

第10回(平成27年度)

航空気象シンポジウム

平成27年11月20日(金)

午後1時～午後5時30分

会場／東京国際空港第一旅客ターミナルビル ANA 講堂

◇講演◇

- 航空機の火山灰問題の経緯
- 東京航空路火山灰情報センターの業務について
- 噴煙と鹿児島空港の運用について

◇公開座談会◇

- 「火山灰情報の共有と安全運航」

主催 公益社団法人 日本航空機操縦士協会

一般財団法人 航空交通管制協会

後援 気 象 庁

国土交通省航空局

目 次

航空機の火山灰問題の経緯	1
参考資料1 火山灰遭遇時の管制交信記録.....	19
東京航空路火山灰情報センターの業務について	21
噴煙と鹿児島空港の運用について	37
参考資料2 火山灰情報の共有と安全運航 モーニンググローリー航空002便.....	55
参考資料3 日本の活火山と気象庁の火山監視体制.....	61
参考資料4 ライン運航と火山灰対策.....	75

第10回（平成27年度）航空気象シンポジウム

プログラム

1. プロローグ・開会の挨拶 (13:00～13:20)

公益社団法人 日本航空機操縦士協会 会長 下枝 堯 氏

気象庁総務部 航空気象管理官 倉内 利浩 氏

2. 講演 (13:20～15:20)

航空機の火山灰問題の経緯

<40分>

桜美林大学

教授 小野寺 三朗 氏

東京航空路火山灰情報センターの業務について

<40分>

気象庁地震火山部火山課 東京航空路火山灰情報センター

予報官 下坪 善浩 氏

噴煙と鹿児島空港の運用について

<40分>

国土交通省 大阪航空局 鹿児島空港事務所

主任航空管制官 神田 廉平 氏

———休憩——— (15:20～15:35)

3. 公開座談会 (15:35～17:15)

「火山灰情報の共有と安全運航」

パネリスト:

全日本空輸 B787 機長	真下 和之 氏
ソラシドエア B737 操縦士	真島 裕介 氏
東京航空局 東京空港事務所 航空管制官	原田 隆幸 氏
大阪航空局 鹿児島空港事務所 航空管制官	神田 廉平 氏
気象庁 地震火山部火山課 東京航空路火山灰情報センター	下坪 善浩 氏
日本航空 運航管理者	高田 寛 氏

ファシリテーター

日本航空機操縦士協会 航空気象委員長

山本 秀生

(日本貨物航空 B747 機長)

4. まとめ (17:15～17:25)

5. 閉会 (17:25～17:30)

総合司会 : 日本航空機操縦士協会 森 さやか (NHK ワールド)

「航空気象シンポジウム」

航空機の火山灰被害の 経緯

2015年11月20日

桜美林大学
小野寺三朗

1

目次

1. 国内空域で発生した航空機被害
2. エンジン停止のメカニズム
3. 地域課題から世界的課題への変化と対策
4. リダウト火山全エンジン停止機の管制交信

2

火山灰による航空機被害(国内)

番号	年月日	火山名	飛行場	機種	主な損傷箇所等
1	'73.2.3	浅間山	羽田	DC8	ウインドシールド(W/S)損傷
2	'75.4.8	桜島	鹿児島	L1011	〃 (1)
3	'77.8.7	有珠山	千歳	DC8	〃
4	〃	〃	〃	DC8	〃
5	〃	〃	〃	L1011	〃
6	〃	桜島	鹿児島	L1011	〃
7	'77.11.19	〃	〃	DC8	〃
8	'77.12.25	〃	〃	L1011	〃 (1)
9	'78.12.4	〃	〃	L1011	〃 (1)
10	'79.11.18	〃	〃	L1011	〃 (1)
11	〃	〃	〃	L1011	〃 (1)
12	'79.12.24	〃	〃	YS11	〃 (1)
13	'82.11.23	〃	〃	B727	〃 (1)

注:(1)は吉玉(1984)による

3

火山灰による航空機被害(国内)(続)

番号	年月日	火山名	飛行場	機種	主な被害等
14	'86.6.24	桜島	鹿児島	DC9	W/S 損傷
15	'86.11.21	伊豆大島	成田	B747	W/S上に放電. 木の燃焼臭.
16	〃	〃	〃	DC8	W/S等,機体各所損傷
17	〃	〃	〃	DC10	〃 〃 , Pitot管に火山灰
18	〃	〃	〃	B747	W/Sに多数の傷
19	'91.6.3	桜島	宮崎	DC9	エンジン圧縮機翼,W/S等,機体損傷 (2)
20	〃	雲仙	熊本	A300	上昇中遭遇,被害なし (2)
21	'91.8.5	桜島	鹿児島	B737	W/S 損傷
22	'00.8.18	三宅島	成田	B747	エンジン4基重大被害,再出発不可 要修理
23	〃	〃	〃	B737	〃 2 〃 , 〃 〃
24	〃	〃	〃	B747	硫化水素臭. 到着後の点検で被害なし (3)

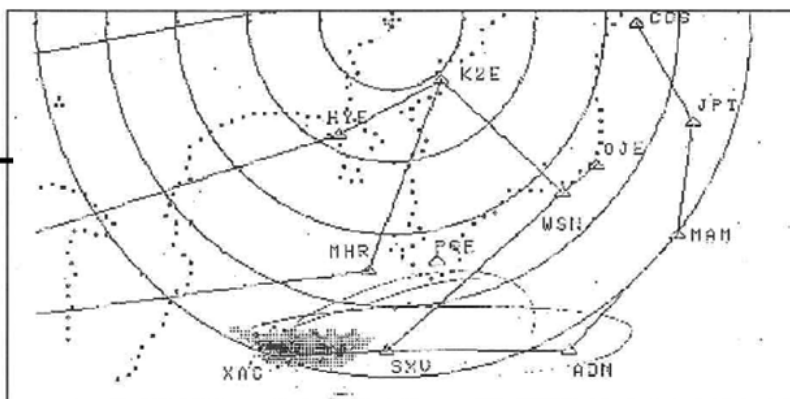
注:(2): Casadevall, T (1993.12.11 付私信)による.

(3):Tupper, et al., (2004)による

4

1986年11月21日1617L噴火後の火山灰拡散

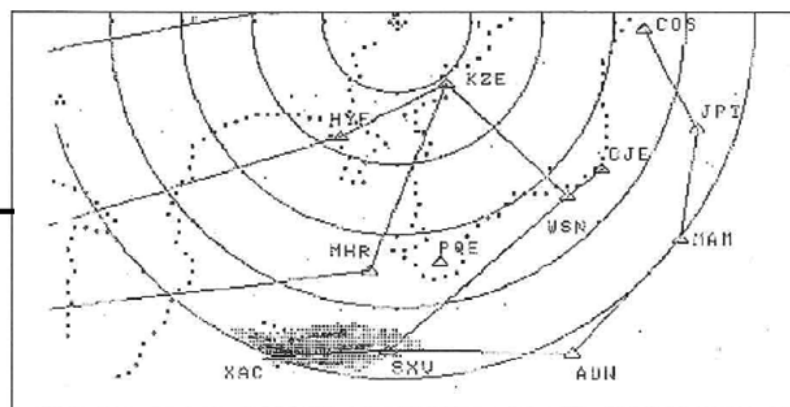
1710L



Imagery at 0810UTC, or 53 minutes after the 0717UTC eruption

(JMA C band Radar + 1.7 deg.)

1745L



Imagery at 0845UTC, or 1 hour 28 minutes after the eruption. VA encounter occurred b/n 0900 to 0920 UTC, at 40 to 60nm east the volcano

5

Vocanic Ash Encounter Reported at Izu-Oshima Eruption on Nov. 21, 1986

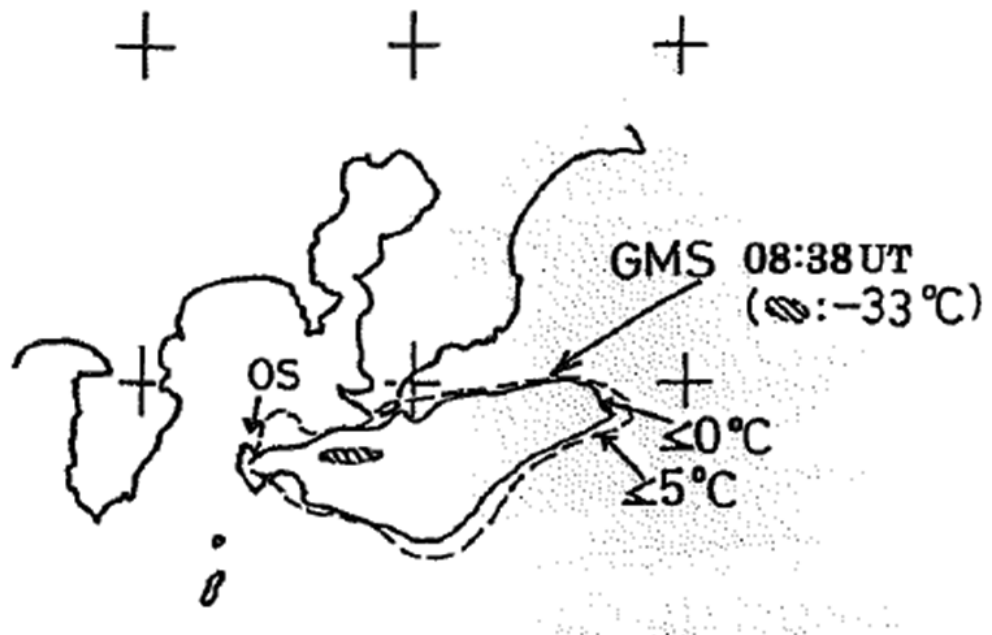
	A	B	C	D(1)
Location	60nm S of NRT	40nm E of Oshima	60nm E of Oshima	Unknown
ALT	20,000-30,000ft	30,000ft-26,000ft	20,000ft-23,000ft	17,000ft-10,000ft
FLT VIS	Night FLT(Good)	Night FLT(Good)	Night FLT(Good)	Unknown
Affect	Flame · Spark on Windshield	Unusual Odour in cockpit	Static Discharge on Windshield in 30-40 sec	Passed VA LYR in 3 minutes. (2)
	Odor like burning of wood			LGT~MOD Turb in VA Layer
Damage	Normal	Ash debris of small particle like fog particle	Erosion on W/S, Vert/Hz Stab, and other part	Fine scratches on W/S
			Found VA in pitot drain hose	

(1) by IATA Report

(2) Maintained NI at or above 60% and selected Continuous Ignision (FLT START) during descent

6

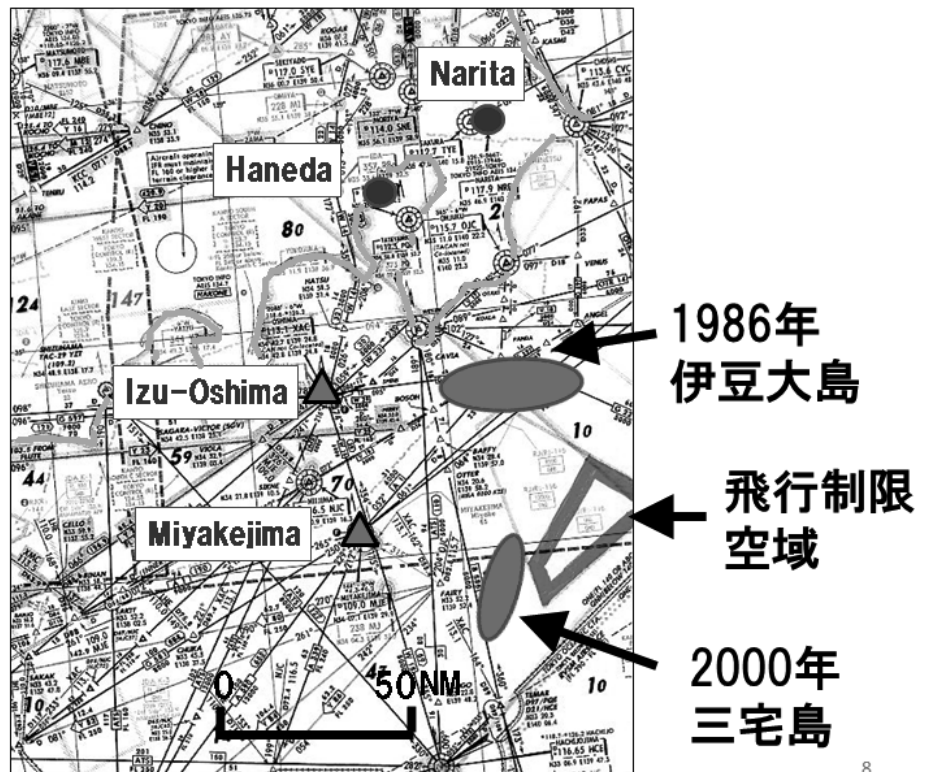
GMS(赤外)画像による噴煙(火山灰拡散)



第36図 1986年11月21日09UTのGMS画像による噴煙(5°C, 0°C以下)の広がり

(澤田, 2003)

1986年と2000年の火山灰被害空域

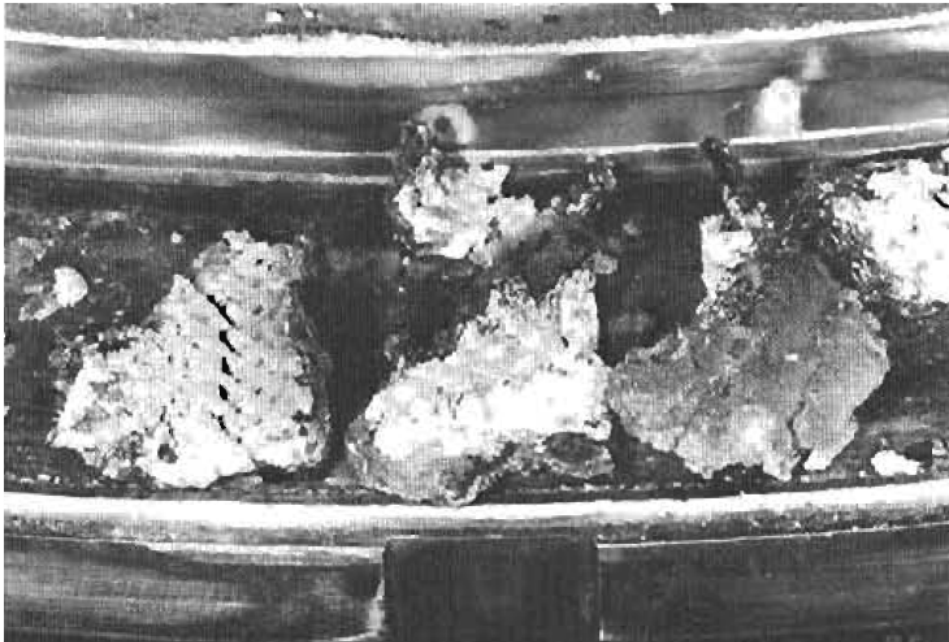


8

火山灰の定義と特徴

- 火山灰 : 粒子の直径が 2mm未満
 - // 礫 : // 2~64mm
 - // 岩塊 : // 64mm超
- マグマが破碎・急冷したもの
ガラス片・鉱物結晶片から成る
- 融点 : 一般的な砂より低い

(気象庁HP他)⁹

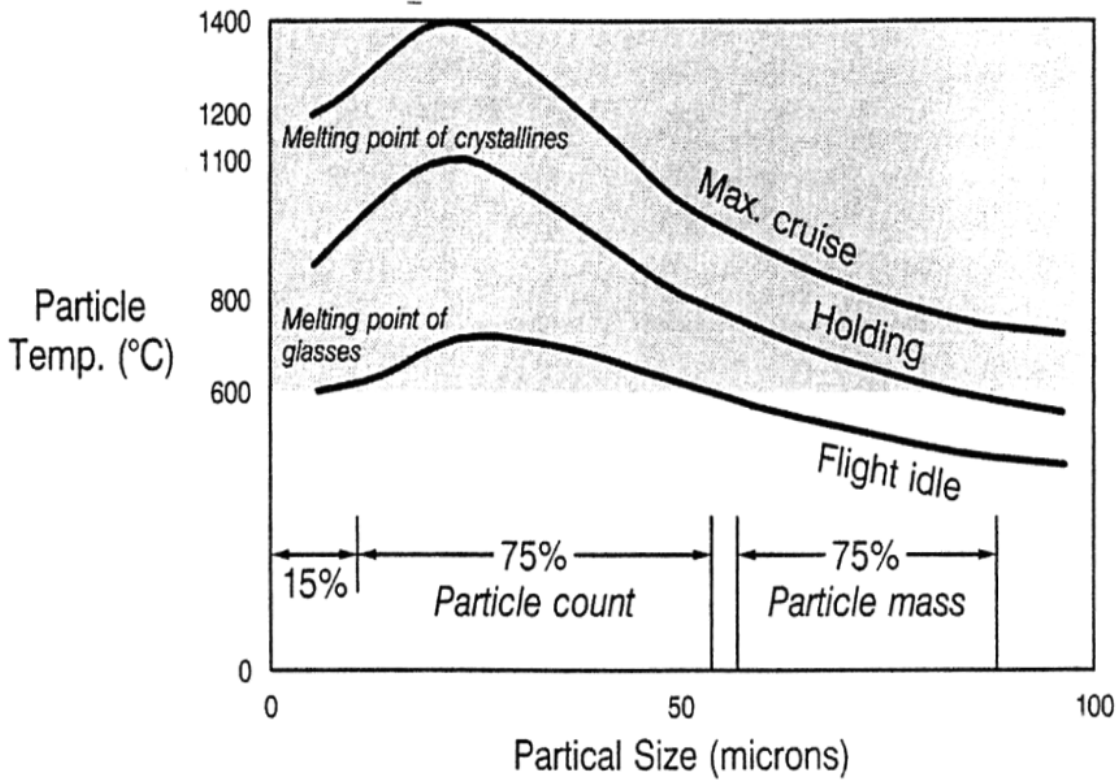


“IMPACT OF VOLCANIC ASH FROM 15 DECEMBER 1989 REDOUBT VOLCANO ERUPTION ON GE CF6-80C2 TURBOFAN ENGINES”

(Z.Przedpelski and T.Casadevall,1994)

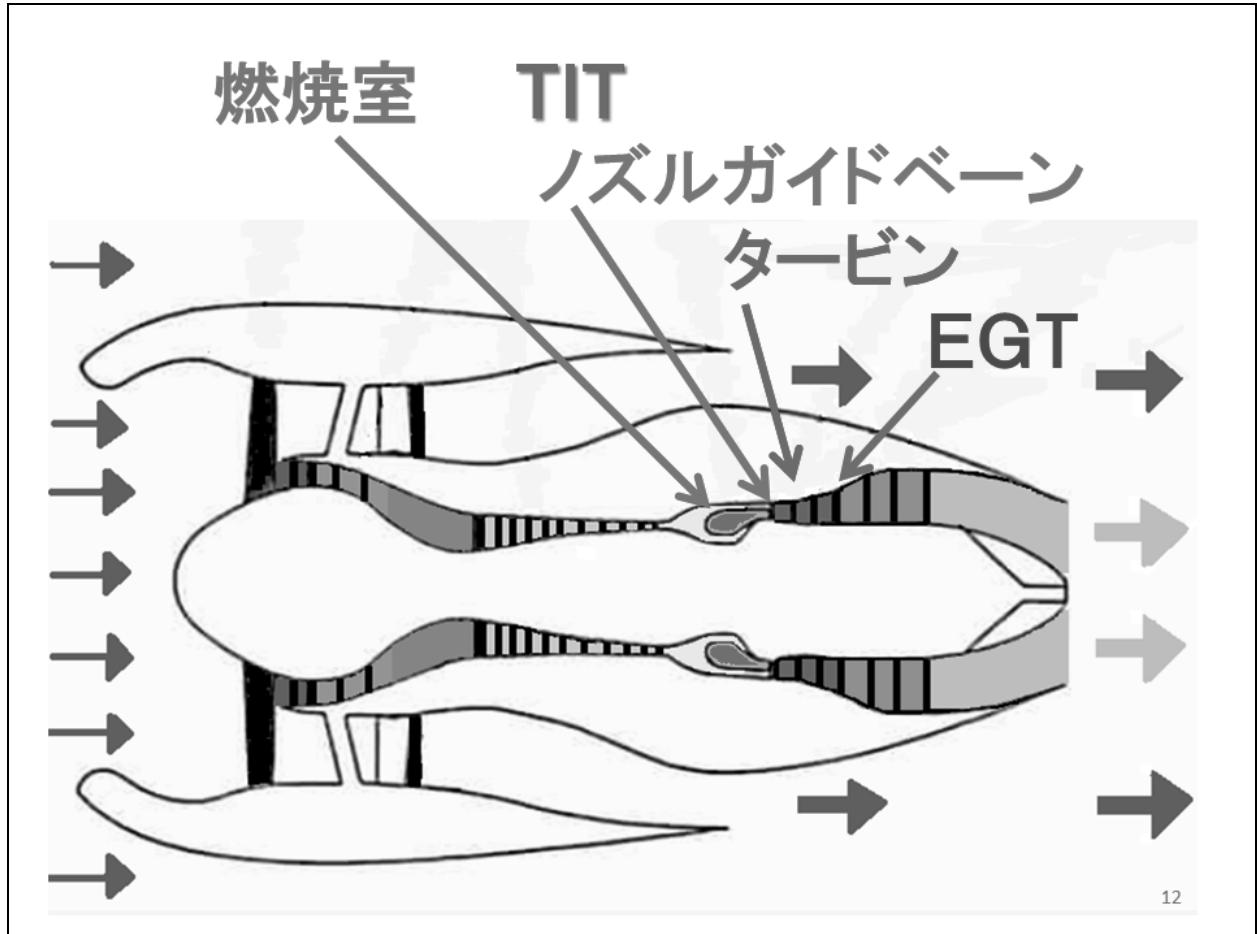
10

推力設定・粒径と上昇温度の関係(Boeing)



("Boeing 757/767 Flight Operations Symposium" 配布資料(1991),Boeingより)

11
FA482BW.48



12

エンジン内各部の温度の違い (CFM56-2)

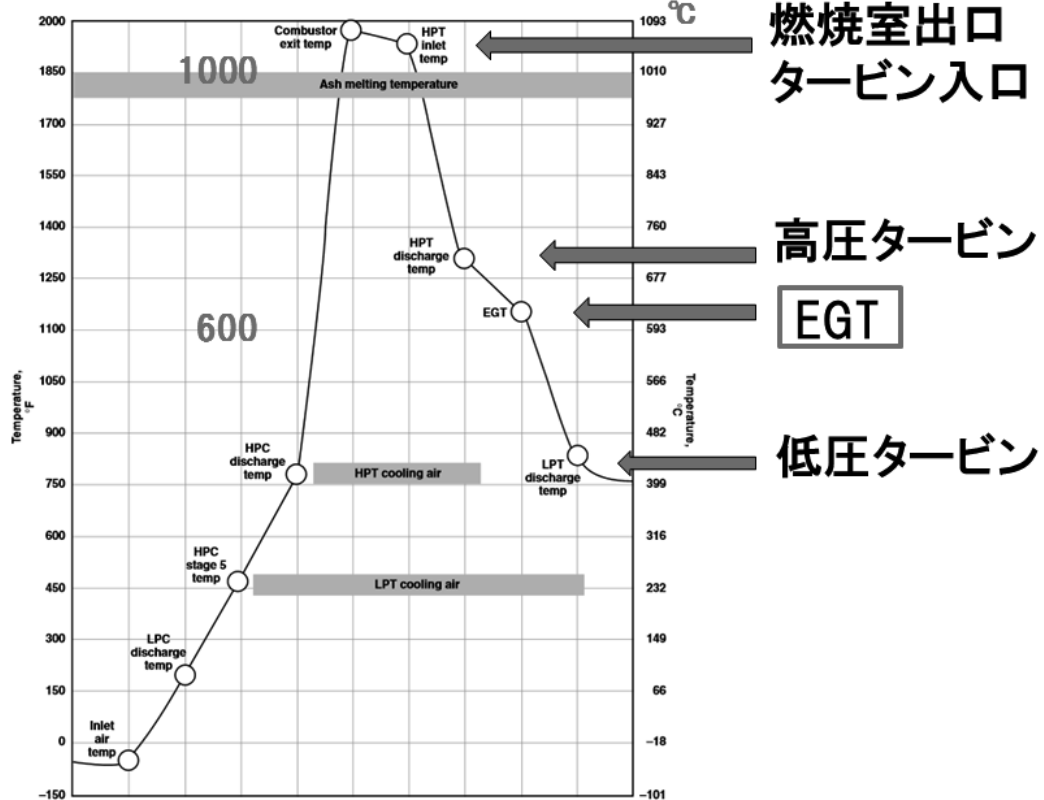


Figure 10. Estimated temperatures through the CFM56-2 at ash encounter conditions.

(Grindle T., et al. (2003)に加筆)

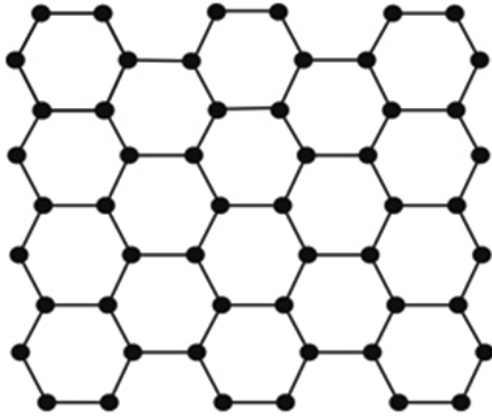
結晶質とガラス質

- ・**固体**：定まった形を持つ状態(物質の3態の一つ)
物質は一般に低温,高圧になるに従い,化学変化を起さない限り,この状態をとり易い.
- ・**結晶**：空間的に周期的な原子配列を持った固体物質.
- ・**結晶質**：結晶構造を持つ固体物質.
- ・**非晶質**：原子又は分子の配列が規則性を持たない.
- ・**ガラス**：ガラス状態にある物質(普通はケイ酸塩ガラスを指す).
- ・**ガラス状態**：液体を結晶化させる事なく冷却し,その粘度が固体と同程度に達した非晶質状態、或いは無定形状態.

