

# 航空機での宇宙天気の利用について



阿久津 烈(あくつ れつ)  
日本乗員組合連絡会議 HUPER委員長  
全日空 B787 機長

# 日乗連とは



→日本乗員組合連絡会議(ALPA-Japan)

→約4500名、14組合が加盟

→10万人が加盟する

IFALPA(国際エアラインパイロット組合連合)

→HUPERとはHUMAN PERFORMANCEの略

→近年はICAO/IATAと連携

# 本日の発表の概要



飛行ルート

運航する上での影響

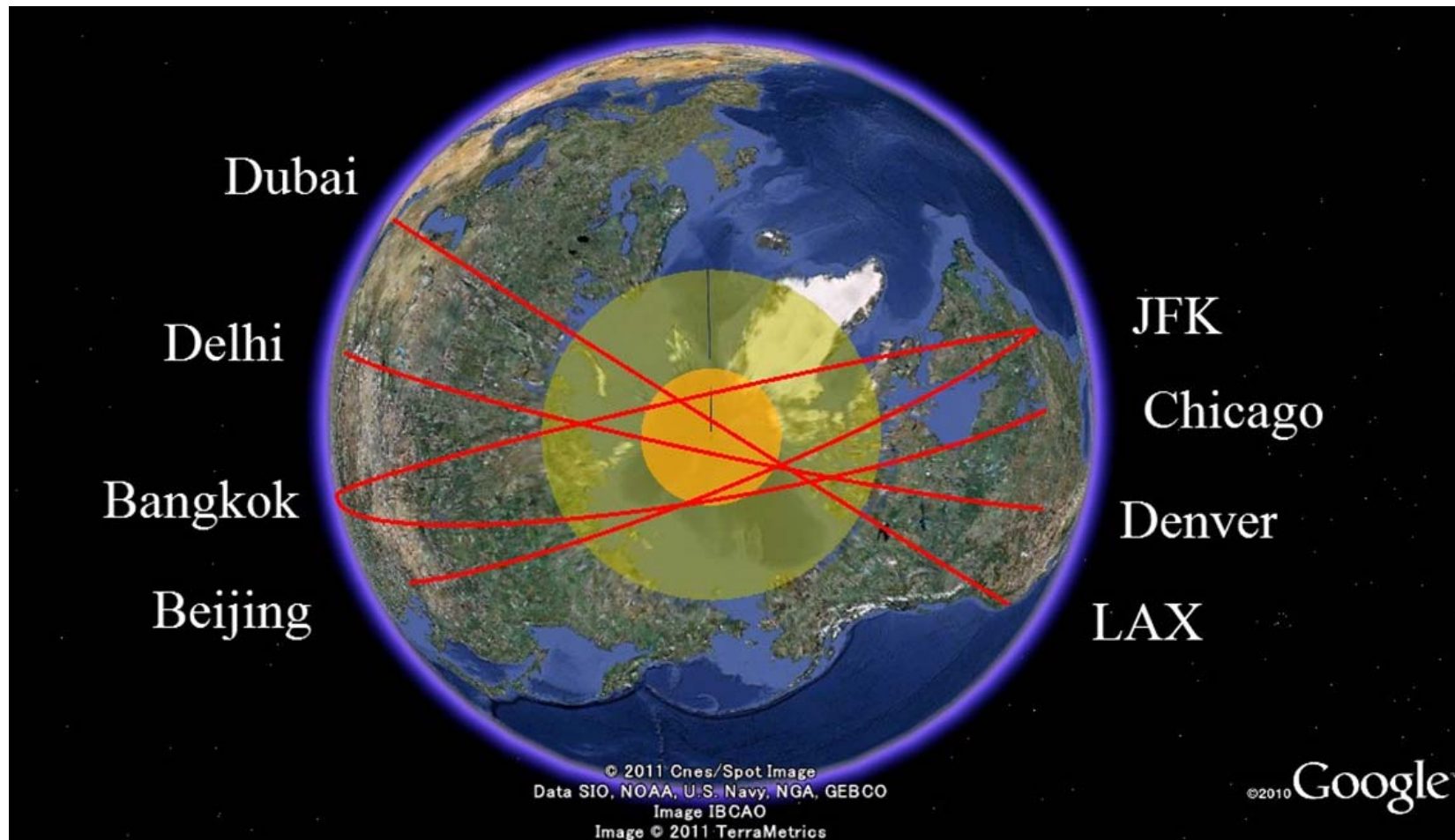
宇宙線被ばく

→ここまでは以前のレビューを含みます

世界での情勢

今後の見通し

# ポーラールート



# 運航する上での影響

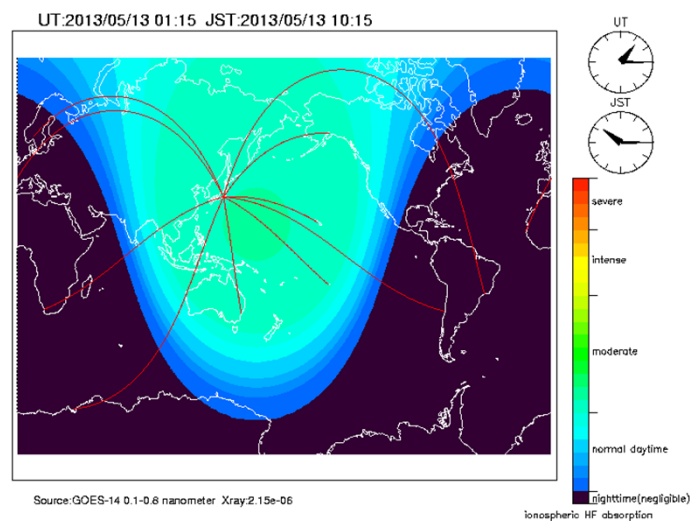


無線、通信  
ナビゲーション  
宇宙線被ばく

# 無線、通信



- HF
- VHF / UHF
- SATCOM (CPDLC, ADS)



# ナビゲーション



- GNSS
- RNP-AR APCH (SBAS)
- CAT 1,2,3 APCH (GBAS)

# 宇宙線被ばく



飛行機の計器への影響

人体への被ばく(乗員、乗客)

→ICRPの勧告に沿った要請を1996年  
と2004年に当時の通産省と文部省  
に行う

→2006年にガイドラインが規定された  
5mSv/年、乗員への教育  
、データの閲覧



# パイロットの被ばく管理



## ア. 航空機乗務員の被ばく管理

航空機乗務員の被ばく線量の管理については、事業者が自主的に管理目標値を設定し、被ばく線量を抑えようと努めることが重要である。

航空機乗務に伴う付加的な被ばく線量の管理目標値としては、**年間5mSv**を設定し、これを目標に被ばく管理を行うことが適切ではないかと考えられる。なお、この管理目標値は、航空機乗務員の被ばく線量を抑えるために、事業者が自主基準として定めるべきものであり、この値を超えても、統計的に有意な確率で健康影響が現れるレベルのものではないことに留意すべきである。

また、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**などの情報を利用することにより、太陽フレアによる線量変化に留意し、予め極大となる時期等を予測し、個々の航空機乗務員の勤務や航空機の運用を工夫することなどによって、航空機乗務員の宇宙線による被ばく線量を抑えることも重要である。

(文部科学省 科学技術・学術政策局放射線安全規制検討会より抜粋)

# 被ばく量の算出方法



- JISCARD-EX (NIRS/放医研)

PARMAベース(JAEA/日本原子力研究開発機構)

# 被ばく量の確認方法



宇宙線被ばく線量照会 CREW

ファイル(F) 編集(E) 時刻切替(C) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

2013/05/14 12:00

