



宇宙天気が航空機の運航に与える影響について

日本航空 オペレーション安全・品質推進部 松澤弘樹

2025/03/07 宇宙天気ユースーズフォーラム



JAPAN AIRLINES



航空の基礎知識

航法システムへの影響

通信システムへの影響

飛行経路への影響

宇宙天気の航空における課題

正直なところ、、、あまり意識をしていません。

影響が全くないとは言わないけど、大きな影響はないよね

気にし始めたらキリがない。
飛べる飛べないのレベルがわからない。

2024年5月も一部衛星通信ができない便もありましたが、安全運航に大きな影響はありませんでした。

精度の高い予想があるわけではないし、気にしても仕方ないな

飛行機が飛ぶためには下記の2人が飛行計画に合意する必要があります。

① PIC (Pilot In Command=機長)



② 運航管理者：*飛行計画を作成し、飛行中の航空機の監視・支援を行う。



飛行計画作成

気象情報・航空情報等を考慮し専用システムを用いて作成

ブリーフィング

空港オフィス・機内でPCやiPadを用い、パイロットが自らBriefing

合意

追加燃料・高度などの意向（Intention）をすり合わせ合意

管制へ提出

合意を得た飛行計画は管制へ提出される

キャビン
ブリーフィング

飛行計画に基づき、機内サービスのタイミングや揺れの可能性について共有

出発

管制官の承認を得て出発

*飛行計画：航空機が飛ぶ高度・経路・速度などを決め、当該便の必要燃料を示すもの。

2

運航管理

Flight Dispatcher

空港の気象情報/ Airport weather

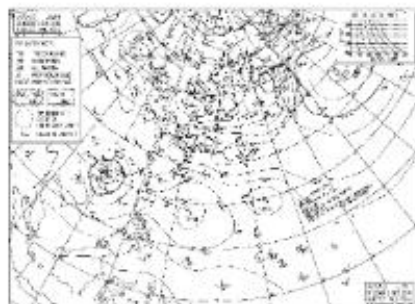
METAR・TAF

METAR RJFF 010530Z 32010KT 9999 FEW025 33/23 Q1010
NOSIG RMK 1CU025A2985=

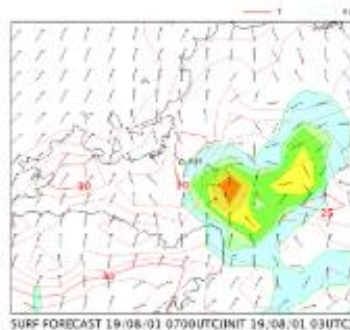
TAF RJFF 010505Z 0106/0212 32010KT 9999 FEW030
TEMPO 0107/0109 3000 TSRA FEW008 BRN015 SCT020CB
BECMG 0112/0114 17003KT=