14
(岩波書店発行「理化学辞典」(5版)他参照)

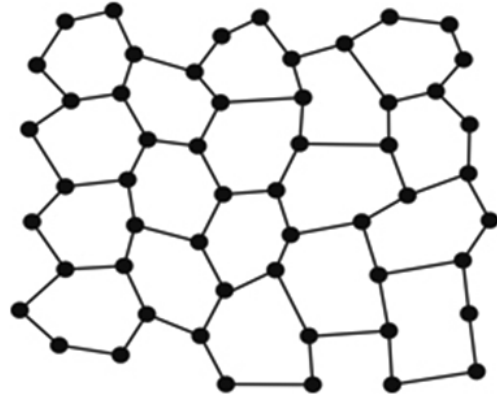
原子配列の違い

規則的(結晶質)



Atomic model of an ordered material (crystal)

不規則(非晶質)



Atomic model of glass (an amorphous material)

石英,通常の砂等

ガラス等

(CSIC HP http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/parte_01-en.html より転載し加筆)

マグマ・岩石・鉱物

- ・**マグマ**: 地下で岩石が融解して出来た流体。
多くの場合結晶や気泡を含む。マグマの殆どは岩石と同様、シリカ(二酸化珪素)が主成分。
温度は化学組成で異なるが、900~1250°C。
- ・**岩石**: 地球の固体部分を構成する物質。
岩石は固有の鉱物の組み合わせにより成る。
生成様式により火成岩・堆積岩・変成岩に分類。
- ・**鉱物**: 地殻に産出する、均質のほぼ一定の化学的・物理的性質を持つ、無機質の結晶質物質。
化学組成が同じでも結晶構造異なると別鉱物(石墨⇔ダイヤモンド)。

16
(岩波書店発行「理化学辞典」(5版)他参照)

火成岩

(1)冷却速度の違いによる分類: (⇒岩石組織の違い)

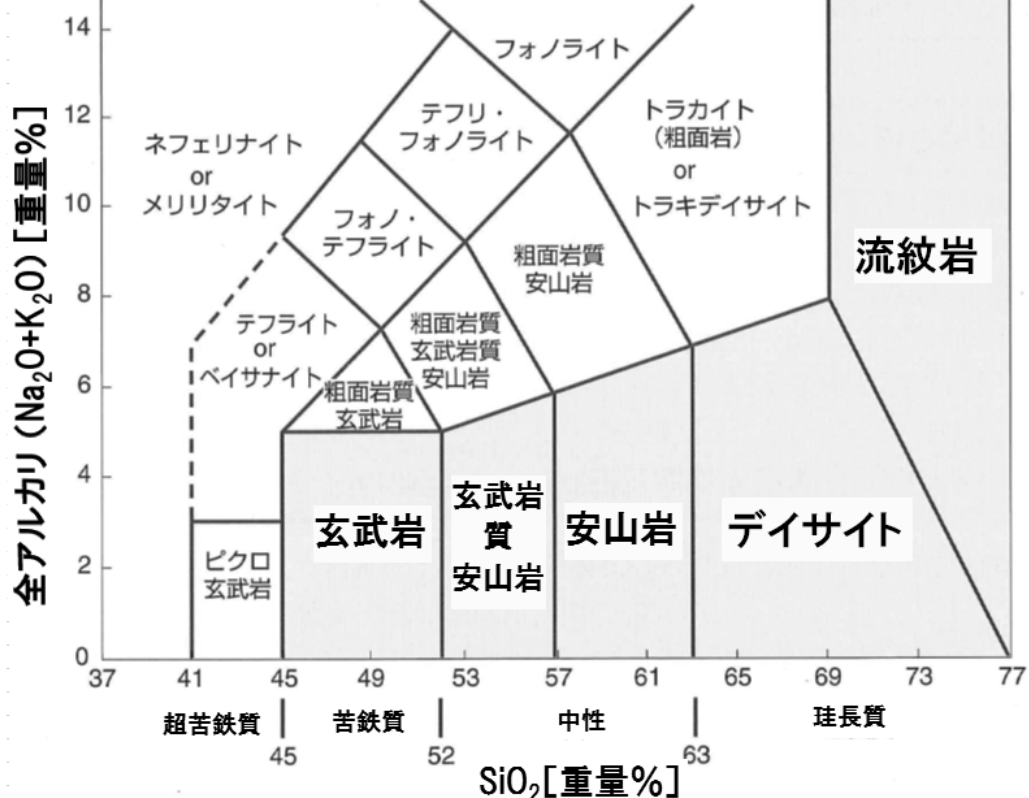
- ・深成岩: マグマの比較的緩やかな冷却により形成.
結晶は粗粒・等粒状.
マグマその物やマグマから早期晶出した物.
(橄欖岩の一部・花崗岩・斑レイ岩等)
- ・火山岩: マグマの急速な冷却により形成.

(2)深成岩の主な分類: ()内は造岩鉱物

- ・超苦鉄質(超塩基性)岩: (橄欖石・斜方輝石・単斜輝石)
- ・花崗岩類 : (石英・アルカリ長石・斜長石)
- ・斑レイ岩類 : (斜長石・輝石・橄欖石)

17
(岩波書店発行「理化学辞典」(5版)他参照)

シリカーアルカリ図と火山岩の分類(藤井)



18
(「地震・津波と火山の事典」(藤井他)に一部修正・加筆)

(3)火山岩の分類: ≈ マグマの分類

① シリカ - アルカリ図:

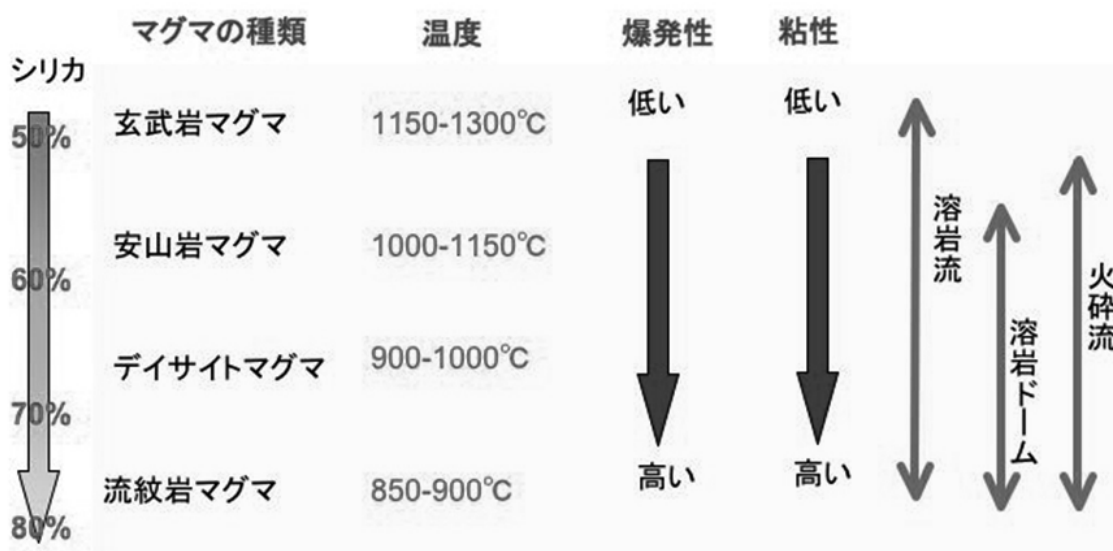
〔 二酸化ケイ素 (SiO ₂)	重量%
〔 全アルカリ (Na ₂ O + K ₂ O)	重量%

② シリカの量: (日本)

二酸化ケイ素 (SiO ₂)	重量%
玄武岩	45-52
安山岩	52-63
デイサイト	63-70
流紋岩	>70

19
(藤井(2008)参照)

日本のマグマの種類と性質(藤井)



【図1】日本のマグマの種類と性質

©藤井敏嗣

マグマに含まれるシリカが多いほど、その粘り気も増大します。

20

(NHK HP 「備える防災」)(<http://www.nhk.or.jp/sonae/column/20120811.html>)

火山灰の化学組成とその影響

- 火山灰に含まれるシリカ(SiO_2 二酸化ケイ素)の割合(重量比) 40%~70%超

シリカ少(苦鉄質)マグマ ⇒ 非爆発的噴火

シリカ多(珪長質)マグマ ⇒ 爆発的噴火

21

Naval Research Laboratory

Monterey, CA 93943-5502



NRL/MR/7540--07-9080

An Assessment of the Meteorological Conditions Leading to the NOAA WP-3D Engine Compressor Stalls of February 9, 2007, Due to Sea Salt Aerosol Particle Fouling

JEFFREY S. REID
CDR DANIEL P. ELEUTERIO, USN
B. JOHN COOK
ANNETTE L. WALKER
KIM A. RICHARDSON
DOUGLAS L. WESTPHAL
JIANGLONG ZHANG

*Meteorological Applications Development Branch
Marine Meteorology Division*

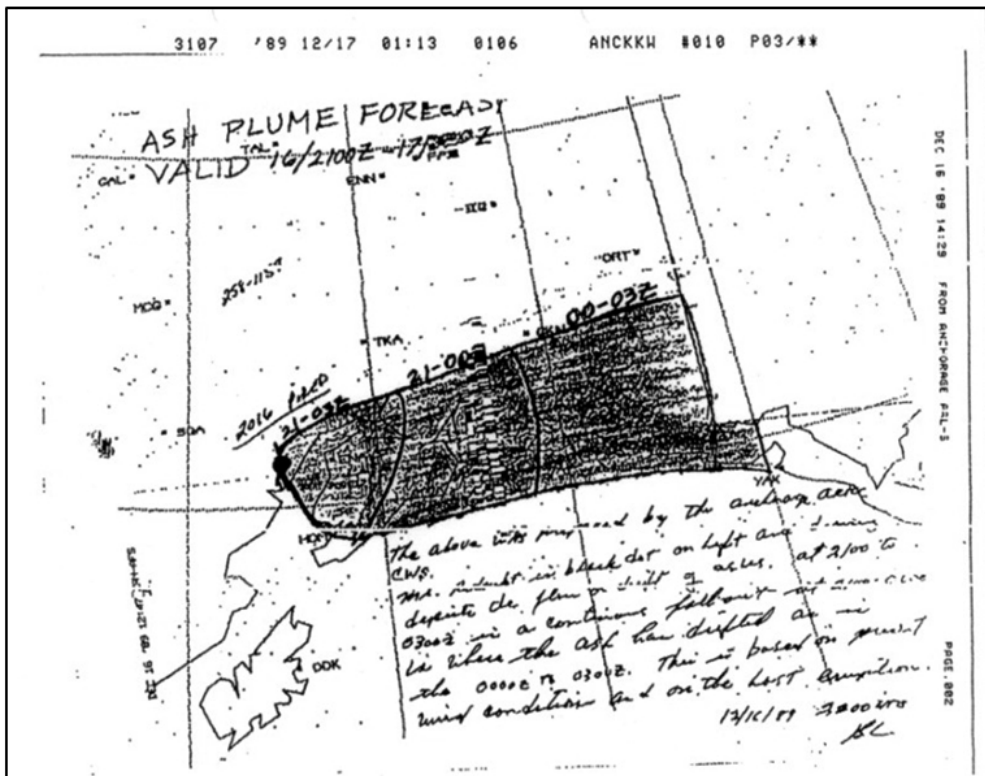
22

機体除灰作業により落下・拡散する火山灰



1980年5月18日のSt. Helens 火山噴火後の除灰作業の状況 (Bailey, D., 1991より)

初期の火山灰拡散予測図(1989年)



(Volcanic Ash Forecast between 162100z and 170300z Dec. 1989. NWS)²⁴

1984年：B747-200 全エンジン停止
インドネシア

1989年：B747-400 全エンジン停止
米国



危機感⇒ 対策の必要性⇒ 検討会議開催へ

1991年6月：被害多発（フィリピン）

1991年7月：国際シンポジウム（シアトル）
⇒ VAAC 設立へ

25

駐機中の火山灰堆積の影響 (Cubi Point 海軍航空基地)



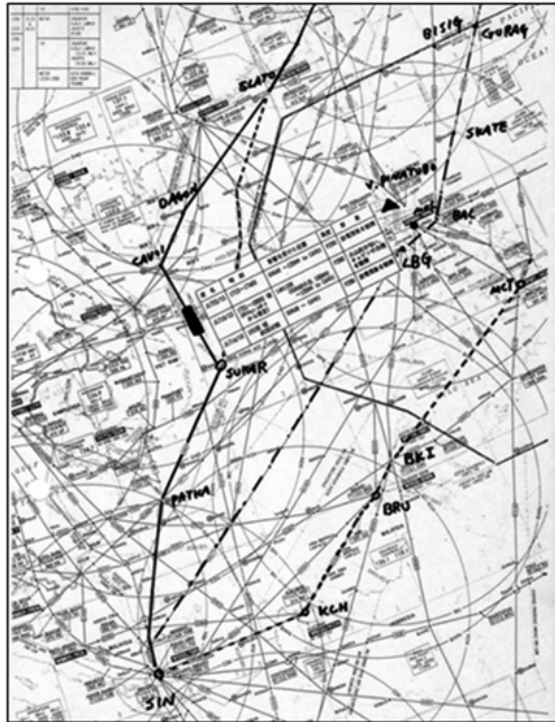
Photo was taken on 17 June 1991 by R. L. Rieger, U.S. Navy

(http://www.ngdc.noaa.gov/nndc/struts/results?EQ_0=4428&t=101634&s=100&d=100)

26

1991年6月15日-16日の Pinatubo火山灰被害

(a)



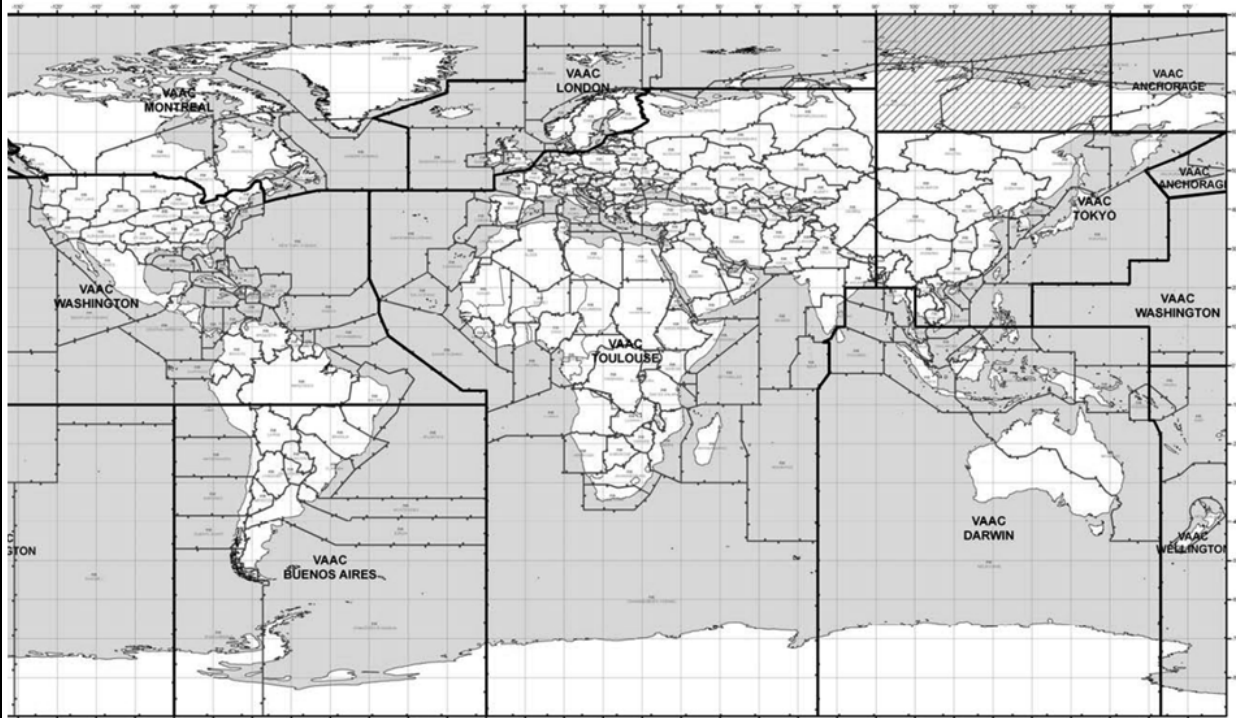
(b)



Note to (a) :JL722(Kuala Lumpur to Narita, DC10), JL710(Singapore to Narita, B747-400), and JL714 (Singapore to Itami, DC10) encountered volcanic ash at middle of the route between SUKAR and CAVOI.

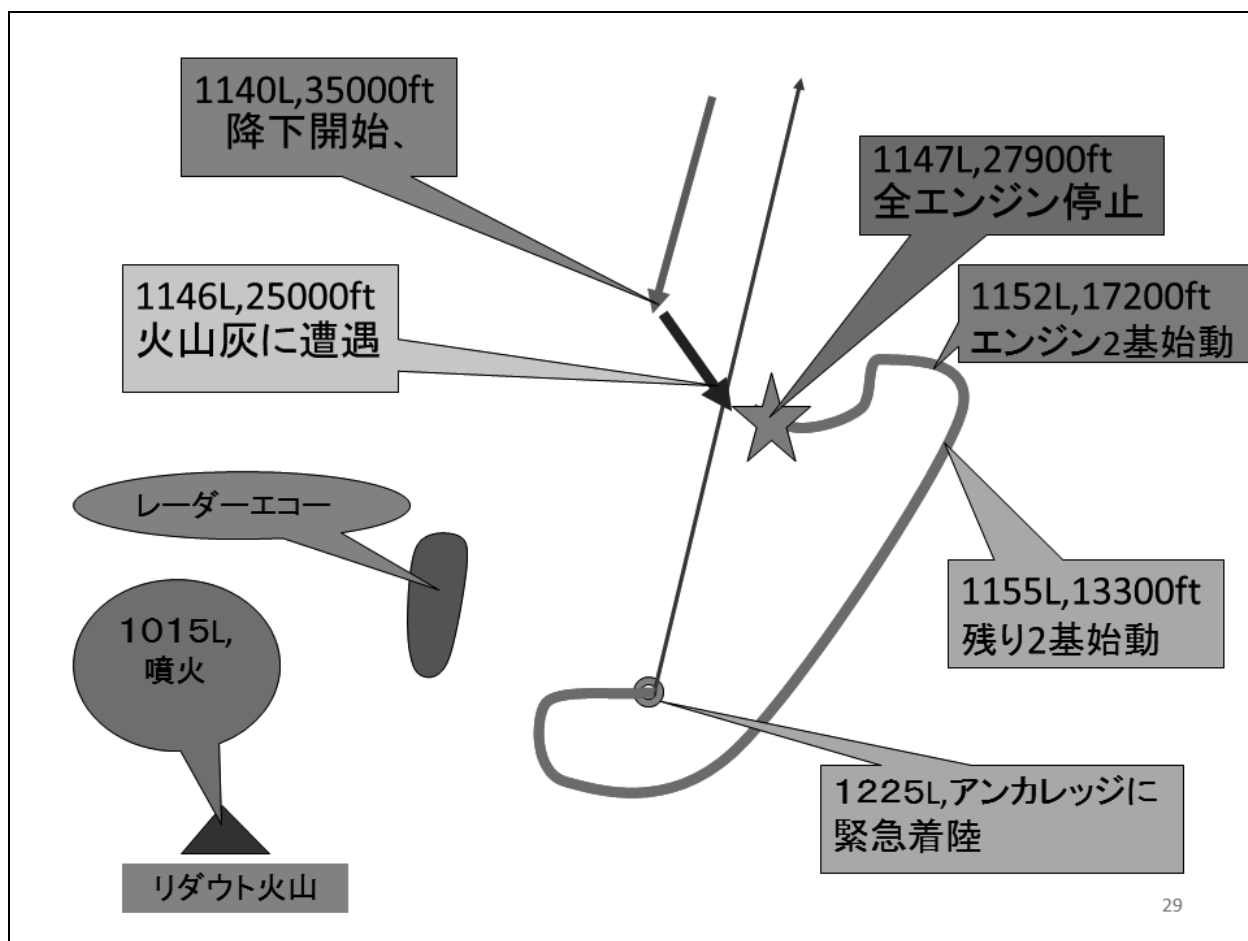
27

FIRとVAAC の担当領域



"MAP - Areas of Responsibility" ICAO Doc 9766

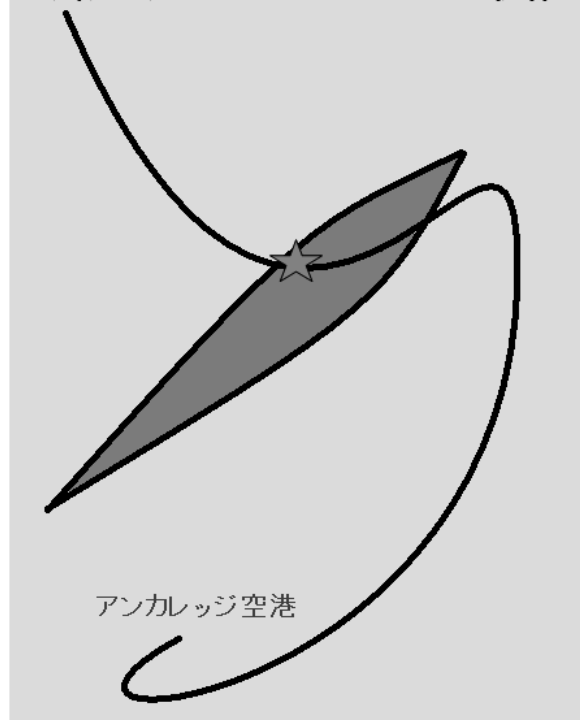
28



交信記録からわかること

- ・火山灰に入る可能性を懸念し警戒していた
- ・実際に火山灰に入り,深刻さに気付いた
- ・火山灰から脱出しようと上昇を試みた
- ・上昇途中に全エンジンが停止した
- ・機体は自由落下状態に陥った

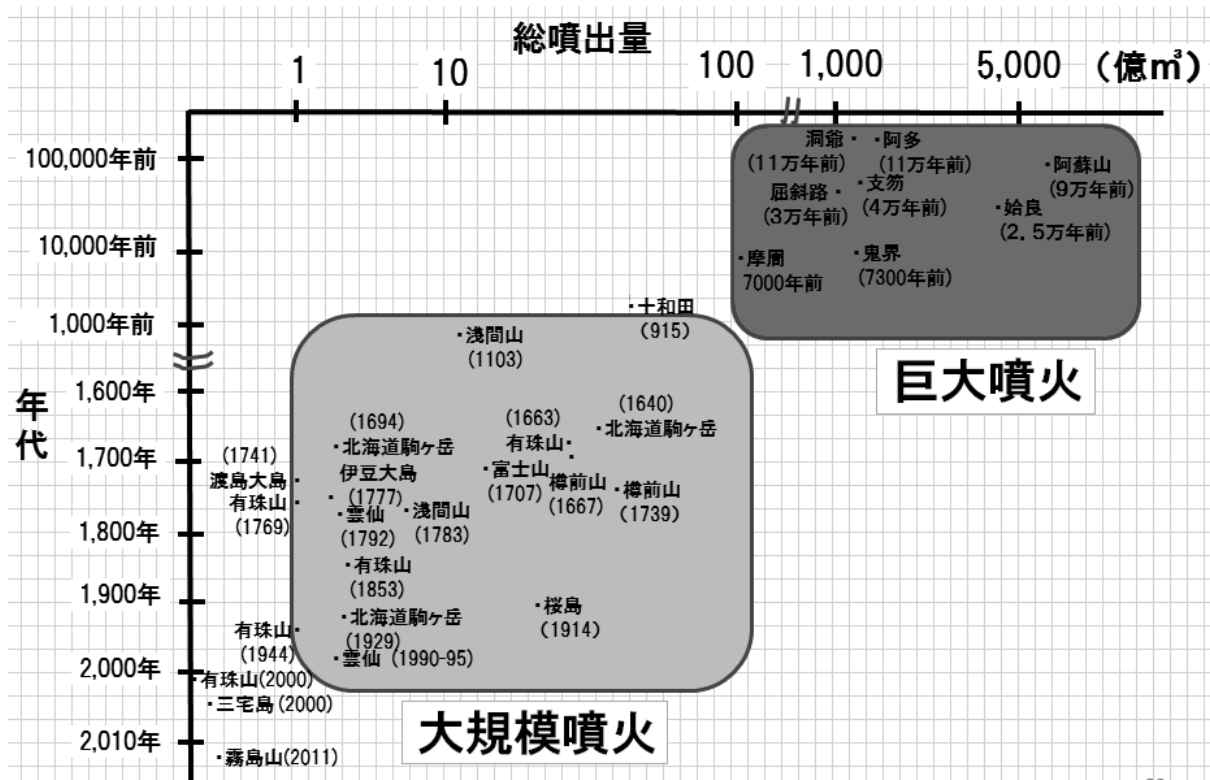
火山・空港・火山灰拡散空域・火山灰遭遇地点の位置関係 (Not to Scale)



▲
リダウト火山



過去に発生した大規模噴火



32
(内閣府「大規模火山災害対策への提言」(2013)掲載の図を模写し一部加工)

災害(被害)防止の為の 「体制」と「態勢」

(特定非営利活動法人 火山防災推進機構理事長
京都大学名誉教授: 石原和弘博士, 2015)

33

主な参考文献

- Bailey, D. M. (1991) : Cleanup of Grant County Airport After May 18, 1980, Eruption of Mount Saint Helens. *In* : Casadevall, T.J., ed., *Programs and Abstracts, First International Symposium on Volcanic Ash and Aviation Safety*, Seattle, WA. July 8-12, 1991, U.S. Geological Survey Circular 1065, 11.
- Brandley, R.S. ed., (1990) : *The Eruption of Redoubt Volcano, Alaska, December 14, 1989-August 31, 1990*. United States Geological Survey, U.S. Geological Circular 1061, 1-13.
- Campbell, E. E. (1991) : Volcanic Ash. *The Article in the 1991 757 and 767 Flight Operations Symposium*. The Boeing Company, 4.2.1-4.2.31.
- Federal Aviation Administration (1995) : *Volcanic Ash Hazards to Aviation, A Briefing for Air Traffic Controllers*. U.S. Office of Personnel Management. Applied Science Association. (Video Tape)
- Grindle, T. J. (2003) : Engine Damage to a NASA DC-8-72 Airplane From a High-Altitude Encounter with a Diffuse Volcanic Ash Cloud. Drayden Flight Research Center, NASA. NASA/TM-2003-212030, 1-22.
- International Civil Aviation Organization (2015) : *Manual on Volcanic Ash Volcanic Ash, Radioactive Material and Toxic Chemical Clouds* (3rd Ed.,). Doc.9691-AN/954, ICAO.
- Reid, J. S., et al. (2007) : An Assessment of the Meteorological Conditions Leading to the NOAA WP-3D Engine Compressor Stalls of February 9, 2007, Due to Sea Salt Aerosol Particle Fouling. Naval Research Laboratory, U.S. Navy. NRL/MR/7540-07-9080, 1-36.
- 石原和弘 (2015):「火山列島日本の未来」.『ひと・健康・未来』,ひと・健康・未来研究財団, 6. 4-14.
- 小野寺三朗 (1995): 12.2.2.「航空機災害」. 下鶴大輔・他編『火山の事典』(初版). 朝倉書店. 382-392.
- 澤田可洋 (2003):「静止気象衛星『ひまわり』の画像による噴火噴煙の観測とその解析に関する研究」.『気象庁研究時報』. 気象庁. 55.4. 128-138.
- 長倉三郎・他 (1999) : 『理化学辞典』(5版)(CD-ROM版). 岩波書店.
- 藤井敏嗣・他編 (2008) : 『地震・津波と火山の事典』. 丸善株式会社. 103-115.
- 藤井敏嗣 (2015) : 「噴火の源・マグマとは」.『NHK そなえる防災』第2回, NHK. <http://www.nhk.or.jp/sonae/column/20120811.html>. (2015年10月30日閲覧).
- 吉玉卓雄 (1984):「桜島噴煙回避運航方式の改善について」.『航空気象ノート』. 気象庁航空気象管理課. 29.42-52. 34

火山灰遭遇時の管制交信記録

"Volcanic Ash Hazards to Aviation - A briefing for Air Traffic Controllers"
(1995年) より

FAA等の協力で制作された教育ビデオの中で紹介されている、1989年12月15日 Redoubt
火山噴火時の火山灰遭遇機と管制との交信記録抜粋とその邦訳

(註: OOOxxx は火山灰遭遇機の Call Sign を示す. 邦訳は小野寺による仮訳)