| EMP-NO    | NAME | OCUP     | BASE    | SEC    | POST | GROUP |
|-----------|------|----------|---------|--------|------|-------|
| 2013/07 N |      | B797-007 | SKD TYO | FCS    |      |       |
|           |      |          | ACT TYO | HND CN | XXX  |       |

照会 クリア

| 2013年度  | nSv   | 2012年度  | nSv   | 2011年度  | nSv   |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 2013/04 |       | 2012/04 |       | 2011/04 | 0.087 |
| 2013/05 |       | 2012/05 |       | 2011/05 | 0.075 |
| 2013/06 |       | 2012/06 | 0.060 | 2011/06 | 0.099 |
| 2013/07 |       | 2012/07 | 0.086 | 2011/07 | 0.122 |
| 2013/08 |       | 2012/08 | 0.072 | 2011/08 | 0.115 |
| 2013/09 |       | 2012/09 | 0.174 | 2011/09 | 0.113 |
| 2013/10 |       | 2012/10 | 0.162 | 2011/10 | 0.092 |
| 2013/11 |       | 2012/11 | 0.090 | 2011/11 | 0.096 |
| 2013/12 |       | 2012/12 | 0.167 | 2011/12 | 0.066 |
| 2014/01 |       | 2013/01 | 0.024 | 2012/01 | 0.106 |
| 2014/02 |       | 2013/02 |       | 2012/02 | 0.091 |
| 2014/03 |       | 2013/03 |       | 2012/03 | 0.077 |
| TOTAL   | 0.000 | TOTAL   | 0.815 | TOTAL   | 1.139 |

| 年度   | nSv   |
|------|-------|
| 2010 | 1.219 |
| 2009 | 1.572 |
| 2008 | 1.506 |
| 2007 | 0.600 |
| 2006 |       |
| 2005 |       |
| 2004 |       |
| 2003 |       |
| 2002 |       |
| 2001 |       |
| 2000 |       |
| 1999 |       |
| 1998 |       |

