



**JAPAN AIRLINES**

# 航空機の運航と宇宙天気

日本航空（株）オペレーション安全・品質推進部

2019年11月11日

航空機の運航と宇宙天気

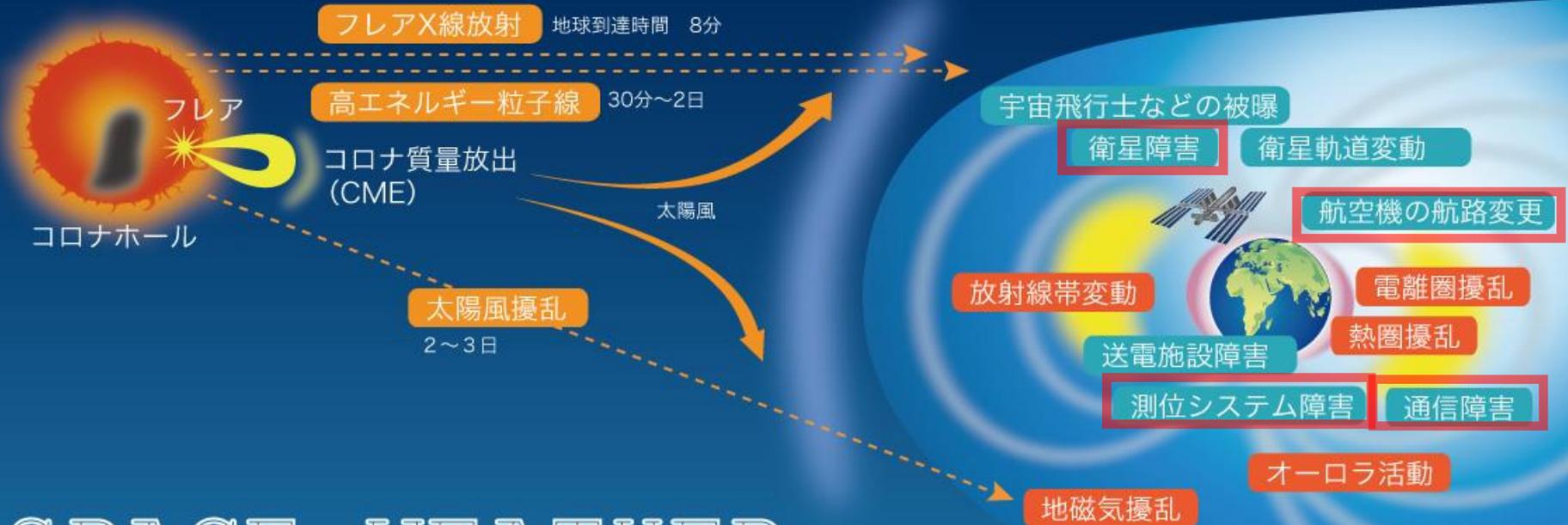
日本における航空情報

影響する航路など（混雑空域、北極圏）

燃料消費への影響

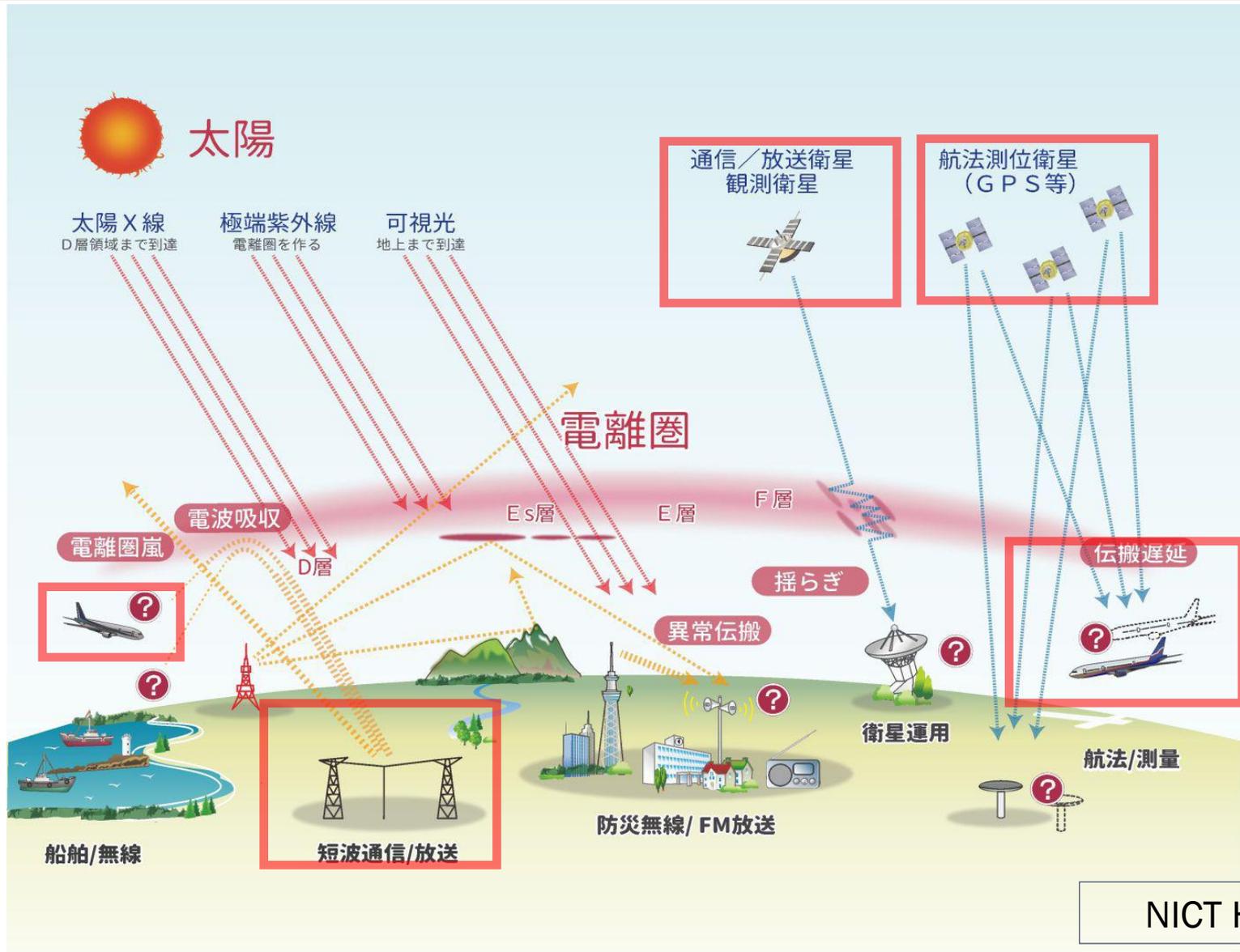
# 航空機の運航と宇宙天気

©NICT



NICT HPより

# 航空機の運航と宇宙天気



# 航空機の運航と宇宙天気

## ICAO

ICAOは、国際民間航空の安全かつ秩序ある発展を目的とし、この目的のために国際航空運送業務やハイジャック対策のための条約の作成、国際航空運送に関する国際標準、勧告、ガイドラインの作成などを行っています。

## ICAO ANNEX

「標準」と「勧告方式」は条約の附属書(Annex)として採択され、現在第1附属書から第19附属書まであります。

## ICAO ANNEX3

「国際航空のための気象業務」について記載されています。  
宇宙天気 (SPACE WEATHER : SPWX) についてもここに定義されます。

# 航空機の運航と宇宙天気

## Space weather advisory information

Recomm. – One or more of the following space weather effects should be included in the space weather advisory information, using their respective abbreviations as indicated below:

- **HF communication** (propagation, absorption) HF COM
- **Communications via satellite** (propagation, absorption) SATCOM
- **GNSS**-based navigation and surveillance (degradation) GNSS
- **Radiation at flight levels** (increased exposure) RADIATION