- ①Pilot: OOOxxx heavy is reaching (Flight) Level 250, Heading 140
[FL250 に到達, 機首は 140 度方向です]
- ②ATC: OK, Do you have good sight of the ash plume at this time ?
[了解, 今, 火山灰の煙が はっきり見えていますか?]
- ③Pilot: It's just cloudy, It could be ashes,.....
It's just a little browner than a normal cloud there
[通常の雲の中です..... 火山灰かも知れません.....
通常の雲よりやや茶色味がかっています]
- ④Pilot: Ah, We don't know, We have to go left now,
It's smoky in the cockpit at the moment sir
[良くわかりません. 左に行かなければなりません.
現在操縦室内に煙が充満しています]
- ⑤ATC: OOOxxx heavy, roger, Left at your discretion"
[了解, pilot の判断で左旋回してください]
- ⑥Pilot: Climbing to level 390, we're in the black cloud, heading 130"
[FL390 に上昇中です. 黒い雲の中にいます. 機首は 130 度方向]
- ⑦Pilot: OOOxxx heavy we have flamed out all engines and we are descending now
[OOOxxx は全エンジン燃焼停止し, 現在降下中です]
- ⑧ATC: OOOxxx heavy, Anchorage
[OOOxxx, こちらはアンカレッジ]
- ⑨Pilot: OOOxxx heavy we are descending now, we are in a fall.
[OOOxxx は現在降下中, 我々は落下中です]
- ⑩Pilot: OOOxxx heavy we need all the assistance you have sir.
Give us radar vector please
[OOOxxx, あらゆる支援をお願いします.
レーダー誘導をお願いします]

平成27年11月20日
航空気象シンポジウム

東京航空路火山灰情報センター の業務について

気象庁

東京航空路火山灰情報センター

予報官 下坪 善浩

コルドンカウジェ火山(チリ)の噴火(2011年6月 4日)

コルドンカウジェ火山噴火の火山灰の流れ

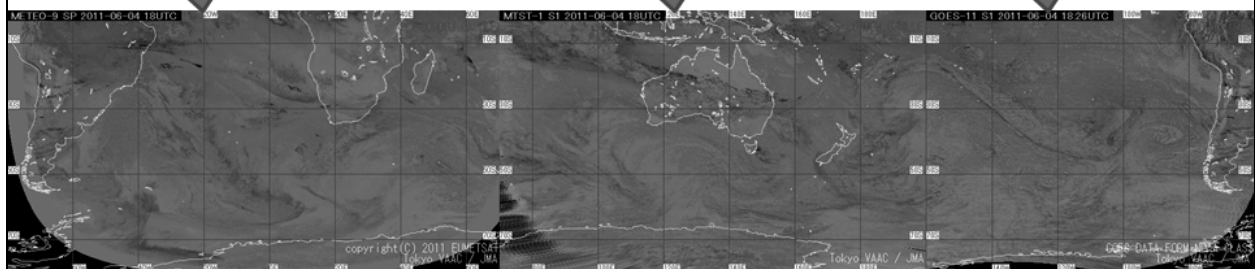
○2010年2月27日 M8.8の地震発生

○2011年6月 4日 噴火(10km~12km)

欧州の衛星

日本のひまわり

米国の衛星



過去の巨大地震

○1960年5月24日 M9.5の地震発生

○地震から2日後(38時間後)に噴火

目次

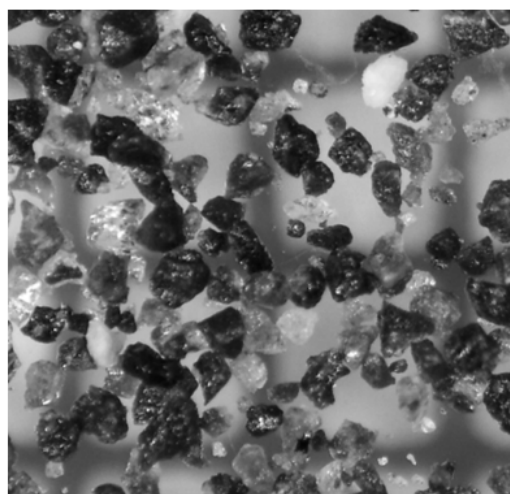
1. VAACの業務概要について
2. 気象衛星による火山灰の解析
3. 移流拡散モデルによる火山灰の予測
4. 情報提供の方法

3

1. VAACの業務概要について

○火山灰とは

- 火山活動によって岩石や急冷されたマグマが細かく砕かれたもの。直径2mm以下のものを火山灰と定義されている(直径2mm以上、64mm以下は火山礫)。
- マグマが急速に冷やされて固まるとガラスとなり、細かく砕かれると玉状や針状などの様々な破片となる。



← 1mm →

2012年9月20日 13時42分
桜島(昭和火口)爆発時に採取された火山灰

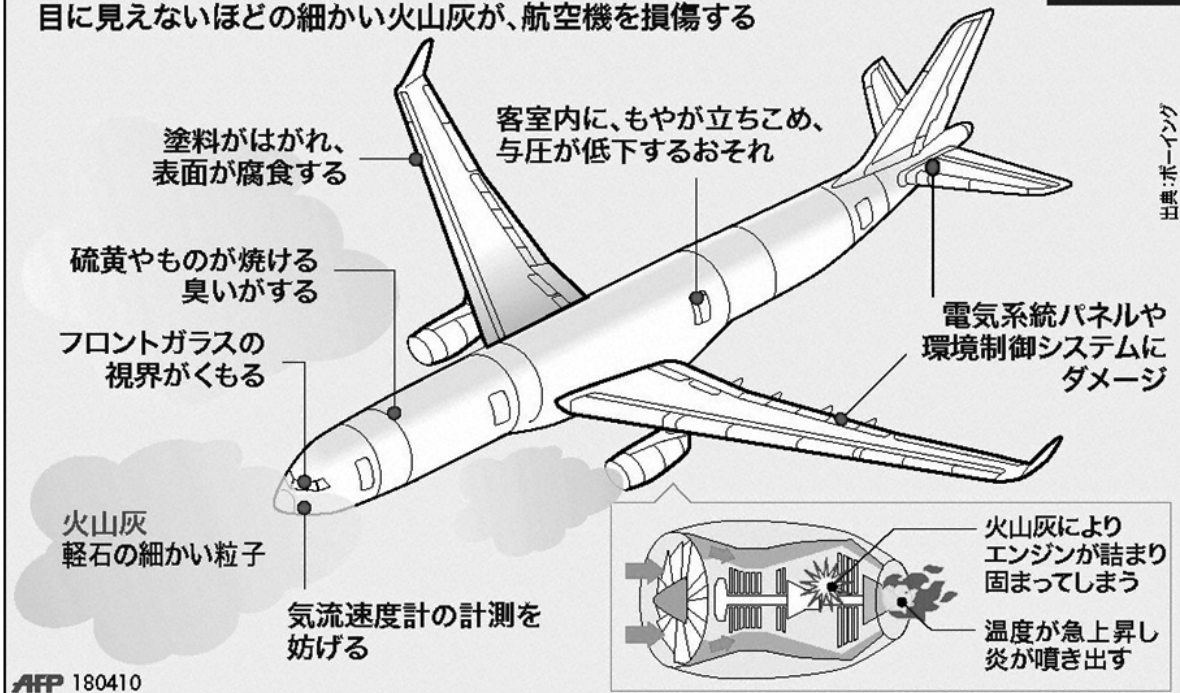
4

火山灰の航空機への影響

火山灰が航空機に与える脅威

AFP
BB News

目に見えないほどの細かい火山灰が、航空機を損傷する



(c)AFP

火山灰による航空機の重大被害

(被害機数はUSGSによる)

- 1973年から1991年の18年間に207件発生
- 1980年：米国・セントヘレンズ火山（民間機等8機）
- 1982年：インドネシア・ガルングン火山
(B747全エンジン停止、他4機)

6月24日 英国航空B747の例(ロンドン～ニュージーランド)

- 高度37,000ftで飛行中にガルングン火山(インドネシア)の火山灰により、エンジン4基とも14分間推力喪失、
- 高度14,000ftで1基再始動、12,500ftで4基再始動。ジャカルタへ緊急着陸に成功。
- エンジン4基交換、ウインドシールドと翼前縁が削れる

- 1989年：米国・リダウト火山
(B747-400全エンジン停止、他5機)
- 1991年：フィリピン・ピナツボ火山(18機)

6

航空路火山灰情報センターの発足

- 1982年

ICAO (国際民間航空機関) は、火山灰による航空機事故を回避するため、WMO (世界気象機関) などの協力のもと、各国の気象監視局が火山灰に関する情報をSIGMETで発表することとし、これを支援するための情報として、航空路火山灰情報 (Volcanic Ash Advisory) を定め、地域ごとに情報を提供するための航空路火山灰情報センター (VAAC) の設置を勧告した。

- 1993年5月

ICAO第3回アジア/太平洋地域航空会議で、東京・ダーウィン・ウェリントン・ワシントン VAAC設置国として指名 (11月の理事会で承認)

- 1997年3月

東京航空地方気象台 (羽田) に航空路火山灰情報センターを設置

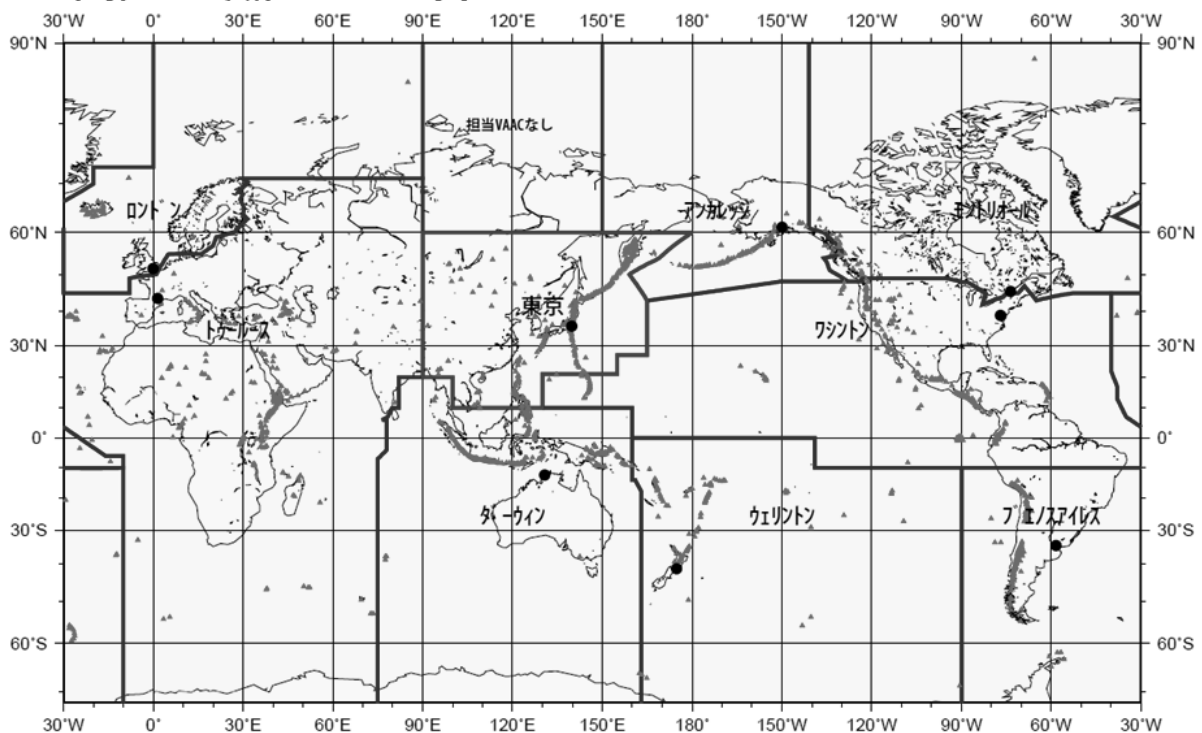
- 2006年4月

気象庁 (大手町) の地震火山現業に業務集約

7

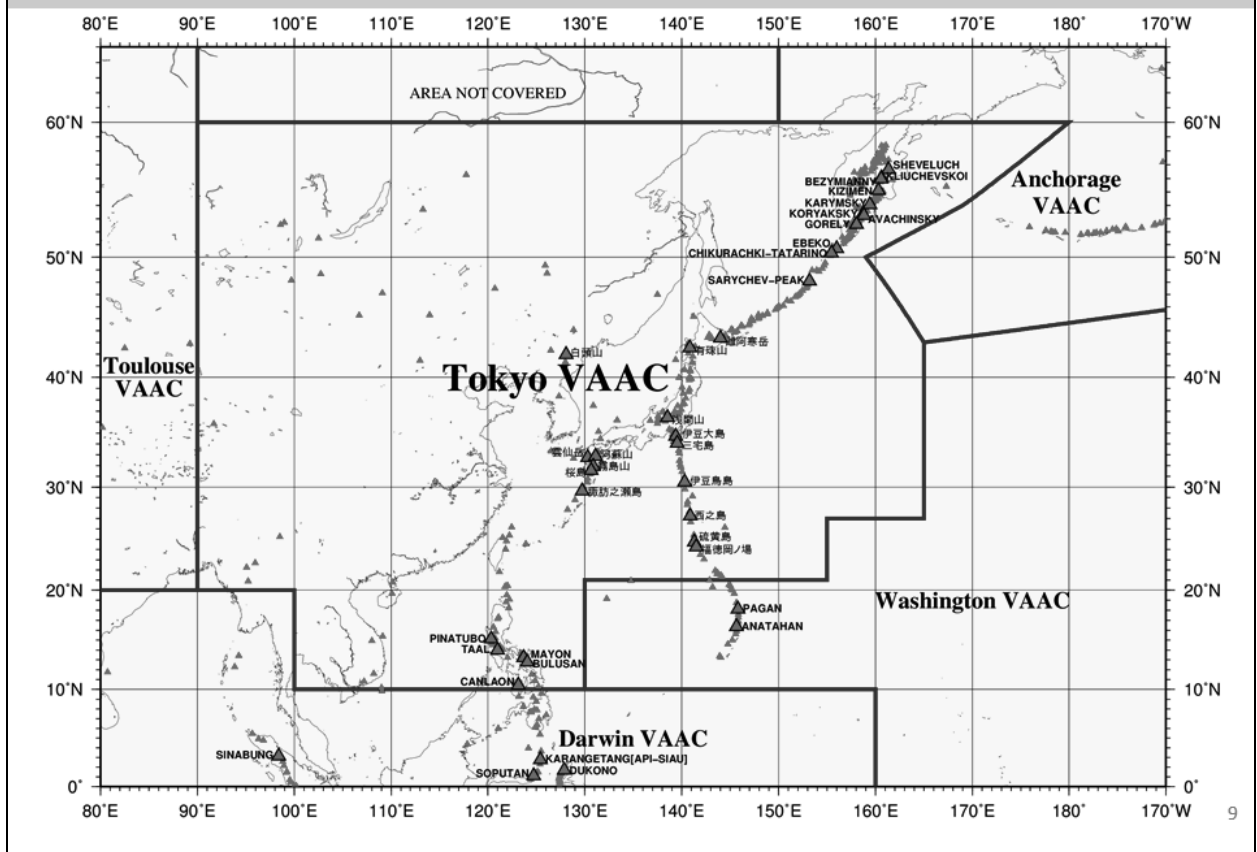
各VAACの責任領域

世界には9ヶ所のVAACがある



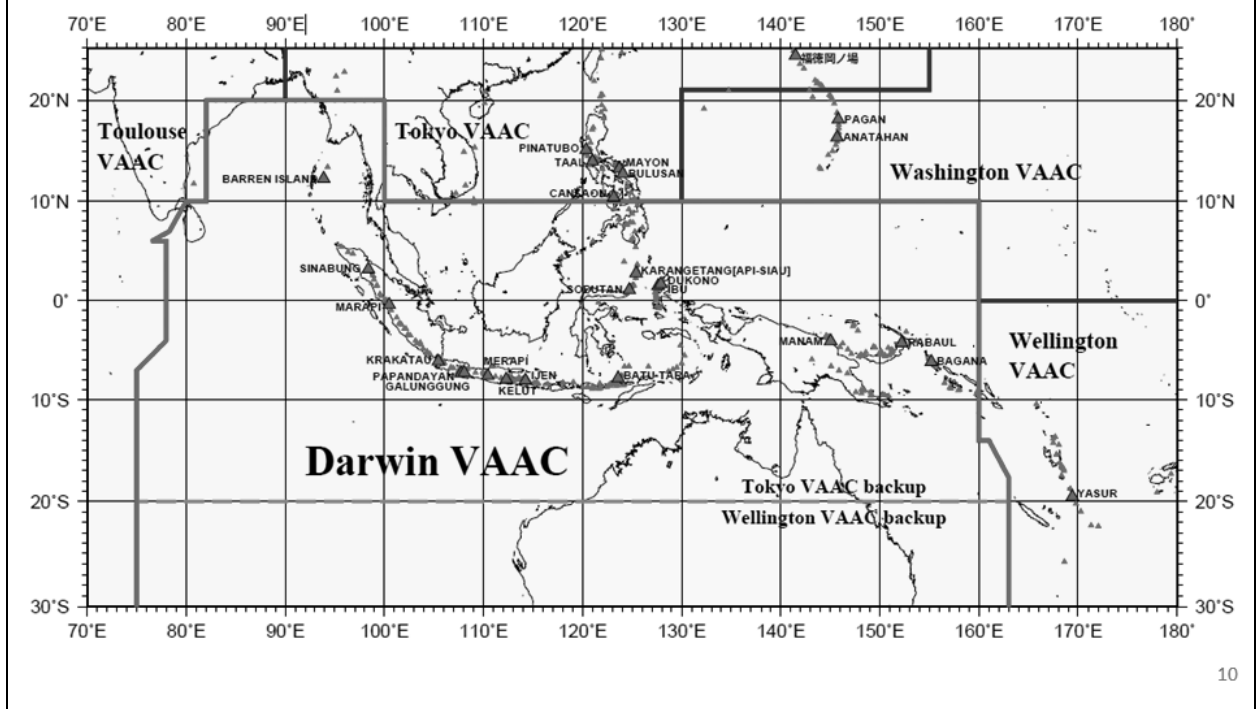
8

東京VAACの責任領域

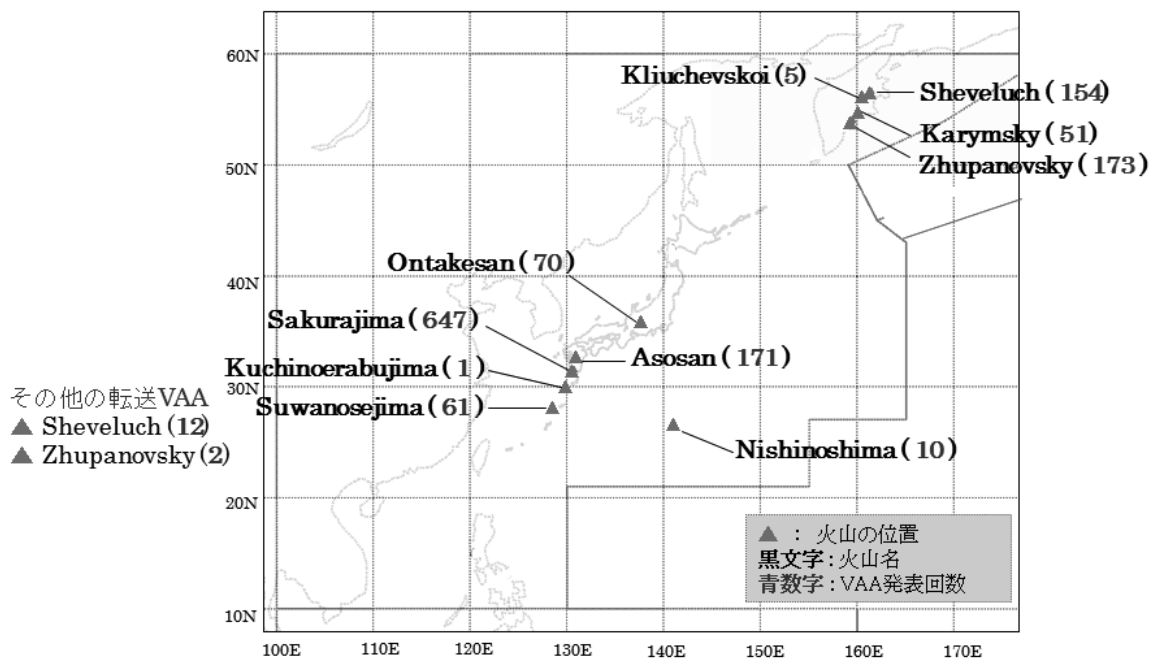


ダーウィンVAACの責任領域

(発表不能時に東京がバックアップ)



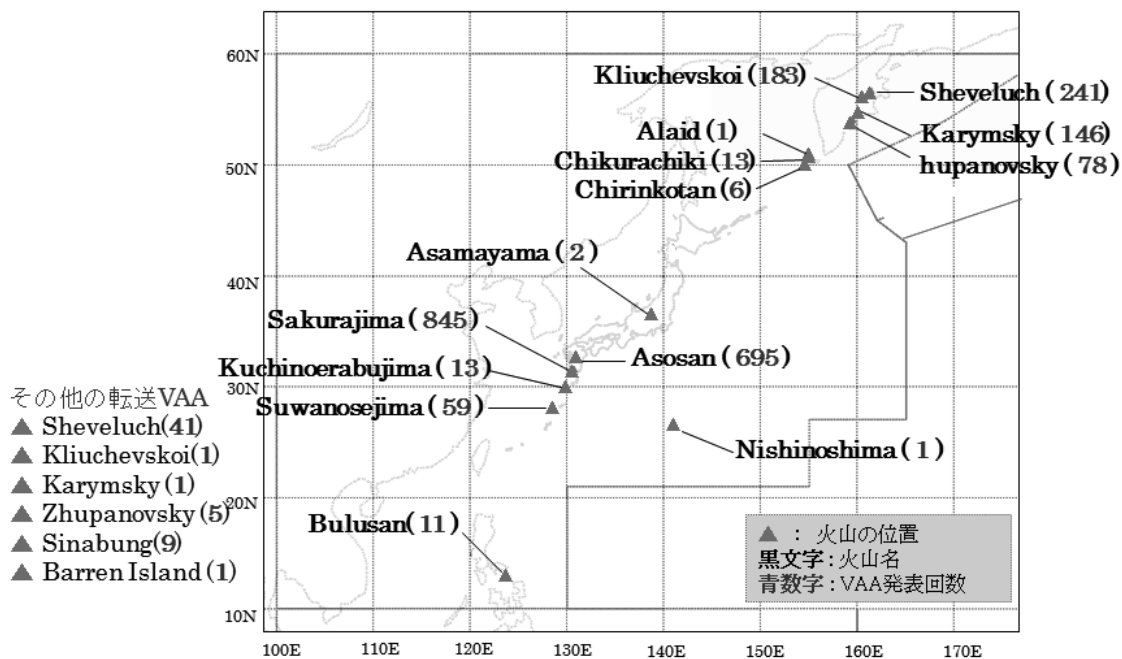
東京VAACの情報発表回数(2014年)



2014年の集計は10火山で1,357回VAA発表

11

東京VAACの情報発表回数(2015年)

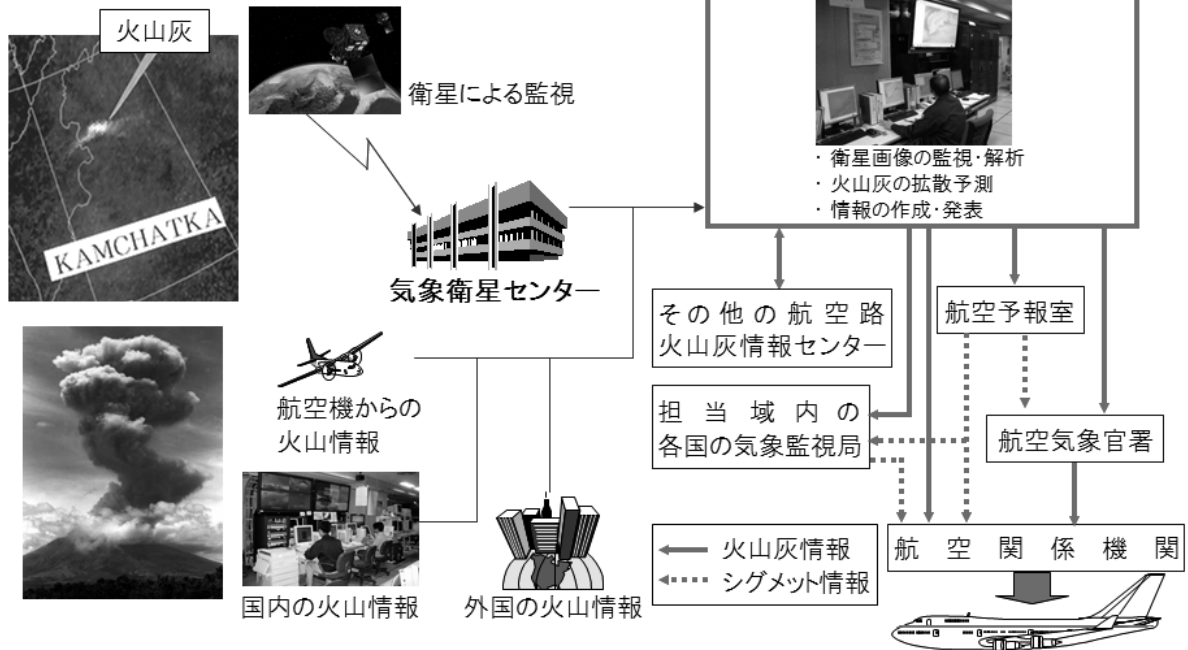


2015年1月～10月の集計は16火山で2,351回VAA発表

12

航空路火山灰情報の流れと種類

航空路火山灰情報の流れ

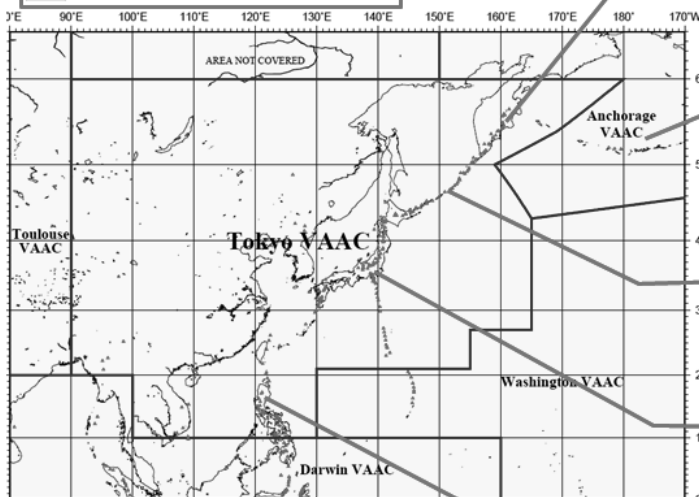


13

東京VAACの情報源

【衛星画像】

- HIMAWARI-8 (静止衛星)
- NOAA (極軌道衛星)



KVERT: Kamchatka Volcanic Eruption Response Team
 KBGS: Kamchatka Branch of Geophysical Survey
 AVO: Alaska Volcano Observatory
 MWO: Meteorological Watch Office
 SVERT: Sakhalin Volcanic Eruption Response Team
 SBGS: Sakhalin Branch of Geophysical Survey
 VOIC: Volcanic Observation and Information Center
 PHIVOLCS: Philippine Institute of Volcanology and Seismology

【カムチャツカ半島】

- KVERT (カムチャツカ火山噴火対応チーム)
- KBGS (カムチャツカ地球物理探査局)
- 気象当局 (MWO)
(ペトロパブロフスク・カムチャツキー)
- AVO (アラスカ火山観測所)
- アンカレッジVAAC
- ワシントンVAAC

【千島列島】

- SVERT (サハリン火山噴火対応チーム)
- SBGS (サハリン地球物理探査局)