更新 閉じる

# ICAO/国際民間航空機関



国連の1組織

標準、勧告などを発行

付属書1-19ま

日本の航空法もICAO付属書に準拠している

違った運用をする場合は相違通告をする

# IAVWOPSG

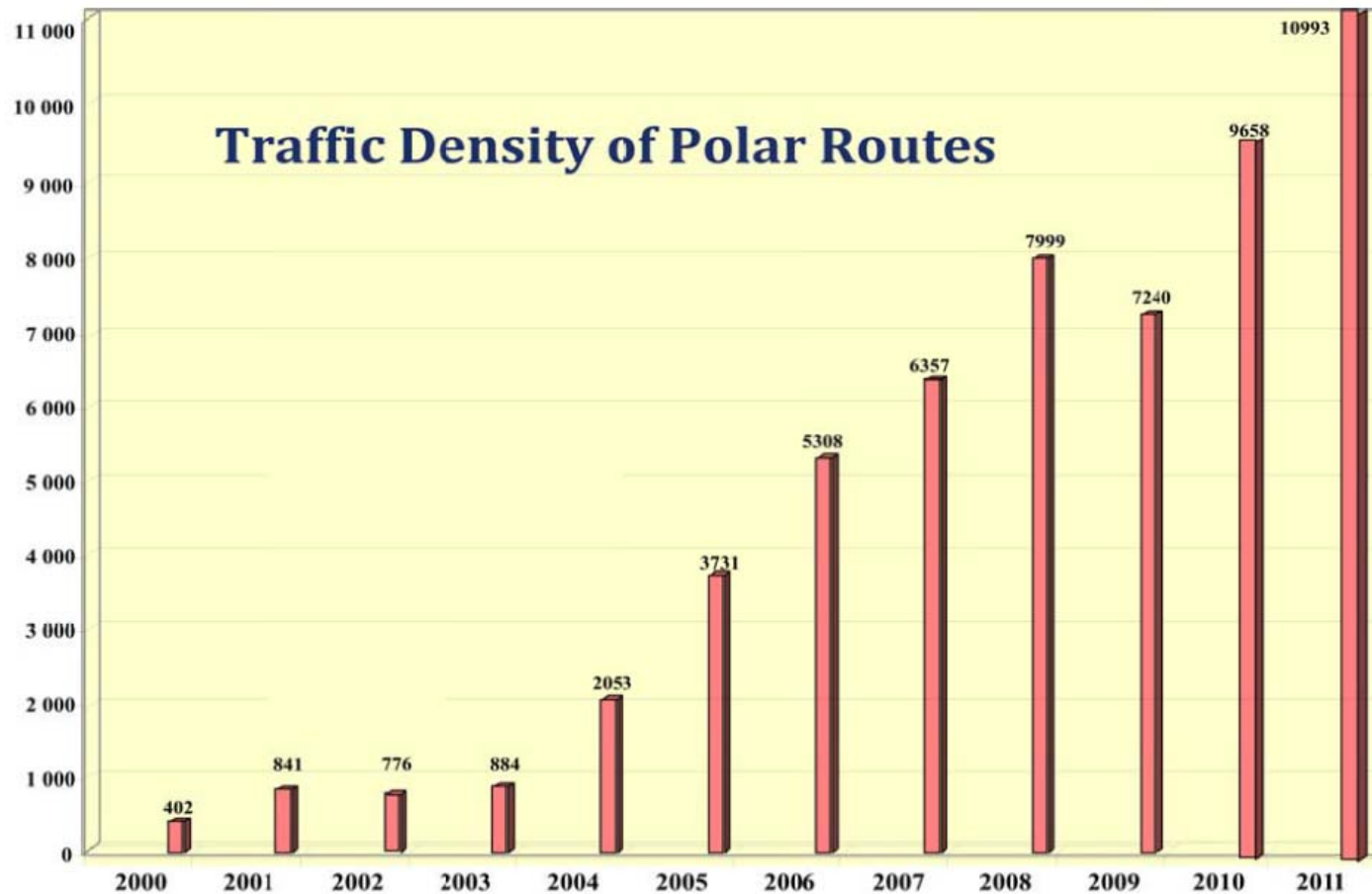


International Airways Volcano Watch Operations Group  
ICAOの研究グループ  
宇宙天気調査も開始  
規定のdraftバージョン(ConOps2.2)を発行済み

|              | 6 hour forecasts | 30 hour forecast | 3 day forecast | 7 day forecasts |
|--------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|
| By year 2016 | 75%              | 55-75%           | 45-65%         | 35-55%          |
| By year 2025 | 95%              | 75-95%           | 65-85%         | 55-65%          |

