



日医発第28号(健I)

令和8年4月6日

都道府県医師会  
産業保健担当理事 殿

公益社団法人 日本医師会  
常任理事 松岡 かおり  
(公印省略)

「航空機乗務員の宇宙放射線被ばく管理に関するガイドライン」の  
周知について

時下ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。

放射線審議会の下に設置された航空機乗務員等の宇宙放射線防護検討部会において、「航空機乗務員の宇宙線被ばく管理に関するガイドライン」について、このたび改訂が取りまとめられ、別添のとおり通知されました。

つきましては、貴会会員ならびに貴会関係郡区医師会等への周知につきましてご高配を賜わりますようお願い申し上げます。

基安労発 0327 第 2 号  
令和 8 年 3 月 27 日

別記関係団体の御担当部局長 殿

厚生労働省労働基準局  
安全衛生部労働衛生課長

「航空機乗務員の宇宙放射線被ばく管理に関するガイドライン」の周知について

平素より労働衛生行政について、格別の御理解と御協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

放射線審議会の下に設置された航空機乗務員等の宇宙放射線防護検討部会において、「航空機乗務員の宇宙線被ばく管理に関するガイドライン」について、このたび改訂が取りまとめられ、別添のとおり通知されました。

別記関係団体各位におかれましても、改訂後の当該ガイドラインの趣旨を御理解の上、関係者に対する周知等、御協力を賜りますようお願い申し上げます。

## 別記

航空連合

公益社団法人 日本医師会

公益社団法人 全国労働基準関係団体連合会

公益社団法人 全国労働衛生団体連合会

公益財団法人 放射線影響協会

個人線量測定機関協議会

放射線障害防止中央協議会

中央労働災害防止協会

## 航空機乗務員の宇宙放射線被ばく管理に関するガイドライン

平成18年4月20日 策定

令和8年3月25日 改訂

放射線審議会

航空機の運航に伴う乗務員の宇宙放射線被ばく管理に関し、我が国の航空運送事業者が自主的な取組みとして実施すべき対応方法は、以下のとおりである。

### 1. 航空機乗務員の被ばく線量管理について

航空機乗務員の被ばく線量管理については、事業者が年間5mSvの参考レベルを設定し、被ばくが合理的に達成可能な限り低く保たれるよう、乗務員各個人の被ばく線量を抑える努力を自主的に行うことが適切であること。また、女性の航空機乗務員に対しては、妊娠の申告があった場合、妊娠の残りの期間中における胚又は胎児の追加被ばく線量が約1mSvを超えないよう、職務の調整等を通じて、被ばくの低減を図ること。

その際、付加的な線量増加なども予想される太陽フレアについては、宇宙天気予報などの予測手段も活用することにより、適切な対応を図ること。

なお、乗務員の被ばく線量が参考レベルである年間5mSvを上回る可能性が極めて低い場合、かつ、妊娠中の女性乗務員の妊娠申告から妊娠の残りの期間中における胚又は胎児の追加被ばく線量が約1mSvを上回る可能性が極めて低い場合に限り、必要に応じ乗務員の十分な理解を得た上で、当該管理の可否を事業者において判断すること。

### 2. 航空機乗務員の宇宙放射線による被ばく線量の評価方法について

航空機乗務員の宇宙放射線被ばく線量評価は、計算による評価方法で十分な精度が確保できると判断されること。なお、同一路線の運航便において経路が大きく異なる場合は、飛行経路(高度、緯度)及び飛行時間を考慮した上で計算による評価を行うこと。また、必要に応じて、専門機関と協力の下、計算精度を評価する目的で実測を行い、計算による評価方法の信頼性の確保に努めること。

### 3. 航空機乗務員への宇宙放射線被ばくに関する説明と教育について

航空機乗務員が宇宙放射線被ばくに関する知識を正しく理解することは、不必要な不安を払拭し、安心して業務に専念するためにも有効な手段であり、また、自ら納得して被ばく管理を行うことができる。このため、新規採用時や任用時など、既存の職場教育プログラムの中に宇宙放射線被ばくに関する事項(宇宙放射線の基礎的事項、放射線による健康影響、放射線防護の考え方、妊娠時における留意点、個人線量の評価方法や閲覧方法など)を盛り込み、説明と教育を実施すること。必要な場合には、産業医等による健康教育や健康相談を実施し、航空機乗務員への宇宙放射線被ばくに関する説明に意を払うこと。

特に、女性の航空機乗務員に対しては、胚又は胎児への放射線影響についての教育を行い、宇宙放射線被ばくについての適切な認識を持たせるべきこと。

なお、航空機乗務員の被ばく線量管理の可否を問わず、全ての乗務員が適切な情報を得られる機会を与えること。

#### 4. 航空機乗務員の宇宙放射線による被ばく線量の閲覧、記録及び保存について

教育によって得られた知識を踏まえて、被ばくに関する意識を高め、より適切な自主管理を行うために、航空機乗務員が自らの年間被ばく線量及び累積被ばく線量を把握できるよう、各個人毎に、年間被ばく線量の閲覧、記録、保存ができるような体制を構築すること。また、当該記録を事業者が合理的と考える期間保存するとともに、当該記録の保存期間満了時や、乗務員の転出や離職等の際には、当該乗務員の求めに応じて記録を引き渡すなど、各個人が自ら管理できるように配慮すること。その際、個人情報保護にも適切な配慮を行うこと。

#### 5. 航空機乗務員の健康管理について

航空機乗務員の宇宙放射線被ばくに対しては、新たに付加的な健康診断を行う必要はないこと。

※「航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくの管理についての考え方」(令和8年3月 放射線審議会 航空機乗務員等の宇宙放射線防護検討部会)においては、当該部会における検討結果とともに、航空機乗務員の不安を払拭し、安心して業務に専念できるよう、我が国の全ての航空運送事業者が自主的な取組みとして実施すべき対応方法及びその考え方を示しているため、併せて参照されたい。

