



宇宙天気に関する最近の動き

～wasavies(被ばく線量予測システム)の完成の報告～

宇宙天気とは何か？

太陽は、一定の周期（サイクル：一般には 11 年）で活動を強めたり弱めたりしています。現在は「サイクル 24」と呼ばれるサイクルの極大期を過ぎて下降期に入っており、今後、数年をかけて極小期に突入します。ただ、極小期とは頻度が少なくなるという意味で、太陽活動が無くなるわけではありません。

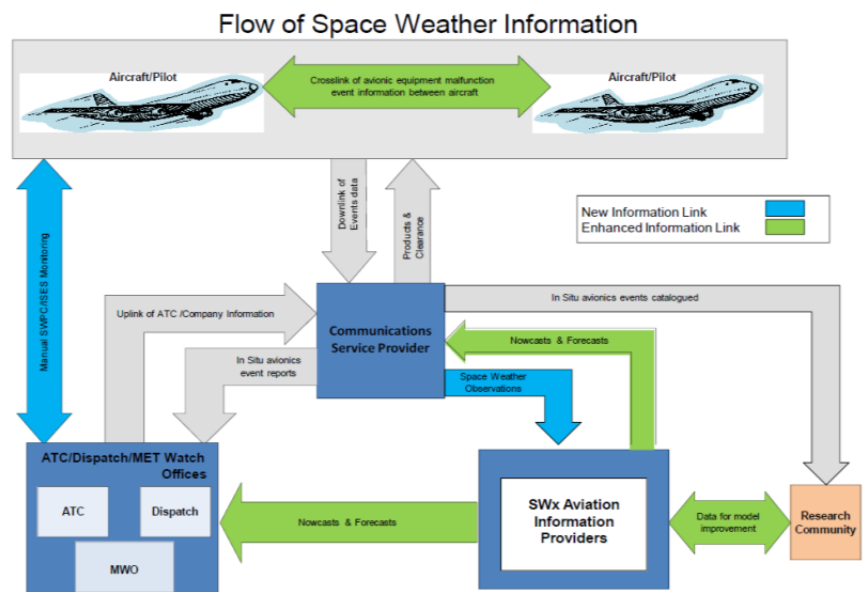
太陽（フレア）活動とは太陽で発生している爆発現象で、同時に衝撃波やプラズマが噴出し、地磁気嵐や条件によって放射線量の増加をもたらします。オーロラ現象やデリンジャー現象もこれに関係します。フレアが発生すると 8 分程度で電磁波が、また数時間で放射線が地球に到達します。非常に強いフレアの場合、数日後にコロナの影響で誘導電流が発生し、様々なシステムや機器に影響することがあります。

サイクル 10 の 1859 年に発生した「キャリントン・イベント」といわれるフレアでは、赤道地域を含め世界中でオーロラが観測され、欧米の電報システムが停止し、鉄塔も自然発火したとの記録があります。このような大規模のフレアは 100 年に一度とも言われており、近年では 1989 年にカナダで大規模停電の発生が報告されています。2013 年 5 月 13～15 日にも X クラス（規模を示す等級で最大）のフレアが 4 回も観測されましたが、幸いにも太陽の裏側で発生し地球方向に向いておらず、被害はありませんでした。

ICAO の動向

宇宙天気に関連して、ICAO の IAVSWOPSG（International Airways Volcano Watch Operations Group）が「Concept of Operations.V2.2」の Draft 版を公表しています。それによると、今後のポーラルート（極飛行）増加に伴って、GPS や衛星通信への影響、HF 無線の通信途絶、さらには乗員や乗客への被ばく量増加等が懸念されることから、宇宙天気に対して本格的に取り組む必要があるとしています。

右の図の通り、Concept of Operations.V2.2 では飛行前から太陽フレア活動等の監視を実施し、研究機関や関係予報機関などと連携して、影響を受けると予測される経路や高度を回避し、影響を最小限に抑えるような手順が定められています。これらを参考に、今後は各会社の OM（オペレーションマニュアル）などに適切な手順が定められることとなります。次回以降の IAVSWOPSG 会議で FINAL 版が発行される予定です。