これらICAOで検討、計画し、2019年11月7日から一部情報提供を開始している。  
担当はSPACE WX GOBALE CENTERが担当。日本は11月7日に開所。

# 航空機の運航と宇宙天気

AUSTRALIA

**AERONAUTICAL  
INFORMATION  
CIRCULAR (AIC)**

AERONAUTICAL INFORMATION SERVICE,  
AIRSERVICES AUSTRALIA, GPO BOX 387,  
CANBERRA ACT 2601

H57/19

**Effective: 201910282300 UTC**

For **DISTRIBUTION** queries, contact:  
Email: [aim\\_editorial@airservicesaustralia.com](mailto:aim_editorial@airservicesaustralia.com)

For **CONTENT** queries regarding this AIC, contact:  
Email: [webav@bom.gov.au](mailto:webav@bom.gov.au)

## ICAO INTRODUCTION OF A GLOBAL SPACE WEATHER SERVICE EFFECTIVE 7 NOVEMBER 2019

### 1. INTRODUCTION

- 1.1 The purpose of this AIC is to provide forward notification to airspace users of the implementation on 7 November 2019, under the aegis of International Civil Aviation Organisation (ICAO), of a global space weather information service for civil aviation.
- 1.2 Civil aviation may be impacted by space weather phenomena, notably with respect to:
- high frequency radio communications (HF COM);
  - global navigation satellite systems (GNSS) based navigation and surveillance systems;
  - radiation effects on avionics and/or human health (RADIATION); and
  - satellite communications (SATCOM).

フランス、オーストラリアではAICで宇宙天気の情報開始を発表している。下記、オーストラリアAIC一部抜粋

Effect	Sub-effect	Parameter	MOD	SEV
GNSS	Amplitude Scintillation	S4 (dimensionless)	0.5	0.8
GNSS	Phase Scintillation	Sigma-phi (radians)	0.4	0.7
GNSS	Vertical Total Electron Content (TEC)	TEC units	125	175
RADIATION		Effective dose (micro-Sieverts/hour)*	30	80
HF COM	Auroral Absorption (AA)	Kp index	8	9
HF COM	Polar Cap Absorption (PCA)	dB from 30MHz riometer data	2	5
HF COM	Shortwave Fadeout (SWF)	Solar X-rays (0.1-0.8 nm) (W-m <sup>2</sup> )	1x10 <sup>-4</sup> (X1)	1x10 <sup>-3</sup> (X10)
HF COM	Post-Storm Depression	Maximum usable frequency (MUF)**	30%	50%
SATCOM	No threshold has been set for this effect			

\*MOD advisories will only be issued when the MOD threshold is reached at FL460 and below. SEV advisories will be issued when the SEV threshold is reached at any FL.

\*\*As compared to a 30-day running median.

# 日本における航空情報

日本国内では航空法により運航者の安全、運航、整備などが規定されている。

## 航空法

この法律は、**国際民間航空条約の規定並びに同条約の附属書**として採択された標準、方式及び手続に準拠して、航空機の航行の安全及び航空機の航行に起因する障害の防止を図るための方法を定め、並びに航空機を運航して営む事業の適正かつ合理的な運営を確保して輸送の安全を確保するとともにその利用者の利便の増進を図ること等により、航空の発達を図り、もつて公共の福祉を増進すること

# 日本における航空情報

## **A I P Aeronautical Information Publication :**

航空路誌のことで、国が発行する出版物であり、航空機の運航のために必要な恒久的な情報を収録する。収録内容の恒久的な変更は航空路誌改訂版により、また、一時的な変更等は航空路誌補足版により行われる。

例：空港の滑走路の長さ、航空路情報、消防能力

## **A I C Aeronautical Information Circular :**

航空情報サーキュラーのことで、情報の性質又は時期的な理由から航空路誌への掲載、ノータムの発行等には適さないが、航空情報として公示する必要があるもので、飛行の安全、航空航法その他の技術的、行政的又は法律的事項に関する説明的、助言的な性格の情報である。

例：国内便の標準航路

## **NOTAM(Notice to Airmen) :**

ノータムのことで、航空保安諸施設、業務、方式及び航空に危険をおよぼすもの等の設定、状態又は変更に関する情報で、書面による航空情報では時宜を得た提供が不可能な場合に通信回線（CADIN及びAFTN）により配布されるもの。

例：滑走路の工事による一時的な閉鎖、ロケット発射による一時的な空域閉鎖



JAPAN AIRLINES

# 影響する航路など（混雑空域）

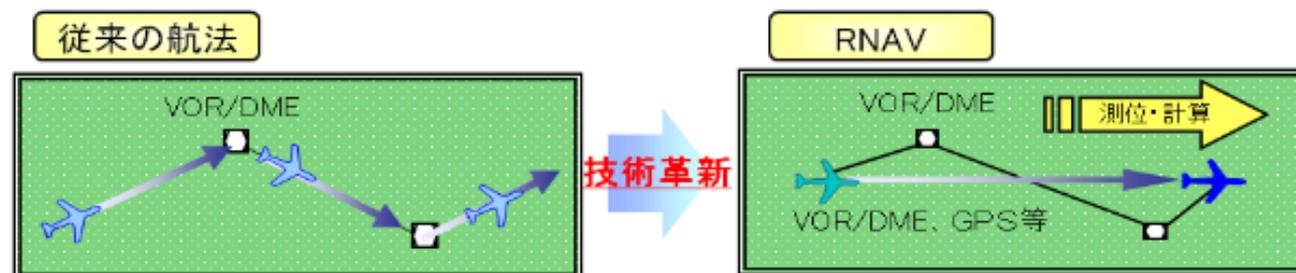


# 影響する航路など（混雑空域）

## ORNAV経路

RNAV経路とは、RNAV仕様に従い航行をする航空機のための経路です。RNAV経路は従来の航空路より、飛行距離が短縮されるだけでなく、経路を自由に設定することで、より多くの航空機を飛行させることができます。

※RNAV仕様に従った航行とは、航空機が搭載する高機能なFMS（航法用機上コンピューター）等により、自機の位置を算出し任意の経路を飛行する航法であり、地上施設（VOR/DME等）の配置に左右されることのない柔軟な経路設定が可能な運航方式です。飛行経路設定時の物理的制約が大幅に緩和されます。



《RNAVの効果》・空域容量の増大

航法精度を指定することにより従来よりも経路の左右間隔を短縮して、航空路の複線化や複々線化等することにより、空域容量の増大を図ることができる。

・飛行時間・距離の短縮

地上施設の配置に左右されることのない短縮経路が設定可能となることに加え、発着経路が短縮できる可能性があることから、飛行時間の短縮やCO2削減の効果が期待できる。

・欠航・遅延の低減

特別な着陸のための施設や地形による制約が緩和され、進入ルート、運航条件が改善され、就航率の向上が図られる。

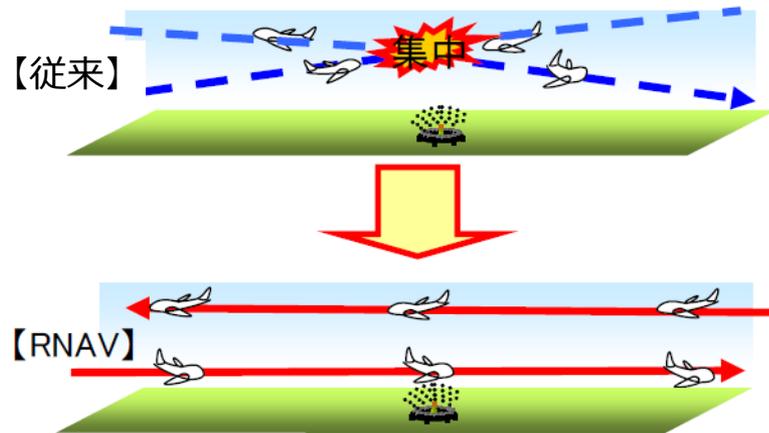
国土交通省HP [https://www.mlit.go.jp/koku/15\\_bf\\_000343.html](https://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000343.html)

