3%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%
42,45,48	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	2.0%	2.3%	2.5%	2.8%	3.0%	3.3%	3.5%	3.8%	4.1%	4.3%	4.6%	4.9%	5.1%	5.4%	5.7%	5.9%	6.2%
43,46,49	1.0%	1.2%	1.4%	1.7%	1.9%	2.2%	2.4%	2.7%	2.9%	3.2%	3.4%	3.7%	3.9%	4.2%	4.4%	4.7%	5.0%	5.2%	5.5%	5.7%	6.0%
44,47,50	0.9%	1.2%	1.4%	1.6%	1.9%	2.1%	2.4%	2.6%	2.8%	3.1%	3.3%	3.6%	3.8%	4.1%	4.3%	4.6%	4.8%	5.1%	5.3%	5.6%	5.8%
45,48,51	0.9%	1.1%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.3%	2.5%	2.7%	3.0%	3.2%	3.5%	3.7%	3.9%	4.2%	4.4%	4.7%	4.9%	5.2%	5.4%	5.6%
46,49,52	0.9%	1.1%	1.3%	1.5%	1.8%	2.0%	2.2%	2.4%	2.7%	2.9%	3.1%	3.3%	3.6%	3.8%	4.0%	4.3%	4.5%	4.8%	5.0%	5.2%	5.5%
47,50,53	0.8%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%	2.6%	2.8%	3.0%	3.2%	3.5%	3.7%	3.9%	4.1%	4.4%	4.6%	4.8%	5.1%	5.3%
48,51,54	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.1%	2.3%	2.5%	2.7%	2.9%	3.1%	3.3%	3.6%	3.8%	4.0%	4.2%	4.4%	4.7%	4.9%	5.1%
49,52,55	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%	2.4%	2.6%	2.8%	3.0%	3.2%	3.4%	3.7%	3.9%	4.1%	4.3%	4.5%	4.7%	5.0%
50,53,56	0.8%	0.9%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%	2.5%	2.7%	2.9%	3.1%	3.3%	3.5%	3.7%	3.9%	4.2%	4.4%	4.6%	4.8%

※太線で現行規程による実効線量制限値(男性)を示す。

別表 2(a) 女性 ISS 搭乗宇宙飛行士の年間被ばく線量と寄与生涯がん死亡確率の関係

	女性 寄与生涯がん死亡確率(%) 【ERR 算定】																				
	被ばく線量 (累積線量) 被ばく時年齢	100mSv (300mSv)	125mSv (375mSv)	150mSv (450mSv)	175mSv (525mSv)	200mSv (600mSv)	225mSv (675mSv)	250mSv (750mSv)	275mSv (825mSv)	300mSv (900mSv)	325mSv (975mSv)	350mSv (1050mSv)	375mSv (1125mSv)	400mSv (1200mSv)	425mSv (1275mSv)	450mSv (1350mSv)	475mSv (1425mSv)	500mSv (1500mSv)	525mSv (1575mSv)	550mSv (1650mSv)	575mSv (1725mSv)
25,28,31	1.7%	2.2%	2.6%	3.0%	3.5%	3.9%	4.3%	4.8%	5.2%	5.7%	6.1%	6.5%	7.0%	7.4%	7.9%	8.3%	8.7%	9.2%	9.6%	10.1%	10.5%
26,29,32	1.7%	2.1%	2.5%	2.9%	3.4%	3.8%	4.2%	4.6%	5.1%	5.5%	5.9%	6.4%	6.8%	7.2%	7.6%	8.1%	8.5%	8.9%	9.4%	9.8%	10.2%
27,30,33	1.6%	2.0%	2.5%	2.9%	3.3%	3.7%	4.1%	4.5%	4.9%	5.3%	5.8%	6.2%	6.6%	7.0%	7.4%	7.9%	8.3%	8.7%	9.1%	9.6%	10.0%
28,31,34	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.6%	4.0%	4.4%	4.8%	5.2%	5.6%	6.0%	6.4%	6.8%	7.2%	7.7%	8.1%	8.5%	8.9%	9.3%	9.7%
29,32,35	1.5%	1.9%	2.3%	2.7%	3.1%	3.5%	3.9%	4.3%	4.7%	5.1%	5.5%	5.9%	6.2%	6.6%	7.0%	7.5%	7.9%	8.3%	8.7%	9.1%	9.5%
30,33,36	1.5%	1.9%	2.2%	2.6%	3.0%	3.4%	3.8%	4.2%	4.5%	4.9%	5.3%	5.7%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.0%	8.4%	8.8%	9.2%
31,34,37	1.5%	1.8%	2.2%	2.6%	2.9%	3.3%	3.7%	4.0%	4.4%	4.8%	5.2%	5.5%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	7.8%	8.2%	8.6%	9.0%
32,35,38	1.4%	1.8%	2.1%	2.5%	2.8%	3.2%	3.6%	3.9%	4.3%	4.7%	5.0%	5.4%	5.8%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.6%	8.0%	8.4%	8.8%
33,36,39	1.4%	1.7%	2.1%	2.4%	2.8%	3.1%	3.5%	3.8%	4.2%	4.5%	4.9%	5.3%	5.6%	6.0%	6.3%	6.7%	7.1%	7.4%	7.8%	8.2%	8.6%
34,37,40	1.3%	1.7%	2.0%	2.3%	2.7%	3.0%	3.4%	3.7%	4.1%	4.4%	4.8%	5.1%	5.5%	5.8%	6.2%	6.5%	6.9%	7.2%	7.6%	8.0%	8.3%
35,38,41	1.3%	1.6%	1.9%	2.3%	2.6%	2.9%	3.3%	3.6%	3.9%	4.3%	4.6%	5.0%	5.3%	5.7%	6.0%	6.4%	6.7%	7.1%	7.4%	7.8%	8.1%
36,39,42	1.3%	1.6%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.2%	3.5%	3.8%	4.2%	4.5%	4.8%	5.2%	5.5%	5.8%	6.2%	6.5%	6.9%	7.2%	7.5%	7.9%
37,40,43	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.0%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.7%	6.0%	6.3%	6.7%	7.0%	7.3%	7.7%
38,41,44	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	4.5%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.5%	6.8%	7.1%	7.5%
39,42,45	1.1%	1.4%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	7.2%
40,43,46	1.1%	1.4%	1.7%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%	6.7%	7.0%
41,44,47	1.1%	1.3%	1.6%	1.9%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.5%	6.8%
42,45,48	1.0%	1.3%	1.5%	1.8%	2.1%	2.3%	2.6%	2.9%	3.2%	3.4%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.0%	6.3%	6.6%
43,46,49	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	2.0%	2.3%	2.5%	2.8%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.1%	6.4%
44,47,50	1.0%	1.2%	1.4%	1.7%	1.9%	2.2%	2.4%	2.7%	2.9%	3.2%	3.5%	3.7%	4.0%	4.3%	4.5%	4.8%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%
45,48,51	0.9%	1.2%	1.4%	1.6%	1.9%	2.1%	2.4%	2.6%	2.8%	3.1%	3.3%	3.6%	3.9%	4.1%	4.4%	4.6%	4.9%	5.2%	5.4%	5.7%	6.0%
46,49,52	0.9%	1.1%	1.3%	1.6%	1.8%	2.0%	2.3%	2.5%	2.7%	3.0%	3.2%	3.5%	3.7%	4.0%	4.2%	4.5%	4.7%	5.0%	5.2%	5.5%	5.8%
47,50,53	0.9%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	2.0%	2.2%	2.4%	2.7%	2.9%	3.1%	3.4%	3.6%	3.8%	4.1%	4.3%	4.6%	4.8%	5.1%	5.3%	5.6%
48,51,54	0.8%	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%	2.6%	2.8%	3.0%	3.2%	3.5%	3.7%	3.9%	4.2%	4.4%	4.6%	4.9%	5.1%	5.4%
49,52,55	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.3%	2.5%	2.7%	2.9%	3.1%	3.3%	3.6%	3.8%	4.0%	4.3%	4.5%	4.7%	5.0%	5.2%
50,53,56	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%	2.4%	2.6%	2.8%	3.0%	3.2%	3.4%	3.7%	3.9%	4.1%	4.3%	4.6%	4.8%	5.0%

