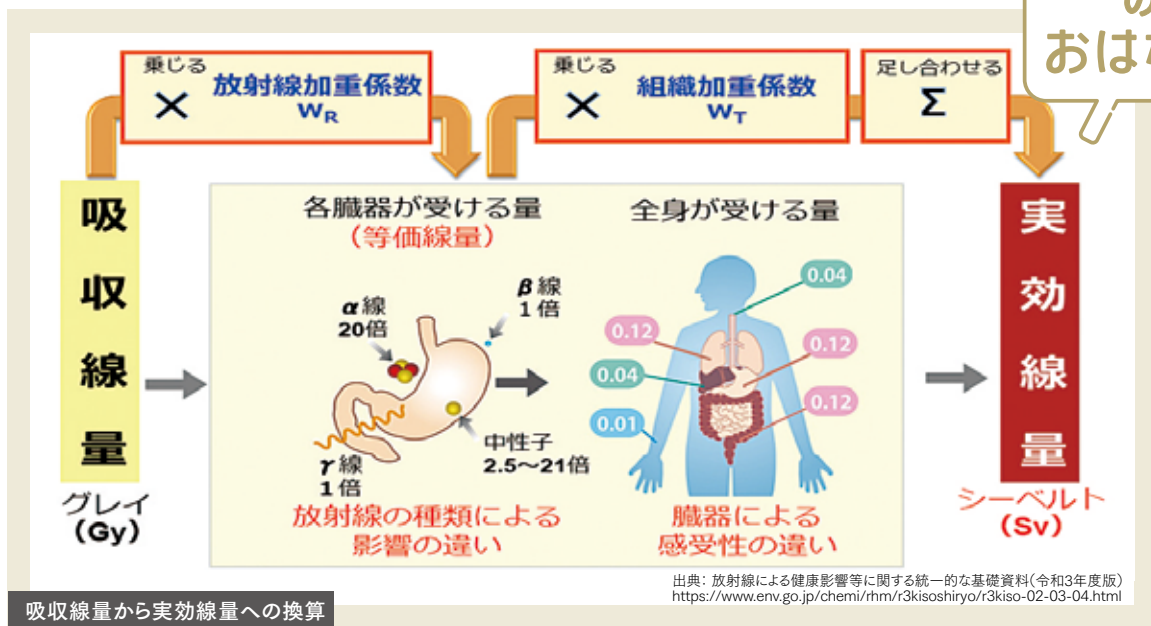


放射線のおはなし



宇宙旅行では、どの位被ばくするのか

東北放射線科学センター 理事長 宍戸 文男氏



ひるば513号は宇宙から地球に届く宇宙放射線のおはなしでした。現在、宇宙旅行の募集、NASA(アメリカ航空宇宙局)や中国による月面有人探査計画、火星への有人飛行計画などが話題になっています。今回は宇宙での放射線被ばくについて調べてみました。

地球上と宇宙空間の被ばく線量

宇宙放射線は大きく2つ、太陽からと銀河系からのものがあります。日本では、宇宙から含む年間の自然放射線被ばくは2.1mSv(ミリシーベルト)、医療による3.87mSvを加えても日本人平均で年間5.97mSv(0.016mSv/日)とされています。では、宇宙空間ではどの程度になるのでしょうか。

地球の周回軌道を回る国際宇宙ステーション(ISS)の宇宙飛行士は、様々な線量計を携帯して被ばく線量の実測を試みてきました。現在の日本人飛行士は、Crew PADLESという携帯型の線量計【図1】を装着して個人被ばくの管理を行っているとのことですが、個人の被ばく線量は非公表ですが、若田飛行士は137日間の長期滞在で90mSvであることを自ら記述しています。これをもとに計

算すると1日0.66mSvとなります。JAXA(宇宙航空研究開発機構)では、ISS滞在中の宇宙飛行士は、1日あたり0.5~1mSv程度としています。

人体への影響程度は実効線量で評価

人体への影響を評価する「実効線量」は、吸収線量(体に吸収される量)から等価線量(各臓器が受ける量)を計算し、各臓器のリスク(感受性の違い)を合算して求めます。具体的には、物理学的に測定する吸収線量に放射線加重係数(放射線の種類により人体影響を評価する係数)を乗じて各臓器の等価線量を求め、全身の臓器についてデータを積算して、全身の実効線量を計算します【厚図参照】。