※赤字部分は日本時間16時～18時に雷雨の可能性を示す

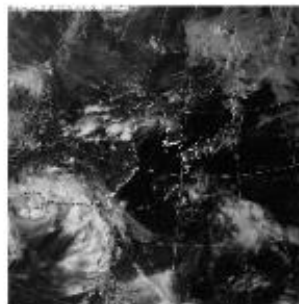
各種天気図



数値予報モデル



衛星画像等



航空気象実況データ 収集処理システムALIS

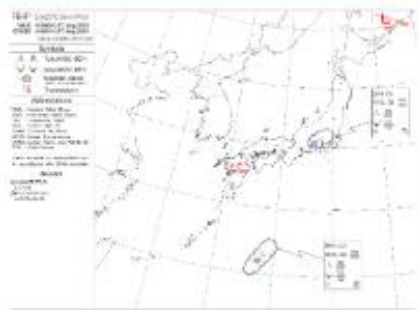


2

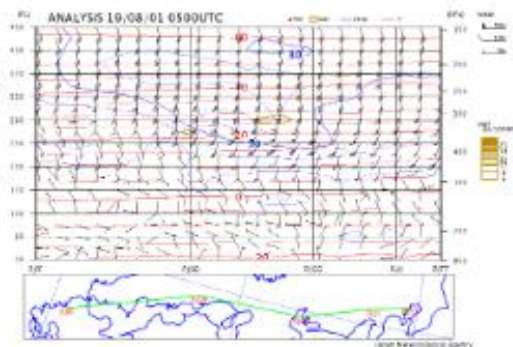
運航管理
Flight Dispatcher

航路上の気象情報/ En-route weather

悪天予想図

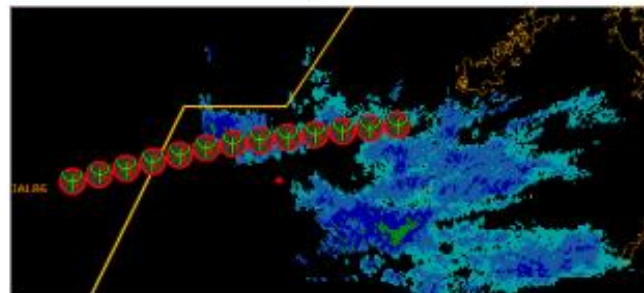


予想断面図



- ・タービュランスの有無
- ・背の高い積乱雲等の有無
- ・火山噴火等

PIREP (先行機からのレポート)



火山噴火等の有無



飛行高度・ルートを決定
(航空機は垂直回避もできるのがポイント)

2

運航管理

Flight Dispatcher

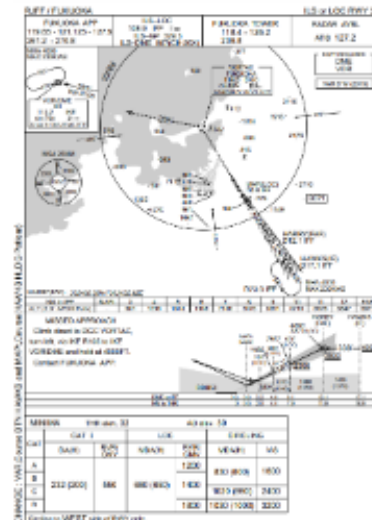
航空情報/ NOTAM

各空港の航空情報

NOTAM: JAL00637/19
RWY34 ILS-LOC(IFF) U/S DUE TO CONST
ALTN PROC ESTAB(TEMPO OPS LOC)
REF: RMB010-19, JAC RMI 822, JTA ROB 21-19

福岡空港RWY34
ILSが工事のため仮設運用

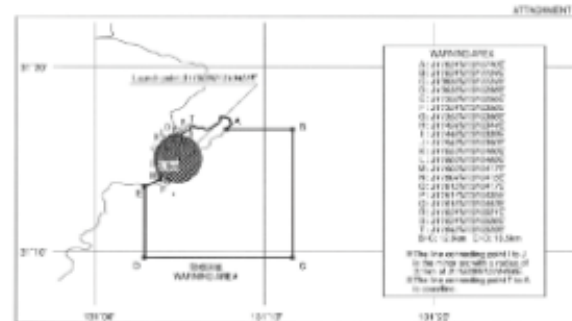
最低気象条件が変更となる
が着陸に影響はないか？



航路上の航空情報

※実際には各空港・航路上とも多数のNOTAMを確認

0611/19 NOTAMR 0529/19
Q)RJJJ/QMMLW/IV/BO/EW/000/999/3310N14118E999
A)RJJJ B)1901150529 C)1901180127EST
E)REF AIP SUP 174/18 ITEM 1,2,3
ROCKET EPSILON-4 WILL BE LAUNCHED
LAUNCHING DATE/TIME : BTN 0050 AND 0059 ON 18 JAN 2019
F)SFC G)UNL



イプシロンロケットが内之
浦宇宙センターより打ち上
げ予定

経路に飛行禁止空域が
かからないか？

1. 会社の航空機による航法とは以下のものをいう。

A. 通常航法

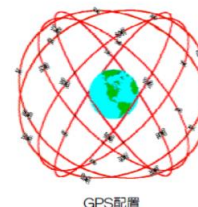
航空保安施設および地上物標ならびに航法機器を利用して、適時位置の確認を行う航法。