※太線で現行規程による実効線量制限値(女性)を示す。

別表 2(b) 女性 ISS 搭乗宇宙飛行士の年間被ばく線量と寄与生涯がん死亡確率の関係

	女性 寄与生涯がん死亡確率(%) 【EAR 算定】																				
	被ばく線量 (累積線量) 被ばく時年齢	100mSv (300mSv)	125mSv (375mSv)	150mSv (450mSv)	175mSv (525mSv)	200mSv (600mSv)	225mSv (675mSv)	250mSv (750mSv)	275mSv (825mSv)	300mSv (900mSv)	325mSv (975mSv)	350mSv (1050mSv)	375mSv (1125mSv)	400mSv (1200mSv)	425mSv (1275mSv)	450mSv (1350mSv)	475mSv (1425mSv)	500mSv (1500mSv)	525mSv (1575mSv)	550mSv (1650mSv)	575mSv (1725mSv)
25,28,31	2.3%	2.9%	3.5%	4.0%	4.6%	5.2%	5.7%	6.3%	6.9%	7.5%	8.0%	8.6%	9.2%	9.7%	10.3%	10.8%	11.4%	12.0%	12.5%	13.1%	13.6%
26,29,32	2.3%	2.8%	3.4%	3.9%	4.5%	5.1%	5.6%	6.2%	6.7%	7.3%	7.8%	8.4%	9.0%	9.5%	10.1%	10.6%	11.2%	11.7%	12.3%	12.8%	13.4%
27,30,33	2.2%	2.8%	3.3%	3.9%	4.4%	4.9%	5.5%	6.0%	6.6%	7.1%	7.7%	8.2%	8.8%	9.3%	9.8%	10.4%	10.9%	11.5%	12.0%	12.5%	13.1%
28,31,34	2.2%	2.7%	3.2%	3.8%	4.3%	4.8%	5.4%	5.9%	6.4%	7.0%	7.5%	8.0%	8.6%	9.1%	9.6%	10.2%	10.7%	11.2%	11.8%	12.3%	12.8%
29,32,35	2.1%	2.6%	3.2%	3.7%	4.2%	4.7%	5.2%	5.8%	6.3%	6.8%	7.3%	7.9%	8.4%	8.9%	9.4%	10.0%	10.5%	11.0%	11.5%	12.0%	12.6%
30,33,36	2.1%	2.6%	3.1%	3.6%	4.1%	4.6%	5.1%	5.6%	6.2%	6.7%	7.2%	7.7%	8.2%	8.7%	9.2%	9.7%	10.3%	10.8%	11.3%	11.8%	12.3%
31,34,37	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%	7.5%	8.0%	8.5%	9.0%	9.5%	10.0%	10.5%	11.1%	11.6%	12.1%
32,35,38	2.0%	2.5%	2.9%	3.4%	3.9%	4.4%	4.9%	5.4%	5.9%	6.4%	6.9%	7.4%	7.9%	8.4%	8.8%	9.3%	9.8%	10.3%	10.8%	11.3%	11.8%
33,36,39	1.9%	2.4%	2.9%	3.4%	3.8%	4.3%	4.8%	5.3%	5.8%	6.2%	6.7%	7.2%	7.7%	8.2%	8.7%	9.1%	9.6%	10.1%	10.6%	11.1%	11.6%
34,37,40	1.9%	2.3%	2.8%	3.3%	3.7%	4.2%	4.7%	5.1%	5.6%	6.1%	6.6%	7.0%	7.5%	8.0%	8.5%	8.9%	9.4%	9.9%	10.4%	10.8%	11.3%
35,38,41	1.8%	2.3%	2.7%	3.2%	3.7%	4.1%	4.6%	5.0%	5.5%	6.0%	6.4%	6.9%	7.3%	7.8%	8.3%	8.7%	9.2%	9.7%	10.1%	10.6%	11.1%
36,39,42	1.8%	2.2%	2.7%	3.1%	3.6%	4.0%	4.5%	4.9%	5.4%	5.8%	6.3%	6.7%	7.2%	7.6%	8.1%	8.5%	9.0%	9.4%	9.9%	10.4%	10.8%
37,40,43	1.7%	2.2%	2.6%	3.0%	3.5%	3.9%	4.3%	4.8%	5.2%	5.7%	6.1%	6.5%	7.0%	7.4%	7.9%	8.3%	8.8%	9.2%	9.7%	10.1%	10.6%
38,41,44	1.7%	2.1%	2.5%	3.0%	3.4%	3.8%	4.2%	4.7%	5.1%	5.5%	5.9%	6.4%	6.8%	7.2%	7.7%	8.1%	8.6%	9.0%	9.4%	9.9%	10.3%
39,42,45	1.6%	2.0%	2.5%	2.9%	3.3%	3.7%	4.1%	4.5%	4.9%	5.4%	5.8%	6.2%	6.6%	7.1%	7.5%	7.9%	8.3%	8.8%	9.2%	9.6%	10.0%
40,43,46	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.6%	4.0%	4.4%	4.8%	5.2%	5.6%	6.0%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.5%	8.9%	9.4%	9.8%
41,44,47	1.5%	1.9%	2.3%	2.7%	3.1%	3.5%	3.9%	4.3%	4.7%	5.1%	5.5%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	7.9%	8.3%	8.7%	9.1%	9.5%
42,45,48	1.5%	1.9%	2.3%	2.6%	3.0%	3.4%	3.8%	4.2%	4.5%	4.9%	5.3%	5.7%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.1%	8.5%	8.9%	9.3%
43,46,49	1.5%	1.8%	2.2%	2.6%	2.9%	3.3%	3.7%	4.0%	4.4%	4.8%	5.2%	5.5%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.5%	7.8%	8.2%	8.6%	9.0%
44,47,50	1.4%	1.8%	2.1%	2.5%	2.8%	3.2%	3.6%	3.9%	4.3%	4.7%	5.0%	5.4%	5.8%	6.1%	6.5%	6.9%	7.2%	7.6%	8.0%	8.4%	8.8%
45,48,51	1.4%	1.7%	2.1%	2.4%	2.8%	3.1%	3.5%	3.8%	4.2%	4.5%	4.9%	5.2%	5.6%	6.0%	6.3%	6.7%	7.0%	7.4%	7.8%	8.1%	8.5%
46,49,52	1.3%	1.7%	2.0%	2.3%	2.7%	3.0%	3.4%	3.7%	4.0%	4.4%	4.7%	5.1%	5.4%	5.8%	6.1%	6.5%	6.8%	7.2%	7.5%	7.9%	8.3%
47,50,53	1.3%	1.6%	1.9%	2.3%	2.6%	2.9%	3.3%	3.6%	3.9%	4.3%	4.6%	4.9%	5.3%	5.6%	5.9%	6.3%	6.6%	7.0%	7.3%	7.7%	8.0%
48,51,54	1.2%	1.6%	1.9%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.8%	5.1%	5.4%	5.8%	6.1%	6.4%	6.8%	7.1%	7.4%	7.8%
49,52,55	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.4%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.6%	6.9%	7.2%	7.5%
50,53,56	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	4.5%	4.8%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	6.4%	6.7%	7.0%	7.3%