**IAVWOPSG/Concept of Operations (ConOps) for the Provision of Space Weather Information v2.2 から抜粋**

# ポーラールートの増加



IAVWOPSG/Concept of Operations (ConOps) for the Provision of Space Weather Information v2.2 から抜粋

# ConOps 2.2



DST (Decision Support Tools)

4D Weather Grid

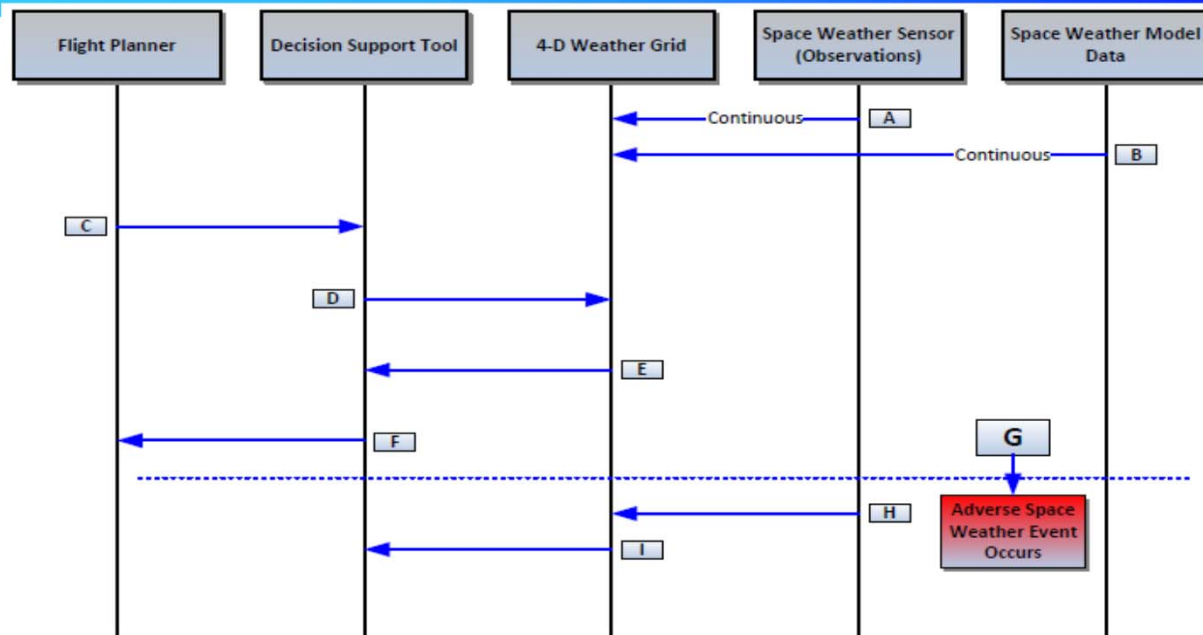
Space Weather Sensor

Model Data

Flight Planner



# 総合的に判断できる体系作り

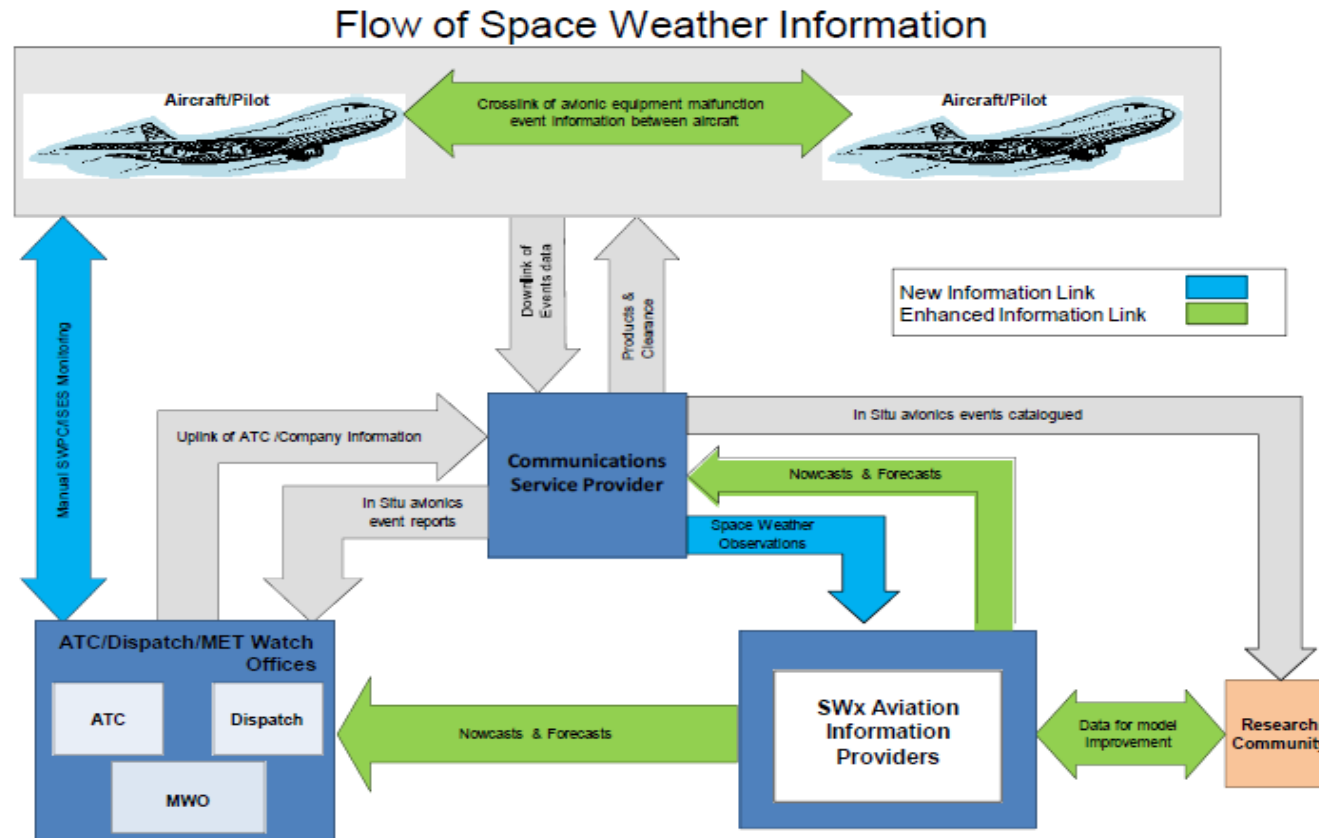


IAVWOPSG/Concept  
of Operations  
(ConOps) for the  
Provision of Space  
Weather Information  
v2.2 から抜粋

|   |                                                     |   |                                         |
|---|-----------------------------------------------------|---|-----------------------------------------|
| A | 4-D SWx Grid Is Dynamically Updated With SWx Data   | G | Adverse Space Weather Event Is Observed |
| B | 4-D SWx Grid Is Dynamically Updated With Model Data | H | Grid is populated with Adverse SWx Info |