(参考)本ガイドラインの策定及び改訂にあたっての背景等

日付	背景等
<p>航空機乗務員の宇宙線被ばく管理に関するガイドライン 平成18年4月20日策定</p>	<p>1. 国際放射線防護委員会(ICRP)は、1990年勧告(Pub.60)(以下、「ICRP1990年勧告」という。)の中で、「ジェット機の運航」も自然放射線源による被ばくとして、職業被ばくの一部として含める必要があるべきであると勧告している。</p> <p>2. 当審議会は、ICRP1990年勧告の国内制度等への取入れに関して、平成10年(1998年6月に意見具申「ICRP1990年勧告(Pub.60)の国内制度等への取入れについて」を取りまとめ、その中で「ジェット機の運航」に伴う航空機乗務員の被ばくについては、「航空機内の線量レベルに関するいくつかの調査が行われてきており、公衆の実効線量限度である年1mSvを超える被ばくの可能性も考えられる。乗務員の被ばくが一定の線量レベルを超えることがある場合には、適切な管理を行うことが必要である。なお、航空機内の線量レベルに関しては、測定方法、中性子線等に起因する線量評価等についてより詳細な調査・検討を行う必要があり、当面、乗務員等に対して放射線に関する知識の普及等を行うとともに国際的動向も考慮しつつ対応することが適当である。」と示している。</p> <p>3. 一方、欧州では、1996年のEU指令において、EU加盟国に対し、航空機乗務員の被ばくについて2000年までに対策の実施が求められ、EU加盟国において対応が図られるなど、国際的な動向の進展や研究成果の蓄積がみられた。</p> <p>4. このような状況を受け、航空機乗務員の宇宙線被ばくについて、文部科学省科学技術・学術政策局の放射線安全規制検討会にて検討が行われ、航空機乗務員の宇宙線被ばく管理について、報告書(以下、「放射線安全規制検討会報告書」という。)が取りまとめられた。</p> <p>5. 当審議会は、放射線安全規制検討会報告書は、ICRP1990年勧告に関する当審議会の意見具申において対応を求めていた「ジェット機の運航」に伴う自然放射線による航空機乗務員の被ばくへの対応として妥当であると判断し、放射線安全規制検討会報告書を踏まえ、事業者が自主的な取組みとして実施する対応方法のガイドラインを作成した。</p>
<p>航空機乗務員の宇宙放射線被ばく管理に関するガイドライン 令和8年3月25日改訂</p>	<p>1. 近年、ICRP等において、航空機乗務員等の放射線防護に関する新たな考え方が示されている。また、我が国においても、航空会社の増加や飛行経路の変化など、航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくに関連する状況が変化してきている。</p> <p>2. これらの最近の状況を踏まえ、本ガイドラインを改訂することを目的として、当審議会の下に航空機乗務員等の宇宙放射線防護検討部会が設置された。</p> <p>3. 当該部会では、本ガイドラインの改訂に向けた審議とともに、報告書「航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくの管理についての考え方」を取りまとめ、当該部会における検討結果とともに、航空機乗務員の不安を払拭し、安心して業務に専念できるよう、我が国の全ての航空運送事業者が自主的な取組みとして実施すべき対応方法及びその考え方を示している。</p>

航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくの管理について  
の考え方

令和8年3月

放射線審議会

航空機乗務員等の宇宙放射線防護検討部会

## はじめに

自然界には、我々人類が不可避的に被ばくする自然放射線が存在する。身の回りに存在する放射性物質からの放射線に加えて、宇宙空間にも放射線は存在し、銀河や太陽から放出された放射線が起源となって、地球上に到達するものもある。これらの放射線は「宇宙線」又は「宇宙放射線」と呼ばれ、本報告書では「宇宙放射線」と呼ぶこととする。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation:以下「UNSCEAR」という。)の2024年報告書<sup>1</sup>では、自然放射線源により地上の人々が受ける実効線量の世界平均は約3.0mSv/年と評価されている。そのうち、宇宙放射線による外部被ばくが約0.3mSv/年である。

従来、自然放射線は、もともと自然界に存在しているものであることから、制度的な管理が必ずしも有効でないと考えられてきた。最近の国際的な考え方では、その線源からの被ばく経路によっては、管理になじみやすいものもあることから、そのような場合は被ばくのレベルに応じて段階的に管理することが推奨されている。

これを受けて、地表より高い位置を飛行する航空機においては、宇宙放射線による被ばく線量が地表に比べて増大することから、国際放射線防護委員会(International Commission on Radiological Protection:以下「ICRP」という。)や国際原子力機関(International Atomic Energy Agency:以下「IAEA」という。)などの国際機関等において、航空機乗務員の宇宙放射線被ばくに対する防護の必要性が示されてきた。

我が国においても、ICRP Publication 60「国際放射線防護委員会の1990年勧告」(以下「1990年勧告」という。)などを踏まえ、平成16年6月以降、航空機乗務員の宇宙放射線被ばくに関する検討が進められ、文部科学省が放射線安全規制検討会の下に設置した「航空機乗務員等の宇宙線被ばくに関する検討WG」において、報告書「航空機乗務員等の宇宙線被ばくに関する検討について」が取りまとめられた。

当該報告書を踏まえ、平成18年4月に、放射線審議会は「航空機乗務員の宇宙線被ばく管理に関するガイドライン」(以下「平成18年ガイドライン」という。)を策定し、関係省庁を通じて、平成18年時点に存在した航空事業者に対して、ガイドラインに沿った措置を講ずるよう要請した。それ以降、各航空事業者において、航空機乗務員の宇宙放射線被ばく管理に関する取組がなされている。

近年、ICRPやIAEAにおいては、航空機乗務員等の放射線防護に関する新たな考え方が示されている。また、我が国においても、航空会社の増加や飛行経路の変化など、航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくに関連する状況が変化してきている。

これらの最近の状況を踏まえ、平成18年ガイドラインを改訂することを目的として、放射線審議会の下に航空機乗務員等の宇宙放射線防護検討部会が設置された。

本報告書は、平成18年ガイドラインの改訂に向けて、航空機乗務員等の宇宙放射線防護検討部会における検討結果を取りまとめたものであり、航空機乗務員の不安を払拭し、安心して業務に専念できるよう、我が国の全ての航空運送事業者が自主的な取組みとして実施すべき対応方法及びその考え方を示したものである。

<sup>1</sup> UNSCEAR 2024 Report Volume II ([https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2024\\_2.html](https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2024_2.html))

## 目次

1. 宇宙放射線被ばくの一般的事項について .....	1
(1) 宇宙放射線の発生の源及びその成分 .....	1
(2) 太陽フレアに伴う宇宙放射線の線量変化 .....	1
2. 国際機関等における航空機乗務員等の放射線防護の考え方について .....	2
(1) 放射線防護の基本的考え方 .....	2
(2) 航空機乗務員の宇宙放射線被ばくに係る防護 .....	3
① 国際放射線防護委員会(ICRP) .....	3
② 国際原子力機関(IAEA) .....	4
③ 国際民間航空機関(ICAO) .....	4
④ 国際定期航空機操縦士協会連合会(IFALPA) .....	5
(3) 妊娠中の女性乗務員の宇宙放射線被ばくに係る防護 .....	5
(4) 旅客の宇宙放射線被ばくに係る防護 .....	6
3. 我が国の航空会社における実態の変化について .....	7
(1) 航空会社の増加 .....	7
(2) 飛行経路の変化 .....	7
(3) 線量管理や教育 .....	7
4. 航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくの管理について .....	9
(1) 航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくへの対応の必要性 .....	9
① 航空機乗務員の宇宙放射線に対する防護の必要性 .....	9
② 旅客の宇宙放射線に対する防護の必要性 .....	9
(2) 航空機乗務員の宇宙放射線被ばくへの対応方法 .....	10
① 航空機乗務員の被ばく線量管理 .....	10
ア) 平常時の被ばく線量の管理について .....	10
イ) 太陽フレア発生時の対応について .....	11
② 航空機乗務員の宇宙放射線による被ばく線量の評価方法 .....	11
③ 航空機乗務員への宇宙放射線被ばくに関する説明と教育 .....	12
④ 航空機乗務員の宇宙放射線による被ばく線量の閲覧、記録及び保存 .....	12
⑤ 航空機乗務員の健康管理 .....	13