【日本】

- 火山監視・情報センター (VOICs)
- パイロットレポート

【フィリピン】

- PHIVOLCS (フィリピン火山地震研究所)
- 気象当局 (マニラ)
- 気象当局 (レガシピ)
- ダーウィンVAAC

4

VAAの作成・発表、内容解説

①～② … ICAOの勧告に基づく情報
③～⑥ … 国内向けの日本独自の情報

ICAO勧告	情報の種類	情報内容
有	①航空路火山灰情報 (VAAテキスト)	文字情報 (火山名、噴火時刻、火山灰の高度・領域、拡散予測等の情報を略語で記述)
有	②火山灰拡散予測図 (VAG)	火山灰の実況と拡散予測を示す図情報(※:衛星検知された場合) (実況と6時間後、12時間後、18時間後の予測を1枚で図示)
無 (ユーザ要望)	③火山灰実況図 (VAGI)	火山灰の実況を示す図情報(※:衛星検知された場合) (火山名、火山灰の高度・領域、移動方向、移動速度を1枚で図示)
無 (ユーザ要望)	④狭域拡散予測図 (VAGFN)	国内向けの火山灰拡散予測図(※:国内の火山の場合) (地上から空域を2層に分け、1時間刻みに6時間先までの予測を2枚で図示)
無 (ユーザ要望)	⑤定時拡散予測図 (VAGFNR)	国内の活動が活発な火山を対象に噴火を想定した予測図 (自動で6時間毎に発表、1時間刻みに6時間先までの予測を1枚で図示)
無 (ユーザ要望)	⑥定時拡散・降灰予測図 (VAGFNR-AF)	国内の活動が活発な火山を対象に噴火を想定した拡散と降灰の予測図 (自動で3時間毎に発表、1時間刻みに3時間先までの予測を山毎に1枚で図示)

火山灰テキスト報(VAA): Volcanic Ash Advisory
 火山灰拡散予測図(VAG): Volcanic Ash Graphic
 火山灰実況図(VAGI): Volcanic Ash Graphic for Initial Distribution
 狭域拡散予測図(VAGFN): Volcanic Ash Graphic Forecast for Narrow Area
 定時拡散予測図(VAGFNR): Volcanic Ash Graphic Forecast for Narrow Area of Hypothetical Routine Eruption
 定時拡散・降灰予測図(VAGFNR-AF): Volcanic Ash Graphic Forecast for Narrow Area of Hypothetical Routine Eruption and Ash Fall

15

①VAAテキストの例

- ① FVFE01RJTD 140147
 ② VAADVISORY
 ③ DTG: 20150914/0147Z
 ④ VAAC: TOKYO
 ⑤ VOLCANO: ASOSAN 282110
 ⑥ PSN: N3253 E13106
 ⑦ AREA: JAPAN
 ⑧ SUMMIT ELEV: 1592M
 ⑨ ADVISORY NR: 2015/527
 ⑩ INFO SOURCE: HIMAWARI-8 JMA
 ⑪ AVIATION COLOUR CODE: NIL
 ⑫ ERUPTION DETAILS: ERUPTED AT 20150914/0000Z
 ⑬ OBS VA DTG: 14/0120Z
 ⑭ OBS VA CLD: SFC/FL120 N3303 E13059 - N3300 N3252 E13101 - N3251 E13106 - N3257 E13106 MOV NW
 ⑮ FCST VA CLD +6 HR: 14/0720Z SFC/FL120 N3300 E13007 - N3322 E13031 - N3249 E13126 - N3239 E13111 - N3255 E13057 - N3245 E13031 - N3230 E13036 - N3229 E13024
 FCST VA CLD +12 HR: 14/1320Z SFC/FL120 N3333 E12955 - N3301 E13131 - N3247 E13057 - N3301 E13025 - N3233 E12929 - N3212 E12954 - N3217 E12859 - N3304 E12909
 FCST VA CLD +18 HR: 14/1920Z SFC/FL120 N3258 E12739 - N3347 E12931 - N3330 E13138 - N3255 E13032 - N3302 E12853 - N3210 E12817 - N3209 E12723
 ⑯ RMK: NIL
 ⑰ NXT ADVISORY: 20150914/0600Z=

火山情報・情報源・噴火高度等の状況説明

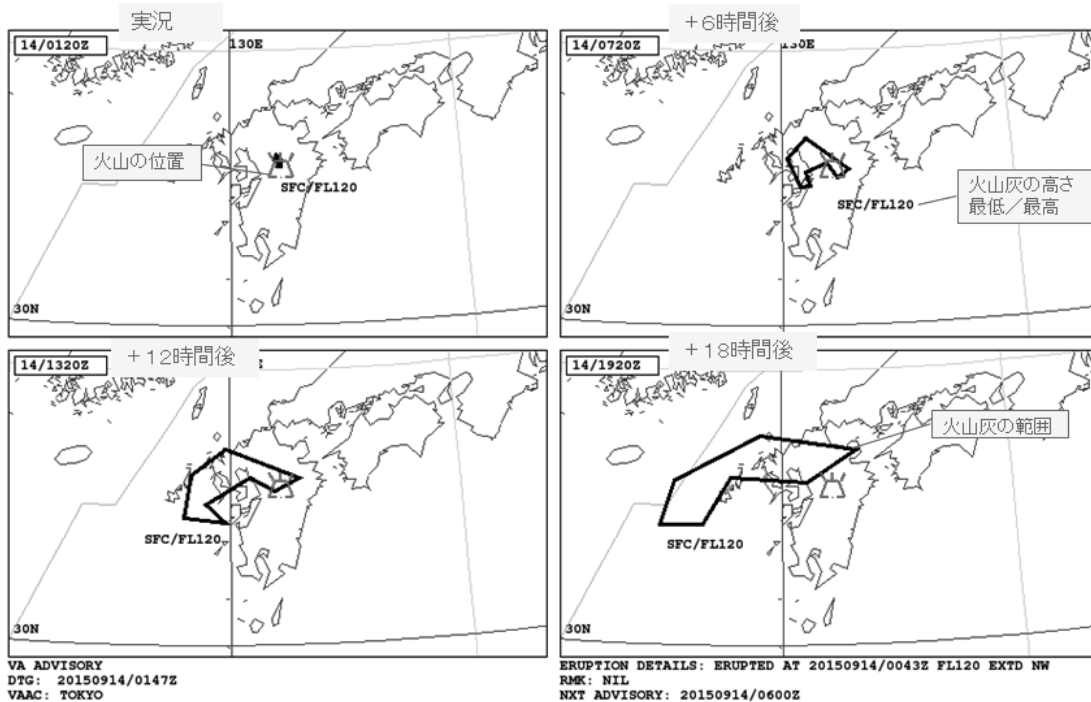
衛星画像の時刻・観測された火山灰の実況(時刻・高度・水平の広がり)

6, 12, 18 時間後の火山灰の拡散予測(高度・水平の広がり)

※SFC: Surface(地表), FL: Flight Level(単位:100フィート)

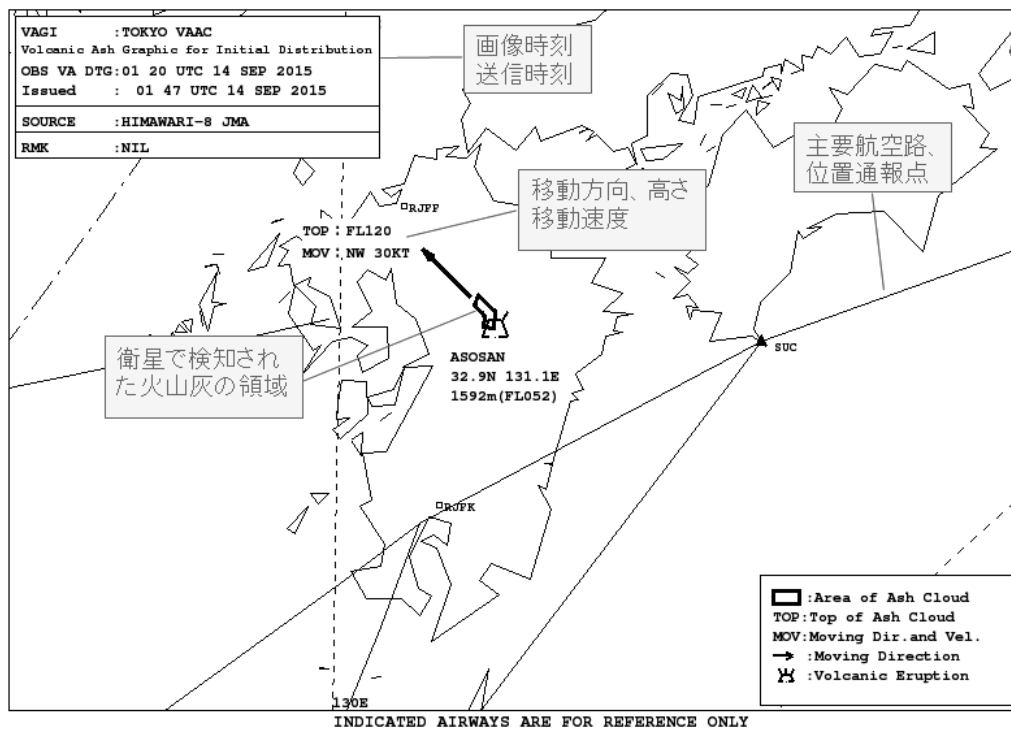
16

②火山灰拡散予測図(VAG)



17

③火山灰実況図(VAGI)



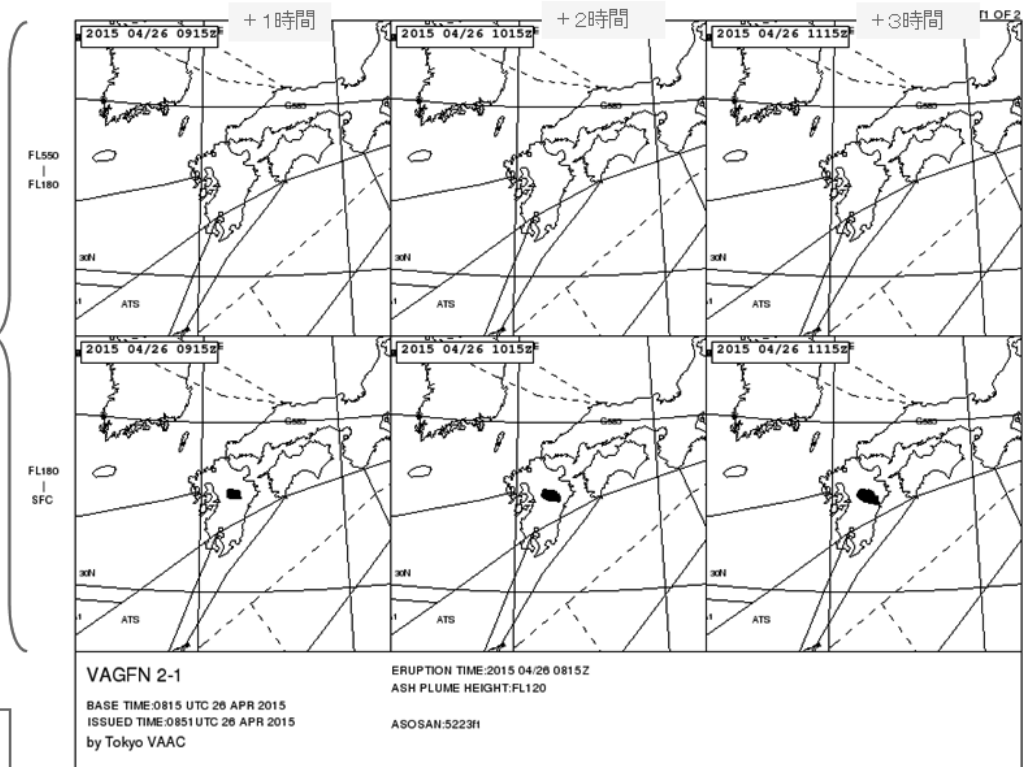
18

④狭域拡散予測図(VAGFN)

1枚目

表示高度
FL180-FL550
SURF-FL180
の2層

※ +6時間先
2枚あり

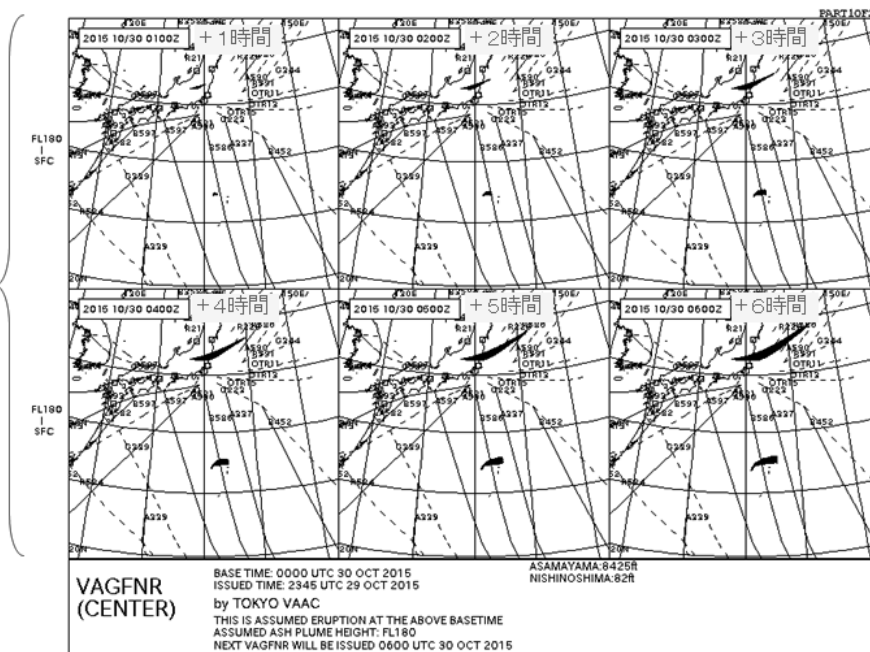


19

⑤定時拡散予測図(VAGFNR)

(国内火山限定) 噴火の可能性の高い火山を対象に、噴火を仮定した
拡散予測を1時間刻みに図示:6時間毎に発表

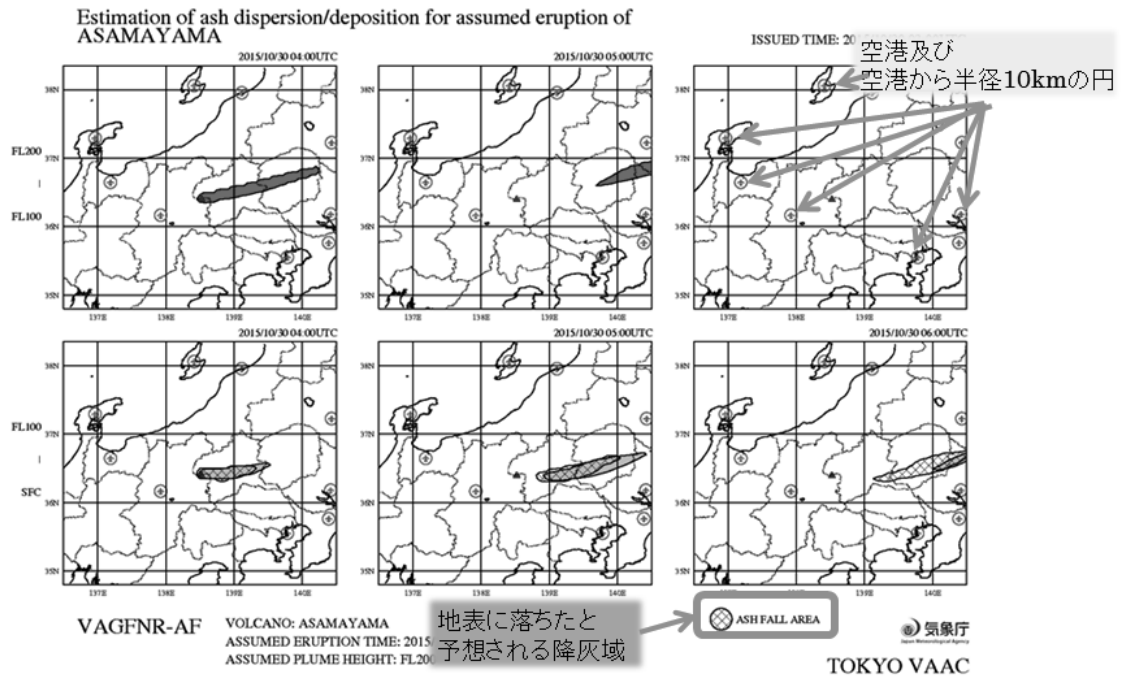
表示高度
(仮定の高さ)
SURF-FL180



20

⑥ 定時拡散・降灰予測図 (VAGFNR-AF)

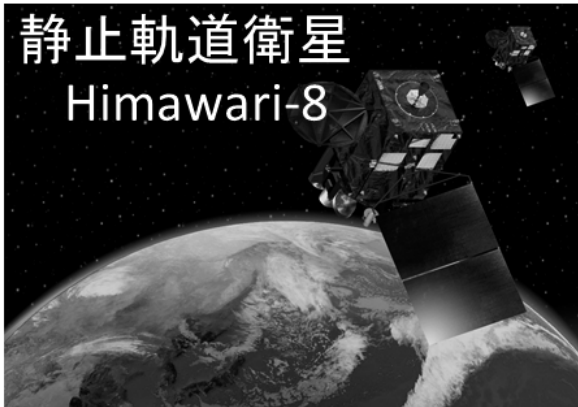
(国内火山限定) 噴火している火山について、火山毎の3時間先までの
拡散・降灰予測を1時間刻みに図示; 3時間毎に発表



21

2. 気象衛星による火山灰の解析

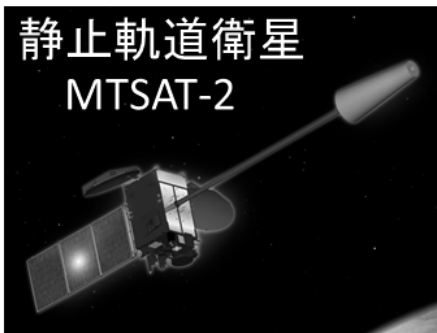
静止軌道衛星
Himawari-8



極軌道衛星
NOAA (USA)
METOP (EU/METSAT)



静止軌道衛星
MTSAT-2



- ① 海外火山、海底火山など噴火情報が得られない場合、衛星監視による火山灰の観測が必要
- ② 火山噴火後の火山灰の領域と高さを決定する方法として、衛星監視による火山灰の解析が重要

22

ひまわり8・9号の観測波長

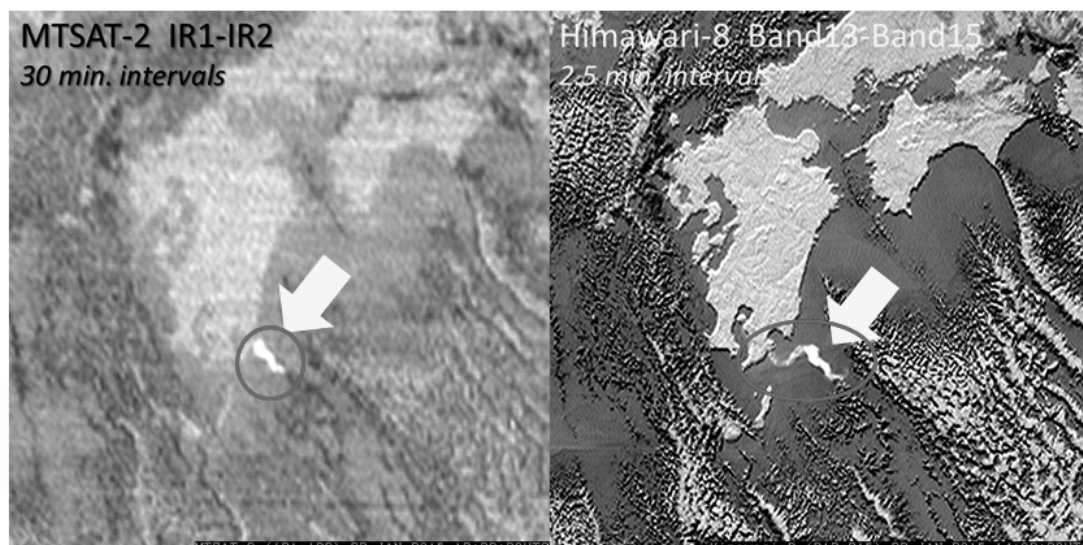
波長 (μm)	解像度 (km)	ひまわり6・7号 の解像度		想定される用途
0.46	1		-	植生、エアロゾル、カラー合成画像
0.51	1		-	植生、エアロゾル、カラー合成画像
0.64	0.5	可視	1	下層雲・霧、カラー合成画像
0.86	1		-	植生、エアロゾル
1.6	2		-	雲相判別
2.3	2		-	雲有効半径
3.9	2	3.8 μm	4	下層雲・霧、自然災害
6.2	2	水蒸気	4	上・中層水蒸気量
7.0	2		-	中層水蒸気量
7.3	2		-	中・下層水蒸気量
8.6	2		-	雲相判別、SO ₂
9.6	2		-	オゾン全量雲画像
10.4	2		-	雲画像、雲頂情報
11.2	2	赤外1	4	雲画像、海面水温
12.3	2	赤外2	4	雲画像、海面水温
13.3	2		-	雲頂高度

23

MTSAT-2とHIMAWARI-8の画像の比較

HIMAWARI-8 (7月7日運用開始)

- 高頻度
- 高分解能

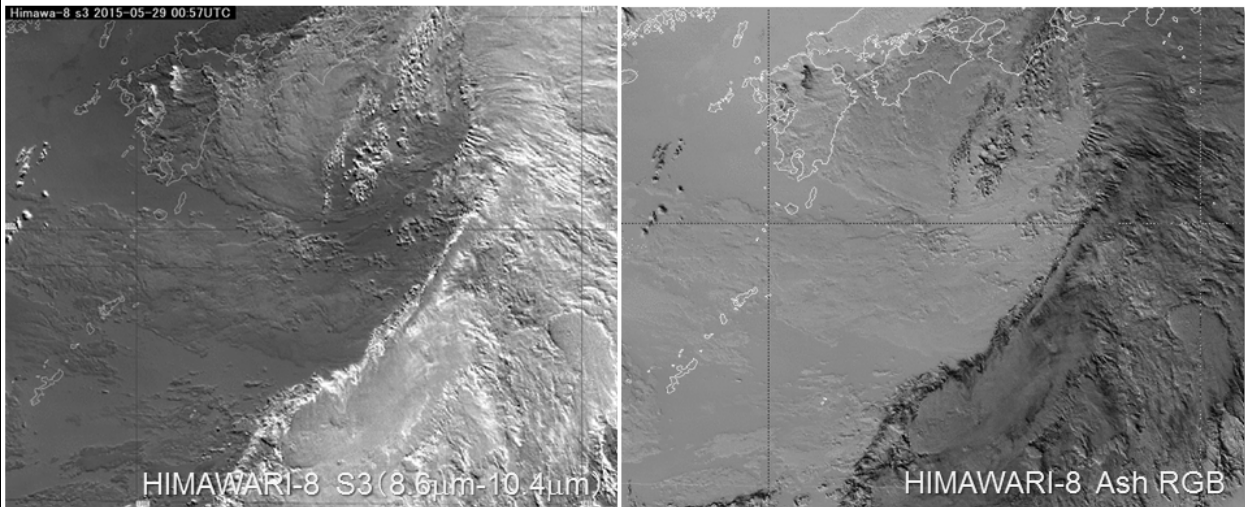


24

HIMAWARI-8 (SO₂検知) と (Ash RGB)

○口永良部島の噴火

2015年5月29日 01:00(UTC)～15:30(UTC)



Ash RGB
R:12.4μm-10.4μm
G:10.4μm-8.6μm
B:10.4μm
火山灰域=赤色系
SO₂ガス域=緑色系
火山灰 + SO₂ガスの混合=黄色系

25

3. 移流拡散モデルによる火山灰の予測

○火山灰移流拡散モデル

火山灰トレーサー(仮想粒子)を多数流し、タイムステップ(10分)毎の各粒子の位置を計算し、その軌跡から火山灰の動き(6・12・18時間先の火山灰の位置)を予測する。

○噴煙柱等の設定

①火山灰拡散予測(VAG、VAGFN)

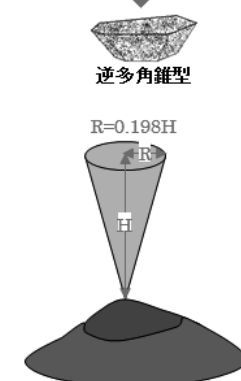
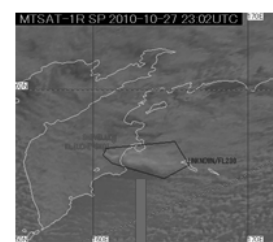
- ・衛星観測または遠望観測等で求めた海拔高度
- ・仮定した噴煙柱の火山灰粒子数は4万個(単発噴火)
- ・風の予測は、GSMを用いる。

②定時拡散予測(VAGFNR)6時間先まで

- ・高さは任意、現在は18,000FTに設定
- ・仮定した噴煙柱の火山灰粒子数は4万個(連続噴火)
- ・風の予測は、GSMを用いる。

③定時拡散・降灰予測(VAGFNR-AF)3時間先まで

- ・高さは任意、現在は20,000FTに設定
- ・仮定した噴煙柱の火山灰粒子数は10万個(単発噴火)
- ・風の予測はMSMを用いる。

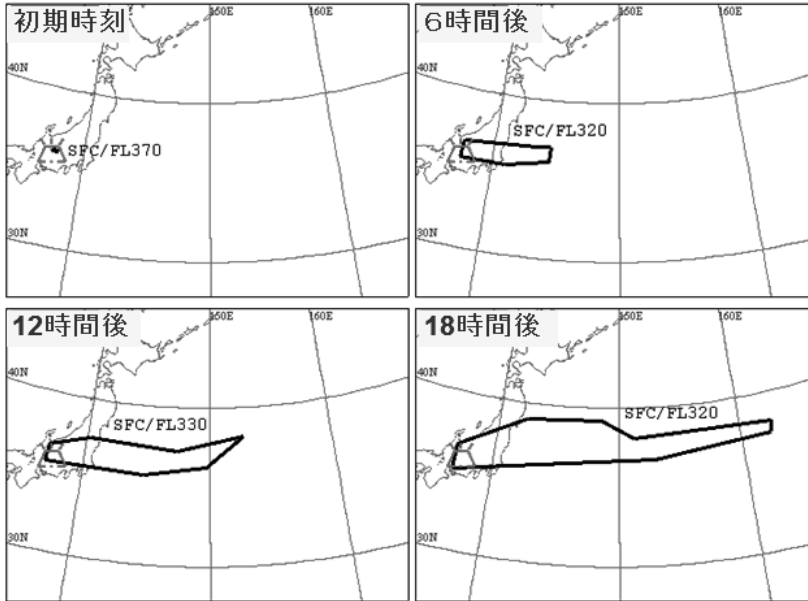


26

例：御嶽山の火山灰の拡散予測

6, 12, 18 時間後の火山灰の拡散予測(高度・水平の広がり)