| C | Planner Requests Weather Information                | I | DST receives adverse SWx information    |
| D | DST Queries 4-D Weather Grid                        |   |                                         |
| E | DST Returns SWx Information                         |   |                                         |
| F | Planner Receives SWx Information from 4-D Grid      |   |                                         |



# 運航での情報提供



IAVWOPSG/Concept of Operations (ConOps) for the Provision of Space Weather Information v2.2 から抜粋

# 付加的な線量増加



ICAOはオンボード線量計とリアルタイム表示計を49000ft以上のオペレーションで搭載することを求めている。

しかしながら、民間航空で49000ftを超えるオペレーションは皆無に近い

IFALPAは上記に加え26000ft以上のポーラールートへの搭載を要請している

日本においては、各航空会社に任されている

# Delta Avoidance HF Comms & Health Related

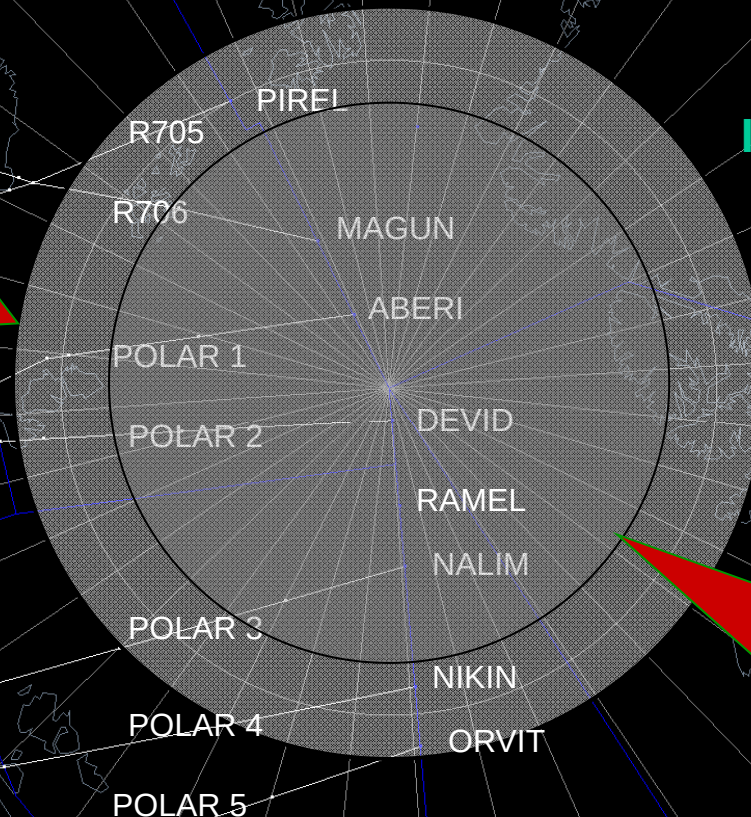
**Each flt must maintain constant communication with ATC & with the company.**