B. 広域航法 (RNAV)

航空保安無線施設、自蔵航法装置もしくは衛星航法装置、またはこれらの組み合わせで任意の経路を飛行する航法。

C. 自蔵航法 (SCN)

地上の施設に依存せず、このマニュアルに定める慣性航法装置によって位置の確認を行う航法。



GPS配置



主流はGPSを使用してのRNAV

最近は管制官によるレーダー監視を要件としないRNP航行(GPS利用)が広がっている。

⇒ GPSの重要性が高くなってきている。

太陽フレア

電離圏嵐

GPS使えないと運航に影響がある。

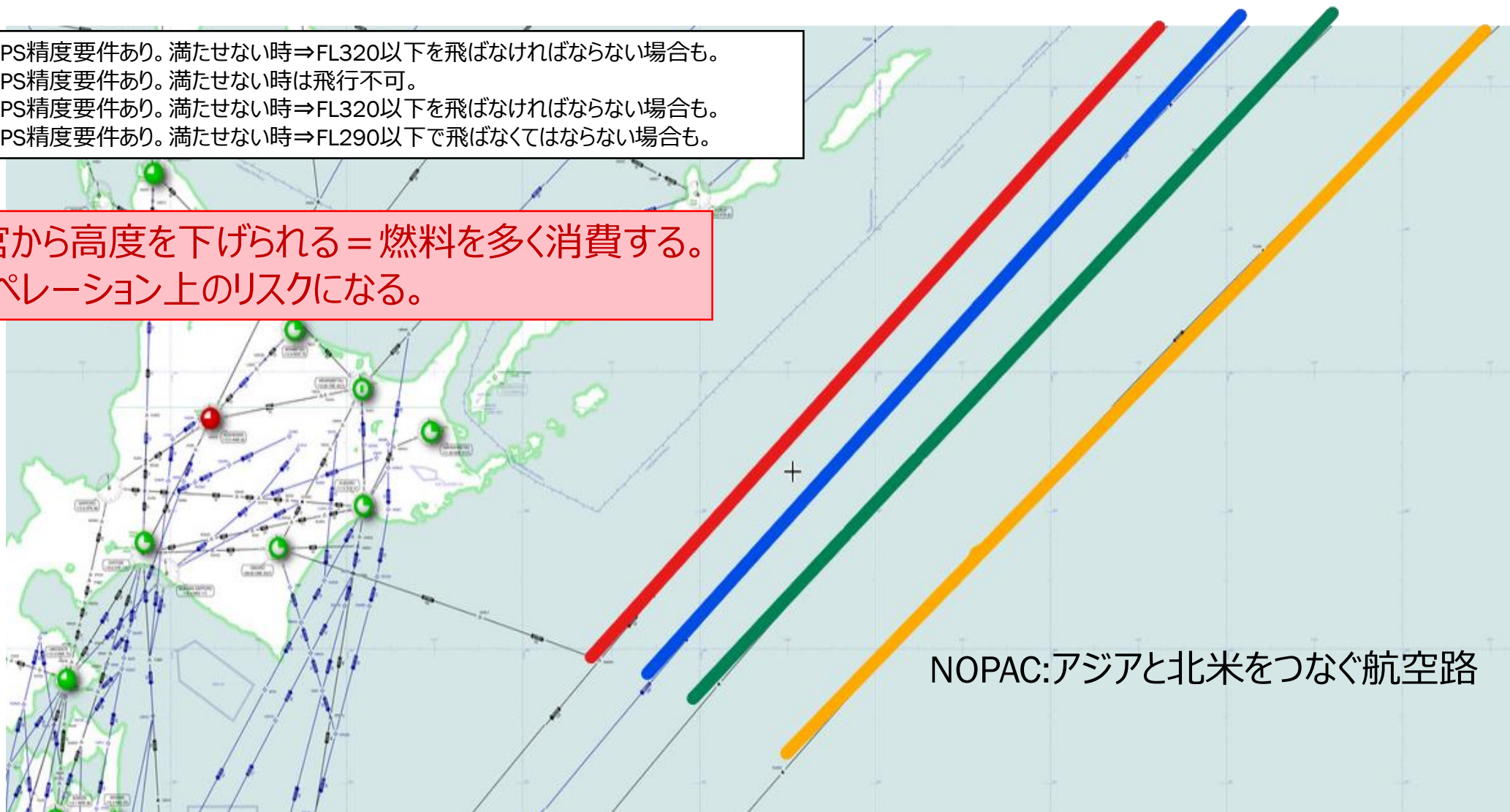
航法システムへの影響

2025/03/07
TYOLPZ



赤：西行。GPS精度要件あり。満たせない時⇒FL320以下を飛ばなければならない場合も。
青：西行。GPS精度要件あり。満たせない時は飛行不可。
緑：東行。GPS精度要件あり。満たせない時⇒FL320以下を飛ばなければならない場合も。
橙：東行。GPS精度要件あり。満たせない時⇒FL290以下で飛ばなくてはならない場合も。