※太線で現行規程による実効線量制限値(女性)を示す。

別表 2(c) 女性 ISS 搭乗宇宙飛行士の年間被ばく線量と寄与生涯がん死亡確率の関係

	女性 寄与生涯がん死亡確率(%) 【ERR&EAR 調整】																				
	被ばく線量 (累積線量) 被ばく時年齢	100mSv (300mSv)	125mSv (375mSv)	150mSv (450mSv)	175mSv (525mSv)	200mSv (600mSv)	225mSv (675mSv)	250mSv (750mSv)	275mSv (825mSv)	300mSv (900mSv)	325mSv (975mSv)	350mSv (1050mSv)	375mSv (1125mSv)	400mSv (1200mSv)	425mSv (1275mSv)	450mSv (1350mSv)	475mSv (1425mSv)	500mSv (1500mSv)	525mSv (1575mSv)	550mSv (1650mSv)	575mSv (1725mSv)
25,28,31	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%	4.0%	4.5%	5.1%	5.6%	6.1%	6.6%	7.1%	7.6%	8.1%	8.6%	9.1%	9.6%	10.1%	10.6%	11.1%	11.6%	12.1%
26,29,32	2.0%	2.5%	3.0%	3.4%	3.9%	4.4%	4.9%	5.4%	5.9%	6.4%	6.9%	7.4%	7.9%	8.4%	8.9%	9.4%	9.8%	10.3%	10.8%	11.3%	11.8%
27,30,33	1.9%	2.4%	2.9%	3.4%	3.8%	4.3%	4.8%	5.3%	5.8%	6.2%	6.7%	7.2%	7.7%	8.2%	8.7%	9.1%	9.6%	10.1%	10.6%	11.1%	11.5%
28,31,34	1.9%	2.3%	2.8%	3.3%	3.7%	4.2%	4.7%	5.2%	5.6%	6.1%	6.6%	7.0%	7.5%	8.0%	8.4%	8.9%	9.4%	9.9%	10.3%	10.8%	11.3%
29,32,35	1.8%	2.3%	2.7%	3.2%	3.6%	4.1%	4.6%	5.0%	5.5%	5.9%	6.4%	6.9%	7.3%	7.8%	8.2%	8.7%	9.2%	9.6%	10.1%	10.6%	11.0%
30,33,36	1.8%	2.2%	2.7%	3.1%	3.6%	4.0%	4.5%	4.9%	5.4%	5.8%	6.3%	6.7%	7.2%	7.6%	8.1%	8.5%	9.0%	9.4%	9.9%	10.3%	10.8%
31,34,37	1.7%	2.2%	2.6%	3.0%	3.5%	3.9%	4.3%	4.8%	5.2%	5.7%	6.1%	6.5%	7.0%	7.4%	7.9%	8.3%	8.8%	9.2%	9.7%	10.1%	10.6%
32,35,38	1.7%	2.1%	2.5%	3.0%	3.4%	3.8%	4.2%	4.7%	5.1%	5.5%	6.0%	6.4%	6.8%	7.3%	7.7%	8.1%	8.6%	9.0%	9.4%	9.9%	10.3%
33,36,39	1.6%	2.1%	2.5%	2.9%	3.3%	3.7%	4.1%	4.5%	5.0%	5.4%	5.8%	6.2%	6.7%	7.1%	7.5%	7.9%	8.4%	8.8%	9.2%	9.6%	10.1%
34,37,40	1.6%	2.0%	2.4%	2.8%	3.2%	3.6%	4.0%	4.4%	4.8%	5.3%	5.7%	6.1%	6.5%	6.9%	7.3%	7.7%	8.2%	8.6%	9.0%	9.4%	9.8%
35,38,41	1.6%	1.9%	2.3%	2.7%	3.1%	3.5%	3.9%	4.3%	4.7%	5.1%	5.5%	5.9%	6.3%	6.7%	7.1%	7.6%	8.0%	8.4%	8.8%	9.2%	9.6%
36,39,42	1.5%	1.9%	2.3%	2.7%	3.0%	3.4%	3.8%	4.2%	4.6%	5.0%	5.4%	5.8%	6.2%	6.6%	7.0%	7.4%	7.8%	8.2%	8.6%	9.0%	9.4%
37,40,43	1.5%	1.8%	2.2%	2.6%	3.0%	3.3%	3.7%	4.1%	4.5%	4.8%	5.2%	5.6%	6.0%	6.4%	6.8%	7.2%	7.6%	7.9%	8.3%	8.7%	9.1%
38,41,44	1.4%	1.8%	2.2%	2.5%	2.9%	3.2%	3.6%	4.0%	4.3%	4.7%	5.1%	5.5%	5.8%	6.2%	6.6%	7.0%	7.4%	7.7%	8.1%	8.5%	8.9%
39,42,45	1.4%	1.7%	2.1%	2.4%	2.8%	3.1%	3.5%	3.9%	4.2%	4.6%	4.9%	5.3%	5.7%	6.0%	6.4%	6.8%	7.1%	7.5%	7.9%	8.3%	8.6%
40,43,46	1.3%	1.7%	2.0%	2.4%	2.7%	3.1%	3.4%	3.7%	4.1%	4.4%	4.8%	5.2%	5.5%	5.9%	6.2%	6.6%	6.9%	7.3%	7.7%	8.0%	8.4%
41,44,47	1.3%	1.6%	2.0%	2.3%	2.6%	3.0%	3.3%	3.6%	4.0%	4.3%	4.7%	5.0%	5.3%	5.7%	6.0%	6.4%	6.7%	7.1%	7.4%	7.8%	8.2%
42,45,48	1.3%	1.6%	1.9%	2.2%	2.5%	2.9%	3.2%	3.5%	3.9%	4.2%	4.5%	4.9%	5.2%	5.5%	5.9%	6.2%	6.5%	6.9%	7.2%	7.6%	7.9%
43,46,49	1.2%	1.5%	1.8%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	6.7%	7.0%	7.4%	7.7%
44,47,50	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.2%	6.5%	6.8%	7.1%	7.5%
45,48,51	1.1%	1.4%	1.7%	2.0%	2.3%	2.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	7.2%
46,49,52	1.1%	1.4%	1.7%	2.0%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.4%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.2%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%	6.7%	7.0%
47,50,53	1.1%	1.3%	1.6%	1.9%	2.2%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%	6.5%	6.8%
48,51,54	1.0%	1.3%	1.6%	1.8%	2.1%	2.4%	2.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.7%	4.0%	4.3%	4.6%	4.9%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%
49,52,55	1.0%	1.3%	1.5%	1.8%	2.0%	2.3%	2.5%	2.8%	3.1%	3.3%	3.6%	3.9%	4.1%	4.4%	4.7%	5.0%	5.3%	5.5%	5.8%	6.1%	6.4%
50,53,56	1.0%	1.2%	1.5%	1.7%	2.0%	2.2%	2.5%	2.7%	3.0%	3.2%	3.5%	3.7%	4.0%	4.3%	4.5%	4.8%	5.1%	5.3%	5.6%	5.9%	6.2%

※太線で現行規程による実効線量制限値(女性)を示す。

## ICRP2007年勧告(Pub. 103)及び国内法令等並びにICRP1990年勧告(Pub. 60)の比較について

平成21年3月16日

ICRP2007年勧告(Pub. 103)	国内法令(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、危貯、人事、獣医、鉱保)等	ICRP1990年勧告(Pub. 60)
<b>1. 勧告の目的と適用範囲</b>		
(1) 目的 (26) 被ばくを伴う活動を過度に制限することなしに、放射線の有害な影響から人及び環境を適切に防護すること		(10) 適切な放射線防護の基礎となりうる基本原則を提供すること (16) 人を防護するのに必要な環境管理の基準は、他の生物種をリスクにさらさないことを保証
(2) 防護体系の基礎と構成 (38) 3つの防護の基本原則(正当化、防護の最適化、線量限度の適用)を維持 (42) 防護の最適化の強調		(112) 放射線防護体系(行為の正当化、防護の最適化、個人線量限度)
(3) 勧告の適用範囲 (44) 全ての電離放射線(放射線)被ばくに適用 (47) 行為及び介入から計画、緊急時、現存被ばく状況への手法に移行		(14) 電離放射線に対する防護に限定 (106) 行為と介入
(4) 除外と免除 (52) ・除外: 制御がなじまないため、規制できない線源 ・免除: 制御する労力が関連するリスクと比較して過大であるため、規制する必要がない線源 (53) ・除外の例示として体内 <sup>40</sup> K、地表での宇宙線被ばくがある ・自然放射性物質等の制御がなじまない被ばくについては、立法者の判断が必要	下限数量及び濃度(障防、電離、医療、薬事、臨床検査、人事) 「使用の許可を要しない核燃料物質の種類及び数量(炉規)」	(285) 規制上の規定が不要な場合については免除を認めたり、規制手段の範囲から完全に除外するような規定もある。 (291) 地表における宇宙線被ばく及び体内の <sup>40</sup> Kのような本質的に制御不可能な線源は、除外という方法で扱うのが最も適用