Delta's Primary Comms Method: ACARS using VHF or SATCOM

Delta's Secondary Comm Method: Voice Communications using HF Radio or SATCOM

## Health

**No Ops on  
all  
Polar Routes  
During Strong  
Solar Radiation  
Storms  
Due psbl Health  
affect**



## Communications

**Inmarsat SATCOM is not  
available North of 82N.**

**VHF ACARS is not  
available in the  
Polar Region.**

**No Ops North of  
82N  
During Strong  
Geomagnetic  
Storms  
Due psbl loss HF**

# Space Weather Info Delta TP Product Examples

To Support Pre-flight Planning & En Route Decision Making:

Meteorology will issue TP Messages for R3 or greater as Advisory  
S & G scale 3 or greater are Alerts (action may be needed)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TP A026 241604Z</b><br><b>1.A0</b><br><b>2.* ADVISORY *</b><br><b>HAZ:SPACE WX</b><br><b>SOURCE:OBSERVED</b><br><b>CATEGORY:R3</b><br><b>LAT/LON:90.0N100.0W</b><br><b>RADIUS:480NM</b><br><b>TIME:POSN AT 24/1600Z</b><br><b>ALTS:FL300-500</b><br><b>INFO:SOLAR FLARE WITH</b><br><b>NO IMPACT TO</b><br><b>POLAR RTES KNOWN OR</b><br><b>FCST AT THIS TIME.</b><br><b>3.VALID 241604/241804Z</b><br><b>4.CANCEL NONE</b> | <b>TP A030 241608Z</b><br><b>1.A0</b><br><b>2.* ALERT *</b><br><b>HAZ:SPACE WX</b><br><b>SOURCE:FORECAST</b><br><b>CATEGORY:S3</b><br><b>LAT/LON:90.0N100.0W</b><br><b>RADIUS:780NM</b><br><b>TIME:POSN AT 24/1600Z</b><br><b>ALTS:FL300-500</b><br><b>INFO:RCMND AVOIDING</b><br><b>ALL POLAR RTES.</b><br><b>3.VALID 241800/250400Z</b><br><b>4.CANCEL NONE</b> | <b>TP A031 241609Z</b><br><b>1.A0</b><br><b>2.* ALERT *</b><br><b>HAZ:SPACE WX</b><br><b>SOURCE:FORECAST</b><br><b>CATEGORY:G3</b><br><b>LAT/LON:90.0N100.0W</b><br><b>RADIUS:480NM</b><br><b>TIME:POSN AT 24/1600Z</b><br><b>ALTS:FL300-500</b><br><b>INFO:RCMND AVOIDING</b><br><b>POLAR RTES N OF 82N.</b><br><b>3.VALID 241800/250400Z</b><br><b>4.CANCEL NONE</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