VOLCANIC ASH ADVISORY INFORMATION IN GRAPHICAL FORMAT MODEL VAG



- 初期時刻(T+0)における火山灰がどこに拡散するか予測
- 火山灰の濃度は考慮していない

※ 更新前の図なので若干レイアウト変更

VA ADVISORY
DTG: 20140927/0517Z
VAAC: TOKYO
VOLCANO: ONTAKESAN 283040
AREA: JAPAN
SUMMIT ELEV: 3067M
ADVISORY NR: 2014/3

INFO SOURCE: MTSAT-2 AIREP
AVIATION COLOUR CODE: NIL
ERUPTION DETAILS: VA AT 20140927/0335Z FL370 EXT D REPORTED
RMK: NIL
NXT ADVISORY: 20140927/0600Z

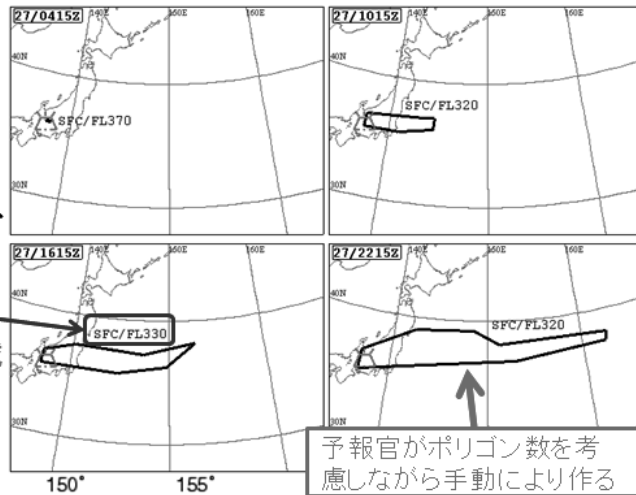
27

拡散予測図(VAG)

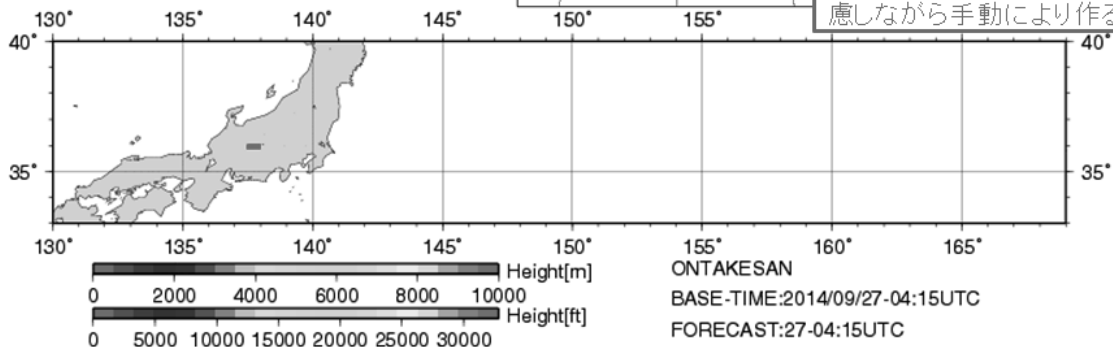
VAGでは、計算上、火山灰の粒子が1つでも存在すれば拡散予測領域とみなす。

また、領域全体で最低/最高高度をとり、SFC/FL#### と表示する。

濃度などの情報が含まれないため、領域が一様に危険に見えてしまう。



予報官がポリゴン数を考慮しながら手動により作る



28

例：口永良部島の火山灰の拡散予測

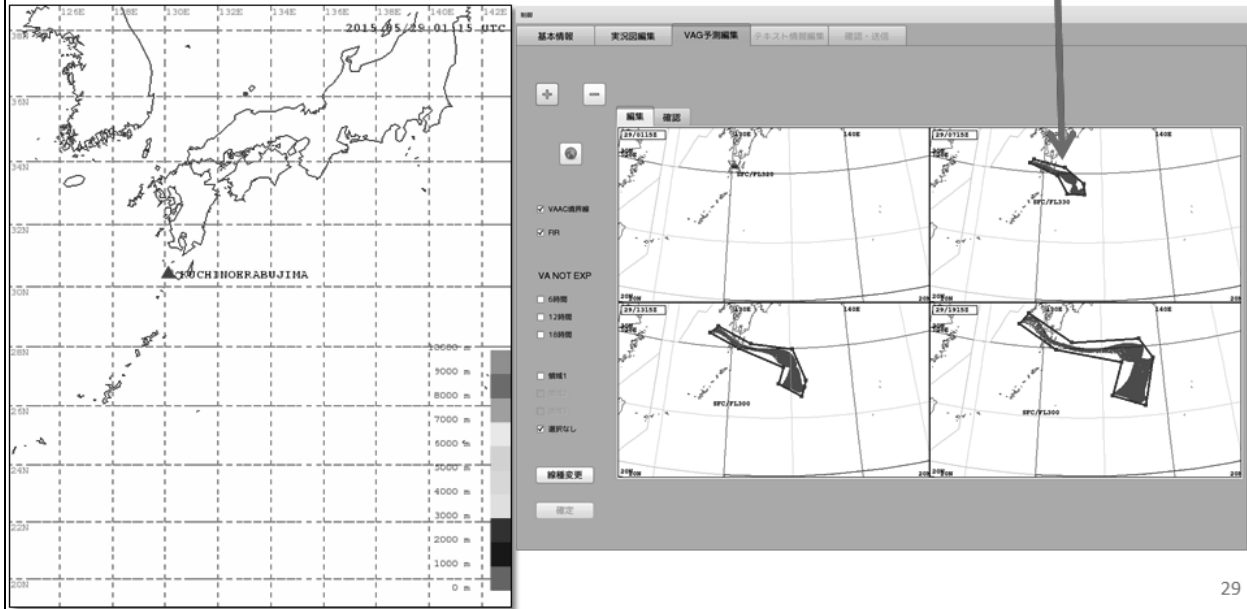
○5月29日 0154UTC発表のVAA(2015/2)

ERUPTION DETAILS: EXPLODED AT 20150529/0059Z OVER FL320 STNR
 OBS VADTG: 29/0115Z
 OBS VA CLD: SFC/FL320 N3025 E13013- N3025 E13019- N3032 E13016-
 N3030 E13008 MOV SE 40KT

予報官がポリゴン数を考慮しながら手動により作る

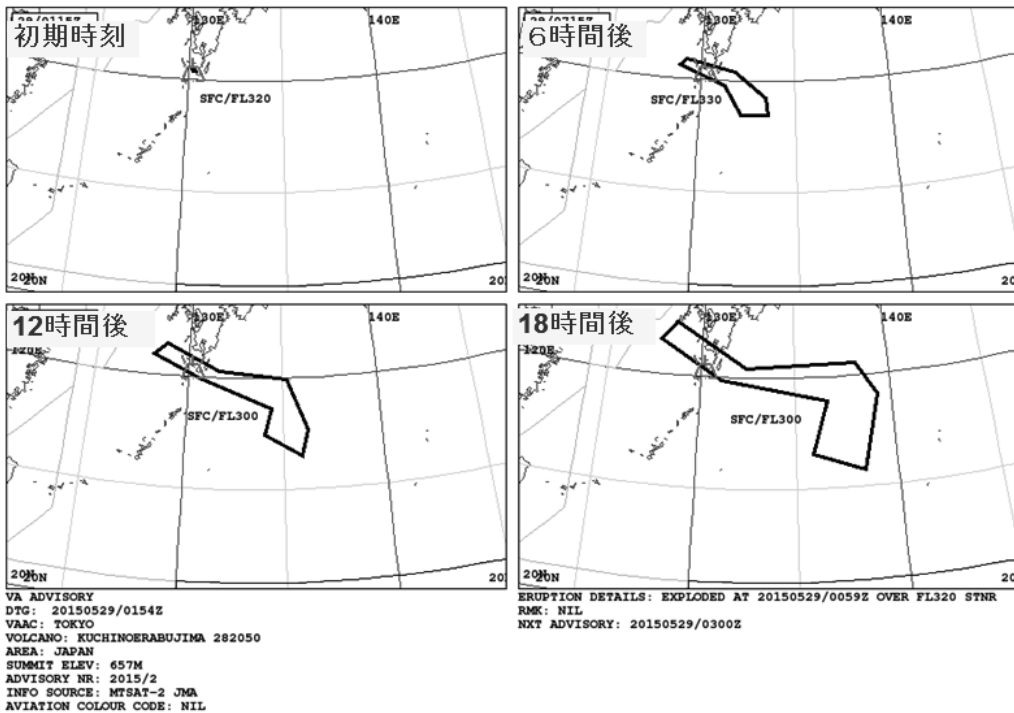
○拡散モデル 01:15(UTC)- 19:15(UTC)

○OVAA発表の作成画面



拡散予測図(VAG)

○実際に発表した拡散予測図(VAG)



4. 情報の提供方法

・ AFTN、GTS、アデスといった回線経由
国内はアデスの回線経由で情報を提供

・ MetAirに掲載
アカウントをもつ航空ユーザーが閲覧可能

The screenshot shows the MetAir website interface. The top navigation bar includes: ユーザー名, ログアウト, メインメニュー, ホーム, 飛行場の情報, 空域の情報, 気象図情報, 実況情報, 防災気象情報, データ検索, and ATMetC情報. The main content area is divided into several sections:

- ▼空域の情報**: Includes links for TFM, MET, PIREP/ARS, weather charts, and other flight-related information.
- 航空路火山灰情報 (電文)**: Text-based volcanic ash information for flight routes.
- 航空路火山灰情報 (図情報)**: Graphical volcanic ash information, including VAGI, VAGFN, and VAGFNR-AF.
- 火山情報**: General volcanic information and text.
- ▼気象図情報**: A detailed menu for weather charts, including various atmospheric and surface charts.
- 火山灰情報/火山情報**: A detailed view of volcanic ash information, listing specific VAGI, VAGFN, and VAGFNR-AF data points, along with other related information like ash plume forecasts and ash gas forecasts.

31

東京VAACのWEBサイト

The screenshot shows the Tokyo VAAC website. The top navigation bar includes: ホーム, 航空路火山灰情報, 定時拡散予測, 定時拡散・降灰予測, 業務概要, and 参考情報. The main content area features a map of Japan with volcanic activity markers and a data table.

- Map:** Shows the location of Tokyo VAAC and other VAACs (Ankarejji VAAC, Darwin VAAC). A callout box states: "発表した情報は東京VAACウェブサイトに掲載 (http://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data/)"
- Table:** A table listing volcanic ash reports with columns for 発表日時 (Release Date), 火山名 (Volcano Name), 火山緯度 (Volcano Latitude), 発表番号 (Release Number), and various status indicators (0 or -).

32

噴煙と鹿児島空港の運用について

平成27年11月20日

目次

1 鹿児島空港周辺の火山について

2 火山噴火時の運用について(レーダー)

3 火山情報の入手方法

4 空港における対応について

5 まとめ

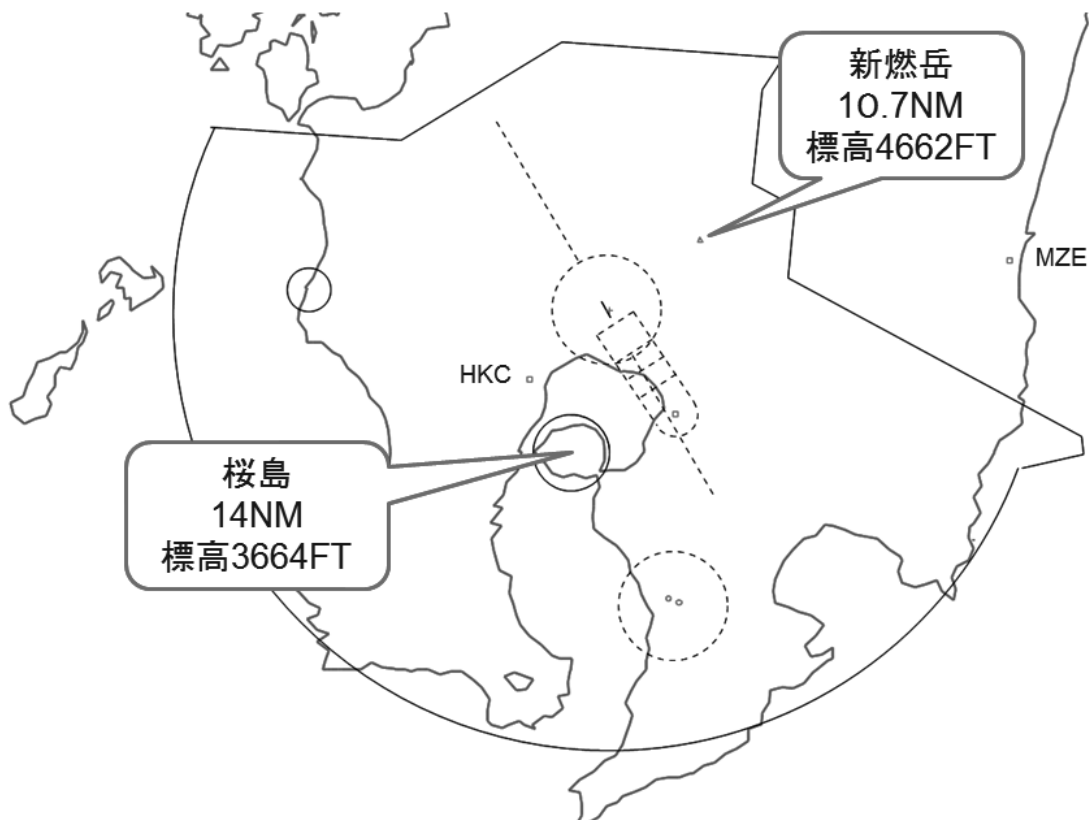
九州の活火山



(気象庁ホームページより)

3

鹿児島空港と桜島・新燃岳の位置関係



4

新燃岳爆発

平成23年1月27日15時41分爆発

噴煙高 15000ft以上



5

霧島山新燃岳 噴火

- 平成23年1月下旬から4月までの間、活発に活動した
- 火山灰雲が東側へ流れたため、鹿児島空港自体への降灰による影響や被害は、ほぼ無かったものの、航空機の飛行経路を大幅に変更する必要が生じた
- 現在は目立った噴火活動こそないものの、さらなる爆発の兆候が見られるため、引き続き警戒が必要

6

桜島



年間の爆発的噴火回数
 2003年～2008年にかけては
 比較的平穩 年間10回～20回前後
 2009年 548回
 2010年 896回
 2011年 996回
 2012年 885回
 2013年 835回
 2014年 450回
 2015年 737回 (2015年10月26日現在)

南岳火口からの噴石による航空機の窓ガラスにひびの被害が昭和40年～50年代の20年間で10回、平成3年に1回発生している。

火山れき？旅客機を直撃



操縦席の窓ヒビ割れ 桜島上空を旋回中に

五百四十一号機、鹿児島空港発着中、北東九〇度の航路の約二十度で旋回していたエア・ニッポン機が、九〇度の航路を飛行中、北東九〇度の航路の約二十度で旋回していたエア・ニッポン機が、九〇度の航路を飛行中、北東九〇度の航路の約二十度で旋回していた...



ひび割れたエア・ニッポン機の操縦席の窓ガラス (福岡空港で、5日午後6時40分)

乗客ら無事

噴石？旅客機にガッパン

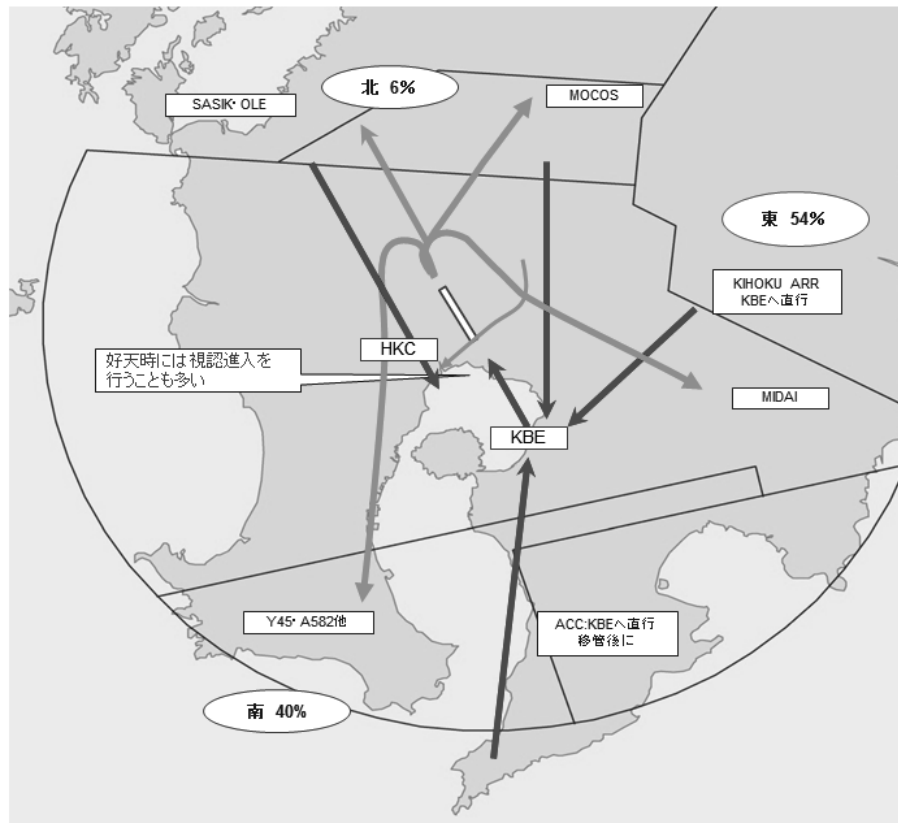
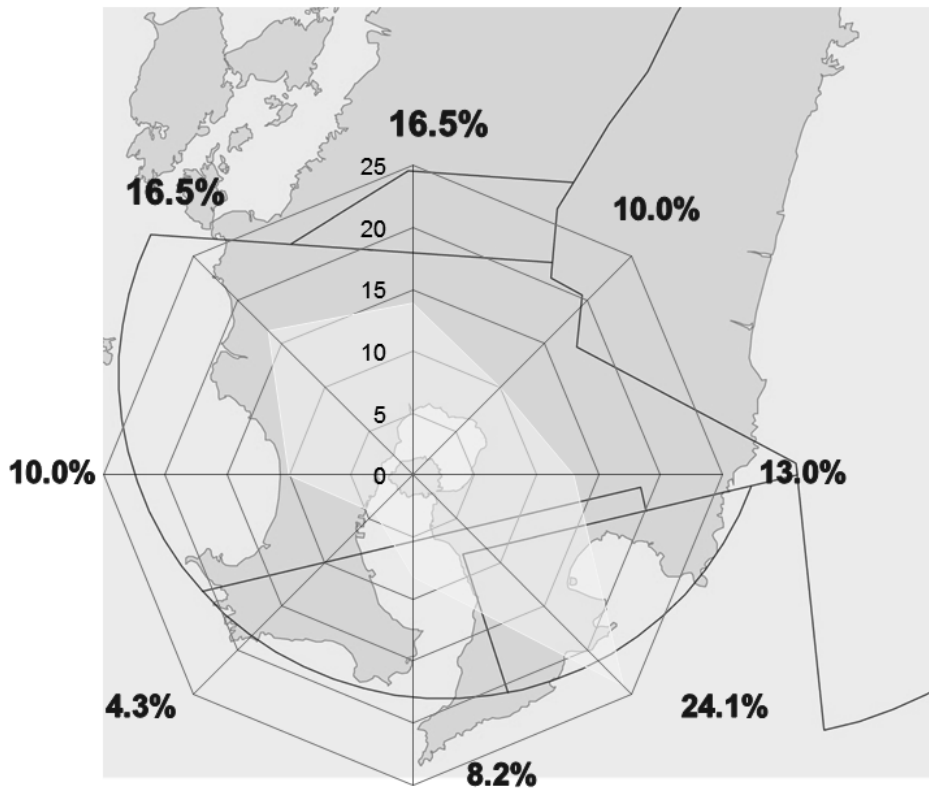
桜島北東 窓ガラスにひび

乗客ら無事

1991年(平成3年)8月6日 火曜日

五百四十一号機、鹿児島空港発着中、北東九〇度の航路の約二十度で旋回していたエア・ニッポン機が、九〇度の航路を飛行中、北東九〇度の航路の約二十度で旋回していた...

乗客ら無事

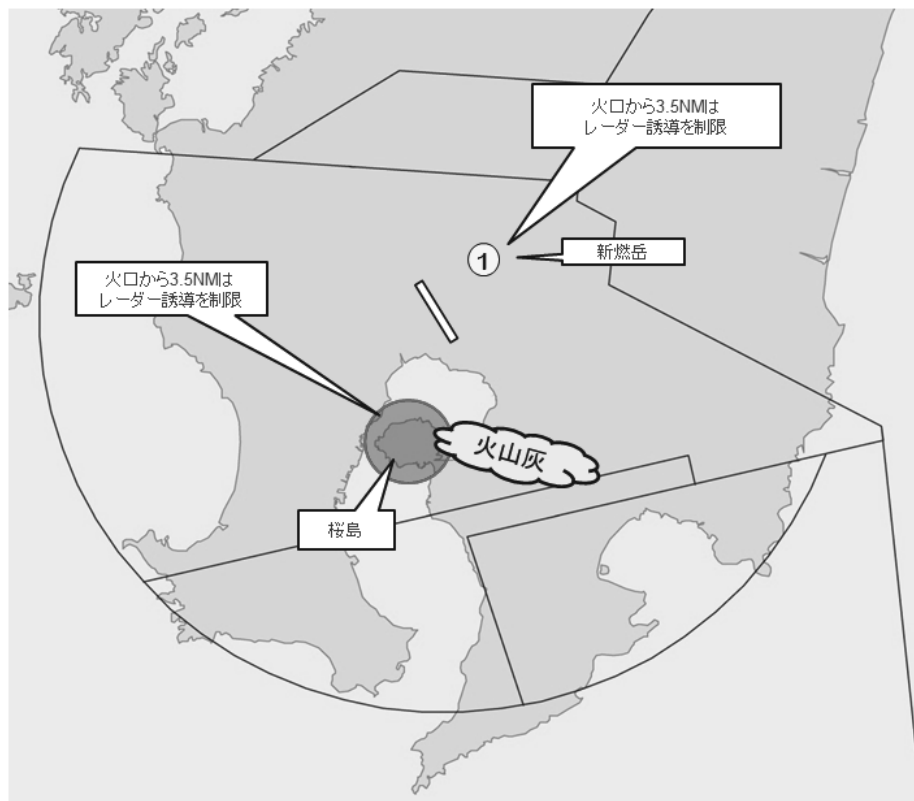


管制運用の実態(滑走路16・基本的交通流)



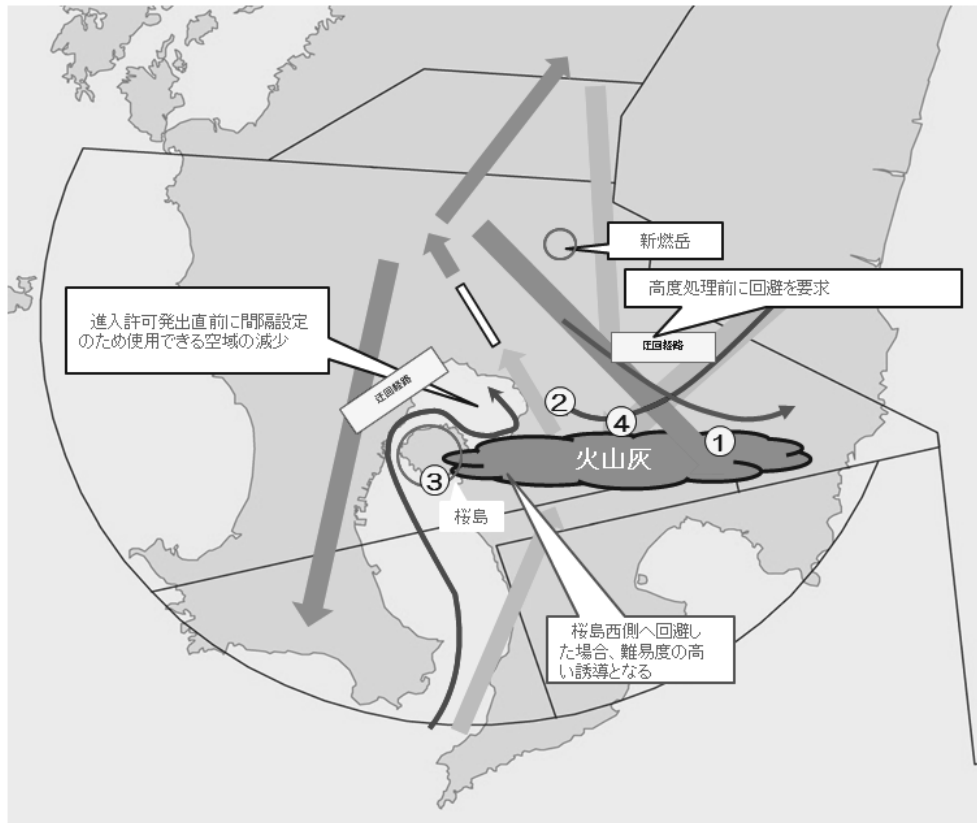
11

火山噴火時の運用方法(独自の対応)