# 影響する航路など（混雑空域）

航法精度を指定することにより従来よりも経路の左右間隔を短縮して、航空路の複線化や複々線化等することにより、空域容量の増大を図ることが可能となる。

## 増加する航空需要への対応

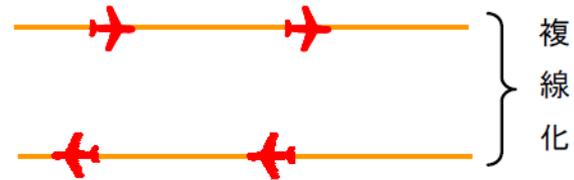
### ・交通流の円滑化



地上無線施設上空での航空機の集中が解消される。

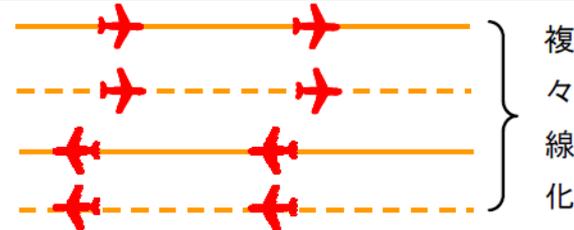
### ・空域容量の増大

航法精度の規定なし



経路横間隔: 20マイル(約37km)

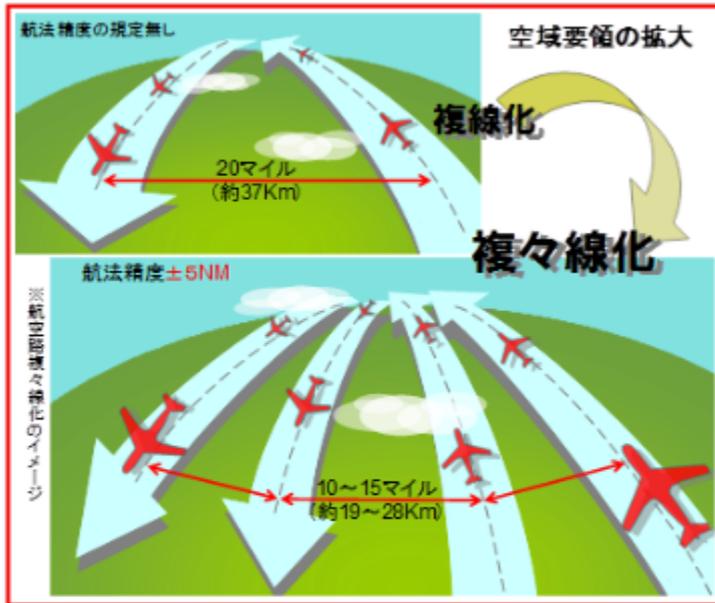
航法精度±5マイル



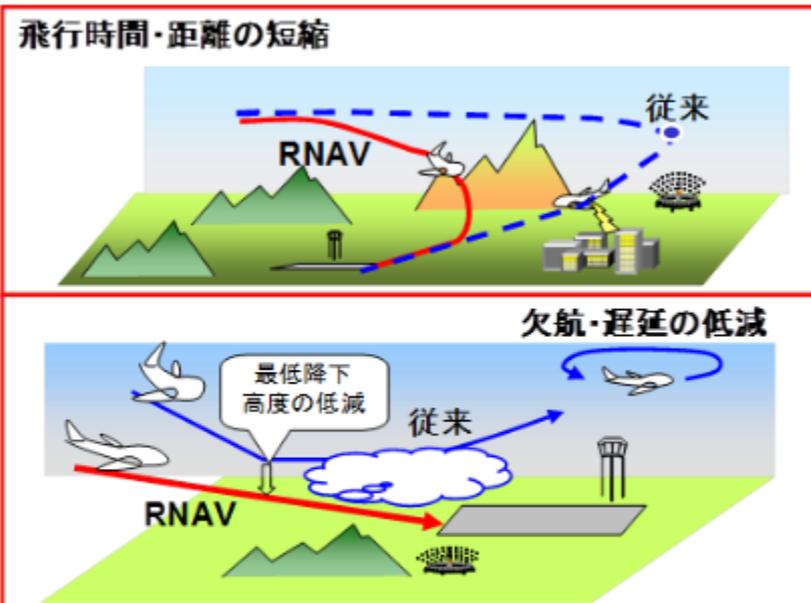
経路横間隔: 10~15マイル(約19~28km)

# 影響する航路など（混雑空域）

## 増加する航空需要への対応



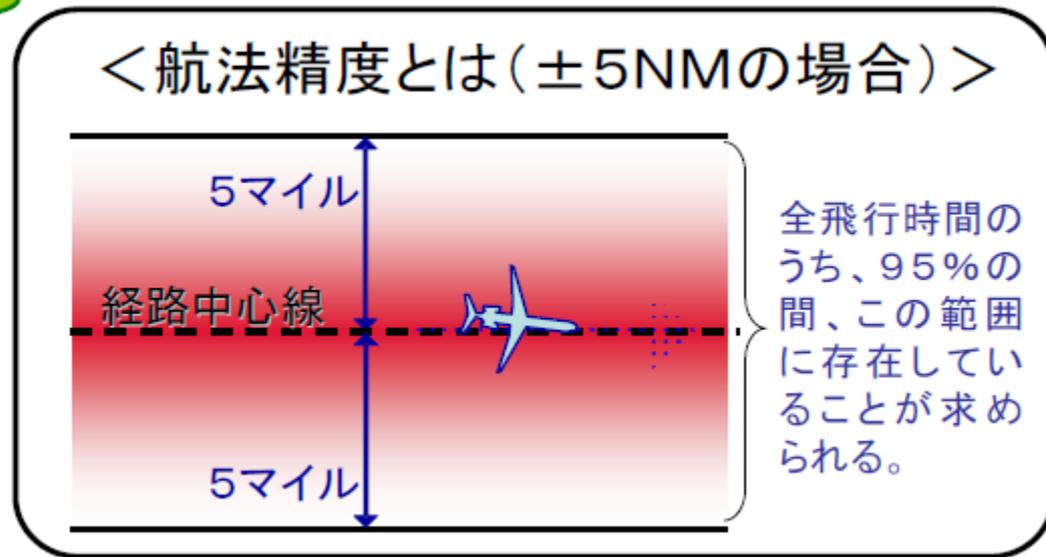
## 運航効率・就航率の向上、環境負荷軽減



→高規格なRNAVへの移行

RNP(Required Navigation Performance)：RNAVと原理は同じであるが、経路維持監視警報機能を有する機上装置により、レーダー監視空域外でも飛行が可能な方式。