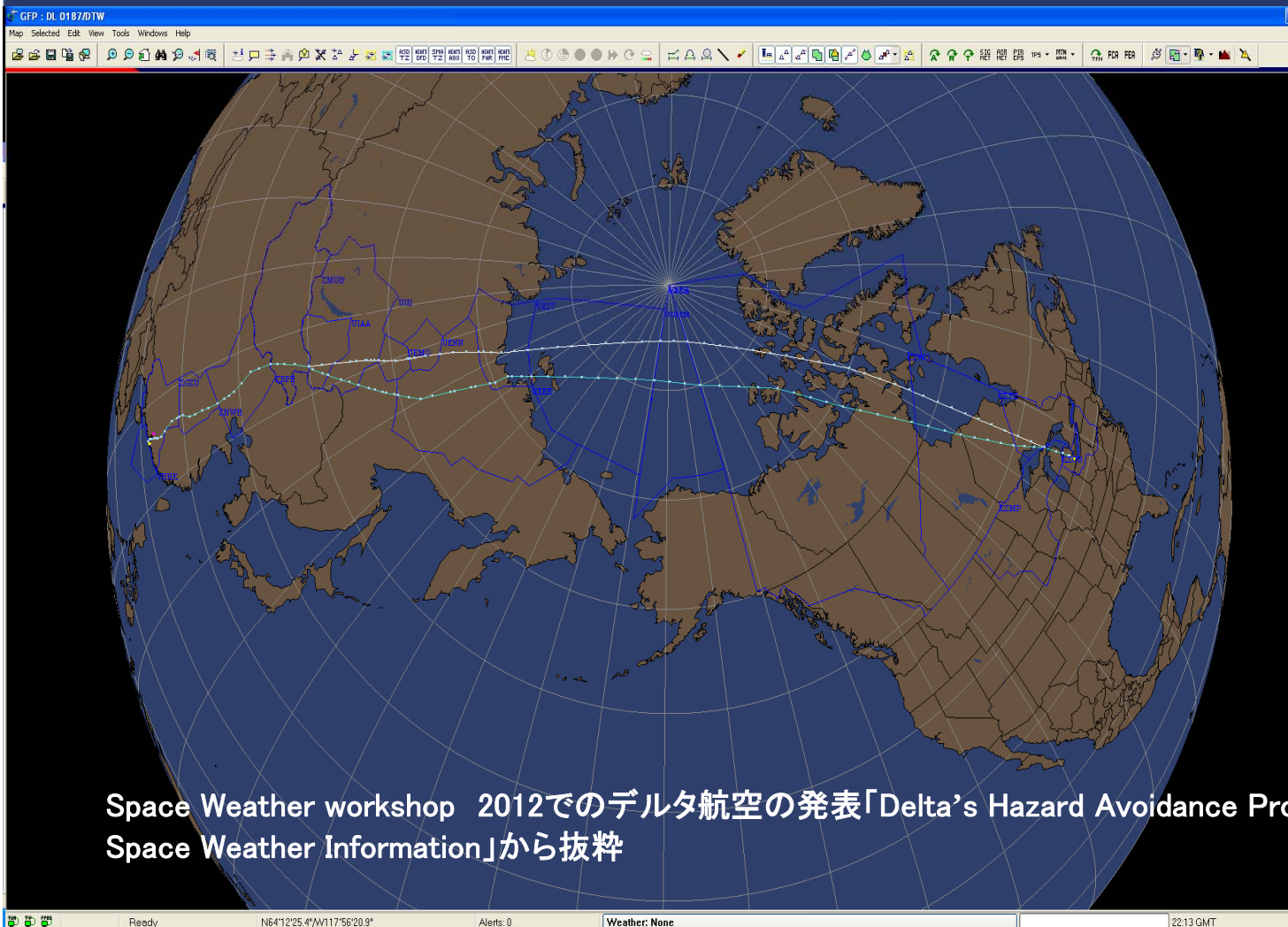
Space Weather workshop 2012でのデルタ航空の発表「Delta's Hazard Avoidance Procedures & Use of Space Weather Information」から抜粋

# Delta Air Lines

DTW-HKG 77LR RAMEL is econ track And ORVIT is south of 82N

RAMEL 15:23 en route time, Burn 250.1 block fuel 274.6 6961nm track distance

ORVIT 15:32 en route time, Burn 253.3 block fuel 278.0 7019nm track distance  
cost \$1350



**G scale  
Scenario  
Alert from Metro**

AVOID Polar route  
North of 82 North

Space Weather workshop 2012でのデルタ航空の発表「Delta's Hazard Avoidance Procedures & Use of Space Weather Information」から抜粋