## 1. 宇宙放射線被ばくの一般的事項について

### (1) 宇宙放射線の発生の源及びその成分

宇宙放射線の発生の源は、太陽系外における超新星爆発等を起源とする銀河宇宙放射線と、太陽を起源とする太陽宇宙放射線に分類される。これらは、高エネルギー粒子(陽子、アルファ粒子、重粒子等)として宇宙空間を常に飛び交っていることが知られており、高エネルギー粒子(一次宇宙放射線)のほとんどは荷電粒子である。

太陽宇宙放射線の多くは数百MeV未満のエネルギーであるため、地球の磁場により進路を曲げられ、大気圏まで到達しない。一方、銀河宇宙放射線は、太陽宇宙放射線と比較してエネルギーがはるかに高いため、大気圏まで到達しやすい。また、一般に、地球の磁場が地表とほぼ平行である赤道付近よりも、地表とほぼ垂直である磁極付近では、よりエネルギーの低い粒子が大気圏まで到達しやすいため、大気圏に進入する銀河宇宙放射線の量が多くなる。

また、大気圏(高度約100km以下)に突入した粒子は、大気を構成する原子(窒素、酸素、アルゴン)の原子核と衝突して連鎖的な反応を起こし、陽子、中性子、電子、パイ中間子、ミュー粒子等(二次宇宙放射線)を生成する。これらの生成は、成層圏下部(高度約10~15km)で最も活発に起こる。このため、宇宙放射線のレベルは、地上よりも航空機の一般的な飛行高度で高くなる。

さらに、銀河宇宙放射線は、太陽活動の周期(約11年)で磁場の変動を引き起こす太陽風(太陽コロナから放出される陽子及び電子のプラズマ)の影響を受ける。太陽は約11年の周期で、太陽黒点、太陽フレア、コロナ質量放出などの太陽活動が活発な時期と静穏な時期を繰り返すが、太陽活動の活発な時期には強力な太陽風が発生し、太陽の磁場が強くなり、太陽系に進入する銀河宇宙放射線が減少する。逆に、太陽活動が最も静穏な時期である極小期には、太陽系に進入する銀河宇宙放射線が最大となる。

要するに、宇宙放射線による被ばく線量率は、太陽活動のレベルによるが、一般に、高度、緯度が高くなるほど増加する傾向にある。また、当然ながら、高高度における飛行時間が長くなるほど被ばく線量が増加する。

### (2) 太陽フレアに伴う宇宙放射線の線量変化

太陽フレアとは、太陽表面の黒点付近で起きる太陽系最大の爆発現象であり、このフレア等に伴い、突発的に平常時よりもエネルギーの高い粒子が放出される。この高エネルギー粒子が航空飛行時の人への被ばくに影響を与える主な要因となる。

太陽フレアの発生頻度は太陽活動に伴って変化し、太陽活動が活発になると、黒点の数の増加とともに、フレアの発生回数も増加する。また、太陽フレアの規模は、米国の海洋大気庁(National Oceanic and Atmospheric Administration)がX線の強度により、小規模なものから順にA/B/C/M/Xの5段階に分類している。一般に、規模の大きいものほど発生頻度が低くなることが知られているが、10年に1回ないし100年に1回の頻度で発生するような大規模な太陽フレア発生時には、国際線1フライトにおける最大被ばく線量が数100 $\mu$ Sv~数mSv程度に達する可能性がある<sup>2</sup>。

なお、太陽フレア時に発生するX線や紫外線の急増により電離層に異常が生じ電波が吸収されてし

<sup>2</sup> 科学研究費補助金:新学術領域研究「太陽地球環境予測」科学提言のための宇宙天気現象の社会への影響評価(2020年10月7日)(<https://www2.nist.go.jp/spe/benchmark/>)

まう現象や、太陽フレアの影響で生ずる地磁気の乱れ(磁気嵐)に伴う電離圏嵐などにより、航空機の運航に必要な通信に障害が引き起こされるおそれがあるが、これらの通信に影響を与える現象と航空飛行時の人への被ばくに影響を与える現象は異なり、フレア発生時に通信への影響が増加したからといって必ずしも被ばく線量が増加するわけではない<sup>3,4</sup>。

## 2. 国際機関等における航空機乗務員等の放射線防護の考え方について

### (1) 放射線防護の基本的考え方

ICRP は、UNSCEAR の報告及びその他の放射線防護に関する情報等を参考に、放射線防護の基本的考え方とそれに基づく基準に関して国際的に勧告を提示しており、これらの勧告は世界各国で尊重され、放射線防護に関する法令等に広く取り入れられている。ICRP の勧告のうち、特に放射線防護全般に関する基本的考え方を示した主勧告は、ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の 2007 年勧告」(以下「2007 年勧告」という。)が最新である。

ICRP の 2007 年勧告では、「行為(放射線源等を意図的に導入することにより被ばくを増加させる人間活動)」と「介入(既に存在している放射線源等からの被ばくを低減するために実施される人間活動)」を用いた従来のプロセスに基づく防護体系に代わって、放射線被ばく状況のタイプ(計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況)に基づく防護体系を導入した。なお、ICRP が勧告する防護体系は、被ばくの線源又は線量をもたらす経路が、合理的に制御可能な状況に対してのみ適用される。

- ・ 計画被ばく状況: 線源を意図的に導入し運用する状況
- ・ 緊急時被ばく状況: 事故時等、緊急の対策を必要とする状況
- ・ 現存被ばく状況: 管理について決定をする時点で既に被ばくが存在している状況

これらの被ばく状況に対して、「正当化」と「防護の最適化」の基本原則が適用される。

- ・ 正当化の原則: 放射線に関係する活動や対策を導入又は継続することによって、全体として個人及び社会にもたらされる便益が、費用や生じる可能性のある害又は損傷を上回るべきである
- ・ 防護の最適化の原則: 被ばくの生じる可能性、被ばく人数、及び個人の被ばく線量の大きさを、全ての経済的及び社会的要因を考慮しつつ、合理的に達成できる限り低く保つべきである

また、放射線防護で用いられる数値基準については、計画被ばく状況に適用される「線量限度(超えてはならない実効線量又は等価線量の値)」や「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)」に加え、緊急時被ばく状況や現存被ばく状況に適用される「参考レベル」という概念を導入した。「参考レベル」とは、その値を超える人に対して防護を優先的に実施するための目安となる線量である。この値を超える被ばくが予想される計画は避けるべきであり、この値より下の被ばくが予想される計画では防護の最適化を行うことが求められる。

なお、ICRP の 2007 年勧告では、1990 年勧告から変わりなく、「職業被ばく」「医療被ばく」「公衆被

<sup>3</sup> N. Gopalswamy, H. Xie, S. Yashiro et al. Properties of Ground Level Enhancement Events and the Associated Solar Eruptions During Solar Cycle 23, *Space Science Reviews*, Volume 171:23-60, 3 June 2012. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11214-012-9890-4>)

<sup>4</sup> C.O.G. Waterfall, S. Dalla, O. Raukunen et al. High Energy Solar Particle Events and Their Relationship to Associated Flare, CME and GLE Parameters, *Space Weather*, Volume 21, Issue 3, 6 March 2023. (<https://doi.org/10.1029/2022SW003334>)