管制官から高度を下げられる = 燃料を多く消費する。
⇒オペレーション上のリスクになる。



NOPAC: アジアと北米をつなぐ航空路

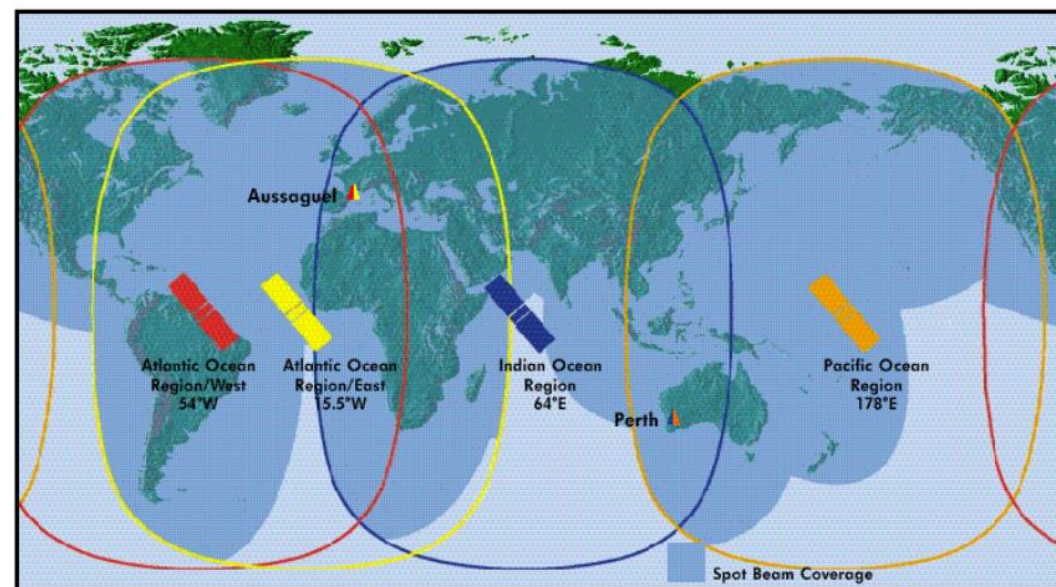
日本国内ではVHFで管制官と通信を行っていますが、洋上などVHFが繋がらないエリアではCPDLC(衛星を使ったデータリンクコミュニケーション：文字でのやり取り)、やHFで管制官と通信を行います。
ただし、緯度が高くなればなるほどCPDLCはつながりにくくなります。
なお207分ETOPSでは離陸前の段階でSATCOM(衛星電話)が使用可能であることが条件になっています。

VHF COVERAGE



ICAO HPより

Satellite AIRCOM Coverage



SITA HPより



①VHF：VHFが使えるならVHFを使用する。(VHFを使ったCPDLCも含む)

