



宇宙天気に関するシンポジウム参加報告

1. はじめに

2018年7月24日、米国ワシントン DC にある在米日本大使館において、宇宙天気に関するシンポジウム（英語名：Space Weather as a Global Challenge 2018）が開催されました。

これは、米国国務省、在米日本大使館、NICT、宇宙航空研究開発機構（JAXA）による共催のシンポジウムで、参加者は総勢80名程度でした。米国からは国務省担当者に加え、NOAA（米国海洋大気庁）、NASA、更にはEU、カナダからの参加もありました。民間からの参加者は、衛星事業に携わっている三菱電機の技術研究者と航空会社、及び乗員組合の代表として、ALPA Japan の IFALPA 担当役員が参加しました。

シンポジウムの冒頭で、相川米国特命全権公使（写真右）と米国国務省 Margolis 国務次官補代理が挨拶を行いました。



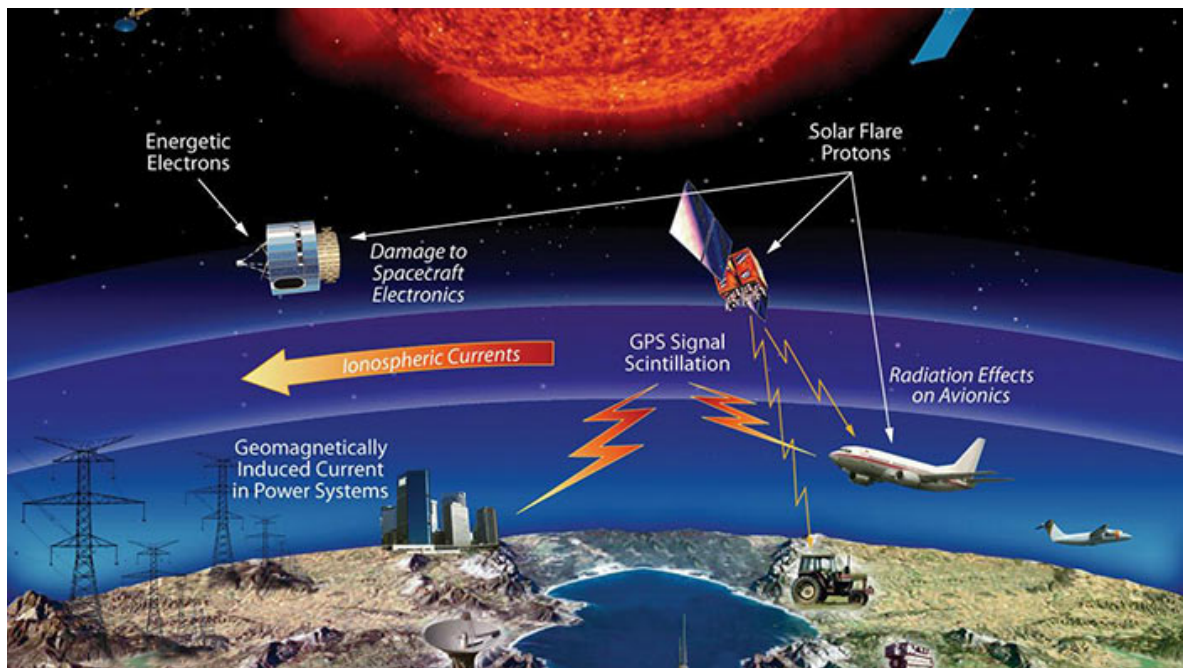
宇宙天気に関しては、ALPA Japan の HUP 委員会が中心となって以前より情報収集を行っており、組合へのフィードバックや宇宙天気に関するフォーラムでの講演等を行ってきました。過去に発行したニュース（[ALPA Japan News 37-57](#)）にも基本的な宇宙天気に関する情報が記載されていますので、ご参照下さい。