Concept of Operations.V2.2 から抜粋



国内における ALPA Japan HUPER 委員会の取り組み

- ・ NICT (独立行政法人 情報通信研究機構) 主催「宇宙天気ユーザーズフォーラム」参加 (2014.3.11)
昨年引き続き、HUPER 委員会は「宇宙天気ユーザーズフォーラム」に講演者として参加しました。テーマは「航空機での宇宙天気の利用」です。その他の講演は NICT「宇宙天気に関する最近の動向」、成蹊大教授「宇宙機に働く大気ドラッグの評価について～高精度な宇宙機運用に向けて～」、JAXA「宇宙飛行士の放射線被ばく管理と宇宙天気予報」です。このフォーラムの参加者はおよそ 200 名でした。
- ・ 地球惑星科学連合 2014 大会参加 (2014.4.28～5.2、パシフィコ横浜)
国内のみならず Asia 地域でも権威のあるこの学会に、ALPA Japan HUPER 委員会は数年来参加しており、今年も Space Weather and Space Climate カテゴリーで、セッションに参加しました。テーマは「航空機運航における宇宙天気情報」で、口頭発表とポスター発表を実施し、国内外の関係者から反響がありました。

WASAVIES (太陽高エネルギー粒子被ばく線量予測システム) の完成

2010 年から国立極地研究所 (NIPR) の片岡龍峰氏を中心に、NICT や NIRS (放射線医学総合研究所) 等の各機関メンバーと共同開発をしてきた「WASAVIES (太陽高エネルギー粒子被ばく線量予測システム)」が完成し、上記地球惑星科学連合 2014 大会で発表されました。その後、5 月の HUPER 委員会に WASAVIES の開発担当者を招待してシステム説明や意見交換を行い、委員の理解を深めました。WASAVIES は今後、日本における太陽フレア活動による被ばく線量の予測システムとして中心的な役割を担うと予想されています。

HUPER Committee における French ALPA の発表内容

5 月に開催された HUPER Committee で、French ALPA が機上線量測定器を使って被ばく量を測定した結果報告を行いました (B777 および A380)。パリ - サンフランシスコ往復の測定値は平均 $129 \mu\text{Sv}$ (マイクロシーベルト: 注 1)、また 2014 年 1 月 7 日の太陽フレア (等級は X1.2) 活動時のパリ - 北京片道は $49.6 \mu\text{Sv}$ (通常時の 2013 年 12 月 25 日の測定値は $48.6 \mu\text{Sv}$) で、被ばく量は微増でした。この程度の太陽活動であれば、年間の被ばく線量管理にはほとんど影響ないと言えます。しかし、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各学会や研究機関は懸念しています。飛行中に強力なフレア活動に遭遇すれば、たった一度でもパイロットの年間被ばく線量の目標値である 5mSv : ミリシーベルトを超えることも予想され、特に妊娠状態の女性への影響は看過できません (注 2)。

注 1: 参考として、ANA で使用している実測値は、羽田 - フランクフルト線の $114 \mu\text{Sv}$

注 2: IFALPA ポリシーや一般的な医療従事者等の妊娠中(胎児)の被ばく線量の限度は共に 1m (ミリ)Sv

運航中の具体的な手順は?

2012 年、Space Weather Workshop におけるデルタ航空の発表内容によると、NOAA (アメリカ海洋大気庁) 発表の磁気嵐、太陽嵐、通信途絶の各警報に基づき、同年 1 月 24、28 日と 3 月 8 日の太陽フレア活動により、計 16 便が Polar Route から Non Polar Route にルート変更されたそうです。その結果は平均 21 分/140NM の迂回、追加の燃料代が平均 4,507 ドルだったそうで、非常に低い追加コストだったと言えます。

日本の航空会社における現在の体制

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ほとんどありませんが、貨物機や外国の旅客機では Polar Route を飛行しています。一般的な規模の太陽フレア活動における被ばく量増加は限定的と考えられますが、HF 通信の途絶や (衛星帯電等による) SATCOM・GNSS 衛星の機能喪失・被ばくによる人体への悪影響が考えられます。現在は宇宙天気予報を積極的に活用している日本の航空会社はありませんので、衛星電話などのバックアップを常に確保しておくことが重要です。

以上