スポラディックE層

②衛星通信を使ったCPDLC

電離圏嵐

③HF：VOICEもしくはデータリンク：感度が悪く使い勝手が悪い。

デリンジャー現象

電離圏嵐

通信手段の優先順位



管制官



運航管理者



LOST



COMMUNICATION

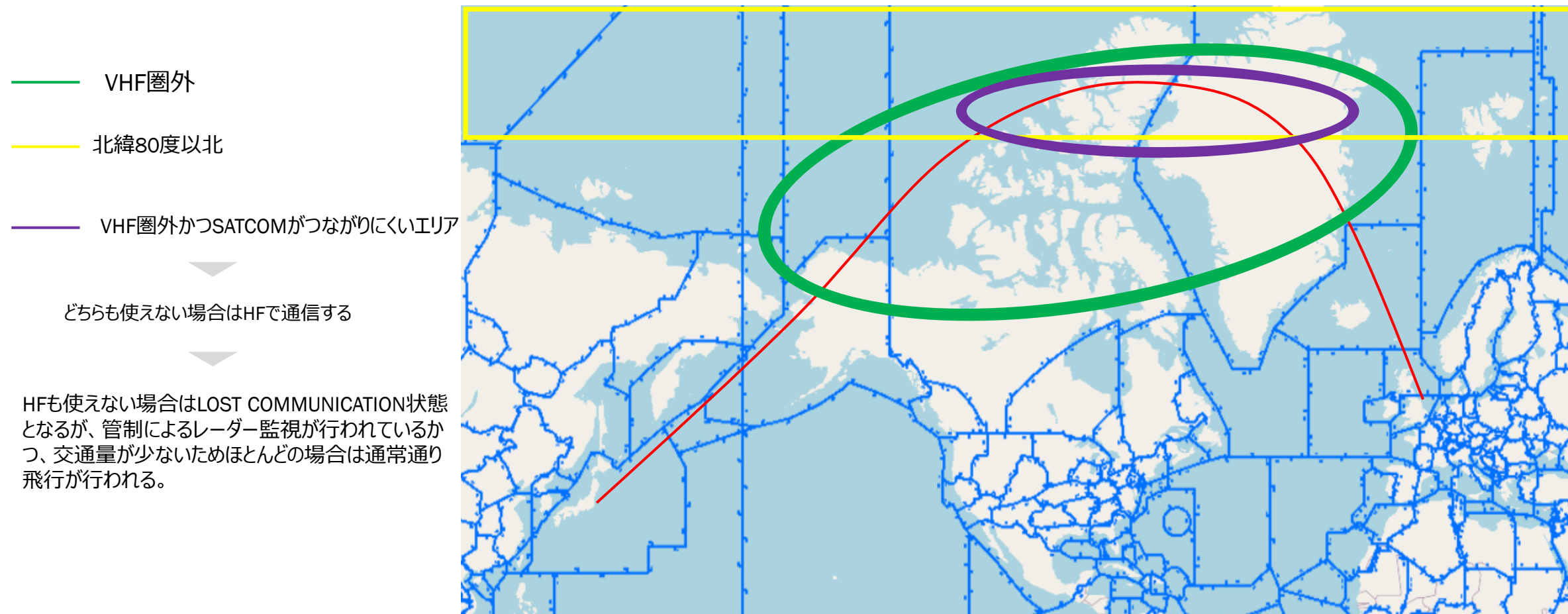


(最悪の場合、近くの空港に着陸しなくてはいけなくなる可能性)

デリンジャー現象

電離圏嵐

実際のフライトでどのような影響があるのか

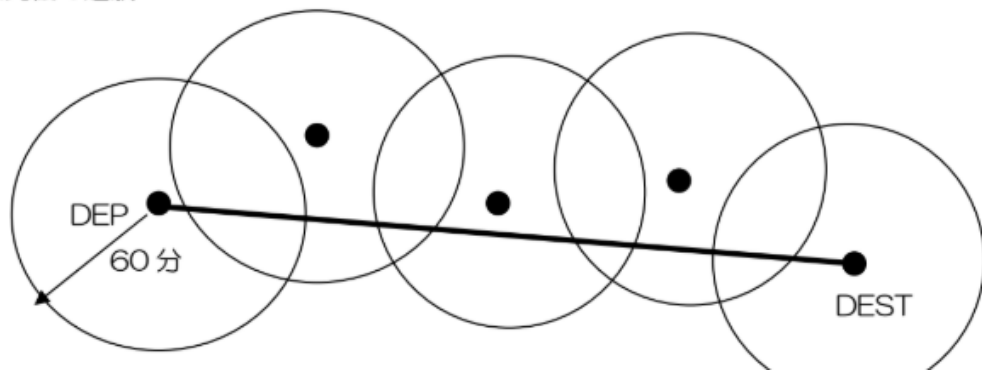


<https://gis.icao.int/portal/home/webmap/viewer.html?webmap=6e63373c892f47aa8d1429b8ca7cbb83>

原則(NON ETOPS)