<p><b>2. 放射線防護の生物学的側面</b></p> <p><u>(1) 確定的影響(有害な組織反応)の誘発</u></p> <p>(60) 吸收線量が約 100mGy の線量域まででは組織反応は認められない</p>		<p>(58) 何年もの期間にわたり放射線被ばくをした場合、約 0.5Gy 以下の年線量では重篤な影響は起こりそうもない</p>														
<p><u>(2) 確率的影響の誘発</u></p> <p>(がんのリスク)</p> <p>(65) LNT(直線閾値なし)モデルを維持</p> <p>(73) DDREF(線量・線量率効果係数)は 2 を維持</p> <p>(遺伝的影響のリスク)</p> <p>(79) 第 2 世代までの遺伝的リスクの推定値は、Gy 当たり約 0.2%</p>		<p>(71) バックグラウンドを超えるやや高い線量では、線量の増加と有害影響の発生確率の増加について、比例関係を想定することは妥当の近似。</p> <p>(74) 0.2Gy 以下の吸收線量及び線量率が 1 時間あたり 0.1Gy 以下の場合、DDREF は 2</p>														
<p>(名目リスク係数)</p> <p>(81) 名目リスク係数は個人ではなく、集団に適用</p> <p>(83) 低線量率の確率的影響に関する名目リスク係数 (<math>10^{-2}Sv^{-1}</math>)</p> <table border="0"> <tr> <td>がん</td> <td>全集団 : 5.5、成人 : 4.1</td> </tr> <tr> <td>遺伝的影響</td> <td>全集団 : 0.2、成人 : 0.1</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>全集団 : 5.7、成人 : 4.2</td> </tr> </table> <p>(87) 全体の致死リスク係数 (Sv 当たり約 5%) は引き続き放射線防護の目的として適用</p>	がん	全集団 : 5.5、成人 : 4.1	遺伝的影響	全集団 : 0.2、成人 : 0.1	合計	全集団 : 5.7、成人 : 4.2		<p>(83) 確率的影響についての名目確率係数 (<math>10^{-2}Sv^{-1}</math>)</p> <table border="0"> <tr> <td>致死がん</td> <td>全集団 : 5.0、成人 : 4.0</td> </tr> <tr> <td>非致死がん</td> <td>全集団 : 1.0、成人 : 0.8</td> </tr> <tr> <td>遺伝的影響</td> <td>全集団 : 1.3、成人 : 0.8</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>全集団 : 7.3、成人 : 5.6</td> </tr> </table>	致死がん	全集団 : 5.0、成人 : 4.0	非致死がん	全集団 : 1.0、成人 : 0.8	遺伝的影響	全集団 : 1.3、成人 : 0.8	合計	全集団 : 7.3、成人 : 5.6
がん	全集団 : 5.5、成人 : 4.1															
遺伝的影響	全集団 : 0.2、成人 : 0.1															
合計	全集団 : 5.7、成人 : 4.2															
致死がん	全集団 : 5.0、成人 : 4.0															
非致死がん	全集団 : 1.0、成人 : 0.8															
遺伝的影響	全集団 : 1.3、成人 : 0.8															
合計	全集団 : 7.3、成人 : 5.6															
<p><u>(3) 胎児の放射線影響</u></p> <p>(95) 約 100mGy 以下の子宮内被ばくでは、形態異常の発生リスクは認められない</p> <p>(96) 約 100mGy 以下の子宮内被ばくでは、知能への影響は実際上有意ではない</p>		<p>(90) 形態異常が出る閾値は、動物実験の推定から、約 0.1Gy</p> <p>(93) 0.1Sv の線量では、知能の一般的な分布に影響はない</p>														

3. 放射線防護で用いられる諸量		
<u>(1) 線量諸量</u>		
(放射線荷重係数)		
(112) 光子	1	(実効線量への換算(障防、炉規、電離、医療、薬事、人事))
電子及びミュー粒子	1	
陽子及び荷電パイ中間子	2	
$\alpha$ 粒子、核分裂片、重イオン	20	(空気中濃度限度(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事))
中性子 (連続関数)		
$2.5 + 18.2e^{-[\ln(E_n)]^2/6}$	$E_n < 1\text{MeV}$	(排気中又は空気中の濃度限度(障防、医療、薬事、臨床検査、人事))
$5.0 + 17.0e^{-[\ln(2E_n)]^2/6}$	$1\text{MeV} \leq E_n \leq 50\text{MeV}$	
$2.5 + 3.25e^{-[\ln(0.04E_n)]^2/6}$	$E_n \leq 50\text{MeV}$	(周辺監視区域外の空気中濃度限度(炉規))
(組織荷重係数)		
(112) 【組織】	$w_T$	$\sum w_T$
骨髄、結腸、肺、胃、乳房、	0.12	0.72
残りの臓器		
生殖腺	0.08	0.08
膀胱、肝臓、食道、甲状腺	0.04	0.16
骨表面、脳、唾液腺、皮膚	0.01	0.04
(実効線量の決定)		
(134) 実効線量は、reference person を用いて、男性及び女性の組織が受けける平均の等価線量に基づいて計算されたものであり、特定の被ばく条件は考慮されるが、個人差は考慮されない。		
(26) 光子	1	
電子及びミュー粒子	1	
中性子 エネルギー10KeV未満のもの	5	
エネルギー10KeV以上100KeVまで	10	
エネルギー100KeVを超えるもの	20	
エネルギー2MeVを超えるもの	10	
反跳陽子以外の陽子	5	
エネルギー2MeVを超えるもの		
$\alpha$ 粒子、核分裂片、重原子核	20	
(27) 【組織】	$w_T$	
生殖腺	0.2	
骨髄、結腸、肺、胃	0.12	
膀胱、乳房、肝臓、食道、甲状腺	0.05	
皮膚、骨表面	0.01	
残りの組織・臓器	0.05	
(28) 実効線量は、身体のすべての組織・臓器の荷重された等価線量の和		

<p><u>(2) 放射線被ばくの評価</u></p> <p>(職業被ばく)</p> <p>(144) 外部放射線による被ばく線量については、<math>H_p(10)</math>を測定し、実効線量を推定</p> <p>(141) 預託線量の期間は 50 年</p> <p>(公衆被ばく)</p> <p>(150) 実効線量については、直接的な測定ではなく、環境測定、人の生活習慣データ（特性）、モデル化等により決定</p> <p>(141) 幼児及び小児の場合、預託線量の期間は 70 歳まで</p> <p>(患者の医療被ばく)</p> <p>(151) ・被ばく計画及びリスク-便益評価を行う上で適切な量は、照射組織への等価線量又は吸収線量 ・実効線量は、異なる診断手法間の線量の比較、同様の技術及び手法の国際間、病院間の比較等に用いられる。</p> <p>(実効線量の適用)</p> <p>(153) ・最適な防護計画を策定するための予測的な(prospective)線量評価 ・線量限度を遵守しているのかを実証するため、又は線量拘束値（参考レベル）を比較するための遡及的な(retrospective)線量評価</p> <p>(集団実効線量)</p> <p>(160) 最適化を行う際の手段</p>	<p>測定（障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医）</p> <p>（実効線量への換算（障防、炉規、電離、医療、薬事、人事））</p>	<p>(266) 線量算定は、個人が受ける線量をモニタリングすることで可能</p> <p>(269) 預託線量の期間は 50 年</p> <p>(273) 線量算定は、線源と被ばくする個人を結ぶ経路を代表するモデルに依存</p> <p>(274) 子供の場合、預託線量の期間は 70 歳まで</p> <p>(32) リスク評価を含め、放射線防護において使用するための量</p> <p>(集団線量)</p> <p>(34) 集団等価線量及び集団実効線量を定義</p>
--	--	--

<p><b>4. 人の放射線防護体系</b></p> <p><u>(1) 線源の定義</u></p> <p>(174) 線源は、人に対して潜在的に定量可能な放射線被ばくをもたらす物理的な線源、施設、手法(例：核医学検査手法)又は類似の特徴を持つもの(バックグラウンド又は環境放射線)である</p>	<p>定義(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医、危貯、鉱保)</p>	<p>(102) 線源は、必ずしも物理的な線源とは限らず、被ばくの源を示す</p>
<p><u>(2) 被ばく状況の種類</u></p> <p>(176) 全ての線源及び被ばくする個人は、3つの被ばく状況に当てはめることができる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計画被ばく状況 線源の計画的な導入、その運用により伴う状況であり、通常の被ばくと潜在被ばくに分けられる</li> <li>・緊急時被ばく状況 計画被ばく状況において、悪意のある行為及び予測外の状況により起こり、望ましくない結果を回避又は減少するための緊急的な活動が必要となる状況</li> <li>・現存被ばく状況 被ばく管理に関する決定が必要となる時点で、既に存在する被ばく状況であり、事故後に長期間受ける被ばくも含む</li> <li>・行為は、計画被ばく、緊急時被ばく、現存被ばく状況の発生源(origin)となり得る</li> <li>・患者の医療被ばくは、計画被ばく状況</li> <li>・計画被ばく状況の防護原則は、現存被ばく状況及び緊急時被ばく状況に関連する職業被ばくにも適用される</li> </ul>		<p>(106) 行為と介入</p>