宇宙放射線は、ガンマ線、電子、陽子、重い荷電粒子(鉄イオンなど)まで、エネルギーやその割合など性状が様々で、特に太陽からのものは太陽の活動状態によって性状が変化します。これまでの測定でISS船内では陽子が50~60%、中性子が10~20%、重イオンが30%未満、電子およびガンマ線が1%未満となっているようです。この放射線の種類や量が変わると実効線量も変化します。

月での被ばく線量

JAXAでの放射線管理は【図2】のように規制されています。これは月面や火星有人探査にも適応されるものと考えられています。線量限度は一生涯おおよそ1000mSv(1Sv)程度で、放射線作業従事者の線量限度と同様、生涯がん死亡確率が3%程度増加する可能性を想定しています。

NASAは、2024年に有人月面着陸を目指し2028年までに月面基地の建設を開始するというアルテミス計画を進めています。これに備えて宇宙空間および月面での被ばく線量の計測データ取得が重要です。

CNSA(中国国家航天局)の月面探査を目的とした嫦娥計画では、2018年12月8日に無人探査機を打ち上げ、2019年1月3日に月の裏側に着陸し様々な測定を行っています。放射線については、月面での線量は1.369mSv/日、ISSと同様の位置では0.523mSv/日とのデータが報告されています。この報告から、月面はISSと同様の位置の2.6倍となっており、宇宙飛行士が月面に滞在できるのは、放射線被ばくの観点から2カ月程度に限定されると考えられています。

月面の長期滞在を考える上で興味深い研究がQST(量子科学技術研究開発機構)の内藤雅之らから報告されています。日本の月周回衛星「かぐや」によって、月面に、地下空間へ繋がる可能性がある縦孔の存在が発見されています【図3】。直径、深さ共に数十mに及び銀河系や太陽からの宇宙放射線を遮蔽する効果があります。縦孔外の被ばく量が1日あたり最大約1.14mSv(年間約420mSv)となったのに対し、深さと共に減少し底中央部では月面の10%以下となる1日あたり約0.07mSv(年間約24mSv)と試算されています。

火星での被ばく線量

NASAの火星探査機(キュリ

オシティ)は、放射線測定結果について地球から火星までの巡航中は1.84mSv/日、火星表面では0.64mSv/日と報告しています。この探査機は2011年11月26日に打ち上げられ2012年8月6日に火星へ着陸。片道253日を要しました。現在は180日で火星に到達可能とのことから、火星までの片道330mSvの被ばく線量を見積もる必要があります。火星での滞在では0.64mSv/日ですから生涯線量限度を1000mSvとすると、おおよそ500日程度の滞在が限度ということになります。

火星での滞在日数を増やす方策としては、表面土壌を掘って居住することが考えられています。火星表面では232mSv/年ですが、

おわりに

地球上(地球の表面)は、水に換算して10mの厚さになる厚い大気と地球磁場に守られています。宇宙空間ではリスクの高い状態になっているという計測結果です。地球から宇宙空間への脱出は夢のあるプロジェクトではあるものの放射線被ばくの観点からは大きなリスクを伴います【図4】。安心して宇宙旅行ができる日のために、今後、放射線被ばくリスクを低減するための研究が重要になってきます。

図1 宇宙飛行士の被ばく線量計測(Crew PADLES)



図2 JAXAの定める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	男性の制限値	女性の制限値
27~30歳	0.6Sv	0.5Sv
31~35歳	0.7Sv	0.6Sv
36~40歳	0.8Sv	0.65Sv
41~45歳	0.95Sv	0.75Sv
46歳以上	1.0Sv	0.8Sv

出典:国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士被ばく管理規程(2013年6月26日改正)

図3 月周回衛星「かぐや」により発見された月の地下構造

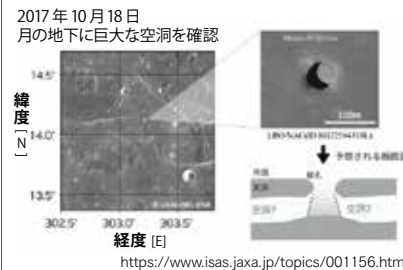


図4 積算被ばく実効線量の比較