双発機の運航にあっては、飛行中 60 分以内に飛行可能な範囲(エンジン 1 基不動作で無風時)に安全に着陸可能な空港を持たなければならない。そのために飛行計画の段階で、着陸に適した空港から 60 分の飛行で到達可能な範囲内に飛行コースを設定する。

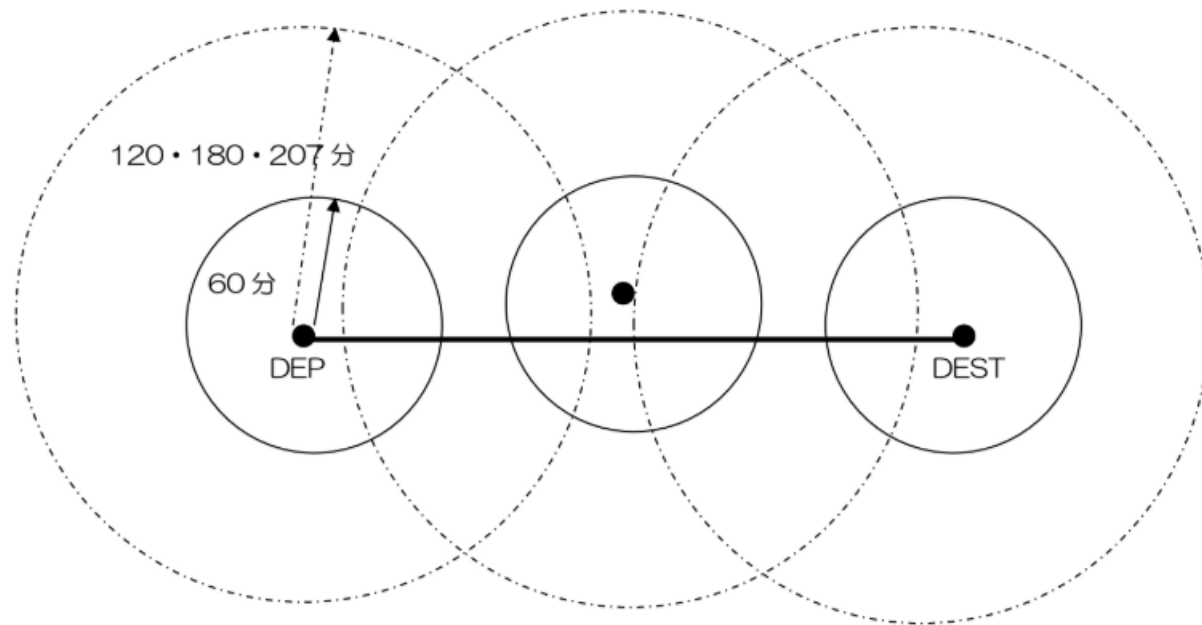
通常双発機の運航



ETOPS

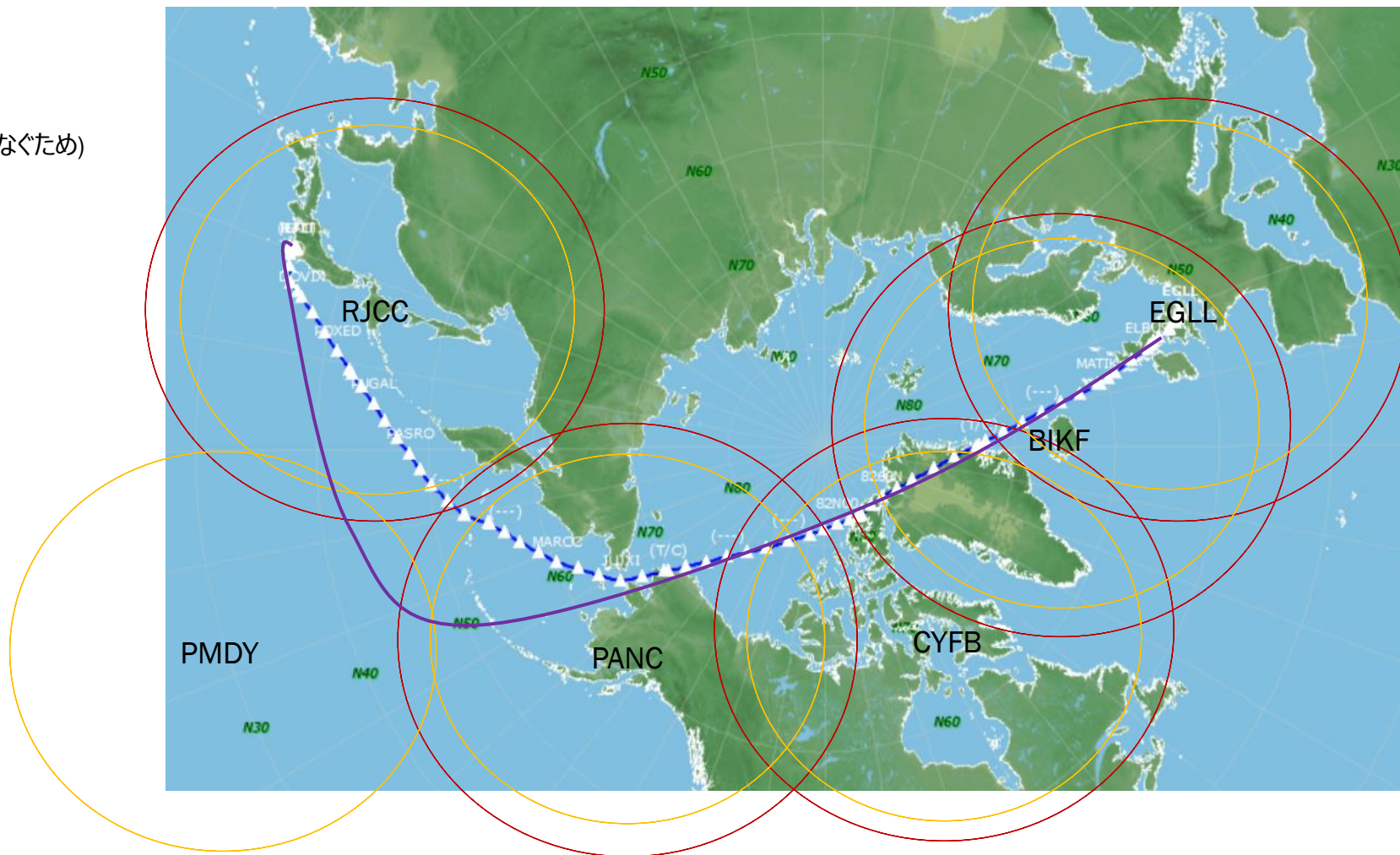
一方、双発機が安全に着陸できる空港から 60 分で飛行可能な範囲を超えて運航することを ETOPS 運航 (Extended Range Operations With Two Engine Aircraft) といい、機材とエンジンの組合せにより、120 分・180 分・(207 分)の ETOPS 運航がある。

ETOPS 運航



207分ETOPSでは飛行開始前にSATCOMが使えることが要件となっています。
もし飛行前から宇宙天気の影響でSATCOMが使えない場合、飛行経路に影響します。

- 207分円
(PASY,PACDの天気が悪いのでRJCC-PANCをつなぐため)
- 207分 経路
(RJCC-PMDY-PANCとつながなくてははいけない。)
- 180分円
(RJCC-PMDY-PANCとつながなくてははいけない。)
- 180分 経路
(RJCC-PMDY-PANCとつながなくてははいけない。)



航空業界が宇宙天気予報を公式に使うには大きな課題があります。

①法整備：・国土交通省・総務省・気象庁の横連携が必須。

・航空業界の監督官庁は国土交通省のため、国土交通省航空局から指示があることが必要。

・ICAO(国際民間航空機関)規則の付属書に宇宙天気に関する記載はあるものの、日本の航空法には明確な記載が存在しない。

②予報精度：・国内線では4時間前、長距離国際線であれば10時間程度前から、どのエリア(緯度経度)のどの高度で、どのシステム(HF/VHF/衛星,GPS)に運航に使えないほどの影響が出るのかという精度の高い情報が必要。

・予報が外れた時のインパクトが大きい。(燃料費、人件費、定時性など)

航空業界としては、やっと宇宙天気について考え始めたという段階で、現状は大きな影響がないというのが正直なところ。

将来的に航空向けに警報などを出すことを想定されている場合は、慎重に検討することが必要と考えている。

ご清聴ありがとうございました。