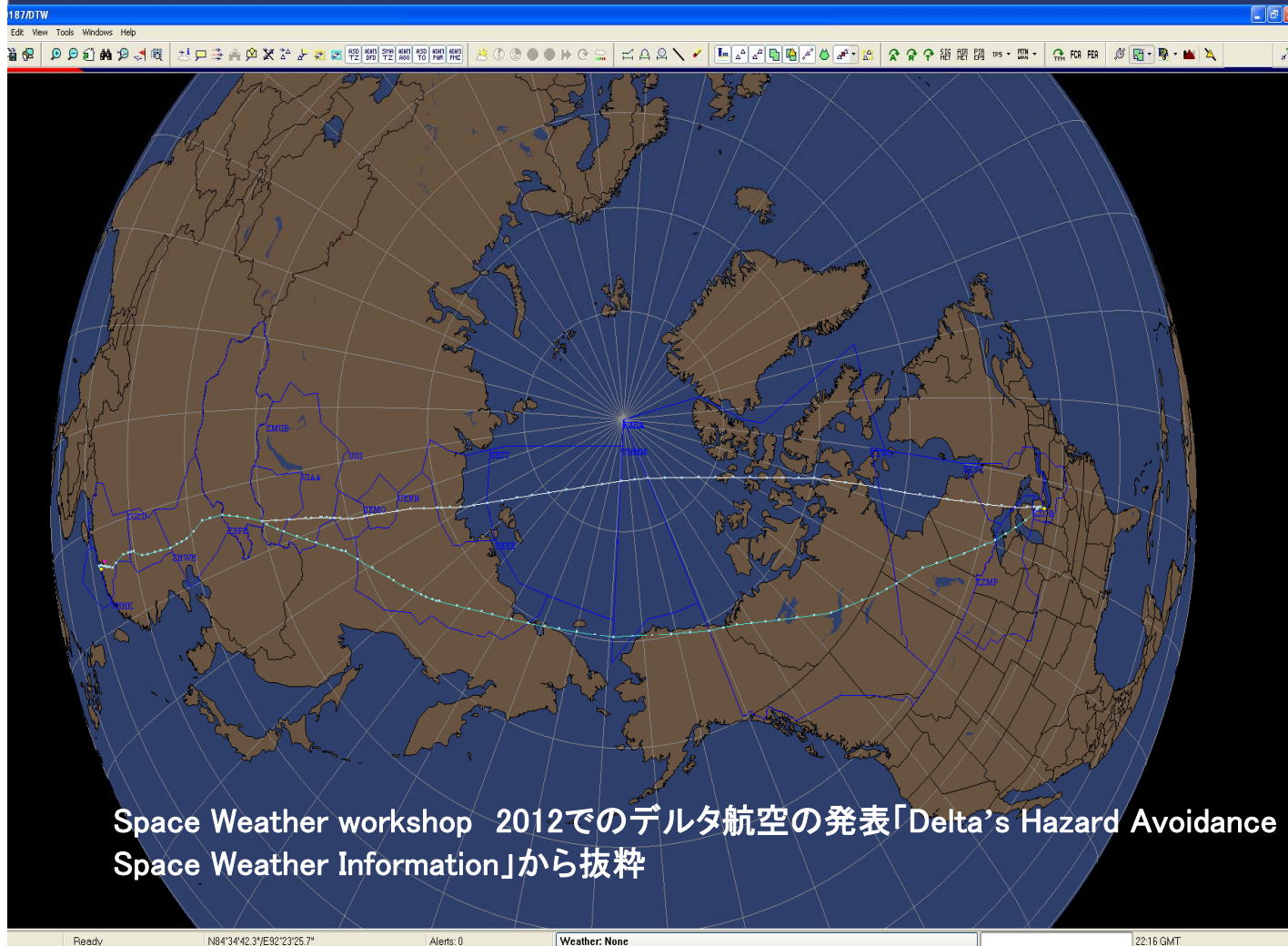
# Delta Air Lines

DTW-HKG 77LR RAMEL econ and first “non-Polar” route is LISKI

RAMEL 15:23 en route time, Burn 250.1 block fuel 274.6 6961nm track distance

LISKI 15:46 en route time, Burn 259.7 block fuel 284.7 7101nm track distance

Cost \$4507



S scale  
Scenario  
Alert from Metro

AVOID All Polar routes

Space Weather workshop 2012でのデルタ航空の発表「Delta's Hazard Avoidance Procedures & Use of Space Weather Information」から抜粋

# Delta Air Lines

Impact first event January 24 and 28, 2012 approximately 8 flights pushed to non-Polar routes

Impact second event March 08-09, 2012 8 plus flights pushed to non-Polar routes or southerly Polar tracks

Space Weather workshop 2012でのデルタ  
航空の発表「Delta's Hazard Avoidance  
Procedures & Use of Space Weather  
Information」から抜粋

Overall impact DTW-HKG south of 82N

- \$1350
- 3,550lbs of fuel
- 07 minutes longer flight time
- 58nm additional mileage

Overall impact DTW-HKG Avoid Polar

- \$4507
- 9,950lbs of fuel
- 21 minutes longer flight time
- 140nm additional mileage



# 燃料の問題



- 影響のある太陽活動が予想される場合には、相当分の燃料をあらかじめ搭載する必要がある。
- 不測の太陽活動があった場合は、残存する燃料の範囲内で対応する
- 残存燃料で対応できない場合は、目的地を変えて運航する。つまり、近隣の空港に着陸するなど



# Q & A



ご意見、ご質問お願いします

ご紹介した資料は、2011年6月の宇宙天気ユーザーズフォーラム、Space Weather Workshop1012のそれぞれの資料からの抜粋を含みます。