ばく」と3つのカテゴリーに分類している<sup>5</sup>。

- ・ 職業被ばく：業務管理者の責任であると合理的にみなされうる状況の結果として業務上受ける放射線被ばく
- ・ 医療被ばく：医学的診断又は治療の過程における患者の被ばく
- ・ 公衆被ばく：職業被ばく及び患者の医療被ばく以外のあらゆる公衆の被ばく

さらに、ICRP は、この 2007 年勧告や、航空飛行時の被ばくに関する最新のデータ、各国の取組状況を踏まえ、2016 年に ICRP Publication 132「航空飛行時の宇宙放射線からの防護」を示した。

同刊行物では、航空機乗務員に加えて、旅客、特に航空機乗務員の被ばくに匹敵する高頻度で搭乗する旅客も宇宙放射線による被ばくの防護の対象として考慮する必要があるとした。また、宇宙放射線は、その線源が既に存在しており、被ばくを制御するための防護措置は、個人の被ばく条件を変更することでしか実施できないことから、宇宙放射線による被ばくを「現存被ばく状況」とみなすとしている。太陽フレアに伴う被ばくに関しても、飛行環境における発生がまれであること、また被ばくに対する寄与が結果的に小さいことを踏まえ、現存被ばく状況の一部であるとしている。

IAEA は、8 つの国際機関<sup>6</sup>による共同策定文書として国際的な合意形成による基本安全基準を策定しており、ICRP の 2007 年勧告等を踏まえ、2014 年に一般安全要件 (General Safety Requirements: GSR) Part 3「放射線防護と放射線源の安全: 国際基本安全基準」(以下「GSR Part 3」という。)を示した。GSR Part 3 では、加盟各国に対して、航空機乗務員の宇宙放射線被ばく評価が正当化されるかどうかを決定することを求めた。そして、そのような評価が正当化されると見なされる場合、航空機乗務員の被ばく線量の参考レベルを設定し、その参考レベルを超えそうな場合に、線量を評価し記録する枠組みを設けることを求めた。また、2018 年に、GSR Part 3 の下位文書である一般安全指針 (General Safety Guide: GSG) GSG-7「職業上の放射線防護」を示した。

これらの国際機関等における勧告や基準文書で示されている、航空機乗務員、妊娠中の女性乗務員及び旅客の宇宙放射線被ばくに係る防護の詳細については、次項以降にそれぞれ記述する。

## (2) 航空機乗務員の宇宙放射線被ばくに係る防護

### ① 国際放射線防護委員会 (ICRP)

ICRP Publication 132「航空飛行時の宇宙放射線からの防護」においても、航空機乗務員の宇宙放射線による被ばくは「職業被ばく」であるとの見解を示しており、業務管理者において一般に1年あたり5～10mSvの範囲の参考レベルが選択されるよう勧告している。

また、同刊行物の中で、航空飛行時の被ばくを制御するための対策として、飛行時間の制限及び航空路(高度、緯度)の選択を挙げている。一方、これらの対策を実施することが、航空機乗務員の飛行時間を制限することによる被ばく人数の増加や社会的及び経済的問題を引き起こす可能性、また、航路変更による事故のリスクの増大や燃料消費及び費用の増加につながる可能性について言及している。その上で、主たる防護対策は、飛行時間と航空路選択を考慮し、最も被ばくを受ける航空機乗務員個人の飛行勤務を調整することであると強調している。

<sup>5</sup> 「職業被ばく」「医療被ばく」「公衆被ばく」の3つのカテゴリーの用語の説明は、ICRP Publication 132「航空飛行時の宇宙放射線からの防護」から引用

<sup>6</sup> 欧州共同体 (EC)、国際連合食糧農業機関 (FAO)、国際原子力機関 (IAEA)、国際労働機関 (ILO)、経済協力開発機構/原子力機関 (OECD/NEA)、汎米保健機構 (PAHO)、国際連合環境計画 (UNEP)、世界保健機構 (WHO)

これらを踏まえ、宇宙放射線による被ばくから航空機乗務員を防護するにあたり、業務管理者が適切に管理すべき事項として、ICRP が勧告している内容を、要約して以下に示す。

- ( i ) 航空機乗務員に対し、教育プログラム等を通じて、放射線及び宇宙放射線被ばくに関する情報を提供すること。
- ( ii ) 航空機乗務員個人の年間実効線量を評価すること。また、合理的に達成可能な場合は、太陽フレアによる被ばく線量を遡及的に推定し、その影響を受けた航空機乗務員の年間被ばく線量に加算すること。
- ( iii ) 航空機乗務員の線量を記録し、個人が年間被ばく線量と累積被ばく線量を手に入れるようにすること。また、少なくとも個人の平均余命に匹敵する合理的な期間にわたって、線量記録を保存すべきであること。
- ( iv ) しかるべき場合には、選択された参考レベルを考慮し、飛行勤務表を調整すること。

また、航空機における個人被ばく線量を評価する際は、測定装置(線量計及びその他の機器)を用いる代わりに検証されたコンピュータコードの利用で十分であると勧告しつつ、線量計算の精度確認と検証のために、合意された規格に従った機内環境モニタリングの随時の利用を勧告している。

なお、航空機乗務員の健康診断については、放射線安全以外の理由で定期的に健康診断を受けることから、宇宙放射線被ばくによる追加的な健康診断は不要である旨が示されている。

## ② 国際原子力機関(IAEA)

IAEA GSG-7「職業上の放射線防護」において、地上より高い高度の宇宙放射線による航空機乗務員の「職業被ばく」は、「現存被ばく状況」の要件による管理を考慮すべきであるとされている。

また、航空機乗務員が受ける線量の評価が当然視されると思われる場合、以下の要件が適用される旨が示されている。

- ( i ) 規制機関又は他の関係当局は、線量の参考レベル、航空機乗務員が受ける被ばくの線量評価と記録方法を含む枠組みを確立すること。また、参考レベルは、約 5mSv が妥当であること。
- ( ii ) 航空機乗務員の線量が参考レベルを超えそうな場合、航空機乗務員の雇用主は、線量を評価し、記録を残すこと。また、航空機乗務員が線量記録を利用できるようにすること。

なお、規制機関又は他の関係当局(又は民間航空局)は航空機乗務員の被ばくの評価が当然のものか否かを判断する必要があるが、評価が当然でない場合には、それ以上の措置をとる必要はないと記されている。

## ③ 国際民間航空機関(ICAO)

国際民間航空機関(International Civil Aviation Organization:以下「ICAO」という。)は、1944年にシカゴで採択された国際民間航空条約(シカゴ条約)に基づき設立された国際連合の専門機関である。193の加盟国と協力の下、国際民間航空の安全かつ秩序ある発展と、国際航空運送業務の健全かつ経済的な運営を主たる目的として、そのために必要な国際基準や規則の策定・実施確保に取り組んでいる。

ICAO が作成する国際標準と勧告は、シカゴ条約の附属書(Annex)としてまとめられており、全部で

19の附属書がある。附属書6(Annex 6 - Operation Of Aircraft)<sup>7</sup>には、航空機乗務員の宇宙放射線防護に関する記述があり、高度 49,000ft(約 15km)以上を飛行する場合は、被ばく線量の測定装置の機内への設置や、被ばく線量の記録の保持が推奨されている。