<p><u>(3) 被ばくの分類</u></p> <p>(177) 職業被ばく、公衆被ばく、患者の医療被ばく            (職業被ばく)</p> <p>(178) 作業の結果、作業者が被る全ての放射線被ばく</p> <p>(179) 雇用主及び認可事業者は作業者の放射線防護に責任を持つ            (公衆被ばく)</p> <p>(180) 職業被ばく、患者の医療被ばく以外の全ての被ばくであり、妊娠している作業者の胎児の被ばくも含む            (患者の医療被ばく)</p> <p>(181) 診断、IVR、治療により受ける個人被ばく</p>		<p>(109) 職業被ばく、医療被ばく、公衆被ばく            (134) 操業管理者の責任であると合理的にみなせる状況の結果として、作業時に受ける被ばくに限定</p> <p>(140) 職業被ばく、医療被ばく以外の全て            (139) 診断、治療により受ける個人被ばく</p>
<p><u>(4) 被ばくした個人の種類</u></p> <p>(作業者)</p> <p>(183) ・ 作業者とは、放射線防護に関連する権利及び義務を認識している被雇用者            ・ 医療従事者の被ばくは、職業被ばくに含まれる</p> <p>(184) ・ 管理区域            被ばく管理、作業環境中の汚染拡大防止、潜在被ばくの制限又は防止のために、特別な防護手段及び安全規定が必要な区域            ・ 監視区域            点検により作業環境が保たれており、通常は特別な手法が必要ではない区域</p> <p>(185) ・ 管理区域に入る作業者には、情報を提供し、訓練</p>	<p>管理区域(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医)</p> <p>教育訓練(障防、炉規、電離、人事)</p>	<p>(252) ・ 管理区域            被ばくの管理を特定の目的とし、確立された手順と慣行に従うことが作業者に要求される区域            ・ 監視区域            作業条件が監視のもとにあるが、特別な手順を必要としない区域</p> <p>(260. 261. 262) 健康管理医は、以下の3つの特別な</p>

<p>をすべき</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・作業者は、常時被ばく線量の測定を受ける</li> <li>・必要に応じて、特別な健康診断を受けてもよい</li> </ul> <p>(妊娠している作業者又は母乳を与える作業者の被ばく)</p> <p>(186)・職業被ばくを管理する際、2つの性別で分ける必要はない</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・女性作業者が妊娠を申告した場合、胎児に対して追加の防護を考慮することが必要</li> <li>・胎児に対する防護レベルは公衆とほぼ同じ</li> <li>・妊娠している女性が妊娠残余期間（妊娠申告後～）中に受ける被ばく線量は、胎児に対して約 1mSv を超えないようにすべき</li> </ul> <p>(187)高線量被ばくを伴う緊急時対応には、妊娠している女性又は母乳を与えていた女性を含めるべきではない</p> <p>(航空と宇宙での被ばく)</p> <p>(189)・ジェット機の運航及び宇宙飛行により受ける宇宙線被ばくは、職業被ばくの一部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・頻繁利用客の被ばくは職業被ばくとして扱う必要がない</li> </ul> <p>(190)宇宙旅行は特別な状況として扱う</p>	<p>測定（障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医）</p> <p>健康診断（障防、電離、薬事、船員、人事）</p> <p>実効線量限度（障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医）</p>	<p>カテゴリーの作業者に対するカウンセリングを求められるかもしれない</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・妊娠している女性、又は妊娠するかもしれない女性</li> <li>・線量限度をかなり越えて被ばくした者又は潜在的に危険な状態に巻き込まれたかもしれない者</li> <li>・生物医学プログラムの一部として故意の被ばくを志願しようと考えている者</li> </ul> <p>(176)・妊娠していない女性の職業被ばくの管理は、男性と同じ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・妊娠している女性又は妊娠しているかもしれない女性は、追加的管理が考慮される</li> </ul> <p>(177)妊娠しているかもしれない女性の作業者及び胎児に対する防護の基準は一般公衆とほぼ同じレベル</p> <p>(178)妊娠残余期間（妊娠申告後～）中、女性腹部の表面は 2mSv の等価線量限度、放射性核種の摂取は ALI（年間摂取限度）の約 1/20 に制限されるべき</p> <p>(136)自然放射線源による職業被ばくの一部（ジェット機の運航、宇宙飛行）</p>
--	---	--

<p>(公衆の構成員)</p> <p>(191) 公衆とは、職業被ばく及び医療被ばく以外の被ばくを受ける個人</p> <p>(193) 決定グループの代わりに代表的個人 (representative person) を用いて線量を評価</p> <p>(患者)</p> <p>(195) 患者とは、診断、IVR、治療の手段により被ばくを受けた個人であり、線量限度及び線量拘束値は患者に適用しない</p>	<p>(※)</p>	<p>(140) 公衆被ばくとは職業被ばく、医療被ばく以外の全て</p> <p>(273) 決定グループを用いて評価</p> <p>(182) 医療被ばくには線量限度を適用すべきでない</p>						
<p><u>(5) 放射線防護レベル</u></p> <p>(197) 線源関連の手法を強調</p> <p>(198) 線源関連の制約</p> <p>計画被ばく状況 線量拘束値 潜在被ばく リスク拘束値</p> <p>緊急時被ばく状況 参考レベル</p> <p>現存被ばく状況 参考レベル</p> <p>・ 線量拘束値及び参考レベルの概念は、防護における最適化のプロセス</p> <p>(202)</p> <table border="1" data-bbox="96 1087 810 1365"> <tr> <td>線量限度</td> <td>線量拘束値及び参考レベル</td> </tr> <tr> <td colspan="2">職業被ばくからの個々の作業者の防護及び公衆被ばくからの代表的個人の防護</td> </tr> <tr> <td>計画被ばく状況における規制されている全ての線源からの被ばく</td> <td>あらゆる被ばく状況における単一線源からの被ばく</td> </tr> </table>	線量限度	線量拘束値及び参考レベル	職業被ばくからの個々の作業者の防護及び公衆被ばくからの代表的個人の防護		計画被ばく状況における規制されている全ての線源からの被ばく	あらゆる被ばく状況における単一線源からの被ばく		<p>(121) 線量拘束値は、最適化の過程の中で個人線量についての線源関連の制限として用いられる</p> <p>(121) 潜在被ばくの場合は線源関連の制限としてリスク拘束値を提案</p>
線量限度	線量拘束値及び参考レベル							
職業被ばくからの個々の作業者の防護及び公衆被ばくからの代表的個人の防護								
計画被ばく状況における規制されている全ての線源からの被ばく	あらゆる被ばく状況における単一線源からの被ばく							

<p><u>(6) 放射線防護の原則</u></p> <p>(203) ・1990年勧告では、介入及び行為に分け、別々の防護原則を適用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本勧告では、計画被ばく状況、緊急時被ばく状況及び現存被ばく状況に適用される統一的な防護原則を提案</li> </ul> <p>(線源関連であり、全ての状況に適用)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・正当化</li> <li>・防護の最適化</li> </ul> <p>(個人関連であり、計画被ばく状況のみに適用)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・線量限度</li> </ul> <p>(204) 線量限度は、規制当局が定め、計画被ばく状況の作業者や公衆に対して適用</p>		<p>(108) 委員会の防護体系は行為と介入に区別</p> <p>(112) ・正当化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防護の最適化</li> </ul> <p>・線量限度</p>
<p><u>(7) 正当化</u></p> <p>(正当化の原則の適用)</p> <p>(208) 正当化の判断の責任は、通常は、政府又は国内当局</p> <p>(正当化されない被ばく)</p> <p>(210) ・放射性物質を故意に添加したり、放射化により食品、飲料、化粧品、玩具、装飾品などの商品の放射能を高めること</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・臨床とは関係なく、業務上、健康保険上、又は法的な目的で放射線検査すること（健康、犯罪捜査の支援の上で有用の場合は除く）</li> <li>・症状のない集団に対して集団検診を行うこと（個人及び集団の利益が、損失を相殺するのに十分な場合は除く）</li> </ul>		<p>(115) 利用しうる選択肢のうち何が最善の選択かは、通常、放射線防護機関の責任を超える仕事</p>