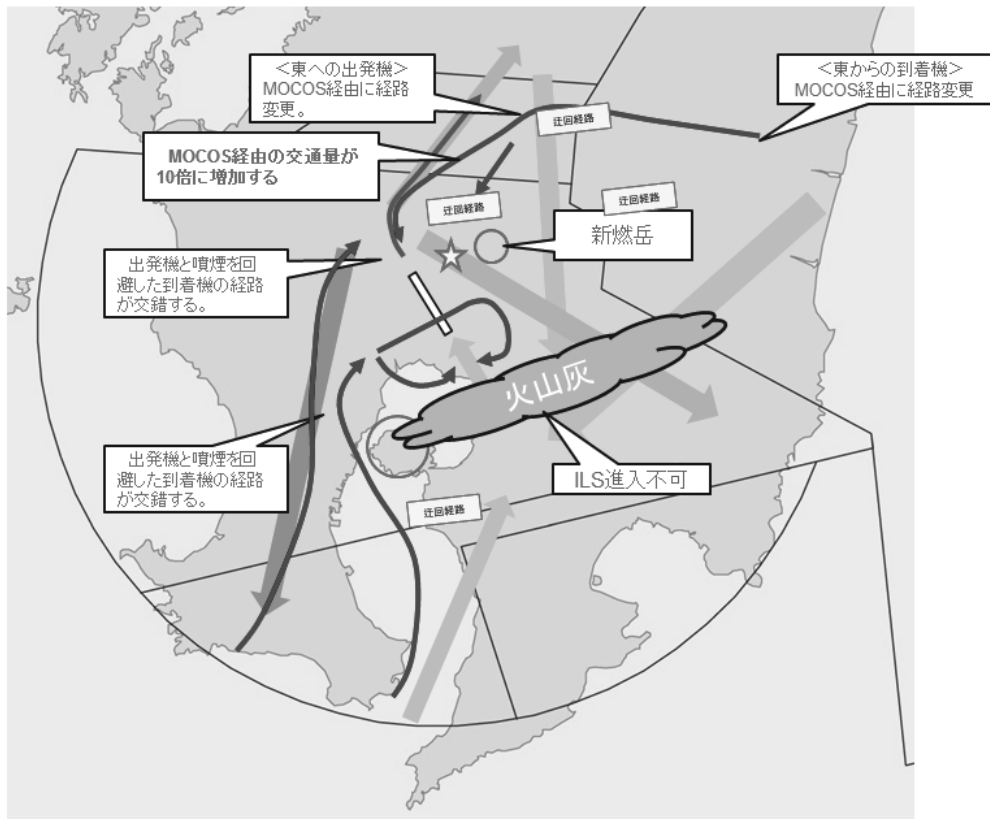


12

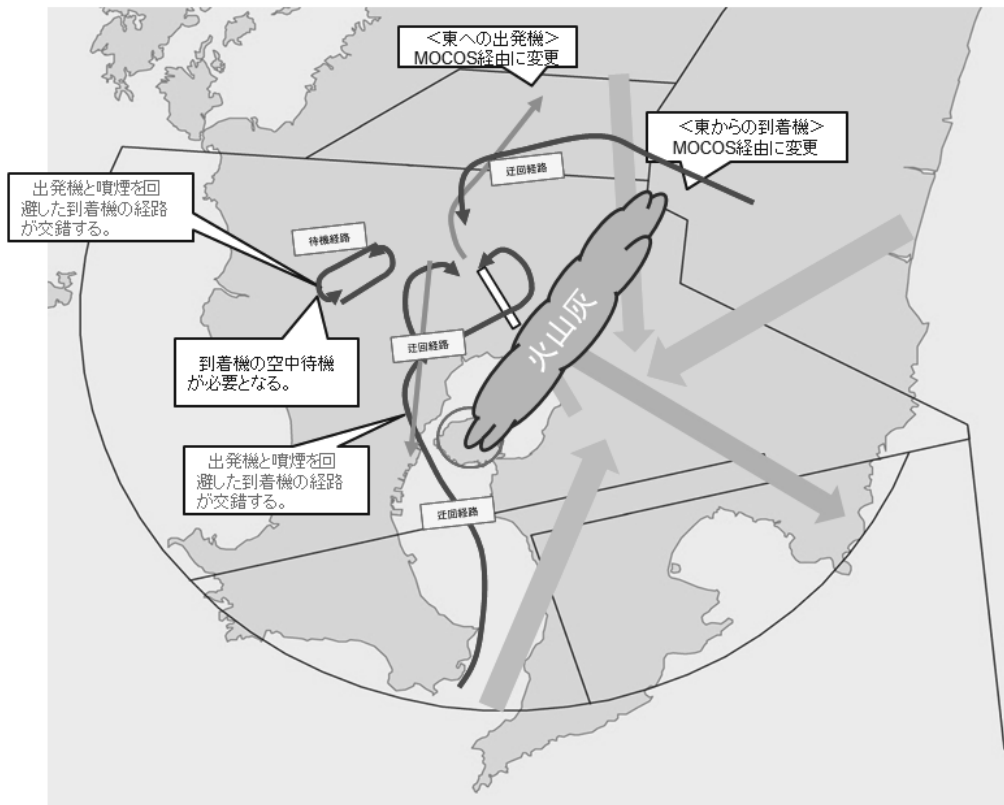
火山噴火時の運用方法(噴煙回避 北～西風)



火山噴火時の運用方法(噴煙回避 南西風)

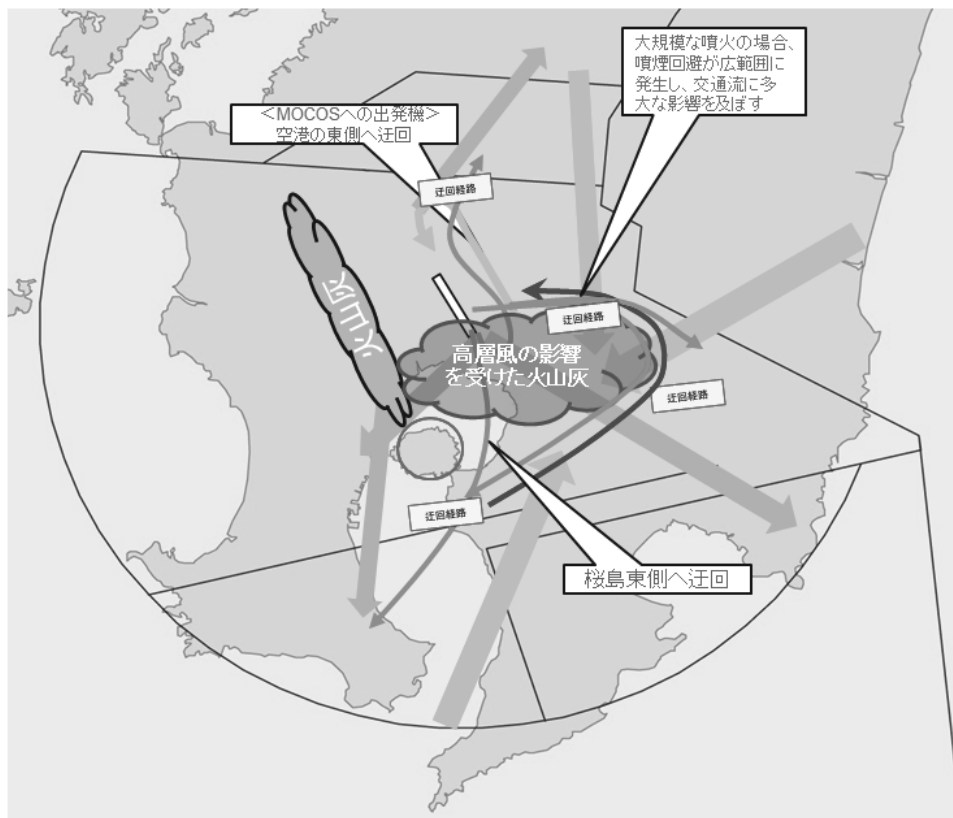


火山噴火時の運用方法(噴煙回避 南風)



15

火山噴火時の運用方法(噴煙回避 南東～北東風)

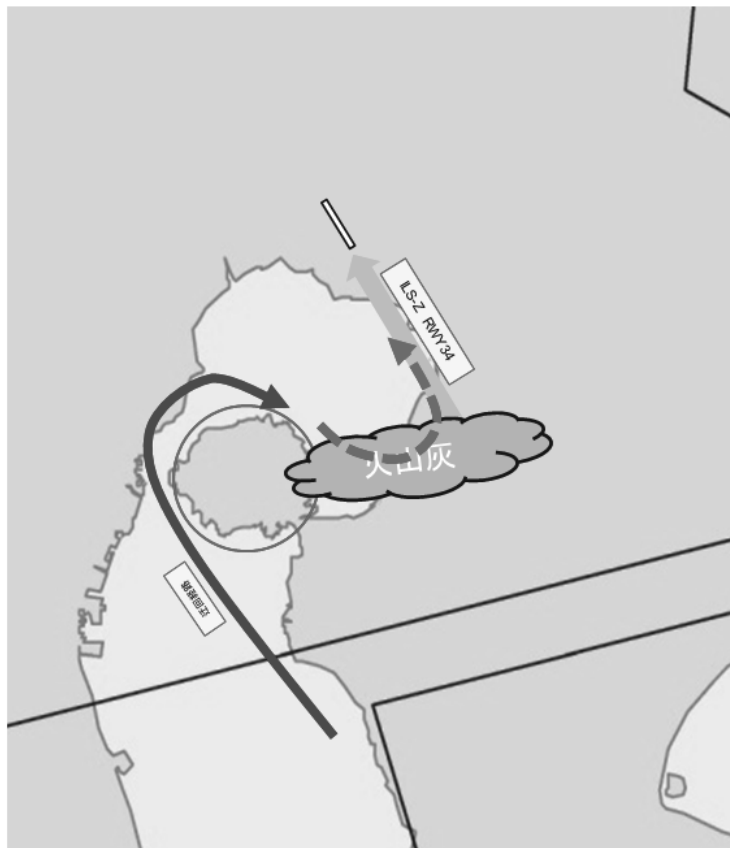


16

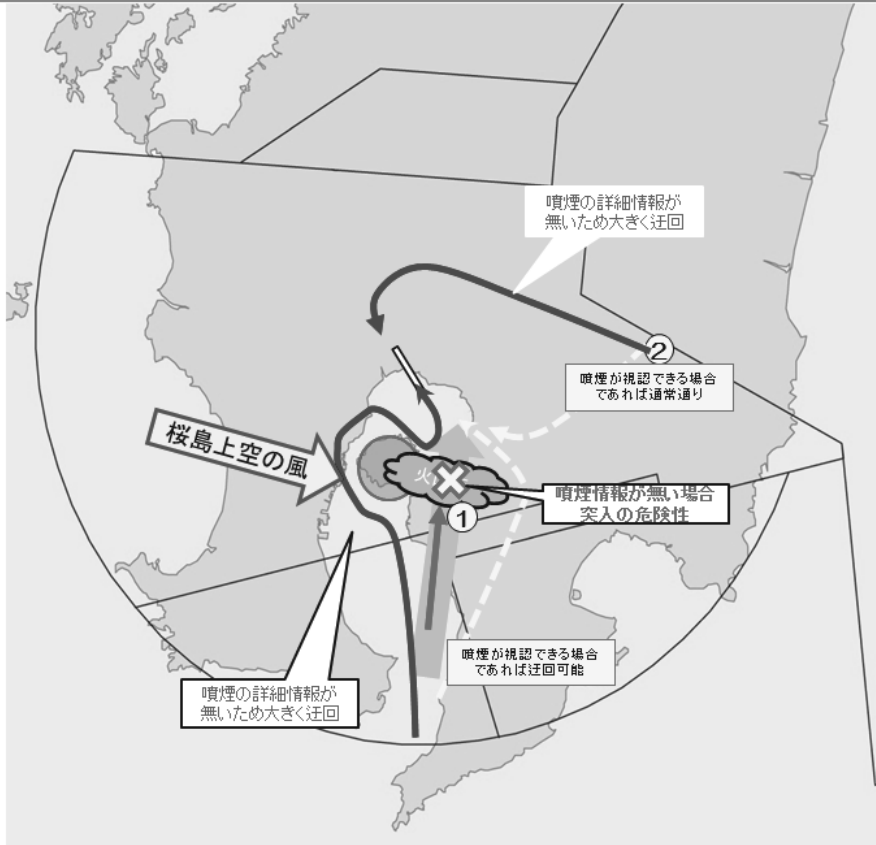




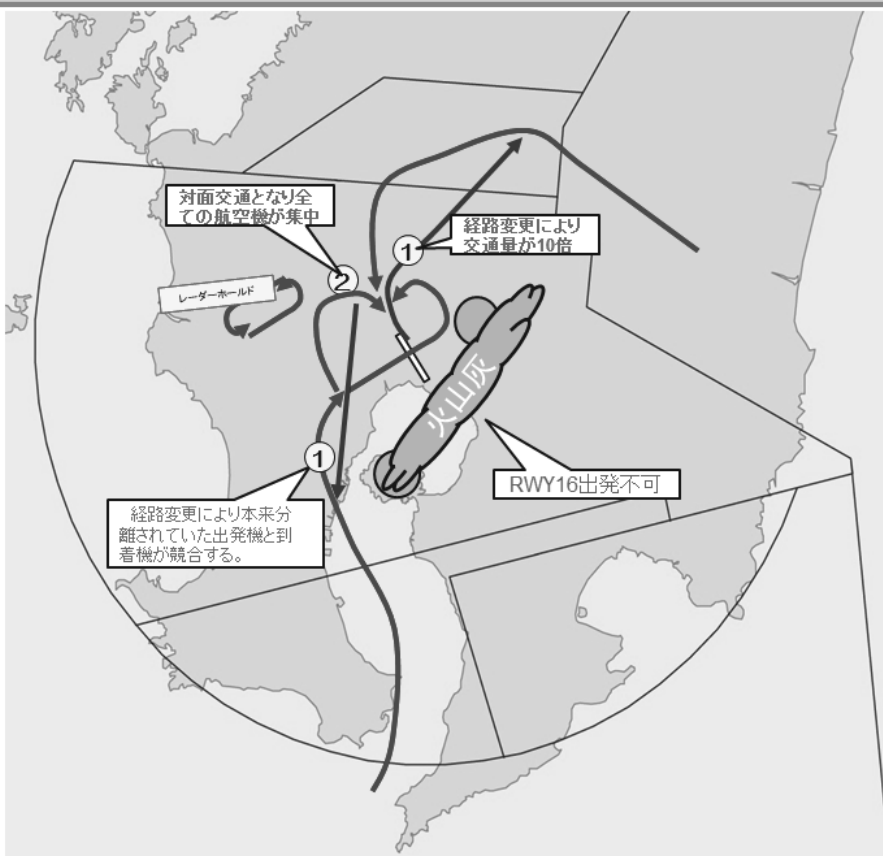
火山噴火時の運用における問題点(噴煙の近くを飛行することによるリスク) 国土交通省



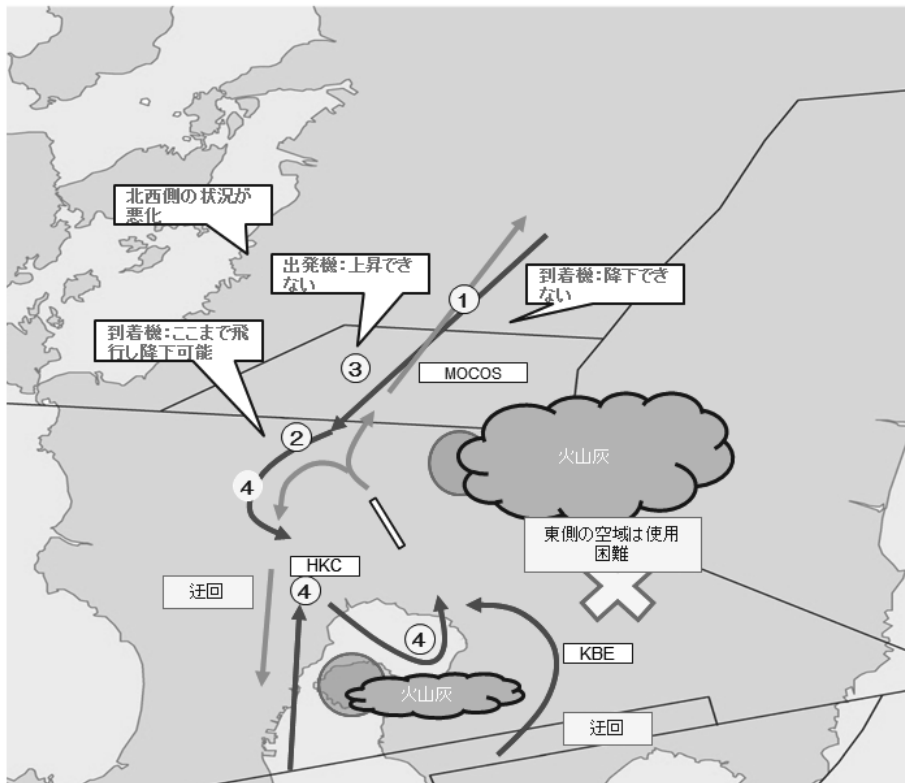
火山噴火時の運用における問題点(噴煙が見えないことによるリスク) 国土交通省



火山噴火時の運用における問題点(噴煙回避のための経路変更によるリスク) 国土交通省

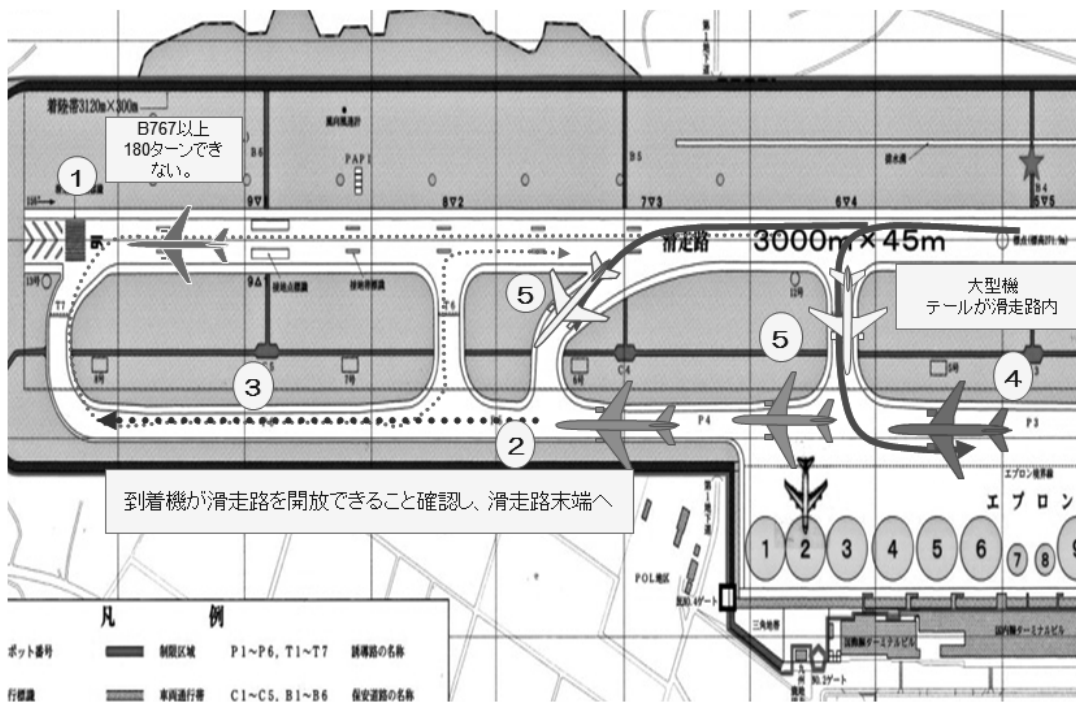


火山噴火時の運用における問題点(特定空域の過密化によるリスク) 国土交通省



23

管制運用の実態(悪天時等 RWY16出発・RWY34着陸) 国土交通省

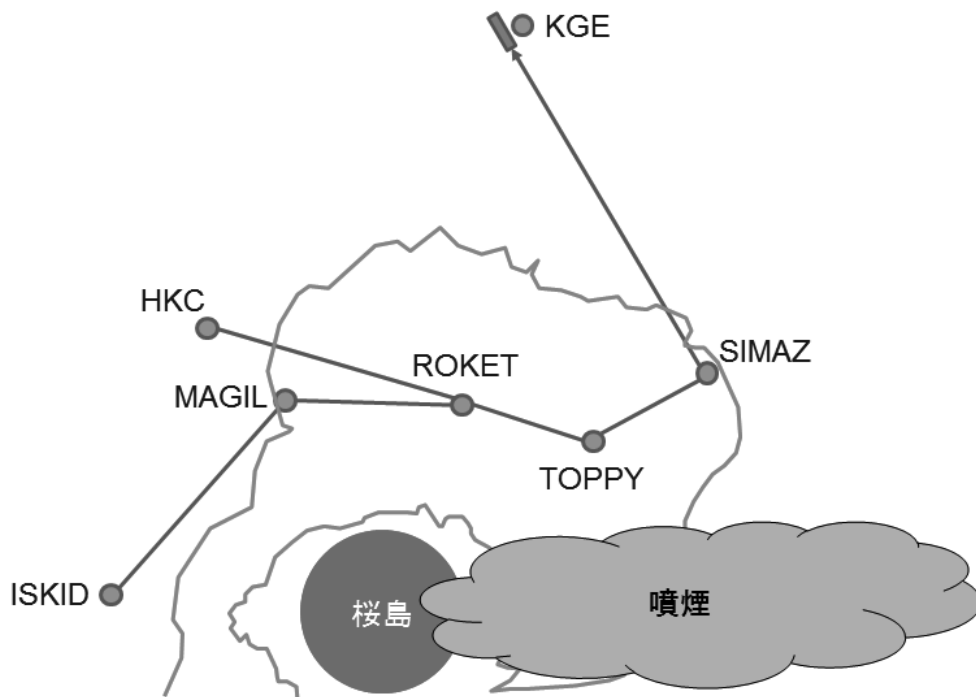




25

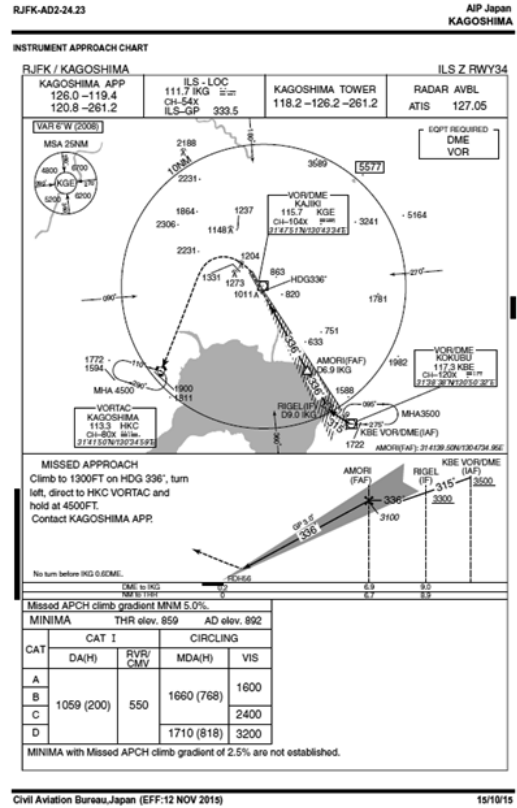
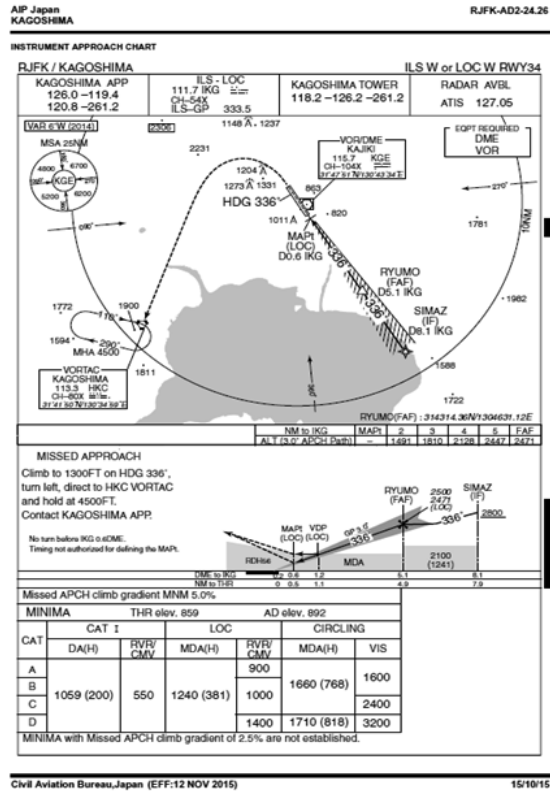
RNAV STARの設定

SIMAZ NORTH/SOUTH ARRIVAL

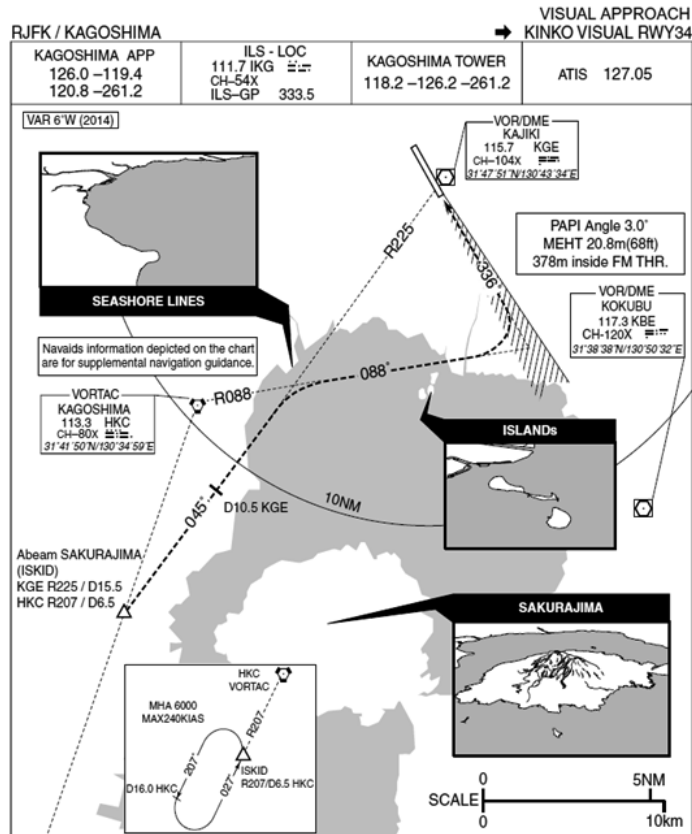


26

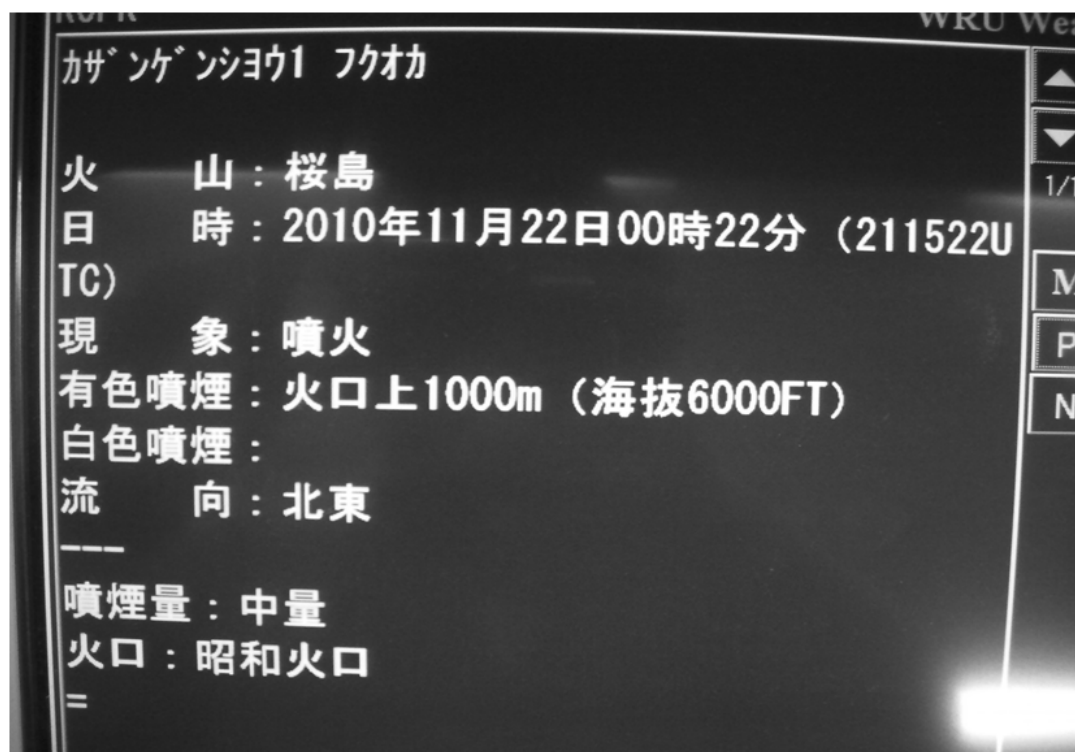
ILS W RWY34 APPROACHの設定



KINKO VISUAL RWY34 APPROACHの設定



気象庁が発表する噴火情報



- ・ PIREP
- ・ 管制官からの目視による確認
- ・ ライブカメラ(参考情報として入手)



31

鹿児島空港降灰対策要領の制定(平成22年制定)