2. 宇宙天気予想

NICT（独立行政法人 情報通信研究機構）は、ホームページにおいて宇宙天気予報を含めた情報を提供しています（<http://swc.nict.go.jp>）。掲載されている予報は、毎日14時30分から実施されている予報会議の終了後、15時から16時の間に更新されます。地球周辺の宇宙環境の変動によって影響を受ける可能性のある、通信・放送インフラや宇宙システム等の運用や利用などに役立てて頂くことを目的として運用しているとのことです。

3. 太陽フレアによる影響

過去、大規模な太陽フレアが発生した時には、カナダのケベック州で9時間にも及ぶ停電が発生しました。その時は変圧器に影響を及ぼし、発電所で作られた電気を家庭で使えるように変圧する機械の機能が停止してしまいました。



我々、運航乗務員にこの影響が及ぶものは、技術面と健康面に分けられます。技術面においては、GPS へのポジション誤差の影響、HF 通信への影響、SATCOM を用いた CPDLC 通信への影響、及び電磁波による航空機内の電気システムへの影響があります。

4. 身体への影響

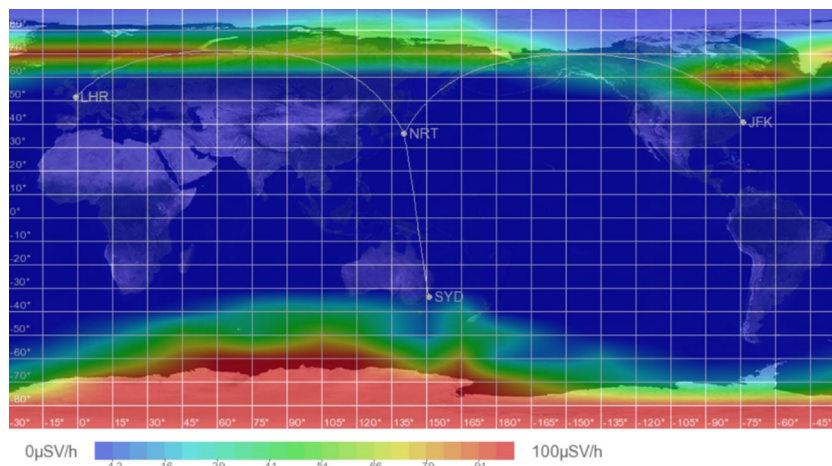
太陽（フレア）活動とは、太陽で発生している爆発現象で、同時に衝撃波やプラズマが噴出し、地磁気嵐や、条件によっては放射線量の増加をもたらします。またこの放射線量は、高度と緯度によって異なります。下記の表は、飛行緯度と飛行高度において、1mSV を浴びる飛行時間を表しています。

Latitude	Altitude (ft)					
	30000	33000	36000	39000	42000	45000
60°	440 hrs	320 hrs	250 hrs	200 hrs	165 hrs	140 hrs
50°	530 hrs	392 hrs	314 hrs	248 hrs	209 hrs	180 hrs
40°	620 hrs	463 hrs	373 hrs	297 hrs	252 hrs	220 hrs

B787 や A350 といった最新鋭の航空機は性能が向上しており、長距離路線でも最初から高高度での飛行が可能となっている為、影響は大きくなっています。こういった影響の防止策として、国は「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」に沿った措置を取る要請を行い、国内航空会社は 2007 年 4 月より宇宙線被ばく管理を行っています。個人別の月次被ばく線量は、毎月の勤務実績に基づき、乗務及び便乗便の被ばく線量を積算し年度毎に線量管理を行っており、年間管理制限値を 5mSv としています。管理を始めて以降、制限値を超えたことはありませんが、各学会や研究機関は過去観測したことの無い強力な太陽フ

レアが今後発生することを懸念しています。もしも強力なフレア活動が一度発生した場合、それに遭遇した飛行中のパイロットが受ける被ばく線量は、年間被ばく線量の目標値である5mSvを超えることも予想されます。