# 影響する航路など（混雑空域）



※航法精度とは、航空機が経路に沿って飛行する際の航法の正確性を数値で示したものの。

例えば、航法精度±5NM（9km）とは、殆ど(95%)の飛行時間において経路中心線から5NM以内で飛行すること。

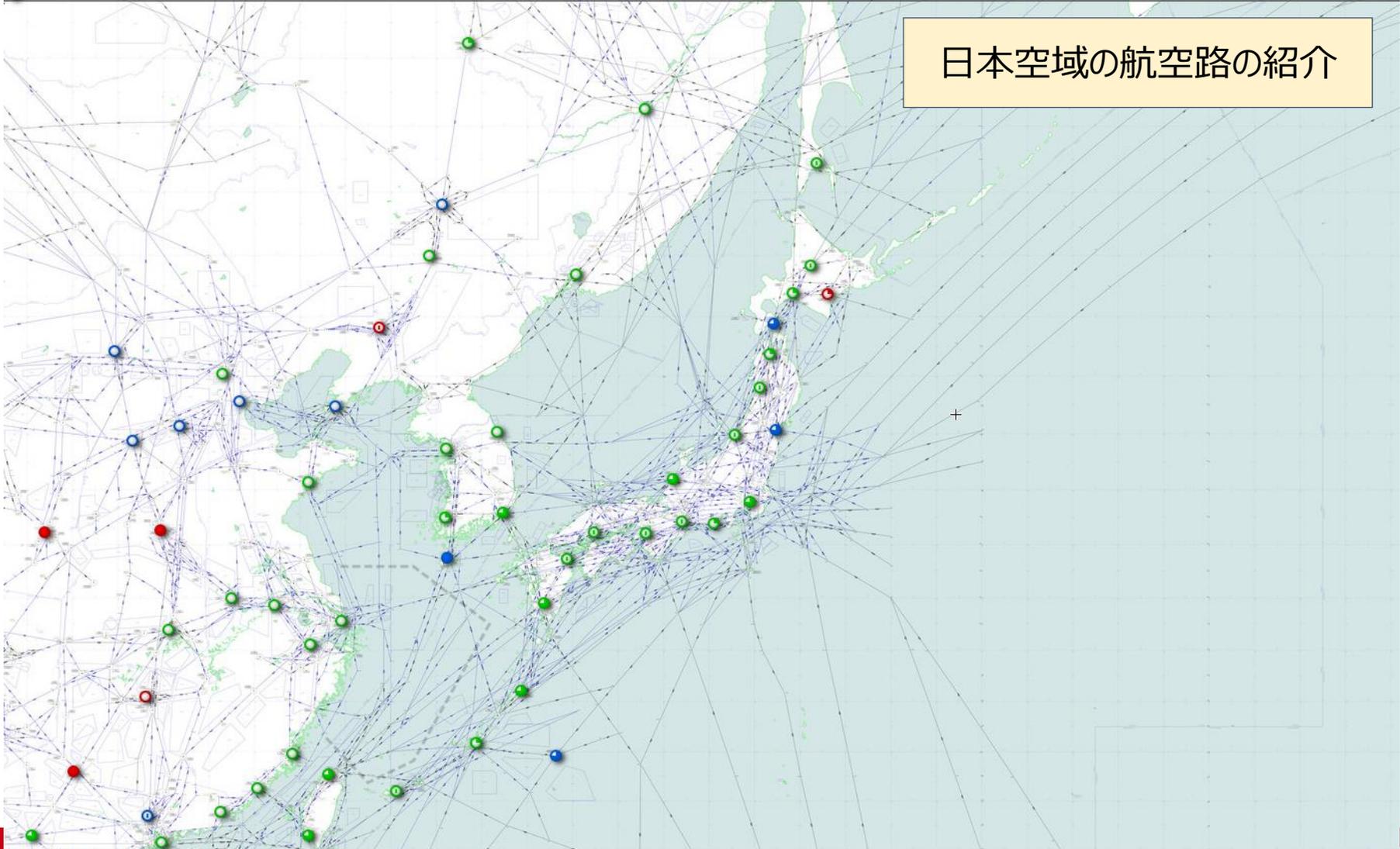
<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/12/120606/01.pdf>