- ・ 鹿児島空港に降灰した火山灰の除去等の対策を的確かつ円滑に実施するための事項を定め、もって航空機の安全運航並びに定時運航を確保することを目的とする

32



降灰対応型スーパー車 × 1台



スノースーパー車 × 2台



散水作業用化学消防車 × 1台
給水車 × 1台



散水作業状況

33

まとめ

航空機の運航に多くの影響を及ぼす火山灰を噴き出す火山に囲まれた鹿児島空港ですが、安全な運航ができるように空港一丸となって取り組んでおります。

これからも安全で秩序ある航空交通を形成するために御協力をよろしくお願いいたします。

34

第10回(平成27年度) 航空気象シンポジウム

公開座談会

火山灰情報の共有と安全運航



実際のフライトで起こった出来事を元に
創作したフィクションです。

モーニンググローリー航空 002便

口永良部島 : 海上保安庁撮影

モーニンググローリー航空002便

機長（日本人）

飛行時間：約8500時間

機長時間：約2500時間

経歴：海自固定翼PILOT→国内航空会社
→海外航空会社（現在に至る。）

現在、機長として2年目。

副操縦士（欧州人）

欧州出身、飛行時間の少ない若いPILOT。

日本での飛行経験はあまりない。



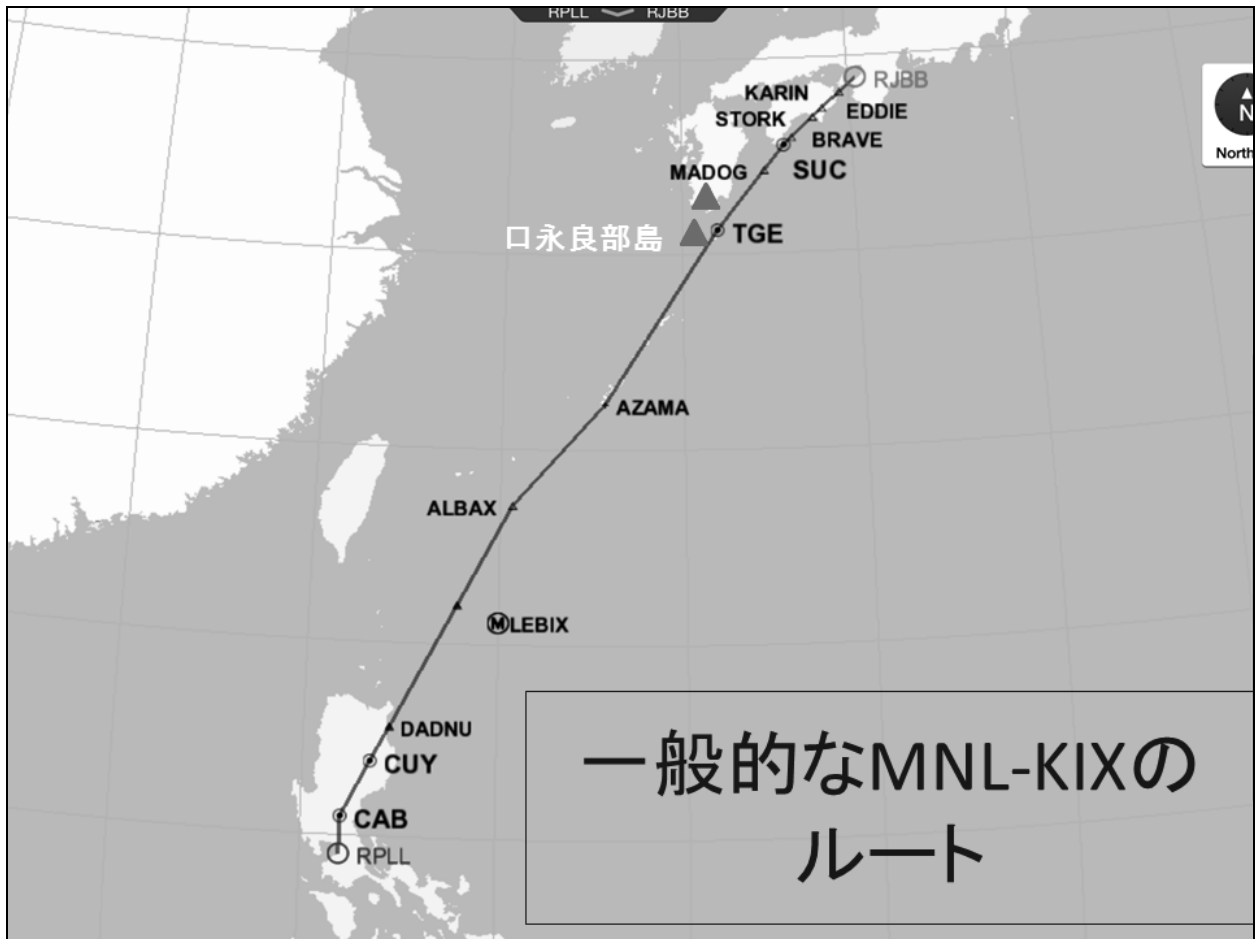
第10回（平成27年度）航空気象シンポジウム



モーニンググローリー航空 2014年のVOLCANIC ASH INCIDENT

- インドネシア上空でVOLCANIC ASHに遭遇
- 所定のプロシージャーを実施し、ジャカルタに無事にダイバート
- 事前情報なし。会社からの情報なし。
- ATCからも事前に情報なし。
- 規定類の改定、ACARSの全機完備運用
- 桜島を含む鹿児島近辺を迂回するルートが設定







PILOTの認識

- 噴火情報があった場合にはATCから情報があるはず。
- FSCとATCでは、噴火情報は共有されているはず。
- “DUE TO VOLCANIC ASH”を含めた交話に対するATCのリアクションがあるはず。(PIREP)

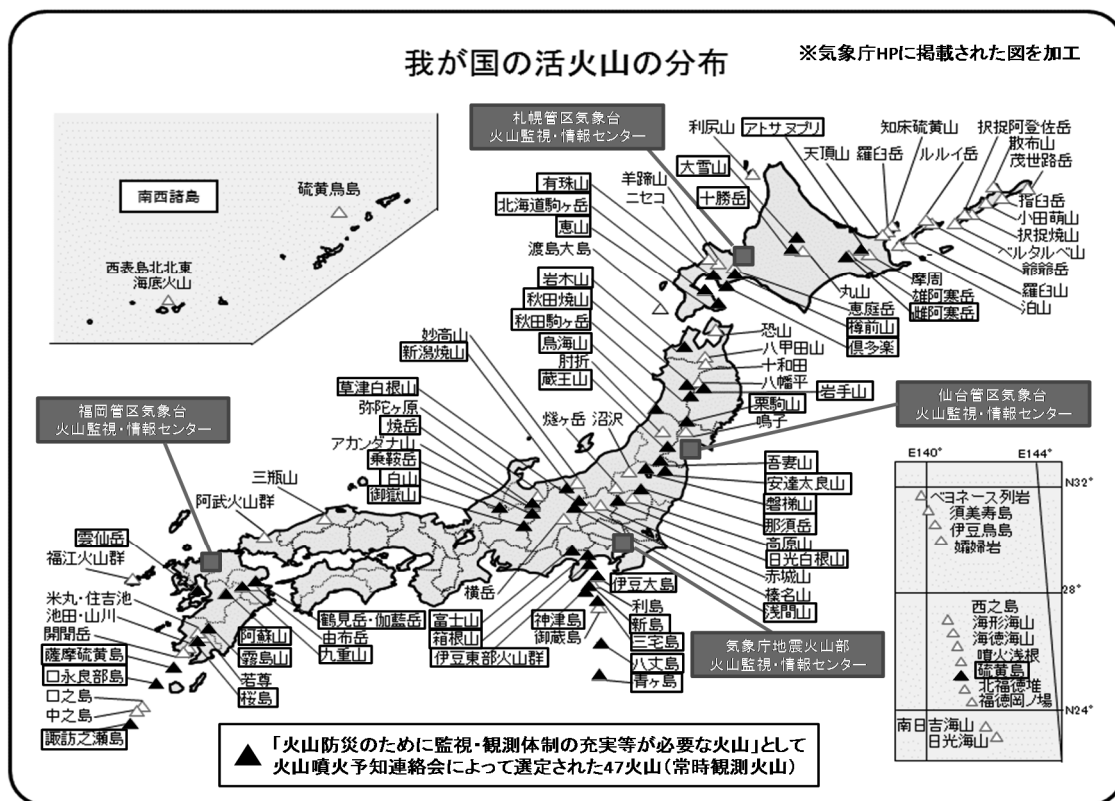


**このフライトは、実際の体験談をもとに
創作したものであり、登場する人物、
会社、団体等は、架空のものです。**

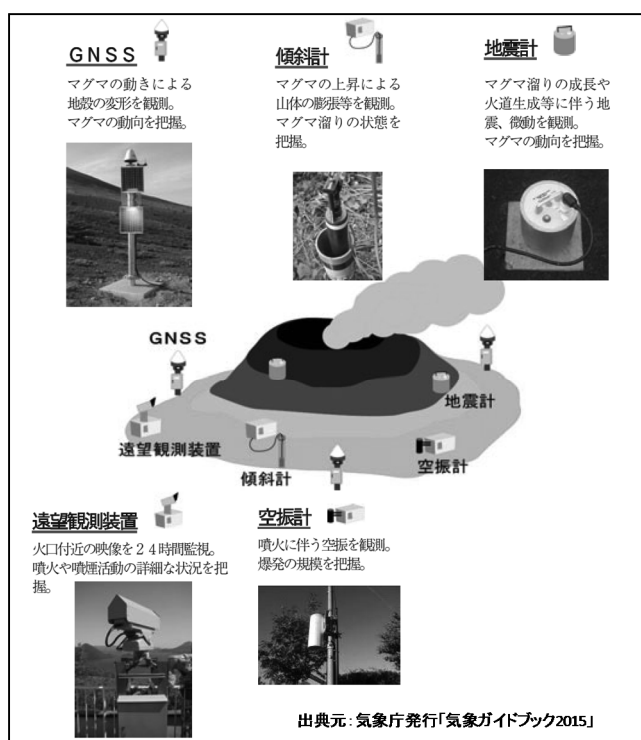


【日本の活火山と気象庁の火山監視体制】

火山噴火予知連絡会は、2003年に活火山を「概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」と定義し、活火山の数は現在110となっています。



「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」として火山噴火予知連絡会によって選定された47火山は、右図の観測施設を整備し、大学等関係機関の協力も得て、気象庁の火山監視・情報センターにおいて火山活動を24時間体制で常時観測・監視しています。同センターは、札幌・仙台・福岡の各管区気象台及び気象庁本庁に設置されていて、札幌は北海道地方、仙台は東北地方、福岡は九州地方、本庁はそれ以外の地方の活火山の監視・活動の評価を行い、火山活動の状況に応じて噴火警報等を発表しています。



【噴火と爆発】

気象庁は、噴火と爆発を次のように定義しています（気象庁 HP より引用）。

噴火：火口から火山灰等の固形物や溶岩を火口付近の外へ放出する現象。但し、噴火活動が活発な桜島では、火山灰を含む噴煙の高さが火口縁上概ね 1,000m 以上となった場合に噴火としている。

爆発：噴火の一形式で爆発的噴火の略。地下の高温、高圧源での内圧が増大して起こり、音響とともにガス、水蒸気、岩石等を放出し、空振*を伴う現象。時に火口や山体を破壊することもある。気象庁では、噴火に伴い発生した地震及び空振の大きさなどを基に、爆発的噴火であったかどうかを判断している。

※空振 噴火などにより火口から物質が放出される際に発生した衝撃波などが、空気中を伝わり観測される音波。爆発的な噴火では大きな空振が観測される。人間が聞こえない低周波の音波まで観測できる「空振計」と呼ばれる測器で観測する。

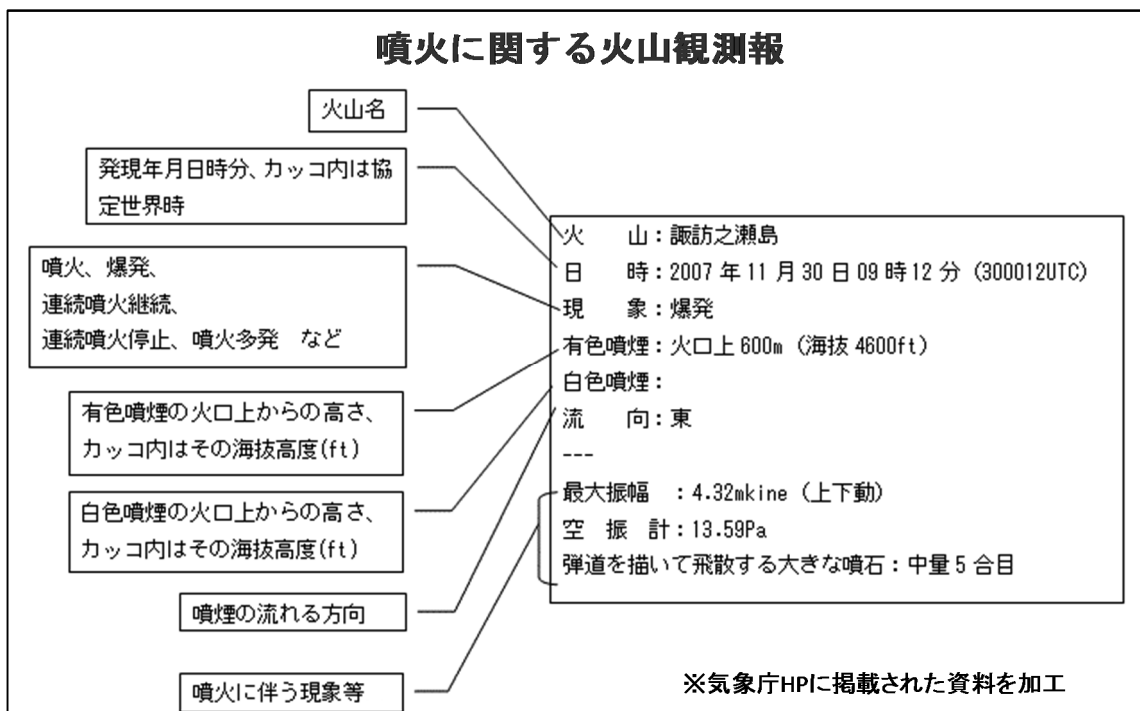
階級 大：窓ガラスなどが激しく振動し、時には破損することもある程度。

中：だれにでも感じる程度。

小：注意深くしていると感じる程度。

【噴火に関する火山観測報】

気象庁から発表される「噴火に関する火山観測報」は、噴火が発生（ごく小規模なものは除きます）した場合、航空局など関係機関に速やかに通報されます。おおむね 30 分以上、連続的に継続している噴火については、その状態が継続している場合には「連続噴火継続」、停止した場合には「連続噴火停止」として発表されます。



・噴火に関する火山観測報の例文

火 山：桜島
日 時：2015年09月03日17時55分（030855UTC） 第1報
現 象：爆発
有色噴煙：火口上1600m（海拔7900FT）
白色噴煙：
流 向：東

高層風 0308Z
850-27014
700-25022
500-26033
火口：昭和火口
今年693回目

火 山：桜島
日 時：2015年09月03日17時55分（030855UTC） 第2報
現 象：爆発
有色噴煙：火口上1600m（海拔7900FT）
白色噴煙：
流 向：東

横山最大振幅：7.8 μ m
爆発音：なし
体感空振：小
東郡元空振計：5.2Pa
瀬戸空振計：41.5Pa
弾道を描いて飛散する大きな噴石：6合目（昭和火口より300から500m）
噴煙量：中量
火口：昭和火口
今年693回目

火 山：御嶽山
日 時：2014年09月27日11時53分（270253UTC）
現 象：噴火
有色噴煙：不明
白色噴煙：
流 向：不明

火 山：口永良部島
日 時：2015年05月29日09時59分（290059UTC）
現 象：爆発
有色噴煙：火口上9000m（海拔31400FT）以上
白色噴煙：
流 向：直上

火口：新岳

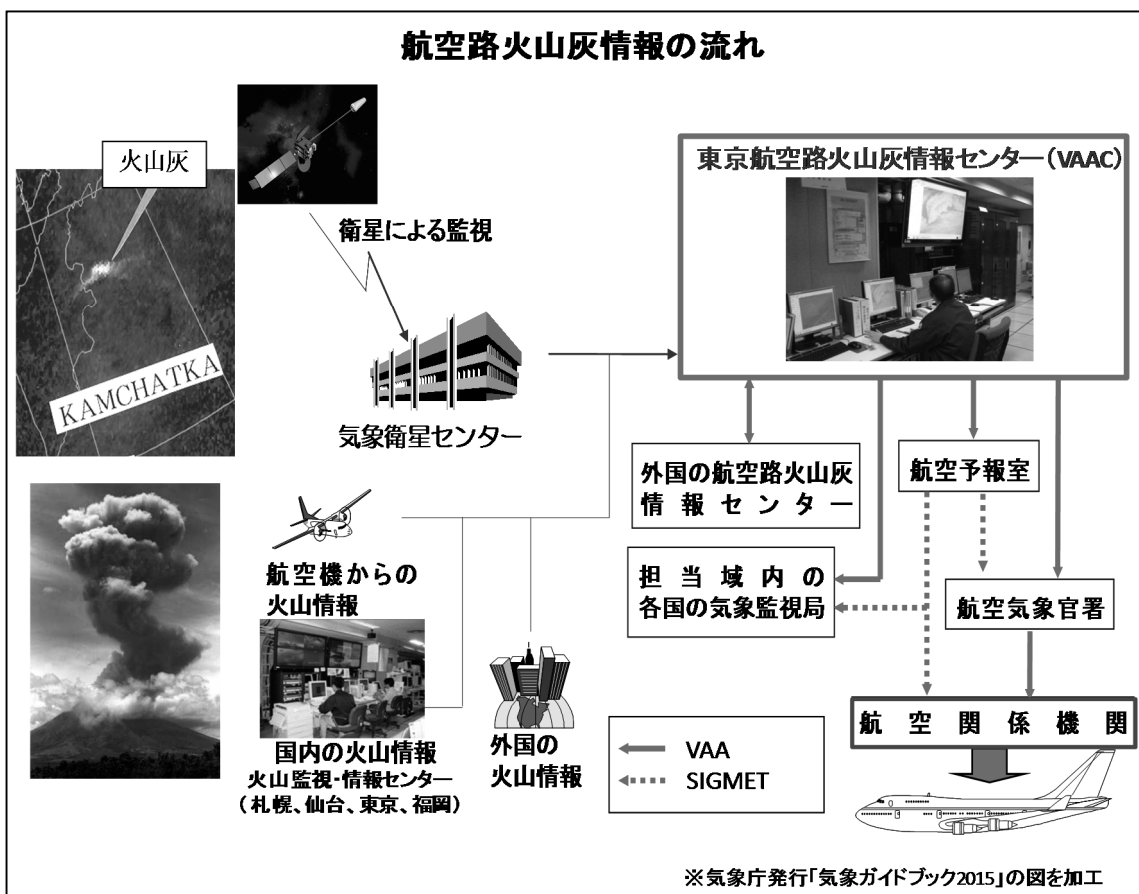
火 山：阿蘇山
日 時：2015年09月14日09時43分（140043UTC）
現 象：噴火
有色噴煙：火口上1000m（海拔7600FT）
白色噴煙：
流 向：北西

火口：中岳第一火口

【航空路火山灰情報の流れ】

気象庁にある航空路火山灰情報センター（東京 VAAC (Volcanic Ash Advisory Center)）は、前述の「噴火に関する火山観測報」や航空機からの火山情報（PIREP）、外国の VAAC 等から噴火や火山灰に関する情報を得ると、航空路火山灰情報（VAA）を發表します。東京 VAAC は、気象衛星による責任領域内の火山灰の監視も行っており、衛星画像で火山灰が検知された場合、火山灰拡散予測図も合わせて發表しています。

VAA は SIGMET を發表する支援資料として、国内外の関係機関に配信されており、気象庁本庁にある航空予報室（空域予報班）は、VAA に基づいて SIGMET を發表しています。



【気象庁の航空気象情報提供システム（MetAir）で提供されている航空向けの火山資料※】

1 情報の種類

(1) 航空路火山灰情報

火山灰の実況及び拡散予測に関するテキスト報。

(2) 火山灰実況図

火山灰の実況領域を示す図。

(3) 火山灰拡散予測図

火山灰の実況と拡散予測領域を示す図。

(4) 狭域拡散予測図（国内火山のみ）

国内火山について、火山灰の拡散予測領域を示す図。

(5) 定時拡散予測図（国内火山のみ）

噴火のおそれがある国内火山について、噴火を仮定した火山灰の予測領域を示す図。

(6) 定時拡散・降灰予測図（国内火山のみ）

噴火のおそれがある国内火山について、噴火を仮定した火山灰及び降灰の予測領域を示す図。

2 情報発表の条件及びタイミング

(1) 噴火の発生や火山灰が確認された場合に発表する情報

①噴火や火山灰の情報を入手した場合

「航空路火山灰情報」

②国内火山について、気象官署で噴火を確認し、火山灰の高さが確認された場合

「航空路火山灰情報」「狭域拡散予測図」

③衛星により火山灰を検知した場合

「航空路火山灰情報」「火山灰実況図」「火山灰拡散予測図」

【注意点】

雲に覆われて気象衛星で火山灰が検知できなくなった場合、これらの情報は前時間で発表されていても次の時間には発表されなくなるが、火山灰が検知されなくなったとは限らないので注意が必要である。

④国内火山について、衛星により火山灰を検知した場合

「航空路火山灰情報」「火山灰実況図」「火山灰拡散予測図」「狭域拡散予測図」

(2) 定期的に発表する情報

①6時間毎（00,06,12,18UTC）に発表

「定時拡散予測図」

②3時間毎（00,03,06,09,12,15,18,21UTC）に提供

「定時拡散・降灰予測図」

※気象庁発行「航空気象ノート別冊『航空気象情報の利用の手引き』」から引用・加工

【航空路火山灰情報】

FVFE01 RJTD 290113
VA ADVISORY
DTG: 20150529/0113Z
VAAC: TOKYO
VOLCANO: KUCHINOERABUJIMA 282050
PSN: N3027 E13013
AREA: JAPAN
SUMMIT ELEV: 657M
ADVISORY NR: 2015/1
INFO SOURCE: MTSAT-2 JMA
AVIATION COLOUR CODE: NIL
ERUPTION DETAILS: EXPLODED AT 20150529/0059Z OVER FL320 STNR
OBS VA DTG: 29/0100Z
OBS VA CLD: VA NOT IDENTIFIABLE FM SATELLITE DATA WIND FL400 330/45KT
FCST VA CLD +6 HR: NO VA EXP
FCST VA CLD +12 HR: NO VA EXP
FCST VA CLD +18 HR: NO VA EXP
RMK: WE WILL ISSUE FURTHER ADVISORY IF VA IS DETECTED IN SATELLITE
IMAGERY.
NXT ADVISORY: NO FURTHER ADVISORIES=

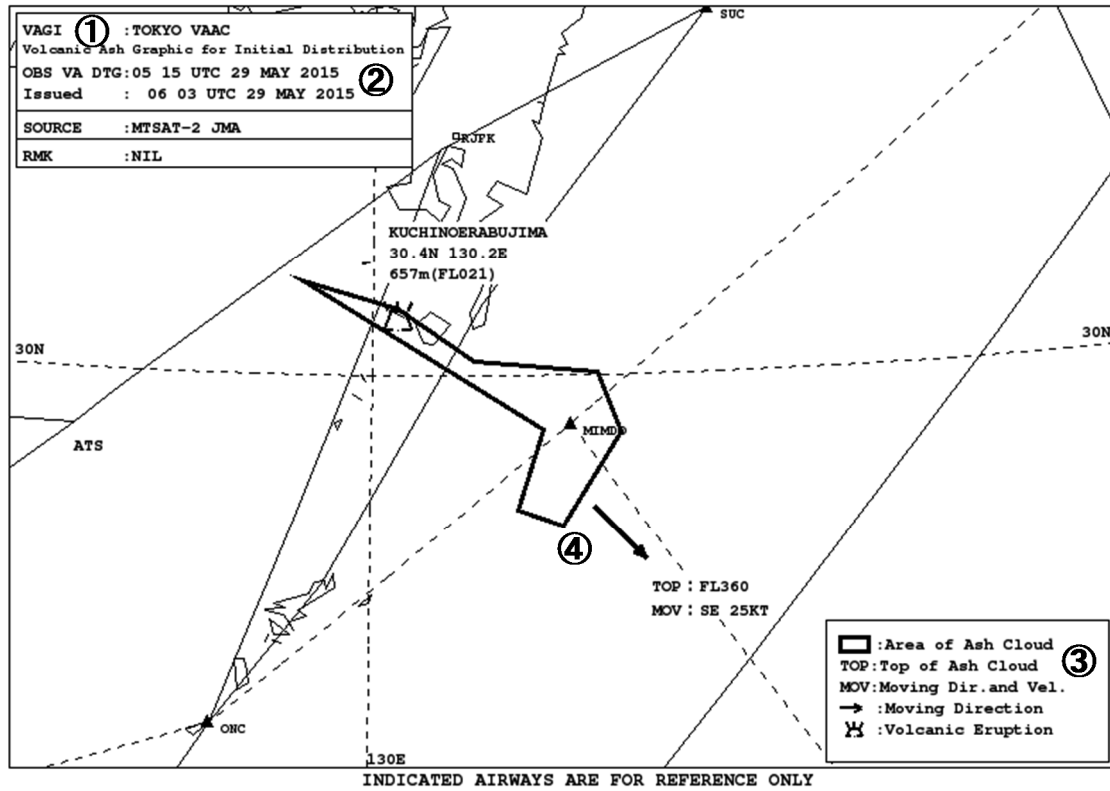
拡散予測なしの例文

FVFE01 RJTD 290154
VA ADVISORY
DTG: 20150529/0154Z
VAAC: TOKYO
VOLCANO: KUCHINOERABUJIMA 282050
PSN: N3027 E13013
AREA: JAPAN
SUMMIT ELEV: 657M
ADVISORY NR: 2015/2
INFO SOURCE: MTSAT-2 JMA
AVIATION COLOUR CODE: NIL
ERUPTION DETAILS: EXPLODED AT 20150529/0059Z OVER FL320 STNR
OBS VA DTG: 29/0115Z
OBS VA CLD: SFC/FL320 N3025 E13013 - N3025 E13019 - N3032 E13016 -
N3030 E13008 MOV SE 40KT
FCST VA CLD +6 HR: 29/0715Z SFC/FL330 N3025 E13150 - N2913 E13328 -
N2826 E13334 - N2828 E13208 - N2947 E13118 - N3037 E12851 - N3054
E12911
FCST VA CLD +12 HR: 29/1315Z SFC/FL300 N3057 E12805 - N3130 E12846 -
N3019 E13138 - N2956 E13514 - N2736 E13616 - N2628 E13552 - N2724
E13403 - N2836 E13424 - N2956 E13038
FCST VA CLD +18 HR: 29/1915Z SFC/FL300 N3136 E12745 - N3228 E12830 -
N3025 E13226 - N3035 E13816 - N2906 E13918 - N2542 E13824 - N2631
E13550 - N2855 E13641 - N2952 E13105
RMK: NIL
NXT ADVISORY: 20150529/0300Z=