また、ICAO は、2019 年に民間航空機の運航に宇宙天気情報の利用を開始するための「Manual on Space Weather Information in Support of International Air Navigation」<sup>8</sup>(以下「宇宙天気情報マニュアル」という。)を公表し、無線通信障害・測位誤差の増大・宇宙放射線による被ばく線量の増加の観点で航空運用に支障を来すおそれのある宇宙天気現象が発生している、あるいは 24 時間以内に発生すると予報された場合に「アドバイザリ」と呼ばれる情報を宇宙天気センターから発信している。

具体的には、FL250～460(約 7～14km)の高度の間で 30  $\mu$  Sv/h を超える場合には“Moderate”、FL250～600(約 7～18km)の高度の間で 80  $\mu$  Sv/h を超える場合には“Severe”が発令される。なお、この Severe の値(80  $\mu$  Sv/h)は、国際線 1 フライトで 12.5 時間飛行した場合に、被ばく線量が 1mSv に達する計算となる<sup>9</sup>。

アドバイザリ情報が発令された場合の対応として、宇宙天気情報マニュアルには「最も良い状況は、飛行ルートの変更、燃料、乗務員のスケジュールを考慮して、12 時間から 24 時間先の計画を立てることができることである。」と記載されている。

#### ④ 国際定期航空機操縦士協会連合会(IFALPA)

国際定期航空機操縦士協会連合会(International Federation of Air Line Pilots' Associations)は、70 カ国以上で 16 万人を超えるパイロットを代表する国際的な非営利団体であり、各国に存在する航空機操縦士協会が加盟している。

2018 年及び 2019 年には、航空機乗務員と電離放射線に関するレポート<sup>10,11</sup>を公開しており、ICRP Publication 132「航空飛行時の宇宙放射線からの防護」の記載内容を認めた上で、各国において、下記事項を適用することを推奨している。

- ・ 航空機乗務員の被ばくの最適化/最小化を目的とした参考レベルを設定すること。
- ・ 各航空機の全乗務員の初期線量参考レベルは、年間 6mSv に設定されるべきであること。
- ・ 参考レベルを超えない場合でも、航空機乗務員の被ばく線量が個別にモニタリングされ、合理的に達成可能な限り低く最適化されるべきであること。
- ・ 実効線量が年間 1mSv を超える可能性のある航空機乗務員は職業上の被ばくをする従業員と認識されるべきであること。

### (3) 妊娠中の女性乗務員の宇宙放射線被ばくに係る防護

ICRP Publication 132「航空飛行時の宇宙放射線からの防護」においては、航空機乗務員のうち妊娠

<sup>7</sup> ICAO, Annex 6 - Operation Of Aircraft (<https://store.icao.int/en/annexes/annex-6>)

<sup>8</sup> ICAO, Manual on Space Weather Information in Support of International Air Navigation(2019) (<https://store.icao.int/en/manual-on-space-weather-information-in-support-of-international-air-navigation-doc-10100>)

<sup>9</sup> 総務省、宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会報告書「文明進化型の災害」に対応した安全・安心な社会経済の実現に向けて(2022年6月21日) ([https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000821116.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000821116.pdf))

<sup>10</sup> IFALPA, Protection from Ionizing Radiation (2018) (<https://ifalpa.org/publications/library/protection-from-ionizing-radiation--1656>)

<sup>11</sup> IFALPA, Aircrews and Ionizing Radiation(2019) (<https://www.ifalpa.org/publications/library/aircrews-and-ionizing-radiation--3235>)

した女性に対し、公衆とほぼ同様のレベルで電離放射線からの胚／胎児の防護を提供すべきことを求めており、2007年勧告の中で「いったん雇用主が妊娠の届け出を受ければ、胚／胎児の追加の防護が考慮されるべきである。妊娠の申告の後、妊娠作業者の作業条件は、妊娠の残りの期間中の胚／胎児の追加線量がおよそ1mSvを超えないことを確実にするようにすべきである」と勧告している旨が示されている。

また、妊娠の適時の申告を奨励するために、女性の航空機乗務員や高頻度旅客に対し、宇宙放射線被ばくによる胚／胎児に対するリスクを知らせるよう勧告している。

同様の趣旨で、IAEA GSG-7「職業上の放射線防護」においても、航空機乗務員が受ける線量の評価が当然視されると思われる場合、女性の航空機乗務員に対し、雇用主が実施すべき事項として、以下の対応を求めている。

( i ) 宇宙放射線に対する被ばくによる胚又は胎児へのリスクについて知らせ、また、妊娠を早めに通知する必要性を知らせること。

( ii ) 妊娠の通知に関し GSR Part 3 の 3.114 項<sup>12</sup>の要件を適用すること。

また、妊娠中の女性の航空機乗務員に対し、雇用主は、計画被ばく状況に適用するものと同じ放射線防護手段を実施しなければならず、これに年間実効線量で1mSvの制限値が含まれるとしている。

なお、前述のとおり、規制機関又は他の関係当局(又は民間航空局)は航空機乗務員の被ばくの評価が当然のものか否かを判断する必要があるが、評価が当然でない場合には、それ以上の措置をとる必要はないと記されている。

#### (4) 旅客の宇宙放射線被ばくに係る防護

旅客の宇宙放射線による被ばくについて、ICRP Publication 132「航空飛行時の宇宙放射線からの防護」においては、低頻度旅客及び高頻度旅客のいずれの被ばくも、「公衆被ばく」であるとみなしている。

また、航空飛行時の防護について、旅客個人がその飛行頻度によって受けると思われる被ばくのレベルに従ったグレーデッド・アプローチを勧告している。

低頻度旅客は、個人が受ける被ばく線量が十分に低いいため、基本的に防護措置を導入する必要はないという見解が示されている。

同様に、高頻度旅客についても、低頻度旅客と同じように扱われるよう勧告しているが、自身の被ばくに不安を感じる可能性のある高頻度旅客に対し、必要に応じて飛行頻度を調整するため、無料で利用可能な線量計算ツールを活用して、自身の被ばく線量を評価することを推奨している。

また、あらゆる旅客が、宇宙放射線に関する一般的事項の情報を入手できるよう、国の当局、航空会社、消費者団体及び旅行代理店が、これらの情報を広く発信するよう奨励している。

さらに、職務のための高頻度旅客のうち、ごく一部は、航空機乗務員の被ばくに匹敵する被ばく線量となる場合があるが、これらの高頻度旅客の被ばくが、航空機乗務員に適用される要件と同様の方法で管理されることを勧告している。ただし、問題となる職業の網羅的なリストを提示することがICRPの意

<sup>12</sup> GSR Part 3 3.114 項:

妊娠の可能性のある又は母乳授乳中であることの雇用主への女性作業員からの届出が、その女性作業員を作業から外す理由と見なされてはならない。女性作業員が妊娠の可能性があると又は母乳授乳中であることを通知された雇用主は、胚若しくは胎児又は母乳授乳中の乳児が、公衆の構成員のために要求されていると同程度の防護レベルが得られることを確実にものとするよう、職業被ばくに関する労働条件を調整しなければならない。