# 影響する航路など（混雑空域）

SkyVector<sup>®</sup>  
Aeronautical Charts



Flight Plan



日本空域の航空路の紹介

# 影響する航路など（混雑空域）

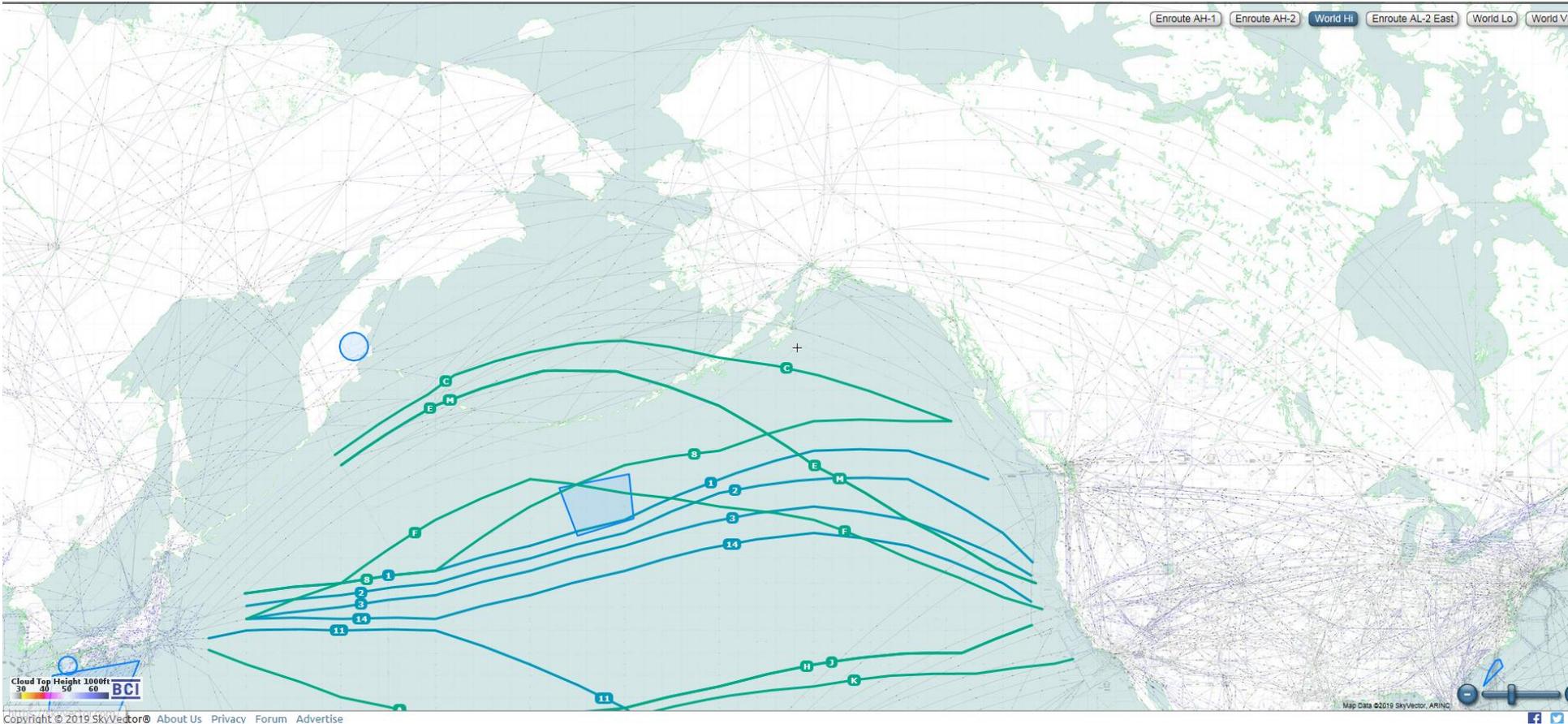
羽田から西へ出発する場合も複数の航路があり、目的地により使い分けがされている。





# 影響する航路など（混雑空域）

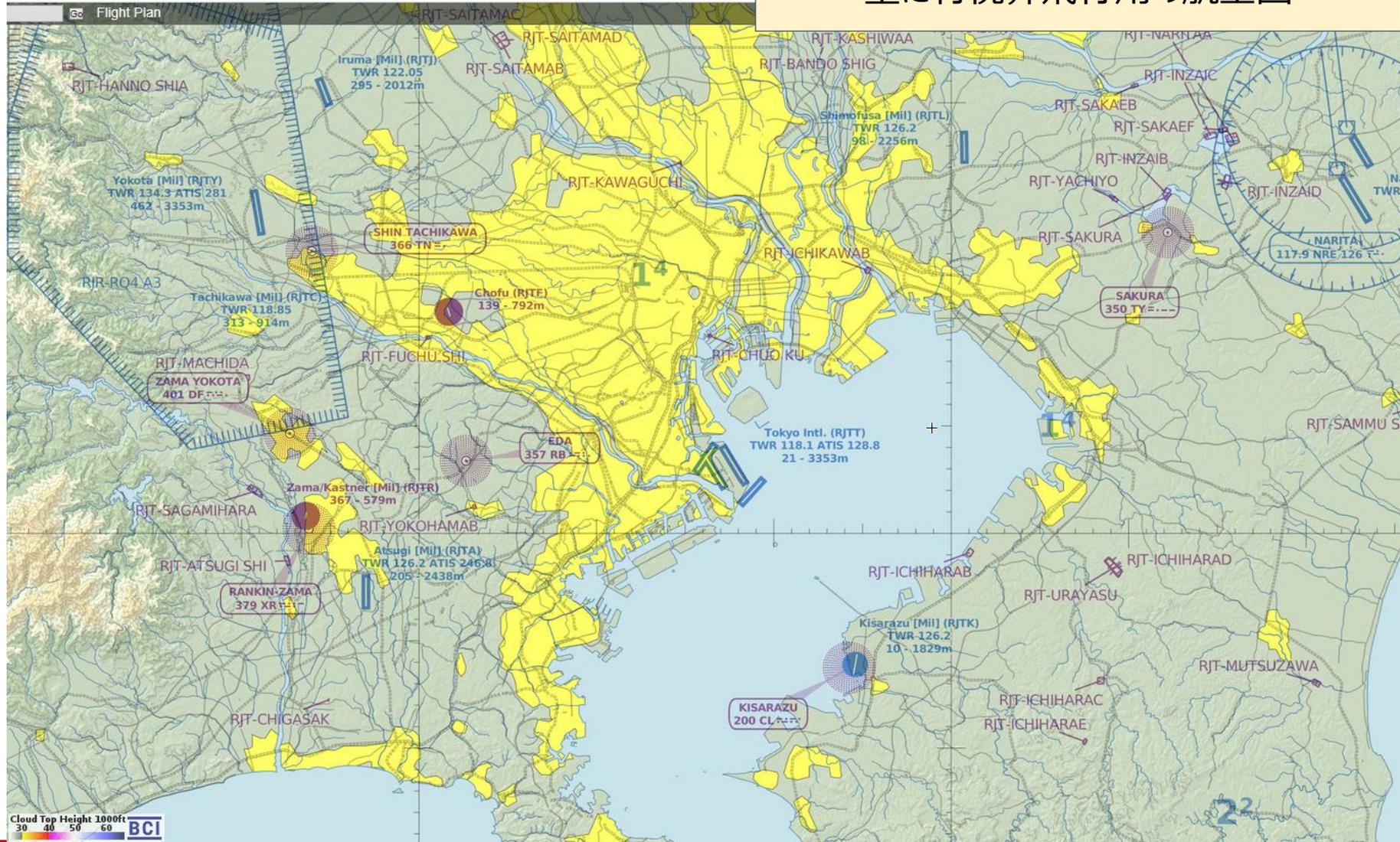
## 太平洋上の航路（PACOTS）



# 影響する航路など（混雑空域）



主に有視界飛行用の航空図





JAPAN AIRLINES

# 影響する航路など





JAPAN AIRLINES

# 影響する航路など

flightradar24 LIVE AIR TRAFFIC

Aircraft: 1,500 / 14,746

DATA SOURCE	VIEW	GLOBAL
ADS-B	1418	12,553
SATELLITE	0	0
MLAT	62	819
RADAR	16	363
FLARM	0	128
ESTIMATED	4	883
TOTAL	1,500	14,746

AIRPORT DELAYS

AIRPORT	ARR	DEP
Campinas (VCP)	5.0	5.0
Paris (ORY)	5.0	5.0
Santiago (SCL)	1.7	5.0
Ibiza (IBZ)	1.8	4.3
Amman (AMM)	1.4	3.8

TWEETS

Flights bound for Europe. See them all converge as the day begins at <https://t.co/...> 8 hours ago

Aircraft battling the #PalisadesFire. <https://t.co/nGlebkEWPI> <https://t.co/FIVPV...> 15 hours ago

BLOG POSTS

Introducing the updated Flightradar24 blog 6 days ago

Download Flightradar24 Flight Tracker

[App Store](#) [Google Play](#)

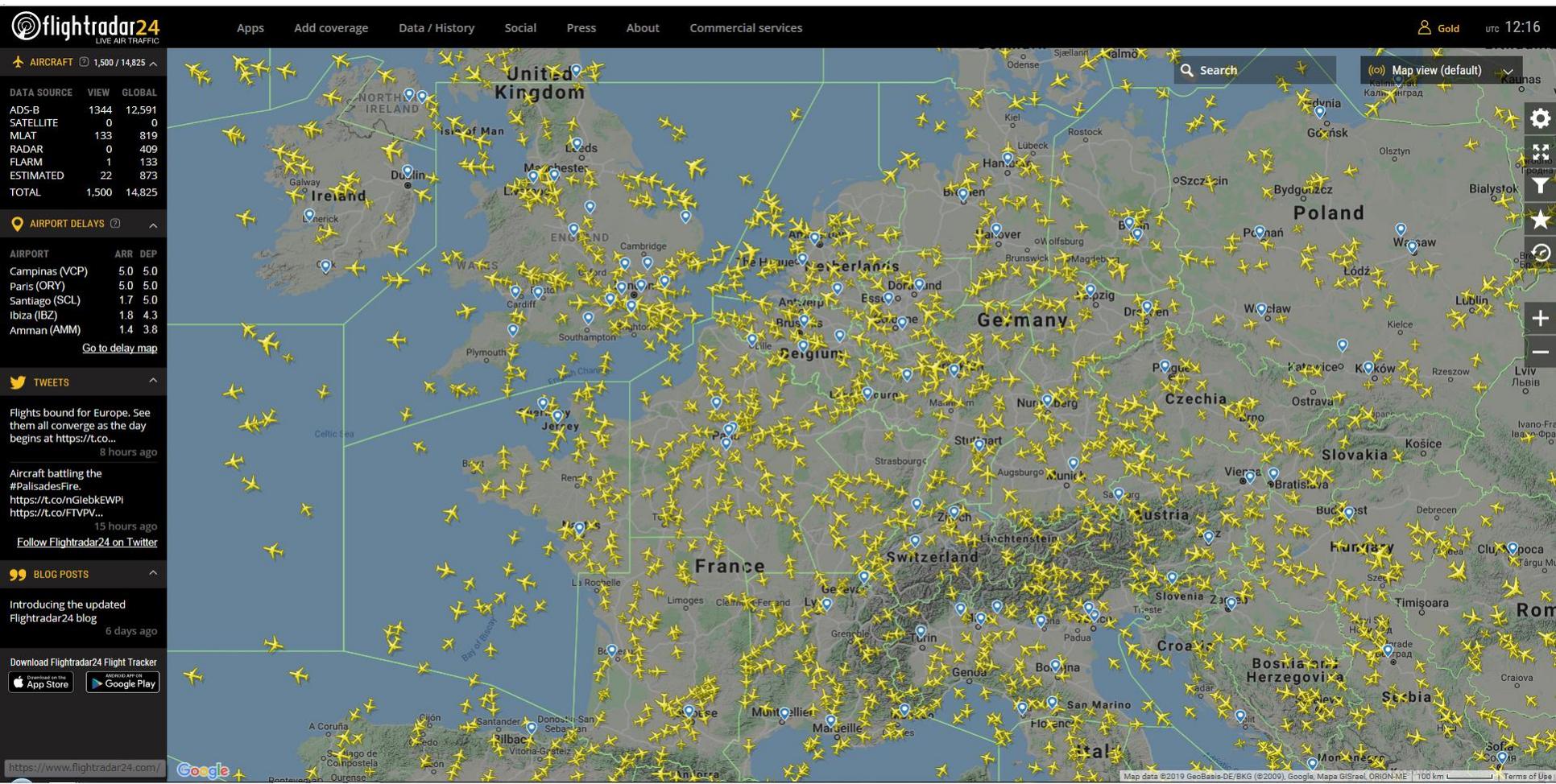
Map view (default)