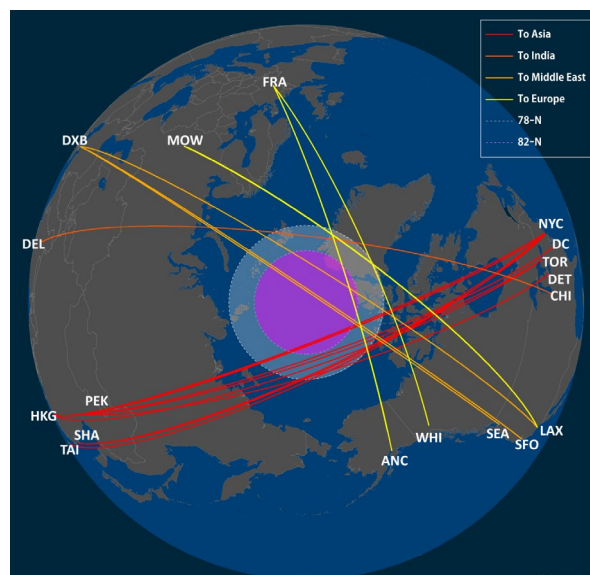
NICTは天気予報の一環として、「人体被ばく線量推定システム」を開発中です。このシステムで航空機による日本発米国東海岸、欧州及び豪州航路について、どの程度の放射線量を浴びるかを見ることが出来るようになります。下図は開発中の画像で、地図上に被ばく強度が現れ、別の画面では実際の放射線量が表示されるようになります。



5. ポーラールート（極飛行経路）

日本の航空会社では、Polar Route（北緯82度以北）を飛行する旅客機は殆どありませんが、貨物機や外国の旅客機ではPolar Routeを飛行しています。前項で述べたように、高緯度における飛行の影響が大きいので、この経路を飛行する航空会社は乗務員に対して一定の制限をかけています。キャセイパシフィック航空は、回数制限に加えて3時間毎に発出される宇宙天気予報をモニターしており、オペレーションマニュアルには、フレア活動のレベルによっては出発前の航空機の経路の変更、また飛行中の航空機にはテクニカルランディングを伴うことになったとしても迂回経路を指示することが記載されています。

更に、右図の紫の空域では衛星通信が利用できず、HFによる通信のみとなってしまいます。太陽フレアによりHF送受信に影響を及ぼす為、この点でもポーラールートを飛行する際には宇宙天気予報が重要となります。



6. 問題点

昨今の PBN (Performance Based Navigation) 運航では、GPS (Global Positioning System) の精度に大きく信頼した運航をしています。その為、GPS 衛星が軌道上に一定規定数以上が稼働しているかを運航開始前に確認しています。しかし、太陽フレアの影響により特定のエリアにおいて、一時的もしくは場合によっては長期的に GPS 信号が乱れることがあります。宇宙天気予報を行っている機関ではこういった障害を観測していますが、国をまたいでの情報共有はなされておりません。何故なら、元々 GPS の技術は軍事利用の目的で開発されたからです。もし GPS 信号が乱れる予報があった場合、特に長期的なものになると、その国の軍事力が落ちることを意味します。その為、軍事的理由で予報の精度を含めた技術情報を共有できないのです。

7. 今後の動き

ICAO Annex 3 では、航空機の運航責任者等に提供しなければならない気象情報を規定しており、現在、宇宙天気情報を含めるべく Annex 3 の改定が進められています。今の所、2020年代には、宇宙天気情報が航空機の運航に不可欠な情報として提供される見込みです。国内の検討会においても、「付加的な線量増加も予想される太陽フレアについては、宇宙天気予報の情報を利用し、予め極大となる時期を予測し、個々の乗務員の勤務や航空機の運用も工夫し、被ばく線量を抑えることが重要」と定めています。

JAXA は、太陽フレアの擾乱によって起こる宇宙嵐に伴って、高エネルギー粒子がどのようにして生まれるのか、そして、宇宙嵐はどのように発達するのかを明らかにする為、ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG 衛星)を打ち上げ、現在運用しています。

今後はより一層精度の高い予報を行うことが出来るようになることで、航空機を利用する人にとって、より安全な運航が保証されます。ALPA Japan HUP 委員会は、NICT を含めた関連機関との情報共有を引き続き行い、パイロットへの情報提供を行っていきます。