凶するところではなく、これらの高頻度旅客の被ばくを職業被ばくとみなす決定は、支配的な状況に応じてケースバイケースで行われるべきである旨が示されている。

### 3. 我が国の航空会社における実態の変化について

#### (1) 航空会社の増加

平成 18 年ガイドラインが策定されて以降、定期便として国際線を運航する航空運送事業者が増加している。平成 18 年 5 月時点では 7 社であったが、令和 7 年 3 月時点では 10 社(うち 2 社は運休中)となっている。

#### (2) 飛行経路の変化

一般に、太陽活動のレベルに加え、飛行経路(高度、緯度)及び飛行時間により、宇宙放射線による被ばく線量率が変化する。1.(1)に記載のとおり、宇宙放射線による被ばく線量率は、赤道付近でより低くなり、磁極付近でより高くなる。また、航空機が離陸したのち、一般的な飛行高度へと上昇するに従って、宇宙放射線による被ばく線量率が増加する。

太陽活動のレベルにもよるが、ICRP Publication 132「航空飛行時の宇宙放射線からの防護」によると、一般的な飛行高度(10km 以上)においては、線量率は  $7 \mu\text{Sv/h}$ (海拔ゼロ地点における宇宙放射線被ばくレベルの 150 倍超)に達するとされている。IAEA GSG-7「職業上の放射線防護」によると、緯度  $50^\circ$ 、高度 9~12km(北部ヨーロッパと北アメリカ間の飛行に相当する)での線量率は、通常  $4\sim 8 \mu\text{Sv/h}$  の範囲にあり、高度が 1,830m 増加する毎に 2 倍になる。また、短距離飛行に対しては、通常、高度が低く(7.5~10km)、これに相当する平均線量率は約  $3 \mu\text{Sv/h}$  とされている。

令和 4 年以降、国際情勢の影響により、欧州路線では、北極付近を通過する飛行経路が選択されることが増えている。最近の学術論文<sup>13</sup>によると、太陽活動が静穏な条件下で、東京からパリへの飛行における大西洋と北米を横断する新しい高緯度路線は、従前の飛行経路と比較して、周辺線量当量が 40%程度(最悪のケースで 50%)増大するが、周辺線量当量率(時間あたりの周辺線量当量)にはほぼ変化が見られないシミュレーション結果が示されており、周辺線量当量の増大は飛行時間の増加が主な要因であると考察されている。逆に、パリから東京への飛行は低緯度路線となり、従前の飛行経路と比較して、周辺線量当量、周辺線量当量率ともに 40%程度減少するというシミュレーション結果が示されており、低緯度での飛行が被ばくの低減に寄与することが確認されている。

#### (3) 線量管理や教育

平成 18 年ガイドラインが策定されて以降、各航空事業者において、ガイドラインに基づき、航空機乗務員の宇宙放射線被ばく管理に関する自主的な取組がなされている。

航空機乗務員の被ばく線量管理については、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(以下「QST」という。)に飛行計画(発着地や通過地点の高度・緯度・経度、飛行時間など)を提出することにより、QST が開発した航路線量計算システム(以下「JISCARD」という。)を用いた詳細な線量評価を実施している社もある。この JISCARD はウェブサイト上でも利用でき、そこでは発着空港の入力のみで

<sup>13</sup> G. Hubert, Impact of flight route changes on cosmic ray exposure: consequences of the conflict between Ukraine and the Russian federation, Radiation and Environmental Biophysics, Volume 63:263-269, 26 April 2024. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s00411-024-01066-3>)

被ばく線量を簡単に算出することができる<sup>14</sup>。なお、JISCARDにおける線量計算には、太陽平穏時における日平均の太陽活動度のデータが組み込まれているが、太陽フレア時の影響は評価されていない。

乗務員個人毎に算出された線量記録は、各航空会社のシステムによって運用方法は異なるが、日単位、月単位、年単位のいずれかでシステム上に保存され、個々の乗務員が自らの被ばく線量を閲覧できる体制が構築されている。運航乗務員、客室乗務員ともに、平成 19 年以降の線量記録が保存され、各自閲覧できる社もある。

管理目標値を設定し線量管理を行っている航空事業者のうち、定期便として国際線を運航する 3 社では、令和 5 年度時点で、合計して運航乗務員 4,398 名、客室乗務員 12,685 名が勤務している。令和 5 年度の線量データによると、3 社の平均線量の平均値は運航乗務員 1.73mSv/年、客室乗務員 1.26mSv/年であり、最大線量の最大値はいずれも 4.06mSv/年であった。この結果からは、管理目標値である年間 5mSv を超える乗務員がいる社はないことが確認された。

また、平成 21 年には、定期航空協会、航空事業者、独立行政法人放射線医学総合研究所(現 QST)が協力し、JISCARD の信頼性の確認を目的とした実測が行われた。

航空機乗務員への宇宙放射線被ばくに関する説明と教育については、航空事業者において、定期航空協会が独立行政法人放射線医学総合研究所に依頼して作成した教材を用いて、平成 19 年時点で全乗務員に教育を実施し、それ以降は新規採用時や任用時に教育を実施している社もある。また、乗務員への教育に関する具体的な取組として、教材動画を任意で繰り返し受講可能としている社や、社内向けの定期的な情報共有資料の中で、社内全体の被ばく実績を公開すると同時に、トピックス提供と知識付与を実施している社もある。一方、平成 19 年以降は具体的な教育等を実施していない社もある。

なお、宇宙天気の前報情報等については、国内の各航空事業者においてほとんど管理に活用されていないが、我が国では、国立研究開発法人情報通信研究機構(以下「NICT」という。)において宇宙天気予報が実施され、ウェブサイトやメール等で宇宙天気の概況や予報、太陽フレアなど宇宙天気現象の発生(宇宙天気イベント)について 24 時間体制で情報配信されている。総務省では、令和 4 年に「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」を開催し、検討会報告書<sup>15</sup>を取りまとめ、それを受けて、NICT は、従来の自然現象の規模による警報基準に加えて、社会的影響を踏まえた新警報基準に基づく「新宇宙天気イベント通報」(以下「SAFIR」という。)を令和 7 年に開始している<sup>16</sup>。

また、NICT の宇宙天気情報サービスの一環として、航空機被ばく警報システム(以下「WASAVIES」という。)がウェブサイト上に公開されている<sup>16</sup>。これは、航空機高度における宇宙放射線の被ばく線量率をリアルタイム(15～30 分後)で評価し、急激な線量率上昇が検知された場合は警報を発信するシステムである。

<sup>14</sup> 航路線量計算システム(JISCARD) (<http://jiscard.jp/>)

<sup>15</sup> 新宇宙天気イベント通報(SAFIR) (<https://swc.nict.go.jp/safir/>)

<sup>16</sup> 航空機被ばく警報システム(WASAVIES) (<https://wasevies.nict.go.jp/>)