Map data ©2019 Google, INEGI | 100 km | Terms of Use



JAPAN AIRLINES

# 影響する航路など





JAPAN AIRLINES

# 影響する航路など（北極圏）

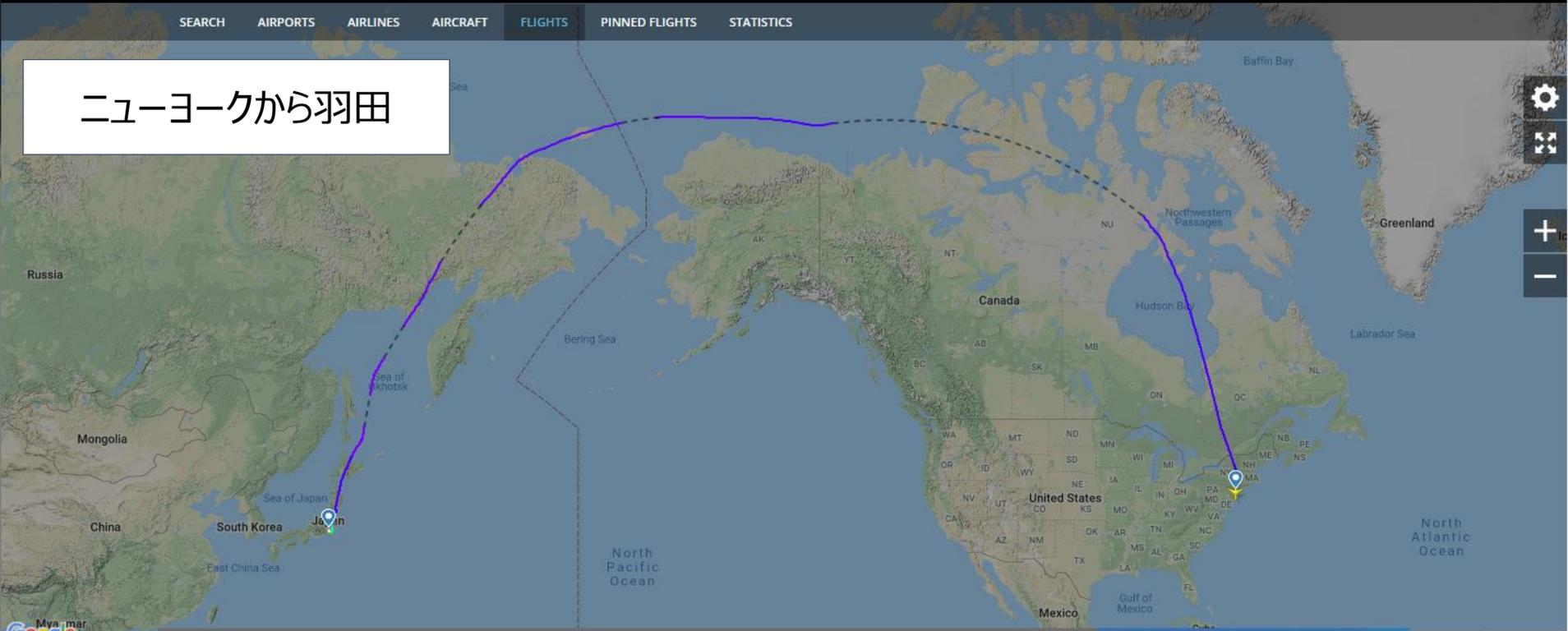


Apps Add coverage Data / History Social Press About Commercial services

Gold UTC 09:42

SEARCH AIRPORTS AIRLINES AIRCRAFT **FLIGHTS** PINNED FLIGHTS STATISTICS

ニューヨークから羽田



## Playback of flight JL5 / JAL5

GREAT CIRCLE DISTANCE  
10,899 KM

AVERAGE FLIGHT TIME  
13:20

ACTUAL FLIGHT TIME  
12:49

AVERAGE ARRIVAL DELAY  
0:00

FROM  
**New York (JFK)**



TO  
**Tokyo (HND)**



TIME  
17:07 UTC

CALIBRATED ALTITUDE  
0 FT  
GPS ALTITUDE

GROUND SPEED  
0 KTS  
TRUE AIRSPEED

VERTICAL SPEED  
0 FPM  
INDICATED AIRSPEED

TRACK  
180°  
SQUAWK



© William Nolasco | Jetphotos

AIRCRAFT  
Boeing 777-346(ER)  
REGISTRATION  
JA743J



JAPAN AIRLINES

# 影響する航路など（北極圏）

ニューヨークから羽田

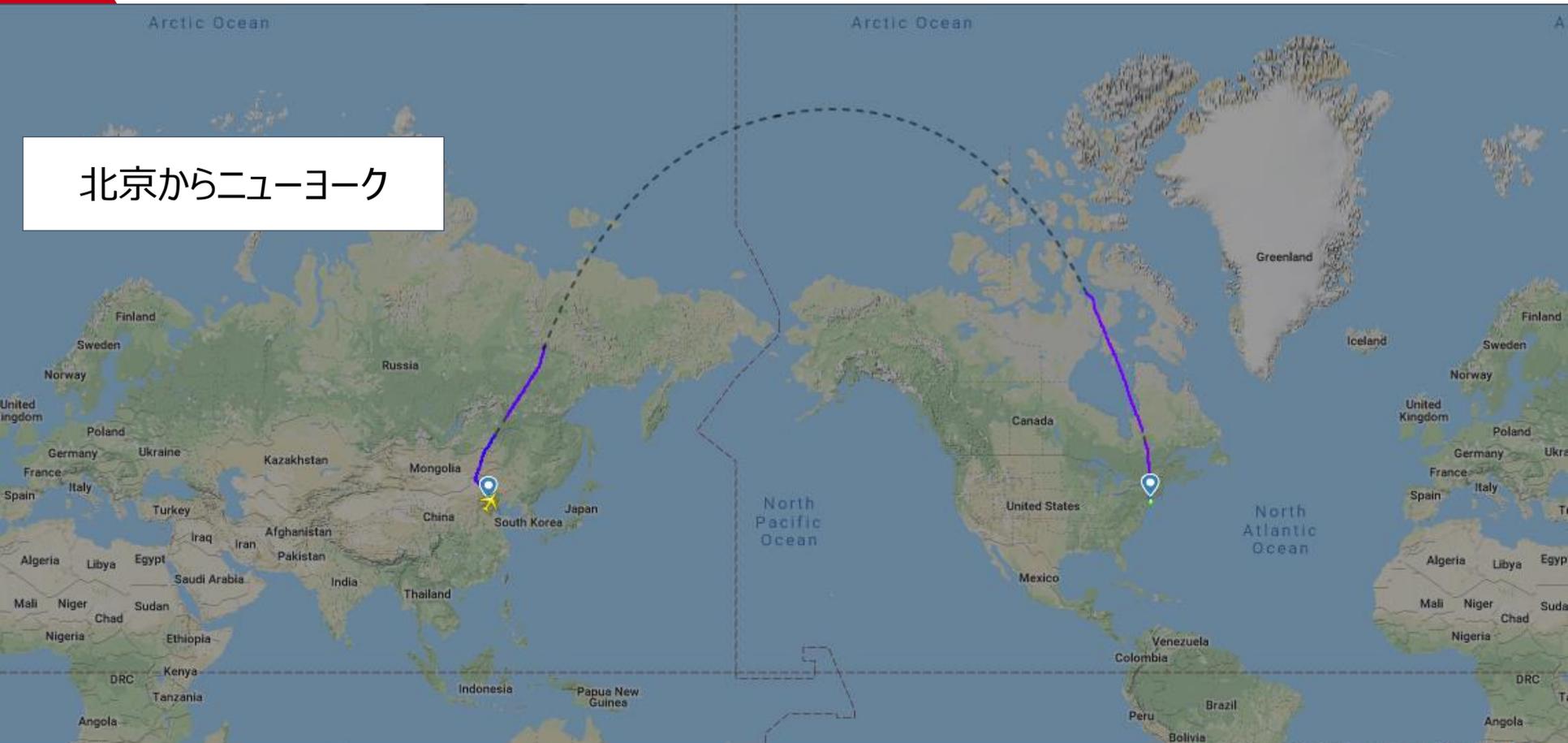
© 2018 Google  
Image Landsat / Copernicus  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
US Dept of State Geographer