<p><u>(8) 防護の最適化</u></p> <p>(211) 防護の最適化は、計画被ばく状況、緊急時被ばく状況及び現存被ばく状況の全てに適用</p> <p>(212) 防護の最適化は、線源に関連したプロセス</p> <p>(218) 最適化をやめるべき線量レベルを予め決めるることは適切ではない</p>		<p>(120) 防護を最適化するプロセスは本質的に線源関連である</p>																
<p><u>(9) 線量拘束値と参考レベル</u></p> <p>(229)</p> <table border="1" data-bbox="92 462 826 854"> <thead> <tr> <th>状況</th><th>職業被ばく</th><th>公衆被ばく</th><th>医療被ばく</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計画被ばく</td><td>線量限度 線量拘束値</td><td>線量限度 線量拘束値</td><td>診断参考レベル<sup>c</sup> (線量拘束値<sup>d</sup>)</td></tr> <tr> <td>緊急時被ばく</td><td>参考レベル<sup>a</sup></td><td>参考レベル</td><td></td></tr> <tr> <td>現存被ばく</td><td>適用しない<sup>b</sup></td><td>参考レベル</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>a)長期間の復旧作業は、計画された職業被ばく b)長期間の復旧作業又は長期雇用による被ばくは、計画された職業被ばく状況 c)患者 d)付添者、介護者及び研究の志願者</p> <p>(線量拘束値)</p> <p>(230)・線量拘束値は、計画被ばく状況において 1 つの線源から受ける個人被ばく線量に対する線源関連の制限であり、その線源に対する防護の最適化における予測線量の上限値 ・線量拘束値は、線量限度以下の値</p>	状況	職業被ばく	公衆被ばく	医療被ばく	計画被ばく	線量限度 線量拘束値	線量限度 線量拘束値	診断参考レベル <sup>c</sup> (線量拘束値 <sup>d</sup> )	緊急時被ばく	参考レベル <sup>a</sup>	参考レベル		現存被ばく	適用しない <sup>b</sup>	参考レベル			<p>(144)・最適化手順の中で考察される選択肢の範囲を制限するためのもの ・拘束値は、規制機関が定める限度及び管理者による特定作業への制限として用いられない</p>
状況	職業被ばく	公衆被ばく	医療被ばく															
計画被ばく	線量限度 線量拘束値	線量限度 線量拘束値	診断参考レベル <sup>c</sup> (線量拘束値 <sup>d</sup> )															
緊急時被ばく	参考レベル <sup>a</sup>	参考レベル																
現存被ばく	適用しない <sup>b</sup>	参考レベル																

<p>(233) 線量拘束値は、規制機関が定めた規制上の限度として用いない</p> <p>(参考レベル)</p> <p>(234) ・参考レベルは、緊急時被ばく状況及び現存被ばく状況に適用され、そのレベルより上では、最適化すべきと判断されるような線量及びリスクのレベルを示す        ・その値は、被ばく状況をとりまく環境に依存</p> <p>(線源関連の線量拘束値と参考レベルの選択に影響を与える因子)</p> <p>(236) ・100mSv より高い線量では、確定的影響の増加、有意ながんのリスクがあるため、参考レベルの最大値は 100mSv／年        ・100mSv を超える被ばくの正当化は、被ばくが避けられない、人命救助、最悪の事態を防ぐ状況の場合</p> <p>(237) 線量拘束値及び参考レベルは 3 つのバンドで示される</p> <p>(239) 1mSv 以下        計画被ばく状況に適用され、被ばくした個人に直接的な利益はないが、社会にとって利益があるかもしれない状況（例：計画被ばく状況の公衆被ばく）</p> <p>(240) 1～20mSv 以下        個人が直接、利益を受ける状況に適用（例：計画被ばく状況の職業被ばく、異常に高い自然放射線のバックグラウンド及び事故後の復旧段階の被ばくも含む）</p> <p>(241) 20mSv～100mSv 以下</p>		<p>(257) 参考レベルは、操業管理において対策又は意思決定をするために有用な値        ・記録レベル（結果が記録されるべき値）        ・調査レベル（結果の原因又は意味合いが調査されるべき値）        ・介入レベル（救済措置が考慮されるべき値）</p>
---	--	--

<p>被ばく低減に係る対策が崩壊している状況に適用（例：緊急時における被ばく低減のための対策）</p> <p>(242) 線量拘束値、参考レベルは、国、地域の属性を考慮に入れ、国際的な指針等を考慮した最適化の過程で策定</p>		
<p><u>(10) 線量限度</u></p> <p>(243) 線量限度は、計画被ばく状況のみに適用され、医療被ばくには適用されない</p>		<p>(147, 188) 線量限度は、職業被ばく及び公衆被ばくに適用</p>
<p>(244) 計画被ばく状況での職業被ばくの限度</p> <p>実効線量 20mSv/年（決められた5年間の平均） 50mSv/年（1年）</p>	<p>職業被ばくの実効線量限度（障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医）</p>	<p>(182) 線量限度は、医療被ばくに適用すべきでない</p>
<p>(245) 計画被ばく状況での公衆の限度</p> <p>実効線量 1mSv/年（特別な状況のみ 1mSv を超えることも許容されるが、5年間の平均で 1mSv を超えない）</p>	<p>公衆被ばくの実効線量限度（船員、危貯）</p>	<p>(166) 職業被ばくの線量限度</p> <p>実効線量 20mSv/年（規制機関が定める5年平均） 50mSv/年（1年最大）</p>
<p>(246) 実効線量限度は、外部被ばく線量と内部被ばく線量の預託線量との合計で適用。</p>		<p>(192) 公衆被ばくの線量限度</p> <p>実効線量 1mSv/年（特別な状況のみ 1mSv を超えることも許容されるが、5年平均で 1mSv を超えない）</p>
<p>(247) ・線量限度は、緊急時被ばく状況（ボランティアで生命救助活動に参加する場合、破滅的な状況を防ぐ努力の場合）には適用されない</p> <p>・緊急被ばく状況の後期段階で、回復及び復旧を行う作業者の被ばくは、職業被ばくとしてみなされ、線量限度を越えてはならない</p>	<p>緊急作業に係る線量限度（障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医）</p>	<p>(131) 介入の必要性又はその規模の決定に、線量限度を適用しない</p>
<p>(248) 非密封放射性物質による治療した患者の看護、慰撫を行う者については、公衆被ばくの線量限度を適用すべきでない</p>		<p>(225) 緊急事態が制御されれば、救済作業の被ばくは職業被ばくとして扱う</p>
<p>（職業被ばくの等価線量限度）</p>	<p>職業被ばくの等価線量限度（障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医）</p>	<p>（職業被ばくの等価線量限度）</p>
<p>(249) 目(水晶体) : 150mSv/年、皮膚 : 500mSv/年、</p>		<p>(172, 173, 194) 目(水晶体) 150mSv/年、皮膚 500mSv/年</p>

<p>手足 : 500mSv/年 (公衆被ばくの等価線量限度) (249) 目(水晶体) : 15mSv/年、皮膚 : 50mSv/年 目の放射線感受性については、新しい知見が得られる予定</p>	<p>公衆被ばくの等価線量限度(船員)</p>	<p>手足 : 500mSv/年 (公衆被ばくの等価線量限度) (194) 目(水晶体) : 15mSv/年、皮膚 : 50mSv/年</p>
<p><b>5. 委員会勧告の履行</b></p> <p><u>(1) 計画被ばく状況</u></p> <p>(253) 被ばくが生じる前に放射線防護を計画することができ、被ばくの大きさと程度を合理的に予測できる状況</p> <p>(職業被ばく)</p> <p>(256) 線源関連の拘束値以下の最適化の手法と線量限度の使用により制御すべき</p> <p>(257) ・ 線量拘束値は、運用レベルで設定することが適当であり、確実に線量限度を超えないよう設定すべき        ・ 大規模な組織の場合は、独自の拘束値を設けることが多い        ・ 小規模な組織の場合は、専門団体又は規制当局からガイダンスを求めてよい        ・ 拘束値の総合的な責任は、作業者の被ばくについて責任を有する者にある</p> <p>(公衆被ばく)</p> <p>(259) ・ 線源関連の拘束値以下の最適化の手法と線量限度の使用により管理すべき        ・ 代表的個人の概念を用いるべき        ・ 拘束値は、線量限度より低くすべきであり、通常、国の規制当局により設定される</p>		<p>(145) 線量拘束値は、通常、国レベル又は地方レベルで定めることが適切</p> <p>(146) 防護の最適化は、原則として、実際の被ばくと潜在被ばくの両方を考慮すべき</p> <p>(239) 大部分の操業では、線量限度によってではなく、拘束値を組み込んだ最適化プロセスによって防護基準が定められる</p> <p>(186) ・ 拘束値を組み込んだ最適化手順及び線量限度の使用により管理される        ・ 線量拘束値は、防護を最適化しようとしている線源からの決定グループ内の平均線量に適用されるべき</p>