#### 4. 航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくの管理について

##### (1) 航空機乗務員等の宇宙放射線被ばくへの対応の必要性

###### ① 航空機乗務員の宇宙放射線に対する防護の必要性

航空飛行時の航空機乗務員等の宇宙放射線による被ばくについては、ICRP 及び IAEA の考え方を踏まえ、線源や被ばく経路が既に存在し、これらの制御が困難なものであることから、「現存被ばく状況」と整理する。また、航空機乗務員は、業務上で被ばくを受けるため、「職業被ばく」と位置づける。

他方、宇宙放射線による被ばくと同様に、線源や被ばく経路が既に存在している他の自然放射線源（産業活動の過程で生じる残渣等に含まれる放射性物質など）による被ばくについては、令和 7 年 11 月に放射線審議会が策定した報告書「自然起源放射性物質に対する放射線防護の基本的考え方」<sup>17</sup>において整理が行われた。具体的には、法令による規制は必要なく、ICRP 等が定める参考レベルをもとに、放射線審議会が我が国の実情を踏まえて推奨値を定め、自然起源放射性物質を取り扱う事業者等が指標を設定し、自主的な管理を行うことが適当であると整理された。

これは、国際機関等が様々な形で提示する防護の目安となる数値をもとに、我が国としての実情を踏まえた数値を定め、それを参考に事業者が自主的な管理を行うという仕組みである。

航空機乗務員の宇宙放射線による被ばくについても、基本的に同様の仕組みとすることが適当と考えられる。航空機乗務員は、職務により高頻度で飛行し、地上より多くの宇宙放射線による被ばくを受けることから、経済的及び社会的要因を考慮しつつ、合理的に達成可能な限り被ばくを低く保つべきものである。その具体的な仕組みとしては、法令による規制は行わず、ICRP 等が定める参考レベルをもとに、本部会が我が国の実情を踏まえて防護の目安とする数値を参考レベルと定め、航空運送事業者が自主的な管理（参考レベルを用いた防護の最適化、計算による線量評価、教育の実施、線量の閲覧、記録及び保存、乗務員への記録の引渡しなど）を実施することが適当である。

なお、不特定多数の管理主体の下で多種多様な被ばくの状況が考えられる自然起源放射性物質の場合とは異なり、航空機乗務員の被ばくは、特定少数の管理主体の下で飛行経路に応じた程度で生じるものであり、個々の事業者がそれぞれの指標を設定することはなじまず、本部会が定める参考レベルとしての数値を管理の中で一律に用いることが適当である。

###### ② 旅客の宇宙放射線に対する防護の必要性

欧米路線の代表例として日本（成田）－欧州（フランクフルト）間を 1 往復した場合に、宇宙放射線による実効線量はおよそ  $140 \mu\text{Sv}$  と推定されている<sup>18</sup>。これは、太陽活動が比較的静穏な時期（宇宙放射線による被ばく線量率が比較的高い時期）に、年間でおおよそ 35 回（往復）搭乗した場合に  $5\text{mSv}$  に達する線量である。

ほとんどの旅客は頻繁に航空機を利用せず、航空機乗務員よりも年間の飛行時間が極めて短いことが考えられる。高頻度で飛行機に搭乗する旅客としては、旅行業界における添乗員が想定されるが、海外添乗を頻繁に行う場合に、年間おおよそ 24 回（往復）の国際便に搭乗しており、航空機乗務員に匹

<sup>17</sup> 放射線審議会、報告書「自然起源放射性物質に対する放射線防護の基本的考え方」（2025 年 11 月）  
(<https://www.da.nra.go.jp/data/NRA005000001-027-001.pdf>)

<sup>18</sup> Hiroshi Yasuda, Hiroto Motoyama and Kazuaki Yajima, Recent trends in cosmic radiation exposure onboard aircraft: effects of the COVID-19 pandemic on Japanese in-flight doses, Front. Public Health, Volume 13:1554332, 17 April 2025.  
(<https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1554332>)

敵する被ばく量に達する可能性は低いことが確認された。

このため、旅客に対しては、追加的な防護措置を講ずる必要はないが、宇宙放射線に関する一般的な情報(放射線の基礎、健康影響、防護の考え方、妊娠時の留意点など)を広く提供することが適当である。その際には、旅客自身が、QSTが開発したJISCARDを活用して、自己の被ばく線量を把握することが可能である旨を周知することが考えられる。

## (2) 航空機乗務員の宇宙放射線被ばくへの対応方法

航空機の運航に伴う乗務員の宇宙放射線被ばくの管理に関して、我が国の全ての航空運送事業者が自主的な取組みとして実施すべき対応方法及びその考え方を以下に示す。

なお、航空機乗務員の宇宙放射線被ばくに対して、諸外国では、各国において様々な方策が講じられている<sup>19</sup>が、以下の事項は、ICRPやIAEAなどの国際機関等における勧告や基準文書の内容や、諸外国及び我が国の実態を鑑み、我が国の航空運送事業者が合理的かつ実行可能な範囲で実施すべき対応方法及びその考え方を示したものである。

### ① 航空機乗務員の被ばく線量管理

#### ア) 平常時の被ばく線量の管理について

航空機乗務員の被ばく線量の管理については、航空運送事業者が年間5mSvの参考レベルを設定し、被ばくが合理的に達成可能な限り低く保たれるよう、乗務員各個人の被ばく線量を抑える努力を自主的に行うことが重要である。また、女性の航空機乗務員に対しては、妊娠の申告があった場合、妊娠の残りの期間中における胚又は胎児の追加被ばく線量が約1mSvを超えないよう、職務の調整等を通じて、被ばくの低減を図ることも重要である。職務の調整等の具体例としては、地上勤務への配置換えが考えられる。

ただし、これらの値を上回る可能性が極めて低い場合に限り、必要に応じ航空機乗務員の十分な理解を得た上で、当該管理の要否を航空運送事業者において判断することができるものとする。

被ばく線量の評価にあたっては、QSTが開発したJISCARDを活用することができる。また、当該管理の要否の判断に資するため、国から示される代表的な飛行パターンに応じた代表的な被ばく線量の計算結果を参考にするものとする。

これらの値は、ICRPやIAEAで示された基準を採用している。特に「年間5mSv」は、ICRPが示している「1年あたり5～10mSvの範囲の参考レベル」の下限值であり、より保守的な値を採用している。また、我が国における航空機乗務員に対する被ばく線量については、これまで長距離路線を運航する主要な航空事業者において適切に管理されており、一定の線量を超過していないことが確認されているため、これまでの数値基準である「年間5mSv」を見直す必要性はないと考えられる。

なお、「参考レベル」とは、その値を超える人に対して防護を優先的に実施するための目安となる線量である。この値を超える乗務員の被ばくが予想される計画は避けるべきであり、この値より下の被ばくが予想される計画では防護の最適化を行うことが求められる。この値は、法令で定められた「線量限度」と異なり、航空運送事業者が自主的な防護対策を実施するための目安とする数値である。当然ながら、

<sup>19</sup> 原子力規制委員会、令和6年度放射線対策委託費(放射線防護基準値の設定方法に関する調査)事業 成果報告書(2025年3月)(<https://www.nra.go.jp/data/000476818.pdf>)