Google Earth

高度 10000.50 m

# 影響する航路など（北極圏）

北京からニューヨーク



Playback of flight CA981 / CCA981

GREAT CIRCLE DISTANCE  
11,003 KM

AVERAGE FLIGHT TIME  
12:50

ACTUAL FLIGHT TIME  
12:14

FROM

Beijing (PEK)



TO

New York (JFK)

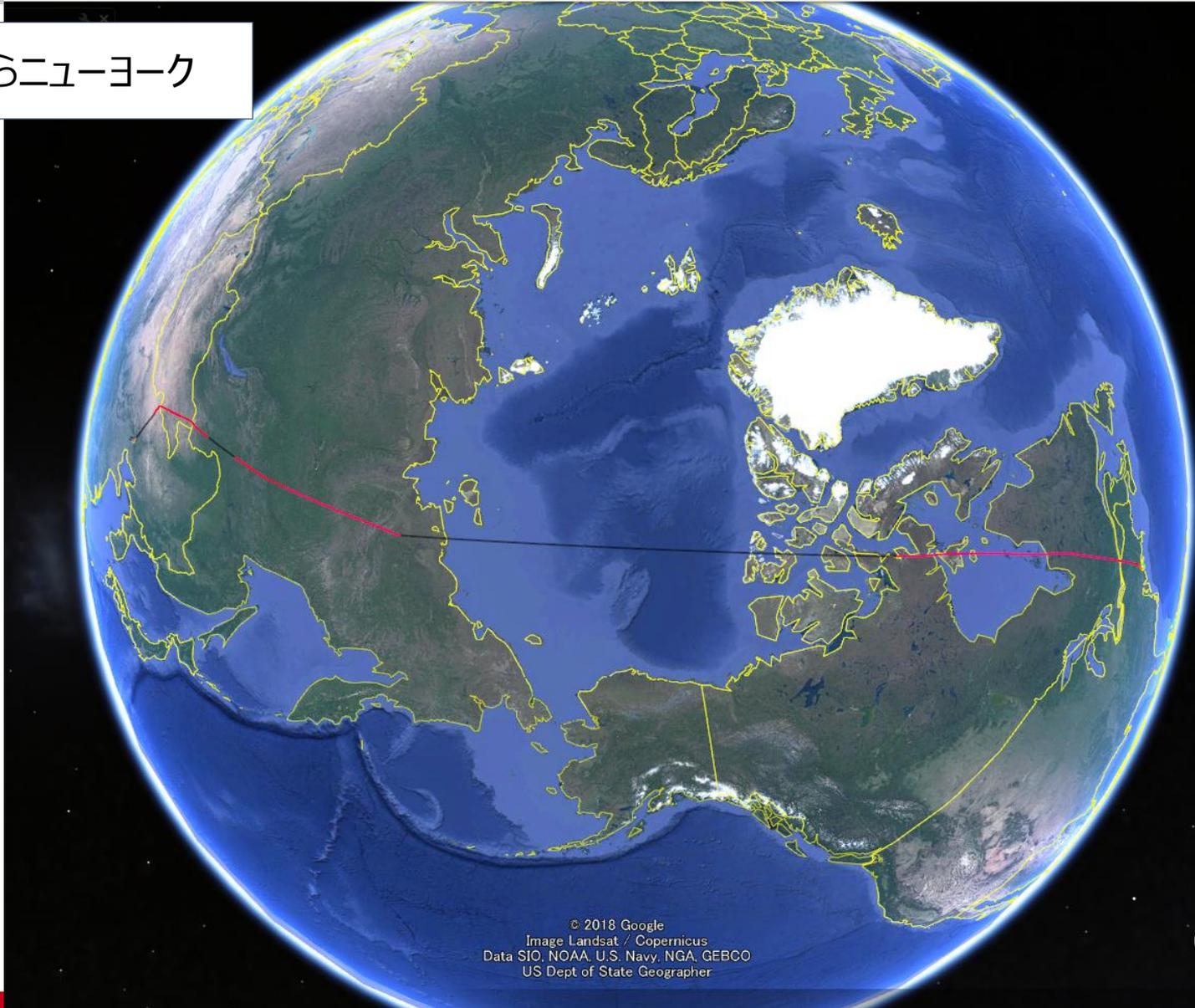


AIRCRAFT  
Boeing 747-891



# 影響する航路など（北極圏）

北京からニューヨーク



© 2018 Google  
Image Landsat / Copernicus  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
US Dept of State Geographer

©Japan Airlines, ALL rights reserved.