<p>(260) 廃棄物処分については、約 0.3mSv/年を超えない線量拘束値が適当</p> <p>(潜在被ばく)</p> <p>(262) 計画的に起こるものではないが、その状況について計画できる被ばく</p> <p>(264) 計画被ばく状況の導入時に考慮すべき</p> <p>(265) 事象の種類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計画被ばくを受ける個人に影響を及ぼす事象</li> <li>・多数の人々に影響を及ぼし、地面の汚染管理などを伴う事象</li> <li>・深層処分場での固体廃棄物処分など、遠い将来に被ばくが生じうる事象</li> </ul> <p>(268) ・防護の最適化の評価では、リスク拘束値と個人の放射線被ばくに関連した死亡率を比較する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リスク拘束値は線源関連の数値であり、職業被ばくについては、年間 <math>2 \times 10^{-4}</math> (年間被ばく 5mSv に関連付けられる致死がんの発症率に対応)、公衆被ばくについては、年間 <math>1 \times 10^{-5}</math></li> </ul>		<p>(195) 行為に適用される防護体系の一部としてまず対処すべきであるが、被ばくが実際に起きた場合には、介入に至る可能性がある</p> <p>(203) 個人リスク限度、又は線源関連及びシーケンス関連の個人リスク拘束値によって防護の最適化がなされる</p> <p>(204, 205) リスク限度とは、ある決まった事故シーケンスの確率の推定値であるが、まだ勧告していない</p>
<p><u>(2) 緊急時被ばく状況</u></p> <p>(274) 急を要する防護対策及び長期的な防護対策も履行されることが要求されるかもしれない不測の状況</p> <p>(276) 防護方策を正当化し最適化することの重要性を強調</p> <p>予測線量：何の防護方策を講じなかった場合に生じる総合的な被ばく線量</p> <p>残存線量：防護方策を講じた後に残る被ばく線量</p> <p>回避線量：各々の防護方策により回避できる被ばく線量</p>	(※)	<p>(221) ・回避される個人線量についての可能な介入レベルの値にはある範囲があり、その範囲内に最適化レベルがある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・この最適化レベルでの正味の便益がプラスであれば、その種類及び機関の介入は正当化される</li> </ul> <p>(222) すべての経路から受けける線量の介入レベルを、計画段階において選定すべき</p>

<p>(278) 最大残存線量のための参考レベルは、予測線量 20—100mSv の範囲内</p> <p>(280) 防護方策の計画は、代表的個人の被ばくに基づくべき</p> <p>(283) 緊急時被ばくの結果生じる長期にわたる汚染の管理は、現存被ばくとして扱う</p>	<p>緊急作業に係る線量限度(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医)</p>	
<p><u>(3) 現存被ばく状況</u></p> <p>(284) ・管理についての決定が必要となる時点で既に被ばくが発生している状況</p> <p>・どのような状況が管理になじむかどうかの決定には、規制当局の判断が必要</p> <p>(286) ・最適化プロセスの最終目標は先駆的に決めるのではなく、防護の最適化レベルは状況次第で決まる</p> <p>・最適化の目的は、個人線量を参考レベル未満に下げるこ</p> <p>と</p> <p>・特定の状況を管理するために行う参考レベルの法的位置付けは、規制当局が決める</p> <p>(287) 参考レベルは、通常、予測線量 1mSv-20mSv の範囲に設定する</p>		<p>(215) 介入が考慮されようとする状況の多くは被ばくが長期間続いているものであって、緊急の措置を必要としない状況</p>
<p>(住居内及び職場内のラドン 222)</p> <p>(294) ・職場については、参考レベルの上限値 <math>1,500\text{Bq m}^{-3}</math> (<math>10\text{mSv}</math> 相当)</p> <p>・住居については、参考レベルの上限値 <math>600\text{Bq m}^{-3}</math> (<math>10\text{mSv}</math> 相当)</p> <p>(295) 国独自の参考レベルを設定し、その国の防護の最適化プロセスにこれを適用することは、他の線源と同様、</p>	<p>核原料物質の鉱山</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・吸入摂取した場合の実効線量係数(鉱保)</li> <li>・従事者の空気中濃度限度(鉱保)</li> <li>・周辺監視区域の外側における空気中濃度限度(鉱保)</li> </ul>	<p>(217) 既存の住居に対する救済措置をどのようにときに要求し又は助言するかを決定する際に役立つ対策レベルの使用を勧告</p>

<p>適切な国の当局の責務</p> <p>(296) 国の当局は、参考レベルを定期的に見直すべき</p> <p>(298) 作業時のラドン被ばくが国の参考レベルを上回る場合は、職業被ばくの一部とみなすべき</p>		
<p><b>6. 患者、付添者、介護者及び生物医学研究ボランティアの医療被ばく</b></p> <p>(322) 医療被ばくは以下の3つが対象</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・診断、IVR、治療目的のために個人が受ける被ばく</li> <li>・診断又は治療を受けた患者を介護する家族などの個人が承知の上で自発的に受ける被ばく</li> <li>・生物医学研究プログラムの一部として、志願者が受ける被ばく</li> </ul>		<p>(139)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・医療被ばくは以下の3つが対象</li> <li>・診断又は治療の一部として受ける被ばく</li> <li>・診断又は治療中の患者の付添及び介護する人が、承知の上で自発的に受ける被ばく</li> <li>・生物医学研究プログラムの一部として志願者が受ける被ばく</li> </ul>
<p><u>(1) 医療手技に対する正当化</u></p> <p>(330) 正当化は医療を専門的職業とする人の役目であり、他と同様に正当化されるべき</p> <p>(331) 正当化の原則は3つのレベルに適用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・医療における放射線利用</li> <li>・特定の目的を有する特定の医療手技</li> <li>・個人の患者に対する医療手技の適用</li> </ul>		<p>(179) 他のどんな行為の正当化とも同じように扱うべき</p>
<p><u>(2) 医療被ばくの防護の最適化</u></p> <p>(334, 335) 診断参考レベル</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防護の目標になるが、個々の患者の線量の拘束値を意味しない</li> <li>・医療画像診断による被ばくに適用し、放射線治療による被ばくは適用しない</li> <li>・数値は、国の健康及び放射線防護当局と関連する専門的な医療団体によって選択される</li> </ul>		<p>(180) 適切な職業的機関又は規制機関により選定された線量拘束値又は調査レベルの使用を考慮すべき</p>

(3) 妊娠している患者への被ばく  (346) 胎児に対する吸収線量が 100mSv 未満の被ばくは、妊娠中絶の理由として考慮されるべきではない		(184) 妊娠していると推定される女性の腹部に被ばくをもたらす診断行為と治療行為は、有力な臨床的適応がない限り避けるべき
(4) 放射性核種による治療を受けた患者の介護者及び付添者の防護  (351) 子供及び幼児は 1mSv/年 ・上記以外の介護者及び付添者は 1 回(1 連)の診療につき、5mSv の線量拘束値  (353) 治療後の患者の退出又は入院の判断については体内残留量、患者の意思、家族状況、ガイダンス及び規則などを考慮  (356) 密封線源を埋め込んだ状況で死亡した患者を火葬する場合には、特別な措置が必要 ( <sup>125</sup> I であれば、1 年後に火葬の許可)	放射性医薬品を投与された患者の退出について(平成 10 年 厚生省医薬安全局安全対策課長通知)  診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者の退出について(平成 15 年 厚生労働省医薬品局安全対策課長通知)	
(5) 生物医学研究の志願者  (358) 生物医学研究の志願者が受ける被ばくは、社会が受ける利益の程度に応じて、拘束値を考慮すべき		(181) 志願者が受ける被ばくについても、拘束値を考慮すべき
7. 環境の防護  (1) 環境の放射線防護の目的  (361) 生物多様性を維持し、種の保全を保証するとともに、自然の生息環境と群集及び生態系の健全性と状態を保護すること		
(2) 参考動植物  (366) 環境に典型的な数種類の生物を対象とした参考動植物については、被ばく線量の関係等を理解するための体系的なアプローチの基礎		