拡散予測ありの例文

項 目	内 容
FVFE01 RJTD ddhhmm	テキスト報のヘッダ、発信官署、電文発信した日時分
VA ADVISORY	航空路火山灰情報であることを示す
DTG	発表時刻(情報を発表した時刻 年月日/時分)
VAAC	発表VAAC(東京VAAC)
VOLCANO	火山名及び火山番号(対象火山の名称及び火山参照番号)
PSN	火山の位置(対象火山の位置を緯度経度(度分))
AREA	火山の位置する地域(対象火山の位置を簡便に識別するための国名等)
SUMMIT ELEV	火山の標高(対象火山の標高)
ADVISORY NR	発表番号(対象火山に対して当該情報を発表した西暦年及び年間を通して積算した情報発表数)
INFO SOURCE	情報源(観測成果や情報の入手先、監視対象)
AVIATION COLOUR CODE	航空用カラーコード(東京VAACでは運用していないためNIL)
ERUPTION DETAILS	噴火情報(対象火山について報告された噴火時刻、噴火内容等)
OBS VA DTG	火山灰の観測時刻(火山灰が検知された場合の検知時刻を記す)
OBS VA CLD	火山灰の実況(火山灰検知の有無、火山灰領域、火山灰高度、移動方向、速度。 火山灰が検知されなかった場合は、上空の風情報)
FCST VA CLD +6 HR FCST VA CLD +12 HR FCST VA CLD +18 HR	拡散予測結果(火山灰の観測時刻から概ね6、12及び18時間後の火山灰の高度別 予測範囲)
RMK	記事(その他必要な事項を記す、特になければNIL)
NXT ADVISORY	次情報(次回情報発表の有無及びその予定時刻)

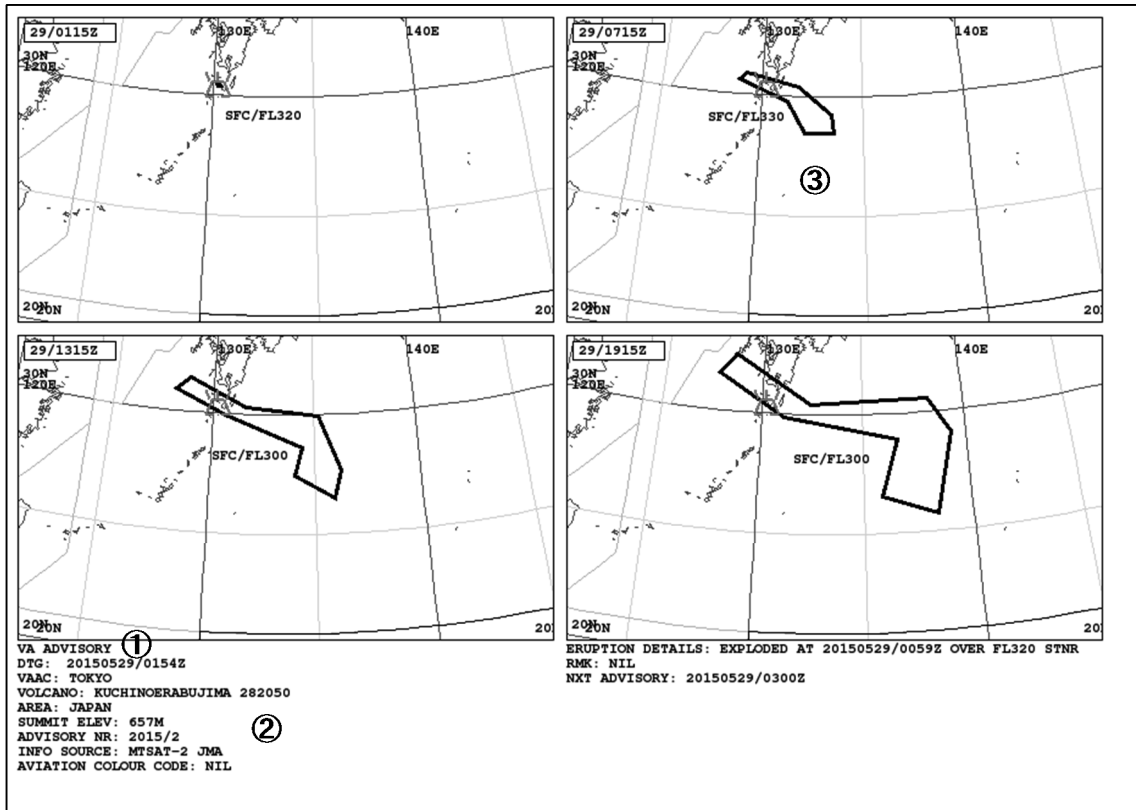
【火山灰実況図】




①運用略称	VAGI
②時間等	発表機関名 (TOKYO VAAC)、火山灰の観測時刻 (Observed)、 発表時刻 (Issued)、情報源 (Source)
③備考	図中の略語等の解説
④実況図	黒線で囲まれた範囲が火山灰の領域を示す。 対象火山名、火山の位置 (緯度、経度)、火山の標高、 火山灰の領域、火山灰の高度、火山灰の移動方向及び速度

火山灰の高さは、火山観測所や航空機の観測情報から入手できる場合が多いが、衛星により火山灰が検知されている場合は、衛星画像により火山灰の高さを推定することができる。火山灰は噴出時には高温であるが、上昇するとともに温度が低下して、最終的には周辺大気の温度と等しくなると考えられる。このことから、火山灰の温度を赤外画像の輝度温度から算出し、数値予報モデルを利用してその温度に対応する高度を求めることができる。衛星画像による推定精度は、火山灰の厚さや雲の影響により、精度が十分でないことがあるため、火山灰の流れる方向や移動速度も参考にして高度を決定する。

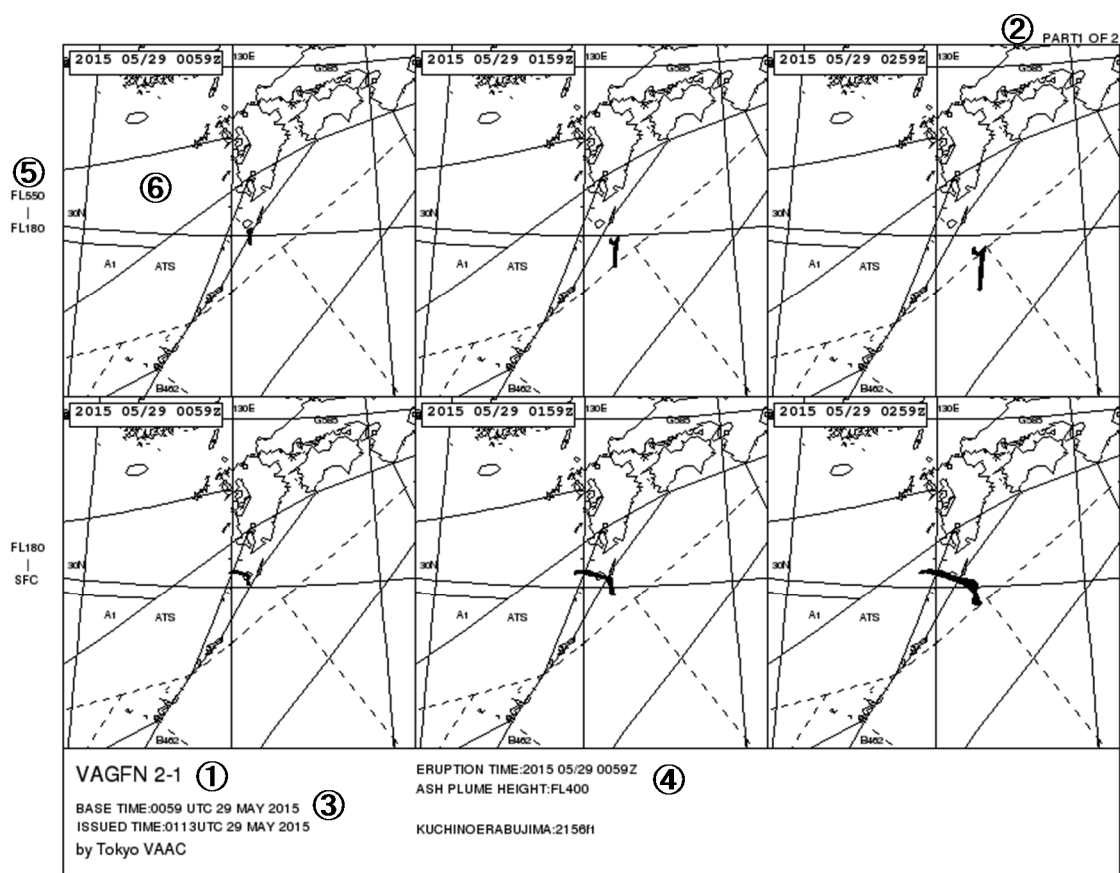
【火山灰拡散予測図】



①運用略称	VAG
②テキスト情報	航空路火山灰情報から抜粋した情報
③拡散予測図	<p>初期時刻と 6 時間後、12 時間後、18 時間後の拡散予測を 6 時間毎に図で示す。</p> <p>対応する時刻を左上に示す。</p> <p>実線、破線、点線で囲まれた範囲が火山灰の領域を示す。</p> <p>領域枠脇の英数字は火山灰の「最低高度／最高高度」を示す。</p> <p>「」は、発表対象火山の位置を示す。</p>

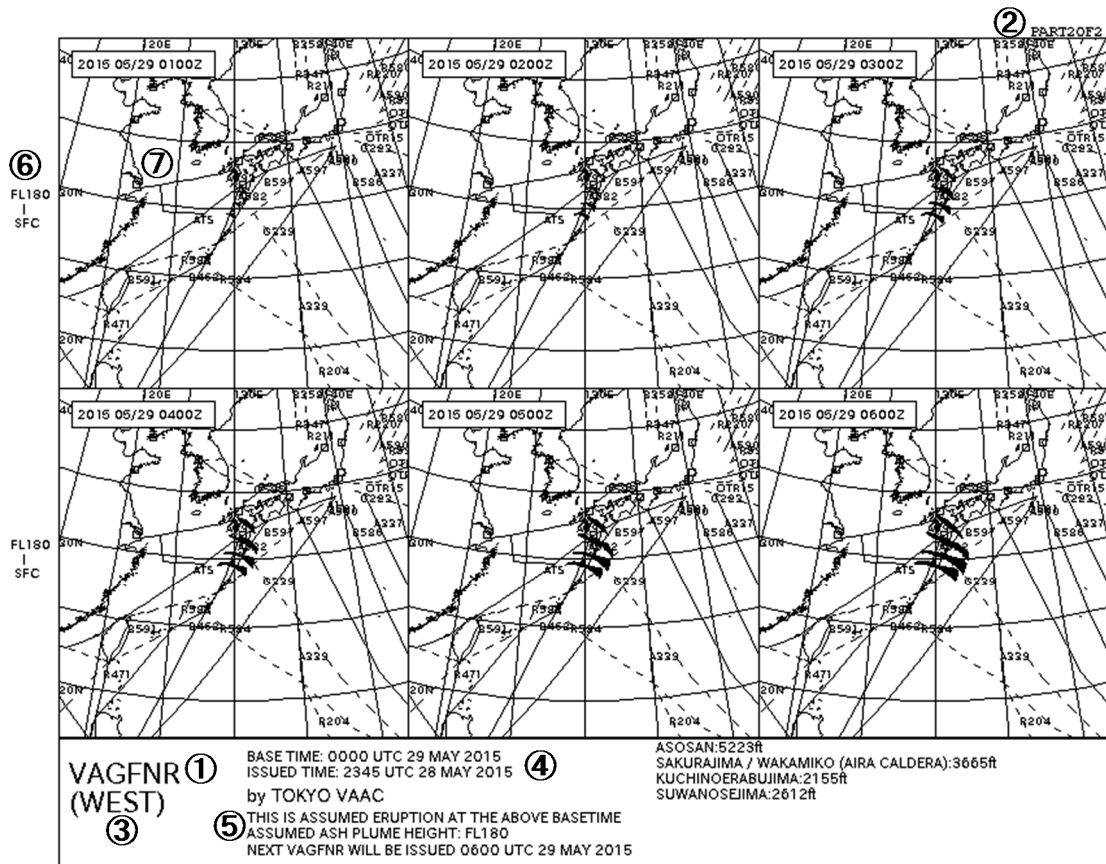
東京 VAAC では、「衛星により火山灰の分布が観測できた場合」と「国内火山について気象官署で噴火時の噴煙の高さが観測できた場合」に火山灰の拡散予測を行う。拡散計算では、まず初期条件となる噴煙柱（柱状に設定した噴煙）を設定するが、東京 VAAC では、噴煙の高さに応じて、経験から得られた火山灰粒子分布をもった噴煙柱を設定している。その後、数値予報モデルを利用して個々の火山灰粒子の位置を計算し、移流・拡散・落下の予測を行っている。

【狭域拡散予測図】



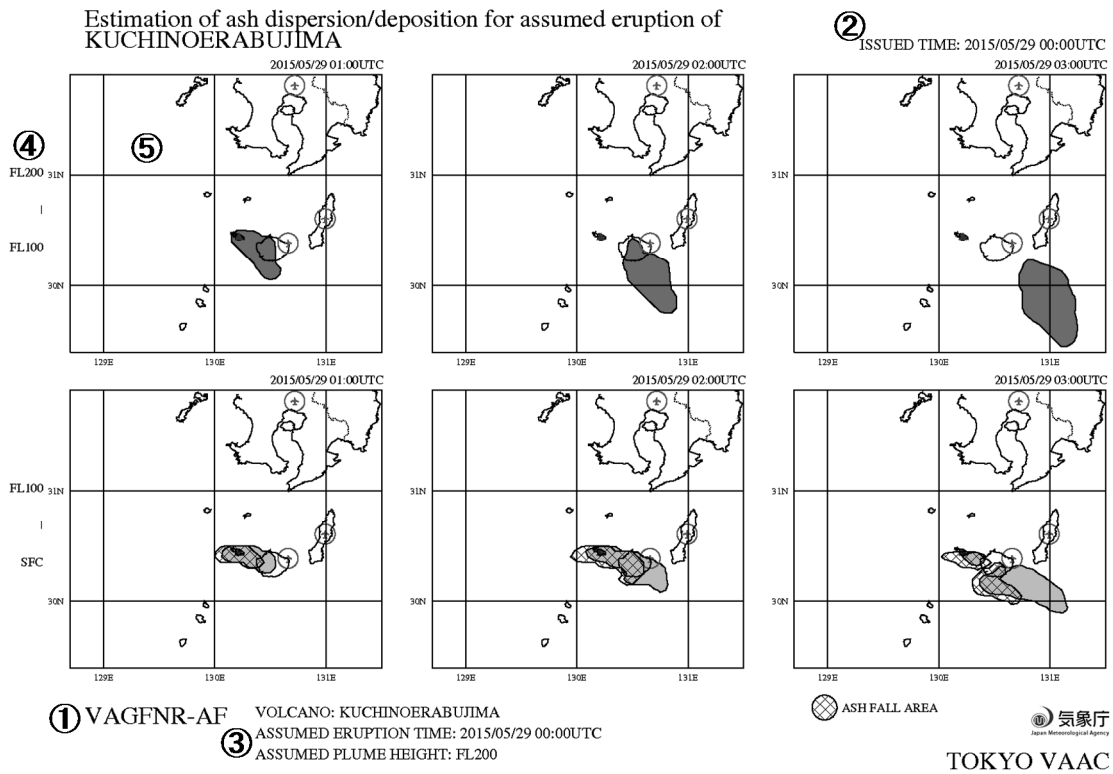
①運用略称	VAGFN
②ページ	1 ページ目は 1～3 時間後、2 ページ目は 4～6 時間後の予測図
③時間等	初期時刻 (BASE TIME)、発表時刻 (ISSUED TIME)、 発表機関名 (Tokyo VAAC)、対象火山名と標高
④備考	噴火時刻または火山灰の観測時刻 (ERUPTION TIME)、 火山灰の高度 (ASH PLUME HEIGHT)
⑤高度	上段は FL180-FL550、下段は SURF-FL180
⑥予測図	火山灰の観測時刻から 1～6 時間後の拡散予測を 1 時間毎に図で示す。 対応する時刻を各図の左上に示す。 黒色で囲まれた範囲が火山灰の領域を示す。

【定時拡散予測図】



①運用略称	VAGFNR
②ページ	下記の発表領域 (EAST,MID,WEST) により 1~3 ページを示す。
③領域	東日本 (EAST)、中日本 (MID)、西日本 (WEST) のいずれかを示す。
④時間等	初期時刻 (BASE TIME)、発表時刻 (ISSUED TIME)、 発表機関名 (Tokyo VAAC)、次回発表予定時刻 (NEXT VAGFNR)、 対象火山名と標高
⑤備考	仮定した噴火の条件等を示す。
⑥高度	SURF-FL180
⑦予測図	初期時刻から連続噴火を仮定し、1~6 時間後の拡散予測を 1 時間毎に 図で示す。 対応する時刻を各図の左上に示す。 黒色で囲まれた範囲が火山灰の領域を示す。

【定時拡散・降灰予測図】



①運用略称	VAGFNR-AF
②発表時刻	発表時刻 (ISSUED TIME)
③時間等	仮定した噴火の条件を示す。 火山名 (VOLCANO)、仮定噴火時刻 (ASSUMED ERUPTION TIME)、 仮定噴煙高度 (ASSUMED PLUME HEIGHT)
④高度	上段は FL100-FL200、下段は SURF-FL100
⑤予測図	仮定噴火時刻の噴火を仮定し、1~6 時間後の拡散予測を 1 時間毎に図 で示す。 対応する時刻を各図の右上に記す。 赤色 (FL100-FL200)、黄色 (SURF-FL200) は、火山灰の範囲を示す。 網目の領域は、降灰の予測範囲を示す。 ▲は火山の位置を示す。 航空機マークと円は、空港と半径 10km の範囲を示す。

【火山の噴煙に関するシグメット情報】

拡散予測なしの例文

WVJP31 RJTD 290125

RJJJ SIGMET S02 VALID 290125/290725 RJTD-
RJJJ FUKUOKA FIR VA ERUPTION MT KUCHINOERABUJIMA PSN N3027 E13013 VA
CLD OBS AT 0059Z FL320 STNR INTST UNKNOWN=

拡散予測ありの例文

WVJP31 RJTD 290210

RJJJ SIGMET S04 VALID 290210/290810 RJTD-
RJJJ FUKUOKA FIR VA ERUPTION MT KUCHINOERABUJIMA PSN N3027 E13013 VA
CLD OBS AT 0115Z ABV FL320 N3030 E13008 - N3025 E13013 - N3025
E13019 - N3032 E13016 - N3030 E13008 MOV SE 40KT INTST UNKNOWN
FCST 0715Z VA CLD APRX SFC/FL330 N3037 E12851 - N2947 E13118 - N2828
E13208 - N2826 E13334 - N2913 E13328 - N3025 E13150 - N3054 E12911 -
N3037 E12851=

【航空機からの火山情報（PIREP）の通報例】

SEXX72 RJTT 270638

ARS
VA CLD MT ONTAKE TOPS FL200 OBS AT 0623Z CHAUS FL230 MOV E BY CRJ7
IBX47=

【METARによる火山灰の通報例】

METAR RJFT 140100Z 05013KT CAVOK 25/14 Q1019 RMK A3011 VOLCANIC ASH
CLOUD E=

SPECI RJFT 140117Z 05010KT 9999 VCVA FEW030 BKN/// 25/15 Q1019 RMK
1CU030 A3011 ASH FALL VOLCANIC ASH CLOUD NE-E=

METAR RJFT 140200Z 06009KT 010V100 9999 VA FEW040 BKN/// 25/14 Q1019
RMK 1CU040 A3010 ASH FALL VOLCANIC ASH CLOUD NW-OHD AND
OHD-E=

【噴火速報の例】

噴火速報は、噴火の発生事実を迅速に発表する情報です。登山中の方や周辺にお住まいの方に、火山が噴火したことを端的にいち早く伝え、身を守る行動を取っていただくために発表します。

実際に発表された噴火速報の内容は次のとおりです。

火山名 阿蘇山 噴火速報
平成27年 9月14日09時50分 福岡管区気象台発表

(見出し)

<阿蘇山で噴火が発生>

(本文)

阿蘇山で、平成27年9月14日09時49分頃、噴火が発生しました。

ライン運航と火山灰対策

この章の目的

- 実際の運航での「火山灰対策の方法」をご紹介
- 「情報が無いと火山灰の発見・回避は難しい」という現状のご紹介
- 会社からの噴火情報は噴火発生から、時間的な遅れがある現状のご紹介

この章の流れ

- 年間を通して火山灰の影響を受けやすい鹿児島空港を例に、運航の流れに沿った火山灰対策をご紹介します。

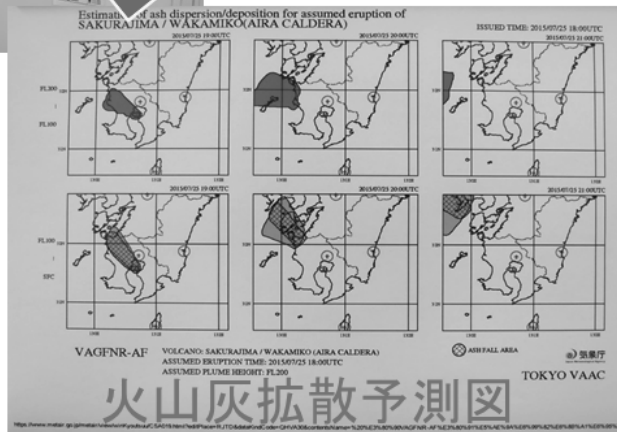
- | | | |
|------------|---|---------------------------|
| 飛行中
の対処 | } | ① Dispatch Briefingでの情報収集 |
| | | ② エンルートにてCompanyより情報収集 |
| | | ③ 火山灰を目視することの難しさ |
| 会社で
の対処 | } | ④ 噴火発生から航空機へ伝達される流れ |
| | | ⑤ 今後の対応(案) |
| | | ⑥ 結論 |

① Dispatch Briefingでの情報収集

Dispatch Roomに貼られた天気図



- Dispatch Roomには、天気図と並んで火山灰の拡散予想図が張られています。
- これをもとに噴火した場合の拡散のイメージをつくります。



① Dispatch Briefingにて情報収集



```

COMPANY AIRPORT REPORT:
RJFK OBS 0415/26Z SR2025Z/SS1022Z
USING RWY :
T/O 16
L/D 16 RNAV
1. RWY COND : D A M P
2. APR COND : T120 INC LM-L
                BLW A070 INC LGT-LGTP
3. FNL COND : VERY ROUGH N UP/DWN
                WIND A050-030 SOUTH/40-50KT EXP
                PLZ CAUTION WIND SHEAR
4. SFC WIND : (16)160/25-34KT
                (34)180/24-29KT
5. INSIGHT : (1100FT/AGL***
                LOW FLD AND -SHRA
6. SAKURAJIMA: (KAZAN-2)
                IF ERUPTION, VA SPREAD TO (NNW)
                E:NO PRBLM S:VIA KBE AVBL
7. --- APR COND ---
                E:FM FL220, T120, BLW FL140 L (0333Z/Q4)
                FM F360, BLW F200 INTM LM (0232Z/B3)
                S:NO RPT (****Z/B3)
8. --- DEP COND ---
                E:TO F370, BLW FL190 OCNL L (0225Z/B3)
                S:TO F380 (F300-310 W/S LP) (0150Z/B3)
9. FQFNANA B3 ONLY CTNRS HI-G LDG PSBL
    
```

- 鹿児島STCからのコメントで、現況を確認します。
- この日は(※)KAZAN-2のため、噴火した場合に備えた回避方法が提案されています。
- (※)KAZAN-2
- 噴火フェーズを3段階に分類したうちのの一つ。
(社内ルール)

鹿児島STCからのコメント

②エンルート - Companyより情報収集

ACARS BEGIN - 15/10/16 10:03:58 .JA803X

15/10/16 10:01:03 VIEWED

ATTN CREW.
F79 SPOT NR 5.
1.RWY COND : D R Y
2.APR COND : A110 LM.T070/B040 INC LM-L
3.FNL COND : SLIGHTLY ROUGH
4.SFC WIND : 34)360/05-06KT
16)350/05-06KT
5.INSIGHT : NO PRBLM
6.SAKURAJIMA: KAZAN-2
IF ERUPTION,VA SPREAD TO SOUTH
E:NO PRBLM S:VIA KBE AVBL
7.-- APR COND --
E:FM F400.ALMST SMTH (0700Z/B8)
F260.ALMST SMTH (0809Z/B3)
8.- DEP COND --
E:TO F410.ALMST SMTH (0715Z/B3)
ACARS END

- 飛行中、Companyより、空港の現況と合わせてACARS経由で情報が届きます。

③火山灰目視の難しさ

- 上空から火山灰はどのように見えるのでしょうか。
- 火山灰は、雲と同じように見えます。そのため、情報がなければ非常に判別しにくいです。
- 例をご紹介します。

③火山灰目視の難しさ



- 上空、客室からの写真です。
- この中に噴煙が映っているのですが、とても分かりにくいです。
- 少し湧きあがっている、雲のようなものが見えます。
- 御岳山が噴火し、噴煙が上昇しているときのものです。

③火山灰目視の難しさ



- 拡大すると、このようになっています。
- 噴煙は、機上のレーダーには映りません。

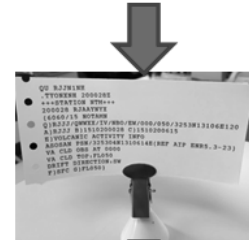
④噴火が発生してから 航空機に伝達されるまで

概ね15分～30分必要

- ① 気象庁のHP更新『火山観測報』
- ② 気象庁(東京VAAC)による観測
- ③ NOTAM発出
- ④ NOTAMが航空機のもとへ届く



火山に関する火山観測報の情報はここ
噴火に関する火山観測報の情報はここ
<2015年10月>
・噴火に関する火山観測報(噴煙・降灰)2015年10月23日18時04分発表
・噴火に関する火山観測報(噴煙・降灰)2015年10月23日18時04分発表
・噴火に関する火山観測報(噴煙・降灰)2015年10月23日18時04分発表
・噴火に関する火山観測報(噴煙・降灰)2015年10月23日18時04分発表
・噴火に関する火山観測報(噴煙・降灰)2015年10月23日18時04分発表
・噴火に関する火山観測報(噴煙・降灰)2015年10月23日18時04分発表
・噴火に関する火山観測報(噴煙・降灰)2015年10月23日18時04分発表



⑤今後の対応(案)

- ・ 飛行規程には、VA中を飛行してはならない記載があります。
- ・ ATISにVAが報じられると、必ず飛行不可となるのでしょうか。

ATISでVAを報じる基準(鹿児島航空測候所の情報発信)

- ・ 当該空港の概ね8km以内での噴煙または降灰があるときは、総じてVAが報じられる。
- ・ 悪天候でも概ね16km圏内に噴煙・降灰があると合理的に判断できる時は、VA・VCVAを報じる。

※上空に漂っているような場合、降灰が無くてもVAと報じられる。

よって、VAが報じられた場合にも必ずしも運航が取り止められるわけではない。

⑤今後の対応(案)

- VAが報じられた場合の運航可否判断の要素
- ① 降灰の厚さ
- ② マーキングや標識・照明灯火の視認が確保される
- ③ 航空機の走行に支障がない
- ④ 巻き上げがあっても、経験則からエンジンに影響しない程度

⑥結論

- ① 出発前・運航中も情報収集・外部監視には努めているが、突発的な噴火では、発見が難しい、又は遅れることがある。
- ② 火山灰に関しては主にCompanyからの情報に頼っているのが現状である。
- ③ 上記より、ATCからの情報やPIREPがあると、火山灰回避に効果的である。
- ④ 現状の管制方式基準では、噴火情報を航空機に伝達する規定は設定されていない。航空機に情報が伝達されると、より運航の安全性が向上される。

航空気象委員会の御案内

航空気象委員会は原則として毎月第4土曜日に日本航空機操縦士協会の会議室で開催しています。

興味のある方は、事務局に連絡の上御参加下さい。

航空気象委員会への問い合わせ、御意見は下記のアドレスまでお寄せ下さい。

e-mail : japa@japa.or.jp



〒105-0004 東京都港区新橋5-34-3 TEL 03-6809-2902 (代)