# 影響する航路など（北極圏）

北京からニューヨーク  
ニューヨークから羽田

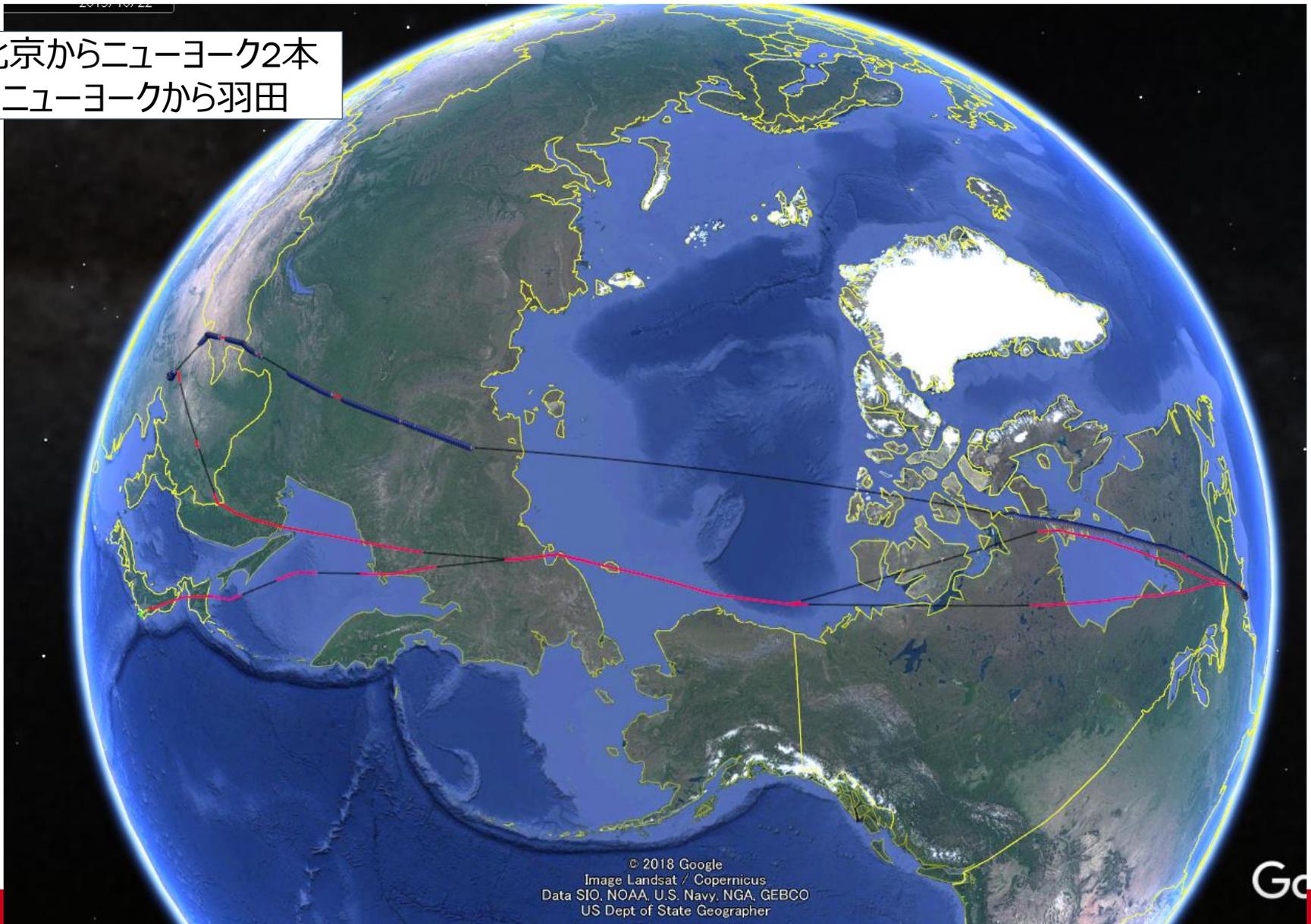




JAPAN AIRLINES

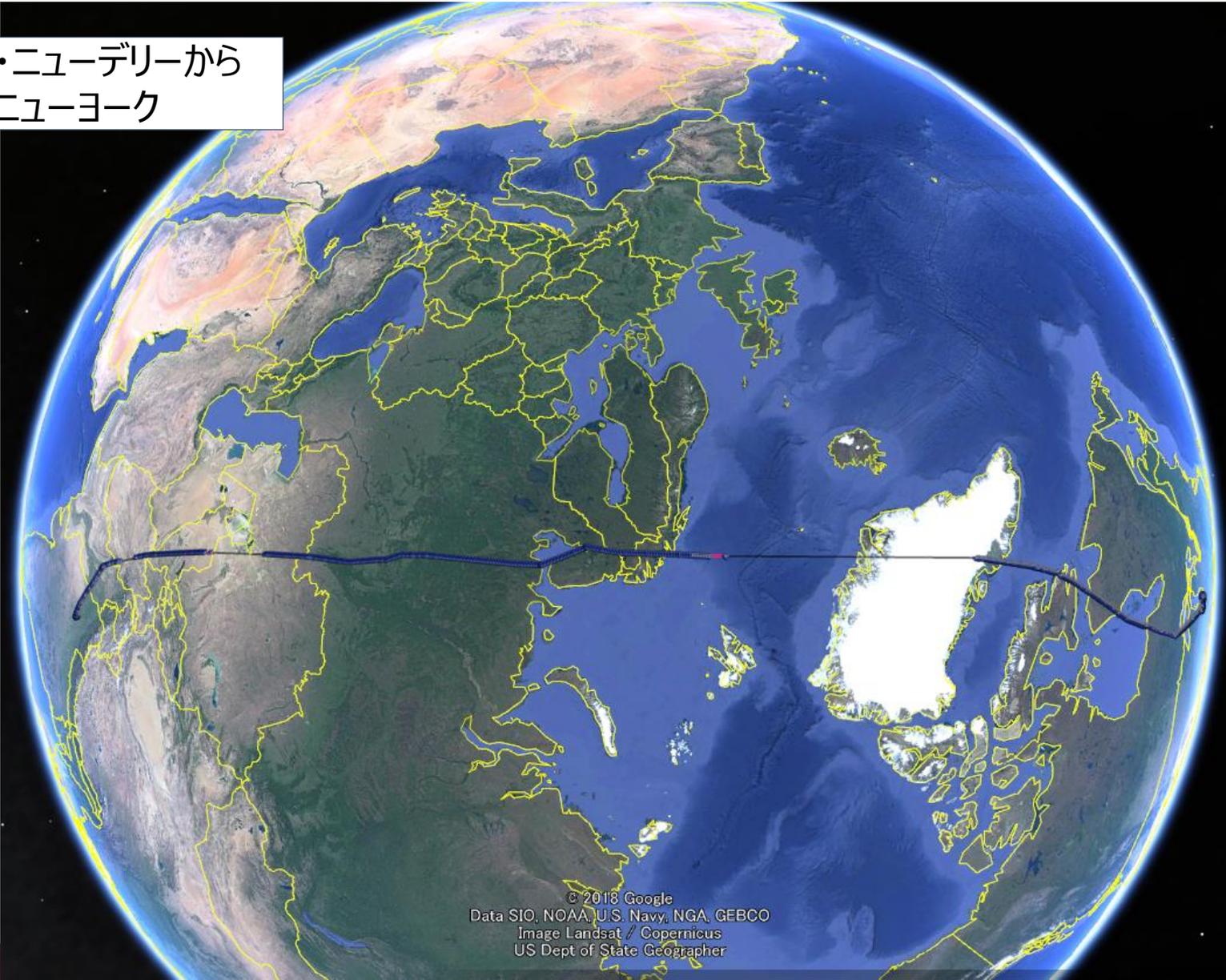
# 影響する航路など（北極圏）

北京からニューヨーク2本  
ニューヨークから羽田



# 影響する航路など（北極圏）

インド・ニューデリーから  
ニューヨーク



© 2018 Google  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
Image Landsat / Copernicus  
US Dept of State Geographer



JAPAN AIRLINES

# 影響する航路など（北極圏）

2019/10/20 6:18

中国・広州から  
ニューヨーク



© 2018 Google  
Image-IBCAO  
Image Landsat / Copernicus  
US Dept of State Geographer

Go

71° 39'11.07" N 106° 25'12.88

©Japan Airlines, ALL rights reserved.

# 燃料消費への影響

## 高度と消費燃料

B777-300ER ニューヨークー羽田空港 離陸重量340トン、搭載燃料130トン

- 飛行時間 13時間55分
- 通常高度 FL340 消費燃料：110トン
- 低高度 FL240 消費燃料： +4トン

宇宙天気の為に高度を下げると消費燃料が増加し、貨物搭載量に影響が出る可能性がある。

通常高度の飛行計画、搭載燃料で出発後、航路上で低高度に変更した場合、目的地まで消費燃料が不足可能性がある。（途中、空港で再給油などの可能性）

宇宙天気について事前に情報があれば、適切な飛行計画（高度、搭載燃料）で運航が可能となる。

# まとめ

航空機の運航について影響、無線通信は大変重要な事柄になります。また、運航乗務員への健康問題にも取り組んでいます。

航空会社としては宇宙天気理解を進めるとともに、情報をすぐに確認でき、運航に利用しやすくなるよう協力していきます。

ご静聴ありがとうございました。