<b>8. 防護基準(表8参照)</b>		
(1)計画被ばく状況		
(職業被ばく(復旧作業を含む)の実効線量限度) ・決められた5年間の平均が20mSv/年(任意の1年で50mSvを超えるべきではないという付加条件つき)	職業被ばくの実効線量限度(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医)	・決められた5年間の平均が20mSv/年(任意の1年で50mSvを超えるべきではないという付加条件つき)
(職業被ばく(復旧作業を含む)の妊娠中の女性(妊娠残余期間)) ・実効線量限度:胎児に対して1mSv	職業被ばくの実効線量限度(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医)	・実効線量限度:放射性核種の摂取1mSv ・等価線量限度:腹部表面2mSv
(職業被ばく(復旧作業を含む)の等価線量限度) ・目(水晶体):150mSv/年 ・皮膚:500mSv/年 ・手足:500mSv/年	職業被ばくの等価線量限度(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医)	・目(水晶体):150mSv/年 ・皮膚:500mSv/年 ・手足:500mSv/年
(公衆被ばくの実効線量限度) ・1mSv/年	公衆被ばくの実効線量限度(船員、危貯)	・1mSv/年
(公衆被ばくの等価線量限度) ・目(水晶体):15mSv/年 ・皮膚:50mSv/年	公衆被ばくの等価線量限度(船員)	・目(水晶体):15mSv/年 ・皮膚:50mSv/年
(職業被ばくの線量拘束値) ・20mSv/年以下		・20mSv/年以下
(公衆被ばくの線量拘束値) ・一般:状況に応じて1mSv/年以下に選定されるもの ・放射性廃棄物処分:0.3mSv/年以下 ・長寿命核種廃棄物:0.3mSv/年以下 ・長期被ばく:<~0.3mSv/年及び<1mSv/年(線量拘束値は1mSvより小さくするべきであり、0.3mSv程度が適当) ・長寿命核種:0.1mSv/年以下(法令順守を確認するための線量評価方法がない場合に考慮)	放射性医薬品を投与された患者の退出について(平成10年 厚生省医薬安全局安全対策課長通知)	・一般: ・放射性廃棄物処分:0.3mSv/年以下【Pub. 77】 ・長寿命核種廃棄物:0.3mSv/年以下【Pub. 81】 ・長期被ばく:<~0.3mSv/年及び<1mSv/年(線量拘束値は1mSvより小さくするべきであり、0.3mSv程度が適当)【Pub. 82】 ・長寿命核種:0.1mSv/年以下(法令順守を確認する)

		ための線量評価方法がない場合に考慮)【Pub. 82】
(医療被ばくの線量拘束値) 生物医学研究の志願者 社会に対しての利益が ・ 少ない : <0.1mSv ・ 中間 : 0.1–1mSv ・ 中程度 : 1–10mSv ・ 多大 : >10mSv 付添者及び介護人 : 1回(1連)の診療につき 5mSv	放射性医薬品を投与された患者の退出について(平成10年 厚生省医薬安全局安全対策課長通知)	生物医学研究の志願者 社会に対しての利益が ・ 少ない : <0.1mSv 【Pub. 62】 ・ 中間 : 0.1–1mSv 【Pub. 62】 ・ 中程度 : 1–10mSv 【Pub. 62】 ・ 多大 : >10mSv 【Pub. 62】 付添者及び介護人 : 1回(1連)の診療につき 5mSv 【Pub. 94】【Pub. 98】
(2)緊急時被ばく状況 (職業被ばく) 参考レベル(残存線量参照) ・ 人命救助(情報を持っている志願者) : 救助者のリスクより利益があれば、制限なし ・ 緊急救助作業 : 500mSv 又は 1000mSv ・ 救助作業 : 100mSv 以下	緊急作業に係る線量限度(障防、炉規、電離、医療、薬事、臨床検査、船員、人事、獣医)	介入レベル(回避線量参照) ・ 人命救助(情報を持っている志願者) : 制限なし ・ 緊急救助作業 : ~500mSv ; ~5Sv(肌) ・ 救助作業 : -
(公衆被ばく) ・ 食料 : - ・ 安定ヨウ素の配布 : - ・ シェルター退避 : - ・ 一時避難 : - ・ 移転 : - ・ 全体的な防護方策において組み合わされた措置 : 計画を立てるときに、状況に応じて 20mSv から 100mSv の間	(※)	・ 食料 : 10mSv/年 【Pub. 63】 ・ 安定ヨウ素の配布 : 50–500mSv(甲状腺) 【Pub. 63】 ・ シェルター退避 : 2日間で 5–50mSv 【Pub. 63】 ・ 一時避難 : 1週間で 50–500mSv 【Pub. 63】 ・ 移転 : 最初の年に 100mSv 又は 1000mSv 【Pub. 63】 ・ 全体的な防護方策において組み合わされた措置 : -

(3) 現存被ばく状況 (ラドン) 参考レベル（残存線量） ・家 : <10mSv/年 (<600Bq/m <sup>3</sup> ) ・職場 : <10mSv/年 (<1500Bq/m <sup>3</sup> )  (NORM、自然放射線、人間活動による放射性残留物) 参考レベル 状況に応じて 1mSv/年 及び 20mSv/年の間	核原料物質の鉱山 ・吸入摂取した場合の実効線量係数(鉱保) ・従事者の空気中濃度限度(鉱保) ・周辺監視区域の外側における空気中濃度限度(鉱保)	対策レベル 【Pub. 65】 ・家 : 3-10mSv/年 (200-600Bq/m <sup>3</sup> ) 【Pub. 65】 ・職場 : 3-10mSv/年 (500-1500Bq/m <sup>3</sup> ) 【Pub. 65】  一般参考レベル 【Pub. 82】 ・介入が正当化されそうにない : <~10mSv/年 【Pub. 82】 ・介入が正当化されそう : >~10mSv/年 【Pub. 82】 ・介入がほとんど常に正当化される : 100mSv/年まで 【Pub. 82】
--	---	--

注 1) 表中の ( ) 内の番号は、ICRP Publication103 及び ICRP Publication 60 のパラグラフ番号である。

注 2) 国内法令の略語は以下の通り。

障防：放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律、炉規：核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律、

電離：労働安全衛生法（電離放射線障害防止規則）、医療：医療法、薬事：薬事法、臨床検査：臨床検査技師等に関する法律、

船員：船員法（船員電離放射線障害防止規則）、危貯：船舶安全法（危険物船舶運送及び貯蔵規則）、人事：国家公務員法（人事院規則）、獣医：獣医療法、

鉱保：鉱山保安法

注 3) ICRP2007 年勧告の内容は、仮翻訳であるため、今後、変更される可能性がある。

注 4) ICRP2007 年勧告及び ICRP1990 年勧告の内容は、理解しやすいように、適宜、意訳としている。

参照) ※：内閣府原子力安全委員会の「安全審査指針類」又は「防災・環境に関する指針類等」に関連する記述がある。

おわりに

有人サポート委員会 宇宙放射線被ばく管理分科会は、2009年12月から7回の会合を行い、今回のICRP103に基づく、調査・検討と、放射線被ばく管理規程の見直しについて審議を行ってきた。本検討において検討された線量限度については、ISS搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理のための放射線被ばく管理規程の変更案として提示した。

今後、ご意見、ご教示を頂き、必要な検討を経た上で、新たな放射線被ばく管理規程により、適切にISS搭乗宇宙飛行士の放射線被ばく管理が行われることを、切に望むものである。

最後に、本報告書の作成にあたり、貴重な資料やご意見をいただいた関係各位に対し、厚くお礼申し上げます。