“安全”と“危険”の境界を示す値ではなく、この値を超えたからといって直ちに健康影響が生じるものではない。

実際に、航空運送事業者により自主的にかつ適切に航空機乗務員の宇宙放射線被ばくの管理がなされていたとしても、太陽活動の極小期や10年に1度、あるいは100年に1度の規模の太陽フレアが発生した場合、その年の被ばく線量が5mSvを超える可能性は否定できない。しかし、重要なのは、その状況下においても、この値を超えた乗務員に対し、合理的かつ実行可能な範囲で、職務の調整等により防護の最適化を講じることである。具体的には、事業者が乗務員の被ばく線量を抑える努力の在り方として、ある年に参考レベルを超えた乗務員に対し、翌年以降の被ばく線量の管理において事業者の判断により適切な配慮をするなどの形で、最適化を行うことも考えられる。

#### イ) 太陽フレア発生時の対応について

大規模な太陽フレアが発生した場合には、被ばく線量が顕著に増加することが懸念されるが、その被ばく線量を事前に予測することが難しい。このため、3.(3)で紹介した宇宙天気予報やSAFIR、WASAVIES等の情報を参考に、太陽フレアに伴う宇宙放射線の被ばく線量率の変化に留意しつつ、太陽フレアの影響を受けた航空機乗務員の年間被ばく線量を事後的に把握し、必要に応じて乗務員の勤務や運航体制を工夫する等により、被ばく線量を抑制することが望ましい。また、専門機関においては、航空運送事業者が太陽フレアの影響を受けた航空機乗務員の年間被ばく線量を把握できるよう、連携して必要な情報提供を行うことが望ましい。

なお、総務省の宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会報告書(令和4年6月21日)<sup>9</sup>においては「乗務員等の被ばくを防止するため、大規模な宇宙天気現象の発生時には航路変更が必要となる可能性がある。」と述べられている。また、同報告書では「現在のところ、NICTやICAOから情報発信されている宇宙天気予報サービスについては、航空運用の現場で直接的には利用されていない。」と記載されているものの、今後の対処の方向性として「航空機の乗務員等の被ばくの防止に向けて、宇宙天気情報の効果的な利用が検討されるべきである。」と記載されている。本部会では、太陽フレア発生時の航空機の運航への宇宙天気予報等の利活用について、この総務省の取りまとめを尊重したい。

#### ② 航空機乗務員の宇宙放射線による被ばく線量の評価方法

航空機乗務員の被ばく線量の評価については、我が国のみならず、諸外国においても計算に基づく推計評価が定着しており、計算プログラムの精度も十分に確保されていると考えられる。したがって、線量計の携帯や測定器の機内設置などの放射線業務従事者と同等の個人被ばく線量管理は必ずしも必要なく、計算に基づく推計評価を基本とすることで差し支えない。なお、同一路線の運航便において経路が大きく異なる場合は、飛行経路(高度、緯度)及び飛行時間を考慮した上で計算による評価を行うことが適当である。

このほか、会社指示により航空機に搭乗する時間(いわゆるデッドヘッド等)中の被ばくは、これを含めて線量管理を行うことが適切である。

また、国際機関等から新たに関連する勧告や基準文書等が発出された場合には、我が国における報告書及びガイドラインの内容について再検証を行うことが必要である。その際に、最新の勧告等で更新された放射線加重係数や組織加重係数等を我が国における計算プログラムに取り入れた上で、そ

の計算プログラムの正確性及び妥当性についても、実測値との比較等による再検証を行うことが適当である。計算プログラムの検証にあたっては、航空運送事業者と専門機関が協力して進めることが重要である。

### ③ 航空機乗務員への宇宙放射線被ばくに関する説明と教育

航空運送事業者においては、航空機乗務員が宇宙放射線による被ばくに関する正確な情報を理解し、不安を払拭するとともに、安心して業務に専念できるよう、当該被ばくに関する説明及び教育を実施することが重要である。

新規採用時や任用時等に実施される既存の職場教育プログラムの中に、宇宙放射線被ばくに関する事項(宇宙放射線の基礎的事項、放射線による健康影響、放射線防護の考え方、妊娠時における留意点、個人線量の評価方法や閲覧方法等)を盛り込み、必要に応じて、産業医等による健康教育や健康相談を実施することが適当である。

特に、女性の航空機乗務員に対しては、当該乗務員から妊娠申告後の乗務の申出があった場合などに、胚又は胎児への放射線影響に関する事項について適切に説明及び教育を行い、宇宙放射線による被ばくに関する正しい認識を持たせることが重要である。

なお、航空機乗務員の被ばく線量管理の要否を問わず、全ての航空機乗務員が適切な情報を得られる機会を与えることが重要である。教育に必要な教材については、その内容及び教育に要する時間が当該乗務員の乗務実態等に即して適切であるとともに、全ての航空機乗務員及び航空運送事業者が容易に閲覧・利用可能である必要がある。また、平成 18 年ガイドラインの内容を踏まえ、当時、定期航空協会が加盟各社向けに教材を作成しており、当該教材は専門機関に協力を求めて作成されたものである。教材を作成する際には、こうした経緯を参考とされたい。

### ④ 航空機乗務員の宇宙放射線による被ばく線量の閲覧、記録及び保存

教育によって得られた知識を踏まえて、被ばくに関する意識を高め、より適切な自主管理を行うために、航空機乗務員が自己の被ばく線量を把握することは重要である。

航空機乗務員の被ばく線量管理を実施する航空運送事業者においては、乗務時間や航路等に基づいて乗務員各個人の年間被ばく線量を計算し記録することで、各個人が年間被ばく線量や累積被ばく線量を確認できるような体制を整備しておくことが適当である。その際には、個人情報の保護にも十分に配慮することが重要である。

また、航空運送事業者は、航空機乗務員の被ばく線量の記録を合理的と考える期間保存するとともに、当該記録の保存期間満了時や、乗務員の転出又は離職等の際には、当該乗務員の求めに応じて線量記録(就業期間中の被ばく線量が把握できるものや、線量の評価方法など)を引き渡すことにより、各個人が自ら管理できるように配慮することが適当である。

なお、放射線業務従事者の線量記録の保存期間については、労働安全衛生法に基づく電離放射線障害防止規則において、事業者は放射線業務従事者の線量記録を 30 年間保存しなければならないと規定されている。航空機乗務員の宇宙放射線による被ばくは「現存被ばく状況」と整理される(4.(1)①参照)ため、法令による規制は必要ないと考えられ、放射線業務従事者と同等の保存期間とする必要性が乏しい。このため、事業者として乗務員の一般的な健康管理を行う観点から、例えば、法定保存期間を有する一般健康診断(5年)と同等又はそれ以上の期間とするなどが考えられる。

#### ⑤ 航空機乗務員の健康管理

航空機乗務員に対する被ばく線量については、航空事業者により適切に管理されており、一定の線量を超過していないことが確認されている。また、航空機乗務員に対しては、既に労働安全衛生法に基づき、定期的に一般健康診断が実施されている。

これらを踏まえると、放射線による健康影響の検知のみを目的として、新たに追加的な健康診断を実施する必要はない。

ただし、乗務員から放射線被ばくによる健康不安の申出があった場合に対応できるよう、必要に応じて、産業医等による健康相談を速やかに受けられる体制を整備することが適当である。